

# 冀北地区盐碱化土壤系统分类的归属研究\*

李 军<sup>1,2,3</sup> 龙怀玉<sup>2†</sup> 张杨珠<sup>1</sup> 雷秋良<sup>2</sup> 穆 真<sup>2</sup> 安红艳<sup>2</sup>

(1 湖南农业大学资源环境学院,长沙 410128)

(2 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所,北京 100081)

(3 长沙华时捷环保科技发展有限公司,长沙 410013)

**摘 要** 采用《中国土壤系统分类(第三版)》和《中国土壤系统分类——土族与土系建立原则与标准(试用稿)》对冀北地区 7 个盐碱化土样进行了分类,共划分了 4 个土纲,6 个亚纲,6 个土类,7 个亚类,建立了平地脑包系等 7 个土系。研究结果表明,系统分类亚类与发生分类亚类参比并无对应关系;部分盐碱化土壤并未在系统分类高级单元中体现盐碱特征,而在基层分类中对盐分含量和积累位置进行补充,表明系统分类的划分指标要求更严格,分类更标准。最后讨论了盐碱化土壤诊断层、诊断特性和土壤分析方法的确定等问题。

**关键词** 系统分类;土系;盐碱化;冀北地区;诊断层;诊断特性

**中图分类号** S155.3 **文献标识码** A

土壤是人类赖以生存的自然资源<sup>[1]</sup>,因土壤的形成与发育受气候、母质、地形、生物以及成土年龄五大主要因素影响<sup>[2]</sup>,在不同经纬度和海拔上土壤资源的分布和属性具有一定的差异。土壤分类是土壤科学的理论基础和发展水平的重要标志,在土壤资源开发、利用、保护以及国际交流中起到了重要作用<sup>[3]</sup>。随着科学研究的深入和研究方法的进步,我国土壤分类也在不断地发展<sup>[4]</sup>,出版了《中国土壤系统分类》<sup>[5]</sup>,标志着具有中国特色的土壤系统分类体系建立了。土壤系统分类是以诊断层和诊断特性为基础,以发生学理论为指导,面向世界与国际接轨,充分注意我国特色的定量的分类体系,在国内得到广泛应用<sup>[6]</sup>。我国土壤系统分类的早期主要集中在高级单元的研究,近年来也出现了较多的精确到土系的基层分类研究<sup>[7-13]</sup>。

盐碱化土壤是指土壤中可溶性盐或碱随水移动并在某一层积累,因而盐碱含量高于正常耕作土壤水平。盐碱化过程使土壤理化性质变差,危害植被生长,从而阻碍农、林、牧业的发展,是限制当地经济发展的重要因素。河北省北部是典型的盐碱化土壤分布区域,本研究首次应用中国土壤系统分

类最新成果<sup>[14]</sup>对该区域进行研究,分析冀北盐碱化土壤成土特点、理化特性等,对当地土壤资源管理、农牧业生产具有指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

调查样区覆盖冀北地区沽源县、康保县、张北县、尚义县,地处内蒙古高原与冀北山地过渡地带,北纬 41°10'00"~42°09'00",东经 113°50'00"~115°40'00",该区域面积为 1.2 万 km<sup>2</sup>,海拔 1 300~1 600 m。该地区属中温带大陆性季风气候,年平均气温 2.3~5.8℃,地表下 50 cm 年均土温大于 0℃且小于 8℃,为寒性土壤温度状况。年降水量 300~450 mm,主要集中在春季,占 70%~85%,夏季和冬季平均土温相差小于 5℃,每年累计干旱时间 >90 d,按 Penman 经验公式计算年干燥度为 1.3~1.8,为半干润土壤水分状况。年平均日照时数 2 898h,全年无霜期 90~110 d,日照充足,雨热同季,昼夜温差大,寒冷、干旱、多风、无霜期短是主要的气候特征。地形轮廓奠基于中生代末期,在石炭纪和二叠

\* 科技部基础性工作专项重点项目(2008FY110600)资助

† 通讯作者, E-mail: hylong@caas.ac.cn

作者简介:李 军(1986—),男,四川成都人,硕士研究生,主要从事土壤资源管理方面研究。E-mail: sclee@163.com

收稿日期:2013-01-02;收到修改稿日期:2013-07-12

纪太行山和燕山上升,侏罗纪和白垩纪燕山运动剧烈,使西部和北部继续上升,造成东南部相对下沉,第四纪更新世将太行山、燕山洪积物覆盖在第三纪地层上<sup>[15]</sup>,地势较平坦。河流多为内流河,季节性强,经常干涸。调查点植被主要以草本为主,代表性草原植物有羊草(*Ancurolopidium chinense*)、贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)、线叶菊(*Filifolium sibiricum*)、碱蓬(*Suaeda heteroptera Kitog*)、碱茅(*Puccinellia distans*)、盐地风毛菊(*Saussurea salsa Spreng*)等。

## 1.2 样品采集与分析

通过整理冀北地区土壤调查资料和第二次土壤普查数据,对冀北地区盐碱化土壤分布情况进行统计,确定研究区域。依据土壤图、地形图布设典型样点。野外调查依照《野外土壤描述与采样手册》<sup>[16]</sup>对土壤剖面进行详细地描述,并拍照记录剖面以及周围景观。按发生学层次采集土样,带回实验室风干过筛后进行理化分析。全氮采用凯氏定

氮法;机械组成采用吸管法;阳离子交换量采用乙酸钠交换法;交换性钠采用乙酸铵-氨水(pH 9.0)交换法;土壤电导率采用电导率仪(土水比1:1);土壤盐分组成 $K^+$ 、 $Na^+$ 使用火焰光度法, $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 采用EDTA滴定, $Cl^-$ 采用硝酸银滴定, $HCO_3^-$ 、 $CO_3^{2-}$ 采用中和滴定法;有机质采用重铬酸钾外加热法;pH采用pH计(土水比1:1)测定<sup>[17-18]</sup>。

