

RESEARCH
ON
RED SOIL
ECOSYSTEM

红壤生态系统研究

第二集

中国科学院红壤生态实验站 编

江西科学技术出版社

1993

7—5390—0655—2

S·179 定价:18.00 元

红壤生态系统研究

第二集

中国科学院红壤生态实验站 编

主 编:王明珠 张桃林 何园球

编 委:(以姓氏笔划为序)

王明珠	史学正	何园球	李振高
陈怀满	张佳宝	季国亮	杨艳生
罗家贤	张桃林	蔡贵信	蔡祖聪

江西科学技术出版社

1993

(赣)新登字 003 号

内 容 简 介

“红壤生态系统研究”第二集是第一集的续编,旨在反映我国红壤生态长期、定位研究成果,供国内外学术交流和作为开发治理红壤资源的科学依据。

本文集共有论文 51 篇,论述了红壤资源潜力与持续利用方向;各种生态模式评价与优化;生态系统结构、功能及调控;以及红壤侵蚀退化与劣地恢复等问题。对红壤大农业的持续高效发展,促进有关学科的相互渗透,有借鉴与参考作用。

本文集可供从事生态学、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

第二集

中国科学院红壤生态实验站 编辑

责任编辑 周喜中

江西科学技术出版社出版

(南昌市新魏路)

各地新华书店经销 南京市金花园轻印刷中心印刷

1993 年 4 月第 1 版 开本:787×1092 1/16

1993 年 4 月第 1 次印刷 印张:24.5

印数 1—800 字数:627 千

ISBN 7-5390-0655-2/S·179

定价:18.00 元

序

《红壤生态系统研究》(第二集)是红壤生态实验站自1985年建站以来出版的第二本研究成果汇编,计51篇论文。它反映了该站在红壤生态系统研究方面的新内容、新成果,并为红壤生态农业研究打下良好基础。

红壤是我国热带、亚热带地区的重要土壤资源,该地区也是我国南方农业综合开发与经济发展的重要基地。该区农业持续发展的优势是:水热条件优越,生产潜力巨大,适宜发展热带亚热带农林牧及名、特、优产品,人口稠密,劳力充裕,沿海及沿江地区有迅速发展的经济实力。但另一方面,长期以来,该区资源,特别是山丘土地资源,未能充分合理开发,生产潜力未能充分发挥。同时,由于开发利用不当,使得不少地区生态环境恶化,水土流失严重,土地肥力减退,生物资源遭受破坏。针对这种情况,自1985年红壤生态实验站建站以来,即开展了红壤生态系统的结构、功能及生产力的研究,并不断探索红壤与环境间的物质循环和能量转化,建立优质、高效的优化生态模式。具体研究内容包括:红壤生态系统物质循环及红壤形成过程中元素迁移与红壤环境质量变化;红壤不同农田生态模式的功能及其营养元素循环对农田生态环境的影响;丘陵红壤退化机理及其防治对策;丘陵红壤立体农业布局(顶林、腰果、谷农、塘渔);水体生态系统的结构、功能及其生物生产力的研究等。通过研究,近期内在红壤物质循环、生态模式优化、生态系统结构与功能、特别是水分养分平衡及土壤侵蚀监测等方面取得了明显进展。

红壤生态系统研究是一项长期、定位与系统的研究课题,红壤生态实验站所取得的这些研究成果,仅是初步性的,有的甚至尚处于起步与探索阶段,需要不断完善与深入研究。我们相信,在新的形势推动下,通过各方面的支持与协作,我们红壤生态站的红壤生态系统研究,必将进入一个新的阶段,并为我国南方生态农业建设起积极促进作用。

中国科学院学部委员
中国科学院南京土壤研究所所长

赵其国

1993年4月8日南京

前 言

本文集是 1992 年出版的《红壤生态系统研究》(第一集)的续编。它报道了我站近年来所取得的新的研究成果,反映了我站在研究领域及研究命题上的新进展。

文集共分四部分:

第一部分为“资源潜力与持续利用方向”,论述了红壤丘陵区土地资源的潜力、优势与持续利用策略及其综合配套技术,有论文 15 篇;

第二部分为“生态模式评价与优化”,对红壤丘陵区现有的各种生态模式进行了评价,并就各生态系统的调控和优化进行了讨论,有论文 11 篇;

