

埼玉県櫛引台地の湧水により灌漑されている水田表面水の 硝酸態窒素濃度および $\delta^{15}\text{N}$ 値の変化

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
巻/号	693
掲載ページ	p. 287-292
発行年月	1998年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



埼玉県櫛引台地の湧水により灌漑されている水田表面水の 硝酸態窒素濃度および $\delta^{15}\text{N}$ 値の変化*1

朴 光来*2・日高 伸*3・熊澤喜久雄*4

キーワード 水田, 湧水, 灌漑水, 脱窒, $\delta^{15}\text{N}$ 値

1. はじめに

最近, 地下水および地表水の硝酸汚染問題が注目されるようになってきた。高濃度の硝酸態窒素を含む農耕排水は閉鎖系水域の河川, 湖沼の富栄養化の原因である水中生物の繁殖, 分布に悪影響を及ぼす一方, 人体への悪影響も指摘されている^{1,2)}。なお, 地下水や河川水中の硝酸態窒素は流下中の微生物による脱窒, 植物等による吸収などの自然浄化機能によりその量が減少する。このような自然浄化を担うものの一つとして, 水田が大きな機能を果たしていることが指摘されている³⁻⁷⁾。すなわち, 水田の灌漑水中に含まれている硝酸態窒素の一部は水稲によって吸収利用され, また還元層の発達による脱窒作用を受け, その絶対量が減少するなど水田の窒素浄化機能は評価し得るものである。

これらの点に着目し, 灌漑水中の硝酸の濃度が比較的高い, 埼玉県北部の複合土地利用台地からそれに続く低地水田へ流出する湧水を灌漑水として利用している水田で調査を行った。この湧水中には常時高濃度の硝酸態窒素が含まれているが, 水田内では硝酸態窒素の大部分は脱窒により失われ, 一部は水稲により利用吸収されたいと考えられる。

このような硝酸態窒素の減少が脱窒作用によるものか, 水稲吸収によるものかを実際の圃場条件下において区別することは一般には困難である。この種の問題に対する研究方法の一つとして, 窒素安定同位体自然存在比測定法がある。窒素安定同位体自然存在比 ($\delta^{15}\text{N}:\text{‰}$)

は下記の式で示される $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ で表される。

$$\delta^{15}\text{N}(\text{‰}) = \frac{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{試料}} - (^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{空気}}}{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{空気}}} \times 1000$$

$\delta^{15}\text{N}$ 値は硝酸の脱窒過程において, いわゆる同位体分別効果のため, 一定の変化を示し, 脱窒後の硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値は脱窒前のそれより高くなる^{8,9)}。水田表面水中の硝酸態窒素も水田表土の還元層の影響を受けて脱窒すると考えられるが, この脱窒の程度も表面水中に残存する硝酸の $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定することにより半定量的に推測することが出来ることも示されてきた¹⁰⁾。

著者ら¹¹⁾は埼玉県北部の露地野菜畑からの地下浸透水中の硝酸態窒素濃度および $\delta^{15}\text{N}$ 値を調べ, 硝酸態窒素濃度が非常に高くなっていること, およびその起源は主に土壌へ過剰に投与されている畜産糞尿等の多量の有機物に由来していることを明らかにした。

本研究は, このような高濃度の硝酸が含まれている地下水が水田地帯で灌漑水として利用された時, 水田でどのような変化が起こるのかについて, $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定することにより究明しようとしたものである。

2. 調査方法

1) 採水地点の概要

第1図に採水地点の位置関係を示した。図中のI地区が台地露地野菜栽培地帯¹¹⁾であり, II地区が本報の調査地点がある低地水田地帯である。台地の浅層地下水の硝酸態窒素濃度は 15.2 mg L^{-1} , その $\delta^{15}\text{N}$ 値は 8.5 ‰ で比較的高い値を示した。台地の移流水は浅層地下水として緩い勾配を下がって約4 km位移流してII地区でポンプにより汲み上げられ, 約4 ha程度の面積を持つ水田地帯で灌漑水として利用されている。この水田地帯のポンプ場と調査水田の位置関係を第2図に示す。採水はポンプ場(湧水)近くに位置するA水田(約8 a), この湧水を同じく灌漑水として使用しているB水田(約5 a), A水田に隣接している水田(A1:約10 a)の深度約50 cmの水田暗きょ排水およびポンプ場井水か

