

西北干旱区植被恢复的土壤养分效应

丁文广¹, 魏银丽, 牛贺文

兰州大学资源环境学院/西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000

摘要 通过对西北干旱区植被恢复过程中不同退耕模式下土壤养分的变化、土壤各养分的时空分布及各养分间的相关性分析, 系统研究了干旱区植被恢复过程中土壤环境变化特征和规律。结果表明, 在西北干旱区, 进行植被恢复能明显改善土壤肥力状况, 但不同植被恢复方式对土壤的腐殖化作用差异显著, 依次为侧柏+灌木+苜蓿>侧柏+苜蓿>侧柏+灌木>侧柏, 而且随着植被恢复年限的持续, 土壤中各养分质量分数明显增加。不同养分对植被恢复的响应程度从高到低表现为: 速效磷>速效氮>速效钾>全氮>有机质>全磷>全钾。同时, 相关性分析表明, 土壤有机质的变化与全氮、速效氮呈现出显著的相关性, R^2 为 0.867 和 0.794, 并且各养分具有明显的表聚性, 尤以有机质、速效磷和速效氮表现明显。

关键词: 土壤养分; 空间分布; 相关性; 干旱区

中图分类号: S156

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 11-2568-06

退耕还林在中国广泛实施以来已近 10 年的时间, 其目的是改善生态环境, 调整农村产业结构, 同时也成为农村落后地区摆脱贫困的契机^[1]。植被对土壤的改良作用, 主要由枯枝落叶层、根系和固氮作用的影响造成。其作用是增加了土壤中氮素和有机质的含量, 改善了土壤的物理性质^[2-3]。随着植被的建立和恢复, 土壤得到修复, 水土流失得到控制, 生态环境得到改善^[4-5]。

土壤不仅影响植被群落的发生、发育和演替速度, 而且也对生态系统构成、生产力和结构具有重要影响, 植物演替过程同时也丰富了土壤资源, 增加了其空间异质性, 维持了物种间关系、种的分布格局以及干扰下的群落物种多样性^[6]。因此, 了解植被自然恢复过程中土壤养分变化规律, 是认识和评判植被生态系统结构及功能恢复的重要依据^[7], 对人工调控与促进植被演替以加快生态恢复具有重要作用。目前关于土壤植被恢复也展开了一些研究, 主要包括以下几个: 不同区域植被类型对土壤生物学特性的影响^[5,11,22]; 植被恢复与土壤环境的关系^[8-10]; 土壤侵蚀、水土流失控制和植被对土壤的影响^[12-14]等。但在西北干旱区不同植被恢复模式对土壤的改良效果如何及退耕后各土壤养分时空分布和相关性, 目前的研究相对较少。本文选择能够代表黄土高原干旱特征的甘肃省中部干旱区定西市安定区为研究区, 分析了不同植被恢复模式对土壤养分的影响, 并以有机质及氮磷钾质量分数的时间空间变化为依据, 重点分析甘肃省中部干旱区在实施退耕还林等植被恢复措施后土壤养分随年限

增长而发生的动态变化及其规律, 以揭示干旱区植被恢复过程中土壤环境变化特征, 旨在为干旱区生态恢复重建提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

本研究在甘肃省中部干旱区定西市安定区进行, 该地区地理位置为东经 104°12'48" — 105°01'06", 北纬 35°17'54" — 36°02'40", 属陇中黄土高原丘陵沟壑区, 国土总面积 3 638.7 km²。区内气候属中温带干旱半干旱区, 年均温度为 5.5~7.5 °C, 年均降水量 425~596 mm, 主要集中在 7、8、9 月份, 而年蒸发量高达 1 536 mm, 降雨时空分布严重不均, 该区主要特点是降水稀少, 蒸发量大, 寒冷干燥, 昼夜温差大, 四季分明, 光照充足, 灾害性天气频繁, 受害范围广。区内主要土类有黑垆土、灰钙土、黄绵土和潮土。安定区于 1999 年启动了退耕还林生态工程, 局部地区的生态环境得到显著改善^[15]。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集与制备

首先通过对安定区退耕还林地进行本底调查后, 确定环境因子相近的采样点。在退耕年限分别为 0(对照)、3、6 和 10 年的具有代表性的退耕还林地按照 S 形随机采样, 种植年限为 0 年的选定五个点, 分别采集表层土样品(0~20 cm)各五个; 然后在每个表层土下 150 cm 处按照每个样 0~15 cm 的深度, 采取 10 个剖面土样; 另在退耕年限分别为 3、6 和 10 a 的退耕还林地各取 6 个样。每个土样采集