## 2 土壤基本发生特性与系统分类

### 2.1 成土环境

调查区域内土壤形成环境如表1所示。各剖面位于海拔1 279~1 443m的地势平坦或略起伏的平原底部;土壤母质主要为河流冲积物、湖积物和沼泽沉积物等;土地利用类型多为草地,主要植被为天然牧草。

表1 土壤成土环境  
Table 1 Soil forming environment

剖面编号 Number of Profile	采样点 Location	经纬度 Longitude & latitude	海拔 Elevation (m)	地形部位 Landform	母质类型 Parent material	土地利用 Land use
z05	河北省沽源县西辛营乡后小脑包村 Hou Xiaonaobao Village, Xixinying Township, Guyuan County, Hebei Province	E115°30'34.2" N41°29'17.2"	1 443	地势略起伏,平原中部 Slightly undulated terrain of the centre plain	河流冲积物 River alluvium	草林混交地 Grass forest mixed land
z07	河北省沽源县高山堡乡马营子村 Mayingzi Village, Gaoshanpu Township, Guyuan County, Hebei Province	E115°39'6.2" N41°44'43.2"	1 385	地势平坦,平原底部 Flat terrain, lower part of the plain	河流冲积物 River alluvium	草地 Grass
z09	河北省康保县丹清河乡李占地村 Lizhandi Village, Danqinghe Township, Kangbao County, Hebei Province	E114°45'16.7" N41°41'21.3"	1 409	地势平坦,平原底部 Flat terrain lower part of the plain	河流冲积物 River alluvium	草地 Grass
z10	河北省张北县两面井乡韩毡房村 Hanzhanfang Village, Liangmianjing Township, Zhangbei, Hebei Province	E114°17'18.5" N41°31'30.7"	1 293	地势平坦,平原底部 Flat terrain lower part of the plain	全新世冲积物 Holocene alluvium	草地 Grass
z11	河北省尚义县大营盘乡后补龙湾 Houbulongwan Village, Dayingpan Township, Shangyi County, Hebei Province	E113°59'0.5" N41°28'23"	1 279	地势平坦,湖成平原底部 Flat terrain, lower part of the lacustrine plain	沼泽沉积物 Lake sediments	沼泽地 Wetlands
z13	河北省张北县海流图乡平地脑包村 Pingdinaobao Village, Hailiutu Township, Zhangbei County, Hebei Province	E114°28'0" N41°16'37.3"	1 354	地势平坦,平原中部 Flat terrain, central part of the plain	全新世冲积物 Holocene alluvium	草地 Grass
z14	河北省张北县二台镇美义城村 Meiyicheng Village, Ertai Township, Zhangbei County, Hebei Province	E114°48'10.9" N41°22'3.6"	1 346	地势平坦,湖成平原底部 Flat terrain, lower part of the lacustrine plain	全新世湖积物 Holocene lake sediments	草地 Grass

## 2.2 土壤剖面特征及颗粒组成

如表 2 所示,土壤剖面发生层过渡明显,剖面构型主要为 Az-B-C 或 Az-Bz-C 两种类型(Z05 为埋藏土)。除剖面 z10 和 z14 土壤结持性为硬,其余为稍紧实或疏松。土壤结构主要为块状或棱块状。碳酸盐含量较高,剖面通体具有石灰性。剖面颜色差异较大,大多剖面位于有机质积累较多的草甸草原,表层土壤颜色较深,色调主要为 2.5Y;部分剖面

彩度或明度随深度增加而增大,与暗色表层形成鲜明对比。研究区域土壤水分蒸发量大,且调查时为干燥多风的秋季,位于略起伏坡面上的剖面 z05、z13、z14 表层较干,其余剖面稍润。土壤质地的判断采用国际制,区域内多为壤土,颗粒组成以砂粒和粉粒为主,黏粒含量不高,主要集中在 B 层。z11 剖面表层有厚度约为 10cm、颜色呈灰白色的盐结壳。

表 2 土壤剖面特征及颗粒组成

Table 2 Profile characteristics and particle size composition of the soils

剖面编号 Number of profile	深度 Depth (cm)	发生层 Horizon	土壤颜色 Soil color	水分状况 Water status	颗粒组成 Particle size composition (%)			质地 Texture	碳酸盐 Carbonate (g kg <sup>-1</sup> )
					砂粒 Sand	粉粒 Silt	黏粒 Clay		
z05	0~38	A	2.5Y,3/1	稍干 Slightly dry	46.77	39.03	14.20	壤土 <sup>1)</sup>	14.91
	38~65	Bk	2.5Y,6/4	稍干 Slightly dry	48.93	33.02	18.05	黏壤土 <sup>2)</sup>	49.47
	65~92	2Ab	2.5Y,3/1	稍干 Slightly dry	41.9	49.00	9.10	壤土 <sup>1)</sup>	10.32
	92~145	2AbBz	2.5Y,2.5/1	干 Dry	44.69	44.05	11.26	壤土 <sup>1)</sup>	33.30
z07	0~15	Azk	2.5Y,4/1	稍润 Slightly wet	43.71	45.23	11.06	壤土 <sup>1)</sup>	232.18
	15~65	Bzk	2.5Y,3/1	润 Wet	41.13	44.18	14.69	壤土 <sup>1)</sup>	179.46
	65~85	Bw	2.5Y,2.5/1	润 Wet	39.16	46.55	14.29	壤土 <sup>1)</sup>	31.80
	85~130	C	2.5Y,6/1	润 Wet	42.93	45.19	11.88	壤土 <sup>1)</sup>	1.14
z09	0~25	Az	10YR,5/2	稍润 Slightly wet	43.86	43.71	12.43	壤土 <sup>1)</sup>	143.68
	25~70	Bz	10YR,5/1	稍润 Slightly wet	41.93	42.82	15.25	粉砂壤土 <sup>3)</sup>	147.17
	70~95	Cw	10YR,6/6	稍润 Slightly wet	52.57	34.29	13.14	砂壤土 <sup>4)</sup>	4.70
z10	0~25	Az	2.5Y,4/1	干 Dry	40.28	33.70	26.02	壤黏土 <sup>6)</sup>	16.05
	25~80	Bw	2.5Y,4/1	干 Dry	34.81	22.34	42.85	黏壤土 <sup>2)</sup>	90.08
z11	0~10	Az	2.5Y,6/6	润 Wet	23.15	52.97	23.88	粉砂质黏壤土 <sup>5)</sup>	187.60
	10~40	Atn	2.5Y,5/4	润 Wet	23.29	47.81	28.90	粉砂黏土 <sup>6)</sup>	190.96
z13	0~10	As	5Y,5/4	干 Dry	53.59	35.70	10.71	壤土 <sup>1)</sup>	34.66
	10~30	Asm	5Y,5/4	干 Dry	35.62	33.84	30.54	壤黏土 <sup>7)</sup>	38.12
	30~60	ABk	2.5Y,4/2	稍润 Slightly wet	48.01	38.83	13.16	壤土 <sub>1)</sub>	9.34
	60~110	Bk	2.5Y,3/1	稍润 Slightly wet	66.17	27.24	6.59	砂壤土 <sub>4)</sub>	5.75
z14	0~18	A	5Y,4/3	稍干 Slightly dry	28.43	59.05	12.52	壤土 <sup>1)</sup>	109.37
	18~40	Az	5Y,5/3	稍干 Slightly dry	29.03	54.70	16.27	粉砂质黏壤土 <sup>5)</sup>	221.20
	40~67	Csu	5Y,7/4	稍干 Slightly dry	57.71	32.08	10.21	砂壤土 <sup>4)</sup>	203.71
	67~105	Cwsu	5Y,7/8	稍润 Slightly wet	59.3	31.00	9.70	砂壤土 <sup>4)</sup>	72.51

