

DOI: 10.11766/trxb201907270213

王佳佳, 曲潇琳, 龙怀玉, 刘威. 河北省雏形土土系概况[J]. 土壤学报, 2020, 57 (5): 1311–1318.

WANG Jiajia, QU Xiaolin, LONG Huaiyu, LIU Wei. Survey of Cambisol Series in Hebei Province, China [J]. Acta Pedologica Sinica, 2020, 57 (5): 1311–1318.

## 河北省雏形土土系概况\*

王佳佳<sup>1</sup>, 曲潇琳<sup>2</sup>, 龙怀玉<sup>3†</sup>, 刘威<sup>4</sup>

(1. 城市与区域生态国家重点实验室, 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 农业农村部耕地质量监测保护中心, 北京 100125; 3. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 4. 清水源(上海)环保科技有限公司, 上海 200000)

**摘要:** 为从整体上了解河北省雏形土的特点, 基于科学出版社 2017 年出版的《中国土系志·河北卷》中 61 个雏形土的土系信息, 总结分析了其剖面形态特征、土壤理化性质测试数据、分类信息、农业生产性能等。其结果为: (1) 雏形土在河北省内任何地域均存在, 是河北省分布面积最广的土壤类型; (2) 61 个土系隶属于 3 个亚纲、8 个土类、15 个亚类和 52 个土族; (3) 不同土系的剖面形态特征和理化性质差异较大; (4) 河北省雏形土养分肥力普遍较低, 农业生产性能宽广, 高中低产土壤皆有。目前河北雏形土土族、土系存在明显的过渡划分而不利于指导农业生产, 建议对土族、土系的划分方法和划分指标做适当的修改。

**关键词:** 雏形土; 剖面特征; 成土特点; 肥力特征; 生产性能

**中图分类号:** S155.3      **文献标志码:** A

## Survey of Cambisol Series in Hebei Province, China

WANG Jiajia<sup>1</sup>, QU Xiaolin<sup>2</sup>, LONG Huaiyu<sup>3†</sup>, LIU Wei<sup>4</sup>

(1. State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 2. Center of Cultivated Land Quality Monitoring and Protection, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Beijing 100125, China; 3. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 4. Qingshuiyuan (Shanghai) Environmental Technology Co., Ltd, Shanghai 200000, China)

**Abstract:** In order to explore characteristics of cambisols as a series in Hebei Province, data of the series, containing 61 types of cambisols, were cited from the “Hebei Volume - Soil Series of China” published by the Science Press in 2017 for collation and analysis of morphological features of the soil profiles, basic soil physico-chemical properties, classification information, and agricultural performances. Results show: (1) cambisols were found almost everywhere in the province and the largest in distribution area; (2) the 61 types of cambisols could be sorted into 3 soil suborders, 8 soil groups, 15 soil subgroups and 52 soil families; (3) the cambisols varied quite significantly in profile morphology and soil physico-chemical properties; and (4) the cambisols were generally quite low in fertility and widely agricultural production performance, and varied in productivity, high, middle or low in yield. At present, the division of obvious transitions between soil families and soil series for cambisols in Hebei

\* 国家科技基础性工作专项 (2014FY110200A07) 资助 Supported by the Basic Work of the Ministry of Science and Technology of China (No.2014FY110200A07)

† 通讯作者 Corresponding author, E-mail: hylong@caas.ac.cn

作者简介: 王佳佳 (1989—), 女, 黑龙江人, 博士研究生, 研究方向为土壤地理学。E-mail: jjiajia19202080@163.com

收稿日期: 2019-07-27; 收到修改稿日期: 2019-12-26; 优先数字出版日期 (www.cnki.net): 2020-03-09

is not conducive to guiding agricultural production. It is suggested that proper amendments should be made to the methods or criteria for division of soil families and soil series.

**Key words:** Cambisols; Profile features; Pedogenetic features; Fertility characteristics; Production performance

土壤是在气候、母质、生物、地形和时间等成土因素综合作用下形成的<sup>[1]</sup>。土壤分类是土壤科学的理论基础和发展水平的重要标志,对识别土壤类型、特性和可持续利用具有重要作用<sup>[2-3]</sup>。自 20 世纪 70 年代以来,我国土壤分类逐渐从定性为主的发生分类转向更为定量化、标准化和国际化的系统分类<sup>[4-5]</sup>。我国土壤系统分类研究始于 20 世纪 80 年代中期,经多次修订和完善后形成了以诊断层、诊断特性为基础的中国土壤分类<sup>[6]</sup>。

