

我国热带亚热带地区 土壤中的固定态铵*

程励励 文启孝 李 洪

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文研究了我国热带、亚热带地区发育于不同母质上的土壤的固定态铵含量及其固铵能力,并通过盆栽试验研究了红壤和砖红壤的固定态铵对小麦的有效性。结果表明:各土壤的固定态铵含量均较低,一般在70PPm以下;土壤的固铵能力随土壤的粘土矿物类型而异,其中以蛭石为主的土壤为最高;红壤的固定态铵可以部分地为小麦所利用,而砖红壤的固定态铵则基本不能为小麦所吸收。

铵的矿物固定和释放是土壤氮素转化的重要过程之一。已经知道,部分固定态铵可为作物吸收利用;铵的固定和释放有利于土壤氮素的稳定供应和减少氮素的损失^[1]。我国土壤种类繁多,不同土壤固铵能力不同,铵的矿物固定和释放在土壤氮素肥力中的重要性也不尽相同。而迄今有关我国热带、亚热带地区土壤中固定态铵状况方面的报道还很少^[2],有关不同母质上发育的土壤方面的材料还未见到。本工作研究了我国热带、亚热带地区发育自不同母质上的土壤的固定态铵含量及其固铵能力,并通过盆栽试验研究了两种分布较广泛的红壤和砖红壤中固定态铵对小麦的有效性。

一、材料和方法

(一)土样 供试土样分别采自广东、广西、福建、江西、浙江、湖南、四川、云南、贵州、安徽等省(区),包括砖红壤、赤红壤、红壤、紫色土、红色石灰土、黑色石灰土、各种水稻土等土壤的表土,共203个。

(二)土壤固铵能力的测定 取16克土样,置烧杯中,加入80毫升浓度为50 ppmN的硫酸水溶液,盖上表面皿,在22℃下培养三天后,加入2N KCl 100毫升,振荡1小时,离心,弃去上层清液,用蒸馏水洗土样一次,酒精洗三次以去除未被土壤固定的矿质态氮。土样在40—50℃下烘干、磨细、通过100孔筛,测定其固定态铵。根据土壤用硫酸水溶液处理前后固定态铵含量的差值,计算肥料氮的固定率。

(三)盆栽试验 以第四纪红色粘土发育的红壤(表土)和玄武岩发育的砖红壤(亚表土,60 cm以下)为供试土壤。红壤采自江西余江刘家站(C0.90%,N 0.086%,pH5.6);砖红壤采自广东徐闻(C0.56%,N0.071%,pH4.9)。每盆装土1.4公斤。每种土壤设施用¹⁵N尿素,¹⁵N尿素加堆肥二个处理,每个处理重复七次。¹⁵N标记尿素的原子百分超为11.80%,施用量为80ppm N,堆肥系用稻草粉加硫酸铵并加马尿接种堆制一个月后而成,其C/N为36.6,按土重的0.13%

* 承李元源同志及我所土壤—植物营养化学研究室钾组、微量元素组提供部分土壤样品和母质资料,谨致谢意。

加入。另外，各盆均加入0.45克 KH_2PO_4 。所有肥料都是和土壤均匀混合作基肥用。每盆加水450毫升，以后定期加水。

供试作物为小麦，品种为宝丰7228。种子经浸种、催芽后于1985年12月3日播种，每盆播种9粒。于次年1月3日、2月3日、3月3日于每处理中各取一盆作分析用，5月21日收获。

为便于测定小麦幼苗期土壤中交换性铵和固定铵量，另取小钵体的盆底若干，每个盆底装入0.4公斤供试土壤，余同盆栽试验，唯各处理仅重复2次。测定日期分别为1985年12月10和17日。

(四)分析方法 土壤全氮用克氏法测定；交换性 $\text{NH}_4^+-\text{N} + \text{NO}_3^--\text{N}$ 用2N KCl提取并用MgO和德氏合金蒸馏；固定态铵用Silva和Bremner法测定^[4]。在测定小麦幼苗期土壤中交换性铵和固定态铵时，土壤均在湿润情况下挑去麦根后，立即加入2N KCl提取出其中的矿质态氮，以避免土样干燥时铵的固定。

二、结果和讨论

(一)固定态铵含量 表1中汇集了我国热带地区发育于不同质土壤的固定态铵含量。由表可见，无论发育于何种母质，其固定态铵量均较低，一般在70ppm以下，其中以玄武岩发育的

