

文章编号: 1000-5692 (1999)04-0369-06

炼山后间种绿肥对杉木林退化地的改良效果

刘爱琴, 马祥庆, 何智英

(福建林学院杉木研究中心, 福建南平 353001)

摘要: 针对传统炼山清理迹地短期内速效养分大量增加, 随后雨季来临, 地表裸露引起严重水土流失的现实, 通过建立径流场, 进行间种绿肥对杉木林退化地水土流失、土壤肥力及林木生长影响进行定位研究。结果表明: 在杉木炼山林地间种不同种类的绿肥可减少林地 17.76%~52.25% 的土壤侵蚀量, 而且间种绿肥后林地物理性质及养分状况得到一定的改善, 林地表层土壤养分大量富集, 提高了林地养分有效性和供应水平, 同时间种绿肥对杉木幼林生长有一定促进作用。因此炼山后间种绿肥是值得南方林区大力推广的杉木传统炼山制度变革技术。表7参3

关键词: 炼山; 绿肥; 退化地; 林地土壤改良; 杉木

中图分类号: S714.6; S157.1 **文献标识码:** A

在我国南方杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 产区, 炼山作为传统杉木造林经济方便的林地清理方式之一被广大林农普遍采用。炼山对杉木人工林生态系统的影响研究表明: 炼山清理迹地导致了林地严重水土流失, 对杉木人工林生态系统具有较长期的影响, 在同一林地上周期性进行炼山是杉木人工林连栽生产力下降的重要原因之一^[1-2]。因此变革传统炼山制度, 防止杉木林地严重水土流失已成为当前林业生产及杉木人工林长期生产力维持研究中亟需解决的问题。有鉴于此, 在掌握炼山对杉木人工林生态系统影响规律基础上, 针对炼山清理迹地短期内林地速效养分大量增加, 随后因雨季来临, 地表裸露, 引起严重水、土和肥流失的特点, 我们进行了炼山后在林地上间种绿肥, 及时吸收炼山后林地增加的速效养分, 并形成林地稳定的覆盖层, 作为防止林地水土流失措施的比较研究, 试图筛选出一套既能防止林地水土流失又能促进杉木生长的炼山后间种绿肥技术, 供南方杉木林区推广应用。

收稿日期: 1999-03-30; 修回日期: 1999-09-06

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(C97034)

作者简介: 刘爱琴(1966-), 女, 福建浦城人, 副研究员, 从事森林土壤及林木生理生化研究。

1 径流场自然概况

径流场位于全国杉木中心产区福建尤溪县(25.8°~26.4°N, 117.8°~118.6°E)林科所后坑。尤溪属戴云山森林立地区闽中低山丘陵区,为火山岩系中山地貌,属中亚热带海洋性季风气候,年降水量1599.6 mm,年蒸发量1323.4 mm,相对湿度83%,年均气温18.9℃,历年最大日降水量131.7 mm,3~6月为多雨季节,4个月降雨占全年降水量的56%。

试验区海拔200~230 m,为粉砂岩发育的山地红壤,A+AB层厚度36 cm,0~10 cm土层容重1.094 g·cm⁻³,总孔隙度56.42%,渗透速度4.52 mm·min⁻¹,有机质32.10 g·kg⁻¹,pH值4.64。

2 试验设计与研究方法

2.1 试验设计

选择林地清理方式、整地方式及林地套种方式3个试验因素进行试验设计(表1)。

2.2 径流小区设计

径流场共设20个径流小区(表2)。径流小区为长方形,长20 m,宽5 m,面积100 m²。长边顺坡垂直于等高线,短边与等高线平行,小区四周设截水墙,相邻小区共用同一截水墙。截水墙用火砖砌建,并用水泥抹面。小区上方及两侧设截流沟及排水沟。小区未设集水槽,只在小区下端设5.0 m×0.8 m×0.6 m的固体径流淤积池。

