

# 苏州地区水稻土的交换性盐基状况\*

陈家坊 邵宗臣

(中国科学院南京土壤研究所)

在我国水稻土的研究中,对南方酸性水稻土的交换性盐基状况注意较多,积累了不少资料,并讨论了它们在土壤发生学和土壤肥力上的意义[1,9]。中性水稻土的交换性盐基状况则研究得较少,仅涉及土壤结构问题,做了一些初步工作(1)。自1973年以来,我们在研究苏州地区水稻土发僵问题时[13,14],曾对交换性盐基状况作了一些研究。

## 一、供试标本和分析方法

供试标本,除个别外都是苏州高平田和平田上的黄泥土,以及圩田上的乌栅土(也有称青泥土)。成土母质均为湖积物。除土壤通透性不同的七个剖面外[14],其余均为耕作层土壤。

耕作层土壤的有机质含量在1.8—3.8%之间。据50个标本统计:土壤有机质含量在2.0—2.5%的约占土壤标本总数的36%,2.5—3.0%的为46%,<2%和>3%的分别占标本数的4%和14%。供试土壤粘粒含量为13—55%。据57个标本的统计(内有七个为犁底层和心土层),粘粒含量<23.0%、23.1—26.0%、26.1—29.0%和>29.0%的土壤标本占57个标本的百分数依次为:36.9%、29.8%、21.0%、12.3%。

交换性盐基组成系用中性N醋酸铵溶液提取,而后再用EDTA容量法和火焰光度计法,分别测钙、镁和钾、钠,其总和则为交换性盐基总量。土壤阳离子交换量(以下简称交换量)另取标本按常规法测定。因此交换性盐基总量和交换量之间的误差是不可避免的。据62个试样的测定结果统计:相对误差<5%的标本占标本总数的48.4%,相对误差在6—10%的占19.4%。交换性盐基总量大于交换量达10—12%的标本占标本总数的16%,大于12%的约有17%的标本。这些标本可能受可溶性盐分(包括微量碳酸盐)的影响。

这种影响看来与土壤所处的地形部位和土壤通透性有关。圩田地区土壤含可溶性盐分较高[18],其交

换性盐基总量大于交换量为12—52%。无锡县高平田地区通透性良好的爽水田,深度在85厘米以下的土层,交换性盐基总量大于交换量可达12%以上,而其他层次均<5%。通透性不良的田块,剖面中间的土层交换性盐基总量和交换量间就会出现11—16%的差异。这与通透性不良田块的土壤,含水溶性阳离子约0.7—1.0毫克当量/百克土[7]也是一致的。因此,本文以交换性阳离子占交换性盐基总量的百分数为该阳离子的饱和度,对于大多数标本是在可允许范围的。

## 二、水稻土的交换性盐基状况

苏州地区水稻土的交换量,一般在每百克风干土的14—28毫克当量,与土壤粘粒含量良好的正相关(交换量=0.34(粘粒%)+10.6,  $r=0.705$ ,  $n=48$ ,  $P<0.001$ ),而与土壤有机质含量无关( $r=-0.011$ )。

交换性钙、镁、钠和钾的饱和度的范围,以及在各级饱和度中标本的分佈百分数,均列于表一。为了对比,还引用了南方酸性水稻土的有关数据[1,9]。可以看出:

(1)苏州地区水稻土中交换性钙的饱和度比酸性水稻土为高,耕层土壤亦多如此。(2)苏州地区水稻土中,交换性镁饱和度>18%的约占分析标本总数的86%,而酸性水稻土仅有26%。(3)交换性钾和钠的饱和度,似与钙、镁相反,唯标本的集中程度稍低。例如苏州地区水稻土中有六分之一的分析标本,其钠饱和度大于4.5%,而酸性水稻土却有三分之一左右。交换性钾饱和度>2%的标本数,酸性水稻土约有一半,而苏州地区水稻土则仅二十五分之一。酸性水稻土之所以如此,可能与其经常施用草木灰等措施有关。

