

网箱和栅栏养鱼

养殖容量模型和
对环境的影响



粮农组织

渔业技术

文集

255

中国
农业科技出版社
北京 1988



联合国
粮食及农业组织

中国农业科学院科技文献信息中心
根据其同
联合国粮食及农业组织
的协议出版

网箱和栅栏养鱼

养殖容量模型和
对环境的影响

作者: M. C. M. 贝弗里奇

菲律宾大学渔业学院渔业发展和研究所
粮农组织安德烈·梅耶进修金获得者

中国农业科学院科技文献信息中心
根据其同
联合国粮食及农业组织
的协议出版

粮农组织

渔业技术文集

255

中 国
农业科技出版社
北京 1988



联 合 国
粮食及农业组织

网箱和栅栏养鱼

—养殖容量模型对环境的影响

责任编辑 段道怀

中国农业科技出版社出版 (北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国农业科学院科技文献信息中心印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 8.5 字数: 177千字

1988年11月第一版 1988年11月第一次印刷

印数: 1—3000册 定价: 5.00元

ISBN 7-80026-105-0/S·74

本书原版为联合国粮农组织的Fisheries technical paper No. 255《Cage and pen fish farming》M-47 ISBN 92-5-502380-2.

本书中所用名称及材料的编写方式并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领地、城市或地区或其当局的法律地位或对于其边界的划分表示任何意见。使用“发达经济”和“发展中经济”这两个词是出于统计上的方便，并不是对某个国家或地区在发展过程中已达到的发展阶段作出的判断。

CPP/88/16

ISBN 7-80026-105-0/S·74

版权所有。未经版权所有者事前许可，不得以电子、机械、照相复制等任何方法或其他程序全部或部分翻印本书，或将其存入检索体系，或发送他人。申请这种许可应写信给联合国粮农组织出版司司长（意大利罗马Via delle Terme di Caracalla, 00100）并说明希望翻印的目的和份数。

© 粮农组织

北京 中文版 1988年

本文件的编写说明

1956年,粮食及农业组织制定了一个安德烈·梅耶进修金计划,以纪念在本组织建立过程中和早期历史上活动十分积极的一位杰出的科学家和人道主义者。在每个两年度中,这个计划向一些年轻的科学家提供几笔进修金,让他们为本组织进行具体的研究工作。1982年,马尔科姆·贝弗里奇先生获得一笔安德烈·梅耶进修金,以便进行网箱养殖研究,重点放在估计被利用的水体的养殖容量时所采用的技术上。在此之前,贝弗里奇先生曾研究了苏格兰几个湖中网箱养殖对环境的影响。贝弗里奇先生在菲律宾花了10个月的时间,在菲律宾大学的协作下,研究与热带条件下网箱养殖有关的环境因素。本技术文集是他的研究结论报告。

贝弗里奇先生已回到斯特林大学水产学院任教,并进行各种水产问题的研究。本组织对斯特林大学以及帮助和支持这个项目的联合王国海外开发署表示感谢。

本文件的文献编目应为:

M. C. M. 贝弗里奇:《网箱和栅栏养鱼,养殖容量模型和对环境的影响》
1984
粮农组织渔业技术文集
(第255号):共125页

提 要

在内陆水域中利用网箱和栅栏养鱼已成为日益流行的养鱼方法，它涉及的创办成本较低，技术和管理方法简单。然而，这些以水体为基础的养殖方法与池塘和长条鱼池等以陆地为基础的养殖法不同：以水体为基础的养殖系统是开放系统，养鱼装置与其周围环境的相互作用几乎不受任何限制，而且养鱼装置往往设置在多种用途的公共水体中。因此，任何影响都可能导致利害冲突。

一些研究已经表明，网箱和栅栏构体由于限制本来或许可用于渔业、娱乐或航行的水域及空间，和由于妨碍水流和沉积物的运积，会对水体的多用性产生影响。在一些情形下，掠食者和带病生物被引入或吸引到养殖水域。然而，最重大的影响是由采用的养殖方法所致。

