

鄱阳湖滨流动沙丘不同类型沙障土壤改良效应分析

葛佩琳, 王凌云, 莫明浩, 段 剑

(江西省水土保持科学研究院 江西省土壤侵蚀与防治重点实验室, 南昌 330029)

摘 要:为探讨鄱阳湖滨湖不同类型沙障对流动沙丘土壤的改良效应,设置了玉米秸秆和单叶蔓荆两种不同材料的沙障类型,以裸露沙丘为对照,2年后分析两种类型沙障对流动沙丘土壤含水率和化学性质的影响。结果表明:单叶蔓荆沙障对于0—40 cm土壤含水率的提高具有显著效果,玉米秸秆沙障对于土壤含水率无明显作用效果。两种沙障内0—20 cm表层土壤有机质含量分别是裸露对照的3.62、22.24倍,两种沙障对表土均具有显著的改良效果($p < 0.05$),单叶蔓荆沙障的改良效果更好;而在20—60 cm深层次土壤中,有机质含量未表现出显著差异。单叶蔓荆沙障除对土壤全氮无明显作用外,能有效提高全磷、碱解氮和速效磷的含量,分别是裸露对照的3.58、8.14、8.86倍,玉米秸秆沙障对土壤全氮、全磷、碱解氮和速效磷含量均无明显作用。综上,认为单叶蔓荆沙障是该地区流动沙丘土壤改良效果较理想的沙障材料。

关键词:土壤改良;沙障;流动沙丘;鄱阳湖

中图分类号:S157.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)06-0087-05

Analysis on the Effects of Different Types of Sand Barriers on Soil Improvement in the Mobile Dune Along the Lakeside of Poyang Lake

GE Peilin, WANG Lingyun, MO Minghao, DUAN Jian

(Jiangxi Provincial Key Laboratory of Soil Erosion and Prevention,

Jiangxi Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China)

Abstract: In order to study the effect of different types of sand barriers on soil improvement in mobile dune in lakeside of Poyang Lake, two different types of sand barriers, corn straw and *Vitex trigolia* var. *simplicifolia*, were set, and the bare dune was taken as the control. The determination and analysis of the two types of sand barriers two years after the establishment showed that the *Vitex trigolia* var. *simplicifolia* sand barrier had the significant effect on the improvement of soil moisture content in 0—40 cm depth of soil, while the corn straw sand barrier had no significant effect on the soil moisture content; the contents of organic matter in the 0—20 cm soil layer in the corn straw sand barrier and *Vitex trigolia* var. *simplicifolia* sand barrier were 3.62 and 22.24 times of that of the control, respectively; these two kinds of sand barriers had the significant improvement effect on topsoil ($p < 0.05$), and the *Vitex trigolia* var. *simplicifolia* sand barrier was better; however, there was no significant difference in the content of organic matter in 20—60 cm soil layer; the *Vitex trigolia* var. *simplicifolia* sand barrier could effectively improve the contents of total phosphorus, alkali-hydrolyzed nitrogen and available phosphorus, which were 3.58, 8.14 and 8.86 times of those of the control, but no obvious effect on soil total nitrogen was found, while corn straw barrier had no obvious effect on soil total nitrogen, total phosphorus, alkali-hydrolyzed nitrogen and available phosphorus. In conclusion, it is considered that the *Vitex trigolia* var. *simplicifolia* sand barrier is an ideal sand barrier material suitable for soil improvement of mobile dunes in this area.

