

我国热带亚热带旱地土壤的综合利用*

龚子同 陈鸿昭

(中国科学院南京土壤研究所)

在我国长江以南热带、亚热带217.96万平方公里的土地中,约有旱耕地10万平方公里,林、牧、果园地141.7万平方公里,广义的旱地土壤面积共计150万平方公里左右,在我国旱地土壤类型中占有重要地位。本区水、热资源充足,生物资源丰富,土壤类型众多,土层较为深厚。区内拥有全国43%的人口,耕地面积仅为全国的28%,但粮食总产量却占全国的42.7%,并有54万公顷橡胶林,占全国45%的天然林面积。广大的茶园、柑桔园、油茶林、油桐林和竹林都全部或大部分集中在本区,同时还出产荔枝、龙眼等干鲜果、林副产品、土特产和药材。开发热带、亚热带自然资源,不仅可促进我国农业的发展,而且对支援工业建设和保证外贸出口等方面均有重大的现实意义。

一、旱地土壤的基本特点

我国热带、亚热带旱地土壤主要分布在丘陵山地的倾斜坡地上。土壤的形成发育,农、林、牧用地分布和利用方式,不仅受所在的地理位置等要素引起的热量和水分再分配的制约,而且还受到坡面重力过程的深刻影响。

(一)生态环境多样性

我国热带、亚热带位于欧亚大陆东南部,东濒太平洋,南临印度洋。夏季常吹暖湿的东南、南和西南风,加上夏秋活动频繁的台风,给本区带来充沛的雨泽,形成独特的亚热带季风气候。东部一年中干湿季较不明显。由于南北延伸纬度达27—30度,大部分地面海拔较低,热量分布显示出明显的纬度地带性规律。依次可划分为北亚热带黄棕壤地带、中亚热带红、黄壤地带、南亚热带赤红壤地带、热带和赤道热带砖红壤地带。而西部(云南高原及川西山地)在一年中有非常明显的季节性干湿交替。由于北倚青藏高原,北边地势升高,没有北亚热带黄棕壤地带的存在,只划分出中亚热带红壤地带、南亚热带赤红壤地带和热带砖红壤地带。

(二)垂直分布地带性

我国热带、亚热带多山。山地、丘陵与平地之比约为7:2:1,土壤垂直分异明显。在不同水平地带内土壤垂直结构的表现有所不同^[1]。例如,砖红壤地带的垂直带谱为砖红壤(<400米)-山地红壤(400—800米)-山地黄壤(800—1600米)-山地灌丛草甸土(1600—1870米,海南

*本文曾于1986年9月在南京召开的国际旱地土壤会议上宣读。

岛五指山东北坡)；赤红壤地带的垂直带谱为赤红壤(<300米)-山地红壤(300—700米)-山地黄壤(700—1300米，广西六万大山马耳夹南坡)；红壤地带的垂直带谱为红壤(<700米)-山地黄壤(700—1400米)-山地黄棕壤(1400—1800米)-山地灌丛草甸土(1800—2120米，江西武夷山西北坡〔2〕)。

(三)土壤的易侵蚀性

由于旱地土壤地面坡度较大，风化成土物质容易下移或被流水搬运到区外。例如，四川全省有333万公顷旱地，70%以上是坡耕地，其中坡度大于10度的占90%以上，甚至有些耕地坡度可达45度，形成“挂地”种粮①。坡度愈大，侵蚀愈重。许多缺乏工程和生物措施的坡耕地越种越薄，地力衰退，干旱加剧。目前整个热带、亚热带的水土流失面积已达61.58万平方公里。四川省的水土流失面积达到全省总土地面积的63.4%，属于中、强度侵蚀的土壤占全省侵蚀土壤面积的62%〔3〕。嘉陵江流域的土壤侵蚀模数达1123吨/平方公里·年，相当于黄河流域平均的63%。主要流经本区的长江，年入海悬移质输沙量近5亿吨，约为黄河的1/3〔4〕。

