

NH₄-Nからの硝化とその有機化, 脱窒, 吸収に関する¹⁵Nトレーサー法の理論的展開

山室成一 (九州農業試験場)

Shigekazu YAMAMURO : Theoretical Approach to the Fate of Ammonium Nitrogen, such as Nitrification, Assimilation, Denitrification and Uptake by Rice Plants in Paddy Field, by Using an NO₃-¹⁵N Tracer Technique

水田土壌中における NH₄-N からの硝化量の定量はそこにある NO₃-N 量が非常にわずかしかないので, この NO₃-N 量を硝化量と考える立場では全く定量できないのが現状であった。この現存 NO₃-N 量が微量であるのは硝化量が少ないためではなく, 硝化に次ぐ NO_x や N₂ への変化が速やかであるためである。したがって, この硝化量の定量のためには, NO₃-N プールの量 (これは微量である) の推移と NO₃-N プールから脱窒, 吸収等に移行していった量との関係が明らかになる必要がある。このモデル式は, 水田土壌中における有機態窒素の無機化量定量モデル式¹⁾と同様な取扱いが必要であることは, 共に, あるプールに入ってくるものとそこから出ていくものの関係がプールの変化量であることから明らかである。

1. 水田土壌中における NH₄-N からの硝化

水田土壌中における NH₄-N からの硝化とその有機化, 脱窒, 吸収への移行に関する ¹⁵N トレーサー法の定量モデル式の基本は有機態窒素からの NH₄-N への無機化モデル式のそれと同じである。すなわち, ある与えられた期間 T (これは順に t₀, t₁, …, t_i, …, t_n から成り立っている微小期間) における NH₄-N からの硝化量 N₁ 定量モデル式は, 有機態窒素の無機化モデル式と同様に考えて,

$$N_1 = \{NO_3-N_n - NO_3-N_0 \cdot (^{15}N_n / ^{15}N_0)\} / \int_0^1 e^{-k_0 t} dt$$

である。ただし, NO₃-N₀, NO₃-N_n 及び ¹⁵N₀, ¹⁵N_n は t₀, t_n 時の NO₃-N 及びトレーサー NO₃-¹⁵N 量である。また, k₀ = -ln(¹⁵N_n/¹⁵N₀) である。施肥窒素区における NH₄-N プールからの硝化量 N₁ は第1表のとおりである。これより明らかなように, 1日当たりの硝化量は多いときには 0.18gN/m² もあった。これはそのときの無機化量の 5割程度である。

2. NO₃-N プールからの有機化, 脱窒, 吸収

NO₃-N からの脱窒, 吸収, 有機化等への移行量を G とすると, 硝化してきた窒素 N₁ 及び NO₃-N プールから移行していった窒素 G と現存 NO₃-N 量の推移との間には,

$$N_1 - G = NO_3-N_n - NO_3-N_0$$

の関係が成立している。ここで, 移行量 G の一構成要素である有機化量は脱窒量及び吸収量に比べてかなり少ないのでこの有機化窒素からの再無機化とその硝化は無視出来るものと考えられる。移行量 G の中には T 期間の t₀ 時にあった NO₃-N からの移行量 G₀ と, T 期間中に硝化してきた NO₃-N からの移行量 G_N がある。そして, G_N

及び G₀ の構成要素である有機化量 A_N 及び A₀, 脱窒量 D_N 及び D₀, 水稻吸収量 P_N 及び P₀ を用いたベクトル表示を G_N = (A_N, D_N, P_N), G₀ = (A₀, D₀, P₀) とすると G_N 及び G₀ は次式から求められる。

$$G_N = \{N_1 / (1 - e^{-k_0})\} \cdot \int_0^1 (1 - e^{-k_0(t-1)}) dt \} g_{on}$$

$$G_0 = NO_3-N_0 \cdot g_{on}$$

ただし, g_{on} はトレーサー NO₃-¹⁵N の有機化割合 a_{on}, 脱窒割合 d_{on}, 吸収割合 p_{on} のベクトル表示 (a_{on}, d_{on}, p_{on}) である。施肥窒素区における NO₃-N プールからの脱窒, 吸収等への移行量は第2表のとおりである。これより明らかなように, 脱窒への動きは 7~8 月にはかなり強い。また, 水稻の NO₃-N 吸収割合も幼穂形成期から出穂期にかけてはかなり大きく, 脱窒のその半量程度であった。

引用文献

- 1) 山室成一: 水田における窒素の動態に関する ¹⁵N トレーサー法の理論的展開, 日土肥誌, 59, 538~548, 1988.

第1表 NH₄-N プールからの硝化量

T 期間 (月/日) t ₀ ~ t _n	NO ₃ -N ₀ (g/m ²)	NO ₃ -N _n (g/m ²)	¹⁵ -N _n / ¹⁵ N ₀	N ₁ (g/m ²)	ΔN ₁ /Δt (g/m ² .day)
9/8~9/9	10.0	6.55	0.628	0.336	0.112
7/3~7/6	10.0	7.38	0.694	0.524	0.175
7/9~7/9	5.00	2.27	0.412	0.318	0.159
8/8~8/9	5.00	0.31	0.030	0.578	0.083

注) * NO₃-N からの脱窒が激しいので, トレーサー NO₃-¹⁵N (10.0 atom%¹⁵N を使用) を 5~10g/m² と多くしたが, この試験より 99atom%¹⁵N を用い, 期間も 1日にすると 0.5g/m² でよいことが明らかになった。

第2表 NO₃-N プールからの移行動態及び移行量

T (月/日) t ₀ ~ t _n	g _{on} *		G ₀		G _N	
	d _{on}	p _{on}	D ₀ (g/m ²)	P ₀ (g/m ²)	D _N (g/m ²)	P _N (g/m ²)
9/8~9/9	0.355	0.017	3.55	0.17	0.064	0.003
7/3~7/6	0.286	0.021	2.85	0.21	0.079	0.006
7/9~7/9	0.400	0.188	2.00	0.94	0.073	0.034
8/8~8/9	0.628	0.342	3.13	1.71	0.271	0.147

注) *有機化割合 a_{on} は非常に小さいので無視した。