

# 黄土丘陵区土壤养分对不同植被恢复方式的响应

闫玉厚<sup>1</sup>, 曹 炜<sup>2</sup>

(1. 商洛学院 城乡发展与管理工程系, 陕西 商洛 726000; 2. 黄河水土保持生态环境监测中心, 西安 710021)

**摘 要:** 土壤是生态系统中的重要组成部分, 是植物群落发育演化的重要物质基础。研究土壤养分对不同植被恢复方式的响应规律, 对于采取合理的不同植被恢复方式以加快植被恢复重建具有重要意义。本文对黄土丘陵区自然恢复与人工恢复两种不同方式下的土壤养分变化规律进行, 结果表明, 在退耕 6 a 左右, 在 0–60 cm 土壤垂直剖面中, 人工植被的土壤有机质、全 N、有效 N 和速效 K 等含量均大于自然恢复植被的土壤养分含量; 但全 P 含量和速效 P 含量则较自然植被低; 退耕 20 a 左右, 当植被恢复到 20 a 左右, 人工植被群落的土壤养分含量则逐渐降低, 两者差距逐渐缩小, 人工植被的土壤有机质含量甚至低于自然植被。土壤养分的这种变化规律, 对采取合理的调控措施可提供重要依据, 如在植被初期, 可利用人工植被较高的生物产量, 快速积累土壤养分, 在人工植被恢复后期, 则可通过林分的近自然林改造, 将其逐渐改变为近自然林或自然植被, 从而加快植被恢复进程。

**关键词:** 土壤养分; 植被恢复方式; 恢复年限

中图分类号: S153. 61; X171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0051-03

## The Responses of Soil Nutrients to Different Restoration Approaches

YAN Yuhou<sup>1</sup>, CAO Wei<sup>2</sup>

(1. The Department of Urban and Rural Development & Management Engineering, Shangluo University, Shangluo, Shaanxi 726000, China; 2. Yellow River Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** Soil is an integral part of ecosystems and also is the basis for vegetation succession and development. Detecting the response of soil nutrients to different restoration approaches can be of great importance to restoration planning. The present study compared the difference of soil nutrients between natural and artificial vegetations under different succession stages. The results showed that the soil nutrients such as organic matter, total and nitrate available and available potassium in artificial vegetations was higher than that in natural vegetations with exceptions to total and available phosphorus after 6 years. However, after 20 years, the differences of soil nutrients between the two approaches became narrower, and the soil organic matter in natural vegetations even higher than that in artificial vegetations. This conclusion has great implications on the restoration planning. For example, we can use the artificial vegetation to accumulate the nutrients quickly and improve the soil fertility, and then introduce the zonal species to manage these artificial vegetations.

**Key words:** soil nutrients; restoration approaches; restoration time

土壤是生态系统中的重要组成部分, 是植物群落发育演化的重要物质基础, 它一方面深刻影响着植被的发展变化, 但其自身也会随植被的变化而变化<sup>[1-2]</sup>。特殊的土壤不但在一定时间内影响着植物群落的发生、发育和演替速度, 而且在同一相似的气候带里决定着植被群落的演替方向<sup>[3-10]</sup>。对退化生态系统而言, 植被恢复与演替过程对土壤的改善作用非常明

显。随着退化生态系统植被的恢复, 生态系统的小气候会得到改善<sup>[11-16]</sup>, 进而对土壤理化性质产生影响; 而植被地下部分的发展, 加上土壤动物和土壤微生物的活动及其发展, 对土壤的发展变化均起到了重要作用<sup>[9, 17-24]</sup>, 而由此形成的土壤养分的收支平衡和积累, 对不同的植被恢复方式可能存在较大差异。从目前研究进展来看, 很多研究对植被恢复演替过程中的

收稿日期: 2010-08-31

资助项目: 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目(2009y236)

作者简介: 闫玉厚(1958-), 男, 陕西商州人, 实验师, 主要从事城乡生态发展研究。E-mail: abcdy0818@163.com

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

土壤养分变化进行了较多的分析,一般认为随着演替时间土壤养分有明显的积累现象,但目前对于哪种恢复方式对土壤养分的积累更有效,却少有研究探讨。鉴于此,本研究试图研究土壤养分对不同恢复方式的响应规律,以提高对植被-土壤相互作用及其演化的认识,为人工调控植被演替以促进植被恢复提供依据。

