

云南抚仙湖、洱海、滇池水生植被 的生态特征*

戴全裕

(中国科学院南京地理研究所)

摘 要

抚仙湖、洱海和滇池是云南高原上较大的三个断层构造湖泊。作者于1981—1983年对这三个湖泊的水生植物种类、分布、产量、植被类型以及演替作了调查。其结果是：(1) 抚仙湖、洱海和滇池的湖盆形态、湖水的理化性质以及生物生态条件是很不相同的；抚仙湖是我国第二深水湖泊，洱海是半深水湖，而滇池却是一个浅水湖泊。因此，水生植物的生态特征也是各不相同的；(2) 随着湖泊的逐渐发育和演化水生植物的种类由少到多，而植被类型及其演替则由简单到复杂（即抚仙湖→洱海→滇池）；(3) 制约水生植物生长、分布的主要环境因素是水深、风浪、透明度以及沉积物的组成等；(4) 水生植物的生态特征指示了滇池和洱海已经进入老年化阶段，其沼泽化程度是：滇池>洱海>抚仙湖；(5) 滇池自受到工业废水污染以后，水生植被遭受到破坏，湖泊生态系统失去自然平衡，许多水生植物受到危害或者濒于绝灭（如海菜花、微齿眼子菜等），但是，漂浮植物却得到了发展（如凤眼莲）。

抚仙湖、洱海和滇池是云南省高原上3个较大的淡水湖泊，也是云南省重要的渔业基地和游览风景区。面积分别为211.0平方公里、249.8平方公里和297.5平方公里。湖区气候温和，阳光充足，四季如春，年平均气温在15℃左右，年降雨量约1,000毫米左右，属亚热带湿润半干旱季风区。水生高等植物比较丰富（以下简称水生植物）。

过去对该地区湖泊水生植物进行过研究的有黎尚豪等（1963）、曲仲湘等（1983）、唐廷贵（1964）、李恒（1980），但未见有这3个湖泊的系统研究报告。作者在前人工作的基础上于1981—1983年对上述湖泊分别进行了考察，并对水生植被的分布、演替与环境间的相互关系作了初步的探讨。

一、自然条件概况

抚仙湖、洱海、滇池虽属同一类型的断层陷落湖泊，但各个湖泊的历史及发育过程并不相同，因而各湖的自然地理特征和生物等特征各异。

1. 湖盆形态特征

抚仙湖、洱海和滇池均呈南北长而东西窄的葫芦状或条带状，其湖盆剖面抚仙湖呈锅底

* 参加本项工作的高礼存、庄大栋、冯敏、王银珠、胡文英、张文华、季江、隋桂荣等同志，戴全裕执笔，图件由陈开宁同志清绘。

形, 洱海呈深碟形, 而滇池呈浅碟形 (见图 1)。

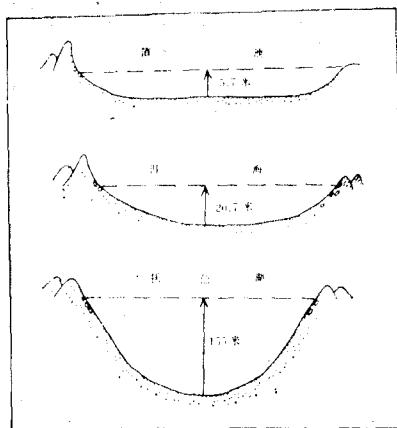


图 1 抚仙湖、洱海、滇池湖盆形态剖面示意图
fig.1 morphological section of the Lake basins of the Fuxianhu, Er Hai and Dian Chi Lake.

2. 基本自然要素

抚仙湖、洱海和滇池均仅有一个出水口, 水位比较平稳, 透明度较大, 适宜于沉水植物的生长。三个湖的基本自然要素见表 1。

二、水生植物的种类组成及分布特点

由表 1 可以看出, 许多湖泊指标都反映出抚仙湖仍处在年轻的发展阶段, 水质也较贫瘦 (贫营养型)。采集到的水生植物种类有 19 种, 隶属于 12 科 15 属, 其中沉水植物 10 种, 漂浮植物 3 种, 其它属于湿生杂草。主要优势种类为: 苦草 (*Vallisneria gigantea*), 和马来眼

表 1 抚仙湖、洱海、滇池的基本自然要素和某些生物学特征比较

table 1 Characteristic comparisons of the basic natural factors and some biology of the Fuxian Er Hai and Dian Chi Lake

