

新疆南天山乌什谷地灌淤土 及其在土壤系统分类中的地位^{*}

邹 德 生

(新疆土地管理局)

李 荣

(新疆阿克苏地区土肥站)

顾 国 安

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

乌什谷地水旱轮作中的水耕作用是引起灌淤土成土过程和成土特征变异的主要动力。形成的人为土具有灌淤表层的全部诊断条件,其变异主要表现在:活性 Fe_2O_3 增多,耕层至心土层达 4 克/千克以上,占土壤全 Fe_2O_3 的 10% 以上,心土层下呈减少趋势;铁的晶胶率耕层低,而心、底土中显著增高, K_h 值(层段晶化度/表层晶化度)1.3~4.5 之间;多数剖面有锈斑;耕层下均有鳞片状结构,不具有双重熟化和双重淋淀层段。本文将该土命名为“渗育型灌淤土”,建议作为灌淤土新亚类列入土壤系统分类中。

在 1980 年乌什县第 2 次土壤普查中,发现水旱轮作区灌淤土另具特征^①,灌淤熟化层出现了具水耕渗育特性的诊断特征,灌淤层分化为耕层、灌淤水耕渗育层。为此,本文拟阐明水旱轮作中的水耕作用是引起灌淤土成土过程和成土特征变异的主要动力,并命该土为“渗育型灌淤土”,建议作为灌淤土新亚类列入系统分类。

一、水旱轮作区灌淤土成土过程及变异

(一) 灌淤熟化过程是谷地灌淤土的主导成土过程

乌什谷地位于南天山与卡拉铁克山之间,海拔 1500 米至 1050 米之间是谷地的水旱轮作区。这里是古丝道上“温宿国”所在地,是新疆最古老的稻米产地之一。历史上一直沿续水稻(1~2 年)一玉米、小麦(2~4 年)的水旱轮作制度,并有玉米套作黄豆的传统。年灌溉定额很高,达 800~1200 米³/亩以上。托什干河横贯谷地中部,含沙量年平均 2.018 千克/米³,灌淤条件优越。灌淤土大多发育在洪积平原黄土状堆积物母质上,这类堆积物厚度多在 3~10 米以上,下有砾石层,地下水多在砾石层下。历史上生产水平差异较大,50 年代以来,有机肥(主要是厩肥)的施用量逐渐增多,尤其是这类高产土壤农田的施肥量高达 3000~5000 千克/亩以上。上述自然—人为成土条件决定了水旱轮作区灌淤土的主导过程是灌淤熟化。灌淤土面积 34 万亩。其中水旱轮作形成的灌淤土面积达 25 万亩之多。

(二) 水旱轮作引起了灌淤土成土过程和成土特征的变异

水旱轮作链中的水耕作用是谷地灌淤土成土过程发生变异的主要动力。1980 年在野外调查了大量的剖面,证实了水旱轮作区灌淤土与普通灌淤土、潮灌淤土的诊断条件有诸多不同

^{*} 本文承李庆逵、席承藩、龚子同、雷文进先生审阅,刘兴文先生提供了部分资料,张连弟、杨德涌、王伏雄等同志帮助进行土样分析,在此一并致谢。

① 邹德生,乌什谷地水旱轮作灌淤土(资料),1980。

点,归结起来可分两大类:1. 洪积平原普通灌淤土的变异:长久实行水旱轮作的农田的灌淤土,在耕层下全部有鳞片状结构,其中90%以上剖面,土壤结构面有锈色铁锰胶膜附着,而普通灌淤土全部为块状结构,无锈斑。锈色胶膜是水耕的特征之一(因地下水在3~10米以下)。鳞片状结构的产生,一般认为,土壤需有干湿交替、冻融交替的条件。谷地气候具备这种条件,冬季最大冻土深度103~126厘米。但普通灌淤土却不能形成鳞片状结构,说明这类结构的形成还需要土壤的含水量高,土壤冻结时,土壤孔隙中的水分首先冻结,形成冰晶体对土壤产生压力。水旱轮作周期性为土壤提供了过饱和的水分条件。2. 托什干河冲积平原下潮区潮灌淤土的变异:水旱轮作同样对潮灌淤土产生影响,耕层下出现鳞片状结构和锈斑。这样往往形成氧化还原特征的双重层段,或者地表渗漏水大量补给地下水而加重土壤的潮化过程,使氧化还原层加宽融合。水作潮化是季节性的,地下水潮化是持久性质,且潮化过程又因人为灌溉而加重,所以此土仍应是潮灌淤土,可在土属一级分开。这里探讨的是第一种变异类型。

