

滇池植被变迁和生态条件的关系*

李 恒

(中国科学院昆明植物研究所)

滇池是云贵高原的一个大型浅水湖泊,对昆明地区的经济建设和人民生活起着重要作用,这里,水生植物十分丰富,是湖泊水产资源的重要组成部分,但七十年代以来,滇池植被处于急剧变化之中。根据1977年——1983年春的断续调查,我们将滇池植被变迁的迹象及其原因报导如下。

一、近年植被变迁的趋势

1.一些区系成分灭绝:五十年代的观察,滇池至少有脆轮藻*Chara fragilis*等8种轮藻科植物,至七十年代末,在湖体中全然不见;蕨类植物中的水蕨*Ceratopteris thalictroides*;被子植物中的水毛茛*Batrachium trichophyllum*,睡菜*Menyanthus trifoliata*,微齿眼子菜*Potamogeton maackianus*,马来眼子菜*P. malainus*,亮叶眼子菜*P. lucens*等近十余年来都不能在滇池生长,举世闻名的海菜花*Ottelia acuminata*,曾长期形成繁茂的海菜花群落,铺满草海,但在7年前,仅有为数不多的几株幸存,八十年代以来,已渺无踪影,虽然在云贵高原不少湖、潭中仍可看到成片的海菜花。

2.植物居群的密度下降:湖泊区系所固有沉水植物,目前在滇池普遍存在的仅有狐尾草*Myriophyllum spicatum*,菹草*Potamogeton crispus*,苦草*Vallisneria gigantea*,红线草*P. pectinatus*等少数几种水草,在滇池的过去或其它自然条件相近的水体中,狐尾草,菹草常保持每平方米3—5丛的水平,可形成80%以上的盖度,苦草多为深水(2—4米)中的单优或单种群落,盖度可达90%,但在滇池的广大植被地带,这些水草都非常稀疏,居群盖度均在60%以下,通常每平方米仅有狐尾草或菹草1—2丛,而且分枝不多,红线草虽属广生态幅植物,可在水质条件较差的浅水中出现,为数也非常有限,特别是草海部分,原来是百草繁茂的沼泽化水域,70年代末水草种类大量减少,居群疏落,当前,几乎全境成了不毛之地的荒芜水体。这意味着滇池不但水草物种减少,生物产量也大大下降了。

3.植物群落类型减少:与湖泊区系成分分化过程密切关联的是水生群落类型减少,在短短的20年中,滇池先后失去了轮藻群落,海菜花群落,微齿眼子菜群落,马来眼子菜群落。当

*中国科学院科学基金资助的课题

前的草海几乎没有任何较为稳定的沉水植物群落存留。金鱼藻群落,苦草群落除在大海南端湖湾中有分布外,也很难发现了。

4. 植被面积减少: 据调查, 五十年代末, 滇池湖体面积90%以上为水生植被所复盖, 在水深4米以内的湖体都有水草生长, 近年来, 水生植被所占面积不及20%, 植物生长限于水深2米以内(草海仅在水深1.5米以内)即从水深2米以上的广大湖岸向后退了两米的深度。即使不考虑目前滇池单位面积产量远比过去下降, 现在全湖的产草量也不过是五十年代的1/5。据初步估计, 八十年代单位面积水草存留量不及五十年代相同季节的1/6, 如是, 滇池的产草量大约为当年的1/30, 这是一个惊人的数字。长此下去, 滇池的原生水生植被完全消灭也是可能的。

5. 一些外来植物迅速发展: 原产巴西的挺水植物(也是湿生植物)水花生 *Atternanthera philoxoides*, 五十年代才引入云南, 现已归化, 在滇池的一些污水沟河和浅水湖演成了生活力旺盛的新兴水生植物群落, 有的在人工清除下仍能不断蔓延。南美原产的水葫芦 *Eichhornia crassipes* 在一些风浪不大的湖湾也以强劲的飘浮群落出现。从昆明市通向滇池的大观河中, 水葫芦除部分飘流入湖外仍然堆积如山, 严重影响船只的通行, 航运公司不得不定期打捞上岸。

