

土壤地理研究法

赵其国 姜子同 主编

科学出版社

1989

内 容 简 介

本书是作者近 40 年来从事野外土壤调查的方法和经验的总结。书中详细阐述土壤调查中现代比较规范的基本方法和近年迅速发展起来并普遍应用的新方法,还介绍了一些今后可望推广应用的新技术和新方法。其主要内容包括土壤调查的准备,成土因素,土壤地理分布调查,土壤剖面观察和标本采集,及其土壤剖面描述标准以及野外素描和土壤调查中的摄影技术。同时还介绍了不同比例尺的土壤调查、制图和土壤性质图的编制。另外还介绍了航空像片、卫星遥感技术在土壤调查、制图中的应用。最后叙述了实验室分析项目和方法,土壤调查资料的整理和总结;对土壤信息系统的建立、土壤信息资料的初步转换处理也作了简要的介绍。这些内容对土壤调查的规范化和现代化具有指导作用,是土壤工作者必需的参考工具书。本书可供土壤学、地理学工作者及有关大专院校师生参考。

土壤地理研究法

赵其国 龚子同 主编

责任编辑 洪庆文 陈培林

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1989 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1989 年 9 月第一次印刷 印张: 17 5/8

印数: 0001—1 200 字数: 395 000

ISBN 7-03-001432-4/S·46

定价: 14.10 元

《土壤地理研究法》编委会

主编：赵其国 龚子同

编委：（以姓氏笔划为序）

王浩清	石 华	何同康	李 锦
吴志东	陈志成	陈鸿昭	席承藩
徐彬彬	顾国安		

参加编写人员：（以章节为序）

席承藩	石 华	顾国安	龚子同
韦启璠	刘朝端	曹升赓	高以信
陈鸿昭	崔荣浩	王浩清	周明枬
曹锦铎	李 锦	王鹤林	杜国华
吴志东	张俊民	史德明	何同康
徐彬彬	季耿善	杨 瑜	卜兆宏
王明珠	何国球	王振权	陈志成
杨艳生	骆国保	赵其国	薛世遼

前 言

在人口、粮食、环境等世界性问题日趋严重的压力下，对土壤资源的研究愈加迫切重要。既要求在搞清土壤资源的质量、数量的基础上，研究土壤承载力，又要求在保护环境的前提下，加强土壤资源的改良利用。这就赋予以研究土壤资源开发利用和保护为主要任务的土壤地理学更加繁重的任务。

近年来，随着近代物理学、化学、生物学、生态科学和环境科学的发展，以及遥感技术和计算机技术的广泛应用，作为土壤学科中最大分支学科的土壤地理学也以新的面貌出现。土壤发生分类中加强了土壤地球化学、土壤微形态、土壤年龄以及土壤的定位研究，使土壤分类向着定量的全世界统一的系统分类方向发展；土壤调查制图得到了土壤遥感、信息系统、以及土被结构研究的支持，使土壤调查和资源评价速度加快，质量提高。因而，不论在国外还是国内，土壤地理的研究在国民经济中发挥越来越重要的作用。

方法是研究的工具。土壤地理的研究法是研究土壤资源的重要手段。早在 50 年代，老一辈土壤学家曾编著了《土壤调查手册》，其后也有一些这方面的教材和手册，但都没有涉及整个土壤地理学范畴。本书内容不仅包括土壤调查本身，也包括了土壤形成、土壤保护、定位研究、实验室分析和信息系统的建立等。本书是解放以来，中国科学院南京土壤研究所在全国各地从事土壤地理调查研究的经验总结，并尽力增加一些新技术的应用。我们相信本书在土壤地理研究规范化和现代化方面有一定作用。本书是由 32 位同志共同编写而成

的。这是一项集体成果。本书编写过程中得到了所内外同行的大力支持。席承藩、石华同志十分关心本书出版,并直接参加了编写,席承藩同志并为之写了绪言,吴志东同志在初稿基础上统编了全书,顾国安同志作了大量组织整理工作,绘图室同志清绘了全部插图,在此一并致谢!

