

652-659

7570(14)

第16卷第6期

生态学报

Vol. 16, No. 6

1996年12月

ACTA ECOLOGICA SINICA

Dec., 1996

热带次生林利用与土壤物理性质变化

许炼烽

朱伍坤

(国家环保局华南环境科学研究所, 广州, 510655)

摘要 利用海南岛吊罗山林区内的生态定位观测站近3a的定位观测数据, 和定期采样进行的土壤物理性质测定, 分析了不同的次生林砍伐程度和利用方式(包括次生林对照、择伐50%、择伐70%、皆伐迹地、垦植橡胶和刀耕火种垦植甘蔗、蕃茨等样方)对土壤温度、土壤含水量、土壤团聚结构、土壤机械组成、土壤容重、孔隙度和土壤持水特性等土壤主要物理性质的影响。结果显示, 热带次生林的过度砍伐和不合理的刀耕火种, 严重地影响了土壤主要的物理性质, 导致土壤表层温度升高、温差加大, 土壤含水量和持水性能下降, 土壤结构受破坏, 土壤粘粒流失和向砂砾化发展等等, 造成了土壤生态环境的恶化, 直接影响了森林的再生和林地的开发和利用, 其中尤以皆伐迹地和刀耕火种的影响最为严重。最后提出如仅从土壤物理性着眼, 择伐50%和等高带植橡胶为较合理的热带次生林经营利用方式。

关键词: 热带次生林, 土壤物理性质, 择伐, 皆伐, 刀耕火种。

THE UTILIZATION OF TROPICAL SECONDARY FOREST AND THE CHANGE OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

Xu Lianfeng Zhu Wukun

(South China Institute of Environmental Sciences, NEPA, Guangzhou, China, 510655)

Abstract By Using the data from the long term ecological observational station in forest region of Diaoluo Mountains, Hainan island, and by testing physical properties of soil sampled periodically, the effects of different secondary forest felling intensity and utilization ways, including quadrats of secondary forest control, selective felling 50%, selective felling 70%, clear felling slash, cultivating rubber, slash-and-burn and cultivating sugarcane and sweet potato, etc., on main soil physical properties, such as soil temperature, soil water content, soil aggregate structure, soil mechanical composition, soil volume weight, porosity and water retention property, were analysed. Results show that, over-felling of tropical secondary forest and the unreasonable slash-and-burn cultivation seriously influences, the main soil surface temperature and temperature differences, decrease soil water content and water retention ability, destroy soil structure, and lead to soil clay loss, soil sandification and so on, resulting in deterioration

* 为国家环保局科技三项费用课题, 本所原生态室人员参与野外调查和观测, 广东省土壤研究所协助进行部分项目的土壤测试, 特此致谢。

收稿日期: 1994-12-22, 修改稿收到日期: 1996-05-05。

of soil ecological environment, directly influencing forest regeneration, forest land exploitation and utilization. Among them, the influences of slash-and-burn cultivation and clear felling slash are most serious. It is suggested that selective felling 50% and strip cropping of rubber would be the reasonable management and utilization ways if soil physical properties are only considered.

Key words: tropical secondary forest, soil physical property, selective felling, clear felling, slash-and-burn cultivation.

森林是维持生态平衡的基础, 在原始森林急剧减少的状况下, 次生林从中发挥着重要的作用, 海南岛是我国热带次生林的主要分布地区, 但在长期的开发过程中, 同样地, 次生林也受到了一定的破坏, 其主要原因是大规模植胶开垦了一部分的林地, 农民落后的刀耕火种、群众烧柴的消耗, 以及以往的重砍伐轻经营与乱砍乱伐等等^[1, 2]。海南岛将进行大规模开发, 如何合理利用现有的森林资源, 保证区域的生态平衡, 使资源得以永续利用, 是面临的一个主要问题。

