

# 红壤生态系统研究

第一集

中国科学院红壤生态实验站 编辑

科学出版社

# 红壤生态系统研究

第一集

中国科学院红壤生态实验站 编辑

科学出版社

1992

(京)新登字 092 号

## 内 容 简 介

《红壤生态系统研究》是中国科学院红壤生态开放实验站的不定期学术论文专集,旨在反映我国红壤生态研究成果,供国内外学术交流;对综合治理和合理开发利用红壤资源,发展农业生产亦有一定的参考价值。

本集共载论文 37 篇,论述了红壤区农业综合发展战略研究,红壤生态实验站和附近地区环境背景值研究,以及生物物质循环和各种人工优化生态模式研究的成果。本文集对提高红壤的综合开发利用水平,促进有关学科的发展和相互渗透,都具有重要科学和实际意义。

本书可供从事生态学、地学、环境科学、林学、农学的研究、教学和生产人员参考。

## 红壤生态系统研究

中国科学院红壤生态实验站 编辑

责任编辑 陈培林

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

北京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

\*

1992 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1992 年 4 月第一次印刷 印张: 17 插页: 5

印数: 1—1 600 字数: 388 000

ISBN 7-03-002715-9/S·78

定价: 16.00 元

## 前 言

红壤生态系统的结构功能、合理利用与保护,是当代热带、亚热带地区生态学重要问题之一,已成为当前国际上的一大研究热点。我国红壤分布面积广,遍及长江以南 15 个省(区)。

红壤是我国重要的土壤资源之一,自然条件优越,水热光能条件赋予巨大的生物产量潜力。但是,长期以来由于利用上的局限性,生产力提高得不快,生态环境恶化,水土流失严重,生物资源遭到破坏,土壤肥力衰退,而且有 75% 的丘陵尚未能得到合理利用。从综合治理角度出发,研究红壤生态环境和生态系统的结构功能以及各亚系统中物质流和能量流的特点,探索红壤-生物-环境间的相互作用,改善脆弱的生态系统,建立优质、高效、低耗的各种人工优化生态模式,推动红壤的开发与治理,促进各学科的发展和相互渗透都具有重要的科学和实际意义。

为此,1985 年 12 月,在中国科学院的领导下,于江西省鹰潭市余江县刘家站建立了红壤生态实验站,组织有关单位和学科进行了红壤生态系统的结构、功能和生产率的试验,探索红壤与环境间物质循环和能量转换的特点。研究内容有:红壤生态、农田生态、林果生态、复合生态和水体生态五个亚系统。实验站建立已有 5 年,现将部分阶段性研究成果汇集成册,供交流和工作参考。

文集第一部分,战略与对策,论述了红壤地区农业综合发展战略,从人口、资源、环境、粮食、能源五大问题和区域自然、社会、经济环境条件出发,全面剖析了我国红壤地区的优势和问题,并从生物产量、土壤资源退化原因及其改良、耕作制度、山地丘陵综合开发诸方面指出其发展潜力。提出了合理开发土地资源、改土培肥、集约经营、保护生态环境、建立农业综合利用及生态农业体系等战略措施和建议,同时对站所在地江西省土壤资源的开发策略和农田养分循环和平衡进行了评述。

第二部分,背景值研究,主要是实验站区内和附近地区环境背景值的研究,对土壤分类、养分状况、物理性质、元素空间分异、重金属变化、植物、水体环境质量评价进行了论述。

第三部分,肥力与施肥,论述了 N、P、K、S、微肥、复合肥、除草(型)复合肥、石灰石粉、水分动态和元素浓度、微生物在红壤生态系统研究中变化和作用。

第四部分,利用与保护,论述了免耕、化学除草、几种薪炭林的树木栽培、生物量和土壤侵蚀防治模式等试验研究结果。

为了使读者对我国红黄壤地区农业资源和对红壤生态实验站研究内容的系统性有一概括的了解,我们将 1990 年《农业现代化研究》第 4 期上发表的“我国南方农业综合发展战略”现改为“红黄壤地区农业资源综合发展战略与对策”和 1990 年《土壤》第 2 期上发表的“红壤生态实验站土壤物理性质研究”两文,请作者进行了修改补充后,在本论文集上转载,以供读者参阅。

本论文集在编审全过程中,得到了蒋国祥同志的大力帮助,她做了大量细致的工作,付出了辛勤的劳动,文集中的插图由中国科学院南京土壤研究所绘图室清绘,在此一并表示感谢。

由于建站时间短促,资料累积不够充足,加之编者水平有限,编写时间仓促,必然存在一些缺点和问题,敬请读者批评指正。

编 者

1991.5

# 目 录

|         |       |
|---------|-------|
| 前言..... | ( i ) |
|---------|-------|

## 战略与对策

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 红黄壤地区农业资源综合发展战略与对策.....    | 赵其国 石 华 吴志东 ( 1 ) |
| 我国热带亚热带土壤合理利用和土地退化的防治..... | 龚子同 史学正 ( 14 )    |
| 江西省土壤资源的开发策略.....          | 王明珠 石 华 ( 22 )    |
| 江西省农田养分循环和平衡.....          | 鲁如坤 ( 27 )        |