在中国土壤分类系统中,雏形土多指发育程度低或仅具雏形层的土壤。河北省是雏形土的广泛分布区,科学出版社 2017 年出版的《中国土系志·河北卷》<sup>[7]</sup>中记载的 162 个典型土系中,有 61 个(占 37.65%)属于雏形土土纲。

已有研究表明即使在同一区域内,雏形土剖面特征和理化性质也会存在差异<sup>[8-10]</sup>,如李英年<sup>[11]</sup>认为海拔高度相同且距离相近,但坡向不同的寒冻雏形土,其 0~50 cm 层次土温表现为南坡>滩地>北坡;曹广民等<sup>[12]</sup>认为由于有机质和容重的影响,青海省的暗沃寒冻雏形土持水能力高于相近的草毡寒冻雏形土。

本研究依据中国土壤系统分类成果<sup>[13]</sup>,系统综合分析了《中国土系志·河北卷》<sup>[7]</sup>中的 61 个雏形土土系的成土环境、成土过程、剖面形态特征和理化性质测试数据等,旨在全面概括了解河北省雏形土的特点,为确保土壤资源的可持续利用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 河北省概况

河北省环抱首都北京,地处 113°27'~119°50'E, 36°05'~42°40'N 之间,总面积 18.85 万 km<sup>2</sup>,全省地势西北高、东南低。地貌复杂多样,有坝上高原、燕山和太行山山地、山前冲洪积平原、中部湖积平

原和滨海平原。属温带大陆性季风气候,年均日照时数 2 303 h,无霜期 81~204 d,降水量 484.5 mm。

### 1.2 基础信息来源

河北省雏形土土系信息来自科学出版社 2017 年出版的《中国土系志·河北卷》<sup>[7]</sup>,其中 61 个雏形土土系的典型剖面空间分布见图 1,其空间分布覆盖了承德市、保定市等 12 个市的部分辖区。

### 1.3 基础信息统计分析

采用 Microsoft Excel 2016 进行相关统计分析。

## 2 结 果

### 2.1 河北省雏形土土系空间分布

土系是发育在相同母质上,具有类似剖面土层排列的一组土壤<sup>[14]</sup>。河北土系调查的采样点分布在不同土壤类型、地貌类型、地质类型、气候类型、土地利用类型等因素的景观组合体上<sup>[7]</sup>。因此,典型样点的空间分布位置可以体现土壤类型的空间分布特点,典型样点数与总典型样点数的比可以反映该土壤类型的面积占比。《中国土系志·河北卷》<sup>[7]</sup>共鉴定出土系 162 个,其中 61 个雏形土,多于其他土纲的土系数,对比图 1 和《中国土系志·河北卷》<sup>[7]</sup>中典型样点分布图,推断雏形土是河北分布面积最广的土壤,且任何地域均有存在,粗略估计其面积占比约 38%。

### 2.2 河北省雏形土土系成土因素

(1) 成土母质 包括冲积-洪积物(33 个,占 54.1%)、残积-坡积物(20 个,占 32.8%)、黄土状母质(6 个,占 9.8%)、风积物和湖积物(各 1 个),分布情况见图 1。

(2) 地形地貌 海拔介于 0~1 800 m,呈现出由北向南、由西向东降低的趋势(图 1);地形有高山(1 个)、中山(14 个)、低山(16 个)、高丘(2 个)、低丘(2 个)、山麓平原(1 个)、冲积平原(24 个)和湖成平原(1 个)。

(3) 土地利用类型 有水田 (1 个)、旱地 (18 个)、自然草地 (12 个)、果园和沼泽地 (各 1 个)、水浇地 (9 个)、林地 (11 个)、灌木林地 (1 个) (图 1)。

