

230111

# 热带雨林土壤的基本特性与 西双版纳的合理开发

汪 汇 海

西双版纳是我国最宝贵的热带地区，它具有优厚的自然优势和丰饶的自然资源。建国以来，为国家作出了一定贡献，但由于合理开发重视不够，致使自然资源遭到严重破坏，自然环境日趋恶化。因此，如何保护和合理开发利用西双版纳热带雨林的自然资源，维护它的生态平衡和功能已成为当前人们极为关切的问题。为了探讨西双版纳热带雨林地区的合理开发及其保持生态平衡的合理途径，本文仅就热带雨林土壤的主要特性，利用中存在的主要问题和土地合理利用等方面进行讨论。为制订西双版纳综合自然区划和现代化农业生产规划以及自然资源开发利用规划，提供科学依据和参考意见。

## 一、西双版纳热带雨林土壤的基本特性

热带雨林土壤是发育在热带雨林生物气候条件下，而形成的滇南热区地带性土壤。此类土壤主要分布于西双版纳南部海拔500至900米之间，其土壤的主要特性，可概括如下。

### 1. 土层深厚、疏松

热带雨林土壤（亦称砖红壤性土），土层深度一般在1米以上，地表有2—3厘米厚的枯枝落叶层，表土层有较好的团粒结构，全剖面有明显的淋溶现象，表现在B层土粒表面有铁铝及有机质胶膜沉积物，剖面过渡不明显，母质以长英岩、石英粗面岩为主，其典型剖面特征列于表1〔1〕。

表1 热带雨林土壤剖面特征

发生层	土壤深度 (厘米)	剖 面 特 征
A <sub>0</sub>	0—3	保持原有形态，分解较弱的残落物层。
A <sub>1</sub>	3—4	处于半分解状态的残落物层。
A <sub>2</sub>	4—5	灰棕色中壤土，团粒—小粒状结构，疏松，孔隙多量，根系较多。
A <sub>3</sub>	5—14	浅灰棕色重壤土，小粒状结构，疏松，孔隙多量，根系较多。

续表

A B	14—32	黄棕色轻粘土，粒——核状结构，稍紧，根系比 A <sub>1</sub> 层少，稍湿润。
B <sub>1</sub>	32—63	暗棕轻粘土，小核状结构，稍紧，粗根多，有蚁穴和炭粒，稍润。
B <sub>2</sub>	63—108	棕色轻粘土，棱块状结构，表面有胶膜，紧，粗根量次于上层，有炭粒，稍润。
B <sub>3</sub> C	108—136	带少量黄斑的红棕色轻粘土，大团块结构，紧实，根极少，有少量石英粒和炭粒，润。
C	136—400	夹有黄色斑纹的红棕色轻粘土，大团块结构，紧实，有少量石英粒，润。

