

黄土高原天然草地根系主要参数的分布特征

李 鹏, 李占斌, 郝明德, 郑良勇

(中国科学院
水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)
水 利 部

摘 要: 采用土钻法对黄土高原天然草地群落根系的垂直分布特征进行调查, 同时用根系扫描仪 EPSON TWA N PRO (32 bit) 和专业的根系形态学和结构分析应用系统 W N Rhizo 对根系长度、根系表面积和根系体积等主要根系参数进行分析。结果表明, 在 15 个均匀分布的采样点上, 同一深度上不同径级根系之间不存在显著差异。不同径级根系的主要根系分布参数具有相似的分布规律。所有径级的根系都集中分布在表层 40 cm 的土层中, 在 40 cm 以下的土层中根系分布相对较少。在所有径级的根系中, 直径范围在 0.2~0.6 mm 之间的根系具有最大的分布值。

关键词: 土钻法; 根系扫描仪; 根系参数; 径级; 分布特征

中图分类号: Q 944.54; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)01-0144-02

Root Distribution Characteristics of Natural Grassland on Loess Plateau

L I Peng, L I Zhan-bin, HAO Ming-de, ZHEN G L iang-yong

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry
of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: Soil auger was applied to investigate the vertical root distribution characteristics of natural grassland on the Loess Plateau, and the main root indexes of root length, root surface area and root volume were analyzed by the root scanner of TWA N PRO (32bit) and root analysis system of W N Rhizo. Results indicated that there was no clear difference in root distribution on the same depth across the slope. There was similar root distribution characteristics of the roots of different diameter classes. Most of the root was concentrated in the surface 0~40 cm, while little was distributed in deeper soil. Among all the diameter classes, roots with its diameter between 0.2~0.6 mm have the biggest distribution value.

Key words: soil auger; root scanner; root parameters; diameter classes; distribution characteristics

植被是防止水土流失的积极因素, 破坏地表植被, 必将导致水土流失的进一步加剧^[13]。朱显谟院士^[7]指出, 特别是草灌类植被在西北干旱地区的生态恢复与建设中占有十分重要的地位, 研究证实^[5~8, 10], 草灌植被的繁生, 可以强化土壤抗冲性与土壤通透性和蓄水容量, 增加入渗, 消减超渗径流, 防止冲刷, 尤为重要。灌草植被可以分散或消除上方袭来的股流, 增加坡面径流运动阻力, 削弱径流侵蚀能力, 进而减少当地的水土流失。可见灌草植被的地上和地下部分对发生水土流失的物质条件和动力条件都产生了深刻的影响。因此, 灌草植被在西北干旱半干旱地区的非森林适生区植被建设中具有不可替代的作用。

长期以来, 人们对林木的根系分布特征进行了大量的研究。但是有关草本植被, 特别是草地植被根系的研究相对较少^[8]。为了深入研究黄土高原地区灌草植被根系的生态环境效应, 需要首先了解其根系的垂直分布特征。本研究以土钻

法对草本植被群落根系的分布特征进行了调查研究, 对根系不同指标的垂直分布特征进行了探讨。

1 调查地点及植被分布概况

调查地点设在陕西省长武县西部洪家乡境内的王东沟小流域, 此地处于黄土高原沟壑区中部, 海拔 950~1 225 m, 年平均气温 9.1℃, 年降水量为 584.1 mm, 年变率较大, 大部分都集中于 7~9 月, 无霜期 171 d。

自从 1984 年中国科学院长武生态实验站建成以来, 到目前为止已经形成了以草本植被为主的植被。由于恢复的时间较短(只有 16 年), 加之受人为活动的影响较大(包括砍柴和放牧等), 只形成了以长芒草(*Stipa bungeana*)和白羊草(*Bouteloua ischaemum*)为优势种的多年生草本群落, 伴生植物有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、野菊花(*Dendranthema indicum*)等。部分地区有灌木(主要是酸枣(*Ziziphus*

