

烤田对于协调水田土壤肥力和增产的作用

福建农学院农学72级二班四组工农兵学员

以往我们把烤田单纯看作是稻田水分管理和水稻栽培的一项技术措施。这次在农村与贫下中农相结合，搞大田试验，深刻地体会到烤田不仅是在水分管理方面起着重要作用，而且是协调水田土壤肥力，创造水稻生长的优良环境的重要途径之一。

1974年春，我们在蒲田县漏头大队调查时发现：（1）水田土壤由于多年来推行一年三熟制，连续实行稻——稻——麦轮作的结果，土壤耕翻晒白的机会少了，致使土壤的孔隙性变差，特别是耕作层和犁底层的土壤通气性、透水性渐趋恶化，阻碍了水稻根系的活力，引起根的老化和茎叶的早衰，单产难于提高；（2）早稻生长阶段雨水多，湖河水位涨，沿河稻田地下水位高，这不仅阻止了稻根的伸展，而且增加了土壤中还原性有毒物质，危害水稻生长；（3）由于土温低和土壤僵板造成的土壤物理肥力不良，影响着土壤化学肥力的提高，特别是土壤有机氮的矿质化缓慢，使水稻生长的养分处于供不应求的状态；（4）土壤的化肥施用量愈来愈多，但其增产效果却不如过去高。从这些问题中我们得出了这样的看法：稻田的肥力变差了，亟需解决土壤肥力的复壮问题。

为此，我们在这个大队第四生产队同贫下中农一起进行了烤田改善稻田土壤肥力的研究。试验分四个处理：（甲）丰产沟加自然烤田（即在田块中央开十字沟和田的周围挖排水沟，沟深1尺，宽8寸，在分蘖盛期自然落干烤田）；（乙）丰产沟加烤田；（丙）烤田；（丁）不烤田（对照）。每处理面积1亩，供试的早稻有早熟种广陆矮和中熟种爱武，总面积共8亩。烤田时间是在分蘖盛期。各处理试验田的秧龄、栽插期、基追肥量及施用期等均相同。

一、烤田可以改善水田土壤的物理肥力

试验结果（表1）证明，烤田可以改善水田土壤的通透性，软硬度和土温，并可降低地下水位。

土壤物理肥力主要决定于土壤耕层的结构性。一些单产不高的稻田的水、肥、气、热经常处在矛盾的状态，而矛盾的中心环节是土壤耕层的结构性变劣。例如土壤变粘、变僵板，变紧实。土壤结构性差，必然导致土壤通透性（包括孔隙性、透气性和透水性）恶化，从而对土壤的化学肥力和生物肥力产生不利的影晌，也就不能保证作物正常生长所需的水肥气热的供应。所以要改善土壤化学肥力和生物肥力，必须从根本上改善水田土壤的物理性状，特别是耕层的土壤结构性。

1. 土壤通透性的变化 试验土壤的粘粒含量较多，粘性大。烤田时土壤失水，失水后干缩，体积变小，田中出现裂缝。这些收缩后的土体，在复水后虽然有些回胀，但要恢复

表 1

烤田对于水田土壤物理肥力的影响

处 理	气				热	水		
	容 量 (克/厘米 ³)	透 气 性	软 硬 度		土 温 (°C)	透 水 量 (毫米/日)	地 下 水 位 (厘米)	
			重锤法 (厘米)	脚 踩 的 感 觉				
甲	烤田前	1.25	+	6.4	土壤软烂,脚踩易下陷。	19.5	6	60
	烤田后	1.32	++	4.5	走入田中脚底感到稍硬,微有足印。	21.0	11	80
乙	烤田前	1.25	+	6.4	土壤软烂,脚踩易下陷。	19.5	6	60
	烤田后	1.37	+++	4.0	走入田中脚底感到硬板,	22.0	15	85
丙	烤田前	1.25	+	6.4	土壤软烂,脚踩易下陷。	19.5	6	60
	烤田后	1.42	++	4.5	走入田中脚底感稍硬,有浅脚印。	21.5	9	80
丁(对照)		1.30	+	6.4	土壤软烂,脚易下陷。	19.5	6	60

注: 1. 采样深度为0—15厘米。

2. 透气性为复水后五分钟内出现的气泡多少相对比较的结果,+++气泡最多透气性良好,++次之,+气泡少,透气性弱。

3. 用重锤法测软硬度,是将2.5公斤的重锤提高20厘米,让其自由落下,取其5次入土深度的平均值。

4. 烤田前的测定时间是指晒干前10天,烤田后是指复水前一天。

5. 地下水位为距河15米处的地下水位。

到与原来一样的体积,则需要几个月的时间。因此,水田土壤经过烤田后所造成的裂缝可存在一个相当长的时间,这就给改善土壤通透性创造了条件。我们经常看到不少新根、白根,就足以说明烤田前后的土壤通透性是有明显改善的。

