

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

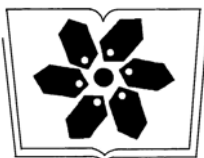
## Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 24 期 Vol.33 No.24 **2013**

中国生态学学会  
中国科学院生态环境研究中心  
科学出版社

主办  
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

# 生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 24 期 2013 年 12 月 (半月刊)

## 目 次

### 前沿理论与学科综述

- 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策 ..... 赵其国, 黄国勤, 马艳芹 (7615)
- 《生态学基础》: 对生态学从传统向现代的推进——纪念 E.P. 奥德姆诞辰 100 周年 .....  
..... 包庆德, 张秀芬 (7623)

- 食物链长度理论研究进展 ..... 张 欢, 何 亮, 张培育, 等 (7630)

### 个体与基础生态

- 天山盘羊夏季采食地和卧息地生境选择 ..... 李 叶, 余玉群, 史 军, 等 (7644)
- 松果梢斑螟对虫害诱导寄主防御的抑制作用 ..... 张 晓, 李秀玲, 李新岗, 等 (7651)
- 菹草附着物对营养盐浓度的响应及其与菹草衰亡的关系 ..... 魏宏农, 潘建林, 赵 凯, 等 (7661)
- 濒危高原植物羌活化学成分与生态因子的相关性 ..... 黄林芳, 李文涛, 王 珍, 等 (7667)
- 四年 O<sub>3</sub> 熏气对小麦根际土壤氮素微生物转化的影响 ..... 吴芳芳, 郑有飞, 吴荣军, 等 (7679)
- 重金属 Cd<sup>2+</sup> 和 Cu<sup>2+</sup> 胁迫下泥蚶消化酶活性的变化 ..... 陈肖肖, 高业田, 吴洪喜, 等 (7690)

### 种群、群落和生态系统

- 不同生境中橘小实蝇种群动态及密度的差异 ..... 郑思宁 (7699)
- 亚热带樟树-马尾松混交林凋落物量及养分动态特征 ..... 李忠文, 闫文德, 郑 威, 等 (7707)

### 景观、区域和全球生态

- 中国陆地生态系统通量观测站点空间代表性 ..... 王绍强, 陈蝶聪, 周 蕾, 等 (7715)
- 雅鲁藏布江流域 NDVI 变化与风沙化土地演变的耦合关系 ..... 李海东, 沈渭寿, 蔡博峰, 等 (7729)
- 高精度遥感影像下农牧交错带小流域景观特征的粒度效应 ..... 张庆印, 樊 军 (7739)
- 高寒草原土壤有机碳及土壤碳库管理指数的变化 ..... 蔡晓布, 于宝政, 彭岳林, 等 (7748)
- 芦芽山亚高山草甸、云杉林土壤有机碳、全氮含量的小尺度空间异质性 .....  
..... 武小钢, 郭晋平, 田旭平, 等 (7756)
- 湘中丘陵区不同演替阶段森林土壤活性有机碳库特征 ..... 孙伟军, 方 晰, 项文化, 等 (7765)
- 东北黑土区片蚀和沟蚀对土壤团聚体流失的影响 ..... 姜义亮, 郑粉莉, 王 彬, 等 (7774)
- 滇西北高原纳帕海湿地土壤氮矿化特征 ..... 解成杰, 郭雪莲, 余磊朝, 等 (7782)
- 红壤区桉树人工林炼山后土壤肥力变化及其生态评价 ..... 杨尚东, 吴 俊, 谭宏伟, 等 (7788)
- 2000—2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化 ..... 袁丽华, 蒋卫国, 申文明, 等 (7798)
- 庐山森林景观格局变化的长期动态模拟 ..... 梁艳艳, 周年兴, 谢慧玮, 等 (7807)

暖温带-北亚热带生态过渡区物种生境相关性分析 ..... 袁志良,陈 云,韦博良,等 (7819)

不同生境和去趋势方法下的祁连山柏径向生长对气候的响应 ..... 张瑞波,袁玉江,魏文寿,等 (7827)

**资源与产业生态**

大小兴安岭生态资产变化格局 ..... 马立新,覃雪波,孙 楠,等 (7838)

生态环境移动数据采集系统研究与实现 ..... 申文明,孙中平,张 雪,等 (7846)

**城乡与社会生态**

城市遥感生态指数的创建及其应用 ..... 徐涵秋 (7853)

**研究简报**

大明竹属遗传多样性 ISSR 分析及 DNA 指纹图谱研究 ..... 黄树军,陈礼光,肖永太,等 (7863)

干旱胁迫下 4 种常用植物幼苗的光合和荧光特性综合评价 ..... 卢广超,许建新,薛 立,等 (7872)

基于 ITS2 和 16S rRNA 的西施舌群体遗传差异分析 ..... 孟学平,申 欣,赵娜娜,等 (7882)

两种浒苔无机碳利用对温度响应的机制 ..... 徐军田,王学文,钟志海,等 (7892)

北京山区侧柏林冠层对降雨动力学特征的影响 ..... 史 宇,余新晓,张建辉,等 (7898)

**学术信息与动态**

景观生态学研究:传统领域的坚守与新兴领域的探索——2013 厦门景观生态学论坛述评 .....  
..... 杨德伟,赵文武,吕一河 (7908)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 296 \* zh \* P \* ¥ 90.00 \* 1510 \* 33 \* 2013-12



**封面图说:**黄土丘陵农牧交错带——黄土丘陵是中国黄土高原的主要地貌形态,由于黄土质地疏松,加之雨季集中,降水强度较大,地表流水冲刷形成很多沟谷,斜坡所占的面积很大。这里千百年来的农牧交错作业,地表植被和生态系统均遭受了严重的破坏。利用高精度影像对小流域景观的研究表明,这里耕地、林地和水域景观相对比较规则简单,荒草地和人工草地景观比较复杂。农牧交错带小流域景观形态具有分形特征,各类景观斑块的分维数对粒度变化的响应不同,分维数随粒度的增大呈非线性下降趋势。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201312172973

赵其国, 黄国勤, 马艳芹. 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策. 生态学报, 2013, 33(24): 7615-7622.

Zhao Q G, Huang G Q, Ma Y Q. The problems in red soil ecosystem in southern of China and its countermeasures. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(24): 7615-7622.

