

北川河流域退耕还林不同配置模式对土壤抗冲性的影响

贾俊姝<sup>1</sup>, 胡文忠<sup>2</sup>, 李文忠<sup>3</sup>, 高国雄<sup>1,4</sup>, 刘国强<sup>2</sup>, 周心澄<sup>1</sup>

(1. 北京林业大学水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083;  
2. 青海大通县林业局, 大通 810100; 3. 北京市水务局, 北京 100038; 4. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 在青海大通县北川河流域分浅山区和脑山区各选择了 5 种退耕还林配置模式, 研究了不同配置模式对土壤抗冲性的影响, 结果表明: 在浅山区, 土壤抗冲性指数与枯落物现存量呈显著正相关, 以模式 D(中国沙棘) 的抗冲性指数最大, 为 1.136 s/g, 以模式 E(柠条) 的最小, 为 0.385 s/g; 在脑山区, 土壤抗冲性指数与团聚度、总孔隙度呈显著正相关, 模式 F(青海云杉) 的土壤抗冲性指数最大, 为 1.652 s/g, 模式 J(青杨+ 中国沙棘) 的土壤抗冲性指数最小。

关键词: 退耕还林; 配置模式; 土壤抗冲性指数

中图分类号: S157; X171.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006)03-0077-03

Influence of Different Species Arrangement Models on Soil Anti-scourability in Converting Cropland to Forest in Beichuanhe Watershed

JIA Jun-shu<sup>1</sup>, HU Wen-zhong<sup>2</sup>, LI Wen-zhong<sup>3</sup>,  
GAO Guo-xiong<sup>1,4</sup>, LIU Guo-qiang<sup>2</sup>, ZHOU Xin-cheng<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Soil & Water Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. Datong County Forest Station of Qinghai Province, Datong 810100;  
3. Beijing Water Affairs Bureau, Beijing 100038;  
4. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The study on the influence of different species arrangement models on anti-scourability of soil was carried out in Beichuanhe watershed, datong county, Qinghai, through five models of Converting Cropland to Forest selected in low mountain areas and high mountain areas respectively. The main conclusions are as following: in low mountain areas, the index of soil anti-scourability is in evidently direct proportion to the existent masses of litter layer. The index of soil anti-scourability of model D (*Hippophae rhamnoides ssp. sinensis*) ranks first, up to 1.136 s/g, model E (*Caragana korshinskii*) is less than others, up to 0.385s/g, in different species arrangement models. In high mountain areas, the index of soil anti-scourability is in evidently direct proportion to the degree of aggregation and the total pore space. The index of soil anti-scourability of model F (*Picea crassifolia*) ranks first, up to 1.652 s/g, model J (*Populus cathayana* + *Hippophae rhamnoides ssp. sinensis*) is less than others in different species arrangement models.

**Key words:** conversion of cropland to forest; species arrangement models; index of soil anti-scourability

1 研究区概况

试验地设在青海省大通县北川河流域, 地处祁连山地与黄土高原的过渡带, 介于 100°51' ~ 101°56' E, 36°43' ~ 37°23' 之间, 海拔 2 280~ 4 662 m。属大陆性气候, 年日照时数为 2 605 h, 年平均气温为 2.8℃, 极端最高气温为 30.9℃ (1972-08-10), 极端最低气温为 -33.1℃ (1975-12-14), 年内无霜期 70~ 120 d, 年平均降水量为 508 mm, 年平均蒸发量为 1 290 mm, 年湿润指数变化范围为 0.56~ 1.32<sup>[1]</sup>。乔木树种有青海云杉 (*Picea crassifolia*)、祁连圆柏 (*Sabina*

*przewalskii*)、华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii*) 白桦 (*Betula platyphylla*)、山杨 (*Populus davidiana*)、青杨 (*Populus cathayana*)、灌木树种有中国沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、柠条 (*Caragana korshinskii*) 枸杞 (*Lycium chinense*)、草本植物有川赤芍 (*Paeonia veitchii*)、紫花苜蓿 (*Medicago sativa*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、密生苔草 (*Carex crebra*)、鹅绒委陵菜 (*Potentilla anserina*) 等<sup>[2]</sup>。

根据树种、混交类型等, 分别在浅山区和脑山区选择 5 种退耕还林(草)配置模式的退耕地布设标准地, 作为固定样地。每个标准地面积为 20 m×20 m, 在每个区内, 每种模式

y 收稿日期: 2005-09-29  
基金项目:“十五”国家科技攻关计划项目“退耕还林还草工程区水土保持型植被建设技术与示范”(2001BA510B01)  
作者简介: 贾俊姝(1967—), 女, 工程师, 从事水土保持与荒漠化防治研究与管理工; 高国雄(1969—), 男, 在读博士, 西北农林科技大学副教授, 直从事荒漠化防治教学与研究工作。

