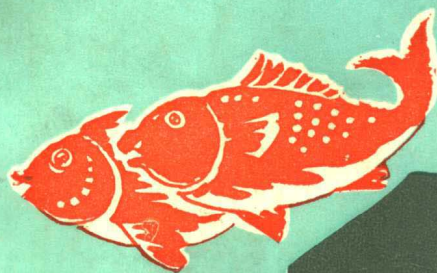


滇池污染与水生生物

DIAN CHI WU RAN YU SHUI SHENG SHENG WU



云南人民出版社

滇池污染与水生生物

《滇池污染与水生生物》研究课题协作组 编著

云南人民出版社

责任编辑:李明兴

封面设计:蒋敏学

滇池污染与水生生物

《滇池污染与水生生物》研究课题协作组编著

*

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 9 字数: 200,000

1983年5月第一版 1983年5月第一次印刷

印数: 1—4,600

统一书号: 13116·77 定价: 1.05元

(限国内发行)

前 言

一九七六年以来云南省环境保护办公室组织云南省环境科学研究所、昆明医学院、云南大学、中国科学院昆明植物研究所开展了《云南滇池、螳螂川水生生物调查》，经过多年工作、获得大量资料。一九七八年，在《调查》的基础上，云南省科委将一些研究内容列为省重点科研项目，下达云南省环境保护局。该局组织上述四单位的有关人员在云南大学曲仲湘教授、中国科学院昆明植物研究所冯国楣副研究员的指导下，继续对滇池污染与水生生物进行了多学科的研究。一九八〇年十一月云南省科委委托省环境保护局在昆明召开了研究课题学术评定会。到会的专家和代表对提交会议的论文报告和化学测试方法进行了评议、提出了宝贵意见。认为“此项研究是云南省第一次大规模、多学科地对滇池水生生物与环境污染关系的综合性研究，它对滇池污染的防治、水产资源的综合利用以及云南高原湖泊的研究和环境质量评价提供了一定的科学依据”。会后对论文和报告进行了修改，由段金书、何纪昌、邹学贤、杨荫康、程量、李恒同志统稿，并经云南大学教授、云南省环境科学学会理事长曲仲湘先生审阅，后编辑成书。

云南省水产研究所参加了一九七六年的调查工作。此项研究成果和本书的出版还得到了云南省卫生防疫站、昆明市环境保护监测站、昆明市水产经理部及滇池沿湖有关单位、部门的大力支持，在此，特表感谢。

由于作者水平有限、错误难免、请指正。

编 者

目 录

一、前言	
二、滇池的自然概况	段金书 何纪昌 刘振华 (1)
三、滇池植物群落和污染	曲仲湘 李 恒 (7)
四、云南滇池水系的原生动物及其与水污染的关系	程 量 (16)
五、滇池污染与水生无脊椎动物的调查	张迺光 吴天生 (31)
六、滇池水系污染对鱼类影响的初步调查	何纪昌 刘振华 李长江 (38)
七、滇池、螳螂川水生生物、水质、底泥污染状况的研究	昆明医学院化学教研组环保科研组 云南省环境科学研究所化学分析室 (48)
八、云南滇池铬、镉污染的研究	段金书 (62)
九、滇池汞污染状况的调查研究	杨荫康 邹学贤 何其仁 木臻福 何燕 (73)
十、砷对滇池污染的初步探讨	范良民 李怡春 赵 钦 (83)
十一、滇池水系氟污染的初步研究	饶晓文 李怡春 杨毓明 官翕华 (88)
十二、工业废水中有毒物质在水生生物体内转移规律的研究	《研究》课题协作组 (96)
十三、工厂废水对黑藻光合色素的影响	林德辉 李存信 张 禾 李 恒 (106)
十四、洗衣粉水溶液对水生植物生长和叶绿素含量的影响	林德辉 李存信 张 禾 李 恒 (110)
十五、氯化汞对金鱼的急性毒性实验	杨志忠 木臻福 安 琪 (114)
十六、水生生物样品中总铬和镉的测定——原子吸收分光光度法	段金书 (118)
十七、水质、底泥、水草、鱼类中总汞的冷原子吸收法测定	何其仁 木臻福 何 燕 杨荫康 邹学贤 (123)
十八、滇池水、底泥、水生生物中微量砷的测定——二乙氨基二硫代甲酸银比色法	课题测砷小组 (126)
十九、环境样品氟含量的测定——氟离子选择电极直接电位法测定水、底泥、水草、鱼、虾等的氟含量	饶晓文 杨毓明 (131)

滇池的自然概况

段金书

(云南省环境科学研究所)

何纪昌 刘振华

(云南大学生物系)

滇池是云贵高原上的一个大型浅水湖泊。其淡水资源和水生植物极为丰富，对昆明地区的自然环境、工农业生产和生活用水都起着重要的作用。

滇池古代叫滇南泽，又名昆明湖，因离昆阳城很近故又称昆阳湖。关于滇池的名称，据《华阳国志·南中志》；范晔《后汉书·西南夷传》和酈道元《水经注》等都以大体相似的语言提到：“此郡有池，周回二（三）百余里，水源深广，末更浅狭，有似倒流，故曰滇池。”大致源出于此。

