

梁子湖六种沉水植物种群数量和生物量周年动态

陈中义¹ 雷泽湘¹ 周 进² 文凤春¹ 陈家宽³

(1 湖北农学院, 荆州 434103; 2 武汉大学生命科学院, 武汉 430072;

3 复旦大学生物多样性科学研究所, 上海 200433)

摘要: 研究了梁子湖子湖之一满江湖的六种沉水植物种群数量和生物量在 1997.3—1998.3 的月动态。结果表明: 满江湖沉水植物群落中, 优势种为黄丝草、金鱼藻和穗状狐尾藻; 六种沉水植物种群最大密度、最大单位面积生物量出现的月份各不相同, 但两者变化的趋势一致。黄丝草、穗状狐尾藻种群为增长型种群, 金鱼藻、苦草、黑藻种群稳定发展, 菹草种群有衰退的趋势。沉水植物群落的最大生物量达到 $4676\text{g}/\text{m}^2$ (鲜重, 10 月), 总水草的最大密度为 $1865\text{枝}/\text{m}^2$ (11 月)。根据 1997 年 3—12 月植物生长期内的数据, 拟合出了六种沉水植物和总水草的生长模型方程。

关键词: 沉水植物; 种群数量; 生物量; 周年动态; 梁子湖

中图分类号: Q948.8 文献标识码: A 文章编号: 1000—3207(2000)06—0582—07

梁子湖位于东经 $114^{\circ}34'$, 北纬 $30^{\circ}19'$, 系中国第十三大淡水湖, 湖北省第二大湖, 湖泊实际面积为 227.15km^2 。整个梁子湖由高塘湖、满江湖、前江大湖和中湖组成, 沉水植物构成了最主要的群落, 覆盖面积大^[1]。在湖泊中沉水植物是草食性鱼类的重要饵料, 是底栖动物和鱼类重要的栖息、繁殖场所, 对水质、浮游植物等也具有重要影响。王祖熊提供了梁子湖湖沼学资料^[2], 王卫民等研究了梁子湖水生植被^[1]。研究了梁子湖主要沉水植物种群数量和生物量的年动态, 这有利于合理放养、投料管理和持续发展, 为梁子湖综合高效利用, 建立团头鲂种质基地提供基本资料。

1 工作方法

1.1 调查对象 以在梁子湖广泛分布的六种沉水植物为调查对象, 它们分别是黄丝草 (*Potamogeton maackianus* A. Benn.)、菹草 (*P. crispus* L.)、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum* L.)、苦草 (*Vallisneria spiralis* L.)、黑藻 (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle)、穗状狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum* L.)。

1.2 地点及方法 在对梁子湖全面踏勘的基础上, 选取梁子湖的一个子湖——满江湖作为详细的研究地点。满江湖面积约为 15km^2 , 约占全湖面积的 6.95%, 自 1997 年 3 月至

收稿日期: 1998—12—17; 修订日期: 2000—03—15

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(39893360)、国家攻关项目专题(95—008—01—03)和淡水生态与生物技术国家重点实验室项目(9702E2)资助

作者简介: 陈中义(1965—), 男, 湖北省蕲春县人, 现任湖北农学院副教授, 主要从事保护生物学研究

1998 年 3 月, 每月下旬赴满江湖调查取样。全湖共设 6 个断面, 30 个采样点 (图 1)。用自制的面积为 0.1885m^2 的采草器采取水草, 并测量水深和透明度。每次采取的水草立即分清种类, 洗净, 去掉枯根叶, 称其鲜重, 然后计数每一种植物的枝数 (苦草按每一叶计数), 由于在实际取样时, 水生植物的枝条有少数折断, 故计数时对明显折断的枝条, 予以折算成一枝标准枝条 (以同期完整的枝条作对照) 来计数。部分样品带回实验室烘干后称干重。