希望本书出版后,能得到同行们的批评和帮助。

赵其国 龚子同

1988年12月于

中国科学院南京土壤研究所

绪 言

土壤是覆盖在地球陆地表面的一层不断演变着的松散自然客体,是绿色植物赖以生长、繁殖不可代替的自然资源。作为生长基地,植物根系深入土层,从中摄取营养物质与水分,建立起多种多样的植物社会,提供人类赖以生存的谷物、肉类、禽蛋和果品以及纤维和木材等。同样,也是多种养殖业、天然植被和动物生活、繁衍的场所。因此,土壤是极为重要的生产手段。对土壤的不断深入研究是承载和养育更多人口所必不可少的先行工作。

(一) 土壤调查的目的和任务

土壤调查,是通过田间实地观察土壤剖面变化获得资料,去研究土壤的一种基本方法。它是在观察、记载土壤剖面形态、性状的基础上,划分土壤类型,并将调查区内所分布的土壤类型变化,标志在地形图或航片、卫片上,经过归纳与综合制成土壤图。它还通过对比土壤性状的演变情况,其上所生长的植被或作物的差异及土壤所处的环境因素,从理论上论证土壤的形成与发展;再经系统研究土壤本身内部物质的移动与累积状况,为系统地进行土壤分类取得第一手资料。

同时,土壤调查还在掌握了这些土壤变化情况的基础上,分别观察记载这些土壤的经营管理现状、论证其合理利用与改良问题,为提高土壤肥力、发展农林牧业生产,提出科学的方案和措施。当论证了各不同土壤所存在的生产问题后,土壤调查还为当前生产的发展与长远的区域治理、国土整治,提

出有效的因土制宜发展规划和措施。

因此，土壤调查是土壤科学领域里的一项基本观察研究方法。通过调查所采集到的土壤剖面标本是深入研究土壤物理、化学性状和生物学特性的主要研究对象。所测制、编制的土壤图和相应的其他土壤图幅，是科学研究与生产建设所不可少的科学资料。

就土壤调查的目的而言，可以分为两大类。

一类是，主要为发展土壤科学而进行的土壤调查。其内容含有：

(1) 为研究土壤分类而进行的土壤考察。如为研究全球土壤分类，必须进行各大洲土壤类型的调查评比；又如为研究全国土壤分类或解决地区土壤分类问题，在全国或各省间或各不同调查区间开展土壤类型调查和评比研究等。

(2) 为测制或编制土壤图，必须进行土壤调查。有时还可对比不同制图方法而调查，如对比航片、卫片；或对比不同航片——黑白片与彩红外片；也还为研究制图方法而进行土壤调查制图研究。

(3) 为进行专项土壤性质研究或某一单项目的而进行的土壤调查。如土壤物理及水分状况调查、土壤化学性质演变调查；或联系施肥而进行的土壤农化性质调查等。所有这些专项调查，均各侧重土壤性质的某一方面，具有明显的学科专业特征。

另一类，是为宏观上解决生产布局和为地区里解决生产问题而进行的土壤调查。根据生产建设中提出的任务，有针对性地进行土壤调查，从而对调查区的土壤资源质量与数量进行评价与估算，提供建设参考。其主要内容有以下几方面。

(1) 对整个地球陆地表面分布的土壤类型进行土壤调查

制图,评比估算土壤资源,为宏观决策参考。如联合国粮农组织会同国际土壤学会、联合国开发总署为编制全球 1:500 万世界土壤图,曾进行过分洲及地区土壤调查评比,进行了大量的调查与评比工作。

(2) 为评价、估算全国土壤资源生产潜力,从全国农业生产发展需要出发,而进行的全国土壤调查。一般采取分景测制 1:5 万或大于此比例尺的土壤图与相应的图幅,其中主要涉及全国与各县、地(市)、省的土壤改良利用与农业生产发展问题。并逐级汇总成县、地(市)、省以至全国土壤报告与图件。

(3) 为国土整治、区域治理,改善生产条件,有针对性地改良、培肥,调整生产结构而进行的土壤调查制图。如为治理黄淮海平原旱涝、盐碱、风沙、瘠薄而进行的土壤调查;50 年代曾进行过 1:20 万华北平原土壤调查制图;为西北黄土区的水土流失及水土保持而进行的土壤调查;为南方红壤改良利用所进行的土壤调查及区划工作等。

(4) 为地区全面发展农林牧业生产,合理安排种植业以及合理施肥等,进行的土壤调查。一般在特定的地区为特定目的进行专项调查。如在一个农场,一个林场或一个牧场所进行的土壤及生产布局安排的调查制图,为制订生产发展规划服务。50 年代我国曾大量进行过此类工作。

