

南水北调东线一期工程对洪泽湖水生生物 及生态环境影响的预测

周万平 郭晓鸣 陈伟民 胡文英 陈开宁 张圣照 隋桂荣

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

任百洲 吴美安

(水利部淮河水利委员会, 蚌埠 233001)

提要 南水北调东线一期工程实施后, 作为输水沿线最大调蓄湖泊的洪泽湖, 其水位将提高 0.5 m, 并趋于稳定。这一结果对该湖的水生生物及其生态环境方面产生一定的影响。研究结果表明, 透明度、pH 值在某些湖区将有所降低, 而敞水区无变化; 短时间调水, 湖水中营养盐含量基本无改变, 但长时间连续调水, 无机氮化合物将增加, 可溶性磷下降; 浮游生物数量仅在局部湖区有增减, 全湖无大的差异; 鲢足类下降而河蚬数量将增加; 水生维管束植物全湖生物量将减少; 敞水性的鱼类增加, 草食性鱼类或以水生维管束植物为产卵基质的鱼产量将下降。

关键词 南水北调 生态环境 水生生物 洪泽湖

为解决华北, 特别是京、津、冀缺水而兴建的南水北调东线工程, 是一项大型跨流域的调水工程, 所设计的调水量之大, 调水线路之长, 均超过了世界上已完成的同类工程^[3], 工程起点是江苏扬州附近的三江营, 输水路线大体沿京杭运河逐级北上, 途经洪泽湖、骆马湖、南四湖等, 其中一期工程设计的抽江水量为 600 m³/s, 进入洪泽湖流量为 525 m³/s, 出洪泽湖的流量为 450 m³/s。由于江水的出入, 洪泽湖的年平均水位提高 0.5 m, 蓄水面积因此而有所增加, 而且水体的交换速度加快, 按一期工程多年平均进入洪泽湖水量计算, 其换水次数是调水前的 1.29 倍, 因而对洪泽湖的水生生物及其生态环境将带来一定的影响。

1 对生态环境的影响

1.1 水位

南水北调工程实施后, 洪泽湖的年平均水位将提高 0.5 m, 其死水位、汛期限制水位和非汛期蓄水位分别由目前的 10.8 m、12.0 m、12.5 m 增加到 11.3 m、12.5 m、13.0 m。因此, 在一般的年份, 除汛期外, 湖水位将有所增高, 且水位亦趋于稳定。

1.2 透明度

洪泽湖透明度的大小主要取决于湖水中泥沙的含量, 其含沙量一般为 0.10 kg/m³, 汛

- 本项目由水利部南水北调办公室委托淮河水利委员会组织进行, 参加工作的还有卢凡、谷孝鸿等。
收稿日期: 1993 年 9 月 11 日, 接受日期: 1994 年 1 月 26 日。

期为 0.2—0.35 kg/m³[2]。长江水的含沙量大于洪泽湖,调水江段的透明度约 0.15 m,但通过 100 多公里的输水线路后,江水中泥沙的含量,一部分将沉积于输水河道中,江水的透明度将有所提高。另外,洪泽湖本身的透明度较低,一般为 0.20—0.30 m,因此,进入湖体的江水对洪泽湖的透明度影响不大。

洪泽湖湖面开阔,水浅,湖水中的含沙量易受风浪,航运等影响。调水后,水位的提高,水面进一步扩大,湖岸侵蚀在一段时期内有所增强;水生维管束植物分布和数量的减少,消浪固底作用削弱,加大了风浪的扰动作用,导致洪泽湖局部湖区的透明度下降,其中湖水透明度受影响较明显的水域为目前水生维管束植物生长较多的西部湖区。此外,当湖水从徐洪河北调时,受透明度较低的大湖体来水的影响,成子湖及其邻近水域的透明度亦将下降,敞水区的透明度本来就低,故不会有多大的变化。

