

广西百色地区变性土的物质迁移特征

顾国安 黎泽斌

(中国科学院南京土壤研究所)

广西的变性土曾称膨胀土(林世如,1986)和黑粘土,群众又称碳质黑泥土,主要分布在百色地区的右江谷地。据第二次土壤普查资料,广西全区共有 30977 亩,其中百色地区有 26002 亩,其次为钦州和南宁地区,分别有 2552 亩和 1603 亩,柳州地区 600 亩^①。

由于这类土壤分布零散,长期以来未予特别注意。1986 年广西农业科学院林世如、杨心仪进行了专门的研究^[1]。我们于 1992 年除对我国淮河流域变性土(原砂姜黑土)集中分布区开展研究外,还对福建漳浦、广西百色、南宁等地的变性土进行了调查和比较研究。本文仅就广西百色右江谷地变性土的形成环境和物质迁移特征作一简介。上述剖面分别采自同一坡面(坡长约 2000m,坡度 $<10^\circ$)上的顶部、中部和下部,坡地上部作物为剑麻、细叶桉;下部为甘蔗。顶部地表覆 Qp,砾石磨圆度好。

一、成土环境

广西壮族自治区位于我国南疆,濒临热带海洋,受太阳强烈辐射和冬夏海陆季风环境影响,属热带、亚热带季风气候区。位于桂西的百色地区是广西两大少雨区之一,因为右江河谷盆地处于云贵高原边缘,来自高原的下降气流可引起“焚风”效应,而且其东北有大明山和都阳山为屏障,冬春冷空气入侵较少,显得格外干燥。气象资料显示,该区气候特点是:光热条件优越,夏天炎热,冬天温暖,雨、热同季,冬春干旱,蒸发量大,风速较大,常有焚风,是我国南方暖湿气候中局部干燥的地区。

本区变性土发育于泥岩或粘土岩上。泥粘或粘土岩沉积时期,水流缓慢稳定,孳生了许多巨螺和蚌,它的存在,无疑给土壤带来较多的钙质,赋予土壤石灰反应。

变性土虽有质地粘重,干裂湿胀,适耕期短,耕作困难等弊端,但人们早就因土而用,坡地种植剑麻、甘蔗等旱作,平坦地则辟为稻田。

二、变性土的基本特征

变性土的最基本特征是粘粒含量高,质地粘重,它所表现出来的强胀缩性,干缩(产生大裂隙)湿胀,耕作困难,适耕期短等不良性状无不与之有关。表 1 列示了同一坡面上 3 个剖面的粘粒含量达 500—600g/kg。据电镜鉴定,它的粘土矿物组成为蒙皂石—水化云母—高岭石组合。

这 3 个土壤剖面的基本发生层相似,上部为黑褐色或黑色腐殖质层,有机质含量 20—

* 国家自然科学基金资助项目。

① 广西土壤肥料工作站编,广西土壤,1990。

59g/kg,下部为钙质层,其碳酸钙含量高达260g/kg,而碳酸镁含量甚微。阳离子交换量呈现上高下低趋势,主要与有机质含量有关,上部的阳离子交换量都在30cmol/kg左右,下部多在20cmol/kg以下。唯采自坡面中部的R92—2剖面,95—110cm为埋藏表层,有机质含量达14.9g/kg,阳离子交换量也增至28.38cmol/kg(表2)。