设 3 个标准地,共设置 30 个标准地,详见(表 1、表 2.)。

表 1 标准地基本情况

分区	模式	标准地面/ m <sup>2</sup>	坡度/°	坡位	坡向	土层厚度/ cm
浅山区	A	400	16	下	半阳坡	110
	B	400	20	下	阳坡	95
	C	400	15	下	阴坡	120
	D	400	15	中	阴坡	65
	E	400	25	上	阳坡	75
脑山区	F	400	18	中	阴坡	80
	G	400	20	中	阴坡	60
	H	400	15	中	阴坡	75
	K	400	20	中	阳坡	85
	J	400	17	下	阳坡	165

表 2 配置模式基本情况

分区	模式类型	主要植物	退耕年限/ a	密度/ (n · hm <sup>-2</sup> )	林分类型	混交方式
浅山区	A	川赤芍	5	13500		
	B	紫花苜蓿	5	196000		
	C	青杨+ 枸杞	5	2700/ 5400	混交林	行间混交
	D	中国沙棘	5	6500	纯林	
	E	柠条	5	7400	纯林	
脑山区	F	青海云杉	20	1695	纯林	
	G	华北落叶松	20	1900	纯林	
	H	白桦+ 青海云杉	20	1900/ 1900	混交林	行间混交
	K	青海云杉+ 中国沙棘	20	3800/ 12000	混交林	株间混交
	J	青杨+ 中国沙棘	20	1867/ 12900	混交林	行间混交

注:浅山区(2400~ 2750 m)退耕地为近几年所退的坡耕地,脑山区(2750~ 3200 m)退耕地为 80 年代当地村民为了净化水源自愿退耕的坡地。每一模式类型的各项指标采用 3 个标准地相应指标的平均值。

2 研究方法

土壤抗冲性测定采用原状土冲刷测定法<sup>[3]</sup>。在野外标准地用特制的取样器(10 cm × 10 cm × 20 cm)采集原状土样

表 3 不同配置模式土壤抗冲性指数及相关指标

模式类型	枯落物现存量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	根数/ (n · 100 cm <sup>-2</sup> )	根长/ (cm · 100 cm <sup>-2</sup> )	根鲜重/ (g · 100 cm <sup>-2</sup> )	分散系数/ %	团聚度/ %	总孔隙度/ %	抗冲性指数/ (s · g <sup>-1</sup> )
A	1. 03	47	127. 018	1. 51	2. 39	60. 91	56. 780	0. 703
B	1. 14	59	78. 532	4. 63	7. 87	31. 61	47. 025	0. 525
C	2. 23	298	894. 496	5. 45	3. 58	71. 38	53. 740	0. 776
D	4. 10	288	590. 332	11. 37	8. 32	37. 34	54. 540	1. 136
E	1. 28	40	59. 876	1. 36	24. 46	15. 51	43. 500	0. 385

注:各项指标均为 0~ 20 cm、20~ 40 cm 两层的平均值,根系是指 < 1 mm。



图 1 抗冲性试验仪器

为了能更加准确地了解影响浅山区各种配置模式表层土壤抗冲性指数的因子,用 SPSS 软件对列表中的诸因子进行相关分析(见表 4),结果表明:土壤抗冲性指数与枯落物现存量、根数、根长、根鲜重、团聚度、总孔隙度呈正相关,与分散系数呈负相关。同时可以看出,浅山区土壤抗冲性指数与枯落

放置冲刷槽中进行冲刷实验。在试验前一天,将原状土样浸水 24 h,以防止在试验中水下渗到土壤中,使土样在试验前的重量小于试验后的重量,出现负数的情况。试验时,将装有土样的取样器放在冲刷槽中,冲刷槽的角度可以调节,试验中采用 25° 坡度。记录冲刷前后土样重量,以两者之差作为冲刷土的重量  $W_{LDS}$ , 计算土壤抗冲性指数:

$$\text{抗冲性指数}(ANS) = T / W_{LDS}$$

式中:  $ANS$ ——土壤抗冲性指数(s/ g);  $T$ ——冲刷历时(s);  $W_{LDS}$ ——冲刷土重(g)。

3 结果与分析

3.1 浅山区土壤抗冲性指数及相关指标

土壤抗冲性是指土壤抵抗径流对其机械破坏和推动下移的性能,采用在一定流量下,冲走 1g 土所需要的时间(s/ g)来表示。数值越大,表示冲走 1g 土所需要的时间越长,说明土壤抗冲性越强;反之,数值越小,说明土壤抗冲性越弱<sup>[4-7]</sup>。土壤抗冲性主要取决于土粒间、微结构间的胶结力和土壤结构体间抵抗离散的能力,与土壤的物理性质及外在的生物因素有着密切关系<sup>[8-10]</sup>。浅山区不同配置模式林地土壤抗冲性指数及相关指标详见表 3 和图 2。