一、滇池的研究历史

过去对滇池虽有一些零星报导，但进行调查研究者不多。有一些地理地质学者在考察云南地形时，论及到滇池的形成和地貌的特点，如 Depart（一九一二）对滇池、阳宗海、抚仙湖、星云湖和杞麓湖；Credner（一九三二）对滇池及洱海等均有论述。关于滇池的生物学方面进行研究者在鱼类方面有张春霖、张玺和成庆泰、伍献文、褚新洛、乐佩琦、何纪昌以及 Regan 等；无脊椎动物方面有张玺、易伯鲁、肖之的、沈嘉瑞、王家楫、蒋燮治及 Brehm；藻类方面有饶钦业、钱澄宇、Skuja 等；水草方面有曲仲湘、唐廷贵、李恒等的报导。在水质方面仅见云南省防疫站的材料；在湖泊学方面只有张玺对滇池的调查及黎尚豪对云南高原湖调查等报导。

笔者等于一九七六～一九八〇年用四年多的时间对滇池进行了原生动植物、无脊椎动物、鱼类、藻类、维管束植物及部分水生生物体内有毒物质的测定与综合调查。

二、滇池的地理概况

滇池位于昆明市的西南近郊，东经 $120^{\circ}42'$ ，北纬 $25^{\circ}04'$ ，海拔 1890 米，湖盆水体南北长 39 公里，东西宽 13.5 公里，平均宽度约为 8 公里；湖岸线长 199.5 公里；面积 318.27 平方公里，合四十七万七千三百九十三亩*，湖水最大深度 6 公尺，平均深度为 4.7 公尺；容积 15.7 亿立方米，常年水位差 1.5 公尺。环湖计有昆明市、海口、昆

* 由中国科学院昆明植物研究所提供。

阳、晋宁、呈贡、官渡、高峣等大小七个城镇，全湖仅有一个出水口即海口，上游入水口很多，以盘龙江为主。

纵观滇池外貌，有如一个弓背向东的弓弦月形。

滇池北端有一湖堤，称为“海埂”，长约3.5公里，平均宽约300公尺，由盘龙江等北部河流携带大量泥沙在以西南风为主形成的湖流作用下堆积而成。由昆明方向伸向西山几乎成为东岸与西岸的走廊，将滇池分为南北两部分，仅有一条航道缺口相通，海埂以北称为“草海”，面积目前仅有万亩左右，最大水深约2公尺，“草海”水体面积逐年缩小，已呈老年末期湖沼状态。海埂以南为滇池的主体，称为“外海”，面积为四十六万八千亩，最大水深度6公尺，其水体环境和植被特点与草海完全不同。

滇池湖盆地质成因是受第三纪喜马拉雅山运动的影响，构成了高原石灰岩断层陷落湖身。四周山脉均属崑崙山系，云岭山脉的东支逶迤而下，总称为乌蒙山脉，有大小数十个山峰，环抱昆明坝区，湖身紧靠西山脚下，构成天然湖盆。

三、滇池的水文特点

滇池地区年平均气温为 8.4°C ，湖水全年无冰期。年温差变幅不大，雨量集中在六、七、八、九月，年降雨量为990.2毫米左右。年蒸发量2228毫米，最大蒸发量在三、四、五月。本区风速较大，集中在二、三、四、五月，常在2.8米/秒，故气候特点四季不分明，干、湿二季分明。干季从十二月到翌年的五月，总雨量仅有161.5毫米，气温在 0°C 以上，故无真正的冬季；湿季从六月至十一月，其总降雨量在828.7毫米以上，气温平均不到 20°C ，故无真正的夏季。因此，本区夏无酷暑，冬无严寒，属冬干夏湿的温凉气候，具有高原性、季风性和亚热带性的综合气候特点，因此动植物生长冬夏皆宜。

由东面注入滇池的水源，约有大小二十余条河流，计有盘龙江、海源河、宝象河、马料河、落龙河、呈贡大河、柴河、捞鱼河、昆阳东大河等，流域面积约2879平方公里，其中以盘龙江为最大，长约94.5公里，占总流域面积的26.8%，年平均最大流量为 $10.6\text{米}^3/\text{秒}$ ，全年水量为3.34亿立方米，终年流水不断。

滇池仅有一个出水口，即由海口向西溢出，经螳螂川、普渡河，注入金沙江，全长201公里。年排水量为9.25亿立方米，流量为 $29.3\text{米}^3/\text{秒}$ ，落差很大，约为31米。

滇池水位年平均在1889.96公尺*，干季水位最低，平均在1889.37公尺，出现在四月。湿季水位最高，平均在1890.40公尺，出现在十月。年水位差在1公尺以上。滇池水位变化决定于降水量和蒸发量并与河流注入量和溢出量有关。水位变化还受人为控制的影响，如水库和水闸的控制，但毕竟服从于大气变化的规律。根据逐年水位变化资料，滇池水位有逐年下降的趋势，例如一九三八年，平均水位为1890.27公尺，一九五五年则降至1889.30公尺。

滇池湖面面积和容积的关系，大致为当水位最高，控制线在1891.28公尺时，面积为 0.35×10^9 平方公尺，合五十三万亩，容积为 1.86×10^9 立方米。当水位最低控制线

