

# 长江中下游湖泊水生植被调查方法<sup>\*</sup>

崔心红<sup>1</sup> 陈家宽<sup>2</sup> 李 伟<sup>3</sup>

(1 武汉大学生命科学院 武汉 430072)

(2 复旦大学生物多样性科学研究所、遗传研究所 上海 200433)

(3 中国科学院武汉植物研究所 武汉 430074)

**提 要** 我国湖泊成因多种多样,不同成因湖泊水生植被调查方法不尽相同。文中总结了前人的研究成果,从湖泊水生植被的描述与分析、取样技术等方面提出了长江中下游湖泊水生植被调查方法。

**关键词** 长江中下游湖泊,水生植被,调查

长江中下游湖泊群是东部湖泊群的重要组成成分,也是世界上分布在北回归线 23°5' 至北纬 33° 之间唯一的湖群,它是我国特有的自然资源。本地区湖泊大多是与新构造断陷或河床演变有关的构造湖或水成湖,平均水深在 4 m 以下。水生植物种类丰富,分布面积大,构成了湖泊的基本骨架。水生植被成为湖泊生态系统重要的结构和功能组分,以多种方式作用和影响湖泊生态系统:它们将光能和矿物质转化成有机物质,并释放氧气;是啃食和啮屑消费者的重要食源,固着稳定基质,加速营养元素的循环等。同时,水生植被过度生长也产生不良影响。如阻碍湖泊水面的行船;使氧(溶氧)昼夜严重波动<sup>[1,2]</sup>。所以研究湖泊水生植被,可进一步理解湖泊生态系统,也可以评价湖泊发展水平,为渔业利用提供基础资料<sup>[3]</sup>。

湖泊水生植被的研究,始于湖泊水生植被的调查。水生植被的调查主要是指野外取得各项湖泊水生植物群落属性的数据,再以合适的方法和形式进行综合分析,阐明和推断湖泊水生植被类型、分布、结构、数量特征等。不同成因的湖泊,如高原湖、堰塞湖、火山湖等,水生植被调查的具体方法不尽相同<sup>[4-9]</sup>。笔者总结了前人的研究成果,提出了长江中下游湖泊水生植被的调查方法。

## 1 描述和分析方法

### 1.1 种类组成

种类组成是植物群落最基本的特征之一,每一特定的群落都有特定的种类组成。因此研究植物群落一般从种类成分的登记入手。如果对一个湖泊初次进行水生植被的调查,应采集每种植物,并压制标本,对标本进行编号,以供鉴定核对。有了一份完整的群落组成名单,可从科属组成、区系组成的地理和历史成分、生态成分等方面对湖泊水生植被种类组成性质进行分析。

### 1.2 层片的分析

在水生植物群落中,层片是指同一生境中一起存在的同一生长型的植物群体,是水生植物群落的基

收稿日:1998-09-17,修回日:1999-01-19。第一作者:男,1965年8月出生,博士生,从事水生植物生态学方面的研究。

\* 中国科学院资源与环境技术局重大项目资助(项目批准号:KZ951-A 1-102和KZ951-B 1-104)。

本结构单位。据此,水生植物群落可看成不同层片的组合。故层片的认识和理解对水生植被的描述和分析相当重要。

湖泊水生植被的调查经常发现:以单一层片为唯一优势层片的沉水植物群落构成了湖泊水生植被的主体;由于层片具有较高的独立性,在湖泊水生植物群落中 1 个层片的加入或退出对其它层片不造成明显的影响;浮水层片和沉水层片共存的群落地段,它们的相互影响较小,种类组成在浮叶植物层片和沉水植物层片基本上独立变化。

### 1.3 群落的数量特征

群落数量特征的测定是植物群落定量分析的基础,日益引起人们的重视。对同一数量特征为了避免混乱和误解,群落数量特征几项指标计算方法如下:

密度= 单位面积内某种的个体数/单位面积,

盖度= 植冠隐蔽地面面积/样地面积,

频度= 某种植物出现的样方数/全部样方数,

重要值= (相对密度+ 相当频度+ 相当盖度)/300。

沉水植被野外调查时,计数较为困难,密度特征无法获得。由于水层的影响,也难获得沉水植物的盖度特征,可以获得较为客观的数量特征只有生物量和频度。因此在沉水植物优势种的分析中,陈洪达等则参照陆生植物群落频度和密度相结合的原则,针对水生植物的特性,提出用某种植物的频度和生物量确定其在湖泊中和某一特定群落中优势度的方法<sup>[10,11]</sup>。

优势度= [(相当频度+ 相当生物量) × 100% ]/2

研究沉水植物分布格局,李伟以生物量作为运算单位,用方差/平均数比率的方法,通过检查观测值与 Poisson 分别的偏离情况来判断植物分布的聚群性,其显著性用  $t$ -检验来检查。