为最高，平均为61ppm；片岩发育的最低，仅17ppm。众所周知，土壤固定态铵含量的高低与其粘土矿物类型有关，以蛭石为主的土壤其固定态铵含量最多；其次为水云母和蒙脱；以高岭石和三水铝石为主的最低。土壤粘土矿物是风化和成土作用的产物，我国热带地区的土壤，脱硅与富铝化作用都强烈，粘土矿物一般均以1:1型的高岭石和三水铝石及赤铁矿为主，2:1型的矿物很少，故而此类土壤固定态铵的含量极低。

我国亚热带地区各土壤的母质和年龄各不相同，其固定态铵含量差异很大(表2)。在

供试土壤中最高的可达677ppm，最低的仅11ppm。页岩、紫色砂页岩发育的土壤固定态铵含量最高；泥质灰岩次之，再依次为第四纪红色粘土、千枚岩、第三纪红砂岩和玄武岩上发育的土壤，花岗岩、硅质灰岩、花岗岩一片麻岩发育的土壤最低。发育于同一类型母岩上的土壤，其固定态铵含量又因风化程度的不同而不同。例如，发育于第四纪红色粘土上的土壤，其固定态铵量最高的可达275ppm，最低的仅为90ppm。发育于河流冲积物上的土壤，最高的为398ppm，最低的仅107ppm。

土壤中固定态铵的相对含量因其绝对含量和全氮量的不同而异。热带地区的土壤，表土中固定态铵的绝对量很低，其相对含量因而也较低，平均仅为3.7%。在亚热带地区的土壤中，紫色砂页岩发育的土壤中固定态铵的相对含量最高，平均为33.7%，次为页岩和河流中冲积物发育的土壤(20%左右)，再次为泥质灰岩上发育的土壤(16.9%)。其他各种母质发育的土壤大多在15%以下。

表1 我国热带地区不同母质发育的土壤的固定态铵含量

母质	采集地点	n	固定态铵	
			Nppm	占全N%
玄武岩	广东雷州半岛	13	61±15	3.0±1.9
	海南岛、云南			
砂岩	海南岛、云南	8	53±32	4.4±2.7
花岗岩	海南岛、云南	7	49±13	2.7±1.1
浅海沉积物	广东	8	30±17	5.5±4.0
片岩	海南岛	3	17±14	1.9±0.7

表2 我国亚热带地区不同母质发育的土壤的固定态铵含量

母质	采集地点	n	固定态铵	
			Nppm	占全N%
页岩	贵州、湖南、云南	17	332±128	19.8±10.4
紫色砂页岩	浙江、湖南、四川、云南、广东	21	271±79	33.7±18.4
泥质灰岩	江西、湖南、贵州、广东、广西	20	233±129	16.9±12.4
河流冲积物	江西、安徽、浙江、福建、湖南、四川	12	213±88	20.6±9.6
第四纪红色粘土	江西、浙江、湖南、广西、福建、云南、贵州、湖北、安徽	20	145±46	14.5±7.9
千枚岩	江西、安徽、浙江	7	107±38	8.0±5.6
第三纪红砂岩	江西、湖南、广东	10	76±38	13.4±11.9
玄武岩	云南、福建	6	74±2.8	5.6±4.0
硅质灰岩	江西、湖南、广西	14	51±25	4.5±2.6
花岗岩	江西、湖南、浙江、广东、广西、福建	30	48±25	5.1±3.4
花岗岩一片麻岩	广东、四川	7	40±12	5.1±2.4