2. 具有良好的水分状况及水分物理特性

热带雨林土壤的一般水分物理性质列于表 2，土壤蓄水量的季节性变化列于表 3 (1)。

表 2 热带雨林土壤的水分物理性质

土层深度 (厘米)	容 重 (克 厘米 <sup>3</sup> )	总孔隙 度 (%)	最大吸	凋萎	田间持	最大吸	凋萎	田间持	在田间持		渗透性
			湿 水	湿度	水 量	湿 水	湿度	水 量	水 量	有效通气	
			(占干土重%)			(占干土体积%)			(占干土		
									体积%)		
0—10	0.78	70.5	11.49	18.38	38.2	8.96	14.34	29.8	15.5	40.9	最大渗透 速度 2.5 毫米/分，
10—20	0.77	71.1	12.30	19.68	35.6	9.47	15.15	27.4	12.3	43.8	
20—30	0.77	71.0	12.48	19.97	34.2	9.61	15.38	26.3	11.0	44.7	平均渗透 速度 0.2 毫米/分，
30—40	0.80	71.0	12.53	20.05	33.7	10.02	16.04	27.0	10.9	43.9	
40—50	0.92	68.7	13.33	21.33	33.7	12.26	19.62	31.0	11.4	37.7	每小时渗 透量 12 毫 米。
50—60	0.87	68.7	14.29	22.86	35.4	12.43	19.89	30.8	10.9	37.9	
60—70	0.94	66.1	14.59	23.34	35.4	13.72	21.94	33.3	11.3	32.8	
70—80	0.97	65.1	14.23	22.77	36.0	13.80	22.09	34.9	12.8	30.2	
80—90	0.94	60.1	14.13	22.61	34.8	13.28	21.25	32.7	11.5	27.4	
90—100	0.97	61.0	14.00	22.40	35.1	13.58	21.73	34.1	12.3	27.1	
110—120	1.17	61.0	14.17	22.67	34.6	16.58	26.52	40.5	14.0	20.6	
130—140	1.16	57.3	14.35	22.90	34.2	16.65	26.63	39.7	13.0	17.7	
150—160	1.17	57.0	14.74	23.58	34.9	17.25	27.59	40.8	13.2	16.3	
170—180	1.16	57.3	14.80	23.68	35.8	17.17	27.47	41.5	14.1	18.1	
190—200	1.16	57.4	14.72	23.55	34.0	17.08	27.32	39.4	12.1	18.1	

表 3

## 热带雨林下土壤蓄水量的季节性变化 (毫米)

(1959—1962年平均值)

深度 (厘米)	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0—50	119.8	121.9	114.2	116.3	141.0	136.1	144.1	150.1	150.9	131.7	126.0	94.7
50—100	139.2	143.9	135.3	132.1	152.6	154.3	158.5	164.3	163.3	150.3	146.6	106.5
100—160	216.3	216.2	207.5	205.6	214.0	230.1	228.7	241.7	236.2	224.6	223.2	163.7
0—160	475.3	479.9	481.9	451.5	507.7	520.5	531.2	561.0	552.7	506.6	495.7	364.9

从表 2 和表 3 可清楚看出：(1) 热带雨林土壤特别疏松多孔，总孔隙度很高在 71.1—57.0% 之间，其值且随剖面深度的增加而逐渐降低。(2) 雨林土壤的最大吸水和凋萎湿度均较高，分别在 11.49—14.80% 和 18.38—23.68% 之间，亦随剖面的加深而增加。从田间持水量时的有效水量可以看出，热带雨林土壤所含的有效水是充足的，在 200 厘米深度内，每 10 厘米的土层中的有效水量均较高，其值在 15.5—10.9 毫米之间。

(3) 热带雨林土壤的渗透性较好，每小时渗透量可达 12 毫米，最大渗透速度 2.5 毫米/分。(4) 在雨季 (6—9 月) 热带雨林 0—160 厘米土层中平均蓄水量高达 537.6 毫米，相当于每亩蓄水 358.42 公吨。就是在干热季其平均蓄水量亦有 466.7 毫米，相当于每亩蓄水 311.15 公吨。

## 3. 具有较高的自然肥力

热带雨林土壤表层有机质含量高达 3% 以上，全氮量在 0.2—0.3% 之间，土壤盐基饱和度为 38.01—28.94%，代换量 4.92—3.11 毫克当量/100 克土，土壤呈强酸性反应，pH 值在 4.20—5.30 (见表 4)。从表 5 中可看出，此类土壤富含铁铝，胶体中硅铁铝率在 1.4—1.7 之间。这些都说明滇南的热带雨林土是比较肥沃的土壤。

表 4

## 热带雨林土壤一般化学特性

发生 层次	土层深度 (厘米)	吸湿水 (%)	有机质 (%)	全 氮 (%)	pH		代 换 量 毫克当量/100 克土	代换量盐基 毫克当量/100 克土
					H <sub>2</sub> O	KCl		
A	0—10	2.35	3.70	0.30	4.20	3.70	4.92	1.87
AB	10—28	3.41	2.23	0.17	4.27	3.80		
B <sub>1</sub>	28—59	4.06	1.66	0.14	4.80	3.88	4.89	1.95
B <sub>2</sub>	59—104	4.38	1.24	0.09	4.89	3.94		
BC	104—132	4.38	0.95	0.08	5.16	4.05		
C	130 以下	3.20	0.18	0.09	5.30	4.14	3.11	0.90

