

陕西关中土垫旱耕人为土样区的基层分类研究*

闫 湘¹ 常庆瑞² 王晓强² 潘靖平²

(1 中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081)

(2 西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要 选择陕西关中土垫旱耕人为土地区为样区, 以该地区代表性土壤土垫旱耕人为土(土) 为研究对象, 在野外调查、室内分析及查阅大量有关剖面资料的基础上, 根据中国土壤系统分类体系, 对土垫旱耕人为土(土) 的基层分类进行了研究。研究表明, 应用土壤颗粒大小级别、矿物学型和土壤温度状况等 3 项指标对土族进行划分, 在 0~160 cm 的控制层段中小于 2 mm 的土壤平均质地, 多数剖面为粘壤土, 少数为壤土或砂质壤土, 矿物学型属伊利石型、伊利石混合型或蛭石型, 土壤温度属温性或温热土壤温度状况。土垫旱耕人为土(土) 土系的控制层段拟定为从表土层上界向下 160 cm, 对于诊断层的底部在 160 cm 以下的, 则从表土层至诊断层的下部边界。特征土层有肥熟表层、土垫表层、暗沃表层、耕作淀积层、粘化层、粘质层、CaCO₃ 高度淀积层、CaCO₃ 中度淀积层、CaCO₃ 低度淀积层、氧化还原层和稚育层。根据样区 9 个典型剖面, 结合关中地区土垫旱耕人为土(土) 的有关研究资料, 划分了土族和土系, 并描述了各土系的典型特征及土系间的变异情况。

关键词 土垫旱耕人为土(土); 土壤基层分类; 特征土层; 控制层段

中图分类号 S155.3 文献标识码 A

土垫旱耕人为土(土) 是我国古老的耕种土壤之一, 耕种历史在 5000 年以上。它广泛分布在黄土地区盛产棉麦的地带, 其中尤以陕西关中为主, 是关中平原的主要农业土壤^[1]。土垫旱耕人为土(土) 是在原自然褐土的基础上, 经长期耕作、施入大量土粪并经人工熟化而形成的。《中国农业土壤论文集》^[2]对土垫旱耕人为土(土) 的分布、形成和起源描述如下: 土主要多分布在陕西关中平原三道塬以上阶地, 是多种土壤的总称, 由于每年施加土粪, 熟土层厚约 50 cm, 下部含有一层比较粘重紧实的土层, 即一般所称的垆土层, 其土层分界明显, 像楼房一样, 故称为 土。

自从 1991 年以诊断层和诊断特性为基础的《中国土壤系统分类》(首次方案) 公布以来, 已有学者在关中地区开展了一些 土的系统分类研究^[3~6], 基本明确了 土在中国土壤系统分类高级分类单元中的地位, 但已有的研究都集中在土垫旱耕人为土(土) 亚类以上级别的分类上, 目前, 有关土垫旱耕人为土(土) 基层分类方面的研究还是空白。鉴于

此, 本文在陕西关中地区开展了一些基层分类研究, 初步探讨了土垫旱耕人为土(土) 的土族与土系的划分, 以期对土垫旱耕人为土(土) 的基层分类研究提供基础数据, 为关中地区土地资源的评价和利用奠定基础。

1 自然成土条件

关中地区位于陕西省中部, 南依秦岭, 北临黄土高原, 是一个三面环山向东敞开的河谷盆地, 黄河最大的支流渭河东西向贯穿而过。该地区地处暖温带半旱生落叶阔叶与森林草原地带, 属暖温带半干旱和半湿润气候。年均气温 11.5℃~13.6℃, 1 月平均气温 -1℃~ -2℃, 7 月平均气温在 25℃以上, ≥0℃积温在 3 600℃~5 034℃之间, 持续天数约为 300 d 左右, ≥10℃积温不少于 3 600℃~4 500℃, 持续天数一般在 165~210 d。年降水量 529.0~695.6 mm, 降水分配不均, 多集中在夏季, 7~9 月降水量占全年降水量的 35%~50%。

* 国家自然科学基金项目(30170790)、教育部科学技术重点项目(03157) 资助

- 通讯作者: 常庆瑞(1959-), 男, 教授, 博士生导师, 从事土壤发生分类和土地资源利用方面研究

作者简介: 闫 湘(1972-), 女, 内蒙古呼和浩特人, 助理研究员, 从事土壤地理、养分管理研究与科研管理工作

收稿日期: 2004-07-14; 收到修改稿日期: 2005-02-22

关中地区植物以华北区系为主,地带性植被主要是暖温带落叶阔叶林,原生植被是以栓皮栎、辽东栎和油松为主的松栎林。主要栽培树种有杨树、刺槐、泡桐、侧柏、白皮松、野山楂、杜梨等,草本植物主要有长芒草、阿尔泰紫苑、纤毛鹅观草、大披针和北苍术等。

