

## 三江平原富锦湿地公园恢复初期土壤种子库特征

付宏臣<sup>1</sup>, 刘波<sup>2\*</sup>, 李宇<sup>3</sup>, 袁宇翔<sup>2</sup>, 田雪<sup>2</sup>, 姜明<sup>2</sup> (1. 富锦国家湿地公园管理处, 黑龙江富锦 156100; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林长春 130102; 3. 黑龙江三环泡国家级自然保护区管理局, 黑龙江富锦 156100)

**摘要** [目的]了解三江平原富锦湿地公园恢复初期种子库物种组成和规模。[方法]采用温室萌发法对比分析了三江平原恢复初期湿地和开垦湿地的土壤种子库特征。[结果]共萌发物种 14 种, 其中, 恢复湿地 13 种, 开垦湿地 8 种, 主要是稗(*Echinochloa crusgalli*)、香蒲(*Typha sp.*)、春蓼(*Polygonum persicaria*)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)和苳草(*Beckmannia syzigachne*)等物种, 缺乏藎草(*Carex spp.*)和小叶章(*Calamagrostis angustifolia*)等该地区典型沼生植物; 恢复湿地单位面积萌发幼苗数量(389 株/m<sup>2</sup>)是开垦湿地(166 株/m<sup>2</sup>)的 2.3 倍。地上植被常见香蒲(*Typha angustifolia*)、芦苇(*Phragmites australis*)、泽泻(*Alisma plantago-aquatica*)、水葱(*Scirpus validus*)和野慈姑(*Sagittaria trifolia*)等水生植物。[结论]在以恢复藎草湿地等浅水沼泽或湿草甸为目的时, 应采用播种、移栽等方式补充种源, 同时加强植被监测和水位管理, 以促进目标植被的恢复。

**关键词** 富锦湿地; 三江平原; 土壤种子库; 植被恢复

**中图分类号** Q948.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)26-0079-03

## Soil Seed Bank Characteristics of Restored Wetlands of Fujin Wetland Park in Sanjiang Plain

FU Hong-chen<sup>1</sup>, LIU Bo<sup>2\*</sup>, LI Yu<sup>3</sup> et al (1. Fujin National Wetland Park, Fujin, Heilongjiang 156100; 2. Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology(IGA), Chinese Academy of Sciences(CAS), Changchun, Jilin 130102; 3. Sanhuanpao Nation Natural Reserve, Fujin, Heilongjiang 156100)

**Abstract** [Objective] To understand the characteristics of soil seed banks in Fujin Wetland Park in Sanjiang plain. [Method] The characteristics of Soil Seed Bank of wetland and reclaimed wetland in early stage of Sanjiang plain were analyzed by means of greenhouse germination. [Result] The results showed that the seeds of fourteen plant species germinated from the seed bank, with thirteen plants and eight plants in restored and farmed wetlands, respectively. And the common species in seed bank were *Echinochloa crusgalli*, *Typha sp.*, *Polygonum persicaria*, *Chenopodium glaucum* and *Beckmannia syzigachne*. However, some typical wetland species in Sanjiang Plain, such as *Carex spp.* and *Calamagrostis angustifolia*, were absent from the seed bank. In addition, the number of germinated seedlings per unit area for 1-year restored wetland samples was about 2.3 times of that for farmed wetland samples. The common species for aboveground communities were *Typha angustifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Myriophyllum spicatum* and *Sagittaria trifolia*. [Conclusion] In order to restore wetlands from shallow marsh or wet meadow for the purpose, we should adopt the sowing and transplanting of provenance, strengthen and restore vegetation monitoring and management level with the aim of promoting vegetation.

**Key words** Fujin Wetland; Sanjiang Plain; Soil Seed Bank; Vegetation restoration

土壤种子库是湿地植物群落动态的重要成分, 不同恢复演替阶段的种子库特征在指导湿地植被恢复方面具有重要意义<sup>[1]</sup>。如果种子库含有足够量的恢复物种的种子, 可以直接通过种子库进行植被恢复。然而, 在美国华盛顿地区 Kingman 淡水沼泽, 自然湿地优势种假泽兰(*Mikania scandens*)、箭叶蓼(*Polygonum sagittatum*)在恢复 3 年的湿地出现频率极低<sup>[2]</sup>; 尽管 5 种自然湿地优势禾草在少数恢复湿地出现, 但其盖度均低于 5%<sup>[3]</sup>。因此, 在恢复或重建特定种群时, 如果土壤中缺乏目标物种的繁殖体, 则需要靠播种、移栽等措施恢复植被。土壤种子库的物种组成及规模特征可以用于检验恢复湿地是否受到外来种入侵的影响。在美国中部穴沓湿地, 退耕还湿 3 年后一年生植物占优势, 而缺失该地区莎草沼泽一些常见植物的种子(尤其是藎草); 自然恢复 12 年后虽已出现了一些本土湿地种, 但盖度均不超过 1%, 而入侵种藎草(*Phalaris arundinacea*)、丝路蓟(*Cirsium arvense*)及水烛(*Typha angustifolia*)却在所有恢复湿地成功定居并成为优势种, 其中藎草盖度高达 75%~100%, 这与入侵种的快速散播和定居有关, 限制了本土种的定居和建群<sup>[4]</sup>。可见, 研究恢复湿地的土壤种子库可以为植被恢复调控提供

