

# 低丘红壤性水稻土土种 及亚种的划分

杜国华

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

划分水稻土土种,是以土体构型及诊断层的发育度为依据。为此,须首先确定水稻土的基本土层,规定层位段标准。因不同层位标准基本土层组成的土体构型,心土部位诊断层发育度相应存在差异,以潴育型水稻土的渗育层为例,除形态特征不同外,中度发育的含结晶铁及晶胶率高,弱度发育的次之,强度发育的是无定形铁含量明显增高。

耕作层肥力状况是划分亚种的主要依据,必须按理化性状及犁底层发育特征综合判断。

近年来,在总结现代土壤分类研究进展的基础上<sup>[1,5,7,9-12]</sup>,我国土壤基层分类提出按土体构型划分土种的见解<sup>[3,6]</sup>,对土壤基层分类研究和土壤普查起了促进作用。但划分各类土壤基层单元的依据和标准,尚待制定。

本文拟以第四纪红粘土发育的水稻土为例,择其分布面积广,且剖面形态分化明显的潴育型水稻土为对象,探讨土种、亚种划分的原则与依据。

## 一、水稻土土种、亚种划分的原则

水稻土是在人为控制灌排和干湿交替条件下形成的一类土壤<sup>[1]</sup>,具有各种独有的发生层,并因母质或土壤基质的不同影响而构成水稻土的各种剖面构型,其土壤属性及肥力特征随之而异。

土种是土壤基层分类的基本单元,是土壤剖面性态基本一致的一群土壤实体,具有一定的宜种性及生产潜力。同时,土种的形态和属性是相对稳定的,在短期内非一般生产措施所能改变。例如,地面排灌水条件良好的水稻土,除发育为耕作层和犁底层外,其下紧接着形成斑淀不显著的渗育层,经受频繁干湿交替作用,有稜块状结构体之发育。反之,土体内滞水或排灌不易控制,使土体的还原作用始终占主导,其渗育层之发育也不显著。所以,由于这些外界条件的差异,便形成不同的土体构型,据此可划分为不同的土种。

亚种是同一土种内或土种间,土壤性状差异小、并不稳定的土壤单元,包括耕作层养分含量、质地变异等因素引起肥力程度的差异,及剖面下部土体层段的微差异。亚种的划分常随人为耕种水平而异,易变性大。例如,施肥水平低及耕作不良形成的耕性不良土壤,可划为不同的亚种。

## 二、水稻土土种划分的依据

### (一) 土体构型

所谓土体构型是指土壤剖面上性状不同的土层自然排列的一种组合形式,是土壤基本属性在剖面性态上的综合反映。根据各级分类单元所遵循的划分原则和依据,我们可以确立相应的土体构型及其划分的标准,用来划分自然界存在的各种土壤个体。因此,土体构型是土种划分的重要依据。

**1. 构成土体构型的两大类土层:** 水稻土的土体构型是由基本土层和特殊土层构成的。基本土层是指水稻土中常见的发生层。目前对这些土层或层段的划分和命名,尚未完全一致<sup>[2,4,7-9]</sup>,通常被划分为:耕作层(A),犁底层(P),渗育层(W),淀积层(B)等。由于母质及水热条件的差异,这些基本土层的主要属性和特征有明显的地区性特点。我国亚热带地区由第四纪红色粘土发育的水稻土具有粘质、均质、低交换量和低盐饱和度及富含游离铁、锰氧化物之特性,其粘粒矿物类型是同其起源土壤基本一致的<sup>[4]</sup>。

红壤性水稻土中,还可看到一些过去残留下来的特殊母质层,或前土壤剖面中形成的埋藏层等,称为“特殊土层”。它们参予土体构型而影响土体中水分运行,并可产生相应的土壤属性及肥力特性。第四纪红色粘土层中常有卵石层、铁锰结核层或铁盘等,都可看作第四纪红色粘土上发育水稻土的特殊土层。

