第7卷第3期
1995年9月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol. 7, No. 3
Sep., 1995

东太湖围栏养殖及其环境效应

杨清心　李文朝
(中国科学院南京地理与湖泊研究所，南京 210008)

俞　林
(江苏省吴县水产局水产科技推广站，苏州 215000)

魏　军
(江苏省吴江市水产局，吴江 215200)

提要　东太湖是太湖东南部一个草型湖湾，面积 131.25km²，水草丰盛，水质良好，渔业资源丰富，但由于多种原因，捕捞渔业产量仅有 1700t/a 左右。自 80 年代以来兴起的围栏养殖渔业到 1992 年时已发展到 1007.9hm² 的规模和 1870t 的总产量，年产值 1485.23 万元，利润率达 45.1%。与此同时，也引起了 634.4hm² 水生植被的毁坏和水质污染等环境生态负效应。在现行的三种围养模式中，大网围放牧式养殖因过低的生产能力和破坏大面积水生植被而应予以淘汰；小网围精养具有较高的经济效益，但由于污染较严重，应限制其规模并调整其分布以减轻污染程度；网围养蟹以其高利润率和轻污染及对水生植被破坏较轻而具有较大的发展潜力，应予科学引导。同时探讨青虾等的养殖技术以增加水产品的多样性。

关键词　东太湖　网围养殖　环境效应

东太湖是太湖东南隅的一个草型湖湾，面积 131.25km²，平均水深 1.07m（水位 3.07m 时）。它是太湖的主要泻水通道[1]，平均换水周期只有 10d 左右，来自西太湖的水流给它带来了丰富的营养物质[2]。年均水温 17.1℃，一年内水温高于 20℃的日数长达 150d 以上，对水生生物生长较为有利。水生植被覆盖面积 124.9km²，年生产草食性鱼类饲草 588207t，为草食性鱼类养殖提供了大量的天然饲料。湖水透明度高、溶氧充足，水质为中营养类型[2]，浮游动、植物现存量仅 1.45mg/L 和 2.85mg/L，初级生产力以水生高等植物为主[3]。与水生植物共生的大型软体动物资源较为丰富，平均现存量高达 110g/m²[3]，是河蟹优越的栖息环境，并可提供部分优质饲料。

东太湖既具备优良的水质和栖息环境，又有丰富的天然饲料资源，为发展渔业生产提供了良好的基础条件。自古以来东太湖水产资源丰富，盛产河蟹、青虾、鳜鱼、河鳗等名贵水产品，但总产量在 80 年代初只有 1700t/a 左右，10256 个专业渔民人均产量约 166kg/a。

为探索开发利用东太湖渔业资源的新途径，中国科学院南京地理与湖泊研究所于 80 年代初在东太湖建立试验站，与中国水产科学院淡水渔业研究中心等共同协作，先后开展了网围养殖草食性鱼类（草、鳊鱼、团头鲂）和河蟹养殖试验并获得成功，至 1992 年小面积网围养

来稿日期：1993 年 12 月 9 日；接受日期：1994 年 3 月 27 日。
作者简介：杨清心，女，1954 年生，助理研究员。1985 年兰州大学生物系研究生毕业，现主要从事湖泊生物学研究。已发表"伊乐藻在东太湖的引种"等论文数篇。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

鱼、养蟹已发展到 1007.9hm²，产量、产值和利润均超过天然捕捞渔业。这不仅较好地利用了东太湖渔业资源，而且提高了渔民的经济收入，减轻了捕捞压力，有利于自然增殖，1993 年天然捕捞渔业产量增至 2476t。与此同时，草食性鱼类的网围养殖和大量投饲引起了局部水生植被的破坏和环境污染[4~6]，影响到渔业资源的再生和持续利用。本文通过对东太湖网围养殖渔业发展过程的回顾和对三种围养模式的生产能力、经济效益及其环境生态效应的对比分析，提出了调整围养模式、规模、结构与合理布局的初步意见，旨在提高网围养殖渔业的经济效益和减轻其对水体生态环境的负效应，确保渔业资源的再生和持续利用。

