

# 东太湖河蟹网围养殖的环境效应

吴庆龙, 陈开宁, 胡耀辉, 李文朝

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

**摘要:**通过对东太湖网围养蟹区内外的生态环境因子的观测分析和养蟹区 N、P 等营养物质的平衡估算, 结果表明, 草型湖泊适合河蟹的养殖; 不投饵时, 养蟹有助于减轻湖泊内的营养负荷; 而投饵的利用和转化率很低, 多数饵料沉积于湖底或进入湖水中, 从而影响湖泊生态环境。与湖泊小面积高密度养鱼相比较, 网围养蟹的万元利润污染只有养鱼的 1/14, 利润却是养鱼的 1.8 倍。因此低密度网围养蟹是兼顾东太湖渔业资源开发和环境保护的有效方式。

**关键词:**网围养蟹; 生态环境; 影响; 东太湖

中图分类号: X835 文献标识码: A 文章编号: 1000-0267(2001)06-0431-03

## Impacts of Pen Crab Farming on Environment in East Taihu Lake

WU Qing-long, CHEN Kai-ning, HU Yao-hui, LI Wen-chao

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008 China)

**Abstract:** Pen crab farming has become a main part of inland water fishery in China in the past ten years. However, its influences on lake environment is unclear till now. In 1997, a research was carried out to show to what degree and how the pen crab farming of different pattern may impact on the water quality, hydrobiological communities and sediment environment by comparing these factors inside and outside pens in East Taihu Lake. The results showed that the impacts of the crab farming both with bait casting and without on factors of water quality, planktonic community and the water vegetation were not obvious, because of the dilution of huge amount of water. But it was apparent on the sediment quality that was characterized by a sharp increase of total nitrogen, phosphorus and organic carbon inside the pen as much bait not utilized effectively had deposited. The number and biomass of benthonic molluscs decreased rapidly by prey of crabs. It has been also known that the crab farming without bait casting had a net output of nutrient from lake and that the crab farming with bait casting had a big net input of nutrient to lake as the utilization rate of bait was very low. It was obvious that pen crab farming of low density without bait casting was the best pattern in obtaining modest fishery production while keeping a good environment. However, it was still needed to control and plan the farming scientifically as it may result in such influences as the physical clog against current and accumulation of pollution.

**Keywords:** pen crab farming; ecological environment; impacts; East Taihu Lake

东太湖是太湖东南隅的一个湖湾, 面积 131.25 km<sup>2</sup>, 平均水深 1.5 m, 水位稳定, 水质良好, 渔业资源丰富, 它不仅是重要的鱼类繁殖保护区和商品鱼基地, 也是上海等地区的重要水源地, 在太湖流域水环境质量渐趋下降的情况下, 其供水功能尤显重要。

20 世纪 80 年代中后期, 东太湖养殖渔业发展迅速, 例如 1983 年围养面积 0.16 hm<sup>2</sup>, 1994 年已达 800 hm<sup>2</sup>。但人工大量投饵饲养后, 残饵和排泄物剧增, 影响湖泊生态环境<sup>[1-3]</sup>。进入 20 世纪 90 年代中期, 又掀起网围养殖河蟹 (*Eriocheir sinensis*) 的高潮, 1998 年实际养殖面积已达 3 400 hm<sup>2</sup>, 且由于养蟹的经济效益较高, 许多养鱼户也逐步转养河蟹, 养蟹的方式也

由粗养转为高产精养, 这种养殖方式对环境的影响如何? 目前尚无详细报道。

本项研究的目的在于比较分析不同规模、方式的网围养蟹对湖泊水质、底质及生物群落结构的影响, 以探索在保持良好湖泊生态环境前提下, 开发利用草型湖泊渔业资源的合理方式。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地点选择和围网区设置

根据东太湖的资源 and 环境特点, 分别在以茭草为主的挺水植物区和以微齿眼子菜为主的沉水植物区按投饵与不投饵两种饲养方式选择 4 个试验网区。围网的设置采用两层网结构, 外层为保护网, 内层是养殖区, 两层网之间间距 5 m, 围网高度 3 m, 其他采用

围网常规方法<sup>[4]</sup>。

## 1.2 幼蟹的选择、放养及日常管理

试验时间从1996年2月至10月。放养品种以长江水系和海河水系的中华绒螯蟹为主。4个试验网区的放养、投饵及收获情况见表1。早期投饵以野杂鱼、螺、蚬等动物性饵料为主, 附以大麦等植物性饵料; 中后期动物性和植物性饵料均衡投喂, 投饵采取定时、定点、定量, 日常管理以检查围网设施、防逃及河蟹疾病状况等为主, 捕捞工具有地笼和丝网。

