

The Status of Water Pollution Control and the General Situation of the River Dredging Project in Chaohu Lake

Chao Ren, Jia Lu, Yue Zhao

Hehai University, Wentian College, Maanshan Anhui
Email: 2311805476@qq.com

Received: Sep. 30th, 2016; accepted: Oct. 21st, 2016; published: Oct. 27th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The phenomenon of eutrophication in Chaohu Lake and the water quality degradation seriously hampered the social and economic sustainable development. Based on the analysis of pollution status and its causes of Chaohu Lake, it was proposed that governing the eutrophication in Chaohu Lake needs to start from the whole of the basin, implement source control, ecological repair, and lake management conjunctively, and insist the principle of the ecological environment sustainable development. Specifically, we should control pollution sources by multi-pronged approaches, carry out ecological repair of the lake, implement governance and management, and establish the formation base for managing and governing eutrophication in Chaohu Lake. This paper analyzed the water pollution and eutrophication status of Chaohu Lake, causes of water pollution, pollution sources, and pollution status, so as to propose the way for protecting water quality, providing references for the related departments to govern Chaohu Lake.

Keywords

Eutrophication, Cause Analysis, Reclamation Activities, Chaohu Lake

巢湖水污染治理现状以及巢湖部分入湖河流疏浚工程概况

任超, 路嘉, 赵悦

河海大学文天学院, 安徽 马鞍山

Email: 2311805476@qq.com

收稿日期: 2016年9月30日; 录用日期: 2016年10月21日; 发布日期: 2016年10月27日

摘要

巢湖水体富营养化现象严重、水质恶化加剧, 严重制约了该流域社会经济的可持续发展。在分析巢湖污染现状及其成因的基础上, 总结并提出巢湖水体富营养化治理需要从流域整体着手, 实行控源、生态修复、湖泊管理相结合, 坚持走湖泊生态环境可持续发展道路的方针; 具体措施是多管齐下控制污染源、开展湖泊生态修复、实行湖泊治理与管理相结合、建立巢湖水体富营养化管理和治理的信息库。本文分析研究了巢湖的水污染和富营养化现状, 水污染原因, 点污染源和面污染源的情况, 从而提出了防治巢湖水污染的途径, 为有关部门全面治理巢湖提供参考意见。

关键词

富营养化, 成因分析, 修复措施, 巢湖

1. 引言

湖泊以其自身丰富的资源以及巨大的生态功能对人类社会经济的发展起到了巨大的作用。但是, 随着国民经济的迅速发展以及城市化水平的不断提高, 工业废水和生活污水排放量日益增加, 使得我国的湖泊富营养化问题也日趋严重。有关研究资料表明, 目前我国五大淡水湖中的营养盐均大大超过氮磷富营养化的发生浓度, 五大淡水湖都存在着不同程度的水体富营养化问题[1]。

2. 巢湖流域概况

巢湖市位于长江中下游北岸, 属于长江重要支流, 横卧在安徽中部, 东濒长江, 西枕大别山余脉, 为中国第五大淡水湖, 是沿湖主要城镇 300 多万居民饮用水源之一。

巢湖流域面积为 13,486 km², 人口 1020 万。流域涵盖 5 市 14 个县市(区), 即合肥市的肥东县、肥西县、庐江县、巢湖市、包河区、庐阳区、蜀山区、瑶海区, 六安市的舒城县、金安区, 芜湖市的无为县, 马鞍山市的含山县、和县, 安庆市的岳西县。

流域内有大小河流 33 条, 呈放射状汇入巢湖, 其中有 8 条主要河流, 即杭埠河、南淝河、派河、兆河、十五里河、白石天河、双桥河、柘皋河。在这 8 条主要河流中, 杭埠河、南淝河、白石天河 3 条河流入湖径流量占 75% 以上。

