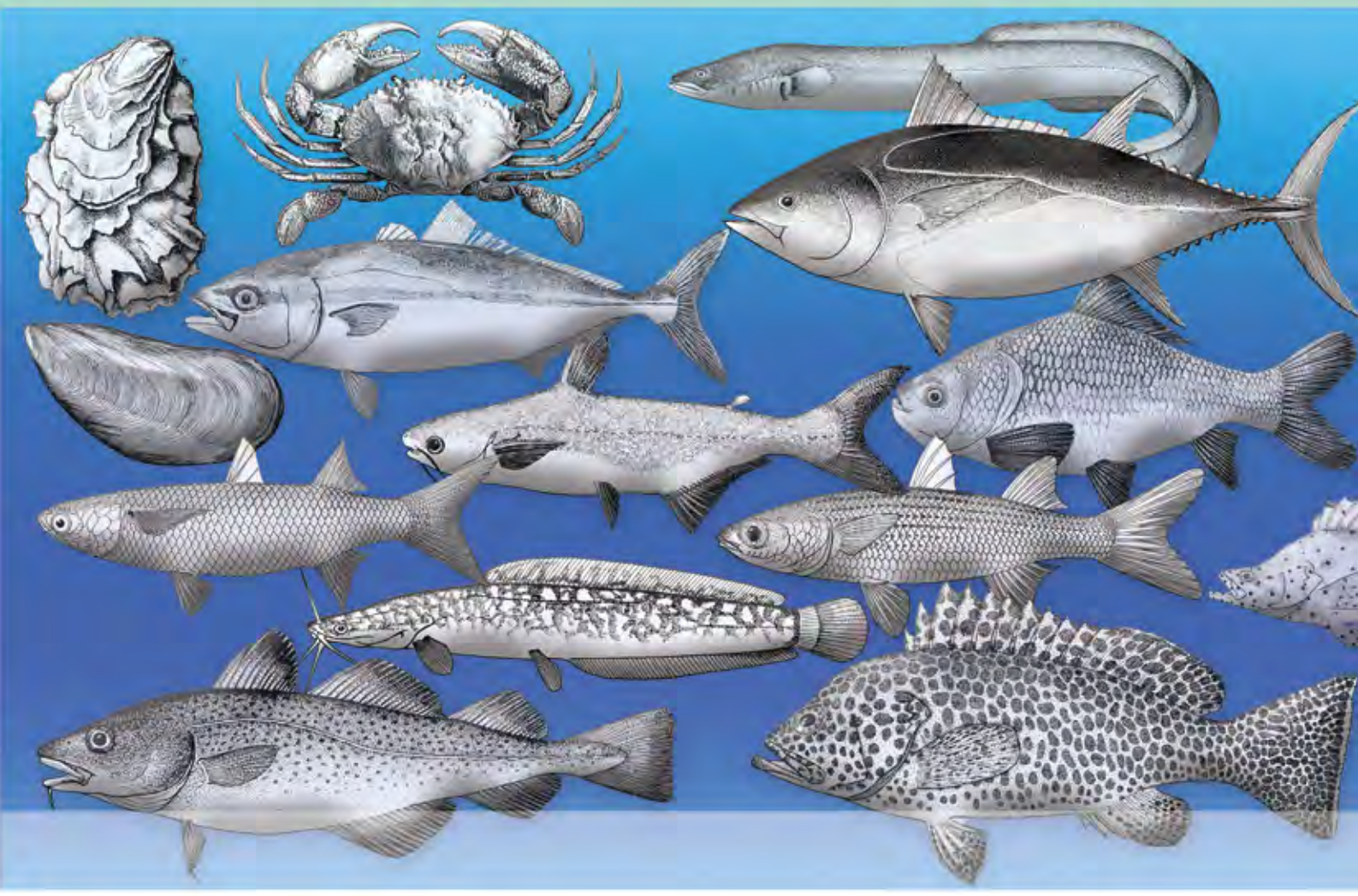
粮农组织
渔业技术
论文

ISSN 1728-7332

508

基于捕捞的全球水产养殖概述



中国农业出版社

粮农组织渔业技术论文第 508 号

基于捕捞的全球水产养殖概述

编辑

联合国粮农组织渔业及水产养殖部水产养殖管理及保护处

渔业资源官员（水产养殖）

Alessandro Lovatelli

意大利　罗马

和

联合国粮农组织顾问

Paul F. Holthus

美国　夏威夷　火奴鲁鲁

翻译　朱增勇　朱海波　黄佳琦　张振兴

孔　琳　朱晓光　刘　瑶

审校　朱增勇　朱晓光

中国农业出版社

联合国粮食及农业组织

2012·北京

图书在版编目（CIP）数据

基于捕捞的全球水产养殖概述 / 联合国粮食及农业组织编；朱增勇等译 . —北京：中国农业出版社，2012.12

ISBN 978-7-109-17360-6

Ⅰ.①基… Ⅱ.①联… ②朱… Ⅲ.①水产养殖-研究 Ⅳ. ①S96

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 270393 号

中国农业出版社出版

（北京市朝阳区农展馆北路 2 号）

（邮政编码 100125）

责任编辑 刘爱芳

北京市达利天成印刷装订有限责任公司印刷 新华书店北京发行所发行

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月北京第 1 次印刷

开本：889mm×1194mm 1/16 印张：18

字数：535 千字

定价：50.00 元

（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

22—CPP10/12

本出版物原版为英文，即 *Capture - based Aquaculture - Global Overview*（*FAO Fisheries Technical Paper 508*），由联合国粮食及农业组织于 2008 年出版。此中文翻译由中国农业科学院农业信息研究所安排并对翻译的准确性及质量负全部责任。如有出入，应以英文原版为准。

ISBN 978- 92-5-506030-4（粮农组织）
ISBN 978-7-109-17360-6（中国农业出版社）

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织（粮农组织）对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状态、或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品，无论是否含有专利，并不意味着这些公司或产品得到粮农组织的认可或推荐，优于未提及的其他类似公司或产品。本出版物中表达的观点系作者的观点，并不一定反映粮农组织的观点。

版权所有。粮农组织和国际乳品业联合会鼓励对本信息产品中的材料进行复制和传播。申请非商业性使用将获免费授权。为转售或包括教育在内的其他商业性用途而复制材料，均可产生费用。如需申请复制或传播粮农组织版权材料或征询有关权利和许可的所有其他事宜，请发送电子邮件至：copyright@fao.org，或致函粮农组织知识交流、研究及推广办公室出版政策及支持科科长：Chief，Publishing Policy and Support Branch，Office of Knowledge Exchange，Research and Extension，FAO，Viale delle Terme di Caracalla，00153 Rome，Italy。

© 粮农组织 2008 年（英文版）
© 粮农组织 2012 年（中文版）

联合国粮食及农业组织（FAO）
中文出版计划丛书
译审委员会

主　任　屈四喜

副主任　童玉娥　王本利　孟宪学　罗　鸣

编　委　张蕙杰　宋会兵　赵立军　蔺惠芳

钱　钰　徐　猛　张　巍　傅永东

田　晓　刘爱芳　贾　焰　郑　君

本文件的准备

本书包含两个主题：（a）环境和生物多样性；（b）与基于捕捞的水产养殖有关的社会经济问题。本书包含了 11 个特定的品种论文，涵盖了海洋和淡水水产养殖，是“基于捕捞的水产养殖野生鱼类和渔业资源负责任利用技术准则粮农组织国际研讨会”的支持材料。研讨会由联合国粮农组织（FAO）与越南农业和农村发展部（MARD）合作，于 2007 年 10 月 12 日在越南河内举办。

粮农组织渔业和水产养殖部水产养殖管理和保护处（FIMA）负责组织河内研讨会的论文和发言编选，由常规计划和日本政府支持的“面向可持续发展水产养殖：相关问题和规范”计划的预算外资金给予经济支持。

本书第一部分包含两个主题：香港大学 Yvonne Sadovy 和刘敏（音译）的“基于捕捞的水产养殖的环境和生物多样性影响”和康涅狄格大学——艾富里学院 Robert Pomeroy 的“基于捕捞的水产养殖的社会和经济影响”。第二部分包含准备的 11 篇特定品种论文，按照字母顺序为韩国济州国立大学 Choi Kwang Sik（牡蛎）；东京海洋大学 Makoto Nakada（黄尾鰤）；法国海洋开发研究院 Thomas Nielsen（顾问）和 Patrick Prouzet（欧洲鳗）；挪威渔业和水产养殖研究所 Bjorg H. Nostvold，Kjell O. Midling，Bent M. Dreyer 和 Oystein Hermansen（鳕）；Halieus（意大利）（Francesca Ottolenghi，蓝鳍金枪鱼）；Anders Poulsen，Don Griffiths，So Nam 和 Nguyen Thanh Tung（鲶与乌鳢）分别来自越南农业和农村发展部（前两位作者）、内陆渔业研究与开发研究所（柬埔寨）和渔业规划南部分所（越南）；农业研究发展研究所（喀麦隆）Victor Pouomogne（胡鲶）；自然资源研究中心（孟加拉国）Mhd Mokhlesur Rahman（印度主要鲤科鱼类）；鱼类资源发展总局（埃及）Magdy Saleh（乌鱼）；YH & CC Shelley 专营有限公司（澳大利亚）Colin Shelley（泥蟹）；世界鱼类中心（马来西亚）Mark Tupper 和 Natasja Sheriff（石斑鱼）。

除非另有说明，分品种论文中的照片均为作者提供。

论文最后的修订和输入由技术编辑 A. Lovatelli 和 P. F. Holthus 完成。

摘要

水产养殖是一个多样化的产业，价值数十亿美元，在水产养殖中利用了不同的鱼类生产策略。在限定和控制条件下，收获非常早期的野生个体一直到成熟的较大个体用于水产养殖，是这些鱼类生产策略之一。全世界都在使用基于捕捞的水产养殖系统，它利用了具有重要环境、社会和经济意义的不同种类的海洋和淡水品种。根据经济可行性，自然资源的有效利用和对社会环境的整体影响，鉴定这种养殖技术可持续性的必要性已在国家、地区和国际层面上进行了广泛地讨论。

2004 年，联合国粮农组织（FAO）启动了由日本政府资助的“面向可持续水产养殖：相关问题和规范”计划，该计划包括了野生鱼类利用和水产养殖渔业资源两个主题。计划的目标是，在考虑水产资源的利用和保护的同时，建立一套技术准则，帮助政策制定者建立合适的基于捕捞的水产养殖规则。

本书包含的技术信息是 2007 年 10 月在越南举行的“基于捕捞的水产养殖野生鱼类和渔业资源负责任利用技术准则粮农组织国际研讨会”的支持和背景材料。在会议期间起草了基于捕捞的水产养殖准则第一稿。本书包含两个部分，第一部分包含两个概述：（a）环境和生物多样性；（b）基于捕捞的水产养殖对社会和经济的影响；第二部分包含 11 个分品种综述论文。书中对海洋品种和淡水品种进行了综述，包括有鳍鱼类（乌鱼、蓝鳍金枪鱼、欧洲鳗、鳕、石斑鱼、黄尾鰤、胡鲶、印度主要鲤品种、鲶、乌鳢），甲壳纲动物（泥蟹）和软体动物（牡蛎）。

Lovatelli，A.；Holthus，P. F.（编辑）

基于捕捞的全球水产养殖概述

粮农组织渔业技术文集第 508 号．罗马，联合国粮农组织．2008. 298p。

致谢

本书是许多专家努力的成果，真诚感谢他们所作出的贡献和承担的责任。对日本政府和日本水产厅对“面向可持续水产养殖：相关问题和规范”项目以及项目所有内容，包括主题领域“野生鱼类利用和水产养殖渔业资源”提供的经济支持深表感谢。

同时特别感谢越南政府，尤其是农业和农村发展部国际合作处 Vu Van Trieu 先生和 Nguyen Trang Thi Nhung 女士为“基于捕捞的水产养殖野生鱼类和渔业资源负责任利用技术准则粮农组织国际研讨会”组织提供的支持，会议上在基于捕捞的水产养殖技术指南准备过程中提交和讨论了这些论文。

编辑还感谢联合国粮农组织渔业及水产养殖部水产管理及保护处贾建三先生，Rohana Subasinghe 先生，Devin Bartley 先生，Matthias Halwart 先生和 Mohammad Hasan 先生提供的技术建议和对筛选论文的评阅。粮农组织渔业和水产养殖部 Tina Farmer 女士，Françoise Schatto 女士以及 Helen Nakouzi 女士也为本书的最终出版作出了贡献。Jose Luis Castilla Civit 先生负责了本技术报告的图表编排。

作者

Don Griffiths
农业和农村发展部
河内，越南
Øystein Hermansen
挪威渔业和水产养殖研究所
奥斯陆，挪威
Choi Kwang Sik
济州国立大学
济州，韩国
Kjell Øyvind Midling
挪威渔业和水产养殖研究所
奥斯陆，挪威
Makoto Nakada
东京海洋科学和技术大学
富士见布，Saitama，日本
Francesca Ottolenghi
Halieus
罗马，意大利
Robert Stephen Pomeroy
康涅狄格大学——艾富里学院
格罗顿，康涅狄格州，美国
Anders Poulsen
农业和农村发展部
河内，越南
Victor Pouomogne
农业研究发展研究所
丰班，喀麦隆
Patrick Prouzet
IFREMER
法国海洋开发研究院，法国
Mhd Mokhlesur Rahman
自然资源研究中心
达卡，孟加拉国
Yvonne Sadovy
香港大学
香港特别行政区（SAR），中国
Magdy Saleh
农业部水产及资源发展总局
开罗，埃及
Colin Shelley
YH & CC Shelley 专营有限公司
布里斯班，澳大利亚
Mark Tupper
世界渔业中心
槟城，马来西亚

缩略语

ACIAR	澳大利亚国际农业研究中心
ADB	亚洲开发银行
AIT	亚洲技术研究所
APEC	亚太经济合作组织
APGN	亚洲-太平洋鲶鱼网络
APO	协理专业人员
BFAR	渔业和水产资源局（菲律宾）
BFRSS	孟加拉国渔业资源调查系统
BFT	蓝鳍金枪鱼
BNP	鲶鲶属坏死杆菌
BOBP	孟加拉湾合作计划
BOD	生物需氧量
BWDB	孟加拉国水资源开发理事会
CBA	基于捕捞的水产养殖
CCRF	负责任渔业行为守则
CIRAD	农业研究与发展国际合作中心（喀麦隆）
CITES	濒危物种国际贸易公约
CNRS	自然资源研究中心（孟加拉国）
COD	化学需氧量
COFI	渔业委员会
COPIFOPEM	Collectif des pisciculteurs intensifs de Fokoue et Penka Michel（喀麦隆）
CPUE	单位捕捞努力量
CSIRO	澳大利亚科学与工业研究组织
DANIDA	丹麦国际开发署
DARD	农业和农村发展部
DFID	国际发展部（大不列颠及北爱尔兰联合王国）
DO	溶氧量
DOCA	醋酸去氧皮质酮
DOF	渔业部
EC	欧洲委员会
EELREP	欧洲鳗繁殖能力估计
EIA	环境影响评估
EIFAC	欧洲内陆渔业咨询委员会
ELISA	酶联免疫分析
ELP	早期生命周期阶段
EU	欧盟
FAL	渔业法案
FAO	联合国粮农组织

FCA	渔民联合会（日本）
FCDI	洪水排灌
FCR	粮食转化率
FFRC	淡水渔业研究中心（孟加拉国）
FOB	离岸价
FRSS	渔业资源调查系统（孟加拉国）
FSMFs	育苗繁殖场（孟加拉国）
FSPS	渔业部项目支持
GEF	全球环境基金
GFCM	地中海渔业总委员会
GIS	地理信息系统
GSI	性腺指数
HACCP	危害分析与关键控制点
HBA	基于孵化的水产养殖
HCG	人绒毛膜促性腺激素
HUFA	高度不饱和脂肪酸
ICCAT	国际大西洋金枪鱼养护委员会
ICES	国际公海开发委员会
ICLARM	国际水生物资源管理中心
IFAD	国际农业发展基金
IFREMER	法国海洋开发研究院
INDICANG	INDICateurs d’abondance et de colonisation sur l’ANGuille europeenne *Anguilla anguilla*
IRAD	农业发展研究学院（喀麦隆）
ITCZM	热带海岸带的综合管理
IUCN	世界自然保护联盟
IUU	非法、无管制和未报告的捕捞
JFA	日本水产厅
LHRH－A	黄体生成素释放激素类似物
LRFF	食用海礁活鱼
LRFT	海礁活鱼贸易
MAC	海洋水族馆管理委员会
MARD	农业和农村发展部（越南）
MEDRAP	地中海地区水产养殖项目
MINEPIA	畜牧、渔业和畜产工业部（喀麦隆）
MINRESI	科研与创新部（喀麦隆）
MPAs	海洋保护区
MRC	湄公河委员会
NACA	亚洲—太平洋水产养殖中心网
NGOs	非政府组织
ODA	海外开发署（大不列颠及北爱尔兰联合王国）
PBT	太平洋蓝鳍金枪鱼
PCB	氯化联苯

PCSD	巴拉旺持续发展委员会
PECOSUDE	Peches cotieres et estuariennes du sud de l’ Europe
PEPISA	Pecheurs et pisciculteurs de Santchou（喀麦隆）
R&D	研发
RAP	亚洲及太平洋区域办事处（粮农组织）
RIA2	水产养殖第二研究所（越南）
ROI	投资回报
SAPB	孟加拉国虾行动计划
SAR	特别行政区
SARS	重症急性呼吸道综合征
SBT	南方蓝鳍金枪鱼
SCRS	统计研究常务委员会（大西洋金枪鱼国际养护委员会）
SEAFDEC	东南亚渔业开发中心
SL	标准长度
SPC	太平洋共同体秘书处
SPREP	南太平洋区域环境方案
SSB	产卵群生物量
STECF	欧盟渔业科学技术经济委员会
SUDA	水产养殖可持续发展
TAC	总允许渔获量
TAFA	塔斯马尼亚渔业和水产养殖研究所
TBT	三正丁基氢锡
TL	尾巴长度
TNC	大自然保护协会
UN	联合国
UNDP	联合国开发计划署
USAID	美国国际开发署
VHS	通用型鱼滤过性毒菌败血症
WFC	世界渔业研究中心（前 ICLARM）

目录

本文件的准备 …… v
摘要 …… vi
致谢 …… vii
作者 …… viii
缩略语 …… ix

引言 …… 1

第一部分　综述 …… 3

基于捕捞的水产养殖的环境和生物多样性影响
Yvonne Sadovy de Mitcheson 和刘敏（音译） …… 5
基于捕捞的水产养殖对社会和经济的影响
Robert Pomeroy …… 38

第二部分　分品种报告 …… 59

湄公河流域基于捕捞的鲶与乌鳢养殖业
Anders Poulsen，Don Griffiths，So Nam 和 Nguyen Thanh Tung …… 61
基于捕捞的胡鲶养殖：喀麦隆西部桑楚渔民的案例研究
Victor Pouomogne …… 82
埃及基于捕捞的乌鱼养殖
Magdy Saleh …… 97
孟加拉恒河地区基于捕捞的印度野生主要鲤科鱼类养殖
Mhd Mokhlesur Rahman …… 114
基于捕捞的野生欧洲鳗养殖
Thomas Nielsen 和 Patrick Prouzet …… 128
基于捕捞的蓝鳍金枪鱼养殖
Francesca Ottolenghi …… 155
基于捕捞的鳕养殖
Bent Magne Dreyer，Bjørg Helen Nøstvold，Kjell Øyvind Midling 和 Øystein Hermansen …… 170
基于捕捞的黄尾鰤养殖
Makoto Nakada …… 185
基于捕捞的石斑鱼养殖
Mark Tupper 和 Natasja Sheriff …… 201
基于捕捞的泥蟹养殖
Colin Shelley …… 236
基于捕捞的韩国牡蛎养殖
Kwang-Sik Choi …… 251

附录

附录 1　研讨会日程安排 …… 266
附录 2　参会者名单 …… 268
附录 3　专家简介 …… 271
附录 4　专家组照片 …… 275

引言

全球水产养殖生产大幅增加，供应给人类消费的水产品数量越来越多。未来几十年当中，这种增长趋势预计仍将持续。预计渔业部门未来生产的水产品将更有效地保障粮食安全、缓解贫困，并促进经济增长，同时将环境影响降至最低，实现最大的社会贡献，到 2030 年水产食品的产量将达 8 300 万吨，比 2004 年的产量水平增加了 3 750 万吨。

水产养殖是一个多样化的领域，涉及许多不同的水产品生产策略。其中有一种策略是捕捞野生鱼作为亲鱼，在池塘或网箱当中产卵和发育，或捕捞幼鱼在限定和可控制条件下进行饲养。联合国粮农组织（FAO）将这种渔业生产系统称为基于捕捞的水产养殖（CBA），这种方式在世界范围内被广泛采用，涉及多种海洋以及淡水鱼类品种，对环境、社会和经济具有重要意义。

传统养殖渔业对饲养鱼类品种的整个繁殖周期都进行控制。与传统养殖渔业相比，基于捕捞的水产养殖有它自己的优点和缺点。这种系统不依赖于饲养鱼种繁殖和育种方面的控制。这样，无需建设孵化或育种设施，就可以养殖那些市场价值高的，或者自然界很容易获得的鱼种。然而，捕捞的野生鱼类品种的驯养困难，这是基于捕捞的水产养殖的一个主要缺点，因为即使是从长期来看这种生产系统不可能对鱼类品种的遗传性状进行改进。

这种养殖渔业一般都用来饲养经济价值高的海洋鳍鱼类，例如金枪鱼，这种鱼需要高蛋白的饲料，对养殖设施的要求也比较严格。然而，这种系统也可用来饲养价值低的鱼类，有时候养在小池塘里，或投资很低的渔场里。前一种情况可创造盈利的机会，但需要大量的基础建设与投资，而后一种情况则可为农村社区提供食物安全，同时带来额外的收入。评估基于捕捞的水产养殖的各种形式时，应整体考虑经济可行性、自然资源合理利用以及环境影响等各方面的因素。

基于捕捞的水产养殖的范围和规模很难量化，不过，据估计，在海洋渔业生产当中占 20％的比例，市场价值达 17 亿美元/年。许多淡水鱼类养殖也完全或部分依靠捕捞野生鱼苗来实现，要么是因为孵化场供应的鱼苗量不够满足市场需求，要么是因为渔场认为孵化场供应的鱼苗质量不如野生鱼苗。基于捕捞的水产养殖方面主要担心的问题是，对野生鱼苗的捕捞会不会对自然界目标鱼种或其他鱼种的种群产生影响。尽管几乎没有这方面的数据，但有些国家已经努力想要禁止或限制这种类型的渔业生产了。

基于捕捞的水产养殖中野生资源的捕捞过程中有一些环境问题需要考虑。许多国家的渔业法规规定了捕捞鱼类的最小尺寸，并且常常是限制捕捞产卵亲鱼的。而基于捕捞的水产养殖所捕捞的是早期的幼鱼以及即将产卵的亲鱼，这方面可能还没有完善的法规约束。要想确切地断定基于捕捞的水产养殖是不是一种可持续的生产方式，还需要评估捕捞对目标鱼苗以及相关非目标鱼苗的自然种群的影响，以及对周围环境的影响。

许多科学家、政府专家、养殖者、供应商、水产品贸易商，以及社会与环境活动人士和有关利益方都认识到了渔业发展可持续问题。关于这个问题诸多国家、国际和政府间会议都得出结论，认为那些在局部、国家、地区乃至全球层面上限制渔业可持续发展的问题迫切需要说明和解决。

粮农组织和渔业委员会（COFI）已经反复讨论了通过国际合作来推动渔业可持续发展必要性，以及可持续性水产养殖业对许多乡村地区发展的潜在贡献。1999 年粮农组织部长级会议以及渔业委员会水产养殖分会第一、第二次会议也都反复强调，国际渔业社会需要作出更大的努力，推动渔业朝更加可持续和更加负责任的方向发展。

“面向可持续水产养殖：相关问题和规范”计划是由日本政府通过信托基金提供资助，是由粮农组织实施的项目，这个项目提供了一种解决全球水产养殖生产与发展持续性方面重要问题的办法。在

粮农组织渔业委员会/养殖渔业分委员会的前两次会议当中，“利用野生鱼类资源发展水产养殖生产”的专题已经被列为优先目标行动。

此外，项目还重点对上述专题以及其他专题领域的现有数据进行了比较分析，根据分析结果给出了可能的管理措施和方案，以便应对、解决这些限制因素和问题，同时还考虑到如果这些措施能够实行，其可行性和实施成本。该项目的成果将有助于帮助世界粮农组织成员国推广和实施“负责任渔业行为守则”（CCRF）的相关条款。

上述项目子课题的特别目标是通过成功实施渔业生态系统方法，在全球为天然渔业种群的改良和有效养殖和保护作出贡献，同时把负责任渔业和渔民生计所受的影响降到最低。为了实现这一目的，2007 年 10 月世界粮农组织在越南河内举行了一次研讨会，发起建立了一套技术指南，指导人们以负责任的方式利用野生鱼类和渔业资源进行水产养殖（详见附录的日程表，参会者名单，专家介绍和团体合影）。一旦建立这些技术指南，将致力于为决策者在制定政策法规过程中提供帮助，既考虑水产资源的利用，又考虑水产资源的保护。

在河内研讨会的专题中，有两个主要专题的综述，涉及基于捕捞的水产养殖的生物多样性与社会经济问题，以及 11 篇关于特定品种的综述文章，涉及世界各地海洋与淡水鱼类捕捞养殖的实例，以及基于捕捞的水产养殖对生态、社会经济与生计产生的影响。这些商业性品种及其地理分布包括：乌鱼（埃及）、蓝鳍金枪鱼（欧洲）、欧洲鳗（法国/欧洲）、鳕（挪威）、泥蟹（亚太）、石斑鱼（东南亚）、黄尾鰤（日本）、乌鳢和鲶（湄公河流域）、印度鲤（孟加拉）、胡鲶（喀麦隆）和牡蛎（韩国）。这两条专题综述以及各篇专题文章都包括在粮农组织渔业技术文集当中。

第一部分　综述

基于捕捞的水产养殖的环境和生物多样性影响
Yvonne Sadovy de Mitcheson 和刘敏（音译）

基于捕捞的水产养殖对社会和经济的影响
Robert Pomeroy

基于捕捞的水产养殖的环境和生物多样性影响

Yvonne Sadovy de Mitcheson
香港大学
中华人民共和国香港特别行政区
E－mail：yjsadovy@hku. hk

刘敏（音译）
香港大学
中华人民共和国香港特别行政区
E－mail：minliuhk@hotmail. com

Sadovy de Mitcheson，Y；刘敏（音译）．2008. Environmental and biodiversity impacts of capture-based aquaculture. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 5－39.

概　　述

联合国粮农组织的“面向可持续水产养殖：相关问题和规范”项目旨在解决与当前全球水产业可持续发展和实践相关的某些关键问题。水产养殖生产中野生鱼类和渔业资源的利用作为一个特别的主题研究领域，被定义为基于捕捞的水产养殖（CBA）的水产养殖体系一个重要组成部分。本报告编辑了 2 篇围绕着这个主题领域的学术报告，其中一篇涉及社会和经济因素，另外一篇涉及野生资源利用的环境和生物多样性的问题，以及 10 篇用于基于捕捞的水产养殖筛选的海水和淡水鱼类品种的背景论文。

这篇关于环境和生物多样性的专题综述报告，涵盖了广泛地用于基于捕捞水产养殖的代表性的海水和淡水，脊椎和无脊椎鱼类品种，这些鱼类品种是由培养生物 4 种主要分类群中选择而来的，包括软体动物、甲壳类动物、棘皮动物和有鳍鱼类，目标如下：

- 概述选自野生以及正在实行基于捕捞的水产养殖的国家和地区鱼苗的生命周期和栖息地，为什么使用这些品种以及如何使用这些品种，还有捕捞的方法及捕获量以及与之相关的误捕和丢弃；
- 诊断和讨论实行基于捕捞的水产养殖目前和/或者潜在的对环境和野生种群的影响；
- 评估目前的协议和法规以确保野生鱼苗捕捞渔业和基于捕捞的水产养殖贸易的可持续发展，探讨降低误捕的方法以及这些方法的实施情况，并且讨论国家和国际级的潜在的管理措施；
- 探讨正在被开发的鱼类生命周期阶段和对野生种群的影响之间的基本关系；
- 为野生鱼苗、捕捞渔业及基于捕捞的水产养殖技术的可持续发展提供建议。

这个综述总结出这 4 种不同的分类种群主要代表物品种都具有高度的市场需求性，以及易于捕捞的时间或者地点和可获得性的高度可预测性。相对于日常较低廉的常规鱼类或者是无脊椎鱼类来说，绝大多数的基于捕捞水产养殖鱼类具有更高的价值，价格更高。

尽管病害、环境和生物多样性等多方面问题与基于孵化的水产养殖渔业密切相关，但还是对基于捕捞水产养殖以及与基于捕捞水产养殖和基于孵化水产养殖有关的事项有特别的或间接的考虑。随着

与基于捕捞的水产养殖相关的渔业资源（鱼苗捕捞业）的广泛实践与发展、野生鱼苗国际运输业的发展以及区域性和全球性的贸易量的增加，野生鱼苗的转移和逃逸带来的病害和基因污染问题可能需要引起高度的关注。此外，与基于捕捞的水产养殖相关的设备的不加选择性使用，捕捞目标鱼群时对其他鱼群误捕造成的浪费，目标鱼群被捕后的高死亡率，用于生长的鱼饲料（鱼饲料来自野生鱼类，因此对野生鱼类种群进一步产生压力）的广泛使用，这些都可能意味着一些鱼苗捕捞渔业不具有可持续发展性，并且对相同或者不同鱼类品种的其他渔业领域造成负面影响。

本论文总结和讨论了目前和最近实施的管理措施，以及那些正在制定中的用于与基于捕捞的水产养殖有关的野生鱼苗捕捞不同方面的管理措施。这些管理措施要解决不同渔业的各种问题，包括捕捞量的下降、渔具的控制、误捕和对基质的破坏。基于捕捞的水产养殖的野生鱼苗资源是典型的无法有效管理和控制的资源，并且绝大多数的管理办法都直到最近而且都是在鱼苗资源已经大量下降的情况下才制定和采用的。

预计在短期内基于捕捞的水产养殖将是一种扩张的经济活动，并且长期下去很有可能发展到许多其他品种。基于捕捞的水产养殖之所以得以实施是因为它已经成为一种必要的生计或者说是大家希望从事的一种生计，它作为一种具有可以控制鱼类资源的捕获的替代方法，以满足市场对渔业的需求，如果运用得当将会极大地提高产量。就像经常假设的那样，没有必要必须或者甚至说期望实现孵化养殖渔业，因为孵化养殖渔业并不能明确地为野生鱼种群减轻压力，而且是典型地应用在高价值鱼类品种上，这些鱼通常都是出口或者是用于高端市场，而不是作为当地廉价食物之用。世界粮农组织“负责任渔业行为守则”（CCRF）提供的建议包括需要采取预防原则来寻找降低捕获的鱼类的死亡率和减少非目标鱼类的误捕的方法。对于基于捕捞的水产养殖来说，管理方法的发展是非常重要的，尤其是对于那些不同渔业部门捕捞不同生命周期阶段的鱼群的地方，针对每一种情况制定明确的目标和界限，考虑新的培养技术以减少对食肉品种的依赖，并且寻找更便宜的、当地人可以消费得起的替代食物。

绪论

由于许多鱼类资源的短缺，普遍认为，水产养殖无论是对发展中国家还是发达国家的粮食供应和缓解渔业压力，都是十分重要的。自 20 世纪 70 年代以来，水产养殖产量年均增加 8.8%，并且最近几年呈加速增长趋势（FAO，2007）。在养殖的 200 种左右的软体动物、甲壳类动物和鳍类动物中，很多采用的都是捕捞野生种苗，然后人工培育长大的方法（见下面的定义）。在所有情况下，这些“鱼苗”都被放在容器里喂养、保护，直到他们达到上市的规格（FAO 1997a，2006；Ottolenghi et al.，2004）。这种将捕捞的野生鱼苗培育长大的方法被称为“基于捕捞的水产养殖”（CBA），它涉及的范围包括海水和淡水中的脊椎动物和无脊椎动物。据估计，基于捕捞的水产养殖在渔业生产当中至少占 20%的比例，年市场价值 17 亿美元（FAO，2004；Ottolenghi et al.，2004）。尽管基于捕捞的水产养殖已经实行了几十年，但是直到 2004 年才被清楚地定义为基于捕捞的水产养殖，与传统养殖渔业区分开来（Ottolenghi et al.，2004）。实际上，基于捕捞的水产养殖是这两种手段的混合体，但是在解决食品生产和减轻野生鱼群捕捞压力方面有着不同的重要途径。

从其历史和简单实用性方面来讲，基于捕捞的水产养殖有几个被公认的优点。例如，大家普遍认为，对于许多品种来说，直接捕捞野生鱼苗的经济成本比孵化场饲养的鱼苗的经济成本更低。而且大家也都认为基于捕捞的水产养殖培育的是本地捕获的鱼类，因此，对环境和野生鱼群来说，外来疾病和基因污染的风险是几乎不存在的（Munroand Bell，1997）。这些观点在很大程度上来源于大家对基于捕捞的水产养殖早期活动的认识，为了短期保鲜他们把一些活鱼养殖在当地的鱼塘里直到市场价格改善或者市场有需求。随着时间的推移，这些做法将持续扩展到地区间（该鱼类生长的地理范围内）和全球（该鱼类生长的地理范围外）的渔业贸易，或者是为了延长鱼的养殖期（Islam et al.，1996；Mohan Joseph，1998；Bagarinao，1999；Jeffs et al.，1999；Sadovy，2000；Ottolenghi et al.，2004）。

另一个使得基于捕捞的水产养殖具有优势的因素是它将小鱼苗放进鱼塘进行人工喂养并保护其远

离天敌，从而降低了他们的自然死亡率。这种做法被普遍认为是通过提高特定生长阶段的鱼的存活率来增加生产力。这可能是真的也可能是假的，因为这取决于许多因素，最主要的是取决于鱼苗从野生环境中离开的生长时期及相应的生长量。虽然下面有关于这一主题更详细的描述，对那些在养殖几周或者几月内自然死亡率很低的品种来说，差不多在早期高自然死亡率之后，在性成熟之前捕获，能显著影响自然种群的可持续性。不仅如此，捕捞期间和捕捞后的误捕和丢弃的程度以及野生鱼苗死亡率（例如捕捞时和养殖期间）都可能非常高，但是在研究这些鱼类的养殖时，却很少考虑这些因素。综合这些因素来说，基于捕捞的水产养殖的经济、环境和生物多样性成本，对于一些鱼类来说，比先前想象的要更高，并且基于捕捞的水产养殖对野生种群的影响一般都不考虑（Naylor et al.，2000；Sadovy，2000；Sadovy and Vincent，2002；Ottolenghi et al.，2004）。然而，随着对海产品的需求增长、渔业过度捕捞和渔业资源竞争的加剧，基于捕捞的水产养殖的实施是不可避免的，并且必须加强这个行业发展以确保渔业可持续发展，尤其是当大家意识到或者已经证明基于捕捞的水产养殖不可能演变成孵化养殖渔业。

作为一种水产养殖和捕捞渔业的结合体，基于捕捞的水产养殖兼有这两种渔业的特点。例如：基于捕捞的水产养殖和孵化养殖渔业的圈养生长采用了同样的系统（如广泛而密集的池塘、笼子、箱子），消耗了同样的自然资源（如土地、水和劳动力），施用了同样的饲料（如配合/颗粒饲料或者包含了许多小型鱼类和贝类的新鲜饲料）。基于捕捞的水产养殖也面临着相同的问题，例如垃圾的产生以及由此而引发的环境污染，疫病及其治疗与传播。另一方面，基于捕捞的水产养殖与典型的捕捞渔业在许多种类的野生鱼苗的收集方面有相似之处，比如捕捞方法（包括一些具有破坏性的方法），捕捞季节，捕捞鱼类的大小，单位捕捞努力量渔获量（CPUE），误捕和丢弃物，以及鱼苗评估和渔业管理。更极端的情况是，基于捕捞的水产养殖比幼鱼捕捞渔业捕捞量稍高，并且几乎经常处于无管理状态，因此，对目标鱼种的长期可持续性发展造成了明确而额外的威胁。

水产养殖业对未来的粮食生产和减少过度捕捞具有越来越重要的影响，因此这个时候基于捕捞的水产养殖向资源管理提出了特别的挑战。基于目前对许多鱼种的实践，从某种程度上来说，基于捕捞的水产养殖对这两者的贡献还远未明朗。积极的来说，基于捕捞的水产养殖是迈向孵化养殖渔业的一步，是一个过渡阶段。在这个阶段，应当更多学习鱼类的饲养以面对孵化生产的挑战。反过来说，基于捕捞的水产养殖利用的一些品种也可以用于渔业部门传统捕捞渔业，传统捕捞渔业侧重于成年鱼，而不是鱼苗，不同渔业部门捕捞不同年龄阶段的鱼类会导致冲突和公平性问题。例如，基于捕捞的水产养殖过多地捕捞幼虫和幼鱼（例如，未成年个体），可能威胁到成鱼捕捞渔业部门鱼群资源的可持续性。这是因为存活的幼鱼不足，所以导致长成的大鱼总量减少，反之亦然。另外，基于捕捞的水产养殖的过度捕捞已经导致捕捞重点从逐渐减少的成鱼转向幼鱼，这可能对鱼类储备造成威胁（Naylor et al.，2000；Sadovy，2000；Sadovy et al.，2003；FAO，2004；Ottolenghi et al.，2004）。在此情况下，基于捕捞的水产养殖引起的食物产量显著上升是以不断减少的捕捞渔业资源为代价得到的，而且可能导致有限的渔业资源使用的公平与效率问题。

尽管基于捕捞的水产养殖存在很多局限性，尤其在野生鱼苗的供给方面，而且也没有显示出其孵化养殖渔业方向发展的迹象。但是，这种方法在实践中仍然被广泛地采用。因此，这种实践本身也是造成鱼苗储备减少和成鱼捕捞量减少的一种原因。鉴于目前对水产养殖业越来越密切的关注和讨论，无论对发达国家还是发展中国家来说，都需要建立和实施全面的法规及市场机制以确保基于捕捞的水产养殖以可持续的方式发展并且可以进一步地了解基于捕捞的水产养殖。

为了实现基于捕捞的水产养殖的可持续发展，需要收集相关的生物学、基于捕捞的水产养殖活动以及鱼苗收集（鱼苗捕捞渔业）等方面的数据。这篇文章主要从具有广泛代表性的海洋类和淡水类的脊椎动物和无脊椎动物中选择 4 类（软体动物，甲壳类动物，棘皮类动物，有鳍动物）应用于基于捕捞的水产养殖的物种进行研究。选这些种类有 5 个目标：①总结野外搜集鱼苗的生命周期和栖息地，实行基于捕捞的水产养殖的国家和地区，研究他们为什么使用这种方法以及如何使用的这种方法；②收集捕捞方

法、数量以及相应的误捕和丢弃的数据（在数据可用的情况下）；③基于①和②的发现，判断和讨论基于捕捞的水产养殖对环境和野生物种的现有影响和/或潜在影响；④讨论与野生鱼苗转移有关的疾病、遗传污染等的现有的和或者最近的和/或潜在的影响等，如果可以，提供相应的例子；⑤评估现有的可确保基于捕捞的水产养殖野生鱼苗和渔业贸易可持续发展的协议和法规，降低误捕量的方法，以及这两者在实践中的应用，讨论国家的和国际水平的潜在的管理方法。然后，讨论了一定品种的生长历史阶段、这些品种的捕捞及其对野生鱼苗的影响之间的理论关系，尤其是与管理决策之间的理论关系。最后，根据野生鱼苗和捕捞渔业的可持续发展和基于捕捞的水产养殖技术的评估，提出一些相应的建议。

1 概念

1.1 水产养殖

这是联合国粮农组织出于统计的目的而作出的定义："水产养殖是养殖水生生物，包括鱼类、软体动物、甲壳类动物和水生植物。养殖意味着在饲养过程中进行某种干预以提高产量，如定期放养、喂养、防止天敌的侵害等。养殖也意味着个人或者公司对养殖的鱼类的所有权。拥有所有权的个人或公司捕捞出来的水产品对水产养殖数据作出了很多贡献"。基于这个理论，养殖的水生生物的来源没有明确界定，这些生物可能是来自野外捕捞和搜集，也可能是通过操纵亲鱼性成熟和繁殖而孵化得来的，以及幼虫和幼鱼的饲养。

1.2 渔业

"这是一种公众捕捞水生生物作为公共财产的活动，不管有没有相应的许可证"（FAO，1997b）。根据这个定义，野生鱼苗的采集也是一种渔业。捕捞渔业与鱼苗捕捞渔业之间的主要差别是，前者捕捞到的水生生物直接进入了市场，而后者在进入市场之前经过了饲养活动。

1.3 基于捕捞的水产养殖

这种活动是从野外采集处于成长早期阶段的鱼苗，使用水产养殖技术，人工饲养到能够进入市场的大小（Ottolenghi et al.，2004）。这个定义明确地区分了基于捕捞的水产养殖和孵化养殖渔业，孵化养殖渔业所生产和使用的鱼苗是通过操纵亲鱼性成熟和繁殖而孵化或者饲养幼鱼和小鱼而得来的。

1.4 鱼苗

鱼苗是在不同时间用于养殖的捕获的水生生物，这些水生生物可以从野外捕捞或者收集（用于基于捕捞的水产养殖），或者孵化出来（用于孵化养殖渔业）。这些生物包括了生长的各个阶段，从幼虫到幼体到成鱼。这些定义基于形态学基础，包括大小和性成熟阶段。幼虫是变态前的阶段，是鱼苗饲养前阶段或者饲养期的早期阶段，与成鱼在形态和外观上不同。幼体介于变态后性成熟之前的期间，处于鱼苗饲养前的后期阶段，与成鱼在形态和外观上相似。性成熟之后即为成鱼。基于捕捞的水产养殖的鱼苗不仅包括幼虫和幼体，也包括成鱼，这取决于鱼的种类和市场需求。在这篇报告中我们将采用幼虫、幼体和成鱼来取代鱼苗，这是为了在需要的时候更清楚地区分这三者。亚成体是幼体的后期阶段，即快性成熟的时期。

一些词通用于描述水生生物生长的早期阶段，如"鱼苗"和"小鱼"。"鱼苗"是指有鳍鱼类幼虫阶段，或者虾的幼虫后期阶段（例如变态发生后），小鱼是指鱼类幼体阶段。

1.5 育成与育肥

基于捕捞的水产养殖中的育成是养殖从野外捕捞或者收集的水生生物直至达到市场规格的过程。根据养殖生物的不同的生长周期阶段和每个物种的不同市场需求，育成可以分为几个阶段。如果生物体从

幼虫和小幼体开始养殖，通常需要一段相当长的圈养时间以达到市场规格，除非养成阶段由于经济原因而贱卖；如果生物体从亚市场规格开始养殖（大幼体和成鱼阶段），则相对需要少一点的时间来达到市场规格。育肥是一种育成活动，特别是针对亚市场规格或者市场规格的鱼，通过一个短期的养殖来增加其脂肪含量（金枪鱼）或者促使其性成熟（母青蟹、泥蟹），这样虽然可以卖出更高的价格，但通常也要伴随着饲料上的高投入。育成与育肥的区别在于养殖时间的长短，以及开始养殖时种子所处的生长阶段。尽管在实践中这两者的区别并不明显，比如亚成体石斑鱼的育成和亚成体或成体金枪鱼的育肥。

2 基于捕捞的水产养殖的代表品种

这篇文章总结了基于捕捞的水产养殖的代表品种的特征，这些代表品种来源于 4 个分类群：软体动物，甲壳类动物，棘皮类动物和鳍类动物。重点介绍了他们被捕获时所处的生长阶段和栖息地，基于捕捞的水产养殖实施的国家和地区（表 1 和表 2）。基于捕捞的水产养殖的 4 个物种是根据国内和国际的市场需求、鱼种条件、时间和/或地点的高预测性、易捕捉性和可获得性来分别的。大多数是价值较高的品种，而不是便宜的日常消费的普通种类，因为这些都是基于捕捞的水产养殖的重点品种，所以经济原因也是基于捕捞的水产养殖选择养殖种类的一个重要因素。

- 基于捕捞的水产养殖采用了某些各个生命阶段的高价值品种，从幼虫、各种大小的幼体到成体。高价值的物种包括刺龙虾（螯虾和龙虾属）、泥蟹、海参（黑沙参和红海参）、大西洋鳕、石斑鱼、苏眉和金枪鱼。因为成鱼已经被过度捕捞了，所以人们越来越倾向于捕捞处于成长阶段初期的种苗，然后将他们育肥到市场所需求的大小。
- 在一定的鳍类鱼中，例如鳗（鳗鲡属），虱目鱼（遮目鱼），巨鲶（鲶属），乌鱼，真鲈（舌齿鲈属和花鲈属），鲷，篮子鱼（篮子鱼属）和金枪鱼，这些基于捕捞的水产养殖应用的鱼类在早期成长阶段（某种程度上是在成鱼阶段）具有捕捉时间和地点的高预测性。这些鱼类的聚集、迁移和/或浅滩行为、路线、栖息地和季节性已经被人们熟知了。聚集或者浅滩行为使得这些鱼类特别容易被过度捕捞，因为这样的聚集行为经常可以通过简单的方法就可以有效地捕捞到大量的鱼类，这成为季节性捕捞渔业的基础。
- 这些所需物种的早期成长阶段的栖息地可能非常出名或者具有特色，而且易于接近。例如，大多数软体动物定居在沿海水域的潮间或潮下地带，很容易被人为设置的捕捉器捕捉到或者被明显的自然底物拦截到。对于甲壳类动物，如刺龙虾和泥蟹，这些生物在未成熟和大眼幼体（例如幼虫阶段）时先是大量聚集在河口、泻湖或红树林地区。对淡水鲶和乌鳢来说，在早期成长阶段聚集在沼泽、浅水域和湿地，很容易被发现。

表 1 用于基于捕捞水产养殖的软体动物、甲壳动物和棘皮动物代表性品种的野生种苗搜集的生命周期阶段和栖息地，以及基于捕捞水产养殖发生的地区和国家

代表品种	搜集的野生种苗的生命周期阶段*	搜集的种苗栖息地	基于捕捞水产养殖地区/国家**	参考文献
软体动物				
Mytilidae（贻贝） 紫贻贝（*Mytilus edulis*） 地中海贻贝（*Mytilus galloprovincialis*） 新西兰绿唇贻贝（*Perna canaliculus*） 翡翠贻贝（*Perna viridis*）	幼贝＜10 毫米；亚市场尺寸＜50 毫米	沿岸水体的潮下带和潮间带的硬质基质	全球 亚洲：中国，韩国，菲律宾，新加坡，泰国 欧洲：丹麦，法国，意大利，荷兰，西班牙 南美 北美 大洋洲：澳大利亚，新西兰	Lutz，1980；Lovatelli，1988a；Delmendo，1989；Hickman，1992；Chou and Lee，1997；Mohan Joseph，1998；Jeffs et al.，1999；TAFA，1999—2004；Smaal and Lucas，2000；Burton，MacMillan and Learmouth，2001；Jia and Chen，2001

（续）

代表品种	搜集的野生种苗的生命周期阶段*	搜集的种苗栖息地	基于捕捞水产养殖地区/国家**	参考文献
Pteriidae（珍珠贝） 珠母贝（*Pinctada margaritifera*） 大珠母贝（*Pinctada maxima*）	幼贝	25～40 米深，干净无污染海水中的珊瑚栖息地	地区 亚洲：日本，印度尼西亚 大洋洲：澳大利亚，库克群岛，法属波利尼西亚	Gervis and Sims，1992；Ellis and Haws，1999；Ponia et al.，2000；Tisdell and Poirine，2000
Pectinidae（扇贝） 紫扇贝（*Argopecten purpuratus*） 皇后扇贝（*Chlamys opercularis*） 虾夷扇贝（*Mizuhopecten yessoensis*） 虾夷扇贝（*Patinopecten yessoensis*） 欧洲大扇贝（*Pecten maximu*） 海扇贝（*Placopecten magellanicus*）	幼贝大小 3～10 毫米	具有良好沙砾或者石头和沙质或者泥质水底的沿海水体	全球 亚洲：日本 欧洲：俄罗斯联邦，英国 北美：美国 南美：智利 大洋洲：澳大利亚	Lovatelli，1987；TAFA，1999—2004；Burton，MacMillan and Learmouth，2001；Ivin et al.，2006；Kosaka and Ito，2006；Norman，Román and Strand，2006；Parsons and Robinson，2006；von Brand et al.，2006
Ostreidae（牡蛎） 太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*） 褶牡蛎（*Crassostrea plicatula*） 近江牡蛎（*Crassostrea rivularis*） 美洲牡蛎（*Crassostrea virginica*） 食用牡蛎（*Ostrea Edulis*）	幼贝大小 5～10 毫米；亚市场尺寸	港湾水域，有沙或者泥平台或者岩石基质的潮间带	地区 亚洲：中国，日本，韩国，菲律宾，泰国 欧洲：法国，爱尔兰，荷兰，挪威，西班牙，前南斯拉夫	Korringa，1976a；Ling，1977；Lovatelli，1988a，b；Park et al.，1988；Delmendo，1989；Smaal and Lucas，2000；Burton，MacMillan and Learmouth，20
Cardiidae（鸟蛤） 泥蚶（*Anadara granosa*） 欧洲鸟尾蛤（*Cerastoderma edule*）	幼贝大小 6～10 毫米或者重量 5～10 克	具有泥底或者沙底的潮间带	地区 亚洲：中国，印度尼西亚，韩国，马来西亚，菲律宾，泰国，越南 欧洲：英国	Lovatelli，1988a；Tiensongrusmee and Pontjoprawiro，1988a；Delmendo，1989；Burton，MacMillan and Learmouth，2001；Minh，Yakupitiyage and Macintosh，2001
Penaeidae（虾） 对新对虾（*Metapenaeus* spp.） 日本对虾（*Penaeus japonicus*） 斑节对虾（*Penaeus monodon*） 南美白对虾（*Penaeus vannamei*）	幼虫后期	冲浪区，具有沙底的沿海水域，入海口，红树林区，海潮通道区	地区 亚洲：孟加拉国，印度，印度尼西亚，马来西亚，菲律宾，越南 南美洲：厄瓜多尔	Ling，1977；Ungson，1990；Phillips，Lin and Beveridge，1993；Islam et al.，1996；De Silva，1998；Naylor et al.，2000；Petersson，2002；SAPB，2002；Ottolenghi et al.，2004；M. L. Cobo personal communication，2007

（续）

代表品种	搜集的野生种苗的生命周期阶段*	搜集的种苗栖息地	基于捕捞水产养殖地区/国家**	参考文献
Palinuridae（龙虾） 南半球大龙虾（*Jasus edwardsii*） 波纹龙虾（*Panulirus homarus*） 锦绣龙虾（*Panulirus ornatus*） 黄斑龙虾（*Panulirus polyphagus*）	附着幼虫大小7～8毫米，重量0.25～0.35克以及附着后幼虫大小10～15毫米，重量1～9克，年龄1～2岁；幼虾重量分别为30～80克，100～300克	临近入海口的沿海水域，海湾，礁湖和珊瑚礁，具有沙底或者泥底	地区 亚洲：印度，印度尼西亚，马来西亚，菲律宾，新加坡，中国台湾，泰国，越南 大洋洲：澳大利亚，新西兰	Chou and Lee，1997；TAFA，1999—2004；Phillips et al.，2003；Arcenal，2004；Bell，2004；Juinio-Memez and Gotanco，2004；Thuy and Ngoc，2004；Gardner et al.，2006
Portunidae（蟹） 橄绿青蟹（*Scylla olivacea*） 拟穴青蟹（*Scylla paramamosain*）	大眼幼体；幼蟹；亚市场尺寸（水蟹）＜100毫米，重量＜200克	具有泥底、海草的潮带以及临近入海口，礁湖和红树林	地区 亚洲：中国，印度，印度尼西亚，日本，马来西亚，菲律宾，新加坡，泰国，越南	Ling，1977；Angell，1992；Chou and Lee，1997；De Silva，1998；Keenan and Blackshaw，1999；Le Vay，2001；Minh，Yakupitiyage and Macintosh，2001
ECHINODERMS（海参）				
Holothuriidae（海参科） 糙海参（*Holothuria scabra*） Stichopodidae（刺参科） 红刺参（*Parastichopus californicus*）	幼参重量＞1克；亚市场尺寸大约100毫米	具有沙底，零散岩石，碎石和海草的沿海浅水域	地区 亚洲：印度尼西亚，日本 北美：加拿大	Tiensongrusmee and Pontjo-prawiro，1988b；Tanaka，1992；Conand and Tuwo，1996；Sutherland，1996；Lovatelli et al.，2004；Tuwo，2004

*：见定义；**：没有国家详细的名单。

表2　用于基于捕捞水产养殖的有鳍鱼代表性品种的野生种苗搜集的生命周期阶段和栖息地，基于捕捞水产养殖发生的地区和国家

代表品种	搜集的野生种苗的生命周期阶段*	搜集的种苗栖息地	基于捕捞水产养殖地区/国家**	参考文献
Anguillidae（河鳗） 欧洲玻璃鳗（*Anguilla anguilla*） 澳洲鳗（*Anguilla australis*） 日本鳗（*Anguilla japonica*） 美洲鳗（*Anguilla rostrata*）	从海向河流迁徙过程中玻璃鳗和银鳗（幼鳗）大小＜100毫米	临近河口的河口岸和沿海岸水域	全球 亚洲：中国，日本，韩国 西欧：法国，意大利，荷兰 北美：美国 大洋洲：澳大利亚	Korringa，1976b；Ling，1977；Tzeng，1997；Ringuet，Muto and Raymarkers，2002；Ottolenghi et al.，2004；Sugiyama，Staples and Funge-Smith，2004
Chanidae（虱目鱼） 虱目鱼（*Chanos chanos*）	为寻找食物向开放海域迁徙过程中幼虫大小为10～20毫米，季节性的大量出现	冲浪区，具有海滩的海岸水域，河口，湿地，礁湖，河口岸和红树林沼泽	地区 亚洲：印度尼西亚，菲律宾，中国台湾 太平洋岛屿	Korringa，1976b；Ling，1977；Uwate et al.，1984；Bagarinao et al.，1986；Uwate，1988；Hickman，1989；Ungson，1990；Pullin，1993；Bagarinao，1994，1999；Ahmed et al.，2001；Ottolenghi et al.，2004；Rimmer，2006
Clariidae（胡鲶） 斑纹胡鲶（*Clarias batrachus*） 斑点胡鲶（*Clarias macrocephalus*）	幼虫和幼鲶	沼泽和洪水冲击后的低地	地区 亚洲：孟加拉国，中国，印度，印度尼西亚，马来西亚，菲律宾，泰国	Ling，1977；Tripathi，1996

（续）

代表品种	搜集的野生种苗的生命周期阶段*	搜集的种苗栖息地	基于捕捞水产养殖地区/国家**	参考文献
Pangasiidae（巨鲶） 博氏巨鲶（*Pangasius bocourti*0） 低眼巨鲶（*Pangasius hypophthalmus*）	沿水流迁徙过程中幼虫大小 13～20 毫米；幼鲶	湄公河沿岸及其支流	地区 亚洲：柬埔寨，泰国，越南	Ling，1977；Edwards，Little and Yakupitiyage，1997；Trong，Nguyan and Griffiths，2002；Van Zalinge et al.，2002；Lieng and Hortle，2005
Gadidae（鳕） 大西洋鳕（*Gadus morhua*）	幼鱼重量 3～10 克；亚市场大小为 1～2 千克	沿海岸水域	地区 欧洲：冰岛，挪威	Bjornsson，Hugason and Gunnarsson，2005
Mugilidae（乌鱼） 薄唇乌鱼（*Liza ramada*） 南海海区乌鱼（*Mugil cephalus*）	开放海域寻找食物迁徙中幼虫和幼鱼大小为 20～100 毫米	具有沙底或泥底或者密集植被的沿海岸浅水区，河口岸和礁湖	亚洲：中国，印度，印度尼西亚，以色列，韩国 非洲：埃及，尼日利亚，南非，突尼斯 欧洲：瑞典，意大利，土耳其 大洋洲：夏威夷，关岛	Korringa，1976b；Major，1978；MEDRAP/TR，1985；Costa-Pierce，1987；Hickman，1989；Allen，1991；Chandrasekaran and Natarajan，1993；Nlewadim and Deekae，1997；De Silva，1998；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000；Tamaru et al.，2001
Moronidae（真鲈科） 狼鲈（*Dicentrarchus labrax*） 花鲈（*Lateolabrax japonicus*）	有聚集行为的幼虫和幼鱼大小＞20 毫米	具有沙底或者泥底，密集植被的沿海岸浅水区，河口岸，礁湖，港口，小湾	全球 亚洲：中国，以色列 非洲：埃及 欧洲：法国，意大利，西班牙，土耳其	Pickett and Pawson，1994；Zheng，1994；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000
Serranidae（海鲈） 驼背鲈（*Cromileptes altivelis*） 赤点石斑鱼（*Epinephelus akaara*） 青石斑鱼（*Epinephelus awoara*） 橙点石斑鱼（*Epinephelus bleekeri*） 斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*） 点带石斑鱼（*Epinephelus malabaricus*） 豹纹鳃棘鲈（*Plectropomus leopardus*）	附着前和附着后阶段的幼虫和幼鱼，亚市场大小 10～250 毫米，重量超过 200 克，多数大小为 20～100 毫米	有海草床的沿海水域，临近河口的礁湖，海潮水坑和珊瑚区	全球 亚洲：中国，印度尼西亚，马来西亚，菲律宾，沙特阿拉伯，新加坡，斯里兰卡，泰国，越南 北美洲：美国，加勒比海国家	Glude，1982；Tseng，1983；Heemstraand Randall，1993；Chou and Lee，1997；Tseng and Ho，1988；Huang，1998；Sadovy，2000；Tuan，Nho and Hambrey，2001；Ottolenghi et al.，2004；H. S. Wang personal communication，2006
Carangidae（鲹） 高体鰤［（*Seriola dumerili*）（*purpurascens*）］ 拉氏鰤（*Seriola lalandi*） 鰤（*Seriola quinqueradiata*）	幼虫大小 12～15 毫米，重量 2～10 克，在其漂泳阶段之前在漂浮海草区聚集，幼鱼大小为 25～100 毫米，重量 25～100 克	有大块海草漂浮的沿海岸、海洋和远洋水域	全球 亚洲：中国，日本，韩国，越南 欧洲：意大利，西班牙 大洋洲：澳大利亚	Korringa，1976b；Wilson，1997；Tuan，Nho and Hambrey，2000；Ottolenghi et al.，2004

（续）

代表品种	搜集的野生种苗的生命周期阶段*	搜集的种苗栖息地	基于捕捞水产养殖地区/国家**	参考文献
Lutjanidae（真鲷） 紫红笛鲷（*Lutjanus argentimaculatus*） 约氏笛鲷（*Lutjanus johni*） 线纹笛鲷（*Lutjanus lineolatus*） 勒氏笛鲷（*Lutjanus russellii*）	幼鱼	并不十分清楚：可能在有海草床的沿海岸水域，临近河口红树林水域，河口岸，礁湖，海潮水坑和珊瑚区	地区 亚洲：中国香港，马来西亚，新加坡，泰国，越南	Wilson，1997；Chou and Lee，1997；Huang，1998
Sparidae（大西洋鲷） 黄鳍鲷［*Acanthopagrus*（*Sparus*）*latus*］ 黑棘鲷（*Acanthopagrus schlegelii*） 黑鲷（*Sparus macrocephalus*） 真鲷［*Pagrus*（*Pagrosomus*）*major*］ 金鲷（*Sparus aurata*）	幼虫和幼鱼大小为20～100毫米，重量0.2～10克	有沙底或者泥底和浓密植被的沿海岸水域，河口岸和礁湖	全球 亚洲：中国，日本 非洲：埃及 欧洲：土耳其	Korringa，1976b；Tseng，1983；MEDRAP/TR，1985；Wilson，1997；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000
Labridae（隆头鱼科） 波纹唇鱼（*Cheilinus undulatus*）	幼鱼，亚市场大小为200～400毫米，重量<300克	有海草床，硬和软珊瑚的珊瑚岛以及红树林地区	地区 亚洲：印度尼西亚，马来西亚，巴布亚新几内亚，菲律宾，新加坡	Chou and Lee，1997；Huang，1998；Sadovy et al.，2003
Siganidae（篮子鱼科） 白斑篮子鱼（*Siganus canaliculatus*）其他篮子鱼属	有聚集行为和可预测季节性的幼鱼	有海草床的沿海水域，红树林地区和近海水域	地区 亚洲：中国，印度尼西亚，新加坡 大洋洲：斐济	Glude，1982；Tseng，1983；Uwate et al.，1984；Hickman，1989；Chou and Lee，1997
Scombridae（鲭和金枪鱼） 南方蓝鳍金枪鱼（*Thunnus maccoyii*）蓝鳍金枪鱼（*Thunnus thynnus*）	幼鱼、亚尺寸大小和成鱼大小分别为150～500克、20～80千克、80～120千克，也会超过600千克，有聚集行为	海洋和远洋水域	全球 亚洲：日本 欧洲：克罗地亚，马耳他，意大利，西班牙，土耳其 非洲：摩洛哥，突尼斯 北美洲：加拿大，墨西哥，美国 大洋洲：澳大利亚	Ottolenghi et al.，2004；UNEP/MAP，2004；Vita and Marin，2007
Channidae（黑鱼） 乌鳢［*Channa*（*Ophiocephalus*）*argus*］ 小盾鳢（*Channa micropeltes*） 泰鳢（*Channa striata*）	幼虫和幼鱼大小15～100毫米	湖泊浅水区，沼泽湿地	地区 亚洲：柬埔寨，中国，印度，韩国，老挝，马来西亚，菲律宾，泰国，越南	Ling，1977；Wee，1981；Boonyaratpalin，McCoy and Chittapalapong，1985；Edwards，Little and Yakupitiyage，1997

*：见定义；**：没有国家详细的名单。分类根据Nelson2006，品种名称来自2007年http：//www.fishbase.org

表 3 用于基于捕捞水产养殖的软体动物、甲壳动物和棘皮动物代表性品种的与野生种苗搜集过程有关的捕捞方法，误捕和丢弃，基于捕捞水产养殖操作技术对环境和野生种苗的影响

代表品种	捕捞方法	误捕/丢弃*	对环境/野生种苗的影响	参考文献
Mytilidae（贻贝） 紫贻贝（*Mytilus edulis*） 地中海贻贝（*Mytilus galloprovincialis*） 新西兰翡翠贻贝（*Perna canaliculus*） 翡翠贻贝（*Perna viridis*）	自然附着基质（例如大型海藻和硬质基质）；人工卵搜集，例如纤维绳垂下水面 10 米以下；手工或者利用潜水器；挖泥制造附着床	由于附着季节和地区，误捕丢弃很少	由于挖泥对环境/野生种苗影响大，导致栖息地破坏或者丢失，改变底栖品种组成改变，降低贻贝生长；野生成年贻贝和卵已经有下降迹象	Delmendo，1989；Hickman，1992；Mohan Joseph，1998；Scott and Tai，1998；Jeffs et al.，1999；Smaal and Lucas，2000；Dolmer et al.，2001
Pteriidae（珍珠贝） 珠母贝（*Pinctada margaritifera*） 大珠母贝（*Pinctada maxima*）	人工卵搜集，例如黑色聚乙烯遮光布，网袋或者树枝下垂至水面 5 米以下；利用潜水器；挖泥制造附着床	由于附着季节和地区，误捕丢弃很少	挖泥的影响并不清楚，但是可能会和牡蛎和贻贝一样；野生成年珍珠贝和卵数量已经开始下降；孵化饲养卵的供应减少了对野生种苗的影响	Gervis and Sims，1992；Southgate and Beer，1997；Ellis and Haws，1999；Ponia et al.，2000；Tisdell and Poirine，2000
Pectinidae（扇贝） 紫色海扇贝（*Argopecten purpuratus*） 皇后扇贝（*Chlamys opercularis*） 虾夷扇贝（*Mizuhopecten yessoensis*） 虾夷扇贝（*Patinopecten yessoensis*） 欧洲大扇贝（*Pecten maximus*） 海扇贝（*Placopecten magellanicus*）	人工卵搜集，例如聚乙烯网袋塞入基质（例如雪松叶）或者空壳悬挂在水面以下；利用人工或者潜水器	由于附着季节和地区，误捕丢弃很少	野生成年扇贝和卵数量已经下降；孵化饲养卵的供应减少了对野生种苗的影响	Lovatelli，1987；Masuda andTsukamoto，1998；Ivin et al.，2006；Kosaka and Ito，2006
Ostreidae（牡蛎） 太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*） 褶牡蛎（*Crassostrea plicatula*） 近江牡蛎（*Crassostrea rivularis*） 美洲牡蛎（*Crassostrea virginica*） 食用牡蛎（*Ostrea edulis*）	天然附着基质；人工卵搜集，例如竹竿，水泥杆、石灰涂层面板，聚乙烯绳悬挂水面以下；空壳或者树枝；利用人工或者潜水器；挖泥制造附着床	由于附着季节和地区，误捕丢弃很少	对环境/野生种苗由于挖泥影响大，会导致底栖品种组成变化；成年牡蛎和卵数量已经下降；病害（例如牡蛎包拉米虫和马太尔虫）会导致一些地区野生种苗灭绝；一些病害会通过空壳的卵搜集传播（例如鸟蛤壳）	Korringa，1976a；Ling，1977；Lovatelli，1988a，b；Delmendo，1989；Smaal and Lucas，2000；Virvilis and Angelidis，2006
Cardiidae（鸟蛤） 泥蚶（*Anadara granosa*） 欧洲鸟尾蛤（*Cerastoderma edule*）	利用铁丝蓝状工具沿海底拖网	由于附着季节和地区，误捕丢弃很少	挖泥的影响不清楚，但是可能跟牡蛎和贻贝一样；野生成年鸟蛤数量已经下降；由于野生种苗下降和天然产出率低，野生卵供应有限；栖息地的消失进一步影响了野生种苗	Lovatelli，1988a；Tiensongrusmee and Pontjoprawiro，1988a；Delmendo，1989；Burton，MacMillan and Learmouth，2001

（续）

代表品种	捕捞方法	误捕/丢弃*	对环境/野生种苗的影响	参考文献
Penaeidae（虾） 对新对虾（*Metapenaeus* spp） 日本对虾（*Penaeus japonicus*） 斑节对虾（*Penaeus monodon*） 南美白对虾（*Penaeus vannamei*）	网（具有良好网格大小），如手织网，拉网，拖拉大围网，网袋，拖网，长网，捞网，筛网，排钩	误捕率能达到80%～99.9%，包括商业捕捞的鱼类，其他甲壳纲动物，软体动物和刺胞动物的幼虫和幼苗；多数虾类品种用于基于捕捞的水产养殖，但是其他品种的丢弃很严重；斑节对虾（*Penaeus monodon*）捕捞和运输时的死亡率低（<10%），而孵化饲养的虾类幼苗死亡率较高（60%～70%）。	野生成年虾类和幼虾数量已经下降；孵化饲养的幼虾供应减少了对野生幼虾的影响，但是增加了对用于孵化的母虾的影响；由于误捕和丢弃高，对其他品种的野生种苗产生了威胁	Ling，1977；Ungson，1990；Islam et al.，1996；Bagarinao，1999；Rosenberry，2000，Peterssen，2002；SAPB，2002
Palinuridae（龙虾） 南半球大龙虾（*Jasus edwardsii*） 波纹龙虾（*Panulirus homarus*） 锦绣龙虾（*Panulirus ornatus*） 黄斑龙虾（*Panulirus polyphagus*）	人工基质；利用围网和刺网等网；利用潜水器；罗网；氰化物	高选择性，低误捕率	野生成年虾和幼虾数量已经下降；捕捞的虾的平均大小已经下降；孵化饲养幼虾供应不足和幼虾需求增加对野生种苗产生负面影响；栖息地的消失也进一步影响了野生种苗；鱼和壳克类［蛇鳗（*Saurida* spp.），金线鱼（*Priacanthus* spp.），鲳鱼，螺，贻贝，牡蛎和海扇］食物转化率低（10∶1）以及水污染	Arcenal，2004；Juinio-Menez and Gotanco，2004；Thuy and Ngoc，2004
Portunidae（蟹） 榄绿青蟹（*Scylla olivacea*） 拟穴青蟹（*Scylla paramamosain*）	利用围网，dilly网；诱捕；使用铲子和钩子	高选择性，低误捕率	大眼幼体需求的增加对野生种苗有负面影响；孵化饲养大眼幼体供应有限，不能降低对野生种苗的影响；栖息地的消失进一步影响了野生种苗	Angell，1992；Le Vay，2001
Holothuriidae（海参科） 糙海参（*Holothuria scabra*） Stichopodidae（刺参科） 红刺参（*Parastichopus californicus*）	利用延绳进行人工种苗搜集，将牡蛎壳和雪松叶悬挂至水面下	高选择性，低误捕率	野生成熟海参数量已经下降；孵化饲养的幼参供应减少了对野生种苗的影响	Tiensongrusmee and Pontjo prawiro，1988b；Tanaka，1992；Conand and Tuwo，1996；Sutherland，1996；Lovatelli et al.，2004；Tuwo，2004；Wang and Cheng，2004

*：如果可能，会标明从捕捞一直到收获的死亡率。

表 4 用于基于捕捞水产养殖的鳍鱼代表性品种的与野生种苗搜集过程有关的捕捞方法，误捕和丢弃，基于捕捞水产养殖操作技术对环境和野生种苗的影响

代表品种	捕捞方法	误捕/丢弃*	对环境/野生种苗的影响	参考文献
Anguillidae（河鳗） 欧洲玻璃鳗（*Anguilla anguilla*） 澳洲鳗（*Anguilla australis*） 日本鳗（*Anguilla japonica*） 美洲鳗（*Anguilla rostrata*）	利用张网，定置网，敷网，浮游生物网，粘网，水流捕集器，捞网，手网，筛子；小拖网渔船	未知	成年河鳗和幼鳗数量已经开始下降；孵化饲养银鳗和玻璃鳗供应缺乏以及对其高需求对野生种苗产生负面影响；气候变化，洋流变化，水污染，病害，寄生虫，栖息地消失以及幼鳗消费直接影响了野生种苗	FAO，2002；Ringuet，Muto and Raymarkers，2002；Knights，2003；Ottolenghi et al.，2004；The Fisheries Secretariat，2005；Chen et al.，2006
Chanidae（虱目鱼） 虱目鱼（*Chanos chanos*）	利用拉网，拖网，定置网，手网，捞网，袋网、fry sweeper 等网；长线连在棕树叶包上；诱捕	许多其他的商业鱼类和虾幼虫和幼鱼幼虾误捕率很高；高丢弃率；多数捕捞方法捕捞的死亡率＜10%，但是 fry sweeper 捕捞死亡率超过 20%；贮藏和运输期间死亡率＜10%；生长阶段的死亡率 50%～60%。	成年虱目鱼和幼虫野生种群数量已经下降；孵化饲养幼虫供应不能满足幼虫需求，不能降低对野生种苗的影响；由于由粗放（传统）养殖系统向精细养殖系统转变，使用虾池以及国际市场的发展，幼虫需求高；栖息地退化和消失，过度捕捞，水污染和缺乏有效的种群调控，对野生种群产生负面影响；野生幼虫的走私已经成为一个主要问题	Korringa，1976b；Ling，1977；Kumagai，Bagarinao and Ung-gui，1980；Ungson，1990；Pullin，1993；Bagarinao，1998，1999；Ahmed et al.，2001；Liao，Su and Chang，2001；Hong and Zhang，2003；Rimmer，2006
Clariidae（胡鲶） 斑纹胡鲶（*Clarias batrachus*） 斑点胡鲶（*Clarias macrocephalus*）	利用手网和捞网等	高选择性，低误捕率	野生幼虫和幼胡鲶搜集对野生种群的影响并不清楚；幼虫和幼胡鲶孵化饲养降低了对野生种苗的影响；栖息地的消失可能对野生种群有负面影响	Ling，1977
Pangasiidae（巨鲶） 博氏巨鲶（*Pangasius bocourti*） 低眼巨鲶（*Pangasius hypophthalmus*）	使用细筛袋网（静止拖网或者固定袋网），尤其是捕捞低眼巨鲶（*Pangasius hypophthalmus*）；利用有诱饵（红蚁蛋和蠕虫）的钩子捕捞，尤其是博氏巨鲶（*Pangasius bocourti*）	利用袋网捕捞，多数鲤属误捕率高（例如 75%～90%）；利用钩子捕捞，多数其他鲶鱼（巨鲶属，鳢属和海鲶属）误捕率达 10%～30%；高丢弃率或者高人类消费；幼虫运输至农场死亡率达 40%～50%	野生成熟胡鲶和幼虫数量已经下降；孵化饲养幼虫供应有限，不能降低对野生种群的影响；幼虫高需求和栖息地消失对野生种群有负面影响；柬埔寨胡鲶幼虫走私问题	Trong，Nguyan and Griffiths，2002；Van Zalinge et al.，2002；Lieng and Hortle，2005

（续）

代表品种	捕捞方法	误捕/丢弃*	对环境/野生种苗的影响	参考文献
Gadidae（鳕） 大西洋鳕（*Gadus morhua*）	围网；诱捕；捕捞虾类船只；长线式	不清楚	野生成年鳕数量已经下降；用于基于捕捞人工养殖的野生幼鳕搜集降低了对野生种群的影响；幼鳕的孵化饲养供应降低了对野生种群的需求，但是培养技术需要改进	Bjornsson，Hugason and Gunnarsson，2005
Mugilidae（乌鱼） 薄唇乌鱼（*Liza ramada*） 南海海区乌鱼（*Mugil cephalus*）	利用浅网袋拖网，沙滩围网，捞网和手网等网	对鲱、真鲈和鲷误捕率高达90%，多数用于基于捕捞的人工养殖	野生成年鱼和幼虫数量下降；孵化幼鱼和幼虫供应有限，不能降低对野生种群的影响；野生幼鱼和幼虫数量低，对野生种群遗传性产生威胁	Korringa，1976b；Major，1978；MEDRAP/TR，1985；Chandrasekaran and Natarajan，1993；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000；Liao，Su and Chang，2001；MEGAPESCA，2001；Hong and Zhang，2003
Moronidae（真鲈科） 狼鲈（*Dicentrarchus labrax*） 花鲈（*Lateolabrax japonicus*）	利用浅袋拖网，沙滩围网，捞网；诱捕；渔船	不知道	野生成熟真鲈数量已经下降；孵化饲养幼真鲈供应降低了对野生种群的影响	Pickett and Pawson，1994；Zheng，1994；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000
Serranidae（海鲈） 驼背鲈（*Cromileptes altivelis*） 赤点石斑鱼（*Epinephelus akaara*） 青石斑鱼（*Epinephelus awoara*） 橙点石斑鱼（*Epinephelus bleekeri*） 斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*） 点带石斑鱼（*Epinephelus malabaricus*） 豹纹鳃棘鲈（*Plectropomus leopardus*）	利用插网，固定网，捞网，拉网等网；人工礁石/人工参礁；手钓渔具；诱捕；氰化物；特别设计了早期附着阶段的一系列方法（小型幼海鲈），例如树枝和长柄细枝捆和漂浮引诱剂	多数捕捞方法误捕率和丢弃率都很高，或者捕捞产品被人类消费；通过分类方法在释放这些鱼类之前将某些机械造成的高死亡率的误捕鱼类留下，例如网和人工参礁；捕捞的用于养殖的鲶科鱼死亡率通常非常高	野生成年鱼、幼鱼和幼虫数量已经在东南亚很多地方开始下降；一些捕捞方法（例如诱捕和氰化物）直接损害了栖息地（例如珊瑚）；孵化饲养的幼鱼供应有限不能降低对野生种群的影响；栖息地的消失对野生种群产生负面影响	Tseng，1983；Wilson，1997；Tseng and Ho，1988；Sadovy，2000；Liao，Su and Chang，2001；Tuan，Nho and Hambrey，2001；Sadovy and Vincent，2002；Estudillo and Duray，2003；Hong and Zhang，2003；Ottolenghi et al.，2004；Mous et al.，2006
Carangidae（鲹） 高体鲕［*Seriola dumerili*（*purpurascens*）］ 拉氏鲕（*Seriola lalandi*） 鲕（*Seriola quinqueradiata*）	围网；拖网渔船；诱捕；利用树叶和数值制造人工漂浮基质	在鱼类聚集的地方，有漂浮植物基质，误捕率低	野生幼鱼和幼虫数量已经下降；孵化饲养幼鱼和幼虫供应有限，不能降低对野生种群的影响	Korringa，1976b；Wilson，1997；Ottolenghi et al.，2004
Lutjanidae（真鲷） 紫红笛鲷（*Lutjanus argentimaculatus*） 约氏笛鲷（*Lutjanus johni*） 线纹笛鲷（*Lutjanus lineolatus*） 勒氏笛鲷（*Lutjanus russellii*）	利用拉网，刺网等网；渔船；诱捕	许多远洋鱼类和水底鱼类误捕率很高	野生成年鱼和幼虫数量已经下降；孵化饲养幼鱼供应降低了对野生种群的影响	Wilson，1997；Huang，1998

（续）

代表品种	捕捞方法	误捕/丢弃*	对环境/野生种苗的影响	参考文献
Sparidae（大西洋鲷） 黄鳍鲷［*Acanthopagrus*（*Sparus*）*latus*］ 黑棘鲷（*Acanthopagrus schlegelii*） 黑鲷（*Sparus macrocephalus*） 真鲷［*Pagrus*（*Pagrosomus*）*major*］ 金鲷（*Sparus aurata*）	利用浅袋拖网，沙滩围网，捞网，围网等网；渔船；诱捕	许多远洋鱼类和水底鱼类误捕率很高	野生成年鱼和幼鱼数量已经下降；孵化饲养幼鱼供应降低了对野生种群的影响	Korringa，1976b；MEDRAP/TR，1985；Wilson，1997；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000
Labridae（隆头鱼） 波纹唇鱼（*Cheilinus undulatus*）	手钓渔具；刺网；诱捕；氰化物	虽然使用氰化物会杀死非目标捕捞鱼类，但是误捕率不清楚；从捕获到收获，死亡率为0～80%	野生成年鱼和幼鱼数量已经下降；孵化饲养幼鱼供应有限，野生幼鱼和成年鱼需求高，对野生种群产生负面影响；野生幼鱼搜集对野生种群的影响不清楚	Sadovy et al.，2003；Sadovy etal.，2007
Siganidae（篮子鱼科） 白斑篮子鱼（*Siganus canaliculatus*） 其他篮子鱼属	利用漂浮海草制造人工基质	低	野生幼鱼搜集对野生种群的影响不清楚	Uwate et al.，1984
Scombridae（鲭科） （鲭和金枪鱼） 南金枪鱼（*Thunnus maccoyii*） 蓝鳍金枪鱼（*Thunnus thynnus*）	大型袋网；金枪鱼诱捕网；中层拖网	低	由于高饲喂水平（5%～8%）和低食物转化率（10～20）∶1，对环境影响很高；利用冷冻鱼类和乌贼做饲料；野生成年鱼的数量已经下降；孵化饲养幼鱼的供应有限，幼鱼需求的增加，对野生种群产生负面影响；水文环境的变化对野生种群产生负面影响	Ottolenghi et al.，2004；Vita and Marin，2007
Channidae（黑鱼） 乌鳢［*Channa*（*Ophiocephalus*）*argus*］ 小盾鳢（*Channa micropeltes*） 泰鳢（*Channa striata*）	利用小捞网，捞网等网；诱捕	低	野生幼鱼和幼虫搜集对野生种群的影响不清楚；孵化饲养幼鱼和幼虫供应降低了对野生种群的影响	Ling，1977；Wee，1981；Boonyaratpalin，McCoy and Chittapalapong，1985

*：如果可能，会标明从捕捞一直到收获的死亡率。

表 5 基于捕捞水产养殖的代表性品种野生种苗估计、观测或者推断的捕获量

代表种群	捕 获 量	参考文献
Mytilidae（贻贝） 新西兰翡翠贻贝（*Perna canaliculus*）	在 90 英里①海滩（新西兰），每年捕获的卵 40～170 吨，并且捕获量呈增加趋势	Jeffs et al.，1999
Pteriidae（珍珠贝） 珠母贝（*Pinctada margaritifera*）	马尼希基岛（库克岛），1996 和 1999 年卵捕捞量分别为 350 万和 100 万吨，呈下降趋势	Ponia et al.，2000
Penaeidae（虾） 斑节对虾（*Penaeus monodon*）	在格瓦里河口（印度），1995 年在高峰季节每人每天搜集 1 000～5 000 个后期幼虫，每天至少捕获 500 000 个，捕捞量呈下降趋势（例如 1995 年为 4 000～5 000 个，1999 年为 1 000～2 000 个）；在孟加拉国，据估计，每年捕获的用于基于捕捞水产养殖的后期幼虫为 300 亿个，其中 90%为后期幼虫	Peterssen，2002；SAPB，2002
Palinuridae（龙虾） 锦绣龙虾（*Panulirus ornatus*）	在越南，在附着季节，每晚每只船捕捞超过 200 只幼虾；在 2003 年利用潜水器捕捞大约 200 万只幼虾；从 2000 年到 2002 年，在 Phu Yen 省，利用围网捕获幼虾量（大小 7～8 毫米，重量 0.25～0.35 克）从 25 000 只增至 126 000 只；在 1 月和 2 月的淡季，每个渔夫诱捕 50～200 只幼虾（大小 7.5～10 毫米，重量 0.3～1 克）；每只船（5 个潜水器）10 天内捕捞幼虾（12～15 毫米，重量 7～9 克）100～150 只	Hair，Bell and Doherty，2002；Thuy and Ngoc，2004
Portunidae（蟹） 榄绿青蟹（*Scylla olivacea*）	在中国台湾，在淡季每个渔夫每晚可以捕捞 60 000～70 000 只大眼幼体	Angell，1992
Anguillidae（河鳗） 欧洲玻璃鳗（*Anguilla anguilla*） 日本鳗（*Anguilla japonica*）	在浜名湖（日本），每只渔船每晚平均捕捞 500～600 克幼鳗（大约 5 000 只/千克），在 20 世纪 70 年代之前每年可以捕获 1～7 吨日本鳗；在日本，日本鳗种苗捕捞产量最高为 1979 年 130 吨，之后产量下降（1990 年 58 吨，1997 年 20 吨，1998 年 38 吨）；在亚洲（中国，日本，韩国），从 2001 年开始日本鳗的捕获量每年为 60～155 吨；仅在中国，每年从欧洲进口 40～95 吨欧洲玻璃鳗，以满足种苗需求；1996 年开始亚洲每年从欧洲进口的欧洲玻璃鳗据估计为 100～200 吨；在 20 世纪 80 年代，欧洲捕捞了 500～800 吨欧洲玻璃鳗；在法国，欧洲玻璃鳗的捕获量从 1970 年 1 345吨（大约 2 500 只/千克）下降至 1985 年 579 吨和 1989 年 520 吨；在丹麦，欧洲玻璃鳗每年捕获量大约为 500 吨；葡萄牙欧洲玻璃鳗捕获量从 1976—1984 年 20 吨降至 1997 年 5 吨；在西班牙，欧洲玻璃鳗捕获量从 1977 年 60 吨降至 1997 年 7 吨；欧盟国家均报道了捕获量下降	Korringa，1976b；Tzeng，1997；Ottolenghi et al.，2004；COM，2005；The Fisheries Secretariat，2005；J. B. Liu personalcommunication，2007
Chanidae（虱目鱼） 虱目鱼（*Chanos chanos*）	在 20 世纪 70 年代，印度尼西亚，菲律宾和中国台湾虱目鱼鱼苗捕获量为 50 亿，最近几年捕获量远低于这一水平；在菲律宾，在 1974 年、1976 年和 1995 年（估计种苗需求量为 15 亿）种苗捕获量分别为 13.5 亿、11.6 亿和 1.65 亿，捕获量呈下降趋势；1980 年，在淡季每天每个渔夫单位捕捞努力量渔获量为几千至 2 000 幼虫，呈下降趋势（1996—1997 年仅 800～1 650 幼虫）；在北伊洛克省（菲律宾），1986 年和 1987 年，幼虫捕捞量大约分别为 1 870 万和 930 万	Ling，1977；Kumagai，Bagarinao and Unggui，1980；Ungson，1990；Bagarinao，1998；Ahmed et al.，2001
Pangasiidae（巨鲶） 博氏巨鲶（*Pangasius bocourtio*） 低眼巨鲶（*Pangasius hypophthalmus*）	在柬埔寨，低眼巨鲶幼虫单位捕捞努力量渔获量已经下降，例如在 1981 年渔获量为 1 080～1 650（650 个袋网），1991 年降至 50 亿～120 亿（1 050 个袋网），1997 年 20 亿～40 亿（1 050 个袋网），1998—1999 年 9 亿～21 亿（948 个袋网）；在柬埔寨，博氏巨鲶鱼钩单位捕捞努力量渔获量 2001—2004 年呈增加趋势；幼虫捕获量从 2001 年 600 万（2 850 个船）增至 2004 年 300 万（380～470 个船）；在越南，幼虫每年捕获量为 2 亿～8 亿	Trong，Nguyan and Griffiths，2002；Van Zalinge et al.，2002；Lieng and Hortle，2005

① 注：英里为非法定计量单位。1 英里＝1 609.34 米。

（续）

代表种群	捕 获 量	参考文献
Gadidae（鳕） 大西洋鳕（*Gadus morhua*）	在冰岛，自从 2003 年起，每年 3～10 克鳕鱼幼鱼每年捕获量为大约 500 000条	Bjornsson，Hugason and Gunnarsson，2005
Mugilidae（乌鱼） 乌鱼（*Liza and Mugil* spp.）	在 1983 年 8 月至 1984 年 4 月，巴达韦尔湖和曼札拉湖（埃及）20 毫米长的鳕鱼苗的捕获量为 1 800 万；在埃及，每年鳕鱼苗的捕获量超过 1 亿；在希腊，每年鳕鱼苗的捕获量大约为 200 000	MEDRAP/TR，1985；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000；MEGAPES-CA，2001
Moronidae（真鲈科） 狼鲈（*Dicentrarchus labrax*）	在埃及，1996—1997 年，鱼苗（幼虫和幼鱼）捕获量为 100 万；在土耳其，1995—1999 年鱼苗（幼鱼和幼虫）捕获量总共为 300 万～400 万	Sadek，2000；Sadek and Mires，2000
Serranidae（海鲈） 石斑鱼和棘鲈属（*Epinephelus* and *Plectropomus*）spp.	在印度尼西亚，利用单位工具（例如板缯网）在淡季每个渔夫每年捕捞的鱼苗（幼虫和幼鱼）上万；总的来说，从附着后期到年轻成年鱼，不同大小的海鲈幼苗的地区贸易量为一亿；在中国香港，在 20 世纪 70 年代，赤点石斑鱼（*Epinephelus akaara*）幼鱼每年用于养殖的捕捞量为 130～180t（每条 100～200 克，650 000～1 800 000 条），主要从内地进口；在越南 Khanh Hoa 省，在过去 10 年，650 个渔夫每年捕捞大约 200 000 幼虫和幼鱼（包括 6 个石斑鱼科，大小为 10～30 毫米）	Tseng and Ho，1988；Sadovy，2000；Tuan，Nho and Hambrey，2001
Carangidae（鲹） 黄尾鰤科（*Seriola* spp.）	在 20 世纪 90 年代，中国每年向日本出口大约 1 000 万鱼苗；越南 1995 年捕捞大约 450 000 高体鰤（*Seriola dumerili*）鱼苗并出口日本用于基于捕捞人工养殖；日本从 1966 年开始每年五条鰤（*Seriola quinqueradiata*）幼苗（25～50 毫米）捕获量为 2 500～5 500 万，由于野生种苗下降，从 1990 年开始捕获量保持 2 500～3 000 万；在日本五岛群岛水域，1997 年，拉氏鰤（*Seriola lalandi*）较大幼苗（>5 千克）捕获量为 250 万条；在意大利西西里，休闲捕鱼捕获的高体鰤（*Seriola dumerili*）幼鱼大约为 200 万条，但并不用于基于捕捞的水产养殖	Dao，1999；Ottolenghi et al.，2004
Sparidae（大西洋鲷） 真鲷［*Pagrus*（*Pagrosomus*）*major*］ 金鲷（*Sparus aurata*）	巴达韦尔湖和曼札拉湖（埃及）1983 年 4～5 月和 1984—1985 年 20 毫米/2 克幼鱼捕获量分别为 800 000 和 800 万；在 1996—1999 年，埃及捕获了 300 万～400 万（0.25～0.5 克）幼虫和幼鱼（1～10 克）（渔夫估计为 1 000 万），其中 100 万来自鱼苗孵化；1995—1999 年，土耳其捕捞了总共 1.4 亿～1.6 亿鱼苗（幼虫和幼鱼）；20 世纪 80～90 年代，中国香港每年捕捞大约 600 万幼鱼，出口至日本用于基于捕捞的水产养殖，现在已经很难捕捞	MEDRAP/TR，1985；Wilson，1997；Sadek，2000；Sadek and Mires，2000

表 6 现在/最近和/或潜在用于基于捕捞水产养殖的野生鱼苗渔业和贸易管理措施

国 家	现在和/或潜在的管理措施	参考文献
欧盟国家	欧洲鳗（*Anguilla anguilla*）：野生鳗种苗的捕捞需要获得法国的允许；鳗种群的大量下降推动了管理的讨论，欧洲不同的捕鱼方法（共享资源）使得这一问题复杂化；欧盟委员最近的一项提议包括从 2007 年 7 月开始季节性休渔（每月开始的 15 天是休渔期），栖息地和迁徙路径的恢复，更好的渔业管理，反偷猎行动以及改良水质；到 2013 年，60%的玻璃鳗捕获应该用于内陆水域的种群补充以增加海洋成年鳗的数量； 乌鱼：在法国，乌鱼野生种苗的捕捞需要获得许可；在希腊，最大捕获量控制在 200 000； 金枪鱼［蓝鳍金枪鱼（*Thunnus thynnus*）］：地中海用于基于捕捞的水产养殖有捕捞限额； 鳕鱼［大西洋鳕（*Gadus morhua*）］：自 2003 年来，冰岛每年允许用于基	MEDRAP/TR，1985；Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana，1996；Sadek and Mires，2000；Ringuet，Muto and Raymarkers，2002；Ottolenghi et al.，2004；Bjornsson，Hugason and Gunnarsson，2005；COM，2005；The Fisheries Secretariat，2005

（续）

国　家	现在和/或潜在的管理措施	参考文献
	于捕捞的水产养殖的幼鱼（3～10 克）数量＜500 000（最大限额）； 贻贝：意大利贻贝捕捞管理包括每年在一定时期进行饲养或者种群保藏，卵捕捞配额，最大尺寸，捕捞机械限制，用于饲养或者繁殖的卵的运输卫生要求； 蛤蜊：意大利蛤蜊卵捕捞管理措施包括每年在一定时期进行饲养或者种群保藏，卵捕捞配额，捕捞机械限制，用于饲养或者繁殖的卵的运输卫生要求； 多品种：在葡萄牙，不允许野生种苗捕捞（除软体动物种苗外）。 输入控制 当地管理尺寸限制，许可，休渔季和休渔地区，栖息地和迁徙路径恢复	
中国	品种管理 石斑鱼（*Epinephelus* spp.）：控制种苗捕捞渔夫数量和种苗捕获量； 所有海洋品种：运输式样品种种苗需要获得许可证，禁止出口种苗防止感染或者寄生虫 输入控制 禁止非法捕鱼（例如使用毒药，炸药） 品种管理 石斑鱼：在澎湖岛，禁止捕捞小于 60 毫米的石斑鱼。 输入控制 氰化物不能用于捕鱼（许多国家进行了氰化物使用管理，并不仅限于鱼苗，而是整个渔业中氰化物使用）	National People's Congress Order，1991；Sadovy，2000
印度	品种管理 所有水产品种：1999 年印度渔业部宣布禁止每年的野生苗的捕捞；但是当地政府缺乏实施这一禁令的经济支持；野生苗的捕捞仍然在进行	Petersson，2002
印度尼西亚	品种管理 淡水苏眉鱼苗（*Cheilinus undulatus*）：捕捞的野生淡水苏眉鱼苗如果小于 1 千克和大于 3 千克应该用于基于捕捞的水产养殖或者释放；捕捞方法限制使用鱼钩，诱捕和刺网；购买或者出口 1～3 千克淡水苏眉鱼苗需要获得许可	Sadovy，2000；Sadovy et al.，2003
菲律宾	龙虾：在 1992 年 2 月之前禁止幼虾的出口，但随后取消了这一限制； 淡水苏眉鱼苗（*Cheilinus undulatus*）：捕捞的小型野生淡水苏眉鱼苗（＜300 克）应该用于基于捕捞的水产养殖； 所有濒危品种：禁止出口； 虱目鱼：1998 年渔业法禁止出口虱目鱼种苗；禁止捕捞种鱼（*bangus*）； 对虾：1998 年渔业法禁止出口对虾种苗； 所有活鱼：严格地说，禁止任何活鱼出口（包括种苗），但是并没有实施。 输入控制 禁止使用剪刀和长网袋； 禁止投毒捕鱼 渔场管理 旨在保护一些种苗的捕捞渔场（例如虱目鱼）和孵化渔场的法律没有能够实施	Sadovy，2000；Ahmed et al.，2001；Sadovy et al.，2003；Juinio-Menez and Gotanco，2004

（续）

国　家	现在和/或潜在的管理措施	参考文献
马来西亚	石斑鱼：在淡季禁止捕捞石斑鱼种苗；禁止出口小于 150 毫米的石斑鱼鱼苗； 鸟蛤：禁止从天然鸟蛤床或者鸟蛤培养床上搜集鸟蛤卵。 投入控制 禁止使用氰化物捕鱼	FAL，1986；Fisheries (Riverine) Rules，1990；Sadovy，2000
澳大利亚	品种管理 金枪鱼［蓝鳍金枪鱼（*Thunnus maccoyii*）］：调控用于基于捕捞水产养殖的捕鱼季节和捕获量； 岩虾［南半球大龙虾（*Jasus edwardsii*）］：为保证基于捕捞水产养殖和成年岩虾捕捞渔业的“生物中性”，幼虾的捕捞量每年不能超过 300 000（利用实际种群分析来计算）；保护甲长在 76 毫米以下的幼虾；遗传污染和疾病问题；部分重建幼虾种群以改善捕捞渔业	Ottolenghi et al.，2004；Gardner et al.，2006
泰国	输入控制 禁止使用拉网和长网袋； 控制在海岸 3 千米内底网捕捞的使用； 网孔小于等于 25 毫米	Sadovy，2000
越南	品种管理 石斑鱼：禁止出口＜500 克石斑鱼 输入控制 从 2000 年开始在有些省全部禁止使用细孔袋网（定置拖船），尤其是巨鲶（*Pangasius hypophthalmus*）野生幼苗的捕捞	Sadovy，2000 Trong，Nguyan and Griffiths，2002；Lieng and Hortle，2005
柬埔寨	输入控制 1994 年开始禁止使用细孔袋网，但 1998 年还在使用	Lieng and Hortle，2005
孟加拉国	品种管理 虾［斑节对虾（*Penaeus monodon*）］：需要获得许可，捕鱼季节控制，孵化的后期幼虫种群的复建，通过培训渔夫更好地处理后期幼虫降低误捕，利用其他生计方式来减轻野生后期幼虫捕捞的压力	SAPB，2002

- 在很多地方，尽管基于捕捞的水产养殖最初只是地区性的行为，但是随着海产品需求的增长、某些野生鱼类数量的减少和水生生物国际运输的改善，现在捕捞野生鱼苗的区域和国际的交易愈来愈频繁，尤其是对鳍鱼类。例如，亚洲国家像中国和日本从欧洲进口鳗［欧洲鳗（*Anguilla anguilla*）］以弥补日本本土日本鳗（*Anguilla japonica*）基于捕捞水产养殖供给的不足（Ottolenghi et al.，2004；J. B. Liu 个人交流，2007）。对于巨鲶（*Pangasius hypophthalmus*）来说，区域间的运输仍然很普遍（主要是从柬埔寨到越南），这是因为越南禁止捕捞野生鱼苗（Trong，Nguyan and Griffiths，2002；Van Zalingeet al.，2002）。在东南亚国家，石斑鱼的运输是很普遍的。例如，在本土成鱼和鱼苗资源被过度捕捞后，中国内地在 20 世纪 80 年代运输香港石斑鱼的野生鱼苗到中国香港特别行政区。对于日本鲈鱼来说，中国和越南从 20 世纪 80 年代开始就已经出口野生鱼苗到日本。对于红鲷鱼来说，在渔业种苗减少之前，在 20 世纪 80 年代至 90 年代间中国香港特别行政区就已经是日本红鲷鱼野生鱼苗的主要供应者了。

3　捕捞方法，捕捞量以及野生鱼苗采捕的影响

这篇文章通过对软体动物、甲壳动物、棘皮动物、鳍类动物这 4 个主要生物种类的代表性物种的

分析，总结了基于捕捞的水产养殖中野生鱼苗的捕捞方法及兼捕和丢弃，以及这些活动对环境和野生物种的影响。捕捞和饲养过程中的死亡率见表 3 和表 4。野生鱼苗捕捞量的预估见表 5。兼捕现象的现实和潜在问题以及渔业可持续发展的捕捞量和相对应死亡率，都将通过例子来强调说明。这些信息对于规划养殖业未来发展方向的管理问题和需求是至关重要的。这些例子来源于 4 个不同的物种。

- 应用基于捕捞的水产养殖的典型软体动物涉及贝类苗收集。通常在熟知的附着季节和特殊的采捕地区，卵附着在特殊设计的搜集器上或者自然基质上。尽管大家认为采用这种方法时的兼捕水平比较低，但是对野生贝苗的过度捕捞存在未知的潜在影响。此外，为了设置人工捕捞器而改变聚集地区或者挖出栖息地对目标种群或者其他物种的野生种群可能存在潜在影响。鲜为人知的是，软体动物的早期死亡率使得基于捕捞的水产养殖活动需要进行管理，从表 3 和表 5 可以看出，野生幼苗的捕捞已经造成成贝和贝苗的供给量都有所下降。尽管下降的原因未知，但是由于贝苗捕捞量可能涉及几十甚至几百吨或者数万吨至数百万吨，所以我们可以预见成贝的数量将最终被影响，尤其是在每年特定区域特定季节聚集的时候。如果基于捕捞的水产养殖每年捕捞大部分的聚集贝类，那么具有高度针对性的大量采捞贝苗可能会大大影响贝类数量的再生。
- 基于捕捞的水产养殖采取各种方法收集甲壳类野生种苗，至于软体动物的种苗捕捞往往集中在他们暂时大量集中的特定地点和季节（表 3 和表 5）。对于虾来说，野生虾苗的收集涉及各种网具，包括在浅海水域或小溪使用的推网和拖网等。在亚洲和南美洲国家（如孟加拉国，印度，马来西亚，菲律宾和厄瓜多尔），使用渔具所产生的兼捕和丢弃一样都非常多，包括各种商品鱼类和甲壳类动物的幼虫和幼体，不过这也取决于捕捞区域（Petersson，2002；SAPB，2002；M. L. Cobo 个人交流，2007）。数以百万计的虾的后期幼体在小范围内被季节性的采捕（表 5），但至少对于一种虾来说从捕捞到转移至池塘的死亡率看起来是低的，那就是斑节对虾（Petersson，2002）。对龙虾来说，野生虾苗通过人工基质和各种网，有时在某些情况也通过潜水（由人手工收集或使用氰化物）来收集。在亚洲国家，大家已经注意到虾苗的供应正在下降。
- 某些物种的非常早期阶段的种苗收集和成体数量的关系已经明确说明了渔业发展需要整体战略。例如，在澳大利亚已经发现了聚居阶段的幼体和成年龙虾之间的关系（Phillips et al.，2003；Gardner et al.，2006）。这一发现对于强调聚居数量和随后的成年龙虾规模的相关性是非常重要的，这样可以用于设定捕捞幼体和成年龙虾的渔业配额。对于泥蟹来说，网、锅、铲子和钩子都是可以用来收集它的幼体，在高峰季节，每个渔民每晚的捕获量在 60 000～70 000 尾，这对于野生种群来说可能产生很大的负面影响（Angell，1992）。
- 基于捕捞的水产养殖使用特别设计的种苗收集器或者通过手工来收集小海参。在某些亚洲国家，一些品种海参的成体数量已经显著下降，某些品种的海参在近几十年来已经遭遇了严重的过度捕捞（Lovatelli et al.，2004）。近年来，在中国的基于孵化养殖的海参养殖（如日本海参刺身）发展得非常良好。至于海参的孵化养殖是否可以降低对野生参群的影响并且帮助种群恢复，这需要进一步的调查。
- 对于鳍类动物来说，不同大小的种苗，包括从聚居阶段的幼虫到成体，都被大量的采捕。由于成体和种子的野生群体都被过度捕捞和栖息地丧失等原因，所以几乎所有代表物种的成体和种苗的数量都在显著下降。孵化养殖培育的种苗数量有限也是促使某些鱼类种苗被过度捕捞的一个因素（表 4）。鱼苗采捕所导致的兼捕和死亡率非常高，这导致了某些区域或者某些活动期间对目标或者非目标鱼种的大量浪费。例如，印度尼西亚和菲律宾的虱目鱼，柬埔寨和越南的鲶，埃及的乌鱼，东南亚地区以及埃及的海鲈鱼，笛鲷和鲷（表 4）。对于这些鱼类，捕捞方法涉及渔网、诱捕、鱼钩和拖网渔船、化学品和人工庇护所等，这些方法中的许多都没有针对某一品种，可能对栖息地造成重大干扰和破坏。尽管兼捕也包含一些是可用于基于捕捞的水产

养殖的有重要商业价值的鳍类动物和虾，但是绝大多数都被丢弃了，而仅一小部分可能被人消费了，这都取决于捕获物的大小。

4 基于捕捞的水产养殖涉及的疾病、环境和生物多样性问题

基于捕捞的水产养殖的实践需要考虑疾病的转移传播和对包括物种多样性在内的环境的影响。尽管孵化养殖渔业也涉及这些问题，但是需要考虑与基于捕捞的水产养殖实践活动有直接或者间接关系的一些问题，这是因为这些活动对物种多样性存在负面的影响（Beveridge，Ross and Kelly，1994）。与基于捕捞的水产养殖相关的对生物多样性的积极影响并没有明显地表现出来。显然，基于捕捞的水产养殖和孵化养殖渔业的实践都涉及一些问题，比如水污染和环境破坏，当基于捕捞的水产养殖被广泛而又简单施行的时候，那么将会加剧这些影响，这是因为基于捕捞的水产养殖意味着饲养更大量的动物（表 3 和表 4）。随着基于捕捞的水产养殖活动的日益发展和地区间的以及国际的野生鱼苗贸易和运输的不断增长，与野生种苗运输或者逃逸相关的疾病和基因污染问题可能成为一个值得关注的问题。下面是一些例子来说明这个问题。

- 例如石斑鱼，在 20 世纪 90 年代末，布氏石斑鱼从泰国传播至中国香港，几乎打击了香港所有的石斑鱼养殖，整个行业经历了多年的低谷才得以恢复（Sadovy，2000）。
- 我们需要对基于捕捞的水产养殖活动所造成的环境影响加以解决。假设基于捕捞的水产养殖活动中安圭拉鳗对环境的影响比较低，这是因为这里使用的是人工饲料而不是天然饲料，并且在亚洲和欧洲实施集约化养殖对土地的要求也很低（Ottolenghi et al.，2004）。但是，在中国，鳗养殖中无管制的使用地下水造成了严重的地面下沉（Chen et al.，2006）。此外，在中国鳗养殖中，对鱼粉的高需求以及疾病的治疗和防治中化学品的使用问题都需要加以解决。
- 在基于捕捞的水产养殖中，所有的甲壳类动物和大量的鳍类动物都是食肉性的，而且需要喂养野生捕捞的鱼（即新鲜的饲料投入）。虽然孵化养殖的物种也涉及这些问题，但是随着基于捕捞的水产养殖（尤其是食肉类动物）的广泛应用，可能显著加重这种活动导致的问题。吃剩的饲料、粪便和尿中的废物对环境都可能产生负面的影响，而且导致当地水质退化和泥沙淤积（Wu，1995）。例如，在地中海海域，一个金枪鱼育肥养殖场每年可以生产 800t 金枪鱼，解冻鱼的使用对一个地区的底栖生物环境影响范围将超过直径 400m，这个影响明显超过同一地区的其他鱼类养殖所造成的影响（Vita and Marin，2007）。对于水产养殖业来说，对当地环境承载能力（即由一个设定时间的设定生态系统支持的最大数量的动物或生物量）的研究是非常重要的，虽然他们可以创造出高价值的产品，但是对自然环境会产生更广泛的负面影响。
- 基于捕捞的水产养殖活动中，全球安圭拉鳗种苗的交易引起的可能对生物多样性的不利影响已经引起了人们的注意。最近几年，在日本天然水域发现引入的欧洲鳗（为基于捕捞水产养殖和种群恢复），在银鳗沿着水流迁徙的同时，日本本地的日本鳗也会沿着水流迁徙（Miyai et al.，2004）。应该审视这两个物种间的近亲繁殖和对当地水生生物多样性的潜在影响，因为鳗是以淡水为栖息地的动物的重要天敌。
- 许多热带海洋鱼类的孵化养殖饲养将继续在某种程度上依赖野生亲鱼来保持遗传多样性，在某些情况下，继续对野生种苗的饲养作出贡献。很多时候，不仅可以捕获目标种群，而且会大量兼捕其他种群。例如，捕捞 1 千克的后期幼体虾，估计兼捕的 10 千克的其他物种的幼虫和幼体可能会被丢弃（Beveridge，Ross and Kelly，1994）。石斑鱼幼鱼捕捞中的比例可能会更加极端（Mous et al.，2006）。目标种群的大量捕捞可能意味着极高水平的误捕量，这可能对生物多样性产生潜在的负面影响。更甚至说，高密度养殖的鱼类可能成为引诱天敌的食物，可以想象这对当地的物种有很重要的影响，而基于捕捞的水产养殖带来的对野生鱼饲料和鱼粉需求的加剧，给这些物种施加了愈来愈大的压力，在极端情况下，这可能影响当地的生物多样性（Beveridge，Ross and Kelly，1994；Naylor et al.，2000）。

5 管理

这篇文章总结讨论了当前和最新的管理措施以及那些正在开发的适用于基于捕捞的水产养殖相关的野生种苗渔业各个方面的措施。文章选择了世界各地的关于海水和淡水无脊椎动物和脊椎动物的法规来说明保护措施的类型和程度（表 6）。所选择的这些法规仅仅是做说明性的，并不详尽。

管理措施的发展是针对各种渔业问题的反应，大家经常关注的焦点是捕捞量的下降，但有时候也关注兼捕和对基质的损坏。在某些情况下，问题的起因是明确的，或可以合理地归结于某个或某些特定的原因，但在另一些情况下，问题的原因并不是十分的清楚，管理是具有预防性的或者说是根据可获得的最佳的科学信息而得来的。解决过度捕捞的管理措施已经被引入或正在讨论，主要包括渔具控制、捕捞配额（例如总允许渔获量），限制捕鱼季节和出口量控制，所捕的鱼的大小控制，销售许可，渔场的使用权，基因污染和疾病控制等方面的措施。

如果在某些情况下，由于种苗捕捞方法涉及栖息地流失，捕鱼工具与基质密切接触，或者用毒药捕鱼，栖息地破坏是一个主要关注的问题，利用的方法包括禁止和更改捕鱼工具，保护幼虫和幼鱼的附着或者哺育区。那些因为兼捕而对非目标种群的生物多样性可能产生影响的地方，开始针对渔具的特点对渔民的处理技术进行更好的培训以降低捕捞死亡率。例如，在运输过程中多加小心，降低储存和运输的密度，更多的充氧等措施。因为在种苗市场，种苗越来越多地被交易（出口或进口）或交换，随之而来的可能是从再引入或逃逸地区进入非本土区域的基因污染，因此还有其他有关解决疾病传播问题的措施。

通常情况下，让人不感到吃惊的是，基于捕捞的水产养殖的野生鱼苗渔业通常是在无管理，很少甚至无控制状态下开始并且实行了几十年，甚至几代人。这种例子从软体动物，鲶，乌鱼和虱目鱼到石斑鱼和鳗中都很常见。在过去的正式立法中，种苗渔业在很大程度上被排除了。这可能是因为这个行业的预测价值和影响力都很低，以及可用的信息很有限。这也可能是因为一个普遍的看法：收集种苗在某种程度上是“不劳而获”；幼虫和幼体的捕捞并不影响成体的数量，这是因为即使不被捕捞大部分也会自然死亡——事实上，基于捕捞的水产养殖更容易被看成是一个获得产量净增长的方法。当捕捞的压力比较低时，这个可能会实现。由于捕捞压力和对海鲜的需求增长，出现了捕鱼的集约化，包括种苗渔业。以新西兰的贝苗为例，高度针对性的大量收集贝苗可能会明显影响到贝类的再生，因为每年大部分被捕捞的附着贝类都用于基于捕捞的水产养殖。在过去的 10 年左右，往往只有数量已经非常严重地减少，或不同成长阶段某一个物种（如龙虾，虾，巨鲶，鳗和金枪鱼）的使用者之间产生了明显的矛盾，这时才会去讨论相关的管理和起草法规，生物和生态的联系才被正式承认。高价值的奢侈海产品种苗渔业（包括南部蓝鳍金枪鱼，龙虾，石斑鱼）为渔业可持续发展提供了很大的动力。相关的管理已经明确加强了不同渔业捕捞的成体和成体前阶段之间的联系，并且这种管理已得到了快速发展。

通常来讲，随着渔业不断发展，成鱼捕捞与种苗渔业潜在的相互影响已显现出来，这并不会让人感到吃惊，现在已经使用种群分析开始实施一些管理措施以确保这两个渔业部门不发生冲突。如果种群得以持续，如果需要考虑不同渔业部门之间的平衡，如果要减小资源过度使用的矛盾和实行可持续发展的管理目标，那么这将是未来的管理办法之一。这种不同成长历史阶段使用的平衡通常被称为“生物中立”（Gardner et al.，2006）。

要想洞察一些在渔业保护方面所涉及的比较复杂的问题，历史悠久的欧洲鳗渔业是一个非常好的实例。欧洲鳗捕捞量正在下降（包括玻璃鳗、幼鳗和成鳗），但是具体原因还尚不明确。尽管过度捕捞明显是一个重要因素，但还是可能因为过度捕捞、海洋或气候变化、淡水栖息地退化以及污染、疫病等综合因素所致（Knights，2003；Starkie，2003；Van Ginneken and Maes，2005）。因为欧洲鳗的生长历程鲜为人知，所以其可持续发展的管理规划是一项艰巨的挑战并且直到最近大家才开始认真讨论捕获量的下降问题（表 6），尽管此事是长期以来大家公认的但却很少被人承认。最近，一项研究

表明，欧洲鳗的遗传分化说明物种是由几个种群构成，而非之前所认为的仅仅由一个种群构成（Wirth and Bernatchez，2001）。这个信息对于协助保护是非常重要的，因为它表明地域范围内的管理可能是最有效的，也表明应当限制或者小心控制在欧洲范围内发生的大规模的种苗运输。

虾苗捕捞渔业可能会非常复杂，许多包含了不同用户群体的虾苗业都有悠久的历史。例如，在孟加拉国的一个地区，一些与虾生产相关的群体（包含了从虾农、生物学家、政府到渔民和给养殖场提供虾苗的孵化者），对于成虾和虾苗有非常不同的需求，而其对于如何处理他们经常捕捞的那一两个虾种的数量显著下降的意见也非常不同（SAPB，2002）。这种情况的久远性和复杂性使得其管理非常困难，更说明了渔业管理应该从早期开始，而不是在许多人都进入渔业后造成了矛盾且资源不断减少时才开始管理。

综上所述，对种苗渔业的管理经验是多种多样的，大多数管理手段是近年来实施的，似乎到现在几乎没有一项已经得到有效的实施。总的来说，还没有证据表明种苗渔业得到了有效监测，监测对理解管理或执行效果是至关重要的。很明显，许多管理方面的挑战源于对渔业活动不同阶段的了解和评估的复杂性，尤其是早期的阶段即“种苗”时候了解比较少（不管是生物还是渔业）。直到最近，关于早期生长历史阶段的捕捞对后期成体阶段野生数量或者野生种群影响的一般性假设，或者更确切地说缺乏这种假设，阻碍了关于管理方面的讨论。

对于种苗渔业方面的法规，必须把重点放在其所面临的问题的具体方面，而不是仅仅把它当做“不足规格”个体的渔业捕捞，也许淡水苏眉鱼和蓝鳍金枪鱼除外。许多其他因素综合起来，例如栖息地退化、破坏或水的污染，也可能是造成渔获量下降的主要原因。很明显地可以看出种苗渔业是很重要的，而且会在未来相当长的一段时间里保持它的重要性，这是因为孵化养殖渔业（即全周期水产养殖）只适用于一小部分水生生物。甚至对于有孵化培育种苗的物种来说，关于种苗的“质量”，孵化养殖的产量和成本的问题，都可能对野生种群提供高质量、廉价种秒产生持续的压力。在某些地区，农民可能更喜欢野外捕捞的种苗，像菲律宾的虱目鱼，越南的巨鲶，孟加拉国的虾。从经济方面来说，野生种苗在某种程度上来说比其孵化的种苗要便宜，中国台湾的石斑鱼养殖可以看出这个道理（Sadovy，2000）。因此 基于捕捞的水产养殖引发的野生种群的管理问题必须加以解决，必须明确地去寻找种苗渔业的特点。

6 基于捕捞的水产养殖的基础技术

鱼类和无脊椎动物的种苗渔业在某些方面具有很重要的理论作用，因为他们是资源可持续利用的基础，尽管它很少被人们了解而且很难被量化。所以，预防方法也可结合最佳信息和科学依据解决关键问题。对于基于捕捞的水产养殖来说，核心是早期生长阶段种苗收集和成体种群状态相关性的本质和程度，以及如何管理捕捞同样物种的不同渔业部门。这所需的关键的生物信息包括种苗密度依赖效应和特定年龄的自然死亡率，而海洋动物的浮游幼体阶段的这两种信息都几乎不为人知。这些参数都是至关重要的，因为它们决定了在不影响成体数量的条件下可以捕捞的野生种苗数量。

对于某些物种来说，种苗数量和成体之间的定量关系已经被人们所了解，但是对大多数物种来说，这种关系并不明确，这表明对不同物种来说种苗密度依赖效应和总死亡率有非常不同的重大意义，或者取决于在哪个阶段捕捞种苗，比如说虾和龙虾。对于虎虾（斑节对虾）来说，幼体后期捕捞占据了虾苗总量的 90%，科学家认为这是造成孟加拉国成虾捕获量剧烈下降的主要原因。然而在同一地区，麒麟对虾的成体状况要好很多，大家普遍认为这是因为幼体后期捕捞所占的比例非常少，甚至少于 10%（SAPB，2002）。至于龙虾，西澳大利亚的天鹅龙虾的自然死亡率评估表明，当龙虾的密度特别高的时候，大量捕捞幼体阶段的龙虾对野生渔业的影响几乎可以不计（Phillips et al.，2003）。另一方面，至于岩龙虾，幼体的捕捞可能会影响成体的数量，在种苗过度捕捞与成体渔业的矛盾不可协调后，人们开始对“生物中立”产生了兴趣（Booth，Davis and Zane，1999；Phillips et al.，2003；Gardner et al.，2006）。密度依赖程度部分取决于种群的栖息地或再生是否受限制。随着

捕捞压力的增加，后者更有可能成为现实，而且密度依赖的相关性可能大幅度的下降。对不同的情况下早期生长阶段的自然死亡率或密度依赖影响程度的了解很少，所以应当实施一些预防措施。

那些可以帮助我们在种苗渔业方面作出管理决策的密度依赖效应和鳍类动物早期的自然死亡率是什么呢？对于少数珊瑚鱼来说，虽然早期的幼鱼在附着后的几周或几个月里和多个鱼种共同生存，但有迹象显示，在刚开始附着的时候自然死亡率非常高，但在附着几个月后，自然死亡率就迅速下降（Sale and Ferrell，1988；Koenig and Colin，1999；Doherty et al.，2004）。对于这样的物种来说，为基于捕捞的水产养殖过度地捕捞较大成鱼（已进入低自然死亡率阶段）会明显地直接增加鱼群整体的捕捞死亡率，并且应该加强渔业管理以确保有足够的幼鱼存活使得鱼类总量可持续发展（Sadovy and Pet，1998；Sadovy，2000）。这方面的一个具体的例子是石斑幼鱼渔业，其中有许多鱼被捕捞时都是只有几岁，并且在性成熟之前捕捞并养殖到符合市场规格（Sadovy，2000）。在过去 10 年里，随着成鱼的过度捕捞，这种做法增加了许多，对鱼苗的需求也增加了，渔民尽可能捕鱼归自己所有而不是将不合规格的鱼再放回水里（Sadovy，2000；Sadovy et al.，2003）。捕捞一个星期大小或更小的石斑幼鱼所造成的影响，与捕捞相同数量的 6 月龄或以上（两种做法很常见）的石斑鱼相比，对鱼群的健康和破坏具有不同影响。对于稍微大一点的年幼蓝鳍金枪鱼来说，捕捞并添加饲料饲养与幼鱼的育肥相比并没有什么区别。

根据现在所了解的以及了解还有多少未知的早期生命周期阶段动态，控制种苗捕捞率的预防措施，就是假定成年鱼和鱼苗养殖有联系并进行相应的管理。在南部蓝鳍金枪鱼和岩龙虾身上，这种控制育肥幼苗捕捞配额的方法已经得到了实践（Gardner et al.，2006）（Fishery Status Reports，2005；2006）；这个配额应该实施在数量上而不是在重量上。后续的监管需要适应性的管理和根据需要调整捕捞水平。随着鱼苗渔业的不断加强，这种预防性的方法和每年几十亿尾鱼苗是密切相关的，而且这种方法在收集自然死亡率和密度依赖的必要信息方面具有很大的挑战。这种思想的关键是要承认，那些远洋产卵动物生产大量的卵和幼虫并不是多余的，而是一个基本的生命过程。生产这么大量的卵是因为一个简单但令人信服的理由——任何一个繁殖体能够活到成年的机会都非常低。由于捕捞数量相当大，这将不可避免地在一定程度上进一步降低成活的可能性，如果超出了一个捕捞极值，那就不可避免地将带来负面影响。虽然对后期幼虫可持续捕捞数量一无所知，但是水产生物和鱼类食品渔业是基于幼虫后期附着阶段的渔业捕捞上的，已经被提议作为成年鱼类捕捞的一个可行的替代活动（Hair et al.，2004）。需要更好地了解这个捕捞的阈值，或者找到一种方法能够保证捕捞不超过这个阈值，从而使得受影响的鱼类以及捕捞这些鱼类的活动能够和谐发展。

7 建议

基于捕捞的水产养殖是一项在短期内几乎肯定可以扩大的经济活动，而且对很多物种来说很有可能持续发展很长一段时间。基于捕捞的水产养殖之所以得以实施是因为它已经成为生活中必要的生计，它作为一种具有可选择性的方法可以控制鱼类资源的量，以满足市场对渔业的需求，如果运用得当将会极大地提高产量。没有必要也不用强烈要求实施孵化养殖渔业，因为这也不能明显减轻野生种群的压力。例如，尽管安圭拉的基于捕捞的水产养殖已经实行了几十年，但距离孵化养殖渔业的成功还很远。此外，基于捕捞的水产养殖可能开始侧重一些新的物种，而一些物种将最终成功运用至孵化生产中。甚至在后一种情况下，石斑鱼渔业采用了孵化养殖渔业与基于捕捞的水产养殖结合的方法。仅有一小部分石斑鱼品种孵化养殖花费了超过 10 年的时间才取得成功，许多其他种类的石斑鱼（赤点石斑鱼）尽管有实施孵化养殖渔业的能力，但还是依然采用捕捞养殖的方法。如果要实现渔业的可持续发展，基于捕捞的水产养殖中所存在的问题必须加以解决。基于捕捞的水产养殖或者孵化养殖渔业是否可以减缓野生渔业的压力完全是另外一回事，它需要具体的法律监管，而基于捕捞的水产养殖也会随着其自身发展壮大而相应减少渔业养殖的压力，从而平衡发展。同时，有报道说在印度尼西亚，用于家庭养殖的孵化饲养石斑鱼幼鱼的供应已经减少了使用氰化物捕捞的现象，即以饲养代替捕

捞，但是并没有量化的数据能支持这一观点，也没有相关的立法去规范从捕捞到饲养的转变。

基于捕捞的水产养殖确实是捕捞渔业和水产养殖业的混合体，这两种产业有很多固有的优点和缺点。基于捕捞的水产养殖作为一种重要的生计渔业的替代产业，也给孵化养殖渔业的发展提供了机会。然而，基于捕捞的水产养殖并不是走向孵化养殖渔业必需的一步，它本身具有可持续发展的意义。尽管对于渔业种类了解甚少，但是由于基于捕捞的水产养殖的影响，它需要被认可为独立的渔业部门，需要进行特别管理。这意味着，基于捕捞的水产养殖目标须明确，风险须确定，行为须有清楚的界限，并且实践活动需要不断地发展和修改以消除负面的影响，扩大积极影响。

基于以上论述，根据基于捕捞的水产养殖活动中存在的问题而提出了八个具体的改善建议：

- **预防方法和粮农组织行为守则：**在基于捕捞的水产养殖实践活动中应当采取必要的预防措施。基于捕捞的水产养殖实践中，对于物种的早期生长阶段的生物认知非常少，在管理方面没有受到重视。此外，因为基于捕捞的水产养殖包含了捕捞渔业，所以粮农组织针对负责任渔业行为守则的准则和指导应当应用于基于捕捞的水产养殖的实践管理活动中。
- **死亡率：**我们必须面对现实。不管野生捕捞还是饲养，非常早期附着阶段的幼虫死亡率几乎一定都会很高，对很多物种来说，繁殖并不是无限的，数以百万甚至亿计的种苗捕捞最终会影响成体的数量。大多数的基于捕捞的水产养殖活动捕捞的种苗都处于后期附着阶段，即幼体的捕捞渔业，这需要相应的管理。考虑面临的现实，必须建立用于许多基于捕捞的水产养殖品种的管理措施和培训，推广如何在捕捞、运输和饲养过程中降低死亡率的知识。
- **兼捕：**除了捕捞和饲养中的高死亡率，许多代表性物种的捕捞过程中也存在很高的兼捕现象。这些渔业活动中的兼捕可能严重破坏基于捕捞的水产养殖所带来的利益，应当采取措施，发展更具有选择性的渔具或者捕鱼方法，以减少兼捕造成的浪费。
- **基于捕捞的水产养殖的目标：**如果要充分利用基于捕捞的水产养殖的潜力，并实现管理和渔业活动的可持续发展，那么基于捕捞的水产养殖的目标必须明确。如今，基于捕捞的水产养殖在很大程度上是一项包含了很多高价值品种的经济活动，不一定是生产基础性的低成本的海产品。因此，目前它并不是以实现捕捞鱼类的代替品为目标，而是一项独立的、提供生计的经济活动，或者说是一种接近并且控制日益紧缺的早期种苗资源的活动。只有在实践中经过有效的管理，它的目标才能实现。
- **管理：**只有当活动被确认、认可和记录的时候，管理和更好的实践才可能实现。基于捕捞的水产养殖需要通过监管来更好地了解它对目标和非目标（兼捕）物种的直接和间接影响。其他影响，比如渔具的影响已经得到了广泛的承认并且需要有效的管理。而管理计划需要考虑到资源平等使用与使用者之间的矛盾。此外，孵化养殖渔业甚至也将依赖从天然亲鱼那里得到基因更新，因此，野生种群也需要继续管理。最后，在基于捕捞的水产养殖管理后期（如金枪鱼），如果被捕捞的幼体大部分能成活到成体阶段，那么靠数量配额对鱼类的管理将具有更大的生物学意义，而不仅是目前所实施的按重量来配额。
- **从基于捕捞的水产养殖到孵化养殖渔业：**很明显并不是所有的基于捕捞的水产养殖最终都会走向孵化养殖渔业，未来这两种渔业混合的模式可能会持续很长时间。对很多物种来说，选择基于捕捞的水产养殖还是孵化养殖渔业，取决于经济因素和从基于捕捞的水产养殖转变到孵化养殖渔业是否具有经济和技术方面的问题，而且这个转变并不是必然的。可能人们并不希望所有的海水养殖都变成孵化养殖渔业模式，因为孵化养殖渔业将促使大企业掌握种苗供应的控制权，这对野生种苗的价格和种苗收集都会产生不利影响。因为混合模式可能是必然的也是最适合的，所以需要实事求是的认可和管理这两者之间的关系。
- **定义：**在实际中，定义方式和目标设定会深深影响基于捕捞的水产养殖的管理、认知和监测。最近出台的关于基于捕捞的水产养殖的条款帮助人们更好地了解基于捕捞的水产养殖，并且更容易讨论基于捕捞的水产养殖。然而，联合国粮农组织关于基于捕捞的水产养殖饲养的物种记

录有些不必要的复杂，有些甚至存在误导。我们提出了一个更简单、更具有代表性的定义，能够直接地反映出涉及野生资源的基于捕捞的水产养殖的性质。对于养殖生产的记录和报告，我们建议使用孵化和非孵化来区分种子的来源。非孵化来源可以细分为“成长”（卵、幼虫、生长早期阶段）和“育肥”（大量幼体的增长或养护直到零售时为止）。前者包括鱼类和无脊椎动物的贝苗、后期幼体和幼苗阶段，而后者包括大的幼鱼和刚长成的成体，例如石斑鱼和金枪鱼。其目的是为了区分在自然死亡率非常高的时期捕捞的种子和被捕捞之后自然死亡率逐渐下降至成体水平的种苗。凡是这两种非孵化生产的种苗都需要管理和监控。

- **养殖的物种**：为了解决基本的食物需求，早在数百年前已经开始使用基于捕捞的水产养殖模式养殖草食性和杂食性动物物种，像鲤、虱目鱼、乌鱼、鳗和罗非鱼，而昂贵奢侈的肉食性动物养殖在 20 世纪 40 年代之后才出现（Ling，1977；Beveridge and Little，2002）。如果基于捕捞的水产养殖的实施是为了确保食物安全，那么就不得不更加关注能够提供廉价食物的物种，而在捕捞和养殖中不再涉及那么多肉食性动物的问题。同样，基于捕捞的水产养殖的目标应当明确，例如我们为什么需要基于捕捞的水产养殖，以及我们如何使用它才能达到利益最大化。这些不同的目标，甚至有些是相互排斥的，这就需要一个权衡：种苗的供应可能会影响同一种群成鱼的渔业；昂贵的石斑鱼养殖所使用的池子意味着廉价的鱼类可能流离失所；在这两种状况下，廉价的群体都将遗失；大量的鱼类饲料捕捞可能会影响饲料品种的捕捞（其中很多廉价的幼鱼类被人类消费了），或者影响他们所属的生态系统。如果没有明确的原则和准则，以及对基于捕捞的水产养殖活动的约束和现实问题评估，那么这种养殖模式将不能实现其所能带来的潜在利益，更糟糕的是，可能会进一步危及海洋自然资源和人类社会的安全。

8 致谢

作者非常感谢一些提供信息和支持的人士，因为他们的帮助这篇报告才得以完成：刘金彪先生[中国福建省渔业管理局主任（退休）]，武玉山博士（越南 Can Tho 大学水产养殖和渔业学院），王汉深先生（中国福建省水产研究所），Maria Lourdes Cobo（Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas，Ecuador）和汪楚萍女士（中国香港大学生态学及生物多样性系）。同时也非常感谢日本政府（通过信托基金安排）为审查文件提供的资金支持，并感谢中国香港大学教育资助委员会刘敏博士的支持，以及太古海洋科学研究生和香港大学生态与生物多样性学院的后勤支持。

参考文献

Ahmed，M.，Magnayon-Umali，G. A.，Valmonte-Santos，R. A.，Toledo，J.，Lopez，N. & Torres，F. 2001. *Bangus Fry Resource Assessment in the Philippines*. ICLARM Technical Report 58. Manila，Philippines. 38 pp.

