

海南岛尖峰岭半落叶季雨林生态 效应的研究Ⅳ—游耕农业的地力分析*

卢俊培

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

摘 要

本文根据在海南岛尖峰岭林区半落叶季雨林—褐色砖红壤上所进行的游耕农业生态后果的实验研究,论证了热带森林土壤资源退化的四个方面:凋落物层丧失,使土壤养分补给源和水文功能减弱;水土流失严重;水分的输导、涵贮能力降低;土壤理化性状劣变,肥力下降。文章提出了废除游耕制,建立以木本植物为主的林—农制;合理规划和经营热带林;停止炼山全垦法,推行生态造林技术等项建议,以培育和保持地力,保护热带森林土壤资源。

关键词 海南岛;尖峰岭;半落叶季雨林;游耕农业;地力分析

海南岛的热带天然林,目前只有39.3万ha,覆被率不到11%,比50年代中期减少了54.4%。造成森林急剧消耗的原因之一是原始的游耕农业。据统计,其毁林面积近14万ha,约占总消耗量的30%¹⁾。在游耕制泛行的地区(多数是林区外缘的低山丘陵区),轮耕地所占面积估计不少于有林地的30—50%,不少原始的热带森林因此演变成旱性次生林、灌丛草坡,土地资源也造成很大损失。

所谓游耕农业,就是自由式的块状毁林,清除粗大木材,烧尽枝叶杂草,粗放旱作,连耕2—4年后弃耕撩荒,易地毁林烧垦,待地力稍有恢复,又重返烧垦,间隔期3、5年,7、8年不等。

本文系尖峰岭半落叶季雨林模拟游耕试验研究内容之一,旨在正确认识游耕农业对地力的影响,为合理利用森林与土地资源提供决策依据。有关试验区的自然概况及研究方法已有报道^[1,2]。本文据1979—1985年的试验观测及调查研究结果,仅就游耕农业对地力的影响作一粗浅分析。

本文于1987年10月20日收到。

* 本项研究为中国科学院科学基金会资助项目之一。刘其汉、林月娟、曾庆波、李艳敏等同志参加部分观测,化学分析由热林所分析室完成,在此一并致谢。

1) 林业部调查规划局等,1981,海南岛林业资料汇编。

一、凋落物层全部丧失，物质归还量减少

凋落物层是森林土壤特有的诊断层，它不仅是土壤营养成分和土壤微生物活动能量的补给源，也是水土保持的重要功能层次，对森林土壤的发育和土壤肥力水平的高低具有重要的作用。

尖峰岭的热带林，每年平均以7—9t/ha的凋落物量(干重)归还土壤，其中氮素48—84kg/ha，矿物元素280—580kg/ha和碳素3—4t/ha(表1、2)。以半落叶季雨林计，可经常保持3—4t/ha的贮量，形成约1—2cm厚的林褥层，不断矿化补充土壤养分和腐殖质，同时还可以缓和降水对表土的冲击，截持地表径流，生态效果是良好的。

表1 尖峰岭热带林凋落物产量(干重) (kg/ha)

类型	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
山地雨林	396.7	868.5	1033.3	1027.2	660.9	540.8	800.2	521.3	442.7	870.8	338.7	217.7	7718.8
半落叶季雨林	460.6	421.0	1203.8	1109.9	673.7	604.6	674.5	457.2	430.3	1617.4	594.4	488.4	8935.8
半落叶季雨林A ₀	2589.0	5672.5	5914.0	4989.5	4245.0	4952.4	4627.0	4142.7	2879.0	2237.0	2446.0	1975.0	3889.1*

* 年平均值。

表2 尖峰岭不同的化学归还量比较 (kg/ha·a)

