

不同植被覆盖下子午岭土壤养分状况研究*

张红¹, 吕家珑^{1,2*}, 赵世伟³, 周群¹, 陈小燕¹

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 陕西省黄土高原治理研究所, 陕西 米脂 718100; 3. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以黄土丘陵沟壑区的子午岭次生林区为研究区域,研究了不同植被覆盖对土壤养分状况的影响。结果表明:不同植被类型覆盖下,土壤有机质含量为乔木>灌木>草本>农田>弃耕地。土壤全氮含量为乔木>灌木>草本>农田>弃耕地;全磷含量变化不大,其中农田土壤全磷含量最高;全钾含量为乔木>灌木>草本>农田>弃耕地;土壤碱解氮含量为乔木>灌木≈草本>农田>弃耕地;速效磷含量为乔木≈灌木≈农田>草本>弃耕地;速效钾含量为乔木>草本>灌木>农田>弃耕地。由此可见,随植被演替阶段的提高,不同植被覆盖下土壤的养分含量逐渐升高。因此,在黄土高原丘陵区,坡地退耕还林,恢复植被,可以有效改善土壤养分状况。

关键词:子午岭;植被类型;土壤养分

中图分类号:S155.2⁺⁵ **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2006)02-0066-04

子午岭林区地跨陕、甘两省,处于黄土高原的腹地,是黄土高原现存比较完整的天然次生林区。由于历史原因及农业垦殖的强烈干扰及焚烧、乱砍滥伐,对该区森林造成了重创,使之发育机制出现紊乱。但在1842~1866年间,该地区发生民族冲突,导致人口逃亡、田地荒芜,植被开始自然恢复,至今已有近150年历史。近年来有研究报道,该区目前已经自然恢复演替到顶级群落阶段,有完整的演替序列,即弃耕地→草本群落→灌丛群落→乔灌木群落→乔木群落^[1]。

在土壤-植被系统中,土壤为植物生长提供水分和营养元素,而植被对土壤产生生态效应,其中植被对土壤养分的生态效应引起了一些研究者的关注^[2~6]。土壤养分作为土壤环境的一部分,影响着植被恢复的程度和速度,对植被恢复起着极其重要的作用。通过研究植被对土壤养分的生态效应,有助于揭示土壤-植物系统中的养分循环特点,为制定提高植被生产力和保持土壤肥力的措施提供基础依据。本文以子午岭次生林区为对象,研究不同植被类型对土壤养分状况的影响,以期为该区水土保持措施的实施及生态环境建设提供理论依据。

1 研究地区与方法

1.1 研究区自然概况

本研究区为子午岭北部甘肃省合水县连家砭林场,位于36°03′~36°05′N, 108°31′~108°32′E,为典型黄土高原丘陵沟壑区,海拔1211~1435m,属中温带大陆性季风气候区。四季分明,雨热同季,光照充足,冬冷漫长,夏热短促。全年无霜期平均110~155d,年降雨560~590mm,主要集中在每年的7~9月,年均气温7~8℃,年蒸发量为1460~1592mm。由于地处暖温带半干旱气候区,属暖温带落叶阔叶林地带,森林植被由落叶阔叶林、针叶林和灌丛群落组成^[7]。土壤均发育于原生(山坡)或次生(沟谷)黄土,在黄土侵蚀露出的红土或基岩上发育的少见。以石灰性褐土为主,其次是粗骨褐色土。此外,沟底及两侧低阶地发育有潜育化草甸土^[8,9]。

1.2 主要植被类型

该区的主要植被类型有草、灌木及乔木等。草类主要包括大油芒、白羊草、芨芨、铁杆蒿、长芒草和短花针茅等,灌木主要有虎榛子、沙棘、狼牙刺等,主要的乔木有辽东栎、山杨、白桦、侧柏和杜梨等,另外还有人工培育的油松林^[7]。