典型剖面举例:

剖面:WA-01 地点:阿合牙乡二级阶地 海拔:1100米 地下水:5米左右

0~2厘米:新灌溉淤积层,碎片状层理,灰棕色,壤粘土,潮,粘着强塑;

2~14厘米:耕作层,粘壤土,块状结构,湿,紧实,粘着中塑,灰棕色,根大量,根孔有少量锈纹,炭渣少量;

14~20厘米:拟犁底层(近年多浅耕形成),粘壤土,块状,湿,紧实,粘着中塑,灰棕色,结构面有多量锈色胶膜附着,炭渣多量,根大量;

20~37厘米:灌淤水耕渗育层,重壤土,块状,潮,较紧实,稍粘着,浅灰棕色,结构面有多量锈色胶膜附着,炭渣多量,根大量,竖状裂隙和蚯蚓孔穴有灰色粘粒胶膜附着;

37~53厘米:灌淤水耕渗育层,重壤土,鳞片状结构,潮,稍粘着,黄棕色,结构面有多量锈色胶膜附着,炭渣多量,根中量;

53~75厘米:灌淤水耕渗育层,中壤土,鳞片状结构,潮,稍紧,稍粘着,黄棕色,结构面有多量锈色胶膜附着,裂隙壁有灰色粘粒胶膜和铁锰胶膜附着,炭渣多量,根中量;

75~92厘米:灌淤水耕渗育层,重壤土,鳞片状结构,潮,稍紧,稍粘着,浅黄棕色,结构面有少量锈膜附着,炭渣少量,根少量;

92~100厘米:灌淤水耕渗育层,粘壤土,鳞片状结构,潮,紧,粘着中塑,灰棕色,结构面有少量锈色胶膜附着,根少量。

WA-02号剖面基本特征和WA-01相近,唯不见新淤积层(因中耕破坏);无锈纹锈斑;土壤水分状况为润。

上述剖面的形态特征,虽缺乏分类的定量指标,但已能看出水耕现象所带来的剖面分异。灌淤水耕渗育层表示灌淤旱耕熟化主导过程和水耕渗育特征的发生层特点。据此,可称具水耕特征的灌淤水耕渗育层(诊断层)土壤为“渗育型灌淤土”。

二、渗育型灌淤土主要理化诊断特征分析

(一) 由于水旱轮作中以旱作为主,旱作连作占轮作周期的四分之三以上,所以土壤的主导成土过程是旱耕熟化。它具有普通灌淤土诊断层特征的全部条件(表1、表2),主要是:

1. 灌淤熟化层深厚,包括耕作层、(犁底层)、灌淤水耕渗育层,厚度>1米,有机质含量耕层平均达15克/千克,底层>7克/千克,高于普通灌淤土而低于渗育水稻土的平均值。