1.3 pH 值

据 1987 年 12 月—1990 年 12 月的每月实测和参照有关的资料[2],其变化幅度在 7.3—8.8 之间。淮河入湖口及敞水区的 pH 值较低,而西部一些湖区的 pH 值稍高。长江水的 pH 值变幅为 7.2—8.2,江水引入湖后,湖水 pH 值不会发生多大的改变。但西部湖区在调水后,水生维管束植物分布面积和总生物量将减少,成子湖区也因调水而引起透明度降低,藻类的生长繁殖受到影响,光合作用减弱,降低对水中 CO₂ 量的消耗,故西部及成子湖区的 pH 值变幅减小。

1.4 营养盐

调水后,由于湖水位提高而淹没低位滩地,也加剧对湖岸,尤其是结构松散的湖岸土壤侵蚀;水生维管束植物总生物量的减少亦会降低对营养盐类的吸收量,这些都是促使湖水中营养盐含量增高的条件。长期调水,湖水中无机氮化合物亦将增加,因为江水中无机氮总量比湖水高(表 1)。另外,长期调水,洪泽湖湖水中磷的含量将下降,因为湖水中可溶性磷的平均值 1973 年 7—8 月为 0.03 mg/L,1989 年 9 月为 0.05 mg/L。而江水中可溶性磷含量较低,据大通站 1982 年的资料,仅为 0.001—0.007 mg/L。

表 1 各种无机氮含量
Tab. 1 Various inorganic-nitrogen contents in Hongze Lake 单位:mg/L

水 域	年 份	无机氮总量	铵态氮量	亚硝态氮量	硝态氮量
长江(南京段)	1983	1.02	0.19	0.01	0.82
洪泽湖	1984	0.15	0.02		0.13
洪泽湖	1989.9	0.12	0.07		0.05

2 对水生生物的影响

调水后,引起洪泽湖生态环境的改变,尤其是水位的提高,对水生生物将产生不同程度的影响,其中影响最明显的,莫过于水生维管束植物,而它的变化,又给其他一些水生生物带来直接或间接的影响。

2.1 水生维管束植物

水生维管束植物是一些水生生物的饵料或栖息、繁殖的场所,它的生长发育,常受环境条件的制约,更受人类经济活动的影响。如洪泽湖 1953 年三河闸建成后,平均水位上升了

2 m左右,茂密的植被多被淹死。另外,为了农田灌溉等需要,洪泽湖每年10月至翌年4月大量蓄水,这段时期为增水期,水位较高,而其他月份从防洪考虑以及农田大量用水则为减水期,水位较低。水位的这种变化与水生维管束植物的生长发育规律恰好相反,因为冬、春季湖水位升高,不利于晒滩增温和春季植物的萌发。低水位时,尤其是每年5—6月份,水位降至最低,以致滩地显露,使30—60 km²正需要水的一些沿岸带水生维管束植物因缺水而受损或枯死。调水后,水位从现时的12.5 m提高到13 m,上述一些现象将更为突出,水生维管束植物将进一步衰退,在种群分布上亦发生变化,首先是12.5 m高程以下的湿生和挺水植物受到严重影响,部分芦苇被淹死或受损,生物量将减少 $5 \times 10^4 - 14 \times 10^4$ t,进而被其他植物所替代;在11.5 m以下高程的一些沉水植物,特别是11 m以下高程的约150 km²的沉水植物,因光的强度随水深而减弱,光照不足而影响它的萌发,生物量将下降 $20 \times 10^4 - 25 \times 10^4$ t,所以,南水北调对水生维管束植物造成的后果是:全湖水生植被的总面积缩小,总生物量亦将相应地降低。

