

# 河北曲周试验区土壤特性与系统分类

黄勤 张凤荣 薛永森 齐伟

(中国农业大学资源与环境学院)

**摘要** 对曲周试验区 28 个土壤剖面的研究表明: 大多数土壤冲积层理较明显, 发育程度低, 粉砂含量高, 盐化现象普遍, 人类活动迹象清晰可见, 长期灌溉导致明显淋淀粘化层出现。按《中国土壤系统分类(修订方案)》, 该区土壤分别属于人为土、淋溶土和雏形土 3 个土纲中的相应亚纲、土类及亚类; 按《中国土壤分类系统(普查)》, 分别属于潮土和盐土 2 个土类中的相应亚类。比较了 6 个土壤代表剖面在 2 种分类体系中的地位。

**关键词** 土壤性质; 系统分类

**分类号** S155.1

## Characteristics and Taxonomic Classification of Soil in Quzhou, Hebei

Huang Qin Zhang Fengrong Xue Yongsen Qi Wei

(College of Resource and Environmental Sciences, CAU)

**Abstract** Twenty eight soil pedons in Quzhou experimental region were studied. The results showed that most of soils in this region have little evidence of the development of pedogenic horizons, higher silt content, popular Salic evidence and clearly Argic horizon. According to Chinese Soil Taxonomy (Revised proposal), the soils in the region were classified as Anthrosols, Luvisols and Cambisols respectively.

**Key words** soil characteristics; taxonomic classification

河北省曲周试验站是中国农业大学的长期定位试验站。但综观曲周试验区的有关科研论文<sup>[1-3]</sup>, 当提及土壤类型时, 采用的均是土壤地理发生分类体系的名称如: 潮土、褐土等。而当今国际上土壤系统分类已成为土壤分类的主流, 我国也于 1995 年正式出版了《中国土壤系统分类(修订方案)》<sup>[4]</sup>, 本研究按此中国土壤分类最新研究成果对试验区土壤进行分类、命名。

### 1 研究方法

1999 年 4 月, 以农大曲周试验站为中心, 选取面积约 2 500 hm<sup>2</sup> 的样区, 共挖标准剖面 28 个, 其分布示意图见图 1。

理化分析方法<sup>[5]</sup>: 土壤机械组成用吸管法; 速效磷经碳酸氢钠浸提后用钼锑抗比色法测定(水土比 20:1); 碱解氮用扩散法; 全氮用重铬酸钾、硫酸消化-蒸馏法; 有机质用重铬酸钾-硫酸消化法; 碳酸钙相当物用气量法; pH 值用水浸提电位法(水土比 5:1); 水溶性盐总量用电导法(水土比 5:1)。

收稿日期: 2000-03-28

国家自然科学基金重点资助项目(498310004)