基金项目: 国家自然科学基金 (NSFC 40721061); 甘肃省科技厅项目 (0910XCNA065)

作者简介: 丁文广 (1963-年生), 男, 副教授, 博士, 研究方向为环境社会学。E-mail: wgdng@lzu.edu.cn

*通讯联系人, E-mail: xjwang@urban.pku.edu.cn

收稿日期: 2010-11-04

1~2 kg 左右,充分混合后装入塑料袋中,密封带回实验室。

进行土样分析之前,首先去除土样中的石块、草根等杂物后置于通风橱内风干;然后将风干后的土样压碎(不用陶瓷研钵研磨,以防破坏颗粒组成);并用四分法取样,剩余土样备用;最后分别过18目(1 mm)、60目(0.25 mm)、100目(0.1 mm)筛,用自封袋装好贴上标签,于阴凉处密封保存,待用。其中过18目筛的样品用于速效N、P、K的测定,过60目(0.25 mm)筛的样品用于有机质的测定,过100目(0.1 mm)筛的样品用于全N、P、K的测定。

1.2.2 测定项目与方法

土壤有机质采用重铬酸钾-硫酸氧化法测定,速效磷用碳酸氢钠法测定,速效氮采用扩散稀释法测定,全钾、速效钾均用火焰光度法测定,全氮采用凯氏定氮仪测定,全磷用碳酸钠碱熔-钼锑抗比色法测定^[16]。数据处理采用 SPSS17.0 软件。

2 研究结果

2.1 不同植被恢复模式对土壤养分的影响

在不同植被恢复模式下,土壤各养分的变化情况见表1。

通过对西北干旱区不同恢复方式下土壤养分分析结果表明,不同植被恢复模式对土壤养分影响不同,但均较农地有很大改善和提高。因植被恢复能增强土壤腐殖化作用,促进土壤有机质形成和发育,明显提高土壤有机质质量分数,进而改善土壤养分状况。总体而言,四种不同恢复方式中,土壤各养分变化依次为侧柏+灌木+苜蓿>侧柏+苜蓿>

侧柏+灌木>侧柏,速效钾、有机质和速效磷质量分数均有很大程度的增加,相对来说全磷和全钾变化不显著;另外在灌木和苜蓿混种的情况下,有1+1>2的效果。

2.2 植被自然恢复中土壤养分变化特征

随着植被恢复过程的进行,土壤各养分均呈增加趋势(表1),这主要是由于退耕后的土地被林草覆盖,林草凋落物腐烂后可增加土壤养分的质量分数,另一方面植物枝叶可以防止雨滴直接击溅地表及植物根系对土壤的固定作用,使得退耕地内不易形成径流,表层土壤能保持较高的养分水平。在第6年时,除速效钾外,其余养分质量分数较退耕3年时均有降低趋势,但其质量分数已远远超过了退耕前土壤中各养分的质量分数。因为植被恢复过程中的养分变化,实际上是植被对养分的消耗与累积的动态过程。由于前期植被生物量和凋落物较少,积累养分的能力较低,此时消耗大于累积,土壤养分质量分数便逐渐减少^[7]。在第10年时,土壤养分质量分数经过一个低谷期后,又逐渐积累。因为随着植物群落生物量的增加,养分富集作用增加,质量分数逐渐升高。就不同养分的变化程度看,对植被恢复的响应程度从高到低表现为:速效磷>速效氮>速效钾>全氮>有机质>全磷>全钾。速效养分对植被恢复表现出较强的敏感性,其次为全氮和有机质,而全钾几乎没有变化。因为植被恢复后每年都有大量枯枝落叶归还给土壤,经过腐殖化作用形成土壤有机质,矿化分解释放出速效养分。另外全磷随植被恢复的变化也相对较小,而速效磷则表现出较大