## 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策

赵其国<sup>1</sup>, 黄国勤<sup>2,\*</sup>, 马艳芹<sup>2</sup>

(1. 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008; 2. 江西农业大学生态科学研究中心, 南昌 330045)

**摘要:** 南方红壤对于我国农业乃至整个国民经济的持续发展和人民生活水平的迅速提高发挥了重要作用, 但由于红壤性质上的酸、瘦、粘等弱点, 分布区域降水时空不均匀, 以及不合理开发利用造成的水土流失、土壤退化、土壤污染等, 导致红壤地区的生态环境恶化, 红壤资源潜在的生产能力得不到应有的发挥, 使整个地区农业及经济持续发展受到严重影响。目前, 中国南方红壤生态系统面临水土流失、土壤酸化、肥力退化、季节性干旱、土壤污染、生物退化、石漠化及土地沙化、耕地面积缩减和系统功能衰减等问题。针对上述问题, 在综合治理措施上必须提高认识, 调整农业结构, 优化耕作制度, 大力发展立体农业, 防治水土流失和土壤污染, 改良土壤, 培肥地力, 重建红壤区植被生态系统, 建立和完善红壤预警, 从而保证南方红壤生态系统的持续稳定健康发展。

**关键词:** 红壤; 生态系统; 问题; 对策; 南方

## The problems in red soil ecosystem in southern of China and its countermeasures

ZHAO Qiguo<sup>1</sup>, HUANG Guoqin<sup>2,\*</sup>, MA Yanqin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China

<sup>2</sup> Research Center on Ecological Science, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

**Abstract:** Southern red soil plays an important role for sustainable development of agriculture, even the whole economy, and the rapid increase in people's living standard. But red soil has some weakness, such as acid, thin and sticky, the uneven temporal distribution of precipitation in the region, and the irrational exploitation which leading to soil erosion, degradation, contamination and deterioration of ecological environment in red soil areas, the potential production capacity of red soil resources are not properly exert, and the entire agriculture and sustainable economic development are severely affected. Currently, China Southern red soil ecosystem faces many problems, such as soil erosion, acidification, fertility degradation, seasonal drought, soil pollution, biological degradation, desertification, land desertification, reduction of arable land and system functions decay and so on. In response to these problems, we need to raise awareness of comprehensive measures, to adjust the agricultural structure, optimize the farming system, develop three-dimensional agriculture, control soil and water erosion and pollution, improve soil quality and soil fertility, reconstruct vegetate ecosystem of red soil, establish and improve red soil early-warning system, so as to ensure steady and healthy development of the southern red soil ecosystem.

**Key Words:** red soil; ecosystem; problems; countermeasures; southern

红壤产生于热带和亚热带雨林、季雨林或常绿阔叶林植被下, 是发生脱硅富铝过程和生物富集作用而发

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(U1033004)

收稿日期: 2013-12-17; 修订日期: 2013-12-22

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hgqjxc@sina.com



育成的红色呈酸性且盐基高度不饱和的铁铝土。广义的红壤是指我国南部热带、亚热带地区广泛分布着各种红色或黄色的土壤,包括铁铝土纲的砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤等所有土类,以及半淋溶土纲的燥红土,一般统归为红壤系列<sup>[1]</sup>。其主要特征是缺乏碱金属和碱土金属,而富含铁、铝氧化物,呈酸性红色。从世界范围来看,红壤主要分布于非洲、亚洲、大洋洲及南美洲、北美洲的低纬度地区,常见于热带雨林区。欧洲特别是地中海东岸和巴尔干半岛地区也有类似于红壤的土壤存在。东亚地区北起长江沿岸,南抵南海诸岛、南洋群岛,东迄台湾,西至云贵高原及横断山脉的范围为红壤的重要分布地带。我国红壤主要分布在长江以南的广东、海南、广西、云南、贵州、福建、浙江、江西、湖南、台湾 10 省(区),以及安徽、湖北、江苏、重庆、四川、西藏和上海等 7 省(区、市)的部分区域,总面积 218 万 km<sup>2</sup>,占全国土地总面积的 22.7%,其中红壤系列的土壤面积约 128 万 km<sup>2</sup>,占全区总面积的 58.7%<sup>[2-4]</sup>。我国红壤的形成过程是脱硅富铝化过程与生物富集过程两种相互作用的结果。脱硅富铝化过程是红壤形成的基础,它与红壤古风化壳的形成有密切联系;而生物富集过程是现代生物富集作用影响红壤发育的过程,这两个过程对红壤形成的影响是相互统一,不可分割的<sup>[5]</sup>。根据红壤成土条件、附加成土过程、属性及利用特点,红壤可划分为红壤、黄红壤、棕红壤、山原红壤、红壤性土等 5 个亚类。红壤亚类具有土类典型特征,分布面积最大;黄红壤亚类为向黄壤过渡类型,在本区均分布于山地垂直带,下接红壤亚类,上接黄壤土类;红壤性土亚类是剖面发育较差的红壤类型,主要分布于红壤侵蚀强烈的丘陵山区,江西兴国一带和福建东南部有较多分布。

新中国成立 60 多年来,我国在红(黄)壤资源调查与区划、红(黄)壤资源的垦殖利用、红(黄)壤耕地肥力的培育、红(黄)壤资源保护等方面取得很大成就,对我国农业乃至整个国民经济的持续发展和人民生活水平的迅速提高起了很重要的作用。但由于红壤性质上的酸、瘦、粘等弱点,红壤分布区域降水时空分布的不均匀,以及不合理开发利用造成的水土流失、土壤退化、土壤污染等,导致红壤地区的生态环境恶化,红壤资源潜在的生产能力得不到应有的发挥<sup>[6]</sup>,使整个地区农业及经济持续发展受到严重影响。

## 1 中国南方红壤生态系统面临的问题

### 1.1 水土流失

土壤的主要分布地带红壤地区地形起伏大,坡度陡,同时雨量多,强度大,降雨集中,有时一次降雨可高达 200—300 mm 以上,在土地利用不合理及地面覆盖差时,暴雨就加速了水土流失的发展。据统计长江流域以南的红壤丘陵地区水土流失面积达 8000 万 km<sup>2</sup>。这些地区,由于人多耕地少,山大坡陡,雨量充沛,特别是暴雨多,植被一旦遭到破坏,在高雨量的冲击下,很容易产生严重的水土流失,特别是有深厚花岗岩风化壳的红壤地区,严重者每年土壤侵蚀模数也在 1000 t/km<sup>2</sup>以上,使土壤肥力下降,造成大幅度减产。仅长江上游 35.2 万 km<sup>2</sup>水土流失区的土壤流失量就达 15.6 亿 t,年均侵蚀模数达 4432 t/km<sup>2</sup><sup>[7]</sup>。

