

鄱阳湖水生维管束植物生物量及其 合理开发利用的初步建议*

官少飞 郎青 张本

(江西省科学院生物资源研究所, 南昌)

提 要

用4种不同的计算方法测定了鄱阳湖水生维管束植物的生物量。根据22个断面, 199个采集点, 398个样方的测定结果, 得出鄱阳湖水生维管束植物的年生产量为431.76万吨(湿重), 即相当于 5.44×10^{12} 焦耳(能量)。其中, 马来眼子菜、苦草和黑藻等3种合计约占总生物量的71.46%。全湖可供草食性鱼类食用的水生维管束植物约占总量的86.9%。文中还对4个植物带和9个群丛生物量的分布规律进行了讨论。提出了人工增殖草食性鱼类, 调整湖中植被组成, 保护和种植水生经济植物等合理开发利用鄱阳湖水生植物资源的初步建议。

关键词 鄱阳湖, 水生植物, 生物量。

水生维管束植物(以下简称水生植物)是湖泊中的初级生产者。渔产量的丰歉与水体中水生植物的种类组成及数量多寡的关系非常密切, 特别是对草食性鱼类和草上产卵鱼类的生长、繁殖影响颇大^[1,6,9]。因此, 调查了解湖中水生植物的种类和生物量, 对于正确估算水体生产力, 预测草食性鱼类的生产潜力, 合理开发水生植物资源等有着极其重要的意义。

鄱阳湖是我国第一大淡水湖, 水生植物资源丰富, 已查明有98种, 隶属于37科、71属, 按植被类型可分为4个植物带和9个主要群丛^[9]。为了进一步开发利用水生植物资源, 我们于1983—1984年调查研究了鄱阳湖水生植物的生物量及其分布规律, 并提出了合理开发利用的初步建议。

调 查 方 法

水生植物生物量的测算, 采用样方法。全湖共设22个采集断面, 199个采集点(图1), 每个采集点采样两次, 共398个样方。采集断面和采集点的选择, 既考虑到植物群落分布的代表性, 又尽可能使这些断面和采集点均匀地、广泛地分布在全湖。采集和计算的方法均按国家水产总局1980年颁发的《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》(铅印本)

