

广西 红壤

GUANGXI HONGRANG

赵其国 黄国勤·主编

中国环境出版社

广西红壤

赵其国 黄国勤 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

广西红壤/赵其国, 黄国勤主编. —北京: 中国环境出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5111-1691-8

I. ①广… II. ①赵…②黄… III. ①红壤—研究—广西 IV. ①S155.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 302430 号

出 版 人 王新程
责任编辑 孔 锦
责任校对 尹 芳
封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67187041 (学术著作图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 2 月第 1 版
印 次 2014 年 2 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 11.5
字 数 158 千字
定 价 68.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

保护红壤资源，维护广西生态；
开发红壤资源，发展广西经济。

赵其国
2013年10月25日

赵其国，中国科学院院士，中国科学院南京土壤研究所研究员、博士生导师，著名土壤学家、农学家、生态学家。

主 编：赵其国 黄国勤

编 委：赵其国 黄国勤 何园球 谭宏伟 李伏生

罗兴录 宋同清 谢如林 周柳强 潘贤章

刘永贤 熊柳梅 杨尚东 刘晓利 王淑彬

前 言

我国红壤主要分布于长江以南的广东、海南、广西、云南、贵州、福建、浙江、江西、湖南、台湾 10 个省（区），以及安徽、湖北、江苏、重庆、四川、西藏和上海 7 个省（区、市）的部分区域，总面积 218 万 km^2 ，占全国土地总面积的 21.8%。由于大多地处热带、亚热带湿润气候区，光、热、水资源十分丰富，适宜于种植多种农作物和发展农业生产，上述红壤地区已成为我国重要的农业产区。特别是华南地区的广东、海南、广西、福建等省（区），被誉为“天然大温室，全国菜篮子”。

广西是我国南方典型红壤地区之一，又是国家实施西部大开发战略的 12 个省（区、市）之一。近年来，广西农业及经济社会得到了较快发展。

为了响应国家西部大开发战略的号召，以实际行动投身建设西部、发展西部的伟大事业之中，近年来在国家自然科学基金重点项目“广西红壤肥力与生态功能协同演变机制与调控”（项目批准号 U1033004）的支持下，中国科学院院士、中国科学院南京土壤研究所研究员赵其国先生带领中国科学院南京土壤研究所、江西农业大学、广西农业科学院、广西大学、中国科学院亚热带农业生态研究所等单位的科技人员，围绕“广西红壤”开展了大量调查和试验研究，《广西红壤》就是其中取得的阶段性成果。

本书共有七章。第一章，概述，对红壤、广西红壤等作了简要介绍，并对全书写作的基本思路作了简述；第二章，广西红壤概况，对广西红壤的成土条件、形成过程、分布规律等进行了较详尽的描述；第三章，广西红壤特征，概括了广西红壤的基本特征、物理特性和化学特性等；第四章，广西红壤肥力，简述了广西红壤肥力及其分布状况；第五章，广西红壤开发利用，对广西红壤资源开发利用的现状与前景进行了分析；第六章，广西红壤退化状况，对广西红壤退化的类型及时空变化状况进行了讨论；第七章，广西红壤可持续发展，提出了广西红壤可持续发展的对策与措施。

全书有一个明显特点：理论联系实际。书中不仅有红壤的一般特性与原理，更有联系广西红壤实际的诸多典型材料和翔实数据，对广西红壤的现状与未来发展趋势进行了较为全面、深入、系统的分析。可以说，本书是红壤领域一部理论与实践相结合的研究著作，值得从事红壤科技、广西农业及其相关工作的同志一读，定将有所裨益。

本书由中国科学院南京土壤研究所赵其国院士、江西农业大学黄国勤教授主编，中国科学院南京土壤研究所、江西农业大学、广西农业科学院、广西大学、中国科学院亚热带农业生态研究所等单位的有关科技人员参加调研和编写。在此，对支持和参加《广西红壤》一书研究和编写工作的所有同志表示感谢！

