

364-368

东太湖茭黄水发生原因与防治对策探讨

X.524

李文朝

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提要 东太湖茭草分布面积 35.47km², 年生长量(鲜重)127 600t, 收割利用率 0.7%, 残留量高达 11520t, 折合单位湖面干物质残留量 1774g/m². 这些茭草残体遇高温时迅速腐烂分解, 向湖水中释放大量有机污染物质和氮、磷等生物元素, 引起水质腐败, 腐烂后的茭草残骸沉积在湖底, 加速了湖泊的淤积变浅. 收割利用茭草可在一定程度上减轻茭黄水, 剔除茭草、以沉水植物取而代之, 则是根治茭黄水的有效途径.

污染防治

关键词 东太湖 茭草 茭黄水 防治

湖泊, 氮, 磷

茭黄水是因茭草 *Zizania latifolia* 残落物自然腐烂分解而引起的水质腐败现象, 在东太湖、洪御等浅水湖泊的茭草植被区时有发生, 危及水质和渔业生产^[1]. “八五”期间, 针对东太湖

的茭黄水问题, 研究了茭草植被的环境生态功能和茭黄水发生机制, 并开展了茭草植被改造实验. 本文就东太湖茭草植被的环境生态功能和茭黄水发生机制进行探讨, 初步提出防治对策.

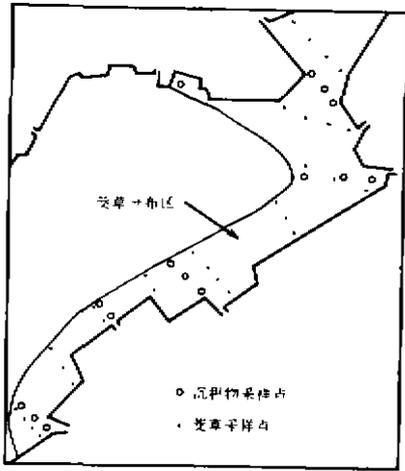


图1 东太湖茭草分布区及采样点

Fig. 1 distribution of *Zizania latifolia* in East Taihu Lake and the sampling points

1 实验材料与方法

1.1 茭草残留量调查

1993年10月上旬, 对东太湖茭草残留量进行了采样估算. 在茭草区设置9个断面, 29个采样点(图1), 在每个样点上以1×1m²样方对茭草密度进行4次测定(棵/m²), 然后随机选取10棵茭草, 连同根系一起挖出, 清洗干净后称取鲜重, 再经105℃烘干后称取干重. 总现存量(T)则按下式计算

$$T = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (W_{ij} D_{ij} / n_i) S_j$$

式中, D_{ij} 为样点密度, W_{ij} 为单棵均重(烘干); n_i 为样点数; m 为断面数; S_j 为断面所代表面积.

茭草分布面积参照1993年6月东太湖水生植被调查结果. 进入10月份之后, 茭草的生物量已趋于稳定, 收割利用也已停止, 因此, 可以将此时的茭草现存量看作残留量.

1.2 茭草区沉积物调查

于1992年11月上旬对茭草区沉积物进行了采样分析, 共设立5个断面, 15个样点(图

* 国家“八五”攻关课题(85-14-01-03-02)研究成果.
收稿日期: 1996-06-05; 收到修改稿日期: 1997-02-24.

1). 在每个样点探测淤泥深度(硬度小于 5kgf/cm^2), 采取柱状沉积物样, 每 10cm 厚度分割为一个样品, 风干后称取总重量, 分析全氮(TN)、全磷(TP)、总有机碳(TOC)含量。

1.3 茭草腐烂分解实验

1993年8月进行茭草腐烂分解速度测定, 采集完整茭草26棵, 将其分割为叶片、叶鞘、茎和根四部分, 分别称得鲜重, 再经 105C 烘干后分别称取各部分的重量, 计算折干率。

在一 20L 的玻璃水箱中加入取自东太湖钱港外茭草区的表层沉积物 10kg , 压实后加入东太湖湖水至 20L , 精确称取茭草各部分烘干样品 $5 \times 0.05\text{g}$ 各5份, 用窗纱包裹后放入水箱中, 令其在室温($30 \pm 3\text{C}$)下自然腐烂分解, 20天后取出茭草残留物, 烘干后称重, 计算失重率和平均分解速度。

