

辽、鲁两省山前丘陵区漂白土壤的特性

张学雷 陈 杰 陈晶中 龚子同

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 本文分别在辽宁省和山东省山前丘陵区采集漂白土壤 4 个剖面,从野外和实验室分析着手,对供试土壤的基本特性包括形态特征、微形态特征、理化特征、粘土矿物、铁的化学性质、土壤磁学特点、土壤水分特征等进行了系统的研究。

关键词 辽、鲁两省;漂白土壤

20 世纪 50 年代以前,在土壤发生分类的研究中形态观点占统治地位,凡是有白色亚表层的土壤,概被以灰化土命之。1935 年,美国人 J. Thorp 在山东省威海东南偏南 7.5 km 处观察过此土壤,并在《山东土壤纪要》一文中附有照片,但被称为“强度灰化粘盘土”(Strongly podzolized claypan soil)^[1]。之后,随着研究手段的不断进步与研究材料的不断积累,相继有人对有些含有白土层的土壤进行重新研究、认识^[2],提出了不同于以往的观点,滞水漂洗为主导形成过程的所谓“白浆化”观点被广泛接受。但研究集中在东北三江平原、长江中下游地区以及苏北、淮北岗地,辽、鲁两省山前丘陵区的此类土壤新近虽也偶然被提及,但尚无较为全面系统的论述。第二次土壤普查以后,笔者在辽东、鲁东地区对此类土壤进行了专门研究,本文为主要研究结论。

1 材料与研究方法

辽、鲁两省自然条件具有明显的相似性。伸向海洋的两大半岛中部皆有中高山脉为其主轴,半岛东南缘由于地处迎风坡而拥有丰沛的降水。山前为浅丘广谷的剥蚀丘陵地区。由于成因上的渊源关系,两地成土母质、植被具有一致性,母质多为酸性残坡积物,主要是花岗岩、花岗片麻岩、角闪片麻岩、片岩等风化物组成。周边天然植被大致为麻栎、蒙古栎、赤松、落叶松等,现多被农业植被替代。

供试 4 个土壤剖面分别采自辽宁省新宾县和山东省莒南县,其背景资料见表 1。

土壤样品野外调查、室内分析、微形态鉴定根据《中国土壤系统分类》研究用《土壤野外调查方法》和《土壤实验室分析方法》有关规范进行;磁化率测定采用国产 WCL-1 型磁化率仪在野外现场进行磁测;土壤水分动态监测在野外按不同土层安置一组张力计,进行全年动态监测。

表 1 供试土壤的地点及环境条件

编号	地 点	海拔 (m)	地 形	坡 度	母 质	自然植被	利用
辽 36	新宾县木奇苏子河桥	260	缓丘中下部	3	花岗岩	落叶松	人工林
	东北 150 m				残坡积物	蒙古栎	
辽 37	新宾县木奇苏子河桥	300	缓丘中上部	8	花岗岩	落叶松	人工林
	东北 350 m				残坡积物	蒙古栎	
鲁 90-2	莒南县厉家观坊	110	缓丘中上部	2	花岗片麻岩	赤松	农业
	公墓西 250 m				残坡积物	麻栎	小麦、玉米
鲁 90-3	莒南县厉家观坊	108	缓丘中上部	1	花岗片麻岩	赤松	农业
	公墓西 230 m				残坡积物	麻栎	小麦、玉米

2 结果与讨论

2.1 土壤颜色和颗粒组成

供试土壤都具有白色表下层,由于游离铁锰、粘粒的淋失而呈淡色,干态彩度 <3 ,亮度 >8 ,符合《中国土壤系统分类》(修订方案)中漂白层的诊断指标。由于母质的影响,供试土壤全剖面以粉砂、砂粒为主。鲁 90-2、90-3 剖面与辽 36、37 相比,具有较高的漂白层与 B 层粉粘比、B 层与漂白层的粘粒比,说明地理位置较南的前两个剖面比后者具有较强的粘化过程,

