

湖南茶陵湖里沼泽种子库与地表植被的关系

刘贵华, 李 伟, 王相磊, 张学江

(中国科学院武汉植物园武汉植物所水生植物生物学实验室, 武汉 430074)

摘要: 研究了湖南茶陵湖里沼泽中水毛花 (*Scirpus triangulatus*)、疏忽蓼 (*Polygonum praetermissum*)、普通野生稻 (*Oryza rufipogon*) 和莼菜 (*Brasenia schreberi*) 4 种植被类型的种子库和地上植被的物种组成及两者之间的关系。4 种植物中共萌发了 29 种植物, 种子平均密度为 5672 粒 $\cdot$ m⁻²。不同植被类型的种子库的物种数和平均密度存在显著差异, 疏忽蓼斑块的种子库中萌发 22 种, 平均密度是 10089 粒 $\cdot$ m⁻²; 而普通野生稻斑块种子库中只有 14 种, 平均密度仅 2500 粒 $\cdot$ m⁻²。在地表植被中共鉴定出 18 种植物。4 种植被类型中, 其地表植被的物种数和 Shannon 多样性指数均低于种子库。地表植被与种子库的物种相似性系数的范围从 0.4375 至 0.6923。每种植被类型中, 均有一些物种只在种子库中出现, 而另有一些物种只在植被中出现。表明种子库在湿地保护和受损湿地的恢复中具有不可替代的作用。采用移植法进行湿地植被恢复时, 应综合考虑种子库与地表植被、以及不同植被类型之间的物种组成的特点, 以最大限度地恢复湿地植被的物种多样性。

关键词: 地表植被; 斑块分布; 湖里沼泽; 恢复

Relationship between seed banks and standing vegetation in Huli marsh, Chaling, Hu'nan Province

LIU Gui-Hua, LI Wei, WANG Xiang-Lei, ZHANG Xue-Jiang (Laboratory of Aquatic Plant Biology, Wuhan Botanical Garden / Wuhan Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(3): 450~456.

Abstract: Relationships between the standing vegetation and soil seed bank in relation to species richness and species composition were studied in communities dominated by four vegetation types (*Scirpus triangulatus* Comm. (ST), *Polygonum praetermissum* Comm. (PP), *Brasenia schreberi* Comm. (BS) and *Oryza rufipogon* Comm. (OR)) in Huli marsh, a subtropical upland shallow water marsh in Hunan Province, South China. Persistent seed banks were estimated from five replicate soil samples (each 6.8 cm diameter $\times$ 5cm depth) within each vegetation type. Samples were exposed to moist soil (no standing water) in an unheated greenhouse for up to 156 days. A total of 29 species germinated in the experiments, and the average seed density was 5672 seeds $\cdot$ m⁻². Seed bank sizes differed among vegetation types (ST: 20 species, 7822 seeds $\cdot$ m⁻²; PP: 22 species, 10089 seeds $\cdot$ m⁻²; BS: 18 species, 2278 seeds $\cdot$ m⁻²; and OR: 14 species, 2500 seeds $\cdot$ m⁻²). Overall, the percent contribution of perennial and annual species was similar (54.5 and 45.5% respectively) but the percentage of seeds from perennials (79.9%) was much higher than from annuals (20.1%). Eighteen species were found in the standing vegetation survey. Species number was not significantly different among the four types of vegetation (ST 12 species; PP 14 species; BS 12 species; OR 12 species). Species number and diversity in the seed bank were greater than those in each community type. Coefficients of species similarity between the seed bank and the vegetation ranged from 0.438 to 0.692. Overall, 4 species were present in the vegetation, but not in the seed bank, whereas 14 species were present only in the seed bank. This suggests that the seed bank is vital to the natural persistence of the established plants as well as to the recovery of the community following natural or human disturbances.

Key words: vegetation; patch distribution; Huli marsh; recovery

基金项目: 中国科学院武汉植物研究所所长基金资助项目
收稿日期: 2003-03-13; **修订日期:** 2003-09-15
作者简介: 刘贵华 (1968~), 男, 湖南新化人, 博士生, 副研究员, 从事湿地生态学研究。E-mail: liugh@rose. whiob. ac. cn
Foundation item: WBG Director Fund
Received date: 2003-03-13; **Accepted date:** 2003-09-15
Biography: LIU Gui-Hua, Ph. D. candidate, Associate professor, main research direction is wetland ecology. E-mail: liugh@rose. whiob. ac. cn