表1 试验网区的河蟹放养、投饵及收获情况

Table 1 Amount of crab seed, bait and harvest of pen crab farming

项目	1	2	3	4
试验面积/hm <sup>2</sup>	1.60	0.67	1.00	0.67
放养规格/只·kg <sup>-1</sup>	120	68	120	100
放养数量/只	6 000	4 080	7 200	6 000
螺蚬杂鱼/kg	0	2 000	0	2 300
大麦/kg	0	2 207	0	2 407
收获重量/kg	387.5	355	290.7	357.5
收获数量/只	3 690	2 448	3 060	2 793
收获规格/g·只 <sup>-1</sup>	105	145	95	128
产量/kg·hm <sup>-2</sup>	242.25	532.5	290.7	536.25
回捕率/%	61.5	60	42.5	46.5

## 1.3 试验网区主要环境生态因子的观测和分析

在试验网区的内外主流向上分别各设观测样点1个, 两点垂直距离50 m(共计8个采样点), 通过内外主要指标的对比, 分析围网养蟹的环境生态效应。观测的水质指标有总氮(TN)、总磷(TP)、铵态氮(NH<sub>4</sub>-N)、硝态氮(NO<sub>3</sub>-N)、亚硝态氮(NO<sub>2</sub>-N)、化学耗氧量(COD)、生化耗氧量(BOD)和溶解氧

(DO)。水生生物群落包括浮游藻类、浮游动物、大型底栖无脊椎动物、水生高等植物、细菌总数。物理指标有水色、透明度、浊度和悬浮质。观测和分析方法参考《湖泊富营养化调查规范》<sup>[5]</sup>。观测时间是养殖期间的4、6、8、10月中旬。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 生长情况分析

养殖结果见表1, 经过近8个月的养殖, 比较1号试验区(不投饵沉水植物区)、2号试验区(投饵沉水植物区)、3号试验区(不投饵挺水植物区)、4号试验区的河蟹平均体重、产量、回捕率。很明显看出, 经过投饵养殖的河蟹平均规格和产量显著大于未投饵养殖的河蟹规格和产量, 其中, 沉水植物区的河蟹规格又比挺水植物区大。回捕率则以沉水植物区较高。总体上看, 东太湖的两类主要生态区域均适合于河蟹的养殖, 以沉水植物区域更适合, 投饵养殖效果更佳。

### 2.2 围养对局部水域生态环境影响

投饵养殖情况下养蟹区内外环境生态状况见表2。由表2可见, 在围网内外N、P等营养盐含量没有明显差异, DO和COD的差别也不显著, 很显然, 在投饵条件下围网养蟹对水质的影响不很明显。从围网区内外的生物群落组成来看, 养蟹对浮游藻类和浮游动物影响也不大, 但对大型底栖无脊椎动物有一定影响, 养蟹区内的底栖动物密度和生物量低于围网外, 进一步分析可知, 养蟹区内小型螺、贝类等底栖动物几乎没有, 只有大型贝类和摇蚊幼虫及寡毛类等。围

表2 投饵与不投饵情况下养蟹区内外主要环境因子的比较

Table 2 Comparison of main environmental factors between inside and outside of the pen with bait casting and without bait casting

环境指标	投饵区				不投饵区			
	2内	2外	4内	4外	1内	1外	3内	3外
TN/mg·L <sup>-1</sup>	0.27	0.28	0.49	0.44	1.35	1.24	0.67	0.62
TP/mg·L <sup>-1</sup>	0.043	0.086	0.053	0.042	0.076	0.076	0.096	0.101
NH <sub>4</sub> -N/mg·L <sup>-1</sup>	0.08	0.18	0.09	0.03	0.019	0.021	0.11	0.26
NO <sub>3</sub> -N/mg·L <sup>-1</sup>	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.09	0.13
NO <sub>2</sub> -N/mg·L <sup>-1</sup>	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01	0.003	0.008	0.019
COD/mg·L <sup>-1</sup>	4.07	3.57	4.66	4.05	5.78	6.08	4.44	4.82
DO/mg·L <sup>-1</sup>	10.28	10.45	9.35	9.54	9.45	9.29	8.95	7.98
PO <sub>4</sub> -P/mg·L <sup>-1</sup>	0.006	0.006	0.006	0.006	0.025	0.016	0.034	0.034
水色/号	16	16	17	17	16	16	16	16
透明度/cm	见底	见底	见底	见底	见底	见底	见底	见底
浮游藻类密度/10 <sup>4</sup> ind·L <sup>-1</sup>	183	325	218	178	120	128	246	258
浮游藻类生物量/mg·L <sup>-1</sup>	1.205 6	1.758 3	5.148	4.498 9	1.121 4	1.023 4	4.115 6	3.712
浮游动物密度/ind·L <sup>-1</sup>	26.5	36.3	125.7	157.7	41	56	98	102
浮游动物生物量/mg·L <sup>-1</sup>	0.019	0.049	0.022	0.023	0.024	0.019	0.031	0.042
底栖动物密度/ind·m <sup>-2</sup>	125	400	305	545	32	186	24	252
底栖动物生物量/g·m <sup>-2</sup>	22.97	57.01	38.44	47.68	14.36	78.32	10.26	89.46
水草生物量/g·m <sup>-2</sup>	0	4 785	245	275	1 800	2 700	290	320

