

有机肥和化肥长期配合施用对土壤及不同粒级供氮特性的影响*

徐阳春 沈其荣[†]

(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

摘要 通过间隙淋洗培养试验, 研究水旱轮作下有机肥与化肥长期配合施用后土壤及不同粒级中氮的矿化特性。结果表明, 经 14 年 29 茬连续施肥后土壤氮素矿化势明显增加, 不同处理间的顺序为: 猪粪+ 化肥(310 mg kg⁻¹) > 秸秆+ 化肥(298 mg kg⁻¹) > 化肥(276 mg kg⁻¹) > 对照(204 mg kg⁻¹)。长期施肥对土壤氮素矿化速率常数影响较小, 反映了在相同土壤条件下有机氮矿化的共性。经 16 周连续培养各处理土壤氮素的矿化率均在 17% 左右。土壤不同粒级中氮的矿化量和矿化势均为 0~ 2 μm > 2~ 10 μm > 50~ 100 μm > 10~ 50 μm, 有机肥与化肥长期配合施用显著增加了 0~ 2 和 2~ 10 μm 粒级氮的矿化势和矿化量。与盆栽试验结果相比, 培养过程矿化释放的氮明显高于同期土壤的供氮量, 表明在使用矿化氮评价土壤供氮能力时必须加以矫正。

关键词 氮素矿化势; 矿化速率常数; 有机肥; 土壤粒级
中图分类号 S147.2 文献标识码 A

植物生长过程中吸收的氮素主要来自土壤, 土壤供氮量的大小是决定作物高产稳产的重要因素之一。有机氮的矿化是土壤供氮的重要源泉, 研究土壤氮素的矿化特征, 了解不同时期土壤的供氮量, 对于合理施用氮肥, 减轻施氮量过高对土壤、水和大气环境的冲击等具有重要意义。尽管已有许多有机肥与化肥配合使用对土壤氮素释放影响的报道^[1,2], 但持续施肥的时间较短。有机肥与化肥长期配合施用使土壤的物理、化学和生物学特性都发生了改变^[3~5], 这必将影响土壤氮素的矿化特性, 相关的研究鲜见报道。

土壤不同粒级组分中氮素矿化特性是研究土壤供氮特性所必需的补充^[6], 由于不同矿质颗粒外包装的有机质的组成及转化速率的不同, 不同粒级中有机氮的矿化能力必然不同。通过对其氮素矿化特性的研究可以探明不同粒级在土壤氮素肥力上的作用和地位, 为合理调控土壤肥力、培肥土壤提供依据。

本文通过对土壤及不同粒级中的氮素矿化势和矿化速率与盆栽过程中土壤供氮量进行的比较研究, 旨在阐明有机肥与化肥长期配合施用对土壤供

氮特性的影响。

1 材料与方法

1.1 供试土壤和不同粒级的土壤颗粒

土壤为第四纪下蜀黄土发育的马肝土, 取自江苏省丘陵地区镇江农业科学研究所(119° 07' E, 31° 56' N)进行了 14 年 29 茬连续施用不同有机肥处理的长期定位试验田, 试验设对照(不施肥)、化肥、秸秆+ 化肥、猪粪+ 化肥等处理。化肥用(NH₄)₂SO₄+ Ca(H₂PO₄)₂(含 P₂O₅ 12%) + KCl; 秸秆夏、秋茬分别用小麦和水稻秸秆, 用量为每季 3 750 kg hm⁻²; 猪粪用量为每季 7 500 kg hm⁻²。各施肥处理等量施用 N 150 kg hm⁻²、P 50 kg hm⁻²和 K 155 kg hm⁻², 施肥前分别测定各有机物料中 N、P、K 和水分含量, 依用量计算由各自提供的三要素总量, 最后分别用化肥补充调节到上述施肥量。试验按随机区组排列, 各处理重复 3 次, 小区面积为 4 m × 8 m。一年种植稻- 麦 2 季作物。不同土壤颗粒的分离采用超声波分离- 虹吸沉降法^[7], 供试土壤及不同粒级土壤颗粒的基本性状列于表 1。