2.3 试验处理的实施

在采伐当年对径流小区进行炼山,用新石灰定位配置种植点。穴垦规格为60 cm×40 cm×40 cm,带垦规格为带宽60 cm,外高内低,全垦规格深翻15 cm。在杉木造林后,按试验设计于2月底分别在小区内播种4种类型绿肥:日本草(*Hedyotis japonica*)×羽扁豆(*Cassia occidentalis*),白豇豆(*Vigna sinensis*)×茛苳(*Mosla Punctulata*),日本草×决明豆(*Cassia tora*)

表1 试验因素和水平

Table 1 Experimental factors and levels

因素	水平			
	1	2	3	4
林地清理方式	炼山	不炼山		
整地方式	穴垦	带垦	全垦	
林地套种方式	绿肥A (日本草×决明豆)	绿肥B (白豇豆×茛苳)	绿肥C (日本草×羽扁豆)	绿肥D (无刺含羞草)

注:表中“×”表示混播

表2 径流场试验设计(坡度30°)

Table 2 The design of runoff plots

小区号	林地清理	整地方式	林地套种方式
1	炼山	穴垦	套种绿肥A
2	炼山	穴垦	不套种
3	炼山	带垦	套种绿肥B
4	炼山	带垦	不套种
5	炼山	穴垦	套种绿肥C
6	炼山	全垦	不套种
7	炼山	全垦	套种绿肥D
8	炼山	穴垦	不套种
9	炼山	穴垦	不套种
10	不炼山	不整地	不套种

及无刺含羞草(*Mimosa invisa*), 其中决明豆、羽扁豆和白豇豆采用条播, 播种量分别为 $0.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $0.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $0.20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 日本草和芥宁采用撒播, 播种量分别为 $0.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $0.10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

3 定位研究方法

3.1 水土流失监测

3.1.1 降雨因子 在径流场中部设自记雨量计, 自动记录降雨过程, 由此计算降水量、降雨强度、瞬时雨强和侵蚀性降雨功能等。

3.1.2 固体径流量 每次降雨后, 采用烘干法测定淤积池泥沙量, 并测定每场淤泥的颗粒组成。

3.1.3 养分流失量 每次降雨后, 取样测定泥沙养分流失量, 泥沙养分测定按土壤常规方法进行分析。

3.2 土壤肥力监测

每年在各径流小区上, 按多点混合取样原则取样, 进行土壤理化性质、土壤酶活性及微生物数量测定。每个样品重复 3 次。

3.3 林木生长监测

定期定株挂牌调查各径流小区杉木树高、地径、胸径、林下植被种类及绿肥覆盖度。

4 结果与分析

我们在对 30 多种绿肥进行林地适应性筛选的基础上^[3], 选择 4 种绿肥栽培模式: A. 日本草×决明豆; B. 白苜蓿×芥宁; C. 日本草×羽扁豆; D. 无刺含羞草。

4.1 间种绿肥对杉木幼林地水土流失的防治效果

在杉木炼山林地间种绿肥能明显减少林地的土壤侵蚀(表 3), 间种绿肥 A, B, C 和 D 模式林地第 1 年分别可比各自对照小区减少 52.25%, 17.57%, 33.45% 和 40.86% 的土壤侵蚀量, 减少 51.63%, 16.61%, 35.44% 和 41.68% 的养分(全氮、全磷和全钾)流失量, 减少 54.26%, 20.05%, 34.68% 和 42.08% 的速效养分(水解性氮、速效磷和速效钾)流失量。这表明采用炼山后间种绿肥生物措施能增加林地覆盖, 是防治杉木幼林地水土流失的有效措施之一, 但并不能完全控制土壤侵蚀的发生。

表 3 间种绿肥对水土流失的影响(坡度 30°)