Allen，G. R. 1991. *Field Guide to the Freshwater Fishes of New Guinea*. Christensen Research Institute，Madang，Papua New Guinea. 147 pp.

Angell，C. A. 1992. *Report of the Seminar on Mud Crab Culture and Trade*. BOBP/REP/51. Bay of Bengal Programme，Madras，India. 246 pp.

Arcenal，J. M. M. 2004. Sustainable farming of spiny lobster in western Mindanao，Philippines. *In* K. C. Williams，ed. *Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region*. Proceedings of a workshop held at the Institute of Oceanography，Nha Trang，Viet Nam，July 2004，pp. 19－20. ACIAR Proceedings No. 120. Canberra，Australia. 73 pp.

Bagarinao，T. 1994. Systematics，distribution，genetics and life history of milkfish，*Chanos chanos*. *Environmental Biology of Fishes* 39（1）：23－41.

Bagarinao, T. 1998. Historical and current trends in milkfish farming in the Philippines. *In* S. S. De Silva, ed. *Tropical Mariculture*, pp. 381 - 422. Academic Press, USA.

Bagarinao, T. 1999. *Ecology and Farming of Milkfish*. SEAFDEC Aquaculture Department. Iloilo, the Philippines. 171 pp.

Bagarinao, T. U., Solis, N. B., Villaver, W. R. & Villaluz, A. C. 1986. *Important Fish and Shrimp Fry in Philippine Coastal Waters: Identification, Collection and Handling*. SEAFDEC Aquaculture Department. Iloilo, the Philippines. 51 pp.

Bell, J. D. 2004. Key issues for sustaining aquaculture production of the spiny lobster, *Panulirus ornatus*, in Viet Nam. *In* K. C. Williams, ed. *Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region*. Proceedings of a workshop held at the Institute of Oceanography, Nha Trang, Viet Nam, July 2004, pp. 59 - 62.

Beveridge, C. M. & Little, D. C. 2002. The history of aquaculture in traditional societies. *In* B. A. Costa-Pierce, ed. *Ecological Aquaculture: the Evolution of the Blue Revolution*, pp. 3 - 29. Blackwell Science, Oxford.

Beveridge, C. M., Ross, L. G., & Kelly, L. A. 1994. Aquaculture and biodiversity. *Ambio* 23: 497 -502.

Björnsson, B., Hugason, K. & Gunnarsson, V. I. 2005. *Cod Farming in Nordic Countries*. Summary of the main points from the conference held in Nordica Hotel, Reykjavik, 6 - 8 September 2005. 8 pp.

Boonyaratpalin, M., McCoy, E. W. & Chittapalapong, T. 1985. *Snakehead Culture and Its Socio-economics in Thailand*. NACA/WP/85/26. Bangkok, Thailand.

Booth, J., Davies, P. & Zane, C. 1999. Commercial scale collections of young rock lobster for aquaculture

Burton, C. A., MacMillan, J. T. & Learmouth, M. M. 2001. Shellfish ranching in the UK. *Hydrobiologia* 465: 1 - 5.

Chandrasekaran, V. A. & Natarajan, R. 1993. Mullet seed resources of Pichavaram mangrove, southeast coast of India. *Journal of the Marine Biological Association of India* 35 (1 - 2): 167 - 174.

Chen, J. X. 2004. Present status and prospects of sea cucumber industry in China. *In* A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J. F. Hamek & A. Mercier, eds. *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*, pp. 25 - 38. FAO Fisheries Technical Paper, No. 463. Rome, FAO.

Chen, Y. H., Lee, W. C., Chen, C. C., Chen, Y. & Liao, I. C. 2006. Impact of externality on the optimal production of eel (*Anguilla japonica*) aquaculture in Taiwan. *Aquaculture* 257: 18 - 29.

Chou, R. & Lee, H. B. 1997. Commercial marine fish farming in Singapore. *Aquaculture Research* 28: 767 - 776.

COM. 2005. *Proposal for a Council Regulation-establishing Measures for the Recovery of the Stock of European Eel*. COM 472 Final, 2005/0201 (CNS). Commission of the European Communities. 11 pp.

Conand, C. & Tuwo, A. 1996. Commercial holothurians in South Sulawesi, Indonesia: fisheries and mariculture. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 8: 17 - 21.

Costa-Pierce, B. A. 1987. Aquaculture in ancient Hawaii. *BioScience* 38 (5): 320 - 331.

Dao, M. S. 1999. Marine fish culture in Viet Nam. *In* A. S. Cabanban & M. Philips, eds. *The aqua-*

culture of Coral Reef Fishes. Proceedings of the workshop on aquaculture of coral reef fishes and sustainable reef fisheries 1996, pp. 144 - 152. Sabah, Malaysia.

Delmendo, M. N. 1989. *Bivalve Farming: an Alternative Economic Activity for Small-scale Coastal Fishermen in the ASEAN Region*. ASEAN/SF/89/Tech. 11. ASEAN/UNDP/ FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project. Manila, Philippines. 45 pp.

De Silva, S. S. 1998. Tropical mariculture: current status and prospects. *In* S. S. De Silva, ed. *Tropical Mariculture*, pp. 1? 16. Academic Press, USA.

Doherty, P. J., Dufour, V., Galzin, R., Hixon, M. A., Meekan, M. G. & Planes, S. 2004. High mortality during settlement is a population bottleneck for a tropical surgeonfish. *Ecology* 85 (9): 2422 - 2428.

Dolmer, P., Kristensen, T., Christiansen, M. L., Petersen, M. F., Kristensen, P. S. & Hoffmann, E. 2001. Short-term impact of blue mussel dredging (*Mytilus edulis L.*) on a benthic community. *Hydrobiologia* 465: 115 - 127.

Edwards, P., Little, D. C. & Yakupitiyage, A. 1997. A comparison of traditional and modified inland artisanal aquaculture systems. *Aquaculture Research* 28: 777 - 788.

Ellis, S. & Haws, M. 1999. *Producing Pearls Using the Black-lip Pearl Oyster* (*Pinctada margaritifera*). Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication No. 141.

Estudillo, C. B. & Duray, M. N. 2003. Transport of hatchery-reared and wild grouper larvae, *Epinephelus* sp. *Aquaculture* 219: 279 - 290.

FAL. 1986. Fisheries Act 1985 (No. 317 of 1985). FAL No. 35 (2): 49 - 82.

FAO. 1997a. *Review of the state of world aquaculture*. FAO Fisheries Circular. No. 886, Rev. 1. Rome, FAO. 163 pp.

FAO. 1997b. *Aquaculture Development*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5. Rome, FAO. 40 pp.

FAO. 2002. *The state of world fisheries and aquaculture* 2002. Rome, FAO. 150 pp.

FAO. 2004. *The state of world fisheries and aquaculture* 2004. Rome, FAO. 153 pp.

FAO. 2006. *Yearbook of fishery statistics* 2004. Aquaculture production, Vol. 98/2 (Fisheries series No. 73 and statistics series No. 191). Rome, FAO. 212 pp.

FAO. 2007. *The state of world fisheries and aquaculture* 2006. Rome, FAO. 162 p.

Fisheries (Riverine) Rules. 1990. Implements of Fisheries Act 1985 (No. 317 of 1985). Official Publication: 144 - 150.

Fishery Status Reports. 2005. Australia Government, Bureau of Rural Sciences.

Fishery Status Reports. 2006. Australia Government, Bureau of Rural Sciences.

Gardner, C., Frusher, S., Mills, D. & Oliver, M. 2006. Simultaneous enhancement of rock lobster fisheries and provision of puerulus for aquaculture. *Fisheries Research* 80 (1): 122 - 128.

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 1996. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana No. 223: 13 - 17.

Gervis, M. H. & Sims, N. A. 1992. *The Biology and Culture of Pearl Oysters* (Bivalvia: Pteriidae). ICLARM Studies and Reviews 21. 49 pp.

Glude, J. B. 1982. *The Potential for Seafarming in the Riau Archipelago District of Indonesia*. SCS/82/WP/110. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme. Manila, Philippines.

Hair, C., Bell, J. & Doherty, P. 2002. The use of wild-caught juveniles in coastal aquaculture and

its application to coral reef fishes. *In* R. R. Stickney & J. P. McVey, eds. *Responsible Marine Aquaculture*, *pp.* 327 – 353. CAB International, New York.

Hair, C., Warren, R., Tewaki, A., Haro, C. & Phillips, W. 2004. Catching and rearing postlarval cleaner shrimp for the aquarium trade: results from a WorldFish Center project on Solomon Islands. Naga WorldFish Center Quarterly, 27 (1/2): 42.

Heemstra, P. C. & Randall, J. E. 1993. *FAO Species Catalogue*. Vol. 16. *Groupers of the world* (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). *An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date*.

FAO Species Synopsis. No. 125, Vol. 16. Rome, FAO. 382 pp.

Hickman, R. W. 1989. *The Potential for Farming Green Mussels in the Federated States of Micronesia, Papua New Guinea, the Solomon Islands and Vanuatu*. GCP/RAS/116/JPN. South Pacific Aquaculture Development Project. Suva, Fiji.

Hickman, R. W. 1992. Chapter 10: Mussel cultivation. *In* E. Gosling, ed. *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*, pp. 465 – 510. Elsevier Science Publishers B. V., the Netherlands.

Hong, W. S. & Zhang, Q. Y. 2003. Review of captive bred species and fry production of marine fish in China. *Aquaculture* 227, 305 – 318.

Huang, G. M. 1998. *Practicable Grouper Aquaculture*. Fisheries Press, Taiwan. 87 pp.

Islam, M. M., Rahman, S. L., Halder, G. C., Mazid, M. A. & Mahmood, N. 1996. Extent of damage to different crustaceans and fin fishes in collecting *Penaeus monodon* (Fabricius) post-larvae in Satkhira coastal region. *Journal of the Marine Biological Association of India* 38 (1/2): 1 – 7.

Ivin, V. V., Kalashnikov, V. Z., Maslennikov, S. I. & Tarasov, V. G. 2006. Chapter 24: Scallops fisheries and aquaculture of northwestern Pacific, Russian Federation. *In* S. E. Shumway & G. J. Parsons, eds. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*, pp. 1163 – 1224. Elsevier B. V., the Netherlands.

Jeffs, A. G., Holland, R. C., Hooker, S. H. & Hayden, B. J. 1999. Overview and bibliography of research on the greenshell mussel, *Perna canaliculus*, from New Zealand waters. *Journal of Shellfish Research* 18 (2): 347 – 360.

Jia, J. S. & Chen, J. X. 2001. *Sea Farming and Sea Ranching in China*. FAO Fisheries Technical Paper No. 418. Rome, FAO. 71 pp.

Juinio-Menez, M. A. & Gotanco, R. R. 2004. Status of spiny lobster resources of the Philippines. *In* K. C. Williams, ed. *Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region*. Proceedings of a workshop held at the Institute of Oceanography, Nha Trang, Viet Nam, July 2004, pp. 3 – 6. ACIAR Proceedings No. 120. Canberra, Australia. 73 pp.

Keenan, C. P. & Blackshaw, A. 1999. *Mud Crab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings 78. Canberra. 216 pp.

Knights, B. 2003. A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. *The Science of the Total Environment* 310: 237 – 244.

Koenig, C. C. & Colin, P. L. 1999. Distribution, abundance and survival of juvenile gag grouper, *Mycteroperca microlepis* (Pisces: Serranidae), in seagrass beds of the northeastern Gulf of Mexico. *Proceedings of Gulf Caribbean Fisheries Institute* 45: 37 – 54.

Korringa, P. 1976a. *Farming the Flat Oysters of the Genus Ostrea*. Elsevier Scientific Publishing

Company, the Netherlands.

Korringa, P. 1976b. *Farming Marine Fishes and Shrimps*. Elsevier Scientific Publishing Company, the Netherlands.

Kosaka, Y. & Ito, H. 2006. Chapter 22: Japan. *In* S. E. Shumway & G. J. Parsons, eds. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*, pp. 1093 - 1141. Elsevier B. V., the Netherlands.

Kumagai, S., Bagarinao, T. & Unggui, A. 1980. *A Study on the Milkfish Fry Fishing Gears in Panay Island, Philippines*. Technical Report No. 6. SEAFDEC Aquaculture Department. Iloilo, Philippines. 35 pp.

Le Vay, L. 2001. Ecology and management of mud crab *Scylla* spp. *Asian Fisheries Science* 14: 101 - 111.

Liao, I. C., Su, H. M. & Chang, E. Y. 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture* 200: 1 - 31.

Lieng, S. & Hortle, K. G. 2005. Falling Vietnamese demand eases pressure on wild stock of catfish fry. *Catch and Culture* 11 (3): 7 - 9.

Ling, S. W. 1977. *Aquaculture in Southeast Asia: a Historical Overview*. University of Washington Press, USA.

Lovatelli, A. 1987. *Status of Scallop Farming: a Review of Techniques*. NACA - SF/ WP/87/1. 22 pp.

Lovatelli, A. 1988a. *Status of Mollusc Culture in Selected Asian Countries*. NACA - SF/WP/88/4.

Lovatelli, A. 1988b. *Status of Oyster Culture in Selected Asian Countries*. NACA - SF/WP/88/2. 96 pp.

Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamek, J. F. & Mercier, A. 2004. *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. FAO Fisheries Technical Paper, No. 463. Rome, FAO. 425 pp.

Lutz, R. A. 1980. *Mussel Culture and Harvest: a North American Perspective*. Elsevier Scientific Publishing Company, the Netherlands. 350 pp.

Major, P. F. 1978. Aspects of estuarine intertidal ecology of juvenile striped mullet, *Mugil cephalus*, in Hawaii. *Fishery Bulletin* 76 (2): 299 - 314.

Masuda, R. & Tsukamoto, K. 1998. Stock enhancement in Japan: review and perspective. *Bulletin of Marine Science* 62: 337 - 358.

MEDRAP/TR. 1985. *Mediterranean Regional Aquaculture Project-Marine Aquaculture Development in Egypt*. Tunis.

MEGAPESCA. 2001. *Marine Aquaculture in Egypt*. Megapesca Lda. 29 pp.

Minh, T. H., Yakupitiyage, A. & Macintosh, D. J. 2001. *Management of the Integrated Mangrove-aquaculture Farming Systems in the Mekong Delta of Viet Nam*. ITCZM Monograph No. 1. 24 pp.

Miyai, T., Aoyama, J., Sasai, S., Inoue, J. G., Miller, M. J. & Tsukamoto, K. 2004. Ecological aspects of the downstream migration of introduced European eels in the Uono River, Japan. *Environmental Biology of Fishes* 71: 105 - 114.

Mohan Joseph, M. 1998. Chapter 10: Mussel and oyster culture in the tropics. *In* S. S. De Silva, ed. *Tropical Mariculture*, pp. 309 - 360. Academic Press, London.

Mous, P. J., Sadovy, Y., Halim, A. & Pet, J. S. 2006. Capture for culture: artificial shelters for grouper collection in SE Asia. *Fish and Fisheries* 7: 58 - 72.

Munro, J. L. & Bell, J. D. 1997. Enhancement of marine fisheries resources. *Reviews in Fisheries Science* 5 (2): 185 - 222.

Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. & Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on wild fish supplies. *Nature* 405: 1017 - 1024.

National People's Congress Order. 1991. *Law on the Entry and Exit Animal and Plant Quarantine*. National People's Congress, Order No. 53. State Environmental Protection Administration, People's Republic of China.

Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World* (4th edition). John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.

Nlewadim, A. A. & Deekae, S. N. 1997. Collection of juvenile mullet species from a brackishwater tidal farm in Nigeria. *The ICLARM Quarterly* 20 (2): 19 - 20.

Norman, M., Román, G. & Strand, ф. 2006. Chapter 20: European aquaculture. *In* S. E. Shumway & G. J. Parsons, eds. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*, pp. 1059 - 1066. Elsevier B. V., the Netherlands.

Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M. B. 2004. *Capture-based Aquaculture. The Fattening of Eels, Groupers, Tunas and Yellowtails*. Rome, FAO. 308 pp.

Park, B. H., Park, M. S., Kim, B. Y., Hur, S. B. & Kim, S. J. 1988. *Culture of the Pacific Oyster (Crassostrea gigas) in the Republic of Korea*. Seafarming Development and Demonstration Project, RAS/86/024.

Parsons, G. J. & Robinson, S. M. C. 2006. Chapter 16: Sea scallop aquaculture in the northeast Atlantic. *In* S. E. Shumway & G. J. Parsons, eds. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*, pp 907 - 944. Elsevier B. V., the Netherlands.

Petersson, M. 2002. *Wild Shrimp Seed Collection of Penaeus monodon in Godavari Estuary, Andhra Pradesh, India*. Minor Field Study 74, Uppsala University, Sweden.

Phillips, B. F., Melville-Smith, R., Rossbach, M., Cheng, Y. W., Caputi, N., Thompson, A. W., Mills, D. & Crear, B. 2003. *FRDC Project* 1998/302 - *Rock Lobster Enhancement and Aquaculture Subprogram: Towards Establishing Techniques for Large Scale Harvesting of Pueruli and Obtaining a Better Understanding of Mortality Rates*. Fisheries research report No. 144, Department of Fisheries, Western Australia. 138 pp.

Phillips, M. J., Lin, C. K. & Beveridge, M. C. M. 1993. Shrimp culture and the environment: lessons from the world's most rapidly expanding warm water aquaculture sector. In *Environment and Aquaculture in Developing Countries*, pp. 171 - 198. ICLARM Conference, Manila, Philippines.

Pickett, G. D. & Pawson, M. G. 1994. *Sea bass: Biology, Exploitation and Conservation*. Chapman & Hall, London. 337 pp.

Ponia, B., Napara, T., Ellis, M. & Tuteru, R. 2000. Manihiki Atoll black pearl farm census and mapping survey. *SPC Pearl Oyster Information Bulletin* 14: 4 - 10.

Pullin, R. S. V. 1993. An overview of environmental issues in developing-country aquaculture. *In* R. S. V. Pullin, H. Rosenthal & J. L. Maclean, eds. *Environment and Aquaculture in Developing Countries*. ICLARM Conference Proceedings 31. Manila, Philippines. 359 pp.

Rimmer, M. A. 2006. *Regional Review on Existing Major Mariculture Species and Farming Technologies*. FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7 - 11 March 2006, Guangzhou, China.

Ringuet, S., Muto, F. & Raymakers, C. 2002. Eels: their harvest and trade in Europe and Asia. *TRAFFIC Bulletin* 19 (2): 81 - 106.

Rosenberry, R. 2000. World shrimp farming 2000. *Shrimp News International* 13: 1 - 324.

Sadek, S. 2000. Sea bream culture in Egypt; status, constraints and potential. *Fish Physiology and Biochemistry* 22: 171 - 178.

Sadek, S. & Mires, D. 2000. Capture of wild finfish fry in Mediterranean coastal areas and possible impact on aquaculture development and marine genetic resources. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 52 (2): 77 - 88.

Sadovy, Y. 2000. *Regional Survey of Fry/Fingerling Supply and Current Practices for Grouper Mariculture: Evaluating Current Status and Long-term Prospects for Grouper Mariculture in Southeast Asia*. Final Report to the Collaborative APEC Grouper Research and Development Network (FWG 01/99). 120 pp.

Sadovy, Y. & Pet, J. 1998. Wild collection of juveniles for grouper mariculture: just another capture fishery? *Live Reef Fish Information Bulletin* 4: 36 - 39.

Sadovy, Y. & Vincent, A. C. J. 2002. Chapter 18: Ecological issues and the trades in live reef fishes. *In* P. E. Sale, ed. *Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*, pp. 391 - 420. Academic Press, San Diego, USA.

Sadovy, Y., Kulbicki, M., Labrosse, P., Letourneur, Y., Lokani, P. & Donaldson, T. J. 2003. The humphead wrasse, *Cheilinus undulatus*: synopsis of a threatened and poorly known coral reef fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 13: 327 - 364.

Sadovy, Y., Punt, A. E., Cheung, W., Vasconcellos, M. & Suharti, S. 2007 (in review). *Stock Assessment Approach for the Napoleon Fish, Cheilinus undulatus, in Indonesia: a Tool for Quota-setting for Data-poor Fisheries Under CITES Appendix II Non-detriment Finding Requirement*. FAO Fisheries Circular No. 1023. Rome, FAO.

Sale, P. F. & Ferrell, D. J. 1988. Early survivorship of juvenile coral reef fishes. *Coral Reefs* 7: 117 -124.

SAPB. 2002. *Management Options for the Shrimp Fry Fishery: a Regional Stakeholder Workshop in Coxes Bazar*. Shrimp Action Plan for Bangladesh, Department of Fisheries, Bangladesh. 25 pp.

Scott, N. & Tai, M. 1998. Mussel farming: an expanding industry in Shetland. *North Atlantic Fisheries College, Fisheries Information Note* 1: 1 - 4.
(http: //www. enaca. org/modules/wfdownloads/singlefile. php? cid=71&lid=423).

Smaal, A. C. & Lucas, L. 2000. Regulation and monitoring of marine aquaculture in the Netherlands. *Journal of Applied Ichthyology* 16: 187 - 191.

Starkie, A. 2003. Management issues relating to the European eel, *Anguilla anguilla*. *Fisheries Management and Ecology* 10: 361 - 364.

Southgate, P. C. & Beer, A. C. 1997. Hatchery and early nursery culture of the black pearl oyster (*Pinctada margaritifera* L.). *Journal of Shellfish Research* 16 (2): 561 - 567.

Sugiyama, S., Staples, D. & Funge-Smith, S. J. 2004. *Status and Potential of Fisheries and Aquaculture in Asia and the Pacific*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. RAP Publication 2004/25. 53 pp.

Sutherland, I. 1996. Sea cucumber culture development on the west coast of Canada. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 8: 42 - 43.

TAFA. 1999—2004. *Aquaculture Strategic Research Plan*, 1999—2004. Tasmanian Fisheries and Aquaculture, Australia.

Tamaru, C. S., Tamaru, C. C. T., FitzGerald, W. J., Ako, H. & Sato, V. 2001. *Advances in the*

Culture of the Striped Mullet Mugil cephalus. World Aquaculture Society.

Tanaka, H. 1992. Sea cucumber culture in Japan. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 4: 18-20.

The Fisheries Secretariat. 2005. EU eel management (published: 15/11/2005, available http://www.fishsec.org/article.asp?CategoryID=1&ContextID=35). Stockholm, Sweden.

Thuy, N. T. B. & Ngoc, N. B. 2004. Current status and exploitation of wild spiny lobsters in Vietnamese waters. *In* K. C. Williams, ed. *Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region*. Proceedings of a workshop held at the Institute of Oceanography, Nha Trang, Viet Nam, July 2004, pp. 13-16. ACIAR Proceedings No. 120. Canberra, Australia. 73 pp.

Tiensongrusmee, B. & Pontjoprawiro, S. 1988a. *Cockle Culture*. INS/81/008/Manual/12.

Tiensongrusmee, B. & Pontjoprawiro, S. 1988b. *Sea Cucumber Culture: Potential and Prospects*. INS/81/008/Manual/14.

Tisdell, C. A. & Poirine, B. 2000. Socio-economics of pearl culture: industry changes and comparisons focusing on Australia and French Polynesia. *World Aquaculture* 31 (3): 30-60.

Tripathi, S. D. 1996. Present status of breeding and culture of catfishes in South Asia. *Aquatic Living Resources* 9: 219-228.

Trong, T. Q., Nguyan, V. H. & Griffiths, D. 2002. *Status of the* Pangasiid *Aquaculture in Viet Nam*. MRC Technical Paper 2. Phnom Penh. 16 pp.

Tseng, W. Y. 1983. Prospects for commercial netcage culture of red grouper. *Journal of World Mariculture Society* 14: 650-660.

Tseng, W. Y. & Ho, S. K. 1988. *The biology and culture of red grouper*. Chien Cheng Publisher, Kaohsiung, ROC.

Tuan, L. A., Nho, N. T. & Hambrey, J. 2000. Status of cage mariculture in Viet Nam. *In* I. C. Liao & C. K. Lin, eds. *Cage Aquaculture in Asia*. Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia, pp. 111-123. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, and World Aquaculture Society-Southeast Asian Chapter, Bangkok, Thailand.

Tuan, L. A., Nho, N. T. & Hambrey, J. 2001. Seed supply for grouper cage culture in Khanh Hoa, Viet Nam. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, 8: 33-36.

Tuwo, A. 2004. Status of sea cucumber fisheries and farming in Indonesia. *SPC Beche-demer Information Bulletin* 19: 5.

Tzeng, W. N. 1997. Short- and long-term fluctuations in catches of elvers of the Japanese eel, *Anguilla japonica*, in Taiwan. *In* D. A. Hancock, D. C. Smith, A. Grant & J. P. Beumer, eds. *Developing and Sustaining World Fisheries Resources, the State of Science and Management*, pp. 85-89. The 2nd World Fisheries Congress, CSIRO, Brisbane, Australia.

UNEP/MAP. 2004. *Mariculture in the Mediterranean*. United Nations Environment Programme. Mediterranean Action Plan. MAP Technical Reports Series No. 140. 50 pp.

Ungson, J. R. 1990. The fry fishery of Ilocos Norte, Philippines. *In* R. Hirano & I. Hanyu, eds. *The 2nd Asian Fisheries Forum*, pp. 777-780. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. 991 pp.

Uwate, K. R. 1988. *Viable Aquaculture Technologies in the Pacific Islands Region*. IPFC WPA/WP 18.

Uwate, K. R., Kunatuba, P., Raobati, B. & Tenakanai, C. 1984. *A review of Aquaculture Activities in the Pacific Islands Region*. Pacific Islands Development Program, East-West Center, Hon-

olulu, Hawaii.

Van Ginneken, V. J. T. & Maes, G. E. 2005. The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 15: 367 - 398.

Van Zalinge, N., Lieng, S., Ngor, P. B., Heng, K. & Valbo-Jørgensen, J. 2002. *Status of the Mekong* Pangasianodon hypophthalmus *Resources, with Special Reference to the Stock Shared Between Cambodia and Viet Nam*. MRC Technical Paper 1. Phnom Penh. 29 pp.

Virvilis, C. & Angelidis, P. 2006. Presence of the parasite *Marteilia* sp. in the flat oyster (*Ostrea edulis* L) in Greece. *Aquaculture* 259: 1 - 5.

Vita, R. & Marin, A. 2007. Environmental impact of capture-based bluefin tuna aquaculture on benthic communities in the western Mediterranean. *Aquaculture Research* 38: 331 - 339.

Von Brand, E., Merino, G. E., Abarca, A. & Stotz, W. 2006. Chapter 27: Scallop fishery and aquaculture in Chile. *In* S. E. Shumway & G. J. Parsons, eds. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*, pp. 1293 - 1314. Elsevier B. V., the Netherlands.

Wang, R. B. & Cheng, Y. 2004. Breeding and culture of the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 19: 16.

Wee, K. L. 1981. *Snakehead (Channa striatus) Farming in Thailand*. NACA/WP/81/3. Bangkok, Thailand.

Wilson, K. D. P. 1997. The Hong Kong marine fish culture industry-challenges for sustainable development. *In* B. W. Darvel, ed. *Proceedings of the 1st International Symposium of Marine Conservation in Hong Kong*, pp. 86 - 97.

Wirth, T. & Bernatchez, L. 2001. Genetic evidence against panmixia in the European eel. *Nature* 409: 1037 - 1039.

Wu, R. S. S. 1995. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. *Marine Pollution Bulletin* 31: 159 - 166.

Zheng, W. B. 1994. Chapter 10: Special types of aquaculture. *In* S. F. Li & J. Mathias, eds. *Freshwater Fish Culture in China: Principles and Practice*, pp. 347 - 385. Elsevier Science B. V., the Netherlands.

基于捕捞的水产养殖对社会和经济的影响

Robert Pomeroy
美国康涅狄格大学—艾富里学院
美国康涅狄格州
E-mail：Robert. Pomeroy@uconn. edu

Pomeroy, R. 2008. Social and economic impacts of capture-based aquaculture. In A. Lovatelli and P. F. Holthus (eds). Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome, pp. 41-66.

概　　述

该文献论述了基于捕捞的水产养殖对社会和经济的影响，特别是从野外采捕的幼年生活阶段的动物作为种苗，用于海洋和淡水中养殖。基于捕捞的水产养殖业需要考虑的问题和影响是捕捞渔业和基于捕捞的水产养殖的重叠。与全周期水产养殖相比，基于捕捞的水产养殖在社会和经济方面有优点也有缺点。在多数情况下，特别是在发展中国家，基于捕捞的水产养殖可以为大多数人提供收入和生计，否则可能会被从水产养殖中排除。然而，由于野生种群产量下降，它也可以导致冲突和社会效益的损失。市场一直是基于捕捞的水产养殖行业发展背后的驱动力，因为不同养殖品种的选择反映出本地及国际市场需求和消费者的口味和偏好。预期市场将继续推动在未来的发展。预计基于捕捞的水产养殖将在短期内继续扩大，无论是那些现在养殖的鳍鱼类还是非鳍鱼类的品种，以及可能在未来也会被选做水产养殖的其他品种。另外一些经济问题，包括成本和利润（私人和社会），市场渠道和外部因素。社会问题包括就业、生计、农村发展、产权、矛盾、技术、文化/传统、道德舆论和公众参与。扩张的主要制约因素是“种苗”的供应。野生种苗的供应量一直未能跟上农场日益增加的需求。捕捉野生种苗正在日益规范。重要的是找到一种方法培育整个生命周期的品种，并且这种方法在经济上是可行的。农民也将需要降低生产成本以满足不断变化的市场需求。未来任何基于捕捞的水产养殖的扩张也将需要处理好潜在的人为活动引起的对环境的破坏并在一个可持续发展的方式下自我调节。在任何情况下，都将会产生积极的和消极的社会和经济的影响，这将需要更有战略意义的管理。

绪论

水产养殖被视为一种解决方案和选择性方法满足当前和未来水产品需求。然而，许多水产养殖技术仍然需要相当大的改善，以便使它们可以更好的可持续发展并减少对野生鱼种类的依赖，以避免危害水生生物的栖息地（Naylor et al.，2000）。水产养殖可持续发展的主要制约因素包括对小型低价值的或者兼捕的鱼的持续依赖，俗称杂鱼饲料，对环境的影响比如营养物质排放到沿海水域。另一个限制因素是从野外捕获的在早期生活史阶段的（ELP）动物（例如附着阶段幼虫，鱼苗，小鱼和幼鱼）或者从野外捕捞然后再养殖到适合于市场大小的“种苗”（Mous et al，2006）。持续地获得鱼苗和幼鱼是水产养殖发展一个重要的制约因素。这种做法被称为“基于捕捞的水产养殖”，以便解决捕捞渔业和水产养殖之间的重叠问题（Ottolenghi et al.，2004）。在联合国粮农组织的统计报告中将这一行为作为水产养殖而不是捕捞渔业，即使它依赖于从野外捕捞的鱼苗而不是孵化场中孵化的鱼苗。

基于捕捞的水产养殖的形成应归咎于市场对一些具有高价值物种的需求，其生长周期现在还不能满足当前的商业规模。此外，许多养殖品种的孵化生产仍远远低于需求，孵化生产受制于孵化幼虫低并且不稳定的成活率。从野生环境中捕获的许多养殖品种的鱼苗和鱼种供应量下降，这种下降的主要原因可能是过度捕捞、栖息地的破坏、毁灭性的捕鱼行为、污染、高出口的需求和捕获鱼苗的高死亡率。基于捕捞的水产养殖的例子包括澳大利亚、日本、加拿大、西班牙、墨西哥、克罗地亚、意大利、马耳他、摩洛哥和土耳其的金枪鱼（金枪鱼属）；菲律宾、斯里兰卡和印度尼西亚虱目鱼（*Chanos chanos*）；亚洲、欧洲、北美以及澳大利亚的鳗（鳗属）；亚洲的石斑鱼（石斑鱼属）；用于海洋水族馆贸易的附着阶段的珊瑚鱼（Ahmed et al.，2001；Hair，Belland Doherty，2002；Ringuet，Muto and Raymakers，2002；Phillips，Melville－Smith and Cheng，2003；Miyake，Miyabe and Nakono，2004；Ottolenghi et al.，2004；Mous et al.，2006）。

本文旨在评估基于捕捞的水产养殖的社会和经济影响，特别是从野外捕获的生命早期阶段的动物作为种苗用于海洋和淡水养殖。基于捕捞的水产养殖业需要强调和注意的是捕捞渔业和水产养殖的重叠。市场一直是基于捕捞的水产养殖行业发展背后的驱动力，因为不同物种养殖的选择，反映出本地及国际市场需求和消费者的口味偏好。另外一些经济问题，包括成本和利润（私人和社会），市场渠道和外部因素。社会问题包括就业、生计、农村发展、产权、矛盾、技术、文化/传统、道德舆论和公众参与。本文将对这些问题及其影响进行探讨。

1 基于捕捞的水产养殖在水产中的作用

被称为基于捕捞的水产养殖的水产系统具有不同的特点，其技术取决于不同的地区和品种。这种水产养殖的实施是随着需求和技术变化不断地发展和改进的。

1.1 基于捕捞的水产养殖中野生鱼苗的使用

利用从野外捕获的鱼苗进行水产养殖，在全球范围内用于各种海洋和淡水品种的养殖。由于缺乏报告和统计，这种养殖的规模或者淡水和海水环境下水产养殖的比重是非常难于估计的，这种水产养殖依赖于从野外捕捞早期生命阶段的动物。联合国粮农组织（2006）估计，20％的海水养殖生产来自于基于捕捞的水产养殖，价值 17 亿美元。许多淡水鱼的养殖也部分或完全依靠野生种苗，因为孵化种苗的供应不足以满足需求，或者是因为孵化场所孵出的种苗的质量不如从野外捕获的种苗。基于捕捞的淡水水产养殖的生产目前还缺乏相应的估测。报告显示由于野生种苗的供应逐渐降低，随着技术的提高有许多品种越来越多地使用人工培养的种苗。然而，缺乏一个稳定的野生种苗供应已明显地制约了许多水产养殖品种的进一步扩大和发展。由于水产养殖中由于种苗供应从野生捕捞到孵化生产不断变化的性质，提高了准确估计水产养殖对野生捕捞的种苗依赖性和复杂性。

虽然基于捕捞的水产养殖规模的准确数字不详，但大量来自世界各地的论文和报告，可以提供单个品种的估测，显示水产养殖继续依赖于野生捕获种苗。据报道，对于一些淡水鱼种来说，例如柬埔寨杂食性的河鲶（*Pangasaianodon hypophthalmus*）和肉食性的巨鲶（*Channa micropeltes*），所有的鱼卵都是从野外捕获的（APFIC，2005）。在菲律宾，虽然人工孵化鱼苗正成为虱目鱼鱼苗越来越重要的来源，Ahmed 等（2001）估计孵化鱼苗只能满足需求量的 15％～20％。虽然许多（无脊椎）双壳贝类品种通常是孵化生产的，但野生卵的捕捞量往往使得孵化卵的量相形见绌（Hair，Bell and Doherty，2002）。据估计，高达 95％的贻贝（贻贝科）贝苗是从野外捕捞的；15％～20％的食用牡蛎（牡蛎科）苗从野外捕捞；野外捕捞大约 50％的扇贝（扇贝科）。亚洲龙虾的生产［主要是锦绣龙虾（*Panulirus ornatus*）］（中国、印度、马来西亚、缅甸、菲律宾、新加坡、泰国、越南）主要是基于野生捕捞幼苗（Hair，Bell and Doherty，2002；Tuan and Hambrey，2000）。虽然已经有人工孵化石斑鱼供应，但从野外捕捞鱼卵仍然是亚洲这些品种水产养殖的主要来源（Sadovy and Vincent，2002）。1/2 到 2/3 的石斑鱼地区供应来自野生捕获的成鱼。野生捕捞的石斑鱼主要来源是菲律宾、

印度尼西亚、泰国和马来西亚。此外，澳大利亚、越南、缅甸、巴布亚新几内亚和中国也供应野生捕获的石斑鱼。新的来源地包括在印度洋-太平洋地区的偏远岛屿，如密克罗尼西亚（联邦）、马尔代夫、所罗门群岛、斐济和基里巴斯（Pomeroy，Parks and Balboa，2006）。在越南，巨大的淡水对虾罗氏沼虾（*Macrobrachium rosenbergii*），产于当地的湄公河三角洲，逐渐成为一个日益重要的养殖品种。该品种的养殖，特别是在稻田里的养殖，主要利用野生捕捞鱼卵，这些捕捞鱼卵来自河流和其他一些淡水水体（Phuong et al.，2006）。在越南养殖的虾虎鱼鱼卵主要来源于野外捕捞（Phillips，2002）。虽然没有用做食品，但是一些国家观赏鱼的养殖是世界范围内水产养殖业的一个重要的组成部分。水产养殖的观赏鱼大多数是淡水物种。大约 90％的淡水观赏鱼都是人工养殖的（Bartley，2000）。虽然海洋观赏鱼类可以获取更高的价格，他们人工繁殖和培养却没有那么先进。在宠物行业的交易中，800 种海洋物种中只有 100 种是常规的圈养繁殖，其中 21 种具有商业上的可行性。可以看出，许多重要的养殖品种仍然依赖于野生生物作为种苗。

1.2 基于捕捞的水产养殖的历史展望

不同的物种群体和水产养殖系统是从以采捕妊娠期雌性或者野生捕捉的鱼卵演化而来的，它表明了收获发生在生命历史阶段中的浮游（附着以前）后幼体期到大幼苗期。对于许多物种和养殖系统来说，这个历史性的进化正在改变，然而，因为野外鱼卵的产量常常难以为继，无法支持更高的生产需求，孵化场已可以生产并提供更多、更高质量、更便宜的鱼卵。在许多情况下，由于孵化技术的科技进步，它已经取代了基于捕捞的水产养殖作为鱼卵的一个来源。下面的讨论中突出了发生在许多曾经完全依靠野生捕获种苗的水产养殖的历史性和技术性的改变。

在越南，1997 年之前，博氏鲶鱼苗的供给都依赖于野生鱼卵。近期鲶养殖取得的成功（水晶巴丁鱼）促使更多的农民开始孵化饲养鲶。在 2004 年生产了大约 30 亿尾鱼苗。鱼苗的高季节性需求导致供给不足。从 2003 年年底到 2005 年初，鱼苗的价格增加了两倍。值得关注的是，在孵卵场种鱼的多重养殖导致鱼种鱼卵的低质量（Sinh，2005）。由于对后期幼体的需求上升，目前在湄公河三角洲一带，越来越多的虾来自孵化场。这是否是因为野生供应的减少，或者是需求高，或者两者皆有，是不为人知的。在有限的信息中，似乎没有证据表明幼鱼的采捕是一种浪费资源的使用，虽然其他鱼种在这个过程中被抛弃（Phillips，2002）。

种苗的采捕，特别是虾卵，包含了一些重要的鱼幼体和甲壳类动物的兼捕，而这些鱼幼体会被抛弃，进一步破坏了野生种群。Larsson、Folke 和 Kautsky（1994）估算在 1990 年哥伦比亚虾养殖场需要 872～2 300 千米^2 的红树林来提供幼体后期的养殖，占国家红树林面积的 20％～50％。对此，常常靠外部援助支持的国营孵化场是为了给新兴的水产养殖业供应种子而建立的。然而，在许多情况下这些孵化场往往管理不善，生产鱼卵数量低并且质量差；此外，生产周期往往与农民的需求不相匹配，鱼卵的及时发放也成为问题（Bunting，2006）。

在孟加拉国，20 世纪 80 年代中期以后，随着养虾业迅速扩张，虾苗需求增加。根据孟加拉国渔业部的统计，沿着 710 千米长的沿海虾苗收集区域，共有 12 个沿海区的 40 个分区域（DOF，2004）。鱼苗渔业捕捞压力的增加一直被认为是由于母虾的丰富性和分布逐渐下降，这对沿海和海洋渔业的生产力造成了严重的破坏。此外，在虾苗捕捞期间，兼捕了大量虾以及非目标鱼类的卵、幼虫和幼鱼。这些渔业的过度捕捞已经发生到一定的程度，对于家庭渔业捕鱼已不再是有利可图的。在以上 3 个渔业捕捞区，特别是对虾（Penaeid shrimp）种群过度捕捞，但是幼苗捕捞估计约有 90％的斑节对虾（*Panaeus monodon*）。

在东南亚地区，泥蟹养殖已经实施很多年，主要是利用野外幼蟹的捕捞和育肥。由于泥蟹的需求未满足，导致了在许多地区的泥蟹过度捕捞。从野外捕捞幼蟹进行养殖的困难，加上进一步过度捕捞的关注，促使投资主要集中在研究孵化技术上。4 种泥蟹（锯缘青蟹、拟穴青蟹、紫螯青蟹、红脚蟹）中，研究的孵化技术是锯缘青蟹和拟穴青蟹（Allen and Fielder，2003）。

在柬埔寨，可能是一个多世纪前，传统的笼养开始作为一个与渔业结合的行业，而不是与农业结合。随后就传播到泰国、越南，最近也传播到了老挝人民民主共和国。虽然在旧文献中有提到是属于泰国本土的，先前是属于暹罗，现在是属于柬埔寨的暹粒（Siem Riep）省。该地区发展传统的集中型笼养与渔民的“房船”相结合，货舱装满水用于存放和运输捕捞的渔产品。最初，它是完全依赖于野生鱼类，既作为鱼卵又可以为饲料。笼养泥鳖的农民，特别是小规模的养殖，也可能是渔民，他们自己捕捞种苗和饲料，这种结合是一种生计水平上的结合（So et al.，2005）。在柬埔寨，笼养系统最重要的鱼类品种是完全食肉性的乌鳢［小盾鳢（*Channa micropeltes*）］。笼养的蛇头鱼鱼卵的供给主要依赖于季节性野生鱼卵捕捞，利用捞网在大湖洪泛区捕捞（So et al.，2005）。在过去的 10 年，柬埔寨的池塘养殖已逐步发展起来。两种主要的鱼种，杂食性的河鲶（*Pangasaianodon hypophthalmus*）和肉食性杂交鲶［胡鲶（*Clarias batrachus*）和尖齿胡鲶（*Claria gariepinus*）］都是在池塘中放养。野生河鲶的鱼卵是由农民和渔民利用捕鱼器、网袋或者袋网，在大湖、洞里萨湖、湄公河和巴塞河以及其他小规模的渔场捕捞而来；然而孵化杂交鲶鱼卵是从越南进口的（So et al.，2005）。

Ahmed 等（2001）报道的一项关于菲律宾虱目鱼鱼苗的评估结果表明，在鱼苗采捕者之间有一种强烈的感知，那就是从自然中获得的虱目鱼鱼苗的数量正在下降。给出下降的原因是：污染、沿海栖息地消失或者退化、渔业资源的过度开发和虱目鱼种群的下降。根据一年的捕捞监测数据研究表明，与过去同一地点历史数据相比较，旺季和淡季期间捕捞量均有下降的趋势。另一方面，Ahmed 等（2001）发现近年来有迹象显示，对鱼苗的需求呈增长态势。这主要归功于两大因素：第一个是从传统的或者粗放的养殖系统转变成半集中和集中或高密度养殖系统。第二个是从虾养殖转变成虱目鱼养殖。这种转变是由于虾养殖业的衰败。研究结果表明，从野外捕获鱼苗具有较高的季节性，它的丰富性随着时间和空间的变化而波动。自然供给无法满足养殖全年需求，即使生产者利用各种机制（如延缓鱼苗生长或者其生产周期），也无法弥补在鱼苗供应方面的缺口。这表明需要制定一个用来监测天然鱼苗资源的框架和促使地方更多地参与鱼苗收集活动的管理机制。孵化场被视为一个日益重要的能为虱目鱼养殖供应鱼苗的来源。随着野生供应的鱼苗在不断减少，孵化场正在改进鱼苗和小鱼的生产技术。这可能意味着会给鱼苗采捕带来竞争。然而对于大多数虱目鱼生产者来说，野生捕捞的鱼苗是比孵化场孵化饲养的鱼苗具有更高的价值，因此野生捕获的鱼苗仍然有好的市场前景。

食用珊瑚礁活鱼贸易（LRFF），主要包括石斑鱼（鲈科）、隆头鱼（隆头鱼科）和笛鲷（笛鲷科），主要在亚洲销售活鱼供餐馆和市场消费。供应的鱼类是按照市场规格捕捉的鱼，全循环海水养殖鱼类，野生鱼卵养殖出来的鱼。目前食用珊瑚礁活鱼贸易中大多数活鱼由于从野外捕捞的供应有限而改为全循环海水养殖。据估计，每年发生数十亿野生育苗的贸易供应给人工养殖，这些贸易主要来自泰国、菲律宾和印度尼西亚。食用珊瑚礁活鱼贸易中仅仅只有一小部分品种是可以孵化培育的，几种重要的品种仍然来自野外捕捞。后者包括珊瑚鳟、鳃棘鲈、宝石石斑鱼、杉斑、清水石斑鱼、淡水苏眉鱼、波纹唇鱼（Sadovy，Donaldson and Graham，2003；Pomeroy，2007）。

在亚洲以鲤为基础的水产养殖占据了内陆养殖市场，在过去野生鱼卵的供应往往倾向于邻近河流地区。这也许可以解释为鱼苗的生产主要集中趋向于靠近河流的地方，在这些地方捕捞鱼苗。现代孵化技术的发展和采用以及其他品种已经开始改变鱼苗供应的性质，但是私营企业的孵化场和养殖场依旧保持集中模式（Edwards，Little and Demaine，2002）。

新的观赏淡水鱼品种的培养方法以及海洋品种养殖的改进一直是研究兴趣所在。在观赏性海洋生物贸易中被关注的是规格大小的选择和性别的选择。对许多物种来说，幼鱼和亚成鱼相比于成鱼来说，着色程度仍为人们所喜欢，它们更适合家庭水族箱的大小（Job，2005）。观赏鱼和无脊椎动物的养殖是目前公认的可以作为一个可行的替代捕捞大量野生品种的方法。目前，许多地方限制捕捞鱼类的数量或者品种的数量，或者两者兼而有之。破坏性的捕获做法拥有长久的历史，同时在捕捞之后养殖状况差，已经损坏珊瑚礁石的长期健康，随后对收获动物的潜力和相关经济效益产生负面影响。养殖可以帮助维持观赏鱼业，修复受到过度捕捞和影响的野生种群，并将未来利用冲突降低到最低。此

外，来自环保部门和政府对野生生物捕捞限制越来越多的压力，使得水产养殖成为唯一的满足市场对产品需求的手段（Tlusty，2002）。

2 社会影响

在许多情况下，尤其是在发展中国家，因为捕捞幼鱼并销售给养殖者，为其他情况下不能参与水产养殖的人群提供工作机会和收入，采捕和养殖幼鱼比以孵卵为基础的水产养殖有更多的社会经济效益。在那些先进技术和高成本孵化有限的地方，这显得尤其重要。此外，基于捕捞的水产养殖业可以支持农村发展、提供或者补充收入，尤其是对妇女和儿童来说。捕捞渔业产业也要有一个强大的合作关系。

Ogburn 和 Johannes（1999）报告了在菲律宾收集石斑鱼幼鱼的正面影响，由于那里几乎没人实行具有破坏性的捕鱼方法，使那里野外捕捞成鱼和虾的压力下降，否则会导致过度捕捞（Johannes and Riepen，1995；Birkland，1997）。Tisdell 和 Poirine（2000）报告表明，在法国波利尼西亚群岛上 1/4 家庭从事珍珠行业谋生，向较大农场出售贝卵。这种对野生贝苗的依靠导致开始保护成年贝类，以确保牡蛎的持续供应，在太平洋的其他国家提供了一种模式，这些地方已经开始保护珠母贝野生种苗，为建设他们自己的珍珠产量铺平道路（Friedman，1999）。印度尼西亚苏门答腊岛东北部的一个穆斯林社区的经济回报意味着现在他们的成员能够去麦加朝圣，多亏了石斑鱼产业的利润（Ottolenghi et al.，2004）。Hair 等（2002）认为，为了应对麦卡利斯特（1999）关注的当地水产养殖业剥夺他们的生计，在养殖该国家能够捕捞到的动物的情况下，野生幼鱼的捕捞和养殖应该实际上增加了获得收入的机会。

基于捕捞的水产养殖一般位于农村地区，并为农村经济作出了巨大的贡献。基于捕捞的水产养殖会通过就业、更多元化的家庭经营方式、小型企业的发展、商品和服务的购买、收入和食品安全以及外汇的增加，显著提高经济乘数。这对萧条经济、边际经济和有限的就业机会来说是更真实的，比如发生在澳大利亚林肯港湾附近的金枪鱼水产养殖（Ottolenghi et al.，2004）。随着捕鱼机会的不断减少，对现有劳力来说，另一个与渔业有关的行业是一个受欢迎的可选择的方式。开发新技术用于水产养殖，例如捕捞和处理金枪鱼的专业化潜水器。除了野生鱼卵的实际捕捞外，在水产养殖生产和销售中也创造了工作机会。许多渔民已成为水产养殖活动中积极参与的伙伴，无论是作为水产养殖投入的供应商或是作为农民。

另一方面，幼鱼的捕捞和养殖也给以孵化为基础的水产养殖业带来若干社会经济弊端。基于捕捞的水产养殖采用不适当的技术和技能，使用者利用非可持续性技术捕捞野生种苗提供给农民。其他的影响可能包括穷人不能参与（由于身体原因不能参与），或者影响了野生鱼卵的捕获和水产养殖生产的益处；精英和/或政治上强大的部门对资源的不合理分配；冲突和暴力。

野生鱼苗的使用，对捕捞渔业的鱼类捕捞和捕捞地区的生物多样性造成压力。有鱼子的雌性虾和后期幼虫的捕捞可能对生物多样性带来负面影响，从而导致鱼类种群的下降。这种生态衰退同样会导致社会动荡。Epler（1992）指出在厄瓜多尔渔民认为捕捉虾苗所使用的方法因为兼捕而对鳍鱼类和甲壳类渔业产生负面影响。Cruz（1992）指出在墨西哥沿海社区这种冲突会威胁到社区成员之间的关系。在所罗门群岛，食用珊瑚礁活鱼（LRFF）贸易给社区成员所带来的关注度最高的 3 个问题分别是：公司支付的价格低廉（价格等于，或者略高于死鱼的价格）；幼鱼兼捕和捕获后的死亡率造成的鱼类浪费（由于数量大和有限的消费和/或贮藏能力，或者由于捕鱼点离村庄比较遥远，兼捕鱼类和死亡的目标鱼类不能完全地为村庄所使用，食品资源被浪费，特别是在偏远地区，这已经众所周知）；对聚集产卵的地方定位的关注（特别是与所有权和使用权的纠纷有关）（Sadovy，Donaldson and Graham，2003）。

Haylor 和 Bland（2001）报道了很多与在农村发展中水产养殖业有关的负面后果，这些负面后果都与一个薄弱的制度框架有关。这些薄弱的制度包括部门之间的协调性差和连贯性差（如渔业部负责

水产养殖和环境部负责环境保护）；不明晰的法令；不够清晰的公共/私营部门的责任；租期，财产和用户权利的不确定性；监管制度和执法能力弱；寻租；沟通策略无效；主要利益相关者很少参与。如果没有某种形式的干预，短期经济问题主导环境和社会问题。因此，需要有一个强有力水产养殖发展的战略规划，而不是消极被动和不协调的战略规划。还需要公共和私营部门之间的合作来解决这个薄弱的制度框架。

如同菲律宾“*suki*”资助关系和马来西亚“*bertaukeh*”一样，野生鱼苗的采捕者、买家和中间人之间的销售和信贷关系，可以影响到收获模式、买卖行为，并迫使鱼苗收集者采用不可持续的做法（Pomeroy and Trinidad，1995）。收集者可能在一些地区过度捕捞以偿还大量贷款，听命于他人出售鱼卵，或者受到出售低价鱼卵的剥削。这种资助能有助于进一步促进寡头买主垄断市场结构，其中每几个买家对市场持续施加不成比例的影响力。关于食用珊瑚礁活鱼（LRFF）贸易，Sadovy、Donaldson 和 Graham（2003）指出虽然渔民可以在短期获得收入，在许多情况下，他们最终负债或者要求以一种与当地做法和习惯不相容的渔业方式进行捕鱼。

收集野生鱼卵的水域通常经常被认为是对外开放的。这些水域为本地用户提供多种社会、经济和环境的物资和服务。野生鱼卵的捕捞并不总是对社会有益的事情，因为兼捕的高浪费和经济利益分散，并能导致用户间各种各样的冲突。它也可能威胁到传统的海洋制度的安排和社会文化实践和规范。贪污和强制也可能会增加。鱼卵捕捞特许，像菲律宾，使得资源私有化和被特定用户限制了使用。在印度尼西亚卡伊群岛，由于外来捕捞者进入捕捞石斑鱼，在当地渔民和外来渔民之间很快产生了冲突。这些冲突部分是由于意识到使用氰化物损坏珊瑚，但是可能更大的原因是村民认为外面的经营者违反了当地的使用权限。随着行业发展的成熟，社区内的冲突和紧张日趋激烈——渔夫反对渔夫，家庭反对家庭——包括在捕鱼区捕捞权利和使用捕捞方法（Sadovy，Donaldson and Graham，2003）。冲突可以发生在收集者和其他资源使用者之间，例如渔民和旅游业。这样会造成潜在的收入机会的丢失，例如潜水和其他与旅游有关的活动，同时还会造成生物多样性的丧失和栖息地的破坏。冲突的类型和过度开采野生鱼卵的影响可能是不可预知，并且具有地点和品种专一性。

例如，曾经为小型捕捞渔民单独利用的海洋资源，能够通过基于捕捞的水产养殖对当地和迁徙来的野生鱼卵捕捞者开放。Epleer（1992）指出，后期幼体虾的需求导致了一些与用户冲突非直接相关的社会问题。沿海社区后期幼体捕捞者季节性大量涌入，使得渔民没有资源来应付那么多的新渔民。他们缺乏充足的卫生、教育和医疗设施，并抱怨海滩和棚户区的肮脏。这些社区的经济收益是微乎其微的，因为与虾水产养殖有关的财富回报给了短期捕捞的渔民或者出口到了其他国家。在百慕大群岛，捕鱼和基于捕捞的水产养殖行业想要增加鱼类的数量允许他们捕捞，以满足当地需求并增加市场份额和收入。然而，旅游业想要减少捕捞配额，因为它需要一个繁荣的水体生物供游客欣赏。到了 19 世纪 80 年代，石斑鱼的储存下降，使旅游占了上风（Ottolenghi et al.，2004）。

Padilla 等（2003）进行了一项社区和社会影响的评估，以确定活珊瑚捕捞业和社会事物和问题之间的关系。他们发现在菲律宾卡拉棉（Calamianes）群岛食用珊瑚礁活鱼贸易当前的状态具有社会不可持续发展性。在渔民，包括本地和外来渔民，由于对生态环境的破坏导致更大的资源竞争。渔民不尊重管理资源的当地政府和国家机构，并视其为无效。当地政府被认为由官员利益控制，由地方财政和政治精英控制。巴朗基当地政府被认为比市级或省级政府具有更重要的和潜在的相关性。渔民几乎没有尊重他们在整体决策中的作用，并很少考虑到在食用珊瑚礁活鱼贸易中与当地政府部门的关系。大多数渔民认为只有当地金融精英有能力作出决策。渔民对于经纪人和投资人的钱有着高度的依赖性，这就导致了利益分配时的不公平。食用珊瑚礁活鱼渔业在卡拉棉群岛的大部分社区已成为主要的经济活动。安排的依赖性，利益分配的不公，日益严重的粮食安全威胁，在社区使用基本服务的限制以及社会经济文化弱凝聚力导致了显著的社会不稳定性。

研究给出几个个案，进一步阐明基于捕捞的水产养殖的社会优势和劣势。

2.1 案例研究：菲律宾虱目鱼鱼苗的采捕者

在菲律宾，进行了两项虱目鱼鱼苗收集的研究。一个是在 20 世纪 80 年代初实施的（Chong，Smith and Lizarondo，1982），另一个是在 20 世纪 90 年代末进行的（Ahmed et al.，2001）。这些报告简要描述了虱目鱼鱼卵捕捞者和捕捞实践。

Chong、Smith 和 Lizarondo（1982）发现有许多种不同的被动或主动过滤方法用来采捕鱼苗，这些方法从简单的、儿童能够轻易使用的剪刀式抄网，一直到更为复杂的、要用一只电动船操作的平铺式渔网。到目前为止采捕者最常用的方法是 SAGAP，一种高达 5 米长的拖地围网。采捕者以团队的形式工作，团队组成根据工具使用来决定。SAGAP 需要两名成员使用渔网，第三个成员从渔网中抓鳝储存到岸上的水洼中，并清理天敌和其他有害物种。SAKAG 或 HADHUD 和清扫机的优点在于他们可以很容易被单个采捕者所使用。推进式渔网主要是用灯笼在夜间使用，两个采捕者通过竹竿的驱动来采捕超过水下 3 米的鱼类。鱼苗从渔网捞到一个白瓷盆中，在这种背景下几乎透明的小鱼眼都可以清楚地看到。暂时储存在海滩上的鱼苗或者交货给特许经销商，计算数量后采捕者能够得到一天捕捞的报酬，或者储存后由采捕者销售。计算鱼苗由一个两名成员组成的团队完成。虽然鱼苗被暂时存放在泥罐或塑料盆里，但依旧要清理并丢弃那些具有掠夺性和竞争性的品种。不需要的鱼类最常被丢弃在海滩上而不是放归大海。每日捕捞的收入通常是由平分给团队的成员，额外的份额分给工具所有者。大部分的采捕者都是兼职做渔民，鱼苗采集的收入仅仅占家庭总收入的 22%。相对于鱼苗的贸易商和经销商，参与鱼苗采集次级部门的回报率是最低的，而有成千上万的鱼苗采捕者加入了鱼苗采集次级部门。鱼苗采捕的低回报部分反映出缺乏其他创收机会，以及对特许鱼苗价格的影响。由于限制采捕者只能出售给特许经营者，采捕者卖出的价格比实际市场价要低，如果可以自由进行鱼苗捕捞，他们就可以在开放的市场自由出售鱼苗。解决这一难题的方案之一是鼓励形成被授予特许经营权的采捕合作社，可以减少费用，而在这种情况下，获得的利润包括原先的属于特许经营者的利润加上一份资源的租金。

Ahmed 等（2001）发现鱼苗的采捕已成为大部分受访者的传统家庭活动。他们通过邻居和朋友的影响而加入鱼苗采捕的工作中。他们看到鱼苗捕捞可以作为一个利润丰厚的额外收入来源，以补充他们从其他方面的收入（即捕鱼）。除了鱼苗采捕外，受访者也从事捕鱼、出售鱼苗、每天劳动、手工制作和耕作。大约 65%受访者参与了捕鱼行业。尽管报道称野外鱼苗稀缺，但 97%的受访者不打算停止参与鱼苗的采集。这大概是因为鱼苗捕捞需要非常少的投资就可以获得收入。在鱼苗需求的旺季，采捕鱼苗的平均月收入大约是 90 美元。在淡季，月平均收入约为 10 美元。

菲律宾的虱目鱼鱼苗基本上是一个开放的采捕资源。国家政府允许当地的沿海城市“独家垄断”（仅限于一个买家）授予特许经销商鱼苗首次购买专营权。这些特许一般都是通过公开招标程序授予的。但是，由于收集者要销售给指定的特许经销商，因此鱼苗收集不限定任何一种方式。特许经营者对采捕鱼苗有两种选择：①按日薪雇佣鱼苗采捕者，②允许鱼苗采捕者使用特许的场地，但是捕鱼总量的 2/3 给特许经营者，剩余的 1/3 归鱼苗采捕者。有些特许经销商需要鱼苗采捕者低于当时的市场价格出售所采捕的鱼苗。来自特许经营牌照费的收入可以直接给予当地政府。因为可以搜集鱼苗的地区绝大多数都是在农村，有鱼苗地区的市从其他资源所获得的收入十分有限。和其他市政收入的部分相比，拥有高价值的特许权导致了绝大多数城镇的鱼苗地区是在特许经营牌照费的管理下运作的。如果能够遵守政府区域间装运鱼苗所需发票的要求，特许经营者可以自由处置他们的鱼苗（Chong，Smith and Lizarondo，1982；Ahmed et al.，2001）。

在短期内特许权的安排对风险发生率有主要的影响。因为特许权年度招标是在鱼苗捕捞季节开始之前举行的，渔获不佳的风险（好的年景是暴利）完全由政府系统转嫁到获得特许的企业。当然，从长远来看，具有前瞻性的特许经营者会在竞标之前考虑这些风险和暴利。由于市政当局为每一个鱼苗场地或鱼苗区选择单个实体，由于收集的困难造成的市政府收入损失的风险也大大减少。特许权授予

系统还鼓励发展新鱼苗的场地，市政局通过1～3年的专营合同保护经营者的初始投资特许权，该专营权由市政委员会授予（Chong，Smith and Lizarondo，1982）。由于特许权的安排，在鱼苗捕捞早期阶段严重制约了竞争的水平，因为特许经营费需要大量的资金投入，尤其是那些经常捕捞的场地。在行业里鼓励垂直整合，因为育苗池经营者尤其要保证他们的育苗池鱼苗的供应。

2.2 案例研究：越南石斑鱼鱼卵的采捕者

Tuan和Hambrey（2000）研究了越南中部的庆和省与野生石斑鱼的种苗供给有关的技术、环境和社会经济问题。调研的家庭每年收集大约20万尾种苗，主要是“黑石斑鱼”：赤点石斑鱼、布氏石斑鱼、对斜带石斑鱼、点带石斑鱼、网纹石斑鱼、六带石斑鱼。在捕鱼工具中，围网、捞网和推网主要用来收集1～3厘米小鱼。按照每条路线捕获数量计算，围网的产量最高（单位捕捞努力量渔获量）。对于较大的鱼卵，围网配合使用人工鱼礁，捕获鱼苗数量和质量最好。根据季节性使用不同的工具反映了鱼卵的生长和随着季节变化鱼苗向更深的水域迁移。

据报道，跟往年相比渔民不得不花费更多的时间捕捞相同数量的鱼卵。因为庆和省全省石斑鱼和底栖海洋鳍鱼的捕捞，鱼苗的生产似乎呈下降的趋势。总之，商业化底栖海洋鳍鱼类捕捞生产总体呈下降趋势，特别是石斑鱼捕捞，原因包括过度捕捞，尤其是对种鱼的过度捕捞；使用有害的渔具，如电动推网、拖网、炸药、氰化钠等；种苗栖息地的破坏。主要买家是育苗的农民、养殖农民和中间商。中间商是主要的购买者，而它的价格与渔民的相比上涨了1倍。

鱼苗采捕者家庭平均收入大约是每年700美元，而劳动回报介于每天1～3美元不等。Sadovy（2000）发现收集石斑鱼鱼苗/小鱼捕捞年收入占渔民总收入的10%～50%，单个渔民的此项收入每年能达到3 080美元。近年来，收集者的人数有所减少，其中一些人从事了由中央政府资助的海洋渔业活动。渔民们更喜欢这个新工作，因为他们可以得到比收集鱼苗更高的回报。另一种非捕捞工作如水产养殖能够帮助较低收入阶层的渔民摆脱贫穷。在庆和省（越南）小规模的，主要是家庭经营的，笼养石斑鱼是一个重要的活动，与现有的其他活动相比劳动力回报相对较高。在未来，孵化生产是提供足够鱼种以扩大产业发展的唯一途径。鱼卵的高价格以及价格的不断上涨应该可以使孵化生产在经济上是可行的，尽管有技术难度。

2.3 案例研究：珊瑚物种

建议的许多珊瑚品种的孵化生产一个替代方法就是，从浮游生物中捕捞附着前鱼苗的可行性，捕捞数量不影响天然种群补充，然后饲养这些鱼苗用于观赏鱼类贸易或者作为幼苗饲养（Hair，bell and Doherty，2002）。只有很小比例的海洋物种在鱼苗栖息地成活下来并长大为成鱼，这一事实对于利用一些成活下来的种群来增加整个水产养殖的生产力来说，是一个很有说服力的论点。基于野外捕捞的水产养殖负责任的应用依赖于捕捞幼鱼，这些幼鱼已经在人工养殖时经历了高死亡率，通过限制捕捞以保证产卵生物质的补充，向自然界回报足够的幼鱼以补充渔业捕捞的成鱼，利用将兼捕非目标物种降低到最低的捕捞方法，并且能够不破坏支持这些动物生长的栖息地。如果要以负责任的态度实行附着前鱼类的捕捞和养殖，他们就应该提高沿海社区的就业和经济机会（Hari，Bell and Doherty，2002）。尽管后期幼体的捕获和养殖是不可能满足所有热带海洋鱼类观赏贸易的需求，但是它创造了重要的细分市场，例如，有生态标签的产品，增加了以可持续的方式捕捞和饲养的鱼类的价值，并给沿岸村民提供了经济回报（Wood，2001；Ottolenghi et al.，2004）。

3 经济影响

正如Ottolenghi等人指出的，市场是基于捕捞的水产养殖业的关键驱动力。对于养殖业品种的选择反映了它们在当地和国际市场的接受度和需求。市场需求主要是由人们的口味和习俗决定的。与其他水产养殖系统相比，基于捕捞的水产养殖很可能产生更高的利润，因为对于产品和养殖品种的市

场需求仍然很高，促进此项活动的努力很可能会显著增加。

基于捕捞的水产养殖产品已经从市场中分化出来。随着养殖鱼类供应的增加，消费者越来越注重食品的质量和食品安全问题，渔民也需要去满足消费者的需求。最近，一个日本养殖鲷鱼的特殊品牌比普通的产品获取更高的价格。通过丢弃次级鱼并特别注意使用保持鱼新鲜的处理系统来保证产品质量。通过香川县和鹿儿岛县渔业合作社联合会的特殊品牌营销得以扩大至超市和零售鱼店（Nakada，2000）。大鲷鱼和黄尾鲷鱼因为它们可以在超过 3 天的冷藏条件下保存并且不失去它们的味道、色泽和硬度，所以它们比日本鲷鱼更受欢迎。最近，它们供不应求（Nakada，2000）。

基于捕捞的水产养殖产品能够补充来自捕获渔业或者其他水产养殖系统的产品，有时甚至也会与这些产品竞争。这将会影响价格和市场。Ottolenghi 等人（2004）的报告中指出，基于捕捞养殖的蓝鳍金枪鱼已经对日本市场产生显著影响。中间质量类别的产品，填补了高质量（预产卵的蓝鳍金枪鱼）和低质量产品（小型和产卵后的蓝鳍金枪鱼）的空白。在日本，基于捕捞的养殖产品的范围已经扩大，保证了中等质量产品有一个良好的价格。捕捞养殖的金枪鱼能够给消费者提供一个称为“toro”（腹部）富含脂肪的鱼肉，而它在以前只是有钱人才能消费得起的（Miyake et al.，2003）。养殖的金枪鱼现在甚至在超市都有销售，众多的价格低廉的寿司吧都在使用这种养殖的金枪鱼。这种金枪鱼已经使得高质量和低质量的金枪鱼肉的价格开始下降。在日本这种独特金枪鱼的市场，尤其是来源于基于捕捞水产养殖的金枪鱼，对于渔民和养殖者来说变得具有风险了。2002 年，尽管日元贬值对投资回报已经产生影响，但是由于市场需求量激增，高价的“生鱼片”金枪鱼市场价格一直保持强势。然而，日本的消费者已经开始改变他们的消费习惯，选择价格稍低的产品（de Monbrison and Guillaumie，2003）。该金枪鱼已经开始面临价格稍低的金枪鱼品种的竞争并被替代。大目金枪鱼（*Thunnus obesus*）和黄鳍金枪鱼（*Thunnus albacares*）在日本售价为 5～11 美元/千克，而蓝鳍金枪鱼售价 30～60 美元/千克。

Ottolenghi 等人（2004）指出，基于捕捞的水产养殖业的结构，可以根据一系列系统层次水平来描述，从当地的生产规模到基于捕捞水产养殖的品种国际贸易的宏观经济规模。它包含了与基于捕捞物种文化的盈利能力相关的所有方面：种苗的可获得性，从当地生产层到顾客的市场营销（通过中介、出口商和批发商），市场趋势和影响。基于捕捞的水产养殖的一个限制就是种苗资源的可获得性。从经济角度来看，种苗的供应不足对于生产造成最大的风险。例如，捕获的野生欧洲鳗种苗在目前占据总生产成本的 50%，如果供应方面持续下降，这就会严重影响整个生产费用还有将来的利润。除了种苗的供应问题，另外一个影响基于捕捞水产养殖的关键因素是野外捕获种苗的价格和来自孵化场种苗的价格差别和孵化种苗的供应。由于新的孵化场的出现，种苗的价格应该下降而且变得更加容易获得，这引起了养殖者在种苗资源上的转变。

Phillips（2002）报道，在越南的安江省朱笃镇的网箱养殖中，特别让人感兴趣的是贸易商角色的转变。支持网箱养殖的不同贸易网络也同时出现。在雨季，每天从附近捕捞到的小淡水鲤大约 1 000吨。在周边地区养殖的鲶和黑鱼，每天通过朱笃镇进行交易。博氏巨鲶（*Pangasius bocourti*）和黑鱼（鳢属）小鱼主要分布在柬埔寨，利用当地一种特殊的网具诱捕，也会销售到越南用于网箱养殖的生产。供应水产养殖所需的饲料用鱼的贸易网络发展呈现出超过食用鱼贸易网络的发展。

So Nam 和 Haing Leap（2006）描述了柬埔寨野生鱼苗捕捞分布的一般渠道。渔民从湖泊、水库或者河流中收集鱼苗和小鱼。渔民利用位于大型泥塘或者河/湖中的围堰中储存鱼苗。种苗的客户是中间商、获得许可证的公司和渔业养殖户。大部分的交易是中间商或者贸易商，从渔民手中购买小鱼来进行转售。

Ahmed 等人（2001）描述了菲律宾虱目鱼鱼苗的营销。在萨兰加尼和安提哥，捕获的鱼苗均由获得许可证的公司购买。在巴拉望，渔获量的 88%被特许公司收购，而在北伊罗戈和保和，采捕者也可以卖给其他方。定价体系有差别，从购买者指定价格一直到销售者来定价。在一些情况下，会公开竞价。一方面在伊罗戈、安提哥和巴拉望鱼苗由买方挑选。另一方面，在萨兰加尼，鱼苗由收集者

输送。在大多数情况下，运输是支付现金的。在一般情况下，淡季鱼苗的价格比旺季的鱼苗价格要高。在旺期，在菲律宾普临塞萨市价格相对较低，在潘丹价格最高。收集者从特许经销商获得的价格最低，而从经销商/经纪人和运作者那里获得的价格最高。普临塞萨市的鱼苗收集者是合作社的成员，因此出售鱼苗价格低，而在潘丹，收集者能够享受海岸线的使用权，并可以选择在哪里出售渔获。价格的波动主要是由市场上的鱼苗数量引起的。

尽管野生种群下降假设对食品生产水产养殖（例如一定种群数量的下降，对繁殖种群的影响，食物网的相互作用，病原体的引入）造成影响，而且这种假设也会发生在观赏性鱼类的生产中，但这种下降的影响不会像理论上那么快速。在食品生产部门，虽然水产养殖持续增加，但是野生捕捞也没有下降（Naylor et al.，2000）。在观赏鱼产业中，育种者（特别是棘鳍类热带淡水鱼育种者）每 2～3 世代利用一次野生种群（Dawes，2001），因此一直依赖野生种群。对于海马水产养殖（海马属）的主要争论之一是，人工养殖在很大程度上依赖于野生物种反复清除，因此，野生海马种群没有任何净效益（Tlusty，2002）。

基于捕捞的水产养殖的发展或者受到投资和技术水平的制约。石斑鱼的养殖可以小规模化和家庭经营，而金枪鱼的养殖由于需要高科技和相当大的投资，所以往往是由规模较大的公司和当地合作人联合经营的。在菲律宾 Bohol，Tubigon 有小规模鳍类鱼养殖成功使得沿海贫穷地区受益的例子，在这些地方，小规模的石斑鱼网箱养殖由当地政府引入，替代破坏性的捕鱼方式。遍及几个村庄的 141 个石斑鱼养殖者成立 9 个组（Gonzales，2006）。另外一个菲律宾的例子是在 Surigao 市 Day-asan 的一种被称作“石斑鱼后院养殖”。这里每个养殖者拥有 2～4 个 3×3 米的网箱，每个箱子里大概有 100 条鱼。它们以被捕获的鱼为食，养殖期 5～6 个月。生产费用估计在每千克 3.88 美元，养殖者声称这种养殖方式比他们更熟悉的后院生猪养殖方式效益更好。每千克的平均售价范围从 7.77 美元到 19.42 美元不等，价格的波动取决于石斑鱼的类型和季节。系统的可持续性问题取决于对野外捕获作为饲料的鱼的依赖性（Gonzales，2006）。

然而，也有许多制约有鳍鱼类养殖和其是否合适作为贫困渔民替代生计的潜在因素。这些因素包括鳍鱼养殖的高科技、资本密集型和投资回报周期长的特点，以及采取海水养殖的困难，包括打破贫困渔民债务恶性循环，以及说服人们改变职业（Haylor et al.，2003）。然而发展小规模的或者后院孵化场，可以帮助缓解这种风险，并将这些贫穷的利益相关者带入海洋养殖活动（Gonzales，2006）。小型规模的孵化场投资成本相对较低，技术更容易掌握，这些孵化场侧重鱼苗饲养和鱼苗生产。他们并不保存种鱼群，而是从较大的养殖场购买受精卵（Sim et al.，2005）。他们拥有资金成本低，结构简单，易于操作和管理，灵活性和适用一系列的海洋鱼类的优点，而且经济回报快（Sim et al.，2005）。

在菲律宾伊罗戈地区，虱目鱼产业集中，据报道每笼的生产成本达到了 23 504 美元，而利润预计仅 3 000 多美元（Gonzales，2006）。但这样的高成本妨碍了那些小规模渔民投资这些技术，而这种网箱只有富人才能拥有（Gonzales，2006）。

一个菲律宾斜带石斑鱼和马拉巴石斑鱼养殖财务可行性分析提供了亲鱼个体，孵化/育苗，生长阶段和亲鱼群/孵化/幼鱼/养殖系统的信息（Pomeroy，Parks and Balboa，2006）。分析结果表明，基于假设，所有 4 个规划方案在财政上都是可行的。然而，亲鱼/孵化/幼鱼/生长系统有关资本的要求可能超出许多小型生产商的财力。一个菲律宾亲鱼和孵化/鱼苗系统投资成本 68 400 美元。菲律宾生长系统资本投资需要 1 470 美元（不包括购买运输箱），小型生产者能够承受这一生产系统的费用。高成本的运输箱（200 箱成本 4 万美元）已经成为影响小型生产者一个潜在的问题，但是可以和买鱼方共同承担箱子费用或买鱼方提供箱子。在菲律宾一条 6 厘米鱼苗的生长成本为 0.23 美元。与此相比，2002 年在菲律宾从野外捕获一条长 6 厘米的鱼苗，其平均价格为 0.36～0.50 美元。根据储存率的不同，种苗成本占石斑鱼养殖总成本的 19%～20%。

一项印度尼西亚驼背石斑鱼的养殖经济可行性分析提供了亲鱼个体、孵化/育苗和生长阶段的财政信息（Pomeroy，Parks and Balboa，2006）。分析结果表明，基于假设，3 个方案在经济上都是可行的。

然而，亲鱼和中等规模孵化场/育苗场方案的资本要求超过了许多小型生产者的经济承受能力。亲鱼规划要投资 15 366 美元，而一个中等规模的孵化场/育苗场需要投资 38 795 美元。小规模的孵化/育苗场规划大约需要中等规模规划投资成本的 1/10（3 258 美元）。生长系统的投资成本（不包括购买运输箱）在许多小型生产者经济承受能力范围内（1 010 美元）。运输箱的高成本（200 箱 4 000 美元）是影响小生产者的一个潜在问题，但是可以和买鱼方共同承担箱子费用或买鱼方提供箱子。在印度尼西亚从孵化场/育苗场每条 5 厘米的鱼苗的总成本（中型场：0.26 美元和小规模场：0.23 美元）低于 2002 年平均销售价格 0.82 美元和野外捕捞的 5 厘米的鱼苗平均价格 0.49 美元。种子成本约为养殖石斑鱼总成本的 50%。

在泰国，石斑鱼基于水产养殖每个农场的平均年总生产成本 5 000 美元，而农民毛收入为 9 800 美元，净利润 4 800 美元，回报率 96%（净利润/总成本）。饲料成本占养殖成本 57%，而“鱼苗”成本占 24%。其他费用（机会成本、折旧、维修等）占 19%（Boonchuwong and Lawapong，2002）。

人类直接食用的玻璃鳗市场是影响用于基于捕捞水产养殖的鳗“鱼苗”供应的主要竞争问题之一，就是它的价格被迫上涨。鱼苗成本可以达到总生产成本的 50%，在未来可能会限制鳗养殖业的盈利能力。例如，在 1994 年和 1998 年美国美洲玻璃鳗市场价格上涨超过了 500%。在过去的 20 年里，活玻璃鳗的价格已经高达 2 000 美元/千克，这种有利可图新市场的潜力已经吸引了许多国家，引发了全球鳗产业的兴起。由于最近的亚洲经济衰退，天然鳗种群的稍许恢复，现在的市场已经不是非常有利可图的（Tibbetts，Lall and Anderson，2001）。

过度捕捞、兼捕和丢弃等方式采集野生鱼苗的直接影响是生态干扰和栖息地破坏——将会导致短期个人经济利益和长期社会经济损失之间的矛盾。经济理论分析使得将外部环境因素看做外部经济因素是可能的，并且作为经济分析的一部分用金钱来验证不同群体的成本和收益。外部环境因素可能包括从野生种群里获取鱼苗。在评估各个与资源利用有关的不同子活动的环境可持续性上，基于捕捞的水产养殖业可以作为一个很好的例子。例如，如果种苗的收集是以资源可持续利用方式操作，那么这项活动就符合环境的可持续发展。如果利用非可持续的方式采捕种子（比如大量的兼捕），仅小规模系统可能会发生替代，因为总的幼苗获得依赖面积较大地区，总体上不会受到损害。基于捕捞的水产养殖业的野生鱼苗的采捕和利用已经在经济价值的得和失方面产生一定影响。这些损失现在都没有得到量化，但是明显远远大于那些基于捕捞水产养殖产业赚取的利润。评估基于捕捞的水产养殖业的整体经济效率和分配影响将是很重要的。

尽管养殖海洋鱼类品种的增长性和多样性上会对水产养殖业、政府（外汇收入形式）和消费者（以较低价格更广泛地选择海产品）产生一定收益，但是依然会有生态和资源成本。与大部分淡水养殖系统相比，几乎所有生产洄游和海洋鱼类品种的水产养殖业都依赖于作为必要投入的捕获鱼类，比如种苗、饲料等。幼鱼养殖生产的提高应该至少会抵消野生种群产量的任何损失，并且采集也不应该对野生种群产生负面影响或者给其他资源使用者带来不利。由于这部分的水产养殖业不断地扩大以满足市场的需求，海洋系统可能会面临来自环保团体和政府对产业实施可持续做法的压力。

通过基于市场的方法，包括利用可持续方法生产产品的认证，认证农场生产的产品的生态标记，水产养殖环境可持续性的改良将会影响基于捕捞的水产养殖业。目的是利用市场力量把它作为诱因，吸引更多的可持续养殖并且突出卖给消费者的产品。

3.1 案例研究：菲律宾巴拉望和卡拉棉群岛珊瑚礁食用活鱼，尤其是石斑鱼

菲律宾的一个关于石斑鱼的案例研究进一步描述了其在推动基于捕捞的水产养殖上的经济和市场作用。

在亚洲的很多地区，都很关注基于捕捞的水产养殖的石斑鱼。在全球范围内，石斑鱼市场规模不大，并且市场上需求和供给关系对价格有重大影响，产品的高专一性使得价格非常敏感（Svennevig，2002）。在亚洲，活海鲜消费，尤其是价值高的品种，比如石斑鱼，消费市场有下滑的趋势（1995—1999）（Pawiro，2002）。高档食品市场，比如活鱼，是由经济实力所决定的，尤其是可支配收入水平和进出口国家之间的现行汇率。

亚洲的基于捕捞的水产养殖业经济，例如活石斑鱼，具有两个层次的作用，分别是内销和出口。内销层次包括收集者和经纪人。收集者，不管是当地的或者来自该地区，负责从当地小规模养殖户那里收集鱼提供给市场。经纪人负责价格的监测和调整，并将其通知给养殖者，联系收集者和批发商。出口水平包括营销涉及的机构或网络公司。对出口商来说，销售的市场边际效应（扣除销售成本后的采购价格和销售价格之间的差距）比收集者大的多，即使出口商的出售成本更高。Boonchuwong 和 Lawapong（2002）计算出口商总成本回报率高达 94.4%，而收集者总成本回报率仅 49.2%。活石斑鱼营销系统中所有贸易商中出口商收到的回报率最高，同时他们也必须承担在收集和出口活鱼期间的所有风险——鱼类的死亡、损伤、包装和其他的出口费用。

虽然珊瑚礁活鱼食品贸易遍及菲律宾，巴拉望北部的卡拉棉群岛是活食用鱼贸易的渔业中心。根据 Padilla 等人（2003）报道，最初，来自遥远的苏里高省、保和岛和莱特岛的渔民被带到那里去捕鱼并培训当地人捕捞活鱼，这种活动在捕鱼社区之间慢慢发展起来。鱼很快就取代了龙虾成为活水产品贸易中的主要产品。截至 20 世纪后期，60%～70%的捕鱼社区都从事珊瑚礁活鱼的收集。据估计大约 1 000 个渔民从事珊瑚礁活鱼捕捞。随着时间的推移，钩和线取代了鱼栅，很多渔民最终转移到使用氰化物。据估计高达 50%以上的渔民使用氰化物。有 3 类渔民在这一地区活动：①拥有自己渔船并且把鱼卖给能够提供最高价的经销商的渔民；②拥有自己的渔船，但是由于债务不得不接受一定的价格将鱼卖给特定经销商的渔民；③依靠经销商提供的船只工作的渔民（大约 80%的渔民）。

卡拉棉群岛的活食用鱼贸易特点是在渔民、船主/经营商、贸易商/中间人、金融家和出口商之间的动态安排。该地区大部分的活礁鱼贸易中间人拥有大量船只。渔民经常在 Suki（普通客户）关系中处于负债状态。交易发生在 4 个地理位置——海岛、科伦镇，马尼拉，甚至中国香港特别行政区（Padilla et al.，2003）。大部分的鱼是空运到马尼拉的。卡拉棉群岛的大部分活鱼都被放置在室内“水族箱”内，只有那些不够大的鱼被搁置在网箱内。

尽管珊瑚礁食用活鱼贸易已经进行了二三十年，但是经济和贸易信息仍然很少。由巴拉望可持续发展（PCSD）委员会、巴拉望省渔业办公室、BFAR 地区 No. IV - B. PCSD 搜集价格和产量数据，由市政府发布。巴拉望可持续发展委员会报道由直辖市提供的珊瑚礁食用活鱼产业的关键状态指标，比如珊瑚礁状态、总产量、装船、产业许可的工作人员数量和氰化物检测的发生率。

国家出口数据是由国家统计局和农业统计局收集和报道的。1991—2004 年出口的活石斑鱼的数量和价值情况如表 1。

表 1　菲律宾 1991—2004 年活石斑鱼出口的数量和金额

年份	数量（千克）	离岸价值（美元）
1991	1 001 846	970 367
1992	2 285 691	2 008 005
1993	5 657 325	4 472 150
1994	5 328 763	4 521 186
1995	5 819 857	4 857 583
1996	3 062 569	2 674 603
1997	3 638 577	4 166 669
1998	3 298 647	4 335 509
1999	3 720 907	4 622 687
2000	7 070 842	14 344 337
2001	5 153 767	12 045 944
2002	6 789 883	10 916 245
2003	6 819 413	9 186 614
2004	5 497 699	7 557 375

来源：菲律宾，奎松市，国家统计局办公室和农业统计局。

中国香港特别行政区从菲律宾进口的石斑鱼在2001年是1 200 963千克（占所有活石斑鱼进口总量的10.25%），2002年是1 425 664千克（占12.52%），2003年1 578 384千克（占比13.27%）。豹东星斑和青石斑是中国香港特别行政区两个进口最多的活石斑鱼品种。

支付给渔民或者渔业公司捕获的鱼的价格通常是支付相同死亡鱼价格的2～4倍。高价值鱼一般评定为尺寸不足（<500克），好的或者盘子大小的尺寸（500克到1千克），过大的（>1千克），或者每条（>1.5千克）。在菲律宾，大小限制没有强制执行或者执行不到位，所有鱼都能出售，尺寸不足或者不准备出售的都被转移到笼中养殖，直到它们的大小达到盘子的尺寸。

贸易的两个特点是波动性和地域扩张。价格和消费的变动显著地受到季节的影响，尤其是在消费国有重要节日。例如，菲律宾科伦的价格，12月到第二年2月之间是高峰期，而4月到8月价格则较低。近年来严重影响需求的较难预测的因素是经济状况；安全问题的发生，比如雪卡毒；在养殖和文化设施附近的赤潮的发生。由于各种原因，渔业已经在来源国开始和停止很多次，原因包括政府和社区的决议和内乱，交易商一直不断寻找新的鱼资源，并且渔业前沿在过去25年中不断地扩大（Graham，2001）。

Muldoon、Peterson和Johnston（2004）报道，总的来讲，珊瑚礁食用活鱼市场在过去5年里已经萎缩，开始更加关注稀少种类（主要是中高价值石斑鱼）。以下是认为引起这些变化的主要原因：

1. 运输技术的全面改善以及航空运输的使用，有助于增加高价值品种的进口，由于鱼产品海上运输成本相对增加，因此实施以上措施。

2. 自从1998年来珊瑚礁食用活鱼贸易下降了40%。下降的需求已经导致零售价格更加弱势，影响了购买和运输低价值的鱼类。

3. 东南亚野生捕捞的低价值石斑鱼水产养殖产出增加。孵化生产成鱼产品数量增加被看做是一个积极的行业发展方向，但是为市场提供的用于养殖的野生捕获幼鱼数量的增加同时也受到越来越多的关注。

4. 由于国际上安全问题恐慌，一般性业务下滑，比如SARS和雪卡毒素中毒。

1997年未至2002年末中国香港特别行政区消费价格指数下滑伴随着活食用礁鱼批发和零售价格的下降。在中国内地，随着收入水平的提高，珊瑚礁食用活鱼市场开始扩张，来源国近年来已经经历了该鱼类价格的下滑。但是有利的汇率波动缓解了这些价格下滑的不利影响。Padilla等（2003）报道，菲律宾在鱼类贸易不断增加的情况下具有比较优势。政府为贸易提供了一个有利的政策环境致力保护这一贸易优势，尤其是在出口鱼产品方面。这带来了经济效益，如外汇收入和就业增加，出口产业直接相关的人员收入的增加。

Padilla等（2003）发现对于珊瑚礁食用活鱼贸易来说，受欢迎的鱼类的大小决定了价格并导致捕捞定位于幼鱼和未性成熟鱼类过度捕捞。第二，活鱼显著较高的价格会促使收集的鱼远远超出限制并且不考虑其种群再生能力。第三，贸易商和出口商廉价的资本进一步推动了鱼类贸易。国际需求引导产业向不可持续方向发展，贸易商和出口商为了回应国家不断变化的供给改变捕鱼行为。

Padilla等（2003）报道说经济指标也支持这一结构，那就是行业对资源基础是挖掘和损害，它大大损害了当前和今后的再生能力。渔获物的减少已经使得捕鱼收入下降，这主要是因为过度捕捞和渔民数量的增加。资本和劳动力的回报随着时间的推移已经大大减少，尽管名义上鱼的价格在增加。渔民之所以仍然以渔业为生，主要是在偏远的岛屿缺乏非捕鱼就业的机会。

3.2 种苗渔业管理

由于以基于捕捞为主的水产养殖是渔业和水产养殖业的交叉领域，因此，资源和涉及的物种在内的管理必须要将这两个方面的需求都考虑在内。随着新技术的不断引入，水产养殖业生产方法不断变化。在一个国家的许多地方实施的基于捕捞的水产养殖管理方面的问题是缺乏管理这种水产养殖操作方方面面的立法。国家需要制定新的或者完善全面的监管框架来确保水产养殖实现可持续发展。大部

分的渔业管理法律条文都规定了捕获物种的最小尺寸，并且经常限制产卵期物种的捕捞。在某些情况下，政府试图取缔这些渔业，但是这些尝试几乎得不到科学数据的支持，并且由于执法不力几乎都以失败告终（FAO，2006）。种苗渔业的管理需要一个健全的理论基础和不同利益相关者参与的决策过程。

FAO（2006）声称基于种苗渔业的水产养殖业负责任的应用要求种苗的捕捉要在他们经历严重的死亡率之前，补充必须要足够多，以保证对成熟鱼的补充，并且捕获的方式必须将非目标品种的兼捕降最低，并且不破坏鱼类生活的栖息地。

已经出台一系列的措施来对种苗渔业进行管理：

——许多收集地目前要么对鱼的数量，要么对鱼的种类，或者同时对两者进行限制。巴哈马政府已经对允许的种类限制了其中 50 个品种，美国的佛罗里达群岛已经对 49 个品种鱼的大小加强了限制，同时巴西仅允许出口 180 种鱼。

——从传统上来说，越南的河鲶养殖系统完全依靠野生捕获鱼苗，每年能抓 2 亿～8 亿尾。在捕获鲶鱼苗的过程中，一些不需要的其他物种的鱼苗也会被捕获，这些鱼苗接下来就会被丢弃，这使得河鲶鱼苗渔业遭到严重破坏。大约每捕获 1 千克的河鲶就会杀死其他鱼类 5～10 千克。由于过度的捕捞鱼苗，野外捕获河鲶鱼苗的数量在 10 年的时间里下滑了 10 倍。对这个问题的认识和成功实施河鲶鱼人工产卵导致 2000 年 2 月安江和同塔这两个省份同时禁止野生河鲶鱼苗渔业（Trong，Hao and Griffiths，2002）。

——在美国东北部地区，鳗种群在 20 世纪 90 年代出现大幅下滑，以及在所有生命阶段不断增加的捕捞压力促使大部分州加强这些渔业的监管控制。最小捕获尺寸限制在 10～15 厘米（4～6 英寸），暂停捕捞幼鳗目前正在实施。另外，很多州有渔具费，捕捞地点的限制和限制或禁止一定的渔具。种群也开始复苏。澳大利亚的昆士兰州政府管理玻璃鳗捕捞并且不允许它们出口。由农业活动引起的对全球鳗鱼业的影响已经显现，鳗捕获数量从 1994 年 18 600 吨下降到 2000 年 12 700 吨（Ottolenghi et al.，2004）。捕获和出口幼鳗种苗可能会慢慢地被完全禁止。

——亚德里亚媒体专家咨询上有一篇关于水产养殖和捕捞渔业之间的关系的报道（FAO，2003），建议规范利用野生种苗/幼鱼/亚成体和用于养殖的成年鱼捕捞的办法应该包括配额和捕捞许可证，同时还建议专门立法来告知消费者有关鱼产品的可追溯性。

——2004 年，珊瑚礁食用活鱼的国际贸易标准出台。这个自愿性的珊瑚礁食用活鱼标准是通过一个国际协商过程制定的，并且涵盖了珊瑚礁食用野生活鱼的捕捞、珊瑚礁食用活鱼水产养殖、珊瑚礁食用活鱼的处理、资源分配和销售。主要目的是为所有珊瑚礁食用活鱼贸易的成员形成一个标准，由此来保证贸易的持续进行。制定珊瑚礁食用活鱼标准的目标是推动渔业可持续发展，例如在目标品种的捕捞中以这样的方式和速度进行：1）它不威胁其依赖的种群和生态系统的安全，2）它不抑制种群或者生态系统的恢复，即使它事先已经减少到适当水平以下。

标准[①]在第 3 章珊瑚礁食用活鱼水产养殖需求，3.1 管理要求，3.1.2 捕获野生鱼苗，小鱼和幼鱼的限制，对种苗渔业作了明确说明。

a）野生鱼苗和小鱼的捕捞应该在野生鱼苗和小鱼捕捞不破坏或者负面影响野生物种的可持续性时才能进行。

b）利用野生捕获的鱼苗、小鱼和幼鱼的水产养殖场必须有计划地废除水产养殖中珊瑚礁食用活鱼的利用。

珊瑚礁食用活鱼标准规定在哪里捕获野生鱼苗和小鱼，为这一管理需求提供了解释，渔具最好使用方法应该是坚持做到：a）兼捕和浪费最小化，b）目标和非目标鱼的死亡率最小化。

珊瑚礁食用活鱼标准规定负责任操作应该包括以下方面：

① http://www.livefoodfishtrade.org/aquaculture/part1/requirement1_2/index.htm

- 附着前鱼苗和幼鱼的捕获。水产养殖应该减少对野生捕获珊瑚礁鱼的依赖，以消除野生种群的压力，野生鱼苗和小鱼的捕获应该仅仅在它显示出不会破坏野生种群可持续性时开展。
- 降低收获后的死亡率。渔业上使用的渔具应该使兼捕和浪费最小化，同时使目标和非目标物种的死亡率最低，捕获后的处理和运输应该同样减少目前的死亡率水平。
- 出口鱼苗和小鱼的限制。限制应该将能够出口的鱼苗和小鱼的数量，以及濒危物种出口限制或最小值范围内捕捞的具体措施考虑在内。
- 现在执政的政府资助相关研究。目前缺乏在不同大小/生命阶段捕捞的影响方面的知识，捕捞工具能降低死亡率。由捕捞和处理引起的死亡率强调了进一步研究选择最优操作的需要。
- 提高渔民和农民对现行做法的认识。目前渔民和农民在收获后死亡率、兼捕和捕捉未成年鱼产生的影响方面缺乏相应意识。这种意识缺乏要求在某些情况下要更有效的推广和示范，本手册应该可以提高人们在资源浪费这个问题上的意识。

—— 石斑鱼水产养殖上一些潜在问题需要解决。这个行业的未来依赖孵化种苗和幼苗的定期供应。从长期而言，野生种苗和小鱼的捕捞是不符合可持续发展的，同时野生捕获的石斑鱼种苗的出口需要进行监管或者禁止。对养殖的石斑鱼质量和良好的养殖技术进行认证。与野生捕获的种苗和小鱼相比，可以认证由孵化的种子养殖的石斑鱼。Sadovy（2000）在东南亚一篇关于石斑鱼鱼苗/小鱼供给调查中，针对种苗渔业和该地区海水养殖未来发展提出若干建议：

1）禁止所有野生捕获的石斑鱼种苗的出口。石斑鱼应该在来源国养殖到具备一定市场大小。

2）针对主要产区的石斑鱼种苗渔业的选定品种制定和实施谨慎的可控制的研究，据此可以对渔获量、社会经济、市场力量、相关的成鱼渔业和栖息地等信息加以综合。

3）减少或消除破坏性使用（栖息地）或者尤其是浪费（目标与非目标物种生产的高死亡率或损坏）渔具或生产方式（比如增加光照）和实施研究来确保他们的使用不会导致不必要的更大的浪费或破坏。

4）确保更好利用现存资源和减少石斑鱼种苗生物量（和兼捕）的浪费，这些浪费由那些捕捞、运输和养殖引起的不必要的死亡率所产生。

5）科学研究侧重最小种苗捕捞渔业的可能性，改善这一阶段培养方法，使之能够适合广泛的、小规模的养殖。

6）制定管理方法来保护重要种苗附着和培育栖息地，比如红树林区和河口的海草，通过保护产卵成鱼（即在产卵区或者产卵聚集时）来保护这些种子的生产。

7）在机制激励方面或者低利率贷款上提供政府帮助，使小规模的渔民能够进入养殖部门在合适养殖的地区生产低强度、高质量、养殖的石斑鱼，并且培训捕捞后减少死亡率的处理和护理。

8）建立质量和优良操作的认证系统。例如，孵化场生产的和野生捕捞培育的种苗之间的差别能够激励生产高质量的种苗和养殖高质量的鱼类（即无雪卡毒素，不含氰化物等），以及实行好的水产养殖操作。

9）审定孵化场在提供用于养殖的石斑鱼种苗中的作用。

10）推广石斑鱼资源开发中预防原则的积极应用，推动负责任渔业行为守则（CCRF）在亚太经合组织（APEC）成员国中的应用。

—— Sadovy（2000）整理了在石斑鱼种苗捕获和与基于捕捞的水产养殖业相关的出口控制方面的信息。中华人民共和国限制捕捞石斑鱼种苗渔民的数量和捕捞的石斑鱼种苗的数量。海洋种苗运输是需要许可证的，并且它的出口是被禁止的。在西马来西亚，11 月和 12 月是禁止捕捞鱼苗的，只在 1～4 月的旺季才允许捕捞。小于 15 厘米的种苗不允许出口，菲律宾已经禁止使用剪网和长袋网。1998 年制定的《菲律宾渔业行为守则》禁止虱目鱼和虾种苗的出口，但是它对石斑鱼的规定却不是很清晰。在中国台湾省澎湖岛，不允许捕捞任何小于 6 厘米的石斑鱼种苗。泰国禁止使用推网和长袋网。

—— 在南美和中美，孟加拉国和印度，很多虾农依靠野生捕获的虾后期幼体，这些幼体常常由当地渔民捕获。在孟加拉国，虾养殖业过去完全依赖从沿海河流、河口和红树林地区捕捞的天然虾苗。据说大概 400 000 人从事季节性的鱼苗收集活动，并且他们中的大部分是妇女和儿童。根据 DOF（2004）的一个最近调查，有 12 个沿海区的 40 个 Upazilas（分地区）分布在长 710 千米的沿海岸线，从这里可以捕捞到虾苗。虾苗的采集不是他们固定的或主要的工作，而是一个季节性的挣钱的机会。虾苗的收集是最近 20 年才兴起的。随着 20 世纪 80 年代中期养虾业快速扩张，虾苗需求量剧增。很多沿海居民已经将此作为一种生计的替代方式，捕捞更多虾苗所不断增加的压力，导致母虾和虾苗丰富性和分布逐渐下降，从而对沿海和海洋资源造成了严重破坏。此外，巨大数量的兼捕，比如在虾苗收集过程中的非目标鱼类和虾的卵、幼虫和幼鱼，在收集完目标鱼苗后几乎都被丢弃在岸上，据报道沿海生物多样性已经正在减少（DOF，2004）。

孟加拉国政府决定对虾苗的收集实施禁令（DOF，2004）。为了解决流离失所的鱼苗采集者这一问题，政府发起了一个替代生计的方案。该方案针对两个鱼苗采捕者团体（包括男人、女人和儿童）。非洄游性鱼苗采捕者居住在低地周围的集群的村庄和条件差的居民区，他们被非政府组织（NGOs）编入不同小组来培训。另外一组具有迁移性，在采捕季节住进临时木屋，当虾苗数量少时迁移到其他地方。对这一组，NGOs 开展了快速农村评估。替代生计建议包括：

1. 虾苗育苗的操作；
2. 虾苗交易；
3. 制作渔网和渔具；
4. 开设鱼饲料厂；
5. 虾去头处理加工；
6. 蟹育肥；
7. hogla 和垫子的制作；
8. 养蜂；
9. 椰壳纤维产业；
10. 树木种植；
11. 园艺；
12. 裁缝和针织等。

—— 1966 年，为保护资源，日本水产厅（JFA）实施法规限制鲈鱼鱼苗（2.5～5 厘米称做 mojako）的数量，用于水产养殖的鲈鱼苗每年捕获量大约为 4 000 万尾。日本海水渔业文化协会给每个县都进行了鲈捕捞限额分配，每个县政府决定允许捕捞 mojako 时期的鲈，给该县每个渔业合作社联合会分配允许捕获的数量（Ottolenghi et al.，2004）。

目前，大部分的法律框架没有考虑水产养殖区的分区以减少用户冲突，也没有考虑举行磋商解决冲突。分区可以控制捕捞活动的分布，一定地区可以实施季节性保护或作为永久性保护区。考虑到很多国家的能力有限，使用封闭区域来保护幼鱼或未成熟的鱼，可能这比限制捕捞尺寸或渔具更容易执行（Sadovy，Donaldson and Graham，2003）。然而，过去的冲突似乎说明这些方法并不总是适合的。这些冲突经常出现是因为使用权和资源的利用权没有得到很好的界定或公平的使用。通过实施合理的法律和规章以及利益相关者参与，能使这种冲突最小化并得到解决。在许多国家，缺少机构和执法能力以及主管当局对管理限制缺乏意愿，这些限制对成功进行种苗渔业管理仍旧是一个关键障碍，利益冲突和腐败在这些国家很普遍。

操作守则和行业标准能够改善行业行为，推动行业的可持续发展。所有行业人员，包括私人和政府，协商后达成一个标准化的结果。正如以上所描述，已为珊瑚礁食用活鱼贸易建立了这样一套标准。

长期以来如果被认定会对渔业和野外自然复原，甚至是一定品种的生存造成威胁，选定有鳍鱼类

品种的基于捕捞的水产养殖或许应该通过立法的形式禁止。鱼苗收集者会由于立法中止种苗渔业而流离失所。这会对发展中国家数以万计的人的生计和收入产生潜在的影响，对这些人来说，种苗渔业是他们部分甚至是全部的收入来源。为了解决流离失所的鱼苗采集者的问题，可能会实施一个替代生计的项目来帮助家庭过渡到其他的谋生机会。

4 基于捕捞的水产养殖业的未来

与全周期水产养殖相比，基于捕捞的水产养殖业同时具有经济和社会的优势和劣势。在很多情况下，尤其是发展中国家，基于捕捞的水产养殖业可以为人民提供收入和生计，否则可能被排除在水产养殖之外。然而，由于野生种群数量损失和冲突，它同样也可以导致社会效益的亏损。市场已经成为基于捕捞的水产养殖背后的推动力，并且在未来将一直推动其发展。预计基于捕捞的水产养殖业在未来的较短时间内将会继续扩张，包括现在养殖的那些有鳍鱼类和非有鳍鱼类和未来可能会选择用于水产养殖的品种。然而，扩张的主要制约因素是“种苗的供给”，野生种苗的供给已经不能满足农场需求的不断增加。野生种苗捕捞日益规范。寻找一个可以在整个生命周期饲养这些品种并且经济上可行的方法是很重要的，农民也需要降低他们生产成本来满足市场需求的变化，基于捕捞的水产养殖未来的任何扩张同样需要解决水产养殖活动对环境的破坏，并且自我调控以更可持续的方式进行。在所有情况下，都将会有积极的和消极的社会经济影响，这就需要更具战略性的管理。

参考文献

Ahmed, M., Magnayon-Umali, G. A., Valmonte-Santos, R. A., Toledo, J., Lopez, N. & Torres Jr, F. 2001. Bangus fry assessment in the Philippines. ICLARM Tech. Rep. 58. WorldFish Center, Penang, Malaysia.

Allan, G. & Fielder, D. 2003. Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia. Proceedings of a Scoping Study and Workshop. ACIAR Working Paper No. 54. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.

Asia-Pacific Fishery Commission (APFIC). 2005. APFIC regional workshop on low-value and “trash fish” in the Asia-Pacific region. Hanoi, Viet Nam, 7 - 9 June 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok.

Bartley, D. 2000. Responsible ornamental fisheries. FAO Aquaculture Newsletter. April, #24: 10 - 14. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome.

Birkeland, C. 1997. Disposable income in Asia-a new and powerful external pressure against sustainability of coral reef resources on Pacific islands. Reef Encounter, 22: 9 - 13.

Boonchuwong, P. & Lawapong, A. 2002. Marketing and exporting of grouper in Thailand. In APEC/NACA, (eds). Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop, Hat Yai, Thailand, 7 - 9 April 1999, pp. 45 - 51. Bangkok, Thailand, NACA. (available at www. enaca. org/Grouper/Publications/HatYaiProceeding. pdf)

Bunting, S. W. 2006. Low impact aquaculture, Centre for Environment and Society Occasional Paper 2006 - 3, University of Essex, Colchester UK.

Chong, K. C., Smith, I. R. & Lizarondo, M. S. 1982. Economics of the Philippine Milkfish Resource System. The United Nations University Press, Tokyo, Japan.

Cruz, M. L. 1992. Evaluation of the impact of shrimp mariculture development upon rural communities in Mexico. In R. B. Pollnac and P. Weeks (eds) Coastal aquaculture in developing countries: problems and perspectives. International Center for Marine Resource Development, University of

Rhode Island, Kingston, RI. pp. 54 - 72.

Dawes, J. 2001. International aquatic industry perspectives on ornamental fish conservation. In: Chao, N. L., Petry, P., Prang, G., Sonneschein, L., Tlusty, M. F. (eds), Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil-Project Piaba. Editora da Universidade do Amazonas, Manaus, Brazil, pp. 109 - 124.

de Monbrison, D. & Guillaumie, B. 2003. Preliminary studies for DOTT symposium-BFT impacts on local development a socio-economic approach. Cahiers Options Méditerranéennes, 60: 127 - 138. Capture-based aquaculture: global overview 64

Department of Fisheries (DOF). 2004. Management options for the shrimp fry fishery: A regional stakeholder workshop. A workshop hosted by the Department of Fisheries and funded through Fourth Fisheries Project by the Department for International Development as part of the Shrimp Action Plan. Coxes Bazaar, 11 August 2002.

http: //www. enaca. org/modules/mydownloads/viewcat. php? cid=19

Edwards, P., Little, D. C. & Demaine, H. 2002. Issues in rural aquaculture. Chapter 23 in Edwards, P., D. C. Little and H. Demaine (eds) Rural Aquaculture. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Epler, B. 1992. Social ramifications of mariculture on coastal Ecuadorian communities. In R. B. Pollnac and P. Weeks (eds) Coastal aquaculture in developing countries: problems and perspectives. International Center for Marine Resource Development, University of Rhode Island, Kingston, RI. pp. 24 - 33.

FAO. 2003. Report of the AdriaMed Expert Consultation "Interactions between Aquaculture and Capture Fisheries", Rome, 5 - 7 November. FAO - AdriaMed Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GCP/RER/010/ITA. Rome.

FAO. 2006. Species Choice in Aquaculture: Domestic processes, genetic improvement, and their role in sustainable aquaculture. Advisory Committee on Fisheries Research, Sixth Session. Rome, Italy, 17 - 20 October 2006. ACFR/VI/2006/3. Rome.

Friedman, K. 1999. Pearl culture using wild caught spat of blacklip oysters in the Solomon Islands. PhD thesis. James Cook University, Queensland, Australia.

Gonzales, E. 2006. The current status of mariculture in the Philippines and livelihood opportunities for coastal communities. The future of mariculture: A regional approach for responsible development of marine farming in the Asia-Pacific Region. Bangkok: STREAM.

Graham, T. 2001. A Collaborative Strategy to Address the Live Reef Food Fish Trade. Asia Pacific Coastal Marine Program, Report No. 0101. Honolulu: The Nature Conservancy.

Hair, C. A., Bell, J. D. & Doherty, P. J. 2002. The use of wild-caught juveniles in coastal aquaculture and its application to coral reef fishes. Chapter 17 In Stickney, R. R. and McVey, J. P. (eds) Responsible Marine Aquaculture. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Haylor, G. & Bland, S. 2001. Integrating aquaculture into rural development in coastal and inland areas. In R. P. Subasinghe, P. Bueno, M. J. Phillips, C. Hough, S. E. McGladdery & J. R. Arthur, (eds) Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20 - 25 February 2000. pp. 73 - 81. NACA, Bangkok and FAO, Rome.

Haylor, G., Briggs, M. R. P., Pet-Soede, L., Tung, H., Yen, N. T. H., O' Callaghan, B., Gow, C., DeVantier, L., Cheung, C., Santos, R., Pador, E., de la Torre, M., Bulcock, P. & Savage,

W. 2003. Improving Coastal Livelihoods Through SustainableAquaculture Practices: A Report to the Collaborative APEC Grouper Research and Development Network (FWG/01/2001). STREAM Initiative. Bangkok: Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific.

Job, S. 2005. Integrating marine conservation and sustainable development: Community-based aquaculture of marine aquarium fish. SPC Live Reef Fish Information 24 Bulletin #13 - January.

Johannes, R. & Riepen, M. 1995. Environmental, economic and social implications of the live reef fish trade in Asia and the Western Pacific. The Nature Conservancy and the South Pacific Forum Fisheries Agency. Honiara, Solomon Islands.

Larsson, J., Folke, C. & Kautsky, N. 1994. Ecological limitations and appropriation of ecosystem support by shrimp farming in Colombia. Environmental Management 18: 663 - 676.

McAllister, D. 1999. Is mariculture the remedy to problems of coastal communities. South Pacific Commission Live Reef Fish Information Bulletin. 5: 47 - 48. Social and economic impacts of capture-based aquaculture 65

Miyake, M. P., Miyabe, N. & Nakono, H. 2004. Historical trends of tuna catches in the world. FAO Fisheries Technical Paper 467. Food and Agriculture Organization, Rome. 74p. Mous, P. J., Sadovy, Y., Halim, A. & Pet, J. S. 2006. Capture for culture: artificial shelters for grouper collection in SE Asia. Fish and Fisheries. 7: 58 - 72.

Muldoon, G., Peterson, L. & Johnston, B. 2004. Trade and market trends in the live reef food fish trade. Asia-Pac. Mar. Finfish Aquacult. Network Mag. (July-September) (No. 2): 27 - 32. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, Bangkok, Thailand.

Nakada, M. 2000. Yellowtail and related species culture. In R. R. Stickney, ed. Encyclopedia of Aquaculture, pp. 1007 - 1036. New York, USA., J. Wiley & Sons Inc.

Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. & Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature 405: 1017 - 1024.

Ogburn, N. J. & Johannes, R. E. 1999. Grouper post-larvae, fry and fingerling collection devices in the Philippines. Report prepared for The Nature Conservancy Asia/Pacific Coastal and Marine Program, May.

Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M. B. 2004. Capture-based aquaculture: the fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails. Food and Agriculture Organization, Rome. 308p.

Padilla, J. E., Mamauag, S., Braganza, G., Brucal, N., Yu, D. & Morales, A. 2003. Sustainability assessment of the live reef fish for food industry in Palawan, Philippines. World Wildlife Fund-Philippines, Quezon City.

Pawiro, S. 2002. Markets for cultured grouper and other marine finfish. In APEC/NACA/BOBP/GOI, (eds). Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture, Medan, Indonesia, 17 - 20 April 2000, pp. 199 - 207. Bangkok, Thailand, NACA. (available at www. enaca. org/Grouper/Publications/GROUPER _ Medan _ Workshop. pdf)

Phillips, M. J. 2002. Fresh water aquaculture in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 7, Mekong River Commission, Phnom Penh. 62 pp. ISSN: 1683 - 1489.

Phillips, M. J., Melville-Smith, R. & Cheng, Y. W. 2003. Estimating the effects of removing Panulirus Cygnus pueruli on the fishery stock. Fisheries Research 65: 89 - 101.

Phuong, N. T., Hai, T. N., Hien, T. T. T., Bui, T. V., Huong, D. T. T., Son, V. N., Morooka, Y.,

Fukuda, Y. & Wilder, M. N. 2006. Current status of freshwater prawn culture in Viet Nam and the development and transfer of seed production technology. Fisheries Science 72: 1 - 12.

Pomeroy, R. 2007. Public policy for sustainable grouper aquaculture development in Southeast Asia. Chapter 29 In Leung, P., C.-S. Lee, and P. J. O' Bryen, (eds). Species and System Selection for Sustainable Aquaculture. Blackwell, Ames, Iowa, USA. 488 pp.

Pomeroy, R., Parks, J. & Balboa, C. 2006. Farming the reef: is aquaculture a solution for reducing fishing pressure on coral reefs? Marine Policy 30: 111 - 130.

Pomeroy, R. & Trinidad, A. 1995. Industrial organization and market analysis: fish marketing. Chapter 9 in G. J. Scott (ed.) Prices, Products and People: Analyzing agricultural markets in developing countries. Lynne Rienner Publishers, Boulder, Colorado.

Ringuet, S., Muto, F. & Raymakers, C. 2002. Eels-their harvest and trade in Europe and Asia. TRAFFIC Bulletin 19: 81 - 106.

Sadovy, Y. 2000. Regional survey for fry/fingerling supply and current practices for grouper mariculture: evaluating current status and long term prospects for grouper mariculture in South East Asia. Final report to the Collaborative APEC grouper research and development network (FWG 01/99). (available at www. enaca. org/Grouper/Publications/FWG01 - 99. pdf)

Sadovy, Y. J. & Vincent, A. 2002. Ecological issues and the trades in live reef fishes. Chapter 18 in P. Sales (eds) Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem, Academic Press. Capture-based aquaculture: global overview 66

Sadovy, Y. J., Donaldson, T. J. & Graham, T. R. 2003. The Live Reef Food Fish Trade While Stocks Last. Asian Development Bank, Manila.

Sim, S. Y., Rimmer, M. A., Toledo, J. D., Saguma, K., Remengan, I., Williams, K. & Phillips, M. J. 2005. A guide to small-scale marine finfish hatchery technology. Bangkok: NACA.

Sinh, L. X. 2005. Issues Related to Sustainable Farming of Catfish (Pangasius spp.) in Viet Nam. Paper presented at the "Socio-economic aspects of species for sustainable aquaculture farming" workshop organized by Oceanic Institute, Hawaii, 17 - 20 October, 2005.

So Nam, Eng Tong, Souen Norng & Hortle, K. 2005. Use of freshwater low value fish for aquaculture development in the Cambodia' s Mekong basin. Paper presented at the Regional Workshop on Low Value and "Trash Fish" in the Asia-Pacific Region, Hanoi, Viet Nam 7 - 9 June.

So Nam and Haing Leap. 2006. A Review of Freshwater Fish Seed Resources in Cambodia. Consultancy Report for Food and Agriculture Organization (FAO) and Network of AquacultureCentres in Asia-Pacific (NACA). Department of Fisheries, Phnom Penh, Cambodia.

Svennevig, N. 2002. Perspective on future directions in cage culture related to Asia. InAPEC/BOBP/NACA, (eds). Report on the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture, Medan, Indonesia, 17 - 20 April 2000, pp. 143 - 160. Bangkok, Thailand, NACA. (availableat www. enaca. org/grouper/publications/grouper _ medan _ workshop. pdf)

Tibbetts, S. M., Lall, S. P. & Anderson, D. M. 2001. Optimum dietary ratio of digestible protein and energy for juvenile American eel, Anguilla rostrata, fed practical diets. Aquaculture Nutrition, 7: 213 - 220.

Tisdell, C. A. & Poirine, B. 2000. Socioeconomics of pearl culture: industry changes and comparisons focusing on Australia and French Polynesia. World Aquaculture. 31 (3): 30 - 33.

Tlusty, M. 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. Aquaculture 205: 203 - 219.

Trong, T. Q., Hao, N. V. & Griffiths, D. 2002. Status of Pangasiid aquaculture in Viet Nam. MRC Technical Paper No. 2, Mekong River Commission, Phnom Penh. 16 pp.

Tuan, L. A. & Hambrey, J. 2000. Seed supply for grouper cage culture in Khanh Hoa, Viet Nam. Aquaculture Asia. 5 (2): 39 - 41.

Wood, E. M. 2001. Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies. Marine Conservation Society, Ross-on-Wye, UK.

第二部分　分品种报告

湄公河流域基于捕捞的鲶与乌鳢养殖业
Anders Poulsen，Don Griffiths，So Nam and Nguyen Thanh Tung

基于捕捞的胡鲶养殖：喀麦隆西部桑楚渔民的案例研究
Victor Pouomogne

埃及基于捕捞的乌鱼养殖
Magdy Saleh

孟加拉恒河地区基于捕捞的印度野生主要鲤科鱼类养殖
Mhd Mokhlesur Rahman

基于捕捞的野生欧洲鳗的养殖
Thomas Nielsen and Patrick Prouzet

基于捕捞的蓝鳍金枪鱼养殖
Francesca Ottolenghi

基于捕捞的鳕养殖
Bent M. Dreyer，Bjorg H. Nostvold，Kjell O. Midling and Oystein Hermansen

基于捕捞的黄尾鰤养殖
Makoto Nakada

基于捕捞的石斑鱼养殖
Mark Tupper and Natasja Sheriff

基于捕捞的泥蟹养殖
Colin Shelley

基于捕捞的韩国牡蛎养殖
Kwang-Sik Choi

湄公河流域基于捕捞的鲶与乌鳢养殖业

Anders Poulsen
农业和农村发展部
越南河内
E－mail：anders. scafi@mofi. gov. vn

Don Griffiths
农业和农村发展部
越南河内
E－mail：don. suda@mofi. gov. vn

So Nam
内陆渔业研究和发展所
柬埔寨金边
E－mail：sonammekong2001@yahoo. com

Nguyen Thanh Tung
南部渔业规划分所
越南胡志明市
E－mail：ngthanhtung198@yahoo. com

Poulsen，A.；Griffiths，D.；Nam，S.；Nguyen，T. T. 2008. Capture-based aquaculture of Pangasiid catfishes and snakeheads in the Mekong River Basin. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 69－91.