## 背景值研究

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 红壤生态站土壤类型及背景土壤图 (1/6 000) 概述..... | 陈志成 季耿善 赵文君 ( 33 )                  |
| 红壤生态站植被图 (1/6 000) 概述.....        | 蔡守坤 杨开红 ( 59 )                      |
| 红壤生态站植被性质初论.....                  | 邓懋彬 魏宏图 庄体德 杨开红 ( 64 )              |
| 红壤生态站土壤养分状况及养分图 (1/6 000) 概述..... | .....                               |
| .....                             | 吴锡军 曹淑卿 刘崇群 ( 73 )                  |
| 红壤生态站试验分区图 (1/6 000) 概述.....      | 石 华 ( 77 )                          |
| 红壤生态站土壤中元素的空间分异.....              | 陈志成 赵文君 龚子同 ( 80 )                  |
| 红壤生态站土壤中 Zn、Ni、Cu、Co 的分布.....     | 虞锁富 ( 88 )                          |
| 红壤生态站土壤物理性质研究.....                | 许绣云 姚贤良 ( 93 )                      |
| 红壤生态站土壤生态环境质量评价.....              | 王明珠 ( 102 )                         |
| 红壤生态站东塘水库的水生生物及其渔业评价.....         | .....                               |
| .....                             | 张水元 沈国华 向启华 伍焯田 舒少武 刘瑞秋 ( 108 )     |
| 余江县五湖水库的水生生物及其渔业评价.....           | .....                               |
| .....                             | 张水元 沈国华 向启华 胡春英 刘瑞秋 陈其羽 孙青春 ( 114 ) |

## 肥力与施肥

|                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 华中红壤丘陵地区土壤的钾肥效应和需钾前景.....     | 马茂桐 ( 125 )         |
| 江西鹰潭地区硫肥肥效的研究.....            | 刘崇群 吴锡军 曹淑卿 ( 133 ) |
| 红壤新垦旱地施用硼肥初报.....             | 徐俊祥 唐永良 徐永福 ( 137 ) |
| 施用石灰石粉对红壤酸度的影响.....           | 王敬华 孔晓玲 ( 141 )     |
| 智利硝石对红壤地区柑桔产量、质量及土壤影响的研究..... | 莫淑勋 钱承梁 ( 146 )     |
| 碳化煤球炉渣对水稻生长的影响.....           | 臧惠林 张世光 岑运凯 ( 156 ) |
| 红壤低丘多花黑麦草割草管理和施氮量效应的试验研究..... | 孔德珍 ( 159 )         |
| 除草型复 (混) 肥对水稻除草增产的效果.....     | 唐永良 张中一 ( 166 )     |

|                                 |                 |       |
|---------------------------------|-----------------|-------|
| 低丘红壤水动态和元素浓度特征.....             | 何国球 王明珠         | (170) |
| 红壤丘陵地桔园土壤的有效水库容及水分动态初步研究.....   | 方仲灵 姚贤良         | (179) |
| 土壤水分变化预测模型.....                 | 骆国保 吕喜奎         | (184) |
| 红壤的细菌资源.....                    | 尹瑞龄             | (189) |
| 红壤区土壤的反硝化细菌.....                | 李振高 李良谟 潘映华 伍期途 | (196) |
| 根瘤菌高效耐酸菌株的选育及其在红壤地区应用效果的研究..... | 曹景勤             | (204) |
| 侵蚀红壤中 VA 菌根真菌的侵染力及接种效应的研究.....  |                 |       |
| .....                           | 吴铁航 郝文英 林先贵 施亚琴 | (211) |

## 利用与保护

|                            |                     |       |
|----------------------------|---------------------|-------|
| 红壤性水稻土节能增产试验研究.....        | 赵诚斋                 | (219) |
| 丘陵茶园草甘膦防除杂草试验.....         | 钱文恒 安 琮 孙展男 徐双贵 艾贵珍 | (226) |
| 江西省红壤地区生态桔园群落结构初探.....     | 蔡剑华 陈 忠             | (231) |
| 几种桉树的引种及其光合蒸腾强度试验.....     | 蔡守坤 朱为民 陶金川 潘如圭     | (234) |
| 红壤低丘速生薪炭林栽培试验初报.....       | 胡舜士                 | (245) |
| 红壤生态站侵蚀土壤特性及其改良利用.....     | 杨艳生 史德明 吕喜奎 梁 音     | (251) |
| 红壤生态站侵蚀土壤和流失泥沙特性的对比研究..... |                     |       |
| .....                      | 吕喜奎 史德明 杨艳生 梁 音     | (258) |

# RESEARCH ON RED SOIL ECOSYSTEM

## Contents

|               |       |
|---------------|-------|
| Preface ..... | ( i ) |
|---------------|-------|

