

重窒素利用による灌漑水中の窒素の動向

武田 良和・蓬田 宏*

(亘理農業改良普及所・*宮城県農業センター)

Fate of Ammonium Nitrogen in Irrigation Water Traced by Heavy Nitrogen

Yoshikazu TAKEDA and Koo YOMOGITA*

(Watari Agricultural Extension Service Station・*Miyagi Prefectural Agricultural Research Center)

1 はじめに

近年、農村地域の都市化、産業活動の活発化等によって、農業用水の汚濁化が進行し、種々の障害が発生しつつあり、農村地域の水質保全対策は緊急かつ重要な課題となっている。このため、筆者らは昭和54年より5か年間にわたり、灌漑水により水田に負荷された養分の動向について、調査を実施した。

その調査の一環として、 ^{15}N 硫酸溶液を灌漑水として用い、稲体及び跡地土壌中の ^{15}N を分析することにより、灌漑水中の窒素の水田における動向を調査したので、結果の概要を報告する。なお、本調査は昭和57年に、宮城県農業センターの試験圃場で実施したものである。

2 試験方法

窒素 5 kg / 10 a を基肥に施用した試験圃場内に、60×30×30 cm のエスロン枠を15 cm 深に埋設し、この枠内に1回当たり、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (^{15}N atom % = 30.2) の0.34 g をピーカ中で水道水約100 ml に溶解したものを施用した。水深は4±1 cmを保つように随時、用水を補給した。水稻

は5月18日に枠当たり4株を移植し、 ^{15}N 硫酸は6月15日から9月10日まで、35回施用した。水稻は10月12日に刈り取り、跡地土壌は10月26日と58年4月21日とに採取した。跡地土壌は、表面のわら等を除き、付着している藻類の死骸等はそのままにして、深さ0-1, 1-3, 3-5, 5-10 cmの部位別に包丁で切り取り、風乾したのち粉砕篩別して分析試料とした。

灌漑期間中の田面水は8月31日採取して、水質の一般分析に供した。田面水中の全窒素濃度は、約10 ppm になるように水深を調整したが、8月31日分析の結果では8.03 ppmであった。

^{15}N の分析は発光分析法によった、跡地土壌の ^{15}N は、10% KCl (1:5) 浸出法による交換態窒素、インキュベート生成 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、全窒素及びブッシュワート法により分画した有機態窒素について、それぞれの ^{15}N を定量した。

3 試験結果

(1) 稲体の ^{15}N 分析結果

稲体の ^{15}N 分析結果及び灌漑水窒素の利用率は、表1のとおりである。稲体に含有される窒素のうち茎葉部で40%，

表1 稲体の ^{15}N 分析結果及び灌漑水窒素の利用率

部位	乾物重 (g/株)	N (%)	^{15}N atom ex- cess (%)	灌漑水由来N (%)	灌漑水由来 (mg/株)	灌漑水N利用率 (%)
茎葉	30.8	0.58	11.95	40.07	71.58	11.35
穂	35.4	1.23	14.10	47.26	205.79	32.63
計	66.2				277.37	43.98

穂部で47%が灌漑水に由来するもので、その分布割合を吸収量でみると、茎葉部に25.8%，穂部に74.2%の割合であった。灌漑水による総負荷窒素量は枠当たり2523 mgで、1株当たりでは630.7 mgであったので、灌漑水により負荷した $\text{NH}_4\text{-N}$ の水稻による吸収割合（利用率）は、茎葉部で11.55%，穂部で32.63%，全体で43.98%となった。

(2) 跡地土壌のインキュベート生成 $\text{NH}_4\text{-N}$ の ^{15}N

跡地の風乾土壌を30℃、4週間インキュベートして生成した $\text{NH}_4\text{-N}$ の ^{15}N を分析した。

採土深別にみると0-1 cm部位においては、全インキュベート生成窒素のうち15%程度が灌漑水に由来するものであ

表2 跡地土壌の全窒素分画

年月	採土深 (cm)	T-N (mg/100g)	Nw (%)	T-N (mg/株)	Nw (mg/株)	深さ別 分布 (%)	残存率 (%)
57・10	0~1	154	13.08	2772	362.6	83.3	14.37
	1~3	110	1.09	3962	43.0	9.9	1.70
	3~5	112	0.30	4032	12.0	2.8	0.48
	5~10	109	0.18	9810	17.5	4.0	0.69
	全体			20574	435.0		17.24
58・4	0~1	139	8.51	2502	213.0	65.0	8.44
	1~3	107	1.31	3852	50.5	15.4	2.00
	3~5	105	1.18	3780	44.6	13.6	1.77
	5~10	109	0.20	9810	19.4	5.9	0.77
	全体			19944	327.5		12.98

注. Nw: 灌漑水由来窒素

残存率: 灌漑水施用全窒素に対する比率

り、0-10cm全体の灌漑水由来窒素の60%以上がこの部位に集中していた。総負荷窒素量に対する割合でみると、0-10cm深で、10月及び翌年の4月で、それぞれ1.69%、1.59%であった。これはa当たりの窒素量でみると、0.024kg、0.022kgとなり、インキュベート生成窒素がその年の作付期間中に有効化したとしても、前年の灌漑水に由来する分は、基肥窒素(0.4-0.5kg/a)の5%程度にすぎないことになる(データ省略)。