黄勤, 北京海淀区学院路 29 号中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 100083

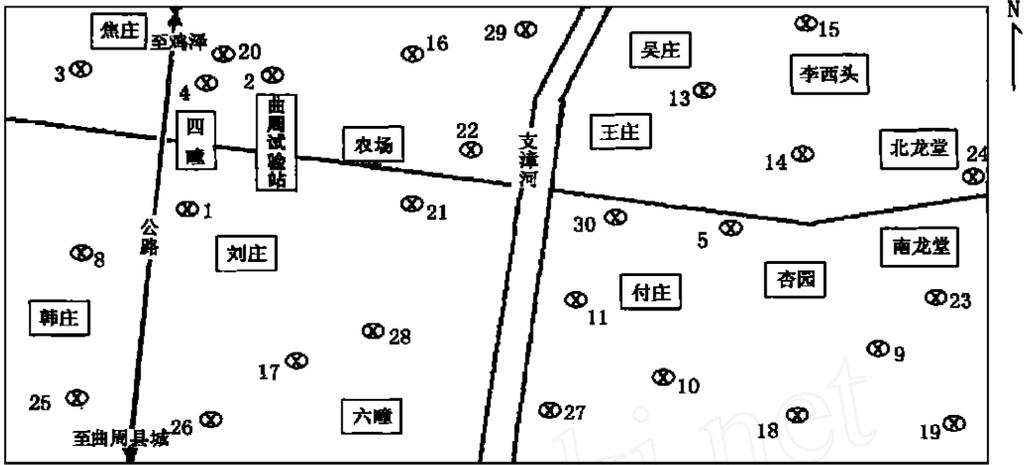


图 1 曲周样区土壤取样点分布示意图

## 2 结果

### 2.1 曲周试验区土壤形成条件

曲周试验区属温暖带半湿润季风气候区, 年均温  $13.1^{\circ}\text{C}$ , 年均降水量  $556.2\text{mm}$ , 全年降水主要集中在 7~9 月份, 其降水量占全年降水量的  $2/3$ , 年均蒸发量  $1835.5\text{mm}$ , 是年均降水量的 3.3 倍<sup>[2]</sup>, 年均干燥度 1.3, 本研究采样期间(4~5 月)地下水埋深变化范围为  $3.22\sim 6.01\text{m}$ 。

因处于漳河冲积扇、漳河、滏阳河冲积平原和黄河冲积平原的交会处, 地形为大平小不平, 有古河道及河床沙地、自然堤、缓岗、背河槽状洼地、古河道与洼地相过渡的缓平二坡地和决口扇形地等多种地貌类型。

成土母质为近代河流冲积物, 一方面受“紧沙慢淤”沉积规律的影响, 水平方向上不同粗细沉积物质与河道平行分布, 沿古河道或现在河流的两侧由近至远沙、壤、粘依次排列; 垂直方向上, 沙壤粘交替出现(表 1)。另一方面也与不同河流上游所带来的物质有关, 如黄河、漳河等上游主要来自黄土高原, 所以粉砂物质多; 而滏阳河则来自太行山的邯郸石灰岩区, 所以物质细。因此受滏阳河影响的曲周北部的西部平原区及鸡泽县平原区的沉积物质细, 而东部受漳河影响的龙堂地区则物质较粗, 如图 2 所示。

### 2.2 曲周试验区土壤形成特征

**2.2.1 土壤剖面发生层次分异不明显** 因为曲周土壤发育于以漳河为主的现代河流沉积物上, 漳河水势猛而多泥沙, 淤积速度快, 土壤发育不断被新沉积物的覆盖所打断, 因此, 大多数土壤发育程度低, 剖面层次分异不明显, 而冲积层理依然显著, 土壤剖面所显示的层次分异主要是不同时期沉积的母质层次。所以, 根据中国土壤系统分类体系, 该区土壤大多属于雏形土。我们所挖的 28 个剖面中有 14 个属雏形土纲。

