

文章编号: 1000-5692(2001)02-0131-05

# 南亚热带侵蚀赤红壤治理前后土壤肥力的变化

蔡丽平, 谢锦升, 林锦仪, 陈光水

(福建林学院 资源与环境系, 福建 南平 353001)

**摘要:** 南亚热带侵蚀赤红壤土壤肥力的各项指标较差, 植物难以生长。以生物措施为主, 辅以必要的工程措施治理后, 土壤的结构和水分状况得到一定程度的改善, 土壤的养分库、养分供应强度和保肥性能均得到较大的提高, 土壤的强酸性环境也得到一定程度的缓解。表明采取不同治理措施后, 土壤的肥力得到一定程度的恢复。南岭黄檀是南亚热带侵蚀赤红壤一种较好的水土保持树种, 改土效果较好。种植果树等开发性的治理措施可取得较高的经济效益, 但应加大投入与管理力度, 增施有机肥, 并注意保留地表植被, 以促进园地土壤结构改良与土壤肥力恢复, 从而达到经济效益与生态效益的优化。表 2 参 10

**关键词:** 南亚热带; 赤红壤; 治理措施; 土壤肥力

**中图分类号:** S157; S714.6      **文献标识码:** A

我国中亚热带至热带之间的南亚热带, 土地面积约为 16.38 万 km<sup>2</sup><sup>[1]</sup>, 其中福建省内南亚热带代表性土壤——赤红壤面积为 36.87 万 hm<sup>2</sup>, 占全省面积的 3.03%<sup>[2]</sup>。福建省赤红壤分布广泛的南亚热带高温多雨, 热量丰富, 适宜种植荔枝 (*Litchi chinensis*)、橄榄 (*Canarium album*) 和柑橘 (*Citrus reticulata*) 等南亚热带果树。但植被长期遭受破坏, 裸地的水土流失十分严重。在有关部门的指导下, 当地人民相继采取许多措施, 对侵蚀赤红壤进行综合治理的试验探讨, 找出一些适合于不同地区较为成功的措施, 特别是大力发展热带南亚热带果树, 如蜜柚 (*Citrus grandis*)、荔枝、龙眼 (*Dimocarpum longan*) 等, 成为当地群众脱贫致富奔小康主要方向之一<sup>[3]</sup>。作者从土壤结构、水分物理性质和土壤养分等角度分析了南靖林业试验中心侵蚀赤红壤采取不同措施 (包括果园) 治理前后土壤肥力的差异, 试图为福建省南亚热带侵蚀赤红壤的治理与合理开发提供一些理论依据。

## 1 试验地概况

试验地位于福建东南部的南靖林业试验中心, 24°35'21"N, 117°19'15"E。该地属南亚热带季风区, 气候温暖湿润, 四季分明, 年平均降水量 1 734 mm, 年平均相对湿度 83%, 年平均气温 20.9 °C, ≥ 10 °C 活动积温为 6 418 °C。适宜于热带和亚热带经济作物和果树生长。土壤为花岗片麻岩发育的赤红壤。但由于植被破坏严重, 植被稀疏, 裸地 (作为对照) 的土壤侵蚀严重, 剖面发育不完善, 表土流失殆尽, 土体结构型为 B-C 型, 属于强度面蚀区。各果园均在此裸地上改造而来, 基本情况如下。

南岭黄檀 (*Dalbergia balansae*) 林 (措施 I): 坡度 12°, 海拔 67 m, 是 1985 年在原侵蚀地上开小

收稿日期: 2000-10-16; 修回日期: 2000-12-04

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目 (D001014)

作者简介: 蔡丽平 (1968-), 女, 福建仙游人, 讲师, 从事经济林栽培及水土保持研究。

水平台, 挖穴 (60 cm×60 cm×40 cm) 栽植南岭黄檀。由于人为破坏少, 林木长势良好, 南岭黄檀平均高 11.4 m, 平均胸径 9.6 cm, 郁闭度达 0.8, 保留密度 2 470 株·hm<sup>-2</sup>, 林下植被盖度 85%, 腐殖质层薄。

蜜柚园 (措施 II): 坡度 14°, 海拔 60 m, 坡向向南, 1989 年在原侵蚀地修筑梯田栽种蜜柚。挖穴规格 80 cm×80 cm×60 cm, 栽植密度 500 株·hm<sup>-2</sup>, 施基肥, 每年冬季 (11~12 月) 深翻结合施肥, 每年追肥 3~4 次 (开花前, 结果期, 采果前后)。第 3 年初果, 第 6 年盛果。1999 年调查时, 蜜柚的平均冠幅 4.3 m, 平均树高 3.6 m, 林内郁闭度较大 (0.85), 林下植被盖度 40%, 腐殖质层薄, 现有株产量为 125.5 kg。