因时间仓促，书中可能存在不少错误和缺点，希望各位专家和读者多加批评！

主 编

2013年9月28日

目 录

第一章 概述	1
第一节 红 壤	1
第二节 广西与广西红壤	6
第三节 本书概述	7
第二章 广西红壤概况	10
第一节 广西红壤的成土自然条件	10
第二节 广西红壤的形成过程、剖面形态、基本性状与诊断特征	18
第三节 广西红壤的地带性分布	25
第四节 广西红壤的类型及面积	29
第三章 广西红壤特征	47
第一节 广西红壤的基本特征	48
第二节 广西红壤的物理特性	53
第三节 广西红壤的化学特性	61
第四章 广西红壤肥力	66
第一节 广西红壤区域的主要土壤类型	66
第二节 广西主要土壤分布及养分特征	67
第三节 广西土壤的养分状况	72

第五章 广西红壤开发利用	82
第一节 广西红壤开发利用现状	83
第二节 广西各种类型红壤开发利用状况	85
第三节 红壤资源开发利用存在的主要问题	88
第四节 红壤资源的开发前景	89
第六章 广西红壤退化状况	92
第一节 红壤退化概述	92
第二节 广西红壤侵蚀退化	104
第三节 广西红壤肥力退化	112
第四节 广西红壤酸化	121
第五节 广西红壤污染退化	130
第七章 广西红壤可持续发展	139
第一节 发展立体农业	139
第二节 培肥土壤地力	141
第三节 改革耕作制度	148
第四节 改善水利条件	154
第五节 防治土壤退化	157
第六节 防止水土流失	160
第七节 加强基本农田建设	163
第八节 发展复合农林业	164
第九节 恢复与重建红壤植被生态系统	167
第十节 建立红壤长期定位观测站	169
参考文献	170

第一章 概 述*

第一节 红 壤

红壤为发育于热带和亚热带雨林、季雨林或常绿阔叶林植被下的土壤。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。红壤在中亚热带湿热气候常绿阔叶林植被条件下，发生脱硅富铝过程和生物富集作用，发育成红色，铁铝聚集，酸性，盐基高度不饱和的铁铝土。红壤、黄壤、砖红壤可统称为铁铝性土壤。

一、红壤的特征

一般红壤中四配位和六配位的金属化合物很多，其中包括了铁化合物及铝化合物。红壤铁化合物常包括褐铁矿与赤铁矿等，红壤含赤铁矿特别多。当雨水淋洗时，许多化合物都被洗去，然而氧化铁（铝）最不易溶解（溶解度为 10^{-30} ），反而会在结晶生成过程中一层层包覆于黏粒外，并形成一个个的粒团，之后亦不易因雨水冲刷而破坏，因此红壤在雨水的淋洗下反而发育构造良好。

* 本章作者：黄国勤（江西农业大学）。

红壤是我国中亚热带湿润地区分布的地带性红壤,属中度脱硅富铝化的铁铝土。红壤通常具深厚红色土层,网纹层发育明显,黏土矿物以高岭石为主,酸性,盐基饱和度低。红壤土类划分5个亚类,本区分布有3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。

(1) 红壤典型土体构型为: Ah-Bs-Cs_q 型 (q 次生硅积聚层) 或 Ah-Bs-Bsv-Csv。

(2) 红壤有机质含量通常在 20 g/kg 以下,腐殖质 H/F 为 0.3~0.4,胡敏酸分子结构简单,分散性强,不易絮凝,故红壤结构水稳性差,因富含铁铝氢氧化物胶体,临时性微团聚体较好。

(3) 红壤富铝化作用显著,风化程度深,质地较黏重,尤其在第四纪红色黏土上发育的红壤,黏粒可达 40%以上。

(4) 红壤呈酸性—强酸性反应,表土与心土 pH 5.0~5.5,底土 pH 4.0;红壤交换性铝可达 2~6 cmol/kg,占潜性酸的 80%甚至 95%以上;盐基饱和度在 40%左右。

(5) 黏粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 2.0~2.4,黏土矿物以高岭石为主,一般可占黏粒总量的 80%~85%,赤铁矿为 5%~10%,少见三水铝石;阳离子交换量不高 (15~25 cmol/kg),与氢氧化铁结合的 SO_4^{2-} 或 PO_4^{3-} 可达 100~150 cmol/kg,表现对磷的固定较强。

二、红壤的分布

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,大致以南北纬 30° 为限,常见于热带雨林区。欧洲特别是在地中海东岸和巴尔