精养活动会影响水的质量，并改变底栖生物、浮游生物和浮游动物的生物量和变异性。人们认为，失散到环境中的磷是废弃物中最重要的成分。因此，本文研究了磷在鱼饵料中的作用，确定了精养罗非鱼和鳙鱼活动的总磷失散量，并修改了 Dillon 和 Rigler (1974) 研制的磷失散量模型以便预测网箱精养活动对水生环境的影响。还提出了暂定的发展限度。

在回顾了有关池塘和湖泊中植物至草食性鱼类的能量转换的现有资料之后，提出网箱或栅栏粗养活动中可以达到 1.0% - 3.5% 的植物碳比鱼碳转换率。这一数值大大高于经营渔业的静水水体的产量。转换效率将随生产力而变化，初级生产量与鱼产量的关系很可能就象 Liang 等人 (1981) 提出的与渔业产量的关系那样，是 S 形的。

淡水水体半精养式养殖的养殖容量取决于使用的饵料质量和数量以及该水体的生产力。已提出了一个粗养和精养模型相结合的简单模型。

已经提出以便用于预测网箱和栅栏养殖对环境的影响的模型仍处在初级发展阶段，还有待证实和修正。已提出了几种减少精养法影响的方法，其中包括与粗养活动相结合的方法。最后还指出，某些类别的水体可能不适合于进行大规模养殖活动。

致 谢

我愿在此感谢在本报告编写过程中提出建议、提供资料而给予帮助的下列人士和组织：

- 菲律宾大学渔业学院渔业发展和研究所全体人员，特别是该所所长弗洛里安·奥伦亚纳博士、托尼·迈因斯教授和高迪奥萨·阿尔曼扎博士
- 菲律宾大学渔业学院德国技术合作局小组
- 菲律宾黎刹省东南亚渔业开发中心比南戈南站站长和全体人员
- 菲律宾马巴拉国际水生生物资源管理中心主任和全体人员
- 菲律宾马尼拉技术资源中心R. D. 圭雷拉第三博士
- 菲律宾南棉兰老大学L. 奥利夫博士
- 菲律宾黎刹省皮立拉圣·彼得鱼场本·拉内色斯先生
- 菲律宾南甘马磷省巴奥焦勃斯基鱼场焦勃·毕苏纳先生
- 日本京都S. 毛利教授
- 日本国日本环境署Y. 北畑博士
- 比勒陀利亚国立水研究所J. 桑顿博士
- 波兰生态所所长Z. 费希尔博士
- 西德基尔海洋学研究所耶格尔博士
- 西德齐格堡丁·克拉森博士
- 斯特林大学水产学院院长及全体人员，特别是J. F. 米尔博士、M. 菲利普斯博士、A. 斯图尔特先生、K. 耀西博士、C. 萨默维尔博士和L. 罗斯博士

我还想感谢海外开发署，特别是感谢J. 斯通曼先生（渔业）和A. 阿姆斯特朗先生（联合国事务处）在工作中给我的支持，感谢驻马尼拉英国文委的A. 凯尔先生在通讯方面给我的帮助。

我还想对粮农组织驻马尼拉办事处主任及全体人员和罗马粮农组织内陆水产资源及水产养殖处处长及全体人员给我的一切帮助。

最后，我想感谢斯特林水产学院的莫伊拉·斯图尔特夫人为我打印了本报告。

马尔科姆·C.M.贝弗里奇

目 录

	页 次
第一章 总 论	1
1·1 引 言	1
1·2 网箱和栅栏养殖及其历史	1
1·3 目前的网箱和栅栏养殖法	2
1·4 网箱和栅栏养殖的利弊	3
第二章 网箱和栅栏养殖法的限制因素	4
2·1 分 类	4
2·2 限制因素和各种问题	4
2·3 小 结	7
第三章 对环境的影响	8
3·1 引 言	8
3·2 围栏体结构对环境的影响	8
3·2·1 空 间	8
3·2·2 流量和水流	9
3·2·3 外 观	10
3·3 围栏养殖法对环境的影响	10
3·3·1 各种围栏养殖法对环境共有的影响	11
3·3·1·1 疾 病	11
3·3·1·2 掠 食	13
3·3·1·3 野生鱼类种群	14
3·3·1·4 有毒化学物品和药物	14
3·3·2 与精养有关的问题	15
3·3·3 与粗养和半精养式围栏养殖有关的问题	17
3·4 小 结	18

