

耕作方式对土壤不同粒径团聚体氮素矿化的影响^①

刘 玮, 蒋先军*

(西南大学资源环境学院, 重庆 400715)

摘 要: 研究了常规耕作和垄作免耕两种耕作方式下紫色水稻土不同粒径团聚体中氮的矿化过程。结果表明, 不同粒径团聚体氮素矿化强度具有显著差异: 潜在矿化势(N_p)的最高值均出现在 2.0~0.25 mm 大团聚体中, 最低值在 >2.0 mm 的宏团聚体中; 2.0~0.25 mm 团聚体的潜在矿化速率(V_p)和实际矿化速率(V_a)比其他团聚体高 1.2~1.6 倍。常规耕作和垄作免耕两种耕作方式下不同团聚体的净矿化率随时间的变化趋势相同; 垄作免耕显著增加了氮素的净矿化量, 以原土为例: 垄作免耕处理 N_p 比常规耕作处理高 33.9%, V_p 和 V_a 分别比常规耕作处理高 85.2% 和 52.0%。虽然垄作免耕可以显著促进土壤中氮素的矿化作用, 但是耕作方式对不同粒径团聚体内的氮矿化动力学过程并无显著影响, 表明耕作方式对不同大小团聚体中可矿化氮和微生物的分布影响较小。

关键词: 氮素矿化; 团聚体; 免耕; 水稻土

中图分类号: S143

土壤有机氮的矿化过程是农田生态系统中氮素循环的核心。作物吸收的氮有 50%~80% 来自土壤^[1], 而土壤中的无机氮库(NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N)在土壤总氮中仅占不到 2%^[2], 大部分可利用氮是通过氮素矿化过程产生的。因此, 影响矿化过程的各种人为和自然因素都直接对土壤氮素供给和作物生长产生重要影响。农业管理措施, 尤其是耕作方式, 是人类影响土壤性质的最主要途径。对不同土壤类型及不同品种农作物土壤的研究结果显示, 耕作方式尤其是免耕对氮素矿化的影响具有较大差异: 一些研究显示免耕可以增加氮素的矿化和硝化^[3-6], 一些研究认为免耕对土壤矿化和硝化过程产生消极影响^[7-8], 而 Kristensen 等人^[9-11]的研究显示免耕对矿化和硝化过程没有显著影响。出现这些不一致研究结果的原因可能取决于耕作是如何引起土壤微环境变化的^[12]。

众多研究表明, 碳、氮、磷、钾等养分分布对土壤空间尺度上的扰动非常敏感^[13-15], Christensen^[13] 研究显示, 氮在土壤黏粒组分和粗颗粒组分之间的分布具有显著差异。养分元素在土壤颗粒分布的变化很可能影响到土壤中微生物的活性。耕作对土壤环境变化的重要影响之一即影响土壤中大团聚体和小团聚体之间的转化^[16-17], 并显著影响有机氮在土壤不同粒级中的分布^[15]。由此可以推测, 耕作方式对氮素矿

化的影响可能取决于土壤结构受到扰动的程度以及微生物对什么尺度范围的扰动敏感。为证明这一假设, 本文研究了不同粒径土壤团聚体中的氮素矿化动力学及其对耕作的响应。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

土壤样品来自西南大学国家紫色土肥力定位监测点。该区属亚热带季风气候, 年平均降雨量 1 100 mm, 常年平均温度 18.3℃, 年日照 1 270 h。土壤为中性紫色水稻土, 试验地在试验前一直采用一季中稻+冬季休闲的耕作方式。本试验供试土壤来自 2 个处理: 常规耕作, 中稻+油菜; 垄作免耕, 中稻+油菜, 自 1990 年作垄后全年不翻不耕。每个处理小区面积为 20 m², 种水稻 600 穴。各处理的施肥量均为: 尿素 273.1 kg/hm², 过磷酸钙(P_2O_5 , 120 g/kg) 500.3 kg/hm², 氯化钾 150.1 kg/hm²; 过磷酸钙作底肥一次施用, 尿素底肥施 2/3, 追肥施 1/3, 氯化钾底肥和追肥各施 1/2。各处理设置 4 个重复小区。

