

四川紫色水稻土氧化铁的分异*

徐建忠

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都, 610041)

提 要 以岷江冲积物、黄壤残积物发育成的水稻土为对照, 研究了紫色砂岩泥岩母质发育成的紫色水稻土氧化铁的形态及其含量和转化. 揭示了紫色水稻土具有无定形铁含量, 铁活化度较高, 氧化铁的转化作用较弱等独特的发生特性.

关键词 四川 紫色水稻土 氧化铁 分异

紫色砂岩泥岩母质发育成的紫色土, 经水耕植稻、定向培育, 发育成紫色水稻土. 四川紫色水稻土主要分布于四川盆地丘陵区的沟谷内, 是我国植稻的主要区域土壤之一, 面积304.8万公顷. 受母质因素直接影响的四川紫色水稻土剖面发育较浅, 这明显有别于我国其他地区的水稻土. 四川紫色水稻土还缺乏深入研究, 未能在我国水稻土研究中占据应有的地位. 兹以岷江冲积物、黄壤残积物发育成的水稻土为对照, 研究了四川紫色水稻土氧化铁的分异.

一、材料与方法

供试土壤采集于四川的郫县、都江堰、眉山、乐山、遂宁、射洪等地(表1).

测定方法: 土壤全铁用氢氧化钠碱熔, 游离铁用连二亚硫酸钠还原法提取, 无定形铁用草酸铵缓冲液提取, 用邻啡罗林比色法定铁^[1].

二、结果和讨论

(一) 氧化铁含量

四川紫色水稻土及其对照土壤的氧化铁含量及变异性见表1, 2.

就全铁含量而言, 紫色水稻土(40.7—60.0克/公斤, 平均50.7克/公斤) > 黄壤性水稻土(43.2克/公斤), 而 < 冲积性水稻土(63.2克/公斤). 其中紫色水稻土: J_{3s} (48.6—60.0克/公斤, 平均58.6克/公斤, 剖面4, 5, 7) > J_{3p} (42.9—50.9克/公斤, 平均47.1克/公斤, 剖面6, 8) > K_{2g} (40.7—41.8克/公斤, 平均41.4克/公斤, 剖面9). 由此可见, 紫色水稻土中的全铁含量随成土母质基岩地质时代的不同而变化.

就游离铁含量而言, 黄壤性水稻土(22.3—33.0克/公斤, 平均26.1克/公斤) > 冲积性水稻土(9.3—35.2克/公斤, 平均19.0克/公斤) > 紫色水稻土(9.3—20.1克/公斤, 平均

* 中国科学院特别支持资助项目.

本文收稿日期: 1993-06-11.

15.4克/公斤)。就无定形铁含量而言,紫色水稻土(1.0—6.8克/公斤,平均3.2克/公斤)>冲积性水稻土(0.5—4.8克/公斤,平均2.2克/公斤)>黄壤性水稻土(1.1—3.3克/公斤,平均1.9克/公斤)。由此紫色水稻土中的无定形铁含量较高,而游离铁含量较低。紫色水稻土剖面的形态指标亦显,铁的淀积作用较弱,多无铁的淀积斑块。