第四章 模拟环境影响	20
4·1 引言	20
4·2 营养状况和生产力	21
4·3 内陆水域精养式围拦养殖的养殖容量	24
4·3·1 磷和鱼的饵料	24
4·3·2 确定磷的损失量	26
4·3·3 水生态系统对精养式网箱和栅栏养殖使磷量增加的反应模型	28
4·3·3·1 模型的选择	28
4·3·3·2 模型的使用	29
4·4 内陆水域粗养或围拦养殖的养殖容量	33
4·4·1 引言	33
4·4·2 鱼种和饵料	34
4·4·3 粗养法鱼产量的理论潜力	35
4·4·4 粗养式水产养殖法的实际鱼产量:放养与网箱养殖	36
4·4·5 粗养式网箱养殖活动的设计和网箱设置水域养殖容量的确定	38
4·5 内陆水域半精养式围拦养殖的养殖容量	38
4·5·1 引言	38
4·5·2 养殖容量的计算	38
4·6 小结	39
第五章 总结	42
参考文献	45
表 格	67
附 图	98
附录 1	119
附录 2	121
附录 3	122
附录 4	124

总 论

1.1 引 言

本报告的目的是回顾人们已知的内陆水域网箱和栅栏养鱼对环境的影响，并讨论可能采用的养殖容量估计法。本报告作出了种种努力，不仅论述了温带国家的精养式养殖活动，而且论述了热带使用的比较粗放的方法，并选择使用比较简单而且成本低的预测模型。

在报告正文前，对网箱和栅栏养殖及其在当代水产养殖中的相对重要性作了简短的说明。

1.2 网箱和栅栏养殖及其历史

在鱼类养殖中，“网箱养殖”和“栅栏养殖”两个词语的词义有些混淆。这两个词语往往被交替使用，尤其是在北美。在北美，“海水网箱”和“海水栅栏”用于描述同一种养殖方法（例如 Novotny, 1975; Saxton 等人, 1983），或者一般性词语“围栏养殖”被用来描述可以更确切地叫做网箱或栅栏养殖的情况（例如 Milne, 1979）。网箱养殖和栅栏养殖均属围栏养殖，都涉及到将生物体拦截在一个包围的空间之中而同时保持水的自由交换。然而，这两种方法有区别。网箱四周全部或除顶部外，全部用网片包围，而栅栏养殖中，围栏体底部由湖底和海底构成（图1）。

同多数其他种类的水产养殖一样，网箱养殖也是在东南亚开始的，尽管人们认为其起始较晚（Ling, 1977）。看来至少是在两个国家中独立发展起来的。据 Pantalu (1979)，关于网箱养殖的最早记录源自柬埔寨；柬埔寨大湖区内及其周围的渔民常常把鲶鱼（*Clarias spp.*）和其他经济鱼类养在竹子或藤条箱/篮内，直到可以运往市场。人们给这种蓄养的鱼喂食残羹剩饭，结果发现鱼长得很快。自上世纪末以来，这种传统的养殖法得到采用，现已普遍应用于柬埔寨湄公河下游地区（Ling, 1977）。近年来，这种方法已从那里传播到越南、泰国和其他印度支那国家。

另一种类似的网箱养殖法使用浮动竹箱蓄养捕捉来的野生 *Leptobarbus heoveni* 鱼苗，自1922年起就在印度尼西亚占碑省蒙隆湖应用，后扩大应用到南苏门答腊省的其他地区。然而，还有一种形式的网箱养殖法似乎是在爪哇单独发展起来的。Vass 和 Sachlan (1957) 报道，在20世纪40年代初期，爪哇地区就将捕捉到的鲤科鱼蓄养在沉入水中的竹箱中。箱子通常用锚固定在有机质丰富的小溪流底上，蓄养的鲤鱼以溪流中的有机质和底栖生物为食生

