

# 横断山区的湖泊植被

李 恒

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明)

**摘要** 横断山区海拔4200米以上的高原面上分布着数以百计的冰蚀湖泊, 4000米以下的山地有十余个断陷构造湖。湖泊中发育着独具特色的水生植被, 本文据1976—1985年的实地调查, 对横断山脉主要湖泊的生态地理学特征作了分析。共划分出41个相当于群系的群落类型, 其中沉水群落就有18个。与长江中下游的大型浅水湖相比, 这里的群落类型多样, 地理成分复杂。群落分布区类型计有6个, 兼有世界广布、旧世界热带分布、北温带分布、东亚分布和北极高山分布的。此外, 高山水藓、浮叶水马齿群落等仅为横断山区亚高山和高山地带所特有。横断山区湖泊植被具明显的垂直地带性。根据湖泊群落组成、结构和生态环境的差异, 可以划分出5个湖泊植被带, 即Ⅰ. 山地亚热带; Ⅱ. 山地暖温带; Ⅲ. 高山寒温带; Ⅳ. 高山寒带和Ⅴ. 极高山冰雪带。最后, 本文报道了横断山区亚高山带和高山带湖泊中杉藻群落, 高山水藓群落等8个类型的组成和结构。

**关键词** 横断山区; 湖泊植被; 群落类型; 分布区类型

横断山脉的地形特点是由西北向东南倾斜, 山脉、河流南北纵贯, 高差很大, 山高谷深。在不同海拔高度, 分布着成因完全不同于平原地区的大小湖盆, 如构造-侵蚀型的洱海(大理)、西湖(洱源)、茈碧湖(洱源)、泸沽湖(宁浪、盐源)、邛海(西昌), 侵蚀-构造型的剑湖(剑川), 构造-岩溶型的拿帕海(中甸), 构造型的程海(永胜)、碧塔海、属都海(中甸), 冰蚀型的稻城海子山湖群、理塘错尼巴湖等。它们象一颗颗晶莹碧兰的明珠, 镶嵌在群山之间, 撒落在茫茫的绿色林海之中, 它们通过蜿蜒曲折的道路分别流向怒江、澜沧江、金沙江, 注入印度洋和太平洋。

## 一、湖泊的生态地理学特征

作为湖泊生态系统的重要组成部分, 水生植被和水生植物区系在横断山区是丰富多彩、独具特色的。这些特色首先归因于湖泊的历史、气候因素(海拔高度), 其次制约于湖泊的形态、水体的特性(水深、水质、透明度)。横断山区主要湖泊的生态地理学特征〔1〕如表1。

稻城海子山的湖泊全部分布在海拔4200米以上的夷平面上, 第四纪冰期中形成, 冰

表1. 横断山区主要湖泊的生态地理学特征  
Tab. 1 Ecogeographical characteristics of some main lakes in Hengdun Mountains

湖泊名称	程海	邛海	洱海	茈碧湖	剑湖	拉石海	泸沽湖	拿帕海	碧塔海	伊春错	下洛错	兴伊错	帕错	措尼巴
位置	永胜	西昌	大理	洱源	剑川	丽江	宁蒗, 盐源	甸中	中甸	稻城	稻城	稻城	稻城	理塘
成因	构造	构造_侵蚀	构造_侵蚀	构造_侵蚀	构造_侵蚀	构造_侵蚀	构造_侵蚀	构造_岩落	构造	冰蚀	冰蚀	冰蚀	冰蚀	冰蚀
海拔 (米)	1503	1582	1974	2056	2186	2320	2685	3260	3540	4280	4360	4300	4360	4340
所属水系	金沙江	金沙江	澜沧江	澜沧江	澜沧江	金沙江	金沙江	金沙江	金沙江	金沙江	金沙江	金沙江	金沙江	金沙江
湖面面积 (平方公里)	78.8		250.0	10.5	7.5	已排干,	51.8	已排干, 仅	1.8					
最大水深 (米)	36.9	30.0	23.0	32.0	9.4	仅有流经	73.2	有局部积水						
最大透明度 (米)		1.6	3.0	3.4	1.7	湖心的河	4.5	小凹地和流	6.0					1.6
						沟		经湖心的河						
								沟						
pH值	9.2	7.3	7.8	8.1	8.4		8.2	7.0	6.0	6.5	6.5	5.5	6.0	6.0
植物生长最大深度 (米)	7.0	2.0	6.1	7.0	4.0		10.0		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
挺水群落		4	2	5	2		5	2	3	1		1	1	1
漂浮群落		1						1						
浮叶群落		2	1	4	3		1	1	1	1	1	1	1	
沉水群落		6	10	8	6	6	5	3	2	2	2	2	3	2
共 计	4	13	13	17	11	6	11	7	5	4	3	4	5	3
营养类型	富	中	中	中	中	贫	贫	中	贫	贫	贫	贫	贫	贫
调查年月	76.4	85.10	77.9	77.9	77.9	81.5	78.9	81.6	81.6	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8

