

土壤肥料科学 与 农业可持续发展

浙江省土壤肥料学会 编

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

土壤肥料科学 与 农业可持续发展

浙江省土壤肥料学会 编

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

土壤肥料科学与农业可持续发展/黄昌勇等主编;浙江省土壤肥料学会编. —北京:中国环境科学出版社,1998.

6

ISBN 7-80135-524-5

I. 土… I. ①黄…②浙… II. 土壤学:肥料学-研究-文集 IV. S158-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 12227 号

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

浙江农业大学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1998 年 6 月第一版 开本 787×1092 1/16

1998 年第一次印刷 印张 10.25

印数 1 000 字数 240 千字

ISBN 7-80135-524-5/X 1318

定价: 26.00 元

顾 问：袁可能

主 编：黄昌勇 厉仁安 章明奎

副主编：郑纪慈 谢锦良 章永松 徐松林 魏孝孚

编 委（按姓氏笔划为序）：

王 珂 石伟勇 卢婉芳 许利群 宋戢苞

杜玲玲 严学芝 陈一定 陈达中 孟赐福

姜丽娜 徐建明 董炳荣

前 言

1997年,是中国发展历史上非常重要的很不平凡的一年。我国人民决心继承邓小平同志的遗志,继续把建设有中国特色社会主义事业推向前进。我国政府顺利恢复对香港行使主权,并按照“一国两制”、“港人治港”、高度自治的方针保持香港的繁荣稳定。中国共产党成功地召开了第十五次全国代表大会,高举邓小平理论伟大旗帜,总结百年历史,展望新的世纪,制定了中国跨世纪发展的行动纲领。江泽民总书记在党的十五大报告中指出:“我国是人口众多、资源相对不足的国家,在现代化建设中必须实施可持续发展战略。”他还指出,“加强农业基础地位,调整和优化经济结构”,“大力推进科教兴农,发展高产、优质、高效农业和节水农业”,“综合发展农林牧副渔各业,继续发展乡镇企业,形成合理的产业结构”,他还强调我国“东部地区要充分利用有利条件,在推进改革开放中实现更高水平的发展,有条件的地方要率先基本实现现代化”。

为了贯彻党的十五大精神,浙江省土壤肥料学会于1997年10月下旬在杭州召开了第十次会员代表大会暨1997年学术年会,主题是“土壤肥料科学与农业可持续发展”,出席这次大会的有浙江省科学技术协会、浙江省农业厅和浙江农业大学领导、全省农林院校、科研单位、行政管理部门和生产第一线代表共150余人。

“土壤肥料科学与农业可持续发展”一书是以浙江省土壤肥料学会1997年学术年会上交流的论文为基础,经编委会有关专家审阅、筛选、几经修改,最后定稿编辑而成的。全书共收录论文63篇。根据论文的内容,本书分专题报告、土壤资源与生态、土壤肥力、施肥、肥料新品种和农业测试等六部分,反映了我省土壤肥料工作近年来取得的成果。我们希望,本书的出版能使这些成果得到进一步的交流、推广和应用,为我省农业现代化和农业可持续发展作出贡献。

在本书出版之际,我们衷心感谢为1997年学术年会召开和本论文集出版给予资助的浙江省科学技术协会、浙江农业大学土化系、浙江省农科院土肥所、浙江省农业厅土肥站、嘉兴市、金华市、丽水地区、宁波和衢州市土肥学会、杭州市土肥站、中国水稻研究所、瓯海农业局以及论文作者所在单位,浙江农业大学学会办公室和土化系承担了大会会务工作,在此一并致谢。

由于编委会成员水平有限,书中错误在所难免,望我会会员及读者提出宝贵意见,以便在今后工作中改正。

编委会

1998年1月

目 录

专题报告

浙江省水土肥资源经营管理与持续农业	黄昌勇 (1)
中国土壤分类进展	魏孝孚 厉仁安 章明奎 (4)
红壤科学与农业可持续发展	俞劲炎 谢正苗 章明奎 (7)
我国盐渍土资源及我省海涂农业开发利用研究的进展	傅庆林 董炳荣 王建红等 (10)
9711 号台风后救灾措施及思考	吴玉卫 (13)
关于土肥技术推广机制改革的几点思考	董越勇 谢锦良 薛玉中 (16)
灌溉稻田甲烷排放研究	卢婉芳 陈 苇 郭望模 (19)
表土岩石碎屑对土壤行为和生产力影响	章明奎 吴玉卫 (23)

