

巴西橡胶-云南大叶茶人工植物 群落的实验生态学研究*

冯耀宗 汪汇海 张家和 张克映 马渭俊 龙乙明

(中国科学院云南热带植物研究所)

摘 要

巴西橡胶 (*Hevea brasiliensis*)-云南大叶茶 (*Camellia sinensis*) (简称胶茶群落), 属于多层多种人工生态系统研究工作的一部分。本文就胶茶群落的有关生产力、稳定性、结构及功能、地理布局等几个主要方面进行综合的摘要论述。

材 料 和 方 法

1960—1980 年, 于中国科学院云南热带植物所内, 并在附近农村农场布置了对比试验。小区布置按平地、坡地、低海拔 (600 米)、高海拔 (1000 米) 以及胶茶群落、单一橡胶、单一茶园等分别对比布置。

试验材料巴西橡胶主要选用高产推广产品系 RRIM 600 及 PB 86 无性系, 云南大叶茶选用优良大叶茶品种 (云南勐库种)。

观测记录方法 橡胶产量除按小区分别常年进行统计外, 还进行了按月小区单株测产。按小区分别进行干胶含量测定。茶叶按小区全年多次实测产量。小气候观测除定位定点长期梯度观测外, 根据需要在典型季节进行不同小区的连续昼夜观测 (采用小档罩)。水土流失按 100 平方米小区进行每次径流及冲刷的实际测量。土壤含水量采用烘干法。容重采用环刀法 (100 厘米³)。测有机质用丘林法。测氮采用 K 氏法。测磷用比色法。测钾为比浊法。

结 果 和 讨 论

(一) 胶茶群落的生产力

提高生产力是人工生态系统研究工作的中心任务之一。从目前世界各国对热区自然植被的生物生产力的研究表明: 热带地区的第一性净生产量 (每年每公顷 29.2 T) 比起温带地区 (每年每公顷 12.6 T) 要高出一倍左右^[1,2], 而其主要关键在于热区有连续 12 个月的生长期; 有人甚至认为热带雨林第一性净生产量高一倍是生产期长一倍的结果。在相同的生长期, 热区植物有较高的合成作用, 但呼吸消耗也高达 75%, 因此, 单位时间内

本文于 1981 年 4 月收到。

* 本工作在曲仲湘、朱彦丞、吴征镒、蔡希陶 等教授的指导下进行的。参加本项研究工作的尚有龚德

程、龙碧云、李自培、刘国武等同志。

本文曾在第十三届国际植物学会议上宣读。

第一性净生产量并不高^[1]。如果要提高热区人工群落的生产力,就必须着眼于延长群落季节和年的生产期以及尽量减少植物呼吸消耗;看来胶茶群落在这两方面都起到了一定的效果,因而明显地提高了群落生产力。图 1 是胶茶群落与单一胶园及单一茶园生产力(克/米²/月)的月动态。

从图 1 可以看到,胶茶群落比起单一橡胶林或单一茶园,具有较高的生产力^[1]。

我国由于气候条件所限制,比起东南亚各国来,全年橡胶生产期要少 4—5 个月,如果不设法挖掘这一段时间的生产潜力,势必不能对单位面积和实际总生产力有较大提高;而在橡胶林中增加一个茶树成分,就可以延长三个月左右的生产期。另外一个重要问题是,一个胶林由于一般从定植到投产需要 6—7 年;在这段时间,完全没有经济产量,如果在定植橡胶的同时就种上茶树,这样就可以在定植后的 2—3 年开始有经济产量,这也是提高单位面积的实际总生产的一个方面。

胶茶群落比起单一茶园来,其优越性明显地表现在太阳光能的利用上较为充分。从图 1 中胶茶群落的生产力月动态曲线与当地太阳辐射的月动态曲线波动上的一致性,证明了这一点。但以单一茶园的生产力月动态来看,与当地太阳辐射的月动态情况几乎相反,在太阳辐射强的 3、4、5 月份,茶树产量较低,而在太阳辐射较弱的 7、8 月份,产量反而提高。这可能是由于过强的太阳辐射,对于茶树干物质积累是不利的。根据长期实测结果,茶树的年产量仍以在 30% 左右的荫蔽条件下为最高(图 2)。因此,橡胶造成的适当荫蔽,亦为茶树创造了有利于干物质积累,即提高产量的条件。胶茶群落一方面部分地克服了单一种植的非连续性生产,延长了季节和年度的生产期,另一方面又创造了有利于提高群落成员净生产的环境,因而胶茶群落比起单一橡胶或单一茶园来是一个生产力较高的人工生态系统的组合类型。

