

# 退耕地三倍体毛白杨林地土壤抗蚀性研究

董慧霞<sup>1</sup>, 李贤伟<sup>2</sup>, 张健<sup>2</sup>, 范冰<sup>3</sup>

(1. 河南师范大学 生命科学学院, 河南 新乡 453007; 2. 四川农业大学

生态林业工程重点实验室, 四川 雅安 625014; 3. 中国科学院 沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016)

**摘要:** 以未退耕的陡坡耕地作对比, 对退耕还林 4 a 后三倍体毛白杨林地两种不同的草本层模式进行的土壤抗蚀性研究表明, 两种模式林地内土壤的水稳性团聚体含量在上、中、下层和未退耕地总量差别不大, 但林地上层和中层大粒级水稳性团聚体含量明显高于未退耕地; 人工草林地有机质比自然草林地略高, 但不明显, 未退耕地则由于人为增施农家肥而高于林地; 以微团聚体含量为基础的各项抗蚀指标, 虽一定程度上也表明了林地的抗蚀性高于未退耕地, 但不如以水稳性团聚体含量为基础的明显。

**关键词:** 土壤抗蚀性; 退耕地; 林草模式

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)06-0045-04

中图分类号: S157.1, S727.22

## Soil Anti-erodibility of the Triploid *Populus Tomentosa* Woodland

DONG Hui-xia<sup>1</sup>, LI Xian-wei<sup>2</sup>, ZHANG Jian<sup>2</sup>, FAN Bing<sup>3</sup>

(1. College of Life Sciences, He'nan Normal University, Xinxiang, He'nan 453007, China;

2. State Key Laboratory of Ecological Forestry Engineering, Sichuan Agriculture University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 3. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning 110016, China)

**Abstract:** Research on soil anti-erodibility was conducted for the two types of herbage planted on the triploid *Populus tomentosa* woodland which was converted from cropland to forest. Results showed that the differences in the content of water stable aggregates in high, middle, and low layers were little in comparison with those on ploughed land. However, the contents of coarse water-stable aggregates in high and middle layers on woodland were far more than those on farmland. The content of organic matter for artificial herbage was greater than that for natural herbage, but the difference was not distinct. The content of organic matter is greater than that on woodland due to farmyard manure. The anti-erodibility index based on micro-aggregates is not prominent in comparison with the content of water-stable aggregates, although it shows that the anti-erodibility of woodland is better than that of farmland to some degree.

**Keywords:** soil anti-erodibility; abandoned land; forest-herb model

土壤侵蚀是当今世界普遍关注的重大环境问题。由土壤侵蚀所造成的土壤贫瘠, 土地生产力下降以及一系列后续危害已日益引起人们的关注。我国是世界上土壤侵蚀最为严重的国家之一, 土壤侵蚀研究具有重要意义。

当前, 我国实施的退耕还林(草)工程的主要目的是以粮食换生态, 减少土壤侵蚀和水土流失。因此, 以典型的退耕地为对象, 研究退耕还林(草)初期土壤抗蚀性的变化, 对于揭示不同的林草组合模式的生态和水土保持功能有着重要的作用。

研究区位于四川盆地西缘天全县河源乡,

102°48' E, 30°01' N, 海拔 700~800 m, 坡度 26°左右, 坡向东南, 土壤类型为红紫泥, 土层厚度 30~50 cm。属于亚热带湿润气候区, 年平均降雨量 1 735.6 mm, 年平均蒸发量 922.6 mm; 年平均气温 15.1℃, 1 月平均气温 5.1℃, 7 月平均气温 24.1℃。夏秋季节间有大风、冰雹, 暴雨季节常出现洪涝、泥石流等自然灾害, 是长江上游生态屏障建设的重要区域。

## 1 研究方法

2000 年 4 月退耕后, 5 月完成三倍体毛白杨(*Populus tomentosa* carr.)造林工作, 栽植密度 3 m × 3 m, 9 月上

收稿日期: 2008-03-10

修回日期: 2008-04-27

资助项目: 河南师范大学新引进博、硕科研启动费支持课题; 国家自然科学基金项目(30771717); 国家教育部重点学科博士点基金(20050626001); 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAC01A11)

作者简介: 董慧霞(1975—), 女(汉族), 河南省淇县人, 硕士, 研究方向为森林培育与恢复生态学。E-mail: donghx1490@htu.cn.

