

ノート

硝酸性窒素による地下水汚染に関する調査

西中須 暁子 切 通 淳一郎¹ 鳥 原 誠
 坂 本 洋 泊 宣 和 大淵脇 久 治
 宮 田 義 彦

要 旨

地下水から環境基準を超過する硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が報告されている曾於市において、地下水の汚染状況と原因を明らかにするため3年間の地下水調査を行った。その結果、調査を行った51地点のうち、高い硝酸性窒素濃度を示した井戸の大部分は深さ10m前後の浅井戸であった。各井戸の水質はトリリニアダイアグラムによって、人為的な汚染の少ないグループから、明らかに人為的な汚染が確認できるものまで大きく4つのグループに分けられ、さらにイオン成分のバランスを解析することで、畜産糞尿と化学肥料の施肥が主な汚染原因として推測された。

キーワード：硝酸性窒素，トリリニアダイアグラム，イオン成分，畜産糞尿，施肥，汚染原因

1 はじめに

1999年に地下水の水質汚濁に係る環境基準項目に追加された硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下「硝酸性窒素」という。）は、2005年度の環境基準超過の割合が他の基準項目に比べ超過率4.2%と全国的に高い¹⁾。

本県においても多くの井戸で、硝酸性窒素の環境基準超過が報告されている²⁾。そのうちの一つである都城盆地に位置する曾於市の井戸水を対象に、汚染状況を把握するとともに、汚染原因等を検討するために、2004年度から調査を開始し、既報で夏季と冬季の間に大きな違いはみられず、季節的な変動は極めて小さいことを報告した³⁾。今回3年間の調査結果に基づいて、トリリニアダイアグラム及びヘキサダイアグラムなどを用いて、井戸の水質汚染の分類や汚染原因等について検討した結果をとりまとめたので報告する。

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、宮崎県に接する曾於市の一部（旧末吉町及び旧財部町）

調査地点：末吉・財部地区の全域 51地点
 （民家の井戸）

調査時期：2005年2月～2007年2月

調査回数：地点によって1～5回実施

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^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， F^- ， Cl^- ， NO_2^- ， NO_3^- ， SO_4^{2-} ， HCO_3^- ），糞便性大腸菌

2. 2 調査地点

1年目：大淀川水系上流域を中心に27地点

2年目：大淀川水系を中心に、末吉・財部地区の全域20地点

3年目：2年目の調査地点に加え、1年目に超過が確認された地点や過去に超過が確認された地点などを追加した31地点

（超過が確認された地点について原因究明のための詳しい調査のために追加）

2. 3 調査対象地域の概要

対象地域は農業や畜産業の従事者が多い農村地域で、調査地点の周辺では田畑や森林が多くみられ、小規模な牛舎や鶏舎が点在している。

調査を行った51地点のうち、24地点で小規模な牛舎や鶏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

鹿児島県環境保健センター 〒892-0835 鹿児島市城南町18番地

1 鹿児島県林務水産部水産振興課 〒890-8577 鹿児島市鴨池新町10番1号

る。井戸の深さは、20m以下の浅井戸がほとんどであった。

この地域の地質は火砕流堆積物（シラス）に覆われており⁴⁾、盆地内の地下水は、難透水性の溶結凝灰岩を境として、浅層地下水と深層地下水とに分かれている⁵⁾。

2. 4 対策の現状

家畜排泄物対策としては、平成16年3月に策定された「都城盆地硝酸性窒素削減対策基本計画」がある。平成12年度に行われた畜産業の現状把握と対策実施以降の結果（曾於市調べ）によると、財部支所管内においては、平成12年度に牛5630頭中1657頭が糞尿の野積みによる不適正処理、豚34800頭中1705頭が素掘りによる不適正処理であったが、平成18年度には、牛3447頭中糞尿の野積みによる不適正処理は13頭、豚21246頭中糞尿の素掘りによる不適正処理は0頭となっている。また、末吉支所管内においては、平成12年度に牛17780頭中4768頭が糞尿の野積みによる不適正処理、豚41700頭中2043頭が素掘りによる不適正処理であったが、平成17年度には、牛17831頭中糞尿の野積みによる不適正処理は5241頭、豚24444頭中糞尿の素掘りによる不適正処理は1793頭となっている。

現地調査において牛舎の床は土床が多くみられ、主に尿はそのまま浸透・蒸発させている状況であった。

2. 5 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 K 0102 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