表1 百色地区变性土的机械组成

剖面号	地点	深度 (cm)	石砾 >2mm (g/kg)	各级颗粒(粒径:mm)含量(g/kg)									质地 名称	
				砂 粒					粉 粒					粘粒
				2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.002	<0.002		
R92-2	百色	0-15	63	15	17	11	25	21	27	61	130	593	粘土	
	四塘	15-26	3	6	6	2	9	64	52	92	65	704	粘土	
	华侨	26-37	-	-	6	3	3	40	60	83	106	699	粘土	
	农场	37-68	-	-	-	2	2	57	60	89	128	662	粘土	
	坡顶	68-100	-	-	-	-	1	24	105	88	154	628	粘土	
R92-3	百色	0-17	3	20	18	9	26	71	118	98	122	518	粘土	
	四塘	17-37	14	10	10	6	14	76	75	77	116	616	粘土	
	华侨	37-53	-	3	3	3	3	34	94	86	134	640	粘土	
	农场	53-83	-	1	-	-	1	28	89	86	128	657	粘土	
	坡中部	83-95	3	1	-	-	1	23	83	121	133	638	粘土	
		95-110	3	1	-	-	5	25	109	67	130	663	粘土	
		110-125	14	2	1	2	2	56	74	86	127	650	粘土	
R92-4	百色	0-11	18	18	15	10	24	16	130	79	132	576	粘土	
	四塘	11-31	44	15	17	11	31	46	98	84	136	562	粘土	
	华侨	31-50	35	26	20	13	34	35	116	123	168	465	粉砂质 粘土	
	农场	50-80	3	6	6	2	5	20	69	88	138	666	粘土	
	坡下部	80-100	-	1	-	-	1	19	75	96	139	669	粘土	

由于这类变性土具有强胀缩性,裂隙宽深(野外观察最深达60—70cm),雨水沿裂隙下渗,土体吸水膨胀,裂隙闭合互相挤压,频繁的干缩湿胀交替,促成土体形成大块状,棱块状或棱柱状结构,结构面光滑,常附有表层淋渗下来的黑色腐殖质粘膜。同时,还可以产生顺坡滑塌,甚至出现房子墙壁开裂,倾塌,和电线杆倒斜等险象。

三、土壤物质迁移特征

一般说来,土壤中物质的迁移是随着水分和热量的增加而增加的,特别是我国南方水、热同期(高温期与雨季相符),有利于大多数盐基的淋溶,处在岩石风化的最后阶段——富铝化阶段,使土壤向红壤化方向发展,但由于百色右江谷地特殊的地理环境,降水略少于邻近地区,旱季特别干燥而长久,母质多钙质,延缓了盐基的淋失,致使右江谷地的变性土丝毫没有红壤的形态特征,而具有下述物质迁移特征。

(一) 有机质和粘粒稍有下移

由于变性土具有强胀缩性,干时坚硬,裂隙大而深,一遇降雨,表层的细土粘粒与腐殖质随水沿裂隙下渗,这种长期的干湿交替,促使表层的黑色腐殖质和粘粒淋移。而且由于坡面自上而下的地表径流,导致坡顶表土下移,从表2可以看出,以有机质含量大于20g/kg来衡量,坡

面顶、中、下的3个剖面出现厚度自上而下增厚,分别为26cm、37cm,和50cm。其中位于坡面中部的剖面(R92—3)95—110cm出现灰黑色的埋藏腐殖质表层,说明坡地中下部的堆积作用是十分明显的,3个变性土剖面粘粒分布(表1)呈上低下高趋势,是因为此3个土壤有裂隙发育,遇雨下渗所致。

表2 百色地区变性土的化学性质

剖面号	地点	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	C/N	pH	CaCO ₃ (g/kg)	MgCO ₃ (g/kg)	交换量 (cmol/kg)
R 92-2	百色四塘 华侨农场 坡顶	0-15	46.2	1.92	14.0	6.6	痕	痕	33.47
		15-26	28.8	1.45	11.5	6.5	痕	痕	32.16
		26-37	11.6	0.91	7.4	8.6	258	痕	20.70
		37-68	6.5	0.93	4.1	8.6	261	痕	19.30
		68-110	5.0	1.05	2.8	8.8	258	痕	19.60
R 92-3	百色四塘 华侨农场 坡中部	0-17	43.9	1.82	14.0	7.9	29	痕	31.16
		17-37	21.8	1.16	10.9	7.9	23	痕	32.26
		37-53	11.9	1.03	6.7	8.3	18	痕	31.76
		53-83	5.9	1.00	3.4	8.8	185	痕	22.11
		83-95	3.6	1.22	1.7	8.8	161	痕	14.67
		95-110	14.9	1.05	8.2	8.4	9	痕	28.38
R 92-4	百色四塘 华侨农场 坡下部	110-125	5.7	0.86	3.8	8.5	25	痕	23.01
		0-11	47.2	2.01	13.6	7.4	痕	痕	29.95
		11-31	29.1	1.26	13.4	7.8	痕	痕	28.04
		31-50	22.9	1.01	13.2	7.7	痕	痕	22.71
		50-80	5.9	0.81	4.2	8.4	70.5	痕	20.00
		80-100	4.3	1.06	2.4	8.8	239	痕	16.88