表 5

热带雨林土壤的全量分析结果\*

发生层次	采样深度 (厘米)	土壤胶粒部分 ( $<0.001$ 毫米)					土 体 部 分				
		(% )			$\text{SiO}_2$	$\text{SiO}_2$	(% )			$\text{SiO}_2$	$\text{SiO}_2$
		$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{R}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{R}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
A	0—10	37.12	32.73	17.67	1.43	1.92	62.81	20.26	6.97	4.31	5.20
B <sub>1</sub>	28—57	36.09	36.33	11.94	1.39	1.69	51.21	19.86	8.05	3.88	4.89
B <sub>2</sub>	104—132	39.55	36.46	12.49	1.51	1.84	51.32	20.36	8.53	3.77	4.78
C	180—200	39.55	31.36	12.67	1.70	2.14	53.30	23.53	11.68	2.92	3.85

\* 由昆明植物所土壤组分析。

#### 4. 生物小循环特别强烈，物质转化极为迅速

由于本区地处热带，水热条件极为优越，热带雨林下土壤的生物小循环特别强烈，有机物质积累和分解亦异常迅速。热带雨林每年平均就有11.03吨/公顷的残落物（枯枝落叶）归还土壤表层，大量的枯枝落叶残体，在微生物的作用下很快被全部分解（大约4个月时间）释放出矿质营养，及时地被雨林植物所吸收，而储存在植物体内免遭淋失，热带雨林又以枯枝落叶的形式把从土壤中吸来的矿质营养归还给土壤。这样循环不已，就形成了热带雨林植物与土壤之间的生物小循环。一旦雨林被毁，这种生物小循环就被破坏中断，土壤表层的残落物和矿质营养将迅速流失，脱离生物小循环轨道，而进入地质大循环。这样，地质大循环过程的加剧、加快，就意味着水、土、肥自然资源的大量损失，这是我们所不希望的，其大小循环之间的相互关系可用图1表示。

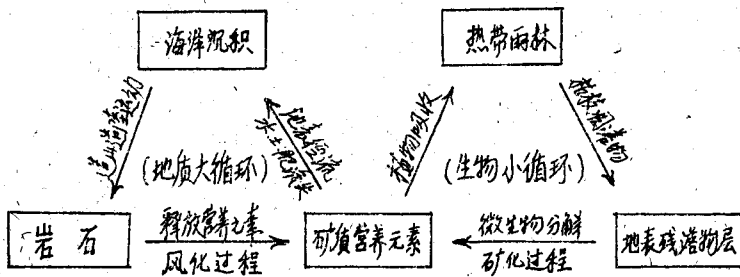


图 1. 地质大循环和生物小循环相互关系图

热带雨林土壤是在生物小循环和地质大循环的对立矛盾统一过程中，不断提高和发展，其物质营养保持动态的积累和不断增长的平衡。研究结果表明，热带雨林下的土壤，水土流失极其轻微，每年进入地质大循环的土壤每亩仅有3.48公斤，径流量只有8.07毫米。而雨林烧垦后种植早稻、黄豆的农作地，土壤冲刷量及径流量分别是热带雨

林的736.1倍和11.5倍。因此，充分认识热带雨林土壤的这个特点，保护雨林植被，防止生物小循环的破坏，合理利用热带自然资源，是发挥热区土壤资源潜力的先决条件。

## 二、热带雨林土壤开发利用中存在的问题

### (一) 目前土地利用现状未能充分发挥本区的热带优势

西双版纳虽有优越的热带自然环境条件、富饶的自然资源和巨大的生产潜力。但目前土地利用现状<sup>[2]</sup>和农业生产结构未能反映出本区热带的自然优势(见表6)。

