

王健胜,刘沛松,杨雨华,等. 低山丘陵区不同植被修复模式下土壤养分特征分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):358-360.

低山丘陵区不同植被修复模式下土壤养分特征分析

王健胜, 刘沛松, 杨雨华, 彭舜磊, 文祯中

(平顶山学院低山丘陵区生态修复重点实验室,河南平顶山 467000)

摘要:以实现低山丘陵区退化生态环境修复为目标,对 5 种植被修复模式下土壤养分特征进行了研究。结果表明,不同植被修复模式下土壤养分含量差异较大,其变化大小顺序为硝态氮>全磷>铵态氮>全氮>有机质>速效钾>全钾>速效磷;与荒草地相比,5 种植被修复模式在改善特定土壤养分方面表现出了较好效果,以杨树+苜蓿模式和苜蓿模式土壤养分综合表现最好;土壤氮素与磷素、有机质含量以正相关为主,而与钾素以负相关为主;土壤全氮、铵态氮、有机质、全钾、全磷可作为土壤养分分析的主因子。

关键词:低山丘陵区;植被修复;土壤养分

中图分类号: S151.9⁺5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0358-03

低山丘陵是我国主要地貌特征之一,也是我国传统农业的重要生产区域。长期以来,由于人们对低山丘陵区土地进行过度开发和利用,导致该地区生态环境日益恶化,突出表现为水土流失严重和土壤养分极度匮乏^[1-3]。因此,修复低山丘陵区严重退化的生态环境显得尤为重要。植被修复作为一种传统、有效的生态修复方式已被广泛应用于不同类型的退化环境修复研究中,而植被修复后土壤养分的特征研究一直作为该领域研究的重要内容,同时它也是筛选最佳植被修复模式的重要指标之一。前人针对土壤养分进行了较多研究^[4-8]。刘梦云等对黄土丘陵区小流域土壤养分特征进行了研究,结果表明该地区土壤肥力状况较差,不同类型土壤间及不同植被间土壤养分含量差异都较为明显^[9]。刘晓娟等研究了高山寒漠带 3 种植物对土壤养分的影响,结果显示种植 3 种植物可使土壤速效磷、速效氮、速效钾含量显著提高^[10]。焦菊英等对黄土丘陵区不同植被恢复模式下土壤养分特征进行分析,结果表明封禁自然恢复方式下多数土壤养分含量均高于人工造林恢复方式^[11]。马琨等对宁夏南部山区不同土地类型土壤养分的分布特征进行了研究,结果表明不同类型土地利用方式下土壤养分含量差异明显,养分含量整体表现为草地>农地>梯田>林地>沟道^[12]。虽然前人已对土壤养分开展了较多研究,但有关低山丘陵区林草植被修复模式下土壤养分特征的研究甚少。因此,本研究分析了低山丘陵区多种植被修复模式下土壤的主要养分特征,以期对低山丘陵区生态环境建设提供依据。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

试验地点位于河南省鲁山县昭平湖丘陵区伏牛山东麓

(112°14′~113°14′E,33°34′~34°00′N),地处亚热带、暖温带过渡地带,属季风气候,年均温 14.8℃,年均降水量 1 000 mm,无霜期 209 d。植被属暖温带落叶阔叶林向亚热带常绿阔叶林过渡型,当地树种以杨树、侧柏、栓皮栎、刺槐等为主。

1.2 研究方法

低山丘陵区生态修复长期定位试验区建立于 2009 年,其设置与该区域自然丘陵区坡面十分接近(22°坡,西南坡向)。试验区共设 10 个小区,每小区坡长 25 m、宽 15 m。根据当地生态特点,选取 5 种植被修复模式,包括苜蓿样地、杨树+苜蓿样地、侧柏+苜蓿样地、栓皮栎+苜蓿样地、刺槐+苜蓿样地,同时设置荒草地为对照,每个样地 1 次重复。对各样地坡顶、坡中(2 个区段)、坡底等 4 个区段进行取样,在每个区段的同一水平等距离分别设置 3 个采样点,每个采样点取 0~20 cm 原状土。将每个样点的土壤样品装入土壤袋,自然风干后剔除石块、根茎及各种土壤杂质,充分混匀后研磨过筛。

