

## 水蚀风蚀交错区不同类型植被对土壤碳氮影响的研究\*

刘 洁<sup>1</sup>, 刘小林<sup>2</sup>, 张兴昌<sup>1</sup>, 杨宏平<sup>3</sup>, 王少国<sup>3</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西榆林市农业科学研究所, 陕西 榆林 719000; 3. 西北农林科技大学 理学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 植被类型对土壤养分及其物质循环具有重要作用。通过典型采样与室内分析相结合, 系统研究了水蚀风蚀交错区不同典型植被对 200 cm 土层内土壤全氮、有机质和 C/N 比值的影响, 结果表明: (1) 0–40 cm 内土壤全氮和有机质含量随深度增加而逐渐下降, 40 cm 以下基本不随深度变化而变化。不同植被类型的土壤 C/N 比值基本不随深度变化而变化, 其中裸地农田的 200 cm 剖面土壤 C/N 均值最高, 剖面平均为 9.5, 其他植被类型基本相似为 6.7~7.7。0–20 cm 油松土壤 C/N 比值最高, 为 10.3, 榆树最低, 为 5.99; (2) 0–20 cm 土层内沙蒿全氮含量最高, 约为油松、榆树、黑豆农田的 1.5 倍。20–40 cm 土层内, 沙打旺最高, 黑豆农田与农田裸地基本相似。总体而言, 沙打旺和沙蒿 200 cm 剖面全氮含量均高于其他植被类型, 油松和榆树土壤全氮含量最低; (3) 0–20 cm 内有机质含量沙蒿最高, 榆树最低, 20–40 cm 层次内, 沙蒿的有机质含量显著降低, 最高者为农田裸地, 沙打旺和黑豆农田次高, 油松略高于沙蒿, 榆树仍为最低。从整个 0–200 cm 土壤剖面看, 裸地农田有机质含量最高, 沙打旺次之。榆树在各层次有机质含量均低于其他植被类型。但油松 0–20 cm 表层有机质含量较高说明油松可以提高表层土壤有机质含量, 但对深层土壤有机质没有明显作用。

**关键词:** 水蚀风蚀交错区; 植被类型; 全氮; 有机质

中图分类号: S153.61

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0053-04

## Influence of the Different Typical Vegetation on the Soil Total Nitrogen and Organic Matter in the Wind-Water Erosion Crisscross Region, China

LIU Jie<sup>1</sup>, LIU Xiao-lin<sup>2</sup>, ZHANG Xing-Chang<sup>1</sup>, YANG Hong-Ping<sup>3</sup>, WANG Shao-Guo<sup>3</sup>

(1. College of Resources and Environment Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Yulin Agricultural Science Research Institute, Yulin, Shaanxi 719000, China; 3. College of Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** This paper systematically studied the influences of the different vegetation on the soil total nitrogen (TN) and organic matter (OM) in the wind-water erosion crisscross region in China. The results show that (1) The content of TN and OM decline with the increase of the soil depth within the 0–40 cm, and become steady under the depth of 40 cm. Under the different condition of vegetation, the value of soil C/N changes few with the depth, within the 0–200 cm depth, the averaged value of soil C/N in deserted agricultural land is the largest, and the averaged values of soil C/N fluctuate with range of 6.7~7.7. Within 0–20 cm, the value of C/N in *Pinus Tabulaeformis* land become the summit with 10.3, and the value is the smallest with 5.99 in the elm land. (2) The value of TN under the vegetation of *Artemisa arenaria* and *Astragalus adsurgens* land is distinctly larger than the other vegetation, the *Pinus Tabulaeformis* and the elm have the smallest TN. (3) Within 0–20 cm, the soil OM in the *Artemisa arenaria* is the largest, and the smallest in the elm land. Within 20–40 cm, the content of OM in *Artemisa arenaria* land decrease greatly, however the OM in the deserted agricultural land become the peak, and then the *Astragalus adsurgens*, the black bean land, still the elm land has the smallest value of soil OM. Generally, within 0–200 cm, the deserted agricultural land has the largest content of soil OM, and the elm land has the smallest one. The *Pinus Tabulaeformis* can improve the OM at the shallow soil layer.