1.3 研究材料及方法

1.3.1 土壤样品采集 供试土壤于2004年7月10日取自连家砭林场,分别从各种样地类型中选取几种典型植被覆盖下的土壤,包括弃耕地,草本植物(大油芒、芨芨、白羊草、铁杆蒿)覆盖,灌木(虎榛子、

* 收稿日期:2005-10-27

基金项目:“973”项目(2005CB121102);教育部博士点基金项目(20040712001);黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金(10501-138)

作者简介:张红(1981-),女,陕西韩城人,硕士,研究方向为环境化学与土壤化学。

* 通讯作者:吕家珑,博士,教授,博士生导师,研究方向为土壤化学。E-mail:ljll@nwsuaf.edu.cn

沙棘、狼牙刺)覆盖,乔木(辽东栎、山杨、侧柏)覆盖的土壤,并以当地农田(作物为玉米)为对照。按土壤剖面的各个分层(主要为A和A₀层,辽东栎由于淀

积层不明显,故多取一个母质层作对照)进行主要养分指标研究。

土壤剖面分布的自然特性见表1。

表1 土壤剖面分布位置的自然特性

Table 1 Natural characters of the tested soil profiles

样地类型 Land use type	植被类型 Vegetation type	土样深度 Sampling depth (cm)	方位 (地理坐标) Orientation	坡度 Gradient	海拔高度 Elevation (m)	样地概况 General situation of land
农田 Farmland	小林场 Tree farm	0~28	SW10°	—	1484	开垦60年左右 Reclaimed for about 60 years
	玉米地 Corn field	0~20	N	—	1211	
弃耕地 Abandoned field	头道岭 The first hillside	0~20	SW5°	17.5°	1292	弃耕近4年 Abandoned for nearly 4 years
	二道岭 The second hillside	0~20	SW15°	—	1386	
草本 Grassland	大油芒 <i>Spodiopogon sibiricus</i>	2~13	NW28°	15°	1352	
	茭蒿 <i>Artemisia giraldii</i>	0~20	NE42°	15°	1318	
	白羊草 <i>Bothriochlor ischaemum</i>	0~15	SW17°	5°	1310	
	铁杆蒿 <i>Artemisia vestita</i>	5~20	NW41°	21°	1296	
灌木 Shrub	虎榛子 <i>Ostryopsis davidiana</i>	3~27	SW32°	9°	1403	
	沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	3~14	SW3°	20°	1413	
	狼牙刺 <i>Sophora viciifolia</i>	8~18	W	28°	1349	
乔木 Arbor	辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	0~3	SE14°	9.5°	1345	
		3~17	SE14°	9.5°	1345	
		17~34	SE14°	9.5°	1345	
	山杨 <i>Populus davidiana</i>	0~5	NE4°	13°	1434	
		5~20	NE4°	13°	1434	
	白桦 <i>Betula platyphylla</i>	7~25	SW45°	20°	1236	

1.3.2 样品分析方法 土壤养分测定采用常规分析方法^[10]。土壤水分(风干土含水量)采用105℃烘干法测定;有机质采用重铬酸钾容量法测定;全氮采用硫酸混合加速剂消煮,碱解扩散法测定;碱解氮采用碱解扩散法测定;全钾采用NaOH熔融,火焰光度法测定;速效钾采用NH₄OAc浸提,火焰光度法测定;全磷采用NaOH熔融,磷钼蓝比色法测定;速效磷采用Olsen法。

2 结果与分析

在次生林恢复后的子午岭林区,不同地形部位不同剖面土壤均有一定发育。但在不同地形部位,由于土壤水分等条件的差异,植被恢复先后顺序不同,植被类型的差异,使得不同地形部位土壤发育程度不一,土壤养分状况存在一定差异^[11]。具体测定结果见表2。