此外,在苏州地区水稻土中,不同地形部位的水稻土,交换性盐基组成的差别不大。

苏州地区水稻土和酸性水稻土的交换钙镁比值也不相同。前者比值<4.5的标本数占总标本数的94%,而酸性水稻土仅为69%(表2)。这种现象的出现,看

\* 武玫玲同志参加部分测定。

(1) 胡荣梅等,苏南竖头乌栅土的性质和改良途径,1964年未刊稿。

表1

## 不同水稻土的交换性盐基状况

(以各级饱和度中标本分布%表示)

交换性	土壤	饱和度范围	饱和度分级				
			<65.0	65.1—70.0	70.1—75.0	75.1—80.0	>80.0
钙	中 (97)	64—81	2.1	17.5	54.6	23.7	2.1
	酸 (84)	10—90	80.8	6.0	6.0	3.6	3.6
	中、耕(49)	64—81	2.0	12.2	59.3	24.5	2.0
	酸、耕(20)	16—69	95.0	5.0	0	0	0
交换性	土壤	饱和度范围	饱和度分级				
			<14.0	14.1—18.0	18.1—22.0	22.1—6.0	>26.0
镁	中 (97)	12.8—31.3	1.0	12.4	32.0	43.3	11.3
	酸 (84)	3.5—31.7	59.5	14.3	13.1	7.1	6.0
	中、耕(49)	12.8—28.4	2.0	10.2	42.9	38.8	6.1
	酸、耕(20)	9.9—25.5	75.0	10.0	5.0	10.0	0
交换性	土壤	饱和度范围	饱和度分级				
			<2.5	2.6—3.5	3.6—4.5	4.6—5.5	>5.5
钠	中 (97)	1.9—6.5	9.3	37.1	37.1	11.3	5.2
	酸 (84)	0.9—9.1	21.4	33.4	11.9	7.1	26.5
	中、耕(49)	2.1—6.5	10.2	22.5	40.8	16.3	10.2
	酸、耕(11)	—	36.4	27.2	0	0	26.4
交换性	土壤	饱和度范围	饱和度分级				
			<1.0	1.1—1.5	1.6—2.0	2.1—2.5	>2.5
钾	中 (97)	0.5—2.6	38.1	42.3	15.5	1.0	3.1
	酸 (84)	0.7—4.6	22.6	16.7	9.5	14.3	36.9
	中、耕(49)	0.7—2.6	12.2	69.5	14.3	2.0	2.0
	酸、耕(20)	1.0—4.4	5.0	10.0	15.0	20.0	50.0

注：“中”——中性水稻土；“酸”——酸性水稻土，“耕”——耕作层。( )内数字为标本数

表2

## 不同水稻土的交换性钙镁(Ca/Mg)当量比值

(以各级比值中标本分布%表示)

土壤	标本数	比值分级					
		<1.50	1.51—3.00	3.01—4.50	4.51—6.00	6.01—7.50	>7.50
中性水稻土	81	0	24.0	67.9	4.9	1.2	0
酸性水稻土*	84	13.1	27.4	28.5	11.9	6.0	13.1

\* 根据参考文献(1,9)资料换算。

来与酸性水稻土经常施用石灰(含钙远远比镁为高)有关。因此,钙饱和度虽较苏州地区水稻土为低,而镁饱和度则更低。相反,苏州地区水稻土的钙饱和度虽较高,而镁饱和度比酸性水稻土却更高。换言之,苏州地区水稻土交换性钙镁比值低,其原因可能是交换性钙降低,而与交换性镁增高也有关系。

值得注意的,向来看作中性水稻土的苏州地区稻田土壤有无变酸的趋势?近几年来有些地方反映某些高产稳产田块的土壤(耕作层),呈酸性至强酸性反应,一些已发表资料也有类似情况[3,3,6,11,13,14]。我们的分析结果中也发现少数田块耕层土壤呈强酸性反应(pH5.0—5.5)。苏州地区水稻土的淋溶强度虽没有