**Key words:** wind-water erosion crisscross region; vegetation types; total nitrogen (TN); organic matter (OM)

\* 收稿日期: 2008-10-23

基金项目: 西部之光(2006YB04); “十一五”国家科技支撑项目(2006BAD09B06); 中国科学院水利部水土保持研究所领域前沿项目(SW05501)

作者简介: 刘洁(1971–), 陕西西安人, 在读硕士, 主要从事植被建设与生态环境效益方面的研究, E-mail: liujie@ms.xab.ac.cn

通信作者: 张兴昌(1965–), 男, 陕西武功人, 博士, 研究员, 主要从事环境科学、土壤化学方面研究。E-mail: zhangxc@ms.iswc.ac.cn

土壤是陆地表面所有植物赖以生存的基础,它提供了植物生活所必须的矿质营养和水分,是地圈和生物圈之间进行物质和能量交换的界面,而土壤本身也是植物和环境共同作用下的产物。因此,土壤和植物群落之间存在着一定的相关性,而营养物质是土壤和植物之间连接的纽带。物质循环和能量流动是生态系统的 2 大功能,养分循环是生态系统最基本的功能之一。土壤有机碳和全氮既是作物生长必需营养元素的主要来源,也是陆地土壤碳库和氮库的重要组成部分,并在一定程度上影响着大气中温室气体的浓度和全球气候变化,成为近年来全球变暖背景下最为关注的热点问题之一<sup>[1-4]</sup>。陆地生态系统土地利用/覆被变化影响植物凋落物数量和质量、凋落物分解速率和土壤有机质稳定过程,反映碳、氮随时间变化的消长动态,是控制土壤有机质储量的重要因子<sup>[5-6]</sup>。在黄土高原地区,为治理水土流失大规模进行植被建设背景下的土地利用及覆盖变化对土壤质量的影响已引起国内学者的广泛重视<sup>[7-11]</sup>。水蚀风蚀交错区由于水蚀和风蚀的交错并存,成为我国水土流失最为严重的地区,也是黄河粗泥沙的集中来源区。由于水土流失导致的土地干旱贫瘠严重,该地区成为我国黄土高原植被建设的困难区域。为恢复植被,防止水土流失,在过去的 50 a 间,国家在该地区进行大面积植树造林、退耕还林还草等生态建设工程。因此,系统研究该地区典型植被对土壤全氮、有机质的影响,不仅对进一步揭示该地区生态条件下的 C、N 循环特征具有一定的意义,而且可为该地区生态环境建设中植被合理布局具有指导作用。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于黄土高原北部的陕西省神木县六道沟流域,该区域为中国科学院水土保持研究所神木土壤侵蚀与环境试验站研究基地。位于东经  $110^{\circ}21' - 110^{\circ}23'$ ,北纬  $38^{\circ}46' - 38^{\circ}51'$ ,海拔  $1\,094.0 \sim 1\,273.9$  m。地处黄土高原北部与毛乌素沙地的过渡地带,各种环境要素均处于过渡状态,特别是作为环境地貌形成的外营力过程,水力、风力作用同时并存,促使流域内黄土地貌、风成地貌均有发育。流域内地貌类型复杂多样,黄土丘陵为主体地貌。该流域地带性土壤为黑垆土,但是由于长期的强烈侵蚀作用,黑垆土已侵蚀殆尽,仅剩少处以残墩状呈零星分布。现在主要土壤类型为绵沙土、新黄土、红土以及在沙地上发育起来的风沙土、坝地淤土。六道沟的主要土地利用类型有:耕地、草地、林地、灌木地、非生产用地等。六道沟位于森林草原和干旱草原过渡带,其植被类型属于灌丛草原类型。但由于滥砍滥伐,过度放牧,加之严重的土壤侵蚀,其天然灌丛已破坏殆尽,草本植被也所剩无几,代之而起的是近 20~30 a 间建造的人工植被。人工植被主要树(草)种有沙柳、杨树、柠条、草木樨、苜蓿、沙打旺、榆树、油松等,人工林有相当一部分生长不良,形成小老树。天然植被中常见的建群种和优势种有长芒草(本氏针茅)、短花针茅、达乌里胡枝子、茵陈蒿、阿尔泰狗娃花、铁杆蒿等。沙地上常见的优势种有沙竹、沙米、沙蒿、牛心卜等,人工植被主要树草种有沙柳、柠条、紫穗槐、旱柳、草木