随着城市化和工农业生产的发展, 大量富含氮、磷等营养物质的城市污水、工业废水及农业废水流入自然水域, 使水体中营养物质迅速富集, 从而导致了水体的富营养化和赤潮, 这已对生态系统和社会经济的发展构成了制约和影响。景观水体受氮、磷等营养物质污染后, 当有适当的生物、水文、气象等条件时, 藻类也会发生爆发性繁殖, 形成大面积的水华, 溶解氧下降, 水体质量恶化, 严重时产生恶臭, 分泌藻毒素使水生动物致死, 破坏了水体生态平衡, 给环境造成严重的影响。因此研究水体富营养化的成因, 寻找解决水土富营养化的方法对保护环境有着重大的意义。

3. 湖水体富营养化现状及其成因分析

3.1. 巢湖水质情况

根据环保部门近年水质监测结果显示, 巢湖东半湖富营养化也不容乐观。巢湖坝口、船厂等区域水

质为 III 类，黄麓、中庙、东半湖湖心及兆河入湖口等区域为轻度富营养，水质一般在 IV 类，主要污染物为总氮、总磷[2]。

巢湖境内主要入湖支流水质也不容乐观，双桥河、环城河、抱书河、炯炆河、汤河水质较差，多为 IV~V 类，柘皋河、兆河、花塘河水质一般为 III 类，随季节变化有时也接近 IV 类。水质污染已严重影响当地工农业生产及群众生活需求。

湖体水质总体为 IV 类，属轻度污染，其中东半湖为 IV 类水质，西半湖为 V 类水质。主要污染指标为总磷和化学需氧量。湖体总体为轻度富营养状态，其中东、西半湖均为轻度富营养状态。环湖河流总体为中度污染。主要污染指标为氨氮、化学需氧量、总磷和阴离子表面活性剂。在湖面 19 个断面中，I-III 类、IV-V 类和劣 V 类水质断面比例分别为 63.1%、5.3%和 31.6%。与上年同期相比，I-III 类水质断面比例增加 21.0%个百分点，劣 V 类水质断面比例持平，水质明显好转。同时以 COD 单指标评价，湖区 9 个测点中，I-III 类和 IV-V 类水质断面比例为 66.7%和 33.3%、无劣 V 类水质断面。环湖河流 19 个断面中，I-III 类、IV-V 类和劣 V 类水质断面比例分别为 68.4%、15.8%和 15.8%。

3.2. 巢湖蓝藻爆发现状

历史上的巢湖，水质优良且生态环境维护较好。从 20 世纪 80 年代开始，随着流域内人口和工农业生产的快速增长以及城市化进程的加快，巢湖水体中 N、P 等营养负荷加重，湖泊出现富营养化，导致蓝藻爆发，水体严重污染。2015 年 4 月~7 月巢湖水体富营养化调查资料显示(表 1)：

根据巢湖管理局的相关数据资料分析可得知，4 月份大部分时间均未见明显水华现象，只有 8 日，18 日，21 日，23 日，30 日水华规模为“零星性水华”；5 月份大部分时间均未见明显水华现象，只有 9 日、31 日水华规模为“零星性水华”；6 月份大部分时间均未见明显水华现象，只有 6 日，18、19、20、25 日水华规模为“零星性水华”；7 月 12 日之前的数据显示七月的水华现象明显，7 月 1 日出现“区域性水华”，7 月 2、7、8、10 日出现“零星性水华”。从上述表格及分析中可以发现随着月份的增加水华程度不断增大。(有时巢湖部分或全部水域被云遮盖，只检测未遮盖部分。)

