

# 定边县板凳滩移民区土壤发生特性与系统分类研究

杨晓武, 李新平

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 通过对陕西省定边县板凳滩移民区 2 500 hm<sup>2</sup> 未利用地的调查及不同深度剖面土样的分析, 研究了不同地形和不同植被下土壤的发生特性及系统分类。项目区内土壤没有完整的发生层次; 土壤颜色、结构和养分在剖面层次上无明显差异; 土壤有机质含量较低, 最高 1.7871 g/kg, 最小 0.2017 g/kg; 土壤碳酸钙无明显的淋溶淀积, 剖面中无淀积层; 颗粒组成以 2~0.02 mm 粒级的砂粒为主; 土壤 CEC 集中分布在 2.5~5 cmol/kg, 保肥性能差。通过诊断层和诊断特征分析, 研究区土壤共分属 1 个土纲, 1 个亚纲, 2 个土类和 4 个亚类, 其中剖面 II<sub>1</sub> 属于弱盐潮湿砂质新成土, 剖面 II<sub>5</sub> 属于钠质潮湿砂质新成土, 剖面 III<sub>4</sub> 属于石灰潮湿砂质新成土, 剖面 VI<sub>4</sub> 属于石灰干润砂质新成土。研究结果可为移民区的土壤资源综合评价、土壤适宜性评价及农、林、牧业合理布局提供依据。

**关键词:** 土壤发生特性; 系统分类; 新成土

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)01-0026-07

中图分类号: S155.3

## Soil Characteristics and Taxonomic Classification in Bandengtang Resettlement Area of Dingbian County, Shaanxi Province

YANG Xiao-wu, LI Xin-ping

(College of Resources Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Genesis properties and taxonomic classification in different types of topography and under different degrees of vegetation coverage are studied through the investigation of a 2 500 hm<sup>2</sup> unused land and the analysis of soil samples at different depths in the Bandengtang resettlement area of Dingbian County, Shaanxi Province. In the study area, soil genesis layers are not complete, and profile differences in soil color, soil structure, and soil nutrients are not distinct. Soil organic matter content is rather low, with a maximum content of 1.787 1 g/kg and a minimum content of 0.201 7 g/kg. There are no distinct eluviation and deposition of soil calcium carbonate and no distinct deposition layer in the profile. Sand(2~0.02 mm) is the main particle composition. The CEC concentrates at 2.5~5 cmol/kg, indicating a poor soil fertility. From the diagnostic horizons and their characteristics analysis, soils in the area belongs to 1 soil order, 1 suborder, 2 groups, and 4 subgroups, in which II<sub>1</sub> belongs to Parasalic Aquic-Sandic Primosols; II<sub>5</sub>, Sodic Aquic-Sandic Primosols; III<sub>4</sub>, Calcaric Aquic-Sandic Primosols; and VI<sub>4</sub>, Calcaric Usti-Sandic Primosols. The results can be used as a reference to comprehensive soil resources evaluation, soil suitability evaluation, and the rational layout of agriculture, forestry, and animal husbandry.

**Keywords:** soil genesis property; taxonomic classification; Primosols

土壤是历史过程的产物, 自然土壤的形成是十分缓慢的, 一个发育成熟的正常的土壤, 至少需要千年以上的时间才能形成完整的剖面。所以, 土壤剖面记录了地质、气候的变迁, 对于了解全球变化尤其是第四纪以来的变化有重要意义<sup>[1]</sup>。目前国际上应用广

泛的土壤分类体系为美国土壤系统分类(ST)、联合国土壤图例单元(FAO/Unesco)和国际土壤分类参比基础(WRB)<sup>[2]</sup>。

土壤分类研究是土壤学科发展水平的重要标志之一<sup>[3]</sup>。随着以诊断层和诊断特性为基础, 以定量为

收稿日期: 2011-04-15

修回日期: 2011-05-24

资助项目: 陕西省国土资源规划与评审中心项目“定边县板凳滩移民搬迁区农用地土壤调查”

作者简介: 杨晓武(1984—), 男(汉族), 宁夏回族自治区固原市人, 在读硕士, 主要从事土地资源利用与管理研究。E-mail: fyr0816@163.com。

通信作者: 李新平(1961—), 男(汉族), 陕西省武功县人, 副教授, 主要从事土壤与生态安全研究。E-mail: xinpingli79@sina.com。

