

水稻黄叶生理病与硅肥施用效果

廖宗文 林东教 江东荣 王卫红 温志平

(华南农业大学土化系)

摘要 新垦红壤植稻后发生的黄叶生理病与铁毒缺硅有关。施用硅肥能提高土壤有效硅含量,并提高土壤水溶性及活性 Si/Fe 值,抑制黄叶生理病症,改善水稻生长状况,提高水稻产量。电子探针分析根内元素表明:施用硅肥可减少铁在根表皮层的积累,增加根内皮层硅钙的含量。

关键词 硅肥;水稻;黄叶生理病;铁;钙;电子探针

中图分类号 S156.6

硅是水稻生长重要的营养元素,与水稻的抗病抗虫也有密切关系。研究表明,与在缺硅的土壤上施用硅肥,有利于水稻生长,增产效果明显^[1]。广泛分布在中国南方、东南亚及南美的红壤性水稻土地地区,是世界的主要产稻区。由于缺硅、富铁铝、土壤酸化等土壤化学特性不利于水稻的生长而制约着这一地区水稻的生产。随着世界人口的增长,增加这一水稻产区的水稻产量越来越迫切。开垦新稻田和改良土壤、提高水稻亩产是增加水稻产量的主要措施。新垦红壤植稻后,常发生黄叶生理病、产量很低。发生水稻黄叶生理病与缺硅、铁毒有关^[3,4]。本文研究了硅肥对水稻黄叶生理病的防治效果,并通过土壤分析和电子探针分析探讨硅铁的相互作用对水稻生长的影响,为红壤地区的水稻生产和土壤改良提供科学依据。

1 材料和方法

供试土壤为石牌赤红壤,质地中壤土,pH 5.26,有机质含量 0.524%、活性铁含量 Fe_2O_3 84.7 mg/100 g 土,游离铁含量 Fe_2O_3 5.22%。

供试水稻品种为桂朝,每盆装土 2 kg。设对照和硅肥 2 个处理,每处理重复 5 次,对照处理每公斤土施肥 N 50 mg、 P_2O_5 100 mg、 K_2O 100 mg,分别以尿素、过磷酸钙、氯化钾作基肥施入。硅肥处理的硅肥(南京无机化工厂生产),含 SiO_2 55%,施入量为 4 g/kg 土,早造全部作基肥施入。生长期保持水层,早稻移植后 7,9 周取鲜土,以水土比 2:1 振荡提取 10 min,过滤后酸化,收获后 2 周取干土用酸性草酸铵提取活性 Si,Fe,用硅钼蓝比色法测硅、原子吸收光谱法分析铁。用早造各处理土重复进行晚造试验。晚造硅肥施用量不变,但分 2 次施入,基肥在移植前施入,植后 6 周施追肥,施入量均为 2 g/kg 土。晚造在黄熟期取稻根洗净制样,用琼脂包埋稻根^[2],在 20 keV、 10^{-9} A 下用日立 S-550 扫描电镜、EXAG-200 能量色散仪分析。

· 中国科学院土壤圈物质循环开放实验室资助课题

1993-03-15 收稿

2 结果

2.1 水稻生长状况及产量

观察表明,早造施用硅肥后水稻发黄时间比对照推迟1周,茎秆较粗壮,叶片坚挺,绿叶明显多于对照,而对照则稻株矮小,发黄枯萎叶片多,根系不发达,黑根多,成熟推迟。晚造改变施用方式,分次施用后,基本上抑制黄叶病症的发生(图版1),生长状况优于早造硅肥处理。产量分析表明,早晚造产量硅肥处理分别比对照高62%和78%,结实率及千粒重亦均高于对照(表1)。