可靠信息。

三江平原是我国最大的平原沼泽分布区, 也是重要的商品粮基地<sup>[5]</sup>。在建国初期, 三江平原地区近 50% 的面积为沼泽湿地, 截至 2010 年, 经过近 60 年的大规模农业开发, 自然沼泽湿地仅余 0.69 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 损失率为 85.9%<sup>[6]</sup>。湿地面积的急剧减少, 导致湿地调蓄洪水、净化水质、提供栖息地和生物多样性保护等功能大幅降低。为此, 黑龙江省林业厅开始执行湿地恢复计划, 拟在三江平原进行 150 000 hm<sup>2</sup> 农田湿地恢复工作<sup>[7]</sup>。目前, 该地区湿地土壤种子库研究主要集中于开垦湿地、沟渠、自然湿地不同演替群落等方面, 而对恢复湿地种子库的研究较少见<sup>[8-10]</sup>。笔者以三江平原恢复 1 年湿地和开垦湿地为研究对象, 通过比较分析两者土壤种子库特征, 了解恢复湿地种子库物种组成和规模, 预测植被未来演替趋势, 旨在为湿地植被管理提供科学依据。

## 1 研究地概况与研究方法

**1.1 研究地概况** 三江平原位于我国东北部, 由黑龙江、松花江、乌苏里江流冲积而成, 北东走向的完达山脉将三江平原分为 2 部分。完达山以北的三江平原在大地构造上属同江内陆断陷, 是一个中、新生代大面积沉陷地区。完达山以南的平原称为穆稜—兴凯平原, 在大地构造上属新生代内陆断陷, 为第三纪初断陷形成的平原。第四纪以来, 三江平原大部分地区处于间歇性缓慢下沉阶段, 地势低平, 河道蜿蜒曲折, 河漫滩宽广, 径流滞缓, 加之地面土壤物质黏重, 下

**基金项目** 国家科技部基础工作专项(2013FY111800)。

**作者简介** 付宏臣(1988—), 男, 内蒙古赤峰人, 助理工程师, 从事湿地恢复研究。\* 通讯作者, 工程师, 从事湿地恢复研究。

**收稿日期** 2017-07-14

渗困难,有利于湿地的发育<sup>[9]</sup>。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 土壤种子库取样与萌发。**种子库取样工作于2014年4月17日进行,土样采集区域位于富锦国家湿地公园,该公园地处三江平原腹地,位于黑龙江省佳木斯市富锦地区(131°41′02.8″~131°46′09.2″E,46°53′18.8″~46°56′18.5″N)。选取退耕后自然恢复1年的湿地和相邻的农田作为取样地,样地数量分别为10块和8块(图1)。农田和自然恢复湿地退耕前已经开垦超过10年。在每个所选地块按照均匀性和随机性原则设3个采样点,在每个采样点用土钻(直径7 cm)采集0~5 cm的土壤样品3个,3个样品混为1份样品,共采集54份土壤样品。以下分别用恢复湿地和开垦湿地代表2类湿地。

在中国科学院东北地理与农业生态研究所不加热的温室内进行种子库萌发试验,温室保持通风,与外界条件保持一致。将土样进行小心破碎、充分混合,过0.2 mm筛,挑出

碎石、根茎等植物残体。将样品平铺于大小为25 cm × 20 cm的萌发盘内,样品厚度<5 mm,盘内预装入5 cm厚经120℃烘箱处理12 h的细砂,萌发盘在萌发床内随机排列。每天给萌发床添加少量自来水,保持萌发盘样品处于水分饱和和状态。种子开始萌发后,每7 d记录1次萌发的物种种类及幼苗数量,对于经过鉴定的幼苗及时进行计数,并从培养盘中移出;对于无法鉴定的物种,移栽至其他培养盘培养至可鉴定为止。物种的鉴定和命名参考第二版《东北植物检索表》及中国植物物种信息数据库(<http://db.kib.ac.cn/eflora/Default.aspx>)。试验中小心翻动表土2次,以促进种子萌发,直至连续30 d无新种子萌发视为试验结束。该试验共需萌发盘55个(其中1个用于检测培养土中是否有萌发的种子),培养盘底部具有圆形的小孔,保证水分交换。将每个萌发盘中各物种萌发的幼苗数换算成1 m<sup>2</sup>的数量,用Excel软件整理数据后,采用SPSS 16.0软件成组数据t检验分析2类湿地土壤种子库的差异。

