

梁子湖优势沉水植物冬季种子库的初步研究

陈中义¹ 雷泽湘¹ 周进² 陈家宽³

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

3. 复旦大学生物多样性科学研究所, 上海 200433)

摘要: 初步研究了梁子湖 6 种优势沉水植物如黄丝草、金鱼藻、菹草、黑藻、苦草和穗状狐尾藻等在冬季的广义种子库(种子、芽苞、断枝等), 包括它们的繁殖特性、种子库大小、结构及萌发时的衰减曲线等问题, 主要结果为:(1)在梁子湖不同区域内, 种子库大小不相同, 满江湖、前江大湖、中湖和管理局网围内种子库分别为 $714.4 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 、 $107.5 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 、 $331.9 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 和 $159.3 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 。种子库的大小受到现实的种群数量、投鱼强度、人类干扰等因素的影响。(2)黄丝草、金鱼藻、菹草种群的种子库占有明显优势, 全湖平均分别为 $198.8 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 、 $91.7 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 和 $21.4 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 。(3)每一种植物种群广义种子库的构成和比例具有差异, 金鱼藻、菹草、苦草、黑藻四种植物种子库中, 无性繁殖体占有主要的地位; 黄丝草、穗状狐尾藻两种植物种子库中, 种子占有很大的比例。上述六种植物均可用种子和无性繁殖体来产生幼苗, 补充到种群中去。(4)种子库一般存在冬季休眠(菹草为夏眠), 春季种子库萌发, 尤其在 3 月和 4 月是种子库萌发的高峰期。

关键词: 梁子湖; 沉水植物; 冬季种子库

中图分类号: Q948.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2001)02-0152-07

梁子湖属湖北省第二大浅型草型淡水湖泊, 位于湖北东部、长江南岸, 东径 $114^{\circ}34'$, 北纬 $30^{\circ}19'$ 。梁子湖主要由满江湖、高塘湖、前江大湖和中湖组成, 湖泊形态复杂, 大湖套小湖, 母湖连子湖。湖盆平坦, 淤泥较厚, 土质肥沃, 水草丰茂。梁子湖湖泊实际面积现为 227.15 km^2 。湖区属北亚热带气候区, 雨热同季, 降雨丰沛而又相对集中。湖区多年平均气温在 17°C 左右, 年平均水温在 17.5°C , 全年水温高于 10°C 天数为 243d, 多年平均降水量在 1263.4 mm 。1997 年 3 月至 1998 年 6 月, 测定梁子湖水深为 1.2 m — 4.2 m , 平均水深为 2.8 m ; 透明度变幅为 0.3 — 1.4 m , 平均透明度为 0.8 m , 水深和透明度在不同湖区和不同季节的变化较大。梁子湖沉水植物覆盖面积大, 生物量高, 构成了该湖主要的群落。群落中主要的优势种有黄丝草 (*Potamogeton maackianus* A. Benn)、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum* L.)、菹草 (*P. crispus* L.)、黑藻 (*Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle)、苦草 (*Vallisneria spiralis* L.)、穗状狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum* L.) 等^[2], 是梁子湖持续渔业的基础。研究了上述优势种的冬季广义种子库特征, 旨在充分了解种子库和地面种群兴衰的关系, 为合理开发利用梁子湖水草资源提供依据。

收稿日期: 1999-03-07; **修订日期:** 2000-03-20

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

1 研究方法

在1997年对梁子湖优势沉水植物种群数量及特征逐月调查的基础上,于1998年2月的梁子湖四个不同的区域内用自制的采泥器随机采取泥样。四个区域分别为满江湖、管理局网围内(属高塘湖一部分)、前江大湖和中湖,样方数分别为28、5、28、4个。每一样方面积为0.0113m²,取样深度为8cm,取样路线及样方分布见图1。将采取的泥样编号后,用细纱网洗去部分泥土,剔除大的茎叶,然后带回实验室进行萌发试验。每一泥样置于大培养皿中,注满水,培养皿随机摆放,室温下观察种子库萌发情况。经常保持培养皿内有水,按月分别记载种子库的萌发情况,一直到1998年6月,不再发现有任何幼苗产生为止,以实际萌发幼苗的数量代表种子库的数量。

