

发生分类淋溶土与系统分类参比特征研究*

于东升^{1,2} 史学正^{1,2} 王洪杰^{1,2} 孙维侠^{1,2} 杜国华² 龚子同²

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(2 中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

摘要 利用最新建立的中国 1:100 万土壤数据库, 研究了我国发生分类淋溶土与中国土壤系统分类的参比及其在中国土壤系统分类下的空间分布和数量特征。结果表明, 我国发生分类淋溶土总面积为 1 059 757.8 km², 分布规律明显; 与系统分类参比, 发生分类淋溶土分属于中国土壤系统分类 4 个土纲, 即淋溶土、锥形土、新成土和灰土, 它们分别占发生分类淋溶土总面积的 72.8%、26.1%、1.0%、0.1%, 其中包含系统分类的 25 个土类和 47 个亚类, 参比关系复杂, 不是简单的一对一的关系。分析发生分类某一类型土壤分属于系统分类不同类型的面积比例及其标准偏差, 结果表明土壤参比的单元级别越低, 越易于参比和把握。为了使中国土壤系统分类更实用、更易于普及, 深入开展土壤基层分类研究, 进一步发展和完善中国土壤系统分类是必要的, 也是十分迫切的。研究结果对于土壤类型的正确参比、中国土壤系统分类的应用与发展, 具有很好的参考应用价值。

关键词 土壤参比; 土壤分类; 淋溶土

中图分类号 155.3 文献标识码 A

目前国际上主要的土壤分类系统有美国土壤系统分类(Soil Taxonomy, ST)^[1]和联合国与国际参比中心的世界土壤资源参比基础(World Reference Base for Soil Resources, WRB)^[2], 至今还没有形成一个能够被各国土壤学家们广泛接受的、国际统一的土壤分类方案。世界土壤分类发展趋势是以诊断层和诊断特性为基础, 走定量化、标准化和统一化的途径^[3], 中国土壤分类也不例外。

在 50 年代初, 中国在学习和吸收前苏联土壤地理发生分类的基础上, 拟订出以地理发生分类为基础, 以成土条件为依据, 以土类为基本单元, 包括土类、亚类、土属、土种和变种五级分类制的土壤分类系统, 即传统的土壤发生分类系统(Genetic Soil Classification of China, GSCC)。50 年代末开展的第一次全国土壤概查、70 年代东北三江平原的土壤调查, 特别是 80 年代前后开展的全国第二次土壤普查等等, 使它得到了极大的发展和完善, 土类达到 53 个, 亚类达到 200 多个, 并被广大土壤工作者和教育者接受和使用, 由此积累的大量土壤数据也就以土壤发生分类系统为基础平台。但随着科学与信息技术的发展, 传统土壤发生分类在应用中所暴露出的问

题越来越严重, 土壤分类归属由于人们认知不同而不一致, 土类与土类之间的边界模糊, 缺乏定量指标, 难以进行自动分类和检索, 在国际上交流十分困难^[4]。20 世纪 80 年代中期, 随着改革开放不断深入和国际交流日趋加强, 我国开始研究以诊断层和诊断特性为基础的新土壤分类, 即中国土壤系统分类(Chinese Soil Taxonomy, CST)^[4]。在近 20 年的研究工作中, 先后提出和出版了《中国土壤系统分类(首次方案)》^[5]、《中国土壤系统分类(修订方案)》^[6]和《中国土壤系统分类检索(第三版)》^[4]等大量的文献著作, 奠定了中国土壤系统分类的框架体系, 完成了中国土壤的高级基本单元的划分。它以诊断层和诊断特性为基础, 以发生学理论作为指导, 既体现中国特色, 又面向世界并与国际接轨, 已翻译成多种文字, 在国内外产生了很大的影响。

但是, 一方面由于 CST 侧重高级分类单元划分, 而基层分类研究不足; 另一方面中国长期积累的大量土壤数据是以 GSCC 为基础的, 而以 CST 累积的土壤数据相对较少, 人们更熟悉 GSCC, 认知和熟悉 CST 还需要有较长的过程, 因而 CST 的应用目前还很薄弱, 中国正处在两种土壤分类体系并存与使

* 江苏省自然科学基金重点项目(BK2002504)、中国科学院知识创新工程信息化建设专项(INF105-S)、中国科学院南京土壤研究所所长基金项目(005102)资助

作者简介: 于东升(1966~), 男, 副研究员, 硕士。主要从事土壤资源与数字化管理、土壤侵蚀与水土保持等研究工作

收稿日期: 2003-10-24; 收到修改稿日期: 2004-03-24

用的过渡初期。不过,国内已有许多工作来积极推动CST的应用和普及。如按CST分类首次方案新编了1:400万和1:1200万中国土壤图以及其他个别地区的土壤图^[7],GSCC与CST的参比研究^[8~13]等工作。但这些工作,有些过于高度概括,有些研究范围又太小,缺乏系统性;参比研究结果过于抽象,多数是简单列出某些土壤类型的参比对应关系,既不全面,也没有数量和空间分布特征。为此,利用本研究课题组最新建成的中国1:100万土壤数据库,对我国土壤从GSCC到CST的参比及其特征作系统研究和全面描述,以促进CST的发展和普及,推动CST的普及与应用。由于中国地域广大,土壤资源非常丰富,也由于篇幅限制,本文仅讨论GSCC淋溶土土纲。