糞便性大腸菌：水浴場水質判定基準付表1の第1に準じる

3 結果及び考察

3. 1 硝酸性窒素の調査結果

測定した全51地点のうち硝酸性窒素濃度が2 mg/L未満であったのは7地点、5 mg/L以上10mg/L以下の地点が14地点、環境基準の10mg/Lを越えたのは6地点であった。同時期に行った県内の他の地域の地下水中の硝酸性窒素濃度は、0.02~1.6mg/L程度であった。この結果からもこの地域における硝酸性窒素濃度が高いことがわかる。調査結果を表1及び図1に示す。各調査結果は1~5回測定した平均値である。

表1 井戸水の水質調査結果

(単位：mg/L)

地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
硝酸性窒素	5.1	2.5	7.7	0.27	2.3	2.1	2.8	6.2	1.7	4.7	12	9.0	3.8	4.1	4.2	1.9	12	7.2	1.0	4.6	4.0	3.7	0.20	8.4	4.9
pH	6.5	6.6	6.5	6.7	6.6	6.7	6.5	6.3	7.0	6.4	6.1	6.5	6.2	6.5	6.8	7.0	6.1	6.5	6.8	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.2
Na ⁺	13.2	6.8	10.8	6.1	7.6	6.3	7.2	9.5	7.0	9.8	17.3	8.3	8.2	15.8	12.0	13.9	18.3	11.4	8.5	10.2	8.5	9.2	4.6	11.7	9.7
K ⁺	10.3	4.7	5.7	1.1	3.5	4.1	4.7	7.3	3.1	6.6	8.5	5.6	3.4	7.4	4.6	4.9	7.5	6.6	4.1	4.7	9.9	6.0	4.3	5.1	11.9
Mg ²⁺	3.23	1.10	2.98	0.98	1.60	1.33	2.00	2.23	1.43	2.05	4.20	2.90	2.78	2.00	2.55	2.20	2.60	3.23	1.25	3.87	1.60	1.05	1.10	2.80	1.70
Ca ²⁺	16.5	7.2	15.0	5.7	7.0	6.9	11.5	12.3	6.1	8.4	28.0	16.1	16.1	12.4	12.3	11.6	19.3	14.9	5.7	15.3	9.4	11.1	4.3	16.6	8.2
F ⁻	0.08	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.06	0.04	0.06	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.01	0.18	0.01	0.02
Cl ⁻	9.8	4.9	8.6	4.5	4.6	4.1	7.1	7.7	5.1	12.4	35.2	8.1	8.3	12.4	11.1	16.8	19.1	8.6	6.9	8.8	7.6	8.1	3.0	8.6	7.6
NO ₃ ⁻	22.7	9.8	33.4	1.2	12.1	6.0	13.0	25.1	7.4	21.0	55.5	36.7	20.0	20.4	18.1	7.8	55.4	31.4	4.3	21.8	17.8	16.6	0.9	37.3	21.7
SO ₄ ²⁻	21.0	0.8	6.8	4.8	3.2	3.3	8.8	15.5	3.6	8.3	5.6	12.0	22.4	10.5	10.3	11.5	7.7	9.7	3.9	17.0	12.5	5.2	13.2	17.9	6.4
HCO ₃ ⁻	50.1	33.7	42.2	24.5	30.3	32.0	34.4	28.1	28.5	21.3	45.2	29.1	25.5	45.2	38.7	39.0	31.1	39.6	30.7	35.4	22.9	31.9	14.1	27.3	29.8