土壤资源与生态

宁波市实现耕地总量动态平衡的可行性研究及对策	钱觉寿 吴迅锋 (27)
红壤开发中水土保持和培肥技术的应用	潘云洪 陈健民 张江保等 (30)
发展稻田沟坑养鱼, 加速山区脱贫致富	余荣生 (32)
午潮山常绿阔叶林的营养元素含量特征	许利群 周重光 俞似军等 (34)
挖掘土地潜力, 加快山区农业综合开发	金天寿 陈兆升 (37)
海水倒灌对土壤的危害	张光华 何桂娥 (39)
滨海地区水稻施用锌肥的增产技术	陆正松 董爱平 石普芳等 (42)
温州市海涂蔬菜基地土壤肥力状况及改土培肥措施	余荣生 蒋志明 张纯育等 (45)
低高程新围海涂不同覆盖和灌溉模式下的盐分动态变化	郑信传 (47)
冷浸田低产原因及用垄畦法改良的增产机理分析	倪治华 (50)
台州市黄岩区低产田改造初报	沈荷芳 林海忠 (53)

土壤肥力

桔园覆盖大豆秸秆的土壤生物学效应	陈声明 朱本岳 贾小明等 (55)
舟山市白泉镇富强村 17 年来土壤肥力的变化	郑长安 陈忠杨 周从华等 (57)
嘉兴平原土壤养分的平衡状况及对策	王国峰 黄锦法 (59)
临安市水田土壤肥力现状与改良建议	胡国成 胡永福 楼中等 (61)
青紫坭粘田肥力变化及其与晚稻菌核病关系调查	赵丽芳 (64)
嘉兴市桑园土壤肥力演变与对策	李艾芬 黄锦法 景筱荣等 (66)
绍兴市土壤微量元素状况及微肥应用	朱秋潮 丁明千 范浩定 (69)
兰溪市土壤速效钾含量变化及施钾效应	陶云彬 叶汉志 毕素娟 (72)

施 肥

绍兴市化肥施用情况回顾及对策·····	朱秋潮 范浩定 王锡金等 (74)
海宁市肥料结构十年(1986~1996)动态分析·····	张勇勇 (76)
直播特早熟晚粳稻的施氮技术研究·····	王竺美 应 武 孙晓法等 (79)
长效碳酸氢铵对水稻肥效试验初报·····	陈一定 徐香高 丁育垣 (82)
不同肥料结构对稻麦产量和土壤肥力的影响·····	庄亚其 (85)
粘质土早稻氮磷钾肥用量研究·····	何国祥 林 辉 叶丽君 (87)
绿肥田抛栽早稻氮肥均施技术初探·····	董珍娣 (90)
水稻施用钾硅肥增产效应及抗病虫性研究·····	曹伟勤 泮丽铭 许士发 (92)
直播早稻氮肥施用方法的研究·····	胡新宝 周跃中 厉惠江等 (94)
碳铵深施效果简报·····	胡国成 楼中姚 苏梅等 (96)
青紫塌粘田大麦施肥技术研究·····	张朝多 叶丽君 (97)
大麦“花 94-30”高产播种量和氮肥施用方法的初步研究 ·····	赖小芳 梁天平 (99)
百合施用钾肥和有机肥效果研究 ·····	王甫才 马子骏 周存月等 (101)
幼林地套种百合氮肥用量及氮磷钾肥的增产效应 ·····	沈佳音 曹新江 叶飞华等 (104)
幼林地套种豌豆的持续高效低耗技术研究 ·····	叶飞华 王旭阳 曹新江等 (106)
有机复肥在西瓜、甘蔗上的施用效果 ·····	沈建国 黄孝军 仇志根等 (119)
山地桔园有机肥不同配比研究初报 ·····	陆宗杉 蒋志明 王广强 (112)
青海钾肥对水稻和油菜等作物的增产效果 ·····	蒋小留 (115)
金华市紫云英施用钼肥效果的初步研究 ·····	金健生 (117)
大白菜氮磷钾肥效与施用量的探讨 ·····	陈钟洪 蒋志明 陆宗杉 (118)
施用硫磺粉对水稻早育秧秧苗素质的影响 ·····	樊明耀 汪衍清 李余生等 (120)
稻麦和油菜施用含硫肥料的效果 ·····	竺陆春 (122)
不同施用方式和不同肥料管理对小麦施硼效果的影响 ·····	郑鸣平 (124)
新垦红壤水稻高产栽培技术 ·····	方承先 王卫良 孟赐福 (127)
草莓前作水稻品种选择 ·····	邵洪家 鲍琴书 (129)

肥料新品种

黄尿素对移栽水稻田的除草及增产效果 ·····	郑纪慈 吴延祥 赵复兴等 (131)
水稻施用除草复膜尿素效果初探 ·····	王美英 舒巧云 曹若梅 (134)
肥效调节肥料(CAF)在水稻、小麦上的施用效果 ·····	马军伟 叶雪珠 何念祖 (136)
莴苣施用沸石有机复肥的效应 ·····	钱觉寿 石伟勇 方志兆 (139)
蕃茄施用生物活性肥料的肥效初报 ·····	倪治华 钟宝龙 王美英 (141)
莲子多元素复混专用肥试验示范总结 ·····	施仁久 潘振刚 陈子才等 (143)
“858”强力叶面肥在经济作物上施用效果初报 ·····	徐勤劳 朱小芳 (145)
低龄密植桔树喷施芸苔素试验初报 ·····	华德华 董珍娣 严泰嵩 (148)
复混肥料发展的新趋势：多功能复混肥 ·····	单英杰 董越勇 (150)