* 工作中得到陈洪达先生的指导, 章宗涉副教授对初稿提出了宝贵意见, 特表谢意!
1985年11月7日收到。

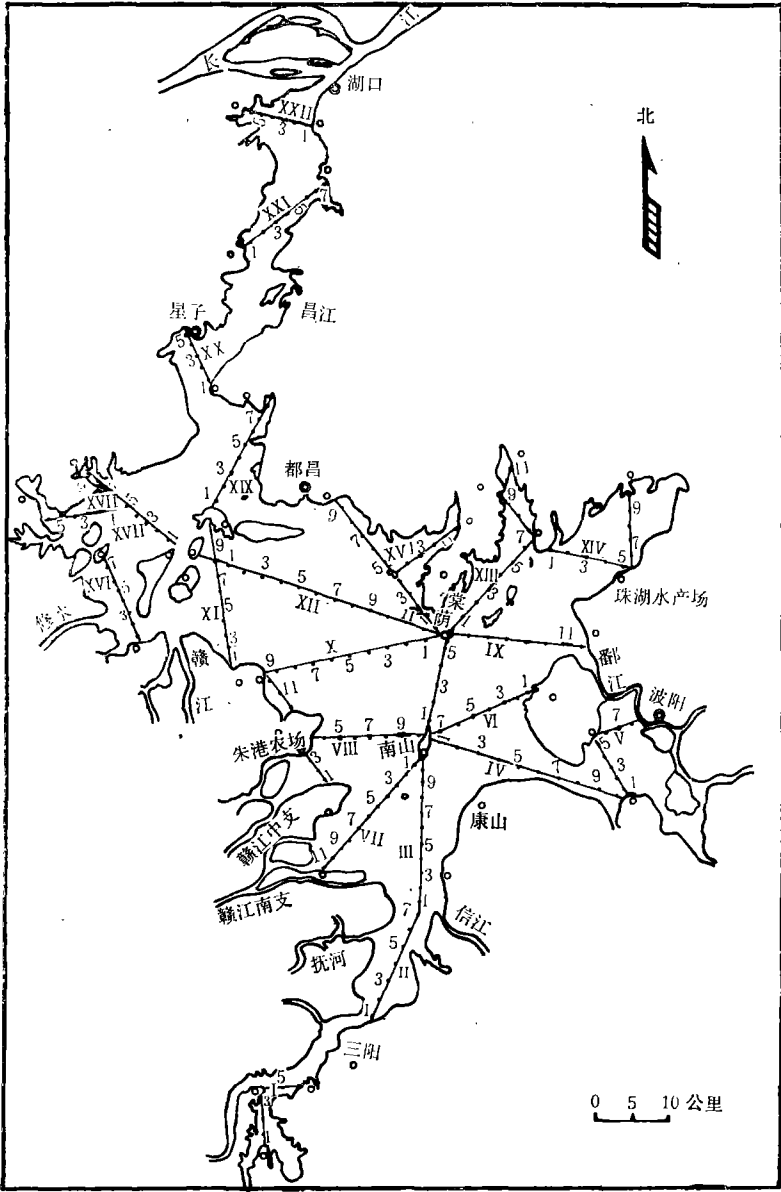


图1 鄱阳湖水生植物采集断面和采集点分布图

Fig. 1 The distribution of sampling transects of macrophytes in Poyang Lake

进行。

生物量的测定,每季度一次,安排在4、6、9、12月进行。

生物量的计算

(一) 全湖总生物量的计算

在全湖22个断面的199个采集点中,有78.89%(157个)的采集点是分布在占全湖

面积 80.80% 的植被区内，有 21.11% (42 个) 的采集点是分布在占全湖面积 19.20% 的无植被的空白水域内。根据 1983—1984 年调查资料的分析，8—9 月是全湖水生植物生物量的高峰期。对 1984 年 9 月调查的生物量资料，采用 4 种计算方法进行比较，所得的单位面积生物量和总生物量虽有差异，但除群丛计算法所得数值较低外，其他 3 种方法所得数值都比较接近 (表 1)。特别是全湖 199 个采集点和全湖 22 个采集断面计算法所得数值与这 4 种方法所得平均值最为接近。现以断面计算法为代表 (表 2)，全湖每平方米面积的平均生物量为 1,542 克 (湿重)；取 8.85% 的干湿比或 7.68% 的烘湿比^[3]，得风干重 137 克或烘干重 118 克；按每克烘干的水草能转换能量 16.4 千焦耳来计算，则为 193.8 千焦耳。全湖总生物量约为 4317,600 吨 (湿重) 或 382,108 吨 (风干重) 或 331,592 吨 (烘干重)，换算成能量约为 5.44×10^{15} 焦耳。

表 1 鄱阳湖水生植物生物量最高值 (1984 年测定值，湿重)

Tab. 1 The assessment of maximum biomass of macrophytes in Poyang Lake (Sept. 1984, wet weight)

项目 item	计算方法 method of calculation	全湖22个断面 22 cross-sections in whole lake	全湖199个采集点 199 collecting points in whole lake	植被区314个采集点 314 collecting- points in whole lake	植被区9个群丛 9 associations in vegetation area	平均值 average
计算面积(万亩) calculated area (ten thousands <i>mu</i>)		420	420	339.3	339.3	
单位面积生物量 (克/平方米) biomass of unit area (g/m ²)		1,542	1,530	1,939	1,719	
总生物量(吨) total biomass (ton)		4,317,600	4,284,000	4,386,018	3,888,149	4,218,942