期之后才从著名的稻城古冰帽下解放出来, 是横断山区最年轻的湖群, 水生植被兴建甚晚, 加上地位高寒, 湖面结冰期达半年之久, 迅速适应这种严酷环境的植物是不易的, 通常仅有沉水植物 1—2 种, 它们只能在水深 2 米以内的浅水滩上以短命植物的生活方式迅速完成生命的全过程, 形成极为稀疏的水生植物群落。每一个湖泊都有广大的羌原区。

海拔 4000 米以下的湖泊大都属于断陷构造湖, 水深在 20 米以上, 虽然水温条件较好, 但由于光照条件的限制, 水生植物在湖盆的分布仍然只能限于水深 10—7 米以内的浅水带, 不能象华东和华中冲积平原上的老年浅水湖泊那样 (那里, 水生植物群落布满整个湖面)。这里, 挺水群落带和浮叶植物群落带都很狭窄, 或者缺如, 植物区系组成既有别于海子山冰蚀湖, 又不同于华中的浅水湖。例如海子山的水生植物以高山水韭 *Isoetes hypsophila*, 水马齿 *Callitriche* 为特色, 海拔 2685 米的泸沽湖独有的波叶海菜花 *Ottelia acuminata* var. *crispa*, 海拔 2000 米上下的洱海、茈碧湖、剑湖都有云贵高原湖泊所特有的海菜花 *Ottelia acuminata*, 却从来没有过洪湖等地常见的芡实 *Euryale ferox* (睡莲科) 等等。

横断山区湖水在海子山湖盆中大都为酸性, pH 5.5—6.5; 碧塔海 (海拔 3540 米) pH 6, 泸沽湖及以下的湖泊为中性至碱性, pH 7.3—8.4, 对淡水水生植物的生长都较适宜, 唯程海 pH 已高达 9.2, 限制了许多植物的生存, 故湖内种类贫乏, 仅 3 种维管束植物, 连轮藻群落在内, 也只有 4 个群落类型。

维管束植物在湖泊中能生长的水深取决于透明度。透明度愈高, 植物生长的最大水深愈大, 如泸沽湖的最大透明度为 4.5 米, 植物可在水深 10 米的深处生长; 邛海的透明度 1.6 米, 在水深 2 米以上基本上就没有水草了, 海拔 4340 米的措尼巴湖属贫养湖, 但透明度仅 1.6 米, 这就有些费解了。这里的植物也只能在水深 2 米以内的地段生长。

横断山区的许多湖泊水生植被因人类经济活动的干预而深受影响。中甸拿帕海、丽江的拉石海分别在 60 年代和 70 年代已完全排干, 仅剩有输送地表径流的小河沟, 大部分水生植被为沼泽、草甸、牧场所替代, 真正的湖生种类当然所剩无几了。茈碧湖等已改成水库, 邛海、程海、洱海、剑湖等已变成渔业基地, 草食性鱼类的放养在很大程度上改变了水生植被的组成、结构和分布。此外, 坝区的湖泊多因使用农药、化肥, 水质变坏, 也给水生植被造成一定影响。

## 二 横断山区湖泊植被的特点

### 1. 多样化的群落类型

根据近年调查的资料, 横断山区各湖泊和沟、塘共有 10 个挺水群落, 6 个飘浮群落, 7 个浮叶群落和 18 个沉水群落, 总计为 41 个群落类型<sup>[1,2]</sup>。群落名称和分布情况<sup>[3,4,5]</sup>如表 2, 水生群落与长江中下游湖泊相比 (表 3), 横断山区水生群落类型是相当丰富的。江苏的湖泊海拔都在 20 米以下, 地处长江冲积平原, 湖盆很浅, 富养化程度较高, 有利于水生植物全面发展, 湖泊总面积比横断山区大, 但江苏总共只有 15 个群落类型<sup>[6]</sup>, 比横断山区少了 26 个; 其沉水类型仅有 4 个, 而横断山区至少有 18 个类型,



续表 2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
4. 苔菜群落		√			√	√													
5. 牙齿草群落							+	√		√									
6. 八角眼子菜群落					+														
7. 两栖蓼群落									√										
四、沉水类型																			
1. 高山水蕴群落								√		√			√	√	√	√	√	√	√
2. 扇叶水毛茛群落								√		√			√	√	√	√	√	√	√
3. 全鱼藻群落		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4. 狐尾藻群落		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
5. 石龙尾群落		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6. 狸藻群落																			√
7. 黑藻群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
8. 海草花群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
9. 苦草群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
10. 红线草群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
11. 道草群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
12. 马来眼子菜群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
13. 微齿眼子菜群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
14. 亮叶眼子菜群落			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
15. 丝草群落																			√
16. 异叶眼子菜群落																			√
17. 轮藻群落		√																	√
18. 丝状绿藻类群落																			√
共 计	4	13	13	3	17	11	8	6	4	3	11	7	5	4	3	4	5	3	3