(二) 胶茶群落的稳定性

近 30 年来的历史经验证明:我国热区由于存在风、寒、旱等各种自然灾害,橡胶垦区的生产力极不稳定,因此,创造生产力较为稳定的人工群落结构,对目前生产关系极大(图 3)。

图 3 表明了单一胶园和一般胶茶群落及抗寒胶茶群落生产力的年动态,图中可以看到近 20 年来三种不同结构的人工群落生产力的波动情况。从单一胶林到一般胶茶群落再到抗寒胶茶群落,由于结构的不断改进,完全可以将生产力极不稳定的单一橡胶园,改造成成为生产力较为稳定的胶茶人工生态系统。使生产力达到如此稳定的原因,是由于我们长期来研究了我国橡胶寒害的特点,是一种由于冬季热量不足而带来的缺热生理病(又叫橡胶烂脚病)。并且找到了此种病害的临界日照及热量的定量指标,即在西双版纳勐仑地区,日照寒害临界指标为 2 小时/日,热量指标为 123 卡/cm²·日。通过测定又找到了最适行距,平地根据树形分别为 1.1—1.3 H (H 为树高),并按此计算出不同坡向及坡度的最适行距,以及当地最优行向(南偏西 80°)。这样就有了设计抗寒结构的定量依据。根据此项指标进行设计,就可以免除类似 1976 年那样历史上少见的特大寒害,图 3 中的抗寒胶茶群落结构近 20 年生产力的稳定情况,乃是根据上述定量数据计算得来的结果。

1) 该处的生产力系指干胶及干茶的经济干物质在单位时间单位面积上的生产量。即经济产量。因二者的干重经济价格相近(每公斤人民币 6 元左右),在计算群落生产力上,作了直接相加。

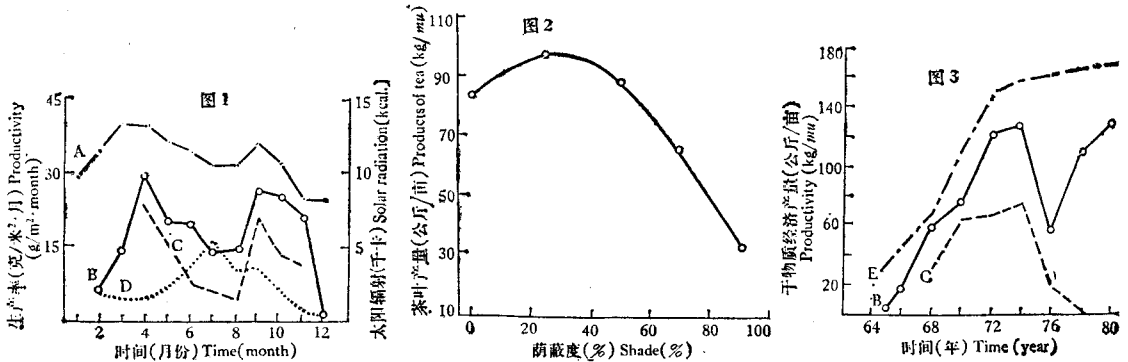


图1 单一胶园、单一茶园及橡胶-茶叶群落生产力月动态情况(云南勐仑 1974—1980 平均值)

图2 不同橡胶林荫蔽度下的茶叶产量变化(云南勐仑 1974—1976 年平均值)

图3 不同群落结构经济产量年变化(云南勐仑)

A. 太阳辐射 B. 胶-茶群落 C. 单一橡胶园 D. 单一茶园 E. 抗寒胶茶群落

Fig. 1 The monthly productivity variation of rubber-tea community, tea plantation and rubber plantation.

Fig. 2 The variation of tea products in the different shade conditions of rubber tree.

Fig. 3 The annual productivity variation of rubber plantation, rubber-tea community and wide-row thick planting rubber-tea community.

