

炉渣作为硅肥在红壤性水稻土上的效应

何电源* 臧惠林 张效朴

(中国科学院南京土壤研究所)

硅是否作物必需的营养元素,目前尚有争论^[1]。国外一些研究工作者指出^[2-6],在缺硅的土壤上施用硅肥,对甘蔗、水稻等作物都有显著的增产效果。日本、朝鲜、斯里兰卡等国的研究者通过一系列的试验证明,在某些水稻土上施用硅肥也是提高水稻产量的必要措施。

硅肥的效果如何,涉及到作物种类、土壤性质、施肥水平及其它农业措施和自然条件的影响。红壤形成过程中的一个重要特点是脱硅富铝,一般说来,红壤中的可溶性硅是比较低的。为了明确红壤性水稻土施用硅肥的有效条件,自 1977 年起,我们进行了以下四方面的工作。

一、土壤有效硅含量与硅肥肥效

不同类型的土壤,有效硅的含量不同,同一类型土壤的有效硅含量,又因所处地形部位和土壤质地等因素而不同。例如浙江省金华地区发育于第四纪红色粘土上的红壤性水稻土,在位于低丘二级阶地的麸浆土含粉砂较多,质地较轻,土壤中有有效硅(SiO_2)含量每百克土在 5—6 毫克以下。新垦的红壤性水稻土(黄泥土)及位于丘陵下缘及近村庄的老水稻土(大泥土)含粘粒较多,质地较粘,每百克土含有有效硅在 7—8 毫克以上。我们在这三种土壤上共布置了八个水稻施用硅肥的田间小区试验。其处理如下:

1. 对照区:每亩施 40 斤硫酸铵或等氮量的氯化铵或尿素,40 斤过磷酸钙和 20 斤硫酸钾。

2. 硅肥区:在与对照区的氮、磷、钾用量相同的基础上,加施每亩高炉渣粉 300 斤,于插秧前作基肥施下。

对比法排列,小区面积 0.05—0.1 亩,重复 3—4 次。江宁钢铁厂炉渣的主要成份如下: SiO_2 36.41% (其中溶解于 pH 4.0 1 N HOAc-NaOAc 缓冲液的有效硅为 17.1%), CaO 42.69%, Al_2O_3 9.72%, K_2O 2.58%, Na_2O 1.92%, MgO 0.85%, Fe_2O_3 0.68%, MnO_2 0.45%, TiO_2 0.41%, 其余物质 4.33%。

在试验过程中可以看到,凡是施用硅肥有效的田块,在水稻生长后期,施硅稻株的茎叶都较坚挺且高于对照植株。

从表 1 可以看出,有效硅含量低的麸浆土施用炉渣后,每亩可增产稻谷 30—60 斤,

* 现在中国科学院长沙农业现代化研究所工作。

表 1 土壤有效硅含量与炉渣肥效的关系

Table 1 The relation between available SiO₂ content of soil and the effect of silicate fertilizer on rice plant

| 土壤类型 Soil type | 有效硅含量 (SiO ₂ ,mg/100g) Available SiO ₂ | 水稻产量 (斤/亩) Rice yield | | 增 产 Increasing yield | | 备 注 Note |
|---|--|--------------------------|-------------|-------------------------|------|---|
| | | 对 照 Check | 炉 渣 Slag | 斤/亩 jin/mu | % | |
| 铁 浆 土 Red silty loam paddy soil (Pujiang soil) | 4.9 | 669 | 699 | 30* | 4.4 | 1977 年晚稻, 重复三次 Late rice, 1977, replication three times |
| | 4.9 | 535 | 596 | 61* | 11.4 | 1978 年早稻, 重复四次 Early rice, 1978, replication 4 times |
| | 5.9 | 739 | 774 | 35* | 4.7 | 1978 年早稻, 重复三次 Early rice, 1978, replication 3 times |
| 黄 泥 土 Yellow paddy soil | 7.3 | 718 | 730 | 12 | 1.7 | 1977 年晚稻, 重复三次 Late rice, 1977, replication 3 times |
| | 7.7 | 610 | 627 | 17 | 2.8 | 1978 年晚稻, 重复四次 Late rice, 1978, replication 4 times |
| 大 泥 土 Red clayed paddy Soil (Dani soil) | 7.9 | 482 | 486 | 4 | 0.8 | 1977 年早稻, 重复三次 Early rice, 1977, replication 3 times |
| | 8.6 | 612 | 614 | 2 | 0.3 | 1978 年早稻, 重复四次 Early rice, 1978, replication 4 times |
| | 9.0 | 539 | 529 | -10 | -1.8 | 1977 年早稻, 重复三次 Early rice, 1977, replication 3 times |