Keywords: soil improvement; sand barrier; mobile dune; Poyang Lake

收稿日期:2019-06-04

修回日期:2019-07-01

资助项目:江西省水利厅科技项目“鄱阳湖滨湖流动沙地植被恢复关键技术研究”(KT201723);江西省土壤侵蚀与防治重点实验室开放研究资助项目“江西省分区水土保持植物筛选”(JXSB201803);江西省重点研发计划项目“鄱阳湖滨湖沙地植被恢复关键限制因素及调控技术研究”(20192BBH80002);江西省水利科技项目“水土保持植物连翘在南方典型红壤上的生长适应性研究”(KT201620),“果园生草对AM真菌群落和土壤抗蚀性的影响”(KT201719)

第一作者:葛佩琳(1988—),女,河南省驻马店市人,工程师,硕士,主要从事水土保持与园林景观研究、水土保持植物等方面的研究。

E-mail:466404329@qq.com

通信作者:段剑(1988—),男,江西省永新县人,工程师,博士,主要从事土壤侵蚀与植被恢复研究。E-mail:duanjian8807@163.com

土地沙漠化是当前全球广泛关注的重大环境与资源问题之一,我国风沙活动区十分广泛,在干旱、半干旱甚至半湿润和湿润地区均有分布^[1-2]。我国南方湿润地区的土地沙化问题,在成因、分布范围、治理及开发利用途径上,与北方干旱地区有所不同,在水蚀、风蚀和人为因素共同作用下出现了“水乡沙漠”的特殊景观^[3]。鄱阳湖作为我国第一大淡水湖泊,在维系长江水量平衡和生态安全方面发挥着十分重要的作用。但鄱阳湖地区属于水土流失易发区^[4],近代以来,受各种因素影响,鄱阳湖地区沙化较为严重,主要分布于滨湖地区及“五河”尾间区^[5]。随着沙地不断向外蔓延,严重影响该地区的生态环境和农业生产。

流动沙丘是鄱阳湖滨湖地区沙丘固定和植被恢复的重点和难点。沙漠治理的成功经验表明,沙障不仅是控制流沙的主要措施,更是恢复植被的重要先导措施和必要条件,在沙地生态恢复中起着积极作用^[6]。流动沙丘固定效果和植被恢复较好的为机械沙障和生物沙障固沙^[7]。鄱阳湖沙地虽然生态环境恶劣,但因其属亚热带湿润气候,水热条件十分优越,生物物质积累过程还是非常快的。因此,合理的布设沙障措施有助于使脆弱的流动沙地快速恢复到较为稳定的自然生态系统。目前,对沙障种类的环境适应性及其阻沙固沙效果的研究日益增多^[8-12],但不同类型沙障对土壤改良效果的比较研究还尚显不足。因此,研究鄱阳湖滨湖地区不同类型沙障对流动沙丘土壤水分和养分特征的影响,筛选出适宜该地区沙地生态恢复的措施及材料,对遏制沙化土地的蔓延和发展,指导土壤改良以及推进生态鄱阳湖流域建设具有重要意义。

1 研究区概况

鄱阳湖滨沙地地处亚热带湿润地区,在全国及江西省水土保持区划中属于鄱阳湖丘岗平原农田防护

水质维护区^[13]。主要分布在鄱阳湖周边、赣江及抚河中下游,长江沿岸及修水、信江沿岸的河流阶地、河漫滩及古河床上^[14]。选择在本区域有典型代表性的省级水土流失重点治理县——都昌县^[15]多宝沙山作为研究区,位于鄱阳湖入江洪道右岸,位于 116°03′—116°07′E 和 29°21′—29°27′N,海拔 46.4~242.9 m,属亚热带湿润季风气候,受鄱阳湖大水体影响,雨量丰沛,日照充足。沙山多年平均降雨量 1 400~1 900 mm,蒸发量 1 774~1 890 mm,年平均气温 17.4℃,最高气温 42℃,年均风速为 2.9~3.8 m/s,大风天气多出现在冬春两季,主风向为西北向。自然土壤以红壤和黄棕壤为主,在风力作用下退化为风沙土,土壤结构松散,养分含量低,保水保肥能力差^[16]。流动沙丘最靠近湖滨,植被覆盖率低于 10%。优势植物类群主要为蔷薇科(Rosaceae)、蝶形花科(Papilionaceae)、菊科(Compositae)和禾本科(Gramineae)植物,其中,单叶蔓荆(*Vitex trigolia* var. *simplicifolia*)、算盘子(*Glochidion puberum*)和假俭草(*Eremochloa ophiuroides*)、知风草(*Eragrostis ferruginea*)等植物是本区的主要建群和先锋植物,单叶蔓荆是沙地上优势的固沙先锋植物^[17]。

