

石灰板结田性态的研究*

姚 宏 光

(广东省英德县国土局)

石灰板结田是水稻土类中的一种劣向发育类型。它与发育良好的水稻土(APWGC型)有着明显不同的剖面构造,如 $APB_{Ca}GC$ 或 $AB_{Ca}GC$ 型;即其P层或W层被由于次生钙质淀积作用而产生的次生钙质淀积层(B_{Ca})所取代。从而成为次生石灰性土壤,并常伴随有板结现象,因而常被称为石灰板结田。这种土壤,理化性质不良,影响作物生长,是惯用石灰的稻作区的低产田之一,故其成因、特征和改良值得重视。

一、石灰板结田的成因、类型和特征

(一)分布和母质

在稻作地区,石灰板结田的分布十分零星、散碎,一般多分布在石灰岩地区的村庄附近,常常是耕作水平较高的地方。地形多种多样,有岩溶宽立谷,坡立谷,丘陵沟谷,坑垌田,也有洼地平原,冲积平原。根据英德县第二次土壤普查,石灰板结田既可以发育于自型土,如红色石灰土、砂页岩上的红壤,也可以发育于沟谷冲积土,河流冲积土以及第四纪红土母质等。并且一般都由发育成熟的水稻土,主要是潜育型和潜育型水稻土,发育而来。

(二)剖面形态和类型

石灰板结田剖面的特点在于钙质的分异淀积。各层次的钙质含量变化很大,常以邻接潜水面的粘重土层含量较高(但不一定最高),是石灰板结田的特征层,它紧实板结、含有大量砂姜。石灰板结田剖面可依据其板结层的性态,划分为以下几个类型。

1. 厚层轻度板结型。此型板结层一般发育在犁底层以下,即由原淀积层或氧化还原层发育而来。厚度一般较大,而且板结层内常有分异板结的现象,但板结程度较轻。虽然有强石灰性反应,并有少量粒径小于0.5厘米的粒状砂姜匀布其中,但仍然保持着土体的原有结构,一般为大块状或柱状,而尚未形成致密层次。无高位潜育现象。现以下列两个剖面为例:

(1) 英德县云岭区星光乡A-19星光-01号剖面(第四纪红土母质,丘陵缓坡): 0—16厘米,暗灰色,粉砂壤土,小粒状结构,土体稍紧实,植物根系多,无新生体及侵入体,无石灰反应, pH6.0(水提); 16—33厘米,淡棕黄色,粉砂壤土,块状结构,土体紧实,植物根系很少,有少量砂姜,强石灰反应,无亚铁反应, pH8.0; 33—38厘米,淡灰色,粉砂壤土,块状结构,土体较紧,植物根系很少,有少量粒径稍大的砂姜,强石灰反应,无亚铁反应, pH8.0; 38—62厘米,灰黄棕色,粉砂壤土,大块状结构,土体较紧,极少根系,有少量铁锰结核和砂姜,无亚铁反应, pH8.0; 62厘米以下,淡黄棕色,砂质粘土,小粒状结构,土体稍

* 本文在编写中得到化工部地质勘探公司广东省大队赵基礼工程师的帮助,特此致谢。

紧，根系极少，有少量锰斑，无亚铁反应， $pH8.0$ 。

此剖面的犁底层及其下两层均有不同程度的石灰淀积，已发育成为紧实的板结层，因而土体非毛管孔隙减少，植物根量骤减。

(2) 英德县横石塘区仙桥乡马哉石，A-18仙桥-02号剖面（第四纪红土母质，岩溶坡立谷）：0—16厘米，灰黄色，粘壤土，小块状结构，土体较松散，植物根系多，有铁锈斑纹，强石灰反应， $pH8.0$ ；16—73厘米，暗灰黄色，粘壤土，块状结构，土体紧实，植物根系很少，有少量铁锈斑及砂姜，强石灰反应，无亚铁反应， $pH7.6$ ；73厘米以下，淡棕黄色，粘土，柱状结构，土体紧实，根系极少，无石灰反应及亚铁反应， $pH7.6$ 。