2. CaCO_3 含量在220~270克/千克之间,这是灌淤母质特征,但各层含量基本一致(如WA-02),或有微弱迁移(如WA-01),这与普通灌淤土的剖面分布规律相似。

表1 渗育型灌淤土主要化学性质

剖面号	层次 (cm)	有机质 gkg ⁻¹	全 N gkg ⁻¹	全 P gkg ⁻¹	全 K gkg ⁻¹	速效 K mgkg ⁻¹	速效 P mgkg ⁻¹	水解 性 N mgkg ⁻¹	pH	CaCO ₃ gkg ⁻¹	交换量 cmolkg ⁻¹
WA-01	0-2	16.3	1.20	1.53	22.3	25.0	1.73	9.94	8.1	275.6	6.68
	2-14	16.1	1.07	1.63	22.2	11.1	2.02	6.46	8.6	254.8	6.28
	14-20	15.6	0.98	1.54	22.2	10.9	2.02	6.46	8.6	253.2	7.59
	20-37	11.1	0.94	1.42	20.7	10.0	0.93	5.96	8.8	270.6	6.53
	37-53	8.9	0.67	1.56	22.2	9.1	0.45	5.47	8.9	268.1	5.43
	53-75	7.4	0.64	1.58	22.3				8.9	251.5	4.87
	75-92	7.1	0.64	1.55	23.3				8.9	237.4	5.13
	92-100	8.9	0.65	1.50	24.6				8.7	243.2	6.28
WA-02	0-17	14.0	0.92	1.69	22.4	15.4	11.90	8.95	8.5	237.4	4.82
	17-22	14.9	0.84	1.51	21.8	12.0	0.85	7.46	8.8	239.0	5.73
	22-39	10.2	0.75	1.48	23.9	13.6	0.29	5.96	8.9	237.4	5.98
	39-60	9.1	0.68	1.51	23.8	13.8	0.37	4.97	9.0	217.5	5.13
	60-90	9.3	0.61	1.50	24.2				8.8	221.6	5.43
	90-110	7.2	0.57	1.54	23.1				8.8	235.7	4.28

表2 渗育型灌淤土颗粒组成(%)

剖面号	层次 (cm)	粒径:mm(美国制)					
		2-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.002	<0.002
WA-01	0-2	0	0.3	0.8	0.3	61.4	37.2
	2-14	0	0.5	1.9	10.1	59.6	27.9
	14-20	0	0.3	2.3	9.5	60.6	27.3
	20-37	0	0.2	3.1	7.2	64.4	25.1
	37-53	0	0.2	1.7	5.9	66.9	25.3
	53-75	0	0	1.2	7.6	68.8	22.4
	75-92	0	0	0	3.1	71.2	25.7
	92-100	0	0	0.9	5.2	63.7	30.2
WA-02	0-17	0	0	1.1	6.1	67.8	25.0
	17-22	0	0.2	2.0	3.6	66.6	27.6
	22-39	0	0	0.6	2.8	62.6	34.0
	39-60	0	0	0	4.4	64.7	30.9
	60-90	0	0	0.3	6.6	65.6	27.5
	90-110	0	0	0.4	8.8	64.1	26.7

3. 土壤全层中 0.05~0.002 毫米颗粒含量相近,最高与最低含量差约在 4%左右。<0.002 毫米粘粒含量在剖面中有一定差异,WA-01 耕层有趋粘现象,粘粒含量比 20 厘米以下各层高出 2%以上,这与近期灌淤物入田的颗粒细有关,0~2 厘米新淤积层粘粒高出耕层 10%。这也是新淤积层有机质高的原因之一。WA-02 剖面中 22~60 厘米粘粒比上下层高出 3~7%。这可能与当时的农业措施和水稻连作有关。灌淤土粘粒迁移比较弱,只能从裂壁的粘粒胶膜上获得证实。

4. 从粘粒 X 衍射谱(图 1)可以看到新淤积层、耕层、灌淤水耕渗育层的矿物组成一致,以水云母为主,伴有一定量绿泥石、少量蒙皂石、高岭石、石英、长石等。这一点应成为灌淤土类共同的诊断特征。