A. Solar radiation, B. Rubber-tea community C. Rubber plantation D. Tea plantation
E. Wide row thick planting rubber-tea community

(三) 胶茶群落橡胶和茶树在阳光利用上的种间关系

最初,我们选择云南大叶茶这一成员作为橡胶林下的作物,主要考虑它有一定的耐阴性,想借此避免两种作物在阳光上的矛盾。但实际结果表明,云南大叶茶只有在 30% 左右的荫蔽度情况下,才能获得最高产量(图 2)。然而传统橡胶种植形式(例如株行距 3×7 米、 3×8 米),种植不到 10 年,树冠即全部郁闭,郁闭度超过 90% 以上,远不能满足茶树对光照的这一最适要求。在这种情况下,只能在春季橡胶树部分落叶后,满足了一段时间的光照要求而有较好的春茶产量。接着又发现,有的地方在胶林下的茶树种植太近,争夺了胶树基部的阳光,在郁闭很浓的胶林下产生了冷湿效应,而使胶树寒害加重,这就成了胶茶群落中在阳光竞争上的一个突出的矛盾。这种竞争的关系能否转化为互利互助的关系,是关系到人工胶茶群落成败的关键。首先,我们分析了由于争夺阳光而造成严重寒害的原因,主要不是种间的争夺而是种内的竞争。即是橡胶之间由于株行距过小而互相荫蔽的结果。橡胶林冠荫蔽程度越大,寒害越严重,这已成为公认的事实。要减轻橡胶寒害,只有减小树冠郁闭,安排有利于阳光照射的结构方式。研究结果,找到了橡胶寒害与日照热量以及群落结构之间的定量关系,以此确定了一个以宽行密株为主的胶茶群落结构方式(图 4)。这样一来,不但解决了橡胶树本身的阳光不足,而且也给下层茶树提供了较为理想的光照条件。但是,橡胶林下间种了茶树是加重橡胶寒害或是减少橡胶寒害,研究结果各不相同。为了找出矛盾的原因,我们采用连续定位观测。结果说明,这些结果不同的原因是由于上层林冠透光度不一致而产生不同的温度效应的结果。经过观测,胶林下增加了一层茶叶覆盖,只要上层结构合理,透光度增大,就可以产生林内热效应。经过在透光度 50% 以上的幼林胶茶林以及同岭对照林观测的结果(表 1)看出下层茶叶的热

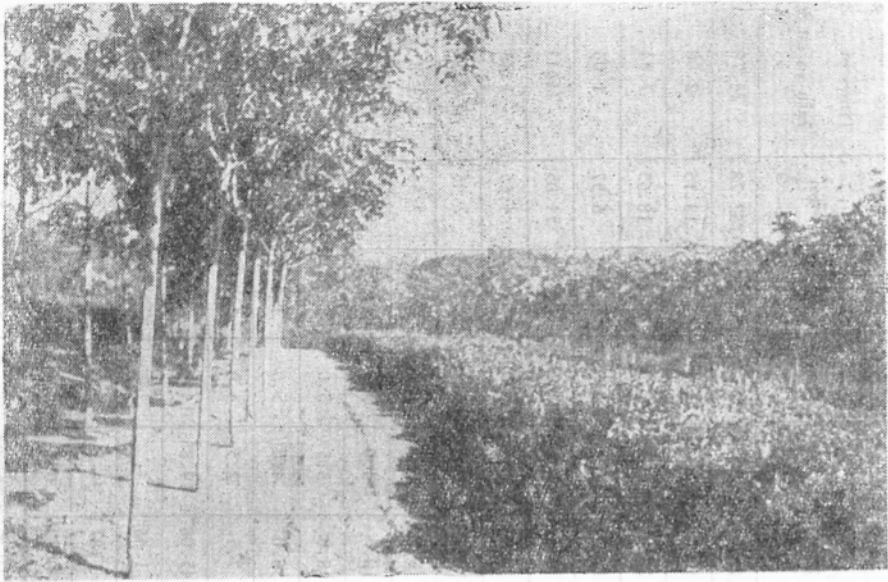


图 4 宽行窄株的胶茶群落

Fig. 4 The rubber-tea community of the wide row and thick planting

表 1 胶-茶林地与胶林植胶带上温度差值 (1980 年 1 月 4—6 日)

Table 1 Difference of temperature between rubber-tea community and rubber plantation (Jan. 4—6, 1980)

时间 Time (h.)	项目 Item 高度 Height	温 度 差 值 °C Variation Difference of temperature °C		
		20cm	50cm.	150cm
10		+0.6	+0.5	0.0
12		+0.7	+0.2	0.0
14		+3.0	+1.7	-0.2
16		+0.6	+0.5	+1.1
平均Average value		+1.2	+0.7	+0.2

