

⑤
304-308

种植水土保持林后侵蚀地土壤 物理特性变化的研究

曾 河 水

(福建省长汀县农业区划办 长汀 366300)

S 157.1

摘 要 长汀县河田侵蚀地在水土保持综合治理中引种黑荆、南岭黄檀、赤桉等水土保持林,获得成功。种植黑荆等树后,林地土壤物理特性得到改良,土壤砂粒和石砾相对减少、分散率降低、团聚度提高,土壤有机质含量提高、水稳性团聚体数量增加、结构体破坏率降低,土壤孔隙度增大,持水量增加,渗透性增强。

关键词 水土保持林;侵蚀地;土壤;物理特性;改良

长汀县河田地处亚热带,水土流失严重。境内土壤为山地红壤,母岩为黑云母花岗岩,石英含量 250mg/kg 绝大部分山地土壤露出心土层(B层),有的甚至露出母质层(C层)和母岩层(D层),许多小溪床面高于地面,给农业生产和人民生活带来了极大危害。为防治水土流失,县水保站在侵蚀地上引种黑荆(*Acacia mearnsii*)、南岭黄檀(*Dalbergia balansae*)、赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*),造林采用水平沟整地,种植后 5 年林分进入郁闭,黑荆树平均树高 6.4 米、胸径 5.8 厘米,南岭黄檀平均树高 4.5 米、胸径 6.3 厘米,赤桉平均树高 6.1 米、胸径 5.2 厘米,引种获得成功,在保持水土、改良土壤物理特性方面取得了一定成效。

1 土壤机械组成和微团聚体的改良变化。

在黑荆、南岭黄檀、赤桉水保林中选择具代表性林分,在坡上、中、下分别采取 0~20cm 土层的土壤样品,各部位重复三次。在紧邻黑荆等林地的裸露对照地上(地面植被为矮小、稀疏的天然“老头松”),也按同样方法分别采取土壤对照样品。对样品分别作物理性状分析,结果取三次重复的平均值^①

经对土壤样品的土壤机械组成和微团聚体(用吸管法)分析后得出(表 1),种植黑荆等树木后,大于 1 毫米石砾含量减少,土壤机械组成 1~0.05 毫米砂粒含量亦降低,而 0.05~0.005 毫米粉粒含量和小于 0.005 毫米胶粒含量有所增加。黑荆等林地土壤机械组成的这些变化,可能是由于开水平沟造林后,拦蓄了坡面被冲刷的较细颗粒的土壤,相对减少了砂粒和石砾的含量,从而使土壤粒级的分布趋向合理,而裸露地由于无植被庇护,较细颗粒随地表径流流失,从而使土壤砂粒和石砾相对增多。

在微团聚体组成中,裸露地 0.05~0.01 毫米级别所占比例很大,高达 41~55%,而小于 0.01 毫米以下含量很低,一般不超过 3%。黑荆等林地 0.05~0.01 毫米所占比例有所减少,大于 0.05 毫米和小于 0.01 毫米含量则有所增加,整个微团聚体分布趋向均衡,这种

① 文中数据来源于长汀县水土保持站资料。

现象可能也与黑荆等林地土壤粉粒、胶粒含量增加有关。

从机械组成和微团聚体看,裸露地土壤砂粒、石砾含量过高,粉粒含量较少;黑荆等林地小于0.01毫米的土壤单粒和微团聚体含量都有所增加,这对提高土壤保肥保水性能有着积极的意义;另外,种植黑荆等树后降低了林地土壤分散率,提高了土壤团聚度,这无疑将提高土壤抗蚀性能,减少水土流失。

