

334-337

4013(7)

广西植物 Guihaia 14(4): 334-337, 1994

## 试论沉水植物在治理滇池草海中的作用

黄文成

(昆明市环境科学研究所, 昆明 650032)

徐廷志

(中科院昆明植物研究所, 昆明 650204)

A

摘要 本文论证了在滇池草海中恢复沉水植物并建立以优化的沉水植物为基础的湖泊生态系统在治理草海污染中的必要性和重要性, 是水生植物治理草海的最佳选择。

关键词 沉水植物; 滇池草海治理 水生植物

## ON EFFECT OF USING SUBMERGED PLANTS TO HARNESS THE INNER LAKE OF DIANCHI LAKE

Huang Wencheng

(Kunming Institute of Environmental Science, Kunming 650032)

Hsu Tingzhi

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming 650204)

**Abstract** It has been proved in the present paper that the resumption of submerged plants and rebuilding the ecosystem of Dianchi lake to treating pollution of the Inner Lake (Chaohai) of Dianchi is important and necessary. By using submerged plants to treating pollution of the Inner Lake of Dianchi is the method of best choice.

**Key words:** Submerged plants; Dianchi; pollution

滇池位于东经 $102^{\circ}36'$ — $102^{\circ}47'$ , 北纬 $24^{\circ}40'$ — $25^{\circ}02'$ , 面积 $297\text{ km}^2$ , 湖体略呈弓形, 北部有一天然湖堤将其分隔为南北两水区, 北区即称草海, 面积约 $10\text{ km}^2$ , 湖底浅平, 多年来污染严重: 一年的纳污水量是其容积的5.42倍, 注入滇池的六条主要污水河中有四条流入草海, 富集大量污染物的淤泥在湖底约有1676.11万吨, 有些地区腐泥厚达二米多。由于草海又处于滇池的上源, 污水外流而污染全湖, 故治理草海是治理滇池的优先和主要部位。

湖泊生态学规律是治理滇池的指导思想。而滇池大型水生植物恢复工程是湖内污染源治理的一项主要工程。笔者经过数年来在用生物工程来治理滇池污染的工作中, 认为沉水植物在整治草海水体污染中具有重要作用, 现将一些认识见解发表如下。

## 1 建立优化的生态系统是治理草海、保护草海的关键

截污和疏浚草海底泥是最急需实施的两项工程。不过非点源污染每年输入草海的悬浮物

达3403吨, 总磷12.81吨, 总氮128.97吨, 也十分庞大和惊人。再则根据总磷控制目标, 即使截污和疏浚底泥后, 要求达到0.025mg/l 以下是极其困难的, 水体中的总磷可降至0.05mg/l。就是如此, 仍然属于藻类会过量生长的营养条件, 因此, 草海要走上不再变坏和逐步恢复起来的道路, 关键就要取决于草海本身的自净能力和环境容量, 而良好的自净能力和巨大的环境容量又取决于稳定地建立起优化的生态系统, 方能通过物质交换和能量流动吸收、转化并带走源源不断地进入湖中的外源物质, 实现保护和提高草海水质的目标。

## 2 沉水植物是建立草海优化生态系统的基础

生态系统是以环境为条件, 生物为核心的动态平衡系统, 其中绿色植物作为自养生物成为生态系统的初级生产者, 并通过独有的自养特征把无机界和有机界联系起来, 是生物界的营养基础, 是生态系统的核心中之核心。草海历史上长期以来, 沉水植物就是湖中最主要的初级生产者。据张劲夫等报道, 草海泥炭层一般厚达4至5米, 最厚处达11.56米, 足见水生植物在草海历史上是何等繁盛! 1991年3月我们在草海调查底质, 布点23个, 取样深度为二米, 所获取泥炭层样品中, 植物残体均为沉水植物根茎。可见沉水植物是草海历史上最主要的水生植物, 滇池这一部分水域也因此被称为“草海”。据钱澄宇先生1963年调查, 草海沉水植物分布全湖, 西园附近仅一平方米的范围内捞取的大型沉水植物, 鲜重就达65公斤, 沉水植物形成密密的水下森林景观。若仅以每平方米8公斤鲜重计算, 当时草海29平方公里, 则沉水植物的生物量就达23万吨以上, 如此巨大的生物量充分说明了草海的沉水植物与环境进行着大量的物质与能量交换, 必然形成了十分庞大的环境容量和强有力的自净能力。也是草海五、六十年代水质良好的内在基础, 当时草海清澈见底, 透明度远高于外海, 达2至4米, 藻类生长被有效地抑制。物种丰富, 仅眼子菜属植物就在六种以上。而对水质条件要求较高的海菜花和轮藻类植物等沉水植物在草海成为优势种, 例如轮藻类植物的分布面积占草海的六分之一。由于沉水植物大面积存在, 形成与之相配的浮游动物、底栖动物、着生生物以及鱼类的多样性种群和丰富的数量。据王焕校等报道, 五十年代滇池有浮游动物171种, 大型无脊椎动物114种, 鱼类23种, 52%为滇池特有种, 湖泊水生植物44种。其中草海占有大部分种类。在大型水生植物繁茂的基础上, 组织和造就了优化的生态系统。