本地区主要由近代冲积平原与黄土阶地平原两部分组成,地貌由渭河向南北两侧的变化规律为河漫滩—河流阶地(1~3级)—黄土台塬—山前洪积扇—山区。成土母质主要为第四纪黄土,分布范围很广,大多数地区厚度可达100m以上,上部为上更新统的新黄土(马兰黄土),其下为中更新统老黄土

表1 土壤基本理化性质

Table 1 Basic physical-chemical properties of the soil profiles

剖面号 Profile No.	发生层 Horizon	深度 Depth (cm)	颜色 ¹⁾ Soil color	颗粒组成 Particle composition (g kg ⁻¹)			质地 Texture	有机质 O. M. (g kg ⁻¹)	碳酸钙 相当物 CaCO ₃ (g kg ⁻¹)
				1~ 0.02 mm	0.02~ 0.002 mm	< 0.002 mm			
GA-18	A _{up1}	0~ 30	浊黄橙 10YR 6/4	242.4	425.0	332.6	粘壤土 ¹⁾	22.71	101.2
	A _{up2}	30~ 60	浊黄橙 10YR 7/2	205.4	451.9	342.7	粘壤土 ¹⁾	9.88	116.0
	2B _k	60~ 100	浊棕 7.5YR 6/3	184.3	458.1	357.6	粘壤土 ¹⁾	8.53	74.99
GA-1	A _{up1}	0~ 30	灰黄棕 10YR 4/2	247.4	465.2	287.4	壤土 ^{④)}	15.83	59.47
	A _{up2}	30~ 60	灰黄棕 10YR 6/2	210.9	491.1	298.0	粘壤土 ¹⁾	13.41	58.12
	2B _{gl}	60~ 130	淡灰 10YR 7/1	146.8	490.6	362.6	粘壤土 ¹⁾	13.40	31.65
	2B _{gl2}	130~ 170	浊黄橙 10YR 7/2	158.2	534.4	307.4	粉质粘壤土 ^{④)}	10.57	57.98
GA-17	A _{up1}	0~ 40	浊棕 7.5YR 6/3	332.9	417.4	249.7	壤土 ^{④)}	15.40	103.7
	A _{up2}	40~ 92	浊棕 7.5YR 5/4	272.4	444.6	283.0	粘壤土 ¹⁾	8.19	58.92
	2B _l	92~ 180	浊红棕 5YR 5/3	209.5	426.5	364.0	粘壤土 ¹⁾	7.53	18.60
	2B _k	180~ 250	浊黄橙 10YR 6/3	299.1	438.6	262.3	壤土 ^{④)}	5.02	191.2
	2C	250~	浊黄棕 10YR 5/3	329.5	483.5	187.0	壤土 ^{④)}	3.97	146.4
GA-5	A _{up1}	0~ 20	浊棕 7.5YR 6/3	534.9	295.3	169.8	砂质壤土 ^{1/4)}	14.65	88.49
	A _{up2}	20~ 50	浊棕 10YR 7/3	586.5	262.8	150.7	砂质壤土 ^{1/4)}	10.74	100.1
	2B _k	50~ 160	灰棕 7.5YR 6/2	566.8	275.8	157.4	砂质壤土 ^{1/4)}	8.21	87.62
	2BC	160~	浊黄橙 10YR 7/3	588.9	274.5	136.6	砂质壤土 ^{1/4)}	3.78	66.00
GA-2	A _{up1}	0~ 20	浊棕 7.5YR 6/3	319.4	442.3	238.3	壤土 ^{④)}	18.84	95.67
	A _{up2}	20~ 50	浊橙 7.5YR 7/3	311.7	461.5	226.8	壤土 ^{④)}	10.60	93.05
	2B _k	50~ 105	浊棕 7.5YR 5/4	317.1	434.9	248.0	壤土 ^{④)}	7.93	102.0
	2B _l	105~ 150	浊橙 5YR 6/3	296.0	432.0	272.0	壤土 ^{④)}	8.40	89.72
GA-16	A _{up1}	0~ 25	浊棕 7.5YR 5/3	285.1	414.0	300.9	粘壤土 ¹⁾	17.19	17.55
	A _{up2}	25~ 60	暗棕 7.5YR 3/3	237.8	431.5	330.7	粘壤土 ¹⁾	12.96	5.24
	2B _l	60~ 160	浊红棕 5YR 5/3	177.3	439.8	382.9	粘壤土 ¹⁾	7.09	7.48
	2B _k	160~	浊黄橙 10YR 7/3	322.7	407.0	270.3	壤土 ^{④)}	4.71	151.4
GA-9	A _p	0~ 40	浊橙 7.5YR 6/4	408.4	389.0	202.6	壤土 ^{④)}	10.78	83.86
	AB	40~ 65	浊红棕 5YR 5/4	84.5	574.9	340.6	粘壤土 ¹⁾	13.27	45.02
	2B _l	65~ 130	浊红棕 5YR 4/3	115.4	523.0	361.6	粉质粘壤土 ^{④)}	14.45	31.26
	2B _k	130~	浊黄橙 10YR 7/4	303.9	478.1	218.0	壤土 ^{④)}	4.26	172.9
GA-12	A _{up1}	0~ 30	浊棕 7.5YR 6/3	205.1	492.9	302.0	粘壤土 ¹⁾	13.76	87.31
	A _{up2}	30~ 70	浊橙 7.5YR 6/4	276.0	449.8	274.2	壤土 ^{④)}	7.93	70.32
	2B _l	70~ 135	浊红棕 2.5YR 5/4	229.9	398.3	371.8	粘壤土 ¹⁾	8.19	28.48
	2B _k	135~	浊橙 7.5YR 7/3	328.5	408.9	262.6	壤土 ^{④)}	5.34	150.8
GA-8	A _{up1}	0~ 45	浊棕 7.5YR 6/3	297.8	485.7	216.5	壤土 ^{④)}	11.48	134.6
	AB	45~ 74	浊黄橙 10YR 7/4	386.2	405.9	207.9	壤土 ^{④)}	7.67	128.4
	2B _l	74~	浊棕 7.5YR 5/4	236.1	481.9	282.0	粘壤土 ¹⁾	6.86	147.2

