

# 华南石灰岩地区土壤的发生和利用\*

侯傳庆 石華

(中国科学院土壤研究所)

华南地区石灰岩分布广泛,其中尤以广西较为集中,其次云南、贵州、湖南、广东毗连的地区均有之。各地石灰岩都系泥盆纪-三迭纪的沉积灰岩,具有易溶的特殊岩性,且地处高温多雨的环境,因此,极易进行溶蚀风化,所以,广泛分布的石灰岩多发育为“喀斯特”地形;喀斯特地形与其相伴风化物所发育的土壤以及农业生产的特点都带有一定的特殊性,因此,对石灰岩地区土壤的研究具有十分重要的实践意义。

## 一、成土条件的特点

石灰岩地区的地形奇特,岩性特殊,喀斯特地形的发育各有特色,有的羣峯密集,多成粗壮圓筒状峯林,少見寬广谷地。有的峯林排列整齐,孤峯岩洞星罗棋布,景色奇丽,山間多寬窄不一,微呈起伏的平地。有的山峯稀疏,大部已成侵蝕平原等等。在奇特的地形条件下,使风化母质的运积規律和土壤的生成发育在这个特定的环境中进行。

石灰岩是碳酸盐类岩石,主要有方解石  $[CaCO_3]$ ,白云岩  $[CaMg(CO_3)_2]$ ,鉄鎂白云岩  $[CaCO_3 \cdot (MgFe)CO_3]$  及粘土組成,在风化过程中,  $Ca^{++}$ 、 $Mg^{++}$ 、 $CO_3^{--}$  等被溶于水,成为重碳酸鈣-鎂水而流失,而粘土性风化物就殘留下来,但峯林地形多巍峨峻壁,岭坡徒直,降水后地表径流甚大,因而逐年溶蚀的风化物常被剝落而随水冲走,所以山体一般无土层,仅在岩隙凹处,坡麓才能聚积起来,絕大部分风化运积物就在岩隙、坡麓、平地上,在生物作用的参与下开始生成发育为土壤。

石灰岩地区的水热状况的变迁頻繁,因喀斯特地区的裂隙、节理、溶洞、伏流遍及各处,河流往往不成系統,因此,水分的滲漏十分严重,各地在雨季常因排水不暢而漫溢,旱季則无水可灌而干涸,造成水源分配极不均匀,部分地区常患旱涝災害,同时,由于秃露岩体又都呈黑色,易受太阳辐射的影响,造成热量状况的变幅悬殊,特別在炎热干旱的条件下,热量状况几乎完全依气温而变化,昼夜的温度可有季节之差。因而土壤中的碳酸盐在多水高湿的条件下,溶解度增大,有利于自然淋溶,反之溶解度就减少或造成碳酸盐聚积。

石灰岩成土物质中存在的碳酸盐类虽經自然淋溶过程而丧失了一部分,然而,溶蚀风化物中仍富含粘粒和鈣胶体,所以土壤具有相当大的胶結性能。石灰岩地区土壤往往因富含碳酸盐类而使累积的有机质及其胶体相对稳定。石灰岩地区土壤的干湿交替强烈,在干旱的季节,天气灼热,土体显得干燥,氧化作用不能彻底进行,而在湿润季节,植物生长繁茂,有利于生物累积,因而有机质的积累相当丰富,土壤的吸收性能每百克土都在 50 毫克当量以上,据研究贵州的黑色石灰土中固氮細菌和硝化細菌比較活跃,由此可以看出,石灰岩地区土壤無論有机质的累积,或者有益微生物在促进养分轉化方面,都对植物或作物生长是有利的。

\* 本文系参加华南綜合考察队及根据广西土壤普查的資料加以整理,其中也引用了前人研究的成果,于 1960 年初写成。插图由吳以社、王世勤、謝佩珠繪,特此致謝。

石灰岩地区河流不成河道网，多伏流，往往地下河流与地上河流同时存在。雨季地表径流比地下径流显著，旱季则相反，由于岩洞或岩层呈层状排列，因此，岩体中伏流水容易下降引起地面缺水。但也有因具有不透水层或压力地下水而涌现丰富的泉水。水质具有一定的矿化度，据分析结果，桂北一带为 0.3—0.4 克/升，滇东南一带为 0.5 克/升，箇旧为 1.0 克/升，水的矿化度往往不是恆定的，常随温度提高而增大，雨季出现而减少；水质的主要化学类型为重碳酸鈣—鎂水，水中富含  $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ ，因此，水色多呈蓝色，悬浮土粒易沉降，所以河流含砂量极低，不呈混浊现象。

