

太湖湖滨带的生态建设*

朱季文 季子修 蒋自巽

(中国科学院南京地理与湖泊研究所 南京 210008)

提 要 太湖湖滨带是太湖流域重点污染控制区之一. 本文根据流域生态学与流域管理学的原理, 提出了太湖湖滨带生态建设的途径. (1) 发展生态农业, 减少农田污染. (2) 入湖河道沿岸两侧建设河岸林带, 成为农田与河流间的缓冲带. (3) 加强沿岸丘陵的水土保持. (4) 充分利用湖泊湿地的净化功能, 作为治理太湖富营养化的有效措施. (5) 选择入湖河道河口, 在试验基础上建立人工湿地. 推动太湖湖滨带生态建设工程顺利开展的措施. (1) 提高全社会的环境保护意识. (2) 从组织和制度上加强湖滨带污染控制管理. (3) 建立环境监测和信息管理系统. (4) 开展湖滨带污染控制工程的试验研究.

关键词 生态建设 湖滨带 湖泊湿地 污染控制 太湖

分类号 P343.3

自20世纪80年代以来, 太湖富营养化程度不断加重, 90年代局部水域达到重富营养水平, 每年夏季爆发蓝藻水华, 直接影响沿湖地区人民生活 and 工农业生产. 对于富营养化问题严重的湖泊, 单纯采取切断污染源措施的治理效果往往不理想, 必须开展综合整治, 通过多种途径, 才能逐步缓解人为富营养化问题. 本文建议, 采用恢复与重建湖滨湿地植被、恢复与重建湖滨带入湖河道沿岸与河口植被、实施农业生态工程与水土保持工程等措施, 通过综合治理, 将湖滨带建设成为太湖的污染防护带.

1 湖滨带的范围和特征

太湖湖滨带是太湖流域重点污染控制区之一, 包括太湖沿岸的陆上与水下两部分. 太湖岸线长约405km, 沿岸地形以平原为主, 平原湖岸的湖滨带陆上范围包括环湖大堤及堤外约5km的平原, 在行政区划上涉及江苏省宜兴市、武进市、无锡市区、苏州市区与吴江市及浙江省湖州市与长兴县, 局部岸段如望亭与新安间以运河为界, 其范围小于5km. 湖滨低山丘陵主要分布在北岸无锡市区的马山与南泉及东岸苏州市区的光福、东山等地, 丘陵湖岸的湖滨带包括岸线向外5km的丘陵及其周围的平原. 湖滨带的水域范围为2m等深线以上的湖滨湿地分布区.

沿岸平原的土地类型大多是湖荡平原圩田, 无锡市区沿岸和西岸湖滨带的西部为水网平原平田. 这些岸段的工业废水、乡镇生活污水、农田和畜禽养殖排放废水是太湖沿岸的主要污染源. 环湖河道是进入太湖的氮、磷负荷的主要来源, 西岸的直湖港、西苕溪、太滬运河、宜北河、濮溪河等入湖河道所占等标负荷的比重较大. 下游河道发生倒灌时, 加大了湖泊的污染负荷量.

在沿岸丘陵, 东部有残存的常绿阔叶林, 而马尾松林、茶园、果园等在沿岸丘陵分布普遍.

* 收稿日期 2001-08-10 收到修改稿日期 2001-09-12. 朱季文, 男, 1933年生, 研究员.

这里是苏州、无锡太湖风景区,有众多宾馆和旅游点。沿岸丘陵对太湖污染的影响主要是宾馆、疗养院、旅游点和居民点的排放,以及茶园和果园的水土流失。

太湖地处北亚热带,年平均气温 15 - 16℃,无霜期超过 230d,年降水量 1050 - 1250mm,优良的水热条件使各种水陆生态系统均具有很高的生产力。

2 防护带的作用及建设目标

太湖水质主要污染物为氮、磷等营养盐和耗氧有机物。通过保护流域的自然植被(森林、湿地),调整流域的农业生产方式,较大程度地将 N、P 保留在陆地生态系统物质循环之中,可以减缓水体的富营养化进程^[1,2]。开展太湖湖滨带的生态建设,发展生态农业,减少农田污染,大力造林种草,恢复湿地功能,可消耗营养物质,减少水体中氮和磷的负荷,从而减轻太湖污染。据文献可知,农田与河流间 50m 宽的沿岸森林带能减少进入河流 89% 的氮和 80% 的磷^[3];在水生植物繁茂的东太湖,每生长 1t 水生植物,可吸收同化溶解态氮 4.16kg、磷 0.60kg,通过人工收获途径(包括用作养鱼饲料和收割芦苇)可从湖内输出氮 2.75kg、磷 0.50kg^[4]。