Table 1. The degree of algal bloom in Chaohu Lake in April-July 2015

表 1. 2015 年 4 月~7 月巢湖水华程度

日期	藻类密度(万个/升)	藻类平均值(万个/升)	藻类水华程度
4 月 1 日	12.0~77.0	29.5	无明显水华
4 月 8 日	14.0~225.0	90.9	无明显水华
4 月 13 日	14.0~156.0	80.3	无明显水华
4 月 22 日	101.0~462.0	164.2	无明显水华
4 月 28 日	20.0~288.0	87	无明显水华
5 月 5 日	29.0~188.0	74.8	无明显水华
5 月 12 日	87.0~287.0	169.9	无明显水华
5 月 18 日	70.0~5104.0	1273.5	轻度水华
5 月 25 日	29.0~2128.0	338.6	无明显水华
6 月 3 日	59.0~845.0	266.8	轻微水华
6 月 18 日	75.0~2116.0	527.6	轻微水华
6 月 23 日	101.0~4496.0	778	轻微水华
7 月 1 日	64.0~6598.0	1546.2	轻度水华
7 月 7 日	142.0~13,000.0	2121.5	轻度水华

3.3. 水体富营养化简介及原因分析

3.3.1. 水体富营养化简介

水体富营养化是指在人类活动的影响下，生物所需的氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体，引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧量下降，水质恶化，鱼类及其他生物大量死亡的现象。在自然条件下，湖泊也会从贫营养状态过渡到富营养状态，不过这种自然过程非常缓慢。而人为排放含营养物质的工业废水和生活污水所引起的水体富营养化则可以在短时间内出现。水体出现富营养化现象时，浮游藻类大量繁殖，形成水华。因占优势的浮游藻类的颜色不同，水面往往呈现蓝色、红色、棕色、乳白色等。这种现象在海洋中则叫做赤潮或红潮。

3.3.2. 水体富营养化的原因分析

1) 物理因素

① 温度

有关实验表明微囊藻的最佳生长温度有高于其他藻类，但有关微囊藻适宜生长于较高温度的结论还是更多来源于野外的观测及基于其水华多发生于夏季的事实，室内实验证明，微囊藻的最适宜生长温度为 30 到 35 度，最适宜微囊藻的聚集，上浮形成水华。

② 光照

由于蓝藻细胞体内除了具有叶绿素外，还同时具有藻胆蛋白，这些色素使得蓝藻可以利用其它藻类所不能利用的绿，黄，橙色部分的光(500~600)从而比其它藻类具有更宽的光吸收波段，能更有效地利用水下光的有效光辐射并可以生长在仅有绿光的环境中。此外，长期暴露在强光条件下对许多藻类来说有可能是致命的，但微囊藻通过增加细胞内类胡萝卜素的含量而保护细胞免受光的抑制，因此，对强光有较大的忍受性。加之蓝藻仅需较少的能量就能维持其细胞的结构和功能，在较低的光照条件下蓝藻可以比其它藻类具有更高的生长速率。这样，在扰动及其它浮游生物数量较多的条件下，蓝藻就会具有更多的竞争优势。

③ 其它物理因素

此外，水文、气候、气象等条件也可以通过影响湖泊水体的分层、混合以及光照、营养盐的可利用性等，从而直接或间接地影响蓝藻种群的细胞密度、种群组成、垂直分布、生命周期等。直接作用是由于风浪和湖流的运动将湖区内的蓝藻吹向湖岸，形成水华；而间接作用，尤其在大型浅水湖泊中，可能更多的是由于风浪的扰动，导致了大量的营养盐从沉积物中释放出来，大大增加了水体中藻类可利用的营养盐含量。