2 材料与方法

2.1 材料

按照就地取材原则以及考虑区域植被特点等因素,选择玉米秸秆和单叶蔓荆作为布置沙障的材料。在试验区内选择坡度、高度和坡向等立地条件较为一致的流动沙丘作为沙障试验区,试验沙丘高 8~15 m,沙丘走向为北偏西约 30°。设置单叶蔓荆沙障、玉米秸秆沙障试验区和裸露对照区。各试验区间隔 20 m 以上的距离,以保证各试验区之间互不影响,土壤化学性质背景值详见表 1。

表 1 不同类型沙障试验区土壤背景值

试验区	含水率/%	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)
裸露对照	5.24	0.63	1.23	0.12	2.88	1.79
玉米秸秆沙障	4.27	0.62	1.42	0.12	4.20	1.96
单叶蔓荆沙障	4.61	1.24	2.20	0.11	5.60	1.75

2.2 试验设计

单叶蔓荆沙障所用插条为 1~2 a 生的健壮枝条,在秋季进行扦插,将长约 30 cm 的枝条梢端进行切除,剩下部分截成每枝 50 cm 长。将单叶蔓荆枝条粗的一端呈 45°斜插入沙层深 45~50 cm,枝条地上出露约 5 cm,填沙踩实。以株行距 0.6 m×1 m 的规格栽植,选择阴雨天气,当天扦插全部完成,成活率达

85%,保存率为 95%。玉米秸秆沙障的布设是将玉米秸秆埋入土深 30 cm,出露地面 20 cm。两种沙障的布设形式均为田字形方格,方格间距均为 2 m×2 m,布设的坡位为坡脚,垂直于主风向。裸露对照区为立地条件一致的裸露流动沙丘,3 个试验区面积均为 20 m×30 m,设置 3 组重复。沙障布设时间为 2014 年 9 月。

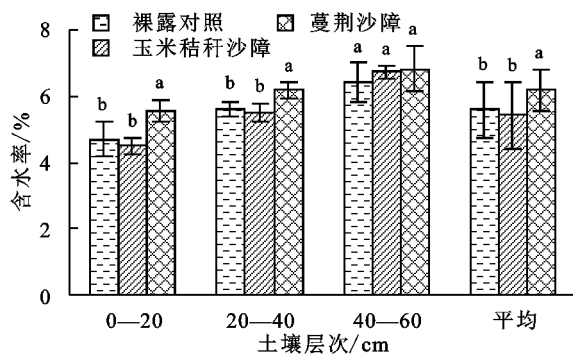
2.3 采样方法

沙障试验布设 2 a 后,对单叶蔓荆沙障、玉米秸秆沙障与裸露对照区的 0—20 cm, 20—40 cm, 40—60 cm 土层进行土壤采样,分析不同材料沙障对沙地土壤含水率和化学性质的影响,评估不同类型沙障的土壤改良效应。具体为:利用土壤水分仪(PR2)对土壤含水率进行测定,采用对角线法多点采集不同沙障试验区的土壤样品,并带回室内进行化学性质分析,每个试验区 3 个重复。土壤有机质采用重铬酸钾氧化—外加热法测定;全氮采用半微量凯氏定氮法测定;全磷采用钼锑比色法测定;碱解氮的测定采用碱解扩散法;速效磷的测定采用 NaHCO_3 钼锑比色法^[18]。数据统计分析在 Excel 和 SPSS 22.0 软件中完成。

