

太行山低山丘陵区植被及土壤养分变化规律研究

璩芳^{1,2}, 张万军¹, 刘秀萍¹

(1. 中国科学院遗传与发育生物学研究所 农业资源研究中心, 河北 石家庄 050021; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 对太行山低山丘陵区3种植被草丛、灌草丛和刺槐林及土壤养分变化进行了研究。结果表明, 3种群落类型 Shannon—Wiener 指数和丰富度指数均为草丛 > 灌草丛 > 刺槐林, 总覆盖度草丛 > 灌草丛 > 刺槐林。3种植被类型 Zn, Mn, Na, Mg, Fe 差异不显著。在灌草丛中, Mn, Na, Mg, Fe 含量均为下层多于上层, 差异均不显著, Zn 则上层含量多。但在草丛植被类型中, Mn, Zn, Na 含量下层多于上层; Mg, Fe 含量上层多于下层。Zn, Mn, Na, Mg, Fe 等因子均与有机质无显著相关关系。Mn 与其它元素, Fe 与其它元素 (Na 为显著相关), Mg 与 Na 均达到显著相关。

关键词: 植被多样性; 养分; 太行山低山区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)01-0039-04

中图分类号: S151.9+3

Changes of Vegetation and Soil Nutrients in Low Mountain and Hill District of Taihang Mountains

QU Fang^{1,2}, ZHANG Wan-jun¹, LIU Xiu-ping¹

(1. Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, CAS,

Shijiazhuang, Hebei 050021, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The changes of soil nutrients and three community types (bushes, grass, and *Robinia pseudoacacia*) in the low mountain and hill district of Taihang Mountains are studied. By Shannon—Wiener index and the richness of the three community types, the communities are in a sequence of grass > shrub bushes > *Robinia pseudoacacia* and by the total coverage, the sequence is grass > shrub bushes > *Robinia pseudoacacia*. The contents of Zn, Mn, Na, Mg, and Fe in the three community types have no significant differences. Under the shrub bushes, the contents of Mn, Na, Mg, and Fe in subsoil are more than those in topsoil, but the differences are not significant except Zn. Under grass, the contents of Mn, Zn, and Na in subsoil are more than those in topsoil. Zn, Mn, Na, Mg, Fe, and organic matter are not significantly correlated. Mn and other nutrient elements, Fe and other nutrient elements (Na is significant correlated), as well as Mg and Na are all in extremely significant correlation.

Keywords: diversity of vegetation; soil nutrient; low mountain and hill district of Taihang Mountains

植被对改善表层土壤肥力, 减少林地水土流失, 促进凋落物分解等都具有明显的作用, 同时植被物种多样性的提高, 还可以有效增加生态系统的稳定性^[1]。土壤中养分的含量反映了土壤对植物矿物质营养的供给水平, 直接关系着植被的生长发育。土壤中任何一种元素的缺乏或过量, 都会影响植物的生长发育, 并导致农产品产量、品质的下降^[2]。目前对中亚热带南部、北亚热带和南亚热带的一些土壤中养分含量状况与 pH 值之间的关系进行过一些研究, 但对灌草丛植被及土壤营养元素含量的研究较少, 尤其是对太行山低山区植被及土壤中养分的研究少见报

道。本文对太行山低山丘陵区植被及土壤养分变化进行测定, 探讨了不同植被和土壤中大量元素 Na, Mg 和微量元素 Zn, Mn, Fe 等的分布特征及其与土壤有机质等之间的相互关系, 旨在为保持太行山土地资源的可持续利用, 提高植被生产力, 更好地维护与建设生态系统提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于河北省太行山中部的低山丘陵区, 河北省石家庄市元氏县, 该区为中国科学院太行山山地

收稿日期: 2009-05-18

修回日期: 2009-08-26

资助项目: 河北省科学技术研究与发展计划项目“太行山生态稳定机制与生态服务功能研究”(02732106D)

作者简介: 璩芳 (1986—), 女 (汉族), 山东省济南市人, 硕士研究生, 主要从事生态需水与雨水利用方面的研究。E-mail: qf-0920@163.com。