湖泊名称 指标	抚 仙 湖	洱 海	滇 池
面积 (平方公里)	211.0	249.8	297.5
平均水深 (米)	89.6	10.2	3.9
最大水深 (米)	155.0	20.7	5.7
透 明 度 (厘米)	490—1,250	180—660	20—90
风浪影响	风浪较大, 浪击带无大型水生植物, 水文特征复杂	风浪较小, 浪击带有大型水生植物生长	风浪较小, 浪击带有大型水生植物生长
沿 岸 带	陡 峭	较 平 缓	平 缓
沉 积 物	粗	较 粗	较 细
湖水矿化度 (毫克/升)	242.33	192.24	236.02
水 型	C _I ^{Mg}	C _I ^{Ca}	C _I ^{Ca}
pH 值	8.62	8.50	8.62
浮游植物 (细胞/升)	1.2×10^6	2.5×10^6	123.5×10^6
浮游动物 (个/升)	10.5	900	1950
营养类型	贫营养型	中营养型	富营养型
水生高等植物种类	19	32	46
水生高等植物分布	局部三角洲及湖湾	三角洲、湖湾→沿岸带及湖心水下平台	三角洲、湖湾→沿岸带→部分湖心区
植物群落类型	4	9	10 (原来有 14 个)
群落演替	① 缺大型挺水植物带和浮叶植物带 ② 水生植被与陆生植被隔离	① 局部有大型挺水植物带和浮叶植物带 ② 水生植被与陆生植被部分隔离	① 有较大面积的大型挺水植物带和浮叶植物带 ② 水生植被与陆生植被大部分相连续
湖泊有机物积累	较 少	较 多	丰 富
沼泽化程度	无	存 在	严 重

子菜 (*Potamogeton malaianus*) ; 洱海已发展到湖泊的老年阶段, 但是它仍然以沉水植物为主体。它既保留了一部分深水湖泊水生植被的特点, 同时又有一般浅水湖泊水生植物分布的特点 (如水生植物的分布较为广泛)。采集到的水生植物种类有32种, 隶属于17科24属, 其中沉水植物13种, 漂浮植物5种, 浮叶植物2种, 挺水植物5种, 其他为湿生杂草。主要优势种类为: 微齿眼子菜 (*Potamogeton maackianus*)、黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 和金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*) ; 滇池与上述两个湖大不相同, 它已发展到了湖泊的晚年阶段, 泥沙的淤积和有机物的积累都比较严重, 完全成为一个浅水性湖泊, 植物种类丰富。在六十年代前, 沉水植物已由湖岸区发展到近于湖心区, 而且如芦苇、菰、水葱等大型挺水植物在草海及外海东部沿岸带皆有较大面积的分布。其水生植被分布的面积占全湖面积的90%以上 (曲仲湘等, 1983), 闻名于世的海菜花群落 (云贵高原湖泊的特有种 *Ottelia acuminata*), 由于水体污染和不合理的开发湖泊资源, 而已灭绝。到八十年代初 (1981—1983), 滇池水生植物种类已由原来的100余种减到了现在的46种 (其中沉水植物13种, 漂浮植物6种, 浮叶植物3种, 挺水植物12种, 其他为湿生杂草), 它们隶属于20科33属。全湖皆以狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum*) 为优势种群。仍不难看出由于抚仙湖、洱海、滇池三个湖泊的发育阶段不同, 水生植物的丰富度也不同, 即种类由少到多再到丰富, 沼泽化程度从小到大。

三、水生植物的生物量及对湖泊环境的影响

根据调查期间 (秋冬) 水生植物的单位面积 (克/米²) 的生物量及分布面积估计, 抚仙湖水生植物的分布面积约300亩, 占全湖面积的0.01%, 生物量为400吨 (鲜重); 洱海水生植物的分布面积11.59万亩, 占全湖面积的30.9%其生物量为79.9万吨; 而滇池水生植物的分布面积为5.66万亩, 占全湖面积12.6%左右, 其生物量约为13.6万吨, 在未被严重污染的五十年代显然要高于此数值。由此可见, 在云南的断陷深水湖泊, 水生植物的生物量极低, 它对湖泊的有机物的积累作用很小。但洱海、滇池到了湖泊发展的老年或晚年阶段, 水生植物大量发展, 每年以几万吨, 甚至几十万吨的植物残体沉积于湖底, 积极参与湖盆的填平作用 (Daubenmire, 1981)。据三个湖泊底泥中有机质的分析, 抚仙湖有机质的平均含量为1.45%, 洱海为2.69%, 而滇池已达到6.34%, 草海最高可达27.0%。这就为湖泊的沼泽化和泥炭形成提供了丰富的物质基础。

其次水生植物具有过滤泥沙, 减缓水流的作用, 促使湖水透明度增大, 泥沙重新分配。洱海湖水透明度近年来有逐渐增高的趋势, 据1957年调查, 透明度一般在80—190厘米 (黎尚豪等, 1963), 而现在透明度达180—660厘米。这除上游河道筑坝建库 (水库), 减少泥沙来源外, 还与近年来在西洱河建立电站后水位下降, 水生植被大量繁殖有关。

四、水生植物群落与演替

1. 水生植物群落

抚仙湖、洱海和滇池的水生植物群落数量随湖泊发育阶段的升级而不断增加, 结构逐渐复

杂。根据水生植物的优势种类、外貌特征以及环境条件等, 大致可以在抚仙湖划分出 4 个群落, 洱海 9 个和滇池 10 个类型。

1) 抚仙湖 该湖的植物群落比较简单, 大多集中在张营和海口。比较完整的植物群落有马来眼子菜群落, 分布在海口, 水深 0.8 米左右; 篦齿眼子菜 (*Potamogeton pectinatus*) 群落, 分布在出水河道中 (水深 0.2—0.5 米), 也有少数散生在张营湖湾的苦草群落中, 长势较差; 狐尾藻群落, 分布在张营、海口处, 伴生种类有黑藻、马来眼子菜, 水深约 1.0 米左右; 苦草群落, 分布在张营、海口和尖山等处, 水深 1—5 米 (见图 2)。

