

# 陕北黄土区土壤水分养分空间分异规律

卢金伟<sup>1</sup>, 李占斌<sup>1, 2</sup>, 郑良勇<sup>1</sup>, 郭彦彪<sup>1</sup>

(1 中国科学院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; 2 西安理工大学, 陕西 西安 710048)

**摘要:** 黄土高原生态脆弱, 沟壑纵横, 水土流失非常严重。西部大开发, 黄土高原植被建设要先行。植被建设又受当地土壤水分、养分等条件的制约。坡向、坡位对水分、养分的分布有重要影响, 因而研究陕北黄土高原土壤水分、养分空间变异规律, 对于黄土高原植被建设具有重要意义。本文通过研究黄土高原不同坡向、坡位土壤水分、养分空间变异规律, 为西部大开发和黄土高原植被建设和规划提供理论和实践依据。

**关键词:** 陕北; 黄土区; 水分养分; 空间分异

中图分类号: S152.7; S158.7

文献标识码: A

陕北黄土高原属于水蚀风蚀交错带, 土壤为沙盖黄土, 土质松散, 当地降水稀少但多暴雨, 是黄土高原的暴雨中心, 加上植被盖度较少, 造成该地区水土流失严重, 是黄土高原泥沙的主要来源, 其恶劣的生态环境成为制约西部大开发的限制性因子。“西部大开发, 生态环境建设要先行”, 但是生态环境建设特别是植被建设又离不开水分和养分。在干旱少雨的陕北地区, 水分和养分已成为制约建设山川秀美的黄土高原的主要因素。黄土高原的土壤侵蚀, 不仅不同地貌区侵蚀量、侵蚀方式有差别, 而且同一地貌区随地面坡度的变化, 侵蚀量、侵蚀方式也有差别。另外, 在陕北黄土高原调查中我们发现同一地貌区土壤侵蚀的坡向变化也十分明显。不同坡向光热条件及受影响的水分、养分状况的改变, 会导致植被类型和土地利用方式一定程度发生坡向分异, 形成不同的自然地理特征, 对土壤侵蚀产生重大影响。阳坡光热充足, 土壤水分蒸发强, 形成干燥的环境, 限制了植被的生长和恢复。加上大部分坡地垦为农地, 土壤侵蚀十分强烈。阴坡相对湿润, 天然植被分布广泛, 特别是乔木林较大面积的出现, 使土壤侵蚀相对减弱。本文根据在神木六道沟流域所作的调查, 结合对一个完整的峁的不同坡向采样的室内分析, 研究土壤水分养分空间变异规律, 为陕北黄土高原的植被恢复和减少水土流失, 提供理论依据。

## 1 试验区概况

本研究的试验区设在陕北神木县以西 14km 处六道沟小流域, 流域面积为 6.89km<sup>2</sup>, 是自南而北流入窟野河的一级支流。六道沟北依长城。地处毛乌素沙地的边缘, 地貌属片沙覆盖的黄土丘陵区, 气候上属半干旱草原地带, 年降水量为 250mm~450mm, 风沙地貌和流水侵蚀地貌交错分布, 植被退化, 沙化严重, 生态环境脆弱, 形成农牧交错和水蚀风蚀交错的特殊地区。区内地质构造复杂, 地形破碎沟道密度为 3km/km<sup>2</sup>~5km/km<sup>2</sup>, 地面破裂度 25%~50%, 本试验区是水蚀风蚀交错区的代表地区。本试验区所在的水蚀风蚀交错区也是黄河下游河床粗沙的主要来源区。

## 2 研究方法

以陕北黄土高原风蚀水蚀交错地带的分布较广的沙黄土为研究对象, 选取一个完整的峁, 依据不同的坡位、坡向, 进行取样。采样时间为 2000-08-20, 采样前两天降过雨。每个坡向自坡上到坡下选取六个典型的采样点, 每个采样点分 0cm~10cm、10cm~20cm、20cm~30cm 三层进行采样。峁顶也选取 2 个采样点进行采样。采样点的分布见图 1。将

收稿日期: 2001-05-18; 改回日期: 2001-10-26。

基金项目: 中科院百人计划项目“黄土高原流域降雨侵蚀产沙过程机制预报模型研究”(C19990182)和中国科学院研究生科学与社会实践专项资助。

作者简介: 卢金伟(1976-), 山东枣庄人, 男, 在读硕士, 主要研究方向是土壤物理与土壤侵蚀。Tel: 029-7011786, E-mail: jinweill@263.net。

采集的土样带回室内, 进行水分、养分分析。其中土壤水分含量的测定用酒精燃烧法, 速效 N 用碱解扩散法, 速效 P 用  $\text{NaHCO}_3$  浸提—钼蓝比色法进行测定, 有机质用  $\text{H}_2\text{SO}_4$ —混合催化剂法进行测定。