文章编号:1000-0933(2004)03-0450-07 中图分类号:Q143 文献标识码:A

自从 Valk & Davis^[1~3]的种子库研究以来,淡水湿地种子库受到了广泛关注。种子库在植被演替和受损湿地恢复中起着十分重要的作用。受损湿地上层土壤中的繁殖体(propagule)/传播体(diaspore)库对植被恢复的作用正日益受到重视^[3~6]。当待恢复湿地的地上植被和种子库均遭到严重破坏时,移植法是最常用的恢复手段。采用移植法恢复湿地植被时,人们主要关心的问题有两个:如何以最快的速度恢复植被生物量?以及如何最快恢复植被的物种多样性和遗传多样性?已有研究显示,充分利用原湿地保留的种子库,以及通过种子库移植等方法恢复湿地植被,将更有利于湿地的物种多样性和遗传多样性的恢复^[7]。因此,加强湿地种子库的研究,对于我国目前正在进行的“退田还湖”工程及湿地保护具有重要的现实意义^[8]。

我国的长江中下游地区,有着丰富的淡水湿地分布,其中大部分湿地类型为浅水湖泊。在一些偏远山区,零星分布一些山地沼泽。该地区处亚热带气候,水热条件优良,因此湿地植被发育良好。对湿地研究起步晚,目前对该地区淡水湿地种子库的研究非常稀少。就是在对湿地研究较多的北美地区,淡水湿地种子库的研究也主要集中在潮汐沼泽^[9~11]、浅水湖泊^[1~3,12]、湖岸^[13,14]和河流^[15],而以零星散布的山地沼泽为研究对象的工作很少。与上述沼泽类型比,山地沼泽通常处在偏远山区,历史上人为干扰较小,因而保存着丰富而古老的物种资源。近几十年来,随着人类干扰的加剧,这些沼泽的数量正急剧减少,亟待加强对这些沼泽的研究、保护和恢复。

本研究以我国南部湖南省茶陵县境内的一个亚热带山地淡水湿地——“湖里沼泽”中的 4 种主要植被类型为研究对象,研究了不同植被类型的种子库组成,以及与地表植被物种组成的关系。本研究的目的在于加强对湿地植被及其种子库结构的了解,同时为湿地恢复提供理论依据。

1 研究位点

湖里沼泽(26°51′26″N, 113°41′45″E)位于湖南省茶陵县境内,属亚热带季风气候。年均气温 17.9℃。最高气温 40℃,最低气温-9℃。年均降水 1339 mm。湿地面积 33.4 hm²,海拔 153 m,四周有 250~300 m 山包围。湿地水源主要来自降水,生境水深在 0.1~0.6 m 波动。

湖里沼泽位于偏僻的山区,1982 年发现有普通野生稻(*Oryza rufipogon*)分布,该位点由于是普通野生稻分布的北缘种群之一而开始被人们关注。含有丰富的湿地物种,仅 1993 年 9 月中旬的一次植被调查,就共发现 26 科 46 属 62 种植物^[16],其中包括莼菜(*Brasenia schreberi*)、长喙毛茛泽泻(*Ranalisma rostratum*)和普通野生稻等 3 种国家级保护的珍稀濒危植物。历史上该沼泽曾两次遭受严重的人为干扰,较近的一次是在 1988~1990 年,人为筑坝提高水位至 1.5 m 以上养鱼,导致群落结构发生根本改变,包括普通野生稻在内的原有湿生物种大量消失。以后,随着我国境内的普通野生稻分布急剧减少,开始重视对该湿地的保护,1991 年后下降水位,1996 年恢复原有水位条件,湿生植物在群落中逐渐恢复。

自 1997 年开始,与当地政府合作,在该湿地的南部设立面积约 1hm² 的保护区,进行普通野生稻的原产地恢复和长期的植被监测。本实验取样即在该保护区进行。

2 研究方法

2.1 种子库取样与萌发

2002 年 3 月底,在实验区内随机选取水毛花(*Scirpus triangularatus*),疏忽蓼(*Polygonum praetermissum*),莼菜和普通野生稻斑块各 5 个。每个斑块内用内径为 6.8cm 的圆筒形取样器取 5 个土样,取样深度 5cm,分别装入保鲜袋带回实验室。所取土样总数为 100 个。

用幼苗萌发法估计种子库的种子数量。样品带回实验室后,将取自同一斑块的 5 个土样混匀。因为将土样筛洗后可以增加萌发数量和加快种子萌发速度^[17],所以土样先经孔径为 0.2 mm 的网筛筛洗,然后平铺到 25×20×5cm³ 高的萌发盒(已装入经 120℃烘箱处理 12h 的 3 cm 厚的砂子作为基质)中,在不供热的温室中萌发。

萌发过程中每天加水 2 次,保持土样湿润。经过 20d 后种子开始萌发。每星期记录 1 次萌发的物种种类及数量,幼苗一经鉴定即移走,暂不能鉴定的幼苗移栽培养箱中培养至可鉴定为止。2002 年 8 月底不再有新的种子萌发,延期 1 个月至 9 月底结束种子萌发实验。