1.2 土壤处理及分析方法

土样于 2008 年 10 月采集, 均为 0~20 cm 表层土壤。采集后尽量避免挤压, 以保持原状土壤结构。各土样充分混匀风干后, 采用四分法分取制样, 后保

基金项目: 水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07104-003)和教育部博士点基金项目(20100182110019)资助。

* 通讯作者 (jiangxj@swu.edu.cn)

作者简介: 刘玮(1988—), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 主要研究方向为土壤肥力与生态。E-mail: lw1226@126.com

存于 4℃ 的冰箱中备用。

采用湿筛法^[18]提取 4 种粒径团聚体:宏团聚体(>2.0 mm)、大团聚体(2.0 ~ 0.25 mm)、微团聚体(0.25 ~ 0.053 mm)、粉砂及黏粒(<0.053 mm)^[17]。提取出的团聚体自然风干后称重。

有机质含量采用重铬酸钾外加热法测定,全氮采用开氏定氮法测定;铵态氮(NH₄⁺-N)用靛酚蓝比色法测定;硝态氮(NO₃⁻-N)用紫外分光光度计法测定^[20]。

1.3 培养方法

称取 200 g 不同粒径团聚体于培养皿中,调节含水量到 60% 田间持水量,恒温 25℃ 黑暗预培养 1 周。预培养结束后测定土壤中 NO₃⁻-N 含量,NO₃⁻-N 含量过多(>10 mg/kg)时,对土样进行淋洗。将经过预培养的土壤样品置于广口瓶中,保鲜膜覆口并穿孔以保证好氧条件,恒温 25℃ 黑暗培养 4 周。每 3 天加水以保持含水量稳定。每周破坏性取样,测定土壤中 NH₄⁺-N、NO₃⁻-N 含量。每个处理设置 3 个重复。

1.4 矿化模型

土壤氮素矿化量可表示为土壤有机氮含量、矿化过程中环境条件和时间等因素的函数。即,

$$dN/dt = f(N, E, t) \quad (1)$$

式中, dN/dt 为氮素矿化速率; N 为土壤有机氮; E 为环境因素函数(湿度、水分、pH、C/N 等); t 为时间。土壤氮素矿化函数表明,氮素矿化不仅与有机氮总量有关,而且受有机质形态或有机氮的存在方式及环境因素所影响。

矿化为土壤中有有机物在微生物活动下分解为无机物的过程,而微生物分解活动是由酶动力学性质决定的,遵循一级反应模式,因此用指数模型来描述矿化过程具备基本的理论基础。本研究主要运用动力学

模型来进行模拟。此类模型一般又分为一阶及零阶模型。Stanford 和 Smith^[21]通过长期间歇淋洗培养法,所获得的用一级动力学方程来描述累积净矿化氮量与时间的关系:

$$dN/dt = -k_1 N \quad (2)$$

其积分形式为:

$$N = N_0 + N_p [1 - \exp(-k_1 t)] \quad (3)$$

式中, dN/dt 为氮素矿化速率; k₁ 为一阶相对矿化速率常数; t 为时间; N₀ 为有机氮矿化势; N_p 潜在矿化势。

1.5 统计分析

数据的分析和拟合均在 Origin 7.5 下进行,数据用方差分析法,模型拟合用非线性回归分析,将累计矿化氮量和培养时间作为方程中的 Y 值和 X 值,通过非线性回归得到其他参数;变量之间的相关显著性有 Pearson 系数和 F 检验。

2 结果

2.1 团聚体中的矿化过程

图 1 表示常规耕作处理土壤矿质氮(NO₃⁻-N 和 NH₄⁺-N)在团聚体中的净累积量。常规耕作处理土壤培养 28 天后各粒径的累积矿化氮量以 2.0 ~ 0.25 mm 团聚体最大,分别比原土、0.25 ~ 0.053 mm、>2.0 mm、<0.053 mm 团聚体的累积矿化量高 28.89%、50.65%、65.71% 和 61.11%,且 2.0 ~ 0.25 mm 大团聚体累积矿化氮量在第二周增幅最大,第三周才基本保持平稳。图 2 为垄作免耕处理土壤矿质氮在团聚体中的净累积量。垄作免耕处理土壤培养 4 周后累积矿化氮量为原土 > 2.0 ~ 0.25 mm 团聚体 > 其他团聚体。4 周培养结束后两个处理下均表现为 2.0 ~ 0.25 mm 大团

