

粉煤灰硅钙肥的增产原因及其有效施用条件*

张效朴 臧惠林

(中国科学院南京土壤研究所)

粉煤灰硅钙肥是火力电厂在粉状燃煤中加石灰石燃烧后,经水淬磨细而制成。它的主要有效成分是硅和钙,所以称为硅钙肥。其肥效、增产机理及有效施用条件等问题,是国家环保部门、肥料生产和使用单位以及农业科技人员十分关心的问题。以往我们曾就其中某些方面作过简单报导,本文主要对硅钙肥的增产原因及有效施用条件作一些探讨。

一、粉煤灰硅钙肥的增产原因

(一)对水稻的增产效果

为研究硅钙肥的肥效,1979年以来,先后在浙江、江西、广东、江苏和安徽等省区十几种有代表性的酸性和中性水稻土上,布置了60余块小区试验和数百亩大田试验,并在南京用10余种土壤进行了200多盆盆栽试验。田间小区试验主要处理有三:(1)对照区(只施NPK),每亩施40—60斤硫酸铵或相应氮量的尿素,40—60斤过磷酸钙,15—20斤氯化钾;(2)硅钙肥300斤或200斤/亩,作基肥施用,氮、磷、钾肥同对照;(3)石灰60斤/亩作基肥,氮、磷、钾肥同对照。小区面积0.03—0.06亩,重复3—4次,随机排列。产量结果列于表1。

从表1可看出,在有效硅水平较低的土壤上,硅钙肥对水稻有显著增产效果,增产幅度从5%至23%,平均亩增稻谷60多斤;而在有效硅水平较高的土壤上,增产效果往往不明显。盆栽试验结果与田间大体相似,仅生长和产量的差异更大一些。例如用广东的黄沙土、江西的白沙土、浙江的麸浆土和江苏的乌山土等进行的两次盆栽试验结果皆表明,在缺硅的麸浆土、白沙土和黄沙土上,施硅钙肥者稻谷和稻草皆有显著增加,增产率在20—30%左右或更高;而乌山土和紫泥土上并未显出增产效果。

对水稻经济性状的考察(表2)可知,凡增产显著的田块,硅钙肥对构成水稻产量的三因子一般都有良好的影响,即秕谷率降低而每穗实粒数增加,千粒重提高,有效穗也往往增多,因此最后导致产量提高。

(二)硅钙肥对水稻增产原因剖析

据西安热工所和我们测定(表3),粉煤灰硅钙肥的主要成分是硅、钙、铝、铁,其次为镁、钾,尚有少量磷及某些微量元素。但是,其中铝和铁的含量与一般土壤没有显著差别;镁的含量较少,且根据六十年代我们在江西等地的试验表明,镁对水稻的效果往往不明显;磷、钾肥在南方一些地区虽然有效,但硅钙肥中含磷钾都很少,很难起到供肥作用;至于所含的

* 本项工作得到水电部环保办负责同志及西安热工所管菊根、魏昭芳等同志的大力支持,并得到何电源副教授的指导,及有关地、市、县农业局或研究所的协助,在此谨致谢忱。

表1

不同土壤上粉煤灰硅钙肥对水稻的增产效果

(田间试验, 1979—1980)

