

# 黄土丘陵沟壑区不同植被覆盖对土壤氮素的影响<sup>\*</sup>

董贵青<sup>1</sup>, 张养安<sup>2</sup>

(1. 商洛市水土保持监督管理站, 陕西 商洛 726000; 2. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**以纸坊沟的 3 个不同植被覆盖下的自然坡为对象,研究了氮素沿坡面的变化规律。结果表明:不同植被覆盖下土壤中碱解 N 含量的变化和全氮的变化基本相同,其基本变化趋势为:刺槐地土壤 > 柠条 > 茭蒿,只是全氮的变化幅度更大一些。茭蒿覆盖下的硝态氮含量明显少于刺槐和柠条;全氮和硝态氮在同种植被覆盖下沿坡面变化为坡下 > 坡上 > 坡中,铵态氮变化总的趋势没有硝态氮和全氮的变化趋势那么明显;而且,在不同的植物覆盖下的坡间差别也不是很明显,甚至出现了交叉的现象。同时由刺槐的变化可以看出林草结合在防止氮素流失和提高土壤的氮素富集上要比单独一种植被覆盖强的多。

**关键词:**纸坊沟; 植被覆盖; 土壤氮素

**中图分类号:**S153.61;X171.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2009)05-0190-04

## Effect of Different Vegetation on Soil Nitrogen in Loess Hilly and Gully Area

DONG Gui-qing<sup>1</sup>, ZHANG Yang-an<sup>2</sup>

(1. Soil and Water Conservation Monitoring Station, Shangluo, Shaanxi 726000, China; 2. Yangling Vocational & Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The nitrogen content on three natural slopes in Zhifanggou watershed which is covered by different vegetation, were measured for revealing the nitrogen changes along these slopes. The results show that the change of the Alkali - hydrolyzable nitrogen is similar to total nitrogen and its basic change trend is: *Robinia pseudoacacia* > *Caragana korshinski* > *Artemisia giraldi*, however the change of total nitrogen is bigger than Alkali - hydrolyzable nitrogen. The content of nitrate nitrogen on the slope which is covered by *Artemisia giraldii* is more than *Robinia pseudoacacia* and *Caragana korshinski*. Under the same condition of vegetation, the change of nitrate nitrogen and total nitrogen along the slope is the content on the foot of slope > the top of the slope > the middle of the slope. The change of ammonium nitrogen is not more obvious than the nitrate nitrogen and total nitrogen, and the difference among the slopes which are covered by different coverage is also not very obvious. At the same time from the variety of *Robinia pseudoacacia* the conclusion can be summarized that integrating of forest and grass can keep the nitrogen from runoff and raising the nitrogen enrich.

**Key words:** Zhifang gully watershed; vegetation cover; soil nitrogen

黄土丘陵沟壑区,由于降雨侵蚀严重而使大量的土壤表层养分随径流而流失,导致了土壤肥力严重退化。自然地貌因水蚀形成的复杂性和多样性,产生了以黄绵土为主要类型的土壤养分分布的复杂性。为了恢复和提高土地生产力而进行的小流域综合治理,不仅维持了小流域的生态平衡,而且在一定程度上减少了养分的流失。可以说植被因素对黄绵土土壤肥力的影响和水土流失起了关键性作用<sup>[1]</sup>。

植被和土壤、周围环境共同作用决定了土壤养分的空间分布状况。植被对土壤的影响表现在植物根系对土壤的挤压、穿插和分割作用;死亡根系和枯枝落叶产生的有机质及根际分泌物对土壤性质的影响;植物对土壤中营养元素的富集和再分配作用;植被防止或减轻水土流失引起的养分损失,由于不同植物对不同元素的选择吸收以及吸收能力的不同,必然造成土壤中养分差异<sup>[2]</sup>。同时,土壤养分状况反