长。然而,这种养殖法几乎仍然仅限于西爪哇岛和苏门答腊岛 (Sodikin, 1977), 对其他国家的网箱养殖几乎毫无影响。

1.3 目前的网箱和栅栏养殖法

近15年来,在内陆水域中进行网箱养殖的方法已扩大到全世界欧洲、亚洲、非洲和美洲35个以上的国家。到1978年时,已在网箱中试养了70多种淡水鱼类品种 (Coche, 1978a)。除了少数几个地区外,几乎所有地区都用尼龙、塑料、聚乙烯和钢丝网等新材料取代了木质和竹子材料,这些新材料虽然昂贵得多,但使用寿命长,水的交换性能好。目前使用的多数设计是浮动型的,依靠当地可以得到的材料(如木材、竹子等)或钢/塑料管制成的浮动圈,浮动圈上挂一张合成纤维网。还常用泡沫聚苯乙烯或油桶作为补充浮力。

网箱通常依靠木筏浮在水中,以锚固定在湖、水库或河床上,或通过一个木结构的栈桥与陆地相联(图2)。

在世界一些地区如中国和菲律宾,在有合适的泥底的浅水(<8米)中使用固定网箱(粮农组织, 1983)。合成纤维网袋系在打入水底层的桩上。这种结构建造时比较简单便宜,因为不需要建造浮动圈。浮动圈的建造占资本开支的50%以上(见国际发展及研究中心/东南亚渔业开发中心, 1979)。然而,固定网箱往往结构差,因而承受恶劣气候条件的能力也差。例如,1983年7月,菲律宾比科尔区布希湖上的固定网箱几乎全都被台风破坏,而多数浮动网箱得以保存。

在温带和热带水域中,利用网箱进行商业性养殖的约有10种鱼类,这些鱼名列在表1中。

栅栏养殖的起源比较模糊,但似乎也始于亚洲。据Alfarez (1977)和其他一些人,栅栏养殖始于20世纪20年代初期日本的内海海域,20世纪50年代初期被中华人民共和国采用于淡水湖鲤科鱼类养殖中,并在1968-1970年间被菲律宾渔业和水产资源局和内陆发展当局介绍到内湖湾和圣巴勃罗湖,用以养殖遮目鱼(*Chanos chanos*) (菲律宾农业和资源研究委员会, 1981)。

栅栏的建造大体上与过去一样,只是传统的竹片栅栏已由尼龙或聚乙烯网取代。网系在每隔几米竖立的木桩上,网底用长木钉钉在基层上。可以利用支撑物加强暴露处的结构。栅栏通常筑在浅水(<10米)中,深3-5米,面积1-50公顷(国际发展及研究中心/东南亚渔业开发中心, 1979)。选择软的底质较好。

内陆水域栅栏养殖法的发展和采用不如网箱养殖法那样引人注目,至今商业性使用这种方法的只有菲律宾、印度尼西亚和中国(Dela Cruz, 1980, 1982; Lam, 1982)。这些国家中养殖的主要品种是遮目鱼和鲤科鱼类(例如草鱼, *Ctenopharyngodon idella*; 鳊鱼, *Aristichthys nobilis*; 鲢鱼, *Hypophthalmichthys molitrix*, 见表1)。在匈牙利牛鞭湖

的栅栏中进行了一些鲤科鱼类栅栏养殖实验 (Muller, 1979; Muller & Varadi, 1980), 另外一些国家如孟加拉国和埃及对使用这种方法表示了兴趣 (Ishak, 1979; Karim 和 Haroud-al-Rashid Khan, 1982)。目前还正在菲律宾评估利用网片栅栏养殖罗非鱼的方法 (Guerrero, 1983)。

网箱由于面积较小 (一般为 1 000 平方米) 和较易管理, 其适用范围比栅栏广, 不仅可以用于把鱼类养到上市规格, 还可以用以繁殖和生产罗非鱼等鱼苗 (Pagan-Font, 1975; Rifai, 1980; Guerrero, 1983; Beveridge, 1984) 和放养捕食浮游生物的鲤科鱼类、银鱼和狗鱼等的幼鱼 (Bronisz, 1979; Jäger 和 Kiwus, 1980)。栅栏主要限于静止水域, 而固定和浮动网箱也用于河流和溪水中。然而在多数情况下, 两种体系都用于单品养殖。