二、主要土壤的利用

(一)砖红壤类

分布于台南、海南岛、雷州半岛和西双版纳等地。地处热带，地形以丘陵台地为主，母岩为玄武岩、浅海沉积物等。在终年高温多雨条件下，土壤风化作用迅速而强烈，粘土矿物以高岭石、三水铝石及氧化铁为主。在季雨林、雨林下土壤有机质含量达4—8%或更高，而在稀疏矮草下只有1—2%〔5〕。砖红壤大部分已开垦，如图1所示，旱地占68%，灌丛草地占9%，谷地水田占23%。砖红壤区的旱地土壤是我国橡胶、胡椒、咖啡、香茅等热带经济作物的生产基地，旱作以甘蔗、花生、木薯、豆类和芝麻为主。此类土壤开垦种植橡胶后，有机质含量保持在2—3%之间，磷素显著增加，交换性盐基中钙也明显增加，而交换性钾减少。这里雨量高，若利用不当，不仅会失去有机质层，而且会使红色风化壳出露，难于生长植物。

(二)赤红壤类

分布于砖红壤地带以北，包括粤西、粤东南、台北、闽南及桂东南一带。为南亚热带气候，地形以低山丘陵为主，母岩多为花岗岩。赤红壤剖面可分出土壤层、红色层、杂色层和半风化层，质地一般为壤土，抗冲指数小，水稳性指数低，耐蚀性弱。当侵蚀至半风化层时，地面出现一片“白沙”，寸草不生(表1)。土壤pH4.5—5.5，粘土矿物以高岭石为主，并有

表1 花岗岩风化壳及其上发育土壤的某些理化性质〔5〕

层 次	深 度 (米)	有 机 质 (%)	<0.01毫米颗粒 (%)	抗冲指数	水稳性指数 (%)
土 壤 层	0—1.0	2.0—5.0	30—60	0.5—0.7	60—90
红色风化层	1.0—2.0	<1.0	40—70	0.7—1.0	50—60
杂 色 层	2.0—20	0.3—0.5	11—20	0.22	5
半风化层	20—30	<0.3	11—20	0.22	5

①西南师范学院地理系编，1982，四川地理。

水云母和少量三水铝石。在良好植被下，土壤有机质含量达5—7%，而在强度侵蚀的红色风化层 $<1\%$ ，而杂色层只有0.3—0.5%。赤红壤垦殖指数很高，利用方式多样，如图2所示，旱地占37%，林地占3.5%。上坡和山顶多为马尾松或灌草地，中坡种植板栗、橄榄，下坡种植荔枝、橙、梅及甘蔗、花生和豆类，是我国粮食及热带、亚热带经济作物的重要产区。

(三) 红壤类

分布于湘、赣、浙西、皖南、两广北部及云南高原等地。为中亚热带气候，地形以丘陵山地为主，母岩为第四纪红色粘土、红砂岩、千枚岩和花岗岩等。由第四纪红色粘土发育的红壤剖面可分出土壤层、均质层、网纹层和砾石层四个基本层段。此种土壤土层较厚，质地为重壤至轻粘土，粘土矿物以高岭石和水云母为主。大面积红壤荒地的表土厚仅数厘米，有机质含量1.0%左右，网纹层不足0.5%，仅局部植被较好的地段可见到表土厚20—30厘米，有机质含量达4—5%〔6〕。红壤是我国亚热带经济林主要产区。如图3所示，水田和旱地各占22.2%，而茶园、苗圃达56%。一般坡地种植茶叶、柑桔、油茶，下坡则多种甘薯、花生、芝麻、大豆、小麦、棉花等。红壤在初垦阶段熟化程度低，仍然保持着其前身粘、酸、瘠、板的特点，抗旱能力弱，许多未修梯田的坡耕地侵蚀严重，均质层或网纹层出露，失去植物生长条件。

(四) 黄红壤类

系红壤向黄壤的过渡类型。主要分布于红壤垂直带上部及红壤地带北缘，包括湘西、黔东、鄂东和皖南等地。气候特点是热量较红壤稍低，而相对湿度较大，地形为低山丘陵，母岩以变质的泥岩类为主。由此类风化物发育的黄红壤，质地为壤土，土层内多岩石碎屑，通透性良好，抗冲指数大，水稳性指数高，耐冲蚀性强。由于土壤风化程度稍低，含钾矿物较多。在良好植被下，土壤有机质含量达3—4%，开垦后降至1—2%或更低〔6〕。黄红壤是我国