### 1.2 土壤酸化

红壤的脱硅富铝化过程,本是一个较缓慢的酸化过程。在近代,由于受酸雨的影响,红壤酸化的进程加速了,从而对作物生长与环境产生不良影响。目前我国的酸雨控制区主要集中在长江以南,包括四川、云南的东部,浙江、福建、江西、湖南、重庆的大部分地区以及长江、珠江三角洲地区,而该酸雨控制区则是我国南方红壤主要分布区,据统计目前我国南方受酸化土壤的分布面积约 200 万 hm<sup>2</sup>,雨水 pH 值 4.5—5.0,最低可达 3.0—2.0<sup>[8]</sup>。例如江西南昌是我国南方两个酸雨中心之一,雨水 pH 值 4.5—5.0,最低值为 3.2,酸雨频率在 80% 以上<sup>[9]</sup>。

### 1.3 肥力退化

土壤退化,特别是红壤的退化,不仅为全球所关注,而且是关系我国农业持续发展的重大问题。我国南方红壤地区占全国土地总面积 1/5,人口占全国 40%,耕地占全国的 30%。但由于长期对土地的不合理利用,土壤退化问题极为严重。由于红壤受长期不合理的开发利用,水土流失严重,特别是农业生态系统中养分循环与平衡的失调,加剧了土壤尤其是旱地的养分贫瘠化及肥力衰减过程<sup>[9]</sup>。据土壤普查资料显示,当前农田中 68% 为中低产田,耕地普遍缺少有机质和氮素,全部旱地和 60% 的水田缺磷,耕地中 58% 缺钾,80% 缺硼,64%

缺铜,49%缺锌,18%缺镁。可见,营养元素的缺乏和土壤肥力的衰退,已严重阻碍着本区农业生产的持续发展<sup>[10]</sup>。

#### 1.4 季节性干旱

目前我国南方红壤区季节性干旱频发,由早期的仅对农业生产造成危害,发展到现在的危害人民的饮水安全、社会经济发展,已成为目前制约经济社会和谐发展的重要自然灾害之一<sup>[11]</sup>。南方红壤区总降水量丰富,但分配极不平衡,有明显的干、湿季之分,特别是在全球变暖的背景下,南方 50 年乃至 100 年一遇的干旱气候事件近年日益频繁。2003 年江西、湖南等地出现了特大干旱,2006 年,百年不遇的特大干旱袭击了四川、重庆,2007 年湖北、四川遭遇严重干旱<sup>[12-13]</sup>,2009 年至 2011 年云南省连续出现三次“百年大旱”。据统计截至 2013 年 8 月上旬,湖南、贵州、重庆等南方 13 省(市)耕地受旱面积 649.13 万 km<sup>2</sup>,其中作物受旱面积 595.33 万 km<sup>2</sup>(重旱 180.8 万 km<sup>2</sup>、干枯 71.8 万 km<sup>2</sup>),待播耕地缺水缺墒面积 56.2 万 km<sup>2</sup>,此外,红壤本身水分性质不良,调蓄供水能力较弱<sup>[14]</sup>,也是干旱的一个重要原因。

#### 1.5 土壤污染

近期,土壤污染事件频发,“镉大米”、“重金属蔬菜”等事件的曝光引发了舆论对土壤污染问题的关注。据统计目前,中国受污染的耕地约有 1.5 亿亩,占 18 亿亩耕地的 8.3%。全国政协常委、人口资源环境委员会副主任钱冠林近期在一次会议上表示,土壤污染具有隐蔽性、长期性和不易修复等特点,威胁国家粮食安全和食物安全。他指出,总体上中国南方土壤污染重于北方,长三角、珠三角、老工业基地等部分地区土壤污染问题尤为突出。土壤污染主要来源于生活污水和工业废水、废气,废渣以及化肥和农药<sup>[15]</sup>。其中土壤重金属污染成为污染的重中之重,目前受重金属污染的土壤面积近 320 万 hm<sup>2</sup>,造成资源浪费和土壤生产力及农林产品质量下降。因此整治矿区生态环境,防治土壤污染,是当前亟待解决的重要问题。

#### 1.6 生物退化

生物多样性(*biodiversity*)是指一定范围内多种多样活的有机体(动物、植物、微生物)有规律地结合所构成稳定的生态综合体。近年来南方红壤区人口的迅速增长、生物生境的破碎化、环境污染、外来的物种入侵以及相关的制度和规定不健全等,这些都直接导致了生物多样性减少。生物多样性丧失的第一位因素是生境的破坏和破碎化,第二重要因素则是生物入侵<sup>[16-17]</sup>,外来物种如果生存和繁殖能力强,则会压制和排挤本地物种,形成优势种群,导致生物多样性消失<sup>[18]</sup>,例如滇池草海 20 世纪 60 年代曾有 16 种高等植物,但随着水葫芦的大肆“疯长”,使大多数本地水生植物失去生存空间而死亡,到 90 年代只剩下 3 种高等植物<sup>[19]</sup>。

#### 1.7 石漠化及土地沙化

随着人口剧增,人类活动日益频繁,对土地开发利用的广度和深度都在不断扩展,生态环境日趋恶化,水土流失的加剧,导致石漠化的形成与面积的不断扩大,长此以往将严重影响南方红壤的数量和质量的安全。据调查,贵州省轻度以上石漠化土地面积已达 35920 km<sup>2</sup>,约占全省土地总面积的 20.39%。全省有 32 个县市土地石漠化面积大于全省平均水平,有 14 个县市的土地石漠化面积大于 30%,有 8 个县市的石漠化状况非常严重,石漠化已成为贵州乃至整个西南红壤丘陵区生态建设与可持续发展的主要障碍。虽然我国南方红壤沙化面积虽不大,但分布范围较广。据国家林业局第四次全国荒漠化和沙化监测统计,南方的湿润沙化土地分布广泛,面积达到 0.88 万 km<sup>2</sup>,包括浙江、福建、江西、湖南、湖北、广东、广西、海南、贵州、云南、四川、重庆等 12 个省区市的 260 个县市区。

#### 1.8 耕地面积缩减

随着近几年城镇化进程的加速,房地产用地和企业用地不断扩张,耕地一再受到侵蚀,目前中国耕地面积仅约为 1.217 亿 hm<sup>2</sup>,比 1997 年的 1.299 亿 hm<sup>2</sup>减少 0.082 亿 hm<sup>2</sup>,中国人均耕地面积由 10 多年前的 0.105 hm<sup>2</sup>减少到 0.092 hm<sup>2</sup>,仅为世界平均水平的 40%。耕地数量不断减少,使本区本来就紧张的人地关系更趋紧张,并且有进一步恶化的趋势。目前,红(黄)壤地区人均耕地仅 0.067hm<sup>2</sup>比全国人均耕地少 1/3,为世界人均耕地的 1/5,例如 1996 年至 2008 年的 12 年间,广东省耕地面积减少 41.05 万 hm<sup>2</sup>,平均每年减少