(5) 为单种植业或开垦荒地所进行的土壤调查。这类工作在我国曾进行多次。为选定可垦荒地并评价其可垦等级,曾进行过大规模的土壤调查和评比工作;为在我国北热带发展三叶橡胶树而进行的橡胶宜林地土壤调查,为我国选定适种橡胶树的土壤类型与发展区域,土壤工作者作出了应有的贡献。

(6) 为特定的土壤改良任务而进行的土壤调查。如盐碱

土改良、风沙固定,水土保持以及平整土地、梯田建设等。调查后须提出相应的改良措施及规划。

(7) 为筹设并选定试验基地,土壤改良试验场、试验区,而进行的土壤调查规划。如对特定土壤的改良利用试验区,须作好大比例尺土壤图及其生产布局规划。

(8) 为其他有关建设项目,如交通网系、铁路、公路沿线而进行的配合选线调查;旅游点的选择、大型运动场地以及重型交通工具,如坦克、重型机械运输而进行的土壤调查。

(9) 此外,对尚无土壤资料积累、未进行过土壤调查的地区,须先进行大范围的路线约测,在掌握其土壤类型及其分布特点后,再开展进一步的调查制图。过去,我国曾对青藏、新疆等地进行这样的土壤约测。目前,这样的地区在我国正逐渐减少。

所有这些不同目的与任务所进行的土壤调查,均须以土壤剖面特性观察与记载为基础。按发生层段变化分层采集标本,进行相应的分析化验与测试,取得完整的土壤分析化验数据;与此同时,测制或编制成相应的土壤图幅,对不同土壤类型提出相应的解决问题的途径与方案,以便分区、分片,按不同类型的土壤进行相应改善与整治。

(二) 土壤调查的理论基础、对象与方法

众所周知,覆盖于地球陆地表面的松散的土壤层,它不同于其下的地质形成物,但又由它们而发育形成,因此,土壤层与其下的母岩或母质有着极其密切的联系;同时,土壤层与陆地表面的形态,其上生长的生物,复杂多变的气候,以及人为活动都有着密切的联系。总言之,土壤圈(层)是地球上岩石圈、水圈、气圈和生物圈相互作用、相互联系的纽带及主要场所。因此,作为土壤研究主要方法之一的土壤调查,不仅要调

查研究土壤本身,掌握土壤的各种性状变化,而且要研究引起土壤性状变化的环境条件,亦即土壤形成的各种因素。

陆地表面的土壤层,是由各个性质不同又相互联系的土壤个体所组成的。这些个体间的差异是在历史长河中,在不同的环境条件影响下形成的。也可以说土壤个体的分布和特性在一定程度上是环境条件变迁的写照,是有规律可循的。土壤工作者掌握了土壤形成的这一规律,就有可能通过土壤调查和室内分析研究、各种综合试验,摸清土壤的分布、形态和基本性质,从而提出合理利用和改良的措施,促进农林牧诸业的发展。

土壤调查,就是调查各个土壤个体或土壤群体,了解它们的分布特点、相互间的联系、土壤剖面的形态特征、利用现状、各种有利和不利的因素以及它们发生、演变过程中环境条件的变迁等。

在鉴别土壤个体的差异性,掌握了土壤各层段间风化、淋溶、复合、累积的程度差异后,确立各土壤单元的变化规律及其组合情况,在不同比例尺的图幅或航、卫片上勾绘出土壤分布界限,就可制成所需的土壤图,并进而可以编绘各种用途的专业图幅。土壤地理研究法,主要采用地理比较法。即把相同条件所形成土壤的相似性,与不同条件所形成土壤性状的差异性,作科学的归纳与区分,从而揭示土壤形成与演化的实质。进一步把这些土壤性状变化的量的累积和质的变化,及其组合情况加以总结,就可顺利完成土壤调查制图任务。

应当指出,土壤是十分复杂的自然客体,一次调查只代表对调查区的一次认识过程,这种对土壤性状变化的瞬间认识,可以提出初步的改良利用意见;较精细的土壤调查有可能使这一认识产生飞跃,再经过对这些调查资料与图件的系统整理,作出有规律的论证,可以促进当地土壤生产力的提高。而

目前世界上比较注重的长期定点、定位观察与试验,是系统地研究土壤的主要手段,其持续时间愈长、资料的准确性愈高,对生产建设参考的价值也愈高。随着科学调查方法的不断革新,对土壤的认识深度将会日益深入。把这些认识过程所获得的资料与观点,在生产中加以应用,必然在土壤的合理利用与经营管理,有长足的进展。这是生产与科学同步发展的必然规律。

