

湖南省主要稻田土壤的固定态铵含量与最大固铵容量

黄顺红^{1,2} 张杨珠^{1*} 吴明宇¹ 彭杰¹ 周卫军¹

(1 湖南农业大学资源与环境学院 长沙 410128; 2 衡阳师范学院 湖南衡阳 421008)

摘要 应用 Silva-Bremner 法, 研究了湖南省 7 种主要母质发育的稻田土壤的固定态铵含量和最大固铵容量。研究结果表明: ①供试耕层土壤固定态铵含量变动在 69.2 ~ 457.5 mg/kg 之间, 平均为 304.7 mg/kg ± 96.7 mg/kg, 占土壤全 N 的 2.6 % ~ 25.7 %, 平均为 14.0 % ± 5.1 %, 是该地区一项重要的土壤 N 素资源。7 种不同母质发育的稻田耕层土壤固定态铵含量的大小顺序为: 湖潮泥 > 黄泥田 > 河沙泥 > 紫泥田 > 灰泥田 > 红黄泥 > 麻沙泥。②在土壤剖面中, 土壤固定态铵含量随剖面深度的变化因土壤类型不同而不同, 但其相对含量随深度增加而恒增大: 表层平均为 15.1 % ± 6.6 %, 亚表层为 25.9 % ± 11.7 %, 表下第 3 层平均为 34.6 % ± 16.3 %。③供试耕层土壤的最大固铵容量以湖潮泥最高, 达 658.7 mg/kg, 以麻沙泥最低, 为 97.6 mg/kg。④相关分析表明, 土壤耕层固定态铵含量与 0.01 ~ 0.001 mm 黏粒含量呈极显著正相关 ($r = 0.698^{**}$, $n = 28$), 与有机质、全 N、碱解 N、CEC、缓效 K 和 <0.001 mm 黏粒含量的相关性均不显著。耕层土壤最大固铵容量与固定态铵量呈极显著正相关 ($r = 0.841^{**}$, $n = 32$), 与 0.01 ~ 0.001 mm 黏粒含量呈极显著正相关 ($r = 0.659^{**}$, $n = 28$)。

关键词 湖南; 稻田土壤; 土壤固定态铵; 最大固铵容量

中图分类号 S153.6

土壤固定态铵是土壤 N 库的一个重要组成部分, 在土壤 N 素的内循环和对作物的供 N 过程中起着重要作用。湖南省地处中亚热带湿润气候区, 是我国双季稻主产省之一, 由各种成土母质发育的水稻土是该省主要的农业土壤资源。对该省主要类型稻田土壤固定态铵的含量及其影响因素已有初步研究, 但对该省由各种不同母质发育的水稻土的最大固铵容量还未见报道。在此基础上, 本文对该省各种不同母质发育的稻田土壤固定态铵的含量与最大固铵容量进行了进一步研究, 以期对该省水稻土的 N 素肥力特征有更多的了解, 并进一步阐明土壤对铵的矿物固定的农学意义, 加深对稻田生态系统 N 素养分生态循环的认识, 为制定科学合理的水稻施 N 技术, 提高 N 肥利用率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

供试土壤系湖南省 7 种主要成土母质发育的稻田土壤, 其中耕层混合样 32 个, 剖面分层样 7 个, 土壤剖面按土壤深度 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 75 cm

分层采样。各土样的基本情况和基本性质见表 1 和表 2。

1.2 研究方法

1.2.1 土壤固定态铵的测定 用 Silva-Bremner 法^[1]。用碱性次溴酸钾溶液处理土壤样品, 以去除有机 N, 再用 0.5 mol/L KCl 溶液洗涤处理后的土样, 除去交换态铵, 最后用 5 mol HF - 1 mol HCl 破坏矿物晶格, 使固定态铵释放出来, 用定氮仪定 N, 测定其中的 NH_4^+ 含量, 即为该土样的固定态铵含量。