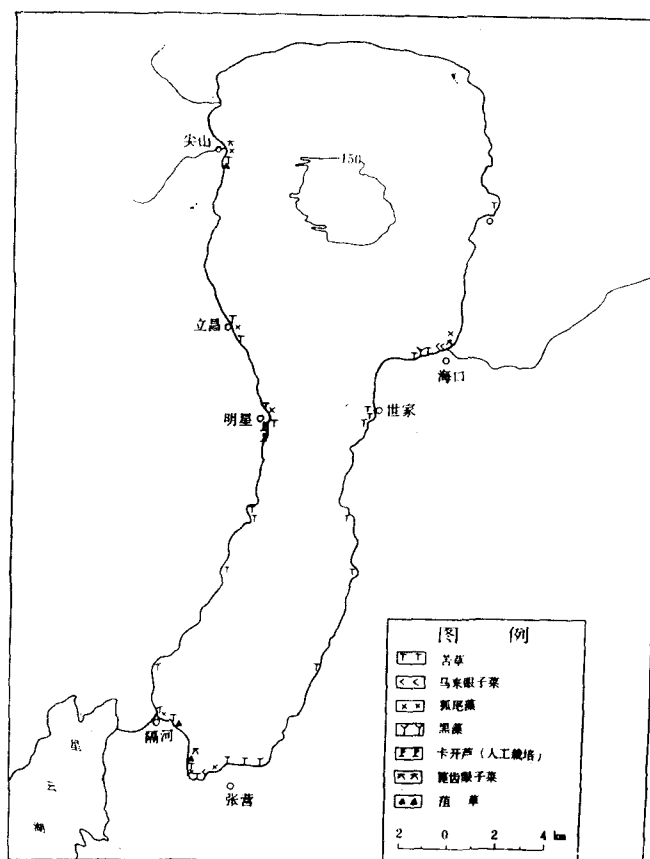


图 2 抚仙湖的水生植物分布示意图

fig.2 distribution of the macrophytes of the Fuxianhu Lake during 1981—1983

2) 洱海 洱海的植物群落比抚仙湖复杂, 其群落类型见图 3。

(1) 微齿眼子菜 + 黑藻群落: 是全湖最发达的优势群落。伴生种类有金鱼藻、光叶眼子菜 (*Potamogeton lucens*)。分布在北部湖湾区。植株高度 2.0 米以上, 生长十分稠密。覆盖度达 90% 以上, 最高可达 100%, 形成高密度的水下草层。

(2) 狐尾藻群落: 分布在东部各湖湾内以及西洱河出水口 (伴生种类有荇草、金鱼藻、荇菜、野菱等)。

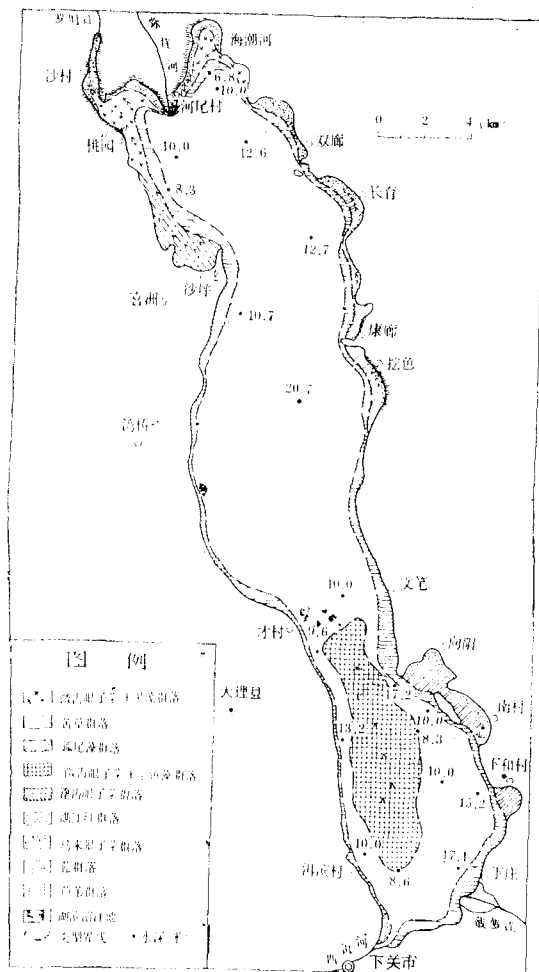


图3 洱海水生植被图(1981—1983)

fig.3 map of aquatic vegetation of the Er Hai Lake during 1981—1983

(3) 微齿眼子菜+金鱼藻群落: 分布在南起洱滨村, 北至才村、文笔村的湖心暗滩上(即水下平台), 面积达3.45万亩。它的南北两端为10米以上的深水区, 而东、西两侧为10—13米的深水槽(南、北长14公里, 东、西宽约1.5—3.5公里)。水深4—8.6米, 透明度400厘米左右, pH 8.3—8.5。底积物为黑色草渣状淤泥。水生植物非常发达, 植株高度达4米以上, 其中微齿眼子菜占绝对优势(常伴生有黑藻), 覆盖度达80—90%, 在水下形成较厚的水草层。在此值得指出的是: 在此群落中微齿眼子菜和金鱼藻种类在其他湖泊中一般仅能在浅水中生长, 而在洱海却能在4—8.6米处生长, 在该群落尚未形成景观之前的4—5月份, 在本植物区内有部分地方被菹草、马来眼子菜群落所占领, 但不久却被上述群落所代替。