*1 研究の概要は, 1995年度日本土壌肥科学会仙台大会(東北大会)において発表した。

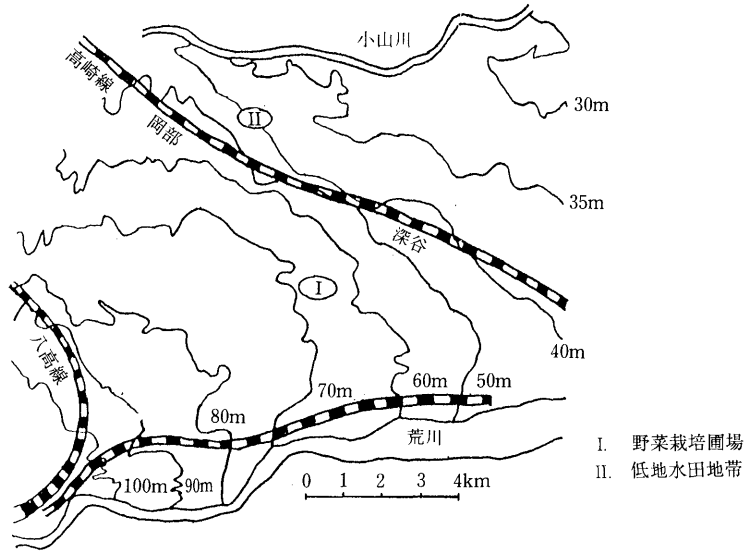
*2 東京農業大学 総合研究所(現在, 農林水産省国際農林水産業研究センター環境資源部 305-8686 つくば市大わし1-2)

*3 埼玉県農業試験場(360-0831 熊谷市久保島1372)

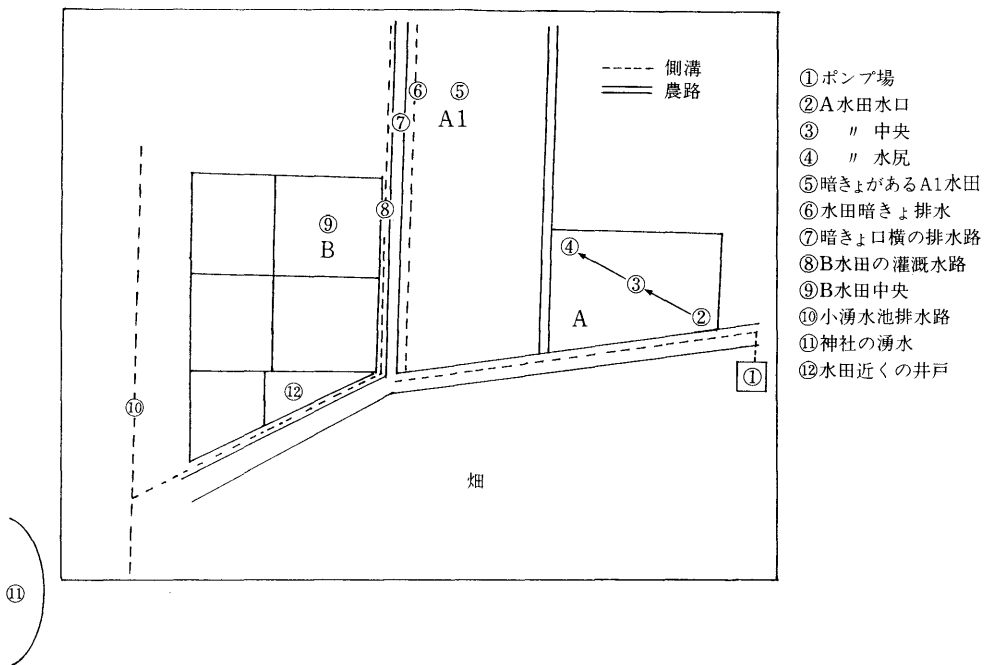
*4 東京農業大学 総合研究所(156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1)

1997年6月17日受付・1997年11月26日受理

日本土壌肥科学雑誌 第69巻 第3号 p.287~292(1998)