1.2.2 土壤最大固铵容量的测定^[2] 称取过 100 目筛的土样于 100 ml 的离心管中, 加 1 mol/L NH_4Cl 溶液 20 ml 浸泡土壤样品 3 天, 离心, 轻轻倾弃上清液, 用 1 mol/L KCl 洗涤土样多次, 去除残留的 NH_4^+ , 于 50 °C 烘干, 再用 Silva-Bremner 法测定土样的固定态铵含量, 即为该土样的最大固铵容量。

1.2.3 土壤理化性质的测定^[3] 土壤全 N 用凯氏消解法; 土壤有机质用重铬酸钾氧化外加热法; 土壤阳离子交换量 (CEC) 用乙酸铵法; 土壤机械组成用吸管法; 土壤速效 K 用乙酸铵提取-火焰光

① 国家“863”计划项目 (2001AA218041) 资助。

* 通讯作者

表 1 供试耕层土壤的基本情况和基本性质

Table 1 Basic conditions and properties of tested soils in plow layers

土壤名称	成土母质	采样地点	样品数	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	缓效 K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	黏粒 (g/kg)	
									0.01~0.001mm	<0.001mm
黄泥田	板页岩 风化物	长沙 资兴	5	43.0 ± 9.4	2.6 ± 0.4	-	-	105 ± 30	458 ± 185	266 ± 53
紫泥田	紫色砂页岩 风化物	长沙 祁东	5	35.6 ± 17.8	2.1 ± 0.7	152.3 ± 29.4	355.7 ± 100.5	170 ± 06	359 ± 90	196 ± 31
红黄泥	第四纪 红土	长沙 湘阴 澧陵	5	32.7 ± 11.1	1.8 ± 0.4	157.8 ± 40.5	157.4 ± 110.5	114 ± 09	338 ± 73	283 ± 57
灰泥田	石灰岩 风化物	祁阳	3	51.7 ± 2.8	2.7 ± 0.3	191.5 ± 18.4	181.6 ± 31.8	182 ± 09	342 ± 16	318 ± 26
河沙泥	河流 沉积物	长沙 澧陵	7	37.0 ± 13.8	2.2 ± 0.8	184.2 ± 64.1	216.8 ± 134.1	100 ± 28	390 ± 57	243 ± 74
湖潮泥	湖积物	汉寿 沅江	4	40.5 ± 4.1	2.7 ± 0.2	196.1 ± 12.3	287.9 ± 72.9	148 ± 26	448 ± 40	236 ± 21
麻沙泥	花岗岩 风化物	长沙	3	39.8 ± 6.1	2.1 ± 0.5	161.8 ± 40.2	332.0 ± 129.3	128 ± 23	239 ± 30	191 ± 29

表 2 供试剖面土壤的基本情况和基本性质

Table 2 Basic conditions and properties of tested soils in soil profiles

土壤名称	土壤深度 (cm)	成土母质	采样地点	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	缓效 K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	黏粒 (g/kg)	
									0.01~0.001mm	<0.001mm
黄泥田	0~20	板页岩	长沙	34.98	2.09	158.9	22.5	9.29	392	224
	20~40	风化物		18.04	1.26	87.8	42.9	6.96	443	255
	40~75			22.81	1.38	89.4	413.8	8.27	468	216
麻沙泥	0~20	花岗岩	长沙	46.50	2.62	207.9	481.2	10.20	205	224
	20~40	风化物		16.25	1.08	80.0	447.3	8.00	185	204
	40~75			9.13	0.59	71.4	721.4	10.50	549	204
紫泥田	0~20	紫色砂	长沙	26.90	1.69	141.6	364.5	16.62	349	189
	20~40	页岩风		12.51	1.04	64.0	413.5	18.73	383	104
	40~75	化物		5.36	0.55	38.9	444.4	9.82	327	95
红黄泥	0~20	第四纪	长沙	24.12	1.22	136.9	146.6	8.30	299	237
	20~40	红土		11.72	0.80	68.6	192.7	7.39	311	226
	40~75			7.86	0.45	45.6	159.9	9.67	416	156
灰泥田	0~20	石灰岩	祁阳	43.38	2.28	206.6	254.4	15.51	331	268
	20~40	风化物		15.62	1.08	83.3	257.2	14.00	409	137
	40~75			8.80	0.72	58.8	326.9	10.69	416	114
河沙泥	0~20	河流	长沙	27.26	1.46	154.5	513.7	7.56	304	180
	20~40	沉积物		10.07	0.81	48.9	484.8	7.98	275	275
	40~75			5.50	0.71	57.7	445.1	7.62	346	263
湖潮泥	0~20	湖积物	汉寿	34.89	2.32	281.0	216.2	12.92	468	197
	20~40			21.11	1.47	108.0	304.4	12.68	442	189
	40~75			18.65	1.36	101.9	163.9	8.60	467	227

