

·成果简介·

中国土壤系统分类:我国土壤分类从定性向定量的跨越*

龚子同 张甘霖

(中国科学院南京土壤研究所,南京 210008)

[关键词] 土壤系统分类, 诊断层, 诊断特性, 人为土

1 背景

分类是致力于发现、表征、命名、归类对象,以便理解它的形成要素和它们之间相互关系^[1]。分类的目的是鉴别和认识,以及建立一个分类对象的有序体系。分类是所有科学的基本需要,并且必须随知识的增加周期性更新。土壤分类组织了关于土壤知识,提供科学家之间交流的语言,并为土壤使用者提供技术转移的工具。

土壤分类的发展是伴随着土壤科学一起前进的,并在相当长的一段时间内引领土壤学的发展。19世纪至20世纪中叶植物和动物分类的成功促进了土壤分类的发展。但与植物和动物类相比,土壤分类面临更多的理论挑战和实践难题。因为土壤不像植物和动物个体那样易于区别,而是一个连续体,所以常会更多地依分类者观点去分割它。历史上以地质学观点,将土壤分为花岗岩土、石灰岩土和砂岩土等;从化学观点,将土壤分为氢质土、钙质土和钠质土等;而地理学家按生物气候条件和地带性将土壤分为热带砖红壤、亚热带红壤、温带棕红壤等,后者影响比较大。这一地理发生分类在我国土壤资源调查、流域规划和土壤普查中起了一定作用,但也出现了一些问题。如,该分类将分类和分区相混淆,强调中心概念而边界不清,缺乏定量标准,使土壤分类模棱两可。因此,面对土壤这样一个复杂的体系,这些从因子出发的分类,急需改进。

上世纪60年代,由于农业现代化、工业化和城市化的需要,对土壤分类提出量化的要求。经过10年努力,美国提出了以诊断层和诊断特性为基

础、定量化为特点的、可检索的土壤系统分类。使土壤分类进入了新阶段。而在此期间我国的土壤分类完全处于停滞状态。从全球看,土壤学发源于温带国家,人为作用对土壤影响强度不大的地区。我国既有温带、又有热带,既有湿润区、又有干旱区,既有自然土壤、又有大面积人为土壤,土壤的多样性在世界上是罕见的。因此,任何一个土壤分类都不能完全适合于我国,我们必须立足本国面向世界创建适合于中国实际的土壤分类,并为世界土壤科学做出贡献。

在国家自然科学基金委员会和中国科学院的支持下,从上世纪80年代开始,开展了“中国土壤系统分类”的研究。国家自然科学基金委员会和中国科学院对这样基础性的工作给予长期和稳定的支持,其中国家自然科学基金委提供的2个重点和3个面上的基金资助,中国科学院提供的4期特别支持,还有一些国际合作项目的支持。此项研究由中国科学院南京土壤研究所主持,先后与37个科研单位和高等院校合作,有200多位分布于全国各地的土壤学者参加,进行了长达20年的中国土壤系统分类研究,并取得了重要进展^[2,3]。

2 主要成果

2.1 我国土壤分类由定性向定量的跨越

这是在我国土壤科学发展历史上,第一次由中国土壤学家自己制订的一个完整的定量的土壤分类体系。

(1) 拟定了适合我国实际的诊断层和诊断特性(diagnostic horizon and diagnostic characteristics),为定量分类奠定了基础。在中国土壤系统分类中,用

* 2005年度国家自然科学基金二等奖获奖项目。

本文于2006年6月14日收到。

于鉴别土壤类别(taxa)的不是成土因素,也不是某一种土壤性质,而是具有一系列定量规定的土层或特性。凡用于鉴别土壤类别的,在性质上有一系列定量规定的土层称为诊断层;如果用于分类目的的不是土层,而是具有定量规定的土壤特性(形态的、物理的、化学的),则称为诊断特性。该分类共拟定了11个诊断表层,20个诊断表下层,2个其他诊断层和25个诊断特性。

(2) 创建了一个以诊断层和诊断特性为基础的、全新的谱系式土壤分类。整个系统共划分出14个土纲、39个亚纲、138个土类和588个亚类,并着手建立了750个土系。