第 1 図 榎引台地下の低地水田地帯における採水地点の概略図



第 2 図 榎引台地下の低地水田調査地点の概略図

ら約 300 m の距離にある小湧水池の排水路について行った。

なお、脱窒の程度を詳しく探るために、A 水田では水口、中央、水尻の 3 カ所で田面水を採水し硝酸態窒素濃度やその $\delta^{15}N$ 値の変化について、実態調査を行った。

2) 採水時期および分析方法

採水時期は田植え直後期 (1994 年 7 月 5 日)、幼穂形成期 (8 月 10 日)、登熟期 (9 月 14 日)、および収穫期 (10 月 24 日) に行った。

採取した水は 500 mL 容のポリエチレン容器に満た

し、速やかに研究室へ運び、各種イオン濃度をイオンクロマトグラフ（島津：HIC-6A）を用い定量した。δ¹⁵N値の測定は超精密同位体比測定用質量分析計（Finnigan MAT 252）を用いて行った。なお、本研究で用いたδ¹⁵Nの標準誤差は±0.1‰以内であった。

3. 結果および考察

1) 土壌および湧水中の窒素のδ¹⁵N値

調査水田土壌（灰色低地土）の全窒素は6.31 g kg⁻¹、δ¹⁵N値は4.87‰であり、水田土壌のδ¹⁵N値は台地の露地野菜畑地帯（表層腐植質黒ボク土・米神統）の6.1‰に比べて若干低い傾向を示した。日本の農耕地のδ¹⁵N値は、黒ボク土が+5～+8‰、沖積土+1～+8‰であると米山¹²⁾により報告されているが、本調査水田土壌の値はこの沖積土の値の範囲内であった。

2) 各採水地点の硝酸態窒素濃度およびそのδ¹⁵N値の変動

第1表に水稲田植え直後期（1994年7月5日）に採取した試料のイオン組成とδ¹⁵N値の分析結果を示した。

A水田：田植え直後の採水（7月5日）では硝酸態窒素の濃度（NO₃×0.2258 以下同じ）は水口で14.9 mg L⁻¹、中央で12.1 mg L⁻¹、水尻で9.5 mg L⁻¹と漸次減少をしているが、そのδ¹⁵N値は逆に水口から水尻にかけて9.13‰、12.15‰、15.43‰と上昇していた。このことは、明らかに水田表面水中の硝酸が水田を流下中に脱窒作用により失われていることを示すものである。揚水ポンプ場から本水田までの灌漑水路はコンクリートで覆われており、この水田は早朝に灌漑され、調査時には田面水が停滞していた。従って、上記の脱窒の影響が水口よりは水尻側で大きいのは、水口より水尻への移動中に脱窒が起きていることに加え、水田の還元層の発達程度が水口より水尻に行くにつれて大きくなっているのではないかと推定される。また、水田流下中の水の移動速度も大きな要因かと思われる。

水口のδ¹⁵N値に比べて中央および水尻の値はそれぞれ、3.02‰、6.30‰上昇をしている。実験室内の結果¹⁰⁾によると、δ¹⁵N値が3‰および6‰上昇した時の硝酸態窒素の脱窒率は40～50‰および60～75‰と推定されている。従って、本調査結果に見られる減少率として19‰（水口→中央）および36‰（水口→水尻）を示す硝酸態窒素濃度の減少の大部分は脱窒作用によると見なすことが出来る。

水田暗きょ排水：A水田と隣接し、連続した暗きょを有するA1水田より排出する暗きょ排水の硝酸態窒素濃度は9.8 mg L⁻¹で、そのδ¹⁵N値は14.11‰であり、A水田水尻の表層水と類似していた。一方で、その中の各種のイオン濃度は灌漑水として使われている台地湧水のそれらと極めて類似していた。これらのことから、この暗きょ排水中の水は暗きょ直上の水田から浸透してきたものよりも、台地の移流水と系統を同じくする地下水と考えられ、水田下層土を通過する間、若干の脱窒作用を受けているものと推定される。この水田地帯は暗きょがない場合は、地下水が上昇して、常時湿田となる地帯である。