表1 土壤机械组成和微团聚体

坡位	土样 来源	>1mm石 砾含量 (%)	土粒(mm) %					分散率 (%)	团聚度 (%)
			1.00~ 0.25	0.25~ 0.05	0.05~ 0.01	0.01~ 0.005	0.005~ 0.001		
上部	黑荆地	44.68	25.67	17.41	40.12	8.76	4.23	79.95	37.02
			16.40	9.03	14.52	8.23	13.72		
	南岭 黄檀地	45.25	26.52	16.76	41.30	8.08	4.03	76.55	40.16
			16.89	9.01	14.11	8.01	13.96		
	赤桉地	45.78	26.97	16.23	43.21	7.09	3.75	78.41	36.20
			18.60	8.96	13.01	7.39	14.21		
	裸露地	48.72	29.87	12.32	55.39	0.31	1.47	86.00	22.30
			23.96	8.82	11.58	4.44	14.95		
	黑荆地	32.10	31.64	26.74	30.17	6.40	3.08	57.12	53.51
			16.38	10.76	10.87	10.26	11.03		
中部	南岭 黄檀地	32.72	32.31	26.08	31.71	5.39	2.83	57.87	51.86
			17.49	10.61	10.76	9.33	11.26		
	赤桉地	33.43	32.75	25.46	33.58	4.18	2.52	59.97	47.93
			19.87	10.44	10.68	7.55	11.34		
	裸露地	37.60	35.37	21.13	41.29	0.42	1.06	66.86	38.19
			25.04	9.88	10.23	4.12	11.64		
	黑荆地	30.48	29.29	20.85	46.57	1.86	1.42	62.51	59.62
			8.14	12.11	14.08	11.47	24.08		
	南岭 黄檀地	31.28	28.40	19.25	47.39	1.65	1.29	66.31	55.82
			9.12	11.93	14.01	11.13	24.05		
下部	赤桉地	32.02	27.87	18.74	48.97	1.38	1.17	68.70	52.18
			11.53	10.76	13.95	10.87	24.02		
	裸露地	36.99	26.94	16.79	53.82	0.79	0.77	76.52	39.49
			17.98	8.48	13.19	9.70	23.93	26.72	

注:(1)表中数字分子为微团聚体分析结果,分母为机械组成分析结果;

(2)分散率 = $\frac{<0.05\text{mm 微团聚体}}{<0.05\text{mm 机械组成}} \times 100\%$;

(3)团聚度 = 团聚状况 / $>0.005\text{mm}$ 微团聚体;

(4)团聚状况 = $>0.05\text{mm}$ (微团聚体—机械组成)。

2 土壤结构性的改良变化

土壤结构性通常是测定土壤团聚体来鉴别的。通过对调查所取土样(用机械筛分法)的分析结果看(表 2), 无论黑荆、南岭黄檀、赤桉林地还是裸露地, 干筛各级的结果分布都较均

表 2 土 壤 大 团 聚 体

坡位	土样来源	有机质 (%)	团 聚 粒 (mm) %								结构体破坏率 (%)
			>5.0	5.0~3.0	3.0~2.0	2.0~1.0	1.0~0.5	0.5~0.25	<0.25	>0.25	
上部	黑荆地	0.6217	8.24	17.11	2.03	20.87	13.16	22.62	15.97	84.03	78.42
			2.87	3.62	2.04	2.17	3.60	3.83	81.87	18.13	
	南岭黄檀地	0.6132	8.12	18.63	1.96	20.62	13.38	22.83	14.46	85.54	80.29
			2.17	3.22	1.92	2.01	3.41	4.13	83.14	16.86	
	赤桉地	0.5861	8.01	19.48	0.91	20.27	13.87	22.94	13.52	86.48	81.52
			1.92	2.72	1.70	1.83	3.27	4.54	84.02	15.98	
	裸露地	0.3141	7.87	24.06	1.88	19.65	14.55	23.32	8.66	91.34	90.80
			0.13	0.04	0.06	0.35	0.67	7.71	91.57	8.43	
	黑荆地	0.6302	16.50	24.73	8.16	18.17	14.09	4.61	13.74	86.26	63.64
			1.65	2.18	2.07	3.12	7.16	15.18	68.64	31.36	
	南岭黄檀地	0.6223	16.01	25.17	8.02	19.34	13.31	5.78	12.37	87.63	64.66
			1.50	2.01	1.87	3.01	6.87	15.71	69.03	30.97	
下部	赤桉地	0.6023	15.78	25.86	7.44	21.51	13.12	6.26	10.03	89.97	66.13
			1.44	1.97	1.76	2.87	6.21	16.22	69.53	30.47	
	裸露地	0.3161	11.22	27.39	5.11	29.43	10.06	12.01	4.78	95.22	72.40
			0	0	0.24	1.09	1.73	23.23	73.71	26.29	
	黑荆地	0.7019	19.74	23.19	4.56	18.74	10.11	11.83	11.83	88.17	69.26
			3.14	2.96	3.17	3.01	3.79	11.03	72.90	27.10	
	南岭黄檀地	0.6815	19.91	24.32	4.16	19.12	9.90	11.80	10.79	89.27	69.92
			3.01	2.76	3.02	2.97	3.80	11.29	73.15	26.85	
	赤桉地	0.6537	20.33	24.78	4.01	19.37	9.62	11.77	10.12	89.88	70.97
			2.87	2.62	2.86	2.67	3.62	11.45	73.91	26.09	
	裸露地	0.3569	21.84	28.60	3.48	21.14	8.83	11.51	4.60	95.40	82.00
			1.00	0.87	0.24	0.75	1.19	13.15	82.79	17.21	

