

# 不同退耕年限撂荒地植物多样性及生物量分析

师阳阳<sup>1</sup>, 陈云明<sup>1,2</sup>, 张光辉<sup>2,3</sup>, 王 兵<sup>3</sup>

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 黄土高原土壤侵蚀与  
旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 3. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

**摘 要:**退耕还林(草)作为黄土高原水土流失综合治理的主要生态建设措施,经过几十年的开展,黄土高原生态环境得到极大恢复,林草覆盖率明显增加。以安塞县纸坊沟流域为研究区,选取坡耕地(0 a)为对照,研究了退耕年限(3~5, 10, 18, 28, 37 a)对撂荒地植物多样性和生物量的影响。结果表明,随退耕年限的延长,物种丰富度指数、多样性指数、均匀度指数、相同土层根长密度都表现为增大—减小—增大的趋势;植被盖度和地上生物量表现为 37 a>28 a>18 a>3~5 a>10 a>0 a;撂荒地植被根系生物量、根长密度均随土层深度增加而减少;不同退耕年限撂荒地,相同层根系生物量表现为 28 a>37 a>18 a>3~5 a>10 a>0 a。

**关键词:**退耕还林(草); 撂荒地; 物种多样性; 生物量; 根长密度

中图分类号:Q149

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0036-05

## Investigation into the Species Diversity and Biomass of Plants in the Abandoned Farmlands with Different Restoration Years

SHI Yang-yang<sup>1</sup>, CHEN Yun-ming<sup>1,2</sup>, ZHANG Guang-hui<sup>2,3</sup>, WANG Bing<sup>3</sup>

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Northwest A&F

University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. College of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** As one of the major ecological construction measures for comprehensive control of soil and water losses on the Loess Plateau, the implement of the ‘conversion of cropland to forest or grass land’ project has greatly improved the eco-environmental condition and the vegetation coverage significantly during the past decades. It was conducted to investigate the potential effects of vegetation restoration years (3~5 a, 10 a, 18 a, 28 a, 37 a) on species diversity and biomass of plant in Zhifanggou watershed. The results indicated that indices of species richness, species diversity, community evenness and root length density in the same soil layer increased at the initial period, afterward those parameters decreased, and finally increased as the restoration age increased from 0 to 37 a. The variations in vegetation coverage and aboveground biomass followed the order: 37 a>28 a>18 a>3~5 a>10 a>0 a. Both of root biomass and root length density decreased with the increase of soil depth. The root biomass also increased with restoration years significantly.

**Key words:** conversion of cropland to forest or grass land; abandoned farmlands; species diversity; biomass; root length density

我国是世界上水土流失最为严重的国家之一。20 世纪 80 年代中期至今,我国水土流失分布格局总体变动不大,但水土流失变化趋势随不同区域而有所差别,西部黄土丘陵区仍是我国水土流失最严重的地区。黄土丘陵区由于人类长期的滥垦滥伐、不合理耕

作和过度放牧,加之该区降雨量虽较少却集中,而黄土本身质地疏松易冲刷,导致黄土丘陵区生态环境系统严重破坏。

生态系统修复的核心是施行退耕还林(草)工程,提高林草覆盖率,对降雨进行截流,增加雨水就地入

收稿日期:2012-04-21

修回日期:2012-05-25

资助项目:中国科学院百人计划项目;国家“十二五”科技支撑计划“梁峁丘陵沟壑区农田耕作及林草生物措施防蚀及关键技术集成与示范项目”(2011BAD31B05-02)

作者简介:师阳阳(1987—),女,山西省长治市人,硕士研究生,主要从事流域生态学研究。E-mail:shiyangyang@nwsuaf.edu.cn

通信作者:陈云明(1967—),男,陕西省澄城县人,博士,研究员,主要从事植被生态与水文研究。E-mail:ymchen@ms.iswc.ac.cn

渗的能力,遏制自然因素、人为活动造成的水土流失,促进生态系统良性循环。

退耕还林(草)对降低区域水土流失效果显著<sup>[1]</sup>。退耕地植被恢复过程中研究群落变化有很多种,其中物种多样性颇受关注<sup>[2-5]</sup>。