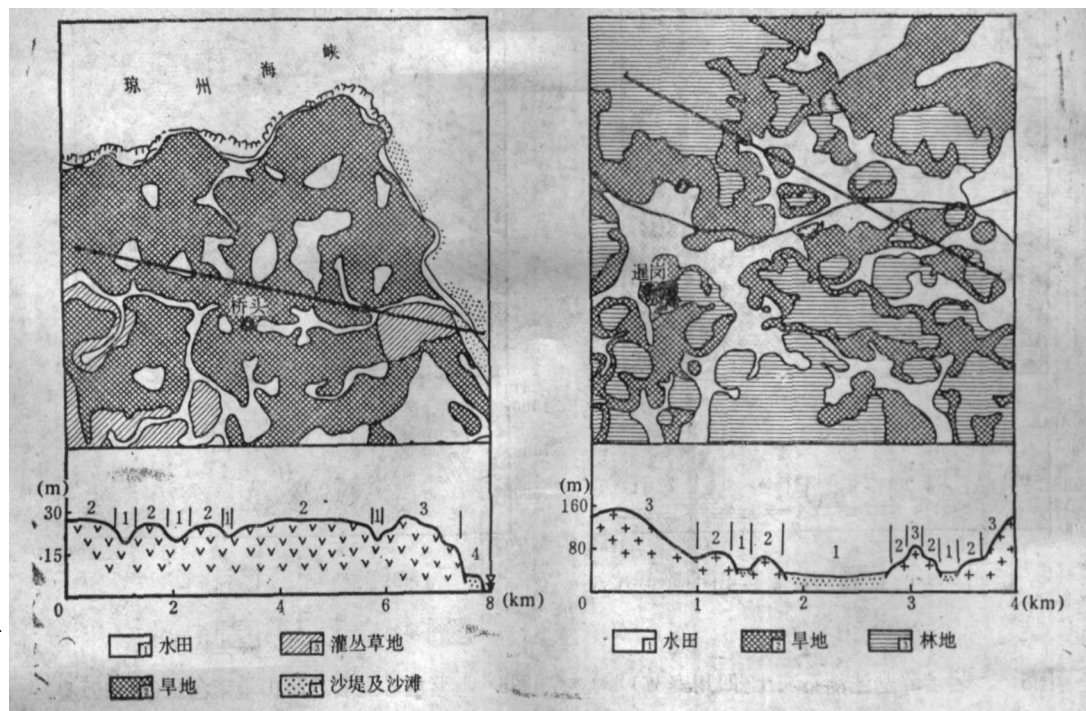


图1 玄武岩台地红壤(海南岛儋县)

图2 花岗岩丘陵赤红壤(广州市郊)