地点	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
硝酸性窒素	20	6.8	11	7.3	11	20	1.7	8.9	9.5	3.7	2.0	5.5	7.2	4.1	1.8	4.0	4.7	3.1	2.2	7.3	2.8	2.6	2.1	2.1	2.6	5.9
pH	6.9	6.6	7.0	6.2	6.2	6.4	6.6	6.4	5.9	6.4	6.9	6.3	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3	6.6	6.3	6.1	6.8	6.3	6.5	6.4	6.4	6.0
Na ⁺	34.5	14.7	14.4	9.7	17.1	9.9	10.4	15.5	12.5	12.0	8.7	15.3	16.5	12.1	8.9	10.9	13.4	9.4	10.8	12.1	8.8	10.2	7.5	10.8	10.0	9.1
K ⁺	101.9	14.8	39.0	5.9	17.9	6.4	2.3	8.5	23.2	10.3	5.6	13.1	12.1	5.9	6.1	2.9	8.2	8.7	3.3	14.1	6.5	3.5	3.1	4.0	4.4	10.6
Mg ²⁺	5.24	2.15	2.85	2.45	4.53	6.89	2.10	2.60	5.30	3.50	3.10	3.00	2.50	3.10	1.40	3.40	3.30	2.40	2.30	3.30	2.30	2.90	2.10	2.70	2.70	2.70
Ca ²⁺	25.9	10.3	15.0	20.9	14.9	49.0	8.3	13.2	17.7	15.9	11.4	12.3	9.5	12.8	5.8	14.0	14.3	13.8	10.0	12.3	10.7	12.9	9.0	11.8	11.0	8.5
F ⁻	0.05	0.03	0.05	0.04	0.01	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04	0.08	0.05	0.05	0.04	0.08	0.03	0.04	0.04	0.05	<0.01	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
Cl ⁻	75.4	12.7	13.9	5.9	18.0	11.3	4.5	15.1	23.6	13.0	7.0	13.7	11.6	9.1	5.2	8.1	12.0	9.9	6.6	12.6	6.9	6.6	4.7	7.5	6.3	7.3
NO ₃ ⁻	93.1	30.4	50.1	32.8	48.8	92.2	7.4	37.9	42.8	17.0	8.9	24.6	17.1	18.6	8.4	18.6	22.0	14.0	9.7	30.1	13.0	12.2	7.7	9.4	12.6	26.7
SO ₄ ²⁻	26.6	18.4	32.8	12.5	22.3	46.3	6.3	12.6	18.9	14.2	13.3	16.7	17.0	12.2	8.0	14.2	17.7	13.3	9.7	13.7	12.2	16.9	11.7	16.5	12.5	10.9
HCO ₃ ⁻	84.1	24.8	40.3	44.4	29.4	41.1	48.0	30.7	43.4	56.7	41.8	37.5	25.3	38.0	25.2	34.9	38.6	37.8	31.6	25.2	30.0	32.5	31.5	30.2	31.7	17.8

※硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準値：10mg/L

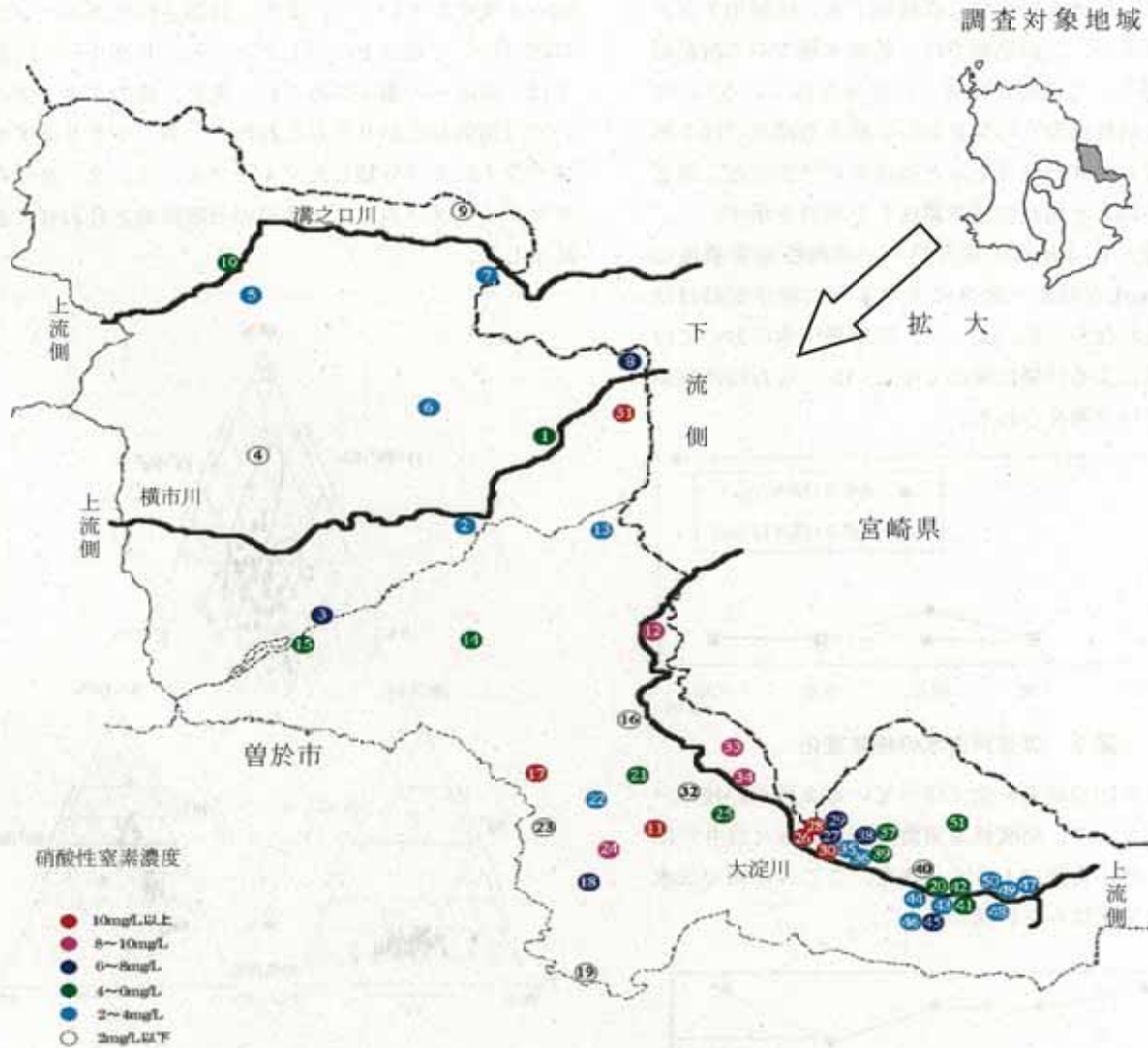


図1 調査地点と硝酸性窒素濃度

基準を超過した6地点中5地点において、周囲に牛舎が確認された。残りの1地点については、周囲に茶畑が確認された。また、基準を超過した6地点はいずれも深さ10m前後の浅井戸であった（うち4地点が10m以下、残りは11mと20mであった）。

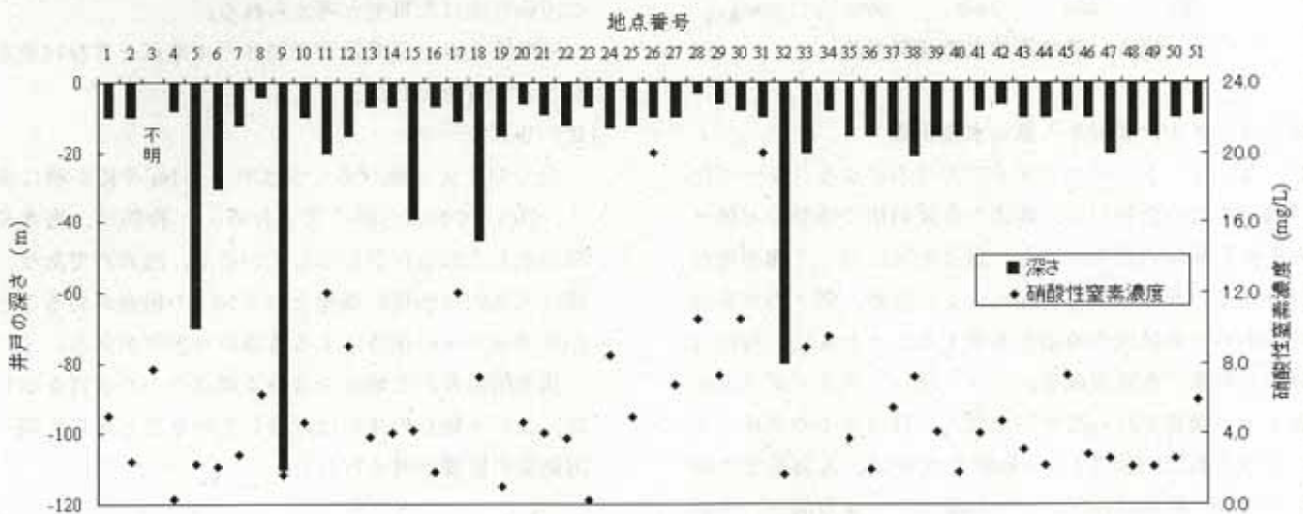


図2 井戸の深さと硝酸性窒素濃度

3. 2 浅層地下水と深層地下水

地下水は、不透水層を境に深層地下水と浅層地下水とに分けられるが、この地域では、難透水層である溶結凝灰岩層を境として浅層と深層とに区分されている⁵⁾。今回調査した51地点のうち深さ50mを越える深井戸は3地点で、調査した井戸のほとんどは浅井戸であった。図2に各井戸の深さと硝酸性窒素濃度の平均値を示す。