2) 化学因素

在水华形成机理研究中，研究最多的可能就是有关营养盐与藻类生长之间的关系。由于蓝藻水华通常出现在富营养化的湖泊中，早期人们就通常假设它们的生长可能需要较高的磷、氮浓度支撑。确实，伴随着湖泊的富营养化，尤其是水体中磷浓度的增加，通常会导致水体中浮游植物的种群组成朝着形成水华的蓝藻演替。同时，水体中总氮总磷比(TN: TP)也会显著影响着浮游植物的种群组成，通常当 TN: TP < 29 时，可以形成水华的蓝藻会占优势。然而最近的研究结果表明：在较高的 TN: TP 的情况下，水体中也会形成蓝藻的水华，较低的 TN: TP 并不是蓝藻水华形成的条件，而是蓝藻水华产生的结果。当水体中溶解性磷的浓度 > 0.01 mg/L 时，磷浓度的降低不会导致藻类生物量的减少。而在太湖的梅梁湾，水体中平均溶解性磷已经达到 0.03~0.07 mg/L。因此，在湖泊富营养化过程的早期，磷作为藻类的生长限制性因子，其含量的增加，导致了藻类的大量生长。但是一旦磷进入湖泊的量大大增加，湖泊底泥中也逐步积累了大量的磷元素，在合适的环境动力作用下，有可能再次释放到水体中。在这些湖泊中，磷

可能已经不再是藻类生长的限制因子，根据美国生态学家关于“限制因子规律只有在严格的稳定条件下才能应用”的观点，由于湖泊并不是一个封闭的生态系统，因此，也许引起水华暴发的限制性因子已经发生了转换，有可能其他环境因素成为了藻类生长与水华暴发的限制因子，而营养元素的浓度只是人们可以控制的诱导因素之一，这有待人们进一步研究加以认识。事实上，由于蓝藻的生活史、行为特点，使得它们能够更有效地适应特殊的磷环境。例如：微囊藻有较高的磷吸收的最大摄取速率、比其它藻类具有更强的储存磷的能力，它们可以在细胞中储存足够的磷(够细胞分裂 2~4 次)、对磷、氮等营养盐的结合力比其它藻类高等，这些特点使得它们可以更有效地利用磷，尤其在氮、磷限制的条件下，具有比其它藻类更高的竞争力。因此，在许多氮、磷浓度较低的水体中，也时常可见到蓝藻的水华。对于生长在大型湖泊中的蓝藻而言，由于湖泊内部的营养盐循环、沉积物 - 水界面的交换、微生物过程等使得它们生长所需的营养盐往往可以得到再生、补充，而不必完全依赖于外界的输入。因此，与生长在小湖泊中的相比，它们更少受营养盐的限制。此外，有研究报道，湖泊中风浪的扰动可能比水体中的营养盐的含量本身更能影响铜绿微囊藻。

3) 生物因素

相对与物理因素和化学因素，对蓝藻水华形成的生物学因素，尤其是生物种群间相互作用的因素研究较少。已有的研究主要关注的是蓝藻本身的生理生态特征在形成优势种群过程中的作用。例如，为了获取适宜的光辐射，蓝藻常常还会以形成表层水华的方式作为其适应环境的生态对策的一部分。许多种类的蓝藻细胞中具有的气囊，使得它们能够悬浮在水中，同时可以通过调节浮力来控制它们在水体中的垂直分布、昼夜迁移及形成水华的能力。这种通过浮力控制一方面使得它们能更好地适应环境的变化，例如：漂浮到表层，增加获得光照的条件、迁移到营养盐较适宜的位置，增加营养盐供给；另一方面，水华蓝藻，如微囊藻，通过细胞分裂和胶鞘形成，形成了细胞数量很多的群体，不仅增强了下沉和上浮的速度，而且减少了沉积的损失。蓝藻的这种能够进行垂直迁移的特性，使得它们在与其它藻类竞争营养盐，尤其是在竞争光的方面具有明显的优势。近期许多研究还提出了蓝藻成为优势种的其他原因，例如：蓝藻对低温以及低光强和紫外线的适应，与其他藻类相比，可以过量摄取无机碳和营养物质的能力，由于形成群体胶鞘，降低了被浮游动物摄食的可能，分泌它感物质对其他物种的抑制作用以及藻毒素对其他物种生长抑制作用等。

4) 外界因素

① 项目建设“掉链子”

