

论水生植被的研究方法

A.Π.别拉甫斯卡娅

水生区系与植被,作为研究的对象而言,是处于植物学与水生生物学两学科的交接处。在一切植物学领域里所采用的研究方法对于水生植物也是适用的,尽管后者在资料的收集与整理上具有自己的特点。

譬如,在为区系与检索表编写种的鉴定书时,就有必要考虑到水生植物的特点:以营养体为优势、异叶性、存在着水生的与地面的两型形态。作为植被类型中的一种,水生植被研究中采用的方法,基本上是五卷野外地植物学里(1959—1976)所详细叙述的地植物学方法。另外,水生环境的特殊性还要求采用水生生物学的工具(标尺、赛卡盘、植丛挖掘器等)。

我们认为水生植被研究的主要问题如下: I. 植被的分布; II. 植被的组成与结构;

III. 生物量与产量; IV. 水生植被的生物学与生态学; V. 植被的动态。

I. 通过水体及其组成部分的踏查可以得到水生植被分布的总概念,在更细致的研究情况下,则进行植被的绘图。对于水生植被的测绘,我们划分为三种类型:

1. 巨大水体的测绘—500公顷以上。

在这样的水体里工作,必须有沿岸地区1:10000—1:25000的水深测量图,而对于很大的水体还需要水体的总图,经过踏查在图中画上植丛带。在这一过程中航空测量的视觉观察是不可缺少的。按照公认的地面测量方法,在进行1:25000测量时,剖面的距离应为0.25—1公里。剖面之间植被在目测或内插法的基础上绘入图内。在这样的比例下,如情况顺利就能划分群系或群系组,多数情况下,仅能划出带状植被—空间里的一水生植被,浮游叶或沉水叶。特别难于绘图的植丛位于水体中很难到达的岸区(水淹的森林与灌木,漂浮植物层,沼泽化的岸边)。例如雷平水库,这时只有采用一切可能的办法与方法,例如应考虑到低水位与高水位年份潮汐带个别地区在研究上所能达到的程度的不一致,Т.Н.库托娃(1971)连续二年(1959, 1960)测绘了雷平水库伊士木日夫湾的植被。利用航测资料可以大为减轻工作的繁重性,并使结果准确。

2. 小水体的测绘—500公顷以下,在1:10000至1:5000或更大比例尺基础上采用剖面法。剖面之间的距离为100~250米。按这种比例在底图上绘上群落或群系,在植被非常多样化的情况下则绘上所谓综合的多优势种组合。在综合与缩图过程中(部分地是为了印刷上的需要)植被简化划分为二、三个带,如果带的图形在比例图上无法安置,就利用标志标出。

3. 植被的剖面或个别斑块及永久样地的测绘。最好有1:100比例尺的方格网,在图里不仅标上群落或它的片段,而且标上个别斑块或甚至植物的大分枝。

植被图或平面图内,在整理过程中计算出生长面积(按植物群落或群系或是按总的水体),为此可采用下列方法: 1) 把割取的图形称重(通过图形重与1公寸²这种图纸重的对

比可以求出图形的面积)；2)粗放的办法：把图形分割成许多1平方厘米的小方格，并对它们进行计算；3)求积仪法：藉求积仪计算面积。

II. 水生植被的记述，是按一般通用的、为B.M.卡顿斯卡娅(1956, 1971)略加修改的地植物学方法进行的。记述的表格有时可用穿孔卡片，以便于往后材料的整理，特别是在工作量很大的情况下。根据野外地植物学(第3卷, 1964年)任何植物群落的描述方法可分为目测法(多度、投影复盖及其他)和准确的办法(统计分枝数目、测定高度、称重)。在水体条件下其中某些项目具有自己的特点。例如，对于高于人身长度的芦苇植丛确定投影复盖度有困难，也不容许自上往下地进行观察。在单位面积上称重与确定分枝数目是对水生植物群落最客观的描述。

任一群落的结构反映在它的水平的与垂直的结构与成层性。水性植被层次划分对于水生生物工作者来说是非常重要的，因为常常每层都是生物群落所固有的，多数研究人员用一般办法划分层次，但И.М.拉斯波波夫(1968)主张水上层用“+”号标志，水下的用“-”号而把水平视为“0”。在草层水平结构方面可以按A.И.谢尼柯夫(1964)办法划分为如下方案：1)单独的，2)单独-组合的，3)郁闭-组合的，4)郁闭-扩散的。这种划分，在И.И.科莱略斯卡娅的公式中也有部分反映出来，这是在下面要讲到的。地植物学材料室内整理办法(计算共同性系数，种的定型性及其它)可以从A.И.谢尼柯夫(1964)的地植物学导论里借用。