(4) 苦草群落: 分布在东、西两侧的沿岸带, 它们形成了向心的环状分布(伴生种类有黑藻、马来眼子菜、狐尾藻等)。由于底质粗劣以及风浪影响, 长势较差。

(5) 马来眼子菜群落: 该群落春、夏季节在南部湖心暗滩上出现。另外在北部湖湾的河源村、康廓附近水深1.0米左右的水域内成窄条状分布。大多数情况下散生在其他群落之中。

(6) 篳齿眼子菜群落: 分布在喜洲砂嘴以北的湖湾内, 此处底积物较粗。这是因为受到洱海西岸陆上洪积扇的影响。群落中常伴生有马来眼子菜、穿叶眼子菜(*Potamogeton perfoliatus*)、苦草等。

(7) 满江红群落: 该群落本身没有固着能力, 在洱海常分布在沼泽地带的沉水植物和湿生植物交界的水面上, 如北部的河尾村和挖色、康廓等湖湾内。沙坪菰群落地区也有较大面积的分布, 形成红色背景。

(8) 菰群落: 洱海菰群落主要分布在沙坪的沼泽区, 在金梭岛内也有少量生长。

(9) 芦苇群落: 目前芦苇群落分布的范围很小, 零星地分布在沙坪沼泽区和沙村一带, 其中沙村的芦苇属于残留的。因为据调查, 历史上在沙村一带曾经是一片沼泽区。此处有大量的芦苇泥炭层出现, 见到有的芦根尚未被腐烂分解。由此证明在此区当时的芦苇是很茂盛的, 但因后来围垦而在逐渐消失。

3) 滇池 滇池的水生植物群落类型比抚仙湖、洱海更为丰富。据有关学者五十年代调查(唐廷贵, 1964), 当时划分了14个植物群落, 现在剩有10个群落(见图4、5):

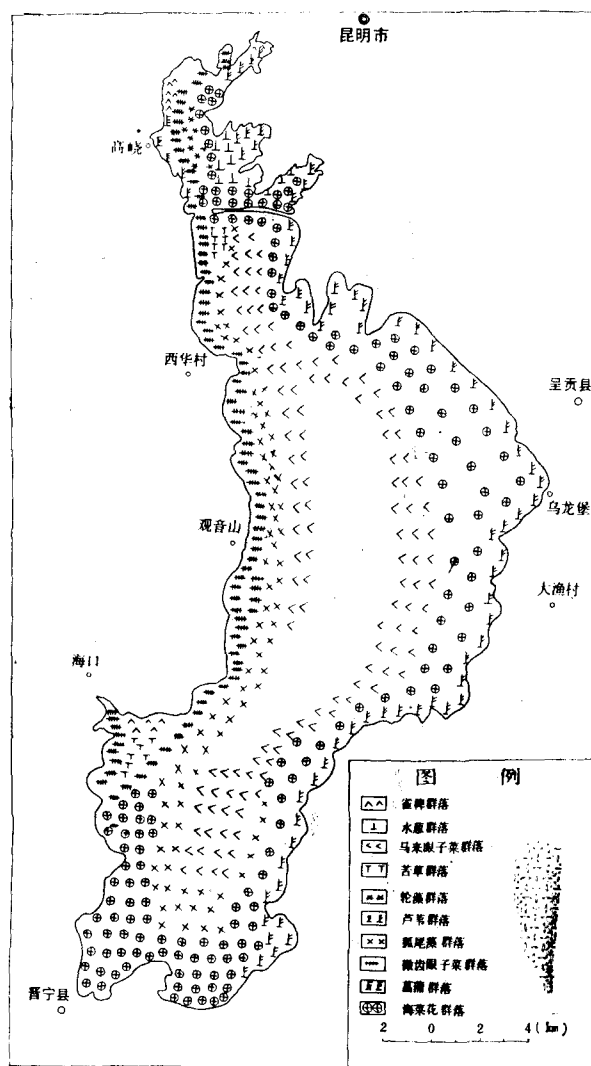


图4 六十年代滇池水生植物群落复原图

fig.4 restoration map of aquatic vegetation of the Dian Chi Lake in 1960's

(1) 狐尾藻群落: 该群落是滇池的优势植物群落, 在湖的沿岸区水深约2.3米范围内均有分布。伴生的种类有苦草、金鱼藻、菹草、篦齿眼子菜等(有时形成单种群落, 如乌垒堡)。覆盖度40—100%左右。主要分布在灰湾、乌垒堡、昆阳、海口和磷肥厂等附近水域。值得指出的是: 在灰湾狐尾藻群落中, 不仅水面上漂浮着较多的凤眼莲, 而且在狐尾藻群落的下层大约有5—10%的大茨藻、小茨藻伴生, 也发现有少量的轮藻(Characeae)植物生长。

(2) 菹草群落: 分布在观音山和外草海湖区(因草海中部修建了渠道, 靠大观楼一边的叫内草海, 靠海埂一边叫外草海, 而海埂以南的湖面叫外海), 伴生的种类有篦齿眼子