### Strategy and Countermeasure

|                                                                                                                 |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Comprehensive Exploitation and Management of Agricultural Resources in Red and Yellow Soil Areas of China ..... |                                     |
| ..... Zhao Qiguo, Shi Hua and Wu Zhidong                                                                        | ( 13 )                              |
| Rational Soil Utilization and Soil Degradation Control in Tropical and Subtropical China.....                   | Gong Zitong and Shi Xuezheng ( 21 ) |
| Development Strategies of Soil Resources in Jiangxi .....                                                       |                                     |
| ..... Wang Mingzhu and Shi Hua                                                                                  | ( 26 )                              |
| Nutrients Cycling in Agroecosystem of Jiangxi Province.....                                                     | Lu Rukun ( 32 )                     |

### Background Investigation

|                                                                                                            |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| General Description About Soil Types and Soil Map's Legend of Red Soil Ecological Experiment Station ..... |                                                   |
| ..... Chen Zhicheng, Ji Gengshan and Zhao Wenjun                                                           | ( 58 )                                            |
| An Outline of Vegetation Map of Red Soil Ecological Experiment...                                          |                                                   |
| ..... Cai Shoukun and Yang Kaihong                                                                         | ( 63 )                                            |
| Preliminary Study on Characteristics of Vegetation at Red Soil Ecological Experiment Station .....         |                                                   |
| ..... Deng Maobin, Wei Hongtu, Zhuang Tide and Yang Kaihong                                                | ( 72 )                                            |
| An Outline of Status and Map of Soil Nutrients of Red Soil Ecological Experiment Station .....             | Wu Xijun, Cao Shuqing and Liu Chongqun ( 76 )     |
| Explanation of Experiment Division Map of Red Soil Ecological Experiment Station .....                     | Shi Hua ( 79 )                                    |
| Spatial Differentiation of Elements in Soils of Red Soil Ecological Experiment Station .....               | Chen Zhicheng, Zhao Wenjun and Gong Zitong ( 87 ) |
| Distribution of Zn, Ni, Cu and Co in Soils of Red Soil Ecological Experiment Station .....                 | Yu Suofu ( 92 )                                   |
| Some Physical Properties of Soils at Red Soil Ecological Experiment Station .....                          |                                                   |
| ..... Xu Xiuyun and Yao Xianliang                                                                          | ( 101 )                                           |



- Quality Evaluation of Ecological Soil Environment of Red Soil Ecological  
Experiment Station ..... Wang Mingzhu (107)
- Aquatic Organisms Living in Dongtang Reservoir and Its Fisheries Evaluation  
..... Zhang Shuiyuan,  
Shen Guohua, Xiang Qihua, Wu Zhuotian, Shu Shaowu and Liu Ruiqiu (113)
- Aquatic Organisms Living in Wuhu Reservoir and Its Fisheries Evaluation  
..... Zhang Shuiyuan, Shen Guohua,  
Xiang Qihua, Hu Chunying, Liu Ruiqiu, Chen Qiyu and Sun Qingchun (123)

### Fertility and Fertilization

- Effect and Future Demand of Potassium Fertilizer on Red Soils in Hilly  
Regions of Central China ..... Ma Maotong (132)
- Responses of Some Crops to Fertilizer Sulphur on Red Soil in Yingtan Area,  
Jiangxi Province ..... Liu Chongqun, Wu Xijun and Cao Shuqing (136)
- Preliminary Report on the Response of Peanut to Boron Fertilizer in Newly  
Cultivated Red Earth..... Xu Junxiang, Tang Yongliang and Xu Yongfu (140)
- Effect of Applying Limestone Powder on Soil Acidity .....  
..... Wang Jinghua and Kong Xiaoling (145)
- Effect of Nitrate Products of SQM de Chile on Satsuma in Red Soil Area  
..... Mo Shuxun and Qian Chengliang (155)
- Effect of Coal Cinder Used as Silicon Fertilizer on Rice Growth .....  
..... Zang Huilin, Zhang Shiguang and Cen Yunkai (158)
- Effects of Cutting Management and Nitrogen Application on *Lolium multiflo-*  
*rum* Yield in Red Soil of Hilly Area ..... Kong Dezhen (165)
- Effect of Herbicide-Containing Complex (Mixed) Fertilizer on Weed Control  
and Yield Increase of Rice ..... Tang Yongliang and Zhang Zhongyi (169)
- Moisture and Element Dynamics of Red Soils in Low Hill-Land at Red  
Soil Ecological Experiment Station ..... He Yuanqiu and Wang Mingzhu (178)
- A Preliminary Study on Capacity of Reserving Available Water and Dynamic  
Change of Water in Red Soil ..... Fang Zhongling and Yiao Xianliang (183)
- Moisture Prediction and Modeling on Red Soils Derived from Quaternary  
Clay ..... Luo Guobao and Lu Xixi (188)
- Bacterial Resources in Red Soil ..... Yin Ruiling (195)
- Denitrifiers in Soils of Red Soil Region .....  
..... Li Zhengao, Li Liangmo, Pan Yinghua and Wu Qitu (203)
- Screening Out of High-Effective Acid-Tolerant Strains of Rhizobia and  
Their Practical Effectiveness in Red Soil Areas ..... Cao Jingqin (210)
- Infectivity and Effectiveness of VA Mycorrhizal Fungi in Eroded Red Soils  
..... Wu Tichang, Hao Wenying, Lin Xiangui and Shi Yaqin (217)