* P<0.05

都达到 5% 的显著平准。而有效性硅较高的大泥土和黄泥土, 炉渣对水稻的效应都不明显。

Lian 在总结日本、朝鲜和我国台湾省的资料后指出^[5], 用 1N 的 NaOAc (pH4) 提取土壤中的 SiO₂, 硅肥有效的临界值日本为 <105ppm, 朝鲜为 <100ppm, 在台湾省为 <40ppm。看来, 在我国南方第四纪红色粘土发育的红壤性水稻土, 硅肥有效的临界水平可能要低于日本和朝鲜而略高于我国台湾省。

高炉渣中除含有较高的可溶性硅外, 还有 40% 以上的 CaO, 水稻施用炉渣后的增产作用是硅还是钙尚需阐明。为此, 于 1979 年用麸浆土布置盆栽试验, 共三个处理。(1) 对照: 每盆装土 2.5 公斤, 加入 N、P₂O₅、K₂O 各 0.5 克; (2) 施炉渣: 装土量及 N、P₂O₅、

K₂O 用量同对照, 每盆加高炉渣粉 12.5 克; (3) 施石灰: 在对照处理的基础上加碳酸钙 12.5 克, 每个处理重复四次, 供试土壤 pH 5.2, 每百克土有效硅含量 5 毫克。

表 2 不同处理水稻茎叶干重和谷粒产量 (盆栽试验, 克/盆)

Table 2 The response of rice plant to liming and silicate slag application (g/pot)

| 处 理 Treatment | 茎 叶 Straw | | 谷 粒 Grain | | 收获时土壤有效硅含量 (SiO ₂ mg/100g Soil) Available SiO ₂ in soil at harvest time |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--|
| | 平 均 Mean value | 与对照比较 In comparison with ck | 平 均 Mean value | 与对照比较 In comparison with ck | |
| 对 照 Check | 28.4 | | 39.5 | | 2.8 |
| 炉 渣 Slag | 33.3 | 4.9** | 49.1 | 9.6** | 26.5 |
| 石 灰 Liming | 28.0 | -0.4 | 42.9 | 3.4 | — |

** P<0.01

从表 2 可以看到, 施用高炉渣后显著提高了土壤中有效硅的含量, 对水稻有增产作用。而施等钙量的碳酸钙处理, 增产作用不明显。看来, 麸浆土上施用高炉渣的增产作用主要是硅的效果。

二、氮肥用量对硅肥肥效的影响

一般认为, 硅肥的效果与其它肥料特别是氮肥用量有一定的关系。为了明确在不同氮肥用量基础上施硅的效果, 1977 年在浙江金华的红壤性水稻土上布置了田间小区试验, 共四个处理, (1) N₁: 每亩施硫酸铵 40 斤, 过磷酸钙 40 斤, 硫酸钾 20 斤; (2) N₁Si: 在 N₁ 的基础上每亩施高炉渣 300 斤; (3) N₂: 每亩施硫酸铵 80 斤, 磷、钾肥用量同 N₁; (4) N₂Si: 在 N₂ 的基础上每亩施高炉渣 300 斤, 小区面积 0.1 亩, 重复三次。

从水稻生长情况看, 凡是土壤有效硅较低的试验区, 无论在 N₁ 或 N₂ 的基础上, 施用炉渣的水稻都较清秀老健, 植株抗病能力增强, 杂交水稻南优 2 号的白叶枯病发病率明显降低。土壤有效硅含量较高的试验区, 施用炉渣后, 在 N₁ 用量时, 施硅与不施硅的水稻生长差异不明显, 在 N₂ 用量时, 施硅的水稻生长表现出类似于上述的趋势。水稻产量和考种结果列入表 3。