效应是明显的。在橡胶最易受害的部位 (离地 20cm 处), 平均温度提高了 1.2°C。

(四) 胶茶群落对于土壤水分及肥力的影响

热带地区的开发中, 水土流失严重, 土壤肥力迅速减退, 是普遍存在的问题。研究结果认为: 胶茶组成群落后, 在土壤水分及养分上, 相互间通过增加收入, 减少了无效支出以及根系的合理分配等, 达到了新的协调和统一。胶茶群落由于层次增加, 明显地减少了水土流失。比起单一的胶林来, 每年水分流失量减少 42%, 土壤冲刷量减少 23.8% (表 2), 多余的水分被渗到土壤下层, 故在雾季每亩胶茶林比单一胶林多保持水分 10 吨 (以 2.2 米厚的土层计算) 比单一茶园多 21.5 吨 (图 5)。这部分水大部保存在下层土层 (1.4—1.5 米以下), 因而能在旱季不断地往上输送供给植物需要。故反映在旱季 3、4、5 月份, 胶茶林比起单一胶林或单一茶园来, 以最早年份 1979 年春为例, 旱季茶叶产量胶林内比林外提高 36.7%。在旱情比较严重的地方, 如景洪普文农场, 1979 年春, 向阳坡地的茶树

表 2 不同群落的水土流失量比较*

Table 2 Comparison of soil-water loss in different communitis

项目 Item 群落或地区 Community or locality		月份 Month	4	5	6	7	8	9	10	11	合计	占雨林倍数 Times of rain forest
		降雨量(毫米) Precipitation (mm)	51.7	140.0	425.3	298.8	238.7	85.5	190.8	28.6	Sum	
径流量(毫米) Runoff amount (mm)	农用地 Farm land		0.12	1.52	76.30	49.19	28.66	3.71	3.18	0.10	162.78	24.78
	胶茶群落 Rubber-tea community		—	0.08	8.05	2.09	1.24	0.48	1.12	0.09	13.15	2.00
	胶林 Rubber plantation		—	0.14	10.05	3.05	2.04	0.84	2.27	0.26	18.65	2.84
	雨林 Rain forest		—	—	2.95	1.14	1.27	0.16	0.98	0.07	6.57	1.00
径流系数(%) Runoff coefficient (%)	农用地 Farm land		0.23	0.54	17.94	16.97	12.01	4.34	1.67	0.35	54.05	21.11
	胶茶群落 Rubber-tea community		—	0.06	1.89	0.72	0.52	0.56	0.59	0.32	4.66	1.82
	胶林 Rubber plantation		—	0.10	2.36	1.05	0.85	0.98	1.19	0.93	7.46	2.91
	雨林 Rain forest		—	—	0.69	0.39	0.53	0.19	0.51	0.25	2.56	1.0
径流次数(次) Frequency of yunoff	农用地 Farm land		0.5	3.5	16.0	11.5	10.0	4.0	5.5	1.5	52.5	1.69
	胶茶群落 Rubber-tea community		—	1.0	11.5	8.5	8.0	3.5	3.0	1.50	37.0	1.19
	胶林 Rubber plantation		—	1.5	14.0	10.0	8.0	4.0	5.0	1.5	44.0	1.42
	雨林 Rain forest		—	—	8.5	7.5	7.5	2.5	4.0	1.0	31.0	1.00
冲刷量(公斤/亩) Soil erosion (kg/mu)	农用地 Farm land		—	17.17	1975.07	775.65	845.08	19.88	14.68	—	3647.53	1302.69
	胶茶群落 Rubber-tea community		—	—	3.61	0.58	1.46	—	—	—	5.07	1.81
	胶林 Rubber plantation		—	1.01	10.19	3.97	1.87	—	0.08	—	17.12	6.11
	雨林 Rain forest		—	—	1.03	0.85	0.79	0.12	0.01	—	2.80	1.00

* 以上处理是 1975—1976 年平均值。实验地：海拔 590 米，坡度 17.5°，坡向北偏东 30°。橡胶株行距 3×10 米；3 龄茶叶，株行距 1.5×0.5 米。胶林下为原有雨耳草等稀疏植被。

An average value in 1975—1976. Experimental locality: Al. 590m, slope 17.5°, face slope eastern north 30°. Rubber plantation space 3×10m; Age of tea three years space 1.5×0.5m. Under the rubber plantation was origin vegetation of *oldenlandia* sp.