\* 外来群落; √在湖体中分布; + 在湖外分布

为江苏的4.5倍。

横断山区最大的湖泊洱海,湖面250平方公里,海拔1974米,最深23米,仅在水深6.1米以内的浅水区生长水草,计有13个群落类型(群系等级)。江西鄱阳湖海拔15.64米(丰水期),湖面达3400平方公里为我国第一大淡水湖,水深在6米以内,植被面积达2747.2平方公里,占全湖总面积80.8%\*,其湖面面积和植被面积均大于横断山区诸湖面积之和,但该湖仅有9个群落类型(群丛等级),包括以马来眼子菜为优势的3个沉水群丛。比横断山区的洱海还少4个类型。洱海不仅具有鄱阳湖所有的全部群落,还有鄱阳湖所没有的海菜花群落、微齿眼子菜群落、红线草群落、亮叶眼子菜群落等等。湖北洪湖面积达600平方公里,海拔25米,水深仅0.5—3米,全湖布满水草,总生物量无疑很高,群落类型仅有11个〔7〕,比洱海也少2个类型,主要是挺水群落(4个)和浮叶群落(2个);而沉水群落仅有2个,洱海却有10个。比较东湖和茈碧湖的水生植被,也将得出同样结果。

虽然横断山区的湖泊处于山地环境,海拔在1500米以上,大都是深水湖,水质中营养化或贫营养化,其水生植被的组成却比长江中下游丰富复杂得多。

表3. 横断山区和长江中下游湖泊群落类型比较

Tab. 3 Comparison of the number of aquatic plant community types in Hengduan Mountains and in the lakes of middle-lower Yangzi River

地 区	海拔(米)	水面面积 (平方公里)	挺水类型	飘浮类型	浮叶类型	沉水类型	总计
云南洱海	1974	250	2	0	1	10	13
江西鄱阳湖	15.64(丰水期)	3400	3	0	3	3	9
湖北洪湖	25	600	4	0	5	2	11
云南茈碧湖	2056	10.5	5	0	3	9	17
湖北东湖	20.5	28.5	3	0	2	9	14
横断山区诸湖	>1500		10	6	7	18	41
江苏诸湖	<20		4	4	2	5	15

## 2. 复杂的地理成分

为了便于分析横断山区水生植被的自然特征,这里要从41个群落类型中减去3个外来群落(茭草、空心莲子草、凤眼莲),2个藻类群落,7个实际上不分布在湖体内的群落(香蒲、槐叶萍、满江红、大漂、青萍、紫萍、八药眼子菜);于是真正的湖泊群落计有29个类型,其中核心部分是16个沉水群落类型。

根据群落的分布区轮廓,横断山区水生植被包含着6大地理成分(表4);即1)世界广布;包括金鱼藻群落等8个类型,广布于世界不同的生态地带淡水水域,其中亮

\* 据宫少飞等,1985 鄱阳湖水生植被(油印稿)。

叶眼子菜群落不见于南美；2) 旧世界热带分布：黑藻群落，苦草群落和马来眼子菜群落，它们分布于非洲、亚洲和澳大利亚的热带地域，同时往往伸入到北温带地区而达朝鲜、日本。它们在横断山区只能在海拔2300米以下的淡水湖泊中组建相应的沉水群落；3) 北温带分布：有茈碧花群落等7个类型，其中茈碧花群落显然是第三纪的孑遗成分，现仅在茈碧湖中自然生长；另一个浮叶群落苦菜也限于海拔2300米以下的湖体中。其它5个类型都是沉水群落，可栖居在海拔2700米以上的水体中；4) 分布区限于东亚（中国至朝鲜、日本）的有沉水的石龙尾群落和微齿眼子菜群落，以及浮叶的野菱群落和牙齿草群落，共4个类型；5) 杉叶藻群落为极高山的地理成分，在我国从西藏分布至西北和东北；国外分布于中欧至北欧、斯堪的那维亚、亚洲中部至蒙古、日本、北美以及格陵兰。在横断山区，起于海拔2650米的玉湖之滨，一直攀登至4950米（西藏）的高山湖盆中。6) 仅分布于中国淡水湖泊的特有群落类型：至少有5个类型见于横断山区：扇叶水毛茛群落自西藏分布至华东和东北；海菜花群落为云贵高原湖泊所特有，其中波叶海菜花群落变态仅限于海拔2685米的泸沽湖，使泸沽湖成为海菜花属植物垂直分布的上限，并成为青藏高原型湖泊和云贵高原型湖泊的分界。在海拔4300米以上的冰蚀湖中，竟发育了高山水韭、浮叶水马齿两个特殊的水生群落，成为横断山区高寒地带水生植被的特色。

与长江中下游的湖泊相比，横断山区水生植被的地理成分显然是复杂一些，这里有平原湖泊所不能有的北极—高山类型（杉叶藻群落）；中国特有成分除扇叶水毛茛群落外，云贵高原特有的海菜花群落和横断山区高寒湖泊的特有群落（高山水韭、浮叶水马齿）均不可能在长江中下游湖群中出现。

此外，小黑三棱群落、茈碧花群落、异叶眼子菜群落虽属北温带分布型，但不见于湖北、江苏的湖群中；相反，江苏、湖北的芡实群落（*Comm. Euryale ferox*）在横断山区也无纪录。