## 2 取样技术

取样有两种方法:一是根据经验的主观取样,与此相对的是凭机会取样,即客观取样。长江中下游湖泊水生植被的研究中一般采用选择代表性的样地(断面或采样点)和分层多次随机取样的实用性方法<sup>[2,10,12]</sup>。

### 2.1 样地选择

“植被样地的重要性在于,所有以后的数据处理以及最后要获得的结论都取决于最初的选择和特征<sup>[13]</sup>。不论野外分析所采用的方法如何,一个样地应该满足下列 3 项要求:样地的大小应包括属于该植物群落的绝大多数种类;样地范围内的生境应是一致的;植被应可能是同质的。例如样地内不应是一个种在样地的半边占优势,而另一个种则是在另半边占优势。特别是同质的要求,它是样地记录的植被参数或统计资料产生有意义平均值的前提。

选择取样断面或采样点之前,最好有该湖泊大比例尺地图,而且是绘出深度的地图。了解湖泊的大小、形状、深度、水源、出水口和周围的环境情况,将湖泊分为不同的区域。在这些不同的区域选择能代表该区域特性的地点,作为采样断面或采样点<sup>[12]</sup>。大型湖泊水生植被的研究采用全湖调查和定位研究相结合的方法进行。全湖调查可了解全湖水生植物的分布、种类、生物量等。定位研究就是对大型湖泊的一个代表性的区域进行详细的群落结构和生理生态学、优势种种群的动态变化等特征的研究。

样方的大小从理论上讲,面积小而数目多比面积大而数目少为宜。统计的精确性不是取样面积的函数,而是取样次数的函数<sup>[14]</sup>,这与空间因素有关。例,在面积相等的样方中,统计的个体在其广泛散布的地方远比其密集的地方要少得多。因此,在环境差异较大的湖泊里,应有尽可能多的采样断面和采样点来统计所得的个体数。

一般情况,样方大小决定于所研究的植物群落的均一度 and 植株的大小<sup>[15]</sup>。在陆生植物的研究中,最

小面积的理论和方法得到了广泛的应用。但是在水生植被调查时,可以认为是不太实用的。因为,最小面积一般是通过巢式样方技术获得的,在水环境条件下,样方的精确定位十分困难,统计上误差增大;水生植物由于广泛具有集群分布的特征,反映群落种类组成的最小面积在不同的群落地段可能有极大的不同,随着样方面积的增大,种

类—面积曲线有较大的差别。例如,斧头湖水田碎米荠群落的调查发现,随着样方面积的增大,种类呈阶梯状增加<sup>[10]</sup>。长江中下游湖泊水生植被调查中常用的取样面积见表1。

## 2.2 分层取样方法

长江中下游湖泊水体中,水生植物的分布规律一般是从沿岸带至湖心方向依次为:挺水植物-浮游植物-沉水植物。在不同的植物带,外貌均一性的变化可以容易由优势种的外貌变化而觉察,这为确定不同群落地段提供了极大的便利,所以分层取样成为长江中下游湖泊水生植被调查的重要方法<sup>[16-31]</sup>。

在每一群落地段(特别是沉水植物),李伟等采用“多次随机重复小样方”进行取样,记录每一小样方中的植物种类、生物量等数据。综合分析每一小样方的资料而得到该群落地段的调查记录。

## 3 其它方法

### 3.1 调查时间的选择

水生植物为一年生或多年生,生活周期是以1年为单位,萌发、生长、生殖、死亡都是在1年完成。在生长的后期,植株全部死亡或大部分死亡。次年的生长将从头一年的种子或无性繁殖体的萌发开始。虽然在时间上有出现的早晚和生活周期长短的不同,但季节生长一般以春秋型为主<sup>[32]</sup>。因此采样一般在3~11月逐月进行或按季节进行。大多数水生植物的花果期或生物量最大时期在7~9月份,这是取样的关键时间,大量的野外工作都在这段时间完成。水生植物以无性繁殖为主,对无性繁殖体的调查一般选择在冬季或枯水位时进行。

### 3.2 生物量的测定

一般是将样方内的全部植物连根夹起,及时冲洗干净,分出种类,在测定其它指标后,再称其湿重。水生植物离开水环境后,失水很快,称量时间稍微不同,差别将很大。在相同条件下,常见沉水植物失水速率差不多,每3min测量1次,30min内失水情况见表2。同时,把每一样品带回少许,并于(80±1)烘箱中烘至恒重。由此换算出各样品的干重。