## Utilization and Conservation

- An Experimental Study on Energy-Saving Yield Increase of Paddy Soils  
from Red Soil ..... Zhao Chengzhai (225)
- Study on Weeds Control by Herbicide Glyphosate in Tea Plantation in Red  
Soil Area ..... Qian  
Wenheng, An Qiong, Sun Zhannan, Xu Shuanggui and Ai Guizhen (230)
- Primary Studies on the Community of Ecological Citrus Orchard in the Red  
Soil in Jiangxi ..... Cai Jianhua and Chen Zhong (233)
- Studies on Introduction and Photosynthesis-Transpiration Intensity of Several  
Eucalyrtus ..... Cai Shoukun, Zhu Weimin, Tao Jinchuan and Pan Rugui (244)
- Preliminary Result of Fuel Wood Cultivation Experiment on the Hill of Red  
Soils ..... Hu Shunshi (250)
- Characteristics, Improvement and Utilization of Eroded Soils in Red Soil  
Ecological Experiment Station .....  
..... Yang Yansheng, Shi Deming, Lu Xixi and Liang Yin (257)
- Comparison Study on Properties of Sediment and Eroded Soil of Red Soil  
Ecological Experiment Station.....  
..... Lu Xixi, Shi Deming, Yang Yansheng and Liang Yin (262)

# 战略与对策

## 红黄壤地区农业资源综合发展战略与对策

赵其国 石 华 吴志东

(中国科学院南京土壤研究所)

### 提 要

从人口、资源、环境、粮食、能源五大问题出发,论述了我国南方农业综合发展战略。从自然、社会、经济环境条件全面剖析了我国热带、亚热带的优势和问题;并从生物产量、中低产田改良、耕制、山地丘陵综合开发诸方面指出其发展潜力。提出了合理开发荒地资源,改土培肥,集约经营,保护生态环境,建立农业综合利用和生态农业体系,调整政策,增加投入等具体战略措施和建议。

人口、资源、环境、粮食和能源是当代人类生存与发展的五大问题,也是我国现代经济发展的基本限制因素。

我国农业生产有悠久的历史和丰富的经验,也取得了惊人的成绩:以占世界总耕地7%的土地,养活了1/4的世界人口;1984年全国粮食平均亩产241 kg,达到了我国历史的最高点,也远远高于目前世界平均水平。但是,随着人口不断膨胀,需求日益扩大,非农占用耕地急剧增加,可垦荒地面积越来越少,农业生产形势严峻。如不及时采取措施,不仅富裕很难实现,温饱也成问题。为此,控制人口和限制非农占有耕地,提高粮食单产成为解决当前农业、粮食和人口矛盾的重要途径。

我们认为,解决我国农业出路问题,不能只着眼于现有的耕地上,应采取多途径、多层次和发展大农业的办法。一方面充分利用和保护好现有耕地,控制非农占用土地的速度,着力改造中、低产田,不断提高农产品的数量和质量;另一方面要扩大视野,把注意力转移到广阔的低山丘陵区。

由于温带可垦荒地越来越少,土地资源的垦殖利用逐渐由温带向热带、亚热带地区转移。由于温带地区水土资源管理的经验并不能直接解决热带、亚热带地区的特殊问题,因此,合理开发利用该区水土资源,合理布局该区农业生产已成为当前国际上的一大研究热点。

我国南方红黄壤地区的综合开发利用,是关系到国计民生的重大课题。科学地综合开发这一地区,是提高土地承载力,改善生态环境,缓解人口粮食矛盾,促进“脱贫致富”的根本出路。本文从我国热带、亚热带的优势、问题和潜力出发,全面剖析该区的

农业综合发展可能性,从而提出发展战略和建议。讨论的范围包括福建、江西、湖南、广东、广西、海南、贵州、台湾等省(区)的全部,浙江、云南、四川的大部以及皖南、鄂南、藏东南和苏南边缘小部,涉及15省(区),面积为 $2.1796 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。〔1〕

## 一、优越的自然条件

### 1. 充沛的水热条件

我国红黄壤地区是全国生物生产量最高的地区,这与其优越的自然条件分不开的。在这里,年平均降水量在1200—2500mm之间,是我国的多雨地区;干燥度小于1;年平均太阳辐射总量为98—125J/cm<sup>2</sup>,年平均气温为14—18℃,≥10℃的积温4500—9000℃,是温带的1—2倍;由于本区高温与多雨基本同期,水热条件充足,生产潜力大,更为重要的是农作物生长季节(4—10月)光、热、水量均占全年总量的70—86%,有利作物及林木生长。生物生长期长,复种指数比温带高1倍左右。区内有长江、珠江两大水系,河流纵横,湖泊星罗棋布。

### 2. 相对丰富的自然资源

本区耕地4.19亿亩<sup>1)</sup>,占13.6%;林业用地13.55亿亩,占44.1%;牧业用地1.13亿亩,占3.7%;荒山荒地7.23亿亩,占23.8%。在仅占全国耕地总面积30%的土地上,生产了全国粮食总量的50%,承担了全国50%人口的粮食供应,农业总产值也占全国的50%。