## 1 研究区概况

研究区为延安燕沟流域,位于延安市南 3 km 处,属黄土高原丘陵沟壑第 II 副区( $36^{\circ}20' - 36^{\circ}36'N$ ,  $109^{\circ}20' - 109^{\circ}35'E$ ),流域面积  $46.9 \text{ km}^2$ 。梁峁起伏,沟壑纵横,地形复杂,土地类型多样,海拔 986~1425 m。气候属暖温带,年平均气温  $9.4^{\circ}\text{C}$ ,年日照时数 2472 h,年降水量 550 mm,57% 集中在 7-9 月。在 20 世纪 30-70 年代期间,燕沟流域毁林开荒,植被遭到极大破坏,尤其森林植被几乎破坏殆尽,流域生态系统严重退化之后。随着生态治理工程的开展,在该流域采用人工恢复、半人工恢复及封禁治理等不同措施进行生态恢复,经过近 20 a 的保护恢复,流域植被得到初步恢复,生态系统逐渐呈现良性循环。流域内不同恢复途径形成的植物群落,为本研究的开展提供了较好的试验条件。

## 2 材料与方法

在研究区选取不同植被恢复式及不同植被恢复

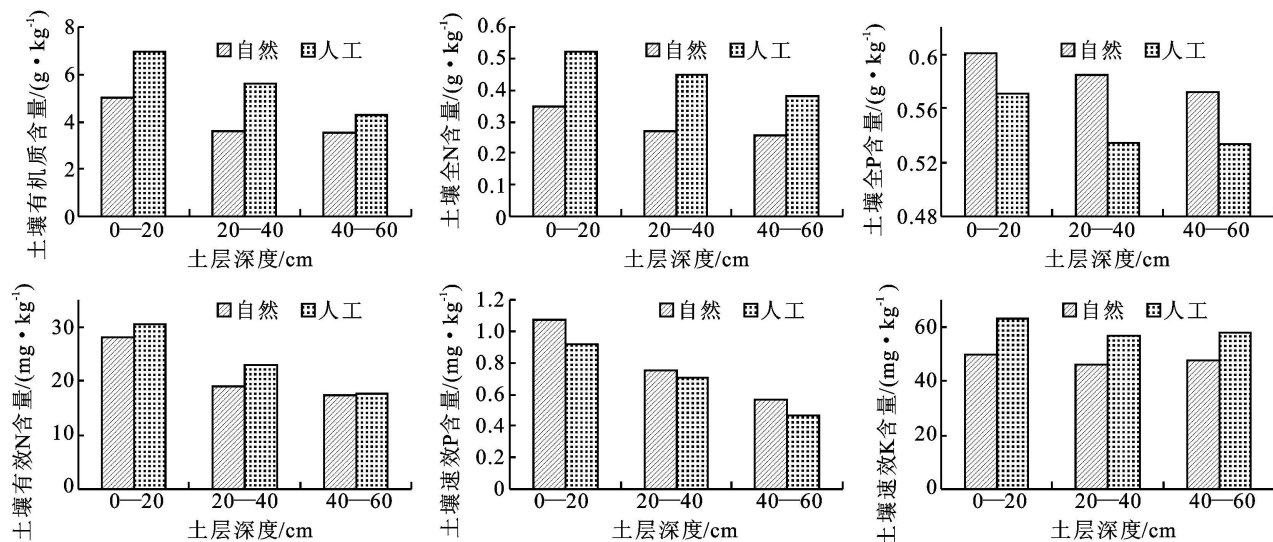


图 1 退耕 6 a 后不同植被恢复方式下土壤养分变化

### 3.2 较长退耕时间内植被恢复方式对土壤养分变化的影响

退耕年限为 20 a 时,自然植被与人工植被的土壤养分含量差异则缩小(图 2)。退耕 20 a 左右,在 0-40

年限样地。尽量使所选样点具有典型性、代表性(具有统计学意义)和一致性(植物群落特征尤其是建群种及群落盖度、土壤类型、地形、坡度、坡位、坡向等环境条件尽量一致或相似)。本文根据样地信息,主要选择燕沟流域阳坡两个不同退耕阶段不同恢复方式进行比较分析,在每个样地中各样方按随机多点混合取样法采集土样,20 cm 为间隔,取 0-60 cm 土壤样品,以供实验室测定。其中 6 a 的样本数为 6 个;20 a 的样本数为 4 个。测定项目包括土壤有机质含量、土壤全氮、土壤速效氮、土壤全磷、土壤速效磷、土壤速效钾。在获得各样本数据后,按照年限及退耕方式分组并进行组内平均,然后采用图表对比法分析,以便提供较为直观的显示。

## 3 结果与分析

### 3.1 较短退耕时间内植被恢复方式对土壤养分变化的影响

植被恢复方式对土壤养分积累的影响,可以不同的植被恢复阶段进行观察与识别。根据对恢复期为 6 a 的自然与人工恢复植被的土壤养分对比分析(图 1),结果表明,退耕 6 a 左右,在 0-60 cm 土壤垂直剖面中,人工种植柠条林的土壤有机质、全 N、有效 N 和速效 K 等含量均大于自然恢复植被的土壤养分含量。但随着土层的加深,这种增加的幅度减小;而自然恢复方式下的全 P 含量和速效 P 含量则较人工植被高。

cm 土层中,人工种植柠条林的土壤全 N、有效 N 和速效 P 等含量均大于自然恢复植被的土壤养分含量。但在 40-60 cm 土层,人工种植柠条林的土壤全 N、有效 N 和速效 P 等含量均小于自然恢复植被的土壤养分含