167 个防污项目，仅完工 56 个，还有没动工的。省政府《重点流域水污染防治规划(2011~2015)》提出，2014 年，巢湖流域水污染防治项目完工率，需达到 70% 的考核目标^[3]。

而调研报告中写到：“截至今年 8 月，全省纳入巢湖流域水污染防治专项规划的 167 个项目，只有 56 个项目完工，完工率仅为 33.5%。”合肥市规划项目共 107 个，按考核要求应完成 75 个。但是受资金申请、招投标流程较慢等因素影响，目前仅完工 30 个，项目完成率 28%，部分项目甚至尚未启动前期工作。

② 超标严峻

目前，湖区总体水质仍为营养化状态，据省环境监测中心站监测，今年 8 月上旬，西半湖区总体水质状况为重度污染，6 个测点水质类别均为劣 V 类；东半湖为中度污染，3 个测点水质类别为劣 V 类，2 个为 IV 类，1 个为 III 类。值得注意的是杭埠河，其来水量占入湖水量的近六成，入湖清水曾占 70%，近年由于受到支流污染的影响，入湖水质逐年恶化，部分时段水质甚至达至 IV 类和 V 类。

③ 挤压环境

农村、农业污水直接流入巢湖。污染总量增加，治理难度加大。巢湖流域经济社会的快速发展不断挤压巢湖水生态环境空间，污染物排放总量大幅攀升，其中所富含的氮磷等元素是造成巢湖水体富营养

化的重要原因。

再加上化肥、农药投放量大、利用率低，对农村、农业生态环境造成污染，导致部分富营养成分及有害成分流入巢湖流域，成为巢湖流域污染的重要因素。据测算，巢湖流域规模化畜禽养殖化学需氧量排放量占流域总排放量的48%。

④ 交换减少

唯一通道长江，相继建设闸口，无水交换。60年代初，为调蓄巢湖水量，在巢湖入长江的唯一通道裕溪河相继建设巢湖、裕溪二闸，流域内形成的径流量，与长江入巢交换量，由建闸前二者之间比值为1:0.45变为1:0.05，导致巢湖湖油体流场发生质的变化，由过水性浅水型湖泊改变为人工调控的半封闭水域，降低了长江巢湖之间水体交换量，影响了水体中营养盐的输出，巢湖内源营养盐存量不断增加，每年呈上升趋势。

4. 巢湖水体富营养化治理存在的问题

4.1. 纯学科研究较多，污染治理应用领域缺失

随着巢湖流域蓝藻的季节性的爆发、水体富营养化程度加重和对整个流域社会经济及生态功能的可持续发展产生的严重威胁，目前国家和地方相关湖泊科研机构及安徽省有关大专院校皆对巢湖水体富营养化成因及治理做了大量的研究工作。大量的基础试验研究所取得的成果对防治巢湖水体富营养化起到了重要的理论支撑，但纯学科的研究没有相对应的污染治理应用与广泛推广，这就造成了巢湖水体富营养化治理应用领域的缺失以及基础研究与应用相结合的错位，使得巢湖水体富营养化治理收效甚微。

4.2. 对流域农业非点源污染研究不够

自工业革命以来，针对湖泊水体富营养化问题在全球各个国家范围内都有发展且日益加剧的现象，国外大量研究中提出了农业非点源污染在对湖泊水体富营养化方面的贡献及在促发中的重要作用。由于非点源污染具有在污染种类及运动时空上的不确定性和不连续性特点，造成了在非点源污染对湖泊水体富营养化贡献的相关研究上理论及具体实践的相对薄弱。目前对巢湖水体富营养化研究多集中在点源和湖泊内源释放的相关层面上，而对该流域农业非点源污染研究不够，这就造成了对巢湖后期相关治理推行的可持续性有所限制。

4.3. 合肥市与巢湖市在治巢方面的“博弈”