表1 四川紫色水稻土氧化铁含量

Table 1 The contents of iron oxides of purple paddy soils in Sichuan Province

剖面	采集地点	成土母质	层次 (厘米)	全铁	游离铁	无定形铁	铁游离度 ¹⁾	铁活化度 ¹⁾	晶胶率 ¹⁾	Kh值 ¹⁾	Ph值 ¹⁾
				(克/公斤)	(克/公斤)	(克/公斤)	(%)	(%)			
1	郫县	岷江冲积物 ²⁾	0—12	59.1	12.1	4.7	20.47	38.84	1.52	1.00	1.00
			12—20	58.8	12.0	4.8	20.41	40.00	1.50	1.00	1.00
			20—38	77.1	28.9	2.8	37.48	9.69	9.32	6.17	1.83
			38—78	66.9	20.2	1.2	30.19	5.94	15.83	10.48	1.47
			78—100	78.5	30.0	0.8	38.22	2.67	36.50	24.17	1.87
2	都江堰	岷江冲积物 ²⁾	0—16	51.5	9.3	2.1	18.02	22.58	3.43	1.00	1.00
			16—24	52.9	10.2	2.4	19.28	23.53	3.25	1.00	1.00
			24—45	58.1	14.2	1.0	24.44	7.04	13.20	3.95	1.31
			45—57	74.1	35.2	1.8	47.50	5.11	18.56	5.56	2.64
			57—100	55.0	17.4	0.5	31.64	2.87	33.80	10.12	1.70
3	眉山	黄壤残积物 ²⁾	0—17	38.5	22.3	3.3	57.92	14.80	5.76	1.00	1.00
			17—25	40.9	24.1	2.3	58.92	9.54	9.48	1.00	1.00
			25—36	51.5	33.0	1.4	64.08	4.24	22.57	2.96	1.10
			36—63	43.1	26.3	1.4	61.02	5.32	17.79	2.33	1.04
			63—100	41.8	24.6	1.1	58.85	4.47	21.36	2.80	1.01
4	遂宁	J _{3s} ³⁾ 的残坡积物	0—12	57.8	17.7	3.4	30.62	19.21	4.21	1.00	1.00
			12—15	58.6	19.3	3.4	32.94	17.62	4.68	1.00	1.00
			15—80	59.4	20.1	2.6	33.84	12.94	6.73	1.51	1.06
5	遂宁	J _{3s} 的残坡积物	0—15	56.4	16.7	2.4	29.61	14.37	5.96	1.00	1.00
			15—25	58.2	17.3	2.4	29.73	13.87	6.21	1.00	1.00
			25—52	57.4	19.8	2.0	34.49	10.10	8.90	1.46	1.16
			52—100	48.6	12.2	3.7	25.10	30.33	2.30	0.38	0.84
6	射洪	J _{3p} ³⁾ 的残坡积物	0—15	42.9	9.3	1.8	21.68	19.35	4.17	1.00	1.00
			15—20	43.4	9.3	1.6	21.43	17.20	4.81	1.00	1.00
			20—80	44.0	11.6	1.0	26.36	8.62	10.60	2.36	1.22
7	遂宁	J _{3s} 的残坡积物	0—30	58.6	16.1	6.8	27.47	42.24	1.38	1.00	1.00
			30—100	60.0	17.8	6.3	29.72	35.39	1.83	1.32	1.07
8	射洪	J _{3p} 的残坡积物	0—20	49.9	12.3	4.2	24.65	34.15	1.93	1.00	1.00
			20—40	51.3	12.3	4.0	23.98	32.52	2.08	1.08	0.97
			40—100	50.9	11.1	3.8	21.81	34.23	1.92	0.99	0.89
9	乐山	K _{2g} ³⁾ 的残坡积物	0—15	41.5	18.1	4.0	43.61	22.32	3.48	1.00	1.00
			15—27	41.8	17.2	1.9	41.15	10.99	8.10	1.00	1.00
			27—60	41.7	17.3	1.7	41.53	9.78	9.36	1.62	0.98
			60—100	40.7	16.6	3.7	40.64	22.19	3.58	0.62	0.96

1)铁游离度=(游离铁/全铁)×100%;铁活化度=(无定形铁/游离铁)×100%;晶胶率=(游离铁—无定形铁)/无定形铁;Kh值,铁晶胶率层段系数=层段晶胶率/表层晶胶率;Ph值,铁游离度层段系数=层段铁游离度/表层铁游离度。

2)作对照用的成土母质。

3)J_{3s}为上侏罗统遂宁组;J_{3p}为上侏罗统蓬莱镇组;K_{2g}为上白垩统灌口组。

由表2可见,紫色水稻土中全铁含量的变异系数0.01—0.08,平均0.02〔剖面总层数 n (下同)=19];游离铁含量的变异系数0.04—0.19,平均0.09($n=19$);无定形铁含量的变异系数0.05—0.42,平均0.21($n=19$).显然无定形铁含量高.这表明无定形铁含量在剖面层次上的变化较游离铁和全铁两者含量的变化显著.作为对照土壤的冲积性水稻土和黄壤性水稻土三种形态铁含量的变异系数:全铁0.12—0.16,平均0.14($n=15$);游离铁0.16—0.61,平均0.40($n=15$);无定形铁0.50—0.66,平均0.56($n=15$).这些均明显高于紫色水稻土三种形态铁含量的变异系数.由此可见,与冲积性水稻土和黄壤性水稻土相比,紫色水稻土氧化铁在剖面各层次间的差异并不显著.这是紫色水稻土剖面发育较浅的标志之一.