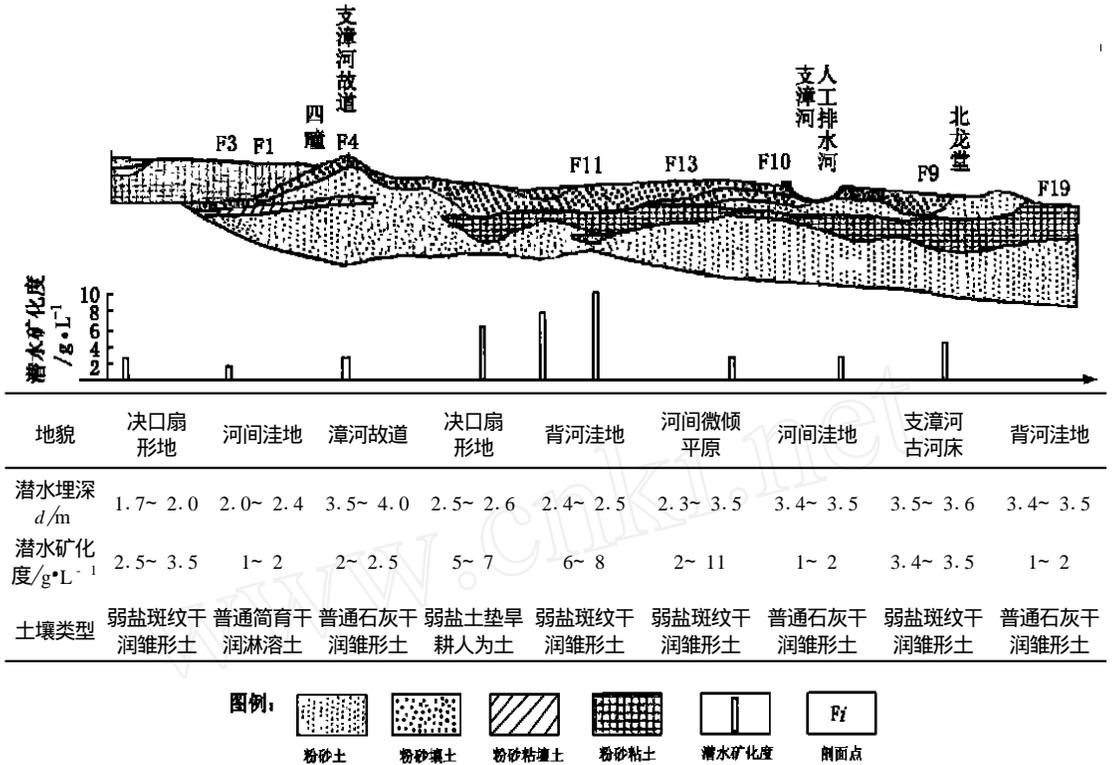


图 2 曲周样区地学条件综合断面图

2.2.2 土壤粉砂粒含量高 对所采土样进行粒径分析结果表明,曲周试区土壤粉砂含量相当高,最低 392.4 g·kg<sup>-1</sup>,最高 919.3 g·kg<sup>-1</sup>。按美国质地分类制,对采集的 28 个剖面所有层次土壤进行分析,粉砂含量小于 400 g·kg<sup>-1</sup>的仅有一层,即 F8 号剖面的 2BC(103~ 113 cm)土层,其粉砂含量为 392.4 g·kg<sup>-1</sup>,表 1 所示的剖面粉砂含量均大于 400 g·kg<sup>-1</sup>。土壤粉砂含量高说明了沉积物主要来自黄土覆盖区。

2.2.3 土壤均有石灰反应 试区土壤 pH 值变化不大,多在 8 左右。全剖面碳酸钙相当物含量较高,这也说明母质来源于黄土。表层土壤碳酸钙相当物含量都小于第 2 层,说明该区土壤中的碳酸钙存在一定的淋溶作用。占本研究调查剖面数 86% 的土壤剖面显示,土壤碳酸钙相当物含量最高的土层是土壤粘粒含量最高的土层。表 1 所列的 6 个代表剖面均符合这一规律,造成这一现象的原因一是成土母质,二为粘土层对降水下行和地下水上升的阻滞作用<sup>[6,7]</sup>。

2.2.4 土壤盐化作用普遍 盐化土与盐成土是有区别的。从广义上讲,盐渍土是盐化土、碱化土、盐土和碱土的总称<sup>[9]</sup>,而盐成土是指盐土和碱土。

曲周试区属半湿润地区,土壤盐分以氯化物为主<sup>[2]</sup>。该类土壤按全国第 2 次土壤普查盐渍度划分标准<sup>[8]</sup>(即:地表 20 cm 土层的盐分含量 2~ 4 g·kg<sup>-1</sup>为轻盐化,4~ 6 g·kg<sup>-1</sup>为中盐化,6~ 10 g·kg<sup>-1</sup>为重盐化,> 10 g·kg<sup>-1</sup>为盐土),该区 28 个土壤剖面中有 8 个为轻盐化土,4 个中盐化土,2 个为重盐化土,3 个为盐土。若按河北省土壤盐化分级标准(即:0~ 20 cm 土层平均含盐量 1~ 2 g·kg<sup>-1</sup>为轻盐化,2~ 4 g·kg<sup>-1</sup>为中盐化,4~ 6 g·kg<sup>-1</sup>为重盐化,> 6 g·kg<sup>-1</sup>为

盐土)<sup>[9]</sup>, 该区土壤除 5 个为盐土外, 其余全是盐化土壤。而按《中国土壤系统分类(修订方案)》的标准(即: 盐成土需要具有盐积层或碱积层, 判定盐积层的标准除了土层厚度 > 15 cm 和土壤全盐含量 > 10 g·kg<sup>-1</sup> 以外, 还要求含盐量(g·kg<sup>-1</sup>)与厚度(cm)的乘积 > 600; 盐化土为具有盐积现象的土壤, 即土壤含盐量 > 2 g·kg<sup>-1</sup>), 则该区无盐土, 只有盐化土壤。由此可见, 依据不同的标准, 会得出不同的结论。但总体来说, 土壤盐化作用普遍。