* 收稿日期: 2002-11-25

基金项目: 国家科技攻关项目(2001BA508B18)。

作者简介: 李鹏(1974-), 男, 山东烟台人, 在读博士, 主要从事植被根系与土壤侵蚀等方面的研究。

jajuba)) 入侵, 均匀的分布在群落中, 但是还没有形成优势种群。根据这种状况, 对阳向坡面上, 以长芒草和白羊草为优势种的草本群落的根系分布特征进行了调查研究。

2 根系调查方法:

采用土钻法 ($D = 9\text{ cm}$) 对天然草地的根系垂直分布特征进行调查。在所要进行实验的地点上按照均匀分布的办法确定 15 个采样点。然后用土钻按照每 10 cm 为一层进行采样, 所获得的样品用土袋带回实验室进行进一步的分析。将样品带回实验室后, 用水洗法将根系洗出, 晾干后装入信封。所获得对所采根系样品, 用蒸馏水清洗干净后, 用加拿大 REGENT INSTRUMENT INC 公司生产的根系扫描仪 EPSON TWA N PRO (32 bit) 和专业的根系形态学和结构分析应用系统 W N Rhizo, 对根系长度 (m/m^3)、根系表面 (m^2/m^3) 以及根系体积等指标进行测定分析, 该仪器通过先进的扫描系统和图象分析系统, 理论上可以对径级无限小的根系的各项指标进行精确的测定, 满足了目前根系研究中的需要, 克服了以往研究中的缺憾。

3 结果与分析

在根系分析过程中, 根据前人在细根研究中的划分标准以及有关的研究结果, 首先把直径小于 1 mm 的根系按照 0.1 mm 间隔将其划分为 10 级, 大于 1 mm 的根系划分为级: 1~ 1.5 mm, 1.5~ 2 mm, 2~ 3 mm, 3 mm (见表 1)。经过初步的分析之后发现直径范围在 0.3~ 0.5 mm 之间的根系具有最大的长度。根据这一结果将小于 1 mm 的根系以 0.2 mm 为单位进行合并计算。

表 1 不同径级、不同深度上根系长度方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit
径级	109971.8	9	12219.09	105.1073	1.8E-158	2.417053
深度	272253.7	12	22687.81	195.1581	0	2.194497
交互	78005.81	108	722.276	6.212942	5.2E-67	1.357844
内部	211581.3	1820	116.2535			
总计	671812.6	1949				

表 2 不同径级、不同深度上根系表面积方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit
径级	3562.297	9	395.8108	150.9491	4.4E-213	2.417053
深度	3319.799	12	276.6499	105.5051	1.3E-198	2.194497
交互	1869.235	108	17.30773	6.600594	1.36E-72	1.357844
内部	4772.308	1820	2.622147			
总计	13523.64	1949				

表 3 不同径级、不同深度上根系体积方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit
径级	2.127386	9	0.236376	70.08874	3E-111	2.417053
深度	2.831971	12	0.235998	69.97646	1.9E-140	2.194497
交互	2.708519	108	0.025079	7.436224	1.69E-84	1.357844
内部	6.138001	1820	0.003373			
总计	13.80588	1949				

对不同径级、不同深度上草地植被的根系长度、根系表面积和根系体积等各项指标的垂直分布特征的方差分析结果表明, 在各个取样点上, 同一深度上不同径级的根系长度、

根系表面积和根系体积在 $\alpha = 0.01$ 水平上不存在明显差异, 说明可以对不同取样点上的根系进行合并计算。同时这种分布特征也说明在整个坡面不同深度上的根系分布特征不存在明显差异, 可以认为是相同的试验条件。