类别	N	P	K	Ca	Mg	Si	Al	Fe	Na	粗灰分	干物质
凋落物											
山地雨林	48.4	2.3	28.9	43.5	18.6	41.5	5.4	1.3	1.1	280.9	7718.8
半落叶季雨林	84.4	6.8	67.3	120.3	36.1	78.7	16.8	5.2	1.6	581.6	8935.8
半落叶季雨林A ₀ 层	23.0	1.1	17.9	42.4	10.9	102.3	13.6	6.2	0.7	376.8	3889.1
撩荒地灌草丛凋落物	31.8	2.6	7.6	20.5	12.9	75.9	14.9	8.6	0.6	255.7	2182.3
耕垦期旱作物秸秆	11.5	1.6	80.0	14.1	10.2	26.5	3.5	1.9	0.7	248.8	4209.4

随着游耕或炼山种植，凋落物层消失。在秸秆全部还田的情况下耕垦期的旱作物，最高的年产量仅4t/ha，而事实上只有极少残余物能在付之一炬中以灰分的形式归还土壤，大多数被运走和流失了，从而中断了土壤的天然肥源和保护层，这是森林土壤退化的开始。待停耕撩荒后，初期恢复起来的草类灌木及萌生幼树群落，多是层高1—2m的多年生植物，凋落物归还量有限(表2)，优越的是群落的覆盖作用和凋落物的分解归还，比耕垦期有所好转，但较之天然植被仍然有着质的差别。

从物质的化学成分来看(表2、3)，除个别元素(钾)是游耕期的秸秆含量多于撩荒地或林地的凋落物和A₀层的含量外，其它元素的贮量和含量(%)都是游耕地明显少于其它类型。撩荒期的变化则完全不同，氮和硅的含量显著升高，反映了以飞机草、大沙叶、山黄麻为主的更新群落的特点。半落叶季雨林凋落物及其A₀层，硅、铁、铝有着一定程度的富集，其

表 3 半落叶季雨林游耕农业化学归还组成比较(%)

类 型	N	灰 分	Ca	Mg	K	Na	P	Si	Fe	Al
凋 落 物	0.94	6.71	1.41	0.41	0.75	0.02	0.06	0.88	0.05	0.18
A ₀ 层	0.59	9.69	1.09	0.28	0.46	0.02	0.03	2.63	0.16	0.35
撩荒期凋落物	1.46	11.71	0.94	0.59	0.35	0.03	0.12	3.48	0.39	0.68
耕垦期秸秆	0.33	6.18	0.42	0.25	2.33	0.02	0.04	0.52	0.04	0.08

它元素则多被淋失和消耗。

以上可见,保护凋落物层是保护热带森林土壤肥力的重要环节。

二、水土流失严重

热带林刀耕火种后,失去了森林对降水的截留、缓冲和地表截持作用,裸露的地面直接承受暴雨的冲击,以片蚀为主的水土流失急剧发展。表土层被蚀厚度约 1—2cm/a,耕垦地的泥沙流失量约为林地的 590 倍,迳流水约为林地的 26 倍,含沙率比林地约多 23 倍,毁林后连续三年耕种所造成的水土流失十分严重(表 4)。

在迳流的次数、迳流强度及泥沙挟持量等方面,垦地比林地都有显著的增加(表 5),林地的迳流系数集中在 0.01 以下,最大值不及 0.1,而垦地则多在 0.01—0.5,最大值 > 0.5,迳流次数也比林地约多 20%。

表 4 游耕农业的地表迳流比较

时 期	地 类	年 降 水 (mm)	年 迳 流 (mm)	平均迳流 系 数	含 沙 量 (kg/l)	年 流 失 量	
						水 (m ³ /ha)	土 (t/ha)
耕 垦 期 (1979—1981年)	林 地	1220.7	10.50	0.0086	0.0005	108.03	0.054
	垦 地	1615.2	281.10	0.1742	0.0114	2810.99	32.076
撩 荒 期 (1982—1983年)	林 地	1233.6	5.42	0.0044	0.0013	54.17	0.069
	垦 地	1722.1	37.58	0.0218	0.0057	375.80	2.108