*号指海拔高度。

在1889.16公尺时，面积为 0.293×10^9 平方米，合四十四万四千亩，容积为 1.1×10^9 立方米。

四、湖水的理化性质

湖水的物理化学性质分成透明度，湖水的温度，pH 值及水化学成分等来叙述。

(一) 透明度

湖水透明度有较明显的水平分布规律并受风因子的制约和水生群落的净化影响。外海湖心深水区污染前，透明度大约为90公分左右；而东岸因基质沙重，风浪大，故透明度较低，一般在60公分左右，水色微黄；西岸因植物群落生长旺盛，故透明度大，一般在80~100公分之间，但外海水味涩，一般不可饮用。污染后，透明度有所下降，一九七七年透明度为65~75公分之间。

草海的透明度在污染前为2公尺，湖水清澈见底，无腥涩等味，可饮用。这与繁茂的沉水植物净化作用有关。污染后，水生植物消失，透明度明显下降，一九七七年透明度为40~60公分之间，在严重污染的大观河、西坝河口透明度仅有25公分。

(二) 湖水温度

滇池湖水年平均温度为 17.03°C ，最高月平均温度为 22.4°C ，出现在七月份；最低月平均温度为 11.6°C ，出现在一月份，湖水终年不结冰。在二至四月气温比水温高，十月至翌年的一月，水温比气温高，但气温与水温的年均温度都是 18°C 。湖水无温层结构，属浅水湖泊类型，因此，水生植物与鱼类的生长终年适宜。

(三) pH 值

湖水的 pH 值，一般在 8.5 左右，无机盐类含量较高，草海的 pH 值比外海稍底，在 7.5~8.0 之间，呈弱碱性。

(四) 水化学成份分析*

各水体溶解氧的分布

云南大学生态室1959年测定

地 点	大观楼	西坝河口	苏家村	西 园	海 埂	杨家村
溶解氧(毫克/升)	8.01	7.89	9.30	8.08	10.01	8.45
水 温 $^{\circ}\text{C}$	12.8	15.5	15.0	14.8	15.5	15.0
气 温 $^{\circ}\text{C}$	13.2	15.8	16.5	15.4	16.2	17.0
水深度(米)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

* 数据由云南大学生态室提供。

草海水体含氧量为7.89~10.01毫克/升, 无机盐类含量: 氯化物9.52~11.42毫克/升, 硝酸盐0~0.133毫克/升, 亚硝酸盐0~42毫克/升, 磷酸盐0.09~0.13毫克/升, 有机物含量2.62~6.37毫克/升, SiO_2 为74毫克/升, P_2O_5 为8.8毫克/升, Ca^{++} 为36.06毫克/升, Mg^{++} 为17.02毫克/升, SO_4^{++} 为75.36毫克/升, Cl^- 为22毫克/升, KMnO_4 耗氧量为15.17毫克/升, 湖水总硬度为54.48~67.24度。

五、污 染 源

滇池水系沿岸有大小七个城镇, 近二百个市属以上的工厂, 每天约有68.2万立方米的污水排入滇池水系的三个水体(草海、外海、螳螂川)。其中, 城市生活污水6万立方米, 工业废水62万立方米。随废水排入的有毒物质达三十余种, 其中主要是镉、汞、砷、铅、锌、铬、酚类、氰化物、氟、有机磷、元素磷、有机物、酸、碱和灰渣。这些含有有害物质的污水, 大部分未经净化处理, 从九条河渠和三个区域排入水系。草海面积极小, 纳污量最大; 外海水体最大, 纳污量最小。各水体的纳污情况如下:

(一) 草海的污染源及纳污情况

草海位于滇池水系的上游, 受纳普坪村、马街至黑林铺和普吉、黄土坡、西站、莲花池至盘龙江以西一带的城市污水和近一百个市属以上工厂的废水36.7万立方米/日, 占排入全水系污水量的54%, 其中生活污水3.7万立方米, 占排入水系生活污水量的62%; 工业废水33万立方米, 占排入全水系工业废水的53%。这些污水主要经王家堆渠、新河、运粮河、摆渡河、采莲河等河渠排入草海。

王家堆河渠受纳马街至普坪村一带的污水, 主要排污工厂有印染厂、发电厂、冶炼厂、水泥厂、化工厂、无线电元件厂、硅酸盐厂等, 主要有害物质有灰渣、染料、铅、砷、铬等。

新河受纳马街以北至眠山、黑林铺、海源寺、大普吉一带的污水, 主要排污工厂有造纸厂、皮革厂、电线厂、平板玻璃厂、电池厂、电机厂、钢铁厂、汽车制造厂、汽车修理厂、机械厂等, 主要有害物质有油类、铬、氰、铅、酚、锌、有机物及黑液等。

运粮河受纳昆明市正义路以西至小西门、翠湖、大观河沿岸、西站、黄土坡、王家桥一带的污水。主要排污工厂有: 冶炼厂、钢铁厂、蓄电池厂、合成氨厂、印刷厂、开关厂、氧气厂、搪瓷厂、石棉制品厂、翻胎厂、衡器厂等, 主要有害物质有镉、铅、砷、铜、锌、铬、氰、酚、有机物等。