### 3. 显著的垂直地带性

水生植被通常是作为隐域性植被来记述的，即在水质条件（淡水、咸水）相近的情况下，水生植被的组成在不同纬度地带是相似的。横断山区则不然，在距离不大的纬度范围内，湖泊植被的组成因海拔高度而迅速变化<sup>[9]</sup>（表4）与山区陆生植被一样具有同样明显的垂直地带性<sup>[10]</sup>。

我们根据水生植物群落分布的上下限，可以把横断山区划分为5个水生植被带。

I. 山地亚热带 海拔2200米以下，包括程海、邛海、洱海、茈碧湖、剑湖；水体多为中营养型，湖水四季不冻，是横断山区水生植被的基带。以亚热带广布的苦草群落的分布上界为标志。出现在这一带的群落类型最多（23个），生态类型最全（从挺水群落至沉水群落），包括世界广布、旧世界热带、北温带、东亚分布型的各种水生群落。23个群落中有9个群落类型的上限是在海拔2200米上下；金鱼藻、微齿眼子菜等17个群落的下限降至1500米以下直至长江中下游的湖泊中。

除水质特殊的程海外，本带各湖的群落类型都在11个以上；邛海、洱海均有13个，茈碧湖有17个，剑湖有11个，这些湖泊的植物生物量最高。种类也较丰富，但因农业活动频繁，有些群落和区系成分都已消亡，如洱海三十年代有莼菜，四十年代还有小果菱

表4. 湖泊植物群落的分布区类型和垂直分带

Tab. 4 The Distribution patterns of the lake plant communities and their vertical zonation

群落名称及分布区类型		垂直分带				
		山地 亚热带 海拔 1500米	山地温 暖带	亚高山 寒温带 2500米	高山寒带 3500米	高山极 寒带 4500米
金鱼藻群落	Co. Ceratophyllum demersum	世				
亮叶子菜群落	Co. Potamogeton lucens	界				
菹草群落	Co. P. crispus	淡				
丝草群落	Co. P. pussillus	水				
禾稗群落	Co. Leersia et Paspalum	湖				
芦苇群落	Co. Phragmites australis	泊				
水葱群落	Co. Schoenoplectus tabermamontani	广				
香蒲群落	Co. Typha angustifolia	布				
黑藻群落	Co. Hydrilla verticillata	旧热				
苦草群落	Co. Vallisneria natans	世带				
马来眼子菜群落	Co. Potamogeton malainus	界				
芡花群落	Co. Nymphaea tetragona					
狐尾藻群落	Co. Myriophyllum spicatum	北				
荇菜群落	Co. Nymphoides peltatus					
狸藻群落	Co. Utricularia australis	温				
异叶子菜群落	Co. Potamogeton heterophyllum					
菖蒲群落	Co. Acorus calamus	带				
黑三棱群落	Co. Sparganium					
红线草群落	Co. Potamogeton pectinatus	东				
石龙尾群落	Co. Limnophila sessiliflora					
野菱群落	Co. Trapa natans	亚				
牙齿草群落	Co. Potamogeton tepperi					
微齿眼子菜群落	Co. P. maackianus					
杉叶藻群落	Co. Hippuris vulgaris	北 极   高山				
扇叶水毛茛群落	Co. Batrachium bungei	中				
海菜花群落	Co. Ottelia acuminata	国				
高山水藓群落	Co. Isoetes hypsophila	特				
浮叶水马齿群落	Co. Callitriche aff. elegans	有				
苔草群落	Co. Carex sp.					



*Trapa macximowizhii* 石龙尾, 到八十年代全然不见了。茈碧湖从第三纪至今都以茈碧花著称, 目前却在濒危中。

Ⅰ. 山地暖温带 海拔2200—2700米, 包括丽江黑龙潭, 已被排干的拉石海, 现作水库用的白汉场, 仅有痕迹的玉湖, 自然面目依旧的泸沽湖。水生植被以海菜花群落分布上限为标志, 出现在这一带的有13个水生群落类型: 6个世界广布的群落, 如亮叶眼子菜、丝草、芦苇、水葱群落等, 狐尾藻、菖蒲、黑三棱、红线草等4个北温带型群落; 一个东亚型的牙齿草群落和2个我国特有的群落: 扇叶水毛茛群落和海菜花群落。旧世界热带分布的群落没有一个进入到山地暖温带, 这一带也没有北极高山型的杉叶藻群落。山地暖温带的13个群落中绝大部分都可在下部的山地亚热带水体中出现, 其海拔2685米的泸沽湖则为海菜花群落的分布上限。海菜花在泸沽湖分化了一个波叶海菜花变种, 比原变种较能耐寒、耐阳, 生活力强, 但仍未逾越海菜花属植物的海拔极限。

Ⅱ. 亚高山寒温带 海拔2700—3700米, 包括中甸拿帕海、碧塔海。拿帕海原系浅水湖盆, 排干后仅剩有直贯湖心的小水沟, 原生湖泊植被面目全非, 唯有碧塔海植被一直保留自然状态。分布于这一带的仅有6个水生群落类型, 包括世界广布的亮叶眼子菜群落和丝草群落, 北温带分布的黑三棱群落, 东亚特有牙齿草群落, 碧塔海特有的草排群落一苔草群落, 北极—高山类型杉叶藻群落由本带基部开始向高山分布。亮叶眼子菜等4个群落的分布上限是在本带范围。

