

# 南海诸岛的土壤和鸟粪磷矿

中国科学院南京土壤研究所考察组

南海诸岛包括二百多个岛礁沙滩,它们大体形成四个群体,东北一组称东沙群岛,它由东沙岛及其附近几个暗礁所组成;西部一组称西沙群岛,此岛群依其散布形势又可分为东西两群,东面的一群为宣德群岛,有七个较大的岛屿和一些礁滩;西面的一群为永乐群岛,有八个较大的岛屿和一些礁滩。西沙群岛中的永兴岛最大,面积约一点八五平方公里,是西沙、南沙、中沙群岛革委会所在地。西沙群岛的东南侧为中沙群岛,它由很多暗滩和暗沙构成,在中沙群岛东面约一百六十海里处还有黄岩岛。最南一组称南沙群岛,这是南海诸岛中岛礁最多,散布范围最广的一个大岛群;主要岛屿有太平岛、南威岛、中业岛、景宏岛、鸿庥岛、费信岛、马欢岛等。

南海诸岛历来是我国的神圣领土。早在两千多年前,我国人民就航行于南海波涛之中。两汉时代,已成为我国重要的海上航线。随着航海事业的发展,长期的实践使我国人民最早发现了南海诸岛,并随之成为这些岛屿的主人。

明代王佐的《琼台外记》说:“(万)州东沙石塘,环海之地,每遇铁腿挟潮,漫屋滄田”,可见早在十五、六世纪我国南海渔民,早就以南沙、西沙为渔业生产基地,克服不利自然条件,在岛上改土、造田从事农业生产了。

进入二十世纪后,开发南海诸岛的工作进一步开展起来。1907年我国政府曾派官员到西沙群岛勘察,计划开发;1918年中山大学曾组织“粤省西沙考察团”前往调查;1928年我国地质工作者专门调查了西沙群岛的鸟粪<sup>[1]</sup>,三十年代也没有停止过对那里的考察<sup>[2]</sup>;抗日战争胜利后,我国地质工作和土壤工作者再次调查了南沙和西沙的地质、土壤和鸟粪磷矿<sup>[3-6]</sup>。最近又有新的研究报导<sup>[7]</sup>。

南海诸岛历来就是中国的领土,长期以来一直是我国科学工作者勘察和研究的范围。

## 一、南海诸岛的生物气候条件

南海诸岛地处热带,雨量丰沛,热量充足,全年皆夏,无四季之分。只是由于季风影响,可以分为干湿两季。年平均气温 $26^{\circ}\text{C}$ 以上,全年气温波动不大,年平均温差仅 $4-8^{\circ}\text{C}$ ,年降水量在1500毫米以上。这种优越的气候条件,十分有利于各种生物的生长发育。

珊瑚岛礁是热带海洋中特有的景观。广泛发育的珊瑚礁是第三纪以来在热带条件下长期发育的结果。珊瑚礁附着在海洋底质上,如山峰挺立,厚达几百米甚至千米以上,地壳上升运动使之逐渐抬出海面而成为岛、滩,或隐没在海水中构成暗礁。

这些珊瑚礁岛成陆时间都不长,就西沙群岛石岛上高出海面12米处的岩石而言,其年龄仅一万年左右。这种年轻的珊瑚灰岩,结构松散,孔隙发达,风化速度甚快。与上面覆盖的珊瑚贝壳碎屑一样,其化学组成主要是碳酸钙,含量可达95%以上。因而,其上定居

的植物以喜钙耐盐的种类居多。乔木有麻疯桐 (*Pisonia grandia*) 海岸桐 (*Guettarda speciosa*) 等。灌木以草海桐 (*Scaevola sericea*), 银毛柴 (*Messerschmidia argentea*) 等较为常见, 草本植物也以耐盐、耐旱、抗风砂的种类占优势。

南海诸岛星散于浩瀚的大海之中, 植被繁茂, 为海鸟栖息的良好场所。岛上红脚鲣鸟 (*Sula sula rudvipes*) 等食鱼鸟类活动十分活跃。据介绍, 过去此种鸟类极多, 目前东岛仍然如此。登高远眺, 鸟类栖息之处宛如一片棉田。其鸟粪的堆积对土壤影响甚大。

