

胶茶人工群落在改善山地土壤生态环境上的作用

汪汇海,李德厚

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部,云南 昆明 650223)

摘要:经过多年的实践和研究结果表明,橡胶(*Hevea brasiliensis*)—茶树(*Camellia sinensis*)两层人工群落结构,比单一橡胶种植模式有着明显的改善山地土壤生态环境的特点。胶—茶人工群落对减少水土流失,改善土壤微生物状况,增强土壤地表呼吸强度,促进团聚体形成和提高土壤肥力以及增加单产等方面,均有显著的效果。因此,胶—茶人工群落为合理利用我国西部热带山地资源,开辟了一条新的经营种植模式。

关键词:胶茶人工群落;改善;土壤生态环境

中图分类号:S154.1

文献标识码:A

胶茶人工群落—立体农业的种植模式^[1~3],越来越被生产所重视,目前云南、海广东、广西等省区,已推广种植面积 10 000 多 hm^2 。它比传统的单一植胶或种茶,不仅提高了光能利用率^[4]和减轻了橡胶树的寒害^[5],而且还改善了土壤生态环境。本文将着重探讨胶茶立体种植模式,在改善土壤生态环境中的显著作用,为进一步推广这种模式提供科学依据。

1 研究地点的基本概况

研究地点位于西双版纳州勐腊县勐仑, $101^{\circ}15'E$, $21^{\circ}41'N$, 山地海拔 580 m, 属边疆、少数民族山区。本区雨量充沛, 全年降雨量 1 500 mm 左右, 但分配不均, 干湿季明显, 其中 80% 以上降雨量集中在 5~9 月(雨季), 是造成本区水土流失比较严重的自然因素。本区光热条件优越, 自然植被为热带雨林, 其特点: 树木高大, 生长茂密呈多层次结构。

年平均温度 $21\sim 22^{\circ}\text{C}$, 日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温在 $7\ 600\sim 7\ 900^{\circ}\text{C}$ 。最冷月平均气温 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$, 绝对最低温 2.5°C , 一般 $< 5^{\circ}\text{C}$ 时橡胶树就会出现寒害。本区地带性土壤为砖红壤, 由于本区

高温多雨土壤有机质、全氮分解、矿化较快, 土壤养分易损失, 土壤结构易破坏。但更严重的是人为因素的影响。由于农民长期沿用“毁林开荒、刀耕火种”原始的耕作方式以及对热带森林的过度樵采(生活和工业用柴)和乱砍滥伐等, 使大量热带森林被毁, 不仅破坏了生物多样性, 而且加剧了水土肥的大量流失^[6], 土壤肥力衰退, 土地生产力越来越低^[7], 生态环境趋于恶化^[8]。因此, 在本区保护好热带森林, 严禁乱砍滥伐, 加速改革不合理的“毁林开荒、刀耕火种”耕作方式, 有计划退耕还林(包括经济作物林), 合理开发利用自然资源, 走可持续发展的农业道路, 这对边疆、少数民族山区来说, 是至关重要的。

2 研究内容与方法

2.1 不同植物群落对水土流失的影响

各试验小区处理方法如下:

1. 橡胶林小区 修成水平梯地, 台面宽 2 m, 台距 10 m, 台面上种植橡胶(四年生), 品系为 PB 86, 株行距按 $3\text{ m}\times 10\text{ m}$ 布置。

2. 橡胶—茶叶小区 水平梯地、橡胶台面宽、橡胶品系、橡胶林龄、种植株行距等, 均与纯胶林

收稿日期(Received date):2002-10-20;改回日期(Accepted):2003-03-01。

基金项目(Foundation item):云南省院省校合作项目、云南省自然科学基金项目(2001C0064M)资助发表。[The paper was supported by grant from Natural Science Foundation of Yunnan Province (2001C0064M).]