2 结果与分析

2.1 梁子湖六种沉水植物繁殖特性

2.1.1 黄丝草 黄丝草又名微齿眼子菜,为多年生沉水植物。其穗状花序生于枝顶端,花果期7—9月,结实率较高,种子冬季休眠,春季开始萌发。黄丝草冬季水中茎叶大部分枯黄死亡,但在泥中的水平根状茎仍能缓慢生长,产生新苗。由于各种因素例如鱼的啃食、打捞、捕鱼等造成的黄丝草断枝也能在春夏季节萌发成幼苗,成为新的植株。

2.1.2 金鱼藻 金鱼藻为一年生不能越冬沉水植物,花果期为6—10月,结实率低,种子于春季萌发成幼苗。秋末冬初,随着水温的下降,金鱼藻枝尖形成球状芽苞,成熟后掉落湖底休眠越冬,春季芽苞萌发,形成幼苗。金鱼藻的断枝萌生不定根或没有根系的情况下也可形成新的植株。

2.1.3 菹草 菹草为冬春生长,夏季死亡的沉水植物。穗状花序腋生茎顶,花少,花果期为4—7月。种子夏眠以后,可于春季萌发为幼苗。菹草以营养繁殖为主,在5—6月,菹草枝尖能形成硬质芽苞,成熟后芽苞掉落湖底,进入夏季休眠期。9月以后芽苞陆续开始萌发,形成幼苗。随着幼苗的生长,其基部的腋芽进行横向生长,形成水平根状茎,然后由根状茎的每一节上可萌生新苗。菹草的断枝也可萌发成幼苗。

2.1.4 苦草 一年生沉水植物,雌雄异株,花果期6—10月,种子多数。苦草的营养繁殖依靠匍匐枝进行,匍匐枝节间稍短,约5—10cm,每一节上可产生一幼苗。秋末冬初匍匐枝的枝尖不再形成新苗,而膨大形成块状茎,植物体死亡后块状茎在泥中休眠越冬,春季块状茎萌发形成新的植株。

2.1.5 黑藻 一年生沉水植物,雌雄异株,花果期6—9月,种子可萌发成幼苗。初冬以后,随着水温的降低,黑藻枝尖节间不再伸长,密集成特化的松果状的冬芽芽苞(具鳞根出



图1 梁子湖采样点分布图

Fig. 1 Distribution of sampling sites in Lake Liangzi

条)。植物死亡后,芽苞掉落湖底,冬季休眠。春季随着温度的上升,芽苞萌发成幼苗。黑藻在茎节上能产生分枝和不定根,可通过断枝进行繁殖。

2.1.6 穗状狐尾藻 雌雄同株,穗状花序,花果期为4—8月,种子春季萌发成幼苗。穗状狐尾藻为多年生沉水植物,冬季茎叶枯黄死亡,但根状茎仍缓慢生长,产生新苗。其断枝也能产生不定根,形成幼苗,但不多见。

2.2 梁子湖不同区域的种子库

梁子湖四个不同区域的种子库见表1,为了方便起见,广义种子库的单位统一用粒/ m^2 表示。从表1可见满江湖的种子库密度最大,为714.4粒/ m^2 ,中湖次之,种子库为331.9粒/ m^2 ,管理局网围内和前江大湖的种子库密度低,分别为159.3粒/ m^2 和107.5粒/ m^2 ,这表明在梁子湖不同区域内种子库的大小差异较大,这种差异可以从梁子湖不同区域内植物种群的现实数量和人为干扰的分析中得到合理解释。满江湖水草丰富,种类多,总水草的最大生物量最高可达4676.0g/ m^2 (湿重,10月),该湖很大的种子库显然和植物种群的数量大有联系,尤其是受到黄丝草种群和金鱼藻种群数量的影响。前江大湖水深、面积大,湖内水草较稀少,总水草的最大生物量为216.9g/ m^2 (湿重,8月),因此湖内种子库数量低。管理局网围内和中湖(南北咀以南的湖区)则属于网围养鱼的区域,投鱼密度大,湖内水草也极为稀少,其中管理局网围才养鱼一年,投鱼密度为225kg/ hm^2 左右,围内水草生物量为91.3g/ m^2 (湿重,6月);中湖自1992年开始大规模投鱼,至今已养鱼6年,湖内水草基本绝迹,总水草的最大生物量为13.3g/ m^2 (湿重,10月)。然而它们的种子库均比前江大湖要高,尤其是中湖区域,具有相当大小的种子库。造成这种结果的原因是在这两个区域内,渔民都要主动地向网围内投放水草,尤其是黄丝草的投放,投放规模可达每天数船水草,结果人为地增大了这些区域的种子库。另一方面说明,在管理局网围内和中湖区域,如果人为控制草食性鱼类的投放强度,那么这两个区域内的植被将会得到恢复。前江大湖植物种群数量的增长和放养鱼强度和水深两个因素有关,前江大湖的水位比其它区域要高出1m以上,鱼类密度也较满江湖高,这些限制了该湖的水生植物生长。满江湖种子库量大,植物种群生物量高,可适当增加一些草食性鱼类的投放比例,以充分持续利用该湖区的水草资源。