表2 四川紫色水稻土氧化铁的平均含量和转化

Table 2 The mean contents and variation of iron oxides of purple paddy soils in Sichuan Province

剖面	剖面层数	全铁 (克/公斤)	游离铁 (克/公斤)	无定形铁	铁游离度 (%)	铁活化度 (%)	晶胶率
1	5	68.1±9.51 (0.14)	20.6±8.7 (0.42)	2.9±1.9 (0.66)	29.35±8.72 (0.30)	19.43±18.42 (0.95)	12.93±14.47 (1.12)
2	5	58.3±9.2 (0.16)	17.3±10.5 (0.61)	1.6±0.8 (0.51)	28.75±10.87 (0.38)	12.23±10.00 (0.82)	14.45±12.65 (0.88)
3	5	43.2±5.0 (0.12)	26.1±4.1 (0.16)	2.0±1.0 (0.50)	60.16±2.47 (0.04)	7.67±4.52 (0.59)	15.39±7.43 (0.48)
4	3	58.6±0.8 (0.01)	19.0±1.2 (0.06)	3.1±0.5 (0.16)	32.47±1.66 (0.05)	16.59±3.25 (0.20)	3.21±1.34 (0.26)
5	4	55.2±4.4 (0.08)	16.5±3.2 (0.19)	2.6±0.7 (0.28)	29.73±3.83 (0.13)	19.80±9.75 (0.49)	5.84±2.71 (0.46)
6	3	43.5±0.6 (0.01)	10.1±1.3 (0.13)	1.5±0.4 (0.29)	23.16±2.78 (0.12)	15.06±5.68 (0.38)	6.10±3.02 (0.49)
7	2	59.3±1.0 (0.02)	16.9±1.2 (0.07)	6.6±0.4 (0.06)	23.60±1.59 (0.06)	38.82±4.84 (0.12)	1.61±0.32 (0.19)
8	3	50.7±0.7 (0.01)	1.9±0.7 (0.06)	4.0±0.2 (0.05)	23.06±1.47 (0.06)	33.63±0.97 (0.03)	1.93±0.09 (0.05)
9	4	41.5±0.5 (0.01)	17.3±0.6 (0.04)	2.8±1.2 (0.42)	41.52±1.16 (0.03)	15.01±6.63 (0.44)	6.13±3.05 (0.49)

1) 这些数据表示:上为平均含量±标准差;下为(变异系数)。

(二) 氧化铁的转化

土壤中铁的游离度、活化度及晶胶率均是表征氧化铁转化(即晶质铁经活化成无定形铁,其又可经老化成晶质铁)的重要指标.从表2可见,紫色水稻土的铁游离度(21.43—43.61%,平均29.77%),与冲积性水稻土铁游离度(18.02—47.50%,平均29.05%)相差不大.但明显<黄壤性水稻土的铁游离度(57.92—64.08%,平均60.16%).紫色水稻土的铁活化度(8.62—42.24%,平均21.49%)>冲积性水稻土(5.11—40.00%,平均15.83%),而>>黄壤性水稻土(4.24—14.80%,平均7.67%).由此可见,紫色水稻土铁的活化作用较强.这与无定形铁的变化一致.剖面7、8的紫色水稻土,因长期渍水还原,铁的活化作用增强,铁活化度高达32.52—42.24%,平均36.23%.看来,铁的活化度与土壤渍水还原的时间有关.