此外,地上生物量是生态系统获取能量能力的集中表现,对生态系统结构和功能的形成具有十分重要的作用<sup>[6]</sup>,根系具有吸收、合成、输导水分和养分及固定植物体的作用,其分布与变化影响着植被恢复进程<sup>[7]</sup>,根冠比可反映分配给地下部的光合产物比例,也是评价不同草地特征差异的指标<sup>[8]</sup>。李永强<sup>[9]</sup>、杜峰<sup>[10]</sup>等分别就撂荒草地群落的物种多样性、生物量变化进行了研究,马祥华<sup>[11]</sup>、杨涛<sup>[12]</sup>等对退耕地群落演替规律进行了研究,张振国等<sup>[13]</sup>研究分析了退耕后不同植物群落的土壤抗蚀能力大小,武春华等<sup>[14]</sup>则专门研究了退耕草地根系的垂直分布特征。上述研究对于理解、分析退耕后群落演替、物种多样性、生物量等方面具有重要意义。但是退耕还林(草)工程自 2002 年在全国全面开展至今仅 10 a 时间,有关撂荒地演替过程的相关研究仍处于初级阶段。因此,本文以黄土丘陵区安塞县纸坊沟流域为研究区,系统研究退耕 37 a 间植被恢复过程及物种多样性,地上、地下生物量的变化规律,为黄土丘陵区退耕效益评价、水土保持措施配置、植被演替规律的研究提供理论基础。

1 试验材料与方法

1.1 研究区概况

研究区设在陕西省安塞县纸坊沟流域,位于东经 109°19′30″,北纬 36°51′30″,平均海拔 1 200 m。该区地形破碎,沟壑纵横,属典型的黄土丘陵沟壑区,境内水土流失严重,多年平均输沙模数达 8 373 t/km<sup>2</sup>,是

西北典型的生态环境脆弱区,也是退耕还林(草)重点区域。安塞县属暖温带半干旱大陆性季风气候,年平均降水量 505.1 mm 左右,且分布不均匀,集中分布在 7—9 月;年平均蒸发量 1 463 mm,无霜期 160~180 d,年日照时数 2 415 h,≥0℃ 积温 3 733.5℃,年均气温 8.8℃。植被地带属森林草原带,天然林已全遭破坏,荒坡植被主要是以铁杆蒿(*Artemisia sacrorum* Ledeb.)、芨蒿(*Artemisia giraldii*)、达乌里胡枝子(*Lespedeza davurica*)、长芒草(*Stipa bungeana*)和白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)等为优势种的草本植物群落。土壤类型主要为黄绵土,其中粉粒占 64%~73%,黏粒占 17%~20%,土质疏松,通透性好,但抗蚀抗冲性差,水土流失严重。

1.2 样地选择

纸坊沟流域自 1974 年起开始实施退耕还林(草)措施,对遭到极大破坏的林草植被进行了恢复重建,林草面积不断增加。综合实地踏查并根据当地退耕现状,本试验选取了人为干扰相对较少且立地条件相似,退耕年限分别为 3~5,10,18,28,37 a 的 6 块撂荒样地,并选取类似立地条件的坡耕地作为对照样地作为研究对象。

1.3 样地调查

2011 年 7—8 月对纸坊沟流域不同退耕年限样地地形及植物群落进行调查与采样,土壤类型为黄绵土,样地基本情况见表 1。样地调查包括坡度、坡向、植物群落、海拔、经纬度等;每个样地随机选取 6 个具有代表性的 1 m×1 m 样方,进行植物种类、盖度、高度、株数、地上及地下生物量的调查。其中,样方内各物种盖度用目估法测定,样方总盖度采用照相法并用 PCOVER<sup>[15]</sup> 软件处理得到,地上生物量采用全收获法,地下生物量采用根钻法分层(0—10,10—20,20—40,40—60 cm)获取。