农业测试

衢州市磷肥与复肥质量现状分析及提高质量对策	王美琴	祝华明	(152)
反相高效液相色谱测定有机酸	王 亮	陆宗杉	蒋志明 (155)

浙江省土、水、肥资源经营管理与持续农业

黄昌勇

(浙江农业大学环境与资源学院 杭州 310029)

农业可持续发展的决定因素有：社会因素、技术因素和自然因素。自然因素包括光、热、气、土、肥、动物和植物资源拥有量及其利用价值。在诸多的自然因素中，土、肥、水等农业非生物资源的利用和保护，对持续农业的影响最深刻，关系最密切。那么，怎样合理经营和管理土、水、肥资源才能最大限度地发挥其生产潜力？怎样合理地选择耕作制度和方式、科学施肥、灌溉，以保证土、水、肥资源质量不下降，数量不减少和生态环境不破坏？这是土壤学与国家经济建设大目标结合的一个焦点问题，是一项刻不容缓的重大研究课题。

一、土地资源的经营管理：数量与质量并重

“有土斯有粮”，土地是人类赖以生存的物质基础。人类消耗的约 80% 以上的热量，75% 以上的蛋白质和大部分纤维直接来自耕地。在我省农业持续发展中，保护耕地数量和提高质量，是两个既艰巨又紧迫的任务。我省现有耕地 2426.7 万亩（1995 年），人均耕地只有 0.57 亩，已低于联合国粮农组织确定的人均占有耕地最低警戒线（0.79 亩），是全国人均耕地面积最少的省份之一。令人不安的是 1986 年土地立法以来，耕地的锐减不仅没有被遏制，而且在继续下降。另一方面，我省土地的后备资源极其有限，红壤和海涂二块后备资源经过 40 多年的开发，适宜开垦为耕地的面积不多。我省海涂的总面积约 650 万亩，其中已围垦的 220 万亩，分布在海岸线外侧潮间带的约 450 万亩，其中约 130 万亩高于海平面，有可能在近期围垦。红壤是我省另一块重要的后备资源，40 多年来，我省已开垦的红壤 270 万亩，未开垦的红壤资源约有 130 万亩，但其中大部分未开垦红壤荒地分布零星，大面积连片的已不存在，加上水源缺乏，对进一步开垦和利用带来了困难。在土地质量方面，我省生产水平在 600~800kg/亩的中产田约 930 万亩，生产水平在 600kg/亩以下的低产田 650 万亩，中低产田占了总面积的 65%，蕴藏着很大的生产潜力。

无论从土地数量还是质量来看，浙江省的土地已成为危及粮食安全保障，阻碍国民经济快速、健康发展最严峻的问题。基于我省土地基数少，后备资源不足的情况，在土地资源的经营管理中，要坚持数量和质量保护并重和开发利用与生态环境建设结合的方针，具体要注意以下几个方面。

1. 切实加强土地管理，实行耕地总量动态平衡 近年来国家相继颁布了《农业法》、《土地管理法》及《基本农田保护条例》，1997 年中央又下发了 11 号文件，提出了冻结非农业建设项目占有耕地一年的重大决策。这是遏制耕地继续下降的政策和法律上的保证。在技术上要加强耕地和粮食播种面积的监控，编制土地利用总体规划，实行科学管理。保持开发复垦

地与非农业建设及灾害毁损地的平衡, 稳定粮食播种面积。

2. 培肥土壤, 保持土壤健康 土壤健康与土壤质量属同义词。近年来, 关于土壤健康问题不断受到重视, 美国连续召开了数次学术会议, 并于 1994 年出版了《土壤质量与持续环境》, 加拿大土地和生物资源中心于 1995 年也出版了《土壤健康》一书。我省地处东南沿海的南北过渡带, 每年旱、涝、台、雹等多种自然灾害交替发生, 大大加剧了水土流失和土壤养分的贫瘠化, 因此, 我们要培肥土壤, 保持土壤健康。

3. 土地资源开发利用与生态环境建设相结合 浙江省要保证满足当代人对食品的需求, 在未来的 10~20 年内, 深度开发土地资源势在必行。然而, 土地深度开发利用的“限度”究竟有多大? 超越了“限度”, 大自然的报复将给人类带来不可估量的损失。这就要求我们以“可持续发展”的理论来指导, 把土地资源开发利用与生态环境建设结合起来。

二、水资源的经营管理: 农业节水

浙江省作物播种面积大, 复种指数高, 乡镇企业发达, 工农业耗水量大, 其中农业耗水占了我省淡水资源的 80% 以上。同时我省降水在时空分配上又极不均匀, 位于我省中部的金衢盆地的低丘红壤地区, 每年 7、8、9 月常受干旱袭击。农业是淡水资源的用水大户, 又是淡水资源的浪费大户, 农业节水不仅是农业本身需要, 也是我省经济建设、社会发展和环境保护的需要。