表 5 迳 流 分 析 表

时 期 及 地 类	项 目	总 迳 流 (按 迳 流 系 数 级)					一 次 迳 流 最 大 值		
		<0.01	0.01—0.1	0.1—0.5	>0.5	Σ	迳流系数	迳流量 (mm)	泥沙量 (kg/ha)
耕 垦 期	林 地	101	3	0	0	104	0.088	11.33	47.79
	%	97.1	2.9	0	0	100			
期	垦 地	42	47	36	3	128	0.577	202.17	31647.43
	%	32.6	37.2	37.9	2.3	100			
撩 荒 期	林 地	44	2	0	0	46	0.0117	7.03	7.17
	%	95.6	4.4	0	0	100			
期	垦 地	23	28	2	0	53	0.1025	28.90	1889.7
	%	43.4	52.8	3.8	0	100			

根据地方林业部门统计,截至1980年,海南岛游耕农业所造成的毁林面积近14万ha,按前述观测结果,再以50%的保险系数估算,则每年将因热带林的破坏性消耗(特别是游耕)而多损失近2亿 m^3 水和230万t土,土壤资源的无益耗损和退化非常突出。

表列资料也说明,经过2年停耕,草被恢复后,水土流失情况随之有所好转,撩荒后的垦地与林地进行同期比较,净流失比例明显缩小,迳流量减为林地的6.9倍,固体流失量30.6倍,含沙量4.4倍。迳流强度减弱还反映在近97%的迳流系数都在0.1以下,最大值不及0.11,产生迳流的次数仍比林地约多15%,可见密集的草被对于缓和雨势、截持迳流、减少冲刷等方面,具有一定的作用,但仍不如热带森林。同时还应充分估计到,反复轮耕后更替的植物群落的组成、结构和生态功能,都呈退化趋势,因此,第一轮撩荒期的某些生态恢复,不可能是稳定的^[3]。

三、涵水能力减弱

森林土壤对水分的涵贮能力,是地力水平和生态环境背景值的重要内容。如以一定土层的渗透水量来衡量,则可清楚地看到,森林土壤对水分的输导涵贮,因游耕而受到较大阻滞。

尖峰岭的半落叶季雨林——褐色砖红壤,第一轮游耕中耕垦期的第三年(前二年未观测),除表土15cm土层,因耕锄松土的增渗作用而使渗水量高于林地外,其余土层的渗水量都随土层加深而明显递减,撩荒期有所回升,但趋势相似。渗透水量所占同期降水量比率,也是林地大于垦地(表6)。这个事实,究其原因,除地表迳流、截留等对降水再分配的影响外,土壤紧实度和容重的增大、土体中有机无机胶粒的机械淋溶淀积,使下渗水的滞性增加,也是原因之一。从林地与垦地渗透水的颗粒浓度对比中可见,垦地各层的含量都有所增加,尤以有机胶粒最规律。林地和垦地15、30、100cm土层渗透水中腐殖质含量(g/L)依次为0.020、0.034; 0.011、0.014; 0.017、0.033,烘干残渣的含量依次为0.419、0.269; 0.083、0.172; 0.190、0.080。

由于地表覆被状况的巨大差异和水土流失及土壤物理性状的变化,土壤的水分状况也不同。在旱季,20cm土层内,垦地土壤含水率显著降低2—4%,自然贮水量约少3.5mm。

表6 土层渗水效果比较 (mm/占降水%)

时 期	类 型	降 水 (mm)	土 层 深 度 (cm)		
			15	30	100
耕 垦 期	林 地 (A)	1313.2	334.9/25.5	336.59/25.6	159.05/12.1
	垦 地 (B)	1749.4	393.13/22.5	287.12/16.4	66.97/3.8
	A—B		-58.24/3.0	49.47/9.2	92.12/8.3
	A/B		0.85	1.17	2.40
撩 荒 期	林 地 (A)	1233.6	268.58/21.8	486.82/39.5	32.4/2.6
	垦 地 (B)	1722.1	435.68/25.3	222.91/12.9	28.73/1.7
	A—B		-167.1/-3.5	255.56/16.6	3.67/0.9
	A/B		0.62	2.15	1.13

