

我国主要土壤中的固定态铵含量

施书莲 文启孝 廖海秋

(中国科学院南京土壤研究所)

相当一段时间以来人们就已知道土壤中一部分氮系以固定态铵态存在,但一般认为,这部分氮难于为作物所利用,因而它较少受到注意。近年来,Kowalenko等^[1]和Mengel等^[2]指出,固定态铵处于不断的变动中,部分可为作物吸收利用;它是作物的氮素来源之一,是土壤氮素转化研究中一个不可忽视的部分。

在土壤氮素肥力和氮肥施用技术的研究中,我国土壤肥力学者们对我国各土壤中氮素的形态、含量,有机氮的矿化,土壤的供氮能力和肥料氮的转化等已进行了大量工作,积累了很多资料,但有关土壤固定态铵方面的工作还未见专文报导^[3]。本工作的目的是,了解各主要土壤中固定态铵的含量,以便估价它在土壤全氮中的贡献,同时了解它是否与土壤类型之间存在着一定的关系。

材 料 和 方 法

供试土壤包括棕漠土、棕钙土、栗钙土、黑钙土、黑垆土、黑土、暗棕壤、白浆土、灰化土、灰褐色森林土、棕壤、褐土、黄棕壤、红壤、黄壤、砖红壤、红色石灰土、黑色石灰土、紫色土、各种水稻土等39个剖面,另30个表土层,共194个土样*。其中8个剖面 and 21个表土层采自耕地(包括胶园),其余均采自天然的草地或林地。有关这些土壤的成土条件、理化性质和粘土矿物组成已另有报导^[4,5]①。

分析方法:土壤有机碳用丘林法测定,全氮用克氏法。代换性铵用1M KCl提取,氧化镁蒸馏。固定态铵用Silva和Bremner法^[6],土样经碱性次溴酸钾处理以去除有机氮化合物,并用0.5M KCl洗去代换性铵后,加入5N HF—HCl连续振荡24小时以破坏硅铝酸盐,然后加入10MKOH溶液蒸馏。

结 果 和 讨 论

供试土壤所处的气候条件千差万别,从漠境到热带,成土母质多种多样,从而它们的物理、化学性质差异很大,土壤质地从粗砂土到重粘土,粘粒含量从0到61%,pH值从4.3到.7,全氮从20ppm到9560ppm。与此相应的,它们的固定态铵含量也变异很大,最少的仅12ppm,最高的可达404ppm。图1示明固定态铵含量的出现机率。图1表明,在所研究的样品中,大部分土壤的固定态铵含量在101至250ppm间,高于250ppm的较少,仅8%左右,低于100ppm的则约占30%。当然,由于所分析的样品数太少,这些数字远不能确切地反映我国

* 承赵其国、龚子同、雷文进、林心雄、徐琪、张俊民等同志提供土壤样品及其母质、pH值、机械组成等资料,谨致谢意。

① 中国科学院国际红壤讨论会组织委员会:土壤野外考察指南。国际红壤讨论会资料,1983。

土壤中固定态铵的情况，但是，它应当能够反映一个大致的趋势。

仔细分析这些资料发现，固定态铵低于100ppm的主要是砖红壤带的土壤以及红壤带的花岗岩风化物上发育的土壤。在供试的砖红壤带各土壤样品中，92%的土样其固定态铵量在100ppm以下，46%的土样甚至在50ppm以下。众所周知，土壤的固铵能力与其粘土矿物的类型和数量有关。蛭石的固铵能力最强，次为水云母、蒙脱，高岭石和三水铝石则几乎不具有固定铵的能力。砖红壤带的土壤，由于其矿质部分在成土过程中受到了(或者母质已经受过)强烈的风化作用，土壤矿物一般均以1:1型的高岭石和三水铝石为主，2:1型的矿物很少^[7]，显然，这是其固定态铵含量很低的根本原因。表1中列出了各土带内土壤的固定态铵平均含量。由表1可见，砖红壤带各土壤中的固定态铵含量平均为57ppm，大约仅为黄棕壤及其以北各

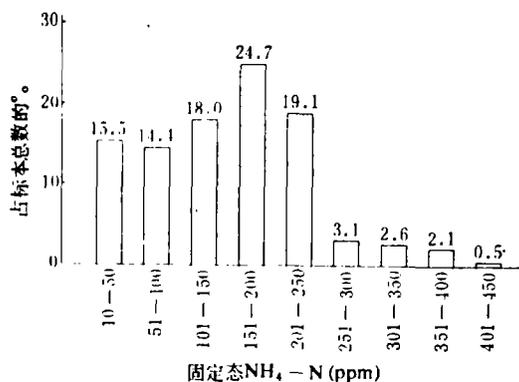


图1 固定态铵含量的出现机率

表1 各土带土壤中的固定态铵含量(ppm)