**2. 水稻土的土体构型:** 为确定土种的土体构型,应对土体的总深度给予规定。通常规定其深度为一米,因为这个深度已足够反映水稻土剖面的主要属性和特征。其次是根据水稻土的发生学特征,规定上半段土体(0—50厘米)各土层的组合作为划分土种的主要依据;下半段(50厘米以下)土体为次要依据。耕作层和犁底层以下的各发生层,其厚度达到15厘米而不超过30厘米者,作为土体构型中的一个土层单位;小于15厘米者不计。发生层厚度若超过45厘米,则作为二个同类土层<sup>[3]</sup>。按此规定来划分土种土体构型,有利于统一评比和鉴定水稻土的土种。

土种的土体构型又可归纳为正常型和非正常型两类。正常型系同源母质发育的各基本土层自然组合而成的,土壤性态因组合的基本土层而异。非正常型系有特殊土层参予组合成的,并可按特殊土层出现部位为异质底层(约50厘米以下出现厚层特殊土层)、异质夹层型(约20至50厘米内出现特殊土层)、覆盖异质型(耕作层及犁底层部位出现异源土层)。土体的最底层若出现了某种薄层特殊土层时,因考虑其对土壤发育及肥力影响较少,不作为土体构型之因素。

### (二) 诊断层及其发育度

水稻土的淹育层、渗育层、潜育层等是不同发育阶段水稻土的诊断层或指示性土层<sup>[3]</sup>,其属性及发育度可作为划分土种的指标,但因其发育阶段而异:淹育型水稻土的诊断层位于剖面上部,其所含锈斑、锈纹的数量,以及犁底层发育状况等为其重要属性;潜育型水稻土的诊断层为潜育层,位于心土及底土层,因滞水嫌气而引起铁、锰等元素的还原状况为其重要的属性和发育度;潜育型水稻土的诊断层为渗育层,以其铁锰氧化物的还原淋溶

和氧化淀积而形成的胶膜或斑淀物,及因湿胀干缩作用而形成的稜柱状结构等,为其重要属性及发育度。现举第四纪红色粘土发育的潴育型水稻土为例说明之。

**1. 形态特征:** 从图 1 可看出,由于地形部位不同,剖面 1 至剖面 3 的渗育层(诊断层)色泽渐趋灰暗,由 7.5 YR6/6、10 YR6/6 至 10 YR5/3,色调差一个描述单位,彩度及亮度差二至三个单位,说明三者所受水分作用的强度有别:剖面 1 的淋溶弱,铁、锰氧化物分层淀积的分异现象不很明显,少量粘粒胶膜,并呈不连续状,渗育层较薄;剖面 2 的淋溶作用有所增强,渗育层较厚,稜块状结构及连续状粘粒胶膜淀积明显,结构体内可略见锈斑及锈点;剖面 3 受到了地下水升降的影响,在其心土部位形成淀积层,普遍见有粒状铁锰结核,而其渗育层相应减薄,但有大块锈斑及灰斑特征。

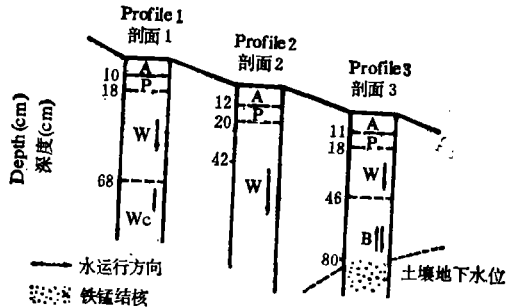


图 1 红土岗丘沟谷地的三个红壤性水稻土剖面构型

Fig. 1 Three patterns of solum structure of paddy soil from red earth

**2. 氧化铁的迁移:** 铁在水稻土剖面中的移动和淀积,反映了水稻土的发育类型和强度,在水稻土分类中有重要意义<sup>[4]</sup>。红壤性水稻土中游离铁含量及其游离度,沿剖面自上而下增加的趋势很明显(表 1)。但无定形的活性铁含量及其活化度因受有机质影响在耕作层最高,以下渐渐下降;但在潜水影响下的底层则又有回升。

