

成都平原几种水稻土的固定态铵及其有效性^①

程励励 文启孝

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 研究了成都平原几种代表性水稻土的固定态铵含量、生物有效性及表土的固铵能力。各土壤的固定态铵含量和固铵能力因母质而异,发育于紫色土沉积物的水稻土固铵能力最高,发育于岷江冲积物的土壤次之,二者固定态铵含量均较高,发育于黄壤残积物的土壤固定态铵含量和固铵能力均最低。各土壤 0~20cm 土体中固定态铵储量平均占全氮储量的 19.6%,0~100cm 土体中则占全氮储量的 32.6%。各土壤中有效性固定态铵的相对含量变动在 1.4~24.9% 间,平均 0~100 厘米土体中不能参与物质生物循环的固定态铵占全氮储量的 27.8%。

关键词 固定态铵;固铵能力;有效性固定态铵

固定态铵是土壤氮库的重要组成部分。铵的矿物固定和释放是土壤氮素内循环的重要环节之一,它既与土壤氮素的供应能力有关,又与土壤的“稳肥性”有关。成都平原是我国著名高产地区,本工作的目的是了解成都平原主要水稻土中固定态铵的储量、生物有效性和这些土壤表土的固铵能力,以期对这些土壤的氮素肥力特征有更多的了解。

1 材料和方法

供试土样分别于小麦灌浆期采集自成都、灌县、双流、新津、太平和眉山等地。6 个土壤剖面中除下湿土为稻板田外,其余各土壤均种植小麦。各土壤的肥力水平各异,它们的水分类型、母质和主要理化性质等见表 1。

土壤的碳、氮含量用常法测定。固定态铵含量用 Silva 和 Bremner 法^[1]。有效性固定态铵量用程励励等提出的方法测定^[2]。土壤的固铵能力用下法测定:准确称取 2 克土样(烘干重)置于一 100 毫升有盖塑料瓶中,加入 20 毫升一定浓度的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液(对照处理则加 20 毫升蒸馏水),另加 0.2 毫升氯仿,盖紧后,置保温箱中于 30°C 下平衡 3 天,每天摇动瓶数次。3 天后,每瓶加入 3 克 KCl,振荡 30 分钟,过滤,用 $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KCl 洗至无铵反应,滤液经定容后,取部分加 MgO 蒸馏测定其中的 NH_4^+-N 量,最后用差值法计算出土壤固定的铵量。

2 结果和讨论

2.1 固定态铵储量

各土样的固定态铵含量变动在 $122\sim 414\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 间,平均为 $279\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。由于各土壤成

① 国家自然科学基金资助项目(批准号 48970038)

土母质不同,从而它们的矿物组成各异,因此各土壤的固定态铵含量与粘粒含量无关。发育于黄壤残积物的二黄泥,粘土矿物以高岭为主,固定态铵含量最低。母质同为岷江冲积物的大头油砂土、二油砂土、下湿潮土和槽田,各土壤的固定态铵含量也与其粘粒含量无关,其中二油砂土的粘粒含量虽数倍于下湿潮土,而后的固定态铵含量反较前者平均高约 110mg kg^{-1} 。这说明,这些冲积物不但运移的距离和沉积的条件不同,且其物源也各异(表1)。