表 2 土壤颜色和颗粒组成特点

编号	地点	发生层	深度 (cm)	颜色 (干)	颗粒组成 (g/kg,mm)			质地 (美)	粉砂/粘粒	粘化率
					砂粒 2~0.05 mm	粉砂 0.05~0.002 mm	粘粒 <0.002 mm			
辽 36	辽宁	A	0~31	10YR5/2	218.0	471.0	311.0	粉砂粘土	1.51	1.00
		新宾	E	31~68	10YR8/3	250.0	491.0	258.0	粉砂粘土	1.90
	新宾	B	68~92	10YR7/2	278.0	479.0	243.0	粉砂粘壤土	1.97	0.78
		BC	92~110	10YR7/2	293.0	485.0	222.0	粉砂粘壤土	2.18	0.72
辽 36	辽宁	A	0~24	10YR6/2	175.0	458.0	480.0	粘土	0.95	1.00
		新宾	E	24~52	10YR8/2	248.0	478.0	167.0	粉砂粘壤土	2.86
	新宾	B	52~70	10YR7/3	244.0	439.0	274.0	壤粘土	1.60	0.57
		BC	70~120	10YR7/4	215.0	416.0	317.0	壤粘土	1.31	0.66
鲁 90-2	山东	Ap	0~21	10YR7/2	423.0	476.0	101.0	壤土	4.71	1.00
		莒南	E	21~41	10YR8/3	388.0	499.0	113.0	壤土	4.42
	莒南	B	41~84	10YR7/2	411.0	321.0	268.0	壤土	1.20	2.65
		BC1	84~110	10YR7/3	512.0	317.0	171.0	砂壤土	1.85	1.69
鲁 90-3	山东	BC2	110~121	10YR7/2	614.0	225.0	161.0	砂壤土	1.40	1.59
		Ap	0~18	10YR6/3	512.0	409.0	79.0	砂壤土	5.18	1.00
	莒南	E	18~38	10YR8/3	536.0	390.0	74.0	砂壤土	5.27	0.94
		Es	38~60	10YR8/1	569.0	351.0	80.0	砂壤土	4.39	1.01
莒南	B	60~80	10YR6/4	468.0	306.0	226.0	壤土	1.35	3.37	

2.2 微形态特征

选取鲁 90-2 剖面 3 层和鲁 90-3 剖面中的“炉底层”(Es)进行了微形态鉴定,结果:鲁 90-2 剖面,21~41cm 层主要是灰色基质,其芒塞尔值为棕灰-灰黄棕(10YR6/1.5),多粗骨颗粒(0.01~0.2mm),较多>0.4mm 具不同铁质化的岩屑,基质(<0.01mm 颗粒组成的连续物)比约为 0.2;41~84cm 层系芒塞尔值为棕灰-灰黄棕(10YR6/1.5)的灰色基质,伴有较多不同铁质化程度的岩屑,有较多铁质粘粒胶膜;84~110 cm 层为局部受铁质浸染的灰色基质,伴有大量粘粒胶膜。鲁 90-3 剖面中的“炉底层”(Es)38~60cm 层主要是暗棕色(5YR3/3)至极暗棕色(5YR2/4,2/3)强铁质浸染基质,余 1/3 面积强为灰色基质,其芒塞尔值为棕灰~灰黄棕(10YR6/1.5),但多有轻微铁质浸染,多粗骨颗粒(0.01~0.15mm),有一些大的岩屑,基质比约为 0.4。(注:由于样品十分致密、紧实,不易浸透,故制出的薄片极不理想,描述时主要是颜色,只能根据局部保存稍好的地段进行。也未能照相。)

2.3 pH 值和有机质

从表 3 可知,供试土壤呈中性至微酸性反应,水提 pH 值多在 5.8~7.0 之间,有随剖面深度渐增的趋势。供试土壤全剖面有机质含量不高,除林地条件下辽 36、37 剖面表层和其他个别层次外,其他皆<10g/kg,综合各项指标,4 个供试土壤剖面均属弱腐殖质表层。