表 1 不同耕作方式下团聚体的分布及团聚体内碳、氮的基本性质^[19]
Table 1 Distribution of aggregates and C and N under two different tillage

耕作方式	团聚体 (mm)	颗粒含量 (g/kg)	有机碳 (g/kg)	全氮 (g/kg)	C/N
常规耕作	>2.0	398	17.2	1.72	10.0
	2.0 ~ 0.25	119	26.1	1.90	13.8
	0.25 ~ 0.053	128	17.9	1.53	11.7
	<0.053	355	15.7	1.52	10.4
	全土	1000	17.1	1.65	10.4
垄作免耕	>2.0	536	26.6	2.26	11.8
	2.0 ~ 0.25	134	36.9	2.84	13.0
	0.25 ~ 0.053	118	22.9	2.16	10.6
	<0.053	222	16.4	1.91	8.6
	全土	1000	25.5	2.32	11.0

聚体累积矿化氮量显著高于其他 3 个粒径团聚体。并且两处理不同团聚体的累积矿化氮量随时间的变化趋势基本相同：土壤氮素矿化累积量随时间的延长而增加，矿化曲线在反应初期较陡，随着平衡状态接近，曲线逐渐趋于平缓。经过 4 周的培养，土壤中累积矿化氮量在常规耕作和垄作免耕两处理下分别为 69.8 ~ 118.1 mg/kg 和 81.9 ~ 119.6 mg/kg，而前 2 周的累积矿化量大约占总矿化量的 4/5 左右，这说明矿化过程主要发生于培养前 14 天内，余下 2 周矿化速率下降并维持稳定水平。垄作免耕处理原状土 4 周累积矿化氮量较常规耕作处理增加 26.9%。常规耕作和垄作免耕两处理氮素矿化过程所经历时间不一致，垄作免耕处理第一周矿化量为 24 ~ 32 mg/kg，而常规耕作处理为 8 ~ 27 mg/kg，垄作免耕处理矿化过程明显较常规耕作处理快。

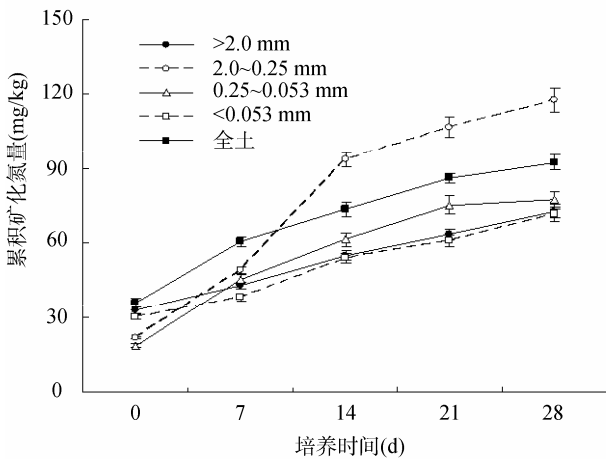


图 1 常规耕作处理矿质氮在团聚体中的净累积量
Fig. 1 Mineral N accumulations in aggregates under conventional tillage

2.2 团聚体矿化动力学模拟

一级动力学方程能够较好地模拟本研究中发生

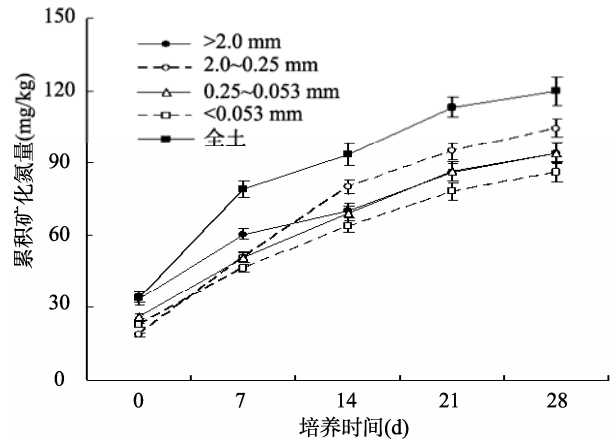


图 2 垄作免耕处理矿质氮在团聚体中的净累积量
Fig. 2 Mineral N accumulations in aggregates under combination of ridge with no-tillage