2.2 植被调查

在上述种子库取样的斑块中,每个斑块内随机取 10 个 50 cm×50cm 的样方,记录每个样方中的物种种类和个体数目(莼菜、莲叶、禾本科、莎草科植物计枝;其余物种计个体数)。共取样方 200 个。

2.3 数据分析

将每个萌发盒中萌发的各物种的幼苗数换算成每平方米萌发的幼苗数,由于不同物种萌发的数量差异很大,因此数据先经 log₁₀(X+1)转化。对方差齐性的个体通过方差分析检验其在 4 种植被类型差异,对方差不具齐性的个体则用 Wilcoxon rank

sum test 检验。

通过优势度值、Shannon 多样性指数和物种相似性系数比较各植被类型中种子库和地上植被的物种组成关系；优势度值通过相对密度和相对频率计算；Shannon 多样性指数 $= - \sum P_i \log P_i$ ，式中 P_i 为第 i 种的相对优势度值；相似性系数 $= 2C / (A + B)$ ，式中 C 为种子库和植被中共有的物种数， A 和 B 分别为种子库和植被的物种数。

3 研究结果

3.1 种子库萌发

4 种植被类型的种子库共萌发 14 科 29 种植物，其中萌发物种数最多是莎草科和禾本科植物，分别为 6 种和 5 种。表 1 中列出了在 20 个萌发盒中萌发频率大于 5% 的 22 个物种的萌发平均数和标准差，以及各个物种的相对丰富度和萌发频率。其它只在 1 个萌发盒中萌发的 7 个物种未列出。

4 种植被类型的幼苗总平均密度是 $5672 \text{ 粒} \cdot \text{m}^{-2}$ 。不同植被类型中，幼苗密度最大的是疏忽蓼斑块 ($10089 \text{ 粒} \cdot \text{m}^{-2}$)，其后依次为水毛花斑块 ($7822 \text{ 粒} \cdot \text{m}^{-2}$)，普通野生稻斑块 ($2500 \text{ 粒} \cdot \text{m}^{-2}$) 和菰菜斑块 ($2278 \text{ 粒} \cdot \text{m}^{-2}$)。经方差分析检验，后面两种类型的斑块萌发的幼苗数显著低于前两种斑块 (LSD, $P < 0.05$)。萌发数量较多的物种依次是野慈姑 (*Sagittaria trifolia*) (占幼苗总数的 34.8%)、水毛花 (25.8%)、龙师草 (*Eleocharis tetraquetra*) (7.2%)、异形莎草 (*Blyxa echinosperma*) (5.8%)、野荸荠 (*E. plantagineiformis*) (5.3%)、有尾水筛 (*Blyxa echinosperma*) (5.1%)、水筛 (*B. japonica*) (3.5%)。这 7 个物种共占萌发总数的 87.4%。除有尾水筛和水筛外，其它 5 个物种都在 50% 以上的萌发盒中出现。

大部分物种的标准差大于它的平均数，表明在同一类型斑块的取样中，个体数量的变化很大，这说明种子即使在同一斑块内也是异质分布。正是这种异质分布，使在对物种在不同类型斑块中萌发的幼苗数量进行方差分析时，发现许多物种的方差不具齐性。所有物种中，只有野慈姑在各斑块类型的分布具有统计上的显著差异 ($F_{3,16} = 4.64$, $P = 0.016$)，该物种在疏忽蓼中的数量最多。其它物种尽管没有统计上的差异，但可以明显看出，水筛和水毛花等物种在不同斑块中的萌发数量差异很大，同时还有许多物种只在一些斑块中出现。

表 1 的 22 个物种中，多年生物种 (占 54.5%) 和 1 年生物种 (占 45.5%) 的物种种数差别不是很大，但萌发的个体数目则有很大差异，在所有萌发幼苗中，多年生物种占总萌发数的 79.9%，远高于 1 年生物种 (20.1%)。

萌发物种中有 4 种沉水植物：有尾水筛、水筛、水车前 (*Ottelia alismoides*) 和黄花狸藻 (*Utricularia aurea*)。另有 1 种浮叶植物菰菜。其余均为挺水或湿生植物。

3.2 种子库与地表植被的关系

植被调查共发现 7 科 18 种植物，其中多年生植物 14 种，占总数的 77.8%。优势度较大的物种依次为菰菜 (占优势度总和的 26.6%)、水毛花 (19.8%)、疏忽蓼 (12.6%)、李氏禾 (*Leersia hexandra* var. *japonica*) (10.1%)、普通野生稻 (10.0%)、泽苔草 (*Caldesia parnassifolia*) (5.5%)、睡莲 (*Nymphaea tetragona*) (4.4%) 和锐棱荸荠 (*Eleocharis acutangula*) (4.1%)。