随着我省工农业生产和城乡建设的快速发展, 我省的农业节水研究将像农业的高产、优质、高效一样受到高度的重视。浙江省 1995 年到 2010 年的供水规划表明, 1995 年总供水量为 195 亿 m^3 , 其中农业灌溉用水 160 亿 m^3 , 占 82%; 工业用水 23 亿 m^3 , 占 12%; 生活用水 12 亿 m^3 , 占 6%。2000 年规划总供水 210 亿 m^3 , 其中农业灌溉用水 155 亿 m^3 , 占 74%。工业用水 35 亿 m^3 , 占 17%, 生活用水 20 亿 m^3 , 占 10%。到 2010 年规划供水 240 亿 m^3 , 其中农业用水仍保持在 155 亿 m^3 , 占 65%, 工业用水 55 亿 m^3 , 占 23%, 生活用水 30 亿 m^3 , 占 13%。可见从 1995 年到 2010 年间, 总供水量有所增加, 但增加的供水量均用在工业和生活用水的增加上, 而农业用水不仅没有增加反而减少。因此, 农业节水、提高农业用水的利用率是土壤科学与经济发展紧密结合的又一热点和重点课题。目前, 我省农业节水的基础、应用基础及技术研究都很薄弱, 在理论上有关农田水循环的系统化和模型化研究、SPAC 的研究以及农业节水的应用研究等, 不仅与国际上一些先进国家如以色列等的差距极大, 与我国华北、西北地区相比也存在较大的距离。

三、肥料资源的经营管理: 提高肥料利用率

中国是一个农业大国, 几千年来我国农业靠的是有机肥投入的再循环, 化肥的施用是近 40~50 年的事, 我省化肥用量从 1950 年的 0.6 万吨到 1995 年的 465.5 万吨, 增加了 800 倍。随着化肥投入的增加, 有机质的再循环被打破。化肥大量投入, 带来了农产品的总产量和单产的成倍增长, 据我国 80 年代化肥网的数据统计, 化肥在粮食上的增产作用为 40%~56%, 在棉花上为 46.8%。我省人均耕地少, 农业的增长在很大程度上依赖于单产的提高, 而化肥对单产的提高起到了重要的支撑作用。那么浙江省目前肥料使用存在什么问题?

1. 有机碳的再循环问题 40多年来,我省肥料结构发生了很大的变化,50年代主要是有机肥,有机肥提供的养分比重占到95%以上,60年代有机肥约占80%左右,化肥比重占20%左右;70~80年代有机肥比重下降至60%左右,到80年代中期有机肥比重不到50%,化肥用量则上升到50%以上。进入90年代,这一趋势还在继续扩展。由于有机肥脏而费工,传统施用的有机肥的技术不可避免受到冲击。目前,在本省许多地方普遍存在着焚烧农作物秸秆的现象,许多饲养场(厂)的粪肥成了污染源,造成公害。随着我省经济的快速发展,探索有机肥改土新机理,研究处理秸秆、有机废弃物资源化的新技术,是摆在我们面前的一个艰巨而复杂的任务。

2. 化肥的结构问题 我省50年代初开始施用化肥,单用氮肥为主。60年代开始施用磷肥,70年代推广钾肥。从许多田间试验来看,目前我省的高产地区化学氮肥利用率在下降,而土壤磷素状况有所改善,磷素的投入量与产出量基本达到平衡。钾主要靠有机肥投入农田,每年施用的化学钾肥数量较少,因此土壤速效钾呈下降趋势,缺钾耕地面积在扩大。从全省施用化肥氮磷钾比例来看,1995年N:P₂O₅:K₂O为1:0.41:0.096,而世界氮磷钾的平均比例为1:0.46:0.36。可见随着每年氮磷化肥的大量施用,土壤钾的供求已出现严重的不平衡。

3. 施肥对环境的影响问题 施肥对环境有正反两方面的作用。在正效应方面,施肥极大地促进了绿色植物的生长,因而可有效地防止水土流失,消除某些有毒气体,净化空气。但过量施用化肥是引起水体富营养化的重要原因之一,多量施用氮肥会导致地下水中硝态氮含量超标。

4. 推进肥料工作的产业化问题 我省在肥料生产、农资供应、科学研究和农技推广等方面在全国有突出的优势,有全国一流的化肥生产企业;农业科研推广部门在全国最早提倡诊断施肥和配方施肥,在施肥理论研究和示范推广上在国内都有优势;农资供应部门开办的庄稼医院也颇具特色。但在管理上各部门基本处于分散、分割、不协调状态。各部门自成系统,各行其是。在实现传统农业向现代农业的转变过程中,只有建立一个新的肥料生产、供应、推广的合理运行机制,发挥各部门优势,建立县或乡一级测土、配方、生产、供应、推广有机结合的农化服务体系,才有可能提高科技成果的转化率,真正做到合理施肥,节本增效。

