

資料

大淀川上流域における硝酸性窒素による地下水汚染について

瀬戸 加奈子	西中須 暁子	切通 淳一郎
濱島 俊郎	野田 俊一 ¹	實成 隆志
堀之口 吉夫 ²	小野原 裕子	宮田 義彦

1 はじめに

地下水の保全対策として、現在27項目について「地下水の水質汚濁に係る環境基準」が設定され、水質汚濁防止法に基づく水質の状況の常時監視が行われている。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は、1999年に環境基準項目に追加されており、環境基準超過事例件数は他の基準項目に比べ全国的に多い¹⁾。

本県における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準超過率は全国の超過率と同程度であり、薩摩半島南部及び北部並びに大隅半島中央部において比較的高い濃度で検出されている²⁾。

地下水汚染が判明した場合には、汚染の範囲を明らかにし、原因を特定するための調査を行う必要がある。

今回、常時監視調査で環境基準を超過する硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が検出された都城盆地の大淀川上流域において、過去に調査が行われていない箇所を中心に汚染の状況を把握するための水質調査を行ったので報告する。

2 調査方法

2.1 調査対象地域及び調査期間等

対象地域：本県北東部に位置し、宮崎県に接する末吉町の大淀川上流域

調査地点：常時監視調査で環境基準を超過した地点の上流域 27地点（民家の井戸）

調査時期：2005年2月

調査項目：硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、pH、EC、COD、イオン成分（Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、F⁻、Cl⁻、NO₂⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻）

2.2 分析方法

硝酸性窒素：イオンクロマトグラフ法

亜硝酸性窒素：イオンクロマトグラフ法

pH：ガラス電極法

EC：電気伝導度計による

COD：JIS K0102 17

HCO₃⁻：中和滴定法

その他のイオン：イオンクロマトグラフ法

3 対象地域の概要

対象地域は農村地域で、調査地点の周辺では田畑や森林が多く見られた。

また、小規模な牛舎や鶏舎が点在し、27地点のうち13箇所まで牛舎が併設されていた。

地下水の利用状況は主に生活雑用水としての利用である。井戸の深さは、20m以下の浅井戸がほとんどであった。

この地域はシラスに覆われている³⁾。

4 結果及び考察

4.1 硝酸性窒素の濃度分布

調査地点及び各地点の硝酸性窒素濃度を図1に、水質調査結果を表1に示す。

地点Aは、1999年からの常時監視調査で毎年環境基準値を超過していた地点である。

今回、硝酸性窒素濃度が環境基準値の10mg/Lを超過したのは5地点（地点2、6、7、8、10）で、地点2を除く4地点は近接している。地点2は常時監視調査で基準超過した地点Aに近い下流側の地点である。なお、亜硝酸性窒素はいずれの地点でも検出されなかった。