3.421 万  $\text{hm}^2$ 。由于人口的不断增长和耕地的非农业占用,到 2000 年本区人均耕地减至 0.057  $\text{hm}^2$ 。

### 1.9 系统功能衰减

生态系统能为人类提供多样的产品和服务,其中除提供食物、药品、建筑材料及遗传资源等产品外,更为重要的是调节气候、维持大气组成的稳定、土壤的形成与维持、废弃物扩散、害虫控制、物质循环等作用,这些作用构建了整个地球的生命支持系统。生态系统的功能最终总是通过物种来实现的,所以生态系统中多样性的状况直接影响其功能。由于人类活动的加剧,当今绝大多数生态系统正遭受多样性的丢失。英国皇家生态系统研究所首次评估:许多生态系统服务功能,如鱼的捕捉量和土壤质量面临衰退,过度开采、管理不善和环境改变是造成这一现象的主要原因。过去的 60 年里,生态系统服务功能衰退了 30%,然而,只用 20% 的生态系统得到改善。我国南方红壤区由于土壤质量衰退,过度开采、管理不善和环境改变等,致使整个南方红壤区生态系统功能面临衰减的危险。

## 2 我国南方红壤可持续利用的对策

我国东南红壤丘陵区地处热带、亚热带,土、水、热资源丰富,农业生产与经济发展潜力很大,是我国热带、亚热带经济林木、经济作物及名贵药材等名特优创汇产品的重要基地,在全国国民经济发展中占有重要地位。针对上述面临的问题,在综合治理措施上必须提高认识,调整农业结构,优化耕作制度,大力发展立体农业,防治水土流失和土壤污染,改良土壤,培肥地力,重建红壤区植被生态系统,建立和完善红壤预警等方面,从而促进整个地区农业的持续发展。

### 2.1 提高认识

目前对红壤的认识存在一些不足之处,主要表现在一是对红壤肥力的现状及其分布的认识的不足,大多基于第二次全国土壤普查资料,缺乏对最新状态的了解,特别是对其动态变化方面的认识<sup>[20]</sup>;二是对红壤质量的评价指标认识不统一,偏重于土壤化学和物理性质的评价,缺乏完善的生物学评价指标;三是对红壤保护认识的不足。对于红壤保护的重要性,大部分群众了解较少,一些人完全不知道什么是红壤;第四从生态学角度来看,对红壤的认识缺乏系统性和整体性,我国南方红壤不仅仅是指红壤,而应将其看成一个生态系统,必须将其包括的所有生物与非生物环境作为一个整体去认识。因此要保持红壤系统的健康稳定发展,首先就要提高人们对红壤的认识。

### 2.2 调整农业结构,发展立体农业

通过调整农业结构,变单一的“沟谷农业”为农、林、牧、副、渔综合发展的高效集约持续农业,实现本区各种资源在时间和空间上的优化配置,形成茶果、蚕桑、竹木、畜禽及水产等新型支柱产业,变资源和区位优势为经济及持续发展优势<sup>[21]</sup>。具体来说,应采取下列主要措施:(1)建立合理高效的粮、经、饲三元种植结构。在稳定粮食生产的同时积极发展蔬菜生产,活跃城乡市场,增加农民收入;主要通过林下种植,发展与草畜动物相适应的青绿饲料产业,开发青饲玉米、割藤甘薯、黑麦草等高产饲料作物。通过开辟青绿饲料资源促进以山羊、黄牛、家兔为主导的畜牧业的发展;多元多熟的复合种植模式建立的三元种植结构还有利于植物的共生互惠,有效利用光、热、水、肥资源,提高经济效益和植被的年覆盖率。(2)大力发展各种林农间作、果农间作、林牧结合的立体农业模式。我国南方红壤区低山丘陵较多,发展山地立体农业具有巨大潜力和优势,例如依据不同生物的生活习性和空间的多层次性,实行多种生物结构有机结合,合理布局农、林、牧、渔、副业。目前立体农业模式主要有丘陵山地立体综合利用模式、农田立体综合利用模式、水体立体农业综合利用模式、庭院立体农业综合利用模式,较为成功的案例主要有黄淮海平原的鱼塘—台田模式、珠江三角洲的基塘农业、千烟洲立体山区农业。

### 2.3 优化耕作制度

作物都有自己的宜土特性,按作物宜土种植,不但产量较高,而且培肥改土效果也显著。可以根据红壤的熟化程度,选择最适宜的作物既可充分利用红壤的增产潜力,又有良好的养地效果。

首先调整作物结构和布局,通过调整农业结构,变单一的传统农业为农、林、牧、副、渔综合发展的高效集



约持续农业,形成茶果、蚕桑、竹木、畜禽及水产等新型支柱产业,变资源和区位优势为经济及持续发展优势。例如采取“双三制”(即双季稻三熟制)种植面积,重视旱粮生产,增加经济作物和饲草饲料作物的播种面积,提高水耕生态系统的多样性(或异质性),发展“两水一早”(如两季水稻+冬种马铃薯或冬种蔬菜)或水旱轮作及旱地间混套轮作多熟制等新型耕作制度。

其次充分利用冬闲田。冬闲田的大量存在,浪费了丰富的光、热、水资源。由于冬闲持续 5—7 个月之久,不仅浪费了全年光照的 35%—45%,积温的 25%—35%,降水的 30%—60%,少利用一季土地,降低了复种指数,而且使土壤中有有机质分解释放出来的养分遭到淋溶、挥发而损失。因此必须充分利用冬闲田。目前南方红壤区冬作结构单一(其中绿肥比重占冬种面积的 50%左右,油菜占 30%左右,而春粮比重极小)、产量低、效益差等特点,以消灭冬闲田为突破口,在提高绿肥鲜草单产的同时,稳定或适当压缩面积,增加油菜、马铃薯和蔬菜等的种植面积,并实行绿肥过腹还田,促进农牧结合。此外,也有相当面积的秋闲田,因秋旱不能复种双季晚稻,可发展秋玉米、秋大豆、秋薯类等,并组成玉米间作大豆、玉米间作薯类以及大豆间作薯类等方式。

第三发展间混套作,在红壤旱地上发展间混套作,实行全年“绿色覆盖”,做到“根不离土,土不离根”,既有抗旱保墒、抢时间争季节、保持水土的作用,又能大幅度提高旱地生产力、培肥土壤肥力,具有显著的经济效益、社会效益和生态效益。有研究表明,旱地发展间混套作 3 熟制,可使单位产量和产值比现有旱地平均提高 3—4 倍。对红壤生态系统来说,通过合理间作套种,特别是安排豆科绿肥和豆科作物参与间套,可以稳定水热动态,防止冲刷,减轻干旱,促进作物与土壤之间的协调,有利于提高作物产量,恢复和培育土壤肥力。