在正常情况下，可以用上述数值来衡量水生植物生产力^[10]，但生产力 (P) 都比生物量 (B) 高。根据国内外一些湖泊水生植物的 P/B 系数资料，多在 1.25 左右^[3,11,12]。取 P/B 系数为 1.25 计算，则全湖水生植物生产力为 5,397,000 吨 (湿重)。在计算时因为未考虑草食性鱼类和沿湖农民割草、捞草等因子，鄱阳湖水生植物生产力的实际数值应比这个数值大。

在总生物量中，沉水植物占 80.99%。其中，以马来眼子菜、苦草和黑藻所占比例最大，它们分别占总生物量的 32.62、22.24 和 16.60%；其次为小茨藻、聚草、金鱼藻和大茨藻 (表 2)。这与长江中下游一些湖泊基本相同，但与湖北省的洪湖、武汉东湖比较，则差异较大，它们均以黄丝草 (*Potamogeton maackianus* A. Bennett) 所占比例最大，而马来眼子菜和苦草所占比例都很低^{[3],1-3)}。

1) 曹萃禾，1981。东太湖水生维管束植物资源调查报告，(铅印资料)。
2) 李孝慈，1982。洪湖水生维管束植物的调查，(铅印本)。
3) 王育锋，1980。东平湖水生维管束植物调查报告，(铅印资料)。

表 2 鄱阳湖各断面水生植物生物量的比较 (1984年9月测定值, 湿重)

Tab. 2 Comparison of macrophyte biomass of different transects in Poyang Lake
(Sept. 1984, wet weight)

单位: 克/平方米
Unit: g/m²

断面 transections																							
种类 species		采样 点数 collecting-points																					
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	平均值 average	占总生物量的百分比(%) percentage in total biomass
6	7	10	10	8	7	11	10	12	12	10	12	11	10	14	7	9	6	8	5	8	6		
马来眼子菜 <i>Potamogeton malaiianus</i>																							
47	226	388	536	959	393	923	455	817	1087	885	363	69	792	358	938	750	701	116	108		163	503	32.62
苦 草 <i>Vallisneria spiralis</i>																							
247	332	146	491	888	362	298	476	174	580	567	90	32		78	812	972	737	80	82		92	343	22.24
黑 藻 <i>Hydrilla verticillata</i>																							
73	142	215	953	701	174	426	173	170	428	287	74	19		110	453	665	426	44	31		75	256	16.60
芦 苇 <i>Phragmites communis</i>																							
		704	6	36		138	182								29	298						63	4.09
荻 <i>Miscanthus sacchariflorus</i>																							
				172		27	33								891	54						54	3.50
香 菜 <i>Nymphoides peltatum</i>																							
	77	75		101		83	242		77	62	11	11	9	3	175	184	45					52	3.37
小 茨 藻 <i>Najas minor</i>																							
		20	67	484		24	15	23	21	49	9				115	139	105	13		2		49	3.18
苔 草 <i>Carex</i> spp.																							
	141	48		66		55	204	53	119	157					113		114					49	3.18
菱 <i>Trapa</i> spp.																							
		308		146		224			84								279					47	3.05
聚 草 <i>Myriophyllum spicatum</i>																							
8		12				46	139		216	217	58	7			76	113	64			7		44	2.85
金 鱼 藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>																							
						36									213	371	339					44	2.85
菰 <i>Zizania caduciflora</i>																							
		270				44																14	0.91
水 蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>																							
	12	29				15	63	2	8	40					26	16	8					10	0.65
大 茨 藻 <i>Najas minor</i>																							
5			26	74						10			48	10		34				6		10	0.65
其它非鱼饵植物 other non fishfood species																							
										12					27							2	0.13
其它鱼饵植物 other fish food species																							
		19							16													2	0.13
合 计 total																							
380	930	2234	2079	3627	929	2339	1982	1239	2552	2370	605	138	849	559	3868	3596	2818	253	221	0	345	1542	100