表 3 土壤化学性质

编号	发生层及深度(cm)	pH H ₂ O	有机质 KCl	全氮(g/kg)	交换性盐基			交换性酸		CEC	盐基饱和度			
					1/2Ca	1/2Mg	K	Na	H		1/3	Al	CEC/粘粒	(%)
辽 36	A 0~31	5.9	4.2	4.6	0.53	12.17	4.52	0.21	0.31	0.333	0.418	25.93	0.83	66
	E 31~68	5.9	4.4	8.4	0.75	9.83	3.07	0.29	0.27	0.072	0.314	20.40	0.79	66
	B 68~92	5.9	4.4	17.2	1.03	9.78	3.32	0.22	0.55	0.039	0.242	24.98	1.03	56
	BC92~110	6.9	4.5	36.5	2.39	13.52	2.95	0.20	0.26	0.132	0.093	29.05	1.31	58
辽 37	A 0~24	5.8	4.6	37.3	1.92	11.07	1.94	0.22	0.19	0.034	0.068	20.48	0.42	60
	E 24~52	5.9	4.1	7.5	0.79	9.23	2.59	0.19	0.29	0.515	0.339	19.37	1.15	64
	B 52~70	5.5	4.0	5.0	0.68	11.48	4.02	0.21	0.36	0.705	0.804	25.15	0.92	64
	BC 70~120	6.0	3.9	4.4	0.70	13.60	5.07	0.30	0.45	0.407	0.986	25.12	0.79	77
鲁 90-2	Ap0~21	6.7	5.2	4.3	0.54	7.96	2.98	0.35	0.30	0.000	0.000	11.24	1.14	100
	E21~41	7.0	5.3	3.1	0.40	5.76	2.05	0.26	0.28	0.000	0.000	8.30	0.73	100
	B 41~84	6.9	5.2	2.8	0.30	16.51	8.28	0.62	0.69	0.000	0.000	26.15	0.98	99
	BC184~110	7.1	5.4	2.3	0.22	14.55	9.56	0.64	0.75	0.000	0.000	24.98	1.46	100
	BC2110~121	7.0	5.3	1.1	0.14	13.74	7.94	0.55	0.75	0.000	0.000	22.79	1.42	100
鲁 90-3	Ap 0~18	5.9	5.0	6.4	0.60	6.39	2.10	0.34	0.30	0.035	0.030	9.48	1.20	94
	E 18~38	6.5	5.0	5.0	0.54	6.05	2.09	0.32	0.30	0.000	0.000	8.74	1.18	98
	Es 38~60	7.0	5.2	3.4	0.35	5.46	2.40	0.35	0.38	0.000	0.000	8.58	1.07	100
	B 60~80	7.1	5.4	2.1	0.23	12.23	6.90	0.57	0.65	0.000	0.000	20.24	0.90	100

2.4 交换性能和饱和度

4 个供试土壤剖面各层次 CEC/粘粒>0.24,而有别于我国南方湿润富铁土。另外,辽 36、37 与鲁 90-2、3 剖面相比,具有较高的交换性酸含量和较低的盐基饱和度,与这两个剖面为较郁闭的林地环境有关。

2.5 土壤化学组成

表4可见,4个供试土壤剖面各层次淋溶系数BA值均 <1.0 ,说明他们都属于淋溶型的土壤。相比之下,辽36、37比鲁90-2、3剖面因具有更小的BA值而显示出较大的淋溶强度。粘粒($<0.002\text{mm}$)化学组成方面(表5),两个供试土壤都具有较大的硅铁铝率SR值和硅铝率SA值,前者在2.42~3.19之间,后者都 >3.0 ,在3.05~3.73之间;CaO的含量极少;MgO和K₂O含量稍高,两者一般在20g/kg以上;两个剖面中Na₂O均有一定含量。上述说明,土壤处在脱钙以后的淋溶阶段,尚未进入脱硅富铝化阶段。