表 1 曲周试验区主要代表剖面的理化性质

剖面号	发生层	取样深度 d/cm	有机碳 w/g·kg <sup>-1</sup>	全盐 w/g·kg <sup>-1</sup>	pH (H <sub>2</sub> O)	碳酸钙 w/g·kg <sup>-1</sup>	颗粒组成/g·kg <sup>-1</sup>			质地 (美国制)
							2~ 0.05	0.05~ 0.002	< 0.002	
F1	Ap	0~ 19	7.5	1.0	8.7	50.6	139.8	604.8	255.5	粉砂壤土
	Bw	19~ 55	4.2	1.1	8.4	70.6	32.9	505.0	462.2	粉砂质粘土
	BC	55~ 100	2.3	1.1	8.6	39.9	85.7	778.1	136.2	粉砂壤土
	2C	100~ 120	2.6	1.4	8.3	51.7	25.1	595.3	379.6	粉砂质粘壤土
	3C	120~ 180	1.4	1.2	8.6	67.1	56.4	862.7	80.9	粉砂土
F3	Ap	0~ 20	7.2	1.5	8.4	41.6	44.0	612.2	343.9	粉砂质粘壤土
	Bt	20~ 67	4.4	1.1	8.0	68.8	11.3	411.2	577.5	粉砂质粘土
	Bw	67~ 115	4.1	1.1	8.2	59.4	50.8	512.9	436.4	粉砂质粘土
	2C	115~ 180	2.1	1.0	8.5	65.2	48.4	855.6	96.0	粉砂土
F9	Ap	0~ 15	6.4	1.6	8.3	44.1	184.7	692.8	122.5	粉砂壤土
	Bw1	25~ 50	2.4	1.4	8.4	60.8	204.4	590.5	205.1	粉砂壤土
	Bw2	50~ 82	2.1	1.2	8.4	66.6	178.1	677.7	144.2	粉砂壤土
	2BCg	82~ 100	3.7	1.7	8.1	124.8	16.1	640.8	343.1	粉砂质粘壤土
	3BCg	100~ 123	1.9	1.5	8.1	69.4	45.2	855.6	99.2	粉砂壤土
F10	Ah	0~ 17	6.1	17.5	7.8	58.5	73.9	886.6	39.5	粉砂土
	Bw	17~ 48	2.5	5.6	8.1	77.4	27.2	838.8	134.0	粉砂壤土
	2BCg	48~ 106	3.8	5.6	8.1	151.0	34.5	516.6	448.9	粉砂质粘土
	3BCg	106~ 118	1.9	5.0	8.2	62.4	86.1	851.6	62.4	粉砂土
F11	Aup	0~ 17	6.4	11.9	7.8	55.7	93.2	872.0	34.8	粉砂土
	Bw	17~ 75	2.5	5.1	8.2	59.2	59.9	871.3	68.9	粉砂土
	Ahb	75~ 87	3.7	4.9	8.0	62.8	44.2	919.4	36.4	粉砂土
	2BCb	87~ 143	4.1	3.5	8.0	121.9	14.3	546.1	439.6	粉砂质粘土
	3Cb	143~ 175	1.0	2.7	8.5	60.9	86.8	864.9	48.3	粉砂土
F13	Ap	0~ 20	6.3	6.6	8.0	50.9	127.1	755.4	117.6	粉砂壤土
	Bw	20~ 70	2.9	3.1	8.2	69.6	65.0	816.6	118.4	粉砂土
	2BCg	70~ 103	4.7	3.2	8.1	135.6	15.1	593.7	391.3	粉砂质粘壤土
	3BCg	103~ 116	2.2	2.8	8.3	61.9	49.9	835.5	114.6	粉砂土
	4BCg	116~ 130	4.1	2.9	8.2	84.0	5.1	626.5	368.4	粉砂质粘壤土