1.4 网箱和栅栏养殖的利弊

网箱和栅栏养殖法与其他一些养殖法相比有一些优点 (表 1.2)。这两种方法利用现有水域, 需要的资本投入较少, 使用的技术简单, 因而受到农民和推广工作者的欢迎, 常用于各种发展计划中。这两种方法不仅可以主要用来生产廉价优质蛋白, 而且, 正如马来西亚和新加坡的情况那样, 还可以通过养殖和捕捞食浮游生物鱼类来清理富营养化的水域 (Yang, 已付印; Awang Kechik 等人, 已付印) 和在斯塔的纳维亚, 用来改善酸性湖的状况 (瑞典研究委员会, 1983)。这样, 尽管这两种方法的产量在目前的内陆水产养殖产量中仅占 5 - 10%, 但这方面的发展迅速。

然而, 人们对这些方法对环境的影响的关注在增加。人们认为精养加快了富营养化过程, 而粗养式网箱和栅栏养殖的记录是, 初期产量高, 随后产量数字下降。本报告下面各节对不同的围拦养殖法进行分类和讨论, 研究其对环境的影响, 并力图模拟内陆水域中网箱和栅栏养殖的作用。

第二章

网箱和栅栏养殖法的限制因素

2.1 分类

同其他养鱼法一样,网箱和栅栏养殖法可以根据投饵情况方便地归纳为粗养、半精养或精养。粗养完全依靠自然可得的饵料,如浮游生物、底栖生物、碎屑和漂流物,不提供任何补充饵料。半精养涉及添加通常是由当地可取的植物或农业副产品复合而成的低蛋白($<10\%$)饵料,以便补充摄取的天然饵料,而在精养活动中,鱼类几乎完全依靠外部提供的通常是以鱼粉为基础的高蛋白($>20\%$)饵料。

2.2 限制因素和各种问题

就种群数量而言,有几种因素限制着养殖品种范围和采用的方法。第一个限制因素是地理因素。初级生产量支配着水生食物系统中一切能量的相继转换(Barnes, 1980),已经表明,这种初级生产量与纬度有关(Brylinsky, 1980)。在执行了13年的国际生物学计划的报告概要中提供的资料说明了这种情况(Le Cren 和 Lowe-McConnell, 1980)。从温带(北纬23度至67度)到热带(北纬23度至南纬23度),产量有相当大的增加(图3),因此,热带水域为粗养和半精养式网箱和栅栏养殖创造了较好的机会。

在欧洲和北美,几乎没有粗养活动。在德意志联邦共和国,在池塘里进行了一些粗养式鲤科鱼类的生产(Bohl, 1982)。然而,欧洲的粗养式网箱养殖主要限于利用光诱法吸引浮游动物来培养食浮游生物的幼鱼(Bronisz, 1979; Uryn, 1979; Jager 和 Kiwus, 1980)。在美国,最近的网箱粗养鳙鱼实验表明结果令人失望,鱼生长慢,且成活率低,因而经济前景差(Engle, 1982)。

粗养和半精养法仅适用于以浮游生物或以底栖生物、碎屑或漂流物为食的鱼类,不适用于蛋白需要量高或解剖、生理或习性上不适应处理上述食物的鱼类。肉食性鱼类如鲑科鱼类和多种鲶科鱼(例如 *Ictalurus punctatus*, *Pangasius sutchi*),不采用精养法投喂以鱼蛋白为主的基础饵料,就无法成功地养殖(参见 Cowey, 1979)。各种罗非鱼的蛋白质需要量较低,因而其中许多似乎适合于网箱粗养,其实不然。所有的罗非鱼都有颌齿和咽头齿,其大小、结构和移动性各不相同(Trewavas, 1982),从而影响着他们摄食的食物种类和粒径。采用粗养法时,食微生物的品种如尼罗罗非鱼、莫桑比克罗非鱼和奥利亚罗非鱼的生长情况比食大型生物的