3 结果与分析

3.1 对土壤含水率的影响

土壤水分状况是沙地生态系统的重要生态因素,决定着沙地土壤的发生、演化和土地生产力。图 1 为玉米秸秆、单叶蔓荆沙障和裸露对照区内 0—60 cm 不同层次土壤含水量分析结果。与裸露对照比较,玉米沙障内不同土壤层次土壤含水率没有明显变化,在 4.71%~6.72% 范围内变化;单叶蔓荆沙障在 0—20 cm, 20—40 cm, 0—60 cm 层次土壤含水率有所提高,达到显著差异($p<0.05$,下同),增幅 5.75%~18.05%。同时两种沙障土壤含水率在 0—20 cm, 20—40 cm, 0—60 cm 土壤层次表现出显著差异。说明沙地 0—60 cm 土壤含水率随土层深度的增加而增加;玉米秸秆沙障对于土壤含水率无明显作用效果;除 40—60 cm 深层土壤外,单叶蔓荆沙障对于土壤含水率的提高具有显著效果。因此,从提高沙地土壤含水率的角度看,单叶蔓荆沙障效果明显,而玉米秸秆沙障无明显效果,或者说在改善土壤蓄水能力方面,单叶蔓荆沙障的时效性比玉米秸秆沙障要快。



注:不同小写字母表示在同一土壤层次不同试验处理之间差异显著($p<0.05$),下同。

图1 不同类型沙障对不同层次土壤含水率的影响

3.2 对土壤有机质含量的影响

土壤有机质是反映土壤抗蚀性强弱和评价土壤肥力的一项重要指标,对土壤持水供水能力、孔隙度及团聚度等物理性质有重要影响。从玉米秸秆和单叶蔓荆沙障内不同层次土壤有机质含量的分析结果(图2),可看出两种沙障内 0—20 cm 表层土壤有机质含量分别是裸露对照的 3.62, 22.24 倍,说明两种沙障对表土均具有显著的改良效果,单叶蔓荆沙障的改良效果更好;而在 20—40 cm, 40—60 cm 深层次土壤中,有机质含量未表现出显著差异。这可能是布设沙障后增加了地表粗糙度,增加了植物枯枝落叶的滞留性,尤其单叶蔓荆沙障枯落物和根系对表层土壤有机质含量的增加起着重要作用。因此,从有机质含量角度看,玉米秸秆沙障和单叶蔓荆沙障对深层土壤无明显作用,对表层土壤均具有明显的改良效果,但单叶蔓荆沙障效应程度更大,其增幅是玉米秸秆沙障的 6.14 倍。

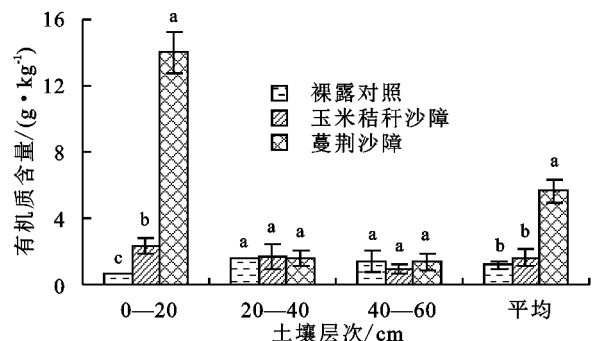


图2 不同类型沙障对不同层次土壤有机质含量的影响

3.3 对土壤氮、磷含量的影响

由两种沙障的土壤养分含量分析结果(图3)可知玉米秸秆沙障对土壤全氮、全磷、碱解氮和速效磷含量均无明显作用;单叶蔓荆沙障除对土壤全氮无明显作用外,能有效提高全磷、碱解氮和速效磷的含量。两种沙障对于 0—20 cm 表层土壤养分含量的影响规律是一致的,即单叶蔓荆沙障具有显著的改良效果,其全氮、全磷、碱解氮和速效磷含量分别是裸露对照的 2.47, 3.58, 8.14, 8.86 倍,而玉米秸秆沙障无明显作用效果。两种沙障在 20—40 cm 层次土壤全氮、全磷和速效磷含量上有一定的变化,但经方差分析,未达到显著性差异;土壤碱解氮含量则表现为单叶蔓荆沙障差异显著,玉米秸秆沙障无明显作用。两种沙障对 40—60 cm 层次土壤的全氮含量无明显作用,土壤全磷、碱解氮和速效磷含量则表现出与 0—20 cm 层次土壤类似的规律。因此,从土壤养分改良的角度看,单叶蔓荆沙障的改良效应程度显著大于玉米秸秆沙障。