此外, 滇池原有的种类, 如荇菜 *Nymphoides peltata*, 人工栽培的茭草 *Zizania aduciflora* 等仍能正常生长。

二、滇池水生植物和有毒物质

千百年来, 滇池生态系统一直在不同程度上处于人类的干预和控制下, 生态系统的结构不断改组和调节。生存下来的水生植物对改变生境作出了适当的反映, 七十年代以来滇池水体受到了工业废水、生活污水, 农药的污染, 已是众所周知的, 这里现存的水草含毒量大都比对照湖泊中的高(表1), 说明能在有毒环境中生存的植物就有积聚毒物的能力, 畏毒植物就必然被淘汰。古城水城(滇池西南部), 含有过高的氟(底泥含81.5—1025ppm, 水含0.44—1.1ppm), 大大限制了许多敏感植物的生长, 存活的狐尾草的含氟量也很高(107.4ppm), 茭草的含氟量也高于其它水域(72.8ppm); 在生境相近的条件下, 不同植物对毒物的积聚能力也有很大不同, 显然, 狐尾藻积聚氟的能力比茭草强, 积砷的能力则是茭草大于狐尾藻(3.59倍)。

对照湖泊泸沽湖迄今未受工农业生产的干预, 保持着完善的自然生态系统, 那里的狐尾草和红线草都含有相当多的砷和氟, 虽然数值低于滇池, 仍能说明泸沽湖这些有毒物质的本底值比较高, 此外, 泸沽湖狐尾草和红线草的含镉量是0.506和0.283ppm, 分别高出滇池相同植物的29.76倍和40.43倍, 也说明该湖水体和底泥本来就含有高量的镉, 而滇池的镉污染是极其轻微的。

能够生存在污染生态环境中的植物必然是生存竞争中的强者, 作为水生植物, 其生存的秘诀之一就是能把水中的毒物吸收并储存于体内, 而且不防碍或者促进自己的生长发育。另一方面, 它们又是水体环境的改造者, 滇池几种水草对毒物的富集能力(表2)是相当可观的, 通过它们, 水体在很大程度上可以净化, 污染程度下降。如表所示: 狐尾草富集氟的能力很强, 可为水体含氟量的217.9倍; 水葫芦对砷有量大的富集能力, 竟达34482倍, 水葫芦富集的铬为水体中的2248倍, 镉为1571倍, 茭草也能富集大量的砷和氟, 古城附近水体的砷、氟污

表 1、滇池 4 种水草的毒物含量 (1978—1980)

植物名称和采集地	毒物含量 ppm					备 注	
	砷As	氟F	铬Cr	镉Cd	汞Hg		
狐尾草 古城	216	107.4	•	•	0.065	本表系 “滇池” 课题化 学组的 分析结 果。	
	大观楼	4.6	147.7	0.02	0.017		•
	海口	•	•	4.20	•		•
	泸沽湖 (对照)	13.6	42.8	•	0.506		•
红线草 大观楼	28.8	34.2	0.010	0.007	•		
	海口	•	•	10.800	•		•
	泸沽湖 (对照)	16.2	31.1	•	0.283		•
菱草 古城	77.6	72.8	•	0.283	•		
	大观楼	•	16.2	0.004	0.010		•
苦草 大观楼	4.0	63.2	•	•	•		
	西坝河口	•	43.75	•	•	•	

表 2 滇池四种水草对毒物的富集能力

样 品		水	红线草	狐尾草	菱草	水葫芦
毒物项目 ppm	砷	0.00870	4.2000	26.1000	53.2000	300.0000
	氟	0.48000	31.6000	104.7000	72.8000	83.7000
	铬	0.00716	•	0.4520	•	16.1000
	镉	0.00448	•	0.0850	•	7.0400
富 集 倍 数	砷	1	482.8	300.0	6114.0	34482.0
	氟	1	65.8	217.9	151.7	174.3
	铬	1	•	63.0	•	2248.0
	镉	1	•	16.0	•	1571.0

较严重,许多水草难于生存。但在人工栽培的菱草区,菱草生长繁茂,丛间水体明净,并有多眼子菜生长,这一情况表明菱草通过自身富集污染物质净化水体的作用。

作为初级生产者,这些富集能力强的水生植物有的是猪饲料(水葫芦),有的是蔬菜(菱草),有的是鱼饵(红线草等)。它们往往直接或间接地把污染水体中的毒物转移到人

体,这是另一个值得注意的问题。

三、植被的变迁与生态条件的关系

滇池植被变化的主要方面是种类减少,居群密度下降和植被面积缩小,这些现象都与自然生态系统失调,部分生态结构受到破坏密切相关,对水生植物来说,直接的原因有污染问题,也有经营不当的问题。