特点的土壤系统分类的兴起<sup>[4]</sup>,美国土壤系统分类成为继苏联的土壤发生学分类之后,目前世界土壤分类的新发展趋势。为了促进我国土壤学科与世界土壤学的接轨<sup>[5]</sup>,国内许多学者对各地区的土壤展开了系统分类研究,如李新平等<sup>[6]</sup>对新疆和田开发区的土壤进行系统分类研究,崔方让等<sup>[7]</sup>对新疆和田开发区土地进行生产潜力评价,莫治新等<sup>[8]</sup>对新疆阿拉尔垦区的土壤,安韶山等<sup>[1]</sup>对固原云雾山自然保护区的土壤,崔英等<sup>[9]</sup>对太白山南坡低山区的土壤、郭琳娜等<sup>[10]</sup>对玉龙雪山的土壤,常庆瑞等<sup>[11]</sup>对秦岭北坡的土壤进行发生特性和系统分类的研究,常庆瑞等<sup>[12]</sup>对陕北农牧交错带土壤荒漠化本质特性研究。国外方面,Alvarez 等<sup>[13]</sup>应运粮农组织和美国农业部的土壤分类系统对西班牙东南部不同植被覆盖的盐渍土进行分类。土壤系统分类是以土壤诊断层和诊断特性为基础,以定量的标准来划分土壤,客观地反映了土壤的形成发育及相应的理化性状,这一分类代表了当前国际土壤分类研究的新水平,并已应用于有关学科和领域,在我国有关的学科分支及农、林、牧业的建设中也发挥了应有的作用。

定边县板凳滩移民区位于陕西省西北部、榆林市最西端,是黄土高原与内蒙古鄂尔多斯荒漠草原过渡地带,降雨量小,土壤盐渍化程度高,属温带大陆性半干旱偏旱季风气候。年均气温 7~9℃,降水量 250~450 mm,蒸发量 1 152~1 290 mm,大风日数 3.8~87.2 d,冬季寒冷干燥,夏季炎热多雨,春季大风扬尘,年际年内变化剧烈。

目前,许多学者对陕北农牧交错带的生态恢复和生产潜力分析做了大量的工作,而对于定边县板凳滩移民区土壤系统分类研究至今未见相关报道。对板凳滩的土壤进行系统分类时需要有限定的属性定量指标,包括了外界环境赋予土壤的相应属性,尤其在基层分类单元,具有明确的剖面土层种类、排列、厚度

及相应的理化性状,也具有最大限度地提供用以土壤评价的信息。

本文对定边县板凳滩移民项目区内不同植物群落下土壤的形态特征、养分含量、pH 值、颗粒组成等土壤发生特性作了研究,并根据这些特性对该区土壤进行土壤系统分类。研究结果不仅是陕北农牧交错带土壤发生特性的基础资料,而且在系统分类指导下生成的土壤图幅能反映土壤分布状况,为移民区土壤质量评价提供依据,也可作为该地区土地的合理开发利用及生态农业的可持续发展提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

定边县板凳滩移民区设在定边县城东北约 15 km,东经 107°44′10″—107°47′30″,北纬 37°35′55″—37°39′28″,东西长 5 km,南北宽 5 km,总面积为 2 500 hm<sup>2</sup>。该区为陕北农牧交错带的风沙区,海拔 1 360~1 392 m,大部分在 1 380 m 以下。该区勘界坐标处的海拔分别为:西北角 1 373.9 m,东北角 1 373.8 m;西南角 1 391.2 m,东南角 1 392.4 m。整体地势南高北低,北部地势平坦,地表为风沙盐碱滩,面积约占整个项目区的 1/3。南部地貌为风成堆积沙丘,沙丘一般高 3~10 m,地表平坦,沙丘呈新月形或长条形连续分布,间或有数块小草原,面积约为项目区的 2/3。

供试样品 2010 年 6 月采自定边县板凳滩移民项目区的 42 个剖面中,根据不同植被群落及不同地形筛选出 4 个典型土壤剖面(表 1)。它们分别是:Ⅱ<sub>1</sub>—风沙滩地羊草,Ⅱ<sub>5</sub>—风沙滩地芨芨草,Ⅲ<sub>4</sub>—风沙滩地冰草,Ⅵ<sub>4</sub>—风沙滩地沙柳,基本代表了该地区主要的植被和土壤类型。各剖面均按土壤发生特性进行层次划分,实地记载土体构型和剖面形态特征,分层采集土壤样品用于理化性质分析测定,重复 2 次。

表 1 土壤剖面成土环境条件

剖面编号	海拔/m	地形、地貌	母质	土壤温度状况	土壤水分状况	植被类型
Ⅱ <sub>1</sub>	1 371	风沙滩地	风积物	温性	潮湿	羊草、冰草
Ⅱ <sub>5</sub>	1 376	风沙滩地	风积物	温性	潮湿	芨芨草、茵陈蒿
Ⅲ <sub>4</sub>	1 378	风沙滩地	风积物	温性	潮湿	冰草、芨芨草
Ⅵ <sub>4</sub>	1 385	风沙滩地	风积物	温性	半干润	沙柳、碱蓬

