

热带亚热带森林生态系统研究

第 7 集

1990

中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站 编

科学出版社

热带亚热带 森林生态系统研究

第7集

1990

中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站 编

科学出版社

1990

内 容 简 介

《热带亚热带森林生态系统研究》是中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站的不定期学术研究论文专集，旨在反映我国热带亚热带森林生态系统研究的成果，供国内外学术交流。内容包括鼎湖山热带亚热带森林生态系统研究各领域，如地理、气象、土壤、动物、植物、微生物等学科的论文，以及森林生态系统的组成、结构、功能、生物生产力、保护、利用、管理等方面的论文。本集为中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站鹤山点(鹤山丘陵综合试验站)的学术论文专集，共载有23篇学术论文。可供从事生态学、生物学、地学、环境科学、林学、农学的研究、教学和生产人员等参考。

本刊编辑部设在中国科学院华南植物研究所(广州五山, 510650)。

热带亚热带森林生态系统研究

第7集

1990

TROPICAL AND SUBTROPICAL FOREST
ECOSYSTEM

Vol.7

1990

中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站 编

Edited by Dinghu Shan Forest Ecosystem Station,

Academia Sinica

责任编辑 于拔 曾桂芳

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

北京市怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年12月第一版 开本: 787×1092 1/16

1990年12月第一次印刷 印张: 11 1/2

印数: 0001—900 字数: 259 000

ISBN 7-03-002271-8/Q·306

定价: 12.00元

TROPICAL AND SUBTROPICAL FOREST ECOSYSTEM

Vol.7

1990

Edited by

Dinghu Shan Forest Ecosystem
Stationary, Academia Sinica

Science Press

1990

《热带亚热带森林生态系统研究》编辑委员会

主 编：何绍颐

副主编：伍辉民 王铸豪

编辑委员（依姓氏笔划排列）：

王铸豪 王伯荪 邓汉增 孔国辉

伍辉民 孙谷畴 何绍颐 余作岳

张秉刚 吴厚水 黄坊英 彭少麟

廖崇惠

编 辑：杜亦真

Tropical and Subtropical Forest Ecosystem Editorial Board

Editor-in-Chief: He Shaoyi

Associate Editors-in-Chief: Wu Huimin and Wang Zhuhao

Editorial Board:

Wang Zhuhao Wang Bosun Deng Hanzeng

Kong Guohui Wu Huimin Sun Guchou

He Shaoyi Yu Zuoyue Zhang Binggang

Wu Houshui Huang Fangying

Peng Shaolin Liao Chonghui

Editor: Du Yizhen

热带亚热带森林生态系统研究

第 7 集

目 录

- 广东南亚热带丘陵荒坡退化生态系统的植被恢复及优化模式探讨.....余作岳 (1)
- 广东鹤山丘陵地三种相思树生长早期蒸腾失水的初探.....
.....赵 平 余作岳 曾小平 (12)
- 鹤山丘陵综合试验站造林初期土壤动物的组成和分布.....
.....廖崇惠 李耀泉 林少明 (17)
- 马占相思林冠昆虫群落调查.....李耀泉 林少明 李富强 廖崇惠 (24)
- 鹤山丘陵综合试验站的鼠类组成、分布及危害调查.....廖崇惠 林少明 (30)
- 鹤山丘陵综合试验站不同植被下土壤微生物学特性.....
.....陈泰雄 丁明懋 蚁伟民 廖兰玉 (35)
- 广东鹤山、电白人工林主要植物 VA 菌根的初步调查.....
.....蚁伟民 丁明懋 廖兰玉 (41)
- 鹤山林业科学研究所丘陵地之土壤.....李志安 翁 轰 陈兆其 罗 旋 (51)
- 几种木本豆科植物旱季时的光合和蒸腾作用.....
.....孙谷畴 魏传钊 赵 平 余作岳 (60)
- 华南二种人工丰产林凋落物之研究.....李志安 翁 轰 余作岳 (69)
- 中国科学院鹤山丘陵综合试验站大气降雨化学成分初探.....姚文华 余作岳 (78)
- 鹤山丘陵草坡热量平衡.....张绍贤 黎 瑜 黄录基 (84)
- 鼎湖山森林土壤动物研究 II. 不同生境的群落组成.....陈茂乾 廖崇惠 (90)
- 鼎湖山森林土壤动物研究 IV. 与邻近自然保护区区系组成的比较.....
.....廖崇惠 陈茂乾 (100)
- 鼎湖山自然保护区不同林被土壤微生物的消长更新周期与生物营养物质的归还
量.....邓邦权 吕禄成 (107)
- 鼎湖山自然保护区不同林被土壤微生物的生物量与生物营养物质的库贮量.....
.....邓邦权 吕禄成 (113)
- 鼎湖山森林生态系统土壤呼吸水热效应的数学模拟和预报.....
.....邓邦权 吕禄成 王德琼 (119)
- 华南人工窿缘桉林生长动态——通用模拟模型的应用.....
.....H. 克里格 H. 谢 弗 彭少麟 李志安 张文其 (127)
- 小良热带人工林生态系统的土壤动物——群落组成、发展及其功能.....廖崇惠 (141)
- 马尾松、黎蒴栲混交林养分生物循环的研究.....徐英宝 陈红跃 (148)
- 测树器的应用.....陈章和 王伯荪 (158)
- 广东鹤山亚热带丘陵人工林群落分析 III. 大叶相思林.....
.....余作岳 彭少麟 张文其 (166)
- 广东鹤山亚热带丘陵人工林群落分析 V. 混交林群落.....
.....余作岳 彭少麟 张文其 曾小平 魏传钊 (169)