试验地点	成土母质	土壤质地	土壤pH	有效硅 (SiO ₂ 毫克/ 100克土)	产量(斤/亩)		硅钙肥比对照增产		NPK NPK + Si 产量%
					对 照	硅钙肥	斤/亩	%	
广东湛江	浅海沉积	砂 质	5.5	4.8	865	913	48*	5.5	94.7
广东遂溪	浅海沉积	砂 壤	5.5	7.5	383	404	21	5.5	94.9
广东遂溪	浅海沉积	砂 质	5.1	3.0	620	680	60*	9.7	91.2
广东遂溪	浅海沉积	泥炭质	5.8	10.5	343	387	44*	12.6	88.8
广东高州	花岗岩	砂 壤	5.1	5.0	569	607	38*	6.6	93.8
广东化州	花岗片麻岩	粉砂壤	5.1	1.5	772	818	46	6.0	94.3
广东电白	花岗岩	砂 质	5.6	5.5	536	596	60*	11.2	89.9
广东电白	花岗岩	砂 质	5.5	3.5	475	516	41*	8.7	92.2
江西刘家站	红砂岩	砂 质	5.5	8.0	579	616	37*	6.4	94.0
江西刘家站	红砂岩	砂 质	5.5	6.1	496	598	102*	20.8	82.8
浙江衢州	红砂岩	砂 质	5.5	3.0	579	643	64*	11.1	90.0
浙江衢州	红砂岩	砂 壤	5.5	4.5	709	823	114*	16.1	86.2
浙江衢州	红砂岩	砂 质	5.3	2.3	568	695	127*	22.3	81.7
江西景德镇	红色粘土	重 壤	5.5	5.0	781	833	52*	6.7	93.7
江西景德镇	红色粘土	重 壤	5.5	6.5	620	688	68*	11.0	90.0
浙江金华	红色粘土	粉砂粘壤	5.2	3.7	677	749	72*	10.6	90.4
浙江金华	红色粘土	粉砂粘壤	5.2	4.5	664	695	31	4.6	95.6
浙江金华	红色粘土	粘 质	5.3	16.2	763	748	-15	-2.0	102.
江苏宜兴	黄土地物	粉砂粘壤	6.0	8.0	664	763	99*	14.9	87.0
江苏常熟	黄土地物	粘 壤	6.1	15.0	700	695	-5	-0.7	100.7
安徽芜湖	黄土地物	粘 壤	6.0	16.2	708	719	11	1.6	98.5
江苏江阴	长江冲积	砂 壤	7.7	19.4	993	974	-19	-1.9	101.9
广东徐闻	玄武岩	粘 质	5.6	28.5	577	587	10	1.7	98.4

注: 标*号者示达5%显著平准(下同)。

表2

粉煤灰硅钙肥对水稻经济性状的影响

(田间试验考察)

试验地点	试验处理	株高(厘米)	有效穗 (万株/亩)	穗长(厘米)	每穗实粒数	空秕率(%)	千粒重(克)
广东遂溪	对 照	89.5	25.6	17.5	57.2	19.1	20.3
	硅 钙 肥	93.0	26.2	19.5	70.8	12.7	21.6
	石 灰	88.0	23.8	18.0	57.0	18.1	21.3
广东高州	对 照	94.0	29.6	17.2	49.2	—	22.1
	硅 钙 肥	96.1	31.0	17.3	52.3	—	21.8
	石 灰	92.2	30.1	17.1	49.4	—	22.2
广东化州	对 照	91.0	23.1	—	—	15.4	27.0
	硅 钙 肥	98.0	25.1	—	—	6.0	28.0
	石 灰	92.0	23.9	—	—	9.0	27.5
浙江遂昌	对 照	—	22.1	—	63.8	24.4	22.5
	硅 钙 肥	—	21.0	—	74.6	15.8	23.3
浙江遂昌	对 照	—	41.3	—	32.0	24.2	28.8
	硅 钙 肥	—	43.5	—	32.6	19.2	29.7
浙江遂昌	对 照	—	44.2	—	25.3	39.0	27.8
	硅 钙 肥	—	44.5	—	27.3	32.4	30.0

表 3

粉煤灰硅钙肥的主要化学成分

样品来源	SiO ₂ (%)				CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	pH
	全量	0.5N HCl提取	2%柠檬 酸提取	pH4.0醋酸 缓冲液提取						
武昌电厂	38.2	26.5	15.5	9.8	29.7	1.85	1.01	24.2	3.93	9.95
铜陵电厂	37.0	26.5	16.0	10.3	31.6	1.83	0.93	19.4	8.47	10.3