B水田：B水田の硝酸態窒素濃度、そのδ¹⁵N値の変動はA水田と類似していた。すなわち、B水田の灌漑水中の硝酸態窒素濃度は15.3 mg L⁻¹で、そのδ¹⁵N値は9.14‰であったが、B水田中央の田面水中においてはそれぞれ5.01 mg L⁻¹、13.95‰で、硝酸態窒素の減少率は67‰であり、δ¹⁵N値は4.8‰増大していた。このδ¹⁵N値の増大は硝酸態窒素の脱窒率58～66‰に相当するので¹⁰⁾、この場合もA水田と同じく、硝酸態窒素の減少の大部分は脱窒によると推定される。

小湧水池排水路：小湧水池排水路の水はこの時期においてはほとんど灌漑水として利用されている、わずかに流下する水路の硝酸態窒素は濃度が低く、δ¹⁵N値は他調査時期に比べて最も低い6.6‰を示した。

これは梅雨期間であるために湧水が雨水により希釈されるとともに、近接する露地野菜畑からδ¹⁵N値が低い

第1表 田植え直後期の採水試料中のイオン濃度と硝酸態窒素のδ¹⁵N

採水場所	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	δ ¹⁵ N(‰)
2. A水田水口	34.6	1.1	47.2	22.6	51.4	tr	65.9	35.2	9.13
3. A水田中央	38.4	1.6	43.6	16.5	55.7	4.0	53.7	69.8	12.15
4. A水田水尻	44.5	3.9	47.7	16.4	80.8	2.7	42.0	77.3	15.43
6. A1水田暗きょ排水	34.1	1.4	64.5	24.4	54.3	tr	43.4	47.5	14.11
8. B水田の灌漑水路	36.9	1.1	52.9	24.7	53	tr	67.7	34.8	9.14
9. B水田中央	38.6	1.6	41	14.7	49.3	0.29	22.4	44.2	13.95
10. 小湧水池排水路	46.5	4.2	43.9	13.7	70	0.79	0.3	111	6.57

注) イオン濃度はmg L⁻¹。採水：1994年7月5日。

第 2 表 幼穂形成期の採水試料中のイオン濃度と硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$

採水場所	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
1. ポンプ場	36.4	1.5	42.8	21.9	58.0	69.4	46.2	9.13
2. A水田水口	31.9	1.1	45.9	21.4	62.6	40.5	37.3	10.71
3. A水田中央	31.0	1.0	39.3	20.0	58.9	35.8	34.1	10.79
4. A水田水尻	22.2	tr	35.3	15.2	40.3	tr	23.1	—
5. 暗きょがあるA1水田	26.4	tr	48.1	18.1	53.4	10.6	34.4	11.01
6. 水田暗きょ排水	34.1	tr	47.0	22.0	67.2	44.7	51.7	11.23
7. 暗きょ口横の排水路	29.0	2.6	57.8	22.2	45.4	82.6	50.0	7.61
10. 小湧水池排水路	25.1	0.7	42.0	20.7	43.2	72.2	42.9	8.80
11. 神社(湧水)	24.1	0.8	43.0	21.5	44.7	77.6	37.8	9.73

注) イオン濃度は mg L⁻¹. 採水: 1994 年 8 月 10 日.

第 3 表 登熟期の採水試料中のイオン濃度と硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$

採水場所	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
1. ポンプ場	33.3	tr	38.15	19.9	64.5	60.8	39	8.29
2. A水田水口	18.4	6	24.3	12.4	41	3.3	13	3.89
3. A水田中央	14.9	1.9	18.8	10.6	27.3	tr	6.7	—
4. A水田水尻	11.8	tr	19.7	10	25	tr	6	—
5. 暗きょがあるA1水田	22.5	6.6	34.4	14.6	70.7	3.4	27.7	6.53
6. 水田暗きょ排水	34.3	tr	45.7	22	65	49.7	54.4	9.83
7. 暗きょ口横の排水路	24.9	1.7	58.3	21.9	47.1	85.8	46.6	7.33
10. 小湧水池排水路	22.8	2.4	39.4	21.9	38.4	58.6	37	9.35

注) イオン濃度は mg L⁻¹. 採水: 1994 年 9 月 14 日.