\* 收稿日期:2009-08-07

作者简介:董贵青(1963 - ),男,工程师,主要从事水土保持与生态恢复方面的研究工作。E-mail:dongguiqing001@126.com

过来又对植被的生长状况产生影响。因此,研究植被恢复后不同植被下的土壤养分变异特征不仅可以反映植被恢复对土壤养分的影响状况,同时为植被恢复的环境评价提供依据。目前,对不同植被与养分间的关系研究还比较少,鉴于流域面积较大,地貌、环境、植被等因素较为复杂且难以调控,为研究土壤侵蚀和养分流失的规律造成困难。因此,人们也只是在人工小区利用人工降雨对植被与养分之间的关系进行了初步的研究<sup>[3-4]</sup>。在土壤中氮素不仅是提高生物量产量的首要元素,而且利用不当会造成很大的负面影响,既造成了氮素的浪费又有可能污染水土环境。为减少了主观因素的影响,本次试验主要在自然条件下进行取样分析各种形态氮素在不同植被覆盖下的变化情况。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究域概况

纸坊沟流域(36°51'N,109°19'E)地处黄土高原中心,位于陕西省安塞县,属丘陵沟壑区 III 副区,是延河支流杏子河下游的一级支沟,面积 8.27 km<sup>2</sup>,流域面积 8.27 km<sup>2</sup>,海拔 1 010~1 431 m。包括纸坊沟、寺峨岷、瓦树塌三个村,人口密度约为 60.3 人/km<sup>2</sup>。在气候区划上属暖温带半干旱气候,年均降雨量 549.1 mm,年均气温为 8.8℃,土壤类型为黄绵土,其质地均一,颗粒组成以粉粒级为主,有机质含量低,结构疏松,极易被外营力分散和搬运。水土流失严重,年平均侵蚀产沙模数达 14 000 t/(km<sup>2</sup>·a)<sup>[5]</sup>。从“六五”期间开始在中科院等单位的技术支持和大量投资下进行了长达 20 多年的综合治理,该流域植被基本得到恢复,已经成为黄土高原地区的典型样板流域<sup>[6]</sup>,目前流域有高等植物 48

科 160 种,林地覆盖率已由 1975 年的 3.4%,上升到 1990 年的 25.7%。加上天然和人工草地,到 1990 年,流域内林草地面积率达到 61.1%,接近于 20 世纪 40 年代林草地面积率的水平<sup>[7]</sup>。

1.2 研究方法

采样选取纸坊沟流域内 3 个主要的具有代表性的植物群落,其中有建造 27 a 的柠条(*Caragana korshinski*)坡地、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)群落坡地和退耕初期的天然群落茵陈蒿(*Artemisia sacrorum*)。沿坡度每隔 10 m 采集一个土样,在每个采样点选取多个位置(一般 5~6 个),用土钻钻取 0~20 cm 土层的土样,转入布袋内混合均匀。风干、磨细、装袋,以备养分测定。

碱解氮采用扩散法测定;全氮测定采用开氏法,用自动定氮仪测定;矿质态氮用 Bremner 浸提法;铵态氮用连续流动分析仪测定;硝态氮用紫外分光光度计测定。

2 结果与分析

2.1 不同植被覆盖下氮素的储存差异

氮通过下列机制储存于土壤:(1)通过土壤交换点短期储存;(2)经微生物作用将矿质态转变为有机态而长期固定;(3)储存于地面以下的生物体中。植被覆盖对径流、泥沙及其氮素含量双重影响的结果,导致了氮素流失迥然不同;不同植被覆盖对径流产沙、不同形态氮素含量的影响差别很大,由于以上原因使得不同植被覆盖下不仅全氮的含量有明显的不同,而且各种形态氮素的含量都有很大的差别。黄土高原土壤生态系统的氮素主要决定于生物量的积累和土壤有机质分解的强度。植被类型、水热状况和土壤侵蚀的强度等都影响其含量<sup>[8]</sup>。

表 1 不同植被覆盖对土壤氮素含量的影响

植被类型	样本数	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	硝态氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	铵态氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )
刺槐	20	51.20	6.7779	5.6952	0.7191
柠条	26	49.33	5.3856	4.5052	0.4567
芨芨	22	46.42	1.8487	4.0497	0.3320

由表 1 可看出,不同植被下土壤中碱解 N 含量的变化是有一定规律的,其基本变化趋势为:刺槐地土壤中碱解 N 的含量>柠条>芨芨,不同植被覆盖下全氮的变化跟碱解氮的变化基本一致,不过变化的幅度更大一些。这表明人工林可以在短期内明显提高土壤肥力水平,其途径可能有以下几种:首先,在林木的覆盖下防止了土壤肥沃表层的侵蚀及土壤