微量元素，我们曾用江西和浙江等地的水稻土做盆栽试验时喷施了锰、锌和铜，并未看出明显效果；而其中的钙，作为营养元素来看，据我们最近研究^[1]，华中和华南地区大多数水稻土中的交换性钙在 40—100 毫克/100 克土左右或更高，这足以供给水稻对钙素的需求。通过以下几方面的试验和分析，可以认为硅钙肥能使水稻增产的原因主要是硅的作用。

1. 从硅钙肥与石灰肥效的对比(表 4)可以看出，在 10 余个试验中，只有一个石灰处理的增产效果达 5 % 显著平准，其余大多数或者无增产或者增产幅度较小，而施用硅钙肥者增产值大多数都达到显著平准。

表 4 粉煤灰硅钙肥与石灰对水稻增产效果的比较

(田间试验, 1980)

试验地点	土壤名称	产 量 (斤/亩)			硅钙肥比 对照增产 %	石灰比 对照增产 %
		对 照 区 $\bar{X} \pm S$	硅钙肥区 $\bar{X} \pm S$	石 灰 区 $\bar{X} \pm S$		
湛江农科所	砂泥土	865 ± 24	913 ± 15	873 ± 32	5.5*	0.8
遂溪城西	砂泥土	620 ± 27	680 ± 15	663 ± 22	9.7*	6.8*
遂溪羊青	黑泥土	344 ± 19	387 ± 24	344 ± 21	12.6*	0.3
遂溪羊青	砂泥土	383 ± 32	404 ± 10	366 ± 19	5.5	-4.5
湛江麻章	砂泥土	404 ± 8	447 ± 20	421 ± 16	10.7*	4.3
高州环城	砂泥土	569 ± 18	607 ± 17	552 ± 25	6.6*	-3.1
电白华楼	砂泥土	475 ± 10	516 ± 19	467 ± 10	8.7*	-1.7
电白大衙	砂泥土	536 ± 35	596 ± 29	544 ± 29	11.2*	1.5
化州镇安	粉砂泥	772	818	790	6.0	2.3
金华开化	麸浆土	664 ± 27	695 ± 29	671 ± 35	4.6	1.0

2. 对南方水稻成熟期 120 多个稻草样品的分析结果表明，稻草含硅量(SiO₂)可从 3.20 % 到 18.9 %，平均 10 % 左右，稻谷含硅为 2.2—6.0 % (主要集中在谷壳部分)，平均 3.8 %。据此推算，若每亩产 1000 斤稻谷，约需吸收 130 多斤 SiO₂，但通常只吸收 20—25 斤 N，10—15 斤 P₂O₅，25—30 斤 K₂O。可见水稻对硅的需要量要比氮、磷、钾多得多。一些研究者指出，硅在水稻体内起着重要作用。吸硅量增加，水稻的输导组织发达，而这则有利于氧气向根系传输，从而增强根系的氧化力，提高根系吸收各种养分的能力。我们在试验中看到，施硅钙肥者茎秆较粗壮，叶片较坚挺，根系较发达，没有早衰现象。这些性状既提高了抗倒伏能力，又有利于光合作用的进行，并延长了光合作用时间。所以稻谷实粒多，千粒重增加，最后表现增产。

3. 硅钙肥能提供大量可给态硅供水稻吸收。

SiO₂ 虽然是土壤的主体成分，但其中 99 % 以上是植物难以吸收的结晶态或无定形硅，可为植物利用的有效硅一般很少。用 pH4.0 醋酸钠缓冲液法^[2] 测得我国南方水稻土中有效硅多在 0.30—72 毫克 SiO₂/100 克土之间，其中有相当一部分水稻土供硅能力不足。而施用硅钙肥则可补充土壤有效硅以供水稻吸收。例如近 20 个田间试验的分析结果(表 5)表明，施硅