## 二、土壤的发生类型及其演变

石灰岩地区土壤的形成，深受母质(石灰岩)的影响，它具有独特的发生过程及性态，但在热带和亚热带的生物气候条件下，仍受着地带性因素的影响，而碳酸盐积聚和淋溶的强弱是土壤发生过程中泛域性与地带性特征深刻程度的反映。

根据近年来的调查研究，初步确定有黑色石灰土、褐色石灰土(即棕色石灰土)<sup>1)</sup>、黄色石灰土<sup>2)</sup>、红色石灰土四个类型。

黑色石灰土、褐色石灰土、黄色石灰土、红色石灰土的出现反映了它们不同的发育阶段和水平垂直的分布规律。也是成土因素的綜合反映，它与生物地貌、水热状况等成土条件有一定的关系。

黑色石灰土分布比较零散，一般都在较高的岩隙和山地坡麓凹处或排水不畅的低地上发育，水分可以停滞，自然淋溶过程微弱，因而土壤大多呈碱性或微碱性反应，土壤被盐基所饱和，在碳酸盐不断补给的条件可形成石灰结核。此外，土壤有机质在分解过程中常与钙胶体凝聚，形成良好的团块——团粒状结构。由于草本植物的相对稳定，因此，年复一年的生物过程有利于有机质的聚积。

褐色石灰土分布面积最广，发育在桂、滇、黔境内干热的生物气候条件之下，作物生长常因缺水而受阻，自然淋溶过程已较为明显，土壤中交换性阳离子减少，盐基饱和度有所下降，多数呈中性反应，土壤呈棕色、黄棕色。

黄色石灰土在华南地区的分布面积不大，主要分布在广西西部较高的山地上部。与褐色石灰土呈垂直分布关系，其分布高度一般均在海拔 800—900 米以上，由于发生在湿润冷凉的生物气候条件之下，土壤多呈鲜黄色，发生层次明显，淋溶并不强烈，全剖面有石灰反应，但少见石灰和铁锰结核。这类土壤的一些性质研究得很少。

红色石灰土在桂、粤境内均有分布，大多发育在湿热的生物气候条件之下，土壤淋溶过程强烈，盐类大量淋失，为不饱和土壤，呈中性或酸性反应，受热带及亚热带的生物气候条件的影响较深，土体呈红色、棕红色，已渐趋地带性土壤的特征。某些红色石灰土的形成也与母岩富含铁质有关。

黑色石灰土、褐色石灰土、黄色石灰土、红色石灰土是在一定程度上受地带性生物气候的影响，从土壤的胶粒分析中(表 1)可以清楚地看出这些土壤的成土环境和受生物气候条件影响的程度有所不同，因此，处在不同的发育阶段，它们富铝化现象有一定的差异。如黑色石灰土、褐色石灰土、红色石灰土的  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  的分子率依次逐渐变小，充分反映了有地带性红壤化或砖红壤化的趋势(图 1)。

- 1) 褐色石灰土过去曾以棕色石灰土命名，最近觉得“棕色”一词不能确切地反映出该土类在发生学上的含意，而改为“褐色”石灰土更能表达它是较干热成土环境中的产物。
- 2) 黄色石灰土主要分布在云贵高原的石山区，华南仅滇桂、黔桂的毗連地区有小面积分布。未曾細加研究，因此这方面资料暫缺。

表1 土壤胶粒分析比较\*

地 点	土 壤 名 称	采 土 深 度 (厘米)	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
广 西 明 江	黑 色 石 灰 土	0—20	2.37	12.74	2.00
		20—80	2.00	10.15	1.91
		80—100	2.44	11.07	2.00
广 西 柳 州	褐 色 石 灰 土	0—20	2.75	8.57	1.79
		40—60	1.91	7.82	1.54
		60—80	1.87	7.54	1.50
广 西 平 乐	红 色 石 灰 土	0—22	1.41	3.83	1.09
		22—60	1.40	5.01	1.09
		60—90	1.40	3.78	1.03