亚高山寒温带是一个跨度较大的过渡地带。世界广布的水生类型在横断山区以此带为分布终点, 而北极—高山分布的寒带类型(杉叶藻)又始于本带基部。

Ⅲ. 高山寒带 海拔3600—4500米, 以海子山的冰蚀湖群为代表。湖床为印支花岗岩的风化物, 水质酸性, 湖面半年冰封。这里, 没有世界广布的群落类型, 也几乎没有热带分布和温带分布的群落类型。这里共有6个群落类型, 北温带型仅有异叶眼子菜群落和狸藻群落在此出现。其它为可达高山寒带的杉叶藻群落, 中国特有的扇叶水毛茛群落, 本地带特有的高山水韭群落和浮叶水马齿群落。这些群落除地理分布, 群落结构不同于上述任何水生植被带外, 组成分子也全然不同。

Ⅳ. 高山极寒带 海拔4500—5000米, 以冰蚀湖为主, 水生植被资料缺。在西藏至少有杉叶藻群落和扇叶水毛茛群落能分布到这一高寒地带。

可见, 横断山区由于立体气候系统的形成, 水生植被具有明显的垂直地带性。海拔愈高, 水生群落类型愈少。山地亚热带的群落类型高达23个, 而在3600米以上的高山寒带仅有6个。各个山地带都有其代表性的水生群落。水生植被的这一垂直带谱是国内外的其它山地所没有的。

### 三、亚高山和高山带主要水生植物群落的组成和结构

海拔2700米以下的湖泊群落类型详见“云南高原湖泊的研究”一文〔4〕, 这里仅对海拔2700米以上, 处于亚高山寒温带和高山寒带的湖泊群落类型加以简述, 见于亚高山带湖泊中的亮叶眼子菜群落, 丝草群落和牙齿草群落也分布于山地亚热带湖群, 已有报道, 这里亦不重复。

### 1. 杉叶藻群落 *Comm. Hippuris vulgaris*

分布于海拔2700米以上的沼泽、水塘、湖滨、溪流沟渠中，从丽江玉湖、中甸拿帕海、碧塔海至稻城海子山，海拔4420米的帕错均有分布。在西藏可达海拔4950米，为最耐高寒的挺水群落。广布于我国西南高山至西北和东北各省区、欧洲中部至北部、斯堪的那维亚，亚洲中部至蒙古、日本，北美至格陵兰岛。

植物生长水深10—30厘米，底质为厚层湖泥或泥炭，海子山的湖床则为沙质或沙石带薄层浮泥。

群落总盖度40—95%，通常中甸的盖度较大，在组成上，丽江、中甸的群落与海拔4000米以上的群落有很大不同，除优势种外，两者几乎没有共同的成分。丽江、中甸的杉叶藻群落多受人为破坏，在湖边或人工沟渠中残存。挺水层常杂有亚热带稻田或湿地的伴生植物如牛毛毡 *Eleocharis yokoscensis*，泽泻 *Alisma plantago-aquatica*，辣蓼 *Polygonum hydropiper*，小苦荬 *Veronica anagalis-aquatica* 等，而青萍 *Lemna minor*，牙齿草 *Potamogeton tepperi*，等可形成明显的漂浮层，中甸拿帕海的群落与小黑三棱 *Sparganium simplex* 群落镶嵌交错，因而也有小黑三棱穿插在挺水层。

海子山的杉叶藻群落在湖滨浅水区和湖区的小石盆中自生自长。群落中常侵入多种高山植物，如灯心草属 *Juncus*，舌雀麦属 *Bromus*，垂头菊属 *Cremanthodium*，兔耳草 *Lagotis integra* 等，在露出水面的石缝中，常有成丛的苞叶大黄 *Rheum alexandrae*，高达80余厘米，大黄丛间还可能点缀着兰花的华丽龙胆 *Gentiana sinoorennata*，这里的沉水植物极为稀少，如有则为扇叶水毛茛 *Batrachium bungi* 或为高山水韭 *Isoetes hypsophila* 和水马齿 *Calitriche aff. elegans*，措尼巴湖滨的个别小石盆中，杉叶藻是独一无二的种类，发育为盖度可观的单种群落。