从表 3 可以看到, 土壤有效硅含量低的试验, 施用炉渣都得到增产, 达到 5% 显著水准。有效硅含量较高的试验区, 在 N₁ 用量时, 硅肥增产效果不明显。而在 N₂ 用量时, 施用硅肥后每亩水稻增产 40—55 斤, 都达到 5% 显著水准。考种结果说明, 凡是施用硅肥得到增产的处理, 千粒重略有增加, 空瘪率降低。分析结果表明: (1) 施用炉渣后茎叶和谷粒中 SiO₂ 含量都有提高, 茎叶中 SiO₂/N 的比值有所提高。(2) 植株中 SiO₂ 的含量有随氮肥用量的增加而降低的趋势。(3) 施用炉渣后凡是增产效果比较明显的处理, 对照植株中的 SiO₂ 含量一般低于 11%。日本研究者认为^[2], 水稻茎叶中 SiO₂ 含量在 11% 以下时, 施用硅肥一般都有良好反应, 本试验也表现出类似的趋势。

表3 不同氮肥水平下水稻施用炉渣的效果
Table 3 The response of rice plant to silicate slag under different amounts of nitrogen fertilizer application

| 试验田代号 No. of plot | 土壤有效硅含量 (SiO ₂ , mg/100g Soil) Available SiO ₂ | 处 理 Treatment | 谷 粒 Grain | | | | 茎 叶 Straw | | | |
|--|--|-------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|------|
| | | | 产 量 (斤/亩) Yield (jin/mu) | 增 产 (斤/亩) Increase yield (jin/mu) | 千粒重 (g) Weight of 1000 grains | 空瘪粒 (%) Shrivelled grain | SiO ₂ (%) | N (%) | SiO ₂ /N | |
| 1 (1977年, 晚稻) (Late rice, 1977) | 4.9 | N ₁ | 669 | | 28.03 | 10.85 | 3.14 | 8.94 | 1.12 | 8.0 |
| | | N ₁ Si | 699 | 30* | 28.89 | 10.42 | 3.06 | 11.41 | 1.05 | 10.9 |
| | | N ₂ | 680 | | 28.52 | 13.58 | 2.74 | 9.18 | 1.16 | 7.9 |
| | | N ₂ Si | 718 | 38* | 28.97 | 12.60 | 2.98 | 10.40 | 1.12 | 9.3 |
| 2 (1977年, 晚稻) (Late rice, 1977) | 5.3 | N ₁ | 740 | | 27.85 | 25.61 | 3.23 | 9.05 | 0.72 | 12.6 |
| | | N ₁ Si | 746 | 6 | 27.95 | 25.39 | 3.39 | 11.07 | 0.53 | 20.9 |
| | | N ₂ | 588 | | 27.71 | | 2.21 | 6.63 | 1.17 | 5.7 |
| | | N ₂ Si | 643 | 55* | 27.87 | | 2.53 | 8.51 | 1.22 | 7.0 |
| 3 (1977年, 晚稻) (Late rice, 1977) | 7.3 | N ₁ | 718 | | 26.38 | 29.85 | 3.65 | 11.15 | | |
| | | N ₁ Si | 730 | 12 | 27.25 | 28.13 | 3.90 | 12.28 | | |
| | | N ₂ | 734 | | 27.51 | 51.29 | 2.95 | 11.39 | | |
| | | N ₂ Si | 774 | 40* | 27.66 | 43.18 | 3.34 | 11.14 | | |
| 4 (1977年, 早稻) (Early rice, 1977) | 9.0 | N ₁ | 539 | | 25.54 | 14.20 | 3.60 | 13.08 | 0.65 | 20.2 |
| | | N ₁ Si | 529 | -10 | 25.21 | 12.54 | 3.96 | 12.47 | 0.60 | 20.8 |
| | | N ₂ | 558 | | 24.07 | 20.80 | 3.35 | 10.64 | 0.82 | 14.9 |
| | | N ₂ Si | 582 | 24 | 25.52 | 14.70 | 3.43 | 11.04 | 0.67 | 16.6 |

* P<0.05

三、不同水稻土类型与硅肥肥效

发育于不同母质上的红壤性水稻土, 由于母质的风化程度、矿物种类、成土条件和土壤性质的不同, 土壤有效硅含量也不一样。为了解红壤区几种主要成土母质发育的水稻土施用硅肥的效果, 我们采集花岗岩、红砂岩、玄武岩、石灰岩和第四纪红色粘土发育的七种水稻土在南京进行盆栽试验, 每盆装土 6 公斤, 对照处理每盆加 N、P₂O₅、K₂O 各 1.2 克; 施硅处理的氮、磷、钾同对照, 每盆加无定形二氧化硅 10 克, 重复四次, 水稻品种为二九青。