(二) 各断面生物量比较

从表 2 可以看出,全湖 22 个断面中,生物量(湿重)在每平方米 2,000 克以上的有 8 个断面,它们主要分布在水较浅,底质淤泥较厚的湖区或湖湾。其中 V、XVI、XVII 断面,每平方米生物量都在 3,500 克以上,它们分布在鄱阳湖东部的莲子湖以及西部的大湖池和蚌湖。生物量在每平方米 500 克以下的有 6 个断面,它们主要分布在水较深,底质较硬的湖区。生物量最大的是 XVI 断面,每平方米 3,868 克。生物量最小的是整个都分布无植被区的 XXI 断面,其值为 0;其次是 XIII 断面,每平方米 138 克。

(三) 植物带、植物群丛生物量的比较

在鄱阳湖水生植被的 4 个植物带中,沉水植物带的分布面积最大,占全湖总植被面积的 49.7%;浮叶植物带次之,占 23.2%;湿生植物带再次,占 18.9%;分布面积最小的是挺水植物带,仅占 8.2%。但植物带的生物量却以浮叶植物带最大,占全湖植被总生物量的 43.8%;沉水植物带次之,占 32.6%;挺水植物带再次,占 14.4%;湿生植物带最小,仅占 9.2%(表 3)。然而,湿生植物带在 4 月份生物量却大大超过了挺水植物带任何季节的生物量。

从表 3 还可以看出,在鄱阳湖水生植被的 9 个植物群丛中,以马来眼子菜群丛分布面积最大,占全湖植被总面积的 23.2%;马来眼子菜-黑藻+苦草群丛次之,占 22.6%;分布面积最小的是菱+荇菜-黑藻+苦草群丛,仅占全湖植被总面积的 1.3%。生物量则以荇菜-马来眼子菜+聚草-黑藻+苦草群丛最大,占全湖植被总生物量的 28.3%;马来眼子菜-黑藻+苦草群丛次之,占 15.7%;生物量最小的是芦+菰群丛,仅占 2.0%。

(四) 不同生活型植物生物量的季节变化

由于鄱阳湖周年洪枯水位变幅大(为 12 米左右),使得不同生活型植物的生物量呈现出不同的变化规律(表 4)。

1. 湿生植物 主要种类是芒尖苔草 (*Carex doniana*)、灰化苔草 (*C. cinerascens*) 等苔草属种类及蓼子草 (*Polygonum criopolitanum*)、牛毛毡 (*Eleocharis yokoscensis*)、针蔺 (*E. valleculosa*) 等。生物量在春季(4 月)最大,全湖总生物量为 658,000 吨;夏季、秋季(9 月)全湖总生物量分别为 252,000 吨和 137,200 吨。秋末冬初(11 月)出现生物量的第二个高峰期,大大超过了夏、秋季的生物量,但不及春季。冬季(1—2 月),植物地上部分枯死。由于一年一度的洪水将草洲淹没,湿生植物在植物生长的旺季(7—8 月)中断了生长,当洪水退去,洲滩显露后,才再次萌生,故有 11 月湿生植物生物量的第二个高峰期。这是由于鄱阳湖洪枯水位变幅较大所决定的,也是与长江中下游其他封闭型湖泊所不同的显著特征之一。

2. 挺水植物 主要种类为芦、荻、水蓼和菰等。生物量在秋季最大,全湖总生物量为 394,800 吨;夏季、春季全湖总生物量分别为 277,200 吨和 252,000 吨;冬季,植物地上部分枯死。

3. 浮叶植物 主要种类是荇菜、金银莲花 (*Nymphoides indica*) 及菱科的一些种类。

表 3 鄱阳湖水生植被的面积和生物量(1984年9月测定值, 湿重)

Tab. 3 The area and biomass of vegetation in Poyang Lake (Sept., 1984, wet weight)