注:分子为干筛结果,分母为湿筛结果;结构体破坏率=(干筛—湿筛)/干筛×100%。

匀,湿筛后,裸露地大于0.5毫米以上的各级团聚体数量剧减,各级一般均降至1%以下,而小于0.5毫米含量占95%以上;黑荆等林地土壤湿筛后,大于0.5毫米各级团聚体一般都保持在3%左右,小于0.5毫米占85%左右。从结构体破坏率看,裸露地破坏率大于黑荆等林地。黑荆等林地无论是粘粒还是有机质含量(用丘林法测得)都超过裸露地,尤其

是土壤有机质, 裸露地仅0.3%左右, 而黑荆等林地达到0.6~0.7%。这样, 主要由粘粒与有机质胶结而成的水稳性团聚体数量必然大于裸露地, 这对提高土壤渗透性, 减少地表径流将起重要的作用。

3 土壤孔隙状况的改良变化

种植黑荆、南岭黄檀、赤桉树后, 土壤孔隙状况得到了改善 (表3)。首先表现在土壤容重减少, 比重 (用比重瓶法) 亦略有下降; 其次表现在总孔隙度、非毛管孔隙、毛管孔隙、孔隙比增大。这些变化可能都与土壤机械组成和团聚体、有机质的变化有关。从调查土样的分析结果看, 裸露地容重、孔隙状况充分反映出侵蚀土壤的特征, 由于富含有机质的表土被侵蚀, 加之长期的雨水冲击和径流的洗刷, 使得土壤容重高达1.5~1.7, 比一般森林土壤的容重大得多。由此表明, 种植黑荆、南岭黄檀、赤桉树的土壤物理性状得到了改善。

表3 土壤孔隙状况

坡位	土样来源	容 重	比 重	总孔隙度 (%)	非毛管孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	孔隙比
上部	黑荆地	1.29	2.54	49.21	11.24	37.97	0.97
	南岭黄檀地	1.31	2.55	48.63	11.22	37.41	0.95
	赤桉地	1.34	2.57	47.86	11.18	36.68	0.92
	裸露地	1.58	2.63	39.92	10.25	29.67	0.66
中部	黑荆地	1.36	2.50	45.60	9.71	35.89	0.84
	南岭黄檀地	1.38	2.51	45.02	9.68	35.34	0.82
	赤桉地	1.40	2.54	44.88	9.66	35.22	0.81
	裸露地	1.71	2.61	34.48	9.10	25.38	0.53
下部	黑荆地	1.27	2.46	48.37	11.51	36.86	0.94
	南岭黄檀地	1.29	2.46	47.56	11.50	36.06	0.91
	赤桉地	1.30	2.48	47.58	11.47	36.11	0.91
	裸露地	1.48	2.45	39.59	10.55	29.04	0.66

注: (1) 土壤总孔隙度 = $(1 - \text{容重}/\text{比重}) \times 100\%$; (2) 孔隙比 = 孔度 / $(1 - \text{孔度})$ 。

4 土壤水分物理性状的改良变化

从调查分析结果来看 (表4), 裸露地几个持水量 (容重圈法测得) 项目的含量都相当低, 如最大持水量、毛管持水量、田间持水量。有效水含量也很低。黑荆等林地这几项持水量含量都有所提高, 最大持水量、毛管持水量、田间持水量及有效水含量都相对增加。另外, 种植黑荆等树后土壤排水能力和通气度也有所提高。