游离铁中的结晶铁,在剖面中存在状况恰与无定形活性铁相反,这是因为下淋的无定形铁脱水老化之故,也是水稻土发育的重要特征,尤以水旱轮作的水稻土为最显著。如剖面 2 诊断层的结晶铁含量高达 3.77%,晶胶率高达 16.4%;剖面 1 的诊断层次之。剖面 3 因受地下水影响,心底土的活性铁含量有所增高,而结晶铁减少,晶胶率低,仅 4% 左右。

**3. 氧化锰的迁移:** 红壤性水稻土中的锰与铁相比较,其含量虽少,但其活性较大。如表 1 所示,各水稻土剖面中的全锰、游离锰及活性锰的含量除了个别土层外,均沿剖面自上而下增加。这是锰在水稻土发育中,在上部土层受还原淋溶,而在下部土层经氧化而淀积的结果。但在强发育、强淋溶的水稻土中,锰被淋出土体而使其含量极低。

同时,水稻土剖面中可看到铁锰分层淀积特征。如剖面 1,游离锰含量以 68 至 100 厘米的底层最高,而游离铁则以 18 至 68 厘米的心土层最高(表 1),说明铁积聚于上层,锰积聚于下层,铁锰分层显著。

### 三、水稻土亚种划分的依据

耕作层土壤属性及肥力状况,常随人为耕作水平而易于改变,可作为划分亚种的主

表 1 土壤中各种形态铁、锰含量

Table 1 The Content of different forms of iron and manganese in soil

剖面 Profile no.	地点 Locality	深度 (cm) Depth	土层 Horizon	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)						MnO(mg/100g Soil)					
				全铁 Total Fe(1)	游离铁 Free Fe(2)	晶胶率 晶胶率 Cry./Amor- (4)/(3)	活化度 (3)/(2) × 100	游离度 (2)/(1) × 100	活化度 (3)/(2) × 100	晶胶率 晶胶率 Cry./Amor- (4)/(3)	全锰 Total Mn(1)	游离锰 Free Mn (2)	活化度 (2)/(1) × 100	游离度 (2)/(1) × 100	活化度 (3)/(2) × 100
1		0-10	A	3.61	2.37	0.43	1.94	127	65.7	18.1	4.5	20	9	45	56
		10-18	P	3.98	2.67	0.39	2.28	65.2	67.1	14.6	5.8	30	16	53	44
		18-68	W	5.54	3.99	0.34	3.65	14.6	72.0	8.5	10.7	70	61	87	74
		68-100	Wc	4.80	3.43	0.34	3.09	14.6	71.5	9.9	9.1	150	140	93	55
2	江西省 进贤县 张王庙	0-12	A	4.81	3.15	0.46	2.69	127	65.5	14.6	5.9	50	35	70	66
		12-20	P	4.99	3.28	0.36	2.92	56.4	65.7	10.8	8.1	130	110	85	47
		20-48	W <sub>1</sub>	5.56	4.00	0.23	3.77	9.3	71.9	5.8	16.4	100	89	89	93
		48-100	W <sub>2</sub>	4.77	3.33	0.22	3.11	2.0	69.8	6.6	14.1	80	63	79	76
3		0-11	A	4.61	2.88	0.67	2.21	133	62.5	23.3	3.3	40	18	45	56
		11-18	P	5.04	3.06	0.54	2.52	52.2	60.7	17.6	4.7	40	27	68	59
		18-54	W	4.84	3.15	0.61	2.54	27.4	65.1	19.4	4.1	70	51	73	73
		54-80	B	5.40	3.58	0.76	2.82	28.9	66.3	21.2	3.7	70	52	74	77
4	江西省 宜春县 敖桥乡	0-12	A	4.57	2.10	0.68	1.42	109	46.0	32.4	2.1	40	13	33	54
		12-21	P	4.40	2.77	0.51	2.26	44.3	63.0	18.4	4.4	50	18	36	50
		21-56	W <sub>1</sub>	5.10	2.97	0.19	2.78	8.2	58.2	6.4	14.6	10	76	76	67
		56-80	W <sub>2</sub>	4.76	2.71	0.36	2.35	18.8	56.9	13.3	6.5	80	48	60	71
5		0-13	A	3.98	1.83	0.79	1.04	148	46.0	43.2	1.3	30	11	37	64
		13-22	P	4.27	2.96	0.59	2.37	42.8	69.3	19.9	4.0	40	25	63	52
		22-52	W	4.56	2.73	0.29	2.44	14.5	59.9	10.6	8.4	70	52	74	67
		52-81	B	4.47	2.84	0.67	2.17	49.1	63.5	23.6	3.2	90	77	86	83