\* 引用郭魁士资料。

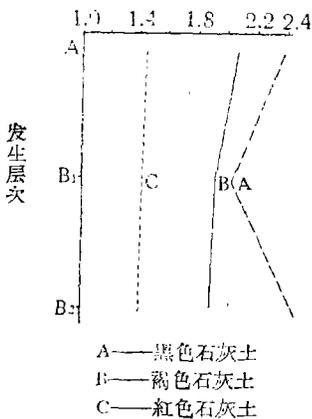


图1 土壤胶体的硅铝率(SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
(根据郭魁士资料整理)

上述趋势从土壤生物作用和缓冲性能中同样可以看出相似的结果(图2),黑色石灰土盐基饱和度大,有机质累积多,碳氮率宽。而红色石灰土则相反,整个剖面淋溶趋势十分明显,由此看来,华南石灰岩地区的土壤受到地带性的影响而在性质上产生变化。

土壤经过耕种后,性态有所变化。一般说来,水田比畚地受人为影响更为深刻。从图3中可以看出,发育在红色石灰土地区的水田,土壤胶体中的 SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 显见增高。

畚地(旱地)土壤有僵黄泥、黄泥畚、老泥畚、黑泥土(黑沙土)、黑油土(黑园土)等。僵黄泥、黄泥畚多半发育在石灰岩山坡麓,较为干旱,由于耕垦时不注意水土保持,土壤侵蚀影响土壤肥力减低,沦为瘠薄的土壤。这些土壤的土体僵硬、耕性不良,蓄水力差,易遭旱灾,群众说:“天干犁耙成大块,地湿犁耙成泥皮”。

老泥畚分布在较湿润的坡麓或平缓的畚坡上,土体酥硬。多呈小块状结构,耕性较好,土

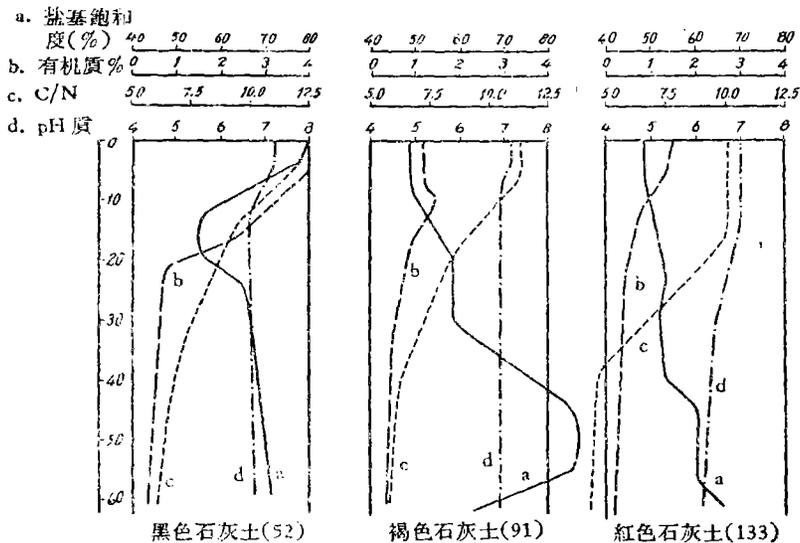


图2 土壤有机质及 pH 值的剖面变化

壤呈深酱色,羣众评价:“潮地犁耙酥又散,天干犁耙还有难”。黑泥土分布在村庄附近的坡麓或平缓的坡上,耕作较为精细,施肥经常,熟化度高,土体酥性,多呈粒状结构,耕性良好,土壤呈酱黑色,抗旱力强,耕作时“犁尖易钻,深耕不费力”。黑油土集中分布在村庄周围,为目前高度熟化的畚地土壤,土体酥散,粒状结构发达,耕性良好,犁耙容易,土壤呈油黑色,遇旱象不受很大影响。

