

施設イチゴ地帯における硝酸態窒素の溶脱と $\delta^{15}\text{N}$ 法による起源別窒素量の推定

関 口 道・齋 藤 公 夫*

(宮城県古川農業試験場・*巨理地域農業改良普及センター)

Estimation of the Amount of Nitrate Nitrogen Leach out from
a Greenhouse Strawberry Area on Different Origins of Nitrogen Using the $\delta^{15}\text{N}$ -Method
Osamu SEKIGUCHI and, Kimio SAITO*

(Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station・)
*Watarai Regional Agricultural Extension Service Center

1 はじめに

農業地帯の地下水中の硝酸態窒素濃度が先進国を中心に問題になっており、日本においても1999年に硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が環境基準の項目に追加された。

また、近年有機農業に対する期待が高まる一方で、堆肥等有機物が多量投入されている施設園芸地帯では、化学肥料由来窒素に加え有機物由来窒素の地下水への流入による環境への影響も懸念される。

本研究においては、窒素の安定同位体自然存在比($\delta^{15}\text{N}$)により地下水中の硝酸態窒素の起源を推定する手法を用い、地下水硝酸態窒素濃度、及び、地下浸透水による溶脱窒素量の実態とその由来源について検討を行ったので報告する。

2 試験方法

現地実態調査として1995年10月と12月に県内施設園芸地域内36地点について、栽培に利用している浅層地下水を採取し表1の項目について測定した。また任意の地点について、栽培期間中に地下水を定期的に採取した(97-98及び98-99年)。さらに30cm四方の集水板を畝下55cmに埋設し、採水トラップより浸透水を採取し、水量及び硝酸態窒素濃度を測定した。また、一部試料については窒素の安定同位体自然存在比($\delta^{15}\text{N}$)を測定した。

地下水の $\delta^{15}\text{N}$ 値を利用した窒素起源の推定には熊澤ら¹⁾の方法により次式を

$$W = X + Y + Z \quad \dots\dots(1)$$

$$aW = bX + cY + dZ \quad \dots\dots(2)$$

また、土壤浸透水の窒素起源の推定には同様に次式

$$W = X + Y + Z + W_1 \quad \dots\dots(3)$$

$$aW = bX + cY + dZ + w_1 W_1 \quad \dots\dots(4)$$

を用いた。ただし

- W : 地下(浸透)水の硝酸態窒素濃度 (mg/L)
- X : 化学肥料由来の硝酸態窒素濃度 (mg/L)
- Y : 有機物由来の硝酸態窒素濃度 (mg/L)
- Z : 土壤窒素由来の硝酸態窒素濃度 (mg/L)
- W₁ : 灌水用水の硝酸態窒素濃度 (mg/L)
- a : 地下(浸透)水の硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値(‰)
- b : 化学肥料由来の硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値(‰)

c : 有機物由来の硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値(‰)

d : 土壤窒素の硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値(‰)

w₁ : 灌水用水の硝酸態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値(‰)

とする。

基本的には熊澤らの方法に準じ b = 0, c = 15, d = 7 と置き、実測値がある場合はその値を用いた。また土壤由来の硝酸態窒素濃度は施肥等の影響のないと思われる地点での地下水硝酸態窒素濃度を用い Z = 0.2mg/L とした。

3 試験結果及び考察

現地調査の結果、地下水硝酸態窒素濃度は最大で、10月採水時に46.2mg/Lを示し、また環境基準10mg/Lを上回る地点数は全体の28%前後で、1997年環境庁調査結果の6.5%を上回っていた。しかし調査地点のばらつきや偏りなどもあり、全体の平均では6.6-8.3mg/L程度であった(表1)。

表1 地下水成分 (mg/L)

採水月日		NO ₃ -N	Cl	SO ₄	Na	K	Mg	Ca
95/10/24	平均	8	163	100	50	19	21	89
灌水用 (N=36)	最大	46	757	258	481	76	109	178
	最小	0	20	12	2	4	0	10
95/12/25	平均	7	379	123	272	23	44	107
Wカーテン用 (N=36)	最大	28	4116	585	3235	96	398	338
	最小	0	18	16	14	4	8	55

また、地下水の $\delta^{15}\text{N}$ 値による窒素起源を推定したところ、有機物由来窒素は50%を越していた。比較的 $\delta^{15}\text{N}$ 値が高い地点もあり、有機物由来窒素の影響が大きいことを示すと思われたが、溶脱した窒素の脱窒によっても $\delta^{15}\text{N}$ 値は上昇することが知られており、それらの影響も関与しているものと考えられた(表2)。