* 国家自然科学基金重点项目(39830220)资助

[†] 通讯作者, E-mail: qshen@njau.edu.cn

作者简介: 徐阳春(1964~), 男, 江苏南通人, 副教授, 博士, 主要从事植物营养与土壤肥力的科研与教学工作

收稿日期: 2002- 08- 30; 收到修改稿日期: 2002- 11- 28

表1 供试土壤及不同粒级土壤颗粒的有机碳和全氮含量
Table 1 Contents of organic C and total N in soil and soil particle fractions for test

处理 Treatment	有机碳 Organic C (g kg^{-1})					全氮 Total N (g kg^{-1})					C/N 全土 Soil
	全土 Soil	土壤粒径 Soil particle size				全土 Soil	土壤粒径 Soil particle size				
		0- 2 μm	2- 10 μm	10- 50 μm	50- 100 μm		0- 2 μm	2- 10 μm	10- 50 μm	50- 100 μm	
对照 Control	13.4	16.0	13.4	7.8	12.1	1.30	1.92	1.47	0.81	1.01	10.31
化肥 Fertilizer	14.1	18.5	13.5	7.8	13.1	1.53	2.35	1.58	0.90	1.29	9.22
秸秆+ 化肥 Straw + fertilizer	17.6	18.4	17.6	10.3	14.2	1.66	2.21	1.94	0.95	1.23	10.60
猪粪+ 化肥 Pig manure + fertilizer	18.7	19.6	17.5	10.8	22.2	1.81	2.33	1.88	1.00	1.71	10.33

1.2 有机氮的矿化培养试验

依 Christensen 的方法^[8]。将 10.0 g 过 1 mm 筛的风干土样或不同粒级的土壤颗粒与等重量的石英砂混匀,放入下垫玻璃纤维的筒形漏斗中,铺平土样,覆盖上一层约 1 cm 厚的玻璃纤维,以免向漏斗中加入淋洗液时冲散土壤。分别向每个漏斗加入 5 ml 无氮营养液 ($2.5 \text{ mmol L}^{-1} \text{ K}_2\text{SO}_4$, $2 \text{ mmol L}^{-1} \text{ CaSO}_4$, $2 \text{ mmol L}^{-1} \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 $0.5 \text{ mmol L}^{-1} \text{ CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 和 1 ml 土壤浸出液 (100 g 新鲜土样,加 1 000 ml 水搅匀,静置过夜,取上清液),用预留有通气孔的锡箔膜封漏斗口后在 10°C 培养箱中预培养,每个样品重复 3 次。

预培养 24 h 后,分别用 $0.01 \text{ mol L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 50 ml 和无氮营养液 30 ml 淋洗样品,每次 10 ml,以除去矿质氮。漏斗中多余的水分在 8 000 Pa 下减压去除,用带孔的锡箔膜封口后,于 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 黑暗下培养。分别培养 1、2、4、6、8、10、12、14 和 16 周后,用 CaCl_2 和无氮营养液按上述方法淋洗、抽气。每次收集淋洗液,用靛酚蓝比色法测定 NH_4^+ ; Cu - Cd 柱还原, α -萘胺比色法测定 NO_3^- ,两者之和为土壤矿化氮。

1.3 黑麦草生物培养试验及体内氮含量的测定

取上述土壤或不同粒级土壤颗粒 50.0 g 与等量的石英砂混匀后装入育苗穴盘中,每穴直播黑麦草籽 7 粒,出苗后每穴定苗 5 株,每日浇去离子水,在玻璃温室种植 16 周后收获,烘干称重,磨细过 80 目筛后采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消煮,半微量凯氏法测定全氮含量。土壤有机氮的分级参见文献^[7]。

