

固城湖冬季生物资源现状及 环境质量与资源利用评价*

谷孝鸿^{1 2} 范成新¹ 杨龙元¹ 许朋柱¹ 张圣照¹
陈贤明³ 胡本龙³ 邢益于³ 张贵松³

(1 中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008 ;

2 南京大学环境学院,南京 210093 ; 3 江苏省高淳县水产局,高淳 211300)

提 要 根据 1999 年冬季对固城湖生物资源现状的调查,分析了固城湖冬季生物资源的群落组成和结构特征,探讨了固城湖水质的演变趋势和湖泊供养殖能力.结果表明,固城湖水质虽达到国家Ⅲ类饮用水标准,但固城湖水质已呈现明显的富营养化趋势.当前固城湖可自然提供的渔产潜力约为 $81.4 \times 10^4 \text{kg}$.为保障固城湖渔业生产和水资源质量,应做好水生植物资源改良和保护,调整湖泊渔业结构.

关键词 生物资源 环境质量 资源利用 评价 固城湖

分类号 P343.3

固城湖又名小南湖,位于江苏省高淳县境内南部的苏皖接壤处,属青弋江、水阳江系的一个构造成因过水湖泊.湖泊周长约为 43 km,湖泊面积为 30.95 km²(8.18m 水位下).固城湖来水主要是源自皖南山区的河流补给,其次是长江高水位时倒灌和湖区周围山地丘陵的地表径流.入湖河流主要有港口河、胥河、漆桥河、横溪河等,官溪河为唯一的出湖河流.固城湖湖岸平直,水位易陡涨陡落,目前沿湖岸都筑有人工防洪石堤,沿湖沿河建有节制闸调节湖区库容,固城湖已由过水型湖泊转变为相对封闭的水库型湖泊.

固城湖由于人类长期的生产活动极大地改变了湖泊的形态特征和水质状况及生态结构.1995 年前,渔业生产由于采取多品种放流及多渠道增殖措施,渔业产量包括河蟹产量逐年上升,保持了较高的水平.自 1995 年开始,固城湖渔业资源受过度的人类活动和洪水的影响等,生物资源特别是水草优势群落发生了演变,微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)成为主要优势种覆盖全湖,湖区水产资源逐年衰退,产量下降,经济和社会效应大幅度下降,引起了固城湖主管部门的高度重视.1999 年 1 月 29~31 日,中国科学院南京地理与湖泊研究所在高淳县多种经营管理局及固城湖湖管会大力协助下,用 GPS 定位在湖面布置了 22 个采样点,对固城湖水文物理、水质、生物和底质进行了综合调查.本文根据调查结果,对固城湖的冬季生物资源现状及环境质量和资源利用状况作了初步评价.

1 样点布设及工作方法

采样点的布设综合考虑了湖泊的形态特征、水动力条件、污染物分布规律等.全湖布设 22 个采样点,其中大湖区 15 个,小湖区 3 个,进出湖河流及航道 4 个(图 1).

本次生物资源的调查主要包括高等水生植物、浮游植物、浮游动物、底栖生物等,同时对湖水的化学状况进行了采样分析.采样及分析方法依据《湖泊富营养化调查规范》^[1].

2 结果

2.1 冬季水生植物种群组成及群落结构特征

固城湖现有水生植物 2 科 2 属 3 种,均为沉水植物,主要是眼子菜科的微齿眼子菜、菹草(*Potamogeton*-

* 南京市科学技术局资助项目.

收稿日期 2001-01-08,收到修改稿日期 2001-06-29.谷孝鸿,男,1966 年生,副研究员.