由表 3、图 2 可以看出,在浅山区,各种配置模式土壤抗冲性指数基本上随着枯落物现存量、根数、根长、根鲜重、团聚度、总孔隙度的增加,分散系数的减小而增大,并且与枯落物现存量呈显著正相关。以模式 D(中国沙棘)的抗冲性指数最大,为 1. 136 s/ g;以模式 E(柠条)的最小,为 0. 385 s/ g。模式 D 的抗冲性指数是模式 E 的 2. 95 倍,排序为模式 D(中国沙棘)> 模式 C(青杨+ 枸杞)> 模式 A(川赤芍)> 模式 B(紫花苜蓿)> 模式 E(柠条)(1. 136 s/ g> 0. 776 s/ g> 0. 703 s/ g> 0. 525 s/ g> 0. 385 s/ g)。

物现存量呈显著正相关,其中土壤抗冲性指数与枯落物现存量的相关系数达 0. 889,统计检验的相伴概率为 0. 044 ( $P < 0. 05$ ),这一结果与上面分析的结果完全一致,说明在退耕初期枯落物对林地土壤结构的改良作用比较明显。

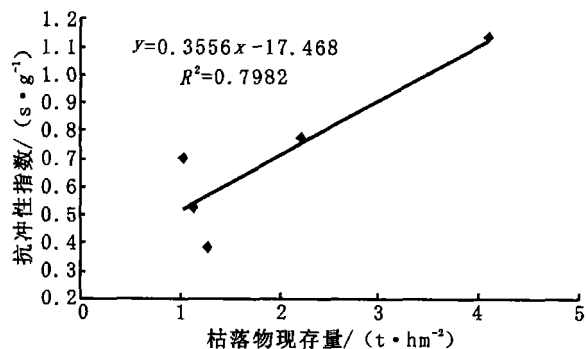


图 2 浅山区各种配置模式土壤抗冲性指数与枯落物现存量关系

表 4 浅山区影响土壤抗冲性指数因子的相关分析							
系数	枯落物现存量	根数	根长	根鲜重	分散系数	团聚度	总孔隙度
相关系数	0.889	0.796	0.665	0.865	-0.535	0.403	0.755
相伴概率	0.044	0.107	0.221	0.059	0.352	0.501	0.140

表 5 不同配置模式土壤抗冲性指数及相关指标								
模式类型	枯落物现存量 / (t·hm <sup>-2</sup> )	根数/ (n·100 cm <sup>-2</sup> )	根长/ (cm·100 cm <sup>-2</sup> )	根鲜重/ (g·100 cm <sup>-2</sup> )	分散系数/%	团聚度/%	总孔隙度/%	抗冲性指数 /(s·g <sup>-1</sup> )
F	22.31	504	1915.692	22.24	29.66	60.79	53.615	1.652
G	6.31	524	900.172	12.7	17.83	63.92	53.085	1.566
H	4.19	144	460.676	9.31	5.25	56.76	51.550	1.017
K	14.02	259	692.656	14.93	9.16	50.03	51.915	0.522
J	11.42	188	603.012	18.62	41.84	49.63	49.790	0.341