第三部分为“生态系统结构、功能及调控”,阐述了红壤生态系统内生物及土壤的各种结构、特征和功能,着重论述了红壤丘陵区土壤与植物及环境间的物质交换与循环特点,特别是水分、养分平衡机理及其调控,有论文 14 篇;

第四部分为“红壤侵蚀退化与劣地恢复”,系统地讨论了红壤丘陵区土壤侵蚀特点、机制,对环境的影响及其治理措施,有论文 11 篇。

在编辑过程中,邵杰传、莫淑勋、朱韵芬做了大量的审稿、定稿工作;徐映红绘制了插图,在此一并致谢。

因时间急促,编者水平有限,必然有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

1993. 4

目 录

序.....	(1)
前言.....	(2)

资源潜力与持续利用方向

我国热带亚热带持续农业的土地利用与管理	张桃林 赵其国 张 斌(1)
持久农业与红壤的开发利用	鲁如坤(8)
我国热带亚热带森林土壤肥力性状与利用途径	何园球 王明珠 蔡守坤(16)
生物多样性的概念及其在研究红壤利用上的应用	王献溥(23)
红壤土地资源持续利用与管理的研究方向	陈斌飞 张桃林(27)
江西省冬季农业生产潜力的分析	黄国勤(33)
低丘红壤区主要气候因子的产量效应	翟玉顺 章熙谷(38)
赣南稀土尾砂堆积场地恢复植被的试验	
..... 秦泰毓 涂翠琴 黄 黄 蔡利雄 刘建业 冯尉徐 林珊珊(49)	
胡枝子——红壤荒丘复被的先锋植物	王明珠 蔡守坤(55)
胡枝子接种 VA 菌剂的效果	施亚琴 林先贵 吴铁航 郝文英(59)
美国几种草木在我国红壤区的试种	尹瑞龄 王明珠(64)
红壤上耐瘠禾本科牧草品种的筛选	
..... 蒋廷惠 方 鹏 胡霭堂 史瑞和 欧阳延生 余继红 旷桂花 张芸兰(66)	
红壤丘陵地区甘薯引种鉴定及栽培技术配套研究	
..... 沈稼青 王庆南 宗海宏 王明珠 熊思健(70)	
江西鹰潭地区红壤性水稻土发展大麦的前景	赵诚斋(76)
东塘水库水质及浮游生物特点与鱼的放养量	周秋白(83)

生态模式评价与优化

红壤低丘岗地的优化农业生态模式	赵其国 何园球 张桃林 王明珠(88)
红壤丘陵区生态环境退化及治理对策	王明珠(92)
低丘红壤区复合生态模式及其调控	王明珠 尹瑞龄 何园球 周秋白(98)
红壤丘陵区土壤资源特点及复合农林业的应用	徐礼煜 石 华 王明珠 (107)
新垦红壤旱坡地耕作制度的比较研究	张 斌 张桃林(118)
红壤旱地几种种植模式及其效益	黄国勤 钟树福(125)
低丘红壤桔园间作模式的评价与优化	
..... 陈 凯 胡国谦 陈和平 李辉信 张 斌(131)	
优质柑桔的适宜栽培区及其生态指标	
..... 胡国谦 陈 凯 周维灼 李玉泉 朱友泉 许成跃(136)	
低丘红壤四季供草养鱼模式及牧草栽培技术措施	曹景勤 陈碧云(142)
割草方式及施肥对红壤低丘区象草产量的影响	孔德珍(149)

江西红壤丘陵区人工草地的重建及其效益.....	孔德珍(158)
-------------------------	----------

生态系统结构与调控

红壤荒地中微生物研究.....	李振高 潘映华 李良谟(165)
垃圾堆肥的微生物特性及其在红壤上的肥效.....	尹瑞龄(170)
赣中低丘红壤生态系统的线虫种群特征.....	胡 锋 林茂松 吴珊眉(177)
红壤与环境间的物质交换及其与植物生长的关系	
.....	石 华 赵其国 王明珠 何园球 薛世遒(183)
✓ 红壤丘陵区水分养分循环特点与资源的合理利用.....	何园球(216)
红壤柑桔园各生育期的土壤肥力指标	
陈 凯 胡国谦 李辉信 陈和平 王绪奎 章文华 张 斌 周克瑜 孙展南(224)	
江西省耕地的有机质平衡及瘠地红壤的有机质积累研究.....	李忠佩 程励励(230)
石灰石粉对红壤某些化学性质的影响.....	孔晓玲 王敬华(239)
红壤旱地和水稻土的施肥效应.....	马茂桐(244)
南方几种土壤的供硫潜力.....	曹淑卿 吴锡军 刘崇群(250)
红壤生态站土壤的结构状况.....	许绣云 姚贤良(255)
✓ 红壤的库容及其对抗旱性能的影响.....	姚贤良 许绣云 于德芬(262)
关于红壤有效水范围的探讨.....	于德芬 姚贤良(269)
红壤丘陵区桔园土壤的水分特点及其管理	朱红霞 姚贤良(275)