测定土壤样品的 8 个指标,包括土壤全氮、全磷、全钾、速效磷、速效钾、硝态氮、铵态氮、有机质含量。

1.3 数据处理

使用 Excel 2007 软件和 DPS 7.55 统计软件进行数据计算、统计、描述性分析及相关分析等。

2 结果与分析

2.1 土壤养分总体状况

从表 1 可以看出,在速效养分方面,以速效钾含量最高,平均达到 69.01 mg/kg,而速效磷含量最低,平均只有 1.06 mg/kg;在综合养分方面,全钾含量最高,而全磷含量最低。对所有养分指标而言,变化最大的指标是硝态氮,变异系数达到 0.98;而速效磷的变化最小,变异系数只有 0.08,所有养分的变化大小顺序为硝态氮>全磷>铵态氮>全氮>有机质>速效钾>全钾>速效磷。同时,所有养分的中位数与其平均值都比较接近,表明不同养分的分布趋势都接近正态分布,异常养分分布较少。

2.2 不同植被恢复模式下的土壤养分变化

从表 2 可以看出,不同修复模式下土壤养分差异较大。

收稿日期:2013-03-31

基金项目:国家公益性行业(林业)科研专项(编号:201004044);河南省教育厅自然科学研究计划(编号:12B180025);平顶山学院高层次人才科研启动项目(编号:2011008/G)。

作者简介:王健胜(1978—),男,陕西礼泉人,博士,讲师,研究方向为区域环境生态修复。E-mail:Wjsheng1998@163.com。

表 1 不同养分总体变化分析

项目	土壤养分含量							
	速效钾 (mg/kg)	硝态氮 (mg/kg)	铵态氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	有机质 (%)
均值	69.01	3.12	25.40	1.06	0.05	0.02	1.79	1.02
最大值	106.00	13.85	55.03	1.25	0.12	0.05	2.26	1.93
最小值	36.47	0.10	8.77	0.64	0.03	0.00	1.14	0.49
中位数	67.78	2.26	24.61	1.07	0.05	0.02	1.80	1.02
标准差	16.34	3.05	9.51	0.09	0.02	0.01	0.20	0.30

在速效养分方面,土壤速效钾含量的变化范围在 57.36 ~ 77.44 mg/kg,其中侧柏+苜蓿模式速效钾含量最高,而苜蓿样地速效钾含量最低;土壤硝态氮含量以杨树+苜蓿模式最高,达到 5.83 mg/kg,而荒草地土壤硝态氮含量最低,只有 0.79 mg/kg;在土壤铵态氮方面,苜蓿和杨树+苜蓿模式较高,而侧柏+苜蓿和栓皮栎+苜蓿较低且比较接近;与其他速效养分相比,土壤速效磷含量普遍偏低,而且不同模式间差异也较小,其中侧柏+苜蓿模式的土壤速效磷含量相对最高。不同恢复模式下、土壤全氮、全磷、全钾含量也存在一定差异。不同修复模式下的土壤全氮含量较为接近,其中苜蓿模式土壤全氮含量最高;不同修复模式下土壤全磷含量变化较大,变

化范围在 0.01% ~ 0.04%,其中荒草地模式的土壤全磷含量最高,而侧柏+苜蓿模式土壤全磷含量最低;与全氮、全磷含量相比,土壤全钾含量相对较高,平均在 1.7% 左右,其中栓皮栎+苜蓿模式土壤全钾含量最高。土壤有机质含量是评价土壤质量的一个重要指标,它不仅可以反映土壤的保肥和增肥能力,而且可以反映土壤理化性质。不同修复模式下土壤有机质含量也存在一定差异,其中苜蓿模式下土壤有机质含量最高(1.32%),而侧柏+苜蓿模式土壤有机质含量相对最低(0.87%)。不同植被修复模式间养分比较发现,杨树+苜蓿模式和苜蓿模式下土壤养分综合表现较好,说明这些植物适合在该地区推广种植。

表 2 不同恢复模式下土壤养分含量比较

植被模式	土壤养分含量							
	速效钾 (mg/kg)	硝态氮 (mg/kg)	铵态氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	有机质 (%)
苜蓿	57.36	5.03	33.54	1.03	0.07	0.03	1.82	1.32
杨树+苜蓿	70.26	5.83	30.99	1.04	0.06	0.02	1.62	1.01
侧柏+苜蓿	77.44	2.36	19.22	1.12	0.05	0.01	1.69	0.87
栓皮栎+苜蓿	71.36	1.46	19.07	1.07	0.05	0.01	1.95	0.97
刺槐+苜蓿	66.83	1.69	24.47	1.05	0.05	0.03	1.86	0.94
荒草地(CK)	74.51	0.79	24.55	1.06	0.06	0.04	1.86	1.06