表1 不同植被类型土壤养分质量分数

Table 1 Soil nutrient content in different vegetation restoration patterns

植被类型	w(有机质 OM)/%	w(速效氮 AN)/(mg/kg)	w(速效磷 AP)/(mg/kg)	w(速效钾 AK)/(mg/kg)	w(全氮 TN)/%	w(全磷 TP)/%	w(全钾 TK)/%
农地	0.21	19.2	0.89	25.4		0.088	1.7
侧柏	0.36	21.5	1.03	36.7	0.019 3	0.090	2.1
侧柏+灌木	0.43	24.2	1.33	46.9	0.021 5	0.091	2.4
侧柏+苜蓿	0.48	25.7	1.52	60.2	0.030 0	0.093	2.5
侧柏+灌木+苜蓿	0.56	26.6	1.64	64	0.032 2	0.094	2.6

OM-Organic matter; TP-Total phosphorus; TK- Total potassium; TN-Total nitrogen; AP-Available phosphorus; AN-Available nitrogen; AK- Available potassium; 下同

表2 土壤养分随植被恢复的变化特征

Table 2 Soil nutrient changes with the succession of vegetation

退耕年限/a	w(有机质 OM)/%	w(全磷 TP)/%	w(全钾 TK)/%	w(全氮 TN)/%	w(速效磷 AP)/%	w(速效氮 AN)/%	w(速效钾 AK)/%
0	0.692	1.596	1.426	5.024	1.064	2.516	12.828
3	1.008	1.835	1.479	10.789	1.775	5.276	21.148
6	1.296	1.802	1.395	7.444	1.413	3.449	25.495
10	1.382	1.759	1.410	8.792	2.592	5.251	25.890
变异系数 CV	0.375	0.111	0.059	0.382	0.689	0.458	0.385

CV-Coefficient of variability.