畚地土壤的演化过程是由僵黄泥→黄泥畚→老泥畚→黑沙土(黑油土)。无论从土壤肥力特性或剖面层次结构以及土地生产性能均有明显的变化。

水田中有黄泥田(红泥田)、老泥田、黑泥田,在闷水或矿化水的影响下有鸭屎泥、锅巴田等。黄泥田为新垦水田或分布在水源缺乏、灌溉熟化措施差的高田,土壤有机质贫乏,呈灰黄色或淡黄色,土质胶硬,犁耙困难,不起浆,田面易龟裂。老泥田一般由黄泥田通过水耕熟化而成,由于施肥较多,土层较松散,呈暗灰色,底土现灰色,深耕容易,田水易起浆,干时龟裂小,抗旱性有了增强。黑泥田由老泥田通过一系列施肥熟化措施而成,大部分在村庄周围,有机质含量丰富,土壤呈黑色,土体酥软,犁耙方便,耕田省力,土块容易溶散,禾苗返青快。[鸭屎泥田、烂漚田是处在沼泽或初期脱沼泽的发育阶段,可以由原沼泽土发育而来,或由闷水泡冬的耕作措施而成。有机质不能彻底分解,土壤呈灰黑色或灰黑带青,土体糊烂,前者干时表层较僵,形成似鸭屎状的颗粒,又象“炒螺丝”,犁耙不起浆,而后者土层终年被水饱和,通气不良,犁耕极为困难,禾苗不发兜。锅巴田由于高矿化度的侧流水,地下水以及过量施用石灰所引起的,因此,在土壤剖面内有石灰聚积,往往造成田面板结,物理结构性能破坏,耕层之下出现坚硬的锅巴层(钙积层),呈白色粉末状,继而或与铁子等胶结在一起而引起土壤性质恶化,而引起致害作用。

### 三、土壤的理化特性

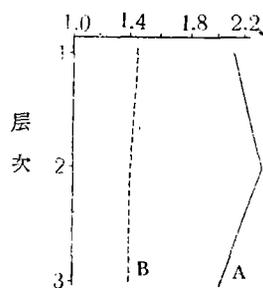
石灰岩地区的各种土壤,由于发生演变的途径不同,土壤理化性质也各有特点。

#### (一) 土壤的化学性质及养分状况

华南石灰岩地区土壤的形成主要表现出富铝化过程的趋势(表1),从土体的全量分析中可以看出红色石灰土的化学性质已接近于红壤(表2)。由于母质的影响,土壤中CaO、MgO的含量相当高。黑色石灰土中有机质、氮、磷、钾含量都较高,pH值亦高,碳氮率较宽。褐色石灰土的淋溶过程较强,特别是红色石灰土淋溶作用更为显著,所以养分含量都不及黑色石灰土为高;由于生物小循环比较活跃,碳氮率较窄(表3)。

畚地通过旱耕熟化措施,土壤的生物小循环较为活跃,不仅土壤缓冲性能增加,养分的有效性也大为提高。土壤耕种以后,畚地养分储量虽不甚高,但养分的有效性大为提高(表4),如黑泥土表层有机质含量5.62%,氮素为0.274%,而黑色石灰土表层有机质含量达13.05%,氮素则为0.858%。畚地之中僵黄泥表层代换量由16.43毫克当量/100克土,提高到20.52毫克当量/100克土,其中有有机质和含氮量的提高亦相当显著,氮磷的有效性同样有很大的变化,pH值由于缓冲性能增大而比较稳定。

水田土壤中胶体的硅铝率提高(图3),吸附性能有了改善,土壤有机质的分解比较缓慢,有利于氮素的转化,氨态氮的含量增多,因此,水田中有机质的绝对量比畚地都高(表5)。在畚地中由于施肥的情况不同,土壤也有差异,黑泥田的养分就比黄泥田有显著的增加。石灰岩地区的水田受矿质地下水或过多施用石灰而形成石灰板结田,最后为锅巴田(表6),这就清楚的看出石灰聚



A——红色石灰土母质发育的水田  
B——红色石灰土

图3 红色石灰土及其水田胶体硅铝率比较( $SiO_2/Al_2O_3$ )  
(根据郭翥士资料整理)

表2 紅色石灰土与砖紅壤性土化学性質比較(土体部分)

地 点	土壤名称	采土深度 (厘米)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
广东遂县	紅色石灰土*	0—15	48.15	22.39	9.51	0.61	1.12	1.61	未分析
		15—44	48.36	27.16	10.51	0.62	0.26	1.73	未分析
		44—75	49.71	25.47	10.75	0.63	0.11	1.84	未分析
广东海南	砖紅壤性土	0—30	34.80	22.79	21.45	2.29	痕迹	0.47	0.06
		30—80	35.55	29.22	19.33	2.32	痕迹	0.50	0.06
		80—100	34.34	28.74	20.74	2.36	痕迹	0.43	0.05