表 1 样地基本情况

退耕年限/a	经度	纬度	坡度/%	坡向	海拔/m	优势群落种
0	109°14′56.996″	36°44′22.881″	8.7	阴坡	1194	紫花苜蓿+牵牛花+苦苣菜
3~5	109°15′8.836″	36°44′38.474″	14	阴坡	1184	早熟禾+茵陈蒿+二裂委陵菜
10	109°15′31.107″	36°45′52.082″	12.2	阴坡	1089	芨蒿+铁杆蒿+异叶败酱
18	109°8′44.695″	36°25′55.668″	14	阴坡	1342	铁杆蒿+长芒草+达乌里胡枝子
28	109°15′8.150″	36°45′14.224″	17.5	阴坡	1167	铁杆蒿+异叶败酱
37	109°15′58.845″	36°45′54.339″	10.5	阴坡	1213	长芒草+铁杆蒿+达乌里胡枝子

1.3.1 物种多样性指标 选取常用的物种丰富度指数(Margalef 指数  $R$ )、多样性指数(Simpson 指数  $D$  和 Shannon-Wiener 指数  $H'$ )和 Pielou 均匀度指数( $E$ )表征不同退耕年限群落物种多样性,各指标计算公式如下:

$$P_i = R_c + R_f \tag{1}$$
$$R = (S - 1) / \lg N \tag{2}$$
$$D = 1 - \sum P_i^2 \tag{3}$$
$$H' = - \sum P_i \ln P_i \tag{4}$$
$$E = H' / \lg S \tag{5}$$

其中: $S$ ——样方内物种数目; $N$ ——所有物种个体数之和; $P_i$ ——种  $i$  的相对重要值; $R_c$ ——物种相对盖度; $R_f$ ——物种相对多度。

1.3.2 根系测定方法 将野外采集的根系土样进行冲洗,阴干,装入信封放置冰箱内保鲜( $6^{\circ}\text{C}$ ),扫描,根系长度采用 CIAS 2.0 图像分析系统<sup>[16]</sup> 计算获取。扫描后将根系装入信封烘干( $65^{\circ}\text{C}$ , 24 h),称重,得到根系生物量。

#### 1.4 数据处理

采用 Excel 2003 进行数据处理,用 SPSS 16.0 统计分析软件进行单因素方差分析,不同参数之间多重比较采用 Duncan 新复极差法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同退耕年限物种多样性

本试验 5 个退耕地草本植物群落的物种多样性变化情况见图 1,随着退耕年限的增长,Margalef 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数变化趋势基本一致,均表现为增大—减小—增大的过程。退耕初期(0~10 a),由于之前的长期耕作,退耕地表层土壤养分含量较高,苦苣菜(*S. oleraceus*)、牵牛花(*P. nil*)、狗尾草(*S. viridis*)等 1 a 生草本植被竞相生长,物种繁多,群落生境有所改善,使得一些适应性强的茵陈蒿(*A. capillaries*)、二裂委菱菜(*P. bifurca*)等多年生草本植被也开始生长,1 a 生草本竞争力慢慢减弱,逐渐向多年生草本演替,物种的丰富度及均匀度均有所增大。随着植被恢复演替,退耕 10~30 a 间,由于多年生草本逐步占优势,群落内不断有铁杆蒿、达乌里胡枝子、长芒草等新物种侵入,各物种间竞争加剧,1 a 生草本多数被多年生草本所代替,因此物种丰富度及均匀度均有所下降。退耕到 30~40 a 间,经过演替前期物种的相互激烈竞争,铁杆蒿、长芒草等优势物种和平共处,群落逐渐达到相对稳定,物种丰富度及均匀度又呈上升趋势,但是与演替初期相比,均匀度指数还是有所下降。