## 2.4 防治红壤水土流失

水土流失及其诱导的各种生态环境问题已成为农业持续发展中最严重的障碍因素。水土流失治理应以预防为主,目前许多地方,人们并没有认识到这一点,水土流失一边治理,一边破坏,并且治理从数量上抵消不了流失面积的扩大,而且质量上治理后的土壤生产力远未恢复到遭受侵蚀之前的土壤生产力水平<sup>[22]</sup>。对已已经产生水土流失问题的土壤,应采取生物和工程措施相结合,开发与治理相结合,长、中期与近期利益相结合的办法,综合治理水土流失,保护生态环境。典型代表模式是江西千烟洲的“丘顶薪炭林、山腰果、茶、桑,丘脚棉、油、麻刀的”“一丘多用”生态农林牧业。该模式从丘陵顶部到下部“沟谷”大体上是阔叶林或针阔混交林—经济林或毛竹(幼林地内可种人工牧草)—果园或人工牧草地—农田—鱼塘。经过六年的实践,在原来植被破坏很严重的 200 hm<sup>2</sup>荒地上,水土流失减少了 78%,人均收入增加了 5—8 倍,农林牧生态环境日益改善<sup>[23]</sup>。

## 2.5 改良土壤,培肥地力

改良土壤,培肥地力是确保红壤丘陵区坡地农业可持续发展的最重要的措施,主要包括合理施用化肥;增施有机肥;扩种绿肥;发展秸秆还田和覆盖技术等方面。(1)合理施用化肥。要根据作物的生产特性,结合土壤肥力状况,并考虑作物的耕作制度,因地制宜,采取配方施肥、以产定肥、测土施肥或诊断施肥等多种方法,减少氮肥的投入量,调整氮磷钾到合适的比例。(2)增施有机肥,提高土壤肥力。长期施用生物有机肥土壤的肥力明显提高,土壤理化性质得到改善。随着有机肥用量的提高,土壤 pH 值降低,逐渐接近中性;土壤有机质、全 N、碱解氮、有效磷、速效钾和微生物生物量碳含量也随着增加<sup>[24]</sup>。(3)扩种绿肥。目前南方红壤区冬作结构单一(其中绿肥比重占冬种面积的 50%左右,油菜占 30%左右,而春粮比重极小)、产量低、效益差等特点,以消灭冬闲田为突破口,在提高绿肥鲜草单产的同时,稳定或适当压缩面积,增加油菜、马铃薯和蔬菜等的种植面积,并实行绿肥过腹还田,促进农牧结合<sup>[25]</sup>。如红壤旱地(果园)种植绿肥翻压后,不但能直接补充各种营养元素,而且可提高土壤的有机质含量。绿肥是一种养分完全的优质生物肥源,在提供作物养分、防止水土流失、改善生态环境和节能降耗方面均有良好作用,种植绿肥作物是低碳农业的重要环节<sup>[26]</sup>。据报道,在丘陵红壤旱地上连续种植三年绿肥后,土壤耕层的有机质、全氮、全磷含量分别由 6.4 g/kg、0.4 g/kg、0.36 g/kg 提高到 12.1 g/kg、0.66 g/kg、0.67 g/kg,分别提高了 89%、65%、86%。(4)发展秸秆还田和覆盖技术。作物秸秆中含有糖类、纤维、脂肪、含氮化合物等,经微生物分解后,可形成大量活性有机质并释放出矿质营养元



素,特别是豆科作物秸秆,富含氮素,肥效尤佳。免耕秸秆还田抛秧能够培肥土壤,增加土壤中的有机质,使土壤结构得到了改良,同时杜绝了农民将油菜秸秆焚烧,减少了环境污染<sup>[27]</sup>。丘陵红壤旱地(果园)秸秆就地还田是一项投资少、见效快、效果好、易推广的增产培肥措施,也是解决红壤钾肥资源不足的有效途径之一。覆盖栽培主要包括残茬覆盖、秸秆覆盖、活体覆盖以及塑料薄膜覆盖等,能减少土壤的耕作,增加地表覆盖度,实现土壤的“少动土”、“少裸露”,达到“适度湿润”和“适度粗糙”等土壤状态,对于改善土壤环境具有多种独特的生态经济作用<sup>[28-30]</sup>。

## 2.6 综合治理,减少污染,保护土壤资源

我国目前遭受不同程度污染的土壤可达 1000 万  $\text{hm}^2$ ,对农业生态系统造成极大威胁。土壤污染会引起并加速环境污染,导致农作物的产量和品质下降,降低生物多样性,影响人类的健康,威胁人类生存安全<sup>[31]</sup>。防治土壤污染必须以防为主,清除污染源,对已污染的土壤,要采取一切有效措施加以改良,控制土壤中污染物的迁移和转化,消除土壤中污染物的残留。对已经污染的土地可通过客土、换土、去表土、翻土、加入改良剂等降低污染,并进行生物修复,还可通过选择抗污染品种、改变耕作制度、改种木本植物及工业用植物等来减少污染对作物的危害,另外还要严格执行国家有关污染物排放的标准及法律法规加强对污水灌溉、固体废物的土地处理的管理。

## 2.7 完善红壤监测预警体系

建立健全省、县二级土肥检测、环境监测预警体系:要明确省、县二级土肥检测机构职责和分工,省级重点是满足耕地质量调查和科学施肥需要的土壤理化性状和农业生态环境建设的土壤微量元素、重金属、残留、农产品品质等项目的分析;县级主要承担土壤肥力和土壤环境监测的土壤、肥料常规项目分析和部分土壤微量元素分析以及土壤物理性状分析。

建立土壤地力(质量)监测网络:在网络节点的设置上,要根据不同农业区划和地貌类型、不同种植制度,设立长期定位监测点、动态监测点与试验区。在管理的方式上,要采取统一布局,一次抽取、分级管理、分级负责的方法,省、县二级各负其责,定期监测,动态管理,定期发布土壤地力(质量)报告或白皮书,为各级政府和农业部门提供第一手的决策依据,为科学施肥、培肥地力提供数字化分析报告。

建立耕地质量管理信息系统:主要是应用 GIS 技术,对地形、地貌、土壤、土地利用、农田水利、土壤污染、农业生产基本情况、基本农田保护区等资料进行统一管理,构建耕地质量管理信息系统,并跟踪时空变化,实施动态管理。

