

# 淀山湖湿地及其生态功能与利用

由文辉 (华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

**提要** 淀山湖是上海市唯一的淡水湖泊, 面积约 62 km<sup>2</sup>。淀山湖湿地的形成主要是地质、地貌、气候、水文等自然因素和人类活动影响长期相互作用的结果。本文着重讨论了淀山湖湿地的生产功能和环境生态功能, 并对湖泊湿地的利用与保护提供了建议。

**关键词** 湿地 湿地形成 生态功能 利用

**Ecological Functions and the Utilization of Dianshan Lake Wetland**· You Wenhui (Department of Environmental Science, East China Normal University, SHANGHAI 200062); *Rural Eco-Environment*, 1997, 13(3): 20-24

**Abstract** As the only fresh water lake of Shanghai, Dianshan Lake lies on the border of Jiangsu Province and Metropolitan Shanghai and covers an area of 62 square kilometers. The dominant factors to the formation of Dianshan Lake Wetland such as geological factor, geomorphologic factor, climate factor, hydrological factor and human activity factor etc and their interactions are briefly introduced in the paper. The productional function and the environmental and ecological functions of the Wetland are discussed. The Approaches for protection and proper utilization of the Wetland are also proposed.

**Key words** wetland, formation, ecological function, utilization

湖泊湿地是指由陆地到开敞湖面的过渡带, 在宏观上具有陆地景观(至少是季节性的), 并以湿生植物为标志, 它是湖泊与周围环境间物质和能量交换的重要通道, 尤其在湖泊生物生产和营养平衡中起着极为重要的作用<sup>[1]</sup>。淀山湖是上海市的主要水源地和水产养殖基地之一, 在经济发展、人口增长与资源、能源、粮食矛盾日益突出的今天, 探讨淀山湖湿地的形成、生态功能与保护和开发利用等问题, 对保护其生态环境和宝贵的自然资源以及持续利用这些资源均具有重要的现实意义。

## 1 湿地的形成

淀山湖湿地位于江苏省和上海市交界处, 跨青浦、昆山两县, 其地理位置为 31°04'~31°12'N, 120°54'~121°01'E。淀山湖湿地的形成是地质、地貌、气候、水文、土壤、生物等自然要素和人类活动影响长期相互作用的结果。

### 1.1 地质、地貌及其组成是湿地形成的基础和

## 主导因素

淀山湖湿地的形成是与淀山湖及沿岸平原的形成、演变直接有关的。淀山湖是由全新世古泻湖演变而来, 整个湖区为第四纪长江河流冲积作用与古泻湖淤积作用形成的平原水网区。沉积物主要为冲积-湖积平原相, 沉积物类型为淤泥质沙粘土。淀山湖底质表层岩性多为粉砂质粘土。全区属长江三角洲滨海平原, 地势起伏较缓。地面平均高程为 3.8~4.0 m。淀山湖湖岸全长约 62.32 km, 其中昆山县境内约 26.62 km, 青浦县境内约 35.7 km。昆山县为加强该地段的防汛排涝工程, 在沿湖地区全部建成挡流大堤, 坝体为灰浆块状结构。青浦县境内除青商公路沿岸有 8.4 km 的石砌护岸和石驳岸外, 沿湖一些风景区和单位也建了一些石砌护岸, 长约 8 km 左右, 其余则为土岸。从沿岸实际调查来看, 除部分裸岸有崩塌外, 其

1997-01-06 收稿

余湖岸无崩塌现象。出现崩塌的裸岸主要分布在淀山湖南岸无石砌护岸区,该区位于淀山湖出水口,受自北向南的水流和风浪的冲击,导致湖岸崩塌。

## 1.2 气候要素是湿地形成的另一主导因素

淀山湖湿地属亚热带季风气候,季节明显。该区多年观测资料统计表明,平均气温为 $15.5^{\circ}\text{C}$ ,最热月(7月)平均气温 $27.9^{\circ}\text{C}$ ,最冷月(1月)平均气温 $2.9^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $4935^{\circ}\text{C}$ ,年日照时数 $2071.1\text{h}$ 。全年无霜期长达 $235\text{d}$ 。年均降水量 $1037.7\text{mm}$ ,汛期雨量有二次高峰,一是梅雨,多发生在 $6\sim 7$ 月,二是台风雨,多发生在 $8\sim 9$ 月。平均风速为 $3.7\text{m/s}$ ,春夏雨季多偏南风,秋冬则以偏北风为主。这种温暖湿润气候,可以满足莲、菱、芦苇、菰等湿地植物生长的需要。