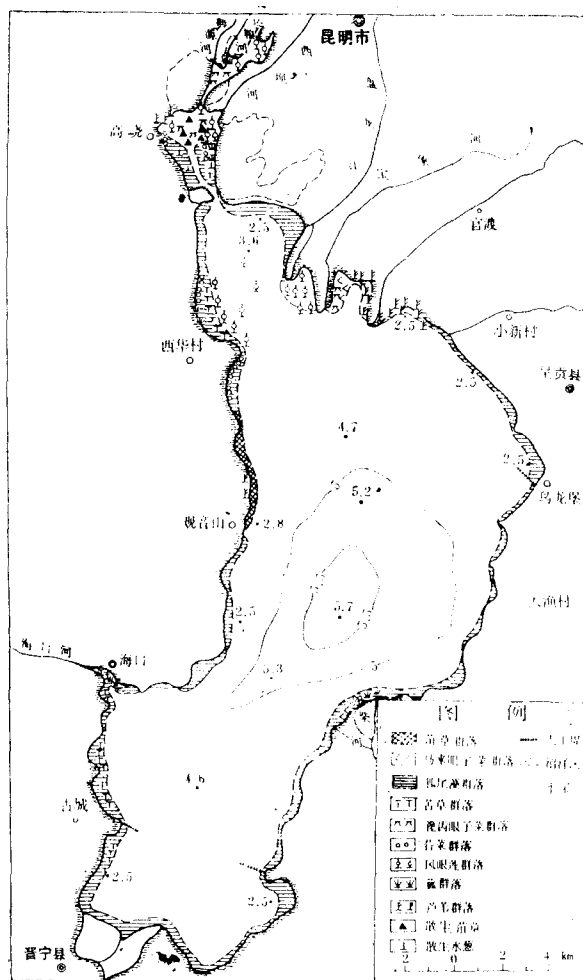


图5 滇池水生植被图 (1981—1983)

fig.5 map of aquatic vegetation of the Dian Chi Lake during 1981—1983

菜、狐尾藻等。水深0.3—1.0米左右，群落高度50—90厘米。外草海由于受污染影响，覆盖度仅30%左右，长势较差。

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（曲仲湘等，1983）。另外该群落在云南春、夏季节兴旺，盛夏之后，枝叶枯黄，种子和莲座状冬芽沉于水底而逐渐被其他群落所替代（曲仲湘等，1983）。

（3）苦草群落：分布在海口、草海、灰湾和各河口水下三角洲附近，水深1—2米，伴生种类有狐尾藻、马来眼子菜等。苦草在灰湾组成了狐尾藻群落的第二层，而茨藻为第三层。目前滇池苦草群落除海口处植株可生长到1—1.5米外，其他地段生长都较差，呈残存群落状态。

（4）篦齿眼子菜群落：篦齿眼子菜在云南叫红线草。据其他湖泊调查，篦齿眼子菜一般喜生于水质偏碱的沙性底质上，常与马来眼子菜、狐尾藻混生，而滇池除在宝丰一带沙性

底质与马来眼子菜混生外, 在内草海海源河口有一定面积的分布。此处已受到严重污染, 透明度仅有20—30厘米, 底积物为深黑色软质淤泥, pH 值 8.0 左右。它竟能在这种恶劣的生态环境中呈稀疏的单种群落存在, 这说明它的适应能力和耐污性是很强的。这与资料(李恒, 1980) 调查情况基本一致。

(5) 苕菜群落: 分布在灰湾、柴河三角洲和草海等处。水深 0—1 米左右。在灰湾的苕菜群落呈条带状分布, 其外缘为狐尾藻群落, 另一边则为湖边。复盖度达90%以上, 远望就可看到一片黄色景观(在开花季节)。其他几处群落, 盖度仅有20—30%左右。

(6) 满江红群落: 此群落常分布于各入湖河道口。在西山湖边浅水田也有人工培植用作农肥的。

(7) 喜旱莲子草-紫背浮萍+小浮萍群落: 分布在营养丰富或污染性入湖河道中(如运粮河口)。

(8) 凤眼莲群落: 近年来, 该群落在滇池得到了较大幅度的发展, 形成单优群落, 植株高度达60—80厘米, 生物量每平方米最高可达30—40斤。主要分布在草海和海埂附近污染严重的水域中, 并已阻塞河道, 影响航远, 而当地目前很少利用。

(9) 菰群落: 分布在内草海运粮河口、大观楼、灰湾、柴河口和海口等处。另外昆阳河入湖口也有少量生长。水深 1 米之内, 株高 3 米左右, 覆盖度80—90%。伴生种类有狐尾藻、喜旱莲子草、浮萍和凤眼莲等。

(10) 芦苇群落: 根据历史资料记载, 该群落在历史上在草海沼泽区和东部沿岸比较兴旺, 曾有“萍天苇地”之称, 是沼泽泥炭的主要建造者。但后来由于人为活动等影响, 使之逐渐衰败。目前主要分布在宝丰一带砂质底质的浅水区, 水深约 0.5 米, 株高 3—4 米, 茎粗 1—2 厘米。

2. 植物群落演替

水生植物群落演替与陆生植物群落演替一样, 有完整的和不完整的群落演替系列; 外因动态演替与内因动态演替等。抚仙湖、洱海和滇池的水生植物群落演替因各个湖泊的环境条件及发育阶段的不同, 其演替规律有相同之处, 也存在着不同之点。