### 2. 黑三棱群落 *Comm. Sparganium*

黑三棱群落分布于茈碧湖、丽江黑龙潭、泸沽湖、拿帕海和碧塔海。在横断山区，本群落的优势种主要是黑三棱 *Sparganium stoloniferum* 和小黑三棱 *S. simplex*，两者都是北温带成分，以黑三棱为优势的群落仅见于海拔3540米的碧塔海，那是在海头水陆交错的地带，黑三棱群落和内侧的苔草 *Carex sp.* 群落共同筑成一道宽阔的绿篱，将高山草甸和碧绿的湖水隔开，这里的挺水植物群落很不寻常，它们一不扎根在湖底泥土中，也不生长在积水不深的沼泽地，它们是站立在由草根盘结而成的、浮在水面上的“草排”上，我们特称之为“草排群落”，这浮水的草排厚2米以上，草排下的水深是多少，当时无法测出。草根层黑色，致密如织，撕扯不开，根层上水深40厘米，群落的盖度80%，组成非常简单，优势种黑三棱叶丛高出水面60厘米，群落外貌绿色、均匀，丛间有少量杉叶藻生长，并有大量的扇叶水毛茛沉在草排上。据报道<sup>[11]</sup>，黑三棱的花粉在白垩纪的地层中已有发现，当前仍留居在这高寒的碧塔海，可见其来历是非常久远的。

海拔3260米的拿帕海，黑三棱群落的优势种是小黑三棱，拿帕海绝大部分早已排干成陆，黑三棱群落仅仅在觉直村前的积水凹地和公路两侧新挖成的水沟中，静水，水深50厘米，下面是厚约30厘米的灰色淤泥。黑三棱群落与杉叶藻群落交错分布。小黑三棱

高出水面的叶层高70厘米，外貌黄绿色，叶片较柔软，因人们常刈草喂马，层面参差不齐，调查时正显露出一些黄色的球状花序，挺水层总是有杉叶藻伴生，有时杂有紫莹藨 *Scirpus purpurescens* 和小叶碎米荠 *Cardamine microzaka*，色调常不一致。这里飘浮层比较繁茂，经常是大量的青萍和紫萍 *Spirodela polychiza* 层盖度可达70%，把水面染得一片翠绿。水下还有狐尾藻 *Myriophyllum spicatum*，扇叶水毛茛、筒鞘眼子菜 *Potamogeton panorminatus* 生长，与碧塔海的黑三棱群落相比，群落结构、组成都复杂得多。

丽江黑龙潭水沟中的黑三棱群落有海菜花 *Ottelia acuminata*，泸沽湖的群落中有浮叶的两棱蓼 *Polygonum amphibium*，沉水的亮眼子菜 *Potamogeton lucens* 和大量的悬浮植物品藻 *Lemna trisulca*，茈碧湖的群落中有荇菜 *Nymphoides peltatus*，野菱 *Trapa natans* 等。各地群落的优势种虽与拿帕海相同，而伴生植物的组成则因海拔高度不同而各有特色。

### 3. 苔草群落 Comm. *Carex* sp.

在横断山区的草甸中、沼泽上，以苔草属植物为主的群落类型十分丰富，本文的苔草群落专指碧塔海中的另一种草排群落。在湖泊的西端，海头的草排上，黑三棱群落的内侧作带状分布。

群落外貌淡绿色，高70—80厘米，上部约40厘米露出水面，比外侧的黑三棱群落低矮，走近可隐约见到苔草上的黑色雄花序，低垂于叶层中。群落总盖度达95%，优势种苔草长得整齐而密集，稍有空隙处，便生长着高出水面约20厘米的杉叶藻（样方号81—85）。草排通过苔草群落向西逐渐过渡为海头的沼泽陆地，因而本群落的边缘地带拥有大量的高山沼泽植物，如开黄花的云生毛茛 *Ranunculus nephelogenese*，开小白花的线形地榆 *Sanquisorba filiformis*，泽芹 *Sium frigidum*，十字花科的 *Loxostemon pulchellum*，开红花的带叶报春 *Primula vittata* 等，在一些高起的草墩上则生长着垂头虎耳草 *Saxifraga natans* 和高大杨金柳叶菜 *Epilobium sikkimense* subsp. *ludlowianum* 等沼生草本。这些花草给苔草群落增添了不少绚丽的色彩，但毕竟是草排上的来客，它们很少在此繁衍后代。

### 4. 浮叶水马齿群落 Comm. *Callitriche* aff. *elegans*

分布于海拔4300米以上的稻城海子山湖群中，见于帕错、春伊错、兴伊错及其附近的微形积水石盆内，水深15—50厘米，pH 6—6.5，底质为沙或冰碛石块，上复厚约1厘米的灰色浮泥，群落周围大都有堆石作屏障。

群落总盖度仅20—30%，结构松散，无明显的成层现象，优势种是一种纤弱直立的浮叶水马齿，其茎细如发，高1—2厘米至20—30厘米，叶小如芝麻，两两相对，有的在茎梢长出两片瓜子大小的翠绿色叶片飘浮水上，由于水清而浅，在阳光透射下，已可发现叶腋已有细小的果子正要成熟，偶尔还能看到比果还小的绿白色小花在水下开放，小小的生命正在以惊人的毅力快速地利用高原上的光和热完成它的生命全过程。群落中最普遍的伴生植物是扇叶水毛茛和高山水韭，有时散生着个别的狐尾藻，高原湿地、沼泽常见的小草本美毛茛 *Ranunculus pulchellus*，水茫草 *Limosella aquatica* 往往生长在群落浅水近陆带。象沉水植物一样，在水下生成了高2—3厘米的植丛，也在开花结