表6 西双版纳土地利用现状

地 类	面 积		占全区土地总面积 (%)
	(万亩)	1985年	
森 林	527		18.28
自然保护区	300	310	10.41
橡 胶	46	923	1.60
茶 树	14.8	20.4	0.51
甘 蔗	4	6.1	0.14
砂 仁	13.2		0.05
樟 树	0.5		0.02
热 带 水 果	3.3	3.75	0.12
水 稻	63	69	2.19
早 稻	69	38	2.39
荒 山 荒 地	804.36	200	27.90
水 产	2.16		0.08
河 流	250.82		8.70
其 它	796.74		27.61

从表6可明显看出:

1. 现在农用地面积占全区总面积的4.58%，而热带经济作物和经济林木(包括橡胶在内)仅占全区总面积的2.44%，在土地利用方面仍以粮食作物占主要地位，而热带经济作物和经济林木占的比重极小，未获得应有的发展。目前热带经济作物构成也是单一经营，除橡胶和茶叶、甘蔗外(后二种为本区传统作物原有数量较多)，其它热带经济作物几乎尚未发展或数量极少，散见于各地。因此应改变现在土地利用方式，实行多种

经营,充分发挥热带经济作物、经济林木的优势,把本区建设成全国重要的热带作物生产基地。

## 2. 800万亩荒山荒地尚未充分合理利用

对于800万亩荒山荒地应有计划地垦殖利用,合理安排各种热带经济作物和经济林木,做到农、林、牧全面发展。因此,需调整农业布局,充分利用荒山荒地资源,提高土地利用率。

### (二) 自然资源遭到严重破坏

#### 1. 生物资源遭到严重损失

主要表现在森林覆被率的大幅度降低和许多稀有珍贵的动植物资源遭到不应有的破坏和损失。据报道,解放初期西双版纳森林覆盖面积为1585万亩,现减少到827万亩,森林覆被率由55.0%下降到28.7%,平均每年毁林约20多万亩,造成森林锐减的原因,是由于毁林开荒,森林火灾,建筑、生活、加工用材,乱砍滥伐和毁林种胶等。随着森林资源的严重破坏,野生动植物资源也急剧减少,致使许多珍贵稀有的动植物资源如木莲、龙脑香、望天树;亚洲象、野牛、白颈长臂猿、孔雀等濒于灭绝和处于临危的境地。

#### 2. 水、土、肥自然资源的大量流失

不合理的“毁林开荒、刀耕火种”,导致严重的水、土、肥的大量损失(见表7)。

表7 毁林开荒、刀耕火种对水土流失的影响

处 理 名 称	径 流 量 (公斤/亩)		土壤冲刷量 (公斤/亩)		土壤养分损失量			
					全氮(公斤/亩)		有机质 (公斤/亩)	
	总计	比值	总计	比值	总计	比值	总计	比值
热 带 森 林 区	6257	1	3.9	1	0.007	1	0.22	1
坡地刀耕火种早稻区	28297	4.5	581.4	149	1.04	149	18.3	83
隔坡梯地早稻区	18308	2.9	290.7	75	0.50	71	9.2	42

表7表明,在热带雨林植被覆盖下的土壤,每亩每年只冲走表土3.9公斤。但雨林砍烧后,采用刀耕火种植早稻时,其径流量为雨林处理的4.5倍。而土壤冲刷量却是雨林的149倍。即种植一年早稻的水分流失等于雨林4.5年,而一年冲去的肥沃表土,则相当于雨林地149年。开成隔坡梯地种植虽比落后的刀耕火种方式减轻了水土流失,但其水、土流失量仍是雨林的2.9倍和75倍。如果西双版纳州,每年平均破坏森林按22万亩计算,则每年因毁林而造成的肥沃土壤流失量高达95920吨,随土壤损失的氮量相当于冲走硫酸铵化肥847吨。土壤有机质损失3025吨。上述土肥资源的严重损失,无疑这是对热带土壤资源的极大浪费。从表8还可看出,由于毁林对水资源的损失也是惊人的。刀耕火种地每亩损失的径流量为28297公斤,比热带雨林6257公斤多流失22040公斤(约22立方米),即一年每亩热带雨林比刀耕火种地多蓄水22立方,如果每年以破坏森林22万亩计算,其径流量多损失484万立方,也就是说,一年毁林22万亩所损失的水量相当于毁坏