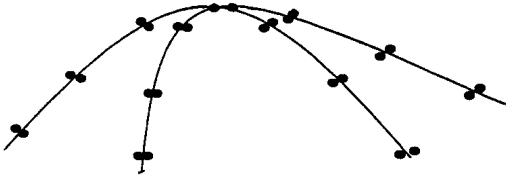


图 1 陕北土壤样点分布图

Fig. 1 The distribution of sampling oints in Shanbei

### 3 结果分析

#### 3.1 陕北黄土高原土壤水分空间变化

从图 2 可以看出, 在 0cm~30cm 厚的土层土壤含水量的沿坡向变化呈以下规律:

##### 3.1.1 0cm~10cm 土壤含水量变化规律

除坡下 0cm~10cm 外, 坡中和坡上 0cm~10cm 土壤含水量峁顶>北坡>南坡>东坡>西坡。但是即使是峁顶的土壤含水量也偏低。究其原因可能如下: 由于峁顶较平坦, 并且峁顶植荒草地, 降雨易于入渗, 所以峁顶土壤含水量最高, 坡上、坡中、坡下由于降水再分配和光热条件的不同, 导致了不同坡位的土壤含水量在不同坡向上的差异。

##### 3.1.2 10cm~20cm 土壤含水量的变化

从图 2 可以看出, 10cm~20cm 土层的土壤含水量较 0cm~10cm 土层偏低, 较 20cm~30cm 土层高。不同坡位的 10cm~20cm 土层的土壤含水量随坡向有如下变化规律: 除坡下外, 坡中和坡上 10cm~20cm 土壤含水量: 北坡>南坡>峁顶>东坡>西坡。北坡即阴坡, 南坡即通常所说的阳坡。阴阳坡问题是地理学中普遍关注的问题。造成土壤水分沿不同坡向分异的原因如下: 1. 降水再分配和光热条件的不同, 导致了不同坡位的土壤含水量在不同坡向上的差异; 2. 地表土壤物质组成和植被覆盖程度的不同。

##### 3.1.3 20cm~30cm 土壤含水量的变化

从图 2 也可看出, 20cm~30cm 土层含水量较

0cm~10cm 和 10cm~20cm 都低, 这也说明了土壤含水量在垂直剖面上自上而下递减, 另外这一土层含水量随坡向变化有以下规律: 除坡北下外, 坡中和坡上 20cm~30cm 土壤含水量: 南坡>峁顶>北坡>东坡>西坡。在坡下土壤含水量, 不论是 0cm~10cm、10cm~20cm 还是 20cm~30cm 土层都是南坡最低。其原因同上。

#### 3.2 陕北黄土高原土壤养分空间变化

不仅土壤水分随坡向、坡位等存在空间分异现象, 而且土壤中有有机质、有效氮、速效磷等也存在空间分异现象。研究土壤养分空间分异规律, 对于化肥调配以及植被的恢复有重要意义。

##### 3.2.1 土壤有效 N 的空间变化

从图 3 可以看出, 采样点所在地区有效氮含量都偏低, 土壤属于缺氮土壤, 比正常肥力地块的土壤有效氮含量低。在表层 0cm~10cm 土壤有效氮含量, 不管是坡位如何, 均是坡东土壤有效氮含量最低, 坡西最高, 坡南、坡北含量次之。在 10cm~20cm 厚度的土壤表层土壤有效氮含量呈现以下趋势, 不论坡位如何, 总是南坡土壤有效氮含量最低, 东坡次之, 北坡、西坡和峁顶有效氮养分最高。在 20cm~30cm 厚度的土层上土壤有效氮的含量呈现以下规律: 1) 坡上: 峁顶>西坡>北坡>东坡>南坡, 并且南坡(阳坡)土壤有效氮养分含量, 偏低, 仅为 1.5mg/kg, 远低于正常肥力水平地块的土壤有效氮的含量水平; 2) 坡中: 峁顶>北坡>西坡>南坡>东坡。但是这组测定值仍然低于正常肥力水平地块的土壤有效氮的含量的平均值。3) 坡下: 峁顶>北坡>西坡>东坡>南坡。

综上所述可以看出, 形成养分这种分异的原因在于: ①不同坡向土壤水分、植被覆盖的不同, 造成养分渗透和流失量的差异; ②造成这种差异的原因还在于土地利用类型的不同, 采样点所在的峁土地利用类型多样, 其中峁顶为草地, 其它坡向的土地利用类型或为农地或为裸地, 土地利用类型的不同造成有效氮每年的摄入量的不同; ③不同坡向土地的土壤侵蚀程度不同, 从而导致不同的有效氮的含量; ④另外, 也有可能是采样误差造成的。