## 3 结束语

世界热带、亚热带地区,总面积 6400 万  $\text{km}^2$ ,占全球总面积 45.2%,人口 25 亿,占全球 48%。随着温带地区荒地日益减少,全球土地利用的重点,已逐渐由温带向热带、亚热带转移<sup>[32]</sup>。我国热带、亚热带红壤区,占世界同类地区总面积的 8%,与世界情况相比,具有巨大的生产与资源潜力,同时也面临农业与生态环境问题。因此,当前加速该区农业持续发展与生态环境建设,不但对我国,而且将对世界热带、亚热带地区的经济发展,有着重大的推动与指导意义。

从当前的形势看,红壤生态系统功能的建设,是一项长期综合的系统工程。首先,必须将红壤生态系统功能建设建立在提升“生态文明建设”理念认识——即“人与自然和谐、可持续发展及惠民福祉观,既满足自身需要,又不损害自然,成为人与自然,人与人之间和谐发展的规范”的认识基础上;其次,将生态建设与环境保护相结合,综合利用以上措施指导南方红壤生态环境建设;第三,按不同地区因地制宜地进行长期定位试验研究,加强对污染红壤的环境治理和修复的研究,为整个南方红壤生态系统修复和重建提供理论支持。实践证明,要保证整个南方红壤生态系统的健康稳定发展,必须不断创新,坚持奋进,才能取得明显成效。

## References:

[1] Li Q K, Xiong Y. Chinese soil. Science Press, 1987.

- [ 2 ] Liang Y, Zhang B, Pan X Z. Current status and comprehensive control strategies of soil erosion for hilly region in the Southern China. *Science of Soil and Water Conservation*, 2008, 6(1): 22-27.
- [ 3 ] Wang J P, Cao C G, Zhang W J. Planting countermeasures to difference of water-heat resource on dry land in red-yellow soil region of south china. *Research of Agricultural Modernization*, 2005, 26(4): 306-308.
- [ 4 ] He X Y, Xie W M. The problems and achievements about improving use red-yellow soil in china. *Chinese Journal of Soil Science*, 1983, (2): 1-4.
- [ 5 ] Zhao Q G. A study on recent pedogenesis and its developing age of red soils in china. *Quaternary Sciences*, 1992, (4): 344-351.
- [ 6 ] Hu M Y, Ou Y C X, Dai J, Wu S H, Wen Z P. Research Progress on Utilization of Red Soil Resources in China. *Soil and Environmental Sciences*, 1999, 8(1): 53-57.
- [ 7 ] People. The overview of soil erosion in china. 2005-07-19 [2013-12-07]. <http://scitech.people.com.cn/GB/25509/50262/50980/3553777.Html>.
- [ 8 ] Shi Z H, Cai C F, Zhang G Y, Ding S W, Wang T W. The preliminary about the evaluation of red soil degradation in the south of HuBei province. *Science & technology Progress and Policy*, 2007, 17(12): 193-195
- [ 9 ] Zhao Q G, The problems about the red soil degradation in china. *Soils*, 1995, 28(06): 281-285
- [ 10 ] Sun B, Zhang T L, Zhao Q G. The comprehensive evaluation of soil nutrient barren about red soil in hilly region in south china. *Soil*, 1995, 16(03): 281-285.
- [ 11 ] Peng S Z, Wu J Y, Jun Q. The causes and countermeasures of seasonal drought in south china. *China Rural Water and Hydropower*, 2012, 13(2): 6-10.
- [ 12 ] Sui Y, Huang W H, Yang X G, Li M S. Characteristics and adaption of seasonal drought in southern China under the background of global climate change I: Change characteristics of precipitation resource. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2012, 23(7): 1875-1882.
- [ 13 ] Wu X W, Yan Y. Countermeasure of drought controlling Jiangxi province. *Jiangxi Hydraulic Science and Technology*, 2008, 34(2): 85-87.
- [ 14 ] Wang M Z. Study on Seasonal Drought in Southern China. *Rural Eco- Environment*, 1997, 13(2): 6-10
- [ 15 ] Zhang G X. Soil pollution and control strategies. *Shan tou technology* 2002, (4): 27-28.
- [ 16 ] Wilcove D S, Rothstein D, Dubow J. Quantifying threat imperiled species in the united states. *Bioscience*, 1998, 48(8): 607-615.
- [ 17 ] Xie Z Q, Chen Z G, Fan D Y, Xiong G M. Global consequence and control strategies of biological invasion. *Chinese Journal of applied ecology*, 2003, 14(10): 1795-1798.
- [ 18 ] Chen Z M, Yang J X, Su R F, Chen X Y. Present status of the indigenous fishes in Dianchi Lake, Yunnan. *Biodiversity Science*, 2001, 9(4): 407-413.
- [ 19 ] Ding J Q. The mechanism of biological invasion and its effect on ecosystem safety. *Review of China agricultural Science and Technology*, 2002, 4(4): 16-20.
- [ 20 ] Sun B, Zhao Q G. Evaluation indexes and methods of soil quality concerning red soil degradation. *Progress in geography*, 1999, 18(2): 118-128.
- [ 21 ] Zhao Q G. Agricultural sustainability and ecological environment construction of the red soil upland region in southeast china. *Soils*, 1998, (4): 169-177.
- [ 22 ] Shi X Z, Shi D M. The integrated utilization of red soil resources and control of soil erosion in China. *Journal of soil and water conservation*, 1992, 6(1): 33-38.
- [ 23 ] Southmountain comprehensive scientific expedition of Chinese academy of science. The development and governance about Red-yellow hills. Science Press, 1989.
- [ 24 ] Hu C, Cao Z P, Luo Y R, Ma Y L. Effect of long-term application of microorganism compost or vermim compost on soil fertility and microbial biomass carbon. *Chinese journal of eco-agriculture*, 2007, 15(3): 48-51.
- [ 25 ] He Y Q, Wang X X, Sun B, Li C L. Effect of different land use patterns on the fertility of red soil with proposals for the regulation of degraded red soil. *Resources and environment in the Yangtze Basin*, 2004, 13: 78-82.
- [ 26 ] Yang Z P, Xu M G, Nie J. Effect of long-term winter planting-green manure on reddish paddy soil quality and its comprehensive evaluation under double-rice cropping system. *Journal of soil and water conservation*, 2011, 25(3): 92-102.
- [ 27 ] Song S R, Ge S P, Yang Y. Study on the returned rapeseed straw and seedling-broadcast with no-tillage techniques for rice. *An Hui agricultural science bulletin*, 2007, 13(10): 166.
- [ 28 ] Cannell R Q, Hawes J D. Trend in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Res*, 1994, 30: 245-282.
- [ 29 ] Reeves D W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil Tillage Res*, 1997, 43(1/2): 131-167.
- [ 30 ] Arshad M A. Tillage practices for sustainable agriculture and environmental quality in different agro-ecosystems. *Soil Tillage Res*, 1999, 53(1): 1-2.