采莲河受纳南坝工业区一带的污水, 主要排污工厂有, 针织厂、化工厂、虫胶厂、肉食加工厂、油墨厂、造纸厂、纺织厂、味精厂等, 主要有害物质有染料、有机物等。

(二) 外海的污染源及纳污情况

外海受纳盘龙江以东, 上马村、岗头村、黑龙潭、金殿、小坝、金马寺、呈贡一带的城市污水及七十多个市属以上工厂的废水8.3万立方米/日, 占排入全水系污水量的12%。其中生活污水1.7万立方米, 占排入全水系生活污水量的28%; 工业废水6.6万立

方米，占排入全水系工业废水量的11%。这些污水主要是通过盘龙江、明通河、金汁河三条河渠，于海埂附近排入外海。

盘龙江受纳黑龙潭、茨坝、岗头村、下马村至南坝一带的污水，主要排污工厂有机床厂、重机厂、锻压机床厂、铣床厂、二机床厂、拖拉机配件厂、无线电厂、电子管厂、纸烟厂、塑料厂、无缝钢管厂、水泥厂、日用玻璃厂等，主要有害物质有铬、锌、铜、氟等。

明通河受纳金殿公路以南，盘龙江以东，昆明火车站以北一带的污水。主要排污工厂有机器厂、机床配件厂、无线电厂、纺织厂、日用化工厂、塑料厂、彩印厂、机械厂、电气仪表厂、金属材料厂、印刷厂等，主要有害物质有铬、氟、铅、锌、铜、染料、有机物等。

金汁河受纳金殿至小坝、昙华寺、金马寺、东站五里多一带的污水。主要排放工厂有内燃机厂、煤机厂、香料厂、铸管厂、水泵厂、风动机械厂、化工厂、铝制品厂、铝条厂、电器厂、农药厂、电镀厂、矿山机械厂等。主要有害物质有铬、氟、铅、锌、有机物、有机氯、有机磷等。

外海还接纳昆阳至海口一带的污水。主要排放工厂有磷肥厂、轮胎厂、氮肥厂、水泥厂等。主要有害物质有元素磷、氟、砷、酚、炭黑等。

(三) 螳螂川的污染源及纳污情况

螳螂川主要受纳海口、安宁等地区的生活污水和十一个市属以上工厂的废水23.2万立方米/日，占排入全水系污水量的34%，其中生活污水0.6万立方米，占排入全水系生活污水量的10%；工业废水22.6万立方米，占排入全水系工业废水的36%。

螳螂川沿岸主要排污工厂有造纸厂、洗涤剂厂、轴承厂、仪表厂、磷肥厂、三五六厂、化工厂、钢铁厂等。主要有害物质有汞、铬、锌、铜、氟、酚、有机氯、炭渣等。

总之，我们对滇池水系的污染源及各工厂排污情况尚不十分清楚，上述材料主要根据云南省卫生防疫站一九七〇~一九七五年的数据。至于一九七六年至今，滇池水系沿岸各工厂（包括扩建、新建工厂）工业废水排放量，有害物质的含量及污水处理情况，尚待有关部门进一步的调查。

参 考 文 献

- [1] 张 玺 1948, 昆明湖泊及其动物的研究 北平研究院动物研究所丛刊 4 (1) 1—4。
- [2] 成庆泰 1958, 云南的鱼类研究 动物学杂志 2 (3) 153—165。
- [3] 黎尚豪等 1963, 云南高原湖泊调查 海洋与湖沼 5 (2) 87—114。
- [4] 云南经济 1941, 11K 120—122。
- [5] 张印堂 云南地形 云南史地辑要 7。
- [6] 张玺 1943, 云南的水生经济动物及其应用 云南建设 2 : 88—92。

- [7] 张玺、易伯鲁 1945 滇池枝角类及桡足类的研究。北平研究院动物研究所汇刊22号。
- [8] Credner W. 1932 Observation of geology and morphology of yunnan, SP. Publ. No10 Sunyetsen University China.
- [9] Depart G. Fe. 1912 Etude geologique du yunnan oriental, 1^{re} partie (Geologique generale) et. atlas. Mem. Ser. Geol. de 1' Indochine 1(1).

滇池植物群落和污染

曲仲湘 (云南大学)

李 恒 (昆明植物研究所)

摘 要

我们将一九七五年的滇池水生植被图与六十年代的滇池植被图进行了比较,滇池植被十余年来发生了很大变化。首先是植被面积大大缩小,六十年代占湖面百分之九十以上,七十年代仅占百分之二十弱。水生植物由原来深到5米的水域退缩到2米以内的浅水区。其次群落类型显著减少,原有的海菜花群落、篦齿眼子菜群落、轮藻群落几乎绝迹,有些群落陆地大大缩小。第三,群落内植物密集度下降,如苦草群落盖度由六十年代的百分之九十降至现今的百分之三十,较耐污的红线草群落则较前旺盛。第四,植物区系趋于贫乏,海菜花、篦齿眼子菜、金鱼藻、狸藻、石龙尾等相继消匿。

滇池现有群落有十一个类型,沉水类型有菹草群落,狐尾藻群落,马来眼子菜群落,红线草群落,苦草群落。其它为浮叶群落类型、飘浮群落类型。各个群落的组成结构,分布状况都与六十年代有所不同。