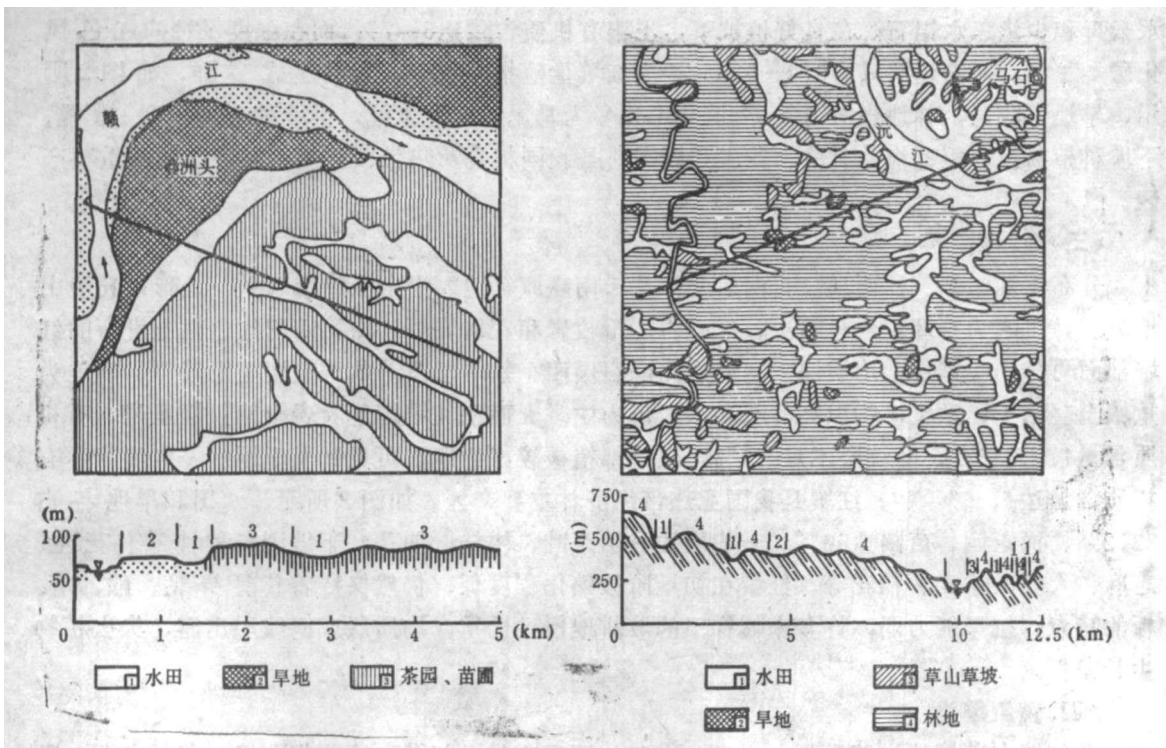


图3 第四纪红色粘土岗地红壤(江西泰和)

图4 板岩丘陵低山红黄壤(湖南桃源)

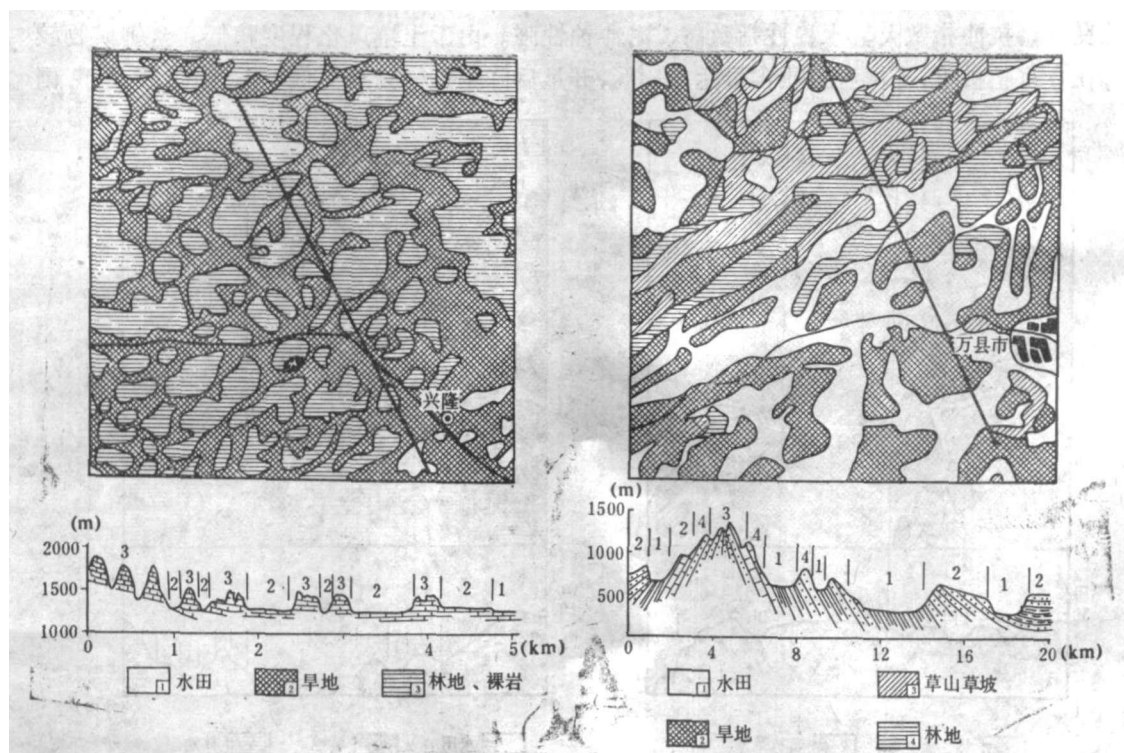


图5 岩溶峰丛洼地石灰土(四川南充)