(二) 钙积层出现部位趋高

碳酸盐是一难溶性盐类,只有在植物残体分解产生碳酸,使CaCO₃变为Ca(HCO₃)₂和形成一定下降或上升水流条件下才能溶解移动。由于百色右江谷地降水虽丰,但多集中在5—9月,且蒸发量大,兼之母质富含钙质,以致不但全剖面呈石灰反应,并自上而下增高,pH由6.6增至8.8。钙积层出现深度3个剖面也不相同。由表2可看出,位于坡顶的土壤易产生地表径流,渗入土体的水量相对较少,兼因侵蚀作用较强,在地表下26cm处即出现钙积层。而位于坡面中下部的两个剖面,因同时接受了来自上方的径流和随之携来的表土物质,土壤淋溶作用增强,使碳酸钙淋移较深,分别在地表下53cm和80cm处才现出钙积层。而且见有碳酸钙结核和松软易碎的小铁锰锥核。从整个广西的地理位置和丰富的水热条件而言,右江谷地变性土钙积层出现部位如此之高,主要因为百色地区气候相对比较干燥所致,应属特例。但它与处在暖温带的淮河流域变性土(砂姜黑土)碳酸钙迁移程度相比较,要强烈得多。

(三) 铁、锰和铝化合物迁移缓弱

铁、锰和铝化合物在土壤中的迁移和淀积在很大程度上取决于气候条件、环境反应、土壤通气性和有机质分解等条件。3个剖面的全铁和游离铁含量都以上部高于下部(表3)。从表3亦可见,氧化铁游离度(Fe(d)/Fe(t))和活化度(Fe(o)/Fe(d))也与上述趋势相同,而且铁的游离度很高,达57—83%,显示出相当强的富铁化作用。而铁的活化度则很低,说明氧化铁脱水老化的时间较长,已经历了较长时间的风化作用。

在上述变性土剖面中,上部铁的含量较高,下部较低,可能与其下部出现钙积层有关。因为

碳酸钙含量过高,会相对降低铁等元素的含量。这从粘土矿物的化学组成中(表4)也可以看出,剖面的CaO含量甚少,则氧化铁含量的变化不大。

表3 百色地区变性土氧化铁锰的剖面分异

剖面号	地点	深度 (cm)	Fe(t)	Mn(t)	Fe(d)	Mn(d)	Fe(o)	Fe(d)	Mn(d)	Fe(o)
			Fe ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	Fe(t)	Mn(t)	Fe(d)
			(g/kg)					(%)		
R 92-2	百色四塘华侨农场坡顶	0-15	73.3	0.43	42.1	0.18	2.3	57.4	41.9	5.5
		15-26	74.6	0.43	56.4	0.21	1.1	75.6	48.8	2.0
		26-37	59.2	0.78	43.1	0.48	0.4	72.8	61.5	0.9
		37-68	48.5	0.67	32.2	0.26	0.2	66.4	38.8	0.6
		68-100	50.6	0.85	34.7	0.39	0.2	68.6	45.9	0.6
R 92-3	百色四塘华侨农场坡中部	0-17	81.0	1.54	54.2	0.59	2.5	76.3	38.3	4.6
		17-37	72.8	1.17	54.1	0.73	1.2	74.3	62.4	2.2
		37-53	68.3	1.23	47.9	0.64	0.4	70.1	52.0	0.8
		53-83	60.5	0.90	48.4		0.2	80.0		0.4
		83-95	55.3	0.37	35.5	0.24	0.1	64.0	64.9	0.3
		95-110	64.6	1.49	36.2	0.41	0.6	56.0	27.5	1.7
		110-125	73.6	1.25	53.2	0.62	0.4	72.3	49.6	0.8
R 92-4	百色四塘华侨农场坡下部	0-11	70.9	0.95	46.9	0.37	2.5	66.1	38.9	5.3
		11-31	72.4	1.15	60.5	0.33	2.8	83.6	28.7	4.6
		31-50	71.7	1.14	52.1	0.46	2.5	72.7	40.4	4.8
		50-80	69.7	0.57	51.7	0.33	0.3	74.2	57.9	0.6
		80-100	49.4	0.30	34.0	痕	0.1	68.8		0.3