滇池植被的现状是湖水受到污染的结果。污染改变了湖水的理化性质:溶解氧含量下降,最低处降到1毫克/升以下,限制了植物呼吸作用的进行;水体透明度变低,普遍降到100厘米以下,西坝河口仅有25厘米,沉水植物,特别是深沉水生植物得不到足够的光照进行光合作用;湖水中含有较多有毒物质,它们使光合色素受到破坏,色素下降,特别是 β -胡萝卜素尤为敏感,其结果是植物光合作用能力降低或受到抑制。滇池中水生植物因呼吸作用和光合作用都受污染影响,在不长的年代中,不少敏感种类消亡,一些种类生活力下降,而个别抗性较强的种类却相应发展。

我们对云南各主要湖泊的植被作了综合分析,初步提出监测淡水湖泊污染程度的四个植物指标:1.严重污染,各种沉水高等植物全部消亡;2.中度污染,敏感植物海菜花、轮藻、石龙尾消失,篦齿眼子菜等中等敏感植物稀少,抗性强的植物如红线草、狐尾藻等相对繁茂;3.轻度污染、敏感植物(海菜花、轮藻等)渐趋消失,中等敏感植物,抗污植物均有生长;4.没有污染,海菜花、轮藻丰富,上述各类植物正常生长。这几个指标较适合于云南境内自然条件相似的淡水湖泊,因为我们对境外湖泊未作研究。

滇池从植物角度看属中等污染湖泊,只要加强管理,控制污水排放,水生植物的生态环境有望迅速恢复。

关于滇池的植被情况,六十年代初期,云南大学生物系曾进行过调查,七十年代(一九七六~一九七八)我们又作了一次为期三年的考察。在这短短的十五、六年期间,由于工农业生产迅速发展,工业“三废”和农药、城市污水等造成了滇池水系的污