品种如齐氏罗非鱼和 *T. rendalli* 的好 (Coche, 1982; Pullin, 已付印)。

就天然饵料的可得性和种类而言, 栅栏和网箱之间以及激流和静水之间有着重大的区别。养在栅栏中的鱼类可以摄食底栖生物。已有一些证据表明, 某些鱼在栅栏中比在网箱中生长得好。可能正是由于这些原因以及栅栏的规模, 在栅栏中不采用精养法。在温带和热带水域中, 静水中的初级生产量通常比激流中的低 (图3), 能量投入主要是外来 (或外部) 的而不是固有的 (或内部的) (Minshall, 1967; Knoppel, 1970; Fisher 和 Likens, 1973; Dudgeon, 1982)。流水中的固有的生产主要是由附着植物——大型植物和水中附着生物进行, 小型浮游生物群落几乎不作任何贡献, 有机质通过碎屑和底栖的大、小型植物和动物群落处理 (Fahy, 1972; Dela Cruz 和 Post, 1977; Blackburn 和 Petr, 1979; Dudgeon 1982a)。所以, 多数流水中很少有以浮游生物为饵料的鱼类, 网箱中养殖这类鱼而不补充投饵, 很可能不行。最近在马来西亚丹河进行的鳙鱼粗养实验证实了这一点 (Othman 等人, 已付印)。网箱中放养了体重为 25.3 克的鱼, 放养密度为 15 尾/米³。在 2 个月的试验期中, 95% 的鳙鱼死去, 成活的平均重 19.5 克。

然而, 在有些情况下, 食浮游生物的鱼类可以在流水中放养。菲律宾的比科尔河源于布希湖。在比科尔河的上游水域中, 湖中排出的浮游生物充足, 可以在不进行补充投饵的情况下进行尼罗罗非鱼的网箱养殖 (Job Bisuña, 私人通讯) (图4)。

富有某些有机物质的小河与受到污染的溪流相比, 其底栖生物群落多, 而且漂流物中携带的碎屑和昆虫也多。这种地方可能最适合于粗养和半精养鲤科鱼和鲶科鱼类等杂食性鱼类, 如印度尼西亚和泰国进行的养殖活动那样 (Vass 和 Sachlan, 1957; Ling, 1977)。然而, 受到严重污染的地方因含氧量低而不适合这种养殖, 含氧量低会妨碍生长和造成鱼类死亡。

但是, 在流水湍急的河流中, 精养或半精养法不可取, 因饵料流失过多。虽然可以使用投喂饵料的封闭水面以减少饵料损失 (Coche, 1979), 但流水缓慢的低地或三角洲这样的地点更可取。

还有一些经济和技术问题对世界不同区域内陆水域采用网箱和栅栏养殖的规模和方法有很大的影响。虽然精养的目的很清楚——增加单位用水面积的产量, 降低劳动成本等, 但只有在养殖的鱼类能够获得足够高的价格, 从而在收获时能够产生一笔利润, 精养或围栏养殖法才是可行的。根据水产养殖发展和协调计划最近发表的资料, 饵料占精养业务成本总额的 40-60%。然而, 为使养殖业产生利润, 水产养殖发展和协调计划建议, 饵料成本应不超过鱼类的生产成本成本的 20%。西欧和北美就是这种情况。在西欧和北美, 精养肉食性鲑科鱼类和鲈鱼类是可行的, 因为这些鱼类的市场价格高。但是, 热带就不是这种情形。虽然已研制成罗非鱼和印度鲤科鱼等鱼类的精养饵料 (Jauncey 和 Ross, 1982; 水产发展和协调计划, 1983), 但至今未产生多大商业影响。例如, 在菲律宾的内湖省, 1982 年零售商支付的罗非鱼价格幅度

为每公斤 7.55 比索至 11.50 比索，取决于鱼的规格和季节 (Aragon 等人, 1983)，而在比卡尔区，价格幅度为 3.75 比索至 5.40 比索 (Escover 等人, 1983)。因此，按照水产养殖发展和协调计划的指导方针，内湖省的精养饵料价格必须保持在每吨 1 520 比索至 2 300 比索 (100 美元至 150 美元) 之间，而比卡尔区必须保持在每吨 750 比索至 1 080 比索 (50 美元至 72 美元) 之间，这些数字大大低于水产养殖发展和协调计划估计的适用于罗非鱼精养的蛋白含量为 27% 的饵料的生产成本 (每吨 320 美元)。许多其他热带国家的罗非鱼和鲤科鱼价格也与此相似。因此，精养饵料尚未成为一种可供广泛应用的选择。但在东南亚一些地区可找到一些例外的情况。例如，在中国台湾省有多种质量不同的罗非鱼饵料。在中国台湾省，几乎所有的罗非鱼养殖都采用精养法 (R.S.V. Pullin, 私人通讯)。