- [31] Liu J, Zhang Y Z. The Degradation and Restoration of Red Soil II. The Control Strategy for Degraded Red Soil. Hunan Agricultural Sciences, 2010, (7):62-66.
- [32] Zhong J H, Tang S Y, Tan J. Improvement of agro-ecological environment in hilly and mountainous areas of south china: taking Xinyi village of Wuhua county as an example. Chinese journal of ecology, 1993, 12(4):52-54.

#### 参考文献:

- [1] 李庆逵, 熊毅. 中国土壤(第二版). 北京: 科学出版社, 1987: 1-39
- [2] 梁音, 张斌, 潘贤章, 史德明. 南方红壤丘陵区水土流失现状与综合治理对策. 中国水土保持科学, 2008, 6(1): 22-27.
- [3] 汪金平, 曹凑贵, 张卫健. 南方红黄壤不同类型区旱地水热资源差异及种植对策. 农业现代化研究, 2005, 26(4): 306-308
- [4] 贺湘逸, 谢为民. 我国红黄壤利用改良的成就和问题. 土壤通报, 1983, (2): 1-4
- [5] 赵其国. 我国红壤现代成土过程和发育年龄的初步研究. 第四纪研究, 1992, (4): 344-351
- [6] 胡月明, 欧阳村香, 戴军, 吴顺辉, 温志平. 我国红壤资源农业利用研究进展. 土壤与环境, 1999, 8(1): 53-57
- [7] 人民网. 我国水土流失概况. 2005-07-19 [2013-12-07] <http://scitech.people.com.cn/GB/25509/50262/50980/3553777.html>.
- [8] 史志华, 蔡崇法, 张光远, 丁树文, 王天巍. 鄂南红壤退化评价指标初探. 科技进步与对策, 2000, 17(12): 11-13
- [9] 赵其国. 我国红壤的退化问题. 土壤, 1995, 28(6): 281-285.
- [10] 孙波, 张桃林, 赵其国. 南方红壤丘陵区土壤养分贫瘠化的综合评价. 土壤, 1995, (3): 119-128
- [11] 彭世彰, 吴佳姚, 俊琪. 南方季节性干旱成因及抗旱对策. 中国农村水利水电, 2012, (3): 149-151
- [12] 隋月, 黄晚华, 杨晓光, 李茂松. 气候变化背景下中国南方地区季节性干旱特征与适应 I: 降水资源演变特征. 应用生态学报, 2012, 23(7): 1875-1882.
- [13] 吴学文, 严义. 江西防旱抗旱对策思考. 江西水利科技, 2008, 34(2): 85-87.
- [14] 王明珠. 我国南方季节性干旱研究. 农村生态环境, 1997, 13(2): 6-10.
- [15] 张光兴. 土壤污染及防治对策. 汕头科技, 2002, (4): 27-28.
- [17] 谢宗强, 陈志刚, 樊大勇, 熊高明. 生物入侵的危害及防治对策. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1795-1798.
- [18] 陈自明, 杨君兴, 苏瑞凤, 陈小勇. 滇池土著鱼类现状. 生物多样性, 2001, 9(4): 407-413.
- [19] 丁建清. 外来生物的入侵机制及其对生态安全的影响. 中国农业科技导报, 2002, 4(4): 16-20.
- [20] 孙波, 赵其国. 红壤退化中的土壤质量评价指标及评价方法. 地理科学进展, 1999, 18(2): 118-128.
- [21] 赵其国. 我国东南红壤丘陵地区农业持续发展和生态环境建设. 土壤, 1998, (4): 169-177.
- [22] 史学正, 史德明. 综合利用我国红壤资源防治水土流失. 水土保持学报, 1992, 6(1): 33-38.
- [23] 中国科学院南方山地综合科学考察队. 红黄壤丘陵开发和治理. 北京: 科学出版社, 1989.
- [24] 胡诚, 曹志平, 罗艳蕊, 马永良. 长期施用生物有机肥对土壤肥力及微生物生物量碳的影响. 中国生态农业学报, 2007, 15(3): 48-51
- [25] 何园球, 王兴祥, 孙波, 李成亮. 不同利用方式对红壤肥力的影响与退化红壤的调控. 长江流域资源与环境, 2004, 13: 78-82.
- [26] 杨曾平, 徐明岗, 聂军, 郑圣先, 高菊生, 谢坚, 廖育林. 长期冬种绿肥对双季稻种植下红壤性水稻土质量的影响及其评价. 水土保持学报, 2011, 25(3): 92-102
- [27] 宋执儒, 葛诗平, 杨勇. 油菜秸秆还田水稻免耕抛秧栽培技术初探. 安徽农学通报, 2007, 13(10): 166
- [31] 刘杰, 张杨珠. 红壤地区土壤退化与恢复重建研究(II) 退化红壤的防治对策. 湖南农业科学, 2010, (7): 62-66
- [32] 钟继洪, 唐淑英, 谭军. 南方丘陵山区农业生态环境的改善—以五华县新一村为例. 生态学杂志, 1993, 12(4): 52-54



# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.24 Dec., 2013 (Semimonthly)

## CONTENTS

### Frontiers and Comprehensive Review

- The problems in red soil ecosystem in southern of China and its countermeasures ..... ZHAO Qiguo, HUANG Guoqin, MA Yanqin (7615)
- Fundamentals of Ecology: promoting ecology from tradition to modern: To Commemorate The 100th Anniversary of E. P. Odum's Birthday ..... BAO Qingde, ZHANG Xiufen (7623)
- Food chain length theory: a review ..... ZHANG Huan, HE Liang, ZHANG Peiyu, et al (7630)

### Autecology & Fundamentals

- Foraging and bed site selection of Tianshan argali (*Ovis ammon karelini*) in Central Tianshan Mountains in Summer ..... LI Ye, YU Yuqun, SHI Jun, et al (7644)
- Inhibition of pine coneworm, larvae *Dioryctria pryeri*, on herbivore-induced defenses of *Pinus tabulaeformis* ..... ZHANG Xiao, LI Xiuling, LI Xingang, et al (7651)
- Response of periphyton to nutrient level and relationships between periphyton and decay degree of *Potamogeton crispus* ..... WEI Hongnong, PAN Jianlin, ZHAO Kai, et al (7661)
- Correlative study between chemical constituents and ecological factors of *Notopterygii Rhizoma* Et Radix of endangered plateau plant ..... HUANG Linfang, LI Wentao, WANG Zhen, et al (7667)
- Induced changes in soil microbial transformation of nitrogen in maize rhizosphere by 4-year exposure to O<sub>3</sub> ..... WU Fangfang, ZHENG Youfei, WU Rongjun, et al (7679)
- Changes of digestive enzyme activity of *Tegillarca granosa* exposed to cadmium and copper ..... CHEN Xiaoxiao, GAO Yetian, WU Hongxi, et al (7690)