钙肥后水稻吸硅量及土壤有效硅量都有显著提高, 水稻吸硅量比对照平均提高30%左右, 土壤有效硅提高的幅度更大。盆栽试验与上述结果有同样趋势。可见硅钙肥能提供大量可给态硅, 是水稻增产的主要原因。

表5 粉煤灰硅钙肥对土壤有效硅及稻草含硅量的影响

试 验 地 点	稻 草 含 硅 ($\text{SiO}_2\%$)			收 获 期 土 壤 有 效 硅 (SiO_2 毫克/100 克土)		
	对 照	硅 钙 肥	硅钙肥比对照增加	对 照	硅 钙 肥	硅钙肥比对照增加
广东高州	7.32	9.20	1.88	2.6	9.8	7.2
广东电白	7.80	9.60	1.80	1.0	11.5	10.5
广东电白	11.10	12.90	1.80	3.3	18.2	14.9
广东湛江	8.70	10.32	1.62	4.6	25.0	20.4
广东遂溪	6.84	7.10	0.26	11.8	39.0	27.2
广东遂溪	—	—	—	3.5	29.0	25.5
广东化州	6.60	9.30	2.70	2.0	10.5	8.5
广东湛江	—	—	—	5.0	11.5	6.5
浙江金华	7.02	9.97	2.95	4.5	14.0	9.5
浙江金华	9.27	11.10	1.83	4.0	20.5	16.5
浙江衢州	4.55	6.97	2.42	4.5	16.5	12.0
浙江衢州	4.22	6.00	1.78	2.5	38.0	35.5
浙江衢州	3.02	5.20	2.18	0.9	25.0	24.1
浙江金华	11.68	18.94	7.26	18.2	31.7	13.5
江西景德镇	7.33	10.70	3.37	—	—	—
广东徐闻	14.50	16.80	2.30	23.4	—	—
安徽芜湖	8.64	12.50	3.83	17.2	22.8	5.6
江苏宜兴	7.02	10.30	3.28	6.5	34.8	38.3
平 均 增 加			2.58			16.6

4. 硅钙肥的间接供硅作用。硅钙肥的供硅作用可能包括两个方面, 一方面它本身含有相当多的可给态硅, 另一方面由于它含有30%以上的氧化钙等碱性物质, 当施用于酸性而又缺硅的土壤后, 有可能溶解或活化土壤中的无定形硅, 使无效硅转变成有效态硅, 从而起到间接供硅作用。这可从1983年的室内培养试验得到证明。供试土壤有三: 第四纪红色粘土(荒地), 由红色粘土发育的水稻土及第三纪红砂岩发育的水稻土; 各设6种不同用量的 CaCO_3 处理, 加水培养5个月后取样分析。结果(表6)表明, 随着 CaCO_3 用量的增加, 土壤pH和有

表6 不同 CaCO_3 用量对土壤pH和有效硅的影响(培养试验)

供 试 土 壤	测 定 项 目	CaCO_3 加 入 量 (占 土 重 的 %)						
		0	0.025	0.05	0.10	0.15	0.20	0.30
红 筋 泥 (荒 地)	pH	5.02	—	5.18	5.42	5.79	6.28	7.06
	有效硅(SiO_2 毫克/100克土)	11.8	—	12.4	12.9	14.5	16.9	22.6
黄 泥 土	pH	5.83	—	5.87	6.22	6.78	6.96	7.34
	有效硅(SiO_2 毫克/100克土)	8.9	—	9.1	12.0	15.0	19.0	22.0
砂 泥 土	pH	6.06	6.22	6.41	6.86	7.32	7.64	—
	有效硅(SiO_2 毫克/100克土)	2.7	3.7	5.0	6.5	8.6	9.5	—

效硅含量皆逐渐提高,土壤有效硅与 CaCO_3 加入量几乎成直线相关。但不同土壤提高的幅度不同。例如,当 CaCO_3 加入量为土重的0.05%,即相当于亩施 CaCO_3 150斤或粉煤灰硅钙肥280斤时,砂泥土提高近一倍,而两种粘质土只提高百分之几;只有当 CaCO_3 用量更高时,对这些土壤硅的活化作用才能突显出来。