## 二、高磷土壤形成的特点

南海诸岛土壤的形成, 除滨海地带和局部洼地外都已经历了脱盐阶段, 有明显的磷素富集和淋溶过程。

鸟类大量的和长期的活动, 使地表形成可观的鸟粪堆积。在高温多雨的条件下, 鸟粪迅速分解, 释放出大量磷酸盐, 随着枯枝落叶腐解过程中产生的腐殖酸一起向土壤下层淋溶, 并与土壤中的钙相结合, 形成了“鸟粪磷矿”。根据爱克斯射线的鉴定、土壤薄片的微形态观察和电子显微镜检查结果, 可以认为, 这是一种稳晶质的胶态磷灰石, 或称为胶磷矿。其含氟量和含氯量分别为0.2%和0.5%左右, 远低于一般磷灰石。

在成土过程中, 大部分珊瑚、贝壳碎屑逐步被胶磷矿所浸染、包被、部分置换以至完全置换。

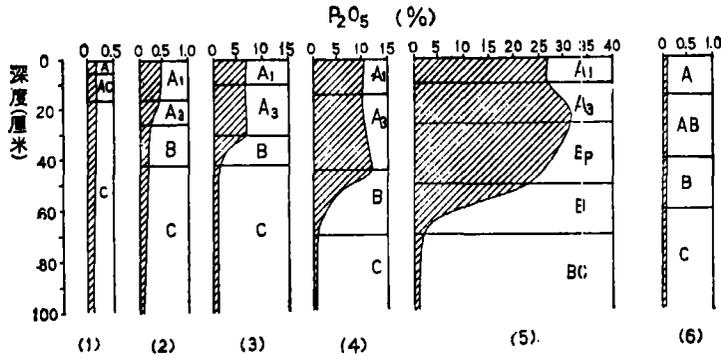
虽然磷的移动性很小, 但上述胶磷矿的溶解度比磷灰石为大, 在长期的成土过程中, 也发生淋溶淀积所引起的剖面分异。从表1可见, 表层含磷 ( $P_2O_5$ ) 可高达30%左右 (占灼烧土重)。即使在母质层内, 也含有0.51%。图1显示了磷在南海诸岛土壤中的积累过程。

表1 南海诸岛土壤形成过程中元素富集特点

发生层	样品数	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	MnO
A <sub>1</sub>	5	0.48	0.097	0.011	66.40	1.18	0.052	0.42	28.10	0.89	0.31	0.0110
A <sub>3</sub>	5	0.45	0.084	0.010	64.45	1.02	0.047	0.34	29.97	0.70	0.26	0.0083
Bp	5	0.25	0.045	0.006	66.71	0.85	0.045	0.35	28.52	0.60	0.22	0.0044
B	2	0.25	0.025	0.006	83.38	2.24	0.042	0.39	9.58	0.65	0.14	0.0011
BC	7	0.11	0.008	0.006	89.92	2.54	0.053	0.41	2.66	0.65	0.10	0.0002
C	2	0.11	0.006	—	91.00	3.47	0.026	0.29	0.51	0.71	0.14	0.0002
成土富集系数(A/C)		4.27	15.28	—	0.72	0.32	1.92	1.31	57.92	1.13	2.07	43.50
元素富集顺序		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> > MnO > Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > SiO <sub>2</sub> > Cl > K <sub>2</sub> O > Na <sub>2</sub> O > SO <sub>3</sub> > CaO > MgO										
淀积层成土富集系数(Bp/C)		2.27	7.50	—	0.73	0.24	1.73	1.21	55.92	0.85	1.57	22.00
淀积层元素富集顺序		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> > MnO > Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > SiO <sub>2</sub> > K <sub>2</sub> O > Cl > Na <sub>2</sub> O > SO <sub>3</sub> > CaO > MgO										

为了比较成土过程中物质积累的特点, 我们以表土层与母质层作比较。由表1可见, 在成土过程中, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、MnO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Cl、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O等均有积聚, 而CaO、MgO则相对减少。