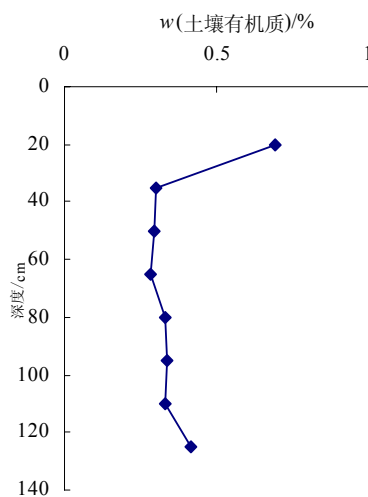


图 1 土壤有机质质量分数深度分布特征

Fig.1 OM distribution with the soil depth increase

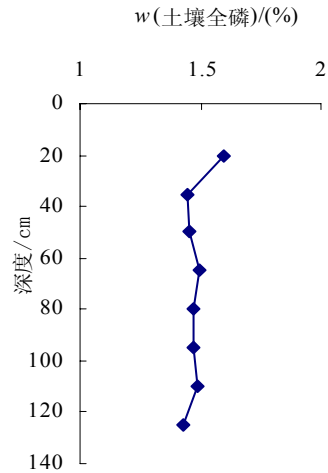


图 2 土壤全磷质量分数深度分布特征

Fig.2 TP distribution with the soil depth increase

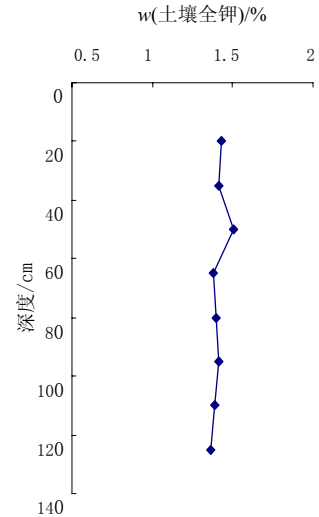


图 3 土壤全钾质量分数深度分布特征

Fig.3 TK distribution with the soil depth increase

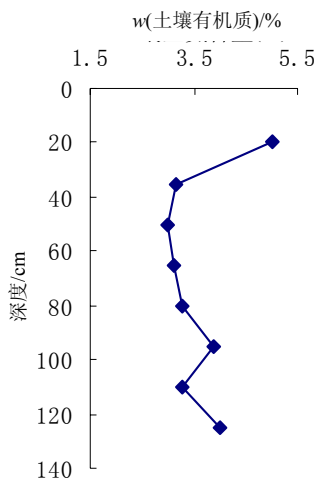


图 4 土壤全氮质量分数深度分布特征

Fig.4 TN distribution with the soil depth increase

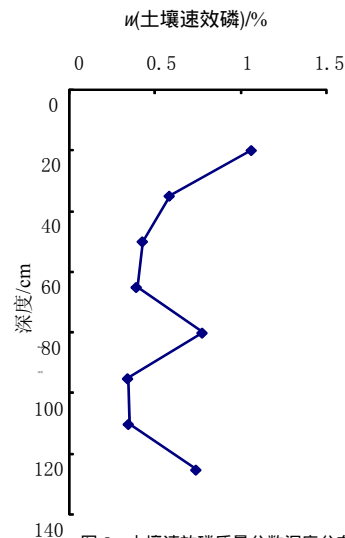


图 5 土壤速效磷质量分数深度分布特征

Fig.5 AP distribution with the soil depth increase

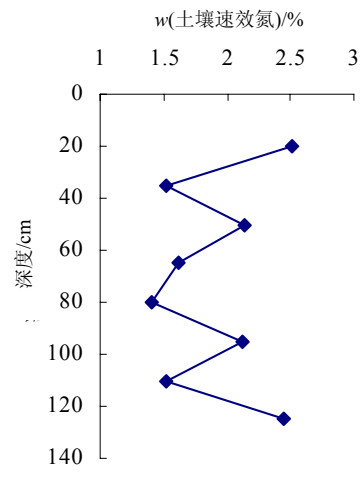


图 6 土壤速效氮质量分数深度分布特征

Fig.6 AN distribution with the soil depth increase

的差异,由此得出植被恢复促进了磷素营养的矿化过程。

2.3 植被恢复过程中土壤养分的深度分布特征

0~125 cm 土层的土壤养分质量分数从总体上反映了土壤养分对植被恢复过程的响应,但养分在土壤剖面的分布却具有明显的层次性,随土壤剖面深度发生较大的变化(图 1~图 7)。由图 1 看出,定西市安定区土壤中有机质质量分数呈现低水平,平均为 0.692%。由于耕作频繁,气候干旱,有机质易于矿化分解,有机质缺乏有机胶结物,不易形成大的团粒结构^[17],另外水土流失严重,有机质分解迅速,这是导致旱地农田土壤有机质质量分数较低的主要原因。土壤有机质质量分数总体随着土壤剖面深度的增大而不断变化,表层土壤有机质质量分数最高,向下迅速减小,30 cm 以下变化幅度较小,趋于稳定,至一定深度后有机质质量分数又逐渐升

高,这一深度约为 80 cm,该部位有机质质量分数约为 0.3%~0.4%,深度为 110 cm 时,升高幅度增大,对应的有机质质量分数约为 0.4%左右。全钾在整个植被恢复过程中,各层变化不显著。速效氮则呈现无规则变化趋势,不同层间质量分数差异在植被恢复过程中变化较大。土壤速效钾、全磷、全氮和速效磷表现基本相同的变化规律,但全氮、速效磷当剖面深度达到 120 cm 左右时,质量分数急剧升高,速效钾与全磷则无此变化。另外各养分的变化趋势均体现了植被对养分积累的表聚性,其中有有机质、速效磷、速效氮和全氮表现最为明显(图 1,5,6,4),0~20 cm 土层有机质、全磷、全钾、全氮、速效磷、速效氮、速效钾质量分数比 20~40 cm 分别高 130.7%、10.3%、1%、58.4%、81.8%、64.8%、9.36%。造成此现象的另外一个原因是退耕还林改变土地利用类型后,属于浅根种植(注:定西市退耕还林常

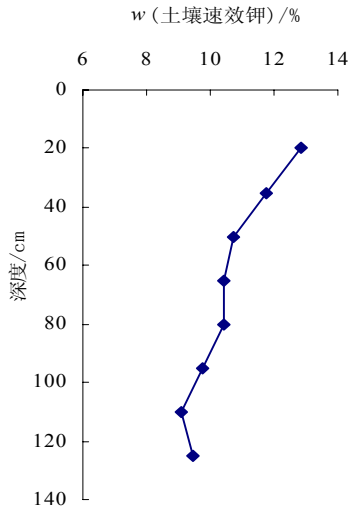


图7 土壤速效钾质量分数深度分布特征

Fig.7 AK distribution with the soil depth increase

用树种为柠条、沙棘等，其种植深度为 40~60 cm)，在近地表中吸收转移走的养分较多，造成该层各养分逐渐减少。

2.4 植被恢复过程中养分变化的相关性

对 0~20 cm 土壤养分变化的相关性分析表明(表 2)，土壤有机质、全氮、速效氮相互间显著相关，这是由于土壤中的氮素主要以有机质形式存在^[18]，土壤中的速效氮主要来自于全氮^[19]。全磷与氮养分和速效钾相互间显著相关，但全磷与速效磷、全钾与速效钾相关性较小(未达到显著水平)。