2.3 梁子湖种子库的结构

梁子湖优势沉水植物种子库的结构如图2,在整个沉水植物群落中黄丝草、金鱼藻、菹草的种子库占有优势,特别是黄丝草种子库全湖平均达198.8粒/ m^2 ,金鱼藻、菹草分别为91.7粒/ m^2 和21.4粒/ m^2 ,苦草、黑藻、穗状狐尾藻的种子库偏低,这表明来年春季种子库萌发后,黄丝草等三者的种群数量补充要高于苦草等三者,从而使黄丝草、金鱼藻、菹草在群落中的优势地位得以进一步巩固。

从图2还可看出,每一种植物种子库的构成和比例具有差异。黄丝草的种子库由种子和断枝构成,各部分比例分别为92.4%和7.6%,种子繁殖显然占有重要地位;金鱼藻种子库中芽苞、种子、断枝的比例分别为89.7%、6%和4.3%,芽苞是主要的繁殖结构;菹草种子库中芽苞、种子、断枝分别占85%、8.5%和5%,芽苞繁殖也是极为重要的;苦草种子库由种子和块状茎构成,二者比例为15.3%和84.7%,可见块状茎繁殖对于苦草相当重要;黑藻和穗状狐尾藻的种子库只分别测到一种繁殖体,即黑藻以芽苞、穗状狐尾藻以

表1 梁子湖六种沉水植物种子库(粒/m²)
Tab.1 The seed banks of six submerged macrophytes in Lake Liangzi (seeds/m²)

种名 Species	满江湖 Manjianghu Lake region				管理局网围内(高塘湖) Within the palisade(Gaotanghu Lake) region				前江大湖 Qianjiangdahu Lake region				中湖 Zhonghu Lake region				
	芽苞 Brood-buds	种子 Seeds	断枝 Shoot	小计 fragments	芽苞 Brood-buds	种子 Seeds	断枝 Shoot	小计 fragments	芽苞 Brood-buds	种子 Seeds	断枝 Shoot	小计 fragments	芽苞 Brood-buds	种子 Seeds	断枝 Shoot	小计 fragments	
<i>P. maackianus</i>	—	284.5	60.1	344.6	—	17.7	0	17.7	—	101.1	0	101.1	—	331.9	0	331.9	
<i>C. demersum</i>	金鱼藻	240.2	22.1	15.8	278.1	88.5	0	0	88.5	0	0	0	0	0	0	0	
<i>P. crispus</i>	菹草	72.7	6.3	3.2	82.2	0	0	0	0	3.2	0	3.2	0	0	0	0	
<i>V. spiralis</i>	苦草	—	3.2	—	3.2	—	0	—	35.4*	—	3.2	—	3.2	—	0	0	
<i>H. verticillata</i>	黑藻	0	0	0	0	17.7	0	0	17.7	0	0	0	0	0	0	0	
<i>M. spicatum</i>	穗状狐尾藻	0	6.3	0	6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	合计	312.9	322.4	79.1	714.4	106.2	17.7	0	159.3	0	107.5	0	107.5	0	331.9	0	331.9
	Total																