建设湖滨带,充分利用和提高湖滨植被带的净化能力,是太湖污染治理的有效措施之一。河岸植被带的缓冲能力表现为使溶解的和颗粒状的营养物沉淀、结晶、非生物吸收,或由缓冲带内的植物和微生物群落消耗或转化^[5]。这样,可减少入湖河道的营养物质,从而改善太湖水质。

建设目标应与国家的太湖污染防治规划相配合和协调。初步设想是,至 2010 年,发展生态农业,农村生态环境有较大改善。沿岸平原实现高标准农田林网化,林木覆盖率达 15%;沿岸丘陵完成马尾松林改造,建设防护林、风景林,提高生态效益;完成茶园、果园的水土流失治理;水深 1m 以内湖滩地上芦苇覆盖率达到 80 - 90%,其他水生植物生物量也有明显增加。

3 防护带的构成

3.1 农业生态工程

太湖地区随着乡镇企业的发展,积造有机肥的劳力缺乏,大量化肥施入农田,然后通过各种途径进入水体。因此,农业面源污染是太湖水系水质恶化的主要因素之一。发展生态农业,增加农家肥,减少化肥用量,提高土壤肥力,用生物方法防治农作物病虫害,改善农田生态环境,保持生态平衡,这对实现太湖治理目标是至关重要的。湖滨带是太湖一级保护区,沿岸各乡镇均属生态农业建设的试点,在保护农业生态环境、走农业可持续发展之路方面做了大量工作^[6]。但是,太湖地区生态农业建设面临不少困难,人多地少影响农业结构调整,制约生态农业建设;河道水质差,影响农产品质量;河道淤积严重,农田抗灾能力下降;工业污染农田的事故时有发生。生态农业建设需要大量资金投入,资金不足影响生态农业建设的进展。据无锡市南泉镇 1999 年生态农业情况调查资料,施有机肥的耕地仅占 34%,秸秆还田的占 55%。

生态农业建设涉及的问题很广,湖滨带生态农业的持续稳定发展,需要多部门协作配合。首先,加快农村环境的综合整治,所有乡村企业推行清洁生产工艺,实现达标排放。第二,沿岸各县、市、区分别选择一个生态农业示范小区,探索适合当地实际的生态农业模式。第三,农业污染控制工程,用农家施肥提高土壤肥力,控制化肥、农药的投入,推广秸秆综合利用技术和病虫害综合防治技术。第四,提高生态农业的科技含量。第五,培养生态农业建设的专业人才,强

化生态农业建设的普及教育。

农业生态工程建设要因地制宜,结合太湖湖滨带各岸段的农业生产与生态环境现状,积极开展种养结合的农业生态工程与基塘农业生态工程等建设,并选择农业基础条件好的地方,建设无公害农产品生态技术示范基地。通过农业生态工程的实施,促进高产、优质、高效农业的发展及生态环境的改善,有利于太湖水环境的综合整治。

3.2 农田林网、河岸林带与环湖林带工程

农田林网建设实行“田、水、林、路”统一布局,乡土树种为主,结合引进树种。圩区选择垂柳等适宜水田的树种,按每网 15 hm^2 规格建设。太湖一级保护区入湖河道范围上溯 10 km ,在各入湖河道两岸设置 $10 \sim 40 \text{ m}$ 宽的林带,形成缓冲带,宽度视河道与河间地形特征而定。林带树种选用经济果木与药用植物。选择太滬运河沿岸进行试点,开展林带树种配置模式效益分析,河岸植物缓冲污染能力的分析,及林带经济效益的评价,取得经验后,再行推广。

环太湖林带建设的主要任务是完善环湖大堤林带,防止堤土流失,保证大堤安全。近期结合大堤的加固,进一步加大大堤林带建设和提高经营管理水平。大堤加固应及时栽草种树。向陆一侧堤坡选用刺槐等护堤功能强的树种以及紫穗槐等灌木。注意防护能力强的树种与风景树种、经济树种的搭配,以及乔、灌、草的合理搭配。