种子库与地表植物的物种组成差异很大。各种植被类型的斑块中，种子库萌发的物种数均多于地上植被中的物种数。各物种在种子库和植被中的优势度值也不相同。

疏忽蓼斑块中，种子库和植被中的物种数分别为 22 和 14 (图 1a)。在种子库优势度最大的 10 个物种中，龙师草、异形莎草、水蓼 (*P. hydropiper*)、水竹叶 (*Murdonnia triquetra*)、石龙尾 (*Limnophila sessiliflora*)、黄花狸藻和野荸荠等 7 个物种未在种子库中发现；而植被中优势度最大的 10 个物种中，睡莲、锐棱荸荠、长喙毛茛泽泻 (*Ranalisma rostratum*) 和粉被苔草 (*Carex pruinosa*) 未在种子库中发现。共有的物种中，疏忽蓼和李氏禾在植被中的优势度 (分别占 35.9% 和 24.1%) 远大于其在种子库的优势度 (2.1% 和 1.0%)；野慈姑则相反 (2.8% 和 32.1%)。

水毛花斑块中，种子库共萌发 20 种，而植被中只有 12 种 (图 1b)。优势度最大的 10 个物种中，异形莎草、野荸荠、有尾水筛、野慈姑、鸭舌草 (*Monochoria vaginalis*) 和谷精草 (*Eriocaulon buergerianum*) 等 6 个物种只出现在种子库中；而泽苔草 (*Caldesia parnassifolia*)、睡莲和粉背苔草等 3 个物种则为植被所特有。另外，有些物种，如菰菜，在植被中的优势度占总数的 20.9%，而在种子库中只占 3.5%；龙师草则相反，在种子库中占 21.7%，而植被中只有 1.86%。

菰菜斑块中，种子库萌发 18 种，植被中有 12 种 (图 1c)。优势度较大的物种中有尾水筛、野荸荠、异形莎草、沼生水马齿 (*Callitriche palustris*)、灯心草 (*Juncus effusus*)、水竹叶和水蓼只出现在种子库中；锐棱荸荠、睡莲、莲和菰 (*Zizania caduciflora*) 则只在植被中。菰菜和泽苔草在植被中的优势度 (分别占 57.0% 和 13.1%) 远大于其在种子库的优势度 (1.8% 和 1.8%)；龙师草相反 (2.2% 和 34.2%)。

万方数据

表 1 茶陵湖里湿地 4 种植被类型的种子库在温室中萌发的幼苗平均数($\bar{X}$)和标准差(SD)(已转换为每平方米的数量,表中只统计频率>5%的物种*)

Table 1 Average number ($\bar{X}$) and standard deviations (SD) of species that emerged in the greenhouse from soils collected from 4 vegetation types at Huli marsh, Chaling. The data are expressed on a per square metre basis. Only species with a frequency of >5% are included^a.

物种 Species	水毛花斑块 <i>S. trianulantes</i> Comm.		疏忽蓼斑块 <i>P. praetermissum</i> Comm.		菰菜斑块 <i>B. schreberi</i> Comm.		普通野生稻斑块 <i>O. rufipogon</i> Comm.		相对丰富度 Relative abundance (%)	频率 Frequency (%)
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
有尾水筛 <i>Blyxa echinosperma</i> (A) *	444	495	22	50	356	612	67	149	3.93	45.00
水筛 <i>B. japonica</i> (A)	367	344	244	228	11	25	0	0	2.76	40.00
菰菜 <i>Brasenia schreberi</i> (P)	44	46	67	91	11	25	0	0	0.57	35.00
泽苔草 <i>Caldesia parnassifolia</i> (A)	0	0	22	50	11	25	0	0	0.15	10.00
沼生水马齿 <i>Callitriche palustris</i> (A)	0	0	22	50	56	96	0	0	0.35	15.00
异形莎草 <i>Cyperus difformis</i> (A)	689	1330	222	377	78	75	22	50	4.47	50.00
野荸荠 <i>Eleocharis plantagineiformis</i> (P)	389	374	278	591	189	174	78	122	3.69	55.00
龙师草 <i>E. tetraquetra</i> (P)	513	384	213	182	240	129	289	234	27.55	95.00
谷精草 <i>Eriocaulon buergerianum</i> (A)	178	247	0	0	0	0	0	0	0.79	10.00
柳叶箬 <i>Isachne globosa</i> (P)	0	0	0	0	11	25	44	99	0.25	10.00
灯心草 <i>Juncus effuses</i> (P)	44	61	78	108	89	199	122	72	1.50	45.00
李氏禾 <i>Leersia hexandra</i> var. <i>japonica</i> (P)	11	23	11	25	11	25	0	0	0.16	15.00
石龙尾 <i>Limnophila sessiliflora</i> (P)	22	50	111	136	0	0	0	0	0.60	20.00
鸭舌草 <i>Monochoria vaginlis</i> (P)	167	209	0	0	0	0	0	0	0.74	15.00
水竹叶 <i>Murdonnia triquetra</i> (A)	11	25	122	149	22	50	33	50	0.86	35.00
普通野生稻 <i>Oryza rufipogon</i> (P)	0	0	22	30	0	0	111	79	0.61	30.00
水车前 <i>Ottelia alismoides</i> (A)	11	25	11	25	11	25	0	0	0.16	15.00
水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i> (A)	0	0	156	182	22	50	11	25	0.85	25.00
疏忽蓼 <i>P. praetermissum</i> (A)	67	194	44	61	22	50	178	220	1.40	40.00
野慈姑 <i>Sagittaria trifolia</i> (P)	378 ^a *	783	5511 ^b	4385	67 ^c	91	144 ^{ac}	178	26.75	65.00
水毛花 <i>Scirpus trianulantes</i> (P)	2322	2205	1944	1315	67	72	200	241	19.91	80.00
黄花狸藻 <i>Utricularia aurea</i> (P)	67	99	100	99	44	99	11	25	1.00	35.00
萌发幼苗总数 ^a Total seedlings/m ²	7822 ^a		10089 ^a		2278 ^b		2500 ^b			