表1 供试土壤的采集地点和主要物理、化学性质

土 壤	母 质	深度 (cm)	层次	C (g/kg)	N (g/kg)	固定态铵		< 2 μ 粘粒 (g/kg)
						(mg/kg)	(占全 N%)	
大头油砂土 (成都)	岷江冲积物	0~12	A	17.2	1.65	328	19.9	114
		12~20	P	16.2	1.60	330	20.6	124
		20~38	Bg1	15.7	1.21	226	22.0	167
		38~78	Bg2	5.1	0.58	369	63.6	166
		78~105	BC	6.1	0.66	406	61.5	223
二油砂土 (灌县)	岷江冲积物	0~16	A	15.5	1.33	264	19.8	107
		16~24	P	12.8	1.16	256	22.0	199
		24~45	L	7.1	0.67	256	38.1	224
		45~57	Big	6.2	0.63	219	34.7	204
		57~100	BC	4.0	0.40	222	55.5	177
下湿潮土 (双流)	岷江冲积物	0~15	A	17.2	1.78	356	20.0	58
		15~23	P	9.4	1.07	328	30.7	60
		23~52	Bg1	6.3	0.71	414	58.3	68
		52~72	Bg2	5.0	0.57	350	61.4	40
		72~100	BG	4.9	0.56	330	59.0	20
槽田 (新津)	岷江冲积物	0~15	A	19.5	1.68	233	13.9	34
		15~40	P	14.8	1.21	284	23.5	50
		40~60	Bg1	6.4	0.74	352	47.6	52
		60~100	2BG	13.1	1.01	233	23.0	32
紫二泥 (太平)	紫色土沉积物	0~14	A	13.8	1.44	306	21.2	263
		14~22	P	11.7	1.24	306	24.6	274
		22~52	Bg1	7.5	0.86	320	37.2	294
		52~74	Bg2	6.2	0.79	323	40.9	283
		74~100	BC	7.0	0.87	346	39.7	275
二黄泥 (眉山)	黄壤残积物	0~17	A	11.0	1.12	152	13.6	218
		17~25	P	7.6	0.86	143	16.7	244
		25~36	Bg1	4.6	0.57	139	24.3	269
		36~63	Bg2	3.5	0.44	140	31.7	206
		63~100	BC	2.7	0.36	123	34.0	193

与土壤有机碳和全氮含量随剖面深度明显降低不同,各土壤固定态铵的剖面分布除受沉积物不同的影响外,无明显的规律性,大体上是全剖面无变化。因而固定态铵在全氮中所占的份额,除槽田的埋葬层外,均有规律的随土层深度而增高。其相对含量以槽田和二黄泥表土的最低,约为14%,大头油砂土和下湿潮土的底土最高,约为60%。

表2列出了各土壤0~20厘米和0~100厘米土体中全氮和固定态铵的储量。由表可见,各土壤0~20厘米土体中固定态铵的储量平均占全氮储量的20%左右,0~100厘米土体中则高达32.6%,与太湖平原的土壤很相近³,这充分说明固定态铵在土壤氮库中占有重要地位。

2.2 固定态铵的生物有效性

表 3 示明小麦生长季节中各土壤中有效性固定态铵的含量。下湿潮土为稻板田, 故其表土中有效性固定态铵为最高, 其余多数剖面中有效性固定态铵则随剖面深度而增多。这和樊小林等^[4]和 Mengel 等^[5]的结果一致。这些作者的结果表明, 亚表土以下各土层中固定态铵含量的变化滞后于表土, 在冬小麦生长期, 亚表土以下各土层中固定态铵量降低最显著。二黄泥表土中有效性固定态铵为何最高, 原因还不清楚。

表 2 水稻土表层和 1 米土体中的全 N、固定态铵储量*

土 壤	0~20cm			0~100cm		
	全 N (kg/ ha)	固定态 NH ₄ ⁺		全 N (kg/ ha)	固定态 NH ₄ ⁺	
		(kg/ ha)	(占全 N%)		(kg/ ha)	(占全 N%)
大头油沙土	3439	694	20.2	12364	3762	30.4
二油沙土	3006	611	20.3	9595	3428	35.7
下湿潮土	5288	1148	21.7	13429	5826	43.4
槽田	3023	495	16.4	13266	3337	25.2
紫二泥	3662	820	22.4	13271	4808	36.2
二黄泥	2790	392	14.0	8572	2100	24.5
平 均	3535	693	19.6	11749	3877	32.6

*各土壤 A. P. 和大部分 Bg1 土层的容重为实测资料, 其余土层的容重按其机械组成设定。

表 3 各土壤中的有效性固定态铵含量(mg/ kg)

土 壤	A	P	Bg1(L)	Bg2(Big)	BC(BG, 2BG)
大头油沙土	16.4 (5.0)*	13.7 (4.2)	18.4 (6.9)	38.1 (10.3)	67.5 (16.6)
二油沙土	9.6 (3.6)	9.0 (3.5)	23.2 (9.1)	25.7 (11.7)	25.2 (11.4)
下湿潮土	67.0 (18.8)	43.0 (13.1)	34.2 (8.3)	48.1 (13.7)	43.2 (13.1)
槽田	4.0 (1.7)	63.9 (22.5)	6.2 (1.8)		22.0 (9.8)
紫二泥	4.3 (1.4)	47.5 (15.6)	54.3 (17.0)	52.8 (16.4)	76.8 (22.2)
二黄泥	37.8 (24.8)	34.8 (24.3)	29.1 (21.0)	34.7 (24.9)	24.1 (19.7)

