

中产水稻土(马肝土)的限制因子及其改善*

马同生 王大平 梁永超 陈兴华

(南京农业大学)

钱在仁 王学堃 张发寿 张正丰

(镇江市农业局)

随着我国社会经济发展和人口的不断增长,对粮食需求问题日益突出。在耕地面积不可能有太多扩充的状况下,改良中低产土壤是增加粮食产量之重要途径,而中产土壤的改良要比低产土壤投入少、见效快。一般来说,中产土壤大多数没有特殊问题,分布在具有一定农业生产条件的地区。只要土壤限制因子得到改善,即能使粮食产量得到提高,登上新的台阶。

马肝土是沿长江两岸下蜀黄土丘陵谷地水稻土的主要类型,为长江中下游地区中产水稻土,广泛分布于苏、皖、赣、鄂诸省。就江苏省而言,马肝土约占该省水稻土面积的16%左右。

马肝土土层深厚,质地粘壤——壤质,有机质含量在 20gkg^{-1} 左右,无僵板、冷烂、酸瘦、盐碱等问题。解放初期,水稻品种采用中秈稻农家品种,产量不高。随着农业技术的推广,新的高产水稻品种不断更替,化肥用量增加,施肥水平提高,水利等农业生产条件得到改善,虽然水稻单产有了大幅度增长,但仍徘徊在中等产量水平。近十余年来,由于产量的增长,氮素肥料用量相应增加,水稻长势虽喜人,但后期若稍遇不良天气,则倒伏严重,瘪粒增加,产量下降。即使是风调雨顺的年景,其亩产也不易超过500公斤。

一、中产原因的诊断

沿江丘陵冲田(谷地梯田)马肝土发育于地带性起源土壤(母土)黄棕壤上。从笔者对该地区黄棕壤和水稻土的研究分析结果以及第二次土壤普查有关县的分析数据表明,黄棕壤铁的游离度在40—61%,具有一定程度脱硅—富铁作用,马肝土继承了黄棕壤的特性,其铁的游离度较高,并有缺硅的可能。为此,笔者分别在江苏省丹徒县蒋桥乡、溧水县渔歌乡、溧水县农科所进行剖面采样。前两者为粘壤质地,后者为粉砂含量较高的壤土。土壤有效硅分析结果表明,土壤剖面有效硅含量随剖面深度而增高,耕层含量最低。以蒋桥乡剖面为例,耕层有效硅含量仅含量 81mgkg^{-1} ,犁底层为 122mgkg^{-1} ,渗育层增至 158mgkg^{-1} ,潜育层达 202mgkg^{-1} ,具有明显的下移现象。

丘陵冲田水稻土耕层有效硅含量与所处冲田部位高低(上、中、下冲)有一定的关系,并与水稻土的发育有所联系。为了便于说明起见,仅举部分数据于表1。

表1表明,下蜀黄土丘陵冲田上部的旱地(黄棕壤),可以作为该地区水稻土的起源土壤进行对比,其有效硅含量一般在 120mgkg^{-1} 左右,亦有少数大于 150mgkg^{-1} 。

*承溧水县、丹徒县、镇江市润州区、丹阳市、句容县农业局土肥站支持、参加试验研究。

冲田的上冲部位,因水源条件之差异,有着三种情况,即旱地;望天田(淹育型水稻土);和种稻年份较长、发育较好的水稻土(渗育型)。旱地和望天田耕层土壤中有效硅含量一般 $>100\text{mgkg}^{-1}$,如L—洪I—I和L—云II—I。后者一般 $<100\text{mgkg}^{-1}$,如L—东I—I、L—明I—I、L—明II—I等。中冲部位水稻土耕层部分有效硅除受下渗水垂直淋移和水稻收获物携走外,还要受地表灌溉水向下冲移动,因此含量较低,大多在 $50-90\text{mgkg}^{-1}$ 范围,占此次调查23条冲田70%。下冲水稻土虽然也要受到下渗水垂直淋移作用和水稻收获物携走,但同时它又承接了地表灌溉水从中冲淋移下来的硅酸胶体,它的含量通常情况下要大于中冲。从调查结果统计, $<100\text{mgkg}^{-1}$ 者仍占60%, $>100\text{mgkg}^{-1}$ 的样点,大部分含量仍在 130mgkg^{-1} 以内,仅个别的达到 150mgkg^{-1} 。上部水源条件差的冲田,从地形由高到低,耕层土壤中有效硅含量的分布呈现上冲 $>$ 中冲 $<$ 下冲之趋势。

表1 溧水县下蜀黄土丘陵冲田水稻土耕层有效硅含量

土样编号	采样地点	地形部位	有效硅含量 (mgkg^{-1})
L—东I—1	东芦乡	上冲	97
L—东I—2		中冲	80
L—东I—3		下冲	133
L—明I—1	明觉乡	上冲	79
L—明I—2		中冲	77
L—明I—3		下冲	64
L—明II—1	明觉乡	上冲	77
L—明II—2		中冲	80
L—明II—3		下冲	128
L—洪I—1	洪兰乡	上冲	154
L—洪I—2		中冲	91
L—洪I—3		下冲	101
L—渔II—3	渔歌乡	上冲	50
L—渔II—2		中冲	67
L—渔II—1		下冲	96
L—云II—1	云合乡	上冲	112
L—云II—2		中冲	76
L—云II—3		下冲	102