植物带 habitat zone	群 丛 association	面积(万亩) area (ten thousands mu)	占全湖总植被面 积的百分比(%) percentage of total area of vegetation	占全湖总面积的 百分比(%) percentage of total area of the lake	单位面积生物量 (克/平方米) biomass of unit area (g/m ²)	群丛生物量 (吨) biomass of association (ton)	占全湖植被总生物 量的百分比(%) percentage of total biomass of vegetation
湿生植物带 hydrophte zone	苔草群丛 <i>Carex</i> spp.	64.2	18.9	15.3	831	355,668	9.2
	芦+荻群丛 <i>Phragmites communis</i> + <i>Miscanthus floridulus</i>	22.1	6.5	5.3	3,283	482,601	12.4
	芦+菰群丛 <i>Phragmites communis</i> + <i>Zizania caduciflora</i>	5.7	1.7	1.4	2,039	77,482	2.0
挺水植物带 zone of emergent hydrophyte	小 计 total	27.8	8.2	6.7	3,028*	560,083	14.4
	香菜-马来眼子菜-金鱼藻+黑藻+苦草群丛 <i>Nymphoides peltatum</i> - <i>Potamogeton malaiianus</i> - <i>Ceratophyllum demersum</i> + <i>Hydrilla verticil- lata</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	21.4	6.3	5.1	3,594	513,942	13.2
	菱+香菜-黑藻+苦草群丛 <i>Trapa</i> spp. + <i>Nymp- hoides peltatum</i> - <i>Hydrilla verticillata</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	4.4	1.3	1.0	3,090	89,610	2.3
	香菜-马来眼子菜+聚草-黑藻+苦草群丛 <i>Nymphoides peltatum</i> - <i>Potamogeton malaiianus</i> + <i>Myriophyllum spicatum</i> - <i>Hydrilla verticil- lata</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	52.9	15.6	12.6	3,121	1,101,713	28.3
浮叶植物带 zone of floating hydrophyte	小 计 total	78.7	23.2	18.7	3,248*	1,705,265	43.8
	马来眼子菜-黑藻+小茨藻+苦草群丛 <i>Potamogeton malaiianus</i> - <i>Hydrilla verticillata</i> + <i>Najas minor</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	13.2	3.9	3.1	3,892	342,496	8.8
	马来眼子菜-黑藻+苦草群丛 <i>Potamogeton malaiianus</i> - <i>Hydrilla verticillata</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	76.7	22.6	18.3	1,192	609,112	15.7
	马来眼子菜群丛 <i>Potamogeton malaiianus</i>	78.7	23.2	18.7	601	315,525	8.1
沉水植物带 zone of submerged hydrophyte	小 计 total	168.6	49.7	40.1	1,127*	1,267,133	32.6
	合 计 sum total	339.3	100	80.8	1,719	3,888,149	100

* 植物带单位面积生物量 biomass of unit area of plant zone = $\frac{\text{植物带总生物量 total biomass of plant zone}}{\text{植物带总面积 total area of plant zone}}$.

表 4 鄱阳湖各生活型植物不同季节生物量的比较 (1984 年测定, 湿重)

Tab. 6 Comparison of seasonal biomass of macrophytes of various life forms in Poyang Lake (1984, wet weight)

生活型 life form	测定季节 season biomass	春季(四月) spring (Apr.)		夏季(六月) summer(Jun.)		秋季(九月) autumn(Sept.)	
		平均生物量 (克/平方米) average bio- mass(g/m ²)	全湖总生物量 (吨) total biomass (ton)	平均生物量 (克/平方米) average bio- mass(g/m ²)	全湖总生物量 (吨) total biomass (ton)	平均生物量 (克/平方米) average bio- mass(g/m ²)	全湖总生物量 (吨) total biomass (ton)
湿生植物 Hydraphyte		235	658,000	90	252,000	49*	137,200
挺水植物 Emergent hydrophyte		90	252,000	99	277,200	141	394,800
浮叶植物 Floating hydrophyte		0.42	1,176	64	179,200	100	280,000
沉水植物 Submerged hydrophyte		48	134,400	538	1,506,400	1,252	3,505,600
合计 total		373.42	1,045,576	791	2,214,800	1,542	4,317,600