1) Loam, 2) Clayey loam, 3) Silty loam, 4) Sandy loam, 5) Silty clay loam, 6) Silty clay, 7) Loamy clay

## 2.3 土壤化学性质

### 2.3.1 土壤 pH 变化特征

从表 3 可以看出,各剖面土壤均为碱性,pH 在 7.56~9.28 之间,且表层土壤 pH 均大于 8.00;pH 的变化趋势大致为从上至

下逐渐减小,在盐分含量最高的位置 pH 最大。

### 2.3.2 电导率变化特征

1:1 土壤浸提液电导率可以反映主要盐分积累的量及在各层分布情况。剖面 z05、z10、z13 表层土壤含盐量极低,下层盐分

含量骤增,z05 剖面盐分积累位置最低在 92cm 以下的埋藏层中。z07、z09、z14 剖面盐分集中于土体上部,含盐量为 10.44 ~ 31.80 ds m<sup>-1</sup>。z11 土壤湿润,盐分在整个土体中均匀分布。由此可以看出:

(1)盐积层所在位置不固定;(2)稍干或稍润的剖面,盐积层与其他层的含盐量差异大,呈猛增或骤减,盐分富集现象明显;(3)湿润的剖面盐分分布均匀。

表 3 供试土壤主要化学性质

Table 3 Chemical properties of the studied soil profiles

剖面编号 Number of profile	深度 Depth (cm)	pH	电导率 Conductivity (1:1) dS m <sup>-1</sup>	有机质 OM (g kg <sup>-1</sup> )	全氮 Total N (g kg <sup>-1</sup> )	碳氮比 C/N	阳离子交换量 CEC (cmol kg <sup>-1</sup> )	交换性钠 Exchangeable Sodium (cmol kg <sup>-1</sup> )	碱化度 ESP (%)
z05	0 ~ 38	8.02	2.02	23.60	1.07	12.73	12.49	0.28	2.25
	38 ~ 65	8.12	4.04	21.50	0.98	12.74	13.73	0.28	2.05
	65 ~ 92	8.09	3.88	27.65	1.27	12.67	13.97	0.31	2.25
	92 ~ 145	7.86	10.04	25.03	0.96	15.12	14.90	0.75	5.06
z07	0 ~ 15	8.31	30.20	47.38	2.22	12.36	20.65	1.79	8.66
	15 ~ 65	8.10	4.22	32.00	1.24	14.97	15.11	0.32	2.15
	65 ~ 85	7.70	2.78	7.62	0.45	9.83	20.59	0.27	1.31
	85 ~ 130	7.56	3.30	2.76	0.16	10.11	18.12	0.34	1.87
z09	0 ~ 25	9.12	10.44	8.72	0.34	15.05	8.24	0.99	12.04
	25 ~ 70	9.00	3.57	6.84	0.31	12.62	8.02	0.51	6.30
	70 ~ 95	8.55	2.02	2.02	0.13	9.32	14.25	0.80	5.63
z10	0 ~ 25	8.32	4.65	28.79	1.47	11.39	21.23	0.92	4.34
	25 ~ 80	9.22	50.40	4.02	0.34	6.78	13.90	7.39	53.17
z11	0 ~ 10	8.81	220.05	12.15	0.65	10.83	28.62	25.21	88.09
	10 ~ 40	8.80	232.02	9.57	0.45	12.29	29.26	25.35	86.65
z13	0 ~ 10	7.77	4.72	25.89	1.27	11.83	14.85	0.25	1.66
	10 ~ 30	8.00	58.70	23.95	1.50	9.29	18.71	2.73	14.58
	30 ~ 60	7.73	69.90	20.29	0.98	12.03	12.09	1.90	15.69
	60 ~ 110	8.08	4.68	15.48	0.56	16.10	8.16	0.44	5.43
z14	0 ~ 18	9.28	19.14	28.12	1.39	11.74	13.15	2.42	18.43
	18 ~ 40	8.68	31.80	11.10	0.57	11.27	7.59	1.53	20.14
	40 ~ 67	8.79	4.95	4.10	0.21	11.44	4.62	0.31	6.78
	67 ~ 105	8.39	4.35	2.00	0.10	12.16	7.74	0.26	3.42