1.4 茭黄水发生实验

实验于1994年6月23日至8月5日在中国科学院南京地理与湖泊研究所太湖实验站进行, 1993年8月采集东太湖钱港外茭草区表层沉积物(主要为茭草残体)和湖水, 置于水箱中在室温下保存, 令所含的茭草残落物充分地腐烂分解, 到1994年6月, 将此沉积物用甩干机脱水后, 在5只高 60cm 、容积为 6L 的玻璃柱(编号A、B、C、D、E)中各加入 500g , 同时依次加入 0g 、 5g 、 10g 、 15g 、 20g 风干后的当年茭草(全株剪碎后的混合样, 玻璃柱截面积为 100cm^2 , 相当于 0 、 500 、 1000 、 1500 、 2000g/m^2 的茭草量), 添加自来水至 6L 刻度, 置于室温下($32 \pm 4\text{C}$)培养, 观察茭黄水发生现象, 每过 14d (东太湖的平均换水周期大约为 14d), 将各玻璃柱中的水样抽出, 重新注入自来水, 对抽出的水样进行 COD_c 、TN、TP、pH、Eh 等水质参数的测定^[2], 并测定水样在 $400\text{—}800\text{nm}$ 波段消光值(OD)。

2 结果与讨论

2.1 茭草残留量

东太湖茭草分布面积 35.47km^2 , 主要分布在东部沿岸带, 年生长量(鲜重) 127600t , 只有幼嫩的茭草叶片被收割用作养殖草鱼的饲料^[2], 年收割量 12367t , 占总生长量的 9.7% , 绝大部分茭草植物体残留在湖内, 10月残留量高达 11520t , 折合干重 20057t , 平均单位湖面残留量达 1774g/m^2 。

2.2 茭草区的生物沉积

茭草区是全湖淤积最为严重的湖区, 松软淤积层平均深度达 1.18m , 局部地段在 2m 以上, 表层 10cm 沉积物中含有大量的茭草残留物, 密度较小, TOC 和 TN 含量很高(表1), 局部地段的表层沉积物主要由茭草纤维组成, TOC 和 TN 含量高达 54% 和 0.8% (图2), 在茭草区表层沉积物中, 有机质平均含量约占 10% , 大量有机成分使得茭草区沉积物密度变小, 体积膨胀, 增加了2倍以上的淤积厚度。

表1 茭草区淤泥深度及表层沉积物特性
Tab.1 Depth and characteristics of soft sediment in the *Zizania latifolia* dominated zone

项 目	平均值	标准差	最大值
淤泥深度(m)	1.18	0.45	2.20
表层密度(kg/cm^3)	0.40	0.18	-
表层 TOC 含量(%)	5.62	3.98	52
表层 TN 含量(%)	0.181	0.179	0.801
表层 TP 含量(%)	0.029	0.009	0.061

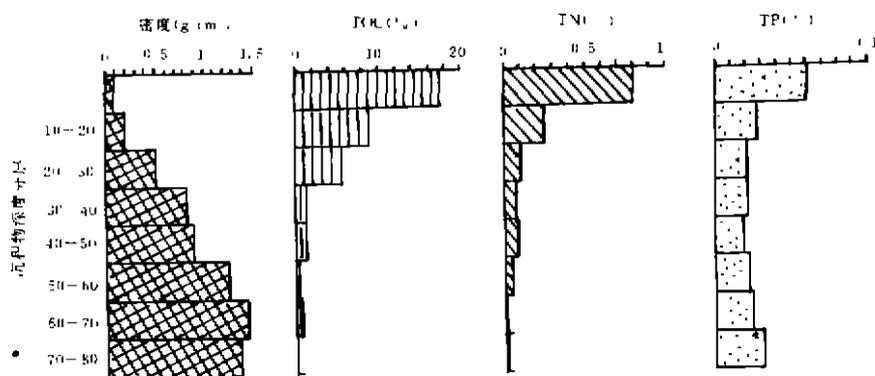


图 2 茭草区一典型样点上沉积物柱状样的密度及 TOC、TN、TP 含量

Fig. 2 Density and content of TOC, TN and TP in the sediment of different depth at a typical sampling point where *Zizania latifolia* took the dominance