土壤的这种富磷特性, 对植物和地下水的化学组成产生强烈影响。在植物中磷的含量均在1%以上, 超过其它热带地区植物的5—10倍; 地下水中P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的含量甚至高达4.9毫克/升。



西沙群岛土壤：(1) 幼年磷石灰土；(2) 薄层磷石灰土；(3,4) 厚层磷石灰土；  
(5) 砂质盘状磷石灰土。  
海南岛土壤：(6) 硅铝质砖红壤。

图1 磷在西沙群岛土壤中的积聚过程

地壳中磷(P)占0.12(重量克拉克值), 在元素中占第十三位。而南海诸岛土壤中磷仅次于钙而占第二位。正象盐渍土地地区的盐分和红壤地区的铁、铝一样, 磷在南海诸岛土壤甚至整个生物圈中起着突出的作用。

### 三、多种多样的土壤类型

除了岛屿的四周和局部洼地为滨海盐渍土外, 大部分土壤均已脱盐, 这些土壤不仅含有大量的磷, 而且含有更多的碳酸钙(最高的可达95%), 故我们称这种南海诸岛广泛分布的土壤为磷质石灰土。

磷质石灰土由于其形成母质的影响而质地很粗, 粘粒以及物理性粘粒的含量很低。在质地分类上, 大部分为砂壤土、紧砂土和松砂土。这种砂粒比重大(2.8左右)、类似于方解石和霏石一类的矿物, 均为珊瑚、贝壳等热带海生生物的骨骼、外壳在海浪冲击下破碎和进一步风化而成的。

土壤粘土矿物不仅数量少, 而且风化程度很低, 主要以云母、水云母为主, 有时还可见

表2 南海诸岛磷质石灰土的化学性质

剖面号	层次 厘米	pH	有机质 %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %
西 沙 群 岛 珊 瑚 岛							
W8—土2	2—10	8.2	12.50	0.778	26.87	0.030	43.09
	10—26	8.6	8.41	0.638	31.16	0.034	45.38
	26—50	8.4	3.95	0.330	22.70	0.030	50.16
	50—70	9.4	0.89	0.055	2.21	0.020	51.37
	90—100	9.5	0.47	0.035	1.12	0.020	51.15
南 沙 群 岛 太 平 岛							
17485	Ap	—	13.10	0.65	32.05	—	41.33
17493	A	—	6.89	0.33	28.86	—	42.66
17484	Bp	—	3.41	0.17	17.67	—	43.28
34	Bp	—	2.30	0.11	19.58	—	47.42

到硅藻。

土壤表层有机质的含量在5—10%间,个别可高达30%左右。全氮在0.4—0.6%间,也有高达3%以上的。腐殖质组成中,残渣部分含量很高,而其光密度特性与热带地区砖红壤、红壤大体相似。

土壤的化学组成中,一般土壤所含有的 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等骨架元素,在磷质石灰土中含量甚微,尤其是铝,通常以100克土中毫克计(表3)。

表3 南海诸岛磷质石灰土的化学全量组成(占风干土%)

剖面号	发生层	采土深度(厘米)	烧失量(%)	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3^*$	CaO	MgO	MnO*	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{SO}_3$	Cl
W2-土1	A <sub>0</sub>	0-2	—	0.07	0.031	12.27	15.08	4.69	—	0.187	0.75	4.14	—	—
	A <sub>1</sub>	2-14	35.97	0.34	0.047	1.00	48.44	0.50	3.50	0.016	0.25	12.06	0.53	0.23
	A <sub>3</sub>	14-24	24.13	0.40	0.060	—	47.53	0.52	3.68	0.016	0.18	23.91	0.50	0.29
	Bp	24-36	25.61	0.33	0.030	—	48.45	0.56	1.70	0.018	0.17	21.50	0.49	0.30
	BC	36-52	42.47	0.15	0.010	—	50.85	1.24	0.13	0.023	0.25	2.44	0.40	0.13
	C	95-110	44.48	0.05	0.004	—	50.95	1.67	0.13	0.014	0.15	0.15	0.41	0.08
W9-土5	A <sub>0</sub>	0-2	—	0.14	0.014	—	3.64	0.89	—	0.373	0.98	1.52	—	—
	A <sub>1</sub>	2-8	32.54	0.20	0.066	2.35	43.92	0.83	12.18	0.044	0.27	19.90	0.65	0.12
	A <sub>3</sub>	8-18	26.04	0.16	0.068	1.15	47.65	0.71	7.80	0.063	0.30	23.16	0.49	0.16
	Bp <sub>1</sub>	18-32	25.71	0.15	0.064	0.61	48.24	0.52	8.00	0.042	0.25	22.81	0.50	0.18
	Bp <sub>2</sub>	32-45	22.39	0.05	0.012	—	51.03	0.67	2.28	0.059	0.37	22.79	0.47	0.13
	BC	45-90	43.11	—	0.003	—	51.25	1.30	—	0.042	0.32	1.38	0.48	0.04