南方酸性水稻土那样强,但土壤交换性盐基,特别是交换性钙可在剖面中发生明显的淋溶和淀积(图1)。除开垦年限不久的圩田地区土壤外,一般平田或高平田的黄泥土,耕层土壤的pH值均较其下各土层为低[5、14、(1)],说明水稻土在长期耕种下,耕层土壤的交换性盐基受到不同程度的淋溶,土壤逐渐变酸(即pH值降低)。如在大田施用生理酸性肥料(如硫酸铵、氯化钾,氯化铵等)的田块,又未施用草木灰之类的碱性肥料,则耕层土壤变为强酸性(pH5.0—5.5)是很可能的。

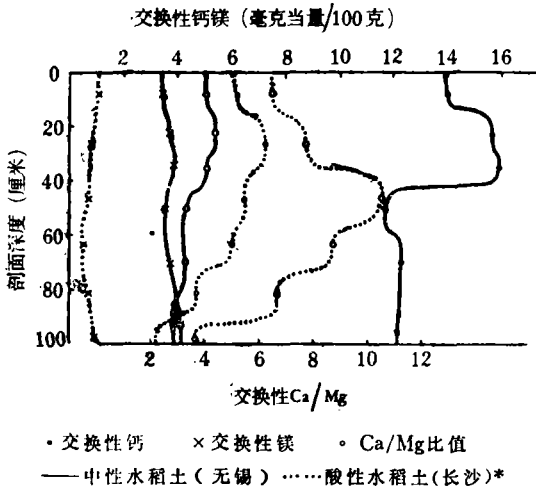


图1 土壤交换性钙、镁在剖面中的分布

\* 引自参考文献[9]

### 三、交换性镁对土壤物理性质的影响

与酸性水稻土比较,苏州地区水稻土交换性盐基组成的特点,看来是交换性镁偏高和钙镁比值偏低。从苏州地区水稻土看,镁饱和度在13—31%,高低相差几乎近二倍。因此,交换性镁对土壤物理性质的影响,应受到一定的注意。

已发表资料表明,东北白浆土的不良的透水性[19],云南红胶泥田的起浆性[17],以及江苏练湖农场栗子土的不良结构性[13]等,看来都与交换性镁高和交换性钙镁比值低有关。第四纪红土发育的水稻土,交换性钙镁比值随其熟化度的提高而增加(1)[16]。广东高产稳产水稻土的交换性钙镁比值亦大大地高于低产水稻土[4]。等等。看来均非偶然。山东聊城地区瓦碱的交换性钙镁比值远较同地区的浅色草甸土为低[10],而交换性镁在碱化土和碱土形成中的作用亦是肯定的[21]。美国Oklahoma州的灰色粘盘土,交换性钙镁比值很低(1.5—1.8)[26]。罗马尼亚的“僵

硬黑钙土”渗透性差,与交换性镁钠较高[24],不无关系。日本沼泽土随着开垦年限的增长,耕层土壤的交换性钙镁比值从0.8至0.9和4.0[31]。此外,土壤团聚体稳定度或团聚指数的下降,以及渗透性能的下降,都与交换性镁(有时还有交换性钠)的增高,或交换性钙镁比值降低有密切关系[25、27、29]。

土壤交换性镁对土壤性质的影响,还受交换性钙和钠的制约。以上所用的“比值”就反映出这一点。据试验,交换性镁对土壤吸湿水、分散度、膨胀、渗透性等的影响,受交换性钙、钠的存在及其比例的制约,有时它起类似交换性钠的作用,有时则与交换性钙近似。镁质土的分散度,膨胀或膨胀压、收缩、凝聚力以及塑性下限等都较大,而介于钙质土和钠质土之间[20、22、23]。

苏州地区的发僵水稻土、交换镁、钠饱和度较高,而钙饱和度则较低(表3)。

表3 僵土和松土的交换性盐基饱和度的差别  
(以标本分布%表示)

土 壤	阳离子饱和度%		交换性钙		交换性镁		交换性钠	
	<75	>75	<22	>22	<4.5	>4.5	<4.5	>4.5
僵土(23)	91.3	8.7	39.1	60.9	65.2	34.8		
松土(26)	57.7	42.3	65.4	34.6	80.8	19.2		