TROPICAL AND SUBTROPICAL FOREST ECOSYSTEM

Vol.7

1990

Content

- Recovery of Vegetation on Southern Subtropical Degraded Downlands in Guangdong and Establishment of Model of Eco-Agriculture.....Yu Zuoyue (9)
- Water Loss by Transpiration Through Leaves of Three Species of *Acacia* on Downland in Heshan, Guangdong Province.....Zhao Ping, Yu Zuoyue and Zeng Xiaoping (16)
- Soil Animal Composition and Distribution during the Initial Period of Forestation in Heshan Downland Interdisciplinary Experimental Station.....Liao Chonghui, Li Yaoquan and Lin Shaoming (23)
- Insect Community from Canopy of *Acacia mangium*.....Li Yaoquan, Lin Shaoming, Li Fuqiang and Liao Chonghui (29)
- The Composition, Distribution and Harmfulness of Rats in Heshan Downland Interdisciplinary Experimental Station, Academia Sinica.....Liao Chonghui and Lin Shaoming (34)
- Characteristics of Soil Microbiology under Different Vegetations in Heshan Downland Interdisciplinary Experimental Station.....Chen Taixion, Ding Mingmao Yi Weimin and Liao Lanyu (40)
- Vesicular-arbuscular Mycorrhiza in Artificial Forests in Heshan and Dianbai, Guangdong.....Yi Weimin, Ding Mingmao and Liao Lanyu (50)
- The Soil in the Hills of Heshan Institute of Forestry.....Li Zhi'an, Weng Hong, Chen Zhaoqi and Luo Xuan (59)
- Photosynthesis and Transpiration in Leaves of Some Woody Legume Plants in the Dry Season.....Sun Guchou, Wei Chuanzhao, Zhao Ping and Yu Zuoyue (67)
- On the Litterfall of Two Types of Man-made Highly Productive Forest in South China.....Li Zhi'an, Weng Hong and Yu Zuoyue (77)
- Preliminary Studies on the Chemical Components of Rainwater in Heshan Downland Interdisciplinary Experimental Station, Academia Sinica.....Yao Wenhua and Yu Zuoyue (83)
- Heat Balance of Hillslopes in Heshan.....