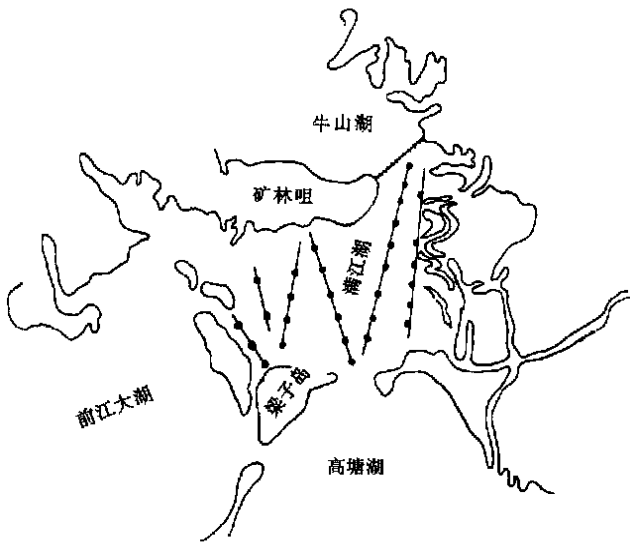


图 1 满江湖水生植物采样点及断面分布

Fig. 1 The distribution of sampling sites and transects of aquatic macrophytes in Manjiang Lake

2 结果

2.1 水深、透明度月变化和均值

满江湖水深和透明度的变化如

图 2 所示, 全年水深的变化幅度为 $1.20\text{--}2.89\text{m}$, 平均水深 2.04m 。湖水清澈, 透明度的变化幅度为 $0.97\text{--}1.42\text{m}$, 平均 1.06m 。比较 1998 年 3 月和 1997 年 3 月水深、透明度的数据, 两者相差甚大。1998 年 3 月水深达 2.38m , 比上年同期上涨 1.18m ; 透明度为 0.45m , 比上年同期下降 0.39m 。随着 1998 年特大汛期的逐渐来临, 梁子湖水生植物在 1998 年的生长期中, 将面临高水位和低透明度的不良影响。

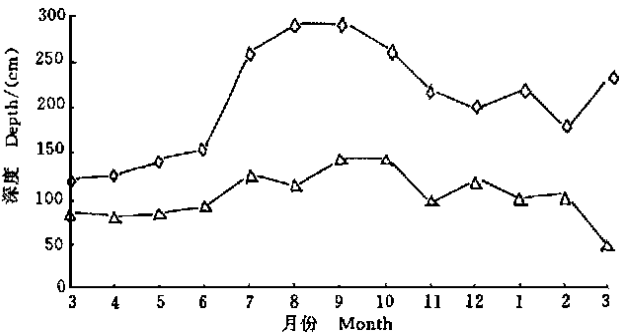


图 2 梁子湖满江湖水位和透明度的月变化 (1997. 3—1998. 3)

Fig. 2 Monthly changes of the water depth and Secchi transparency in Manjiang Lake
—◇— 水深 Water depth —△— 透明度 Secchi transparency

2.2 六种沉水植物种群密度的月变化

六种沉水植物种群密度的月变化见表 1。比较这六种植物, 黄丝草种群密度一直占优势, 其次为金鱼藻; 而苦草、菹草、黑藻、穗状狐尾藻的种群密度较低。六种植物种群密度随时间进程的变化趋势可分为三种不同的类型: 1) 黄丝草、穗状狐尾藻的种群密度在