中可溶性氮素的流失;其次,刺槐根系深厚,可以把深层土壤的氮素通过吸收、传输、转化为有机态的氮暂时储存在植物体,林地中地下生物体储存氮的作用很明显。美国中西部硬木和红松林区,细根每年固氮分别为 180.4 kg/hm<sup>2</sup> 和 108.7 kg/hm<sup>2</sup><sup>[9]</sup>。当植物体枯死后又还回土壤中,通过这一循环深层土壤氮素就可以上升至地表。而柠条和芨芨却不如刺

槐,尤其是茭蒿虽然生命期短可以利用自身的枯萎分解快速增加表层的养分,但它的作用深度要明显低于刺槐;第三,在林木的生长活动与土壤微生物的共同作用下增强了土壤养分库中难溶无效态养分向有效态养分的转变。这也是造林后土壤养分含量迅速增加的主要途径<sup>[10]</sup>。

通过表 1 还可以看出硝态氮在三种植物中刺槐最高,柠条次之,茭蒿与二者的差别最大。铵态氮则是刺槐最高,柠条和茭蒿相差不大。这主要是由于铵态氮和硝态氮的侵蚀规律不同。铵态氮主要是以气体形式挥发到大气中,其次是随径流流失;硝态氮则不同,在坡度较大时径流流失占主导地位,但是,在坡度较小时主要是随降水淋溶下潜,不仅造成土壤氮的流失,而且当淋溶达到地下水位时还会造成地下水污染<sup>[11]</sup>。由于二者的损失途径不同,在同等降雨条件下,因为茭蒿覆盖度要明显比刺槐和柠条大,所以降水和土壤的作用时间也就会较长,这就有利于硝态氮的淋溶。所以,茭蒿覆盖下的硝态氮含量明显少于刺槐和柠条;同时,铵态氮不易淋溶再加上植株矮小的茭蒿的截留作用致使铵态氮的流失要比硝态氮的流失小得多。

## 2.2 在不同植被覆盖下氮素沿坡面变化

由于纸坊沟流域土壤生态系统近似于一个封闭系统。所选坡都是人为影响很小的刺槐、柠条和茭蒿。因此,土壤氮素的含量主要取决于生物量的积累和有机质的分解强度。图 1 给出了全氮、硝态氮、铵态氮在不同植被覆盖下沿坡面的变化。

由图 1 可以清楚看到全氮和硝态氮在同种植被覆盖下沿坡面变化有相似之处,茭蒿和柠条覆盖下全氮和硝态氮的变化趋势为坡下 > 坡上 > 坡中,这是由于随径流流失的氮素容易在坡底富积,而在坡上降雨不易形成径流多为溅蚀,所以养分流失也不如中部大。另外在茭蒿覆盖下的全氮和硝态氮变化幅度要明显小于柠条覆盖下的坡面,这主要是由于茭蒿覆盖下的坡度比柠条覆盖下的要小,这也充分说明了坡度是影响土壤氮素流失的一个重要因素。在图 1 中当柠条和茭蒿覆盖下的全氮和硝态氮沿坡面变化曲线呈下降趋势时,刺槐覆盖下的全氮和硝态氮变化曲线却呈现明显的上升,即坡中 > 坡上 > 坡下,这可能有以下几种原因造成:首先是刺槐林的密度为坡上密坡下疏;其次是上部主要是刺槐,树下没有杂草,而在中部却出现了大量的杂草,刺槐减少了雨水的冲刷,杂草则截留了上部流失的氮素,坡下由于坡上的养分被截留,刺槐密度也不是很密所以反而成为最低点。

