

太湖水生维管束植物及其合理开发利用的调查研究

鲍建平 缪为民 李劫夫 张洪宝

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 无锡)

摘 要 根据1933年对东太湖6个断面, 22个采集点的采样结果, 以及利用卫星遥感测绘太湖水草分布图表明: 东太湖沉水植物平均生物量为湿重 $689\text{g}/\text{m}^2$, 资源量约7.72万t (或能量 2.32×10^{10} 千卡), 优势种为苦草48.2%, 马来眼子菜32.9%, 其次为轮叶黑藻、聚草和小眼子菜等。西太湖沉水植物主要分布于竺山湖、杨湾一带, 资源量约3.93万t (或能量 7.59×10^9 千卡)。挺水植物、东太湖主要为菰, 生物量 $5.275\text{kg}/\text{m}^2$, 面积约7.5万亩, 资源量约26.4万t (或能量 7.92×10^{10} 千卡)。芦苇主要分布于西太湖沿岸, 面积约1.4381万亩, 生物量 $6.9\text{kg}/\text{m}^2$, 资源量约3.62万t (或能量 1.99×10^{10} 千卡)。太湖水生植物的覆盖度约8%。文中讨论了近10年来太湖水生维管束植物的种、量变化, 以及与螺类密度的关系和渔业利用等问题, 并对合理利用太湖水生植物资源提出建议。

关键词: 水生维管束植物, 生物量, 资源量, 渔业利用

中图分类号: S917.3

引 言

国内外许多资料表明, 水生维管束植物 (以下简称水生植物) 在发展农业、渔业, 畜牧业和保护水域环境方面都具有一定的意义^[2, 3, 9, 10]。水生植物作为湖泊中的初级生产者, 为水体中的部分鱼类、底栖动物、浮游动物等提供饵料和栖息、繁殖场所, 并能影响水域中部分理化因子和净化水质, 它在淡水生态系统中具有极其重要的作用^[11, 12, 13]。因此, 调查了解湖泊中水生植物的种类和生物量演变, 对研究湖泊生态系功能、生产力以及预测草食性鱼类的生产潜力、合理开发利用水生植物资源等有着重要意义。

太湖面积约320万亩, 是一个以饮用水水源、灌溉和蓄水为主, 兼顾养鱼及旅游等的多功能大型中——富营养型浅水湖泊。其水生植物主要分布在东太湖, 其它仅见于少数湖湾和沿岸区。关于太湖水生植物的研究, 最早首推曲仲湘(1948)^[4], 他对太湖无锡境内鼋头渚附近的湖岸、湖滨及湖面的水生植物进行了调查, 描述了水生植物植被和生物量概括, 并将植被分为芦苇带、浮叶根生植物带、沉水根生植物带以及浮生植物带。1960年中国科学院南京地理研究所亦对太湖的水生植物进行了全面调查, 论述了其种类、分布、产量以及与环境因

收文日期: 1991—04—26

* 本文承大连水产学院何志辉教授审阅并提出宝贵意见, 谨此深表谢意。

量数据，来衡量它们的位置（表1）

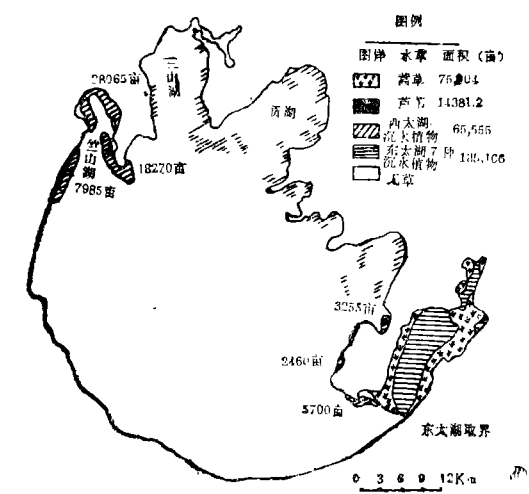


图 2 利用美国陆地卫星TM遥感信息测析太湖水草分布图
Fig.2 Macrophytes distribution map in Taihu Lake measured and analyzed based on the information from remote sensin9 of USA Land Satellite TM.