1) 干态 Dry state; ¹⁾ Clay loam; ^{④)} Loam; ^{④)} Silty clay loam; ^{1/4)} Sandy loam soil

(离石黄土), 再下为下更新统古黄土(午城黄土), 此外还有次生黄土母质、洪积母质、冲积母质、坡积洪积母质和风积沙土母质等类型。

2 样区土壤高级分类

2.1 诊断层和诊断特性

通过对 9 个剖面的理化性质分析和剖面观察, 确定了 8 个诊断层(诊断现象)和 4 个诊断特性, 诊

断层有肥熟表层、堆垫表层(现象)、暗沃表层、淡薄表层、耕作淀积层、粘化层、锥形层、钙积层(现象), 诊断特性有半湿润土壤水分状况、温性或温热土壤温度状况、石灰性、氧化还原特性。

2.2 土壤高级分类归属

根据上述诊断层和诊断特性, 依照《中国土壤系统分类检索》^[7]对样区土壤进行高级分类检索, 9 个典型土样划分为 2 个土纲、2 个亚纲、2 个土类和 6 个亚类四级, 检索结果见表 2。

表 2 典型土样在土壤高级分类单元中的归属
Table 2 Classification of the Lou soil in Chinese Soil Taxonomy

剖面号 Profile No.	土纲 Soil order	亚纲 Soil suborder	土类 Soil group	亚类 Soil subgroup
GA-18	人为土 ¹	旱耕人为土 ⁽⁰⁴⁾	土垫旱耕人为土 ^{1/2}	肥熟土垫旱耕人为土 ⁽⁸⁾
GA-1	人为土 ¹	旱耕人为土 ⁽⁰⁴⁾	土垫旱耕人为土 ^{1/2}	斑纹土垫旱耕人为土 ⁽¹⁴⁾
GA-17、GA-5、GA-2、GA-12	人为土 ¹	旱耕人为土 ⁽⁰⁴⁾	土垫旱耕人为土 ^{1/2}	钙积土垫旱耕人为土 ⁽¹⁴⁾
GA-16	人为土 ¹	旱耕人为土 ⁽⁰⁴⁾	土垫旱耕人为土 ^{1/2}	普通土垫旱耕人为土 ⁽¹⁴⁾
GA-9	淋溶土 ⁽⁴⁾	干润淋溶土 ^{1/4}	筒育干润淋溶土 ^{1/4}	复钙筒育干润淋溶土 ⁽¹¹⁾
GA-8	淋溶土 ⁽⁴⁾	干润淋溶土 ^{1/4}	筒育干润淋溶土 ^{1/4}	堆垫筒育干润淋溶土 ⁽¹²⁾

¹ Anthrosols; ⁽⁴⁾ Luvisols; ⁽⁰⁴⁾ Orthic Anthrosols; ^{1/4} Ustic Luvisols; ^{1/2} Eum-Orthic Anthrosols; ^{3/4} Hap-Ustic Luvisols; ⁽⁸⁾ Fin-Eum-Orthic Anthrosols; ⁽¹⁴⁾ Mot-Eum-Orthic Anthrosols; ⁽¹⁴⁾ Cal-Eum-Orthic Anthrosols; ⁽¹⁴⁾ Typ-Eum-Orthic Anthrosols; ⁽¹¹⁾ Ree-Hap-Ustic Luvisols; ⁽¹²⁾ Cum-Hap-Ustic Luvisols