(3) 提出了一个完整的检索系统,将鉴别指标落实到具体类型上。每一种土壤都可以通过检索找到自己的分类位置,彻底避免了同名异土、同土异名的弊端。

(4) 基于中国土壤系统分类编制了一系列全国性的区域性土壤图。

俄罗斯土壤学会副主席、莫斯科大学教授 V. Targulian^[4]对中国土壤系统分类的评论是:“他们完成了难以完成的任务,基于中国土壤系统分类编绘了中国土壤图,出版了《中国土壤系统分类》综合性专著(1999),将中国土壤分类的建议(特别是人为土)引入 WRB(World Reference Base for Soil Rescores),这些都意味着中国土壤科学在现代化中,以及在科学、经济、环境和农业发展中的显著进步……,这项工作也是中国土壤学家对世界土壤科学的重要贡献”。

2.2 科学界定了我国特有的土壤类型

我国许多土壤类型是世界上其他地方所没有的,科学界定这些土壤类型不仅解决了我国土壤分类问题,而且对国际土壤分类有重要借鉴意义。

(1) 创建一系列人为土诊断层,用以界定我国人为土

我国是一个古老的农业国,人为活动影响之深,强度之大,是世界其他国家不可比拟的。经土壤微形态、植硅体和元素剖面分异的测定以及¹⁴C断代,太湖地区有7000 aB.P的水田,新疆和田有1870 aB.P的灌淤土,从广西石灰化水稻土看,1675 aB.P已开始使用石灰。人为作用不仅通过修筑梯田、平整土地、人工堆积改变地形,同时,施用农家肥、磷质肥料、草木灰和石灰,以及灌淤和洗盐等措施改变土壤性质。在分析水耕、灌淤、肥熟和堆垫过程的基础上,创建了包括灌淤土、堆垫土、肥熟土和水耕人为

土在内的人为土^[5]。

(2) 创立低活性富铁层(LAC-ferrichorizon)作为鉴别季风亚热带的富铁土

我国有 2×10^6 (km)²的季风亚热带土壤,这也是世界上沿北回归线附近少有的湿润区域土壤。其特点是具有低活性黏粒和富铁特性,主要指标为 $CEC_7(+)<24$ cmol/kg黏粒和细土游离铁 ≥ 14 g/kg等。中国土壤学家在国际上率先创立了低活性富铁层,即根据土壤电荷特性对亚热带土壤进行分类。实现了美国土壤系统分类创始人 G. D. Smith 想实现而未实现的愿望。

(3) 提出干旱表层(aridic epipedon)代替干旱水分状况来定义干旱土

西北内陆具有我国特有的寒性、积盐、超盐和盐磐干旱土类别,是世界上干旱土宝库。长期以来美国土壤系统分类用干旱土壤水分状况来定义土壤,而干旱土壤水分状况并不完全是土壤性质,我们提出以土壤微形态特征为基础的干旱表层(照片)代替土壤干旱水分状况来定义干旱土。

(4) 创立了反映青藏高原土壤原始性的诊断表层——草毡表层(Mattic epipedon)

地处“世界屋脊”的青藏高原土壤有类似于极地而又不同于极地的特点。据此,除划分出寒性干旱土和寒冻锥形土两个亚纲外,特别提出了高寒草甸植被下具有高量有机碳有机物质的反映青藏高原原始性的诊断层——草毡表层。

(5) 建立了南海诸岛土壤的富磷特性和磷磐(Phosphic property and phosphipan)

根据南海诸岛的自然条件和鸟类活动下磷素积累形成的土壤的特点,提出了土壤的富磷特性和磷磐。

美国农部资深土壤学家 R. W. Arnold^[6]指出:“中国独特的诊断层和诊断特性的提出与定义是对世界土壤学的主要贡献。欲解决全球尺度问题,须获得全球尺度的数据支持。该书无疑会受到国际社会的热烈欢迎”。

2.3 在世界上率先建立了人为土分类体系

德国大气化学家 Crazen^[7]认为,自瓦特发明蒸汽机以后,人为作用越来越成为一个重要的地质营力,提出了 Anthropocene,即“人类世”的概念。Vitousek等^[8]也认为人类对地球表面的改变是深刻的,而且在加剧,并估计1/3—1/2的地表已被人类行为改造。作为地表最活跃部分的土壤,随着人口增加,工业化、城市化和集约农业的发展,人为活动

对土壤的影响越来越大。我们现在看到的土壤越来越远离自然状态,人为作用的烙印日益加深。许多土壤学家早已注意到人为因素的重要性。但人为作用方式各异、强度不同、人为类型复杂,难以表达。只有中国土壤学家提出了一系列人为诊断表层、水耕氧化还原诊断下层和有关诊断特性为基础,把纷乱复杂的人为土作了系统分类,同时这也为明确人为因素是传统的五大成土因素之外的另一大成土因素奠定了扎实的基础。