作者简介(Biography):汪汇海(1935-),男,汉族,北京市人,研究员,主要从事土壤生态和土壤农化研究,已发表论文近 40 篇。联系电话:(0871)5160817。[WANG Hui-hai, male, Han nationality, born in Beijing in 1935, professor of soil ecology and soil agro chemistry. He published more than 40 paper. Tel: 0871-5160817]

小区相同,在橡胶行间种植茶树(四年生)。

3. 旱稻农作物小区 利用“刀耕火种”方法种植旱稻。

上述三个径流试验小区均设在同一坡面上,其坡向、坡度、土壤特性以及垦前植被类型等自然条件都是相同的。每个试验小区长 20 m,宽 5 m,面积为 100 m²。

各小区两侧各设 3 m 宽的保护行。小区下边紧接水泥制的接水漏斗,把径流引向沉沙池和积水池。沉沙池和积水池均为方形,以青砖砌筑水泥涂面制成。池顶搭有小棚,以防降雨入池。

2.2 橡胶茶树种植园与橡胶园、茶园的比较试验

各项对比试验地均选择海拔、坡度、地形、土壤条件基本一致,在施肥管理水平相同的条件下进行的。

1. 橡胶茶树种植园 橡胶树、茶树均为九龄,橡胶品系为云研 277-5,橡胶株距 4 m,窄行距 2.5 m,宽行距 16 m,每公顷植胶 270 株。宽行内配置茶树(大叶种),茶带距植胶带 2.5 m。

2. 纯橡胶种植园 橡胶树的定植时间、品系、林龄、株行距等,均与橡胶茶树种植园完全一样。

3. 纯茶园 茶树的定植时间、品种、林令、株行距等,均与胶茶种植园内的茶树情况一致。

2.2.1 不同植物群落在土壤微生物影响的比较

1. 样品采集

在胶茶种植园和纯橡胶园内,分别进行 5 个点的土壤微生物样品采集,取样深度为 0~5 cm, 30~40 cm, 70~80 cm 三层。每个处理共采 5 个样品,将相同深度样品充分混合,最后每个处理采集三个层次的平均样品。

2. 分析方法¹⁾

微生物分析方法:分离时采用梯度稀释平板法,最终稀释度为 10⁻³。

细菌数量培养基:用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基。

真菌数量培养基:用马铃薯葡萄糖琼脂培养基。

放线菌计数:用高氏合成一号琼脂培养基。

固氮细菌:用改良阿须贝培养基。

2.2.2 不同植物群落下土壤地表呼吸强度的比较

在橡胶和胶茶种植园内,选择有代表性地段,分别在胶林下按季度(雾季、干季、雨季)用马卡罗夫暗箱法测地表二氧化碳呼吸强度。马卡罗夫暗箱为无

底铝合金箱,箱高 51 cm,长 58 cm,宽 28 cm,体积为 83 L。在无底箱的一侧有两个孔洞,其中一个孔洞接打气球,另一孔洞接 U 型吸收管。埋箱 30 min 后,取样时,先用打气球打气,使箱内气体混合均匀,而后抽样。此时应注意抽气不宜太快,抽气瓶液面以 3~4 min 下降 1 L 为宜。

2.2.3 不同植物群落下水稳性团聚体含量的比较

在胶茶林、纯胶林和纯茶林种植园内,分别采取 0~20 cm 原状土样,不同植被类型下采集 5 个点,均匀混合后取样,以机械筛分法^[9](用团粒分析仪)测定。取样时,注意风干土样不宜太干,以免影响分析结果,在进行湿筛时,应将土样均匀地分布在筛面上,将筛子放到水桶里时,应轻放慢放,避免冲出团聚体。平行绝对误差应控制在 3%~4% 以内。

2.2.4 不同植物群落下土壤养分含量的比较

取样方法仍采用多点(5 点)混合平均取样法。采样深度为 0~10 cm、10~20 cm、20~40 cm、40~60 cm。分析方法^[9]分别采用:pH-电位测定法测 pH;重铬酸钾法测有机质;扩散吸收法测全氮;火焰光度法测全 K;高氯酸-酸液钼锑抗比色法测全 P。