\* 单位为毫克/100克土。

从剖面形态来看,磷质石灰土一般可分为枯枝落叶层(A<sub>0</sub>)、暗棕色有机质层(A<sub>1</sub>)、棕色有机质亚层(A<sub>3</sub>)、浅棕色淀积层(B)、潜育层(G)和母质层(C)。在鸟粪和植物枯落物的影响下,使土壤表层呈良好的团粒状结构。在某些土壤中,位于A层之下,形成一坚硬的层次,当地称为“鸟粪化石”。土壤薄片检查中可以看出,这一坚硬层次的胶结物主要是胶磷矿,它与主要以微晶方解石为胶结物的珊瑚灰岩有明显的不同。因此,我们称它为磷质硬盘层,用符号Bp来表示。

由于成土条件不同,根据附加过程,磷质石灰土可以划分为硬盘磷石灰土(A<sub>0</sub>-A<sub>1</sub>-A<sub>3</sub>-Bp-C)、普遍磷石灰土(A<sub>0</sub>-A<sub>1</sub>-A<sub>3</sub>-B-C)、粗骨磷石灰土(A-AC-C)、幼年磷石灰土(A-C)、潜育磷石灰土(A-G-C)和耕种磷石灰土(Ap-B-C)。另外,在盐渍过程影响下,还有盐渍磷石灰土。共七个亚类。其下按发育程度划分土种。滨海盐渍土进一步划分为滨海盐渍土和滨海沼泽盐渍土两个亚类(表4)。

上述的土壤是有一定分布规律的。砂堤外侧,在海水影响下为滨海盐渍土;砂堤内侧为磷质石灰土,植被越密茂土壤腐殖质层越厚。在岛上盆地低平处常形成硬盘磷石灰土。在礁盘出露比较高的岛上有较多的粗骨磷石灰土。图2是西沙群岛琛航岛、广金岛和永兴岛、石岛的地形、植被、土壤及母质断面图,反映了不同地形、植被和母质条件下,土壤分布的一般特点。