度法; 土壤缓效 K 用 1 mol/L 硝酸煮沸-火焰光度法。

2 结果与分析

2.1 耕层土壤的固定态铵含量和最大固铵容量

2.1.1 土壤固定态铵含量 由表 3 看出, 由不同成土母质发育的土壤固定态铵含量差异很大, 最高的是以湖积物发育的湖潮泥, 为 $412.8 \text{ mg/kg} \pm 32.4 \text{ mg/kg}$, 最低的是以花岗岩风化物发育的麻沙泥, 仅为 $135.4 \text{ mg/kg} \pm 57.4 \text{ mg/kg}$ 。其他供试土壤的固定态铵含量介于上述二者之间, 按高低顺序分别为: 黄泥田 ($372.5 \text{ mg/kg} \pm 69.8 \text{ mg/kg}$)、河沙泥 ($342.1 \text{ mg/kg} \pm 59.0 \text{ mg/kg}$)、紫泥田 ($313.9 \text{ mg/kg} \pm 35.2 \text{ mg/kg}$)、灰泥田 ($241.3 \text{ mg/kg} \pm 33.8 \text{ mg/kg}$)、红黄泥 ($228.7 \text{ mg/kg} \pm 43.0 \text{ mg/kg}$)。由于成土母质的多

样性, 加上不同农业生产方式的影响不同, 使得湖南省稻田土壤的矿物学组成和特性异常复杂, 差异甚大, 因而, 不同类型稻田土壤的固定态铵含量明显不同。

供试土壤固定态铵占土壤全 N 的相对含量 (%) 变动在 2.6% ~ 25.7% 之间, 平均为 $14.0\% \pm 5.1\%$ 。就不同土壤类型而言, 其大小顺序依次为河沙泥 ($16.6\% \pm 4.6\%$)、湖潮泥 ($15.7\% \pm 2.0\%$)、黄泥田 ($15.1\% \pm 4.3\%$)、紫泥田 ($14.5\% \pm 7.2\%$)、红黄泥 ($13.0\% \pm 3.8\%$)、灰泥田 ($8.9\% \pm 2.0\%$)、麻沙泥 ($6.1\% \pm 3.6\%$)。由以上结果可知, 土壤固定态铵含量占土壤全 N 的百分数, 有 72% 的土壤 > 10%, 特别是在有机质含量低的土壤中, 其对全 N 的贡献甚至高达 25.7%, 土壤固定态铵是一项不容忽视的土壤 N 素资源。

表 3 不同耕层土壤的固定态铵含量和最大固铵容量

Table 3 Contents of fixed ammonium and maximum ammonium fixation capacities of soils in plow layers

土壤名称	样品数	固定态铵		最大固铵容量 (mg/kg)
		含量 (mg/kg)	占全 N (%)	
黄泥田	5	372.5 ± 69.8	15.1 ± 4.3	404.4 ± 73.6
紫泥田	5	313.9 ± 35.2	14.5 ± 7.2	460.2 ± 97.7
红黄泥	5	228.7 ± 43.0	13.0 ± 3.8	246.2 ± 55.6
灰泥田	3	241.3 ± 33.8	8.9 ± 2.0	267.6 ± 42.4
河沙泥	7	342.1 ± 59.0	16.6 ± 4.6	376.0 ± 52.7
湖潮泥	4	412.8 ± 32.4	15.7 ± 2.0	541.1 ± 86.0
麻沙泥	3	135.4 ± 57.4	6.1 ± 3.6	199.5 ± 94.3

