

水田土壌中の無機化窒素はどのくらいあり どんな動きをしているのだろうか (その2)

農林水産省北陸農業試験場

山 室 成 一

土壌の無機化窒素はどのくらいあるのだろうか、それは有機物を施用することによってどんな動きに変るのだろうか、半湿田での1,980年の試験結果を中心に述べたい。

第1表 水稻の窒素吸収量の推移および収量 (Kg/10a)

1. 試験の方法

供試水田は強粘質の半湿田で、これは12~3月は降雪により湿田化し、4~5月は比較的良好に乾き、耕起時には地下水位が作土下にある圃場である。もし、降雪がなければ乾田になっているものと考えられる。試験区は無窒素、無堆肥、堆肥1,2、および3トンの5区であり、無窒素区をのぞいて、それぞれ、活着期、分けつ盛期、幼形期に塩安を窒素成分で10アール当り4kgづつ追肥した。

区名	6/5	6/18	7/3	7/16	8/6	9/24	収量
無堆肥	0.25	1.8	6.5	10.3	12.4	12.7	640
堆肥1トン	0.21	1.5	6.1	10.6	12.1	13.2	680
堆肥2トン	0.21	1.2	4.4	8.2	10.6	11.7	620
堆肥3トン	0.21	1.2	4.9	8.0	10.8	11.9	610
無窒素	0.22	1.4	2.5	4.0	5.5	5.8	440

各区とも基肥にK12kg, P₂O₅18kg, 珪カル100kg施用した。各区内に¹⁵N試験区を設けた。これは、一般区の窒素追肥と同じとき、同じ量の¹⁵NH₄Clを施用した。この¹⁵Nの動きから、施肥窒素の土壌中での有機化、脱窒、水稻吸収がどうなったか、また、土壌から出て来たアンモニアはどう分配されたかをみた。

ただろうか。また、土壌中には微生物の体(有機物)となつてどのくらい残つただろうか、空気中へはどのくらい逃げていってしまったのだろうか。第2表にこれらのことを示した。

2. 試験の結果および考察

1) 水稻の生育経過

水稻の窒素吸収量および収量は第1表のとおりであった。無堆肥および1トン区の生育は堆肥2および3トン区の生育より初期から優っていた。堆肥2および3トン区の生育は初期には無窒素区のそれより劣っていた。この傾向は生育中期までつづき、後期になって堆肥多量区の生育がややよくなり、差がちぢまった。収量はこれらの生育経過を反映して、堆肥1トン>無堆肥>堆肥2トン>堆肥3トンの順であった。

有機化したものはおよそ1/4~1/3であることがわかる。無堆肥区でやや多かった。次に、脱窒量はおよそ1/5~1/4であった。無堆肥区で少なく、堆肥1トン区で多かった。脱窒は活着期肥で多く、分けつ期肥、幼形期肥となるにつれて少なくなっていた。

これは脱窒がだんだん弱まっているのではなく、水稻の吸収能力の急な増大とともに、脱窒に消費される割合(脱窒能力は強くなっているのだが)が相対的に小さくなっていることを示している。水稻に吸収されたものはおよそ4割強であった。これは無堆肥区でやや多かった。

3) 土壌の無機化窒素の水田土壌中での動き

土壌の無機化窒素の動きを第3表に示した。出穂期までの土壌の無機化窒素総量は無堆肥区で14kg、堆肥1トン区15kgとかなり多量に出ていることがわかる(これらは収穫期までみればおそらくこれより3kg程度多く出ているだろう)。これに対して堆肥多量施用区は2トン区で10kg、3トン区で11kgとかなりおさえられている。強

第2表 施肥窒素の水田土壌中での動き (NKg/10a)

2) 施肥窒素の水田土壌中での動き

区分	項目 施肥期	有機化				脱窒				水稻吸収			
		活	分	幼	合計	活	分	幼	合計	活	分	幼	合計
無堆肥		1.82	1.10	0.90	3.82	1.20	0.76	0.32	2.28	0.86	2.10	2.75	5.71
堆肥1トン		1.45	0.88	0.89	3.22	1.80	1.14	0.40	3.34	0.74	1.95	2.67	5.36
堆肥2トン		1.62	0.96	0.84	3.42	1.49	1.21	0.40	3.10	0.84	1.80	2.73	5.37
堆肥3トン		1.60	0.80	0.96	3.36	1.56	1.14	0.41	3.11	0.76	2.02	2.60	5.38

それでは施肥窒素は水稻にどのくらい吸収され

くおさえられている時期は、移植期から幼形期までである。

土壌の無機化窒素が強くおさえられているとき、その水稻吸収も強くおさえられるが、そのときでも施肥窒素

第3表 土壌の無機化窒素の水田土壌中での動き (Nkg/10a)