本区有各种热带、亚热带经济林果。据统计,我国橡胶面积已占世界第4位,年产干胶量为世界第6位;甘蔗、茶叶、柑桔的年总产量均占全国产量的99.9%。此外,还有一批在国内外享有盛名的名特优产品,如杉、毛竹、中华猕猴桃、龙眼、荔枝、蜜柑、夏橙、罗汉果、乌龙茶、油茶及各种药材和经济价值高的作物,如椰子、胡椒、剑麻、紫胶、油棕、可可、咖啡、香料及各类水果。

本区林业资源丰富。据统计,全区森林植被面积达8.26亿亩,约占全国45%,蓄积量 $3.76 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,占全国39.6%,森林覆被率为24%。西南山区冷杉、云杉的单位蓄积量高达750m<sup>3</sup>/ha。且林木生长快,材质好,更新快,是我国重要的林业基地之一。

### 3. 良好的投资效益

我国南方农区不仅是当前我国T字型宏观产业布局的主体,也是我国国土开发的重点。全国19个综合开发重点区就有11个分布于本区,其中有的还拟建成外向型全方位开发经济区。由于本区水热条件优越,自然资源丰富,只要与科学技术结合,便能产生良好的投资效益。中国科学院先后在本区建立了7个地区性农业生态试验站,通过科学技术的投入,已经取得了明显的效果。中国科学院小良试验站,20余年来,对369km<sup>2</sup>严重水土流失地进行了改造,使水稻亩产由50kg提高到600kg,经济收入由原来的1.8万元,上升到219万元,扣除成本及固定资产,纯收入31万元;中国科学院千烟洲红壤

1) 1亩=666.6m<sup>2</sup>

综合试验站自 1983 年建站以来, 4 年中对该站 3 000 亩土地进行改造, 通过改善生态环境, 建立立体农业, 发展商品生产等综合途径进行开发治理, 使农业总收入从 1982 年的 0.58 万元, 增至 1986 年的 9.84 万元, 4 年净增 15 倍, 纯收入从 0.37 万元增至 6.87 万元, 净增 17 倍。

发展木本粮油, 增加收入, 促进现有农田增产。本区有发展木本粮油的优越条件。在国内市场上十分抢手的板栗, 是良好的木本粮食; 油茶是一种很好的食用油来源, 其油质好, 耐贮藏; 油茶籽和油茶枯饼既可作工业原料, 又可作肥料和饲料。据中国科学院桃源试验站研究证明, 只要适当抚育, 合理施肥, 亩产可达 35kg 以上, 是目前油茶平均单产的 10 倍, 就全区现有 6 000 万亩油茶林来说, 其增产潜力十分可观。如果油茶林垦复并修成梯田后, 种上耐阴性的作物、牧草和药材(如广东东莞市在油茶林下种砂仁, 湖南永顺县在油茶林下种黄连, 每亩产值都在 1 000 元以上)等, 增加的产值会更大。

## 二、巨大的潜力

### 1. 水、热、光、能条件赋予高额生物产量潜力

生物产量潜力是衡量一个地区农业增产前景的常用指标之一。以广州为例, 该地生物产量潜力为 3150kg/亩 (指生物体总量, 以水稻为例, 其籽粒重约占全株重量的 50%), 比东北地区的哈尔滨和西北地区的酒泉高出 2 倍以上, 是华北地区北京的 1.5 倍以上。上述生产潜力, 在我国南方某些高产田块上已基本达到, 而大部分农村的作物平均亩产水平尚远低于此数, 可见其增产潜力极大。

光能尚未得到充分利用。作物生物量干重的 90—95% 来自光合作用。因此太阳光照的多寡和光能的利用程度, 是影响作物产量的重要因素。以江西省为例<sup>[2]</sup>, 全年平均日照时数为 1 500—2 100 小时, 年平均日照率为 37—47%, 绝大部分地区在 40% 以上, 总辐射能为 111.28—116.45kcal<sup>1)</sup> / (cm<sup>2</sup>·年)。根据江西气象台近 20 年的观测, 早、晚稻生育期间太阳辐射为 84kcal/cm<sup>2</sup>。该省水稻全年平均亩产以 550kg 计, 其生物总产量为 1 100kg。按干物的平均值为 4 000kcal/kg, 生理辐射与太阳总辐射的比值大多取 0.5, 则水稻生育期间

$$\text{光能利用率(\%)} = \frac{1\,100\text{kg} \times 4\,000\text{kcal/kg}}{84\text{kcal/cm}^2 \times 0.5 \times 667 \times 10^4\text{cm}^2} = 1.57\%$$

根据目前我国有关科研单位研究, 如各方面条件配合的好, 光能利用率可达 6.16%, 而该省目前水稻的生产对光能的利用率只达到 1.57% 左右, 可见光能的利用潜力还是很大的。

### 2. 中低产田面积大, 稍加改造, 即可取得经济效益

据统计, 在本区 4.19 亿亩耕地中, 高产的 (单产 400—500kg/亩) 有 1.3 亿亩, 占 31%; 中等产量的 (单产 250—400kg/亩) 1.29 亿亩, 占 30.8%; 低产的 (单产 250kg/亩以下) 1.6 亿亩, 占 38.2%。在低产田中, 低产稻田 5866 万亩, 占低产土壤的