### 1.2 测定项目及方法

土壤全氮采用半微量开氏法(半自动定氮仪)测定,碱解氮采用碱解扩散法测定,全磷采用钼锑抗比色法测定,速效磷采用 0.5 mol/L NaHCO<sub>3</sub> 法测定,全钾采用 NaOH 熔融、火焰光度法测定,速效钾采用

NH<sub>4</sub>OAc 浸提、火焰光度法测定,水溶性总盐采用残渣烘干—质量法测定,CaCO<sub>3</sub> 含量采用气量法测定,土壤机械组成采用吸管法测定,pH 值采用电导法(pH 计)测定,有机质采用重铬酸钾容量法测定,K<sup>+</sup>,Na<sup>+</sup>采用火焰光度法测定,Ca<sup>2+</sup>,Mg<sup>2+</sup>采用 EDTA

滴定法测定,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  采用双指示剂—中和滴定法测定,  $\text{Cl}^-$  采用  $\text{AgNO}_3$  滴定法测定,  $\text{SO}_4^{2-}$  采用 EDTA 间接络合滴定法测定, 阳离子交换量 (CEC) 采用盐酸—醋酸钙法测定,  $\text{Na}^+$  饱和度 (ESP) 采用  $\text{NH}_4\text{OAc}$ — $\text{NH}_4\text{OH}$  火焰光度法测定<sup>[14]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤养分状况

由表 2 可以看出板凳滩项目区土壤剖面之间有有机质含量极低, 土壤有机质含量为 0.40~3.03 g/kg, 其中表层的有机质含量较高, 由表层向下逐渐减少, 在 15 cm 处有一个明显的转折, 在 40—70 cm 处, 有机质含量仅为 0.5 g/kg 左右。这是因为土壤侵蚀过程微弱和植物生长环境恶劣, 归还有机残体量少, 在表层有少量有机质的累积与形成。土壤全氮和土壤速效养分与土壤有机质的变化趋势基本一致, 也是在表层含量较高, 其中土壤全氮为 0.06~0.60 g/kg, 土壤碱解氮为 6.13~46.38 g/kg, 土壤速效磷 0.21~11.74 g/kg, 土壤速效钾为 47.92~342.49 g/kg。供试土壤整体上表现为强碱性反应, pH 值变化于 8.42~10.55, 剖面 II<sub>1</sub> 表层 pH 值为 9.69, 地表有明显的

盐霜, 由表层向下逐渐减少。该剖面位于项目区的北部, 由于地下水位较浅, 排水不畅, 造成盐分在表层累积。剖面 II<sub>5</sub> 表层 pH 值为 8.87, 由地表向下逐渐增加, 变化明显。在 19—25 cm 层次中 pH 值达到最大为 10.55。在实际剖面的挖掘过程中, 该层明显的盐积现象。其余 2 个剖面的 pH 值变化不明显。碳酸钙的淋溶状况可以说明土壤的发育阶段。板凳滩项目区属无河流区域, 北 1 号井钻孔水位埋深约 1 m, 单井涌水量为 18 t/(d·m) 左右。水质化验: 钾、钠、钙、镁阳离子总量为 546.5 mg/L, 重碳酸根、硫酸根、氯根总量为 1 128.1 mg/L, 氟离子 1.2 mg/L, 总矿化度为 1.675 g/L, pH 值 7.1; 南 2 号井钻孔单井涌水量 15 t/(d·m) 左右, 水位埋深 1.5 m。水质化验: 钾、钠、钙、镁阳离子总量为 619.4 mg/L, 重碳酸根、硫酸根、氯根总量为 1 286.2 mg/L, 氟离子为 0.45 mg/L, 总矿化度为 1.906 g/L, pH 值 7.2。

从表 2 中可以看出: 碳酸钙在剖面中的分布为表层最高, 由表层向下呈现先减少后增加的趋势, 在剖面的最下层出现钙积现象, 碳酸钙含量最高的层段出现在 0—5 cm, 表层含量高于下层, 说明碳酸钙淋溶不明显。