此剖面由于石灰质在土体中的滞留和淀积，使耕层以下厚达57厘米的土层有强石灰反应，并呈微碱性，形成均匀的板结层。

形成厚层轻度匀性石灰淀积的原因是，稳定地下水位（潜水面）较低，地表水下渗路径较长，而且过程持久。耕作中施入的氢氧化钙，在表土层中与土壤空气中的二氧化碳以及土壤微生物和植物根系呼吸放出的二氧化碳化合成碳酸氢钙，并溶于下渗水中（部分离子被土壤胶粒所吸附），透过疏松表层进入较为粘重的淀积层或氧化还原层后，由于土体非毛管孔隙的减少，水分下渗速度明显降低而滞留于土体中。当稻田干水期间，土体中水分改下渗为上移，此时，碳酸氢钙达到饱和、过饱和状态而结晶析出，形成了碳酸钙的低温晶形——方解石晶粒，附着于土粒表面或填充于土壤孔隙中。

不断析出的方解石晶粒以较紧实的土粒、土块为基底，形成各种形状的石灰结核——砂姜。这一过程随着稻作耕种的水分干湿交替过程，一次又一次地进行，就形成了次生钙质淀积层。

2. 薄层板结型。此型板结层一般由原犁底层及氧化还原层发育而来，板结程度有轻有重，故又可分为薄层轻板结型和薄—中层重板结型。

(1) 薄层轻板结型。此型在板结程度上与厚层轻板结型相似，只是板结层出现的位置较高，并且由于稳定地下水位较高而伴有潜育化现象。例如英德县明径区新民乡井水村石角咀A-9新民-03剖面（第四纪红土母质，岩溶洼地）：0—13厘米，暗灰棕色，轻石质砂壤土，小块状结构，土体较为散松，植物根系很多，有弱石灰反应和弱亚铁反应， $pH8.1$ ；13—19厘米，棕灰色，中石质中壤土，块状结构，土体紧实，植物根系很少，有弱石灰反应和弱亚铁反应， $pH8.1$ ；19—39厘米，灰黄色中石质中壤土，块状结构，土体较紧实，植物根系很少，有铁锈斑纹， $pH8.1$ ；39—100厘米，棕灰色，轻石质重壤土，块状结构，土体较紧实，无植物根系， $pH8.1$ 。该剖面各层次的理化特性见表1。

(2) 薄—中层重板结型。其板结部位与薄层轻板结型大体一致，但板结程度较重，板结层较坚实而紧挨着耕层，故常伴有新犁底层的发生，（原犁底层由于钙质的淀积而发育成了板结层），造成耕层的浅化。例如浈江區麻坊乡老江屋门口A-12麻坊-01剖面（砂页岩红壤母质，浅丘垅田）：0—12厘米，暗灰黄色，粉砂壤土，块状结构，土体紧实，植物根系较多，无石灰反应， $pH6.8$ ；12—17厘米，暗灰黄色，粉砂壤土，块状结构，土体紧实，植物根系较多，无石灰反应， $pH7.6$ ；17—23厘米，暗棕灰色，砾质壤土，块状结构，土体紧实，植物根系少，有较多砂姜，强石灰反应， $pH8.0$ ；23—32厘米，淡灰色，粘壤土，块状结构，土体紧实，植物根系极少，有砂姜，但石灰反应不强， $pH8.0$ ；32—40厘米，黄棕色，粘土，块状结构。土体较松散，无植物根系，有砂姜，强石灰反应， $pH8.0$ ；40—64厘米，灰白色粘土，棱柱状结构，土体紧实，无植物根系，无石灰反应，有铁锰结核， $pH8.0$ ；64厘米以下，红黄色，砂