1.4 数据处理及方程的拟合

采用 Microcal Origin 5.0 统计软件,拟合一级动力学方程。

2 结果与讨论

2.1 长期施用有机肥对土壤氮素矿化参数的影响

用一级动力学方程拟合求得的土壤氮素矿化特征参数列于表 2,结果表明经过 14 年 29 茬连续施肥后,土壤氮素矿化势 (N_0 值)显著增加,不同处理的高低顺序为:猪粪+ 化肥 > 秸秆+ 化肥 > 化肥 > 对照,这与朱兆良等^[9]报道的长期施用氮肥和有机肥可提高土壤 N_0 值的结果相似。有机肥与化肥长期配合施用,土壤氮的矿化势显著高于单施化肥,这有别于巨晓棠等^[10]报道的氮肥或氮肥与有机肥配合施用对于提高 N_0 值的效果无明显规律的结果,可能与后者是在旱地条件下获得的有关。就有机肥的种类而言,在本试验条件下,以猪粪的作用效果最明显。长期施用有机肥后 N_0 值的提高,标志着土壤活性有机氮库增加,即在作物生长过程中通过矿化作用,土壤可提供较多的氮素,相应地肥料氮的投入应适当减少。

土壤氮素矿化速率常数 (k) 是矿化快慢的标志,在本试验条件下由一级动力学方程求得的 k 值,其变化范围在 0.022 7~ 0.028 5,不同施肥处理之间无显著差异。说明同一土壤类型中有机氮的矿化有其共性。用公式:土壤氮素矿化势/土壤全氮 \times 100 计算土壤氮素的矿化比率,结果表明,化肥处理的矿化比率最高,对照最低,有机肥与化肥配合的处理居中(表 2),说明不同处理土壤中有机氮的抗分解能力不一样。究其原因,不施肥的对照土壤中较易分解的含碳、氮有机物在长期的栽种过程中已分解殆尽,可供微生物使用的碳、氮少,微生物的活性相对较弱,故其矿化比率低;长期单施化学氮肥土壤

中的 C/N 比变窄(表 1), 使该处理土壤氮的矿化比率较高; 而化肥与有机肥配合, 由于有机肥在转化过

程中合成了新的腐殖物质, 减缓了土壤中原有含氮有机物的分解或对土壤含氮有机物具有更新作用。

表 2 长期施用有机肥对土壤氮矿化势和矿化速率常数的影响

Table 2 The nitrogen mineralization parameters after long-term fertilization

处理 Treatment	土壤氮素矿化势 Potentially mineralizable N (mg kg ⁻¹)	矿化速率常数 k Rate constant k	矿化比率 N ₀ /N × 100 (%)
对照 Control	204.04 (15.61) ¹⁾	0.0249 (0.0049)	15.70
化肥 Fertilizer	275.84 (20.04)	0.0243 (0.0049)	18.03
秸秆+ 化肥 Straw + fertilizer	297.71 (21.15)	0.0227 (0.0042)	17.93
猪粪+ 化肥 Pig manure+ fertilizer	310.09 (24.91)	0.0285 (0.0065)	17.13

1) 括号内为标准差, 下同 Values in parenthesis represent the standard error of mean, the same below

矿化率是土壤有机氮生物分解性的一个相对指标, 以矿化氮占土壤有机氮的百分率表示。本研究的结果表明, 在培养的 16 周内矿化释放的氮素尚不及土壤总氮量的 1/5(图 1)。各施肥处理土壤的氮素矿化率均高于对照, 但不同肥料种类间差异不显著。