1997 年 3 月(初春)至 1997 年 11 月(初冬)的生长季节内基本上呈上升趋势,冬季(12 月至 1 月)种群密度有所降低,随后种群密度又开始回升。至 1998 年 3 月,种群密度在高于上年同期水平的基础上继续上升。黄丝草种群最大密度出现在 11 月,最小密度在 1 月;穗状狐尾藻种群最大密度出现在 10 月,最小密度在 3 月。根据上述的变化趋势,说明黄丝草、穗状狐尾藻种群属于增长型的种群。黄丝草和穗状狐尾藻皆为多年生能越冬的植物,即使在冬季有部分枝条死亡,但地下部分仍能缓慢发出新枝;两者均能产生一定数量的种子,春季种子萌发成实生苗,也能增大种群的密度。2) 金鱼藻、苦草、黑藻均为一年生植物,不能越冬,其种群密度变化趋势基本一致。自 1997 年 3 月开始,种群密度开始逐渐上升,当达到最大种群密度后,开始逐渐降至起始密度,或低于起始密度。金鱼藻种群最大密度出现在 6 月,最低密度在 1 月;苦草种群最大密度出现在 9 月,1—3 月种群密度最低;黑藻种群最大密度出现在 8 月,冬季和早春种群密度一直最低。金鱼藻,黑藻和苦草为稳定发展的种群。3) 菹草为冬春季生长,夏季死亡,其种群密度在 3 月最大,以后逐渐下降,至 6 月份种群密度为 0。11—12 月份以后,种群密度又开始回升,但注意到 1998 年 3 月种群密度比去年同期下降了 48 枝/ m^2 ,说明菹草种群在群落中正在逐渐衰退。总水草密度的月变化和黄丝草种群密度的月变化趋势基本一致,说明其直接受到黄丝草种群密度的影响。从上述结果还可看出,满江湖沉水植物群落的六个主要种,在一年的生长期

内,其种群最大密度出现的月份是不相同的,它们彼此互相错开。

表 1 梁子湖(满江湖区)沉水植物种群密度的月变化(枝或叶/ m^2)

Tab. 1 Monthly changes of population density of submerged macrophytes in Manjiang Lake (branch or leaf/ m^2)							
月份	黄丝草	穗状狐尾藻	金鱼藻	苦草	黑藻	菹草	总水草
Months	<i>P. maackianus</i>	<i>M. spicatum</i>	<i>C. demersum</i>	<i>V. spiralis</i>	<i>H. verticillata</i>	<i>P. crispus</i>	Total grass
3	1111	1.2	36	0	0	66.0	1216
4	1067	2.3	71	0	0	42.5	1183
5	935	9.4	181	16	7.4	12.4	1161
6	965	10.4	337	33	5.7	0	1352
7	963	21.4	267	62	14.4	0	1329
8	1665	18.9	205	61	59.6	0.2	2010
9	1383	30.9	131	106	5.5	0	1656
10	1567	66.3	56	75	2.8	2.0	1769
11	1766	36.4	17	42	3.2	0.5	1865
12	621	21.7	15	33	0.2	8.0	699
1	453	21.2	1	0	0.4	13.4	489
2	976	27.8	10	0	0.2	19.9	1033
3	1782	37.7	25	0	0	18.0	1862

2.3 六种沉水植物的生物量动态和生长模型

表 2 显示梁子湖(满江湖区)大型水生植物生物量的周年动态(1997—1998 年度)。可以看出,黄丝草是梁子湖的主要优势种,其周年生物量变化相对较小;其次为金鱼藻和穗状狐尾藻,在总水草的生物量中也各占有一定份额;早春的时候,菹草的生物量占总水

草生物量的比例仅低于黄丝草, 而高于其它水生植物; 苦草、黑藻和其它水草在全年的生物量都较低, 处于次要地位。六种沉水植物生物量的月动态变化趋势、生物量出现最大值和最小值的月份与各自的种群密度变化相一致, 只有金鱼藻有所不同, 金鱼藻种群最大密度在 6 月, 而其最大单位面积生物量出现在 7 月。

表 2 梁子湖(满江湖区) 沉水植物生物量月动态($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, wet weight)
Tab. 2 Monthly dynamics of the submerged macrophytes biomass in Manjiang Lake