1) 1 cal=4.1868J

36.7%，低产旱地 4 737 万亩，占 29.7%，其他类型的低产土壤为 5 370 万亩，占 33.6%。上述数据表明，全区有将近 70% 的耕地，其粮食产量距离本区生物产量潜力的理论值很远。如果将部分土地的单产提高 10%（这是极容易办到的，中国科学院等单位已经做了大量科学实验），则全区即可增产粮食近百亿公斤。如果在政策上注意增加农业投入、科技投入，通过改良土壤、增施和合理施用肥料、改善灌排条件、选用良种和综合开发，不但中低产田的产量可迅速提高，高产田也仍有较大增产潜力。云南省的思茅综合试验区，第 1 年产量就成倍增长；湖南省自 1986 年以来开展“吨粮田开发技术”<sup>[3]</sup>，把优良品种与高产栽培技术结合起来，全省 20 万亩大麦-双季稻示范田，大麦亩产 175—190kg，两季稻共收获 800—825kg；醴陵市进行的“吨粮田”技术开发面积最大，全市按承包粮食耕地面积计算，1986 年平均每亩年产 991.5kg。

### 3. 水热条件有保证，复种指数再提高

北纬 32° 以南的热带亚热带低海拔地区，大部分稻田可以满足双季稻三熟制要求。但就目前情况来看，本区复种指数平均仅为 199，这一数字虽居全国之首，但与当地优越的水热条件相比，仍属较低水平。浙江省具有较高的复种指数，达 247。该省“六五”期间平均粮食总产量为  $1.63 \times 10^{10}$ kg，人均粮食 404.5kg，平均每亩耕地产粮 611.5kg。如果全区都能适当提高现有耕地的复种指数，在现有粮食产量的基础上，又可增加粮食  $1.50 \times 10^{10}$ kg。

水资源丰富，可增加旱、涝保收农田。长江及珠江两大水系流域面积占全国土地的 1/4，其地表径流量占全国 1/2。长江水系的平均流量为  $31\,055\text{m}^3/\text{s}$ ，珠江水系为  $11\,075\text{m}^3/\text{s}$ 。只要充分利用丰富的水资源，增加农业基本建设的投入，就完全可以扩大旱涝保收的农田面积。并在此基础上加强土壤培肥，建设高产稳产农田以增加农业后劲。

### 4. 综合开发山地丘陵发展“立体农业”

对山地丘陵从大农业观点出发，实行综合开发经营，既可以建立良性的生态系统，又可以充分利用空间，取得农业发展的综合效益。中国科学院等单位在丘陵山地综合开发利用方面，已经取得了一批成果。实施“立体农业”已在不少地方取得效益。在山地，可以发展“垂直利用”，丘陵实行“一丘多用”，平地搞“多层利用”等。如海南岛山地 400m 以下为砖红壤，适宜种植橡胶、油棕、咖啡、可可等热带经济作物；400—800m 为赤红壤，可以种植大叶茶、油茶等；800—1 200m 以上黄壤带，宜作材林基地。一丘多用的例子很多，如湖南的“岗顶松、窝里杉、山坡种油菜”；江西的“丘顶薪炭林，丘腰果、茶、桑、丘脚棉、油、麻”。在同一地形条件下（包括平地）还可以多层利用，如西双版纳的栲-樟-大叶茶、橡胶-茶叶组合等；海南岛的橡胶-咖啡、橡胶-胡椒；东莞的油茶林下种砂仁；湖南油茶下种黄连等等，都有很好的生态效益和经济效益。

试验证明，在未郁闭的幼林地，实行林草结合，林下种草，割草养畜，既不影响林木生产，又可合理用地，增加收入，还有保持水土，促进生态良性循环的积极作用。利用新造林地 5 年幼林期，在林间种植牧草，全区常年可以保持 1.5 亿亩人工草地，可发展肉用牛 3 000—3 700 万头，为国家提供大量草食畜禽产品，促进亚热带林草结合型草食畜禽生产基地的发展。利用丘间塘库，发展小水面养殖。据不完全统计（缺浙江省资

料,下同),本区目前淡水鱼产量约为  $9.5 \times 10^5 \text{t}$ ,其中 89% 来自池塘养鱼。由于小水面养殖易于人工控制、便于培肥水质,因此产量较高,亩产达 135kg,远高于湖泊和水库的生产水平。在丘陵区立体农业布局中,根据地形特点,因地就势修建塘库,是红壤丘陵区渔业生产的重要途径。另外,本区荒山荒地中 70—80% 为山地丘陵,只要合理经营可为国家提供大量用材林,成为我国未来最大最可靠的速生丰产用材林生产基地。随着东北林区的超负荷采伐,林业生产布局由天然林向人工林,由温带林区向热带、亚热带林区的战略转移势在必行。据中国科学院会同试验站研究结果,本区杉木林生长 20 年即可采伐。自第 21 年起,每年采伐其中的 1/20。同时营造相等面积的幼林,则年可获得相当于当前全国合理出材量的 4 倍,相当于今后全国木材年需求量的 1/2。中国科学院鹤山试验站在草坡山丘上营造的 7 年生大叶相思树林,平均高度 9.65m,最高达 12.85m;平均胸径 7.36cm,最大胸径 12.40cm。植株枝叶多,林内具有一定郁闭,盖度为 60—70%,林下层植物种类的组成发生了变化。这些都说明了本区林业增产的潜力。