矿化氮量因粒径不同而异, 各处理均表现为: 0~2 μm > 2~10 μm > 50~100 μm > 10~50 μm(表 3)。可见, 土壤可矿化氮主要储存于小粒径中, 这与土壤有机物主要结合在小的粒径中形成土壤有机-无机复合体有关。土壤不同粒径中的矿化氮量明显受到施肥处理影响, 且随着粒径的增粗, 处理间的差距变缓。0~2 μm 粒径以猪粪与化肥配合处理矿化释放的氮最多, 该处理 16 周累计矿化的总氮量比对照高 1.4 倍, 比化肥单施也增加 31%; 秸秆配施化肥处理次之, 分别比对照和化肥单施增加 23% 和 16%。在 2~10 μm 粒径, 16 周的总矿化氮有机肥与化肥配合的两处理相当, 对照处理次之, 化肥单施最低, 可能与长期施化肥使该粒径中的有机物大量分解有关。10~50 μm 粒径的矿化氮最低, 这与该粒径的有机氮含量最低^[7], 可用于矿化的底物最少有关; 该粒径中单施化肥处理的矿化氮虽高于其与有机肥配合的处理, 但两者间的差异并未达到显著水平。在 50~100 μm 粒径中, 也以猪粪与化肥配合处理矿化释放的氮最多, 比对照增加 28%, 另外两个施肥处理与对照的差异不大。

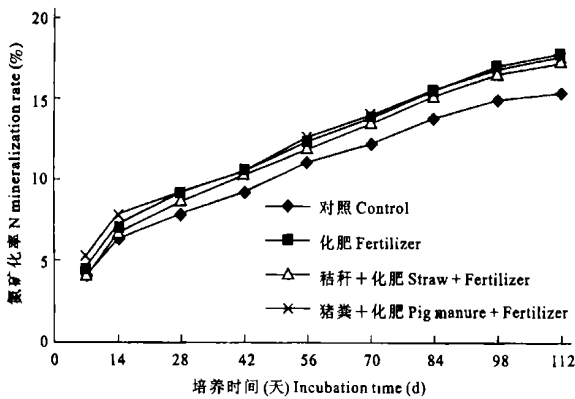


图 1 不同施肥处理的土壤氮素矿化率

Fig 1 Soil nitrogen mineralization rate after long-term fertilization

2.2 长期施用有机肥对土壤不同粒径氮素矿化量和矿化势的影响

在好气淋洗培养的 16 周内, 土壤不同粒径的总

表 3 土壤不同粒径培养 16 周的总矿化氮量

Table 3 Nitrogen mineralized during 16-week incubation in soil particle fractions (mg kg⁻¹)

处理 Treatment	土壤粒径 Soil particle size			
	0~ 2μm	2~ 10μm	10~ 50μm	50~ 100μm
对照 Control	373 (13.8)	247 (23.6)	161 (17.2)	171 (14.7)
化肥 Fertilizer	403 (14.5)	213 (12.2)	201 (15.9)	202 (13.5)
秸秆+ 化肥 Straw + fertilizer	444 (18.3)	322 (15.7)	172 (21.4)	195 (16.6)
猪粪+ 化肥 Pig manure+ fertilizer	505 (15.6)	318 (17.7)	179 (15.4)	236 (20.2)

土壤不同粒级氮的矿化势因粒径不同而异(表4)。在 50 μm 以下 N_0 随粒径增大而减小, 超过 50 μm 后 N_0 又增加。该结果有别于前人报道的随着粒级的减小, N_0 值增大^[11]。有机肥与化肥配合施用后各粒级 N_0 值的增加均显著高于化肥单施。不同肥料种类间除 0~ 2 μm 粒级 N_0 值的排序为: 猪粪+ 化肥 > 秸秆+ 化肥 > 化肥 > 对照外, 其它粒级

两种有机肥之间的差异并不显著。卢瑛等的研究发现肥力高的土壤其微团聚合体的 N_0 值均大于肥力低的土壤相应粒级的 N_0 值^[12], 本研究的结果说明长期施用有机肥培肥了土壤, 使各粒级储存和供氮的能力增加, 但土壤供氮能力的提高并非源自某一粒级的单独作用, 而是各粒级综合作用的结果。