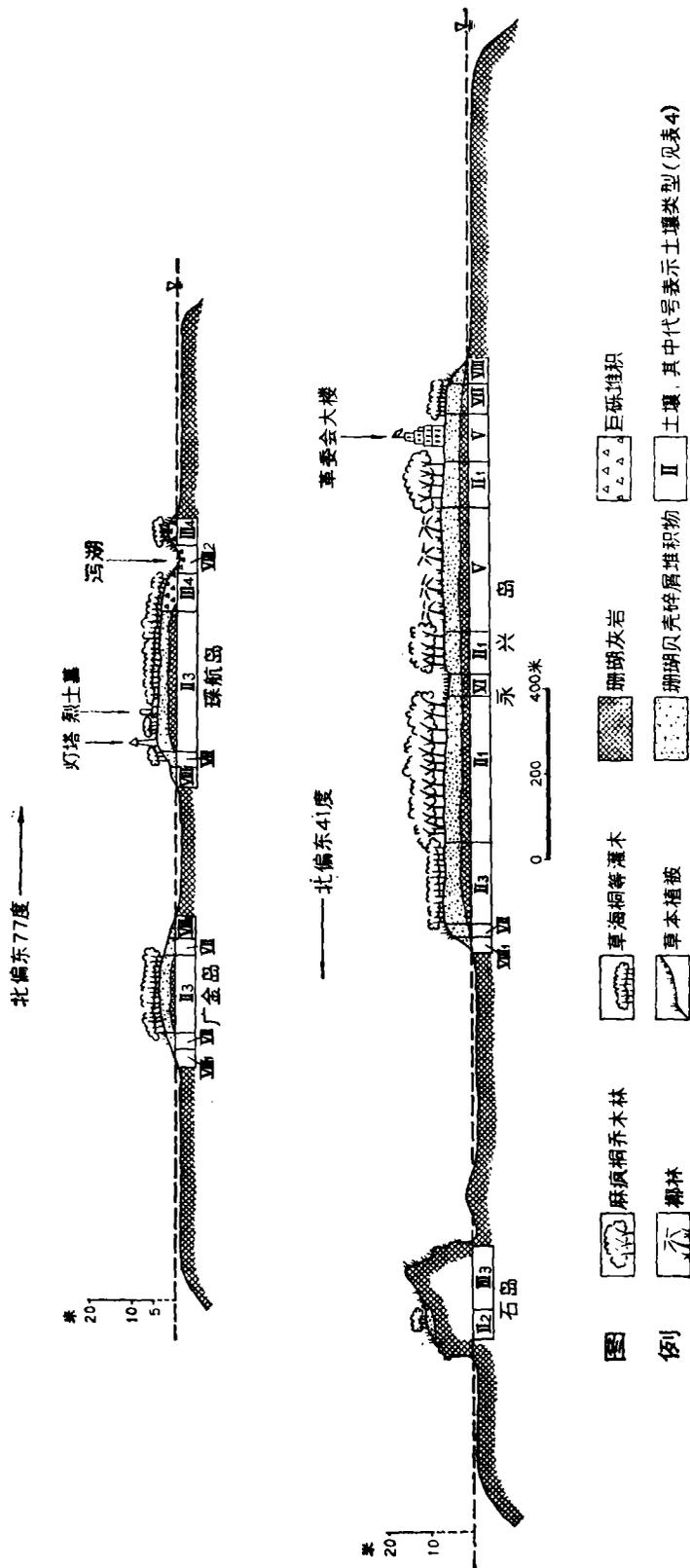


图 2 广金岛至琛航岛及石岛至永兴岛的地形、植被、土壤及母质断面图

表4

南海诸岛土壤分类

土 类	亚 类	土 种	代 号
磷 质 石 灰 土	硬盘磷石灰土	砾质盘状磷石灰土	I <sub>1</sub>
		砂质盘状磷石灰土	I <sub>2</sub>
		紧块状磷石灰土	I <sub>3</sub>
		松块状磷石灰土	I <sub>4</sub>
	(普通)磷石灰土	厚层磷石灰土	II <sub>1</sub>
		中层磷石灰土	II <sub>2</sub>
		薄层磷石灰土	II <sub>3</sub>
	粗骨磷石灰土	多有机质粗骨磷石灰土	III <sub>1</sub>
中有机质粗骨磷石灰土		III <sub>2</sub>	
少有机质粗骨磷石灰土		III <sub>3</sub>	
石质粗骨磷石灰土		III <sub>4</sub>	
潜育磷石灰土	潜育磷石灰土	IV	
耕种磷石灰土	耕种磷石灰土	V	
盐渍磷石灰土	盐渍磷石灰土	VI	
幼年磷石灰土	幼年磷石灰土	VII	
滨 海 盐 渍 土	滨海盐渍土	滨海盐渍土	VIII <sub>1</sub>
	滨海沼泽盐渍土	滨海沼泽盐渍土	VIII <sub>2</sub>

#### 四、品位很高的鸟粪磷矿

磷质石灰土就其肥料学意义而言,其本身即是一种品位甚高的磷肥资源。用 0.5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 提取的无机磷量几与全磷接近,有机磷含量极少。在无机磷中,铁、铝磷酸盐含量很低,而以磷酸钙占优势。从表 5 可知,这种鸟粪磷肥,不仅全磷量很高,而且有效性也高。用中性柠檬酸铵提取的磷量占全磷50%以上,超过了钙镁磷肥中这一级磷的含量。而且这种磷肥富含有机质、氮素等营养元素,的确是一种高效优质的磷肥。