综上所述,我国南方热带亚热带地区既有发展农业生产得天独厚的优势,也有影响农业发展的问題。充分发挥本区优势,增加农业资金投入和科学技术投入,挖掘巨大的生物生产潜力,是缓解我国人口-粮食-环境问题的一个重要途径。

### 三、主要的问题

#### 1. 人多地少,自然资源人均数量低,粮食矛盾突出

我国南方地区土地总面积为全国的 1/4,而人口接近全国的 1/2,人均占有土地 7.36 亩,约为全国人均土地面积的一半,世界人均土地面积的 1/7;全区人均耕地面积 1 亩,比全国人均耕地少 1/3,为世界人均耕地的 1/5。随着人口增加,耕地的非农业占用,估计至 2000 年,本区人均耕地将减至 0.86 亩。

森林资源的人均占有量也很低。世界人均森林面积为 12 亩,本区仅为 1.7 亩;世界人均活立木蓄积量  $83 \text{m}^3$ ,而本区仅为  $6.75 \text{m}^3$ ,尤其是近些年来乱砍滥伐,森林面积急剧下降。

其他资源也同样存在总贮量与人均占有量的矛盾。因此,在本地区,人口问題对发展农业生产的不利影响比全国其他地区更为严重。

#### 2. 水土流失严重,生态环境遭到严重破坏

本区虽有丰富的自然资源,但由于不合理的开发利用给自然资源带来严重后果:森林面积急剧下降,全区目前已有 1/4 以上的山丘失去森林保护,红壤丘陵大多荒芜;水土流失日益严重,据 50 年代统计,南方 11 个省(区)土壤侵蚀面积为  $6.0 \times 10^5 \text{km}^2$ ,占土地面积的 24.4%,80 年代初的侵蚀面积达到  $6.9 \times 10^5 \text{km}^2$ ,占土地总面积 28%。30 年来,长江流域 13 个重点县流失面积每年以 1.25—2.5% 的速度递增。随着土壤侵蚀的发展,长江流域的水土流失面积已由 20% 增至 40% 左右。据水利水电科学院报道,1950 年至 1979 年的 30 年间,宜昌站长江年输沙量平均为  $5.2 \times 10^8 \text{t}$ ,平均含沙量为  $1.2 \text{kg/m}^3$ ,而 1980 年至 1985 年的 6 年间,年均输沙量为  $6.3 \times 10^8 \text{t}$ ,含沙量为  $1.4 \text{kg/m}^3$ ,分别增加了 21.9% 和 18.8%。长江和珠江两河的年平均冲刷量达  $2.5 \times 10^9 \text{t}$ ,

占全国土壤总流失量的一半。

造成水土流失的原因,除了降水集中(年降水都集中在4—9月)、强度大(日降水量大于50mm的暴雨占15—34%,多数地方还常有达100mm/小时的大暴雨,雨滴的动能可达 $1.0 \times 10^5 \text{N/m}^2$ )、地形起伏(70—80%为山丘和丘陵)、土壤抗蚀性弱等因素外,植被破坏、盲目垦殖及忽视防治等人为因素起着很大的作用。加上本区生态系统本身比较脆弱,连续破坏,缺乏休养生息机会,必然很难恢复。

严重的水土流失反过来又进一步影响生态环境。洞庭湖近20年中,平均每年淤高3.5cm,1977年比1949年湖面缩小37%,湖容量减少40%;长江上游20多座水库,使用20年后,泥沙沉积已使库容量减少了18.5%;大片良田或被冲走表土,或被沙泥堆埋,使土壤的生物生产力越来越低。植被破坏,森林面积缩小,又影响到地方小气候,旱涝灾害频繁,抗灾能力下降,如不及早引起重视,后果不堪设想。

### 3. 农业结构不合理,单一经营占主导地位

本区是山地丘陵面积比重很大的地区。80年代初期,土地利用结构中林业用地占44%,农业用地则不足14%,牧业用地占3.7%。而同期本区农林牧副渔总产值中,农业占68%,林业只占4.2%,牧业占14.5%,副业和渔业产值分别为12.1%和1.5%。由此可见,大农业布局极不协调,大片低山丘陵,未能很好利用,其林牧副渔各业发展缓慢,产值不高。以江西省为例<sup>[2]</sup>,70%以上的丘陵土壤资源优势未得到充分利用和发挥。80年代初期,面积近半的林地产值尚不足大农业总产值的10%。80年代中后期,农业结构虽有所调整,但整体功能仍然较差。种植业占大农业产值的46.9%,在种植业中,粮食产值又占70%以上;在粮食作物中又主要是水稻,旱粮仅占4%。由此而影响农业的稳定以及经济、社会和生态效益的同步增长。尤其是50%以上的低丘红壤植被破坏,用多养少,肥力锐减,四料(燃料、饲料、肥料、木料)俱缺,生态系统陷入恶性循环。尽管如此,只要认真利用热带、亚热带发展多种经济作物的优越条件,综合开发低山丘陵,其生产潜力仍可得到充分发挥的。