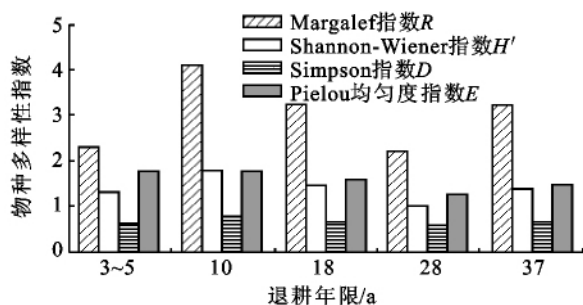


图 1 不同退耕年限植被物种多样性特征

### 2.2 不同退耕年限植被盖度

植被盖度是刻画地表植被数量的重要参数。对退耕 37 a 间样地植被盖度的测定结果(表 2)表明,随着退耕年限的增加,植被盖度呈阶梯式增加趋势,由退耕 3 a 的 39.67% 分别增加到退耕 10, 18, 28, 37 a 的 35%, 52.33%, 55.33%, 63.33%, 总增幅达到 0.6 倍,仅在退耕 10 a 左右有所下降,植被盖度出现了一定波动。总体来看,退耕对提高植被盖度效果显著,使林草覆盖率有所增加,这对黄土丘陵区水土保持有一定功效。

### 2.3 不同退耕年限植被生物量

2.3.1 地上生物量 由表 2 可知,植被地上生物量由对照样地最初的  $132.13 \text{ g/m}^2$  分别增加到退耕 3, 10, 18, 28, 37 a 撂荒地的  $165.44, 147.47, 286.43, 335.94, 344.90 \text{ g/m}^2$ , 分别增加了 0.25, 0.12, 1.17, 1.54 倍和 1.61 倍,说明随退耕年限的延长,撂荒地植被地上生物量较坡耕地均不同程度地递增,且除退耕 10 a 样地外,退耕时间越长植被地上生物量越大。对退耕 37 a 间撂荒地地上生物量进一步采用单因素方差分析表明,植被地上生物量差异达极显著( $P < 0.001$ )水平,说明退耕地不同年限下植被地上生物量差别较大,且总体呈上升趋势。

2.3.2 根系生物量 由图 2 可知,不同退耕年限撂荒地的根系生物量均随土层深度增加迅速减少,根系生物量集中分布在表层 10 cm 土层中,占 0—60 cm 土层根系总生物量的 50%~70% 左右,土层深度超过 10 cm 后,根系生物量迅速降低,且 90% 以上根系生物量分布在 0—40 cm 土层,超过 40 cm 后,根系生物量分布很少;对同一撂荒地不同土层根系生物量的方差分析结果显示,28 a 撂荒地各层根系生物量无显著差异,其余撂荒地各层根系生物量均存在显著或极显著差异。比较不同退耕年限撂荒地间根系生物量垂直分布可发现,随退耕年限的增加,除 28 a 年撂荒地外,各层根系生物量均呈增加趋势,依次为  $0 \text{ a} < 3 \text{ a} < 10 \text{ a} < 18 \text{ a} < 37 \text{ a} < 28 \text{ a}$ ;对不同年限撂荒地同一土层根系生物量进行方差分析发现,各年限撂荒地同一土层间根系生物量都达到显著水平( $P < 0.05$ ),说明随退耕年限的延长,根系生物量变化显著。

2.3.3 根冠比 对不同撂荒年限根冠比的测定(表 2)表明,退耕地植被与坡耕地植被根冠比值相比,增长幅度极为明显,由对照样地的 0.03 增加到退耕 37 a 的 1.68,平均增幅达 60 倍,根冠比值在撂荒前 28 a 间呈递增趋势,仅在 10 a 时有波动,根冠比达最大值;撂荒至 37 a 左右,根冠比值基本达到稳定,保持在 2.00 左右。