侵蚀退化与劣地恢复

红色粘土区侵蚀劣地快速绿化和土壤侵蚀监测研究的总报告

.....	土壤侵蚀监测研究课题组(283)
侵蚀劣地土壤的基本性质	(291)
第四纪红粘土区侵蚀土壤的退化特性.....	(303)
地表径流中的水化学性质	(312)
水土流失中的固体径流分析	(319)
第四纪红粘土流失区的产沙量分析.....	(330)
土壤孔隙分布和持水通气性能	(345)
第四纪红色粘土区侵蚀土壤的夏季水分动态	(352)
第四纪红色粘土流失区的水土保持效益分析.....	杨艳生 梁 音(361)
侵蚀劣地上胡枝子根系生长发育研究.....	梁 音 吕喜玺(370)
红壤生态站侵蚀土壤的光谱反射特性研究	梁 音 李德成 石晓日(377)

RESEARCH ON RED SOIL ECOSYSTEM

Content

Preface	(i)
Foreword	(ii)

Potentials and Sustainable Management

Land Utilization and Management for Sustainable Agriculture in the Tropics and Subtropics of China	Zhang Taolin, Zhao Qiguo and Zhang Bin (7)
Sustainable Agriculture and Red Earth Exploitation	Lu Rukun (15)
Characteristics of Soil Fertility and the Way of Reasonable Utilization of Forest Soil in Tropical and Subtropical Region	He Yuanqiu, Wang Mingzhu and Cai Shoukun (22)
The Concept of Biodiversity and Its Application in Studying Land Use of Red Soil	Wang Xianpu (26)
Future Research on Sustained Utilization and Management of Red Soil Resources	Chen Binfei and Zhang Taolin (32)
A Preliminary Study on the Potential Productivity of Winter Crops in Jiangxi Province	Huang Guoqin (37)
Effect of Climatic Factor Variations on Crop Yields in Low Hilly Red Soil Region of South China	Zhai Yushun and Zhang Xigu (48)
The Study of Vegetation Recovery on Piled Field of Rare Earth Mine Tails in Southern Jiangxi Province	Qin Taiyu Tu Cuiqin, Huang Huang, Cai lixiong, Liu Jianye, Feng Weitu and Lin Shanshan (54)
<i>Lespedeza</i> — A Pioneer Plant of Recovering Vegetation on Wasted Red Soils	Wang Mingzhu and Cai Shoukun (58)
Effect of VA Mycorrhizal Inoculation of <i>Lespedeza Formosa</i> on Intensively Eroded Red Soil	Shi Yaqin, Lin Xiangui, Wu Tiehang and Hao Wenying (63)
Studies on Introduction of Plants From USA to Red Soil Area of China	Yin Ruiling and Wang Mingzhu (65)
Screening Herbage Species of Grass Family Tolerable to Infertility in Red Soil	Jiang Tinghui, Fang Peng, Hu Aitang, Shi Ruihe, Ouyang Yansheng, She Jihong, Kuan Guihua and Zhang Yunlan (69)
Study on the Comparison of Species of Sweet Potato Introduced and the Sets of Its Cultivation Techniques in Low Hilly Region of Red Soil, Jiangxi Province	Sheng Jiaqing, Wang Qingnan, Zong Haihong, Wang Mingzhu and Xiong Sijian (75)
Prospect of Developing Barley Production in Paddy Soil Derived From Red Earth in Ying	

- Tan county, Jiangxi Province Zhao Chengzhai (82)
- A Study on Water Quality, Feature of Phytoplankton and Tails of Fish Breeding of Dong
Tang Reservoir, Yu Jiang County, Jiangxi province Zhou Qiubai (87)