-Zhang Shaoxian, Li Yu and Huang Lujì (89)
- The Soil Zoology of Subtropical Forest in Dinghu Shan II. Community Components in Varied Habitats.....Chen Maoqian and Liao Chonghui (99)
- The Soil Zoology of Subtropical Forest in Dinghu Shan IV. Comparing with Nearby Biosphere Reserves on Faunal Composition.....
.....Chen Maoqian and Liao Chonghui (105)
- Turnover Time of Microbial Biomass and Return Quantity of Bio-Nutritive Material in Different Forest Soils in Biosphere Reserve of Dinghu Shan
.....Deng Bangquan and Lü Lucheng (112)
- The Microbial Biomass Level and Reserves of Bio-Nutritive Material in Different Forest Soils of Biosphere Reserve of Dinghu Shan
.....Deng Bangquan and Lü Lucheng (118)
- Mathematic Analogue and Prognosis of the Effects of Temperature and Moisture on Soil Respiration in the Forest Ecosystem of Dinghu Shan Biosphere Reserve.....Deng Bangquan, Lü Lucheng and Wang Deqiong (126)
- Growth Dynamics of a Planted *Eucalyptus exserta* (F. Muell.) Stand in South China—Adaptation of a Generic Simulation Model.....
.....H. Krieger, H. Schaefer, Peng Shaolin, Li Zhi'an and Zhang Wenqi (127)
- Soil Animals of Tropical Artificial Forest Ecosystem in Xiaoliang—Community Composition, Development and FunctionLiao Chonghui (147)
- A Study on Nutrient Biocycling in Mixed Forest Consisting of *Pinus massoniana* and *Castanopsis fissa*.....Xu Yingbao and Chen Hongyue (157)
- The Application of Dendrometers.....Chen Zhanghe and Wang Bosun (158)
- Coenological Analysis of the Man-Made Forest on Downland in Heshan, Guangdong Province III. *Acacia auriculaeformis* Forest
..... Yu Zuoyue, Peng Shaolin and Zhang Wenqi (168)
- Coenological Analysis of the Man-Made Forest on Downland in Heshan, Guangdong Province V. Mixed Forest.....Yu Zuoyue,
Peng Shaolin, Zhang Wenqi, Zeng Xiaoping and Wei Chuanzhao (175)

广东南亚热带丘陵荒坡退化生态系统的 植被恢复及优化模式探讨*

余作岳

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘 要

1984年开始, 中国科学院鹤山丘陵综合试验站与鹤山县林业科学研究所协作, 开展丘陵荒坡退化生态系统的植被恢复及生态农业优化模式研究。经5年试验, 初步取得如下结果:

1. 从国内外引种了170多种木本植物, 并筛选出光合效率高、固氮活性强的马占相思(*Acacia mangium*)、绢毛相思(*A. holosericea*)和南洋楹(*Albizia falcata*)等速生丰产的豆科树种进行推广, 加速了鹤山县的荒山绿化。
2. 初步建立起143公顷以林、果为主的生物多样性的生态模式, 并于1989年在鹤山县应用推广成为4000公顷的示范样板。
3. 森林群落的生态效益, 阔叶林优于针叶林, 混交林优于纯林。目前看来, 豆科阔叶混交林是结构较好的人工森林群落。

关键词: 亚热带丘陵; 退化生态系统; 植被恢复; 优化模式

我国960万平方公里的土地, 约有三分之二是山区和丘陵区。热带亚热带地区由于森林遭反复破坏而形成的荒山丘陵面积估算可达7亿亩^[1], 为这个地区土地总面积的四分之一。这些丘陵荒坡的气候条件得天独厚, 生产潜力大; 但长期以来由于不合理的开发利用, 造成植被退化、水土流失、土壤瘠瘦和水源枯竭, 直接间接地制约着当地的农业生产和人民生活水平的提高。因此, 有目的有计划地用好和管好这类国土资源, 对当前农村的经济建设和子孙后代均具十分重要的意义。

1984年开始, 中国科学院华南植物研究所应用小良定位站“热带沿海侵蚀地的植被恢复途径及其效应”这项研究成果, 在广东省鹤山县林业科学研究所内, 筹建“中国科学院鹤山丘陵综合试验站”, 并与该所协作, 开展南亚热带丘陵荒坡植被恢复及生态农

1990年5月7日收稿。

* 本文土壤资料由姚文华、李志安、翁裘同志提供, 微生物及固氮资料由丁明慧、蚁伟民、廖兰玉同志提供, 植物光合作用资料由孙谷畴、赵平同志提供, 植物生长量和收获量资料由鹤山县林业科学研究所提供, 谨致谢意。

业优化模式的探讨。旨在建立一个生态效益、经济效益和社会效益同步而稳定发展的丘陵综合利用样板,为我国热带、亚热带丘陵地区的自然资源开发利用服务。

一、试验区的自然条件特点

试验区位于广东省鹤山县中部,东经 $112^{\circ}53'15''$ — $112^{\circ}54'00''$,北纬 $22^{\circ}40'07''$ — $22^{\circ}41'07''$,距广州80公里,交通方便。试验区为海拔100米左右的丘陵,是人口较密集,燃料、饲料和肥料都较缺乏的农业地区。