2.1 不同植被类型对土壤有机质含量的影响

不同植被类型对土壤有机质含量有明显影响(表2)。从草本、灌木到乔木覆盖,土壤有机质含量逐

渐升高,且均高于农田土壤。这是因为乔木覆盖下土壤枯枝落叶等凋落物含量高;而且随着根系分泌物的分解,释放养分归还土壤,故有机质含量高。草本植物根系多且深,有机质分布较均匀。灌木则介于乔木和草本之间。弃耕地休闲处理土壤裸露,处于非农田生态状态,缺乏植物荫蔽,直接受气象因素(如水、热、风等)影响,土壤有机质矿化作用增强,因而“得不偿失”,导致土壤有机质含量降低^[12]。农田由于施肥、作物根茬秸秆覆盖等原因,有机质含量较弃耕地高。这说明生长作物的农田生态系统对土壤养分具有重要的保护作用。茭蒿、白羊草作为植树种草的先锋植物,其覆盖下有机质含量较高。由此证明,在该地区,植被的发育能增强土壤腐殖化作用,促进土壤有机质的发育。且在不同植被覆盖下,土壤的腐殖化作用有差异,导致其有机质含量增加不同。

2.2 不同植被类型对全量养分的影响

2.2.1 不同植被类型对全氮的影响 不同植被类型覆盖对土壤全氮含量影响作用明显(表2)。相比较于弃耕地和农田,其余植被覆盖下全氮含量按灌木、

草本到乔木的顺序增加。就整体而言,全氮含量变化规律与有机质变化规律相似,有机质含量高的土壤(芨芨和白羊草覆盖土壤)全氮含量略高于其他草本

植物覆盖下的土壤。这是因为土壤中的氮素有99%以上来源于有机质,以腐殖质的形式存在。因此,土壤有机质含量的增加,可以间接增加土壤氮素含量。

表2 不同植被下的土壤养分状况

Table 2 Different plant use types on properties in Ziwuling Forest

样地类型 Land use type	植被类型 Vegetation type	土样深度 Sampling depth (cm)	风干土 含水量 Soil water (%)	有机质 Organic matter (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	全磷 Total P (g/kg)	全钾 Total K (g/kg)	碱解氮 Alkalinized N (mg/kg)	速效磷 PAvailable P (mg/kg)	速效钾 KAavailable K (mg/kg)
乔木 Trees	辽东栎	0~3	4.2	125.4	0.8	0.8	17.3	172.8	23.6	360.2
	<i>Quercus liaotungensis</i>	3~17	2.4	45.7	0.3	0.7	17.0	69.1	4.6	191.8
	山杨	17~34	1.5	7.9	0.1	0.6	16.1	11.4	0.5	48.0
	<i>Populus davidiana</i>	0~5	3.9	102.4	0.7	0.8	15.8	204.7	20.4	334.9
	白桦	5~20	2.2	29.4	0.3	0.7	17.2	120.8	1.7	178.6
	<i>Betula platyphylla</i>	7~25	2.5	45.5	0.4	0.7	17.6	129.6	5.5	184.8
灌木 Brush	虎榛子	3~27	2.0	40.6	0.3	0.7	17.0	113.8	8.4	133.1
	<i>Ostryopsis davidiana</i>									
	沙棘	3~14	2.1	33.8	0.3	0.7	16.0	77.9	6.5	119.5
	<i>Hippophae rhamnoides</i>									
草本 Grassland	狼牙刺	8~18	2.4	37.5	0.4	0.7	17.8	62.2	5.2	223.5
	<i>Sophora viciifolia</i>									
	芨芨	2~13	1.5	16.8	0.3	0.7	16.8	57.2	3.2	200.6
	<i>Spodiopogon sibiricus</i>									
	芨芨	0~20	2.5	43.2	0.5	0.8	16.5	94.7	2.4	182.9
弃耕地 Abandoned field	<i>Artemisia giraldii</i>									
	白羊草	0~15	2.1	41.5	0.4	0.7	16.3	88.6	4.3	122.8
	<i>Bothriochlor ischaemum</i>									
农田 Farmland	铁杆蒿	5~20	1.7	22.6	0.2	0.7	16.9	45.5	2.7	136.2
	<i>Artemisia vestita</i>									
	头道岭	0~20	1.6	14.0	0.2	0.7	16.5	45.5	0.5	96.1
农田 Farmland	<i>The first hillside</i>									
	二道岭	0~20	1.8	14.6	0.2	0.7	15.9	38.8	0.8	70.0
	<i>The second hillside</i>									
农田 Farmland	小林场	0~28	1.9	27.4	0.3	0.7	17.2	84.4	4.5	178.3
	<i>Tree farm</i>									
	玉米地	0~20	1.4	16.3	0.1	0.8	17.1	62.2	11.3	133.6
	<i>Corn land</i>									