从晶胶率这一综合指标看,紫色水稻土的晶胶率4.48,而冲积性水稻土和黄壤性水稻

土的晶胶率分别为13.69和15.39。由此表明,紫色水稻土虽铁的活化作用较强,但铁的老化作用较弱,这是紫色水稻土剖面发育较浅的又一标志。此外,紫色水稻土的类型不同,晶胶率也有差异(见表2)。剖面5,6,9,4,7,8的晶胶率分别为5.84,6.10,6.13,5.21,1.61,1.98。这就是说,紫色水稻土水耕熟化得越深,晶胶率就愈高。

由表2还可见,与对照土壤相比较,紫色水稻土的铁游离度、铁活化度和晶胶率三项指标的变异系数多小于冲积性水稻土和黄壤性水稻土相应指标的变异系数。由此说明,紫色水稻土氧化铁的转化在剖面层次中的差异并不显著。

(三)氧化铁在剖面层次中的分异

氧化铁在剖面层次中的分异,是形成水稻土特殊剖面形态的重要原因,其实质就是氧化铁的淋溶和淀积^[2]。紫色水稻土中的全铁含量、游离铁含量和无定形铁含量等指标在剖面中的分布大体上可以从表1看出。全铁含量、游离铁含量由上至下递增,而无定形铁含量则递减。这符合水稻土氧化铁剖面分布的一般规律^[2]。但进一步研究发现,紫色水稻土氧化铁在剖面层次中的分异应分为氧化铁淋溶淀积和原地分异两类。剖面4—6全铁含量、游离铁含量和铁游离度一般向表下层递增,即铁在表层受到淋溶、在表下层出现淀积。这说明,剖面4—6的紫色水稻土水耕氧化还原层的形成是以淋溶淀积为主。 Fh 值能把发育程度不同的紫色水稻土区分开来:剖面4(普通水稻土)的 Fh 值1.06, <1.10;剖面5,6(潜育水稻土)的 Fh 值分别为1.16,1.22, >1.10,这与参考文献[3]所拟的诊断指标一致。剖面9则相反,虽水耕氧化还原层有明显的红棕色铁质锈纹锈斑,但表1所见的却是表下层氧化铁含量减少。这说明,剖面9的紫色水稻土水耕氧化还原层的形成是以铁原地分异为主,即在土层内局部处于还原状态,铁成为低价离子,经扩散和渗透至结构面处或孔隙内被氧化而淀积,使剖面形态发生分化,未呈现出淋溶层和淀积层。这是紫色水稻土有别于其他类型水稻土的标志。

再从 Kh 值来看,紫色水稻土的 Kh 值0.38—2.36,平均1.26;而冲积性水稻土3.95—24.17,平均10.08;黄壤性水稻土2.33—2.96,平均2.70。由此可见,紫色水稻土的 Kh 值较低,即晶胶率在土壤剖面层次间的变化较小。此外,不同类型紫色水稻土的 Kh 值不同,如潜育水稻土(剖面7,8)紧接水耕表层(包括耕作层和犁底层)之下土层的 Kh 值1.08—1.32,而普通水稻土(剖面4)和潜育水稻土(剖面5,6,9)相应土层的 Kh 值1.46—2.36。由此也说明, Kh 值是一个表征水稻土发育程度的综合指标。

综上所述,与冲积性水稻土和黄壤性水稻土相比,四川紫色水稻土无定形铁含量、铁活化度高,而游离铁含量、晶胶率、 Kh 值低;氧化铁各种指标的变异范围小,氧化铁的转化作用弱。铁在剖面上的分异除以淋溶淀积为主外,还受铁原地分异的影响。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组,1991,土壤实验室分析项目及方法规范(中国土壤系统分类用),第83—121页。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所,1987,中国土壤(第二版),北京,科学出版社,第206—215页。
- [3] 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,1991,中国土壤系统分

类(首次方案),北京:科学出版社,第17页.

DIFFERENTIATION OF IRON OXIDES OF PURPLE PADDY SOILS IN SICHUAN PROVINCE

Xu Jianzhong

*(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041)*

Abstract

In contrast to the paddy soils derived from the alluvium from the Minjiang River and yellow earth residual deposit, the contents and differentiation of iron oxides of purple paddy soils derived from purplish soil deposit were studied.

The research results showed as follows:

1. For purple paddy soils, the content of amor. iron oxide and activation degree of free iron oxide were higher, the content of free iron oxide, $Fe_{\alpha-o}/Fe_o$ ratio and Kh value (horizon rate of $Fe_{\alpha-o}/Fe_o$ ratio) were lower.
2. The changes of iron oxides were weak, with a slight differentiation.
3. The differentiation of iron oxides in the profiles was controlled by eluviation-illuviation of iron oxides and local differentiation of iron oxides.

Key words Sichuan Province, purple paddy soil, iron oxide, differentiation