表 2 土壤基本化学性质

剖面号	土层深度/cm	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g·kg <sup>-1</sup> )	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	pH 值	碳酸钙/ (g·kg <sup>-1</sup> )
II <sub>1</sub>	0—5	2.47	0.60	0.36	13.13	46.38	10.26	342.49	9.69	57.79
	0—15	1.93	0.42	0.34	12.77	41.13	7.56	204.01	9.19	52.71
	15—40	0.55	0.15	0.38	13.66	9.38	3.04	103.83	9.20	22.33
	40—70	0.53	0.16	0.38	13.52	14.30	0.20	57.87	9.34	42.75
II <sub>5</sub>	0—5	1.83	0.48	0.36	11.77	45.10	8.21	187.80	8.87	68.96
	0—15	1.18	0.30	0.31	10.82	44.07	3.14	223.60	9.91	54.54
	19—25	0.60	0.11	0.40	12.67	18.78	4.20	170.40	10.55	43.66
	15—40	0.48	0.13	0.38	11.96	12.35	0.51	159.90	10.29	20.09
	40—70	0.35	0.06	0.37	10.51	6.13	0.76	65.79	10.47	39.48
III <sub>4</sub>	0—5	1.75	0.53	0.41	12.69	40.84	9.57	127.74	8.63	37.00
	0—15	1.81	0.35	0.28	8.90	27.59	4.92	115.85	8.78	37.20
	15—40	0.42	0.13	0.33	12.28	15.36	0.66	80.13	8.79	18.20
	40—70	0.40	0.11	0.33	11.94	14.03	1.43	78.35	8.99	15.40
	70—100	0.56	0.16	0.33	11.80	28.60	1.37	71.80	9.02	28.60
VI <sub>4</sub>	0—5	3.03	0.50	0.35	9.18	41.48	14.17	163.74	8.42	51.25
	0—15	2.93	0.28	0.39	9.34	23.03	10.80	95.93	8.65	44.18
	15—40	0.48	0.07	0.36	7.31	10.70	1.87	51.92	8.53	19.11
	40—70	0.64	0.10	0.35	8.48	12.52	1.97	47.92	8.70	14.65

注: 剖面 II<sub>5</sub> 中的 19—25 cm 层次出现了盐积现象。

### 2.2 土壤容重与机械组成

由表 3 可以看出, 该区域土壤没有发育正常的土壤剖面类型。4 个剖面均为无完整层次的土壤剖面,

土壤容重在层次间没有明显的差异, 不同剖面之间的差异很小。从剖面定性描述来看, 土壤不具备完整的土体结构。

表 3 供试土壤剖面描述及机械组成

剖面号	土层深度/ cm	容重/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	孔隙度	颗粒组成/( $g \cdot kg^{-1}$ )				质地名称
				2.0~0.2 mm	0.2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	<0.002 mm	
II <sub>1</sub>	0—5	—	—	155.31	678.12	71.01	95.56	砂壤
	0—15	1.63	0.38	177.89	694.65	39.78	87.68	沙土
	15—40	1.55	0.42	69.14	837.89	18.84	74.13	沙土
	40—70	1.59	0.40	68.40	843.57	26.51	61.52	沙土
II <sub>5</sub>	0—5	—	—	72.71	789.63	40.55	97.11	沙土
	0—15	1.53	0.42	75.91	790.04	38.47	95.58	沙土
	19—25	—	—	49.41	827.64	32.31	90.64	沙土
	15—40	1.55	0.41	51.94	863.21	15.19	69.66	沙土
	40—70	1.59	0.40	115.68	824.68	43.87	15.77	沙土
III <sub>4</sub>	0—5	—	—	414.59	473.45	56.38	55.57	沙土
	0—15	1.59	0.40	502.30	386.95	54.77	55.98	沙土
	15—40	1.61	0.39	470.12	440.55	48.06	31.26	沙土
	40—70	1.57	0.41	531.89	375.62	22.82	69.67	沙土
	70—100	1.47	0.44	366.80	532.43	21.45	79.32	沙土
VI <sub>4</sub>	0—5	—	—	165.97	686.78	41.99	105.27	砂壤
	0—15	1.62	0.39	233.55	640.28	19.24	106.93	沙土
	15—40	1.64	0.38	330.20	580.44	8.31	81.05	沙土
	40—70	1.58	0.40	369.27	546.39	3.44	80.90	沙土