饵料加工和储藏的技术问题可能妨碍已被证明在经济上可行的网箱和栅栏精养业的发展，在热带尤其是这样。例如，玻利维亚网箱精养虹鳟鱼工作的扩展由于可以购买到的饵料质量差而面临着种间问题 (Beveridge, 1983)。据报道，产生黄曲霉毒素的曲霉菌种造成饵料污染，给非洲和东南亚的罗非鱼养殖场带来了问题 (Roberts, 1983; Olufemi 等人, 1983)。

在世界许多地区，鱼苗和鱼种生产是尚需解决的主要技术问题。在菲律宾、中国台湾省和印度尼西亚，许多种鱼如遮目鱼 (*Chanos chanos*) 的繁殖仍然依靠季节性选择野生鱼苗，尽管在实验室条件下已成功地产卵 (Liao 和 Chen, 1979; Lam, 1982; 菲律宾农业和资源研究委员会, 1982)。有些地区过度捕捞野生鱼苗已导致出现短缺、价格高涨，抑制了该养殖业的发展。

随着养鱼业的发展，孵化场的产量必须适应生产者的需要。在菲律宾，过去五年中对网箱养殖罗非鱼的兴趣高涨，导致了对鱼种的需要大幅度增加 (Guerrero, 1982)。虽然孵化场生产正在同步发展，但人们对大量的鱼种正由后院孵化场生产日益表示关注 (Pullin, 已付印)。购买生长缓慢的鱼苗的养鱼者使其养殖业遭受风险。渔业和水产资源局目前正在通过由新怡诗夏省中吕宋国立大学的孵化场提供商品孵化器和优质怀卵鱼，以最大程度地减少出现上述那种情况的危险 (Broussard 等人, 1983)。

上述问题多数是以陆地为基础 (如池塘、水槽和长条鱼池) 和以水域为基础的水产养殖共有的问题。然而，有一些问题是网箱和栅栏养殖特有的，这些问题搞垮了这种养殖业或阻碍了其发展。在菲律宾的一些例子中，网箱和栅栏建立在高度富营养的湖中，由于藻类水华后的死亡及随后藻类的腐烂至使水脱氧，经常造成鱼类大量死亡 (Barica, 1976; 菲律宾农业和资源研究委员会, 1981)。在内湖湾，鱼类大量死亡的现象自 20 世纪 70 年代初期以来几乎每年都有，最糟的一次是 1975 年，造成 5×10^6 条遮目鱼死亡。到 1981 年时，该湖中 73% 的鱼栅栏出现过鱼类大规模死亡的情况 (菲律宾农业和资源研究委员会, 1981)。

有毒的工业污染也可能产生种种问题。1983 年 11 月，内湖湾西部水域受到严重污染，

杀死了面积为30公顷的鱼栅栏和网箱中价值1·5亿比索的遮目鱼和罗非鱼(来源: Bulletin Today, 1983年11月10日)。受污染的水看上去既黑又油,当地养殖者责备是由工业污染源造成的。

网箱和栅栏养殖业遇到的其他问题包括暴风雨等造成的损坏、偷窃和恶意破坏(Coche, 1979, 1982; 菲律宾农业和资源研究委员会, 1981)。在菲律宾, 1983年7月一次台风摧毁了南吕宋和中吕宋比科尔省、内湖省和黎刹省湖中的许多养鱼场。许多经营者至今没有能力重建其鱼场, 因为所需的成本太高。

菲律宾的罗非鱼网箱养殖者认为偷窃和恶意破坏是他们遇到的主要问题(Escover 和 Claveria, 1983)。虽然养鱼场不可能因此而关闭, 但其发展可能受到限制, 因为经营者往往不愿意将围养地点选在离家很远的地方, 而且可行性也会因保卫工作开支的增加而受到影响。