旬在新造林地上建植多花黑麦草 (*Lolium multiflorum*), 播种量为  $40 \text{ kg/hm}^2$ , 相邻的另一部分林地不实施人工种草, 任其自然长草。采样前, 三倍体毛白杨 + 黑麦草复合模式毛白杨平均树高  $6.1 \text{ m}$ , 胸径  $6.0 \text{ cm}$ , 郁闭度  $0.6$ , 黑麦草高  $0.2 \text{ m}$ , 盖度  $100\%$ ; 一般是随机收割黑麦草, 并且在过冬前的 11 月份进行少量的施肥, 全年不进行灌溉。三倍体毛白杨 + 自然草模式中毛白杨平均树高  $5.5 \text{ m}$ , 胸径  $5.0 \text{ cm}$ , 郁闭度  $0.5$ , 林下自然条件下生长的草本层, 以茅草类植物如白茅 (*Cylindrica* (Linn.) Beauv.)、野青茅 (*arundinacea* (Linn.) Beauv.) 和蕨类植物如中华鳞盖蕨 (*sinostriosa* Ching) 为主, 平均高  $0.4 \text{ m}$ , 盖度  $100\%$ 。

另外, 在实验地附近, 选择与退耕地立地条件相同的陡坡耕地作为对照, 四季种植玉米、水稻、油菜等多种农作物。

实验的采样时间为 2004 年 9 月。在 4 年生的三倍体毛白杨 + 黑麦草林地中建立  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  标准地 3 块, 在三倍体毛白杨 + 自然草本层林地内选有代表性的地段 3 个。分别在上述每个标准地、代表性地段及临近的未退耕地内按“S”形布点, 分层取样 (上层:  $0-10 \text{ cm}$ ; 中层:  $10-20 \text{ cm}$ ; 下层:  $20-30 \text{ cm}$ ), 多点混合, 供室内分析。土壤机械组成的测定用比重计法, 先将样品在水中浸泡 24 h 然后振荡 2 h, 用比重计法测定土壤微团聚体粒级组成, 用干筛法测定土壤水稳性团聚体含量, 用硫酸重铬酸钾氧化法测定土壤有机质含量。根量和各抗蚀指标间的相关性用 SPSS 软件分析。

团聚状况 =  $> 0.05 \text{ mm}$  微团聚体分析值 -  $> 0.05 \text{ mm}$  机械组成分析值

团聚度 = 团聚状况 /  $> 0.05 \text{ mm}$  微团聚体分析值  
分散率 =  $< 0.05 \text{ mm}$  微团聚体分析值 /  $< 0.05 \text{ mm}$  机械组成分析值

分散系数 =  $< 0.001 \text{ mm}$  微团聚体分析值 /  $< 0.001 \text{ mm}$  机械组成分析值

水稳性团聚体增量 % = (林地团聚体 % - 未退耕地团聚体 %) / 未退耕地团聚体 %。

## 2 结果与分析

土壤抗蚀性指土壤抵抗水的分散和悬浮能力, 其大小主要取决于土壤对水的亲和力以及土粒间的胶结力<sup>[1]</sup>。评价土壤抗蚀性的指标很多, 目前常见的主要有水稳性团聚体含量、有机质含量以及以土壤微团聚体含量为基础的团聚度、团聚状况、分散率和分散系数等<sup>[2-7]</sup>。

### 2.1 水稳性团聚体含量

水稳性团聚体是由有机质胶结而成的团粒结构, 可以改善土壤结构, 并在水的浸泡下不易解体, 具有较高的稳定性。因此, 土壤水稳性团聚体含量可以作为抗蚀性的评价指标<sup>[8]</sup>。

(1) 退耕还林后三倍体毛白杨林地和未退耕地土壤的水稳性团聚体含量。林下枯落物的分解和转化, 使土壤中腐殖质含量增加, 从而促进土壤团粒结构的形成。所以, 一般情况下有林地土壤的水稳性团聚体含量高于无林地。但从表 1 看来, 退耕还林 4 a 后, 两种模式林地内, 土壤的水稳性团聚体含量在总量上差别不大, 除上层和中层比未退耕地略有提高外, 在下层, 还出现了未退耕地比有林地高的现象。说明土壤水稳性团聚体的总体提高是一个相对缓慢的过程。

表 1 两种模式下三倍体毛白杨林地与未退耕地土壤水稳性团聚体比较

样地		不同粒径土壤水稳性团聚体含量						$> 5 \text{ mm}$ 水稳性团聚体增加	%
		$> 5 \text{ mm}$	$5 \sim 3 \text{ mm}$	$3 \sim 2 \text{ mm}$	$2 \sim 1 \text{ mm}$	$1 \sim 0.5 \text{ mm}$	$0.5 \sim 0.25 \text{ mm}$		
三倍体毛白杨 + 黑麦草	上层	42.52	9.87	1.80	6.52	9.01	3.97	73.69	47.33
	中层	40.87	8.26	1.49	6.96	7.53	3.03	68.14	117.39
	下层	28.52	8.26	2.10	10.70	8.08	5.66	63.32	18.39
三倍体毛白杨 + 自然草	上层	44.10	10.21	1.67	5.23	8.12	4.20	73.53	52.81
	中层	39.13	9.60	2.17	5.16	7.23	4.16	67.45	108.14
	下层	28.74	8.80	1.25	5.41	15.01	6.35	65.56	19.30
未退耕地	上层	28.86	10.77	2.26	8.85	10.93	5.84	67.51	—
	中层	18.80	10.77	2.11	9.29	14.41	4.56	59.94	—
	下层	24.09	8.88	3.66	11.69	13.58	7.03	68.93	—