染，从而给水生植被带来了显而易见的变化。

一、植物群落在污染情况下的变化

将六十年代滇池植物群落分布图（图2）和七十年代植物群落调查分布图（图1）相对比，就可以看到下列变化。

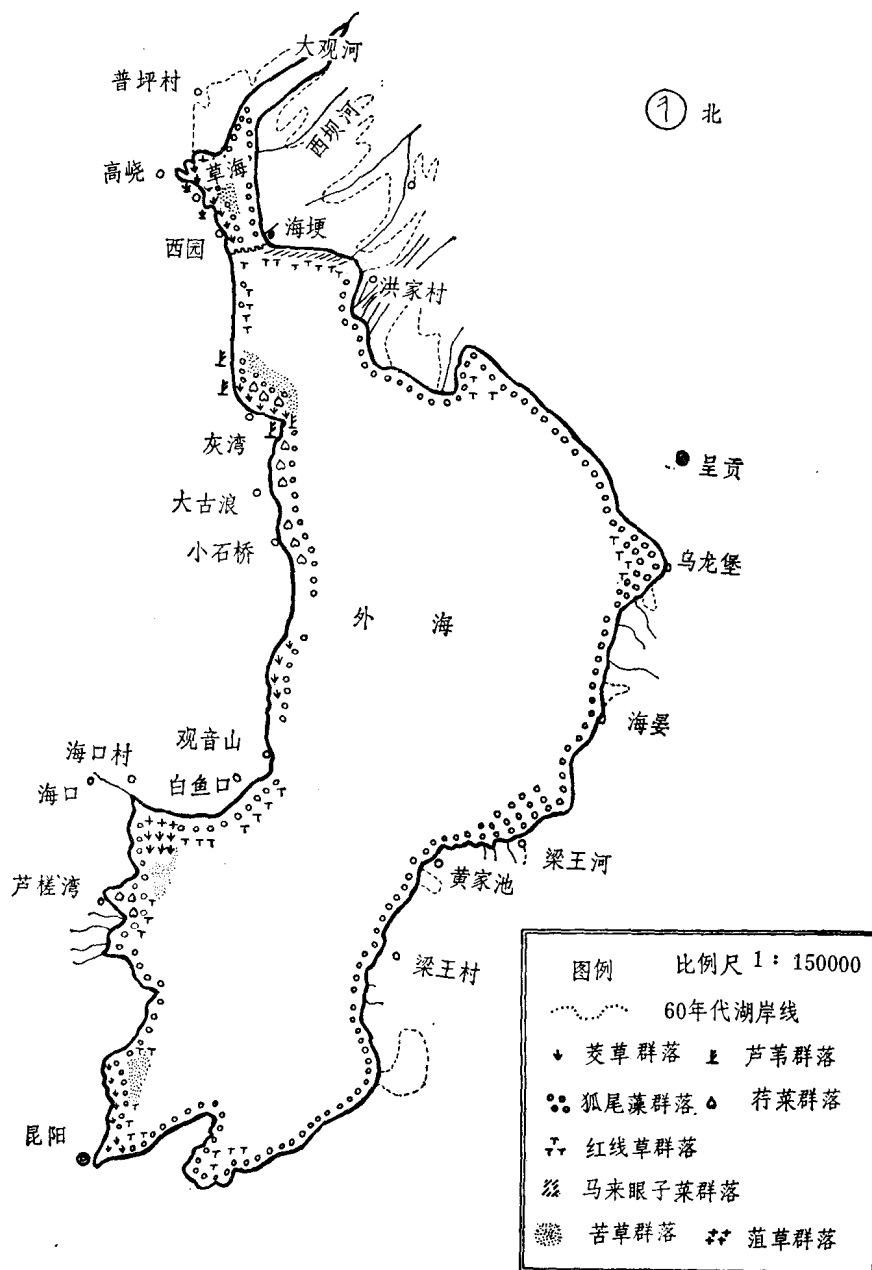


图1 滇池植物群落分布现状图

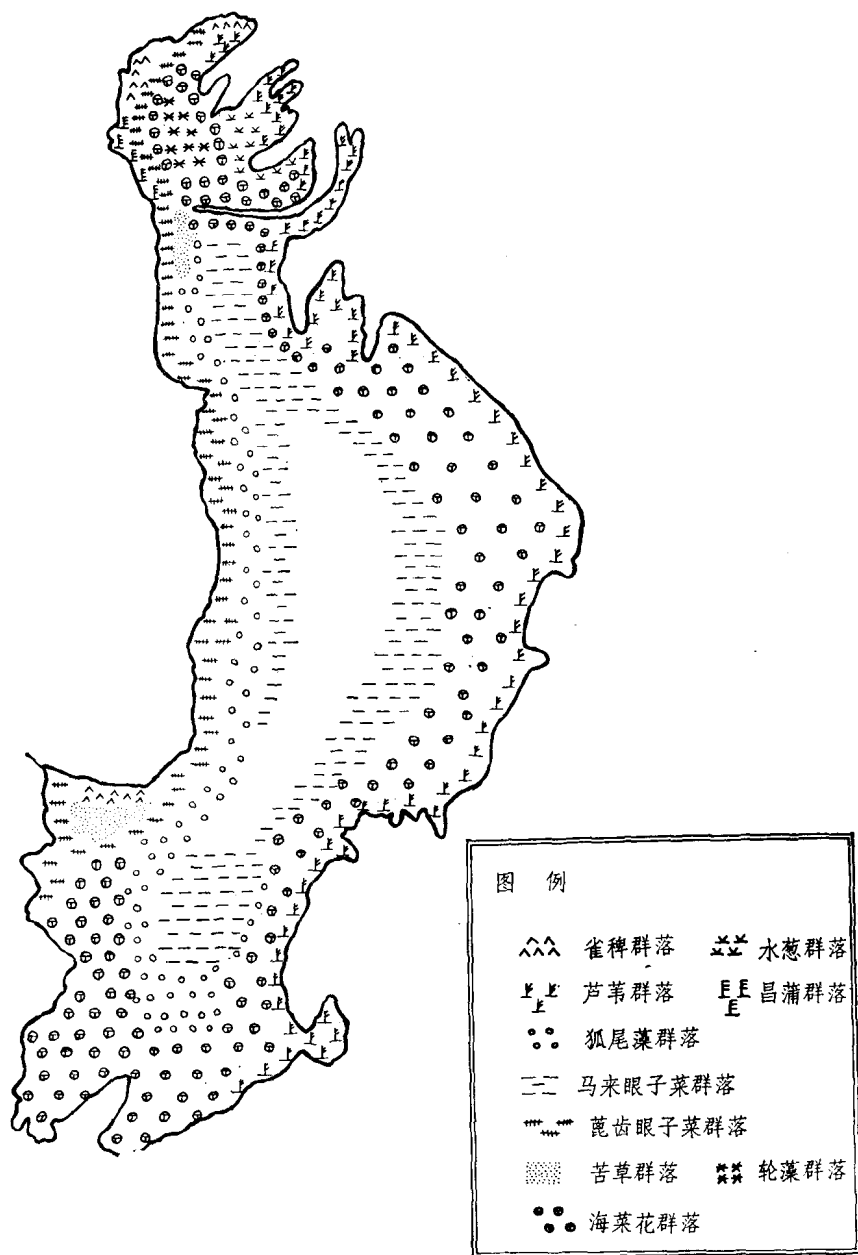


图 2 六十年代滇池植物群落复原图

1. 植被面积大大缩小，植物生长深度下降。六十年代植被占湖面90%以上，七十年代仅占20%弱。在水深2米以上的深水区基本没有高等植物生长，六十年代水生植物生长深度达水深4米，这十五~十六年中，植物向浅水区退缩了2米的深度。滇池是个浅水平底湖，最深也不过6米，若不受到污染，全湖长满水草的趋势是自然的。

2. 植物群落类型减少。沉水植物群落类型中, 六十年代在滇池占有显著地位的轮藻群落, 海菜花落群, 篦齿眼子菜群落现已绝迹。马来眼子菜群落和菹草群落的分布幅度大大缩小, 而且稀疏零落不整。海菜花盛开小白花, 曾经是从春到秋, 把滇池装点得繁花似锦, 人们誉之为“花湖”、“花海”的景观。当前我们仍能在洱海、杞麓湖、异龙湖、剑湖、阳宗海、泸沽湖等湖泊中重温这秀丽的景色, 但滇池的“花湖”之称已不复存在了。