注:剖面 II<sub>5</sub> 中的 19—25 cm 层次出现了盐积现象。

供试土壤的颗粒组成中,0.2~0.02 mm 粒级的细沙粒占主要部分,其次为 2.0~0.2 mm 的沙粒,其余各粒级则相对较少,即沙粒含量最多,黏粒次之,粉粒最少。各粒级含量的变化范围较大。从机械组成来看,II<sub>1</sub> 和 II<sub>5</sub> 土壤剖面的 0.2~0.02 mm 粒级明显高于其他各剖面,其中 15—40 cm 处 0.2~0.02 mm 含量分别为 837.89 g/kg 和 863.21 g/kg,说明该土壤在颗粒组成上有粗化现象。比较各土壤剖面表层与下层来看,<0.02 mm 与 <0.002 mm 这 2 个粒级均为表层>表下层,说明在当地的水分条件和降雨条件下,土壤粉粒和黏粒没有移动的趋势。尤其是代表性土壤剖面 II<sub>1</sub> 和 II<sub>5</sub>,黏粒 <0.002 mm 含量最高的层次出现在 0—5 cm 处。与碳酸钙的分布层次比较来看,代表性剖面 III<sub>4</sub> 中碳酸钙相对富积层与黏粒富积层相似,说明该地区土壤的碳酸钙淋溶与黏粒淋溶非常微弱。

### 2.3 土壤一般化学性质

供试土壤的化学性质见表 4。由表 4 可知,土壤浸提液的电导率(EC)、水溶性盐总量、8 大离子总量在供试的 4 个剖面中的变化趋势基本一致,随深度的变化呈现递减趋势,表现为下层含量显著低于表层。由表 4 可以看出,在同一剖面上,水溶性盐总量和 8 大离子总量的变化趋势是一致的,都是表层大于下层,并且两者在数值上也很接近。在剖面 II<sub>1</sub> 中,表层的电导率和水溶性盐含量明显高于表层以下,表层的电导率和水溶性盐总量分别为 948.50  $\mu S/cm$ ,6.22

g/kg。碱化度 ESP>5%,pH 值>9.0,土壤剖面具有明显的草甸化过称和碱化过程,地表有明显盐霜,腐殖质层分化明显,有锈纹锈斑。剖面 II<sub>5</sub> 表层含量最低,变化趋势呈现为低—高一低,与表 1 中 pH 值的变化趋势一致,说明剖面 II<sub>5</sub> 中 19—25 cm 大量聚积盐分离子形成盐积现象。易溶性盐分含量为 0.655 6~1.869 8 g/kg,盐分离子中,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 和 Na<sup>+</sup> 的含量较高,交换性钠含量较高,pH 值超过了 10.0,碱化度超过了 40%,土壤剖面具有明显的碱化过程,地表出现灰黑色碱斑。剖面 III<sub>4</sub> 易溶性盐分含量为 0.478 8~0.711 7 g/kg,剖面盐分通体变化不明显,说明土壤未发生盐渍化,0—70 cm 土层 pH 值<9.0,碱化度<5%。剖面 VI<sub>4</sub> 易溶性盐分含量为 0.451 7~0.6308 g/kg,剖面盐分通体变化不明显,说明土壤未发生盐渍化。

### 2.4 土体的矿质元素

根据全国第二次土壤普查和中国土壤数据库的资料来看,定边县的风沙土区土壤微量元素有效含量为:有效锌 0.2~0.3 mg/kg,有效铜 0.13~0.91 mg/kg,有效硼 0.20~0.88 g/kg,有效铁 2 g/kg,有效锰 2 g/kg;大量的研究资料表明土壤微量元素缺乏的临界值依次为:有效锌 0.5 mg/kg,有效铜 0.2 mg/kg,有效硼 0.5 g/kg,有效铁 4.5 g/kg,有效锰 10 g/kg。从现有的数据来看,该地区土壤微量元素除有效铜、有效硼可以基本满足作物需要,而有效锌、有效铁、有效锰等微量元素较为缺乏。

表 4 土壤的一般化学性质

剖面号	土层深度/ cm	电导率/ ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	水溶性盐总量/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	8 大离子总量/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	阳离子交换量/ ( $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	交换性 $\text{Na}^+$ / ( $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	碱化度/ %
II <sub>1</sub>	0—5	551.00	3.61	3.47	7.40	2.19	29.59
	0—15	948.50	6.22	5.97	6.02	2.67	44.39
	15—40	353.00	2.62	2.56	3.51	1.03	29.39
	40—70	326.00	2.50	2.39	4.00	0.94	23.58
II <sub>5</sub>	0—5	72.50	0.66	0.57	6.07	0.12	2.04
	0—15	112.00	1.20	0.96	4.84	1.20	24.80
	19—25	206.00	1.87	1.70	4.20	3.15	75.17
	15—40	133.50	1.30	1.12	2.38	1.50	63.17
	40—70	195.50	1.55	1.60	3.76	2.87	76.58
III <sub>4</sub>	0—5	59.00	0.68	0.52	6.67	0.07	1.08
	0—15	65.00	0.56	0.42	6.61	0.07	1.01
	15—40	64.50	0.48	0.45	4.88	0.06	1.22
	40—70	67.00	0.71	0.66	4.51	0.05	1.11
	70—100	63.00	0.56	0.45	5.48	0.23	4.13
VI <sub>4</sub>	0—5	59.50	0.45	0.44	8.51	0.74	8.70
	0—15	70.50	0.52	0.52	7.68	0.78	10.11
	15—40	57.00	0.63	0.50	4.45	0.73	16.35
	40—70	60.50	0.50	0.47	4.14	0.75	18.16