3 样区土壤基层分类

土壤基层分类是土壤系统分类的基础和重要组成部分。土族和土系为基层分类单元, 它以控制层段土壤主要性质的差异或特征土层的性态特征和层次排列及量度上的差异划分土壤。

3.1 土族的划分

3.1.1 控制层段的设定 设定控制层段是划分土族的前提。根据植物根系存在的主要层次, 控制层段包括诊断表土层和部分诊断表下层及其以下的根系活动层, 即止于阻碍根系活动的障碍土层和准石质接触面或石质接触面^[8]。由于土垫旱耕人为土(土)经过多年耕作反复堆垫, 其表层已较深厚, 一般可达 50 cm 左右, 个别土壤甚至更深, 因此, 土垫旱耕人为土(土)控制层段暂定从表土层上界向下 160 cm。

3.1.2 土族划分的原则和依据 土族是同一亚类中地域性成土因素变异引起的土壤性质的变化, 它是在同一亚类下由于地区性成土因素或土壤利用

引起土壤重要理化属性分异的续分级别, 这些土壤属性不仅相对稳定, 而且与植物生长密切相关^[8]。土族划分的原则是: (1) 根据地域性成土因素引起同一亚类内的土壤本身相对稳定的属性差异划分; (2) 同一亚类下不同土族应选择一致的控制土层和分类依据, 使同一亚类下各土族间具有可比性; (3) 划分土族的指标不能与划分亚类和土系的指标重叠使用。

3.1.3 样区土族的划分 根据中国土壤系统分类拟定的土族划分的原则和依据, 本样区选择了土壤颗粒大小级别、土壤矿物学型和土壤温度状况等 3 项指标对土族进行了划分。

(1) 土壤颗粒大小。颗粒大小级别是指大于 2 mm 岩屑体积及小于 2 mm 细土中粘粒、粉粒及砂粒所占重量的加权平均数^[9]。本地区土壤母质多为黄土, 一般没有大于 2 mm 的岩屑。在 0~160 cm 的控制层段中小于 2 mm 的细土粘粒、粉粒及砂粒按土层加权平均后的平均质地, GA-18、GA-1、GA-17、GA-16 和 GA-12 这 5 个剖面为粘壤土, GA-2、GA-9 和 GA-8 为壤土, GA-5 为砂质壤土, 对应的土壤颗粒大

小级别分别为粘壤质、壤质和砂壤质。

(2) 土壤矿物学型。由于本文未实际测定土壤矿物学型,故根据B层粘粒含量 200 g kg^{-1} 、 300 g kg^{-1} 为界大致将土壤分为伊利石型、伊利石混合型 and 蛭石型三大类型。其中,剖面GA-5属于伊利石型,GA-2、GA-9和GA-8属于伊利石混合型,其余剖面均属于蛭石型。

(3) 土壤温度的划分。系统分类中土壤温度指土表下50 cm深度的温度或浅于50 cm的石质或准石质接触面处的温度,但实际应用中,往往难以得到观测资料。因此,本研究采用多数文献^[10,11]中使用的在年均气温的基础上加了 2.5°C 的方法估测土壤温度,经计算,部分区域年均土温大于 8°C ,但小于 15°C ,属温性土壤温度,还有部分区域年均土温大于 15°C ,但小于 18°C ,属温热土壤温度。

根据土壤颗粒大小、矿物学型和土壤温度,对9个剖面进行了土族类型划分(见表3)。

3.2 土系的划分

土系是土族的续分,它是自然界中一组相似土壤个体(单个土体)组成的实体(聚合土体),是土壤系统分类最基层的分类单元。土系与土地资源利用管理及农业生产密切相关,可作为基本制图单元直接服务于大比例尺土壤调查制图。同一土系的各土壤个体,剖面中的土层种类、排列、厚度及理化性状相似。

3.2.1 控制层段的设定 土系控制层段的设定与土族有所不同,其深度因土壤类型或土体厚度不同,如可由地表向下至石质或准石质接触面,或由地表向下至100 cm或150 cm深处,或至诊断层下部边界及至稳定水层等^[12]。本文根据土垫旱耕人为土(土)的特点,暂定土垫旱耕人为土(土)的控制层段从表土层上界向下160 cm,对于个别土垫旱耕人为土(土)剖面,其诊断层的底部在160 cm以下,则取其诊断层的下界为控制层段的下界。

3.2.2 特征土层的划分 特征土层是指控制层段内用以划分土系的各土层,不同特征土层构成的土壤剖面,其形态及性质差异明显。特征土层有别于鉴别高级分类单元的诊断层,它包括了符合限定条件的诊断层,也包括了一系列具有鉴别意义的但不符合诊断层限定条件的土层。根据土垫旱耕人为土(土)的特性,本样区暂设以下11个特征土层:

(1) 肥熟表层。土体表层均有大量蚯蚓粪和蚯蚓穴,土壤中有较多的煤渣、木炭、砖瓦碎屑等人为侵入体。土壤表层厚度(包括上部高度肥熟亚层和下部

过渡性肥熟亚层) $\geq 25\text{ cm}$,0~25 cm土层内有机碳和速效磷加权平均值分别为 $\geq 6\text{ g kg}^{-1}$ 和 35 mg kg^{-1} 。

(2) 土垫表层。表层疏松,厚度为20~100 cm,可见煤渣、木炭、瓦片等侵入体。土表至50 cm有机碳加权平均值均大于 4.5 g kg^{-1} ,全层结构、颜色均一。

(3) 暗沃表层。厚度 $\geq 25\text{ cm}$,结构良好,呈团粒状,有机碳含量为 $\geq 6\text{ g kg}^{-1}$,表层较深厚,土壤颜色较暗。

(4) 耕作淀积层。在大形态上,孔隙壁和结构体表面淀积有颜色较暗的腐殖质—粘粒胶膜,其明度和彩度均低于周围土壤基质,数量占该层体积的5%以上。

(5) 粘化层。粘粒聚集的层次,土壤的孔隙壁和结构体表面上有粘粒胶膜存在。B₁层与上覆淋溶层的粘粒相对增量均大于20%, $B_1/A \geq 1.2$ 。

(6) 粘质层。该层厚度大于30 cm,有弱粘化作用,发育程度次于粘化层,剖面粘粒 B_1/A 值在1.0~1.2之间,具有砂质粘壤土或更细的质地。

(7) CaCO_3 高度淀积层。厚度为大于5 cm,该层中可见大量假菌丝体、软粉状石灰或石灰斑点等, CaCO_3 相当物 $\geq 150\text{ g kg}^{-1}$,且比上覆土层或下垫土层高 20 g kg^{-1} 以上。

(8) CaCO_3 中度淀积层。厚度大于5 cm,该层中有一定假菌丝体、软粉状石灰或石灰斑点等,或有一定的碳酸盐聚集特征, CaCO_3 相当物80~150 g kg^{-1} ,且比上覆土层或下垫土层高 10 g kg^{-1} 以上。

(9) CaCO_3 低度淀积层。厚度大于5 cm,该层中有一定碳酸盐聚集特征, CaCO_3 相当物20~80 g kg^{-1} ,且比上覆土层或下垫土层高 10 g kg^{-1} 以上。

(10) 氧化还原层。受季节性潜水位上下移动的影响,该层可见大量锈纹、锈斑,厚度大于20 cm。

(11) 稚育层。发育程度较差,B层粘化率小于1.0,无粘粒胶膜,厚度大于5 cm,具有砂质粘壤土或更细的质地。

3.2.3 样区土系的划分 依据土系划分的原则,结合有关剖面资料,对样区剖面进行了土系的划分(表3),各土系的典型特性、土系间的分异和生产性能如下:

(1) 西魏店系。表层厚30 cm左右,速效磷含量大于 35 mg kg^{-1} ,有蚯蚓穴和煤渣等人为侵入体,有机碳大于 6 g kg^{-1} 。其下耕作淀积层颜色较暗,有粘粒胶膜,B层分异不很明显。该土系所处地势平

坦, 土质疏松, 速效养分含量高, 一般长期种植蔬菜。

(2) 蒋村系。表层较疏松, 厚度在 50 cm 以上, 呈团粒状, 有煤渣等人为侵入体。粘化率大于 1.2,

棱柱状结构, 剖面中有大量锈纹和锈斑, 土层排列为土垫表层、耕作淀积层、粘化层、氧化还原层和 CaCO_3 低度淀积层。土壤 pH 8.0~8.4, 有机质 $10\sim 15\text{g kg}^{-1}$ 。该