1. 气候特点 试验区的气候温暖、多雨,终年无雪,只有短暂轻霜,无霜期年平均为354.1天。年平均气温 21.7°C ,最热月均温为 29.2°C ,最冷月均温 12.6°C 。年平均日照时数1797.8h。年平均太阳辐射量为 $104.08\text{kcal}^{1)}/\text{cm}^2$ 。全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温 7500 — 8000°C 。年平均降雨量为1801.1mm,但分布不均,有明显的干、湿季之分。年蒸发量为1638.8mm。

2. 土壤特点 试验区的土壤为砂页岩发育的赤红壤。土壤有机质层的厚度,在不同坡向、坡度和海拔高度上均有明显差异。阳坡的土壤有机质层比阴坡的薄,丘陵下部的比上部为厚。据采样分析表明,森林遭破坏后,土壤肥力明显下降。如在村边残存的天然次生林中,70厘米土层以上的有机质含量为1.16—2.48%,而在荒坡上的有机质含量为0.56—1.64% (表1)。丘陵荒坡的土壤酶活性甚低,土壤微生物总数为2百万个/g干土,种类单纯,分布较均匀 (表2)。

表1 鹤山丘陵试验区土壤的化学成分

Table 1 Chemical elements of soil in downland experimental plot

植 被 vegetation	采样深度 depth (cm)	pH	有机质 organic matter (%)	全 氮 total N (N%)	全 磷 total P (P%)	有效磷 available P ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	有效钾 available K ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)
村边次生林 secondary forest by village	1—3	4.4	2.48	0.122	0.038	痕迹 trace	6.4
	5—12	4.5	1.62	0.078	0.030	痕迹 trace	4.2
	15—30	4.7	1.16	0.048	0.028	痕迹 trace	2.8
	35—60	4.8	1.17	0.047	0.026	痕迹 trace	2.6
	70—100	5.0	0.78	0.034	0.031	痕迹 trace	2.6
亚热带草坡 subtropical grassland	5—15	4.5	1.64	0.066	0.016	0	4.4
	22—28	4.6	1.01	0.038	0.018	0	2.8
	35—50	4.8	0.64	0.035	0.020	痕迹 trace	3.1
	80—	5.0	0.56	0.028	0.022	痕迹 trace	1.5

表2 鹤山丘陵试验区土壤微生物数量

Table 2 Amount of soil microbe in downland experimental plot

项 目	items	分 析 结 果	result
总 数	total amount ($\text{million}\cdot\text{g}^{-1}\text{dry soil}$)	1.8—2.4	
细 菌	bacteria(%)	20.6—71.4	
真 菌	fungi(%)	9.4—25.7	
放线菌	actinomycetes(%)	10.3—67.2	

1) $1\text{cal}=4,1840\text{J}$.

3. 植被特点 试验区历史上为森林地带, 顶极群落是亚热带季风常绿阔叶林。但因人为活动影响, 现状植被除部分地方为马尾松疏残林外, 大面积为亚热带草坡。一般在丘陵上部或阳坡地方分布着以岗松 (*Baeckea frutescens*)、鹧鸪草 (*Eriachne Pallescens*) 为优势种的旱生性草本群落; 在丘陵下部或阴坡, 常常出现以桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)、芒萁 (*Dicranopteris linearis*) 为优势种的中生性草本群落。不少丘陵顶部的植被稀疏, 水土流失日趋严重。

上述分析表明, 南亚热带丘陵地区, 由于人口比较密集, 植被破坏严重, 土壤条件较差。因此, 要实现农业持续发展^[1], 必须首先恢复森林植被, 改良土壤, 涵养水源, 只有这样才能充分利用光、温、水资源, 发挥热带亚热带自然条件的优势^[7]。

二、试验区的生态设计

生态农业建设, 应因地因时制宜。但是, 要建立一个优化结构的农业生态系统, 必须依据生态系统原理来规划、组织和进行农业生产, 以尽可能少的输入, 通过提高太阳能和土地的利用率, 充分发挥生物固氮效率, 促进物质在系统内部的循环和多次重复利用, 以求得尽可能多的输出, 从而获得生态效益、经济效益和社会效益三者统一的综合性效果。

(1) 依据生态位原理, 把适生而高经济价值的物种引入生态系统, 因地制宜地进行立体配置, 以达到充分合理利用光、热、水、土等自然条件, 从而提高生物生产量, 增加经济效益。

(2) 依据食物链原理, 把种植业与养殖业有机地联系起来, 在大量引种经济植物的同时, 繁殖一定数量经济价值较高的动物, 把家畜、家禽作为农业生态系统食物链中不可缺少的组成部分, 进行生物群落结构多样性配置, 林、牧、副、渔综合开发利用。

