

# 东太湖养殖渔业可持续发展的思考<sup>\*</sup>

吴庆龙

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

**提 要** 东太湖是长江中下游典型草型湖泊, 渔业资源丰富, 水质良好, 具有渔业、泄洪、供水等重要功能, 作为我国最早开始网围养殖等养殖渔业开发的湖泊之一, 在促进我国湖泊渔业的发展等方面起到了重要作用, 但是养殖渔业的快速发展也带来了一定的负面影响, 影响了湖泊渔业等的持续发展. 本文以东太湖作为我国淡水湖泊的典型代表, 在分析其主要资源及环境特征的基础上, 重点分析网围养殖与环境之间的关系, 剖析养殖渔业存在的主要问题, 提出了相应的湖泊渔业养殖承载力资源环境模型, 并就未来湖泊渔业发展提出建议.

**关键词** 东太湖 渔业 网围养殖 持续发展

**分类号** S931

以网围养殖为主的养殖渔业是我国淡水渔业发展的一个重要生长点, 自从20世纪80年代在浅水湖泊中普遍开展生产性网围养殖以来, 发展顺利, 取得了极其显著的经济效益和社会效益<sup>[1,2]</sup>. 与此同时, 由于缺乏科学的引导和系统全面的规划, 网围养殖的盲目发展对湖泊环境和水利、航运等产生了一定程度的不良影响<sup>[3-5]</sup>, 可持续发展湖泊养殖渔业已成为必需考虑的现实问题.

东太湖是长江中下游典型浅水草型湖泊, 又是我国最早开展网围养殖渔业的湖泊之一, 伴随东太湖网围等养殖渔业的迅速发展, 湖泊环境质量下降, 湖泊沼泽化和富营养化现象渐趋严重<sup>[6-8]</sup>, 不仅危及东太湖的泄洪、供水等功能, 而且影响渔业的自身发展. 如何合理发展长江中下游地区湖泊网围等养殖渔业已经成为重要课题. 针对这一问题, 本文以东太湖为代表, 在分析东太湖渔业发展的基础之上, 重点论述了湖区养殖渔业与环境之间的关系, 分析了目前渔业发展存在的主要问题, 提出了相应的对策, 以期为我国浅水草型湖泊渔业资源持续利用与管理提供参考.

## 1 东太湖概况

东太湖是太湖东南部东山半岛东侧的一个湖湾(30°58′-30°07′N, 120°25′-120°35′E), 隶属江苏省吴江和吴县两市管辖(图1). 总长度27.5km, 最大宽度9.0km, 总面积131.25km<sup>2</sup>. 东太湖湖底平坦, 为一典型草型湖泊, 底质肥沃, 水草茂盛, 年水位变幅不大, 历史年份平均水位1.78m, 最高2.42m, 最低1.20m. 东太湖地处中亚热带北缘, 受东亚季风控制, 年平均日照时数2177.7h, 年均气温15.9℃, 年均水温17.1℃, 平均无霜期246d. 东太湖是太湖的主要出水通道, 具有蓄积、排泄洪水和供水等重要功能, 已成为上海及浙东地区主要水源地.

<sup>\*</sup> 国家九五攻关项目(96-008-02-01)和江苏省自然科学基金项目(BJ980055).

收稿日期:2001-06-01;收到修改稿日期:2001-06-29. 吴庆龙, 男, 1967年生, 副研究员.