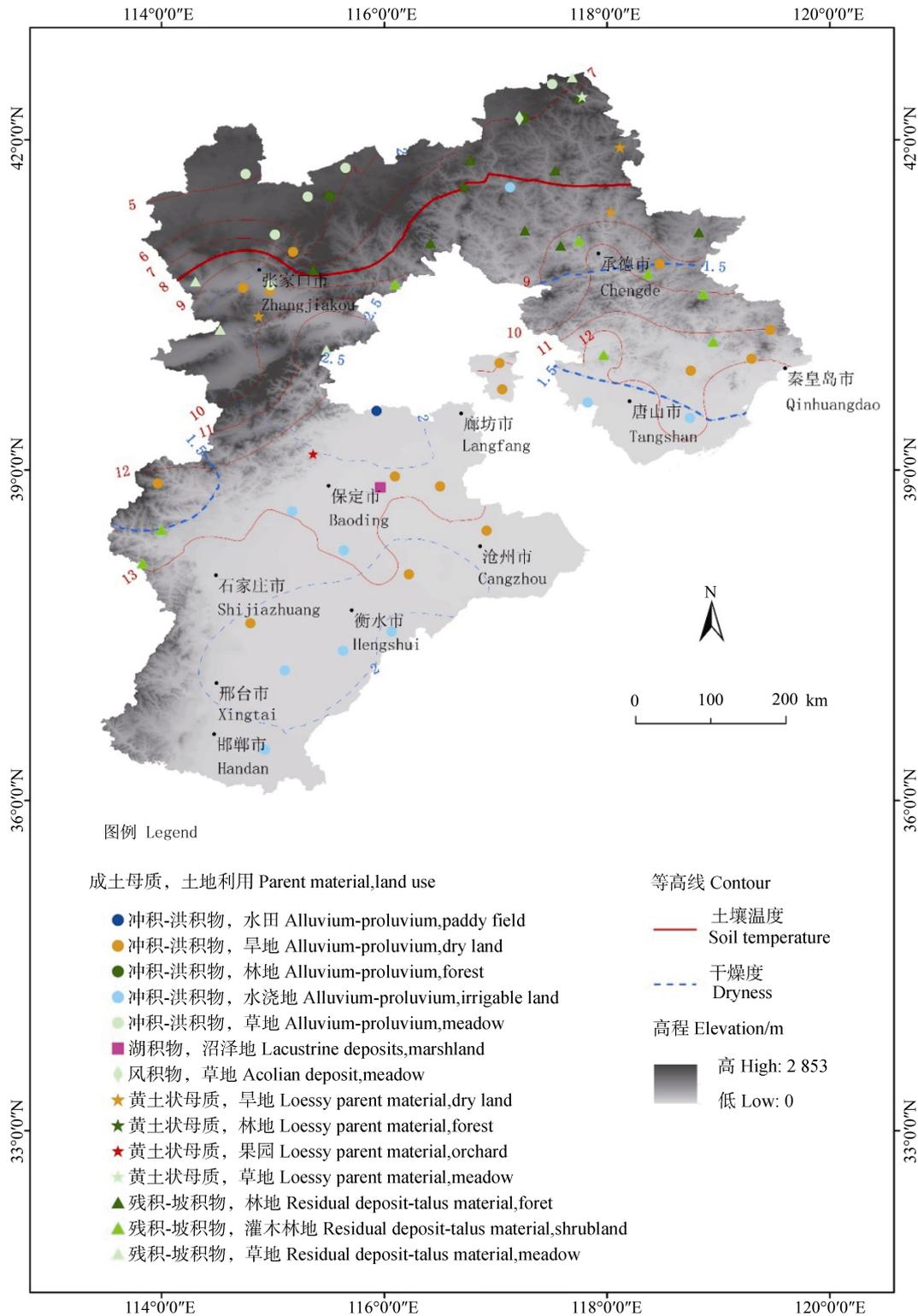


图 1 61 个锥形土土系的典型剖面及成土因素空间分布图

Fig. 1 Typical profiles of the 61 cambosol series and spatial distribution of their soil-forming factors

(4) 气候和气象 气候带有暖温带(28个)、中温带(33个),干湿区包括半干旱区(37个)和半湿润区(24个)。年均气温 $-0.5\sim 13.9^{\circ}\text{C}$ ,降水量 $393\sim 682\text{ mm}$ ,干燥度 $0.9\sim 2.8$ 。以半干润土壤水分状况为主,东部和西部极少地区属湿润土壤水分状况;50 cm 土层温度 $3.1\sim 14.4^{\circ}\text{C}$ ,由北向南呈增加趋势,冷性较温性土壤温度分布面积更大(图1)。

### 2.3 剖面形态特征

(1) 土壤颜色较多,色调、明度和彩度多变。颜色以浊黄棕色(占土层总数的13%,下同)、棕色(12%)、黑棕色(10%)和暗棕色(9%)为主;色调以10YR(占土层总数的48%,下同)、7.5YR(22%)和2.5YR(13%)为主。

(2) 土壤结构多为块状、团块状、团粒状和棱块状。多数土层仅存在一种土壤结构,如棱块状结构(占土层总数的27%,大小介于 $2\sim 10\text{ cm}$ ,下同)、块状结构(15%, $1\sim 8\text{ cm}$ )、团块状结构(14%, $0.5\sim 5$ )、团粒状结构(7%, $1\sim 10\text{ mm}$ )、棱柱状结构(3%, $2\sim 10\text{ cm}$ );片状结构(2%)、无结构(11%);其余土层中出现两种结构共存现象。