**2.3.3 土壤有机质和全氮特征** 各剖面有机质和全氮含量均较高,且表层有机质明显高于下层;有机质和全氮含量在剖面中自上而下逐渐降低;C/N 均小于 17,大多在 12 左右。

**2.3.4 土壤阳离子交换量及碱化度特征** 由表 3 可以看出阳离子交换量在 7.59 ~ 29.26 cmol kg<sup>-1</sup> 之间,与有机质含量具有一定的相关性。剖面 z07、z09、z14 均具有碱积层结构,上部的 40cm 表层碱化度大于 5% 小于 30%,pH > 8.5,具有碱积现象。z10 剖面中 Bw 层碱化度达到 53%,pH > 9,表层土壤含盐量低于 5 g kg<sup>-1</sup>,因此具有碱积层。z11 碱化度达

到 88%,但是表层土含盐量大于 5 g kg<sup>-1</sup>,因此具有盐积层。z13 剖面中 Asm 层碱化度为 14.58%,但 pH 低于 8.5,因此不具有碱积现象。

**2.3.5 土壤盐分组成** 从表 4 可以看出水溶性盐离子组成情况,剖面 z05、z09、z10 中阴离子主要为 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>,剖面 z07、z11、z13 中主要为 Cl<sup>-</sup>,剖面 z14 中主要为 Cl<sup>-</sup> 和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;除 z05 外,其余剖面中主要阳离子均为 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>。表明调查区域盐碱化土壤中的阴离子组成有多种类型,主要阴离子为一种或两种。

表 4 供试土壤盐分组成

Table 4 Salt composition of the studied soil profiles

剖面编号 Number of profile	阴离子组成 Anion composition (cmol kg <sup>-1</sup> )				阳离子组成 Cation composition (cmol kg <sup>-1</sup> )				HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup> 占	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 占	K <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 占
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	占阴离子总量	阴离子比例	阴离子比例	阳离子比例
									HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> rate (%)	Cl <sup>-</sup> rate (%)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> rate (%)	K <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> rate (%)
z05	0.00	0.40	0.20	0.15	0.19	0.39	0.01	0.06	53.20	26.74	15.94	10.53
	0.10	0.51	0.10	0.01	0.13	0.56	0.01	0.09	84.20	13.90	1.81	11.98
	0.00	0.43	0.30	0.14	0.10	0.43	0.00	0.14	49.24	34.72	14.33	21.49
	0.00	0.37	0.25	0.04	0.12	0.68	0.00	0.49	56.01	37.81	5.25	38.28
z07	0.10	0.51	1.03	0.73	0.34	0.59	0.01	1.58	25.68	43.47	27.99	63.00
	0.00	0.27	0.38	0.28	0.08	0.28	0.00	0.35	28.69	40.83	28.07	49.46
	0.00	0.12	0.20	0.27	0.07	0.11	0.00	0.08	20.26	33.74	41.26	29.67
	0.00	0.09	0.20	0.40	0.09	0.09	0.01	0.10	12.97	28.79	51.80	38.59
z09	0.38	0.49	0.35	0.28	0.30	0.32	0.01	0.78	57.98	23.20	19.75	55.74
	0.14	0.41	0.08	0.38	0.25	0.26	0.01	0.28	54.15	7.90	34.01	36.06
	0.00	0.27	0.10	0.30	0.10	0.08	0.01	0.30	40.46	14.97	38.88	63.08
z10	0.14	0.23	0.23	0.50	0.07	0.11	0.02	0.36	33.96	20.49	48.52	67.41
	1.00	1.38	0.78	1.77	0.60	0.90	0.09	3.04	48.35	15.71	39.12	67.61
z11	0.74	0.70	15.0	3.40	0.19	0.18	0.02	21.79	7.27	75.62	17.60	98.32
	0.72	0.79	17.2	3.41	0.27	0.10	0.02	21.10	6.81	77.80	15.71	98.27
z13	0.09	0.26	0.10	0.22	0.10	0.10	0.23	0.12	52.05	15.07	32.40	63.18
	0.00	0.23	3.75	0.79	0.31	0.37	0.69	3.20	4.73	78.76	15.52	85.12
	0.00	0.22	1.50	1.01	0.19	0.27	0.72	2.47	8.07	54.96	34.56	87.29
	0.18	0.28	0.20	0.18	0.05	0.06	0.22	0.32	53.96	24.26	25.62	82.75
z14	0.42	0.49	0.80	0.32	0.23	0.09	0.25	1.50	44.69	39.57	17.35	84.62
	0.17	0.44	1.32	1.26	0.64	0.17	0.14	2.14	19.00	41.49	34.40	73.65
	0.15	0.30	0.20	0.65	0.21	0.17	0.03	0.30	34.83	15.19	47.66	45.49
	0.00	0.35	0.15	0.58	0.16	0.19	0.02	0.23	32.31	13.83	46.97	41.32

## 2.4 供试土壤的诊断层和诊断特性

土壤系统分类是以诊断层和诊断特性为基础的系统化、标准化、量化的土壤分类。诊断层和诊断特性是鉴别和对土壤进行分类的依据。根据以上 7 个土壤剖面的形态特征和理化性质以《中国土壤系统分类检索(第三版)》为依据将所具有的诊断层和诊断特性列于表 5。

## 2.5 供试土壤在 CST 高级分类单元中的归属及与发生分类参比

依据表 5 总结的诊断层以及诊断特性,依据《中国土壤系统分类检索(第 3 版)》对各剖面进行检索,例如剖面 z05 具有暗沃表层和均腐殖质特性,并且盐基饱和度大于 50%,归属于均腐土纲,并且

具有半干润土壤水分状况,属干润均腐土亚纲,具有暗沃表层且厚度大于 50cm,属暗厚干润均腐土,具有钙积现象但无钙积层,继续检索剖面矿质土表 50cm 以内有黏化层,因此属于黏化暗厚干润均腐土亚类。其余剖面检索至亚类的情况及与发生分类亚类的参比见表 6。

供试的 7 个盐碱化土样在中国土壤系统分类(CST)中共划分为 4 个土纲,6 个亚纲,6 个土类,7 个亚类。土壤系统分类(CST)各分类级别与中国土壤发生分类(CSGC)亚类的参比均无对应关系,部分剖面在发生分类中具有盐碱化特征在系统分类高级单元中并未体现,表明中国土壤系统分类对盐碱化土壤的划分标准要求更严格。