3.3 沿岸丘陵水土保持

沿岸丘陵虽无严重水土流失,但也不能忽视土壤侵蚀问题。要按不同土地利用类型的特点,做好水土保持工作。沿岸丘陵的茶园物种单一,土壤冲刷,土层浅薄,且化肥和农药投入增加,带来土壤和水体污染。要根据区域自然环境的特点,发展生态茶园^[7],建立林茶人工群落,形成乔、灌、草三层结构,改善茶园生态环境,防治对太湖环境的污染。

沿岸丘陵还是江苏常绿果品生产基地,果园分布较广。果园应间作绿肥作物或草本覆盖,以保持水土、改善果园生态环境。

沿岸丘陵的灌木林、疏林和幼林,要加强改造利用和抚育管理。针叶树疏林补植阔叶树,营造混交林;土层深厚处则发展阔叶林,提高森林保持水土效果;土层浅薄处大力建设草坡,发挥保水、保土截污的作用。

3.4 湖泊湿地净化工程

湖泊湿地净化作用除了湿地表面的自然曝气和氧化过程外,主要是湿地植物吸收、吸附来自陆地、大气和人工投入的污染物,并通过人工收获输出,使湖水水质得以改善的过程。太湖沿岸生长有多种挺水、浮水和沉水植物,群落组成复杂,根系发达并呈海绵状结构,不仅能过滤水中的悬浮物,促进泥沙沉积,而且能吸收和吸附水体中多种无机、有机和重金属污染物。充分利用湿地植物的自然净化功能是治理太湖富营养化的有效措施。

提高湿地净化能力有以下两个途径:

(1) 增加湿地植被的覆盖和生物量。在各种湿地植被中,分布于岸边的挺水植物由于充分利用了光、热、水、肥的条件,因而具有很高的生物量。尤其是分布于水陆交错带的芦苇群落,因其植株高大、密集丛生、生物量大以及便于收割等特点,不仅能保护湖岸免遭侵蚀和赋有经济价值,而且在净化水质和改善湖泊生态中的作用最大。受近年来的自然和人为因素的影响,太湖周围芦苇退化严重,有些岸段甚至消失。要通过人工种植和引进优良品种等有效措施,使沿岸水深 1.0 m 以内的湖滩地上尽可能布满,争取覆盖度达到 $80 \sim 90\%$,单产达到或超过 7 t/t

hm²(干重)。水深 1.0–1.2m 之间主要发展茭草,水深 1.2–1.5m 之间主要发展眼子菜、苦草和野菱。这些湿地植物也要妥善保护,并采取移栽种植等措施,适当扩大面积和提高密度,增加生物量。

(2)提高湿地植物的收获量和利用率:只有最大限度地将湿地植物吸收、同化的污染物从湖内输出,削减湖泊水体和底泥中污染物的数量,才能达到最好的净化和改善水质的目的。因此,芦苇要将茎叶部分全部收割,用作工业、建筑原材料和农村薪柴;茭草利用率要达到 80% 以上,用作养鱼饲料和造纸原料,各种沉水和浮水植物也要提高综合利用率和扩大利用范围,通过发展草食性禽畜养殖、水体农业和湖岸生态农业等途径,将湖水中的氮、磷等营养物转化为农产品,从湖泊生态系统中输出。

3.5 入湖河口湿地恢复试验工程

在 20 世纪 60–70 年代,太湖东西两侧曾进行过多次围垦,使大片湖滨湿地被改造为耕地,失去了对太湖环境的调节能力。众所周知,天然湿地具有净化污水的功能。80 年代以来,人工湿地作为污水的深度处理系统,费用低,去除氮、磷效果好,在有些国家得到广泛应用。但人工湿地占有较多土地,在人口稠密的太湖地区的应用受到限制,全部退耕还湖暂时还不可能。