水生植物的分类是以A.И.谢尼柯夫的生态分类为基础的，相互间颇为近似，这可以在B.K.博加切夫(1952)B.M.卡顿斯卡娅(1959)B.A.爱克日尔采夫(1960)，A.И.别拉甫斯卡娅(1969)等人的著作中找到。

III. 很多研究者从事于水生植被植物量与产量的研究，但在测量单位与计算方法上存在着相当大的意见分歧，因此很难将这些材料比较和归纳。

用收割办法决定植物量与生物量的方法，A.里宾南、H.里宾南(1949)与B.M.卡顿斯卡娅(1956)曾作了相当细致的记述，遗憾的是收割技术仍停留在原始的水平—使用刀、镰刀或大镰刀以及木框，对后者B.宾芳特(1949)建议用铝的组合物来代替。曾记述A.Г.谢霍夫(1971)的植物钻用以获取陷入的植被样品，但是没有得到推广。

关于确定地下器官的生物量一事也未见得办好，暂时还没有任何仪器与工具用来挖取它们，创造这些工具是我们首要的任务，某些方法上的经验我们可以从韦斯特莱克处借用，他对长根茎植物地下器官进行了详尽的研究，韦斯特莱克建议采用割取与挖掘方块办法。在第一种情况下，是将直径为若干厘米的圆柱体深入土层，并与内含物一起取出。这一方法在水深度相当大的情况下是可行的，但只能用于硬土层。挖取 0.5×0.5 米方块只有在干燥化的地段才有可能，挖掘的深度与根深入的深度相一致。捷克植物工作者(费阿拉等, 1968)用直径为20.6厘米的钢的圆柱体获取了芦苇的地下器官的样品。

平均植物量是以该植物组合割取的总数的平均算术计算的。如割取次数多可采用统计整理法。И.И.科莱略可娃(1977)曾为克莱明丘格水库的植被做过这一工作。她也进行过以预定的准确性确定植物量所必要的收割次数的计算，对于多数植物群落在确定准确性为15%情况下，割取20次是足够了，如准确度为10%，就意味着准确程度较高，有必要获取25—40次，而对于某些植物群落则为70—80次。

有了平均植物量资料与群落或群系的面积就可以计算出植被的总贮积量，但是由于草层组合的不均匀性，简单的植物量与面积的乘积常表现出极不准确的指标。因此И.И.科莱略可娃(1975)拟定了一些专门的公式来计算植物量的贮积，这些公式对各种植丛都是合适的(表1)。

表 1 植物量贮积的计算方法 (按И.Л.科莱略可娃, 1975)

优 势	草 层 的 组 合	标 志	公 式
一个种	扩散的		$P = BS$
	斑块的		$P = B \times \frac{S_{\text{地区}} \times \% \text{生长区}}{100}$
二三个种	单独的 - 优势种分布均匀的		$P = \frac{B_1 + B_2}{2} \times \frac{S_{\text{地区}} \times \% S_{\text{生长区}}}{100}$
	斑的块 - 优势种分布不均匀的		$P = \left(\frac{\% \text{参加}}{100} \times B_1 + \frac{\% \text{参加}}{100} \times B_2 \right) \times \frac{S_{\text{地区}} \times \% S_{\text{生长区}}}{100}$
	一种植物扩散的 另一种斑块的		$P = SB_1 + B_2 \frac{S_{\text{地区}} \times \% S_{\text{生长区}}}{100}$

B—一平方米上的植物量 S—植丛面积 P—植丛面积上植物量的贮积

对于大型植物,除了生物量外还要确定它们的年产量,至今多数植物工作者把开花末期的植物量视为最大量,但很多研究人员令人信服地指出,水生植物的产量一般超过其最大的生物量(鲍鲁茨基1949、1950;韦斯特莱克1965;列区等1972;科莱略可娃1972;拉斯波波夫1973),对于一些植物种来说,产量与生物量的差异可以变动在0.5至若干%,与此同时韦斯特莱克(1965)指出,某些种的产量可能比生物量少,只有后者的50—80%,其原因是:过冬以后在整个营养期保存了部分去年的生物量,既然《生物量—产量》专门研究暂时还很少,多数作者倾向于,如要计算所有大型植物种的产量,必须在生物量上添加10—20%的量,这与И.М.拉斯波波夫(1973)的公式 $P = 1.2B_{\text{Max}}$ 是一致的,这里产量超过生物量 B_{Max} 20%。