土壤有机质在土壤肥力形成过程中具有重

要作用，它对土壤形成、土壤肥力、环境保护及农林业可持续发展等方面都有着极其重要作用的意义^[20-21]。土壤有机质与各养分的相关性分析表明(图 8~图 10)，在植被恢复过程中，随土壤有机质变化，土壤氮磷钾养分也发生相应变化，其中与全氮、速效氮呈显著线性相关(R^2 分别为 0.867 和 0.794)，而与钾素和磷素的相关性较低，没有明显的规律性。

3 结论与讨论

植被和土壤互为环境因子，土壤的理化性质影响着植被发生、发育和演替的速度,同时它也因植被的演变而发生改。在西北干旱区，进行植被恢复能明显提高土壤有机质质量分数，改善土壤肥力状况，但不同植被恢复方式对土壤的腐殖化作用差异显著。不同植被恢复模式效果依次为侧柏+灌木+苜蓿>侧柏+苜蓿>侧柏+灌木>侧柏，在灌木和苜蓿混种的情况下，有 1+1>2 的效果，所以建议退耕还林时进行混种以提高效率。

关于植被恢复过程中土壤养分的变化趋势，本研究得出的结论是随着退耕年限的延伸，土壤养分会逐渐累积而增加，土壤是植物生存与发展的基质，植被对土壤的作用又表现在每年向林下土壤提供大量的凋落物，经微生物腐解后使土壤的养分质量分数升高，因此退耕后土壤养分具有增加趋势，随着退耕年限的延伸表现出一定的变化规律。植被恢复过程中土壤养分的变化是一个消耗与累积的动态过程。就具体的养分变化而言，有机质及氮磷钾在时间和空间上都呈现出一定的变化规律，各养

表 3 植被恢复过程中各养分变化的相关性

Table 3 Correlations of changes in nutrients during the succession of vegetation

项目 Item	有机质 OM	速效磷 AP	全磷 TP	全氮 TN	速效氮 AN	全钾 TK	速效钾 AK
有机质 OM	1						
速效磷 AP	0.143	1					
全磷 TP	0.295	0.327	1				
全氮 TN	0.695**	0.354	0.507*	1			
速效氮 AN	0.477*	0.264	0.551*	0.609**	1		
全钾 TK	-0.191	-0.231	0.434	0.025	0.182	1	
速效钾 AK	0.205	0.395	0.597**	0.585*	0.534*	0.352	1

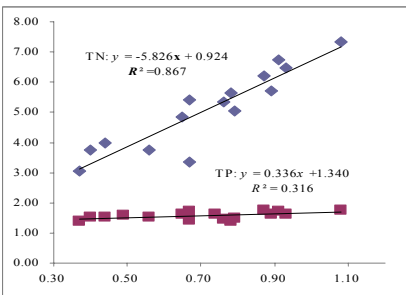


图 8 土壤有机质与全氮和全磷变化的相关性
Fig.8 Correlations between OM and TN and TP

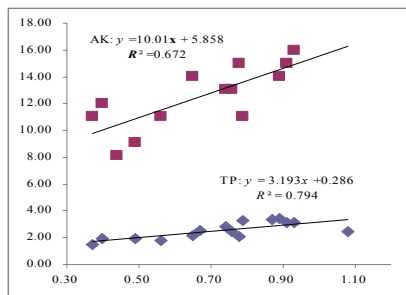


图 9 土壤有机质与速效钾和速效氮变化的相关性
Fig.9 Correlations between OM and AK and AN

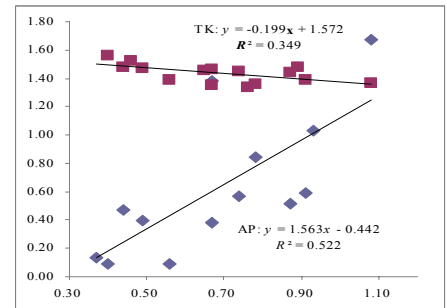


图 10 土壤有机质与全钾和速效磷变化的相关性
Fig.10 Correlations between OM and TK and AP

分质量分数逐年升高,这一结果表明退耕还林等植被恢复措施在改善干旱区土壤养分方面效果显著。土壤有机质的变化与全氮、速效氮呈现出显著的相关性, R^2 为0.867和0.794。并且各养分具有明显的表聚性,尤以有机质、速效磷和速效氮表现明显。