注:8 大离子包括  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ ; 剖面 II<sub>5</sub> 中的 19—25 cm 层次出现了盐积现象。

### 3 土壤系统分类方法

#### 3.1 检索方法

土壤系统分类的检索方法,是根据土壤的基本性质和野外剖面观察结果,按中国土壤系统分类的鉴别指标<sup>[2]</sup>定诊断层和诊断特性,按检索系统从土纲、亚纲、土类一直检索到亚类,每种土壤均可以在系统中找到所属的分类位置。

#### 3.2 分类依据

##### 3.2.1 诊断层

(1) 干旱表层。干旱表层是干旱水分状况条件下形成的具有特定形态分异的表层。干旱表层无植被或植被稀疏,经常受大风吹刮,土壤表面不断遭受风蚀、风积作用,因此,在干旱土壤剖面上部形成了特有的孔泡结皮层。具有下列 3 个条件:有砾幕;砾石、石块表面有荒漠漆皮或风蚀刻痕,或两者兼有;从地表起,无盐积或钠质孔泡结皮层或土盐混合层;从地表起,有气泡状孔隙的孔泡结皮层,其厚度 $\geq 0.5$  cm。

(2) 石膏层。石膏层是富含次生石膏的未胶结或为硬结的土层。具有以下 3 个条件:厚度 $\geq 15$  cm;石膏含量为 50~500 g/kg;厚度与石膏含量的乘积 $\geq 1500$ 。

(3) 锥形层。锥形层是风化成土过程中形成的,无或者基本上无物质淀积,未发生明显黏化,呈棕、红

棕、红、黄或者紫等颜色,且有土壤结构发育 B 层。具有以下 3 个条件:具有干旱土壤水分状况或寒性、寒冻温度状况的土壤,土层厚度至少 5 cm;其余土壤土层厚度应 $\geq 10$  cm,且其底部至少在土表以下 25 cm 处;具有极细沙、壤质极细沙或更细的质地;不符合黏化层、灰化淀积层、铁铝层和低活性富铁层的条件。

(4) 淡薄表层。淡薄表层为发育程度较差的浅色或较薄的腐殖质表层。具有以下 1 个或 1 个以上条件:①搓碎土壤的润态明度 $\geq 3.5$ ,干态明度 $\geq 5.5$ ,润态彩度 $\geq 3.5$ ;②有机质含量 $< 6$  g/kg;③颜色及有机碳含量同暗沃表层或暗瘠表层,但厚度不能满足暗沃表层或暗瘠表层的条件。供试的 4 个土壤剖面有机质含量均小于 6 g/kg,具有较薄的腐殖质表层,符合淡薄表层的鉴定指标。

3.2.2 诊断特性 土壤水分和温度状况,该区为温带半干旱大陆性季风气候区,具有典型的半干旱气候特征,年平均气温为 7.9 °C,年平均降水量为 316.9 mm,土壤属于半湿润水分状况,地下水位较浅的底层土壤则为潮湿水分状况。

(1) 土壤盐基饱和度。砂质沉积物岩性特征,它具有以下全部条件:①土表至 100 cm 或至石质、准石质接触面范围内土壤颗粒以砂粒为主,土壤质为壤质细砂土或更粗;②呈单粒状,含一定水分时时呈结持极脆的块状结构,无沉积层理;③有机碳含量 $\leq 2$  g/

kg(有机质 $\leq 3.448$  g/kg)。对板凳滩 42 个剖面的观察和室内分析表明,该区土壤沙层厚度一般在 1 m 以上,质地分选良好,粒径 2~0.02 mm 的砂粒 $>800$  g/kg,并以粒径为 0.2~0.02 mm 的细沙颗粒占绝对优势。土壤剖面发育微弱,成土过程常为风蚀作用所打断,处于不断堆积和侵蚀的不稳定状态,土体结持疏松,常呈单粒状。有机质含量较低,剖面 II<sub>1</sub> 的 0—5 cm 土层有机质最高,为 2.47 g/kg,有机质含量 $\leq 3.448$  g/kg,加上野外调查确定的土壤母质为风积物(风积沙),以上分析表明:板凳滩土壤具有砂质沉积物岩性特征,所以,可以得出,板凳滩的土壤全部为砂质新成土。