通信作者: 张万军 (1955—), 男 (汉族), 河北省南宫市人, 研究员, 博士生导师, 主要从事山地生态水文生态工程研究。E-mail: zhangwj@sjiam.ac.cn。

生态试验站(37°52′44″N,114°15′50″E)的重点研究区域,海拔 247~1 040 m。试区属半干旱半湿润大陆性季风性气候,冬季干旱少雨,夏季炎热多雨,年平均气温 13.2℃,最高温度 42℃,最低温度 -25.3℃,10℃以上年积温 4 319℃,无霜期 150~210 d,太阳辐射总量为 485.69~569.43 kJ/cm²,日照时数 2 600~2 800 h,多年平均降水量 570~620 mm。降水分布不均,其中雨季(7—9 月)降水占全年降水量的 67.8%。春季降水仅占 7.69%。年均蒸发量为 1 934.6 mm。成土母质以片麻岩为主,并有一定数量的页岩和石灰岩,几乎包括了太行山地大部分成土母质类型。土壤贫瘠,一般为发育在粗骨性风化物上的褐土。该区植被属暖温带的北暖温带阔叶林亚带,低山丘陵地带阔叶林破坏后发育的次生旱生草灌丛,以及人工栽培植被。以荆条(*Vitex negundo* var. *heterophylla*)、酸枣(*Ziziphus jujube* var. *spinosa*)、黄背

草(*Themeda triandra* var. *japonica*)、白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)为主。其中在山坡底部及沟谷土壤肥沃处散生有核桃(*Juglans regia*)、柿树(*Diospyros kaki*)等高大乔木。在阳坡的主要灌草植被为酸枣和荆条,阴坡的主要灌草植被为薄皮木(*Leptodermis oblonga*)等。

1.2 采样方法

选取典型不同植被类型样地进行植被调查。整个调查采用样线调查法,选取的阴坡、阳坡的坡上、坡中、坡下调查(表 1)。刺槐(*Robinia pseudoacacia*)林每个样地设 20 m×20 m 的样方,灌草丛与草丛每个样地设 3 个 2 m×2 m 的样方,用 GPS 测经纬度、海拔。然后测植被盖度、多度、生物量,采用对角线法分别在 4 个角和对角线交叉处选择设置 5 个采样点,分别挖掘 0—10 cm,10—20 cm 土层的土样,每层分别采集约 1 kg 土壤,装在自封袋中带回实验室做为分析用土样。

表 1 样地基本情况

地理位置	样地	海拔/ m	地貌位置	总覆盖度	优势植被	群落类型
牛家庄谭峪沟	T ₁₁	510	山坡上部	95 %	荆条	灌草丛
	T ₁₂	480	坡中	100 %	荆条	
	T ₁₃	469	坡底	100 %	荆条	
	T ₂₁	500	坡顶	100 %	荆条	
	T ₂₂	486	坡中	98 %	荆条	
	T ₂₃	459	坡下	90 %	酸枣	
	L ₄₁	568	山脊	95 %	荆条	
李曹沟	L ₄₂	552	上部	95 %	荆条	灌草丛
	L ₄₄	530	下部	90 %	荆条	
	L ₄₅	563	坡上	100 %	荆条	
	L ₄₆	532	坡中部	100 %	薄皮木	
	L ₄₇	499	坡下	100 %	薄皮木	
寨东头	Z ₂₄	666	顶	100 %	白莲蒿	草丛
	Z ₂₅	650	坡上部	100 %	白莲蒿	
	Z ₂₆	625	坡中	100 %	白羊草	
	Z ₂₇	598	坡下部	100 %	白莲蒿	
小泉水沟	Q ₁₁	370	沟掌中部	90 %	刺槐	刺槐林
	Q ₂₁	413	坡上部	95 %	刺槐	
	Q ₃₁	398	坡中上部	90 %	刺槐	
	Q ₄₁	397	坡中上部	90 %	刺槐	