热带森林的不同林分和利用方式必然对森林土壤有不同的影响, 包括土壤的理化性质和微生物特性等等, 关于这方面国内已有不少报道^[3~6], 但比较系统地参照海南岛山地农业的主要利用方式和不同的砍伐程度, 研究其对主要土壤物理性质的影响, 目前还不多见。本文主要利用海南岛吊罗山生态观测站的多年定位研究资料, 初步分析热带次生林的砍伐程度和利用方式对主要土壤物理特性的影响, 阐明环境条件变化的土壤物理效应, 从而探讨热带次生林比较合理的经营利用方式, 为热带生态环境监测和生态系统评价、规划等提供指标体系和有关参数选择的科学依据。

1 研究方法

试验点设于海南岛吊罗山境内的热带次生林区, 土壤类型为黄色砖红壤, 试验样方是 1988 年 5 月建成并开始使用的, 样方的设置考虑了不同的砍伐程度和农业利用方式(表 1)。分别按需要选择有关的样方测定土壤的温度、含水量、土壤容重及孔隙度、土壤的持水特性和土壤机械组成等等, 其中土壤温度是以每天的观测结果, 土壤含水量是以每月的观测结果进行整理的, 而土壤的其它物理性, 主要是 1991 年上半年采样测定的, 即是样方处理 3 a 后的变化。

土壤温度的测定, 采用曲管地温计定点定时观测, 分别测定地面、5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 5 个层次; 土壤含水量用烘干法测定; 土壤团聚体结构用机械筛分法; 土壤容重和孔隙度, 用环刀法测定土壤容重, 比重瓶法测定土壤比重, 然后用公式换算土壤的总孔隙度; 土壤的机械组成用比重计法测定; 土壤的持水特性采用张力计测定^[7]。

表 1 主要试验样方的设置

Table 1 Design of experimental plots

样方编号 Number of plots	样方处理 Treatment of plots	坡度 Slope
1	次生林(对照)	25.0
2	择伐 50%	23.0
3	择伐 70%	27.5
4	皆伐迹地	26.0
5	垦植橡胶(等高带植)	29.5
6	刀耕火种(穴植甘蔗)	14.5
7	刀耕火种(穴植蕃茨)	20.5

2 结果与讨论

2.1 次生林砍伐对土壤温度的影响

通过对林内和砍伐后林外裸地的定点观测,如就 3 a 的观测结果(表 2),按月平均值进行比较,林外处理无论是地表温度、地表最高温度或 5~20 cm 土层的温度都明显高于林内,如表土层土壤温度(0~1 cm),林外比林内高 2.9℃,最高温度高出 10.1℃,且其差异随着土层深度的增加而递减(图 1)。从周年中各月份的变化情况来看,也同样呈林外比林内温度高的变化趋势(图 2)。从而可以看出,在森林砍伐破坏后,使土壤温度明显提高,温度的变幅也加大,年平均最高温与最低温的差值,林外为 24.1℃,林内为 12.7℃,差高达 11.4℃;地表最高温度平均为 43.3℃,比林内高出 10℃以上。这主要是由于地上植被破坏后,裸地受太阳的直接辐射所致,从而使生态环境恶化,不利于植被的恢复。

表 2 森林砍伐对土壤温度的影响(3 a 平均值)

Table 2 Effects of forest felling on soil temperature(3 years' average)

土壤层次(cm) Soil depth		0	5	10	15	20	最高 Highest	最低 Lowest	变幅 Variation ranges
均值(℃) Average values	林内 Inside forests	25.4	24.3	24.1	23.8	23.7	33.2	20.5	12.7
	林外 Outside forests	28.3	27.3	26.9	26.3	25.4	43.3	19.2	24.1
标准差 Standard differences	林内 Inside forests	3.43	2.90	2.82	2.75	2.67	5.03	3.32	
	林外 Outside forests	3.64	3.04	3.04	2.97	2.70	5.03	4.33	

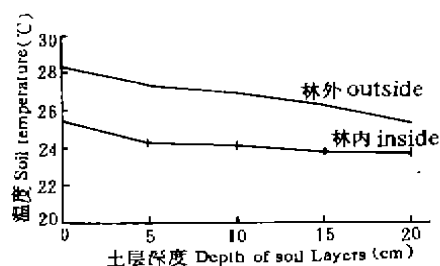


图 1 林内外土层温度变化

Fig. 1 Comparison of soil temperature changes of inside and outside forest in different depth(3 years' average)