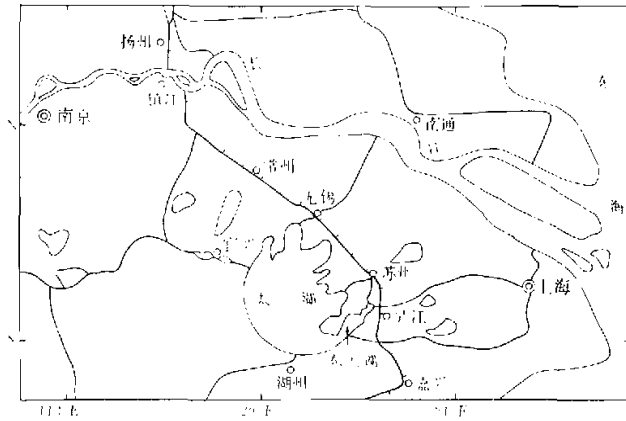


图 1 东太湖在长江三角洲的位置示意图

Fig. 1 The locality of East Taihu Lake in the Delta of Yangtze River

东太湖原是水质良好,饵料生物尤其是水生高等植物和大型底栖动物最丰富的太湖湖湾。据 20 世纪 90 年代初期的监测资料统计,水质一直维持在国家地表 3 类水;大型底栖无脊椎动物平均 248 个/m<sup>2</sup>,生物量 152.6g/m<sup>2</sup>;水生维管束植物的覆盖率达 95% 以上,种类达 50 多种,其中沉水植物平均生物量 4.9kg/m<sup>2</sup>,总现存量 62.6 × 10<sup>4</sup>t,其中 75% 的可作鱼饲料;主要经济鱼类有草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)、鳊鱼(*Siniperca chuatsi*)、乌鳢(*Channa argus*)等<sup>①</sup>。

丰富的渔业资源和良好的水质有力地推动了湖区养殖渔业的快速发展。东太湖已经成为我国湖泊养殖渔业最为发达的湖泊之一,1999 年产河蟹(*Eriocheir sinensis*)686t,鱼 2631t;围垦区养殖面积 3334hm<sup>2</sup>,年产鱼 2.4 × 10<sup>4</sup>t(表 1),是上海等周边城市最重要的水产品供应基地。

## 2 东太湖渔业及网围养殖的发展过程(表 1)

建国以来东太湖的渔业发展主要经历了三个阶段。第一阶段是 1950 - 1970 年,主要依赖于捕捞天然水产资源,平均亩产 5kg 左右。第二阶段是 70 年代初期至 80 年代初,逐步开展了人工放流,并开始湖区围垦,在圩区建设鱼塘开展草食性鱼类和其它鲤科鱼类池塘养殖。第三阶段是在湖区网围养殖,1984 年初期仅局限于西北沿岸茭白港至鸡山港一带和东北末梢地段,养殖品种主要为草、鳊鱼。经过 10 年的技术探索和缓慢发展之后,1993 年网围养殖已经遍及整个沿岸带,但网围间距较大,净养殖面积不到 700hm<sup>2</sup>,总产量将近 3000t,总产值 0.24 亿元。养殖品种除了草、鳊鱼外,养蟹已经占了将近 40% 的面积。自 1993 年以来网围养殖得到了迅猛的发展,2000 年网围遍布全湖,净养殖面积 2833hm<sup>2</sup>;养殖产量 3317t,产值将近亿元。其中养蟹面积和产值占网围养殖面积和总产值的 80% 以上。目前东太湖除了船只通行的航道外,湖面几乎完全被网围设施所覆盖,由此可见东太湖实际网围养殖面积可能还要高。