表 1

石灰板结田剖面理化性状

剖面号	采样地点	采样深度 (厘米)	有机质 (%)	全氮(%)	全 磷 (P_2O_5) (%)	全 钾 (K_2O) (%)	C/N	<0.01 毫米粘粒 (%)	pH (水提)	质地名称 (苏联制)
A-新民-03	英德县明径区 新民乡石角咀墩	0—13	2.19	0.142	0.109	1.03	8.9	20	8.1	轻石质砂壤土
		13—19	0.92	0.076	0.066	1.21	7.0	32	8.2	中石质中壤土
		19—39	0.66	0.063	0.051	1.52	6.1	42	8.1	中石质中壤土
		39—100	0.48	0.063	0.036	1.92	4.5	46	8.1	轻石质重壤土
A-麻坊-07	英德县浚洗区 麻坊乡高埂墩	0—12	2.49	0.135	0.078	0.67	10.7	24	8.1	轻石质轻壤土
		12—19	1.30	0.079	0.053	0.95	9.5	38	7.7	中 壤 土
		19—23	0.95	0.051	0.033	0.41	10.8	42	8.2	轻石质中壤土
		23—37	0.59	0.042	0.028	0.65	8.1	54	7.8	重 壤 土
		37—100	0.66	0.046	0.035	0.93	8.3	58	7.8	重 壤 土
A-清溪-13	英德县沙口区 清溪乡礁坡墩	0—10	3.44	0.210	0.179	1.03	9.5	34	8.1	重石质中壤土
		10—16	1.50	0.100	0.107	1.24	4.7	52	8.2	重石质重壤土
		16—29	1.45	0.099	0.115	1.44	8.5	52	8.2	重石质土
		29—100	0.24	0.049	0.068	1.50	2.8	54	7.9	重石质重壤土

注：由英德县土查办化验室分析。

质粘土，柱状结构，土体较紧实，无植物根系，无石灰反应，有少量锰斑，pH8.0。

此剖面在上部17厘米厚度内无石灰反应，呈中性至微碱性，双季稻年亩产仍可达1600斤。但更多的剖面是，表层虽不板结，但呈碱性并有强石灰反应。例如浚洗区麻坊乡丰山门口 A-12麻坊-04剖面(沟谷冲积物母质，平坝地)：0—15厘米，暗灰黄色，壤土，小粒状结构，土体松散，植物根系多，有强石灰反应，pH8.0；15—22厘米，暗灰黄色，中砾质壤土，块状结构，土体紧实，有较多植物根系和铁锈斑纹，强石灰反应，pH8.0；22—32厘米，褐色，砂壤土，块状结构，土体紧实，植物根系少，有砂姜，强石灰反应，pH8.0；32—51厘米，淡棕黄色，重石质粘土，大块状结构，土体紧实，植物根系极少，有砂姜和锰斑，石灰反应中等，pH8.0；51厘米以下，黄棕色，壤土，小粒状结构，土体紧实，植物根系极少，无石灰反应，pH7.6。

此剖面在板结程度上虽与前一剖面相当，但明显不同的是其耕层呈碱性而且石灰反应强。双季稻年亩产仅800斤左右。

以上两个剖面，虽在板结程度上各有不同，但都有犁底层的再生现象。这是因为薄层重板结型剖面中，稳定地下水位一般较高，或土层较浅部有承水的粘土层，其地表灌溉水的下渗作用一般不强烈，钙质下移不明显而产生高位板结。板结层并有分异板结现象，如前一剖面中17—40厘米深度内，具有明显不同的板结程度。

分异板结现象与耕作史上石灰施用量的变化及土质地的层次变化都有关系，但主要决定于前者。

3. 砂姜聚集严重板结型。此型板结程度相当高，有一坚实的砂姜聚集板结层。一般由原犁底层发育而成，厚度很少超过15厘米，常在8厘米左右。其上界面多呈波状或舌状过渡，下界面则多呈冲蚀状过渡。砂姜外形呈珊瑚状，个体大，可达12厘米以上。板结层常有潜育化现象。如英德县沙口区清溪乡鹅豚寨 A-20清溪-13剖面(红色石灰土母质，岩溶洼地)：0—10厘米，暗灰黄色，重石质中壤土，团块状结构，土体较紧，根系多，有石灰结核散布其中，石灰反应强，无亚铁反应，pH8.1；10—16厘米，暗灰色，重石质重壤土，块状结构，土体紧

实，植物根系少，有较多砂姜散布其中，石灰反应强，中强度亚铁反应，pH8.2；16—29厘米，暗灰色，几乎由砂姜集结而成，核块状结构，土体紧实，极少根系，强石灰反应，有亚铁反应，pH8.2；29—100厘米，淡棕黄色，重石质重壤土，块状结构，土体紧实，无植物根系，上部有少量砂姜，有中强度石灰反应，无亚铁反应，pH7.9。