\* 引用邱夢德資料。

表3 土壤养分分析比較

編 号	地 点	土壤名称	采土深度 (厘米)	有机质 (%)	碳 (%)	氮 (%)	C/N	pH		速效磷 (斤/亩)	速效鉀 (斤/亩)
								H <sub>2</sub> O	KCl		
广西51	广西田林	黑色石灰土*	0—3	13.05	22.49	0.858	26.29	7.3	6.5	9.0	4.2
			6—15	7.27	4.217	0.585	7.21	7.21	5.5	7.5	4.2
			22—32	2.08	1.206	0.190	6.35	6.35	4.8	0.3	4.2
			50—61	1.56	0.908	0.140	6.21	6.21	5.4	1.5	2.4
广西35	广西隆林	褐色石灰土*	0—6	11.39	6.607	0.408	16.19	7.1	5.9	0.78	21.0
			6—20	4.58	2.660	0.197	13.50	6.4	5.1	0.12	21.0
			40—50	2.07	1.205	0.232	5.10	6.6	5.0	0.15	7.8
			70—80	—	—	—	—	7.2	6.7	0.75	7.2
桂西南133	广西睦边	紅色石灰土	0—12	9.74	5.63	0.469	11.90	5.9	—	—	16.2
			25—36	3.55	2.05	0.202	10.04	5.7	—	—	18.9
			70—80	—	—	—	—	5.6	—	—	6.3

\* 分析者: 石華、白錦泉。

表4 畚地养分分析比較

編号	采土地点	当地名称	采土深度 (厘米)	有机质 (%)	全 氮 (%)	水解性氮 (%)	全 磷 (%)	有机磷 (%)	无机磷 (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	代換量(毫 克当量/100 克土)
33741	广西宜山	盤黄泥	0—10	0.85	0.063	0.0043	0.059	0.0018	0.006	8.2	16.4
33742			10—25	0.77	0.058	—	0.063	0.0263	0.006	8.0	16.98
33743			25—100	0.67	0.055	—	—	—	—	8.2	17.4
33732	广西宜山	黄泥畚	0—12	0.72	0.058	0.0052	0.054	0.0175	0.002	8.3	15.7
33733			12—30	1.29	0.085	—	0.061	0.0225	0.002	7.9	19.1
33734			30—100	1.77	0.109	—	—	—	—	7.7	19.4
33738	广西宜山	老泥畚	0—20	2.20	0.125	0.0109	0.092	0.043	0.0015	7.6	22.4
33739			20—60	1.60	0.103	—	0.069	0.035	0.002	7.7	21.5
33740			60—120	1.24	0.085	—	—	—	—	8.1	20.4
33735	广西罗城	黑油土	0—20	5.62	0.274	0.0287	0.271	0.09	0.410	7.3	20.5
33736			20—50	2.96	0.148	—	0.267	0.07	0.300	7.5	21.5
33737			50—100	1.29	0.105	—	—	—	—	7.0	13.3

分析者: 中国科学院土壤研究所分析室。

积和pH值相应提高的趋势;土壤往往由于石灰聚积而养分难以发挥作用或引起有机质极度分解。就田間观察的情况来看,由于鍋巴层的出現而土壤环境恶化,淪为低产土壤。鍋巴田大致有三种型

表5 水田养分分析比较

编号	采土地点	当地名称	深度(厘米)	有机质(%)	水解性氮(%)	全磷(%)	有机磷(%)	全钾(%)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	代换量(毫克当量/100克土)
33717	广西罗城	黄泥田	0—15	2.52	0.011	0.141	0.055	0.72	7.7	未分析	12.06
33718			15—20	0.52	—	0.098	0.017	—	7.6	未分析	7.05
33719			20—90	0.53	—	—	—	—	7.7	未分析	8.38
33720	广西罗城	锅巴田	0—18	4.11	0.011	0.142	0.070	0.76	7.8	8.56	13.87
33721			18—23.5	0.52	—	0.087	0.025	—	7.9	9.03	6.31
33722			23.5—100	0.79	—	—	—	—	7.9	1.58	6.75
33729	广西罗城	黑泥田	0—15	6.96	0.009	0.214	0.087	0.67	7.9	未分析	17.52
33730			15—25	4.66	—	0.156	0.072	—	7.8	未分析	13.73
33731			25—100	6.37	—	—	—	—	8.0	未分析	16.06

分析者：中国科学院土壤研究所分析室。

表6 锅巴田形成中 CaCO<sub>3</sub> 和 pH 值的变化

编号	地点	当地名称	采土深度(厘米)	CaCO <sub>3</sub> (%)	pH
V(3)44	广西富钟	黄泥田	0—10	—	5.2
			15—25	0.11	6.8
V(1)246	广西田东	石灰板结田	0—15	5.2	—
			20—25	0.14	7.3
(1)58	广西靖西	酒饼田	0—11	17.5	7.3
			11—23	17.46	7.5
89	广西柳城	锅巴田	0—10	27.09	7.8
			—	—	—