① 太湖富营养化调查研究报告(1990 - 1991),中国科学院南京地理与湖泊研究所,1992 年 12 月

表 1 东太湖网围养殖发展过程统计表<sup>1)</sup>

Tab. 1 Area and output of pen farming of fish and crab in East Taihu Lake

年份	网围养鱼			网围养蟹			合计		
	面积 ( $\text{hm}^2$ )	产量 (t)	产值 ( $\times 10^4$ 元)	面积 ( $\text{hm}^2$ )	产量 (t)	产值 ( $\times 10^4$ 元)	面积 ( $\text{hm}^2$ )	产量 (t)	产值 ( $\times 10^4$ 元)
1984	266	119	57	0	0	0	266	119	57
1985	1130	795	372	0	0	0	1130	795	372
1986	870	928	445	0	0	0	870	928	445
1987	730	704	345	0	0	0	730	704	345
1988	600	604	269	0	0	0	600	604	269
1989	670	923	436	0	0	0	670	923	436
1990	530	1100	521	0	0	0	530	1100	521
1991	600	1306	692	66	7	42	666	1313	734
1992	600	1791	878	267	69	549	867	1860	1427
1993	400	2891	1858	267	32	589	667	2923	2447
1995	440	3287	-	440	73	-	880	3360	3498
1997	533	3292	2304	2667	805	9660	3200	4097	11964
1998	300	2061	1299	2533	670	7005	2833	2731	8304
1999	300	2631	1653	2533	686	6818	2833	3317	8471

1) 根据渔业管理部门的数据汇总而成

### 3 网围养殖快速发展,引发一系列环境问题,破坏湖泊资源的可持续开发利用

#### 3.1 加重了局部湖区的水质污染,引起湖泊环境退化

3.1.1 网围养鱼对局部水域的环境影响 主要表现为因投饵导致的营养盐增加、浮游藻类增多和表层沉积物污染加重;因鱼类捕食导致的水草和大型贝类减少. 养殖区网围养鱼的主要污染物质包括残饵、鱼类排泄物等<sup>[3]</sup>,网围养鱼对网围区域的水动力、水质、底质和水生生物等的直接影响主要表现在以下几个方面:网围直接降低了水体的流动性,正常的双层5号网围可以将水流速减少27%—40%;受残饵、鱼类排泄物和鱼类活动等影响,养殖区的悬移质增加,浊度上升,透明度下降;水体中的N、P营养盐含量增加,水质下降,且随水温的上升,鱼类摄食等活动增强,投饵增多,水质污染加重,水体N、P污染的增加与投饵量显著正相关;对于亩产500—750kg网围养鱼模式,流入水体中的N、P量分别相当于投入量的64.96%和64.81%,90年代中期东太湖养鱼每生产1t鱼要向湖中排放N141.25kg、P14.14kg<sup>[-5]</sup>;由于围养后水体营养盐含量的增加,促进了藻类的生长,养殖区藻类数量增加,水体中残饵等营养碎屑的增加则促进了浮游动物的生长,数量和生物量增多,同时异氧细菌总数和大肠菌群数增加,比养殖以前多3—4倍;网围养鱼的品种主要包括草鱼等草食性鱼类和青鱼等食底栖动物鱼类,它们的捕食等使得养殖区水草无法生长、螺、蚌等软体类底栖动物无法生长,而喜好有机污染环境的底栖寡毛类和一些水生昆虫幼虫则迅速增加;由于大量残饵和鱼类排泄物沉降到水底,使得表层沉积物中的N、P和有机质增加,养殖2年的网围区的表层沉积物中的有机质、有机碳、总氮和有机氮分别比原来高190.7%、141.4%、87.5%和86.2%<sup>[3]</sup>;网围养鱼会因其污染效应和阻滞水流等物理障碍效应而进一步影响周围的环境和水生植物,导致适宜静水环境的水绵、金鱼藻等次生水生植物在围网周围迅速成为优势种群,由于其利用率极低,大量覆盖在水面更加阻

滞水流,形成静水环境并引发缺氧,导致恶性循环,这种影响具有显著的时间积累和空间叠加特性<sup>[5,9]</sup>.