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,东起台湾省,西至云贵高原及横断山脉的范围为红壤的重要分布地带红壤地区雨量大,降雨集中,有时一次降雨可高达 200~300 mm,当地面覆盖差时,暴雨就造成强烈的水土流失。

中国红壤区的年均温为 15~25℃,大于 10℃年积温为 4 500~9 500℃,最冷月均温为 2~15℃,最热月均温 28~38℃;年雨量为 1 200~2 500 mm;冬季温暖干旱,夏季炎热潮湿,干湿季节明显。红壤是种植柑橘的良好土壤。红壤在中国主要分布于长江以南的低山丘陵区,包括江西、湖南两省的大部分,滇南、湖北的东南部,广东、福建北部及贵州、四川、浙江、安徽、江苏等的一部分,以及西藏南部等地。红壤呈酸性—强酸反应。丘陵红壤一般氮、磷、钾的供应不足,有效态钙、镁的含量也少,硼、钼也很贫乏。并常因缺乏微量元素锌而产生柑橘“花叶”现象。红壤是中国铁铝土纲中位居最北、分布面积最广的土类,总面积 5 690 万 hm^2 ,多在北纬 25°~31°的中亚热带广大低山丘陵地区。

年平均气温 16~20℃,大于 10℃年积温 5 000~6 500℃,年降水量 800~2 000 mm,干燥度小于 1.0,无霜期 225~350 d,是湿热的海洋季风性典型亚热带气候区。代表性植被为常绿阔叶林,主要由壳斗科、樟科、茶科、冬青、山矾科、木兰科等构成,此外尚有竹类、藤本、蕨类植物。一般低山浅丘多稀树灌丛及禾本科草类,少量为马尾松、杉木和云南松组成的次生林。湘、赣、黔东南有成片人工油茶林分布。

成土母质主要有第四纪红色黏土,第三纪红砂岩、花岗岩、千枚岩、石灰岩、玄武岩等风化物,且较深厚。第四纪红色黏土的四个层段:均质红土层、焦斑层、砾石层、网纹层。

国际上对红壤研究较多,我国第二次土壤普查确定为铁铝土纲中的一个土类,相当于美国土壤诊断分类中高岭湿润老成土(Kandiudult)、强发育湿润老成土(Paleudults)、高岭弱发育湿润老成土(Kanhapludults)。联合国土壤分类

中的正常强淋溶土 (Orthic Acrisol)。在中国土壤系统分类 (修订方案) 中部分红壤相当于富铁土。

三、红壤的分类

(一) 亚类划分

根据红壤成土条件、附加成土过程、属性及利用特点划分为红壤、棕红壤、黄红壤、山原红壤、红壤性土五个亚类。

(1) 红壤。具有红壤土类中心概念及赋予的典型特征, 大部分已开垦利用, 是红壤地带重要的农林垦殖基地。表土有机质含量一般为 $10\sim 15\text{ g/kg}$, 熟化度高的可达 20 g/kg ; 一般养分含量不高, 有效磷极少; pH 在 $4.5\sim 5.2$; 黏重, 保水、保肥力强, 耕性较差。在中国土壤系统分类 (修订方案) 中部分红壤相当于湿润富铁土。

(2) 棕红壤。分布于中亚热带北部, 气候温暖湿润, 干湿交替四季分明, 是红壤向黄棕壤过渡的一个红壤亚类。上层厚薄不一, 主体构型多为 Ah-Bst-Cs 型。A 层暗棕 (10YR3/3) 至红棕色 (5YR6/8); B 层红棕色, 少量铁锰斑, 底土有铁锰胶膜; C 层如为红色风化壳可达 1 米至数米, 但如为基岩者则较薄。黏土矿物以高岭石为主伴生着水云母; 黏粒硅铝率 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 $2.8\sim 3.0$, $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 为 $2.0\sim 2.3$, 风化淋溶系数 (ba 值) $0.2\sim 0.4$ (红壤小于 0.2); pH 值为 6.0 左右; 铁的活化度 $30\%\sim 70\%$, 盐基饱和度 $40\%\sim 60\%$; 故而棕红壤的富铝化作用强度不如红壤, 但比黄棕壤强。在中国土壤系统分类 (修订方案) 中部分棕红壤相当于湿润富铁土。