3 研究结果分析

3.1 胶茶人工群落在保持水土上的作用

现将不同植物群落对水土流失影响的观测结果列于表 1。

从表 1 看出,胶茶林比单一胶林和旱稻,在保持水土上有明显的效果。胶茶林比单一胶林径流量和冲刷量分别减少了 29.63 % 和 24.37 %。由于胶茶林,橡胶采取宽行密株,行间又配置若干带茶树的结 构形式。在这样结构条件下,当降雨时雨水受到层层阻截,则延长和减缓了雨水降落地面的时间和速度,因而就减弱了对地表的冲击作用。加之胶茶林土层中橡胶、茶树的吸收根分布密集、量多,土壤通透性好,有利于地面雨水的下渗作用。所以在减少水土流失,提高土壤保水保土的效果上,胶茶林比单一胶林和旱稻更为优越。

3.2 胶茶人工群落改善土壤微生物状况的效果

在人工群落生态环境条件下,土壤微生物的活动状况对提高土壤肥力,促进物质循环与能量转化

1)土壤微生物平均样品由云南大学微生物研究所分析测定。

均起着一定的作用,其作用大小取决于土壤微生物群落下,其土壤微生物种群数量都有明显的差异(见表 2)。

表 1 不同植物群落对水土流失的影响

Table 1 Effects of different plant communities on losses of water and soil

处理 treatment	项目 item	月 份(month)									合计 Sum
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	
		May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	
胶茶群落 Rubber-tea community	径流量 (t/hm ²)	0.80	80.50	21.50	12.40	4.80	13.40	1.00	1.20	1.90	137.50
	冲刷量 (kg/hm ²)	2.40	1615.35	202.05	214.35	17.25	33.60	1.80	3.15	1.20	2091.15
橡胶林 Rubber plantation	径流量 (t/hm ²)	1.20	100.80	32.00	20.40	8.40	22.70	2.60	5.60	1.70	195.40
	冲刷量 (kg/hm ²)	11.25	2158.20	332.10	79.80	106.20	61.95	5.25	9.30	1.05	2765.10
旱稻 Upland rice	径流量 (t/hm ²)	21.80	786.50	849.20	503.00	65.90	35.20	—	—	1.70	2263.30
	冲刷量 (kg/hm ²)	257.55	29749.35	11634.75	6522.15	298.20	220.20	—	—	0.15	48682.35

表 2 不同植物群落下的土壤微生物数量状况(10⁴ 个/g 干土)Table 2 Amount of soil microorganisms under different plant communities (10⁴/g dry soil)

处理 treatment	土壤深度 Depth of soil (cm)	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	固氮细菌 Azotobacters	微生物总数 Sum of microorganisms	总数平均 Average of sum
胶茶群落 Rubber-tea community	0~5	200.00	2.56	26.33	134.44	363.33	132.40
	30~40	11.67	0.14	6.11	5.56	23.48	
	70~80	2.56	0.05	2.22	5.56	10.39	
	0~80 平均值	71.41	0.92	11.55	48.52		
纯胶林 Rubber plantation	0~5	53.85	1.65	32.97	76.37	164.84	62.84
	30~40	7.87	0.19	1.12	5.62	14.80	
	70~80	3.03	0	3.93	1.91	8.87	
	0~80 平均值	21.58	0.61	12.67	27.97		

由表 2 看出,0~80 cm 土层中,胶茶林除了放线菌略低于单一胶林外,细菌、真菌和固氮细菌均高于单一胶林,分别为单一胶林的 3.3 倍,1.5 倍和 1.7 倍。

而胶茶林土壤中各类微生物平均总数为 132.4×10^4 个/g 干土,系单一胶林 62.84×10^4 个/g 干土的 2.1 倍。再从各土层微生物的总数看,胶茶林也比单一胶林相应的土层皆高,尤其是 0~5 cm 的表土层最为突出。据测定,胶茶林残落物绝对干物重为 8.513 t/hm^2 ,单一胶林为 8.055 t/hm^2 ,胶茶林比单一胶林残落物多了 458 kg/hm^2 。因此胶茶林下

土壤微生物数量的增加与有机质数量的提高是密切相关的。

3.3 胶茶群落对改善土壤呼吸强度的作用

植物的碳素营养主要来自于土壤呼吸释放的二氧化碳。而土壤呼吸强度的大小,不仅对于了解不同群落下水热条件、土壤微生物、土壤动物以及植物的活动强度,有一定的指导意义,而且还可以作为土壤肥力的一个重要指标。我们按不同季度,对胶茶林、单胶林和纯茶林分别进行了土壤地表呼吸强度的测定,其结果列于表 3。