源类型：(1)过多施用石灰的起源类型：由于石灰在耕作层中不断增加，有机质强烈矿化，土壤缓冲性能降低，开始田面板结，碳酸盐在土壤剖面中由上而下递减；(2)地下水的起源类型：由于重碳酸钙—镁水在干旱缺水季节随毛管水上升而聚积，碳酸盐往往随剖面加深而递增；(3)侧流水的起源类型：由于矿质水沿坡降而运行，在干旱时重碳酸盐便重新结晶，开始呈粉末状，而后成石灰结核，碳酸盐随侧流水层而聚积，因此，不同成因就有不同的聚积趋势。

## (二) 物理性质与耕作性能

从表7分析结果可以看出，黑色石灰土粘粒(<0.001毫米)和物理性粘粒(<0.01毫米)仅表层之下微有淀积的趋势，而红色石灰土就非常明显，因此，底层粘粒和物理性粘粒显著增加，而表层粘粒及物理性粘粒则减少，细砂(<0.25—0.05毫米)、粗粉砂(0.05—0.01)的相对量增多。土壤结构与生物聚积的有机质多少有关，一般看来，黑色石灰土粒状结构发达，红色石灰土则稍差。

畜地物理性能的好坏，随土壤熟化阶段而变化，土壤结构的质与量都指示了土壤的肥力水平，从畜地机械组成(表8)来看，质地比较均一，<0.01毫米物理性粘粒的含量大致相仿，但贫瘠的僵黄泥田由于表层常遭水土流失而<0.001毫米粘粒显著减少，其他各剖面中都有粘粒下移现象。至于土壤的物理结构性能，从不同熟化度的畜地耕层团聚体分析结果(表9)中可以看出，低肥型僵黄泥的团聚体含量低，分散系数大，为81.0%，结构系数小，为19.0%；而高肥型的黑油土，则与此相反，团聚体含量高，分散系数小，仅为28.72%，结构系数大，达71.82%。

水田物理性能的变化同样与熟化程度相一致，熟化度愈高，结构性能愈加良好，从水田机械组

表7 土壤机械组成

编号	土壤名称	采土深度 (厘米)	各级颗粒(单位:毫米)					
			0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01
广西55	黑色石灰土	0—3	—	5.41	6.86	37.85	38.30	83.58
		6—15	5.32	3.61	6.87	30.35	53.85	91.07
		22—32	17.87	24.25	4.86	24.61	28.41	57.88
		50—61	3.18	33.83	3.19	23.51	36.31	63.01
广西35	棕色石灰土	0—6	6.99	17.63	8.14	19.47	47.72	75.35
		6—20	16.91	15.77	4.56	15.77	47.29	67.62
		40—50	10.71	18.00	4.70	14.38	52.21	71.29
		70—80	15.17	19.30	6.14	16.13	46.26	65.55
桂西南133	红色石灰土	0—12	22.44	17.20	11.46	14.89	34.01	60.36
		25—36	4.17	15.13	9.66	15.06	45.98	70.70
		70—80	4.41	24.11	10.04	5.61	55.83	71.48

分析者:中国科学院土壤研究所分析室。

表8 畚地机械组成

编号	当地名称	深度 (厘米)	各级颗粒% (单位:毫米)								
			>3	3—1	1—0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	<0.01
33741	黄泥	0—10	10.7	7.2	19	8.0	29.4	11.9	25.9	15.7	53.5
33742		10—25	0.17	3.9	43	9.6	29.8	14.4	20.2	18.3	50.5
33743		25—100	1.43	3.6	34	10.6	26.0	14.0	21.7	20.7	56.4
33738	老泥畚	0—12	0.1	3.2	21	2.9	27.2	14.1	28.7	22.4	64.6
33739		12—30	0.1	3.4	34	2.9	28.5	14.5	23.7	24.1	61.8
33740		30—100	0.16	4.7	43	6.7	29.1	13.8	18.1	23.3	55.3
33735	黑油土	0—20	—	—	14.6	4.7	26.4	9.1	24.3	20.9	51.3
33736		20—50	16.90	9.6	3.6	12.2	18.5	12.7	22.2	21.2	56.1
33737		50—100	0.45	8.8	3.2	3.2	15.1	9.6	18.2	41.9	69.8