浸水容重的变化也可以反映烤田前后土壤通透性的变化。我们测定了两块水田,烤田前土壤浸水容重为0.65克/立方厘米,烤田后浸水容重提高到0.80—0.85克/立方厘米,土壤结构有了一定的变化。虽然这些变化不很大,但也可说明烤田后土壤通透性和疏松度都得到了改善(表2)。

表 2 烤田前后土壤浸水容重的变化(克厘米³)

处 理	甲	乙	丙	丁
烤 田 前	0.65	0.65	0.65	0.65
烤 田 后	0.80	0.85	0.80	—
复 水 后	0.70	0.75	0.75	—

注: 浸水容重系分别在烤田前10天(烤田前),复水前一天(烤田后),以及复水后10天(复水后),取耕作层土壤测定。

2. 土壤软硬度的变化 粘性大的水田土壤还有一个软硬度的问题。它虽然与土壤耕性和有机质含量有密切关系,但无可否认,也与微团聚体的大小和数量有关。

试验材料说明：烤田前，田面积水，耕层土壤水分过饱和，土粒分散于水中，呈泥糊状态。这时耕层土壤过于软烂，既削弱土壤透气和透水的性能，又影响土壤中有机氮的矿质化和其他养分的释放，使水稻扎根和向下层吸收养分也受到障碍。因此我们认为，在水稻生长前期（分蘖期以前），虽要求土壤软硬度小，但不能过于软烂，而在水稻生长后期，土壤的软硬度应大些。陈永康同志把土壤软硬度分为烂、软、实、板、硬五级，水稻分蘖后期要求的软硬度是“实”。我们的实践证明，在烤田前的软硬度以入土深度6—7厘米为宜，而烤田后的软硬度以入土深度4—5厘米为宜，这与陈永康同志的经验是完全一致的。当然，各类水田土壤的质地和有机质含量不同，不能一概而论。烤田后软硬度的改变，不仅促进了土壤通透性的改善和养分的释放，而且使水稻茎基部强硬，对防止水稻倒伏和小型联合收割机的作业都有很大好处。

3. 土壤水热状况的变化 烤田前，水分过饱和，空气缺少，土温低，烤田后水分减少，一部分空气进入耕作层，三相比起了很大变化。同时由于地下水位下降，使整个一米土体内的水热状况产生了垂直变化，而0—15厘米的表层变化最大。烤田时，表层空气大量增加，消除了一些有毒气体和还原性物质，土温也由原来的19.5°C提高到21—22°C，但在30厘米以下就变化得很少。虽然在烤田时水热的变化较为迅速，但在复水后这个变化就比较缓慢，有一段相当长时间的稳温、稳水、稳气的现象，这给水稻生长带来不少益处。

这里应特别指出的是沿河地区水田地下水位较高，通过烤田可以人为地降低田间的地下水位（约下降20厘米左右），增大土壤的渗透量。从水稻生长的生理要求来说，烤田后渗透量增大，改善了根的环境，有利于稻根深扎，有利于稻根活性的增强和吸收养分能力的提高。特别是水稻由营养生长阶段转入生殖生长阶段，根部需氧最多，这时加大透水量，引进新鲜空气，提高水热效用，对提高水稻单产具有重要意义。

二、烤田可以提高水田土壤的化学肥力

烤田促进水田土壤物理肥力的改善，必然导致土壤化学肥力的协调和提高。

1. 有效养分含量的变化 在烤田期间（广陆矮8天，爱武15天），铵态氮含量起了显著变化（表3）。烤田前铵态氮一般都在3.5—5.0ppm，烤田后促进了硝化作用，使铵态氮含量有所降低，一般减少到1.5—2.0ppm。这样，水稻营养生长受到限制，无效分蘖停止发育。复水后氨化作用提高，铵态氮含量增加，一般是5—15ppm，其他有效养分也都有增加。这就有足够的养分供应水稻生殖生长期的需要。通过烤田复水，以控求促，促控结合，使地上部分和地下部分，营养生长与生殖生长，群体发育与个体发育的矛盾统一起来。

烤田后复水：（1）在烤田期间嫌气微生物和蓝绿藻类等大量死亡，从而使复水后有机氮的来源增加；（2）干土效应所产生的氨化作用。复水后两周内铵态氮含量的增加，为水稻幼穗分化初期的营养提供了有利条件。

同样，在烤田阶段有效磷降低了，但在复水后反而较烤田前增加2.5—7.5ppm。这可能是由于复水后的还原作用，使磷酸铁和磷酸铝水解而释放磷，高铁还原为高铁，解吸束缚的磷酸。同时复水后pH值的提高，对磷的释放也有促进作用。