表 3 不同植物群落下土壤地表呼吸强度的比较
($\text{CO}_2 \text{ kg} / \text{hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)

Table 3 Comparison of respiratory intensity of surface soil
under different plant communities($\text{CO}_2 \text{ kg} / \text{hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)

处理 Treatment	雾季 Foggy Season	干季 Dry season	雨季 Rainy season
胶茶林(橡胶树下) Rubber-tea plantation (under Rubber trees)	1.14	1.45	1.57
单一胶林(橡胶树下) Rubber plantation (under Rubber trees)	0.72	0.87	1.04
胶茶林(茶丛下) Rubber-tea plantation (under tea trees)	1.32	1.88	2.36
纯茶林(茶丛下) Tea plantation (under tea trees)	0.18	0.75	1.07

表 3 结果表明,地表二氧化碳释放量,无论在雾季、干季还是雨季,胶茶林均大于单一胶林和纯茶林。若胶茶林与单胶林相比,雾季、干季和雨季,胶茶林(橡胶树下)地表二氧化碳释放量分别比单胶林(橡胶树下)增加了 58.3%、66.7% 和 51.0%。而胶茶林(茶丛下)与纯茶林(茶丛下)相比,各季度的差值更大,雾季、干季和雨季胶茶林(茶丛下)分别为纯茶林(茶丛下)的 7.3 倍、2.5 倍和 2.2 倍。这与胶茶林下土壤有机质含量高,根量较多和土壤微生物数量多、活动较强有关。

3.4 胶茶群落对改善土壤结构的作用

土壤结构性能是土壤肥力的重要特征,是农业土壤最重要的肥力指标之一。因此,从土壤的结构性能上,可以进一步了解胶茶林在创造良好的水稳性团聚体,改善土壤的环境条件中所起的重要作用(见表 4)。

表 4 不同植物群落下土壤中水稳性团聚体的含量(0~20 cm)

Table 4 Content of waterstable aggregate of soil under different plant communities (0~20 cm)

处理 Treatment	不同粒径(mm)水稳性团聚体含量(%) Contents of waterstable aggregate in different diameter of soil (%)					>0.25 mm 团聚体总量 sum of aggregate (%)
	>5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	
胶茶群落 (橡胶树下)	10.37	4.53	8.74	20.63	17.78	62.05
纯胶林 (橡胶树下)	3.67	5.11	8.85	19.90	19.96	57.49
胶茶群落 (茶树下)	4.21	3.21	6.02	24.17	27.15	64.76
纯茶林 (茶树下)	10.38	3.07	7.17	24.48	15.99	61.09

由表 4 看出,胶茶林橡胶树下 0~20 cm 土层中,水稳性团聚体总量为 62.05%,单胶林橡胶树下为 57.49%,胶茶林比单胶林提高了 4.56%。而胶茶林茶丛下与纯茶林相比也提高了 3.67%。其原因仍与胶茶林下有机物质和根系较多有关。例如胶茶林 0~10 cm 土层的橡胶吸收根鲜重是 4 440.0 kg / hm^2 ,单胶林吸收根仅为 2 239.5 kg / hm^2 。由于胶茶林植物吸收根量的增多以及根系对土壤的切割、挤压和穿透作用,是使胶茶林下土壤结构性能得以改善的重要原因。

3.5 不同植物群落下土壤养分含量的比较

不同植群落下土壤养分分析结果列于表 5。由表 5 看出,胶茶林 0~60 cm 土层,土壤有机质和全氮平均含量均比单胶林或纯茶林相应土层高。胶茶林土壤有机质含量为 18.2 g / kg ,全氮含量为 0.93 g / kg ,分别比单胶林增加了 18.95 % 和 4.49 %;比纯茶林分别增加了 26.39 % 和 16.25 %。而全钾含量比单胶林稍低,比纯茶林略高;全磷含量则比单胶林和纯茶林均略低。由此可见,以土壤有机质和全氮含量多少为土壤肥力高低的指标来看,胶茶林改善了土壤肥力状况。