诚然,环湖防护林体系建设、生态农业的发展及沿湖直排污染源的达标排放,可减少湖内的氮、磷污染。但据多年的监测分析,太湖污染物主要来自各条入湖河道。因此,太湖治理的重点应是河流水环境的治理。建立或恢复沿河湿地,是减少营养物质流失且费用低的措施,效果较好,但要占用耕地,难以大面积推广采用。比较可行的做法是,逐渐恢复河口湿地,先开展恢复入湖河口湿地试验,地点可选在宜兴市大浦口两侧。该处为围湖造田土地,试验面积约 1000hm²。通过新筑矮堤,修沟渠,引入宜溧河水(现时水质为Ⅲ类),抬高水位等水利措施,营造沼泽环境,滞留地表径流,植芦苇、茭草等挺水植物,形成人工湿地生态系统。湿地周围堤坡栽植香根草篱。试验内容主要是通过监测进出该系统的水质变化情况,评价本区人工湿地去除氮、磷等营养盐的效力,为今后人工湿地建设和退耕还湖决策提供依据。

4 几点措施及有待深入研究的课题

4.1 加强宣传教育,提高全社会的环境保护意识,尤其是提高乡镇、企事业单位和居民保护太湖湿地和沿岸环境的自觉性

该项工作应与环境普法宣传教育结合起来。主要形式有:①利用各种媒体,广泛宣传保护太湖的重要意义,表扬环保先进单位和个人,揭露污染环境的不法行为,发挥媒介的导向和监督作用。②举办环境科普讲座和图片展览,编写出版有关保护太湖环境内容的材料,提高广大干部、群众和中小学生的环保观念。③在沿湖旅游度假区及其它公共场所的醒目位置增设宣传画和警示牌,规范公众行为,防止破坏环境事件发生,保护“我们共同的家园”。

4.2 从组织和制度上加强湖滨带污染控制管理

建立和落实基层环保机构和管理人员,实行环保承包责任制及公众参与监督机制等措施,保证湖滨带的各种污染控制工程能够顺利实施,使环境建设和资源利用得以合理有序进行。

4.3 建立环境监测和信息管理系统

为了不断充实与完善污染防护带各种建设项目的设计和和实施,必须加强监测工作,在与项目实施有关的农田、湿地、河流设置断面与监测点,定期采样分析,掌握土壤、水环境的变化规

律,评估项目设计的合理性,或发现问题,为项目的实施和管理提供信息,及时采取有效措施,保证规划目标的实现。

4.4 开展湖滨带污染控制工程方面的试验研究,为制订和调整相应的污染治理对策提供更为准确的理论依据。

主要课题有(1)湖滨带人地关系研究,探讨沿岸地区能获得最佳环境效益和社会经济效益的资源利用方式和社会经济发展模式。(2)在围湖造地上恢复湿地(或建设人工湿地)的可行性研究。(3)湖泊湿地功能及其净化水质作用的定量研究,探讨既能最大限度提高湿地生物生产量和增加湿地净化能力,又不会导致湖泊的沼泽化进程加速的技术途径。

参 考 文 献

- 1 White J S, Bayley S E, Restoration of a Canadian Prairie Wetland with Agriculture and Municipal Wastewater. *Environ Manage*, 1999, 24(1): 25-37
- 2 阎水玉,王祥荣.流域生态学与太湖流域防洪、治污及可持续发展. *湖泊科学*, 2001, 13(1): 1-6
- 3 Peterjohn W T, Correll D L, Nutrient Dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. *Ecology*, 1984, 65: 1466-1475
- 4 李文朝.太湖湿地的生态功能与利用.见:陈宜瑜主编, *中国湿地*. 长春:吉林科学技术出版社, 1995. 191-200
- 5 Petersen K C, Petersen M, Lacoursiere J. 河流恢复的标准模块模型.见:宁远、沈承珠、谭炳卿等译. *河流保护与管理*, 北京,中国科学技术出版社, 1997. 191-200
- 6 朱向东.无锡市生态农业建设战略思考. *当代生态农业*, 1999, 3-4: 67-69
- 7 陈 强.生态茶园建设及其发展模式初探. *水土保持通报*, 1998, 18(3): 42-46

Approaches to the Ecological Rehabilitation of Lakeside Zone of Taihu Lake

ZHU Jiwen JI Zixiu JIANG Zixun

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

Abstract

The lakeside zone of Taihu Lake is one of the major pollution control regions in Taihu basin. Based on the principles of watershed ecology and management, the measures of ecological rehabilitation for lakeside zone in Taihu Lake were put forward in the paper. (1) To develop eco-agriculture should be the effective way to reduce agricultural pollution. (2) Riparian forest belt, as a buffer zone between farmland and water body, should be planted along the rivers that enter Taihu Lake. (3) Soil and water conservation should be paid particular attention to in the hills on lakeside. (4) Fulfilling purification function of lake wetlands is the proper method to prevent eutrophication of Taihu Lake. (5) Man-made wetland system at the mouth of rivers that enter Taihu Lake should be established on the basis of experiment in selected place.