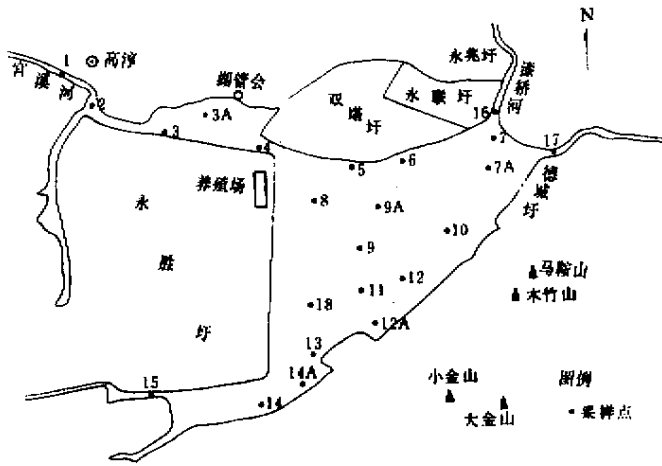


图 1 固城湖 1999 年冬季采样点分布图

Fig.1 The distribution of sampling site in winter in Gucheng Lake

ton crispus) 及金鱼藻科的金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)。固城湖冬季水生植物分布面积及生物量见表 1。固城湖在 50 年代末有水生植物 14 种 80 年代初尚有 7 种 植物群落结构趋于简单 但是单位面积生物量增高。固城湖在 1981 年 10 月期间全湖水生植物总生物量为 77018t 其中苦草 42737t 占 55.50% ;轮叶黑藻 34268t 占 44.49% 微齿眼子菜仅 1.5t 占 0.01% *。本次调查固城湖水生植物分布面积达 24.8 km² 占全湖面积的 80.13% 生物量达 12.4 × 10⁴t 按 P/B 系数 1.25 估算 年生产力为 15.5 × 10⁴t。

表 1 固城湖冬季水生植物分布面积及生物量

Tab.1 The distribution area and biomass of hydrophyte in Gucheng Lake in winter

种 名	分布面积 (km ²)	单位面积生物量		现存量(t)		P/B 系数	年生产力(t)	
		平均(g/m ²)	最高	湿重	烘干重		湿重	烘干重
菹 草	8.4	400	2800	4360	338	5.0	21800	1690
微齿眼子菜	16.4	7300	12200	119720	10983	1.11	132889	12192

2.2 浮游生物的种群组成及群落结构特征

固城湖冬季浮游动物种群单一 数量、生物量较低 平均为 228.56ind./L 和 0.2898mg/L。浮游动物主要有鳞壳虫(*Tintinnopsis* sp.) 针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*) 螺形龟甲轮虫(*Keratella cochlearia*) 长额象鼻蚤(*Bosmina longirostris*) 和剑水蚤属一种(*Mesocyclops* sp.)。各样点浮游动物的数量、生物量见表 2。从浮游动物的空间分布看, 自来水厂取水口附近浮游动物数量最低, 大湖区浮游动物数量、生物量相对低于小湖区及入湖航道。从其群落结构看 浮游动物中原生动物、轮虫的数量占浮游动物总数平均在 75% 以上 其中又以轮虫为主 部分采样点高达 95% 以上。1988 年 2 月 9 日采样固城湖浮游动物全湖平均数量、生物量分别为 373.5ind./L、0.5351mg/L^[2] 本次调查结果与其比较 浮游动物数量、生物量及优势种群变化不显著。

固城湖冬季浮游植物的数量、生物量见表 3。全湖共有 29 属种 无明显的优势种。浮游植物平均数量为 1443.06 × 10⁴ind./L 平均生物量为 10.7301mg/L。1988 年 2 月 9 日固城湖浮游植物全湖平均数量、生物量分别为 150.5 × 10⁴ind./L、1.7971mg/L^[2]。1 年来固城湖水体中浮游植物的数量、生物量分别增长 9.59 和 5.97 倍 富营养化加剧。

表 2 固城湖冬季各样点浮游动物的现状(数量 ind./L、生物量 mg/L)

* 江苏省固城湖水产资源综合调查论文汇编, 1982(内部资料)

Tab.2 The abundance and biomass of zooplankton in Gucheng Lake in winter

采样点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
数量	258.6	219.2	428.2	388.8	235.6	245.8	119.6	126.6	207.3
生物量	0.1608	0.32	0.6653	0.3113	0.3182	0.4058	0.15	0.0972	0.2279
采样点	10	11	12	13	14	15	16	17	18
数量	173.2	151.8	158	225.6	223.2	338.6	159.2	224.8	229.8
生物量	0.2694	0.0979	0.2972	0.5724	0.4879	0.2241	0.07	0.2338	0.3065

表 3 固城湖冬季各样点浮游植物的分布 (数量 : 10^4 ind./L、生物量 :mg/L)

Tab.3 The abundance and biomass of phytoplankton in Gucheng Lake in winter

采样点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
数量	1675	2125	1700	1425	1675	1600	1200	1150	1350
生物量	10.226	11.736	10.115	8.419	11.715	10.148	9.045	8.763	10.583
采样点	10	11	12	13	14	15	16	17	18
数量	1000	1325	1300	1775	1350	1400	1350	1400	1175
生物量	7.905	10.968	11.256	12.890	12.555	12.488	12.115	11.674	10.540

2.3 底栖动物的分布特征

底栖动物使用 Peterson 采泥器采集,固城湖由于水草生长过密,底栖动物的采集受到一定影响,调查结果应低于实际生物量.底栖动物生物量的现状见表 4.从底栖动物分布看,航道的 1 号和 16 号点,由于大型底栖动物梨形环棱螺 (*Ballamya purificata*) 和矛蚌 (*Lamecolaria* sp.) 的出现导致生物量偏高,其余全湖点分布较均匀,湖区各点生物量平均为 $6.773\text{g}/\text{m}^2$,与 1988 年平均生物量 $44.54\text{g}/\text{m}^2$ [21]、1981 年平均生物量(内部资料同前) $110.45\text{g}/\text{m}^2$ 相比,全湖底栖动物生物量明显下降.