此型中有的田块由于砂姜层次出现的位置高(由原犁底层发育而来)，因而也出现犁底层的再生，使耕层浅化。如英德县浚洸区麻坊乡岭巾下A-12麻坊-07剖面(砂页岩红壤，浅丘垌田)：0—12厘米，暗灰黄色，轻石质轻壤土，小粒状结构，土体松散，植物根系多，石灰反应强，有少量小粒径砂姜，无亚铁反应，pH8.1；12—19厘米，暗灰黄色，中壤土，块状结构，土体密实，植物根系较少，石灰反应弱，但有少量小粒径砂姜，无亚铁反应，pH7.7；19—23厘米，淡棕黄色，轻石质中壤土，由砂姜聚结成板结状，土体坚实，植物根系极少，石灰反应强烈，无亚铁反应，pH8.2；23—37厘米，淡灰色，重壤土，块状结构，土体较紧实，植物根系极少，未见有砂姜，无亚铁反应和石灰反应，pH7.8；37厘米以下，淡红黄色，重壤土，小粒状结构，土体密实，植物根系极少，无石灰反应，但40厘米处有多量泉水渗涌，pH7.8。

这种砂姜的高度聚集，一方面是因为石灰施用量大，另一方面则是稳定地下水位高，限制了钙质的下渗，使之聚集于较浅的部位并结晶析出。

另外，粘粒含量较高(表1)也对砂姜结板层的形成起有一定作用(详见后述)。

(三)砂姜的构造和形成

1. 矿物组成。从光谱分析的结果来看，砂姜主要含有硅、铝、钙、铁、钛、磷、镁、钠等几种元素，与一般土壤的组分相同，只是钙质含量较高(表2)。

表 2 砂姜成份的光谱鉴定结果								
成 份	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	其他
含量(%)	>10	>10	>10	4.0	0.7	0.4	0.3	0.49

注：砂姜成份指砂姜中所含化学元素的种类，各元素含量按其氧化物计算。

在显微镜下观察砂姜薄片可见，砂姜的硅质部分主要以石英、长石和云母等矿物的形式存在，铝以长石的形式存在，而钙质的成分则是以方解石和隐晶质碳酸盐矿物的形式存在的，主要矿物组成是方解石、隐晶质碳酸盐矿物、石英和少量长石。

2. 外形。砂姜的外形，因发育时间的长短，发育程度的高低而有较大的差异。大块的砂姜，一般呈不规则珊瑚状在其突刺上常可见有半透明的钙质凝集层，犹如钙华覆于砂姜表面，厚度可接近一毫米，常使砂姜突刺具有锐利的边缘。向下的突刺一般比向上的突刺长而尖利。突刺的间隙，常为土壤所充填，其表面也常可见到植物残根。大的结块往往是由多个小砂姜组成。

3. 显微结构。镜下观察可见，石英的粒径以0.01—2毫米为多见，不规则形，彼此间不直接接触，而由隐晶质矿物胶结。粒径大的石英颗粒的表面常裹附着一层方解石，也有的石英颗粒是由方解石胶结在一起的(图1、2)。长石的存在状况与石英相似。方解石的存在状态有两种：一种是薄膜状(切面上显示为脉状)，如图3、4所示；另一种是晶块状的(图4)。两种形貌中的方解石晶粒均较细小，特别是前者。而且，在方解石脉中还常可见到呈镶嵌状的石英、长石等矿物颗粒，有的甚至还杂有少量隐晶质矿物(图5)。