(1) 剖析人为土壤发生过程

从人为土历史、性质变化和人为搅动,特别是人为作用下土壤脱盐、复钙、富盐基、磷的积累、有机碳的动态、水分的变化方面,提出了人为土壤的发生过程(Anthropedogenesis),并进一步分析不同条件下的人为土发生过程。提出水耕熟化过程的同时,指出水耕淋溶作用是由机械、溶解、还原、络合和铁解淋溶所组成,结合微形态观察和特征微区化学成分电子能谱测定剖析了水耕人为土还原淋溶和氧化淀积过程;灌溉旱耕人为土的形成是由灌溉淤积、灌水淋溶和灌溉培肥所组成;土垫旱耕人为土的形成是由土垫作用、复钙过程和土垫培肥所组成;肥熟旱耕人为土的形成是由有机质积累、磷的富集和旱耕培肥所组成。

(2) 建立了一系列人为土诊断层

如水耕层系列(水耕表层 anthrostatic epipedon、水耕氧化还原层 hydragic horizon)、土垫特性(earth-cumnic features)、泥垫特性(mud-cumnic features)、灌溉表层(aitigic epipedon)、肥熟表层(fimic epipedon)和磷质耕作淀积层(phos-agric horizon)等。

(3) 在世界上首先建立了人为土纲的诊断体系

在土壤分类历史上首次以诊断层的诊断特性为基础,创建了人为土的分类体系,将纷乱复杂的人为土进行了科学的区分和系统的表达。

俄国土壤学家^[9]指出:“中国土壤学家十分详细地创建了人为土分类。国际土壤分类组织(WRB)的人为土分类实际上是建立在中国人为土分类基础上的。”国际土壤学会联合会土壤分类委员会主席 Hari Eswaran^[10]指出:“人为土纲的建立是中国土壤系统分类重要创新之处。人为土纲的概念,设立人为土类别的需要国际上已存在几十年,但只有中国土壤学家给出了明确、详细和准定量的涵义。”

3 中国土壤系统分类在国内外的影响

3.1 是我国土壤分类发展的“里程碑”

中国土壤系统分类自建立以后已经得到引用。

三次修订的中国土壤系统分类方案共已发行上万册。据检索中国引文数据库(CSCD)不完全统计,项目组发表文章被引用 1411 次。1996 年中国土壤学会正式将此分类作为我国标准分类向全国推荐。同时,应用中国土壤系统分类编制了一系列全国性、区域性的不同比例尺土壤制图。

与此同时,该分类体系已经广泛地进入教科书,如李天杰等的《土壤地理》(2004,高等教育出版社)和黄昌勇主编的《土壤学》(2002,农业出版社)等 10 本教科书引用了中国土壤系统分类,同时,陈述彭主编的《地球系统科学》(1998,中国科学技术出版社)、李家熙主编《中国生态地球化学图集》(1999,地质出版社)和何康主编的《农业大词典》(1998,中国农业出版社)等 20 多部辞书和专著都引用了中国土壤系统分类。

在实践上,中国土壤系统分类也逐步成为土壤制图和评价的基础,在土地利用、土壤资源评价、因土种植和环境变化研究等方面应用中发挥了作用。

许多土壤学家指出,中国土壤系统分类的建立是我国土壤分类发展历史上的“里程碑”。

3.2 成为世界主流土壤分类之一

中国土壤系统分类已得到各国的认同,并已经跻身世界主流分类行列。国际土壤学会联合会全面介绍中国土壤系统分类、全盘采用中国人为土分类^[11],在第 15、16、17 届国际土壤学会大会上,项目主持人均应邀作中国人为土报告和介绍。

在美国,被称为世纪之交土壤学巨著的《土壤科学手册》用 8 页详细介绍中国土壤系统分类^[12],在美国出版的《土壤百科全书》将中国土壤系统分类作为专门词列出^[13],H. Eswaran 等主编的《土壤分类》一书,专章介绍了中国土壤系统分类^[14]。

在俄罗斯,俄罗斯科学院生物研究所所长篇介绍了中国土壤系统分类^[8],俄罗斯土壤学会副主席 V. O. Targulian^[4]撰文称:“中国土壤系统分类是革命性的转变。”莫斯科大学 M. E. Gerasiunova(2003)等所著的《人为形成的土壤》(俄文)一书中也引用了中国土壤系统分类。