樨、紫花苜蓿,此外,还有少量刺槐,人工林有相当一部分生长不良,作为生态林没有直接的经济效益。

### 1.2 研究方法

采样:依据典型性和代表性原则,在六道沟流域分别选择农田、油松、榆树、柠条、苜蓿、沙打旺和油蒿等不同植被类型。根据代表性原则,在每种植被类型下选择不同点采集三钻,200 cm 深度剖面土样,0~100 cm 深度内每 10 cm 采样,100~200 cm 内每 20 cm 采样,采集后三点土样混合后带回实验室。

土样预处理:在室内风干后研磨过筛,分别制得通过 0.25 mm 筛的土壤样品。以待测定其有机质和全氮含量。

测定方法:有机质测定采用用重铬酸钾容量法,全氮运用半微量开氏法原理采用全自动定氮仪测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同植被类型对土壤全氮的影响

从图 1 可以看出,不同植被类型下,土壤全氮 200 cm 深度的整个剖面分布特征为 0~40 cm 土层全氮明显高于 40 cm 以下土层,0~40 cm 土层内全氮含量随深度的增加逐渐降低,40~200 cm 全氮含量基本不随深度变化而变化。

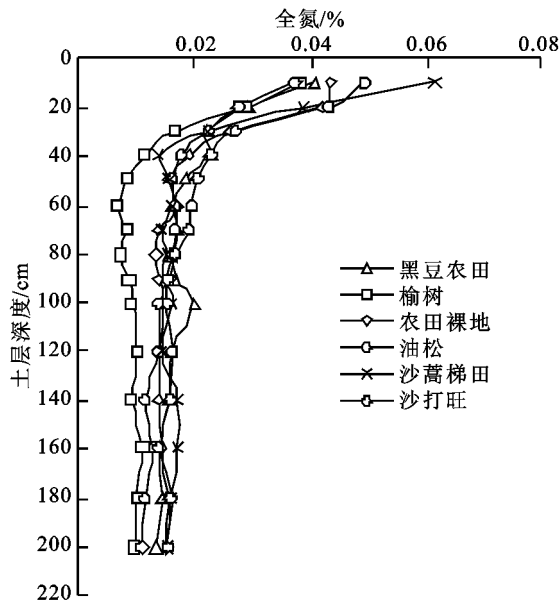


图 1 全氮含量 200 cm 土层剖面分布特征

0~20 cm 土层内,沙蒿土壤全氮含量最高,为 0.05%,其次是沙打旺和农田裸地,含量分别为 0.046% 和 0.043%,油松、黑豆农田和榆树最低,含量在 0.034% 左右,沙蒿高出油松、榆树、黑豆农田约 1.5 倍(表 1)。20~40 cm 土层内,其含量顺序与 0~20 cm 不同,为沙打旺>黑豆农田≈农田裸地>油松>沙蒿>榆树。沙蒿 0~20 cm 最高的原因在于沙蒿为浅根系植物,其根系主要分布在 0~20 cm 土层,再者沙蒿地上生物量每年可以归还土壤。根据当地农田管理措施,每年春天均往农田施加大量圈肥,但由于农田的生物量包括秸秆均被收获,导致农田全氮含量总体偏低。农田裸地在 0~20 cm 层次全氮含量大于黑豆农田,而在 20~40 cm 层次两者基本相同,说明农田退耕可以提高全氮含量。沙打旺为固氮植物且根系较深,尽管 0~20 cm 表层全氮含量低

于沙蒿,但总体上沙打旺在 0– 200 cm 深度内的全氮含量最高。尽管油松和榆树为多年生乔木,根系分布较深,较其他植被类型全氮含量较低,说明在该地区油松与榆树对全氮具有耗竭作用。无论在哪个层次,榆树土壤全氮的含量均低于油松,说明榆树对全氮的耗竭作用大于油松。