1 研究基础与方法

1.1 研究基础

中国1:100万土壤数据库,是由中国科学院南京土壤研究所土壤资源与数字化管理创新科研小组,历经4年建成的。该数据库由3部分组成,即土壤空间数据库、土壤属性数据库、中国土壤参比系统。

土壤空间数据库,即中国1:100万数字化土壤图,是依据全国土壤普查办公室1995年编制并出版的《1:100万中华人民共和国土壤图》,通过对该土壤图进行数字化、图幅接边和编辑后完成的。该数字化土壤图如实地反映了原土壤图的面貌,继承了原土壤图编制时的制图单元,其基本制图单元大部分为土属,共有12个土纲,61个土类,235个亚类和909个土属。

土壤属性数据库,包含了土壤剖面描述数据、土壤肥力数据、土壤化学数据三个子库,包含剖面编码、土类名称、亚类名称、土属名称、土种名称、母质类型、层次名称、土层厚度、剖面厚度、质地名称、容重、有机质、pH、全氮、全磷、全钾、速效磷、速效钾以及CEC、土、交换性 H^+ 、交换性 Al^{3+} 、交换性 Ca^{2+} 、可溶性 CO_3^{2-} 、可溶性 Cl^- 、可溶性 SO_4^{2-} 等80个属性字段。该数据库中土壤属性数据引自《中国土种志》(共6册)以及部分省市土种志,共有2540个各类型土种的剖面数据资料。

中国土壤参比系统,由三个子系统组成,即GSCC—CST、GSCC—ST、GSCC—WRB参比子系统。该系统是以上述土壤属性数据库中2540个土种的

土壤剖面野外调查资料和分析测试数据为基础,由具有丰富土壤分类经验的土壤学家根据代表性剖面资料,对照系统分类的诊断层和诊断特性,分别检索出每一个GSCC土种在CST、ST和WRB分类系统中的归属,并相应建立它们之间的参比关系。该系统已初步编制成计算机检索软件,只要输入发生分类的土壤名称(如土属、土种名称),该软件系统就能自动检索出它在这三个系统分类中可能的土壤类型名称(亚类名称),如果再输入其他诸如样点地理位置等信息,用户就能够得到更为满意的答案。

1.2 研究方法

利用中国1:100万土壤数据库资源,首先运行土壤参比查询系统,对属性数据库中2540个土种剖面逐一查询,分别检索出其在CST中对应的土壤类型名称,建立这2540个土种的CST(亚类)名称数据库。然后以GSCC的土属名称为关键字段,将这一土壤名称数据库与土壤空间数据库连接,进而研究中国土壤在CST中的空间分布特征及其类型组合。由于在全国二次土壤普查的总结工作中,编制中国1:100万土壤类型图的人员并没有能够参与编制《中国土种志》,对某些土壤类型的归属判断,两班人员产生了一些差异;另一方面,土壤制图单元空间数据与属性数据存在多对多的格局,根据关键字段,土壤属性数据库并不能很好地与空间数据库自动连接。为此,通过进一步查阅各省、市和自治区的土壤及土种志,根据土壤成土母质相同或相近、土壤类型一致与相似性、土壤剖面点位置与分布区域一致或邻近等原则,以县级(市)行政区域作为基本控制区域,将土壤属性数据库中的一个剖面数据合理地与空间数据库中每个图斑(polygon)单元连接起来,从而完成了土壤空间与属性数据库的连接。该连接方法归纳并简称为“土壤类型法”,研究工作是在GIS平台上完成的。

2 研究结果

2.1 发生分类淋溶土的分布特征

GSCC淋溶土总面积1059757.8 km²,在我国大江南北都有分布(图1,见图版I)。它包含暗棕壤、棕壤、黄棕壤、棕色针叶林土、黄褐土、白浆土、漂灰土7个土类,所占面积分别为GSCC淋溶土总面积的36.0%、23.8%、20.8%、10.0%、5.1%、4.3%和0.01%。其中暗棕壤主要分布于内蒙、黑龙江、吉林省;棕壤主要分布于辽宁、山东、河北、甘肃等省,其

在四川、云南和西藏也都有分布; 黄棕壤主要分布于湖北、陕西等省; 棕色针叶林土主要分布于黑龙江和内蒙北部地区; 黄褐土主要分布于河南、安徽和江苏西部地区; 白浆土主要分布于黑龙江、吉林省部分地区。GSCC 淋溶土各土类的空间分布规律明显。

暗棕壤土类中 68.9% 为暗棕壤亚类, 棕壤土类中 71.2% 为棕壤亚类, 黄棕壤土类中 41.5% 为黄棕壤亚类, 棕色针叶林土类中 96.9% 为棕色针叶林土亚类, 黄褐土土类中 43.2% 为黄褐土亚类。其余土类及其亚类土壤面积的分布见表 1。