柑橘园 (措施 III): 坡度 12°, 海拔 67 m, 坡向向东, 1985 年在原侵蚀地上修筑梯田栽种柑橘。挖穴规格 60 cm×60 cm×50 cm, 栽植密度 625 株·hm<sup>-2</sup>, 施基肥。管理较粗放, 林内郁闭度较低 (0.65), 林下植被盖度 20%, 仍有明显的土壤侵蚀现象, 现有株产量仅 25 kg。

## 2 材料与方 法

1999 年分别在各试验地及对照区内设置临时标准地, 对标准地内植物生长状况 (平均胸径或地径、平均树高、密度、盖度和郁闭度) 进行调查。在每个标准地内按 S 形布点, 取表层土壤 (0~20 cm) 进行混合。每个标准地取样点 10~12 个。土壤机械组成与微团聚体用吸管法测定, 土壤水稳性团粒结构用机械筛分法, 土壤水分物理性质用环刀法, 土壤化学性质用常规法<sup>[4]</sup>。

表 1 有关数据计算公式如下<sup>[5~8]</sup>:

$$E_{VA} (\text{受蚀性指数}) = \frac{\text{分散率}}{\text{持水当量} (WSA > 0.5)} \quad (1)$$

WSA > 0.5 为 > 0.5 mm 水稳性团粒质量百分数。

$$E_{MWD} = \sum_{i=1}^N X_i \frac{W_i}{W_T} \quad (2)$$

式中,  $X_i$  为第  $i$  级水稳性团粒的平均直径 (mm),  $W_i$  为第  $i$  级的土壤质量 (mg),  $W_T$  为供试土壤的总质量 (mg)。

## 3 结果分析

### 3.1 不同治理模式土壤结构及水分物理性质

土壤结构是土壤固相颗粒 (单粒和复粒) 的大小及其空间排列的形式。它不仅影响林木生长所需的土壤水分和养分的贮量和供应能力, 而且还左右土壤中气体交换、热平衡、微生物活动及根系的伸展等。土壤结构的好坏不仅取决于植被类型、组成及林地土壤颗粒大小和含量等土壤本身的一些因子, 而且也受经营措施的强烈影响<sup>[9]</sup>。因而对不同措施治理前后土壤结构变化的研究, 是评价不同措施治理效果的重要依据之一。

土壤颗粒是构成土壤结构的主要基础物质材料, 它对土壤结构有决定性影响, 且土壤颗粒的大小及组成受人活动的影 响较大<sup>[10]</sup>。从表 1 可见, 对照侵蚀赤红壤裸地 < 0.001 mm 粘粒含量低, 砂粒含量较高, > 0.25 mm 水稳性团聚体含量少, 且水稳性团聚体质量平均直径 ( $E_{MWD}$ ) 很小, 而团粒的受蚀性指数 ( $E_{VA}$ ) 则很大, 表明对照土壤分散性能强, 而团聚能力差, 土壤易变得板结。土壤孔隙及其组成是以微团聚体为主的各级固相颗粒在土体各层次一定空间之内组合垒结占据之外的空间部分。土壤孔隙度及其组成可视为土体构造虚实松紧的具体反映, 直接影响土壤通气透水及根系穿插, 是表征土壤结构的重要指标之一<sup>[10]</sup>。从表 1 可见, 对照的赤红壤侵蚀裸地的土壤容重大, 土壤孔隙状况较差, 尤其非毛管孔隙度较小。土壤水分对林木生长有直接和间接两方面的重要作用, 它积极参与土壤中物质的转化和代谢过程, 是土壤物理性质中的重要因素<sup>[9]</sup>。一般来说, 其他一些土壤物理因素主要是通过对水分和空气调节而产生影 响。对照侵蚀赤红壤裸地土壤的各项水分性能指标也均较差, 说明其保水和持水能力均较差。因而, 对照侵蚀裸地土壤板结, 通透性能差, 水分入渗能力差, 抗蚀性

低。因而一旦降雨, 易形成地表径流, 土体易被破碎和分散, 而破碎团粒又堵塞土壤孔隙, 降低土壤入渗性能, 从而导致恶性循环, 加剧土壤结构恶化和土壤侵蚀。

表 1 不同治理模式土壤结构与水分状况

Table 1 Soil structure and moisture condition under different harness measures

模式	容重/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	< 0.001 mm 粘 粒含量/%	> 0.25 mm 水稳性 团粒含量/%	$E_{MWD}$ / mm	$E_{VA}$ / %	总孔隙 度/%	毛管孔隙 度/%	非毛管孔 隙度/%	最大持水 量/%	田间持水 量/%	毛管持水 量/%
对照	1.483	28.06	20.78	0.21	37.85	44.71	37.31	7.40	30.15	18.90	25.16
I	1.325	39.80	41.71	0.76	10.22	52.01	41.93	10.08	39.25	24.53	31.65
II	1.355	36.18	37.75	0.69	13.03	49.81	40.57	9.24	36.76	21.86	29.94
III	1.371	32.52	37.75	0.40	22.75	48.53	39.79	8.74	35.40	19.03	29.02