* 湿生植物生物量在 11 月份出现第二个高峰期,比 9 月份生物量大得多;在冬季(1—2 月),各生活型植物的地上部分均已枯萎。

生物量在秋季最大,全湖总生物量为 280,000 吨;夏季次之,为 179,200 吨;春季生物量很小,只有 1,176 吨;冬季,植物体枯死腐烂。

4. 沉水植物 主要种类为马来眼子菜、苦草、黑藻、小茨藻、聚草、金鱼藻和大茨藻等。生物量在秋季最大,全湖总生物量为 3,505,600 吨;夏季、春季分别为 1,506,400 吨和 134,400 吨;冬季,植物体枯萎腐烂。

合理开发利用鄱阳湖水生植物资源的意见

(一) 水生植物利用的现状及其不合理现象

1. 草食性鱼类食料植物利用率低。鄱阳湖水生植物资源丰富,发展草食性鱼类潜力很大。根据武汉东湖分析资料^[8],可以看出出现在草鱼食物团中的 9 种水生植物(黄丝草、马来眼子菜、黑藻、大茨藻、菹草、苦草、金鱼藻、小茨藻和聚草),除黄丝草和菹草外,都是鄱阳湖中主要的水生植物,加上一些其它鱼的饲料植物,全湖属于草食性鱼类饵料的水生植物年生物量为 3,751,563 吨。根据陈洪达的方法计算^[3],鄱阳湖产草食性鱼类的潜力为 15,632 吨以上。但是,当前鄱阳湖的草食性鱼类产量很低,约为总渔获量的 5% 左右,即 930 吨^[4],只占其产鱼潜力的 5.95%。

2. 由于大量浮叶植物(如菱、荇菜等)和漂浮在水表的沉水植物(尤其是马来眼子菜)的枝叶覆盖于水面,影响水中光照。从而抑制作为幼鱼和滤食性鱼类饵料的浮游生物的

生长繁殖。

3. 多年来,由于对野生水生经济植物资源保护重视不够,湖中绝大多数水生经济植物渐渐衰落。如三十年前遍湖皆是野生芦苇,因过度刈割、草洲翻土灭螺(预防血吸虫病)及种植农作物、堵支并流、围垦和泥沙淤积改变江湖水位等人为了和自然的因素的影响,而渐趋减少,现仅在信江、赣江三角洲地区尚有少量分布。又如原盛产于鄱阳湖的红花子莲和白花子莲、芡实等现仅在圩堤内的一些小水体中有零星分布。湖中现存野生菱角也不多了。作为鄱阳湖最主要的经济鱼类——鲤、鲫产卵主要附着基的苔草,尽管目前的生物量还很大,但由于其分布在 13 米(黄海高程,下同)以上的洲滩上,往往成为围垦的对象,因此,苔草群丛的面积也正在逐渐缩小,部分地区,还因为过度刈割,出现了衰退的趋势。

(二) 有关草食性鱼类放养的若干问题

按每尾“四寸”草鱼种一年内增肉 1 公斤,成活率为 20%,鄱阳湖每年产草鱼 15,632 吨估算,应投放草鱼种 7,816 万尾。要达到这一放养数量,在选择放养种类时,应选择成活率较高,饵料系数较低、经济价值较高的鱼类,如团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 等^[7]。团头鲂在鄱阳湖已有分布,如能解决它的增殖,扩大其种群数量,以增加草食性鱼类的比例或采取人工放养和保护湖中鲂、鳊等能在湖中自行繁殖的草食性鱼类资源等综合措施,可以达到合理地开发利用鄱阳湖水生植物资源,提高渔产量的目的。

利用网片在浮叶植物和沉水植物密集区域进行圈养草食性鱼类也是利用湖中水生植物资源的一个办法,建议进一步试验,以解决圈养中的一些有待解决的技术问题。也可鼓励群众承包,进行圈养。