* 数据为苦草的块状茎 The data indicate the stem tubers of *V. spiralis*

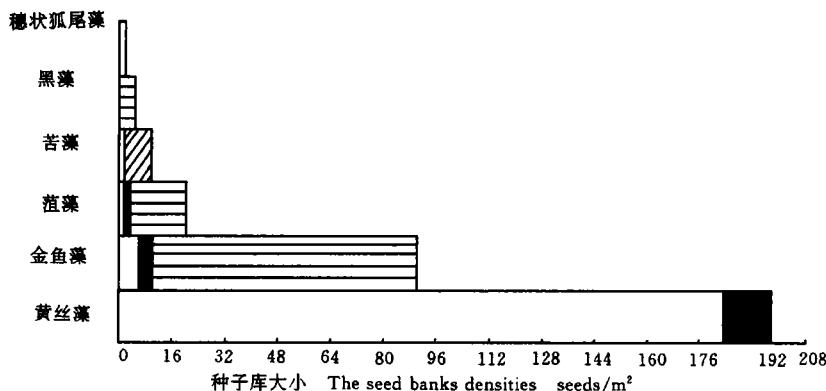


图 2 梁子湖种子库结构图

Fig. 2 The seed bank structure graph in Lake Liangzi

□ 种子 Seeds ■ 断枝 Shoot fragments □ 芽孢 Brood-buds □ 块茎 Stem tubers

种子繁殖为主。上述结果与这六种植物的繁殖特性是相吻合的,但必须注意到这六种植物依靠上述的繁殖结构产生幼苗后,根状茎的产生在扩大种群数量中的重要作用(金鱼藻例外)。从广义的角度看,根状茎也是种子库的构成成分之一,但由于其发生顺序稍后,没有将其计数算入到种子库内。

2.4 黄丝草、金鱼藻、菹草种子库的萌发衰减曲线

在梁子湖全湖,黄丝草、金鱼藻的种子库经过一段冬眠(菹草种子库为夏眠)以后,在春季当水温逐渐升高后,种子库开始萌发成幼苗。这三种植物种子库萌发时的衰减曲线如图 3 所示,总的来看,在 3—4 月间,种子库 90% 以上萌发为幼苗,剩下的 10% 种子库在 5—6 月间萌发完毕。其中金鱼藻、菹草种子库萌发的半衰期为 1 个月,黄丝草种子库则主要在 4 月份萌发。种子库春季萌发的这种态势,有助于在生长期对各种水草种群数量形成有效的补充。

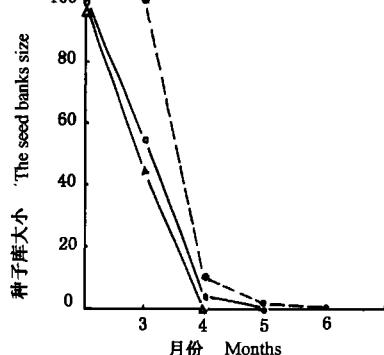


图 3 梁子湖优势沉水植物种群
种子库的萌发衰减曲线

Fig. 3 The decreasing of seed banks of dominant submerged macrophytes populations in Lake Liangzi

△—△ 金鱼藻 *C. demersum*
— — — 黄丝草 *P. maackianus*
○—○ 菹草 *P. crispus*

3 讨论

水生植物既可以依靠种子来产生后代,也可以用各种各样的无性繁殖体或特化器官、结构来产生新个体^[2],因此水生植物存在一个广泛意义的种子库,即包含种子和各种无性繁殖体。Thompson & Grime 认为大多数情况下,植物的地下种子库和地面上植物的多度之间并没有显著的关系,地下种子库中可萌发种子总数要高于长成植物的数量^[3]。造成这种情况的原因可能是由于种子库遭到捕食、腐烂、休眠、不休眠以及萌发时受到环境筛的控制、幼苗死亡等

诸多因素的影响^[4,5]。在本文中,种子库的数量是以现实的幼苗数量来表示(无性繁殖体可直接计数,观察萌发,但种子细小,没有区分计数),因此就估计的种子库大小看,可能会偏低。不过,以这种现实的幼苗数量多少来代表种子库的大小可能更有意义,因为种子库对地面种群的贡献是以成功地实现萌发为前提的。种子库的散布和分布格局对于植物地方种群的数量变化以及新种群的建立具有重要作用。水生植物具有复杂的种子库散布方式,例如:依靠水、动物(水禽、鱼类)^[6]。然而在梁子湖,人类干扰对种子库的散布具有重要影响,特别是在网围养鱼区域,由于水草基本绝迹,理应种子库稀少,但由于渔民经常性的投放水草,从而间接地传播了种子库,从这个意义上说,人类的适度干扰对于传播种子库,平衡梁子湖水生植被具有一定的积极意义。