2.2 鱼类

除受人为因素影响外,其数量变化还与环境条件、饵料基础等有密切的关系。南水北调后,湖水位提高0.5 m,并且相对稳定,改变了过去因水位陡降,甚至湖水干涸所造成的鱼产量大幅度下降现象,如1966年和1978年两次干涸,致使1967年、1979年的鱼产量比上年分别减少3180 t和2850 t。另外,湖水稳定有利于围网养鱼等养殖业的发展,这为渔业生产创造了有利条件;水位提高,湖面进一步开阔,增加了银鱼和梅鲢等散水性鱼类的生态位,其产量亦可望增加;但水位提高,水生维管束植物的分布面积和生物量减少,草鱼、团头鲂等草食性鱼类和以水生维管束植物为栖息场所或产卵基质的鲤、鲫、乌鳢等鱼类产量将下降;另外,调水后,湖水交换周期缩短,交换次数增加,而且调水季节正值仔幼鱼孵化不久,游泳能力很弱,这样鱼苗随水流的流失量增加,而作为补充水源的长江,目前鱼苗资源枯竭,又要经过100多公里的输水河道和3个抽水泵站,故不可能为洪泽湖提供丰富的鱼类后备资源^[1]。但是在调水后,由于该湖的环境因子及水生生物一般变化不大,故鱼产潜力、种群结构将不会发生大的变动。

2.3 底栖动物

底栖动物的优势种群为河蚬和环棱螺等。调水后,水位提高,一些湖区的水生维管束植物数量减少,因而以此为食或为栖息地的螺类开始有所下降,但经一段时间后,局部淹没的低位滩地会生长出新的水生维管束植物,这又为螺类的生长繁殖提供新的场所,产量会逐渐回升;蚬类一般分布在散水区,调水后,为它的生长繁殖提供更大的空间,无疑是有益的。近年来,沙蚕在洪泽湖的分布面积和数量逐年增加,在一些湖区正形成新的优势种群,它原为海栖动物,可溯长江至南京一带,在该湖出现,与过去引江入湖有关,但根据沙蚕的生活习性,它成为全湖性优势种群的可能性不大。洪泽湖作为调蓄湖泊后,水位波动较小,在利于底栖动物的繁衍,如1988年水位低,资源受损害而影响到1989年的产量,1988年的底栖动物年平均密度为287.6个/m²,年平均生物量为110.8 g/m²;1989年则分别减为73.9个/m²,32.3 g/m²。总之,南水北调对底栖动物的影响是利大于弊。

2.4 藻类

藻类数量的多少与环境条件密切相关,南水北调后,洪泽湖蓄水量虽增加,但透明度和

营养盐等总体上变化不大,因而藻类的种群和数量亦不会发生明显的变化;某些湖区由于透明度的增加或降低,直接影响到光在水体中的透射率,对藻类的数量影响还是较大的,据1988年5号航标处测点的逐月采样分析结果,其中10月25日,当时的透明度为30 cm,藻类数量达 356×10^4 个/L,为一年中最高值,而其他月份采样时的透明度均为20 cm左右,藻类数量只有 10×10^4 — 36×10^4 个/L,亦比该测点1989年10月26日(透明度20 cm)的藻类数量多6倍;一些营养盐含量的增高,有利于某些适应于富营养化水体的藻类,尤其是蓝藻的大量繁殖,近年来蓝藻数量逐年增多,1987年12月—1990年11月的年平均数量分别为 118×10^4 个/L、 155×10^4 个/L、 310×10^4 个/L;对藻类影响较大的将是出水口的成子湖区,1989年9月洪泽湖调查的所有测点中,该湖区藻类数量占首位,达 2380×10^4 个/L,但因从该处调水北上,部分藻类随水流而带走,补给水中的藻类数量远较此处为少,故成子湖区的藻类数量将减低。

2.5 浮游动物

浮游动物中的浮游甲壳类对环境变化的反应较为明显,据1989年9月和1973年7—8月该湖浮游动物调查资料相比较,原生动物和轮虫数量的变化不大,而浮游甲壳类的数量变化则较显著。另据1989—1990年连续观测的资料表明,浮游甲壳类的年平均数量呈递增趋势,分别为114.5个/L、148.8个/L和154.2个/L。南水北调工程实施后,湖水的透明度、水温、溶解氧的变化虽不大,但水位上升,一些湖区的藻类、悬浮有机质增加,为浮游动物提供了较丰富的饵料,对它的生长繁殖是有利的。另外,与藻类一样,浮游动物的数量亦以成子湖区的数量较多,当在该处调水时,大量的浮游动物被带出,来水中它的数量亦较少,其数量势必受到影响。从总的看,调水后因影响浮游动物的主要环境因子变化不大,故它的优势种类组成及其数量不会出现大的变动,但对局部湖区的影响而产生较大差异还是存在的。