(3) 依据生态系统养分循环原理, 大量引进豆科固氮植物, 充分发挥生物固氮、养分富集回收、养分转化活化的能力, 建立一个永续利用的森林固氮生态系统, 以维持土壤的氮素循环。

根据当地的自然条件和社会经济条件, 在 143 ha 丘陵荒坡上, 进行土地利用规划: 造林 100 ha, 占总面积的 75%; 种植果树和其他经济植物 18.7 ha, 占 14%; 育苗 (苗木) 3.4 公顷, 占 2.5%; 种草 1.4 ha, 占 1%; 山塘、水库养鱼 8 ha, 占 6%。为便于同步进行生态比较研究, 采取以空间代替时间的方法, 划分 8 个试验区 (集水区):

I 农林立体生态试验示范区

I₁: 林、果、苗试验区

I₂: 林、果、草、鱼试验区

II 人工森林生态试验示范区

II₁: 豆科植物阔叶混交林试验区

II₂: 非豆科乡土树种为主的阔叶混交林试验区

II₃: 桉树混交林试验区

II₄: 针叶 (松树为主) 混交林试验区

II₅: 针、阔叶混交林试验区

II. 草坡对照区

三、研究内容及结果分析

1. 植物引种试验研究 植物是生态系统的重要组成部分。植物种类多样性是植物群落多样性的前提,也是动物和微生物群落多样性的先决条件,而生物多样性是人工生态系统稳定性的基础^[3]。当前,农业生态系统中物种的种类、数目都较少,且由于人工选择,物种本身的抗逆性较弱,食物链较短,所以整个系统的稳定性不高^[5]。因此,植物引种试验是退化生态系统的恢复和优化生态系统组建的重要内容。一方面可增加系统的多样性,促使系统内各种反馈机制的形成,增强系统内各子系统间的协同作用,促进系统稳定性的提高;另一方面筛选速生、丰产、适应性强的先锋植物进行推广,提高系统的生产力。几年来,从国内外引种了170多种木本植物(见植物名录),其中豆科植物64种,占38%,并已筛选出光合效率高,固氮活性强(表3)、速生丰产的马占相思(*Acacia mangium*)、大叶相思(*A. auriculaeformis*)、绢毛相思(*A. holosericea*)和南洋楹(*Albizia falcata*)等豆科树种进行大面积推广,加速了鹤山县的荒山绿化和混交林的营造。

表3 豆科植物的固氮活性和光合速率

Table 3 Activity of nitrogen fixation and photosynthetic rate in legume plants

树 种 tree species	固 氮 活 性 activity of nitrogen fixation ($\mu\text{m C}_2\text{H}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{ fresh nodule} \cdot \text{h}^{-1}$)	光 合 速 率 photosynthetic rate ($\text{mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)
大 叶 相 思 <i>Acacia auriculaeformis</i>	3.30	12.15
马 占 相 思 <i>A. mangium</i>	3.7—4.6	9.52
绢 毛 相 思 <i>A. holosericea</i>	1.66	12.61
白 楹 <i>Albizia procera</i>	3.48	17.69
海 南 黄 楹 <i>Dalbergia hainanensis</i>	3.48	7.47
南 洋 楹 <i>Albizia falcata</i>	2.39	—

2. 优化生态经济结构模式的探讨 农业生态系统的最大特点是系统内的养分、水分循环多为开放式的,致使养分入不敷出,土壤库存亏损,缺肥缺水问题普遍突出。可见,要建立一个优化生态经济结构的人工生态系统,必须首先解决系统中的水、肥问题^[5]。众所周知,改造低洼地成为深塘和高基,这是广东珠江三角洲地区的桑基鱼塘。它是一个能自身克服水肥问题的生态系统,比其他任何系统都具有生命力,所以400多年来它一直在正常地运行着^[6]。因此,我们模拟基塘系统,利用丘陵的集水区(小流域),建造一个丘塘式的林、果、草、鱼生态系统,总面积为3ha。在丘陵顶部营造马占相思、大叶相思混交林,面积1.3ha,占总面积的43%;坡腰种植柑、橙、柠檬和三华李等果树,面积0.87ha,占29%;坡脚筑山塘养鱼,面积0.29ha,占9.7%;塘基种