绪论

湄公河流域可能是世界上最大、最重要的内陆渔场（图 1）。在湄公河下游流域（包括老挝人民民主共和国、泰国、柬埔寨和越南），每年捕捞渔业产量估计在 250 万～300 万吨，占包括海洋和内陆渔业在内的全球捕捞渔业年产量的 2%，从另一角度看，这意味着每年大概有 20 亿美元的直接经济效益（Barlow，2006）。这一重要渔业的主要基础是：

- 湄公河极具多样性的鱼类资源（仅次于亚马逊河）；
- 湄公河生态系统的生态功能，包括大面积极具生产力的漫滩区栖息地以及栖息地之间依赖性的保护；
- 在湄公河流域生活着 8 000 万人口，其中的很大部分都直接或间接地从事渔业活动。

湄公河渔业的一个重要特点是其极端的季节性。每年 8～12 月间的汛期完成大部分的捕捞量，这期间，水位上升，在盆地较低的区域形成了大面积的漫滩区，特别是在柬埔寨和越南。这种季节性周期意味着在雨季，鱼的产量会供过于求，存在大量的剩余，而在旱季，产量又相对较低。

当地人和组织团体已经适应了鱼类供应的这种季节性波动，也相应地采取了一些措施，例如，他

图 1　湄公河盆地

湄公河下游流域，该图显示了湄公河主干流，主要支流，大型水库和冲积平原

们已经开发出许多方法以处理和保存在雨季捕获的鱼，使那些过剩的鱼能够被保留下来，在捕捞淡季进行销售。

水产养殖从最初的仅仅从雨季获得大量的低附加值产品，转变为能够在一年中其他时间收获、销售和/或消费的高附加值的产品。整个湄公河流域，已经出现专业的“幼鱼”渔业，在每年的雨季捕捉各种处在幼鱼阶段的高价值鱼种，然后在池塘和网箱中养殖。

湄公河流域的水产养殖业传统上是建立在捕捞业的基础之上的，直到 20 世纪后半叶引进了外来水产养殖物种后，过去基于孵化的传统水产养殖方式才被取代。随着这一领域研究能力的提高，诸如鲶这些本地物种的孵化技术最终取得进展，进一步促使这一流域的水产养殖业发展成目前规模巨大、以出口为导向的产业。尽管基于捕捞的鲶养殖已经发展成为一个重要的出口行业，而且是建立在孵化场生产的种苗这一基础之上，但是许多其他基于捕捞的水产养殖活动仍然使用野生种苗（如乌鳢的养殖）作为缓解枯水季节鱼类短缺的养殖方式，并且/或者将季节性丰收的、多余的低价值鱼转换成高价值的鱼。而湄公河流域的鲶与乌鳢在渔业和养殖方面面临的可持续发展与管理问题则有很大的差别。

目前，湄公河流域捕捞渔业面临的管理问题主要是栖息地的转换和过度捕捞。对整个湄公河流域高强度的开发，使得进一步扩大渔业的余地很有限，因此，这一流域面临的主要挑战将是如何维持目前的产出水平。未来湄公河流域渔业产量的增加都将来自于水产养殖。但是，如果水产养殖的产出增

加是以牺牲捕捞渔业的产出为代价实现的，这并不代表着产量的净增加，从减贫的角度考虑，在某些情况下产生的效果可能会适得其反（例如，当一种对于穷人很重要的资源被转换为对富裕家庭来说的高价值资源时，就不利于减贫）。

湄公河流域存在众多基于捕捞的水产养殖系统，每一个系统又都有不同的特点，管理解决方案相应的也有所不同。因此，对每个渔业/养殖系统都需要进行逐个评估。在有效的数据和信息的基础上，如果能采取适当的管理措施，以确保可持续发展，有些系统也许能为增加产量提供良好的机会。可持续的捕捞水平也能够被确定和维持下去（当然，也是建立在扎实的研究资料的基础之上），以支持将传统的大宗雨季捕捞方式转化为淡季的销售和消费方式。

本文介绍了湄公河流域基于捕捞的鲶和乌鳢（*Channidae*）的水产养殖方法。整个湄公河下游流域都使用鲶幼鱼进行养殖，但是在越南境内的湄公河三角洲尤为重要，而且主要是基于人工孵化的鱼苗，在那里鲶幼鱼的养殖已经从传统的小规模养殖转型为一个每年出口价值达百万美元的产业。同时，这一流域的野生乌鳢幼鱼被利用起来，在水箱、池塘和网箱中进行养殖，使丰产雨季的低价产品转化为旱季的高价产品。

因此，对于湄公河流域基于捕捞的水产养殖而言，这两个种群代表了两个不同的发展方式。在第一组（鲶），传统的野生种苗为基础的水产养殖方法促使孵化技术不断发展，使鲶的水产养殖业从传统的以野生种苗为基础转换成当前的以孵化种苗为基础。而在另一组（乌鳢），水产养殖业在很大程度上仍然是依赖于野生种苗。

1 物种的描述

1.1 鲶

湄公河有 16 种鲶，分属于 4 个属（螺巨鲶、湄公河巨型鲶、巨鲶属和翼巨鲶属）（Gustiano，2003），包括世界上最大和最突出的淡水物种之一——湄公河巨型鲶（巨鲶）。

目前基于捕捞的水产养殖业中大量养殖的只有两种：河鲶（或蓝鲨）（图 2）和博氏鲶。也有其他的一些种类，尤其是噬贝鲶、克氏鲶和拉氏鲶，但规模要小得多（Trong，Hao and Griffiths，2002）。

图 2 蓝鲨标本
（Pham Van Khanh 提供）

基于捕捞的传统水产养殖的发展是以河鲶、蓝鲨为基础的，大概是因为它是一个多产的雌鱼，它生产幼鱼的数量比较大，很容易从流淌的河流中捕捞。而博氏鲶却相反，其产卵量很少，因此很难大量采集到漂流的野生鱼苗。只有当它们长大一些、身形也更大的（例如总长度大约 5 厘米）时候，用

专门的钩子钓上来（Van Zalinge et al.，2002）。

所有的鲶物种都是会迁徙的，其中的一些物种在生存栖息地、避难栖息地和产卵栖息地之间进行大规模的长途迁徙，例如上述的两个关键物种，每年都在上游的避难/产卵栖息地与下游的饲养和抚幼栖息地之间进行几百千米的迁徙。

目前项目正集中研究鲶几个物种的驯化和人工繁育，其中包括克氏鲶和拉氏鲶，它们将来可能成为重要的水产养殖物种。但是，由于蓝鲨和博氏鲶目前还是湄公河流域主要的养殖鲶品种，因此它们是本文论述的重点。

1.2 蓝鲨的生命周期

河鲶，即蓝鲨，出现在整个湄公河下游流域，从上游沿泰国和老挝人民民主共和国之间的边境，流经柬埔寨，直到越南的湄公河三角洲（图 3）。然而，在湄公河上游流域，这种鱼却极其罕见，有人认为存在两个或多个相互独立的种群，即一个小型的“湄公河上游”种群（主要包括泰国和老挝人民民主共和国）和一个或多个“湄公河下游”种群，主要包括老挝人民民主共和国南部，柬埔寨和越南，这是迄今为止世界上最大的种群（Poulsen et al.，2004），最近的一项遗传学研究支持了这个假说（So，Maes and Volckaert，2006a；So，Maes and Volckaert，2006b）。

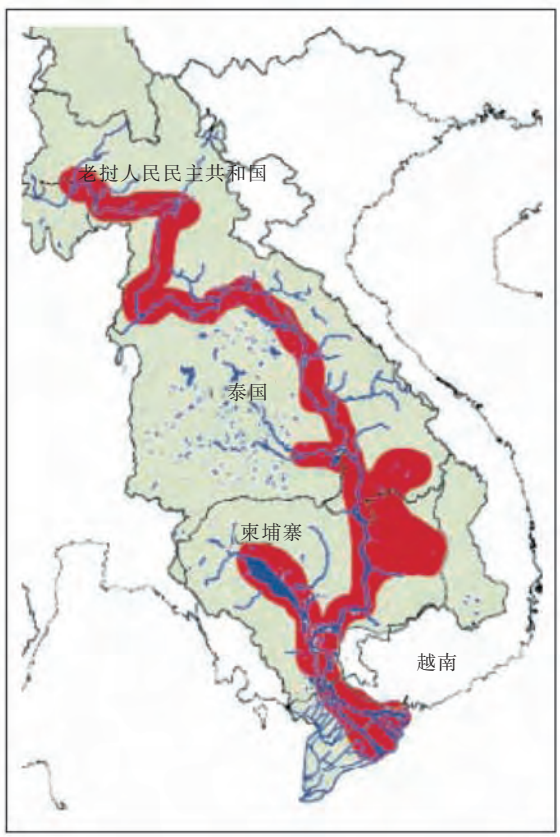


图 3 湄公河流域蓝鲨分布图

（来源：Poulsen et al.，2004）

与湄公河流域所有其他的鱼类一样，蓝鲨的生命周期与每年季风引起的洪水周期密切同步。产卵主要是在每年 5～7 月开始的雨季。对于南部的种群，主要的产卵地被认为是位于柬埔寨北部的湄公河干流、沿着桔井和上丁这两个河镇之间的河段（So，2005）。这段河流拥有极其多的急流和深潭，被普遍认为是大部分湄公河鱼类生长的关键水域，尤其是产卵，同时在干旱的季节，也能够作为包括绝大多数鲶种属在内的鱼类避难所。

这些卵是有黏性的，被认为是沉积在某些类型的植物根系上（Touch，2000；Van Zalinge et al.，2002）。一个 10 千克的鱼可以产下超过一百万只卵（Van Zalinge et al.，2002）。

当孵化之后，这些幼鱼进入湄公河的水体，并与其他大量的湄公河鱼类幼鱼汇集成一条壮观的、多种类的漂流群，顺着河床漂流到下游的湄公河三角洲，进入三角洲和洞里萨湖/大湖（Tonle Sap/Great Lake）系统广阔的洪泛平原栖息生长。研究证实，每年从 5～8 月的 3 个月时期内，越南境内的这种幼鱼漂移现象至少有 153 种鱼类，分属于 32 科和 10 个种属（Nguyen et al.，2001）。漂移模式之间的细微差异可能代表物种之间的生态差异，例如，蓝鲨是唯一一个主要在水体表层游动的种类，这使得他们更容易被大量的捕捉到，而所有其他种类主要在水体较深的区域游动（Hortle et al.，2005）。蓝鲨的食物很杂，包括藻类、高等植物、浮游动物和昆虫，较大的河鲶也吃水果、甲壳动物和鱼类（Van Zalinge et al.，2002）。

最近对柬埔寨境内蓝鲨的遗传研究表明，相较于采食栖息地，产卵栖息地在引发这一物种进化到 5 个种属的影响力更有限（So，Maes and Volckaert，2006b）。这些种群被认为是使用了相同的产卵栖息地，只是在不同的时期单独产卵，然而在采食地这些种群是混杂的（So，Maes and Volckaert，2006b）。换句话说，产卵栖息地可能是蓝鲨种群的主要瓶颈，对维持种群的多样性和大小也至关重要。

1.3 博氏鲶的生命周期

博氏鲶和蓝鲨的分布区域类似，位于湄公河下游的湄公河干流和大的支流中（Poulsen et al.，2004）。这似乎也包括地理上分离和基因上不同的种群，即上游的种群（在泰国北部和老挝人民民主共和国）和一个或多个下游种群（老挝人民民主共和国南部、柬埔寨和越南的湄公河三角洲）（图 4）。

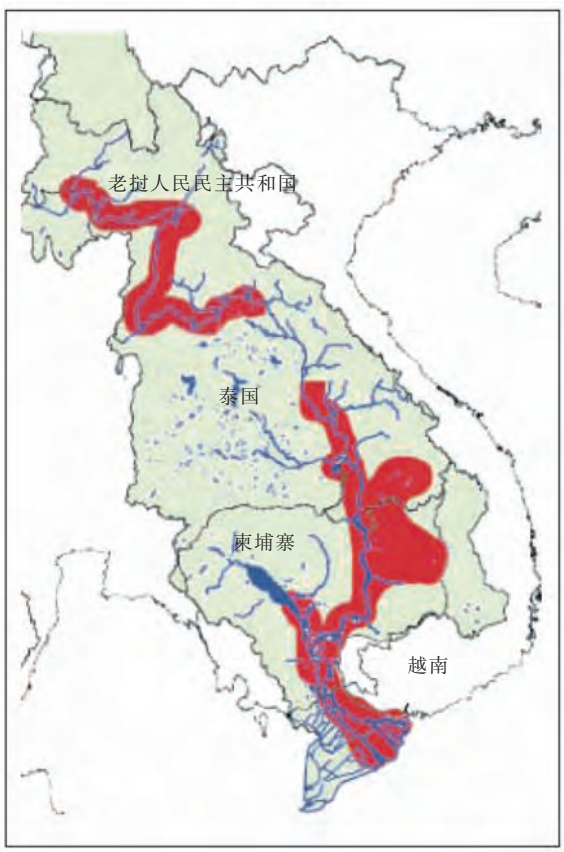


图 4 湄公河流域博氏鲶分布图

（来源：Poulsen et al.，2004）

最近的遗传学研究表明，在湄公河下游流域，也即柬埔寨和越南境内，可能存在几个不同的亚种群，这与蓝鲨类似（So，Maes and Volckaert，2006a；So，Maes andVolckaert，2006b）。然而博氏鲶最早的幼鱼阶段样本尚未找到，遗传学子结构也更难以发现。

对这一物种详细的生态特征还知之甚少，包括产卵行为和迁徙规律，通常认为其同样是在柬埔寨北部河段进行产卵，并且和蓝鲨有相同的迁徙规律（Poulsen et al.，2004；So，Volckaert and Srun，2006）。正如上文所提及的，博氏鲶产量比蓝鲨要少，其主要的产卵季节也被认为是每年5～7月雨季的开始阶段。但在时间和栖息地要求上，博氏鲶和蓝鲨可能存在一些细微的、不易察觉的区别。

因此，与蓝鲨类似，博氏鲶的生命周期是由每年雨季的水文周期决定的。

一个事实是，从洞里萨湖和湄公河三角洲漫滩栖息地捕捞的博氏鲶通常要少得多，这意味着博氏鲶较少依赖漫滩栖息地进行生产和采食。与蓝鲨相比，博氏鲶可能更多地依赖于河道栖息地。

2 乌鳢

在湄公河流域有8种乌鳢，都属于鳢科。目前，只有两个种类被用于进行大量的水产养殖，即乌鳢（小盾鳢）和线鳢。

2.1 乌鳢的生命周期

在整个湄公河流域，乌鳢一般生活在静止或流动缓慢的水域，与上文所描述的蓝鲨相反，乌鳢不能进行长途迁徙，只能随着季节性的水文循环和洪泛区河流生态系统的变化，在河流和洪泛区之间进行短距离的迁徙。乌鳢是机会主义的繁育者，只要环境合适就可以产卵。在野外，它们通常在每年的雨季，也就是5～9月产卵，它们将一小部分卵产在用植物做成的小巢中，雄乌鳢负责看守小巢以及后来的育苗——类似于一种由经验丰富的渔民用来收集鱼苗以进行网箱养殖的行为。

2.2 泰国鳢、线鳢

泰国鳢，也称做线鳢，是湄公河流域下游最常见的鱼类之一（图5）。这种鱼可以直接呼吸空气，并且能够生活在很浅的水域，因此特别适合在水稻耕作区和生态系统中生存（Amilhat and Lorenzen，2005）。它们在开放性水域、常年栖息地（湖泊、沼泽、河流）和季节性漫滩以及稻田栖息地之间进行季节性迁徙，而产卵、采食都在每年5～10月的雨季期间进行。

在一些地方，由于与人造栖息地的长期关联，导致稻农管理干预栖息地，其目的是增加泰国鳢的产量。比如通过在水稻种植生态系统中设置永久的“诱捕池塘”（Amilhat and Lorenzen，2005）。

图5 泰国鳢标本
（ERIK KEUS提供）

2.3 乌鳢、小盾鳢

乌鳢与泰国鳢具有相似的生命周期，同样分布在湄公河下游流域，在长期避难的栖息地、河漫滩

产卵地和采食栖息地之间进行季节性迁徙。

在自然漫滩栖息地和河流栖息地之间广泛而完整的连接处，这种鱼类尤其常见。在湄公河，大湖和洞里萨湖漫滩系统对于乌鳢的生存尤其重要，因此，这个生态系统蕴藏了最重要的渔业，包括对这一物种基于捕捞的水产养殖活动。

其他具有河流/漫滩生态系统的地域包括几个分布在老挝人民民主共和国和柬埔寨境内的支流系统。在泰国，堪河是最后的拥有漫滩生态系统的支流系统之一——因此，乌鳢在成年和幼年渔业中都很常见。

3 对捕捞渔业的描述

3.1 一般渔业

在湄公河的捕捞渔业中，许多的鲶都是重要的物种，通常是整个流域多元化的多品种渔业元素之一。

蓝鲨对于柬埔寨洞里萨湖和大湖的渔业尤其重要，例如在或洞里萨湖的袋网渔业就是针对在干旱季节开始的洄游鱼类。对于柬埔寨南部和越南境内的湄公河三角洲地区的盆地漫滩渔业而言，它们也很重要。

较大的群体在柬埔寨北部的湄公河主干道和 Sesan-Srepok-Sekong 河流系统会被偶尔捕获。在壮观的孔恩瀑布渔业，目标是穿越瀑布迁徙的物种，这类物种很少能够遇到，只在老挝人民民主共和国和泰国的瀑布上游区域才能极其罕见的捕获到。

博氏鲶在整个湄公河下游流域都能捕获。在柬埔寨和越南，这种鱼比蓝鲨要少见得多。然而，在老挝人民民主共和国和泰国的湄公河上游的干流和较大的支流上，通过刺网渔业能够捕获大量博氏鲶，特别是雨季开始，它们向上游迁徙的时期。

在同一时期，在老挝人民民主共和国和柬埔寨边境线上的孔恩瀑布的诱捕渔业，在这一物种大规模、多品种地通过瀑布迁移时，也能够捕获大量的博氏鲶（例如，Baird，1998）。

在整个流域，两种乌鳢鱼类对于捕捞渔业都非常重要。泰国鳢是湄公河流域最重要的物种之一，主要在漫滩区和稻田栖息地捕获；乌鳢在自然漫滩区的江河流域中是最常见的捕获鱼类，例如洞里萨湖和大湖生态系统以及泰国的堪河。

3.2 鲶幼鱼的捕捞

直到最近，才在越南和柬埔寨边境附近的湄公河三角洲上游流域捕获到大量的河鲶幼鱼（蓝鲨）。渔业主要集中在越南安江省的朱笃镇（Chao Doc）和坦洲区，以及柬埔寨的干丹省。

渔业捕捞在每年 5～7 月份开始的雨季，持续 2～3 个月，这一时期鲶幼鱼会顺着湄公河干流向下游的栖息地漂流。产卵场被认为是在柬埔寨与老挝人民民主共和国边界附近的湄公河流域，距离幼鱼被发现的流域约 500 千米远。用专门的网袋或设备来捕获微小的、脆弱鱼苗的活标本（图 6）。这种网袋通常每日收获 3 次。

有关这一渔业的统计数据很有限，从 1977 年至今，每年有 200 万～800 万尾、长度在 0.9～1.1 厘米的幼鱼被捕获（根据安江省农业部门的数据，Trong，Hao and Griffiths 引用，2002）。另外有一小部分的鲶幼鱼被捕获后用于进一步的养殖，特别是博氏鲶、噬贝鲶和拉氏鲶。

1977 年，同塔和安江省共有 1 974 个用于采集河鲶幼鱼的固定点，其中 204 个是国有的，1 770个是私人拥有的。平均每个固定点每年能捕获 13 100 尾幼鱼，全部加起来一年的收获量一共有 7.63 亿尾（Huy and Liem，1977）。Tung 等（2000）的报告认为 1996 年河鲶鱼的总产量有 2 亿尾。

从 20 世纪 50 年代至 80 年代，大约有 2 000 名农民在安江省的 Hong Ngu 和坦洲区，以及同塔

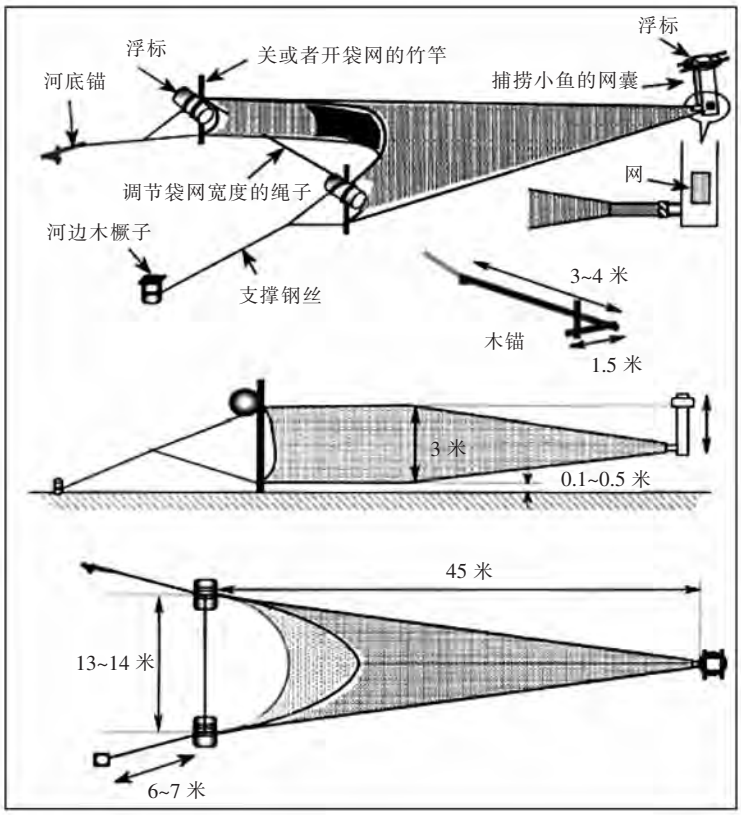


图 6 捕捉鲶幼虫的网袋或者袋网的设计

（来源：Tung et al.，2000）

省的朱笃区养殖野生河鲶幼鱼，每年的河鲶幼鱼的产量在 5 000 万至 1 亿尾。

在野外渔业中，非鲶的鱼类会被扔回河里，或者被用做鱼饲料（Bun 1999；Van Zalinge et al.，2002）。估计捕获的幼鱼中只有 5%～15%是鲶幼鱼，每捕获一千克的河鲶幼鱼大概要损失掉 5～10 千克的其他种类幼鱼（Phuong，1998）。在越南捕获的非目标幼鱼的比例高于柬埔寨，原因可能是在越南的水域这类幼鱼的数量较少（Van Zalinge et al.，2002）。

那些 10～20 天大的博氏鲶幼鱼也经常被作为那些捕获河鲶固定点的副渔获物。但在越南，每年的 8～10 月份，也有一个小规模的、用特殊的钩子和线来捕捉 12～15 厘米长博氏鲶幼鱼的渔业。这些被用做网箱养殖的鱼种，每条的售价一般在 3 000～4 000 越南盾（0.19～0.25 美元）。

由于袋网渔业对目标和非目标野生物种种群的负面影响，2000 年 3 月，安江省和同塔省禁止了针对鲶幼鱼的这种捕捞方式（Ish and Doctor，2005）。在颁布这一禁令之前，每年省级机关都将这种捕鱼权拍卖给出价最高者。

表 1 越南安江省袋渔业蓝鲨鱼鱼苗捕获量

年份	鱼苗捕捞数（百万）	参考文献
1977	200～800	Khanh，1996
1994	62	Tung et al.，2001b
1995	60	Tung et al.，2001b
1996	56	Tung et al.，2001b
1997	48	Tung et al.，2001b

（续）

年份	鱼苗捕捞数（百万）	参考文献
1998	36	Tung et al.，2001b
1999	27	Tung et al.，2001b
2000	0.4	Tung et al.，2001b
2006	0.1①	Phuong（个人交流）

注：①主要在同塔省。

在柬埔寨，1994 年就取缔了幼鱼捕捞业，但 1998 年还是有捕捞的报告（Edwards，Tuan and Allen，2004）。So 和 Haing（2006）估计，2004 年有总量超过 2 000 万尾的各类鱼苗被捕获，用于水产养殖。其中有 18%属于鲶，包括蓝鲨（110 万尾）、噬贝鲶（90 万尾）、博氏鲶（60 万尾）和拉氏鲶（40 万尾）（数据基于柬埔寨渔业部的官方统计，So and Haing 出版，2006）。

表 1 显示，自从实施幼鱼捕捞禁令以来，安江省捕获的蓝鲨鱼苗的数量从 1977 年开始大幅下降，目前的捕获量已接近于零。

与蓝鲨不同的是，使用这种网不能大量捕捞到博氏鲶幼鱼，较大的博氏鲶幼鱼一般都是通过特制的钩子钓起来的，尤其是在柬埔寨，这种方法最常见。

4 乌鳢的捕捞

乌鳢的产卵习性使得它们相对容易为渔民所捕获。渔民通过在稻田和漫滩区的浅滩中找到那些守护它们后代的成年乌鳢，可以很容易地找到那些乌鳢鱼苗，然后直接用小网“铲起”这些鱼苗。这是整个湄公河下游流域从野外获得乌鳢鱼苗的主要方法。

然而，每年的雨季，也有其他的方式捕获到乌鳢鱼苗，举例包括：

- 在越南和柬埔寨的河流袋网渔业；
- 在越南和柬埔寨使用各种诱捕、手抛网以及敷网的滩区渔业；
- 在泰国的堪河和老挝人民民主共和国的南俄河上游支流，使用大型升降机网（用船拖拽）的捕捞渔业；
- 大湖渔业，包括各种诱捕、围网、手抛网（主要用来捕获小盾鳢）；
- 在盆地区域的稻田区渔业（主要用来捕获线鳢）。

这些都是多品种渔业，并不针对任何单一品种。捕获之后，立即进行分类，乌鳢鱼苗被保存起来，然后卖给网箱养殖经营者（通常是通过中间商）。其他大型和高价值的鱼类在零售市场进行销售，而捕获的大量的低价值鱼类被用于加工（如鱼酱）、喂养牲畜以及作为水产饲料（包括乌鳢养殖）等。

在柬埔寨，乌鳢的鱼苗是幼鱼渔业最常见的品种。据柬埔寨渔业部（DOF）2004 年的官方统计，在柬埔寨水域内，每年有超过 1 500 万尾的小盾鳢幼鱼被捕获，占到全部幼鱼捕获量的 77%（So and Haing，2006）。相比之下，线鳢的捕获数量几乎微不足道（约 18 000 尾）。

在泰国和老挝人民民主共和国，乌鳢养殖业很重要，但是野生鱼种的捕获量方面没有量化数据。线鳢鱼苗一般在孵化场生产，而小盾鳢鱼苗主要通过季节性的捕获野生种群来获得（Simon Funge-Smith，个人交流）。

5 水产养殖对野生种苗的依赖性

5.1 鲶

5.1.1 柬埔寨

在柬埔寨，记录显示，乌鳢和鲶的网箱养殖是从 10 世纪开始发展起来的，那时候每年的渔业高

峰季节捕获量太多以至于市场上鱼的供应严重过剩，而接下来的淡季，鱼又供应不足，价格上涨。像泰国肿颌鲴等鱼类，与米糠混合，被用做催肥乌鳢和鲶的主要饲料成分。随着时间的推移，逐步加强了对乌鳢与鲶幼鱼的捕捉与养殖力度，使得这两种鱼类的水产养殖业取得了进一步的发展。

如今，柬埔寨 80%以上的水产养殖量都是由沿着湄公河和巴塞河流域的大湖和洞里萨湖的网箱养殖完成的。河鲶是泥池养殖的主要鱼类物种，而小盾鳢是浮动网箱养殖的主要品种，集约化的河鲶养殖也在金边和干丹省发展起来，因为他们靠近像金边这样的城市市场（Phillips，2002）。

2004 年，柬埔寨用于水产养殖的鱼苗总数的 26%是通过野外捕获的。这其中，小盾鳢占近 78%（1 500 万尾），蓝鲨占 4.7%（100 万尾），博氏鲶占 2.3%（60 万尾）。约 56%的水产养殖鱼苗是进口的（主要来自于越南），国内孵化场提供的仅占 18%（So and Haing，2006）。

柬埔寨一共有 14 个国营孵化场，但是由于受到供水系统薄弱、人才资源、资金和种鱼资源有限等因素的影响，不是所有的孵化场都运行良好（So and Haing，2006）。柬埔寨 5 个最大的淡水鱼苗孵化场，其中有 4 个是国营的（波萝勉省的 Bati 鱼苗生产和研究中心、Chrang Chamres 渔业研究站、干丹省 TOUL Krasang 鱼苗生产站、金边的 Chak Ang Rae 鱼苗生产站），还有一个是在金边附近的干丹省非政府组织事务处建设的规模化孵化场。

5.1.2 越南

几个世纪以来，蓝鲨（越南称“tra”）和博氏鲶（越南称“basa”）都是越南传统的养殖品种（Peignen 1993，cited by Cacot，1999；Lazard and Cacot，1997）。如今，无论从数量还是从出口价值考虑，河鲶和博氏鲶都是越南两个主要的淡水养殖鱼类品种。与柬埔寨相似，越南鲶养殖业也是从在旺季把鱼储存起来，然后在淡季以高价销售发展起来的。在 20 世纪 80 年代以前，鲶鱼的养殖完全依赖于捕获野外的鱼苗。

在泰国，蓝鲨的首次人工繁殖是在 1959 年，技术是从东南亚流传过来的（Trong，Hao and Griffiths，2002）。越南的一篇博士论文“湄公河三角洲河鲶的诱导产卵”（Khanh，1996）详述了越南自 1978 年起实施河鲶人工繁殖技术发展的过程，在 1996 年之前，越南没有鲶的孵化生产技术。

表 2 2000—2005 年越南湄公河三角洲地区各省鲶幼虫、幼鱼和鱼苗产量（百万）

省	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	幼虫	小鱼	幼虫	小鱼	幼虫	小鱼	幼虫	小鱼	幼虫	小鱼	幼虫	小鱼
安江	36	2	45	2	228	17	240	24	375	27	715	66
同塔	430	30	416	36	572	47	624	52	4 250	935	4 681	1 744
芹苴		—	—	19	—	9	—	4	—	3	—	3
永隆				6	—	7	—	10	—	8	—	6
前江				—	—	—	—	2	—	2	—	1
隆安												
海洋												
薄辽												
坚江												
懋庄												
金瓯												
茶荣												
槟椥												
安江												
总量	**466**	**32**	**461**	**63**	**800**	**80**	**864**	**92**	**4 625**	**975**	**5 396**	**1 820**

来源：省级渔业产业厅和水产研究与发展厅年度进展报告。

表 2 显示在越南湄公河三角洲，河鲶鱼苗孵化生产迅速发展。2000 年和 2005 年间，河鲶幼虫和鱼苗/小鱼的产量分别增长了 11 倍和 57 倍。

表 3　2004—2006 年越南河鲶幼幼虫和鱼苗的产量

年份	幼虫（10 亿）	小鱼（10 亿）
2004	6	0.4
2005	8	0.7
2006	10	1

来源：来自安江省、同塔省、前江省、永隆省和芹苴省等省推广中心 2006 年年度报告。

2006 年，在越南湄公河三角洲地区的 130 个孵化场（安江省 15 个、芹苴省 5 个、前江省 4 个、永隆省 3 个以及同塔省 103 个）生产的河鲶幼鱼达到 100 亿尾、蓝鲨鱼苗 10 亿尾（表 3）。

目前，在越南有无数小规模的孵化场和育苗场（<1 公顷）提供鲶鱼苗，导致鲶鱼苗的价格降至每尾 2～3 越南盾。越南孵化场和育苗场生产的河鲶鱼苗已远远超出本国的需求，过剩的鱼苗出口到柬埔寨（Edwards，Tuan and Allen，2004）。但是越南政府第 15/2006/QD－BTS 法令规定，从 2007 年 9 月起禁止出口鲶幼鱼和鱼苗。

与之形成鲜明对比的是，2004 年，柬埔寨孵化场河鲶鱼苗的总产量仅有 883 840 尾（So and Haing，2006）。

在越南湄公河三角洲，第一个博氏鲶孵化场是从 1996 年开始运营的。2006 年，越南的 10 个孵化场（其中安江省 2 个、前江省 2 个、同塔省 6 个）估计共生产了 1 500 万～2 000 万尾博氏鲶幼鱼，每尾售价 100 越南盾（约 0.006 美元）。博氏鲶种鱼，在网箱里放养，放养密度通常在 1.5～3 kg/m^3，二月至六月间成熟。前期给博氏鲶幼鱼喂卤虫无节幼体（*Artemia nauplii*），后期喂商业颗粒饲料，70%的幼虫在采食了 90 天后会变成小鱼。

虽然在越南生长系统中养殖大部分博氏鲶的鱼苗是由孵化场生产的，但还是有很少的一部分是来自于捕捞的野生鱼苗。2004 年，私人和政府的孵化场共生产了大约 150 亿尾河鲶和 30 亿尾博氏鲶鱼苗（MOFI，2005 年）。

专栏 1　从捕捞野生鱼苗的渔夫到现代孵化场所有者

同塔省，鸿御县，Hong My 孵化场。

My 先生 38 年前就开始捕捞和买卖野生鲶鱼苗（蓝鲨、博氏鲶、克氏鲶），在 20 世纪 90 年代农业与农村发展厅进行产卵培训之后，My 先生在靠近柬埔寨的同塔省鸿御县成立了自己的鲶孵化场。

如今，养殖场每年产出 25 吨每条 6 千克重的蓝鲨，6.5 吨每条 8 千克重的博氏鲶，1.5 吨每条 1.8 千克重的噬贝鲶，所有这些都是野生的。种鱼大多是在附近河流上的浮式网箱中养殖，一般使用 5～6 年后换掉。

My 先生共有 6 公顷池塘，其中的 3.5 公顷是自有的，其余的是租赁的。Hong My 孵化场销售的产品中有 90%是一天大的幼鱼，另外的 10%是在池塘育苗 45 天后再出售的小鱼。孵化场由 5 个家庭成员和 15 名雇工负责运作，孵化场的主要经营成本是喂养种鱼的饲料和产卵化学品，其主要的制约因素是疾病和博氏鲶的低繁殖力。该孵化场的产品主要销售到越南经营鱼苗育苗场的农民，也卖给柬埔寨的批发商。

5.2　越南蓝鲨和博氏鲶的养殖体系

河鲶因其生命力更强、生产速度更快、养殖成本更低、繁殖力高于博氏鲶 10 倍多（Edwards，

Tuan and Allen，2004）而成为越南湄公河三角洲地区最主要的淡水有鳍养殖鱼类（Phillips，2002）。而且，河鲶比博氏鲶的肉更厚，生产 1 千克的鱼片分别需要 3.1 千克的河鲶和 3.7～3.8 千克的博氏鲶（Edwards，Tuan and Allen，2004）。尽管河鲶是越南主要的出口淡水有鳍鱼，但在国内，消费者更偏向于食用博氏鲶，其在国内的销量比河鲶要高出 1/3。

博氏鲶的养殖几乎完全是在湄公河流域支流上设置的网箱中进行的。1995—1999 年，在越南湄公河三角洲地区大约有 3 000 个养殖博氏鲶的网箱，每年生产近 3 万吨，其中绝大部分供应国内市场（Nguyen Tuan，2000）。近年来，随着生产者对河鲶出口关注度的上升，博氏鲶的产量明显地下降。到 2006 年，这一地区只剩下 800 个养殖博氏鲶的网箱，产量估计在 1.2 万吨左右。

在越南，河鲶（蓝鲨）的养殖是以沿河流边网箱中单一养殖、池塘密集养殖以及在小规模池塘中混养的方式进行的（Hung et al.，2003）。安江省和同塔省拥有最大数量的网箱养殖量，越南湄公河三角洲的网箱大小从 50 米^3 到 1 600 米^3 不等，那些大型的网箱一般包括顶部在空气中的区域和在水下淹没的部分（Phillips，2002）。集约化的河鲶池塘养殖集中在芹苴、安江、同塔和永隆四省。尽管由于池塘养殖密度过高和水流不畅，导致鱼肉质量不符合出口市场（肉黄色）的风险很高，但 50％的鲶都是通过池塘养殖的（Cacot，2004）。在整个湄公河三角洲流域也存在小规模的河鲶池塘养殖 VAC 系统（花园、池塘和畜牧业区域的越语缩略词）（Edwards，Tuan and Allen，2004）。目前，河鲶和博氏鲶也“出口”到越南北部和中部地区，并且进行了试点养殖（Khanh 2004，引自 Hao，Hung and Trng，2005）。然而到目前为止，越南境内大部分的鲶养殖是在湄公河三角洲地区进行的。

河鲶能够忍受低至 0.05～0.10 毫克/升的溶解氧浓度（Browman and Kramer，1985，cited by Cacot，1999；Khanh，1996）、高度污染的水域（化学需氧量＝25），在安装增氧机后，养殖密度可以达到每平方米水域 120 尾。河鲶在养殖 8 个月后达到 1～1.5 千克，然后就可以适应各种不同的饲料（Khanh，1996），河鲶的商业颗粒饲料的转化率通常达到 1.9～2.0。

池塘放养的密度一般在 60～80 尾/米^2，但是有些当地的农民放养量达到 120 尾/米^3。网箱放养密度一般是 100～150 尾/米^3。每公顷鱼塘产量可达 300～400 吨，甚至是 500 吨，一立方米网箱一般能够收获 100～120 千克。已经有媒体报道过每公顷池塘产量能高达 500 吨。养殖生产者传统上使用自制的饲料，但现在越来越多地使用商业颗粒饲料，商业饲料估计占饲料投入的 80％。养殖者还通过向池塘输氧和定期换水的方式，以减少泥巴的气味，生产出肉质白嫩的鱼。

随着鲶养殖面积和密度的增加，诸如鲶细菌性坏死（BNP）等疾病的暴发日益频繁。疫情通常暴发在雨季开始的时候（4～5 月）和洪水季节的末期（10～11 月）（Crumlish and Dung，2006）。尽管越南农业与农村发展部一直禁止，许多生产者仍使用抗生素加上消毒剂来治疗疾病，这导致日本、欧盟和美国抵制越南出口的鲶产品。这是政府和业界必须给予优先考虑的问题。

池塘和网箱养殖河鲶的成本相对稳定，大约分别为每千克 7 000 越南盾（0.43 美元）和 9 000 越南盾（0.56 美元）。河鲶和博氏鲶产品常出口到欧洲（约 60％）、亚洲国家、墨西哥、澳大利亚（30％）、美国（少于 10％）和中东。像俄罗斯这样的新兴市场也在逐步形成。

2004 年，鲶的产量达到了 30 万吨（MOFI，2004）。2005 年，4 912 公顷的池塘养殖面积和 340 800米^3 的网箱养殖面积共产出 416 908 吨鲶，总价值达 23.93 亿美元。其中，池塘养殖的河鲶、网箱养殖的河鲶和网箱养殖的博氏鲶分别占 89％、10.5％和 0.5％。2005 年，池塘养殖河鲶的平均生产力是每年每公顷 75.6 吨[①]，而网箱养殖河鲶和博氏鲶的平均生产力分别是每年每立方米 140 千克和每年每立方米 67 千克（Southern Sub-Institute for Fisheries Planning，2006）。2006 年鲶的产量估计为 84.2 万吨，其中河鲶和博氏鲶分别为 83 万吨和 1.2 万吨。越南 2006 年出口 28.66 万吨鲶，价值达 7.36 亿美元（来源：越南海关总署）。越南 2010 年河鲶和博氏鲶的目标产量是 100 万吨，出口价值达到 8 亿美元（Hao，Hung and Trong，2005）。

① 越南 2007 年鲶产量超过 100 万吨。

5.3 乌鳢养殖体系

基于野生鱼苗的乌鳢养殖依然在整个湄公河下游流域进行，尤其以柬埔寨和越南最为重要。

直到20世纪90年代初期，在越南湄公河三角洲地区，每年3～5月，利用捞网能够收集到1 500万～2 000万尾个体重量在0.3～0.5克的野生乌鳢鱼苗。从1999年起，孵化场生产的乌鳢鱼苗已能够满足越南乌鳢养殖场对鱼苗的需求。目前，在越南有超过200个乌鳢鱼苗孵化场，大部分位于同塔省的鸿御县和谭农区。种鱼一般喂养在池塘中，饲料以杂鱼为主，池塘面积一般在200～500米^2。当种鱼成熟时，农民利用产卵围网使种鱼自然产卵并孵化卵。目前，在越南湄公河三角洲地区的孵化场乌鳢幼鱼的年产量在2 000万条左右。

乌鳢幼鱼一般在一个大小为3×4×1.5米的蓝色尼龙箱中养殖，每个箱子能够容纳500条幼鱼，喂养的饲料主要是杂鱼和/或鱼粉以及细米糠，存活率在20%～30%。每年乌鳢鱼苗的产量，包括孵化场生产和野外搜集，估计在1 500万～1 800万尾。

在越南湄公河三角洲，小盾鳢一般和其他鲶品种在网箱中混养。估计占整个网箱养殖总产量的5%（Trong，Hao and Griffiths，2002）。越南南部的水产养殖第二研究所（RIA2），已经在前江省（Tien Giang）的乞陂县（Cai Be）开展了几年巨型乌鳢产卵研究工作。该所的工作人员一直在全国各地传播产卵、育苗和养殖技术（Khanh，个人交流）。但是，由于单一养殖乌鳢依赖于当地廉价杂鱼的供应，但是显然杂鱼供不应求，因此，可以预测将来越南巨型乌鳢的养殖只能是一种小规模的活动。

1998年，954个农民在同塔省从事乌鳢的池塘和网箱养殖。鱼苗的养殖密度为25～30条/米^3，用价值低的淡水杂鱼喂养，每年每公顷产量在70～120吨，总产量为4 641吨。而随着孵化场开始生产乌鳢鱼苗，获得乌鳢鱼苗变得更容易，乌鳢的养殖规模迅速扩大。目前，放养密度一般在每立方米30～40尾，按照市场要求的每条鱼500～700克大小计算，每年每公顷养殖水域产量在100～150吨。

网箱养殖乌鳢在安江省很普遍，每立方米网箱的产量范围从42.5千克到116千克不等。2003年，安江省生产了5 294吨的巨型乌鳢（小盾鳢）。

2006年，越南乌鳢（小盾鳢和线鳢）的总产量估计在2.5万～3万吨（Phuong，个人交流）。

在柬埔寨，网箱养殖乌鳢（小盾鳢和线鳢）已经有一个多世纪的历史（Chevey and Le Poulain，1940），但因为它是能够进行活鱼销售的价值较高的鱼，最近几年养殖量急剧增加。此外，这种鱼能够用低价值的淡水杂鱼喂养，而柬埔寨是淡水杂鱼季节性丰富的国家，从而为缓和鱼类季节性渔获量的峰值提供了一种有效的方式（Khay and Hortle，2005）。因此，柬埔寨乌鳢养殖（包括网箱和围栏养殖）正在捕捞渔业和养殖渔业之间进行过渡，下面的例子解释了这一过渡过程（Phillips，2002）：

- 农民仅仅利用网箱运送捕获的鱼；
- 农民将鱼保存和养殖几个月，然后当价格和需求较捕获时期上涨的时候在市场上出售；
- 农民将野外捕获的幼鱼放在网箱或围栏中喂养，直到达到市场要求的大小。

2004年，柬埔寨共有4 492个网箱，分布在洞里萨湖大湖和洞里萨湖，以及湄公河和巴塞河（So and Haing，2006），在当时，所有的养殖都完全依赖于野生的鱼苗和饲料（So et al.，2005）。一项估计显示在2004年有2 000万尾野生鱼苗被收集用于网箱养殖（So et al.，2005），其中包括1 540万尾小盾鳣鱼苗、110万尾河鲶鱼苗、94万尾噬贝鲶鱼苗和62万尾博氏鲶鱼苗。So等（2005）还估计柬埔寨在2004年河鲶幼鱼的养殖量达到660万尾。

虽然柬埔寨在20世纪80年代出口了数十亿尾河鲶鱼苗和数千万尾博氏鲶鱼苗，但这种趋势随着越南湄公河三角洲地区鲶幼鱼孵化场的发展而发生了逆转，2004年，柬埔寨进口了6 000万尾鱼苗用于网箱和池塘养殖，其中包括150万尾河鲶鱼苗。自此之后，越南和泰国成为柬埔寨鱼苗的主要供应者。

虽然柬埔寨鱼苗孵化场的产量扩大了33倍，从1987年的56万尾增加到2004年的1 850万尾

(So and Haing, 2006)，但是 2004 年，柬埔寨孵化场提供的鱼苗只能满足全国水产养殖鱼苗需求的 18%。

在 2005 年柬埔寨禁止网箱养殖乌鳢，因为它依赖小型野生鱼类作为饲料，这导致在柬埔寨部分网箱开始进行尖齿胡鲶和斑纹胡鲶的混合养殖。

在老挝人民民主共和国，基于野外捕获鱼苗的乌鳢养殖在南俄水库非常普遍。但随着价格的不断上涨，鱼苗似乎成了一个限制因素 (Hambrey, 2002)。因此，为越南向老挝人民民主共和国出口大量的乌鳢鱼苗提供了机遇。

6 鱼饲料

因为基于捕捞水产养殖传统上是用来平衡季风季节多余的捕捞渔获，因此当地捕捞的低价值鱼是水产养殖饲料的基础，有时候会与其他农产品混合使用，例如稻壳。

在柬埔寨，大量的泰国肿颌鲴以及其他低价值的鱼类品种，构成了鲶和乌鳢养殖的基本饲料 (Ngor, Aun and Hortle, 2005)。

在老挝人民民主共和国的南俄水库，本地可得的小淡水鱼泰国锯齿鲱是乌鳢养殖使用饲料的主要成分 (Hambrey, 2002)。

直到最近，越南 95%～97%的网箱养殖系统使用的依然是自制的饲料 (Phu and Hein, 2003)。由于食品安全关注度的上升、品质的波动、杂鱼成本的提高、越南建立和扩大鱼类食品产业，促使农民越来越多地使用商业颗粒饲料作为网箱和池塘单一养殖鲶的饲料。目前自制饲料和商业饲料的比例大致在 20∶80。也有的鲶与其他鱼类混养在小规模的综合成长系统中，用副渔获物或低价值鱼类中的小的咸水和/或淡水鱼类，作为补充饲料 (Edwards, Tuan and Allen, 2004)。

根据用于喂养鲶的自制杂鱼饲料的等级和商业饲料的鱼粉含量、水分含量和粮食转化率，Edwards、Tuan and Allen (2004) 估计，越南在 2002 年利用了最少 6.48 万吨、最多 18 万吨的杂鱼喂养了 18 万吨鲶。

7 基于捕捞的水产养殖的环境影响

7.1 幼鱼和鱼苗渔业的影响

7.1.1 鲶

对于湄公河三角洲的鲶养殖产业而言，过去基于捕捞的鲶幼鱼大部分已经被孵化场培育的鱼苗所取代。然而，在柬埔寨、老挝人民民主共和国以及泰国的较小范围，仍旧在使用捕捞的野生鱼苗作为网箱和池塘养殖的鱼苗来源。

现在普遍认为，在湄公河流域收集鲶幼鱼的行为是不可持续的，并且不利于目标物种以及作为捕捞渔业副渔获物的其他物种发展。例如，Trong、Hao and Griffiths (2002) 援引同塔省的信息指出，由于过度捕捞，鲶幼鱼数量在过去 10 年中已下降为原来的 1/10。

从捕捞渔业中获得的副渔获物量是很大的，据 1998 年 Phuong (Trong, Hao and Griffiths 引用，2002) 估计捕捞的副渔获物是目标品种鲶幼鱼的 5～10 倍 (按重量计算)。Trong、Hao 和 Griffiths (2002) 的结论是鲶鱼苗渔业对鲶鱼苗群本身以及作为副渔获物的其他鱼类都是“极具破坏性的”。

尽管很容易得出结论知道目标鱼类及副渔获物的捕捞水平是具有破坏性的，但是没有现有的数据支持这一说法。总的来说，湄公河流域的许多鱼类，由于生存在一个多功能的、生产力强的洪泛区栖息地，已经适应于这种幼鱼和鱼苗高死亡率的现状。

湄公河委员会 (MRC) 在过去 6～7 年间就生活在湄公河下游流域的越南和柬埔寨的鲶幼鱼和鱼苗进行了几项研究，而这些调查所得的数据并不能表明在最近几年幼鱼和鱼苗的捕获量有任何减少。

对蓝鲨的遗传学研究也表明最近几年在遗传多样性和/或种群规模方面都没有任何下降的趋势

(So, Volckaert and Srun, 2006)。研究人员认为蓝鲨这种遗传多样性高的特征和湄公河洪泛区形成的大面积、养分丰富的栖息地有关。

尽管现有的信息是不确定的，但是渔业的捕捞数据（例如洞里萨湖渔业，Lieng, Yim and Van Zalinge, 1995）、幼鱼取样测试和最近的基因研究都表明蓝鲨和博氏鲶并没有经历族群规模的减少。幼鱼捕捞的负面影响似乎可以忽略不计，每年的复种似乎已经能够承受捕捞给这些物种所有生命阶段带来的压力。

然而，目前的捕捞方式对一些亚种的种群可能会造成一些影响。尽管目前对这种影响知之甚少，但是，对漂流的蓝鲨幼鱼的基因学研究发现存在着高达 5 个亚种群，这些亚种群都是在漂流过程中暂时分离出来的，因此，可能代表不同产卵种群的物种。其中两个种群在位于金边的下游地区和湄公河三角洲地区并没有被发现，而另外 3 个相对常见的种群已经被确定。有趣的是，对越南湄公河三角洲地区漂流幼鱼的研究也确定了 3 个暂时分离的蓝鲨幼鱼峰值段，对应着 3 个在基因上不同的种群(Nguyen et al. , 2006)。

另外的两个种群似乎比较少见，可能是受到了某些时间和/或某些地方鱼苗捕鱼业的负面影响，而这两个种群比较罕见的原因目前还无法得知。对于这一问题需要结合生态和遗传的方法进行更深入的研究，可能会提出管理上的建议（So et al. , 2006b)。

在湄公河流域迁徙的鲶苗群基因非常复杂，基因研究还只是刚刚开始反映一些细微的特征，不过可能存在重要的管理问题。例如，最近对一个遗传种群的研究有一个有趣的现象，同一区域内品种数量高的一个生态学推动力可能是育苗和采食栖息地以及产卵栖息地的不对称生产能力（So, Maes and Volckaert, 2006)。不同的种群使用的是相同的产卵地，但是在产卵季节的不同时期产卵，随后，所有鱼的幼鱼混合在一起，分布在洪泛区广阔的育苗区中。因此，维持这些物种和种群的可持续性的优先管理策略是保护它们的产卵场地。

孵化场饲养的鱼苗对野生种群可能造成潜在的遗传学影响是另一个问题，这一问题涉及鲶物种的基因，而目前对此知之甚少，也没有相关的文字记录。这种影响可能会在孵化场饲养的鱼逃到自然环境中与野生种群进行交配之后才能显现。如果种鱼来自于本地，例如越南湄公河流域的鲶鱼产业，这种影响将微乎其微。

然而，如果种鱼被转运到其他地区，尤其是一旦这些种鱼来自于不同的流域，这种影响将是非常显著的。例如，在泰国境内的湄公河上游地区，用于水产养殖的种鱼可能来自于湄南河流域，而这些种鱼的基因与湄公河流域本身的野生种群的基因是不同的。湄南河流域的种鱼也被出口到柬埔寨用于水产养殖，这一做法随后被柬埔寨政府叫停，因为担心引入的这些外来种鱼可能会逃脱，而与本地野生种群进行交配繁殖（So and Haing, 2006b)。

在越南，会定期捕获蓝鲨野生种群的种鱼，以保持水产养殖种鱼的遗传多样性——一种可以有效地保证野生种群的遗传完整性不受孵化场培育鱼苗损害的方式。

Ish 和 Doctor（2005）将逃跑的养殖鲶给野生鲶鱼苗群构成的风险等级列为“低风险”，因为大部分网箱的结构是浮动的，并且被安置在相对封闭的地域。此外，由于许多鲶种鱼来自于野生种群，迄今为止，可选择的已经很少，而且进行改良育种的项目工作使得孵化场和野生鲶种群的遗传多样性基本相同。虽然博氏鲶和蓝鲨可能进行杂交，但越南农业部已经禁止，并且禁令正在执行。

7.1.2 乌鳢

和鲶类似，没有数据表明乌鳢幼鱼渔业对品种有负面影响。而且，每年大量的复种似乎能够抵消任何潜在的负面影响。

线鳢是湄公河下游流域最常见的种类，也是整个湄公河流域市场上最常出现的鱼类。线鳢能够很好地适应在稻田环境中的生活，因此，事实上也受益于人类活动的影响，包括将自然栖息地转化为水田。

由于线鳢特殊的产卵行为，包括由成年鱼照顾幼鱼，使得成年鱼和幼鱼很容易被渔民捕获。成年

的乌鳢要看护着乌鳢鱼苗，使得它们很容易在浅水区被发现，并且可以连同所有幼鱼一起用渔网被舀起来。因此，对其他物种种群数量的潜在影响似乎是微乎其微的，虽然没有现存的数据证实这一点。

7.2 水产养殖饲料

由于鲶和乌鳢的养殖是基于使用低价值鱼和/或杂鱼基础之上的，这种做法的环境影响已经受到关注。例如，早期的估计表明，越南的河鲶和博氏鲶养殖业中，每年达 30 万吨的杂鱼被用做这类鱼的饲料（Sverdrup-Jensen，2002）。现在，这一地区鲶产量显著上升，用做饲料的杂鱼量肯定已经远远超过这一数字。

当养殖鱼类的生产建立在传统基于捕捞的渔业系统之上时（例如，利用季节性过剩、低价值的鱼类资源来生产可以在旺季过后进行高价销售的产品），这种做法也许能够用可持续的方式进行。然而，鲶产业，尤其是已经发展成为一个很大的出口行业，对杂鱼的需求已经超过了当地的供应量，其结果是，海洋杂鱼现在也被作为养殖鲶和乌鳢的饲料鱼。这引起了人们对环境的关注，不仅包括本地环境的关注，也包括对海洋环境和供应杂鱼的渔业的关注。

在湄公河流域，利用捕捞的野生杂鱼作为水产养殖饲料的做法也在其他基于捕捞的养殖活动中实行，大量的当地鲤科暹罗鲮等野生杂鱼在整个流域被利用，尤其是柬埔寨。在柬埔寨，每年捕获数量未知（但数量巨大）的鲮，从沿越南边境的地方运送到越南，以满足越南国内不断扩大的鲶养殖业的需求。

在老挝人民民主共和国和泰国，用于养殖乌鳢的饲料主要来自于从水库中捕获的小型淡水鱼——泰国锯齿鲱（例如老挝人民民主共和国境内的南俄水库）。在泰国，屠宰场的废料，尤其是鸡肉加工中的废料，也被用做乌鳢养殖的饲料添加剂（Simon Funge-Smith，个人交流）。

利用野生渔业资源作为水产养殖的饲料，是目前越南境内湄公河三角洲鲶产业面临的在环境的可持续发展能力方面的主要挑战。旨在减少基于杂鱼的饲料使用的研究工作仍在进行中。

8 其他环境问题

8.1 疾病

Crumlish 等（2002）在湄公河三角洲养殖的鲶中确定的爱德华氏菌，是一种原产于北美鮰科鱼的病菌。这是第一次在湄公河巨鲶身上发现这种疾病，但是不能够确定这种病毒是不是本地的，只是先前没有被发现，或者是从海外引进来的。到目前为止，还没有数据显示这种疾病影响到了野生种群。此外，也没有证据表明野生湄公河巨鲶种群在与养殖的湄公河鲶进行接触之后，有了更多的疾病，尤其是那些网箱养殖的鲶。

8.2 废弃物

用于单养鲶的网箱在河流中是开放式的，而用于养殖的池塘中的水也会排到运河和河流中，通过增加营养和悬浮泥沙量、化学需氧量（COD）和生物需氧量（BOD）的方式会影响河流中天然的水环境。越南湄公河三角洲地区的高水温使初级消费者繁殖增加，并能够迅速将养殖鲶的网箱和池塘中排放的废物中的氨、硝酸盐和有机物质分解。然而尽管如此，缺氧现象依然在局部地区发生，这些地区网箱和池塘的数量已经超过了其承载能力。

8.3 其他问题

疾病和水质问题对这一产业的未来构成了严重的威胁。将来，出口市场的要求将会逐渐增多，不仅要产品满足质量标准，还要满足社会和环境的可持续性标准。如果越南要保持目前的出口水平（根据官方的目标，甚至要增加），需要制定并实施新的行业标准。2008 年，越南可持续水产养殖小组建

议对越南湄公河三角洲地区的鲶生产承载能力进行研究。

9 社会和经济的影响

在湄公河下游流域，尚没有研究表明用于获取水产养殖鱼苗的野生捕捞渔业对社会及经济造成的影响，越南鲶产业的发展在国家和地方各级都产生了巨大的经济影响。整个行业，包括研究活动以及接下来的孵化场的发展使传统的用于养殖的鲶野生鱼苗渔业趋于没落，这一养殖业本来是由传统的野生鲶鱼苗捕捞业发展起来的。

在湄公河流域，野生鱼苗的捕捞一般是由相对贫穷的渔民进行的，而捕捞幼鱼提供了急需的额外季节性收入。对捕渔业的禁令，可能在地方一级产生了显著的社会经济影响，这一禁令的影响程度在实施之前并没有评估。在某些情况下，禁令导致捕捞工具被没收，给渔民造成了额外的经济损失。

如专栏 1 所示，在捕捞鱼苗渔业被禁止之后，一些捕捞鲶幼鱼的渔民能够利用接下来的孵化业发展的契机，变成养殖鱼苗的生产者。

在湄公河流域，似乎没有任何数据或信息显示，鲶和乌鳢幼鱼渔业的社会经济学重要性，包括对特定渔业（如捕捞鲶幼鱼的袋网渔业）实施禁令后，对当地渔民组织所造成的社会经济影响。

10 管理

捕捞幼鱼通常被看做是一种浪费的做法。传统经验告诉我们，在捕获之前，应该让幼鱼有足够的时间达到最大的生长潜能。在湄公河流域已经接受这种传统经验。在那里，捕捞幼鱼，无论是用做养殖还是消费，都是被禁止的。

在柬埔寨，1994 年开始禁止针对捕捞鲶幼鱼的袋网渔业。然而，尽管有此禁令，布袋网装置的使用数量依然从 1981 年的 650 个增加到 1998 年的 948 个（Van Zalinge et al.，2002）。但从那时起，执法力度得到加强。《新渔业法》要求保护水生生物的多样性和环境（So and Haing，2006）。

在越南，《新渔业法》于 2003 年生效。这是一个法律框架，在这一框架内，将制定具体的指令，以对应具体渔业问题的法律需求，例如捕捞渔业的管理，水产养殖和对栖息地/物种的保护。

有关捕捞野生鱼苗用于水产养殖，《新渔业法》规定，除了允许的以水产养殖为目的的捕捞，禁止捕捞小于规定尺寸的鱼。

在越南，对于专门的省级渔业管理法规，省级机关有一些立法权，包括幼鱼渔业。例如，在安江省和同塔省，使用袋网捕捞蓝鲨幼鱼是在 2000 年被禁止的，而颁布这一禁令的时机正好和增加孵化鱼苗生产以满足这一地区水产养殖业对鲶鱼苗需求的时间相同。

有关乌鳢幼鱼渔业的法规中，还包括对大小的限制，例如在安江省，捕捞长度在 10 厘米以下的乌鳢都是非法的。每年的 5 月 1 号到 6 月 1 号，完全禁止捕捞乌鳢幼鱼，以减少乌鳢产卵高峰季节的捕捞压力（Sjorslev，2001）。然而，这些法规的执行力度似乎非常的低。

大多数现有的与捕捞幼鱼和水产养殖业有关的立法，一般都是建立在极少的不可靠数据基础之上的。

随着在湄公河生态系统中正在进行的大规模补充，对本文所讨论的至少 3/4 的种类来说，由于渔业极端的季节性，幼鱼捕捞业可能真正地成为一个可持续的资源开发方式。基于捕捞的水产养殖业可持续发展能力的核心管理问题是以杂鱼为主的饲料是否具有可持续性，如果没有，能否用其他的蛋白质来源取代这些饲料投入。

对于极其复杂和多物种并存的湄公河流域渔业来说，非常重要的一点是，所有的管理问题都应该放眼于更广的生态系统。过去几十年的经验表明，如果目标物种的重要栖息地得到了保护和维持（就质量和数量而言），幼鱼渔业就可以继续以可持续的方式进行下去。

11 结论

- 作为捕捞渔业的一个综合要素，湄公河下游流域发展的传统水产养殖业正从一个低价值的、季

节性过剩的鱼类转变为高价值的（例如鲶和乌鳢）、一年四季都可以销售的鱼类。

- 在整个湄公河流域，特别是柬埔寨和越南，野生鱼苗被用于进行网箱和池塘养殖（鲶）以及网箱和围栏养殖（乌鳢）。
- 这些养殖系统传统上依赖于从湄公河捕捞的野生、低价值的“杂鱼”（例如小鲤属）作为饲料来源。现在很多地方仍然这样做。今天，海洋杂鱼也被用做饲料投入，以适应湄公河三角洲地区日益增加的需求。然而，杂鱼正逐步被商业颗粒饲料所取代，尤其是在越南。
- 对于鲶，传统的基于捕捞的水产养殖系统推动了鱼苗孵化技术的发展。今天，不仅能够满足越南和泰国水产养殖业鱼苗的需求，还出口到柬埔寨和老挝人民民主共和国。
- 在这一流域除了泰国的很多地方，乌鳢养殖依然是基于捕捞的水产养殖系统。由于它们相对容易捕获，而且能够从自然生态系统中获得大量的复种，这意味着大规模的孵化乌鳢鱼苗（特别是巨鳢、小盾鳢）在经济上缺乏吸引力。
- 目前的数据和信息表明幼鱼渔业对鲶和乌鳢的野生种群并没有显著的负面影响。尽管有幼鱼渔业带来的压力，这两个物种的野生群体依然保持着健康并且旺盛的生产力。
- 对于这两个主要的鲶品种，最近的基因学研究表明，对这两个品种实施可持续管理的关键是保护它们的产卵栖息地。
- 当孵化场培育的鱼苗越来越多地取代野外捕捞的水产养殖鱼苗时（如在越南湄公河三角洲地区的鲶水产养殖业），引进良好的遗传管理方法就显得尤为重要，包括使用本地原产的种鱼和/或定期地用来自于本地的、刚捕获的野生种鱼更换已有的种鱼。
- 使用来自于湄公河流域和海洋的低价值鱼类或杂鱼作为养殖饲料，对这一行业生态和环境的可持续性构成了巨大的挑战。
- 湄公河流域的幼鱼渔业在过去和现在的社会与经济重要性，以及后来在一些地区实施的捕捞禁令所带来的影响还没有得到充分的评估。
- 基于捕捞的水产养殖，包括捕捞幼鱼和将捕捞的野生资源用做饲料，应该在一个更大规模的生态系统中进行评估和管理。

参考文献

Amilhat, E. & Lorenzen, K. 2005. Habitat use, migration pattern and population dynamics of chevron snakehead Channa striata in a rainfed rice farming landscape. Journal of Fish Biology (2005) 67 (Supplement B): 23 - 34.

Baird, I. G. 1998. Preliminary fish stock assessment results from Ban Hang Khone, Khong District, Champasak Province, Southern Lao People's Democratic Republic. Technical Report. Environmental Protection and Community Development in the Sipandone Wetlands, Champasak Province, Lao People's Democratic Republic. Funded by European Union, implemented by CESVI. 112 pp.

Barlow, C. 2006. Status of Mekong Fisheries. Paper presented at the 9th MRC Fisheries Technical Symposium, Ho Chi Minh City, Viet Nam.

Browman, M. W. & Kramer, D. L. 1985. Pangasius sutchi (Pangasiidae), an air-breathing catfish that uses the swimbladder as an accessory respiratory organ. Copeia 1985: 994 - 998.

Bun, N. P. 1999. Catfish fry collection in Kandal/Phnom Penh in the Mekong River. Cambodia, Mekong Info, fisheries: 13 pp.

Cacot, P. 1999. Étude du cycle sexuel et maîtrise de la reproduction de Pangasius bocourti (Sauvage, 1880) et Pangasius hypophthalmus (Sauvage, 1878) dans le delta du Mekong au Viet-Nam, Docteur de l'Institut national agronomique Paris-Grignon, p. 13, 21 - 25, 25.

Cacot, P. 2004. Quality and traceability of the Ca tra (Pangasius hypophthalmus) raised in the Mekong Delta: study of the color and the organoleptic propertiesin relationship with the rearing conditions. France, International Cooperation Center of Research in Agronomy for Development (CIRAD): 11 pp.

Chevey, P. & Le Poulain, F. 1940. La pêche dans les eaux douces du Cambodge. Travaux de L'Institut océanographique de l'Indochine. 5e Mémoire, Gouvernement Générale de l'Indochine. Saïgon, Viet Nam. 241 pp.

Crumlish, M. & Dung, T. T. 2006. Strategies to reduce risk and livelihood impact associated with outbreaks of Bacillary Necrosis of Pangasius spp. (BNP) farmed in the Mekong Delta, Viet Nam. DFID Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Final Technical Report (R8093). 186 pp.

Crumlish, M., Dung, T. T., Turnbull, J. F., Ngoc, N. T. N. & Ferguson, H. W. 2002. Identification of Edwardsiella ictaluri from diseased freshwater catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage), cultured in the Mekong Delta, Viet Nam. Journal of Fish Diseases 25 (12): 733 - 736.

Edwards, P., Tuan, L. A. & Allen, G. 2004. A survey of marine trash fish and fishmeal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam. Canberra, Australia, ACIARC Australian Centre for International Agricultural Research. 56 pp.

Gustiano, R. 2003. Taxonomy and phylogeny of Pangasiidae catfishes from Asia (Ostariophysi, Siluriformes). PhD thesis. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium. 295 pp.

Hambrey, J. 2002. Financial analysis and risk assessment of selected aquaculture and fishery activities in the Mekong basin. MRC Technical Paper No. 5. Mekong River Commission, Phnom Penh. 67 pp.

Hao, N. V., Hung, D. & TrQ. ng, T. Q. 2005. Tra and basa culture in the Mekong delta of Viet Nam. Presented at the Global Shrimp Outlook, Global Aquaculture Alliance, Ho Chi Minh City, Viet Nam, October 24 - 27, 2005.

Hortle, K. G., Chea, T., Bun, R., Em, S. & Thac, P. 2005. Drift of fish juveniles and larvae and invertebrates over 24 - hour periods in the Mekong River at Phnom Penh, Cambodia. In Burnhill, T. J. and M. M. Hewit (eds.). Proceedings of the 6th Technical Symposium on Mekong Fisheries, 26 - 28 November 2003. MRC Conference Series No. 5. Mekong River Commission, Vientiane. pp 19 - 33.

Hung, L. T., Lazard, J., Mariojouls, C. & Moreau, Y. 2003. Comparison of starch utilization in fingerlings of two Asian catfishes from the Mekong River (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880, *Pangasius hypophthalmus* Sauvage, 1878). Aquaculture Nutrition 9 (4): 215 - 222.

Ish, T. & Doctor, K. 2005. Tra and basa: Tra (*Pangasius hypophthalmus*) and basa (*Pangasius bocourti*). Monterey Bay Aquarium. Seafood Watch, Seafood Report. 29 pp.

Khanh, P. V. 1996. Induced spawning of river catfish *Pangasius hypophthalmus* in the Mekong Delta of Viet Nam, Doctoral thesis, University of Fisheries, Nha Trang (Vietnamese).

Khay, D. & Hortle, K. G. 2005. Monitoring sales of fish and other aquatic animals at retail markets in Phnom Penh, Cambodia. In Burnhill, T. J. and M. M. Hewit (eds.). Proceedings of the 6th Technical Symposium on Mekong Fisheries, 26 - 28 November 2003. MRC Conference Series No. 5. Mekong River Commission, Vientiane. pp 3 - 18.

Lazard, J. M. & Cacot, P. 1997. Aquaculture systems in Viet Nam: an overview, challenges and prospects for the future. Cahiers Agricultures 6 (5): 127 - 136.

Lieng, S., Yim, C. & Van Zalinge, N. P. 1995. Freshwater fisheries of Cambodia, Ⅰ: the bagnet (dai) fishery in the Tonle Sap River. Asian Fisheries Science, 8: 255 - 262.

Huy, L. K. & Liem, D. T. 1977. Inland Fishery Company (under the Ministry of Agriculture) 1977 Annual Report-Tra larvae collection (Vietnamese).

MOFI. 2005. Report on review of 2004 state plan implementation, and orientation and tasks of socio-economic development in 2005 of fisheries sector (English translation of original Vietnamese document). Ministry of Fisheries, Hanoi, Viet Nam. January 12, 2005. 4 pp.

Ngor, S., Aun, L. & Hortle, K. G. 2005. The dai trey linh fishery on the Tonle Touch (Touch River), southeast Cambodia. In Burnhill, T. J. and M. M. Hewit (eds.). Proceedings of the 6th Technical Symposium on Mekong Fisheries, 26 - 28 November 2003. MRC Conference Series No. 5. Mekong River Commission, Vientiane. pp 35 - 55.

Nguyen T. T., Truong T. T., Tron Q. B., Doan V. T. & Valbo-Jørgensen, J. 2001. Larval drift in the Delta: Mekong versus Bassac (June-July 1999). In: Proceedings of the Third Technical Symposium on Mekong Fisheries, Phnom Penh, December 2000. pp 73 - 85.

Nguyen, T. T., Nguyen, N. D., Vu, V. A. & Truong, T. T. 2006. Monitoring of fish larvae during the annual flood of the Mekong and Bassac rivers, Mekong Delta, Viet Nam. In Burnhill T. J. and T. J. Warren (eds.) 2006. Proceedings of the 7th Technical Symposium on Mekong Fisheries, 15 - 17 November 2005. MRC Conference Series No. 6. Mekong River Commission, Vientiane. 324 pp.

Peignen, A. 1993, Pisciculture en etangs au sud Viet-Nam. Ecole Superieure de Commerce de Lyon. Rapport de stage: 1er prix des Bourses pour L' Asie 1993 (LVMH: Moet Hennescy, Louis Vuitton). 1993. 33 pp.

Phillips, M. J. 2002. Freshwater aquaculture in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 7. Mekong River Commission. Phnom Penh. 62 pp.

Phu, T. Q. & Hein, T. T. T. 2003. Changes in Types of Feeds for Pangasius Catfish Culture Improve Production in the Mekong Delta. Aquanews, 18 (3).

Phuong, N. T. 1998. Pangasius cage culture in the Mekong Delta-current situation and study for feeding improvement. Ph. D. thesis, Can Tho University, Viet Nam. 62 pp.

Poulsen, A. F., Hortle, K. G., Valbo-Joergensen, J., Chan, S., Chhuon, C. K., Viravong, S., Bouakhamvongsa, K., Suntornratana, U., Yoorong, N., Tung T. T. & Tran, B. Q. 2004. Distribution and ecology of some important riverine fish species of the Mekong River Basin. MRC Technical Paper No. 10. Mekong River Commission, Vientiane. 116 pp.

Sjorslev, J. G. 2001. An Giang Fisheries survey. Un-published report of the Fisheries Programme of the Mekong River Commission (MRC), Vientiane, Lao People's Democratic Republic. 69 pp.

So, N. 2005. Molecular genetic evidence for sympatric reproductive isolation of two large migratory catfishes in the Mekong River. PhD thesis, Catholic University of Leuven, Leuven, Belgium. 176 pp.

So, N., Eng, T., Souen N. & Hortle, K. 2005. Use of freshwater low-value fish for aquaculture development in the Cambodia's Mekong basin. Consultancy Report prepared for the Mekong River Commission. 35 pp.

So, N. & Haing, L. 2006. Assessment of freshwater fish seed resources in Cambodia. Consultancy Report prepared for Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO) and Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). 32 pp.

So, N., Maes, G. E. & Volckaert, F. A. M. 2006a. High genetic diversity in cryptic populations of

the migratory sutchi catfish Pangasianodon hypophthalmus in the Mekong River. Heredity (2006) 96: 166 - 174.

So, N., Volckaert, F. A. M. & Srun, L. 2006. Genetic diversity of the migratory catfish, Pangasius bocourti, in the Cambodian Mekong River. In: Cambodian Journal of Agriculture, Vol. 7 (1): 26 -32.

So, N., Maes, G. E & Volckaert, F. A. M. 2006b. Intra-annual genetic variation in the downstream larval drift of sutchi catfish (Pangasianodon hypophthalmus) in the Mekong River. Biological Journal of the Linnean Society, 2006, 89: 719 - 728.

Southern Sub-Institute for Fisheries Planning. 2006. Status of tra and basa production in the Mekong Delta region of Viet Nam, 1997—2005. 22 pp.

Sverdrup-Jensen, S. 2002. Fisheries in the Lower Mekong Basin: Status and Perspectives. MRC Technical Paper No. 6. Mekong River Commission, Phnom Penh. 103 pages.

Touch, S. T. 2000. Life cycle of Pangasianodon hypophthalmus and the impact of catch and culture. Paper presented at the Catfish Asia Conference, Bogor, Indonesia. 27 pp.

Trong, T. Q., Hao, N. V. & Griffiths, D. 2002. Status of Pangasiid aquaculture in Viet Nam. MRC Technical Paper No. 2. Mekong River Commission, Phnom Penh. 16 pp.

Tuan, N. 2000. Reproduction biology of the riverine catfish (Pangasius bocourti, Sauvage 1880). Doctoral thesis, Nha Trang Oceanographic University, Viet Nam.

Tung, N. T., Du, N. N., An, V. V. & Tuan, T. T. 2006. Monitoring of fish larvae during the annual flood of the Mekong and Bassac rivers, Mekong Delta, Viet Nam. In Burnhill.

T. J. and Warren, T. J. (eds) 2006. Proceedings of the 7th Technical Symposium on Mekong Fisheries, 15 - 17 November 2005. MRC Conference Series No. 6. Mekong River Commission, Vientiane. 324 pp.

Tung, N. T., Tuan, T. T., Bao, T. Q., Tien, D. V. & Valbo-Jorgensen, J. 2000. Larvae drift in the Delta: Mekong versus Bassac (June-July 1999). In Proceedings of the Third Technical Symposium on Mekong Fisheries, Phnom Penh, December 2000. pp. 73 - 85.

Tung, N. T., Tuan, N., Tuan, T. T., & Hoa, N. D. 2001b. Development situation of two fish species of Pangasidae cultured in the Mekong delta of Viet Nam (Pangasianodon hypophthalmus and Pangasius bocourti). Assessment of Mekong Fisheries Project. Unpublished document. Mekong River Commission, Phnom Penh, 21 pp.

Van Zalinge, N., Lieng, S., Ngor P. B., Heng, K. & Valbo-Jørgensen, J. 2002. Status of the Mekong Pangasianodon hypophthalmus resources, with special reference to the stock shared between Cambodia and Viet Nam. MRC Technical Paper No. 1. Mekong River Commission, Phnom Penh. 29 pp.

基于捕捞的胡鲶养殖：喀麦隆西部桑楚渔民的案例研究

Victor Pouomogne
农业发展研究所
喀麦隆，丰班
E－mail：pouomognev@yahoo. fr

Pouomogne, V. 2008. Capture-based aquaculture of *Clarias* catfish：case study of the Santchou fishers in western Cameroon. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome, FAO. pp. 93－108.

概　　述

水产养殖业在喀麦隆正在逐步扩大。优质鱼苗和饲料的数量有限已经成为制约其进一步发展的因素之一。由于政府经营的鱼苗基地未能满足这种发展的需求，私人孵化场正在努力加大鱼苗的生产。然而，野生鱼苗的捕捞仍然很重要，特别是喀麦隆西部和沿海省份的恩卡姆（Nkam）河流域的胡鲶科品种种苗。

该报告回顾了喀麦隆基于捕捞的哈恩胡鲶（*Clarias jaensis*）与尖齿胡鲶（*Clarias gariepinus*）的水产养殖，重点在于和野外收集和使用这些品种的幼鱼相关的市场链、社会经济和环境面临的挑战。文中所提到的数据和资料信息是在渔业创新建设（CIP）项目（附件 1）领导下、在喀麦隆西部恩卡姆谷渔民的参与下研究得来的。在 2007 年 1～3 月，与渔业的关键利益相关者专门进行了交流。

对于水产养殖而言，胡鲶科是一种具有有趣特征的鲶。尖齿胡鲶因其生长能力迅速成为最有前景的鱼类。然而，它在人工饲养条件下不会自发产卵，孵化场的经营者需要添加促性腺激素来诱导其产卵。另外，观察发现，在尖齿胡鲶生命周期的早期伴随着高死亡率，因此在池塘养殖幼鱼时需要相对密集的管理，以实现鱼苗的高存活率，特别要考虑减少捕食和互相残杀，并确保它们在幼虫阶段能够获得足够的鲜活饲料。目前正在通过与喀麦隆的渔民合作研究来解决这些制约因素。

在恩卡姆谷，每年的洪水提供了数百万的鲶幼鱼，渔民或养鱼户采捕这些幼鱼，或用于直接消费，或在淹没的池塘中放养，养殖者广泛将这些鲶用于传统的水产养殖。每年的 11 月至次年的 3 月间的枯水季，洪水从低洼地退去，这期间可以进行采捕幼鱼以及在洪水淹没池塘中进行捕捞活动。

随着水产养殖在该地区的不断扩大，生活在高地的农民现在也在寻找鲶幼鱼，出现了一种向买家供应同等大小尖齿胡鲶鱼苗的新型经济活动。这需要渔民有新的投入，包括：对品种和大小进行分类、更加小心地处理鱼、在可控的饲养结构中放养和育苗以及更好地销售这些鱼。有很多因素影响野生鲶在池塘中的生存，但以下两点最为关键：①池塘排水阶段鲶在泥水中的生存时间；②放养和运输过程中的水体交换率。

2006 年，从被洪水淹没的池塘中收获了大约 10 吨鲶。超过 30 万尾的哈恩胡鲶被收集并分配用于水产养殖，还有近 5 万尾的尖齿胡鲶。除了直接用于家庭消费（占 31％）或赠送给亲戚（占 34％），收到的 100 份渔户调查问卷表明，估计每个家庭每年有 2 万美元现金收入。

与生活在雅温得市区周围的农民相比，在恩卡姆谷生活的农民消费鱼类的数量是前者的 10 倍以上。大部分的渔民都结婚了（75％），平均每个家庭 7 口人。相对较高的识字率（70％以上的都有小

学以上文化水平）表明能够对这些家庭进行资源可持续管理方面的培训。

为了提高收获的鲶鱼苗对收集者和消费者的价值，建议渔民：①在鱼类处理上进行适当的培训，②通过某种形式的周转性信贷计划，确保购买和使用适当的养殖和处理工具。报告还讨论了野生幼鱼和种鱼的水产养殖中传统信仰在渔业可持续管理上的积极影响。

引言

胡鲶属鲶广泛分布于热带非洲和亚洲（Sudarto，2007）。尖齿胡鲶是迄今为止养殖最多的品种。然而，由于它们在池塘中不进行自发的正常繁殖活动，使得尖齿胡鲶的养殖受到鱼苗供应的制约。虽然诱变育种已经发展，但是，在大多数非洲国家，随时向所有农民提供优质鲶鱼苗的生产系统和孵化管理技术尚未建立（Pouomogne，Nana and Pouomegne，1998；Brummett，2007）。在这种情况下，如果可以的话，从野外获得鱼苗仍然是一个重要的机会。

在非洲，还没有将野生鲶鱼苗用于典型池塘养殖的记录。然而，许多报告已经描述了加强野生鱼类自然进入洪水鱼塘的传统实践，例如维多利亚湖湿地的“小型池塘”（联合国教科文组织- IEH，2005），在贝宁与多哥用的“维塔斯（小型养殖池塘）”（King，1993）。这些传统水产养殖设施可以由个人或社区拥有。由于它们位于湿地地区，水无法被抽干，因此通常要等到旱季末期、水位回落后进行密集的捕捞，有时这被称为“扩增渔业”，而非水产养殖（Mikolasek，Massou and Allagdaba，2000；Dorey et al.，2002）。

本文着重讨论非洲鲶，特别是在喀麦隆西部高地用于捕捞的野生哈恩胡鲶与尖齿胡鲶的水产养殖业。尽管基于这些做法的水产养殖生产在喀麦隆仍然处于边缘地位，但这一案例强调了环境保护，管理良好的内陆渔业脱贫，以及当地少数民族团体的权益得到尊重时整个社会收益之间的相互作用。

这项研究依据第二手的信息和数据资源，这些资源来自于已发表的论文和未发表的报告。作者是自 2003 年以来一直与研究区域的农民共同工作的行动研究小组成员，喀麦隆研究与创新部（MINRESI）和法国国际合作机构共同资助了这一研究小组的大量项目。出于研究的具体需要，还需要通过与渔民的互动，收集另外的原始数据和信息（CIP 项目的详细资料见附件 1）。

1 胡鲶属的描述及其在水产养殖中的利用

1.1 分类和生命周期

从鱼类数据库可以看到，胡鲶属一共有 58 个种类（2007 年），所有的都生活在淡水中，但能够承受高达 2.2%的盐度（Clay，1977）。目前重点研究的两个物种分别是尖齿胡鲶和哈恩胡鲶（图 1），二者都是胡鲶科鲶，与这个科中其他属的一个显著区别在于它们长着一个单一、很长、一直延伸到尾鳍基部的背鳍。被黏液覆盖的身体呈梭形，鳗鱼状，头扁平，眼睛很小。尖齿胡鲶能够长的更大（最大尺寸记录是总长度 1.7 米，而哈恩胡鲶的最大尺寸记录是 0.5 米）（Pauguy，Lévêque and Teugels，2003）。尖齿胡鲶的皮比哈恩胡鲶的要厚。后者相对较短、更平滑的头部整个隐藏在头皮下，头骨几乎清晰可见。

这两种鱼中，哈恩胡鲶比较容易处理，在养殖环境中，行动比较安静。尖齿胡鲶通常呈暗灰色，而哈恩胡鲶颜色更偏暗黄。煮熟之后，哈恩胡鲶的骨头软化，因此整条鱼都可以吃。据恩卡姆谷的渔民讲，尖齿胡鲶是水产养殖的理想和首选鱼类，而哈恩胡鲶在传统菜肴、婚宴及其他习俗的庆祝中更受偏爱。

尖齿胡鲶通常被认为是胡鲶属中最重要的水产养殖品种，几乎分布于整个非洲，范围从尼罗河到西非、从阿尔及利亚到南非。哈恩胡鲶的分布区域不太清楚，这种鱼是在喀麦隆的伍里河（Wouri）和萨那加河（the Sanaga river）流域被发现的，通常与上文介绍的尖齿胡鲶生活在同一个区域。胡鲶属鱼类广泛的适应能力使得它们能够被引进到欧洲、中东和亚洲（图 2）。

图 1 胡鲶属

a. 尖齿胡鲶和哈恩胡鲶 b. 从洪水池塘中收获的胡鲶

（V. Pouomogne 提供）

这些胡鲶物种存在于湖泊、溪流、河流、沼泽和洪泛区，其中有许多水域受季节性干燥的影响。这些物种最常见的栖息地是河漫滩沼泽地和池塘，在枯水季节，鲶能够在这些水域内生存，因为他们具有空气呼吸器官（De Graaf and Janssen，1996）。

尖齿胡鲶的性腺成熟通常与雨季相关。在喀麦隆，尖齿胡鲶在每年 3 月底至 4 月初雨季开始时开始进行繁殖。10～11 月是恩卡姆谷严重的洪涝期，1 个月之后，当洪水退回到河床，渔民开始采捕小鱼。洪水池塘的收获期是 1～3 月之间，每 100 米^2 池塘水域的产量从 200 千克到 800 千克不等。单尾鱼的平均重量为 167 克。

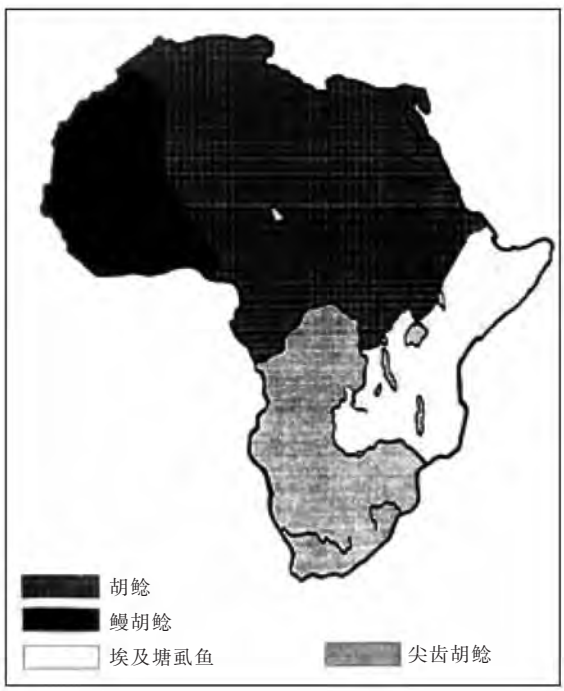


图 2 胡鲶在非洲的分布区域

（De Graaf 和 Janssen，1996）

1.2 胡鲶的渔业开发

在喀麦隆，胡鲶属鲶淡水养殖的总产量估计在 7.5 万吨左右，在所有捕获的淡水鱼类产量中，仅次于罗非鱼（Ngok，Njamen and Dongmo，2005）。

在萨那加河和伍里河流域，每年捕捞渔业的产量估计分别为 15 000 吨和 4 000 吨。由此可以合理地估计，鲶的捕捞量对整个捕捞渔业的贡献接近 1/3，比如 6 000 吨。喀麦隆全国胡鲶的产量可能接近 20 000 吨。

与用于人类直接消费的渔业相比，采捕的用于水产养殖的野生胡鲶鱼苗不是那么重要。在喀麦隆，采捕鲶幼鱼用于水产养殖主要分布在恩卡姆河流域，而相对于其他进行胡鲶属捕捞渔业的流域而言，它仍然是一项边缘性的行为。

1.3 野生胡鲶鱼苗

采捕的用于水产养殖的鱼苗重量在 20～120 克。表 1 显示了在恩卡姆谷销售的最常见的胡鲶鱼苗的体长与重量的关系。

胡鲶是生命力相对顽强的鱼类，能够忍受低氧浓度水体。哈恩胡鲶的行为较为安静，因此与尖齿胡鲶相比，易于处理。然而，在喀麦隆保存和喂养鱼苗是个问题。最常见的错误是将大小不同的鱼放在同一个容器内。由于较大的鱼会蚕食较小的鱼，放养后不到 5 天的时间，存活率降低到 10％以下是很常见的事情。另一个问题是人工喂养。吃剩下的饲料会使水质迅速恶化，引起较小的鱼高死亡率和较大的鱼肚子肿胀。

表 1 恩卡姆谷地销售的最常见的野生胡鲶鱼苗体长与重量的关系

尖齿胡鲶					
长度（毫米）	175	180	195	200	227
重量（克）	30	35	42	57.5	118.5
哈恩胡鲶					
长度（毫米）	160	165	214	223	243
重量（克）	30	36.5	80.9	95	132.5

来源：Pouomogne 和 Mikolasek，2007。

1.4 罗非鱼和胡鲶混养

尼罗河罗非鱼是喀麦隆最常见的养殖鱼类。在混合性别养殖中，这一物种产生了大量不需要的鱼苗。可以利用捕食鱼类控制这种过度拥挤的状况，而尖齿胡鲶是最普遍使用的捕食鱼类。将重 15 克的大鱼苗与尼罗河罗非鱼鱼苗按照 1∶1 的比例放养，饲养 9～11 个月。不幸的是，在喀麦隆，现有的生产鲶鱼苗的孵化场组织和管理不善，单条鲶鱼苗的售价从 0.1 美元至 0.25 美元不等。最近的一项经济研究表明，对于广大的农民而言，如果使用目前每尾重 5 克、单价 0.2 美元的鱼苗，将是赔钱的。只有每尾鱼苗的价格在 0.1 美元或更少的情况下，农场才可能盈利（Brummett，2005；Sulem et al.，2007）。当能够获得野生种苗时，每尾尖齿胡鲶鱼苗的价格通常会低于 0.1 美元。

1.5 胡鲶鱼苗的生产与捕捞野生幼鱼的好处

非洲鲶的繁殖受环境刺激的影响，比如水位上涨和低洼地区被淹没。不过，这些现象在圈养时不会出现，现在已经研发了技术用于养鱼场人工产卵。

在位于喀麦隆西部高地的巴门达，每年 4 月份，即雨季早期，在约 300 米^2 的池塘中，充满±20 厘米的水，然后将 4 对成年的尖齿胡鲶（每条 250～450 克重）放养在里面 2～4 天。水位接下来会在

午后上升到 60 厘米（人工注水），而产卵通常发生在夜间。4～6 周之后，每千克雌鱼会繁殖＜400 尾的鱼苗，平均每尾重 5 克，这是一个比较差的结果。

在距离桑楚（Santchou）10 千米远的弗里克的一个孵化场，正在利用激素治疗以确保生产大量的鲶鱼苗。使用的激素包括醋酸去氧皮质酮（DOCA）、人绒毛膜促性腺激素（HCG）、促黄体荷尔蒙释放激素类似物（LHRH-A）或通过专门的技术程序从鲶鱼育雏、鲤、尼罗罗非鱼，甚至青蛙身上获取的脑垂体（De Graaf and Janssen，1996；Pouomogne，Nana and Pouomogne，1998）。这些程序包括制备激素、注射激素和在一个精确的时间间隔内从雌性鱼体内获得鱼卵。保护池塘不受天敌的威胁是鱼苗存活的关键参数。在一个管理良好的池塘中，每千克雌性种鱼能够产出超过 20 000 尾、平均每尾重 5 克的鱼苗。尽管这些程序正在简化，也只有少数的农民能够接受。然而，在世界渔业中心和农业发展研究所（IRAD）的支持下，大量的农民正在接受这项技术培训（Nguenga and Pouomogne，2006；Sulem et al.，2007）。

对于喀麦隆，要实现养鱼业的可持续发展，每尾鲶鱼苗的价格需要从现在的 0.15～0.25 美元降低到 0.1 美元以下。毫无疑问，恩卡姆谷季节性的天然鱼苗是一个经济可行的鱼苗来源，然而，需要对这种资源进行可持续的管理。

对于恩卡姆谷的洪水池塘，池塘准备工作一般在 1～3 月的收获完成后，也即是旱季的末尾进行，清除池塘底部的淤泥，恢复鱼类的避难所（Hem and Avit，1994）。在下一个雨季尚未开始之前的 4 月初，阳光会刺激鱼类的自然繁殖力（表 2）。在正常年份，恩卡姆河及其支流的洪水发生在 7～10 月间。在此期间，洪水池塘被淹没，鱼类会自然地找到他们所需的食物和庇护地。根据雨季之间的干燥程度，池塘生产率可能会上升至实际收获之前的 1～3 年。

表 2　恩卡姆谷地桑楚洪水池塘的准备期

时期	活　　动	具体项目
4～7 月	无	雨季开始，杂草和灌木开始在池塘滋生（主要的灌木在当地语言中叫 *Alchornea cordifolia* 或“ben”）
8～10 月	无	鱼塘被淹没
11～12 月	现场考察	降雨结束，旱季开始；渔民开始收集鲶鱼苗
1 月	考察鱼塘并准备收获；一些农民进行补充喂鱼	鱼塘中的水开始退却
2～3 月	鱼塘排水；捕捞鱼类；鱼塘恢复	传统仪式、场地清理、收获；池塘修缮；在池塘内建立庇护地
4 月	一个周期结束	雨季又开始，杂草滋生

来源：翻译自 Mfossa，2007。

从渔场（而不是洪水池塘）收集鲶鱼苗是从 12 月初开始，也就是洪水开始退却的时期。捕获的鱼大部分被销售用于在高原地区非洪水池塘放养或用于消费；一些渔民可能定期地向自家的洪水池塘添加鱼苗。在这种情况下，渔民用残羹剩饭作为补充饲料。在桑楚谷，鱼塘的平均大小和深度分别为 40 米^2（475 个鱼塘，范围 2～240 米^2）和 1.7 米（范围 0.5～3 米）。在每年的池塘洪水期，通过自然复种的方式进行放养。许多鱼塘在经过一年（52%）或两年（45%）的饲养周期之后才会收获。在极个别情况下，100 米^2 的年产量有时候会达到 860 千克。

2　对渔业活动的描述

2.1　对恩卡姆谷幼鱼收集的地理概述

伴随着恩卡姆和梅努阿（Menoua）谷的洪水泛滥，附近的洼地农场建立了许多幼年鲶避难点（图 3）。除了胡鲶幼鱼的捕捞，在洪水淹没的鱼塘中，也有着广泛的鲶传统养殖活动。参与胡鲶幼鱼

渔业和鲶水产养殖业的村庄主要包括 Lelem、Ngang、Santchou 和 Fongwang，特别是 Ngang 岛，Ngang 岛是著名的优良渔场。

图 3　采捕胡鲶幼鱼的地方
（V. Pouomogne 提供）

2.2　用于收集胡鲶幼鱼的渔具与材料

用于捕鱼的材料一般是手工制作，包括容量为 10～30 升的水桶，用于给鱼塘排水的汽油水泵，手网、围网、撒网和用来捕捉胡鲶幼鱼的篮子。用来将从渔场捕获的鱼运送到市场的工具包括容量为 10～40 升的塑料或铝制容器、皮划艇、自行车和手推车等（图 4）。

图 4　鱼篮（a）和一个用来运送胡鲶幼鱼的两轮手推车（b）
（B. Cyrille 和 V. Pouomogne 提供）

2.3　产量统计

渔业产量的数据没有被定期收集。目前的估计表明，哈恩胡鲶和尖齿胡鲶每年的产量分别为 7.5 吨和 1.1 吨（Mfossa，2007）。其中 40％是鲶鱼幼鱼，平均重量在 10～40 克，有潜在的用于水产养殖的价值（大约有 30 万尾哈恩胡鲶幼鱼和 4 万尾尖齿胡鲶幼鱼）。国家数据表明，2006 年淡水鱼类养

殖总产量 870 吨，其中有 330 吨是尖齿胡鲶（Pouomogne，2007b）。

2.4 捕捞活动的季节性

捕捞活动从每年 11 月中旬洪水从山谷退去的时候开始，通常会一直持续到次年的 3 月末，也就是新的雨季来临。职业渔民整年都进行捕捞活动，当洪水严重威胁到山谷中的捕鱼活动时，他们就去其他的地方进行捕捞。

2.5 渔业社会学——部落、性别和分工

Mbô，山谷中的原住民，是参与幼鱼捕捞活动的主要族群，对大部分的渔场具有祖传的权利。在 Lelem 村，Bamileke 部落的人在低地拥有一些农场，在那里可以进行鲶幼鱼的捕捞活动。

男人、妇女和儿童都积极参与渔业、洪水池塘护理以及捕捞活动。男人主要从事池塘建设、管理和捕捞这些繁重的体力劳动。妇女更多地从事诸如将鱼分布到不同的目的地和熏鱼这类的工作。卖鱼主要是男人的职责（表 3）。

表 3 在喀麦隆桑楚，洪水池塘鱼类养殖的劳动力分配

活动	男人	妇女	儿童	其他家庭成员
鱼塘的建造与翻新	*		*	*
管理	*		*	
收获季节的排水	*			
收获	*	*	*	*
收货后的清淤	*	*		*
运输	*	*	*	*
销售	*		*	
熏鱼		*	*	

来源：Che，2007。

2.6 处理和保存

渔场到渔民家、洪水鱼塘和市场的距离从 0.5 千米到 15 千米不等。如上文所述，通常会用独木

图 5 典型的存放鲶幼鱼的混凝土罐

（V. Pouomogne 提供）

舟、手推车或自行车将鲶幼鱼运送到鱼塘。如果目的地在山谷外就需要使用汽车。比如运到 300 千米以外的昆巴。运输前，要把野生鱼苗放在 100 升的容器或泥池和水泥池中，保存至少 1 个月（图 5）。每天换 1～2 次水，用玉米粉喂养，但要注意避免过度喂养和水质恶化。

除了与相似大小鱼苗放养和同类相食的问题外，决定能否存活的关键因素是每天更新两次水，并确保鱼苗能够获得充足的空气（比如用宽而浅的容器而不是深的容器）。另一个导致放养之后高死亡率的原因似乎与渔业的条件有关。在排水和捕捞过程中，鱼苗在泥浆中时间太长，死亡率可能会达到 100%。

3 依赖野生鱼苗的水产养殖业

在恩卡姆谷，并不缺乏鲶鱼苗。现存的洪水池塘养殖系统对尖齿胡鲶的需求很高，现有的野生捕捞量充足。然而，在恩卡姆谷之外，鲶鱼苗却供不应求。全国水产养殖年产量估计在 330 吨左右，这需要近 100 万尾鱼苗，这已经超过了现有可获得的野生鱼苗数量（Pouomogne，2007b）。

在这两个种类中，虽然哈恩胡鲶易于捕获，但尖齿胡鲶因为生长速度快更受养殖户青睐。据桑楚渔民描述，尖齿胡鲶偶然从上游养殖场进入下游洼地的洪水池塘里，以前未曾发现过这种鱼。现在大部分的孵化场因为管理不善而关闭。山谷之外的高需求给捕捞业带来了很大的压力，而高额的运输成本却保护着桑楚地区的鲶资源免受其影响。目前面向谷外的鱼苗主要由减弱的水产养殖活动来决定（表 4）。除此之外，私人鱼苗生产者都在提高自身能力，以更具竞争力的价格提供优良鱼苗。一些私人鱼苗生产者，偶尔需要野外捕获的亲鱼来扩大其鱼苗的遗传变异。这些努力得到了国际研究机构［世界渔业中心、法国农业发展国际合作研究中心（CIRAD）］与国内研究机构［喀麦隆农业发展研究所（IRAD）］的支持（Nguenga and Pouomogne，2006；Sulem et al.，2007；Brummett，2007）。

目前，在山谷内，粗放型的洪水池塘生产系统正朝集约化的方向转变，而且也需要进行相应的研究，以确定引进尖齿胡鲶之后，本地物种在维持食物和栖息地竞争力方面的能力。目前，鲶鱼鱼苗资源的管理仍然保持着可持续性，洪水池塘的放养是这一资源的主要需求。

表 4 恩卡姆谷地鲶幼鱼的估计数字和运送目的地（2006 年）

买家	数量①	目的地
渔民（诱饵）	2 000	恩卡姆谷地
养殖户（鱼苗）	3 000	Fokoué（Dschang）
	200 000	桑楚（Dschang）
	10 000	巴门达
	20 000	昆巴

注：①包括尖齿胡鲶和哈恩胡鲶。

引进的尖齿胡鲶，虽然优于本地的哈恩胡鲶，但不能在很大程度上代表恩卡姆谷鱼苗复种情况。除非哈恩胡鲶能够引起水产养殖的兴趣，否则有限的尖齿胡鲶鱼苗不可能支持当地蓬勃发展的水产养殖业。在罗非鱼池塘养殖系统中，能否利用本地鲶品种作为“警察鱼”仍在研究中（Pouomogne and Mikolasek，2007）。

鲶鱼苗收集受到严格的种族社会产权的约束。渔业的所有收入都属于渔民和拥有捕鱼区的家庭。投资主要包括用于准备捕鱼区、收集鱼苗、放养以及销售的工具和劳动力。与私人孵化场的利润相比，目前这一市场链的利润更加丰厚（图 5）。而随着新的本地渔民进入渔场，边际利润将逐渐降低。此外，由于山谷中可用目标物种（尖齿胡鲶）的数量有限，孵化场生产的鱼苗可能不会受到太多来自野生鱼苗的竞争。同时，私人鱼苗生产者一直致力于提高养殖场生产的鲶鱼苗的质量/价格比和利用率（Sulem et al.，2006；Sulem et al.，2007）。

表 5 喀麦隆桑楚鲶鱼苗收集的经济学（2006 年）

投　　入	单位设备成本（美元）	设备寿命（年）	使用期限	设备折旧（美元）	总成本（美元）
固定成本					
锄头	2.6	3	1	0.6	0.6
钢丝	3.0	3	1	0.3	0.3
钻	5.0	5	1	0.3	0.3
桶	3.0	2	1	1.2	1.2
篮子	0.6	1	1	0.6	0.6
运输车	100	10	1	10	10
鼓	20	10	1	2	2
总的固定成本					15
变动成本					
劳动力	80				80
租用水泵	40				40
总的变动成本	120				120
总成本					135
总销售收入①					2 400
利润（美元）					2 265

注：①鲶鱼苗每尾的售价在 0.05～0.2 美元。

3.1 鱼饲料

在喀麦隆，鲶水产养殖者不依赖野生捕捞的饲料。杂草、家庭有机垃圾，还有少量的农工业副产品，比如豆饼、小麦和米糠等，通常都被用于喂养鲶。与其他家畜，如猪和家禽相比，用来喂养鲶鱼苗的饲料成分比较单一。这些饲料包括麦麸和杂豆饼，其中大部分都是农民自制的，只有少量是购买的（Pouomogne，2007a）。

3.2 环境对鱼苗渔业的影响

通常在洪水开始消退之后，在农场内部的低洼地内收集用于水产养殖的鱼苗。迄今为止，尚没有任何正式或非正式的负面报道表明野生种群数量下降。然而，由于野生鱼类本身就是本地重要的食物来源之一，因此有必要收集充分的渔业统计资料并进行系统性的监测，以确保收集鲶幼鱼的活动不会影响到整个种群。

超过 95%恩卡姆谷捕获的鱼都是本地鲶物种，其中哈恩胡鲶占 80%，剩余的 20%是引进的尖齿胡鲶。在记录的捕捞数据中，罗非鱼、外来的黑鱼、非洲伯鲶，是主要的非目标物种。在 Lelem，一个渔民报告最近他捕获的鱼中非洲伯鲶所占的比重逐渐上升，这意味着本地物种的种群动态可能需要进一步的调查。

在恩卡姆谷，没有发现使用禁用的捕鱼方法（如火、毒药、炸药）。在恩卡姆渔业中也没有发现国外的商业渔民使用不可持续的渔具（如马里人的“gourah”抛网或加纳人的“taro”沙滩围网）或极端的捕捞强度。

保护环境的关键战略似乎是当地渔民充分参与资源管理。以恩卡姆谷为例，Mbô 人祖传的知识，加上国家法律赋予当地人的土地优先所有权，在一定程度上保证了渔业资源的控制管理。

3.3 渔业养殖的社会经济影响

在桑楚，每一户渔家平均有 5 个家庭成员从事鱼苗采捕，两个从事洪水池塘鱼养殖。采捕鲶幼鱼的工作是一个边缘职业。然而，50%的渔民与山谷外的渔民有联系，从鱼苗销售中获得可观的收入。传统和乐趣被认为是从事鱼苗采捕和养鱼活动的动机。

除了捕鱼，农民还从事其他经济活动，比如作物生产、动物养殖、买卖和教学。鱼苗的采捕和鱼的捕捞一般在每年的旱季（11 月至第二年 3 月）进行，而这一时期也正值可可和咖啡收获和农场整地的季节。因此，渔业和水产养殖活动是排在农业和畜牧业之后的次等职业。

大多数渔民是男性（超过 85%）、有文化（75%以上上过小学），并且已婚（70%），平均每个家庭有 8 口人。

Che（2007）在文章中描述了 2006 年恩卡姆谷几个村庄的鲶生产。总的收获量为 8 455 千克，用途如下（图 6）：

- 直接用于家庭消费（31%）；
- 作为礼物赠与亲戚朋友（34%）；
- 市场销售（35%）。

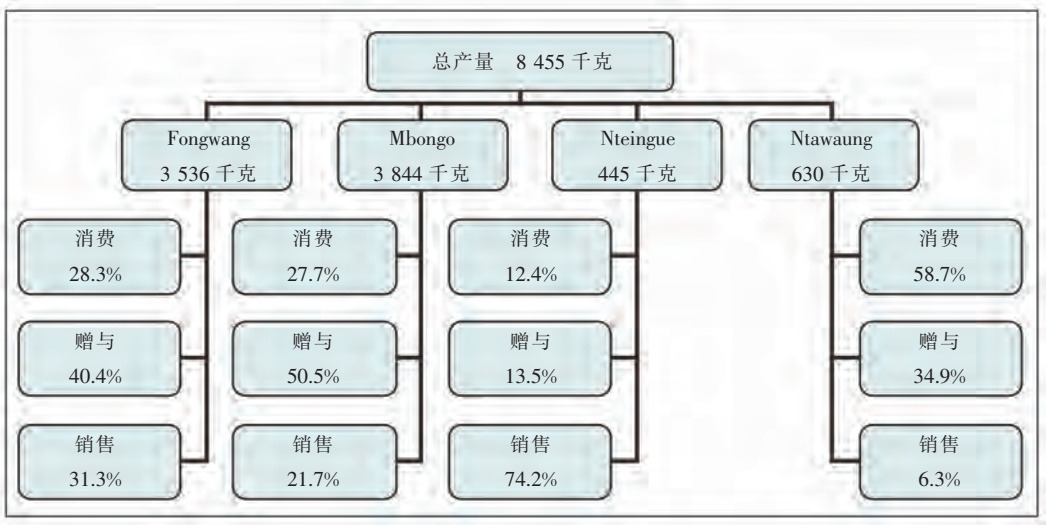


图 6 恩卡姆谷地 4 个村收获的鱼的流向

（来源：Che，2007）

据渔民讲，鱼类构成了家庭蛋白质的主要来源。与亲戚共同分享捕获的鱼增进了农民之间的爱和友情。卖鱼获得的现金增加了家庭收入，并且有助于满足其他消费需求。

在山谷外的鱼苗市场出现之前，捕捞的鱼苗用做诱饵、在洪水池塘中放养或直接用于人类消费。多余的不能够被立即消费掉的鱼往往做成熏鱼，留着以后利用。鲜活的幼鱼往往以每千克 0.8 美元的价格出售作为人类的食物，平均每条幼鱼重 25 克，相当于每尾价格 0.02 美元。

由于外来买家引入的竞争，目前的单价要高得多（尖齿胡鲶达到了 0.25 美元）。鲶收集者和经销者被要求将这两种鲶分开（选择尖齿胡鲶）；对相同尺寸的进行归类；提高活鱼装卸和运输技术；保存捕获的鱼苗在野生捕捞季节之外进行销售。由于渔民的文化程度显著提高，大部分这类困难是很有可能得到解决的。

山谷每年都要组织传统的年度庆祝活动，向提供渔业资源给 Mbô 人的谷神表示敬意。与他们的神明之间的特殊关系更加鼓励 Mbô 人保护他们的水生环境，限制捕捞，并且指定山谷内的某些区域是神圣的、不能够进行捕捞或养殖活动。

为了解决上文提到的市场需求问题，渔民通过集会的方式要求当局政府和慈善团体提供技术和资金支持。CIP 项目（见附件 1）的活动之一就是培训农民以提高他们在捕鱼活动中盈利的能力。最近，一个农民团体（桑楚的渔民及养殖户- PEPISA）对 6 位鱼苗采捕者的培训活动进行了监督，他们现在已经有能力将捕获鱼按照种类和大小进行分类。

4 个村庄的案例研究说明恩卡姆谷鲶渔业产生的社会问题和收入（Che，2007）：

i）这些村庄的渔民的目标之一是获得品质良好的新鲜鱼，以供给家庭消费。山谷渔民的平均消费量几乎是雅温得一个农村养鱼者最大消费量的 10 倍（Brummett，2005；Brummett，Pouomogne and Gokowsky，2007）。这些村庄每年鱼的消费量估计占到了全国鱼产量的 30％以上。

ii）鱼类养殖的一个重要组成部分是作为礼物捐赠（占到 34％）。渔民解释说分享有助于加强亲戚朋友与家庭成员之间的关系。在桑楚，分享的鱼中，有 10％是新鲜的鱼，有 90％是熏鱼。

a b

图 7 在渔户家卖鲜鱼（a）或准备熏制（b）
（D. Mfossa 提供）

iii）池塘的鱼在收获之后，一般在渔民家门口（大于 57％）（图 7）、公路边（24％）或者市场上立即进行销售。有关鱼的收获和销售的信息通常是口头传达给朋友、邻居，对远距离的乡亲，则由孩子拎着鱼去那附近，这样人们就会看到并询问在哪里可以买到更多的鱼。有一些买家在渔民没有收获之前就下了订单，如果那些预订的鱼没有被全部购买，剩下的就会通过熏制的方式保存下来。鱼的购买者有餐馆的业主，其中大部分是妇女，还有零售商和家庭主妇。

超过 28％的渔民用秤称重卖鱼，大部分的渔民都是按堆卖或者用绳子串起来卖。目前每千克鱼的售价在 1～2.4 美元（表 6）。

表 6 鱼在产销链中的价格

	市场定位		
	集市	家庭	路边
最低价格（美元/千克）	0.5	0.6	0.7
最高价格（美元/千克）	2.4	2.0	2.4
平均价格（美元/千克）	1.46	1.31	1.62

来源：Che，2007。

池塘中的鱼每千克售价在 1～1.6 美元，其中大部分消费者以较低的价格购买（表 7）。因此，一旦被认为是劣质的商品，其需求就会失去弹性，消费群体主要就是低收入家庭。和在家中或市场中卖鱼相比，在路边卖鱼平均售价更高。

表 7 恩卡姆谷池塘鱼的售价和购买量

鱼的价格（美元/千克）	购买数量（千克）
1.0	1 549
1.2	760
1.6	600
2.0	90
2.4	10

来源：Che，2007。

在 4 个月旱季期间，一个从事鱼苗采捕的人平均能够收集 11 700 尾幼鱼，总价值达 1 630 美元。

尽管采捕鱼苗是季节性的、位于农业和畜牧业之后的次要活动，但与其他活动相比，如果能够可持续的管理，在经济上更有吸引力。尤其是如果渔民接受了如何最好的让胡鲶幼鱼保持鲜活然后在渔季之外其他季节供应给买家的培训之后，他们的期望会很高。

4 管理和立法

在喀麦隆，处理水生生态系统问题的主要法律有：1994 年 1 月 20 日第 94/01 号有关森林、野生动物和渔业资源开发与管理的法律；1996 年 8 月 5 日第 96/12 号有关环境管理的法律；1996 年 1 月 18 日第 96－06 号基本法律的导言部分重申了当地少数民族对他们家园所拥有的权利。这些制度规章，如果能够严格的实施，将会大力支持封闭渔业的可持续管理，例如恩卡姆谷的鲶资源。现行法律都涉及了外来物种引进（流域之间和从国外）、渔具管理、污染防治和其他的渔业管理策略。目前，一项新的、旨在与联合国粮农组织的《负责任渔业行为准则》（CCRF）相符合的法律修正案正在制定之中。这将会提高渔业资源研究和共同管理的作用，以利用可获得的科学信息提高国家和跨境的渔业管理水平（Pouomogne，2006）。来自恩卡姆谷的教训（Vander Stuyft and Essomba，2005；Pouomogne and Mikolasek，2007）也说明基于本土权利的管理方法和本地知识之间存在相关性，如报道的泰国 Bangkhen 鱼的养殖、尼日尔 Tafouka 洪水池塘和贝宁韦梅河（Muanboong，1981；Mikolasek，Mahaman and Siddo，1998；Imorou et al.，2007）。

5 结论

在恩卡姆谷，使用野生捕获的胡鲶进行水产养殖是 Mbô 族古老的做法。过去 10 年来，山谷外对这些鱼苗的需求逐渐上升，在创造了新的市场机会的同时，也使各种胡鲶资源管理条文得到修订。2006 年，大约有 50 万尾鱼苗被捕捞用于水产养殖，其中的 1/10 出口到山谷之外。主要的水产养殖品种尖齿胡鲶在野生环境中的丰度仅次于本土品种哈恩胡鲶。Mbô 族群在渔业资源的保护方面形成了强烈的意识，并且对鲶资源表现出了本能的保护。虽然山谷中的农民依然贫穷，但是他们相信从这一自然资源中能够获得更多的收益。

如 CIP 项目所进行的一些研究，可能会提高山谷中鲶资源的可持续利用水平。这一项目是基于人和资源的更好的生物物理与社会经济技术知识，希望通过这一项目更好改进资源的共同管理（Pouomogne et al.，2006）。然而，渔民需要更多的培训，特别是在处理捕获的野生鱼类以提高用于水产养殖的鱼苗的质量和生存能力方面。渔民大多是穷人，没有能力实施可持续的管理计划。充足的信贷融资是必要的，以促进鱼收集和运送基础设备的采购，以及短期持有基础设施的建设。由于 Mbô 人与水生环境之间强烈的民族和宗教关联，立法加强和保护他们的权利，可能是一个很好的保护和管理渔业资源的策略。

6 致谢

这份报告中用到的许多数据是在 CIP 项目下收集的。对所有贡献了信息的恩卡姆谷的农民和渔

民表示感谢。世界渔业中心的 Randall Brummett 博士对报告的草稿提出了很好的建议。

参考文献

Brummett, R. E. 2005. Final technical report-Development of integrated aquaculture-agriculture systems for small-scale farmers in the forest margins of Cameroon. DFID 2000—2005 project, NRE9800 605/522/003). WorldFish Center - IITA - IRAD - MINEPIA Cameroon. 33 pp.

Brummett, R. E. 2007. Fish seed supply case study: Cameroon. FAO regional workshop November 2007. Accra, Ghana. 13 pp.

Brummet, R. E., Pouomogne, V. & Gokowsky, J. 2007. Targeting aquaculture development in Africa: a case study from Cameroon. Submitted to The Journal of Development Studies. 31 pp.

Che, G. S. 2007. Socio economic analysis of fish farmer practices in flood ponds in the Nkam valley. Graduate thesis, Faculty of Agronomy, Dschang University. 70 p.

Clay, D. 1977. Preliminary observations on salinity tolerance of Clarias lazera from Israel. Bamidgeh 29 (3): 102 - 109.

De Graaf, G. J. & Janssen, H. 1996. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish Clarias gariepinus in Sub-Saharan Africa-A handbook. FAO Fisheries Technical Paper. N° 362. Rome, FAO. 73 p.

Dorey, M., Mikolasek, O., Boureima, A. & Oswald, M. 2002. Savoir-faire paysan et exploitation piscicole de mares temporaires en zone sahélienne : cas du village de Tafouka (Niger). In D. Orange, R. Arfi, M. Kuper, P. Morand, Y. Poncet (éd): Gestion Intégrée des Ressources Naturelles en Zone Inondables Tropicales, Paris, IRD : 603 - 619.

Hem, S. & Avit, J. L. B. 1994. First results on "acadjas-enclos" as an extensive aquaculture system (West Africa). Bull. Mar. Sc., 55 (2 - 3): 1038 - 1049.

Imorou, T., Fiogbe, E. D., Koukpode, B. & Kestemont, P. 2007. Rearing of African catfish (Clarias gariepinus) and vundu catfish (Heterobranchus longifilis) in traditional fish ponds (whedos): effect of stocking density on growth, production and body composition. Aquaculture 262, 65 - 72.

King, H. R. 1993. Aquaculture development and environmental issues in Africa. In R. S. V. Pullin, H. Rosenthal & J. L. Macleas (eds.), Environment and Aquaculture in Developing Countries. ICLARM Conference Proceedings 31. WorldFish Center, Penang, Malaysia.

Mfossa, D. 2007. Caractérisation des étangs d' inondation Beuth de la plaine des Mbos en relation avec leur rendement piscicole. Mémoire de fin d' Etudes Ingr FASA, Université de Dschang. 60 p.

Mikolasek, O., Mahaman, A. & Siddo, A. 1998. Composante Diversification Volet Pêche Pisciculture (Niger), FAO/Programme Spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA): 31 p.

Mikolasek, O., Massou, M. & Allagdaba, E. 2000. Appropriation et gestion des espaces piscicoles nigériens par les populations villageoises riveraines. In Didier Gascuel, Pierre Chavance, Nicolas Bez, Alain Biseau (éd.): Les espaces de l' halieutique, Paris, IRD: 517 - 526.

Muanboon, M. 1981. Collecting Clarias fry from natural waters. DoF - UNDP/FAO THA /75/012 WP4. 5 p.

Ngok, E., Njamen, D. & Dongmo, J. V. 2005. Contribution économique et sociale de la pêche artisanale aux moyens d' existence durables età la réduction de la pauvreté. FAO/PMEDP/Projet pilote N° 3. version provisoire. 42 pp.

Nguenga, D. & Pouomogne, V. 2006. Etat actuel de la recherche aquacole et halieutique au Camer-

oun. Atelier de rapprochement MINEPIA－MINRESI pour le développement du secteur halieutique au Cameroun. Palais des Congrès，5－6 août 2006. 10 pp.

Paugy，D.，Lévêque，C. & Teugels，G. G. 2003. Poissons d'eaux douces et saumatres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 2. MRAC Tervureen，IRD Editions. 814 pp.

Pouomogne，V. 2006. Recensement des systèmes de régulation applicable à l'activité de pisciculture au Cameroun. Projet EVAD/CIRAD Montpellier，France. 26 pp.

Pouomogne，V. 2007a. Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in Cameroon. In M. R. Hasan（ed.）Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper No. 497，Rome，FAO. pp. 381－399.

Pouomogne，V. 2007b. Current state of Fresh Water pond aquaculture in Cameroon. WorldFish Penang. GIS project. 30 pp.

Pouomogne，V. & Mikolasek，O. 2007. Rapport semestriel technique et financier，période janvier-juin 2007. Reparac PRP－1. 15 p.

Pouomogne，V.，Mikolasek，O.，Tomedi，M.，Dulcire，M. & Chia，E. 2006. Co-building of socio-technical and organisational innovations in fish farming systems in Cameroon. Paper draft submitted to "Innovation Africa"，symposium，22－27 November，Kampala，Uganda. 15 p.

Pouomogne，V.，Nana，J.－P. & Pouomogne，J.－B. 1998. Principes de Pisciculture appliquée en milieu tropical africain. Comment produire du poisson *à* coût modéré（des exemples du Cameroun）. CEPID/Coopération Française Yaoundé. Livre paru aux Presses Universitaires d'Afrique. 236 pp.

Sudarto，H. 2007. Systematic revision and phylogenetic relationships among populations of clariid species in Southeast Asia. Thesis. University of Indonesia.

Sulem Yong，S.，Tchantchou，L. & Nguefack，E. 2006. Advanced nursing of Clarias gariepinus（Burchell，1822）fingerlings in earthen ponds，through recycling of tilapia recruits. Aquaculture，256：212－215.

Sulem Yong，S.，Brummett，R. E.，Tomedi，E. T. & Tchoumboue，J. 2007. Towards the maximum profitability of smallholder catfish nurseries：Predator defense and feeding adapted stocking of Clarias gariepinus. Aquaculture，271：371－376.

Unesco-IEH. 2005. Enhancing the natural productivity of wetlands and flood plains in Lake Victoria. Project activities. Institute of Water Education. http：//www. fao. org/docrep/009/a0444e/a0444e00. htm.

Vander Stuyft，S. & Essomba，J. M. 2005. Approche socio－anthropologique de l'exploitation de la ressource poisson dans la plaine des《Mbôos》. Rapport de mission. 10 p.

附件 1 CIP 项目——渔业的建设创新

这个项目的主要目标是通过和小规模养殖渔民确立伙伴关系，建立一种商业鱼类养殖的可持续发展模式。这个方法的典型特点是强调参与者的当地社会文化特征，与充分评估这个热带生态系统多样性所需的系统的、复杂的农艺知识。

这个项目始于 2004 年，由“喀麦隆南部大区——合作力量中心”（PCP－GSC）资助对喀麦隆高原西部 Menoua 渔业区进行了诊断调查。它的主要优势是由以下合作伙伴构成的：农业发展研究所（IRAD），Dschang 大学，雅温得第一大学和法国农业发展国际合作研究中心（CIRAD）。诊断结束后，CIRAD 和法国又共同出资建立一项行动研究方案来解决鉴定出的问题。这个方案包括一个由上面列出的机构组成的研究小组和两个渔民组织，分别为“Collectif des Pisciculteurs Intensifs de Fokoué et Penka Michel”（COPIFOPEM）和“PEcheurs et PIsciculteurs de SAntchou”（PEPISA）。需要由团队解决的关键问题如下：①如何提供鱼苗以及如何使渔业在弗库埃成为一项可持续发展的商业活动；②如何提高野生鲶鱼苗的捕获量和增加桑楚地区基于捕捞的水产养殖所带来的财政收益？

目前，十多位科学家和研究生正同喀麦隆西部巴富萨姆地区的一个非政府组织 CIFORD 合作进行这一研究项目。3 位资深科学家和 2 位农民领导负责带领整个研究小组，他们分别是 Victor Pouomogne 博士，Olivier Mikolasek 博士，Minette Tomedi Eyango Tabi 博士，Tila Antoine 先生和 Essang Narcisse 先生。

埃及基于捕捞的乌鱼养殖

Magdy Saleh
渔业资源发展总局
埃及，开罗
E－mail：salehmagdy2000@gmail.com

Saleh, M. 2008. Capture－based aquaculture of mullets in Egypt. In A. Lovatelli and P. F. Holthus (eds). Capture－based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome, FAO. pp. 109－126.

概　　述

利用野外捕捞的乌鱼苗补充内陆湖泊每年的鱼苗需求已经在埃及持续了 80 多年。野生鱼苗采捕的重要性随着水产养殖的发展而增加。野生鱼苗搜集的实践经验和鱼苗高生产成本妨碍了商业乌鱼孵化的发展。乌鱼对埃及鱼类水产养殖来说是很重要的，2005 年埃及乌鱼产量 15.64 万吨，占整个埃及国内水产养殖产量的 29%。除非获得直接监管的相关机构允许，现在埃及的法律禁止野生鱼苗的捕捞。2005 年，埃及水产养殖和渔业捕捞的乌鱼苗产量为 6 940 万条。非法捕鱼的存在破坏了渔业资源的正确管理。野生鱼苗渔业对乌鱼野生种苗的影响还没有充分研究。鱼类水产养殖和捕捞渔业团体对这种渔业活动的负面影响仍然存在争论。野生乌鱼渔业捕捞的数据表明在过去 25 年间鱼苗搜集对乌鱼捕捞没有明显的影响。

1　乌鱼品种描述和在水产养殖中的应用

1.1　乌鱼品种介绍

乌鱼是乌形目（Mugiliformes）、乌科（Mugilidae）。乌鱼是鳍鱼类，可以在全球温带和热带的海岸水域中找到，某些品种也可以生活在淡水中。在分类学上，乌形目（Mugiliformes）仅有乌科（Mugilidae）一科，但是根据 Nelson（1994）的报道“……在这一科的关系方面有许多争论……”。多数品种一般会长到大约 20 厘米，但是一些品种（例如乌鱼）可以达到 80～120 厘米。多数品种鱼头较宽，而背面扁平。鱼嘴短，口较小。许多品种的腮弓都很特殊，形成了一个很有特点的咽鳃节器官，有一个宽大的具有小齿的垫，用来过滤消化后的物质。许多乌鱼品种唇上的小牙齿是有毒的。

乌鱼眼睛部分可能会被脂肪组织覆盖住。有两个分离的短背鳍，第一个有 4 个鳍条，另外一个背鳍有 8～10 个分节鳍条。成年乌鱼臀鳍短；有 2～3 个锥刺和 7～12 个分离的背鳍。胸鳍较高，而尾鳍大体上呈现叉子形状。没有侧线鳞。鳞片为中到大型，有一个或者多个纵向沟纹。与腹部相连的有两个或者多个幽门盲囊，多数品种的幽门盲囊壁较厚，呈肌肉质。乌鱼背部通常呈灰绿或者蓝色，乌鱼腹部是银色的，通常有深色纵向条纹。（Harrison，1999；Nelson，1994）.

大多数乌鱼生活在沿海海域和咸水中。它们是洄游动物，通常生活在近岸浅水环境中，如沿海海湾、珊瑚礁、池沼、港口木桩附近以及咸水河口，泻湖和海榄。它们通常在相对静止的水域中泥沙质的底部和海草草场中游动。它们通常在水深 20 米的水域出现，但也可能会在近海或更深的水域发现他们。乌鱼的许多品种是广盐性的，可以在海洋环境、淡水环境和被洪泛区稻田之间游动。有些品种只是偶尔游到上游河流中，而少数品种则是成年之后生活在河流中（Smith and Smith，1986；Cardona，2006）。

为了产卵，乌鱼在每个季节的产卵周期都要大规模聚集，然后从河流、河口、湖泊或泻湖迁徙到海里。不同物种和地区产卵季节也不同。乌鱼的各个品种繁殖力都很强，根据成年雌鱼的大小，每条估计可产卵 50 万～200 万个。鱼卵分散在开阔水域的底部，没有任何防护。鱼卵在海里发育并在受精约 48 小时后开始孵化，长成约 2.4 毫米长的幼苗。当幼苗达到 16～20 毫米长时，它们会迁徙到近海水域和河口（Saleh，2006；Maitland and Campbell，1992）。

在属于乌科（Mugilidae）的 17 个属，80 个品种中（Nelson，1984），只有 3 个是很重要的水产养殖品种。由于具有较高的生长率和市场接受度，扁平头乌鱼（*Mugil cephalus*），薄唇乌鱼和圆吻凡乌鱼是在埃及最普遍养殖的 3 个乌鱼品种。

扁平头乌鱼在地中海、东南亚、日本和夏威夷等国和地区以及中国台湾省都是一个非常重要的水产养殖品种（Saleh，2006）。该品种最大长度可达 120 厘米，是最大的乌鱼品种（图 1）。外形方面，除了性成熟期雄鱼外形更修长以外，雌雄鱼很难区分（Virgona，1995）。它们的颜色是背部橄榄绿，侧面银色阴影，腹部白色。它们的嘴唇很薄，胸鳍短，没有到达第一背鳍的位置。

图 1　扁平头乌鱼（*Mugil cephalus*）

所有在热带和亚热带地区沿海海域发现的乌鱼，都是要洄游到海里产卵的，经常可以在河口和淡水环境中发现它们（图 2）。我们可以在盐度从 0 到 75×10^{-12}不等的水域发现成年乌鱼，但幼年乌鱼只能当它们长度达到 4～7 厘米之后才能承受如此广泛的盐度范围。成年乌鱼在泥质或沙质底部和浓密植被的表面大量聚集，迁徙到近海以便雌鱼聚集在那里产卵（Eschmeyer，Herald and Hammann，1983）。幼苗从近岸移动到极浅的水域，那里可以为它们提供保护，防御天敌，也是一个丰富的觅食地。在长度达到 5 厘米后，年轻的乌鱼会渐渐地移动到更深的水域（Saleh，2006）.