### 4. 土地资源质量不高,自然灾害比较频繁

热带亚热带土壤的主要特点是淋溶作用强,多数呈酸性反应,pH4.5—5.5,土壤保肥性能低,养分缺乏,多数粘重板结。耕地几乎都缺氮,约60%的水田和100%的旱地缺磷,58%的耕地缺钾,80%缺硼,64%缺铝,49%缺锌,18%缺镁,10%缺硫,大部分耕地缺乏有机质。

全区虽有荒山荒地7.23亿亩,但多为山地丘陵,土层浅薄,坡度较大。其中宜农荒地仅占7.5%,而石质荒地有1亿多亩,占15%。而长期的单一经营和不合理的垦殖,使区内相当大一部分荒地都是耕后弃荒,土壤侵蚀严重,肥力低下。

本区水热资源存在着严重的不平衡性,水旱灾害比较频繁。华中一带,常有伏旱、秋旱袭扰,红壤裸地表面,夏季土壤温度可高达70℃,高温加干旱,旱作往往不能正常生长;暴雨不仅冲刷土壤,而且毁坏作物,浙江省1977年一场暴雨,受灾农田达23万余亩;台风是本区的主要灾害性天气,特别是本区东南部,每年数次遭受台风袭击,其破坏性已不只是农业的损失。



## 四、四个各具特色的开发区域

### 1. 华中丘陵盆地区

范围为：浙、赣、湘三省中北部，包括浙江的金华；江西的上饶、鹰潭、抚州、吉安、赣州、萍乡和湖南的长沙、株州、常德、邵阳、衡阳等地（市）60个县市的全部和部分，面积约  $1.755 \times 10^5 \text{km}^2$ 。

区内丘陵为主，低丘、中丘和盆地相间，地形起伏逐步向周围高丘低山过渡，海拔高度50—300（500）m不等，利于开垦利用，是农业、经济林、茶、果的集中地区之一。

本区气候高温多雨，干湿季明显，四季分明，年均温  $16.1—18.9^\circ\text{C}$ ， $\geq 10^\circ\text{C}$  的积温  $4\,750—6\,350^\circ\text{C}$ ，无霜期240—300天，年降雨量1300—2000mm，植被多为次生林，森林覆盖率各地不一，一般均小于20—50%不等。

区内主要土壤类型以红壤和水稻土为主，间有一定面积的紫色土，成土母质为第四纪红粘土、砂岩、页岩、千枚岩和花岗岩等，低丘坡度平缓，土层较厚，中高丘一般土层较薄，且多水土流失出现，甚至形成严重的土壤侵蚀；土壤存在问题是酸、瘦、粘、板、沙，肥力低，区内低产田、低产经济林木面积大，增产潜力大，三料（肥料、饲料、燃料）俱缺。据不完全统计，区内有耕地6500万亩，其中水田占85%左右，水田中的中低产田又占2/3以上。以油茶为主的经济林约2500万亩左右，以柑桔为主的果树约100万亩左右，茶园约100万亩，用材林600万亩，荒丘和迹地5000万亩左右。尚有700万亩宜农荒地未开发。

区内农业生产的总水平不高，各地发展又很不平衡，潜力较大。例如<sup>[4]</sup>，区内的高产县亩产粮食已达922kg，最低的低产县只有368kg，两者差1.5倍；浙江的金衢盆地已达787.3kg，江西的吉泰盆地则为470.5kg，后者只相当于前者的60%。但只要把高产地区和中产地区的技术措施和生产经验，逐级推广到低产地区，把本区的复种指数提高，增产数字将十分惊人。

农业生产以水稻为主，豆、麦、薯、棉、麻次之，是二水一早和二水一肥耕作制，山丘以种植茶、油茶、油桐、柑桔等为主，林业发展缓慢。素有重耕地，轻山丘；重水田，轻旱地；重粮食，轻经作的传统。大部分经济作物和林木、旱作种在瘠薄的坡土上，易受旱且管理粗放，所以单产很低。中低产田常年产量在300—400kg，增产潜力十分巨大，是红黄壤地区开发的重点之一。

根据本区特点应实行农林并重方针。在积极提高粮食单产，大力改造和发展经作、经林，为农业提供资金后盾；搞好水土保持，寓用于治，在营造水保林和薪炭林的基础上，合理开发荒原。中国科学院桃源生态实验站的改造低产油茶和潜育性水稻土的技术成果，在本区可以大力推广和普及。中国科学院鹰潭红壤生态实验站改造低产茶园、桔园，低产水面的技术和一坡多用以及在有灌溉条件下改稻一稻一肥为花生一稻一油菜等技术成果正在站区附近的农村推广。中国科学院千烟洲综合试验站对小流域综合开发治理的技术成果的经济、社会、生态三个效益十分明显。再经数年甚至数十年的努力，生态环境将会逐步改观。