分析者:中国科学院土壤研究所分析室。

表9 畚地耕作层团聚体分析比较

编号	当地名称	深度 (厘米)	团聚体% (毫米)					分散系数 (%)	结构系数 (%)
			1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.001	<0.001		
33741	黄泥	0—10	4.5	12.2	37.6	32.0	13.7	81.0	19.0
33738	老泥畚	0—20	8.1	15.6	31.8	40.4	13.1	56.7	43.3
33735	黑油土	0—20	18.6	13.6	31.3	30.5	6.0	28.72	71.28

分析者:中国科学院土壤研究所分析室。

成和团聚体的分析中(表10,11)可以看出,不同类型水田的机械组成虽然比较接近,但结构性能有较大变化,高肥型黑泥田团聚体含量多,分散系数仅为8.03%,结构系数达91.97%,而黄泥田的团聚体含量就减少,分散系数增至29.20%,结构系数则降为70.80%。另外,从黑泥田与锅巴田结构容重比中(表12)也可以看出,土壤熟化度愈高,结构容重比就愈大,黑泥田熟化度高,结构容重比为1.77,而锅巴田熟化度差,结构容重比则为1.40。同样从不同肥型水田的膨胀度、容重等物

表10 水田机械组成

编号	当地名称	深度 (厘米)	各级颗粒% (单位: 毫米)						
			1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01
33717	黄泥田	0—15	—	0.5	28.0	12.7	23.2	35.6	71.5
33718		15—20	25	8.5	21.0	16.0	23.0	29.0	68.0
33719		20—90	—	6.0	19.0	12.0	25.5	37.5	75.0
33720	锅巴田	0—18	—	3.0	31.0	16.1	21.5	28.6	66.0
33721		18—23.5	14.5	24.5	19.5	10.5	14.0	17.0	41.5
33722		23.5—100	8.5	13.5	19.0	11.0	22.5	25.5	39.0
33729	黑泥田	0—15	—	—	35.66	18.8	29.4	16.2	64.4
33730		15—25	—	11.0	29.0	17.0	23.0	20.0	60.0
33731		25—100	—	8.0	33.0	17.0	27.0	15.0	59.0

分析者: 中国科学院土壤研究所分析室。

表11 水田团聚体分析比较

编号	当地名称	深度 (厘米)	团聚体% (毫米)					分散系数 (%)	结构系数 (%)
			1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.001	<0.001		
33717	黄泥田	0—15	3.1	11.7	20.7	54.1	10.4	29.20	70.80
33720	锅巴田	0—18	4.1	25.4	25.4	26.2	4.2	14.67	85.33
33729	黑泥田	0—15	1.8	34.4	34.4	23.6	1.3	8.03	91.97

分析者: 中国科学院土壤研究所分析室。

表12 黑泥田与锅巴田(耕层)结构容重比

编号	当地名称	有机质 (%)	结构系数	浸水容重	结构容重比
33729	黑泥田	6.96	0.92	0.52	1.77
33720	锅巴田	4.11	0.85	0.57	1.49

分析者: 中国科学院土壤研究所分析室。

表13 不同肥型水田(耕层)膨胀度的变化

地点	水田肥型	深度 (厘米)	土体含水量 (%)	粘粒(%)	有机质(%)	容重	吸水量 (每百克土)	膨胀度 (每百克土)
广西平乐	低肥	0—20	4.27	37.67	1.88	1.21	47.55	5.14
广西平乐	中肥	0—14	2.83	30.52	3.70	1.24	39.45	3.33
广西平乐	高肥	0—18	3.48	33.62	4.83	1.16	48.43	3.25

理性质测定中(表13)也可以得出一致的结论。

#### 四、石灰岩地区的土地利用和改土增产措施

(一) 因地因土种植, 合理安排茬口 石灰岩地区旱地面积广阔而零碎, 地不成片, 坡陡, 土层浅薄, 母岩裸露, 但土壤肥力较高, 农业生产潜力大, 只要合理安排, 定会获得良好的产量。

在坡陡土少而不宜农作的地区应大力进行造林绿化, 如榿木、青岗櫟、金絲李、圆叶乌柏、香椿、槐树、桐油树和石栗等都是适宜石灰岩地区生长的树种, 且可改善小气候, 减少水旱灾害和土