(二) 由于灌淤过程中伴随水耕作用, 渗育型灌淤土具铁锰氧化还原特征, 但与水稻土的诊断特征有较大差异。水旱轮作中大约 3~4 年旱作, 1 季稻作(水田)。稻季土壤在土温 $>5^{\circ}\text{C}$ 后有 4 个月以上淹水时间, 并有下渗水流至犁底层下, 形成一定宽度的土壤过饱和水分状况。耕层处在还原状态, 铁锰还原淋溶, 心土处在氧化状态, 铁锰氧化淀积。从表 3 可见, 游离 Fe_2O_3 、 MnO 耕层偏低, 游离度层段系数 F_h 值(层段游离度/表层游离度)为 1.18~1.03; 活性 Fe_2O_3 耕层至心土层高达 0.4 克/千克以上, 占全铁的 10% 以上, 心土层下呈减少趋势。 Fe_2O_3 的晶胶率却耕层低, 心底土显著增高, K_h 值(层段晶化度/表层晶化度)1.3~4.5 左右。WA-02 剖面虽无锈斑, 但心、底土 Fe_2O_3 晶化度高达 400% 以上(表 3)。该剖面农田已多年未种稻, 活性 Fe_2O_3 比近期种稻的 WA-01 剖面相同层段减少约 10%; 而游离 Fe_2O_3 含量两剖面相近; 晶质 Fe_2O_3 在 WA-02 剖面中的含量较高, 晶化度高达 400% 左右。可见, 土壤稻作回旱时间较长时, 对提高 Fe_2O_3 晶胶率有促进作用。渗育型灌淤土的铁锰淋溶特征还可从表 4 中粘粒的矿质组成得到印证: 耕层 Fe_2O_3 含量明显偏低, 硅铁分子率高; 灌淤水耕渗育层的 Fe_2O_3 含量则高于耕层, 硅铁率却降低。上述分析结果表明: 铁锰氧化胶膜是淋溶淀积过程的产物。灌淤水耕渗育层随灌淤过程而逐渐加宽, 其总厚度及铁锰淋溶强度可以作为此土熟化度的一个指标。

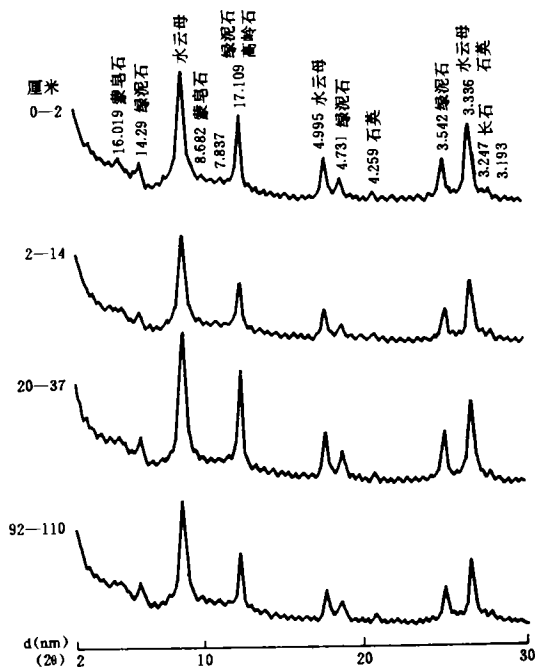


图 1 渗育型灌淤土(WA-01)粘粒 X 衍射谱

渗育型灌淤土与渗育水稻土的差异, 据现有资料, 大致有以下几个方面:

1. 渗育型灌淤土是旱耕人为土向水耕人为土过渡的一个类型, 但它具备灌淤土灌淤表层的条件, 而不具备“每年中当土温 $>5^{\circ}\text{C}$ 时, 至少有半个月因水耕而泥糊化; 每年至少有 3 个月处于水分饱和并呈还原状态”等水耕表层的诊断条件。所以渗育型灌淤土的人为表层不是水耕表层, 而是灌淤表层。

2. 物质迁移强度不同: 渗育型灌淤土与普通灌淤土一样, CaCO_3 迁移极为微弱, 在剖面中的分布较均匀。各土层中 CaCO_3 含量在 250 克/千克左右(表 1), 土壤化学组成中 CaO 含量各层在 120 克/千克左右, 而粘粒中 CaO 全剖面只显痕迹(表 4), 这并非淋溶作用。因为 WA-01 剖面 2 厘米新淤积层 CaCO_3 含量为 275.6 克/千克, 而粘粒矿质组成中 CaO 仅为痕迹, 就足以说明这一点。渗育型灌淤土的铁锰淋溶淀积只限于耕层和犁底层。宽厚的铁锰淀积层(表 3)是灌淤作用使土体向上增厚而同时加宽这一诊断层的缘故。这也说明了渗育型灌淤土的水耕作用只能作为附加因素的原因。据《新疆土壤》^① 渗育水稻土的 CaCO_3 和铁锰的淋溶强烈, 大多在心、底土淀积。如 85-土-65 号剖面 0~22 厘米, CaCO_3 含量为 152.4 克/千克, 65~73 厘米为 200.0 克/千克, 淀积层明显, 铁锰也同样在水耕淀积层淀积。