Table 3 Effect of intercropping green manure on water and soil losses

措施	固体径流量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	养分流失量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)							
		有机质	全氮	全磷	全钾	水解氮	速效磷	速效钾	
I 组	间种绿肥 A	7.292	226.058	8.364	1.845	91.882	0.917	0.139	6.125
	间种绿肥 B	12.589	392.761	12.589	2.279	161.133	1.637	0.214	10.700
	对照 1	15.272	483.006	17.914	3.786	189.368	2.278	0.272	13.148
II 组	间种绿肥 C	13.271	424.656	14.823	3.716	173.844	1.858	0.216	11.015
	对照 2	19.942	677.377	24.110	4.637	269.222	2.878	0.407	16.752
III 组	间种绿肥 D	14.486	495.428	17.760	3.936	194.115	1.698	0.290	12.458
	对照 3	24.494	868.148	28.710	5.767	335.568	3.625	0.498	20.820

4种绿肥防止土壤侵蚀作用大小主要是林地绿肥覆盖度。

炼山林地土壤侵蚀防治效果表现为：绿肥A>绿肥D>绿肥C>绿肥B。可见，在今后杉木人工造林尚未放弃炼山清理迹地的地方，采用炼山后间种绿肥具有很好的防治水土流失效果，值得南方林区大力推广。

4.2 间种绿肥对杉木幼林土壤肥力的影响

4.2.1 物理性质 间种绿肥对杉木幼林林地土壤肥力有较大影响(表4~5)。与各自不种绿肥对照相比，杉木造林后5a炼山后间种绿肥林地表层土壤>0.25mm水稳性团聚体及<0.001mm粘粒含量均有不同程度的增加，结构体破坏率及>0.01mm物理性砂粒下降，说明炼山后间种绿肥覆盖地表，能防止林地土壤砂质化和物理性质恶化，有利于林地物理性质的改善。这一方面与间种绿肥后形成林地覆盖层，避免了雨水对地表直接冲击，林地水土流失较少有关；另一方面与大量绿肥及时吸收炼山后增加的速度养分，而后以凋落物形式归还林

表4 间种绿肥对林地团聚体组成的影响(0~20cm)

Table 4 Effect of intercropping green manure on soil aggregate composition

间种绿肥种类	粒级/mm						结构体破坏率/%
	> 5.00	5.00~2.00	2.00~1.00	1.00~0.50	0.50~0.25	> 0.25 团聚体	
绿肥 A	$\frac{14.05}{27.42}$	$\frac{9.28}{12.52}$	$\frac{13.07}{14.63}$	$\frac{24.37}{17.85}$	$\frac{10.21}{11.87}$	$\frac{70.98}{84.29}$	15.79
绿肥 C	$\frac{13.56}{26.79}$	$\frac{9.41}{13.07}$	$\frac{12.97}{14.24}$	$\frac{23.61}{18.46}$	$\frac{10.42}{10.78}$	$\frac{69.97}{83.34}$	16.04
对照 1	$\frac{13.14}{26.12}$	$\frac{9.19}{13.42}$	$\frac{12.17}{13.02}$	$\frac{24.21}{18.57}$	$\frac{10.60}{11.62}$	$\frac{69.31}{82.75}$	16.21
绿肥 B	$\frac{12.97}{27.42}$	$\frac{9.63}{13.51}$	$\frac{11.52}{12.49}$	$\frac{24.55}{19.80}$	$\frac{11.04}{9.67}$	$\frac{69.71}{82.89}$	15.90
对照 2	$\frac{12.58}{27.53}$	$\frac{8.71}{12.47}$	$\frac{11.21}{13.77}$	$\frac{23.54}{18.01}$	$\frac{11.40}{8.74}$	$\frac{67.44}{80.52}$	16.25
绿肥 D	$\frac{12.58}{28.62}$	$\frac{9.62}{13.25}$	$\frac{12.85}{13.48}$	$\frac{22.23}{18.62}$	$\frac{12.67}{9.15}$	$\frac{69.95}{83.12}$	15.84
对照 3	$\frac{11.72}{29.69}$	$\frac{8.57}{12.52}$	$\frac{10.08}{12.85}$	$\frac{23.04}{16.72}$	$\frac{13.09}{8.03}$	$\frac{66.50}{79.80}$	16.67