了1百万方的蓄水库4.8个,这样建国30年来,西双版纳因毁林而损失的水量相当于毁掉了1百万方的蓄水库144个。这种惊人的损失告诉我们:热带雨林蓄水的强大作用和珍惜热带雨林——这个“绿色水库”的重要意义。

### (三) 不合理的垦殖方式和耕作方法

#### 1. 毁林开荒、刀耕火种

“刀耕火种”这种落后的耕作方法在本区非常普遍,尤其最近一两年,刀耕火种地的面积之大,发展之快达到空前的规模。目前全区约有37%的耕地仍处于毁林开荒,刀耕火种的落后生产方式。为了了解垦前烧荒对土壤肥力的影响,我们将热带雨林表层土壤及其与烧荒后的土壤进行肥力比较,其结果见表8

表8 烧荒对土壤肥力的影响

分析项目 采样地点	采土深度 (厘米)	土壤有机质含量		土壤全氮含量	
		(%)	占雨林地%	(%)	占雨林地%
热带雨林地	0—5	2.88	100	0.20	100
	15—20	1.66	100	0.12	100
刀耕火种地	0—5	1.29	44.79	0.10	50.00
	15—20	1.38	83.13	0.10	83.33

从表8中看出,不合理的刀耕火种生产方式中,烧荒对土壤肥力破坏很大,使全氮、有机质急剧降低。火烧地0—5厘米土层中,全氮、有机质比砍烧前的热带雨林分别减少了50%和55.2%。而15—20厘米土层中,全氮和有机质分别只减少了16.7%和16.9%,即刀耕火种一次烧垦就将长期积累的枯枝落叶层和有机质、残落物层化为灰烬,使土壤表层全氮、有机质含量损失一半以上,加之垦后土壤中水土流失特别严重,土壤肥力急剧衰退,产量日益低劣,生产能力很快丧失,一般垦后三年左右,便不得不丢荒另垦。这确是对有限的热带雨林土壤资源的莫大浪费。因此,应严禁刀耕火种,保持土壤资源。

#### 2. 片面强调以粮为纲,毁茶种粮

西双版纳是国内外久负盛名的“普洱茶”产地,发展茶叶生产大有希望,但有的地方在片面强调“以粮为纲,向荒山要粮”的口号下,把原种植茶树的地方,改种粮食作物,这便违背了因地制宜的科学原则。毁茶种粮,其结果是丢了西瓜拣芝麻,这种剜肉补疮的教训是深刻的。

#### 3. 陡坡开垦

近年来,西双版纳陡坡开垦毁林种粮,愈来愈多,一般在坡角25°以上,甚者在40°以上都有。不合理的陡坡垦种造成水土流失非常严重,尤其每逢暴雨,地表径流和泥砂俱下,易引起严重的塌方、滑坡,使平坝区的稻谷良田成片遭受水淹砂埋,所以群众说:“山上开荒,山下遭殃”。这说明了陡坡开垦的危害性。

#### 4. 顺坡垄作，直坡种植

在西双版纳地区，无论种植农作物旱稻、玉米还是种植经济作物，都习惯于采用顺坡垄作或直坡种植，这种形式从保持水土考虑是不合理的。它造成了顺直的径流通道，雨季时地表径流顺坡直下，水力大，速度快，径流侵蚀力强，易造成严重的沟蚀及片蚀，最重者心土冲出，土壤瘠薄，土地生产能力很快丧失。因此，为了保持水土，今后应改为等高垄作或等高种植。