## 1.3 水文要素对湿地形成的重要影响

淀山湖是个吞吐性浅水湖泊,水文情势同时受上游来水和下游潮水的影响。一般年份,水位从每年6月中旬开始上升,10月中旬开始下降,最高水位出现在 $7\sim 9$ 月,枯水位出现在 $12\sim 2$ 月。据拦路港站 $1951\sim 1988$ 年水位观测资料统计,多年平均水位 $2.63\text{m}$ ,历年最高水位 $3.71\text{m}$ ( $1954$ 年 $8$ 月),历年最低水位 $1.76\text{m}$ ( $1951$ 年 $2$ 月和 $1963$ 年 $4$ 月)。平均年变幅 $1.05\text{m}$ 。湖泊湿地是湖泊多年最高水位平均值和最低水位平均值之间的地区,多年绝对水位平均值差值的大小直接影响其湿地面积大小。水位的变化也影响到某些湿地类型的变化。

淀山湖上游来水夹带的泥沙较少,即使上游来水夹带泥沙,也大部分沿途淤积于上游湖荡,故全落潮含沙量小,约在 $0.015\sim 0.035\text{kg/m}^3$ 之间。在多年平均水位 $2.63\text{m}$ 条件下,湖泊容积为 $1.30\text{亿m}^3$ 。

淀山湖径流量的补给主要决定于降水。据计算,淀山湖年均由降雨直接产水约 $0.7\text{亿m}^3$ ,其中约 $50\%$ 集中在 $5\sim 9$ 月。受潮汐的影响是淀山湖不同于其他湖泊的重要水文特征。当潮汐(大汛)或上游来水量较少时,黄浦江潮

流会通过拦路港及其他下游出水口门进入淀山湖,涨落潮时引起的水位差一般在 $5\sim 10\text{cm}$ 之间。淀山湖水温在 $10^{\circ}\text{C}$ 以上时间长达 $9$ 个月左右,而且湖泊水体效益明显。丰富的水资源和良好的水温为灌溉、航运和水产养殖业创造了条件。

## 1.4 人类活动对湿地形成的明显作用

由于沿湖地区的经济发展和人类活动强度的日趋扩展,以及对自然生态环境的破坏,湖泊淤积速度加快范围扩大,加上沿湖养殖业特别是围网(箱)养殖的发展规模过大,使淀山湖湖面趋于缩小。尤其是 $50$ 年代以来,由于围垦和兴修水利(如驳岸等)使淀山湖湿地面积减少约 $20\%$ 。

## 2 生产功能

湖泊湿地处于水陆过渡带,湿地植物的促淤功能使得湖泊湿地得以蓄积来自水陆两相的营养物质而具有较高的肥力,又有与陆地相似的光照、温度和气体交换等条件,并以高等植物为主要的初级生产者,因而具有较高的初级生产力。同时湖泊湿地为鱼类和其他水生动物提供了丰富的饵料和优越的栖息条件,具有较高的渔业生产能力。

### 2.1 初级生产力

$1991\sim 1994$ 年调查结果表明,淀山湖湿地植物总生物量在7月份为 $508.7\text{g/m}^2$ ,约合 $11750.1\text{t}$ 。其中,苦草群落所占比例( $53.38\%$ )最大,其次为菹草群落( $12.93\%$ )。芦苇和菰群落占 $10.54\%$ 。菰叶被用作草鱼饲料,年收割量约 $800\text{t}$ ,约占其总现存量的 $40\%$ 。苦草、马来眼子菜等沉水植物是草鱼的优质饲料,年收获频度约 $4\sim 6$ 次,年收获量约 $22648\text{t}$ ,是7月份其总现存量的 $3$ 倍左右。上述湿地植物的收获,每年可自湖泊中移除氮 $160\text{t}$ 和磷 $21\text{t}$ ,对淀山湖的富营养化程度有一定的消减作用。