土壤带	标本数	最高值	最低值	$\bar{X} \pm S_x$
棕壤、栗钙土等 黑土、棕钙土	79	303	19	166 ± 58
黄棕壤	24	321	104	188 ± 52
红壤	67	404	12	153 ± 105
砖红壤	24	159	18	57 ± 32

土带土壤的1/3左右。一般认为，红壤带土壤的风化程度远较黄棕壤带等土壤为强，粘土

矿物中高岭石的含量较多^[7]。按此，其固定态铵含量应较低。表1中虽反映了这一趋势，但不很明显。这主要是：一方面，在红壤带的土壤中，由于成土母质和成土年龄的不同，一些土壤，如黑色石灰土、红色石灰土、紫色土和某些冲积物上发育的水稻土等，它们的粘土矿物并不是以1:1型矿物为主，而是以蛭石、水云母、蒙脱等占优势^[7]，因此它们的固定态铵含量高或相当高；另一方面，大多数红壤的固定态铵含量虽较低，如广泛分布的第四纪红色粘土上发育的红壤的固定态铵一般在100-200ppm间，花岗岩风化物上发育的一般在12-72ppm间，但在计算时并未按面积加权平均，第三纪红砂岩风化物上发育的红壤，其固定态铵量可能也较低，但供试土样中未包括这种土壤。黄棕壤带土壤所遭受的风化作用较棕壤及其以北各土带土壤为强，粘土矿物中通常均含有一定量的高岭石，但其固定态铵含量却较棕壤带及其以北各土带的土壤略多。

粘土矿物的含量不同是除粘土矿物组成外可能导致土壤固定态铵含量不同的一个可能原因。已知粘土矿物主要集中于粘粒和细粉砂两个级份中，为了排除质地不同的影响，我们将各土壤的固定态铵含量分别按单位重量的粘粒或<5微米的土粒(粘粒+细粉砂)计算，其统计结果列于表2中。表2表明了和表1同样但更明显的趋势。无论按单位重量的粘粒或<5微米的土粒(粘粒+细粉砂)计，固定态铵含量均以砖红壤带土壤为最低，它仅约为黄棕壤带土壤和棕壤及其以北各土

表2 各土带土壤中单位重量粘粒和<5微米的土粒(粘粒+细粉砂)中的固定态铵量(ppm)

土壤带	标本数	粘粒	(粘粒+细粉砂)
棕壤、栗钙土等 黑土、棕钙土	56	772	466
黄棕壤	23	743	479
红壤	59	595	367
砖红壤	8	141	99

带土壤的1/5；次为红壤带土壤；黄棕壤带土壤和棕壤及其以北各土带土壤最高。后二者按单位重量粘粒或 <5 微米的土粒(粘粒+细粉砂)计的固定态铵量几乎相等的事实意味着，尽管黄棕壤带土壤遭受的风化作用较棕壤等的为强，但二者粘土矿物的固铵能力是相近的。为何如此，原因尚不清楚，想来，棕壤及其以北各土带内各土壤成土母质及成土年龄的多样性当是原因之一。

不仅红壤带和棕壤及其以北各土带的土壤，由于母质和成土年龄等的不同，其粘土矿物的组成差异很大，黄棕壤带的土壤也是如此(表3)。从表3可看出，与红壤带和棕壤及其以北各土带土壤一样，黄棕壤带土壤的固定态铵含量虽也与 <5 微米的土粒(粘粒+细粉砂)含量呈极显著正相关，但 r^2 值并不高，仅0.34，和红壤带土壤相同；和粘粒含量的相关性甚至不显著。这说明，无论那一个土带，都不能根据土壤的机械组成和相应的相关方程较准确的估计出该土壤的固定态铵含量。表3中砖红壤带土壤的固定态铵含量与粘粒含量呈显著负相关，这显然不合理，它突出地说明了粘土矿物组成在决定土壤固定态铵含量方面的作用。

同一土壤剖面中各土层的分异因土壤类型而不同，固定态铵绝对含量的剖面分布大体上亦因之而异。一般来说，干旱地区的土壤、紫色土、砖红壤和第四纪红色粘土发育的土壤等，全剖面各土层粘土矿物的分异不大，因而各土层的固定态铵含量通常也无明显差异。黄土状物质发育的水稻土，白土层的粘粒较少，粘土矿物也受到一定改变^[8]，相应的其固定态铵含量最低。白浆土等则常以其表土层中的为最低。