成片枝叶枯死,但胶林下的茶树丝毫没有枯死现象。又以橡胶来看,一般旱季的胶乳含水量也比单一胶林高 3% 左右,而干胶产量高 5% 左右。这说明了胶茶群落的土壤水分状况,比起单一胶林或单一茶园来都要好。

从土壤养分来看,由于层次增加,群落的残落物量也相应增加,胶茶林全年残落量为 12.110 吨/公顷,而胶林及茶园只分别有 10.137 吨/公顷及 6.834 吨/公顷。0—60 厘米土层中的有机质含量胶茶群落分别比胶林及茶园高 0.1% 及 0.2%。0—40 厘米的土壤容重也分别比胶林及茶园低。所有这些情况都说明了胶茶群落的土壤养分状况都较单一胶林或单一茶园为好。

胶茶群落中橡胶和茶树这两个成员,除了上述原因而在养分及水分上利用比较合理外,还在于它们之间地下部分的关系相互协调得比较好。

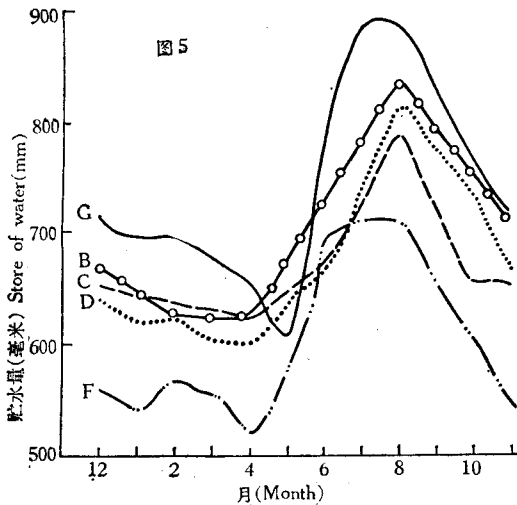


图5 不同群落土壤累计贮水总量月变化

B. 胶-茶群落 C. 单一橡胶园 D. 单一茶园 F. 旷地 G. 热带雨林

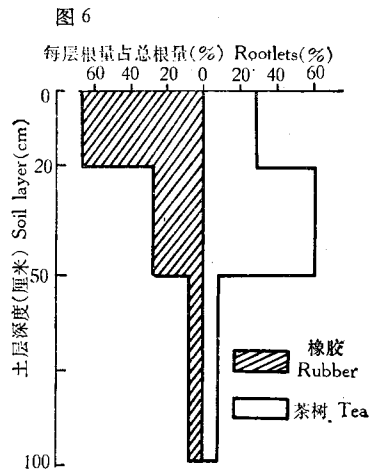


图6 胶茶群落中橡胶及茶树小根分布图

Fig. 5 The monthly variation of total water storage in the soils under different communities.

Fig. 6 The distribution of rootlets of rubber and tea in rubber-tea community

B. Rubber-tea community C. Rubber-plantation D. Tea plantation F. field G. Rain forest community

图6是胶茶群落中橡胶吸收根及茶树吸收根在土壤中的分布状况。从图中清楚地看出,橡胶吸收根大部分分布在20厘米以上的土层,而茶树吸收根大部分分布在20厘米以下的土层。这种根系在土壤中的分层分布现象,从结构上提供了相互协调的可能性,一定程度上避免了两种植物根系在同一土层中的矛盾。

(五) 胶茶群落不同海拔高度的合理布局

一个人工群落是否能在一个地区立足,完全决定于该系统是否能适应周围特定的生态环境。我国热区除了具有一般热带共同的特点外,还具有其本身的特殊性。由于我国热带地处热带北缘,这个地理位置就决定了其气候的过渡性质。地球上自然植被的分布是完全有规律地按着气候(纬度、海拔及地形等)的变化而变化的;因此我国热带这种过渡性质的气候,就成为我们布局人工群落的一个十分重要的依据。

巴西橡胶是一个典型的热带树种,把它引入到我国这样一个热带北缘地区,数十年的引种历史证明,必须从群落结构及种类成分上加以改变,才能适应改变了的气候。胶茶群落的成功经验之一,在于将一个亚热带性质的种类成分云南大叶茶,加入到一个典型热带树种的橡胶群落中,使整个群落带上了过渡性质。这样一来,过渡性的群落结构与过渡性的气候得到了统一,提高了群落生产力和稳定性。由于群落类型的变化过程是一个由量变到质变的过程,胶茶群落结构随着我国热区气候的不断改变,也应在结构及组成上,以低海拔,低纬度橡胶为主的胶茶结构,逐渐转变到高海拔、高纬度的以茶为主的茶胶结构。如以西双版纳为例,600米的海拔每亩布置胶树26株,茶树500株;而在1000米的海拔则以每亩胶树13株,茶树900株为宜。