Evaluation and Optimization

- Optimization of Agricultural Ecological Patterns in Low Hill Land of Red Soil
..... Zhao Qiguo, He Yuanqiu, Zhang Taolin and Wang Mingzhu (91)
- Degeneration of the Ecological Environment and Its Countermeasure in Low Hilly Red Soil
Regions Wang Mingzhu (97)
- Comprehensive Ecological System of Farming, Forestry, Animal Husbandry and Fishery in
the Low-Hill Red Earth and Its Management
..... Wang Mingzhu, Yin Ruiling, He Yuanqiu and Zhou Qiubai (106)
- Features of Soil Resources and Adoption of Agroforestry in Red Earth Region
..... Xu Liyu, Shi Hua and Wang Mingzhu (117)
- Comparison of Several Farming Systems on the Newly Reclaimed Sloping Upland of Low-
Hill Area of Red Soil in Southeast China Zhang Bin and Zhang Taolin (124)
- Study on the Benefit of Different Cropping Patterns in Red Soil Upland of Southern China
..... Huang Guoqin and Zhong Shufu (130)
- Evaluation and Optimization of Intercropping Models of Citrus Groves in Low Hilly Red Soil
Area Chen Kai, Hu Guoqian, Chen Heping, Li Huixin and Zhang Bin (135)
- Studies on the Areas Suitable to Cultivation of Superior cultivars of Citrus and Its Ecologi-
cal Indexes
Hu Guoqian, Chen Kai, Zhou Weizhuo, Li Yuquan, Zhu Youquan and Xu Chengyue (141)
- A Pattern of Fish Culture By Feeding Fresh Grass in a Full Year in Low-Hill Red Earth
Region and Grass-Cultivating Techniques Cao Jingqin and Cheng Biyun (148)
- Effect of Grass Cutting Height and Fertilization on the Herbage Yield of Pennisetum Pur-
pureum in Red Soil of Hilly Area Kong Dezhen (157)
- Reconstruction of Artificial Grassland Vegetation and Its Benefit in the Red Soil Hilly Area
in Jiangxi Province Kong Dezhen (164)

Structure and Function

- Background Investigation of Microorganisms in Virgin of Red Soil
..... Li Zhengao, Pan Yinghua and Li Liangmo (169)
- Microbial Population of Rubbish Compost and the Effect of Its Application on Red Soil ...
..... Yin Ruiling (176)
- Characteristics of Nematode Population in Low-hill Red Soil Ecosystems in Central Jiangxi
Province, Subtropical China Hu Feng, Lin Maosong and Wu Shanmei (182)
- Material Interchange Between Red Soil and Its Environment and the Relationship with Plant
Growth ... Shi Hua, Zhao Qiguo, Wang Mingzhu, He Yuanqiu and Xue Shikui (215)
- Characteristics of the Cycle of Soil Moisture and Nutrient Elements and Way to Utilize Re-

sources Reasonably in Red Soil of Low-Hill Area	He Yuanqiu (223)
Studies on Soil Fertility of Citrus Groves at Different Periods of Growth and Development in Low Hilly Land of Red Soil	...
Chen Kai, Hu Guoqian, Li Huixin, Chen Hepin, Wang xukui, Zhang Wenhua Zhang Bin, Zhou Keyu and Sun Zhannan (229)	
The Organic Matter: Its Balance in Cultivated Soil of Jiangxi Province and Accumulation in Infertile Red Earth	Li Zhongpei and Cheng Lili (238)
The Influence of Applying Limestone Powder on Some Chemical Characteristics of Red Soil	Kong Xiaoling and Wang Jinghua (243)
Study on the Efficiency of Fertilization of Upland Soils and Paddy Soils in the Red Earth Region	Ma Maotong (249)
The Study of Sulphur Supply Potential in Some Soils of South China	...
Cao Shuqing, Wu Xijun and Liu Chongqun (254)	
Soil Structural Status in Red Soil Ecological Experiment Station	...
Xu Xiuyun and Yao Xianling (261)	
The Volumetric Capacity of Red Soil and Its Effect on the Drought Resistance	...
Yao Xianliang, Xu Xiuyun and Yu Defen (268)	
A Preliminary Study on the Range of Available Water in Red Soil	...
Yu Defen and Yao Xianliang (274)	
Water Properties and Its Management of Citrus Orchard Soil in Red Soil of Hilly Area ...	...
Zhu Hongxia and Yao Xianliang (282)	