基準超過4地点（地点6、7、8、10）よりも上流側では環境基準の超過はなく、18地点中14地点で5mg/L以下だった。

一方、下流側では、環境基準を超える高濃度の地点が

1 鹿児島県伊集院保健所 〒899-2501 鹿児島県日置市伊集院町下谷口1960-1
2 鹿児島県立北薩病院 〒895-2526 鹿児島県大口市宮人502-4

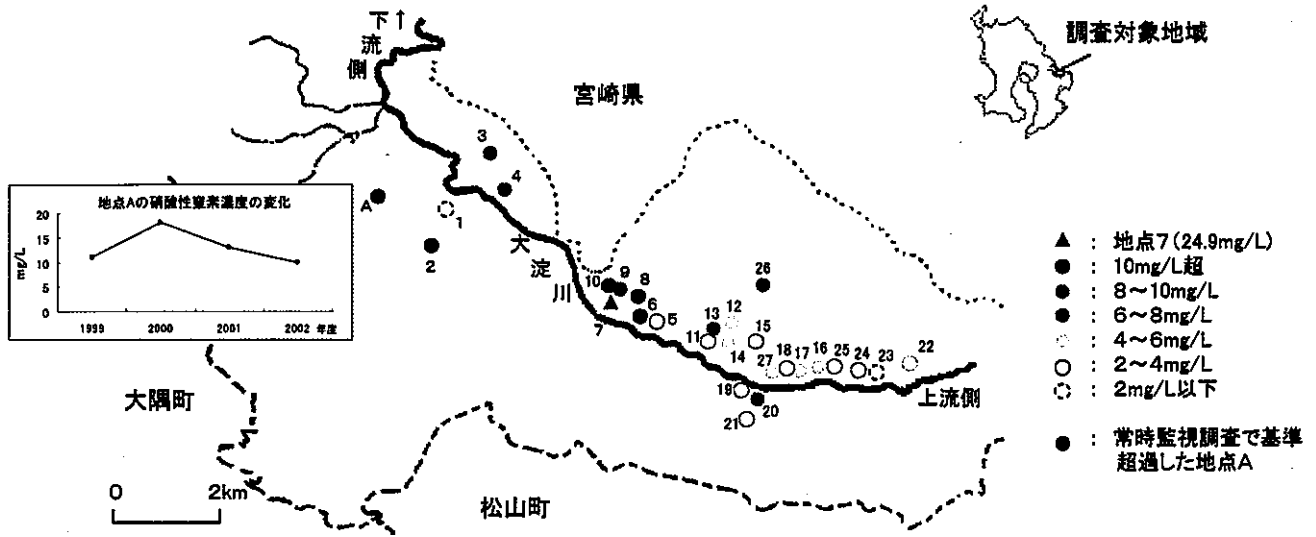


図1 調査地点及び硝酸性窒素濃度分布

表1 地下水の水質調査結果

(単位: mg/L)

地点	水温 (°C)	硝酸性窒素	pH	EC (mS/m)	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	COD
1	10.5	1.6	6.66	11.87	10.4	2.3	2.1	8.3	0.05	4.5	<0.006	7.4	6.3	48.0	0.5
2	17.6	13.9	6.05	31.50	17.5	8.2	4.0	29.1	0.04	33.8	<0.006	61.7	6.1	43.9	0.8
3	16.8	8.5	6.40	20.30	15.5	8.5	2.6	13.2	0.04	15.1	<0.006	37.9	12.6	30.7	0.7
4	17.4	9.6	5.96	28.60	12.5	23.2	5.3	17.7	0.04	23.6	<0.006	42.8	18.9	43.4	0.6
5	16.8	3.8	6.42	20.20	12.0	10.3	3.5	15.9	0.04	13.0	<0.006	17.0	14.2	56.7	0.5
6	17.3	10.6	6.23	26.30	18.6	16.5	4.4	14.8	<0.01	19.5	<0.006	47.1	24.1	29.4	0.7
7	15.6	24.9	6.98	73.40	40.8	124.8	5.0	27.2	0.05	86.2	<0.006	110.4	32.9	84.7	3.1
8	16.5	10.1	6.14	22.80	13.7	7.0	3.6	22.7	0.04	7.7	<0.006	44.9	16.6	47.7	0.9
9	16.7	8.0	6.63	20.40	17.5	14.6	2.3	10.3	0.02	13.1	<0.006	35.8	20.6	23.9	0.6
10	17.2	10.5	7.03	30.10	15.4	44.7	2.6	14.1	0.05	13.8	<0.006	46.7	35.6	43.5	0.5
11	15.7	2.0	6.90	14.02	8.7	5.6	3.1	11.4	0.07	7.0	<0.006	8.9	13.3	41.8	0.6
12	17.0	5.5	6.38	19.65	15.3	13.1	3.0	12.3	0.04	13.7	<0.006	24.6	16.7	37.5	0.5
13	17.3	7.4	6.52	18.44	16.5	12.1	2.5	9.5	0.05	11.6	<0.006	33.1	17.0	25.3	0.5
14	17.0	4.2	6.40	15.92	12.1	5.9	3.1	12.8	0.03	9.1	<0.006	18.6	12.2	38.0	0.5
15	16.5	1.9	6.52	9.74	8.9	6.1	1.4	5.8	0.08	5.2	<0.006	8.4	8.0	25.2	0.6
16	16.8	4.2	6.56	15.28	10.9	2.9	3.4	14.0	0.02	8.1	<0.006	18.6	14.2	34.9	0.5
17	17.0	4.9	6.31	17.97	13.4	8.2	3.3	14.3	0.04	12.0	<0.006	22.0	17.7	38.6	0.5
18	15.0	3.1	6.65	15.26	9.4	8.7	2.4	13.8	0.03	9.9	<0.006	14.0	13.3	37.8	0.5
19	15.4	2.2	6.38	11.34	10.8	3.3	2.3	10.0	0.05	6.6	<0.006	9.7	9.7	31.6	0.7
20	17.0	6.8	6.13	16.63	12.1	14.1	3.3	12.3	<0.01	12.6	<0.006	30.1	13.7	25.2	0.9
21	16.7	2.9	6.86	12.59	8.8	6.5	2.3	10.7	0.04	6.9	<0.006	13.0	12.2	30.0	0.5
22	16.0	2.7	6.38	13.73	10.2	3.5	2.9	12.9	0.04	6.6	<0.006	12.2	16.9	32.5	0.5
23	17.0	1.7	6.51	12.46	7.5	3.1	2.1	9.0	0.03	4.7	<0.006	7.7	11.7	31.5	0.5
24	16.2	2.1	6.46	12.52	10.8	4.0	2.7	11.8	0.03	7.5	<0.006	9.4	16.5	30.2	0.7
25	17.6	2.8	6.42	12.51	10.0	4.4	2.7	11.0	0.03	6.3	<0.006	12.6	12.5	31.7	0.5
26	16.0	6.0	6.08	13.41	9.1	10.6	2.7	8.5	0.03	7.3	<0.006	26.7	10.9	17.8	0.7
27	18.0	4.3	5.97	16.56	11.3	5.0	3.9	15.8	0.02	8.5	<0.006	19.4	18.2	34.7	0.5
最大	18.0	24.9	7.03	73.40	40.8	124.8	5.3	29.1	0.08	86.2	<0.006	110.4	35.6	84.7	3.1
最小	10.5	1.6	5.96	9.74	7.5	2.3	1.4	5.8	0.02	4.5	<0.006	7.4	6.1	17.8	0.5

※硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準値: 10mg/L

みられた。下流側は上流側比べて調査地点数が少ないため、単純に比較できないが、上流側比べて高濃度地点の割合が高かった。

なお、2003年度に当該地域で行われた常時監視調査では、地点2で9.1mg/L、地点10で8.8mg/L、地点27で5.3mg/Lを示しており⁴⁾、今回の調査では大きな変化はみられなかった。

4.2 高濃度地点について

今回の調査では、地点7で24.9mg/Lと基準値の2倍を超える高い値を示した。ここではCODも3.1mg/Lと他の地点に比べて高かった。

地点7の周辺では3地点(地点6, 8, 10)で環境基準を超過し、地点9でも8.0mg/Lを示すなど、高濃度の硝酸性窒素が検出された。

4.3 イオン成分について

各項目間の相関係数を表2に示す。この表からもわかるように、硝酸性窒素濃度とK⁺, Na⁺, Cl⁻の間に高い相関がみられた。

次に各地点の水質組成をヘキサダイアグラムにより図2に示す。ヘキサダイアグラムによると水質組成は大きく5タイプに分けることができる。

基準超過地点のうち3地点(地点6, 7, 10)でNa・K-Cl型またはNa・K-SO₄型を示した。基準以下だが5mg/Lを超える7地点では地点9を除きNa・K-HCO₃型を示した。また、硝酸性窒素濃度が5mg/L未満の地点は、

表2 各項目間の相関係数

	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	COD
硝酸性窒素	0.05	0.95	0.92	0.84	0.66	0.77	-0.08	0.90	0.62	0.60	0.82
pH		0.21	0.24	0.40	-0.35	-0.18	0.54	0.19	0.34	0.32	0.22
EC			0.95	0.94	0.67	0.75	0.03	0.97	0.67	0.78	0.87
Na ⁺				0.90	0.55	0.64	-0.01	0.94	0.64	0.67	0.86
K ⁺					0.48	0.52	0.13	0.92	0.72	0.72	0.89
Mg ²⁺						0.76	-0.33	0.63	0.44	0.54	0.48
Ca ²⁺							-0.13	0.72	0.33	0.69	0.58
F ⁻								0.04	-0.09	0.26	0.07
Cl ⁻									0.52	0.74	0.90
SO ₄ ²⁻										0.41	0.47
HCO ₃ ⁻											0.64

Na・K-HCO₃型またはCa-HCO₃型を示した。基準超過地点のうち地点8はCa-HCO₃型、下流側の地点2はCa-Cl型を示した。

最高濃度地点7では、K⁺, Na⁺, Cl⁻の濃度が高く、他の高濃度地点でも地点7と同様の傾向がみられた。また、地点7及び近接する地点9, 10並びに地点6では他の地点と比べてSO₄²⁻が高かった。

硝酸性窒素による地下水汚染の原因としては、事業場排水や家畜排泄物、生活雑排水、施肥等が考えられる。

窒素成分、K⁺, Na⁺, Cl⁻は家畜糞尿中に多く含まれ、Ca²⁺, SO₄²⁻は肥料に含まれる⁵⁾⁶⁾⁷⁾。今回高濃度の硝酸性窒素が検出された地点では、これらのイオン成分の濃度が他の地点と比べて高かったことから、家畜排泄物や肥料などの影響がうかがえる。