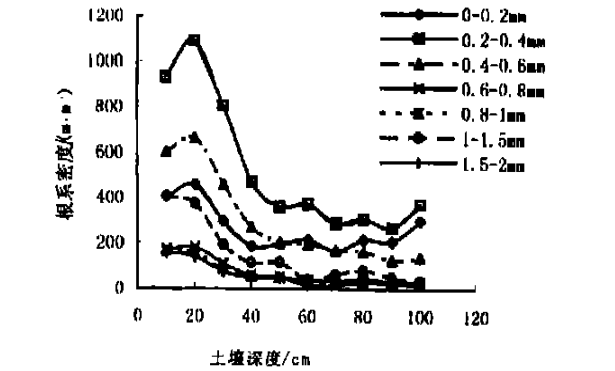


图 1 不同径级根系长度的垂直分布特征

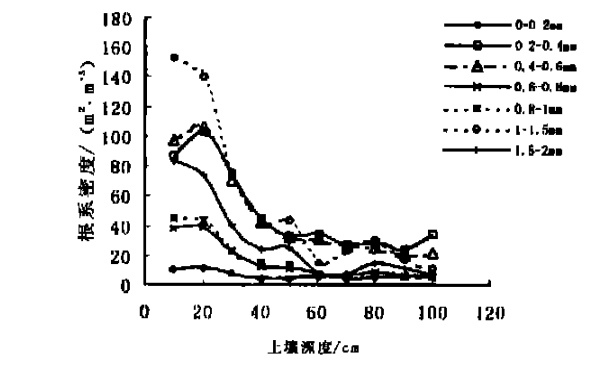


图 2 不同径级根系表面积的垂直分布特征

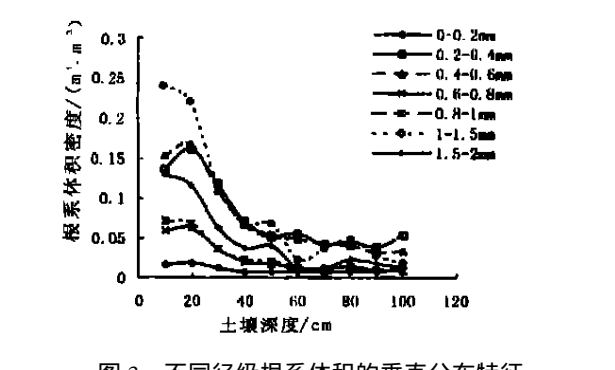


图 3 不同径级根系体积的垂直分布特征

从图中可以看出, 不同径级的根系分布特征表现出了相似的变化规律, 即各个径级的根系长度随着土壤深度的增加表现出了明显的减少趋势, 大部分根系集中在表层 40 cm 的土层中, 深层根系的根系密度值较小, 并且相对比较一致。较大径级的根系, 特别是大于 1 mm 的根系长度在土壤中的分布都明显的小于较小径级的根系。其中直径范围在 0.2~ 0.6 mm 之间的根系长度密度值最大, 其余各级根系虽然在土壤 中也有分布, 但是其根系密度相应的减少。

根系表面积、根系体积等指标具有与根系长度相似的分 布规律, 即都表现出了随着土壤深度的增加而减少的趋势,

(下转第 149 页)

现。由于阴坡和阳坡立地上根系调查所需要的取样点数有较大差异, 因此建议采用本文确定的调查方法继续进行调查, 在获取较多数据之后, 再进行详细计算。

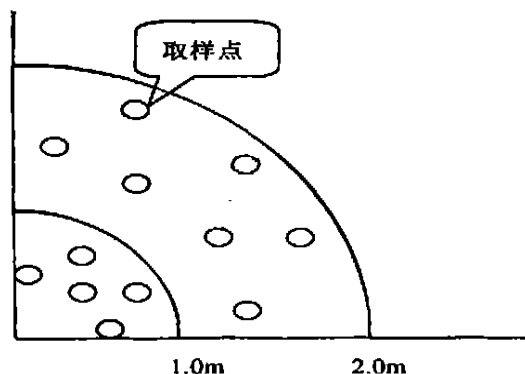


图1 根系调查样点分布示意图

参考文献:

- [1] R B Jackson, J C Canadell, H A Mooney. A global analysis of root distribution for terrestrial biomes[J]. *Oecologia*, 1996, 180: 389- 411.
- [2] 贾乃光. 数理统计(第2版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [3] 赵忠, 李鹏, 王乃江. 渭北黄土高原主要造林树种根系分布特征的研究[J]. *应用生态学报*, 2000, 11(1): 96- 100.
- [4] 李鹏, 赵忠, 李占斌, 等. 淳化县不同立地上刺槐根系的分布参数[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2002, 26(5): 32- 36.
- [5] E L Stone, P J Kalisz. On the maximum extent of tree roots[J]. *For. Ecol Manage*, 1996, 46: 59- 102.
- [6] 单建平, 陶大立. 国外对树木细根的研究动态[J]. *生态学杂志*, 1992, 11(4): 46- 49.
- [7] 李凌浩, 林鹏, 等. 武夷山甜槠林细根生物量和生长量的研究[J]. *应用生态学报*, 1998, 9(4): 337- 340.
- [8] 刘颖, 邓丽琴. 从根系特点分析辽西地区树种的抗旱性[J]. *沈阳农业大学学报*, 1995, 26(2): 171- 176.
- [9] 王文全, 王世绩, 等. 粉煤灰田立地上杨、柳、榆、刺槐根系的分布和生长特点[J]. *林业科学*, 1994, 30(1): 25- 33.
- [10] W 伯姆. 根系研究法 [M]. 北京: 科学出版社 1985.