2.2.5 人为活动影响剧烈 曲周试区土壤开发历史悠久, 人为活动对土壤的影响巨大。土壤强烈的耕作活动影响下, 自然成土过程被人为熟化过程所代替。特别是为改造盐碱土而大力平整土地和挖排水沟等田间工程, 造就了许多土壤表层具有明显的堆垫特征, 其中有的堆垫层达 50 cm 厚, 达到了人为土的鉴定指标。

## 2.3 曲周试验区土壤系统分类

土壤系统分类是以诊断层和诊断特征为基础,以定量化为特点的土壤分类。所谓“诊断层”,是用以识别土壤类别,在性质上有一系列定量规定的土层。如果用于分类目的的不是土层,而是具有定量规定的土壤性质,则称为诊断特性<sup>[10]</sup>。土壤系统分类强调分类必须以土壤本身的性质为依据,所以,进行土壤系统分类的重要前提是正确地进行土壤剖面描述<sup>[5]</sup>。本研究涉及的 3 个土纲的代表土壤剖面描述见表 2。不同土壤类型微地貌部位见图 2。

**2.3.1 诊断分类依据** 按照 1995 年出版的《中国土壤系统分类(修订方案)》,曲周试区土壤剖面所具有的诊断层和诊断特征如下:

### 2.3.1.1 诊断层类型

**堆垫表层(A<sub>up</sub>):**系长期施用大量土粪、土杂肥或河塘淤泥等并经耕作熟化而形成的人为表层。本区土壤的堆垫表层是因平整土地,耕作熟化而成。土层厚度> 50 cm, 全层在颜色、质地、结构等方面均一,相邻亚层的质地相同,土表至 50 cm 有机碳加权平均值> 4.5 g·kg<sup>-1</sup>;有残留的锈纹、锈斑,含煤渣、砖瓦碎屑等人为侵入体。如表 2 所示的剖面 F11。

**锥形层(B<sub>w</sub>):**是风化—成土过程中形成的无或基本上无物质淀积,未发生明显粘化,带棕、红棕、红、黄或紫等颜色,且有土壤结构发育的 B 层。本区土壤大多呈棕、黄棕、暗棕等颜色,具土壤结构发育明显的 B 层(表 2),有比砂壤更细的土壤质地,表 1 所示的土壤剖面除 F11 外,粘粒含量均> 100 g·kg<sup>-1</sup>。土壤碳酸钙有下移迹象,6 个代表剖面中所有表层土壤碳酸钙含量均低于下层。

**粘化层(B<sub>t</sub>):**指粘粒含量明显高于上覆土层的表下层。一般从两方面判断,一是形态方面,应在土壤剖面的粘化部位见到(凭肉眼或放大镜、显微镜)粘粒胶膜;二是机械分析的粘粒含量方面,一般粘化层粘粒含量至少为上覆土层的 1.2 倍。如试区的 F3 剖面(表 1, 2)。

### 2.3.1.2 诊断特性

**土壤水分状况:**指年内各时期土壤内或某土层内地下水或< 1 500 kPa 张力持水量的有无或多寡。若无土壤水分观测资料,可按 Penman 经验公式计算的年干燥度估算,凡年干燥度在 1~ 3.5 之间,则相当于半湿润土壤水分状况。曲周试区的年干燥度为 1.3,因此,属半湿润土壤水分状况。

**土壤温度状况:**指土表下 50 cm 深度处或浅于 50 cm 的石质或准石质接触面处的土壤温度。一般是以当地年平均气温加 2 作为土壤 50 cm 深处的土温。因为,曲周试区 30 年(1966~ 1996)平均气温是 13.1℃,所以该区 50 cm 深处的平均土温为 15.1℃,属于热性土壤温度状况。

**氧化还原特征:**区内所挖 28 个土壤剖面中,有 10 个剖面的中下部可见明显锈纹、锈斑,少数剖面还见粒状铁锰结核等,这是地下水位上下变动所致。

**石灰性:**样区所有土壤各层的碳酸钙相当物含量均> 10 g·kg<sup>-1</sup>,从表 1 可知,碳酸钙相当物含量最高达 151 g·kg<sup>-1</sup>。

**2.3.2 土壤类型** 全国第 2 次土壤普查结果,曲周试区范围内有潮土和盐土 2 个土类。根据以上所确定的诊断层和诊断特性,按照《中国土壤系统分类(修订草案)》的检索指标及检索系统的顺序,采用逐一排除的方法,曲周试区土壤应包括人为土、淋溶土和锥形土 3 个土纲,分别有旱耕人为土亚纲土垫旱耕人为土类中的弱盐土垫旱耕人为土亚类;干润淋溶土亚纲筒育干润淋溶土类中的普通筒育干润淋溶土亚类;干润锥形土亚纲石灰干润锥形土类中的普通石灰