表3 关中样区土垫旱耕人为土(土)的基层分类

Table 3 Basic soil taxonomy of the Lou soil in Guanzhong area

土系及代表剖面 Soil series and typical soil profiles	土族 Soil family	母质 Parent material	地形 Topography	特征土层组合 Combination of characteristic horizons	发生分类 Genesis classification
西魏店系 GA-18 Xiweidian series	粘壤质蛭石型温热肥熟 土垫旱耕人为土 ¹⁾	黄土状物 Loess-like sediment	平地 Level ground	肥熟表层 Fimic epipedon 耕作垫积层 Agric horizon 粘质层 Weak-argic horizon	土 Loushan soil
蒋村系 GA-1 Jiangcun series	粘壤质蛭石型温热斑纹 土垫旱耕人为土 ^{④)}	黄土状物 Loess-like sediment	河流阶地 Stream terrace	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 耕作淀积层 Agric horizon 粘化层 Argic horizon 氧化还原层 Redoxic horizon CaCO_3 低度淀积层 Weak-calcic horizon	斑斑黑油土 Banban black waxy soil
徐西湾系 GA-17 Xuxiwan series	粘壤质蛭石型温热钙积 土垫旱耕人为土 ^{⑥)}	黄土状物 Loess-like sediment	塬地 Platform	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 耕作淀积层 Agric horizon 粘化层 Argic horizon CaCO_3 高度淀积层 Intensive-calcic horizon	红油土 Red waxy soil
桃下系 GA-5 Taoxia series	砂壤质伊利石型温热钙 积土垫旱耕人为土 ^{3/4)}	冲积物 Alluvial deposit	河流阶地 Stream terrace	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 耕作淀积层 Agric horizon 稚育层 Weak-cambic horizon CaCO_3 中度淀积层 Medium-calcic horizon	土 Loushan soil
三桥系 GA-2 Sanqiao series	壤质伊利石混合型温热钙 积土垫旱耕人为土 ^{1/2)}	黄土状物 Loess-like sediment	平地 Level ground	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 耕作淀积层 Agric horizon CaCO_3 中度淀积层 Medium-calcic horizon 粘质层 Weak-argic horizon	黑油土 Black waxy soil
天王系 GA-16 Tianwang series	粘壤质蛭石型温热普通 土垫旱耕人为土 ^{3/4)}	黄土状物 Loess-like sediment	平地 Level ground	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 耕作淀积层 Agric horizon 粘化层 Argic horizon CaCO_3 高度淀积层 Intensive-calcic horizon	红紫土 Terra rossa
韦庄系 GA-9 Weizhuang series	壤质伊利石混合型温热 普通复钙筒育淋溶土 ^{⑧)}	黄土 Loess	塬地 Platform	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 暗沃表层 Mollic epipedon 耕作淀积层 Agric horizon 粘化层 Argic horizon CaCO_3 高度淀积层 Intensive-calcic horizon	灰土 Huilou soil
故君系 GA-12 Gujun series	粘壤质蛭石型温性钙积 土垫旱耕人为土 ^(t)	黄土 Loess	塬地 Platform	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 粘化层 Argic horizon CaCO_3 高度淀积层 Intensive-calcic horizon	红油土 Red waxy soil
许庄系 GA-8 Xuzhuang series	壤质伊利石混合型温热 堆垫筒育干润淋溶土 ^(t)	黄土状物 Loess-like sediment	河流阶地 Stream terrace	土垫表层 Earth-cumulic epipedon 粘化层 Argic horizon CaCO_3 中度淀积层 Medium-calcic horizon	土 Loushan soil

¹⁾ Clayed Vermiculite type Low-themic Fim-Eum-Orthic Anthrosols; ^{④)} Clayed Vermiculite type Low-themic Mot-Eum-Orthic Anthrosols; ^{⑥)} Clayed Vermiculite type Low-themic Cal-Eum-Orthic Anthrosols; ^{3/4)} Sandic Illite type Low-themic Cal-Eum-Orthic Anthrosols; ^{1/2)} Loamy Illite mixed type Low-themic Cal-Eum-Orthic Anthrosols; ^{3/4)} Clayed Vermiculite type Low-themic Typ-Eum-Orthic Anthrosols; ^{⑧)} Loam Illite mixed type Low-themic Ree-Hap-Ustic Luvisols; ^(t) Clayed Vermiculite type Mesic thermic Cal-Eum-Orthic Anthrosols; ^(t) Loamy illite mixed type Low-themic Cum-Hap-Ustic Luvisols

土系位于泾河、渭河的一、二级阶地上,地下水位较高,水源充足。因受地下水的影响,土壤通气性差,易板结。适宜种植小麦、玉米、油菜等作物,一年两熟。

(3) 徐西湾系。该土系覆盖层较厚,一般在60 cm以上,耕作淀积层有粘粒胶膜,粘化率在1.3~1.6, B_k层有大量粉霜和少量石灰结核, CaCO₃高度淀积,多在180 g kg⁻¹以上,土壤质地均一。多分布在黄土台塬地区,粘化层较厚,托水托肥,适种各种作物,是该地区的高产土壤之一。

(4) 桃下系。主要分布在渭河一、二级阶地上,层次分化不明显, B层发育较差,粘化率小于1,有大量菌丝体,中度碳酸钙淀积。土层排列为土垫表层、耕作淀积层、稚育层和CaCO₃中度淀积层。通体质地均一,土质疏松,耕性好,但土壤速效养分不高,一般一年两熟或两年三熟。

(5) 三桥系。覆盖层厚60 cm左右, B层有弱粘化作用,棱柱状结构,结构体外有黑色胶膜。有大量菌丝体及石灰结核,中度碳酸钙淀积。土层排列为土垫表层、耕作淀积层、CaCO₃中度淀积层和粘质层。该土系所处地势较平,土体上虚下实,保肥保水,种植小麦和玉米为主,基本可保证高产稳产。

(6) 天王系。表层厚50 cm左右, B₁层较厚,多在60 cm以上,结构面上有红棕色胶膜。有石灰结核,属中度或高度碳酸钙淀积。该土系所处地势平坦,降水较多,土质疏松,耕性较好,除种植小麦、玉米外,还适宜种植大蒜、蔬菜等。