图6 紫色砂泥岩丘陵山地紫色土(四川万县)

杉木、楠竹、油茶及马尾松林的基地之一。从图4可看出,除一部分水田外,旱地占1.4%,草山草坡占7.3%,而林地达66%。旱地主要种植苧麻、棉花、红薯、花生、小麦等。黄红壤经开垦后的旱地土壤,具有与红壤共同的酸、瘠特点,但因常年处于湿润条件下,在利用中有较好的条件改善水、肥状况,变广种薄收为高产稳产。

(五)石灰土类

分布于桂、黔、滇及鄂西等地,以黔、桂两省分布最集中。石灰土的土层浅薄,多岩石露头;土壤质地粘重,粘土矿物以蛭石和水云母为主;pH在6.5—7.5之间,有时有石灰反应;全钾和缓效钾含量均低,为区内最缺钾的土壤之一。在自然植被下,土壤有机质含量可达5—7%。目前石灰岩土区植被破坏严重,保存完好的不足0.5%〔6〕。现状植被以喜钙、耐旱的灌草丛为主。如图5所示,水田仅占1.2%,旱地接近50%,其余很大面积为林地或裸岩,生产天麻、杜仲、三七、八角、肉桂等名贵药材。旱作主要为玉米、马铃薯、豆类。石灰土在初垦阶段往往具有较高的自然肥力,但其生态系统脆弱,一旦植被破坏很快就变为光秃的石山。在利用上的关键问题是解决水利条件,种植绿肥。并强调以林为主、农业为副;以保护为主、采伐为副;以药用植物为主、用材林为副。

(六)紫色土类

分布于川、鄂、湘、赣、粤等地,尤以四川盆地分布为最广。地形以丘陵低山为主,母岩为中生代不同时期的紫色砂、泥岩。由于吸热性强,软硬岩性相间互层,容易风化崩解剥落,并随地表径流而流失。一般紫色砂岩风化物发育的质地粗,土层较薄,贮水量少,而在紫色泥岩风化物发育的则土层较厚,质地粘重。土壤风化不深,土体中残留大量长石、云母等原生矿物颗粒,粘土矿物以水云母为主。钙质紫色砂、泥岩风化物发育的富含磷、钾。中、酸性紫色砂、泥岩风化物发育的磷、钾含量较低。有机质含量一般<1.0%,经长期耕种熟化的可达1.5%以上〔6〕。紫色土利用程度很高,如图6所示,旱地占36%,草山草坡占11.8%,林地占14.6%,是我国重要的粮、油和经济林基地。旱作主要为玉米、油菜、花生、红薯、小麦和豆类等。经济林木有油桐、竹、桑、柑桔等。生产上主要的问题是水土流失和干旱。在利用中应注意坡地的水土保持,发展灌溉,增施有机肥和微肥,实行与豆科作物的间、套种,以保持和培育土壤肥力。

三、综合利用的对策

我国在热带、亚热带旱地土壤的利用方面有许多行之有效的经验和措施,但也存在不少问题,主要有三:一是土地利用不充分,全区目前尚有69万公顷荒山草坡;二是生态环境破坏严重,水土流失面积已达全区总土地面积的28%;三是生产水平低,经济效益差。现有农耕地占13.6%,其产值在农、林、牧、副、渔总产值中占68%;林地占43.9%,而其收入却只占4.2%,所以旱地土壤的问题归根到底是一个综合利用问题。

(一)因地制宜 合理利用

1. 山地的“立体利用”:就山地本身条件而论,发展林业和林副业远优于农、牧业。根据一些山区的经验,可以按不同土壤带的立地条件来选择树种,进行合理的立体配置。例如,云南西双版纳砖红壤区,海拔700米以下的热带丘陵以种植橡胶、咖啡为主,700—1000米的亚热带低山以种茶叶为主,1000—1500米的亚热带中山主要发展紫胶和经济林,1500米以上山地则发展各种用材林。广大亚热带红黄壤区,海拔600米(在湘西和贵州高原为800米)以下丘