网养蟹对水生高等植物的影响不很明显,茭草试验区内外水生高等植物只有茭草,差别不大;沉水植物试验区,因养蟹区有少量草鱼,因此无水生高等植物。

同样由表2可见不投饵情况下养蟹区内外生态环境状况,不投饵时养蟹对湖泊生物群落结构影响较大的只有大型底栖无脊椎动物,如1号试验区内的密度和生物量分别为 $32 \text{ 个} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $14.36 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,围网外的密度和生物量分别为 $186 \text{ 个} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $78.32 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ;3号试验区内底栖动物密度和生物量分别为 $24 \text{ 个} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $10.26 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,网外是 $252 \text{ 个} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $89.64 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。而对其它环境因子的影响不明显。

养蟹区与对照点底质状况见表3,可知养蟹区内的表层沉积物的TN、TP和TOC均较对照点高,其中投饵养蟹区的TN、TP和TOC又显著高于未投饵养殖区,这是因为大量的投饵未能被河蟹有效利用沉积至湖底所至。

显然,从现场环境生态监测来看,围网养蟹主要

表3 养蟹区与对照点的底质

Table 3 The total nitrogen, total phosphorus and total organic carbon in the sediments of the pen

样点	TN/%	TP/%	TOC/%
1内	0.122	0.034	3.8
2内	0.161	0.044	5.82
3内	0.147	0.028	6.11
4内	0.164	0.032	7.9
对照点(未养殖区)	0.121	0.26	3.02

影响底栖动物群落,增加湖底表层沉积物的营养盐和有机物质含量,而对其它生态环境因子的影响不是很明显。尽管投饵养蟹增加了N、P等营养盐和有机物质的输入,但经过湖水的大量稀释等作用,在围网的内外差异已不明显。

### 2.3 养蟹区N、P平衡分析

参考有关资料<sup>[2]</sup>,对养蟹取得N、P平衡进行分析。不投饵情况下试验区的N、P平衡见表4,由表4可见不投饵时养蟹可以净输出N和P,1号试验区净输出N 7.56 kg、P 0.482 kg,平均每公顷净输出N 4.725 kg、P 0.3 kg;3号试验区净输出N 5.168 kg、P 0.332 kg,平均每公顷净输出N 5.175 kg、P 0.33 kg。显然不投饵养蟹有利于降低湖区的营养负荷。

而投饵养蟹则明显增加湖区的N、P营养负荷(表5)。2号试验区净输入N 60.842 kg、P 13.517 kg,每公顷净输入N 91.26 kg、P 20.28 kg;4号试验区净输入N 63.941、P 11.568 kg,每公顷净输入N 95.91 kg、P 17.355 kg。

表4 不投饵情况下试验区N、P平衡状况

Table 4 Balance of nitrogen and phosphorus of the pen crab farming without bait casting

项目	种类	1号试验区/kg			3号试验区/kg		
		苗(产)量	TN	TP	苗(产)量	TN	TP
投入	蟹苗	50	1.12	0.078	60	1.344	0.087
输出	成蟹	387.5	8.68	0.56	290.7	6.512	0.422

表5 投饵情况下试验区N、P平衡状况

Table 5 Balance of nitrogen and phosphorus of the pen crab farming with bait casting

项目	种类	2号试验区/kg			4号试验区/kg		
		产量	N	P	产量	N	P
投入	杂鱼	500	12.25	3.6	300	7.35	0.435
	螺蛳	1500	12.60	2.4	2000	16.8	2.9
	小麦	2207	42.6	7.945	2407	46.455	8.6652
	蟹苗	60	1.344	0.087	60	1.344	0.087
	合计		68.794	14.032		71.949	12.087
输出	成蟹	355	7.952	0.515	357.5	8.008	0.519

### 3 小结与讨论

东太湖水生高等植物资源丰富,水质好,底栖动物资源量多,不同生态区域均适合河蟹的网围养殖,但在沉水植物区河蟹生长更好。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。不投饵时,养殖河蟹有助于减轻湖泊内的营养负荷,而投饵养殖时,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。因此,东太湖网围养殖河蟹应以低密度放流养殖为主,并在养殖后期辅以适当的投饵。

与东太湖的小面积网围高密度养鱼相比较,目前的网围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—14),单位面积利润率是它的1.81倍<sup>[3]</sup>。显然,草型湖泊中的网围养蟹是一种既可以盈利又能兼顾湖泊生态环境保护的养殖方式。但是由于围网具有阻滞水流等物理障碍效应,以及养殖污染的叠加效应<sup>[3、7]</sup>,长时间养殖势必影响整体的湖泊环境,因此养殖的面积要有限制,且布局合理,养殖区应实行轮养,以利于湖泊生态恢复和保护。

水生高等植物是东太湖的主要渔业资源,在促进湖泊渔业生产和保护湖泊生态环境方面具有重要作用<sup>[6]</sup>,通过水草的收获利用,不仅能促进湖滨湿地池塘养殖的发展,而且增加了湖泊营养输出,增强了湖