四、土水肥资源的综合管理

土、水、肥是地球上最珍贵的资源。在地球的自然系统中,土、水、肥联系是一种自然过程的结果。虽然人们逐步认识到土地利用、水资源管理、合理施肥之间无论大到流域的治理,小到农田的田间管理都存在密切的相关性,必须在环境和自然资源管理中实现一体化,但在具体操作和行动起来困难重重。首先是对土、水、肥之间的联系机理研究较少。长期以来,土壤、植物营养和水科学家在各自领域研究所获得的研究成果,远远不能支撑土、水、肥资源的综合管理。当今土壤圈概念的确立,对土、水、肥的联系机理研究将起到积极的作用。其次是管理机构上的不协调,由于对土、水、肥资源管理机构分割,因而人为地产生了一些因地、因人而异的某些违背自然规律的决策和行动,破坏了生态平衡和水土保持。因此,实现土、水、肥综合管理,最大限度发挥土、水、肥资源潜力是可持续农业研究的艰巨任务。

中国土壤分类进展

魏孝孚

(浙江省农科院土肥所 杭州 310021)

厉仁安 章明奎

(浙江农业大学土化系 杭州 310029)

土壤分类是土壤科学水平的标志,是土壤调查制图的基础,是因地制宜推广农业技术的依据之一,也是国内外土壤信息交流的媒介。随着科学的进步,土壤分类也在迅速发展。我国近代土壤分类研究工作,自30年代起至今已有60余年历史,大体上经过以下三个发展阶段:

一、早期的马伯特分类

30年代初,美国土壤学家梭颇(J. Thorp)来华帮助工作,他在《中国之土壤》(1936)一书中采用了当时的美国土壤分类—马伯特分类。1941年我国老一辈土壤学家在全国土壤概查的基础上,绘制了全国土壤概图,首次拟订了中国土壤分类。在《中国土壤概要》一书中,“暂拟中国土壤分类表”,列出淋余土、钙层土、殖成土、水成土、盐成土、幼年土等6个土纲,20个土类,续分为44个亚类,建立了2000多个土系。

建国初,1950年中国土壤学会第一届会员代表大会暂拟中国土壤分类系统,这一分类与1941年的分类大同小异。列出显域土、隐域土与泛域土为土纲,钙层土、淋溶土、水成土、钙成土、高山土和幼年土为亚纲,列举了18个土类。

二、土壤发生分类

1954年,我国土壤学界学习苏联土壤分类经验,暂拟中国土壤分类系统(1955),这一分类深受土壤地带性学说影响,采用从地理发生为基础,以成土条件为依据,以土类为基本单元的包括土类、亚类、土属、土种和变种的五级分类制。但该分类只列了19个土类和34个亚类。

1958年开始了全国第一次土壤普查,这是一次群众性土壤普查,着重总结了我国劳动人民以土壤农业性状为基础的土壤分类经验。于1963年,中国土壤学会土壤分类委员会,整理出“暂行中国土壤分类系统”。该分类以土壤发生学为原则,深入研究成土条件(自然条件与人为条件)下,所进行的形成过程,以及通过这些过程所产生的土壤属性变化。列出了43个土类,108个亚类,并作出土属、土种分类命名举例。

1978年,中国土壤学会在十年动乱以后,召开了土壤分类学术讨论会。与会者团结协作,集思广益,把土壤分类和我国实际进一步结合起来,建立了统一的土壤分类—“中国土壤分类暂行草案”。划分出富铝土、淋溶土、半淋溶土、钙层土、漠土、盐成土、岩成土、半水成

土、水成土、水稻土、高山土等 11 个土纲，46 个土类，139 个亚类。由于这一分类的基础广泛，酝酿充分，得到我国土壤界的广泛承认，并成为全国第二次土壤普查土壤工作分类的基础。

1979 年，在全国范围内开展了第二次土壤普查，开始以 1978 年的《中国土壤分类暂行草案》为基础，暂拟了工作分类。随着土壤普查全面开展，不断发现了新的土壤类型。1984 年在昆明召开了有老一辈土壤学家和各地土壤普查骨干参加的土壤分类讨论会，拟订了“中国土壤分类系统”修订稿。1985 年在安徽滁州、1986 年在太原，又分别召开了土壤基层分类学术讨论会，建立我国以土种为基本基层分类单元的分类体系。1992 年全国土壤普查资料汇总时，全国土办正式出版《中国土壤分类系统》一书，供《中国土壤》（全国土壤普查专著）、《中国土种志》（1—6 卷）、1:100 万《中国土壤图》及土壤系列图件数据汇总之用。该分类分为 12 个土纲（铁铝土、淋溶土、半淋溶土、钙层土、干旱土、漠土、初育土、半水成土、水成土、盐碱土、高山土）、30 个亚纲、61 个土类和 234 个亚类。在确立高级分类单元的同时，着手编写“中国土种志”，它是在以县为单位开展大比例尺土壤调查基础上，将野外划分出的 10326 个土种，经各省、市、自治区整理、筛选出 4328 个土种提交全国编写组，最后由全国编写组编写入卷和出版的土种共 2473 个。这些土种分属于 60 个土类，203 个亚类和 704 个土属，表明我国每一个土类及其各分类级别中，均有代表性土种。“中国土壤分类系统”继承和发展了中国土壤分类，在生产实践中起了重要作用。但是该分类中强调中心概念，有些土壤类型之间的边界尚不够清楚，虽然也注意了量化指标，但基本上属定性分类。