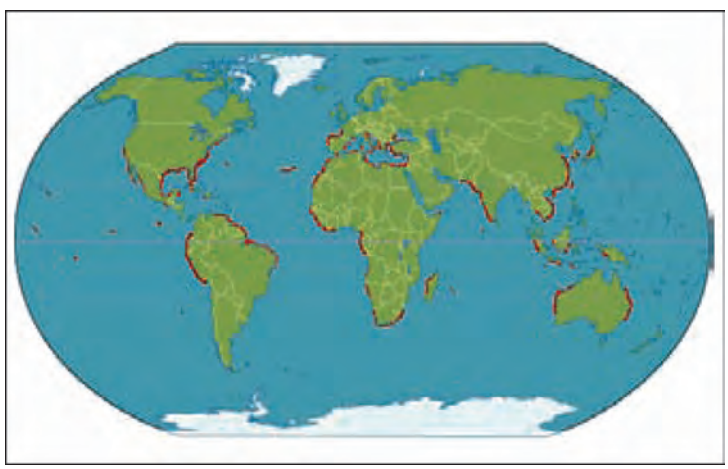


图 2　扁平头乌鱼（*Mugil cephalus*）的全球分布

这些品种主要是日间活动的，并以浮游动物、深海生物和残渣为食。成年鱼以藻类为食，主要栖息在淡水中。每年从 7 月至 10 月在海中繁殖。雌鱼产卵量 500 万～700 万个，并带有显著的卵黄。

扁平头乌鱼是第一个用于水产养殖的乌科鱼种。从 20 世纪 20 年代后期以来，该品种在埃及已经被用于传统水产养殖和渔业捕捞，直到今天，该品种对包括其他地中海国家以及中国台湾省来说，仍然十分重要（Faouzi，1936；Saleh and Salem，2005；Basurco and Lovatelli，2003）。

薄唇乌鱼（*Liza ramada*）虽然是埃及第二大水产养殖乌鱼品种，但是构成了大部分乌鱼水产养殖产量。这个品种的生长速度比乌鱼（*Mugil cephalus*）低，但超过了所有其他的地中海乌鱼品种。和乌鱼相比，丰富的野生鱼苗资源及其可用性使得它成为更具优势的水产养殖品种（Sadek and Mires，2000）（图 3）。

图 3　薄唇乌鱼（*Liza ramada*）

薄唇乌鱼体长可达 70 厘米。该品种的特点是：身体为细长纺梭形，左右略微扁平，有一个很大很短的头部，眼睛上方扁平，末端是宽阔的口，口里有非常小的牙齿，几乎看不见。上唇薄、光滑，鼻部很短钝。薄唇乌鱼有两个分离的背鳍，第一个有 4～5 根体刺。胸鳍在侧翼和尾鳍上方，为深叉形。没有外部的横向线，鳞片大，有黏性。头顶部鳞片向前延伸到前方鼻腔，眼部没有厚厚的脂肪眼睑覆盖。在胸鳍根部有一个鳞状附属物。背部的颜色是深灰褐色，腹部灰白色，有 6～7 条纵向条纹（FAO，1973；Rochard and Elie，1994）。

薄唇乌鱼游得很快，受到干扰就会跃出水面。它们会进入河口和河流中觅食，但在海中产卵。幼苗常常集中在淡水河口附近。它们以微小的底栖类生物或浮游生物体（如硅藻类和端足目动物）为食，也包括悬浮有机物。薄唇乌鱼（*Liza ramada*）原产于东部大西洋海域，生长在从挪威南部海岸到摩洛哥的海域，包括地中海和黑海（图 4）（Wonham et al.，2000）。

图 4　薄唇乌鱼（*Liza ramada*）的全球分布

圆吻凡乌鱼虽然生长速度较慢，但是在埃及它的市场价格比其他人工养殖乌鱼更高。这种鱼因其味道而深受喜爱，通常在个体重量达到 120～180 克时被吃掉。圆吻凡乌鱼体长可达 60 厘米。身体结构紧实，两面像是被挤压过的，头很小（图 5）。成年鱼背部呈蓝褐色或绿色，两翼和腹部银色，并且上排的鳞片带有暗斑，形成一条模糊的纵向条纹。背部和尾鳍上部凸起有一个深蓝色的点。臀鳍、腹鳍和胸鳍都是黄色的。最初胸鳍也有背部的那种深蓝色斑点（Harrison and Senou，1997）。

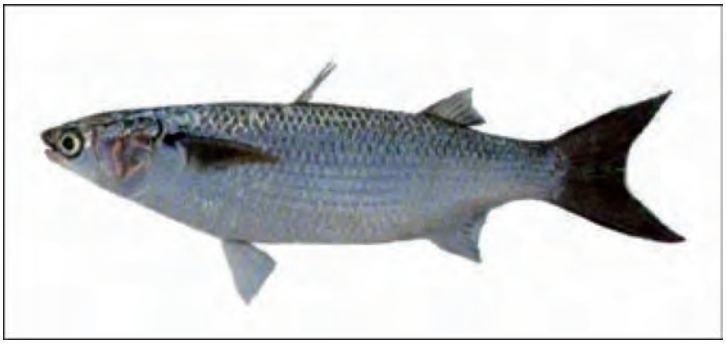


图 5 圆吻凡乌鱼（*Valamugil seheli*）

该物种通常成群游动，栖息在沿海水域，但是进入河口和河流之后以微藻类、丝状藻类、有孔虫、矽藻和与泥沙有关的腐质为食（Harrison and Senou，1997）。在印度、太平洋地区和红海一直向南直到南非地区都能发现圆吻凡乌鱼；它分布在东至夏威夷和马萨克斯群岛；北至日本南部，南至新克里多尼亚和诺福克岛（图 6）。在埃及，人们主要从红海、苏伊士湾、苏伊士运河和苦水湖中捕获该鱼种。在埃及地中海沿岸，圆吻凡乌鱼只能在从 Damyitta 至西奈半岛西北方的沿海水域中捕获。

图 6 圆吻凡乌鱼（*Valamugil seheli*）的全球分布

1.2 乌鱼捕捞业

乌鱼是埃及渔业的重要组成部分，而且从全国众多泻湖手工渔业来看，它也是最重要的经济鱼产品之一。手工渔业在海上、湖泊和沿海泻湖中开展，通常用刺网、三重刺网和阳台网来捕鱼。根据联合国粮农组织（FAO）公布的统计数字，2004 年世界乌鱼总捕捞量约 26.1 万吨，只占世界捕鱼总量的 0.3%（FAO，2004）。

据鱼类资源开发总局（GAFRD）记录，埃及 2005 年乌鱼产量为 18.6 万吨，约占全国渔业产量的 21%（GAFRD，2006）。2005 年乌鱼捕捞量约 3 万吨，其中 81.6%来自湖泊和沿海泻湖。虽然渔业产量在 1985－2005 年间增幅很小，但人工养殖乌鱼的产量在过去 10 年急剧增加（图 7）。

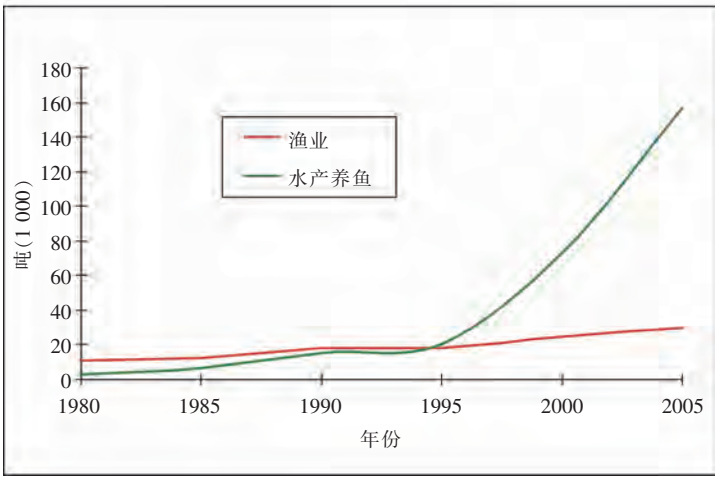


图 7　1980—2005 年捕捞渔业和水产养殖业乌鱼产量变化

乌鱼水产养殖产量占总产量的百分比从 1980 年的 15%增加到 2005 年的 29%（图 8）。乌鱼捕捞量占埃及渔业捕捞量的百分比从 1980 年的 6.1%增加到 2005 年的 8.4%（图 9）。

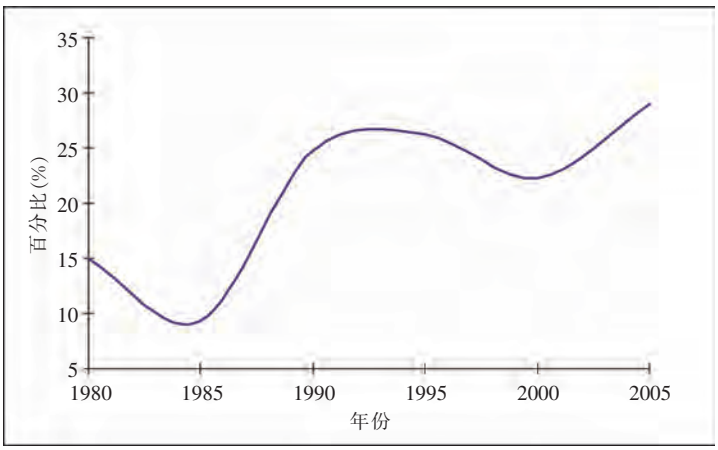


图 8　乌鱼水产养殖业产量增长百分比

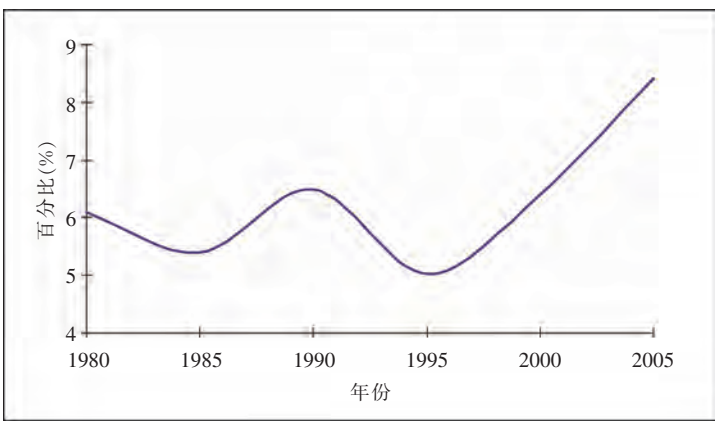


图 9　乌鱼捕捞量占渔业总捕捞量的百分比

虽然埃及发现的 5 个乌鱼品种的捕捞量没有一个准确的统计数字，但是根据对捕捞地点的记录可以估算。据估计，在过去 10 年中，薄唇乌鱼（*Liza ramada*）平均占总捕捞量的 58%，而扁平头乌

鱼（*Mugil cephalus*）只占23%，其余为其他3个品种（*Valamugil seheli*，*Liza aurata* 和 *Liza saliens*）。

1.3 乌鱼水产养殖

全球范围内的很多国家都养殖乌鱼，通常用粗放型和半集约型池塘系统。埃及的乌鱼水产养殖业历史悠久，几百年来一直在尼罗河三角洲地区用传统的“*hosha*”系统进行养殖（Eisawy and ElBolok，1975）。现在埃及是主要的乌鱼水产养殖国，2005年达到15.64万吨。

大多数乌鱼水产养殖依靠的是野生鱼苗，例如：埃及（Saleh，1991；Suloma and Ogata，2006）、菲律宾、意大利（Landoli，2000）、希腊、以色列、突尼斯和土耳其（Sadek and Mires；2000）以及中国台湾省（Yeh，1998）。对采捕野生鱼苗的依赖是因为孵化场鱼苗供应不足或其成本太高。

一些国家已经开展乌鱼苗的商业孵化生产。在美国以及中国台湾省，基于实验和半商业化目的地诱导产卵和鱼苗生产工作已经完成。据报道，在意大利、以色列和埃及，供应水产养殖的乌鱼苗生产业规模有限（Saleh，2006）。只在扁平头乌鱼苗的商业化生产中研发过孵化生产技术，而其他的重要品种（如薄唇乌鱼）的鱼苗生产技术尚未成熟。

美国国际开发署（USAID）在20世纪90年代初资助了埃及的一个项目，乌鱼苗在亚历山大附近的一个孵化场首次生产。孵化场的生产能力是有限的，每年只能生产1万～2万尾扁平头乌鱼鱼苗。鱼苗的生产成本很高，售价是野生鱼苗价格的15倍左右。市场营销的失败导致人们转而生产具有较高的市场价值和需求的品种，如欧洲鲈、金头鲷和虾。埃及沿海水域丰富的乌鱼苗资源以及经过80多年的发展积累的收集野生鱼苗的经验是制约乌鱼苗孵化生产发展的主要原因（Saleh，1991）。

在意大利，乌鱼养殖利用沿海泻湖和可以投放野生幼苗的半集约型池塘，几乎全部是基于粗放的养殖技术。目前正在进行人工繁殖试验，尝试建立规范的乌鱼繁殖技术（Landoli，2000）。

在沿海浅水水域捕获乌鱼，通常养殖在粗放式的或半集约式的池塘。乌鱼可以与许多其他鱼类混养，包括鲤、草鱼、鲢、尼罗河罗非鱼和虱目鱼，并能在淡水、咸水和海水中养殖。

在埃及，大部分养殖乌鱼的地区，在养殖前对池塘的准备是非常重要的。放养前，水产养殖的池塘先要烘干、耕翻，并用牛粪施肥。然后填充深度为25～30厘米，并保持7～10天，建立一个合适的自然饲料水平。然后将水位提升到1.5～1.75米，放养鱼苗。加入鸡粪和/或化学肥料可以使生产力保持在所需水平。通过使用不同种类的充气机可以保持最佳溶氧量，特别是在日落之后。给半集约型池塘提供压缩饲料可以满足同一池塘中鲤和罗非鱼的生长摄食要求。

生长季节一般为7～8个月。如果单养乌鱼，通过施肥可能已经足以达到所需的饲料水平。已有记载表明，在很多情况下发现给乌鱼直接喂鸡粪能取得良好的生产水平。生长是通过抽样来检查的，如果生长速度不如预期，每天会加入大米和/或麸皮补充池塘中的天然饵料。如果乌鱼是混养的，施肥的目标通常是其他养殖品种，乌鱼主要以天然饵料、碎屑和饲料残渣为食。

根据适当的盐度环境，投放6 200～7 400尾/公顷的10～15克个体，产量可达4.3～5.6吨/公顷。在半集约和罗非鱼、鲤混养时，乌鱼苗养殖密度为2 500～3 700尾/公顷，重量约100克的普通鲤鱼苗养殖密度为1 900～2 500尾/公顷，重量10～15克的尼罗河罗非鱼鱼苗养殖密度为6.2万～7.4万尾/公顷。总产量通常是20～30吨/公顷，其中2～3吨是乌鱼。在亚热带地区经过一个7～8个月的生长季节，扁平头乌鱼个体重量可达0.75～1千克。经过连续两个生长季节，乌鱼个体重量可达到1.5～1.75千克。饲养周期和饲养技术的选择取决于市场需求和经济状况。

2 野生鱼苗捕捞

2.1 法律方面

在意大利，采捕野生鱼苗是由当局负责管理的，他们在每年9月16日和12月31日之间评估相

关的环境参数，然后颁发限制捕捞许可证。每个持证人只允许捕捞一定配额的鱼苗。在河口和离海400米的半咸水泻湖通道是禁止捕鱼的。渔民必须配备氧气供应运输罐（Sadek and Mires，2000）。

在以色列，捕捉野生鱼苗需要特殊许可证。渔业和水产养殖部门有检查员来监控法律施行情况，每年颁发一次许可证。无捕捞配额限制（Sadek and Mires，2000）。

在埃及，野生鱼苗的采捕受1983年渔业法第124条控制。根据这项法律，除非从政府主管机关（如：鱼类资源开发总局）取得官方许可，否则禁止捕捞、采捕、处理或运输野生鱼苗。在由政府鱼苗采捕站管理和监督的一些有限的地方也允许捕捞野生鱼苗。鱼苗采捕站主要分布在地中海沿岸的三角洲地区，特别是主要农业排水运河的河口、尼罗河分支以及通向大海的连接泻湖和湖泊的运河。在10个地中海站中收获的乌鱼主要是扁平头和薄唇乌鱼（占2005年乌鱼苗捕获总数的98.9%）。另外两个在苏伊士运河和苏伊士湾的站点则主要是圆吻凡乌鱼。

鱼苗搜集是由个体渔民组成的团队进行的。在获得沿海地区作业的许可之前，组长和各小组都要经过提名并由海岸警卫队情报机关负责检查。每个采捕站可以雇佣一个或多个团队。渔民带着自己的渔具以及其他用于采捕和处理的设备。所有采捕到的鱼苗要带回站点接受检查，查看是否有不需要的物种存在以及通过估算量化鱼的数量。渔民可以获得所采捕鱼苗销售价格的50%。保留剩余的50%用于补充营运成本和站点的维护。

鱼苗采捕站也充当野生鱼苗的分配和销售点。鱼苗的价格由政府机关确定，每年的价格根据市场需求可能会出现波动。价格变化由鱼类资源开发总局董事会法令确定并公布。采捕来的鱼苗通常被直接出售或运送到鱼类资源开发总局护养站，在那里鱼苗长大一些然后作为幼鱼出售。根据当地法规，鱼苗只能出售给持有牌照的养鱼场。每个养鱼场会定额分配到6 250～7 500尾/公顷的扁平头乌鱼或薄唇乌鱼或接近12 500尾的圆吻凡乌鱼鱼苗。这种定额分配制度已经造成了很多的管理和控制问题。事实上，很多养殖乌鱼的渔民表示由当局决定的配额远少于以盈利为目的生产的实际需求。相反，政府机关认为如果渔民采用他们推荐的处理、驯化和育养程序来防止鱼苗的严重损失的话，配额绰绰有余。乌鱼常常是以半集约的方式与其他鱼类混养，它只占饲养总量的比重不到20%。

水产养殖业的发展扩大主要是因为它的高收益吸引了许多农业土地所有者转而从事水产养殖，特别是那些拥有新开垦耕地边际利润率的农民。由于埃及水资源和农业土地资源缺乏，水产养殖是违反有关农业、灌溉和渔业立法的。最近鱼类资源开发总局、环境事务部、水产警局和农垦管理局开展了一项实地考察，考察发现在两个三角洲地区有36 400公顷的再生土地资源被用做水产养殖活动。2005年鱼类资源开发总局统计年鉴估计这项活动的总面积为55 200公顷，约占全国水产养殖总面积的52%。根据现行法规，鱼类资源开发总局不能颁发许可证给这样的农场。这些农场不允许从政府孵化场或鱼苗采捕站购买鱼苗，所以他们只能依靠非法资源满足他们的需求。2005年记录的这些农场的乌鱼产量为82 000吨（GAFRD，2006），约占全国养殖乌鱼产量的47%。

因此，渔民就寻找其他的鱼苗供应来源。这就造成了一些非法渔民团伙从事捕捞和销售野生鱼苗的非法活动。这些没有执照的渔民会偷偷进入沿岸地区或者排水运河的河岸，配备有围网、轻艇和小货车。非法采捕来的鱼苗早上很早就被沿着乡村道路运输到渔业区的鱼苗市场大批量出售。通过这种非法活动采捕的鱼苗数量是没有记录且也无法控制的。这种非法贸易的规模很大，并且他们采捕的鱼苗数量可能超过了官方站点。

2.2 捕捞技术

乌鱼会进行季节性繁殖迁移，这时大群的成年鱼会离开湖泊、沿海泻湖和河流，转移到开阔海上的繁殖区。由于品种和世界区域的不同，繁殖季节也不同。孵化出的幼体随着表面水流漂移（Rossi，1986），然后大规模聚集并游向沿岸浅水区直到到达河口和沿海泻湖的肥沃觅食地。乌鱼苗到达河口和沿岸浅水区时长12～20毫米。通常在它们游到海岸或沿海泻湖的入口处和农业排水灌溉运河的开口时捕捞乌鱼苗。

在埃及，自 20 世纪 20 年代初以来开始的将捕捞乌鱼放养于内陆盐水湖泊的做法已经商业化（Wimpenny and Faouzi，1935；Faouzi，1936）。苏伊士运河及其相邻的湖泊，尼罗河的污水和排水渠使得地中海成为季节性乌鱼捕捞和其他广盐性鱼苗捕捞的主要来源（El－Zarka and Kamel，1965）。El－Zarka、El－maghraby 和 Abdel－Hamid（1970）描述了早期用于商业野生鱼苗采捕的技术。捕鱼装置是把蚊帐装到矩形金属框架上做成的，框架前端安装一个木制碾杆，然后由 3 个渔民一起把它推到沿岸浅水区。据报道这种装置每小时捕获鱼苗约两万尾。在 20 世纪 90 年代末，随着对鱼苗需求的增加，在沿岸水域许多鱼苗是用更大更好的围网捕获的（图 10）。

图 10　在地中海沿岸用围网收集乌鱼苗

常用的围网长 50～150 米，深 2.25 米。网的材料是带有 1 毫米伸缩筛孔的很结实的合成纤维（图 11）。生产的这种材料主要用于家庭使用，用做窗户和鱼塘的遮网。渔民用自己购买的材料来固定软木和铅绳、侧面的木棍以及用做纤绳。捞网也用于采捕农业排水运河中的鱼苗，尤其是靠近通向大海的泵站排水口附近的鱼苗（Sadek and Mires，2000）。

图 11　采捕到的鱼苗用手形网舀出放到桶中

用精巧的手形网将采捕来的鱼苗从渔网中舀出来放到装满海水的桶里，然后在 hapas 或者是海岸聚集池里保存几个小时。这时，鱼苗会卖给顾客或者用卡车运到养鱼场卖掉。鱼苗也会用卡车运到不同的育苗点，或者在养殖场用不同的育苗设施培育成幼鱼。

鱼苗采捕活动由个体渔民开展。技术简单，工具由当地可用的材料制成。成本最高的是围网。面料的成本大约是 60 美元、软木、绳索和铅的成本大约是 50 美元。有时候在深一点的水域可以用一条轻木船来拉网（图 12）。一条这样的船的成本为 200～250 美元，除了用于季节性临时捕捞鱼苗以外，它还可以用于其他用途。一个在塞得港附近的政府站点工作的团队领导在一次采访中说，每个 3～4 个月的捕鱼周期，工具和设备的总成本以及费用总计 500～520 美元。乌鱼苗每年有 3 个采捕周期，所以渔季可以扩大至 10 个月。

图 12　用一艘小木船来展开围网

鱼类资源开发总局的记录中可以找到埃及过去 30 年中每年的乌鱼苗采捕数据。20 世纪 80 年代初期，每年捕获乌鱼苗的数量大约为 5 000 万（1980 年为 5 370 万）。1985 年，鱼苗总数上升至 8 320 万。采捕来的大多数鱼苗（64%）都放养在内陆湖（渔业捕捞），剩余的用于水产养殖。

由水产养殖发展状况引起的需求波动使采捕乌鱼苗的数量有很大不同。鱼苗需求的迅速增长和 20 世纪 90 年代水产养殖业的迅速发展有关（图 13）。过去 10 年的官方数据记录是不全面的，因为非法采捕的鱼苗一般都没有记录。根据鱼类资源开发总局提供的资料，由于新开垦耕地上无牌照养鱼场的建立使得非法捕获鱼苗的数量在过去 5 年中急剧增加。

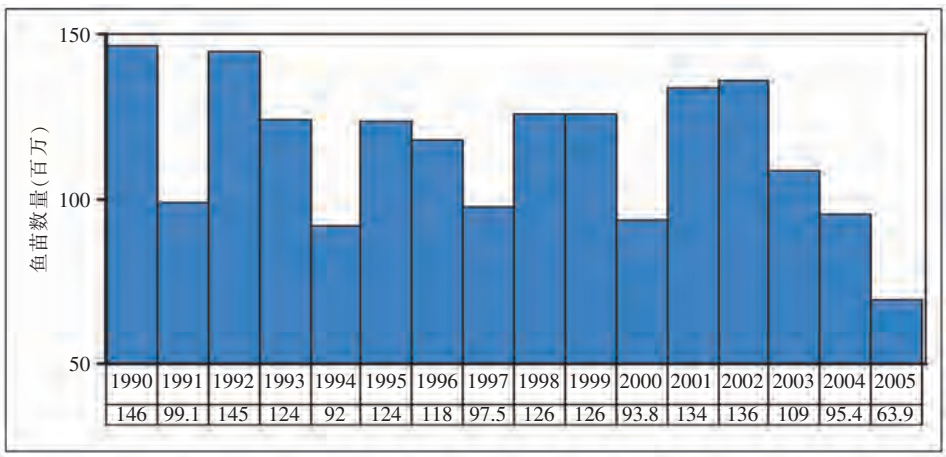


图 13　1990—2005 年野外捕捞的乌鱼苗数量

在过去 15 年的记录中，每年采捕到的乌鱼苗数量都不相同，介于 0.9 亿～1.45 亿，最高记录是在 1990 年和 1992 年，分别是 1.46 亿和 1.45 亿。从 2003 年起，捕获的鱼苗数量开始下降。2005 年数量急剧下降是因为通过合法途径捕获的乌鱼苗在内陆湖泊放养的数量减少了，从 2004 年的 3 200

万下降到2005年的约400万（GAFRD，2006）。持牌农场用于生产的鱼苗的数量记录可用来推断无牌经营的农场使用的鱼苗数，因为它们都采用相同的技术和管理系统。

1996年，无牌照经营农场的乌鱼产量估计是6 500吨，约占总产量的32%，而2005年产量增加到8.2万吨，占年产量的52%。

表1显示了持牌照及无牌照农场从1996年到2005年的乌鱼产量记录以及（3个品种）总的鱼苗数。表中数据强调了这样一个事实，那就是乌鱼产量和可利用的鱼苗数量是没有关系的。

表1 持牌照及无牌照农场捕捞的乌鱼苗数、鱼的产量及已利用鱼苗的记录值和估计值

年　份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
产量——有牌照农场（1 000吨）	13.6	9.7	13.6	10.4	22.7	21.6	46.8	62	67.3	74.5
产量——无牌照农场（1 000吨）	6.5	6.4	14.8	32.6	57.6	66.6	66.2	73.6	65.4	82
有牌照农场使用鱼苗量（百万）	41.0	35.3	36.4	38.3	44.8	85.8	102.4	75.5	64.6	65.0
无牌照农场使用鱼苗的估计量（百万）	19.6	23.3	39.6	91.8	113.7	264.6	144.8	89.6	62.8	71.5
用于湖泊放养的鱼苗量（百万）	77.0	62.0	89.6	87.7	49.0	48.2	33.6	33.5	30.8	4.4
采捕鱼苗总量的估计值（百万）	137.6	120.8	135.6	217.8	207.5	398.6	280.8	198.6	158.2	140.9

2003—2005年尽管可用的鱼苗数量大幅下降，但是产量却有所增加。在这一时期，政府将鱼苗价格从每1 000尾3.5美元增加到17.6美元，这样做既有积极的影响，也有负面的影响。积极的影响是，它使捕捞、运输、处理和驯化技术都有所提高，资源也得到更可靠合理的利用。消极方面是不断增加的鱼苗销售利润鼓励了其他的非法鱼苗捕捞活动。

表2显示了在埃及养殖的3个品种相对重要性和采捕的鱼苗数量的变化。数据显示捕获的薄唇乌鱼（*Liza ramada*）鱼苗的数量总是最高的，2001年大约占乌鱼苗总数的59%，到2005年超过了79%。在希腊也是如此，这个品种的鱼苗是最丰富的，占捕获乌鱼苗总数的比重超过54%。

表2 所采捕的不同乌鱼品种鱼苗数量及其相对重要性

年份	薄唇乌鱼		鲻		蓝斑乌鱼		总量（百万）
	鱼苗数量（百万）	%	鱼苗数量（百万）	%	鱼苗数量（百万）	%	
2001	78.9	58.9	40.6	30.3	14.5	10.8	134
2002	101.5	74.6	15.4	11.3	19.3	14.2	136
2003	76.0	69.7	20.9	19.2	12.1	11.1	109
2004	66.6	69.8	12.8	13.4	16.0	16.8	95.4
2005	55.1	79.4	8.0	11.5	6.3	9.1	69.4

同一时期鲻的比重从2001年的30%下降到2005年的11.5%，而圆吻凡乌鱼的捕捞量则更稳定。薄唇乌鱼捕捞总量从2001年的0.79亿增加至2002年的1.015亿，平衡了乌鱼捕捞量的减少。已发现鲻鱼苗数量下降的两个原因：第一个是干乌鱼子产量的增加，第二个是大部分非法鱼苗捕捞活动集中在价格较高的扁平头乌鱼。

捕捞乌鱼然后提取卵巢是一种古老的做法，在地中海、亚洲和美国得到迅速扩展（图14）。考虑到扁平头乌鱼的高繁殖力，这种行为对这个品种是一个真正的威胁。每条迁徙中的成熟雌鱼被抽取卵巢意味着要失去200万～400万个鱼卵和至少几千万的鱼苗。

在埃及，和其他的商业捕鱼活动一样，乌鱼苗的采捕是由男人来进行的。另一方面，女人主要负责捕鱼工具的生产和维修。乌鱼苗渔业主要由居住在湖泊和沿海泻湖附近沿岸地区的当地渔民从事。这项活动是有区域性的，每组渔民在自己的区域工作，不能侵入相邻区域。

我们知道野生鱼苗利用中的高死亡率与采捕运输过程中因粗糙处理产生的创伤有关。由于这个结

图 14　提取成熟乌鱼卵巢用于鱼子生产

果的影响，埃及科学家从 20 世纪 20 年代中期开始获得了大量的关于如何处理乌鱼苗的经验，大大减少了处理过程中的损失。

用不同捕鱼工具采捕来的鱼苗通常被取出放到装满海水的桶中，然后聚集到 hapa 网箱或海岸聚集池中。这些聚集池和 hapa 网箱也用来检查捕获的鱼苗，去除不想要的品种或者受伤的鱼苗。在销售过程中，鱼苗要用手形网舀出，计数，然后全部倒进聚乙烯塑料袋、绝缘的小卡车中或者装到专用的鱼苗运输卡车上（图 15）。鱼苗贮水池（通常为 1 米^3）在运输期间可以容纳多达 15 000 尾鱼苗长达 4 小时，密度根据运输距离的不同而有所不同。夏天通常用冰袋进行冷却。

图 15　鱼苗运输卡车

如果使用氧气充气袋，它们可以用任何车辆运输。小渔场的主人通常在汽车行李箱中放 4～6 个这样的袋子。每个袋子可以装 2 000～3 000 尾鱼苗用于短途运输（＜2～3 小时）。袋子通常装满 1/5 的水和 4/5 的压缩氧气。如果袋子用小卡车运输，为了防止阳光照射，常用喷了水的稻草垫来进行冷却。如果养鱼场在水体附近，常常把鱼苗装在塑料袋里用摩托艇运输。

刚到达目的地，鱼苗常常会不适应新鱼塘的环境。如果用塑料袋运输，袋子要先浸入鱼塘中然后慢慢倒空。如果用小卡车运输，鱼苗先要集中到塑料袋中。去除死亡的和虚弱的鱼苗，然后记录每个鱼塘放养的鱼苗数目。如果用特殊的卡车运输，在把鱼苗倒进池塘之前，先要把大部分的运输用水换成池塘水。

因为不能够适应环境，据许多农场报告它们的鱼苗死亡率很高。埃及进行了一项为期 3 年的放养

在内陆湖泊中野生鱼苗利用的研究（Kleijn，1988），研究发现运输过程（6～8 个小时）中损失率在 0.9%～1.4%。同一项研究显示，在育苗池塘的 4 个月，鱼苗的死亡率高达 35%。

据 Saleh（1991）报告，如果直接将鱼苗从海水中转移到盐度水平低于 2.6×10^{-12} 的育苗池塘中，96%的运来的鱼苗会在前 7 天死亡。经过（6～8 小时）平缓的环境适应过程，死亡率会降到 6%。

在育苗过程中，池塘的准备和管理不足也会引起很高的损失。多数损失和其他鱼类（非洲鲫、尖齿胡鲶和齐氏罗非鱼）的捕食有关，通常会在准备不足的池塘中发现这些鱼种。在过量施肥的池塘中也会出现大的损失，会导致氧气耗尽，幼鱼收获过程中也会有大量损失。

3 水产养殖对野生鱼苗的依赖

虽然孵化技术已经成功开发（Saleh，1991；Landoli，2000；Yeh，1998；Sadek and Mires，2000；Suloma and Ogata，2006），但是在埃及和其他产鱼国家，商业乌鱼水产养殖仍然完全依赖野生鱼苗的捕捞。相对于野生鱼苗来说，孵化鱼卵的高成本，以及大多数孵化场只对高商业利润的海洋鱼种（例如欧洲鲈和/或乌颊鱼）感兴趣，是他们继续依赖野生鱼苗的主要原因。

捕捞野生鱼苗用于水产养殖一直是环保组织、捕捞渔业组织和渔民间争论的焦点。20 世纪 90 年代中期鱼苗采捕的高增长率被视为对捕捞渔业的一个主要威胁。家庭渔业合作社组织了大量的活动反对野生鱼苗捕捞者。这个法律实践也被视为一项政府在损害了更大更穷的渔业团体的前提下支持富有渔民的不合理政策。尽管权威部门宣称采捕鱼苗的数量对野生乌鱼总数产生的影响微不足道，但环保组织认为对野生鱼苗的采捕会降低鱼苗的自我补充能力。争论基于这样一个事实，那就是乌鱼的繁殖力很高，这就意味着采捕并用于水产养殖的鱼苗数量只占这些鱼苗的很小一部分。它还指出水产养殖业的鱼苗损失明显少于自然捕食造成的损失。这个问题目前还没有定论，过去 10 年水产养殖业有了很大发展，但是捕鱼量却变化不大，尽管有越来越多的人支持水产养殖业，但是依靠有限的科学数据，我们仍然不能预测将来野生鱼类资源能不能提供更多的鱼。

埃及想要在近期实现乌鱼苗的孵化生产是不太可能的，水产养殖将继续依赖野生鱼苗。在埃及孵化鱼苗的成本很接近甚至有时高于其他一些本地养殖海洋鱼类，如乌颊鱼、欧洲鲈、大西洋白姑鱼和虾。因此，如果不能完全禁止野生鱼苗的采捕，埃及的乌鱼水产养殖会继续依赖野生鱼苗。

4 鱼饲料

乌鱼水产养殖的成功是乌鱼觅食习惯的结果。乌鱼通常和其他鱼类混养在泥塘中。通过人工授精提高池塘中天然饵料的产量是很重要的，这样可以大幅减少对合成饲料的需求。在埃及混养系统中，天然饵料

图 16 埃及大型泥塘的混养乌鱼

占了养殖鱼类（罗非鱼、鲤）饲料需求的 25%～50%，而养殖的乌鱼则全部或大部分依赖天然饵料（图 16）。在育苗晚期或乌鱼是主要的饲养鱼类品种时，有时可以提供小麦或米糠饲养人工养殖的乌鱼。

在埃及，鱼饲料加工业很发达，每年会生产超过 45 万吨不同种类的合成饲料（大部分是压缩颗粒和粉末混合物）（GAFRD，2006）。在乌鱼育苗塘和养殖塘中，鸡粪也可以成功地用做鱼饲料。

5 乌鱼苗捕捞业对环境的影响

虽然在埃及乌鱼苗的采捕可以追溯到几十年前，但是对于这一活动对野生种群的影响仍然没有一项公开的科学研究。大多数可用的信息是基于乌鱼捕获量和有记录的鱼苗采捕量的对比。推算结果的价值有限，因为估计的数量不足以准确评估野生鱼苗捕捞（例如，排除非法捕捞）的潜在影响。

图 17 比较了埃及 25 年间的渔获量，清楚地表明乌鱼捕捞量没有减少。根据这些数字看来，野生鱼苗的捕捞不会影响乌鱼养殖业。

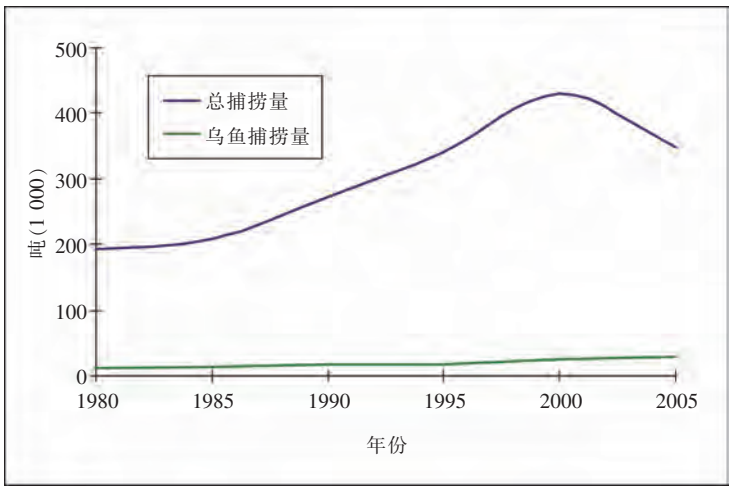


图 17　1980—2005 年渔获总量和乌鱼捕捞量的变化

乌鱼苗的捕捞是一个季节性活动，渔民知道每个乌鱼品种在什么时候可以捕获大量的鱼苗。在这些时间段内，大浅滩上可以发现目标品种的鱼苗，存在不需要品种的话会大大降低乌鱼苗的市场价格，渔民会仔细检查他们捕获的鱼苗，如果有不需要的就放归大海。

20 世纪 80 年代中期（Kleijn，1988）对乌鱼苗和其他品种的同时捕获进行了研究。Kleijn（1988）研究表明采捕的鱼苗（样本大小 78 000 尾）87%是乌鱼，6.9%是带鱼（叉尾带鱼属），3.1%是银河鱼（银汉鱼属），2.9%是钩虾。

最终，乌鱼苗捕捞活动是在浅海水域的泥沙基底上开展的。渔业对底部生物系的影响尚未评估，但是这种影响与渔业活动对其他脆弱生态系统（如珊瑚礁）的影响比，可能是最小的。

6 乌鱼养殖的社会和经济影响

6.1 社会影响

尽管只有很少一部分人参与鱼苗采捕，但它仍是一项很重要的经济和社会活动。埃及水产养殖业的迅速发展很大程度上依赖乌鱼养殖业，它在 2005 年约占总产量的 29%，占养殖鱼类市场价值的 48%（GAFRD，2006）。水产养殖业现在雇佣了超过 30 万人，并提供了另外的 45 万个其他工作岗位（鱼饲料的加工、运输、销售、加工等）。限制或者停止乌鱼养殖会影响半集约式水产养殖业的经济，它是埃及水产养殖业的重要组成部分。

池塘养殖业的发展创造了一个新的鱼苗竞争市场。在 20 世纪 80 年代中期以前，大部分捕捞的野

生鱼苗都用于政府的内陆湖泊放养计划。1926—1984 年，只有亚历山大港附近的一个政府站点采捕鱼苗。在水产养殖业发展初期，鲤和乌鱼是埃及主要的养殖鱼种，而罗非鱼只是作为一种鱼类养殖副产品，占总产量比重为 10%～25%。

对乌鱼苗需求的增长致使在 1986—1987 年地中海沿岸建立了另外 9 个鱼苗采捕站，这标志着有组织的乌鱼苗捕捞业的开始。

乌鱼苗采捕是由家庭渔业团体开展的，他们常常包括同村的或同地区的人，经常有自己的家人参与。每一组由 6～10 人组成，有一个负责多个团队的领导。在 2005 年，有 460 名已注册的负责鱼苗采捕的渔民在 8 个主要的政府采捕点工作（6 个在三角洲北部，2 个在苏伊士运河地区）。

渔民的工作场地被分派在他们家附近区域并由当地政府鱼苗采捕站负责监督。团队领导通常是对团队成员有很大影响的人，并且常常是当地合作组织或大型渔业家庭的领导者。团队领导负责提名小组成员，收集捕鱼许可证和其他主管部门要求的文件，保证工作许可证的颁发。团队领导也负责采捕的鱼苗通过官方渠道运输，以及记录所有采捕的鱼苗。

每个组员的收入根据他们所扮演的角色不同而有所差异。工作分 3 个任务，第一个是捕鱼，需要 4～6 个渔民负责撒网和收网。第二个任务是桶的运输，需要 1～2 个技术稍差的年轻人。第三个任务是排序、清理和计算捕捞的鱼苗数量，常常由团队中最有经验的人完成。后一项任务包括在 hapa 或岸边池塘中清理虚弱的、受伤的、死亡的或不想要的鱼种，然后清点鱼苗数量。每个组赚的钱会平分成相等的份额；第三组每人可得 3 份，而第一组的每人可得 2 份，第二组技术稍差的成员每人可得到 1 份。

非法采捕鱼苗的团伙通常在已授权小组的覆盖范围之外活动，但是他们也经常侵入这些区域寻找更好的鱼苗资源。非法渔民是有组织的，他们通常会在凌晨赶在已授权的渔民到达捕鱼地点之前到达，以 4～5 个人为一组开始工作。采捕的鱼苗直接装进卡车卖给无牌经营的农场主或者不满意政府分配配额的渔民（图 18）。从事非法鱼苗捕捞、运输和销售的渔民数量还是未知的。

图 18　一辆运输非法捕获乌鱼苗的小型卡车

一组渔民每年可以赚 100 万～120 万美元。这些钱不需要交税，由团队的领导根据上述的分配系统进行分配。渔民虽然很富有，但是由于他们的教育和文化等级，城里人仍然把他们看做下层中产阶级，但是在泻湖渔民区他们被视为精英。

6.2　经济问题

水产养殖业是埃及发展最快的行业，而乌鱼水产养殖是一个很重要的组成部分（Salem and Saleh，2004）。在埃及，陆地水产养殖业是劳动密集型产业，雇佣了大量具有不同技能的人。这项经

济活动的特点是初始投资就能得到高的收益，虽然在过去 5 年随着生产的发展利润有所下降。这种类型的水产养殖系统已经促使渔业团体和生产系统发生了重要改革。

传统的水产养殖是渔民在归政府所有的广阔湿地和半咸水湖中开展的。这项活动很原始，需要很低的投入，单位面积产量也很低。另外，工作完全由家庭成员开展，只在收获期间或者新一期的准备期间才会雇佣数量有限的兼职工人。由于政府支持扩展计划和鱼类需求的增加，一批有专业背景的受过良好教育的投资者重新发现了水产养殖业。因此，技术先进的水产养殖系统相继出现，例如传统水产养殖土地或向政府购买的土地上的半集约式和集约式池塘水产养殖系统。这些租赁合约通常包括一项协议，支付给养殖区的居民一定数额的钱，反过来农民可以用这些钱来使他们的农事活动变得现代化。

在埃及，如果没有乌鱼作为一种重要的经济作物，水产养殖业是不可能发展壮大的。野生鱼苗捕捞一年四季都在进行。不同目标鱼种的产卵时间顺序使鱼苗采捕活动成了一项全职工作，并且会涉及很多渔民。根据官方数字显示，每个渔民每年可赚 1 900～2 700 美元，高于埃及人均年收入（2006 年大约为 1 700 美元）。

7 管理

在埃及，水产养殖和渔业活动要遵循渔业法 1983/124 号文件。这个部门由鱼类资源开发总局（GAFRD）来管理，它是通过第 1983/190 号总统令建立的，隶属农业部。根据上述法律第 18 条规定，除非有鱼类资源开发总局的正式许可，否则不可以从海洋、湖泊或者其他水体中采捕或转移鱼苗。违反第 18 条规定可判处 3～6 个月监禁或者最高约 90 美元的罚款。重复违反，判决会更严重。

法律的应用在某种程度上保证了对活动的控制和资源的合理利用。非法捕捞鱼苗的增加表明内政部和国防部分开执法力度不够。海岸警卫队（国防部）负责在沿岸海域执法，而水上警察负责其他水域。

8 结论

- 采捕野生乌鱼苗用于水产养殖和湖泊放养是一种古老的方法，已经在埃及和其他地中海国家实践了几十年。
- 扁平头乌鱼和薄唇乌鱼是最重要的水产养殖鱼种。
- 埃及是养殖乌鱼的主产国，2005 年产量为 15.64 万吨。
- 在大多数生产国，乌鱼水产养殖业完全依靠野生鱼苗。
- 有些国家实施了乌鱼苗孵化生产，但是在埃及鱼苗的商业化生产已经被证明在经济上不可行。
- 大多数国家的野生鱼苗捕捞业都是合法经营的，在埃及也是由主管部门负责监督。
- 在埃及非法野生鱼苗渔业导致资源管理问题。
- 在埃及由于水产养殖业的扩张，使得过去 10 年间鱼苗需求量大大增加。
- 在埃及过去 4 年关于野生捕捞乌鱼苗的官方记录数据有所下降，同时养殖乌鱼的产量有所增加。
- 乌鱼苗价格上涨促使更合理地利用资源，处理过程中的损失也有所减少。
- 在许多国家，为了鱼子生产而捕捞成熟扁平头灰乌鱼雌鱼的行为迅速增加，这可能会影响未来的野生种群。
- 乌鱼在埃及是一种重要的水产养殖业经济动物。
- 目前在埃及没有一项可靠的科学信息确保乌鱼苗捕捞业的正确管理。
- 目前埃及的立法是充足的，但是渔业控制可能执法不足。
- 依靠野生鱼苗不能成为这一领域的长期计划，孵化生产乌鱼苗是必要的。
- 政府可能会采取对乌鱼苗生产提供补贴的政策，其次是颁布野生鱼苗捕捞禁令，以鼓励孵化业的发展。

参考文献

Basurco, B. & Lovatelli, A. 2003. The aquaculture situation in the Mediterranean Sea, Prediction for the future. Ocean Dacs-Africa Marine Science. Oceanography-Fishery-Miscellaneous.

Cardona, L. 2006. Habitat selection by grey mullets (Osteichthyes: Mugilidae) in Mediterranean estuaries: The role of salinity. Scientia Marina, 70 (3): 433 - 455.

Eisawy, A. M. & El - Bolok, A. 1975. Status of aquaculture in the Arab Republic of Egypt. CIFA Tech. Pap., (4. Suppl. 1).

El - Zarka, S. & Kamel, F. 1965. Mullet fry transplantation and its contribution to the fishery of the inland brackish lakes in Egypt, U. A. R. Proc. Con. Fish Counc. Medit., 8: 209 - 226.

El - Zarka, S., El - Maghraby, A. M. & Abdel - Hamid, K. H. 1970. Studies on the distribution, growth and abundance of migrating fry and juvenile of mullet in a brackish coastal water lake (Edku) in the U. A. R. Stud. Rev. Gen. Coun. Mediterr., 46 p.

Eschmeyer, W. N., Herald, E. S. & Hammann, H. 1983. A field guide to Pacific coast fish of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, USA. 336 p.

Faouzi, H. 1936. Successful stocking of Lake Qarun with mullets (Mugil cephalus L.) and (M. capito Cuv & Val.) from the Mediterranean Sea. Int. Rev. Ges. Hydrobiology, 33 (516): 434 - 439.

FAO. 1973. FAO Species Identification Sheet for Fishery Purposes. Mediterranean and Black Sea, Fishing area 37. FAO, Rome.

General Authority for Fish Resources Development. 2006. The 2005 Statistics Yearbook, Ministry of Agriculture Publications. Egypt.

Harrison, I. J. 1999. "Mugilidae" in FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes. The living Marine Resources of the Western Central Pacific, Vol. 4. Bony Fishes, Part 2, (Mugilidae to Carangidae), edited by K. Carpenter and V. H. Neim. Rome: FAO.

Harrison, I. J. & Senou, H. 1997. Order Mugiliformes. Mugilidae. Mullets. p. 2069 - 2108. In K. E. Carpenter and V. H. Niem (eds.) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae). FAO, Rome.

Kleijn, L. K. 1988. Release of mullet fry in Fayoum Governorate, Egypt. Final Report. Netherland Institute for Fishery Investigation.

Koutrakis, E. T. 2004. Temporal occurrence and size distribution of grey mullet juveniles (Pisces, Mugilidae) in the estuarine systems of the Strymonikos Gulf (Greece). J. Appl. Ichthyol. 20, 76 - 78.

Landoli, C. 2000. Marine Fish Farming in Italy. In Muir J. and Basurco B. (eds). Mediterranean offshore mariculture. Zaragoza: CIHEAM—IAMZ, 2000. p. 33

Maitland, P. S. & Campbell, R. N. 1992. Freshwater fishes of the British Isles. HarperCollins Publishers, London. 368 p.

Nelson, J. S. 1984. Fishes of the world. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Nelson, J. S. 1994. Fishes of the World. Third edition. John Wiley and Sons, INC. N. York, ISBN 0 - 471 - 5713 - 1.

Rochard, E. & Elie, P. 1994. La macrofaune aquatique de l'estuaire de la Gironde. Contribution au

liv e blanc de L' Agence de l' Eau Adour Garonne. p. 1 - 56. In Mauvais J. L. and Guillard, J. F. (eds.) E tat des connaissances sur l' estuaire de la Gironde. Agence de l' Eau Adour-Garonne, Bordeaux, France, 115 p.

Rossi, R. 1986. Occurrence, abundance and growth of fish fry in Scardovari Bay, a nursery ground of the Po River delta (Italy). Arch. Oceanogr. Limnol., 20, 259 - 280.

Sadek, S. & Mires, D. 2000. Capture of wild finfish fry in Mediterranean coastal areas and possible impact on aquaculture development and marine genetic resources. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 52 (2): 77 - 88.

Saleh, M. A. 1991. Rearing of Mugilidae. A study on low salinity tolerance by thinlip grey mullet (Liza ramada Risso, 1826). In the proceeding of the FAO Workshop on Diversification of Aquaculture Production, Valetta, 1 - 6 July 1991.

Saleh, M. A. 2006. Mugil cephalus, Cultured Aquatic Species Information Program. Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI), FAO.

Saleh, M. A. & Salem, A. M. 2005. National Aquaculture Sector Overview-Egypt, FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI).

Smith, M. M. & Smith, J. L. B. 1986. "Mugilidae" in Smith' s Sea Fisheries, edited by M. M. Smith and P. C. Heemstra. Berlin: Springer-Verlag.

Suloma, A. & Ogata, H. Y. 2006. Future of Rice—Fish Culture, Desert Aquaculture and Feed Development in Africa: The Case of Egypt as the Leading Country in Africa. JARQ, 40 (4): 351 - 360.

Virgona, J. 1995. Sea mullet. NSW Fisheries Fishnote. DF/49, 4 p.

Wimpenny, R. S. & Faouzi, H. 1935. The breeding of the grey mullet, L. ramada, in Lake Quarun, Egypt. Nature Lond., 135: 1041.

Wonham, M. J., Carlton, J. T., Ruiz, G. M. & Smith, L. D. 2000. Fish and Ships: Relating dispersal frequency to success in biological invasions. Marine Biology 136, 1111 - 1121.

Yeh, S. P. 1998. Marine fish seed industry in Taiwan. p. 154 - 167. In Proceedings of the Workshop on Offshore Technologies for Aquaculture, 13 - 16 October 1998. Technion, Faculty of Mechanical Engineering, Haifa, Israel.

孟加拉恒河地区基于捕捞的印度野生主要鲤科鱼类养殖

Mhd Mokhlesur Rahman
自然资源研究中心
孟加拉，达卡
E－mail：mokhles@cnrs.org.bd

Rahman，M. M. 2008. Capture－based aquaculture of wild-caught Indian major carps in the Ganges Region of Bangladesh. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Captare-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 127－140.

绪论

背景和国家环境

孟加拉国是一个多洪泛平原的国家，有700多条小型、中型和大型河流以及发源于喜马拉雅山脉的三大水系（恒河、布拉马普特拉河和梅格纳河），它们横贯整个国家，然后汇合在一起注入孟加拉湾。河流覆盖面积超过2.4万千米，约占全国总面积的6%。除了河流以外，还有很多天然湿地，它们常以运河，beels，baors①，红树林沼泽和每年季节性泛洪5～6个月的平原的形式存在。湿地面积在750万～780万公顷（表1）（Nishat，1993）。洪涝平原的天然生产力十分丰富，动植物品种多样化，其中鱼类被视为最重要的天然资源，因为它维持了数百万居民的生计，其中包括许多农村贫困人口。

表1　孟加拉国7种水域的面积

水体类型	面积（公顷）
大型水库	90 000
沿岸对虾养殖场	141 000
永久的河流和溪涧	480 000
河口和红树林沼泽	610 000
浅水湖泊和沼泽	120 000～290 000
池塘和沟渠	300 000～400 000
季节性洪泛平原	5 770 000
总计	7 511 000～7 801 000

来源：Nishat，1993。

孟加拉国气候潮湿，主要有3个季节：温暖的夏季（3～5月），潮湿的雨季（6～10月）和寒冷的冬季（11月至翌年2月）。雨量充沛，每年从140～400厘米不等，其中超过80%的降雨是在雨季。夏季气温在35～37℃，有时会达到43℃，冬季气温在17.5～24.0℃，某些地区气温会降到4.5℃。

① beels是冲积平原湖，可以永久性保留水资源或者在冬季干涸；baors是位于两条或者多条河流之间冲积平原中的水坑，主要作用是流域内部排水；baors是U字形湖（Hasan and Ahmed，2002）。

季节性洪水强烈影响着国家的生物物理和社会经济学功能。随着 4、5 月份雨季开始，水系的水位开始上涨并逐渐溢出河岸，然后长达 5～6 个月淹没将近 1/3 个国家。由于气温升高会导致喜马拉雅山脉的积雪融化，有时在雨季到来之前水位就开始上涨。

气候温暖，降雨量高再加上众多的河流湿地营养成分丰富，使得这个国家有丰富的渔业资源。孟加拉国湿地中大约有 154 个属 55 个科的 265 种淡水硬骨鱼。在这 265 种淡水鱼中，4 种主要鲤科鱼类具有重要的商业价值，占内陆捕捞和养殖渔业生产的绝大部分。

基于捕捞的水产养殖的信息可得性

尽管有从河流中采捕主要鲤科鱼类的卵来供应鲤水产养殖业的惯例，但是渔业对这一方面还没有明文规定。然而，孟加拉国渔业部（DoF）的孟加拉国渔业资源调查系统（BFRSS）已经开展一些不同的研究项目，研究一些关于鲤的野生放养，繁殖和采捕鱼卵等主要方面的问题。

可用信息大多集中在鲤的生物学方面，它们的迁徙和繁殖行为，产卵时间和地点以及鱼苗采捕和育苗。从 1984 年起，BFRSS 已经开始收集从主要江河源头采捕鲤鱼卵的数据。数据库包括了河流系统的鱼卵采捕中心，使用渔网的数量，采捕周期（季节），捕获量，价格和参与人数。但是，没有涉及社会经济学方面参与野生鱼卵捕捞的人，也没有涉及野生鱼卵的营销系统和分配制度。对采捕野生鲤科鱼类鱼卵对环境的影响几乎没有记录。

一些文献强调了主要鲤科鱼类放养及与产卵相关的信息，表明了关于野生鲤数量下降的担忧并提出了建议。Tsai 和 Ali（1985）分析了 BFRSS 的数据，发现采捕野生鲤鱼卵对孟加拉国主要鲤科鱼类的自然种群并没有显著的不利影响。

在孟加拉国东南部的哈尔达河已经广泛开展鲤放养工作，这是全国唯一的主要鲤科鱼类产卵地点，从这里可以采捕受精鱼卵。孟加拉国水资源开发理事会（BWDB）在改造河流的过程中对鲤产卵地造成了不利影响。从哈尔达河中捕获种鱼，尤其是在它们迁徙到产卵地的过程中，会对野生鱼类资源产生不利影响。另外一个主要鲤科鱼类鱼卵的产地是孟加拉国外部河流的上游河段，从那里可以采捕鱼卵而不是受精卵。

1 孟加拉国主要鲤科鱼类渔业

1.1 鲤鱼的基本资料

在孟加拉国水域发现的作为印度主要鲤科类的鲤品种主要有 4 个：卡拉鲃（*Catla catla*），南亚野鲮（*Labeo rohita*），麦瑞加拉鲮（*Cirrhinus mrigala*）和蓝黑鲮（*Labeo calbasu*）。虽然不同的品种成熟期不同，但是都需要至少两年才能达到性成熟，具备产卵能力；南亚野鲮需要至少两年，麦瑞加拉鲮需要 2～3 年，卡拉鲃和蓝黑鲮需要 3 年（表 2）。

表 2 4 种孟加拉主要鲤科鱼类的重要生物学和水产养殖特点

主要鲤科鱼类品种	主要的生物学和水产养殖特点
 卡拉鲃：*Catla catla*	成熟年限：3～5 年 营养等级：水面摄食 生长潜力：高 水产养殖潜力：高 池塘水产养殖中所占份额：19.9 %（2004—2005） 卡佩台湖中所占份额：主要鲤科鱼类的 31 %（2004—2005） 每年 Beel 捕捞中所占份额：7 %（2004—2005）

（续）

主要鲤科鱼类品种	主要的生物学和水产养殖特点
 南亚野鲮：*Labeo rohita*	成熟年限：2～3 年 营养等级：水流中摄食 生长潜力：中 水产养殖潜力：高 池塘水产养殖中所占份额：23.4 %（2004—2005） 卡佩台湖中所占份额：主要鲤科鱼类的 11.9 %（2004—2005） 每年 Beel 捕捞中所占份额：8.2 %（2004—2005）
 麦瑞加拉鲮：*Cirrhinus mrigala*	成熟年限：2～3 年 营养等级：水流中摄食 生长潜力：中 水产养殖潜力：高 池塘水产养殖中所占份额：16.2 %（2004—2005） 卡佩台湖中所占份额：主要鲤科鱼类的 6.9 %（2004—2005） 每年 Beel 捕捞中所占份额：7.3 %（2004—2005）
 蓝黑鲮：*Labeo calbasu*	成熟年限：3 年 营养等级：水流中摄食 生长潜力：中 水产养殖潜力：低 池塘水产养殖中所占份额：0.6 %（2004—2005） 卡佩台湖中所占份额：主要鲤科鱼类的 50.1 %（2004—2005） 每年 Beel 捕捞中所占份额：2.2 %（2004—2005）

这些品种都需要相似的环境条件，使用相似的产卵地（Tsai and Ali，1985）。每个鲤品种都要经历一次产卵洄游到达各自的繁殖地点（Tsai and Ali，1985，1986）。成年鲤在雨季之前（3 月）开始产卵洄游，此时随着喜马拉雅山脉积雪融化水流量逐渐增加，早期降雨开始，水温开始上升。随着西南季风雨季的到来，在 5 月份产卵开始，一直持续到 7 月（Azadi，1985；Shaha and Haque，1976；Tsai and Ali，1985）。产卵后不久，成年鱼和幼鱼会顺流而下迁徙到洪泛平原觅食并呆在那儿 4～5 个月。它们被动地逆流迁徙，横向漂流到广阔的多产洪泛平原上（图 1）。随着雨季末期积水退去，它们会回到更深的水域和洪泛湖泊准备过冬。鱼类在这些栖息地过冬，避免因捕捞和自然原因引起的死亡，并在下一个雨季之前开始它们的产卵洄游。虽然已知一些关于主要鲤科鱼类的产卵行为，但是关于它们与环境要求相关的产卵行为的详细知识仍然很少。

1.2 主要鲤科鱼类的野生放养

由于产卵地点，产卵季节和地理分布的不同，孟加拉国主要鲤科鱼类常常被分为 4 个分支，并根据各自的水系命名：①布拉马普特拉-贾姆纳河种群，②巴拉河上游种群，③梅格纳河上游种群，④哈尔达河种群（Azadi，1985；Tsai and Ali，1985）。卡佩台湖的另外一种主要鲤科鱼类的可用信息很少。

1.2.1 布拉马普特拉-贾姆纳河种群

布拉马普特拉-贾姆纳河是孟加拉国最大的一个种群，涵盖广阔的地区以及布拉马普特拉河和贾姆纳河水系的各个支流（Azadi，1985；Tsai and Ali，1985；Tsai et al.，1981）。这个种群所在的河流和洪泛湖泊，包括布拉马普特拉河、贾姆纳河、老布拉马普特拉河、卡里格纳河、达尔斯瓦里河、梅格纳河（向下直到它与老布拉马普特拉河的交汇处），巴拉河下游（向下直到它与贾姆纳河的汇合处），卡姆尔和阿里尔克恩河及其支流，以及博尔喀、帕比纳和法里德普尔河流域的运河和洪泛湖泊

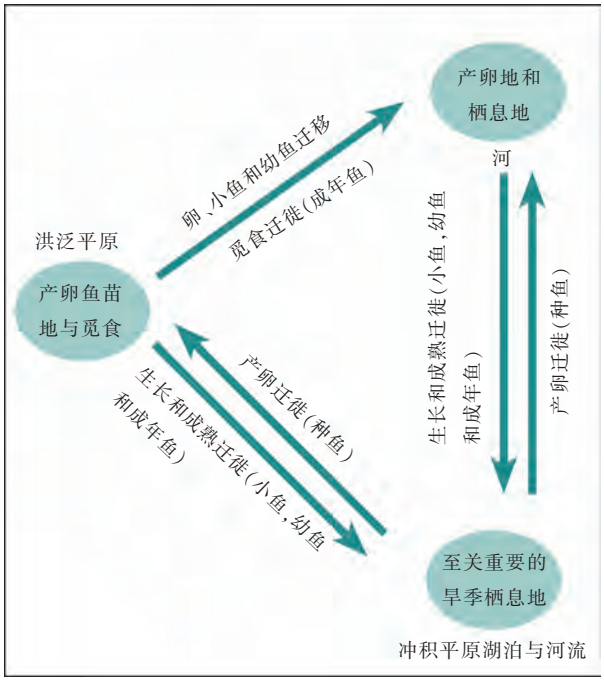


图 1　洪泛平原地区鱼的迁徙路线

(Tsai and Ali，1985)。

这个种群的鲤可能不在孟加拉国产卵，因为在布拉马普特拉-贾姆纳河水系唯一捕获的主要鲤科幼鱼的地点，也是在中印边界（Kurigram 地区）附近河流的上游河段。要经过长途跋涉，布拉马普

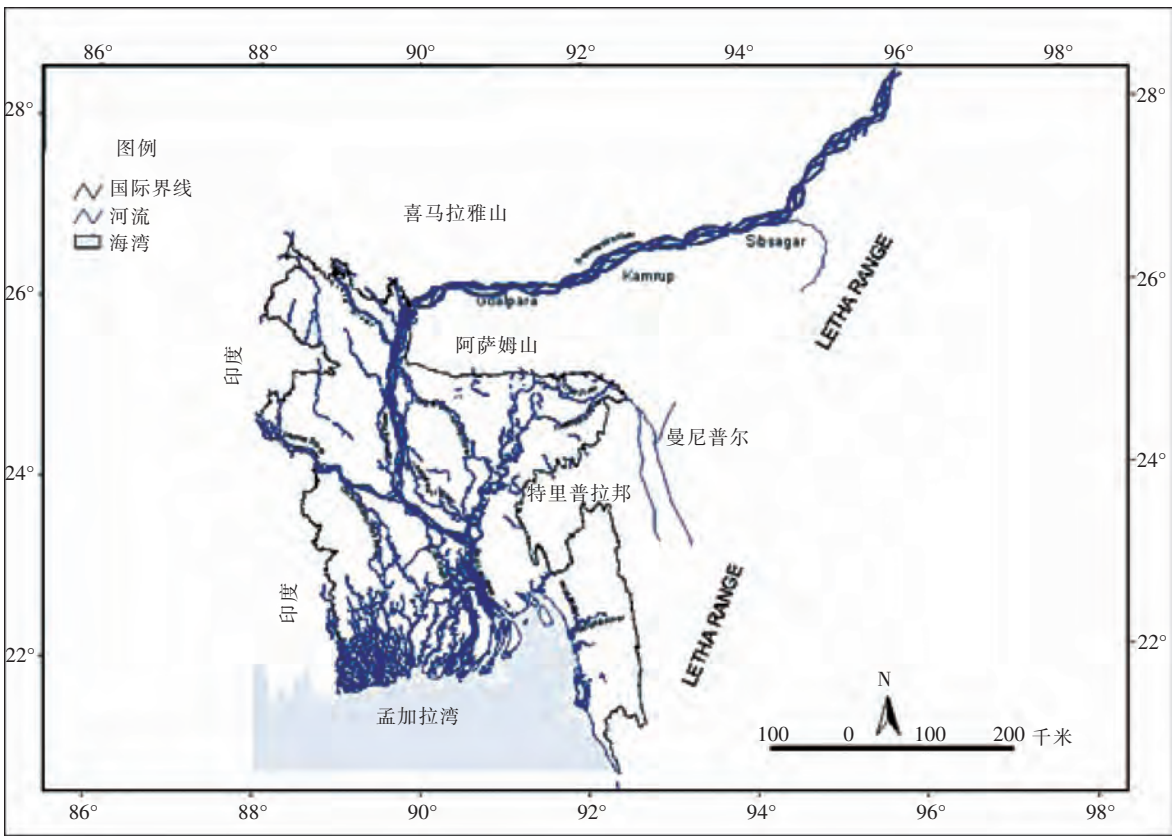


图 2　印度布拉马普特拉和梅格纳河上游河主要鲤科鱼类产卵地

特拉-贾姆纳河种群才能从河流下游到达它们的产卵地，这些地点主要是在印度阿萨姆的阿萨姆山脉和莱萨山脉的布拉马普特拉河上游南部支流（Alikhuni，1957）（图 2）。这一种群的主要鲤科鱼类在野外产卵。主要在 5 月和 6 月采捕鱼卵，很少在 7 月，这与西南季风的开始、水流量、温度和降雨量的增加相一致。

布拉马普特拉河种群的主要鲤科鱼类从它们的越冬栖息地开始产卵洄游，从 2 月底直到 4 月底，与水流量和温度的逐渐上升相一致，常常在雨季前降雨时开始。这些鱼经过一个很长的，大多数是纵向的迁徙过程到达它们的产卵地点。产卵后不久，成年鱼会沿着河流洄游并横向迁徙到洪泛平原觅食、成长直到雨季末期，然后它们会迁徙到河流下游更深的水域以及洪泛平原中大的常年洪泛，中积平原湖泊中。

1.2.2 巴拉河上游种群

这一主要鲤科鱼类种群是在法拉卡大坝下的巴拉河及其相关支流、运河和洪泛湖泊中发现的。这一种群出现在梅格纳河下游、卡姆尔和阿里尔克恩河以及靠近巴拉河和贾姆纳河下游汇合处的其他河流中。

与布拉马普特拉河种群类似，这一种群在孟加拉国境内的巴拉河流域没有可供采捕的鱼卵，表明它们是在上游和孟加拉国境外产卵的。在邻国印度，恒河流域最重要的鱼苗采捕中心在法拉卡大坝，从 5 月到 9 月采捕鱼苗（Jhingran，1983）。在孟加拉国，巴拉河水域鱼苗采捕是在 6 月、7 月和 8 月，说明主要鲤科鱼类在法拉卡大坝下游巴拉河水域可能有不同的产卵地点（Tsai and Ali，1985）。根据巴拉河上游鲤鱼产卵的有效时间，可以假设巴拉河主要鲤科鱼类产卵洄游时间是从 4 月到 5 月/6 月，比布拉马普特拉-贾姆纳河种群的时间晚。和布拉马普特拉-贾姆纳河种群一样，产卵之后，巴拉河种群的成年鱼洄游并横向迁徙到被洪水淹没的平原进行觅食和成长。

1.2.3 梅格纳河上游种群

这一种群停留在梅格纳河与老布拉马普特拉河交汇处的上游河段，直到孟加拉国和印度境内（Borak 河流域）的支流、洪泛湖泊和 U 形湖泊。该地区主要支流包括发源于莱萨山脉的苏尔玛、库什雅拉和科伊埃河，以及发源于印度阿萨姆山脉南麓的布莱河。关于孟加拉国梅格纳河上游鲤产卵地点和鱼卵采捕中心的信息相对较少。

跟其他的水系不同，梅格纳河流域上游没有商业化鲤鱼卵采捕中心。在印度这一种群可能要逆流而上在很远的地方产卵，或者产卵数量有限不能吸引鱼苗/鱼卵采捕者。然而，一些作者指出在位于曼尼普尔区苏尔玛河的源头有鱼卵采捕中心，在印度的特里普拉省也有一些（Jhingran，1983）。

Paul（1997）提到一些地方的当地渔民从野外采捕鲤鱼卵，记录到在更大的锡尔赫特（Sylhet）流域有 7 个鲤鱼卵采捕点：①Fenchugonj Bridge 上游 Hakaluki 生态系的 Juri 河；②Dharampasha 区临近 Daulatpur 和 Milonpur 的 Kawani River，临近 Shanbari 市场的 Boroiya River 和 Dharampasha 区临近 Mukshedpur 的 Baulai River；③Tahirpur 区临近 Alamduarer 河岸的 Baulai 河；④Sunamgonj 附近的 Surma River；⑤Khaliajuri 区临近 Ranichapur 和 Chalamati 的 Dhanu River；⑥Derai 区临近 Maruli 的 Kalni River；⑦Companigonj 区临近 Dighirpar 的 Khoiltajuri River。然而，这些地点还没有经过调查，因此对该地区天然鲤鱼卵采捕和育苗地仍然没有可用的详细信息。

1.2.4 哈尔达河种群

孟加拉国东南部的哈尔达河发源于吉大港山地区的三大支流，即 Dhurang、Talpari 和 Sareakhal。河流顺流而下注入孟加拉湾，在 Karnafuli 河南端与之汇合，那里有明显的潮汐影响。河流路线蜿蜒曲折，在南部有 3 个河湾（Ankurdigji，Sonairchar 和 Urchirchar），全长 32 千米，据报道是主要鲤科鱼类的产卵地点。3 种主要鲤科鱼类（卡拉鲃，南亚野鲮和麦瑞加拉鲮）每年都在这种潮汐河流中产卵。这是唯一一条靠近海岸线的潮汐河流，在这里主要鲤科鱼类可以自然产卵。这个产卵地是最富有和最古老的鲤产卵渔业养殖场之一，已经可以满足邻近地区以及全国其他地区池塘水产养殖业对鲤

鱼苗的需求。

1.2.5 其他种群——卡佩台湖种群

这个主要鲤科鱼类的种群仅限于分布在卡佩台湖和孟加拉国东南部山区的支流中，占总量的21%（Hye，1933）。和其他种群一样，它的产卵时间也是5月和6月之间。卡佩台湖位于吉大港（Chittagong）山区，缺乏营养，包括一个主要鲤科鱼类的种群，据Rangamati淡水渔业研究小组报道，这个湖中有一些鲤鱼产卵地点。研究小组成员采捕的鲤鱼苗数量由Azadi（1985）记录。这个湖中可能的产卵地点包括Kassalong周围（Mainimukh到Marishaya）、Barkal周围（Subalong到边界地区）、Chengi周围（Burighat到Mahalchari）和Reinkonh周围。这些地点都位于卡佩台湖的上游源头，但是现在还没有可供利用的主要鲤科鱼类产卵相关的详细研究。

2 主要鲤科鱼类鱼苗渔业

在孟加拉国，所有洪泛平原鱼类品种产卵都在雨季前一直到雨季这段时间（3～10月），确切的时间取决于影响不同品种的气候条件。这4种鲤都在雨季繁殖，河流在它们繁殖方面发挥了重要作用。因此，河流不仅为捕捞渔业提供了产地，而且支撑着重要鲤科鱼类的生长、产卵和鱼苗渔业。

从河流中采捕主要鲤科鱼类的鱼卵出售给水产养殖业，这种做法在孟加拉国由来已久。因此，关于采捕鲤鱼卵的地点和时间的相关信息是众所周知的。然而，全国所有鱼卵采捕地点，产卵的数量和质量以及相关的社会经济属性等详细信息都没有很好的记录。全国唯一可靠的或可用的鲤鱼卵数据资料来源于渔业部（DoF）渔业资源调查系统（FRSS）。

20世纪80年代初期在孵化场进行人工孵卵以前，鱼卵或鱼苗的采捕是孟加拉国水产养殖业或早期渔业的唯一来源。

2.1 鱼苗采捕地点

在采捕鲤鱼卵的众多河流系统中，三大河流及其支流尤为重要。它们是恒河—巴拉河（西南），布拉马普特拉—贾姆纳河（北部中心）以及哈尔达（东南）河流系统。据估计全国三大主要水系（图3）有超过90个鱼卵采捕中心或地点。在众多鱼卵采捕和销售地点中，位于贾姆纳河的Sirajgonj是最重要的一个。1994年6月平均每一英里（1.609千米）河流中大约有价值500万塔卡（7.3万美元）的鱼卵被卖掉或被分配。

2.2 水系中的鲤品种

从哈尔达河中采捕鱼卵时主要鲤科鱼类品种是卡拉鲃（*C. catla*）（70%），其余的是南亚野鲮（*L. rohita*）和麦瑞加拉鲮（*C. mrigala*），而卡拉鲃是生长最快的印度主要鲤科鱼类品种。相比于其他河流产卵地点，哈尔达河鱼卵的需求量很高。Tsai和Ali（1987）通过分析来自哈尔达河的鱼卵培育的鱼苗品种组成发现卡拉鲃占81.8%，而南亚野鲮是9.5%，麦瑞加拉鲮是8.7%。一个月后捕捞的鱼苗组成有所变化，卡拉鲃、南亚野鲮和麦瑞加拉鲮分别是23.5%，32.8%和43.2%。这说明在哈尔达河中虽然这3个品种是在同一日期同一地点开始产卵的，但是卡拉鲃的主要产卵时间要早于其他两个品种。哈尔达河中成熟鲤渔业也以丰富的卡拉鲃为主，其次是南野黑鲮和麦瑞加拉鲮。

其他水系（恒河-巴拉河和布拉马普特拉-贾姆纳河）的鱼卵是主要鲤科鱼类所有品种的组合，包括一小部分次鲤科鱼类。一项关于从Lohajong河采捕的布拉马普特拉-贾姆纳河种群鱼卵的品种组成的研究发现，它是不同品种的组合，如表3所示。1994年大多数从Lohajong河中采捕的鱼卵是印度云鲥。剩余的鱼卵，一个主要鲤科鱼种，南亚野鲮占主导地位，占总捕捞量的30.4%，几乎是主要鲤科鱼类鱼卵总量的90%。麦瑞加拉鲮和卡拉鲃只占捕捞量的很少一部分。

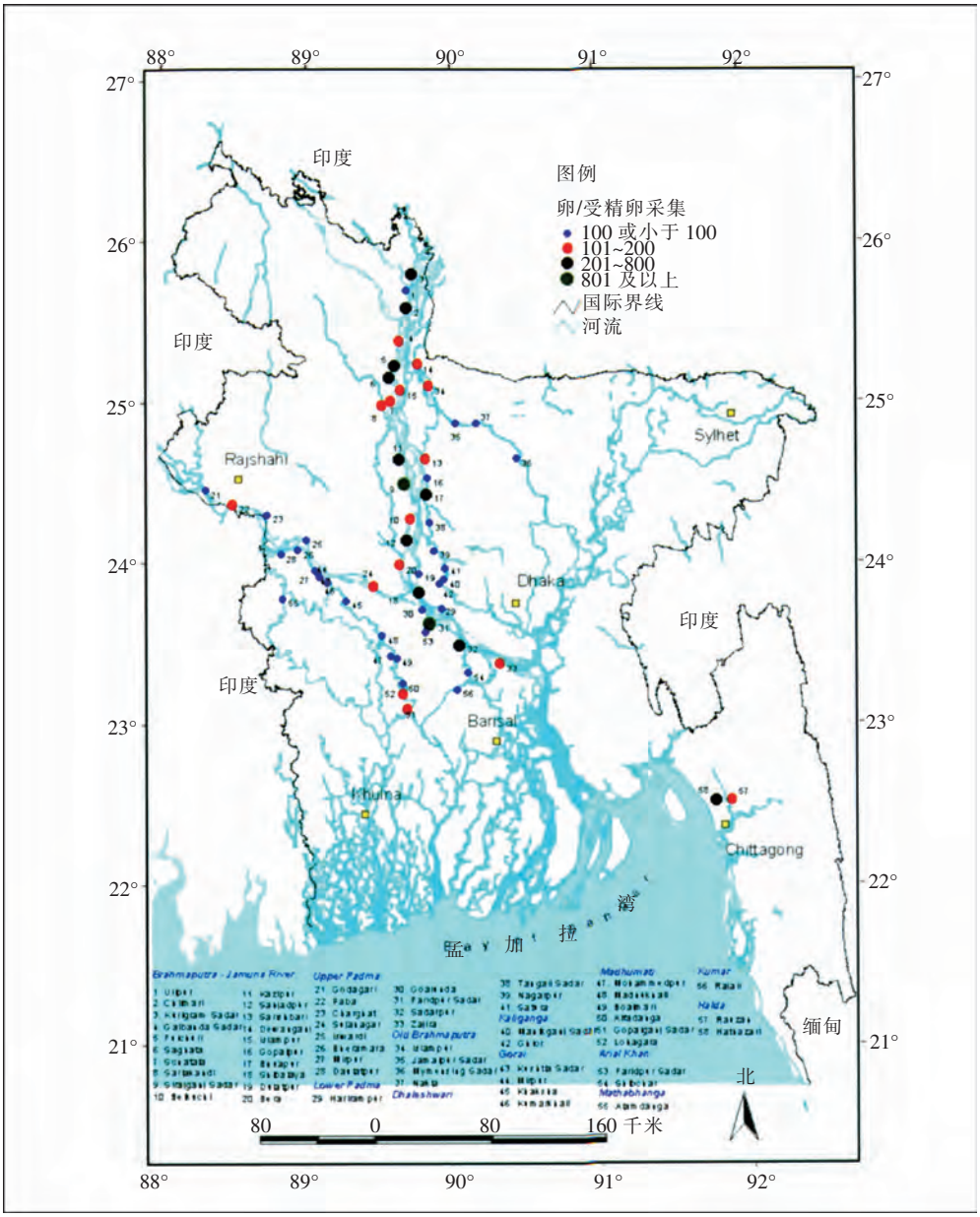


图 3 孟加拉国鲤鱼卵/受精卵采集中心

（来源：孟加拉国渔业部渔获统计）

表 3 1994 年 Lohajang 河的鱼卵品种组成（不包括印度云鲥）

种 类	占总量的百分比（%）	备 注
露斯塔野鲮（*Labeo rohita*）	30.4	主要鲤科鱼类
麦瑞加拉鲮鱼（*Cirrhinus mrigala*）	2.9	主要鲤科鱼类
卡拉鲃（*Catla catla*）	0.9	主要鲤科鱼类
拉利毛足鲈	5.8	吻鲈科
舌鰕虎鱼（*Glossogobius giuris*）	23.5	—
细波鱼（*Rasbora daniconius*）	19.6	小鱼
其他	16.7	不确定的鱼类

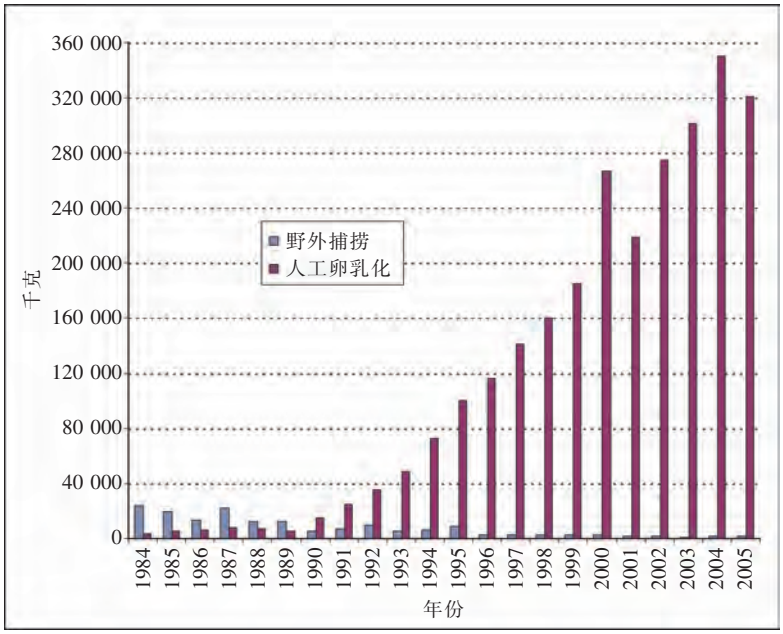


图 4　1984—2005 年印度主要鲤科鱼类鱼卵自然捕捞量的下降和人工供应量的增加

2.3　采捕天然鲤鱼卵的趋势

过去从河流中采捕鱼卵的数量明显高于现在（图 4）。年平均捕捞量已经从 20 世纪 80 年代的 17 241千克（6 年的平均数据）下降到 20 世纪 90 年代的 5 194 千克（10 年的平均数据），2000 年左右只有 2 255 千克（6 年的平均数据）。

2.4　自然繁殖地的退化

洪水排灌（FCDI）项目已经改变了孟加拉国很多鱼类繁殖和育苗区。在洪水排灌项目下建成的基础设施，如堤坝、水闸和隔离设施，不仅减少了湿地面积，而且堵塞或/和阻碍了鱼类洄游的路线。结果，鱼类往产卵、育苗及觅食等地的迁徙受到严重影响，导致鲤渔业整体下滑。法拉卡拦河坝对巴拉河上游种群造成了严重损害，不仅阻碍了成年鱼往繁殖地的迁徙，也阻碍了后来鱼卵往下游河段的漂移。这种自由通行的问题在枯水期水资源缺乏的情况下会更加严重，鱼更容易遭受捕捞和自然因素等的威胁。该种群的成熟野生鱼数量已经严重下降，这影响渔业整体产量，尤其是那些需要 2～3 年才能达到性成熟的主要鲤科鱼类品种。

破坏性的捕鱼方式，比如在鱼类洄游期间增加跨河及跨运河固定装置的使用，在枯水期使用湿地排水系统，以及使用单纤维丝尼龙刺网，所有这些已经影响了整个捕鱼业。

2.5　鱼苗来源

在过去 10 年，从野外捕捞主要鲤科鱼类鱼卵到孵化场生产鱼卵的需求量有一个重要变化。这主要是建立了大量私人和政府孵化场及育苗场的缘故。生产能力，尤其是私人设施，已经提高了很多倍，他们的服务和通讯也有所改善，这就为野外捕捞鱼卵提供了一个很有吸引力的替代。而且，购买孵化场培育的鱼苗，客户能保证得到想要的品种，而野外捕捞的鱼卵常常包含很多个鱼类品种的风险。然而，有些孵化场经营者使用劣质种鱼生产出品质很差的鱼苗，这就会给潜在客户留下负面印象。

2.6 鱼卵的捕捞工具

传统上用在两大主要水系（恒河-巴拉河和布拉马普特拉-贾姆纳河）中捕捞主要鲤科鱼类鱼卵的工具是一个漏斗型固定渔网，俗称“savar net”。这是一种专门设计用于固定在浅滩和坡度平缓的河流中的固定网兜，河流的深度不需要任何帮助就可以判断出来。

Savar 网通常很小，在尾部有一个收集袋（图 5 和图 6）。网是用一种可以捕到小鱼卵的细孔网制成的，鱼卵在雨季会随着水流漂移。水流量在 20～60 厘米/秒范围时是非常适合捕卵的（Kumar，1992）。采捕的鱼卵收集起来放到水中准备出售和运输。这些网由当地制造而且很方便，每只成本约为 10 美元。

图 5 有许多 savar 网的孟加拉河沿岸风光

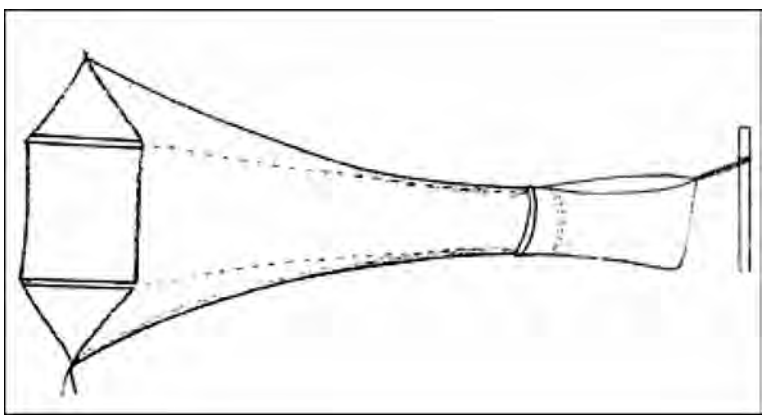


图 6 孟加拉国用于主要鲤科鱼类鱼卵采捕的 savar 网素描图

2.7 采捕鱼卵的天然方法

Savar 鱼卵采捕网分几排放置在岸边，朝向水流，间隔 2～8 米，每一排有 3～15 个网。分布在前排的相邻的网都绑在同一根竹竿上，在捕鱼季节开始的时候这些竹竿已经被放在河中用来标记每个 savar 的位置。尾部收集袋的上缘保持高于水面 4～5 厘米，防止鱼卵被水冲走。

当河流水位上升到有利于鱼卵捕捞的高度，会先放置几个测试网。一旦在测试网中发现想要的鱼卵，所有的网就会很快的都放到河中，正式开始鱼卵采捕。采捕鱼卵的人会每隔一定时间逐个从网的尾部收集袋中舀出鱼卵放到名为 patil 或者 handi 的陶盆或者铝盆中（图 7）。然后鱼卵会通过一个筛选箱的筛选，放到固定在鱼卵采捕地点附近的 hapas 网中等待出售。

图 7

a. 将一个 savar 网固定在河岸线上；

b. 一组 savar 网；

c. 从 savar 尾部收集袋中收集鱼卵；

d. 收集的鱼卵要频繁检查；

e. 在 hapas 中等待出售或运到育苗地的鱼卵

2.8 船

当地制造的船有各种各样的尺寸和形状，机械化的，非机械化的，用于鱼卵采捕和运输。最常用的船很小，通常载 1～2 个渔夫，而大一些的机械化船只可以载 3 个渔夫，通常优先考虑的是采捕来的鱼卵能否被快速运到销售地点。

2.9 鱼卵的处理和运输

通常一个鱼卵采捕者操作一个以上的渔网，这取决于它们位置的适配性和鱼卵的可获得性。根据浑浊度、水深和产卵峰值，采捕者会根据需要取下、清理然后重新装上渔网。在产卵高峰期，每隔 15～30 分钟从网兜中捞一次鱼卵。然后把收集的鱼卵转移到部分装满水的铝制或黏土容器中（图 8）。然后用蚊帐纱筛选鱼卵，把主要鲤科鱼类的卵从碎屑和较大的鱼中分离出来。运输之前先把鱼卵放到 hapas 或者小泥塘中。

图 8 两个渔民用铁罐运鲤鱼苗

从河中采捕的鱼卵通常是主要鲤科鱼类、次要鲤科鱼类和其他鱼类鱼卵的混合物。在鱼苗调整适应性前后，工作人员常常要把主要鲤科鱼类鱼卵与其他鱼类的鱼卵或鱼苗分离开。

3 鲤鱼卵的孵化

养殖鱼苗主要分两个不同阶段：①饲养后期幼虫变成鱼苗，②饲养小苗成鱼苗。在小鱼发育早期主要依靠池塘中的天然饵料，可以通过往池塘中施肥（芥菜籽饼）和粪肥（牛粪）来增加其含量。随着后期幼虫的成长，它们的食物从原生动物门等微生物变成了轮虫类等更大的生物。在后期幼虫阶段，由于它们的觅食习惯和嘴型，即使给它们提供人工饵料它们也不会吃。孟加拉国的育苗工作人员通常不会用野外捕获的饵料。相反，他们在育苗池塘中制造活的饵料，随着鱼苗逐渐长大，他们开始提供补充饵料。表 4 给出了典型的鲤后期幼虫/鱼苗饲养计划。

表 4 放养后前 50 天鲤幼苗的喂养计划

放养后的天数	每天的饲料
1～5	放养生物量×2
6～10	放养生物量×3
11～15	放养生物量×4
16～25	40～45 克/0.01 英亩[①]/天
26～35	80～100 克/0.01 英亩/天
36～50	200 克/0.01 英亩/天

注：①2.46 英亩＝1 公顷。

一旦鱼苗被放到育苗池中，人工孵化的鱼苗和野生鱼苗都进行如上所述的相同处理。在 3～5 天内，育苗池塘中的天然饵料会被消耗光，这时就需要补充饲料。饵料通常是在农场准备的，注意保持良好均衡营养，有时会增加维生素和矿物质。小麦或糖浆常用做黏合剂。育苗人员只要用菜籽饼与水混合，喷洒到水中。然后将米糠和菜籽饼以 1∶1 的比例混合。在幼鱼阶段，使用菜籽饼、米糠和麦糠以及其他植物蛋白源，如鱼粉或者牲畜的血。这个阶段的饲料通常是颗粒状或小球状。鲤育苗过程中一般早上 10 点喂食。如果每天喂食两次，第二次是在下午 3 点左右，每次喂食量相同。一些鲤育苗人员为了加快生长速度会给鲶和虾使用人工饲料。

4 水产养殖业对野生鱼苗的依赖

在过去 15 年，由于孟加拉国私营和政府孵化场的生产能力的增加，水产养殖业对主要鲤科鱼类野生鱼苗的依赖程度明显下降（图 4）。1965 年，在淡水渔业研究中心（FFRC）第一次成功展示了主要鲤科鱼类诱导产卵，20 世纪 80 年代初淡水渔业研究中心发起了鲤鱼卵的商业化孵化生产。从那以后，无论在公共或私营领域孵化鱼卵生产都开始迅速普及。

渔业部的鱼类良种繁殖场（FSMFs）及一些研究培训中心也在 20 世纪 80 年代建立了大型孵化场，开始大量生产主要鲤科鱼类以及许多进口鲤品种的鱼卵。政府孵化场的成功经营为诱导产卵创造了一个巨大的市场，使孵化生产鱼卵的需求不断增加。筛选的品种的高品质鱼卵供应对全国池塘水产养殖业的迅速发展产生了积极影响。

然而，水产养殖业迅速发展，政府孵化场不能满足其需求，这为私营孵化场的发展创造了空间。私营企业家在孵化系统都进行了很多创新，如孵化系统设计（比如：圆形的、漏斗形的或瓶状的孵卵器）以及种鱼和饲养技术。BFRSS 数据显示 1985 年只有 69 个私营孵化场，共生产 3 952 千克鲤鱼卵，平均每个孵化场生产 57 千克。到 2005 年，私营孵化场数量增加到 731 个（表 5），生产 315 892 千克鲤鱼卵，占孟加拉国鲤鱼卵年产量的 98%。

5 SAVAR 网捕捞的不利影响

Savar 网捕捞对鲤产卵的不利影响概括如下：

- 降低了鲤的自然补充潜力（在一定程度上也影响了其他品种），从而导致自然种群逐渐减少。
- 由于 savar 网捕捞的经营使得河流浅水流域育苗地区减少，对自然生产力造成不利影响。
- 不加区别的 savar 网捕捞会减少自然基因库。
- 由于无经验的渔网操作人员会在鱼卵渔业经营过程中出现操作失误引起鱼卵大量死亡，影响野生鲤的自然生产能力。
- 由于在捕捞主要鲤科鱼类鱼卵的过程中会损害成千上万的其他鱼类鱼卵，对整个野生捕捞渔业生产造成了负面影响。

6 建议

- 通过科学调查确认孟加拉国内外所有主要鲤科鱼类自然繁殖地点，并描绘出来用于未来对这些产地的保护和改善。
- 从每个主要鲤科鱼类天然鱼卵采捕中心获取数据，调查、更新并描绘出它们的生物物理和社会经济学属性（例如它们在哪儿成熟，什么时候成熟，渔网的类型和数量，捕捞鱼卵的数量和质量，多少人参与，他们是谁，做什么，在鱼卵渔业经营、营销和运输过程中的收入和支出）。

表 5　1985—2005 年私营和政府孵化场的数量变化和生产力

年份	私人孵化场					政府孵化场				
	数量	鱼卵产量（千克）	平均产卵量（千克/孵化场）	1985 年以来鱼卵产量年增长率（%）	1985 年以来孵化场数量年增长率（%）	数量	鱼卵产量（千克）	平均产卵量（千克/孵化场）	1985 年以来鱼卵产量年增长率（%）	1985 年以来孵化场数量年增长率（%）
1985	69	3 952	57			78	1 010	13		
1986	117	4 911	42	24	70	80	1 376	17	36	3
1987	214	6 880	32	74	210	82	1 459	18	44	5
1988	162	5 697	35	44	135	82	1 152	14	14	5
1989	526	4 315	8	9	662	84	1 348	16	33	8
1990	204	13 014	64	229	196	89	1 758	20	74	14
1991	218	22 171	102	461	216	89	2 512	28	149	14
1992	222	33 070	149	737	222	85	2 781	33	175	9
1993	256	45 701	179	1 056	271	102	3 263	32	223	31
1994	439	69 356	158	1 655	536	102	3 180	31	215	31
1995	533	97 205	182	2 360	672	102	3 272	32	224	31
1996	616	112 596	183	2 749	793	102	3 616	35	258	31
1997	473	137 042	290	3 368	586	101	3 888	38	285	29
1998	613	162 781	266	4 019	788	103	4 014	39	297	32
1999	591	180 551	306	4 469	757	112	4 112	37	307	44
2000	629	262 859	418	6 551	812	112	3 994	36	295	44
2001	667	214 682	322	5 332	867	112	3 663	33	263	44
2002	671	271 277	404	6 764	872	112	3 229	29	220	44
2003	696	297 781	428	7 435	909	112	3 902	35	286	44
2004	756	345 227	457	8 636	996	112	4 802	43	375	44
2005	731	315 892	432	7 893	959	112	5 128	46	408	44
总量			**2 606 960**					**63 459**		

- 进行研究以改善鱼卵采捕系统和技术，降低人为造成的死亡率，改善培育和运输系统。
- 弄清当前野生鲤鱼卵渔业的障碍和制约因素，特别是关于种鱼的过冬和迁徙，以及在水域控制结构背景下栖息地（尤其是哈尔达河）形态学方面的问题，提出克服这些障碍的方法。
- 进行主要鲤科鱼类野生捕捞从业人员的社会经济学研究，建议选择其他的营生手段，来减少脆弱、敏感的主要鲤科鱼类鱼卵养殖业的压力。
- 确保现存的蓄水闸/水流控制调节器能正确运行，有利于鱼群和幼鱼从河流迁徙到洪泛平原以及相反过程。
- 建立禁渔区和禁渔季，让主要鲤科鱼类的种鱼能迁徙到产卵地点并成功产卵。
- 发表声明并划定野生鲤保护区，就像为了印度鲥（萨德河）渔业已经在梅格纳河及其支流建立的野生鲤保护区一样。
- 通过改善孵化场生产系统来降低和限制水产养殖业对野生鱼卵的依赖。
- 重审并更新有关从野外捕捞鱼卵的相关渔业规定，以便促进包括主要鲤科鱼类在内的野生种群鱼类的自然补充。

参考文献

Alikunhi, K. H. 1957. Fish culture in India. Bull. Ind. Coun. Agri. Res., (2) 144 pp.

Azadi, M. A. 1985. Spawning of commercial freshwater fish and marine and brackish water shrimps of Bangladesh. Fisheries Information Bulletin, BFRSS, Vol. 2. No. 2.

Hye, M. A. 1983. Fishery potential of Kaptai Lake. ADAB News, 10 (6): 2-6.

Jhingran, V. G. 1983. Fish and fisheries of India. Hind. Publ., New Delhi, India.

Kumar, D. 1992. Fish culture in undrainable ponds. A manual for extension. FAO Fisheries Technical Paper No. 325. Rome, FAO, 239 p.

Paul, N. C. 1997. Open water fisheries in the region of Bangladesh. In: Tsai, C. and Ali, Y. M. (eds). Openwater Fisheries of Bangladesh. UPL, Dhaka. pp. 173-182.

Shaha, M. S. & Haque, A. K. M. A. 1976. Qualitative and quantitative study of samples of fry and fingerlings of major carps from the river of old Brammaputra at Mymenshingh, M. Sc. Thesis, Dept. of Fishery Biol. and Limno. Bangladesh Agriculture Univ. 53 pp.

Tsai, C. & Ali, L. 1985. Open water fisheries (carp) management programme in Bangladesh. Bgd. Fish. Inf. Bull., 2 (4): 51 pp.

Tsai, C. & Ali, L. 1986. Carp spawn fishery in the Padma (Ganges) - Brahmaputra river system, Bangladesh. Indian J. Fish., 33 (4): 386-401.

Tsai, C. & Ali, L. 1987. The changes in fish community and major carp population in beels in the Sylhet-Mymenshing Basin, Bangladesh. Indian J. Fish., 34 (1): 78-88.

Tsai, C., Islam, M. N., Karim, M. R. & Rahman, K. U. M. S. 1981. Spawning of major carps in the Lower Halda River, Bangladesh. Estuaries, 4 (2): 127-138.

基于捕捞的野生欧洲鳗养殖

Thomas Nielsen
欧洲鳗鱼委员会
法国，阿基坦
E－mail：glasseel@free. fr

Patrick Prouzet
IFREMER Laboratoire halieutique d’ Aquitaine
法国，昂格莱
E－mail：Patrick. Prouzet@ifremer. fr

Nielsen，T.；Prouzet，P. 2008. Capture － based aquaculture of the wild European eel（*Anguilla anguilla*）. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Capture － based quaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 141－168.

概　　述

欧洲鳗有一个漫长复杂的生物周期。它的分布地区包括欧洲、北非和冰岛。捕鱼业剥夺了它们整个大陆生存区域，人类活动使它们的栖息地显著减少。

欧洲鳗的养殖始于 25 年前，现在每年可提供 45 000 吨鱼，占鳗世界消费量的比重超过 80％。现在欧洲和亚洲的养殖技术都很可靠，那里是鳗的主产地。然而，这个行业仍然完全依靠野外捕获的幼苗（如：玻璃鳗），渔民会在它们从海中迁徙到淡水河流和小溪的过程中捕捉它们。主产地是沿大西洋海岸的河口。

欧洲鳗的繁殖还没有实现圈养。对玻璃鳗的捕捞，加上环境污染和人为影响，已经使鳗的数量在过去 25～30 年间显著下降。每年捕捞玻璃鳗总量约为 150 吨，满足了水产养殖业每年约为 100 吨的需求，多余的用于西班牙人的消费。很多人参与鳗的捕捞、运输和配送，包括捕捞玻璃鳗的人、鳗养殖者和处理者。

水产养殖生产现在可以满足市场需求，预计在未来几年并不会有新的重大发展。鳗水产养殖的饲料来源很多而且很可靠。唯一的薄弱环节是野外捕捞的玻璃鳗的供应，这提出了一个现实问题，那就是人们认为鳗是“超出了安全生物学限制，现在的渔业是不可持续的”。

为了恢复鳗的数量，欧盟提出了一项管理计划包括减少各个生命阶段鱼的捕捞量，改善大陆水域的承载能力。长期目标是让逃逸的银色鳗数量达到在无打扰的环境中银鳗生物量的 40％。这也包括一些对玻璃鳗出口到亚洲和欧洲以外国家的限制，为了尽可能将野生鱼苗保留在这些地区用于放养和渔业活动。

1　品种描述及其在水产养殖业的用途

1.1　生物学概况

欧洲鳗（*Anguilla anguilla*）是在毛里塔尼亚到北极圈和地中海地区发现的，是一个海淡水两栖

和降河产卵物种，有一个复杂的生命周期，许多方面还未知或缺乏事实根据（图 1 和图 2）。例如，繁殖过程从未被观察到，没有鱼卵或产卵的成年鱼在所谓的产卵区被捕捉到，由 Schmidt（1925）鉴定该产卵区在马尾藻海（Nilo and Fortin，2001）。该物种的分类状态仍然很模糊，而且已经发现欧洲鳗（*Anguilla anguilla*）和美国鳗（*Anguilla rostrata*）之间有一些杂交现象（Boëtius 1980；Avise et al.，1986；1990）。如果认为它是一个随机交配的品种，最近一些文章提出假设，欧洲鳗是由 3 种基因学上分化而来的亚种群组成的（Wirth 和 Bernatchez，2001；2003）。

图 1　欧洲鳗（*Anguilla anguilla*）所在的国家（蓝色）
（改编自 Dekker，2003）

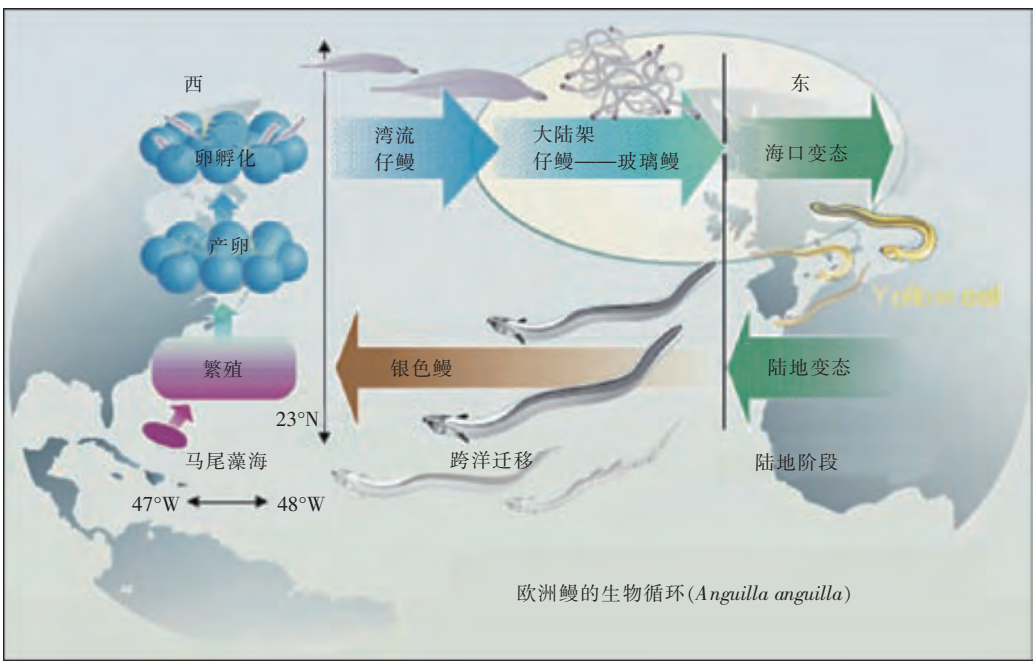


图 2　欧洲鳗的生物循环（*Anguilla anguilla*）

然而，最近一项工作显示，从欧洲采捕来的许多种群样品基因内部的差异巨大，超过了基因间的差异（Dannewitz et al.，2005）。这似乎表明随机交配的假设还是成立的，而 Wirth 和 Bernatchez（2001）得到的关于该物种种群结构的结果可能是编造的（Maes et al.，2006；Pujolar，Maes 和

Volkaert.，2006）。

即使没有基因结构，也有物理的，生物的（尤其是海洋迁徙路径的多样性和河口补充强度）以及社会经济学的特征使人们能够区分 3 个地理学上有差异的群体，因此银鳗有不同的平均年龄和生长特征。第一个是再生率很低的“北部种群”（北海和波罗的海），该种群银鳗的生长速度很慢，这种鱼向马尾藻海迁徙时平均年龄很高（Tesch，1977）。对鳗的开发主要集中在银鳗和黄鳗阶段。

第二个种群是在英国的群岛到葡萄牙的大西洋地区发现的，主要特征是在集水区有较高的再生率。生物周期的持续时间是可变的，从 5 年到 15 年，性别比例根据栖息地的物理特征和营养结构也有所不同（Acou et al.，2004；Acou，2006）。渔民的主要目标是玻璃鳗阶段，但是在某些河流（如：索姆河、卢瓦尔河与吉伦特河）和大西洋沿岸地区的湿地（Prouzet，2002；2003b），黄色鳗和银色鳗渔业发展也很好。第三个种群被称为“地中海种群”，主要特征是玻璃鳗再生率低。意大利一些河口的玻璃鳗渔业表明，这个种群的资源比北部地区更丰富（Ciccotti，2005）。由于生命周期短，大部分种群只限于在沿海泻湖生长，特别是非洲北部和法国地中海海岸。开发主要集中在黄色鳗和银色鳗。

1.2 渔业开发的品种

在所有的发育阶段和不同的生态系统（海洋的，咸水的和淡水的）下都可以开发鳗。由于积水区和上述地理“群体”的不同，不同生物阶段的捕捞强度有很大差异。鳗鱼苗的开发范围从 0%（如：地中海许多流域是禁止捕鱼的）到 90%以上（Anonymous，2002）。在 2004 年，Dekker 评估了捕鱼业对鳗数量尤其是鳗苗数量的影响，指出这种开发已经使到达所观测河口的鳗鱼苗数量减少了 85%（Dekker，2004）。然而，对几条法国河流（主要是阿杜尔河和卢瓦尔河）的研究表明这种水平的影响是不寻常的。据估计开发率不会高于 15%（Bouvet，Prouzet and Bru，2006）（表 1）。在卢瓦尔河上用推筛每天捕捞的首次估算表明，捕捞量低于 30%（Prouzet et al.，2007）。考虑到在许多大西洋海岸的小河以及位于地中海边界的集水区中不能采捕玻璃鳗，全球开采量低于 50%更符合实际情况。阿杜尔河河口的堤坝是完全开放的，在 1999—2000 年的捕鱼季节进行玻璃鳗鱼苗丰富程度的调查，这一年是过去 10 年中渔业最好的一年（Prouzet，2002；Lissardy et al.，2004）。研究结果表明，在河口利用推筛渔业总开发率是 6.8%，平均两天中有一天开发率要低于 6%（Bru，Lejeune and Prouzet，2004）。

表 1 通过阿杜尔河河口向上游季节性迁徙的生物量估计值和最近渔季的平均开发率（1998—2005）

捕鱼季	季节性生物量（吨）	专业渔获量（千克）	预计开发率（%）
1998—1999	40.0	1 655	4.1
1999—2000	127.7	4 579	3.6
2000—2001	29.8	1 446	4.9
2001—2002	40.6	770	1.9
2002—2003	3.5	388	11.1
2003—2004	14.8	1 093	7.4
2004—2005	43.1	1 398	3.2

水文参数数据显示，黄色鳗开发率的波动很大。比如，在 1989—1996 年在荷兰 Ijsselmeer 湖，雄鱼的开发率约为 85%，雌鱼几乎 100%（Dekker，2000）。在瑞典西海岸逃逸的银色鳗估计占原种

群的 15%（Svedäng，1999）。在法国的 Grandlieu 湖开发率为 45%～50%（Adam，1997）。法国的许多河流（例如，阿杜尔河、加伦河和多尔多涅河）的开发率已经大幅减少，原因是许多地区资源减少，也由于年轻的专业渔民对这种形式的渔业兴趣不大（Lissardy et al.，2004；Anonymous，2004）。

银色鳗渔业不同地区差别也很大。法国大西洋沿岸（卢瓦尔河流域除外）及一些河流没有渔业，但是在地中海却不是这样的，在那里银色鳗和黄色鳗是渔业主要的目标（Farrugio，Peyrille andCabos，2006；Melia et al.，2006；Prouzet and Nielsen，2003）。Feunteun 和 Boisneau 估计在卢瓦尔河从专业渔场逃逸的鱼为 80%～90%（Anonymous，2003）。在爱尔兰厄恩湖和香农河，平均逃逸率高于 60%，而在波罗的海区域估计约为 60%（Matthews et al.，200；McCarthy and Cullen，2000；Moriarty，1997）。

1.3 收获的生物学阶段

黄色鳗和银色鳗一般都用于人类消费，而就像玻璃鳗一般在西班牙和法国西南部用于人类消费一样。玻璃鳗、鳗线期鳗，更罕见的是小黄鳗，用于水产养殖和复种。玻璃鳗是通常开始养殖的阶段，有以下几个原因（图 3）：

图 3 在河口捕捞的典型玻璃鳗

- 玻璃鳗几乎 100%接受最初提供的事物；
- 它们更容易习惯人工食物；
- 在过去几十年玻璃鳗已经被采捕并用于直接消费，在水产养殖活动初期渔业可以提供很好的支持；
- 它们很容易运输；
- 和鳗线期鳗相比，它们携带更少的病原体、寄生虫、病毒或细菌。

鳗很容易适应人工环境，只要避免压力，玻璃鳗只需要几天时间就可以适应人工饲养环境，只要环境保持在最佳状态它们就不会逃逸。当水温达到 18～20℃时，给新引入的鳗鱼苗喂食。亚洲和欧洲的农场在饲养初期，饲料的主要类型分别是红色蠕虫（*Tubifex tubifex*）和鳕鱼子（或压碎的贝类）。大部分鳗鱼苗可以很快接受这些食物。向人工饲养（例如：糊状和/或颗粒状）阶段的过渡是循序渐进的，逐渐用营养丰富的干/人工饲料代替天然饵料。鳗线期鳗则更难适应人工饲料，即使用天然饵料来刺激它们的食欲。人工饲养时，野外捕捞的鱼苗更容易接受浓度为糊状的饲料而不是颗粒状的。由于现在只有少数渔民的生产以鳗线期鳗鱼为基础，所以本文余下的部分主要论述玻璃鳗渔业。

1.4 在可控条件下获得幼鳗的困难

日本鳗第一批玻璃鳗 2001 年就已经在实验室培育成功，欧洲鳗人工成熟的研究依然成果有限（Tanaka et al.，2003）。第一批有记载的孵化幼虫是在 1983 年，但前期幼体仅存活了 3.5 天（Bezdenezhnykh et al.，1983）。在 2001—2003 年欧盟实施的“鳗繁殖Ⅰ”项目中，一些孵化出的前期幼体存活了 2.5 天（Pedersen，2003；2004），而同一项目（鳗的繁殖Ⅱ，2005—2006）的第二阶段，Tomkiewicz 成功孵化了来自 18 条雌鳗的鱼卵。从每条雌鱼中孵化的前期幼体的数量从一个到几千个不等，前期幼体最长存活时间为 5 天。这时它们的嘴巴不会张开，表明前期幼体的死亡是由于鱼卵的品质差而不是缺少饲料。这些项目已经显示如何生产欧洲鳗的前期幼体，下一步是生产更高品质的鱼卵，并确保前期幼体得到合适的喂养。由于这样的技术难题，玻璃鳗现在主要来源于野外捕捞，主要是从中部聚集地区捕捞，例如：比斯开湾、南英国群岛和伊比利亚半岛。

1.5 养殖技术简述

现在主要应用两种不同的鳗养殖技术：1）欧洲集约型，2）亚洲半集约型养殖系统。也存在第三种养殖技术，主要用在意大利北部，以海岸咸水（被称为“vallicoltura”）粗放养殖为基础，由于这种技术现在几乎已经不用了，因此本文不再进一步探讨（Ciccotti，2005）[①]。

1.5.1 欧洲集约型养殖

开发这种技术是为了节约能源成本和废水处理成本，主要用于北欧国家（图 4）。鳗鱼在室内水箱中的饲养密度非常高（可达 120 千克/米^3），箱内有很强的水流，提供需要的氧气，排出废物，例如氨气、排泄物、二氧化碳和食物残渣。污水在一个特殊设计的装置里回收。水不适合直接回到培养箱中，先被恢复到合适的物理和化学标准，使农民可以重复使用同样的水。每天更新的农业用水只占总体积的 5%～8%，来避免有害物质如硝酸盐的积累。一个年产量 100 吨的生产装置每天更新体积约为 60 米^3。这项高度先进的农业技术节省了相当多的水和能源，但是它需要训练有素的高素质专家团队来运行设备。而且，它需要高投资，整个农业风险很大，因为所有水箱是相同的。大多数操作是自动的（如：喂食、分等级、水的参数控制、清理），可以节省人力。事实上，年产量 100 吨的设备只需要 1.5 名员工。

1.5.2 亚洲半集约型养殖

从 1986 年开始，超过 50%的欧洲幼鳗都是在亚洲养殖的，养殖系统简要叙述如下（图 4）。通常在静止的水塘中以相当低的密度进行养殖，最大限度为 20 千克/米^2。表面通风装置提供所需的氧气，并创造一个水流使沉淀物集中在池塘中央。每天用水冲刷两次，去除约 1/3 的水量，帮助清除不需要的废物和沉淀物。废水通常被排放到附近的溪流中。这些养殖场占据大片土地，并位于淡水溪流附近，因为他们需要大量的水（大约 4 000 米^3/天/年产量 100 吨）。养殖池塘有一个简单的设计常常和排水沟隔开。大多数农场进行手工经营（喂食，分级，清洁等），大约每生产 100 吨需要 20～30 个雇工。在寒冷的冬季用燃煤锅炉来将水加热。这些农场技术水平非常低，卫生监测条件差，没有高素质的工人操作和管理整个系统。

鳗养殖中的主要问题如下：1）防止逃跑；2）很大部分的鱼拒绝人工饲料；3）疾病问题；4）生产成本高；5）一旦鱼的平均体重到达 150 克，在集约型养殖系统中生长速度缓慢。

① Ciccotti，2005：一直到 20 世纪 90 年代中期，意大利一直是鳗水产养殖的主导国家，其产量占欧盟总产量的一半，但是现在意大利鳗生产能力和市场需求能力均下降到大约 1 500 吨。现在，仅一部分比重非常小的鳗来自北部的亚德里亚海和其他海岸泻湖的粗放养殖。

图 4　欧洲一个集约型室内循环水鳗养殖场（a）和中国一个粗放型室外静水鳗养殖池塘（b）

2　渔业活动的说明

2.1　不同生态系统中在不同生物阶段的开发

如上所述，从毛里塔尼亚直到北极圈不同的生态系统中都有鳗的存在。它们在沿海浅水区被发现，并在全部或大部分发育期都能够在盐水中很好地生长。鳗也在大陆性淡水湖泊和不同深度的池塘中被发现。它们生活在河流的河口部分，淡水湿地和大西洋海岸的咸水沼泽或者地中海沿岸的沿海泻湖。用大量不同的渔具，在这些不同的生态系统中，开发处于不同生物阶段的鳗。玻璃鳗或者鳗线期鳗常常在离开海岸时或者在河流的下部被抓到。

几乎所有欧洲的幼鱼都来自沿大西洋海岸和英吉利海峡的捕鱼活动。在地中海，不允许在法国海岸捕捞玻璃鳗，但在一些意大利河流的河口有玻璃鳗捕捞，如托斯卡纳地区的亚诺河和 Ombrone，拉齐奥地区的台伯河和 Garigliano 以及坎帕尼亚地区的 Volturno 和 Sele（Ciccotti，2005）。西班牙也可以捕捞，如埃布罗河三角洲（Diaz and Castellanos，2005）。在斯堪的纳维亚半岛是禁止捕捞玻璃鳗的（Pedersen，2005）。

2.2　使用的捕鱼工具

捕捞幼鳗的工具已经有很多（例如：抄网，捞网，细网眼——1 毫米^2 的长袋网），但是这些都可

以归类到手动工具和靠船推动的工具中。这两种捕鱼技术之间有一个重要区别。事实上捕捞量一般与装置过滤水量有关，用推动的滤网比手动的滤网（又称捞网）渔获量更大些。这两种技术在法国和西班牙都有应用。在葡萄牙米尼奥河上，应用了一种特殊的装置称做“tela”（图 5）（Coimbra et al.，2005）。

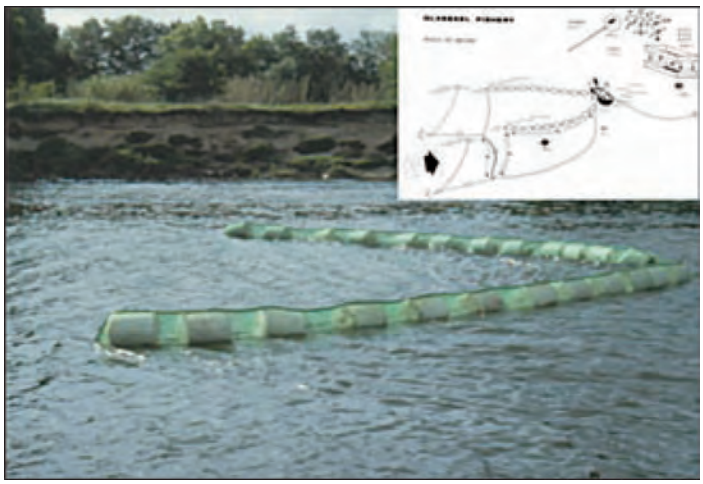


图 5　用在葡萄牙米尼奥河上的“tela”固定潮汐网

筛网常常是圆形的，直径在 1.2 米左右，固定杆的长度在 3～10 米。在法国只要每天的采捕量为 500g，是允许非商业渔民捕捞玻璃鳗的。筛网的深度限制在 0.5 米，相应的过滤面积大约是 0.19 米^2。表 2 中列出了在一些法国的河口、如吉伦特河、Charente 或 Seudre 允许使用的不同装置以及相应的尺寸（图 6）。Dekker 对用于捕捞鳗鱼苗渔具的特点进行了综述（2002）。

表 2　法国使用的捕鱼工具的尺寸和容积

渔具类型	形状	过滤水面积（米^2）
推网	圆形	2.26
大型推网“Pibalour”	矩形	8～14
推网	正方形	2.88
推网	矩形	3.60～4.32
带手柄的捞网	椭圆形	≈0.8

来源：Castelnaud 等修订，2005 年。

上述装置常用于小规模专业渔业，主要在欧洲南部（法国、西班牙、葡萄牙和意大利）。鳗渔业在摩洛哥也同样存在，但是在阿尔及利亚、突尼斯和法国的地中海沿岸是禁止鳗渔业的。在 20 世纪 90 年代，爱尔兰、英格兰和威尔士获得进行鳗渔业的资格（Knights，2002；Poole 和 McCarthy，2005）。所使用船只的长度通常小于 7 米。这样一艘船及其所需渔业装置的投资通常在 20 000～30 000欧元（为 31 500～47 300 美元）。在大的河口和海岸作业的渔船需要的投资更高。在法国，禁止非商业渔民销售鳗渔业产品，而在西班牙巴斯克地区这种渔业被视为非商业的，允许非商业渔民出售鳗（Diaz 和 Castellanos，2005）。

2.3　渔业统计资料和复种成果

关于鳗鱼苗捕捞的一系列最准确数据来自国际海洋开发委员会和欧洲内陆渔业咨询委员会（ICES/EIFAC）的鳗联合工作小组（Anonymous，2006）。据工作小组提供的数据显示，2004 年 5 个国家（如法国、爱尔兰、西班牙、葡萄牙和英国）公布的玻璃鳗总产量是 198 吨。而在 1994 年这些国

图 6　在法国用于鳗捕捞和分类的捕鱼工具和设备

家加上荷兰的总产量约为 494 吨。这两个时期的巨大差距来自西班牙，它在 1994 年和 2004 年所报告的数据分别是 150 吨和 4 吨。这个差异可能是由于高估了 1994 年[①]的产量。

据图 7 所显示，相对丰度指数的变化范围估计是在数据列的峰值和给定年份的捕捞价值之间。这表明了下降趋势的开始，表明 20 世纪 60 年代鳗的丰裕度在波罗的海或斯堪的纳维亚地区已经开始下降，接着是 20 世纪 70 年代北海南部海域的补充量下降。之后是 20 世纪 80 年代从英国群岛以南直到伊比利亚半岛的中心地区，到达这里的鳗鱼苗的数量急剧减少。

从官方统计的相对丰度指数走势以及科学上的一系列捕捞丰裕度来看，鳗鱼苗复种强度在聚集地北部地区比南部下降的快（图 7）。

目前这种下降在整个地区都很普遍，在地中海地区，已经影响了用于水产养殖和复种的野生鱼苗的购买。对欧洲水产养殖来说，2.5 千克玻璃鳗通常可以生产 1 吨鳗（每千克 7 条）。由于欧洲渔业产量接近 1 万吨，每年大约需要 30 吨鳗鱼苗来支持鳗水产养殖业，所以价格必须保持在大约每千克 700 欧元以下。

大概可以知道用于复种的鳗鱼苗的数量，但是由 ICES/EIFAC 鳗鱼联合工作小组提供的数据并没有把全国的复种项目都考虑在内。图 8（来自 ICES/EIFAC 鳗鱼联合工作小组，2006）显示了从 20 世纪 40 年代中期直到现在欧洲水域引入的玻璃鳗、鳗线期鳗的数量。缺少法国、西班牙、意大利、爱尔兰和德国的数据，那些国家也有一些复种项目。

一些国家在鳗复种方面做了一些努力。例如：

● 在白俄罗斯，1956—2002 年，超过 5 600 万条鳗被放回到覆盖面积为 4.85 万公顷的 44 个水域中（Petukhov，2002）。从 1988 年开始没有再定期引入种群。

① INDICANG 项目架构内阿斯图里亚斯地区提供的与玻璃鳗捕捞有关的数据显示，1995—1996 捕捞季玻璃鳗捕捞量 8 吨，这与 2006 年 ICES 种群的 Nalcon 河的捕捞水平趋于一致（9 900 千克）。因此，如果不包括西南欧国家和加利西亚河的捕捞量，就算加上地中海的 Ebro 河的少量产量，捕捞超过 100 吨玻璃鳗也是不现实的。