3.1.2 投饵养殖河蟹 对环境危害较大,不投饵时有助于湖泊营养输出,但养殖面积需严格限制.东太湖网围养殖河蟹主要包括投饵养殖和不投饵的低密度放流养殖.投饵养殖的河蟹规格较大,经济效益高,但对湖泊环境有一定影响,影响的程度与外源性饵料的投入量密切相关,特别由于河蟹对饵料的利用率和转化率低,饵料系数高,大量的残饵沉积至湖底或被分解后参与湖泊中的物质循环,从而影响湖泊环境.东太湖每生产 1t 河蟹向湖内释放 N571.8kg、P71.57kg<sup>[5]</sup>.不投饵时,养殖河蟹有助于增加湖泊内的营养输出,东太湖不投饵的低密度放流养殖每生产 1kg 河蟹可以净输出 N22.43g、P1.43g.与东太湖的小面积网围高密度养鱼相比较,网围低密度养蟹虽然生产能力低,但却具有较高的经济效益和较好的环境生态效益,例如万元利润污染量仅有小面积精养鱼的 1/13-1/14,单位面积利润率是它的 1.81 倍<sup>[5]</sup>.

3.1.3 总体看,过度网围养殖 导致湖泊水质下降、富营养化加快、生物群落剧烈演替.以 90 年代中期的平均资料进行计算,东太湖网围养殖的 N 污染占总量的 2.8%,P 污染占 10.1%,但是如果将西太湖经过的流入量去除的话(西太湖的来水绝大多数很快由太浦河排泄至下游,其中的污染物很少滞留在东太湖内),则这种比例分别为 30.7%和 70.7%.与区间 N、P 输入量相比较,分别为区间输入量的 45.4%和 87.1%<sup>[11]</sup>.此外网围养殖改变了整个水流等湖泊水动力学条件.污染效应和物理障碍效应以及养殖鱼类等的直接或间接影响对湖泊的生态环境及其功能产生巨大影响.

伴随着东太湖养殖面积和养殖产量的迅速扩大,东太湖的生态环境发生了较大的变化.“九五”期间水质指标比“八五”期间均有明显下降,尤其是 1999 年,全年平均水质已经达到了地表水 V 类水质标准,富营养化趋势加快,目前的东太湖已经处于中富营养状态<sup>①</sup>.东太湖生物群落剧烈变化:浮游藻类数量明显增加,已经由 80 年代后期的  $202 \times 10^4$  个/L 上升至目前的  $466 \times 10^4$  个/L,种类组成发生较大变化,80 年代初期以硅藻和绿藻为优势群落,90 年代初期以绿藻为主,而目前则以蓝藻为主,且微囊藻在高温季节已成为优势种类,浮游藻类的种类数减少,物种多样性下降;与浮游藻类生物量变化相反,东太湖浮游动物生物量进入 80 年代以后急剧下降,1997 年仅 0.534mg/L,与 1980 年相比较,东太湖浮游动物的组成也发生了较大变化,原生动物的增加,而枝角类和桡足类所占的比例迅速下降,浮游动物个体小型化<sup>②</sup>;网围养鱼和网围养蟹的迅速增加,对大型底栖无脊椎动物,尤其是软体动物的捕捞和捕食压力加大,其资源量急剧减少,另一方面,由于污染增加,特别是湖底表层沉积物有机污染加重,一些耐污染的水生寡毛类、昆虫幼虫密度和生物量上升<sup>③</sup>;网围养殖形成的污染和静水环境及养殖户的人为栽种等导致水生植被被剧烈演替,挺水植物茭草重新扩张,围网周围及茭草外沿浮叶和漂浮植物群落迅速扩大,适于流水环境的苦草群落和抗风浪的马来眼子菜群落已经基本消失,代之以微齿眼子菜群落<sup>[9]</sup>.

### 3.2 严重妨碍收割利用水草,加速了湖泊的沼泽化

东太湖水浅,底泥肥沃,水生植物发育良好,可以大量吸收湖水和底泥中的营养盐,起到净化湖水和防止富营养化的作用.以 1993 年为例,水生植物年生长量  $112 \times 10^4$ t,吸收氮 3916t,

① 浅水草型湖泊规模化养殖技术研究报告,中国水产科学研究院淡水渔业研究中心,2000 年 9 月.