在计算年产量很重要一点是一切数据都要用一定单位来表示,并注意计算的程序性,正如我们在表2所示的那样。

表 2 水生植被产量计算进程

指 标	计 量 单 位	转 换 系 数
按植被组合平均植物量(鲜的,空气干燥,绝对干燥)	克/米 ²	绝对干燥量 = 空气干燥量 × 0.93 (科莱略可娃, 1977)
植丛面积	公顷	
总植物量(B)(鲜的,空气干燥,绝对干燥)	担、吨	$P = B \times 1.2$ (拉斯波波夫, 1973)
总植物产量(P)	担、吨	有机物的百分率(由绝对干燥物质), 空间—水生植被92
有机物的总产量	担、吨	带游浮叶—90
单位面积水体的产量		沉水植被—85(科莱略可娃, 1977)
1)空气干燥物质	克/米 ²	
2)绝对干燥物质	"	
3)有机物质	"	1克有机物质 = 46.4%碳 (拉斯波波夫, 1973)
4)碳	"	1克碳 = 10卡
5)能量	卡	
位单浅水面积的产量(1~5)	克/米 ² 、卡	
单位植丛面积的产量(1~5)	克/米 ² 、卡	
单位水体体积的产量(1~5)	克/米 ³ 、毫克/升、卡	

大植物的年产量可以空气干重量, 有机物质绝对干重量, 碳C 以及用能量单位——卡束表示。1970年在罗马尼亚举行的第一届水生植被会议上强调, 必须用绝对干燥物质和碳的重量单位表示。有机物按一般灰化方法来确定(卡鲁斯卡娅, 1959), C在大型植物有机物质中占46.4%(拉斯波波夫, 1973), 在不能决定绝对干燥重量与有机物质重量的情况下可以利用И.Л.科 莱略可娃(1977)计算得出的系数一表2。根据韦斯特莱克(1965)在大型植物的有机物质中C含量为35—40%,而在钙质土植物则接近30%。1克有机物质按韦斯特莱克提供4.6卡, 这与维彼尔格(1960)1克C9.3卡或里塔的(1965)10卡是一致的, 一切数据除了能量外用克或毫克表示。产量按1米²水体面积计算, 补充的可按1米²浅水域或植丛面积计算, 有可能则换算为单位水域体积的产量(克/米³或毫克/升)。

为了对比大型植物与这类浮游植物的昼夜产量可以用间接方法计算。为此将它们的年产量除以生长期天数, 捷克植物工作者(狄基耀娃、奥独克, 1973)将产量除以生长期开始至割草期的天数。

IV、按照А.П.谢尼柯夫(1964、240页)的意见, 植物的生物学与生态学是植被学说的基础, 而关于水生植物的生物学与生态学的著作在我们这里几乎没有, 看来这与缺乏指导手册与方法论有关, 也与类似研究需要巨大的劳力支出有关。

生态学研究必然在其中包括对环境的研究。水生环境研究方法可以取自通常的湖泊学及水生生物学的指导手册, 大型植物的个别生态学的解决办法可以在某些国外著作中遇见, 例如贝尔纳托维奇(1966)藉助于木制挡板, 研究了遮荫对沉水植物的影响。

在生物学的概念中包含了范围很广的问题: 物候学, 生长速度, 营养与有性繁殖等等。对于水生植物物候学研究方法В.М.卡顿斯卡娅(1939, 1960, 1966)作了很好的整理。И.М.拉斯波波夫与雷契柯娃(1969)提供了在自然界里研究芦苇的实例。

V、研究季节与年分的植被动态应该经常地进行于1—10米²永久样地或宽度为1—10米的剖面里。一般在水体条件下固定样方是极端困难的(深度大, 粘土的底), 需要就拟就专门措施。为了研究植被的动态有必要经常在固定了的样地或剖面上进行测绘(每年或每月)。

在本文结束时应当指出, 水生植物与水生植被研究方法方面的首要任务应当是:

1. 统一野外与室内研究的方法;
2. 发明并试验用于水生植被取样的仪器, 特别是它的地下部分;
3. 编写供生态生物学定位研究的指导手册。

〔摘译自《Ботанический журнал》64(1), 32—39, 1979

袁瑞中译 曾定之校〕