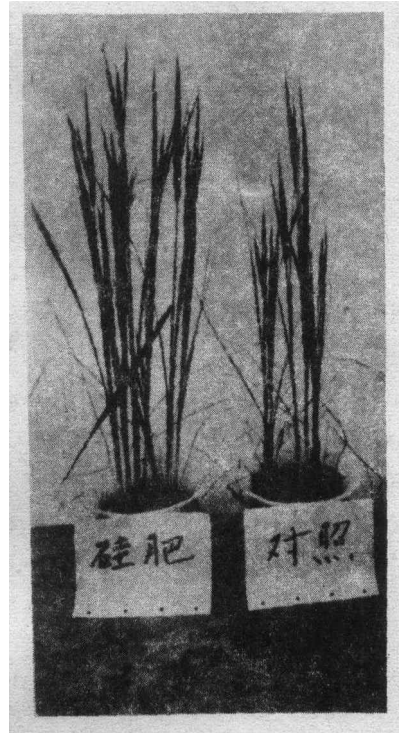
表1 产量及农艺性状表

处 理	平均产量 (g/盆)	相对产量 (%)	结实率 (%)	千粒重 (g)
早 对 照	3.27	100	41.7	18.6
造 硅 肥	4.89*	162	51.4	22.5
晚 对 照	5.31	100	63.8	21.7
造 硅 肥	9.48*	178	72.9	22.8

*与对照相比差异显著水准达1%[t检验]

2.2 土壤水溶性、活性硅铁及 Si/Fe 值

如表2所示,硅肥处理与对照的水溶性硅、铁含量明显不同。在移植后第7,9周,对照的水溶性硅含量为0.2 mg/kg 土和 0.36 mg/kg 土,水溶性铁含量为 7.8 mg/kg 土和 40.2 mg/kg 土;硅肥处理的水溶性硅含量为 23.0 mg/kg 土和 24.4 mg/kg 土,水溶性铁含量为 4.4 mg/kg 土和 34.6 mg/kg 土。与对照相对,硅肥处理的硅较高而铁较低。因此,水溶性 Si/Fe 值,硅肥处理显著高于对照,相差达 200 和 65 倍。收获后取土测定活性硅及铁含量,对照为 45 mg/kg 土和 306 mg/kg 土,硅肥处理为 94 mg/kg 土和 365 mg/kg 土。其活性硅及活性 Si/Fe 值硅肥处理明显高于对照,相差达 4.5 倍(表2)。在上述3次测定中,Si 肥处理的所有 Si 测定值与对照相比,均达极显著水平。其 Fe 含量均低于对照。虽然差异不及 Si 大,但 Si/Fe 均大大高于对照,达数倍至数百倍之高。



图版1 硅肥和对照处理状况比较

表2 早造土壤水溶性及活性硅、铁(mg/kg)和 Si/Fe 值^①

时期	种植7周测定			种植9周测定			收获后2周测定		
	Si	Fe	Si/Fe	Si	Fe	Si/Fe	Si	Fe	Si/Fe
对照	0.2	7.8	0.026	0.36	40.2	0.011	45	306	0.148
硅肥	23.0*	4.4*	5.22	24.4*	34.6	0.702	94*	365	0.667

①数据为5次重复平均数,有*者与对照差异达0.01显著水平(t检验)

2.3 稻根元素含量及分布的电子探针分析

表3表明:硅肥处理稻根内硅、铁、钙含量及分布与对照有明显差异。对照处理的稻根表皮层铁明显富集,点分析平均计数达1058,而硅肥处理为97,相差达11倍;表皮层钙的计数对照是135,硅肥是388,相差近3倍。在内皮层,硅肥处理的硅和钙计数分别为522和329,而对照则为68和143,处理间硅、钙的含量差异分别达8倍和2倍。线分析结果和点分析结果相似(图版I),都显示硅肥处理根表皮层铁降低而钙升高,内皮层硅、钙含量提高。

对铝、氯、硫、钾、锰、磷等元素的分析,未发现有明显的规律。

表3 稻根硅、铁、钙点分析平均计数表(64S)