量。在 0–20 cm 土层中, 人工干预与自然恢复植被的土壤有机质含量相当。在 20–60 cm 土层中, 人工干预植被的土壤有机质含量又小于自然恢复植被。

在 0–60 cm 土壤垂直剖面中, 人工干预植被的土壤全 P 和速效 K 含量均小于自然恢复植被, 但总体看, 两者的差距随着演替年限的延长逐渐缩小。

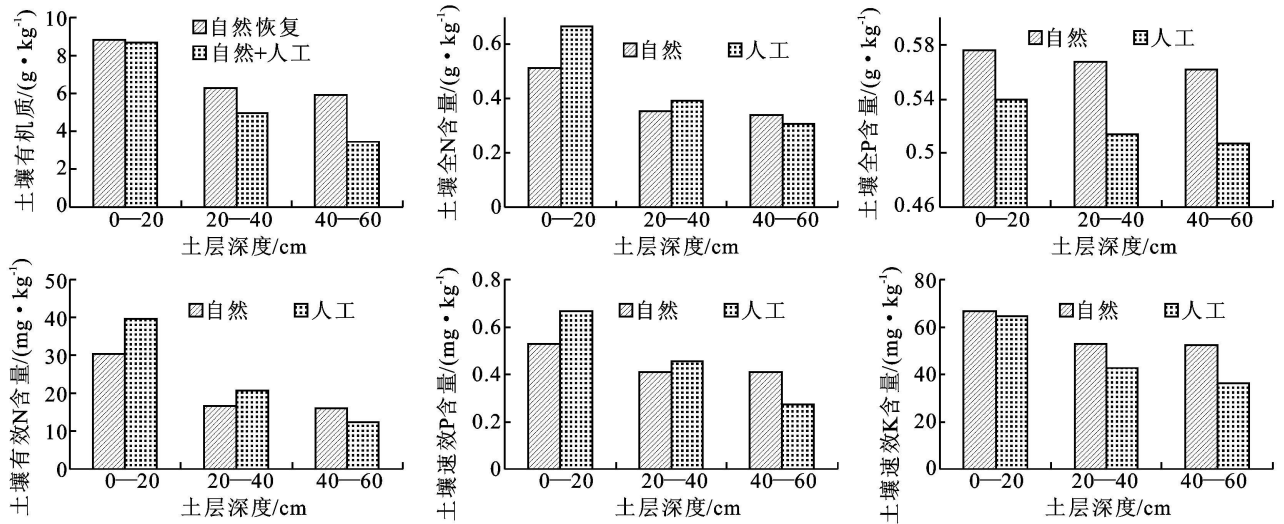


图 2 退耕 20 a 后不同植被恢复方式下土壤养分的变化

#### 4 讨论与结论

研究土壤水分对不同植被恢复方式的响应特征及其随时间的变化规律, 对于理解和认识植被–土壤相互关系, 采取有效途径促进植被恢复具有重要意义。根据本文研究结果可以看出, 在演替初期, 除 P 元素外, 人工植被下的其他土壤养分都较自然植被为高, 但当植被恢复到 20 a 左右, 人工植被群落的土壤养分含量则逐渐降低, 土壤有机质含量则低于自然植被。这种变化与人工植被类型及其土壤前期土壤水分有很大关系。因为在人工植被恢复条件下, 乔灌木树种可以利用土壤前期储存的水分获得较快的生长, 生物量产量较高。较高的生物量会形成较多的枯落物, 为土壤养分的积累提供了较好的条件。这也是为什么演替初期人工植被土壤养分含量显著高于自然植被的原因。但随着演替时间的进行, 两者的差距逐渐缩小, 自然植被的土壤有机质含量甚至超过了人工植被。可能原因是随着土壤水分的消耗, 单纯的降水已不能满足人工植被的生长, 林分生长受限或退化, 生物量大大降低。土壤养分的这种变化规律, 对采取合理的调控措施提供重要依据, 如在植被初期, 可以利用人工植被较高的生物产量, 快速积累土壤养分, 在人工植被恢复后期, 则可以通过对这些林分采取近自然林改造, 将其逐渐改变为近自然林或自然植被, 但在实践中如何进行, 仍需开展进一步的试验工作进行探讨。

#### 参考文献:

- [1] 张俊华, 常庆瑞, 贾科利, 等. 黄土高原植被恢复对土壤肥力质量的影响研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(4): 38–41.
- [2] 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, 31.
- [3] 杨小波, 张桃林, 吴庆书. 海南琼北地区不同植被类型物种多样性与土壤肥力的关系[J]. 生态学报, 2002, 22(2): 190–196.
- [4] Peet R K, Christensen L N. Succession: a population process[J]. Vegetatio, 1980, 43: 131–140.
- [5] White P S P. Process and natural disturbance in natural vegetation[J]. Botanical Review, 1979, 45: 229–239.
- [6] 安树青, 王峰. 土壤因子对次生森林群落物种多样性的影响[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(2): 143–150.