表 1 不同植被类型 200 cm 剖面全氮统计特征 %

土壤层次/cm	参 数	黑豆农田	榆树	农田裸地	油松	沙蒿	沙打旺
0– 20	均 值	0.035	0.034	0.043	0.032	0.050	0.046
	变异系数	0.234	0.196	0.018	0.209	0.319	0.097
20– 40	均 值	0.022	0.014	0.022	0.020	0.018	0.025
	变异系数	0.022	0.249	0.229	0.162	0.319	0.122
40– 200	均 值	0.016	0.009	0.015	0.014	0.016	0.016
	变异系数	0.195	0.250	0.121	0.199	0.097	0.198
0– 200	均 值	0.019	0.013	0.019	0.017	0.020	0.022
	变异系数	0.359	0.676	0.500	0.389	0.608	0.476

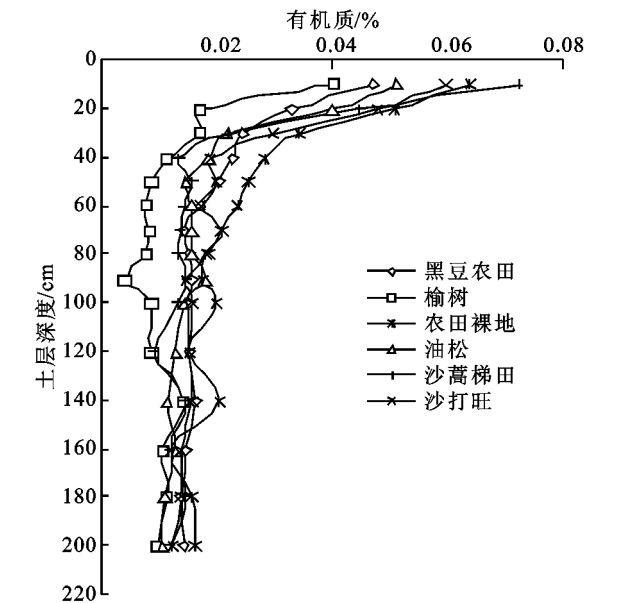


图 2 不同植被类型 200 cm 土层土壤有机质特征  
由表 2 可以看出,0– 20 cm 内有机质含量还是沙蒿最

表 2 不同植被类型 200 cm 剖面有机质统计特征 %

土壤层次/cm	参 数	黑豆农田	榆树	农田裸地	油松	沙蒿	沙打旺
0– 20	均 值	0.503	0.360	0.718	0.573	0.733	0.675
	变异系数	0.245	0.576	0.165	0.178	0.336	0.150
20– 40	均 值	0.300	0.181	0.393	0.253	0.225	0.308
	变异系数	0.056	0.289	0.140	0.120	0.335	0.310
40– 200	均 值	0.198	0.116	0.236	0.177	0.170	0.204
	变异系数	0.062	0.298	0.182	0.168	0.132	0.148
0– 200	均 值	0.252	0.157	0.321	0.240	0.252	0.281
	变异系数	0.454	0.677	0.557	0.596	0.826	0.606

从表 3 可以看出,0– 20 cm 层次不同植被类型土壤 C/N 比值的顺序为松树> 农田裸地> 沙蒿≈ 沙打旺≈ 黑豆农田> 榆树,油松的最高,达到 10.3,比榆树高了将近一倍。20 cm 以下层次,油松土壤 C/N 显著降低,且随深度变化不大。农田裸地土壤 C/N 在 20– 40 cm 层次增加为最大,40 cm 以下层次比值略微下降,但随深度变化不大。从整体看,不同

2.2 不同植被类型对土壤有机质的影响

与全氮 0– 200 cm 剖面分布特征相似,有机质在 6 种植被类型下也是 0– 40 cm 内随深度逐渐降低,40– 200 cm 深度内除农田裸地在 40– 80 cm 层次内继续随深度增加而降低外,均随深度基本不变(图 2)。