抚仙湖因四周大多被基岩山或断块山所环抱, 近岸带被大、小不等的砾石块或砂砾石所布满(其宽度 5—10 米), 在这带的下缘才有较小面积的泥质浅滩或河口水下冲积扇, 再向下伸就便是20米以上的深水区了。如马来眼子菜、篦齿眼子菜、苦草等沉水植物, 虽然它们也有一定的水深分布规律(黑藻→马来眼子菜→狐尾藻→苦草), 但是, 就水生植物的生活型而言, 在该湖内却缺乏浮叶植物和大型挺水植物群落。这就说明抚仙湖水生植物群落是属于不完整的群落演替系列。另外, 随着湖泊的不断发育, 沿岸带岩石的风化以及流域泥沙的不断淤积, 抚仙湖的湖滨滩地及水下冲积扇将会不断扩大, 从而会使水生植物得到一定的发展, 但是它们的发展, 目前仍受到底积物、风浪及水深等外因的严格控制, 而不同植物种之间的相互影响则是很小的。这是云南断陷深水湖泊的一个显著特点。第二是抚仙湖水生植物群落与陆生植物群落之间有明显的隔离现象: 由于沿岸有砾石带及浪击带的影响, 浮叶植物群落或挺水植物群落难于生长, 因而就造成了断陷深水湖泊水生植被演替的另一特点, 即水生植物群落与陆生植物群落之间的隔离现象。这种不连接现象在洱海存在, 在滇池个别地段也存在。而在长江中、下游地区浅水性湖泊则为少见, 因为前者沿岸带大多为石质, 而后者

大多为泥质所致(见图6)。

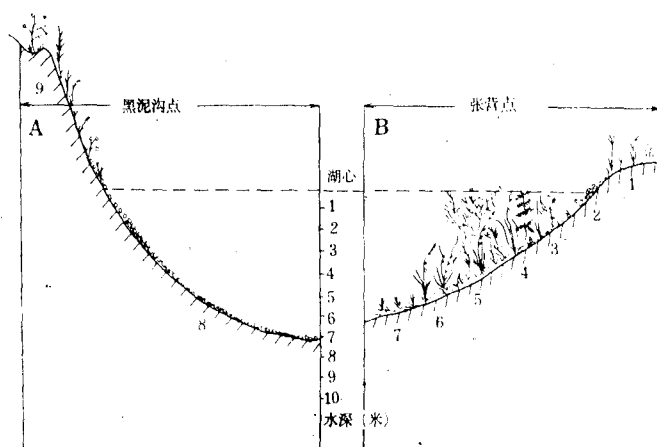


图6 张营、黑泥沟湖岸到湖心生态剖面示意图

1. 陆生植物 2. 砾石带 3. 黑藻 4. 狐尾藻 5. 篦齿眼子菜 6. 苦菜
7. 轮藻类 8. 砾石带 9. 断块山陆生植物

fig.6 ecological profile of the macrophytes from littoral to center in Zharging and Heinigou, Fuxiahu Lake

1. Terrestrial plant; 2,8. Grit zone; 3. *Hydrilla Verticillata*;
4. *Myriophyllum spicatum*; 5. *Potamogeton pectinatus*;
6. *Vallisneria gigantea*; 7. *Characeae*; 9. Fault mountain and terrestrial plants

洱海基本上是属于半深水性质的湖泊(对我国湖泊而言),因此它的植物群落演替既具有深水湖泊的某些特点,又具有一般浅水湖泊的特点。具体地说,洱海水生植物群落演替可以分为3种类型:①不完整的群落演替系列。由于洱海东部被基岩山所隔,沿岸较为陡峭,砾石较多,因而造成了水生植物群落与陆生植物群落的隔离现象,且绝大部分沿岸浅水滩地无大型挺水植物生长。另外该湖的西岸,由于受广阔的陆上洪积扇的影响,湖滨滩地成为一片沙滩,这里的水生植物群落演替是由苦草群落、篦齿眼子菜及狐尾藻群落向沙滩湿生植物群落过渡,其中既缺少大型挺水植物生长,同时部分地段水生植物群落与陆生植物群落之间也是往往不连接的(见图7);②较完整的植物群落演替。洱海东部湖湾(如金梭岛内)是由狐尾藻、苦草→荇菜、菱→菰→人工植物群落,但是又不是每个湖湾都是如此;③完整的植物群落演替。北部湖湾的植物群落演替是属于此种类型。其特征是水生植物群落向陆生植物群落演替是连续的,能完成整个演替系列,即由苦草→篦齿眼子菜,黑藻→荇菜→满江红,槐叶萍→菰,芦苇→沼生针蔺。这是洱海沼泽化、老年化的重要标志之一(见图8)。

滇池已是一个浅水性富营养类型的湖泊。它的水生植物群落演替不仅大部分有完整的演替系列,而且发展到群落与群落之间以及群落内部相互影响与相互制约的内因动态变化。据历史资料记载(唐廷贵,1964),在六十年代前,滇池的草海接纳了昆明的大量污水,有源源不断的有机物补给,使之湖水营养丰富,沉水植物兴旺,植物残体来不及被当年微生物所分解,结果形成了很厚的草渣状大、小不等的浮岛,因沉水植物死亡的残体过多,生物沉积作用加剧,环境条件恶化(如透明度、pH等改变),从而就不利于沉水植物本身的生长,相