(3) 新生体多为铁锰物质、碳酸钙和二氧化硅等。52%的雏形土土系和33%土层可见铁锰锈纹锈斑,丰度多在 $10\%\sim 20\%$ ;28%土系和3%土层出现铁锰胶膜,丰度差异较大,位于结构体表面,对比度显著;2%土层结构体表面可见粉粒胶膜,丰度多

在 $2\%\sim 5\%$ ,50%的对比度模糊,其余显著或明显;少数土层出现铁锰结核(9%)、碳酸钙假菌丝体(5%)、 $\text{CaCO}_3$ 粉末(1%)、 $\text{SiO}_2$ 粉末(2%)等矿质瘤状结核。

(4) 石灰性反应普遍存在。所有雏形土土系均存在石灰反应,其中反应强度为极强、强、中、弱的分别占土层总数的16%、46%、18%、20%。

### 2.4 理化性质

(1) 机械组成 以粉粒含量最高,其次为砂粒含量(见图2和表1)。纵向剖面上砂粒、粉粒、黏粒呈增加和减少趋势的剖面数基本相等。与表

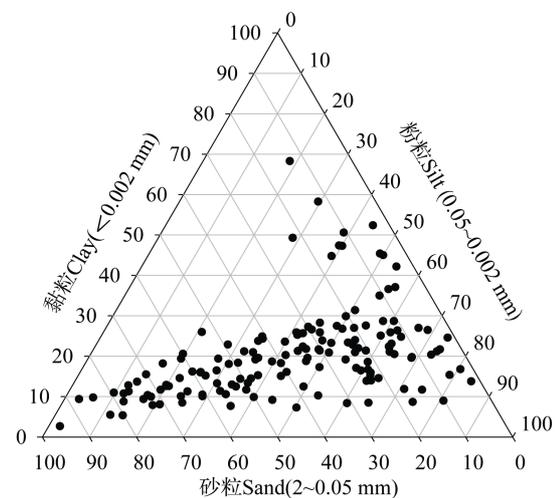


图2 61个雏形土土壤机械组成图

Fig. 2 Particle size composition of the 61 cambisols series

表1 表土层/表下层土壤的基本理化性质

Table 1 Basic physical-chemical properties of the surface/subsurface soil

	最小值 Min value	最大值 Max value	平均值 Mean	样本数 Sample size	方差 Variance	变异系数 CV
pH	4.6/4.4	9.1/9.7	7.5/7.7	61/153	1.01/0.97	13.5/12.8
有机碳 SOC/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	2.6/0.6	42.1/36.2	12.8/6.1	61/153	76.3/31.1	68.5/92.2
全氮 Total N/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	0.2/0.1	2.6/2.3	1.0/0.5	61/153	0.34/0.13	57.2/69.0
有效磷 AP/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	0.9/0.5	108.6/26.3	11.7/4.0	61/153	365/17.5	162.8/103.8
速效钾 AK/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	48.1/7.6	526.8/296.1	136.4/96.3	61/153	5582.8/2892.3	54.8/55.8
CEC/ ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	6.6/2.5	51.2/56.3	19.3/17.3	61/153	72.0/79.5	44.0/51.6
碳酸钙 $\text{CaCO}_3$ / ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	1.9/0.1	232.2/266.8	47.0/58.3	32/99	2630/2777.4	109.2/90.3
砂粒 Sand/%	5.0/1.5	80.2/94.9	40.2/36.1	61/153	440.8/547.6	52.2/64.8
粉粒 Silt/%	12.4/2.5	70.2/84.4	40.2/43.7	61/153	272.9/369.6	41.1/43.9
黏粒 Clay/%	5.3/2.6	49.2/68.2	19.6/20.1	61/153	73.7/108.9	43.8/51.8

注:表中“/”前的数据代表表土层土壤的基本理化性质,“/”后的数据代表表层以下土层的土壤基本理化性质。Note: The data before “/” in the table represent basic physico-chemical properties of the surface soil, and the data after “/” basic physico-chemical properties of the subsurface soil.