3 讨论与结论

综上所述,南水北调东线一期工程实施以后,对洪泽湖的环境因子和水生生物的影响,主要表现在:(1)水位提高0.5 m,并相对稳定;(2)透明度、pH值、营养盐等变化不大,但长期连续调水,营养盐中无机氮和可溶性磷将有所增减;(3)水生维管束植物将衰退,全湖生物量减少;(4)水位提高且稳定,有利于一部分鱼类和底栖动物生长繁殖,同时水生维管束植物的减少,又给另一部分鱼类与底栖动物带来不利的因素,总的是对底栖动物利多弊少,对鱼产量的相对稳定具有积极的作用,但洪泽湖鱼类资源的“小型化”趋势将更加突出;(5)浮游生物在局部湖区有增减,总体上变化不明显。

南水北调工程是解决北方缺水问题的一项重要战略措施,也是一项大规模的系统工程,对生态环境的影响是很复杂的,有的影响显而易见,有的则要长期才显露出来,加上进入洪泽湖的各种污染源和外源性的物质较多,而江水、输水河道与湖水有关可比性的近期资料很少,以及人为因素的加强,围网养殖业的不断扩大,均增加对该湖由于调水而引起水生生物及其生态环境变化的预测难度。所以,在南水北调工程实施之后,仍需对该湖进行定期和不定期的观测与研究,发现问题及时解决,以确保兴利除弊和发挥工程的综合效益之目的。

参 考 文 献

- 1 于 能、周 刚. 南水北调东线一期工程对江苏水产资源影响的预测. 河海大学学报(海洋湖沼专辑), 1990, 18: 112—117.
- 2 中国科学院南京地理研究所湖泊室, 江苏湖泊志. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982: 47—110.
- 3 Newbury, R. W. *et al.*, The Southern Indian Lake impoundment and Churchill River Diversion, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1984, 41: 548—557.

PREDICTION OF EFFECTS OF FIRST STAGE PROJECT
OF EASTERN ROUTE SOUTH-TO-NORTH WATER TRANSFER
FROM THE CHANGJIANG RIVER ON AQUATIC ORGANISM
AND ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN HONGZE LAKE

Zhou Wanping¹ Guo Xiaoping¹ Chen Weimin¹ Hu Wenying¹ Chen Kaining¹
Zhang Snengzhao¹ Sui Guirong¹ Ren baizhou² Wu Meian²

(1 *Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*;

2 *Huaihe River Commission of the Ministry of Water Conservancy, Bengbu 233001*)

Abstract

After putting the first stage project of the Eastern Route of South-to-North Water Transfer from the Changjiang River into practice, the water level of Hongze Lake, as one of impounded lakes, will rise averagely 0.5 m and tend towards stability. Therefore, the subsequence will bring about changes in ecological environment and aquatic organism in Hongze Lake. This paper discusses prediction of the above subsequence. According to the annual investigation (including physical and chemical characteristics of lake water, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos) in permanent stations from Dec. 1987 to Dec. 1990 and comprehensive investigation in the whole lake in Sep. 1989, the result shows: (1) Transparency will get decreased slightly in some water areas, but there is no change in the open water area; (2) If the water is diversified in a short period of time, the nutrient salts of the lake water will remain unchanged. However, if diversion of the water continues in a long period of time, inorganic nitrogen compounds may increase while dissolved phosphorus decrease; (3) Some areas will be a little abundant in plankton but not in whole lake; (4) Gastropods will decrease, but *Corbicula fluminea* Muller increase; (5) Aquatic vascular plants will decrease; (6) Open-water area fish will increase, but the yield of herbivorous fishes which lay eggs on aquatic vascular plants will somewhat decrease.

Key Words South-to-North Water Transfer, ecological environment, aquatic organism, Hongze Lake