三、土壤系统分类

目前世界土壤分类发展趋势是定量化、标准化和国际化。为了便于国际交流，从 1984 年开始，在中国科学院和国家自然科学基金资助下，由南京土壤所主持，先后同 30 多个高等院校和研究所合作（浙江省农科院、浙江农业大学参加合作），进行了长达 10 多年的中国土壤系统分类研究。经多次交流和修改，于 1995 年出版了《中国土壤系统分类（修订方案）》，它是以诊断层和诊断特性为基础的定量分类。该方案根据我国土壤实际情况，吸取国外土壤分类先进经验，建立了 33 个诊断层，25 个诊断特性，20 个诊断现象，作为划分土壤类别的依据。这样既与国际接轨，又充分体现我国特色。

在 33 个诊断层中，设 11 个诊断表层，可以归纳为四大类，即有机表层类、腐殖质表层类、人为表层类和结皮表层类。20 个诊断表下层（由物质的淋溶、迁移、淀积或就地富集作用在土壤表层之下所形成的具有诊断意义的土层），如：漂白层、铁铝层、水耕氧化还原层、粘化层等。2 个其他诊断层为盐积层和含硫层。其中，除国外比较完善，并适合于中国土壤系统分类需要的，予以直接引用；引进概念，进行补充间接引用外，提出了一些新的、我国特有的诊断层和诊断特性，例如：草毡表层、灌溉表层、堆迭表层、肥熟表层、水耕表层、干旱表层、盐结壳、低活性富铁层、水耕氧化还原层、粘磐、盐磐和磷磐等 12 个诊断层以及岩性特性、人为淤积物质、人为扰动层次、冻融特征、氧化还原特征、均腐殖质特性、富铝特性、富磷特性和盐基饱和度等 9 个诊断特性。

“中国土壤系统分类”（修订方案）共划分出 14 个土纲（有机土、人为土、灰土、火山灰

土、铁铝土、变性土、干旱土、盐成土、潜育土、均腐土、富铁土、淋溶土、雏形土、新成土)、39个亚纲、141个土类和595个亚类。该方案还建立了我国第一个土壤分类检索系统,每一种土壤可以在这个检索系统中找到所属的分类位置,也只能找到一个位置。

关于土壤命名,为了避免与发生分类的土壤名称相混淆,以及适应国际交流的需要,采用土纲到亚类的属性连续命名法。现将我省两大主要土类红壤和水稻土,采用系统分类及对比如下:红壤大部分属富铁土纲、湿润富铁土亚纲,下分富铝、粘化和简育湿润富铁土等土类;少部分属淋溶土纲、湿润淋溶土亚纲,铝质湿润淋溶土土类。水稻土属人为土纲、水耕人为土亚纲,下分潜育、铁渗、铁聚和简育水耕人为土土类。

该方案不足之处是侧重于高级分类单元的研究,对于同生产密切相关的基层分类的研究还比较薄弱,虽积累了丰富的资料,但尚未建立比较完整的数据库和信息系统。

我国地域辽阔,农业历史悠久,土壤资源丰富,尤其是耕种土壤、季风热带亚热带土壤、干旱和高山地区土壤都是世界上所罕见的。这些土壤类型在国外任何诊断分类中都未得到很好的解决。中国土壤系统分类研究的人为土和干旱土对国际土壤分类作出了贡献。国外同行给予较高的评价,“中国土壤系统分类应作为亚洲土壤分类的基础”、“中国干旱土壤的分类是对世界土壤分类的贡献”、“国际人为土的分类是以中国土壤系统分类为基础”等。1995年11月中国土壤学会第八次代表大会通过了“关于规范使用土壤分类系统”的决议,学会要求:1. 将“中国土壤系统分类(修订方案)”与全国第二次土壤普查的土壤分类系统一起,作为我国正式使用的两种土壤分类;2. 学会领导的“土壤学报”和“土壤通报”杂志从1996年起,正式采用以上两种土壤分类命名,作为有关稿件刊登的标准,不再使用其他非规范化的土壤名称(个别专门性论文除外)。

由于土壤系统分类是一项复杂而系统性又很强的工作,不可能在短期内完成,仍需要长期研究下去,使之更加趋于完善,以便为我国农业现代化发挥更大作用,对国际土壤分类作出更多的贡献。

红壤科学与农业可持续发展^①

俞劲炎 谢正苗 章明奎

(浙江农业大学土化系 杭州 310029)