表4 林果鱼试验区的生态比较

Table 4 The ecological comparison of forest, orchard and fish pond

项 目 items		荒 坡 bare land	坡 顶 马占相思林 forest of <i>A. mangium</i>	坡腰果园 orange orchard	坡脚鱼塘 fish pond	次生自然林 secondary natural forests
土壤微生物 microbial groups	总 数 total amount (million·g ⁻¹ dry soil)	1.12	3.08	6.48	1.46	7.72
	细菌占总数(%) percentage of bacteria(%)	32.1	79.9	70.2	67.1	74.6
土壤酶活性 activities of soil enzyme	蛋 白 酶 proteinase (mg·g ⁻¹ 24h ⁻¹)	0.90	1.00	0.70	0.43	1.85
	脲 酶 urease (mg·g ⁻¹ 24h ⁻¹)	0.66	0.72	0.74	0.10	0.74
土壤肥力 soil fertility	有 机 质 organic matter(%)	1.57	1.81	1.55	—	2.48
	全 氮 total N(%)	0.076	0.105	0.106	—	0.122

象草 (*Pennisetum purpureum*), 面积 0.3ha, 占 10%; 环山道路面积 0.21ha, 占 7%。利用系统内的森林凋落物 (保留一部分回归土壤) 和鱼塘的塘泥, 解决果树和象草的肥料; 利用象草和塘里的浮游生物解决鱼的饲料; 用鱼塘的水解决果树和象草的水源。从而使营养物质在系统内进行多级利用和循环 (图 1), 保证生态、经济持续地协调发展。从表 4、表 5 可看到, 系统内的土壤养分和土壤微生物等生态指标, 除果园由于管理、松土致使观测数据不稳定外, 其余都朝良性方向发展。林木生长良好, 1985 年种植的果树和 1987 年放养鱼已开始收获。

3. 人工森林群落生态比较研究 华南丘陵农业地区的植被恢复必须特别重视林业的发展。在山丘多农田少的地方应以林、果为主, 以林促农; 在有些农田较多的丘陵地区, 也应林、农并重, 同步发展。总之应当增加林业比重, 提高森林覆盖率。另外, 当前丘陵地区的绿化造林, 普遍存在着树种、林种单一性问题, 导致不少地方的松林遭到严重的松毛虫和松突圆蚧危害。针对上述问题, 我们建立了多样性的人工森林生态试验示范区, 开展了阔叶林与针叶林、纯林与混交林、豆科阔叶林与非豆科阔叶林等不同群落类型, 以及生物多样性与抗逆性 (抗病虫害、抗大气污染和抗其他自然灾害) 的生态比较研究。探讨森林与涵养水源、森林与土壤改良、森林与“温室效应”和森林与生物防治病虫害的相互关系, 从而揭示生态系统的物种多样性与稳定性、结构与功能之间的规律性。近期的试验结果表明, 人工森林群落的生态效应, 混交林优于纯林, 阔叶林优于针叶林, 豆科林优于非豆科林 (表 6)。豆科阔叶混交林的优越性, 一方面在于它的种类组成结构的多样性^[4], 从而使群落的地上部分和地下部分相应地出现层次结构的多样