高,而榆树最低,其含量高低顺序为沙蒿> 农田裸地> 沙打旺> 油松> 黑豆农田> 榆树,沙蒿有机质含量约为榆树的 2 倍。20– 40 cm 层次内,沙蒿的有机质含量显著降低,最高者为农田裸地,沙打旺和黑豆农田次高,油松略高于沙蒿,榆树仍为最低。40– 200 cm 土层的不同植被类型有机质含量高低顺序与 20– 40 cm 土层基本相同。从整个 0– 200 cm 土壤剖面看,仍是裸地农田最高,沙打旺为次高,沙蒿与黑豆农田相同且高于油松和榆树,榆树最低。无论在各层次,榆树土壤有机质含量不仅低于沙打旺,而且低于农田及沙蒿等浅根系植物,说明榆树对土壤有机质具有耗竭作用。油松 0– 20 cm 表层较高外,其他层次比农田较低,说明油松可以提高表层土壤有机质含量,但对深层土壤有机质没有明显作用。

2.3 不同植被类型对土壤 C/N 的影响

土壤碳氮比值(C/N)是衡量土壤 C、N 营养平衡状况的指标,对土壤碳、氮循环有重要影响<sup>[12]</sup>。从图 3 可以看出,该区不同植被类型的土壤 C/N 随深度变化不大,上下较为一致。除农田裸地的土壤 C/N 明显大于其他植被类型外,其他植被类型差异不大。

植被类型除了在 0– 20 cm 表层土壤 C/N 存在差异外,20 cm 以下土壤 C/N 均变化不大。在 0– 20 cm 层次,榆树的土壤 C/N 最小。

3 结 论

通过对水蚀风蚀交错区不同典型植被 0– 200 cm 土壤全氮、有机质、C/N 比值剖面分布特征研究,得出以下结论。

(1) 0- 40 cm 土壤全氮和有机质明显高于下层土壤, 在 0- 40 cm 土层内, 土壤全氮和有机质含量随深度增加而逐渐下降, 40 cm 以下土壤全氮和有机质含量基本不随深度变化而变化。不同植被类型的 C/N 比值基本不随深度变化而

变化, 其中裸地农田的 200 cm 剖面土壤 C/N 均值最高, 剖面平均为 9.5, 其他植被类型基本相似, 处于 6.7~ 7.7 之间, 而在表层 0- 20 cm 油松土壤 C/N 比值最高, 为 10.3, 榆树最低, 为 5.99。

表 3 不同植被类型 200 cm 剖面土壤 C/N 统计特征

土壤层次/cm	参 数	黑豆农田	榆树	农田裸地	油松	沙蒿	沙打旺
0- 20	均 值	8.32	5.99	9.70	10.29	8.47	8.48
	变异系数	0.01	0.40	0.15	0.03	0.02	0.05
20- 40	均 值	7.75	7.43	10.28	7.44	7.21	7.12
	变异系数	0.08	0.04	0.09	0.04	0.02	0.19
40- 200	均 值	7.17	7.70	9.36	7.25	6.36	7.18
	变异系数	0.11	0.25	0.19	0.06	0.14	0.09
0- 200	均 值	7.40	7.44	9.53	7.68	6.76	7.35
	变异系数	0.11	0.25	0.17	0.15	0.16	0.11