土壤固定态铵是指被镶嵌于土壤中 2:1 型铝硅酸盐黏土矿物层间的双三角形洞穴的 NH_4^+ 。因此, 2:1 型矿物的种类和含量是决定土壤中固定态铵含量的最主要因子, 凡影响土壤黏土矿物组成的因素都将影响土壤的固定态铵含量。成土母质和成土年龄是影响矿物组成的两个因素。从本实验可以看出, 由于成土母质不同, 各土壤的固定态铵含量差异很大, 由湖积物发育的湖潮泥, 河流冲积物发育的河沙泥, 紫色砂页岩风化物发育的紫泥田, 板岩风化物发育的黄泥田, 其黏土矿物多为蛭石、伊利石、蒙脱石等 2:1 型黏土矿物, 因而其固定态铵含量较高。而由花岗岩风化物发育的麻沙泥, 第四纪红色黏土发育的红黄泥, 石灰岩风化物发育的灰泥田, 其黏土矿物多为高岭石等 1:1 型黏土矿物, 因而, 由这些母质发育的稻田土壤, 其固定态铵含量相对

较低。

除黏土矿物外, 土壤固定态铵含量还与土壤黏粒含量相关。一般情况下, 黏粒含量愈高固定态铵含量愈大^[4-6]。在本实验中, 相关分析表明, 供试耕层土壤与 0.01 ~ 0.001 mm 黏粒含量呈极显著正相关关系 ($r = 0.698^{**}$, $n = 28$)。但由石灰岩风化物发育的灰泥田, 质地黏重, 其 < 0.001 mm 黏粒含量相对较高, 而其固定态铵含量又较低。这说明对于同一母质发育的不同土壤, 因为其黏土矿物组成相同或相似, 固定态铵含量才随黏粒含量增加而增加, 而对于不同母质发育的不同土壤固定态铵含量, 黏土矿物种类才是决定因素。

2.1.2 最大固铵容量 土壤最大固铵容量指用 1 mol/L 的铵盐溶液处理土壤 3 天后测得的土壤固定态铵含量, 它是土壤中黏土矿物可固定铵离子的最

大容量。了解土壤的最大固铵容量可以估算不同土壤对 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的缓冲能力，从而可以针对不同土壤指导合理施肥。由表 3 可以看出，供试土壤的最大固铵容量因黏土矿物组成的不同而差异很大，由湖积物发育的湖潮泥，板岩风化物发育的黄泥田，河流冲积物发育的河沙泥，紫色砂页岩风化物发育的紫泥田，黏土矿物以 2:1 型矿物为主，其最大固铵容量较高，如湖潮泥高达 658.7 mg/kg 。而以 1:1 型黏土矿物为主的灰泥田、红黄泥和麻沙泥，其最大固铵容量较低，如花岗岩风化物发育的麻沙泥，仅为 97.6 mg/kg 。总的情况来看，不同类型土壤最大固铵容量大小顺序为湖潮泥 ($541.1 \text{ mg/kg} \pm 86.0 \text{ mg/kg}$) > 紫泥田 ($460.2 \text{ mg/kg} \pm 97.7 \text{ mg/kg}$) > 黄泥田 ($404.4 \text{ mg/kg} \pm 73.6 \text{ mg/kg}$) > 河沙泥 ($376.0 \text{ mg/kg} \pm 52.7 \text{ mg/kg}$) > 灰泥田 ($267.6 \text{ mg/kg} \pm 42.4 \text{ mg/kg}$) > 红黄泥 ($246.2 \text{ mg/kg} \pm 55.6 \text{ mg/kg}$) > 麻沙泥 ($199.5 \text{ mg/kg} \pm 94.3 \text{ mg/kg}$)。由此可见，土壤本底固定态铵含量较高，其最大固铵容量也较高，本底固定态铵含量较低，其最大固铵容量也较低。经相关分析，土壤最大固铵容量与土壤固定态铵含量呈极显著正相关 ($r = 0.845^{**}$, $n = 32$)，最大固铵容量与 $0.01 \sim 0.001 \text{ mm}$ 黏粒呈极显著正相关 ($r = 0.659^{**}$, $n = 28$)。同时，由表 3 看出，湖南省 7 种母质发育的水稻土，与壤土相比^[7,8]，对添加的外源铵固定能力不强，这可能是由于供试土壤为高肥力稻田土壤，土壤中黏土矿物的固铵位点大多数被铵所占据所致。