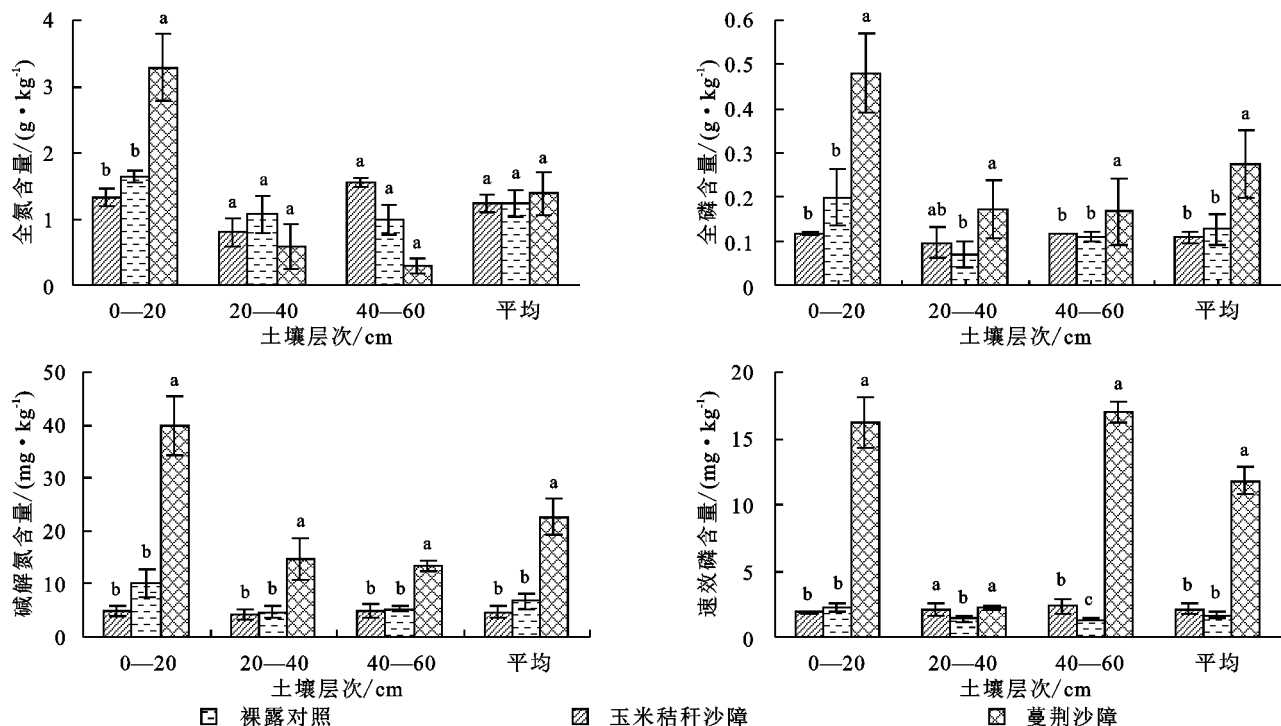


图3 不同类型沙障对沙地不同层次土壤养分的影响

4 讨论

经分析发现,单叶蔓荆与裸沙丘土壤表层的含水量存在显著差异,说明单叶蔓荆对土壤表层含水量有较大影响,有利于增加沙地土壤表层的水分含量。王明明等^[19]认为土壤水分动态变化除了受土壤性质、地下水、气候及降水等环境因素影响外,与地表植被覆盖密切相关。一方面,试验区所在的鄱阳湖滨湖区由于属亚热带湿润气候,不同于干旱、半干旱地区的气候特征,具有雨量丰沛,日照充足的特殊气候特点,在强烈的蒸发作用下单叶蔓荆茂密的枝叶可遮挡地面,当覆盖度达45%时有效减少地表水分蒸发。其次,单叶蔓荆繁茂的叶片形成的枯落物在地表形成致密的覆盖层也是减少表土蒸发的原因。由于蔓荆根系特别发达,最长根长可达1.6 m,植物根系对水分的吸收和蒸腾作用主要发生在较深层土壤中,在综合作用下0—40 cm土层水分含量变化剧烈,但又能保持相对较高的含水量,这与王明明^[19]、李凤英^[20]等试验结果也一致,在沙地中种植蔓荆、马尾松等3种植被对0—40 cm土壤有效持水量均比荒地高,蔓荆作为先锋植物,有利于提高表层土壤的有效持水量和沙地土壤水分的改善。此外,观测后期发现假俭草、知风草以及苔藓类生物入侵,沙地表面逐渐产生了新生的地表结皮现象,以及单叶蔓荆对土壤氮、磷等养分含量全面提升后,土壤化学性能的改善使土质结构从松散变得紧实,促进了土壤团聚体形成,这些均是提高土壤含

水量的可能原因。

两种沙障对0—20 cm表土均具有显著的改良效果,一方面是由于沙障在一定程度上对风沙流、气流中携带的有机碎屑等营养成分进行拦截沉积,增加了土壤细颗粒和有机质含量。其次,沙障本身的凋落物在分解后也会增加土壤养分含量。左长青等^[21]研究表明,单叶蔓荆根系非常发达,呈网状分布,2 a生单叶蔓荆根幅能达到1.1 m²,最长根长可达1.6 m。单叶蔓荆密集的根网不仅可固结流沙,还可增加土壤孔隙度,根系的活动及分泌物能加强土壤微生物的活动,从而提高了土壤理化性能。