1　渔业资源开发的发展过程

70 年代初期，东太湖的渔业生产仍然为单一的捕捞渔业。70 年代后期沿岸围垦区的池塘养鱼业发展较快，湖内水草被大量收割用作草食性鱼类的饲料[3]，1992 年养鱼产量已达 24205t。湖内曾每年进行鱼、蟹人工放流，但随着鱼蟹价格上涨，捕捞强度猛增，渔业管理困难，也难以达到应有的增产效果。

1982 年东太湖草食性鱼类的网围养鱼试验成功后，1984 年在沉水植被区建立了示范区，优越的水动力学条件使得网围区保持了良好的水质和充足的溶解氧，在以水草为主饲料并辅以精饲料的条件下，先后取得了 15000kg/hm² 和 30000kg/hm² 高产量[5]，收到了较好的经济效益。

围栏养鱼很快被当地渔民所接受，1984 年建立了大型围栏养鱼区，占水面 264.7hm²，以围栏内的水生植物等天然饲料为基础，生产草、鳊、鲤、鲫等鱼类共计 119.5t，产值达 57.5 万元，利润率为 6.28%。1985 年扩大到 1117.4hm²，总产量 795.2t，总产值 372.6 万元；但利润率下降到 2.07%。1986 年和 1987 年出现连续两年亏损。而同时示范区的小面积网围高产技术显示了其高产高效的优越性，太湖渔业管理委员会又从行政措施上予以政策性干预，从此这种放牧式大围栏粗养渔业便衰退了(图 1)。到 1992 年仅残留 367.4hm²，产量128.7t，产值 63.13 万元，仅占东太湖围栏养殖总产量和总产值的 6.88%和 4.25%(表 1)。

表 1　1992 年东太湖围栏养殖渔业统计

Tab. 1　Data of pen-fish-farming in East Taihu Lake in 1992

养殖类型	面积		产量		产值		利润	
	(hm²)	(%)	(t)	(%)	(10⁴元)	(%)	(10⁴元)	(%)
大围栏低密度养鱼	367.4	36.4	128.7	6.9	63.13	4.2		
小网围高密度养鱼	267	26.5	1662	88.9	815.28	54.9	314.55	46.9
网围养蟹	373.5	37.1	79.3	4.2	606.82	40.9	355.86	53.1
合计	1007.9	100	1870	100	1485.23	100	670.41	100

1988 年小网围精养草食性鱼类进入生产性推广阶段，当年建成网围近百只，总面积 74hm²，总产量达 281.6t，产值 125.23 万元，利润率 30.54%。这种养殖方式能充分利用湖内的水质条件和渔业环境资源，采取高密度放养，以投饲为主，还割取围外水草补充，因而取得了较高的产量和经济效益，得到了迅速发展(图 1)。1992 年时网围数已达 525 个，总面积