3. 群落中植物生长的密集度明显下降。现有群落类型比较简单, 群落本身的密集度也下降了, 仅以沉水植物群落为例, 菹草群落盖度已由六十年代的80%, 下降到50%; 狐尾藻群落由100%降到40~70%; 苦草群落由90%降至10~30%; 马来眼子菜群落由50%降到10~20%。可见, 单位面积植物群落的生物较之六十年代远远减少, 相反的是红线草在六十年代并未形成明显的群落, 现在已发展成为占有相当面积, 盖度达50~80%的单优群落。

4. 植物区系成分趋于贫乏, 群落的组成分子有所增加, 随着水体理化条件恶化, 一些敏感植物的各种轮藻、海菜花、黑藻、篦齿眼子菜、金鱼藻、狸藻等都已消匿。他们在云南其他湖泊中都能形成明显的群落, 或为群落中的常见伴生种, 另一方面, 由于群落盖度小、光照条件较好, 邻近群落的组成成员得以进入, 致使各群落的组成成分有所增加, 如菹草群落、狐尾藻群落的组成种类都较以前复杂。

5. 耐污性较强的植物相应发展。如茭草在许多排污较为集中的地方(如磷肥厂、西坝河口等)都形成(有的系人工栽培)较大面积的茭草群落, 生长旺盛, 对净化污水起着良好作用。又如红线草在云南大部分湖泊中都不为群落的优势种, 只有在pH值达到9.2的程海(只有三种高等沉水植物)形成压倒其它的单优群落。在滇池七十年代以来, 红线草的组成群落侵占了许多以前存在过的植物群落。

二、滇池近期植物群落概述

目前, 我们根据各地段的优势种仍可划分出十一个群落, 并依据群落和水体的关系归并为四大群落类型, 它们是:

(一) 沉水植物群落类型

群落中的组成成分全体淹没于水面下, 扎根于湖床泥土中, 属这一类型的有:

1. 菹草群落, 本群落生长于湖床泥质, 湖面风浪较小的浅水湖湾、船坞、抽水沟, 水深30~100厘米或稍深, 在滇池四周各河川溪沟、螳螂川各支流中都较常见, 组成成分以菹草 *Potamogeton crispus* 为优势, 其次有红线草(马尾草) *P. pectinatus*、狐尾藻(狗尾巴草) *Myriophyllum spicatum*、有时苦草(水韭菜) *Vallisneria spiralis* 组成群落的第二层。群落高50~90厘米, 局部达1.3米, 略低于水平面, 群落总盖度30~80%, 春夏之交, 生长繁茂, 枝叶交织, 一支支粉红色的穗状花序, 长1~2厘米, 直立水面, 给湖上增添了不少春色。盛夏之后, 菹草花果成熟, 枝叶凋萎, 把种子和莲座状的冬芽撒沉于水底, 入秋以后群落的优势地位为生长季节长久的狐尾藻所代替, 这时群落显见

稀疏, 盖度一般仅30%, 狐尾藻稍呈紫色, 3~8支一簇, 随波荡漾, 只有在丛间深处才可隐约看到一些新萌发的菹草幼苗。

菹草是富营养化池塘中常见的单种群落, 在云南湖泊中仅在洱海局部地段占优势, 其他湖泊都极少见。

2. 狐尾藻群落。本群落适于湖床细沙质或泥质, 水深1.5米以下的浅海区, 在外海南部、东部和西部边缘成带状分布, 在草海占据菹草群落外缘及海埂农场海堤下的水域, 分布面积大, 在昆明磷肥厂排污口附近亦能生长, 群落总盖度30~80%。外貌绿褐色, 优势种狐尾藻 *Myriophyllum spicatum* 偶尔形成单独群落, 通常有红线草 *Potamogeton pectinatus* 伴生, 当与菹草群落相邻时, 常有菹草混生, 通常仅有一层, 有时苦草居于第二层。狐尾藻多丛生, 雨季前, 多处于营养期或以稀疏的植丛立于浅水中, 或在湖滩湿地上萌发成丛, 随着雨季的到来, 水涨苗高, 夏末秋初, 已高达1.8米, 故十余苗成束的植丛, 以紫红色的顶生穗状花序出露水面, 为滇池植被秋天的主要季相。

3. 马来眼子菜群落。适于湖床沙质的浅水群落。春季水深0.5米以下, 秋季约1.5米以下, 局限于海埂游泳场一带和草海西坝河口外缘, 但在滇池上游各河流溪沟中, 流速较大的地段常广泛分布。群落外貌黄褐色, 总盖度小于10~20%, 主要成分为马来眼子菜 *Potamogeton malainus*、红线草、狐尾藻也占有相当比例, 这是一个寡种混生的群落。春季马来眼子菜萌发较晚, 多处于幼苗状态, 高仅10~20厘米, 或沉于水底或贴伏于藻滨沙滩上, 雨季进入发育旺盛阶段, 分枝繁多, 叶片长大透明, 植丛疏散直立于水面以下, 高可达1.5米, 腋生穗状花序绿白色, 秋季直立于水面, 果期沉入水中。