#### 5. 茶园梯埂防护太差

尽管西双版纳是著名“普洱茶”的故乡，但是由于片面强调“以粮为纲”，而忽视了茶园管理，梯埂年久失修，梯田面愈来愈狭，每遇暴雨，都会使梯田面坍塌，茶根裸露，致使茶树早衰，产量很低。

### 三、合理开发利用西双版纳土地资源的几点建议

根据滇南热带雨林土壤的特性和利用中所存在的问题，在合理开发利用土地资源方面有以下几点建议。

#### (一) 实现多种经营，全面发展

本地区水、热资源丰富，土壤肥沃，地形复杂多样，具有开展多种经营的十分有利条件。多种经营是发展热带地区生产，繁荣边疆经济和合理利用热带山区的根本措施。因此必须改变目前农业生产和热作生产上的单一经营方式，否则不能充分合理利用热带自然资源（光、热、水、土）。生产过于单一化，搞单一经营，不仅不能发挥自然条件的优势，而且亦造成农、林、牧、副、渔之间的比例严重失调。要扬长避短，发挥优势，必须实现多种经营，使农、林、牧、副、渔全面发展。

#### (二) 因地制宜地搞好西双版纳地区土地利用规划

能否发挥西双版纳的热带优势，关键在于对土地资源的合理利用，而合理利用的关键又在于因地制宜地遵循自然规律和经济规律，搞好土地利用规划。根据西双版纳热带自然条件的优势，本地区土地合理利用的方向应坚持在不破坏热带雨林生态环境的前提下，以发展橡胶等热带作物为重点，大力营造热带经济林木，因地制宜地合理安排各行各业，使农、林、牧、副、渔各得其所。

根据西双版纳地区自然环境条件特点，结合各种作物的适生条件，按海拔高度拟出本区土地合理利用方向及农业布局的初步规划。其具体规划内容如下：

1. 平坝区（海拔550—650米）：土地利用方向是以农为主，建立以水稻为主的农田生态系统区，主要发展水稻，可适当种植蔬菜、甘蔗。此区地势平坦，水利条件好，灌溉方便，目前是水稻田集中分布的地区，今后将是西双版纳商品粮生产基地，也是实现农业机械化、现代化、园田化的重点地区。目前土地利用率和水稻单产都比较低，约有1/2以上的耕地仍处于冬闲放荒状态。今后，可因地制宜地搞水旱轮作，如水稻——冬黄豆，水稻——西瓜，水稻——绿肥等。水利条件好的地区可发展双季稻，提高复种指数。

2. 丘陵、阶地低山区（海拔650—900米）：



本区土地利用方向要采取保护与开发利用相结合的方针，具体方案如下：

(1) 热带雨林生态系统自然保护区。对已划定的300万亩自然保护区，要采取有效措施，严加保护，以保存宝贵的热带生物资源和雨林的生态环境。对保护区以外的尚存的小片雨林，建议不要再开发，以休养生息，恢复元气，提高环境质量。这些热带雨林对维护西双版纳的生态平衡起着中枢作用。

(2) 建立以橡胶为主的热带经济作物生态系统区。其种植形式可采取以橡胶为主的多层多种经营结构。如采用高产、抗寒的橡胶——茶叶群落结构<sup>(3)</sup>或者橡胶——千年健(南药)，橡胶——胡椒等群落结构。

(3) 建立热带速生、珍费用材和薪炭林的生态系统区。可以采取上层为团花林，下层为砂仁的群落结构，薪炭林可采取铁刀木——茶叶群落方式。

实行以短养长、高矮配合的多层多种经营，比起单一的传统结构，更能充分合理地利用光、热、水、土等自然资源，并具有良好的生态效应和最佳的经济收益，因而它是我国热带地区合理开发的一项重要措施。发展橡胶等热带作物应立足于现有的宜林宜胶的荒山荒地的利用改造，贯彻“改造荒地、造林造胶”的方针，不要再毁林种胶。