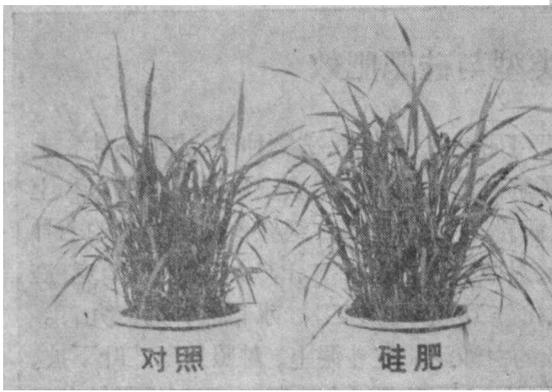
水稻生长进入分蘖盛期, 在有效硅含量低的白沙泥和红沙泥上, 对照处理茎叶下披, 株型较矮。施硅水稻则茎叶挺拔, 株型较高(照片 1)。到水稻成熟期, 对照稻株易枯黄早衰, 施硅的稻株却保持清秀老健(照片 2)。至于有效硅含量较高的其它几种土壤, 施硅与

表 4 不同土壤上水稻对硅肥的反应(盆栽试验)

Table 4 The response of rice plant to silicate fertilizer (amorphous SiO₂) in different paddy soils (Pot cultured experiment)

| 土壤类型 Soil type | 采样地点 Sampling locality | 成土母质 Parent material | 土壤有效硅含量 (SiO ₂ mg/100g) Available SiO ₂ | 处 理 Treatment | 茎叶干重 Dry weight of straw | | 茎叶中养分含量 Nutrients in straw | | |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | | | | | 克/盆 g/pot | 增 加 Increment (g/pot) | SiO ₂ (%) | K ₂ O (%) | P ₂ O ₅ (%) |
| 白沙泥 White sandy paddy soil | 江西峡江 Xiajiang, Jiangsi | 花岗岩 Granite | 4.9 | ck | 42.2 | | 5.65 | 2.83 | 0.36 |
| | | | | Si | 53.2 | 11.0** | 7.60 | 2.42 | 0.29 |
| 红沙泥 Red sandy paddy soil | 浙江衢县 Juxian, Zhejiang | 第三纪红沙岩 Red sandstone | 5.7 | ck | 49.1 | | 3.99 | 2.87 | 0.38 |
| | | | | Si | 57.7 | 8.6** | 5.58 | 2.48 | 0.39 |
| 石灰田 Limy paddy soil | 广西进德 Jinde, Guangxi | 石灰岩 Limestone | 45.5 | ck | 38.3 | | 8.70 | 3.01 | 0.17 |
| | | | | Si | 44.6 | 6.3* | 9.89 | 2.94 | 0.14 |
| 赤泥田 Lateritic paddy soil | 广东徐闻 Xuwen, Guangdong | 玄武岩 Basalt | 35.5 | ck | 57.3 | | 11.25 | 2.03 | 0.17 |
| | | | | Si | 60.1 | 2.8 | 12.14 | 1.93 | 0.15 |
| 红泥田 Red clayed paddy soil | 江西余江 Yujiang, Jiangsi | 第四纪红色粘土 Quaternary red clay | 14.3 | ck | 41.1 | | 5.39 | 3.05 | 0.25 |
| | | | | Si | 47.0 | 5.9* | 5.71 | 2.65 | 0.32 |
| 大泥土 Red clayed paddy soil | 浙江金华 Jinhua, Zhejiang | 第四纪红色粘土 Quaternary red clay | 15.5 | ck | 45.4 | | 5.97 | 3.02 | 0.27 |
| | | | | Si | 49.2 | 3.8* | 7.82 | 2.86 | 0.26 |
| 黄泥土 Yellow paddy soil | 浙江金华 Jinhua, Zhejiang | 第四纪红色粘土 Quaternary red clay | 14.3 | ck | 32.6 | | 4.90 | 2.65 | 0.17 |
| | | | | Si | 33.1 | 0.5 | 7.19 | 2.68 | 0.20 |