这些初步的研究结论为今后在西北干旱区实施退耕还林等植被恢复项目、提高干旱区土壤肥力、调整植被恢复措施及开展相关研究提供了科学参考依据。

参考文献:

- [1] 常庆瑞, 安韶山, 刘京. 黄土高原恢复植被防止土地退化效益研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 6-9.
CHANG Qingrui, AN Shaoshan, LIU Jing, et al. Study on benefits of recovering vegetation to prevent land deterioration on loess plateau[J]. Journal of Soil Erosion and Soil and Water Conservation, 1999, 5(4): 6-9.
- [2] 李香兰, 田积莹, 张成娥. 黄土高原不同林型对土壤物理性质的影响的研究[J]. 林业科学, 1992, 28(2): 98-105.
LI Xiangshan, TIAN Jiyang, ZHANG Cheng. Study of the effect of different forest types on soil physical properties in the loess plateau [J]. Scientia Silvae Sinicae, 1992, 28(2): 98-105.
- [3] 代亚丽, 蔡江碧, 王宏丽. 植被建设在黄土高原生态环境建设中的地位和作用[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(6): 30-34.
DAI Yali, CAI Jiangbi, WANG Hongli. The position and role of vegetation construction in ecological environment construction in Loess Plateau [J]. Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalis, 2000, 28(6): 30-34.
- [4] 王国梁, 刘国彬, 许明祥. 黄土丘陵区纸坊沟流域植被恢复土壤养分效应[J]. 水土保持通报, 2002, 22(1): 1-5.
WANG Guoliang, LIU Guobin, XU Mingxiang. Effect of Vegetation Restoration on Soil Nutrient Changes in Zhifanggou Watershed of Loess Hilly Region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2001, 22(1): 1-5.
- [5] 侯扶江, 肖金玉, 南志标. 黄土高原退耕地的生态恢复[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 923-929.
HOU Fujiang, XIAO Jinyu, NAN Zhibiao. Eco-restoration of abandoned farmland in the Loess Plateau[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(8): 923-929.
- [6] 吴海勇, 彭晚霞, 宋同清, 等. 桂西北喀斯特人为干扰区植被自然恢复与土壤养分变化[J]. 水土保持学报, 2008, 22(4): 143-147.
WU Haiyong, PENG Wanxia, SONG Tongqing, et al. Changes of Soil Nutrients in Process of Natural Vegetation Restoration in Karst Disturbed Area in Northwest Guangxi[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2008, 22(4): 143-147.
- [7] 温仲明, 焦峰, 赫晓慧, 等. 黄土高原森林边缘区退耕地植被自然恢复及其对土壤养分变化的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(1): 16-23.
WEN Zhongming, JIAO Feng, HE Xiaohui, et al. Spontaneous succession and impact on soil nutrient on abandoned farmland in the northern edge of the forest zone on the loess Plateau[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2007, 16(1): 16-23.
- [8] HOLMES P M, PATRICIA M. Shrubland restoration following woody alien invasion and mining: Effects of topsoil depth, seed source, and fertilizer addition[J]. Restoration Ecology, 2000, 8(4): 394-403.
- [9] LIECHTY H O, LUCKOW K R, GULDIN J M. Soil chemistry and nutrient regimes following 17-21 years of shortleaf pinebluestem restoration in the Ouachita mountains of Kansas[J]. Forest Ecology and Management, 2005, 204(2/3): 345-357.
- [10] ROEM W J, BERENDSE F. Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in glassland and healthland communities[J]. Biological Conservation, 2000, 92(2): 151-161.
- [11] 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.
YANG Xiaobo, ZHANG Taolin, WU Qingshu. The Relation ship Between Biodiversity and Soil Fertility Characteristics on Abandoned Fields in the Tropical Region of Southern China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(2): 190-196.
- [12] 董丽娜, 罗文林, 韩凤鹏, 等. 植被恢复过程中土壤养分的变化[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(15): 6407-6409.
DONG Lina, LUO Wenlin, HAN Fengpeng, et al. Influence of the Vegetation Restoration Process on Nutrient in Zhifanggou Watershed[J]. Journal of Anhui Agri. Sci. 2008, 36(15): 6407-6409.
- [13] 陈庆强, 沈承德, 孙彦敏, 等. 鼎湖山土壤有机质深度分布的剖面演化机制[J]. 土壤学报, 2005, 42(1): 1-7.
CHEN Qingqiang, SHEN Chengde, SUN Yanmin. Mechanism of Distribution of Soil organic matter with depth due to Evolution of Soil Profiles at the Ding hushan Biosphere Reserve[J]. Acta Pedologica Sinica, 2005, 42(1): 1-7.
- [14] 郭胜利, 路鹏, 党延辉. 退耕还草对土壤水分养分演变的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1383-1388.
GUO Shengli, LU Peng, DANG Tinghui. Changes of soil C, N and soil water under conversion of cropland into grassland [J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin, 2003, 23(8): 1383-1388.
- [15] 定西县志编纂委员会. 定西县志[M]. 甘肃人民出版社, 1990.
Compiling Commission of Dingxi County. Dingxi county document [M]. Gansu People's Publication, 1990.
- [16] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海科学技术出版社, 1978.
Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Analysis on soil physical and chemical properties[M]. Shanghai Science and Technology Press, 1978.
- [17] 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.
LIU Mengyun, KOU Baoping, CHANG Qingrui. Soil nutrient distribution in the small watershed of Ansai[J]. Jour. of Northwest Sci-Tech Univ of Agri. and For. : Nat Sci Ed, 2002, 30(6): 21-24.
- [18] 安韶山, 黄懿梅, 李壁成, 等. 黄土丘陵区植被恢复中土壤团聚体演变及其与土壤性质的关系[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 45-50.
AN Shaoshan, HUANG Yimei, LI Bi-cheng, et al. Characteristics of Soil Water Stable Aggregates and Relationship with Soil Properties During Vegetation Rehabilitation in a Loess Hilly Region [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2006, 37(1): 45-50.
- [19] 翁添富, 余亮, 高建培, 等. 孝感市水稻土有机质及全量氮磷钾的相关性分析[J]. 孝感学院学报, 2009, 29(3): 20-22.
- [20] ARNOTT H J. Calcium Carbonates in Higher Plants. In: Omori IM, Watabe N. Mechanisms of Biomineralization in Animals and Plants[J]. Tokyo: Tokai Univ Press, 1980: 211-218.
- [21] 王思成, 王月玲, 许浩, 等. 半干旱黄土丘陵区不同植被恢复方式下土壤理化特性及相关分析[J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 295-299.
WANG Sicheng, WANG Yueling, XU Hao, et al. Soil physical-chemistry characteristic and correlation analysis of different vegetation restoration modes in semiarid hilly and gully region[J]. Acta Agricultural Boreali-occidentalis Sinica, 2009, 18(1): 295-299.