注:僵土——发僵水稻土,松土为其对照;( )内数字为标本数。

发僵水稻土的粗孔隙占总孔隙的比例较低[13]。虽然影响粗细孔隙比例的因素较为复杂,但分析结果表明,土壤交换性镁和钠饱和度(x),与pF 2时的气占孔隙占总孔隙的百分数(y,引自[13])呈良好的负相关( $r = -0.728, n = 15, p < 0.001$ ),其回归方程式为: $y = 45.5 - 1.1X$ 。在自然含水情况下(即pF不同)也有上述的相关趋势(图2)

但是风干土壤的总孔隙度,并不受交换性镁饱和度的影响,而与交换性钙同镁、钠的克分子比之和( $Ca/Mg + \sqrt{Ca/Na}$ ),呈一定的正相关( $r = 0.490, n = 31, p < 0.01$ )。另外,这个比值还与干土块的抗压强度(平田和高平田的水稻土,参阅[13、14])呈良好的负相关( $r = -0.698, n = 21, p < 0.001$ )。

交换性镁增高的发生条件是复杂的,但也有一些线索可供探讨。前面谈到,苏州地区水稻土的交换性镁饱和度相差几乎达二倍,出现较高的镁饱和度的土壤,又以发僵水稻土的几率为高,而这种土壤即使在旱作季节也常处于比较湿润的状态,对于交换性镁的

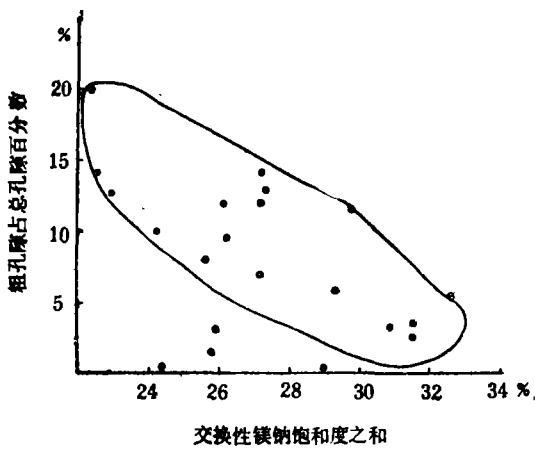


图 2. 镁、钠饱和度对粗孔隙比例的影响  
(自然含水条件下)

增高, 提供了一个重要条件<sup>[21,32]</sup>。其次, 当交换性钙同镁、钠的克分子比之和小于 8.0 时, 它与土壤有机质的 C/N 比值呈现负相关的趋势(图 3), 同样表明过度湿润是土壤交换性镁增高的条件, 因为在一定范围内, 有机质 C/N 比高与土壤常处湿润状态有关。镁的来源, 除含镁矿物原位风化而使镁离子进入交换态外, 看来某些地区还与灌溉水水质有关。这一点在关于地表盐渍问题的初步研究中, 已有所讨论。

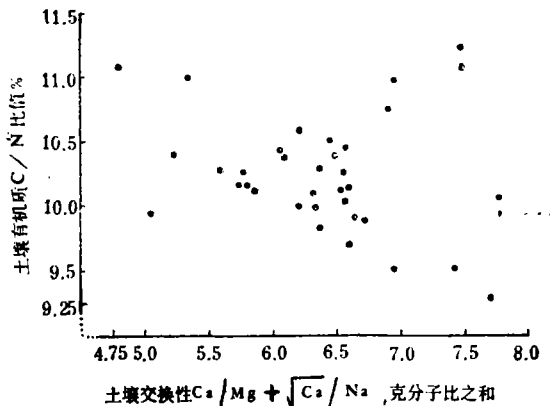


图 3. 交换性钙同镁钠比值与土壤有机质 C/N 比的关系

#### 四、提 要

苏州地区水稻土的交换性盐基组成, 同南方酸性水稻土的比较, 其特点是交换性镁偏高。而这一特点又比较集中地反映在发僵水稻土上。某些土壤物理性质受交换性镁(有时还有钠)饱和度的影响, 交换性钙在某些情况下, 对镁的影响有制约作用。对于施用大