采取不同治理措施后, 土壤的结构性能得到不同程度的改善, 其中模式 I 的 < 0.001 mm 粘粒、> 0.25 mm 水稳性团聚性含量和  $E_{MWD}$  分别是对照的 1.42 倍、2.01 倍和 3.62 倍, 总孔隙度和非毛管孔隙度分别是对照的 1.16 倍和 1.36 倍, 而土壤容重和  $E_{VA}$  则分别降低了  $0.158 g \cdot cm^{-3}$  和 27.63% (表 1)。由于治理后土壤结构性能得到改善, 土壤水分性能也随之改善, 其中模式 I 的最大持水量、田间持水量和毛管持水量分别比对照的增加了 9.10%, 5.63% 和 6.49% (表 1)。这与采取治理措施后, 植被得以生长, 从而起到较好的覆盖作用, 加上根系的穿插挤压作用, 使土壤结构性能得到不同程度的改善有关。在各种治理措施中, 以模式 I 的土壤结构性能改善最为明显, 这与模式 I 的南岭黄檀生长较好, 人为破坏较少, 林下植被多, 林地得到较好的覆盖有较大关系。而模式 II 和模式 III 虽然土壤经常受到扰动, 但由于采取了一定的工程措施 (修筑梯田), 起到了较好的蓄水保土作用, 加上人为的投入与管理, 及生长起来的果树起到一定的覆盖和改土作用, 因而也使土壤结构性能得到一定程度的改善。从表 1 也可见, 所采取的经营措施集约度的不同, 土壤结构性能的改善程度也不同。模式 II 虽然建园时间比模式 III 要迟, 由于所采取的措施较为集约 (如深翻结合施有机肥等), 使土壤结构性能改善程度比采取粗放经营的模式 III 高。由此可见, 开发性治理要取得较好的效果, 应加大人为的投入与管理。

### 3.2 不同治理模式土壤养分状况

土壤养分 (特别是速效性养分) 直接供应林木生长发育。一般而言, 土壤养分供应容量和强度与植物生长速度有很好的相关关系, 对土壤肥力较为贫乏的立地尤为如此。另一方面, 林木在本身的发育生长过程中通过凋落物、细根枯死和根系分泌物等的养分归还作用, 又对土壤肥力产生明显的改良作用<sup>9</sup>。

土壤中的有机质以及氮、磷、钾等营养元素, 对林木的生长发育起着重要的作用<sup>9</sup>。对照的赤红壤侵蚀裸地由于长期水土流失, 土壤养分流失严重, 土壤肥力极为贫乏。从表 2 可见, 对照土壤的有机质、全氮和全磷含量极低, 速效性养分含量更是贫乏, CEC 和盐基含量很低, 盐基高度不饱和, 土壤呈强酸性, 植物的生长条件极其恶劣, 植物难以生长。而采用不同治理措施后, 由于土壤的水肥条件得到改善, 为植物生长创造有利条件, 促进了植被的生长; 植物的生长反过来促进了土壤的改良, 使土壤肥力恢复得到良性循环, 从而使侵蚀赤红壤的肥力得到一定程度的改善。土壤中有机质以及含量的多少, 反映土壤利用潜力的高低。从表 2 可见, 采取治理措施后, 不同模式土壤有机质含量均有所提高, 其中模式 I 的有机质是对照的 2.38 倍, 说明各模式土壤的利用潜力得到一定程度的提高。全氮、全磷等均有不同程度的提高, 其中模式 I 的全氮、全磷分别是对照 1.96 倍和 4.17 倍。土壤速效性养分含量也得到明显提高, 模式 I 的水解性、氮、速效磷含量分别是对照的 2.75 倍和 8.62 倍。表现土壤保肥及缓冲性能的土壤 CEC、盐基总量和盐基饱和度也得到不同程度的提高, 模式 I 的 CEC、盐基总量和盐基饱和度分别是对照的 2.01 倍、3.46 倍和 1.84 倍 (表 2)。土壤的酸性也得到缓和, 模式 I 的 pH 值比对照的提高 1.66 个单位 (表 2)。这与植物覆盖度增加、有机质积累与分解和盐基组成改变有关。在强酸性的赤红壤上, 酸性适当降低, 可提高磷的有效性和促进有机物的分解。