表 2 瘠育型水稻土耕作层土壤肥力状况  
 Table 2 Soil fertility in ploughing horizon of Periodically waterlogged paddy soil

剖面 Profile no.	地点 Locality	深度 (cm) Depth	有机质(%) O. M.	全氮(%) Total N	全磷(%) Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	全钾(%) Total K <sub>2</sub> O	水解性氮 Hydrolyzable N	速效磷 Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		速效钾 Available K <sub>2</sub> O	交换量 CEC (meq/100g soil)	肥力水平 Fertility level
								(mg/100g Soil)				
2		0-12	3.88	0.226	0.139	1.26	19.71	2.8	9.8	13.49	高	
		12-20	2.86	0.163	0.124	1.25	14.99	2.0	5.5	11.66		
3	江西省 进贤县 张王庙	0-11	3.05	0.176	0.116	1.37	17.07	2.7	7.3	10.75	高	
		11-18	2.56	0.160	0.104	1.37	13.57	1.7	5.9	10.75		
1		0-10	2.75	0.157	0.106	1.09	17.64	2.3	6.5	7.14	中	
		10-15	2.22	0.125	0.090	1.11	16.28	1.5	3.1	6.17		
7		0-11	2.52	0.131	0.190	0.83	11.57	1.0	7.10	10.90	中	
		11-21	1.74	0.095	0.130	0.92	7.50	0.5	5.0	8.44		
10	江西省 泰和县 沿溪乡	0-10	2.45	0.125	0.160	0.83	11.92	1.3	9.3	7.76	中	
		10-20	1.53	0.083	0.140	0.85	8.93	0.9	4.7	7.46		
9		0-8	1.35	0.069	-	-	7.28	-	-	3.71	低	
		8-16	0.64	0.034	-	-	5.50	-	-	3.28		

要依据。一般说,质地适中、结构和耕性良好,以及植物养分丰富的耕作层,是肥沃水稻土的重要特征。但在水耕条件下,耕作层中氧化还原电位的变动,对土壤养分供应状况或肥力也起着重要的支配作用<sup>[6]</sup>,因此应根据耕作层土壤的综合性状来判断其肥力状况。

有机质在决定土壤肥力状况中占有重要的位置。如表 2 所示,红壤性水稻土的有机质达 3% 以上时,其全量氮、磷、钾及土壤交换量较高,速效养分丰富,耕作层相应较厚,为高肥力水稻土。当有机质含量低于 2% 时,土壤肥力相应降低。

水稻土耕作层中有机质含量增高,导致土壤物理性状改善,络合铁含量也相应提高,络合铁所形成的锈斑特征及数量,常用来鉴别水稻土耕作层的肥力。在日本,也以水稻土锈斑的形态及矿物学特性,作为水稻土剖面发育的依据<sup>[9-11]</sup>。