化学肥料に由来する畑地排水の直接の流入があったためと思われる。すなわち、調査地点の水質環境はいくつかの窒素起源を持つことが推察された。

第 2 表は幼穂形成期 (8 月 10 日) に採水した各イオン濃度と硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値を示した。ポンプ場揚水の水田の硝酸態窒素は 15.7 mg L⁻¹ と高いが、水田内の濃度は水口で 9.15 mg L⁻¹、中央で 8.08 mg L⁻¹ と減少傾向にある。A 水田の水尻では硝酸態窒素が検出されなかったのに対し、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は、ポンプ場で 9.1‰、A 水田の水口 10.7‰、水尻 10.8‰ とわずかに増加した。

A 水田の硝酸態窒素濃度はポンプ場と比較すると、水口および水尻でそれぞれ 42% および 48% の減少を示している。一方、A 水田とポンプ場の $\delta^{15}\text{N}$ 値の差は 1.6~1.7‰ であり、この $\delta^{15}\text{N}$ 値の増加は 20~30% 程度の脱窒に相当する¹⁰⁾。この時期は既に中干しを済ませた直後であり、水田表層の還元能力は低下し、水田の硝酸態窒素の脱窒は少なくなっていたと判断される。しかし、同時期以降に流入する硝酸態窒素は水稲の上根により吸収される比率が高まる¹³⁾。

小湧水池排水路中の硝酸態窒素濃度およびその他のイオン組成、 $\delta^{15}\text{N}$ 値はポンプ場の揚水とはほぼ同一であり、

同一の水源に由来していると思われる。また水田暗きょ排水およびその直上の A 1 水田表面水の $\delta^{15}\text{N}$ 値はそれぞれ 11.2 および 11.0‰ であり、それほど差がなかった。水田暗きょ排水中の硝酸態窒素濃度は 10.1 mg L⁻¹ であったのに対しその直上の水田表面水の濃度は 2.4 mg L⁻¹ であった。すなわち、田植え直後 (7 月 5 日) の調査結果から、水田暗きょ排水の大部分は台地からの移流水に由来していると考えられる。また、水田地帯に近接した台地縁にある神社敷地内の湧水についても同様の分析を行った。第 2 表に示すようにポンプ場や小湧水池排水といずれの成分も類似した結果が得られた。このことから、調査水田地帯の地下水、湧水およびそれらに由来する灌漑水は同一の水源に由来していることが裏付けられた。

第 3 表に水稻登熟期 (9 月 14 日) に採水した各イオン濃度と $\delta^{15}\text{N}$ 値を示した。この時期は落水期であり、田面水の採水は困難であったが、前日に夕立があったため、水田では A 水田の水口のみで採水ができた。この時期のポンプ場、小湧水池排水路、水田暗きょ排水および水路のイオン濃度、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は 7 月および 8 月の時期と比べて硝酸態窒素濃度や $\delta^{15}\text{N}$ 値の変化はあまり認めら

第4表 収穫期の採水試料中のイオン濃度と硝酸態窒素のδ¹⁵N

採水場所	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	δ ¹⁵ N(‰)
1. ポンプ場	36.1	41.0	22.2	68.7	72.2	47.1	8.29
6. 水田暗きょ排水	32.1	48.6	23.2	67.3	172.0	48.3	10.19
7. 暗きょ口横の排水路	25.5	65.3	24.5	51.7	108.0	46.5	5.87
10. 小湧水池排水路	29.0	44.8	23.1	42.5	71.4	48.4	8.05
12. 水田近くの井戸	27.0	44.6	23.6	47.5	73.2	39.8	8.25

注) イオン濃度はmg L⁻¹。採水：1994年10月24日。

れず同じ台地湧水、地下水起源のものであることを示している。

A水田の田面水の硝酸態窒素濃度とδ¹⁵N値はいずれも著しく減少していた。A水田の7および8月の硝酸態窒素濃度は平均で10.7 mg L⁻¹、そのδ¹⁵N値は11.6‰であるのに対し、この時期はそれぞれ0.8 mg L⁻¹、3.9‰で非常に低い値を示した。これは、おそらく調査前日に多量に降った雨水の希釈効果がはたらいたためと思われる。なお雨水中の窒素量は本来少なく、またそのδ¹⁵N値も低い値を示すことがよく知られている¹⁴⁾。