图1 砂姜的物质组成及其存在状态。其中方解石以两种主要形式存在：一种是较大的方解石晶块，另一种是附着于他物体的晶膜。

图1—6：A——孔隙，B——石英，C——长石，D——方解石，E——隐晶质矿物。

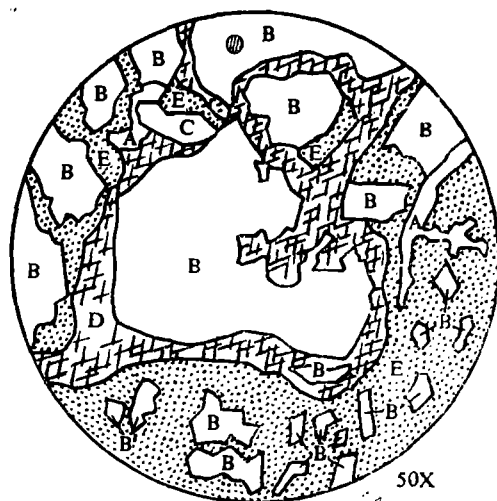


图2 砂姜中方解石晶体的存在状态。有较多石英颗粒为方解石或隐晶质碳酸盐矿物胶结，形成一个整体。

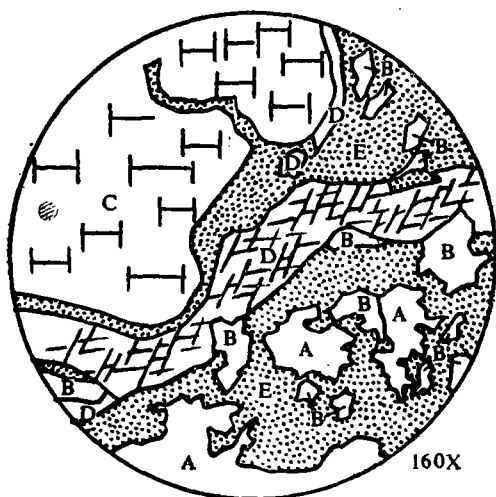


图3 砂姜横切面(局部)中，晶膜的形状与土壤中原来裂隙的形状有关。

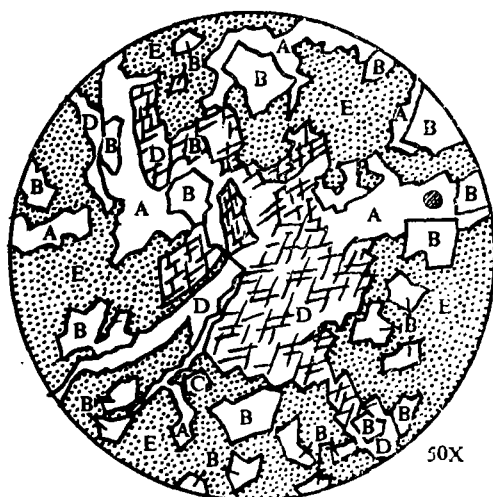


图4 示方解石晶块在制片过程中有破碎现象，说明其晶粒之间结合不很牢固。

隐晶质碳酸盐矿物是砂姜的主要组分之一，常充填于各种大粒径的矿物颗粒之间，它和石英矿物一起是砂姜的基本组成物。

4. 砂姜的形成。正如前述，耕作中施入的大量石灰，经过一系列化学过程逐渐析出结晶；或沉淀附着于土粒、石英等表面；或填充于土壤颗粒的间隙和孔洞中，形成膜脉状和晶块状的方解石，或以某些矿物颗粒为核心，逐层结晶形成镶边状的方解石结晶层，或以土壤为内容物形成具有钙质外壳的核状物——小粒径砂姜。

随着碳酸钙在土粒间隙或土壤孔隙中的不断沉淀结晶，遂形成了较大的砂姜。在镜下可

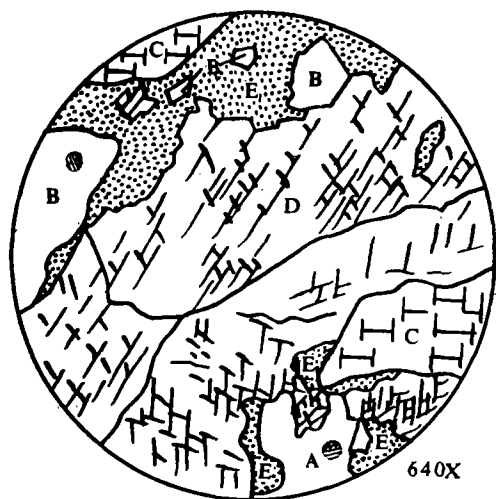


图5 示方解石晶膜中不但有明显的裂隙，而且其中还常杂有少量隐晶质矿物，值得注意的是，以中部裂隙为界线，可将晶膜分为两个晶体排列不同的部分。这似可说明晶膜的形成，经过了两个以上、形成条件有很大不同的阶段。