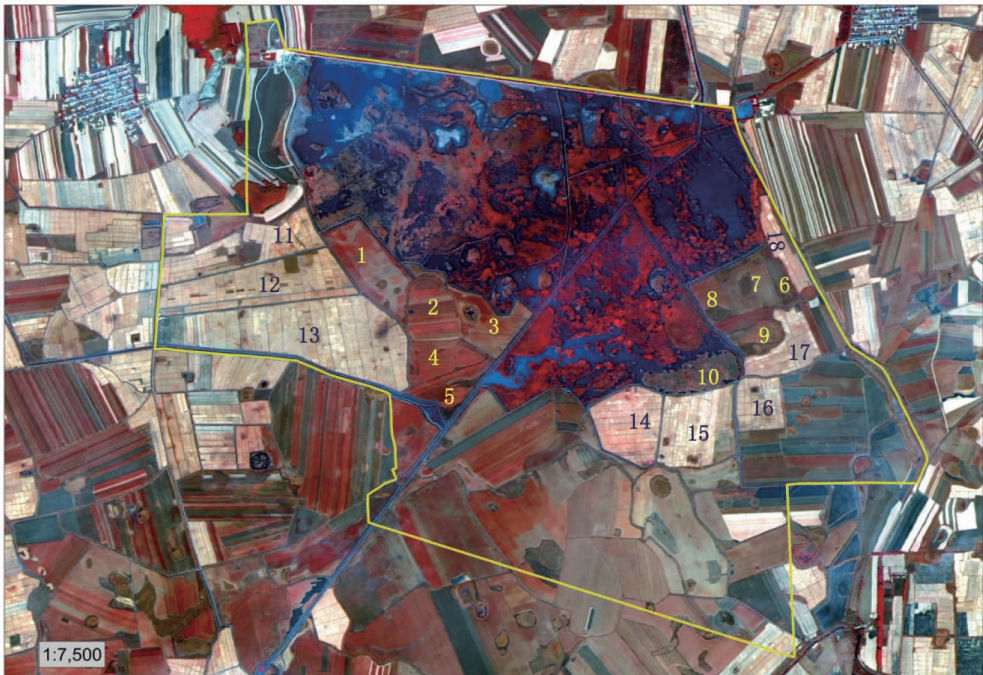


图1 富锦湿地公园土壤种子库取样位置

Fig. 1 Sampling location of soil seed bank in Fujin Wetland Park

**1.2.2 植被调查。**采用样线与样方相结合的方法进行植被调查。恢复湿地为退耕1年后的湿地,与开垦地相邻且水系相通,地形等生境条件一致。恢复湿地主要为水烛群落和芦苇群落,开垦地种植水稻。以样线法进行恢复湿地植物调查,设计贯穿地块的样线2条,每隔一定距离记录沿样线的物种名称及高度,每个样地均匀设置5个1 m × 1 m的样方,记录各样方的植物种类及水深等,共设置样方50个。植被调查于2014年7月底进行。

## 2 结果与分析

**2.1 土壤种子库特征** 该试验共萌发物种14种,其中1、2年生草本6种,多年生草本7种,灌木1种(表1)。土壤中含种子数量较多的种类包括稗(*Echinochloa crusgalli*)、香蒲

(*Typha* sp.)、春蓼(*Polygonum persicaria*)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)、茵草(*Beckmannia syzigachne*)和泽泻(*Alisma plantago-aquatica*)等物种,缺乏藁草、小叶章等该地区典型陆生植物种类。

开垦湿地自然恢复1年后,土壤种子库规模和物种数量均明显增加。恢复湿地共萌发物种13种,开垦湿地萌发物种数为8(表1);恢复湿地萌发幼苗数量(389株/m<sup>2</sup>)显著高于开垦湿地(166株/m<sup>2</sup>)( $t=4.95, df=16, P<0.001$ )。