量生理酸性肥料的田块, 在不施碱性肥料时, 土壤变酸则是很可能的。

#### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院农业丰产丛书, 第三集, 水稻丰产的土壤环境, 第五章, 科学出版社, 1961年。
- [2] 上海农科院土肥所, 试谈八二大队稳产高产水稻土的肥力, 土壤, 4期, 156—162, 1975。
- [3] 上海农科院土肥所, 上海郊区土壤肥力概况及培肥意见, 土壤, 5期, 181—184, 1974。
- [4] 广东省农科院土肥所, 广东省稳产高产稻田土壤条件及培肥措施, 广东农业科学, 6期, 7—12, 1975。
- [5] 江苏省农业厅, 江苏省苏南地区土壤调查报告, 1958年8月。
- [6] 江苏省吴县农业局、农科所, 吴县土壤肥力现状及培肥意见, 土壤, 5、6期, 270—273, 1976。
- [7] 中国科学院南京土壤研究所东亭任务组, 江苏省无锡东亭大队地表盐渍问题的初步研究, 土壤, 4期, 172—176, 1975。
- [8] 中国科学院南京土壤研究所苏南调查组, 关于太湖地区“吨粮田”的土壤条件问题, 土壤, 5期, 247—252, 1977。
- [9] 于天仁、丁昌璞, 红壤性水稻土中代换性盐基的状况及其在发生学上的意义, 土壤学报, 33:31—34, 1958。
- [10] 田兆顺等, 华北平原瓦碱的特性和形成, 土壤学报, 13:24—38, 1965。
- [11] 刘铮等, 江苏土壤中微量元素供给情况以及与作物生长关系, 1 苏南地区, 土壤, 1期, 28—37, 1974。
- [12] 刘芷宇等, 江苏练湖农场两种主要土壤的供肥特点及其对晚稻生长的影响, 土壤学报, 13:387—394, 1965。
- [13] 陈家坊等, 苏州平田地区水稻土发僵问题的探讨, 土壤, 6期, 286—291, 1975。
- [14] 陈家坊等, 苏州地区水稻土发僵田块耕层的土壤孔隙特性, 土壤, 3期, 81—85, 1978。
- [15] 陈家坊等, 中性水稻土的胶体含量及其对土壤物理性质的影响, 土壤, 2期, 45—49, 1979。
- [16] 何群等, 第四纪红土发育的水稻土微团聚体特性的初步研究, 土壤学报, 12:53—62, 1964。
- [17] 赵其国等, 云南胶泥田及其改良, 土壤学报, 7:59—67, 1959。
- [18] 曹升庚, 江西地区红壤性水稻土形成的特点, 土壤学报, 12:155—162, 1964。
- [19] 曾昭顺等, 论白浆土形成和分类问题, 土壤学报, 11:111—129, 1963。
- [20] Antipor—Karataev, I. N., et al., Soil and Fert., 21:2182, 1958。
- [21] Соколов, С. И. (黄玉译), 土壤的钙质碱化问题, 土壤译丛, 5期, 1—6, 1965。
- [22] Davidson, S. E. & Page, J. B., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 20:320—324, 1956。

[23] Emerson, W. W. & Smith, B. H., *Nature*, 228, 453, 1970.

[24] Florea, N. et al., *Chem. Abstr.*, 79 (17), 104099, m, 1973.

[25] Gill, W. R. & Sherman, G. D., *Pacific Sci.*, 6:137—144, 1952.

[26] Janes, R. Culver & Gray, F., *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 32:845—851, 851—857, 1968.

[27] Kijne, J. W. & Bishay, B. G., *Netherland J. Agri. Sci.*, 22(1), 45—53, 1974.

[28] Mikhail, E. H. & Walbran, W. I., *Soil and Fert.*, 38 (11), 4647, 1975.