的矿化过程。运用一级动力学方程对矿化过程进行模拟所得到的各项参数分列于表 2。潜在矿化势(N_p)的最大值和最小值均出现在常规耕作处理的 2.0 ~ 0.25 mm 大团聚体和 >2.0 mm 宏团聚体(144 mg/kg 和 43.1 mg/kg)。两种耕作处理 N_p 的最低值均在 >2.0 mm 宏团聚体中(常规耕作：43.1 mg/kg，垄作免耕：79.4 mg/kg)，最高值均发生在 2.0 ~ 0.25 mm 团聚体中(常规耕作：144 mg/kg，垄作免耕：111 mg/kg)；潜在矿化速率(V_p)和实际平均矿化速率(V_a)均在 2.0 ~ 0.25 mm 团聚体中达到最大值；矿化速率常数(k_1)分别在 2.0 ~ 0.25 mm 和 0.25 ~ 0.053 mm 团聚体中取得最大值。对于原状土壤来说，垄作免耕处理的 N_p 比常规耕作处理高 33.9%， V_p 和 V_a 分别高 85.2% 和 52.0%；垄作免耕处理 k_1 为 N 0.079 3 mg/(kg·d)，显著高于常规耕作处理的 N 0.057 3 mg/(kg·d)。对 N_p 和 V_a 分别与有机质、全氮、C/N 进行相关性分析时发现， N_p 和 V_a 与三者均呈现显著相关性。

表 2 运用一级动力学方程对矿化动力学进行模拟所得到的各项参数
Table 2 First order dynamic equation parameters of N mineralization during 28 days in soils

耕作方式	团聚体(mm)	模型	N_p (mg/kg)	k_1 (N, mg/(kg·d))	R^2	V_p (N, mg/(kg·d))	V_a (N, mg/(kg·d))
常规耕作	>2.0	一级动力学	43.1	0.074 1	0.997*	3.20	1.43
	2.0 ~ 0.25	一级动力学	144.0	0.043 3	0.983*	6.24	3.43
	0.25 ~ 0.053	一级动力学	70.3	0.071 0	0.996*	4.99	2.1
	<0.053	一级动力学	47.3	0.085 0	0.988*	4.02	1.50
	全土	一级动力学	70.8	0.057 3	0.998*	4.06	2.02
垄作免耕	>2.0	一级动力学	79.4	0.048 8	0.989*	3.87	2.16
	2.0 ~ 0.25	一级动力学	111.0	0.055 7	0.997*	6.18	3.06
	0.25 ~ 0.053	一级动力学	100.0	0.041 6	0.997*	4.16	2.41
	<0.053	一级动力学	89.6	0.044 6	0.999*	4.00	2.26
	全土	一级动力学	94.8	0.079 3	0.991*	7.52	3.07

注：表中用一级动力学方程进行拟合时使用的是矿质氮含量的平均值； N_p 为潜在矿化势； k_1 为一级动力学方程的矿化速率常数； V_p 为潜在矿化速率且 $V_p = k_1 \times N_p$ ； V_a 为实际平均矿化速率， $V_a = (N_{28} - N_0)/28$ ；* 表示在 $P < 0.05$ 水平显著相关。

3 讨论

3.1 团聚体内矿化过程的动力学模拟

零级和一级动力学模型都可用来描述土壤中发生的矿化过程^[14,19,22]。在本研究中,紫色水稻土各粒径团聚体以及原土中发生的氮素矿化过程能较好地用一级动力学模型来模拟。这表明影响土壤矿化过程的因子主要是与矿化相关的微生物活性,而非易分解有机氮。