随着海拔继续上升而橡胶最后将全部退出,那时又可以在茶园中换上另外一种亚热带树种桤木 (*Alnus nepalensis* D. Don), 这种结构在云南省凤庆县已是一个被群众公认的增产经验了。

由于胶茶群落有利于解决目前热带橡胶生产上有关以短养长、土地合理利用、资金周转、劳力安排等,因而在我国热区两三年内即已推广十多万亩,而且还在不断地扩大推广面积。

参 考 文 献

- [1] UNESCO, 1978: Tropical Forest Ecosystem. United National Educational, Scientific and Cultural Organization, France, 233—249.
- [2] Heinrich Walter, 1973: The evergreen tropical rain forest as an ecosystem. Vegetation of the Earth. The English Universities press Ltd., London, 59—60.

EXPERIMENTAL AND ECOLOGICAL STUDIES ON THE RUBBER-TEA* ARTIFICIAL COMMUNITY

Feng Yao-zong, Wang Hui-hai, Zhang Jia-he, Zhang Ke-ying,
Ma Wei-jun and Long Yi-ming

(Yunnan Institute of Tropical Botany, Academia Sinica)

Abstract

This paper sums up the ecological data recorded in the south of Yunnan on our experiment of the rubber-tea artificial community during 1960—1980. It is a part of our studies of the tropical artificial ecosystem. The following results concern its dynamic productivity, stability, interspecific relationships, structure and function.

1. By the introduction of tea into the rubber plantation, its annual productive period has been prolonged from seven to ten months, while the non-productive period of young plants has also been shortened by three to four years. Its monthly

* Rubber: *Hevea brasiliensis* Muell-Arg.

Tea: *Camellia sinensis* (L.) O. Ktze. var *assamica* (Mest) kitam.

productivity curve shows a change corresponding to the monthly variation of local solar radiation. In contrast, the monthly productivity curve of the monocultural tea plantation is not so. This is due to the fact that a tea-plantation must possess a certain amount of shade before it can grow well. 2. The rubber-tea community has a comparatively high stability in productivity. Low temperature is the major problem of rubber plantations in the south of Yunnan. It often causes cracks in the root collar barks of rubber trees and may even cause the death of the trees. We believe that the problem is caused by lack of heat from sun light, and have found that the critical least amount of heat necessary is 123 calories/sq cm per day. In order to obtain more amount of heat, during the past twenty years, we have compared the annual productivity variations of various rubber-tea community structures, and are convinced that the cold-resistant ability of one kind of rubber-tea community structure has been greatly improved. This is achieved by discovering and applying two kinds of heat effects; namely, the directional heat effect of side rows and the lower story heat effect in the community. By adopting the wide row and thick planting structure of rubber-tea community, arable land suitable for the rubber tree has been raised from 800 m. to 1000 m. in altitude. 3. The rubber-tea community possesses a high environmental protection capability. Owing to the introduction of the tea plants in the lower story, the annual rate of water loss in the community decreases by 42%, and that of soil erosion by 23.8%. Before the dry season sets in, the rubber-tea community contains 150 tons more water per hectare than that of a rubber plantation, and 322.5 tons more than that of a tea plantation (2.2 m. thickness of soil). The content of the organic matter in the soil of the rubber-tea community is 0.15% higher than that of a rubber plantation, and 0.2% higher than that of a tea plantation. Moreover, the soil unit weight of the rubber-tea community is comparatively lighter. 4. A corresponding relationship of the underground story-formation has been found in rubber-tea community; for example, rootlets of the rubber trees are concentrated in soil 0—20 cm below the surface, and those of the tea trees in soil 20—50 cm. in depth. This shows the possibility of mutual accomodation of the two species. 5. In conformity with the changes in altitute and latitude, the proportion of rubber and tea should also be changed accordingly. In the plains, the rubber trees will play a dominant part in the community. As the altitude rises, tea trees will gradually replace the rubber trees in playing the dominant role. Finally, the rubber trees entirely disappear from the scene and are replaced by plants such as camphor tree (*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.). A camphor-tea community is formed. In fact, it is a type of artificial community welcomed by people in the south of Yunnan.

Now, rubber-tea community is being rapidly spread in the southern part of our country, amounting to more than 10,000 hectares in area.