表 2 不同退耕年限植被盖度、地上生物量、根冠比值及增长百分比

参数	0 a	3~5 a	10 a	18 a	28 a	37 a
盖度/%	33.50	39.67	35.00	52.33	55.33	63.33
增长百分数/%	—	18.42	4.48	56.21	65.16	89.04
地上生物量/(g·m <sup>-2</sup> )	132.12	165.44	147.67	286.43	335.94	344.90
增长百分数/%	—	25.22	11.77	116.80	154.27	161.05
根冠比	0.03	0.31	2.76	1.61	2.30	1.68
增长百分数/%	—	1005.95	9742.53	5663.47	8125.07	5909.75

注:增长百分数为各退耕年限与坡耕地相比增加的百分数。

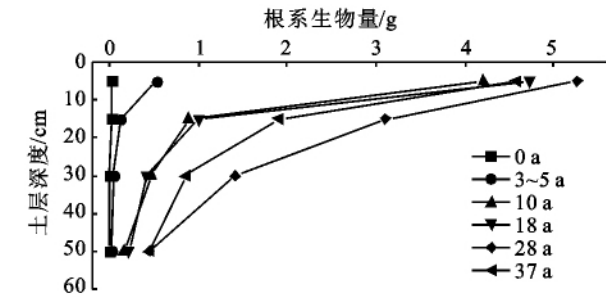


图 2 不同退耕年限根系生物量

2.4 不同撂荒年限根长密度

同一撂荒地不同土层根长密度(图 3)与根系生物量变化趋势相似,在土壤垂直剖面上表现为随土层深度增加而不断减少,经方差分析表明,同一撂荒地不同土层根长密度均存在显著差异( $P<0.05$ )。不同撂荒地相同土层根长密度变化与物种多样性变化趋势相似,随撂荒年限的延长表现为先增加后减小,最后再增加,但是 0—10 cm 土层根长密度在 37 a 又出现下降,而 40—60 cm 土层根长密度表现为随撂荒年限增加而增加的趋势,对不同撂荒年限地相同土层根长密度方差分析表明,所有土层根长密度均呈显著或极显著差异。

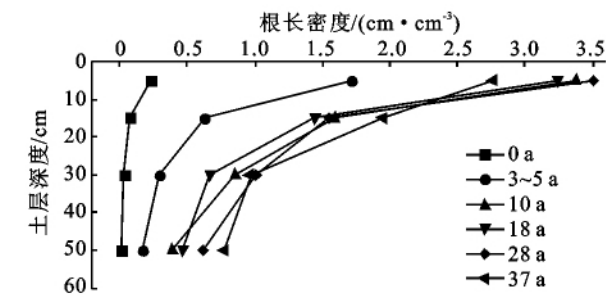


图 3 不同撂荒年限下不同土层根长密度变化

Gale 等<sup>[17]</sup>于 1987 年研究不同树种不同演替阶段根系垂直分布特征并提出了根系垂直分布的模型:

$$Y=1-\beta^d$$

式中:Y——一定土层深度根系累积百分比(%);  
d——土层深度(cm);β——根系消减系数。β 值可反映根系在土层中的分布比例,β 值越大,根系越集中分布于深层土壤中,β 值越小,根系在表层土壤分布较多。不少学者利用此公式拟合了草地植被根系的垂直分布特征<sup>[18-19]</sup>,得到了较好的拟合效果。

分别对撂荒 3~5,10,18,28,37 a 及坡耕地植被

根系生物量和根长密度用公式  $Y=1-\beta^d$  对根系垂直分布特征参数 β 拟合并求解,结果见表 3。用根系生物量拟合出的根系消减系数 β 表现为 28 a>37 a>0 a>10 a>18 a>3~5 a,用根长密度拟合出的根系消减系数 β 表现为 37 a>28 a>10 a>18 a>3~5 a>0 a,说明退耕初期根系在表层土壤中分布的比例较大,退耕后期根系趋于向深层土壤中分布。