Degradation and Restoration

On Fast Vegetative Recovering of Eroded Badland and Soil Erosion Monitoring	Research Team of Soil Erosion Monitoring (283)
A Study on the Basic Properties of Eroded Sterile Soil	(302)
Characteristics of Degeneration of Eroded Soil in Quaternary Red Clay Region	(311)
The Chemical Property of Water in the Runoff	(318)
A Study on Solid Sediment of Runoff in Soil and Water Loss	(328)
Analysis of Sediment Delivered from Eroded Sloping land in Quaternary Red Clay Region	(344)
A Study on Soil Pore Size Distribution and Water-Air Regime in Red Soil Region	(351)
On the Moisture Dynamic of Eroded Quaternary Red Clay Soil in Summer	(360)
Study on Benefit of Soil and Water Conservation in the Eroded Area of Quaternary Red Soil	Yang Yansheng and Liang Yin (369)
Study on Growth and Development of Lespedeza Root on Eroded Inferior Land	...
Liang Yin and Lu Xixi (376)	
Study on Spectral Reflecting Characteristics of Eroded Soils in Red Soil Ecological Experiment Station	Liang Yin, Li Decheng and Shi Xiaori (382)

资源潜力与持续利用方向

我国热带亚热带持续农业的 土地利用与管理

张桃林 赵其国 张 斌

(中国科学院南京土壤研究所)

提 要

本文从持续农业的角度,剖析了我国热带和亚热带土地资源开发与农业发展潜力和障碍因素;讨论了本区几种主要的土地退化类型及其生态环境后果;提出了该区农业持续发展的土地资源综合利用战略、对策与配套措施。文中还就农业及农村经济持续发展与生态环境建设等提出了建议。

一、引 言

世界热带和亚热带地域辽阔,占地球表面的59%。其中,热带占38%,亚热带占21%,分别包括了赤道南北纬度23°以内和23°到40°之间的广大地区^[1,2]。该区自然及社会经济技术条件复杂多样,蕴藏着巨大的开发利用与发展潜力。特别是在当前,随着欧洲及其它一些温带地区的可耕地大多已经垦种^[3],全球资源开发的重点正迅速转向后备可耕地相对较多的广大热带、亚热带地区。就我国而言,在区域农业发展研究方面,从“八五”起,已将南方红黄壤区农业持续发展研究,列为国家科技重点攻关项目。值得一提的是,世界热带亚热带地区是经济基础比较薄弱的发展中国家集中分布区,农业发展中存在着一系列的自然与社会经济障碍因素,特别是最近几十年来,由于人口的急剧增长,区域人口—资源—环境—粮食的矛盾十分突出。我国热带亚热带地区一方面在不同程度上有与之类似的问题,但另一方面因受东南季风之惠,水热等生物气候条件又明显优于世界上同纬度的其它地区。同时,该区矿产资源丰富,是我国有色金属、稀有金属和稀土等矿产的主要富集区^[4]。此外,本区地处沿海和沿江开发带及其腹地,具有得天独厚的区位优势。因此,针对本区农业发展中的有利条件和主要障碍因素及薄弱环节,探讨和建立起各种以持续农业为核心的土地利用与管理系統,无论对我国还是对世界其它热带、亚热带地区的农业持续发展均具有重要意义。

二、区域农业发展的潜力与障碍因素

本区受东南季风之惠，水热资源丰富，生物循环活跃。年降雨量为 1000—2000 毫米，年均温 14—28℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温为 5000—9800℃，可全年种植作物（如一年三熟的稻—稻—麦种植制）。同时，本区动植物资源丰富多样，开发利用潜力大。此外，由于其优越的水热条件和丰富的其它自然资源，本区在热带亚热带经济作物和经济林果如橡胶、可可、咖啡、甘蔗、茶叶及柑桔等的生产中具有举足轻重的作用。另外，本区耕地中尚有三分之二属中低产地，年产量分别低于 8.6 吨/公顷和 3.7 吨/公顷，大大低于其潜力产量（23—30 吨/公顷），因而赋予极大的增产潜力。再从荒地资源的潜力看，本区有近 4670 万公顷的未垦荒地，约占地区总面积的 23.8%。这些荒地的 80% 集中于山地和丘陵，具有多样化立体农业开发的潜力。尤其值得一提的是，本区具有比其它地区更加优越的区位优势，沿江沿海一带经济开发区的发展必将对整个地区的综合开发及农业与农村经济的持续发展和生态环境建设产生巨大的带动作用。