2.3 不同坡位土壤养分比较

由表 3 可见,不同坡位土壤养分含量表现不尽相同。坡顶部位速效钾、有机质含量最高,速效磷、全磷含量最低。坡底部位土壤养分含量都较高,其中土壤铵态氮、全氮、全磷含量为最高。与坡顶和坡底部位相比,坡中部位土壤养分含量表现相对适中。由此可见,样地不同部位的土壤养分含量存

在一定差异,而且随着样地部位高度的下降,绝大多数土壤养分含量表现出逐步增加的趋势。这种分布特征主要是地表径流长期作用的结果;在自然降水条件下产生径流,形成土壤侵蚀,随着坡面下降,径流侵蚀增强,流水带着被冲刷的表层土壤向下运动,当到达坡底时,土壤侵蚀减弱,在重力作用下泥沙部分沉积,形成了坡面下部养分含量较高的空间格局。

表 3 样地不同坡位养分含量分析

坡位	土壤养分含量							
	速效钾 (mg/kg)	硝态氮 (mg/kg)	铵态氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	有机质 (%)
坡顶	73.407	2.689	24.601	1.035	0.055	0.020	1.800	1.096
坡中(1)	64.626	3.460	23.449	1.087	0.053	0.021	1.811	1.017
坡中(2)	69.806	2.251	24.395	1.055	0.055	0.021	1.793	0.978
坡底	70.658	3.048	28.781	1.060	0.057	0.023	1.794	1.020

2.4 不同土壤养分含量间的相关分析

从表 4 可以看出,土壤速效钾含量除与速效磷、全钾含量呈正相关外,与其他养分含量间均呈负相关,其中与硝态氮呈显著负相关;土壤硝态氮含量与铵态氮、全氮、全磷及有机质含量都呈正相关,其中与铵态氮含量呈极显著正相关,而与全钾含量呈极显著负相关;土壤铵态氮含量与全氮、全磷及有机质含量均呈正相关,其中与全氮含量呈显著正相关,而与速效

磷和全钾含量呈负相关;土壤速效磷含量除与全钾含量呈不显著正相关外,与其他养分含量间均呈负相关关系,其中与全磷、铵态氮含量呈显著负相关;土壤全氮含量与全磷、有机质含量间呈显著或极显著正相关,而与全钾含量呈负相关;另外,土壤全磷含量与全钾、有机质含量间正相关,但都未达到显著性水平,土壤有机质含量与全钾含量间表现出一定的负相关。由此可见,土壤氮素与磷素、钾素间以负相关关系为

表 4 不同土壤养分含量间的相关系数

养分指标	相关系数						
	硝态氮	铵态氮	速效磷	全氮	全磷	全钾	有机质
速效钾	-0.30 *	-0.07	0.08	-0.16	-0.2	0.09	-0.18
硝态氮		0.39 **	-0.16	0.22	0.14	-0.44 **	0.24
铵态氮			-0.29 *	0.28 *	0.17	-0.06	0.17
速效磷				-0.17	-0.29 *	0.03	-0.22
全氮					0.31 *	-0.18	0.88 **
全磷						0.03	0.24
全钾							-0.09

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著相关。

主,表明增加土壤氮素会在一定程度上影响土壤磷素和钾素改善。土壤有机质与其他养分以正相关为主,可见土壤有机质含量的提高可以对土壤肥力进行有效改善,其中对土壤氮素的改善最为显著。

2.5 土壤养分主成分分析

土壤养分主成分分析有助于了解不同养分指标在土壤综合肥力中的地位及重要性,可为综合掌握不同修复模式下的土壤肥力状况提供依据。从表 5 可以看出,Prin1 和 Prin2 已经能够解释 84.34% 的累计方差,基本能反映土壤养分的变异信息,因此成分 Prin1 和 Prin2 是本研究土壤养分的主成分。从表 6 可知 8 个土壤养分指标在 2 个主成分中所占得分情况,第一主成分 Prin1 主要是由土壤全氮、铵态氮、有机质构成,而第二主成分 Prin2 是由土壤全钾、全磷构成。由此可见,土壤全氮、铵态氮、有机质、全钾、全磷作为土壤养分主因子,有助于对不同植被修复模式土壤养分状况进行综合评价。