区分	月/日(期間) 項目	5/19~6/18	6/18~7/3	7/3~8/6	5/19~8/6
		(移植)(分盛)	(幼形)	(出穂)	
無堆肥	有機化	2.2	1.3	1.0	4.5
	脱窒	1.4	0.9	0.4	2.7
	水稻	1.0	2.5	3.2	6.6
	無機化	4.6	4.6	4.6	13.8
堆肥1トン	有機化	1.7	1.1	1.1	3.9
	脱窒	2.1	1.4	0.5	4.1
	水稻	0.9	2.5	3.3	6.7
	無機化	4.7	5.0	5.0	14.6
堆肥2トン	有機化	1.0	0.6	1.1	2.6
	脱窒	0.9	0.8	0.5	2.1
	水稻	0.5	1.1	3.5	5.1
	無機化	2.3	2.5	5.1	9.8
堆肥3トン	有機化	1.2	0.6	1.2	3.0
	脱窒	1.1	0.8	0.5	2.5
	水稻	0.6	1.5	3.3	5.3
	無機化	2.8	2.9	5.1	10.8

は水稻によく利用される。これは施肥窒素の全無機窒素に占める割合が高まるためである。無機化した土壌窒素のうち有機化していった量は無堆肥区で一番多く4.5kgあった。しかし、堆肥多量施用区は3kg程度であった。

脱窒した量は堆肥1トン区が一番多く4kgもあった。これに対して、他の3区は2.5kg程度であった。脱窒が多いのは幼形期までである。水稻の土壌窒素吸収量は収穫期までみれば堆肥1トン区8kg、無堆肥区7kg、[堆肥多量区6kg程度であった。このように、堆肥標準施用区は土壌の無機化窒素が多くなり、それが、脱窒と水稻吸収に多く使われているが、堆肥量が増加すると急に土壌の無機化窒素の出方が強くおさえられるようになるために、水稻のその吸収も減少してしまうことがわかる。

今までの堆肥施用量試験で水稻収量の増収効果が、ある時は出たり、またある時は出なかつたりして、有機物施用の効果がはっきりしなかつたのは、堆肥量の増量と共に急に還元障害が強まり、土壌の無機化窒素の出方が強くおさえられてしまうことによるものと考えられる(一方、乾田では稲わら秋施用のとき、これらの動きがみられる。一般に有機物の施用基準として、乾田稲わら秋施用600kgと半湿田堆肥1トン施用がとられている。これは常識的な判断の上に作り上げられているものである)。

以上の結果は半湿田で堆肥2年連用したときの結果であるが、このような動きは堆肥1年~3年連用のとき出てくる。しかし、農家にとって重要なことは、この先にあると考えられる。筆者はここでは堆肥施用の効果はどうして出たり出なかつたりするか、半湿田の土壌の無機化窒素の動きで説明した。

しかし、だからといって堆肥施用はあまり効果のないものだとはいえない。それは、堆肥多量施用は、1~3年の間は土壌の無機化窒素の出方をおさえてしまうが、堆肥中の窒素は多く土に残り、土壌の全窒素は増加するそして、堆肥5年連用ぐらいになってくると、土壌中の微生物群に変化がおこるためか、堆肥多量施用による水稻の生育障害は、初期からほとんどなくなり、土壌の無機化窒素の出方は、生育中期から堆肥量に比例して増大するようになる。

こうなってくると水稻も施肥窒素は少しでよくなり、主に土壌窒素によって育つ立派な稲が出来るようになる。このことが農家にとって一番重要なことである。土壌の全窒素の増大も、土壌の無機化窒素の増大によって高値で安定値をとるようになってくるものと予想される。5年堆肥連用したときの土壌の無機化窒素の動きは2年連用のときに比べてどうかかわってくるかについては次の機会にくわしくのべたい。

訂正 本誌9/10月号(321号)所載山室先生ご執筆の“水田土壌中の無機化窒素はどのくらいあり、それはどんな動きをしているだろう(その1)”中第6頁右欄の上から11行目から20行目までの本文を次のように訂正致します。

したがって、各時期 $T_1, \dots, T_2, \dots, T_1, \dots, T_n$ の土壌の無機化窒素の総合計量 $N_M = \sum N_{iM} = \sum C_{iA} \cdot N_{iA} = C_{1A} N_{1A} + C_{2A} N_{2A} + \dots + C_{iA} N_{iA} + \dots + C_{nA} N_{nA}$ であるから、これは

$$N_M = C'_A \cdot N_A \dots\dots\dots(3)$$

というように整理される。

ここに、

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

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

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、 $N_M = C'_A \cdot N_A$ から無機化窒素量を求める方法や、 ^{15}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などは、 N_M は推定値として求められる。