陵低山的红壤以种植柑桔、油菜、油桐为主, 600(800)米以上低中山的黄壤主要发展茶叶、杉木、毛竹等。一些驰名中外的名茶, 如福建的乌龙茶、安徽的祁门红和屯溪的绿茶、湖北的宜红、云南的普洱茶就是按照山地土壤垂直变化的特点, 实行合理的立体配置而发展起来的。

2. 丘陵的“一丘多用”: 丘陵同山地相比, 起伏比较平缓, 对农垦的限制因素比山地小, 常成为重要的粮食和经济作物区。通常自丘顶至丘脚可划分为三段, 即丘顶淋失段, 丘腰过渡段, 丘脚积累段。淋失段水分和养分流失, 土层浅薄, 多为轻质土壤; 积累段承纳上方淋失下来的水分和养分, 土层较厚, 质地粘重; 过渡段介于两者之间。因此, 可利用丘陵上、中、下坡水分、土壤质地和养分分异的特点, 按不同树种的生态要求, 合理安排, 实行“一丘多用。”例如, 湖南的“岗顶松、窝里杉、山坡种油茶”; 江西的“丘顶薪炭林, 丘腰果、茶、桑, 丘脚棉、油、麻”; 湖北的“松树堡, 杉树槽, 柏树长在乱石窖”等, 就是具体运用这种自然规律的例证。

3. 各地的“多层利用”: 为了充分利用区内的光、热、水、土资源, 提高生态和经济效益。我国农民创造了许多在同一地形、母质条件下, 具有热带森林特性的多层多种光合群

表 2 热带不同植被下的水土流失量^[7]

土地利用方式	径流量		冲刷量	
	(毫米)	(%)	(吨/公顷)	(%)
雨林	6.57	100	0.042	100
橡胶+大叶茶	13.15	200	0.076	181
单纯橡胶林	18.65	284	0.257	611
农耕地	162.78	2478	5.4713	130269

体结构的种植方式。例如, 西双版纳的栲+樟+大叶茶, 橡胶+大叶茶; 海南岛的橡胶+咖啡(或大叶茶), 橡胶+胡椒, 橡胶+菠萝; 亚热带各地的马尾松+茶, 桂花+茶, 葡萄+茶, 杉+桐+粮。据在西双版纳(年降雨量1459.4毫米)试验^[7], 在三叶橡胶下增加一层大叶茶, 可使水分流失、土壤冲刷大为减少(表2)。据研究, 马尾松、桂花、葡萄等

阳性树种和喜荫的茶树相结合, 可提高茶叶品质1—2级, 弥补丘陵茶叶品质差的缺陷。

(二)用养结合 培养地力

热带、亚热带森林一旦改种人工林或作物之后, 不借助于养地措施, 便无法维持较高的生产力。主要养地途径有:

1. 植树种草相结合: 对已经发生不同侵蚀的地段, 应因地制宜地植树种草。在轻、中度侵蚀的土壤上, 最有效的措施是封山育林, 一般五年左右可以郁闭。在坡度平缓处, 还可大穴种植板栗、柿、枣、油茶等粗放栽培的经济林木; 在A层被蚀, B层出露的强度侵蚀土壤上, 一般需打穴施肥植树, 先种马尾松、刺槐、苦楝等适应性强的速生树种, 待地力恢复后可发展其它经济林木; 在B层被蚀, C层出露的极强度侵蚀土壤上, 可深挖环山水平沟, 在沟内客入肥土, 种植马尾松、芭茅草、胡枝子等。数年后坡面能生长芒箕, 基本上可控制水土流失。