本研究仅对沙障设置初期的土壤含水率变化进行了研究,而对于沙障的布设方式、配置形式及密度调控等对于土壤含水率的影响很少涉及,另外,沙地植物的种类、生长状况及地下水埋深等也对沙地含水量有显著影响,今后还需更多的相关试验和长期的土壤水分年动态变化定位观测进行验证。

5 结论

(1) 玉米秸秆沙障对于土壤含水率没有明显的作用效果,单叶蔓荆沙障对于0—40 cm深土壤含水率的提高具有显著效果,增幅5.75%~18.05%。说明在改善土壤蓄水能力方面,单叶蔓荆沙障内土壤蓄水能力明显增强,而且单叶蔓荆沙障的时效性比玉米秸秆沙障要快。

(2) 与裸露对照相比较,单叶蔓荆沙障对土壤表

层(0—20 cm)有机质、全磷、碱解氮和速效磷含量均有大幅提高,分别是裸露对照的 22.24,3.58,8.14,8.86 倍;玉米秸秆沙障仅提高了表层(0—20 cm)土壤有机质含量(对照的 3.62 倍),说明单叶蔓荆沙障对土壤化学性质的改良作用大于玉米秸秆沙障。

(3) 通过试验研究,发现设置单叶蔓荆沙障是改良流动沙丘土壤性状的有效方法,单叶蔓荆又是乡土的治沙先锋树种,为流动沙地的治理提供了充足的植物沙障材料。鄱阳湖滨湖区地区具有特殊的气候及水文特点,采用活体单叶蔓荆枝条扦插沙障,是一项成本低,见效快,效益好,易推广的治沙和改良土壤措施。

参考文献:

[1] 朱震达.中国沙漠、沙漠化、荒漠化及其治理的对策[M].北京:中国环境科学出版社,1999.

[2] 史培军,张宏,王平,等.我国沙区防沙治沙的区域模式[J].自然灾害学报,2000,9(3):1-7.

[3] 杨洁.鄱阳湖滨湖沙地生态修复技术与经济开发模式[C]//中华人民共和国水利部水土保持司,中国科学院资源环境科学与技术局.全国水土保持生态修复研讨会论文汇编.中国水土保持学会,2004.

[4] 张利超,喻荣岗,陈浩,等.江西省水土流失易发区划分研究[J].水土保持应用技术,2017(6):39-42.