月份	总水草	黄丝草	穗状狐尾藻	金鱼藻	苦草	黑藻	菹草	其它草
M onths	Total grass	<i>P. maackinus</i>	<i>M. spicatum</i>	<i>C. demersum</i>	<i>V. spiralis</i>	<i>H. verticillata</i>	<i>P. crispus</i>	Other grass
3	2430	1929(79. 4) *	15(0. 6)	78(3. 2)			407(16. 7)	1(0. 1)
4	1946	1362. 1(70. 0)	14. 3(0. 7)	190. 5(9. 8)			377. 9(19. 4)	1. 2(0. 1)
5	2808	1780. 2(63. 4)	76. 4(2. 7)	869. 0(30. 9)	17. 8(0. 6)	14. 4(0. 5)	47. 4(1. 7)	2. 8(0. 2)
6	3502	1416. 9(40. 5)	68. 3(2. 0)	1913(54. 6)	73. 4(2. 1)	10. 0(0. 3)		20. 4(0. 5)
7	4163. 5	1208(29. 0)	310. 9(7. 5)	2496. 6(60. 0)	134. 2(3. 2)	13. 8(0. 3)		
8	4187	2109. 2(50. 4)	165(3. 9)	1671. 1(39. 9)	74. 4(1. 8)	94. 8(2. 3)	0. 2(0)	72. 3(1. 7)
9	4367. 2	2904. 4(66. 5)	397. 5(9. 1)	874. 1(20. 0)	181. 4(4. 2)	9. 8(0. 2)		
10	4676	3308. 4(70. 8)	962. 9(20. 6)	260. 4(5. 6)	113. 2(2. 4)	4. 7(0. 1)	5. 6(0. 1)	20. 8(0. 4)
11	4079. 1	3486. 8(85. 5)	428. 7(10. 5)	66. 1(1. 6)	90. 9(2. 2)	5. 5(0. 1)	1. 1(0. 1)	0
12	2600. 2	2118. 3(81. 5)	295. 6(11. 4)	82. 4(3. 2)	88. 4(3. 4)	0. 2(0. 1)	15. 3(0. 4)	0
1	1312. 05	1142. 6(87. 1)	148. 1(11. 3)	1(0. 1)		0. 05(0)	20. 3(1. 5)	0
2	3666. 22	3083. 8(84. 1)	446. 8(12. 2)	75. 7(2. 1)		0. 02(0)	59. 9(1. 6)	0
3	3573. 8	3166. 5(88. 6)	284. 6(8. 0)	81(2. 3)			41. 7(1. 1)	0

* 括号内数据为各种水草占总水草的百分率 The data in the curves shows the percentage of each plant biomass and total grass biomass

根据表 2 的数据, 可分别拟合出六种沉水植物在主要生长时间内(3—12 月, 菹草例外) 的生长模型方程, 方程以水草的生物量($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 湿重) 与时间(t , 月) 来构建, 分别如下:

黄丝草:

$$\text{BMPM} = 1397.46 - 0.81t + 11.95t^2$$

$$r = 0.6752$$

金鱼藻:

$$\text{BMCD} = 24.52e^{-0.07(t-7)^2}$$

$$r = 0.9520$$

穗状狐尾藻:

$$\text{BMMS} = 148.05 / (1 + 216.79e^{-t})$$

$$r = 0.8644$$

苦草:

$$\text{BMVS} = 141.97 / (1 + 946.05e^{-t})$$

$$r = 0.9443$$

黑藻:

$$\text{BMHV} = 87.38 - 17.36(t-8)^{\frac{1}{9}} - 63.73(t-8)^{\frac{2}{9}}$$

$$r = 0.8130$$

菹草:

$$\text{BMPC} = 0.0033t^{4.66}$$

$$t \text{ 的取值为实际月份加 } 6, \text{ 以 } 1997 \text{ 年 } 10 \text{ 月份为起点至次年 } 5 \text{ 月}, r = 0.8133$$

总水草:

$$\text{BM}_{\text{total}} = 1470.35e^{0.43t}$$

$$r = 0.6460$$

上述方程回归关系显著, 可靠性为 95%—99%。

2.4 六种沉水植物频度的月变化

由表 3 可见, 黄丝草和金鱼藻在一周年始终有高的频度(金鱼藻在 1998 年 1 月除外), 穗状狐尾藻频度增大的趋势明显, 菹草的频度具有下降的趋势, 苦草、黑藻以及一些

其它的水生植物频度较低。

表 3 梁子湖(满江湖区) 沉水植物频度月变化(%)