表4 土体化学组成

编号	发生层及深度(cm)	烧失量(g/kg)	化学组成(占灼烧土g/kg)										
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	BA
辽36	A 0~31	40.2	684.0	59.1	185.4	7.2	14.3	8.3	1.42	24.2	17.4	1.41	0.34
	E 31~68	38.5	713.8	50.4	163.0	8.0	12.3	9.0	1.62	26.8	18.4	1.21	0.40
	B 68~92	38.0	693.2	57.2	177.1	9.3	13.6	9.3	1.32	26.9	12.7	1.36	0.35
	BC 92~110	49.6	689.2	49.3	180.5	10.0	12.9	8.3	1.07	27.8	18.8	1.37	0.39
辽37	A 0~24	55.7	709.8	49.3	157.7	10.0	12.7	8.5	1.33	26.5	20.2	1.51	0.44
	E 24~52	40.8	705.4	53.1	162.6	6.9	14.6	8.8	0.84	28.4	17.5	0.90	0.41
	B 52~70	40.8	676.9	56.7	197.2	6.7	14.8	7.3	1.26	24.8	17.1	1.08	0.32
	BC 70~120	35.4	662.9	58.5	208.9	6.7	15.6	6.8	1.05	23.7	15.2	1.30	0.29
鲁90-2	Ap0~21	33.4	728.1	35.9	141.7	3.7	16.2	6.4	0.94	33.3	29.5	0.93	0.94
	E21~41	25.6	745.5	28.0	135.7	8.0	9.3	7.5	1.04	30.3	29.0	0.58	0.87
	B 41~84	61.1	635.9	61.5	206.8	7.7	15.6	7.6	1.14	35.4	24.4	0.55	0.64
	BC1 84~110	51.4	636.1	61.0	194.7	7.4	16.3	5.9	1.03	32.1	32.1	1.31	0.13
	BC2 110~121	47.6	630.8	67.6	192.8	8.0	18.4	7.6	1.26	33.5	33.4	2.21	0.79
鲁90-3	Ap 0~18	32.9	725.3	36.8	138.8	15.6	7.8	7.2	1.31	36.7	29.8	1.32	0.98
	E 18~38	27.7	731.7	34.8	134.8	20.9	2.2	6.4	0.98	37.5	29.1	1.24	0.98
	Es 38~60	32.5	704.4	48.1	151.6	11.1	9.8	7.2	6.04	36.8	29.0	1.09	0.88
	B 60~80	51.3	637.8	68.7	195.4	28.7	4.5	7.9	1.37	32.7	26.5	1.45	0.69

$$BA = \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$$

表5 土壤粘粒($<0.002\text{mm}$)化学组成

编号	发生层及深度(cm)	烧失量(g/kg)	化学组成(占灼烧土g/kg)												
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SR	SA	SF
辽36	A 0-31	121.0	469.3	99.3	261.4	4.2	27.8	11.3	0.76	33.7	4.8	4.04	2.45	3.05	12.55
	E 31-68	132.7	557.2	102.7	257.2	2.1	28.6	12.0	0.10	35.4	4.7	5.52	2.93	3.68	14.42
	B 68-92	152.0	556.9	95.9	270.2	2.5	28.9	11.0	0.98	29.6	5.2	5.32	2.85	3.50	15.43
	BC 92-110	188.4	563.7	83.2	274.6	3.8	30.3	10.5	0.87	32.0	6.3	5.21	2.92	3.48	18.01
鲁902	Ap0-21	99.7	556.2	101.0	276.9	0.0	24.9	11.8	1.47	19.2	7.7	1.65	2.78	3.41	14.69
	E21-41	95.9	587.4	69.6	267.7	1.4	20.4	16.4	0.91	25.3	12.9	1.09	3.19	3.73	22.50
	B 41-84	112.3	541.3	100.0	294.1	2.7	25.1	11.2	0.68	21.1	2.0	1.00	2.57	3.12	14.43
	BC1 84-110	113.2	539.9	117.8	285.6	0.7	21.3	10.6	1.33	19.3	1.5	1.75	2.54	3.21	12.22
BC2 110-121	113.7	525.7	129.0	286.4	0.0	24.8	12.0	1.04	15.9	1.4	2.19	2.42	3.12	10.87	

$$SR = \text{SiO}_2 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3; SA = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3; SF = \text{SiO}_2 / \text{Fe}_2\text{O}_3$$