犁底层为水稻土上部淹育层段的一个组成部分<sup>[2]</sup>,因接近地表,直接受耕作层的影响,据其发育状况也与耕作层土壤的肥力状况有关。在水稻土中,发育良好犁底层的特征是:土体落干后呈稜块状结构,结持度适宜,能调节土壤水气状况,使土体具有良好的透水性及保肥性,促进水稻根系生长。相反,犁底层浅薄、紧板,或软烂呈潜育化,土壤透水性差,水气不协调,即使耕作层土壤全量养分含量高,但不易释放,供肥能力仍低。由此可见,根据耕作层厚度、色泽、结构、养分含量、还原程度及锈纹斑等新生体特征,结合犁底层发育状况,可综合判断水稻土发育性状及肥力状况差异,作为划分水稻土亚种的主要依据。

#### 四、红壤性水稻土土种、亚种划分举例

按土体构型和诊断发生层的发育度划分土种,以及按耕作层土壤肥力状况划分亚种,能反映土壤基层单元的重要属性上的差异,对建立科学的土壤分类系统,提高大比例尺土壤调查与制图质量,因土制宜地制定改土培肥措施,都具有重要的意义。

在具体划分时,应参照剖面所在地形部位、水分条件,根据土体构型及诊断层的主要属性和发育度划分土种(表 3);根据耕作层土壤肥力量级差异划分相应的亚种(表 4)。例如乌黄泥中潜水稻土,地下水位在一米以下,具有耕作层厚、养分含量高,犁底层呈稜块状结构,渗育层深厚及结晶铁含量较高等主要特征。黄泥弱潜水稻土,分布的地形部位较高,地下水不参予成土过程,渗育层仅 30 厘米左右,发育不明显,其下即为棕色渗育母质层,两层界面有多量铁锰斑淀物。此种土壤的耕作层浅薄、紧板,养分含量少,肥力程度低。

含有特殊土层的非正常发育的土壤,如第四纪红色土层的下面为质地粘重、透水性较差的紫色泥页岩风化堆积物,易使其上部土层滞水而发育成良好的渗育与淀积层段,可划为“紫泥底黄泥强潜水稻土”土种;受河流冲积物覆盖的可划为“覆潮砂黄泥体中潜(或弱潜)水稻土”土种;铁盘层出现于心土部位而滞水,并在其上部形成渗育及淀积层段,活性铁含量较高者,可划为“夹铁盘黄泥强潜水稻土”土种;若特殊土层位于 50 厘米以下,又因土层薄或异质物少,对上部土体发育不具明显影响,可不另立土种。同样,按规定的量级标准,划分相应的亚种。

总之,按上述依据及标准,可保证同一土壤基层单元属性及肥力基本一致,不仅便于

表 3 潜育型水稻土潜育层发育度划分标准方案  
Table 3 Criteria for diagnosis of the development of the pergenic horizon in periodically waterlogged paddy soil

发育度 Development degree	土层厚度 (cm) Thickness of soil horizon	排干后 Eh (mV) (After drainage)	结 构 Soil Structure	胶膜沉积 Coating	铁锰新生体 Fe-Mn concretion	锈 斑 Mottling	氧化铁状况 Form and status of iron oxides
弱	20—50	300—350	块状、块状-棱块状	灰棕色、薄层、不连续状	界面处大量(40%)菱块状	结构体内有不明显(5%)的黄棕色锈斑	结晶铁略高,活化度<10,晶胶率10左右
中	>60	300—350	棱块状	灰棕色、厚层、连续状	少量(1—2%)分散菱块及软结核	结构体内少量(10%)黄棕色锈斑锈纹	结晶铁为主,活化度<10,晶胶率15左右
强	15—45	<300	碎棱块状	棕灰色、有水湿光泽、连续状	少量(1—2%)分散菱块及结核	结构面有黄棕色锈斑	活化铁为主,活化率>10,晶胶率<10