注：分母为干筛，分子为湿筛；绿肥A、C及对照1为穴垦，绿肥B及对照2为带垦；绿肥D及对照3为全垦

表5 间种绿肥对林地颗粒组成的影响(0~10cm)

Table 5 Effect of intercropping green manure on soil particle composition

间种绿肥种类	粒级/mm							
	1.000~0.250	0.250~0.050	0.050~0.010	0.010~0.005	0.005~0.001	<0.001	>0.010	<0.010
绿肥 A	26.97	10.21	13.36	5.05	15.60	28.81	50.54	49.46
绿肥 C	27.46	10.89	13.74	4.62	15.07	28.22	52.09	47.91
对照 1	27.82	11.83	14.80	3.47	14.64	27.44	54.45	45.56
绿肥 B	27.94	10.86	14.81	4.06	15.29	27.04	53.61	46.39
对照 2	28.32	11.89	15.23	3.36	14.26	26.94	55.44	44.56
绿肥 D	27.15	10.42	13.61	5.47	15.92	27.43	51.18	48.82
对照 3	28.89	11.31	15.97	5.11	11.97	26.75	56.17	43.83

地有关。供试的 6 种绿肥中, 除无刺含羞草当年未能结实外, 其余绿肥均能结实, 种子成熟掉落林地后第 2 年仍能在林地上生长, 其中以日本草和决明豆的再生能力最强。大量绿肥根系穿插、残留和凋落物分解极有利于林地有机-无机复合体的形成, 林地土壤抗侵蚀能力得到改善。不同绿肥改善林地物理性质效果为: 绿肥 A> 绿肥 D> 绿肥 C> 绿肥 B。

4.2.2 化学性质 间种绿肥 5 a 后, 林地表层土壤养分状况得到一定改善。与不种绿肥对照相比, 间种绿肥 A, B, C 和 D 模式林地有机质分别增加 4.77%, 1.35%, 2.42% 和 4.14%; 全氮分别增加 8.49%, 3.58%, 4.83% 和 6.10%; 速效养分也得到不同程度的改善, 林地 C/N 比下降, 提高了林地养分的有效性和养分供应水平, 这无疑是有利于杉木生长的。这与供试绿肥多为豆科固氮绿肥, 其凋落物归还林地及间种绿肥后减少林地水土流失有关。不同绿肥改良林地养分状况的效果排序为: 绿肥 A> 绿肥 D> 绿肥 C> 绿肥 B, 其中以日本草×决明豆混播效果看好(表 6)。

表 6 间种绿肥对林地土壤化学性质的影响(0~20 cm)

Table 6 Effect of intercropping green manure on soil chemical properties

间种绿肥种类	有机质	全氮	全磷	水解性氮	速效磷	速效钾	C/N
	/ (g·kg ⁻¹)	/ (g·kg ⁻¹)	/ (g·kg ⁻¹)	/ (mg·kg ⁻¹)	/ (mg·kg ⁻¹)	/ (mg·kg ⁻¹)	
绿肥 A	27.15	1.010	0.403	78.29	7.15	88.98	15.65
绿肥 C	26.64	0.976	0.399	75.51	6.98	87.53	15.83
对照 1	26.01	0.931	0.385	72.47	6.70	83.62	16.20
绿肥 B	26.27	0.956	0.392	74.92	6.66	85.78	15.94
对照 2	25.92	0.923	0.380	72.05	6.41	82.47	16.29
绿肥 D	26.94	0.974	0.395	74.98	6.89	82.17	16.04
对照 3	25.87	0.918	0.379	70.18	6.50	78.63	16.34

表 7 间种绿肥对杉木幼林生长的影响

Table 7 Effect of intercropping green manure on growth of young Chinese fir plantation