1.3 室内分析与数据处理

1.3.1 多样性测定计算 物种多样性反映了群落内部物种间通过竞争资源或利用同种生境而产生的共存结果。计算公式如下:丰富度指数: $R = S$

Shannon—Wiener 指数: $H = - \sum (P_i \ln P_i)$

Pielou 均匀度指数: $J_{sw} = (\sum P_i \ln P_i) / \ln S$
式中: S ——物种数目; P_i ——第 i 种的相对个体数。

1.3.2 土壤分析方法 将采集到的土样带回实验室自然风干,过筛处理。土壤有机质测定用重铬酸钾容量法,测定 Mn、Fe、Mg、Na、Zn 用火焰原子吸收法。

1.3.3 数据统计分析 利用 Excel 和 SPSS 13.0 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 植被多样性变化

不同样地植被盖度均很高,都在 90 % ~ 100 % 之间,总覆盖度草丛 > 灌草丛 > 刺槐林,草丛、灌草丛与刺槐林间差异显著(表 2)。牛家庄谭峪沟大部分是荆条,李曹沟优势植被以荆条和华北忍冬为主,寨东头优势植被为白莲蒿,其次为白羊草,而小泉水沟优势植被为刺槐(表 1)。从表 2 可知,这 3 种群落类型

丰富度指数和 Shannon—Wiener 指数均为草丛 > 灌草丛 > 刺槐林,其中草丛和刺槐林间差异显著。Pielou 均匀度指数为草丛 > 刺槐林 > 灌草丛,差异不显著。可能草丛生长密集,多样性和均匀性均较高,刺槐属于乔木,可能从光照水分条件影响了林下植被生长。另外由图 1 知,与阳坡相比较,阴坡植物生长相对较好,Shannon—Wiener 指数较大,丰富度指数稍大,但阴坡阳坡间 Pielou 均匀度指数差异不大。阴坡条件可能水分充足,一定条件下更有利于植被生长。无论在阴坡还是阳坡,随着海拔高度增加,植被长势变化没有明显规律。

表 2 不同植被类型下植被的多样性指数及总覆盖度

样 地	丰富度指数	Shannon—Wiener 指数	Pielou 均匀度指数	总覆盖度/ %
灌草丛	6ab	1.345 303ab	0.766 82a	97a
草 丛	7.25a	1.726 378a	0.899 27a	100a
刺槐林	3.75b	1.061 355b	0.795 46a	91.25b