* 占固定态铵%

小麦一般每公顷约需氮 300kg。各供试土壤 0~100cm 土体中的有效性固定态铵储量均在 300kg 以上, 平均为 549kg, 仅 0~20cm 土体中平均即达 73kg(表 4)。可见, 固定态铵是作物的重要氮素给源。另外, 亚表土以下各土层中大量有效性固定态铵的存在还说明, 评价土壤的供氮能力时, 不宜只考虑表土的有效性氮量。

应当指出, 本文中所指的有效性固定态铵是在大量能源物质和充分的营养元素存在和最适水热条件下微生物能吸收利用的固定态铵, 它不一定能为大田生长条件下的作物全部吸收利用。它是当前能够参与物质生物循环的固定态铵的最大量, 即除此以外的那部分固定态铵可以认为在相当一段时间内不会参与物质的生物循环。表 3 表明, 各土层中有效性固定态铵的相对含量(占固定态铵总量的%)变动在 1.4~24.9%间, 这意味着, 土层中至少 3/4 以上的固定态铵是惰性的。根据表 2、4 的资料可计算出, 在供试的 6 个土壤中, 这种惰性氮平均占全

氮储量的27.8%。

表4 供试水稻土中有效性固定态铵储量*

土 壤	0~20cm		0~100cm	
	储量 (kg/ha)	占固定态 铵储量的%	储量 (kg/ha)	占固定态 铵储量的%
大头油沙土	51	7.4	553	14.7
二油沙土	22	3.6	314	9.2
下湿潮土	201	17.5	729	12.5
槽田	46	9.3	487	14.6
紫二泥	53	6.5	739	15.4
二黄泥	97	24.7	472	22.5
平 均	78	11.5	549	14.8

2.3 土壤的固铵能力

已经知道作为基肥加入的肥料中的铵被土壤固定后,在当季作物生长期,大部分可被吸收利用^[6,7]。同时也知道,在未加入较大量有机物质的情况下,生物固持的肥料氮量一般较低,因此,土壤固铵能力的大小在一定程度上可反映土壤“稳肥性”的高低。供试各土壤固定的铵量随加入铵量的增加而增加,但无论加入 NH_4^+ 的浓度如何,恒以紫二泥固定的铵量最高,二黄泥最低。其余依次大体为槽田>下湿潮土>大头油砂土(表5)。这表明紫二泥的稳肥性最高,二黄泥的稳肥性最低。

表5 各土壤表土的固铵量(占加入 NH_4^+ -N 量的%)

土 壤	加入 NH_4^+ -N 量(mg/kg)				
	140	700	1400	7000	14000
大头油沙土	10.0	7.6	5.3	1.6	1.3
二油沙土	9.3	7.1	4.2	1.7	1.3
下湿潮土	24.8	13.3	8.1	2.2	1.8
槽田	19.5	15.8	8.5	2.4	2.1
紫二泥	46.6	21.2	12.8	6.0	4.4
二黄泥	0.5	1.2	1.4	0.7	0.5

致谢 本工作承中国科学院南京土壤研究所姚贤良研究员提供土壤样品和土壤机械组成和容重等数据,在此深致谢意。

参 考 文 献

- 1 Silva J A, Bremner J M. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1966, 30: 587~594
- 2 Cheng L L, Wen Q X, Li Z P. Pedosphere, 1994, 4: 311~319
- 3 文启孝, 张晓华, 杜丽娟, 吴顺龄. 太湖地区主要土壤中的固定态铵及其有效性. 土壤学报, 1988, 25: 22~30
- 4 樊小林, 李昌纬, Mengel K. 壤土非代换性铵和冬小麦生长的关系. 土壤通报, 1989, 20: 249~251
- 5 Mengel K, Scherer H W. Soil Sci. 1981, 131: 226~232
- 6 程励励, 文启孝, 李洪. 盆栽和田间条件下土壤中¹⁵N 标记肥料氮的转化. 土壤学报, 1989, 26: 124~130
- 7 Kowalenko C G, Cameron D R. Can. J. Soil Sci. 1978, 58: 196~208