表 5 供试土壤诊断层和诊断特性

Table 5 Diagnostic horizon and diagnostic characteristics of the studied soil profiles

诊断层和诊断特性	Diagnostic horizon and diagnostic characteristics	z05	z07	z09	z10	z11	z13	z14
暗沃表层	Mollic epipedon	✓	✓		✓		✓	✓
淡薄表层	Ochric epipedon			✓		✓		
盐结壳	Salic crust					✓		
盐积层	Salic horizon					✓	✓	
盐积现象	Salic evidence		✓	✓				✓
碱积层	Alkalic horizon				✓			
碱积现象	Alkalic evidence		✓	✓				✓
黏化层	Argic horizon	✓	✓					✓
钙积层	Calcic horizon		✓	✓		✓		✓
钙积现象	Calcic evidence	✓			✓		✓	
钠质特性	Sodic property				✓	✓		
钠质现象	Sodic evidence	✓	✓	✓			✓	✓
均腐殖质特性	Isohumic property	✓					✓	
腐殖质特性	Humus reserve ratio		✓		✓			✓
氧化还原特征	Redox features		✓	✓	✓			✓
盐基饱和	Base saturation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
冷性土壤温度状况	Frigid temperature regime	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
半干润土壤水分状况	Ustic soil moisture regime	✓			✓		✓	✓
潮湿土壤水分状况	Aquic soil moisture regime		✓	✓		✓		✓
硫化物物质	Sulfidic materials				✓			✓

表 6 供试土壤系统分类与发生分类参比(亚类)

Table 6 Soil Taxonomy and Genetic Classification of the studied soils(at the subgroup level)

剖面编号 Number of profile	中国土壤系统分类 CST(2001)				中国土壤发生分类 CSGC(1998)
	土纲 Order	亚纲 Suborder	土类 Group	亚类 Subgroup	亚类 Subgroup
z05	均腐土 Isohumosols	干润均腐土 Ustic Isohumosols	暗厚干润均腐土 Pachi-Ustic Isohumosols	黏化暗厚干润均腐土 Argic achi-Ustic Isohumosols	盐化栗钙土 Salinization Chestnut Soil
z07	淋溶土 Argosols	湿润淋溶土 Udic Argosols	筒育湿润淋溶土 Hapli-Udic Argosols	斑纹筒育湿润淋溶土 Mottli Hapli-Udic Argosols	盐化草甸土 Salinization Meadow Soil
z09	锥形土 Cambosols	干润锥形土 Ustic Cambosols	底锈干润锥形土 Endorusti-Ustic Cambosols	弱盐底锈干润锥形土 Parrsalic Endorusti-Ustic Cambosols	草甸盐土 Meadow Saline Soil
z10	盐成土 Halosols	碱积盐成土 Alkalic Halosols	筒育碱积盐成土 Hapli-Alkalic Halosols	弱盐筒育碱积盐成土 Parrsalic Hapli-Alkalic Halosols	草甸碱土 Meadow Alkali Soil
z11	盐成土 Halosols	正常盐成土 Orthic Halosols	潮湿正常盐成土 Aqui-Orthic Halosols	结壳潮湿正常盐成土 Crustic Aqui-Orthic Halosols	碱化盐土 AlkalizedSolonchak Soil
z13	盐成土 Halosols	正常盐成土 Orthic Halosols	干旱正常盐成土 Aridi-Orthic Halosols	普通干旱正常盐成土 Typic Aridi-Orthic Halosols	碱化栗钙土 Solonetzic Chestnut Soil
z14	淋溶土 Argosols	干润淋溶土 Ustic Argosols	钙积干润淋溶土 Calci-Ustic Argosols	斑纹钙积干润淋溶土 Mottli Calci-Ustic Argosols	草甸盐土 Meadow Saline Soil

## 2.6 供试土壤在 CST 基层分类单元中的归属

依据《中国土壤系统分类——土族与土系建立原则与标准(试用稿)》对各剖面进行基层分类的检索,首先对土族进行划分,土族是基层分类的重要单元,既是亚类的续分又是土系划分的支撑。土族主要的鉴别特征是控制层段的土壤颗粒级别、不同颗粒级别土壤矿物组成、土壤温度状况、石灰性与土壤酸碱性、土体厚度等,主要用于反映成土因素和土壤性质的地域性差异。土系是发育在相同母质上、处于相同的景观部位、具有相同土层排列和相似土壤属性的土壤集合。

### (1) 剖面 z05

土族:壤质硅质混合型石灰性冷性黏化暗厚干润均腐土

土体厚度为 145cm,黏化层位于 38~65cm,厚度小于 50cm,故控制层段为 25~100cm。不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,且岩石碎屑 <25%,控制层段内加权黏粒含量为 13.20%,属于壤质。控制层段内二氧化硅含量 >40%,为硅质混合型。土体内无根系限制层,石灰性控制层段为 25~50cm,控制层段内细土有石灰性。50cm 处土壤年平均温度 <9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:后小脑包系

土系控制层段为 0~145cm,钙积现象上界出现在 50cm 处,且钠质现象上界出现在 100~150cm 位置,属于埋藏部分;表层质地为壤土。

### (2) 剖面 z07

土族:壤质混合型石灰性冷性斑纹筒育湿润淋溶土

土体厚度为 130cm,黏化层位于 15~65cm,厚度为 50cm,故控制层段为 0~65cm。不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,且岩石碎屑 <25%,控制层段内加权黏粒含量为 14.04%,属于壤质。控制层段内矿物学类别为混合型。土体内有 50cm 厚的黏化层为根系限制层,故石灰性控制层段为 12.5~15cm,控制层段内细土有石灰性。50cm 处土壤年平均温度低于 9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:马营子系

土系控制层段为 0~130cm,钙积层、钠质现象和腐殖质特性均出现在 50cm 以内,表层质地为壤土,表层土壤电导率为 30.2dS m<sup>-1</sup>属于高盐含量。