(3) 黄红壤。主要分布于红壤带边缘低山丘陵区, 在山地垂直带中, 上与黄壤相接, 下与红壤相连, 水分状况比红壤湿润; 在较湿热条件下, 盐基易淋失, 氢铝累积, 土呈酸性, pH 为 $4.9\sim 5.8$, 比红壤略低; 黄红壤的富铝化发

育程度较红壤弱，土体中铁铝量稍低，硅量稍高，黏粒的硅铝率为 2.5~3.5；黏粒矿物除高岭石、水云母外，尚有少量蒙脱石，黏粒较红壤低；盐基饱和度和交换性钙镁较红壤低；剖面呈棕色（10YR7/6）或黄棕色（10YR7/8）。在中国土壤系统分类（修订方案）中部分黄红壤相当于湿润富铁土。

（4）山原红壤。分布于云贵高原 1 800~2 000 m 的高原面上，受古气候和下降气流焚风效应深刻影响，有别于江南丘陵上的红壤。山原红壤土体干燥，土色暗红（2.5 YR4/8），土体内常见铁磐；黏土矿物以高岭石为主伴有三水铝石；黏粒的硅铝率为 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 2.2~2.3；pH 为 5.5~6.0，盐基饱和度 70%左右；铁的活化度 60%~65%，富铝化程度不如红壤。在中国土壤系统分类（修订方案）中部分山原红壤相当于干润富铁土。

（5）红壤性土。分布于红壤地区低山丘陵，与铁铝质石质土及铁铝质粗骨土组成复区。特点是：土层浅薄，具有 A（B）C 剖面，色泽较淡，有或无红棕或棕红色薄层（B）层。

（二）土类区分

（1）红壤与黄棕壤的区别。黄棕壤系北亚热带地带性淋溶土，淋溶黏化较红壤明显，但富铝化作用不如红壤强而具弱度富铝化过程。黏粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 2.5~3.3，黏土矿物既有高岭石、伊利石，也有少量蒙脱石，pH 为 5.0~6.7，盐基饱和度为 30%~75%。

（2）红壤与黄壤的区别。黄壤比红壤年平均气温低而潮湿，故水化氧化铁和铁活化度较高（10%~25%），土呈黄色（2.5 Y8/6）或橙黄色（2.5 Y7/8），黏土矿物因风化度低，故以蛭石为主，高岭石、水云母次之，有较多的针铁矿、褐铁矿。且有机质含量亦较高（50~100 g/kg）。

第二节 广西与广西红壤

一、广西壮族自治区

广西壮族自治区，简称桂，地处祖国南疆，首府南宁。广西位于中国华南地区西部，南濒北部湾，面向东南亚，西南与越南毗邻，居东经 $104^{\circ}26' \sim 112^{\circ}04'$ ，北纬 $20^{\circ}54' \sim 26^{\circ}24'$ ，北回归线横贯全区中部，从东至西分别与广东、湖南、贵州、云南四省接壤。广西是西南地区最便捷的出海通道，在中国与东南亚的经济交往中占有重要地位。区内聚居着壮、汉、瑶、苗、侗等民族，汉语言有粤语、桂柳话、平话等，少数民族的语言有壮语等。广西大陆海岸线长约 1 595 km，拥有丰富的海洋资源，属亚热带季风气候，孕育了大量珍贵的动植物资源，尤其盛产水果，被誉为“水果之乡”。奇特的喀斯特地貌，灿烂的文物古迹，浓郁的民族风情，使广西独具魅力。

二、广西红壤

广西是我国南方红壤分布的区域之一，广西共有红壤面积 1 074.33 万 hm^2 ，占广西土地资源总面积的 66.55%，广西红壤具有类型多、面积大、分布广的特点。

(1) 赤红壤。广西地区南亚热带地区的代表性土壤，大致分布在海拔 350 m 以下的平原、低丘、台地，有 485.11 万 hm^2 ，其中旱地 26.72 万 hm^2 ，占全区旱地面积的 29.30%，占该类土壤面积的 5.51%。其土地多为林、荒草地，土地开发利用潜力大。成土母质有花岗岩、砂页岩风化物及第四纪红土，土层多