虽然不同粒径团聚体内氮素的矿化动力学过程均可用一级动力学模型进行模拟,但其动力学参数有显著差异。以垄作免耕土壤为例, N_p 在2.0~0.25 mm团聚体内分别比>2.0、0.25~0.053、<0.053 mm团聚体高39.8%、11%、23.9%,2.0~0.25 mm团聚体内 V_p 分别是>2.0、0.25~0.053、<0.053 mm团聚体的1.60、1.49和1.55倍, V_a 也分别比其他团聚体高1.42、1.27和1.35倍。2.0~0.25 mm大团聚体矿化能力最高,>2.0 mm宏团聚体矿化能力最低。常规耕作土壤团聚体动力学参数大小分布与垄作免耕土壤相似。由此可见,大团聚体(2.0~0.25 mm)内部的矿化效率显著高于宏团聚体(>2.0 mm)和微团聚体(<0.25 mm)。这说明,土壤的空间异质性会显著影响氮素矿化过程的进行,因此矿化过程在土壤内并不是均匀进行的,矿化速率与团聚体的分布有显著关系。大团聚体(2.0~0.25 mm)由于其相对疏松的结构及微生物群落数量等因素为氮素矿化过程提供了更适合的环境,促进矿化过程的进行,而微团聚体(<0.25 mm)和宏团聚体(>2.0 mm)内矿化速率则明显低于大团聚体。

根据 Tisdall 和 Oades^[23]提出的团聚体多级聚合模型,微团聚体和大团聚体的形成原理既相关又有所不同。首先原生小颗粒和粉沙等通过持久的黏合剂、氧化物以及高度复杂的铝矽酸盐等黏合在一起形成微团聚体(<0.25 mm)。这些稳定的微团聚体通过一些暂时性的黏结剂,如真菌菌丝和根系,微生物或植物根系分泌出的多糖等,短时联结在一起成为大团聚体(>0.25 mm)。正是由于这种等级形成模式以及不同的粘合剂,有机氮的类型及含量在不同团聚体中的分布具有差异^[24]。本研究结果显示,在不同粒级团聚体中,有机碳和全氮的分布以及 C/N 也具有显著差异性,均在2.0~0.25 mm团聚体含量最高。而 N_p 和 V_a 与有机质、全氮、C/N三者是显著相关的,有机质组分和碳源类型的差异影响着矿化过程的进行。

第二,由于土壤的呼吸作用,当氧气的消耗超过团聚体内的氧气含量时,在团聚体内部就会形成局部厌氧环境。同时,由于氧气在土壤中的扩散速度取决

于团聚体半径的大小,因此不同大小团聚体内部的含氧量也是不同的,由此造成各团聚体内的矿化过程产生差异。

第三,不同团聚体内微生物生物量以及密度和群落的差异同样对于团聚体内矿化过程产生重要影响。参与氮循环的微生物群落的分布可能在不同大小团聚体组分中有所差异。Muruganandam 等人^[24]通过对团聚体中氮素转化进行定量研究后认为不同团聚体内氮素转化率不同的原因主要在于微生物生物量,而非微生物群落组成的差异。

3.2 耕作对矿化动力学的影响

土壤氮素矿化是由微生物驱动的生物化学过程,根本上取决于基质(可矿化有机氮库)和微生物的相互作用,土壤温度、水分以及氧气分布等通过间接作用影响矿化过程。许多研究表明,土壤活性有机氮库对于施肥管理、耕作、温度、水分等的变化十分敏感,耕作强度对微生物也存在显著影响^[10,25-27]。在本研究的长期耕作试验条件下,由于垄作免耕处理作物的产量高于常规耕作处理,因此垄作免耕处理也会有大量的作物残渣返回到土壤中。垄作免耕处理不同粒径和原状土的有机质、全氮、微生物生物量等含量均高于常规耕作处理,与常规耕作处理相比,垄作免耕处理更多的作物残体以有机碳或微生物生物量碳、氮的形式被固定于土壤中。并且土壤中较多作物残渣的存在会引起土壤中微生物数量及群落结构的显著变化,有研究显示,在少免耕条件下微生物生物量碳、葡萄糖苷酶和脲酶的活性均比常规耕作下强^[10]。同时原状土壤中 N_p 、 V_p 以及 V_a 均为垄作免耕处理较高,大团聚体和黏粒组分的 k_1 也比常规耕作处理明显增大。以上均证明,垄作免耕可以通过改变土壤中碳、氮及微生物的分布从而更好地刺激矿化过程的进行。这与其他免耕土壤类型具有较高的矿化率和矿化势的研究结果相同^[3-4,7]。