1.溶解氧减少限制了植物的呼吸作用:滇池接了纳皮革、造纸、印染、木材加工等企业的有机性污水和昆明全市的生活污水,大量耗氧物质进入水体,消耗了水中的溶解氧,造成了水中的缺氧状态。1958年滇池中溶解氧均在7毫克/公升以上,1970—1975年草海部分已有16%的水样降至4毫克/公升以下,最低不到1毫克/公升,1980年以来,草海的溶解氧又继续下降,造成了缺氧状态,直接限制了植物呼吸作用的进行,严重地段可使植物(特别是沉水植物)窒息死亡。现在草海(最深仅2米)95%以上的水域没有水生植物生长,溶解氧太少当属主要原因。

2.湖水混浊妨碍光合作用的进行:湖水的清浊一般以透明度来衡量,透明度大小又是水体吸收太阳光能多少的标志,沉水植物是靠水体吸收太阳光能来进行光合作用。滇池,特别是草海部分,由于随生产、生活废水进入的耗氧物质长期在水中悬浮,日益增加的煤灰,尘沙等无机物质的倾入,加上湖泊的浮游生物数量激增,水体日益混浊,五十年代草海最大透明度在2米以上(水深仅2米,见底),1977年4月底透明度在40—60厘米之间,1983年同期只不过20—40厘米。水草由于光能不足,纷纷向浅水湖滨带迁移,是很自然的。光能不足使滇池水深1.5—2米以上的地方没有水草,是全湖植被面积大大缩小的重要生态因素。

3.洗涤剂,农药浓度增加导致了一些敏感植物的色素破坏:第二节我们讨论了一些耐毒植物与毒物的关系。这些毒物与敏感植物的生死关系如何,我们没有深入研究过,随着湖区农业生产的发展和人口的增加,滇池中农药和洗涤剂的浓度都比五十年代增加了,我们的试验表明,洗涤剂的浓度在10ppm时就可使海菜花、黑藻、金鱼藻的叶绿素下降,正常生长受到影响,杀虫剂等农药更甚于此。草海多种水草的衰败应与此有关。

4.草鱼放养量过大直接导致许多饵料植物的减少和灭绝、滇池原有的海菜花、黑藻、轮藻,苦草等沉水植物都是草鱼喜食的水草,1957年起,水产部门开始向滇池投放草鱼,生物群落结构受到严重的破坏。在上述诸因素的影响下,滇池水草产量本已不高,又加上草鱼的浩劫,供求关系全然失调。一些种类如海菜花,微齿眼子菜等迅速在滇池灭绝;留下的几乎都是草鱼忌食的或厌食的植物(如狐尾草、水葫芦等),大海部分许多污染并不严重的地段成了水草不毛之域,与草鱼的放养有直接关系。1975年起,滇池已停止放草鱼,但破坏了的生态平衡并不那么容易恢复,况且放下去的草鱼也并未完全捕捞上岸。大海的植被情况似乎比较稳定,草海仍然是一年不如一年。

5.湖泊富营养化程度增加,为一些耐污的挺水植物和飘浮植物的生长繁殖创造了有利条件:滇池在自然发展过程中,早已进入了富营养化阶段,近期污染更加剧了这一过程。有些挺水植物或飘浮植物(菱草、水葫芦、苔菜等)本身有富集有毒物质的功能,其光合作用和呼吸作用在大气中进行,不受水体缺氧,混浊的限制,根系可以利用水土中肥力,因而获得了比沉水植物优越得多的生活条件。水葫芦、苔菜草鱼都不吃,在自然条件适宜(水浅,流速小的湖湾)的地方,它们得到了空前的繁盛,菱草也就成了农民乐于经营的水生栽培植物。