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

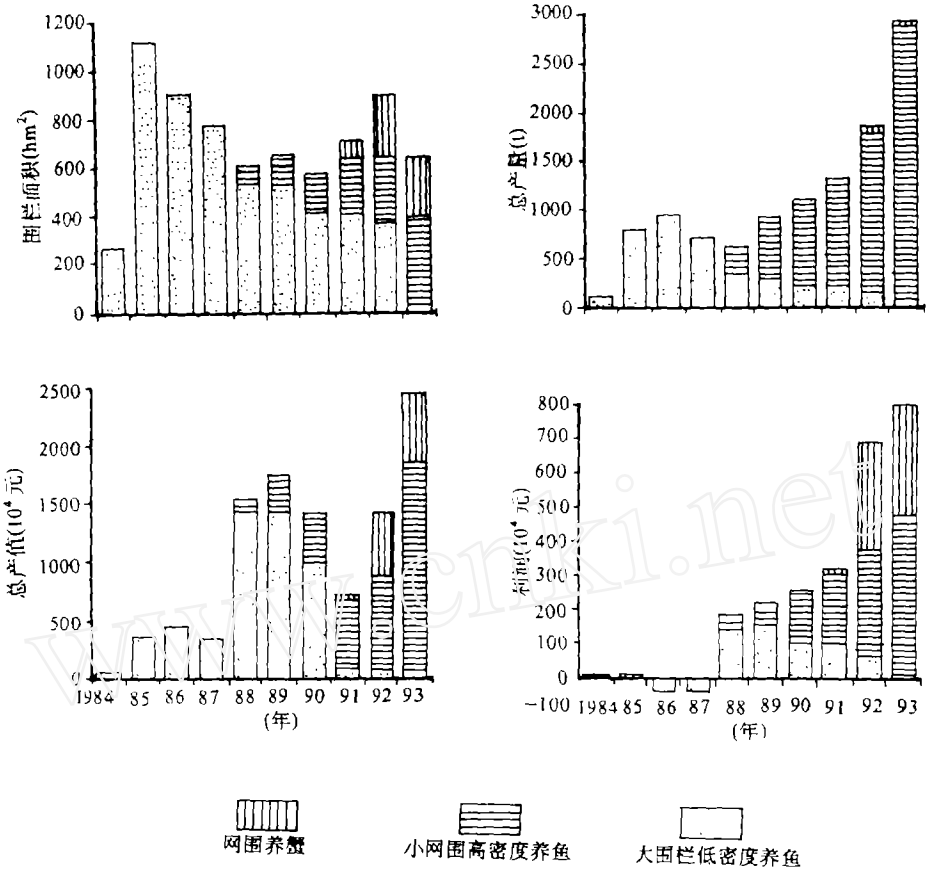

图1 东太湖围栏养殖渔业的兴起与演变趋势

Fig. 1 Development of pen-fish-farming in East Taihu Lake

267hm²，总产量1662t，单产6225kg/hm²，总产值815.28万元，利润率提高到了38.6%，产量、产值和利润分别占东太湖围养业的88.9%、54.9%和46.9%(表1)。这是一种高投入、高产出的养殖方式，近几年来，饲料和网围材料的大幅度涨价使得生产成本增加，而鱼价则涨幅不大，加之鱼病流行，抑制了小围栏精养渔业的进一步发展，产量和产值的提高主要靠增加单位面积产量来实现(图1)。

由于人们对于高档水产品河蟹需求量剧增，三年来涨价10倍左右，这就引起了东太湖围栏养殖业向养蟹迅速转移(图1)。1991年在吴县水产局和吴江市水产局的倡导下开发了生产性网围养蟹，当年建立网围61只，计74.6hm²，总产量达7.25t，总产值42.44万元，利润率为37.5%。1992年发展至301只网围，产量、产值大幅度增加，利润率增至58.6%，远超过了网围养鱼，产值和利润分别占东太湖围栏养殖业的40.9%和53.1%。由于具有投资少、效益高的的优势，网围养蟹在东太湖呈迅猛发展的势头。

至此，东太湖围栏养殖业已发展到1007.9hm²，虽然只占东太湖总面积的7.6%，但却提供了1870t的总产量，单产为2194kg/hm²，远远超过了捕捞产量(187.4kg/hm²)，总产值和利润也超过了捕捞渔业。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2　几种围养方式的效益评估

东太湖草食性鱼类的大围栏放牧式养殖、小网围精养和网围养蟹三种养殖方式,由于其养殖规模、品种、密度以及饲料来源和消耗量不同,在生产能力、经济效益和环境生态效应方面均有显著差异(表2)。

表2　1992年东太湖三种围栏养殖方式的生产能力、经济效益和环境生态效应的比较分析

Tab. 2　Comparative analysis on the three pen-fish-farming types of their productivity, economic efficiency and environmental effects