然而，长期以来对资源的各种不合理利用与掠夺式经营已引起一系列区域问题，包括：肥料、燃料和饲料的严重短缺；各种土壤退化过程，如土壤侵蚀、压实、结构恶化、潜育化、养分贫瘠化与肥力衰减、酸化以及污染等。同时，本区人口急剧增长，而耕地面积仅 2800 万公顷，为全区土地面积的 12.1%^[5]，且随着大量开发区的涌现，耕地侵占呈有增无减趋向。据统计，当前本区人均耕地为 0.93 亩，低于全国平均值（1.42 亩）。事实上，在遍布南方 9 省（区）的中亚热带东部山丘红壤区（面积约 114 万平方公里），人均耕地仅为 0.86 亩，而在长江下游及三角洲地区已不足 0.7 亩。特别是在当前，随着乡镇工业的迅速发展，耕地侵占的日益加剧已对资源和生态环境产生巨大压力。此外，本区农业持续发展中也面临着区内各亚区间农业发展速率极不平衡等问题，这往往又加剧了贫困地区的恶性循环。

三、土地退化及其生态环境后果

如前所述，由于对农业生态系统的长期不合理经营管理，如毁林开荒，资源过度开发利用，加之苛刻的气候条件（季节性干旱严重）以及山丘生态系统固有的脆弱性，本区农业生态系统极易遭受土壤侵蚀及侵蚀诱发的土壤肥力下降、结构变坏、生物多样性衰减等退化过程，进而使一些土层浅薄的陡坡边际土地被迫耕种，导致了大面积无生产力的废弃荒丘坡地的形成。

1. 土壤侵蚀及其环境后果

最近几十年来，由于不合理的土地利用及农耕系统，毁林及其产生的土壤侵蚀正在以惊人的速率扩展。据统计，东部中亚热带九省（区）的土壤侵蚀面积已由 50 年代的 713 万公顷，增到 80 年代的 2000 万公顷，约占相应地区总面积的 17.5%^[4]，1/4 的山地和丘陵已遭侵蚀。就侵蚀程度而言，侵蚀区的 46.8% 属轻度侵蚀，26.9% 和 26.3% 分别为中度和强度侵蚀。一般说来，严重土壤侵蚀主要发生在花岗岩、紫色砂页岩、石灰岩及第四纪红粘土发育的土壤

上^[6]。根据史德明(1986)报道^[4],本区侵蚀模数可达10,000吨/平方公里/年,在严重和剧烈侵蚀区(如花岗岩丘陵区)甚至高达10,750和13,500吨/平方公里/年,超出容许侵蚀值(500吨/平方公里/年)的20—26倍,意味着很高的潜在侵蚀危险。如果土壤侵蚀以这样的势态发展下去,那么,在50至100年内,许多地区的表土将侵蚀殆尽。

土壤作为生态系统中最重要的重要组成部分之一,与其它环境组分密切相互作用,因而其变化可导致一系列的环境变化,甚至整个生态系统的崩溃。由于土壤侵蚀,在严重侵蚀区已有20%至40%的土壤丧失其A层,各种严重侵蚀景观,如“红色沙漠”、“崩岗”或“白沙岗”以及“裸岩光板地”等广泛分布。整个生态系统已遭受严重损坏,处于不平衡的脆弱状态,地方小气候条件恶化,干旱、涝渍、冻害及其它自然灾害日趋频繁和严重。以湖南省为例,在210座中型水库中,六分之一因遭加速侵蚀而被严重淤积。同时,六座大型水库的库容减少了1.14亿立方米。此外,由于上部山丘森林生态屏障的失去,470,000公顷的农田受害^[4]。另外,在失去植被覆盖的侵蚀裸地,地表温度变幅极大,伏夏季节可超过70℃,加之此时华中一带盛行的伏旱、秋旱的袭扰,旱作的生长常常受到严重威胁。