(2) 当水稳性团粒含量相同时,团粒结构的颗粒越大,其抗蚀性越强。从表1可以看出,退耕还林4 a后,人工种植的黑麦草林地+三倍体毛白杨+自然草本层林地内,尽管水稳性团聚体在总量上差别不大,但有林地土壤的上层和中层,大粒级水稳性团聚体含量比未退耕地明显增加。在上层,三倍体毛白杨+黑麦草林地, $>5\text{ mm}$ 的水稳性团聚体含量比未退耕地增加了47.33%,三倍体毛白杨+自然草林地比未退耕地增加了52.81%;在中层,则分别比未退耕地增加了117.39%和108.14%。这足以表明退耕还林后,林地改良土壤,提高土壤抗蚀性方面有着不容忽视的作用。地上部分枯落物的分解和转化以及地下林木根系的周转,有助于土壤中大粒级水稳性团聚体的形成。

(3) 在三倍体毛白杨+自然草林地和三倍体毛白杨+黑麦草林地内,无论土壤的大粒级水稳性团聚体含量还是土壤的水稳性团聚体总量均没有明显差异。在自然草林内,生长大量长势较黑麦草旺盛的茅草,并且林地草本层没有被收获而自然枯死。常规上,其地下和地上部分进入土壤的有机、无机养分应比人工种植的黑麦草要多,从而能更好的改善土壤结构;此外,在一年生黑麦草林地内,由于黑麦草连年自然枯死、重播,需要不断地翻动土壤,破坏了根系和土壤本已相对稳定的内部环境,使得部分大粒级水稳性团聚体在形成过程中,受到人为干扰而停止。从此意义上讲,土壤中大粒级水稳性团聚体含量,在自然草林地内应比黑麦草林地要高。可见,在早期两种模式林地内,人为因素对土壤大粒级水稳性团聚体的影响并不明显。

## 2.2 有机质含量

有机质是水稳性团粒的主要胶结物质,能促进土壤中团粒结构的形成,增加土壤的疏松性、通气性和透水性,对于提高土壤的抗蚀能力具有重要作用。所以,土壤中有机质含量的多少可以作为评价土壤抗蚀能力强弱的指标<sup>[8]</sup>。

一般而言,用有机质含量和土壤水稳性团聚体含量作指标来评价土壤的抗蚀性时,二者之间的变化基本是一致的<sup>[8-9]</sup>。从表2可以看出,无论林地还是未退耕地,土壤有机质含量均自上而下逐渐降低。但未退耕地的有机质含量在上、中、下层均比林地高。与水稳性团聚体含量表示的土壤抗蚀性指标不一致。这主要是因为未退耕地长期以来一直施用农家肥,人为地加入了大量有机物质的结果。也有可能是土壤水稳性团聚体从小粒级向大粒级的形成过程中,需要持续不断地向其提供胶结物质,而林木根系和林内草

根可以使这一条件达到满足。未退耕地由于在不同季节种植的作物不同,需要不断翻动土壤,使得小粒级的团聚体来不及形成大粒级的团聚体,虽人为地加入了大量的有机物质,但由于大粒级水稳性团聚体相对较少,容易在降水时因微小颗粒悬浮而发生侵蚀。

表2 两种模式下三倍体毛白杨林地和未退耕地有机质含量比较

土壤层次	mg/g		
	黑麦草林地 有机质	自然草林地 有机质	未退耕地 有机质
上层	26.854	23.264	29.527
中层	21.829	19.226	25.466
下层	15.620	15.934	25.270

## 2.3 以微团聚体含量为基础的土壤抗蚀性指标

(1) 团聚状况和团聚度。团聚状况表示土壤颗粒的团聚程度,其值大则土壤抗蚀性强。

(2) 分散率和分散系数。分散率和分散系数表示土壤的分散性,其值越大,土壤抗蚀性越弱。

从表3可见,林地土壤团聚状况和团聚度在上层均高于未退耕地。而在中层和下层,未退耕地均高于有林地;团聚度测定值中,在上层和中层自然草林地比黑麦草林地明显提高。说明在退耕还林4 a后,以团聚状况和团聚度作为抗蚀性指标时,自然草林地上层和中层抗蚀性较人工草林地抗蚀性提高较快。