图6 示砂姜中方解石晶膜的厚度变化很大，并常可见有各种形态的分支。说明晶膜的厚度和形状决定于土壤孔隙的形态。

见其切面有许多脉状的方解石晶脉(图6)。这些晶脉犹如砂姜的骨骼，它们与砂姜表面的方解石晶壳一道，赋与了砂姜坚硬的结构。

另外，由图3可见，方解石常是直接粘附在石英表面的，而且其纹理多与石英颗粒的表面平行。这也说明方解石是逐层淀积附着上去的。该图下部显示方解石集晶体的中部晶粒较大而结晶良好，但其外围的晶粒则较细小，而且具有近似同心圆的纹理，说明石灰结核(砂姜)中的方解石可能有两种来源：一种是残遗或侵入的方解石集晶体碎块，晶体较大而完整。这种碎块常成为土壤溶液中碳酸钙结晶的晶种。另一种则如前所述，是次生淀积的，它表现为晶阵较不规则，晶粒较小并常附着于其他矿物颗粒的表面，或呈脉状、膜状充填于原土壤间隙之中。

土壤粘粒在砂姜形成过程中，除了作为基质物外，主要是创造了一个有利于碳酸钙沉淀结晶的环境条件，因而是造成板结的一个重要因素。足够数量的粘粒形成的以毛管孔隙为主的粘土层，使土体具备了一个阻滞水分迅速下渗的层次，有利于钙质在土体中的滞留。

由此可见，石灰板结田中砂姜的形成必须具备下列条件：(1)有足够的以氢氧化钙、碳酸氢钙及碳酸钙形式存在的钙质来源；(2)土壤中有足够的二氧化碳存在，并且二氧化碳含量常有较大的波动；(3)潜水面以上有较为粘重的层次出现；(4)土体有明显的干湿交替的水分循环。砂姜的结构和组分说明，它一旦形成，便难以消蚀。

(四)耕作措施与石灰板结田形成的关系

土壤中钙质来源有三个：一是母质残留，二是随水渗入(来自于岩溶区的碳酸钙型硬水或其他含钙盐的水)，再一个就是耕作过程中施入的氢氧化钙，过磷酸钙等。第一个来源，在南方强烈淋溶的气候环境条件下，母质中的钙质及其他易溶离子，一般残留极少，这可以从红色石灰土的贫钙特性得到证实。至于灌溉水的钙质含量与石灰板结田发育的关系，根据对英德县附城区马口乡的几个水源及其灌区土壤的调查证实：四个碳酸钙型较硬水水源，总硬度

在1.12德度至13.34德度范围内,其灌区土壤的板结情况与水源总硬度无相关性。如庙下8号泉总硬度13.34德度,其灌区土壤为砂泥田、泥田及少量石灰板结田;东瓜岭西侧2号泉总硬度12.89德度,其灌区内却无石灰板结田。可见灌溉水虽可以成为土壤钙质的一个来源,但却不足以引起土壤板结。据在大湾、石灰铺等地调查的结果,证实各地耕作习惯虽有不同,但在石灰板结田耕作史上,皆有一个相同的特点,即曾在一定的历史区间内将石灰作为肥料大量施用,施用量达到每亩每季300—600斤(表3)。