在雨季和旱季初,心土层以下,垦地和林地土壤水分的差异很少,甚至因林木蒸腾增加了水分消耗,在林木根系主要分布区的60cm土层内,整个旱季的土层贮水量林地少于垦地,最早的4月份差值达10mm以上,雨季相反。撩荒期的土壤水分差异则较小。土壤贮水增量以100cm土层计,林地比垦地多25.4mm,相当于降水的2.6%,充分反映了土壤涵贮水分的能力随游耕而退化的特点(表7)。

表7 土壤贮水能力比较 (mm, 100cm土层)

类别		贮水量	相对田间持水	贮水增量	增量差值占降水%
垦期	垦地	232.9	71.0	17.9	2.6
	林地	217.4	56.1	43.3	
荒期	垦地	219.3	67.0	21.4	1.1
	林地	219.5	56.6	26.1	
0—60cm 土壤水分贮量(mm)					
		0—10	10—20	30—40	50—60
雨季	林地	25.49	26.16	30.50	30.08
	垦地	23.20	25.86	30.23	31.28
旱季	林地	12.48	13.90	17.95	18.90
	垦地	9.10	13.80	19.60	22.10

四、肥力趋向退化

随游耕和炼山活动而来的是森林土壤肥力下降,土壤理化性状劣变。直观的表现是,凋落物层全部烬失,表土层变薄且沙化,机械组成变粗,地表粗砂成层。50cm土层内,土壤紧实度增加,孔隙度比垦前降低2—3%,容重增大0.03—0.06,通透性能降低,养分贮量减少,其退化的速度是很快的。

据测定,游耕地垦期始末三年,表土20cm中主要养分的减少量大约为:有机质7910kg/ha、全氮1808kg/ha、速效磷18.5kg/ha、速效钾317.9kg/ha。除了有限的旱作物吸收和土层中的纵向淋洗外,此类养分损失,主要是随地表径流而损耗(表8)。

调查结果还说明,开垦时间愈长,轮耕次数愈多,土壤肥力减退愈明显,有机质减少尤为显著(表9)。

综上所述,游耕农业对热带林和热带森林土壤,都会带来严重的生态后果,保护热带森林土壤资源,是合理开发利用热带山地丘陵的战略前提。

五、结语与建议

研究结果说明,海南岛尖峰岭半落叶季雨林游耕的生态后果之一是地力衰退,衰退的主要表现是:养分的天然补给源和重要的森林——土壤水文功能随凋落物层的消失而降低,也就

表 8 地表径流的化学流失 (kg/ha·a)

时 期	处 理	运 流	全 N	全 P	速效 K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	有 机 质	烘 干 残 渣
(1979—1981年)	林 地	水	3.21	0.045	1.215	1.170	0.309	3.603	49.889
		砂	0.023	0.0002	0.004	0.002	0.0005	—	
	垦 地	水	25.282	7.608	19.662	45.240	12.711	949.801	16991.060
		砂	43.13	0.335	6.427	3.327	0.771	—	
	差 值	Σ	65.18	7.898	24.87	59.797	946.968	16941.171	
	(1982—1983年)	林 地	水	0.148	0.018	0.401	0.128	0.048	3.820
砂			0.19	0.088	0.014	0.168	0.053	4.270	—
垦 地		水	2.09	0.280	1.240	1.320	0.490	38.33	568.540
		砂	1.76	0.390	0.250	1.570	0.290	41.39	—
差 值		Σ	3.512	0.564	1.075	2.594	0.659	71.63	558.304
垦期荒期差值比			19.30	14.00	23.10	18.40	13.20	30.30	

表 9 不同轮耕期褐色砖红壤性状变化

地 类	深 度 (cm)	>3mm石砾	有 机 质	全 N	全 C	P	K	代 换 盐 基
林 地	20	31.75	3.88	0.188	2.25	0.57	23.49	8.25
新 垦 地	13	54.79	3.77	0.182	2.18	1.37	23.51	12.08
新 垦 地	13	37.28	3.62	0.148	2.10	0.79	23.49	10.86
老 垦 地	13	35.36	3.93	0.142	2.28	0.97	22.41	12.08
老 垦 地	20	47.51	2.41	0.081	1.40	0.74	10.13	4.22
老 垦 地	20	—	1.54	0.105	0.89	0.96	7.14	6.58