上述这些变化, 都与土壤机械组成、团聚体稳定性的变化引起土壤孔隙状况的改善有关。黑荆等林地的最大吸湿水凋萎含水量和最佳含水率下限 (即抑制植物生长含水量) 等指标都有所提高。这种现象可能与林地土壤粘粒和有机质数量增加有关。

5 土壤渗透性的改良变化

坡面在降雨时是否产生地表径流和地表径流的大小,很大程度上取决于土壤渗透性,从渗透速度(用容重圈法)来看(表 5),黑荆、南岭黄檀、赤桉林地渗透系数(K10)值无论是初渗还是稳渗都超过侵蚀裸露地,从渗透过程来看,黑荆等地的渗透曲线与侵蚀地相比更平缓,达到稳渗的时间也相应更长(黑荆等地 32~30 分钟,侵蚀地 20 分钟)。这表明了种植黑荆、南岭黄檀、赤桉林后,由于土壤增加了有机质和粘粒、粉粒,改善了土壤孔隙状况,增加了水稳性团聚体的数量,使土壤的渗透性能得到提高,而侵蚀地则由于缺乏一定数量的水稳性团聚体,土壤孔隙状况较差,土体遇水后很快大量分散,堵塞孔隙,使土体渗透速度急剧下降。

表 4 土壤水分物理性状

坡位	土样来源	最大持水量 (%)	毛管持水量 (%)	田间持水量 (%)	排水能力 (mm)	最佳含水量 (%)	凋萎含水量 (%)	有效水含量 (%)	土壤通气度 (%)	最大吸湿水 (%)
上部	黑荆地	30.17	23.45	13.21	43.76	9.25	7.68	5.53	24.45	5.73
	南岭黄檀地	30.01	23.11	13.17	43.72	9.22	7.65	5.52	24.41	5.71
	赤桉地	29.87	23.02	13.15	43.68	9.17	7.64	5.51	24.33	5.70
	裸露地	25.22	18.73	11.61	43.01	8.13	7.11	4.50	21.50	5.31
中部	黑荆地	26.62	21.48	14.59	32.72	10.21	7.25	7.34	19.08	5.41
	南岭黄檀地	26.42	21.12	14.56	32.71	10.10	7.24	7.32	19.07	5.40
	赤桉地	26.10	20.78	14.50	32.68	10.02	7.20	7.30	18.87	5.37
	裸露地	20.23	14.91	10.96	31.71	7.67	6.50	4.46	15.86	4.85
下部	黑荆地	31.15	24.09	14.43	42.47	10.10	8.42	6.01	23.77	6.28
	南岭黄檀地	31.02	23.76	14.22	42.41	10.11	8.41	5.81	23.85	6.31
	赤桉地	30.77	23.39	14.13	42.27	10.06	8.40	5.73	23.14	6.27
	裸露地	26.68	19.55	12.77	41.17	8.94	7.95	4.82	20.58	5.93

注: (1)凋萎含水量由最大吸湿水乘以 1.34; (2)有效水含量 = 田间持水量 - 凋萎含水量。

表 5 土壤渗透性

渗透系数 (K10)	黑荆林地			南岭黄檀林地			赤桉林地			侵蚀地		
	上部	中部	下部	上部	中部	下部	上部	中部	下部	上部	中部	下部
初渗(mm/分)	5.62	5.73	5.90	5.61	5.71	5.89	5.56	5.68	5.86	4.97	4.32	4.47
稳渗(mm/分)	0.79	0.63	0.82	0.77	0.62	0.83	0.78	0.60	0.81	0.07	0.06	0.05

调查研究表明,水土保持黑荆、南岭黄檀、赤桉林地土壤物理特性的改良变化显示出良好效果,三树种中以黑荆林地的土壤改良效果相对较佳。侵蚀地开水平沟种植黑荆、南岭黄檀、赤桉树后,拦蓄了坡面的粉粒和粘粒,使土壤机械组成和微团聚体粒级分布趋向均衡和合理,降低了土壤分散率,提高了土壤团聚度。另外,种植黑荆、南岭黄檀、赤桉树后,建立了生物小循环,增加了土壤有机质,减少了土体的结构破坏率,改善了土壤孔隙状况和持水性能,提高了土壤渗透速度。