层相比, 第 2、3、4 发生层中分别有 43%、48%、50% 剖面的砂粒含量增加; 58%、48%、39% 剖面的粉粒含量增加; 55%、56%、43% 剖面的黏粒含量增加。

(2) 土壤质地 囊括了除粉砂质黏土外的其他 USDA 质地类型, 从多到少分别为粉砂壤土(占土层总数 30.3%, 下同)、壤土(28%)、砂质壤土(23.2%)、粉砂黏壤土(4.7%)、粉砂质黏土(3.3%)、壤质砂土和黏土(各占 2.8%)、砂质黏壤土(2.4%)、黏壤土(1.4%)、粉砂土和砂土(各占 0.5%)。可见河北省锥形土质地以壤土为主(90%), 其次为黏土(6.2%)和砂土(3.8%), 而粉土很少。

(3) pH 76% 的土层呈中性或偏碱性, pH 总体上偏碱性。

(4) 有机碳 有机碳含量为  $0.6 \sim 42.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 54% 的剖面表层有机碳含量较高, 大于  $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (见表 1), 随着剖面深度增加总体呈减少趋势。第 2、3、4 个发生层有 88%、86%、86% 的土层含量较表层低。表下层较表土层高的原因: ①埋藏土壤腐殖质层, 如九神庙系、碾子沟系、后小脑包系、端村系; ②人为粗放耕作或放牧, 导致耕层土壤退化, 如侯营坝系、三间房系、乔家宅系、西直沃系; ③自然规律, 在草原草甸植被下, 土壤有机碳的重要来源是死亡根系, 剖面有机碳含量往往呈现大肚子型, 表下层含量最高, 如红松洼顶系。

(5) 全氮 全氮含量为  $0.1 \sim 2.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 变异程度较大(表 1)。随剖面深度增加总体呈递减趋势, 第 2、3、4 个发生层分别有 86.7%、86%、92.9% 的土层较表层减少, 平均减少量为  $0.45 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.54 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.53 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。土壤全氮和有机碳呈正相关。

(6) 有效磷 有效磷含量为  $0.5 \sim 108.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 变幅较大(表 1)。随剖面深度增加总体呈递减趋势, 第 2、3、4 个发生层分别有 76.7%、74%、67.9% 较表层降低。

(7) 速效钾 速效钾含量为  $7.6 \sim 526.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 变异程度较大(见表 1)。随剖面深度增加总体呈递减趋势, 但相比表层, 第 2、3、4 个发生层分别有 16.7%、18.0%、21.4% 的土层速效钾含量增加, 平均增加量为  $27.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $20.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $31.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

(8) 碳酸钙 碳酸钙含量为  $0.1 \sim 266.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 差异较大(见表 1)。随剖面深度增加, 碳酸钙含

量总体呈增加趋势, 26% 的剖面不含碳酸钙或含量较低。

## 2.5 成土过程

(1) 腐殖质积累过程 41% 的土层发生了腐殖质积累过程, 积累形态以暗色腐殖质层、淡色腐殖质层和淡色耕作层为主。

(2) 碳酸钙积聚过程 36% 的锥形土土系和 16% 的土层存在碳酸钙积聚过程, 部分土层出现砂姜(占土层总数的 5%, 下同)、碳酸钙假菌丝体(6%)和碳酸钙粉末(3%)。

(3) 氧化还原过程 氧化还原过程较为普遍, 57% 的锥形土土系和 42% 的土层存在氧化还原特征, 形态上多表现为绣纹锈斑。

## 2.6 诊断层和诊断特性

(1) 诊断层 诊断表层有淡薄表层(47 个)和暗沃表层(14 个), 诊断表下层有锥形层(59 个)、钙积层(8 个)和漂白层(3 个)。

(2) 诊断现象 有钙积现象(9 个)、钠质现象(5 个)、碱积现象(3 个)、盐积现象(3 个)和水耕现象(2 个)。

(2) 诊断特性 出现的诊断特性, 分别为氧化还原特征(30 个)、石灰性(15 个)、石质接触面(9 个)、准石质接触面(3 个)、均腐殖质特性和砂质沉积物岩性特征(各 2 个), 其余为冻融特征、红色砂页岩岩性、潜育特征、碳酸盐岩岩性特征、盐基不饱和(各 1 个)。

(3) 土壤温度状况 温性(42 个)和冷性(19 个)两种土壤温度状况。

(4) 土壤水分状况 有半干润土壤水分状况(31 个)、潮湿土壤水分状况(26 个)、湿润土壤水分状况(2 个)以及常潮湿土壤水分状况和人为滞水土壤水分状况(各 1 个)。

## 2.7 土族鉴别特征

(1) 颗粒大小级别 有黏壤质(16 个)、壤质(16 个)、砂质(11 个)、粗骨壤质(5 个), 黏质、粗骨质和粗骨黏壤质(各 3 个), 黏质盖黏壤质、砂质盖粗骨质、壤质盖粗骨壤质和粗骨壤质盖粗骨质(各 1 个)。

