

# 含氮有机物在不同类型土壤中的转化\*

封克 殷士学

(江苏农学院, 225001)

## TRANSFORMATION OF N-CONTAINING ORGANIC MATERIALS IN DIFFERENT TYPES OF SOILS

Feng Ke and Ying Shixue

(Jiangsu Agricultural College, 225001)

**关键词** 砂土, 粘土, 氮素转化,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ,  $\text{NO}_3^--\text{N}$ ,  $\text{N}_{\text{org}}$ , 固定态铵

土壤氮素作为作物的主要营养元素是土壤农化工作者研究得最多一个领域。提高氮素利用率是土壤氮素研究中的一个中心问题。为此,除应了解不同作物的吸氮规律外,还必须搞清楚施入的氮肥在土壤中的转化过程的特点。对有机肥而言,过去的研究多集中在不同 C/N 比的有机物质施入土壤后的转化方面,而土壤性质对含氮有机物转化的影响研究较少。我国土壤类型众多,性质差异较大,在当前大力提倡施用有机肥和绿肥的情况下,加强这方面的研究无疑是有一定意义。本文是作者研究的初步实验结果,以供参考。

### 一、材料和方法

#### (一) 试验设计

选用砂土和粘土各一,土壤基本性状见表1。试验分施用与不施用有机肥两种处理。所用有机氮肥为油菜(含  $\text{N}41.054\text{mg/g}$ ),烘干碾碎后按每公斤风干土壤加入  $75\text{mgN}$  的比例与土壤混匀。每钵装风干砂土  $6.5\text{kg}$ 、粘土  $5.5\text{kg}$ 。各处理重复5次。培养期间维持田间持水量为60%。室温培养。每星

表1 供试土壤的基本性状

土壤	有机质 (%)	pH	砂粒 (%)	粉砂 (%)	粘粒 (%)	粘土矿物组成(%)					
						高岭石	伊利石	过渡矿物	蒙脱石	稳定矿物	蛭石、绿泥石过渡型矿物
砂土	1.55	5.6	79.2	9.70	4.75	未测 <sup>1)</sup>					
粘土	0.79	7.5	1.85	53.96	34.06	8.70	39.5	5.80	8.50	1.40	36.2

1) 砂土因粘土矿物含量过低未予测定。  
期取样一次,共取样10次。

#### (二) 分析项目及方法

\* 国家自然科学基金资助项目。

用电超滤法 (EUF 法: 0—30 分钟, 200V, 20°C; 30—35 分钟, 400V, 80°C) 测定滤液中的  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 、 $\text{N}_{\text{org}}$ ;

用 HF 法测定土壤固定态铵 ( $\text{HF}-\text{NH}_4^+-\text{N}$ )<sup>[4]</sup>。

## 二、结果与讨论

各次取样所测定的各形态氮值列于表 2。表 2 中所列数值是施肥处理与空白对照之间的各相应测定值的差值, 其变化情况可以反映出新施入的有机氮肥在土壤中的矿化过程。从表 2 可以看出, 含氮有机物在不同土壤中的分解过程是不一样的。砂土中首先出现的高峰是  $\text{N}_{\text{org}}$  组分, 但维持的时间不长, 在第 3 次取样测定时即已迅速下降至  $1\text{mg}/\text{kg}$  以下。在以后的各次取样测定中也未见明显增长。紧随  $\text{N}_{\text{org}}$  高峰的出现, 在第 2 次取样时, EUF- $\text{NH}_4^+-\text{N}$  的浓度即达到最大值, 但第 3 次测定时已下降至  $4.2\text{mg}/\text{kg}$  第 4 次时则降为零, 以后的各次取样测定值也趋于零值。随着  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  浓度的下降,  $\text{NO}_3^--\text{N}$  浓度迅速上升, 第 3 次取样时达  $11.4\text{mg}/\text{kg}$ , 以后仍呈上升趋势, 最后维持在  $25\text{mg}/\text{kg}$  左右。固定态铵的含量变化很少, 显然这与砂土中含 2:1 型粘土矿物的量太少有关(表 1)。

表 2 含氮有机物在不同土壤中的转化<sup>1)</sup>( $\text{mgN}/\text{kg}$ )

土壤	氮组分	各次取样的测定值									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
砂土	EUF- $\text{NH}_4^+-\text{N}$	8.3	9.7	4.2	0.4	0	0	0.1	0.3	0.2	0
	EUF- $\text{NO}_3^--\text{N}$	0	0.7	11.4	16.2	19.7	20.9	25.0	25.5	25.9	26.5
	EUF- $\text{N}_{\text{org}}$	6.4	4.3	0.5	0.8	0.9	0.6	0.8	0.5	1.0	0.4
	HF- $\text{NH}_4^+-\text{N}$	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	总量	16.7	15.7	16.1	17.4	20.6	21.5	25.9	26.3	27.1	26.9
粘土	EUF- $\text{NH}_4^+-\text{N}$	2.3	4.8	4.7	4.3	3.3	1.8	0.9	1.2	0.9	1.1
	EUF- $\text{NO}_3^--\text{N}$	0	0	0	1.4	5.1	10.9	14.3	16.2	17.7	17.0
	EUF- $\text{N}_{\text{org}}$	5.5	4.4	4.6	5.5	8.0	5.8	3.6	2.4	1.9	1.7
	HF- $\text{NH}_4^+-\text{N}$	8	16	11	9	8	6	8	11	9	8
	总量	15.8	25.2	20.3	20.2	24.4	24.5	26.8	30.8	29.5	27.8