## 3 沉水植物分布区与浮游植物分布区对比

为研究湖泊中以沉水植物为基础的生态系统和以浮游植物为基础的生态系统的差异和优劣, 1990年我们对滇池晖湾水生植物分布区内外作了调查和测定。该处水生植物分布面积约一平方公里, 几乎全为沉水植物, 经采样调查, 共有沉水植物9种, 经鉴定为菹尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、篦齿眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)、竹叶眼子菜(*P. malaianus*)、微齿眼子菜(*P. maackianus*)、穿叶眼子菜(*P. perfoliatus*)、轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata*)、苦草(*Vallisneria spiralis*)、大茨藻(*Najas marina*)、菱(*Trapa spp.*)等, 盖度达100%, 是目前滇池尚存的水生植物分布区中种类最丰富的地区之一。由于沉水植物的物种丰富, 螺、鱼、虾等甚多, 是滇池著名的鱼类产卵保护区。在此区域内, 湖水清澈见底, 透明度高达2米。而水生植物分布区外则景象完全不同, 湖水中无任何大型水生动物植物, 仅是一片暗绿色的湖水, 是以浮游植物为主的一些浮游生物, 透明度仅45公分。为进

一步掌握这两块紧连在一起而又截然不同的水体的情况, 分别同时于这两个区域内采水样进行理化及生物项目的分析, 结果见表1表2。

表中清楚看出, 在沉水植物分布区内, 无论COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、总磷、铵氮都普遍远低于其外无沉水植物分布区的含量, 甚至滇池中含量普遍较高的神也未检出。再看沉水植物分布区内浮游藻类的数量也大大降低, 仅为沉水植物分布区外的38%, 原始资料还表明藻类种类增多, 却无优势种。而沉水植物分布区外, 不但数量在每升1400万个以上, 而且藻类种类少, 并且是以水花束丝藻 *Aphanizomenon flos-aquae* 为优势种。

调查可以看出, 分布区内生态系统是建立在以沉水植物为初级生产者的基础上的, 而分布区外则是一个建立在以浮游植物为基础上的生态系统, 两个水域因生态系统的差异, 而明显反映出各自水域中水质的优劣。以沉水植物为基础的生态系统远远优于以浮游植物为基础的生态系统。

#### 4 沉水植物系统和漂浮植物组成的生态系统的差异

与五、六十年代相比, 目前草海的生态系统发生了质变, 沉水植物几乎全部消亡, 水生植物由原来的水下优势变为水上优势, 即沉水植物消亡而漂浮植物极为繁盛, 表现为水葫芦疯长成灾, 成为单优群落, 分布面积可达6至7平方公里, 盖度100%, 生长极为致密, 是草海最主要的初级生产者。但草海建立在漂浮植物为基础上的生态系统是非良性循环的。湖水与污水不同, 作为湖水, 要求有较强的自净能力和较大的环境容量, 其中一个保持水体自净能力强大的重要条件是水体中有充足的溶解氧, 我1993年9月24日对紧相连的两片水体作初步现场溶解氧测定, 其中一片水域内有篦齿眼子菜群落, 面积0.24平方公里, 在此沉水植物分布区的中心和边缘测得溶解氧分别为10.3mg/l和9.9mg/l, 而与此篦齿眼子菜分布区相连的是面积达2.4平方公里, 盖度为100%的水葫芦分布区, 拨开水葫芦取水样现场测定, 其溶解氧仅为2.2mg/l。由于水葫芦致密生长使湖水复氧受阻, 水中溶解氧大大降低, 使附近网箱养鱼发生死鱼现象; 而作为漂浮植物, 水葫芦光合作用产生的氧气释放于空中, 水体中的溶解氧得不到源源不断的补充, 水体的自净能力并未能提高。尽管水葫芦在草海能富积大量的营养元素和污染元素, 但含有较多有害物质的水葫芦难于找到利用途径, 花巨额资金打捞至岸边而腐烂后又重新流回草海中, 再造成二次污染; 而且水葫芦的过渡繁盛, 造成了草海无法行船, 严重影响航运, 破坏景观使旅游业受损。无法控制其疯长的水葫芦已成了草海的严重灾害, 是多年来昆明的一大头痛问题。因而建立在以漂浮植物水葫芦为基础上的生态系统也是非优化的。

由于围湖造田, 草海失去了天然的湿地、浅滩, 周围湖岸都筑上了堤, 因此挺水植物带

表1 沉水植物分布区内外水质分析结果

单位: mg/l

采样点	As	TP	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Cr</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N
分布区内	0.0000	0.03	2.10	44.74	0.014
分布区外	0.0006	0.07	6.61	64.04	0.081

表2 沉水植物分布区内外浮游植物比较

采样点	数量 (万/升)	优势种	叶绿素a (mg/m <sup>3</sup> )
分布区内	550	无	12.55
分布区外	1420	水花束丝藻	25.66

丧失了合适的繁衍场所,再加上底泥疏浚加深了草海深度,挺水植物带的恢复也就不可能了。

综上所述,在利用恢复水生植物来提高草海的自净能力和增大其环境容量,建立优化的生态系统这一工作中,只有重建优化的沉水植物群落,使滇池草海在一年四季的时间里,在水体上、中、下的空间中稳定地保持大面积的沉水植物,才能实现逐步恢复和提高草海水质,达到三级水的目标。

恢复沉水植物的工作,应结合草海具有多功能的实际状况,全面正确地布局规划,并注意把水生植物巨大的生产量转化为资源,找到有效的利用途径,发挥其经济效益,适时合理地采收,并加强科学管理,才能使沉水植物的恢复工作获得成功。

### 参 考 文 献

- 1 昆明市环境科学研究所编著. 滇池富营养化调查研究. 云南科技出版社, 1992
- 2 王徽勒等. 水生植物系统学中若干问题的探讨. 水生生物学报, 1988, 12(1)
- 3 陈洪达. 几种高等植物的生产力. 海洋与湖沼, 1988, 19(6)
- 4 戴全裕. 云南抚仙湖、洱海、滇池水生植被的生态特点. 生态学报, 1985, 5(4)
- 5 德永隆司(日). 关于利用水生植物防止水质污染的研究. 用水と废水, 1981, 23(2)
- 6 国内湖泊(水库)网络编辑部. 国内湖泊(水库)协作网通讯, 1993年4月