注:字母表示不同样地植物多样性指数及总覆盖度,在 $\alpha=0.05$ 水平上通过显著性检验。

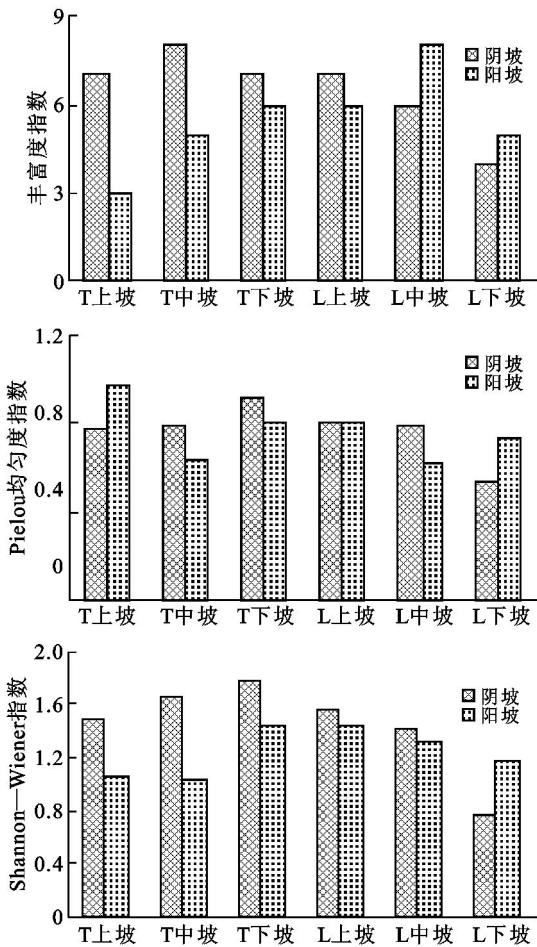


图 1 阴坡阳坡不同植被的多样性指数变化

2.2 有机质

土壤有机质具有协调土壤养分、水分和气、热的功能,是土壤肥力的重要指标。有机质保护多种微量

元素免遭固定和淋失^[3]。该区域内,不论哪种植被类型上层有机质含量均大于下层,且有机质含量草丛 > 灌草丛 > 刺槐林(表 3),阴坡阳坡比较来说,阴坡有机质含量相对较高(图 2)。可能由于不同植被的生物学特性不同,使得其凋落物的质和量及分解速率均有较大差异,从而影响不同植被土壤不同土层的有机质含量水平和分布状况。

表 3 不同植被类型下样地土壤有机质含量

项 目	土层	灌草丛	草丛	刺槐林
有机质/ (g · kg ⁻¹)	0—10 cm	0.366 33	0.448 48	0.296 70
	10—20 cm	0.257 36	0.360 79	0.108 77

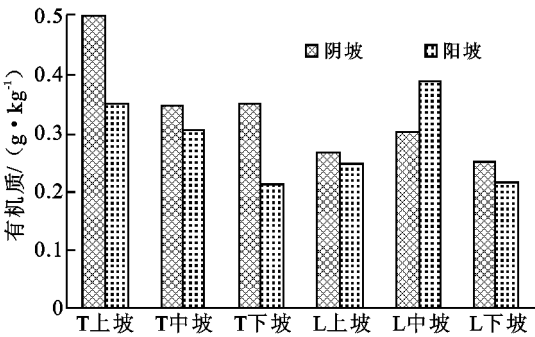


图 2 阴坡阳坡不同植被的有机质含量变化

2.3 营养元素

该区域土壤营养元素的空间异质性不是很明显。土壤 Mn 含量从 0.205 g/kg 到 0.846 g/kg,平均 0.436 g/kg。土壤 Zn 含量从 0.079 g/kg 到 0.680 g/kg,平均 0.188 g/kg。土壤 Na 含量从 3.926 g/kg

到 47.478 g/kg,平均 12.798 g/kg。土壤 Mg 含量从 1.448 g/kg 到 17.562 g/kg,平均 6.191 g/kg。土壤 Fe 含量从 20.416 g/kg 到 83.496 g/kg,平均 38.944 g/kg,从平均含量来看,Na>Fe>Mg>Mn>Zn。5 类营养元素间存在变异,可能主要与调查样地的复杂环境有关。另外从表 4 看出,3 种植被类型表层土壤(0—10 cm)Zn,Mn,Na,Mg,Fe 差异不显著,可能植被水平差异没有达到一定程度,土壤养分含量对其响应未能达到显著水平^[4]。由于刺槐林土层较浅,所以部分土层 10—20 cm 没有比较。在灌草丛中,Mn,Na,Mg,Fe 含量均为下层多于上层,差异均不显著,Zn 则上层含量多。刘育红^[5]研究也发现在不同土层中 Zn 随土层的加深其含量逐层减少,Mn 等随土层的加深其含量逐层增高。但在草丛植被类型中,Mn,

Zn,Na 含量下层多于上层,Mg,Fe 含量上层多于下层,Zn 和 Na 差异均显著,其余均不显著。分析原因可能由于不同类型植被吸收不同营养元素量不同,另外其根系分布深浅也有差异。

2.4 土壤营养元素与有机质相关关系

Mn 等在土壤深层中含量较高,它们的含量则与土壤深层其它金属离子的含量有关。如 Fe,Cu,Mn 之间存在显著正相关,当 Fe,Cr 金属离子含量高时 Cu,Mn 元素的含量也高^[6]。