第4表に水稻収穫期(10月24日)に採水した各イオン濃度と硝酸態窒素のδ¹⁵N値を示した。この時期は水稻の収穫期であり、田面水は採水できず、ポンプ場、小湧水池排水路、水田暗きょ排水、水田排水路の表流水および水田近くの井戸から採水した。6、7番を除くと灌漑期にはいずれも灌漑水として利用されるものであるが、いずれも高濃度の硝酸態窒素が含まれていた。特に、水田暗きょ排水中の硝酸態窒素濃度の高まりが顕著であった。

3) A水田水稻の部位別窒素濃度とδ¹⁵N値

水稻収穫期(10月24日)にA水田の水口、中央、水尻の稲を収穫した。イネの分析結果を第5表に示した。

各地点で4株を採取し、葉(葉身+葉鞘)、茎、穂に区分した。葉は上位葉(最上位の3葉)、下位葉(下部の黄変した葉)、中位葉(上位と下位の間)に分けて、それぞれについて各部分の全窒素濃度およびδ¹⁵N値を測定した。部位別の全窒素濃度は上位の葉で最も高く、茎で低かった。

A水田の各地点間におけるδ¹⁵N値は水口部、中央部、水尻部でそれぞれ5.21~7.03‰、6.53~10.08‰、4.50~6.29‰の範囲にあり、水稻部位別に若干の相違がある。これらの値に影響する要因としては生育時期別の窒素給源の変化が考えられた。水田中央部で各部位ともδ¹⁵N値が高いことは、水田内で脱窒作用を強く受けた硝酸態窒素が相対的に中央部付近の水稻に多く吸収されていることを示している。

第5表 A水田における水稻体の部位別δ¹⁵N値と全窒素濃度

部位	δ ¹⁵ N(‰)	全窒素濃度(%)
水田水口部		
穂	6.57	1.53
上位葉	5.75	1.74
中位葉	7.03	1.58
下位葉	6.79	1.16
茎	5.21	0.74
水田中央部		
穂	9.69	1.58
上位葉	6.53	1.95
中位葉	7.89	1.58
下位葉	10.08	1.32
茎	9.72	0.53
水田水尻部		
穂	6.29	1.37
上位葉	5.53	2.58
中位葉	4.50	1.37
下位葉	5.36	0.95
茎	5.44	0.74

4. 要 約

本研究は水田に灌漑水として流入した硝酸態窒素濃度とそのδ¹⁵N値の変化を探ることにより脱窒の程度を把握し、水田の浄化機能を評価するために実施した。埼玉県北部の複合土地利用台地から水田地帯に高濃度に流出する硝酸態窒素の水田での濃度およびδ¹⁵N値の変化を調べ、一定の結果を得ることが出来た。

台地縁部にある揚水ポンプ場の硝酸態窒素濃度は15.7~16.3 mg L⁻¹の範囲にあり、平均値は15.9 mg L⁻¹であった。そのδ¹⁵N値は8.29~9.13‰、平均値は8.57‰で、いずれも月間変動は少なかった。

水田暗きょ排水中の硝酸態窒素濃度の平均値は10.5 mg L⁻¹、δ¹⁵N値は10.4‰であるのに対し、その直上の田面水中の硝酸態窒素濃度は1.5 mg L⁻¹、δ¹⁵N値は8.8‰であり、同一水田でも暗きょ排水の大部分は直

上の水田の水とは起源を異にすることが示唆された。一方、水田暗きょ排水の各イオン組成やそれらの濃度は同地区にある他の湧水のものとはほぼ同じであることから水田暗きょ排水と同地区の湧水の起源は同じであるとともに台地からの移流水であると推定した。

これらのことから、灌漑水として流入した硝酸態窒素濃度はその大部分が水田内での脱窒によって消失することを硝酸態窒素濃度および $\delta^{15}\text{N}$ 値から明らかにした。