尽管垄作免耕可以显著促进矿化过程的进行,但矿化过程的动力学模型并不受耕作方式的影响,一级动力学模型均适合模拟常规耕作和垄作免耕两种耕作方式下的矿化过程。这表明耕作方式对不同大小团聚体中可矿化氮和微生物的分布没有影响。耕作对矿化产生影响的直接因素就是物理性地破坏土壤结构,从而破坏土壤中的团聚体,也会降低土壤中有机质、养分及微生物量的含量。尽管垄作免耕处理含有较多的总有机质、全氮、微生物生物量,但是其在团聚体中的分布受耕作的影响不明显。Wright 等^[28]在20年的长期耕作试验中发现,耕作方式对于团聚体中有机

碳的分布没有显著影响,微生物生物量在团聚体中的分布也是同样结果。Jiang 等^[19]研究也认为,有机碳、总氮、交换性钙离子和镁离子、阳离子交换量等指标含量均为免耕高于常规耕作,但在不同耕作方式下分布相同,耕作对土壤肥力的影响可能是通过改变土壤结构引起的。

4 结论

紫色水稻土各粒径团聚体以及原状土中的氮素矿化均符合一级动力学模型,两种耕作方式处理不同团聚体的矿化率随时间的变化趋势相同。不同大小的团聚体具有不同的硝化能力和硝化潜力,大团聚体(2.0~0.25 mm)中净矿化率和矿化势显著高于其他粒径;而宏团聚体的矿化潜力最低。垄作免耕显著促进了土壤中氮素矿化作用的进行,但是耕作方式对不同粒径团聚体内的矿化动力学过程无显著影响。

参考文献:

- [1] 巨晓棠, 刘学军, 张福锁. 冬小麦/夏玉米轮作体系中土壤氮素矿化及预测[J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2241-2245
- [2] Melillo JM. Nitrogen cycling in temperate deciduous forests[J]. Ecological Bulletin, 1981, 33(4): 427-422
- [3] Green VS, Stott DE, Cruz JC, Cyri N. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in a Brazilian Cerrado Oxisol[J]. Soil and Tillage Research, 2007, 92(1/2): 114-121
- [4] Sharifi M, Zebarth BJ, Burton DL, Grant CA, Bittman S, Drury CF, McConkey BG, Ziadi N. Response of potentially mineralizable soil nitrogen and indices of nitrogen availability to tillage system[J]. Soil Science Society of America Journal, 2008, 72(4): 1124-1131
- [5] Purakayastha TJ, Smith JL, Hugginsb DR. Microbial biomass and N cycling under native prairie, conservation reserve and no-tillage in Palouse soils[J]. Geoderma, 2009, 152(3/4): 283-289
- [6] Pandey CB, Chaudhari SK, Dagar JC, Singh GB, Singh RK. Soil N mineralization and microbial biomass carbon affected by different tillage levels in a hot humid tropic[J]. Soil and Tillage Research, 2010, 110(1): 33-41
- [7] Brye KR, Norman JM, Gower ST, Bundy LG. Effects of management practices on annual net N-mineralization in a restored prairie and maize agroecosystems[J]. Biogeochemistry, 2003, 63(2): 135-160
- [8] DenBossche AV De Bolle S, De Neve S, Hofman G. Effect of tillage intensity on N mineralization of different crop residues in a temperate climate[J]. Soil and Tillage Research, 2009, 103(2): 316-324
- [9] Kristensen HL, Debosz K, McCary GW. Short-term effects of tillage on mineralization of nitrogen and carbon in soil[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2003, 35(7): 979-986
- [10] Thomsen IK, Sørensen P. Tillage-induced N mineralization and N uptake in winter wheat on a coarse sandy loam[J]. Soil and Tillage Research, 2006, 89(1): 58-69
- [11] Oorts K, Laurent F, Mary B, Thiébeau P, Labreuche J, Nicolardot B. Experimental and simulated soil mineral N dynamics for long-term tillage systems in northern France[J]. Soil and Tillage Research, 2007, 94(2): 441-456
- [12] Bronick CJ, Lal R. Soil structure and management: A review[J]. Geoderma, 2005, 124(1/2): 3-22
- [13] Christensen BT. Physical fractionation of soil organic matter in primary particle size and density separates[J]. Advances in Soil Science, 1992, 20: 1-89
- [14] 王岩, 杨振明, 沈其荣. 土壤不同粒级中 C、N、P、K 的分配及 N 的有效性研究[J]. 土壤学报, 2000, 37(1): 85-94
- [15] Tiessen H, Stewart JWB. Particle-size fractions and their use in studies of soil organic matter[J]. Soil Science Society of America Journal, 1983, 47: 509-514
- [16] Filho CC, Lourenço A, Guimarães MF, Fonseca ICB. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil[J]. Soil and Tillage Research, 2002, 65(1): 45-51
- [17] Jiang XJ, Hu Y, Bedell JH, Xie D, Wright AL. Soil organic carbon and nutrient content in aggregate-size fractions of a subtropical rice soil under variable tillage[J]. Soil Use and Management, 2011, 27(1): 28-35
- [18] Elliott ET. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1986, 50(3): 627-633
- [19] Jiang XJ, Shi XL, Liu W, Wright AL. Kinetics of net nitrification associated with soil aggregates under conventional and no-tillage in a subtropical rice soil[J]. Plant and Soil, 2011, 347(1/2): 305-312
- [20] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [21] Stanford G, Smith SJ. Nitrogen mineralization potentials of soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1972, 36(3): 465-472
- [22] Pansu M, Thuriès L, Larrè-Larrouy MC, Bottner P. Predicting N transformations from organic inputs in soil in relation to incubation time and biochemical composition[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2003, 35(3): 353-363
- [23] Tisdall JM, Oades JM. Organic matter and water-stable aggregates in soils[J]. Journal of Soil Science, 1982, 33(2): 141-163