* P<0.05, ** P<0.01



照片1 施硅对水稻前期生长的影响

Fig. 1 The effect of amorphous SiO_2 on rice plant growth at early stage



照片2 施硅对水稻生长后期的影响

Fig. 2 The effect of amorphous SiO_2 on rice plant growth at late stage

不施硅的水稻生长虽有差异,但不如上述两种土壤的差异明显。

由于1978年7月南京的干热风影响水稻扬花结实,除赤泥田因土质粘重水稻延期成熟结实较正常外,其余六种土壤的水稻籽粒产量灌浆均不充分,这里只将茎叶的干重和分析结果列于表4。

从表4可以看出:(1)白沙泥和红沙泥上的水稻,施硅后水稻茎叶干重增加很多,达到1%的显著水准。其它几种土壤施硅后也有不同程度的效果,但不如上述两种土壤显著。(2)施硅后显著提高水稻茎叶中硅的含量,平均增加 $1.44 \pm 0.68\%$ 。(3)在盆栽条件下,水稻茎叶中 SiO_2 含量比大田水稻低得多(见表3和表4)。(4)施硅处理的水稻茎叶中 K_2O 的含量有所降低,吸收总量则差异不大。

四、施用炉渣对土壤 pH 及水稻吸收磷肥的影响

在大田生产中一般都用炉渣等工业废渣作硅肥,但炉渣是一种碱性肥料,施入土壤后必然影响土壤的 pH,这种影响的程度和利弊,除与土壤性质有关外,与炉渣的用量和施用方法,以及其它肥料的性质等都有关系。我们在浙江省金华的田间试验中,发现有的田块施炉渣后,水稻在栽插后的最初一段时间内,生长受到一定的抑制,直到分蘖后期,这种抑制作用才消失。盆栽试验中也同样观察到这种现象,为了阐明施用炉渣影响水稻前期生长的原因,进行了以下三方面的试验。

(一) 炉渣和碳酸钙对土壤 pH 的影响

用麸浆土和白沙泥作培养试验,每份称土50克置于广口瓶中,加125毫升蒸馏水作对照。炉渣和碳酸钙的处理,按占土重的0.5%称取0.25克炉渣或碳酸钙与土壤混合均匀,加125毫升蒸馏水。每种处理重复三次,加水平衡后1,2,3,5,8,15,23,85,和113天分别测定 pH 值。从图1可以看出,加水平衡后随着培养时间的增加,各处理土壤悬液的 pH 都有所提高,这可能是由于土壤中一些高价氧化物(如氧化铁、氧化锰等)被还原、水解放出羟基,同时由于土壤有机物和其它含氮物质仍在继续分解,释放出 NH_4^+ 等物质,

因而使土壤悬液的 pH 升高。至于加碳酸钙和炉渣的处理, 其 pH 值都高于对照, 则是由于这些碱性物质在悬液中溶解后产生羟基所造成。当土壤培养至 15 天时, 大多数处理的 pH 值已上升至最高值或接近最高值, 23 天后基本上达到平衡。变化这种趋势和我国已有的研究结果基本上是一致的^[1]。

测定结果表明, 加入碳酸钙和高炉渣后, 二种土壤悬液的 pH 都超过 7.0, 由于 pH 值升高, 可能使一些可溶性磷酸盐及其它养份向难溶性形态转化, 影响水稻对这些养份的吸收。

(二) 碳酸钙对水稻吸磷的影响

为确定水稻生长受抑制是否由于土壤 pH 升高降低磷的有效性的原因, 用 ^{32}P 标记磷肥, 研究碳酸钙不同用量对水稻吸磷的影响。盆栽试验用红沙泥 2.5 公斤, 设五个处理 (1) 对照: 每盆施 N、 P_2O_5 、 K_2O 各 0.5 克, 磷肥用 KH_2PO_4 以 ^{32}P 标记 (^{32}P 剂量插秧时每盆 118 微居里); (2) 0.2% CaCO_3 : 每盆加 5 克碳酸钙, 其余同对照; (3) 0.5% CaCO_3 : 每