表3 石灰板结田耕种历史(近期)情况*

地点	田境	耕 种 简 史	板结程度
石灰铺区惟东乡白围村	白围墩	1950—1960年:每亩每季施用石灰约400斤(用于拌田和追肥),农家肥用量约600斤,未施用化肥。 1960—1970年:每亩每季施用石灰约400斤(用于拌田和追肥),农家肥500斤,氨水约10—20斤。 1970—1978年:每亩每季施用石灰100斤(用于拌田和追肥),化肥(碳铵)20—30斤,磷肥20斤,农家肥500斤。 1978—1982年:每亩每季使用石灰10斤(用于防虫、治病),化肥(碳铵、尿素)按碳铵计约100斤,磷肥100斤,农家肥300斤。	板结较重,常发生稻瘟病、胡麻叶斑病,插秧后难返青。
石灰铺区下惟村	桃子墩墩	1950—1960年:每亩每季施用石灰约300斤(用于拌田和追肥),农家肥约500斤。 1960—1975年:每亩每季施用石灰约300斤(用于拌田和追肥),化肥(氨水、碳铵)约30斤,农家肥500—800斤。 1975—1982年:每亩每季施用石灰约100斤(用于追肥),化肥(碳铵、尿素等)约100斤,磷肥50斤,农家肥500—800斤。	板结较重,作物生长差。
塘灰铺区子村	拱桥背墩	1950—1977年:每亩每季施用石灰约400斤(用于基肥和追肥),六十年代开始用氨水(20斤/亩),七十年代开始用磷肥(10斤/亩),农家肥400斤/亩。 1977—1981年:每亩每季施用石灰、碳铵、磷肥各10斤,农家肥300斤。 1981—1982年:停止施用石灰,每亩每季施用化肥量以碳铵计约100斤,磷肥100斤,农家肥1000斤。	板结较重,作物生长差,常发生稻瘟病和胡麻叶斑病。
大湾区古村道	搏桥墩	解放前—1974年:每亩每季施用石灰400—500斤(主要用作基肥),七十年代后氮肥(碳铵)施用量增至100斤,农家肥约600—700斤。 1974—1981年:每亩每季使用石灰50斤(用于防除病虫),氮肥(碳铵)用量达150斤,磷肥100—200斤,农家肥约100斤。 1981年以后:每亩每季使用石灰10—20斤(用于防治病虫),氮肥约100斤,磷肥约80斤,几乎不施农家肥。	板结较重,单产仅300—400斤。
大湾区小村联	石磨夫墩	解放前—1968年:每亩每季施用石灰约300斤(用于中耕时追肥),农家肥1600斤。 1986—1982年:每亩每季施用石灰约40斤(用于防治病虫),氮肥(碳铵)约150斤,磷肥约50斤,农家肥约1600斤。	板结较轻,单产稳定在400—500斤之间。
大湾区中步乡	围子山墩	解放前—1974年:每亩每季施用石灰约400—600斤(主要用作基肥),农家肥2000—3000斤。 1974—1980年:每亩每季使用石灰约50斤(用于防除病虫),碳铵80斤,磷肥约40—50斤,农家肥约2000斤。 1980—1982年:停止施用石灰,氮肥用量相当于150斤碳铵,磷肥约50斤,农家肥1600斤。	板结严重,常为三类禾田,常年单产200—300斤。

* 此表由林翠花,黄桂珍调查整理。

可见石灰板结田的钙质来源主要是人为施用的石灰。其板结成因可以归结为长期不适当的大量施用石灰。板结的条件与砂姜形成的条件大体相同:(1)有明显的干湿交替的水分环境;(2)土体中有较粘重的层次;(3)稳定潜水位的高低,决定着板结层的厚度及其在土体

中的位置。石灰板结田在分布上常处于岩溶区域内，则是由于岩溶区有丰富的石灰来源，而不是因岩溶区母土中的钙质含量比其他地区丰富，也不是由于岩溶区的灌溉水含钙量大。

二、石灰板结田的分类地位

不同类型的石灰板结田，不仅板结特征有很大的差异，而且其改良利用措施亦不同。所以对这些土壤进行科学分类，在生产上有直接的指导意义。

在广东省第二次土壤普查使用的土壤工作分类暂行方案中，石灰板结田属土属一级，归在水稻土的潜育型亚类之下，并根据母土的性质分为五个土种：石灰板结黄泥田、珊瑚底田、石灰板结牛肝土田、石灰板结赤土田和石灰板结田。

石灰板结田是原水稻土在不合理的耕种影响下形成的一种次生石灰性水稻土，但仍或多或少地保留原土壤的特征。因此可以从亚类一级分类单元划分出次生石灰性水稻土。土属、土种则按其板结程度划分。至于原母土的某些特征(例如土壤质地)，可以作为划分变种的依据。

下面仅就英德县出现的各种石灰板结田，提出一个粗浅的分类方案，作为以上分类设想的实例，供讨论。

土类 水稻土

亚类 次生石灰性水稻土

土属 石灰性碱土田 一般由冲积土发育而成，分布于山谷冲积平原、河流冲积平原等地区，耕层多为粉砂壤土质，呈碱性反应，具中到强石灰反应。

土种 石灰性砂泥田 土体中虽有石灰淀积的特征，但无板结层的发育，其石灰淀积层仍有较明显的氧化还原特性，通透性较好。耕层砂泥比例适中，但呈碱性，而且有石灰反应。

土属 石灰板结田 发育于冲积物、红色石灰土、第四纪红土等各种母土之上，主要特征是耕层以下，有一个因次生碳酸钙淀积而形成的结构密实的板结层。

土种 厚层轻度石灰板结田 板结层厚度常在40厘米以上，但板结程度轻，只有少量小粒径砂姜存在，通透性较差，但仍有一定的氧化还原特征。可进一步按其耕层质地的不同而分出变种。