### (3) 剖面 z09

土族:壤质长石型石灰性弱盐底锈干润锥形土

土体厚度为 70cm,无根系限制层,控制层段为

25~70cm,不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,岩石碎屑 <25%,控制层段内黏粒含量为 15.25%,属于壤质。控制层段内长石含量 >40%,为长石型。石灰性控制层段为 25~50cm,控制层段内细土有石灰性。50cm 处土壤年平均温度低于 9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:李占地系

土系控制层段为 0~70cm,钙积层和钠质现象出现在 60cm 以内,表层质地为壤土,表层土壤电导率为 10.44 dS m<sup>-1</sup>,属于中等含盐量。

### (4) 剖面 z10

土族:黏质硅质混合型石灰性冷性弱盐筒育碱积盐成土

土体厚度为 80cm,碱积层位于 25~80cm,控制层段为 25~75cm,不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,岩石碎屑 <25%,控制层段内黏粒含量为 42.85%,为黏质。控制层段内二氧化硅含量 >40%,为硅质混合型。土体内有根系限制层,石灰性控制层为 22.5~25cm,控制层段内有石灰性。50cm 处土壤年平均温度低于 9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:韩毡房系

土系控制层段为 0~80cm,暗沃表层、钙积现象腐殖质特性出现在 50cm 以内,氧化还原特性和硫化物物质出现在 50~100cm 之间,表层土壤质地为壤黏土。

### (5) 剖面 z11

土族:黏壤质混合型石灰性冷性结壳潮湿正常盐成土

土体厚度为 40cm,无根系限制层,控制层段为 0~40cm,不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,岩石碎屑 <25%,控制层段内黏粒加权平均含量为 27.65%,为黏壤质。控制层段内矿物学类别为混合型。石灰性控制层为 25~40cm,控制层段内有石灰性。40cm 处土壤年平均温度低于 9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:后补龙湾系

土系控制层段为 0~40cm,淡薄表层、钙积层和钠质特性均出现在 50cm 以内,表层土壤质地为粉砂质黏壤土。

### (6) 剖面 z13

土族:粗骨壤质混合型石灰性冷性普通干旱正常盐成土

土体厚度为 110cm,无根系限制层,控制层段为

25~100cm,不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,岩石碎屑为40%,为粗骨壤质。控制层段内矿物学类型为混合型。石灰性控制层段为25~50cm,有石灰性。50cm处土壤年平均温度低于9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:平地脑包系

土系控制层段为0~110cm,钠质特性、均腐殖质特性和钙积现象均出现在50cm以内,表层土壤质地为壤土。

(7)剖面z14

土族:壤质硅质混合型石灰性冷性斑纹钙积干润淋溶土

土体厚度为105cm,黏化层为18~40cm。控制层段为25~100cm,控制层段中不具强对比的颗粒大小级别鉴别特征,岩石碎屑<25%,控制层段内黏粒加权含量为12.86%,为壤质。控制层段内二氧化硅含量为54%,为硅质混合型。石灰性控制层段为25~50cm,控制层段内有石灰性。50cm处土壤年平均温度低于9℃,属于冷性土壤温度等级。

土系:美义城系

土系控制层段为0~105cm,盐积现象、钠质特性出现在50cm以内,硫化物物质出现在50~100cm,表层土壤质地为壤土,表层土壤电导率为 $19.14\text{dSm}^{-1}$ ,属于高含盐量。

## 3 讨 论

### 3.1 CST的高级分类单元不能完全体现盐碱化土壤的盐碱化过程

供试的7个盐碱化土壤在中国土壤系统分类中只有3个被划入盐成土,而另外4个分别被划入均腐土、淋溶土和锥形土。z05剖面因冲积母质覆盖在原盐积较多的埋藏层上,随着时间推移,盐分随地下水往上迁移,但现阶段上覆土壤的盐分含量不高,冲积母质疏松利于植物生长,有机质积累深厚,符合均腐殖质特性,故归入均腐土土纲,再通过基层分类土系的划分,对土壤中盐分出现的位置及含量进行了补充。z07和z14剖面具有黏化层而归入淋溶土,尽管土壤中盐分已经在某一层聚积,但含量或者厚度达不到盐积层、碱积层或者钠质特性的标准。z09剖面的发育较弱,经过长时间的有机质积累形成淡薄表层,划入锥形土,在系统分类基层分类单元中也对盐分的积累情况和位置进行了补充。因此,土壤系统分类在对盐碱化土壤的分类

中,高级单元未能全部体现出土壤的盐碱化过程,但是在基层分类中对盐分积累的含量和位置做了补充。

### 3.2 冀北盐碱化土壤在发生分类和系统分类中的参比不呈对应关系

通过表6发现,盐碱化土壤的中国土壤系统分类各级别与中国土壤发生分类的亚类均不呈对应关系。发生分类强调的是成土过程和中心概念,即盐碱化的中心概念是清晰的,但边界是模糊的,在土壤发育过程中除受盐化和碱化影响,还受其他因素的影响,因此草甸盐土和盐化草甸土之间的界限是模糊的,二者随时可能因环境的变化而互换。而土壤系统分类根据定量的指标对土壤进行描述和划分,无论环境怎么变化,均能通过检索找到对应的土壤类型。因此某些长期稳定的土壤可能土壤系统分类与土壤发生分类具有对应关系<sup>[19]</sup>,而在盐碱含量易受环境影响而变化的土壤中不呈对应关系。

### 3.3 盐碱化土壤诊断层和诊断特性以及土壤分析方法的确定

盐碱化土壤中盐分含量随季节性变化差异很大,有研究表明土壤中含盐量在春季和秋季相差很大<sup>[20-21]</sup>。盐分的迁移会影响盐分积累的量以及位置,可能造成分类的不稳定,因此在对土壤追求标准化和量化的分类中,还需注意针对这类特殊土壤调查取样的季节性问题。