在水源条件较好的冲田,上、中、下冲种稻年代均较长,不同地形部位之水稻土都得到较好的发育,则耕层土壤有效硅含量分布呈上冲 $<$ 中冲 $<$ 下冲的形式,这是因为地形部位造成上冲水稻土耕层土壤受水分淋移较强的缘故。此种情况颇能代表下蜀黄土丘陵地区冲田水稻土发育后,耕层有效硅含量分布的规律。

除此而外,从所调查研究的材料中,还可看到个别采样点,因特殊的水分条件,有效硅含量较高,超过 200mgkg^{-1} 但这种土壤的面积很小。

水稻是喜硅作物,土壤有效硅不足,将成为水稻增产的限制因子。大致而言,水稻土耕层土壤有效硅含量低于 100mgkg^{-1} 时,水稻施用硅肥就有显著增产效益。下蜀黄土丘陵地区水稻土具有一定程度脱硅—富铁作用,因而有效硅含量不丰富。水稻土发育后,耕层中有效硅受水的淋移和随水稻物收获携走,致使含量普遍低于 100mgkg^{-1} ,这也是该地区水稻增产的限制因子。

二、施用硅肥改善限制因子

从1983年起,以镇江市郊丹徒乡张许村、润南村为试验基点,做了5年水稻大田施用硅肥试验,并先后在溧水县城郊乡、句容县二圣乡,丹徒县大泊乡等试验点配合进行田间试验。

(一)水稻施硅肥的增产效果

镇江市郊丹徒乡张许村、润南村试验基点均在中冲部位,马肝土(淹育型水稻土)基本性质列于表2。以镇江市钢铁厂高炉熔渣作为硅肥,其化学成份主要为硅、钙化合物,是一种缓效性硅肥。以 SiO_2 与 CaO 计算,各占36.0%、35.8%,其次为铅铁三氧化物,占14.6%。

表2

镇江市郊丹徒乡试验点土壤基本性质

地 点	土壤质地	pH	有机质 (gkg ⁻¹)	全 氮 (gkg ⁻¹)	全 磷 ^c (gkg ⁻¹)	有效硅 (mgkg ⁻¹)
张 许 村	粘壤土	6.05	20.5	1.29	1.16	89
润 南 村	粘壤土	6.05	18.5	1.15	1.06	91

表3

润南村试验点硅肥区与对照区的水稻植株某些性状比较

处 理	植株中SiO ₂ 含量 克/每克干草	SiO ₂ 含量 增加率 %	有效穗数 (万)	穗粒结构			千粒重 (克)	实 产 公斤/亩	增 产	
				总粒数	实粒数	瘪粒数			公斤/亩	%
硅肥区	0.1075	11.39	19.8	110	96.3	13.8	31.2	545.9	62.6	12.9
对照区	0.0965		19.6	104	90.1	14.7	30.4	483.3		

含有少量的磷(P₂O₅ 3.0gkg⁻¹), pH9.45。熔渣硅肥经粉碎处理,颗粒粒径大部分在1—0.3毫米,每亩用量100公斤,麦收后栽秧前做面肥施入。

试验表明,施用硅肥,改善了因土壤有效硅含量不足,产生倒伏的问题,水稻植株 SiO₂含量有明显的增高。因此,水稻茎秆坚硬,挺拔,抗倒伏性能显著。如1984年整个夏季气温和降雨情况正常,立秋以后,8月中旬天气干旱,8月底至9月上旬转为连绵阴雨,正值水稻生长后期,气温偏低,日照不足雨水偏多。成熟期测量植株基部茎秆,施硅肥区平均基部茎秆总围长7.4厘米/10株,而对照区为6.9厘米/10株,水稻长势前者整齐、健壮,无倒伏,后者倒伏面积达35%。从考种的情况来看,虽然有效穗数没有增加,而实粒数和千粒重却有增加(表3)。

据对丹阳县大泊、胡桥、建山3个乡大田试验结果的差异显著性测定,施硅肥与不施硅肥水稻产量达极显著水平($t = 6.27 t_{0.01}(14) = 4.14 t > t_{0.01}$)。平均增产幅度为11.2%。同期溧水县及句容县试验点先后做了硅肥试验均获得相同的效果,在当地目前施肥水平下,增施硅肥均能达到水稻产量500公斤/亩,不发生倒伏的问题,增产率亦在10%左右。

(二)高产试验

鉴于马肝土硅素养分供应不足,在一定程度上限制了氮素肥料施用水平。适当增加一些氮素化肥用量,能否提高水稻的单产?为此,在1985年不同施氮水平施用硅肥小区试验的基础上,1986年进行了水稻高产大田试验。试验结果表明,在正常的施肥水平下,每亩增施氮素3—4公斤,亦即每亩增加25公斤碳铵作基肥,每亩实产656.4公斤,产量超过一般的农户(450—475公斤左右)。说明马肝土施用硅肥改善了限制因子,必然要影响到其它养分条件,进一步提高产量的潜力是很大的。

参 考 文 献

- [1] 马同生、钱在仁等,江苏丘陵地区水稻土中有效硅状况与熔渣硅效果初报,南京农业大学报,(4):64—70 1985。
- [2] 殷士学、马同生、朱克贵,江苏丘陵地区水稻土发生分类的研究,南京农业大学学报,(4):83—90,1987。
- [3] D'hoore, J. et al. (廖兴其译),土壤硅与植物营养,土壤学进展,(2):23—27,1980。
- [4] Chang, S. C., Soil and Rice, P. 533—538, Los Banos Philipincs, 1978。
- [5] 何电源、臧惠林等,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] 周鸣铮,有关水稻土壤养料肥力的某些研究的论述,土壤学进展,9(2):12—23,1981。