至于有效钾的变化不很明显，这可能是由于水田土壤中被固定的钾在复水后释放得比较慢，在复水后短时间内用速测法测定钾，很难测出差别。

在土壤化学肥力方面，还应重视烤田后交换性能（胶体）的改变，及其与提高保肥和供

表 3 水田土壤烤田前后土壤养分含量的变化

处 理	水稻品种	测定时间	pH	铵 态 氮 ppm	有 效 磷 ppm	有 效 钾 ppm
甲	广 陆 矮	烤 田 前	6.5	3.5	7.5	50
		烤 田 后	6.0	1.5	2.5	30
		复 水 后	6.5	5.0	10.0	30
	爱 武	烤 田 前	6.0	5.0	7.5	50
		烤 田 后	6.0	2.0	5.0	35
		复 水 后	6.5	15.0	10.0	40
乙	广 陆 矮	烤 田 前	6.5	3.5	7.5	50
		烤 田 后	6.0	1.5	2.5	20
		复 水 后	6.5	10.0	10.0	25
	爱 武	烤 田 前	6.0	5.0	7.5	50
		烤 田 后	6.0	1.5	3.0	25
		复 水 后	6.5	5.0	15.0	30
丙	广 陆 矮	烤 田 前	6.5	3.5	7.5	50
		烤 田 后	6.0	1.5	3.0	30
		复 水 后	6.5	10.0	5.0	30
	爱 武	烤 田 前	6.0	5.0	7.5	50
		烤 田 后	6.0	2.0	3.0	30
		复 水 后	6.5	10.0	7.5	30
丁	广 陆 矮	烤 田 前	6.5	3.5	7.5	30
		烤 田 后	6.5	2.0	7.0	40
		复 水 后	6.5	2.5	7.5	40
	爱 武	烤 田 前	6.0	5.0	7.5	30
		烤 田 后	6.5	2.0	5.0	40
		复 水 后	6.5	2.0	5.0	50

注：1. 对照处理(丁)按照其他处理同时采样测定，以资比较。

2. 烤田前指落干前十天，烤田后指复水前一天，复水后指灌水后十天。

3. 分析方法：有效磷——0.1N 盐酸提取，钼兰比色法；有效钾——亚硝酸钴钠比色法。

肥能力的关系，这些有待于今后进行研究。

2. 还原性物质及pH值的变化 在烤田过程中，由于氧进入耕作层，土壤的氧化还原电位提高，大量有毒的还原性物质减少。试验地土壤3—15厘米耕层内，烤田前每百克土中低铁离子含量为2.72毫克当量，烤田后只有0.22毫克当量，复水后十天又增至1.43毫克当量，但比烤田前仍低1.29毫克当量。还原性物质的降低，对水稻根系的活动是有利的。

烤田复水后土壤pH值都得到提高，一般是在十天后稳定在pH6.5的范围。但因烤田的方式不同，pH的提高也不一样，有的处理超过烤田前的pH水平；有的处理维持在烤田前的水平。

此外，烤田还影响土壤生物肥力的变化。例如烤田中嫌气微生物的死亡，根分泌物和有机酸的消长，大量蓝绿藻的残体以及异养型、自养型的生物固氮等等，这些都使烤田后土壤的生物肥力迅速发展和变化，特别是生物氮的积累，是不能忽视的一个因素。

三、烤田对于水稻的增产作用

烤田改善了土壤肥力状况,同时促进了作物产量的提高。但烤田的方式不同,对于同一品种水稻(广陆矮)的农艺性状和产量等的影响是不一样的。有的增产17.8%,有的增产20.4%(表4,表5)。

表4 烤田对水稻茎秆和根部等特性的影响

水稻品种	处 理	茎 秆 特 性			根 部 特 性				病 虫 害		
		茎秆粗 (毫米)	第一节 间长度 (厘米)	第二节 间长度 (厘米)	根 长 (厘米)	总根数 (条)	新 根 (条)	新根率 (%)	根干重 (克/株)	纹枯病 指数 (%)	白穗率 (%)
广 陆 矮	甲	0.51	2.71	4.47	24.3	37	16	43	0.50	34.5	1.5
	乙	0.51	2.06	4.43	28.1	49	34	70	0.60	28.8	0.7
	丙	0.48	2.94	4.96	29.0	39	20	51	0.55	33.8	1.8
	丁	0.46	2.67	4.49	20.8	38	15	39	0.35	45.5	2.2
爱 武	甲	0.46	1.18	4.13	24.8	54	32	59	0.60	14.0	0.29
	乙	0.50	1.16	2.42	30.0	62	50	80	0.80	7.3	0.26
	丙	0.45	1.09	2.52	30.8	58	40	70	0.50	13.0	0.28
	丁	0.40	1.83	4.93	23.5	50	27	54	0.40	24.0	0.29