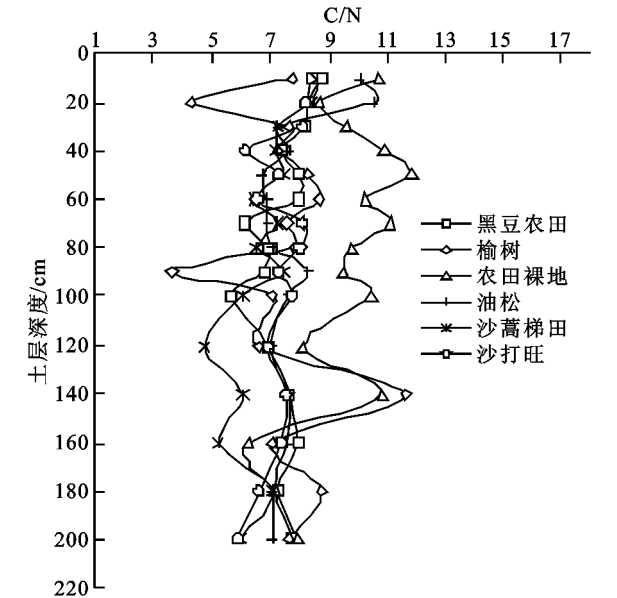


图 3 不同植被类型 200 cm 土层 C/N 比

(2) 不同植被类型下, 土壤全氮含量范围为 0.06% ~ 0.007%, 总体水平较低。相较而言, 沙蒿 0- 20 cm 土层内全氮含量最高, 约为油松、榆树、黑豆农田的 1.5 倍。20- 40 cm 土层内, 沙打旺最高, 黑豆农田与农田裸地基本相似。总体而言, 沙打旺和沙蒿 200 cm 剖面全氮含量均高于其他植被类型, 油松和榆树土壤全氮含量最低, 对土壤全氮具有耗竭作用, 尤其是榆树。

(3) 不同植被类型的土壤有机质含量范围为 0.91 ~ 0.05%, 总体含量较低。由于植物特性及其根系分布特征, 0- 20 cm 内有机质含量还是沙蒿最高, 榆树最低, 沙蒿有机质含量约为榆树的 2 倍。20- 40 cm 层次内, 沙蒿的有机质含量显著降低, 最高者为农田裸地, 沙打旺和黑豆农田次高, 油松略高于沙蒿, 榆树仍为最低。从整个 0- 200 cm 土壤剖面看, 裸地农田有机质含量最高, 沙打旺次之。榆树在各层次有机质含量均低于其他植被类型。油松 0- 20 cm 表层较高外, 其他层次比农田较低, 说明油松可以提高表层土壤有机质含量, 但对深层土壤有机质没有明显作用。

参考文献:

[ 1 ] Post W M, Kwon K C. Soil carbon sequestration crashes and woodland structure in East Africa[J]. Journal of Ecology, 2000, 81: 305-314.

[ 2 ] Lal R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland [ J ]. Environmental Pollution, 2002, 116, 353-362.

[ 3 ] Lal R. Soil erosion and the global carbon budget[ J ]. Environmental International, 2003, 29: 437-450.

[ 4 ] Lal R. Carbon sequestration in dryland ecosystems[ J ]. Environmental Management, 2004, 33(4): 528-544.

[ 5 ] John B, Yamashita T, Ludwig B, et al. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use[ J ]. Geoderma, 2005, 128: 63-79.

[ 6 ] Tan Z X, Lal R. Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio, USA[ J ]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2005, 111: 140-152.

[ 7 ] 安韶山, 刘梦云, 李璧成, 等. 宁南山区不同植被恢复措施的土壤养分效应研究[ J ]. 西北植物学报, 2003, 23 ( 8 ): 1429-1432.

[ 8 ] 巩杰, 陈利顶, 傅伯杰, 等. 黄土丘陵区小流域植被恢复的土壤养分效应研究[ J ]. 水土保持学报, 2005, 19 ( 1 ): 93-96.

[ 9 ] 彭文英, 张科利, 陈瑶, 等. 黄土坡耕地退耕还林后土壤性质变化研究[ J ]. 自然资源学报, 2005, 20( 2 ): 272-278.

[ 10 ] 傅伯杰, 陈利顶, 邱扬, 等. 黄土丘陵区沟壑区土地利用结构与生态过程[ J ]. 北京: 商务印书馆, 2002.

[ 11 ] 张春霞, 郝明德. 黄土高原地区紫花苜蓿生长过程中土壤养分的变化规律[ J ]. 西北植物学报, 2004, 24 ( 6 ): 1107-1111.

[ 12 ] 任书杰, 曹明奎, 陶波, 等. 陆地生态系统氮状态对碳循环的限制作用研究进展[ J ]. 地理科学进展, 2006, 25( 4 ): 58-67.