2.3 茭草的腐烂分解速度

掉落在湖底的茭草残体很容易腐烂分解,在 30℃ 左右的温度条件下,平均日腐烂速度可达 2.2% (表 2)。茭草各部位的腐烂速度相差较大,茎干最易于腐烂分解,叶鞘和叶片次之,根系则很难腐烂分解。在茭草生物量的组成上,叶片占据将近一半,叶鞘和茎干各占 1/5 左右,根系只占 11.94% (表 2)。虽然根系不易腐烂分解,但其在沉积物植物成份中所占比例较小,大部分植物成份仍来自茭草茎叶。

表 2 茭草腐烂分解速度 (平均水温 30±3℃)

Tab. 2 Decaying rate of *Zizania latifolia* at a mean water temperature of 30±3℃

茭草部位	占全株鲜重 (%)	折干率 (%)	占全株干重 (%)	初始干重 (g)	终末干重 (g)	失重率 (%)	腐烂速度 (mg/g/d)
叶片	27.2	30.57	47.59	25.025	17.700	37.26	18.63
叶鞘	28.4	12.03	19.56	25.250	13.150	47.92	28.90
茎	52.8	11.14	20.91	25.200	6.575	73.91	36.90
根	11.5	18.14	11.94	25.200	22.150	12.10	6.07
全株平均	100	17.47	100	—	—	44.02	22.01

2.2 茭黄水现象及其与茭草添加量的关系

在 32±4℃ 的高温条件下,实验系统中连续 3 个换水周期均发生了严重的茭黄水。茭黄水在 400—800nm 波段有强烈的光吸收,并且在 450nm 和 750nm 出现了 2 个吸收峰 (图 3)。

水质化学分析结果证明,茭黄水含有大量的耗氧物质 (COD),主要是茭草腐烂时释放出来的有机物质,这些有机物为原生动物提供了丰富的食物,在茭黄水中可观察到较多的豆形虫,伴随着茭草的腐烂分解,茭草中所含的氮、磷等营养元素也进入湖水,引起湖水营养水平的迅速提高,达到了富营养水平,为浮游藻类生长提供了充足的营养,在茭黄水中生活着大量的

白藻和裸藻。茭黄水较为严重时,湖水呈微酸性和还原状态,有利于磷的释放,但不利于有机物的氧化。

经过一年以上腐烂分解后的茭草残落物不会引起茭黄水,新的茭草残落物是引发茭黄水的主要原因。实验中只含东太湖茭草区表层沉积物(已经过10个月自然分解)的对照柱中始终没有发生明显的水质变化。在4个含有新鲜茭草的柱中均重复发生了茭黄水,茭黄水的严重程度(COD含量)与新加入的茭草量呈线性正相关(图4)。

2.5 防治对策探讨

东太湖茭草分布区的平均植物体残留量为 $1774\text{g}/\text{m}^2$,这足以引起严重的茭黄水。收割利用是减少茭草残留量,减轻茭黄水的重要途径之一,如能将泥面以上的茎叶全部收获,可以去除80%以上茭草生物量,基本解决二次污染问题。但由于太湖地区农民比较富裕,对茭草的利用量十分有限,在5-8月,茭草稠密区的幼嫩叶片被收割用作养殖草鱼的饲料,利用率还不到10%,这样的收割利用难以达到抑制茭黄水的目的。与之相反,东太湖沉水植物的平均收获利用率高达73%,植物残留量较小,加之沉水植物对水流和风浪的阻滞作用比茭草小得多,沉水植物区的湖水流动性强,可以起到增氧和促进有机物氧化的作用,不易发生二次污染。

据此,提出了改造东太湖茭草植被,以沉水植物取代茭草的茭黄水防治策略,并在茭草区开展了面积为 5hm^2 的植被改造实验,在一年内成功地剔除了实验区内的茭草,建立了沉水植被。实践证明,这一途径是可行和有效的。