今回調査した3地点の深井戸中の硝酸性窒素濃度は1.7~2.3mg/Lと低く、図3に示すように経年変動はほとんどみられなかった。よって、深層地下水においては硝酸性窒素による汚染は極めて小さいか、または汚染が生じていないと考えられる。

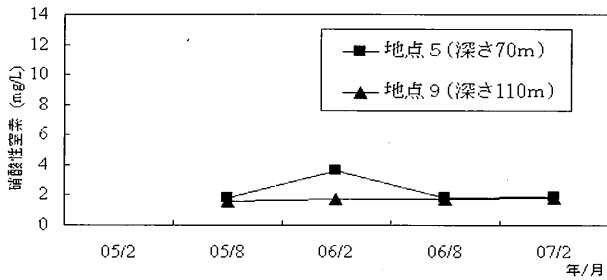


図3 深井戸の水の経年変化

図4に全5回の調査を全て行っている2地点の浅井戸の経年変化を示す。硝酸性窒素濃度が高かった浅井戸においても、経年変動は小さく、また、ここ3年間では水質に大きな変化はみられなかった³⁾。

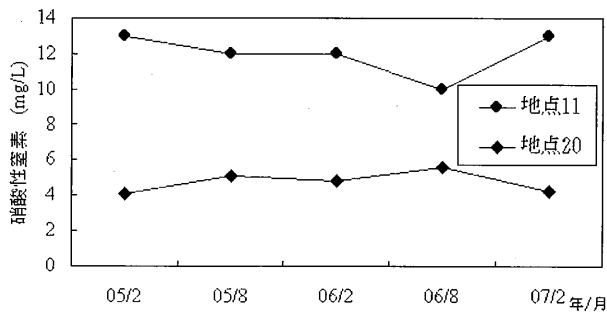


図4 浅井戸の水の経年変化

3. 3 イオン成分から見る水質組成

3. 3. 1 トリリニアダイアグラムによるグループ化

調査を行った井戸は、周辺の土地利用や地形など種々の条件が異なるため、また、調査地域に対して調査地点が少なく、面的な特徴が捉えにくいから、個々の水質の特徴から汚染状況や原因を考察することとした。溶存成分の百分率で水質組成を示すトリリニアダイアグラムに表すと、調査を行った井戸水はA~Dの4つのグループに分類された(図5)。一般的に水質は、人為的な汚染を受けない場合はHCO₃⁻などが増加するII方向へ、人為

的な汚染を受けるとCl⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻等が増加するIIIの方向へと変化していく⁶⁾。また、分類されたグループごとに区分して地図上に示したところ、Bグループにおいては一箇所への集中がみられ、また、他のグループにおいては面的な広がりがみられた。なお、トリリニアダイアグラムにより分類したグループを、3. 2. 2. のヘキサダイアグラムによる井戸の分類結果と合わせて表2に示した。