### 2.2 渔业生产力

淀山湖渔业主要由捕捞渔业、围栏(网箱)养殖和围垦区的池塘养鱼三部分组成。

### 2.2.1 捕捞渔业

由于淀山湖丰富的天然饵料资源和良好的栖息环境,天然渔业资源较为丰富,加之养殖种类的人工放流,使得年捕获量达 850 t 左右,其中野生鱼约占 18%,人工放养以青、草、鲫、鲢、鳙为主,产量约占 80%。

### 2.2.2 围栏(网箱)养殖业

淀山湖围栏(网箱)养殖是在 70 年代末兴起的渔业生产新方式,尤其是近十余年来,养殖规模和种类逐步扩大,产量和利润也在逐年上升。据 1995 年的统计,养殖面积近 12 km<sup>2</sup>,养殖种类以草食性鱼类(如草鱼、鳊鱼等)为主,年产量近 1000 t。饲料除来自湖中收割的水草外,还投放菜饼、豆饼等商品饲料。

### 2.2.3 围垦区的池塘养鱼

这部分养殖面积近 5 km<sup>2</sup>,产量约 800 t。养殖种类亦以草食性鱼类为主,其他鱼种还有青鱼、鲫鱼等。饲料主要为未围垦区的水草和围垦区种植的禾草类(如黑麦草等),除此之外,还投放相当数量的商品饲料(约占总量的 30%)。

### 2.2.4 渔业生产现状分析

淀山湖具有丰富的鱼类天然饵料资源,但就目前的渔业生产现状来看,利用率还不高,尤其是对浮游生物、水中悬浮有机颗粒物以及湖底有机沉积物利用率不高,可适当加大以此为主食的鱼种投放量,既可提高渔业生产潜力,又可促进淀山湖的水质恢复。同时还应对现有的网栏养殖规模加以限制,以调整养殖对象结构为提高养殖收益的突破口。

## 3 环境生态功能

淀山湖湿地的环境生态功能主要表现在湖水水质的保护能力和对过往水质的净化能力,它主要通过生物沉积和生物同化输出起作用。

### 3.1 水质净化功能

淀山湖作为黄浦江上游的重要水源地,其水质状况直接关系到上海市人民健康和工农业生产发展。淀山湖湿地作为其影响区域环境整体的一部分,与周围地区存在着密切联系。表 1 为淀山湖进出水口与湖内水质的对比表,湖内及出水口的各项水质指标一般优于进水口。可见,淀山湖湿地对上游来水具有明显的净化作用。

表 1 淀山湖区域水质对照表(单位:mg/L)

Table 1 Water quality in different parts of Dianshan Lake

区域	T-N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>3</sub> -N	T-P	D-PO <sub>4</sub>	COD <sub>Mn</sub>	BOD <sub>5</sub>
进水口	1.38	0.48	0.032	0.52	0.103	0.006	4.36	1.89
湖内	1.34	0.47	0.028	0.46	0.097	0.005	4.30	1.72
出水口	1.25	0.51	0.026	0.44	0.101	0.006	4.34	1.59

为便于分析淀山湖水质变化的内在规律,按丰水期(6~9月)、平水期(3~5月、10~11月)、枯水期(12~2月)将 2 年的水质资料进行汇总(表 2)。自 6 月份进入丰水期,沿湖的农田径流和旅游及居民点生活污水剧增,从而使丰水期入湖污染物量大大增加。但同时上游来水亦猛增,而下泄量又少于上游的来水,使湖泊蓄水增大,增强了湖泊的稀释自净能力。另外,温度的上升也有利于有机物的分解,分解产物如氮、磷等被迅速增长的湿地水生生物所吸收。因