表 1 东太湖沉水植物群落的主要种类(1988)
Tab. 1 Main species composition of the community of submerged vegetation in East Taihu Lake (1988)

植 物 种 类	占总生物量的百分比 (%)	频 度
species	percentage in total biomass	frequency
苦 草	48.2	100
马来眼子菜	32.9	70
轮叶黑藻	9.9	90
聚 草	4.4	60
金 鱼 藻	0.3	30
小眼子菜	4.3	70
小 茨 藻	—	5

优势种变化不大，这表明近10年来，东太湖沉水植物的生长条件比较稳定。

2.1.2 西太湖 本区的水生植物种类和产量要远低于东太湖。优势种是芦苇，其次为苦草、聚草和马来眼子菜。芦苇生长在由岸线至水深1.4m以内的区域，几乎遍布石堤外的所有岸线，且生长茂盛，构成明显的芦苇带（见图2），面积约14380亩。苦草主要分布在竺山湖区的大、小陈湾，西湾和马山的雁门、耿湾一带，水深2m以内，距岸线500m以内区域，面积约54330亩（见图2）。杨湾是西太湖另一个苦草主要分布区，建群种类有苦草、轮叶黑藻、牛毛毡、马来眼子菜、小眼子菜、聚草、小茨藻。植被带可分为苦草——牛毛毡+马来眼子菜和苦草+牛毛毡群丛以及苦草带，面积约11415亩（图3，图2）。

由表1可见，组成东太湖沉水植物植被的种类是苦草和马来眼子菜，次优势种为轮叶黑藻、聚草和小眼子菜，与1981年资料相比⁽²⁾，

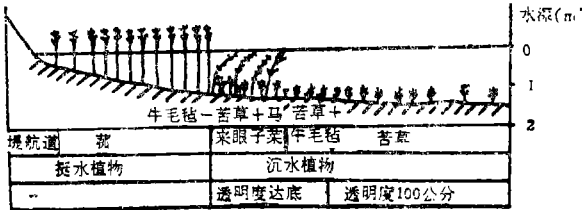


图 3 太湖杨湾区植被图
Fig.3 Macrophytes distribution map in Yan9wan, Taihu Lake

聚草主要分布在东岸由牡丹港至凌咀一带，但除牡丹港、胥口港湖面相对较集中外，其它地方均为零星分布。马来眼子菜、金鱼藻等其他沉水植物则零散分布于东、西两岸，以东岸稍多。

2.2 生物量和覆盖度

生物量的测定，不仅是作为研究群落结构的基础，更重要的是给人们提供了该群落在水

体生物生产力中所起的作用。1988年,东太湖沉水植物平均生物量为湿重 689g/m²,资源量为 7.72 万 t (或能量 2.32 × 10¹⁰ Kcal),其中苦草占 48.2%,马来眼子菜 32.9%,其次为轮叶黑藻、聚草和小眼子菜等(表 2a)。与 1981 年相比^[2],生物量约增长了 41%,优势种组成变化不大,但所占比重明显增加(表 2b)。这似乎表明,目前的东太湖水环境,更有利于苦草和马来眼子菜的发展。根据曹萃禾(1981)的资料^{注(2)},东太湖年水草捞取量约 8 万 t,故东太湖沉水植物年产量约 15.72 万 t (或 4.72 × 10¹⁰ Kcal)。

西太湖沉水植物,竺山湖一带生物量为 400g/m²,资源量约 1.45 万 t (或 4.35 × 10⁹ Kcal) 杨湾一带生物量为 332g/m²,资源量约 2.53 万 t (或 7.59 × 10⁹ Kcal)。这样,西太湖沉水植物的总资源量约 3.98 万 t,年产量(P/B 系数取 1.25)^{注(2)(13)},为 4.98 万 t (或 1.49 × 10¹⁰ Kcal)。