**2.2 地上植被特征** 恢复湿地大部分区域为明水面,水深10~90 cm,只在湿地中有少量斑块状的香蒲和芦苇群落。调查发现的物种有芦苇、水烛、泽泻、水葱(*Scirpus validus*)、穗状狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)和野慈姑(*Sagittaria tri-*

*folia*), 主要是一些适应淹水环境的水生植物。

表 1 富锦湿地公园开垦湿地与恢复湿地种子库萌发物种数量

Table 1 Species numbers of seed banks in reclaimed wetland and restored wetland seed bank in Fujin Wetland Park

生活型 Life form	物种 Species	开垦湿地 Reclaimed wetland	恢复湿地 Restoration wetland
灌木 Shrub	柳 ( <i>Salix</i> sp.)		8 ± 3
多年生草本 Perennial herb	香蒲 ( <i>Typha</i> sp.)	6 ± 3	54 ± 28
	芦苇 ( <i>Phragmites australis</i> )		15 ± 6
	泽泻 ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> )		18 ± 5
	车前 ( <i>Plantago asiatica</i> )	9 ± 4	12 ± 6
	褐穗莎草 ( <i>Cyperus fuscus</i> )		6 ± 2
	宽叶山蒿 ( <i>Artemisia stolonifera</i> )	18 ± 5	16 ± 4
	苣荬菜 ( <i>Sonchus arvensis</i> )	12 ± 6	16 ± 4
1、2 年生草本 Annual and biennial	春蓼 ( <i>Polygonum persicaria</i> )	15 ± 4	28 ± 10
herbaceous	稗 ( <i>Echinochloa crusgalli</i> )	84 ± 20	164 ± 60
	茵草 ( <i>Beckmannia syzigachne</i> )		18 ± 8
	鬼针草 ( <i>Bidens pilosa</i> )	14 ± 8	16 ± 9
	芥菜 ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )	8 ± 6	
	灰绿藜 ( <i>Chenopodium glaucum</i> )		18 ± 10

### 3 讨论与结论

土壤种子库作为植物繁殖体的储备库,在退化湿地植被恢复和重建中起着重要作用<sup>[7]</sup>。伴随湿地水文条件的恢复,土壤种子库能够迅速积累。该研究表明,三江平原退耕地自然恢复 1 年后,种子库物种数量增加了 75%;种子库规模增加了 1.3 倍,说明退耕地水文条件恢复后种子库能够迅速积累。类似的现象也出现在美国 Delaware 河淡水沼泽,经过仅 1 年的自然恢复,种子密度便由 450 ~ 62 000 m<sup>-2</sup> 增加到 55 000 ~ 301 000 m<sup>-2</sup>,单位面积物种数增加了 2 倍多<sup>[11]</sup>; Combroux 等<sup>[12]</sup>在法国河滨湿地发现,退化湿地恢复 1 年后种子库规模增加了 3 倍。退耕地种子库快速积累的原因是一方面,大量种子通过风传播(如香蒲、芦苇)或水传播进入恢复湿地,为湿地植被恢复提供了种源<sup>[13-14]</sup>;另一方面,湿地水文条件的恢复及农业活动的停止也为土壤中种子的萌发与更新提供了有利环境。

土壤种子库的物种组成及规模在一定程度上决定了植物群落变化的趋势,对于指导湿地植被恢复实践意义重大。该研究发现,富锦恢复湿地土壤中没有藁草、小叶章等植物的种子,说明靠湿地的自然恢复难以重建以藁草和小叶章为优势种的群落。类似的研究结果也出现在美国华盛顿地区 Kingman 淡水沼泽和美国中部穴沱湿地<sup>[3-4]</sup>。这可能有两方面的原因,其一,由于湿地开发为农田有几年甚至几十年之久,土壤中藁草等植物种子已消失或失去活力;其二,湿地中众多藁草以无性繁殖为主,种子生产量少,且藁草生长较致密、枯落物积累较多,一定程度上限制了种子水传播;另外,自然湿地和恢复湿地之间水文联通性、水流方向、传播距离等也会影响植物种子的有效传播,从而导致恢复湿地种源难以得到有效补充。因此,在该类湿地以恢复藁草和小叶章群落为目的时,需要通过幼苗移栽、人为播种等方式补充种源,并辅以适宜的管理措施,才能促进湿地植被的恢复。