科名	中文名	拉丁名	1957年	1977年	生活型
苹科	田字萍	<i>Marsilea quadrifolia</i>	√	√	浮叶
槐叶萍科	槐叶萍	<i>Salvinia natans</i>	√	√	飘浮
满江红科	满江红	<i>Azolla imbrica</i>	√	√	飘浮
水蕨科	水蕨	<i>Ceratophyllum demersum</i>	√	—	沉水
毛茛科	水毛茛	<i>Batrachium trichophyllum</i>	√	—	沉水
	回回蒜	<i>Ranunculus chinensis</i>	√	√	挺水杂草
	石龙芮	<i>R. sceleratus</i>	√	√	挺水
金鱼藻科	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i>	√	—	沉水
睡莲科	莲	<i>Nelumbo rucifera</i>	√	√	挺水栽培
蓼科	两栖蓼	<i>Polygonum ambricata</i>	√	√	浮叶
	酸膜	<i>Rumex napalensis</i>	√	√	湿生杂草
小二仙草科	狐尾藻	<i>Myriophyllum spicatum</i>	√	√	沉水
	轮叶狐尾藻	<i>M. verticillatum</i>	√	√	沉水
苋菜	水花生	<i>Atternanthera philoxioides</i>	√	√	挺水归化
菱科	菱	<i>Trapa bicornis</i>	√	—	浮叶栽培
风仙花科	水风仙	<i>Impatiens uliginosa</i>	√	√	湿生
干屈菜科	圆叶节节菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	√	—	湿生
睡菜科	荇菜	<i>Nymphoides peltata</i>	√	√	浮叶
	睡菜	<i>Menyanthes trifoliata</i>	√	—	湿生 浮岛上
玄参科	石龙尾	<i>Limnophylla sessiliflora</i>	√	√	沉水鱼塘
	水苦苣	<i>Veronica anagalis-aquatica</i>		√	挺水湖沟
狸藻科	黄花狸藻	<i>Utricularia aurea</i>	√	—	沉水
水鳖科	水筛	<i>Blyxa sp.</i>	√	—	沉水
	黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>	√	√	沉水
	水膏药	<i>Hydrocharis dubia</i>	√	√	浮叶
	海菜花	<i>Ottelia acuminata</i>	√	—	沉水

* 1957年资料根据唐廷贵同志的调查报告

科 名	中 名	拉 丁 名	1957年	1977年	生活型
	苦 草	<i>Vallisneria gigantea</i>	√	√	沉 水
泽 瀉 科	泽 瀉	<i>Alisma plantago-aquatica</i> var. <i>orientale</i>	√	√	挺水杂草
	剪 刀 草	<i>Sagittaria sagittifolia</i> ssp. <i>le-</i> <i>ucopetata</i>	√	√	挺水杂草
眼 子 菜 科	菹 草	<i>Potamogeton crispus</i>	√	√	沉 水
	亮叶眼子菜	<i>P. lucens</i>	√	√	沉 水
	微齿眼子菜	<i>P. maackianus</i>	√	—	沉 水
	马来眼子菜	<i>P. malainus</i>	√	√	沉 水
	红 线 草	<i>P. pectinatus</i>	√	√	沉 水
	丝 草	<i>P. pusilus</i>	√	√	沉水(抽 水沟)
	鸭 子 草	<i>P. tepperi</i>	√	√	浮 叶
眼 子 菜 科	穿叶眼子菜	<i>P. n. perfoliatus</i>	√	√	沉 水
茨 藻 科	大 茨 藻	<i>Najas marina</i>	√	√	沉 水
	小 茨 藻	<i>N. minor</i>	√	—	沉 水
谷 精 草 科	滇 谷 精 草	<i>Eriocaulon schochianum</i>	√	—	湿 生
雨 久 花 科	水 葫 芦	<i>Eichhornia crassipes</i>	√	√	飘浮(归 化)
	鸭 舌 草	<i>Monochoria vaginalis</i>	√	√	挺水杂草
天 南 星 科	菖 蒲	<i>Acorus calamus</i>	√	√	挺 水
浮 萍 科	青 萍	<i>Lemna minor</i>	√	√	飘 浮
	紫 萍	<i>Spirodera polyrhiza</i>	√	√	飘 浮
灯 芯 草 科	小灯芯草	<i>Juncus bufolius</i>	√	—	湿 生
莎 草 科	碎米莎草	<i>Cyperus iria</i>	√	—	湿 生
	沼 针 蔺	<i>Eleocharis acicularis</i>	√	—	湿生杂草
	飘 浮 草	<i>Fimbristylis diphylla</i>	√	—	湿生杂草
	水 蜈 蚣	<i>Kyllinga brevifolia</i>	√	√	湿生杂草
	砖 子 苗	<i>Mariscus cyperoides</i>	√	√	湿生杂草
	扁 莎 草	<i>Pycnus globosus</i>	√	√	湿生杂草