(7) 韦庄系。表层厚50~80 cm,结构良好,颜色较暗。B₁层粘化率大于1.5,并且厚度达50~70 cm,结构面上有灰色胶膜。CaCO₃相当物含量多在150 g kg⁻¹以上,有大量菌丝体和粉霜。土层排列为土垫表层、暗沃表层、耕作淀积层、粘化层和CaCO₃高度淀积层。土体上虚下实,疏松透气,保墒保肥性好,发小苗也发老苗。

(8) 故君系。表层厚60 cm以上,有耕作淀积层,结构体表面有红色胶膜,粘化率大于1.2, CaCO₃高度淀积,有大量菌丝体、粉霜及石灰结核。土体上虚下实,保水又保肥,适种小麦、棉花、油菜等。

(9) 许庄系。表层结构为团粒状,颜色较暗,厚度为40 cm左右,有木炭等人为侵入体,有粘化层, CaCO₃中度淀积,有次生碳酸盐聚集现象。多分布在河流阶地和山前洪积扇的前缘,土壤质地砂粘适中,宜耕宜长,但速效养分不高。

4 讨论

本文就土垫旱耕人为土(土)土系划分的依据进行如下探讨:

(1) 堆垫土层的厚度。土垫旱耕人为土(土)的堆垫土层是经长期的耕作大量施用土粪而形成的深厚的土层,一般来讲,耕作时间越长,堆垫土层的厚度越大。据野外观察,多数土垫旱耕人为土(土)剖面的堆垫土层厚度都达到甚至超过50 cm。由于土系是具有实用性的土壤分类单元,所以土壤生产力是影响土系划分的重要因素^[13],而土垫旱耕人为土(土)的土壤生产力与其表层厚度有密切关系。据有关资料研究表明^[4],堆垫土层的厚度与小麦的产量呈指数关系 $y = 140.3e^{1.9701x}$ ($n = 13, r = 0.9731^{**}$)。当堆垫土层小于25 cm时,产量不足1500 kg hm⁻²;当堆垫土层为25~50 cm时,产量为1500~3450 kg hm⁻²;堆垫土层为60~80 cm时,产量为3600~4200 kg hm⁻²。所以堆垫土层的厚度对土垫旱耕人为土(土)具有重要的生产意义,也是划分土系时需重点考虑的要素。

(2) 控制层段的土壤粘化作用。粘化作用分为淀积粘化和残积粘化,前者指粘粒随重力作用在剖面中的淀积,后者指原生矿物就地向次生矿物的转化。由于土垫旱耕人为土(土)剖面所处水热条件不同,所以两种粘化作用的程度不同,但几乎所有土垫旱耕人为土(土)剖面都有不同程度的粘化作用发生,这一点可以从剖面粘粒含量变化看出。土垫旱耕人为土(土)A层和B层与母质层相比,粘粒含量均有所增加,质地明显变细,但粘化作用的程度随母质、时间和侵蚀强度等因素的差异而不同。因此,在划分土垫旱耕人为土(土)土系时,不但要仔细观察其粘化层的颜色、厚度和位置,还要根据该层B_v/A值的大小判断其粘化程度。

(3) 碳酸钙的淀积。土垫旱耕人为土(土)是在自然褐土的基础上形成的,一方面褐土在成土过程中发生着碳酸钙的淋溶,另一方面在褐土受到人为堆垫形成土垫旱耕人为土(土)的过程中,其表层施加了大量土粪(土粪主要来源于黄土),其中含有大量的CaCO₃,堆垫层中的CaCO₃也不断地被淋洗到下部,因此在土垫旱耕人为土(土)剖面中的某一层段都可见到CaCO₃聚集层,其中有大量的假菌丝体和粉末状石灰淀积。钙积层淀积的位置、厚度、CaCO₃相当物含量及假菌丝体和石灰粉末的多