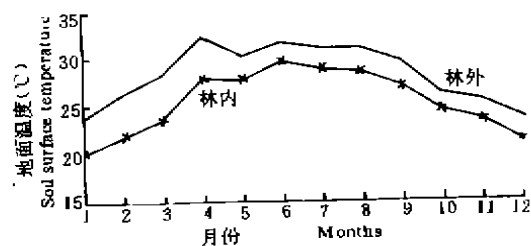


图 2 林内外土壤表面温度月变化

Fig. 2 Comparison of change of soil surface layer temperature every month inside and outside the forest(1990)

2.2 不同砍伐程度和利用方式对土壤含水量的影响

不同的砍伐程度和利用方式对各层次土壤含水量的影响情况见图 3。从中可见, 次生林(对照)土壤含水量以 20~40 cm 为最低, 这可能与林冠蒸腾吸水有一定的关系; 择伐 50% 和皆伐迹地处理, 随着土层的加深, 土壤含水量呈增加的趋势。不同砍伐程度对土壤含水量有较大的影响, 其中皆伐迹地土壤表层含水量比对照降低 6.5% 左右, 而择伐 50% 处理则变化不明显; 表层以下土层却随砍伐程度的提高而含水量增加, 这主要是由于森林砍伐后, 表土层水分蒸发加强, 而下层因地表乔木量减少, 降低了林冠的水分蒸腾消耗, 因而, 反而呈含水量升高。不同的利用方式同样也对土壤含水量有一定的影响, 垦植橡胶和刀耕火种(植蔗)各土层的含水量都明显低于次生林对照, 其中表层土壤以刀耕火种处理降低最为明显, 高达 21.8%, 垦植橡胶处理有 20 cm 以下土层, 含水量反而比刀耕火种的低, 这可能又是橡胶树根系吸水, 树冠蒸腾等所造成。

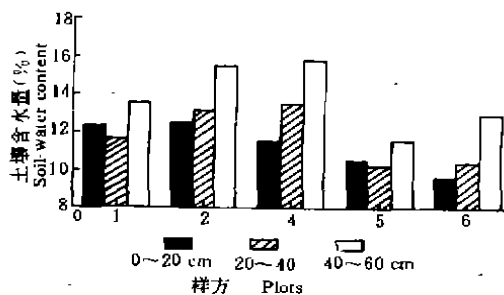


图 3 不同砍伐程度和利用方式对不同深度土壤含水量的影响

Fig. 3 Effect of different felling intensity and utilization ways on soil water content in different depth

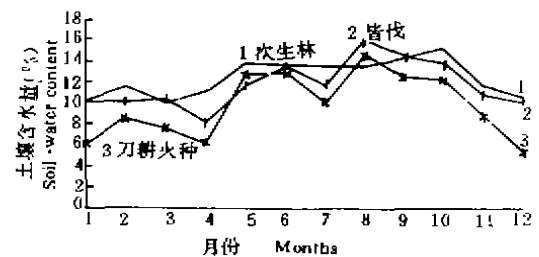


图 4 表层土壤水分含量的月变化

Fig. 4 Monthly change of soil water content of surface layer

再从土壤表层水分含量的月变化来看(图 4), 森林砍伐后, 无论是皆伐迹地或刀耕火种, 其表层土壤的含水量大多低于次生林对照, 其中仅有 8 月份反而高于对照, 但这可能与 8 月份海南岛较大降雨强度的因素有关, 从而, 也说明了皆伐迹地和刀耕火种等不合理的森林利用方式, 降低了土壤表层水分的含量。从总的来看, 如从维持土壤表层良好的水热状况来考虑的话, 不同的砍伐程度以择伐 50%, 不同的利用方式以垦植橡胶(等高带植)较为合理。

2.3 不同砍伐程度和利用方式对土壤机械组成的影响

土壤机械组成是土壤物理性的一个重要指标, 林地由于砍伐和皆伐后农业利用, 造成地表植被破坏和水土流失。必然会导致土壤的颗粒组成发生变化, 特别是土壤的细小颗粒首先被冲刷流失。各种不同砍伐程度和利用方式对土壤机械组成的影响比较见图 5、图 6。虽然存在样方间质地的差异和采样的误差等等, 但仍然可以看到, 随着砍伐程度的提高,