(2) 土壤酸碱反应 有石灰性(34 个)、非酸性(26 个)和铝质(1 个)。

(3) 矿物学类型 有硅质混合型(39 个)、混合型(13 个)、长石型(4 个)、伊利石型(2 个),

以及蛭石混合型、蒙脱石混合型和长石混合型（各 1 个）。

（4）土壤温度状况 同前。

## 2.8 系统分类

61 个雏形土土系包括 3 个亚纲、8 个土类和 15 个亚类，亚类名称分别为普通筒育干润雏形土（含 18 个土族、22 个土系），普通淡色潮湿雏形土（含 9 个土族、9 个土系），石灰淡色潮湿雏形土（含 4 个土族、7 个土系），普通暗沃干润雏形土（含 4 个土族、6 个土系），普通暗色潮湿雏形土（含 4 个土族、4 个土系），斑纹筒育湿润雏形土（含 3 个土族、3 个土系），漂白筒育湿润雏形土（含 2 个土族、2 个土系），以及水耕淡色潮湿雏形土、弱盐砂姜潮湿雏形土、普通砂姜潮湿雏形土、普通底锈干润雏形土、漂白暗色潮湿雏形土、钙积暗沃干润雏形土、斑纹冷凉湿润雏形土、暗沃冷凉湿润雏形土（各含 1 个土族和 1 个土系）。就各土族中包含的土系数量而言，有 1 个土族包含 3 个土系，7 个土族包含 2 个土系，其余 44 个土族分别仅包含 1 个土系。

根据全国第二次土壤普查养分分级标准<sup>[15]</sup>，河北省雏形土 61 个剖面表土层有机质 1~6 级的个数分别为 4、7、7、22、16 和 5 个，全氮 1~6 级的个数分别为 6、4、12、19、13 和 7 个，有效磷 1~6 级的个数分别为 4、4、12、9、12 和 20 个，速效钾 1~5 级的个数分别为 6、12、25、15 和 3 个。仅从土壤养分来看，雏形土养分肥力普遍较低。

## 2.9 农业生产性能

既有剖面质地“上粗下细”、集中了黏土与壤土优点的蒙金土（如淑阳系、文庄系、宋官屯系），也有“上壤下砂”、难以保水保肥的低产土壤（如南十里铺系、阳台系）；既有土层薄、砾石多的不宜农用土壤（如草碾华山系、滚龙沟系、楼家窝铺系），也有土层深厚、适种性广的高产土壤（如南张系、南申庄系、曹家庄系）。即河北雏形土的农业生产性能宽广，既有高产土壤，也有低产土壤。

## 2.10 土系与发生分类土种的对应关系

系统分类的土族、土系和发生分类的土种、变种均是旨在面向生产运用的，61 个雏形土土系对应 49 个土种，有 9 个土种对应 $\geq 2$  个土系，其中“黏

层壤质潮土”土种对应着 4 个土系，“黄土状褐土”土种对应着 3 个土系，厚腐厚层粗散状棕壤性土、中层粗散状栗褐土、中性粗骨土、壤层砂质洪冲积潮棕壤、壤质非石灰性潮土、壤质洪冲积潮褐土、砂层壤质潮土土种均分别对应着 2 个土系。即有 65.5% 的雏形土土系和土种是一对一关系，而 34.5% 土系和土种是多对一关系。

## 3 讨 论

系统分类中土族和土系是用来指导实际生产的<sup>[13]</sup>。然而，河北雏形土普遍存在“相同土族生产性能相差巨大”、“不同土族生产性能极为相似”的现象，例如李土系和乔家宅系的剖面形态、质地构型等基本一致，皆因为“土层深厚，质地砂黏适中，土壤通透性好，耕性良，适耕期长，保肥保水能力较好，适种作物面广”而属于高产土壤，却不在同一亚纲。又例如淑阳系和阳台系同属于“石灰淡色潮湿雏形土”亚类，但淑阳系因为“质地上粗下细，有较好的保墒能力，土壤透水性能较好，不易涝。耕作层团块状结构，疏松多孔，耕性好，供肥性能好”属高产土壤；阳台系因为“上壤下砂，较薄壤土层下砂层较厚，保水保肥能力差”属中低产土壤。造成以上情况的原因如下：