在 1 m 以上, 土体呈红色, 酸度高, pH 值为 4.0~5.2, 盐基饱和度多在 10%~30%, 土壤有机质 1.50%~2.08%, 全氮 0.051%~0.100%, 全磷多在 0.025% 左右, 钾含量因母质和耕作水平不同而差异很大。

(2) 红壤。中亚热带地带性土壤, 有显著的脱硅富铝化成土特征, 在广西全区有 564.24 万 hm^2 。除钦州、北海、防城 3 市外, 其他市均有分布。红壤耕地 20.95 万 hm^2 , 占全区旱地面积的 22.98%, 占红壤土地面积的 3.71%。成土母质有花岗岩、砂页岩风化物及第四纪红土。一般土层比较深厚, 呈红色、酸性至强酸性反应, pH 值为 4.0~6.0, 有机质含量随植被情况而异。

(3) 黄棕壤。中亚热带山地垂直分布的土壤, 在广西全区共有 8.08 万 hm^2 。成土母质有砂页岩及花岗岩, 具有较弱的富铝化特征。土壤呈酸性反应, 盐基不饱和。整个土体均以棕色为主, 土壤疏松肥沃。黄棕壤质地土壤所处海拔较红壤和赤红壤高, 日暖夏凉, 多露雾。

(4) 紫色土。由紫色岩发育的土壤, 是母质特征明显、而成土过程标志不十分明显的初育土。主要分布在桂东南、桂南、桂东北和右江南岸及南宁盆地等有紫色岩分布的地区。广西全区有紫色土 88.48 万 hm^2 , 其中林荒地 85.31 万 hm^2 , 旱地 3.17 万 hm^2 。紫色土一般分布在低丘缓坡, 抗蚀性不强, 土层浅薄, 蓄水量少, 渗透性小, 易引起严重的土壤侵蚀。紫色土缺乏有机质, 保水性差, 故农作物经常受旱。耕层 pH 值为 4.5~8.0, 有机质 0.72%~2.40%, 全氮 0.055%~0.084%, 全磷 0.050%~0.087%, 全钾 0.50%~2.40%, 速效磷 0.5~1.4 mg/kg , 速效钾 18~37 mg/kg 。

第三节 本书概述

2000 年 10 月, 中共十五届五中全会通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十个五年计划的建议》, 把实施西部大开发、促进地区协调发展作

为一项战略任务，强调：“实施西部大开发战略、加快中西部地区发展，关系经济发展、民族团结、社会稳定，关系地区协调发展和最终实现共同富裕的目标，是实现第三步战略目标的重大举措。”

2001年3月，九届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》对实施西部大开发战略再次进行了具体部署。实施西部大开发，就是要依托亚欧大陆桥、长江水道、西南出海通道等交通干线，发挥中心城市作用，以线串点，以点带面，逐步形成中国西部有特色的西陇海兰新线、长江上游、南（宁）贵、成昆（明）等跨行政区域的经济带，带动其他地区发展，有步骤、有重点地推进西部大开发。

2006年12月8日，国务院常务会议审议并原则通过《西部大开发“十一五”规划》。目标是努力实现西部地区经济又好又快发展，人民生活水平持续稳定提高，基础设施和生态环境建设取得新突破，重点区域和重点产业的发展达到新水平，教育、卫生等基本公共服务取得新成效，构建社会主义和谐社会迈出扎实步伐。西部大开发总的战略目标是：经过几代人的艰苦奋斗，建成一个经济繁荣、社会进步、生活安定、民族团结、山川秀美、人民富裕的新西部。

广西是国家确定的“西部大开发战略”中的12个省、自治区、直辖市（包括重庆、四川、贵州、云南、西藏自治区、陕西、甘肃、青海、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区、广西壮族自治区）之一。国家对广西的发展高度重视。2009年12月，国务院发布《国务院关于进一步促进广西经济社会发展的若干意见》（国发[2009]42号），提出了促进广西经济社会发展的战略任务：①打造区域性现代商贸物流基地、先进制造业基地、特色农业基地和信息交流中心；②构筑国际区域经济合作新高地；③培育中国沿海经济发展新的增长极；④建设富裕文明和谐的民族地区。

近年来，随着中国-东盟开创双方合作“黄金十年”的到来及未来进一步发展的前景，广西的区位优势及开发前景将进一步拓展。

为响应国家“西部大开发”的号召，以实际行动推进“西部大开发战略”