表 3 渗育型灌淤土中铁锰氧化物的含量

剖面号	层次 (cm)	氧化物 (gkg ⁻¹)		活性氧化物 (gkg ⁻¹)		游离氧化物 (gkg ⁻¹)		活化度(%)		游离度(%)		晶质 Fe ₂ O ₃				游离 Fe ₂ O ₃
		Fe ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	MnO	含量 (gkg ⁻¹)	晶化度 (%)	Kh 值	Fh 值	
WA 01	0—2	40.8	0.75	4.1	0.27	9.5	0.28	43.2	96.4	23.3	37.3	5.4	131.7			
	2—14	40.4	1.05	4.6	0.2	7.7	0.19	59.7	105.3	19.1	18.1	3.1	67.4	1.0	1.0	
	14—20	38.7	0.80	4.6	0.20	8.7	0.11	52.9	181.8	22.5	13.8	4.1	89.1	1.32	1.18	
	20—37	39.7	0.90	4.3	0.26	8.4	0.30	51.2	86.7	21.3	33.3	4.1	95.4	1.41	1.11	
	37—53	39.4	0.80	4.1	0.24	7.9	0.28	51.9	85.7	20.1	35.0	3.8	92.7	1.38	1.05	
	53—75	39.7	0.86	3.4	0.24	8.2	0.33	41.5	72.7	20.7	38.4	4.8	141.2	2.09	1.08	
	75—92	40.7	0.91	2.1	0.28	8.5	0.41	24.7	68.3	20.9	45.1	6.4	304.8	4.52	1.10	
	92—100	44.1	0.88	2.7	0.24	8.9	0.30	30.3	80.0	20.2	34.1	6.2	229.6	3.41	1.06	
WA 02	0—17	40.4	0.89	2.8	0.24	8.0	0.33	35.0	72.7	19.8	37.1	5.2	185.7	1.0	1.0	
	17—22	40.1	0.89	3.0	0.22	8.2	0.32	36.6	68.8	20.5	36.0	5.2	173.3	0.93	1.03	
	22—39	42.9	0.90	2.4	0.27	8.9	0.33	27.0	81.8	20.8	36.7	6.9	287.5	1.55	1.05	
	39—60	44.8	1.03	1.9	0.25	9.4	0.38	20.2	65.8	21.0	36.9	7.9	415.8	2.24	1.06	
	60—90	42.4	1.09	1.7	0.20	9.3	0.33	18.3	60.6	21.9	30.3	7.6	447.1	2.41	1.11	
	90—110	42.5	0.87	1.9	0.22	9.2	0.30	20.7	73.3	21.7	34.5	7.3	384.2	2.07	1.09	

注:分析方法:游离铁、锰为柠檬酸钠连二亚硫酸法;活性铁为草酸—草酸铵法。Fh 值:层段游离度/表层游离度;Kh 值:层段晶化度/表层晶化度。

表 4 渗育型灌淤土粘粒(<0.002mm)的化学组成(占烧灼土重%)