此,丰水期水质优于其他水期。在平水期,上游来水大大减少,且少于下泄量,导致淀山湖水量大减,低温亦不利于有机物的分解,使湖泊的稀释和自净能力降到全年最低点,各项水质指标居于丰水期和枯水期之间,仅 T-N 和 NO<sub>3</sub>-N 偏高于枯水期,这可能是平水期正值春耕和秋收季节,春雨和秋雨易于冲刷地表,带给湖泊大量的氮元素,而这时水温较低,生物利用较少的缘故。

表2 淀山湖不同水期水质对比表(单位:mg/L)

Table 2 Water quality of Dianshen Lake in different seasons

水期	T-N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>3</sub> -N	T-P	D-PO <sub>4</sub>	COD <sub>Mn</sub>	BOD <sub>5</sub>
丰水期	0.90	0.31	0.037	0.30	0.094	0.005	4.19	1.01
平水期	1.65	0.65	0.020	0.49	0.096	0.006	4.21	1.90
枯水期	1.43	0.49	0.030	0.77	0.121	0.006	4.86	2.79

### 3.2 促淤消浪作用

湿地植物具有促进湖水中悬浮的颗粒态无机物沉降的作用,也能通过植物的吸收同化和生物沉积使湖水中溶解态无机物(包括N、P等营养盐类)进入沉积物,这是一种极为重要的净化机制。其中氮主要通过生物沉积途径进入底泥。沉积速度与水生植物的繁茂程度有关。表层沉积物中总氮含量的变化趋势是,从春天开始到夏天逐渐下降,到了秋天又复上升,大部分在冬春之间总氮呈现最高值。而底质中的总磷含量比较稳定,在全年中无明显的规律性变化。

湿地植物存在与否对湖岸的稳定性影响极大。Waye的研究结果表明,美国互花米草(*Spartina alterniflora*)沼泽可使波高降低71%,波能降低92%<sup>[2]</sup>。作者也曾观察到,当岸边生长有芦苇等挺水植物时,正常波浪传入数米即基本消失;尤其是当芦苇高4~5 m,盖度75%以上时,消浪效果最佳。

### 3.3 维持生态平衡作用

为获得各类水生生物体内氮、磷的含量,曾对部分样品进行了分析测试,结果见表3。

表3 淀山湖水生生物氮、磷含量(g/kg)

Table 3 N, P contents of different organisms in Dianshan Lake

项目	鱼类	蚌	螺	蚬	蟹	虾	苦草	芦苇
氮	114.4	9.35	17.93	9.05	56.03	74.11	33.78	19.27
磷	9.8	1.73	0.78	0.07	7.70	10.0	1.03	0.62

对于浮游植物、浮游动物以及细菌体内氮、磷的含量依据表4所列系数换算。

根据表3、表4可算得氮、磷在各类水生生物中的分配(表5)。

表4 几类水生生物氮、磷含量换算系数

Table 4 N, P content conversion rates for aquatic plankton

项目	浮游植物	浮游动物*	细菌
氮	0.08 <sup>[5]</sup>	0.09 <sup>[3]</sup>	0.107 <sup>[4]</sup>
磷	0.012 <sup>[4]</sup>	0.0008 <sup>[3]</sup>	0.006 <sup>[4]</sup>

\* 由于缺少原生动物、轮虫资料,浮游动物换算系数以浮游甲壳类动物计。

表5 氮、磷在各营养级的分配(t/a)

Table 5 Distribution of N, P in different nutritive levels of aquatic organisms

项目		氮	磷
生产者	浮游植物	526.12	78.92
	高等水生植物	231.90	9.81
	合计	758.02	88.73
消费者	浮游动物	34.65	0.31
	底栖动物	390.01	47.51
	鱼类	54.91	4.70
	合计	479.57	52.52
分解者	浮游细菌	229.34	12.86
	底泥中细菌	1.72	0.10
	合计	231.06	12.96