固定态铵的相对含量是其对全氮贡献大小的直接量度，它除与其绝对含量有关外，更多地决定于全氮量。因此，除全剖面全氮量均很低的土壤，如棕漠土，和全氮量均较高，但其绝对含量均很低的土壤，如某些砖红壤和花岗岩风化物发育的红壤外，它一般常随剖面深度而升高。在供试土壤中，62%的剖面，其60厘米以下的土层中固定态铵的相对含量都在26%以上。在某些土壤的底土层中，它甚至可高达90%以上(图2)。在各土壤表土层中该数值一般虽常较低，但最高的仍可达40%。按土带统计，除砖红壤外，其余各土带的此一数值均在10%以上(表4)。应当提到的是，供试土样中自然植被下的土壤所占的份额较大，特别是棕壤及其以北各土带。在自然植被下的土壤中，由于其有机氮量较高，所以，它的固定态铵的相对含量相应较低。也就是说，在这些土带(除砖红壤带外)的耕地中，此一数值有可能较表4中的数值更高一些。可见，除砖红壤带土壤外，即便就表土层来说，固定态铵也是不可忽

表3 各土带土壤中的固定态铵含量与粘粒含量等的关系

土壤带	相关因子	r	n
棕壤、栗钙土黑土、棕钙土等	粘粒 %	0.4080**	55
	(粘粒+细粉砂)%	0.4702**	55
黄棕壤	粘粒 %	0.3394	23
	(粘粒+细粉砂)%	0.5816**	23
红壤	粘粒 %	0.4226**	59
	(粘粒+细粉砂)%	0.5816**	59
砖红壤	粘粒 %	-0.7205*	8
	(粘粒+细粉砂)%	-0.6356	8

* 0.05显著水平, **0.01极显著水平

表4 表土中固定态铵的相对含量

土壤带	标本数	(占全N的%)		
		最低值	最高值	$\bar{X} \pm S_x$
棕壤、栗钙土等黑土、棕钙土	19	2.5	40.7	10.2 ± 9.4
黄棕壤	6	9.3	13.9	11.6 ± 1.9
红壤	17	1.43	39.3	10.9 ± 10.0
砖红壤	20	1.38	12.9	4.5 ± 3.0

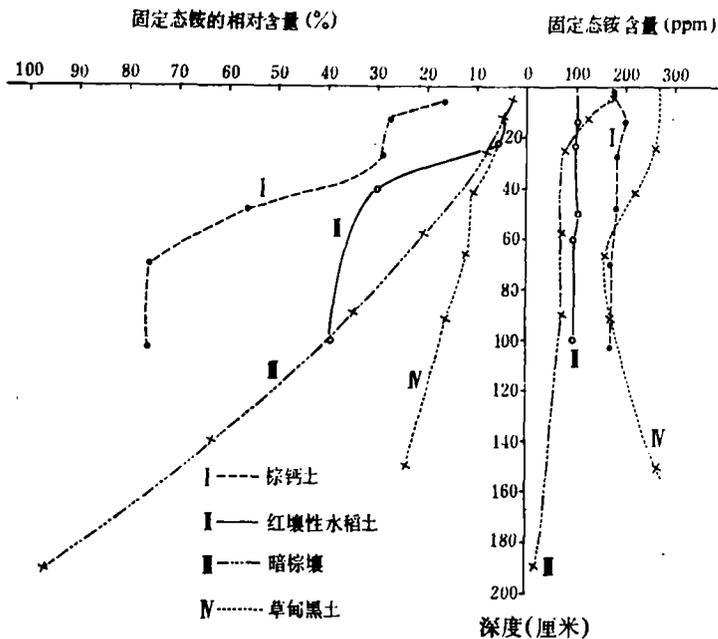


图2 固定态铵的剖面分布

视的。

文献中常用C/N值表征土壤有机质，即忽视固定态铵等的存在，把C/N看作 C/有机N。这对有机氮含量较高或固定态铵含量很低的土层来说，无疑是可行的；但对大多数有机氮含量低、固定态铵含量中等的土层来说，就会出现较大的偏差。例如，一些研究者报导，某些心土层的C/N值低于6，甚至低于4，即是说，比一些微生物的C/N值还低。在供试土壤中，