Impact of vegetation regeneration on soil nutrient variation in central arid region of Gansu province

DING Wenguang , WEI Yinli , NIU Hewen

MOE Key Laboratory of Western China's Environmental System//College of Earth and Environment Sciences,

Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Abstract: We analyzed soil nutrients variation and spatial distribution under different restoration models, as well as studied the correlations among soil nutrients in the process of vegetation restoration of northwest China. Comprehensively analyzed the soil environment change characters and mechanisms in reforestation sites of arid region. The results showed that in semi-arid region, restoration can clearly improve soil fertility conditions, but different restorations demonstrated significant difference to soil humification, the order of different roles to soil humification is: oriental arborvitae + korshinsk peashrub + alfalfa > oriental arborvitae + alfalfa > oriental arborvitae + korshinsk peashrub > korshinsk peashrub. Meanwhile, with the tree planting year extension, soil nutrients content significantly increased. The results also revealed that soil nutrients respond to the process of community succession in the following order: AP>AN>AK>TN>OM>TP>TK. In addition, there were strong correlations among soil organic matter (SOM) and other soil nutrient parameters, such as total nitrogen, available nitrogen. The correlation coefficients (R^2) among them is 0.867 and 0.794. During the restoration process, nutrients, especially the soil organic matter, available phosphorus and available nitrogen, concentrated in the surface layer.

Key words: soil nutrients; spatial distribution; correlations; arid regions