由表5知,氮、磷在各营养级的分配均以生产者最高,尤其是浮游植物所占比例最大,分解者最少。在消费者中,氮、磷主要存在于底栖动物体内,在分解者中主要存在于浮游细菌中。氮、磷的分配,生产者相当于消费者与分解者之和。

淀山湖氮、磷输入、输出的主要途径和数量列于表6。

由表6可知,淀山湖每年输入氮为3089.90 t,高于其输出117.72 t,而磷的输入与输出基本持平。氮、磷输入与输出途径均以入湖和出湖河道为主,输入分别占总量的84.7%和84.8%,输出分别占90.34%和95.94%,湖面

降水输入氮、磷分别占总量的 6.79% 和 2.88%，居第二位。通过水产品养殖输入的氮、磷仅占总量的 0.55% 和 1.79%。水产品捕捞输出的氮、磷分别为 106.98 t/a 和 6.16 t/a，高于其放养输入的氮(89.89 t/a)和磷(3.44 t/a)量。

表 6 淀山湖氮、磷的输入和输出(t/a)

Table 6 N, P input to and output from Dianshan Lake

输入			输出		
途径	氮	磷	途径	氮	磷
河流	2615.83	128.57	河流	2865.20	145.71
降水	209.51	4.37	水草收割	72.85	3.48
农田径流	144.42	5.95	捕鱼	21.17	1.81
居民、工厂排放	78.32	7.78	蚬、蟹、蚌捕捞	12.96	0.87
饭店、旅游排放	6.43	0.64			
过往船只	18.25	1.83			
放养鱼、蚬、蟹	17.14	2.72			
合计	3089.90	151.86	合计	2972.18	151.87

根据上述氮、磷收支状况以及在各营养级的分配,可以看出,输入淀山湖的氮、磷大体有 3 条去路:一是通过食物链把由生产者固定的氮、磷转移并积累至各消费者体内,这些氮、磷最终可由各种水产品的收获而输出;二是进入腐屑链,即存在于动、植物尸体或泄物中,它们在水中为异养细菌所矿化,或者沉积到湖底,再由底泥中的细菌矿化后重新进入食物链;第三条去路则是有相当数量的氮、磷随出湖径流和各种用水输出湖泊。很明显,在输入湖内的氮、磷总量中约有 36.6% 和 70% 须经过各类水生生物体内,因此,它们对于维持生态系统的物质平衡具有重要作用。

## 4 问题与建议

### 4.1 加强对现有湖泊湿地的研究与保护

淀山湖湿地具有卓越的渔业生产功能和环境生态功能,但由于对它们缺乏全面的研究和系统的规划,尤其是对其初级生产潜力和污染负荷能力缺乏研究,盲目的渔业资源开发和湿地管理不善已引起了该湿地生态系统的结构与功能受损。因此,深入研究淀山湖湿地的生物生产过程与现代地球生物化学过程,揭示其生物生产潜力和污染负荷能力,制订科学的管理与资源利用计划,有效地保护和利用湿地,是一项十分紧迫的艰巨任务。

### 4.2 淀山湖湿地资源利用与恢复生态工程

重点研究淀山湖湿地的结构与功能恢复生态工程,如水生植被的恢复生态工程,探讨湿地资源和湖泊水质持续利用等问题,建议尽早开展这方面的调查研究和示范工程研究。

## 参考文献

- 1 Jørgensen SE, Löffler H. Guidelines of Lake management, Vol 3, Lake Shore Management. ISBN 87. 1990.1-170
- 2 Frey RW, Basan PB. Coastal salt marshes. Springer-verlag, 1985. 138
- 3 陈雪梅. 淡水桡足类生物量的测算. 水生生物学集刊, 1991, 7(3):397-405
- 4 Barnes PSK, Mann KH. Fundamentals of Aquatic Ecosystems, Blakwell scientific publication. 1978
- 5 Winberg GG. Symbols units and conversion factors in studies of fresh water productivity. IBP handbook No. 17, 1971. 5-15

**作者简介** 由文辉, 华东师范大学环境科学系副教授, 生态学博士, 主要研究方向为水生生态学, 已发表论文 10 余篇。