文 献

- 1) Ludwick, A. E., Reuss, J. O. and Langin, E. J.: Soil nitrates following continuous corn and as surveyed in irrigated farm fields of central and eastern Colorado. *J. Environ. Qual.*, **5**, 82~86 (1976)
- 2) Weil, R. R., Weismiller, R. A. and Turner, R. S.: Nitrate contamination of ground water under irrigated costal plain soils. *ibid.*, **19**, 441~448 (1990)
- 3) Flipse, W. J., Jr. and Bonner, F. T.: Nitrogen-isotope ratio of nitrate in ground water under fertilized, Long Island, New York. *Groundwater*, **23** (1), 59~69 (1985)
- 4) 小川吉雄・酒井 一: 畑地から水田内へ流入した硝酸態窒素の動向, 土肥誌, **55**, 533~588 (1984)
- 5) 小川吉雄・酒井 一: 水田における窒素浄化機能の解明, 同上, **56**, 1~9 (1985)
- 6) 小川吉雄・酒井 一: 水田の窒素容量と水質保全対策, 農土誌, **57**, 593~598 (1989)
- 7) 日高 伸: 環境保全型農業と水田の水質浄化機能(2), 農業技術, **50**, 448~451 (1995)
- 8) Bryan, B. A., Shearer, G., Skeeters, J. L. and Kohl, D. H.: Variable expression of the nitrogen isotope effect associated with denitrification of nitrite. *J. Biol. Chem.*, **258**, 8613~8617 (1983)
- 9) 川西琢也・木方展治・尾崎保夫・米山忠克: カラムによる脱窒過程 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 分別係数の測定, 土肥誌, **62**, 424~426 (1991)
- 10) 朴 光来・熊澤喜久雄: 灌漑水から流入した硝酸態窒素の脱窒作用に伴う窒素安定同位体存在比の変化, 同上, **69**, 293~295 (1998)
- 11) 朴 光来・山本洋司・日高 伸・加藤 茂・熊澤喜久雄: 埼玉県における露地野菜畑土壌からの浸透水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\delta^{15}\text{N}$ 値, 同上, **66**, 146~154 (1995)
- 12) 米山忠克: 植物の窒素固定・光合成と $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, 生物, 地球, 環境の同位体研究—自然存在比を解説する—, p. 48~53, 安定同位体利用技術の研究会, 東京 (1990)
- 13) 日高 伸: 水稻の生育・土壌に及ぼす灌漑水質の影響とその限界濃度に関する研究, 埼玉県農試報, p. 41~55 (1990)
- 14) Heaton, T. H. E.: Isotopic studies of nitrogen pollution in the hydrosphere and atmosphere: A review. *Chem. Geol. Isot. Geosci.*, **59**, 87~102 (1986)

Concentration of Nitrate Nitrogen and Its $\delta^{15}\text{N}$ Value in the Surface Water of a Paddy Field Irrigated with Spring Water from the Kushibiki Plateau in Saitama Prefecture

Kwang-Lai Park¹, Shin Hidaka* and Kikuo Kumazawa

(Tokyo Univ. Agric., *Saitama Agric. Exp. Stn., present address; ¹Inter. Res. Cent. Agric. Sci.)

The change of nitrate nitrogen concentration in the surface water of a paddy field irrigated with spring water flowing from the Kushibiki plateau in Saitama Prefecture was examined, and the $\delta^{15}\text{N}$ value was determined.

1) The average nitrate nitrogen concentration of irrigated spring water was 15.9 mg L^{-1} (range: $15.7\text{-}16.3 \text{ mg L}^{-1}$), and its corresponding $\delta^{15}\text{N}$ value was 8.5 ‰ (range: $8.3\text{-}9.1 \text{ ‰}$).

2) The average nitrate nitrogen concentration and $\delta^{15}\text{N}$ value of the drainage water under the paddy field were 10.5 mg L^{-1} (range: $9.8\text{-}11.2 \text{ mg L}^{-1}$) and 10.4 ‰ (range: $9.83\text{-}14.11 \text{ ‰}$), respectively.

3) It was estimated from the nitrate nitrogen concentration and $\delta^{15}\text{N}$ value that a major part of the nitrate nitrogen concentration in the irrigation water disappeared by denitrification in the paddy field.

Key words denitrification, irrigation water, paddy field, spring water, $\delta^{15}\text{N}$ value

(Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr., **69**, 287-292, 1998)