壤侵蝕等对农业生产的威胁。

旱地(畚地)以种植玉米为主,它耐旱而高产,其次有豆类、荞麦、地瓜、麻类等。茬口的安排在南部应为早玉米—晚玉米—豌豆;黄豆—晚玉米—小麦或荞麦;早玉米—晚黄豆—小麦为主。在北部为早玉米—晚黄豆—冬闲;早玉米—晚玉米—冬闲或冬季绿肥,或早黄豆—小麦或绿肥为主。

**(二) 集約經營土地** 集約利用土地是石灰岩地区充分利用光能和热能、扩大耕地面积、增产粮食的措施之一。

(1) 混种和套种:即所謂“一种多收”,如根据作物习性进行高秆作物与蔓生作物(玉米、蔓生豆类和瓜菜)混种或套种,可以互为相彰,高秆可以作为蔓生作物的支架,而蔓生作物可以复盖地而达到保持水土,以此增加复种指数,充分利用土地,增加单位面积产量。

(2) 穴垦穴种,充分利用零星的土地:“石窿地”是个宝,种上去,能长好”,这是羣众的經驗总结。利用能种几株或几十株的星散零碎土地,“见缝就插”,以达到广种多收的要求,除种植一般高秆作物如玉米等外,蔓生的豆类、瓜类(如狗爪豆、南瓜……)等,利用其匍匐的特点,充分利用自然空间的光能热量,生产实践证明可以得到丰收。

### **(三) 改良和提高土壤肥力的几种措施**

(1) 水分状况的改善和調剂是增产的关键措施。石灰岩地区地形条件特殊,水源分配不均匀,易造成旱涝灾害,必须兴修水利,进行貯水灌溉。石灰岩地区羣众修筑水庫已有丰富的經驗,如寻找不漏水的岩层且有泉水涌出之处进行修筑小型的山塘水庫以解决灌溉用水已有不少范例。另外,通过混种、套种等耕作措施和茬口的安排、經濟用水等也是重要的措施。实行套种、混种,做到土不离根、根不离土,以保持地而四季常青,特别是在作物生长旺期的春、夏、秋三季保持地而复盖,减少土壤水分的蒸发,以利土壤保蓄水分,达到保証作物正常生长而高产的目的。

(2) 水土保持是保护和提高土壤肥力的重要关键。土壤侵蝕不但破坏土壤肥力,而且会把熟化肥沃的耕层冲走而毁灭土壤,在石灰岩地区更有其重要意义,因石灰岩地区土层薄,土层下为坚硬的基岩,侵蝕作用会把全部土壤及风化壳冲走,而使基岩全部裸露,丧失生产能力,因此,必须做好梯田,正如羣众所說:“砌了墙崖,做好梯田,子孙万代,有吃有穿,耕作方便”,說明了水土保持的重要意义,其方法是用石砌墙崖,再鋪土填平,建立稳固性的农业基地。

(3) 石灰板結田(鍋巴田)的改良,必須根据其成因的不同,采取不同的措施,过多施用石灰而引起的应进行深耕,减少石灰施用量,增施有机肥料,冬种绿肥或压青的办法来改良。由側流矿化水引起的,除上述措施以外,在其側流水来源的上部开沟排除側流物是其根本措施。地下水起源的除采取石灰板結田的改良措施外,实行浅灌、勤灌,冬季漚田以防止地下水的上升。

(4) 有机肥料和石灰的施用。增施有机肥料是改良土壤性质、提高土壤肥力、充分发挥土壤矿物质养分作用的重要措施。耕作土壤一般有机质缺乏,土质粘重,結構耕性不良。石灰岩地区野生绿肥资源丰富,种类繁多,可以充分利用以改良土壤耕性,提高土壤肥力,創造良好的作物生长的土壤环境。石灰岩地区石灰来源方便,取之不尽,用之不竭,因而施用很普遍,且量多,施用时与其他肥料配合恰当对增加生产起一定作用。但配合不当,不但得不到增产效果,反而使土壤变坏而减产。石灰施用的关键問題在于同有机肥料(绿肥、稻秆还田及一般有机肥)的密切配合,即可提高产量,又可改良土壤的理化性质,否則,单单大量施用石灰,田土会变硬,有机质遭到迅速分解而缺乏,理化性质变坏、土壤肥力降低,淪为低产土壤,因此,石灰与有机质的密切关系是增产改土的重要措施。

1) 石窿地即为石灰岩地区岩体裸露,土粒仅在岩隙或洼处有残留的零碎土地。