2. 土壤肥力衰减

尽管本区自然植被下具有较高的生物量生产能力,而且整个森林生产系统中具有较高的养分水平,然而,这些养分大多集中在地上活体部分,而不是在土壤中。因此,一旦原始森林被转为农作物,原森林系统的自然养分再循环过程即被破坏,如不采取相应的管理措施,土壤肥力将急剧下降。据报道^[7],目前本区68%的耕地属中低产地,所有耕地均缺乏有机质及氮素,100%的旱地和60%的水田缺磷,58%的耕地缺钾,而缺B、Mo、Zn及Mg的耕地也分别为80%、64%、49%和18%。此外,土壤侵蚀及其产生的土壤养分平衡赤字仍在不断地加剧土壤肥力衰减过程。据史德明报道^[8],中度和严重侵蚀红壤的有机质损失量分别达806和1009.8千克/公顷,而氮的损失分别为32.3和55.1千克/公顷,远高于其的补入量,进而导致土壤养分贫瘠化。另外,中亚热带东部9省(区)的资料也表明,该区每年分别有近7亿吨的表土、16万吨的有机质和18万吨的矿质养分(N, P, K)因遭侵蚀而损失^[4]。由此可见,养分贫瘠化已成为本区持续农业生产的严重障碍之一。

四、农业持续发展的土地利用方向与途径

为最大限度地发挥本区资源潜在优势,克服各种障碍因素,本区农业持续发展的总方向应是在保证粮食产品稳定增长的同时,通过资源优化配置与农业结构调整、耕制改革、生物工程技术的应用与生物遗传潜力的发挥,特别是高抗逆性优质作物品种的选育和优化配置、植保及病虫害综合防治、以及通过对具有山丘特色的各种多样化立体生态农业模式的探讨,建立起融资源合理开发利用与生态环境保护及农林牧渔综合发展于一体的“资源节约型高产、优质、高效持续农业系统”。具体途径应包括下列几方面:

1. 加强水土保持,改善生态环境

鉴于土壤侵蚀已成为本区农业持续发展中最严重的问题之一,从水土保持和生态系统管理的角度,发展新的持续土地利用系统,以增强和利用土壤的复退力(resilience),已

是本区亟待加强研究和解决的重大课题。就水土保持原则而言,应考虑以下几点:

(1) 生物措施与工程措施相结合,以生物措施为主;

(2) 以小流域和集水面作为治理单元,即将上游、中游和下游作为一整体;山地、丘陵、谷地、池塘为一体;

(3) 不同侵蚀类型区采取不同的治理对策;

(4) 长期与中期及近期利益相结合,生态与社会及经济效益相结合。

依据这些原则,应采取下列有关生态系统管理与建设的土地利用抉择和具体措施:

(1) 封山育林:在坡度大于 10° 的中度到严重侵蚀的山丘上,尤其是在那些坡度超过 30° 的陡坡上,应进行封山育林,并在林木生长早期林下种草。同时,对那些已实施陡坡垦种的脆弱土地利用类型,必须尽快采取退耕还林措施。

(2) 水土保持耕作系统。由于本区的许多地区降雨季节分配极不均匀,且多以暴雨或大暴雨形式出现,加之红壤本身特殊的理化性状,受雨滴冲击后极易发生地表封闭和结壳作用,因而在许多土壤中,尤其是在遭受严重侵蚀的土壤中,水分的入渗作用急剧降低,进而导致地表径流增加,而产生严重的水分胁迫问题。因此,迫切需要发展和实施有效的水土保持耕作系统,如通道种植、混种和套种、树篱间作以及其它复合农林系统等。同时,还要配以一整套土壤地表耕作管理措施,诸如少耕、免耕、修筑梯田、轮作中选用密集和深根系作物品种,施用稻草和绿肥,作物残茬覆盖,覆盖作物和活地被层以及苗床准备等等。

(3) 工程措施:尽管工程措施因其花费大而一般不倡导采用,但在一些严重侵蚀地区,工程措施的配合可获得更好的效益。例如,在严重侵蚀的花岗岩丘陵区,可采用阶式梯田、水平沟、拦水坝和鱼鳞坑等工程措施拦砂蓄水。据江西兴国县的试验结果,经15年的治理后,梯田土壤中有机质含量从 $0.25-0.4\%$ 增至 2.2% ,全氮从 $0.029-0.032\%$ 增至 0.068% ^[8]。同样,第四纪红粘土侵蚀区的试验也表明,在遭严重侵蚀的“红色沙漠”劣地上采用生物与工程措施相结合的治理模式,5年后地表径流、径流中泥沙含量及产沙量分别减少了 52% 、 85.6% 和 94% ^[9]。

2. 走出单一经营的“沟谷农业”,发展多样化的“立体农业”