表 3 不同退耕年限撂荒地植被根系消减系数

退耕年 限/a	根生物量			根长密度		
	Y	1-Y	β	Y	1-Y	β
0	73.87	0.2612	0.9351	85.36	0.1464	0.9084
3~5	82.69	0.1731	0.9160	83.55	0.1645	0.9137
10	79.97	0.2003	0.9228	79.99	0.2001	0.9227
18	81.97	0.1803	0.9179	80.44	0.1956	0.9217
28	69.21	0.3079	0.9428	75.57	0.2443	0.9320
37	71.11	0.2889	0.9398	73.00	0.2700	0.9366

表 4 不同年限植物群落各测定指标相关性分析

参数	撂荒 年限/a	盖度	地上 生物量	地下 生物量	根冠比	根长 密度
地上 生物量	0	-1.00**	1.00			
	3~5	-0.48	1.00			
	10	-0.72	1.00			
	18	1.00**	1.00			
	28	0.76	1.00			
	37	-0.79	1.00			
地下 生物量	0	0.11	-0.11	1.00		
	3~5	0.21	-0.96*	1.00		
	10	-0.63	0.99**	1.00		
	18	0.26	0.19	1.00		
	28	-0.01	-0.66	1.00		
	37	-0.53	0.94	1.00		
根冠比	0	0	0	0	1.00	
	3~5	0.43	-1.00**	0.97*	1.00	
	10	0.97*	-0.53	-0.41	1.00	
	18	-0.49	-0.55	0.71	1.00	
	28	-0.13	-0.74	0.99**	1.00	
	37	-0.38	0.87	0.99*	1.00	
根长 密度	0	-0.70	0.70	0.63	0	1.00
	3~5	0.19	-0.95*	1.00**	0.97*	1.00
	10	-0.53	0.97*	0.99**	-0.30	1.00
	18	0.66	0.60	0.90	0.33	1.00
	28	0.77	0.16	0.63	0.54	1.00
	37	0.89	-0.98*	-0.85	-0.76	1.00

注:\* 指在 0.05 水平上显著相关,\*\* 指在 0.01 水平上显著相关。

不同撂荒年限植被各参数间相关性各不相同(表 4),撂荒初期的 10 a,植被地上生物量、根长密度均与地下生物量呈显著正相关,而地上生物量与根长密度由初始的显著负相关转变为正相关,这与根系发达的多年生草本逐渐代替 1 a 生草本植被有关;撂荒至 18 a,植被盖度与地上生物量达到极显著正相关,其余参数间相关性不明显;撂荒 28 a 和 37 a 样地参数分析结果显示,由于此阶段群落植被已基本趋于稳定,地上生物量变化不明显,因此根冠比与地下生物量呈显著相关。

### 3 结论

本试验结果表明,退耕撂荒 37 a 的植物物种多样性与退耕初期 3~5 a 相比增幅不明显。说明在地形地貌复杂、水土流失严重、气候相对干旱的黄土丘陵区,退耕地植被的自然恢复演替是一个较缓慢的过程,有必要加强对退耕区内植被恢复的长期监测与研究,开展类似施肥、引进更高一级植物种、增加降水入渗等人工促进植被恢复的演替试验,缩短植被恢复年限,以促进退耕植被发挥更大的生态服务功能。

以空间代替时间的研究在样地选择上存在一定缺陷,本研究中退耕 10 a 样地的植被盖度、地上生物量、根冠比值均出现了波动,植被盖度和地上生物量与其它退耕年限样地相比均为最低值,地上生物量最低又导致根冠比达最大值。经调查发现该样地曾有放牧等人为干扰活动,建议在这一地区应加强控制性试验的布设与研究,为更精确的研究退耕地植被恢复演替提供可靠的基础试验资料。