2.2 剖面分层土壤的固定态铵含量和最大固铵容量

2.2.1 土壤固定态铵含量 由图 1、图 2 可以看出，由于成土母质、地形、气候各种因素的影响，不同土壤剖面中固定态铵含量的分布差异较大；同时，由于农业耕作方式及施肥情况的不同，同一母

质发育的水稻土与旱耕地土壤相比，其剖面固定态铵含量分布也有较大的差异^[9]。总体来说，稻田土壤固定态铵含量在土壤剖面中的分异要比丘岗旱地土壤为大，这可能与植稻条件下土壤淹水造成的水分向下淋溶渗透和导致的黏粒下移有关。具体来说，供试土壤固定态铵含量在土壤剖面中的变化有以下几种分布模式：①土壤剖面中固定态铵含量随剖面深度的增加而升高，如河沙泥；②固定态铵含量随剖面深度的增加而减少，如灰泥田，麻沙泥，红黄泥；③亚表层固定态铵含量明显增大或减少，如湖潮泥；亚表层的固定态铵含量比其表层及表下第 3 层都高，而黄泥田、紫泥田亚表层固定态铵含量低于其余两层。这与稻田土壤的母质类型、土壤质地、地形等情况有关。河流冲积物发育的河沙泥，质地较粗，在长期的淹水种稻过程中，使黏粒分散在水中，向下移动，随着黏粒下移，表层的一部分 N 素养分带入下层累积而被固定，因而，土壤固定态铵含量随剖面深度的增加而增加。而石灰岩风化物发育的灰泥田，质地黏重，透水性能差，表层受水作用较其余两层强，表层的黏粒难以下移，因而其表层固定态铵含量高于亚表层及表下第 3 层。虽然固定态铵绝对含量在不同剖面中分布情况差异较大，但其在 7 个剖面 3 个不同层次中平均值差异较小，表层平均为 $278.7 \text{ mg/kg} \pm 130.9 \text{ mg/kg}$ ，亚表层为 $277.1 \text{ mg/kg} \pm 133.1 \text{ mg/kg}$ ，表下第三层为 $276.3 \text{ mg/kg} \pm 150.7 \text{ mg/kg}$ 。由于土壤全 N 随剖面深度而降低，因而固定态铵的相对含量随剖面深度加深而升高，表层平均为 $15.1\% \pm 6.6\%$ ，亚表层为 $25.9\% \pm 11.7\%$ ，表下第 3 层平均为 $34.6\% \pm 16.3\%$ ，在河沙泥的表下第 3 层，高达 53.3% 。由此可见，由于土壤深层全 N 含量低下，土壤固定态铵对于深根系作物的 N 素养作用更是不可忽视。

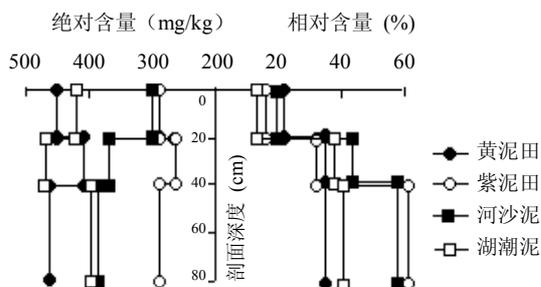


图 1 供试土壤剖面中固定态铵含量

Fig. 1 Distribution pattern of fixed ammonium content in profile of the tested soil