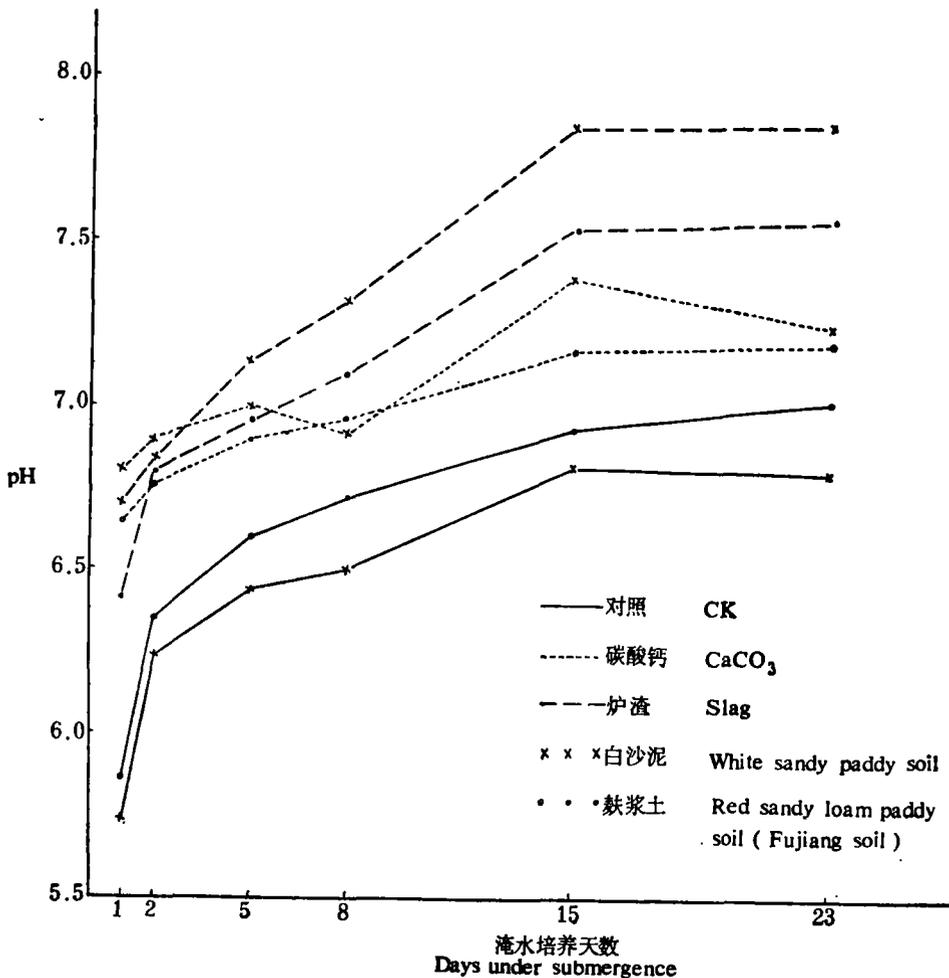


图1 炉渣和碳酸钙对土壤 pH 的影响

Fig. 1 The effect of silicate slag and CaCO_3 on soil pH

表 5 碳酸钙用量对水稻吸磷的影响

Table 5 The effect of different amount of CaCO₃ on phosphate absorbed by rice plant

| 处 理 Treatment | 干物重(克/盆) Dry weight (g/pot) | | 吸 磷 情 况 Status of absorbed phosphate | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|--|---|--|------------------------------------|--|
| | 重 量 Weight | 与对照比 In comparison with ck | 植物含磷 (P ₂ O ₅ , %) Content in rice plant | 吸收土壤磷 (P ₂ O ₅ , 毫克/ 盆) Absorbed from soil (P ₂ O ₅ , mg/ pot) | 吸收肥料磷 (P ₂ O ₅ , 毫克/ 盆) Absorbed from ferti- lizer (P ₂ O ₅ , mg/ pot) | 吸收总量 (P ₂ O ₅ , 毫克/盆) Total amount of P ₂ O ₅ absorbed by rice plant (P ₂ O ₅ , mg/pot) | 与对照比 In compa- rison with ck | 收获时的 土壤 pH Soil pH at harve- st time |
| 对 照 ck | 11.14 | | 1.04 | 65.5±3.8 | 50.3±2.2 | 115.8 | - | 5.6 |
| 0.2% CaCO ₃ | 9.79 | -1.35 | 0.98 | 53.5±6.9 | 42.4±5.3 | 95.9 | -19.9** | 6.4 |
| 0.5% CaCO ₃ | 10.01 | -1.13 | 0.92 | 53.6±7.2 | 38.5±5.1 | 92.1 | -23.7** | 6.5 |
| 1.0% CaCO ₃ | 10.77 | -0.37 | 0.88 | 54.1±1.3 | 40.7±1.0 | 94.8 | -21.0** | 6.7 |
| 空 白 Blank | 10.39 | -0.75 | 1.04 | | | 108.1 | -7.7 | 5.6 |

