

# 水田土壌中の無機化窒素はどのくらいあり

## それはどんな働きをしているのだろうか (その1)

農林水産省北陸農業試験場

山 室 成 一

日本における水田土壌学は大きな発展をとげ、それは「水田土壌学」(川口桂三郎編)や、同じく「水田土壌学」(山根一郎編)などに集大成されている。しかし、土壌肥料面からみて農業に最も役立つと考えられる土壌肥沃度の動的な研究だけは、農家が「たんぼから窒素が今どの位出ているでしょうか」と問うたとき、はっきりとそれについて答えられない現状からわかるように、非常に立ち遅れているといわざるをえない。何故このようになってしまったのだろうか。

それは、土壌肥沃度研究は当然のこととして、圃場試験を中心に展開されるべきであるが、現在では圃場に長期的に根を下した研究者の数が少なくなっていること、したがって、圃場での新しい試験方法の開発とその応用に、あまり見るべきものがなくなってきたことがその理由であろう。

水田土壌肥沃度の動的な研究の中で、最も重要と考えられるものは多量要素の動き、とくに窒素、リン酸、カリなどの動きはどうなっているのかということであるが窒素についてはこれは「水田における窒素の循環に関する研究」としてまとめられる。

そこで、微力ながら現在における窒素循環研究の方法

上の問題点はどこにあるのか、それらはいかに解決されるべきであるか、とくに土壌の無機化窒素の求め方について9/10月号で述べたい。そして、11月号、12月号では土壌の無機化窒素の出方の具体例について紹介したい。

### 1. 水田における窒素の循環のプロセス

水田土壌中における窒素の循環図は第1図のとおりである。この図の中で施肥窒素の有機化、揮散、溶脱、水稻による吸収は、標識窒素、<sup>15</sup>N (重い窒素)をまぜてその<sup>15</sup>Nを追跡することによりわかる。

また空気中への揮散は多くの水田では99%以上がN<sub>2</sub>(窒素ガス)の脱窒であるが、特殊な土壌——アルカリ土壌——ではアンモニアの揮散が多くなる。また、用水から入る窒素は、作期中で普通およそ0.5kg/10a程度であり、あまり問題にならない。これは土壌からの無機化窒素(アンモニア、NH<sub>4</sub>-N)の中に入れて取扱われる。ここで取扱いがむづかしく、しかも最も重要なのは、土壌からの無機化窒素と空気中窒素の水田土壌中での固定である。

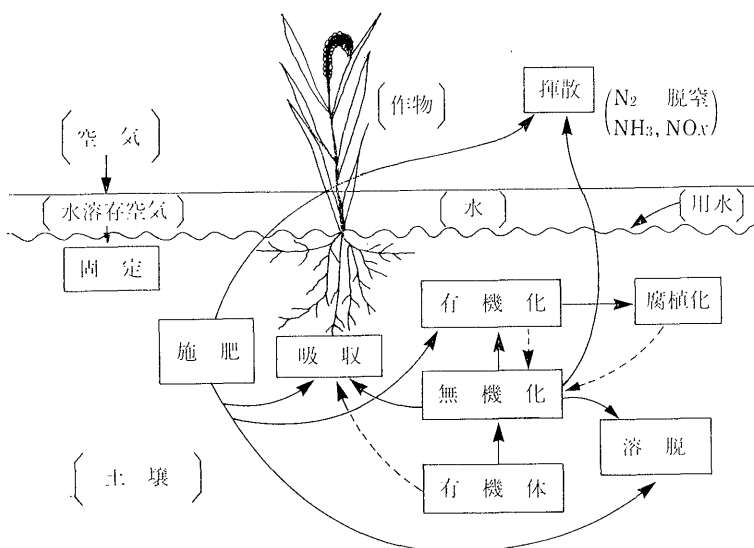
実に、水田土壌肥沃度の動的な窒素研究の立ち遅れはこの土壌からの無機化窒素が作期中にどれだけ出てくるものなのか、その有機化(微生物の体内に入り、土壌中

に有機物として残ること)、揮散、溶脱(作土下に流出していくこと)、水稻による吸収への動きはどうなっていくのか、空気中窒素の微生物による固定量はどの位あるのか、それらは水田管理との関係でどう動くのかなど、それらをどう定量するのか、あまりにもあいまいにしてきてしまった。

### 2. 水田土壌における土壌の無機化窒素の求め方

それでは、まず、土壌からの無機化窒素はどのくらいあるのか、それは有機化、揮散、溶脱、水稻の吸収へどのような割合で動くのか、これらを測定する方法にはどのようなものがあるのか考えたい。実は、同位元素稀釈法以外にこれらを求める方