表 1 发生分类淋溶土的土类和亚类面积统计

Table 1 Areas of groups and subgroups of GSCC Luvisols

土类名称 Groups	亚类名称 Subgroups	面积 Area (km ²)	面积比 Percentage of total area (%)	土类名称 Groups	亚类名称 Subgroups	面积 Area (km ²)	面积比 Percentage of total area (%)
暗棕壤	暗棕壤	312 463.0	29.48	黄棕壤	暗黄棕壤	121 073.3	11.42
	暗棕壤性土	28 285.4	2.67		黄棕壤	59 136.8	5.58
	白浆化暗棕壤	12 687.0	1.20		黄棕壤性土	39 645.3	3.74
	草甸暗棕壤	21 259.2	2.01		小计	219 855.5	20.75
	灰化暗棕壤	5 228.8	0.49	漂灰土	漂灰土	112.1	0.01
	潜育暗棕壤	1 382.5	0.13		小计	112.1	0.01
	小计	381 305.9	35.98	棕壤	白浆化棕壤	5 760.1	0.54
白浆土	白浆土	30 832.2	2.91		潮棕壤	25 202.0	2.38
	草甸白浆土	8 133.4	0.77		棕壤	179 887.3	16.97
	潜育白浆土	6 356.7	0.60		棕壤性土	41 646.8	3.93
	小计	45 322.4	4.28	小计	252 496.2	23.83	
黄褐土	白浆化黄褐土	5 751.5	0.54	棕色针叶林土	白浆化棕色针叶林土	146.2	0.01
	黄褐土	23 575.6	2.22		表潜棕色针叶林土	1 678.3	0.16
	黄褐土性土	9 722.7	0.92		灰化棕色针叶林土	1 463.7	0.14
	黏磐黄褐土	15 450.1	1.46		棕色针叶林土	102 877.6	9.71
	小计	54 499.9	5.14		小计	106 165.8	10.02
				合计		1 059 757.8	100.00

2.2 发生分类淋溶土与系统分类土纲亚纲的参比

GSCC 淋溶土与 CST 参比后, 分属 4 个 CST 土纲, 它们分别是淋溶土、雏形土、新成土和灰土, 各占 GSCC 淋溶土总面积的 72.8%、26.1%、1.0%、0.1%。归属于 CST 淋溶土土纲的 GSCC 淋溶土, 在上述所有省份都有分布, 在黑龙江、内蒙、辽宁、河南、湖北、四川、云南等省的分布集中; 归属于 CST 雏形土土纲的, 主要分布在吉林、陕西、西藏等省、自治区; 归属于 CST 新成土土纲的, 分布在甘肃、西藏(图 2, 见图版 I)。归属于不同 CST 土纲的 GSCC 淋溶土的空间分布, 也有一定的规律可寻。

需要注意的是, 与 GSCC 淋溶土参比的 CST 中

也有淋溶土纲, 参比后 GSCC 淋溶土总面积的 72.8% 为 CST 淋溶土, 总面积的 27.2% 成为其他 CST 土纲。

除漂灰土外, GSCC 淋溶土的暗棕壤、棕壤、黄棕壤、棕色针叶林土、黄褐土、白浆土土类与系统分类参比结果中都有 CST 淋溶土和雏形土土纲(表 2), CST 淋溶土分别占这 6 个 GSCC 土类面积的 73.1%、77.2%、78.4%、89.1%、69.4%、70.8%, CST 雏形土所占面积比分别为 36.9%、20.4%、19.8%、9.7%、30.6%、29.2%。由此可见这 6 个土类参比后主要归属于 CST 淋溶土和雏形土土纲。

表 2 发生分类淋溶土的土类与系统分类土纲和亚纲的参比结果

Table 2 Reference of GSCG Luvisols to Orders and suborders of CST

土类名称 Groups of GSCC	系统土纲 Orders of CST	系统亚纲 Suborders of CST	面积比 Percentage of subtotal area (%)	土类名称 Groups of GSCC	系统土纲 Orders of CST	系统亚纲 Suborders of CST	面积比 Percentage of subtotal area (%)		
暗棕壤	雏形土	常湿雏形土	0.2	黄棕壤	新成土	正常新成土	1.9		
		潮湿雏形土	1.0			小计	100.0		
		寒冻雏形土	1.0		漂灰土	灰土	正常灰土	100.0	
	湿润雏形土	34.7	小计				100.0		
	淋溶土	常湿淋溶土	2.2			棕壤	雏形土	潮湿雏形土	2.0
		冷凉淋溶土	60.9					干润雏形土	1.5
小计	100.0	湿润雏形土	16.7						
白浆土	雏形土	常湿雏形土	11.8	淋溶土	寒冻雏形土			0.2	
		湿润雏形土	17.4		冷凉淋溶土			3.5	
	淋溶土	冷凉淋溶土	70.8		常湿淋溶土			2.7	
小计	100.0	干润淋溶土	3.2						
黄褐土	雏形土	湿润雏形土	30.6		新成土	湿润淋溶土	67.8		
		淋溶土	干润淋溶土			5.0	正常新成土	2.4	
	小计	100.0	小计	100.0					
黄棕壤	雏形土	常湿雏形土	1.6	棕色针叶林土		雏形土	寒冻雏形土	2.5	
		湿润雏形土	18.2				湿润雏形土	7.2	
	淋溶土	常湿淋溶土	26.0	灰土		正常灰土	1.2		
		湿润淋溶土	52.4		淋溶土	冷凉淋溶土	78.4		
小计	100.0	淋溶土	湿润淋溶土		10.7				
小计	100.0	小计	100.0						