从肥料学角度来看,磷质石灰土的不同层次即为不同状态的鸟粪磷肥:

(1) 腐泥状鸟粪:相当于 A<sub>0</sub> 层,为比较新鲜之鸟粪,其中杂以海鸟之食物、尸体和腐叶。大都隆起于麻疯桐之下,因根系之穿插及有机物质之腐解,干时成很松的碎屑;

(2) 粒状鸟粪:相当于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 层,广泛分布于麻疯桐和海岸桐,以及一部分草海桐之下,为暗棕色粒状结构;

(3) 块状鸟粪:相当于块状磷石灰土中之 B<sub>p</sub> 层,呈黄棕色,为较松的块体,直径自数厘米至 10—20 厘米不等;

(4) 盘状鸟粪:相当于盘状磷石灰土中之 B<sub>p</sub> 层,呈黄棕色,混有白色珊瑚、贝壳碎屑,但胶结较紧成盘状,挖掘时常用钢钎、大锤方能奏效;

(5) 碎屑状鸟粪:相当于磷质石灰土中之 BC 层,珊瑚、贝壳、有孔虫碎屑表面微受胶磷矿之浸染,含磷量很低,无经济价值。

由于鸟粪的脱水、矿化及与珊瑚、贝壳、有孔虫残体碎屑的胶结作用,鸟粪磷肥可能由腐泥状而粒状,由粒状而块状甚至盘状。但不论粒状、块状或盘状均为良好的天然肥料。

粒状之鸟粪,筛去其粗骨部分,即可直接施用。

表5 西沙群岛土壤中磷的分级

分 级 磷	采样地点 采样深度(厘米)	赵述岛			东 岛				东 岛 新鲜鸟粪
		2—14	14—24	24—36	0—15	15—25	25—40	76—100	2—15
吸附态磷 (1.0N NH <sub>4</sub> Cl提取)	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%	0.048	0.016	0.034	0.844	0.102	0.090	0.022	0.410
	占全磷%	0.38	0.07	0.11	3.25	0.48	0.68	2.24	4.08
磷酸铁铝 (0.1N NaOH提取)	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%	0.024	0.030	0.018	0.773	0.017	0.027	痕迹	0.682
	占全磷%	0.19	0.13	0.06	2.96	0.08	0.21	—	6.79
闭蓄态磷	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%	0.067	0.114	1.23	2.80	痕迹	痕迹	痕迹	1.21
	占全磷%	0.53	0.48	4.01	10.74	—	—	—	12.04
中性柠檬酸铵提取的 磷	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%	4.67	8.55	12.41	13.78	10.57	5.60	0.54	5.69
	占全磷%	37.09	35.88	40.48	52.84	49.74	42.46	55.10	56.62
0.5 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 提取 的溶性磷酸钙盐	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%	6.93	14.01	16.32	6.38	9.57	6.65	0.33	1.89
	占全磷%	55.04	58.79	53.23	24.46	45.04	50.42	33.67	18.81
分级磷总量	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%	11.74	22.72	30.01	24.58	20.26	12.37	0.89	9.88
	占全磷%	93.25	95.34	97.88	94.25	95.34	93.78	91.02	98.34
全磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )%		12.59	23.83	30.66	26.08	21.25	13.19	0.98	10.05

## 五、开发利用的广阔前景

美丽富饶的南海诸岛生长着繁茂的植物群落。特别是经过我国劳动人民长期耕垦、种植,在此种磷质石灰土上种有椰子、香蕉、甘蔗等作物以及蔬菜、瓜果和各种果木。据初步统计,仅人工栽培的植物有50余种。

但是,由于这种土壤富含磷素和碳酸盐,土壤pH较高,因此土壤中某些微量元素如铜、锌、钴、镍等,不仅绝对含量低,而且有效性差,往往不能满足植物生长的需要,使有的植物发生失绿症。就我们所作磷质石灰土的幼苗试验来看,凡在磷质石灰土中掺入50%砖红壤(海南岛或雷州半岛玄武岩上发育的土壤)的,蔬菜幼苗长势较好,叶色正常。反之,幼苗生长黄矮,且常有死苗现象(见表6)。因此,若以海南岛砖红壤进行客土改良,以保证作物的正常生长,这对巩固国防和发展我国南海捕捞事业,均有十分重要的作用。