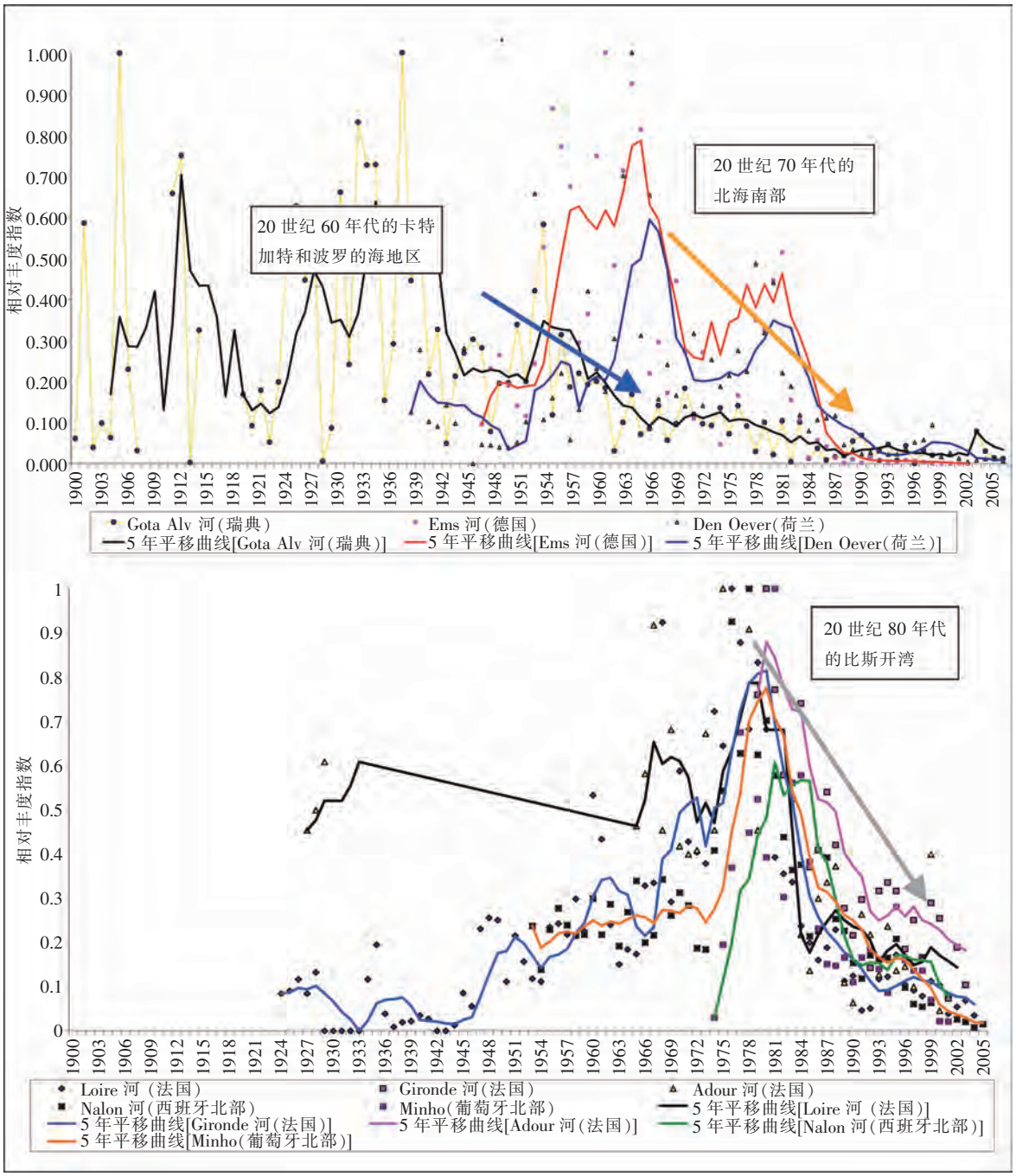


图 7 不同地区鳗鱼苗捕捞量的变化趋势，已经用 5 年的移动平均线消除了高频率信息

● 在波兰，1951—1980 年，每年有平均 1 820 万条鳗放回到 559 个湖中。据 Leopold 和 Bninska (1983) 介绍，这些种群引入对鳗的收成有重要影响。

● 在立陶宛，第一次放养是在 1928—1939 年，当时有 320 万条鳗线期鳗放回到维尔纽斯地区的湖泊中（Shiao et al.，2006）。从 20 世纪 60 年代中期开始，立陶宛的湖泊中已经放养了 5 000 万条黄鳗幼苗，年平均放养量是 110 万尾（Lozys，2002）。

● 在瑞典，湖泊放养是一个古老的传统，早在 18 世纪就已经开始。1976—1980 年，从法国进口了大约 1.5 吨鳗线期鳗放养到沿海地区和湖泊中。从 1979 年开始，瑞典渔业委员会每年分配 425 000 瑞典克朗（大约 63 500 美元）用于复种活动（Wickström，1983）。

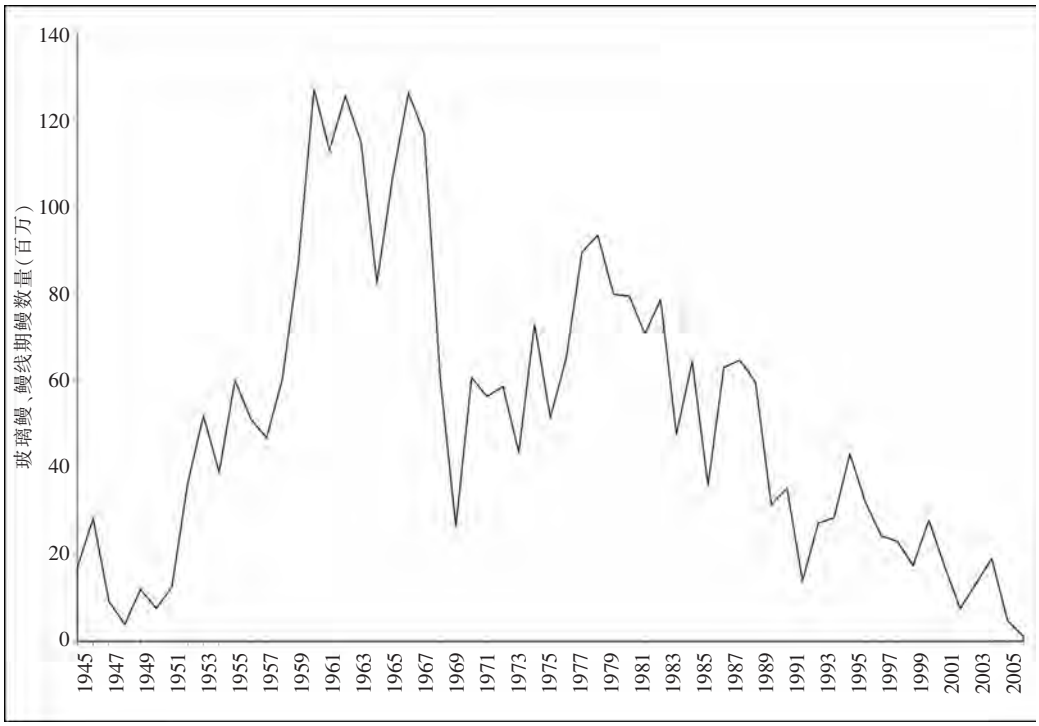


图 8　欧洲玻璃鳗和黄色鳗幼苗复种

（来源：Anonymous，2006）

● 在爱尔兰，Moriarty（1983）详细记录了从 1960—1974 年，内伊湖中放养了 1 380 万条鳗线期鳗以增加产量。结果表明，在通过扩大现有的复种规模，在爱尔兰其他地方捕捞的鳗鱼量增加了 10 倍。

● 在丹麦，通过钓鱼运动许可证费用来提供资金，从 1987 年开始已经实施了一个全国复种项目。鱼苗从欧洲南部进口，先在当地农场育苗然后放养到咸水（75%）和淡水（25%）水域中。在 2004 年，由于收成差以及玻璃鳗价格太高，这个项目的规模已经缩小了（Pedersen，2005）。

近几年玻璃鳗的价格大幅增加，一方面由于亚洲需求量增加，另一方面玻璃鳗产量从 1995 年开始减少了近一半（当时是 400～500 吨，现在是 200 吨）（表 3 和表 4）。这种情况使鳗鱼苗渔业在收成较低时也能保持盈利，但是鳗养殖者和渔业管理者在购买鳗鱼苗用于水产养殖和放养时造成了困难。在 2004 年，鱼苗价格迅速增长影响了欧洲的复种项目（如：丹麦），更有可能影响了整个水产养殖业的盈利能力。

表 3　1993—2006 年不同种鳗鱼苗的价格

捕鱼季	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	月平均价格（€）
15 至 30/09	137					221	168								175
01 至 15/10	137				305	221	152	226				485		540	254
16 至 31/10	137			198	168	274	183	290				490	655	540	299
01 至 15/11	137	168	168	198	122	244	152	373	320			540	640	560	278
16 至 30/11	137	137	160	213	114	320	107	389	320	351		590	680	510	293
01 至 15/12	122	114	145	229	114	366	183	450	198	330	380	720	665	560	309
16 至 31/12	91	84	122	274	114	238	204	343	252	309	365	670	450	350	271
01 至 15/01	76	84	137	335	114	198	274	290	274	210	345	660	450	390	265
16 至 31/01	61	76	168	412	114	152	183	285	308	210	350	670	400	400	261

（续）

捕鱼季	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	月平均价格（€）
01 至 15/02	61	69	137	229	152	171	226	305	198	235	315	820	380	490	254
16 至 30/02	61	76	137	305	198	118	175	290	149	230	430	950	480	670	277
01 至 15/03	76	91	137	229	305	111	130	213	202	250	570	1100	390		293
16 至 31/03	84	91	152	252	503	107	177	267		235	750	1020	400		336
01 至 15/04	91	99	152	274	274	114	192	309		255	640	970	380		313
16 至 30/04	99		160	229	305	113	201	351			540	900	360		326
01 至 15/05	114		168	152	305	113	233	320			520	930	430		329
16 至 31/05			168		290	133		290				930	450		377
01 至 15/06			175		290			290				800	470		405
16 至 30/06								274		220		750	485		432
01 至 15/07												700			700
年平均价格（€）	101	99	152	252	223	189	184	309	247	262	364	773	563	501	

来源：Nielsen，T.，个人交流，2007。

2.4 渔业活动的季节性

在玻璃鳗分布的主要区域，例如英国群岛南部大西洋海岸直到摩洛哥以及地中海地区，根据 Charlon et Blanc（1982）在法国南部阿杜尔河流域，Antunes（2002）在葡萄牙北部米尼奥河流域以及 Sobrino et al.（2005）在西班牙南部瓜达尔基维尔河流域的观测，迁徙整年都会发生。然而，主要的捕鱼季受捕鱼条例或经济制约因素的限制，比如河口供捕捞的幼鳗密度不足，无利可图。

河流流域位置不同，捕鱼期也不同：意大利是从 11 月到第二年 3 月，第二年 1 月达到峰值（Ciccotti，2002），法国南部（Prouzet et al.，2001）也一样。在阿杜尔河流域，随着鳗资源的减少，主要捕鱼季也缩短了（Prouzet，2002）。在 20 世纪 60 年代主要捕鱼季长达 4 个月（从 11 月到第二年 2 月）。现在捕鱼季不超过 2 个月，从 11 月到 12 月或者从 12 月到第二年 1 月。在西班牙坎塔布连海岸，主要捕鱼季通常是从 12 月到第二年 2 月（Garcia Flores，Herrero and de la Hoz Reguls，2005）。

欧洲大西洋海岸南部，捕鱼季节更早些。例如，西班牙瓜达尔基维尔河河口，捕鱼季节是从 10 月到次年 3 月，捕鱼高峰期是从 11 月到次年 1 月（Sobrino et al.，2005）。法国北部的捕鱼季节通常比较晚。例如，卢瓦尔河流域，主要捕鱼季节是从 1 月到 3 月，在维兰河口也一样（Feunteun et al.，2002）。在索姆河，捕鱼季是从 2 月到 4 月，3 月是最好的月份（Rostiaux and Delpech，2006）。

在英格兰和威尔士，大多数鳗鱼苗是在春季捕获的，但是一些带颜色的幼鳗是在这一季节的末期被捕获的（Knights，2002）。在爱尔兰，已知鳗鱼苗在 12 月中旬开始抵达爱尔兰海岸，但是在河口主要的捕捞期是从 2 月到 4 月中旬（Poole，2002）。

2.5 处理程序及用于运输的设备

没有一个标准程序来处理欧洲玻璃鳗。由于不同的国家甚至不同的地区捕捞的方法差别很大（如：陷阱，抄网，拖网），所以处理和运输鱼的方法差别也很大。其中在法国河流中商业船只处理鱼苗的方法最具代表性。典型做法是渔民拖网 5～25 分钟，把捕到的鱼放到容纳箱上方的塑料网（筛孔尺寸为 5 毫米）中（图 6）。最活跃的玻璃鳗鱼苗能立刻找到通过网格的路径，而受伤的和疲惫的样

本要借助刷子的帮助才能找到。许多其他的小生物如虾、蠕虫、小鱼等，也可以通过网格。较大的生物会被丢到船外。幼鳗被保存在水槽中，利用船上的工具进行更新其中的水。捕鱼结束后，水槽会被倒空到一个精细的网中，捉到的鳗放到盛有一点儿水的桶中，如果捕获量比较大就放到扁平的盒子里。

捉到的鳗会被带到当地采捕站，采捕常常是一个位于河流沿岸或者是一个可以移动的建筑，例如，一个带有水槽和称重天平的厢式货车。要给鳗很仔细的排水，检查副渔获物和死鱼，然后放入纳水槽中。渔民会拿到一个收据，根据收集的票据，每周一次会得到一张付款发票，是这些票据加起来再乘以“河岸价格（riverbank price)”，例如支付给渔民的价格。不同的河流价格不同，主要根据所提供的鱼的质量，而这常常取决于所用的捕鱼方法。

静止一段时间后，活着的鳗会被从容纳槽中取出运给批发商，紧接着去除死鱼和副渔获物。批发商会雇佣一组河岸采捕工作者，除了固定的工资，每采捕一千克鳗还会有奖金。另外，批发商可以仅仅从个体采捕者那里买鱼。死鱼常常单独出售。

经过 24 小时的进一步休整，一些死鱼和受伤的鱼或者残留的副渔获物（主要是虾、沙蚕、幼鳗和其他品种的小鱼）都会被清除。受伤的玻璃鳗，常被称为“swimmers”或“whites”（因为它们常变成奶白色），会用手形网或者撇渣器清除，因为它们很可能会在运输过程中或者放到水槽中时死掉。根据鱼的品质、市场价格和运输有效性，这些鱼会在批发机构保存 2～4 天。这种容纳槽中的温度是可控的，在渔季初期和末期当水温可能超过 10℃时，温度控制尤为重要。正确的温度可以抑制鱼重量的减少和色素沉积，市场更喜欢透明的玻璃鳗而不是颜色深的。一旦鳗从捕鱼时的压力中恢复过来就准备交付给买家，买家是欧洲鳗养殖业者或者亚洲进口商。后者主要是来自中国，运往亚洲的玻璃鳗超过 90％是由中国进口。

2.5.1 欧洲

鳗鱼通常用配备有特殊容纳水槽的卡车或者充满干燥剂的聚苯乙烯盒子运输，通过空运或陆路运输到达最终目的地。运输过程长达 36 小时。由于最近鳗捕捞量有所下降，通常用小型卡车，例如：3.5～12 吨鱼，配备 1～4 个隔热水槽防止温度波动。80％的卡车都使用纯氧而不是压缩空气以减少运输压力和曝气引起的水颠簸。卡车也配备氧气及压力监控报警系统。卡车常可运输 150～900 千克玻璃鳗。一旦鱼安全送达农场即可获得报酬。

2.5.2 中国

欧洲鳗被卖给进口商，他们从相关政府权威部门购买进口许可证。一旦鳗到达中国，就被卖给分销商然后运到农场所在的省份。由于严格的外汇法规和运输及组织约束，中国的渔民不能直接进口鱼类。另外，进口许可证大多在少数大型公司手中。鳗经过初步冷却、称重、烘干后装进特制的盒子中以便运输。包装技术的熟练性已经很高，一个 3 人组每小时可以包装 500 千克（图 9）。

这些箱子被放到冷藏卡车内运到机场并转移到航空公司，他们很了解这些货物易受破坏的特性。在飞行期间飞机货舱通常保持在＋5℃。亚洲的通关时间很快，能缩短整个运输时间。保证鳗能很好存活的最长运输时间约为 38 小时，平均时间为 26 小时。当鱼到达亚洲后，它们被转移到距离机场 1 小时车程的拆箱设备处。在拆箱期间，卖方代理人常常到现场就鱼的质量作汇报。由于中国进口商按件将玻璃鳗卖给当地农民，所有在中国一般要保证每千克玻璃鳗最大损失率低于 3％，每千克玻璃鳗的数量最大偏差低于 5％。在这个检查过程结束之后，鱼会在 4～6 小时内被重新包装运到一些养殖鳗的中国省份，主要是福建、江西和广东。运到中国的鱼会由进口商预付费。

目前已经开发出了将玻璃鳗运输到养殖场的可靠技术，只有发生不可预知的意外才会导致严重的死亡率，例如：卡车事故、飞行问题。超过 95％的鳗在运到最终目的地的时候都是活的。薄弱环节是一些地区使用的捕捞方法。据记录，法国北部一些河流玻璃鳗死亡率仍然高达 45％，而法国西南部是 10％，英格兰是 2％～3％。渔业部门需要降低捕捞过程中的死亡率。

图 9 运往亚洲的一箱活玻璃鳗（a）和欧洲鳗运送卡车（b）

3 水产养殖业对野生鱼苗的依赖性

3.1 野生鱼苗与孵化生产的鱼苗

鳗的水产养殖是 100%依靠野生鱼苗的，而玻璃鳗的供应正在减少。一些地区的捕捞量似乎比其他地方下降得更快，但是，必须将欧洲鳗数量看做一个整体考虑，整体供应处于危机中。在欧洲采捕的鱼苗资源超过了水产养殖业的需求，过量供应的部分被作为一种昂贵的海鲜佳肴在西班牙被消费（表 4）。即使欧洲鳗人工育种成为可能，那满足养殖所需鱼苗数量，并实现商业化生产，仍然还需要很多年。

表 4 玻璃鳗捕获量（吨）以及用于水产养殖和人类消费的数量

捕鱼季	总渔获量	欧洲消费量	欧洲水产养殖量	中国水产养殖量	中国占总捕捞量比重（%）
1993—1994	350	275	30	45	13
1994—1995	500	385	35	80	16
1995—1996	350	200	40	110	31
1996—1997	320	75	45	220	69
1997—1998	125	35	12	78	62
1998—1999	340	180	40	120	35
1999—2000	230	80	20	130	57
2000—2001	140	20	20	105	75
2001—2002	230	100	25	105	46

（续）

捕鱼季	总渔获量	欧洲消费量	欧洲水产养殖量	中国水产养殖量	中国占总捕捞量比重（%）
2002—2003	220	90	30	100	45
2003—2004	145	27	28	90	62
2004—2005	110	13	22	75	68
2005—2006	92	14	31	47	59

来源：Thomas Nielsen，个人交流，2007。

在 2004/2005 年期间，亚洲的采购起步较晚，那时玻璃鳗的供应已经不能满足需求了。这导致价格迅速攀升，最高价始料未及地升至 1 150 欧元/千克。这样的价位，欧洲渔民不再购买玻璃鳗在其设施中放养，因为他们所能承受的玻璃鳗的最高价是 700 欧元/千克（大约 1 100 美元/千克），才能维持盈利状态。如果这种情况持续几个渔季，欧洲鳗渔业会纷纷倒闭。

亚洲鳗养殖业基于两个品种，例如：欧洲鳗和日本鳗。日本尤其更喜欢本地品种而不是进口品种，因为日本本地品种生长率和成活率方面表现更好。然而，日本鳗的供应已经大幅减少，这就迫使鳗养殖者寻找其他品种，而欧洲鳗开始出口到亚洲。近几年日本鳗的供应量开始不明原因的增加，2002 年捕获量仅 15 吨，到 2006 年捕获量超过 100 吨。

3.2 鳗水产养殖业的未来

欧洲鳗养殖业比较稳定，产量可以满足目前的市场需求。然而该行业没有扩大；没有建设新的农场，现存的农场顺理成章地有一个很好的经济形势。

另一方面，中国的该行业在过去两年经历了严重的危机，由于违禁品，如：孔雀石绿的密集使用被披露，中国对欧洲、日本、中国香港特别行政区（SAR）、韩国以及其他亚洲国家和地区的出口都被禁止。由于不能再出售他们的商品，许多鳗养殖场不得不停止经营。2005—2006 年欧洲玻璃鳗的进口量下降，有可能会进一步下降（表 4）。亚洲鳗市场也经历了同样的危机，因为客户担心在养殖的鳗中有“潜在的致癌物质”。中国鳗养殖业者声称已经在不使用这种产品的情况下成功养殖出鳗。农民需要花高成本来买回市场信心，这意味着中国鳗养殖业在未来 2～3 年不会有很大发展。欧洲玻璃鳗只要不进一步减少，将能够在接下来的 2～3 年满足水产养殖业的需求。

如果中国鳗养殖业没有遇到这个问题，欧洲玻璃鳗的捕捞量将不能满足需求。中国进口商需要把注意力转到美洲鳗上，并且利用那里有效的数量。即使有新的供应也不能解决短缺问题，仍然需要测试其他的品种。

3.3 野生捕捞的鱼苗对养殖的鱼苗的经济和技术影响

由于没有养殖的鱼苗可用，只能通过估计比较野生鱼苗和养殖的鱼苗。如果可以实现鳗的人工繁殖，仍然没有能解决的问题是，能否实现大规模生产以及成本是多少。

4 鱼饲料

4.1 野外捕捞的食物

在欧洲鳗养殖全部依靠野外捕捞的食物：鳕鱼子用来喂养玻璃鳗，而以鱼粉和鱼油为基础生产的人工干饲料则用来喂养成长中的鱼。在中国，先用人工培养的蠕虫喂养玻璃鳗大约一个月，直到它们平均体重达到 1 克。然后在剩下的养殖阶段让它们逐渐适应人工糊状饲料。鳗似乎对蛋白质来源的替代品非常敏感，到目前为止没有一项实验成功地用非动物源蛋白质来当做鳗饲料（Dana Feed，个人

交流，2007)。因此这个品种完全依赖野外捕捞的鱼饲料。

鳕鱼子——这种产品大多数由丹麦的鱼贩供应，他们估计供给鳗养殖业的总量为每个渔季 20～40 吨。鳕（*Gadus morhua*）渔业很容易供应这些数量的鱼子，价格低于 5 欧元/千克（大约 7.9 美元/千克）。这种产品是以重约 20 千克的冷冻块的形式供应的。如果将来鳕的配额下降，鱼子供应不足，这种饲料可由数量巨大的混合贻贝来代替。玻璃鳗初期的天然饲料供应是没有问题的。

欧洲使用的鱼油——虽然没有可用信息得知这些油是从哪些鱼种中提取的，饲料产业表明鱼油供应充足，在未来 10～15 年不会有风险（Dana Feed/Provimi，个人交流，2007）。

欧洲使用的鱼粉——和鱼油一样，这种资源显然在将来短期内是不会有风险的。用于开发的品种都处于“可持续的水平”(Dana Feed，个人交流，2007)。

中国使用的鱼油——中国从智利、冰岛和美国进口鱼油。用于生产鱼油的品种之一是太平洋鳕鱼(*Gadus macrocephalus*)。这种鱼油年产量约为 40 万吨，可以认为供应是稳定可靠的。

中国使用的鱼粉——中国从许多国家进口鱼粉，例如：智利、俄罗斯、新加坡和美国。供应充足，由于各种各样的鱼可被用做原材料，当地饲料厂不会有任何短缺。当鳗养殖业开始盈利，鳗养殖者可以比其他的渔民负担更高的饲料价格，确保他们的饲料供应。

4.2 人工饲料

由于初期用于喂养玻璃鳗的饲料含水量很高（≈70%），因此迅速换成更营养的饲料使鱼苗更好的生长，这非常重要。玻璃鳗人工饲料确实存在，并进行了试验来比较天然饲料喂养的鳗和直接用人工饲料喂养的鳗的饲养效率和生长效率。试验表明很大比例的鳗线期鳗停止摄入天然饲料之后开始吃人工饲料，结果生长率和存活率更高。将天然饲料用于生长阶段的养殖技术在欧洲和亚洲都是不合适的。即使在日本这个鳗养殖业历史最长的地方，用天然饲料（新鲜的鱼，家蚕蛹，鱼的排泄物等）喂养鳗已经完全被人工饲料代替（Matsui，1980）。

欧洲使用的人工饲料主要是膨化颗粒饲料，通过自动供料器或自动喂食机来饲喂。喂食可自动完成并通过电脑程序控制。在亚洲，大多数鳗养殖场每天两次用混捏机制备糊状饲料。这种糊状饲料适用于养殖水槽两侧浮动框架或托盘中的鳗。

4.3 饲料来源

除了鳕鱼子，没有其他用于鳗生产的饲料优先用于人类消费。

鳕鱼子——出售给鳗鱼养殖者的鱼子的量是“被刺穿的和被损坏的鱼子”和“小鱼子”，完整的大鱼子会作为一种佳肴出售。这种质量的鱼子在用于鳗鱼养殖业以前是被卖给罐头加工行业或者出口到地中海国家生产鱼子酱。

欧洲使用的鱼油——以前用做其他鱼或动物的饲料。

欧洲使用的鱼粉——以前用做其他鱼或动物的饲料。

中国使用的红虫——这些东西以前冷冻或晒干之后用做水族馆饲料行业。

中国使用的鱼油——以前用做其他鱼或动物的饲料。

由于玻璃鳗供应量有限，因此预计全球鳗产量不会迅速增长。因此野外捕捞的饲料足以满足现有鳗养殖业的需求。

5 人类活动的影响

根据北部鳗分布区，尤其是瑞典和波罗的海地区的自然补充趋势的分析，表明在 20 世纪 70 年代以前自然补充和逃逸的指数开始显著下降（Anonymous，2002）。

数量下降的一个主要原因是障碍物的建设妨碍了鳗迁徙，导致使栖息地分割开。在 20 世纪全世

界建设了超过 2.5 万个水坝。在欧盟估计 60%～65%的河流有某些形式的障碍物限制了鳗到达河流中上游的能力。这种效应在鳗分布区的外围更加严重，尤其是在水电设施已经使用了很多年的斯堪的纳维亚地区。河流的这些变化极有可能会对未成熟的黄鳗和银鳗带来灾难性的影响。到 20 世纪 40 年代末，这个地区小鳗数量显著减少，10 年后波罗的海地区鳗捕捞量下降。

在法国，河流也被大量破坏，包括在河口附近建大坝防止潮汐流向上游移动。这些建筑阻止了玻璃鳗向上游迁徙，加快了在大坝下面的渔业开发速度，例如：在 Vilaine 河口玻璃鳗开发量超过了 90%（Anonymous，2002）。

水力涡轮机加剧了这些大坝对鳗生产的不利影响，使银鳗在向下游迁徙过程中的成活率显著下降。死亡率取决于所用涡轮机的类型，相对于河流中心线来说水的入口位置，防护屏的存在和水的静压差。当同一条河有好几个水力发电站的时候，问题显得尤为复杂。据 Prignon、Micha 和 Gillet（1998）估计，在默兹河迁徙过程中通过涡轮机雄性鳗死亡率为 34%～45%，雌性鳗为 40%～63%。Dönni、Maier 和 Vicenti（2001）也表示通过莱茵河 13 个水力发电站的鳗累计死亡率是 92.7%。鳗的成活和其能否从上游自由迁徙到下游直接相关。

湿地的减少也影响了鳗。农业发展增加了用于灌溉的水源的提取或转移，引起了排水系统流域下游湿地的严重退化。据估计全球 2.68 亿公顷耕地中有 30%～40%是用地表水进行灌溉的。在法国加伦河、夏朗德河和多尔多涅河流域，灌溉农业区面积已经增加了 5 倍，从 1970 年的 10 万公顷到 2000 年的 50 万公顷，阿杜尔河流域增加了 4 倍（Teyssier et al.，2002；Prouzet，2002，2003a）。

这些湿地农业的发展也伴随着氯联苯、重金属和有机氯农药使用量的增加，这些东西很容易在鳗脂肪组织内堆积。一项在比利时的研究表明，80%的鳗样本的多氯联苯（PCB）含量都超出了极限值 75 微克/千克（Goemans and Belpaire，2002）。这种污染对鳗的生理机能，特别是繁殖能力的影响尚不确定。

20 世纪 80 年代地中海地区日本鳗的引进导致欧洲出现了血液寄生线虫（Peters and Hartmann，1986）。这种线虫寄居在鳗鱼鳔壁中，很可能会降低它们向马尾藻海迁徙的过程中确保静力平衡的能力（Möller et al.，1991）。这种寄生虫在欧洲很普遍，在阿杜尔河流域感染率为 55%（Anonymous，1998），许多国家感染率接近 100%（Kennedy 和 Fitch，1990）。不同的国家和不同的河流流域，捕捞死亡率也不同。鳗鱼苗捕捞过程中副渔获物的数量主要取决于渔场的位置，在海洋环境中比咸水或淡水环境中能得到更多的副渔获物。大多数渔船都配备了一个分拣装置，可以清除不需要的生物体（图 10）。这种简单的装置可以限制非目标物种的影响。

图 10　在欧洲河口和沿海水域鳗捕捞中的典型副渔获物

6 鳗养殖业的社会和经济影响

6.1 社会影响

从渔民到消费者

在法国，大约有 1 300 名专业渔民直接参与海洋性和大陆性水域的玻璃鳗捕捞工作（Castelnaud et al.，2005）。法国允许休闲渔业，但是禁止出售鳗。在一些河口，非法捕捞也是很严重的问题，例如：吉伦特河和卢瓦尔河。这些河流的非法捕捞量很难估计，但是应该是和合法捕捞量在同一数量级的。

在英格兰，捕捞玻璃鳗许可证需要花 63 欧元（大约 126 美元），2005 年有 805 个渔民持有许可证（Pawson et al.，2005）。捕捞过程只允许使用手持式抄网。在西班牙，大约有 682 个渔民在巴斯克地区采捕玻璃鳗（Diaz 和 Castellanos，2005）。这些渔民并不是获得官方认证的专业渔民，但是授权他们销售捕获物。在阿斯图里亚斯的 Nalon 河，有大约 50 艘有牌照的渔船用于船钓，有 150～200 个捕鱼许可证用于陆上操作。在 Esva 河上也有专业的基于陆地的渔场，但是渔民数量没有记录（Garcia-Florez，Herrero 和 de la Hoz Reguls，2005）。在安达卢西亚的瓜达尔基维尔河（Sobrinho et al.，2005）上也存在鳗捕捞业，但是捕捞能力和渔获量没有统计。在地中海沿岸，加泰罗尼亚（西班牙）埃布罗河的河口也存在小型渔场。

除了在西班牙和葡萄牙边界的米尼奥河流域外，葡萄牙在 2000 年禁止在其他地区捕捞玻璃鳗（Coimbra et al.，2005）。然而，这项活动在一定程度上仍在继续，市场上经常可见“葡萄牙人捕捞的玻璃鳗”。在意大利由于没有中央注册中心，所以许可证的数量很难估计（Ciccotti，2005）。可能有大约 10 家公司在海中捕捞玻璃鳗。

在摩洛哥，常使用横穿整条河的大陷阱来收集鳗。有 200～300 个渔夫收集玻璃鳗，这一活动可以维持至少是这个数字两倍的人的生活。每个人收集的鳗总量大约是 3 吨，但是由于恶劣的条件和使用的原材料很差，捕捞结束之后只有约 1/3 能成活。尽管摩洛哥国家法规规定 75%的玻璃鳗要用于本地养殖，但所有的鱼都被出口了。

据估计欧洲鳗渔民总数为 3 000～3 500 人，主要在法国、英国和西班牙。欧洲鳗渔民将他们的捕获物卖给中间商，有 80～100 个中间商。批发商从中间商那里购买鱼，然后以每 80～500 千克为一批次投入市场，买家对少于 80 千克的批次不感兴趣。

为了把玻璃鳗运给欧洲的农民和亚洲的进口商，供应商必须有一个运输车队，有熟练的工人和购买玻璃鳗的资金。只有大一些的公司才能同时具备这些能力。在西班牙有 8 个批发商，法国有 9 个，英国有 2 个。批发商雇佣 2～15 个工人，通常是家族式公司。一些公司只经营玻璃鳗，而其他公司也进行各种各样的海鲜贸易。玻璃鳗渔业只需要 3 300～3 900 名雇工，其中不包括那些工作在水产养殖领域的人。

欧洲大约有 50 个鳗养殖农场（荷兰 26 个，丹麦 8 个，德国 3 个，西班牙 4 个，英国 2 个，瑞典 2 个，东欧 2～3 个），亚洲有大约 1 000 个农场养殖欧洲鳗。欧洲大多数农场主要向来自荷兰的鳗贸易商出售他们的产品，因为鳗的大小（例如：130/150 g）最符合荷兰市场。小农场会将他们的全部或部分产品以活的、新鲜的、去除内脏的或者烟熏的形式，直接卖给客户，这样能让他们的产品获得一个更好的价格。商人从农民那里购买几吨鱼，然后将它们分类，较大的卖到丹麦或德国，剩下的鱼为荷兰客户做熏鱼，以整个熏鳗或者切片熏鳗的形式出售。

在中国，终端产品国内需求有所增长，但是目前只有一小部分商品在当地出售。大多数鳗用于出口，日本进口了近 80%的商品。鳗是以活体的，去除内脏、冷冻或者是在中国的加工厂做成蒲烧的形式出口。运到日本去的鳗在进入该国之前都要经过严格的卫生和质量检查确保没有潜在污染物和违禁品。

从事鳗鱼业的渔民几乎全部是男人，通常由他们的妻子或其他家庭成员来协助他们。在法国，他们需要持有“营业执照”，年龄满 18 岁，在渔船上有至少一年的工作经验。法国玻璃鳗渔民的生活很好，收成约占他们年收入的 90%。法国的批发商大多在巴斯克地区，那里的大部分鳗都习惯出售给西班牙。由于市场竞争激烈，许多小的家庭规模的公司无法满足中国市场，所以从事鳗贸易的公司正逐渐减少。

6.2 水产养殖业对鳗市场的影响

直到 1985 年，玻璃鳗才用于人类直接食用或者复种项目。由于供应量充足，以至于 20 世纪初期鳗鱼苗被用来喂家禽和生产胶水。往往在南特和法国以 50 千克鳗一麻袋装载一整火车的玻璃鳗，运往日本。鳗鱼苗的主要来源是法国，鱼在大西洋沿岸的主要河口被捕捞，然后用卡车运输到法国/西班牙边界的待运站。一旦条件有利，鱼会重新装上卡车然后运到有加工设备的地方，加工主要是位于西班牙 Aginaga 的小村庄。

1985—1993 年，欧洲鳗渔民在不影响整个农产品市场价格的情况下购买了大约 10%的玻璃鳗。虽然不良气候和节日，例如：圣诞节、新年和圣赛巴斯蒂安节影响了鳗鱼苗的价格，但这段时期的平均价格是 40 欧元/千克（大约 63 美元/千克）。在这一时期，只有少数人或供货商对玻璃鳗水产养殖市场感兴趣，会给欧洲渔民供货。

因为本地日本鳗的供应量不足，价格大幅上涨，1993 年中国开始购买欧洲鳗鱼苗（*Anguilla anguilla*）。1993—2006 年平均价格是 300 欧元/千克（大约 474 美元），最高价格是 1 150 欧元/千克（大约 1816 美元）。欧洲玻璃鳗商人再也不能忽视那些准备支付更高的价格水产养殖行业的需求。熟鳗市场不能承受这样的价格，只能提供品质差的鳗或是死鳗。

在 20 世纪 90 年代初，整个用于人类消费的鳗市场变得疲软，许多欧洲和亚洲养殖鳗的农场被迫关闭。在 1998/1999 年的渔季发生了更大的危机，那时中国养殖的鳗数量巨大，随着 1996 年 200 吨鳗鱼苗的进口，充斥整个市场，导致鳗价格下跌了 50%。这导致全部生产国鳗养殖场的倒闭。在 2003/2004 年渔季，由于欧洲鳗和日本鳗供应缺乏，中国市场有所恢复，进口商进口玻璃鳗价格超过了 1 150 欧元/千克（大约 1 816 美元）。

鳗水产养殖业维持了捕鱼行业的发展，如果仅靠消费市场的话，渔业很可能不能维持下去。由于 1985 年初玻璃鳗价格低于 40 欧元/千克（大约 63 美元），以及目前每个渔季产量约为 150 吨，玻璃鳗渔业在经济上是不可行的。水产养殖业需求影响价格水平来维持渔业发展。从事熟鳗生产行业的公司不得不裁员或者直接关闭，而其他公司开始生产玻璃鳗鱼肉酱。

由于荷兰商人对人工养殖鳗的出价更高，人工养殖鳗对野生捕捞鳗的影响开始出现。人工养殖的鳗确实更适合熏制行业，因为它们脂肪含量更高，尺寸标准，全年都可用，可以定期供应，没有野生鱼所特有的“泥”味。此外，野生鳗更容易受压力影响，常常在一系列的捕鱼过程中受伤（尾巴受伤，嘴受伤等），在运输、分类或储存过程中死亡率也可能很高。

6.3 就业和技能问题

鳗养殖业给欧洲创造了新的就业机会，但是因为所使用的养殖技术不需要很多的工人和技术人员，所以规模有限。对于欧洲熏鱼制造行业，人工养殖的鳗取代了野生鳗，所以就业方面没有大的变化。另一方面，亚洲鳗养殖业在养殖和加工行业都制造了大量的就业机会（图 11）。

因为玻璃鳗终端市场改变不大，买家主要来自农场而不是加工厂，所以捕鱼业向鳗水产养殖业的转变对渔民没有什么影响。然而，玻璃鳗短缺造成非专业化捕鱼遭禁止（例如法国），迫使许多渔民放弃了渔业。

由于现在水产养殖业对鳗行业如此关键，收获的玻璃鳗的质量和鳗死亡率的降低是极为重要的。尽管如此，只有少数法国渔民真正尽力给河岸的中间商提供品质好的鱼。他们大多只关心捕鱼的数量

图 11 一家鳗蒲烧工厂的工人们在去除鳗内脏并作准备工作

而不是质量。如果死鱼和活鱼之间或者品质好的鱼和品质差的鱼之间价格差异显著，渔民会立刻对此作出反应。包括渔网尺寸和船上引擎的渔业法律规范还没有被充分实施。

6.4 经济问题

6.4.1 市场演变

可以认为养殖鳗的渔民是鳗水产养殖业发展的最主要受益者。如果没有这种演变，鳗鱼苗渔业可能不会变得经济化，可能已经不存在了。事实上只有每千克鳗价格高于 200 欧元（大约 316 美元），渔业才能可持续发展。由于水产养殖业需求，每千克鳗鱼的价格大幅增加，大部分河口和河中的渔民都过着相当好的生活。在水产养殖业占据整个市场以前，在约 15 个批发商中，有 7 个人已经完全停止玻璃鳗贸易或已经不存在了，5 个人已经失去了市场份额，3 个人运行正常。已经有 3 个新的公司开始专门供应水产养殖市场。

6.4.2 小规模渔业的经济依赖

鳗捕捞活动是由不同的渔民群体进行的，这些渔民通常也开展其他和渔业相关的活动，如：牡蛎养殖或深海捕鱼。然而，如阿杜尔河所显示的，大部分参与其中的渔民的主要经济活动是小规模玻璃鳗渔业（表 5）。欧洲项目“南欧大西洋沿岸小型金海渔业特点”（南欧近海渔业——PECOSUDE）正在卢瓦尔河（法国）河口一直到葡萄牙南部大规模开展，以评估近岸及河口渔业的经济影响（Léauté，2002）。在 200 个已发现品种或沿调查区域附近的种群中，有 7 个品种占据了 1999 年总价值的 53%。在这些品种中，法国沿岸的欧洲鳗（特别是玻璃鳗阶段）名列第二（图 12）。

表 5 1987—2000 年阿杜尔河河口鳗渔业营业额的重要性（百分比）转变

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
营业额（1 000 欧元）	1 179	1 049	952	581.9	449.8	1 373	809.6	395.3	697.4	671.9	1 115	446.8	1 213	1 471
玻璃鳗	40.0	53.1	70.6	58.7	30.0	65.4	45.5	43.7	72.0	59.6	74.3	52.1	75.8	80.4
迁徙的蛙科鱼	27.3	26.9	7.2	16.1	21.4	11.8	15.3	18.5	7.3	4.9	4.9	11.5	7.2	6.8
海鳗	14.8	1.3	6.2	9.5	19.1	14.2	23.2	2.8	2.9	10.1	12.7	22.0	7.4	6.8
鲱	7.6	7.0	5.3	4.8	14.4	2.4	3.9	15.2	6.3	9.8	3.5	7.0	6.2	3.9
混杂鱼种[1]	10.3	11.7	10.7	10.9	15.1	6.2	12.1	19.8	11.5	15.6	4.6	7.4	3.4	2.1

注：①混杂鱼种包括欧洲鲈、黄鳗、乌颊鱼、乌鱼。

来源：Prouzet et al.，2001。

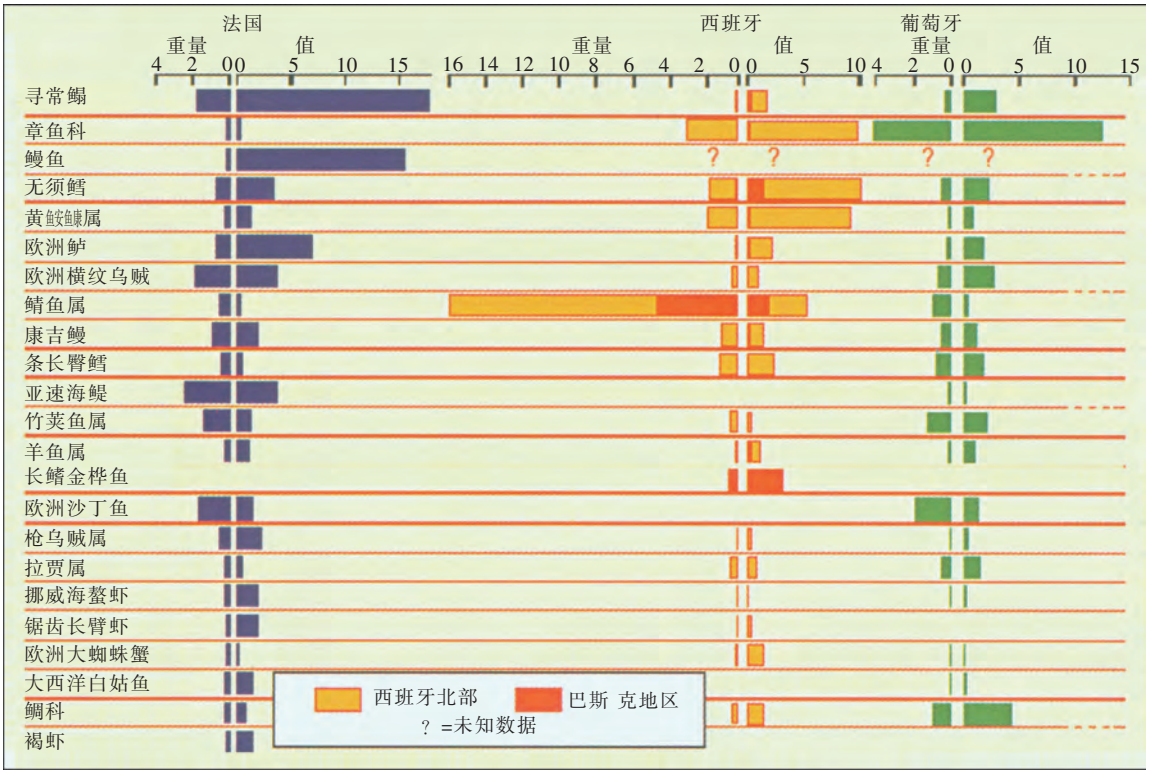


图 12　欧洲大陆沿大西洋小型近海渔业捕捞的主要品种分布

（来源：Leauté et al.，2002）

7　管理

将欧洲鳗的种群动态以树结构来对比，它的根是在马尾藻海，树干中上升下降的汁液和主要分支是北大西洋环流，使柳叶鳗和玻璃鳗传播到北非和欧洲海岸。树叶代表不同的流域，从那里出产鳗线鳗、黄鳗和银鳗，并为鳗树根部的产卵种群提供饲料（图 13）。这有助于理解要对未来鳗种群有真正的影响，不仅需要在集水区规模上管理种群，如：将管理单元比做一片叶子，也需要在一个代表着不同种群聚集区的更大范围上来管理。管理的规模和复杂程度很难系统化，需要参与开发资源的各欧盟成员国之间协调合作。

鳗被认为是濒危物种，并列入濒危物种国际贸易公约（CITES）的附录Ⅱ中，为了管理和恢复鳗数量，欧盟委员会提出了一个委员会监管措施使欧洲鳗种群得以复原［13139/05 Pêche 203 - COM（2005）472 final］。该条例将建立一个框架来保护和可持续利用欧洲鳗种群，包括在欧盟海域和河口，以及流入国际海洋考察理事会区域Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ和Ⅸ海洋或者流入地中海和黑海的成员国河流。

这项计划提出季节性休渔以减少 50％的捕捞量，但是只有建立起一个长期的管理方案之后才能实现这一目标。管理方案可能包括不同的方法，例如：渔业法规，放养，河流栖息地的改善和暂时关掉水力发电的动力涡轮机等。

第八条规定特别有意思：“如果成员国经营玻璃鳗渔业，必须保证全年捕获玻璃鳗的 60％用于和大海相连的欧洲内陆湖泊的放养项目，以此增加成年银鳗逃跑的几率。为了确保捕获的玻璃鳗 60％用于放养项目，成员国必须建立适当的报告系统。”

这意味着随着捕捞量的减少，可用于出口到亚洲国家的野生鱼苗产量也大大下降。管理方案的效率需要进行评估，因此一项名为“在引进欧洲鳗地区中心区域的丰裕度和移植指标（INDICANG）”

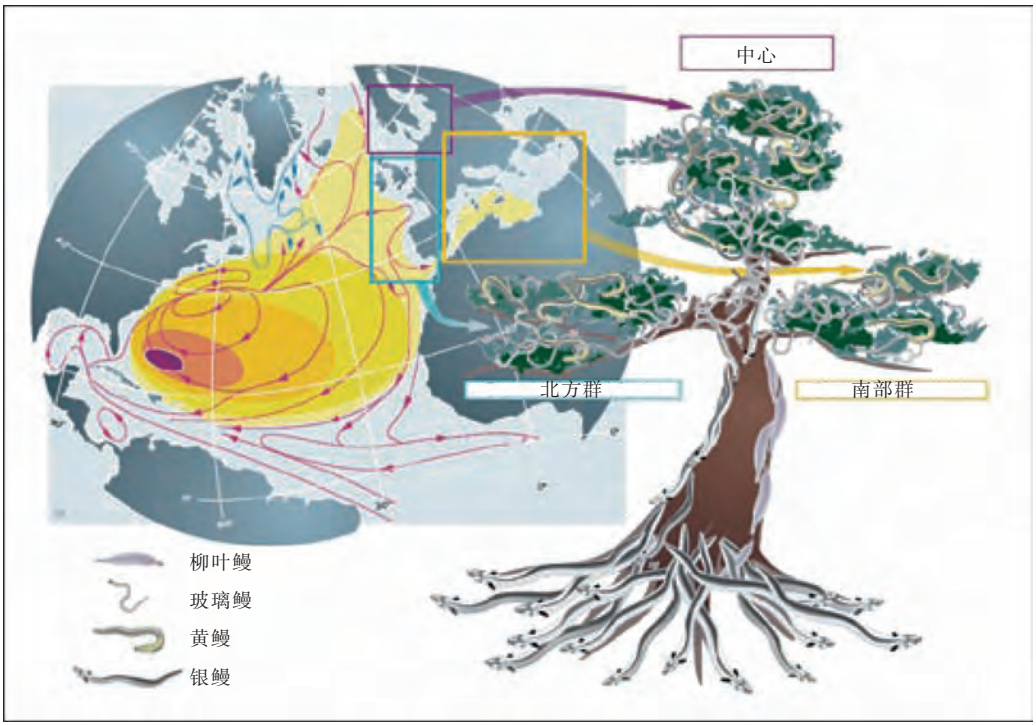


图 13　鳗种群的功能组合：“鳗鱼树”

的项目正在进行。

这种情况的多样性表现在每个生产单元都应单独考虑。这种方法科学界极为推荐，因为这使系统分析成为可能。渔业活动不是影响鳗种群的唯一因素。影响水域生产力的其他原因有，由于能源需求的水体开发，城市和农业需求的湿地开发。局部地区的努力是不够的，因为考虑到种群的多元化结构，仅仅一个水域的栖息地和鳗资源的恢复是不能使欧洲范围内的资源恢复的。试点捕捞地点项目网络的实施提供了欧盟范围一个更广的方法，例如：在 INDICANG 项目中提出的在康沃尔和葡萄牙北部地区之间的一系列河流（Prouzet，2004）。

8　结论

欧洲鳗的生物学周期在人工条件下还不能被复制，这意味着仍然需要从自然环境中捕捞鱼苗来供应水产养殖业。目前认为这个物种是濒危物种，为了管理和恢复鳗种群，欧盟正在制定条例建立恢复这个种群的措施（图 14）。

最近的研究表明，欧洲鳗的成功繁殖还需要 10 年的时间才能大规模开展，这意味着在这之前鳗养殖业必须依赖野生捕捞的幼鳗。玻璃鳗的采捕量将会变得越来越不稳定，尤其是如果鳗种群数量以现在的速率继续下降的话。在这种情况下，优先确保玻璃鳗通过给定捕捞地区河口迁徙时自然建群。如果到达某些流域自然种群过多，一部分鳗鱼苗就会被分配给欧洲资源不足的河流或湖泊用来放养。放养可以通过直接将玻璃鳗引进河流中或者释放孵化场中处于发育前期的鳗线期鳗来实现。这两种情况必须强制执行严格的卫生控制。

实施这一计划，欧盟必须投资从渔民那里购买野生鱼苗，从鳗养殖场购买幼鳗。政府资金可以确保这一计划的实施，并最终将鳗生产和自然放养整合到一起，来增加开阔水域的产卵种群。渔业限制条例会保护这些种群。这也意味着销售网络的透明化。欧洲监管条例提出要减少玻璃鳗的捕捞，限制鳗出口到自然区域以外的地方。已经制定了一项将捕捞量限制 60％的规定（2009 年限制了 35％，到 2013 年达到 60％）。如果这个成为法律，从欧洲到亚洲市场的玻璃鳗供应很可能

会受到极大影响。

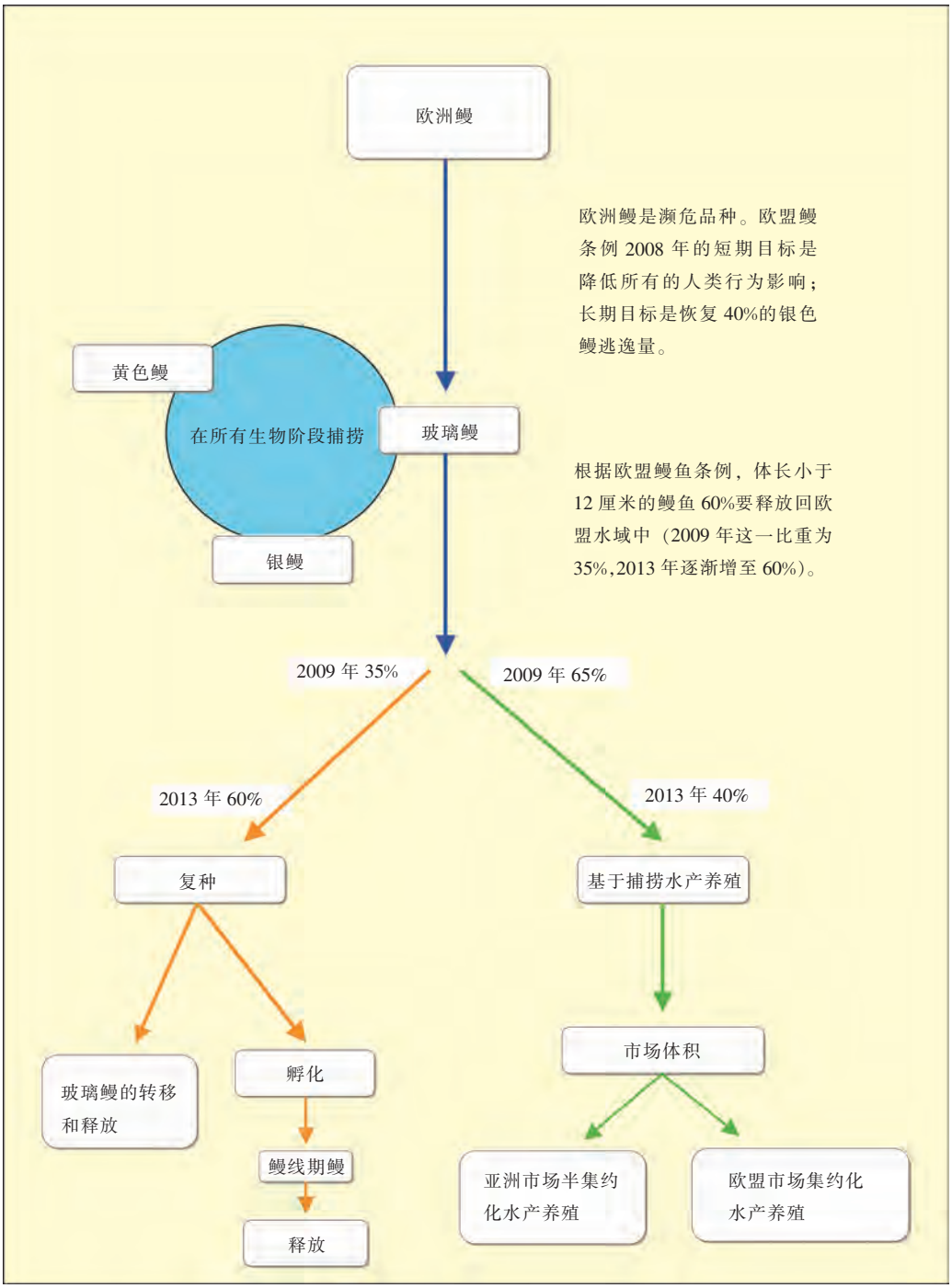


图 14　鳗种群的功能组合：“鳗鱼树”

参考文献

Acou, A. 2006. Bases biologiques d’ un modèle pour estimer la biomasse féconde de l’ anguille européenne en fonction de recrues estivales et du contexte de croissance：approche comparativeàl’ échelle de petits bassins versants. Thèse en Biologie. Université de Rennes 1 – 7 juillet 2006，326 pp.

Acou, A., Boury, P., Gabriel, G., Robinet, T., Crivelli, A. -J. & Feunteun, E. 2004. Relation between continental hydrosystems and silver eels reproductive potential: an analysis for eel stock management. International Council for the Exploration of the Sea (ICES) Annual Science Conference. 22 - 25 September 2004, Vigo Spain).

Anonymous. 1998. Infestation parasitaire de l'anguille sur le bassin de l'Adour et sur certains cours d'eau côtiers des Landes et des Pyrénées atlantiques.

Rapport-Migradour-IFREMER-GDS Landes. Anonymous. 2002. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C. M. 2002/ACFM: 03.

Anonymous. 2003. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. 2 - 6 September 2002 Nantes, France. ICES CM 2003/ ACFM: 06, 87 pp.

Anonymous. 2004. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. 7 - 11 October 2003 - Sukarrieta, Spain. ICES CM 2004/ ACFM: 09, 207 pp.

Anonymous. 2006. Report of the 2006 session of the joint ICES/EIFAC Working Group on Eels. 23 - 27 January 2006 - Rome Italy. ICES CM 2006/ ACFM: 16, EIFAC Occasional paper, 367 pp.

Anonymous. 2007. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 14thmeeting of the Conference of the Parties - The Hague (Netherlands), 3 - 15 June 2007, Anguilla anguilla proposal, January 4th2007, 39 pp.

Antunes, J. -C. 2002. Monitoring of glass eel recruitment in Portugal. In Monitoring of Glass Eel Recruitment. Dekker, W. (ed). Ijmuiden: Netherlands Institute of Fisheries Research: 221 - 226.

Avise, J. C., Helfman, G. S., Saunders, N. C. & Hales, L. S. 1986. Mitochondrial DNA differentiation in North Atlantic eels: population genetic consequences of an unusual life history pattern. Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 83: 4350 - 4354.

Avise, J. C., Nelson, W. S, Arnold, J., Koehn, R. K., Williams, G. C. & Thorsteinsson, V. 1990. The evolutionary genetic status of Icelandic eels. Evolution, 44 (5): 1254 - 1262.

Bezdenezhnykh, V. A., Prokhorchik, G. A., Petrikov, A. M., Petukov, V. B. & Plyuta, M. V. 1983. Obtaining the larvae of European eel Anguilla anguilla L. (Pisces, Anguillidae) under experimental conditions. Dokl. Akad. Nauk SSSR 268 5, pp. 1264 - 1266 (In Russian).

Boëtius, J. 1980. Anguilla anguilla. A presentation of old and new data of total numbers of vertebrae with special reference to the occurrence of Anguilla rostrata in Europe. Dana, 1: 93 - 112.

Bouvet, J. - C., Prouzet, P. & Bru, N. 2006. Quantification de la biomasse saisonnière de civelles (Anguilla anguila) dans l'estuaire de l'Adour et estimation du taux d'exploitation saisonnier de la pêche professionnelle au tamis poussé. Rapport

IFREMER-UPPA-ADERA - document INDICANG, 39 pp. (http: //www. ifremer. fr/indicang/)

Bru, N., Lejeune, M. & Prouzet, P. 2004. Estimations journalière et saisonnière de l'abondance d'un flux de civelles en estuaire ouvert : Application à l'Adour. (Poster) IXème Colloque International d'Océanographie du golfe de Gascogne.

Castelnaud, G., Briand, C., Beaulaton, L., Changeux, Th., Prouzet, P. & de Casamajor, M. -N. 2005. Report on the eel stock and fishery in France. In Anonymous 2006, 24 pp.

Coimbra, J., Antunes, J. -C., Damasceno-Oliveira, A. & Dias, S. 2005. Relatorio de etapa : Bacia Hidrografica do Minho. INDICANG/INTERREGIIIB - CIIMAR report, 20 pp. (http: //www. ifremer. fr/indicang/).

Charlon, N. & Blanc, J. M. 1982. Étude des civelles d'Anguilla anguilla dans la région du bassin de l'Adour. 1 - Caractéristiques biométriques de longueur et de poids en fonction de la

pigmentation. Arch. Hydrobiol., 93 (2): 238 - 255.

Ciccotti, E. 2002. Monitoring of glass eel recruitment in Italy. In Monitoring of Glass Eel Recruitment. Dekker, W. (ed). Ijmuiden: Netherlands Institute of Fisheries Research: 227 - 236.

Ciccotti, E. 2005. Report on the eel stock and fisheries in Italy. In Anonymous 2006, 14 pp.

Dannewitz, J., Maes, G. E., Johansson, L., Wickström, H., Volckaert, F. & Järvi, T. 2005. Panmixia in the European eel: a matter of time. Proc. R. Soc B., 272: 1129 - 1137.

Dekker, W. 2000. Impact of yellow eel exploitation on spawner production in Lake Ijsselmeer, The Netherlands. Dana, 12: 17 - 32.

Dekker, W. 2002. Monitoring of glass eel recruitment. Netherlands Institute of Fisheries Research, report C007/02-WD, 262 pp.

Dekker, W. 2003. On the distribution of the European eel and its fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60: 787 - 799.

Dekker, W. 2004. Status of the European eel stock and fisheries. In Aida K., Tsukamoto, K. and Yamauchi (eds). Eel biology, Springer Verlag, Tokyo. 237 - 254 (2003).

Diaz, E. & Castellanos, J. 2005. Report on the eel stock and fishery in Spain. In Anonymous 2006, 11 pp.

Dönni, W., Maier, K. J. & Vicenti, H. 2001. Bestandsentwicklund des Aals (Anguilla anguilla) im Hochrein. Mitt. Zur Fischerei, Buwal, Bern, 27, 99 pp. In ICES, 2003.

Farrugio, H., Peyrille, D. & Cabos, O. 2006. Mesure de l'efficacité de la réglementation française de la pêcheàl'anguille en Méditerranée dans la lagune de Bages-Sigean. Document interne, Projet PIMHA - DEMOSTEM, 9 pp.

Feunteun, E., Castelnaud, G., Briand, C., Prouzet, P., Menella, J. - Y. & de Roton, G. 2002. Monitoring of glass eel recruitment in France. In Monitoring of glass eel recruitment, report C007/02 - WD W. Dekker (ed) Ijmuiden, Netherlands, Vol. 2A, 256 pp.

Garcia-Florez, L., Herrero, F. - J. & de la Hoz Reguls, J. 2005. European Eel situation in the Nalon and Esva Basins. Document powerpoint Seminar INDICANG - Rochefort - Mai 2005. (http://www.ifremer.fr/indicang/).

Goemans, G. & Belpaire, C. 2002. New Belgian standard for fish and fisheries products leads to catch and release obligation for eel (Anguilla anguilla) for fishers in Flanders. Workshop on PCBs in Brno (Tchech Republic), 7 - 10 May 2002.

Kennedy, C. R. & Fitch, D. J. 1990. Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode Anguillicola crassus, parasitic in the eel, Anguilla anguilla, in Britain. Journal of Fish Biology, 36: 117 - 131.

Knights, B. 2002. Economic Evaluation of Eel and Elver Fisheries in England and Wales (Module C). Envronment Agency R&D Technical report W2 - 039/TR/2, 42 pp.

Leopold, M. & Bninska, M. 1983. The effectiveness of eel stocking in Polish Lakes. In Rapport du Symposium sur l'Amélioration des stocks dans le cadre de l'aménagement des pêcheries d'eau douce, CECPI, 42.

Léauté, J. - P. 2002. Caractéristiques des petites pêches côtières et estuariennes de la côte atlantique du sud de l'Europe - Projet PECOSUDE. Contrat DG FISH - 99/024 - Juin 2002, Rapport final - Synthèse, 93 pp.

Lissardy, M., de Casamajor, M. - N., Sanchez, F., Prouzet, P., Morandeau, G., & Cuende,

F. - X. 2004. Caractérisation et abondance des captures professionnelles estuariennes dans le bassin de l' Adour en 2003. Rapport IFREMER-CERECA effectué pour le COGEPOMI Adour, 34 pp. + annexes.

Lozys, L. 2002. Monitoring of glass eel recruitment in Lithuania. In Monitoring of Glass Eel Recruitment. Dekker, W. (ed). Ijmuiden: Netherlands Institute of Fisheries Research: 87 - 96.

Mattews, M., Evans, D., Rosell, R., Moriarty, C. & Marsh, I. 2001. Erne Eel enhancement programme. EU programme for Peace and Reconciliation project N° EU 15. Northern Regional Fisheries Board Donegal, 348 pp.

Maes, G. E., Pujolar, J. M., Hellemans, B. & Volckaert, F. A. M. 2006. Evidence for isolation by time in the European eel (Anguilla anguilla L.). Mol. Ecol., 15, 2095 - 2107.

Matsui, I. 1980. Theory and practice of eel culture.

McCarthy, T. K. & Cullen, P. 2000. Eel fishing in the River Shannon: Eel population changes, fishery management options and fishery conservation issues. A synthesis report on the River Shannon eel Management Programme 1992—2000. Electricity Supply Board, Dublin. 21 pp.

Melia, P., Bevacqua, D., Crivelli, A. J., de Leo, G. A., J. Panfili, J. & Gatto, M. 2006. Age and growth of Anguilla anguilla in the Camargue lagoons. Journal of Fish Biology 68, 876 - 890.

Möller, H., Holst, S., Lüchtenberg, S. & Peterson, F. 1991. Infection of eel Anguilla anguilla from the river Elbe estuary with two nematodes, Anguillicola crassus and Pseudoterranova decipiens. Diseases of Aquatic Organisms 20: 163 - 170.

Moriarty, C. 1983. Stock enhancement in the Irish Eel (Anguilla anguilla) fishery. In Rapport du Symposium sur l' Amélioration des stocks dans le cadre de l' aménagement des pêcheries d' eau douce, CECPI, 42.

Moriarty, C. (ed.). 1997. The European eel fishery in 1993 and 1994: First report of a working group funded by the European Union Concerted Action AIR A94 - 1939, Fisheries Bulletin (Dublin) 14, 52 pp.

Nilo, P. & Fortin, R. 2001. Synthèse des connaissances et établissement d' une programmation de recherche sur l' anguille d' Amérique (Anguilla rostrata). Univ. Du Québec à Montréal, Dépt Sciences Biologiques pour la Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, Québec, 298 pp.

Pawson, M., Knights, B., Aprahamian, M., Rosell, R., Beveridge, M., Bark, T. & Williams, B. 2005. National report on Eel stocks and Fisheries in the United Kingdom and Northern Ireland. In Anonymous, 2006, 20 pp.

Pedersen, B. H. 2003. Induced sexual maturation of the European eel Anguilla anguilla and fertilisation of the eggs. Aquaculture 224, pp. 323 - 338.

Pedersen, B. H. 2004. Fertilisation of eggs, rate of embryonic development and hatching following induced maturation of the European eel Anguilla anguilla. Aquaculture 237, pp. 461 - 473

Pedersen, M. I. 2005. Report on the eel stock and fishery in Denmark. In Anonymous 2006, 8 pp.

Peters, G. & Hartmann, F. 1986. Anguillicola, a parasite nematode of the swimbladder spreading among eel populations in Europe. Diseases of Aquatic Organisms 1: 229 - 230.

Petukhov, V. B. 2002. Eel culture in Belarus: State assessment and development prospects. Natural resources, 4, 15 - 21.

Poole, R. 2002. Monitoring of glass eel recruitment in the Republic of Ireland. In Monitoring of Glass Eel Recruitment. Dekker, W. (ed), Ijmuiden: Netherlands Institute of Fisheries Research: 117 -

129.

Prignon, C., Micha, J. C. & Gillet, A. 1998. Biological and environmental characteristics of fish passage at the tailfer dam on the Meuse river, Belgium. In Jungwirth, M. Schmutz, S. and Weiss, S. (eds). Fish migration and fish bypasses. Fishing News Books, 69-84 Tumpenny, A. W. H.

Prouzet, P. 2002. Historique des captures de civelles, intensité de leur exploitation, variation de leur capturabilité par la pêche professionnelle maritime et indices de colonisation sur le bassin versant de l'Adour. Projet EC/DG FISH 99/023 - Septembre 2002, 147 pp. +annexes.

Prouzet, P. 2003a. Les pêches et ressources estuariennes et continentales : Importance, évolution et contraintes anthropiques. Un cas particulier, l'anguille. In Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes. RST 17 (6/7): 233-248.

Prouzet, P. 2003b. Etude sur la civelle (Anguilla anguilla) dans l'estuaire de l'Adour : Pêche, biologie, comportement - Modélisations hydrodynamique et comportementale - Estimations des flux de civelles en estuaire. Rapport Institution Adour - IFREMER, 224 pp. +annexes. (http://www.ifremer.fr/indicang/).

Prouzet, P. 2004. INDICANG: un projet pour synthétiser nos connaissances sur l'anguille et sur la qualité de ses habitats par la mise en réseau d'opérations de suivis régionaux à une échelle de dimension européenne. Chroniques Européennes, 54: 50-51. (http://www.ifremer.fr/indicang/).

Prouzet, P., Bouvet, J.-C., Bru, N. & Boussouar, A. 2007. Quantification de la biomasse saisonnière de civelle (Anguilla anguilla) dans l'estuaire de la Loire et estimation du taux d'exploitation saisonnier de la pêche professionnelle pour les saisons de pêche 2003 à 2005 - rapport INDICANG. 43 pp.

Prouzet, P., Lissardy M., Morandeau, G. & Cuende, F.-X. 2001. La pêche maritime professionnelle dans l'estuaire de l'Adour en 2000. Rapport Scientifique et Technique. DRV/RST/RH/2001-08, 38 pp.

Prouzet, P. & Nielssen, T. 2003. Mise en place d'un projet d'exploitation et de gestion de la ressource en anguille européenne (Anguilla anguilla) en Tunisie dans le cadre d'un développement durable. Rapport d'expertise pour la FAO. TCP/TUN/2904 (A), 53pp.

Pujolar, J. M., Maes, G. E. & Volkaert, F. A. M. 2006. Genetic patchiness among recruits in the European eel Anguilla anguilla. Mar. Ecol. Prog. Ser., 307: 209-217.

Rostiaux, E. & Delpech, J.-P. 2006. Evolution des débarquements de poissons amphihalins de 2000 à 2005 sur les quartiers maritimes de Dunkerque, Boulogne-sur-Mer et Dieppe. Rapport IFREMER-Oceanic-Développement, 10 pp.

Schmidt, J. 1906. Contributions to the life-history of the eel (Anguilla vulgaris, Flem.). Rapports et Procès verbaux des Réunions du Conseil Permanent et International pour l'Exploration de la Mer, 5 (4): 137-264.

Schmidt, J. 1925. The breeding places of the eel. Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, report for 1924: 279-316.

Shiao, J.-C., Lozys, L., Iizuka, Y. & Tzeng, W. N. 2006. Migratory patterns and contribution of stocking to the population of European eel in Lithuanian waters as indicated by otolith Sr: Ca ratios. Journal of Fish Biology, 69, 749-769.

Sobrino, I., Baldo, F., Garcia-Gonzalez, D., Cuesta, J. A., Silva-Garcia, A., Fernandez-Delgado, C., Arias, A. M., Rodriguez, A. & Drake, P. 2005. The effect of estuarine fisheries on juvenile fish observed within the Guadalquivir Estuary (SW Spain). Fisheries Research

76，229－242.

Svedäng，H. 1999. Vital population statistics of the exploited eel stock on the Swedish west coast. Fisheries Research，40：251－265.

Tanaka，H.，Kagawa，H.，Ohta，H.，Unuma，T. & Nomura，K. 2003. The first production of glass eel in captivity：fish reproductive physiology facilitates great progress in aquaculture. Fish Physiology and Biochemistry (Fish Physiol. Biochem.)，28 (1 － 4)：493－497.

Tesch，F. －W. 1977. The Eel. London Chapman et Hall.

Teyssier，F.，Gayou，F.，Filszinger，P.，Galiay，E.，Lemoine，A. & Taillebois，L. 2002. Plan de gestion des poissons migrateurs amphihalins Garonne － Dordogne － Charente － Leyre － Seudre. Situations et propositions. Rapport CSP，Groupe anguille，43 pp.

Tomkiewicz，J. DIFRES，Kavalergården 6，2920 Charlottenlund，Denmark. Personal communication.

Wickström，H. 1983. The Swedish eel stocking programme. In Rapport du Symposium sur l'Amélioration des stocks dans le cadre de l'aménagement des pêcheries d'eau douce，CECPI，42.

Wirth，T. & Bernatchez，L. 2001. Genetic evidence against panmixia in the European eel. Nature，409：1037－1039.

Wirth，T. & Bernatchez，L. 2003. Decline of North Atlantic eels：a fatal synergyProc. R. Soc. Lond. 270，681－688.

基于捕捞的蓝鳍金枪鱼养殖

Francesca Ottolenghi
Halieus 海鲜产品出口公司
意大利，罗马
E－mail：ottolenghi@halieus. it

Ottolenghi，F. 2008. Capture-based aquaculture of bluefin tuna. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 169－182.

概　　述

金枪鱼为辐鳍鱼纲，鲈形目，鲭科，共有 33 个种及亚种。其中在渔业和基于捕捞水产养殖业中具有商业效益的 4 种金枪鱼分别是；蓝鳍金枪鱼、太平洋蓝鳍金枪鱼、南方蓝鳍金枪鱼以及最近的黄鳍金枪鱼。本文侧重于蓝鳍金枪鱼，并参考其他种类的金枪鱼，主要由三部分组成：

- 品种描述：描述生物学分类和分布、栖息地、生物学、群游、迁移以及不同大小金枪鱼的采食行为等。
- 渔业：描述了金枪鱼渔业，与全球主要的捕捞区域有关的捕捞及采用的主要捕捞工具。
- 基于捕捞的水产养殖：捕捞技术、捕捞季节和捕捞的大小、饲养技术、水产养殖点、饲喂、收获和销售，并回顾了主要的环境、社会、经济、市场和管理问题。

在短期内进一步扩大基于捕捞的蓝鳍金枪鱼养殖是可行的。但是，从长期看，基于捕捞的金枪鱼养殖的可持续性依赖于在经济上能够完成整个生命周期的可行性（例如繁殖）；改良人工饲料以降低饵料鱼的消耗和提高饲料的转化率（FCR）；开拓日本以外市场；以及减少非法、未报告与未管制捕捞。更进一步，渔民需要遵循最佳的程序以确保交易的金枪鱼具有可追溯性。此外还有一个紧急的需求，就是确定用于水产养殖的金枪鱼的大小和年龄构成，因为现在缺乏用于种群分析的生物学信息，因此不能有效地管理和保护蓝鳍金枪鱼资源。

图 1　蓝鳍金枪鱼
（来源：Fischer et al. 1987）

大西洋金枪鱼养护委员会（ICCAT）研究和统计常务委员会（SCRS）在其 2006 年种群评估报告中表明生物产卵量持续下降，而同时鱼类的死亡率也迅速提高，尤其是大鱼。由于全球绝大多数野生金枪鱼渔业产量下降而导致日益增长的金枪鱼需求，是研发可靠的金枪鱼幼鱼大规模生产技术的主要推动力，这种金枪鱼生产技术用于商业食物生产和渔业改良项目。随着此类技术的提高，全周期饲养农业经济也会提高，很可能出现的结果是孵化生产渔业的市场结构改变。

1 品种描述

1.1 分类和分布

门——脊索动物门
亚门——脊椎动物
总纲——有颌总纲
纲——硬骨鱼纲
亚纲——辐鳍鱼亚纲
小纲——真骨类
总目——棘鳍总目
目——鲈形目
科——鲭科
属——金枪鱼属
种——蓝鳍金枪鱼

蓝鳍金枪鱼在 1758 年首次被 Linnaeus 命名为黑鲔。还有其他的许多命名，如鲔和大西洋篮鳍金枪鱼。参考南方蓝鳍金枪鱼，一个用于基于捕捞的养殖的金枪鱼品种在本文被认为是北方蓝鳍金枪鱼（不包括太平洋蓝鳍金枪鱼）（Collette，Reeb and Block，2001）。南方蓝鳍金枪鱼是在加拿大拉布拉多省，一直往南的墨西哥湾和加勒比海海岸，以及大西洋西岸的委内瑞拉和巴西发现的。在大西洋东岸，从罗浮藤岛一直到挪威北部海岸到南部加纳利群岛和地中海也有南方蓝鳍金枪鱼。还有一部分分布在南非水域。

1.2 栖息地和生物学特性

北方金枪鱼是大型的远洋海水鱼。幼鱼生活在海水上层，而大的金枪鱼生活在中层水域，也有部分生活在更深和更冷的水域中。可以在低至 10℃的水域发现它们，也可以在热带地区发现它们，因此认为这种金枪鱼是可以忍受高温的（Brill，1994）。通常对于这些大的远洋鱼类最关键的环境参数是海洋表面温度和溶解氧的浓度、盐度。在斜温层上部和下部也发现了这种金枪鱼品种。幼鱼在靠近海面的水域生活。

可以分为以下 3 个生长阶段：①幼虫——最新孵化的个体，在外观上与幼鱼或成年鱼差别非常大；②幼鱼——幼鱼阶段它们的外观和成年鱼差别不大，但是还没有达到性成熟；③成鱼——性成熟的鱼（图 2）。据报道，最大的成年品种重量为 684 千克，总长度为 458 厘米。本品种平均寿命约 15 年，而对于大西洋和南方蓝鳍金枪鱼来说，其最大寿命为 20 年左右（Cort，1990）。成年鱼自然死亡率在 0.2 至 0.6，而幼鱼的自然死亡率则会更高些。

1.3 群游和迁徙

所有种类的蓝鳍金枪鱼在不断的活动中寻找食物并保持在水流环境中。大西洋蓝鳍金枪鱼、太平洋蓝鳍金枪鱼和南方蓝鳍金枪鱼都季节性的在温带和热带水域中长距离地迁徙，它们在温带的水域中采食，在热带海域产卵。所有 3 个物种产卵通常是受限于地区相对固定的温带和热带水域。

a b c

图 2 蓝鳍金枪鱼幼虫（a），一群蓝鳍金枪鱼幼鱼（b）和育肥笼中的成年蓝鳍金枪鱼
（R. RGOLINI 提供）

图 3 大西洋蓝鳍金枪鱼幼鱼与圆舵鲣一起群游
（F. Ottolenghi 提供）

当它们在夏季迁徙到地中海产卵的时候，大西洋蓝鳍金枪鱼可能形成遍布几海里的庞大的鱼群。大多数金枪鱼鱼群根据它们的大小聚集，因此常见的是不同大小的鱼组成不同的鱼群。所以，大西洋蓝鳍金枪鱼幼鱼常常与其他较小的金枪鱼品种一起群游，例如箭鱼或者圆舵鲣（图 3）。虽然群游一般都是趋光的，但是在夜晚也能看到群游现象。

蓝鳍金枪鱼是杰出的游泳健将，由于它们能够吸收和利用大量的氧气，因此它们能在水中长时间高速游行。它们的身体构造使其具有游泳持续性好和速度快的特性。金枪鱼必须不断地游泳以获得持续的氧气才得以存活（Dickson，1995）。它们的游泳模式似乎是受到食物分配和它们需要在合适的时间回到其祖先产卵地两个因素的影响。为了使氧气能够有效地从腮部运送到身体的其他组织，金枪鱼的心脏比其他相同体重的鱼类的心脏大 10 倍，血压和心跳频率大约高 3 倍。

金枪鱼有两类肌肉分别是红肌和白肌。白色肌肉在短期爆发活动中起作用，而红肌肉质量相对较大，可以使金枪鱼长时间的高速游泳而不会感觉疲劳，利用传统的索尼克生态标签进行的标记研究已经证明了这一点（Joseph，Klawe and Murphy，1988；Bushnell and Holland，1997）。

1.4 饲养

金枪鱼幼虫生活在温暖的表层水域，饲料主要是浮游生物，包括小型甲壳动物及甲壳动物、鱼、软体动物和水母的幼虫。金枪鱼幼鱼被其他浮游生物觅食者捕食，例如其他远洋鱼类的更大些的幼鱼

和幼虫。金枪鱼幼鱼和成年金枪鱼主要捕食鱼类、鱿鱼及甲壳动物。更大的金枪鱼品种以其他的远洋鱼类为食，它们位于食物链的顶端并靠视觉定位猎物。为了满足它们的营养需求，金枪鱼要长距离游泳。这种类型的运动特别适应在较大水体中获取充足的食物，同时能量消耗最少。金枪鱼在捕食时打乱猎食动物的群游，使其迷失方向和造成混乱（Webb，1984；Partridge，1982）。当金枪鱼发现猎物时，会改变其行为，一般都会加强行动，例如提高游动的速度，改变游动和能量获取模式去捕获较小的群游鱼类，例如凤尾鱼。

1.5 繁殖

大西洋蓝鳍金枪鱼的产卵地到目前为止只发现了两个地区：地中海和墨西哥湾。在墨西哥湾产卵发生在当年 4～6 月期间，水温为 25～30°C。在地中海地区是五/六月到八月。据 Karakulak 等（2004a；2004b）报道蓝鳍金枪鱼在勒旺海（东地中海盆地）的产卵高峰期是 5 月。

大西洋蓝鳍金枪鱼达到性成熟的时间需要 5～8 年，而在东部大西洋成熟得要快些，需 4～5 年。科学家们已经发现在巴利阿里群岛（地中海）的蓝鳍金枪鱼 3 岁就已经能够产卵了（Abascal，Megina and Medina，2003）。蓝鳍金枪鱼在开放且临近水面的区域可以产 500 万～3 000 万颗卵，在那里其幼鱼的预期成活率最高。

2 蓝鳍金枪鱼渔业

大西洋蓝鳍金枪鱼是需求量最大且最昂贵的鱼种。金枪鱼渔业受大西洋金枪鱼保护国际委员会（ICCAT）的管理。大西洋金枪鱼保护国际委员会的职责是保护大西洋及其邻近海域的金枪鱼及金枪鱼类。从 1982 年起委员会开始在两个地区管理了大西洋蓝鳍金枪鱼，两区域以西经 45°为边界（北纬 10°）（图 4）。

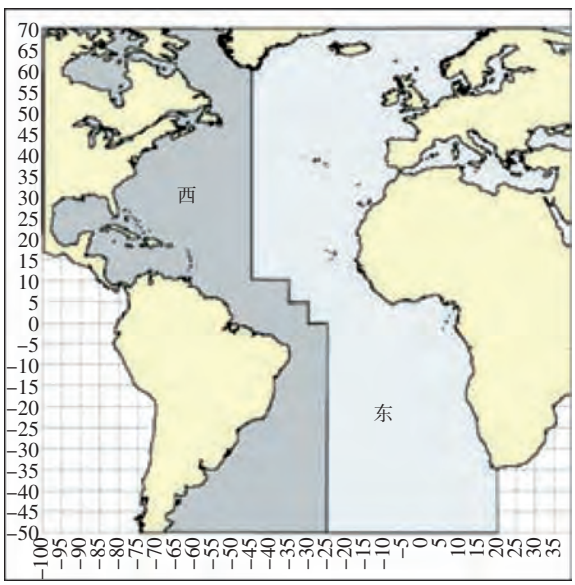


图 4 以西经 45°（北纬 10°）为界的两个 ICCAT 管理地区

（来源：ICCAT，2005）

由于过度捕捞，自 1982 年起，西大西洋海域的渔业管理区被列为限捕区。1998 年委员会开始限捕东大西洋和地中海海域金枪鱼种群。委员会设定了两个种群的总可捕量（TAC）。

大西洋蓝鳍金枪鱼的全球捕捞量显示，捕捞量每年下降的幅度相当大。由于大西洋金枪鱼保护委员会的配额限制，捕捞量已经从 1996 年峰值的 52 664 吨下降到 2004 年的 31 577 吨（图 5）。然而统计研究常务委员会（SCRS）确认相当大的过度捕捞没有能够监测到。

根据西大西洋金枪鱼保护国际委员会对西大西洋金枪鱼全球捕捞量的统计显示，自 1995—2004 年西大西洋的金枪鱼捕捞量最低为 2004 年的 1 644 吨，最高为 1999 年的 3 550 吨。而东大西洋的产

量最低为 2004 年的 29 933 吨，最高为 1996 年的 50 274 吨（图 6 和图 7）。

目前大西洋蓝鳍金枪鱼的捕捞工具有很多种，包括围网、延绳钓、捕捞船和运动钓鱼。自 20 世纪 90 年代以来，大多数的捕捞用于养殖，捕捞方法以围网为主，这样可以捕捞到活的金枪鱼。少数金枪鱼是利用诱饵捕捞的。大西洋蓝鳍金枪鱼捕捞的主要区域在地中海海域，占全球总捕捞量的 73%，北大西洋区域的捕捞量占 15%。地中海海域捕捞的金枪鱼用于水产养殖（图 8）。

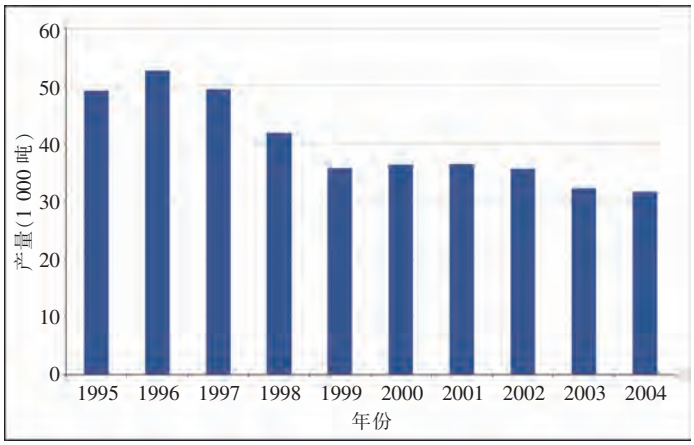


图 5　1995—2004 年大西洋蓝鳍金枪鱼全球捕捞量

（来源：FAO，2006）

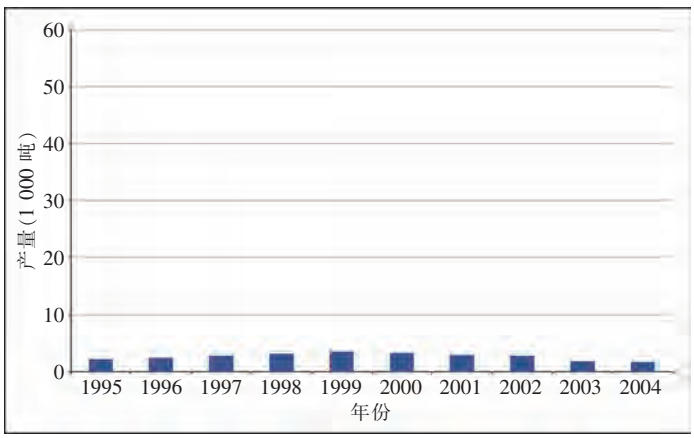


图 6　1995—2004 年西大西洋地区大西洋蓝鳍金枪鱼全球捕获量

（来源：FAO，2006）

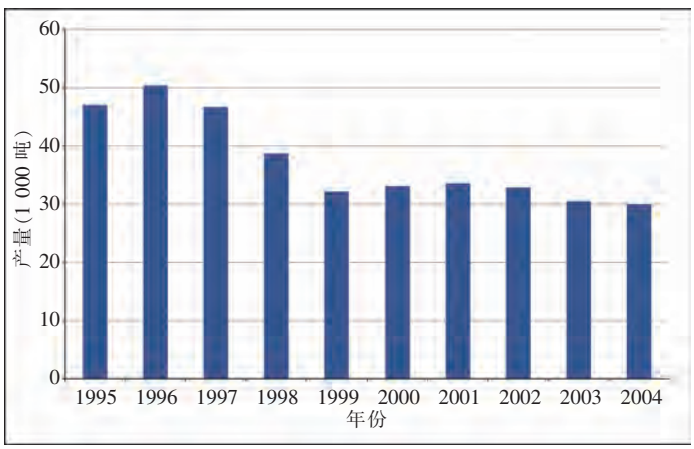


图 7　1995—2004 年东大西洋地区（包括地中海和黑海）大西洋蓝鳍金枪鱼全球捕获量

（来源：FAO，2006）

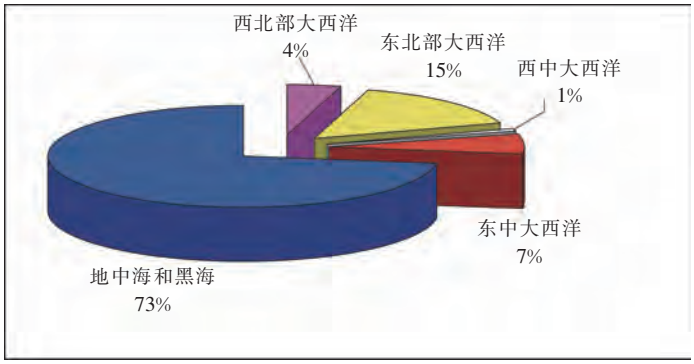


图 8　2004 年不同地区大西洋蓝鳍金枪鱼捕获量
（来源：FAO，2006）

3　基于捕捞的水产养殖

大西洋蓝鳍金枪鱼被认为是基于捕捞的水产养殖（CBA）品种，因为这种养殖活动完全是以野外捕捞个体为基础的（Ottolenghi et al.，2004）。日本近畿大学的科学家已经完成控制条件下 32 年后太平洋蓝鳍金枪鱼完整生命周期的研究（Sawada et al.，2004）。北部大西洋蓝鳍金枪鱼繁殖和幼鱼饲养研究已经开展，但是还没有实现商业范围内的金枪鱼生命周期的相关研究。在日本市场的推动下，基于捕捞的水产养殖的发展已卓有成效。

3.1　渔业技术、季节性及捕捞的大小

为了用于水产养殖，野生金枪鱼在其生命周期的不同阶段被捕捞，从不足 8 千克的幼鱼到成年鱼。幼鱼及成年金枪鱼捕捞系统是相同的，例如围网。这种现代的、广泛应用的捕鱼技术基本上是建立围网以捕捞鱼群（图 9）。

图 9　蓝鳍金枪鱼围网捕捞过程
（R. Ugolini 提供）

在地中海海域，在每年的春季末和夏季初，意大利和克罗地亚人利用围网捕捞亚得里亚海海域的幼鱼。每年 9～10 月在第勒尼安海域和巴里阿里群岛的收获季节捕捞体重为 15 千克的幼鱼（根据欧盟 2007 年 11 月 6 日第 643/2007 号规定，现在已经禁止）。地中海海域的主要捕鱼时间为每年的 5～7 月。

围网捕捞船只之间通常有强有力的合作，通常会受到空中搜寻支持。较小的航空器甚至是直升飞

机常被用来侦测金枪鱼鱼群（现在已经被 ICCAT 禁止），目前广泛应用搜鱼器及水底音波探测器去探测鱼群，几乎没有鱼群能逃避开这种探测。另外一个捕捉系统是传统的金枪鱼诱捕，它是将一个固定齿轮锚定到海底，在金枪鱼迁徙路径中截获鱼群（图 10）。虽然仍有一部分国家在使用这些工具（例如意大利），然而这些工具慢慢被围网取代，这些工具在探测和捕捞效率方面远远落后于围网。

图 10　意大利卡洛福特传统的金枪鱼诱捕

（F. Ottolenghi 提供）

3.2　水产养殖地点

在捕捞到活的野生蓝鳍金枪鱼之后，小心地将鱼转移到网箱里。转移活动是非常重要的，转移过程中金枪鱼可能遭受到严重的危险应力，从而导致鱼的死亡。目前还没有一个方法能够有效地让鱼转移到网箱或者饲养箱里，因此很难确定鱼的年龄和大小。在转移的过程中，通常将网连接在一起，通过柔和的方式使捕获的鱼从围网中迁移到网箱中（图 11）。潜水员经常协助这种精细的转移，他们用水下摄影机胶片录像，拍摄的录像有助于渔民和养殖户之间的探讨，在达成价格协议之前，估计捕获鱼的数量和大小。业界认为需要优先想出一个更好的办法来确定用于水产养殖的鱼类品种的大小和年龄。由于缺乏生物学信息，因此在金枪鱼资源种群评估、管理和保护方面是十分困难的。

图 11　潜水员将网织在一起用于蓝鳍金枪鱼转移

（R. Ugolini 提供）

当金枪鱼全部进入网箱后，用拖船来将鱼从捕鱼区转移到养殖地或者农场所在地（图 12）。拖曳速度通常不会超过 1～1.5 绳结，使鱼能够尽量自由的活动，从而避免金枪鱼的死亡率过高。然而，如此低的速度会使转移过程长达数天、数周甚至数月，由于需要充分地饲喂网中捕获的鱼，此过程会更为复杂。尽管在罕见的情况下，鱼会全部死亡，但通常鱼在运输过程中的死亡率是相当低的（在 1%以下）。

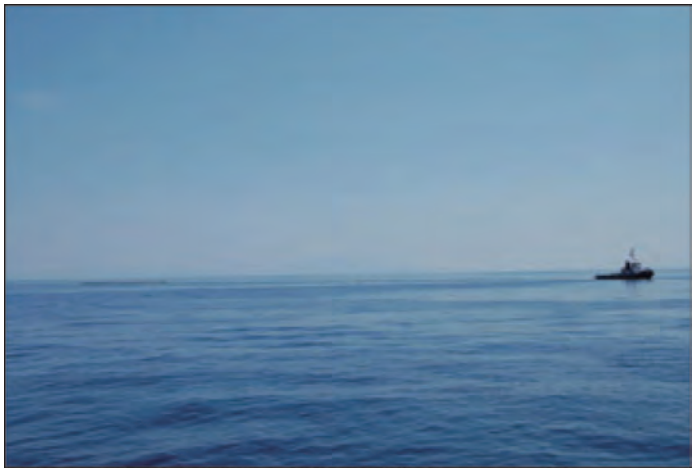


图 12　蓝鳍金枪鱼拖船
（R. Ugolini 提供）

在地中海地区，这种形式的海水养殖公司在每年春末（5 月/6 月）开始网箱养殖金枪鱼。养殖投入的季节会延续两个月（5 月/6 月或者 6 月/7 月），然而在克罗地亚和马耳他地区，养殖投入的季节会延续至夏季末（9 月）。地中海地区的金枪鱼养殖农场大部分在开放海域使用漂浮环形网箱，这些网箱由本地建造或从大型设备制造商那里购买（例如 Bridgestone，Corelsa，Fusion Marine）。网箱的大小通常直径为 30～90 米，深度为 15 至 20～30 米。业内主要应用的是直径为 50 米的不同深度的网箱，深度由于海域的具体位置而有所差别。在西班牙地区的海洋作业中应用更大的网箱（例如直径 90 米），而在克罗地亚地区则常用深度为 13 米的网箱养殖（FAO，2005）。一般来说，捕捞到的金枪鱼的重量是 150～200 千克，但是克罗地亚地区捕捞的是较小的品种，重量在 8～25 千克，而在像意大利、马耳他及西班牙等国家捕捞的大型金枪鱼的体重是 600 千克。

在地中海海域主要有两种网箱养殖方式，一种为养殖，另一种为育肥。设计的养殖网箱用于小金枪鱼品种的长期养殖，养殖时间超过 20 个月。该地区大多数国家这种养殖不会持续如此长的时间，通常时间仅为 1～7 个月。而育肥季节有时候会延续至 2 月，但通常情况下不会超过 12 月/第二年 1 月，育肥季节与市场的需求和机遇紧密相关。渔民和销售商事先达成一致，鱼通常会在捕捞结束后的几日内被销售一空。

许多地中海国家进行大西洋蓝鳍金枪鱼养殖生产活动，包括葡萄牙、克罗地亚、塞浦路斯、希腊、意大利、阿拉伯利比亚民众国、马耳他、摩洛哥、西班牙、突尼斯和土耳其等地中海地区国家。农场获得的鱼来自当地捕鱼船以及标有其他国家旗帜的船只（例如马耳他和塞浦路斯经常全部从国外船只那里购买鱼）。克罗地亚、法国和土耳其用于捕捞金枪鱼的船只最多（FAO，2005）。

3.3　养殖场的生产 /能力

地中海地区的金枪鱼养殖始于 1985 年西班牙的安达卢西亚，而后于 1996 年传播至克罗地亚，2000 年传播到马耳他，2001 年传播至意大利（FAO，2005）。到 2007 年，已有 11 个地中海国家（包括葡萄牙）从事了金枪鱼养殖（表 1）。

表 1　2001 及 2007 年养殖蓝鳍金枪鱼的地中海国家

2001 年	2007 年
西班牙	西班牙
克罗地亚	克罗地亚
马耳他	马耳他
意大利	意大利
	塞浦路斯
	土耳其
	阿拉伯利比亚民众国
	突尼斯
	希腊
	摩洛哥
	葡萄牙

这种快速扩张的驱动力是日本市场。结果就是养殖产品很好地满足了寿司和生鱼片市场最优脂肪含量的需求。源于农场养殖的地中海金枪鱼总的产量是很难估计的，这主要是因为只能粗略估计最初的网箱养殖量信息，例如生物质和鱼大小，而养殖渔民一般对任何总量收益都是保密的。大西洋金枪鱼保护国际委员会的所有缔约方在进口蓝鳍金枪鱼时，必须同时递交蓝鳍金枪鱼统计证明书（BTSD），任何再出口金枪鱼的国家必须同时附上最初的蓝鳍金枪鱼证明书以及再出口证明书。这些证明书是用来跟踪出口日本的养殖的金枪鱼的产量，出口日本的金枪鱼大约占整个养殖金枪鱼产量的 90%。大西洋金枪鱼保护国际委员会管理下的地中海地区金枪鱼养殖场产量潜能为 56 842 吨（图 13）。

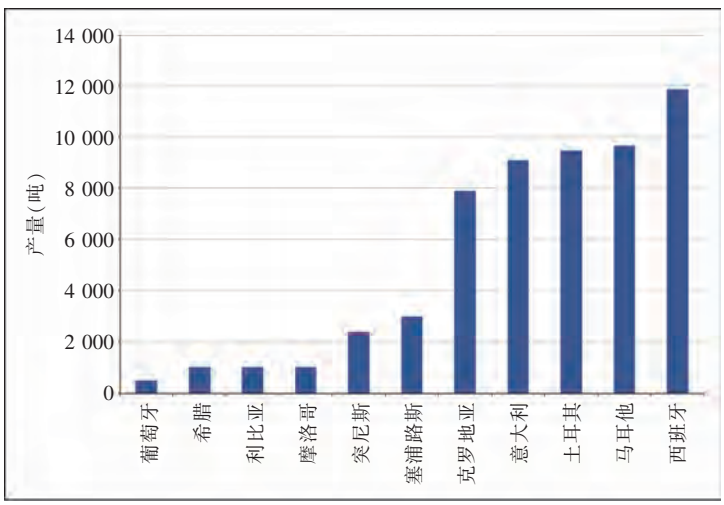


图 13　地中海国家蓝鳍金枪鱼养殖潜力

3.4　养殖死亡率

在养殖和育肥期间的蓝鳍金枪鱼死亡率大约为 2%；然而部分国家（如西班牙、阿拉伯利比亚民众国）曾报道在金枪鱼网箱养殖的第一个月中的死亡率较高。一般来说这主要归咎于长时间的拖拽，在鱼进入渔场网箱时鱼受到很大的外界压力导致虚弱。蓝鳍金枪鱼显示了对人工养殖极大的适应能力，至今尚没有特殊疾病的记录，无论死亡率如何高都可能只与不利环境条件有关，例如强大的水流和水浊度升高。先初步调查后选择适应性好的农场可以有效地防止并将这种风险降至最低。

3.5　饲养

蓝鳍金枪鱼的饲料主要是混合饲料。这种混合饲料主要以多种远洋小型鱼类为主，主要包括圆小

沙丁鱼、欧洲沙丁鱼、亚来沙丁鱼、鲱、鲭、牛眼鲷及鱿鱼。在不同的国家和农场之间各种饲料的用量和比例有所不同。一般来说，饲料的成分主要取决于鱼采食的需求量。地中海地区国家从事金枪鱼养殖的农场用当地或其他国家进口的鱼作为饲料鱼，后者通常比重最大。

根据国家和农场的不同，蓝鳍金枪鱼每日饲喂 1～3 次，饲料主要为解冻的饲料鱼。在大多数国家仍由重装备潜水员饲喂网箱中的鱼，金枪鱼饱食后示意停止饲喂。当然，金枪鱼不是随意饲喂的，每天饲料投入占金枪鱼生物质比重的 2%～10%，另外还与水温和网箱中鱼大小组成有关。

在农场网箱养殖期间，缺乏精确的鱼初始长度或者重量大小的信息，只能估计鱼生长率和饲料转化率。虽然处理时需要进行这种测量，但在集约饲养的条件下，农场养殖户从来没有精确估计过金枪鱼生长率、饲料吸收和转化率，以避免失去高价值的金枪鱼（Aguado－Gimenez and Garcia－Garcia，2005）。

关于饲料摄入量的信息很少，在农民中饲喂过度是很普遍的现象。因为利用的饲料鱼营养品质不同，影响生产的不是供给金枪鱼的饲料量，而是消费这些饲料鱼后营养获取的供给量和质量（Ottolenghi et al.，2004）。通常较大金枪鱼品种的饲料转化率为（15～20）：1，而较小金枪鱼品种的饲料转化率为（10～15）：1。蓝鳍金枪鱼通常保持一个异乎寻常的高体温，同时它们的持续移动都需要高能源（Graham and Dickson，2001）。所以在能量投入中只有很小的一部分（约 5%）用于身体的生长（Korsmeyer and Dewars，2001）。

几项农场养殖金枪鱼的研究已经证明，通常金枪鱼的健康状况良好并且不会对消费者的健康造成威胁。然而，金枪鱼行业必须建立管理控制程序以防止任何风险，并为食品质量与安全提供金枪鱼健康的定性评价。

适当的冷冻处理会降低饲料鱼饲喂的金枪鱼的健康风险；然而几项研究证明，几天或几个月后饲料鱼质量的恶化取决于鱼被冷藏还是冷冻（例如：沙丁鱼的脂肪成分极容易被氧化，因此需要采取仔细的处理程序）（Munday et al.，2003）。

考虑到每天需要大量的饲料鱼饲喂金枪鱼（每天饲料鱼用量为蓝鳍金枪鱼生物质的 2%～10%），目前迫切需要研究开发饲料转化率更好地人造饲料，确保更好地控制金枪鱼的生产品质（Ottolenghi et al.，2004）。缺乏配合饲料是目前金枪鱼产业关注的问题，尤其是在目前利用饲料鱼高饲料转化率的情况下。科学证据表明，中断饲喂配合饲料后的金枪鱼继续进行常规的营养吸收后，其表现较一直饲喂饲料鱼的金枪鱼大幅提高。而且，人工饲料将部分去除或者至少减轻物流压力，包括饲料资源搜寻、购买、运输和贮藏，以及降低与使用生鱼有关的健康风险。

目前，养殖农场利用的人工饲料的研究非常有限。在澳大利亚对南方蓝鳍金枪鱼饲料进行研究后，在墨西哥也获得了令人鼓舞的结果，利用人工饲料养殖太平洋蓝鳍金枪鱼，虽然人工饲料仅占金枪鱼饲料的很小一部分（<20%）（图 14）。需要克服的与使用人工喂养有关的主要问题包括生产成本高和日本

图 14　墨西哥金枪鱼饲养农场利用的人工颗粒饲料
（Burris/Cargill Animal Nutrition 提供）

市场的反对/抵抗。因为消费者主要食用生金枪鱼鱼片，口感新鲜是十分重要的，而不同农民饲养策略不同，口感也有所不同。正是由于这些原因，农民们不想使用颗粒饲料以避免消费者的排斥。

3.6 环境影响

目前，因为在商业上控制金枪鱼的整个生命周期还没有实现，基于捕捞蓝鳍金枪鱼养殖完全依赖野生鱼苗。这种基于从野生鱼群中捕获种子资源的养殖活动很明显与渔业部门是重叠的。2006 年统计研究常务委员会表明大西洋蓝鳍金枪鱼的生物产卵量（SSB）继续下降，而渔业死亡率却继续快速增加，尤其是大鱼，这是产量可能崩溃的警告。因此在 2006 年 11 月，大西洋金枪鱼保护国际委员会提议建立一个多年的复种计划（见管理部分）。

众所周知，基于捕捞水产养殖的蓝鳍金枪鱼大小及年龄组成的估计是不准确的，从而影响了种群评估所需数据的质量。很明显大西洋金枪鱼保护国际委员会所规定的总可捕量没有被严格执行，而且对控制总捕捞量几乎没有效果（ICCAT，2006a）。所以，目前非常迫切需要消灭非法捕捞以确保对鱼群的有效管理。

就像所有的海水养殖一样，人们开始关注基于捕捞蓝鳍金枪鱼水产养殖对农场所在位置周边环境恶化的潜在影响。集约化的渔业生产通常会产生大量的由未耗尽饲料、粪便及排泄物组成的有机废物。这种微粒物可以在农场积累成沉积物，沉积到农场底部或者附近，引起不利的有机物富集，可能会殃及周边底栖生物群落，在较小的程度上影响水质（Ottolenghi et al.，2004）。在蓝鳍金枪鱼养殖情况下，在网箱内一般养殖较短时间（通常在 7 个月左右，克罗地亚除外），这样能够允许生态环境迅速恢复。

像其他所有海洋水产养殖一样，为确保金枪鱼养殖的可持续性，农场地点的选择是至关重要的。选择不恰当的地点可能导致底层水氧气过度消耗，形成缺氧条件并产生有毒沉积物以及有毒气体如硫化氢。这些现象会影响水底生物有机体（Ottolenghi et al.，2004）。由于这些大型远洋鱼类的生物本质，建立养殖农场的地点需要具有以下条件，例如养殖的水域要具有良好充氧以及循环体系，足够的深度等。因此精心选址是保证金枪鱼养殖农场环境可持续经营和成功的关键（Ottolenghi et al.，2004）。

至于喂养，使用饲料鱼引出了几个问题，包括小型远洋鱼类资源捕获的相对影响，饲料转化率高（因此造成高丢弃），由食用饲料鱼积累的沉淀物造成的环境恶化的风险。

3.7 社会经济影响

需要指出的是金枪鱼育肥产业在地中海地区具有重要的经济影响。该地区有巨大的金融投资，投资主要的合作伙伴是日本的公司，投资不仅包括金枪鱼农场还包括整个捕捞业。在某些情况下，这促进了整个捕捞船队现代化，这些捕捞船队配备了现代化的鱼检测设备并使用了新型的拖轮船（例如阿尔及利亚建造了全新的渔船），提高了作业安全性和船员舒适感。一艘配备有基本捕鱼设备的长 40～50 米的现代化捕捞船需要花费 300 万～400 万欧元（440 万～590 万美元）。在蓝鳍金枪鱼的捕捞季节，一艘捕捞船的日租金可达 3 000 欧元或 4 450 美元（除燃料费用外，鱼运输途中有时会持续数周）。而且，还需要一些小型的飞机来侦测鱼群，一些大型的作业组都有自己的飞机（现在欧盟 2007/06/11 第 643 号规定已经禁止这种作业）。

很明显，社会利益通常是和经济利益紧密联系的，蓝鳍金枪鱼产业的发展创造了新的就业机会。同时，基于捕捞的金枪鱼人工养殖也影响并与其他资源使用者产生矛盾，例如传统的金枪鱼捕捞业及长线式捕捞者。在许多国家（意大利、马耳他、突尼斯），捕鱼船拖动金枪鱼网箱会影响传统的长线式渔业，同时也减少了金枪鱼的捕捞量。在克罗地亚，蓝鳍金枪鱼养殖已经产生了问题，并与沿岸观光活动产生了强烈的冲突。

在养殖季节，现在地中海地区的蓝鳍金枪鱼养殖业在某些地方雇佣了 1 000～2 000 人的全职

渔业工人，以及大量的临时工人。该产业已经研发了一些新的技术，包括专业潜水员队伍，正确处理捕获作业，监控鱼类死亡，系泊和检查网箱，转运鱼进入网箱以及合理的捕杀程序。此外，金枪鱼渔场通常操作他们自己的捕鱼船，这些渔船主要用于固定网箱、饲料的运输和投喂以及其他常规养殖活动。

饲喂是金枪鱼养殖场中最高运营成本之一，也是面临的主要问题之一。生产者不仅从本地渔民那里购买饲料鱼，还从其他欧盟国家及南、北美地区（主要是美国）购买饲料鱼。日益高涨的远洋小型鱼的需求量对市场有重要的影响，例如在 1998—2000 年 5 年间的沙丁鱼价格翻了两番（De Mombrison and Guillaumie，2003）。

3.8 市场

在近 5 年蓝鳍金枪鱼的价格已经开始下降。现在从捕捞地点将活蓝鳍金枪鱼运输到养殖农场每千克的费用约在 4 欧元或者 2.9 美元（2007 年数据），费用多少取决于品种的大小，而在 2000—2002 年是 8～9.5欧元（11.8～14 美元）。出口到日本的蓝鳍金枪鱼价值也表现了同样的趋势，有些时候出口的金枪鱼产品每千克最终收入刚刚超过渔场的成本价。在 2006 年，由于运输费用高而导致一个显著的变化，那就是从出口鲜鱼转向出口冻鱼。考虑到日本是绝对的养殖的蓝鳍金枪鱼产品出口市场，这种变化对日本市场的金枪鱼价格产生了几个综合的效应。因为具有储备大量冷冻金枪鱼的能力，也使得贸易商能够控制出口日本市场的金枪鱼的供应。无论怎样，很明显，在 2006 年日本全年金枪鱼鲜鱼进口总量呈下降趋势，从 2005 年和 2004 年的 24 000 吨和 28 000 吨降至 23 000 吨（表 2）。根据 FAO 全球渔业部获得的数据显示，日本蓝鳍金枪鱼贸易总价值为 420 亿日元或 3.45 亿美元。

表 2 日本进口的鲜蓝鳍金枪鱼（吨）

国家	年份				
	2003	2004	2005	2005 年 1～9 月	2005 年 1～9 月
墨西哥	1 896	3 849	4 097	3 318	2 359
澳大利亚	2 769	2 839	2 343	2 343	1 693
西班牙	2 537	2 693	2 277	1 757	1 643
韩国	2 579	667	1 479	1 464	1 001
意大利	366	346	314	304	254
土耳其	896	1 011	522	273	190
克罗地亚	226	123	240	101	162
突尼斯	221	144	212	180	106
马耳他	647	449	180	122	97
其他	1 487	909	729	862	559
总计	13 624	13 030	12 393	10 724	8 064

来源：粮农组织全球渔业。

蓝鳍金枪鱼的最终产品（主要是寿司和生鱼片）在消费量上呈现积极的趋势，其价格主要受不同品种金枪鱼的质量影响而有差异。一个分级的过程最终确定了一条金枪鱼的流向。这个过程，尽管在普通人眼里显然是简单和迅速的，但是对于所有网络营销的参与者来说是一个决定性的因素。通过分析从鲜鱼身上中心部位取下的瘦肉，渔民和批发商能确定脂肪和油的含量，评价鱼的色泽和外观。在不到一分钟的时间里，参考市场行情，这条鱼将会被标上一张小纸片，上面注明鱼的质量和最终的目的地。

在日本，蓝鳍金枪鱼主要消费时期是在每年节日众多的 12 月，这标志着一年的结束。地中海地区整个金枪鱼养殖及育肥业运作都遵循日本的传统。由于金枪鱼收获的主要季节是在每年的春夏之际，鱼需要在网箱里养殖 6～7 个月，利用日本节日期间的价格优势，收获金枪鱼并出口到日本。

3.9 管理

地中海地区引入金枪鱼养殖活动导致捕鱼业发生了快速转变，围网捕鱼业成为向人工养殖提供活金枪鱼的主要供应源。自 1998 年起，大西洋金枪鱼国际保护委员会已经在东大西洋和地中海管理中实施了捕捞限制。2002 年委员会规定 2002—2006 年总可捕捞量为 32 000 吨。在 2006 年 11 月举办的大西洋金枪鱼国际保护委员会第 15 届特殊会议上，设定的 2007 年总可捕捞量为 29 500 吨，这个量可能会在 2010 年下降至 25 500 吨。这个总可捕捞量的减少是大西洋金枪鱼国际保护委员会多年金枪鱼恢复计划中的一部分，此计划还包括一系列控制措施，例如设置休渔季、最小捕捞规格以及笼养操作守则（ICCAT，2006）。该计划一部分是针对委员会统计研究常务委员会 2006 年的种群评估报告作出回应，统计表明，蓝鳍金枪鱼生物产卵量持续下降而渔获死亡率正急剧增加。

统计研究常务委员会仍然认为由于当前收获水平不确定性的增加，用来估计种群水平的模型存在一些限制。事实上，渔获主要是用于渔场养殖的，鱼的大小和年龄结构正变得越来越难以精确确定。而且，由于发生严重过度捕捞而没有被侦查到，总可捕量系统在控制整个金枪鱼捕捞方面的效率降低。很明显，有相当一部分非法捕鱼存在，并且目前大西洋金枪鱼国际保护委员会的成员国还没有采用和实施很有效的政策阻止非法、无管制和未报告的捕捞（IUU）。

大西洋金枪鱼国际保护委员会试图保护蓝鳍金枪鱼的生物产卵量，并且试图通过采用最小体重 30 千克的限制来减少金枪鱼幼鱼的捕捞量，这一努力没有成功，破坏这一努力的两个原因包括：①允许鱼饵船、延绳钓渔船和远洋拖网在东部大西洋（主要是在西班牙和法国的大西洋沿岸）捕捞体重为 8 千克的幼鱼，捕捞量 2007 年超过了 2 950 吨（约 368 750 尾）；②允许船只在亚得里亚海捕捞用于养殖的金枪鱼。更进一步的，大西洋金枪鱼国际保护委员会决议允许捕捞个体重低于 8 千克（不低于 6.4 千克）的金枪鱼，但总量不超过 200 吨。并且，几个地中海国家不是大西洋金枪鱼国际保护委员会成员，使得这一情况更为复杂。地中海地区的蓝鳍金枪鱼种群正处于危急的情况，如果不能在该地区迅速采取行动，那么可能面临种群崩溃的情况。

4 结论

尽管东南亚和美国也正成为新兴的市场，超过 90％的蓝鳍金枪鱼市场需求来自日本。全球的海产品需求量在不断增加，相应的优质金枪鱼寿司和生鱼片的市场需求也在不断增加，而全球范围内大多数蓝鳍金枪鱼的捕鱼量下降。这些都推动了金枪鱼幼鱼的规模化生产技术的开发，生产的金枪鱼幼鱼用于商业食品的生产和和渔业的复种。随着这些技术的改进，全周期养殖的经济性还应该能继续改善，很可能导致孵化生产的鱼的市场结构的变化。

如果蓝鳍金枪鱼可以通过水下摄像头监测，在捕捞和处理的过程中不受创伤，那么对于渔业、捕捞业及农场管理者来说都是有好处的。在澳大利亚改良的水下监测已应用于当前的系统。最显著的缺点是由于后期视频图像人工处理，农场管理者和渔业/水产养殖管理机构获得的信息延迟（Harvey et al.，2003）。类似的研究也在意大利进行，希望在不久的将来，生物统计数据的质量将有助于改善种群评估，这是对资源进行有效管理的基础。

针对饲料鱼过度使用，饲料转化率高和相关的农场管理问题（如饲料鱼的采购、运输、仓储、配送、分销和和环境影响），为了减轻与饲料鱼使用有关的问题，该行业必须加强人工饲料研究。然而，与此同时，需要规范控制系统以保证饲料鱼质量，避免引进潜在的病原。为了确保整个交易的金枪鱼产业的透明度和可追溯性，农民需要在整个生产流程中采用和实行最好的养殖技术。

此外，当前需要采取紧急管理以减轻非法捕捞的影响，因为据估计总可捕捞量的 30％都来自于非法、无管制和未报告的捕捞（IUU）。这些活动必须加以控制和取缔，产业必须服从为保护野生种群达成一致的配额。此外，还建议记录“休闲钓鱼”数据，控制非法捕捞金枪鱼的运动。

出台一种专门的蓝鳍金枪鱼的行为准则，使所有农民、渔民和进口商遵守以保证所有管理规定的

有效实施。这也可能是一个用于收集和报告基于捕捞的蓝鳍金枪鱼水产养殖数据的工具。

参考文献

Abascal, F. J., Megina, C. & Medina, A. 2003. Histological and stereological assessment of batch fecundity spawning frequency and maturation of female Atlantic northern bluefin tuna around the Balearic Islands. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 60: 13-14.

Aguado-Gimenez, F. & Garcia—Garcia, B. 2005. Growth, food intake and feed conversion rates in captive Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758) under fattening conditions. *Aquaculture Research*, 36: 610-614.

Brill, R. 1994. A review of temperature and oxygen tolerance studies of tunas pertinent to fisheries oceanography, movements models and stock assessments. *Fish. Oceanogr.*, 3 (3): 204-216.

Bushnell, P. G. & Holland, K. N. 1997. Tunas. *Virginia Mar. Res. Bull.*, 29 (1&2): 3-6.

Collette, B. B., Reeb, C. & Block, B. A. 2001. Systematics of the tunas and mackerels (Scombridae). In B. A. Block & E. D. Stevens (eds). *Tuna: physiology, ecology and evolution*. London, England, Academic Press. *Fish Physiology Series*, 19: 1-33.

Cort, J. L. 1990. Biologia y pesca del atun rojo, *Thunnus thynnus* (L.), del Mar Cantabrico. *Inst. Español Ocean., Publ. Esp.*, 4: 272 p.

De Monbrison, D. & Guillaumie, B. 2003. Preliminary studies for DOTT symposium - BFT impacts on local development a socio-economic approach. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 60: 127-138.

Dickson, K. A. 1995. Unique adaptations of the metabolic biochemistry of tunas and billfishes for life in the pelagic environment. *Env. Biol. Fish.*, 42: 65-97.

FAO. 2005. Report of the third meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCA ICCAT Working Group on Sustainable Bluefin Tuna Farming/Fattening Practices in the Mediterranean. Rome, 16 - 18 March 2005. *FAO Fisheries Report*. No. 779. Rome, FAO.

FAO. 2006. FAO yearbook. Fishery Statistics: capture production 2004. FAO *Fisheries Series* No. 98/1. Rome, Italy, FAO.

Fischer, W., Bauchot, M. L. & Schneider, M. 1987. Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche (Revision 1), *Mèditerranée et mer Noire*. Zone de peche 37.

1. Volume II : vertebres. Publication preparee par la FAO (Project GCP/INT/422/EEC), Rome, FAO. 1529 pp.

Graham, J. B. & Dickson, K. A. 2001. Anatomical and physiological specializations for endothermy. In Tuna: Physiology, Ecology and Evolution. B. A. Block & E. D. Stevens (eds). Academic Press, San Diego, CA, USA. *Fish Physiology Series*, 19: 121-166.

Harvey, E., Cappo, M., Shortis, M., Robson, S., Buchanan, J. & Speare, P. 2003. *Fisheries Research* 63: 315-326.

ICCAT. 2005. Report for biennal period, 2004 - 2005. Part I (2004) - Vol. 2. Madrid, Spain. Available on: http://www.iccat.es.

ICCAT. 2006. *Recommendation by ICCAT to establish a multi-annual recovery plan for bluefin tuna in the Eastern Atlantic and Mediterranean* [Rec. 103 - 06]. ICCAT Doc. No PA2 - 103F/2006 Dubrovnik, 17 - 26 November.

ICCAT. 2006a. Report of the 2006 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment [SCRS/2006/013].

Joseph, J., Klawe, W. & Murphy, P. 1988. Tuna and Billfish - fish without a country. Fourth edi-

tion，Inter-American Tropical Tuna Commission (ed)，La Jolla，California：69 pp.

Karakulak，S.，Oray，I.，Corriero，A.，Deflorio，M.，Santamaría，N.，Desantis，S. and De Metrio，G. 2004a. Evidence of a spawning area for the bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) in the Eastern Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.*，20：318－320.

Karakulak，S.，Oray，I.，Corriero，A.，Spedicato，D.，Suban，D.，Santamaria，N. & De Metrio，G. 2004b. First information on the reproductive biology of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Eastern Mediterranean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*，56 (3)：1158－1162.

Korsmeyer，K. E. & Dewars，H. 2001. Tuna metabolism and energetics. In Tuna：Physiology，Ecology and Evolution. B. A. Block & E. D. Stevens (eds). Academic Press，San Diego，CA，USA. *Fish Physiology Series*，19：3－78.

Munday，B. L.，Sawada，Y.，Cribb，T. & Hayward，C. J. 2003. Disease of tunas，*Thunnus* spp. *Journal of Fish Diseases*，26：1－20.

Ottolenghi，F.，Silvestri，C.，Giordano，P.，Lovatelli，A. & New，M. B. 2004. Capture-based aquaculture－The fattening of eels，groupers，tunas and yellowtails. Rome，FAO. 2004. 308 pp.

Partridge，B. L. 1982. The structure and function of fish schools. *Scient. Amer.*，247：114－123.

Sawada，Y.，Miyashita，S.，Murata，O. & Kumai，H. 2004. Seedling production and generation succession of the Pacific bluefin tuna，*Thunnus orientalis*. *Marine Biotechnology*，6：1－5.

Webb，P. W. 1984. Body form，locomotion and foraging in aquatic vertebrates. *Amer. Zool.*，24：107－120.

基于捕捞的鳕养殖

Bent Magne Dreyer
挪威渔业和水产研究所
挪威，特罗姆瑟
E－mail：bent. dreyer@fiskeriforskning. no

Bjφrg Helen Nφstvold
挪威渔业和水产研究所
挪威，特罗姆瑟
E－mail：bjorg. nostvold@fiskeriforskning. no

Kjellφyvind Midling
挪威渔业和水产研究所
挪威，特罗姆瑟
E－mail：kjell. midling@fiskeriforskning. no

Φystein Hermansen
挪威渔业和水产研究所
挪威，特罗姆瑟
E－mail：oystein. hermansen@fiskeriforskning. no

Dreyer，B. M.；NØstvold，B. H.；Midling，K. Ø.；Hermansen，Ø. 2008. Capture-based aquaculture of cod. In A. Lovatelli and P. F. Holthus（eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 183－198.