磷 496t,分别相当于东太湖氮、磷外源负荷量的 58%和 95%;其中有  $60 \times 10^4$ t 水生植物被收割利用,主要用作围垦区池塘养鱼的饲料,从湖中带走氮 1891t,磷 296t,分别相当于东太湖氮、磷外源负荷量的 28%和 57%<sup>[10]</sup>。收割利用水生植物,从湖中拿走了大量的有机物质和营养盐,有效地抑制了沼泽化和富营养化,减少了水生植物残体对湖水和底泥的污染,促进了水生植物的再生,维护了东太湖生态系统的良性状态。现今网围养殖分割包围了几乎整个湖面,限制了水草的生长和收获利用,东太湖因此而失去了一个最强大的污染物输出途径;部分养殖户滥种茭草,3 年以上的网围区水绵、野菱、杏菜、水鳖等杂草覆盖水面,阻滞水流和风浪,形成“死水”环境;水生植物在湖内腐烂分解,“茭黄水”现象再次出现<sup>[8]</sup>;水生植物残骸在湖底大量堆积,加速了湖泊淤浅和沼泽化<sup>[7]</sup>。

### 3.3 影响湖泊其它功能的发挥

3.3.1 阻塞航道,造成水上交通不畅 东太湖虽然不通航大型船只,但却是农用船只和小型运输船只的交通要塞。原来东太湖水面开敞,环湖 48 条河港都有小型船只出入,进入东太湖可以随意航行。现在航道大都被网围所阻,给水上交通、运输、渔业管理均造成了很大的困难。

3.3.2 影响泄洪和供水 东太湖出水河道主要分布在东南沿岸,东南湖区本来已经严重淤积,再加上重重网围以及网围区的杂草,严重阻滞水流,影响泄洪和向下游供水。最大的泄水流太湖河,其河口被网围层层包围,开闸放水曾引起过大面积的网倒鱼逃事件。

### 3.4 缺乏全面的规划和严格的管理,天然渔业资源严重退化

3.4.1 缺乏统一有效的管理机构和管理法规 东太湖原来有几个渔业村是以在东太湖的渔业捕捞为生的,应该说靠东太湖的渔业资源来维持渔业村的经济原本没有任何问题,然而由于网围养殖,特别是网围养殖河蟹等特种水产品有较高的利润,导致大量非原渔业人口进入东太湖开展网围养殖,影响原有的正常渔业生产。目前除了原有渔业村外,还有沿湖农民、乡村地方政府、沿湖县市府中的一些职能部门以及经由地方政府的一些部门等介绍而来的一些投资人或养殖大户,其结果是人们在获得丰厚的利润的同时,却无需承担任何的环境成本和相应的法律责任,最终导致国家资源被过度利用,乃至严重破坏。

3.4.2 规划滞后 东太湖网围分布散乱无序,净网围养殖面积还不到整个湖面的 1/4,但却占据了 90% 以上的湖面,造成水面的严重浪费,引起渔业资源和环境的退化,带来了水产养殖与水利、航运、环保之间的矛盾。东太湖作为整个太湖的一个草型湖湾,其生态系统的结构和功能与西太湖显著不同,正是由于东太湖有着较强的生态自净功能和较高的生态系统稳定性及较高的生物多样性,使得东太湖保持了较好的生态环境,同时也成为了太湖最主要的经济鱼类繁殖区。东太湖原是太湖天然渔业捕捞产量最高的湖区,平均亩产 9.75kg,是太湖平均产量的 2.4 倍。然而大量的网围养殖挤占了沉水植物的生长区域,破坏了天然鱼类的肥育和繁殖区;大量的网围分割为酷渔滥捕(电、炸、毒渔和水生产作业)提供条件,目前几乎形不成天然渔业产量。

## 4 网围养殖渔业可持续发展的对策

### 4.1 科学规划,协调发展

湖泊是拥有多种资源、具备多重生态功能的复杂生态系统,渔业生产仅仅是其功能之一。因此,湖泊渔业资源的持续高效利用必须以保证生物资源再生和保持良好生态环境为前提,并且与其它资源及生态功能的开发利用协调共存。尤其是在经济发达、污染严重、洪涝灾害频繁

的太湖流域,城市供水、调蓄供水是湖泊最重要的生态功能,湖泊旅游资源的开发也逐渐占据了重要地位.因此,发展网围养殖,持续利用东太湖渔业资源必须要有适度的规模、合理的布局、适宜的养殖方式和科学严格的管理(图2).