表 2a, 东太湖沉水植物断面生物量比较(1988年、湿重克/米²)
Tab. 2a, Comparison of submerg ed vegetation biomass of different transects in East Taihu Lake (1988, wet weight g/m²)

种 类 Species	断面 transects						合 计 平 均 total average	占总生物量的百分 比(%) percentage in total biomass	频 度 frequency	
	I	II	III	IV	V	VI				
	测点数 Sampling Points									
	3	3	4	4	4	4				
苦 草 <i>Vallisneria spiralis</i>	411	248	503	224	483	122	1994	332	48.2	100
马来眼子菜 <i>Potamogeton malaiianus</i>	28	120	18	327	328	542	1333	227	32.9	70
轮叶黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	29	52	29	66	42	187	405	68	9.9	93
聚 草 <i>Myriophyllum spicatum</i>	7	23	2	42	63	45	182	30	4.4	60
金 鱼 藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>	2	0	1	5	1	2	11	2	0.3	30
小眼子菜 <i>Potamogeton pusillus</i>	1	14	2	70	22	71	180	30	4.3	70
小 茨 藻 <i>Najas minor</i>	0	2	0	0	0	0	2	—	1	5
断面生物量 transects biomass	478	459	555	734	942	969	4137	689	100	

挺水植物,东太湖主要为菰,平均每 m² 约 39 株,湿重 5.275 kg,面积约 7.5 万亩,则东太湖共计约有菰 19.5 亿株,总生物量约 26.4 万 t (或 7.92 × 10¹⁰ Kcal)。芦苇主要分布在西太湖沿岸,面积约 1.4380 万亩,生物量为 6.9 kg/m²,总生物量约 6.62 万 t, (或 1.99 × 10¹⁰ Kcal),与 1981 年相比^[1],约减少了 1 万 t 左右。

覆盖度亦是了解群落结构的一个定量特征,我们使用卫星遥感解释图所示面积来计算,太湖水生植物覆盖度约为 8%,这个值与其它湖泊相比^[3,12],显然是非常低的。并且全湖水草分布也很不均匀,东太湖基本布满水草,导致在夏天水草生长旺季时湖中行船困难,而西太湖水草量却比东太湖少得多,致使受风浪影响,湖水浑浊,影响藻类光合作用效率^[8]。

2.3 水生植物生物量与底栖动物密度的关系

太湖习见底栖动物有 50 种,主要是黄蚬和水丝蚓及光滑狭口螺^{注(4)}。底栖动物的分布与

表 2b, 东太湖沉水植物断面生物量比较 (1981年, 湿度克/米²)
Tab2b, Comparison of submerged vegetation biomass of different transects in East Taihu Lake
(1981, wet weight g/m²)

种 类 Species	断 面 transects											合 计 total	平 均 值 average	占 总 生 物 量 的 百分比 (%) percentage in total bio-	频 度 frequency
	测点数 Sampling points														
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI				
苦 草 <i>Vallisneria spiralis</i>	67	103	135	135	202.5	240	146	106.5	97.5	116.5	147.4	134	27.5	95	
马来眼子菜 <i>Potamogeton malayanus</i>		10	20	6.5	95	80.5	246.5	300	251	280	1348	122.5	25.2	64	
轮叶黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	22	17	50	65.5	110	54.5	117.5	95.5	44	85.5	42.5	702	64	74	
聚 草 <i>Myriophyllum spicatum</i>	17	17		20	35	20	22	10.5	84.5	87.5	100	413.5	37.6	45	
金 鱼 藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>		25		5	2.5		70					80	7.3	10	
轮 藻 <i>Chara sp.</i>		20	50	30	15	20	20	75	97.5	212.5	540	49	10.0	36	
牛 毛 毡 <i>Heliocharis yokoscensis</i>		5	5	2.5	2.5	2	2.5					19.5	1.8	14	
小眼子菜 <i>Potamogeton pectinatus</i>		15		2.5				10	52	125	204.5	18.6	3.8	12	
小 茨 藻 <i>Najas minor</i>		10	25	15		2.5			5	2.5	85	7.7	1.7	19	
狸 藻 <i>L. tricholirion aurea</i>									7	2.5	9.5	0.9	0.2	1	
野 芥 苳 <i>Eleocharis plantaginiformis</i>		10	75	32.5	11.5	82	132	107.5	450.5	41	8.3	40		40	
菹 草 <i>Potamogeton crispus</i>		5						30			35	3.2	0.5	1	
断面生物量 transects biomass	106	137	212.5	318.5	425	482	517	627.5	732	815	989	5362	487.4	100	