Tab. 3 Monthly changes of the submerged macrophytes frequency in Manjiang Lake							
月份	黄丝草	穗状狐尾藻	金鱼藻	苦草	黑藻	菹草	其它草
Months	<i>P. maackianus</i>	<i>M. spicatum</i>	<i>C. demersum</i>	<i>V. spiralis</i>	<i>H. verticillata</i>	<i>P. crispus</i>	Other grass
3	96.97	10	93.33			60	
4	96.67	26.6	80			66.7	3.3
5	93.33	36.67	100	13.33	26.67	33.33	3.33
6	93.33	50	100	10	26.67		3.33
7	93.33	46.67	100	30	30		3.33
8	90	50	93.33	23.33	40	3.33	6.66
9	100	70	96.67	20	20		
10	96.67	90	90	16.67	20	20	
11	93.33	80	73.33	20	23.33	10	
12	90	83.33	60	16.67	3.33	26.67	
1	80	40	13.33		6.67	26.67	
2	96.43	67.86	57.14		3.57	35.71	
3	96.67	76.67	83.33			26.67	

2.5 六种沉水植物重要值的月变化

满江湖六种主要沉水植物构成了一个植物群落。在这个群落中, 各物种在群落结构

表 4 梁子湖(满江湖区) 沉水植物群落中各物种的重要值月变化(%)

Tab. 4 Monthly changes of important values of 6 species in the submerged macrophytes community in Manjiang Lake						
月份	黄丝草	穗状狐尾藻	金鱼藻	苦草	黑藻	菹草
Months	<i>P. maackianus</i>	<i>M. spicatum</i>	<i>C. demersum</i>	<i>V. spiralis</i>	<i>H. verticillata</i>	<i>P. crispus</i>
3	207.95	4.55	42.05	0	0	45.21
4	195.65	10.66	45.04	0	0	47.42
5	174.33	15.49	79.11	6.4	9.85	13.63
6	144.8	20.36	114.85	8.03	10.11	0
7	132.22	24.45	113.05	17.81	11.3	0
8	162.57	21.18	80.51	12.41	18.26	1.09
9	182.6	33.8	59.46	17.06	7.08	0
10	188.35	51.79	35.73	11.64	6.25	6.24
11	211.24	39.13	26.98	11.17	8.09	3.39
12	202.48	44.23	26.7	14.1	1.24	11.25
1	227.7	39.63	8.29	0	4.08	20.3
2	215.51	40.92	24.94	0	1.37	17.26
3	218.38	37.04	33.03	0	0	11.55

* 重要值(IV) = 相对密度(RD) + 相对湿重(RW) + 相对频度(RF)

配置上具有不同的特点。黄丝草、苦草、黑藻可单种存在或杂合占据水体中下层; 金鱼藻

和穗状狐尾藻则杂合占据水体中上层;菹草单种或杂合占据水体中上层。根据表 4 各物种重要值的月变化,可看出黄丝草的重要值一直保持最高,说明黄丝草始终是群落中主要的优势种。菹草在早春也有较高的重要值,是早春群落的优势种。金鱼藻和穗状狐尾藻的重要值随着季节的变化,发生了较明显的变化。3—4 月,群落的优势种为黄丝草—菹草—金鱼藻;5—9 月,群落的优势种为黄丝草—金鱼藻;1997 年 10 月至 1998 年 2 月,群落的优势种为黄丝草—穗状狐尾藻。群落中这种优势种的季节性演替,一方面和物种本身的生物学特性密切有关,另一方面则是为了避免彼此的生态位重叠,减少竞争的发生。从表 4 还可看出,苦草、黑藻在群落中处于次要地位。

3 讨论

水生植物种群数量会受到水深及透明度的影响,梁彦龄等研究保安湖大型水生植物生物量与水深(Z)及透明度(Z_{SD})的关系时,指出当 Z/Z_{SD} 超出 2.50—5.59 时,有关的水草将不能生存^[3]。在梁子湖的满江湖区域,1997 年 3 月至 1998 年 2 月, Z/Z_{SD} 为 1.43—2.56,没有超出上述标准,故当年该湖水草丰茂。但必须注意到 1998 年 3 月份, Z/Z_{SD} 已达 5.26,特别是前江大湖等区,水深要高出满江湖 1m 以上,透明度也低些,这将会影响黄丝草、苦草等绝大部分水草的生长,甚至生存也将受到威胁。因此,为了保证沉水植物的正常生长,梁子湖应注意适时开闸放水,控制湖中维持适当的水位高度。