表4 长期施肥对土壤不同粒级氮素矿化势的影响

Table 4 Potentially mineralizable nitrogen (N_0) of soil particle fractions (mg kg^{-1})

处理 Treatment	土壤粒径 Soil particle size			
	0~ 2 μm	2~ 10 μm	10~ 50 μm	50~ 100 μm
对照 Control	417 (21.6)	291 (49.3)	209 (29.3)	244 (24.1)
化肥 Fertilizer	445 (21.4)	299 (20.1)	222 (25.2)	252 (22.9)
秸秆+ 化肥 Straw + fertilizer	495 (20.2)	395 (13.9)	247 (36.6)	264 (32.4)
猪粪+ 化肥 Pig manure+ fertilizer	533 (10.8)	374 (19.6)	251 (23.3)	305 (30.6)

2.3 土壤矿化氮与土壤有机氮各形态的关系

土壤矿化氮主要来自土壤有机氮, 但不同形态的有机氮对矿化氮的贡献如何鲜见报道。本试验结果表明, 酸解铵态氮与矿化氮总量呈显著正相关, $y = 0.4519x + 0.1564$, $R^2 = 0.3378$, $n = 12$; 氨基糖态氮和氨基酸态氮与矿化氮总量均呈极显著正相关, 其直线方程分别为: $y = 0.644x + 0.1905$, $R^2 = 0.6959$, $n = 12$ 和 $y = 0.5629x + 0.0297$, $R^2 = 0.8374$, $n = 12$; 但酸解未知氮与矿化氮总量无显著相关。说明在好气间隙淋洗培养过程中土壤的氮矿化主要源自氨基糖态氮和氨基酸态氮的分解。

2.4 长期施肥对土壤供氮量与供氮率的影响

矿化氮预测的结果可靠与否, 最终还需通过生物试验来验证。以盆栽 16 周黑麦草地上部吸收积累的总氮量作为指标来评价土壤的当季供氮量, 结果表明, 不同施肥处理土壤的供氮量在 107~ 222 mg

kg^{-1} 土之间(表 5), 相当于每 hm^2 耕层土壤(20 cm) 可向当季植物提供 N 242~ 500 kg。不施肥的对照供氮量最小, 化肥处理较对照增加 60%, 化肥与有机肥配合又比化肥单施提高 29%。这一结果的排序与上述的氮素矿化势的顺序完全吻合。将黑麦草的吸氮总量占其栽种之前土壤全氮量的百分数作为评价当季作物生长过程中土壤供氮程度难易的指标, 则不同处理间的排序为: 秸秆+ 化肥(13.29%) > 猪粪+ 化肥(12.27%) > 化肥(11.22%) > 对照(8.27%)。可见供氮量与供氮率之间存在着差异。

土壤不同粒级基础供氮量的高低顺序均为: 0~ 2 μm > 2~ 10 μm > 50~ 100 μm > 10~ 50 μm 。有趣的是不同施肥处理的高低排序与矿化势完全相同, 即除 2~ 10 μm 粒级以秸秆与化肥配合处理最高外, 其它粒级均为猪粪配施化肥处理最高。各粒级中 16 周的总矿化氮量均高于同期的基础供氮量。

表5 黑麦草生长期间的土壤供氮量

Table 5 Nitrogen supplied by soil and soil particle fractions during growth of ryegrass(mg kg^{-1})

处理 Treatment	全土 Soil	土壤粒径 Soil particle size			
		0~ 2 μm	2~ 10 μm	10~ 50 μm	50~ 100 μm
对照 Control	108 (12.6)	240 (17.9)	153 (12.4)	73.0 (9.53)	90.5 (7.16)
化肥 Fertilizer	172 (17.9)	296 (21.5)	174 (13.9)	73.1 (7.15)	97.7 (6.98)
秸秆+ 化肥 Straw + fertilizer	221 (16.5)	322 (19.4)	207 (17.9)	84.9 (11.0)	115 (8.45)
猪粪+ 化肥 Pig manure+ fertilizer	222 (19.1)	375 (23.3)	171 (15.6)	90.3 (8.71)	137 (10.8)