** P<0.01

表 6 硅肥和炉渣对水稻前期生长的影响

Table 6 The effect of amorphous SiO₂ and silicate slag on the growth of rice at early stage

| 处 理 Treatment | 干物重(克/盆) Dry weight (g/pot) | | 植 株 的 磷 素 吸 收 Phosphorus absorbed by rice plant | | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|---|---|--|
| | 重 量 Weight | 与对照比 In comparison with ck | 含 P ₂ O ₅ (%) P ₂ O ₅ content (%) | 总吸磷量(毫克/盆) Total amount of P ₂ O ₅ (mg/pot) | 与对照比(士毫克/盆) In comparison with ck (± mg/pot) |
| 对 照 ck | 13.01 | | 0.75 | 97.5 | |
| 无定形 SiO ₂ Amorphous SiO ₂ | 13.26 | 0.25 | 0.86 | 114.0 | 16.5** |
| 炉 渣 Slag | 11.39 | -1.62* | 0.71 | 80.9 | -16.6** |
| 碳 酸 钙 CaCO ₃ | 10.58 | -2.43** | 0.71 | 75.1 | -22.4** |

* P<0.05; ** P<0.01

盆加 12.5 克碳酸钙,其余同对照;(4) 1% CaCO₃; 每盆加 25 克碳酸钙,其余同对照;(5) 空白: 磷肥不用 ³²P 标记,其余同对照; 每个处理重复四次,水稻于 1978 年 7 月 26 日插秧,自 8 月 8 日开始,每周进行一次活体射线测量,结果绘于图 2。拔节期刈割,各处理的干物重和吸磷情况列于表 5。

从图 2 可以看出,水稻吸磷的速率无论哪一生长阶段,对照处理的水稻吸磷速度都比施碳酸钙的快。另外从表 5 可以看出,凡施用碳酸钙的处理,都显著提高了土壤 pH 值,但在栽培水稻的条件下,土壤 pH 的提高比室内培养低。虽然碳酸钙的施用,对水稻干物