部位	表皮层				内皮层			
	对照		硅肥		对照		硅肥	
元素	Fe	Ca	Fe	Ca	Si	Ca	Si	Ca
计数	1058	135	97*	388*	68	143	522*	329*

* 与对照相比差异显著水准达1%

3 讨论

3.1 土壤水溶性及活性铁、硅、Si/Fe 值与水稻生长的关系

硅和铁是一对相互拮抗的元素,硅可降低水稻对铁的吸收,减轻铁对水稻的毒害^[5]。新垦红壤上水稻黄叶生理病与缺硅和铁毒有密切关系^[3]。在新垦红壤上施用硅肥,显著提高了土壤水溶性及活性硅的含量,并降低了土壤中水溶性铁的含量。Si/Fe 值可清楚反映这对拮抗元素的消长变化,不同时期 Si/Fe 值都是硅肥处理大于对照。硅肥处理水稻黄叶症状明显减轻,产量增加,与此有关。Si/Fe 值可作为硅、铁相互作用的指标在生产上有应用价值,但进一步确定其临界值,尚需深入研究。

3.2 施用硅肥对稻根内硅、铁、钙的影响

电子探针分析表明:硅肥处理减少铁在稻根表皮层的淀积,增加内皮层硅的含量。同时,表皮层、内皮层钙的含量也明显增多。据研究,黄叶症状稻根内硅、铁含量与正常水稻根明显不同,黄叶症状稻根表皮层铁淀积多,正常稻根表皮层铁淀积少,而内皮层硅淀积多^[3]。施用硅肥的稻根与正常稻根的低铁富硅状况相似。新垦红壤稻根外表皮的铁富集会阻碍根对其它养分的吸收。施用硅肥,增加了水稻的硅营养,提高根部的氧化能力^[6],因而减少根表皮层的淀积,有利于根系对其它养分的吸收。这对于消除铁毒、改善黄叶病症状有重要的作用。

3.3 硅与铁、钙的相互作用及硅肥施用

硅与铁、钙的相互作用对水稻生产有很大影响。硅与铁有拮抗作用,一方面,硅可与土壤中铁结合,减少土壤中活性铁含量;另一方面,硅提高了水稻根系的氧化能力,降低铁活性,从而减少水稻对铁的吸收及降低铁毒^[5]。本试验对稻根的电子探针分析表明,硅可促进水稻对钙的吸收,两者存在着促进关系。但少有这方面报道,也少有研究注意到硅与铁、钙的相互作用与水稻黄叶病的关系。本研究发现,增加土壤中有效硅含量,提高土壤 Si/Fe 值,可调整

新垦红壤硅、钙、铁的平衡状态,减少铁在水稻根表皮层的淀积,增加内皮层硅的含量及表皮层、内皮层钙的含量;并可抑制水稻黄叶生理病,改善生长状况,提高产量。这一研究结果,为揭示水稻黄叶生理病因及消除黄叶症状提供了新的依据,对红壤性水稻土的改良亦有重要参考价值。硅肥既有抑铁促钙的作用,又能增强水稻抗病虫害的能力。水稻是喜硅作物,红壤存在缺硅和铁过量问题。在红壤稻区施用硅肥尤为重要。

硅肥通常作为基肥1次施用。本研究两造不同施用方法试验显示,施用方法对硅肥肥效影响很大。作基肥1次施用的早造产量远低于分2次施用硅肥的晚造产量。晚造的硅肥处理及对照产量均高于早造,而晚造硅肥处理的增产幅度更大。由此可知,分次施用的效果更好。至于基肥与追肥的合适比例、追肥的合适时期,则需要作更多研究,以充分发挥硅肥的效果。