表 5 不同群落下土壤养分含量的比较

Table 5 Comparison of soil nutrient content under different plant communities

处理 Treatment	土壤深度 Depth of soil(cm)	PH	有机质 O.M. (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	全钾 Total K(g/kg)	全磷 Total P(g/kg)
胶茶林 Rubber-tea plantation	0~10	4.68	25.6	1.15	8.358	0.3365
	10~20	4.53	20.4	1.01	8.491	0.2535
	20~40	4.74	15.3	0.87	8.690	0.2360
	40~60	4.67	11.6	0.67	9.030	0.2360
	0~60 平均	4.66	18.2	0.93	8.642	0.2655
胶林 Rubber plantation	0~10	4.20	20.3	1.10	8.790	0.3103
	10~20	4.04	15.9	0.93	9.255	0.3015
	20~40	4.30	13.4	0.89	9.587	0.2841
	40~60	4.42	11.7	0.65	9.520	0.2709
	0~60 平均	4.24	15.3	0.89	9.288	0.2917
纯茶林 Tea plantation	0~10	4.83	19.7	1.04	6.806	0.3802
	10~20	4.84	15.4	0.84	6.632	0.3409
	20~40	4.78	11.1	0.71	7.180	0.2666
	40~60	4.59	11.3	0.61	7.777	0.2447
	0~60 平均	4.76	14.4	0.80	7.099	0.3081

3.6 胶茶群落在提高单产上的作用

前面我们分析了胶茶群落结构在保水、保肥、改善土壤生态环境条件上所起的重要作用。土壤理化特性和土壤生态环境的改善,也必然影响胶茶群落产量和产值的提高。胶茶林橡胶平均干胶产量为 925.9 kg/hm²,单一胶林橡胶平均产量为 838.5 kg/hm²,胶茶林橡胶产量比单胶林产量提高了 10.42%;胶茶群落每公顷产值与纯胶林相比提高了 72.20%。

4 结语

综上所述,胶茶人工群落—立体农业的配置形式,对合理利用热带山地资源,增强地力提高产量,建立良好的山地土壤生态环境等方面,均有明显的作用。因此,它是热带山地值得推广的土地利用模式。

参考文献(References):

- [1] Bian Xin-min, Wang Yao-nan, The stereoscopic agriculture, Nan-jing: Jiangsu Science and Technology Press, 2001. 132~134. [卞新民,王耀南. 立体农业[M]. 南京:江苏科学技术出版社, 2001, 132~134].
- [2] Hao Y.L., Rational arrangement and establishment of tropical man-made community in Hainan province. in: Feng Y.Z., Xu

X.Y. & Song Q.S. (eds), Proceedings of international symposium on man-made community, integrated land-use and biodiversity in the tropics. Kunming: Yunnan Science and Technology Press. 1991, 78~79. [郝永禄. 海南省热带人工群落的合理配置和建设[A], 见:冯耀宗, 许祥誉, 等, 热带人工群落、土地综合利用和生物多样性国际研讨会论文摘要选集[C]. 昆明: 云南科技出版社. 1991, 78~79].

- [3] Feng Yao-zong, Wang Hui-hai, Zhang Jia-he, et al. Experimental and ecological studies on the rubber-tea artificial community, *Acta Botanica Sinica*, 1982, 24(2): 164~171 (in Chinese). [冯耀宗, 汪汇海, 张家和, 等. 巴西橡胶—云南大叶茶人工植物群落的实验生态学研究[J]. 植物学报, 1982, 24(2): 164~171.
- [4] Shan Yong, Zhong Ling-sheng, Study on solar radiation spectrum of the rubber-tea man-made association the rubber and the tea plantation, *Acta Ecologica Sinica*, 1988, 8(4): 373~375 (in Chinese). [单勇, 钟铃声. 胶茶群落及胶林、茶园太阳辐射光谱的研究[J]. 生态学报, 1988, 8(4): 373~375].
- [5] Wang Hui-hai, Discussion on the design of cold resistant structure of the Rubber-Tea community from the fully utilizing sunlight energy of winter season. in: Edited By Yunnan Institute of Tropical Botany, Academia Sinica, Collected research papers on the tropical botany. Kunming: Yunnan People Press. 1982, 71~79. [汪汇海. 从充分利用冬季光能谈抗寒的胶茶群落结构的设计[A]. 见: 中国科学院云南热带植物所, 热带植物研究论文报告集[C]. 昆明: 云南人民出版社. 1982, 71~79].
- [6] Wang Hui-hai, Ma Wei-jun, Deng Chun-zhang (eds), The exploitation of tropical rainforest in relation to soil and water conservation in southern Yunnan, *Scientia Silvae Sinicae*, 1982, 18(3):