项　目	大围栏低密度养鱼	小网围高密度养鱼	网围养蟹
平均单围面积(hm^2)	6.12	0.51	1.24
放养种类	从小网围逃出的鱼种	草鱼74%,鳊鱼23.6%	河蟹
放养密度(kg/hm^2)		2263.5	50.3
饲料来源	天然饵料	人工投饲	补充投饲
投饲量(t)	0	水草31644,陆生饲草717.3、饼、谷类2152	水草198,小杂鱼120.7、饼、谷类264
收获产量(kg/hm^2)	351	6225	212.3
产值(元/hm^2)	1718	30535	16245
利润(元/hm^2)		11781	9527
利润率(%)		38.6	58.6
污染物释放总量(t)		N170.73,P20.74	N14.91,P1.96
万元利润污染量(kg)		N542.8、P65.9	N41.9,P5.5
对水生植被的影响	围内基本丧失	围内毁灭,影响围外	围内轻度影响

2.1　草食性鱼类的大围栏放牧式养殖

这种大型围栏平均面积近百公顷,以围内水生高等植物及其周丛生物等天然饲料为基础,载鱼密度很低。新建围时,其内饲料资源较为丰富,除自然繁殖和鲤、鲫鱼外,还投放部分草、鳊鱼,产量达600kg/hm^2以上,分别获得6.7%和2.1%的利润率。由于鱼类对水生高等植物的摄食和破坏,围内可食性水草种类迅速消失,残留的狐尾藻等水草不被草食性鱼类所食用。资源的枯竭导致养殖业失败。1988年在这些大型围栏区中,建立了许多小面积精养网围。此时大型围栏中不再投放鱼种,而仅仅靠从小网围中逃逸出来的部分草、鳊鱼种,并利用从小网围中漂散出来的饲料,维持较低的生产能力。1992年仅获得35kg/hm^2的产量。

由此可见,在草型湖泊中,这种草食性鱼类的大围栏放牧式养殖是一种落后的养殖方式,它不仅生产能力和经济效益低下,最为重要的是它毁坏了大面积水生植被,使得围栏内的天然饲料资源枯竭,难以实现渔业资源的再生和持续利用。

2.2　草食性鱼类的小网围精养

小型围栏大多为网围,面积在1hm^2以下。由于草、鳊鱼放养密度超过1500kg/hm^2,围内水生高等植物在数日内便被彻底毁灭,主要依靠投喂大量水草、陆生饲草和精饲料来满足饲料需求。这种养殖方式生产效率很高,平均产量已超过6000kg/hm^2,产值超过30000元/hm^2,利润率达38.6%。但由于大量投饲,残余饲料和鱼类排泄物不仅严重污染了

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

围内的底泥和水质[4,6]，引起夏季低水位时湖水缺氧和流行病的发生[5]，而且由于水流引起的污染物扩散，在一定程度上影响到周围的水质。1992年东太湖网围养鱼共投喂水草、旱草和精饲料34513.3t，含氮、磷量分别超过200t和27t，但以鱼产品形式输出的氮、磷仅占投入量的14.9%和25.5%，氮、磷污染量超过170t和20t，万元利润的氮、磷污染量超过540kg和65kg(表2)。

小网围精养是一种较为先进的养殖方式，由于产量较高而占用湖面积较少，毁坏水生植被的面积亦较小；较大强度地收割利用了围外水生植物，降低了饲料费用，经济效益较好；同时对于水体生态环境的污染也是不可避免的。在适当限制网围总面积及外源饲料投入量、合理布局的情况下，通过这种养殖方式可以实现草型湖泊内渔业资源的再生和持续利用。