对 Zn,Mn,Na,Mg,Fe,有机质等因子做相关关系分析,Mn 与其它元素,Fe 与其它元素(Na 为显著相关),Mg 与 Na 均达到显著相关(表 5),另外在我们研究区域内,Zn,Mn,Na,Mg,Fe 等因子均与有机质无显著相关关系。

表 4 不同植被类型下样地土壤营养元素含量

样地	g/kg									
	Mn		Zn		Na		Mg		Fe	
	0—10 cm	10—20 cm	0—10 cm	10—20 cm	0—10 cm	10—20 cm	0—10 cm	10—20 cm	0—10 cm	10—20 cm
灌草丛	0.438 54Aa	0.473 386A	0.177 71Aa	0.159 53A	9.598 4Aa	12.830 57A	5.622 6Aa	8.85A	39.709 2Aa	42.872A
草丛	0.317 73Aa	0.365 6A	0.170 85Ba	0.564 0A	6.050 67Ba	15.455 0A	5.24Aa	2.728 67A	35.969 5Aa	33.591 33A
刺槐林	0.392 08a	0.535 9	0.264 83a	0.311 8	11.749 5a	47.478 0	7.106a	15.334 0	36.608 5a	56.92

注:大写字母表示同一样地不同土层营养元素含量,在 =0.05 水平上通过显著性检验;小写字母表示同一土层不同样地,在 =0.05 水平上通过显著性检验。

表 5 营养元素及有机质等因子相关关系分析

因子	Zn	Mn	Na	Mg	Fe	有机质
Zn	1					
Mn	0.581 **	1				
Na	0.303	0.453 **	1			
Mg	-0.015	0.741 **	0.658 **	1		
Fe	0.686 **	0.849 **	0.359 *	0.577 **	1	
有机质	-0.029	-0.168	-0.120	-0.213	-0.120	1

注:*表示在 =0.05 水平上通过显著性检验;**表示在 =0.01 水平上通过显著性检验。

3 结论

3 种群落类型 Shannon—Wiener 指数和丰富度指数均为草丛>灌草丛>刺槐林,其中草丛和刺槐林间差异显著。总覆盖度草丛>灌草丛>刺槐林,草丛、灌草丛与刺槐林间差异显著。可以看出,只有当植被水平差异达到一定程度,多样性指数及盖度的差异才能达到显著水平。
有机质含量草丛>灌草丛>刺槐林。阴坡阳坡比较来说,阴坡有机质含量相对较高。不同植被的生物学特性不同,凋落物的质和量及分解速率不同,因

此不同土壤类型不同土层的有机质含量水平和分布状况也不相同。3 种植被类型表层土壤(0—10 cm)Zn,Mn,Na,Mg,Fe 差异不显著。由于刺槐林土层较浅,所以部分土层 10—20 cm 没有比较。5 类营养元素间存在变异,这可能主要与调查样地的复杂环境有关。差异不显著的原因可能是因为各个样地间植被类型有差异但是地理位置相差不是很远。

另外土壤中营养元素全量含量,主要与成土母质有关,同时受成土过程中的淋洗、风化及植物吸收富集、归还等因素影响^[7]。

(下转第 99 页)

值变化表明演替趋势为豆科型草本转向豆禾型草本,以及多草型转向草灌型。优势物种间的生态位重叠值较低,说明在竞争不强的条件下,坡面植被种群正处于次生演替的初级阶段。

本文以高速公路路堑边坡为对象,从时间角度分析了自然与人工恢复两种植被恢复类型的整体次生演替规律,尤其是对演替进程中的初期进行了细致的观测分析。在进一步的研究中,应增加从坡位、坡度、坡向等空间角度讨论其差异性,量化边坡生态防护工程中植物材料和工程措施对加速演替的作用机率大小。

[参 考 文 献]