- [7] 沈泽昊, 金义兴. 米心水青冈林采伐地的早期植被恢复和土壤环境动态[J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 375–383.
- [8] 杨小波, 李跃烈. 海南西南部不同植被类型样地的土壤养分特性及持水性比较研究[J]. 海南大学学报: 自然科学版, 2003, 21(4): 334–338, 343.
- [9] 章家恩, 刘文高, 王伟胜. 南亚热带不同植被根际微生物数量与根际土壤养分状况[J]. 土壤与环境, 2002, 11(3): 279–282.
- [10] 朱志诚. 陕北黄土高原植被基本特征及其对土壤性质的影响[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(3): 280–286.

(下转第 58 页)

由于其他因素,如砾石形状、尺寸以及坡面形态等都会影响坡面径流和入渗,导致含砾石土壤中水土过程尤为复杂。全面深入理解该类型土壤中的水土过程还需综合考虑以上因素的影响。

#### 参考文献:

- [1] Van Wesemael B, Poesen J, de Figueiredo T. Effects of rock fragments on physical degradation of cultivated soils by rainfall[J]. Soil and Tillage Research, 1995, 33: 229-250.
- [2] Poesen J, Torri D, Bunte K. Effects of rock fragments on soil erosion by water at different spatial scales: a review [J]. Catena, 1994, 23: 141-166.
- [3] Brakensiek D L. Soil containing rock fragments: effects on infiltration[J]. Catena, 1994, 23: 99-110.
- [4] Poesen J, Lavee H. Rock fragments in topsoils: significance and processes[J]. Catena, 1994, 23: 1-28.
- [5] Poesen J. Surface sealing as influenced by slope angle and position of simulated stones in the top layer of loose sediments[J]. Earth Surf. Process Landforms, 1986, 11: 1-10.
- [6] Poesen J, Ingelmo Sanchez F, Mficher H. The hydrological response of soil surfaces to rainfall as affected by cover and position of rock fragments in the top layer[J].