薄层轻度石灰板结田 板结层厚度一般小于30厘米，但出现位置较高，紧挨耕层或犁底层，并常伴有潜育化现象。板结程度较低，砂姜较少，板结层较为紧密坚实。

薄—中层重石灰板结田 板结层厚度一般较小，常在30厘米左右，有的可达40厘米以上，板结程度较高，土体坚实，通透性极差，常有许多砂姜，板结部位高的还常伴有犁底层的再生现象，使耕层进一步浅化。

珊瑚底田 这是石灰板结田中发育程度最高的种类。在剖面中可见有一个由原犁底层或部分心土层发育而来的、由砂姜密集胶结而成的坚实板结层。砂姜呈珊瑚状。

三、土壤板结对作物生长的影响

石灰板结田的板结现象一般出现在耕层以下，造成耕层以下土体坚实、闭气，不但使土

壤氧化还原电位常处于较低状态,而且导致土壤在干水期间也难以恢复其氧化态,使作物根系的发展受阻而影响生长。另外,板结田的强石灰性也是一个不良因素。主要表现在下列几方面:1.造成土壤密实坚硬、通透性差,氧化还原电位降低,并常造成潜育化;2.由于钙质的高位淀积,造成浅层板结、破坏了土壤耕性,增加了耕作阻力,常造成耕层的浅化;3.除板结现象外,还常伴随有:(1)土壤的碱性反应。耕层土壤的碱性反应,在石灰性砂泥田,厚层轻度石灰板结田,薄层轻石灰板结田,薄—中层重石灰板结田中,常成为重要的低产因素。当长期停止施用石灰及其他碱性肥料,而且增加有机肥施用量,使耕层pH值降至中性、微酸性范围时,即使中下层板结,水稻产量仍可保持较高水平。例如浚县麻坊乡老江屋门口墩,虽然表土17厘米以下的土层中有厚达23厘米的板结层,但由于耕层及犁底层皆是中性至微碱性(pH6.8—7.6),地下水位不高(低于60厘米),水稻产量亦不低,其双季稻年亩产1600斤左右(访问数)。而该乡另一田墩(丰山门口墩),虽然板结程度相当,栽培技术条件也大体一致,但由于土体上部51厘米皆呈碱性反应,因而双季稻年亩产只有800斤左右。(2)地下水位高。与板结现象常伴随存在的是一些地下水位较高的高位潜育化土壤。这是因为以石灰作肥料的地区,常常把冷底田等地下水位高的田地作为施用重点。

由此可见,石灰板结田低产的原因是复杂多样的,要解决这一问题,并非单一的改良措施所能胜任,其综合改良有待进一步研究。

四、结 论

1. 石灰板结田是一类由不良耕作措施培育而成的次生石灰性土壤。
2. 石灰板结田的形成与母土的物理及物理化学性质有关,其中粘粒的含量与地下水位的变化情况对板结现象的发生发育具有重要的影响。
3. 砂姜一旦形成就不易消蚀,而板结层的解结在极大的程度上又决定于砂姜的解体,这增加了石灰板结田改良的困难。
4. 石灰板结田在水稻土分类上占有重要的位置。
5. 石灰板结田的障碍因素是复杂多样的,应根据具体情况改良,如石灰性砂泥田与珊瑚底田的改良措施就应有很大的不同。

(上接第4页)

各项利用途径外,从整个旱地土壤的利用前景看,今后必须朝低投入的集约管理技术及高效益的经济收获方向努力。这就是通过利用有利的生物气候资源,培育抗性强、耐低肥及高产的品种,采用高效的开垦、种植、施肥与耕作技术,以及最大限度地利用生物固氮作用等。总之,在集约耕种的基础上,采取综合的农业技术措施,进一步发挥旱耕地的经济效益与生态效益,从而获得较高的作物产量,这将是解决当前及今后我国热带亚热带旱地土壤资源合理利用的有效途径。

(参考文献略)