Suggestions are made for the purpose of a accomplishing the ecological rehabilitation of lake-

side zone, i. e. :1) To heighten the public consciousness for environmental protection; 2) to strengthen pollution control and management of lakeside zone on the basis of organization and regulation; 3) to establish environmental monitoring and information system, and 4) to advance the tentative ideas for further study of pollution control engineering of lakeside zone.

Key Words ecological rehabilitation, lakeside zone, lake wetlands, pollution control, Taihu Lake

富营养化湖泊治理与湖泊管理国际讨论会在云南昆明召开

紧继在世界第九届国际湖沼会议之后,倍受人们关注的、并结合我国实际情况的富营养化湖泊治理与湖泊管理国际讨论会,于2001年11月19日至21日在云南省昆明市召开。会议由云南省环境保护局与日本湖沼学会联合主持,出席会议的中外学者共120余人。会议就当前湖泊富营养化控制和治理与如何保护湖泊水质问题,进行充分讨论和广泛交流。与会者一致认为,当前湖泊富营养化的治理与管理研究迫在眉睫,应从以下九个方面加强研究(1)湖泊水体富营养化过程和形成机制,及对湖泊生态环境影响(2)湖泊生物多样性动态与保护研究(3)湖泊富营养化生态恢复与生态工程研究(4)蓝藻控制与水生生态影响研究(5)汇流区管理与水生生态研究(6)污水与底泥处理技术研究(7)人类健康与水质研究(8)水污染经济成果与水资源经济学研究(9)湖区生态道德倡导与公众参与和管理研究。

会议期间,与会代表们对滇池进行了实地考察,并就云南湖泊的治理和管理召开了专门座谈会,专家们对云南湖泊治理提出了良好的建议,主要着重以下几个方面:

(1)富营养化地控制及生态恢复方面,认为首先必须截断污染源,这是富营养化控制与水体复原的重要前提,目前对城市污水及工业污染源控制已引起各地重视,但对面源,尤其是大片分散居民生活污水和农业生产排水,面广量大,亦应尽快控制,引进一些先进的净化设施,用于分散家庭、聚落及湿地生态技术等方面是有意义的。

(2)湖泊治理中底泥处理技术方面,专家们认为,清淤底泥的前提必须是先确认底泥对湖泊富营养化进程的影响程度,在污染源控制的前提下,可根据以下情况决定(a)如果底泥对营养盐有良好的吸附作用,而释放量很少,或者释放的营养盐对湖泊水体、水质影响很小,则暂不拟清淤。(b)一些国家已采用了一些化学方法,如使用了 CaCO_3 、 FePO_4 、 CaNO_3 、明矾等化学物质,一则可很快的净化湖水,而又能使底泥稳定,方法简便而不必去清淤。(c)一些国家利用湖水动力学特点,以吸附方法,仅又除去表层含污染物的淤泥,而无需大面积清淤,方法简便,省钱省工。总之湖底清淤是耗资大,工程量大的方法,一些国家已用先进的工艺取代和处理。

(3)湖泊富营养化过程与机制认识方面,要全面认识导致湖泊富营养化进程的各因子,不仅要注意湖泊生态系统,还必须注意流域的陆地—水域生态系统,在确定污染源人为因素的同时,还必须确认各类自然因素背景,这包括地形及土地利用变化,植被及水土流失等,以建立富营养化模型及控制模型。

(4)流域管理方面,建议要进行流域水资源分配的系统工程设计,包括工业、农业发展计划,人口增长,城市化进程等与区域水资源协调,以最小的水资源来满足人们对水资源的最大需求。

会议最后发表了昆明宣言,提出:要有良好的湖泊环境,安全的水,用科学和智慧管理湖泊。经过与会者的讨论和磋商,一致建议建立云南高原湖泊国际研究中心,这个中心的目的与任务就是以云南高原湖泊研究为重点,选择研究项目,组织开展国际性合作研究,争取多渠道的国际援助,建立高原湖泊信息系统,提供先进的湖泊监测和管理手段,定期组织国际学术研讨会,交流国际研究成果与信息,同时培养高级湖泊研究和管理人才等等。(孙顺才)