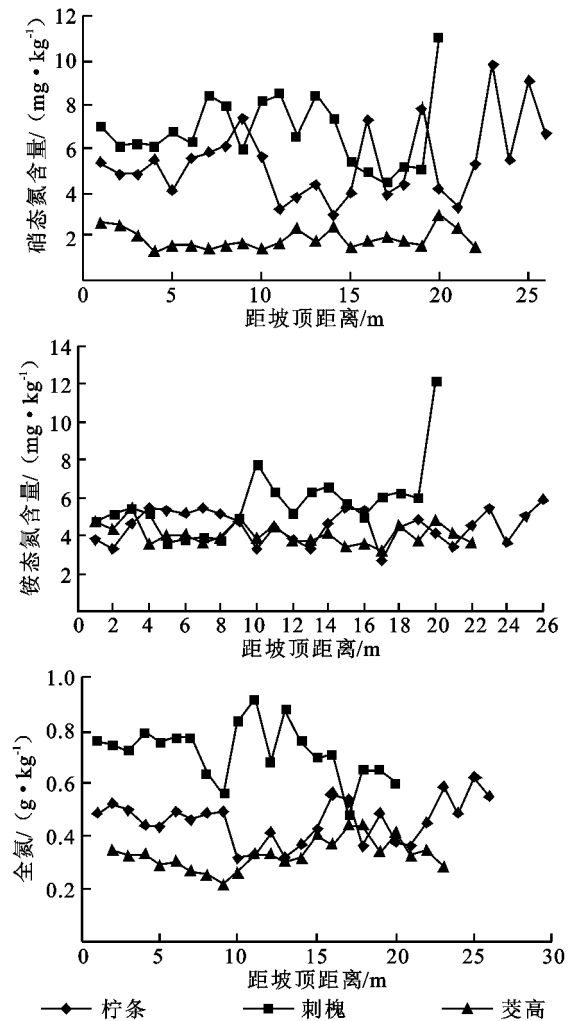


图 1 在不同植被覆盖下不同形态氮素沿坡面变化

图 1 还给出了铵态氮的变化趋势,铵态氮沿坡面变化总的趋势仍然是坡的中间部分较低,坡上和坡下较高,刺槐例外,原因还是跟刺槐共生的草类的拦截作用有关。但是在同一种植物覆盖下变化的幅度没有硝态氮和全氮的变化趋势那么明显;而且,在不同植物覆盖下的坡间比较差别也不是很明显,甚至出现了交叉的现象。这主要是由于土壤对铵态氮的吸附性较强,而且铵态氮的流失不同于硝态氮,土壤中铵态氮几乎不发生淋溶损失,而主要溶解于径流和吸附于泥沙中<sup>[12]</sup>,另外还有就是铵的挥发。氮的挥发是铵态氮损失的一条主要途径。Vogt 等<sup>[13]</sup>指出地表施用生物固体,1 a 后约有 25% ~ 62% 的氮可能因此而损失。它受 pH 的影响,酸性时氮损失减少, pH > 7 时则相反。土壤特性、气候条件也有影响。温度升高和风速会增加氮的损失。在酸性或中性时,氮转变为铵,可被有机质或黏粒吸附。所以铵不象阴离子那样易被淋洗掉,只有在土壤溶液中铵态氮浓度很高时,超过了土壤的吸附能力可随水淋洗入地下水,或随地表水而流失<sup>[14]</sup>。所以不同

植被覆盖下的坡面之间铵态氮的变化幅度不如硝态氮明显。

3 结 论

不同植被下土壤中碱解 N 含量的变化和全氮的变化基本相同,其基本变化趋势为:刺槐地土壤>柠条>芨芨,只是全氮的变化幅度更大一些。由于硝态氮和铵态氮的损失途径不同,在不同的植被覆盖下,芨芨覆盖度要明显比刺槐和柠条大,所以降水与土壤的作用时间也就会较长,这就有利于硝态氮的淋溶。所以,芨芨覆盖下的硝态氮含量明显少于刺槐和柠条;同时,铵态氮不易淋溶再加上植株矮小的芨芨的截留作用致使铵态氮的流失要比硝态氮的流失小的多。

全氮和硝态氮在同种植被覆盖下沿坡面变化有相似之处,芨芨和柠条覆盖下全氮和硝态氮的变化趋势为坡下>坡上>坡中,铵态氮变化总的趋势仍然是坡的中间部分较低,坡上和坡下较高,刺槐例外,原因还是跟刺槐共生的草类的拦截作用有关。但是在同一种植物覆盖下变化的幅度没有硝态氮和全氮的变化趋势那么明显;而且,在不同的植物覆盖下的坡间差别也不是很明显,甚至出现了交叉的现象。

由刺槐的变化可以看出林草结合在防止氮素流失和提高土壤的氮素富集上要比单独一种植被覆盖强得多,所以在防止氮素养分流失时可以提倡林草结合的方式。

参考文献:

[1] 郑剑英,吴瑞俊,翟连宁,等. 黄土丘陵沟壑区小流域土壤养分的分布特征[J]. 水土保持通报,1996,16(4): 26-30.