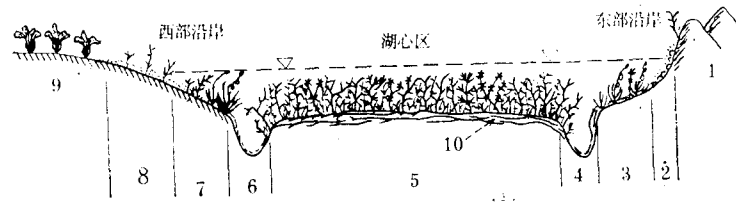


图7 洱海南部水下浅滩水生植被生态示意图

1. 山麓; 2. 沙砾带; 3. 苦草; 4, 6. 深水槽; 5. 微齿眼子菜, 金鱼藻; 7. 苦草, 狐尾藻; 8. 沙滩; 9. 人工植被; 10. 水生植物残体

fig.7 ecological profile of the aquatic vegetation under water shoal of the South Part Shoal in the Erhai Lake

1. mountain; 2. grit zone; 3. *Vallisneria gigantea*; 4, 6. abyssal chute; 5. *potamogeton maackahus*, *Ceratophyllum demersum*; 7. *Vallisneria gigantea*, *Myriophyllum spicatum*; 8. bar; 9. cultivated vegetation; 10. residual body of the aquatic plant

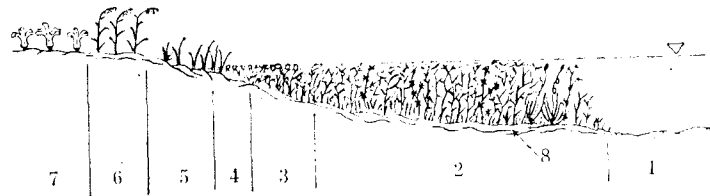


图8 洱海北部(沙坪)水生植物群落演替示意图

1. 深水带: 1. 沉水植物带(微齿眼子菜、光叶眼子菜、苦草等); 3, 4. 漂浮和浮叶扎根植物带(满江红、荇菜); 5, 6. 挺水植物带(菰、芦苇); 7. 人工植被; 8. 水生植物残体

fig.8 successional diagram of the macrophytic community in the north part of the Erhaihu Lake (Shaping)

1. abyssal zone; 2. submerged macrophytic zone (*Potamogeton maackanus*, *P. lucens*, *Ceratophyllum gigantea*); 3, 4. floating and floating-leaved anchored hydrophytic zone (*Azolla imbricata*, *Nymphoides peltata*); 5, 6. emergent hydrophytic zone (*Zizania Caduciflora*, *Phragmites communis*); 7. cultivated vegetation; 8. residual body of the aquatic plant

反地却给沼生挺水植物(芦苇、针蔺、水葱、香蒲等)的生长创造了条件。首先由小浮岛连接成大浮岛,最后又与湿生植物相连接,组成很厚的铺地植毯,这就是草海泥炭形成的生物学沉积基础。据作者调查时所采集到的底质样品,其样品色泽与质地几乎像“马粪状”的草渣。由此可见,当时草海的水生植被是极为丰富的(见图9)。只不过到了七十年代因人为的干扰,才破坏了这种自然演替系列。而现在草海运粮河口、海源河口仍有这种痕迹。由此可看出,在这里的植物群落演替,其内因却起着相当重要的作用;在外海其东部沿岸带以芦苇群落占很重要的地位,其次是海菜花群落、马来眼子菜群落;在西岸由于物源较少(指流域经地表径流所夹带的泥沙),又被西山所隔,沿岸带大型挺水植物不发达,其植物群落演替的顺序为马来眼子菜群落→狐尾藻群落→微齿眼子菜群落→少数的菰群落。而现在外海马来眼子菜、微齿眼子菜、芦苇等群落日趋衰亡,海菜花已经绝迹,整个滇池均以狐尾藻为优势群落。

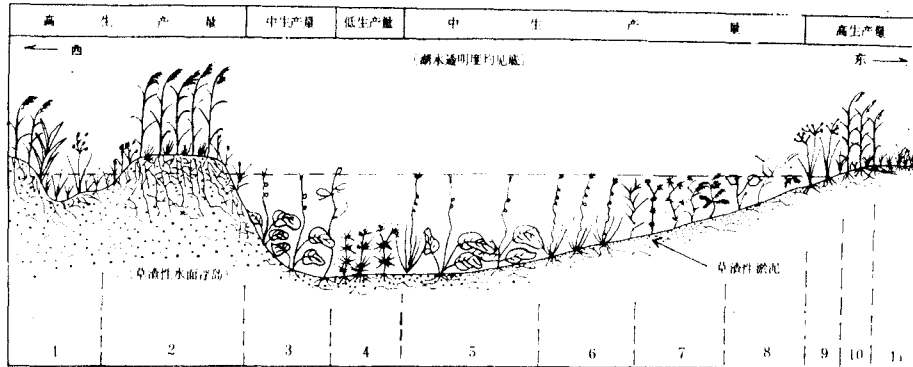


图9 五十年代草海水生植被演替系列图

1. 沿岸混合植物群落; 2,10. 芦苇; 3,5. 海菜花; 4. 轮藻; 6. 苦草; 7. 篦齿眼子菜; 8. 李氏禾; 9. 水葱; 11. 沼泽性草地

fig.9 successional diagram of the aquatic vegetation of the Caohai Lake in 1950's