表 3 发生分类淋溶土土类与系统分类土类的参比结果

Table 3 Reference of GSCG Luvisols to Groups of CST

发生土类 Groups of GSCC	系统土类 Groups of CST	面积比 Percentage of subtotal area (%)	发生土类 Groups of GSCC	系统土类 Groups of CST	面积比 Percentage of subtotal area (%)	发生土类 Groups of GSCC	系统土类 Groups of CST	面积比 Percentage of subtotal area (%)
暗棕壤	暗沃冷凉淋溶土	6.2	黄褐土	铁质干润淋溶土	2.7	棕壤	钙质湿润淋溶土	1.3
	淡色潮湿雏形土	1.0		铁质湿润雏形土	12.2		筒育常湿淋溶土	2.7
	筒育常湿雏形土	0.2		铁质湿润淋溶土	28.1		筒育干润雏形土	1.0
	筒育常湿淋溶土	2.2	黏磐湿润淋溶土	14.1	暗沃冷凉淋溶土		3.5	
	筒育寒冻雏形土	1.0	小计	100.0	筒育干润淋溶土		3.2	
	筒育冷凉淋溶土	54.7	黄棕壤	筒育常湿雏形土	1.6		筒育湿润雏形土	14.2
	冷凉常湿雏形土	0.0		筒育常湿淋溶土	25.8		筒育湿润淋溶土	57.2
	冷凉湿润雏形土	34.7		筒育湿润雏形土	17.1		湿润正常新成土	2.4
	小计	100.0	筒育湿润淋溶土	42.5	酸性湿润雏形土		2.5	
白浆土	暗沃冷凉淋溶土	4.2	铝质常湿淋溶土	0.1	铁质湿润淋溶土	9.3		
	筒育冷凉淋溶土	66.3	湿润正常新成土	1.9	筒育寒冻雏形土	0.2		
	筒育湿润雏形土	17.4	酸性湿润雏形土	1.1	小计	100.0		
	冷凉常湿雏形土	11.8	铁质湿润淋溶土	9.9	棕色针叶林土	筒育寒冻雏形土	0.8	
	漂白冷凉淋溶土	0.4	小计	100.0		筒育冷凉淋溶土	78.4	
	小计	100.0	漂灰土	筒育正常灰土		100.0	筒育正常灰土	1.2
黄褐土	筒育干润淋溶土	2.3	小计	100.0	冷凉湿润雏形土	7.2		
	筒育湿润雏形土	18.4	棕壤	淡色潮湿雏形土	2.0	酸性湿润淋溶土	10.7	
	筒育湿润淋溶土	22.1		底锈干润雏形土	0.5	永冻寒冻雏形土	1.7	
小计	100.0	小计	100.0	小计	100.0			

2.3 发生分类淋溶土与系统分类土类和亚类的参比

GSCC 淋溶土参比后分属于 25 个 CST 土类, 其中筒育冷凉淋溶土、筒育湿润淋溶土、冷凉湿润雏形土分别占 GSCC 淋溶土总面积的 30.4%、23.6% 和 13.2%; 筒育湿润雏形土、筒育常湿淋溶土、铁质湿润淋溶土、暗沃冷凉淋溶土、酸性湿润淋溶土在 1.0%~10.0% 之间; 铝质常湿淋溶土、漂白冷凉淋溶土均小于 0.1%; 其余 15 个 CST 土类在 0.1%~1.0% 之间, 它们共占 GSCC 淋溶土总面积的 8.2%。

暗棕壤土类参比后的 CST 土类主要为筒育冷凉淋溶土、冷凉湿润雏形土; 棕壤参比后主要为 CST 筒育湿润淋溶土、筒育湿润雏形土; 黄棕壤参比后主要为 CST 筒育湿润淋溶土、筒育常湿淋溶土、筒育湿润雏形土; 棕色针叶林土参比后主要为 CST 筒育冷凉淋溶土; 漂灰土参比后全部为 CST 筒育正常灰土。其他各 GSCC 土类参比结果详见表 3。

GSCC 淋溶土共有 25 个亚类, 参比后分属于 47 个 CST 亚类。其中普通筒育冷凉淋溶土、普通筒育湿润淋溶土、普通冷凉湿润雏形土 CST 亚类面积分别占 GSCC 淋溶土总面积的 25.5%、21.2%、10.0%; 11 个 CST 亚类面积都在 1.0%~10.0% 之间, 共占 GSCC 淋溶土总面积的 32.1%; 27 个 CST 亚类面积在 1.0%~0.1% 之间, 共占 GSCC 淋溶土总面积的 11.1%; 6 个 CST 亚类面积小于 0.1%, 共占 GSCC 淋溶土总面积的 0.1%。