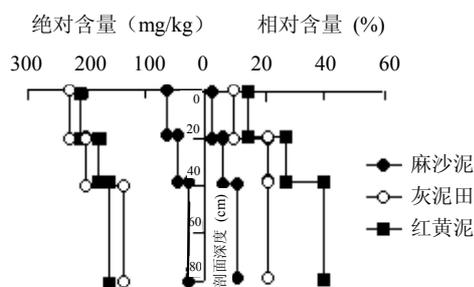


图 2 供试土壤剖面中固定态铵含量

Fig. 2 Distribution pattern of fixed ammonium content in profile of the tested soil

2.2.2 土壤最大固铵容量 如表 4 所示,在各供试剖面土壤中,土壤最大固铵容量差异较大,以湖潮泥亚表层的最大固铵容量最高(570.7 mg/kg),麻沙泥的表层土壤最大固铵容量最低(97.6 mg/kg)。但新增固定态铵以黄泥田亚表层最多(139.4 mg/kg),灰泥田表层土壤最少(3.8 mg/kg)。经相关

分析,各供试剖面土壤的最大固铵容量与土壤有机质、全 N、碱解 N、缓效 K、CEC、黏粒均无显著相关性,但湖潮泥土壤的黏土矿物以 2:1 型的蒙脱石、水云母为主,而麻沙泥土壤的黏土矿物以 1:1 型的高岭石为主,可见,成土母质仍是各剖面土壤最大固铵容量的一个主要决定因素。

表 4 供试剖面土壤的最大固铵容量 (mg/kg)

Table 4 Maximum ammonium-fixation capacities of the tested soil profiles

剖面深度 (cm)	黄泥田	麻沙泥	紫泥田	红黄泥	灰泥田	河沙泥	湖潮泥
0~20	477.6	97.6	371.0	209.6	237.3	388.6	550.0
20~40	553.5	202.9	390.5	241.1	341.4	436.1	570.7
40~75	565.9	113.4	436.0	197.9	286.8	384.9	520.2

3 小结

(1) 对湖南省 7 种主要母质发育的水稻土耕层土壤及剖面土壤研究表明,耕层土壤固定态铵含量为 69.2 ~ 457.5 mg/kg, 平均为 304.7 mg/kg ± 96.7 mg/kg, 占土壤全 N 的 2.6 % ~ 25.7 %, 平均为 14.0 % ± 5.1 %。剖面土壤中,以黄泥田的表下第 3 层固定态铵含量最高,达 460.1 mg/kg,麻沙泥的表层最低,为 57.6 mg/kg,其余各剖面层次介于这二者之间,占全 N 份额,以河沙泥的表下第 3 层最大,为 53.3 %,而以麻沙泥的表层最小,仅 2.6 %。

(2) 供试耕层土壤的最大固铵容量为 97.6 ~ 658.7 mg/kg,而在供试剖面土壤中,其最大固铵容量以河沙泥的亚表层最高,达 570.7 mg/kg,以麻沙泥的表层最低,为 97.6 mg/kg。

(3) 黏土矿物种类及黏粒含量是决定土壤固定态铵含量及最大固铵容量的两个主要因素,相关分析表明,供试耕层土壤固定态铵含量及最大固铵容量均与 0.01 ~ 0.001 mm 黏粒含量极显著相关,而供试剖面土壤的固定态铵含量及最大固铵容量与土壤的基本理化性质相关性均不显著。