干润雏形土亚类、斑纹干润雏形土土类中的弱盐斑纹干润雏形土亚类和石灰斑纹干润雏形土亚类。各亚类的代表土壤剖面及2种分类的定名比较见表3。

表2 不同土纲代表土壤剖面的微地貌部位及剖面描述

剖面号	发生层	取样深度 d/cm	颜色 (湿润)	微地貌部位 和沉积母质	主要土壤性状
F1	Ap	0~ 19	7.5YR3/4	古河床间 粘质槽状 洼地平原	小团块, 松脆, 大量中孔隙, 较多根系, 较多蚯蚓, 强石灰反应, 向下清楚过渡
	Bw	19~ 55	5YR3/4		次棱块状结构, 结构体面上较光滑, 少根, 多孔, 少量侵入体, 有石灰反应, 向下突然过渡
	BC	55~ 100	7.5YR3/4		极弱细团块, 松脆, 少量毛根, 大量细孔, 强石灰反应, 向下突然过渡
	2C	100~ 120	5YR3/4		大块状结构, 明显沉积细层理, 非常紧实, 极少根, 少孔, 有石灰反应, 向下突然过渡
	3C	120~ 180	7.5YR4/4		无土壤结构, 较紧实, 大量细孔, 无根, 强石灰反应
F3	Ap	0~ 20	5YR3/4	古河床间 粘质洼地 中低平地	细屑粒, 多蚯蚓粪, 湿时, 粘; 润时, 松脆; 干时, 硬; 多根, 少侵入体, 极强石灰反应, 向下突然过渡
	Bt	20~ 67	5YR3/4		粗棱块状, 结构体面上有断续的厚胶膜, 而裂隙面上有连续的厚胶膜, 非常坚实(润), 干时极硬, 极少毛根, 极强石灰反应, 向下逐渐过渡
	Bw	67~ 115	5YR4/4		中屑粒为主, 少量极细次棱块, 个别泥块面上有薄胶膜, 润时松脆, 极少毛根, 极强石灰反应, 突然过渡
	2C	115~ 180	10YR5/4		无结构, 疏松, 零星锈纹(铁锈)与锈斑(锰黑), 少量根5mm粗(节节草), 极强石灰反应
F11	Aup	0~ 17	10YR4/4	古河床间 倾斜平原 (二坡地) 的粉砂沉 积	弱的细屑粒, 非常松脆, 较多根系, 多孔, 强石灰反应, 向下突然过渡
	Bw	17~ 75	10YR4/4		弱的细屑粒, 夹杂粘土团与砂土团, 比例为2:8, 粘土团中可见过去形成的锈纹、锈斑, 较紧实, 少根少孔, 1%侵入体, 有石灰反应, 向下突然过渡
	Ahb	75~ 87	10YR5/4		弱的细屑粒, 非常松脆, 可见大量腐烂根系, 多孔, 强石灰反应, 向下逐渐过渡
	2BCb	87~ 143	7.5YR4/6		大块状, 无土结构, 沉积岩性层理, 裂隙面上有较多铁锈纹、锈斑, 紧实少根, 石灰反应, 向下突然过渡
	3Cb	143~ 175	7.5YR5/4		无土结构, 沉积层理, 强石灰反应, 再以下又为胶泥

表3 曲周试区土壤在2种分类制中的类别比较

剖面号	土壤普查分类(亚类)	土壤系统分类(亚类)
F1	潮土	普通石灰干润雏形土
F3	褐土化潮土	普通筒育干润淋溶土
F9	潮土	石灰斑纹干润雏形土
F10	草甸盐土	弱盐斑纹干润雏形土
F11	盐化潮土	弱盐土垫旱耕人为土
F13	盐化潮土	弱盐斑纹干润雏形土