(3) 跡地土壌の¹⁵Nの形態別残存割合

土壌試料を硫酸分解して、全窒素及び全ラベル窒素の定量を行った。その結果は表2のとおりである。別に、シュワートらの方法により土壌窒素を分画し、形態別に全窒素と¹⁵N窒素とを定量した。結果は表3のとおりである。

総負荷窒素量に対する土壌中の窒素の形態別の残存率は表3のとおりである。

表3 跡地土壌の灌漑水由来窒素の形態別割合及び残存率

年 月	採土深 (cm)	¹⁵ N残存量 (mg/枠)	形態別割合 (%)				形態別残存率 (%)			
			ex	A	B	C	ex	A	B	C
57・10	0-1	317.6	0.9	17.4	65.6	16.0	0.116	2.19	8.27	2.02
	1-3	111.6	0.2	16.2	79.4	4.1	0.011	0.72	3.51	0.18
	3-5	10.7	1.3	20.6	72.0	5.8	0.005	0.09	0.31	0.02
	5-10	20.6	0.8	14.6	70.0	14.8	0.006	0.12	0.57	0.12
	全 体	460.5	0.8	17.1	69.3	12.8	0.139	3.12	12.64	2.34
58・4	0-1	211.3	0.6	16.9	70.8	11.8	0.048	1.41	5.92	0.99
	1-3	62.6	0.4	12.5	74.9	12.2	0.010	0.31	1.86	0.30
	3-5	45.4	0.4	17.6	71.4	10.6	0.006	0.32	1.29	0.19
	5-10	31.2	0.2	25.0	59.3	15.5	0.002	0.31	0.74	0.19
	全 体	350.5	0.5	16.9	70.6	12.1	0.067	2.35	9.81	1.67

注: ex: 交換態, A: 酸可溶抽出性窒素, B: 酸可溶非抽出性窒素
C: 酸不溶性窒素, 残存率: 灌漑水施用全窒素に対する比率

東北大学の調査結果等により推定すれば、灌漑水により負荷された窒素の、浸透水による流亡やアンモニア態としての揮散損失は、10%未満とみなし得る。

これらの結果から、灌漑水によって負荷されたNH₄-Nの44%は稲体により吸収利用され、17%は跡地土壌に残存し、10%未満の量が浸透水等により失われたことになる。

それでもなお、30%程度が未回収分として残存することになり、これは大部分が脱窒により損失したものと考えている。

10月の跡地土壌に残存した窒素の形態をみると、約99%が有機態であり、有機態のうち約70%がアミノ酸態を主とする酸可溶非抽出性窒素であった。また、深さ別の残存割合をみると80%以上が0-1cm層に分布していた(表3)。

これらのことから、灌漑水によって水田に負荷されたNH₄-Nが土壌中に残存する場合は、大部分が土壌表層で有機化されたものとしてであり、これには、藻類の関与が大きいものと思われる。

(4) 跡地土壌中の窒素の乾田期間中の変化

57年10月と58年4月との乾田期間中の土壌中窒素の変化

を表2でみると、窒素全体では0-1cm部位で約10%、1-3cmで約3%、3-5cmで約6%が減少し、5-10cm部位では減少が認められず、0-10cm全体でみると約3%が減少したにすぎなかった。

しかし、灌漑水由来窒素でみると、残存窒素の大部分が集中する0-1cm部位では、約40%が減少していた。それ以下の層では、量的には僅少だが、むしろ増加する傾向にあり、0-10cm全体としてみると約25%の減少となった(表2・3)。

0-1cm部位の変化については、図1のとおりである。

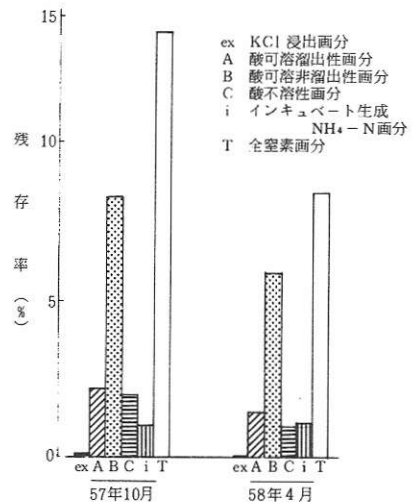


図1 0-1cm部位の灌漑水由来窒素の形態別の残存率

4 ま と め

灌漑水により負荷されたアンモニア態窒素の動向は、稲体吸収、土壌残存、脱窒、流亡等の4項目にわけると、その割合は、ほぼ4:3:2:1となった。

灌漑水により負荷され有機態として残存する窒素は、0-1cm部位に集中し、形態的にはアミノ酸態が多かった。このことは、残存窒素は藻類を主とする水中生物により有機化されたものが主体であったためと思われる。

灌漑水由来の土壌残存窒素は約99%が有機態であり、土壌全体の窒素に比べて、分解・形態変化が容易であり、乾田期間中に25%程度が無機化し、次いで硝酸化し、わずかの量が3-5cm部位当たりにて再有機化して残るものの、大部分が降雨等により流亡するものと思われる。

湛水インキュベートで生成する灌漑水由来のNH₄-Nは、アール当たり0.02kg程度であり、基肥窒素の5%に満たなかった。