- [24] Muruganandam S, Israel DW, Robarge WP. Nitrogen transformations and microbial communities in soil aggregates from three tillage systems[J]. Soil Science Society of America Journal, 2010, 74(1): 120–129
- [25] 巨晓棠, 边秀举. 旱地土壤氮素矿化参数与氮素形态的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(3): 251–259
- [26] Sharifi M, Zebbarth BJ, Burton DL, Grant CA, Bittman S, Drury CF, McConkey BG, Ziadi N. Response of potentially mineralizable soil nitrogen and indices of nitrogen availability to tillage system[J]. Soil Science Society of America Journal, 2008, 72(4): 1 124–1 131
- [27] 张玉玲, 张玉龙, 虞娜, 王丽娜, 党秀丽. 长期不同施肥措施水稻土可矿化氮与微生物量氮关系的研究[J]. 水土保持学报, 2007, 21(4): 117–121
- [28] Wright AL, Hons FM, Matocha JE. Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations[J]. Applied Soil Ecology, 2005, 29(1): 85–92

Effects of Tillage on Nitrogen Mineralization in Aggregate-size Fractions of Subtropical Rice Soil

LIU Wei, JIANG Xian-jun*

(College of Resource & Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Large proportion of available nitrogen in soil is produced by mineralization, which can be changed by tillage management. However, tillage effects on soil N supply in cropping systems remain unclear. This study addressed dynamics of nitrogen mineralization within soil aggregates of a subtropical purple soil under two different tillage: conventional tillage (CT) and combination of ridge with no-tillage (RNT). Soil samples were separated into large aggregates (> 2.0 mm), macro-aggregates (2.0 – 0.25 mm), micro-aggregates (0.25 – 0.053 mm) and silt + clay fractions (< 0.053 mm) by wet-sieving method. Regression analysis showed that the time-dependent kinetics of net nitrification were best fitted with a first-order model for soil aggregates and whole soil, but net nitrification rate within different aggregate sizes were found significantly different. Similar patterns of net nitrification rate changes with the time were found in aggregates under CT and RNT. The highest mineralization potential (N_p) was observed for 2.0 – 0.25 mm fraction and the lowest for >2.0 mm fraction, regardless of tillage regime. Potential mineralization rate (V_p) and actual average net mineralization rate (V_a) associated with macro-aggregates (2.0–0.25 mm) were significantly higher than other sizes of aggregates and whole soil. For whole soil, CT regime, in comparison to RNT, increased N_p by 33.9%, but the kinetics model of nitrification was not affected by tillage. This inferred that although nitrogen mineralization could be stimulated in no-tillage, mineralization associated with aggregates was not altered by tillage.

Key words: Nutrient mineralization, Soil aggregates, No-tillage, Subtropical rice soil