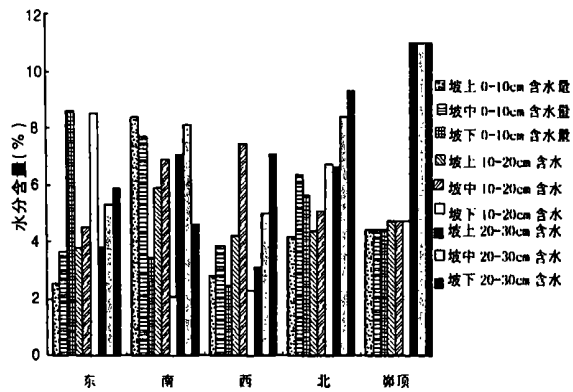


图 2 土壤水分随坡向变化情况

Fig. 2 The variation of soil water content along different aspects

3.2.2 土壤速效P的空间变化

从图 4 可以看出, 采样点所在地区速效磷含量都偏低, 土壤属于缺磷土壤, 比正常肥力地块的土壤有效磷含量低, 并且表层 0cm ~ 10cm 的土壤速效磷的含量要远大于 10cm ~ 20cm 和 20cm ~ 30cm 土层的速效磷含量, 10cm ~ 20cm 土层和 20cm ~ 30cm 土层速效磷含量差异不大, 总的来说, 土壤速效磷的含量主要集中于土壤 0cm ~ 10cm 的土壤表层。在 0cm ~ 10cm 土层土壤速效磷的含量变化如下: 西坡> 北坡> 南坡> 东坡, 坡西表层土壤速效磷含量不管是坡上、坡中还是坡下都是最高, 坡东的速效磷养分含量都是最低。在 10cm ~ 20cm 土层土壤速效磷养分的含量如下: 1) 坡上: 西坡> 北坡> 东坡> 南坡; 2) 坡中: 北坡> 西坡> 南坡> 东坡; 3) 坡下: 北坡> 西坡> 东坡> 南坡。在 20cm ~ 30cm 厚度的土层, 土壤速效磷的含量分布大致如下: 北坡> 东坡> 西坡> 南坡。

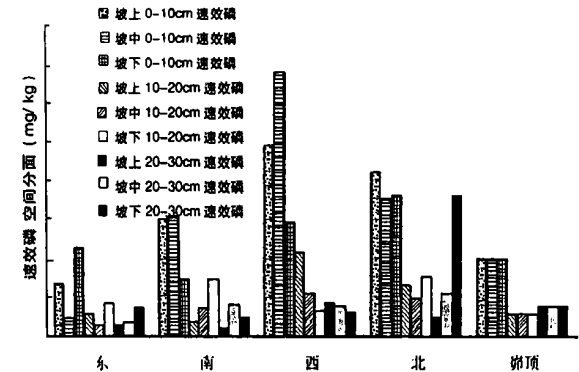


图 4 土壤水分随坡向变化情况

Fig. 4 The variation of soil water content along different aspects

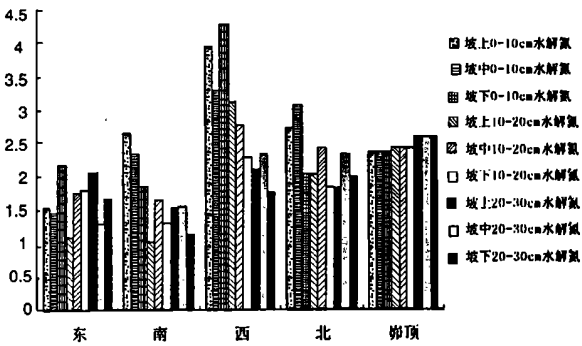


图 3 有效氮的空间分布

Fig. 3 The variation of soil water content along different aspects

3.2.3 土壤有机质的空间变化(图 5)

从图 5 可以看出, 采样点所在的土地的土壤有机质含量普遍偏低, 即使有机质含量最高的西坡土壤有机质含量也低于 1.0%, 此外, 土壤 0cm ~ 10cm 土层土壤有机质较 10cm ~ 20cm 土层土壤和 20cm ~ 30cm 土层土壤的有机质含量明显要高一些。总的来说, 陕北黄土区土壤有机质含量相对贫乏, 在 10cm 以下层次更尤为突出。其中, 在表层 0cm ~ 10cm 土层土壤有机质含量: 西坡> 东坡> 北坡> 南坡> 东坡。在 10cm ~ 20cm 土层土壤有机质含量: 东坡> 西坡> 北坡> 南坡> 东坡。20cm ~ 30cm 土层土壤有机质含量: 东坡> 西坡> 北坡> 南坡。究其原因在于, 东坡由于有草皮植被的存在, 每年土壤有新鲜有机质的补充, 所以有机质含量较高。其它坡向土壤有机质由于土壤通气状况的不同、地表植被覆盖以及光热条件的不同 造成了该地区土壤有机质分布的空间差异和较低的土壤有机质含量。