(三) 调整水生植被组成、保护和发展水生经济植物资源

目前鄱阳湖水生植被组成中,经济植物如莲、芡实、菱、芦苇等逐年减少。为充分地开发利用鄱阳湖资源,建议在保护湖中现有资源的同时,采取措施,在水位较为稳定的水体中,用人工种植的办法,逐步扩大经济植物的面积。并进行水体农业的试验研究,变单一的养殖生产为“种养并举,以种植带动养殖”,提高水体光能利用率,以达到改变过去单纯以水体中获得鱼产品的习惯,将水体建成综合性的副食品生产基地。作者 1984 年和 1985 年的试验表明,在鄱阳湖上选择一些底质肥沃、风浪较小、汛期水深不超过 3 米,周年水位差不超过 2 米的湖湾、港汊进行菱、莲、芡实等水生经济植物的种植是可行的。为了减小风浪的影响,可在与大湖接壤的湖口筑一条小堤,并用喜旱莲子草 (*Alternanthera philoxeroides*) 筑一条浮毯式消浪带。对于那些围垦后仍是十年九涝的“包袱田”,建议退田还湖,放养鱼类、种植水生经济植物,是可以获得较大的经济效益和生态效益的。

参 考 文 献

- [1] 中国淡水养鱼经验总结委员会编, 1982. 中国淡水鱼类养殖学(第二版), 44—64. 科学出版社。
- [2] 刘勋、黄致远, 1984. 江苏省湖泊水生植被的研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 8(3): 207—216.
- [3] 陈洪达、何楚华, 1975. 武昌东湖水生维管束植物的生物量及其在渔业上的合理利用问题. 水生生物学集刊, 5(3): 410—420.

- [4] 张本、王建华, 1982。鄱阳湖渔业自然资源及其保护利用的初步意见。淡水渔业, (3): 1—5。
- [5] 官少飞、郎青、张本, 1986。鄱阳湖水生植被。水生生物学报, 11(1): 9—21。
- [6] 饶钦止等, 1956。湖泊调查基本知识。41—63, 197—202。科学出版社。
- [7] 柯鸿文, 1975。一种优良淡水鱼—团头鲂的繁殖和饲养。水生生物学集刊, 5(3): 293—314。
- [8] 贺锡勤、谢洪高, 1966。武昌东湖草鱼的食性。太平洋西部渔业研究委员会第九次全体会议论文集, 6—13。科学出版社。
- [9] Likens G. E., 1976. Primary production of inland aquatic ecosystems. Primary productivity of the biosphere, 185—202, Springer—Verlag New York.
- [10] Westlake, D. F., 1963. Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.*, 38: 385—425.
- [11] Winberg, G. G., 1970. Energy flow in aquatic ecological system. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 17(1): 11—19.

BIOMASS OF MACROPHYTES OF THE POYANG LAKE WITH SUGGESTIONS OF ITS RATIONAL EXPLOITATION

Guan Shaofei Lang Qing and Zhang Ben

(Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang)

Abstract

This paper presents the results of investigations on the macrophytes in Poyang Lake, carried out in 1983—1984. Data on biomass, based on sampling along 22 transects (involving 4 habitat zones, 9 plant associations, and 199 sampling points), are presented, and a comparison is made for the middle and the lower Yangtze Basin. The conditions in relation to the biomass and seasonal changes for the plants of different ecological types have been analysed and discussed.

Poyang Lake covers an area of about 2800 km². It has a peak average biomass of 1542 g/m² (wet weight) during August–September. The biomass of *Potamogeton malaianus*, *Vallisneria spiralis* and *Hydrilla verticillata* accounts for 71.5% of the total.

Annual production of aquatic vegetation in the entire lake area amounts to 4,317,600 metric tons in wet weight or 1.3×10^{12} kcal. The macrophytes suitable for fish consumption account for 86.9% of the total biomass. The capacity of herbivorous fish production is estimated at 15632 metric tons.

Suggestions on rationally exploiting and utilising the resources of macrophytes in the lake, such as stocking phytophagous fish, readjusting the composition of the aquatic vegetation, protecting and planting economic aquatic plants, are presented.

Key words Poyang Lake, biomass, aquatic vegetation, macrophytes