科 名	中 名	拉 丁 名	1957年	1977年	生活型
禾 本 科	水 葱	<i>Scirpus validus</i>	√	√	挺 水
	牛 毛 毡	<i>Eleocharis acicularis</i>	√	—	湿生杂草
	看 麦 娘	<i>Alopecurus aequalis</i>	√	—	湿生杂草
	狗 牙 根	<i>Cynodon dactylon</i>	√	√	杂 草
	水 稗	<i>Echinochloa crus-galii</i>	√	√	杂 草
	李 氏 禾	<i>Leersia hexandra</i>	√	√	沟边杂草
	双 穗 雀 稗	<i>Paspalum distichum</i>	√	√	沟边杂草
	芦 葦	<i>Phragmites communis</i>	√	√	挺 水
	早 熟 禾	<i>Poa annua</i>	√	√	广布杂草
	棒 头 草	<i>Polyodon hiegegaweri</i>	√	√	广布杂草
	菰 (菱草)	<i>Zizania caduciflora</i>	√	√	挺 水

1957年共62种，其中田间杂草18种，湖泊植物44种。

1977年共45种，其中田间杂草15种，湖泊植物30种。

THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE CHANGES OF AQUATIC VEGETATION IN THE LAKE DIAN-CHI AND THE ECOLOGICAL CONDITIONS

Li Hen

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica)

ABSTRACT

The present study is mainly based on the materials collected during the field exploration from 1976 to 1983 in the lake Dian Chi and gives some information about the changes of vegetation and the reasons.

1. The tendencies of the changes of vegetation of late years: a. Disappearance of many floristic elements. Now *Batrachium trichophyllum*, *Menyanthus trifoliata*, *Potamogeton maackianus*, *P. malainus*, *P. lucens* can not grow in Dian Chi; the worldrenowned aquatic ornamental garden plant *Ottelia acumi-*

nata is extinct too; b. Decreasing population density of aquatic plants. At present not many submersed species such as *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Vallisneria gigantea*, *Potamogeton pectinatus* from lake flora commonly occur in the lake Dian Chi. They are forming communities with cover degrees less than 60%. In Cao-hai there were existing communities with cover degree 100%, consisting of *Ottelia*, *Vallisneria*, *Potamogeton* and so on, and now here no more aquatic vascular plants. Therefore, in Dian Chi biomass of vascular species decreased from year to year lately; c. Decreasing in number of aquatic community types. In the last 20 years in the lake Dian Chi disappeared four types of communities, for example, *Chara commun.*, *Ottelia commun.*, *Potamogeton maackianus*. The community *Vallisneria gigantea* by now is in a desperate situation. d. Reducing cover area of aquatic plants. At present the cover area of aquatic plants is about 20% of lake water surface while in the fifties it was 90%. Vascular plants could occur in water of 4 m deep, now they are found only in shallow water of less than 2 m deep. The biomass of vascular in Dian Chi is about 1/30 of that in the fifties. e. Some extraneous species (*Atternanthera philoxioides*, *Eichhornia crassipes*) in developing at an unprecedented rate.

2. After the lake became contaminated poisonous substance content of aquatic plants (arsenic, fluorine, chromium, cadmium, mercury) are higher than those of the control. The ability of *Myriophyllum spicatum* to gather fluorine is higher than that of *Zizania*. *Eichhornia crassipes* has the maximum ability to gather arsenic, chromium and cadmium. These plants, gathering poisons from pollution, can purify lake water to a certain degree.

3. The relationships between the changes of aquatic vegetation and the ecological conditions in the lake Dian Chi are as follows: a. Decrease of BOD in the water restricted the normal respiration of plants especially submersed ones; b. The muddy water hampered photosynthesis of submersed plants; c. The increasing density of detergent, agricultural chemical in the lake destroyed some of the photosynthetic pigments in the sensitive plants; d. The excessive breeding of grass carp directly led to the extinction of many aquatic species in the lake; e. The increasingly nourishing lake water created favourable ecological conditions for the developing of some pollution-resistant species.