注:Fe(t)、Mn(t)—氧化铁、锰总量,Fe(d)、Mn(d)—游离氧化铁、锰
 Fe(o)—活性氧化铁,Fe(d)/Fe(t)、Mn(d)/Mn(t)—氧化铁、锰游离度
 Fe(o)/Fe(d)—氧化铁活化度

表4 百色地区变性土粘粒(<0.002mm)的化学组成

剖面号	地点	深度 (cm)	烧失量 (g/kg)	化学组成 (占灼烧土 g/kg)										SiO ₂ R ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃
				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		
R 92-2	百色四塘华侨农场坡顶	0-15	103.3	511.7	87.1	352.2	1.5	16.8	8.3	0.10	20.9	2.9	0.98	2.13	2.47
		15-26	98.1	509.6	88.6	346.0	1.5	20.9	8.0	0.37	21.2	3.3	0.85	2.15	2.50
		26-37	90.3	512.7	96.2	319.9	痕	26.3	7.8	0.69	25.5	2.6	0.87	2.28	2.72
		37-68	84.1	518.9	111.3	306.6	痕	22.4	7.3	1.46	33.2	4.4	1.06	2.33	2.87
		68-100	81.6	551.9	69.8	316.6	痕	20.1	8.2	0.55	32.5	3.4	0.89	2.59	2.96
R 92-3	百色四塘华侨农场坡中部	0-17	94.1	544.9	79.2	323.9	痕	20.2	10.4	0.28	23.0	2.5	1.02	2.47	2.86
		17-37	90.9	535.8	77.6	327.4	痕	19.9	8.1	0.58	23.9	3.2	0.72	2.41	2.78
		53-83	87.3	530.4	87.2	318.3	痕	19.6	7.5	0.67	28.5	3.1	0.72	2.41	2.83
		83-95	84.6	543.4	76.1	311.6	痕	20.8	8.3	0.23	30.5	2.2	0.82	2.56	2.96
		95-110	92.1	533.2	80.4	317.7	痕	21.6	7.5	0.39	23.6	2.5	0.50	2.43	2.83
		110-125	88.5	531.1	92.2	307.1	痕	24.9	8.1	1.11	24.9	3.1	0.59	2.46	2.94
R 92-4	百色四塘华侨农场坡下部	0-11	94.6	539.9	71.2	321.2	痕	18.2	9.9	0.41	21.4	5.6	1.89	2.43	2.80
		11-31	93.8	534.3	80.0	327.8	痕	18.6	9.9	0.28	20.4	2.5	0.87	2.39	2.77
		31-50	102.5	522.7	94.8	319.2	痕	22.8	7.0	0.46	22.3	3.1	0.75	2.34	2.78
		50-80	94.8	539.5	80.3	326.6	痕	26.5	11.4	0.25	19.0	2.1	0.85	2.42	2.80
		80-100	85.3	542.2	80.6	306.7	痕	21.0	7.5	0.24	18.8	2.8	0.86	2.57	3.00