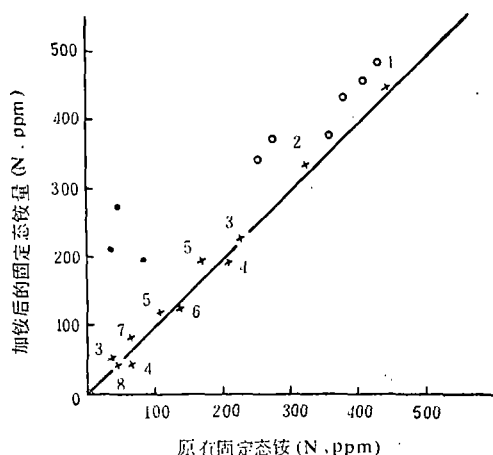


图1 发育于不同母质的土壤的固铵能力

1. 泥质灰岩 2. 河流冲积物 3. 花岗岩
4. 玄武岩 5. 千枚岩 6. 第四纪红色粘土
7. 砂岩 8. 第三纪红色砂岩

○紫色砂页岩 • 新风化的石灰岩

结果是一致的。不论是玄武岩发育的砖红壤，还是第四纪红色粘土发育的红壤，无论加堆肥与否，均没有固定尿素-¹⁵N的能力（表3）。表4的结果表明，尽管所用的砖红壤亚表土中，固有的固定态铵较高，但它基本上不能为小麦所利用。但发育于第四纪红色粘土的红壤则不同，它们的一部分固有的固定态铵可被小麦吸收利用。当然，盆栽条件下，根系的密集程度较之田间条件下要高得多，因此，田间条件下这类土壤中的固定态铵在作物氮素营养上的意义还有待于进一步研究。

我国热带、亚热带地区的土壤约占全国土壤总面积的21%。龚子同和陈鸿昭曾按土壤地球化学类型估计了该地区各类土壤的面积，富铝化土壤占本地区总面积的72%，其中52%以上的土壤风化程度较高，包括第四纪红色粘土、砂岩、红砂岩、花岗岩和玄武岩发育的铁铝

（二）固定态铵在氮素转化中的作用

图1 示明，在供试土壤中，除发育于新风化的石灰岩和紫色砂页岩的土壤表土外，河流冲积物、第四纪红色粘土、红砂岩、砂岩、花岗岩、千枚岩以及泥质灰岩等母质上发育的土壤，无论其固有的固定态铵含量如何，基本上均不具有固定肥料铵的能力，在此类土壤中，矿物对铵的固定作用可以忽略不计。但发育于新风化的石灰岩和紫色砂页岩上的土壤则不同，无论其固有的固定态铵含量高或低，它们均具有较大的固定肥料铵的能力前者平均能固定肥料铵氮167ppm，后者平均为70ppm。

盆栽试验的结果与土壤固铵能力的测定

表 3

小麦生长期间尿素- ^{15}N 在土壤中的转化占施入肥料 ^{15}N (盆栽试验)

	10/Ⅲ	17/Ⅲ	3/Ⅰ	3/Ⅱ	3/Ⅲ
红壤(第四纪红色粘土)					
($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$)-N	89.9	85.2	61.8	—	—
固定态铵	0	0	0	0	0
生物固定态氮	1.9	3.6	5.0	10.1	20.7
红壤(第四纪红色粘土) + 堆肥					
($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$)-N	91.2	79.8	48.9	0	—
固定态铵	0	0	0	0	0
生物固定态氮	2.7	5.1	14.4	17.1	24.5
砖红壤(玄武岩)					
($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$)-N	56.4	88.6	81.0	—	—
固定态铵	0	0	0	0	0
生物固定态氮	0	0.85	2.4	8.7	15.0
砖红壤(玄武岩) + 堆肥					
($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$)-N	66.3	86.8	82.5	—	—
固定态铵	0	0	0	0	0
生物固定态氮	0.08	0.61	3.0	8.6	17.5

表 4

小麦生长期间土壤中固定态铵的变化(盆栽试验)

处理	固定态铵含量 Nppm				
	原有的	17/Ⅲ	3/Ⅱ	3/Ⅲ	21/Ⅳ
砖红壤	204	209	203	203	192
砖红壤 + 堆肥	204	200	199	193	196
红壤	138	122	124	114	117
红壤 + 堆肥	138	120	117	121	126

土以及由玄武岩和浅海沉积物发育的富铝土等；残余碳酸盐型、渍水离铁型和硅铝型土壤占本地区总面积的28%，其中4.7%以上土壤风化程度较高[3]。根据上述和本文表 1、2和图 1 中的结果估计，我国热带、亚热带地区至少有57%以上土壤的固定态铵含量既低，又无固定肥料氮的能力。

参 考 文 献

- [1] 文启孝、张晓华，土壤中的固定态铵，《我国土壤氮素研究工作的现状与展望》，34—45 页，科学出版社，1986。
- [2] 施书莲、文启孝、廖海秋，我国主要土壤中的固定态铵含量，土壤，2 期，79—83 页，1987。
- [3] 龚子同、陈鸿昭，从土壤地球化学观点评价热带亚热带土壤资源，《土壤地球化学的进展和应用》，192—197 页，科学出版社，1985。
- [4] Silva, J. A and Bremner, J. M., Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30: 587—594, 1966.