表 4 列出了 GSCC 淋溶土各个亚类与 CST 亚类的参比统计结果。其中暗棕壤性土、白浆化黄褐土、白浆化棕色针叶林土、表潜棕色针叶林土、黄褐土性土、漂灰土、潜育暗棕壤 7 个 GSCC 亚类参比后归属的 CST 亚类是唯一的。但总体上, GSCC 淋溶土的土类、亚类与 CST 土类、亚类参比并不是一一对应关系, 它们之间相互交叉, 关系十分复杂。

3 结果讨论

3.1 参比后归属于土壤系统分类土类面积标准偏差分析

标准偏差常用来说明样本内部之间的差异程度, 偏差越大, 内部差异也就越大。对某一 GSCC 土类而言, 参比后归属于不同 CST 土类间面积标准偏差越大, 归属的各 CST 土类所占该 GSCC 土类面积

的大小差距越显著, 该 GSCC 土类参比的结果就越相对集中到某个或几个 CST 土类, 这样对于非土壤分类专业人员来讲, 该 GSCC 土类参比也就易于把握。

归属的 CST 土类面积标准偏差分析结果显示, 棕色针叶林土、白浆土、暗棕壤、棕壤、黄棕壤、黄褐土 6 个土类参比后各自归属的 CST 土类面积标准偏差分别为 30.5%、26.7%、20.6%、15.4%、15.2%、9.6%, 而漂灰土假设另有一个归属的 CST 土类, 但面积为零, 那么面积比的标准偏差为 70.7%。因而, 在这 7 个 GSCC 土类中, 漂灰土参比后归属的 CST 土类面积比的标准偏差最大, 棕色针叶林土其次, 这就说明了它们的参比结果比其他 5 个土类相对集中, 反映在 CST 筒育正常灰土是漂灰土参比的唯一归属, 归属于 CST 筒育冷凉淋溶土的棕色针叶林土所占面积比率高达 78.4%。从亚类的参比归属面积的标准偏差分析更能说明这一点。

3.2 参比后归属于土壤系统分类亚类面积的标准偏差分析

表 5 反映了不同 GSCC 亚类参比后归属于 CST 亚类的相对集中程度。潜育暗棕壤、黄褐土性土、白浆化黄褐土、暗棕壤性土、白浆化棕色针叶林土、表潜棕色针叶林土、漂灰土亚类参比后的归属都是唯一的, 假设它们都还归属于另一个 CST 亚类, 但面积为零, 它们的标准偏差均为 70.7%, 这在所有 GSCC 亚类中是最高的, 这说明这 7 个 GSCC 亚类参比后都分别高度集中归属于其对应的 CST 亚类, 因而这些 GSCC 土壤类型的参比最易于把握。草甸白浆土归属 CST 亚类面积比标准偏差也较大, 达到 66.5%, 其次依次是灰化棕色针叶林土、白浆土、灰化暗棕壤, 它们归属的 CST 参比亚类面积比标准偏差分别为 49.7%、46.2%、42.9%, 都分别集中归属于普通筒育正常灰土、漂白筒育冷凉淋溶土、漂白冷凉湿润雏形土 CST 亚类, 归属面积比都在 80% 以上。所以这些 GSCC 亚类的参比也是比较容易把握的。黄褐土、潮棕壤、暗黄棕壤、黏磐黄褐土、暗棕壤、棕壤参比后归属的 CST 亚类面积比标准偏差分别为 13.9%、17.9%、18.3%、18.5%、19.6%、19.9%, 在所有的 GSCC 亚类中比较低, 说明这些 GSCC 亚类的参比后的归属过于分散, 参比的难度较大, 不易于把握。显然, GSCC 亚类参比归属的 CST 亚类面积比标准偏差越低, 该 GSCC 亚类参比就越难于把握。