概　　述

基于捕捞的鳕水产养殖（以下简称 CBA）的概念并不陌生，事实上挪威渔民在 19 世纪 80 年代初期就将第一条活鳕运到格里姆斯比（英国）出售。当前，令人担心的是挪威鳕的野生捕捞配额较低，而且捕获量的季节性差异较大。此外，消费者更喜欢新鲜的高质量的产品。为了应对这些挑战，基于捕捞的鳕水产养殖业引起人们越来越多的关注。

与其他大多数品种的 CBA 不同的是基于捕捞的鳕水产养殖并不基于对幼鱼的捕捞。相反，在传统渔业中，屠宰年龄超过 4 岁的鳕，并把它们制成各种各样的产品在市场出售之前的 6～8 个月里，要使它们保持鲜活状态。基于捕捞的鳕水产养殖是比较边缘化的，只占挪威鳕总产量的 1%。但是，随着捕捞和保鲜方法和技术的改善，其重要性预计会增加。另外，在水产养殖中其本身质量的提高以及通过育肥带来的生物量的增长预计将有助于给产业带来更多的关注。基于捕捞的鳕水产养殖在很多方面和蓝鳍金枪鱼相似，只是目前规模相对较小，社会经济效益相对较低。

但是从鳕的生物群模式及其洄游方式可以看出，它们只是在沿海不同的地区停留较短的时间：产卵期（2～4 月）和捕食毛鳞鱼时期（4～6 月）。传统的野生鳕捕捞工作是短期内在较容

易捕捞的有限的区域进行的。这种在小型和中型的船只中操作的沿海捕捞工作非常依赖有利的天气条件。

尽管技术上的进步使在远离海岸的恶劣的天气条件下的定位和捕捞工作变得相对容易，但是数量和质量上的季节性差异依然存在。传统季节性的捕鱼模式给加工工业在产品开发和营销方面带来了相当大的挑战。这种供应的多样性造成了计划生产和选择生产能力上的困难。除此以外，在一个对产品的数量和质量的可预见性有要求的市场中，利益丰厚的合同可能会因为不能承诺做到对产品的长期供应而失效。基于捕捞的水产养殖能够减少在数量、质量、交付及报告上不确定性，在不断发展的新鲜海鲜市场中解决这两个最大的挑战，因此被认为有很好的发展前景。

在一年内易于捕捞的时期捕获鳕后将其在海中养殖会减少供应的不确定性，从而与对数量和质量的稳定性要求较高的部分市场签订长期合同。另外，新的研究表明，在捕获后的 12～24 小时内让鳕能够在生理上恢复，会减少它们肌肉中毛细血管中的血液量，因此会使得鱼肉变白。

传统的全循环鳕养殖，作为第三种将鳕引入市场的方式，正在兴起；而且 2006 年活鱼产量超过 10 000 吨。这与鲑养殖业类似，但基于捕捞的水产养殖依然依赖于野生鳕传统的捕捞和加工行业。挪威的策略是综合利用这 3 种概念（即传统捕捞、基于捕捞的水产养殖和纯养殖）来应对挑战，从而能够保证常年持续给市场提供高质量的新鲜产品。

为了建立并鼓励基于捕捞的鳕水产养殖，需要克服一些困难，制定一些法规。新立法在 2006 年推出，其中包括了关于批准捕捞船只捕捞活鱼的标准。立法强调把改善捕获后期动物福利作为提高成活率的主要手段。因为福利和质量密切相关，这一策略很可能会被该行业采纳。而且，基于捕捞的水产养殖的运用要基于不同的断奶和喂养技术的发展。

1 鳕品种描述及在水产养殖中的利用

鳕是鳕科最重要的成员。以前在大西洋两岸有大量的鳕，但是过度捕捞和环境变化导致鱼群数量在过去 10 年大量减少。为增加大西洋西海岸（乔治海岸、大海岸、纽芬兰-新斯科舍省、加拿大等地区）鱼群的数量，禁渔期规定在 20 世纪 90 年代初期被引进，但这些地区的鱼群数量仍然没有恢复。在大西洋东岸，从东南格陵兰岛、冰岛、法罗群岛、北海、波罗的海、沿挪威海岸，到巴伦支海，情况更好一些。东北大西洋的巴伦支海的鱼群的数量是迄今为止最多的，捕捞被控制在可持续捕捞的限度之内进行。在过去的 20 年里，大西洋鳕的捕获总量从 250 万吨下降到不到 100 万吨。

1.1 产卵，卵，幼虫，幼鱼

2～5 月鳕会在挪威的北部海岸产卵。产卵的主要区域是在洛夫顿，产卵高峰期在 4 月初。6～7 岁龄，鳕进行补充产卵。雌性鳕在 5～6 个星期的时间里每两天排卵一次，等到雄鳕和雌鳕腹部贴腹部排出卵子和精子，排卵行为就结束了。雌鳕每千克体重大约排出 50 万颗卵子。海面幼虫在产卵后的 2～3 个星期孵化（这取决于温度），幼虫长 4～5 毫米。一个星期内，幼虫开始以浮游动物和浮游植物为食。隆剑水藻的幼虫是最重要的猎物。长到 10～12 毫米的幼虫通过变态成为幼鱼。通过沿海和大西洋洋流的输送，长到 5～15 厘米长的幼鱼开始居于水底。这种现象发生在芬马克县沿海及巴伦支海。第一年鳕幼鱼被称为“0 群体”，每个年龄段的大小由初秋时的条件状况决定。

20 世纪 80 年代末鳕的人工育种是有限的，而且可用于水产养殖的数量是不可预测的（Olsen and Soldal，1988）。1988 年，捕捞的 600 万条幼鱼被用于水产养殖。这些幼鱼是在浅水中（10～20cm）用细孔围网捕捞的。捕获过程中死亡率较低（<1%），这时的鳕可以喂食湿状颗粒饲料。然而，不幸的是，鱼苗容易被细菌性疾病（杀鲑弧菌）感染，只有一小部分可以长到达到屠宰标准的大小（Jorgensen et al.，1989）。在挪威没有再继续捕捞野生鱼苗，但在冰岛却有类似捕捞行为（2003—2005 年）。

1.2 毛鳞鱼鳕

3～5 岁时，未成熟的鳕跟随毛鳞鱼（*Mallotus villosus*）从巴伦支海迁移到海岸的芬马克县进行产卵（图 6）。鳕连续几个星期以毛鳞鱼为食，因此这段时间内被称为“毛鳞鱼鳕”。“毛鳞鱼鳕”终端死亡 pH 低，从而导致极差的加工质量。他们松软的肌肉结构使机械操作如切片或分割收效很低。被用做基于捕捞的水产养殖的鳕主要来自北极东北部的鳕群。由于在人工饲养条件下喂养，“毛鳕鱼鳕”在产量和质量提高上表现出巨大的潜力。

2 捕鱼活动的描述

使捕获的鳕存活下来是挪威的传统。早在 19 世纪 80 年代，挪威航海船只就开始赴冰岛用长线捕捞鳕。在每次航行的最后两个星期，他们将活的鳕存储在船体中一个经过特别设计的部位。水会通过船体上的穿孔进行交换（只限当船只行进的时候）。但是因为活鳕的价格是腌制鳕的 100 倍，所以回报是非常丰厚的。在 20 世纪，基于捕捞的鳕水产养殖的重要性并不是一成不变的，直到 20 世纪 80 年代中期，鳕才被作为一种水产养殖物种引入，它的重要性才被确定下来。在过去的几十年里，基于捕捞的鳕水产养殖反映出沿海船只可用的鳕配额；低配额会导致更多的捕鱼活动，反之亦然（参考《鳕基于捕捞的水产养殖的优势》中的部分文献）。

2.1 用具

对基于捕捞的鳕水产养殖来说，围网（比如丹麦围网和苏格兰围网）是迄今为止最为重要的捕捞用具。自从 1990 年，设备的构建以及捕鱼的方法有了很大的改进。从图 1（a）可以看出对网囊进行的改进，他们用一条帆布衬减轻了鱼身上的压力，从而降低压力对鱼的伤害。右图中渔民将每个袋子中的鱼倒进一个较浅的宽口箱中后对鳕鱼进行测定，然后把它们送到下面储存活鱼的储鱼箱里。

图 1 利用帆布衬里的网囊拖拽活鱼（a）；将网囊清空后将鱼倒入浅分级箱中（b）

操作用具是传统渔业中使用的，只是在最后拉回拉线的时候放慢速度，其他的操作与传统捕鱼业是一样的。放慢速度是为了减轻压力，让气体从鱼鳔中排出。将鱼转移到储鱼箱，并将鱼体内的残余气体排出以后，然后进行最后的评估环节。通常在被捞上船的时候，所有的鱼都是活的。如果评估准确，鳕在运输过程中的存活率会达到 97%～100%。用小型船只在沿海用长线捕捞的鳕中，60%会在捕捞和运输过程中存活下来（图 2）。

图 2（a）展示的是一台安装在近海船只上的自动线型起钓机，它能在不需要领班的情况下自动拉鱼上船图 2（a）。图 2（b）中，渔民正在对捕获的鱼进行检查评估，如果挂钩被吞食或鱼体受损，鱼会流血而且内脏会受到损害。如果只是小伤，还是会被转移到活鱼储鱼箱中的图 2（b）。

a b

图 2　自动线型起钓机（a）；根据鱼的捕捞损伤进行检查和分类（b）

2.2　装笼和修

从渔船上往下搬运时，鳕缺乏生气，既需要重新给鱼鳔充气又要在生理上恢复。用底部平并且整洁的特制的笼子转移鳕很适用。通常，50%的鳕会游到笼子底部，它们在那儿进行体力恢复，同时鱼鳔也会得到修复。24 小时之内，大部分鳕会浮到水面，并为断奶期作好了准备（图 3）。

a b

图 3　运输鳕到恢复笼子的船（a）；24 小时后浮游的鳕（b）

2.3 断奶，喂食和生长

像大多数在成年期被捕获的野生鱼物种一样，对鳕来说，从野生到笼养的转换会有些困难。但是，鳕丰富的行为优势使它们在几个星期以内便能适用笼养生活。这一点在断奶期上能反映出来。如果提供给它们湿饲料（鲱、鲐、毛鳞鱼、西鲱或鱿鱼），大多数鳕会在被捕捞上来的 4 个星期后开始进食。相反，如果只提供它们商业干饲料，几乎所有的鱼都会拒绝进食。近来用半干的饲料喂食鳕的试验取得了令人兴奋的成果，而且新的方法正在被研制，其中包括干饲料的真空浸渍以及引诱剂和味觉刺激的使用。同时会对由湿性饲料潜在的疾病感染风险进行持续的风险评估，特别是针对通用型鱼滤过性毒菌败血症（VHS）的评估。

鳕更喜欢它们在自然环境中吃的食物，在干饲料能满足它们的需要之前仍有几个难题需要解决，基于这样的事实，在基于捕捞的水产养殖中，鳕主要以鲱、鲭、毛鳞鱼等为食。这些野生捕捞的鱼不适合人类食用，但是可以用做鱼饲料。所有这些物种的捕捞应该遵循配额的规定。基于捕捞时鳕的状况，在喂养 6～8 个月之后，它们的体重将增加一倍，通常由 2.5 千克长到 5 千克。对基于捕捞的水产养殖和完全人工养殖的鳕的屠宰工作应按照国家水产养殖法规进行。

3 法规

挪威当局对“基于捕捞的水产养殖”这一术语的解释是“一种将捕捞的野生鱼种在所谓的‘恢复或短期存放阶段’进行一段时间的养殖之后，作为主要的规则，在拥有水产养殖执照的前提下将其喂养到满足市场需要的尺寸后出售的贸易”（Fiskeridirektoratet and Mattilsynet，2006）。

为了能够将捕捞保持在预先警戒限制内，包括鳕在内的挪威绝大多数鱼类资源的管理都必须服从严格的法规。挪威的捕捞法规以一个核心法案，一个海洋渔业法案，几个依次制定的法规为基础，其中最重要的是有关海洋渔业的法规。法规的核心内容是总配额、限制捕捞、船只和设备的使用限制、船只配额以及最小鱼的尺寸大小。

基于捕捞的水产养殖除了要遵守全套法规条例，还要遵守一些特别的法规条例。因此，捕捞幼鱼用于养殖是不被允许的。目前鳕的最小尺寸要求是 47 厘米，因此基于捕捞的水产养殖只能锁定这种尺寸或更大尺寸的鳕。经过基于捕捞的水产养殖的渔民和当局之间长时间的辩论后，当前的基于捕捞的水产养殖法规条例于 2005 年 12 月 22 日生效。条例的主要目的是为了确保鱼类的福利，并为渔民提供稳定的捕捞条件。

为确保捕捞活动的参加者明确如何遵守条款规定，以及哪些条款适用于捕捞过程、恢复或短期存放和水产养殖的不同阶段，新的基于捕捞的水产养殖专门的法规已经起草。这些法律更明确地规定了基于捕捞的水产养殖各个阶段的鱼类福利的保护。

鱼类养殖要按照水产养殖法案及相应条例的规定进行。法规的主要目的是在可持续发展的前提下，提高水产养殖业的盈利能力以及竞争优势。其核心要素是有限的许可证、环境条件和操作要求。并不是所有基于捕捞的水产养殖都要遵守这些法规框架。它适用于喂鱼或将鱼转移到经许可的养殖站点。

下面的讨论综述了基于捕捞的水产养殖的专门法规，涵盖了从捕捞过程到短期存放阶段以及水产养殖条例对基于捕捞的水产养殖在法律上的影响。

3.1 捕捞，运输，恢复和短期存放阶段

有关对从事捕鱼和相关运输船只的要求的新法规涵盖了捕获、运输、恢复和短期存储的有关规定。该法规亦适用于捕捞和运输除鲱、鲐、西鲱、鳗和绿青鳕以外活鱼的所有船只。不过，他们不适用于贝类，如龙虾、小龙虾或软体动物的捕捞和运输。

除了有关从事渔业的船只的标准法规，人们又增加了新的法规条例。在被允许从事鳕的活鱼捕捞

之前，所有船只和他们的设备必须经挪威食物安全局的许可。这些要求旨在确保鱼类福利，其中最重要的几点是：

- 任何船上用具或设备都不应该给船上的鱼造成任何伤害和不必要的压力；
- 拉鱼上船必须通过充水袋或真空泵；
- 甲板上必须配备未装满水的浅层分级箱；
- 在将鱼转移到储鱼箱的过程中，不能使其受伤，也不能使其遭受因自由滑落造成的伤害。储鱼箱能够自动为鱼计数；
- 活鱼储鱼箱底部必须平滑且带有孔眼，能够为鱼提供稳定的向上泉涌的水。水循环应保证每千克鱼每分钟至少 0.5 升的水。

与捕鱼、保持活鱼的地方、鱼恢复或者短期保存的地方有关的规定在海洋渔业法规中有详细说明（法规第Ⅹ Ⅷ章）。条例规定捕鱼活动不应该不顾及鱼类的福利，因此需要进行相关培训。由于活鱼捕捞和运输的时间仅限于 8 小时，所以丹麦围网在设计和使用上加入了一些技术上的要求。关于鱼的存放和体力恢复的重点是：

- 笼子离最近的水产养殖渔场应该至少 2.5 千米，在把鱼转移到获得水产养殖许可的站点之前应该作好卫生控制。
- 必须保证笼子的底部是一块平整的底板，在恢复期间，必须保证每天对笼子进行检查，笼子中鱼的最大容量不能超过每平方米底板 50 千克；
- 待鱼的体力恢复以后，必须定期对用于短期存放的笼子进行检查，如果存放的时间超过 4 个星期，以后就需要保证每天给鱼喂食。

配额控制在现代渔业管理中至关重要。有关船舶登记、称重，交付订货并卸货的义务，销售形式和配额处理的规定在两个法规中有详细说明，一个是针对北纬 62°以北的鳕、鳎、绿青鳕法规，另外一个是卸货和出售时与告知义务有关的法规。捕鱼开始之前，渔船必须到渔业董事会的地方办事处进行注册从而得到活鱼重量的配额。配额减除是利用标准转换率将最终产品重量转换为活体重，最终产品是要去头和除内脏的。为了保持对捕鱼数量的控制，一些有关基于捕捞的水产养殖的细分的条款被制定出来。重点是：

- 在活鱼从船上卸下之前，要提前 12 小时通知渔民的销售组织，使他们能够有时间检查单个渔船的准许的配额。
- 卸载时必须给鱼称重。如果是第一次将活鱼（不包括贝类和软体动物）从渔船卸载到用于体力恢复的笼箱里，捕获物的重量可以通过计算所有鱼的重量来确定，而平均重量可以通过称出具有代表性的一部分鱼的重量确定下来。
- 当把鱼转移到恢复体力的笼箱里时，必须填一张“卸载表格”，然后交给有关当局。对鱼进行销售时，还必须填一张“销售表格”。
- 渔船配额扣除要依照第一次卸货时的文件而定。如果一些渔民无法控制的因素导致重量发生变化，则可以适当作出调整。这些因素可能包括：产卵、营养的消化、意外逃逸的鱼（不是因为渔民疏于控制）；
- 在存放过程中死掉的鱼会在渔船配额中扣除。

为了保证食物安全，挪威当局为供人们食用的食品制定了标准。关于鱼类食品的安全问题，在有关质量的法规中有所陈述。如果要适用于基于捕捞的水产养殖，就要对这些法规作出适当调整。野生捕捞的鱼从捕捞地点到笼箱转移的过程中死掉，这些死鱼依然可以被卖给人们食用。这主要是基于传统渔业，因为在传统渔业中，交货以前所有的鱼都已经死掉，但是渔民能够保证船上的鱼不会变质。

3.2 水产养殖阶段

当鱼被转移到了储鱼箱时，所有者能决定存放的时间。鱼短期存储能够适应价格变化或是改进质量。长期存储意味着通过喂养来增加数量。

企业受到养殖设备操作上的特殊管理规则的制约。在水产养殖法案，食物生产和安全法案以及动物福利法案上都有这些特殊管理规则。主要的要求是操作必须在技术上、生物上和环境上安全，以及不会引起流行病，即鱼应该受到保护，以避免不必要的压力、痛苦和胁迫。这包括培训工人、健康管理以及准确的产量记录和报告。

基于捕捞的水产养殖的法规包括活鳕直至断奶开始。在此之后，水产养殖法将实施更全面的规定和对资源的要求，这在下文中将详细介绍。在短期存储阶段，所有者要定期检查鱼的情况。没有关于屠宰的规定。

根据基于捕捞的水产养殖的规定，在不喂食的情况下，鱼最长可以存储 4 周。这一说法广受争议。有些人希望在不喂的情况下可以多存些时间，或者避免触犯水产法律。因为有时新鲜鳕的价格要上涨时，鳕的捕获量却在下降。官方一直在说出于对鱼类福利的考虑，短期存储是很重要的。这一问题已经得到解决，那就是允许渔民在不违反水产养殖法的情况下，可以存储和喂养鳕 12 周。但是这一限定正在被修订，官方表示会增加到 12 周以上。

当鱼被喂养时，水产养殖法开始生效，而且还要有其他一些考虑。水产养殖法规要求企业必须拥有正规的海洋物种养殖执照；这种法规与除 2004 年 12 月 22 日大西洋鲑、鳟和彩虹鳟之外品种的水产养殖执照有关。

和无喂养短期存储不同，水产养殖运营必须遵循与屠宰有关的更加广泛的规定；例如，要采用适量的镇静剂，或是在获得执照的工厂里才能屠宰。2007 年 1 月 1 日出台的新法案和水产养殖物种屠杀程序，提高了养殖鱼类的福利和质量。这包括禁止在注射镇静剂时使用二氧化碳（这个法案于 2009 年夏生效）。

海洋水产养殖执照授予了一家特殊公司，在指定地点和指定生命周期阶段饲养专一的品种。如果该企业的申请满足相关一系列条件，便被授予了许可证。这些条件是由各种法律设定的：包括海港法、食物生产和安全法以及污染控制法。除了常规的鱼类养殖执照，基于捕捞的水产养殖还有一个特殊的执照。这个执照允许它存储少量的活鳕；申请这种执照时不需要提供过多的信息，而且成本低，管制少。

4 基于捕捞的水产养殖鳕的优势

对住在挪威沿岸的居民来说鳕的收获是非常重要的。它是支撑收入和就业的最珍贵的物种。传统的方法是把捕鱼执照交给专业的渔民，然后渔民冬天在北方的沿海区域捕捞。由于鳕周期性的迁徙，如成年鳕会迁徙到产卵的地方或是小鳕捕食毛磷鱼，所以在冬季捕捞是最高效的，事半功倍。由于寻找和捕捞技术的提高和为了确保鳕的可持续捕捞，很有必要实施相关管理规定。这就是减少捕鱼船只。为了竞争，渔民必须想办法增加捕鱼数量，或是提高捕鱼定额。这几年基于捕捞的水产养殖已经引起了关注。

基于捕捞的鳕水产养殖是建立在与传统捕捞的竞争优势上的。这些优势弥补了传统捕捞的主要不足。第一，最近鳕的捕捞定额降至有史以来的最低量；第二，如果销售商能够在反季销售鳕的话，短暂的捕捞季节给销售商提供了一个涨价的机会；第三，如果能够养殖野生的鳕，以可持续捕捞标准捕捞鳕的产量肯定会增加；第四，消费者喜欢新鲜和高质量的鳕，而基于捕捞的水产养殖正好满足了他们的要求。

对传统鳕捕捞的发展进行研究，指出了增加基于捕捞的水产养殖的方向。就像刚才说的，对捕捉活鳕的需求是和捕捉鳕配额密切相关的。当定额小时，需求就大，反之亦然。图 4 是过去 30 年挪威

鳕配额的情况。显而易见，在 1988—1995 年，基于捕捞的水产养殖实现了主要的技术突破。但是，在 20 世纪 90 年代，当鳕的配额再次增长时，渔民失去了对基于捕捞的水产养殖的兴趣。如图 4 所示，在 1998 年鳕配额降到了一个低点，为基于捕捞的鳕水产养殖开拓了新的领域。

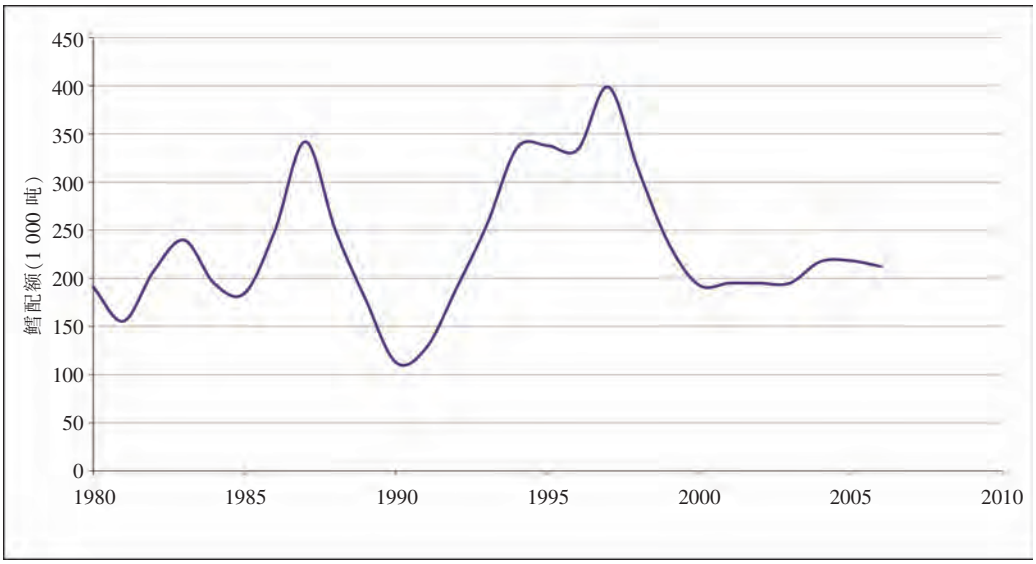


图 4　1977 年以来挪威鳕捕捞配额变化
（来源：挪威渔业署）

在 1990—1994 年，用于养殖的鳕年平均捕捞量是 1 000 吨左右。20 世纪 90 年代，知识和科技发展为新的需求打好了基础（Midling，1994；Midling，Beltestad and Isaksen，1996；Akse and Midling，1997；Midling，Beltestad and Isaksen，1997；Midling et al.，2005）。图 5 显示了自从 2000 年以来挪威北部用于养殖的鳕年平均捕捞量，北部地区对基于捕捞的鳕水产养殖来说是最重要的。2005 年，整个挪威活鳕的捕捞量达到了最高峰 1 500 吨左右。

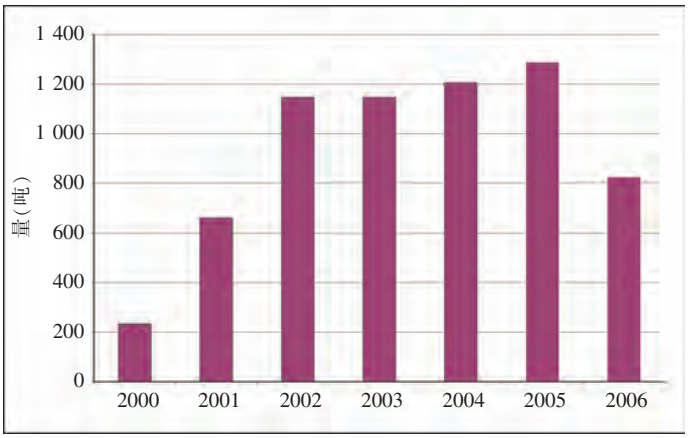


图 5　挪威北部用于基于捕捞水产养殖的活鳕捕捞量

在图 5 中人们可以看到，在 2005—2006 年间活鳕的捕捞量降幅较大。这不是由鳕的捕捞配额引起的，而是由市场价格的变化导致的。2004—2005 年活鳕的价格几乎比普通野生捕捞鳕高 45%。尽管 2006 年鳕价格上涨，但野生鳕价格也仅溢价 30%左右。因此捕捞的活鳕价格的溢价也会对鳕基于捕捞的水产养殖的发展带来影响，而且渔民把基于捕捞的水产养殖作为一个备选市场，所以这个市场的供应量对于传统价值系统中价格变化很敏感。

挪威政府希望基于捕捞的水产养殖产业能够从鳕养殖中得到相当多的附加值。他们正在计划在不久的将来活鳕鱼生产水平能达到 30 000 吨，虽然现在的水平远远低于这个目标。2007 年夏，政府表示将实行一个每千克捕捞活鳕配额。这个配额于 2008 年实施，只有 80%左右的活鳕的重量从船舶限额中扣除。而捕捞量的显著提高说明了这是一个有效的措施。另外，政府为改良船舶和建立活鳕存储基础设施提供经济支持投资。

4.1 季节性特点

在挪威沿岸的芬马克县，Lofoten 和 Vesteraalen，从 4 月捕捞到 6 月，活鳕主要是由丹麦围网渔船捕捞的，其中 5 月捕捞量最大。这些区域是挪威北部重要的捕鱼基地，是一年中产鳕和其他鱼类最多的地方，其中芬马克县产鱼最多。

图 6 标出了挪威主要的鳕捕捞场和产卵地，以及 5 个购买活鳕用于基于捕捞水产养殖的农场（全循环鳕养殖场没有标出）。

图 6 芬马克县的主要基于捕捞水产养殖捕捞地点和诺德兰县主要的鳕产卵区

如图 7 所示，另一个关于活鳕捕捞有趣的方面就是它的季节性模式。很显然渔民发现从 4～7 月是捕捉活鳕最合适的月份。如图 7 所示，传统的鳕渔业有很不一样的模式。一个原因可能是这种船使得传统鳕捕捞季节更有优势，传统的捕鱼是从 1 月到 4 月。这样如果有更多的时间，他们能再参与活鱼捕捞。

靠近芬马克县的捕鱼地点有显著的优势。这是因为捕捉鳕时间，鳕的迁徙模式以及它的可捕捞性。捕捞到的鳕大部分是毛磷鳕，来自波罗的海鳕（*Gadus morhua*）品种海岸种群的一些较小的鳕，或是返回巴伦支海的产卵后的鳕。当活鳕靠近海岸时，在特定的地方和时间进行捕捞。通常这个时间是和较好的天气相一致的，也是和鳕的最佳收获时机以及运输相一致的。

4.2 增加价值或最小化成本?

对基于捕捞的水产养殖产业结构的详细研究表明，近几年在野生鳕捕捞船中有了很大的结构变

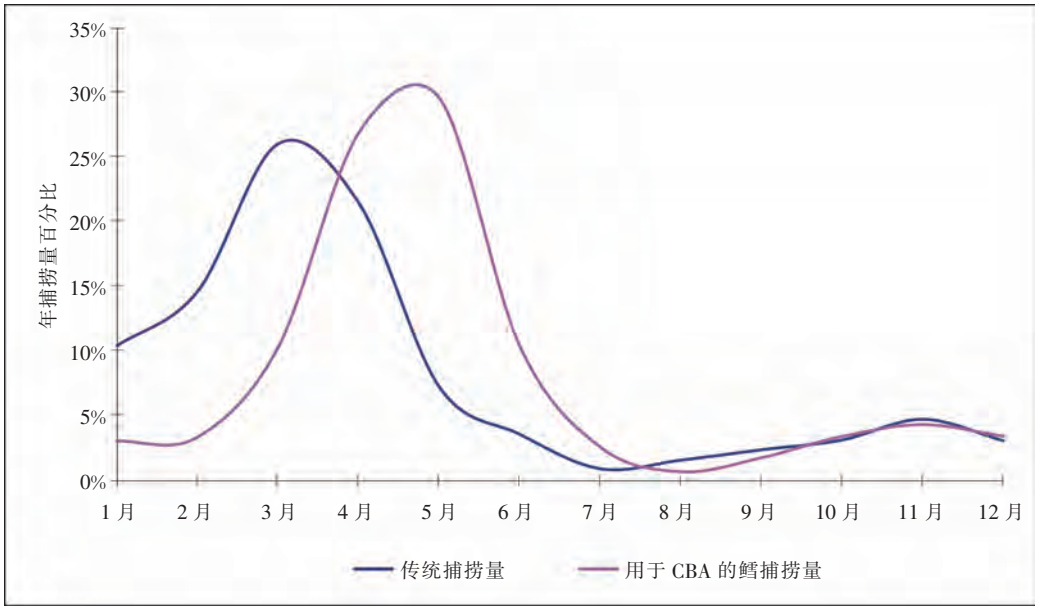


图 7　捕捞的传统季节性鳕和活的鳕

化。在 2000—2006 年，有大约 200 种不同的船舶运送活鳕。其中在这 6 年中，140 条船运送量不到 5 吨，只有 14 条船超过了 100 吨。只有 15 条船每年都在同一时间运送鳕。即使在这 15 条船中，也只有很少一部分捕捞的鳕是活的。

2000—2006 年捕捞到的 7 000 吨活鳕中，几乎 6 000 吨是由丹麦围网捕捞的。每条船运送活鳕的年份和船舶的捕捞量分配表明，大约有 20 条丹麦围网捕捞船在维持着鳕的捕捞。这些捕捞船有很多相似性，他们的打捞装置都很灵活，很容易在大型袋网捕捞和丹麦围网捕捞中转换，而且很多可以大量地直接从捕捞地点运送到恢复箱。另外，这些捕捞船没有捕捞其他鱼类（像鲱和鲭等）的执照，只能捕捞鳕。这些捕捞船的另一个重要特点是他们只捕捞限额的一部分，也就是说，他们通过运送活的鳕来增加价值，这样有时间能够适当装备。

很多捕捞船努力进行活鳕捕捞，但并没有一个长久的打算，这其中的原因有很多而且很复杂。对经验事实的分析表明，捕捞鳕的限额大小、限额规定、价格涨幅、风险以及法律是影响是否继续捕捞鳕的重要因素。另一个问题是物流。高燃料费和运送到合适的存储地的长时间运输是人们不想参加鳕捕捞的原因。发展可移动的存储器或是其他基础设施，如靠近捕捞地点的驯化网箱是很有必要的。另外，当选择一个捕捞策略以在鳕配额不变情况下将利润最大化，单位努力渔获量（CPUE）和成本是重要的考虑因素。

根据捕捞船的大小，挪威科技工业研究院科技产业研究基金会对装备捕捞船的成本作出预算，是 67 000～100 000 欧元（Aasjord and Hanssen，2006）。如果必须升级到一个更有力的发动机，成本将增加 40 000 欧元。不管怎样，当计划捕捞船的未来使用策略时，有些情况必须考虑进去，像捕捞能力、装卸和运输能力低等问题。

为基于捕捞的水产养殖产业捕捞活鳕的渔民也是传统捕鱼业重要的贡献者。因此，不论是怎样、何时还是谁得到优先权，对彼此都是有利的。近几年，活鳕的平均价格比来自传统捕捞的鳕高 30%～40%。但是，由于活鳕的捕捞更花费时间，而且更易受天气影响，每年渔民都会面临一个艰难的选择，那就是是否加入基于捕捞的水产养殖捕鱼。因为传统的鳕捕捞时间比活鳕的捕捞和存储的最佳时间要早，渔民必须在年初就要决定是否留出一些限额来捕捞活鳕，而这些活鳕高出的价格是否值得他们付出时间和努力。

效益的好坏包括对这些因素发展情况的复杂的评估。经验研究表明这些因素变化迅速，很难预测

发展方向。就像在图 5 中所示，重要因素分布图——影响策略选择的因素——表明捕鱼船选择了不同的野生鳕捕获量。

4.3 市场定位

虽然对基于捕捞的水产养殖产业组织结构几乎没有研究，但是其组织模式是与传统渔业建立在相同的基础上的。当把鱼从渔船完全转移到买者手中，鱼的物主就会改变。参加基于捕捞的水产养殖的启动成本似乎由参与者共同承担。船只的所有者投资必需的设备进行渔业捕捞，并为活鱼运输和捕捞船上的鱼处理工作出资。买方，即岸上的行业，投资必需的育肥笼箱以及屠宰和生产设备。

4.3.1 产业买方

从产业来看，挪威该行业的竞争形势使得对基于捕捞的水产养殖的兴趣要有所增长。近年来，人们增加了对新鲜的海鲜产品的消费，对市场供应的稳定性提出了更高的要求。连锁超市希望能够全年都提供相同的产品。由于受鳕洄游模式的限制，如果只依靠野生鳕的供应，挪威该产业是不可能完成这项任务的。

即便有很多船将活鳕送往 Lofoten 和 Vesteraalen 地区，购买活鳕的加工业主要位于芬马克县。考虑到许多渔业主要在芬马克县海岸进行，因此这一点并不让人感觉奇怪。对这些公司来说，活鳕养殖很明显只是对传统渔业的一种补充，通常这些公司所拥有的系列产品会因季节的变化以及对原材料可利用程度的不同而有所变化。与只依赖传统的野生捕捞的鳕这种方式相比，如果它们能够储存活的鳕，它们便能更多地控制鳕资源。除了养殖来自孵化场的鳕鱼种，一些鳕养殖者也会选择来自基于捕捞的水产养殖的鳕。

Dreyer 等人（2006）的研究表明人们对在购买活鳕的兴趣年年有波动。2000—2006 年，有 33 个不同的买家参与。其中，27 家试行了一或两年才决定放弃。在上述期间，有 4 家公司累积购买了 500 多吨活鳕，但只有两家公司继续坚持定期购买。有时，一家公司会将鳕捕获总量的一半买下，但是每年都不会是同一家公司。许多公司都在对活鳕市场进行试验，致使该产业的稳定性出现了问题。这导致鳕资源的可获得性不稳定，使得鳕价格上涨。不过，决定从这个供应市场退出不只是因为受基于捕捞这一概念得到的负面经历的影响。总体上，该产业在这段时期也经历了很多波动。

4.3.2 市场营销策略

人们已经制定出针对鳕的活鱼捕捞和渔场养殖的策略。新鲜不变质是活鳕的最主要的竞争优势之一。要想充分利用这一优势，重点是去了解渔场养殖是否保持了鲜鱼市场的要求很高的质量水平。

2001 年完成的一项质量调查研究表明，野生鳕、基于捕捞的水产养殖鳕和全循环养殖的鳕之间存在相当大的差异（Johansen and Johnsen，2002）。该调查还对 13 个挪威的厨师进行了测试。与渔场养殖的鳕相比，他们对基于捕捞的水产养殖鳕质量的认可度相对较低。在这 13 位厨师中，有 10 位厨师称由于基于捕捞的水产养殖鳕柔软的质感和较大的开口，不会考虑为饭店买进。2002 年 Heide 等人（2003）完成了另一项并且更为广泛的一项调查。这一次，渔场养殖和基于捕捞的水产养殖鳕在质量上都得到了很好的成绩，与上次调查不同的是，厨师们对基于捕捞的水产养殖鳕持续供应感到满意。这次试验的结论表明鳕质量的参差不齐，因此人们需要进一步进行研究以确保鳕能够保持市场要求的质量水平。

基于捕捞的水产养殖知识和技术的发展是至关重要的。人们很有必要弄清楚基于捕捞的水产养殖鳕是否具有竞争优势，以及怎样才能充分利用这些优势增加盈利，提高可用鳕配额的附加值。人们可以考虑两种市场营销策略：a）采用与野生鳕相同的渠道对基于捕捞的水产养殖鳕进行分配、销售和市场营销；b）采用与野生鳕不同的渠道。

在欧盟内的品牌管理法规（关于渔业市场和水产养殖产品的共同组织委员会法规［EC］1999

年 12 月 104/2000）要求，卖给消费者的所有养殖的淡水鱼都应贴上“养殖”标签，应作为养殖鱼类销售。此外，挪威法规（水产养殖法）要求经人工喂养的野生捕捞的海洋鱼类应当视为养殖鱼，因此应遵循《水产养殖法》。目前，养殖鳕的分配和销售采用同野生鳕相同的渠道。考虑到可利用的养殖鳕的数量有限，在许多方面，这种战略也无可厚非。因为数量太少，像为生产者和消费者提供稳定的供应这样的潜在的竞争优势得不到充分的利用。然而，传统全循环养殖必须贴上“养殖”的标签，由此就能判断其不同于野生鳕。此外，基于捕捞水产养殖的鳕应作为一个单独的产品销售。

人们还尚未研究过，除了名字，基于捕捞水产养殖的鳕在其他方面是否具备使其能区别于野生捕捞鳕的特征。然而，对基于捕捞的水产养殖的冰岛鳕进行的研究表明，这种鳕具有使来自不同国家消费者认为它不同于冰岛野生鳕的特质（Sveinsdóttir，2006 年）。在此研究中，人们认为基于捕捞水产养殖的鳕比野生鳕肥一些。高达 23%应邀而来的消费者更喜欢基于捕捞的水产养殖的鳕。如果进一步进行挪威基于捕捞的水产养殖的鳕研究也揭示出类似的差异，就可以向喜欢基于捕捞水产养殖的鳕这些品质的消费者推荐。

4.3.3 鳕的市场追踪

鳕的捕捞工作主要在春季的芬马克县海岸进行。一旦离开挪威的生产者，就很难对基于捕捞的水产养殖的鳕进行追踪。与传统野生捕捞鳕相比，与基于捕捞的水产养殖领域参与者的访谈揭示了基于捕捞的水产养殖鳕如何结束，在哪里结束，以及最终在哪个市场以及如何进入这个市场。主要的印象是基于捕捞的水产养殖鳕被用来补充传统新鲜鱼片的供应或作为整条鲜鱼出口。

图 8 显示了从 2004 年 2 月至 2006 年 12 月新鲜的整鳕出口是如何按月进行的。出口分为来自传统捕捞的鳕、基于捕捞的水产养殖鳕和养殖的鳕。该图显示出挪威的鳕出口以传统捕捞为主。出口的来自传统捕捞的鳕数量刚好与传统鳕渔业的季节性模式一致。大多数鳕的捕捞工作在冬季进行。

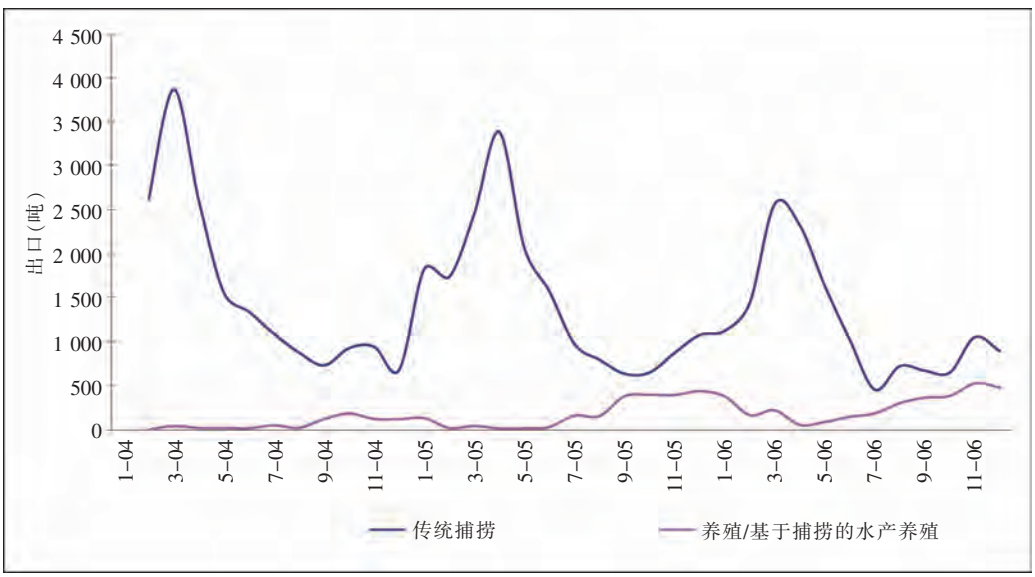


图 8　新鲜的传统捕捞和养殖/基于捕捞的水产养殖鳕季节性销售变化

预计基于捕捞的鳕水产养殖和养殖产业在冬季的几个月里会充分利用在满足新鲜鳕市场需求上的优势，因为这段时间来自传统捕捞的鳕数量很少。图 9 显示了来自传统捕捞的鳕、养殖/基于捕捞的水产养殖鳕的季节性出口情况。

图 9 表明每年当传统鳕鱼业行情不佳时，养殖的鳕或基于捕捞的水产养殖鳕会被投放市场。相对于来自传统捕捞的鳕，9～12 月养殖的鳕或基于捕捞的水产养殖鳕投放鲜鱼市场来补充对野生鳕市场的供应，虽然数量较少。

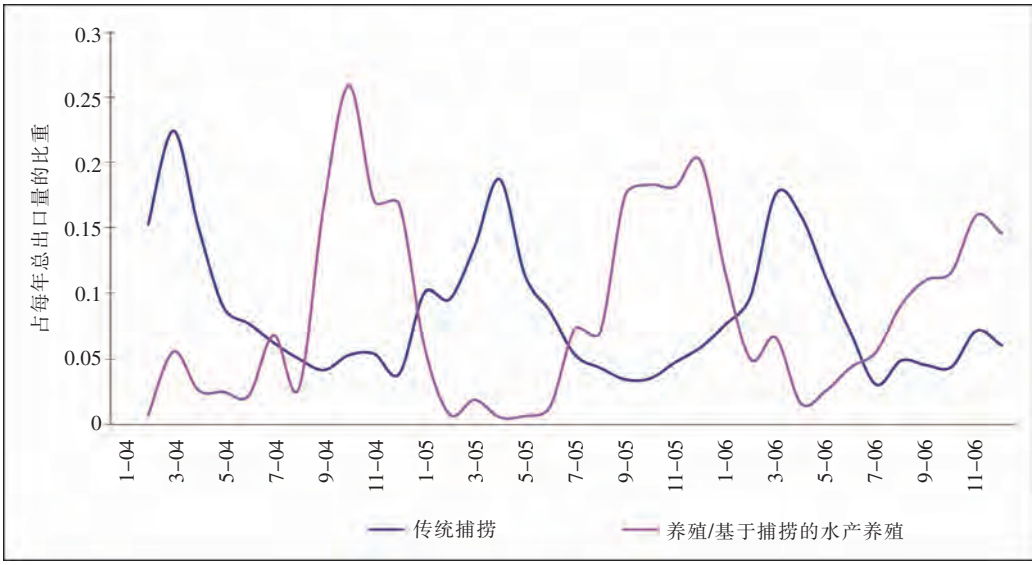


图 9　挪威新鲜的传统捕捞和养殖/基于捕捞的水产养殖整条鳕出口季节性变化

如果每年新鲜鳕的市场需求保持在主要出口月份的需求水平之上，养殖的鳕或基于捕捞的水产养殖鳕还会有很大的增产空间。很难预测这个市场能接受的增产空间有多大。在主要月份，每月整条鳕出口量在 3 000～4 000 吨。如果市场对新鲜鳕的需求常年稳定，新鲜鳕的总出口量可能会达到 40 000 吨左右。2004—2005 年鳕总出口量达到了 18 000 吨。

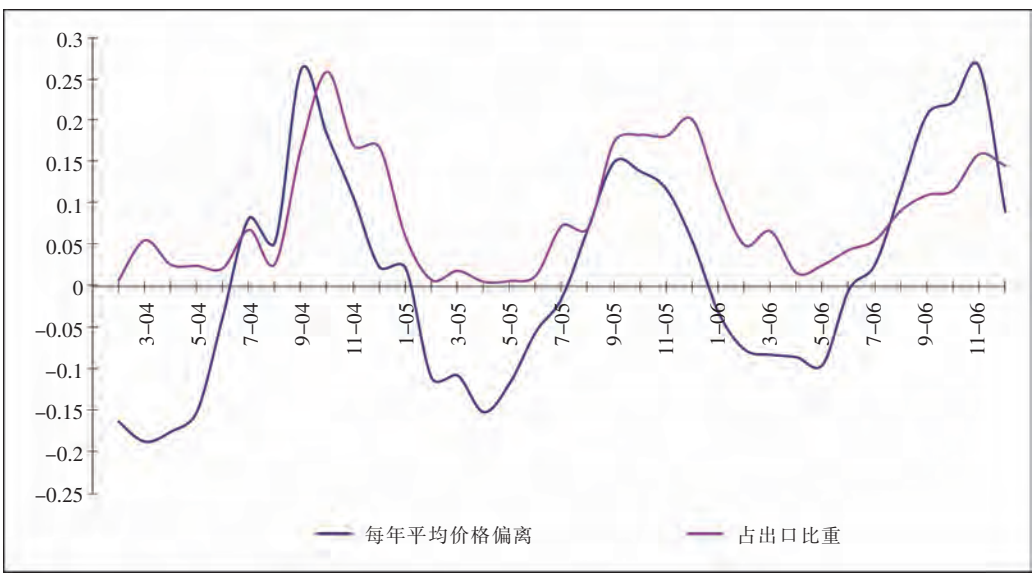


图 10　新鲜的养殖/基于捕捞的水产养殖整条鳕出口价格与年平均价格和季节性变化比较

图 10 显示了新鲜鳕的价格这几年变动很大。在图中的两年里，价格在秋季高于平均水平，而在年初几个月中价格处于最低水平。用于出口的养殖鳕会在每年出售溢价最高时售出。该行业在调整生产，尽可能在最佳时机把产品投放市场以补充传统渔业对市场的供应。传统渔业面临的主要挑战之一是如何做到对市场的常年供应。

5　社会和经济影响

挪威是一个有着许多小村庄的国家。每个村庄有 150～2 000 个居民不等。在挪威北部和西部，

村庄往往主要以从事渔业活动为主。父亲是渔民，母亲在工厂做工，孩子们在周末和假期学习如何从事渔业活动。虽然正在发生变化，但还是很常见的一种社会结构。由于捕鱼配额变小和技术改进，这样大的村庄正在变少，渔业提供的工作岗位也变少。渔业具有不可预知性，并且是一种地位较低的行业。一项重大挑战是改善并加强许多社区所依赖的重要鱼类资源的可持续管理能力。

基于捕捞的水产养殖相关的新的技术突破为增加可持续发展的鳕渔业的附加值提供了新的机会，鳕渔业的可持续发展可以保护易受影响的工作岗位，改善位于农村地区的行业的盈利能力。为了发展这些可能性，必须应对一些挑战。与传统捕捞模式相比，人们必须减少与组织这种价值体系的方式相关的额外成本。第二，消费者必须愿意为这种基于捕捞的行业的产品支付更高的价格。

数据表明，传统的野外捕获的鳕胜过基于捕捞的水产养殖鳕。然而，统计数字显示，两种渔业不构成竞争而是相辅相成的。因为从事这两种渔业的人群是一样的，除了传统的捕鱼方式，基于捕捞的水产养殖已经成为渔民谋生方式的新的选择。充分利用基于捕捞的水产养殖的竞争优势将会提高这一基于农村的行业的盈利能力，确保该行业工作岗位的稳定性。

参考文献

Aasjord，H. & Hanssen，T. 2006. Levendefangst om bord pa mindre kystfiskefartoy – Forprosjekt，Rapport SINTEF Fiskeri – og havbruk，Trondheim，mars.

Akse，L. & Midling，K. 1997. Live capture and starvation of capelin cod (Gadus morhua L.) in order to improve the quality. In Seafood from producer to consumer，integrated approach to quality. ISBN 0 444 82224 0.

Dreyer，B.，NØstvold，B. H.，Heide，M.，Midling，K. Ø. & Akse，L. 2006. Fangstbasert akvakultur – status，barrierer og potensial. Rapport nr. 19/2006，Fiskeriforskning，Tromso.

Fiskeridirektoratet og Mattilsynet. 2006. Fangstbasert akvakultur. Regler om fangst，transport，restitusjon，mellomlagring og akvakultur. Informasjonshefte. (Information leaflet with English summary). p. 12.

Heide，M.，Johnsen，O.，Tobiassen，T. & Østli，J. 2003. Opplevd kvalitet og image til oppdrettet og oppforet torsk i det norske og engelske restaurantsegment. Rapport Nr. 8/2003，Fiskeriforskning，Tromso.

Johansen，J. A. & Johnsen，O. 2002. Opplevd kvalitet og image av oppdrettet torsk hos 13 kjokken sjefer i eksklusive restauranter，Konfidensiell rapport，Fiskeriforskning，Tromso.

Jφrgensen，T.，Midling，K.，Espelid，S.，Nilsen，R. & Stensvåg，K. 1989. Vibrio salmonicida，a pathogen in salmonids，also causes mortality in net-pen captured cod (Gadus morhua). Bulletin of the European Association of Fish Pathologists，9：42－44.

Midling，K. φ. 1994. Er dodelighetsproblemene innen fangst，transport og mottak av levende torsk lost? Norsk Fiskeindustri nr. 3/1994.

Midling，K. ϕ.，Beltestad，A. & Isaksen，B. 1996. Live Fish Technology：Historical convenience to modern multi-species strategy in Norway. Presented at "Making the most of the catch"，25－28 July，Brisbane，Australia.

Midling，K. ϕ.，Beltestad，A. K. & Isaksen，B. 1997. Live Fish Technology-Historical convenience to modern multi-species strategy in Norway. In：Making the most of the catch (63－68)，Brisbane，Australia，25－27 July 1996. ISBN 0 7242 7559 2.

Midling，K.，Aas，K.，Tobiassen，T.，Akse，L.，Isaksen，B.，Lϕkkeborg，S. & Humborstad，O. – B. 2005. Fangstbasert akvakultur-mellomlagringslosninger for den mindre kystflaten. Rapport

22/2005，Fiskeriforskning，Tromso.

Olsen，S. & Soldal，A. V. 1988. Observations on inshore distribution and behaviour of 0-group Northeast Arctic cod. Rapp. P. - v. Reun. Cons. int. Explor. Mer，191：296 - 302.

Sveinsdottir，K. 2006. Consumer preferences for different cod products：Why do some consumers prefer one product to another，Paper presented at The Third Seafoodplus Conference，Tromso，30 - 31 May.

基于捕捞的黄尾鰤养殖

Makoto Nakada
东京海洋科学与技术大学
日本，东京
E－mail：m-nakada@kaiyodai. ac. jp

Nakada，M. 2008. Capture-based aquaculture of yellowtail. In A. Lovatelli；P. F. Holthus（eds）. Capture-based aquaculture. Globaloverview. FAO Fisheries Technical Paper . No. 508. Rome，FAO. pp. 199－215.

概　　述

2004 年，日本有 1 288 家企业养殖黄尾鰤（*Seriola* spp.），产量达 150 028 吨，总价值达1 112 亿日元（13. 34 亿美元）。黄尾鰤养殖业如此迅猛地发展主要是因为野生捕获的黄尾鰤幼鱼（*Mojako*）和沙丁鱼的供给充足且价格低廉，而它们正是黄尾鰤鱼饲料的主要构成部分。孵化生产的黄尾鰤鱼苗鱼要贵得多。黄尾鰤养殖业不断壮大的其他关键因素还包括日本沿海岸拥有大量的适宜养殖的地方以及技术的革新与发展。

日本的黄尾鰤养殖始于 70 多年前。在那之前，渔夫们先在池塘里养殖个头较小的鱼，等它们长到足够大，能在市场上交易时，再把它们卖掉。这种对副渔获物（个头较小的鱼）的利用是被大众所接收的，尤其是滞销鱼，经常被用做肥料或牲畜饲料。如今，很多水产品的养殖量已经超过了捕捞量。

在中国台湾省以及墨西哥和越南已经进行了鰤的商业养殖试验，但却没有像黄尾鰤的养殖那样成功。其主要的限制因素是热带地区的疾病以及生产成本低。相比之下，鰤（*Seriola* spp.）的养殖是有前景的，因为它们生命力顽强而且生长速度快，此外，可以尝试通过孵化幼鱼的方式使鰤（*Seriola* spp.）的养殖扩大到世界范围。

1　物种描述及其在水产养殖上的应用

1.1　生命周期及地理分布

鲷属或黄尾鰤隶属于鲹科大家庭，是一种极其活跃的鱼类，它们与大多数出现在热带和亚热带水域的物种为伴，在大西洋、印度洋和太平洋都能发现它们的踪迹。只有个别物种在全球范围内都有分布（例如鰤、杜氏鰤，以及太平洋黄尾鰤和长鳍鰤），而其他的，像是日本黄尾鰤以及五条鰤的生活范围都比较有限。

这类鱼通常是流线型、瘦长和扁平。鲷属中的大多数成员经过养殖，通常身长可以达到 200 厘米，体重可以达到 50～60 千克。鲷属通常栖息在毗邻近海岛屿或沿海地区的深层开放水域里，而在稍浅层的水域，也会偶尔出现它们的身影。它们的猎物包括很多种鱼类，墨鱼以及大量的甲壳类生物。

在日本，黄尾鰤在从九州南部附近到远离日本海的中国区域的范围内产卵，然后向北迁移至北海道，在那里 3～5 年内达到性成熟。随后，它们又再度迁徙到南边产卵（Abe and Homma，1997）。在整个产卵季中，日本的不同地区都能捕捞到大小不一的黄尾鰤，而人们根据尺寸的区别为它们起了

不同的名字（Suehiro and Abe，1994）。黄尾鰤的迁徙量因它们生长速率和营养状况的差异而有所不同（Abe，1987）。所有不足 50 克的幼鱼称做 *Mojako* 。养殖黄尾鰤不足 5 千克的称做 *Hamachi* ，而超过 5 千克但不同于野生 *Buri* 的，被称做养殖 *Buri*（Abe，1986）。日本所有的养殖鲹科都有不同的特征，需要不同的养殖方法（表 1）。

表 1　在日本养殖的鲷属鱼

英文名	黄尾鰤	鰤或者大鰤	黄带鰤 或黄尾鰤
日文名	Buri，Hamachi，Mojako	Kanpachi，Akahara	Hiramasa
学名	*Seriolaqu inqueradiata*	*Serioladu merili*	*Seriola lalandi* 或者 *Seriola aureovittata*
市场尺寸	去骨鱼片 6 千克生鱼片 3.5～4.5 千克	生鱼片 3.5～5.5 千克	去骨鱼片 4 千克生鱼片 4 千克
价格（¥/千克）	生产商 600 ～ 900 消费者1 200～2 500	生产商 800～1 300 消费者1 500～3 000	生产商 700～1 200 消费者1 500～3 000
最大尺寸	15 千克	70 千克	50 千克
幼鱼养殖（截至 1997 年）	53 303×10^3	17 200 × 10^3	2 500×10^3
地理分布	日本，韩国，中国	亚太地区和地中海	日本，中国，墨西哥
种鱼供应	野生，人工繁殖	野生（同样也从中国和越南进口）	在五岛列岛周围捕捞的 700 克左右幼鱼

来源：Nisshin Feed Co. Ltd。

鰤养殖业发展迅速，其普及程度可与黄尾鰤相匹敌。鰤鱼肉保持色泽光鲜和质感紧实的时间要比黄尾鰤长，而正是由于它这些卓越的品质，使得它的市场价格比在日本养殖的极其珍贵的红海鲷（真鲷）市场价格还要高。鰤分布在世界各地，在夏威夷（美国）、澳大利亚和地中海地区它都是一种很受欢迎的垂钓用鱼。在水温到达 17°C 以上时，鰤比黄尾鰤生长得更快且拥有更好的饲料转化效率。

1.2　捕捞渔业

在多种捕捞技术的运用下，不同大小的黄尾鰤从日本沿海岸的众多渔场被捕捞上岸。1995 年，黄尾鰤的捕捞量达到了 61 666 吨，养殖量达到了 170 312 吨，共计 231 978 吨（图 1）。2004 年，运用不同的渔具捕捞上岸 66 345 吨，其中包括定置刺网（21 786 吨），围网（18 876 吨），大型围网（11 581 吨），刺网（6 006 吨）以及其他捕鱼技术（8 096 吨）。目前，野生黄尾鰤捕捞业状态稳定，而黄尾鰤养殖业则不断发展提高。

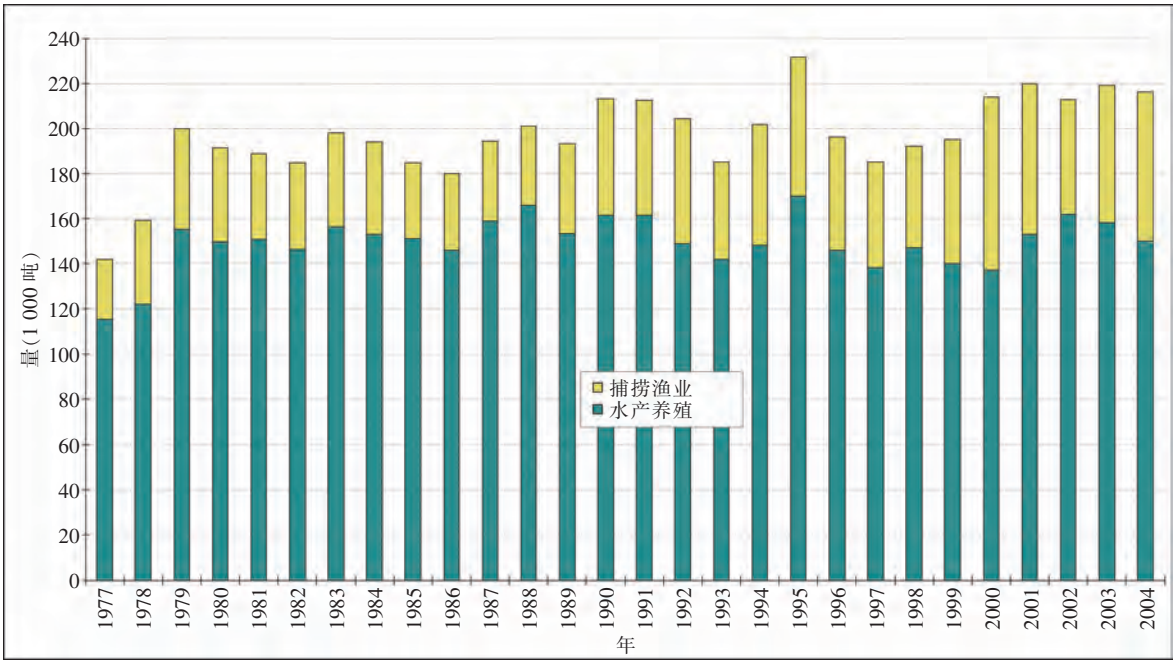


图 1　野生和养殖黄尾鰤鱼的产量

（来源：日本农林水产省统计和信息部）

1.3　野生鱼苗的采捕和养殖

野生黄尾鰤幼鱼被捕捞上岸后，合作社对它们进行测量并将数据记录下来，接着用人工饲料喂养它们，并将虚弱的幼鱼丢弃。由于年幼的黄尾鰤及相关品种对食物的匮乏是相当敏感的，所以同类相食的状况时有发生，尤其是当它们被长时间保存在储存箱里的时候。此外，幼鱼通常要被喂食超过 3 天以上才能适应人工饲料。

1998 年，日本渔业局为了保证渔业的可持续发展、保护资源，限制用于水产养殖的黄尾鰤幼鱼的年捕捞数量大约 2 500 万条。日本海洋水产养殖协会决定了各个县捕鱼配额的分配，而各县负责决定捕捞时期及给当地渔业合作社联合会颁发捕捞许可证。1970 年，黄尾鰤幼鱼的捕捞数量超过了 1 亿条，而在过去的 30 年间，捕捞量在 3 000 万到 1 亿条之间波动，在 1997 年下降至 2 500 万条（图 2）。尽管在下降的情况下，养殖商也能将总产量水平维持在 15 万吨。1995 年，创下了 170 000 吨的最高产量水平。最近，黄尾鰤幼鱼的国内供应量显著下降，并且从韩国进口了 100 多万吨。鰤的幼鱼（杜氏鰤）通常与黄尾鰤幼鱼一起被捕捞上岸，它们曾一度被共同培育。然而，由于鰤身上常长有寄生虫、本尼登虫，所以现如今养殖商们更喜欢将这两种鱼分开培育。

当前，鰤幼鱼的价格区间为 500～1 500 日元（4.8～14.3 美元），重量为 50～600 克。高价格促进了孵化幼鱼的商业生产。从 1986 年起，日本开始通过中国香港特别行政区从中国和越南进口野生捕捞的幼鱼。

比起孵化生产的种鱼，养殖商们更喜欢用野生捕捞的种鱼，因为前者通常更贵而且太小以至很难养殖成功。2003 年，日本渔业局通过控制水温和亲鱼的光周期使黄尾鰤鱼卵成功地孵化和培育，其成效比野生黄尾鰤幼鱼更显著。然而，不幸的是，孵化生产的种鱼畸形率很高，并且亲鱼的健康无法保证成了大规模生产难以成功的主要原因。

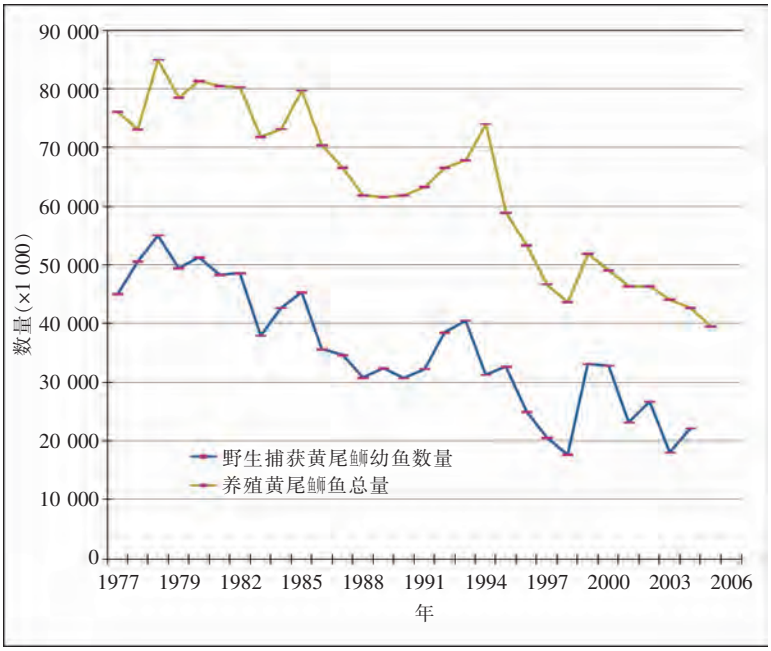


图 2　1997—2006 年野生捕获及养殖黄尾鰤幼鱼数量变化

（来源：日本海洋养殖协会）

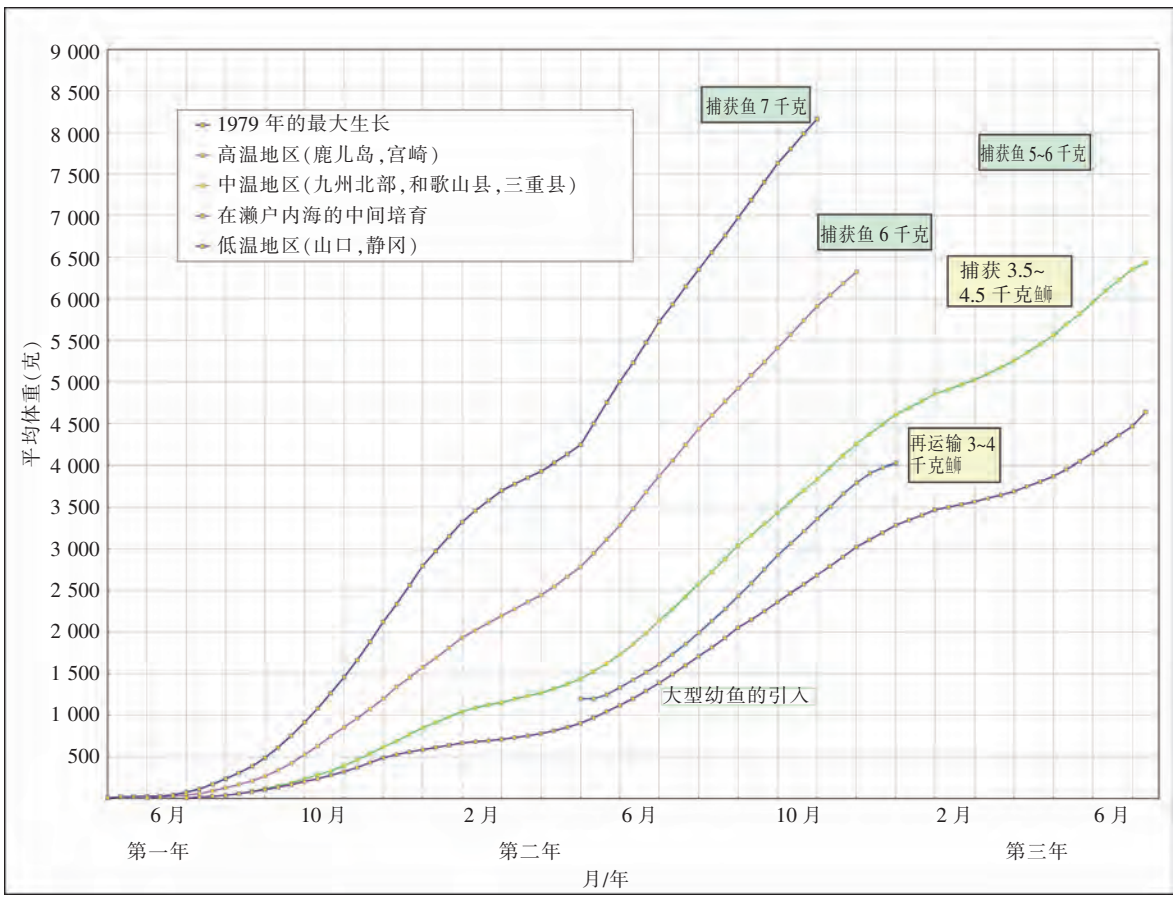


图 3　在日本 4 个不同海域黄尾鰤的典型生长表现

（来源：日新饲料有限公司）

黄尾鰤在日本 4 个不同海域的典型生长表现如图 3 所示。根据水温可以推断出，黄尾鰤幼鱼通常可以在 4～7 月放养。在亚热带地区，如冲绳岛和鹿儿岛，平均水温在 20～24℃。一年之中大于 75％的时间，水温都在黄尾鰤最佳养殖水温范围内，这样 2 年内就能捕获到大于 6 千克的黄尾鰤。在九州地区，其中包括熊本和长崎，年均水温在 17～19 ℃。在该地区这个温度对养殖黄尾鰤来说是最佳的，且一年中有一半的时间处于这个温度范围，因为最佳温度持续时间较短，所以在该地区超过 70％的黄尾鰤在被捕捞时已经 3 岁了。在本州地区，包括静冈和山口，黄尾鰤是可以养殖的，但是与再往南的一些地区相比，水温就没有那么适宜了。其年均水温在 18～19℃，黄尾鰤要长到 6 千克需要 3 年以上。这个地区一个显著的特征是秋天非常短暂，这导致黄尾鰤没有足够的时间来准备过冬。如果鱼被迫在秋季快速生长，那么可能会导致在冬天和初春时发生高死亡率，因此，生鱼片市场上黄尾鰤重量只有 3.5～4.5 千克。

在濑户内海，年均水温低于 17 ℃，一年中少于 50％的时间是利于黄尾鰤生长的。在冬季的最后两个月里，水温降到 10℃以下，这时黄尾鰤可能会大量死亡。为了避免死亡，鱼被转移到温暖一些的海域过冬，例如在高知县和宫崎县。等到春天来临，水温回升，它们可能会回到濑户内海然后被养殖到适宜食用的大小。另一个被广泛使用的方法就是，春天时将大量幼鱼放养在其他区域。这样的话，就能让黄尾鰤在合适的季节充分生长以适宜生鱼片市场的需求。

1.4 养殖技术

2004 年，用于黄尾鰤养殖的网箱有 13 570 个，而网圈只有 44 个。大多数网箱养殖场用新鲜的鱼（524 670 吨）或者人工粒料（357 311 吨）作为饲料。最佳的密度和适当的摄食率是商业生产黄尾鰤的关键。最佳放养密度和摄食率是与季节以及鱼的大小息息相关的，可以通过养殖记录来确定，而养殖记录必须包含某一特定地点至少 3 年的记录。

通常，会通过观察鱼的游水行为及利用水下可视装置观察摄食情况的方法来检测养殖鱼的健康状况。个别鱼的游水速度、整个鱼群的游水活跃度以及鱼的颜色都是确定养殖鱼健康状况的重要参数，在喂食的时候，可以对它们进行观察。

1.5 养殖死亡率

以下 4 个主要因素可能会导致养殖黄尾鰤的死亡：1）因不适当的捕捉和运输以及在暴风雨和巨浪来袭时与网箱的撞击而造成的物理伤害；2）浑浊的水以及污染物含量高；3）用变质的鱼和缺乏营养的饲料喂食；4）疾病。黄尾鰤幼鱼 4 个生长阶段的成活率和死亡原因如表 2 所示。

表 2 黄尾鰤幼鱼从捕获和养殖开始 4 个生长阶段的成活率及死亡原因

生长阶段	重量（克）	成活率（％）	死亡原因
Mojako（初始引进和驯养）	0.2～50	90～95	压力 饥饿
Hamachi	50～2 000	95～98	疾病 粗糙地处理 水质差
Hamachi（越冬时期）		90～95	低温 疾病
Hamachi 和 *Buri* 、	1 000～7 000	95～98	疾病 运输意外
总成活率		70％～80％	

养殖鱼类因水污染而造成的损伤越来越严重，这是因为没有在沿海和近海周围的海产养殖地实施健全、适当的防治环境污染的措施。为了改变这种现状，人们正在进行关于去除城市排水、农业排水及水产养殖用水中污染物的研究，以恢复水的质量。自动喂食系统的开发与引进是一项应该考虑的且有前景的维持环境清洁的技术。而进一步的解决方案，可能是在离岸或陆地上的封闭系统中养殖黄尾鰤。不过，这些方法虽然可以提高鱼肉质量，减轻污染程度，但它们在经济上是不可行的。

在养殖某一水产品种的初始阶段，疾病通常不是一个问题，然而，在日本，随着黄尾鰤养殖场的增加，疾病的暴发也变得频繁起来。高密度的放养和过度喂食使得鱼更容易遭受疾病，然后在鱼群中快速传播开来。野生鱼苗、小鱼和幼鱼的进口，尤其是从热带水域的进口，也是疾病来源的一种。环境的恶化和饲料营养的缺乏还会使情况更加恶化。

最初，通过减少或停止喂食，以及施用抗生素等方法可以轻松地控制疾病。但是现在需要更全面的办法，特别是去除病因，作为疾病控制的关键步骤，尤为重要。为了找出病因，防止疾病的暴发，必须一直进行详细的记录，尤其是发生大量死亡的时候。将病鱼和死鱼从网箱中移走是防止疫病继续蔓延的第一步。此外，要记录下发生疾病的网箱中的饲料投放量，因为病鱼与健康鱼的摄食量是不同的。通常情况下，要将饲料量减少到正常水平的 60%～70%。黄尾鰤最常见的疾病是由肠球菌引起的，它可以简单地通过利用 STAN 琼脂对革兰氏阳性菌进行鉴定的方式被诊断出来。其他在温暖水域养殖黄尾鰤及相关品种时的重大问题，还包括肌肉寄生虫和雪卡毒素（存在于鱼组织中的一种毒素，它来自于腰鞭毛虫，且会导致人体中毒）。在鹿儿岛南部的水域中，养殖这些品种是不可行的，因为它们的肌肉和内部器官中寄生了形成孢子的黏孢子虫 *Kudoa* 。在病毒性疾病中，虹膜病毒是需要注意的。这种病毒是通过从热带海域进口的野生幼鱼而引进的，它导致了日本黄尾鰤和鰤幼鱼的死亡。

2 对捕鱼活动的描述

渔业研究机构的日本国立海水渔业研究所已经对黄尾鰤产卵的区域和时期进行了描述（图 4）。在中国东海的南部，黄尾鰤在 2 月初到 4 月产卵。随后，这些黄尾鰤幼鱼会随浮动的海藻一起漂流到太平洋。在九州的西海岸，黄尾鰤主要在 3～6 月产卵，且大多数的黄尾鰤幼鱼通过对马暖流漂移到日本海。产卵地带向北移动直到静冈 20～22℃ 的水域，产卵季为 5～6 月；移动至富山，产卵季节为 7～8 月。

黄尾鰤及其相关品种的鱼苗在随着暖流向北漂移的过程中，通过脱离海底的海藻寻求保护，并以微生物和小鱼为食。幼鱼长（4～5 厘米）通常躲在浮游海藻的里面或底部，而稍大些的鱼则在水面下 0.5～2 米的深度。*Mojako* 在日出和日落的时候摄食十分活跃，因为那个时候可以发现成群的浮游生物；而在白天，他们则以小鱼为食（Sakakura and Tsukamoto，1996；Anraku and Azeta，1967）。在长到 10～14 厘米后，黄尾鰤幼鱼就脱离浮游海藻向岸边游去，在那里，它们就会成为定置网的目标（Ikehara，1984）。

经验丰富的船员运用特别设计的渔船，从浮游海藻中捕获用于养殖的野生黄尾鰤幼鱼（图 5）。然而，供人类食用的野生黄尾鰤则是在岸边用定置网、拖网和圆形曳网捕捞上来的。

2.1 捕获幼鱼数量和尺寸的统计与趋势

近几年，县渔业组织捕获的 *Mojako* 的数量和尺寸发生了变化，主要原因是南部海洋中浮游海藻的数量发生了变化（表 3）。此外，不同区域和月份的水温和营养物质不同，所以捕获的 Mojako 大小也有所不同。

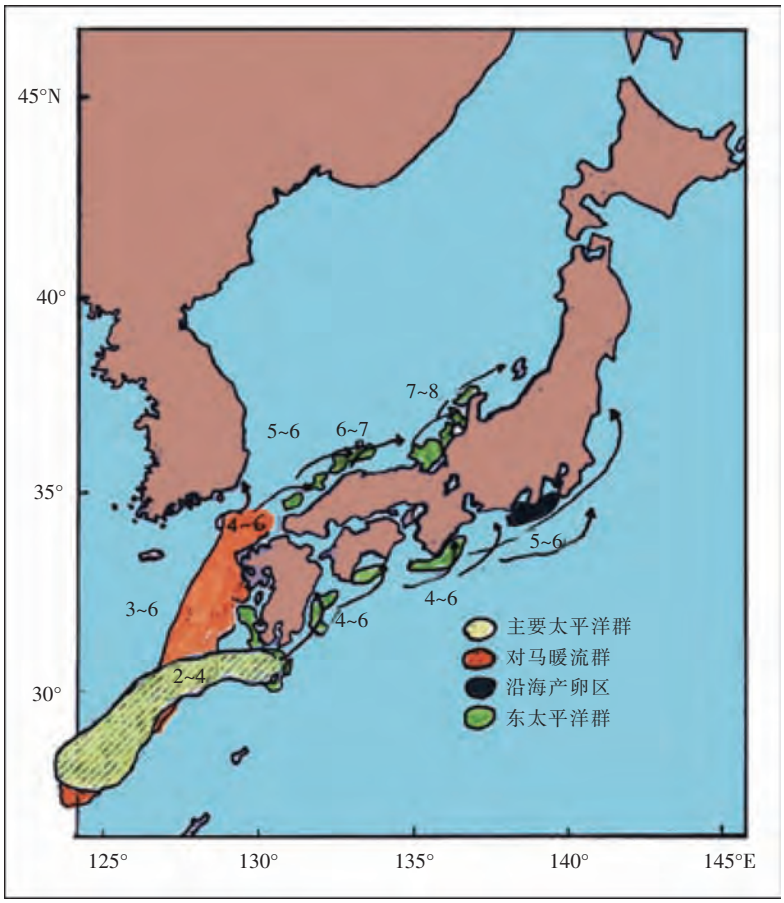


图 4　黄尾鲹产卵区域和产季变化

（来源：日本国家海洋渔业研究所）

表 3　1997 年 9 月 1 日日本 20 个县黄尾鰤圈养数量及企业数量（千条）佐贺县数据缺失

县名	企业	第一年	第二年	第三年	总和
千叶县	5	35	43	0	78
爱媛县	281	6 480	5 170	8	11 658
福井县	1	0	7	0	7
福冈县	6	5	0	0	5
广　岛	10	0	270	150	420
兵库县	12	129	95	0	224
石川县	0	0	0	0	0
香川县	0	0	0	0	0
鹿儿岛	285	4 405	1 872	30	6 307
高知县	78	1 984	417	0	2 401
熊本县	60	850	650	0	1 500
京　都	4	0	25	0	25
三重县	58	785	121	0	906
宫崎县	26	558	359	112	1 029
长崎县	146	2 908	2 486	441	5 835
澎湖县	71	1 519	1 373	150	3 042
岛根县	4	63	222	4	289
静冈县	32	275	222	13	510
德岛县	17	714	146	0	860

（续）

县名	企业	第一年	第二年	第三年	总和
山口县	21	107	93	4	204
1997 年共计	1 123	21 045	13 679	914	35 638
1996 年共计	1 369	24 996	27 389	918	53 303
1997 年与 1996 年的百分比（%）	82.0	84.2	49.9	99.6	66.0

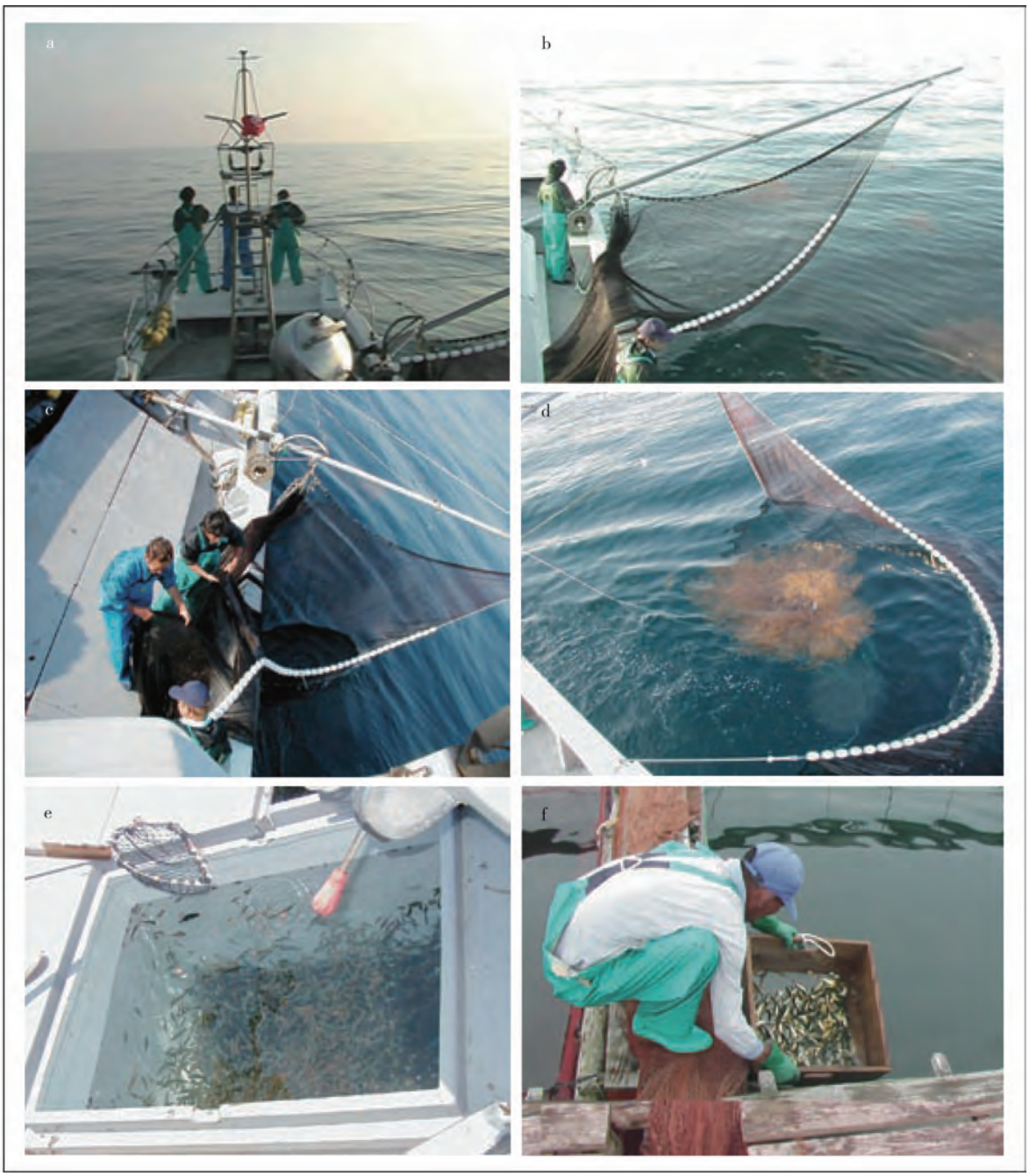


图 5　a. 渔船在清晨时分驶向渔场　b. 对附着有黄尾鰤幼鱼的浮游海藻进行定位
c. 将鱼和海藻一同打捞起来　d. 将海藻、黄尾鰤幼鱼和其他水生物分离开来
e. 将黄尾鰤幼鱼按尺寸大小进行分类并丢弃副渔获物　f. 将黄尾鰤幼鱼放入培养箱进行驯化
（日本海水养殖协会提供）

2.2 捕捞活动的季节性

从3月初起，早期幼鱼就从漂浮的海藻中被收集起来，然后一直养殖到年底，重量可以达到2千克。捕获时节和大小是由每个县的渔业站来规定的。通常，在鹿儿岛，黄尾鰤幼鱼的捕捞季始于5月，而在三重县则始于6月。

2.3 渔业参与者及他们的角色

在波涛汹涌的大海上捕捞黄尾鰤幼鱼是很危险的，因此工作人员需要经验、专业知识和直觉。幼鱼被捕获起来后，就被放入小的网箱内（5×5×5米），然后老工人们就用剁碎的生鱼或颗粒状的饲料喂养它们，每天喂5次以上。前一种饲料是存在一些问题的，因为它会很快污染水源，使得黄尾鰤幼鱼没有食欲，同时还可能使鱼鳃出现问题。颗粒状饲料更好一些，因为能尽可能快地提供，即使是黄尾鰤幼鱼在渔船的储藏箱中的时候。用颗粒状饲料喂养海洋幼鱼可以使它们成活率、生长率高，另外，还能使小至0.2克的*Mojako*容易驯化，茁壮生长。

当黄尾鰤幼鱼稍大些，长到5克或更重时就要用膨化颗粒饲料喂养，每天喂2次。随着鱼渐渐长大，它们被分级然后转移到7×7×7米或10×10×10米大小的网箱中。当鱼长到200克甚至更大时（*Hamachi*），就要用湿性粒状饲料来喂养，而这些饲料是由船上年轻的工人准备的，然后通过机械供料器配送。

2.4 海上鱼苗处理程序

如果黄尾鰤幼鱼的捕捞地点距离港口很远，那么鱼就会在船上储存很长一段时间，在此期间，暂养箱中的幼鱼可能会把彼此当做猎物，同类相食。为了减少这种情况的发生，会投放剁碎的鱼肉作为饲料，但因此产生的食物残渣和粪便经常会导致水质迅速恶化。新开发的颗粒状饲料已经在把鱼运输到网箱的过程中成功地用于喂养幼鱼。这些饲料具有高适口性，并且不会污染暂养箱里的水，小至0.2克的鱼也能轻松地食用。通过使用颗粒饲料，断奶的野生幼鱼在随后的养殖过程中成长得更好。

3 水产养殖对野生鱼苗的依赖

在20世纪80年代，*Mojako*的野生捕捞量开始下降。为了保护这个自然资源，日本渔业局要求日本海洋水产养殖协会来规定捕捞季节和数量（图2），并且从2003年起，县渔业合作社也被允许管理渔业，并给各个县配额（Inagaki，1990）。然而，当黄尾鰤幼鱼的捕捞量呈现出不足的迹象时，日本就主要从韩国进口黄尾鰤鱼苗。同时也从中国和越南进口鰤幼鱼，在2000年进口了由野生鰤鱼育种并养殖的大约2 000万条幼鱼，它们被驯养到50～300克。随着幼鱼的引进，一些病毒和寄生虫疾病也进入日本。2005年，异尖线虫就随着从中国引进的鰤幼鱼引入日本。由于存在于鱼体中的异尖线虫幼虫会传染给人类，所以日本厚生省禁止销售用于生肉消费的被感染养殖鱼。引进幼鱼健康状况方面的关注已经迫使一些渔业合作社将工人送往中国，对鰤幼鱼的健康状况进行质量控制。此外，所有引进的鰤幼鱼都会经过海关的检测，因为它们常常在发货前被饲喂大量抗生素。

一个更重要的种源问题就是水产养殖本身。日本海洋水产养殖协会和一些县立试验站开发了大约60种海洋鱼类的人工养殖技术。水产养殖人员培育出大量的黄尾鰤、鰤、金色鰤和黄带鰤幼鱼（Kawabe et al.，1996；Arakawa et al.，1987；Tachihara，Ebisu，and Tukasima，1993；Kawanabe et al.，1997）。具有活性的鱼卵是从野生成熟雌鱼和养殖的亲鱼那获得的，在很多时候都会用高质量的配合饲料饲喂那些养殖的亲鱼，并对其注射激素促使它们成熟（Mushiake et al.，1993；Nagasaki Prefectural Fisheries Experimental Station，1998）。健康的鱼苗在配合饲料喂养的同时也用大规模生产的饲料生物喂养，例如经n－3高度不饱和脂肪酸（HUFA）强化的轮虫和卤虫幼

虫（Verakunpiriya et al.，1997a；Verakunpiriya et al.，1997b；Fukuhara，Nakagawa and Fukunaga，1986）。养殖的幼鱼已经被释放到野外，用做水产养殖的鱼苗。

3.1 水产养殖的生产效益

在30多年里，日本黄尾鰤年捕获量在5万吨左右，然而养殖量则达到了16万吨。在日本沿海岸，大量的渔场都在运用不同的捕鱼技术捕鱼。如今，县立渔业站连同日本渔业局一起监管野生资源，同时也为防止过度捕捞幼年和成熟的幼鱼提供建议。

如果所有捕获的野生黄尾鰤幼鱼仅用于水产养殖，那么野生黄尾鰤的产量可能会增加到10万吨，而所消耗的饵料鱼可能会超过100万吨，不过人类食用还会消耗相当一部分饵料鱼。这表明，鉴于野生黄尾鰤幼鱼和小鰤在幼年阶段有非常高的自然死亡率，故应该尽量把它们作为水产养殖的原料充分使用。养殖饲料可以包括人工颗粒饲料、湿性颗粒饲料，以及用杂鱼和植物质以及人类的剩菜压制而成的膨化颗粒饲料。

4 鱼饲料

4.1 对野生捕获食物的依赖

在日本黄尾鰤养殖的早期，主要依靠本地捕获的杂鱼作为饲料。然而，随着黄尾鰤养殖技术的传播，杂鱼变得供不应求，所以不得不用其他的资源充当饲料，这其中包括市售的小型中上层鱼类，例如丰富且廉价的沙丁鱼。政府支持在沿海岸建立大型冷冻厂来冷冻沙丁鱼，以进一步支持黄尾鰤养殖业的发展。剁碎的冰冻沙丁鱼曾被广泛运用，但是由于吃剩的鱼和粪便的不断累积，摄食率变得很低而且水质也迅速恶化。后来，在确定饲养鱼类冰冻后很安全并优于用解冻鱼类饲养的前提下，冰冻沙丁鱼被切成块或者整段然后进行饲喂（Miyazaki，1986），这种饲喂方式的两个主要优势在于一方面减少了饲料的腐化，另一方面也减少了对环境的污染。

然而，单独把沙丁鱼作为黄尾鰤唯一的饲料，会因热量/蛋白质水平不当而导致营养失调。此外，捕捞区域和季节的不同（表4），以及是在太平洋还是在日本海进行放养（图6）都会导致沙丁鱼天然脂肪含量的显著差异。虽然已经开发出一个良好的系统将沙丁鱼分配给养殖商，但是沙丁鱼的脂肪含量依旧没有得到控制。在九州、山阴和钏路，水和沙丁鱼脂肪含量之间存在着显著的负相关关系。

表4 沙丁鱼天然脂肪含量在不同捕捞区域的差异

捕捞区域	脂肪含量范围（%）	平均脂肪含量（%）
东北海道	19.9～39.9	26.8
博索：常磐	8.8～22.5	14.4
山阴	1.4～22.3	13.0
九州	4.0～13.6	8.6

来源：日本海洋油脂协会。

最近，用做饲料的野生鱼捕获量显著下降了。例如，1980—1990年，沙丁鱼的捕获量多于400万吨。它们被用来饲喂黄尾鰤、真鲷、银鲑等养殖鱼类，同时也被加工成鱼粉。然而到2003年之后，沙丁鱼的本土捕获量仅有5万吨。用于黄尾鰤养殖的新鲜鱼饲料产量逐年下降，从170万吨下降到88万吨（主要包括沙丁鱼、马鲛、鲭、玉筋鱼）。而同时，由于湿性粒状饲料和膨化颗粒饲料等人工饲料的发展，养殖黄尾鰤的产量保持在15万吨左右（表5）。

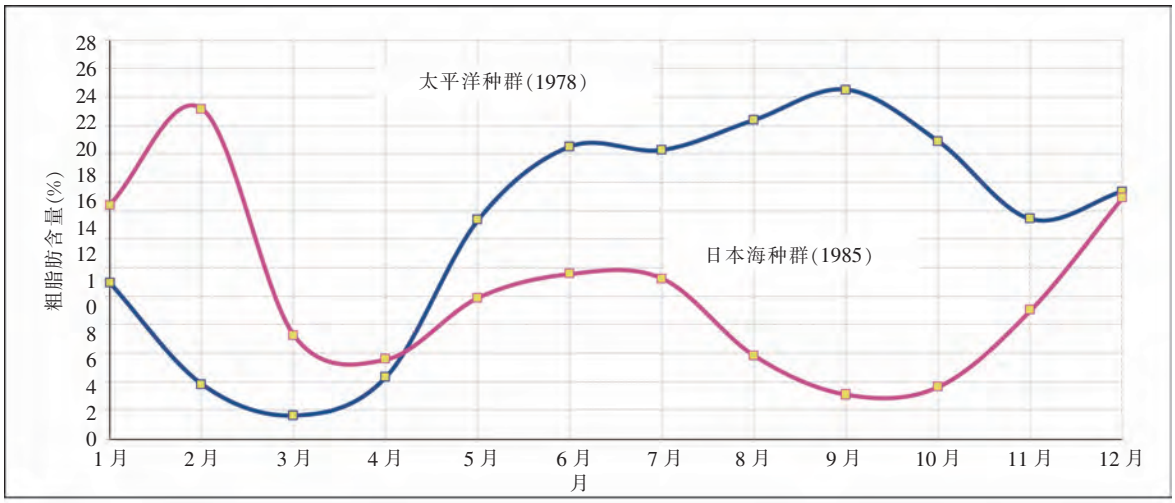


图 6　太平洋和日本海中沙丁鱼脂肪含量月度变化

（来源：日本海洋油脂协会）

表 5　1994—2006 年用于黄尾鰤鱼养殖的鱼饲料和人工饲料的数量变化

年份	鱼饲料（吨）	人工饲料			
		粉状饲料	干粒饲料	总和	干粒饲料比重（%）
1994	1 159 724	71 747	28 684	100 425	28.6
1995	1 748 843	86 449	54 282	140 731	38.6
1996	1 105 152	59 273	48 977	108 250	45.2
1997	1 197 292	60 889	60 063	120 952	49.7
1998	1 258 991	61 527	65 207	126 734	51.5
1999	1 060 763	50 891	67 894	118 785	57.2
2000	983 836	56 211	97 260	153 471	63.4
2001	929 691	59 483	138 908	198 391	70.0
2002	1 048 747	54 223	138 378	192 601	71.8
2003	965 701	49 521	153 241	202 762	75.6
2004	881 981	49 173	147 518	196 690	75.0
2005	NA	44 327	148 400	192 727	77.0
2006	NA	47 580	157 505	205 085	76.8

来源：日本鱼饲料协会。

表 6　摄食效率（饲料转化率）**及饲料成本**（Yen/千克）

饲料种类	黄尾鰤生长阶段	摄食效率（%）	饲料转化率（干重）	饲料价格（Yen/千克）	饲料成本[①]（Yen/千克）
碎生鱼饲料	Mojako	25	17.5（6.1）	100	1 750
碎生鱼饲料	Hamachi	25	12.5（4.4）	80	1 000
颗粒饲料	Mojako	55	4.5	400	1 800
MRF＋黏结剂	Hamachi	45	8.5（3.2）	60	510

（续）

饲料种类	黄尾鰤生长阶段	摄食效率（%）	饲料转化率（干重）	饲料价格（Yen/千克）	饲料成本①（Yen/千克）
片状生鱼饲料	Hamachi	50	10（3.5）	45	450
片状生鱼饲料	buri	50	7.5（2.6）	45	338
湿颗粒饲料 0	Hamachi &buri	50	11（3.9）	55	605
湿颗粒饲料 30		60	6.5（4.0）	92.5	600
湿颗粒饲料 50		70	5.0（3.3）	117	585
湿颗粒饲料 100		80	4	140	560
高脂肪干颗粒饲料	Mojako	70	3.7	150	555
高脂肪干颗粒饲料	Hamachi	75	5	140	700
膨化颗粒饲料	Mojako	85	0.9	325	300
膨化颗粒饲料	Hamachi	75	1.4	250	350
膨化颗粒饲料	buri	65	2.4	175	400

注：①生产 1 千克鱼所需的饲料成本。

脂肪含量超过 20%的膨化颗粒饲料被黄尾鰤有效地利用，养殖商在养殖 1 岁大的黄尾鰤过程中，饲料转化率达到了 1.2。运用同种饲料、并且假使水温达到最佳状态，第二年同样能有令人十分满意的生长效果。对大于 3 千克的黄尾鰤来说，用生鱼作为饲料要比膨化颗粒饲料更好，用膨化颗粒饲料饲喂，每天摄食率达到体重的 2%是非常困难的，尤其是在冬天。在商业生产大于 3 千克的黄尾鰤时，需要脂肪含量大于 25%、重 30 克的膨化颗粒饲料，特别是在冬季的那几个月。

4.2 人工饲料有效性及问题

与新鲜的鱼饲料相比，人工饲料更能改善生长率和成活率。将生鱼作为黄尾鰤的主要饲料时，准确地预计鱼的生长是十分困难的，因为饲料的营养成分差异显著。由于人们获取了黄尾鰤对蛋白质和维生素的需求信息（Takeuchi et al.，1992），所以使得各式各样湿性颗粒饲料和合成饲料的生产成为了可能。如今，黄尾鰤湿性颗粒饲料和合成饲料的生产成本比生鱼饲料要少，这促使大量饲料厂家生产这种饲料。

尽管在过去的 10 年里，用于黄尾鰤养殖的合成饲料产量几乎是直线上涨（表 5），而更多的研究却要求开发干性的颗粒饲料、适当的饲养技术和鉴别廉价饲料原料（Nakada，1997a；Shimeno，Masaya and Ukawa，1997；Nakayama，1997）。目前，日本水产厅、日本鱼饲料协会、大学研究人员以及渔业实验站正在着手研制高质量的合成鱼饲料（Matsumoto，1997）。诸如像 Umisachi 和 Otohime 等人工饲料的发展为黄尾鰤幼鱼产量和成活率的增长作出了贡献。现在，健康的幼鱼从 2 克大起就可以被饲喂这些饲料了、而用剁碎的生鱼作为饲料时，是无法实现高成活率的。

日本鱼饲料协会对经济湿性颗粒饲料、鹏华颗粒饲料和颗粒饲料的支持成功地降低了黄尾鰤的养殖成本并且提高了生产质量。此外，制药公司也为黄尾鰤疾病的预防和治疗以及鱼体质量的改善开发了维生素混合物和功能性配料。

1979 年，为了防止污染，日本渔业局开始开发一种用于黄尾鰤养殖的湿性颗粒饲料，这是人工饲料的又一大进步。然而，在 20 世纪 80 年代，大量极其便宜的国产沙丁鱼又继续用做黄尾鰤的主要饲料。直到 20 世纪 90 年代初，养殖商们才终于意识到在他们的水产养殖场周围因养殖鱼类而造成的环境污染是多么严重，这促使他们开始接受并使用人工饲料。

饲料的改进包括结合剂的加入，把它加入剁碎的生鱼中之后，饲料利用效率可以提高近两倍。那

么，日摄食率就可以减少 20%～30%，这提高了饲料转化效率并减少了水体污染。选用对的饲料且用量合理是实现有效可持续生产的一个关键因素，相应地，也可以提升养殖鱼的质量（表 6）。

各种各样的鱼粉替代品已经成功地将黄尾鰤饲料中的鱼粉和鱼油数量减半，并且不带有任何副作用（Watanabe，1996；Shimeno，1997；Shimeno，Takii and Ono，1993）。如果将脱脂干鱼粉用于水产养殖，那么会造成鱼饲料在无脂肪添加的情况下脂肪含量不足（Nakada，1992）。

在 20 世纪 80 年代，往淡水鱼的饲料里补充油脂是十分常见的，但是，对海洋生物却不能这么做，因为它们对脂肪酸的需求是不同的。黄尾鰤的商业化生产试验开发并测试了适合海洋生物的饲用油脂，并且培育出了与野生鱼脂肪含量相近的鱼。然而，由于高度不饱和脂肪酸（HUFA）含量高的油脂质量各不相同，所以水产养殖饲料油研究协会提出了水产养殖饲料的养殖用油脂标准。由于世界鱼粉和鱼油的产量波动显著，所以已经着手对鱼饲料进行进一步的改善，这其中包括使用替代蛋白源。在未来，大豆粉、禽肉粉和一定量的鱼油，同大豆油或椰子油一样，将很有可能代替鱼粉这种目前合成饲料中的主要蛋白源。

4.3 野生捕获饲料的可持续性

在日本渔业局的严格规定下，沙丁鱼的捕获量稳定在较低水平。根据日本渔业局 2004 年的统计数据，为养殖黄尾鰤而生产的鱼饲料达到了 52.5 万吨，人工饲料 35.7 万吨。由于沙丁鱼种群并没有增加，沙丁鱼的捕获量不可能比前一年多，所以黄尾鰤的养殖需要使用人工饲料。

5 幼鱼捕捞对环境的影响

据估计，黄尾鰤幼鱼的种群每年大于 1 亿个，且目前规定捕获量不得超过 2 500 万。为了提高这种自然资源，减少对野生种群的影响，近几年采取了一系列的行动，其中包括建立适宜的海藻场以促进黄尾鰤繁殖，释放人工浮游海藻以及进行人工繁殖。在黄尾鰤幼鱼捕鱼期间，非目标物种的副渔获物被报告给指定的县立渔业站。一些珍贵的副渔获品种被悉心照料，也可能会被保留下来，而其他品种则与浮游海藻一并被放归大海。

捕获了黄尾鰤幼鱼之后，渔船会在 2 天之内返回港口，以尽量避免它们同类相食，如果运输时间超过 3 天，就要往暂养箱里加入人工膨化颗粒饲料。早前，传统的黄尾鰤幼鱼捕捞技术已经显著改善，确保了幼鱼保持健康的状态。从早期阶段就开始正确适当地捕捉和饲喂，确保了几乎全部野生鱼苗在随后的养殖过程中存活下来（死亡率＜2%）。

6 养殖的社会影响及经济影响

据估计，在日本有 200 万人从事海产养殖工作，这其中包括女人和年长的工人，他们的工作涉及黄尾鰤养殖和贸易等各个阶段，但野生鱼捕捞除外。大多数黄尾鰤产品是被渔民合作联合会（FCA）所掌管的，它同时还提供运营资金（如贷款）用于购买鱼苗和饲料。传统上，FCA 是向临近村镇和城市的鱼市销售产品。然而，最近，连锁超市以较低的价格购买这些产品以保证他们每年的合同。因此，生产商和养殖商的利润都下降了。

为了努力争取更高的收益，密集网围养殖越来越多，导致水体被污染，赤潮发生次数增多，同时，养殖天数也因此减少了。许多家庭经营的水产养殖企业已经破产，因为他们无法维持生产成本。这些企业将他们的水产养殖权交付于他人，并且往往会成为这些新公司的雇员。现有海水养殖场的数量已急剧下降。

虽然日本消费者可以从新的连锁折扣店中购买更便宜且质量更好的鱼，但是在国际竞争中对质量和低价的惊人需求使得日本民众的购买力降低了。

6.1 养殖鱼贸易

消费者正在逐渐认同养殖鱼比野生鱼质量更好，但高档餐厅还是更喜欢野生鱼而不是养殖鱼。养

殖黄尾鰤最强劲的竞争商品不是猪肉或牛肉，而是用定置网捕捞的野生小鰤（身长 50～60 厘米）。如果大量的鰤幼鱼在同一时间上岸，那么它们的市场价可能会跌至 200～300 日元/千克（1.9～2.9 美元/千克），这比养殖黄尾鰤的最低价 800 日元/千克（7.7 美元/千克）还要低得多。

养殖黄尾鰤市场可以分为以下几种：①主要经营活鱼的高级日本餐厅；②卖鲜鱼和冷冻鱼的批发店和超市；③直接配送加工鱼片给个体餐馆和家庭（Satoho and Homma，1990）。

虽然黄尾鰤曾一度严格按重量来卖，但是现在，消费者对鱼的质量更为看重，所以养殖商已经开始生产品质更高的鱼。目前，品牌养殖黄尾鰤他定价要比其他黄尾鰤和其他养殖鱼高。丢弃次等鱼，特别注意保鲜等方式可以保持鱼品质的稳定，而这正是中间经销商所高度重视的。在超市和零售鱼店，通过品牌营销模式，例如销售香川县和鹿儿岛渔业合作联盟（the Kagawa and Kagoshima Federation of Fisheries Cooperatives）这样的组织生产的养殖鱼，来扩大销售。

为了保持产品的高质量，在鱼被捕获之前应对其禁食，让已食用的食物消化。此外，为了保持产品的新鲜，必须在鱼一上岸时就立刻切断延髓，切断尾动脉放血杀死。如果无法将鱼一一进行处理，则应该把它们放入含有大量碎冰块的箱子里。如果垂死的状态被延长，或者鱼被冷藏的温度不够低，造成过早的尸僵会降低产品质量。鱼腐坏的速度很快，所以，把捕获后的鱼尽快送给消费者是至关重要的。在冷藏条件下，鱼能作为生鱼片供应的保鲜期大概是 3 天，这取决于饲养条件和捕获之后的处理情况。快速将它们杀死，放血，去骨，以及正确地包装和冷藏可以使得黄尾鰤肉品质优良。作为三文鱼的材料，鰤和金色鰤比黄尾鰤更为普遍，因为它们能在冷藏状态下保存 3 天以上，依然保持形色味俱佳。目前，鰤供不应求。

6.2 水产养殖的经济利益及损失

在涉及黄尾鰤养殖的不同主体中，经销商通常是最大获利方。渔业合作社与渔业公司合作，管理鱼苗的供给和营销，有时也会成为主导者。养殖商获得的利润相对来说十分微薄，因此只能成为单纯的鱼类生产者。许多水产养殖商通过一个相对较新的直销系统来贩卖他们的产品，那就是由私人经纪人直接从生产商那里买鱼，再通过保鲜的货车把鱼运送给消费者。尽管这种方式十分普及，但激烈的“价格竞争”，还是使许多私人经纪遇到了困难。

高价鱼经人工孵化所生产出来的鱼苗可以赚很多钱。与成鱼养殖相比，种鱼养殖业务要更容易进行一些，只需要小池塘和些许技术知识就足够了。但是，孵化经营要面临野生种鱼的激烈竞争。

养鱼户目前也因国家经济的停滞不前而面临经济困难，国家经济的停滞激化了生产商之间的竞争，使得黄尾鰤的市场价格急剧下降。过去的 30 年里，黄尾鰤养殖商的数量减少了 75%，从 1978 年的 4 162 个企业减少到 2004 年的 1 049 个企业。

由于黄尾鰤幼鱼的捕捞是与其他捕鱼活动一并进行的，是一项相当业余的工作，所以并没有全职的黄尾鰤幼鱼捕鱼者。黄尾鰤养殖商都把精力集中在如何使产量和利润最大化，而并不是确定合适的养殖密度和饲喂规则。因此，并没有开发管理技术。1999 年，立法颁布了法令限制每单位区域养殖鱼的数量，每个特定区域养箱的数量和饲料投放量；这条法令被严格执行。

7 结论

日本黄尾鰤养殖业迫切需要生产更优质的幼鱼，有更高的生长率和更强的抗病性。这些应该通过选择性育种来实现，为了选择所需的亲鱼，就需要收集各式各样的品种。

一项更深入的额外的发展可能是在陆地上养殖海洋物种，例如黄尾鰤。如果黄尾鰤及相关物种的养殖能够在陆地上实现，并且还能对沿海区域不造成污染，那么这将是一个生产优质鱼的好方法（Kikuchi，1998）。此前，因为高额的设备启动资金，而从来没有被考虑过陆地上的养殖；但是现如今，它或许是一个可行的途径。鱼能够被养殖在质量可控的水里，使得疾病和污染物排放都变得更少。这种做法对消费者来说是十分具有吸引力的，他们越来越偏爱养殖鱼，他们知道养殖鱼没有受过

药物处理。一种用于黄尾鰤的湿性颗粒饲料同配合饲料一样，在10年前被开发出来。此外，在幼鱼生产方面已经开发出了比天然海水更好的人造海水系统，而且封闭系统和自动进料系统的技术也正在不断发展（Nakada，1997b）。不过，还有一个问题亟待解决，那就是找到合适的热源以控制水温。

目前，还没有合适的对策来解决鱼主产区生产力下降，集中养殖鱼时疾病控制等问题。对于经济且可持续养鱼来说，基于承载能力来保持最佳放养密度是必要的。平田博士和他的同事（Hirata，Kadowaki and Ishida，1994）提出，开发一个在养殖区域的溶解氧浓度分布图，以助于适当的水资源管理。最近推出的溶解氧实时信息以及从渔业实验站和渔业合作社获得的特定区域水温可以支持这项计划。缓解因海洋鱼类养殖而造成的环境问题，需要运用各种各样的措施，例如挖出海底累积的沉淀物，运用化学方法来促进有机物的分解，禁止使用剁碎的生鱼，禁止养殖大型黄尾鰤，支持养殖体积较小，污染较少的鱼。额外的措施，包括增加沙蚕的繁殖，它可以消耗泥土中的有机物，并培养藻类，鱼的排泄物经分解了之后作为养分被藻类吸收。将来，综合利用自然生产力或许是水产养殖的正确方向（Tsutsumi and Montani，1993）。

是时候去考虑一种能够利用环境自净能力的综合养殖方法了。这种方法可能不仅涉及几种鱼类的混养，还涉及甲壳类动物和藻类的混养（Hamauzu and Yamanaka，1997）。

参考文献

Abe，T. 1986. Fish Data-I. Fish names and illustrations. 75*th Anniversary of the establishment of Nihon Suisan Co.，Ltd.*，Tokyo.

Abe，T. 1987. Illustrated fishes of the world. *Hokuryu-kan*，Tokyo（in Japanese）.

Abe，T. & Homma，A. 1997. Modern fish dictionary，*NTS Inc*. Tokyo.

Anraku，M. & Azeta，M. 1967. *Seikai Regional Fisheries Research Laboratory Report* 214（35）：41－50.

Arakawa，T.，Takaya，M.，Kitazima，T.，Yoshida，N.，Yamashita，K.，Yamamoto，H.，Izquiero，M. S. & Watanabe，T. 1987. Propagation experiments of horse mackerel. *Bulletin of Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries*，13：31－37.

Fukuhara，O.，Nakagawa，T. & Fukunaga，T. 1986. Larval and juvenile development of yellowtail reared in the laboratory. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*，52（12）：2091－2098.

Hamauzu，K. & Yamanaka，M. 1997. Effect of additional seaweeds feed for yellowtail. *Suisan-Zoshoku*，45（3）：357－363.

Hirata，H.，Kadowaki，S. & Ishida，S. 1994. Evaluation of water quality by observation of dissolved oxygen content in mariculture farms. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquac.*，Suppl. 1，61－65.

Ikehara，K. 1984. *Nihonkaiku Regional Fisheries Research Laboratory Report*，pp. 221 － 232.

Inagaki，M. 1990. History on the supply and demand of yellowtail juvenile（*Mojako*）（Special Reports on *Buri*）. *Suisan-Zoshoku*，38（3）：300－314.

Kawabe，K.，Kato，K.，Kimura，J.，Okamura，Y.，Ando，K.，Saito，M. & Yoshida，K. 1996. Rearing of broodstock fish and egg taking from amberjack *Seriola dummerili* in the Chichi-jima，Ogasawara Island，Southern Japan. *Suisan-Zoshoku*，44（2）：151－157.

Kawanabe，K.，Kato，K.，Kimura，J.，Okamura，Y.，Takenouchi，T. & Yoshida，K. 1997. Rearing of broodstock fish and egg taking from the Carangid fish *Seriola revoliana* in the Chichi-jima，Ogasawara Island，Southern Japan. *Suosan-Zoshoku*，45（2）：201－206.

Kikuchi，K. 1998. New land aquaculture system. *Brochure of Technical Bulletin of Hitachi Metals*，Tokyo，1－4，Jan.

Matsumoto, S. 1997. Law and administrative guidance for aqua-feed. *Yoshoku*, 34 (5): 49 - 51. *Capture-based aquaculture of yellowtail* **215**

Miyazaki, T. 1986. Prevention and treatment of diseases in yellowtail. *Yoshoku*, 23 (9): 101 - 103.

Mushiake, K., Arai, S., Matsmoto, A., Shimma, H. & Hasegawa, I. 1993. Artificial insemination from 2-year old cultured yellowtail fed with moist pellets. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 59 (10): 1721 - 1726.

Nagasaki Prefecture Fisheries Experimental Station. 1998. Report from Experimental Station. *Monthly Kansui*, 403, 44 - 44.

Nakada, M. 1992. Current study for aquaculture feeds. *Yoshoku*, 29 (8): 38 - 60.

Nakada, M. 1997a. Economical usage of artificial aqua-feeds. *Yoshoku*, 34 (5): 60 - 64.

Nakada, M. 1997b. Auto feeding system and formulated fish feed-study of auto feeding. *Marine Forum* 21, pp. 168 - 172.

Nakayama, H. 1997. Present status and problems of artificial aqua-feeds. *Yoshoku*, 34 (5): 60 - 64.

Sakakura, Y. & Tsukamoto, K. 1996. Onset and development of cannibalistic behaviour in early life stage of yellowtail. *J. Fish Biol.*, 48, 16 - 29.

Satoho, R. & Homma, A. 1990. *Handling of live fish*. Fuji Technosystem, Inc., Tokyo.

Shimeno, S. 1997. Current study for aquaculture feeds. *Yoshoku*, 34 (5): 52 - 55.

Shimeno, S., Masaya, M. & Ukawa, M. 1997. Effect of manufactured cooking level on nutritional value for high fishmeal contained yellowtail feed, *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 63 (6): 971 - 976.

Shimeno, S., Takii, M. & Ono, T. 1993. Difference of digestion and blood plasma change for juvenile yellowtail by raw fish feeds and artificial fish feeds. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 59 (3): 507 - 513.

Suehiro, Y. & Abe, T. 1994. Illustrated book of fishes and shellfish. *Shogakukan*, Tokyo.

Tachihara, K., Ebisu, R. & Tukasima, Y. 1993. Spawning, eggs, larvae and juveniles of the purplish amberjack *Seriola dummerili*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish* 59 (9): 1479 - 1488.

Takeuchi, T., Shiina, Y., Watanabe, T., Sekiya, S. & Imaizumi, K. 1992. Suitable protein and lipid levels in diet for fingerlings of yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi* (*Bull. Japan. Sco. Sci. Fish.*), 58: 1333 - 1339.

Tsutsumi, H. & Montani, S. 1993. Utilization of biological activities of capitellid polychaete for treatment of "Hedoro" (organically enriched sediment) deposited on the marine bottom just below fish net pen culture. *Nippon Suisan Gakkaishi* (*Bull. Japan. Sco. Sci. Fish.*), 59: 1343 - 1347 (in Japanese).

Verakunpiriya, V., Mushiake, K., Kawano, K. & Watanabe, T. 1997a. Supplemental effect of astaxanthin in broodstock diets on the quality of yellowtail eggs. *Fish. Sci.*, 63 (5): 816 - 823.

Verakunpiriya, V., Watanabe, K., Mushiake, K., Kawano, K., Kobayashi, T., Hasegawa, I., Kiron, V., Satoho, S. & Watanabe, T. 1997b. Effect of krill meal supplementation in soft-dry pellets on spawning and quality of egg of yellowtail. *Fish. Sci.*, 63 (3): 433 - 439.

Watanabe, T. 1996. Developments in the present conditions of Japan aquaculture feeds, *Suisan-Zoshoku*, 44 (2): 227 - 229.

基于捕捞的石斑鱼养殖

Mark Tupper
世界渔业中心
马来西亚，槟城
E－mail：m. tupper@cgiar. org

Natasja Sheriff
世界渔业中心
马来西亚，槟城
E－mail：n. sheriff@cgiar. org

Tupper，M.；Sheriff，N. 2008. Capture-based aquaculture of groupers. In A. Lovatelli and P. F. Holthus （eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 508. Rome，FAO. pp. 217－253.