地点B98-99年の地下水について $\delta^{15}\text{N}$ 値とそれによる起源別の推定寄与率(実測値として b = 3.8%, c = 14.3%, d = 8.0%を用いた)は、栽培初期は化学肥料由来窒素の寄与率が90%と高く、栽培後期になるに従って漸減し、代わって有機物由来窒素の寄与率が高くなった(表3, 図1)。これは施用有機物が時間の経過とともに分解が進行し、その寄与率が増加したためと考えられた。

表 2 地下水中の $\delta^{15}\text{N}$ 値と硝酸態窒素の起源の推定

地点	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	推定寄与率 (%)		
			化学肥料 窒素	有機物 窒素	土壌 窒素
c	8	25.8	—	—	—
d	46.2	16.0	—	—	—
e	17.7	17.0	—	—	—
f	17.5	14.7	1.4	97.5	1.1
b	34.0	7.9	47.0	52.4	0.6

注. ただし b = 0 c = 15 d = 7 とした (95/10/24採水)

表 3 $\delta^{15}\text{N}$ 値による地下水硝酸態窒素の起源の推定寄与率

採水 年月日	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	推定寄与率 (%)		
			化学肥料 窒素	有機物 窒素	土壌 窒素
98/11/27	23.7	4.8	90.0	9.2	0.8
98/12/24	18.1	7.8	61.2	37.7	1.1
99/1/29	14.4	8.7	52.5	46.1	1.4
99/3/5	13.3	9.8	42.0	56.5	1.5
99/4/23	12.8	11.0	30.5	67.9	1.6
99/6/2	13.2	10.4	36.2	62.3	1.5

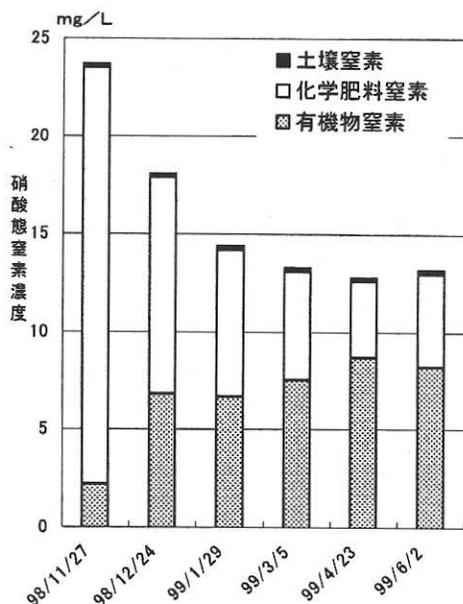


図 1 地下水硝酸態窒素起源別濃度

浸透水について $\delta^{15}\text{N}$ 値による起源別推定寄与率は、97-98年では栽培初期肥料由来窒素の割合が高く、表3と同じ98-99年の調査では、肥料由来窒素と有機物窒素の寄与割合は栽培初期と栽培後期でその関係が逆転し、地下水と同様の変化が認められた。浸透水が地下水に到達するまでのタイムラグを考慮する必要があるものの、地下水水質の変化に浸透水が影響しているものと考えられた。

表 4 $\delta^{15}\text{N}$ 値による土壌浸透水中硝酸態窒素の起源の推定

採水 年月日	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	推定寄与率 (%)			
			化学肥料 窒素	有機物 窒素	土壌 窒素	灌水 窒素
97/10/1	398.2	9.2	48.3	51.2	0.1	0.4
97/12/4	69.6	6.6	71.9	25.2	0.3	2.6
98/10/23	77.5	8.6	53.1	44.5	0.3	2.1
98/11/27	78.3	8.7	50.5	46.2	0.3	3.0
99/6/2	16.7	9.8	39.3	51.5	1.2	8.0

4 ま と め

窒素溶脱量は地点により差がみられ、浸透水量が作期あたり160mmと多い地点では 33 g/m^2 、25-45mmと少ない地点では $1.3\text{--}2.1\text{ g/m}^2$ 程度という結果が得られており、物理的にかん水量の多少が影響しているものと考えられた。

本研究においては、溶脱窒素の起源別寄与率の推定には脱窒による窒素の損失とそれに伴う $\delta^{15}\text{N}$ の変化を考慮していない事から、実際の寄与率は若干のずれが生じるかもしれない。今後はこれらを適切に評価することでさらに推定精度は高まるものと思われる。

地下水に影響を及ぼす硝酸態窒素の起源は化学肥料だけでなく、有機物由来のものも大きく影響していることが $\delta^{15}\text{N}$ を用いた推定により裏付けられた。

引 用 文 献

- 熊澤喜久雄, 中西康博, 山本洋司, 朴 光来, 田村幸美. 1998. $\delta^{15}\text{N}$ 法による地下水の硝酸態窒素汚染源の推定法について—沖繩県宮古島の地下水調査から—. 農大総研紀要 9 : 32-50.