(上接第 189 页)

参考文献:

[1] 山仑. 植物水分利用效率和半干旱地区农业用水[J]. 植物生理学通讯,1994,30(1): 61-66.  
[2] 张锋,王建华,余松烈,等. 白首乌光合日变化的研究[J]. 西北植物学报,2005,25(2): 288-292.  
[3] 杜维广,张桂如. 大豆光合作用与产量关系研究[J]. 大豆科学,1999,18(2): 154-158.  
[4] 张朝坤. 印度枣栽培技术初探[J]. 西南园艺,2000,28(2): 10.  
[5] 葛滢,常杰,陈增鸿,等. 青冈净光合速率与环境因子的关系[J]. 生态学报,1999,19(5): 683-688.  
[6] 谢田玲,沈禹颖,邵新庆,等. 黄土高原 4 种豆科牧草的净光合速率和蒸腾速率日动态及水分利用效率[J]. 生态学报,2004,24(8): 1679-1687.

[2] 王国梁,刘国彬,许明祥,等. 黄土丘陵区纸坊沟流域植被恢复的土壤养分效应[J]. 水土保持通报,2001,22(1): 1-5.  
[3] 张兴昌,邵明安. 植被覆盖度对流域有机质和氮素径流流失的影响[J]. 草地学报,2000,8(3): 198-203.  
[4] 张兴昌,邵明安. 黄土丘陵区小流域土壤氮素流失规律[J]. 地理学报,2000,55(5): 617-626.  
[5] 水利部黄河水利委员会. 黄河流域地图集[M]. 上海: 中国地图出版社,1987.  
[6] 傅伯杰. 黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响[J]. 科学通报,1998,43(22): 25-29.  
[7] 王百群,刘国彬. 黄土丘陵区地形对坡地土壤养分流失的影响[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(2): 18-22.  
[8] 王百群,刘国彬. 黄土丘陵区坡地土壤养分及其生产力的空间变异性[J]. 水土保持通报,2000,20(7): 70-73.  
[9] Mc Clagherty S A. The Role of Fine Roots in the Organic Matter and Nitrogen Budgets of Two Forested Ecosystems. Ecology,1982,63(5): 1481-1490.  
[10] 王晗生,刘国彬. 植被结构及其防止土壤侵蚀作用分析[J]. 干旱区资源与环境,1999,13(2): 62-68.  
[11] 张兴昌,邵明安,付会芳,等. 多年生黑麦草草地矿质氮淋溶与径流流失的关系[J]. 草地学报,2000,8(2): 82-87.  
[12] 张亚丽,张兴昌,邵明安,等. 降雨强度对黄土坡面矿质氮素流失的影响[J]. 农业工程学报,2004,20(3): 55-58.  
[13] Vogt K. Nitrate leaching in soils after sludge application[M]//Bledsoe C S. Municipal sludge application to pacific northwest forest lands. Inst. Univ. Washington, Seattle,1981: 59-66.  
[14] 杨林,薛栋森,Henry C L,等. 生物固体对土壤氮循环和硝态氮淋洗的影响[J]. 农业环境保护,1997,16(4): 182-186.

[7] 户刘义次[日]. 作物的光合作用与物质生产[M]. 薛德容,译. 北京: 科学出版社,1979: 233-234.  
[8] 王克勤. 集水造林与水分生态[M]. 北京: 中国林业出版社,2002: 232-250.  
[9] Saeed L A M, EL - Nadi A H. Irrigation effects on the growth, yield and water use efficiency of alfalfa[J]. Irrigation Science,1997,17(2): 63-68.  
[10] 严巧娣,苏培玺. 不同土壤水分条件下葡萄叶片光合特性的比较[J]. 西北植物学报,2005,25(8): 1601-1606.  
[11] Kramer P J, Kozlowski T T. Physiology of Woody Plants[J]. London: Academic Press,1979: 443-444.  
[12] 姬兰柱,肖冬梅,王森. 模拟水分胁迫对水曲柳光合速率及水分利用效率的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(3): 408-412.