在日本,日本农林水产省国际农林水产研究中心全文翻译了《中国土壤系统分类(修订方案)》,日本农业环境技术研究所,在《农耕地土壤分类(第三版)》中积极评价并引用了中国土壤系统分类(1995)。还有,日本农林水产省近藤鸣雄在《森林立地》杂志上(1987)、日本大学山本一彦在《土壤学家》杂志上(1992)、京都大学久马一刚在《水稻土科学》

(2004)一书中对中国土壤系统分类作了积极评述和介绍。

迄今为止,数十个国家数百封来函索要“中国土壤系分类”。在亚洲国家如日本、韩国、以色列、印度、印尼、越南、土耳其、伊朗、不丹、阿联酋和科威特等国家来函索要“中国土壤系统分类(英文版)”,希望以此为参照建立本国土壤分类。日本土壤学会将中国土壤分类作为世界三大分类之一向全国土壤学家介绍。H. Eswaran 称:“中国土壤系统分类是亚洲土壤分类的基础”。

3.3 人为土分类成为国际人为土分类的标准

中国土壤系统分类中的人为土分类方案被国际土壤分类组织(WRB)全盘采用^[11],并成为其标准;项目主持人15年来一直是国际土壤分类组织的指导委员会成员,兼人为土分类主持人;同时项目主持人应邀协调美国人为土分类。鉴于中国在研究人为土分类方面的成就,1998年在中国召开国际人为土分类会议;并在国际土壤学会联合会主办的 *Geoderma* 杂志上(Vol. 115, 2003)出版了中国人人为土专辑。

4 结束语

由于中国土壤系统分类研究充分把握了我国独特的自然条件和人文环境,经过大量的基础研究和积累,创建了一个具有鲜明特色的全新的土壤分类,从而使中国土壤分类进入了量化的新阶段,并在国际上占有一席之地,在人为土分类方面更为世界同行所认同。

总之,随着资料的积累中国土壤分类内容越来越丰富,中国土壤分类顺应土壤科学,其实也是自然科学的发展趋势,逐渐从定性分类向定量分类发展;由引进国外土壤分类并加以改进,进而结合本国实际自主制定完整的土壤分类。当然,随着科学的进

步和资料的积累,中国土壤系统分类将继续不断地发展,而定量分类的方向看来是不可逆转的。

参 考 文 献

- [1] Dudal R. How good is our soil classification? In Eswaran et al. Soil Classification-A Global Desk Reference. Boca Raton CRC Press, 2003. 11—18.
- [2] 龚子同 等著. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999. 1—903.
- [3] Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Chinese Soil Taxonomy. Science Press, Beijing. New York, 2001. 1—203.
- [4] Targulian V O(张华译). 对中国土壤系统分类的印象及评论. 土壤, 2002, 34(2):111—112.
- [5] Gong Zitong, Zhang Ganlin, Luo Guobao. Diversity of anthroposols in China. Pedosphere, 1999, 9(3):193—204.
- [6] Arnold, Richard, W. Foreword to Chinese Soil Taxonomy. Chinese Soil Taxonomy Science Press, Beijing, New York, 2001. i—ii.
- [7] Crutzen P J, Stoermer E F. The “Anthropocene”. IGBP Newsletter, 2004, 41:17—18.
- [8] Peter M V, Harold A M, Jane L et al. Human domination of earth's ecosystems. Science, 1997, 277:494—499.
- [9] Russian Academy of Sciences, Institute of Biology. Soil Terminology and Correlation(In Russian). Petrozavodsk, 1999, 202—211.
- [10] Eswaran H. Chinese Soil Taxonomy. Bulletin of IUSS, 2002, NO.101, 87—88.
- [11] ISSS, ISRIC, FAO. World Reference Base for Soil Resources. Wageningen/Rome, 1998. 1—68
- [12] Sumner M E (ed). Handbook of Soil Science. Boca Raton, CRC Press, 1999. E:161—166.
- [13] Rattan Lal (ed). Encyclopedia of Soil Science. New York. Marcel Dekkes Inc, 2003. 161—162.
- [14] Gong Zitong, Zhang Ganlin, Chen Zhicheng. Development of Soil Classification in China. In: Soil Classification. (Ed. by Eswaran H). Boca. Raton, CRC Press, 2003. 101—125.

CHINESE SOIL TAXONOMY: A MILESTONE OF SOIL CLASSIFICATION IN CHINA

Gong Zitong Zhang Ganlin

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Key words soil taxonomy, diagnostic horizons, diagnostic characteristics, anthropopedogenesis