注: 各项指标均为 0~ 20 cm、20~ 40 cm 两层的平均值, 根系是指 < 1 mm。

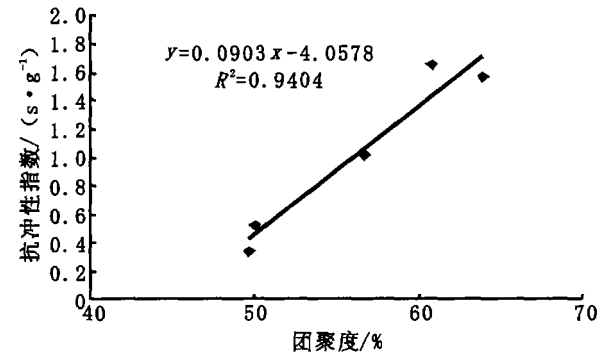


图 3 脑山区各种配置模式土壤抗冲性指数与团聚度关系

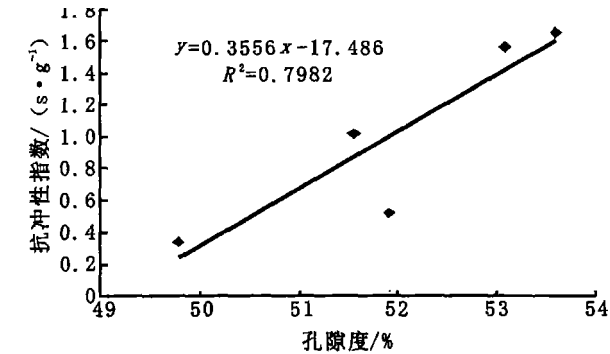


图 4 脑山区各种配置模式土壤抗冲性指数与孔隙度关系

由表 5、图 3、图 4 可以看出, 在脑山区, 以模式 F (青海云杉) 的土壤抗冲性指数最大, 为 1.652 s/g; 以模式 J (青杨+ 中国沙棘) 的土壤抗冲性指数最小, 为 0.341 s/g, 模式 F

3.2 脑山区土壤抗冲性指数及相关指标  
脑山区不同配置模式林地土壤抗冲性指数及相关指标详见表 5 和图 3- 4。

(青海云杉) 的土壤抗冲性指数是模式 J (青杨+ 中国沙棘) 的 4.84 倍。土壤抗冲性指数总体趋势是随着团聚度、总孔隙度的增大而增大。排序为模式 F (青海云杉) > 模式 G (华北落叶松) > 模式 H (白桦+ 青海云杉) > 模式 K (青海云杉+ 中国沙棘) > 模式 J (青杨+ 中国沙棘) (1.652 s/g > 1.566 s/g > 1.017 s/g > 0.522 s/g > 0.341 s/g)。

对列表 5 中的诸因子进行相关分析, 结果见表 6。

系数	枯落物现存量	根数	根长	根鲜重	分散系数	团聚度	总孔隙度
相关系数	0.167	0.822	0.687	0.077	-0.125	0.970	0.893
相伴概率	0.789	0.088	0.200	0.903	0.841	0.006	0.041

由表 6 可见, 脑山区土壤抗冲性指数与团聚度、总孔隙度呈显著正相关, 相关系数分别为 0.970、0.893, 统计检验的相伴概率分别为 0.006 ( $P < 0.01$ )、0.041 ( $P < 0.05$ )。

4 结 论

研究结果表明: 在浅山区, 土壤抗冲性指数与枯落物现存量呈显著正相关, 以模式 D (中国沙棘) 的抗冲性指数最大, 为 1.136 s/g, 以模式 E (柠条) 的最小, 为 0.385 s/g, 排序为模式 D (中国沙棘) > 模式 C (青杨+ 枸杞) > 模式 A (川赤芍) > 模式 B (紫花苜蓿) > 模式 E (柠条) (1.136 s/g > 0.776 s/g > 0.703 s/g > 0.525 s/g > 0.385 s/g)。在脑山区, 土壤抗冲性指数与团聚度、总孔隙度呈显著正相关, 模式 F (青海云杉) 的土壤抗性指数最大, 为 1.652 s/g, 模式 J (青杨+ 中国沙棘) 的土壤抗冲性指数最小, 土壤抗冲性指数排序为模式 F (青海云杉) > 模式 G (华北落叶松) > 模式 H (白桦+ 青海云杉) > 模式 K (青海云杉+ 中国沙棘) > 模式 J (青杨+ 中国沙棘) (1.652 s/g > 1.566 s/g > 1.017 s/g > 0.522 s/g > 0.341 s/g)。

参考文献:

[1] 大通县编纂委员会. 大通县志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1993.

[2] 周立华. 西宁植物志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999.

[3] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室. 土壤物理性质测定法[M]. 北京: 科学出版社, 1978.

[4] 胡维银, 刘国彬, 等. 黄土丘陵沟壑区小流域坡耕地土壤抗冲试验研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(3): 26- 28.

[5] 刘国彬, 张光辉. 原状土冲刷法与人工模拟降雨法研究土壤抗冲性对比分析[J]. 水土保持通报, 1996, 16(2): 32- 37.

[6] 周佩华, 郑世清, 等. 黄土高原土壤抗冲性的试验研究[J]. 水土保持研究, 1997, 5(4): 47- 66.

[7] 沈晶玉, 周心澄, 张伟华, 等. 祁连山南麓植物根系改善土壤抗冲性研究[J]. 中国水土保持科学, 2004, 18(6): 87- 91.

[8] 胡建忠, 周心澄, 李文忠, 等. 退耕地青海云杉人工林土壤抗冲性的试验研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(6): 6- 10.

[9] 胡建忠, 张伟华, 李文忠, 等. 北川河流域退耕地植物群落土壤抗蚀性研究[J]. 土壤学报, 2004, 41(6): 854- 863.

[10] 胡建忠, 周心澄, 李文忠, 等. 退耕地青海云杉人工林土壤抗冲性的试验研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(6): 6- 10.