水生植物的疏密有着密切的关系,水生植物多的地带往往寡毛类、水生昆虫数量亦多。而黄蚬的密度则不受水生植物多寡的影响,其相关系数 $r = 0.09$ ($n = 97$),但水草却是螺类栖息和繁殖的良好场所,螺类密度与水草生物量之间的关系式为:

$$Y = -22 + 1.3X \quad r = 0.97 (n = 0.78)$$

式中: Y 为螺类密度,个/ m^2 。 X 为水草密度, g/m^2 。

呈显著正相关,当水草每增加 $1g$ 时,螺类密度相应增加 1.3 个/ m^2 。

2.4 沉水植物的渔业利用

太湖沉水植物中,有很多是草食性鱼类的适口饵料。据武昌东湖分析资料表明,出现在草鱼食物团中的有9种水生植物(黄丝草、马来眼子菜、轮叶黑藻、大茨藻、菹草、苦草、金鱼藻、小茨藻和聚草)⁽⁶⁾,这些基本上是太湖的优势种,其中苦草、轮叶黑藻尤为团头鲂和草鱼喜食,这为充分发展太湖渔业提供了一定的物质基础。

根据陈洪达(1975)所提出的 $F = \frac{B \cdot P/B \cdot T}{K}$ 和 $X = \frac{B \cdot P/B \cdot T}{K \cdot W \cdot S}$ 来估算太湖草食性鱼

类的生产潜力和鱼种放养量⁽²⁾。

式中: F 为沉水植物可提供的鱼产力(t); B 为沉水植物的现存量,约 11.7 万 t ; P/B 为 P/B 系数,取 1.25 ⁽²⁾⁽¹³⁾;

T 为沉水植物的利用率 50% ; K 为草食性鱼类的饵料系数,以湿重 $50kg$ 计; W 为平均每尾鱼的净增肉量,以 $1kg$ 计; S 为放养鱼类成活率 30% 。

将上列数值代入上式,即太湖每年沉水植物的鱼产力约为 $1463t$,平均每亩约 $0.5kg$ 。每年草食性鱼类的放养量约 490 万尾。由于太湖的沉水植物主要集中在东太湖,所以东太湖可每年适量投放一些草鱼和团头鲂鱼种,而西太湖因水草资源贫乏,故不宜投放草食性鱼类。

2.5 保护和发展太湖水生植物资源的几点建议

如前所述,太湖水生植物的资源量和覆盖度与其它湖泊相比显然是非常低的。因此人为干预恢复湖区水生植被,建立水域环境的良性循环,乃是发挥太湖水体生物生产力的关键。这就必须从生态学观念考虑,大力种植水生植物,促使水生植被尽快得以恢复。针对太湖现状,我们建议从以下几方面着手,使太湖生态系统趋于良性循环:

1) 建立水生植物禁割期、区和常年保护区,使水生植物有生长的时间和条件。

2) 针对太湖水浅,风浪易影响水生植物固定的特点,可用漂浮植物做成浮毯式消浪带,并在其中人工栽培根系较发达的沉水植物,建立水下牧场。

3) 大力发展水生经济植物种植业,既改善水环境条件又提高经济收入。

注(4) 缪为民等1989,太湖底栖动物现代及其评价(手稿)