土壤粘粒($<0.002\text{ mm}$)稍有下降,而 $>1.0\text{ mm}$ 以上的较粗粒级,择伐70%和皆伐迹地处理却显著增加;不同的利用方式也呈现 $<0.05\text{ mm}$ 颗粒比例下降的趋势,特别以刀耕火种的下降幅度较大。

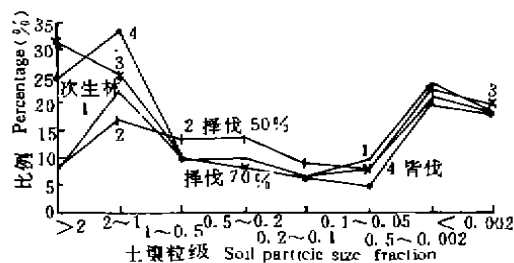


图5 不同砍伐程度对土壤机械组成的影响

Fig. 5 Effect of different felling intensity on soil mechanical composition

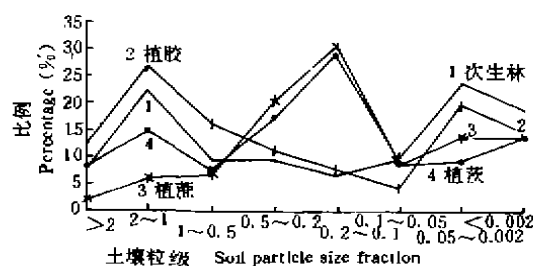


图6 不同利用方式对土壤机械组成的影响

Fig. 6 Effect of different utilization ways on soil mechanical composition

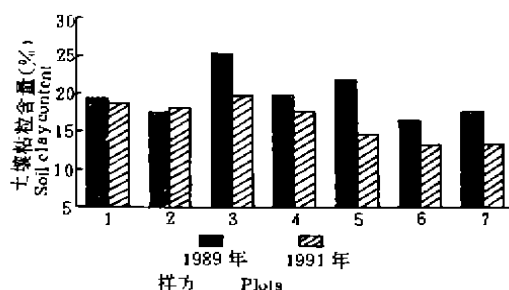


图7 1989年、1991年土壤粘粒含量的比较

Fig. 7 Comparison of soil clay content in 1989 and 1991

由于土壤机械组成的变化需要一段时间,再将1989年与1991年的颗粒含量分析结果进行比较(图7),可见除了择伐50%处理外,其它各样方的粘粒含量却呈下降的趋势,如择伐70%下降了21.5%,植胶下降了33.1%,刀耕火种平均下降了21.8%。从而,说明了森林的过度砍伐和林地不尽合理的利用,致使土壤表层的粘粒含量下降,有使土壤向砂砾化发展的危险。

2.4 不同砍伐程度和利用方式对土壤团聚体组成的影响

土壤团聚体组成即代表着土壤的结构状况,体现土壤的水稳性程度。表3的测定结果显示,随着砍伐程度的提高,表层土壤的团聚体含量明显逐步下降,皆伐样方下降了5.2%,不同的利用方式下降更加明显,特别是刀耕火种的样方平均下降15.9%,可见粗放的耕作方式对土壤结构有较大的影响。

2.5 不同砍伐程度和利用方式对土壤容重和孔隙度的影响

次生林的土壤容重平均为 1.28 g/m^3 ,而随着森林砍伐的加剧,土壤容重有不同程度的增加(表4),其中择伐70%和皆伐迹地约提高7%左右;不同利用方式的样方也都有所提高,尤以刀耕火种的样方提高幅度最大,平均达10.1%,土壤比重以砍伐程度较高的有所提高外,其它处理基本都有所下降。

表 3 表层土壤的团聚体组成(%)