(三) 土壤调查的进展与前瞻

由于地球陆地表面单位面积上所承载的人口不断增长,使得天然植被下能保持自然状态的土壤日益减少。开发较早的温带天然林与草场已遭大量砍伐与垦殖,代之而起的是农田与其他多种利用土地。大面积肥沃的土壤,有的已为多种工程建筑所占用,工矿用地星罗棋布,大大改变了原有的田野风光。人口增殖的同时,耕地与可耕地均在缩小。生活水平的提高又强烈要求生产出更多的食物与工副产品。由于人类高强度的垦殖利用,使不少土壤遭到旱涝、盐碱、风化与水土流失。本来肥沃的土壤,由于疏于改土培肥,也显地力衰竭,凡此种种抑制着单位面积产量的提高。

自第二次世界大战结束以来,为了恢复与发展生产,各国均先后开展了本国国土范围内的土壤调查。我国也不例外。通过土壤调查,改进耕作措施,改良和提高土壤肥力,对各国农业生产的发展,起了巨大作用。

为了进一步发展生产,解决世界范围内粮食与人口的矛盾,各国均在培养人材,革新方法,进行专题的、区域性的和全国的土壤调查。这样,就推动了土壤地理研究法的不断更新,目前较新的进展有如下几个方面。

(1) 遥感技术的广泛应用 土壤制图采用航片开展较

早,近年来应用更为广泛。除用普通黑白航片外,还试用高空摄影航片、热红外航片、彩红外航片和多光谱航片等。这些航片应用于不同目的土壤调查制图中,均取得良好的效果。

70年代起,地球资源卫星的发射,并已广泛应用于土壤制图方面。其中包括直接应用卫星影像片与卫星磁带。采用多时相的卫片可取得地面光谱信息,使图斑轮廓与制图精度均有提高。现已由目视解译预判制图发展到应用磁带信息数据,自动识别绘制土壤图。由于地球资源卫星设计不断革新,增设了TM专用制图仪和MSS装置等,更有利于接受地面土壤光谱信息,加大了土壤制图精度与速度。

随着土壤制图事业的发展,在进行基层大比例尺土壤制图中,采用直射透影航片,可在野外将土壤剖面观察点位直接标在航片上,与野外剖面记载一道,俟分析化验结果得出后,一并直接输入机识自动制图设备,所制成的土壤图,不仅土壤界线清楚,准确,而且可见航空摄影地物形态及地形起伏状况。

(2) 土壤分析化验的标准化与快速化 以前一项土壤调查的野外工作结束后,对采集的大量标本进行分析化验十分费时与费事,经常要影响土壤报告的编写过程。随着土壤分析化验方法的不断革新,连同分析标本的预处理,均可采取自动仪器设备,使得单位时间内分析化验标本的次数大为增加;而且在同一操作规范下,土壤分析化验数据的精度和可比性大有增进。

(3) 土壤信息系统的建立 自70年代以来,随着电子计算机的广泛应用,已将大量土壤调查中所取得的数据、资料、图件,连同田间试验、观察结果,包括野外土壤性状描述记录与历年农业生产情况,均输入电子计算机,经贮存、运算,可输出生产所需的各项土壤信息,直接回答生产者所提出的咨

询,供生产者与决策者使用,从而大大提高了土壤调查资料的使用率。有些国家已逐步建立从基层起的各级终端,与国家信息系统联系起来,形成土壤信息系统网络,直接提供各级不同需要的咨询与服务。

此外,在田间简易测试,手段上也有长足的进步。近年来,设计了一些简易土壤物理性质测试仪器。最近还在试用特制的土壤层段直接测试仪,即不须开挖很多检查坑和钻孔,只须将此仪器在田间拉动,即可记录其下某些特殊土层(如钙积层、铁子、铁盘层等)的有无及其形态,出现部位及其他变化情况,有利于了解土壤剖面层段变化的趋势和测知从一个土体向另一土体过渡的实况。

自19世纪末,各国陆续开展有计划的土壤野外调查制图以来,经历了近一个世纪,我国开展土壤调查也已有半个世纪以上。土壤调查在长期的实践中,已由描述性和经验性,逐步发展到广泛应用近代科学技术,向量化与数据化方向发展。