近 30 年来,热带亚热带的农业和环境问题日益引起了国际社会的关切,红壤研究也随之而兴起。在全球的陆地面积中,热带亚热带占 51%,而其中的湿润红壤约占陆地的 19%。对热带亚热带土壤尤其是红壤的研究、开发,将是 21 世纪全球农业和土壤学研究的新篇章,因此如何建立红壤科学的研究及应用体系是一个值得探讨的题目。

本文讨论的“红壤”是一个泛称,包括全国第二次土壤普查的砖红壤、赤红壤、红壤和黄壤等富铝化土壤,即相当于中国土壤系统分类中的铁铝土、富铁土及部分雏形土,及美国土壤系统分类中的氧化土、老成土和部分淋溶土、始成土。它们是热带亚热带湿润区的地带性土壤,并与热带亚热带干旱区的燥红土(热带稀树草原土)和荒漠土,构成了全球性的红壤—荒漠土带。我国红壤带分布于长江以南的 15 个省、区,面积达 218 万 km²,占全国面积的 22.7%。

一、红壤研究——土壤学的一个新领域

自 19 世纪末道库恰耶夫建立土壤发生学以来,已有百余年的历史。可以说,土壤学是始于对温带土壤的研究而建立的,除了最早的土壤地理分支以外,后来有土壤物理、土壤化学、土壤生物等分支出现,稍后又有土壤分析、土壤改良和农业土壤等分支的形成。本世纪 50 年代后,对红壤的研究渐多,如李庆远主编的《中国红壤》(1983),龚子同等编著的《华中亚热带红壤》(1983),中国科学院南京土壤研究所红壤站的《红壤生态系统研究》1~4 卷(1992~1997),于天仁等的《可变电荷土壤的电化学》(1996)。但是,全面的而且建立自己系统的红壤学著作仍缺。显然,中国学者在这方面已有巨大的优势,但还应为此而继续努力。

红壤研究与温带土壤研究有许多不同之处:

1. 研究对象 温带寒温带的草原土壤和森林土壤,多数是由受冰川侵扰及冰缘作用强烈、地质年代较年轻的平原和高原的沉积母质发育的,成土年龄较短,绝对年龄一般仅为几百年、几千年,也有少数可达一二万年。而红壤则多分布于较古老景观的丘陵山地,除了由基岩直接发育的外,还有许多是古沉积物发育的,如第四纪红土发育的红壤,其绝对年龄可达几十万年乃至数百万年,是古今湿热环境的产物。

2. 成土因素分析 温带土壤研究受发生学派尤其是生物学观点(柯蒂斯契夫、威廉斯)的影响,在五大成土因素中较强调生物学因素的作用;而红壤研究中虽然也沿用了生物(植被)的主导作用之说,但近 10 余年来积聚的大量资料表明,用此来解释似感不足。反之,气

^① 本文是根据作者在多次会议交流和讨论的基础上写成。谨以此文追怀敬爱的老师朱祖祥院士和俞震豫教授。

候、地形（包括新构造运动升降引起的）等环境因素的作用，强烈的淋洗和化学作用等则不可低估。

3. 土壤肥力的认识 原先的研究，多以黑钙土发达的团粒结构为依据，建立了土壤团粒结构学说，强调团粒是农业土壤肥力的调节器，这对其它草原土壤和一部分森林土壤的表层也较符合。红壤基本上不存在团粒结构（熟化的园地土壤例外），但由于原始红壤具有发达的微结构，同样也具调节土体水、肥等的作用，红壤开垦不当，这些微结构将会被破坏。此外，温带土壤的肥力，往往以表土腐殖化为基础，而红壤中则常缺少大量腐殖质（只有原始植被下腐殖质才较为丰富）。

由此可见，对红壤的研究，需要对原来来自温带土壤的认识作具体分析，这说明土壤学正在从以研究温带土壤为主的初始阶段，转到偏重于热带亚热带土壤研究，尤其是红壤以及主要分布于亚热带的水稻土等。

在近二三十年中，联合国有关组织、世界银行和温带发达地区的跨国组织（如欧共体），到非洲、南亚、拉美的大陆和一些岛屿开展合作研究，建立了以森林为主的各种规模土地生态工程，进行多种农林社会模式试验，红壤研究多配合此种农业开发和环境治理而开展的，因而偏重于开发性应用性研究，而基础性研究较少，主要有二方面：一是土壤分类研究中这些富铝化土壤分类指标的研究，提出了诸如土壤游离氧化铁及氧化铁的游离度、有效阳离子交换量（ECEC）等分类指标，以及与之有关的全球各大洲各种红壤的分布和利用情况的统计。二是各项红壤性质或其综合肥力及其在开垦中变化的研究，如发现红壤的稳定性微结构及对力学和水分性质的影响，红壤胶体的表面性质等。这些研究均显示了红壤性质区别于温带土壤，因而难于用原来的认识加以评价之。