Table 3 Aggregate composition of soil surface

粒级(mm) Particle size distribution	1 次生林 Secondary forest	2 择伐 50% Selective felling 50%	3 择伐 70% Selective felling 70%	4 皆伐 Clear felling	5 植胶 Cultivating rubber	6 植蔗 Cultivating sugarcane	7 植苕 Cultivating sweet potato
>5	64.34	57.16	43.93	42.52	32.65	45.15	23.64
5~3	7.82	8.76	17.34	20.80	18.70	14.46	12.12
3~2	2.35	4.60	5.65	3.06	7.63	1.66	1.46
2~1	8.04	9.86	14.13	11.22	17.05	4.97	7.07
1~0.25	13.40	13.58	9.56	10.61	12.54	16.15	27.27
>1	82.55	80.38	81.03	77.53	73.37	65.64	47.28
总量 Total	92.95	93.96	90.59	88.16	87.51	81.79	74.35

土壤孔隙度是土壤的主要物理特性之一,直接表征土壤的通气状况,从表 4 中可以看到,随着森林砍伐和农业利用,土壤的总孔隙度呈现下降的趋势,其中以刀耕火种最低,平均降低 15.2%。

因而,可以从中看到,森林择伐 50% 3 a 后,土壤的容重和孔隙度等指标变化不大,说明 50% 的择伐程度对土壤结构的影响不大,且也易于恢复,但择伐 70% 和皆伐后的则恢复缓慢,3 a 后仍无法恢复,其中总孔隙度的降低,主要是毛管孔隙减少而造成的。农业上的垦植利用对土壤结构也有不良的影响,且以刀耕火种对土壤结构的破坏最为严重。由此可见,森林的过度采伐、粗放和不尽合理的农业垦植,对土壤有着不良的影响,且难以恢复。

表 4 表层土壤的容重和孔隙度比较

Table 4 Comparison of volume weight and porosity of soil surface layer

粒级(mm) Particle size distribution	1 次生林 Secondary forest	2 择伐 50% Selective felling 50%	3 择伐 70% Selective felling 70%	4 皆伐 Clear felling	5 植胶 Cultivating rubber	6 植蔗 Cultivating sugarcane	7 植苕 Cultivating sweet potato
容重(g/cm ³) Volume weight	1.28	1.24	1.36	1.37	1.34	1.40	1.42
比重(g/cm ³) Density	2.46	2.37	2.50	2.52	2.36	2.32	2.47
总孔隙度(%) Total porosity	47.98	47.68	45.60	45.63	43.22	39.66	41.70
毛管(%) Capillary	36.45	38.00	34.30	31.00	29.50	28.95	32.75
非毛管(%) Non-capillary	11.53	9.68	11.30	14.63	13.72	10.71	8.95

2.6 不同砍伐程度和利用方式对土壤持水特性的影响

土壤的持水特性影响着土壤水分的有效性,通过测试,绘制土壤持水曲线(图 8、图 9),从土壤水势能的角度分析土壤水分的有效性,分析不同砍伐程度和利用方式对土壤持

水和供水能力的影响。从图 8 中可以看出,不同的砍伐程度处理对土壤持水和供水能力都有明显的影响,土壤的持水曲线有显著的差别,土壤的持水容量由于森林的砍伐而明显降低。总的趋势是次生林>择伐 50%>择伐 70%>皆伐迹地。从图 9 中还可以看到,垦植橡胶和刀耕火种样方的土壤持水和供水能力也都有明显的下降,其下降的幅度又以连续 2 a 垦植蕃茨的处理最大。

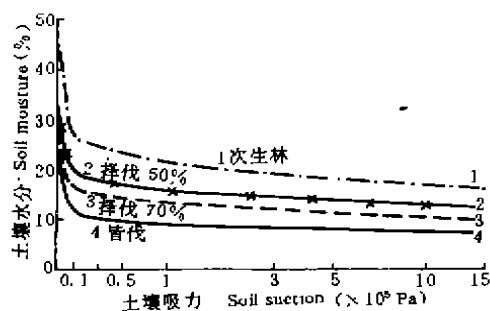


图 8 不同砍伐程度样方表土持水曲线
Fig. 8 Water-holding curves of surface layer soil of different felling intensity plots