(2) 石灰性。土表 50 cm 范围内所有亚层中 CaCO<sub>3</sub> 相当物均 $\geq 10$  g/kg,用 1:3 HCl 处理有泡沫反映。若某亚层中 CaCO<sub>3</sub> 相当物比其上下、亚层高时,则绝对增量不超过 20 g/kg,即低于钙积现象的下限。

(3) 钠质特性和钠质现象。指交换性钠饱和度(ESP) $\geq 30\%$ 和交换性钠 $\geq 2$  cmol/kg,或交换性钠加镁的饱和度 $\geq 50\%$ 的特性。钠质现象:ESP = 5%~29%。

(4) 盐积现象。土层中有一定易溶性盐聚集的特征。其含盐量下限为 5 g/kg(干旱地区)或 2 g/kg(其他地区)。

### 3.3 土壤类型的归属

根据上述诊断层和诊断特性,结果如表 5 所示。按照《中国土壤系统分类检索》(第 3 版)<sup>[2]</sup>和《中国土壤系统分类(修订方案)》<sup>[15]</sup>进行类别归属,对供试土

壤进行检索定名。可检索出 1 个土纲,1 个亚纲,2 个土类,4 个亚类。

II<sub>1</sub>, II<sub>5</sub>, III<sub>4</sub>, VI<sub>4</sub> 剖面在进行检索的过程中,有机表层、人为表层、灰化淀积层、火山灰特性、铁铝层、变性特性、干旱表层、潜育特征、暗沃表层、低活性富铁层、黏化层、锥形层和盐积层诊断指标均不具有,最后得出土壤的土纲类别为新成土。II<sub>1</sub>, II<sub>5</sub>, III<sub>4</sub>, VI<sub>4</sub> 剖面土壤沙层厚度一般在 1 m 以上,质地分选良好,粒径 2~0.02 mm 的砂粒 $>800$  g/kg,并以粒径为 0.2~0.02 mm 的细沙颗粒占绝对优势。土壤剖面发育微弱,成土过程常为风蚀作用所打断,处于不断堆积和侵蚀的不稳定状态,土体结持疏松,常呈单粒状。有机质含量较低,剖面 II<sub>1</sub> 的 0—5 cm 土层有机质最高,为 2.47 g/kg,有机质含量 $\leq 3.448$  g/kg,加上野外调查确定的土壤母质为风积物(风积沙),以上分析表明:剖面土壤具有砂质沉积物岩性特征,最后检索出亚纲类别为砂质新成土。II<sub>1</sub>, II<sub>5</sub>, III<sub>4</sub> 剖面有潮湿土壤水分状况,剖面 VI<sub>4</sub> 中有半干润土壤水分状况,按照土类划分为潮湿砂质新成土和干润砂质新成土。在剖面 II<sub>1</sub> 和 VI<sub>4</sub> 中土表 50 cm 范围内所有亚层中 CaCO<sub>3</sub> 均 $\geq 10$  g/kg,有 1:3 HCl 处理有泡沫反应,故剖面 II<sub>1</sub> 具有石灰性,土壤亚类可划分为石灰潮湿砂质新成土和石灰干润砂质新成土。剖面 II<sub>5</sub> 中交换性钠饱和度(ESP) $\geq 30\%$ 和交换性钠 $\geq 2$  cmol/kg,具有钠质特性,亚类划分为钠质潮湿砂质新成土。剖面 III<sub>4</sub> 土层中有一定易溶性盐聚积的特性,土类划分为弱盐潮湿砂质新成土。

表 5 土壤系统分类

剖面号	土纲	亚纲	土类	亚类
II <sub>1</sub>	新成土	砂质新成土	潮湿砂质新成土	石灰潮湿砂质新成土
II <sub>5</sub>	新成土	砂质新成土	潮湿砂质新成土	钠质潮湿砂质新成土
III <sub>4</sub>	新成土	砂质新成土	潮湿砂质新成土	弱盐潮湿砂质新成土
VI <sub>4</sub>	新成土	砂质新成土	干润砂质新成土	石灰干润砂质新成土

## 4 结论

本文通过野外土壤调查采集并记录了移民区土壤相应的属性指标,通过对有限定的属性定量指标的划分来确定土壤资源的类型,这些指标也能最大限度为土壤评价提供信息。这些信息也是逐级累加的,且形象具体,能满足土壤质量评价的需要。同时,在系统分类指导下的各种土壤图幅,能反映土壤的区域或微域组合分布状况,图斑精度高,能为板凳滩移民区土壤质量评价提供依据。板凳滩移民区土壤系统分