退耕撂荒地经过近 40 a 的恢复演替,群落内植物物种丰富度指数、多样性指数、均匀度指数均有一定程度的增加;植被盖度、地上生物量随退耕年限的延长而增加,分别由对照样地的 33.5%,132.12 g/m<sup>2</sup> 增加到退耕 37 a 的 63.33%,344.90 g/m<sup>2</sup>,增长幅度为 4%~89%、12%~161%;根系生物量、根长密度均随土层深度增加而减少,不同年限撂荒地相同层根系生物量整体表现为随退耕年限的延长而增加,在 28 a 达最大值,相同层根长密度表现为增大—减小—增大的过程;相关性分析表明不同撂荒年限植被各参数间相关性各不相同。

实施退耕还林(草)工程,可加速黄土丘陵区生态系统的恢复,改善当地的生态环境,促进农民脱贫致富。但退耕工程不能盲目开展,要科学地确定退耕还林(草)的目标、规模、范围、布局以及进度等<sup>[20]</sup>,以更好的为生态系统的修复提供理论依据,为黄土丘陵区生态环境建设提供可靠保障。

### 参考文献:

- [1] 高凤杰,雷国平,宋戈,等. 牡丹江市退耕还林对区域土壤侵蚀的影响研究[J]. 水土保持研究,2010,17(4):14-18.
- [2] Ehrlich P R, Wilson E O. Biodiversity studies: science and policy[J]. Science,1991,253(5021):758-762.
- [3] Roberts M R, Gilliam F S. Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystem: implications for forest management[J]. Ecological Application,1995,5(4):969-977.
- [4] 白文娟,焦菊英. 黄土丘陵沟壑区退耕地主要自然恢复植物群落的多样性分析[J]. 水土保持研究,2006,13(3):140-142.
- [5] 范变娥,焦菊英,张桂英. 黄土丘陵沟壑区退耕地植物群落优势种对显著影响因子的响应[J]. 水土保持通报,2006,26(6):4-9.
- [6] 刘艾,刘德福. 我国草地生物量研究概述[J]. 内蒙古草业,2005,17(1):7-11.
- [7] 郝艳茹,彭少麟. 根系及其主要影响因子在森林演替过程中的变化[J]. 生态环境,2005,14(5):762-767.
- [8] 张娜,梁一民. 黄土丘陵区天然草地地下/地上生物量的研究[J]. 草业学报,2002,11(2):72-78.
- [9] 李永强,许志信. 典型草原区撂荒地植物群落演替过程中物种多样性变化[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2002,23(4):26-31.
- [10] 杜峰,梁宗锁,徐学选,等. 陕北黄土丘陵区撂荒地群落生物量及植被土壤养分效应[J]. 生态学报,2007,27(5):1673-1683.
- [11] 马祥华,焦菊英. 黄土丘陵沟壑区退耕地自然恢复植被特征及其与土壤环境的关系[J]. 中国水土保持科学,2005,3(2):15-22.
- [12] 杨涛,王得祥,周金星,等. 陕北黄土丘陵沟壑区退耕地植物群落演替规律及物种多样性动态研究[J]. 西北林学院学报,2009,24(5):10-15.
- [13] 张振国,黄建成,焦菊英,等. 安塞黄土丘陵沟壑区退耕地植物群落土壤抗蚀性分析[J]. 水土保持研究,2008,15(1):28-31.
- [14] 武春华,陈云明,王国梁,等. 黄土丘陵区典型植物群落根系垂直分布与环境因子的关系[J]. 中国水土保持科学,2008,6(3):65-70.
- [15] 章文波,路炳军,石伟. 植被覆盖度的照相测量及其自动计算[J]. 水土保持通报,2009,29(2):39-42.
- [16] 王国梁,周东. 黄土丘陵区退耕地先锋群落演替过程中细根特征的变化[J]. 西北植物学报,2009,29(2):356-364.
- [17] Gale M R, Grigal D E. Vertical root distribution of northern tree species in relation to successional status[J]. Can. J. For. Res.,1987,17(8):829-834.