土壤种子库的特征也可以用于监测湿地是否受外来物种入侵的干扰,评判湿地恢复的效果<sup>[15]</sup>。香蒲、芦苇和稗在一些湿地成功快速侵入,限制了自然植被的恢复<sup>[16-18]</sup>。种子繁殖对于芦苇等植物开拓新环境至关重要<sup>[19]</sup>。该研究发现,在退耕地自然恢复 1 年后土壤中有香蒲、芦苇和稗的种子,这说明该地区恢复湿地很可能被这些物种占领。野外调查发现,该地区退耕地恢复 1 年后已有较多的香蒲和芦苇。香蒲和芦苇种子较轻,风传播是其主要传播途径;富锦湿地公园已有湿地以香蒲群落和芦苇群落为主,且离恢复湿地较近,大量种子易随风进入恢复湿地,水分条件恢复后,便大量萌发,成功建群。因此,在湿地恢复过程中,应该加强湿地动态监测和水文管理,以促进目标种群的恢复重建。

### 参考文献

- [1] 侯志勇,谢永宏,于晓英,等.淡水湿地种子库的研究方法、内容与展望[J].生态学杂志,2008,27(8):1400-1405.
- [2] NEFF K P, RUSELLO K, BALDWIN A H. Rapid seed bank development in restored tidal freshwater wetlands[J]. Restoration ecology, 2009, 17(4): 539-548.
- [3] GALATOWITSCH S M, VAN DER VALK A G. The vegetation of restored and natural prairie wetlands[J]. Ecological applications, 1996, 6(1): 102-112.
- [4] MULHOUSE J M, GALATOWITSCH S M. Revegetation of prairie pothole wetlands in the mid-continental US: Twelve years post-reflooding[J]. Plant ecology, 2003, 169(1): 143-159.
- [5] 刘兴土,马学慧.三江平原大面积开荒对自然环境影响及区域生态环境保护[J].地理科学,2000,20(1):14-19.
- [6] 薛振山,姜明,吕宪国,等.农业开发对生态系统服务价值的影响:以三江平原浓江—别拉洪河中下游区域为例[J].湿地科学,2012,10(1):40-45.
- [7] 王国栋,吕宪国,姜明,等.三江平原恢复湿地土壤种子库特征及其与植被的关系[J].植物生态学报,2012,36(8):763-773.
- [8] 王国栋, MIDDLETON B A, 吕宪国,等.农田开垦对三江平原湿地土壤种子库影响及湿地恢复潜力[J].生态学报,2013,33(1):205-213.
- [9] 刘庆艳,王国栋,姜明,等.三江平原沟渠土壤种子库特征及其与地上植被的关系[J].植物生态学报,2014,38(1):17-26.
- [10] 邢福,王莹,许坤,等.三江平原沼泽湿地群落演替系列的土壤种子库特征[J].湿地科学,2008,6(3):351-358.
- [11] LECK M A. Seed-bank and vegetation development in a created tidal freshwater wetland on the Delaware River, Trenton, New Jersey, USA[J]. Wetlands, 2003, 23(2): 310-343.
- [12] COMBROUX I C S, BORNETTE G, AMOROS C. Plant regenerative strategies after a major disturbance: The case of a riverine wetland restoration[J]. Wetlands, 2002, 22(2): 234-246.
- [13] BROEK T V D, DIGGELEN R V, BOBINK R. Variation in seed buoyancy of species in wetland ecosystems with different flooding dynamics[J]. Journal of vegetation science, 2005, 16(5): 579-586.
- [14] 郝建华,强胜,杜康宁,等.十种菊科外来入侵种连萼瘦果风力传播的特性[J].植物生态学报,2010,34(8):957-965.
- [15] FAIST A M, FERRENBERG S, COLLINGE S K. Banking on the past: Seed banks as a reservoir for rare and native species in restored vernal pools[J]. Aob plants, 2013, 5(8): 319-327.
- [16] ZEDLER J B, KERCHER S. Causes and consequences of invasive plants in wetlands: Opportunities, opportunists, and outcomes[J]. Critical reviews in plant sciences, 2004, 23(5): 431-452.
- [17] GEDDES P, GRANCHAROVA T, KELLY J J, et al. Effects of invasive *Typha x glauca* on wetland nutrient pools, denitrification, and bacterial communities are influenced by time since invasion[J]. Aquatic ecology, 2014, 48(3): 247-258.
- [18] 刘波,吕宪国,姜明,等.莫莫格扁秆藨草恢复湿地土壤种子库对长芒稗入侵的响应[J].生态学报,2016,36(8):2217-2222.
- [19] YU J B, WANG X H, NING K, et al. Effects of salinity and water depth on germination of *Phragmites australis* in coastal wetland of the Yellow River Delta[J]. CLEAN-Soil, Air, Water, 2012, 40(10): 1154-1158.