表 4 发生分类淋溶土亚类与系统分类亚类的参比结果

Table 4 Reference of GSCG Luvisol Subgroups to Subgroups of CST

发生亚类 Subgroups of GSCC	系统亚类 Subgroups of CST	面积比 Percent age of subtotal area(%)	发生亚类 Subgroups of GSCC	系统亚类 Subgroups of CST	面积比 Percent age of subtotal area(%)	发生亚类 Subgroups of GSCC	系统亚类 Subgroups of CST	面积比 Percent age of subtotal area(%)
暗棕壤	暗沃冷凉湿润锥形土	4.0	黄褐土	斑纹筒育湿润淋溶土	19.5	潮棕壤	斑纹筒育干润淋溶土	5.6
	腐殖筒育常湿锥形土	0.2		红色铁质湿润锥形土	5.8		斑纹筒育湿润锥形土	14.0
	腐殖筒育常湿淋溶土	2.7		普通筒育干润淋溶土	5.4		斑纹筒育湿润淋溶土	52.0
	腐殖冷凉常湿锥形土	0.04		普通铁质干润淋溶土	6.3		普通淡色潮湿锥形土	19.7
	普通暗沃冷凉淋溶土	7.5		普通铁质湿润锥形土	22.4		普通底锈干润锥形土	4.8
	普通筒育寒冻锥形土	1.3		普通铁质湿润淋溶土	40.6		普通筒育干润锥形土	3.0
	普通筒育冷凉淋溶土	60.0		小计	100.0		普通筒育湿润淋溶土	0.8
	普通冷凉湿润锥形土	22.3	黄褐土	普通筒育湿润锥形土	100.0		小计	100.0
	石质筒育冷凉淋溶土	2.0	性土	小计	100.0	棕壤	斑纹筒育湿润淋溶土	0.6
	小计	100.0	黏磐黄	斑纹筒育湿润淋溶土	15.7		腐殖-棕色钙质湿润淋溶土	0.7
暗棕壤	普通冷凉湿润锥形土	100.0	褐土	普通筒育湿润锥形土	1.9		普通筒育寒冻锥形土	0.3
	小计	100.0		普通筒育湿润淋溶土	32.5		普通筒育常湿淋溶土	3.8
白浆化	漂白筒育冷凉淋溶土	74.3		普通黏磐湿润淋溶土	45.1		普通筒育干润锥形土	0.7
暗棕壤	漂白冷凉湿润锥形土	25.7		砂姜黏磐湿润淋溶土	4.7		普通暗沃冷凉淋溶土	5.0
	小计	100.0		小计	100.0		普通筒育干润淋溶土	3.8
草甸暗	暗沃冷凉湿润锥形土	4.1	暗黄	腐殖筒育常湿淋溶土	24.6		普通筒育湿润锥形土	0.6
棕壤	斑纹筒育冷凉淋溶土	17.5	棕壤	普通筒育常湿淋溶土	16.2		普通筒育湿润淋溶土	68.0
	斑纹冷凉湿润锥形土	59.9		普通筒育湿润锥形土	0.7		普通酸性湿润锥形土	3.5
	普通淡色潮湿锥形土	18.5		普通筒育湿润淋溶土	48.8		普通铁质湿润淋溶土	13.1
	小计	100.0		普通铁质湿润淋溶土	9.7		小计	100.0
灰化暗	漂白筒育冷凉淋溶土	3.8		小计	100.0	棕壤性土	腐殖-棕色钙质湿润淋溶土	4.9
棕壤	漂白冷凉湿润锥形土	89.3	黄棕壤	腐殖铝质常湿淋溶土	0.5		普通筒育干润锥形土	1.2
	普通暗沃冷凉淋溶土	5.2		普通筒育湿润锥形土	17.8		普通筒育湿润锥形土	74.7
	普通冷凉湿润锥形土	1.7		普通筒育湿润淋溶土	58.2		普通筒育湿润淋溶土	4.7
	小计	100.0		普通湿润正常新成土	6.9		普通湿润正常新成土	14.5
潜育暗	潜育筒育冷凉淋溶土	100.0		普通铁质湿润淋溶土	16.6		小计	100.0
棕壤	小计	100.0		石质筒育湿润淋溶土	0.1	白浆化棕色	有机永冻寒冻锥形土	100.0
白浆土	漂白筒育冷凉淋溶土	82.7		小计	100.0	针叶林土	小计	100.0
	漂白冷凉常湿锥形土	17.3	黄棕壤	腐殖筒育常湿淋溶土	10.6	表潜棕色	有机永冻寒冻锥形土	100.0
	小计	100.0	性土	普通筒育常湿锥形土	8.9	针叶林土	小计	100.0
草甸白	漂白筒育冷凉淋溶土	3.0		普通筒育常湿淋溶土	8.2	灰化棕色	漂白筒育冷凉淋溶土	14.9
浆土	漂白筒育湿润锥形土	97.0		普通筒育湿润锥形土	65.9	针叶林土	普通筒育正常灰土	85.1
	小计	100.0		普通酸性湿润锥形土	6.3		小计	100.0
潜育白	斑纹-漂白筒育冷凉淋溶土	67.5		普通铁质湿润淋溶土	0.2	棕色针	斑纹筒育寒冻锥形土	0.6
浆土	漂白暗沃冷凉淋溶土	29.6		小计	100.0	叶林土	普通筒育寒冻锥形土	0.2
	潜育漂白冷凉淋溶土	2.9	漂灰土	寒冻筒育正常灰土	100.0		普通筒育冷凉淋溶土	80.7
	小计	100.0		小计	100.0		普通冷凉湿润锥形土	7.4
白浆化	普通铁质湿润淋溶土	100.0	白浆化	漂白筒育湿润锥形土	1.5		普通酸性湿润淋溶土	11.0
黄褐土	小计	100.0	棕壤	漂白筒育湿润淋溶土	67.5		小计	100.0
				普通筒育湿润淋溶土	31.0			
				小计	100.0			

表 5 发生分类淋溶土亚类参比后归属于系统分类亚类面积比率的标准偏差统计分析

Table 5 SD statistics of area ratios of GSCG subgroups in CSF subgroups (%)