其一，现有土族是高级分类单元—亚类的续分，高级分类考虑的是土壤发生发育规律，关注的重点是土壤物质迁移与转化和成土条件，据此设定的分类指标与农业生产性能的关系并不密切或明了。比如黏粒胶膜体现了黏粒的淋溶淀积过程，是划分黏化层的主要依据之一，但未见黏粒胶膜与生产性能相关联的文献。显然高级分类中许多分类指标并未考虑生产运用性，如将亚类续分成土族，生产非关联性必然会继承到土族中，造成现有土族、土系划分过细。本研究中的河北雏形土剖面被划分成了 52 个土族、61 个土系，根据《中国土系志·河北卷》<sup>[7]</sup>中的利用性能综述，这 61 个土系的生产性能归并为高产田、中产田、低产田、优质林草地、中等林草地、较差林草地、优质湿地等类别，类别数目远少于土族、土系的数目，因此土族、土系划分的过细并不利于指导农业生产。

其二，现有土族的划分指标不尽合理。现有土

族划分指标中, 颗粒大小、土壤酸碱反应、矿物类型指标值可以准确测定和掌握, 对农业生产的影响作用也被认可<sup>[16]</sup>。而土壤温度指标测定方法复杂, 多数研究利用气象数据空间差值的方法推定, 插值方法不同获得的结果可能存在差异<sup>[17-18]</sup>。其实土温对生产性能的影响体现的是气候的影响, 易从农业区划相关资料中查询, 不一定非要从土壤分类中获取。此外, 如前所述, 河北锥形土具有 11 种颗粒大小级别、3 种土壤酸碱反应、7 种土壤矿物学类型, 它们的组合有 29 个, 土温指标值仅有 2 个, 如增加土温, 土族分类指标组合则增加至 35 个, 即土温单个指标值的平均土族分异贡献率达到了 8.6%, 其他 3 个指标贡献率为 4.1%。显然, 土壤温度显著增加了土族数量, 却并未增加生产性能评价的精确度。

针对以上情况, 为提高土族、土系的生产实用性, 建议对二者的划分体系做两点改良: (一) 将土族、土系与高级分类脱钩, 避免因高级分类的不同而将生产性能相同或相近的土壤划分成不同的土族、土系, 或将高级分类作为修饰成分置于土族、土系之前, 这样既能充分利用高级分类中土壤发生发育信息, 体现系统分类所具有的诊断化、量化、分类准确等方面的突出优点, 又能一定程度上克服生产利用性不够的缺点; (二) 在土族划分指标中取消土壤温度这个不易客观准确掌握的指标, 将其整合到高级分类单元中, 只保留可以客观准确测定的土壤颗粒大小级别、土壤酸碱反应、矿物学类型。

## 4 结 论

河北锥形土形成条件复杂, 剖面特征差异大, 理化性质多变, 成土过程多样, 诊断层类型较少, 诊断特性较多, 土壤温度状况类型少, 土壤水分状况类型较多, 养分肥力普遍较低, 锥形土土系和土种有一对一和多对一的关系。从生产利用来看, 河北锥形土土族、土系存在明显的过渡划分而不利于指导农业生产, 建议: (一) 将土族、土系与高级分类脱钩, 避免因高级分类的不同而将生产性能相同或相近的土壤划分成不同的土族、土系; (二) 在土族划分指标中取消土壤温度这个不容易客观准确掌握的指标, 将之整合到高级分类单元中, 保留可以客观准确测定的土壤颗粒大小级别、土壤酸碱反应、矿物学类型。

## 参考文献 (References)

- [ 1 ] Bayat H, Kolahchi Z, Valaey S, et al. Iron and magnesium nano-oxide effects on some physical and mechanical properties of a loamy Hypocalcic Cambisol[J]. *Geoderma*, 2019, 335: 57—68.
- [ 2 ] Zhu H J. Chinese soil classification from qualitative to quantitative development-Review a new book named “the soil genesis and classification evaluation system” written by Gong Zitong[J]. *Soils*, 2008, 40 ( 2 ) : 327—328. [朱鹤健. 中国土壤分类从定性向定量发展-龚子同教授等著《土壤发生与系统分类》评介[J]. *土壤*, 2008, 40 ( 2 ) : 327—328.]
- [ 3 ] Li J, Long H Y, Zhang Y Z, et al. Attribution of salt-affected soils in north Hebei in Chinese soil taxonomy[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2013, 50 ( 6 ) : 1071—1081. [李军, 龙怀玉, 张杨珠, 等. 冀北地区盐碱化土壤系统分类的归属研究[J]. *土壤学报*, 2013, 50 ( 6 ) : 1071—1081.]
- [ 4 ] Qu X L, Long H Y, Xie P, et al. Genetic characteristics and classification of typical sierozem in central Ningxia, China[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2018, 55 ( 1 ) : 75—87. [曲潇琳, 龙怀玉, 谢平, 等. 宁夏中部地区典型灰钙土的发育特性及系统分类研究[J]. *土壤学报*, 2018, 55 ( 1 ) : 75—87.]
- [ 5 ] Soil Survey Staff, NRCS, USDA, Soil series classification Data-base. <http://soils.usda.gov/technical/classification/sefile/in-dex.html>.
- [ 6 ] Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Keys to Chinese Soil Taxonomy[D]. 3rd ed. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2001. [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) [D]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001.]
- [ 7 ] Long H Y, Lei Q L. Soil Series of China, Hebei Volume [M]. Beijing: Science Press, 2017. [龙怀玉, 雷秋良. 中国土系志·河北卷[M]. 北京: 科学出版社, 2017.]
- [ 8 ] Ci E, Tang J, Lian M S, et al. Higher category partition for purple soils in Chongqing in Chinese soil taxonomy[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2018, 55 ( 3 ) : 569—584. [慈恩, 唐江, 连茂山, 等. 重庆市紫色土系统分类高级单元划分研究[J]. *土壤学报*, 2018, 55 ( 3 ) : 569—584.]
- [ 9 ] An H Y, Long H Y, Liu Y, et al. Taxonomic classification of the typical soils on Bashang Plateau of Chengde[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2013, 50 ( 3 ) : 448—458. [安红艳, 龙怀玉, 刘颖, 等. 承德市坝上高原典型土壤的系统分类研究[J]. *土壤学报*, 2013, 50 ( 3 ) : 448—458.]