在碱积层这一诊断层指标描述“在上部40cm以内的某一亚层中交换性钠饱和度(ESP) $\geq 30\%$ , $\text{pH} > 9.0$ ,表层含盐量 $< 5\text{g kg}^{-1}$ 。”测定碱化土交换性钠的方法很多,例如石膏-EDTA法、乙酸铵( $\text{pH} 7.0$ )减去饱和土浆水溶性钠法, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 法等。这些方法均因碱化土壤含有大量可溶性盐(特别是 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )造成干扰,未能取得较为满意的测定结果。迄今为止,碱化土壤交换性钠的测定还没有一个较为满意的方法。为了解决不同方法下测定结果不具有可比性的问题,我国林业行业标准中指定了无水乙醇脱盐 $\text{NH}_4\text{OAc} - \text{NH}_4\text{OH}(\text{pH} 9.0)$ 法为行业标准方法[LY/T 1248-1999]<sup>[22]</sup>,土壤系统分类中也需要指定一种检测方法为测定方法,否则可能出现因检测方法不同而造成同土异名。

水溶性盐分总量有 $\text{g kg}^{-1}$ 单位和1:1土水比浸提液电导率两种表示方式,在盐积层这一诊断层描述中“干旱土或干旱地区盐成土中, $\geq 20\text{g kg}^{-1}$ ,或1:1水土比提取液电导率(EC) $\geq 30\text{dS m}^{-1}$ ”电导率

和盐分的换算并没有一个准确的公式,这样就会造成一种方法指标符合,而另一种方法指标可能就不符合的现象。重量法由于处理时间长,且会将  $\text{HCO}_3^-$  分解而造成一定的误差,随着电导率的普及,利用电导率法可快捷准确地表示土壤中含盐量。

根据检测结果可以看出,大部分盐碱化土壤中均含有较高的碳酸盐,但并非全为碳酸钙,多为碳酸钠。所以,虽然  $\text{CaCO}_3$  相当物含量符合“钙积层”的定量指标,但并非真正的“钙积”。

### 3.4 《中国土壤系统分类——土族与土系建立原则与标准(试用稿)》在盐碱土基层分类中的应用

依据试用稿,对冀北盐碱化土壤进行了土族及土系的划分,共建立了平地脑包系等 7 个土系。按照试用稿设定土族控制层段,依据控制层段内土壤颗粒级别、不同颗粒级别土壤矿物组成、土壤温度状况、石灰性与土壤酸碱性、土体厚度等特征划分土族;再设定土系控制层段,依据表土质地、诊断层出现位置、含盐量等进行土系划分。在使用《中国土壤系统分类——土族与土系建立原则与标准(试用稿)》过程中未遇到任何问题,通过此标准建立土族和土系,既实现了盐碱化土壤高级分类的续分,又补充了该类型土壤的基础信息。

### 3.5 盐碱化土壤调查与制图

盐碱化土壤通常呈斑点状分布,并非地带性土壤。但由于土壤制图的需要,可能将某些区域其他土壤视为盐碱化土壤,实际调查发现土壤图标明的盐碱化区域并非全为盐碱土。同时,我国第二次土壤普查至今已过 30 年,因气候环境变化或人为改良,当初调查的盐碱化土壤属性可能已经发生变化,譬如调查点 Z07 是由草甸土退化后形成的盐渍土。张凤荣等<sup>[23]</sup>最近研究也表明长期灌溉,盐分淋洗下移,盐积层也下移,部分盐土已不符合《中国土壤系统分类》中要求。因此,为了解当前我国盐碱化土壤分布情况,对比历史资料探寻盐碱化土壤变化规律,有必要在其他区域针对盐碱化土壤开展更多调查。

## 4 结 论

依据《中国土壤系统分类(第三版)》诊断层和诊断特性描述,结合剖面形态特征和理化性质,冀北地区盐碱化土壤具有暗沃表层、淡薄表层、盐积层、盐积现象、碱积层、碱积现象等 20 个诊断层和诊

断特性;依据诊断层和诊断特性 7 个盐碱化剖面被划分为盐碱土等 4 个土纲、碱积盐成土等 6 个亚纲,筒育碱积盐成土等 6 个土类、弱盐筒育碱积盐成土 7 个亚类;依据《中国土壤系统分类——土族与土系建立原则与标准(试用稿)》建立了平地脑包等 7 个土系。冀北地区盐碱化土壤在系统分类和发生分类参比中未发现对比关系,

盐碱化土壤在现行中国土壤系统分类高级单元下并不能完全体现盐碱化过程,另外盐碱化土壤诊断层和诊断特性的确定容易受盐分迁移季节变化、检测方法不一致、盐分含量单位不同等因素影响,在进行量化的过程中易产生分歧,因此现行中国土壤系统分类对盐碱化土壤分类仍不够完善。