2.2.2 不同植被类型对全磷的影响 不同植被覆盖下,全磷含量基本稳定(表2)。这是因为土壤全磷含量的高低,受土壤母质、成土作用和耕作施肥的影响很大^[10]。供试区土壤均为发育于黄土性母质的石灰性土壤,成土作用基本相同,故其全磷含量变化不明显。农田土壤可能因人为施肥,全磷养分含量稍高于其他植被覆盖下土壤。

2.2.3 不同植被类型对全钾的影响 不同植被类型覆盖对土壤全钾含量影响作用明显。其按照草本、灌木到乔木的顺序增加(表2)。这可能是因为林草覆盖下,湿度大,加速了土壤表层凋落物的腐解,促进了养分释放,从而增加了全钾含量。而农田土壤可能因人为施肥,全钾养分含量稍高于弃耕地土壤。此外,有机质含量高的土壤(芨芨和白羊草覆盖土壤)的全钾养分略高于其他草本植物覆盖下的土壤。

2.3 不同植被类型对速效养分的影响

2.3.1 不同植被类型对碱解氮的影响 不同植被覆盖对土壤碱解氮含量有明显影响。从草本到灌木,再到乔木,土壤碱解氮含量逐渐增加(表2)。这是因为植被发育后,进入土壤的新鲜凋落物矿化后释放大量的铵态氮和硝态氮,林木根系及微生物的分泌物中含有许多易分解的简单有机态氮。且因为土壤碱

解氮与全氮含量呈正相关,在土壤全氮储量明显增加的同时,碱解氮增加更为明显。

2.3.2 不同植被类型对速效磷的影响 植被类型对速效磷含量无明显影响。草本和弃耕地土壤速效磷含量较低;乔木、灌木和农田土壤速效磷含量差异不显著(表2)。可能是因为植被恢复增加了矿物质的分解和养分累积,提高了速效磷含量;草本和弃耕地则养分累积不足;而农田土壤每年大量施用磷肥,效果显著,其土壤速效磷含量远高于草本和弃耕地土壤。参照土壤养分的分级标准^[10],只有胡家玉米地速效磷含量属高等级,其他土壤速效磷均属于中低等级,且速效磷与全磷无明显相关关系。这是因为除农田外的其它土壤中大量游离碳酸钙的存在,大部分磷成为难溶性的磷酸钙盐。

2.3.3 不同植被类型对速效钾的影响 不同植被覆盖对速效钾含量也有明显影响。其含量按照灌木、草本、乔木的顺序升高(表2)。这是因为在黄土高原植被发育过程中,通过林木及林下微生物的活动,可以促进难溶无效矿物钾的转化。微生物在分解凋落物时,形成了一系列的酸酚类络合物、螯合物;树木及微生物生长期间,也通过庞大的根系及数量众多的微生物体向根际土壤分泌有机酸酚类物质,同时

释放大量二氧化碳形成碳酸。这些有机酸、酚和无机碳酸促进了长石类含钾矿物的不断分解风化,使其中封闭的无效态钾释放转化为有效态钾,增加土壤养分库中有效钾的储量^[3]。但钾离子易淋失,如果土壤有机质含量高,则可吸附大量的钾离子,进一步提高速效钾的含量。参照土壤养分的分级标准^[10],除去弃耕地土壤速效钾属于中低等级外,其他类型土壤速效钾含量均为高等级。