### 3.3 RS和GPS的采用

RS的资料对湖泊水生植被的分布能进行定性和一定程度的定量分析,是调查湖泊水生植被的有效手段。结合实地判读,能准确反映水生植物的种类、面积、生物量等。应用的难度在于沉水植物的分类,因为它们遥感图象上都表现出强烈的“水”的属性,必须对水体内部图象作增强处理,然后根据水、土、植被的光谱特性,再判读<sup>[33-36]</sup>。

GPS能快速实时地确定任一地面目标的空间位置,在湖泊的研究中主要用于对采样点的精确定位。特别是RS和GPS的结合应用,将大大减少遥感图象处理所需要的地面控制点,并且可实时获取数据,实时进行处理<sup>[3,10,20]</sup>。

表1 长江中下游湖泊水生植被调查常用取样面积

Table 1 Quadrats commonly surveyed on aquatic vegetation in lakes in the middle and lower reaches of Changjiang River

生态类型 Ecotype	面积(cm <sup>2</sup> ) Area	调查内容 Surveyed content
挺水植物 Emergent plant	100×100 10×10, 20×20	种类、盖度、生物量等 分布格局、相关系数等
浮叶植物 Floated plant	100×100, 50×50	密度、频度、盖度、 生物量等
沉水植物 Submerged plant	20×20, 10×20, 50×50, 50×100, 100×100	种类、密度、生物量、 优势度等

\* 资料来源见文献[16~32]

\* Data came from reference [16~32]

表 2 常见沉水植物失水情况

Table 2 Losing water process of commonly submersed macrophytes

种类 Species	不同时间段的失水比 Losing water ratio at different times (%)									
	0~3 m.in	0~6 m.in	0~9 m.in	0~12 m.in	0~15 m.in	0~18 m.in	0~20 m.in	0~24 m.in	0~27 m.in	0~30 m.in
竹叶眼子菜 <i>Potamogeton malaianus</i>	16.2	25.6	31.4	35.3	37.4	38.5	39.9	40.8	41.9	42.8
苦草 <i>Vallisneria spiralis</i>	17.3	26.4	32.1	35.8	38.2	39.7	41.4	42.8	43.2	44.1
黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	18.1	29.3	34.1	37.2	39.8	41.2	42.5	43.9	44.6	45.4
微齿眼子菜 <i>Potamogeton macrocarpus</i>	17.5	26.3	32.4	36.1	38.7	40.1	42.1	43.6	44.4	45.0
穗花狐尾藻 <i>Myriophyllum spicatum</i>	17.0	26.2	32.0	35.4	37.6	39.1	40.8	41.9	42.7	43.2

注: 1. 间隔时间失水比 = (湿重 - 间隔时间称重) / 湿重 × 100%; 2. 测定时间为 1998 年 7 月 15 日, 晴天, 气温 38。

Note: 1. Losing water ratio at different times = (moist weight - moist weight at different times) / moist weight × 100%;

2. Observed time: July 15, 1988 38.

致谢 钟扬研究员、王海洋博士对本文提出了一些建议。

## 参 考 文 献

- Den Hartog C. Structural and Functional Aspects of Macrophyte Dominated Aquatic Systems Proc EWRS 5th Symp on Aquatic Weeds Amsterdam: [s.n.], 1978 35~ 41
- 李伟, 钟扬编译 水生植物研究的理论和方法 武汉: 华中师范大学出版社, 1992 195~ 216
- 刘建康主编 东湖生态学研究(二). 北京: 科学出版社, 1995
- 陈耀东 镜泊湖水生植被 水生生物学报, 1985, 9(4): 374~ 382
- 陈耀东 白洋淀水生植物区系的初步分析 植物分类学报, 1987, 25(2): 106~ 113
- 李恒, 徐廷志 泸沽湖植物考察 云南植物研究, 1979, 1(1): 148~ 153
- 戴全裕 洱海水生植被的初步研究 海洋沼泽通报, 1984(4): 31~ 40
- 于丹 小兴凯湖的水生植被及其生态作用 水生生物学报, 1992, 16(1): 24~ 32
- 李文朝, 杨清心 乌伦古湖水生植被的研究 海洋与湖沼, 1993, 24(1): 100~ 107
- 李伟 洪湖水生植被及其演替研究 [中国科学院水生生物研究所博士学位论文] 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 1995
- 陈洪达 武汉东湖水生维管植物群落的结构和动态 海洋与湖沼, 1980, 11(3): 275~ 284
- 饶钦止 湖泊调查基本知识 北京: 科学出版社, 1956
- Muller-Dombois D, Ellenberg H. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley and Sons, 1974
- Greig-Smith P. Quantitative Plant Ecology 3rd ed Oxford: Blackwell Sci Publ, 1983
- Dennis/Isom. Ecological assessment of macrophyte: Collection, Use, and meaning of data Philadelphia: ASTM Special Technical Publication 843, 1984
- 李伟, 周进, 王徽勤等 斧头湖挺水植物的群落学研究 I. 菹群落(*Com. Zizania latifolia*)的研究 武汉植物学研究, 1992, 10(2): 109~ 116
- 李伟, 周进, 王徽勤等 斧头湖挺水植物的群落学研究 II. 莲群落(*Com. Nelumbo nucifera*)的结构 武汉植物学研究, 1992, 10(3): 273~ 278
- 李伟, 周进, 王徽勤等 斧头湖挺水植物的群落学研究 III. 菹群落(*Com. Zizania latifolia*)的生物量动态及生物量的测定 武汉植物学研究, 1993, 11(3): 233~ 238
- 周进, 陈家宽 湖北斧头湖浮叶植物群落学研究 I. 菱群落的结构 水生生物学报, 1995, 19(1): 40~ 48
- 陈家宽, 周进 湖北斧头湖浮叶植物群落学研究 II. 荇菜群落的结构 水生生物学报, 1996, 20(1): 49~ 56
- 周进, 陈家宽 湖北斧头湖菱群落的春季动态 武汉大学学报(自然科学版), 1997, 4: 123~ 126