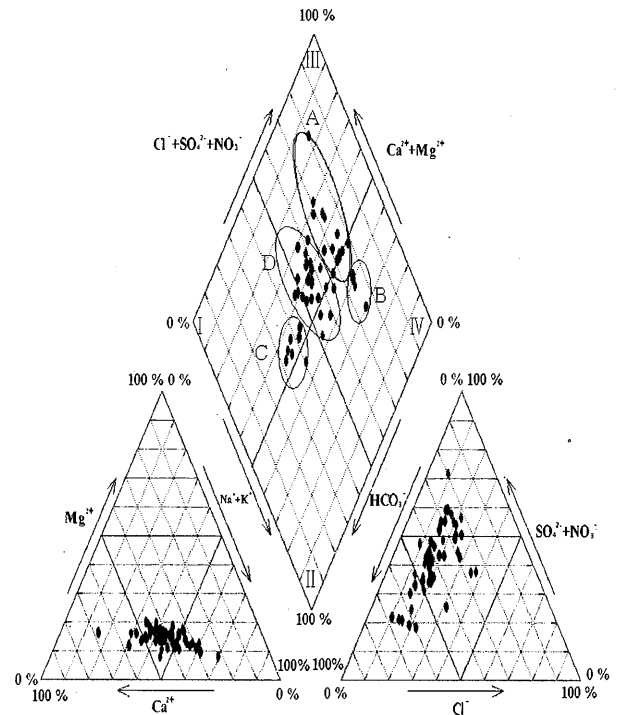


図5 各地点におけるイオン成分のトリリニアダイアグラム

各グループごとに次のような特徴がみられた。

(1) Aグループ

Ca²⁺やMg²⁺、NO₃⁻やCl⁻やSO₄²⁻の含有量が多く、人為的な汚染を受けたIII型と考えられる。

硝酸性窒素の環境基準超過井戸4地点を含む14地点がこの水質を示した。

(2) Bグループ

全てのイオン種が多く含まれるがNa⁺やK⁺が特に多く、HCO₃⁻やNO₃⁻も多く含まれる。一般的に、海水や温泉水とされるIV型を示しているが、浅井戸であり、特に人為的な汚染の指標となるNO₃⁻の超過があることから地表からの浸透による汚染の可能性はある。

基準超過井戸2地点を含む4地点がこの水質を示した。この4地点の井戸は近接していることから、同一汚染源の影響が考えられる。

表2 トリリニアダイアグラムおよびヘキサダイアグラムによるグループ分け

トリリニアダイアグラムによる分類	ヘキサダイアグラムによる井戸の分類	ヘキサダイアグラムによる化学成分の分類	考えられる汚染要因等
Aグループ	地点10, 地点17, 地点30	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$	牛舎 (畜産糞尿) (糞便性大腸菌検出)
	地点21, 地点33, 地点34, 地点42, 地点51	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$	牛舎 (畜産糞尿)
	地点31	$\text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$	施肥 (茶畑など)
	地点8, 地点12, 地点13, 地点24	$\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$	施肥 (茶畑など)
	地点11	$\text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$	畜産糞尿と施肥
Bグループ	地点26	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$	牛舎 (畜産糞尿) (糞便性大腸菌検出)
	地点27, 地点38	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-}$	牛舎 (畜産糞尿)
	地点28	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$	
Cグループ	地点2, 地点4, 地点5, 地点6, 地点9 地点19, 地点32	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$	人為的な汚染は小さい
Dグループ	地点1, 地点14, 地点15, 地点16, 地点25 地点37, 地点39, 地点40, 地点44, 地点45	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$	A型, B型, C型が混在し, 汚染源の畜産糞尿と施肥が複合。汚染の初期段階。
	地点3, 地点7, 地点18, 地点20, 地点22	$\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$	
	地点29, 地点35, 地点36, 地点41, 地点43		
	地点46, 地点47, 地点48, 地点49, 地点50		
	地点23	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-}$	

(3) Cグループ

含有イオン量自体が少なく、自然界中に多く存在する Na^+ や K^+ , HCO_3^- の割合が多い。一方、人為的な汚染の指標となる NO_3^- や SO_4^{2-} , Cl^- などが少ない。

人為的な汚染の小さい水質とされるI型で、7地点がこの水質を示した。なお、地点5, 9, 32は深井戸である。

(4) Dグループ

A~Cグループの中間で、A及びBグループほど高濃度のイオン成分はみられないが、Cグループよりはイオン濃度が高く、人為的な汚染を示すイオン種も含有していることから、軽度な汚染もしくは汚染の初期段階と判断される。51地点中26地点がこのグループに存在し、今回の調査でこの水質組成を示した井戸が最も多かった。

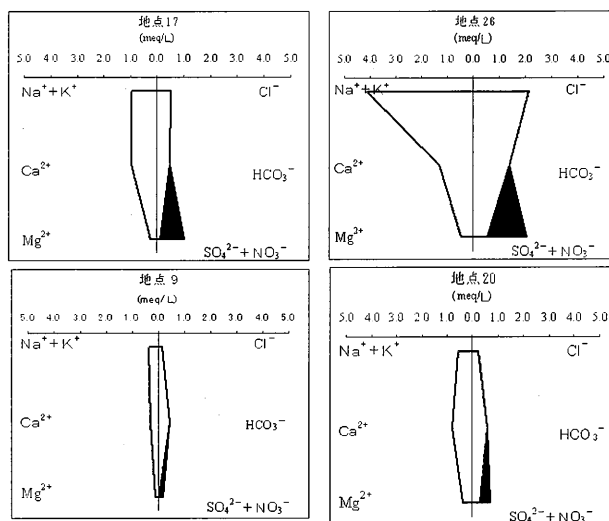


図6 各グループの代表的なヘキサダイアグラム
 (左上) Aグループ: 地点17 (右上) Bグループ: 地点26
 (左下) Cグループ: 地点9 (右下) Dグループ: 地点20
 * ▲の大きさは硝酸性窒素濃度に比例