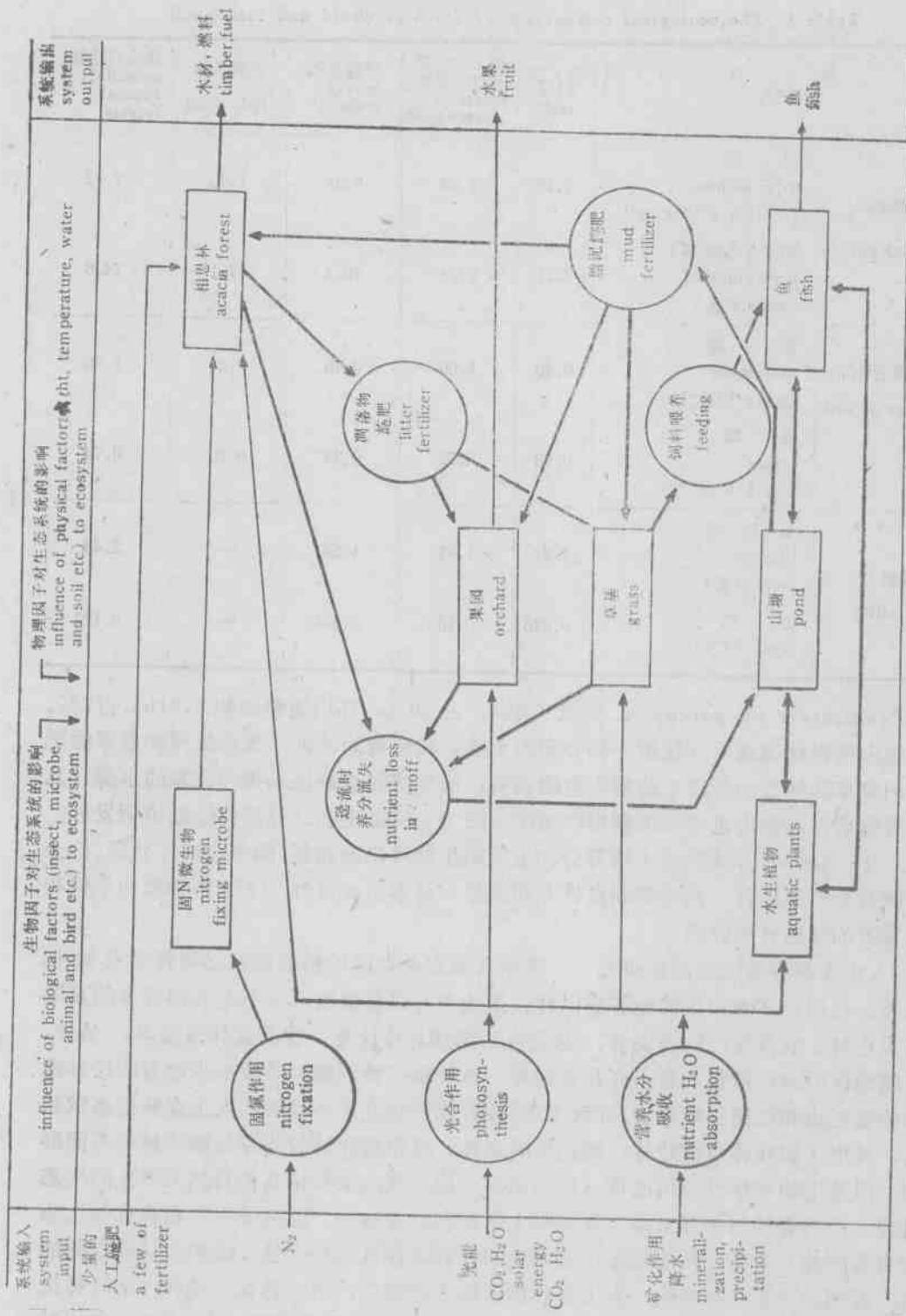


图1 皖山南亚热带山丘陵区果鱼复合生态系统的能流、物流图解
 Fig.1 Diagram on energy flow and substance flow in forest, orchard and fish pond complex ecosystem in lower subtropical downland in Heshan County

表5 林果鱼试验区的生长量和收获量

Table 5 Growth and yield of forest, orchard and fish pond

		1987	1988	1989
林木生长量 (1983年栽植) growth of forest	高度 height(m)	8.40	8.93	9.65
	胸径 diameter(cm)	6.21	7.23	7.36
果收获量(1985年栽植) yield of orange(kg)		—	125	347
鱼收获量* yield of fish(kg)		628	225**	227.5**

* 鱼塘是1986年挖成, 1987年春开始放养。

The fish pond was dug in 1986, the fishes were fed since 1987.

** 1988—1989年间, 鱼塘因渗漏而贮水量不足, 放养鱼苗数量减少, 故鱼产量低于1987年。

The number of fishes was decreased by the insufficiency of water after the leakage of the pond in 1988—1989. Therefore the yield of fish was lower than 1987.

表6 不同植被类型的生态比较

Table 6 The ecological comparison of different vegetations

		阔叶混交林 broad-leaf mixed forest	大叶相思林 <i>Acacia auriculiformis</i> forest	湿地松林 <i>Pinus elliotii</i> forest	
群落生产力 productivity of community	林龄 forest age(a)	6	6	6	
	生物量 biomass(t·ha ⁻¹)	135.94	96.88	40.02	
	生长量 growth (t·ha ⁻¹)	—	7.61	6.64	
	叶面积指数 leaf area index	4.64	4.06	3.47	
主要土壤化学成分 chemical elements of soil	pH	1985	4.13	4.21	4.10
		1989	4.25	4.15	4.22
	全氮 T. N(%)	1985	0.045	0.066	0.058
		1989	0.086	0.106	0.093
	速效磷 available P (mg·100g ⁻¹)	1985	0	0.030	痕迹 trace
		1989	0.129	0.086	0.133