将黑麦草生长 16 周内土壤基础供氮量与好气培养 16 周的土壤氮素总矿化量比较发现, 各处理的基础供氮量均低于总矿化量。其中对照处理低 66%, 化肥处理低 38%, 秸秆和猪粪处理分别低 14% 和 25%。究其原因是由于土壤氮素矿化是由微生物驱动的将有机氮转化为无机氮的过程, 在一定的时间内, 矿化产生的无机氮量不仅取决于有机氮源和碳源的多少, 而且与微生物生命活动的外部条件诸如温度、有效水分、氧气的补充等因素有关^[13]。加砂间隙淋洗恒温培养, 创造了一个比田间自然状况下更佳的通气与热量环境, 有利于好气微生物的活动, 从而促进了土壤有机氮的矿化, 导致测定值高于实际情况。此外, 在盆栽试验中, 根际微生物对矿化释放氮的重新固定也是可能的原因之一。Hadas 等^[14]发现, 土壤氮素田间的实际矿化量比计算值要低 13%~26%; 另有研究者指出土壤风干再湿润刺激了氮素的矿化^[15], 是由于风干过程中微生物死亡增加了土壤易矿化的氮素。本试验的结果表明在使用恒温培养条件下所获得的矿化氮量来建立预报模型以评价土壤的供氮能力时, 必须使用一个矫正系数, 不同土壤间的矫正系数如何尚有待进一步研究。

3 小 结

有机肥与化肥长期配合施用使土壤氮的矿化势显著提高, 但土壤氮的矿化速率常数受施肥影响较小。土壤不同粒级中氮的矿化量和矿化势因粒径大小而异, 在本试验条件下表现为: $0 \sim 2 \mu\text{m} > 2 \sim 10 \mu\text{m} > 50 \sim 100 \mu\text{m} > 10 \sim 50 \mu\text{m}$, 有机肥与化肥长期配合施用对 $10 \mu\text{m}$ 以下小粒级中氮的矿化势影响较大, 随着粒级的增粗有机肥的作用减小。

土壤矿化氮与酸解氨基糖态氮和氨基酸态氮呈极显著的正相关, 表明好气培养过程中矿化释放的氮素主要源自此二组分。与盆栽试验的结果相比, 好气间隙淋洗培养过程土壤及不同粒级中矿化释放的总氮量明显高于同期土壤的供氮量, 在使用土壤矿化氮的结果评价土壤的供氮能力时, 必须加以矫正。

参 考 文 献

[1] Mafongoya P L, Barak P, Red J D. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. *Biol. Fertil. Soils*, 2000, 30: 298~305

[2] Zaman M, Cameron K C, Di H J, *et al.* Nitrogen mineralisation rates from soil amended with dairy pond waste. *Aust. J. Soil Res.*, 1998, 36: 217~230

[3] Chang C, Sommerfeldt T G, Ete T. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.*, 1991, 20: 475~480

[4] Haynes R J, Naidu R. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: A review. *Nutr. Cyc. Agroecosyst.*, 1998, 51: 123~127

[5] 徐阳春, 沈其荣, 冉炜. 长期免耕与施用有机肥对土壤微生物生物量碳氮磷的影响. *土壤学报*, 2002, 39(1): 89~96. Xu Y C, Shen Q R, Ran W. Effect of zero-tillage and application of organic manure on soil microbial biomass C, N and P after sixteen years of cropping (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(1): 89~96

[6] Christensen B T. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Advance in Soil Sci.*, 1992, 20: 1~90