参 考 文 献

- 1 中国科学院南京地理所. 太湖综合调查初步报告. 北京: 科学出版社, 1961: 51~57
- 2 陈洪达等. 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, 1975, 1(3): 410~419
- 3 陈洪达. 武汉东湖水生维管束植物群落的结构和动态. 海洋与湖泊, 1980, 11(3): 25~283
- 4 曲仲湘. 无锡太湖初次实习报告. 科学世界, 1948, 17(12): 430~438
- 5 欧斯汀, H·J (吴中论译). 植物群落的研究. 北京: 科学出版社, 1962: 50~72
- 6 贺锡勤等. 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, 1966: 6~13
- 7 雅罗申科, И.И. (李健同等译). 植被学说原理. 北京: 科学出版社, 1970: 3~48
- 8 鲍建平等. 太湖浮游植物初级生产力及鱼产力估算. 淡水渔业, 1984, 5: 1~5
- 9 Cook, C.D.K. Water plants of the world. 1974: 161
- 10 Fassett, N.C. A manual of aquatic plants. McGraw-Hill Book Company, 1940: 343~358
- 11 Haniffa, M.A. et. Morphometry, Primary productivity and energy flow in tropical pond. Hydrobiologia, 1978, 59(1): 23~48
- 12 Vollenweider, R.A. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook 12. Blackwell Scientific Publication Oxford. 1971: 213
- 13 Winberg, G.G. Energy flow in aquatic ecological system. Pol. Arch. Hydrobiologia, 1970, 17(1): 11~19

Preliminary Study on the Aquatic Weeds of the Tai Lake and Their Rational Development and Utilization

Bao Jianpin, Miao Weimin, et al

(Freshwater Fisheries Research Centre, Chinese Academy of Fisheries Sciences)

Abstract According to the result of sampling at 22 points on 6 transections of the eastern Tai Lake in 1988, and the distribution map of aquatic weeds in the Tai Lake by use of satellite remote sensing, the estimated biomass of submergent aquatic weeds in east the Tai Lake was 689.0g/m² in wet weight, the total estimated resource was 77,200 tons (equivalent to 2.32×10^{10} Kcal energy). The dominant species were *Vallisneria spiralis* L., accounted for 48.2% of the total biomass, *Potamogeton malainus* Mig., accounted for 32.9%, the rest were *Hydrilla verticillata* Royle, *Myriophyllum spicatum* L. and *Potamogeton pusillus* etc., in the western Tai Lake, submergent aquatic weeds mainly distributed in the Zhushan Lake and Yangwan (part of Lake Taihu). The estimated resource was 39 800 tons (equivalent to 7.5×10^9 Kcal). The dominant species were *Vallisneria spiralis* L. and *Hydrilla verticillata* poyle. The dominant emerged aquatic weed in the

eastern Tai Lake was *Zizania caduciflora* Hand-Mazz, with the average biomass of 5.275 kg/m², which covered the area of 5000 ha, the total estimated biomass was about 264,000 tons (equivalent to 7.92×10^{10} Kcal). therefore, *Phragmites communis* Trin. was the dominant emerged aquatic weeds distributed along the west bank of the Tai Lake; it covered the area of about 959 ha; the average biomass was 6.5 kg/m², the estimated resource was 66,200 tons (equivalent to 1.99×10^{10} Kcal). The area covered with aquatic weeds accounted for 8% of the total area of the Tai Lake. The changes of species composition and biomass of aquatic weeds in the Tai Lake in the past 10 years were also discussed. The discussion on the relationship between the density of snails and biomass of aquatic weeds and fisheries utilization to the weeds were also involved. Finally, suggestions regarding the rational utilization of aquatic weeds in the Tai Lake were proposed.

Keywords: Aquatic weeds, Biomass, Resource, Fisheries utilization