(上接第145页)

大部分根系集中在表层40 cm的土层中, 深层根系的根系密度值较小, 并且相对比较一致。但是不同径级的根系表面积和根系体积等参数的分布特征却发生了变化。较大径级的根系的表面积增加, 在所有径级根系中, 0.2~0.4 mm, 0.4~0.6 mm和1~1.5 mm的根系表面积最大。

4 结论与讨论

通过对草本植物群落不同根系参数的分布特征可以看

4 结论与讨论

(1) 不同取样范围内的根系分布在 $\alpha=0.05$ 的水平上差异显著, 可以按照0~1.0 m, 1.0~2.0 m的标准将根系的分布空间划分为不同的取样空间进行调查。

(2) 不同坡向上的根系分布也表现出了明显差异, 因此需要对不同立地上的根系分布进行调查。

(3) 提出了1/4样圆法的改进方法。作为一种尝试, 本文在已有观测资料分析的基础上, 对林木根系分布调查取样方法确定进行了初步的探讨。由于调查资料等方面的限制, 对更大范围取样空间的分析研究有待于进一步深入。本研究结果可以为林木根系调查取样中正交实验设计提供依据, 以提高取样的代表性、合理性和观测精度。

出草本植被的根系主要集中分布在表层0~40 cm的土层中。深层土壤中的根系数量较少。大量研究证实, 根系的垂直分布特征是植被与环境条件之间相互作用的结果^[1~3]。在草本植被的根系中, 细根的比例相对较大。由于细根的周转速度较快^[4], 有利于有机物质在土壤中的累积, 提高土壤的有机质含量, 改善土壤的理化性质, 因此草本植被对于当地生态环境建设和恢复具有重要意义。

参考文献:

- [1] 黄瑞冬, 赵君实. 植物根系研究方法进展[J]. *沈阳农业大学学报*, 1991, 22(3): 164- 168.
- [2] 廖兴其. 根系研究方法评述[J]. *世界农业*, 1995, (7): 23- 24.
- [3] W 伯姆. 根系研究法[M]. 北京: 科学出版社 1985.
- [4] Lyr, H, G Hoffmann. Growth rates and growth periodicity of tree roots[J]. *Int. Rev. For. Res* 1967, 2: 181- 236.
- [5] R J Loch, T Espigares, A Costantini, et al. Vegetative filter strips to control sediment in forest plantations: validation of a simple model using field data[J]. *Aust. J. Soil Res*, 1999, 37: 929- 946.
- [6] R J Loch. Effects of vegetation cover on runoff and erosion under simulation rain and overland flow on a rehabilitated site on the Meandu Mine, Tarong, Queensland[J]. *Aust. J. Soil Res*, 2000, 38: 299- 312.
- [7] 查轩, 唐克丽, 张科利, 等. 植被对土壤特性及土壤侵蚀的影响研究[J]. *水土保持学报* 1992, 6(2): 52- 59.
- [8] C Carroll, L Merton, P Burger. Impact of vegetation cover and slope on runoff, erosion, and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queensland's coal mines [J]. *Aust. J. Soil Res*, 2000, 38: 313- 327.
- [9] 彭祥林, 贾恒义. 黄土高原草地土壤生态[M]. 西安: 世界图书出版公司, 1997.
- [10] 李鹏, 李占斌, 郑良勇. 植被保持水土有效性研究进展[J]. *水土保持研究*, 2002, 9(1): 76- 80.