[7] 徐阳春, 沈其荣, 郭泽圣. 长期使用有机肥对土壤及不同粒级中酸解有机氮含量与分配的影响. *中国农业科学*, 2002, 35(4): 403~409. Xu Y C, Shen Q R, Mao Z S. Content and distribution of organic N in soil and soil particles after long-term fertilization (In Chinese). *Scientia Agricultura Sinica*, 2002, 35(4): 403~409

[8] Christensen B T, Olesen J E. Nitrogen mineralization potential of organomineral size separates from soils with annual straw incorporation. *Eur. J. Soil Sci.*, 1998, 49: 25~36

[9] 朱兆良. 关于土壤氮素研究中的几个问题. *土壤学进展*, 1989, 17(2): 1~9. Zhu Z L. Some problems on soil nitrogen study (In Chinese). *Chinese Advance in Soil Science*, 1989, 17(2): 1~9

[10] 巨晓棠, 边秀举, 刘学军, 等. 旱地土壤氮素矿化参数与氮素形态的关系. *植物营养与肥料学报*, 2000, 6(3): 251~259. Ju X T, Bian X J, Liu X J, *et al.* Relationship between soil nitrogen mineralization parameter with several nitrogen forms (In Chinese). *Plant Nutr. Fert. Sci.*, 2000, 6(3): 251~259

[11] 戴晓艳, 须相成, 陈恩凤. 不同肥力棕壤和黑土各粒级微团聚体氮素矿化势. *沈阳农业大学学报*, 1990, 21(4): 327~330. Dai X Y, Xu X C, Chen E F. N mineralization potential of different size microaggregates in brown and black soils of different fertility (In Chinese). *J. Shenyang Agricultural University*, 1990, 21(4): 327~330

[12] 卢瑛, 甘海华, 徐盛荣. 红壤及其有机无机复合体有机质和氮素特征的研究. *土壤通报*, 1996, 27(1): 29~32. Lu Y, Gan H H, Xu S R. Study on organic matter and nitrogen characteristics of red earth and its complex (In Chinese). *Chinese J. of Soil Sci.*, 1996, 27(1): 29~32

[13] Skjemstad J O, Vallis I, Myers R K J. Decomposition of soil organic nitrogen. In: Wilson J R. ed. *Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystem*. International Wallingford, Oxon, UK, 1988. 134~144

[14] Hadas A, Poigenbarm S, Feigin A, *et al.* Nitrogen mineralization in field at various soil depths. *J. Soil Sci.*, 1989, 40: 131~137

[15] Cabrera M L. Modeling the flush of nitrogen, mineralization caused by

drying and rewetting soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 1993, 57: 63- 66

INFLUENCE OF LONG-TERM COMBINED APPLICATION OF MANURE AND CHEMICAL FERTILIZER ON SUPPLYING CHARACTERISTICS OF NITROGEN IN SOIL AND SOIL PARTICLE FRACTIONS

Xu Yangchun Shen Qirong[†]

(College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agri. Univ., Nanjing 210095, China)

Abstract Nitrogen mineralization of soil and soil particle fractions with long-term annual combined application of manure and chemical fertilizer in a wheat/rice rotation system was monitored during a 112-day laboratory incubation. NH_4^+ and NO_3^- in leachates were measured after soil samples were incubated for 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16 weeks at 25°C. Nitrogen mineralization potential (N_0) and mineralized rate constant (k) were fitted using a first order equation. N_0 value of soil and soil particle fractions was significantly increased after 14-year incorporation of pig manure and straw, however, there was no significant effect on k value. The N mineralizability in different soil particle fractions increased in the order: 0~ 2 μm > 2~ 10 μm > 50~ 100 μm > 10~ 50 μm . A pot experiment was also conducted to determine the basic nitrogen supply of the soil and soil particle fractions during 16-week growth of ryegrass. The results showed that the amount of N mineralized during the incubation was greater than those taken up by ryegrass, suggesting that it is worthwhile making some modifications when we make comparison of the results obtained from incubation and pot experiments.

Key words Nitrogen mineralization potential; Organic manure; Soil particle fractions