果,显然,当水位还未漫过它们的身高时,其个体发育的大部分过程已经完成了。

由于浮叶水马齿常无浮水叶也能正常发育,本群落也可归入沉水群落类型。

### 5. 高山水韭群落 Comm. *Isoetes hypsophila*

高山水韭是横断山区海拔4300米以上的特有群落类型,分布在稻城海子山湖群的浅水带。如海子山道班附近的帕错(海拔4420米),下洛错(4360米),海子坪的春伊错(4360米),上兴伊错和下兴伊错(4380米),群落分布的水深仅5—30厘米,水体清澈见底,湖床底质是印支期花岗岩风化物、沙质,有时在沙底上覆盖着薄层灰色的浮泥,水酸性,pH 5.5—6.5。群落出现在滨岸10—30米的环湖带,由于高原上湖面风浪大,晴天霹雳,沙石滚翻,水韭只有在水中苍岗或巨型漂砾的屏障内才能稳定发育,因此,海子山的湖泊中的水韭群落和其它类型的沉水植物群落一样,从来不形成一条连续的环湖带。

群落总盖度15—60%,群落高2—3厘米,一般不分层,从水上观,群落外貌淡绿色,高山水韭一株株亭立在土黄色的沙地上,俨然新近栽插的小秧,每丛冠幅也不过2—3厘米,数量虽多,但从不形成盖度很大的水下绿茵。伴生植物大都是浮叶水马齿,其次为沉水植物扇叶水毛茛和异叶眼子菜 *Potamogeton heterophyllus*。在较封闭的水域中(周围有石墙或湖边浅水潭),有时长着挺水植物杉叶藻,花葶鹿蹄 *Caltha scaposa*、红花垂头菊 *Cremanthodium rhodocephalum* 和沉水植物丝草 *Potamogeton pusillus*、狐尾藻。

### 6. 扇叶水毛茛群落 Comm. *Batrachium bungei*

本群落是我国一个广布的沉水群落类型,目前在滇中的许多浅水湖沼、水库、缓流溪沟都有成片生长。在横断山区,分布在海拔2320米以上的自然湖泊中,如丽江白汉湖、拉石海,中甸拿帕海、碧塔海以及川西海拔4300米以上的春伊错、兴伊错、下洛错、帕错、错尼巴等冰川湖泊中;在西藏可出现在海拔5300米的淡水水体中,云南、四川、青海、甘肃、河北、辽宁、山东、江苏、江西也有分布。

扇叶水毛茛群落在横断山区湖泊中常出现在水深1米以内的浅水地带,水体明静见底,底质有时为深厚湖泥,也可能是冰碛巨砾上覆盖的薄层浮泥。本群落有较广泛的生态适应力,适于在贫养湖沼中生存发展。

群落的优势种扇叶水毛茛 *Batrachium bungei*。在水下形成暗绿的集团或层片,在我们调查季节有少量的白花出露在水面,易于分辨,在水体环境稳定性较差的情况下,如拿帕海、流量多变的拿次河、稻城海子山的一些微型小石盆中都能形成盖度50—85%的单种沉水群落,即使在一些局部无积水的湿地也能匍匐在地面上棲息。

水毛茛群落的组成或结构都较简单,伴生种类通常仅3—4种,在3300米以下的湖泊中以狐尾藻和红线草的出现率较高,分别为80%和40%;在白汉场湖中,沉水层常有大量的轮藻 *Chara* spp. 和菹草 *Potamogeton crispus*;拉石海沉水层杂有相当数量的马来眼子菜,拿帕海的水毛茛群落实际上是分布在个别隔离、停涩的积水凹地中,这里有明显的挺水层,由杉叶藻和少量的小黑三棱、水苦荬组成;由于群落环境优越,发育着比较繁盛的飘浮层,由青萍和紫萍的无数细小个体组成,这里的沉水层除狐尾藻、红线草外,还有较为罕见的鞘筒眼子菜。在海拔4000米以上的湖群中,水毛茛群落的种

类更为贫乏，只有杉叶藻、异叶眼子菜 *Potamogeton heterophyllum*，此外偶有高山水韭、水茫草和浮叶水马齿，它们在群落结构中的作用几乎可以忽略不计。

### 7. 狸藻群落 *Comm. Utricularia australis*

仅在海拔4340米的错尼巴湖中发现，在该湖的东部，水深40厘米，明静见底，湖床沙质，由于巨石堆积阻隔，环境较为封闭。本群落类型分布于江南各省区及旧世界地区淡水水体中。

群落盖度约70%，由单一的狸藻组成，沉于水面以下的植丛呈黑褐色，植物体层层重叠交错，有如密网散布。狸藻也见于稻城海子山春伊错湖周围的小石盆中( $6 \times 3 \text{米}^2$ )，调查时水深40厘米，这里狸藻是作为异叶眼子菜群落的伴生成分存在的。