从表2也可看出,在土壤肥力的各项指标中,均以模式II的最低。这可能与模式II管理粗放,肥料施用少,果树生长差,园地仍有一定肥力流失有关。而除了速效性养分外,模式I的各项土壤肥力指标均以模式II好。说明模式I土壤的养分库及保肥能力恢复速度比模式II快,土壤的酸性条件也得到较大缓解。说明南岭黄檀在治理侵蚀赤红壤的作用较好,是一个较好的水土保持和改土树种。土壤的速效性养分则以模式II较高,这可能与模式II的经营集约度较高,经常施速效性肥料有较大关系。这也说明施速效性养分虽可较大提高土壤的养分供应水平,但其土壤养分库和保肥能力却增加较慢,而且经常施无机肥会造成土壤板结。因而,在开发性治理中,多施有机肥,不但可提高土壤的养分供应,而且可以改善土壤结构,对土壤肥力的恢复有利。

表2 不同治理模式土壤化学性质

Table 2 Soil chemical properties under different harness measures

模式	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g·kg <sup>-1</sup> )	水解性氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	CEC(+)/ (cmol·kg <sup>-1</sup> )	盐基总量(+)/ (cmol·kg <sup>-1</sup> )	盐基饱和 度/%	pH 值
对照	6.27	0.28	0.07	4.85	20.14	1.030	28.37	2.23	0.39	16.2	4.40
I	14.91	0.55	0.30	7.99	57.15	8.875	44.28	4.49	1.35	30.2	6.06
II	12.80	0.47	0.28	7.31	68.60	9.188	49.51	4.21	1.32	31.4	5.86
III	12.01	0.45	0.22	6.63	55.30	8.324	40.34	4.03	1.16	27.8	5.54

### 4 小结

南亚热带赤红壤植被被破坏后,土壤侵蚀较为严重,植物难以生长,土壤的各项肥力指标较差,而生物措施辅相结合治理后,土壤结构和水分状况得到一定程度的改善,土壤的养分库、

[1] . [J]. , 2000, 3 (2): 58.

[2] . [M]. : , 1993. 23-97.

[3] , , . [J]. , 1998, 22 (3): 281-288.

[4] . ( ) [S]. : , 1991.

[5] , , , . [J]. , 1999, 36 (4): 528-535.

[6] , , , . [J]. , 1996, 2 (2): 36-42.

[7] , , , . [J]. , 1993, 7 (4): 78-83.

[8] , , , . [J]. , 1999, 17 (2): 163-167.

[9] . [M]. : , 1998.

[10] , , , . [J]. , 1998, 35 (2): 276-282.

## Effect on different harness measures on lateritic red soil fertility in south subtropical zone

CAI Li-ping, XIE Jing-sheng, LIN Jing-yi, CHEN Guang-shui

(Department of Resources and Environment, Fujian College of Forestry, Nanping 353001, Fujian, China)

**Abstract:** The effects of different harness measures on lateritic red soil fertility in Fujian in south subtropical zone were studied. Each index of soil fertility of erosive lateritic red soil were so poor that can support few plant. Biological control measures and supplementary mechanical measures can improve the soil structure and humidity status, increase the level of soil nutrient stock, supply and conserve, and alleviate the strong soil acidity. The soil fertility under different control models is recovered to some extent. *Dalbergia balansae* is proved to be an effective tree species at water and soil conserving and fertility ameliorating. Exploitative measures such as planting fruit trees can gain a relative high economic profit, however, to attained optimized economical and ecological profit.

**Key words:** south subtropical zone; lateritic red soil; harness measures; soil fertility

### 国务院批准实施六大林业重点工程

我国林业生产力布局实行战略性调整——系统整合后的六大林业重点工程，将为实现林业跨越式发展奠定基础。国家林业局局长周生贤在全国林业厅局长会议上这样说。

这六大林业重点工程是：①天然林保护工程。具体包括3个层次：全面停止长江上游和黄河上中游地区天然林采伐；大幅度调减东北和内蒙古等重点国有林区的木材产量；同时保护好其他地区的天然林资源。②“三北”和长江中下游地区等重点防护林体系建设工程。具体包括“三北”防护林四期工程、长江中下游及淮河太湖流域防护林二期工程、沿海防护林二期工程、珠江防护林二期工程、太行山绿化二期工程和平原绿化二期工程。③退耕还林还草工程。④环北京地区防沙治沙工程。⑤野生动植物保护及自然保护区建设工程。主要解决基因保存、生物多样性保护、自然保护和湿地保护等问题。⑥重点地区以速生丰产用材林为主的林业产业基地建设工程。这是我国林业产业体系建设的骨干工程，也是增强林业实力的“希望工程”，主要解决我国木材和林产品的供应问题。