- 22 冯灿, 王学雷, 王增学等 长湖水生维管植物群落研究 武汉植物学研究, 1989, 7(2): 123~ 130
- 23 刘肪勋, 黄致远 江苏省湖泊水生植被的研究 植物生态学与地植物学丛刊, 1984, 8(3): 207~ 214
- 24 苏泽古, 倪乐意, 葛耀文等 保安湖水生维管植物研究 见: 胡传林, 黄祥飞主编 保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集 北京: 科学出版社, 1991. 31~ 48
- 25 吴文谱 江西赤湖水生维管植物的初步调查 江西大学学报(自然科学版), 1987, 11(4): 64~ 71
- 26 陈洪达 洪湖水生植被 水生生物学报, 1963, 16(3): 69~ 71
- 27 陈洪达 武汉东湖水生植物群落的破坏与恢复对湖泊生态系统的影响 湖北渔业, 1986(4): 13~ 18
- 28 陈洪达 武昌东湖水生维管植物的生物量及其在渔业上的合理利用问题 水生生物学报集刊, 1975, 5(3): 410~ 419
- 29 官少飞, 郎青, 张本 鄱阳湖水生植被 水生生物学报, 1987, 11(1): 9~ 21
- 30 官少飞, 郎青, 张本 鄱阳湖水生维管植物的生物量及其合理利用的初步建议 水生生物学报, 1987, 11(3): 219~ 227
- 31 倪乐意 武汉东湖水生植被退化机理和恢复生态学 [中国科学院水生生物研究所博士论文] 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 1997
- 32 孙祥钟编 中国植物志(第八卷). 北京: 科学出版社, 1989
- 33 张晓阳, 蔡述明 洪湖挺水植物生物量的遥感影像估算 见: 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组编 洪湖水体生产力综合开发及湖泊生态环境研究 北京: 海洋出版社, 1991a
- 34 张晓阳, 蔡述明 应用遥感技术分析洪湖沼泽化与挺水植物的动态变化 见: 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组编 洪湖水体生产力综合开发及湖泊生态环境研究 北京: 海洋出版社, 1991b
- 35 文明, 王敏华 卫星影像目视解译方法在湖区植被制图中的应用: 湖南洞庭湖水域、洲滩植被为例 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(3): 199~ 207
- 36 杨凯, 林开恩, 张容幸等 遥感数字图象处理技术在洪湖水生植物分布调查中的应用 植物学报, 1983, 25(5): 472~ 481

## SURVEY METHODS ON AQUATIC MACROPHYTE VEGETATION IN LAKES IN THE MIDDLE AND LOWER REACHES OF CHANGJIANG RIVER

Cui Xinhong<sup>1</sup> Chen Jiakuan<sup>2</sup> Li Wei<sup>3</sup>

(1 College of Life Sciences Wuhan University Wuhan 430072)

(2 Institute of Biodiversity and Institute of Genetics Fudan University Shanghai 200433)

(3 Wuhan Institute of Botany The Chinese Academy of Sciences Wuhan 430074)

**Abstract** Forming of lakes in our country is varied. Surveyed methods on aquatic macrophyte vegetation in lakes are different, too. The paper summarized former studies and advanced: (1) describing methods of aquatic vegetation in lake from the composition of species, synusia, quantitative feather of community; (2) sampling method of aquatic macrophyte vegetation in lake in the middle and lower reaches of Changjiang River, for example, choosing the plot and the survey time, *et al*

**Key words** The middle and lower reaches of Changjiang River, Lake, Aquatic macrophyte vegetation, Survey