发生亚类 Subgroups of GSCC	标准偏差 SD	归属的系统亚类个数 Counts of referenced CSF subgroups	发生亚类 Subgroups of GSCC	标准偏差 SD	归属的系统亚类个数 Counts of referenced CSF subgroups
暗黄棕壤	18.3	5	黄褐土性土	70.7 ¹⁾	1
暗棕壤	19.6	9	白浆化黄褐土	70.7 ¹⁾	1
灰化暗棕壤	42.9	4	黏盘黄褐土	18.5	5
白浆化暗棕壤	34.3	2	黄褐土	13.9	6
草甸暗棕壤	24.2	4	暗棕壤性土	70.7 ¹⁾	1
潜育暗棕壤	70.7 ¹⁾	1	黄棕壤性土	24.4	6
黄棕壤	21.7	6	棕壤性土	31.0	5
白浆化棕壤	33.1	3	灰化棕色针叶林土	49.7	2
潮棕壤	17.9	7	棕色针叶林土	34.2	5
棕壤	19.9	11	白浆化棕色针叶林土	70.7 ¹⁾	1
草甸白浆土	66.5	2	表潜棕色针叶林土	70.7 ¹⁾	1
白浆土	46.2	2	漂灰土	70.7 ¹⁾	1
潜育白浆土	32.4	3			

1) 假设另有一个归属的 CST 亚类, 但该亚类面积为 0 Suppose another referenced CST- subgroup exists with area being zero

从 GSCC 土类与 CST 土类、GSCC 亚类与 CST 亚类参比的结果比较来看, 许多 GSCC 亚类参比归属是唯一的, 且亚类与亚类的参比, 归属的 CST 亚类面积比的标准偏差, 几乎都大于土类与土类参比后归属的 CST 土类面积比的标准偏差, 这说明虽然在亚类层次参比时 CST 亚类数目增加, 但参比归属程度相对于土类来说更为集中, 参比的层次越低, 参比的归属就越集中, 参比难度越小, 参比结果越易于把握。通过低层次的参比, 然后再由低层次的土壤类型归纳到级别高的类型中, 高级单元的参比也就变得容易。近年来中国土壤系统分类对基层分类单元- 土系的划分虽已展开不少工作, 但为了使中国土壤系统分类更实用、更易于普及应用, 研究、发展和完善中国土壤系统分类, 特别是基层分类是必要的, 也是十分迫切的。

4 结 论

1) 发生分类淋溶土的总面积为 1 059 757.8 km², 包含暗棕壤、棕壤、黄棕壤、棕色针叶林土、黄褐土、白浆土、漂灰土 7 个土类, 所占面积分别为 GSCC 淋溶土总面积的 36.0%、23.8%、20.8%、10.0%、5.1%、4.3% 和 0.01%, 空间分布规律明显; 参比后归属于中国土壤系统分类的土壤类型空间分布也有

一定规律可寻。

2) 发生分类淋溶土参比后归属于 4 个中国土壤系统分类土纲, 即淋溶土、雏形土、新成土和灰土, 在发生分类淋溶土中它们所占面积比率分别为 72.8%、26.1%、1.0%、0.1%。其中包含中国土壤系统分类的 25 个土类和 47 个亚类。参比中它们之间相互交叉, 参比关系复杂, 不是简单的一对一的关系。

3) 参比后归属的中国土壤系统分类的土类、亚类面积比的标准偏差可用来反映发生分类淋溶土各土类和亚类参比的难易程度和结果可靠程度。从已掌握的统计样本数, 即选用的代表剖面数来看, 参比最易于把握的是发生分类潜育暗棕壤、暗棕壤性土、黄褐土性土、白浆化黄褐土、白浆化棕色针叶林土、表潜棕色针叶林土、漂灰土亚类; 最难把握的是黄褐土、潮棕壤亚类。

4) 土壤参比的单元级别越低, 越易于参比和把握, 而中国土壤系统分类研究只完成了高级单元的划分, 许多 GSCC 土壤类型与系统分类参比的难度较大, 极大地限制了系统分类的应用。为使中国土壤系统分类更实用、更易于普及应用, 开展基层分类的研究工作, 发展和完善中国土壤系统分类是必要的, 也是十分迫切的。