狸藻是食虫植物，它们在如此高寒的水体中棲息，其生态意义值得研究。

### 8. 亮叶眼子菜群落 *Comm. Potamogeton heterophyllus*

本群落分布在稻城海子山海拔4280米的春伊错，4300米的兴伊错，在古冰帽地区的冰蚀湖中。春伊错的异叶眼子菜群落是出现在湖东岸的微形积水岩盆中，岩盆面积  $6 \times 3$  平方米，水深仅6—10厘米，盆周为冰积物所围绕，盆底为沙粒上复薄层褐色腐殖土，水的pH值为6；水体表面平静、封闭，通过边岸的岩石缝隙与周围数以百计的大小湖盆进行交流，冬春冰封，夏日积水。兴伊错的群落是在该湖东部浅水区发育，水深50—120厘米，湖床沙质，冰岸堆砌着直径10—20米的巨石，水中散布大小不同的石块，经受着强风巨浪的冲击，为沉水群落的生存创造了一个隐蔽安全的环境。

群落总盖度50—60%，优势种异叶眼子菜作团状布置，在阳光照耀下呈黑色，其茎枝如丝，叶如狭带，在春伊错的群落中，其枝梢长出的几片竹叶状的浮水叶，飘在水面，在我们调查时仍不见花果，它们主要靠沉落在水底的坚硬冬芽繁衍后代。伴生植物在封闭的小岩盆中比较丰富，有相当多浮叶的线叶黑三棱 *Sparganium angustifolium*(?)、沉水的狸藻和扇叶水毛茛，盆周往往挺立着杉叶藻。兴伊错的群落环境相对开阔，水生植物立足难，异叶眼子菜的唯一伴生植物仅仅是扇叶水毛茛，它们生长在浅水地“石墙”内侧，或混在异叶眼子菜丛中。

在横断山区，异叶眼子菜还散见于贡山、鹤庆、丽江海拔2000—3000米的池塘、草坝和水田中；黑龙江、新疆（乌巧）和西藏（察隅）也有。国外自西欧至远东、日本而达北美。是一个北温带广布的种，它们在海子山的出现创造了它们的垂直分布上限。

## 参 考 文 献

- 1 李恒. 云南植物研究 1980; 2(2): 113—141
- 2 李恒, 徐廷志. 云南植物研究 1979; 1(1): 125—137
- 3 李恒. 云南大学学报, 自然科学版(增刊) 1985; 7: 37—44
- 4 李恒. 云南大学学报, 自然科学版(增刊) 1985; 7: 138—142;
- 5 曲仲湘, 李恒. “滇池污染和水生生物”. 昆明: 云南人民出版社, 1983: 7—15
- 6 刘昉勋, 黄致远. 植物生态学与地植物学丛刊 1984; 8(3): 207—216
- 7 陈洪达. 水生生物学集刊 1963; 3: 69—82
- 8 陈洪达. 海洋与湖沼 1980; 11(3): 275—284
- 9 李恒. 云南环境科学学会首届年会及云南省环境科学学术交流会“论文选集”. 昆明: 云南人民出版社, 1982; 58—61

10 钟祥浩, 郑远昌. 青藏高原研究, 横断山考察专集 (一). 昆明. 云南人民出版社, 1983: 106—113

11 陈耀东. 植物分类学报 1981; 19 (1): 43—56

## THE LAKE VEGETATION OF HENGDUAN MOUNTAINS

Li Hen

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

**Abstract** There are hundreds of glacial erosion lakes distributing above 4200 m in altitude and more than ten trough fault lakes below 4000 m on the plateau of Hengduan Mountains, and unique aquatic vegetations have developed in these lakes. On the basis on several field investigation during 1976—1985, the author makes a preliminary analysis for the eco-geographical characteristics of these lakes and classifies their communities, which are far more abundant in number and far more complicated in geographical distribution patterns than that of the larger lakes distributing along the middle and lower reaches of the Yangtse river. There are 41 types of aquatic plant communities (equilemt to formations), 18 of which are submerged communities. The distribution patterns of these communities amount to 6, including cosmopolitan, northern temperate, East, Asia arctic-alpine distribution paterns and Endemics for China especially in Hengduan Mountains area, for example, Comm. *Isoëtes hypsophila*, Comm. *Callitriche aff. elegans* and so on, which are confined only to the alpine zone and the subalpine zone in Hengduan Mountains. It is also noteworthy that the vegetations in this region are of evident vertical zonality and can be divided into communities of 5 zones according to the difference of their components, structures, and ecological environments, they are: I. the mountain subtropical zone; II. the mountain warm temperate zone, III. the alpine frigid temperate zone, IV. the alpine frigid zone and V. the extraalpine nival zone. Finally, this article reports the components and structures of the main communities cofined to the alpine and the subalpine zones in Hengduan Mountains, including 1. Comm. *Hippuris vulgaris*. 2. Comm. *Sparganium*. 3. Comm. *Carex* sp., 4. Comm. *Calitriche aff. elegans*. 5. Comm. *Isoëtes hypsophila*. 6. Comm. *Batrachium bungei*. 7. Comm. *Utricularia vulgaris*, 8. Comm. *Potamogeton heterophyllus*.

**Key words** Hengduan Mountains; Lake vegetation; Community type, Distribution pattern of plant community