类所属高级分类单元的重要属性,例如土壤颗粒大小级别、土壤矿物学、土壤交换性能等特性,乃至控制层段内的土层种类、厚度、排列及一系列累加的土壤形态与理化属性,个体清晰,按土壤属性可直接用于农、林、牧业的用地选择。对板凳滩移民区土壤系统分类特别是基层分类不仅是客观而又系统地划分每一土壤类型,并具有一定的生产使用价值,能为土壤适宜性评价及制定因土种植等措施提供具体依据。

研究结果表明,由于研究区降水量小,土壤风化以物理风化为主;因为风化程度不高,造成土壤颗粒

组成以砂粒为主。土壤 0—15 cm 的有机质含量在 0.2017~1.7869 g/kg, 有机质含量处于极低水平。土壤的氮素、磷素、钾素等养分状况也都处于极低水平。土壤剖面 0—15 cm 土壤颗粒组成 2~0.2 mm 粗砂含量平均为 298.72 g/kg, 0.2~0.02 mm 细砂含量平均为 587.77 g/kg, 砂粒(2~0.02 mm)平均含量 886.49 g/kg, 0—15 cm 土壤颗粒组成 0.02~0.002 mm 粉砂含量平均为 37.89 g/kg, 0—15 cm 土壤颗粒组成 <0.002 mm 黏粒含量平均为 75.62 g/kg。这就很清晰地说明板凳滩耕层土壤以砂粒占绝对优势, 粉粒和黏粒含量很少。CEC 集中分布在 2.5~5.0 cmol/kg, 说明板凳滩土壤保肥力较弱。pH 值在 8.52~10.63, 供试土壤呈碱性反应。土壤全盐含量为 1.601~6.216 g/kg, 达到了“中度盐化”程度, 对盐分敏感的作物产量受到影响, 但对耐盐作物无太大影响。所以, 在作物品种的选择上要以耐盐的作物为主。参考自然环境条件及土壤发生特性, 按照中国系统分类方案, 板凳滩移民搬迁区的土壤类型分布如下: 石灰干润砂质新成土的面积 15.55 km<sup>2</sup>, 占调查区总面的 45.62%; 弱盐潮湿砂质新成土的面积 4.83 km<sup>2</sup>, 占调查区总面的 16.27%; 钠质潮湿砂质新成土的面积 6.67 km<sup>2</sup>, 占调查区总面的 22.47%; 石灰潮湿砂质新成土的面积 4.65 km<sup>2</sup>, 占调查区总面的 15.64%。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 安韶山, 郭曼, 杨建国, 等. 云雾山自然保护区土壤发生特性与系统分类研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(2): 209-213.
- [2] 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[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001.
- [3] 邓雁, 李新平. 新疆阿克苏农一师北二干盐碱荒地土壤系统分类研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(1): 113-114.
- [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[J]. 中国科学基金, 2006(5): 293-296.
- [5] 徐咏文, 段萍, 罗志华. 浅析中国土壤分类的发生与现状[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(10): 2003-2004.
- [6] 李新平, 崔方让, 魏迎春, 等. 新疆和田开发区土壤系统分类研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(12): 133-137.
- [7] 崔方让, 李新平, 魏迎春, 等. 新疆和田开发区土地生产潜力评价与土壤修正系数的确定[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 126-128.
- [8] 莫治新, 柳维扬, 伍维模. 新疆阿拉尔垦区土壤发生特性及系统发生分类研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(6): 40-43.
- [9] 崔英, 常庆瑞, 李芸, 等. 太白山南坡低山区土壤特性与系统分类[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(3): 112-116.
- [10] 郭琳娜, 何忠俊, 龙兴智, 等. 玉龙雪山土壤发生特性及其系统分类研究[J]. 广西农业科学, 2009, 40(9): 1177-1183.
- [11] 常庆瑞, 雷梅, 冯立孝. 秦岭北坡土壤发生特性与系统分类[J]. 土壤学报, 2002, 39(2): 227-235.
- [12] 常庆瑞, 安韶山, 刘京, 等. 陕北农牧交错带土壤荒漠化本质特性研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(4): 518-523.
- [13] Alvarez R J, Ortiz S R, Vela de O N, et al. The application of the FAO and US soil taxonomy systems to saline soils in relation to halophytic vegetation in SE Spain [J]. Catena, 2001, 45(1): 73-84.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [15] 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(修订方案)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.