- [ 10 ] Hu J, Ci E, Wang S F, et al. Characteristics and classification of soil developed by pleistocene sediments in Chongqing[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2020, 57(2): 273—283. [胡瑾, 慈恩, 王术芳, 等. 重庆市更新统沉积物发育土壤的特性及分类[J]. *土壤学报*, 2020, 57(2): 273—283.]
- [ 11 ] Li Y N. The ground temperature and diagnosis features of the Mat-Cryic Cambisols at different topographic position in Haibei area[J]. *Journal of Mountain Science*, 2001, 19(5): 408—412. [李英年. 祁海山海北寒冻锥形土不同地形部位的地温状况及诊断特性[J]. *山地学报*, 2001, 19(5): 408—412.]
- [ 12 ] Cao G M, Li Y N, Bao X K. Water-retention characters of the Mat-Cryic Cambisols at alpine region[J]. *Soils*, 1998, 30(1): 27—30, 46. [曹广民, 李英年, 鲍新奎. 高寒地区寒冻锥形土的持水特性[J]. *土壤*, 1998, 30(1): 27—30, 46.]
- [ 13 ] Zhang G L, Wang Q B, Zhang F R, et al. Criteria for establishment of soil family and soil series in Chinese Soil Taxonomy[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2013, 50(4): 826—834. [张甘霖, 王秋兵, 张凤荣, 等. 中国土壤系统分类土族和土系划分标准[J]. *土壤学报*, 2013, 50(4): 826—834.]
- [ 14 ] Zhang G L. Research of soil series and cartographic representations[M]. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2000. [张甘霖. 土系研究与制图表达[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社. 2000.]
- [ 15 ] Zheng Q, Wang H J, Lü X, et al. Comprehensive method for evaluating soil quality in cotton fields in Xinjiang, China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2018, 29(4): 1291—1301. [郑琦, 王海江, 吕新, 等. 新疆棉田土壤质量综合评价方法[J]. *应用生态学报*, 2018, 29(4): 1291—1301.]
- [ 16 ] An H Y, Long H Y, Zhang R L, et al. The belonging of 5 representative genetic soil profiles in the north of Hebei in Chinese Soil Taxonomy[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2012, 35(4): 25—32. [安红艳, 龙怀玉, 张认连, 等. 冀北山地 5 个土壤发生学分类代表性剖面在系统分类中的归属研究[J]. *河北农业大学学报*, 2012, 35(4): 25—32.]
- [ 17 ] Wang H Y, Ma J J, Sun X H, et al. Research on prediction model of soil water and heat dynamic based on BP Neural Network[J]. *Water Saving Irrigation*, 2017(7): 11—15, 27 [王宏宇, 马娟娟, 孙西欢, 等. 基于 BP 神经网络的土壤水热动态预测模型研究[J]. *节水灌溉*, 2017(7): 11—15, 27]
- [ 18 ] Hou J H, Li Q, Xu X J, et al. Prediction model for soil temperature by statistical regression of air temperature[J]. *Journal of Zhejiang forest Science & Technology*. 2015, 35(5): 55—59. [侯建花, 李桥, 徐小军, 等. 利用气温进行统计回归预测土温[J]. *浙江林业科技*, 2015, 35(5): 55—59.]

(责任编辑: 檀满枝)