- 245~257 (in Chines). [汪汇海,马渭俊,邓纯章,等. 滇南热带雨林的开发利用与水土保持的相互关系[J]. 林业科学,1982,18(3):245~257]
- [7] Wang Hui-hai, Li De-hou. A study on the reform of upland farming system in tropical mountainous region of south Yunnan. *Mountain Research* 1989,7(2): 123~128. [汪汇海,李德厚,滇南热带山区旱地改制的研究[J]. 山地研究(现《山地学报》),1989,7(2):124~128].
- [8] Wang Hui-hai. The main characteristics and rational utilization of land resources in Xishuangbanna, *Natural Resources* 1983, (2): 26~32. [汪汇海. 西双版纳土地资源的主要特点及其合理利用途径[J]. 自然资源,1983,6(2):29~31].
- [9] Nanjing Institute of Soil Science, CAS, Physical and chemical analysis of soil. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1978. [中科院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1978.]

Effect of Man-made Rubber-Tea Community Improving Ecological Condition of Soil

WANG Hui-hai and LI De-hou

(Kunming Section, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming, Yunnan 650223 PR China)

Abstract: The man-made rubber-tea community has not only brought forth high economic efficacy and social benefits but also improved the ecological environment of soil. This paper mainly discusses the function that man-made rubber-tea community performs in the improvement of edaphic ecosystem. The experimental position was located east of the tropical botanic garden at longitude of 101°15'E, latitude of 21°41'N, and an elevation of 580m above sea level. The experimental plots chosen for comparisons were essentially consistent in direction and altitude of the slope, topography, edaphic condition and the level of fertilizer application.

1. The runoff and erosion in case of artificial rubber-tea community were decreased by 29.63% and 24.37%, respectively, in comparison with the case of pure rubber plantation.

2. Actinomycetes 0~80 cm beneath the ground in artificial rubber-tea community are slightly less than those in pure rubber plantation, whereas bacteria, fungi and azotobacters in artificial rubber-tea community are 3.3, 1.5 and 1.7 times those in pure rubber plantation respectively. The 0~5 cm soil layer in artificial rubber-tea community contains 3,633,300 microorganisms/g dry soil, which is 2.2 times the number in pure rubber plantation (1,648,400).

3. When artificial rubber-tea community is compared with pure rubber plantation in the foggy, dry and wet season, CO₂ released on the artificial rubber-tea community ground surface (under the rubber trees) was increased by 58.3%, 66.7% and 51.0% respectively, and when artificial rubber-tea community (under the tea bushes) is compared with pure tea plantation (under the tea bushes), with even greater differences, the amount of CO₂ of the former are respectively (referring to the different seasons) 7.3, 2.5 and 2.2 times those of the latter.

4. The 0~20 cm soil layer under rubber trees in artificial rubber-tea community contains 62.05% of water-stable granules, and pure rubber plantation 57.49%, with an increase of 4.56%. The increase was also found under tea trees in artificial rubber-tea community as compared with pure tea plantation.

5. The 0~60 cm soil layer in artificial rubber-tea community contains 18.2g/kg organic matter and 0.93g/kg total nitrogen; increasing by 18.95% and 4.49% respectively in comparison with soil in pure rubber plantation; increasing by 26.39% and 16.25% respectively, in comparison with soil in pure tea plantation.

6. Both mean yield of dry rubber and total value of output per hectare are higher in artificial rubber-tea community than in pure rubber plantation, with dry rubber yield increasing by 10.42%, and total output value increasing by 72.20%.

Key words: rubber-tea artificial community; improve; ecological environment of soil