### 3. 低山——低中山区(海拔900—1100米)：

本区是以茶树为主的经济作物生态系统区。其组合可采用传统的茶叶——樟树，茶叶——桉木以及茶叶——咖啡等群落结构。在需要退耕还林的农地上，应先实行林、粮间作，达到以农养林，以林保土的目的。

### 4. 低中山区(海拔1100—1600米)：

此区以恢复和发展林业资源为主，林、牧相结合，并大力发展木本油料作物(油茶、核桃)和茶叶等。使本区成为林、牧、副业综合发展的山区。

需要指出的是，本区土地利用方向是总体规划，具体规划中还要根据小环境特点，按照因地制宜的原则合理安排作物，不能一概而论。

现以勐崙为例，试拟土地利用方向和农业布局垂直剖面图(见图2)。

#### (三) 集约经营，提高单产

本地区自然条件优越，土地肥沃，提高各种作物单产潜力很大。所以各行各业在发展中不能只单纯追求扩大种植面积，而应着眼于提高单产水平，节约使用有限的热带土壤资源。因此，在利用极其有限的西双版纳热带土壤资源上，应该以集约经营、提高单产水平为主，不能采用浪费自然资源的广种薄收的办法。我们必须珍惜这些有限的宝贵的土壤资源，需要合理利用、保护和培育，使它发挥最大效益。

目前，本区无论是水稻、旱稻还是橡胶，其单产均较低。水稻单产仅有340斤，而旱稻单产更低，只有185斤，大大低于全省水平。橡胶全区平均单株产干胶仅有3.51公斤，亩产干胶55.61公斤。而高产树位单株产量可达5—7公斤，每亩已超过100公斤。因此，提高单产水平潜力大。如果橡胶、水稻单产提高1倍，比种植面积扩大1倍在劳动力、资金上要节约得多。