(三)粉煤灰硅钙肥对大麦等旱作物的增产原因

在南方酸性土上,硅钙肥对大麦等忌酸作物或大豆等需钙、镁较多的作物来说,增产的主要因素是其中的氧化钙、氧化镁等碱性物质的作用。例如在浙江金华酸性较强且有效硅较低的麸浆土上的大麦试验(表7),对照区几乎无收成,而施硅钙肥或石灰者亩产达200斤以上。这是由于试验田施用了硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾等生理酸性肥料,严重的酸化了土壤,

表7 硅钙肥和石灰对酸性土壤上大麦产量的影响(田间试验,1979)

试 验 处 理	孕穗期土壤 pH (田间直接测)	收获期土壤 pH(水提)	籽粒产量(斤/亩)	增产(斤/亩)
对照(NPK)	3.96	4.30	11.6	—
NPK + 石灰200斤/亩,撒施	5.71	5.98	223	211**
NPK + 硅钙肥300斤/亩,条施	5.34	6.18	228	216**

注: **达1%显著平准(下同)。

对照区土壤pH一度降到4.0以下,使大麦这种对酸性十分敏感的作物难以生长;而施用硅钙肥或石灰后,中和了土壤酸度,消除了活性铝等离子的毒害,为大麦创造了适宜的生长环境,从而获得显著的增产效果。但对比硅钙肥与石灰的产量结果又可发现,两者的增产幅度极相近,从而又表明,硅钙肥对大麦的增产作用主要是其中所含的石灰物质。盆栽中对大豆和大麦的试验结果(表8)进一步证明了这一点。

表8 硅钙肥和石灰对大豆和大麦生长的影响(盆栽试验,1980)

项 目	大 豆(干 重)			大 麦(鲜 重)	
	对 照	铜 酸 硅 钙 肥	碳 酸 钙	对 照	武 昌 硅 钙 肥
土 壤 pH (水 提)	4.55	5.09	5.05	5.52	5.75
产 量(克/盆)	2.3	19.7	23.2	9.8	13.8
比对照增加 (克/盆)		17.4**	20.9**		4.0**

二、粉煤灰硅钙肥的有效施用条件

粉煤灰硅钙肥如同一切硅钙肥一样,不是在任何土壤对任何作物都有效,而是因土壤、作物和其他条件不同而异。据初步研究,其效应与以下几方面都有一定的关系。

(一)土壤有效硅水平

根据27个田间试验结果(表1中未全列出)统计,硅钙肥的增产率 $y \left(\frac{\text{NPK}}{\text{NPK} + \text{Si}} \text{ 的产量} \% \right)$

与土壤有效硅含量 x (SiO_2 毫克/100克土)的回归方程为 $y = 84.8 + 10.1 \log x$, $r = 0.622^{**}$ 。由此式可推导,增产5%以上的土壤有效硅临界数值为9.5毫克/100克土。此值大致可作为南方酸性至中性水稻土施用硅钙肥的临界指标。该值与日本和朝鲜的研究者提出的指标较接近,日本为10.5毫克/100克土,朝鲜为10毫克/100克土^[3]。这就是说,硅钙肥首先应施用在土壤有效硅低于9.5毫克/100克土的那些较缺硅的水稻土上。