4. 红线草群落。适于湖床沙质或泥沙质, 水体透明度较大(70~90厘米)的碱性水域, 春季水深1.5米以内, 见于滇池西南部芦桡湾和昆明附近, 以及西部制船厂一带。在程海(pH 9.2)是分布面积最大的主要植物群落。群落外貌红褐色, 群落总盖度50~100%。红线草占绝对优势, 有时形成单种群落, 常见的伴生种只有狐尾藻, 红线草多分枝, 叶细长, 春夏之交已是兴旺时期, 植丛直径20~30厘米, 有如马尾成束沉在水中, 这时花果并茂, 但不露出水面。红线草是草鱼的优良饵料和产卵场所。入秋以后, 一因处于生长衰落季节, 二因鱼类消耗过多, 红线草往往只剩残枝秃叶, 群落显见稀疏。

5. 苦草群落。适于湖泥深厚的深水水域, 或生长于透明度较差(25~40厘米), 但湖泥较厚, 风浪不大的浅水区, 在滇池分布于草海、海口、各河口水下三角洲附近, 水深1~2米(春季在水深20~30厘米)处也能见到。群落总盖度通常仅30~80%, 稀达90%, 优势种苦草 *Vallisneria gigantea* 仅有葡萄茎, 无直立茎枝, 叶如长带, 丛生, 密集如秧苗, 叶层高30~100厘米, 常深沉于透明深度之下, 肉眼常不易察觉, 幸其丝状花梗甚长, 螺旋状上升, 直到把花朵推到水面以上为止, 而且花期长, 从春到秋, 都可籍浮在水面, 肉白色小花指示水下苦草群落的存在。在深水条件下, 群落种类单一, 在浅水中, 则有多种沉水植物混生, 如菹草、红线草、马来眼子菜、狐尾藻等, 构成高出于苦草的稀疏上层, 或相反, 在其它沉水群落中, 苦草也常成片生长成为各该群落的下层。

苦草群落是一种广域性的深沉水群落。我们调查过的十一个云南高原湖泊中, 除海拔2700米的泸沽湖外, 都有苦草群落分布, 而且大都是生态系列中最深的一个群落。

各湖泊苦草群落成带分布的水深如下：杞麓湖、异龙湖、星云湖 2~4 米；洱海、程海、茈仙湖 5~10 米；茨菇湖 4~7 米，水体透明度愈大，苦草分布的愈深，在长江中下游的湖泊中的分布也符合这一规律。目前，滇池苦草群落已从相应深度退居于水深 1~2 米以内，而且并不成带，成残存群落状态，说明滇池生态环境发生了显著变化，水深 2 米以上的地方，苦草也不能生长。

(二) 浮叶植物群落类型

本类型群落的组成成分叶片浮于水面，扎根于湖床泥土中，滇池的浮叶群落仅有下列二个类型。

1. 荇菜群落：分布于风浪小，湖床泥质的浅水湖湾，如草海、外海中的灰湾、芦花湾等处，通常面积不大，水深 1 米以内，在滇池周围的鱼塘，一般沼泽中常见。群落盖度常达 100%。叶片绿色心形，密集成片，有如绿色地毯一层，黄花朵朵，点缀其上，比较别致。叶层下面透光处，通常有各种沉水植物生长，如狐尾藻、菹草、红线草、穿叶眼子菜 *Potamogeton perfoliatus*、里藻 *Hydrilla verticillata*、苦草等；沿岸水浅，又常有成丛的或成片的挺水植物如茭草 *Zizania caduciflora*、莎草科水葱属植物 *Scirpus* spp. 镶嵌分布。

2. 水鳖群落：偶见于湖湾边缘，河口两侧的浅水区（水深 30~40 厘米）。以水鳖（水膏药）*Hydrocharis dubia* 为特征，发育得不好，盖度 30~50%，水鳖叶形颇似荇菜但较小，背面有一块卵形的漂浮组织，因名“水膏药”，这是浅水河沟中常见的杂草，常有湿生杂草混生。

(三) 飘浮植物群落类型

1. 水葫芦群落：零星分布于避风湖湾中，水深不限，系水葫芦 *Eichhornia crasipes* 形成的单种群落，盖度常达 100%，水葫芦极耐肥，耐污，群众常在鱼塘中培植作猪饲料，据报导，这是净化污水的好材料。

2. 满江红+紫萍+槐叶萍群落，主要成员是满江红 *Azolla imbricata*，紫萍 *Spirodela polyrrhiza*，青萍 *Lemna minor*，槐叶萍 *Salvinia natans*。各种植物体大都细小，繁殖迅速，但它们都是草食性鱼类喜食的饵料，在滇池内，很少有繁殖成为大片群落的。

(四) 挺水植物群落类型

本类型植物体的部份营养体和主要生殖器官出露在水面以上，扎根于水下湖床基质中，多为高大单木植物，群落常有明显的分层现象。

1. 茭草群落：分布在草海湖泥堆积的小岛（雨季沉于水下）及沼泽化的湖湾中，水深雨季在 1 米以内，群落外貌草绿色，总盖度 80% 左右。优势种茭草 *Zizania caduciflora* 高出水面 50~60 厘米，植丛直径长达 1 米，长势旺盛，花序高出水面 1 米左右，大都为人工栽培当蔬菜用。叶为牛、马、骡饲料。茭草群落通常可分三层，上层除茭草外，常有芦苇 *Phragmites communis* 伴生，组成第二层的多系水田杂草，如泽泻 *Alisma plan-*