二、近期红壤研究的回顾

近 30 年来，红壤研究取得了许多进展，主要有以下几方面。

1. 红壤发生学和矿物学 由于红壤是古代和现代湿热条件下形成的。因此，红壤的发育以强度的化学风化、粘化、富铁铝化和赤铁矿化过程为主，而生物积聚作用和腐殖化过程相对不明显。近来对红壤氧化铁的发生和类型研究较多，由于其胶膜包被于矿质颗粒的表面，改变其表面性质，而影响一系列理化性质。磁测及穆斯堡尔谱测定等新方法的引进，对氧化铁微细颗粒的大小、形状和矿物成分及来源的认识有所提高。

2. 红壤的表面电荷性质 红壤因含有大量的高岭石和铁铝氧化物等矿物，因而带有大量的可变电荷，并与温带永久电荷土壤的性质有明显不同。它们的表面电荷随土壤溶液 pH 值变化而变化，从而引起一系列化学性质和物理性质也随土壤 pH 的改变而变化。红壤胶体有两类表面，即永久电荷表面和可变电荷表面，这些表面特性会影响土壤的专性吸附和非专性吸附，从而对施肥效果、土壤养分的有效性和重金属污染等有特别的影响。近年来对红壤表面性质及有关特征参数，如等电性、电位滴定曲线及离子吸附等作了较广泛的研究。

3. 红壤复合体和结构 近年来的研究，已分离提取两类土壤有机矿质复合体，即钙键结合的复合体与铁铝键结合的复合体。两者的元素组成、性质有明显的差别。红壤中以后者为佳。它直接影响到土壤及其各粒级的有机质、养分含量和土壤团聚性。由于胶体性质和复合

体的影响,红壤结构和物理性质也明显不同于草原钙质土。由氧化铁铝胶联成的微结构,坚硬稳定,称为“假砂”,故粘质红壤的土体松散,而物理性质类似于砂质土,接纳雨水快,耕作阻力小。

4. 红壤的生产力问题 从红壤的腐殖质和养分含量来看,其肥力不及温带草原土壤,但由于其所处湿热条件良好,植物周年生长,生物小循环旺盛,其生产力和经济效益往往高于温带土壤。通常说的红壤的“粘、瘦、酸、板”四项不良因素应具体分析。只有管理不当而破坏了“假砂”结构时才会显现“板”的性质。至于“酸”和“粘”,只需因土制宜,种植适宜的作物和耕作方法即可,如茶树、杨梅等喜酸(铝)植物只宜于红壤上种植。

5. 红壤生态系统和农业 红壤生态系统是指红壤地带(或区域)的土地生态系统。它是以富铝化土壤为主,也可包括其它的非红壤类土壤。全球红壤生态系统与半干旱区、干旱区和荒漠区土壤相邻,构成红壤(荒漠土复合生态系统。进入20世纪以来,尤其是近30年中,由于人为和自然的原因,热带亚热带生态系统的干旱化、荒漠化愈演愈烈。一部分湿润红壤已变为半干旱土和干旱土,影响了该区农业的持续发展。据统计,红壤中有三分之一属半干旱水分状况,约350万km²。为此联合国机构和各国合作在这些地区建设了许多以造林为骨干的大型生态工程,以防止土地退化。世界银行在我国红壤地区推行的两期小流域综合治理和开发,也属此类。目的在于重建良性循环的红壤生态系统,促进红壤农业的可持续发展。

红壤生态系统的农业开发具有前述优势,即使在光裸的土地上,一旦种上林草植被即可制止土壤侵蚀,改善小气候和生境,迅速恢复土壤肥力。近年来的研究表明,在难以种植林木的地方,通过保护当地生草,或引种适种性草类,可快速建立草被以保护土壤,并可利用草料作饲料、燃料和工艺用料,推行“红壤草业”,浙江农业大学土化系与衢州市有关单位的初步试验把草业作为大农业中的一个新环节,效果甚好。10年来,省内外红壤地区许多种草、养草、用草的成功经验已普遍推广,并取得了巨大的经济、生态和社会效益。

三、红壤研究的几点看法

从近期红壤研究的趋势来看,进入21世纪的红壤科学将有进一步加快的发展,并逐步建立自己的学科体系。避免原有的土壤学按理、化、生、地等学科交叉而分的做法,应尽量根据实际问题来确定。其中,应包含时代的特征和自己的特色。应考虑如下问题:

1. 联系红壤农业持续发展,研究红壤生态系统的结构、功能及调控,寻找红壤优质、高效、低耗的优化生态模式。
2. 开展区域性的土壤生物地球化学研究,并纳入省、大区域、国家和全球环境变化监测的范畴。
3. 红壤退化(侵蚀、酸雨、养分贫瘠化、物理性质变劣)机理及其Niche(小生境)演化的生物学特征研究,红壤微生物和生化性质研究,红壤治理的理论和实践研究。
4. 红壤的电化学和理化性质深入研究,红壤电磁性和电磁改良研究。
5. 红壤有机矿质复合体的研究,红壤肥力及红壤改良、培肥研究。
6. 红壤资源调查规划、开发利用研究,遥感监测、红壤资源数据库的建立和信息系统研究。