[29] Muller, W. & Fastabend, H., *Soil and Fert.*, 28(3), 1420, 1965.

[30] Panov, N. P. & Adda, L. M., *Soil and Fert.*, 35(4), 2840, 1972.

[31] Satoru Motomura et al., *Soil Sci. and Plant. Nutr.*, 16(2), 47—54, 1970.

[32] Saunders, W. M. H., 引自 *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38:937, 1974.

## 碳酸氢铵粒肥在苏北石灰性土壤上的肥效

黄竹芝

(江苏省淮阴县农业局)

碳酸氢铵(以下简称碳铵)压粒深施是合理施用碳铵的一项新方法。为了明确碳铵粒肥的增产效果,1977年在江苏省有关领导部门的统一部署下,在我县具有代表性的旧黄河冲积地的石灰性砂壤上,进行了以水稻为主的碳铵粒肥肥效对比试验。由于碳铵粒肥在水稻上试验效果显著,受到广大干部、群众的好评,现将试验结果简要报告如下:

### 一、碳铵粒肥深施的增产效果

为了能在较短时间内对碳铵粒肥的肥效取得比较明确的结果,我们采取点、面结合的方法,首先选择在本地区有代表性的丁集公社劳动大队广泛分布的砂壤土作为重点试验田,又挑选三个公社23个基点进行了比较系统的肥效对比试验,各试验点的试验设计、工作方法均统一安排,试验的主要目的是希望弄清碳铵粒肥深施与碳铵粉肥深施、粉肥撒施以及当地习惯施肥方法在水稻上的肥效差异。供试的水稻有不同品种的早稻、中稻,粒肥是工厂生产的粒重一克的碳铵。

劳动一队重点试验田的土壤肥力在本地区属中偏下,全氮0.063%,土壤有机质0.95%,pH8.4,碳酸钙8.3%,质地属砂壤土。试验用水稻品种“红旗十六”,秧龄33天,全生育期134天,试验于6月15日插秧。试验处理有:(1)分两次深施碳铵粒肥,第一次于栽秧后五天,即6月20日施入二分之一量作返青分蘖肥,第二次在栽秧后一个月,即7月16日施余下的二分之一量作穗肥;(2)分二次撒施粉肥,施肥时间、数量同处

理1;(3)粒肥深施一次,于栽秧后一个月,即7月16日深施全量粒肥作穗肥;(4)撒施全量粉肥作穗肥。施肥时间、数量同处理3。试验田总面积6.19亩,每块试区面积约半亩,试验地对比排列,重复三次,因试区较大,供试肥料系根据规定量逐区称量然后施入,故重复间稍有差别(表1),试验地为元麦茬,插秧前每亩普施粗牛粪8000斤作底肥。

从劳动一队试验田取得的结果,可以看出:(1)粒肥深施比粉肥撒施有十分明显的增产效果。在施肥量同为45.6—57斤范围内。粒肥深施比粉肥撒施增产率为25.4—38.9%。平均每斤粒肥比粉肥多收水稻2.2斤。(2)在施肥量基本相同的条件下,二次深施粒肥与一次深施粒肥相比,表明以分次施肥效果要好些。前者增产率三个重复都超过了35%,后者增产率三个重复都在25%左右。

表2是试验田在追施第二次肥料之前,水稻植株采样分析的结果。采样分析时水稻生长即将进入幼穗分化期(距栽秧期一个月左右)。试验田当时因未追肥,所以实际是如下三个处理:(1)粒肥深施(栽秧后五天施肥);(2)粉肥撒施(栽秧后五天施肥);(3)对照(不施肥)。到采样分析时,就可以明显地看出,所有粒肥处理的水稻生长情况无论生长高度或颜色都显著地优于粉肥撒施区,但是粉肥撒施区与不施肥区差异并不太明显。

从表2所列的水稻植株含氮量测定,还可以看到粒肥深施区比粉肥撒施区的稻苗对碳铵的吸收几乎有成倍数的增加。

注:本文中土壤、植株化学分析系中国科学院南京土壤研究所协助进行,特此致谢。