表6 幼苗试验部分结果

土壤种类	西沙群岛的硬盘磷石灰土	西沙群岛的薄层磷石灰土	1:1混合后的土壤*	徐闻的砖红壤**
死苗数	23	6	5	1
死苗率%	19.2	5.0	4.2	0.8

\* 一份西沙群岛的硬盘磷石灰土与一份广东徐闻的砖红壤混合。

\*\* 标本来自广东徐闻坑仔。

## 参 考 文 献

- [1] 朱庭枯,西沙群岛鸟粪,西广地质调查所年报,1卷,1928。
- [2] 马廷英,造礁珊瑚与中国沿海珊瑚礁的成长率,地质评论,1卷3期,1936。

(下转124页)

80%的农田有了水源保障。

## 二、改土培肥，建设高产稳产农田

金批三队耕地常受山洪冲刷，积水冷浸，土质瘦薄，抗灾能力差。要改变这种状况，必须把农田基本建设与改土培肥，建立高产稳产农田结合起来。他们的作法是：（1）开挖排洪道，修蓄水池，制住山洪，引水入池，变害为利；（2）烂田四周挖排水沟，不搞“泡冬田”，使冷水不串田，锈水排出田；（3）对耕层薄、不座水、不保肥的冷沙田，多施草皮和肥泥，增施农家肥等，改良土壤，加厚活土层，提高地温。几年来他们不断地把全队200多亩低产田进行了改造，逐步实现了高产稳产。公社党委推广了金批三队的经验，各队除组织常修队外，还在每年冬春开展群众性的突击运动，建设高产稳产农田，经过三年苦战，改造了冷沙田、烂田和胶泥田1200亩，瘦土改肥土4000亩，为加快全社农业的发展打下了基础。

## 三、实行科学种田，向生产的深度进军

新营十队从1964年以来，开展以种籽为中心的科学种田活动和改变耕作制度，连续九年实现粮食跨《纲要》，超千斤，为全社创高产闯出了新路。公社党委总结和推广了他们的经验。1973年以来，从公社到生产队建立了三级科学种田队伍，普遍开展了科学种田活动，各生产队都因地制宜地引进和推广了“湘东”、“三矮”、“红秆粘”水稻，“雅安早”小麦和“云油一〇四”油菜等良种，同时普遍推广了水稻合理密植，促进了水稻高产。

在大搞农田基本建设的同时，为了挖掘土地潜力，我们多次总结推广了甲摆金生产队、金批大队等提高复种指数，变一季为两季，实现稻麦、稻油两熟，促进全年大增产的典型经验。全社从1973年以来每年的夏收作物种植面积都达80%以上。1973年仅小麦就收了八十多万斤，1974年在受灾的情况下仍收了五十八万一千斤，1975年虽受低温阴雨影响，还比1974年增加了二万多斤。

我们虽然在“农业学大寨”运动中取得了一些成绩，但这仅仅是在学大寨的道路上迈出了第一步。全国农业学大寨会议提出了“全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗”的战斗号召，我们坚决响应。我们决心苦战一年实现粮食亩产上千斤。为了达到这一指标，我们将继续以阶级斗争为纲，开展以治水改土为中心的综合治理，达到每坝田一个水库，实现全社水利化，对全社5000亩冷沙田、胶泥田烂田继续进行改造，建成高产稳产农田。同时，计划在三年内普及提灌、加工、运输等项机械，为1980年实现农业机械化打下基础。

---

（上接131页）

〔3〕 席连之，南沙群岛土壤纪要，土壤季刊，6卷3期，1947。

〔4〕 陆发薰，广东西沙群岛之土壤及鸟粪磷矿，土壤季刊，6卷3期，1947。

〔5〕 穆恩之，西沙群岛永兴岛与石岛地质述略，地质评论，13卷（合订本），1948。

〔6〕 王本炎、高存礼，西沙群岛磷矿，地质评论，12卷5期，1947。

〔7〕 广东植物研究所考察组，西沙群岛自然环境条件和主要土壤类型，土壤，2，1975。