2. 混交林与纯林相结合: 目前本区的用材林80%以上都是针叶林, 以杉、松为主。杉、松两种树种长期连栽, 土壤肥力逐年下降。据报道, 阔叶林的凋落物在雨林(西双版纳)^[7]、季雨林(广东鼎湖山)^①次生常绿阔叶林(湖南会同)^②每年每公顷分别为11.55吨、8.52吨、4.58吨, 而杉木的年凋落物量仅2.68吨(南宁)^[8]—2.03吨(会同)^②, 加之阔叶林凋落物富含灰分和氮、磷、钾。据试验^②, 连续栽杉19年后, 0—60厘米内氮、磷、钾含量分别为栽种前

① 屠梦照, 鼎湖山亚热带常绿阔叶林凋落物量。热带亚热带森林生态系统研究, 第二集, 1984。

② 中国科学院林业土壤研究所, 杉木人工生态学研究论文集, 1980。

的43.6%、24.3%和43.2%。从用地养地的角度看,今后应强调种植针叶树与阔叶树混交林。

3.豆科与禾本科牧草相结合:一般山坡草场必须留有林带,实行林草结合,而人工牧草以多年生三叶草和禾本科牧草混播为好。在现有砖红壤带的橡胶林下,红壤带的油茶林和果树行间,幼林阶段都可种植牧草。热带橡胶园常见的覆盖植物为毛蔓豆、爪哇葛藤、无刺含羞草。禾本科草类有危地马拉草、坚尼草。试验结果表明,以多年生的蔓生豆科种类较好;禾本科草类因争夺水分,应少种或仅在豆科绿肥覆盖中间作。江西在幼林下混播红三叶、白三叶和多年生黑麦草、鸡脚草,浙江在茶园套种印度豇豆、印尼绿豆、日本青、三叶猪屎豆等夏季绿肥,均是很适合当地条件的品种。林草结合不仅增加地面覆盖,保持水土,提高土壤肥力,而且可以促进果茶增产。

(三)发挥旱地优势 扩展经济作物

发展经济作物是提高热带、亚热带农村经济收益的重要途径。从现有试验地和大面积丰产林的产量来看,达到较高额的产量水平是可能的。仅以橡胶、茶叶、柑桔、油茶和油桐的产量和生产潜力为例作粗略的预测(表3)。

表 3 我国热带亚热带几种经济作物的产量和生产潜力〔5,9-11〕

经济作物名称	种植面积 (万公顷)	平均年产量 (吨/公顷)	较大面积高额产量 (吨/公顷)	可能发展到的面积 (万公顷)	总产量 (万吨)
橡 胶	54.0	干胶0.73	干胶3.0	80.7	45—59
茶 叶	110.2	0.36	2.25—3.75	132.24	128.1
柑 桔	35.3	3.675	22.5	42.36以上	1143.7—1294.5
油 茶	408.4	茶油0.045	茶油0.75	490.08	73.5—147
油 桐	92.2	桐油0.075	籽4.972,出油率33%,折桐油1.64	110.6	41.49—82.98

由于按照自然条件和橡胶群落的生态关系,采取适当技术措施,我国橡胶的引种栽培已推向北纬23°30',成为世界上种植橡胶最北的地区之一。但是各地的产量不平衡。在干胶产量上暂时还低于国外水平(国外橡胶主产区平均每公顷产干胶1.35吨〔9〕,而我国仅0.73吨)。假如在我国热带把胶园面积按马来西亚14%的比例发展到108万公顷,每公顷收干胶1.35吨,则总产量将达145.8万吨。然而从自然条件来看这是很困难的,但从现有条件发展到80.7万公顷,到本世纪末实现总产量45万吨①,进而达到59万吨是可能的。

茶叶、柑桔、油茶和油桐是亚热带主要的经济作物,但目前平均产量远低于国外水平〔9〕,特别是油茶和油桐,主要原因是管理粗放,树老种劣,垦复方式不当和布局不合理等,因而无从发挥旱地土壤的优势。假如全区的茶叶、柑桔②在现有种植面积基础上扩大20%的面积,并把产量提高到国外先进水平,我国茶叶、柑桔的总产量将分别达到128.1万吨与1143.7—1294.5万吨;油茶和油桐也再发展20%的面积,每公顷产量分别提高到0.15—0.3吨与0.375—0.75吨〔11〕,总产量将达73.5—147万吨与41.49—82.98万吨。仅此四项产品年产值就可收入134.91—173.54亿元③,超过全区1979年林业总产值近3—4倍,经济效益十分可观。但是要达到这个目标的关键是:(1)积极改造低产或无产老果园,如采取疏林补栽,老残林更新,深翻改土,增施肥料,提倡间种等技术措施,促使果树恢复活力,增强树势,及早投产;(2)搞好新基地生态适宜条件的选择和布局。由于红壤或红黄壤较贫瘠,建立茶园、果园应采用