a 表中未列出的频率<5%的物种 Species with a frequency of<5% were excluded;看麦娘 *Alopecurus aequalis*、粉背苔草 *Carex pruinosa*、小蓼 *Polygonum minus*、圆叶节节菜 *Rotala rotundifolia*、陌上菜 *Lindernia procumbens*、畦畔莎草 *Cyperus haspen* 和菰 *Zizania caduciflora*;萌发幼苗总数中包括这些物种的数量 Seed numbers ofthese species are included in the totals; * A 表示 1 年生植物 annual,P 表示多年生植物 perennial; * * 不同植被类型萌发的物种幼苗数通过 log ($X+1$)转化后进行方差分析或 Wilcoxon rank sum test;相同的上角标表示差异不显著 ($P>0.05$);Analyses of variance or Wilcoxon rank sum tests were performed on log ($X+1$) transformed data to test for differences among the four vegetation types. Means with the same superscript letter are not significantly different ($P>0.05$)

普通野生稻斑块中,种子库与地上植被的物种数分别是 14 和 12(图 1d)。优势度较大的物种中灯心草、野荸荠和水竹叶只在种子库中;菰菜、泽苔草、李氏禾、锐棱荸荠和莲只出现在植被中。龙师草在种子库中 34.1%,而在植被中只占 1.0%;普通野生稻在植被中占 45.81%,而种子库中只占 8.5%。

将 4 种植被类型综合,种子库共萌发 29 种,而地上植被中只有 18 种。在优势度最大的 10 个物种中,只在种子库出现的有 3 种,分别是异形莎草、野荸荠和灯心草;只出现在植被中的物种有睡莲 1 种。

从 Shannon 多样性指数比较(图 2a)和物种相似性系数(图 2b)分析,种子库的物种多样性普遍高于地上植被,物种相似性较高。水毛花斑块中,种子库的多样性指数为 1.0954,地上植被为 0.6138,两者的物种相似性系数为 0.4444;疏忽蓼斑块中分别为 1.0456 和 0.8321,物种相似性系数为 0.4375;菰菜斑块中分别为 1.0211 和 0.6339,物种相似性系数为 0.5333;普通野生稻斑块中分别为 0.9521 和 0.7148,物种相似性系数为 0.6923。4 种植被类型综合,种子库的多样性值是 1.1580,植被是 0.9303,物种相似性系数为 0.5957。

4 讨论

湿地是自然保护活动中最为关注的重要生态系统类型之一^[18],研究湿地种子库的生态学特征,无疑有助于更好地管理和保护湿地。一些研究已经开始探讨从种子库恢复湿地植被^[7,19],并结合种子库和物种生物学的一些知识以及环境条件来预测植被演替^[20,21]。然而,以目前所掌握的湿地种子库的知识,还未能对湿地种子库形成完整的认识。由于湿地类型是多种多样的,无