概　　述

在过去 20 年中，中国和东南亚的经济迅速发展，导致了富裕阶层的出现，他们拥有大量的可支配收入。这使得该地区的鱼类需求不断增加（Birkeland，1997）。近几年，印度洋-太平洋地区的活鱼贸易迅速扩张，现在已涉及许多目标品种（Johannes and Riepen，1995；Sluka，1997，Sadovy and Vincent，2002）。石斑鱼因其良好的肉质而受到珍视，许多品种的市场定价都很高。石斑鱼类是活鱼贸易中开发最为密集的种群，出口商支付给本土渔民高价意味着目标品种可能会被严重地过度捕捞（Morris，Roberts and Hawkins，2000）。为缓解野生石斑种苗群的压力，许多国家都提倡进行水产养殖，希望石斑鱼的产量能够更加可持续地发展。但是，尽管近几年来已取得了一些重大进展，目前全周期养殖对于大多数石斑鱼品种来说还是不可能的。所以，大约 2/3 的石斑鱼养殖都涉及野生种苗的捕捞和培育（Sadovy，2000）。这就被称为基于捕捞的水产养殖（CBA）。

在多个东南亚国家和地区有至少 16 个石斑鱼品种被养殖，包括印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国、越南以及中国台湾省、中国香港特别行政区（特区）、中国东南部（Sadovy，2000）。在印度、斯里兰卡、沙特阿拉伯、韩国、澳大利亚、加勒比海地区以及美国东南部也有石斑鱼的养殖。尽管在中国和东南亚，活鱼广受欢迎，但是由于养殖主要受制于野生种苗供给的有限性和不可靠性，以及人工孵化的困难，每年来自水产养殖的消费量仅占 15％～20％。

运用各种不同的方法采集石斑鱼种苗。捕捞方式通常是手工的，渔民们还会使用各种人造栖息地。有些石斑鱼种苗的采集方式比其他的更具破坏性。具有明显破坏性的方式会导致高死亡率，高兼捕量，以及对鱼类栖息地的破坏。另一个问题是，有些方式会导致当地渔业被少数几个人垄断。这些破坏性的方式包括使用剪网和长袋网，而这些破坏性的方式在某些地区已经被禁止了。捕捞和运输过程中的死亡率并没有被详细记载；估计在捕获后最初的 2 个多月里，死亡率的变化范围很大（30％～70％），这取决于鱼苗品质、运输压力的程度、疾病以及发生同类相食的情况（Pudadera，Hamid and Yusof，2002）。

由于大多数石斑鱼品种还无法进行全周期养殖，所以将近 66％～80％的石斑鱼养殖涉及野生种

苗的捕捞和培育，而野生种苗每年的捕获量已经超过上亿尾（Sadovy，2000）。把捕获的种苗数量与销售的饲养鱼数量的对比明显说明了养殖技术的粗糙与浪费。Sadovy（2000）估计，每年需要大约6 000万尾种鱼才能生产出该地区2.3万吨的可以食用的活鱼。

杂鱼通常用做石斑鱼网箱养殖的饲料，但是它的成本不断增长、供给紧缺、质量参差不齐以及饲料转化率低，都表明无论从营养角度还是从经济角度来衡量，它都不是一种最佳的饲料。要想让石斑鱼的养殖保持盈利，就必须提供一种可靠的供给，那就是经济有效的、非海产的蛋白替代源。Millemena（2002）证实，高达80%的鱼粉蛋白可以用陆地动物加工处理得到的肉粉和血粉替代，而且在生长率、存活率、食物转化率（FCR）方面都没有任何副作用。从经济的角度考虑，在饲料中用更便宜的动物副产品代替鱼粉可以缓解鱼粉的低效性和高成本的问题。

最近的研究表明，基于捕捞的石斑鱼养殖的生态足迹是庞大的（Mous et al.，2006）。对石斑鱼基于捕捞的水产养殖业的支持通常基于一个假设，那就是石斑鱼幼鱼的自然死亡率很高，所以捕鱼量不会显著增加，从而使得成鱼的数量规模不会有任何增大。这个假设还未经大多数石斑鱼品种的验证。然而，最近研究表明，高死亡率发生在迁徙过程中或刚刚附着的时候，并且能活好几天的石斑鱼幼鱼的存活机会要大得多（Tupper，2007）。除了副渔获物的问题、浪费型死亡率和过度捕捞，网箱养殖和袋网捕捞会导致其他的环境问题，最显著的一点是源污染，它对沿海水域尤其是珊瑚礁会产生不利影响。

作为农村，特别是沿海地区渔民一种生计，石斑鱼养殖很可能会带来巨大的财政收益。对石斑鱼出口市场的高度重视，保证了渔民即使在种群大量死亡的情况下，也能获得利润。尽管初始投资成本很高，但研究表明，在国泰民安的大背景下，只要经过适当的帮助，哪怕是最穷的人也能够通过养殖石斑鱼而获得利润。然而，根据这篇报告所反映出来的信息，基于捕捞的石斑鱼养殖未必是保证活鱼或“死鱼”贸易中石斑鱼稳定且可持续供给的最佳方式。这是由多方面的问题所造成的，包括种苗的低效，破坏性的、不经济的种苗采捕技术，在鱼群早期生命阶段的大规模捕捞对成年鱼群数量的后续影响和对捕捞业的冲击，养殖过程中所造成的污染和疾病。

目前应对石斑鱼基于捕捞的水产养殖业问题明显的解决办法是，对市场上卖的所有石斑鱼品种都实行全封闭循环孵卵养殖。有个别品种已经在全周期养殖上取得了重大进展，尤其是在中国的台湾省，而且，在资本投入足够大的情况下，全周期养殖在经济上是完全可行的。

绪论

在过去的20年里，中国和东南亚的经济发展迅速，导致了富裕阶层的出现，他们拥有大量的可支配收入。这使得该地区的鱼类需求不断增加（Birkeland，1997）。近几年，印度洋-太平洋地区的活鱼贸易迅速扩张，现在已涉及许多目标品种（Johannes and Riepen，1995；Sluka，1997，Sadovy and Vincent，2002）。石斑鱼类因其肉质佳而受到重视，许多品种的市场定价都很高。石斑鱼类在活鱼贸易中是开发最密集的种群，出口商支付给本土渔民高价意味着目标品种可能会被严重地过度捕捞（Morris，Roberts and Hawkins，2000）。与贸易随之而来的往往是一连串的过度开采；最受追捧的品种会被一个国家接着一个国家地捕捞殆尽，接着，其次珍贵的品种就会成为目标，被密集地捕捞。在中国和东南亚市场，富人们会花很多的钱来购买濒危品种。1997年，红石斑鱼、赤点石斑鱼在中国香港特别行政区的价格达到了每千克42美元。2004年，仅仅是波纹鱼和曲纹唇鱼的鱼唇在餐厅的价格就达到了225美元。因此，渔民们会竭尽全力去捉到每一条鱼，而这已经导致了该区域品种数量崩塌性的降低，其中包括赤点石斑鱼和拿骚石斑鱼（Morris，Roberts and Hawkins，2000；Sadovy，2001a）。

这些品种的K-选择生存策略加剧了密集捕捞所带来的影响，它们的产卵聚集具有可预见性，而且它们常出现在浅水域和易接近的珊瑚礁上，而在世界的很多地方，这些珊瑚礁都被严重地过度开采。对许多品种来说，产卵聚集代表了某一年的总繁殖输出量，而且许多品种会年复一年地回到同一

个聚集区。渔民们通常以产卵聚集为目标，因为它们一直在相同的时间出现在相同的地点，所以能够轻松地在很短时间内捕捞到大量的鱼（Rhodes and Tupper，2007）。当捕捞压力迫使鱼聚集产卵的比例减少时，这些种群的数量就可能会迅速下降，几年内，它们可能就不再聚集在一起（Johannes et al.，1999；Sadovy and Eklund，1999）。

世界上大部分的石斑鱼都被个体渔业捕捞上岸，即便是低水平的渔夫也能对这些极脆弱的种群造成不利影响。休闲渔业也可能会对种群造成显著的影响；例如，在佛罗里达，休闲渔业的捕捞量占石斑鱼总捕捞量的比例里高达 35%（Morris，Roberts and Hawkins，2000）。全球石斑鱼的捕捞量从 1991 年的 100 724 吨增加到了 2000 年 168 943 吨，增幅达 68%。为了缓解野生石斑种苗群的压力，许多国家都提倡进行水产养殖，希望石斑鱼的产量能够以更可持续的方式发展。由于石斑鱼特别难在封闭系统中养殖，大多数石斑鱼品种的全周期养殖在目前仍是不可行的（尽管近几年在这方面已有重大进展）。所以，大约 2/3 的石斑鱼养殖都涉及野生种苗的捕捞和养殖（Sadovy，2000）。这就被称为基于捕捞的水产养殖（CBA）。

捕鱼活动与用于养殖的捕捞种苗之间存在着十分紧密的联系，随着对石斑鱼成鱼的过度捕捞，优质品种的数量越来越少。然而，数量下降的原因必须经过仔细的对比研究之后才能评估出来，因为捕获数量的下降可能是由多种因素综合影响所造成的，例如：过度捕捞成鱼（成鱼能产出幼鱼，所以过度捕捞成鱼必然造成鱼数量的减少）、栖息地的恶化与污染、破坏性的捕鱼技术、高出口需求等（Johannes，1997；Sadovy，2000）。一个联系成鱼与幼鱼的更全面的管理方法是十分必要的。

1 物种描述及其在水产养殖中的应用

石斑鱼类（辐鳍鱼纲，鲈形目，鮨科，石斑鱼亚科）包括 14 个种属，石斑鱼亚科的 449 个品种，或者说接近鮨科（石斑鱼和海巴司鱼）所有品种中的一半（Heemstra and Randall，1993）。养殖的石斑鱼主要包括 16 个品种，主要品种的分布区域略有不同。通常最为丰富，用于养殖的，同时也在孵化培育的品种是斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*）和点带石斑鱼（*E. malabaricus*）。其他重要的品种还包括布氏石斑鱼（*E. bleekeri*）、赤点石斑鱼（*E. akaara*）、青石斑鱼（*E. awoara*）和宝石石斑鱼（*E. areolatus*）。镶点石斑鱼（*E. amblycephalus*）、褐点石斑鱼（*E. fuscoguttatus*）、鞍带石斑鱼（*E. lanceolatus*）、六带石斑鱼（*E. sexfasciatus*）、鲑点石斑鱼（*E. trimaculatus*）、玳瑁石斑鱼（*E. quoyanus*）、褐石斑鱼（*E. bruneus*）、驼背石斑鱼（*Cromileptes altivelis*）、豹纹鳃棘鲈（*Plectropomus leopardus*）和斑鳃棘鲈（*P. maculates*）的养殖量都比较少。在美国东南部和加勒比地区，纳苏石斑鱼（*E. striatus*）、伊氏石斑鱼（*E. itajara*）、堵嘴石斑鱼（*Mycteroperca microlepi*）和博氏喙鲈（*M. bonaci*）似乎具有较好的养殖潜质（Tucker，1999）。然而，在西半球，基于捕捞的石斑鱼水产养殖发展程度却不像在东南亚那样高。

某些品种的石斑鱼幼鱼和成年鱼生活在沿海岸、泻湖水域以及河口，而其他石斑鱼则更喜欢在近岸珊瑚礁周围的洁净水域里生活。它们的卵是单一的，非黏附性的，并且在正常浓度下能浮起来。多数品种幼体的浮游幼体状态大概要持续 30～50 天（Colin，Koenig and Laroche，1996）。当它们成为石斑鱼幼鱼时，就会栖息在浅水域，躲避在海草床、红树林支柱根、珊瑚碎石、分枝状珊瑚和藻类上。有一些石斑鱼幼鱼能适应不同的栖息，它们随遇而安，能栖息在任何合适的地方，但其他品种的石斑鱼则有特定的栖息地，在那里它们的生长和存活状况都会改善（Tupper，2007）。野生石斑鱼幼体孵化出来后，以桡足类和其他小型浮游动物为食。随着它们渐渐长大，转而以较大的甲壳类动物为食，如端足目动物和糠虾。尽管鳃棘鲈属主要是食鱼的，不过野生石斑鱼幼鱼和成年鱼以鱼、蟹、虾、龙虾和软体动物为食（Tucker，1999）。

石斑鱼尺寸的最大跨度从仅仅 12 厘米（如东太平洋副花脂）到超过 3 米（如鞍带石斑鱼）。大多数石斑鱼在 2～6 年内达到性成熟，但一些较大的品种达到成熟的时间可能更长一些，例如褐点石斑

鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）需要 9 年才能达到性成熟。大多数石斑鱼是雌性先熟雌雄同体。通常，随着它们渐渐生长，有一些会由雌性转变为雄性；而其他的仅在雄性缺乏的情况下才会转变。在自然界中，许多物种以大量聚集的形式产卵（成百上千条鱼），它们的性别比接近 1∶1（Rhodes and Sadovy，2002）。在某些情况下，多个石斑鱼品种会在同一聚集地产卵（例如，Palau 和 Pohnpei；Johannes et al.，1999；Rhodes and Tupper，2007）。

石斑鱼是珊瑚礁上顶级捕食者其中一种，它们的 K 型曲线表现出生产缓慢、繁殖滞后、尺寸大、寿命长的特征，这些特征使得它们在遭遇过度捕捞时显得十分脆弱。另一个造成它们很脆弱的原因是，它们会变换性别，而且在小群体中雄性的比例较小，这意味着过度捕捞使得雄鱼大幅度减少（或者在鱼成为雄性之前就被捕捞走了）。此外，许多石斑鱼的产卵集合体形成的时间和地点是可以被估计出来的，这使得它们极易被捕获。对于一些品种来说，这些集合体代表了全年的繁殖量。石斑鱼的特点是定栖，并且区域性强，这使得它们极易成为捕捞渔业的目标（Bullock et al.，1992；Heemstra and Randall，1993；Sadovy，1996；Domeier and Colin，1997；Sadovy and Eklund，1999；Morris，Robertsand Hawkins，2000）。表 1～16 总结了基于捕捞的养殖渔业中常出现的石斑鱼品种的特点，图 1～32 则说明了它们的外形特征以及地理分布。

驼背石斑鱼（Valenciennes，1828）

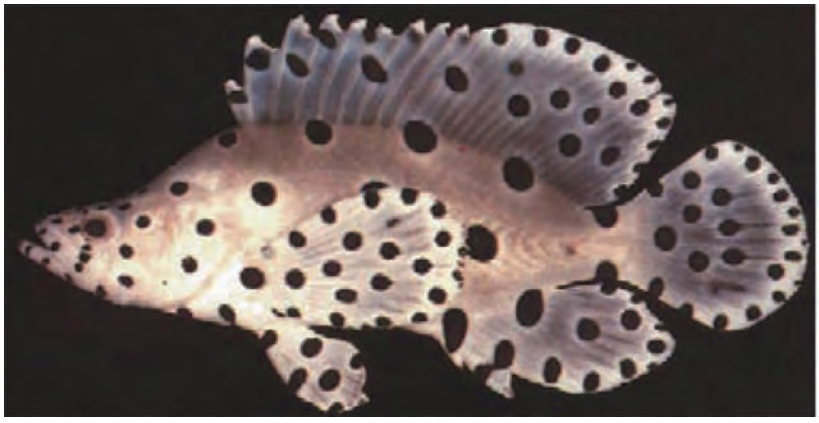


图 1　驼背石斑鱼（*Cromileptes altivelis*）
（J. E. Randall 提供）

表 1　驼背石斑鱼的特性

通用名称	驼背石斑鱼，豹斑鱼，鼠斑鱼，高鳍石斑鱼
大小与年龄	最大体长 70 厘米
环境	礁区；海洋；深度范围 2～40 米
气候	热带；北纬 32°至南纬 23°；东经 88°至东经 168°
重要性	幼鱼通常用做观赏鱼，成年鱼则多用于食用；在中国香港特别行政区活鱼市场享有极高的价值
弹性	低，最小族群时间 4.5～14 年
生物学与生态学	一般栖息于泻湖及向海礁，典型分布是在盲区或淤泥区。也生活于珊瑚礁周围和潮池。增长非常缓慢。以小鱼和甲壳类动物为食物

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

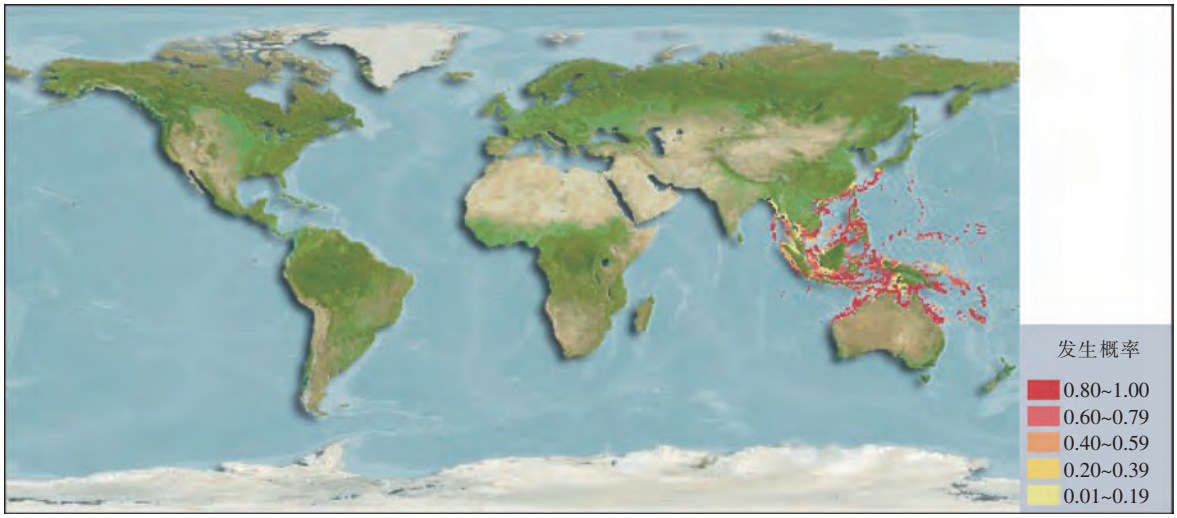


图 2　驼背石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

赤点石斑鱼（Temminck and Schlegel，1842）

图 3　赤点石斑鱼（*Epinephelus akaara*）

（A. Cornish 提供）

表 2　赤点石斑鱼的特性

通用名称	赤点石斑鱼
大小与年龄	最大体长 53 厘米；体重：2 470 克
环境	礁区；海洋
气候	热带；北纬 39°至北纬 20°；东经 109°至东经 143°
重要性	中国香港特别行政区活鱼市场中的高价食用鱼
弹性	中，最小族群时间 1.4～4.4 年
生物学与生态学	该物种的生物学与生态学鲜为人知；通常在岩层上垂钓捕得。被世界自然保护联盟石斑鱼和苏眉专家小组列为濒危物种

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

图 4　赤点石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

镶点石斑鱼（Bleeker，1857）

图 5　镶点石斑鱼（*Epinephelus amblycephalus*）

（CSIRO 提供）

表 3　镶点石斑鱼的特性

通用名称	镶点石斑鱼
大小与年龄	体长 50 厘米
环境	礁区；海洋；深度范围 80～130 米
气候	热带；北纬 35°至南纬 20°，东经 95°至西经 179°
重要性	渔业：低商业化
弹性	中，最小族群时间 1.4～4.4 年
生物学与生态学	鲜为人知

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

图 6　镶点石斑鱼（*Epinephelus amblycephalus*）的分布

（FishBase，2007）

宝石石斑鱼（Forsskål，1775）

图 7　宝石石斑鱼（*Epinephelus areolatus*）

（J. E. Randall 提供）

表 4　宝石石斑鱼的特性

通用名称	宝石石斑鱼
大小与年龄	体长 47 厘米；体重：1 400 克；最长的记录年龄：15 年
环境	礁区；海洋；深度范围 6～200 米
气候	热带；北纬 35°至南纬 33°，东经 29°至东经 180°
重要性	活珊瑚贸易中一个重要的渔业和水产养殖品种
弹性	中，最小族群倍增时间 1.4～4.4 年
生物学与生态学	通常发现生长在海草床或死珊瑚或岩礁附近的细颗粒泥沙底，或大陆架浅海区域的低等腔肠动物。幼鱼大多生长于水深 80 米处。可能在特定的阶段产卵并在该过程中聚集。卵与早期幼虫生活在远洋区域。食用鱼类和底栖无脊椎动物，主要是虾和螃蟹

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

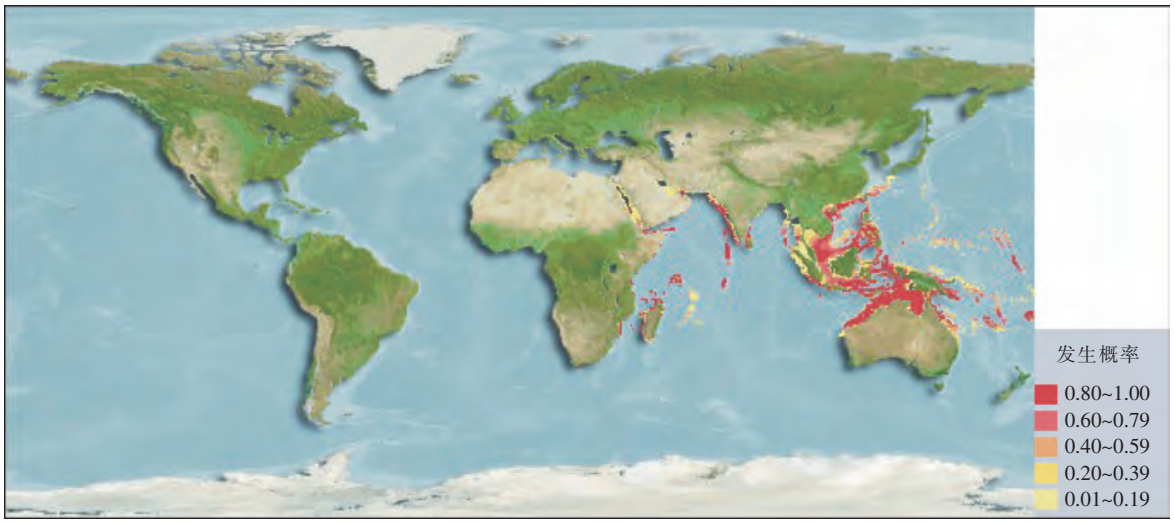


图 8　宝石石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

青石斑鱼（Temminck & Sclegel 1842）

图 9　青石斑鱼（*Epinephelus awoara*）

（D. C. Cook 提供）

表 5　青石斑鱼的特性

通用名称	青石斑鱼
大小与年龄	体长 60 厘米
环境	礁区；海洋；深度范围 10～50 米
气候	热带；北纬 39°至北纬 12°，东经 110°至东经 143°
重要性	商业性渔业和水产养殖；在中国香港活鱼市场上有适度价值
弹性	高，最小族群倍增时间不到 15 个月（繁殖力＝24 329）
生物学与生态学	出现于岩石地区及沙泥底，幼鱼多见于潮间带水坑。在人工饲养中，该物种富有进攻性，追食其他物种，尤喜食自己的种类。雌性先熟雌雄同体。可人工授卵，且幼虫最长存活期为 15 天

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

图 10　青石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

布氏石斑鱼（Temminck & Sclegel 1842）

图 11　布氏石斑鱼（*Epinephelus bleekeri*）

（J. E. Randall 提供）

表 6　布氏石斑鱼的特性

通用名称	布氏石斑鱼
大小与年龄	体长 76 厘米
环境	底栖；海洋；深度范围 30～104 米
气候	热带；北纬 32°至南纬 17°，东经 48°至东经 136°
重要性	低渔业商业价值，有适度的商业性水产养殖价值；在中国香港活鱼市场上交易
弹性	低，最小族群倍增时间 4.5～14 年（最长倍增时间达到 24 年）
生物学与生态学	出现于浅海岸而不是发育良好的珊瑚礁。通常用 30～45 米的拖网或在海岸以垂钓方式捕获

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

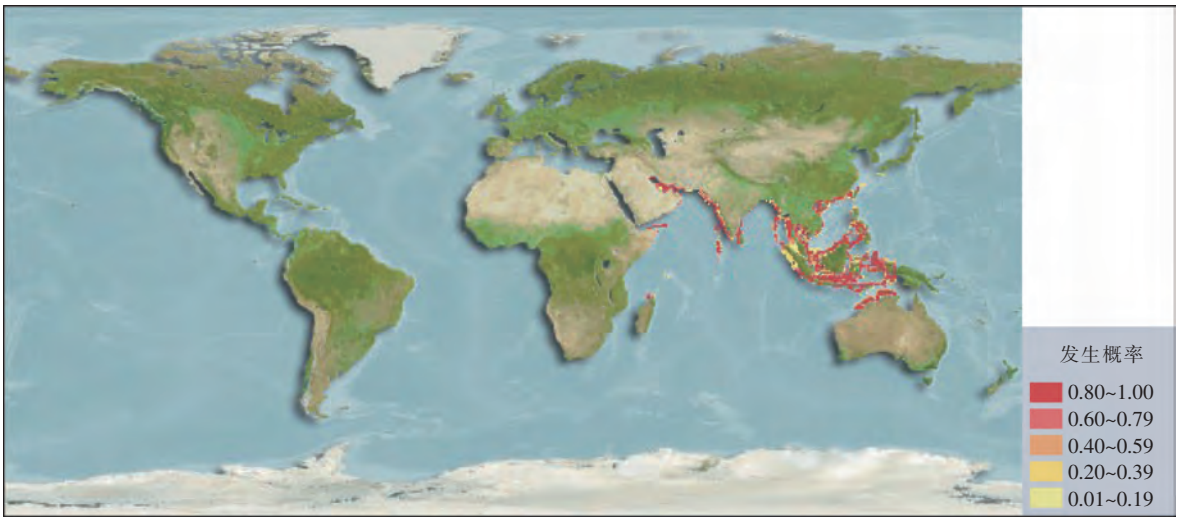


图 12　布氏石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

褐石斑鱼（Bloch，1793）

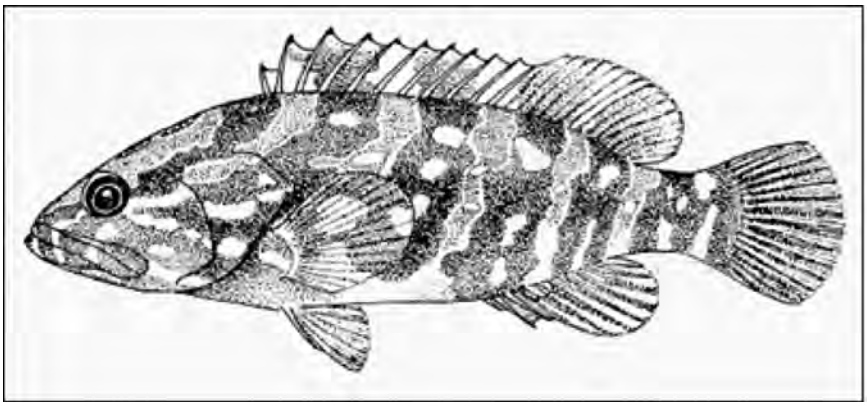


图 13　褐石斑鱼（*Epinephelus bruneus*）

（FAO 提供）

表 7　褐石斑鱼的特性

通用名称	褐石斑鱼
大小与年龄	体长 128 厘米（雄性/尚未辨别雌雄；Ref. 40637）；最大体重：33 千克（Ref. 40637）
环境	礁区；海洋；深度范围 20～200 米
气候	热带；北纬 38°至北纬 17°，东经 108°至东经 142°
重要性	商业渔业和休闲渔业有重要价值，在日本和中国香港活鱼市场上进行商业性养殖
弹性	非常低，最小种群倍增时间超过 14 年
生物学与生态学	栖息于岩礁；泥地。幼鱼生活在浅水区

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

图 14　褐石斑鱼的分布
（FishBase，2007）

斜带石斑鱼（Hamilton，1822）

图 15　斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*）
（D. C. Cook 提供）

表 8　斜带石斑鱼的特性

通用名称	橙点石斑鱼，河口石斑鱼，青斑石斑鱼
大小与年龄	体长 120 厘米（雄性/尚未辨别雌雄；Ref. 47613）；最大体重：15 千克（Ref. 11228）；最大年龄：22 岁
环境	礁区；半咸淡水；海洋；深度范围 2～100 米
气候	亚热带；北纬 37°至南纬 34°，东经 28°至东经 180°
重要性	对于东南亚的商业渔业和水产养殖很重要；是中国香港活鱼市场的主要品种。
弹性	中，最小种群倍增时间 1.4～4.4 年（$K = 0.17$；$tmax = 22$）。
生物学与生态学	生活在浑浊的沿海珊瑚礁，下层是泥土和瓦砾的苦咸水中。幼鱼生活在含有沙子、泥巴和碎石的河口浅水区及红树林间。以小鱼、虾和蟹为食物。可能在特定的阶段产卵并在该过程中形成聚集。卵与早期幼虫可能生活在远洋区域

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

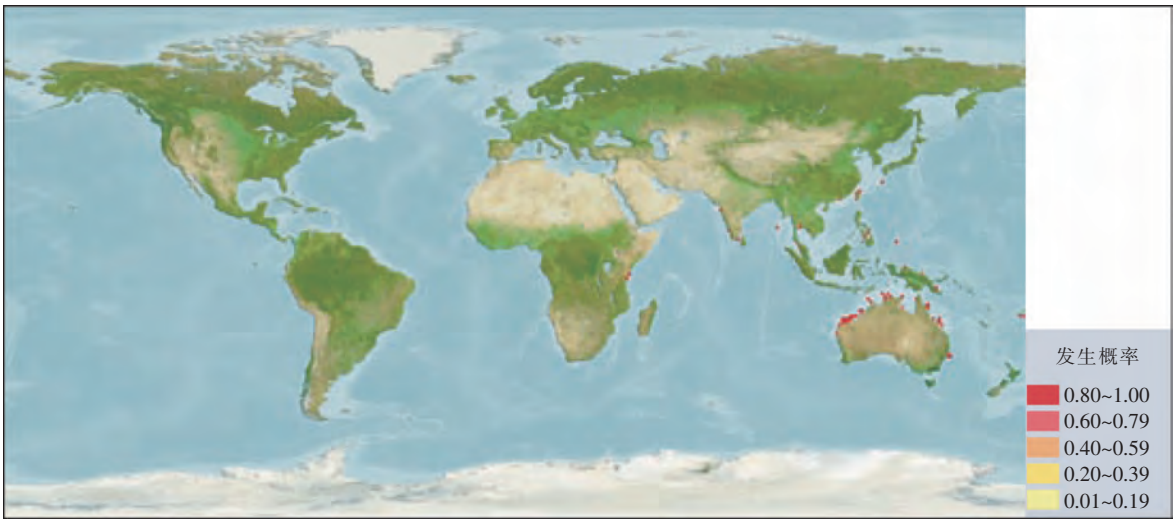


图 16　斜带石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

褐点石斑鱼（Forsskål，1775）

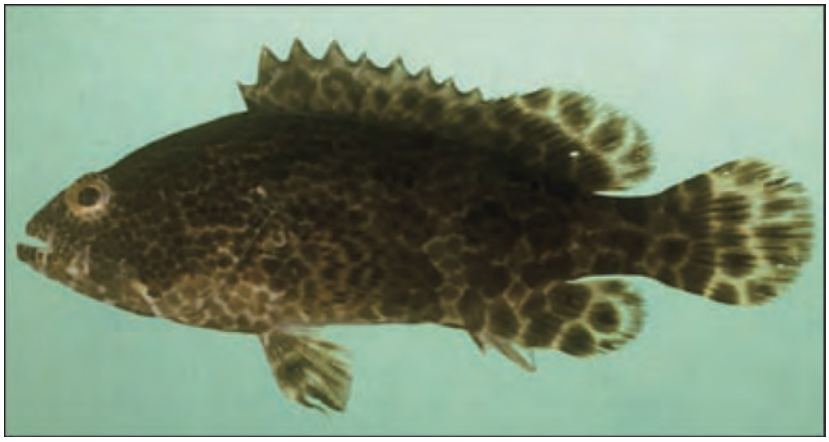


图 17　褐点石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）

（J. E. Randall 提供）

表 9　褐点石斑鱼的特性

通用名称	褐点石斑鱼；老虎斑石斑鱼；黑斑石斑鱼；杉斑石斑鱼；杉斑，老虎斑
大小与年龄	体长 120 厘米（总长）；最大体重：35 千克；最大年龄大于 40 岁
环境	礁区；海洋；深度范围 1～60 米
气候	热带；北纬 35°至南纬 27°，东经 39°至西经 171°
重要性	低商业渔业养殖性，在水产养殖和活珊瑚鱼贸易中有适度的重要性。在新加坡、菲律宾和印度尼西亚养殖
弹性	中，最小种群倍增时间 1.4～4.4 年（K =0.16～0.20）
生物学与生态学	居住在咸水湖的上层，渠道和外礁斜坡，珊瑚丰富的地区，清澈的水域中。幼鱼多在海草床。以鱼、蟹和头足类动物为食物。可能是某些地区的肉毒鱼类。主要活跃在黄昏时刻

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

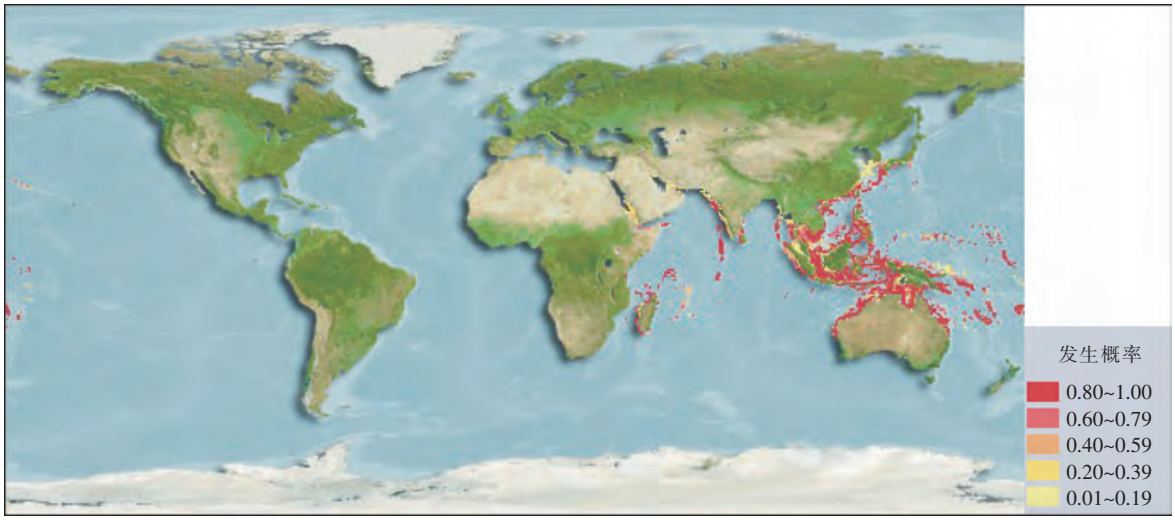


图 18　褐点石斑鱼的分布
（FishBase，2007）

鞍带石斑鱼（Bloch，1790）

图 19　鞍带石斑鱼（*Epinephelus lanceolatus*）
（FAO 提供）

表 10　鞍带石斑鱼的特性

通用名称	鞍带石斑鱼，巨型石斑鱼，斑王（龙趸、龙胆石斑鱼、过鱼、枪头石斑鱼、倒吞鲨、鸳鸯鲛、紫石斑鱼）
大小与年龄	体长 270 厘米；最大体重：455 千克
环境	礁区；苦咸水；海洋；深度范围 1～100 米
气候	热带；北纬 28°至南纬 39°，东经 24°至西经 122°
重要性	对自给性渔业、商业水产养殖和休闲游钓鱼来说都很重要。在中国台湾省养殖用于珊瑚礁活鱼市场。幼鱼在观赏鱼市场中作为“大黄蜂石斑鱼”来买卖
弹性	非常低，最小种群倍增时间大于 14 年
生物学与生态学	是珊瑚礁中发现的最大的硬骨鱼。常见于浅水水域，也见于水底洞穴或沉船中，并且在海湾、海岸及港口中也有发现。幼鱼隐秘活动于珊瑚礁中，很少有机会见到。以多刺龙虾、鱼类（包括小鲨鱼和鳐类）、幼海龟及甲壳类动物为食物。在过度捕捞区域接近灭绝。较大的个体可能是肉毒鱼类

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

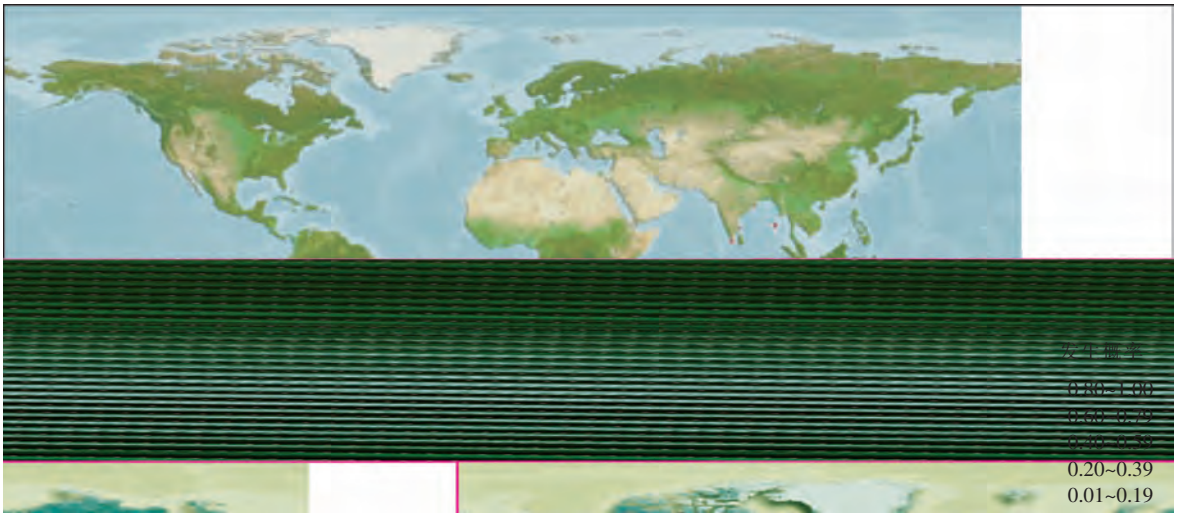


图 20 鞍带石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

点带石斑鱼（Bloch and Schneider，1801）

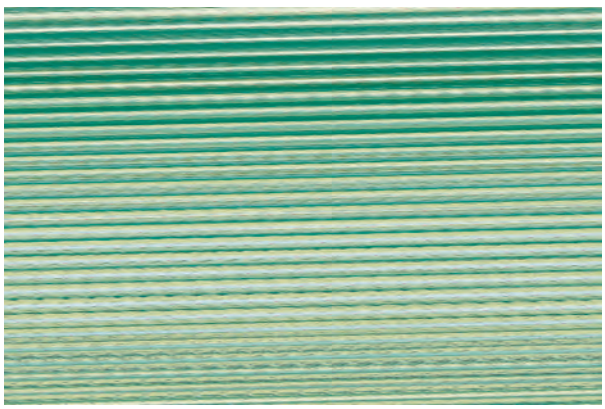


图 21 点带石斑鱼（*Epinephelus malabaricus*）

（D. First 提供）

表 11 点带石斑鱼的特性

通用名称	点带石斑鱼，马拉巴石斑鱼，河口石斑鱼，青斑石斑鱼
大小与年龄	体长 234 厘米；最大体重：150 千克
环境	礁区；肉食性双向洄游；半咸淡水；海洋；深度范围 0～150 米
气候	热带；北纬 30°至南纬 32°，东经 29°至西经 173°
重要性	具有很高的商业价值、休闲渔业价值和水产养殖价值。养殖遍及整个亚洲。与斜带石斑鱼一样，是活珊瑚鱼市场中最常见的物种
弹性	非常低，最小种群倍增时间超过 14 年。被世界自然保护石斑鱼和苏眉专家小组联盟组织列为有濒临灭绝征兆的物种
生物学与生态学	常见物种发现于各种栖息地：珊瑚礁和岩礁，潮间地带，海口，红树林沼泽地，离岸 150 米深的沙底或泥底。幼鱼常见于海岸边和海口，有性变换的可能。主要食用鱼类和甲壳类动物，偶食头族类动物

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

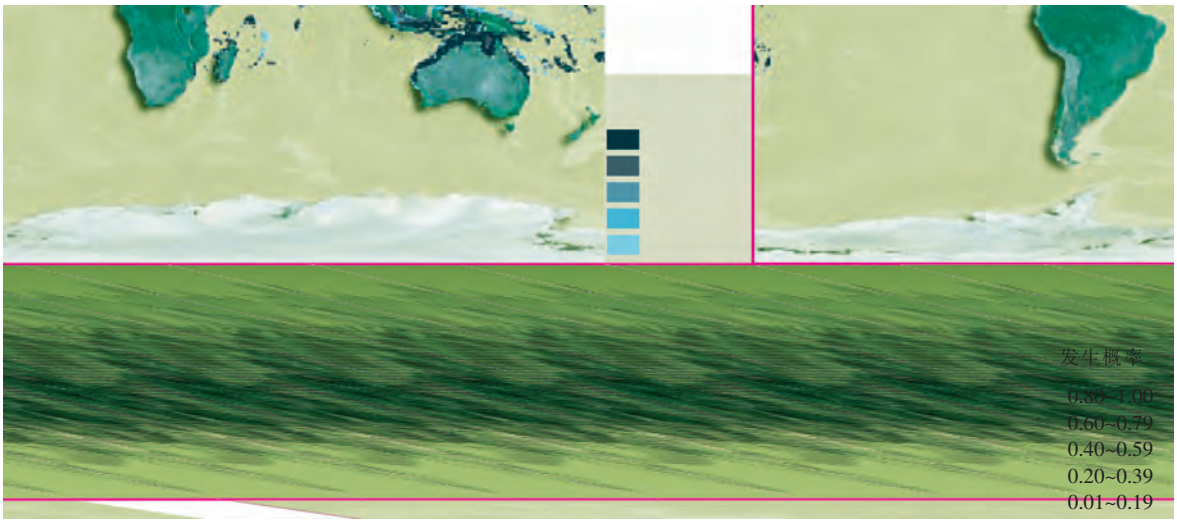


图 22　点带石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

玳瑁石斑鱼（Valenciennes，1830）

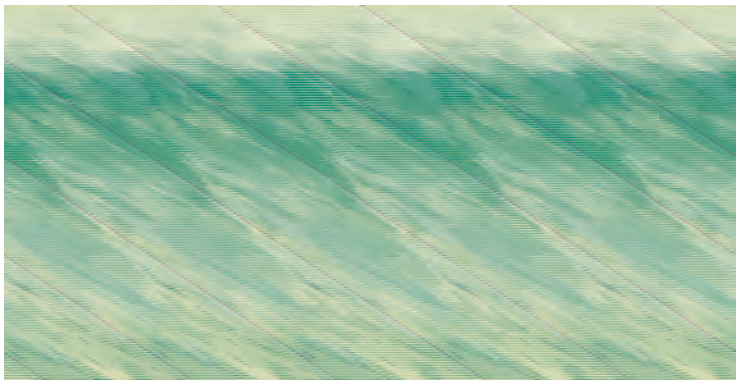


图 23　玳瑁石斑鱼（*Epinephelus quoyanus*）

（J. E. Randall 提供）

表 12　玳瑁石斑鱼的特性

通用名称	玳瑁石斑鱼
大小与年龄	体长 40 厘米
环境	礁区；海洋；深度范围 0～50 米
气候	热带；北纬 35°至南纬 32°，东经 110°至东经 156°
重要性	商业性渔业，低水产养殖性；在中国香港特别行政区活鱼市场有交易
弹性	中，最小种群倍增时间 1.4～4.4 年
生物学与生态学	居住于近岸的多泥珊瑚礁；深度大于 50 米处无生长记录。以甲壳类动物、鱼类和蠕虫为食物。其位于基质上部的习惯似乎已导致其扩张型的肉质胸鳍

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

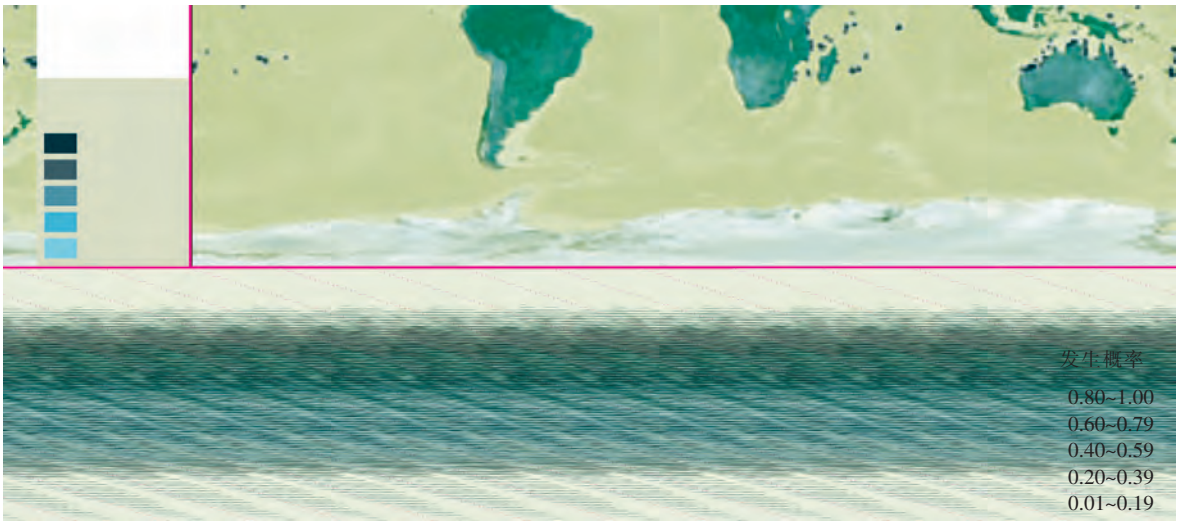


图 24　玳瑁石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

六带石斑鱼（Valenciennes，1828）

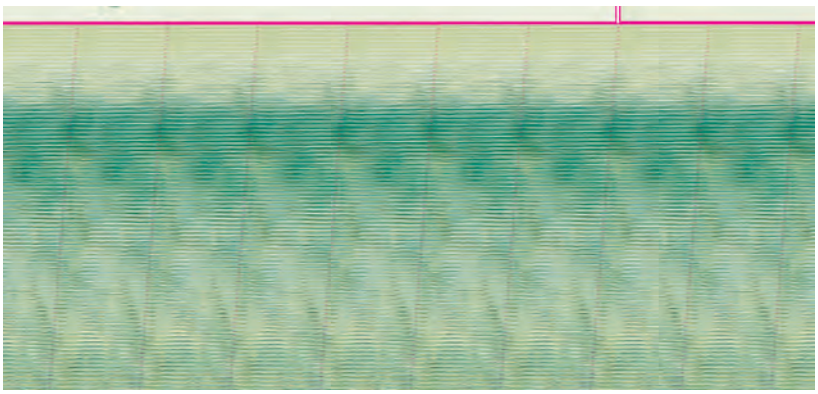


图 25　六带石斑鱼（*Epinephelus sexfasciatus*）

（CSIRO 提供）

表 13　六带石斑鱼的特性

通用名称	六带石斑鱼
大小与年龄	体长 40 厘米
环境	礁区；海洋；深度范围 10～80 米
气候	热带；北纬 21°至南纬 21°，东经 94°至东经 143°
重要性	渔业，商业生产
弹性	中，最小种群倍增时间 1.4～4.4 年（K =0.16）
生物学与生态学	在淤泥沙或淤泥底处常见。由于其对软底生存环境的偏好，因此分布仅限于某些区域，在海洋岛屿处无法见到它们的踪影。以小鱼和甲壳类动物为食

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

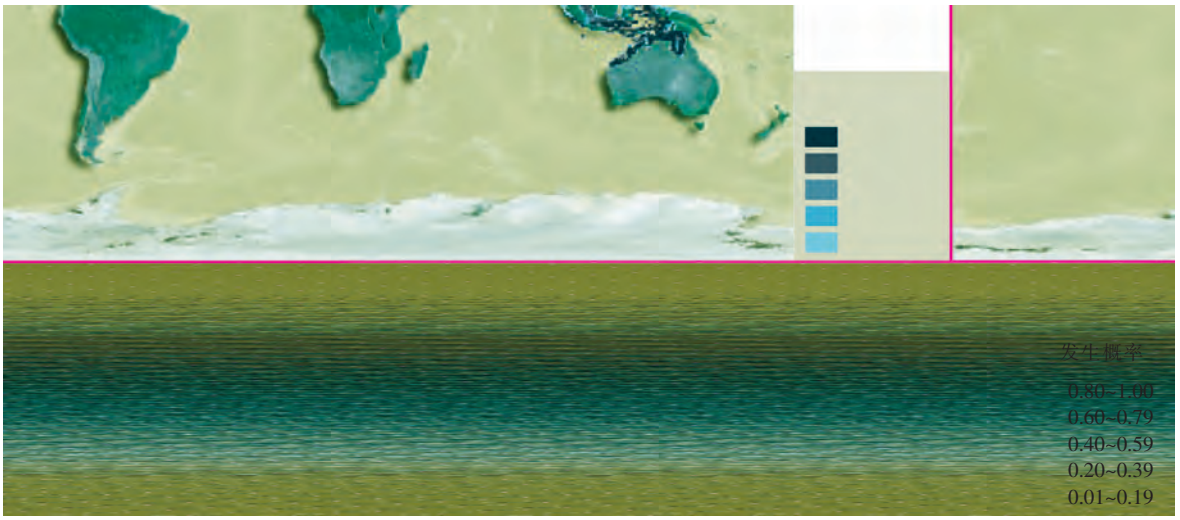


图 26　六带石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

鲑点石斑鱼（Valenciennes，1828）

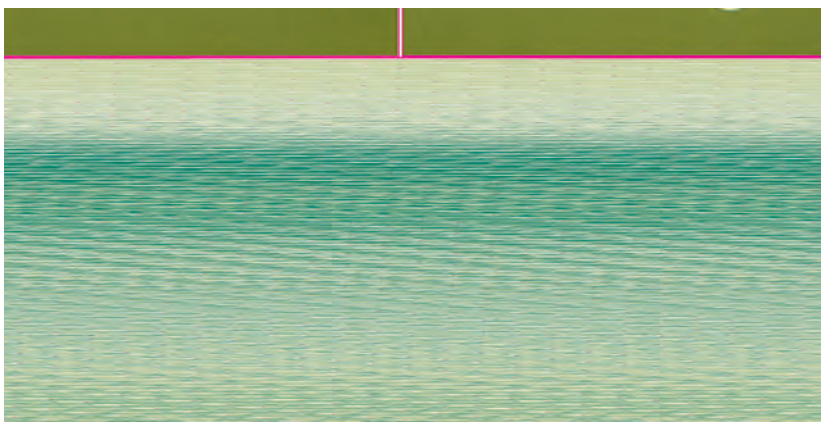


图 27　鲑点石斑鱼（*Epinephelus trimaculatus*）

（A. Cornish 提供）

表 14　鲑点石斑鱼的特性

通用名称	鲑点石斑鱼
大小与年龄	体长 40 厘米
环境	礁区；海洋；北纬 37°至北纬 20°，东经 112°至东经 143°
气候	热带；
重要性	商业性渔业养殖，小型水产养殖。在中国香港特别行政区活鱼市场有交易
弹性	中，最小种群倍增时间 1.4～4.4 年
生物学与生态学	幼鱼常见于潮间带水坑、岩石与珊瑚礁旁边的浅清水域；成年鱼则在较深水域

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

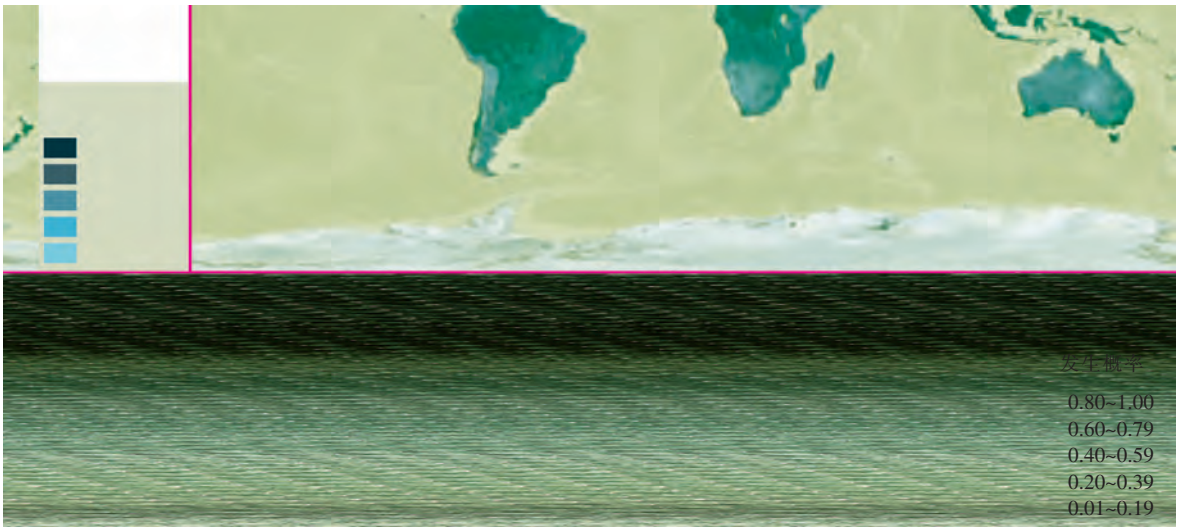


图 28　鲑点石斑鱼的分布

（FishBase，2007）

豹纹鳃棘鲈（Lacepède，1802）

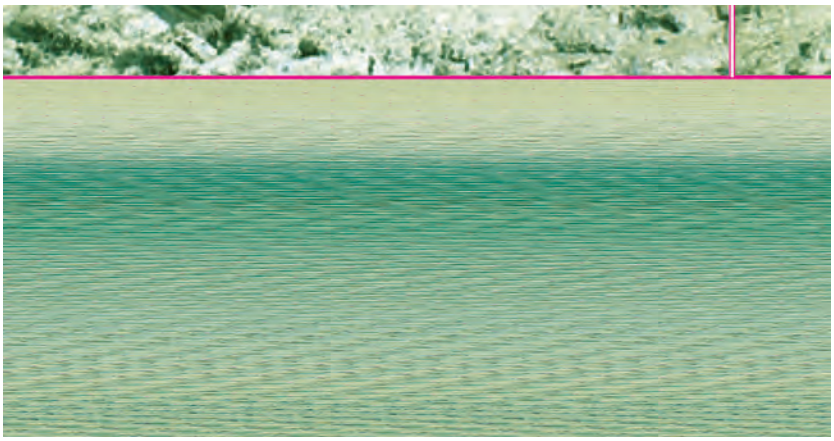


图 29　豹纹鳃棘鲈（*Plectropomus leopardus*）

（J. E. Randall 提供）

表 15　豹纹鳃棘鲈的特性

通用名称	豹纹鳃棘鲈
大小与年龄	体长 120 厘米；最大体重：23.6 千克；最大年龄：26 岁。在大堡礁，其寿命为 14 年
环境	礁区；海洋；深度范围 3～100 米
气候	热带；24；北纬 35°至南纬 30°，东经 106°至西经 178°
重要性	在商业性渔业，休闲渔业，水产养殖业中，幼鱼常作为观赏鱼交易
弹性	中，最小种倍增时间 1.4～4.4 年（tm ＝2～4；tmax＝26；繁殖力＝457 900）。被世界自然保护石斑鱼和苏眉专家小组联盟组织列为有濒临灭绝征兆的物种
生物学与生态学	居住在珊瑚丰富的珊瑚礁的上层与中层，幼鱼常见于珊瑚区的浅水域中，尤其是在珊瑚的废墟区。成年豹纹鳃棘鲈属于食鱼科。幼鱼食用小鱼，无脊椎动物如甲壳类动物和鱿鱼。雌体先熟雌雄同体，新月阶段在珊瑚礁附近产卵

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

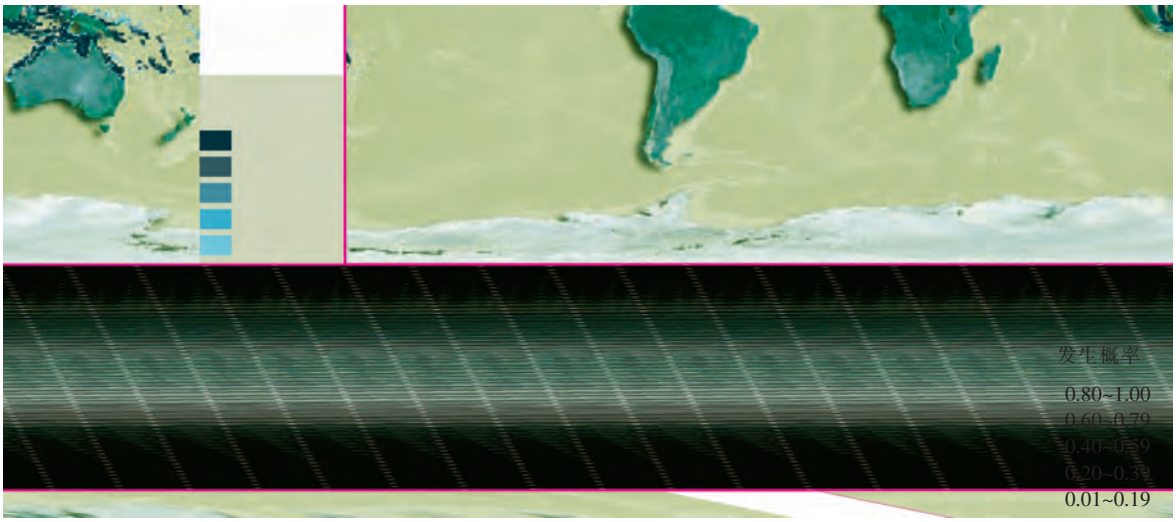


图 30　豹纹鳃棘鲈的分布

（FishBase，2007）

斑鳃棘鲈（Bloch，1790）

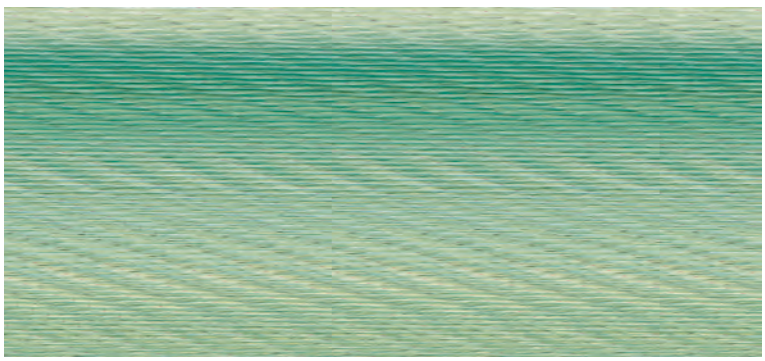


图 31　斑鳃棘鲈（*Plectropo musmaculatus*）

（J. E. Randall 提供）

表 16　斑鳃棘鲈的特性

通用名称	斑鳃棘鲈
大小与年龄	体长 100 厘米；最大体重：25 千克
环境	礁区；海洋；深度范围 5～100 米
气候	热带；北纬 21°至南纬 28°，东经 117°至东经 159°
重要性	商业性渔业，休闲渔业，水产养殖。在中国香港特别行政区活鱼市场有交易。常作为食用鱼，其肉质细嫩，很受欢迎
弹性	中，最小种群倍增时间 1.4～4.4 年（K =0.21；tm =2～3）
生物学与生态学	生活在海藻和珊瑚混合栖息地的保护性沿海暗礁中，一般在沿海珊瑚礁，但并未出现在可见的离岸暗礁中。幼鱼居住在暗礁地带的浅水区域，尤其是珊瑚瓦砾周围。短距离迁移以产卵，形成聚集

来源：FishBase（Froese and Pauly，2007）。

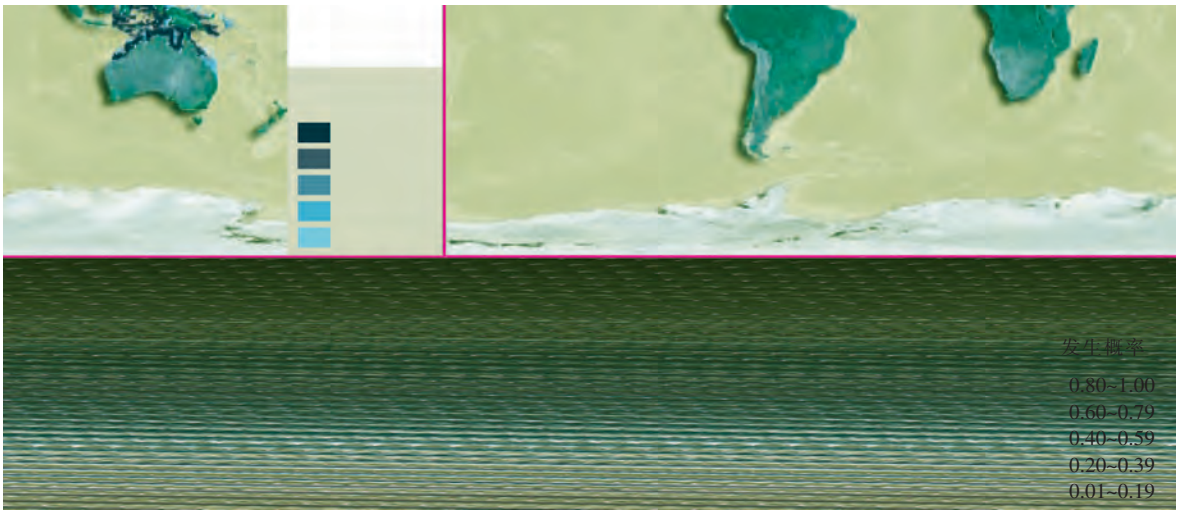


图 32 斑鳃棘鲈的分布
（FishBase，2007）

1.1 养殖石斑鱼的生产趋势

许多东南亚国家和地区都在养殖石斑鱼，包括印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国、越南及中国台湾省、中国香港特别行政区（特区）、中国东南部（Sadovy，2000）。在印度、斯里兰卡、沙特阿拉伯、韩国、澳大利亚、加勒比海地区以及美国东南部也进行着石斑鱼的养殖。

尽管在中国和东南亚活鱼广受欢迎，但是由于养殖主要受制于野生种苗供给的有限性、不可靠性以及人工产卵的困难，每年来自水产养殖的消费量仅占 15%～20%。不过，近几年孵化养殖量有所增加（例如在中国台湾省以及科威特）（Tucker，1999）。精确地统计出养殖类石斑鱼的产量是十分困难的，因为统计数字不能区分那些自然捕获的石斑鱼、卖出去之前在笼子里保存几周的石斑鱼和那些养殖了更长时间的石斑鱼（Ottolenghi et al.，2004）。

报道养殖类石斑鱼的主要是亚洲国家，2000 年，亚洲的产量就突破了 9 300 吨。Sadovy（2000）报道的东南亚石斑鱼实际产量要比 9 300 吨大得多，达到了 2.3 万吨；不过，这些产量中约 20%是通过孵化的鱼苗培育出来的，而其余的则是通过野生种苗培育的。Kongkeo 和 Phillips（2002）估计亚洲的石斑鱼产量在 1.5 万吨左右。在各种情况下，这些数据都明显高于联合国粮农组织（FAO）公布的官方数据。据官方数据，中国台湾省的产量位居榜首，将近 5 100 吨（全球总产量的 54%）。中国台湾省以及马来西亚和泰国这些苦咸水域的石斑鱼产量达到了 7 200 吨。其余的 2 100 吨鱼则主要是在印度尼西亚以及中国香港特别行政区、中国台湾省通过海水养殖生产出来的。

1.2 石斑鱼养殖系统

全世界有许多不同的石斑鱼养殖系统，但还是存在一个公认的养殖阶段：培育、过渡以及继续生长（Ottolenghi et al.，2004）。石斑鱼种苗养殖到上市规格之前必须经过培育。培育阶段是在培养箱、网箱和 hapas（尼龙网箱设备），或是池塘里进行的。分级是减少同类相食的先决条件，尤其是在培育阶段和早期生长阶段。培育阶段过后，主要有两种系统用于继续生长阶段：池塘养殖或网箱养殖。放养密度和养殖环境在培育阶段和生长阶段都是不同的，要根据地点、鱼的尺寸，以及养殖石斑种苗类来选择。

野生鱼苗（2.5～7.2 厘米）或小鱼（7.5～12 厘米）在捕获后先在培养箱、网箱或是池塘中养殖

1个多月（培育阶段）(Ottolenghi et al.，2004)。放养密度大约是每立方米100～150条鱼，例如一个2×2×2米的网箱可以放养400～600条种鱼。每周要进行一次分类，每两周进行一次采样。通常，石斑鱼在生长到16厘米以前都还在培育阶段，此后，鱼群数量减少，被转移到过渡网箱（5×5×5米）中，每个过渡网箱能放养1 100条鱼。2～3个月后，这些鱼最终被转移到生产网箱中。浮式网箱通常是用竹竿和聚乙烯网状材料建造的（网孔尺寸为25～50毫米）。网箱是由两种类型的面板组成的：4个侧面面板，再加1个底板。网用绳子固定在筏结构（竹竿）上。同时，也用绳子来将竹竿绑在一起。浮力是由附在竹框架上的空塑料容器来提供的（www.seafdeec.org.ph）。网箱有好几种尺寸（3×3×2.5米；4×4×2.5米；10×10×3米）；网孔大小为10～35毫米（Agbayani，2002）。最佳平均放养密度为每立方米120条鱼。石斑鱼生长到上市规格（600～800克）通常需要约8个月的时间，成活率为50%甚至更低，它们能在12个月内长到600克，18个月内长到1千克，24个月内长到2千克（Tucker，1999）。

石斑鱼的捕捞相对而言是比较简单的（Ottolenghi et al.，2004）。选择捕捞400～600克的石斑鱼是最好的。放置一张拽网在池塘或网箱的最远端，而后在清晨缓缓地把网拽向另一端。接着，将鱼分类并转移到暂养箱内，尺寸不足的鱼就被送回池塘或网箱。

2 石斑鱼幼鱼的捕捞

2.1 石斑鱼种苗的采捕

捕获石斑鱼种苗可以使用几种不同的办法，使用哪种方法取决于地域的不同（表17）。捕捞方法一般都是手工的，渔民也多采用各种人工栖息地。此外，在一年中不同的时间使用不同的渔具：使用的捕捞工具随着鱼苗的成长和鱼苗随季节变迁而向深水海域迁移而变化。石斑鱼捕捞工具可以划分为8类：大型固定网（如长袋网），诱饵和栖息地，钓鱼钩线，捞网和拖网，人工鱼礁，诱鱼器，潮间带水坑，化学品。捕获和用于交易的石斑种苗尺寸为1～25厘米，包括从刚出生的鱼苗到一岁多的小鱼。但是，大多数渔获物体长约为15厘米（Sadovy，2000）。

表17 东南亚基于捕捞石斑鱼水产养殖的鱼苗采捕方法

工具类型	描　　述	地域	种苗尺寸（厘米）
Gango（渔网）	锥形的浸水原木，纵横交错的木材或石头，有时候将两者结合加上旧车胎、PVC管、竹竿或者其他的防护材料。面积5～10米^2，底部直径为2～3米或（2.5～3）×（2～3）米，0.5～1.5米高。最大的底部直径可能为5米	菲律宾	2～15
鱼庇护所	由悬挂的灌木丛、草丛、叶子或其他材料组成。使用时可加也可不加动物内脏	菲律宾 中国 泰国	1～3
鱼诱捕	形状大小、网目尺寸都不相同。陷阱由金属、木材或竹子构成骨架。	印度尼西亚 马来西亚 菲律宾 中国 越南	2～25
长袋网	大型的搜集器，定置网在涨潮期固定安装在河口。使用的网目大小有3种：大网孔，其次是中等网孔，最后是细小网孔	菲律宾 泰国 越南	1～15

（续）

工具类型	描　　述	地域	种苗尺寸（厘米）
钩线		印度尼西亚 马来西亚 菲律宾 中国 越南 泰国	＞7.5
剪刀网	不同大小的三角形竹架，竹架可以装也可以不装脚架，以有助于在基质上移动。骨架上系有细网目的网，竹竿互相交织连接	菲律宾 泰国	2.5～15
迷魂洞	在滩涂上挖浅洞，有时也在洞里用岩石建一道墙。	菲律宾	5～10
人工聚集装置	人工聚集装置（鱼庇护所），包括一束野生灌木的树枝、大概 50 厘米长的 20～30 束树枝系在 5 米长的绳索上。在沙质海底的两根柱子之间悬挂	马来西亚	2～2.5

来源：Ottolenghi et al.，2004。

有些石斑鱼种苗采捕方法比其他方法具有更大的破坏性。显然，破坏性方法会引起种苗的高死亡率（还涉及高级副渔获物）、损害鱼类栖息地并导致少数人垄断当地渔业等。它包括剪刀网和长袋网（有些地区已明令禁止使用这些工具）。敷网也具有破坏性，尤其是对副渔获物的伤害。Gangos 网、迷魂洞、其他类型的人工庇护所和种苗聚集设备没有上述弊端。基于该阶段野生鱼苗具有高自然死亡率的特点，以后期幼虫为目标的捕捞方法似乎不太可能使野生种群耗竭（Johannes and Ogburn，1999；Sadovy，2000）。

2.2　捕获后放养之前的鱼苗死亡率

鱼苗的质量取决于所使用的捕捞工具，并且不同捕捞方法之间存在显著的鱼苗死亡率差异。与鱼陷阱相关的死亡率通常比较低。例如，使用“Bubu”（马来西亚使用的一种鱼陷阱）只会引起 5%的死亡率，使用人工聚集装置比如 Temarang（同样是在马来西亚使用）只有 3%的死亡率。其他的捕捞方式，像剪刀网和长袋网，会导致较高的死亡率。泰国使用的 Pompang（长袋网）会导致 20%～30%的死亡率，wunron（剪刀网/推网）则会导致高达 80%的死亡率（Sadovy，2000）。由于在这种捕获过程中许多幼鱼会受到伤害，因此容易受到压力和感染疾病，那么在随后的运输和放养阶段的高鱼苗死亡率也是有可能的。

鱼苗在向网箱或中间商/养殖者/出口商运输过程中出现的问题，取决于鱼苗的体型大小、质量、健康状况以及环境。以泰国为例，短途运输中，鱼苗放置在泡沫聚苯乙烯箱子或水桶中，可以也可不配置换气装置（换气装置一般由中间商提供），或者底部有小孔便于换水。

运输时间通常是从约 10 分钟到两个小时。捕获后死亡率低。对于较长时间的运输，鱼苗是养在 23～25℃的海水中，并配有换气装置。运输密度是 7.5 厘米长的鱼每袋约 50 条或 1 厘米长的鱼每袋 100 条，或者是 3～7.5 厘米长度的鱼每桶 200～300 条。7 小时的运输过程中可以用冰块来保持水凉。一些出口商使用麻醉剂（喹哪啶或者 MS222，但是后者价格相当昂贵）。普遍认为麻醉剂的使用很重要，它能减少鱼虾的壳针刺穿塑料运输袋的可能性。出口时，鱼苗会被打包装入各种尺寸的泡沫聚苯乙烯箱子，每次装运大概是 30 箱，相当于 2 万条鱼（Sadovy，2000）。

菲律宾的鱼苗捕获量的 10%用于满足国内需求，剩下的则用于出口。国内运输过程中的鱼苗

死亡量非常大。在从捕捞者运往中间人或养殖者的运输过程中，鱼苗一般放置在有孔的能进行水循环的塑料容器或盆中。在这种情况下，死亡率是相当低的。如果是用于贸易（国内贸易或国际贸易），中间商在包装和运输之前会短时间喂养鱼苗。在某些情况下，鱼苗会暂时（几天）被转移到水族馆箱中，以等待前来收集或负责鱼苗出口的买家。该阶段（即鱼苗出售给出口的和国内交易的买家之前）的死亡率可达到 10%～20%（Sadovy，2000）。如果运输时间不到一小时，则死亡率低。然而，如果在没有换气装备或经常换的情况下长时间运输，死亡率会上升，同时还需要向水中注入氧气。买家用双层塑料袋打包鱼苗，袋里装有用冰块提前冷却的盐浓度为 15%～18%的水（水温为 18～22 ℃）。2.5 厘米的鱼苗每箱装 400～500 条，7.5～10 厘米的鱼苗每箱装 20～40 条（Sadovy，2000）。

捕捉和运输之后的鱼苗死亡率尚不能确切知晓；考虑到鱼苗的质量、运输压力水平、疾病及同类相食等因素，对捕获后前两个月的鱼苗死亡率的估计差别很大（30%～70%）（Pudadera，Hamid and Yusof，2002）。根据太平洋秘书处（www.spc.org.nc/coastfish/News/LRF/5/15GrouperHK.htm）的一份报告，进口鱼苗成活率低，为 10%～20%。

3 水产养殖对野生鱼苗的依赖性

一般来说，成千上万的石斑鱼会在特定地点的近海珊瑚礁聚集并产卵（Johannes et al.，1999；Rhodes and Sadovy，2002）。它们产下的幼体在 30～45 天内会浮游分散于数百千米的海面上，且死亡率高，但这与密度无关。不过，最近的研究表明，与之前的看法相比，石斑鱼及其他的珊瑚礁鱼类对鱼卵的分布可能有更大的控制权，至少可以使产下鱼卵的一部分保留在它们出生的珊瑚礁附近（Joneset al.，1999；Jones，Planes and Thorrold，2005；Swearer et al.，1999）。幼鱼游动到近岸的鱼苗栖息地定居，正如鱼苗定居在海草床、红树林、海藻床、珊瑚瓦砾、牡蛎礁和沼泽一样（Coleman et al.，1999；Tupper，2007）。因此，能捕获石斑鱼苗的主要地区如下：沿海地区尤其是海草床附近，红树林与河口海湾附近的浅层微咸水区域，潮汐池，潮汐通道和珊瑚礁周围。

石斑鱼苗捕捞的高峰季节往往是一年当中相对湿润的月份（比如说季风季节）；在一些地区，石斑鱼苗捕捞者声称他们在向岸风力强劲的时候捕捞到的石斑鱼数量最多（Johannes and Ogburn，1999）。这也与近期的一系列对附着阶段的珊瑚鱼（包括石斑鱼）进行补充的研究结果相一致，即台风将鱼群移向海岸方向（Shenker et al.，1993；Dixon，Millich and Sugihara，1999）。

由于石斑鱼难以在封闭系统中养殖，大多数石斑鱼品种的全周期养殖目前尚不可行。基于这个原因，66%～80%的石斑鱼养殖涉及野生鱼苗的捕捞和培育（Sadovy，2000）。每年的鱼苗捕获量超过数亿（Sadovy，2000）。渔获量最大的往往是尺寸最小的鱼苗种类（1～3 厘米）；在高峰季节一个渔民每晚用一个工具能捕获数万尾鱼苗（比方说使用一个长袋网）。即便是大一点的鱼每年在整个地区的捕获量也很可观。重要的是要认识到一个渔民在一个晚上捕捞的鱼苗量相当于整个东南亚（不包括中国台湾省）孵化场鱼苗的年产量，即 2 万～8 万尾鱼苗（Sadovy，2000）。

把捕获的种苗数量与生产的适销鱼数量进行对比之后的结果明显表现出养殖行为的粗糙与浪费。Sadovy（2000）估计，每年需要大约 6 000 万条种鱼通过养殖，生产出区域总量 2.3 万吨的达到食用大小的活鱼。

4 鱼饲料

正如所有养殖系统一样，在饲料和饲养制度的运用中不同地方有不同特点，似乎没有通用的制度标准，且地方可行性是制定饲养流程的关键准则（Ottolenghi et al.，2004）。鱼苗和种苗在捕获后的几天内被放置于储水池内，喂食糠虾和小虾，以使其适应新环境并保证每条鱼都进食。养鱼场和网箱养殖中主要的饲料是杂鱼，它们可以被剁碎或切碎来适应不同大小的鱼群食用。杂鱼可辅以维生素与

矿物质使用。这种饲料正在被湿颗粒饲料逐渐取代。

杂鱼普遍用于石斑鱼的网箱养殖饲养中，但其成本不断上升、供给短缺、质量参差不齐以及饲料转换率低，表明无论从经济角度还是营养角度，这种形式的饲料未必是最好的。然而，由 Bombeo-Tuburan、Kanchanakhan 和中国（2001）组织的一项研究表明，喂食副渔获物（杂鱼）的石斑鱼在最终体长和总产量上都明显优于喂食其他食物（活罗非鱼，配合饲料）的石斑鱼。

杂鱼的有限供应是一个主要的问题，因此有必要为石斑鱼的培育制定合适的日常饮食（Millamena，2002）。价值不高的杂鱼或鱼粉形式的渔业产品是目前大部分鱼类培育所需蛋白质的主要来源，在膳食结构中的比例高达 70%。随着水产养殖对鱼粉和鱼油需求的增加，预计成本也会上升，除非能经济地开发出新的资源（例如弃鱼、磷虾、小型海洋中层鱼类），或者替代这些饲料鱼类的新的水产饲料在商业上是可行的（New and Wijkstrom，2002）。

若要鱼类养殖保持盈利就必须提供可靠的具有成本效益、非海洋的、具有替代性的蛋白质源供应。Millamena（2002）进行了一个喂养试验评估了在石斑鱼幼鱼（斜带石斑鱼）的饲料中用加工过的动物副产品粉、肉粉和血粉替代鱼粉的潜力。研究表明，高达 80%的鱼粉蛋白能被加工过的陆栖动物的肉和血粉所取代，且不会对鱼的生长、生存和食物转化率有不良影响。从经济的角度来看，在实际的饲料中用更便宜的动物副产品粉取代鱼粉能够缓解鱼粉不易获取与高成本的问题。例如，这些加工的副产品可以在菲律宾交付，每千克 0.4 美元，还不到大多数商业鱼粉价格（每千克 1 美元）的一半。石斑鱼培育过程中肉粉的有效使用还减少了对另一种被广泛使用的渔业资源——杂鱼的需求（Millamena，2002）。经济敏感性分析表明，一系列改进相结合能带来较高的投资回报率（ROI）。不过事实上，一些国家（比如欧盟）由于担心疯牛病，已经禁止所有陆地肉类产品用于鱼类喂食，所以并不能得到这些明显有利的结果（Ottolenghi et al.，2004）。

5 石斑鱼幼鱼捕捞对环境的影响

Mous 等（2006）在印度尼西亚人工庇护所（gangos）进行了一项实验性研究以确定与活鱼贸易利益相关的品种大小和捕获率，并确定 gango 类型的捕获方法可能造成的环境足迹。他们从 15 个月的研究结果中得出一些推论，涉及该捕捞方法的可持续发展和空间要求、有效养殖所需的鱼和材料。结果表明 gangos 对物种和大小都没有选择性。仅有总渔获量（数量）的 1.4%是目标物种，主要是斜带石斑鱼，而且大部分足够长（平均总长度为 13.6 厘米），长到已经过了早期高死亡率的阶段。此外，还有大量非目标渔获物，包括许多种类的食用鱼，体型过小使得其在渔获量中毫无用处。假设每个 gangos 网在海中浸泡 3 个月的斜带石斑鱼的平均渔获量为 6.6 条，则每个 gangos 网的年产量将达到 26.4 条（正如在 terang 湾观测到的一样，terang 湾是 4 个站点中生产力最高的）。假定养殖 0.6 千克的鱼，从鱼苗阶段到面向市场的产品阶段死亡率是 50%，那么即使是当地一个容量为 25 吨的小型养殖企业也需要每年 8 万条鱼的供应量。据估计这要求至少部署3 000 个 gangos 网。

考虑到这些数字，Mous 等（2006）估计了部署足够 gangos 所需的空间，指出一个基于捕捞的野生鱼苗、种苗和幼鱼的大型养鱼场也会有相应的大型生态足迹。例如，估计 3 000 个 gangos 网支持 25 吨的培育计划，将需要约 30 万米^2（假设每个 gangos 网需要 10×10 米的区域）或 30 千米长的海岸线（假设 gangos 网在最佳深度排成一条线）。换句话说，生产供应一吨幼鱼需要 1.2 公顷的沿海浅水水域。

考虑到庞大的 gangos 网数量和占用面积，需要另一个可行的计划以使大量被捕获的石斑鱼能够生存繁殖。该方法需要大量的生态足迹（Mous et al.，2006）。这些结果以及关于其他幼鱼捕捞的文献记载表明，基于捕捞的水产养殖业鱼苗的来源，如 gangos 可能需要经常管理，且与捕捞渔业的其他部门有重要联系，在引进或开发之前需仔细估计潜在的成本及收益。

对石斑鱼基于捕捞的水产养殖业的支持通常基于一个假设，那就是石斑鱼幼鱼的自然死亡率很

高，所以捕鱼量不会显著增加，从而使得成年鱼的数量不会有任何增加。这个假设还未经大多数石斑鱼品种的验证。正如 Sadovy（2001b）所指出的，关键的问题在于幼鱼死亡率下降到成年鱼死亡率水平的时间有多早？如果早期死亡率高，则捕获附着之后的鱼对成年鱼类数量的影响不大，因为每一条鱼的存活概率都很低。然而，最近研究表明，高死亡率发生在迁徙过程中或刚刚附着下来之时，能活几天的石斑鱼幼鱼的存活机会要大得多。Tupper（2007）估计了早期清水石斑鱼幼鱼（*Epinephelus polyphekadion*）和蓝点刺鳃鲉幼鱼（*Plectropomus areolatus*）（体长 2.5～5 厘米）的累计死亡率，这些鱼类在它们的首选栖息地附着后，前 3 个月累计死亡率在 50%～75%。假设死亡率以指数形式下降，那么附着 3 个月后的瞬时死亡率比 50%低得多。确实，附着后幼鱼的死亡率不会大大超过成年鱼的死亡率（对于大多数石斑鱼来说死亡率估计在 20%～30%，例如，Posada and Appledoorn，1996），可能比原来估计的死亡率高于 90%要低得多，这适用于新附着的珊瑚鱼幼鱼。如果每条鱼苗在附着后的前 3 个月有 50%的存活率，那么大规模捕捞幼鱼几乎肯定会影响成年鱼的数量。这就导致了与成年石斑鱼捕捞业的直接冲突，并加剧了石斑鱼的过度捕捞。

除了副渔获物的问题、浪费型死亡率和过度捕捞，网箱养殖和袋网捕捞会导致其他的环境问题，最显著的一点是源污染，它对沿海水域尤其是珊瑚礁会产生不利影响。比如说，在 1994 年，barbados 的研究员指出网箱养殖鲯鳅（*Coryphaena hippurus*），引起了周围区域的珊瑚礁的完全漂白和最终死亡。亚洲国家之间复杂和广泛的活鱼交易使疾病传播的问题恶化。

6 石斑鱼养殖的社会和经济影响

尽管石斑鱼水产养殖的重要性日益增加，它既可以替代为珊瑚礁食用活鱼贸易而捕获的野生石斑鱼，又可以是渔民的一种谋生手段，替代原来那种破坏性的捕鱼方式，然而人们对石斑鱼养殖的社会和经济影响，以及它所处的更广泛的社会经济环境相对来说还是知之甚少。目前已有专注于珊瑚礁活鱼贸易的研究，它对石斑鱼渔业有推动作用，成为石斑鱼养殖的一个诱因。

6.1 珊瑚礁活鱼贸易

珊瑚礁活鱼贸易，即把活鱼从捕获位置运送到餐馆和超级市场，始于 20 世纪 60 年代的中国，那时，一些海洋物种出现在中国香港特别行政区的活鱼市场，从 20 世纪 90 年代起，珊瑚礁活鱼贸易迅速扩张。在中国，鱼在被烹饪和消费的前一刻都保持活着的状态的做法十分盛行，直到最近，对活鱼的这种需求才通过捕捞本地物种来满足。消费的首选物种是红石斑鱼、赤点石斑鱼，然而对中国香港海域内成年鱼和用于后期养殖的鱼苗的过度捕捞，造成当地种群的严重枯竭，迫使渔民和 LRFT 产业进一步到处寻求供给，以满足当地市场对鱼的需求。在 20 世纪 70 年代中期，渔船开始开发菲律宾水域，而后是印度尼西亚的岛屿，进而是太平洋岛屿（如巴布亚新几内亚，所罗门群岛），澳大利亚的大堡礁和马尔代夫（Johannes and Riepen，1995）。如今，泰国也为 LRFT 作出了重要贡献。贸易提供了一个奢侈的利基市场。珊瑚礁活鱼被描述为“按体积计算的高价值鱼类”，每千克可以卖到 5～180美元，明显高于死珊瑚鱼的价格（Sadovy et al.，2003）。高价值的物种，例如黑斑纹龙或者苏眉的卖价可以高达每千克 200 美元（Lau and Parry-Jones，1999）。

中国香港特别行政区是活珊瑚鱼贸易的枢纽，也是该地区多数野生捕获石斑鱼和养殖石斑鱼的目的地。珊瑚礁活鱼国际贸易中约 60%出口到中国香港特区（Sadovy and Vincent，2002），每年约 1.5 万吨至 2 万吨，总价值 350 万美元（Muldoon and MacGilvray，2004）。每个品种精确的贸易量很难估计，因为出口并不是在分品种的条件下进行的，而且很多贸易都未报告（Sadovy et al.，2003）。

联系养殖商和消费者之间的市场网络是相对冗长而复杂的，随着所有权的反复变化，市场网络经常跨越国界。石斑鱼养殖商通过自己捕鱼，从当地鱼苗捕捞者、私人或政府孵化场购买等方式获得鱼苗。对于一个鱼苗捕捞商来说，他将捕获的石斑鱼卖给一个中间人，是很正常的，而这个中间人可能

和 10～30 个渔民有联系。鱼苗要么卖给当地养殖商继续养殖，要么直接运到出口中心，然后运往该地区的其他国家。成熟的石斑鱼也主要面向出口市场，不过石斑鱼在国内的市场也在不断扩大，如今在整个东南亚的本地海鲜餐厅，石斑鱼越来越受欢迎。

6.2 石斑鱼苗捕捞的社会影响

开发石斑鱼苗资源的渔民数量是未知的，但是据估计，在菲律宾这个数量可能是上万人（Sadovy，2000）。对这些渔民来说，鱼苗捕捞是他们赖以生存的许多工作活动中的一种。鱼苗捕捞是季节性的，而且一旦市场信号显示存在一个有利可图的机会，那么渔民和非渔民都会进入鱼苗捕捞市场。渔民们可能全职也可能兼职从事鱼苗捕捞工作，他们还可能从事其他的捕鱼工作，例如食用鱼以及水族馆贸易用鱼的捕捞（Sadovy，2000）。据报道，野生石斑鱼苗捕捞业对改善沿海岸渔民的生活作出了重要的经济贡献（Sadovy，2000）。虽然这种贡献是显而易见的，但很少有研究尝试评估野生鱼苗捕捞业对沿海岸渔民的生计所起到的作用。因此，我们对一些问题的理解存在显著的鸿沟，诸如野生鱼苗捕捞业对沿海岸居民贡献的确切性质，渔民的经济及性别概况，以及石斑鱼产业发展对沿海岸渔民可能的影响方式。

在该地区的一些研究表明，石斑鱼苗的捕捞对家庭收入有十分显著的贡献。例如，在印度尼西亚的苏拉威西岛，高峰期时，一个渔民一天用舀网可以捕捞到 1 000～2 000 条 2.5 厘米的鱼苗，价值 300～600 美元（Haylor et al.，2003）。据报道，在越南，渔民通过捕捞石斑鱼苗所得的年收入达到 3 080 美元（Sadovy，2000）。

石斑鱼苗捕捞者在社会身份方面不是一个同质的群体。渔民家庭，和大多数农村家庭一样，从事着多种多样的生产活动，而捕鱼也许只是其中的一项。同样，捕鱼活动也是多种多样的，渔民根据季节的变化和潮汐的起伏选择使用不同的工具去捕捞不同的物种。因此，对鱼苗捕捞的依赖即使存在，也是十分少见的，尽管鱼苗捕捞对总体家庭收入所作出的贡献是显著的，但每个家庭都有所不同。石斑鱼苗与其他渔获物相比较具有较高的价值，因此，它是一个重要的收入来源。正如一个越南渔民所说，一天捕捞 5～10 条石斑鱼所获得的收入相当于其他所有渔获物的收入（Sadovy，2000）。泰国的一项调查结果表明，对于大多数家庭来说，鱼苗捕捞是一项补充性的活动，并且渔民们往往是投机取巧，他们根据鱼苗的丰度和市场信号来选择从事或退出鱼苗捕捞活动。在泰国南部，鱼苗捕捞是沿海岸渔民的日常捕鱼活动，他们的目标品种主要包括虾、小型中上等鱼类，他们根据农历选择不同的捕捞时间。因此，在不能捕捞上述品种的时候，捕捞鱼苗就成为了一种补充性活动（Sheriff，2004）。

6.3 石斑鱼养殖的社会影响

石斑鱼养殖业与鱼苗捕捞业之间存在着很大的协同关系，这个现象使得捕捞鱼苗的渔民与石斑鱼养殖者的差别变得模糊了，并且也使得石斑鱼苗在沿海生计中的地位更加重要了。由于没有一个供应稳定的孵化鱼苗来源，并且即使有孵化鱼苗供应，养殖者们仍然偏向于野生鱼苗，所以，大多数石斑鱼养殖者依赖野生鱼苗来维持自己的养殖系统。只要还有野生鱼苗来源，许多养殖者们就不会花钱去购买鱼苗，因为他们视野生鱼苗为“免费”的资源。这对那些缺乏资金的家庭而言，从事石斑鱼水产养殖具有十分重要的意义。

对于沿海的居民而言，相对于其他行业，石斑鱼养殖回报率相对较高（Hambrey，Tuan and Thuong，2001）。许多回报不错的谋生方式，如做贸易、经营庄园以及养虾，对大多数家庭而言，都是做不到的，因为这些行业需要大量的投资。因此，石斑鱼养殖成为沿海岸家庭的一种重要谋生方式，它可使海边家庭通过常规的渔业活动而获得日常收入、增加积蓄（Sheriff，2004）。

人们经常认为，作为解决渔业枯竭问题的一个方法，养殖业可能并不是捕捞业的理想代替品。目前，有一个假设认为，作为谋生的一个手段，养殖业与捕捞业之间可以轻松替换，并且，渔民们愿

意，同时也能够放弃捕鱼这一行当，而从事一项全新的职业。然而，研究表明，在从事渔业的地区及其渔民的眼里，捕鱼是根深蒂固的谋生方式和传统。根据 McGoodwin（2001）的报告，海边的居民认为，捕鱼“不仅仅是一种纯粹保障生活的方式，而且也是他们权利中固有的富有回报的活动——作为一个可取的和有意义的度过一生的方式……即使这种营生方式在经济上回报不大，也要鼓励渔民们继续坚守这个职业。”Pollnac、Pomeroy 和 Harkes（2001）在菲律宾、印度尼西亚和马来西亚作的一项研究中发现，这 3 个国家的渔民都热爱这项职业，而只有一小部分人，如果条件允许，愿意换一个收入差不多的行业。在菲律宾，受访的渔民中，有 90％回答，如果能重新选择生活，他们仍然愿意做渔民。他们还列举了这项职业的好处，作为从事渔业的原因，譬如，海上的美景和不用为老板工作。而那些愿意选择离开这个职业的渔民，其主要原因是想获得更高的教育水平以及捕鱼的收入比较低。有一种观点认为渔民的收入在穷人当中是最少的，在这项研究的结果中并没有得到证实，因为根据渔民们的回答，收入是他们不愿意换工作的原因之一。渔民们对这个职业的收入的满意度表明，他们并不是迫不得已才离开这个工作换其他工作（Pollnac，Pomeroy and Harkes，2001）。此外，在生计方面，捕鱼的地位与养殖差别很大。捕鱼为家庭提供了一项日常收入的来源，这些收入可以用于日常开支。相对地，鱼类养殖则被视为增加存款和积累资产的一项重要方法。那些建议——鼓励渔民停止捕捞而从事养殖——可能会因此失败，因为养殖不能够满足家庭日常开支所需。然而，如果要使沿海地区的谋生方式多样化，水产养殖是一个重要的途径，而其他谋生行当却做不到（Sheriff，2004）。

作为农村地区的一个谋生手段，尤其是对那些沿海渔民而言，石斑鱼养殖可以创造巨大的经济利益。石斑鱼在出口市场的高价值能保证养殖者获得利润，即使有大量的鱼死亡，也一样有利润。关于从事石斑鱼养殖，人们常常提到的一个门槛是其高额的初始投资。在菲律宾，一个小型石斑鱼场的投资将近 1 470 美元，在印度尼西亚为 1 010 美元（Pomeroy，Parks and Balboa，2006），越南为 516 美元（Hambrey，Tuan and Thuong，2001），而在泰国则为 237 美元（Sheriff，2004）。尽管 Pomeroy、Parks 和 Balboa（2006）发现，对菲律宾和印度尼西亚的小型养殖场主而言，石斑鱼养殖在资金上的要求已经超出了他们的筹资能力，尤其是种鱼和孵化系统（表 18），但从财务的角度分析来看，石斑鱼养殖是可行的。然而，把鱼苗养大这一过程所需的资金比种鱼培养和孵化系统低得多，并且小型养殖场主有能力承担这一过程所需的资金（Pomeroy，Parks and Balboa，2006）（表 19）。这个表格已经把临时储存容器的成本除去，从而更加准确地反映了事实。养殖商常常把鱼装入当地鱼商的临时储存容器中，因此，他们不需要承担这个成本。把鱼苗养到市场标准，即 600 克，每条的成本，在菲律宾是 3.01 美元，在印度尼西亚是 3.18 美元，均低于 Pomeroy、Park 和 Balboa（2006）调查得到的售价（在 2002 年为 6 美元）。在这个市场标准范围内，石斑鱼养殖是可以获得利润的，难怪表 20 的年度企业预算数据表明，这些投资的成本很快就可以挣回来。根据 Pomeroy、Parks 和 Balboa（2006）分析结果可知，养殖石斑鱼的初始投资，其中的贷款和其他成本，能够在第一或第二年就收回。

尽管研究表明，养殖石斑鱼需要高额成本，但是，即使是最穷的人，只要获得支持与帮助，都能从中受益，这样，无论是对家庭还是社区的发展，都意义非凡。譬如，泰国的一项研究表明，在沙敦省，各个阶层的家庭都在养殖石斑鱼（Sheriff et al.，即将出版）。泰国渔业部提供笼子建造和石斑苗鱼等方面的支持，还允许每个家庭经营一个建有两张网的小型渔场，并以此促进石斑鱼养殖业的发展。石斑鱼苗则通过渔民捕捞而小量供应，其利润的一部分要返回社区的中心基金，使其他家庭也能从中受益。

表 18 石斑鱼苗孵化/培育和种鱼养殖所需的资金总量预算，以印度尼西亚和菲律宾为例（美元）

	培育/孵化			种鱼系统	
	菲律宾	印度尼西亚	印度尼西亚	菲律宾	印度尼西亚
		小规模经营	中等规模经营		
种鱼成本					
雄鱼				400	660
雌鱼				600	1 320
小计				1 000	1 980
土地运营					
土地	6 500	728	4 850	6 500	4 850
围栏	50	20	50	50	50
储水池和水库	11 900	1 110	8 760	6 100	3 080
屋顶、框架和壁板	3 800	230	1 835	2 400	1 000
建筑物/构筑物	5 800	250	1 850	0	650
管道装置	4 000	210	2000	2 000	1 000
电气化设备	3 500	135	1700	2 000	1 000
鼓风机	1 980	100	600	1 320	250
海洋和淡水泵	2 600	315	1 800	1 700	900
发电机	2 000	0	450	2 000	450
卡车	0	0	14 000	0	0
其他杂费	1 000	160	900	200	150
小计				24 270	13 380
总投资额	43 130	3 258	38 795	25 270	15 360

来源：引自 Pomeroy、Parks and Balboa，2006。

表 19 把石斑鱼养殖所需资金总量预算，以印度尼西亚和菲律宾为例（美元）

	印度尼西亚（驼背石斑鱼）	菲律宾（斜带石斑鱼和点带石斑鱼）
海洋经营		
浮动网箱	1280	825
船	80	60
水质检测设备	70	80
捕捞设备	40	45
小计	1 470	1 010

来源：引自 Pomeroy、Parks and Balboa，2006。

表 20　企业在石斑鱼养殖上所需的年度预算，以菲律宾（斜带石斑鱼，12 个月为一个生长周期）**和印度尼西亚**（驼背石斑鱼，18 个月为一个生长周期）**为例**

	菲律宾			印度尼西亚			
	种鱼	孵化/育苗	生长	种鱼	孵化/育苗（中等规模）	孵化/育苗（小型规模）	生长
可变成本[1]	13 128	15 895	4 786	8 160	24 325	3 435	8 363
固定成本[2]	4 053	7 713	2 299	2 662	8 235	668	2 108
总费用	17 181	23 608	7 085	10 882	32 710	4 103	10 471
总收入	23 503	45 045	14 400	83 784	106 270	12 505	20 250
余额	6 322	21 347	7 315	72 902	73 560	8 402	9 779

来源：引自 Pomeroy、Parks and Balboa，2006。

注：1. 鱼卵、鱼苗、种苗、维生素/药物、化学药品、电力、劳工与顾问、燃料与石油、销售/包装/捕获、供应和修理。

2. 固定资产折旧和利息支付。

因为没有大型的鱼苗养殖场，所以鱼苗的供应都是小批量进行的，恰好一般的家庭能够经营（Hambrey et al.，2001；Sadovy，2000；Sheriff，2004），马来西亚和越南等国家正在试验有很多笼子的大型养鱼场和浅海养鱼场（Kongkeo and Philipps，2001）。现在，他们把主要精力放在那些脆弱而又富有经济价值的石斑鱼品种的鱼苗上，这样可以减轻野生资源的压力。如果这些鱼苗培育能够进行大规模推广，那么就可能会对社会经济产生巨大的影响，同时，也威胁到鱼苗捕捞者和小型石斑鱼养殖者的生计。中国台湾省已经成功地建立了种苗产业，通过它，我们可能会洞察到人工孵化鱼苗的潜在影响力。在台湾，养殖产业化已经对鱼苗的需求产生了巨大影响，并导致了种苗价格的下降。进口商与出口商预测，大量养殖带来的影响之一就是导致石斑鱼价格下降（Sadovy，2001a）。然而，人们发现，小规模的鱼苗孵化生产是一个可行的维持生计的手段，它能提供就业机会并带动农村生计方式的多样化（Siar，Johnston and Sim，2002）。在巴厘岛，有很多孵化场已经相继建立，虱目鱼苗产业已经为石斑鱼苗的多样化提供了基础，此外，还为一些国家（如菲律宾）的转型提供了模板。然而，很多情况都存在不确定性，比如，石斑鱼养殖渔民对人工培育鱼苗的接受程度，以及种苗产业对鱼苗捕捞者和养殖类石斑鱼价格的影响。

6.4　石斑鱼捕捞业与养殖业中的性别角色

女性在石斑鱼苗捕捞业及其交易网络中的具体角色仍然是未知的。在捕捞业方面，通常，女性会在捕捞回归后做一些相关的重要工作，但这与活鱼交易没有关系。然而，女性经常负责交易和财务方面的事宜，并且，在泰国等国家的社区内，经常见到女性作为主要的鱼和鱼苗交易者，当然，更高一层的鱼产品交易仍然是男性的天下（Sheriff，个人交流）。石斑鱼养殖也许可以为女性提供最重要的机会，目前，这些女性通常每天都负责养殖的维护工作（Haylor et al.，2003）。石斑鱼养殖对杂鱼的要求很高，并且用做饲料的杂鱼通常由女性来准备（Sheriff，2004）。印度尼西亚的经验表明，女性也可以在小型孵化场做零工，负责清点和存放虱目鱼苗（每数 5 000 尾鱼苗，就可以获得 0.33 美元），或者在鱼苗交易链中做交易员（Siar，Johnston and Sim，2002）。此外，在石斑鱼孵化场做鱼苗等级划分的工作，每天也能赚取 6.66 美元。不过，据孵化场主所述，这项工作非常辛苦（Siar，Johnston and Sim，2002）。

7 基于捕捞石斑鱼养殖业的管理

因为以下几个问题，如野生鱼苗资源稀缺、因种鱼的国际贸易而传播的疾病、捕捞与养殖过程的高死亡率，成年石斑鱼的过度捕捞等，导致了依赖野生鱼苗的养殖管理问题十分复杂（Ottolenghi et al.，2004）。石斑鱼位于食物链的顶端，生性安静并有极强的地盘占领习性，它们通常寿命较长、生长较慢并且大量聚集进行产卵。它们的这些生活习性可能导致了被过度捕捞，并因 LRFT 而濒临灭绝。这个现状已经促使人们呼吁对《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》上的附录Ⅱ或Ⅲ上的目标物种进行保护（Lau and Parry-Jones，1999）。自然保护协会（Nature Conservancy，TNC）已经为亚太地区制订出一套策略，用于开发和建立可持续渔业的模式。当前，已经有很多方法用于减少资源开发，例如，巴哈马政府最近通过了一项“五禁捕”海洋区保护政策。这些禁捕的对象有我们所熟悉的纳苏石斑鱼（*Epinephelus striatus*）产卵聚集区。尽管巴哈马地区的纳苏石斑鱼的资源仍然显得稳定，但这些禁渔政策（外加其他研究活动）仍然在实施当中，以确保保护区管理措施的顺利进行，禁捕政策可以防止资源枯竭，使这些地区的资源不会重蹈某些地区的覆辙（Johannes，2000）。在密克罗尼西亚联邦，帕劳共和国是第一批保护石斑鱼产卵场所的国家之一，1976 年，它在恩格鲁梅克（乌龙海峡）产卵点强制实行季节性禁渔，1999 年，它又在恩格鲁梅克和伊比尔（另一个产卵点）建立永久性海洋保护区。密克罗尼西亚联邦的波纳佩州也宣布在其石斑鱼产卵区建立永久禁渔区（Rhodes and Tupper，2007）。帕劳和玻纳佩在产卵季节关闭渔场，并且限制或禁止出口石斑鱼和其他珊瑚鱼贸易中的鱼类。

若要控制石斑鱼捕捞情况，其他条例也应该相继出台。捕捞的鱼苗数量常常会不足，并且也不可靠（无论是数量还是质量，均如此），不能满足需求；养殖方面的低产也常常是因为缺少种鱼（Chao and Chou，1999；Yashiro，Vatanakul and Panichsuke，2002；Agbayani，2002）。而捕捞与养殖过程中的鱼苗地点转移，会造成鱼苗生病，从而导致很高的死亡率。Sadovy（2000）已经整理了关于基于捕捞养殖有关的鱼苗捕捞与出口方面的法规实施的现状（表 21）。

一项东南亚海洋生物调查发现，鱼苗的捕捞量很大，但养殖的产出水平却很低（Sadovy，2000）。造成鱼大量死亡的主要原因有：有害的捕捞方式和器械、捕捞后不良的处理方法、恶劣的养殖方式与环境以及普遍缺少养殖经验与知识。这个报告表明，人们对 5～10 厘米的鱼需求很大，但是对种苗的大量捕捞，会造成严重的后果，会使未来的成年鱼以及其后代数量减少。考虑到最小附着鱼类自然死亡率显著增加的可能性，几个研究者已经提出，附着较早后期（或者甚至是附着前）的鱼苗捕捞是从资源获益的方式之一，可以不影响其可持续性。

为了使石斑鱼种群能持续下去，并且同时能从基于捕捞的水产养殖中获益，有必要考虑今后的应对措施。正如 Sadovy（2006）所建议的，管理石斑鱼的一个可靠方法是，在捕捞渔业和养殖渔业的区域建立育种区。另一个可行的方法是保护产卵区和孵卵区，譬如，河流入海口的红树林区域、珊瑚礁和海草区等，以此保护产卵的成年鱼，从而确保育苗的产量。海洋保护区（MPAs）应该把重要的产卵和孵化区也囊括在内，但到目前为止，很少有海洋保护区保护石斑鱼的幼苗栖息地（Tupper，2007）。

亚洲及太平洋区水产养殖中心网络组织（NACA）及其合作者，亚太经济合作组织（APEC）、东南亚渔业开发中心（SEAFDEC）、澳大利亚国际农业研究中心（ACIAR）以及世界鱼类中心（之前的 ICLARM）等，他们已经在采取积极措施，试图解决这些问题。1998 年，亚太石斑鱼网络（APGN）建立，这个组织致力于水产开发，其目的是：

- 减少养殖业对野生鱼苗的依赖度，因为捕捞野生鱼苗的过程中，常常会用到破坏性的捕捞技术，并对野生鱼的总量造成长期的影响；
- 为那些从事破坏性捕捞的沿海地区居民提供另一种收入/工作来源；
- 通过大量发展水产养殖业，保护濒危珊瑚鱼类，使它们免受非法捕鱼行为的威胁；

● 开发新的水产养殖品种，使各个经营者与雇员从中受益。

自 1996 年起，以上提及的各组织均建立了工作组，其目的是建立一个研究合作的区域性机制，从而支持亚洲地区的基于捕捞的水产养殖业的可持续发展。为了能让渔民和海边居民受益，政府与组织已经开始致力于技术的改进和管理策略的制订（Ottolenghi et al.，2004）。

表 21　东南亚国家在石斑鱼方面实施的有关法规

地点	规定
中国	限制捕捞石斑鱼苗的渔夫和捕捞的石斑鱼苗数量。运输海洋鱼类的育苗需要许可证，且禁止海洋鱼类育苗的出口。广东省有一个法规用来管理浅海潮间带区域的水产品养殖，该条例也适用于那些涉及海洋养殖的活动。
印度尼西亚	无对鱼苗资源的管理条例
马来西亚	联邦法律禁止使用氰化物捕鱼，在东马来西亚对石斑鱼鱼苗的捕捞则没有特别的规定。某些条例可能有间接效果，比如说用拖网制成的捕捞工具需满足对拖网网目尺寸的限制。不能以养殖为目的进口石斑鱼苗。在西马来西亚，11 月和 12 月不允许捕捞鱼苗；只能在 1～4 月的旺季进行捕捞。禁止体长小于 15 厘米的鱼苗出口。
菲律宾	使用氰化物或其他有毒物质进行捕捞是违法行为。 使用剪刀网是非法的，长袋网也已经被禁止使用。 1988 年的渔业行为守则（共和国法例 8550）禁止出口虱目鱼苗和对虾种苗，但是该守则是否也适用于石斑鱼，目前尚不清楚。本守则还规定了渔业捕捞和养殖使用的工具/建筑物及经营区域。鱼和渔业产品的运输及出口需得到检疫部门的许可证，包括渔业和水生资源局（BFAR）的鱼类健康检测部门出具的健康证明。
泰国	限制推网和长袋网的使用。推网和拖网渔船不能在离岸 3 千米内的海域捕捞，且拖网渔船的网目尺寸应不小于 2.5 厘米。
越南	政府规例禁止出口 500 克以下的石斑鱼（前渔业部）。出口量没有限制。对出口来说，需要渔业资源与环境保护分部——一个省委办公厅出具的健康证明，还需满足进口国的标准

8　结论

作为农村谋生的一种途径，尤其是那些沿海渔民的谋生途径，石斑鱼养殖可以产生巨大的经济效益。即使有大量的鱼死亡，石斑鱼在出口市场上的高价值仍然能为渔民带来利润。尽管初始投资比较高，但研究表明，如果获得适当的支持，即使是最穷的群体，他们也能从石斑鱼养殖中获益，因此，石斑鱼养殖不论是对家庭幸福，还是社区发展，都有好处。然而，从该报告的评论信息来看，不论是对活鱼或“死鱼”贸易而言，若要有稳定且可持续的供应，捕捞型养殖可能不是最好的方式。这要归咎于一系列的原因，其中包括捕捞鱼苗的可利用率低、技术的破坏性和引起的浪费、因为过度捕捞鱼苗而造成成年鱼的总量减少从而与捕捞渔业发生矛盾，以及养殖经营造成的污染与疾病。

基于捕捞的水产养殖业一些问题最容易的解决办法就是为所有种类的石斑鱼设立了闭循环孵化饲养。有几个石斑鱼品种的全周期养殖已经取得了重要进展，尤其是中国台湾省，并且，如果有足够的资金投入，全周期养殖也是可行的。然而，考虑到水产养殖家庭的资金状况，石斑鱼的大多数品种是他们没有能力养殖的，因此，若要孵化并养殖石斑鱼中大多数品种，在近期内是不太可能实现的。此外，还有一种说法是，鱼苗产业会破坏石斑鱼养殖对穷人谋生的途径。大型养殖会把小型养殖者挤出这一行业。如果孵化的鱼苗供应稳定，养殖产量的增加会引起供应量的增加，从而可能会降低鱼的价格和收益。石斑鱼之所以在市场上的价值高，主要是因为其稀缺性。另一方面，那些比较穷的渔民可能会继续捕捞鱼苗，因为他们没钱购买鱼苗，并且捕捞野生鱼苗可以降低石斑鱼养殖的风险，对他们而言，更加行得通。与此同时，不论是对基于捕捞的水产养殖业还是石斑鱼捕捞业而言，都必须采取

措施，改进他们的管理。某些国家，如帕劳，已经实施了有力的珊瑚鱼保护措施，其中包括禁止在产卵季节和产卵点捕捞，禁止出口石斑鱼及其他脆弱的鱼类，甚至全面推迟某些数量下降明显鱼类的捕捞期（例如苏眉鱼、波纹唇鱼、隆头鹦哥鱼和驼峰大鹦嘴鱼）。这些措施有效地阻止帕劳的珊瑚礁鱼交易。此外，帕劳政府还与美国和日本政府合作，已经开发出了至少一种经济效益高的石斑鱼（褐点石斑鱼）的全周期养殖技术，并且正在试验其他石斑鱼品种的全周期养殖技术。

与成年石斑鱼出口禁令相似的，Sadovy（2001b）还建议，应该全面禁止石斑鱼苗的出口，那些石斑鱼进口国应该自己把石斑鱼养到市场标准的大小。这就允许基于捕捞的石斑鱼水产养殖业实施更加严格的管理手段，同时，还减少了因出口种苗而引起的疾病传播。减少或消除浪费量较大的或具有破坏性的捕捞技术（如长袋网或剪式网），则是另一种适用的手段。最后，基于捕捞的水产养殖业和捕捞渔业都应该推动防范原则的应用，并且还要采用联合国粮食及农业组织（FAO）的《负责任渔业国际行为守则》（CCRE）。

参考文献

Agbayani, R. F. 2002. Seafarming and Community Development in the Philippines. In APEC/BOBP/NACA, eds. Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture, Medan, Indonesia, 17 - 20 April 2000 , pp. 177 - 186. Bangkok, Thailand, NACA. (available at www. enaca. org/Grouper/Publications/GROUPER _ Medan _ Workshop. pdf)

Birkeland, C. 1997. Disposable income in Asia - A new and powerful external pressure against sustainability of coral reef resources on Pacific islands. Reef Encounter , 22: 9 - 13.

Bombeo-Tuburan, I. , Coniza, E. B. , Rodriguez, E. M. & Agbayani, R. F. 2001. Culture and economics of wild grouper (Epinephelus coioides) using three feed types in ponds. Aquaculture , 201: 229 - 240.

Bullock, L. H. , Murphy, M. D. , Godcharles, M. F. & Mitchell, M. E. 1992. Age, growth, and reproduction of jewfish Epinephelus itjara in the eastern Gulf of Mexico. Fisheries Bulletin , 90: 243 - 249.

Chao, T. M. & Chou, R. 1999. Grouper culture and a review of the grouper breeding programme in Singapore. In A. S. Cabadan, ed. Proceedings of the Workshop on Aquaculture of Coral Reef Fishes and Sustainable Reef Fisheries, Kota Kinabalu, Sabah 6 - 10 December, 1996 , pp. 97 - 105. Bangkok, Thailand, NACA.

Coleman, F. C. , Koenig, C. C. , Eklund, A. M. & Grimes, C. G. 1999. Management and conservation of temperate reef fishes in the grouper - snapper complex of the Southeastern United States. American Fisheries Society , 23: 233 - 242.

Colin, P. L. , Koenig, C. C. & Laroche, W. A. 1996. Development from egg to juvenile of the red grouper (Epinephelus morio) (Pisces: Serranidae) in the laboratory) . In Arreguin-Sanchez, F. , Munro, J. L. , Balgos, M. , and Pauly, D. eds. Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conf. Proc. 48: 399 - 414.

Dixon, P. A. , Millich, M. J. & Sugihara, G. 1999. Episodic fluctuations in larval supply. Science , 283: 1528 - 1530.

Domeier, M. L. & Colin, P. L. 1997. Tropical reef fish spawning aggregations defined and reviewed. Bulletin of Marine Science , 60: 698 - 726.

Froese, R. & Pauly, D. 2007 FishBase. Available at http: //www. fishbase. org.

Hambrey, J. , Tuan, L. A. & Thuong, T. K. 2001. Aquaculture and poverty alleviation 2: cage cul-

ture in coastal waters of Viet Nam. World Aquaculture, 32 (2): 34 - 38, 66 - 67.

Haylor, G., Briggs, M. R. P., Pet-Soede, L., Tung, H., Yen, N. T. H., Adrien, B., O' Callaghan, B., Gow, C., DeVantier, L., Cheung, C., Santos, R., Pador, E., de la Torre, M., Bulcock, P., Heemstra, P. C. & Randall, J. E. 1993. FAO species catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Ephinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rock cod, hind, coral grouper and lyre tail species known to date. FAO Fisheries Synopsis, 125 (16). Rome, FAO. 382 pp.

Johannes, R. E. 1997. Grouper spawning aggregations need protection. SPC Live Fish Information Bulletin, 3: 13 - 14.

Johannes, R. E. & Ogburn, N. J. 1999. Collecting grouper seed for aquaculture in the Philippines. SPC Live Reef Fish Information Bulletin, 6: 35 - 48.

Johannes, R. E. & Riepen, M. 1995. Environmental, economic and social implications of the live reef fish trade in Asia and the western Pacific. Washington, DC, USA. The Nature Conservancy and the South Pacific Commission.

Johannes, R. E., Squire, L., Graham, T., Sadovy, Y. & Renguul, H. 1999. Spawning aggregations of groupers (Serranidae) in Palau. Marine Research Series No. 1. Washington, DC, USA. The Nature Conservancy and the Forum Fisheries Agency
(available at www. tnc. org/asiapacific).

Jones, G. P., Milicich, M. J., Emslie, M. J. & Lunow, C. 1999. Self-recruitment in a coral reef fish population. Nature 402: 802 - 804.

Jones, G. P., Planes, S. & Thorrold, S. R. 2005. Coral reef fish larvae settle close to home. Current Biology, 15: 1314 - 1318.

Kongkeo, H. & Phillips, M. 2002 Regional overview of marine finfish farming, with an emphasis on groupers and regional cooperation. In: APEC/NACA/BOBP/GOI, (ed.) Report of the regional workshop on management strategies for sustainable seafarming and grouper aquaculture, Medan, Indonesia, 17 - 20 April 2000. Collaborative APEC grouper research and development network (FWG01/99), Bangkok, Thailand: Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific.

Lau, P. P. F. & Parry-Jones, R. 1999. The Hong Kong trade in live reef fish for food. Hong Kong, TRAFFIC East Asia and World Wide Fund for Nature.

McGoodwin, J. R. 2001 Understanding the cultures of fishing communities: a key to fisheries management and food security. No. 401. Rome, Italy, FAO.

Millamena, O. M. 2002. Replacement of fishmeal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper Epinephelus coioides. Aquacultur e, 204: 75 - 84.

Morris, A. V., Roberts, C. M. & Hawkins, J. P. 2000. The threatened status of groupers (Ephinephelinae). Biodiversity and Conservation, 9: 919 - 942.

Mous, P. J., Sadovy, Y., Halim, A. & Pet, J. S. 2006. Capture for culture: artificial shelters for grouper collection in SE Asia. Fish &-Fisheries, 7: 58 - 72.

Muldoon, G. J. & McGilivray, F. 2004. Economic and trade issues. pp. 19 - 41 in "The Live Reef Fish Trade" J. Maclean and Y. Sadovy (eds). ADB Pacific Studies Series. Asian Development Bank: Manila.

New, M. B. & Wijkström, U. N. 2002. Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fishmeal trap. FAO Fisheries Circular No. 975. Rome, Italy, FAO.

Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M. B. 2004. Capture-based aq-

uaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails. FAO, Rome. 308 p.

Pollnac, R. B., Pomeroy, R. S. & Harkes, I. H. T. 2001. Fishery policy and job satisfaction in three southeast Asian fisheries. Ocean and Coastal Management, 44: 531 - 544.

Pomeroy, R. S., Parks, J. E. & Balboa, C. M. 2006. Farming the reef: is aquaculture a solution for reducing fishing pressure on coral reefs? Marine Policy, 30 (2): 111 - 130.

Posada, J. M. & Appeldoorn, R. S. 1996. The validity of length-based methods for estimating growth and mortality of groupers, as illustrated by comparative assessment of the Creole fish Paranthias furcifer (Pisces: Serranidae). In Arreguin-Sanchez, F., Munro, J. L., Balgos, M., and Pauly, D. eds. Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conf. Proc. 48, pp. 163 - 173.

Pudadera, B., Hamid, H. L. H. A. B. D. & Yusof, H. R. H. M. 2002. Grouper culture development in Brunei Darussalam. In APEC/NACA eds. Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop, Hat Yai, Thailand, 7 - 9 April 1999, pp. 53 - 56. Bangkok, Thailand, NACA.

(available at www. enaca. org/Grouper/Publications/HatYaiProceeding. pdf).

Rhodes, K. L. & Sadovy, Y. 2002 Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper, Epinephelus polyphekadion (Bleeker 1849) in Pohnpei, Micronesia. Environmental Biology of Fishes, 63: 27 - 39.

Rhodes, K. & Tupper, M. 2007. A preliminary market-based analysis of the Pohnpei, Micronesia, grouper (Serranidae: Epinephelinae) fishery reveals unsustainable fishing practices. Coral Reefs (in press).

Sadovy, Y. 1996. Reproduction in reef fisheries species. In N. V. C. Polunin & C. M. Roberts, eds. Reef Fisheries, pp. 15 - 59. London, England, Chapman & Hall.

Sadovy, Y. 2000. Regional survey for fry/fingerling supply and current practices for grouper mariculture: evaluating current status and long-term prospects for grouper mariculture in South East Asia. Final report to the Collaboration APEC grouper research and development network (FWG 01/99). December, 2000.

Sadovy, Y. 2001a. The threat of fishing to highly fecund fishes. Journal of Fish Biology, 59 (suppl. A): 90 - 1.

Sadovy, Y. 2001b. Summary of regional survey of fry/fingerling supply for grouper mariculture in Southeast Asia. SPC Live Reef Fish Information Bulletin, 8: 22 - 29.

Sadovy, Y. J., Donaldson, T. J., Graham, T. R., McGilvray, F., Muldoon, G. J., Philipps, M. J., Rimmer, M. A., Smith, A. & Yeeting, B. 2003. While stocks last: The Live reef fish trade. J. Maclean and Y. Sadovy (eds). ADB Pacific Studies Series. Asian Development Bank, Manila.

Sadovy, Y. & Eklund, A. M. 1999. Synopsis of biological data on the Nassau grouper, Epinephelus striatus (Bloch, 1792), and the Jewfish, E. itajara (Lichtenstein, 1822). NOAA Technical Report No. NMFS 146. Seattle, USA, US Department of Commerce.

Sadovy, Y. J. & Vincent, A. C. J. 2002. Ecological issues and the trades in live reef fishes. In: Sale, P. F. (ed.) Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem. Academic Press, San Diego, CA, pp. 391 - 420.

Shenker, J. M., Maddox, E. D., Wishinski, E., Pearl, A., Thorrold, S. R. & Smith, N. 1993. Onshore transport of settlement-stage Nassau grouper Epinephelus striatus and other fishes

in Exuma Sound, Bahamas. Marine Ecology Progress Series, 98: 31-43.

Sheriff, N. 2004. Fisher Livelihoods in southern Thailand: Sustainability and the Role of Grouper Culture. PhD Thesis, Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland.

Sheriff, N., Little, D. C. & Tantikamton, K. Aquaculture and the poor - is the culture of high-value fish a viable livelihood option for the poor? (in press)

Siar, S. V., Johnston, W. L. & S. Y. Sim. 2002. Study on economics and socioeconomics of small-scale marine fish hatcheries and nurseries, with special reference to grouper systems in Bali, Indonesia. Report prepared under APEC project "FWG 01/2001 - Collaborative APEC Grouper Research and Development Network". Asia - Pacific Marine Finfish Aquaculture Network Publication 2/2002. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, Bangkok, 36 pp.

Sluka, R. D. 1997. The Biology and Ecology of Grouper in Laamu Atoll, Republic of the Maldives. Oceanographic Society of the Maldives.

Swearer, S. E., Caselle, J. E., Lea, D. W. & Warner, R. R. 1999. Larval retention and recruitment in an island population of a coral-reef fish. Nature, 402: 799-802.

Tucker, J. W. 1999. Species profile: grouper aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC), Publication No. 721. Fort Pierce, Florida, USA, Division of Marine Science Harbor Branch Oceanographic Institution. (available at aquanic.org/publicat/usda_rac/efs/srac/721fs.pdf).

Tupper, M. 2007. Identification and mapping of essential fish habitat for commercially valuable humphead wrasse (Cheilinus undulatus) and large groupers in Palau. Marine Ecology Progress Series, 332: 189-199.

Yashiro, R., Vatanakul, V. & Panichsuke, P. 2002. Present status of grouper culturing in Thailand. In Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop, Hat Yai, Thailand, 7-9 April 1999, pp. 27-35. Bangkok, Thailand, NACA. (available at www.enaca.org/Grouper/publications/HatYaiProceeding.pdf).

基于捕捞的泥蟹养殖

Colin Shelley
YH & CC Shelley 专营有限公司
布里斯班，澳大利亚
E－mail：ccyhshelley@ozemail. com. au

Shelley，C. 2008. Capture-based aquaculture of mud crabs（*Scylla* spp.）. In A. Lovatelli and P. F. Holthus （eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 255－269.

概　　述

由于对野生泥蟹资源的了解很有限，因此许多国家不知道如何用最佳方法管理泥蟹，尤其是在那些渔业管理资源和执行能力有限的地方。泥蟹水产养殖的发展有可能会使现在与泥蟹养殖有关的生态、社会经济和生活发生变化。本文对泥蟹养殖过程的问题、需要、机会和风险进行了概述，在促进泥蟹水产养殖生态可持续发展的同时，保证泥蟹养殖的可持续发展。

即使泥蟹生殖能力非常强，在很大程度上延长了产卵季节，但一些国家对幼蟹不加控制地进行捕捞，依然导致了补充型过渡捕捞。保护泥蟹主要的栖息地——红树林，对于保持泥蟹种群是非常关键的，这是避免泥蟹过度捕捞的常规监测措施。红树林中泥蟹养殖环境的可持续性可以看做是一个保护红树林和扩大养殖生产面积的重要工具。

人工孵化蟹苗对泥蟹养殖发展具有重要意义，因为在很多国家泥蟹野生种群数量有限，或者被过度捕捞。同时，泥蟹养殖的发展也需要依赖人工配制的饲料，减少现在泥蟹养殖对杂鱼的依赖，杂鱼已经面临来自其他类型水产养殖的压力。

在从依赖野生泥蟹种苗和野生饲料的产业向人工孵化蟹苗和人工配制饲料的转变过程中，现在的供应链和工作机会将产生变化。在中国，由于泥蟹养殖要向更加工业化的规模发展，因此需要考虑为野生泥蟹留种和杂鱼的养殖者提供项目帮助（和相关中间人），因为这些养殖者都是许多沿海地区最穷的居民。

1　泥蟹及其在水产养殖中的应用

1.1　品种

青蟹属有 4 种泥蟹（或者 4 种红树林），分别是锯缘青蟹（*S. serrata*）、榄绿青蟹（*S. olivacea*）、紫螯青蟹（*S. tranquebarica*）和拟穴青蟹（*S. paramamosain*）（Keenan，1999b；Keenan，Davie and Mann，1998），捕捞渔业和水产养殖业中包含了所有这些品种。在多数国家，泥蟹用于钓鱼或者养殖，是出口和当地收入的来源，而且可以用于休闲垂钓。

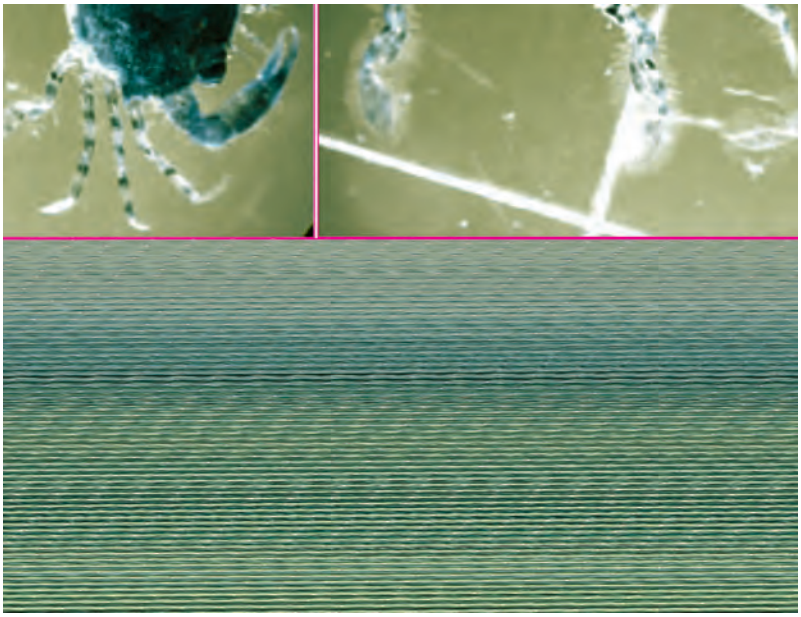


图 1　幼泥蟹
（D. MANN 提供）

1.2　生命周期

所有的泥蟹一般有 6 个幼体阶段，5 个蚤状幼体阶段以及 1 个大眼幼体阶段，这 6 个阶段发生在幼蟹第一阶段（图 1）之前。在成长到最大尺寸之前，泥蟹一般会经历 14～16 次脱壳。据报道，泥蟹日增重为 1～4 克/天，不同品种和性别间有差别，雄蟹比雌蟹生长得快（Trino，Millamena and Keenan，1999b；Christensen，Macintosh and Phuong，2004）。所有泥蟹在第一年中就能成熟，拟穴青蟹（*Scylla paramamosain*）160 天左右成熟后，甲宽可达 102 毫米（Le Vay，Ut and Walton，2006；Le Vay，Ut and Walton，2007），而据报道。锯缘青蟹（*Scylla serrata*）145 天内可以长到 750 克，在 147 天的时候就显示出了成熟的迹象（Field，2006）。泥蟹的繁殖能力非常强，单个雌蟹能产超过 300 万个卵。产卵洄游时，雌蟹可能会向海中游相当长的距离，而多数螃蟹在其当地的栖息地内似乎很少活动，这些栖息地一般是红树林（Hill，1975；Hill，1976；Le Vay，Ut and Walton，2006；Le Vay，Ut and Walton，2007）。在红树林和临近的潮间带，不同大小的泥蟹占据的空间不同（Walton et al.，2006）。

1.3　栖息地

泥蟹是红树林动物区系的常见组成之一，通常生长在泥里或者泥沙中。泥蟹的饲料是多种多样的，自然界很多动植物资源都可以作为食物（Hill，1976）。

1.4　地理分布

泥蟹分布地域广泛，从南非出发，沿中部和东部国家南部海岸，穿过印度洋，向北一直到日本的南部，东部一直到密克罗西尼亚，南部一直到澳大利亚东部海岸。锯缘青蟹（*Scylla serrata*）是分布最广的品种，而印度尼西亚是泥蟹属分布的中心，在那里这 4 个品种的泥蟹都可以找到。

1.5　海洋捕捞

泥蟹是捕捞的目标品种。捕捞的技术包括从手工捕捞一直到捕捞渔具，包括缠刺网、诱捕网和敷

网等不同技术。最近 10 年的捕捞趋势详细情况可以参见表 1。然而，应该注意的是 FAO 数据库中没有斯里兰卡和澳大利亚的捕捞数据，因此并没有包含在表 1 中。因此，这些数据低估了锯缘青蟹（*Scylla serrata*）的产量。虽然印度尼西亚的数据表明捕捞量增加了，但所有其他生产国的数据都表明捕捞量下降了。

表 1　锯缘青蟹（*Scylla serrata*）捕获量（吨）

国家及地区	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
印度尼西亚	7 980	7 342	8 298	8 161	8 707	8 774	11 753	11 240	14 802	20 129	18 750
菲律宾	4 835	4 258	1 133	1 124	1 211	1 247	1 604	1 692	1 663	1 466	1 432
中国台湾省	1 339	935	180	215	269	299	230	337	375	9	717
泰国	5 776	4 243	4 031	3 732	5 736	6 921	5 417	3 832	1 259	2 859	1 865
斐济	234	208	290	270	281	250	268	180	82	324	280

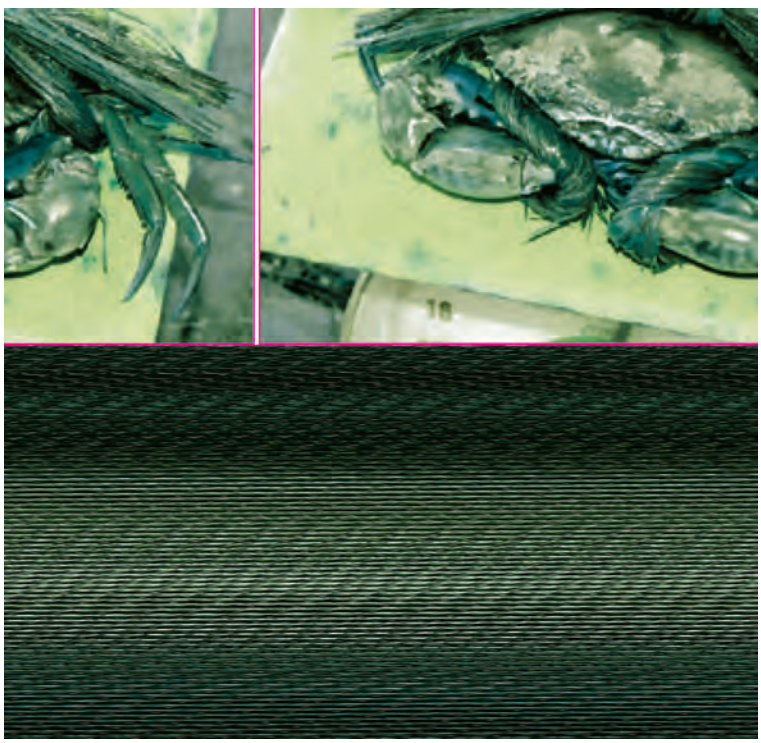


图 2　越南销售的活泥蟹
（C. SHELLEY 提供）

收获的产品

在东南亚幼蟹或者小蟹的捕捞非常活跃，用做螃蟹养殖的蟹种。收获泥蟹的大小从背甲几厘米的幼蟹一直到可以直接在市场上销售的成熟泥蟹。

捕捞的接近或者已经达到市场销售尺寸的泥蟹被用于一系列的活动。最近脱壳的，还没有完全长满新壳的泥蟹一般称为“空”蟹。这种蟹可以放进育肥栏、池塘或者网围中进行饲养直到“满”壳，然后投放市场。捕获的其他不同大小的泥蟹，放入软壳蟹养殖设施中。这种蟹一般会被放入单个箱子中，直到其脱壳。脱壳后螃蟹可以放到冰上进行冷藏或者冷冻，用于软壳蟹市场，在软壳蟹市场上，

螃蟹所有的部分都能销售，因为在脱壳后新壳还没有变硬。最后，达到上市尺寸的硬壳蟹搜集起来，以保证蟹的利爪不伤到贸易商和客户，并能销售；多数市场销售的蟹一般情况下都处于鲜活状态（图2）。销售的螃蟹由于品种不同大小也有差异。在菲律宾，多数市场销售的锯缘青蟹（*Scylla serrata*）一般重500克，而榄绿青蟹（*Scylla olivacea*）和紫螯青蟹（*Scylla tranquebarica*）一般重量在350克以上。

尽管泥蟹通常是捕捞的目标种群，偶尔当泥蟹在其栖息地中移动时，也可以在不同的其他红树林或者珊瑚礁种群捕获网中捕捞到。仅仅有非常小的一部分泥蟹是进行其他捕捞时的意外产品。泥蟹能够非常好地适应人工养殖环境。泥蟹是杂食性的，可以食用饲料的范围非常广泛，从杂鱼到颗粒状水产饲料都可以。

捕捞者和养殖户会碰到许多问题，包括在不同的养殖系统中利用捕捞到的野生泥蟹的问题。蟹苗通常包含不同大小的泥蟹。因为泥蟹趋向于杂食性，因此较大的泥蟹常常会捕食较小的泥蟹，造成养殖的泥蟹大量死亡。

1.6 周期状态

人工养殖的泥蟹可以与野生泥蟹和其他人工养殖的泥蟹进行交配，因此一些组织和公司现在使用人工养殖的蟹苗。如果在合适的环境下饲养，几乎所有野生的硬壳、成熟雌蟹都能受孕和产卵。在交配后，在合适的养殖状态下，每只雌蟹通常能够产2次或者3次幼蟹。

利用人工养殖的蟹苗现在已经非常普遍，尤其是在越南和中国。在一些国家，如菲律宾，已经有利用孵化蟹苗的警示（Shelley，2004a）。养殖户已经报道了一系列的利用人工养殖蟹苗的忧虑：这些人工养殖的蟹苗是否具有与野生蟹苗一样的活力，是否能够生长得足够快，人工养殖蟹苗是否更容易得病，是野生蟹苗还是人工养殖蟹苗更具有商业价值?