2.3 网围养蟹

河蟹不仅摄食部分水生植物，而且与水生植物的周丛生物关系更为密切①。养殖网围的尺度变化较大，因为捕蟹多采用静态渔具——地笼①，网围的大小并不影响捕捞难度。虽然放养密度很小，但网围内的天然饲料资源有限，须投喂部分野杂鱼类和植物性饲料。河蟹收获量并不高，但蟹价是鱼价的十几倍，利润超过9000元/hm^2，利润率高达58.6%，远高于网围养鱼(表2)。

在环境生态效应方面，养蟹对水生植被影响较小；由于养殖密度和投饲量均较小，网围养蟹的总污染量和万元利润污染量均不到小围栏养鱼的1/10(表2)；但养蟹的总利润已经超过了小网围养鱼(表2)，单位面积利润已达小网围养鱼的81%。

草型湖泊中的网围养蟹是一种可以盈利和水体生态环境保护兼得的养殖方式，它因高利润、低污染和对水生植被影响较小而优于网围养鱼，只是围内水生植物的生产力未能得到很好的利用。只要合理控制放养密度，网围养蟹一般并不影响渔业资源的再生和持续利用。

3 东太湖渔业资源开发的优化调控

东太湖地处长江三角州经济和淡水渔业发达地区，近几十年来草食性鱼类的供应量比较充足，尤其是东太湖沿岸的数千公顷鱼池，终年生产鱼产品2万多吨，因而鱼产品生产并非东太湖围栏养殖业的首要任务。与此相反，由于对河蟹、青虾等名贵水产品的市场需求量急速增加，价格异常升高；同时考虑到东太湖现有的三种网围养殖方式在生产能力、经济效益和水体环境生态效应上的特点，从提高经济效益及保护渔业资源和生态环境的观点出发，提出如下对东太湖网围养殖业的优化调整意见。

(1) 淘汰草食性鱼类的大围栏放牧式养殖。这样仅减少围栏养殖总产值的4.2%，就可减少网围面积36.4%，增加水生饲草生产面积367.4hm^2和大约30000t的年生产量，将其用作草鱼饲料时价值约120万元，高于大围栏养鱼的总产值。

(2) 限制和调整小围栏精养面积。为了减少总污染量，应将其面积控制在现有的水平上，通过提高单产来增加总产量；加强对湖内茭草和马来眼子菜的收割利用，并栽种耐寒沉

① 吴江市水产局。东太湖网围养蟹试验资料汇编。1992:40。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

水植物伊乐藻来取代早春陆生饲草黑麦草[7],争取将每净产1kg鱼的精饲料消耗量控制在2kg以内;将小网围的分布区由沿岸带移向湖心区,利用湖心区较强的水流促使污染物稀释扩散[4,5],以减轻污染程度,亦有利于改善围内水质,增加载鱼量和降低死亡率。

(3)发展以河蟹和青虾为主的特种水产品养殖。沿岸水浅,风浪小,透明度较高,适宜于特种水产品养殖。目前限制东太湖网围养蟹发展的关键因素有二,即蟹种供给和回捕率。蟹种供应量不足降低了现有网围设施的利用效率;蟹种质量不高导致高死亡率,在生境条件的选择控制和饲养管理方面经验不足,回捕率低。应对东太湖网围养蟹加强科学指导,从蟹种培育和河蟹养殖生态学两个方面深入开展研究工作,争取将回捕率提高到50%以上,以增加产值和利润率。同时加强对青虾、鳜鱼、加州鲈鱼等的网围养殖研究与推广工作,增加水产品的多样性。

参 考 文 献

1 黄漪平等.太湖水质现状及其变化趋势.中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第9号.北京:科学出版社,1992

2 杨清心,李文朝.太湖藻类水华盛发期水质富营养化状况的Fuzy聚类分析.南京林业大学学报(生态专集),1991,15(增刊):121～127

3 李文朝.东太湖沉水植被的演替趋势及其生态对策.中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第9号.北京:科学出版社,1992

4 季　江.太湖围网区悬移质状况及其对鱼类的影响.中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第7号.北京:科学出版社,1990