缺硅的土壤大致有两种属性,一是砂,二是酸。通过大量土壤样品的分析得知,南方各地由第三纪红砂岩发育的砂质水稻土,浅海沉积物发育的砂质和泥炭质水稻土,花岗片麻岩及

某些花岗岩发育的砂质或粉砂质水稻土，部分轻质红粘土发育的粉砂壤质土，以及东北地区某些泥炭土(草渣土)和白浆土等土壤中，有效硅大多低于10毫克/100克土，属于供硅水平较低的土壤(据粗略统计，这类土壤全国约有5000万亩以上)。湘、赣、浙等地由第四纪红粘土发育的粘质水稻土，苏、皖等地的白土、黄白土等，土壤有效硅多在10—15毫克/100克土，属中等供硅水平，对这类土壤的硅钙肥施用应视其它条件而定。而由玄武岩发育的粘质赤土田，各主要江河冲积物和湖积物发育的多数水稻土，以及黄土性物质发育的黄泥土等土壤，有效硅含量大多在20毫克/100克土以上，一般不需施硅钙肥。

(二)作物种类

不同作物甚至同类作物的不同品种需硅量和吸硅特性也不同。在主要农作物中，水稻的需硅量最高，其次是甘蔗、大麦和小麦等禾本科作物，它们的含硅量一般为2—6%；豆类作物含硅较少。所以一般认为水稻更需要施用硅钙肥。但六十年代以前即有人报导，美国的夏威夷，甘蔗施用硅肥有很好的效果^[4]。最近淮南市农科所试验表明，小麦和玉米施用硅钙肥也有一定增产作用。还有人指出，蕃茄若缺乏微量硅，虽开花而很少受粉，黄瓜缺硅易染霜霉病等。可见不同作物对硅的需求很不一样，对各种作物施硅钙肥的问题应该进行分别研究。下面主要探讨水稻的硅钙肥施用指标。

水稻体内的含硅量可看作是其吸收硅素状况的综合反映，因为影响吸硅的各种有利或不利因素，都将体现在稻草含硅量上。从南方22个试验产量和分析结果的统计可以看出，施硅钙肥的水稻增产百分数(y)与稻草含 SiO_2 百分数(x)之间相关极显著， $r = -0.836^{**}$ ， $y = 21.69 - 1.65x$ 。据此方程式推知，增产5%以上的稻草含 SiO_2 量的临界值为10%。将上述相关系数 r 值平方之，可以看出，用稻草的含硅量作判断施硅钙肥的指标，具有70%左右的可靠性。

(三)生产水平及氮磷钾化肥施用量

正常水稻吸收氮磷钾和硅的总量(包括稻草和稻谷)之比例大体上在 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}:\text{SiO}_2 \approx 1:0.5-0.7:1.2-1.5:7-8$ 左右。当施用大量氮磷钾化肥后，水稻吸收这些养分的数量必然增加，从而需要吸收相应的硅素以使体内养分平衡，才能保证正常生长。特别当氮素化肥提高后，若硅素养分跟不上，水稻极易感染病虫害并易倒伏，从而导至减产。例如我们在金华红壤性水稻土上的两块小区试验，当氮肥用量较低时(40斤硫酸铵/亩)，硅钙肥的效果都不明显，但当硫酸铵用量增加到80斤/亩时，施硅钙肥者分别比对照增产9.4%和5.5%，均达到了显著平准^[5]。可见，氮肥用量高时更需施用硅钙肥。同样，生产水平提高即作物产量提高时，随作物带走的硅素必然增多，久而久之，原来不缺硅的土壤可能出现硅素不足，原来供硅水平低的土壤，将会更加缺乏。

(四)病虫害

硅能促使表皮组织形成硅化细胞壁，从而增强水稻抵抗病虫害，特别是真菌性病害的能力。例如，新近在浙江遂昌、衢州及江苏吴县等地的试验表明^[6]，施用硅钙肥后，大多数田块的水稻穗颈瘟的发病率都有明显降低，对病害的控制率最高可达80%以上。除穗颈瘟外，硅钙肥对叶稻瘟、纹枯病、紫秆病及纵卷叶虫等也有一定的抵抗作用。可见，易发稻瘟病的地区，更需重视硅钙肥的施用。

(五)其它影响因子

潜育性水稻土与正常水稻土相比，若两者有效硅水平相近，则前者施用硅钙肥效果更好。例如1984年在江西泰和县潜育化水稻土上的试验表明，施硅钙肥者增产10%以上，这是当地正