参 考 文 献

- [1] Soil Survey Staff in USDA. Keys to Soil Taxonomy. 6th Ed. Washington: USDA, 1994
- [2] FAO/ISRIC/ISS. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports. Rome: FAO, 1998
- [3] 龚子同. 土壤分类的量化、标准化和国际化. 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类进展. 北京: 科学出版社, 1993. 1~ 6. Gong Z T. The tendency of soil classification, standardization and internationalization. In: Gong Z T. ed. Advance in Chinese Soil Taxonomic Classification (In Chinese). Beijing: Science Press, 1993. 1~ 6
- [4] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索(第三版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001. Research Group and Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Index on Chinese Soil Taxonomy (third version) (In Chinese). Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2001
- [5] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索(修订方案). 北京: 中国农业科技出版社, 1995. Research Group and Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Index on Chinese Soil Taxonomy (second version) (In Chinese). Beijing: Agricultural Science and Technology of China Press, 1995
- [6] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索(首次方案). 北京: 科学出版社, 1991. Research Group and Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Index on Chinese Soil Taxonomy (draft version) (In Chinese). Beijing: Science Press, 1991
- [7] 陈志诚, 赵文君. 海南岛土壤类型——按《中国土壤系统分类(首次方案)》. 见: 周慧珍主编. 海南岛土壤与土地数据库及制图. 北京: 科学出版社, 1994. 10~ 24. Chen Z C, Zhao W J. Soil classification of Hainan Island based on Index for Chinese Soil Taxonomy (draft version). In: Zhou H Z. ed. Soil & Terrain Database and Mapping of Hainan Island (In Chinese). Beijing: Science Press, 1994. 10~ 24
- [8] 龚子同, 陈志诚, 骆国保, 等. 中国土壤系统分类参比. 土壤, 1999, 31(2): 57~ 63. Gong Z T, Chen Z C, Luo G B, *et al.* Soil reference to Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Soils, 1999, 31(2): 57~ 63
- [9] 丁瑞兴, 刘友兆, 孙玉华. 我国亚热带湿润区土壤系统分类参比. 土壤, 1999, 31(2): 97~ 103. Ding R X, Liu Y Z, Sun Y H. Soil reference to Chinese Soil Taxonomy in Subtropical China (In Chinese). Soils, 1999, 31(2): 97~ 103
- [10] 史学正, 陈志诚, 张俊民. 富铁土、淋溶土和锥型土划分的理论依据. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 97~ 102. Shi X Z, Chen Z C, Zhang J M. Basic theory for identification of Ferrosols, Argosols and Cambisols (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1995, 32 (Suppl.) : 97~ 102
- [11] 肖笃宁, 谢志霄. 试论中国淋溶土的成土过程与基本特性. 土壤学报, 1994, 31(4): 403~ 412. Xiao D N, Xie Z X. Discussion on processes and characteristics of Argosols formation in China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1994, 31(4): 403~ 412
- [12] 张洪业, 黄荣金. 建立淋溶土纲后褐土分类的归属. 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类新论. 北京: 科学出版社, 1994. 258~ 263. Zhang H Y, Huang R J. Discussion on the position of Cinnamon Soils after establishment of Alfisol Order. In: Gong Z T. ed. Recent Treatises on Chinese Soil Taxonomic Classification (In Chinese). Beijing: Science Press, 1994. 258~ 263
- [13] 张俊民. 长江中下游淋溶土的特性和系统分类. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 150~ 155. Zhang J M. Characteristics and classification of Alfisols in the mid lower Yangtze River (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1995, 32 (Suppl.) : 150~ 155

CHARACTERISTICS OF REFERENCES BETWEEN GSCC AND CST FOR GSCC LUVISOLS

Yu Dongsheng^{1,2} Shi Xuezheng^{1,2} Wang Hongjie^{1,2} Sun Weixia^{1,2} Du Guohua² Gong Zitong²

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture)

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

Abstract References between the Genetic Soil Classification of China (GSCC) and the Chinese Soil Taxonomy (CST) for GSCC Luvisols were conducted and their quantitative and spatial distribution characteristics within CST were studied, based on 1:1M Soil Database of China, which consists of 3 parts, 1:1M digital soil map, soils profiles attribution database and soil reference system of China. GSCC Luvisols are typical zonal soils with a total area of 1 059 757.8 km², including 7 GSCC Groups, such as Dark Brown Soils (36.0%), Brown Soils (23.8%), Yellow Brown Soils (20.8%), Brown Coniferous Forest Soils (10.0%), Bleached Baijing Soils (4.3%), Yellow Cinnamon Soils (5.1%) and Bleached Podzolic Soils (0.01%), as well as 25 GSCC Subgroups. It can be sorted into 4 CST Orders, Argosols (72.8%), Cambosols (26.1%), Primosols (1.0%) and Spodosols (0.1%), and further into 25 CST Groups and 47 CST Subgroups, making the reference so complicated that there is almost no one to one reference relationship. Analysis of the area ratios and standard deviations of a certain GSCC soil classified by CST showed that the lower the unit for reference, the easier the reference would be. It is clear that Typic Dark Brown Soils can be sorted to Typic BorriUdic Cambosols only, Bleached Yellow Brown Soils to Typic FerrUdic Argosols, Bleached Brown Coniferous Forest Soils and Superficially Gleyed Brown Coniferous Forest Soils to Histic PermiGelic Cambosols, Yellow Cinnamon Like Soils to Typic HapliUdic Cambosols, Typic Bleached Podzolic Soils to Gelic HapliOrthic Spodosols and Gleyed Dark Brown Soils to Gleyic HapliBoric Argosols. In order to make CST more practical and easier to popularize, it is essential and urgent to keep on studying and developing the CST at lower unit level to establish basic soil classification units of CST. The result of the study is of high reference value to proper reference between GSCC and CST and application and development of CST.

Key words Soil reference; Soil classification; Argosols; Luvisols