是降低了土壤的生态和生产能力；水土流失严重，在游耕情况下，褐色砖红壤的固体迳流量为游耕前天然林地的590倍，年平均迳流系数(0.174)为林地的22倍；土壤的水分涵贮能力降低，100cm土层的年渗透水量约67mm，相当于林地的42%，土壤年贮水增量比林地约少25.4mm；土壤理化性状劣变，肥力下降，表土层变薄且沙化，土壤紧实度及容重增大，孔隙度降低，土壤养分年净流失量比林地的增值约100kg/ha，有机质耗损近1t。土壤资源退化的速度和后果是严重的。

森林土壤资源的退化与森林的破坏及不合理的经营利用密切相关，保护热带森林土壤资源的关键在于保护热带森林，其措施为：

1. 废除游耕制，禁止“刀耕火种”、乱砍滥伐和烧山狩猎。对现有游耕地，实行退耕还林，封山育林，规划出固定的农牧业区，发展以木本植物为主的热带作物和多种经营，集约经营山麓谷地，提高群众经济收入和生活水平。

2. 合理规划和经营现有天然林，停止过量采伐和毁林造林，规定一定郁闭度(如0.2-0.3)以上的林分，不得当作造林宜林地处理；对一些疏林和低质林分，采取保护性的改造措施，封

山育林,以提高林地生产力和森林的生态效益及经济效益;在居民点附近,规划一定面积的地段或四旁地,作民用薪炭林经营,切实解决民用柴源。

3. 遵循生态学与经济学结合的指导思想,立足于保护土地资源,废除炼山全垦制,推行生态造林技术。保护原状表土,环山反坡穴状种植;多层覆盖,多层利用;绿肥压青,枝叶还地,用地和养地相结合,保持地力不衰。

参 考 文 献

- [1] 卢俊培等, 1981, 海南岛尖峰岭半落叶季雨林“刀耕火种”生态后果的初步观测, 植物生态学与地植物学丛刊, 5(4):271—280。
- [2] 卢俊培等, 1984, 海南岛尖峰岭半落叶季雨林生态效应的研究 I—迳流水的化学特征, 热带林业科技, (3):1—9。
- [3] 王德祯, 1987, 海南岛尖峰岭热带半落叶季雨林的群落学特征, 热带林业科技, (3):19—31。
- [4] 曾永泉等, 1986, 海南岛刀耕火种迹地的生物地球化学特征和生态环境质量的研究, 中山大学学报(自然科学)论丛, (7):55—67。
- [5] 林业部科技情报中心, 1986, 第九届世界林业大会论文选集, 92—99, 113—117。
- [6] Mumeka, A., 1986, Effect of deforestation and subsistence agriculture on runoff of the KAFUE river headwaters, Zambia. Hydrological Sciences Journal, 31(4):543—554.

ECOLOGICAL EFFICIENCY OF THE SEMI-DECIDUOUS MONSOONFOREST AT JIANFENGLING, HAINAN ISLAND IV .SOIL FERTILITY ANALYSIS ON SHIFTING CULTIVATION

Lu Junpei

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Abstract

Four aspects of soil deterioration in the tropical forest had been demonstrated according to experiment of the shifting cultivation on ecological efficiency of the semi-deciduous monsoonforest at Jianfengling, Hainan Island. With losing of the litterfall the supplemental source of the soil fertility and the hydrologic function are declined; soil and water erosion severe; the ability of water transportation and the storage capacity are decreased; soil fertility degraded owing to deterioration of the soil physico-chemical properties.

It is suggested that the shifting cultivation system must be rid of practice establishing an agro-forest system based mainly on the woody plants, drawing up resonable overall and management for the tropical forest, preventing from slash-and-burn cultivation, carrying out of planting technique of ecology, so as to maintain the soil fertility and the protection of soil resource of the tropical forest.

Kew words: Hainan Island; Jianfengling; semi-deciduous monsoon-forest; shifting cultivation; soil fertility analysis