(下转第78页)

害和滞渍。目前潜害相当严重,约占全县稻田的20%,均分布在小洼地内,只有进行分片小包围,加强排水,加快脱潜作用,改变上滞下渍底潜的状况,方能促进潜在肥力的发挥。如赵巷乡里浜大队是全县最低洼的大队之一,都是耕性不良的青紫泥和青泥土,潜害十分严重,在加强圩区管理,降低潜育层位之后,产量明显增长,1968—1972年,亩产量888斤,比邻队增产17%,1973—1977年,亩产1127斤,比邻队增产23%。其常年产量增长趋势与降潜措施较差的邻队成了鲜明的对照。全县还有30%的土壤,因脱潜作用不彻底,上滞下渍明显,对土壤增产有较大影响。采取深明沟或明暗沟相结合,都是行之有效的措施。如与加深河道相结合,治理滞渍效应就更为显著。如香花乡朝阳片,由于埋设塑料暗管,并采取明暗沟相结合的治理措施,后三年比前三年常产增长25%,其中三麦的增产尤为显著,这些试验结果表明,占全县50%的具有潜害或滞渍的土壤,只要因土制宜采取降潜治渍措施,近期内使低中产土壤常年增产100—200斤,所以促进平衡增产是可能的。当然,促进平衡增产也是一项综合措施,在此只从发挥土壤潜在肥力促进平衡增产进行了讨论。

参 考 文 献

- [1] 侯传庆、汪超俊等,关于上海郊区粮食产量不稳定和不平衡的一点看法,上海农业科技,第3期,1983。
- [2] 徐琪等,中国太湖地区水稻土,上海科技出版社,1980。
- [3] 熊毅,土壤科学研究要面向经济建设,土壤通报,第4期,1984。

(上接第72页)

常水稻土上达不到的。主要是由于潜育性水稻土往往因通透性不良,还原性物质或有毒物质较多,而影响水稻正常生长发育。但硅却能提高水稻根系的氧化力,消除过多的亚铁、亚锰和硫化氢的毒害,并增强水稻对养分、氧气和水分的吸收与输导,从而促进水稻生长。

淮南市农科所在皖北石灰性土壤上的试验表明,在某些缺磷的土壤上施用硅钙肥,水稻和小麦、玉米都有不同程度的增产效果^①,但土壤有效硅并不低。这可能主要是由于土壤缺磷,而硅钙肥能提高土壤磷的有效性^[7]。

此外,一般地说,水稻吸收的硅量与土壤有效硅含量是成正相关的^[1]。但是在南方某些石灰性土壤上,例如广西桂林地区,土壤pH多在7.5—7.9之间,游离CaCO₃在2—20%,有效硅在12—20毫克/100克土,其水平并不低,但稻草含硅量却大都低于10%。淮南的试验土壤和稻草含硅量也有近似之处。对于这类现象,如何判断要否施用硅钙肥,有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 费子同等著,华中亚热带土壤。182—194、151—162,湖南科技出版社,1983。
- [2] 张效朴等,土壤有效硅测定方法的研究。土壤,14(5):188—192,1982。
- [3] International Rice Research Institute, Soil and Rice, 537—538, Philippines, 1978。
- [4] Fox, R.L., et al., Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 31:775—779, 1967。
- [5] 何电源等,炉渣作为硅肥在红壤性水稻土上的效应。土壤学报,17(4):355—364,1980。
- [6] 戚惠林等,水稻施用硅肥的抗病增产效果。土壤,16(5):176—180,1984。
- [7] Pa Ho Hsu, Aluminum hydroxides and oxyhydroxides, in "Minerals in soil environments" Chapter 4., Soil Sci. Soc. Amer., 1977。

① 李士凤等,淮南市农科所粉煤灰硅钙肥试验总结,1984。