- [1] 孙乔宝,甄晓云. 高速公路建设对生态环境的影响及恢复[J]. 昆明理工大学学报,2000,25(2):68-71.
- [2] 孙青,卓慕宁,朱利安,等. 论高速公路建设中的生态破坏及其恢复[J]. 土壤与环境,2002,11(2):210-212.
- [3] 卓慕宁,李定强,贺新良,等. 论高速公路建设中的水土保持生态恢复[J]. 水土保持研究,2003,10(4):209-211.
- [4] 孙中党,赵勇,吴明作. 公路建设项目对生态环境影响及保护对策[J]. 公路交通科技,2004,21(3):128-131.
- [5] 胥晓刚. 高速公路路域生态恢复研究[D]. 雅安:四川农业大学,2004.
- [6] 魏凤虎. 高速公路生态系统评价指标体系的研究[D]. 西安:长安大学,2003.
- [7] 闫平. 高速公路绿化现状、功能及通病分析[J]. 公路交通科技:应用技术版,2007(9):165-166.
- [8] 刘春霞,韩烈保. 高速公路边坡植被恢复研究进展[J]. 生态学报,2007,27(5):2090-2098.
- [9] 刘春霞. 高速公路裸露坡面植被恢复机理的研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.
- [10] 高小虎. 植生基材在喷射技术中的应用研究[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [11] 曲仲湘,吴玉树,王焕校,等. 植物生态学[M]. 北京:高等教育出版社,1983:221.
- [12] 舒安平,蒋鹏飞,徐永年,等. 湖南临湘至长沙高速公路石质边坡的生态防护技术[J]. 中国水土保持科学,2006(S1):48-51.
- [13] 蒋鹏飞,舒安平,沈小明,等. 客土喷播在临长高速公路石质边坡防护中的应用[J]. 湖南交通科技,2002,28(4):68-69.
- [14] 舒安平,苏建明,冷剑,等. 半干旱地区生态护坡工程中客土养分衰减特征与恢复趋势[J]. 水土保持学报,2008,22(05):12-16.
- [15] 向悟生,李先琨,苏宗明,等. 元宝山冷杉群落主要树木种群生态位的初步研究[J]. 武汉植物研究,2002,20(2):105-212.
- [16] 陈艳瑞,尹林克. 人工防风固沙林演替中群落组成和优势种群生态位变化特征[J]. 植物生态学报,2008,32(5):1126-1133.

(上接第 42 页)

贾恒义、张朝生等^[8-9]的研究也表明影响土壤微量元素含量的因素有母质、土壤机械组成、土壤有机质、pH 和其它营养离子浓度平衡关系等。我们研究发现 Mn 与其它元素,Fe 与其它元素(Na 为显著相关),Mg 与 Na 均达到显著相关,另外在我们研究区域内,Zn,Mn,Na,Mg,Fe 等因子均与有机质无显著相关关系。

[参 考 文 献]

- [1] 袁志忠,杨振宇,李廷兴,等. 杉木人工林及其采伐迹地林下植被物种多样性研究[J]. 福建林业科技,2008,35(2):57-59.
- [2] 吴彩霞,傅华,裴世芳,等. 不同草地类型土壤有效态微量元素含量特征[J]. 干旱区研究,2008,25(1):137-144.
- [3] 张永娥,王瑞良,靳绍菊,等. 土壤微量元素含量及其影响因素的研究[J]. 土壤肥料,2005(5):35-37.
- [4] 朱立博,郑勇,曾昭海,等. 呼伦贝尔典型草原不同植被类型植被与土壤特征研究[J]. 中国草地学报,2008,30(3):32-36.
- [5] 刘育红. 三江源地区不同退化程度草地土壤微量元素含量研究[J]. 西北农业学报,2007,16(4):101-105.
- [6] 杨国治,潘佑明. 土壤中重金属元素主成份分析[J]. 土壤通报,1986,17(4):109-111.
- [7] 愈元春,曾曙才,罗汝英,等. 江南丘陵林区森林土壤微量元素的含量与分布[J]. 安徽农业大学学报,1998,25(2):167-173.
- [8] 贾恒义,彭琳. 黄土丘陵区草地土壤微量元素的初步研究[J]. 草业科学,1990,7(1):35-38.
- [9] 张朝生,陶澍. 天津市平原土壤微量元素含量的空间自相关研究[J]. 土壤学报,1995,32(1):50-57.