表 4 潜育型水稻土耕作层土壤肥力状况划分标准方案  
Table 4 Criteria for diagnosis of soil fertility of ploughing horizon in periodically waterlogged paddy soil

肥力状况 Soil fertility	耕作层厚度 (cm) Thickness of ploughing horizon	颜 色 Soil color	结构(排干后) Soil structure (after drainage)	有机质(%) O. M.	氮素释放强度 Supply intensity of N	锈 斑 Mottling	络 合 铁 (mg/100g soil) Complexed Fe	活性还原物质(排 干后) Active reducing matter (after drainage)	犁 底 层 Plow pan
高	>12	暗棕带灰、 暗灰棕	团块为主	2.5—3.5	>1.2	大量(>30%),棕红色	>120	<0.1	暗棕灰、 棱块状
中	10—12	浅棕灰、灰棕	碎块为主	2—3	1.0—1.2	中量(20—30%),红棕色	90—120	0.1—0.15	灰棕色、 块状
低	<10	浅棕灰、灰	块状、糊状	<2 或 >3.5	<1.0	少量(<10%),黄棕色	<90	<0.1 或 >0.15	棕色、块 状或灰色、 糊状

野外作业中进行鉴别与确定,在建立地区性的典型土壤基层单元中,可克服同土异名及异土同名等弊病。

### 参 考 文 献

- [1] 于天仁, 1982: 水稻土的发生和类型。土壤, 第 14 卷 2 期, 41—45 页。
- [2] 朱莲青, 1981: 水稻土层段的辨认和辨正。土壤肥料, 第 5 期, 1—4 页。
- [3] 周明枞等, 1984: 论土种单元的划分。土壤学报, 第 21 卷 1 期, 87—94 页。
- [4] 范本兰、杜国华, 1985: 江西低丘红壤性水稻土的主要化学特性研究。土壤学报, 第 22 卷 2 期, 183—190 页。
- [5] 松井健, 1981: 日本水稻土分类的现代发展趋势。土壤学进展, 第 6 期, 46—51 页。
- [6] 赵其国等, 1983: 土壤分类研究途径的初步探讨。土壤专报, 第 38 号, 31—42 页。
- [7] 徐琪等, 1980: 中国太湖地区水稻土。上海科学技术出版社, 53—64 页。
- [8] 曹升庚、姚玉成, 1964: 水稻土发生层的划分、命名及其特征。土壤专刊, 第 36 号, 179—205 页。
- [9] Kanno I., 1978: Genesis of rice soil with special reference to profile development. Soil and Rice, IRRI, 237—254.
- [10] Matsuzaka Y., 1978: Rice soil of japan. Soil and Rice, IRRI, 163—177.
- [11] Moormann F. R., 1978: Morphology and classification of soil on which rice is growth. Soil and Rice, IRRI. 255—272.
- [12] Paramanathan S., 1978: Rice soil of Malaysia. Soil and Rice. IRRI. 87—98.

## ON THE CLASSIFICATION OF SOIL SPECIES AND VARIETIES OF PADDY SOILS DERIVED FROM RED EARTH

Du Guohua

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

### Summary

The soil species of paddy soil are generally classified on the basis of the patterns of solum structure and the development degree of the diagnostic horizon. Therefore, the basic horizons of paddy soil should be established and the criteria for division of the horizons in soil solum should be defined in advance. Owing to the different patterns of solum structure, the development degree of the diagnostic horizon in subsoil is different. For example, in addition to the differences in morphological features, the periodically waterlogged paddy soil with moderately developed perogenic horizon is rich in crystalline iron and higher in ratio of crystalline iron to the amorphous iron in the horizon; and the soil with weakly developed perogenic horizon is commonly less in crystalline iron and lower in the ratio of crystalline iron to amorphous iron in the horizon; while the soil with well developed perogenic horizon is rich in amorphous iron in the horizon.

The classification of soil varieties of paddy soil is principally based on the fertility of a ploughing horizon combined particularly with the properties of plow-pan.