注: 1. 根长,根数,新根系在收割前两天(7月18日)从大田随机挖取20丛稻株测定的平均结果,根干重系从20丛中随机取20株烘干后称重的平均值。

2. 茎秆特性系在黄熟期(7月4日)随机取样20株测定的平均值。

表5 烤田对水稻农艺性状和产量的影响

水稻品种	处 理	农 艺 性 状							产 量		
		基本苗 (万/亩)	株 高 (厘米)	有效穗 (万/亩)	穗 长 (厘米)	总粒数 (粒/穗)	实粒数 (粒/穗)	结实率 (%)	千粒重 (克)	实 产 (斤/亩)	增 产 (%)
广 陆 矮	甲	20.3	68.1	27.6	17.7	80.2	78.0	97.2	25.2	741	18.6
	乙	19.0	70.8	24.5	18.7	97.9	93.6	95.6	24.5	760	20.4
	丙	19.3	70.9	27.8	18.3	94.7	88.5	93.4	25.5	734	17.8
	丁	21.5	66.3	27.0	17.8	85.0	73.4	86.3	24.0	603	—
爱 武	甲	14.5	94.7	22.0	22.0	125.2	113.7	90.0	27.5	763	1.2
	乙	15.0	94.8	19.2	22.9	128.7	114.7	89.2	27.7	868	13.2
	丙	17.0	92.6	20.0	22.0	114.4	102.1	89.2	27.4	845	10.8
	丁	18.5	95.3	19.6	19.5	139.2	116.1	83.4	27.0	754	—

注: 农艺性状系大田定点观察一直到收获时(7月20日)取样20株测定的平均值。

从表4、表5中还可以看出,烤田对水稻生理起着一定作用。由于烤田期间削弱了氮素向水稻地上部分的供应,而使植株的含氮量降低,稻体内蛋白质的合成减弱,从而促进了糖分的积累,特别是在茎、叶鞘和根部的淀粉累积增加。这样的水稻在外表上看是转趋“强健”,表现在农艺性状上是茎秆粗壮,茎的第一、二节长度较短。到了复水后期,积累的养分能够满足水稻生殖生长的需要,因而稻株能够“青秀老健”,获得高产。

从烤田到复水,通过控和促的辩证关系,使土壤中养分合理供应,改善了稻株的营养状况,这样不但有利于穗的发育,并且为籽粒初期的灌浆提供了良好条件,为创高产打下了基础。

此外,根的向下深扎,根长增长,新根率大,根的吸肥能力加强,都有利于水稻壮秆和不早衰。特别是根系的活力增强,钾肥的吸收力增大,对于水稻抗逆性的增强起一定作用。

四、 结 束 语

不同方式的烤田对土壤物理肥力,化学肥力和生物肥力的提高都有作用,其中以开丰产沟结合烤田的效果最好。

土壤肥力是土壤物理肥力、化学肥力和生物肥力的综合表现。各种肥力是相互联系和相互促进的。烤田就是通过土壤物理肥力的改善,以促进土壤化学肥力和生物肥力的发展。过去人们受到养分归还学说的影响,只孤立地依靠施用化肥来维持土壤肥力水平,这是不全面的。

烤田是水稻栽培的一个重要措施。各地采用烤田办法,应该看土、看苗因地制宜,不能生搬硬套。如本试验一般适用于粘性较大的土壤,而不适于砂性土壤,适用于平原地区的肥沃稻田;而不适于丘陵地区的贫瘠梯田。烤田可以协调水田土壤肥力,但要进一步提高土壤肥力,还必须施用有机肥料、加厚耕作层和注意合理耕作等。烤田要和土壤培肥有机地结合起来,才能发挥更大的作用。

新疆风化煤改良土壤的效果*

新疆生物土壤沙漠研究所土壤改良组

经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动,新疆维吾尔自治区和全国一样,农业学大寨的群众运动蓬勃开展。为了改土培肥,提高农业产量,全区正出现一个试验和推广腐殖酸类肥料的群众运动。

新疆的风化煤贮量丰富,分布广泛。目前,新疆各地群众用风化煤制成腐肥施用或直接施用,对水稻、玉米和小麦等作物都有良好的增产效果,特别是施在板结土、沙性土、红粘土和盐碱土上效果更为显著^[1]。

随着生产的发展,提出了一系列迫切需要阐明和解决的问题,如腐铵肥料或风化煤增产原因如何?它对土壤有些什么影响等等。针对这些问题,我们从1973年开始在米泉县井岗山公社春光大队进行风化煤改良盐碱土的试验,并和达板城天山公社东沟大队贫下中农一起总结连续施用十年风化煤的经验。

* 本项室内工作是与中国科学院南京土壤研究所物理化学研究室协作,共同完成的。