本区地形复杂多样,从平缓的台地、缓丘岗地至起伏山丘,均有分布。其中,以山地和丘陵为主体,两者面积之和超过总面积的四分之三,其间分布着一些沟谷盆地,直径可达几百公里。然而,这种多样化地形的潜在优势远未能充分发挥出来。只有占本区土地总面积 $10-20\%$ 的土地集中耕种,而其余超过现有耕地4倍以上的土地基本处于闲置状态,使得 80% 的劳力拥挤在有限的沟谷平原耕地上。因此,当务之急是根据本区地形特征及其它立地条件,调整农业和农村产业结构,大力发展多样化农业,将传统的纯谷类种植农业系统转变为农、林、牧、渔全面发展的大农业系统。为此,应根据现代生态学原理(如生态位、他感作用和生态系统物质循环等理论),设计、实施和完善一系列不同的土地利用模式,尤其是那些与地形相配的多层、立体土地利用模式,如“顶林—腰果—谷农—塘渔”模式。在这一模式中,每一海拔层次又各自形成一个相对独立的亚系统,对每个亚系统,同样应该根据时空序列及整个生态系统管理原则制定出相应的土地利用模式。

3. 中低产地的改良

据理论计算结果,本区潜在产量可达 $23-30$ 吨/公顷,约为华北地区的 1.5 倍。目前,浙

江金衢盆地的产量已达到 11.8 吨/公顷, 有些地区甚至达到 13.83 吨/公顷。然而, 在现有的 28×10^6 公顷的耕地中, 三分之二为中低产田。其中, 有 18.6×10^6 公顷其产量在 8.6—3.7 吨/公顷之间, 10.7×10^6 公顷产量在 2.25 吨/公顷左右。此外, 本区经济作物的产量也较低, 柑桔只有 3.8 吨/公顷, 茶油 45 公斤/公顷, 桐油 75 公斤/公顷。可见, 本区当前作物实际产量远远低于潜在产量, 具有进一步提高的巨大潜力。为了提高现有耕地的单位面积产量, 需发展一系列综合的土壤与作物管理系统, 特别是那些具有保持水土和提高土壤肥力的持续、高产、高效耕作系统及其配套措施, 包括耐酸耐瘠及高产作物品种的培育, 轮作中可更新土壤肥力的豆科作物的种植, 农田生态系统中养分再循环的利用, 病虫害的生物防治等。

4. 开发和综合利用未垦荒地

作为增加粮食产量的三个主要途径(即: 扩大耕地面积, 提高单产, 增加复种指数)之一, 扩大耕地面积在本地区的粮食增产中虽有着一定的作用, 但潜力不大。一方面本区尚有近 46.7×10^6 公顷的未垦荒地, 占总面积的 23.8%, 为现有耕地面积的两倍; 但另一方面, 这些荒地中的 80% 为荒山和荒丘, 且石质荒地的比例高达 15%, 而宜农荒地仅占 7.5%, 而且大部分肥沃的潜在可耕地已被开垦利用, 剩下的一般都不同程度地遭受各种土壤限制因子的影响, 如低肥力、土壤酸性、干旱以及不易接近等。此外, 由于荒山荒丘生态系统固有的脆弱特性, 不合理的耕作极易造成土壤侵蚀和其它土地退化过程。因此, 扩大耕地面积应作为本区增加粮食生产途径的最后一种选择, 而且需经过仔细的调查研究后才能实施。不过, 鉴于本区荒地资源中宜林地比例高达 47.5% 这一特点, 本区在今后发展林业生产中具有较大的潜力。

5. 发展热带、亚热带经济作物和经济林果

根据本地区特殊的自然资源和区位优势, 应大力发展热带、亚热带经济作物和经济林果, 如橡胶、椰子、荔枝、龙眼、菠萝、咖啡、亚麻、甘蔗、柑桔等等。在生产模式上应改过去的分散型种植为集中的基地型拳头产品生产, 发展规模商品生产模式, 走“商品农业”或“市场农业”的道路。

五、战略性优先研究领域

为了更好地了解和持续利用热带、亚热带土地资源, 特别是那些退化了的土地资源, 促进本区农业及农村经济的持续发展与生态环境建设, 近期应特别注重以下几个方面的研究工作:

1. 热带亚热带主要土地利用系统的表征

主要包括:

- (1) 热带亚热带山丘农业生态系统, 特别是复合农林业系统的结构;
- (2) 主要土壤和土地利用系统的功能。重点是主要农田生态系统的水分运动、物质迁移、养分循环与土壤肥力, 以及复合农林业系统中各组分间的相互作用, 如树木、作物和牲畜之间对光、养分和水分的竞争关系;