表3 三种模式土壤的团聚状况、团聚度、分散率及分散系数比较

层位	样地类型	%			
		团聚状况	团聚度	分散率	分散系数
上层	人工草林地	8.1	51.88	80.10	23.68
	自然草林地	7.8	61.32	81.94	11.76
	未退耕地	7.5	48.05	73.07	15.79
中层	人工草林地	7.9	49.70	80.35	18.42
	自然草林地	8.3	61.65	80.79	8.33
	未退耕地	11.8	73.26	73.00	17.95
下层	人工草林地	8.3	52.78	79.61	18.92
	自然草林地	7.2	51.98	82.73	18.18
	未退耕地	11.9	73.16	72.77	13.16

林地的上、中、下层分散率和分散系数均高于未退耕地,说明以分散率和分散系数作为土壤的抗蚀性指标来衡量抗蚀性强弱的时候,在退耕还林初期意义不大,不如用大粒级水稳性团聚体含量表示土壤的抗蚀性明显。

## 4 结论

(1) 退耕还林 4 a 后,两种模式林地内,土壤的水稳性团聚体含量在总量上差别不大,说明土壤水稳性团聚体的总体提高是一个相对缓慢的过程。

(2) 有林地土壤的上层和中层,大粒级水稳性团聚体含量比未退耕地明显增加。表明退耕还林后,林地在改良土壤、提高土壤抗蚀性方面有着不容忽视的作用,地上部分枯落物的分解和转化以及地下林木根系的周转,有助于土壤中大粒级水稳性团聚体的形成。退耕还林早期两种模式林地内,人为因素对土壤大粒级水稳性团聚体的影响并不明显。

(3) 土壤有机质含量由于未退耕地人为施加有机肥的结果,在上、中、下层均高于林地。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张立恭. 四川盆地主要土壤类型抗侵蚀能力研究[J]. 四川林勘设计,1996(2):15—23.
- [2] 杨玉盛,何宗明,林光耀. 不同治理模式对严重退化红壤抗蚀性影响的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(2):32—37.
- [3] 高维森,王佑民. 黄土丘陵区柠条林地土壤抗蚀性[J]. 西北林学院学报,1991,6(3):70—78.
- [4] 何富广,赵荣慧,胡承海. 辽西地区油松混交林抗蚀改土效益的研究[J]. 土壤学报,1994,3(2):170—179.
- [5] 杨玉盛,叶旺,林建华. 水保林对紫色土抗蚀性的影响[J]. 中国水土保持,1992(5):31—32.
- [6] 沈慧,姜凤歧,杜晓军. 水土保持林土壤抗蚀性能评价研究[J]. 应用生态学报,2000,11(3):345—348.
- [7] 高维森,王佑民. 土壤抗蚀抗冲性研究综述[J]. 水土保持通报,1992,12(5):59—63.
- [8] 沈慧. 水土保持林土壤抗蚀性能及其评价指标[C]//中国博士后科学基金会编. 2000年中国博士后学术大会论文集:西部与农林发展分册. 北京:科学出版社,2001:120—125.
- [9] 王忠林,李会科. 花椒地埂林土壤抗蚀性研究[J]. 西北林学院学报,1998,13(2):30—33.
- [5] 肖寒,欧阳志云,赵景柱,等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探:以海南岛尖峰岭热带森林为例[C]//生态系统服务功能研究. 北京:气象出版社,2002:222—238.
- [6] 刘长乐,李树江,聂维良,等. 森林生态系统三大效益评估技术的研究[J]. 林业科技,2004,9(3):20—22.
- [7] 井学辉,吴波,曹磊,等. 森林生态效益评价方法[J]. 河北林果研究,2005,20(1):80—85.
- [8] 秦耀民,刘康,王永军. 西安城市绿地生态功能研究[J]. 生态学杂志,2006,25(2):135—139.
- [9] 胡志斌,何兴元,李月辉,等. 基于 Citygreen 模型的城市森林管理信息[J]. 生态学杂志,2003,22(6):181—185.
- [10] 胡志斌,何兴元,陈玮,等. 沈阳市城市森林结构与效益分析[J]. 生态学杂志,2003,14(12):2108—2112.
- [11] 彭定志,游进军. 改进的 SCS 模型在流域径流模拟中的应用[J]. 水资源与水工程学报,2006,17(1):20—24.
- [12] Ponce V M, Hawkins R H. Runoff curve number:has it reached maturity? [J]. Hydrologic Engineering, 1996, 1(1):11—19.
- [13] 张美华,王晓燕,秦福来. SCS 模型在密云石匣试验小区降雨径流量估算中的应用[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2004,18(1):155—158.
- [14] Nowak D J. Urban forest structure and the functions of hydrocarbon emissions and carbon storage [C]// Washington:Proceedings of the Fifth National Urban Forest Conference,1991:48—51.

(上接第 31 页)