对土壤这个十分复杂、多变的自然客体有了更加深入的认识。作为有规律可寻的,人为可以逐步合理利用和改造的土壤,必将为建立更为良好的绿色植物社会,为不断增长的人口提供更多、更丰盛的生活资料与生产资料发挥巨大的作用。

(席承藩)

目 录

前言.....	iii
绪言.....	xi
第一章 土壤调查的准备.....	1
一、制订计划	1
二、组织人员	2
三、确定制图比例尺	3
四、搜集资料	4
五、物质装备	8
第二章 成土因素调查.....	10
一、气候	10
二、地形	14
三、成土母质	20
四、地表水和地下水	26
五、生物因素	30
六、成土年龄	35
七、人为因素	38
第三章 土壤地理分布调查研究.....	41
一、大区调查	42
二、中区调查	55
三、小区调查	62
第四章 土壤剖面观察和标本的采集.....	67
一、土壤剖面 and 剖面构型	67
二、土壤剖面的观察	82

三、土壤标本和样品的采集	85
第五章 土壤剖面描述的标准	96
一、土壤剖面描述	96
二、土壤剖面描述举例	129
三、土壤剖面记载表	132
第六章 野外素描及土壤调查中的摄影技术	145
一、野外素描	145
二、土壤调查中的摄影技术	161
第七章 大比例尺土壤调查制图	170
一、主要特点及服务对象	170
二、技术要点	171
三、作业程序和内容	193
第八章 中比例尺土壤调查	199
一、调查强度	199
二、调查方法	202
三、成图程序	208
四、质量检评	215
第九章 小比例尺土壤调查制图	219
一、目的和意义	219
二、基本原则	220
三、程序和方法	221
四、土壤图的质量要求和检查	234
第十章 土壤性质图的编制	237
一、目的与研究概况	237
二、类型划分	238
三、制图原则与依据	243
四、性质图的编制方法	246
第十一章 土壤利用改良分区图的编制	256
一、概念和任务	256
二、制图原则	258

三、分级和命名	259
四、质量要求	261
五、编制方法	262
第十二章 土壤侵蚀调查研究	271
一、目的和意义	271
二、土壤侵蚀现状及危害的调查	272
三、侵蚀潜在危险的调查	282
四、土壤侵蚀分类和制图	284
五、土壤侵蚀调查试验	292
第十三章 土壤环境质量的调查研究	298
一、内容和方法	299
二、土壤环境质量评价	317
三、土壤承载力评价	322
第十四章 土壤资源评价	327
一、挑选评价项目和制定评价标准	327
二、选择评价的方法	332
三、两类评价方法的比较	338
四、编制土壤资源图的方法	339
第十五章 航空像片在土壤调查制图中的应用	343
一、航片使用须知	344
二、像片的立体观测	348
三、应用航片进行土壤调查制图的工作程序	349
四、关于航片的土壤判读	351
五、航片的纠正转绘与成图	356
六、几种新型航空遥感图象的应用	360
第十六章 卫星遥感技术在土壤调查制图中的应用	367
一、卫片的主要特点	367
二、卫星影像判读	371
三、卫星遥感土壤制图的工作程序	393
第十七章 遥感数据的自动识别制图	395

一、自动识别制图的准备	395
二、配准技术	398
三、数学分类方法与决策	401
四、自动识别制图的流程	414
第十八章 土壤定位半定位观测	419
一、目的和意义	419
二、土壤定位、半定位研究法	420
三、观测资料的积累和整理	436
第十九章 实验室分析项目和方法	442
一、土壤样品的处理	442
二、物理分析	442
三、化学分析	448
四、矿物学分析	457
五、其他项目	457
第二十章 土壤信息资料的初步转换处理	461
一、土壤信息资料的类型和特点	461
二、土壤信息资料的收集和转换处理方法	463
第二十一章 土壤信息系统的建立及其在土壤调查中的 应用	490
一、什么是土壤信息系统	490
二、土壤信息系统的建立	492
三、土壤信息系统在土壤调查中的应用	499
第二十二章 土壤调查资料的整理和总结	504
一、原始资料的整理	504
二、比土评土和土壤分类系统的制定	506
三、土壤草图的修正与成图的编绘	507
四、室内分析资料的检验及解释	508
五、土壤调查和分析资料的汇总	511
六、土壤调查报告的编写	516
七、土壤标本及技术资料的归档与保管	520