Earth Surf. Process Landforms, 1990, 15: 653-671.

- [7] Valentin C. Surface sealing as affected by various rock fragment covers in West Africa[J]. Catena, 1994, 23: 87-97.
- [8] Dunn A J, Mehuys G R. Relationship between gravel content of soils and saturated hydraulic conductivity in laboratory tests[C]// Nichols J D. Erosion and Productivity of Soils Containing Rock Fragments. Special Publication, 13. Soil Science Society of America, Madison, WI. 1984.
- [9] Rawls W J, Stone J J, Brakensiek D L. Infiltration [M]//USDA Water Erosion Prediction Project: Hill-slope Profile Version. NSER1 Report Number 2, National Soil Erosion Research Laboratory, USDA-ARS, West Lafayette, IN, Ch., 1989.
- [10] Simanton J R, Renard K G, Christiaensen C M, et al. Spatial distribution of surface rock fragments along catenas in semiarid Arizona and Nevada [J]. Catena, 1994, 23: 29-42.
- [11] Marques M A, Mora E. The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest Spain [J]. Catena, 1992, 19: 333-344.
- [12] 朱元骏, 邵明安. 不同砾石含量的土壤降雨入渗和产沙过程初步研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 64-67.

(上接第 53 页)

- [11] 李登科. 陕西吴起植被动态及其与气候变化的关系[J]. 生态学杂志, 2007, 26(11): 1811-1816.
- [12] 范锦龙, 李贵才, 张艳. 阴山北麓农牧交错带植被变化及其对气候变化的响应[J]. 生态学杂志, 2007, 26(10): 1528-1532.
- [13] 何勇, 董文杰, 郭晓寅, 等. 基于 Modis 的中国陆地植被生长及其与气候的关系[J]. 生态学报, 2007, 27(12): 5086-5092.
- [14] 李登科, 郭锐, 何慧娟. 陕北长城沿线风沙区植被指数变化及其与气候的关系[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4620-4629.
- [15] 信忠保, 许炯心. 黄土高原地区植被覆盖时空演变对气候的响应[J]. 自然科学进展, 2007, 17(6): 770-778.
- [16] 周定文, 范广洲, 黄荣辉, 等. Interannual Variability of the Normalized Difference Vegetation Index on the Tibetan Plateau and Its Relationship with Climate Change [J]. 大气科学进展: 英文版, 2007, 24(3): 474-484.
- [17] 章家恩, 徐琪. 土壤与生物多样性及其保护对策[J]. 资源科学, 1998, 20(1): 49-53.

- [18] 鲍毅新, 程宏毅, 葛宝明, 等. 不同土地利用方式下大型土壤动物群落对土壤理化性质的响应[J]. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 2007, 30(2): 121-127.
- [19] 刘继亮, 殷秀琴, 邱丽丽. 左家自然保护区大型土壤动物与土壤因子关系研究[J]. 土壤学报, 2008(1): 130-136.
- [20] 向昌国, 杨世俊, 聂琴. 土壤动物对土壤环境的生物指示作用[J]. 中国农学通报, 2007, 23(4): 364-367.
- [21] 王海英, 宫渊波, 龚伟. 不同林分土壤微生物、酶活性与土壤肥力的关系研究综述[J]. 四川林勘设计, 2005(3): 9-14.
- [22] 徐雄, 张健, 张猛, 等. 果-草人工生态系统中土壤微生物、土壤酶与土壤养分的关系[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 178-181.
- [23] 张秀艳, 杜卫兵, 张小平, 等. 川西植被恢复过程中的土壤微生物评价及与土壤因子的关系[J]. 生态环境, 2007, 16(5): 1470-1474.
- [24] 赵萌, 方晰, 田大伦. 第 2 代杉木人工林地土壤微生物数量与土壤因子的关系[J]. 林业科学, 2007, 43(6): 7-12.