### 3 讨论

曲周试区盐渍土具有历史久、分布广和以盐化为主等特点。虽然气候不同, 盐分组成不同, 则划分盐渍土的标准不同, 但如前所述, 试区同样的半湿润气候, 同样以氯化物为主的盐渍土, 根据不同的标准, 得到不同的结论。河北省土壤盐化分级标准是依据缺苗情况制定的, 主要用于河北省内; 全国第 2 次土壤普查和《中国土壤系统分类(修订方案)》的划分标准是针对全国范围制定的。本文是按《中国土壤系统分类(修订方案)》划分标准进行的分类, 该标准包括 3 项指标: 第 1, 盐土层厚度至少为 15 cm; 第 2, 含盐量至少为  $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 第 3, 含盐量( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )与厚度(cm)的乘积至少为 600。对于该区土壤, 第 1、2 项指标能够达到, 而第 3 项指标无法满足, 此项指标主要是要求含盐土层须含有相当数量的盐分, 是否合理, 需作进一步的研究。

曲周试区是否存在人为土, 主要在于判别有无真正的堆垫表层。按照《中国土壤系统分类(修订方案)》, 堆垫表层应是长期施用大量土粪、土杂肥或河塘淤泥等并经耕作熟化而形成的人为表层。但据野外调查表明, 在曲周试区很少见长期大量施用土粪、土杂肥或河塘淤泥, 大量施用的是化肥。我们所见的堆垫表层是改良盐渍土, 平整土地所形成的。根据土壤分类必须依据土壤性质本身的原则, 可以确定这些土层属于堆垫表层。因此, 建议《中国土壤系统分类(修订方案)》中关于堆垫表层的定义做些修改, 即只要有人为活动带入的侵入体, 且土层厚度大于 50 cm, 无论何种成因, 就可定义为堆垫表层(A up)。

曲周试区成土母质属全新世黄土(Q<sub>4</sub>), 基本特征应是: 土体深厚, 全剖面有石灰反应, 碳酸盐淋溶仅在初中期阶段; 粘化程度低, 有时仅属于外部形态不很明显的“隐粘化现象”<sup>[11]</sup>。但通过此次调查, 发现该区不少土壤有明显的淋淀粘化层, 甚至可见红棕色粘粒胶膜。究其原因, 是长期灌溉加速了粘粒淋溶淀积作用。因为, 该区每年有 556 mm 的降水, 加上小麦至少每年灌水 4 次左右, 玉米 0~ 2 次, 每次每 666.7 平方米大约灌 60 m<sup>3</sup>, 折合为 90 mm, 由此, 每年有近 700~ 900 mm 的水分在土壤剖面中运动。在水分下行过程中土壤中就可形成胶膜明显的粘化层。

### 参 考 文 献

- 1 陆锦文, 张和平, 吴海洋 土壤水量均衡预报模型的研究及应用 土壤肥料, 1992, (5): 3~ 7
- 2 辛德惠主编 浅层咸水型盐渍化低产地区综合治理与发展 北京: 北京农业大学出版社, 1990, 90~ 181
- 3 辛德惠主编 盐渍化改造区农业综合持续发展 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 205
- 4 中国土壤系统分类课题研究协作组著 中国土壤系统分类(修订方案) 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 16~ 121
- 5 中国科学院南京土壤研究所 土壤理化分析 上海: 上海科学技术出版社, 1978, 54~ 120
- 6 席承藩, 唐桐叶, 胡天祥 半干旱平原地区土壤详测研究 土壤学报, 1963, 11(3): 244~ 258
- 7 河北省土壤普查办公室 河北土壤 石家庄: 河北科学技术出版社, 1990, 57
- 8 全国土壤普查办公室 中国土种志 北京: 中国农业出版社, 1995, 3
- 9 全国土壤普查办公室 中国土壤 北京: 中国农业出版社, 1998, 650~ 660
- 10 Soil Survey Staff, U SDA. Soil Taxonomy (2nd Edition). U S Government Printing Office, 1999, 21~ 22
- 11 陆景冈著 土壤地质学 北京: 地质出版社, 1997, 78~ 79