[5] 丁明军,郑林,聂勇.鄱阳湖沙山地区沙化土地特征及成因分析[J].水土保持通报,2010,30(2):159-163.

[6] 王丽英,李红丽,董智,等.沙柳方格沙障对库布齐沙漠防风固沙效应的影响[J].水土保持学报,2013,27(5):115-118,124.

[7] Miao R H, Qiu X L, Guo M X, et al. Accuracy of space-for-time Substitution for vegetation state prediction following shrub restoration[J]. Journal of Plant Ecology,2018,11(2):208-217.

[8] 王强,左合君,李钢铁,等.巨菌草留茬沙障防风固沙效益及其适宜模式研究[J].干旱区研究,2018,35(5):1234-1241.

[9] 孙浩,刘晋浩,黄青青,等.多边形草沙障防风效果研究[J].北京林业大学学报,2017,39(10):90-94.

[10] 刘世增,詹科杰,方峨天,等.草基高立式葵花秸秆沙障的压制方法及防风固沙效能研究[J].水土保持研究,2016,23(6):98-101.

[11] 张圆,李芳,屈建军,等.机械沙障组合对土壤含水量及温度的影响[J].中国沙漠,2016,36(6):1533-1538.

[12] 蒙仲举,任晓萌,高永.半隐蔽式沙柳沙障的防风阻沙效益[J].水土保持通报,2014,34(3):178-180,206.

[13] 张利超.江西省水土保持区划及防治布局研究[J].中国水土保持,2016(2):36-41.

[14] 莫明浩,杨洁,段剑,等.鄱阳湖沙地植物调查及植被恢复试验研究[J].人民长江,2012,43(20):70-74.

[15] 张利超,谢颂华.江西省水土流失重点防治区的复核和划分[J].水土保持通报,2016,36(1):230-235.

[16] 胡胜华,于吉涛,张建新,等.鄱阳湖砂山地区风沙化过程中物种多样性的变化[J].中国沙漠,2006,26(5):729-733.

[17] 段剑,杨洁,刘仁林,等.鄱阳湖滨沙地植物多样性特征[J].中国沙漠,2013,33(4):1034-1040.

[18] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.

[19] 王明明,刘新平,李玉霖,等.不同植被盖度沙质草地生长季土壤水分动态[J].中国沙漠,2019,39(5):1-8.

[20] 李凤英,张露,何小武,等.鄱阳湖滨不同植被类型沙地土壤有效持水能力研究[J].水土保持研究,2019,26(2):107-111.

[21] 左长清,杨洁,李相玺.江西省鄱阳湖湖滨沙地蔓荆的固沙效益[J].中国水土保持科学,2003,1(2):38-41.



(上接第 86 页)

[9] 王甜,徐珊,赵梦颖,等.内蒙古不同类型草原土壤团聚体含量的分配及其稳定性[J].植物生态学报,2017,41(11):1168-1176.

[10] 陈帅,孙涛,松嫩草地不同退化阶段的土壤团聚体稳定性[J].草业科学,2017,34(2):217-223.

[11] 卢金伟,李占斌.土壤团聚体研究进展[J].水土保持研究,2002,9(1):81-85.

[12] 李勇,武淑霞,夏侯国风.紫色土区刺槐林根系对土壤结构的稳定作用[J].水土侵蚀与水土保持学报,1998,4(2):1-7.

[13] 庄正,张芸,张颖,等.不同发育阶段杉木人工林土壤团

聚体分布特征及其稳定性研究[J].水土保持学报,2017,31(6):183-188.

[14] 赵世伟,苏静,吴金水,等.子午岭植被恢复过程中土壤团聚体有机碳含量的变化[J].水土保持学报,2006,20(3):114-117.

[15] 由政,姚旭,景航,等.不同演替阶段群落根系分布于土壤团聚体特征的协同变化[J].水土保持研究,2016,23(6):20-31.

[16] 吴彦,刘世全,付秀琴,等.植物根系提高土壤水稳性团粒含量的研究[J].水土侵蚀与水土保持学报,1997,3(1):45-49.