表 6 土壤中不同形态铁的组成

编号	发生层及深度 (cm)	Fe ₂ O ₃ 含量 (g/kg)			比值 (%)		
		全铁 (Fet)	游离铁 (Fed)	活性铁 (Feo)	游离度 (Fed/Fet)	活化度 (Feo/Fed)	晶化度 (Fed-Feo/Fed)
辽 36	A 0~31	46.6	15.3	7.85	32.8	51.3	48.7
	E 31~68	50.9	15.7	7.59	30.8	48.3	51.7
	B 68~92	54.4	17.3	7.04	31.8	40.6	59.4
	BC 92~110	56.4	17.6	5.99	31.2	34.0	66.0
辽 37	A 0~24	56.7	20.5	9.78	36.1	47.7	52.3
	E 24~52	48.5	17.4	8.49	35.8	48.7	51.3
	B 52~70	55.0	18.2	8.69	33.0	47.7	52.3
	BC 70~120	46.9	15.1	9.51	32.1	62.9	37.1
鲁 90-2	Ap0~21	34.7	15.34	2.73	44.21	17.80	82.2
	E21~41	27.3	13.94	1.41	51.06	10.11	89.9
	B 41~84	57.7	21.92	1.69	37.99	7.71	92.3
	BC1 84~110	63.6	28.81	2.70	45.30	9.37	90.63
鲁 90-3	BC2 110~121	64.4	27.93	2.43	43.37	8.70	91.30
	Ap 0~18	35.6	15.38	2.17	43.20	14.11	85.9
	E 18~38	33.9	18.01	2.19	38.65	12.16	87.84
	Es 38~60	46.6	25.77	4.72	55.30	18.32	81.7
B 60~80	65.2	29.63	2.87	45.44	9.69	90.3	

2.6 铁的化学性质

表 6 得知, 鲁 90-2、3 两个剖面 B 层游离铁的含量 >20 g/kg, 铁的游离度 >40%, 具有铁质特性, 这两个剖面活性铁的含量一般 <4.0g/kg, 活化度 <20%, 铁的晶化度相应较高, >80%; 辽 36、37 剖面则未达到铁质特性的指标, 且活性铁的含量 >4.0g/kg, 活化度 >20%, 铁的晶化度相应较低, <80%, 这是由于当地较湿润和有机质含量较高所致。

2.7 土壤磁学特点

土壤磁性大小常用磁化率来表示, 其大小主要取决于土壤固相的组成, 最根本的是决定于土壤中各种铁磁矿物的含量; 其次决定于母质中铁化合物在风化过程和成土过程中的迁移和化合形态的变化。土壤磁化率的测定具有便宜、简便、快速、对样品无破坏等优点, 在地学研究领域应用日益广泛^[3], 有关自然土壤磁化率特征、与土壤性质的关系及其影响因素都有较多的报道^[4]。运用国产 WCL-1 型磁化率仪对辽 36、37 剖面作了初步磁测, 结果 (图 1): 第一, 表层磁化率一般较高, 有人认为这与有机质的含量和现代耕作有关, 有机质络合氧化物成为有机-无机复合胶体, 提高了