性, 有利于植物的光能利用和对土壤水分、养分的吸收, 这就是豆科阔叶混交林的生物量、生长量和叶面积指数高于大叶相思林和湿地松林的主要原因。另一方面, 豆科阔叶混交林由于具固氮能力, 并有多多样性的根系分泌物和凋落物回归土壤, 提高土壤肥力, 因而其改土效应明显优于其他森林类型。

经5年试验研究, 已初步建立起143ha生物多样性的红壤丘陵综合利用生态模式。该模式已于1989年在鹤山县六洞应用推广成为4000ha的示范样板, 并取得如下试验结果。

(1) 通过引种筛选出光合效率高、固氮活性强的马占相思等豆科树种进行推广, 改

造大面积的针叶纯林为针阔叶混交林。

(2) 组建了丘塘式的林、果、草、鱼人工生态系统, 其土壤肥力等生态指标, 除果园外都朝良性方向发展。是一个适合我国亚热带丘陵地区推广的农林生态系统^[9]。

(3) 森林生态系统的研究表明, 森林群落的生态效益, 混交林优于纯林, 阔叶林优于针叶林, 豆科林优于非豆科林。目前看来, 豆科阔叶混交林是结构较好的人工森林生态系统。

参 考 文 献

- [1] 马世骏, 1987: 加强生态建设促进我国农业持续发展。农业现代化研究, 第3期, 2—3页。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所红壤丘陵发展战略研究组, 1989: 我国南方农业综合发展战略。农业现代化研究, 10 (4): 1—6页。
- [3] 余作岳、皮永丰, 1985: 广东热带沿海侵蚀地的植被恢复途径及其效应。热带亚热带森林生态系统研究, 第3集, 97—108页, 海南人民出版社。
- [4] 余作岳、彭少麟、张文其, 1989: 广东鹤山亚热带丘陵人工林群落分析: II. 马占相思林的群落结构。中国科学院华南植物研究所集刊, 第5集, 95—100页。
- [5] 李志安, 1989: 试论林、果、鱼立体配置与优化过程中应探讨的问题。农村生态环境, 第1期, 37—39页。
- [6] 钟功甫, 1984: 对珠江三角洲桑基鱼塘系统的再认识。热带地理, 4 (3): 129—135页。
- [7] 黄秉维, 1989: 再论华南坡地利用与改良。地理研究, 第8卷, 第4期。
- [8] 章熙谷、翟玉顺, 1990: 农业生态系统中新物种引进的初步探讨。生态学杂志, 9 (2): 36—39页。
- [9] Anthony Young, 1988: Agroforestry in the Control of Soil Erosion by Water. Agroforestry Abstracts, vol.3 No.2/3 p.39—48.

RECOVERY OF VEGETATION ON SOUTHERN SUBTROPICAL DEGRADED DOWNLANDS IN GUANGDONG AND ESTABLISHMENT OF MODEL OF ECO-AGRICULTURE

Yu Zuoyue

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract

Based on the principle of ecology and Heshan geographic conditions, the southern subtropical degraded downland in Guangdong were treated agro-ecologically. In an area of 143 ha., a biologically diversified model was established. By the South China Institute of Botany, Academia Sinica in cooperation with Heshan Institute of Forestry since 1984. Such systems were extended radially to a larger area of 4 000 ha. in 1989, as an example for further land use, the following results are achieved:

1. By introducing and selecting such species as *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, *A. holosericea* and *Dalbergia hainanensis*, which possess high photoproduction and high ability of nitrogen fixation, a large area of pure needle-leaf stands are reformed to mixed forests with needle-leaf and broad leaf species.
2. A new kind of complex man-made ecosystem with rational combination of forest, orchard, grassland and fish pond is set up. In such an ecosystem, ecological effects such as soil nutrient cycle, soil microbes, soil enzymes activity develop toward beneficial circulation. It is a complex ecosystem which could be extended in the area of subtropical downland in our country.
3. Ecological research shows that, in the ecological effect of the forests, the relations of mixed forest over pure stands, broad-leaf forest over needle-leaf forest, and leguminous forest over nonleguminous forest are found. The man-made ecosystem of leguminous mixed forest is much better in structure and function than those of others.

Key words : Subtropical downland; Degraded ecosystem;
Vegetation recovery; Rational model