2·3 小结

鱼类的网箱和栅栏精养主要限于温带发达区域, 高档的肉食性品种依靠昂贵的鱼粉复合的高蛋白饵料生长。精饵料在热带的鱼类养殖中并非必需, 因为许多有重要商业价值的鱼类如罗非鱼、鲤科鱼和遮目鱼喜食天然大型植物、浮游生物和碎屑产物。用成本低和蛋白质含量低的农副产品或废弃物生产的补充饵料获得广泛利用以便提高产量。有一些技术问题阻碍着精饵料的发展。然而, 即使在已经研制成适合于精养的全价饵料的一些国家中, 这种饵料因价格昂贵而通常使用面不广(Guerrero, 1982)。普遍养殖的多数鱼类零售价格低, 养殖者获得的利益小。

中国台湾省似乎是不多的几个例外之一。在台湾省可以买到许多种商业性罗非鱼和遮目鱼饵料(R.S.V. Pullin 和 J. Kuo, 私人通信)。然而, 台湾省地处亚热带, 热带鱼类的生长季节短, 可供发展水产养殖的水土资源有限。因而, 鱼类精养经济效益高。况且, 中等消费者(其人数众多)愿意多花钱买精养法生产的鱼, 因为这种鱼没有泥土味, 而池塘和湖水条件下粗养或半精养生产的鱼往往有这种泥土味(J. Kuo, 私人通信)。如果发展价格高的肉食性品种如养殖虾虎鱼(*Oxyeolotris marmorata*), 或精养和半精养/粗养方法应用于同一水域, 则在热带进行精养式网箱和栅栏养殖活动也是可行的(见下文第5章)。

向养殖部门提供优质鱼苗以及不利的气候条件、偷窃、恶意破坏和污染问题, 影响着世界各地网箱和栅栏养殖业的发展及其可行性。静水水系似乎给围栏养殖提供了最大的潜力。有机质丰富的溪流和流速缓慢的河流在一定程度上提供了进行半精养的潜力, 但由于浮游生物含量低, 多数粗养方式不适用, 而且流速较高及与其相联系的饵料损失使网箱或栅栏精养法不切合实际。

对环境的影响

3.1 引言

在一片水域中进行网箱和栅栏养殖对环境会产生影响,这种影响可能导致冲突,因为内陆水域往往而且日益承受着其他使用者的压力和用于多种多样的目的。这种影响会导致产生有害的反馈机制,从而限制养殖单位的数量、限定养殖的品种和抑制生产。在湖泊、水库或河流中开展网箱和栅栏养殖活动,还会因需要建筑材料而在养殖点附近以外的范围内产生影响(Cariaso, 1983)(见下文3.3.3节)。

围拦体通过其物理形体的存在和因养殖方法(粗养、半精养和精养)和养殖的品种而引起的水体物理、化学和生物特性的变化,对水域产生影响。

3.2 围拦体结构对环境的影响

网箱和栅栏物体对水域的影响主要有三种:占居空间,从而可能与其他使用者竞争;改变支配着输氧、沉积、浮游生物和鱼的幼体的水流情况;影响养殖点的观赏质量。

3.2.1 空间

围拦体可能与湖泊和河流渔业竞争空间。例如,静止的网箱和栅栏限于7米或更浅的浅水区,大致上与多数湖泊和水库中出现生根的挺水和沉水植物植被的沿岸区相吻合(Goldman和Horne, 1983)。这些区域是一些具有重要商业价值的鱼类的重要产卵场,如喜食植物的鲤科鱼类和狗鱼(Braum, 1978)和底层产卵的齐氏罗非鱼(*T. zilli*), *T. rendalli*和 *O. macrochir* (Ruwet, 1962; Philippart和Ruwet, 1982)等等。得以避免肉食者的沿岸生物区也是许多种鱼的鱼苗和幼鱼的重要生长场所。

菲律宾的内湖湾于20世纪60年代后期开始网箱和栅栏养殖遮目鱼和罗非鱼(菲律宾农业和资源研究委员会, 1981)。从那时起,尽管遭到周期性台风和鱼群死亡的破坏,这些养殖业已兴旺起来(图5)。内湖开发局努力管理这种养殖业,避免与渔民和当地村民发生冲突,方法是颁发一系列法令(共和国法第4850号,总统法令第813号和决议第9号, 1976; Agbayani, 1983)。将该湖的一些水域划为鱼栅栏带,把生产限制在这些水域内。鱼栅栏带