表 4 固城湖冬季底栖动物生物量的分布

单位 : g/m^2

Tab.4 The biomass of benthic animal in Gucheng Lake in winter

采样点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
软体动物	132.56		4.965			29.6	4.32	10	5.92
环节动物等			0.48	1.92	0.16	1.968	1.28		
合计	132.56		5.44	1.92	0.16	31.568	5.60	10	5.92
采样点	1011	12	13	14	15	16	17	18	
软体动物		3.04	3.20	0.16		32.16	310.56		
环节动物等	0.16	2.48	0.96	0.64	4.16		0.56		0.8
合计	0.16	5.52	4.16	0.80	4.16	32.16	311.12		0.80

3 分析与讨论

3.1 固城湖的水质变化与饮用水资源利用的可行性

根据水质监测资料分析,固城湖大湖区水质良好,小湖区及河道水质较差.大湖区除取水口(5 号点)因 TP 超标处于 IV 类水外,其余均达 III 类国家饮用水标准;官溪河水水质呈 IV ~ V 类,其它河道均呈 III 类,小湖区东部(拦网区 A 号点) III 类水,与官溪河相接的小湖区西部则处于 IV 类水状态.将本次调查及 1994 年以来固城湖水质监测资料(高淳县环境监测站提供)与国家渔业水质标准(试行草案)对照,除 1998 年 7 月水位大幅上升, pH (9.45) 明显大于规定范围及总硬度 ($2.78\text{mg}/\text{L}$) 略偏低外,其它指标,包括酚、氰、汞、铬、砷、镉和铜等,含量均低于限值.对大湖区 SS、DO、COD 参数在 90 年代间的变化分析(图 2),90 年代初,湖中悬浮物含量较高,1993 年以后含量基本低于 $15\text{mg}/\text{L}$;COD 及 DO 均稳定处于允许范围内.总体分析,固城湖目

前的水质状况基本符合饮用水标准,但从其演变趋势看,必须加强水质保护,否则固城湖渔业生物资源利用不当,草型富营养湖泊极易转变为藻型富营养湖泊。

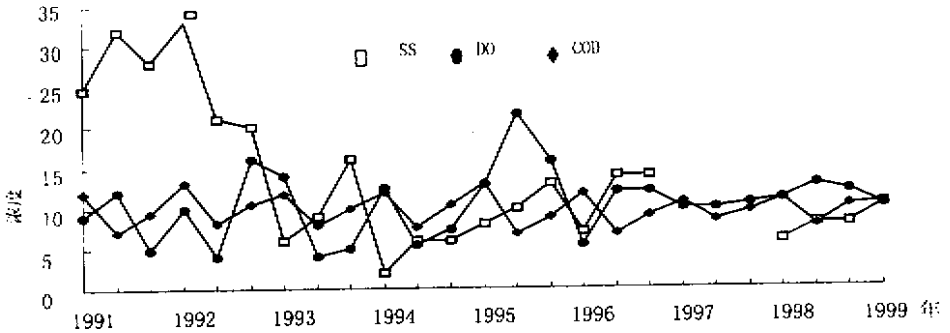


图 2 固城湖历年主要水质参数变化(1991~1999年)

Fig.2 The variation of main parameters of water quality in Gucheng Lake

3.2 固城湖生态环境恶化及渔业资源衰退原因探讨

固城湖渔业资源的现状显示出固城湖水体富营养化进程加剧.由湖区水生植物覆盖面积百分比(图3)演替分析,近年来湖区水生植物种类及组成发生了很大变化,固城优势种已由十年前的马来眼子菜、苦草、轮叶黑藻等,演变为微齿眼子菜(黄丝草)和菹草,群体生物量增加近1倍,群落结构趋于简单.固城湖渔业资源衰退,究其原因主要表现在:

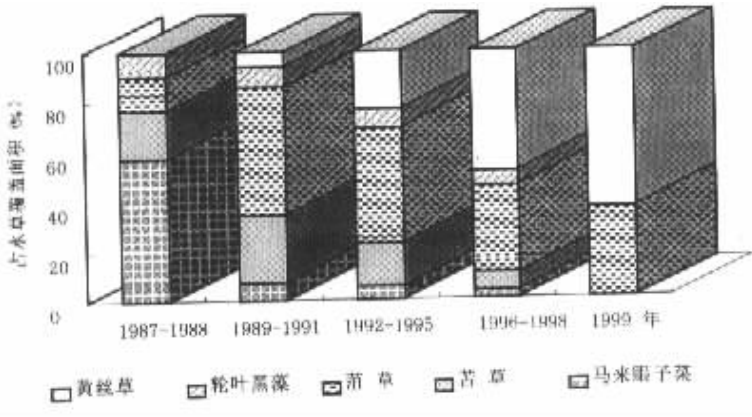


图 3 固城湖水生植物覆盖面积百分比变化

Fig.3 The percent of spreading area of different hydrophyte in Gucheng Lake

(1) 沿湖工业废水和生活污水通过河道大量排入固城湖,湖中的氮、磷负荷大大增加,湖泊营养物质的积聚导致了湖泊富营养化.同时由于水草残体大量积聚,底泥中有机质含量明显偏高,湖底有机污染指数增高.对湖区9个样点的有机指数计算,全湖平均为0.83,远大于国外底泥有机污染评价值(0.5),与东太湖(0.47)和滬湖(0.45)相比亦高出许多.湖心区(9、11和18号)平均达1.0以上,其中9号点高达1.7,表明固城湖底泥十分“肥沃”.现场采样发现,水草厚积区底泥中混杂较多的腐败沉水植物残体,有些甚至以残体为主,这些水域泥质多呈褐色或黑色,对在底层活动的河蟹的生长及其体色十分不利.

(2) 由于湖区水草质量下降及湖区放流的草食性鱼类总量较少,鱼类对水草的利用率及利用量下降.另一方面由于放流时间偏晚,放养鱼类对水草早期的抑制作用下降.如今沿湖农民打捞水草喂鱼和肥田对

湖区水草的输出量也急剧减少,也使湖区水草剩余量日积越多导致了湖区的淤积和沼泽化.

(3)近年来 固城湖河蟹放流效益下滑,主要原因首先是河蟹种苗放流严重不足,其次是固城湖水位涨急落缓,高水位持续时间长导致水生植物腐烂,对当年河蟹的养殖产生严重影响.从固城湖多年的河蟹种苗放流量与捕捞量及河蟹捕捞量与最高水位变化(图4、图5)看,固城湖水位在10~11m期间,河蟹当年能取得较好的捕捞量,水位超12m后持续时间长,当年河蟹产量一般较低.

(4)湖区捕捞强度过大,违章偷捕、电捕现象严重,使湖区渔业资源受到毁灭性破坏.从本次采样所见的渔获物看,主要是一些小型低价值鱼类,而固城湖以前的一些有较高价值的鱼类如鳊鱼鲃鱼等往往难以见到.

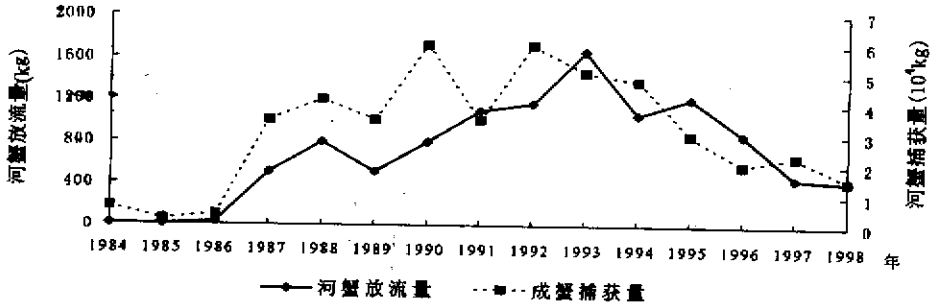


图4 固城湖河蟹放流量与捕捞量的关系

Fig.4 The relationship between the capture and stock of the crab in Gucheng Lake

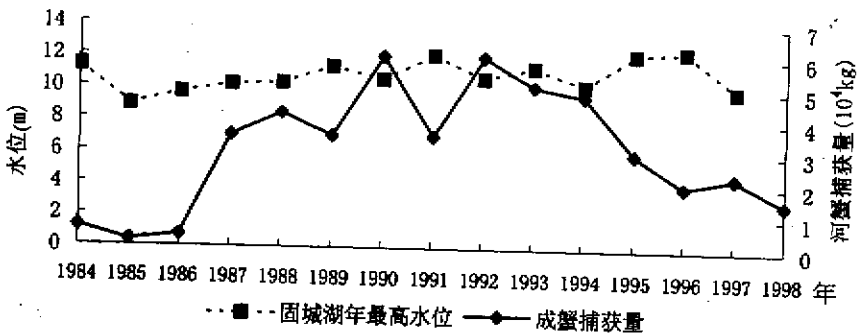


图5 固城湖河蟹捕捞量与年最高水位关系

Fig.5 The relationship between the yield of crab and the water-level in Gucheng Lake