3. 3. 2 ヘキサダイアグラムによる解析

含有イオンのバランスから水質の状態を調べるためにヘキサダイアグラムによる比較検討を行った。図6に各グループにおける代表的な地点のヘキサダイアグラムを示す。

グループごとにヘキサダイアグラムを比較すると、汚染が最も小さいと考えられるCグループでは、7地点全てが、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型であった。一方、他のグループでは統一性がみられなかった。Aグループでは、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ 型、 $\text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$ 型の他に NO_3^- に富んだ $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型、 $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$ 型、 $\text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$ 型などがみられた。Bグループでは、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ 型、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-}$ 型、 NO_3^- に富んだ $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型などがみられた。Dグループでは、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-}$ 型、 $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$ 型などがみられた。

そこで、汚染が最も小さいと考えられるCグループの水質を基準として各グループを比較すると次のようなことがわかった。

Aグループにおいて、地点10, 17及び30などで、 Cl^- が高い傾向を示した。さらに地点17については、 NO_3^- の割合も大きく、これらの地点では何れも敷地内やその近隣に牛舎が確認されたため、糞尿等による汚染の指標となる糞便性大腸菌を調べたところわずかではあるが検出された。また、ヘキサダイアグラムの形状には顕著な特徴がみられないものの、地点51のように、 NO_3^- の濃度が高い地点が多かった(図7)。これらの井戸周辺においても周辺に牛舎が確認されている地点が多かったことから、硝酸性窒素の濃度が高い原因は、畜産糞尿等の影響を受けているのではないかと考えられる。

またAグループ内には、 Ca^{2+} や SO_4^{2-} , NO_3^- の濃度が高

い地点があった。硝酸性窒素濃度が非常に高かった地点31は、 Ca^{2+} - SO_4^{2-} 型を示した。この井戸周辺には牛舎等はなく茶畑が確認されていることから施肥による影響を受けていることが考えられる。調査を行った地域は農業が盛んであり、調査地点の周囲には耕作地（茶畑など）が多くみられたことから、これらの地点については、化学肥料（硫酸及び土壌中和剤）の施肥の影響を受けていることが考えられる。一方、地点11のように、 Ca^{2+} - Cl^- 型を示し、硝酸性窒素濃度が基準を超過している地点では、 Cl^- が高いことから糞尿による汚染と、 Ca^{2+} が高いことから施肥による汚染が複合していると考えられる。

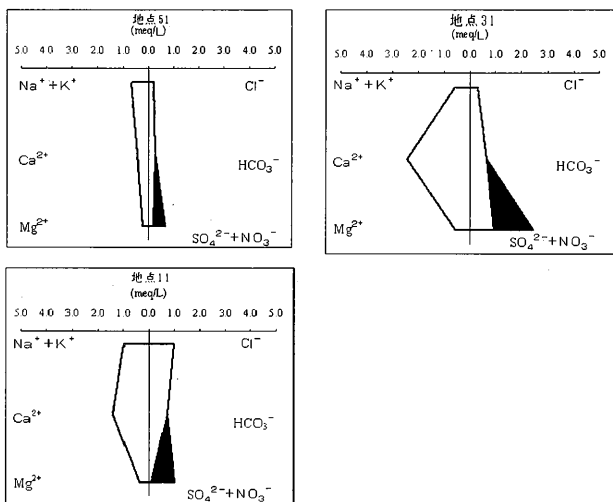


図7 Aグループ内の特徴的な地点のヘキサダイアグラム (左上) 地点51 (右上) 地点31 (左下) 地点11

Bグループにおいては、特に硝酸性窒素濃度の高かった地点26は、 Na^+ + K^+ 及び Cl^- が大幅に高くなっており、糞便性大腸菌も検出された。また、この井戸に隣接して牛舎が確認された。Bグループの他の地点についても Na^+ + K^+ および NO_3^- の濃度が高いこと、周囲に牛舎が立地していること、およびこれらの井戸は一箇所に集中していることから、地点26と同様の汚染形態が考えられる。