第1図 水田土壌中における窒素の循環



法はみあたらない。

この同位元素稀釈法は多量の  $^{14}\text{N}$  (原子量14の窒素, 自然界では 99.63% がこの窒素である) 中に少量の  $^{15}\text{N}$  ( $^{14}\text{N}$  より中性子が1個多い窒素) を均一にまぜた (少しかくはんして混ぜる。こうすると施用した  $\text{NH}_4\text{-N}$  はすみやかに土壌に吸着される) とき, この  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  の動きはほとんど同じ動きをし, しかも  $^{15}\text{N}$  が少量のときは  $^{14}\text{N}$  の動きは  $^{15}\text{N}$  の動きの影響をほとんど受けないという性質を利用して,  $^{15}\text{N}$  の動きをみることにより  $^{14}\text{N}$  の動きがわかるというものである。

土壌からの無機化窒素は, 地温の影響を受けつつ有機体窒素が分解され, 徐々に土壌溶液中に  $\text{NH}_4\text{-N}$  として加わってきては, 土壌にすみやかに吸着される。これらの動きは第2図のようである。

すなわち, 土壌の  $\text{NH}_4\text{-N}$  は出てきてはすみやかに吸着され, 同時に, 有機化, 揮散, 溶脱, 作物による吸収に入っていく, また新たな  $\text{NH}_4\text{-N}$  が出来て, そのあとをうめて行く。

この複雑な動き全体に眼を奪われていては, それを整理して考えることを困難にするので, (1)の時に吸着していた  $\text{NH}_4\text{-N}_1$  の動きのみをみれば, 土壌の無機化窒素  $^{14}\text{N}_1$  と施肥の  $^{15}\text{N}_1$  は, その存在比を変えることなく, 少なくなっていくことがわかる。したがって, もし  $^{15}\text{N}_1$  の有機化, 揮散, 溶脱, 吸収などの動きの割合がわかればそのときの土壌の無機化窒素の有機化, 揮散, 溶脱, 吸収などの動きの割合もわかわけである。

一方, 水稻の窒素吸収量のうち施肥由来のそれは  $^{15}\text{N}_1$  のそれをみることによりわかるため, 土壌由来の窒素吸収量も全窒素吸収量から, 施肥由来の窒素吸収量を差し

いて求めることが出来る。すると土壌の無機化窒素量を  $N_{IM}$  (残存  $\text{NH}_4\text{-N}$  は除く。ここでは土壌の無機化窒素のうち, 有機化, 揮散, 溶脱, 吸収などに加わっていったものを意味する。), 水稻の土壌窒素吸収量を  $N_{IA}$ ,  $^{15}\text{N}$  の水稻吸収割合を  $B_{IA}$  とすれば, 微小時間で

$$N_{IA} = B_{IA} \cdot N_{IM} \dots\dots\dots(1)$$

の関係が成立する。(1)式は  $N_{IM} = (1/B_{IA}) \cdot N_{IA}$  と変形出来るため,  $(1/B_{IA}) = C_{IA}$  とおけば土壌の無機化窒素  $N_{IM}$  は,

$$N_{IM} = C_{IA} \cdot N_{IA} \dots\dots\dots(2)$$

したがって, 各時期  $T_1, T_2, \dots, T_1, \dots, T_n$  の土壌の無機化窒素の総合計量  $N_M = \sum_{i=1}^n N_{IM} = \sum_{i=1}^n C_{IA} \cdot N_{IA} = C_{1A} \cdot N_{1A} + C_{2A} \cdot N_{2A} + \dots + C_{iA} \cdot N_{iA} + \dots + C_{nA} \cdot N_{nA}$

であるから, これは

$$N_M = C^P_A \cdot N_A \dots\dots\dots(3)$$

というように整理される。

ここに,

$$C^P_A = (C_{1A}, C_{2A}, \dots, C_{iA}, \dots, C_{nA})$$

$$N_A = (N_{1A}, N_{2A}, \dots, N_{iA}, \dots, N_{nA})$$

というベクトルである。

各時期  $T_1, T_2, \dots, T_1, \dots, T_n$  の代りに, 適当な時期  $t_{ps}, t_{qu}, t_{rv}, \dots$  などととり,  $B_{pA}, B_{qA}, B_{rA}, \dots$  などの近似値  $b_{pA}, b_{qA}, b_{rA}, \dots$  などを求め,  $N_M = C^P_A \cdot N_A$  から無機化窒素量を求める方法や,  $^{15}\text{N}$  を均一に施用していないとき, あるいはこの両者が一緒になっているときには,  $N_M$  は推定値として求められる。

次号では, このようにして求めた土壌の無機化窒素は砂質および強粘質の湿田と乾田, 半湿田と乾田化水田, 有機物施用などによりどうなるだろうか述べたい。

第2図 土壌無機化窒素の消長と施肥  $^{15}\text{N}$  の関係