表 5 土壤养分主成分分析总方差解释数据

成分	特征根	初始特征值	
		贡献率(%)	累积贡献率(%)
Prin1	4.94	61.77	61.77
Prin2	1.81	22.56	84.34
Prin3	0.83	10.32	94.66
Prin4	0.29	3.67	98.33
Prin5	0.13	1.67	100.00
Prin6	0.00	0.00	100.00
Prin7	0.00	0.00	100.00
Prin8	0.00	0.00	100.00

表 6 土壤养分主成分因子得分系数矩阵

养分指标	主成分得分系数	
	Prin1	Prin2
速效钾	-0.86	-0.13
硝态氮	0.66	-0.73
铵态氮	0.96	-0.25
速效磷	-0.90	-0.20
全氮	0.97	0.07
全磷	0.54	0.53
全钾	-0.08	0.92
有机质	0.90	0.16

3 结论

植被的恢复与重建是遏制低山丘陵区水土流失及加快该区域退化生态系统恢复的关键。土壤养分直接影响植物生长

速度及其生产力,是实现植被恢复的重要因素之一^[13]。因此在低山丘陵区植被恢复与重建中,应该对该区域土壤养分状况进行分析,以选择适合该区域的植被恢复模式,而不同植被模式下的土壤养分特征对植被恢复有重要参考价值。

本研究分析了低山丘陵区 6 种植被恢复模式下土壤养分分布特征,结果表明:(1)不同修复模式间土壤养分含量差异较大,从土壤养分综合表现来看,杨树+苜蓿模式和苜蓿模式较好,适合在该地区推广种植;(2)低山丘陵区不同坡位的土壤养分含量存在差异,随着坡位的下降,土壤养分含量呈逐步增加;(3)土壤氮素与钾素呈显著负相关,而氮素与磷素、有机质呈显著正相关,可见协调不同养分含量间的关系对低山丘陵区土壤养分的改善较重要;(4)全氮、铵态氮、有机质、全钾、全磷是土壤养分分析的主因子,有助于对不同植被修复模式土壤养分状况进行综合评价。

参考文献:

[1]梁音,张斌,潘贤章,等.南方红壤丘陵区水土流失现状与综合治理对策[J].中国水土保持科学,2008,6(1):22-27.
[2]魏林森,王世宇.陇西黄土丘陵区水土流失危害及其防治对策[J].水土保持通报,1993,13(2):38-42.
[3]张小林.江南红色丘陵区水土流失现状及其治理途径[J].水土保持通报,1993,13(3):19-23.
[4]巩杰,陈利顶,傅伯杰,等.黄土丘陵区小流域植被恢复的土壤养分效应研究[J].水土保持学报,2005,19(1):93-96.
[5]陆晓宇,张洪江,程金花,等.晋西黄土丘陵区不同人工林下土壤养分性质研究[J].河南农业科学,2012,41(8):81-84.
[6]蔡崇法,陈家宙,王长荣,等.鄂南红壤丘陵区种植结构调整对土壤养分的影响[J].土壤与环境,2001,10(1):47-50.
[7]侯琳,雷瑞德,王得祥,等.黄龙山林区封育油松林土壤养分研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(2):63-68.
[8]李忠,巢世军,董敬群.黄土丘陵沙棘人工林地水分及养分规律研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(5):115-117,123.
[9]刘梦云,寇宝平,常庆瑞,等.安塞小流域土壤养分分布特征研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2002,30(6):21-24.
[10]刘晓娟,张玉斌,马志兵,等.高山寒漠带 3 种垫状植物对土壤养分的影响[J].甘肃农业大学学报,2011,46(5):91-94,100.
[11]焦菊英,焦峰,温仲明.黄土丘陵沟壑区不同恢复方式下植物群落的土壤水分和养分特征[J].植物营养与肥料学报,2006,12(5):667-674.
[12]马琨,马斌,何宪平,等.宁夏南部山区不同土地类型土壤养分的分布特征研究[J].农业科学研究,2006,27(2):1-5,14.
[13]滕维超,刘少轩,刘新亮,等.不同种植模式对油茶成林土壤有机碳及养分特征的影响[J].江苏农业科学,2013,41(5):323-326.