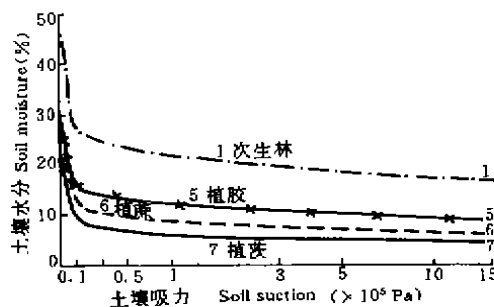


图 9 不同利用方式样方表土持水曲线
Fig. 9 Water-holding curves of surface layer soil of different utilization ways

再从不同吸力段表层(0~20 cm)土壤保持的各类型水分形态及比重情况来看(表 5),重力水所占的比重,以有林地较低,而皆伐迹地和游耕的处理样方都较高,其中以皆伐迹地和刀耕火种所占的比重最高,都在 60%以上。而有效水和无效水的比重,则是以有林地的较高,且之间差异不大,而其它处理则呈有所下降的趋势,特别是无效水的下降幅度较大,这从另一个侧面说明了森林彻底破坏后,土壤的持水能力,受到了一定的影响,而有林地相对比较稳定。

表 5 各样方的土壤水分形态及比重
Table 5 Soil water pattern and proportion of each plot

样方 Plots	重力水(<0.1 Pa) Gravitational water		有效水(0.1~15 Pa) Available water		无效水(>15 Pa) Unavailable water	
	含量(%) Content	占总量(%) Percentage	含量(%) Content	占总量(%) Percentage	含量(%) Content	占总量(%) Percentage
1. 次生林	22.05	45	9.3	19	17.55	36
2. 采伐 50%	13.56	41	7.28	22	12.27	37
3. 采伐 70%	12.55	42	6.67	22	10.55	36
4. 皆伐	18.52	61	4.86	16	7.09	23
5. 植橡	15.73	50	7.22	23	8.67	23
6. 植蔗	20.06	62	5.77	18	6.66	20
7. 植茨	22.98	67	5.65	16	5.54	17

3 结论

从上面热带次生林不同的砍伐程度和利用方式对土壤主要物理性质影响的定位和动

态观测的初步分析,综合起来看,基本上可以得出如下几点结论。

3.1 森林是维持土壤良好生态功能的基础,热带次生林的过度砍伐和不合理的刀耕火种,严重地影响了土壤的主要物理性质,导致土壤表层温度升高、温差加大,土壤含水量和持水性能下降、土壤结构受破坏,土壤容重提高和孔隙度降低、土壤粘粒流失和向砂砾化发展等等问题。

3.2 土壤主要物理性能下降,导致土壤生态环境的恶劣,直接影响了森林的再生和林地的开发和利用。不同的砍伐程度和利用方式,对土壤物理性质的影响程度不同,其中尤以皆伐迹地和刀耕火种影响最为严重,且又难以恢复。

3.3 如果仅以土壤物理性作为指标,从既开发,又要保护的角度出发,比较合理的热带次生林经营方式应为择伐 50% 和等高植橡胶,在开发利用过程中,还要注意土壤的管理,实施有效的培肥和耕作措施,保证土壤良好的生态功能得以维持。要杜绝次生林皆伐和刀耕火种等不合理和落后的经营和利用方式。

3.4 热带森林破坏和不尽合理的农业利用,其环境变化导致土壤性质的改变是一个复杂而又漫长的过程。本研究只对此做一些初步的探讨,有待于今后深入研究。

参 考 文 献

- 1 许炼烽,海南吊罗山生态定位观测站,环境,1989,(6): 34
- 2 许炼烽,海南岛生态破坏分级初探,生态学杂志,1992,11(2): 64~68
- 3 赵其国等,我国热带亚热带森林凋落物及其对土壤的影响,土壤,1991,(1): 8~15
- 4 何圆球,我国南方林地退化过程中的生态环境效应,土壤环境变化,北京:中国科学技术出版社,1992,198~203
- 5 何圆球等,我国热带亚热带森林土壤的水热动态,土壤,1988,(5): 225~321
- 6 许炼烽,朱伍坤,热带次生林利用方式与土壤微生物活性,生态学杂志,1994,13(1): 17~20
- 7 中国科学院南京土壤研究所,土壤理化分析,上海:上海科学技术出版社,1981,466~525