① 引自华南热带作物科学研究所资料。

② 近年来柑桔发展很快,1986年已达56万公顷。

③ 以1983年价格计算。

“撩壕”或“大窝潭”深翻客土，才能适应深根系园林作物的要求。对于发展柑桔来说，选择背风向阳地段具有特别重要的意义。经济作物一般都要求季节性灌溉，如水源不能保证，只能种植在伏早前就已经成熟的桃、李、梅、葡萄等作物；(3)加强肥料管理，我国热带、亚热带土壤不仅氮、磷、钾含量偏低，而且具有缺硼、缺铜，部分缺锌的特点。如对经济作物在施用大量肥料的基础上，配合施用微肥，将可取得高产优质的效果。

参 考 文 献

- [1] 马榕之，中国山地土壤的地理分布规律。土壤学报，13(1)，1965。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所主编，中国土壤，科学出版社，1978。
- [3] 中国科协四川考察组，四川山地丘陵建设与生态平衡考察报告。热带亚热带山地丘陵建设与生态平衡学术论文集，科学普及出版社，1982。
- [4] 李世菊，对长江流域水土流失的一些看法和意见。热带亚热带山地丘陵建设与生态平衡学术论文集，科学普及出版社，1982。
- [5] 李庆逵主编，中国红壤，科学出版社，1983。
- [6] 龚子同等，华中亚热带土壤，湖南科学技术出版社，1983。
- [7] 冯耀宗，云南热带山地合理利用的几个生态学问题。热带亚热带山地丘陵建设与生态平衡学术论文集，科学普及出版社，1982。
- [8] 龚子同等，南宁附近森林土壤及其生物地球化学特征。土壤地球化学的进展和应用，科学出版社，1985。
- [9] 梁文辉等，海南岛发展热带作物与生态平衡关系的初步探讨。热带亚热带山地丘陵建设与生态平衡学术论文集，科学普及出版社，1982。
- [10] 中国农业年鉴编辑委员会编，中国农业年鉴，农业出版社，1984。
- [11] 王荷生、王平，我国发展木本油粮作物的生产潜力和意义。热带亚热带山地丘陵建设与生态平衡学术论文集，科学普及出版社，1982。

《中国土壤》(第二版)出版消息

《中国土壤》(第二版)是在1978年第一版的基础上，吸收近十年来土壤调查研究的最新成果修订而成。与第一版相比，各章进行了普遍修改、补充和逻辑的归并，还对全书结构作了调整，把“我国土壤的分类和分布”一章，扩展为“土壤形成的特点”、“土壤分类”和“土壤分布和分区”三章，并增补了“土壤化学污染”等章节。该书由熊毅、李庆逵主编，由科学出版社出版。全书分三篇，共四十六章，第一篇土壤类型和分布。第二篇土壤基本性质和肥力特征，第二篇土壤利用改良，共一百余万字并附千万分之一彩色土壤图。

该书反映了我国当前土壤科学研究的成就，是我国土壤工作者编写的第一部全面论述中国土壤的综合性专著。它运用土壤发生学和生态学的观点阐明我国土壤的形成、基本性质及其肥力特征，并对高产土壤的培育和低产土壤的改良利用以及因地制宜发展农、林、牧的实践经验进行了总结，对我国独特的土壤，例如水稻土、热带亚热带土壤、干旱区土壤和青藏高原土壤作了详细的论述。

本书第一版已在日本译成日文出版，1978年获科学大会奖，在国内外有广泛影响。

本书可供土壤学及环境科学、农学、生态学、地学和生物学等有关专业人员参考。

欲预订该书者，请于87年12月底前与科学出版社第二编辑室联系。