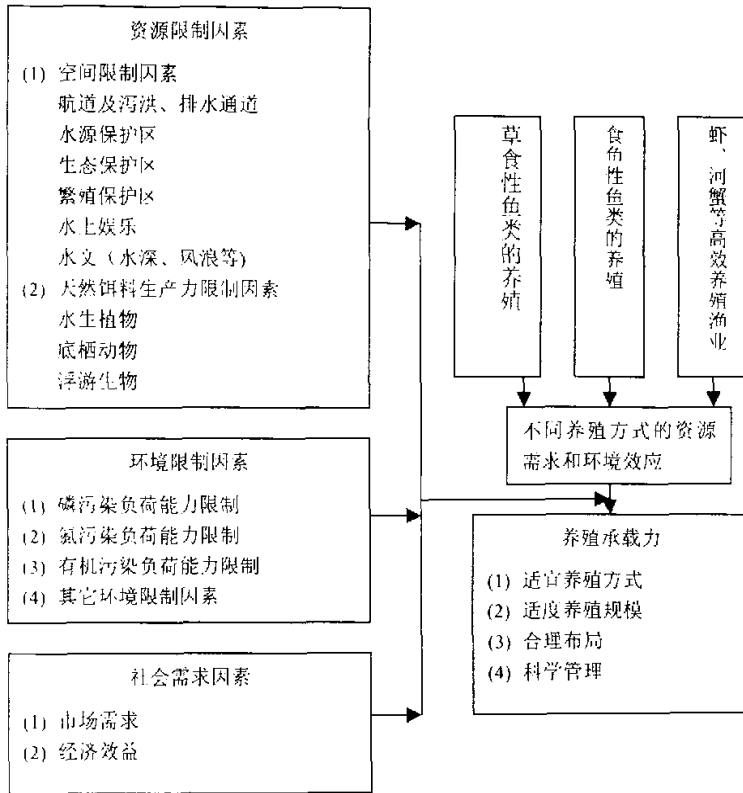


图2 浅水湖泊养殖承载力的资源—环境概念模型

Fig.2 Conceptual model of resources-environment of capacity of fish farming in shallow lakes

按照图2的技术路线,经过计算和分析<sup>①</sup>,作者认为东太湖的最大养殖规模大约为17km<sup>2</sup>,但是由于东太湖的磷污染负荷量已经达到极限,因此从生态系统物质平衡的角度出发,17km<sup>2</sup>养殖区域不能进行投饵养殖,只能以利用湖泊内的天然饵料为主,并实行轮作以利湖泊生态恢复.其中养鱼5-7km<sup>2</sup>左右,产量4500kg/hm<sup>2</sup>,以控制茭草、抑制沼泽化为主要目的,主要分布在东北沿岸茭草分布区;低密度放养河蟹10-12km<sup>2</sup>,150kg/hm<sup>2</sup>,或者鱼、蟹混养<sup>[12]</sup>,以利用湖区天然饵料生物资源、解决湖区渔民生存为目的,分布在散水区域,并实行轮作.

<sup>①</sup> 江苏省浅水湖泊网围养殖承载力及其示范技术研究报告(以东太湖为例),中国科学院南京地理与湖泊研究所,2000年10月.

#### 4.2 建立一个统一的管理机构,健全相应的法律、法规

东太湖牵扯到多方的利益,目前首先应将地方政府和职能管理部门的经济利益从东太湖剥离开来,才能使东太湖的渔业及环境管理走上正轨.此外,由于东太湖处于一种多头分散管理的状态,成立统一的东太湖资源开发和环境管理机构,建立统一的管理法规或管理条例,共同协调管理东太湖势在必行.