Grace指出,对于水生植物,同有性繁殖相比,无性繁殖具有更为突出的意义^[7]。从所研究的六种优势沉水植物种子库构成及繁殖特性来看,除黄丝草、穗状狐尾藻以外,金鱼藻、菹草、苦草、黑藻的种子库均以无性繁殖占有绝对优势;黄丝草种子库密度较大,萌发成幼苗可能存在一个密度制约效应,其种群数量的增长和地下根状茎的延伸可能更有关系;穗状狐尾藻也部分依靠根状茎的繁殖,无性繁殖在沉水植被的重建及恢复中发生重要作用。即便如此,有性繁殖对于水生植物决非次要的,在水生植物中,有性与无性繁殖之间存在一个交替和平衡的机制^[8],因而在水生植物种子库的构成中,种子和无性繁殖体之间可能也存在着一个大致平衡的比例,然而这种比例在梁子湖中似乎并不成立。部分原因是因为无性繁殖体的产生会发生极大的变化,例如:断枝的产生和繁殖即受到很多因素的影响。

研究水生植物的种子库,同陆生植物比较而言,具有一些不同的特点,复杂程度要高一些。这主要是由于采取泥样时,会极大地受到水深的影响,特别是在夏季湖中水位达到最高,要采到符合标准的泥样非常困难。另外,样方之间的距离及定位在浩大的湖面上也甚为不易,因此对于研究种子库的季节性动态、种子库分布格局、种子库埋藏不同深度的命运等重要问题,在水生植物中要有效进行是一个尚待进一步研究的课题。本研究只初步研究了冬季梁子湖沉水植物群落中种子库的静态资料,以期对梁子湖沉水植物种群在一年生长期末的种子库作一客观评价。

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] Leakey R R B. Adaptive biology of vegetatively regenerating weeds [J]. *Adv Appl Biol*, 1981, 6:57—90
- [3] Thompson k & Grime J P. Seasonal variation in seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats [J]. *J. Ecol*, 1979, 67:893—921
- [4] Sarukhan J. Studies on plant demography: *Ranunculus repens* L, *R. bulbosus* L. and *R. acris* L.; II. Reproductive strategies and seed population dynamics [J]. *J. Ecol*, 1974, 62:151—177
- [5] Pavone L V, Reader R J. The dynamics of seed bank size and seed state of *Medicago lupulina* [J]. *J Ecol*, 1982, 70: 537—547
- [6] Cook C D K. Aquatic Plant Book [M]. Netherlands: Academic publishing ,1990
- [7] Grace J B. The adaptive significance of clonal reproduction in angiosperms: an aquatic perspective [J]. *Aquat Bot*, 1993, 44:159—180
- [8] 郭友好,黄双全,陈家宽.水生被子植物的繁育系统与进化[J].水生生物学报,1998,22(1):79—85

A PRELIMINARY STUDY OF WINTER SEED BANK OF DOMINANT SUBMERGED MACROPHYTES IN LAKE LIANGZI

CHEN Zhong-yi¹ LEI Ze-xiang¹ ZHOU Jin² 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: Seed bank plays an important role in the re-establishment of disturbed vegetations. Soil cores were sampled from substrate of Lake Liangzi in Winter (Feb. 1998), and seed densities (general seed bank, including seed, brood-bud, shoot fragments) of *Potamogeton maackianus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum*, *Hydrilla verticillata*, *Vallisneria spiralis* and *Myriophyllum spicatum*, which were the dominant submerged macrophytes of the lake, were estimated by germination methods. The main results are as follows.

(1) The seed densities varied in different regions in Lake Liangzi, being 714.4 seeds/m² in Manjianghu region and 107.5 seeds/m² in QianJiang region. But in Zhonghu region and within the palisade region of Lake Liangzi Management, the seed densities were 331.9 seeds/m² and 159.3/m², respectively.

(2) In the community of submerged macrophytes, seed banks of *P. maackianus*, *C. demersum* and *P. crispus* dominated the whole seed bank, with a density of 198.8, 91.7 and 21.4 seeds/m²

(3) The general seed banks of each plant population had different structure and ratio. For *C. demersum*, *P. crispus*, *V. spiralis* and *H. verticillata*, the vegetative reproduction units were the most important, but for *P. maackianus* and *M. spicatum*, the ratio of seeds was the highest. All of the six studied species could produce seedlings by seeds and vegetative reproduction units, which resulted in an increase in quantity of the populations.

(4) The seed banks are usually dormant in Winter (except *P. crispus*). In Spring, the seed banks began to germinate and the germination peak occurs from March to April.

(5) The submerged macrophytes seed banks are very complex. Human activities, population size of each plant and fish density can influence greatly the dispersal of seeds and the structure and densities of the seed banks.

Key words: Lake Liangzi; Submerged macrophytes; Winter seed bank.