### Population, Community and Ecosystem

- Population dynamics and density of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in different habitats ..... ZHENG Sining (7699)
- Litter fall production and nutrient dynamic of *Cinnamomum camphora* and *Pinus massoniana* mixed forests in subtropics China ..... LI Zhongwen, YAN Wende, ZHENG Wei, et al (7707)

### Landscape, Regional and Global Ecology

- Assessing the spatial representativeness of eddy covariance flux observation stations of terrestrial ecosystems in China ..... WANG Shaoqiang, CHEN Diecong, ZHOU Lei, et al (7715)
- The coupling relationship between variations of NDVI and change of aeolian sandy land in the Yarlung Zangbo River Basin of Tibet, China ..... LI Haidong, SHEN Weishou, CAI Bofeng, et al (7729)
- Effects of higher resolution image and spatial grain size on landscape pattern in a small watershed of the farming-pastoral zone ..... ZHANG Qingyin, FAN Jun (7739)
- The changes of soil organic carbon and carbon management index in alpine steppe ..... CAI Xiaobu, YU Baozheng, PENG Yuelin, et al (7748)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen at small scale in subalpine meadow and *Picea meyeri* forest in Luya Mountain ..... WU Xiaogang, GUO Jinping, TIAN Xuping, et al (7756)
- Active pools of soil organic carbon in subtropical forests at different successional stages in Central Hunan, China ..... SUN Weijun, FANG Xi, XIANG Wenhua, et al (7765)
- The impact of sheet and gully erosion on soil aggregate losses in the black soil region of Northeast China ..... JIANG Yiliang, ZHENG Fenli, WANG Bin, et al (7774)
- Net nitrogen mineralization in soils of Napahai wetland in Northwest Yunnan ..... XIE Chengjie, GUO Xuelian, YU Leichao, et al (7782)

- Variation of soil fertility in *Eucalyptus robusta* plantations after controlled burning in the red soil region and its ecological evaluation ..... YANG Shangdong, WU Jun, TAN Hongwei, et al (7788)
- The spatio-temporal variations of vegetation cover in the Yellow River Basin from 2000 to 2010 ..... YUAN Lihua, JIANG Weiguo, SHEN Wenming, et al (7798)
- Long-term dynamic simulation on forest landscape pattern changes in Mount Lushan ..... LIANG Yanyan, ZHOU Nianxing, XIE Huiwei, et al (7807)
- Species habitat correlation analysis in temperate-subtropical ecological transition zone ..... YUAN Zhiliang, CHEN Yun, WEI Boliang, et al (7819)
- Responses of Qilian junipers radial growth of different ecological environment and detrending method to climate change in Qinghai Province ..... ZHANG Ruibo, YUAN Yujiang, WEI Wenshou, et al (7827)
- Resource and Industrial Ecology**
- The pattern of ecological capital in Daxiaoxinganling, Heilongjiang Province, China ..... MA Lixin, QIN Xuebo, SUN Nan, et al (7838)
- Research and implementation of mobile data collection system for field survey of ecological environment ..... SHEN Wenming, SUN Zhongping, ZHANG Xue, et al (7846)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- A remote sensing urban ecological index and its application ..... XU Hanqiu (7853)
- Research Notes**
- Genetic diversity and DNA fingerprint of *Pleioblastus* by ISSR ..... HUANG Shujun, CHEN Liguang, XIAO Yongtai, et al (7863)
- Comprehensive evaluation on photosynthetic and fluorescence characteristics in seedlings of 4 drought resistance species ..... LU Guangchao, XU Jianxin, XUE Li, et al (7872)
- Stock difference of *Coelomactra antiquata* based on nuclear (ITS2) and mitochondrial (16S rRNA) DNA sequence and secondary structure ..... MENG Xueping, SHEN Xin, ZHAO Nana, et al (7882)
- The mechanism of the characters of inorganic carbon acquisition to temperature in two *Ulva* species ..... XU Juntian, WANG Xuwen, ZHONG Zhihai, et al (7892)
- Research on changes of dynamic characteristics of rainfall though *Platycladus Orientalis* plantation canopy in Beijing Mountain Area ..... SHI Yu, YU Xinxiao, ZHANG Jianhui, et al (7898)

# 《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 丁 平

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 24 期 (2013 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 24 (December, 2013)

|               |                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                   |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 编 辑           | 《生态学报》编辑部<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085<br>电话:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn | Edited by       | Editorial board of<br>ACTA ECOLOGICA SINICA<br>Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China<br>Tel: (010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn |
| 主 编           | 王如松                                                                                                                | Editor-in-chief | WANG Rusong                                                                                                                                                                       |
| 主 管           | 中国科学技术协会                                                                                                           | Supervised by   | China Association for Science and Technology                                                                                                                                      |
| 主 办           | 中国生态学学会<br>中国科学院生态环境研究中心<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085                                                        | Sponsored by    | Ecological Society of China<br>Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS<br>Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China                                  |
| 出 版           | 科 学 出 版 社<br>地址:北京东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717                                                                       | Published by    | Science Press<br>Add: 16 Donghuangchenggen North Street,<br>Beijing 100717, China                                                                                                 |
| 印 刷           | 北京北林印刷厂                                                                                                            | Printed by      | Beijing Bei Lin Printing House,<br>Beijing 100083, China                                                                                                                          |
| 发 行           | 科 学 出 版 社<br>地址:东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717<br>电话:(010)64034563<br>E-mail: journal@cspg.net                         | Distributed by  | Science Press<br>Add: 16 Donghuangchenggen North<br>Street, Beijing 100717, China<br>Tel: (010)64034563<br>E-mail: journal@cspg.net                                               |
| 订 购           | 全国各地邮局                                                                                                             | Domestic        | All Local Post Offices in China                                                                                                                                                   |
| 国外发行          | 中国国际图书贸易总公司<br>地址:北京 399 信箱<br>邮政编码:100044                                                                         | Foreign         | China International Book Trading<br>Corporation<br>Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China                                                                                         |
| 广告经营<br>许 可 证 | 京海工商广字第 8013 号                                                                                                     |                 |                                                                                                                                                                                   |



ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元