剖面号	层次 (cm)	烧失量	SiO ₂	FeO ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	分子比率	
													SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃
WA 01	0—2	5.76	53.95	8.12	19.78	痕迹	3.88	0.83	0.036	4.90	0.97	0.199	4.63	17.6
	2—14	5.63	54.56	7.68	20.47	痕迹	3.95	0.82	0.037	5.30	0.94	0.143	4.52	18.9
	20—37	5.59	52.71	8.85	20.71	痕迹	4.08	0.83	0.062	5.49	0.89	0.163	4.33	16.0
	53—75	6.04	51.76	9.14	20.50	痕迹	4.56	0.73	0.055	5.10	1.02	0.131	4.29	15.1
	92—100	6.23	52.39	9.04	20.54	痕迹	4.33	0.75	0.039	4.46	0.93	0.140	4.34	15.3
WA 01	0—17	6.26	51.43	9.03	20.41	痕迹	4.85	0.75	0.074	4.72	1.05	0.205	4.28	15.3
	17—22	6.18	51.70	9.03	20.61	痕迹	4.76	0.73	0.055	4.83	0.94	0.129	4.27	15.4
	39—60	5.66	51.75	9.28	20.82	痕迹	4.91	0.70	0.074	5.13	0.95	0.106	4.23	14.9
	90—110	5.75	51.17	9.35	20.67	痕迹	4.89	0.68	0.077	4.75	0.95	0.131	4.20	14.6

3. 渗育型灌淤土耕层腐殖质以富里酸为主,HA/FA 值<1,但 E₄ 值高;渗育水稻土有机质含量高,但腐殖质组成简单,E₄、E₆ 及 E₄/E₆ 均低于灌淤土,腐殖质的芳化度亦小(表 5)。

表 5 渗育型灌淤土腐殖质组成

人为土名称及剖面号	有机碳 (gkg ⁻¹)	胡敏酸 碳(gkg ⁻¹)	富里酸 碳(gkg ⁻¹)	胡敏素 碳(gkg ⁻¹)	HA/FA	E ₄	E ₆	E ₄ /E ₆
渗育型灌淤土 * 24—1	9.95	0.62	0.80	8.53	0.78	1.05	0.220	4.77
普通灌淤土 85—土—45	13.02	1.71	1.35	9.96	1.27	0.818	0.169	4.84
渗育水稻土 85—土—65	21.74	1.61	1.71	18.42	0.94	0.538	0.121	4.45

* 资料由刘兴文先生提供,其他摘自《新疆土壤》油印本。

① 新疆维吾尔自治区土壤普查办公室主编:新疆土壤(待刊)。

三、小 结

1. 水旱轮作中的水耕作用是灌淤土成土过程和成土特征变异的主要动力。其变异主要表现在:活性 Fe_2O_3 增多,耕层至心土层达 4 克/千克以上,占土壤全 Fe_2O_3 的 10% 以上,心土层下逐渐减少;铁的游离度耕层低于下层土壤, F_b 值 1.18~1.03 左右,铁的晶胶率耕层低, K_b 值 1.3~4.5 之间;多数剖面有锈斑;耕层下有鳞片状结构;不具双重淋淀层段,灌淤水耕渗育层随灌淤过程而不断加宽。灌淤熟化层分化为耕作层、(犁底层)、灌淤水耕渗育层。

2. 该土发育在地下水 3~10 米以下的洪积平原,是旱耕人为土向水耕人为土过渡的一个类型,它虽具有水耕作用形成的某些特征,但不具备水耕表层的主要条件,而具备旱耕人为土灌淤表层的全部条件,旱耕人为熟化依然是该土的主导成土过程,某些水耕渗育特征只是附加水耕作用的产物。

3. 该土在土壤系统分类中应有它的地位,建议此土命名为“渗育型灌淤土”,属人为土纲、旱耕人为土亚纲、灌淤土类的一个新的亚类。

=====

(上接第 5 页)

我国自 50 年代以来对于旱土进行了广泛深入的研究,50—60 年代,组织了干旱地区的土壤资源调查,基本摸清了干旱土壤资源数量质量,并为该区 7000 多万亩荒地开发提供了科学资料;70—80 年代开展了干旱土壤的改良试验,对盐渍化和沙漠化进行深入研究,通过这些研究,不但使该区盐渍化与沙漠化危害有所减缓,同时使干旱土壤的生产力得到提高。

今后,还应加强我国干旱地区土地退化防治、农业持续发展、水土资源合理开发利用和干旱地区环境保护等方面的研究,以便更好的为干旱地区国民经济建设服务。