5 袁静秀.东太湖网围区的水位及其与鱼类生长的关系.中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第6号.北京:科学出版社,1989

6 陶桂荣.东太湖网围养鱼试验对底质的影响.湖泊科学,1990,2(2):61～65

7 杨清心,李文朝.伊乐藻在东太湖的引种.中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第6号.北京:科学出版社,1989

PEN-FISH-FARMING DEVELOPMENT IN EAST TAIHU LAKE AND ITS EFFECTS ON LAKE ENVIRONMENT

Yang Qingxin[1]　Li Wenchao[1]　Yu Lin[2]　Wei Jun[3]

(1: *Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing* 210008

2: *Aquacultural Science Application Station of Wuxian County, Jiangsu Province, Suzhou* 225000

3: *Aquaculture Authority of Wujiang City, Jiangsu Province, Suzhou* 215200)

Abstract

East Taihu Lake, belonging to part of Taihu Lake, is located in the southern Yangtze River delta. It is a shallow lake with a mean depth of 1.67m, a surface area of 131.25km^2, and 124.9km^2 of aquatic vegetation. Although sufficent dissolved oxygen, mesotrophic water and annual mean temperature of 17.1℃ might bring high potential fish productivity to the lake, yet the natural fishing yield has been still keeping at about 1700t/a.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Pen fish farming began in 1984 and developed very rapidly in the last decade. By 1992, it had reached 1007.9 hm^2 in total area, 1870t in total yield, 14.85 million RMB Yuan in output value and got a profit rate as high as 45.1%. At the same time, it had destroyed 634.4 hm^2 of aquatic vegetation and produced 185.64 t of nitrogen, 22.7 t of phosphorous and a large amount of organic pollutants to the lake.

Large-scale pen fish farming should be forbidden because it may destroy large area of aquatic vegetation (367.4 hm^2) and lead to very low fish yield (128.7 t) and output value (0.63 million RMB Yuan). Small-scale pen fish farming destroyed less aquatic vegetation (267 hm^2) but gave much more higher fish yield (1662 t) and output value (8.15 million RMB Yuan). About 31644 t of aquatic macrophyte was harversted from the lake and used as fish food, and 2869 t of grain and grass was also added in. It caused a total pollution load of 170.73 t in nitrogen and 20.74 t in phosphorous for the lake as a result of which for every 1000 RMB Yuan of profit 542.8 kg nitrogen and 65.9 kg phosphorous to the lake, so that small pen fish farming should be limited and carefully managed. Crab culture gave high output value (16245 RMB Yuan/hm^2) and the highest profit rate (58.6%), and brought about much less pollutants to the lake and had less effect on the aquatic vegetation. Detailed studies are needed to improve crab culture technique and promote its development in East Taihu Lake.

Key Words East Taihu Lake, fishery development, environmental effects, pen fish farming

《中国淡水鱼类检索》出版

《中国淡水鱼类检索》由朱松泉研究员编著，江苏科学技术出版社出版，大32开本，52万字，549页，喷塑软面精装，定价29元。

全书共记载淡水鱼类1010种，隶属于268属、53科、19目，其中新增加的新属9个，新种156个，新记录14属56种，合计23属212种(不包括补遗的2属13种)，是迄今收集资料最全，记述种类最多的我国淡水鱼类检索书籍。

1. 检索表采用对应式顺号编排，包括目、科、属、种的检索。各种均附有简图，作为文字检索的补充。凡分布地有"*"者系人工引入，以区别于自然分布。附中文名、拉丁名索引。

2. 资料收集至1992年，1992年以后发表的新属、种在补遗中列出，计2属13种。

3. 为方便读者，附录编入了鱼类采集及鱼标本的制作和保存；鱼类生物学研究的常用指标和公式；从国外引种国内的淡水养殖鱼类；国家重点保护水生野生动物名录；现生鱼类数量等。

欲购者请函至：南京市北京东路73号南京地理与湖泊研究所朱松泉，邮编210008。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net