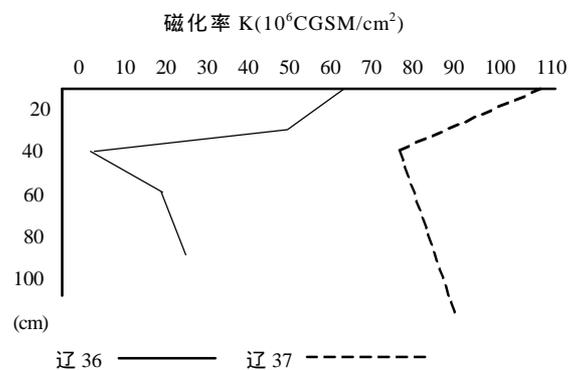


图 1 供试土壤磁化率剖面分布

铁磁矿物的含量；耕作增加了土壤表层的通透性，氧化势增高，磁化率随之增高。第二，表层以下，磁化率降低幅度较大，特别是E层和B层上部，这可能因为E层的铁磁矿物下移和该层位还原势较高的缘故。第三，B层磁化率又有升高，这显然与该层铁磁矿物的聚集有关。另外，辽37、36剖面采自同一坡向山坡的上下段，观察两个剖面的磁化率曲线可以看出，除了他们总体上有着以上3个特点外，坡下部辽36全剖面从上到下磁化率皆大于辽37，这可能与坡上段土壤中的铁磁矿物通过侧渗转移到较低部位有关。

2.8 土壤水分特征

长期以来，具有漂白层的土壤受到广泛地重视，该层次的建造是滞水作用所致也成为共识。WRB在其首次方案(Draft)中不仅有滞水特性(Stagnic properties)还有作为一级分类单元的滞水土(Stagnisols)^[5]；FAO^[6]的世界土壤图(Map of the World)图例中，二级单元(Level 2)有滞水特性(Stagnic properties)。在1998年的WRB分类中，虽在一级分类单元水平上删去了滞水土，但仍保留滞水特性^[7]。美国土壤系统分类的土壤水分状况中一直没有专门设立滞水水分状况^[8]。需要说明的是，WRB和FAO的滞水特性并非水分状况(moisture regime)，而是滞水后土壤表现出的性状(properties)，其诊断指标侧重于土壤性态，如rH值(由氧化还原电位和PH值换算出)、Fe²⁺的存在以及滞水颜色排列(Stagnic colour pattern)等方面。而土壤水分状况指一年中地表水或特定土层<1500kPa土壤水分的多寡变化，两者的含义是有区别的。

中国土壤系统分类首次方案和修订方案中都专设有滞水水分状况(Stagnic moisture regime)^[9]，但尚无明确土壤水分季节变化诊断指标。事实上，滞水水分状况与其他可通过气候资料转换的土壤水分状况相比，它的建立更加困难。在我国，对东北平原具有漂白层土壤的滞水规律基础及应用研究开展较早，关于此类型土壤的发生、水分状况的定位观测，都有较完善的研究^[3]。1990年以来笔者在鲁东莒南县进行的具有漂白层土壤水分动态定位观测结果表明，受当地气候条件和土壤本身性质的共同影响，上层土壤水分具有明显的变化规律。根据张力计法的基本原理，连续测定U型管两臂水银柱的高度h₁、h₂，每天上午、下午各1次，并记录当时的天气状况。另外，每3天钻取各深度的土样约20g，用酒精燃烧法测定土壤含水量，以备做水分特征曲线。土水势是土壤水强度的指标，其反映的是土壤对土壤水分保持的强弱而不是水量的多寡，但两者之间存在着负相关的对应关系，即吸力愈大，含水量愈小，所以土壤水吸力的变化，可大致反映出土壤含水量的变化。据此，可将鲁东地区具有漂白层土壤水分季节动态分为如下几个时期：

春季干旱期(4月中旬至6月中旬)。进入5月份出现一定的降水，但因降水量小，气温回升快，蒸发量大，土壤水分极易损失，水分支大于收，形成春季干旱期。前期(4月下旬至5月中旬)上部土体水吸力>400cm水柱，从水分特征曲线上查测，含水量<16.85%，下部土体300~400cm水柱，含水量23.7~23.9%；后期(5月下旬至6月上旬)上部土体水吸力200~300cm水柱，含水量17.25~17.60%，下部土体水吸力100~200cm水柱，含水量24.1~24.5%。漂白层土壤水吸力前期平均300cm，含水量12.60%，后期200cm水柱，含水量12.90%。

夏季过湿期(6月下旬至9月中旬)。该时期降水量大并且频繁，土壤出现过湿，尤其是粘化层可持续数天饱和。前期(6月下旬至7月中旬)上部土体水吸力70~100cm水柱，含水量18.20~19.10%，下部土体水吸力20~70cm水柱，含水量24.70~25.30%；中期(7月下旬至8月中旬)上部土体水吸力50~70cm水柱，含水量19.10~19.40%，下部土体