参 考 文 献

- 1 张效朴,臧惠林. 粉煤灰硅钙肥的增产原因及有效施用条件. 土壤, 1986, 18(2): 67~72
- 2 施卫明,徐梦熊,刘芷宇. 土壤—根系微区养分状况的研究. N. 电子探针制样方法的比较及其应用. 土壤学报, 1987, 24(3): 286~290
- 3 廖宗文. 应用电子探针研究黄叶生理病的水稻根内硅和铁的分布. 植物生理学报, 1989, 15(1): 52~55
- 4 Howeler R H. Iron-induced orangng disease of rice in relation to physio-chemical changes in a flooded oxisol. Soil Sci Soc Amer Pro, 1973, 37: 898~903
- 5 Yoshida S. Fundamentals of rice crop science. Manila IRRI. 1981, 166~167

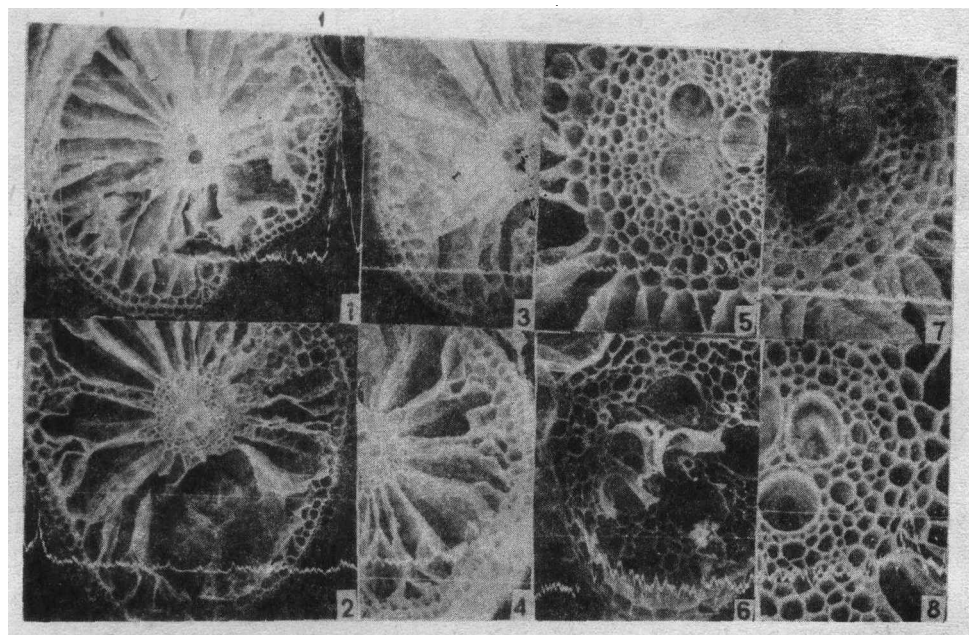
EFFECT OF Si Fe FERTILIZATION ON RICE ORANGING PHYSIOLOGICAL DISEASE

Liao Zhongwen Lin Dongjiao Jiang Dongrong Wang Weihong Wen Zhiping

(Dept. of Soil Science, South China Agr. Univ.)

Abstract Rice orangng physiological disease in newly reclaimed red soils is related to Fe toxicity and Si deficiency. Si fertilization could raise soil available Si content, soil water soluble and active Si/Fe ratio, and subdue orangng disease. thus improving rice yield. Electron probe analysis of elements in rice roots showed that Si fertilization could decrease Fe accumulation in root epidermis and could increase Si Ca content in root endodermis.

Key words Si fertilizer; Rice orangng physiological disease; Fe; Ca; Electron probe



图版 I 1 对照处理稻根表皮层的 Fe 线扫描图(X150)
2 硅肥处理稻根表皮层的 Fe 线扫描图(X150)
3 对照处理稻根表皮层的 Ca 线扫描图(X140)
4 硅肥处理稻根表皮层的 Ca 线扫描图(X150)
5 对照处理稻根内皮层的 Si 线扫描图(X400)
6 硅肥处理稻根内皮层的 Si 线扫描图(X500)
7 对照处理稻根内皮层的 Ca 线扫描图(X500)
8 硅肥处理稻根内皮层的 Ca 线扫描图(X500)