#### (四) 合理轮作，提高土壤肥力

合理轮作是培养地力，提高产量的基本措施。要达到固定耕地长期种植的目的，必须把用地作物和养地作物有机地结合起来。在本地区比较好的轮作方式有如下几种：

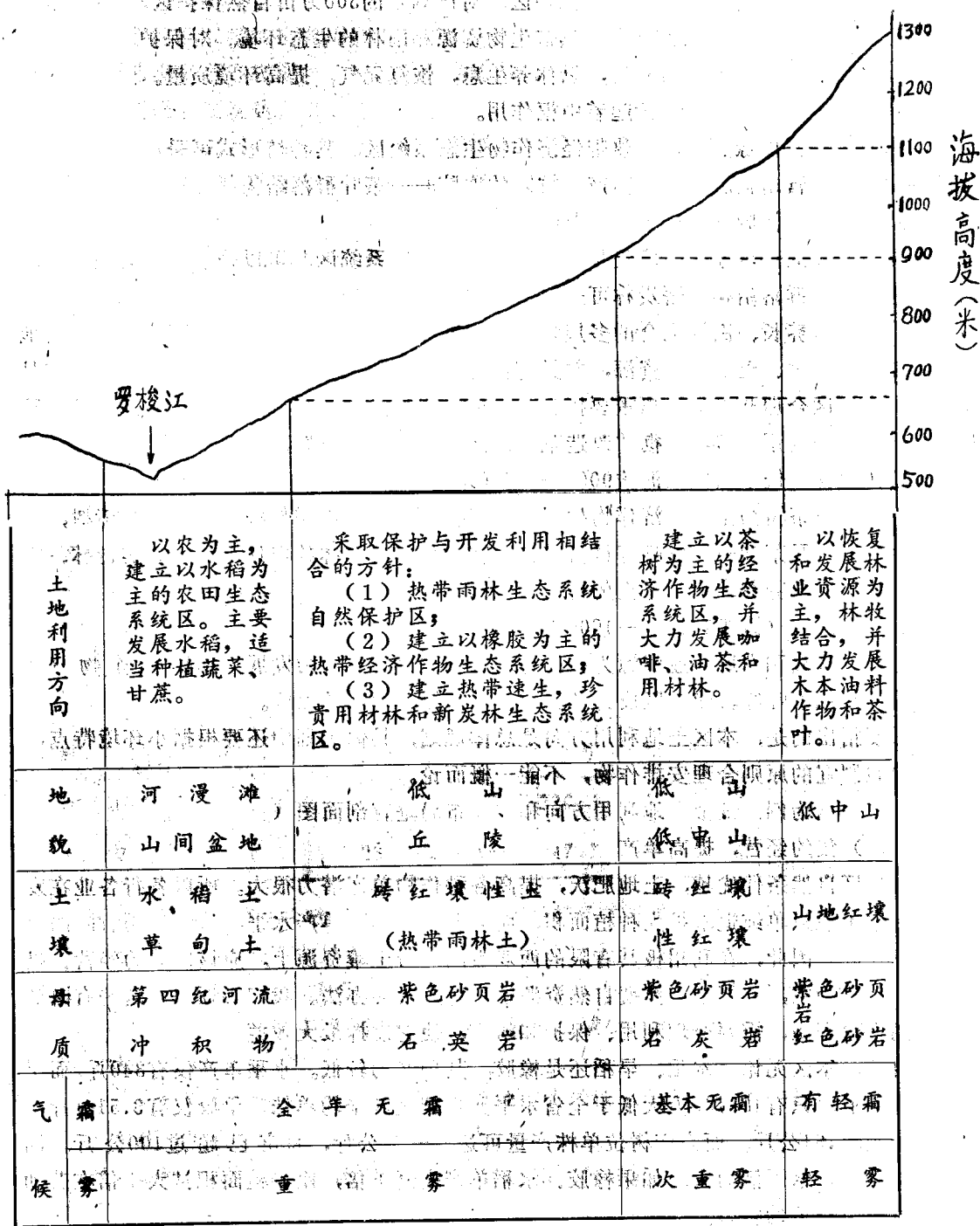


图2. 动崙地区土地利用方向及农业布局垂直剖面示意图。

- 1.早稻—白苏—早稻—白苏—早稻（玉米）
- 2.早稻—黄豆—早稻—黄豆—早稻（玉米）
- 3.早稻—黄豆—早稻—白苏—早稻（玉米）
- 4.早稻—饭豆—早稻—饭豆—早稻（玉米）

在轮作制中，除有传统的肥地作物黄豆、饭豆外，还有白苏。白苏对提高土壤肥力和后作增产上有明显的效果<sup>[4]</sup>。如果在轮作中种一季白苏，每亩地就可增加残根落叶1060.5市斤（其中干叶902.8市斤，干根155.7市斤），这相当于每亩施用硫酸铵110市斤，过磷酸钙20市斤，硫酸钾67市斤。种植白苏后土壤团粒结构数量亦明显增加，还可使杂草数量减少58%，杂草平均高度减低63%。

综上所述，只要按照自然规律和经济规律办事，扬长避短，发挥优势，更好地利用自然，合理地开发资源，我们一定能够将西双版纳热带地区建设成青山常在，碧水长流，物产富饶，林粮丰收，土地肥沃，永续利用的社会主义新河山。让我国这块得天独厚的“植物王国皇冠上的绿宝石”放出更加绚丽的光彩，为我国社会主义现代化建设做出更大的贡献。

#### 主要参考文献

- [1] 汪汇海，1979，滇南热带雨林的土壤水分状况及其与雨林植物生长发育的关系，云南植物研究，1（2）：44—55。
- [2] 西双版纳自治州，1980，西双版纳自然资源开发利用规划初步意见，油印本。
- [3] 汪汇海等，1980，橡胶——茶叶人工群落抗寒高产结构的研究，热带植物研究，14期：17—28。
- [4] 汪汇海，1964，白苏在滇南热带地区对于提高土壤肥力和早稻增产上的作用，学术研究（云南，自然科学版），2期：20—27。