表5 土壤的 C/有机氮比值

土壤	深度 (厘米)	有机碳 (%)	全氮 (%)	固定态 NH ₄ ⁺ -N (ppm)	交换性 NH ₄ ⁺ -N (ppm)	C/N	C/有机氮
沼泽化黑土	0—5	6.81	0.601	223.0	—*	11.3	11.7
	5—15	3.19	0.310	182.6	29.6	10.3	11.1
	15—30	1.15	0.122	184.4	11.4	9.4	11.2
	40—60	0.49	0.076	205.5	12.0	6.5	9.0
	60—90	0.37	0.072	214.2	11.9	5.1	7.5
白浆土	0—22	0.93	0.112	47.4	4.6	8.3	8.7
	22—42	0.41	0.055	154.6	7.3	7.5	10.6
	42—60	0.48	0.072	223.1	12.6	6.7	9.9
	60—100	0.45	0.081	217.7	13.7	5.6	9.8
褐土	0—40	0.80	0.075	186.1	25.4	10.7	14.9
	40—80	0.51	0.055	169.8	17.5	9.3	13.7
	80—	0.44	0.061	221.3	18.8	7.2	10.5
水化砖红壤	0—13	1.74	0.140	21.7	—	12.4	12.6
	13—26	2.36	0.214	31.8	—	11.0	11.2
	50—90	1.53	0.125	23.1	—	12.2	12.5

* 未测定

也不乏这样的例子,实际上,校正固定态铵等后,其C/有机N值大都在6.5以上(表5)。

我国耕地土壤的有机质含量一般均较低。在供试耕地表土层中,除砖红壤带土壤和红壤带中花岗岩风化物发育的土壤外,其C/有机N值一般常较C/N值高1或更多。这一点无论在估计土壤有机氮矿化率或通过有机氮矿化率估计有机质矿化率时都是不应忽视的。

参 考 文 献

- [1] C.G.Kowalenko and D.R.Cameron: Can. J. Soil Sci., 58:195—208,1978.
- [2] K.Mengel and H.W.Scherc: Soil Sci.,131:226—232,1981.
- [3] T.S.C.Wang, T.K.Yang and S.Y.Cheng: Soil Sci., 103:67—74, 1967.
- [4] 赵其国等: 黑龙江省与内蒙古自治区东北部土壤资源。科学出版社, 1982。
- [5] 徐琪等: 中国太湖地区水稻土。5, 13页, 上海科学技术出版社, 1980。
- [6] J.A.Silva and J.M.Bremner: Soil Sci.Soc.Am.Proc., 30:587—594,1966.
- [7] 中国科学院土壤研究所主编: 土壤粘土矿物。中国土壤, 285—298页, 科学出版社, 1978。
- [8] Xu Ji-guan, Yang De-yong and Jiang-Mei-yin: Clay minerals of paddy soil in Taihu Lake region, in "Proceedings of Symposium on Paddy Soil", 480-485, Science Press, Beijing; Springer-Verlag; Berlin-Heidelberg New York. 1981.

土壤信息

水稻土中有效硅的测定方法

以往采用pH4.0、1*N*醋酸缓冲溶液浸提法来评价水稻土中可给态硅的含量。这种方法所得结果往往偏高,而且与水稻的含硅量没有相关性。作者认为这是该法溶提能力过强所引起的,从而提出与水稻根际条件相近的“淹水静置法”作为判断水稻土硅酸供给能力的有效方法。

作者的一系列条件试验证明,该法溶出的硅量因淹水时间,淹水条件(土层厚度、水土比),土样采集时间等而异,为了测定结果的可比性,必须严格保持上述条件的一致。为此,作者根据条件试验的结果拟定了如下的测定方法。在水稻收割后,冬播开始前,取

耕层土壤,风干、磨碎过2毫米筛,贮存备用。称取土样10克,置于内径45毫米的100毫升的聚乙烯瓶中,加不含硅的蒸馏水60毫升,轻轻摇动排出气泡,加塞,静置于40℃的保温箱中一周,取上清液(混浊时,可用离心机分离或过滤),用钼兰比色法测定硅酸含量。

作者应用该方法在四个县内采集36个土样进行测定,结果土样中的有效态硅与稻草含硅量达显著正相关 $r = 0.708$ 。而用醋酸缓冲溶液方法所得结果基本上没有相关性 $r = 0.098$ 。但是,应用该方法判断土壤是否需要施用硅肥时,必须结合当地的土壤类型和水稻品种制定出地区性的有效硅含量标准。

(杨国治据 日本土壤肥科学杂志,

57卷5号,515—517,1986。)