少, 是进行土垫旱耕人为土(土) 土系划分的重要依据。

参 考 文 献

- [1] 朱显谟. 土. 北京: 农业出版社, 1964. Zhu X M. ed. Lou Soil (In Chinese). Beijing: Agriculture Press, 1964
- [2] 中国农业科学院土壤肥料研究所, 中国农业土壤编著委员会编. 中国农业土壤论文集. 上海: 上海科学技术出版社, 1962. Soil and Fertilizer Institute, Chinese Academy of Agricultural Science, Chinese Agricultural Soil Compile Committee. eds. Chinese Agricultural Soil Paper Collection (In Chinese). Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1962
- [3] 常庆瑞, 闫湘, 雷梅, 等. 关于 土分类地位的讨论. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(3): 48~ 52. Chang Q R, Yan X, Lei M, *et al.* Discussion on Lou soil position in soil classification (In Chinese). Journal of Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forest (Natural Science Version), 2001, 29(3): 48~ 52
- [4] 田积莹, 雍绍萍, 贾恒义. 土土体构型及其诊断特性的探讨. 中国土壤系统分类新论. 见: 龚子同编著. 北京: 科学出版社, 1994. 153~ 157. Tian J Y, Yong S P, Jia H Y. Discussion on soil construction and diagnostic characteristics of Lou soil (In Chinese). In: Gong Z T. ed. Discussion on Chinese Soil Taxonomy. Beijing: Science Press, 1994. 153~ 157
- [5] 史成华, 龚子同. 土的诊断层和诊断特性. 中国土壤系统分类新论. 见: 龚子同编著. 北京: 科学出版社, 1994. 158~ 162. Shi C H, Gong Z T. Diagnostic horizon and diagnostic characteristic of Lou soil (In Chinese). In: Gong Z T. ed. Discussion on Chinese Soil Taxonomy. Beijing: Science Press, 1994. 158~ 162
- [6] 闫湘, 常庆瑞, 潘靖平, 等. 陕西关中地区土壤系统分类研究. 西北农业大学学报, 1999, 27(5): 119~ 125. Yan X, Chang Q R, Pan J P, *et al.* Study on soil taxonomy in Guanzhong area, Shaanxi Province (In Chinese). Journal of Northwest Agricultural University, 1999, 27(5): 119~ 125
- [7] 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. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001. Research Group of Soil Taxonomy, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Cooperative Research Group of Chinese Soil Taxonomy. eds. Chinese Soil Taxonomy Index (In Chinese). Hefei: China Science and Technology University Press, 2001
- [8] 王秋兵, 王景宽, 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.* Establishment of soil series in Shenyang area, Liaoning Province (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2002, 33(4): 246~ 252
- [9] 杜国华, 张甘霖, 骆国保. 淮北平原样区土系的划分. 土壤, 1999, 27(1): 104~ 113. Du G H, Zhang G L, Luo G B. Establishment of soil series in Huaihei Plain (In Chinese). Soils, 1999, 27(1): 104~ 113
- [10] 陈健飞. 土壤水分和温度状况的估算. 土壤, 1989, 21(3): 160~ 161. Cheng J F. Calculation on soil moisture and temperature (In Chinese). Soils, 1989, 21(3): 160~ 161
- [11] 林世如, 杨心仪. 土壤系统分类中年平均土温的判定. 土壤, 1990, 22(1): 41~ 42. Lin S R, Yang X Y. Calculation on soil temperature in soil taxonomy (In Chinese). Soils, 1990, 22(1): 41~ 42
- [12] 龚子同, 等著. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999. 784~ 797. Gong Z T, *et al.* eds. Chinese Soil Taxonomy: Theory, Method and Practice (In Chinese). Beijing: Science Press, 1999. 784~ 797
- [13] 张甘霖. 中国土壤系统分类中的基层分类与制图表达. 土壤, 1992, 31(2): 64~ 69. Zhang G L. Basic soil taxonomy and mapping in soil taxonomy (In Chinese). Soils, 1992, 31(2): 64~ 69

BASIC SOIL CATEGORIES OF EARTH-CUMULIC ORTHIC ANTHROSOLS AREA IN GUANZHONG, SHAANXI PROVINCE

Yan Xiang¹ Chang Qingrui² Wang Xiaoqiang² Pan Jingping²

(1 Soil and Fertilizer Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

(2 Northwest Sci-Tech University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract Through field survey, lab analysis and reference to large volumes of soil profile data, study on basic soil taxonomy of Earth-cumulic Orthic Anthrosols (Lou soil) was carried out in Guanzhong, Shaanxi Province. Soil classification was made at the soil family level based on particle composition, soil mineral composition and soil temperature. Of the profiles with the control sections (0 to 160 cm) of soil < 2 mm, the majority were of clay loam, and the minority of loams or sandy loam in texture. The soils were dominated with illite, mixed illite or vermiculite in mineral composition and mesic or low-thermic in soil temperature. The control section of the soil series was defined to be from the top of surface horizon down to 160 cm in depth or to the bottom of the diagnostic horizon when the bottom of the diagnostic horizon exceeds 160 cm in depth. The diagnostic horizon had 11 characteristic horizons, i. e. Fmic epipedon, Earth-cumulic epipedon, Mollic epipedon, Agric horizon, Argic horizon, Weak-argic horizon, Intensive-calcic horizon, Medium-calcic horizon, Weak-calcic horizon, Redoxic horizon and Weak-cambic horizon. Based on the data of the 9 profiles and other related data of Earth-cumulic Orthic Anthrosols (Lou soil), the soils could be sorted into 9 soil families and 9 soil series. Typical characteristics of the soil series and differences between the series were described.

Key words Earth-cumulic Orthic Anthrosols (Lou soil); Basic soil taxonomy; Characteristic horizon; Control section