#### 4.3 未来湖泊渔业发展的思考

湖泊等内陆水体蕴藏了多种资源,具有多种功能.随着我国工业经济的持续高速发展,湖泊,特别是经济发达地区湖泊的渔业功能将持续下降,而它作为水源、旅游、水利等的功能将越来越强,保护好湖泊的生态环境成为发挥其主导功能的首要任务.在这样的一个大的前提下,必需彻底改变长期以来我国传统的以增产增收为目标的湖泊养殖渔业战略,湖泊渔业仍然要以天然渔业为主、放流增殖为辅,养殖渔业逐步减少,并使之与湖泊的环境保护相协调统一,重点将渔业生产作为水环境调控治理和增加湖泊营养输出的一种有效途径,最终逐步恢复湖泊原有的自然生态状态.

### 参 考 文 献

- 1 朱成德、余宁. 溇湖渔业高产模式及生态渔业研究论文集. 北京: 中国农业出版社, 1997
- 2 梁彦龄、刘伏泉. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理. 北京: 海洋出版社, 1995
- 3 吴庆龙、陈开宁、范成新. 大水面网围精养对湖泊生态环境影响及对策研究. 1995, 水产学报, 19(4): 343-349
- 4 王友亮. 长荡湖网围养殖有效利用面积研究. 河海大学学报, 1991, (18): 175-183
- 5 杨清心、李文朝、俞林等. 东太湖围栏养殖及其环境效应. 湖泊科学, 1995, 7(3): 256-262
- 6 吴庆龙、周万平、陈开宁等. 东太湖生物资源利用与生态环境保护. 自然资源, 1996, (6): 43-47
- 7 吴庆龙、胡耀辉、李文朝. 东太湖沼泽化发展趋势及驱动因素分析. 环境科学学报, 2000, 20(3): 275-279
- 8 李文朝. 东太湖茭黄水发生原因与防治对策探讨. 湖泊科学, 1997, 8(4): 364-368
- 9 张圣照、王国祥、濮培民. 东太湖水生植被及其沼泽化趋势. 植物资源与环境, 1999, 8(2): 1-6
- 10 Lu Wenchao, Yang Qingxin. Wetland Utilization in Lake Taihu for fish farming and improvement of lake water quality. *Ecological Engineering*, 1995, 5: 107-121
- 11 杨清心、李文朝. 高密度网围养鱼对水生植被的影响及生态对策探讨. 应用生态学报, 1996, 7(1): 83-88
- 12 施炜钢、王博、周昕. 蟹、鱼网围混养对单型湖泊氮磷平衡的影响. 湖泊科学, 1999, 11(4): 363-368

## On the Sustainable Development of Fishery in East Taihu Lake

WU Qinglong

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, P. R. China*)

### Abstract

Pen culture in lakes has been developed greatly, especially in the past ten years, and has become a main part of the inland freshwater fisheries in China. East Taihu Lake is a typical one involving the development of fish pen farming in the past 20 years. Here, the impacts of pen farming on lake ecological environment are analyzed and discussed from aspects of local and whole lakes. The result shows that the ecological environment has deteriorated a certain degree and has affected the functioning of water supply, flood storage, flood discharge etc. As a feedback, the deterioration of lake environment has also strongly affected the pen farming and other fishery activities, and caused the decrease of economic benefits. So it is very important to find a scientific strategy to keep a sustainable development of pen-culture of fishes. In this paper, a conceptual model of capacity of pen culture of fishes in shallow lakes is promoted and discussed based on a case study on East Taihu Lake. Finally, the regulation and planning of fishery, especially the pen-culture in East Taihu Lake are presented which would be helpful to the management of the lake.

**Key Words** Taihu Lake, fishery, pen farming, sustainable development