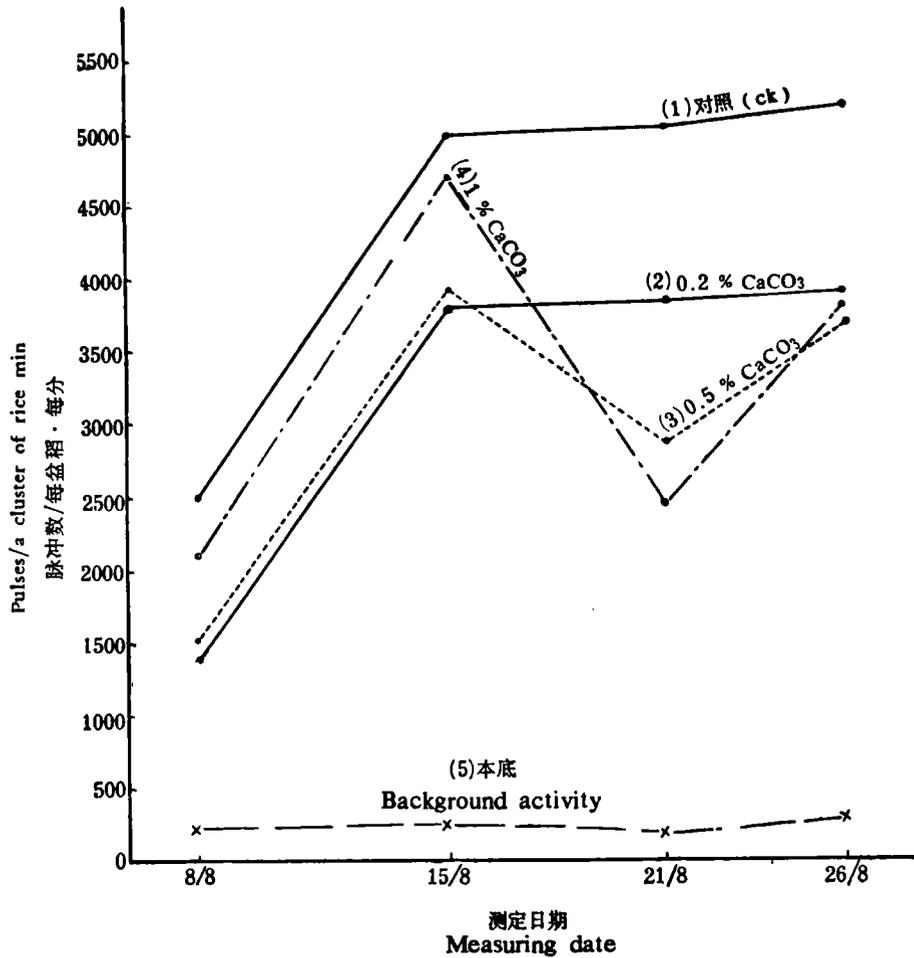


图2 不同碳酸钙用量对水稻植株吸磷的影响

Fig. 2 The effect of different amount of CaCO₃ on phosphate absorbed by rice plant

质重的降低没有达到显著平准,但水稻的含磷量,特别是吸磷量均低于对照。证明施用碳酸钙后影响了水稻对磷的吸收。

(三) 炉渣对水稻前期生长的影响

为进一步验证炉渣对水稻前期生长和吸磷的影响,布置了盆栽试验,共四个处理:(1)对照:加N(尿素)、P₂O₅(磷酸二氢钾)、K₂O(硫酸钾)各0.5克;(2)无定形SiO₂:每盆加4克无定形SiO₂,其余同对照;(3)炉渣:每盆加6克高炉渣,其余同对照;(4)碳酸钙:每盆加6克CaCO₃,其余同对照。重复三次。从表6可以看出,施无定形SiO₂的处理,水稻植株含磷量和吸磷量都显著高于对照和其它处理,说明SiO₂的施用促进了水稻对磷的吸收。而施炉渣和碳酸钙的处理,不论是干物质重或吸磷总量均低于对照。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所主编,1978:中国土壤。339—340页。
- [2] 今泉吉郎,吉田昌一,1958:水田土壤の硅酸供给力に関する研究,农业技术研究所报告13第18号,6,261—304。

- [3] Azuma Okuda and Eiichi Takahashi, 1965: The role of silicon, the mineral nutrition of the rice plants, Johns Hopkins Press, 123—146.
- [4] Engelstad O. P. et al. (鲁如坤译, 1978), 1975: 热带地区的施肥。土壤农化参考资料, 第5期, 1—13页。
- [5] International Rice Research Institute, 1978: Soil and Rice, p. 516, p. 537—538, Los Banos, Philippines.
- [6] Jones L. H. P. and Handreck K. A., 1967: Silica in soils, plants and animals. *Advances in Agronomy*, 19: 107—144.

THE EFFECT OF SILICATE SLAGS ON RICE IN PADDY SOILS DERIVED FROM RED EARTH

He Dian-yuan, Zang Hui-lin and Zhang Xiao-pu
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica Nanjing*)

Summary

This article deals with silicon supplying levels and the response of rice plant to Si-fertilizer on the major paddy soils derived from red earth in South China.

1. The effect of Si-fertilizer is negatively correlated with the content of available silica in soils. It seems that the critical value of available silica in paddy soils derived from red earth on quaternary red clay in the southern China may be lower than that in Japan and Korea, but higher than that of Taiwan province in China.

2. The effect of silicate fertilizer on rice is related to the amount of nitrogen fertilizer applied. For paddy soils containing higher available silica, the application of silicate fertilizer under the condition of an usual amount of nitrogen fertilizer showed no significant effect. But with the increase of nitrogen fertilizer applied, the silicate fertilizer would often significantly increased the rice yield.

3. The content of available silica in paddy soils derived from red earth is varied with their parent materials. The content of available silica in the paddy soil derived from granite and red sandstone is about 5mg/100g soil. In pot cultural experiment, application of amorphous silica to these paddy soils increased the dry weight of rice straw by 11.0 g/pot and 8.6 g/pot respectively.

4. Because silicate slags are alkaline materials containing CaO, the application to paddy soils in proportion of 0.5% would increase the pH value of soil 0.4—1.0 unit. Results obtained by plant analysis and labelling P^{32} have proved that the application of $CaCO_3$ or silicate slags decreased phosphorus absorbed by rice plant about 17%. Therefore, it must be considered to adopt reasonable method and amount in application of the silicate slags as fertilizer in the soils mentioned above.