五十年代末、六十年代初,陈洪达测定了武昌东湖、洪湖、望天湖、花家湖、石头湖、东太湖等湖泊的沉水植物群落生物量^[4],苏泽古等计算了保安湖主体湖、扁担塘、桥墩湖、西凉湖、伯凉湖沉水植物生物量的月变化。梁子湖子湖满江湖沉水植物生物量和以上湖泊比较来看,要高于绝大部分湖泊,仅略低于桥墩湖。比较明显不同的是这些湖泊中,沉水植物群落中的优势种不一样,这是由于群落演替的阶段不一样和生境的异质性造成的。梁子湖沉水植物的主要优势种为黄丝草,其次为金鱼藻、穗状狐尾藻和菹草。王卫民等把整个梁子湖沉水植物划分为九个群落,并计算了每一群落单位面积生物量。满江湖区沉水植物群落(黄丝草+穗状狐尾藻+金鱼藻)的最高生物量要低于其中的六个群落,和全湖沉水植物平均生物量 $4.75\text{kg}/\text{m}^2$ (湿重)基本相等。其中王卫民等提出的微齿眼子藻+穗状狐尾藻+金鱼藻群落,就是存在于满江湖区,该群落的最大生物量(1992 年 8 月)为 $9000\text{g}/\text{m}^2$ 。五年以后,满江湖沉水植物群落最大生物量为 $4676\text{g}/\text{m}^2$ (1997 年 10 月),生物量接近降低一半。特别是在八十年代末期以前,梁子湖水草丰茂,连船行都受到阻碍。从目前来看,梁子湖的水草资源仍然较丰富,但随着草食性鱼类投放量的加大,水草资源量可能进一步下降,其中沉水植物群落的结构可能会发生改变,鱼类喜食的菹草有衰减的趋势。因此,必须有计划地控制草鱼投放量,保证梁子湖水生植物资源的持续利用,维护生态平衡。

参考文献:

- [1] 王卫民等. 梁子湖水生植被[J]. 华中农业大学学报, 1994, 13(3): 281—290
- [2] 王祖熊. 梁子湖湖沼学资料[J]. 水生生物学集刊, 1959, (3): 352—368
- [3] 梁彦龄,刘伙泉主编. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一)[M]. 北京: 科学出版社, 1995

- [4] 陈洪达, 何楚华. 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[J]. 水生生物学集刊, 1975, 5(3): 410—420

MONTHLY QUANTITATIVE AND BIOMASS DYNAMICS OF SIX SUBMERGED MACROPHYTES POPULATIONS IN LIANGZI LAKE

CHEN Zhong-yi¹, LEI Ze-xiang¹, ZHOU Jin², WEN Feng-chun¹ and
CHEN Jia-kuan³

(1 Hubei Agricultural College, Jingzhou 434103; 2 School of Life Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072;
3 Institute of Biodiversity Science, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract: This paper deals with the quantitative and biomass dynamics of six submerged macrophyte populations in Manjiang region, Liangzi Lake from March 1997 to March 1998. In the submerged macrophytes community, the dominant species were *Potamogeton maackianus*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*. The maximum densities and biomass of six populations appeared in different months within the growing season. The biomass varied with the densities. After the growth season, *P. maackianus* population and *M. spicatum* population tended to increase continuously, but that of *C. demersum*, *Valisneria spiralis* and *Hydrilla verticillata* could develop steadily, and *P. crispus* population had a tendency of decreasing. The maximum biomass of submerged macrophytes community reached 4676g/m² (fresh weight, in Oct.), and the maximum density was 1865 branch/m² (in Nov.). Annual quantitative dynamics were modelled for six macrophytes both seperately and totally by using data from March 1997 to December 1997.

Key words: Submerged macrophyte; Population density; Biomass; Annual dynamics; Liangzi Lake