水吸力<20cm水柱,含水量>25.3%;后期(8月下旬至9月中旬)上部土体水吸力50~70cm水柱,含水量19.10~19.40%,下部土体水吸力<50cm水柱,含水量>19.40%。漂白层土壤水吸力前期平均90cm,含水量13.5%,中期平均45cm水柱,含水量13.8%,后期65cm水柱,含水量13.6%,笔者9月17日在定位观测点看到,在土层31cm深处开始出现滞水,当日漂白层土壤水吸力为65cm水柱,结合上述具有漂白层土壤水分季节动态,可考虑以<65cm水柱,土壤水吸力 $pF < 1.8$ 作为上部土体出现饱和和滞水的指标,据此,夏季过湿期,上部土体出现饱和和滞水的时间达近60天。

秋季干燥期(9月下旬至11月下旬),该时期降水少,秋高气爽,蒸发加强,水吸力急剧增加,含水量减少。前期(9月下旬至10月上旬)上部土体水吸力20~200cm水柱,含水量17.60~19.10%,下部土体水吸力20~70cm水柱,含水量24.70~25.30%;后期(10月中旬至11月下旬)上部土体水吸力200~300cm水柱,含水量17.25~17.60%,下部土体水吸力<100~200cm水柱,含水量24.10~24.50%。漂白层土壤水吸力前期平均110cm,含水量13.35%,后期平均190cm水柱,含水量12.90%。

冬季冻结期(11月下旬后),该地区虽不象东北地区具有漂白层土壤深受土壤冻层的影响,但进入冬季以后土壤表层也有不定期的冻结现象。在11月末后,试验由于U型玻璃管冻结损坏而停止。

3 结论

1) 我国境内,具有漂白层的土壤主要分布在东北三江平原和长江下游平原地区,且有较多的研究报道,辽鲁两省山前丘陵地区的类似土壤新近才得到关注^[10],本文是对该地区此土壤进行系统的研究。

2) 作为首次全面而系统的研究,本文涉及到辽鲁两省漂白土壤的基本性质。供试土壤灰白色的表下层符合《中国土壤系统分类》(修订方案)所规定的彩度和亮度的指标,粉砂、砂为主要颗粒组成;中性至微酸性反应;较低的养分含量和交换性能;受特殊成土过程影响,铁磁矿物在供试土壤剖面中有明显的分布规律。

3) 受主客观条件的影响,有些研究项目(如微形态、磁化率和土壤水分定位动态观测)未能在辽鲁两省所有供试土壤上都做到,所示研究结论仅为代表性的初步结果,待研究条件许可时,可做适当补充。

参 考 文 献

- 1 James Thorp, T. Y. Tschau. Notes on Shantung. Soils Soil Bulletin. 1936, 14: 38,116
- 2 曾昭顺, 徐琪, 高子勤. 中国白浆土. 北京: 科学出版社. 1997, 143~153
- 3 Oldfield, F. Environment magnetism—A personal perspective. Quat. Sci. Rev., 1991, 10: 73~85
- 4 俞劲炎, 卢升高. 土壤磁学. 南昌: 江西科学技术出版社. 1991, 23
- 5 ISRIC/ISSS/FAO. World Reference Base for Soil Resources. Draft, 1994, 24,115
- 6 FAO/UNESCO/ISRIC. Soil Map of the World. 1997, 24, 32~33
- 7 ISRIC/ISSS/FAO. World Reference Base for Soil Resources. 1998, 13~14, 48, 55.
- 8 Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. Second Edition, 1999, 29, 79, 167~169
- 9 龚子同等. 中国土壤系统分类—理论·方法·实践. 北京: 科学出版社. 1999, 59, 73, 579, 580
- 10 张学雷, 张玉庚. 山东省的漂白湿润淋溶土. 土壤通报, 1996, 5: 209~212