在一些泥蟹捕捞十分活跃的国家，如澳大利亚，幼蟹或者不足尺寸的泥蟹法律上是禁止捕捞的。

1.7 养殖技术

过去几十年，人们在发展有效的泥蟹养殖技术方面已经进行了大量的努力（Brick，1974；Angell，1992；Heasman and Fielder，1983；Keenan and Blackshaw，1999a；Anon.，2001；Anon.，2005；Shelley et al.，即将出版；Wang et al.，2005）。许多研讨会、会议材料和综述都包含泥蟹水产养殖的重要工作（Angell，1992；Anon.，2001，2005；Keenan and Blackshaw，1999a）。20世纪90年代，在中国，用于泥蟹幼苗大规模孵化技术的成功研制促进了泥蟹人工养殖的快速发展，之后养殖规模扩张，经常与虾、鱼和藻类混养（Wang et al.，2005）。2003年，中国泥蟹养殖面积超过3.4万公顷，产量超过10万吨，而野生泥蟹捕获量超过了7.9万吨，中国成为世界上最大的泥蟹生产国（N. Zhou，亚太地区的水产养殖中心网络，个人交流）。

直到最近，泥蟹孵化遇到了蟹苗产量低和不稳定的问题。然而，最近几年平均成活率已经提高（Wang et al.，2005），一些国家现在已经开始实施蟹苗的人工生产，如越南、中国、菲律宾、澳大利亚。已经证明维持稳定的水质，将细菌生长控制在最低，提供高质量的饲料，保持合适的养殖密度，是成功孵化泥蟹的关键（Shelley et al.，即将出版）。

现在有一系列的泥蟹育苗系统用于从溞幼虫晚期开始的泥蟹养殖，从大眼幼体到附着，从溞状幼体到幼蟹。一系列的水箱、池塘和鱼塘内使用的hapa网都可以用于幼蟹养殖。在这种系统内，一个复杂的三维栖息地可以增加养殖密度，任何一个特殊系统都可以运用这个三维栖息地。合适的栖息地包括结网、塑料网和人工海草。育苗系统还需要合适的温度和盐分，最大程度提高成活率（Ruscoe，Shelley and Williams，2004）。

泥蟹的生长需要不同的系统。两个主要的系统类型是：a）开放式，包括池塘和封闭式红树林，泥蟹在其中可以保持不同的密度；b）封闭式，泥蟹在单个容器内饲养，例如软壳蟹（图3

和图 4），或者以其他方式饲养，例如育肥围栏（图 5）。在越南，养殖技术已经定义为粗放、精细和笼养（Thach，2003）。泥蟹的饲料包括杂鱼、软体动物和小型甲壳类。在粗放型饲养系统中，蟹苗养殖密度为每 5～10 米^2 1 只野生泥蟹，在较小的系统中每 2～5 米^{2}1 只孵化蟹苗，而精细饲养方式的蟹苗密度可以为每 1 米^2 1～1.5 只。越南的笼养是一种育肥技术，较大的泥蟹（200～400 克）在 35 只/米^2 高密度下养殖直到可以进行市场销售。Lindner（2005）进一步描述了越南的这种系统，它包含一系列的低投入系统，例如红树林中的笼子和成本高的人造浅滩红树林池塘，这样就不需要补充饲料。在越南一些地方，稻田被洪水冲过后充满咸水，其中包含蟹苗和/或虾苗，成为一项重要的技术，农民能够利用这些蟹苗来增加收入。更精细的越南泥蟹养殖系统利用了购买的蟹苗，以较高的密度在池塘中养殖，利用杂鱼或者甲壳类作为饲料，每季可以生产泥蟹 1～2.0 吨/公顷（Lindner，2005）。

图 3 菲律宾泥蟹育肥竹箱
（C. HELLEY 提供）

在一个开放的生产系统中，泥蟹同类相食的行为是影响其高密度养殖的主要因素。利用相对较低的蟹苗密度和一些其他形式的笼子或者保护泥蟹，能够将泥蟹的这种同类相食降低到最少程度。泥蟹间的敌对行为会导致泥蟹失去蟹足。因此，一定比例的泥蟹在收获时已经失去蟹足，只能以较低价格销售，或者需要继续人工养殖以长出新的蟹足。将这种同类相食对成活率影响降到最低的一个有效的管理措施是平时将养殖系统中已经达到市场销售大小的泥蟹收获（Say and Ikhwanuddin，1999），留下未达到收获尺寸的泥蟹继续长到满足收获的尺寸，将同类捕食发生率降低，提高空间，降低饲料竞争（Christensen，Macintosh and Phuong，2004）。

表 2 和表 3 泥蟹的水产统计数据表明，在最近几年，中国生产的泥蟹数量比第二大泥蟹生产国越南高近一个数量级。在最近几年，越南的泥蟹养殖生产显著增加，然而联合国粮农组织没有越南泥蟹生产的数据。同时应该注意到的是，联合国粮农组织泥蟹数据名义上是锯缘青蟹（*Scylla serrata*），然而在不同国家有其他 3 种泥蟹品种的水产养殖，因此认为这些数据可能更准确地代表青蟹属的生产而不是锯缘青蟹品种（*Scylla serrata*）的生产。这些数据也表明现在泥蟹的水产养殖超过了捕获的野生泥蟹，重要的原因是中国最近几年泥蟹人工养殖的大量增长。

图 4　菲律宾单个泥蟹育肥竹箱
（D. MANN 提供）

表 2　锯缘青蟹（*Scylla serrata*）水产养殖产量（吨）

国家	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
中国	0	0	0	0	0	0	0	0	100 870	108 503	111 423
印度尼西亚	1 906	1 339	5 176	866	5 143	5 126	3 879	9 039	7 152	2 243	4 379
马来西亚	623	381	277	231	188	225	219	311	204	174	162
菲律宾	2 782	2 463	3 759	4 033	4 826	4 968	4 608	4 747	4 809	6 245	6 861
泰国	45	132	115	19	9	9	5	10	10	23	20

来源：FAO－FIGIS。

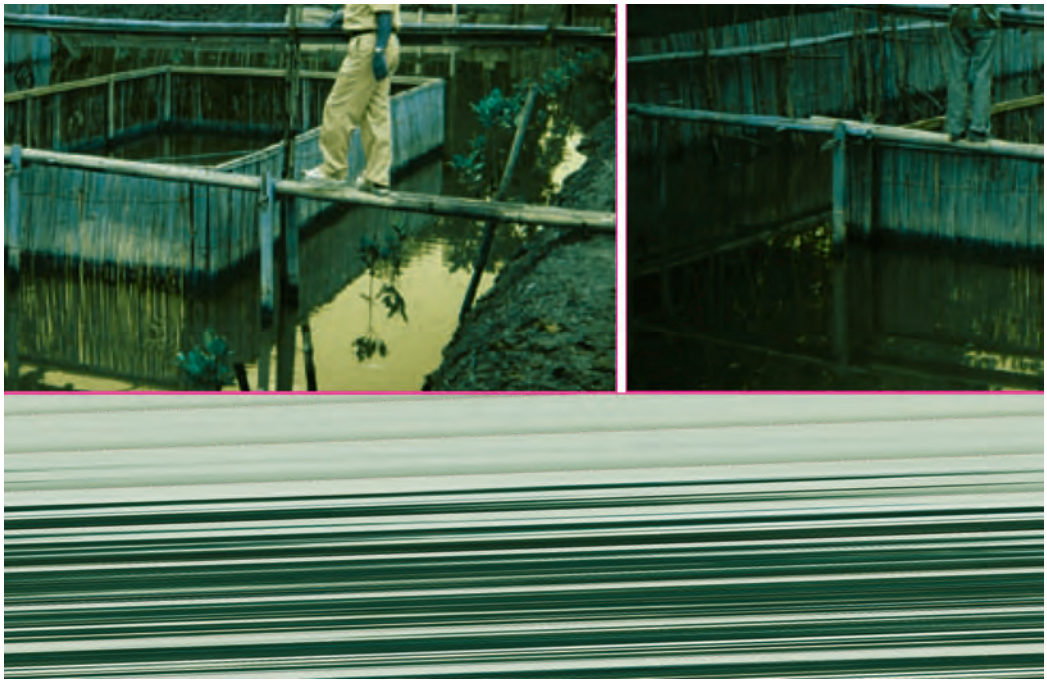


图 5 印度尼西亚的泥蟹育肥栏
（C. KEENANA 提供）

表 3 锯缘青蟹（*Scylla serrata*）水产养殖产值（美元）

国家	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
中国	0	0	0	0	0	0	0	0	201 740	216 959	245 329
印度尼西亚	3 240	2 343	8 282	1 559	9 257	9 227	6 982	4 831	2 014	3 948	9 108
马来西亚	1 389	1 673	1 184	1 262	601	743	971	886	795	679	463
菲律宾	18 031	14 375	22 430	16 968	23 782	21 270	16 713	19 642	19 374	28 375	30 775
泰国	91	394	308	43	28	27	19	40	41	92	85

来源：FAO－FIGIS。

2 泥蟹捕捞概述

2.1 幼蟹捕捞工具

孟加拉湾项目（Angell，1992）对泥蟹贸易和养殖进行了研讨，对泥蟹捕捞技术进行了全面综述。其中，详细描述了孟加拉湾（Sivasubramaniam and Angell，1992）以及参与研讨的国家的泥蟹捕捞技术（Cholik and Hanafi，1992；Kathirvel and Srinivasagam，1992；Khan and Alam，1992；Ladra，1992；Tookwinas，Srichantulk and Kanchannavasiste，1992）。可以用于幼蟹和较大泥蟹捕捞的工具包括诱饵捕获器、敷网或者垂钓渔具，以及人工操作的钩子、抄网、捞网、刺网和鱼栅。对泥蟹幼体和非常小的幼蟹来说，以上这些工具还是不够的，还需要利用细网目的拉网或者拖网。

在菲律宾，一种小型的网安装在 V 型竹子架上，沿底部淤泥向前推来捕捞幼蟹，而对较大的泥蟹来说，可以用一系列的诱捕方法，利用鱼做饵料引诱泥蟹。在越南，利用一种底曳网从河道和沿海水域中捕捞幼蟹（Johnston and Keenan，1999）。

2.2 幼蟹捕捞统计

虽然多数国家都有泥蟹水产养殖的产量数据，但是似乎没有幼蟹捕捞的官方统计数据。拟穴青蟹

的幼蟹（甲壳宽 20～60 毫米）在一些进行商业捕捞的地方被发现，据估计密度为 1 000 只/公顷（Le Vay，Ut and Walton，2007）。

2.3 收获后的技术

捕捞后专门用于水产养殖的幼蟹通常都会在无水的状态下被捆扎，放在箱子或者袋子里面，送到中间人或者农民那里，在运输过程中要保持环境潮湿。如果包装合适，以这种方式可以成功运输幼蟹几天，不会造成显著的死亡率。

如果捕获的是达到商业尺寸的泥蟹，有 3 种主要的处理方法。方法 1 用于硬壳“满的”泥蟹，将这些螃蟹扎起来保护蟹足，然后捆扎到箱子或者袋子里，保持湿润，然后通常是通过批发商或者中间人运输到市场。绝大多数泥蟹是活着卖的。方法 2 是将最近脱壳的“空”或者“软”泥蟹育肥（Ladra，1992；Liong，1992；Rattanachote and Dangwatanakul，1992）。这种方法既可以看做是一种收获后的技术，也可以看做是一种特定类型的水产技术。根据 Patterson 和 Samuel（2005）的报道，在印度，自助妇女团体成功地进行了这一螃蟹育肥项目。在野生泥蟹捕捞中，平均 7%～10%的是“空”蟹，通常会被舍弃，但是这些螃蟹经过 21～30 天的育肥后可以变成“满”蟹，平均产值可以增加超过 200%（4.63～9.53 美元/千克），对妇女团体来说是一个非常高的效益。方法 3 适用于 50～150 克的小型泥蟹。这种螃蟹一般可以放在单个容器中，经常去检查这些泥蟹是否已经脱壳。在脱壳后，虽然它们的壳仍然是软的，但是为了销售“软壳”螃蟹可以对它们进行冷冻或者冷藏，这种“软壳”泥蟹市场很快流行起来，尤其是因为这种软壳螃蟹每千克的价格较硬壳螃蟹还要高。

3 水产养殖对野生蟹苗的依赖

3.1 依赖野生蟹苗

仅仅少数几个国家发展了泥蟹商业规模的孵化技术，多数国家的泥蟹水产养殖依赖捕捞野生蟹苗。这仅仅发生在像中国和越南的一些国家，泥蟹孵化业获得了显著的发展，孵化生产的蟹苗在不久的将来将对整个产量有显著的贡献。在菲律宾，据估计，大约 95%的泥蟹幼苗是通过野外捕捞得到的。相反，在一些国家，在管理计划下，野生蟹苗的捕捞是被禁止的，例如澳大利亚，泥蟹的水产养殖完全依赖孵化生产的蟹苗。

3.2 蟹苗供应的限制

红树林的消失、野生蟹苗的过度开发和野生蟹苗产量不足不能满足需求的增长是促使泥蟹孵化技术发展的关键因素（Lindner，2005）。野生捕捞的蟹苗在不同时间供应量不同，因为海洋捕捞是有季节性的（Walton et al.，2006b），从近海岸水域海蟹幼虫丰富程度的变化可以反映出这一点（Sara et al.，2006）。海蟹幼虫分布和丰富程度与盐度相关，而不同海域的捕捞还会受气候变化的影响（Sara et al.，2006）。

有两项研究表明，在菲律宾，渔业对泥蟹海洋捕捞的巨大压力已经在相对丰富度、捕捞的泥蟹平均大小、产量和单位捕捞努力量渔获量（CPUE）的下降上反映出来（Lebata et al.，即将发表）。

因为担心过度捕捞，在菲律宾一些自治市限制从这些自治市运输出来的小蟹的数量。一些研究组织正在帮助这些自治市评估其蟹苗，为政策和管理计划提供支持。

对泥蟹的威胁也将会影响蟹苗供应，总的来说，这些威胁包括赤潮、工业和城市污水以及泥蟹的过度捕捞，如 1990 年印度由于泥蟹过度捕捞而导致禁止出口泥蟹（Aldon and Dagoon，1997）。捕捞泥蟹的渔夫的数量也会限制泥蟹种苗供应量（Say and Ikhwanuddin，1999）。

在一些国家，可以找到 4 个以上的泥蟹品种。因此，野生泥蟹苗的养殖能促使在同一个生长系统中养殖多个品种。这就产生了问题，因为所有品种都有不同的生长率，较快生长的品种可能会同类相食生长慢的品种，一般情况下会导致养殖复杂化。

泥蟹种苗连续、可靠的周年供应需求会支持泥蟹养殖的扩大，将强化泥蟹孵化的重要性。

3.3 野生与人工养殖泥蟹种苗的经济性

有许多泥蟹养殖经济现象的报告（Aldon，1997；Baliao，De Los Santos and Franco，1999a；Cann and Shelley，1999；Say and Ikhwanuddin，1999；Christensen，Macintosh and Phuong，2004；Samonte and Agbayani，1992a；1992b；Trino，Millamena and Keenan，1999a）。野生泥蟹种苗与水产养殖种苗的比较信息似乎最多只是经验之谈，因为多数试验是单纯利用野生蟹苗或者人工养殖蟹苗，而并非同时使用两种蟹苗。因为在一些国家，孵化饲养的蟹苗只是最近才出现的，多数最新经济分析报告是基于从海洋捕捞的幼蟹长成的泥蟹（图 6）。

虽然多数能够产生利润的泥蟹养殖密度可能与将同类相食降到最低和提高食物转化率（FCR）的系统和操作管理有关，但已经证明，利用不同密度的野生蟹苗能够使泥蟹水产养殖获得利润（Trino，Millamena and Keenan，1999a）。同时也证明泥蟹的无性别水产养殖可能会提高泥蟹养殖的经济回报，有一篇报告报道投资回报超过了 100%（Trino，Millamena and Keenan，1999a）。

Rodriguez、Trino 和 Minagawa（2003）研究了收获制度对泥蟹池塘水产养殖的盈利性的影响，他们发现与末期收获相比，两个月的选择性收获制度能够提高养殖利润。他们认为选择性收获制度能够提高整体成活率，因为在养殖的池塘里面将更多空间留给了其他泥蟹，保持泥蟹的尺寸范围更均匀，因为通常大的泥蟹先进入捕捞网中。

图 6 孵化培育的幼泥蟹
（D. MANN 提供）

红树林中生长的泥蟹的利润已经有文献报道（Trino and Rodriguez，2001）。他们发现利用贻贝肉和捕捞副产品作为混合饲料，在每平方米 1.5 只泥蟹条件下养殖是最有效益的，可以获得 49%～68%的投资回报率。

3.4 对野生饲料的依赖

在一个关于泥蟹水产养殖的研讨会上，Allan 和 Fielder（2003b）总结说：“在印度尼西亚、菲律宾和越南水产饲料的发展减少对杂鱼的依赖，同时将澳大利亚泥蟹生长考虑在内，是泥蟹水产养殖产业的最高优先发展权。”这反映了现在多数泥蟹水产养殖国家的形势，在这些国家现在主要的饲料来源是捕捞的杂鱼和软体动物。

在一些国家，例如越南、印度尼西亚和菲律宾，泥蟹人工养殖快速增长面临的关键挑战是缺乏专门用于泥蟹养殖的水产配合饲料（Allan and Fielder，2003a）。对低价值杂鱼和鱼粉的依赖最终可能会限制泥蟹产业的发展，这引发了担忧，鱼粉一般是指“鱼粉诱饵”（Funge-Smith，Lindebo and Staples，2005）。

虽然在一些进行泥蟹水产养殖的国家，如中国、菲律宾和越南，现在已经有了为泥蟹订制的饲料，但是仍然需要改进其剂型，降低其成本。

3.5 野生饲料的存在性

野外捕获的饲料来源

自然界中，泥蟹的饲料来源变化很大，似乎能够利用范围广泛的饲料来喂养。在菲律宾，通常利用切碎的杂鱼来饲喂泥蟹，然而也有报道利用动物皮、动物内脏、蜗牛（Aldon，1997）和褐贻贝肉（Rodriguez，Trino and Minagawa，2003）作为泥蟹饲料。虽然现在已经在研究开发专门的泥蟹饲料，但是在许多国家杂鱼资源仍然面临着严重的压力。这种压力正在导致杂鱼价格高涨，同时也与海产品的人类消费产生冲突，因为人类消费者喜欢消费这种所谓的“杂鱼”。

4 幼蟹捕捞的环境影响

4.1 蟹苗渔业对野生种群的影响

如果捕捞压力足够大，泥蟹种苗的野外捕捞会导致整个泥蟹产业蟹苗补充的失败。这种情况在菲律宾当地似乎已经发生了。蟹苗捕捞对野生蟹苗的影响取决于种群大小、捕获量、饲料存在性和支持捕捞的栖息地的维护。Lindner（2005）认为“在越南，由于泥蟹水产养殖对野生蟹苗的依赖，而野生蟹苗已经被充分开发，因此泥蟹育肥的进一步扩大可能会受到限制。”

已经表明一些渔场可以进行泥蟹的全年补充，这可以解释为什么这种渔场可以抵御严重的捕捞压力（Le Vay，Ngoc Ut and Jones，2001）。然而，与 Le Vay、Ngoc Ut 和 Jones（2001）研究的渔场不同，几乎没有泥蟹渔场被很好地研究过，因此通过分析管理规程、栖息地变化或者捕捞压力，可以监测泥蟹丰富程度的基线变化。

4.2 蟹苗捕捞对生态系统的影响

除了过度捕捞野生蟹苗导致一些地区螃蟹种群下降外，过度捕捞对生态系统影响的研究似乎很少。

5 水产养殖的社会和经济影响

5.1 社会影响

5.1.1 供应量概述

虽然不同国家之间有差别，但是从幼蟹捕捞开始的供应链可能都包括一个或者多个面向养殖者的中间人，然后来自养殖场的数量更大的面向出口商的中间人，或者如果是当地贸易，那就是面向零售者的中间人（Cholik and Hanafi，1992）。在一些国家，在当地销售的泥蟹通常是那些质量达不到出

口标准的泥蟹（Khan and Alam，1992）。

供应链通常还有另外的环节，其中包括泥蟹育肥。渔民或者养殖者收获脱壳或者“空”泥蟹，然后送到专门育肥泥蟹的养殖者那里（Rattanachote and Dangwatanakul，1992）。

5.1.2 水产养殖如何改变供应链

如果将孵化技术引入泥蟹产业，那么主要供应链就会发生变化。如果比起野生蟹苗，养殖者更倾向于孵化蟹苗，泥蟹孵化行业的发展可能会导致野生蟹苗捕捞者失去收入来源。有许多原因可以解释为什么孵化生产的蟹苗将有利于养殖者。例如，同一品种的蟹苗的大小更统一（将同类相食降到最低），同时也可以全年供应更多的泥蟹幼苗。

然而，从短期和中期来看，考虑到可持续发展的问题，多数国家泥蟹种苗的需求表明野生蟹苗的捕捞在一定时间内仍然是一个可行的渔业捕捞活动。

5.1.3 水产养殖如何影响工作和技术发展

据报道，在孟加拉国，多数泥蟹捕捞者是没有工作和土地的（Khan and Alam，1992）。随着泥蟹人工孵化的运营发展，将需要更多熟练和半熟练的技术人员，以及支持这种发展的培训项目。越南已经建立了非常成功的培训泥蟹水产养殖培训者的项目，促进了越南泥蟹孵化行业的快速扩张（Shelley，2004b）。

从中期和长期来看，随着泥蟹种苗孵化生产的发展，野生蟹苗的供应将不会限制泥蟹产业的扩张。因此，在接下来的几年中，预计泥蟹产业将会快速扩张。这将会刺激需求，需要雇用更多的工作人员管理池塘、收获和包装泥蟹，以及各种支持产业的发展，如饲料生产、运输和建设。

5.2 经济问题

胜利者和失败者

在菲律宾，Aldon（1997）提供了如何在红树林地区建立和进行泥蟹养殖的建议。这一产业经济性的信息表明在建立后的 2.27 年，收益期间的投资回报率达到 44%是可能的。这一经济回报率的前提是产量达到 600 千克/公顷，成活率达到 65%～70%。菲律宾有与此类似的模式，回报期为 1.4 年（Baliao，De los Santos and Franco，1999a）。

泥蟹养殖一般在红树林封闭栏或者圈中进行（Baliao，De los Santos and Franco 1999b；Chang Wei Say and Ikhwanuddin，1999；Rodriguez，Trino and Minagawa，2001；Trino and Rodriguez，2002）。这就使红树林具有非常重要的价值，促使对红树林进行保护，并在一些地方重新种植。虽然红树林封闭栏是泥蟹水产养殖的生产系统，但是红树林自身也是很有价值的，对维持野生泥蟹的捕捞是很关键的（Ronnback，2001）。

6 管理

在所有商业化捕捞泥蟹的国家，澳大利亚对泥蟹捕捞管理是最严格的。所有进行泥蟹捕捞的州和区域都有详细的管理计划，并通过专门的渔业执法机构进行立法和执法来进行支持。商业捕鱼者的数量和使用的蟹篓数量是有严格限制的。澳大利亚所有的商业泥蟹捕捞者必须完成捕捞日志，记录日期、捕捞的泥蟹数量、捕捞的地点。这些日志的信息每月都会集中起来输入数据库，进行常规的分析。对于休闲捕鱼来说，能够使用的蟹篓数量、捕捞的泥蟹数量以及何时何地捕捞都有法律规定。在澳大利亚，进行了大量针对泥蟹捕捞的研究和监测以保证管理措施能够发生效用（Hay et al.，2005）。小于最小泥蟹捕捞尺寸的泥蟹是禁止捕捞的，而由于不被允许，所以澳大利亚泥蟹种苗的利用是没有问题的。在昆士兰，所有的雌蟹都是被保护的，法律上只有雄蟹是允许进行商业捕捞或者休闲捕捞的，昆士兰是澳大利亚管理泥蟹捕捞最严格的州。

许多国家已经建立了泥蟹管理法规或者计划，试图对泥蟹捕捞进行控制。然而，经济必要性和资源的缺乏似乎导致了在多数国家难以真正履行这些法律和计划。在许多国家，大量的未成熟的在法律

允许的尺寸之下的泥蟹通常都会卖给消费者，再加上野生蟹苗捕捞后用于水产养殖，这就使得蟹苗种群的繁殖面临巨大的压力。虽然，从研究角度已经进行了一些努力来判断泥蟹种群改良的潜力，但是除了日本，似乎还没有长期在商业规模上对此进行的研究。

7 结论

在许多国家，泥蟹的整个生命周期都是商业捕鱼活动的重心，这就给蟹苗带来了强烈的捕鱼压力。不同尺寸的幼蟹都可以捕捞到，送往泥蟹养殖的渔场生产软壳或者硬壳泥蟹，较大的泥蟹收获后直接销售，如果捕捞的泥蟹在前几周脱壳后是空的，就进行育肥。

在一些国家，支持泥蟹水产养殖向产业化规模发展的泥蟹孵化技术的发展正在开始影响传统上与泥蟹捕捞有关的生态、社会经济和生活。

泥蟹水产养殖的发展将增加用于人工饲养的野生蟹苗以及对饲喂泥蟹的杂鱼和软体动物资源的捕捞需求。为了应对泥蟹捕捞压力的日益增加，在捕鱼管理和实施资源有限的地方，需要发展改革管理制度。需要研制经济上可行的泥蟹饲料从而将对杂鱼的利用降到最低，这是许多水产养殖共同的需求之一，就像需要代替饲料配方中的鱼粉和鱼油一样。

参考文献

Aldon，E. T. 1997. Mud crab culture in mangrove areas，SEAFDEC Asian Aquaculture，pp. 21－22.

Aldon，E. T. & Dagoon，N. J. 1997. The market for mud crab，SEAFDEC Asian Aquaculture，pp. 11－13.

Allan，G. & Fielder，D. 2003a. Executive summary and recommendations. *In* Allan，G. and Fielder，D.（eds），Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia.
Proceedings of a scoping study and workshop ACIAR Working Paper No. 54，Bribie Island，pp. 7－9.

Allan，G. & Fielder，D. 2003b. Executive summary and recommendations. *In* Allan，G. and Fielder，G.（eds.），Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia. Proceedings of a scoping study and workshop ACIAR，pp. 7－9

Angell，C. 1992. The Mud Crab：Report of the seminar on the mud crab culture and trade held at Surat Thani，Thailand，November 5－8，1991 Bay of Bengal Programme，pp. 246.

Anon. 2001. Workshop on mud crab rearing，ecology and fisheries：Book of Abstracts. European Commission（INCO－DC），Cantho University，Viet Nam，pp. 36.

Anon. 2005. International workshop on culture，fisheries and stock enhancement of Portunid crabs：Programme and Abstracts. European Commission，INCO－DEV Programme，Iloilo City，Philippines，pp. 69.

Baliao，D. D.，De los Santos，M. A. & Franco，N. M. 1999a. Mud crab，*Scylla* spp.，production in brackishwater ponds. SEADEC Aquaculture Extension Manual No. 28，pp. 14.

Baliao，D. D.，De los Santos，M. A. & Franco，N. M. 1999b. Pen culture of mud crab in mangroves，Aquaculture Extension Manual No. 26. Southeast Asian Fisheries Development Center，10 pp.

Brick，R. W. 1974. Effects of water quality，antibiotics，phytoplankton and food all survival and development of larvae of *Scylla serrata*（Crustacea：Portunidae）. *Aquaculture*，3：231－244.

Cann，B. & Shelley，C. C. 1999. Preliminary economic analysis of mud crab（*Scylla serrata*）aquaculture in the Northern Territory of Australia. *In* Keenan，C. and Blackshaw，A.（eds），Mud crab aquaculture and biology. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin，Australia，21－24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78，216p，pp. 76－79.

Chang Wei Say, W. & Ikhwanuddin, A. M. 1999. Pen culture of mud crabs in the mangrove ecosystems in Sarawak (East Malaysia). *In* Keenan, C. and Blackshaw, A. (eds.), Mud crab aquaculture and biology. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, 21 - 24th April 1997. ACIAR Proceedings No. 78, pp. 83 - 88.

Cholik, F. & Hanafi, A. 1992. A review of the status of the mud crab (*Scylla* sp.) fishery and culture in Indonesia. BOBP, Madras (India), 13 - 27 pp.

Christensen, S. M., Macintosh, D. J. & Phuong, N. T. 2004. Pond production of the mud crabs *Scylla paramamosain* (Estampador) and *S. olivacea* (Herbst) in the Mekong Delta, Viet Nam, using two different supplementary diets. *Aquacult. Res.*, 35: 1013 - 1024.

Field, D. 2006. Mud crabs come to town, Austasia Aquaculture, pp. 3 - 7.

Funge-Smith, S., Lindebo, E. & Staples, D. 2005. Asian fisheries today: The production and use of low value/trash fish from marine fisheries in the Asia — Pacific region, RAP Publication 2005/16. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, pp. 38.

Hay, T., Gribble, N., de Vries, C., Danaher, K., Dunning, M., Hearnden, M., Caley, P., Wright, C., Brown, I., Bailey, S. & Phelan, M. 2005. Methods for monitoring the abundance and habitat of the Northern Australian mud crab *Scylla serrata*, Final Report FRDC Project 2000/142. Northern Territory Government, 132 pp.

Heasman, M. P. & Fielder, D. R. 1983. Laboratory spawning and mass rearing of the mangrove crab, *Scylla serrata* (Forskal), from first zoea to first crab stage. *Aquaculture*, 34: 303 - 316.

Hill, B. J. 1975. Abundance, breeding and growth of the crab *Scylla serrata* in two South African estuaries. *Mar. Biol.*, 32: 119 - 126

Hill, B. J. 1976. Natural food, foregut clearance — rate and activity of the crab *Scylla serrata*. *Mar. Biol.*, 34: 109 - 116.

Johnston, D. & Keenan, C. P. 1999. Mud crab culture in the Minh Hai Province, South Viet Nam. *In* Keenan, C. and Blackshaw, A. (eds.), Mud crab aquaculture and biology. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, 21 - 24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78, pp. 95 - 98.

Kathirvel, M. & Srinivasagam, S. 1992. Resource and exploitation of mud crab *Scylla serrata* in India. *In* Angell, C. (ed.), The Mud Crab: Report of the seminar on the mud crab culture and trade held at Surat Thani, Thailand, November 5 - 8, 1991. Bay of Bengal Programme, pp. 85 - 94.

Keenan, C. P. 1999b. The fourth species of *Scylla*. *In* Keenan, C. P. and Blackshaw, A. (eds.), Mud Crab Aquaculture and Biology: Proceedings of an International Scientific Forum held in Darwin, Australia, 21 - 24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp. 48 - 58.

Keenan, C. P. & Blackshaw, A. 1999a. Mud crab aquaculture and biology, Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia. ACIAR Proceedings, pp. 216.

Keenan, C. P., Davie, P. J. F. & Mann, D. L. 1998. A revision of the genus *Scylla* De Haan, 1833 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Portunidae). *Raffles Bull. Zool.*, 46: 217 - 245.

Khan, M. G. & Alam, M. F. 1992. The mud crab (*Scylla serrata*) fishery and its bioeconomics in Bangladesh. *In* Angell, C. (ed.), The Mud Crab: Report of the seminar on the mud crab culture and trade held at Surat Thani, Thailand, November 5 - 8, 1991 Bay of Bengal Programme, pp. 29 - 40.

Ladra, D. F. 1992. Mud crab fattening practices in the Philippines. BOBP, MADRAS (INDIA), 151-153 pp.

Le Vay, L., Ngoc Ut, V. & Jones, D. A. 2001. Seasonal abundance and recruitment in an estuarine population of mud crabs, *Scylla paramamosain*, in the Mekong Delta, Viet Nam. *Hydrobiologia*, 449: 231-239.

Le Vay, L., Ut, V. N. & Walton, M. 2006. Population ecology of the mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador) in an estuarine mangrove system; a mark—recapture study. Marine Biology 2007 151 (3). p. 1127.

Le Vay, L., Ut, V. & Walton, M. 2007. Population ecology of the mud crab Scylla *paramamosain* (Estampador) in an estuarine mangrove system; a mark-recapture study. *Marine Biology*, 151: 1127-1135.

Lebata, J. H., Le Vay, L., Primavera, J. H., Walton, M. E. & Binas, J. B. In Press. Enhancement of fisheries for mud crabs *Scylla* spp. in the mangroves of Naisud and Bugtong Bato, Ibajay, Aklan, Philippines - Baseline assessment of species abundance. *Bulletin of Marine Science*.

Lindner, B. 2005. Impacts of mud crab hatchery technology in Viet Nam. Australian Centre for International Agricultural Research, pp. 66.

Liong, P. C. 1992. The fattening and culture of the mud crab (*Scylla serrata*) in Malaysia. *In* Angell, C. (ed.), The Mud Crab: A report on the seminar on the mud crab culture and trade held at Surat Thani, Thailand, November 5 - 8, 1991. Bay of Bengal Programme, pp. 185-190.

Patterson, J. & Samuel, V. D. 2005. Participatory approach of fisherwomen in crab fattening for alternate income generation in Tuticorin, Southeast Coast of India. *Asian Fisheries Science*, 18: 153-159.

Rattanachote, A. & Dangwatanakul, R. 1992. Mud crab (*Scylla serrata* Forskal) fattening in Surat Thani Province. BOBP, Madras (India), 171-177 pp.

Rodriguez, E. M., Trino, A. T. & Minagawa, M. 2001. Pen culture of mud crab *Scylla olivacea* (herbst) at semi-intensive production level in a reforested coastal tidal flat of New Buswang, Kalibo, Philippines.

Rodriguez, E. M., Trino, A. T. & Minagawa, M. 2003. Diet and harvesting regimen for the production of mud crab *Scylla olivacea* in brackish water ponds. *Fisheries Science*, 69: 37-42.

Ronnback, P. 2001. Ecological economics of fisheries supported by mangrove ecosystems: economic efficiency, mangrove dependence, sustainability and benefit—transfer, 2nd Western Indian Ocean Science Association Scientific Symposium - Book of Abstracts, pp. 41.

Ruscoe, I. M., Shelley, C. C. & Williams, G. R. 2004. The combined effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile mud crabs (*Scylla serrata* Forskal). *Aquaculture*, 238: 239-247.

Samonte, G. P. B. & Agbayani, R. F. 1992a. Pond culture of mud crab (*Scylla serrata*): An economic analysis.

Samonte, G. P. B. & Agbayani, R. F. 1992b. Pond culture of mud crab (*Scylla serrata*): An economic analysis. *SEAFDEC Asian Aquacult.*, 14: 3-5.

Sara, L., Ingles, J. A., Aguilar, R. O., Laureta, L. V., Baldervarona, R. B. & Watanabe, S. 2006. Abundance and distribution patterns of *Scylla* spp. larvae in the Lawele Bay, southeast Sulawesi, Indonesia. *Asian Fisheries Science*, 19: 331-347.

Say, W. C. W. & Ikhwanuddin, A. M. 1999. Pen culture of mud crabs, genus *Scylla*, in the mangrove ecosystems of Sarawak, East Malaysia. *In* Keenan, C. and Blackshaw, A. (eds.), Mud crab aquaculture and biology. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, 21 - 24 April 1997. ACIAR Proceedings, pp. 83 - 88.

Shelley, C. 2004a. Development of improved mud crab culture systems in the Philippines and Australia. *In* McWaters, V. D. (ed.), Adoption of ACIAR project outputs: Studies of projects completed in 1999—2000. ACIAR, Canberra, pp. 57 - 61.

Shelley, C. 2004b. Development of leading centres for mud crab culture in Indonesia and Viet Nam. *In* McWaters, V. D. (ed.), Adoption of ACIAR project outputs: Studies of projects completed in 1999 - 2000. ACIAR, Canberra, pp. 63 - 68.

Shelley, C., Williams, G., Roscoe, I., Paterson, B. & Mann, D. In Press. Development of commercial production systems for mud crab (*Scylla serrata*) aquaculture in Australia: hatchery and nursery, FRDC Project No. 2000/210. Fisheries Research and Development Corporation, pp. 250.

Sivasubramaniam, K. & Angell, C. 1992. A review of the culture, marketing and resources of the mud crab (*Scylla serrata*) in the Bay of Bengal region. BOBP, Madras (India), 5 - 12 pp.

Thach, N. C. 2003. Status of marine crab culture in Viet Nam. *In* Allan, G. and Fielder, D. (eds.), Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia. Proceedings of a scoping study and workshop. ACIAR pp. 45 - 46.

Tookwinas, S., Srichantulk, N. & Kanchanavasiste, C. 1992. Mud crab production in Thailand. *In* Angell, C. (ed.), The Mud Crab: Report of the seminar on the mud crab culture and trade held at Surat Thani, Thailand, November 5 - 8, 1991. Bay of Bengal Programme, pp. 59 - 63.

Trino, A. T. & Rodriguez, E. M. 2001. Mud crab fattening in ponds. *Asian Fish. Sci.*, Spec. Issue, 14: 211 - 216.

Trino, A. T. & Rodriguez, E. M. 2002. Pen culture of mud crab *Scylla serrata* in tidal flats reforested with mangrove trees. *Aquaculture*, 211: 125 - 134.

Trino, A. T., Millamena, O. M. & Keenan, C. 1999a. Commercial evaluation of monosex pond culture of the mud crab *Scylla* species at three stocking densities in the Philippines. *Aquaculture*, 174: 1 - 2.

Trino, A. T., Millamena, O. M. & Keenan, C. 1999b. Commercial evaluation of monosex pond culture of the mud crab *Scylla* species at three stocking densities in the Philippines. *Aquaculture*, 174: 109 - 118.

Walton, M., Le Vay, L., Truong, L. M. & Ut, V. N. 2006. Significance of mangrove-mudflat boundaries as nursery grounds for the mud crab, *Scylla paramamosain*. *Marine Biology*, 149: 1199 - 1207.

Walton, M. E., Le Vay, L., Lebata, J. H., Binas, J. & Primavera, J. H. 2006b. Seasonal abundance, distribution and recruitment of mud crabs (*Scylla* spp.) in replanted mangroves. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 493 - 500.

Wang, G. Z., Li, S. J., Zeng, C. S., Lin, S. J., Kong, X. H., Ai, C. X. & Lin, Q. W. 2005. Status of biological studies and aquaculture development of the mud crab, *Scylla serrata*, in China: experimental ecological studies. *Aquaculture International*, 13: 459 - 468.

基于捕捞的韩国牡蛎养殖

Kwang-Sik Choi
济州国立大学
韩国，济州
E－mail：skchoi@cheju. ac. kr

Choi，K. S. 2008. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea. In A. Lovatelli and P. F. Holthus （eds）. Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome，FAO. pp. 271－286.

概　　述

牡蛎被看做是韩国水产养殖业最重要的软体贝类，韩国 2005 年牡蛎产量为 251 706 吨。在韩国，太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）在南海岸沿岸被广泛捕捞，在南部海岸有一些小型的浅水湾（多数深度＜10 米）被无数岛屿包围。在这些水湾中，利用多钩延绳式悬浮培养系统对牡蛎进行集约化养殖。韩国牡蛎产业主要利用野外捕捞的牡蛎卵作为种苗。牡蛎卵的搜集从夏季中期一直持续到秋季初期。附着在绳子上的牡蛎卵在潮间带经过 7～9 个月后硬化。在硬化阶段结束后，牡蛎被重新放置在水湾中生长。经过 9～11 个月的生长期后，在冬季末期以及第二年春季中期就可以收获达到销售标准的牡蛎。在南部海岸，大约有 3 400 个家庭从事牡蛎延绳式养殖业，在 2005 年提供了 22 000 个全职工作机会。

引言

在 19 世纪末期，韩国从邻国日本引入了现代牡蛎养殖技术。根据韩国水产业协同组合中央会（National Federation of Fisheries Cooperatives）的记录，第一份牡蛎养殖牌照是于 1907 年颁发的，到 1918 年，1 425 公顷面积上生产了大约 133 吨牡蛎。在 20 世纪早期，牡蛎养殖技术还是相当原始的，仅限于利用岩石或者木桩作为种子搜集和生长所需的基质，在内海湾的潮间带进行底层养殖。在 20 世纪 60 年代，引入了利用多钩延绳和竹筏的现代悬浮培养技术，因此培养地区随后从潮间带扩展到较深的水域。由于这项技术的革新，据估计在 1963 年收获了 53 327 吨牡蛎，较前年的产量 7 036 吨增长了近 7 倍。2005 年，在 8 042 公顷面积上生产了 25. 17 万吨牡蛎。

表 1 列出了韩国水域的牡蛎品种。根据 Min（2004）报道，虽然在韩国牡蛎产业中广泛养殖的牡蛎品种仅仅是长牡蛎（*Crassostrea gigas*），但是在韩国水域已经发现了 14 种牡蛎。密鳞牡蛎（*Ostrea denselamellosa*）是一种产幼虫的欧洲牡蛎品种，已经利用岩石和废弃轮胎作为基质在西南海岸的潮滩中养殖。近江牡蛎（*Crassostrea ariakensis*）是一种生长在入海口的品种，一般生长在低盐度环境中。由于其生长速度快，在孵化后 2～3 年牡蛎壳长度就可以达到 100～150 毫米，在西南海岸已经开始尝试利用悬浮多钩延绳进行小规模的近江牡蛎水产养殖。在济州岛位于朝鲜半岛最南面部分也发现了几种牡蛎品种，然而牡蛎产业现在还没有利用过这几种牡蛎品种（表 1）。虽然这几种在韩国发现的牡蛎品种具有在水产养殖行业的利用潜力，但是仅太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）被广泛养殖。韩国多数捕捞的牡蛎产自南海岸的小海湾，在这些海湾利用悬浮多钩延绳养殖太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）。相反，在西海岸也能捕捞到野生牡蛎，在这些地方发现这些野生牡蛎生长在潮滩的岩石基质上（图 1）。

表 1 韩国水域牡蛎的品种

科	种类	常用名	分布	备注
牡蛎科；牡蛎类	密鳞牡蛎 1869	欧洲牡蛎	西部和南部海岸	用于南部海岸的海底养殖
	花缘牡蛎 1904		济州岛	
	Dendostrea folia Linnaeus 1758		济州岛	
	波浪牡蛎 878			
	长牡蛎 1793	太平洋牡蛎，太平洋凹形牡蛎	西部，南部和东部海岸	主要在使用延绳的南部海岸小海湾和西海岸底部养殖
	褶牡蛎 1846		南部海南	
	岩蛎 1934		东部海南	
	近江牡蛎 1929		西部和南部海岸	在河口地区养殖
	黑缘牡蛎 1871		济州岛	
	刺牡蛎 1981		济州岛	
卷嘴蛎科	*Neopycnodonta cochlear* Poli 1795		济州岛	深度 50～300 米
	砗磲牡蛎 1758		济州岛	
	Parahyotissa inermis Sowerby II 1871	Kaki－tsubata	济州岛	
	开氏舌骨牡蛎 1846		济州岛	

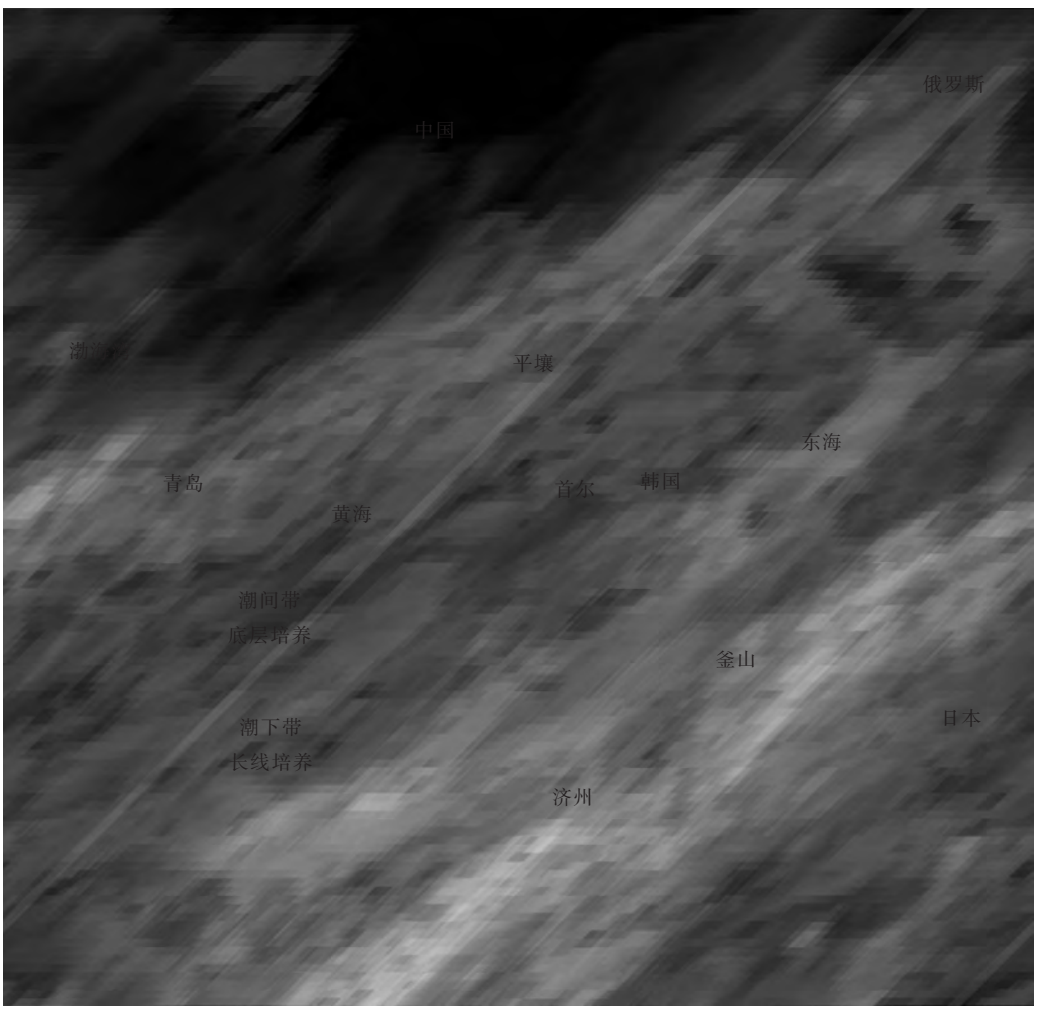


图 1 韩国牡蛎水产养殖区域

1 太平洋牡蛎的生态学

1.1 专业术语

1.1.1 学名

纲 双壳纲（Bivalvia）

目 牡蛎目（Ostreoida）

科 牡蛎科（Ostreidae）

太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas* Thunberg 1793）（图 2）

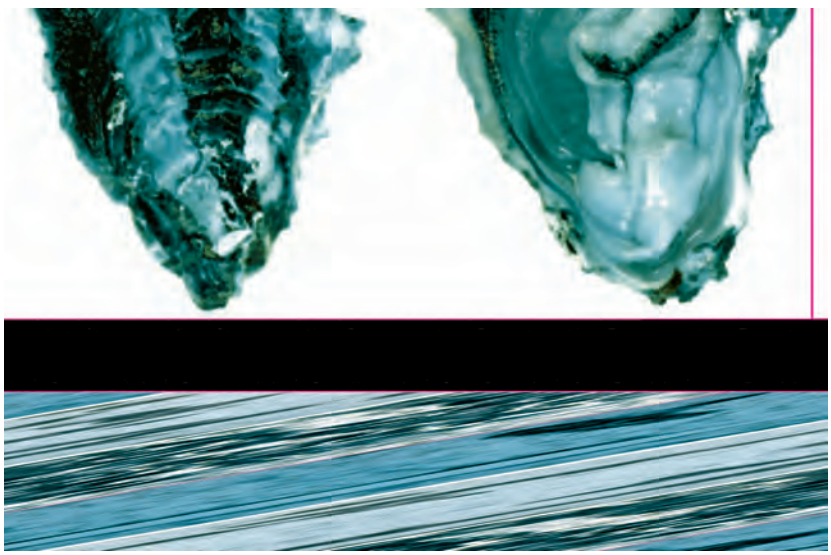


图 2 活太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）

1.1.2 通用名称

常用的通用名称是太平洋牡蛎和太平洋杯牡蛎。其他通用名称包括长牡蛎、日本牡蛎。

1.2 在亚洲的分布范围

太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）在朝鲜半岛的西部、南部和东部海岸，从中国北部渤海湾一直到中国香港特别行政区（SAR），从日本冲绳一直到北海道，从俄罗斯的海参崴一直到堪察加半岛（Kamchatka Peninsula）都可以发现。

1.3 每年的配子形成

据 Ngo、Kang and Choi（2002）报道表面海水温度的季节性变化和韩国东南海岸 Gosung 海湾的太平洋牡蛎的配子形成变化协调一致（图 3）。Gosung 湾的太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）在 2 月份开始形成配子，这时海水温度为 4～7℃。在 5 月末 6 月初，牡蛎

图 3 牡蛎配子形成周期（数字代表每月平均水温℃）
（来源：Ngo et al.，2002）

充分成熟后开始准备产卵。完全成熟的牡蛎卵母细胞大小为 50～70 微米。产卵发生在 6 月上旬到中旬，能持续到 9 月底，那时海水温度在 23～26℃。海水温度和盐度的突然变化诱导牡蛎产卵。图 4 是卵巢和精巢的显微图像。

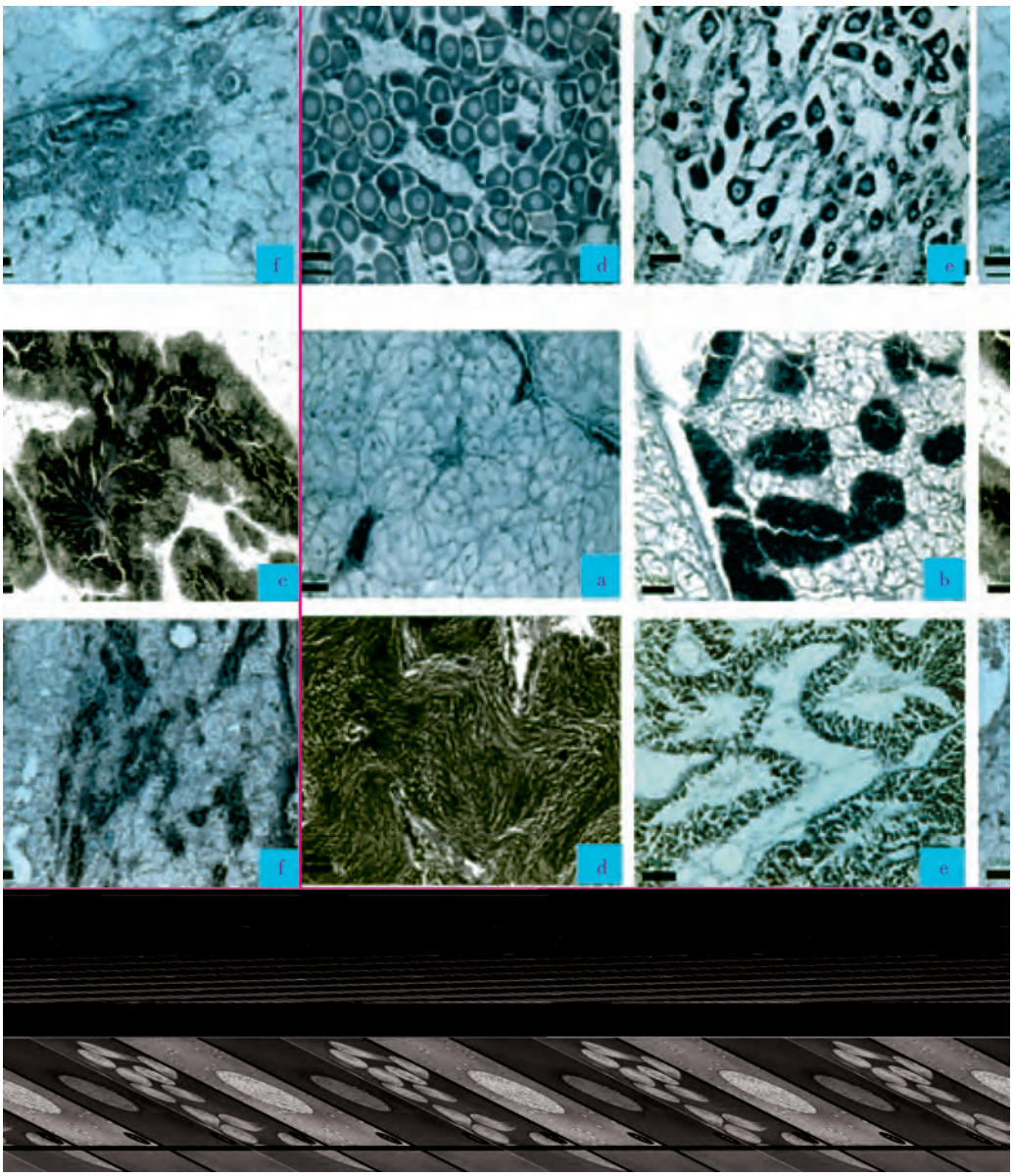


图 4　Gosung 湾的雌牡蛎（顶端图片）和雄牡蛎（底端图片）性腺

a. 性别未分化期　b. 发育早期　c. 发育后期　d. 成熟期　e. 产卵期　f. 性腺组织萎缩

（来源：Ngo et al.，2002）

根据 Kang 等（2003）的报道，Gosung 湾牡蛎一年产卵两次，一次是在 6 月底，一次是在 7 月底到 8 月中旬。在产卵期间，母牡蛎可以产相当于其体重的 60%（平均 40%）的卵。在 6 月底第一个产卵高峰的产卵强度和单个牡蛎产卵量较高（图 5）。在产卵季节，Gosung 湾牡蛎繁殖能力为 2 亿到几亿个卵。

1.4　幼体发育

图 6 表明产卵牡蛎释放出来的“梨形”成熟卵母细胞发育为担轮幼虫。在水温达到 20～21℃时，

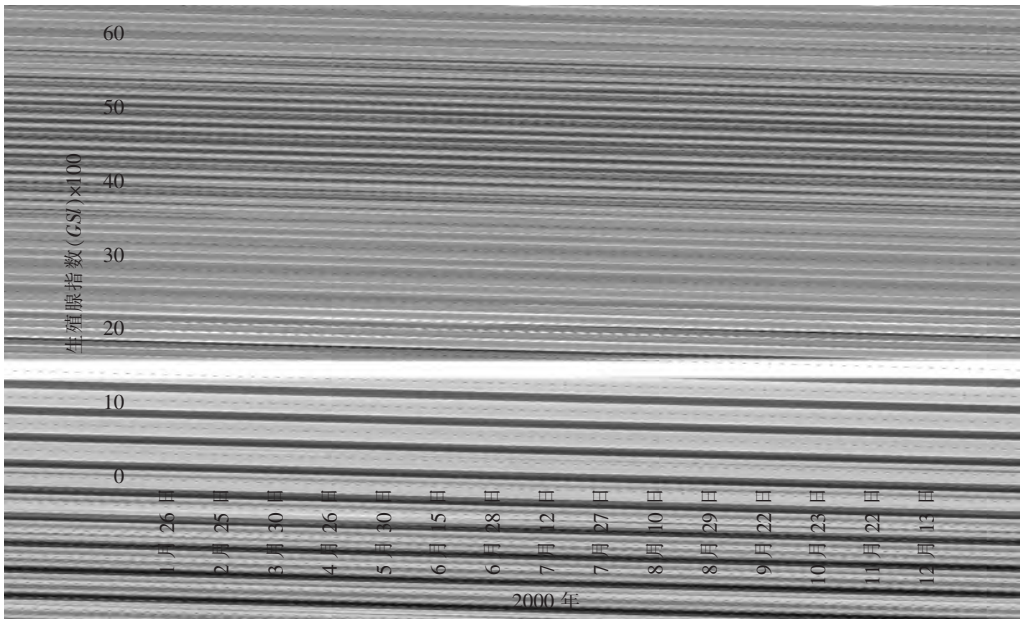


图 5　Gosung 湾养殖的牡蛎生殖腺指数季节性变化

（来源：Kang et al.，2003）

受精后 50～70 分钟形成第一极体。在受精后 3～3.5 小时内可以观察到桑葚胚期，孵化 5～6 个小时后出现旋转囊胚幼虫。在受精 15～28 小时后，形成牡蛎 D 形幼虫，随着水温变化，受精 10～20 天后水层中开始出现生长充分的幼虫（300～350 微米），随后附着在固定的基质上（图 7）。温度和盐度是控制幼虫发育的两个关键环境因素。大量研究已经表明低水温和低盐度将会导致幼虫发育放缓，而较高温度会缩短幼虫期的时间。根据 Yoo 和 Yoo（1972）年报道，在水温保持在 27℃以上时，从受精到附着大约要持续 10 天。然而，在水温保持在 19～20℃时，从受精卵到附着需要 3 个星期以上。

2　牡蛎水产养殖现状

从 20 世纪 60～80 年代，由于引进了悬浮式培养技术，韩国牡蛎生产快速增长，使韩国的牡蛎养殖户将其养殖领域从海湾的潮间带延伸到海湾中间的深水区。在 20 世纪 60 年代早期，韩国牡蛎产量仍然低于 2 万吨，然而 1965—1987 年牡蛎产量呈几何级数增长；1985 年产量达到历史最高的288 078 吨（图 8）。从 20 世纪 90 年代到 2000 年初期，牡蛎年产量保持稳定，为 17～25 万吨。图 9 表明了韩国牡蛎 1985—2005 年的产值（美元）。由于韩国经济危机导致外汇汇率下降，从而使 1998 年牡蛎的产值急剧下降。

在 2005 年，韩国带壳牡蛎产量超过 251 706 吨（或者牡蛎肉 37 756 吨），产值 1 282.69 亿美元。在同一年，野外捕捞的牡蛎产量 27 320 吨，大约占整个韩国全国产量的 10%。

3　牡蛎养殖程序

牡蛎水产养殖程序包括：①种苗生产（从野外收集天然苗或者孵化的人工苗）；②硬化（例如萎缩）；③生长；④收获（图 10）。

3.1　种苗生产阶段

获得足够数量的健康幼虫对牡蛎的成功生产非常关键。韩国牡蛎产业主要依赖天然种苗的搜集。根据韩国牡蛎延绳培养合作社的资料，天然种苗可以满足韩国牡蛎种苗苗需求的 90%，而孵化种苗提供了剩余的 10%。如图 3 所示，成熟的牡蛎产卵期从 5 月中旬一直持续到 9 月底。依赖于主要环

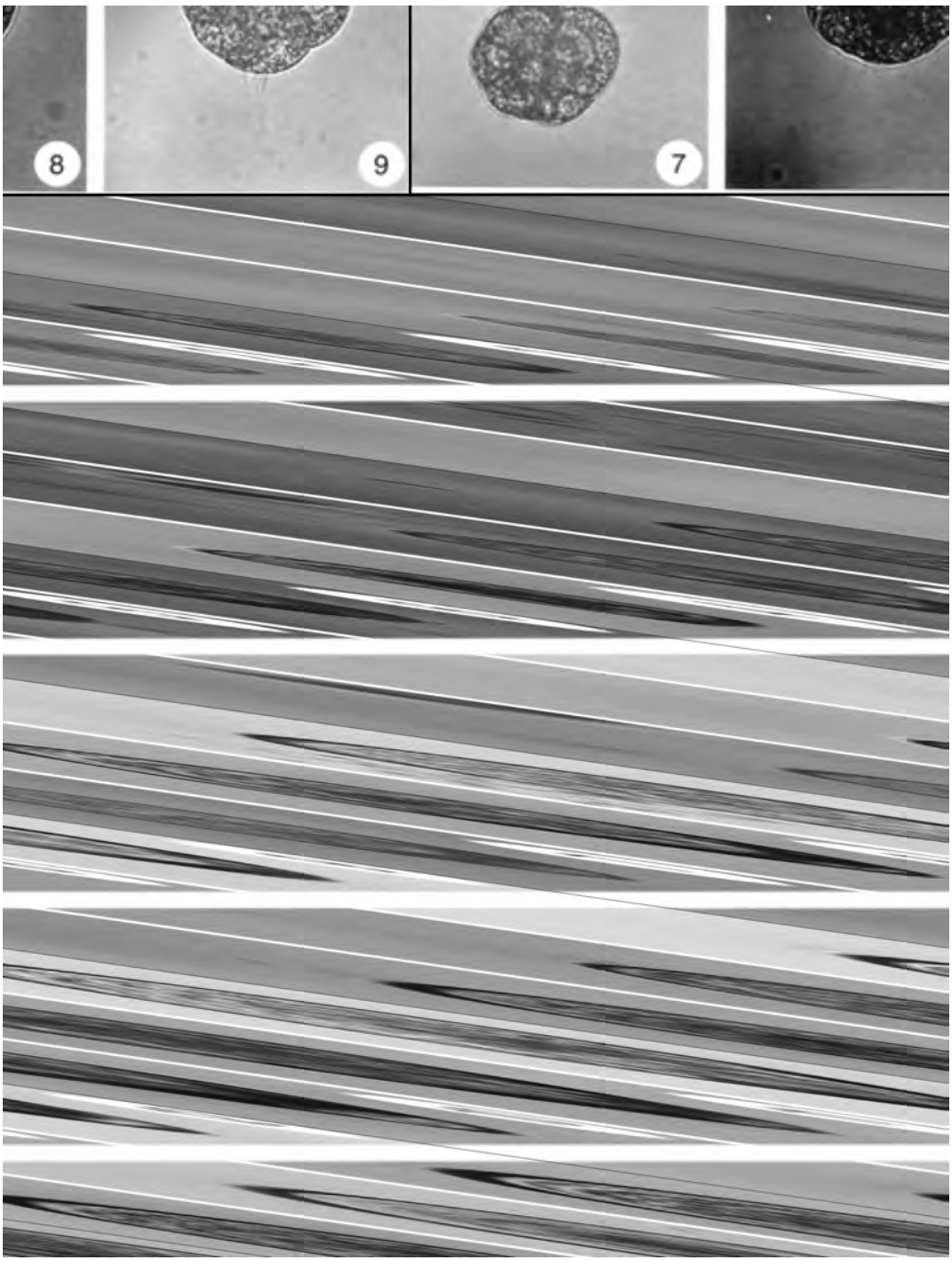


图 6　27 ℃时太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）早期发育阶段

①未受精卵（45×70 微米）；②受精卵（54×53 微米）；③第一机体形成；④三叶期；⑤2 细胞期；⑥16 细胞期；⑦桑葚胚期；⑧囊胚期；⑨担轮幼虫期

（来源：NFRDI，1997）

境因素，例如水温、盐度和食物存在性，在受精 10～20 天后幼虫开始附着。

为了保证能够搜集到大量的牡蛎卵，地区海洋推广站对水层中幼虫的丰富程度和发育阶段会进行常规监测。监测数据，包括预计的牡蛎卵最长的附着时间的信息，然后将这些监测数据传送给牡蛎养殖者。而且，从 5 月中旬到 8 月底，每周在特定网站贴“牡蛎幼虫预测”的新闻通讯。同时，牡蛎养殖者准备牡蛎卵的搜集器，在幼虫丰度达到最大时将其放入海中。

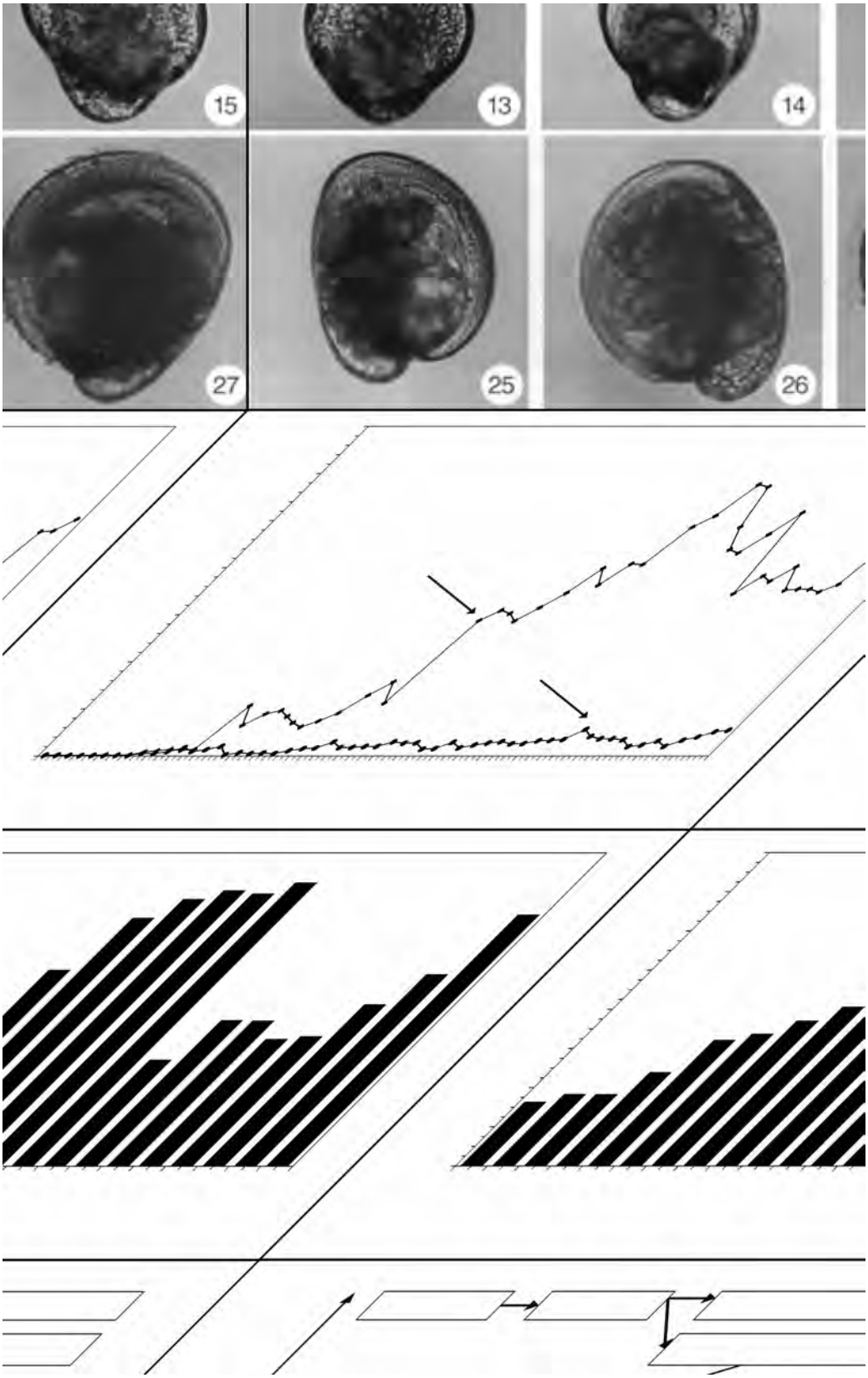


图 7　27℃时太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）幼虫发育阶段

①早期 D 型幼虫（56×64 微米）；②～④D 型幼虫（62×52～78×69 微米）；⑤～⑥晚期 D 型幼虫（88×78～93×88 微米）；⑦～㉖壳顶时期幼虫（95×98～320×355 微米）；㉗ 完全生长幼虫（342×355 微米）

（来源：NFRDI，1997）

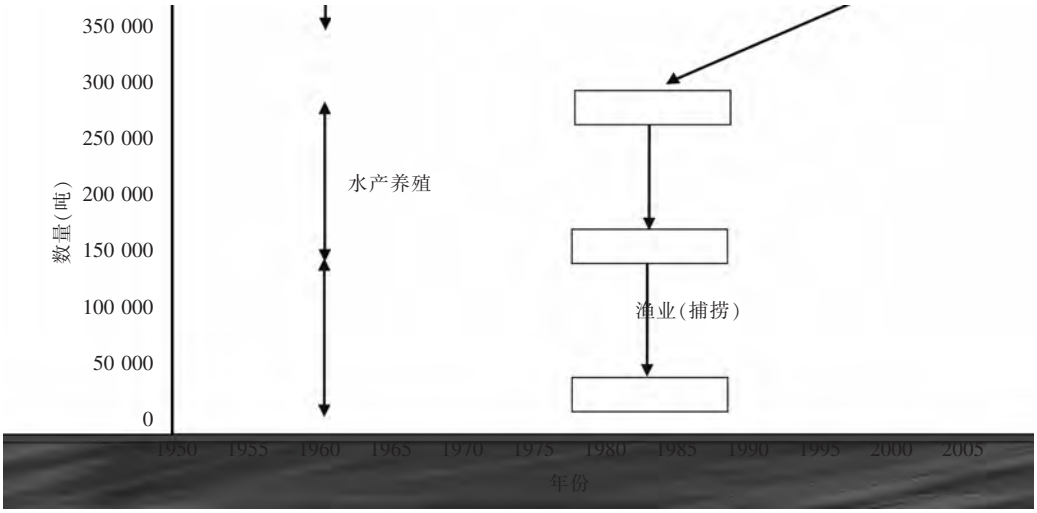


图 8　1950—2005 年韩国牡蛎产量

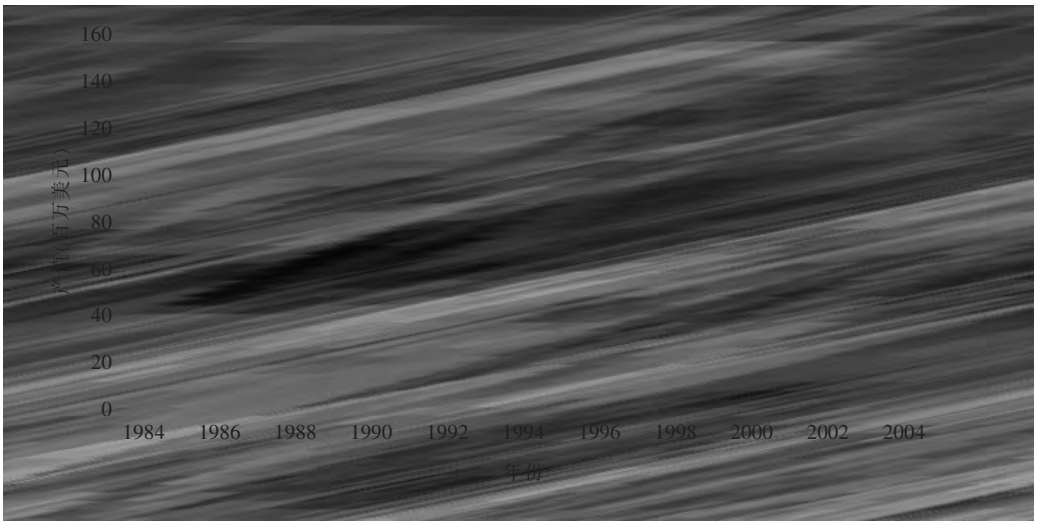


图 9　1985—2004 年韩国牡蛎产值

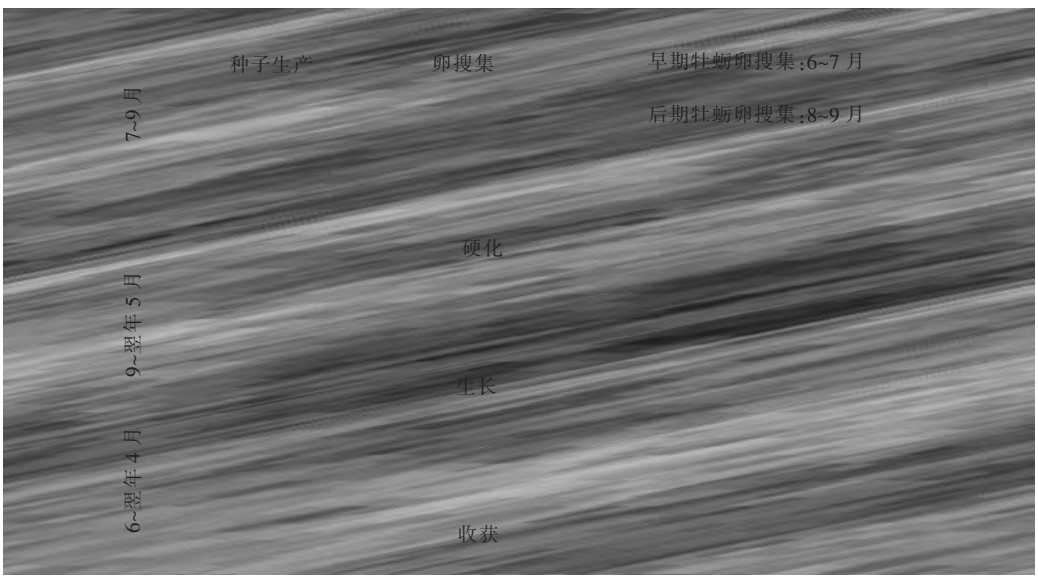


图 10　韩国悬浮延绳式牡蛎培养周期

成年牡蛎或者扇贝的壳可以用做幼虫附着的基质（例如扇贝屑）。首先，在死的牡蛎或者扇贝壳的中间穿一个孔，然后将 50～60 片壳串在 1.5～2m 塑料绳上（图 11），这样就准备好了卵搜集器。将搜集器悬吊在木架上，在退潮时定期曝露 2～3 小时，这样通常情况下可以从潮间带搜集到牡蛎卵（图 12）。在渔船上将搜集器没入海水中也可以从潮下带地区搜集到牡蛎卵。贝壳的牡蛎卵最合适密度（例如牡蛎或者扇贝壳）是每个牡蛎壳 30 个卵或者每个扇贝壳 40～50 个卵。

图 11　利用塑料绳和牡蛎壳的牡蛎卵搜集器装配

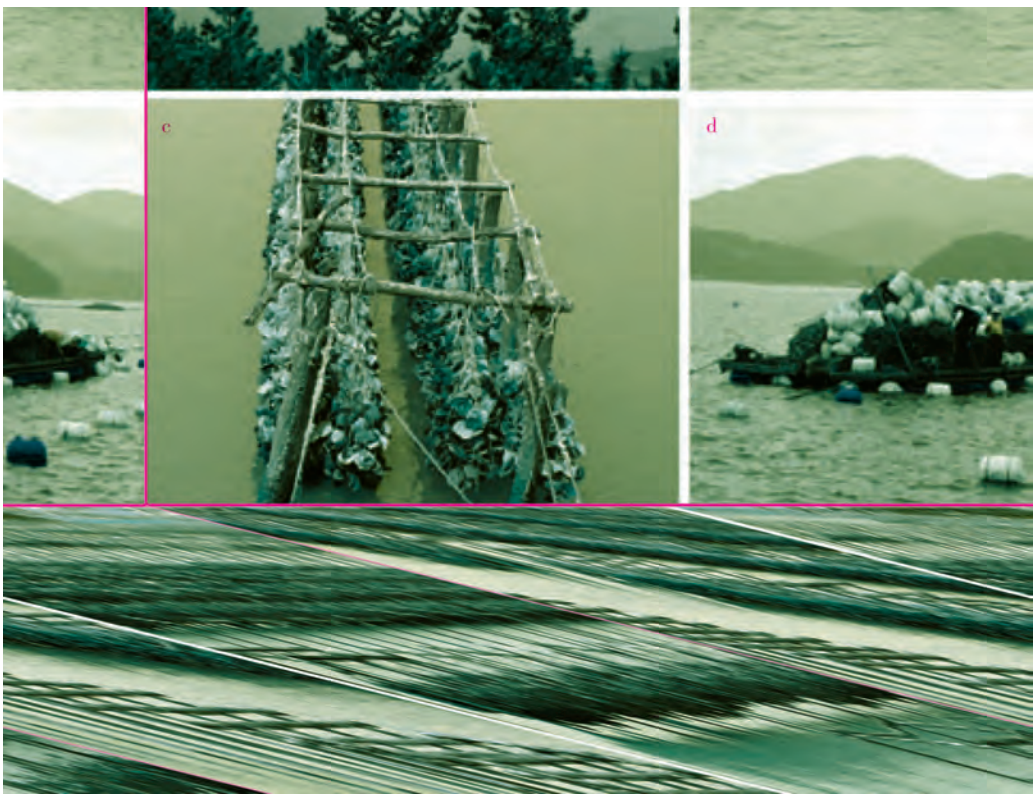


图 12　牡蛎卵搜集

a. 潮间带天然卵搜集　b. 木质架子搜集器　c. 牡蛎壳搜集器　d. 带有搜集器的驳船

为了保证所需要的种苗供应，牡蛎产业不但会进行“早期卵”搜集（6～7 月），也会进行“晚期卵”搜集（8～9 月）。在 2005 年，早期卵搜集从 6 月上旬开始，一直持续到 6 月底，在这期间一共利用 550 万个牡蛎卵搜集器来搜集牡蛎卵。在 2005 年，总共利用了 1 410 万个牡蛎卵搜集器，表明

在夏季末牡蛎卵的附着更密集（晚卵期）。

最近，来自韩国南海岸的私人孵化场的牡蛎种苗也开始投入使用。亲鱼的调节允许孵化操作者在2月就开始种苗的生产，在天然种苗搜集开始之前完成种苗生产。在2005年，大约有3%的牡蛎卵是由私人孵化场供应的。同时，韩国还从日本和美国进口牡蛎卵。例如，在1997年，由于韩国野外收获的牡蛎卵的量下降，只满足了70%的产业需求，因此接近16%的韩国牡蛎卵是由美国提供的（Han，2005）。

3.2 硬化阶段

在卵附着10天后，搜集器上的牡蛎被送到硬化的地面或者直接送往延绳式培养系统养殖。因为硬化的牡蛎成活率更高，牡蛎养殖者通常在这一阶段进行培养。牡蛎苗硬化发生在潮间带，在潮汐周期潮间带一般曝露6～8小时。如图13所示，在潮间带建立了一系列的木架，将搜集器悬挂在这些木架上。牡蛎卵硬化阶段开始于9月份，一直持续到第二年的4月份，在这一时间内，退潮期牡蛎苗定期曝露于空气中，剔除不健康和活力差的个体。在5月份，硬化牡蛎种苗壳长度达到1～1.5厘米，就可以养殖了。在硬化阶段末期，开始附着在壳表面（40～60个卵/壳）的牡蛎卵数量下降至20～30个卵/壳。短小的牡蛎种苗生长速度更快，在成长过程中成活率较高。

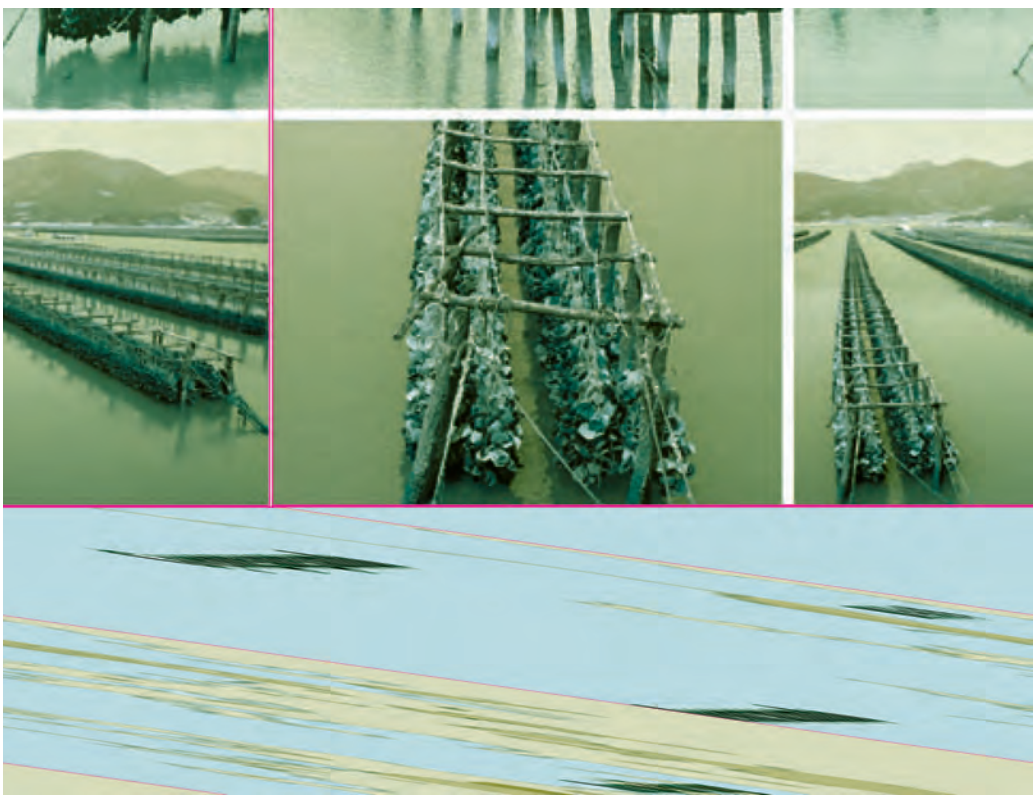


图13 Gosung湾潮间带新附着在木架上的牡蛎卵的硬化

（韩国牡蛎水产业协同组提供）

3.3 生长阶段

大约90%的韩国牡蛎来自位于南部海岸外的岛屿和小港湾的养殖场。图14表明7个主要的牡蛎养殖地点位于南部，在这些地方的258个牡蛎租赁养殖场利用了大约1 983公顷海面用于养殖活动。这些地区是受保护的，水域浅（5～20米深），初级生产率高。南部海岸的牡蛎养殖场全部用延绳式培养系统。牡蛎串悬浮在无数浮标支持下的淹没式筏上（图15）。

图 14　韩国南部海岸主要牡蛎养殖地区图

图 15　利用悬浮延绳的牡蛎水产养殖

5 月份，在上一年夏季收集到的硬化牡蛎种苗壳长度达到 1～1.5 厘米。为了养殖牡蛎，将硬化的牡蛎种苗连在贝克屑上，悬挂在硬化木架上，然后收获，之后将牡蛎种苗串拆开进行延绳式培养。利用塑料绳（ϕ=3.8 毫米），每个贝克屑（例如包含硬化牡蛎种苗的牡蛎壳或者扇贝壳）按照间隔 20

厘米的距离系在塑料绳上。5 米长的牡蛎生长绳可能有 20～25 个贝壳屑。

图 16 和图 17 显示了延绳式牡蛎生长设施的图解视图。每个延绳是一条长 100 米的绳（ϕ＝22 毫米），用 150 个浮标（62 升）使绳子保持漂浮状态。在每个延绳上，悬挂了 200～250 个硬化牡蛎种苗的细绳。牡蛎种苗的生长将持续 6～10 个月，然后可以收获。在生长期间，牡蛎种苗的壳高长至 8～12厘米或者组织湿重达到 9～15 克（Han，2005）。

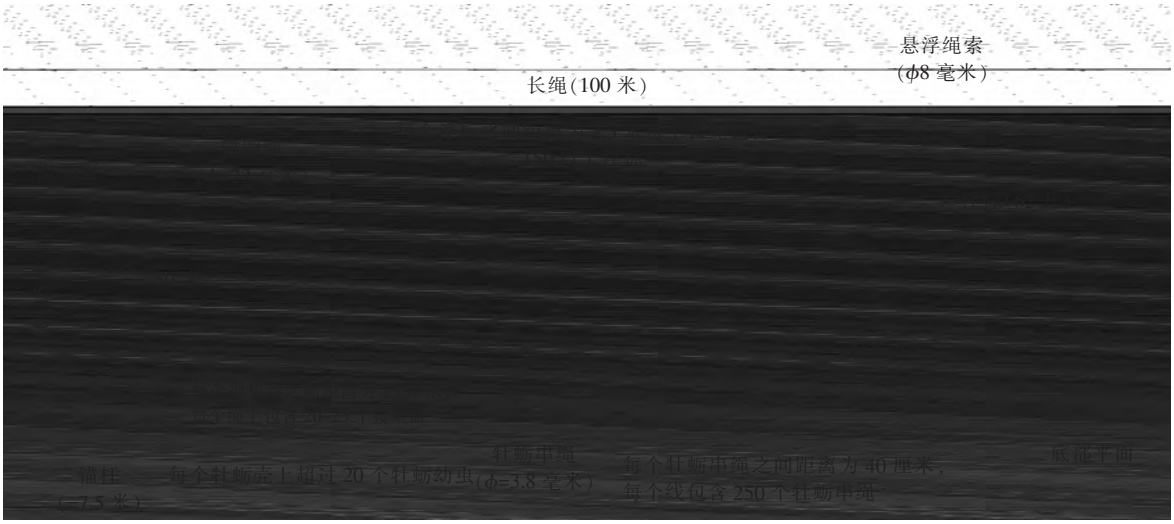


图 16　悬浮式牡蛎培养延绳系统侧面视图

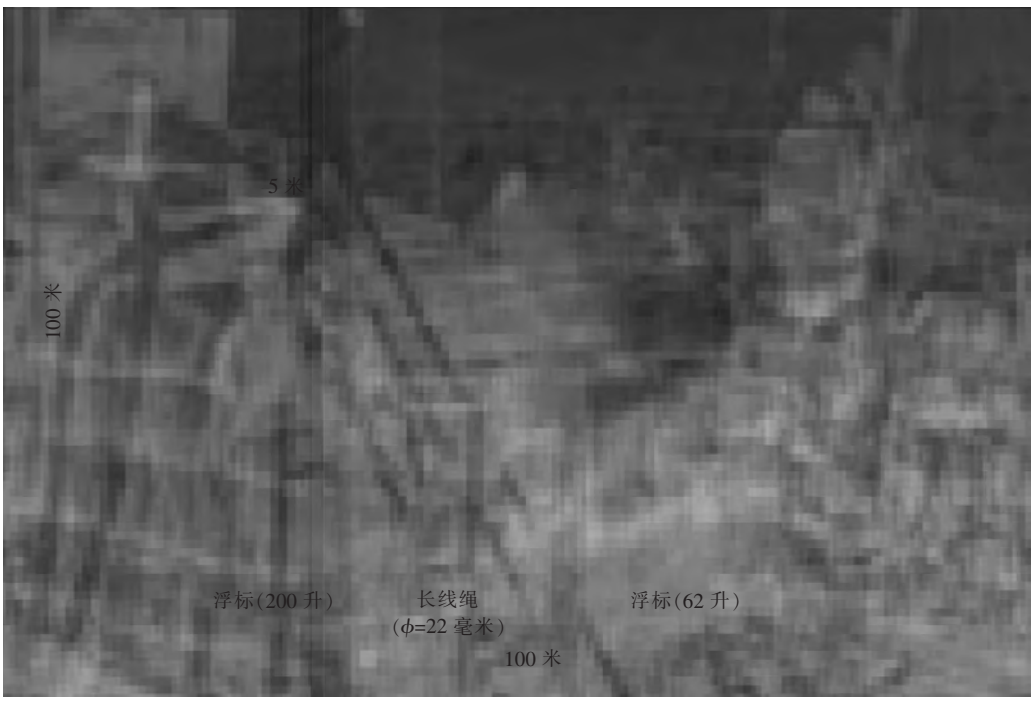


图 17　悬浮式牡蛎培养延绳系统俯视图

3.4　收获

在南部海岸，从长绳上收获牡蛎开始于 9 月份，可以一直持续到第二年 4 月。利用工作船旁边的绞车将悬挂的长绳上的牡蛎串提到工作船上。然后在甲板上将牡蛎串切割，倒入塑料容器中，然后送往当地剥壳工厂（图 18）。经过几次淡水清洗后，将牡蛎剥壳，然后用消毒的海水将牡蛎肉再清洗一

次，根据销售的尺寸分类进一步加工（图 19）。

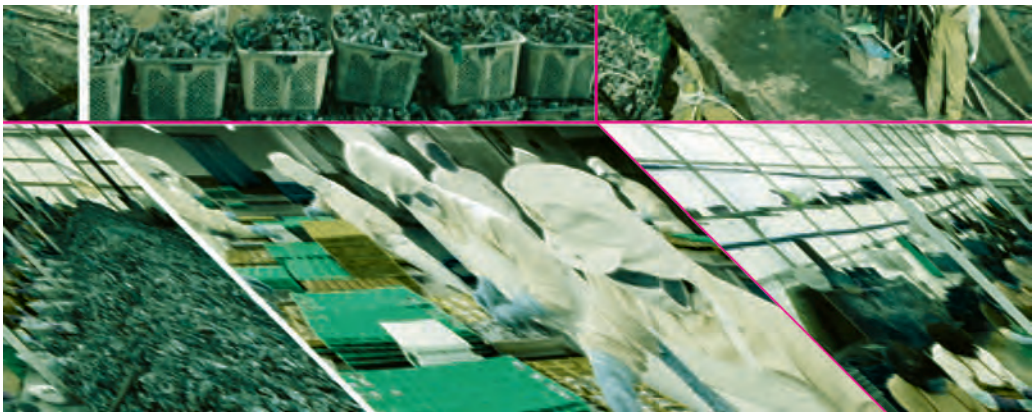


图 18　韩国 Gosung 湾牡蛎机械收获

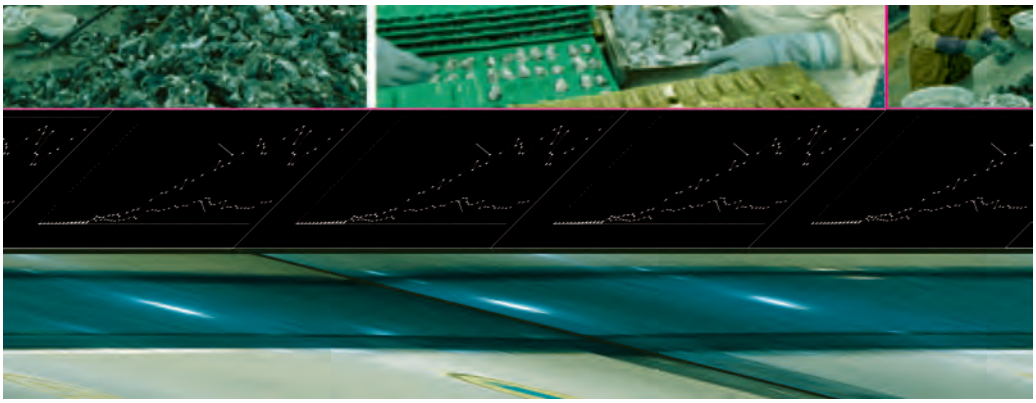


图 19　牡蛎脱壳和加工

4　韩国牡蛎培养的社会经济问题

如图 14 所示，韩国南部海岸的特点是有大量的小海湾和岛屿，并广泛利用这些海湾和岛屿用于牡蛎延绳式水产养殖。庆尚南道和光州沿海地区覆盖了 8 个区，34 385 公顷海平面。在 2005 年，韩国海洋事务水产部（Ministry of Maritime Affairs and Fisheries）一共颁发了 784 个牡蛎养殖租赁协议，位于南部海岸的牡蛎养殖场占用了 4 479 公顷海平面（表 2）。现在，在韩国南部，每年 90%的牡蛎是用延绳式培养方式生产的。2005 年，据估计韩国带壳牡蛎产量为 226 535 吨（牡蛎肉 33 980 吨）。2000—2005 年，牡蛎产量占韩国全国水产总产量的 23%～28%（图 20）。

表 2　2005 年韩国南部两省租赁数量、养殖场面积、延绳和牡蛎串数量

省	培养区域	租赁数量	面积（公顷）	延绳数量	牡蛎串数量
庆尚南道	Dosan 湾	89	439	7 651	1 910 000
	Saryang 湾	40	189	3 374	843 000
	Sanyang 湾	29	113	1 737	434 000
	Hansan 湾	32	152	1 235	308 000
	Jinhae 湾	183	825	15 609	3 820 000
	Geoja 湾	67	542	6 545	1 608 000
	Chilchung 岛	33	166	3 119	779 000

（续）

省	培养区域	租赁数量	面积（公顷）	延绳数量	牡蛎串数量
庆尚南道	Gosung 湾	18	66	1 057	274 000
	Jaran 湾	135	747	12 497	3 140 000
	Masan 湾	30	128	2 261	584 000
	Namhae	27	164	2906	1 048 000
光州	Gamakman 湾	101	948	11 930	4 167 000
	Goheung				
	Gangjin				
总计		784	4 479	69 921	19 015 000

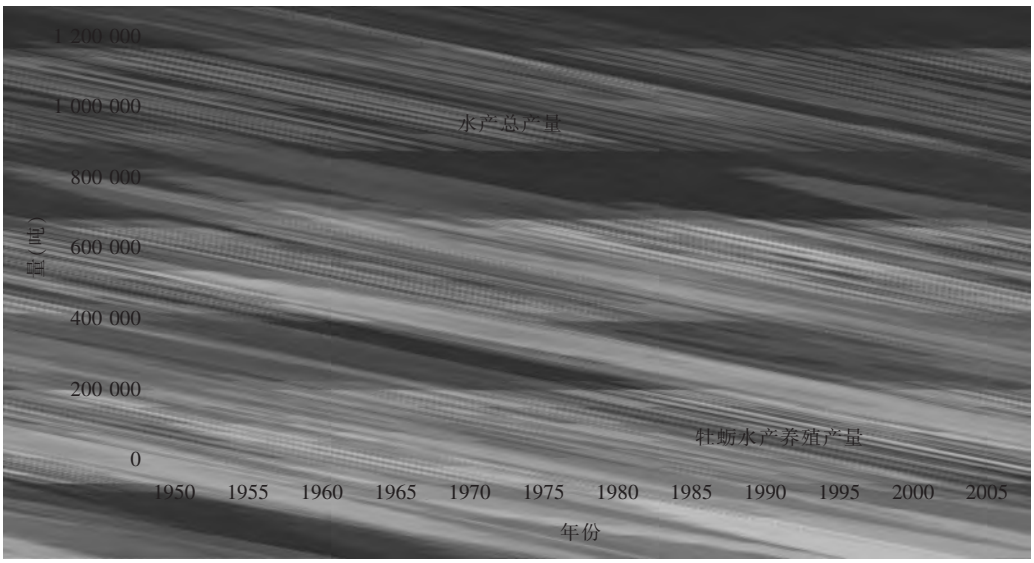


图 20　1950—2005 年韩国牡蛎水产养殖产量和捕捞产量

表 3　2002—2004 年韩国牡蛎出口数量和金额

年份	2002		2003		2004	
	数量（吨）	产值（美元）	数量（吨）	产值（美元）	数量（吨）	产值（美元）
鲜肉	3143	16 316 000	2 813	14 225 000	2 222	12 585 000
冻肉	7 215	26 852 000	7 057	27 360 000	7 010	33 139 000
罐装肉	6 155	27 729 000	6 031	26 947 000	4 919	25 138 000
其他	704	5 225 000	710	6 165 000	510	5 778 000
总计	17 217	76 122 000	16 611	74 697 000	14 661	76 640 000

根据尚庆南道省当局统计，在 2005 年，大约有 3 000 个家庭参与了牡蛎水产养殖，覆盖面积为 3 622 公顷，此外有 406 个家庭从事了光州省南部海岸牡蛎产业。韩国牡蛎延绳培养协作组估计有 22 000 个全职工作人员从事牡蛎产业，从水产养殖到牡蛎加工。

韩国牡蛎主要出口到日本和美国。表 3 列出了出口的产品类型、数量和出口额。2002—2004 年，牡蛎出口量为 14 661～16 611 吨，占韩国牡蛎总产量的 41%～63%。

2003 年，韩国渔业经济研究所对选定的牡蛎养殖公司的经济现状进行了分析。根据这项研究，

Tongyoung 平均每个牡蛎养殖场有 126 条延绳，养殖时间持续 172 个工作日。进一步的研究表明，养殖场所有者不雇佣正式员工，而是雇佣临时工人（大约 230 人）。平均每个养殖场产牡蛎 297 吨，产值接近 13.4 万美元。净利润大约 3.3 万美元（扣除工资、设备维修维护费和种苗成本）。

5 牡蛎延绳式养殖的环境影响

南部海岸小海湾的牡蛎延绳精细培养经常会由于悬浮牡蛎排出的假粪累积而导致海底缺氧。这些缺氧问题在海水循环差的海湾更加突出。进一步来说，延绳上的牡蛎密度很高也会导致生长不良，随后导致效益很低。为了克服这一问题，如图 16 和图 17 所示，已经对不同牡蛎养殖场之间的距离，延绳之间的距离和单个延绳上悬浮牡蛎串的数量进行了控制。海区推广地区办公室和牡蛎延绳培养合作组通过新闻快报在网络上提供了牡蛎养殖场的正确管理信息，比如标准化的衍生培养系统模式。举例来说，延绳培养中使用的聚苯乙烯浮标由于不易处理，被更耐用和环境友好的塑料浮标取代。

6 致谢

感谢 Tongyoung 韩国牡蛎延绳培养协作组授权本书中使用的图片和数据。感谢 Bongkyu Kim 和 Yanin Limpanont 对准备这份报告中的图表给予的帮助。

参考文献

Han, S. M. 2005. A study on the development process of the oyster hanging aquaculture. Master's thesis, Department of Fisheries Economy in Graduate School, Gyeongsang National University, pp 90 (in Korean).

Hyun, K. H., Pang, I. G., Klinck, J. M., Choi, K. S., Lee, J. B., Powell, E. N., Hofmann, E. E. & Bochenek, E. A. 2001. The effect of food composition on Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) growth in Korea: a modeling study. *Aquaculture*, 199: 41 - 62.

Kang, S. G., Choi, K. S., Bulgakov, A. A., Kim, Y. & Kim, S. Y. 2003. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) used in quantification of reproductive output in the pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Korea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 282: 1 - 21.

Min, D. K. 2004. Mollusks in Korea. Min molluscan research institute, Seoul, pp. 566.

Ngo, T. T. T., Kang, S. G. & Choi, K. S. 2002. Seasonal changes in reproductive condition of the Pacifica oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg) from suspended culture in Gosung Bay, Korea. *Korean Journal of Environmental Biology*, 20: 268 - 275.

Yoo, S. K. & Yoo, M. S. 1972. Biological studies on oyster culture (II) morphological characteristics of the oyster, *Crassostrea gigas*. *Journal of Korean Fisheries Society*, 6: 65 - 75 (in Korean).

附录 1　研讨会日程安排

基于捕捞的水产养殖野生鱼类和渔业资源合理利用的技术指南粮农组织国际研讨会
越南，河内，2007 年 10 月 8～12 日。

日程和时间表
2007 年 10 月 8 日，星期一

	开幕式
08：00—08：30	报到和签到
08：30—09：00	开幕词，介绍专家
09：00—09：15	确认会议日程
	介绍
09：15—09：30	技术指南介绍
09：30—10：00	综合讨论
10：00—10：30	茶歇
	第一节会议——回顾
10：30—11：00	CBA 的环境和生物多样性影响——Y. Sadovy
11：00—11：30	CBA 的社会和经济影响——R. Pomeroy
11：30—12：00	综合讨论
	第二节会议——各品种的论文
12：00—12：15	鲶和乌鳢——A. Poulsen & D. Griffiths
12：15—12：30	胡鲶——V. Pouomogne
12：30—14：00	午餐
14：00—14：15	乌鱼——M. Saleh
14：15—14：30	印度主要鲤品种——M. Rahman
14：30—14：4	5 种欧洲鳗——P. Prouzet
14：45—15：00	蓝鲔金枪鱼——F. Ottolenghi
15：00—15：15	鳕鱼 - K. Midling & ϕ. Hermansen
15：15—15：30	黄尾鰤——M. Nakada
15：30—16：00	茶歇
16：00—16：15	石斑鱼——M. Tupper
16：15—16：30	泥蟹——C. Shelley
16：30—16：45	牡蛎——K. S. Choi
16：45—17：45	综合讨论

2007 年 10 月 9 日，星期二

第三节会议——研讨会

08：30—10：00	意见稿状态和研讨会建立——联合国秘书处
10：00—12：30	研讨会讨论和起草
12：30—14：00	午餐
14：00—16：00	研讨会讨论和起草
16：00—17：30	研讨会发言和全体讨论
19：30—21：30	晚宴

2007 年 10 月 10 日，星期三

第三节会议——研讨会（继续）

08：30—09：00	主要议题/草稿状态的陈述和全体总结
09：00—12：30	研讨会讨论和起草
12：30—14：00	午餐
14：00—17：00	半天的实地考察

2007 年 10 月 11 日，周四

第三节会议——研讨会（继续）

08：30—09：00	主要议题/草稿状态的陈述和全体总结
09：00—12：30	研讨会讨论和起草
12：30—14：00	午餐
14：00—16：00	研讨会讨论和起草
16：00—17：00	研讨会陈述和全体讨论

2007 年 10 月 12 日，周五

第三节会议——全体讨论

08：30—10：00	主要议题/草稿状态的陈述和全体总结
10：00—12：30	研讨会讨论和起草
12：30—14：00	午餐
14：00—15：30	研讨会成绩全体讨论和下一步工作方向
15：30—16：00	茶歇
16：00—17：00	最终讨论和闭幕式

附录 2　参会者名单

专家

Don GRIFFITHS
Senior Aquaculture Adviser (Danida)
Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD)
No. 10 - 12 Nguyen Cong Hoan Street
Ba Dinh District, Hanoi
Viet Nam
Tel.: +84 (0) 4 7710144
Mob.: +84 (0) 912570220
Fax: +84 (0) 4 8353363
E - mail: don. suda@mofi. gov. vn
griffiths. don@gmail. com

Øystein HERMANSEN
Scientist
Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research
Department of Strategy, Economics and Marketing
Muninbakken 9 - 13
Postboks 6122
9291 Tromso
Norway
Tel.: +47 77629000
Fax: +47 91809421
E - mail:
oystein. hermansen@fiskeriforskning. no

Paul Fredrick HOLTHUS
Consultant
3035 Hibiscus Drive
Honolulu, Hawaii 96815
United States of America
Tel.: +1 808 2779008
Fax: +1 808 2779008
E - mail: pholthus2005@hotmail. com

Choi KWANG SIK
Professor
Cheju National University
66 Jejudaehakno
Jeju 690 - 756
Republic of Korea
Tel.: +82 64 7543422
Fax: +82 64 7563493
E - mail: skchoi@cheju. ac. kr

Kjell ϕ. MIDLING
Senior Scientist
Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research
Fiskeriforskning, Muninbakken 9 - 13
Postboks 6122
9291 Tromso
Norway
Tel.: +47 77629013
Fax: +47 77629100
E - mail: kjell. midling@fiskeriforskning. no

Makoto NAKADA
Guest Professor/Coordinator
Tokyo University of Marine Science and Technology
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
2 - 15 - 11, Watado, Fujimi - shi, Saitama 354 - 0032 Japan
Tel.: +81 49 2610594
Fax: +81 49 2610594
E - mail: matona _ 59@mac. com
m - nakada@kaiyodai. ac. jp

Francesca OTTOLENGHI (Ms)
Director
Halieus
Via G. A. Guattani, 9
I - 00161 Rome
Italy
Tel.: +39 06 44164736 / 4416471
Mob.: +39 347 6631309
Fax: +39 06 44164723/24
E-mail: ottolenghi@halieus.it

PHAM Anh Tuan
Deputy Director - Research and training
Research Institute for Aquaculture No. 1
(RIA 1)
Dinh Bang, Tu Son, Bac Ninh
Viet Nam
Tel.: +84 (0) 4 8781084
Mob.: +84 (0) 91201495
Fax: +84 (0) 4 8273070
E-mail: patuan@fpt.vn
patuan.2006@yahoo.com

Robert Stephen POMEROY
Associate Professor
University of Connecticut - Avery Point
Agricultural and Resource Economics/
CT Sea Grant
Room 380, Marine Science Building
1080 Shennecossett Road
Groton, Connecticut 06340-6048
United States of America
Tel.: +1 860 4059215
Fax: +1 860 4059109
E-mail: Robert.Pomeroy@uconn.edu

Anders F. POULSEN
Senior Capture Fisheries Management
Adviser (Danida)
Ministry of Agriculture and Rural
Development (MARD)
No. 10 Nguyen Cong Hoan Street
Ba Dinh District, Hanoi
Viet Nam
Tel.: +84 (0) 4 7710188
Mob.: +84 (0) 945353032
Fax: +84 (0) 4 8353363
E-mail: anders.scafi@mofi.gov.vn
afpoulsen@yahoo.com

Victor POUOMOGNE
Senior Research Officer
Institute of Agricultural Research for
Development (IRAD)
Fish Culture and Inland Fisheries
Regional Station
PO Box 255 Foumban
Cameroon
Tel.: +237 77590026
Fax: +237 33483024
E-mail: pouomognev@yahoo.fr

Patrick PROUZET
Head of Research Programme
IFREMER
Laboratoire Halieutique d'Aquitaine
Campus de Montaury
1, Allees du Parc de Montaury
F-64600 Anglet
France
Tel.: +33 02 29008593
Fax: +33 02 29008552
E-mail: Patrick.Prouzet@ifremer.fr

Mhd Mokhlesur RAHMAN
Executive Director
Center for Natural Resource Studies
(CNRS)
House #14, 2nd Floor, Road 13/C
Block E, Banani, Dhaka 1213
Bangladesh
Tel.: +880 (0) 2 9886514
Mob.: +880 1711549460
Fax: +880 (0) 2 9886700
E-mail: mokhles_cnrs@yahoo.com
mokhles@cnrs.org.bd

Yvonne SADOVY de MITCHESON (Ms)
Associate Professor
The University of Hong Kong
Department of Ecology and Biodiversity
Pok Fu Lam Road
China, Hong Kong Special Administration Region
Tel.: +852 22990603
Fax: +852 25176082
E-mail: yjsadovy@hku.hk

Magdy SALEH
Undersecretary for Production and Operations
General Authority for Fish Resources Development (GAFRD)
Ministry of Agriculture and Land Reclamation
4, Tayaran street, Nasr City, Cairo
Egypt
Tel.: +202 6248359
Fax: +202 2620117
E-mail: salehmagdy2000@gmail.com

Colin SHELLEY
Consultant/Advisor
YH & CC Shelley Pty. Ltd.
38 Stonehawke Place, The Gap
Brisbane QLD 4061
Australia
Tel.: +61 (0) 7 35111526
Fax: +61 (0) 7 35111895
E-mail: ccyhshelley@ozemail.com.au

Mark H. TUPPER
Scientist, Coral Reefs
The WorldFish Center
PO Box 500 GPO
11670 Penang
Malaysia
Tel.: +60 4 6202172
Fax: +60 4 6265530
E-mail: m.tupper@cgiar.org

FAO 渔业专家

Alessandro LOVATELLI
Fishery Resources Officer (Aquaculture)
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
Fisheries and Aquaculture Department
Aquaculture Management and Conservation Service
Fisheries and Aquaculture Management Division (FIMA)
Viale Terme di Caracalla
I-00153 Rome
Italy
Tel.: +39 06 57056448
Fax: +39 06 57053020
E-mail: alessandro.lovatelli@fao.org

Simon FUNGE-SMITH
Aquaculture Officer
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
Regional Office for Asia and the Pacific
Maliwan Mansion
39 Pra Athit Road
Bangkok
Thailand
Tel.: +66 (0) 2 6974149
Fax: +66 (0) 2 6974445
E-mail: simon.fungesmith@fao.org

附录 3　专家简介

FUNGE－SMITH，Simon － Funge － Smith 先生是利物浦大学（英国）的海洋生物学家，在斯特灵大学（英国，苏格兰）渔业研究所获得热带渔业领域博士学位。他的博士后工作（1991—1994）侧重于泰国的半咸水虾水产养殖的环境和管理领域。在中国、马来西亚、斯里兰卡、孟加拉国、菲律宾和泰国等亚洲国家做了两年顾问（1995—1997）。有几项任务是为粮农组织完成的。在 1997 年，作为首席技术顾问，他参加了粮农组织的老挝人民民主共和国水产养殖发展项目，从事农村水产养殖推广工作。在项目结束之后，他作为顾问在湄公河委员会短暂工作一段时间后，接受了现在的水产养殖官员的职务，在粮农组织曼谷地区办公室工作。他的职责范围包括了亚太地区 40 个成员，由于工作原因，他曾经访问过超过 22 个成员。他的工作包括项目发展管理以及亚太渔业委员会的工作。他参与的一些主要地区的工作是在渔业中利用低价值鱼和杂鱼，共同管理机制，内陆渔业管理，水产养殖认证和对亚太地区的水产养殖和渔业进行常规分析。

GRIFFITHS，Don － Don Griffiths 先生在亚洲（孟加拉国、柬埔寨、印度、老挝人民民主共和国、马来西亚、泰国、越南以及斐济）、莱索托和莫桑比克淡水鱼、半咸水和海水水产养殖发展和推广方面有超过 20 年的工作经验，他为一系列的捐赠机构工作，如海外发展机构（ODA）、英国国际发展部（DFID）、丹麦国际发展代办处（DANIDA）、联合国国际发展机构（USAID）、欧盟（EU）和湄公河委员会。Griffiths 现在是渔业部门项目支持阶段 II（FSPS II）下越南－Danida 资助的水产养殖可持续发展（SUDA）项目的高级顾问。FSPSII 于 2010 年底结束。

HERMANSEN，Øystein － Hermansen 先生目前从事基于捕捞的挪威水产养殖经济方面的应用性研究，尤其是太平洋真鳕。研究涉及私人和全成本的盈利性分析，和影响渔民从事这一活动的因素。此外，他还参与了项目合作，调查了不同基于捕捞的水产养殖的生物经济学情况，侧重于鉴定那些定义这种水产养殖技术盈利性的特点。他也研究渔业生产力问题，是挪威渔业生产力削减国家咨询小组的秘书。Hermansen 先生 2002 年在挪威获得了挪威特罗姆瑟大学渔业科学学院渔业和水产养殖硕士学位。

HOLTHUS，Paul － Holthus 博士的工作侧重于海洋和沿海地区的可持续发展，海洋资源的可持续利用以及可持续生计，重点是结合私人部门和环境问题来解决问题。他的经历包括作为联合国（UN）机构国际海洋政策的理事，与小型岛屿村庄的渔民一起工作。他还参与了亚洲、太平洋、中美洲和非洲西部超过 30 个国家的沿海管理和海洋资源的保护以及可持续利用。1998—2007 年，Paul 是海洋水族馆委员会（MAC）的创立执行主任。MAC 是全球水族饲养渔业和贸易可持续性的国际标准设立、认证和能力建设机构。MAC 已经建立了水族资源企业/渔民保护团体、公共水族馆、国际组织和政府机构的全球多方利益伙伴关系网络；建立了海洋观赏鱼社区、公司、培养机构和产销监管链的最佳操作国际认证标准；创立了 MAC 认证的海洋观赏鱼的产业和消费者需求。他过去担任过的高级职务包括：全球海洋和海岸项目以及世界自然保护联盟副主任；亚洲-太平洋海洋项目和自然保护高级项目官员；南太平洋地区环境保护项目（SPREP，联合国环境保护项目的地区海洋组织的一部分）的高级项目官员以及国家项目独立顾问。Holthus 毕业于加利福尼亚大学和夏威夷大学。

KWANG SIK，Choi － Kwang Sik 博士自 1995 年开始工作，是济州国立大学应用海洋科学学院

的教授。除了水产养殖的教学任务外，Kwang Sik 博士主要感兴趣的领域是双壳类海洋生物。他的应用研究工作侧重于贝类病害的诊断、贝类的培养和生态学研究。在加入济州国立大学之前，他在韩国核安全研究所作为高级研究人员工作过几年，期间他参与了核电站热废液环境安全的监察。Kwang Sik 博士在美国得克萨斯 A&M 大学获得了硕士学位（1987 年）和博士学位（1992 年）。

LOVATELLI，Alessandro - Lovatelli 先生，是一个训练有素的海洋生物学家和水产养殖业者，分别从英国南安普顿和普利茅斯大学获得学士学位和硕士学位。他的第一份粮农组织工作经历可以追溯到 1987 年，他作为粮农组织/联合国发展计划署地区项目的双壳贝专家。他随后的粮农组织任务是在墨西哥参与意大利政府资助的地区水产养殖发展计划（AQUILA）。1993—1997 年，他在越南和索马里工作，然后又在东南亚工作。在越南，他领导了一个大型欧盟计划发展的水产养殖和渔业部分，其他活动包括 10 个地区水产养殖示范，培训和推广中心的领导。在索马里，他是欧盟委员会水产养殖和渔业首席顾问。在越南作为丹麦资助的渔业计划项目下的小组领导之一工作一年后，Lovatelli 先生再次被粮农组织聘请作为丹麦 FAO - EASTFISH 计划的水产养殖顾问。2001 年，Lovatelli 先生再次加入粮农组织渔业和水产养殖部。他现在主要的活动是致力于海洋水产养殖的发展、养殖技术的推广和资源管理。Lovatelli 先生还在 2004 年协同和参与撰写了粮农组织出版的基于捕捞的水产养殖评估报告。

MIDLING，Kjell - Midling 先生是基于捕捞的水产养殖专家，从 1988 年开始在挪威渔业和水产养殖研究所工作。鱼类的行为、鱼类的交流（声音）和鱼类的喜好是他研究工作的主要内容，同时其工作还涉及技术发展和鱼类本身行为的研究。他是养殖笼结构（平底无鳔品种养殖笼）和饲喂系统（淹没式智能饲喂）专利的发明者。Midling 先生参与了大量国内外水产养殖和渔业项目，从捕捞设备、活体运输、复原笼、屠宰技术，一直到鱼类福利和品质。他是负责中华人民共和国（1997—1999 年）海南省第一个近海养殖场的科学家，具有商业捕鱼和水产养殖的实践经验。他还是几个科学委员会的成员，其中包括在挪威研究委员会工作 12 年。

NAKADA，Makoto - Nakada 先生现在的工作是为日本企业以及东京海洋大学的合作计划下的发展中国家提供海洋水产养殖和捕鱼技术的建议。Nakada 先生尤其擅长提供鱼类营养和饲料配制，水产养殖的水处理和养殖技术方面的建议。Nakada 先生在日本和国外进行了广泛的与南非大鲭水产养殖有关的工作，出版了大量的论文和报告，其中包括“日本南非大鲭水产养殖手册”（CRC Press Inc.），“南非大鲭相关品种培养，水产养殖百科全书“（John Wiley & Sons）”，和“南非大鲭养殖发展和未来解决方法，水产养殖生长系统，挑战和技术措施”（CRC Press Inc.）。

OTTOLENGHI，Francesca - Ottolenghi 女士从事水产养殖和相关主题的项目差不多有 10 年时间。作为项目领导者，她负责协调由意大利农业部和欧盟委员会（EC）资助的金枪鱼项目。她作为一名意大利代表团的金枪鱼专家参加了由大西洋金枪鱼保护国际委员会（ICCAT）组织的会议，并且在 2006 年作为金枪鱼会议主席参加了在印度尼西亚巴厘岛举行的世界水产养殖学会会议。Ottolenghi 女士积极参加了由 ICCAT 和地中海渔业一般委员会联合设立的“地中海可持续性蓝鳍金枪鱼养殖/育肥技术研讨会”。她还是粮农组织“基于捕捞的水产养殖”报告的主要作者。Ottolenghi 女士现在为 Halieus 工作，Halieus 是意大利一个非政府组织（NGO），主要进行捕鱼和水产养殖领域的国际合作项目。

PHAM，Anh Tuan - Pham Anh Tuan 博士现在担任位于河内临近地区的第一水产研究所（Research Institute for Aquaculture No. 1）（RIA 1）副主任，负责研究和培训。1977 年他获得了越南

Nha Trang 渔业大学的学士学位，1992 年获得了泰国曼谷的亚洲理工学院的水产养殖硕士学位，1997 年在威尔士斯旺西大学（University of Wales Swansea）获得博士学位，从事尼罗非洲鲫的性别比例控制的研究。Pham An Tuan 博士专业的主要领域是鱼类育种和遗传学，他的主要工作是鱼类基因库的建立，通过精子冷冻保存技术的应用、南亚野鲮和印度鲮的遗传改良、罗非鱼海水养殖的选择性育种、所有雄性罗非鱼和对虾的育种、越南水产养殖品种的引进等方式。作为亚洲开发银行（ADB）、联合国开发计划署（UNDP）、联合国粮农组织（FAO）和其他发展组织（例如 DANIDA、DFID、IFAD）资助项目的国家水产顾问，他做了大量工作。他的工作经验包括项目拟定和鉴定。Pham Anh Tuan 博士协调了一个亚洲小型所有者水产养殖系统淡水鱼种供应和效能改良的国家项目。这个项目鉴定了越南孵化系统的状态，为小型所有者水产系统建立种苗供应策略。项目也研究方法来提高现有孵化和种苗分布网络的效能。

POMEROY，Robert - Pomeroy 博士现在是康涅狄格大学（University of Connecticut）农业资源经济学系的副教授和康涅狄格海洋学院的渔业推广专家-格罗顿的艾富里学院。在 2002 年 8 月开始在康涅狄格大学工作之前，1999 年 9 月至 2001 年 12 月，Pomeroy 博士在华盛顿特区的世界资源研究所工作，在那里他协助建立一个海洋项目。在这之前，1991—1999 年，他在菲律宾马尼拉的水生生物资源管理国际中心（ICLARM）工作。1984—1991 年，Pomeroy 博士是南加利福尼亚州克莱姆森大学农业和应用经济系的老师。Pomeroy 博士获得了康奈尔大学的资源经济学博士。他的专业领域是海洋资源经济学和政策，尤其是小规模渔业的管理和发展、海岸区域管理、水产养殖经济学、国际发展、政策分析和海产品销售。Pomeroy 博士在亚洲、非洲、加勒比海和拉丁美洲超过 40 个国家从事过研究和项目开发的工作。他是总部位于马来西亚槟城的世界渔业中心的高级研究员。

POULSEN，Anders - Poulsen 先生现在是越南农业和农村发展部（MARD）、省渔业厅海洋/海岸和内陆水域捕捞渔业可持续管理问题的顾问，这个项目是 Danida 建立的。他还参与了湄公河三角洲（Mekong Delta）共同管理试点活动，在湄公河三角洲的鲶养殖是特别重要的。Poulsen 先生的海外工作生涯始于 1991 年，是在巴布亚新几内亚维外克河（Sepik River）河川渔业项目的 FAO 协理专业人员（APO）。他在老挝人民民主共和国的湄公河委员会（MRC）工作，担任渔业项目的技术顾问，特别侧重于湄公河盆地较低地区的渔业生态和评估。他在孟加拉国工作的两个任务是：最近的工作是作为第四渔业项目（由世界银行/GEF 资助）中水产资源发展、管理和保护研究的小组领导和内陆多样性专家，之前的工作是作为水产养殖推广项目（由 Danida 资助）的培训和推广顾问。他还曾担任过伊朗伊斯兰共和国德黑兰里海环境项目的生物多样性专家。

POUOMOGNE，Victor - 从 2004 年开始，Poumogne 博士已经在桑楚山谷与农业渔业企业合作，开展了在水产养殖中利用野生非洲鲶幼鱼（*Clarias* spp.）的研究工作。从 1995 年开始，他已经开始全力投入了热带水产养殖和渔业项目，致力于传播科学信息，帮助主要使用者采用可行的养殖技术。在这一方面，他担任了粮农组织、世界渔业中心和许多其他国家发展机构的顾问。Pouomogne 博士在研究和教学方面有 20 多年的专业和学术经验。他的兴趣和经验包括农村小型渔业养殖、与渔民合作、水库渔业管理和环境影响的评估。

PROUZET，Patrick - 作为法国海洋开发研究院（IFREMER）国家研究项目的领导，在“渔业管理生态系统方法”上，Prouzet 博士协调了科技项目，结合生物学、经济学、捕鱼技术和鱼产品转化，在可持续发展框架内，建立了综合学科研究法。从 20 世纪 70 年代开始，他已经从事了洄游鱼类品种的科研项目，包括迁移鲑科鱼、乌鱼、海生七鳃鳗和鳗。他是国际海洋探测协会（ICES）欧洲鳗研讨会的高级成员，参与协调了名为“INDICANF”的 InterregIII 项目框架下的研究工作，该项

目的目标是建立鳗种苗的知识网络。1989—2000 年，他致力于比斯开湾鳀种群的研究，参与协调了欧盟项目，为法国渔业管理和欧盟（STECF 和 ICES）提供了专家建议。

RAHMAN，Mokhlesur – Rahman 先生是孟加拉国自然资源管理的专家，研究重点是湿地和海岸以及生存情况分析和发展。1994 年，他加入了国家自然资源研究中心（CNRS），在其他方面，他还研究湿地和海岸社区的生存情况。在此之前，Rahman 先生还参与了地理信息系统的活动，参与了水产养殖环境评估（EIA）手册的编制。他进行了一系列渔业生物多样性的特别研究，研究了孟加拉国全国的存水量，开发了相关数据库和 GIS 地图。1990—1991 年，他作为综合渔业养殖专家从事粮农组织田间项目的工作。Rahman 先生获得了达卡大学动物学和渔业学士学位和硕士学位。他是美国公有资产研究国际协会的成员。

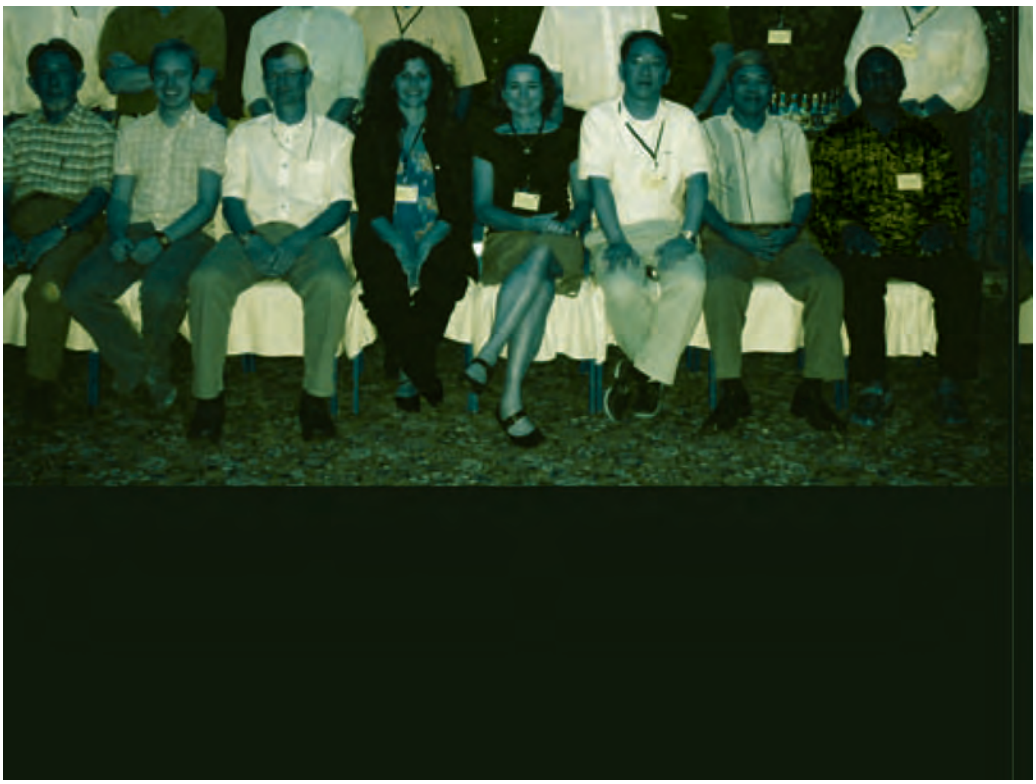
SADOVY de MITCHESON，Yvonne – Yvonne Sadovy de Mitcheson 博士是香港大学生态和生物多样性系的教授，她自 1993 年开始在香港大学工作。在加入香港大学之前，她是波多黎各政府渔业研究实验室的主任，以及加勒比海渔业管理委员会的渔业生物学家，她在 20 世纪 90 年代还在科技咨询委员会工作过。她拥有曼彻斯特大学动物学博士学位（1986 年），同时也是世界自然保护联盟（IUCN）石斑鱼和隆头鱼（鲔科）专家组主席。Sadovy 博士出版了两本书，拥有 100 多项成果，多数是同行评议以及发表在国际期刊中的论文。她的专业是珊瑚鱼，尤其是它的繁殖生物学、年龄和生长以及对脆弱珊瑚鱼的保护和管理。她在热带区域进行了大量的工作，具有丰富的水下以及实验室经验。Sadovy 博士是渔业生物学、保护生物学、鱼和渔业、鱼类生物学和渔业评论等期刊编委会成员。

SALEH，Magdy – Saleh 博士负责监管 5 个总理事会的水产养殖和内陆水域渔业在私人和政府领域的推广和管理工作。这包括政府的以及私人的养鱼场、孵化场、海洋天然水域自然繁殖的种苗搜集/育苗站，鱼类疾病防御和鱼类饲料生产和配制。在过去 35 年，Saleh 在埃及不同国家机构长期工作，负责埃及渔业管理和发展，支持了埃及水产养殖业的现代化和可持续发展。Saleh 博士在英国斯特林大学获得了水产养殖和渔业管理硕士学位（1986 年），在埃及苏伊士运河大学获得了水产养殖管理和鱼类病害的博士学位（1995 年）。

SHELLEY，Colin – Shelley 博士已经在包括水产养殖、渔业科学、环境科学和海洋生物学的海洋科学领域有 25 年多的经验。他曾经作为澳大利亚热带地区无数水产养殖研发项目的首席科学家，他也是昆士兰州初级产业和渔业部水产养殖产业发展和政策的负责人。他的工作包括制定产业发展规划、水产养殖规划、政策发展和水产养殖规章制度。他积极参与太平洋和东南亚地区泥蟹水产养殖的商业开发。Shelley 博士在巴布亚新几内亚大学获得生物学硕士学位（1982 年），在澳大利亚詹姆斯库克大学获得动物学博士学位（1990 年）。

TUPPER，Mark – Tupper 博士是具有 15 年研究、教学和咨询专业和学术经验的海洋生态学家。他感兴趣的领域和经验包括管理海洋保护地区，栖息地生态学，珊瑚鱼生态学，渔业生态学和管理，海洋养殖/种苗改良和环境影响的评估。他现在的工作是世界鱼类中心的一名珊瑚礁科学家，从事珊瑚礁资源管理和珊瑚渔业生物学的原创性研究。在密西克罗尼亚、东南亚和世界上的许多其他地方，他进行了石斑鱼渔业和水产养殖以及改良项目。Tupper 博士 1989 年在加拿大麦吉尔大学获得生物海洋学硕士学位，1994 年在加拿大达尔豪西大学获得海洋生物学博士学位。

附录 4　专家组照片



站立的专家（从左至右）：

Alessandro Lovatelli，Paul F. Holthus，Patrick Prouzet，Robert S. Pomeroy，Mhd Mokhlesur Rahman，Colin Shelley，Don Griffiths，Mark H. Tupper，Kjell O. Midling，Magdy Saleh

就座的专家（从左至右）：

Makoto Nakada，Oystein Hermansen，Simon Funge - Smith，Francesca Ottolenghi，Yvonne Sadovy de Mitcheson，Choi Kwang Sik，Pham Anh Tuan，Victor Pouomogne

缺席：

Anders F. Poulsen

欢迎登录：中国农业出版社网站
www.ccap.com.cn

基于捕捞的水产养殖（CBA）将野生鱼类和渔业资源用于其生产系统。侧重于这一主题，在由联合国粮农组织实施的项目“面向可持续水产养殖：相关问题和规范”架构内，本书论述了与现在全球水产养殖技术和发展的可持续性相关的关键问题。包括两篇关于野生资源利用的综述文章，一篇涉及社会和经济方面，另外一篇关于环境和生物多样性问题，以及10篇与基于捕捞的水产养殖相关的海洋和淡水品种有关的文章。

ISBN 978-7-109-17360-6
9 787109 173606 >
定价：50.00元