由于巢湖流域所涉及的区域较广，而对巢湖水体造成污染的区域又集中在省会合肥市和巢湖市两市之间，行政区域上的分割以及两市之间有效协调机制的缺乏，导致两市在合力治理巢湖水体富营养化中摩擦不断并影响了巢湖治理的成效。2008年2月，由安徽省发改委牵头，联合合肥市和巢湖市政府等5家单位共同制定的巢湖流域水环境综合治理总体方案%确认：合肥市是巢湖水体污染的主要污染源。在200多个治污项目中，合肥市有163个，而巢湖市只有53个。此外，合肥市正在建设安徽的浦东滨湖新区，滨湖新区的建设向巢湖扩散也将在未来加重对巢湖的污染。治理巢湖污染的巨大经济开支以及缺乏相应的利益协调机制，使得在巢湖污染治理上合肥、巢湖两市的治污职能未能明确划分，这些都在治理巢湖水体污染进程中成为制约巢湖水体治理改善的瓶颈。

5. 湖水水体富营养化治理综合措施

5.1. 点源治理

点源污染是巢湖富营养化的一个主要原因，因此有关部门不仅要尽快对“安徽省碧水蓝天工程计划”

加以实施，而且还要对流域内各城镇的工业废水和生活污水进行无害化处理。合肥市对南淝河的有机污染非常严重，应引起高度重视，并加大治理力度。对污水处理厂固体废弃物也应进行无害化处理，妥为存放，严防二次污染。

5.2. 面源治理

在造成巢湖富营养化的污染源中，面源污染也是主要污染之一。就目前情况来看，面源中又以农用化肥的快速增长及水土流失所带入湖泊的营养元素为主。而今流域内化肥的施用量越来越大，已经形成无化肥就严重减产(最严重的减产 70%以上)的局面，造成恶性循环。因此，流域内农业上施用化肥时，应根据耕地肥力情况，采用测土施肥(缺什么，施什么)的方法科学地施用化肥，并逐步发展生态农业，控制营养元素的流失。进一步加大水土保持工作力度，严防水土资源的流失。

5.3. 进一步对湖泊富营养化和“水华”发生条件进行研究，以便采取有效措施加以防止

湖泊富营养化的发生需要一定的条件，例如 1996 年巢湖的下泄量为 44.75 亿 m^3 ，长江倒灌入湖水量为 0.731 亿 m^3 [4]，和一般年份基本相似，但是 1996 年巢湖并未出现严重的“水华”，由此我们可以根据当年的气候等因素推断出未发生富营养化的条件，可以在以后的每年根据此创造一定的条件，使水体富营养化发生减少。所以我们一定要加强湖泊富营养化问题发生条件的研究工作，以便为治理巢湖提供更多科学的依据。

6. 结语

巢湖是一个全流域 630 万人口赖以生存的基础。因此，保护和改善巢湖水环境，治理富营养化是实现流域经济、社会可持续发展的关键。从巢湖富营养化发生、发展的过程不难看出：要控制或减轻富营养化乃至从根本上治理湖泊污染，恢复其经济利用和美学价值，就必须走综合治理的道路。当前，尤其是要加强农业非点源营养盐控制和水土流失问题的研究，并以流域为主体，建立适合流域治理的管理体制。在巢湖生态修复问题上，要认清治理工作的长期性和复杂性，树立解决水环境问题的长远观点。从实际出发，科学合理地制定水环境治理规划目标，力争用 30~40 年实现巢湖水质的根本改善。

参考文献 (References)

- [1] 金相灿, 刘鸿亮, 屠清瑛, 等. 中国湖泊富营养化[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [2] 李雷, 戴万宏. 巢湖水体富营养化污染现状及防治对策[J]. 中国水土保持, 2009(7): 55-57.
- [3] 成官文. 主编. 水污染控制工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [4] 中国世纪议程管理中心, 北京大学环境工程研究所, 编译. 城市河流生态修复手册[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2008.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：wpt@hanspub.org