## 参 考 文 献

- [1] 龚子同. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999. Gong Z T. Chinese Soil Taxonomy Classification: Theory, methodology and practices (In Chinese). Beijing: Science Press, 1999
- [2] 张凤荣, 马步洲, 李连捷. 土壤发生与分类学. 北京: 北京大学出版社, 1992. Zhang F R, Ma B Z, Li L J. Soil genesis and classification (In Chinese). Beijing: Peking University Press, 1992
- [3] 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. 土壤, 2008, 40(2): 327—328. 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. (In Chinese). Soils, 2008, 40(2): 327—328
- [4] 龚子同, 张甘霖. 中国土壤系统分类: 我国土壤分类从定性向定量的跨越. 中国科学基金, 2006, 20(5): 293—296. Gong Z T, Zhang G L. Chinese Soil Taxonomy: A milestone of soil classification in China (In Chinese). Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2006, 20(5): 293—296
- [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(首次方案). 北京: 科学出版社, 1991. 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 (1st Scheme) (In Chinese). Beijing: Science Press, 1991
- [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协作组. 中国土壤系统分类检索. 第 3 版. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001. 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 (In Chinese). 3rd ed. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2001
- [7] 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. 河北农业大学学报, 2012(4): 25—32 An H Y, Long H Y, Zhang R L, et al. The belonging of five representative genetic soil profiles in the north of Hebei in Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Journal of Agricultural University of Hebei, 2012(4): 25—32.
- [ 8 ] 雷学成, 潘剑君, 黄礼辉, 等. 土系划分方法研究——以江苏省新沂样区为例. 土壤, 2012, 44(2): 319—325. Lei X C, Pan J J, Huang L H, et al. Soil Series Classification approach—A case study in Xinyi County in Jiangsu Province (In Chinese). Soils, 2012, 44(2): 319—325
- [ 9 ] 罗丹, 孙向阳, 李素艳, 等. 北京东灵山亚高山草甸土壤系统分类研究. 中国农学通报, 2012, 28(13): 20—23. Luo D, Sun X Y, Li S Y, et al. Soil taxonomy in subalpine meadow of Dongling mountain (In Chinese). Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(13): 20—23
- [ 10 ] 韩春兰, 王秋兵, 孙福军, 等. 辽宁朝阳地区第四纪红土特性及系统分类研究. 土壤学报, 2010, 47(5): 836—846. Han C L, Wang Q B, Sun F J, et al. Properties and taxonomy of quaternary paleo-latosol-like soils in Chaoyang area of Liaoning Province (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2010, 47(5): 836—846
- [ 11 ] 王秋兵, 汪景宽, 胡宏祥, 等. 辽宁省沈阳样区土系的划分. 土壤通报, 2002, 33(4): 246—252. Wang Q B, Wang J K, Hu H X, et al. Liaoning Province, establishment of soil series in Shenyang area (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2002, 33(4): 246—252
- [ 12 ] 杜国华, 张甘霖, 龚子同. 论特征土层与土系划分. 土壤, 2001, 33(1): 1—6. Du G H, Zhang G L, Gong Z T. Discussion on special soil layers and soil series in China (In Chinese). Soils, 2001, 33(1): 1—6
- [ 13 ] 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. 土壤学报, 2013, 50(3): 448—458. An H Y, Long H Y, Liu Y, et al. Taxonomic classification of the typical soils on Bashang Plateau of Chengde (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(3): 448—458
- [ 14 ] 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协作组. 中国土壤系统分类——土族与土系建立原则与标准(试用稿). 2012. Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Principles and criteria for establishment of soil family and soil series of Chinese Soil Taxonomy (The trial version) (In Chinese). 2012
- [ 15 ] 河北省土壤普查办公室. 河北省土种志. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1992. Hebei Province Soil Survey Office. Hebei soil series (In Chinese). Shijiazhuang: Hebei Science and Technology Press, 1992
- [ 16 ] 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协作组. 中国野外土壤描述与采样手册. 2010. Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Chinese soil description and sample of filed handbook (In Chinese). 2010
- [ 17 ] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法. 北京: 科学出版社, 2012. Zhang G L, Gong Z T. Soil survey laboratory methods (In Chinese). Beijing: Science Press, 2012
- [ 18 ] 鲍士旦. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社, 2000. Bao S D. Soil agrochemistry analysis (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 2000
- [ 19 ] Isaac R K, Sharma D P, Swaroop N. New approaches in reclamation of degraded soils with special reference to sodic soil: An Indian experience// Land degradation and desertification: Assessment, mitigation and remediation, 2010: 253—266
- [ 20 ] 刘延锋, 曹英兰, 欧阳正平. 焉耆盆地土壤盐渍化影响因素的信息统计分析. 环境科学与技术, 2010, 33(3): 23—26. Liu Y F, Cao Y L, Ouyang Z P. Information statistical analysis of influencing factors of soil salinization in Yanqi Basin (In Chinese). Environmental Science and Technology, 2010, 33(3): 23—26
- [ 21 ] 吴英. 松嫩平原低平易涝区土壤盐分的季节性变化. 土壤, 1997, 29(2): 92—95. Wu Y. Seasonal changes of soil salinity in low-lying and easy waterlogged area of Songnen Plain (In Chinese). Soils, 1997, 29(2): 92—95
- [ 22 ] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室. 碱化土壤交换性钠的测定. 1999. Department of Forest Soil Research, Chinese Academy of Forestry. Determination of exchangeable sodium in alkaline soil (In Chinese). 1999
- [ 23 ] 张凤荣, 王秀丽, 王数, 等. 中国土壤系统分类中盐成土及其相关土壤诊断标准的修订建议. 土壤学报, 2013, 50(2): 419—422. Zhang F R, Wang X L, Wang S. et al. Suggested revisions of diagnostic criteria for Halosols and relevant soils in Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(2): 419—422

## ATTRIBUTION OF SALT-AFFECTED SOILS IN NORTHHEBEI IN CHINESE SOIL TAXONOMY

Li Jun<sup>1,2,3</sup> Long Huaiyu<sup>2†</sup> Zhang Yangzhu<sup>1</sup> Lei Qiuliang<sup>2</sup> Mu Zhen<sup>2</sup> An Hongyan<sup>2</sup>

(1 College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

(2 Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

(3 Changsha Huashijie Science & Technology Development Co., Ltd, Changsha 410013, China)

**Abstract** According to the "Chinese Soil Taxonomy (3rd ed)" and "Principles and Criteria for Establishment of Soil Family and Soil Series of Chinese Soil Taxonomy (The trial version)", the 7 types of salt-affected soils in North Hebei were classified into 7 newly established soil series, under 7 Subgroups, 6 Groups, 6 Suborders and 4 Orders. Results show that referencing comparison between CST and CSGC at the subgroup level did not find that they had any correspondences in CSGC; the classification of some of these soils in CST did not reflect any characteristics of salinity or alkalinity in their respective higher-level unit, while some amendments had to be made to salt content and position of salt accumulation for classification at the base level, which indicates that the criteria for sorting in the soil taxonomy are stricter and more standard. Besides, issues like diagnostic horizons, diagnostic characteristics and soil analysis methods for classification of salt-affected soils were discussed.

**Key words** Chinese Soil Taxonomy; Soil series; Salinization; North Hebei; Diagnostic horizons; Diagnostic characteristics

(责任编辑:檀满枝)