1) 表中所列值均为处理减空白所得数据。

含氮有机物在粘土中的分解情况与在砂土中者不同。由表 2 可见, 虽然  $\text{N}_{\text{org}}$  组分也是一开始就出现较明显的上升趋势, 但并不象在砂土上那样很快达到最高值后迅速下降, 而是在较长时间内保持较高的浓度, 直到第 7 次取样测定时才较平稳地下降。这可能是因为有机氮的降解产物(也可能包括部分有机氮矿化后重新合成的氮化物)如一些可溶性的小分子肽和氨基酸等一旦产生会很快与粘粒结合成复合体, 致使其难以受到蛋白水解酶的作用而暂时保存下来之故<sup>[2]</sup>。HF- $\text{NH}_4^+-\text{N}$  在第 2 次取样时明显出现, 虽然其最高浓度低于在砂土上的相应数值, 但与  $\text{N}_{\text{org}}$  组分相似, 也能维持较长时间的高浓度, 至第 6 次取样后才缓慢下降。与砂土上的情况相比, 粘土上  $\text{NO}_3^--\text{N}$  的出现较迟, 直到第 5 次取样时才有少量  $\text{NO}_3^--\text{N}$  出现(砂土上在第 3 次取样时即已有大量  $\text{NO}_3^--\text{N}$  出现), 且始

始终保持一个较低的水平(比砂土低 10mg/kg 左右)。

另外,与砂土情况明显不同的是在含氮有机质分解期间,固定态铵的含量有较为明显的变化,且这种变化的趋势与  $\text{EUF-NH}_4^+-\text{N}$  含量的变化趋势是较为一致。如在第 2 次取样时,二者的浓度同时达到最高值。这说明在含氮有机物分解过程中,矿化产生的铵可很快地进入粘土矿物层间而被“固定”。从整个培养期间固定态铵的变化情况看,这种固定与释放的过程处于不断进行之中,最后维持在 10mg/kg 左右。根据已有的研究,土壤的固铵能力既随粘土矿物的组成和粘粒含量的不同而异<sup>[1,3]</sup>,又与土壤的原有固定态铵的含量多少有关,即与层间专性吸附位被  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{K}^+$  饱和的程度有关。因此,本实验中的固铵量仅是一个在实验条件下的量值,并不能用来准确说明该种土壤的固定能力,但无论如何,这些结果说明,当固铵能力强的土壤中原有固定态铵已被作物利用较多时,施入的含氮有机物的矿化过程和表现出的供肥特点将受到铵的固定和释放过程的强烈影响。

把各次测定的各种形态的氮值相加后发现除固定态铵增加较多的第 2 次取样测定值间的差异较大外,其余各次提取的氮量虽然在粘土上略高于砂土上的相应值,但两者差异并不很多。这就是说,如果我们把含氮有机物在土壤中的矿化分为 3 个阶段的话(含氮有机物 $\xrightarrow{1}$ 可渗析的小分子含氮有机物 $\xrightarrow{2}$ 铵态氮 $\xrightarrow{3}$ 硝态氮),有机物质在不同土壤上转化的主要差异在第 2 和第 3 阶段。砂土上第 2 和第 3 阶段均进行得很快,导致铵的出现早,浓度高,但消失也快;硝态氮也出现早,浓度上升快,且始终维持较高的浓度。在粘土上,虽然同期提取的几种形态氮总量要略高于砂土,但其中  $\text{N}_{\text{org}}$  组分在培养过程中处于比较稳定的水平。这一方面可能是有机氮化物在土壤中降解产生的小分子有机物与粘粒的结合部分地妨碍了第 2 阶段的进程;另一方面,按照 J.A. van Veen 等的观点<sup>[5]</sup>,粘土中有机质转化过程中的分解产物合成新的土壤有机质的效率比在砂土中高,这就使  $\text{N}_{\text{org}}$  能以相对较高的浓度较长时间地存在于土壤中。此外,粘土中有机氮化物矿化生成的铵可以迅速转入粘土矿物晶层内部,而一旦进入晶层后,铵就较难被硝化细菌所硝化,这样推迟了第 3 阶段的进行。因此,在粘土中可以较长时间地存在着浓度较高的  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  和浓度较低的  $\text{NO}_3^--\text{N}$ 。由此,我们初步认为,含氮有机物质在不同质地的土壤中的转化过程是有差异的。对于粘土来说,由于粘粒与有机小分子物质的结合和对无机铵的矿物固定,对有机氮肥的肥效起了一定的缓冲作用,而矿土的缓冲能力很小。所以,在施用含氮较高的有机肥或绿肥时,必须注意土壤之间的差异。否则,不仅可能造成肥料的损失,在种植水稻或施肥后连续降雨时还有可能造成地下水的污染。

### 参 考 文 献

1. 文启孝、张晓华,1986: 土壤中的固定态铵。我国土壤氮素研究工作的现状和展望,34—45 页,科学出版社。
2. Michael, J. Loll et al., 1983: Protein Transformation in Soil, *Advances in Agronomy*, 36: 351—382.
3. Guo Peng-cheng, J. Bohring und H. W. Scherer, 1983: Verhalten von Dünger- $\text{NH}_4^+$  in Böden unterschiedlicher Zusammensetzung im Inkubationsversuch, *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.*, 146: 752—759.
4. Scherer, H. W. et al., 1979: Der Gehalt an fixierten Ammoniumstickstoff auf einigen repräsentativen heischen Standorten, *Landwirtschaft. Forsch.*, 32(4): 416—424.
5. van Veen, J. A., Ladd, J. N. and Amato, M., 1985: Turnover of carbon and nitrogen through the microbial biomass in a sandy loam and a clay soil incubation with [ $^{14}\text{C}(\text{U})$ ] glucose and [ $^{15}\text{N}$ ]( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$  under different moisture regimes, *Soil Biol. Biochem.*, 17: 746—756.