间种绿肥种类	项 目	cm									
		1 年生		2 年生		3 年生		4 年生		5 年生	
		树高	胸径	树高	胸径	树高	胸径	树高	胸径	树高	胸径
绿肥 A	总生长量	61.35	134.86	251.28	2.99	340.99	4.93	420.01	6.54		
	连年生长量	22.67	73.51	116.42		89.71	1.94	79.02	1.61		
绿肥 C	总生长量	61.15	132.61	247.02	2.92	335.91	4.79	414.66	6.35		
	连年生长量	22.47	71.46	114.41		88.89	1.87	78.55	1.56		
对照 1	总生长量	60.92	129.94	240.07	2.75	326.44	4.36	403.15	5.78		
	连年生长量	22.24	69.02	110.13		86.37	1.61	76.71	1.42		
绿肥 B	总生长量	61.52	132.03	250.00	3.02	338.62	4.86	416.59	6.41		
	连年生长量	22.84	70.51	117.97		88.62	1.86	77.97	1.53		
对照 2	总生长量	61.48	131.28	247.09	2.97	334.50	4.72	411.58	6.21		
	连年生长量	22.80	69.17	115.84		87.41	1.75	77.08	1.49		
绿肥 D	总生长量	64.14	140.26	263.49	3.11	353.94	5.08	433.04	6.70		
	连年生长量	25.46	76.12	123.23		90.45	1.97	79.10	1.62		
对照 3	总生长量	64.06	136.93	256.95	3.04	346.37	4.92	424.67	6.51		
	连年生长量	25.38	72.87	120.02		89.42	1.88	78.30	1.59		

4.3 炼山后间种绿肥对杉木幼林生长的影响

炼山后间种绿肥对杉木幼林生长有一定促进作用。与各自不种绿肥对照相比，间种绿肥 A、B、C 和 D 模式 5 年生杉木树高分别增加 4.18%，1.22%，2.86% 和 1.97%，胸径分别增加 13.15%，3.22%，9.86% 和 2.92%。随杉木幼林生长，间种绿肥的杉木树高连年生长量逐年增大，与对照相比，树高连年生长量差异变大，第 3 年后树高连年生长量下降，第 4 年后胸径连年生长量开始下降，与对照杉木树高和胸径连年生长量差异略有缩小。间种绿肥的杉木幼林生长的规律与其林地肥力变化规律基本一致(表 7)。

5 小结

针对炼山杉木幼林地的水土流失规律，在杉木林地炼山后间种不同种类绿肥覆盖地表，能减少林地 17.57%~52.25% 的土壤侵蚀量。各种绿肥的水土流失防治效果主要取决于雨季绿肥的覆盖度，不同绿肥防止水土流失效果表现为日本草×决明豆>无刺含羞草>日本草×羽扁豆>白甘豆×芥苕，尤以日本草与决明豆混播类型最好，值得南方杉木林区大力推广。

炼山后间种绿肥 5 a 后，林地的物理性质和养分状况得到一定改善，大量养分在地表富集，提高了林地养分的有效性和供应水平。不同绿肥改良地力效果排序为：日本草×决明豆>无刺含羞草> × > × 。

- 1 [J]. , 1997, 17 (2): 176~183.
- 2 [J]. , 1997, 11 (2): 153~159.
- 3 [J]. , 1992, 12 (3): 343~346.

Effect of intercropping green manure crops on degraded soil improvement of Chinese fir plantation after control burning

LIU Ai-qin, MA Xiang-qing, HE Zhi-ying

(Chinese Fir Research Center, Fujian College of Forestry, Nanping 353001, China)

Abstract: Effect of intercropping green manure crops on water and soil losses, soil fertility and tree growth are studied through runoff plots due to serious soil erosion after control burning. The results are as follows: intercropping different green manure crops can control soil erosion, improve soil physical properties and nutrients conditions, and enhance tree growth of Chinese fir. The soil erosion of intercropping land has decreased by 17.76%~52.25% compared with that of control burning land. Therefore, intercropping green manure crops after control burning is a practical technique in the south of China.

Key words: control burning; green manure; degraded soil; forest land amelioration; *Cunninghamia lanceolata* (Chinese fir)