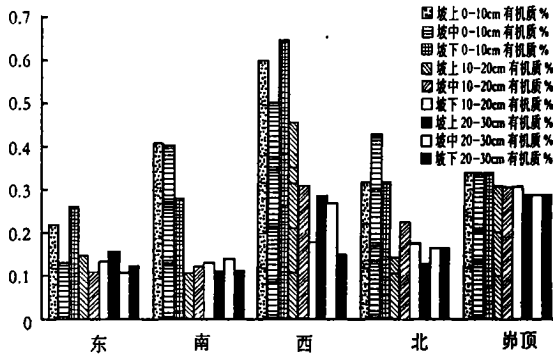


图 5 土壤有机质的空间分布

Fig. 2 The variation of soil water content along different aspects

## 4 讨 论

陕北黄土区为旱作农业区, 其降水量虽总体稀少, 但其降雨较为集中、热量丰富、雨热同季。只要合理分配水分资源, 优化种植模式和土地利用模式, 这不仅可以减少该区的降雨径流损失和无效蒸发, 增强土壤水库的水分调控能力, 而且成为提高全区旱地土壤水分利用效率和土地生产力、防治水土流失的有效途径<sup>[3]</sup>。本文依据对陕北黄土高原典型区不同坡向、坡位的土壤水分养分的垂直梯度的变化规律的初步分析, 以旱地生产力和农作物生长发育的主控因子——土壤水分、养分作为重要参考依据, 对文中涉及的试验区植被恢复优化和土地利用类型的调整进行了以下探讨:

1. 该区土壤水分含量普遍偏低, 因此在进行植被建设时, 要注意土壤水分补给, 确保植被在幼苗期水分的供给, 提高成活率。该区要充分利用沟道流水, 发展节水型农业。

2. 该区土壤 N、P、有机质含量低于正常水平, 在发展持续农业和恢复植被过程中, 要充分注意补充土壤速效 N、P、有机质等养分的补充, 提高土壤的肥力水平。

3. 该区土壤水分、养分不同坡向、坡位的空间分异明显, 在植被建设时, 要注意根据坡向、坡位来调整土地利用结构和合理布局植被类型, 确保水分、养分的高效持续的利用。

### 参考文献:

- [1] 林超, 李昌文. 阴阳坡在山地地理研究中的意义[J]. 地理学报, 1985, 40(1): 20~28.
- [2] 李孝地. 黄土高原不同坡向土壤侵蚀分析[J]. 中国水土保持, 1988, 8: 52~54.
- [3] 黄录基 Munro D. S. 张绍贤, 等. 降水、蒸发和径流的坡向效应[J]. 水土保持学报, 1994, 8(1): 18~25.
- [4] 雷志栋, 杨诗秀, 等. 土壤特性空间变异性初步研究[J]. 水利学报, 1985, 10~21.
- [5] 何国亚, 周天锐, 倪天柏. 川中丘陵旱三熟规范化研究及模糊评价[J]. 西南农业学报, 1994, 7(4): 43~48.

## Spatial Variation of Soil Water and Nutrient Content on Loess Slope in Shanbei China

LU Jin-wei<sup>1</sup>, Li Zhan-bin<sup>2</sup>, ZhENG Lian-gyong<sup>1</sup> and GUO Yan-biao<sup>1</sup>

(1. The key lab. of soil erosion and dry-land on Loess Plateau, Yangling Shaanxi 712100 PRC;

2. Xi'an university of technology, Xi'an Shaanxi 710048 PRC)

**Abstract:** A field study of distribution of soil water and nutrient content in different direction and location in Shanbei China was carried out to make clear the characteristics which can be used for the ecological reconstruction on the loess in Shanbei which lies in the north of Loess Plateau. As is known, the vegetation overlay is few, it having a brittle entionment.

The badly vegetation construction resulted in the serious loss of soil and water in this region. So it is necessary to reconstruct the vegetation on Loess Plateau, especially in Shanbei. But the vegetation construction is limited by the distribution of soil water and nutrient in a large degree. So it is important to research the spatial distribution on slope. In this paper a whole loess hill was selected to study the variability of soil water and nutrient. The results indicated that the soil nutrient content among most of sampling points was below the normal level and the soil water content also very low. The southing was lower than that in any other direction not only in soil nutrient content but also in soil water content in general. The distribution of water and nutrient on slope in different depth was also different. The soil nutrient content mainly concentrated in 0cm~10cm. The result also showed that it is important for the reconstruction of vegetation on Loess Plateau to supply enough water and nutrient.

**Key words:** loess; spatiol variation; soil wter and nutrient; Shanbe; China