表 5 百色地区变性土的化学组成

剖面号	地点	深度 (cm)	烧失量 (g/kg)	化 学 组 成 (占灼烧土 g/kg)										SiO ₂	SiO ₂
				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	R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
R 92-2	百色四塘华侨农场坡顶	0-15	121.0	632.4	83.4	224.8	6.5	17.3	10.6	0.49	13.8	1.6	1.02	3.86	4.77
		15-26	111.0	583.4	83.9	265.7	18.9	14.6	9.2	0.48	15.8	3.2	0.83	3.10	3.73
		26-37	179.4	493.6	72.2	207.8	182.6	17.6	7.0	0.95	16.1	2.9	0.69	3.30	4.03
		37-68	176.0	514.9	58.9	189.9	170.6	28.4	7.4	0.81	16.9	3.2	0.78	3.84	4.60
		68-100	167.0	529.3	60.7	184.2	164.8	22.4	7.1	1.02	17.5	5.0	0.96	4.03	4.88
R 92-3	百色四塘华侨农场坡中部	0-17	113.4	653.3	91.4	191.4	21.4	12.2	10.4	1.74	13.7	0.9	0.88	4.44	5.79
		17-37	91.1	633.3	80.1	228.5	8.6	22.1	10.2	1.29	15.8	1.9	0.65	3.84	4.70
		37-53	78.8	634.1	74.2	228.0	痕	30.0	10.0	1.34	18.6	1.6	0.60	3.91	4.72
		53-83	146.2	550.7	70.9	212.2	124.4	27.4	8.0	1.05	17.5	1.8	0.66	3.63	4.40
		83-95	130.4	581.4	63.6	198.5	105.8	19.1	7.8	0.43	19.6	2.1	0.58	4.13	4.97
		95-110	91.9	643.2	71.1	219.9	5.4	28.0	9.3	1.64	15.6	2.6	0.78	4.11	4.96
		110-125	81.7	621.6	80.2	225.1	10.2	28.6	8.7	1.36	18.2	5.0	0.38	3.82	4.69
R 92-4	百色四塘华侨农场坡下部	0-11	130.2	660.1	81.5	205.1	6.1	22.9	10.7	1.09	13.6	1.5	1.01	4.36	5.46
		11-31	94.4	673.9	79.9	196.5	4.2	18.9	10.3	1.27	12.3	1.7	0.64	4.62	5.82
		31-50	89.3	683.2	78.7	185.1	14.2	17.4	11.0	1.25	11.2	0.4	0.58	4.93	6.26
		50-80	104.0	610.5	77.8	206.0	57.9	15.6	7.7	0.64	16.0	3.7	0.66	4.05	5.03
		80-100	160.6	544.8	58.8	185.4	156.4	16.0	6.7	0.36	16.6	2.3	0.76	4.15	4.99

众所周知,基本反应限制铁的活性,因为二价铁和锰化合物的迁移能力,特别是在酸性还原环境中比较高。铁和锰化合物当有氧进入时,则先于其它化合物之前,以氧化物形态沉积。上述 3 个剖面中下部的 pH8.0 以上,兼之土壤质地粘重、土体内排水不良,可形成频繁的氧化还原交替,有利于铁、锰氧化物的移动和淀积,以致在剖面中下部见有黄棕色锈斑和未硬化的铁锰小结核。

全量锰(Mn(t))以位于坡顶的 R92-2 剖面中部的含量较高,似有一定淋溶;而位于坡面中、下部的两个剖面则以表层的含量较高,淋移作用不明显。而游离锰(Mn(d))则表现出轻度淋移,表层以下含量渐增,至剖面下部又趋下降。看来,锰的移动规律不甚明显。

由表 4 和表 5 可知,变性土的硅铁铝率和硅铝率分别在 3.1—5.0 和 3.7—6.3 之间,其粘粒也相应分别在 2.1—2.6 和 2.5—3.0 之间。另从土体和粘粒的 K₂O 含量看,都分别大于 10g/kg 和 20g/kg,表明该变性土脱硅富铝化作用较弱。朱鹤健(1992)指出:“变性土一旦形成后,则趋向于自我保护,阻碍成土作用的进一步发展,使其处于相对稳定阶段。这就是为什么在亚热带地区广泛分布的富铝化土壤的范围内会出现风化度很低,性状独特的变性土的原因”。

参 考 文 献

[1] 林世如、杨心仪,广西膨胀土形成发育的环境条件及其性态观察。广西农业科学,第 6 期,20—24 页,1986。
 [2] 朱鹤健等,母质和微地形条件对变性土形成的影响。土壤学报,第 29 卷,第 2 期,226—231 页,1992。