3 结语

茭草在东太湖的大面积栽植发生在60年代后期,在不到30年的时间里,它对其分布区内生态环境的影响是极为显著的,其根本原因是未能很好地利用茭草资源,大量的茭草生物量残留在湖内,不仅加速了湖泊的淤浅,而且引起了严重的二次污染,茭草的腐烂速度比较快,在一年内基本可以完成,多年积累在湖底的茭草残骸不会引起茭黄水。这样,只要收获去除当年生长的茭草,就可以有效地防止茭黄水并减缓淤积速度。东太湖栽种茭草的经验教训告诫我们,

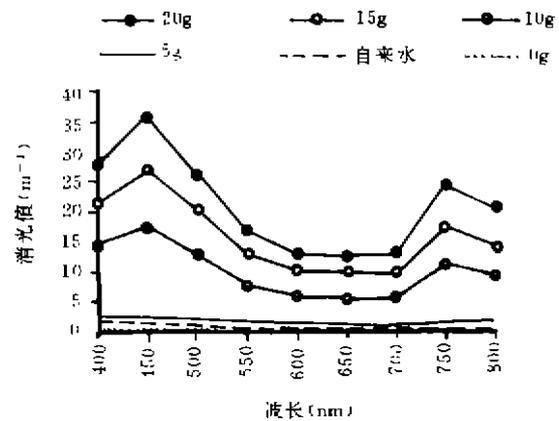


图3 茭黄水的光学特性及其与茭草量的关系
Fig. 3 Optical property of "Yellow Water" and its relation to the amount of *Zizania latifolia* added

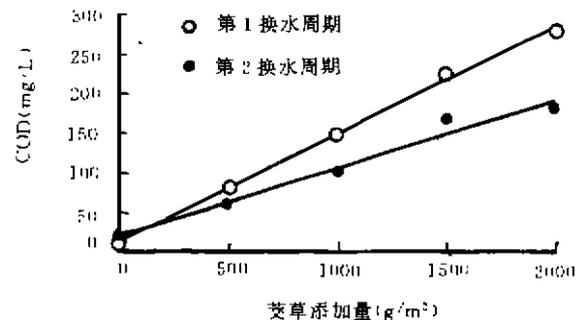


图4 茭黄水中COD含量与茭草添加量的线性相关
Fig. 4 Linear dependence of COD of the "Yellow Water" to the amount of *Zizania latifolia* added

在浅水湖泊中引种类似于茭草的高产水生植物应特别谨慎,如果没有很好的利用和管理,有可能给湖泊环境造成严重危害。

参 考 文 献

- 1 王业勤. 野菰的生物学. 见: 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组著. 洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究. 北京: 海洋出版社, 1991. 65-67
- 2 美国公共卫生协会等编. 水和废水标准检验法. 第 15 版. 宋仁元等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985
- 3 王业勤. 野菰的营养潜力. 见: 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组著. 洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究. 北京: 海洋出版社, 1991. 68-71

"YELLOW WATER" IN EAST TAIHU LAKE CAUSED BY *ZIZANIA LATIFOLIA* AND ITS PREVENTION

Li Wenchao

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

In the period from 1992 to 1993, field surveys were carried out in East Taihu Lake on the distribution, productivity and harvest of emerged macrophyte *Zizania latifolia*. At the same time, the sediment in the distributing zone of the plant was sampled at 15 points, the depth of soft mud was measured and the sediment samples of different depth were analyzed on the contents of nitrogen, phosphorous and organic carbon. Experimental study was proceeded to reveal the decaying process of the plant material and its pollution to the water.

About 35.47km² of the lake surface of East Taihu Lake was covered by an emerged plant species *Zizania latifolia*. Its net productivity was 127 600 t/a (fresh weight). Only 9.7% of the product was harvested and 115 204t of the product was left in the lake. It added 1 774g dry plant material to every square meter of lake bottom. In the beginning of next summer when the water temperature went up, the remained plant material fell into decay and caused serious secondary-pollution to the lake water, forming "Yellow Water". After one year's decaying, large amount of the indecomposable vascular skeleton of *Zizania latifolia* was left and became the component of the sediment.

Intensive harvest of *Zizania latifolia* may, to a certain extent, resist "Yellow Water" in the lake, but the best measure is to replace it with submerged plant.

Key Words East Taihu Lake, *Zizania latifolia*, "Yellow Water", prevention