3.3 固城湖渔业资源持续利用对策探讨

固城湖作为高淳县境内的第一大湖,集饮用水源、调蓄泄洪、交通运输、工农业水源、生物资源保护等功能于一体,因此固城湖资源的开发利用,必须考虑其综合功能的发挥及其可能的负面效应.从固城湖冬季生物资源的现状结合前人资料^①,在保护湖泊健康的前提下,优化湖泊渔业资源的持续利用,固城湖放养渔业可提供的自然渔产潜力分别为:浮游生物提供滤食性鱼类(鲢鳙)平均为77.85kg/hm²,底栖动物提供杂食性鱼类(包括河蟹)平均为12.75kg/hm²,有机碎屑提供肉食性鱼类(包括虾、河蟹)平均为39kg/hm²,水生植物提供草食性鱼类平均为133.5kg/hm².由此可见,固城湖每年可自然提供渔产品合计为81.4 × 10⁴kg

① 江苏省固城湖水产资源综合调查论文汇编,1982(内部资料)

(其中河蟹(3~4)×10⁴kg).相关的自然放养量为鲢鳙鱼 1200 尾/hm²、草食性鱼 675 尾/hm²、杂食性鲤鱼等 150 尾/hm²、幼蟹 150~225 只/hm². 根据章宗涉等^[3]的推算,固城湖的河蟹生产潜力为 5g/m²,鱼产潜力为 30~40 g/m²,即固城湖预产潜力为 79.8×10⁴kg.两者比较其预产量十分相似.

为提高固城湖渔业生产力,实现固城湖生态良性循环和资源的可持续利用,建议目前应做好以下几方面工作:

(1)对优质水生植物如苦草等加以保护,对微齿眼子菜(黄丝草)等加以改造利用,加大收割量,适当引种其它优质水生饲料如伊乐藻等.

(2)根据湖区天然饵料资源状况,调整各种放养鱼类比例,加大草食性和滤食性鱼类的放养量,同时提高有机碎屑食性鱼类如鲫鱼、鲮鱼和河蟹、青虾的比例,提高湖区经济效益.

(3)划定饮用水资源保护区,控制湖区污水的排入量,在湖泊下游适度发展网箱养殖.

(4)加大渔政管理力度,尤其是打击非法电力捕鱼,保护湖泊生物资源.

参 考 文 献

- 1 中国科学院南京地理与湖泊研究所.湖泊富营养化调查规范.南京:江苏科技出版社,1995
- 2 陆月莲.固城湖水生生物调查及其评价.南京林业大学学报,1991,15(增刊):109-114
- 3 章宗涉,黄昌筑.固城湖生物资源利用和富营养化控制的研究.海洋与湖沼,1996,27(6):651-656

Investigations of Biological Resource in Winter Gucheng Lake , Assessment of Environmental Quality and Resource Utilization

GU Xiaohong^{1,2} FAN Chengxing¹ YANG Longyuan¹ XU Pengzhu¹

ZHANG Shengzhao¹ CHENG Xianming³ HU Benlong³ Xing Yiyu³ ZHANG Guisong³

(1 :Nanjing Institute of Geography and Limnology , Chinese Academy of Sciences , Nanjing 210008 , P. R. China ;

2 : College of Environmental Sciences , Nanjing University , Nanjing 210093 , P. R. China ;

3 :Authority of Fishery of Gaochun County , Gaochun 211300 , P. R. China)

Abstract

Based on the investigations of biological resources on Dec. ,1999 in winter Gucheng Lake , Jiangsu Province , the biomass , abundance of zooplankton , hydrophyte as well as compositions and community structures are analysed. Moreover , the changing tendency in 1990 - 1999 and the culturing capacity of fishery in Gucheng Lake are discussed. Although the water quality of Gucheng Lake belongs to Grade 3 according to national surface water quality standards for drinking water , yet the lake water is under eutrophication gradually , especially in recent years. The potential fishery yields of Gucheng Lake is estimated to be 0.8 million kilogram. Some measures must be taken to prevent the aquatic environment from further deterioration so that the biological resources be protected and utilized in a sustainable way.

Keywords Gucheng Lake ; biological resources ; environmental quality