法将从一种湿地类型的种子库知识应用于另一种湿地类型。因此加强对不同区域、不同类型湿地的种子库研究是十分必要的。

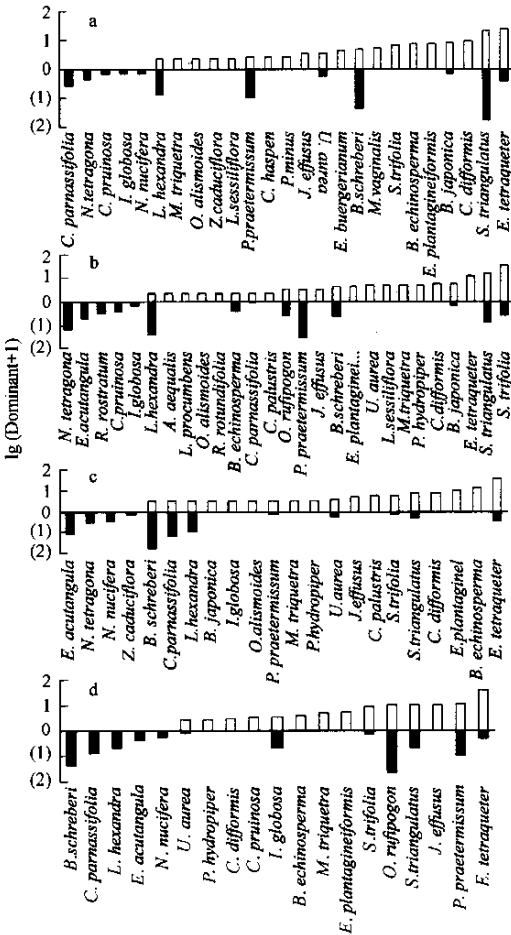


图1 茶陵湖里湿地4种植被类型的种子库中萌发的物种与地上植被调查到的物种的优势度的比较

Fig. 1 Composition of seed bank and above-ground communities in 4 vegetation types at Huli marsh, Chaling

a 水毛花斑块 *Scirpus triangularatus* Comm.; b 疏忽蓼斑块 *Polygonum praetermissum* Comm.; c 莼菜斑块 *Brasenia schreberi* Comm.; d 普通野生稻斑块 *Oryza rufipogon* Comm.

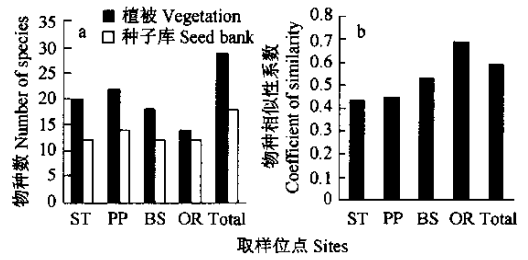


图2 茶陵湖里湿地不同植被类型的种子库与地表植被的 Shannon 多样性指数比较(a)及物种相似性系数(b)

Fig. 2 Comparison of Shannon diversity index (a) and coefficient of similarity of seed bank and above-ground communities (b) in 4 vegetation types at Huli marsh, Chaling

ST 水毛花斑块 *Scirpus triangularatus* Comm.; PP 疏忽蓼斑块 *Polygonum praetermissum* Comm.; BS 莼菜斑块 *Brasenia schreberi* Comm.; OR 普通野生稻斑块 *Oryza rufipogon* Comm.

种子库与地表植被的物种组成存在明显差异,种子库中的物种数多于植被中的物种数。关于种子库与地表植被物种组成的关系,已有的湿地种子库研究有两种相反的结论:一些研究表明不同植被类型斑块中的种子库能很好地反映地上植被的物种组成^[9,10],另一些研究则表明两者差异较大^[22,23]。

造成种子库与地表植被物种组成差异的原因是多方面的。首先,不同物种种子萌发所需的适宜条件不相同,很难在一个实验中满足所有物种种子萌发的最适条件,导致种子库中有一些物种不能萌发,从而低估了种子库的物种组成。例如,Thompson等^[24]指出,许多湿地物种萌发前需要经历温度波动的环境,所以水位下降以及植被残留物去除将利于种子萌发。Cresswell和Grime^[25]发现,许多湿地物种需要直接暴露于阳光下才能萌发,植被对阳光的遮挡影响了野外条件下的种子萌发。另有一些湿地物种的萌发需要满足一些特定的条件^[11,13,23]。用来与种子库进行比较的地表植被的物种组成只是一次调查的结果,不同物种的生长季节存在差异,因此也可能低估了植被的物种组成。