(下转第 44 页)

其他土地利用类型均为较缺。不同土地利用类型土壤碱解氮含量等级在 1—4 级之间,其中绿化林处于丰富级,农田和果园为中等等级,其他均为较缺。速效磷和速效钾养分处于 1—2 级,整体评级为较丰。土壤有机质处于 4—5 级,整体评级为较缺,其中果园和绿化林地均为较缺,其他土地利用类型均为缺乏程度。

## 4 结论与建议

雾灵山低山区 5 种土地类型中未利用地含水量大,容重较高,土壤孔隙度偏低,表现出土壤紧实,通气性能差,保水能力好的特征。绿化林地容重相对于未利用地略低,植被覆盖度低,蒸发量大,土壤含水量低。农田、果园,以及果农间作地的土壤含水量、容重和孔隙度较为适中。不同土地利用类型对土壤养分有明显影响,绿化林地的有机质、全氮、碱解氮、速效钾含量均为最高;果农间作地的有机质、全氮、碱解氮含量最低;未利用地的速效磷和速效钾含量最低,其他含量也偏低。此外,5 种土地利用类型不同深度的两个土层间,有机质、全氮、碱解氮、速效磷和速效钾都呈现随土层深度增加含量降低的趋势。对研究区不同土地利用类型养分情况进行评价,各土地利用类型全氮和有机质含量基本处于较缺和缺乏状态;碱解氮含量绿化林地为丰富,其他均为中等或较缺状态;速效磷和速效钾均为较丰状态。

鉴于研究区农田土壤磷、钾含量总体水平较高,短期内应控制施用磷肥和钾肥。此外,我们在取样过程中发现,雾灵山低山区土层薄,土壤的石质化严重,土层厚度一般为 20~40 cm,最大深度一般不超过 60 cm,而且砾石多,土壤质地不均匀,保水性能差,不利

于农业耕作。然而当地人们不管是平地还是坡地,最大程度地进行了农业利用,加剧了土壤侵蚀和土壤养分的流失,破坏了景观。本研究中发现绿化林土壤养分等级高,同时也反映了绿化林更有利于水土保持,因此建议当地尽量种植绿化林改善土壤质量,提高土壤涵养能力,实现土壤的可持续利用。

### 参考文献:

- [1] 刘全友,童依平. 北方农牧交错带土地利用类型对土壤养分分布的影响[J]. 应用生态学报,2005,12(10):1849-1852.
- [2] 赵米金,徐涛. 土地利用/土地覆被变化环境效应研究[J]. 水土保持研究,2005,12(1):43-46.
- [3] 蔡万波. 京东第一峰:雾灵山[J]. 森林与人类,2004,(11):56-58.
- [4] 傅桦. 雾灵山自然保护区研究. III: 低山丘陵地区土地资源的开发[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2000,21(3):64-70.
- [5] 孙艳红,张洪江,程金花,等. 缙云山不同林地类型土壤特性及其水源涵养功能[J]. 水土保持学报,2006,20(2):106-109.
- [6] 李发明,朱淑娟,王耀林,等. 引黄灌区种植苜蓿对盐渍化土地理化性状的影响:以景泰县红跃村为例[J]. 水土保持研究,2009,16(4):104-108.
- [7] 惠淑荣,王娇,张倩,等. 辽西北沙地不同土地利用方式对土壤水分的影响[J]. 浙江林学院学报,2010,27(4):579-584.
- [8] 张萍,曾信波. 植被蓄水保土功能研究[J]. 山地农业生物学报,1999,18(5):300-304.
- [9] 徐宁,吴兆录,李正玲. 滇西北高山不同土地利用类型土壤容重与根系生物量的比较研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(5):1961-1963.
- [10] 李鹏,李占斌,澹台湛. 黄土高原退耕草地植被根系动态分布特征[J]. 应用生态学报,2005,16(5):849-853.
- [11] 赵玉涛. 对当前形势下退耕还林的若干思考[J]. 水土保持研究,2010,17(4):276-278.

(上接第 40 页)

- [18] 王俊明,张兴昌. 退耕草地演替过程中植被根系的动态变化及其垂直分布[J]. 中国水土保持科学,2010,8(4):67-72.