3 结 论

1) 不同植被类型覆盖对土壤有机质、全氮、全钾,以及碱解氮、速效磷、速效钾有显著影响,其养分含量均基本符合随植被演替阶段提高而升高的规律。主要是因为植被的恢复使大量的植物凋谢物和根系分泌物的分解,释放养分归还土壤,同时在分解过程中产生酸类物质加速土壤矿物的分解与变化,以及植物吸收土壤养分通过生物微循环在表层土壤中富集。结果表明,在黄土高原丘陵区,坡地退耕还林,恢复植被,对土壤养分状况有明显改善。

2) 土壤全磷含量由于受土壤母质、成土作用和耕作施肥的影响很大,但土壤均为发育于黄土性母质的石灰性土壤,成土作用基本相同,故其全磷含量变化不显著。

3) 弃耕地由于弃耕时间不长,有机质等尚未有明显累积,各项养分指标均低于农田土壤。说明了生长作物的农田生态条件对土壤肥力具有重要的保护

效应。

参 考 文 献:

- [1] 邹厚远,刘国彬,王晗生. 子午岭林区北部近50年植被的变化发展[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 1-8.
- [2] 王佑民,刘秉正. 黄土高原防护林生态特征[M]. 北京:中国林业出版社, 1994. 23-36.
- [3] 刘更另,黄新江,冯云峰. 红壤丘陵自然植被恢复及其对某些土壤条件的影响[J]. 中国农业科学, 1990, 23(3): 60-69.
- [4] 薛泉宏,李瑞雪,冯立孝,等. 黄土高原油松刺槐人工林对土壤肥力影响的研究[J]. 陕西林业科技, 1995, (2): 21-25.
- [5] 刘更另. 红壤丘陵山区人为活动对植被恢复影响研究[J]. 中国农业科学, 1999, 32(4): 49-54.
- [6] 傅庆林,罗永进. 红壤地区植被恢复及生态效应研究[J]. 浙江农业学报, 1995, 7(2): 85-88.
- [7] 吴钦孝,杨文治. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京:科学出版社. 1998. 19-32.
- [8] 陈昌笃. 陕甘边境子午岭梢林区的植被及其在水土保持上的作用[J]. 植物生态学与地植物学资料丛刊, 1958, (2): 152-223.
- [9] 张平仑,郑粉莉. 子午岭地区自然区域特征及其与土壤侵蚀的关系[J]. 中国科学院、水利部水土保持研究所集刊, 1993, 17: 11-16.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版). 北京:中国农业出版社, 2000.
- [11] 郑粉莉. 子午岭林区植被破坏与恢复对土壤演变的影响. 水土保持通报, 1996, 16(5): 41-44.
- [12] 吕家珑,张一平,王旭东,等. 农田生态对土壤肥力的保护效应. 生态学报, 2001, 21(4): 613-616.

Studies on soil nutrients under different vegetation types in the Ziuling Area

ZHANG Hong¹, LüJia-long^{1,2}, Zhao Shiwei³, Zhou Qun¹, Chen Xiao-yan¹

(1. College of Resource & Environmental Science, Northwest A & F University, Shannxi, Yangling, 712100;

2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dry land Farming, Institute of Soil Erosion and Water Conservation,

Chinese Academy of Sciences, Mizhi, Shaanxi, 718100; 3. Institute of soil and water conservation, shannxi, Yangling, 712100)

Abstract: This study has analyzed the soil nutrients under different vegetation types in the Ziuling Area. The results showed that the vegetation types made a remarkable effect on the soil nutrient content. The changing trend was that the content of total N, K and available N, P, K was basically in the order of trees > brush > grassland > farmland > abandoned field, which accorded with the vegetation succession. In addition, the total P content among the farmland, abandoned field, grass, bush and forest was rather steady. Therefore, in the hill of the Loess Plateau, converting cropland to forestland and grassland is good for improving the conditions of soil nutrient.

Key words: Ziuling Area; vegetation types; soil nutrient