本研究的4种植被类型的种子库中萌发的物种数目、幼苗密度以及生物多样性指数均有差异。地表植被中物种数目较多的斑块中,其种子库中的物种数也较多。造成这种差异的可能的主要原因有两个:(1)不同斑块类型的小生境差异大。本研究的4种植被类型中,普通野生稻的个体高大,分枝密集生长,使得地表面的光照强度弱。同时,在秋冬季节其地上部分枯萎倒伏,在地表面形成一层凋落物(litter)。这种小生境条件不利于其它物种的生长和种子萌发。这样,一方面阻止了斑块外围的物种侵入;另一方面导致斑块中原有的种子库得不到有效更新,导致一些物种在种子库中的种子数量减少甚至消失。疏忽蓼斑块的小生境条件有利于其它物种的侵入和种子库更新,因而物种数量最多。(2)已有的研究表明,种子萌发与所处生境的水位条件有关。在湿润条件下种子库中萌发的物种数显著高于淹水条件下的物种数^[3, 27~29]。研究的4种植被类型在生境中的水位分布具有明显的生态位差异,按水位由浅至深依次为疏忽蓼、普通野生稻、水毛花和莼菜^[30]。“湖里”湿地在种子萌发季节(3~8月份)水位维持在20 cm左右波动,这个水位条件下分布在浅水生境的物种斑块有更多的机会露出水面,从而促进种子库中更多的物种的种子萌发,保证了种子库的更新。分布在深水生境中的斑块,它的那些只能在湿润条件下萌发的物种的种子库因不能有效更新,导致数量减少甚至消失。因此,斑块的水位分布差异可能导致种子库中物种组成的差异。

种子库对湿地植被在长期干扰条件下的维持起着重要的作用^[26]。同时,种子库与地表植被的种群遗传结构也具有显著的差异^[30~33]。种子库的物种种类、数量和 Shannon 多样性指数均高于地表植被,表明种子库在湿地保护和受损湿地植被恢复中具有十分重要的地位。然而,尽管种子库中物种数量较多,但有些地表植被中的物种没有在种子库中萌发,而且不同植被类型中种子库的物种组成差异很大。因此,在采用移植法恢复受损湿地植被时,从物种多样性和遗传多样性角度来说,一方面应该考虑同时移植地表植被和种子库,同时也应该考虑不同的植被类型。

湖里沼泽是一个北亚热带山地沼泽,目前对这类沼泽的植被和种子库的研究很少^[31]。本沼泽面积只有 33.4hm²,然而,根据从 1997 年开始的已持续 6 a 的植被调查资料初步估计,该沼泽的物种数在 70 种以上。本研究中,取样只在其中 1hm² 的面积范围内取样。即使如此,沼泽所含的 3 个国家级珍稀物种中,有莼菜和普通野生稻 2 个物种在种子库中萌发。目前已知只有少数几个分布点的另一国家级珍稀物种长喙毛茛泽泻,在本沼泽的植被调查中也发现有少数的小斑块分布,但种子库中未发现该物种的萌发幼苗。此外,水车前、睡莲、谷精草等物种也已经在野外少见,正准备列入国家保护计划。在如此小的沼泽面积中同时含有如此多的稀有物种,是其它受干扰较大的沼泽所无法比拟的。同时,从管理、资金投入等方面来说,小沼泽也比大沼泽更易于保护。因此加强对湖里沼泽及其它与之类似的山地沼泽的保护是当务之急。尽管当地的株洲市和茶陵县政府已经采取了一定的保护措施,但对该湿地的干扰从来没有停止过。1988~1999 年的关水养鱼曾导致普通野生稻的地上部分灭绝,这种风险目前仍然存在。

References:

- [1] van der Valk A G, Davis C B. The seed bank of prairie glacial marshes. *Canadian Journal of Botany*, 1976, **54**: 1832~1838.
- [2] van der Valk A G, Davis C B. A reconstruction of the recent vegetational history of a prairie marsh, Eagle Lake, Iowa, from its seed bank. *Aquatic Botany*, 1979, **6**: 29~51.
- [3] van der Valk A G, Davis C B. The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology*, 1978, **59**: 322~335.
- [4] van der Valk A G, Verhoeven J T A. Potential role of seed banks and understorey vegetation in restoring quaking fens from floating forests. *Vegetatio*, 1988, **76**: 3~13.
- [5] van der Valk A G, Pederson R L. Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. In: Leck M A, Parker V T and Simpson R L eds. *Ecology of Soil Seed Banks*. New York: Academic Press, 1989. 329~346.
- [6] McDonald A W, Bakker J P, Vegelin K. Seed bank classification and its importance for the restoration of species-rich flood meadows. *Journal of Vegetation Science*, 1996, **7**: 157~164.
- [7] VivianSmith G, Handel S N. Freshwater wetland restoration of an abandoned sand mine: Seed bank recruitment dynamics and plant colonization. *Wetlands*, 1996, **16**: 185~196.
- [8] Li W, Liu G H, Zhou J, *et al.* Studies on the seed bank of freshwater wetland: A review. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**: 395~402.
- [9] Leck M A, Graveline K J. The seed bank of a freshwaer tidal marsh. *American Journal of Botany*, 1979, **66**: 1006~1015.
- [10] Parker V T, Leck M A. Relationship of seed banks to plant distribution patterns in a freshwater tidal marsh. *American Journal of Botany*, 1985, **72**: 161~174.
- [11] Leck M A, Simpson R L. Seed bank of a freshwater tidal wetland: turnover and relationship to vegetation change. *American Journal of Botany*, 1987, **74**: 360~370.
- [12] Haag R W. Emergence of seedlings of aquatic macrophytes from lake sediments. *Canadian Journal of Botany*, 1983, **61**: 148~156.
- [13] Keddy P A, Reznicek A A. The role of seed banks in the persistence of Ontario's coastal plain flora. *American Journal of Botany*, 1982, **69**: 13~22.
- [14] Nicholson A, Keddy P A. The depth profile of a shoreline seed bank in Matchedash Lake, Ontario. *Canadian Journal of Botany*, 1983, **61**: 3293~3296.
- [15] Schneider R L, Sharitz R R. Seed bank dynamics in a southeastern riverine swamp. *American Journal of Botany*, 1986, **73**: 1022~1030.
- [16] Wang X F, Chen J K. A survey on the habitats of rare and endangered aquatic plants in Hunan Province. *Chinese Biodiversity*, 1994, **2**: 193~198.
- [17] Ter Heerdt G N J, Verweij G L, Bekker R M, *et al.* An improved method for seed-bank analysis: Seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 1996, **10**: 144~151.
- [18] Keddy P A, Wisheu I C, Shipley B, *et al.* Seed bank and vegetation management for conservation: toward predictive community ecology. In: Leck M A, Parker V T and Simpson R L, eds. *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, INC, California, 1989. 347~363.
- [19] Brock M A, Rogers K H. The regeneration potential of the seed bank of an ephemeral floodplain in South Africa. *Aquatic Botany*, 1998,

61: 123~135.

[20] van der Valk A G. Succession in wetlands: A gleasonian approach. *Ecology*, 1981, **62**: 688~696.

[21] ter Heerdt G N J, Drost H J. Potential for the development of marsh vegetation from the seed bank after a drawdown. *Biological Conservation*, 1994, **67**: 1~11.

[22] Thompson K, Grime J P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, 1979, **67**: 893~921.

[23] Smith L M, Kadlec J A. Seed banks and their role during drawdown of a North American marsh. *Journal of Applied Ecology*, 1983, **20**: 673~684.

[24] Thompson K, Grime J P, Mason G. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. *Nature*, 1977, **267**: 147~149.

[25] Cresswell E G, Grime J P. Induction of a light requirement during seed development and its ecological consequences. *Nature*, 1981, **291**: 583~585.

[26] Chang E R, Jefferies R L, Carleton T J. Relationship between vegetation and soil seed banks in an arctic coastal marsh. *Journal of Ecology*, 2001, **89**: 367~384.

[27] Baldwin A H, Egnotovitch M S, Clarke E. Hydrologic change and vegetation of tidal freshwater marshes: Field, greenhouse, and seed-bank experiments. *Wetlands*, 2001, **21**: 519~531.

[28] Boedeltje G, ter Heerdt G N J, Bakker J P. Applying the seedling-emergence method under waterlogged conditions to detect the seed bank of aquatic plants in submerged sediments. *Aquatic Botany*, 2002, **72**: 121~128.

[29] Smith S M, McCormick P V, Leeds J A, *et al.* Constraints of seed banks species composition and water depth for restoring vegetation in the Florida everglades, USA. *Restoration Ecology*, 2002, **10**: 138~145.

[30] Cabin R J. Genetic comparisons of seed bank and seedling populations of a perennial mustard, *Lesquerella fendleri*. *Evolution*, 1996, **50**: 1830~1841.

[31] McCue K A, Holtsford T P. Seed bank influences on genetic diversity in the rare annual *Clarkia springvillensis* (Onagraceae). *American Journal of Botany*, 1998, **85**: 30~36.

[32] Tonsor S J, Kalisz S, Fisher J, *et al.* A life-history based study of population genetic structure: seed bank to adults in *Plantago lanceolata*. *Evolution*, 1993, **47**: 833~843.

[33] Cabin R J, Mitchell R J, Marshall D L. Do surface plant and soil seed bank populations differ genetically? A multipopulation study of the desert mustard *Lesquerella fendleri* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*, 1998, **85**: 1098~1109.

参考文献:

[8] 李伟,刘贵华,周进,等. 淡水湿地种子库研究综述. 生态学报, 2002, **22**: 395~402.

[16] 汪小凡,陈家宽. 湖南境内珍稀、濒危水生植物产地的考察. 生物多样性, 1994, **2**: 193~198.