1. littoral mixed plant community; 2,10. *Phragmites Communis*; 3,5. *Ottelia acuminata*; 4. *Characeae*; 6. *Vallisneria gigantea*; 7. *Potamogeton pectiratus*, etc.; 8. *Leersia hexandra*, *Nymphyoides peltata*; 9. *Scirpus Validus*; 11. swamp grassland

五、结 论

通过对上述三个断陷湖泊的环境条件及水生植物的生态特征调查与分析,可以得出如下结论:

1. 抚仙湖、洱海和滇池的水生植被生态特征是与各个湖泊的不同发育阶段、环境条件及人为活动的影响密切相关的。抚仙湖的水生植物种类与分布表现了深水湖的特点,滇池的水生植物种类与分布表现了浅水湖的特点,而洱海则处于两者之间。

2. 随着断陷湖泊的不断演化而在湖泊中的水生植物的种类、分布、植被类型及其演替也不断变化,即水生植物的种类将由少到多,植被类型及演替将从简单到复杂。洱海、滇池水生植被的生态特征指示了洱海、滇池已经进入了老年化阶段,其沼泽化程度滇池>洱海>抚仙湖。

3. 控制水生植物生长与分布的主要限制因素是水深、风浪、透明度和沉积物组成等。

4. 湖泊一旦受到污染或人为活动的破坏,水生植被的自然生态平衡将不能维持,其水生植物种类分布及其演替规律也要发生很大变化。如滇池正因为受到人为的干扰和污染等影响,因而迫使水生植物进入不利的污染生态系统,结果造成大批沉水植物死亡(如海菜花)。而漂浮植物得到了发展(如凤眼莲)。为了更好地利用湖泊资源,就应该积极地克服不利因素,发展有利因素,以致建立合理的人工生态系统,使整个湖泊得到定向的改造与利用。

5. 三个湖泊除对水生植物资源进行必要的合理的利用与保护外,建议滇池生长有大量的凤眼莲,可以用其来净化水质(据试验,凤眼莲速生高产,净化能力强),并可用作鱼、鸭、猪等青饲料,这样既可净化水质,又可收到一定的经济效益,化害为利,变废为宝。但是必须进行必要的残毒分析,以保证水产品等的质量。

参 考 文 献

- 黎尚豪等, 1963 云南高原湖泊调查. 海洋与湖泊 5(2): 87—98.
唐廷贵 1964 昆明滇池水生植物群落的初步研究. 中国海洋湖沼学会1963年学术年会论文摘要汇编, 科学出版社.
李 恒 1980 云南高原湖泊水生植被的研究. 云南植物研究 2(2): 113—141.
曲仲湘、李 恒 1983 滇池植物群落与污染. 《滇池污染与水生生物》, 第7—15页. 云南人民出版社.
Daubenmire, R. (陈庆诚译) 1981 植物群落——植物群落生态学教程, 第153—175页. 人民教育出版社.
陈洪达 1980 武汉东湖水生维管束植物群落结构和动态. 海洋与湖沼 11(3): 275—284.
Dykjova, D. and J. kvet 1978 Pond Littoral Ecosysteme Berlin, p.14—130.

THE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE AQUATIC VEGETATIONS IN THE LAKES OF FUXIANHU, ER HAI AND DIAN CHI IN YUNNAN PLANTEAU

Dai Quanyu

(Nanking Institute of Geography, Academia Sinica)

Fuxianhu, Er Hai and Dian Chi are the three larger fault-structure lakes in Yunnan planteau of South-western China.

The species, distribution and yield as well as vegetational types and Succession of aquatic plants for these three lakes were investigated during 1981—1983. The results are Summarized as follows:

1. The morphometric aspects of the basins, the physical and Chemical properties of lake waters, and biological ecological Conditions of these three fault-structure lakes are very different nature: Fuxianhu Lake is the second deepest fresh-water lake in China, Er Hai lake is one of the deeper lake, but Dian Chi lake is a shallow lake. Thus, the ecological characteristics of the aquatic plants are also different.

2. The species from less to more, the Vegetational types and Successions from simple to complex in the Lake Change with the gradually development and the evolution of the Lakes (i.e. Fuxianhu→Er Hai→Dian Chi).

3. The main environmental factors of restricting the growth and distribution of aquatic plants are water depth, wind-driven waves and transparency of lake water as well as composition of sediment, etc.

4. The ecological characteristics of aquatic plants indicate that Dianchi Lake and Erhaihu have already entered an older stage. The degrees of Lake swamp are: Dianchi>Erhai>Fuxianhu.

5. Since the Dianchi lake is polluted by waste water from industries and city, The aquatic vegetations are vandalized, the ecosystem of Lake losses balance of nature. Here quite a number of aquatic plants are lost to sight or endangering (Such as *Ottelia acuminata*, *Potamogeton maackanus*, etc.), but the floating macrophyte obtain development, for example, *Eichhornia crassipes*,