Dグループについては、A、B、Cグループそれぞれの型が混在するものの、含有イオンも比較的少ないことから汚染原因が複合している軽度の汚染、または汚染の初期段階と考えられる。

以上のことから、畜産業の盛んなこの地域において、Aグループのような水質を示す多くの井戸周辺では、牛舎が併設されていることが多く、その牛舎の多くは土床であったことから、畜産糞尿等による汚染が主な原因ではないかと考えられる。また、周囲に牛舎等がなく、畑作地に囲まれた井戸については、 Ca^{2+} や SO_4^{2-} 等のイオンが多く含有されていることから、施肥による影響を受けていることが考えられる。

4 まとめ

都城盆地の曾於市末吉・財部地区における地下水調査結果については次のとおりであった。

- 1) 調査を行った51地点のうち、6地点で硝酸性窒素濃度が環境基準値を超過していた。このうち、高い硝酸性窒素濃度を示した井戸の大部分が深さ10m前後の浅井戸であった。
- 2) 各井戸の水質は、トリリニアダイアグラムを用いると人為的な汚染の少ないグループから、明らかに人為的な汚染が確認できるものまで大きく4つのグループに分けることができた。さらに、ヘキサダイアグラムを用いてグループごとに含有されているイオン成分のバランスを検討した結果、主に畜産糞尿等による汚染と施肥（化学肥料）による汚染の2つの原因が推測され、地点によってはこれらの要因が複合していると考えられる。
- 3) 調査を行った多くの井戸水が浅井戸であり、当該地域の地質が透水性のよいシラス土壌であることなどから、硝酸性窒素による人為的な地下水汚染の影響が短期間で、広範囲の浅井戸に顕れていると考えられる。一方、深層地下水においては、調査地点が3地点と少なかったものの、硝酸性窒素濃度は浅井戸に比べて低い値を示している。なお、今後は広域の水質の状況とその推移についても把握する必要があると思われる。

5 おわりに

都城盆地においては、2004年度から家畜糞尿処理対策等が従来に比べ一段と強化されている。今回調査を行った末吉・財部地区においても、家畜排泄物対策や施肥の適正化が行われているが、依然地下水の汚染がみられた。一方、調査期間中硝酸性窒素濃度の季節的な変化や、経年的な変動はみられなかった。本調査は対策が強化された途中段階で実施されたものであり、対策の効果は、今回の調査結果と今後の長期的な地下水の推移を比較検討することによって明確になると考えられる。

最後に、調査を実施するにあたり、ご協力頂いた曾於市の関係者の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 環境省；平成17年度地下水質測定結果（2006年12月）
- 2) 鹿児島県；平成18年度公共用水域及び地下水の水質測定結果（2007）

- 3) 西中須暁子, 切通淳一郎, 他; 曾於市における硝酸性窒素による地下水汚染について, 本誌, 7, 114~117 (2006)
- 4) 鹿児島県; 鹿児島県地質図
- 5) 宮崎県; 都城盆地硝酸性窒素削減対策基本計画 (2004年6月)
- 6) 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)

Research on the Groundwater Pollution by Nitrate Nitrogen

Akiko NISHINAKASU, Jun-ichiro KIRIZUSHI, Makoto TORIHARA
Hiroshi SAKAMOTO, Yoshikazu TOMARI, Hisaharu OOHUCHIWAKI
Yoshihiko MIYATA

Kagoshima Prefectural Institute for Environmental Research and Public Health,
18, Jonan-cho, Kagoshima-shi, 892-0835, JAPAN

Abstract

In Soo City where nitrate nitrogen and nitrite nitrogen (later refers as nitrate nitrogen) in the groundwater have exceeded environmental standards, the groundwater research was carried out for three years in order to clarify pollution sources of the groundwater. As a result of the research on 51 well water, the most part of the well which showed high nitrate nitrogen concentration was shallow well around the 10m depth. Each sample of well-water is categorized into large four groups as regarding trilinear diagram, ranging from little to certain amounts of artificial pollution. Furthermore, pollution sources are supposed to be dung and other fertilization by analyzing the balance of the ion component.

Keywords : nitrate nitrogen, trilinear diagram, ion component, dung, fertilization, contamination source