参考文献

1 Silva JA, Bremner JM. Determination and isotope-ratio

- analysis of different form of nitrogen in soils: Fixed Ammonium. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1966, 30: 587 ~ 594
- 2 Allison FE, Roller EM, Doetsch JH. Ammonium fixation and availability in vermiculite. Soil Sci., 1953, 75 (3):173 ~ 180
- 3 中国土壤学会编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业出版社, 2002
- 4 孙艳, 吴守仁. 壤土的固定态铵含量及其对作物的有效性. 土壤通报, 1989, 20 (5): 205 ~ 207
- 5 廖断佩, 林先贵, 曹志洪, 张杨珠. 土壤固定态铵的影响因素. 土壤, 2003, 35 (1): 36 ~ 39
- 6 Zhang YZ, Liao JP, Sun YH, Feng YH, Huang YX. Fixed ammonium in major types of paddy soils in Hunan Province, China. Pedosphere, 2003, 13 (3): 199 ~ 208
- 7 Fan XL, Zhang YP, Juang TC, Zhang FS. Thermodynamic properties of NH₄⁺ fixation in manured loess soil in Shanxi Province, China. Pedosphere, 1997, 7 (1): 49 ~ 58
- 8 孙艳, 吴守仁, 吕家垅. 壤土固定态铵容量及蓄氮供氮能力研究. 干旱地区农业研究, 2000, 18 (3): 8 ~ 14
- 9 万大娟, 张杨珠, 冯跃华, 黄运湘. 湖南省主要旱耕地土壤的固定态铵含量及其影响因素. 土壤学报, 2004, 41 (3): 480 ~ 483

NATIVE FIXED AMMONIUM AND MAXIMUM AMMONIUM FIXATION CAPACITIES OF MAJOR TYPES OF PADDY SOILS IN HUNAN PROVINCE

HUANG Shun-hong^{1,2} ZHANG Yang-zhu¹ WU Ming-yu¹ PENG Jie¹ ZHOU Wei-jun¹

(¹ College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128;

² Hengyang Normal College, Hengyang, Hunan 421008)

Abstract Using the Silva-Bremner method (1966), this paper studied contents of fixed ammonium and maximum ammonium fixation capacities in typical paddy soils derived from seven different types of parent material in Hunan Province. The results showed: ①the content of fixed ammonium in the soils in the plow layer ranged from 69.2 mg/kg to 457.5 mg/kg, being (304.7 ± 93.7) mg/kg on average, and the percentage of fixed ammonium to total N ranged from 2.6 % to 25.7 %, being $14.0 \% \pm 5.1 \%$ on average, which was higher than that in the soils of North Hunan. So ammonium fixation was a main N source in the province. In terms of content of fixed ammonium, the seven types of paddy soils were in the order of newly laky clayey soil > yellow clayey soil > alluvial sandy soil > purple clayey soil > grey clayey soil > reddish yellow clayey soil > granitic sandy soil; ②In soil profiles, content of fixed ammonium varied irregularly with the depth from soil to soil, but the percentage of fixed ammonium to total N in soils increased with the depth and on average, it was $15.1 \% \pm 6.6 \%$ in the surface horizon, $25.9 \% \pm 11.7 \%$ in the subsurface horizon and $15.1 \% \pm 6.6 \%$ in the third horizon; ③The newly laky clayey soil was the highest in maximum ammonium fixation capacity in the cultivated horizon, reaching 658.7 mg/kg, and the granitic sandy soil was the lowest, being only 97.6 mg/kg; ④The content of fixed ammonium in the cultivated horizon was correlated with the content of clay of 0.01 ~ 0.001mm at the significant level of $P_{0.01}$ ($r = 0.698^{**}$, $n = 28$), but not with the content of organic matter, total N, available N, CEC, slowly available potassium or clay <0.001mm in particle size and the maximum ammonium fixation capacity in the cultivated horizon soils was correlated with the content of fixed ammonium and 0.01 ~ 0.001 mm clay at the significant level of $P_{0.01}$ with correlation coefficients being 0.841^{**} and 0.659^{**} , respectively.

Key words Hunan Province, Paddy soil, Fixed ammonium, Maximum ammonium fixation capacity