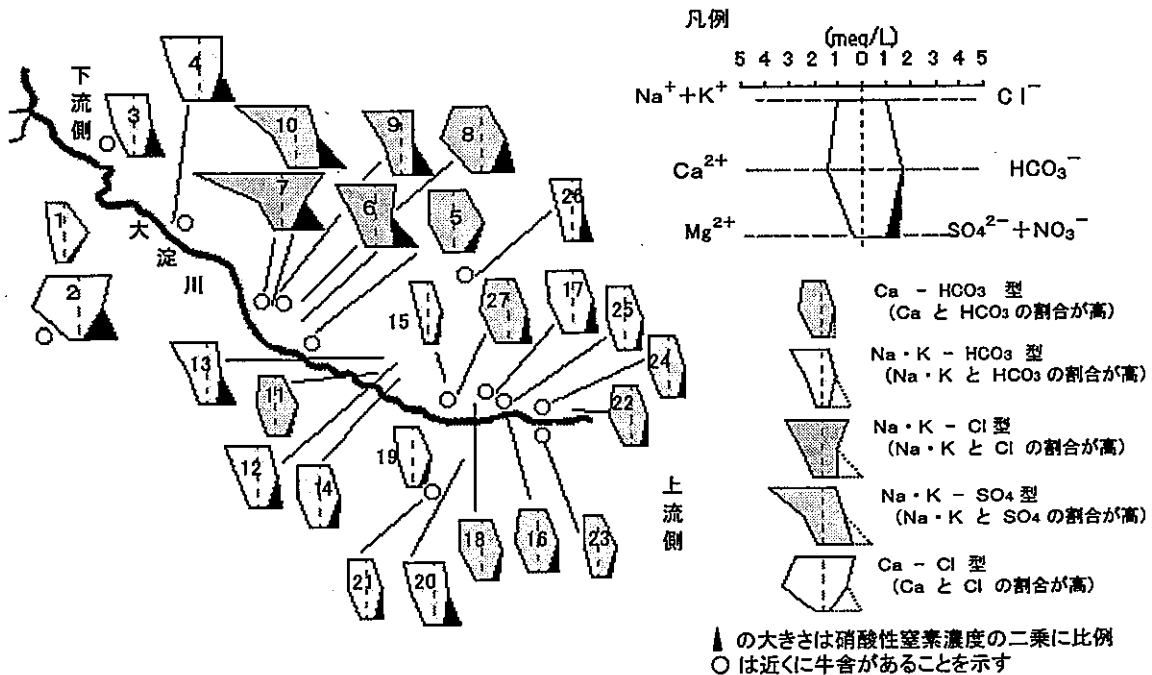


図2 各地点におけるイオン成分のヘキサダイアグラム

一方、地点2については、ヘキサダイアグラムが他の高濃度地点と異なっていることから、汚染機構が異なることが考えられる。

5 まとめ

都城盆地の大淀川上流域における地下水調査結果について、以下のようにまとめられる。

- 1) 河川に沿って調査を行った27地点のうち5地点で硝酸性窒素濃度が環境基準値を超過していた。この5地点のうち4地点は近接しており、地下水汚染が集中してみられた。
- 2) 調査地域の下流側で硝酸性窒素濃度の高い地点の割合が高かった。
- 3) 上流側では高濃度の汚染はみられなかったが、5 mg/Lを超える地点がわずかに存在した。これらの地点は、離れた位置にあることから、局所的に濃度が高くなったものと考えられた。
- 4) 硝酸性窒素濃度と K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 濃度の間には高い相関がみられた。
- 5) 硝酸性窒素濃度が高い地点では、低濃度の地点に比べて K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 濃度が高かったことから、これらの成分を多く含む家畜排泄物や肥料などの影響がうかがえた。

6 おわりに

調査を行った地域における硝酸性窒素による地下水汚染は、当該地域の地質が透水性のよいシラス土壌であることから人為汚染の影響が短期間で顕れることが予想される。このことから、引き続き、当該地域において地下水の調査とともに土地の利用状況についての調査を行う必要がある。

最後に、調査にあたり、ご協力頂いた末吉町町民課の職員の方々に深く感謝します。

参考文献

- 1) 環境省；平成15年度地下水質測定結果（2004年12月）
- 2) 野田俊一，實成隆志，他；県内の地下水水質（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）の状況について，本誌，5，103～107（2004）
- 3) 鹿児島県；鹿児島県地質図
- 4) 鹿児島県；平成15年度公共用水域及び地下水の水質測定結果（2005）
- 5) 建設産業調査会；地下水ハンドブック，1287（1998）
- 6) 鹿児島県農政部畜産課；家畜ふん尿処理利用の手引，40～52（1987年12月）
- 7) 硝酸性窒素による地下水汚染対策の手引；公害研究対策センター，60～83（2002）