

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

野田 俊一 實成 隆志 瀬戸 加奈子
堀之口 吉夫 川元 孝久

1 はじめに

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下「硝酸性窒素」という）は、1993年3月に地下水水質の要監視項目として設定され、その後、1999年2月からは環境基準項目に移行されて水質汚濁防止法に基づく常時監視が行われるようになった。

本県では、農畜産業が盛んな状況等を考慮し、当初要監視項目として設定されていた硝酸性窒素を、1995年度から県内全域を対象として体系的に調査を実施してきている。

今回、水質汚濁防止法に基づく地下水調査が、2003年度で概ね県内全域に亘って終了したことから、全国的にも基準超過率が他の基準項目と比較して高い硝酸性窒素について¹⁾、県内の状況を地下水の調査区分毎に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

2.1.1 調査対象地域

鹿児島県全域（鹿児島市を除く）

2.1.2 調査期間等

表1 調査期間等

調査期間	設定	基準
1995年度～1998年度	要監視項目	指針値10mg/L
1999年度～2003年度	環境基準項目	基準値10mg/L

2.2 調査方法及び分析方法

2.2.1 調査方法

環境省の示した地下水質調査方法に基づき表2の調査区分により実施した。

2.2.2 分析方法

硝酸性窒素：JIS K0102 43.2.3

亜硝酸性窒素：JIS K0102 43.1.1

表2 調査区分

調査区分	調査概要
概況調査	地域の全体的な地下水の水質概況を把握するための調査
汚染井戸周辺地区調査	概況調査等により新たに発見された汚染についてその汚染範囲を確認するための調査
定期モニタリング	確認された汚染の継続的な監視等、経年的な

3 結果及び考察

3.1 概況調査の調査結果

概況調査は、地域の全体的な水質概況を把握するための調査で、硝酸性窒素については、表3のとおり毎年度約20カ所の市町村で各数地点の井戸を対象に調査を実施している。

1995年度から数年間の基準（指針）超過率（1995年度から1998年度までは要監視項目指針値の超過率、1999年度以降は環境基準値の超過率：以下「基準超過率」という）は約10%前後であるが2000年度以降は基準超過率が低下している。

これは、汚染の可能性が高いと考えられる地域を当初優先的に調査したことから、調査開始後、数年間は硝酸性窒素の基準超過率が高くなり、その後、しだいに低下したものと考えられる。

また、1995年度から、県内全域の調査が概ね終了した2003年度までの概況調査の基準超過率は6.5%で、環境

表3 概況調査の年度別調査結果

年度	対象市町村数	測定数	超過数	超過率(%)	設定
1995	24	60	6	10.0	要監視項目
1996	23	57	7	12.3	
1997	27	68	5	7.4	
1998	15	75	8	10.7	
1999	15	75	8	10.7	環境基準項目
2000	8	40	1	2.5	
2001	23	49	3	6.1	
2002	27	103	0	0	
2003	27	96	3	3.1	

基準項目に設定された1999年度から2002年度までの全国の硝酸性窒素の基準超過率5.7%（4年間の平均）¹⁾よりわずかに高い基準超過率となっており、全国の汚染状況と同様な傾向を示している。

次に概況調査結果の濃度ヒストグラムを図1に示す。

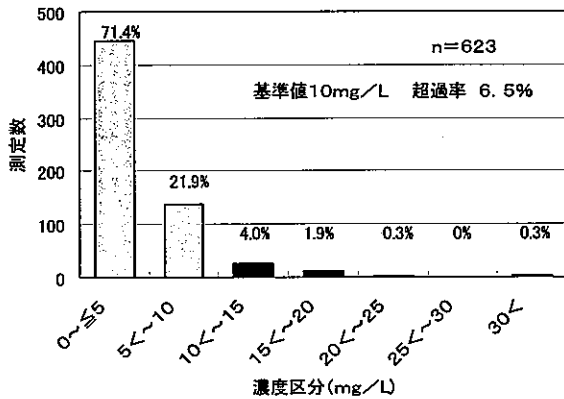


図1 概況調査の硝酸性窒素濃度ヒストグラム

0~5 mg/Lが71.4%、5~10mg/Lが21.9%、10~15mg/Lが4.0%、15~20mg/Lが1.9%、20~25mg/Lが0.3%、30 mg/Lを超えるものは0.3%であった。

基準値（指針値）10mg/Lを超過したものは6.5%（41カ所）で、そのほとんどが10~25mg/Lの濃度範囲にあり、基準値の3倍にあたる30mg/Lを超えるものも0.3%（2カ所）みられた。

また、概況調査の硝酸性窒素濃度の平均値を各市町村毎に表示した地図を図2に示す。（鹿児島市、徳之島天城町は除く）

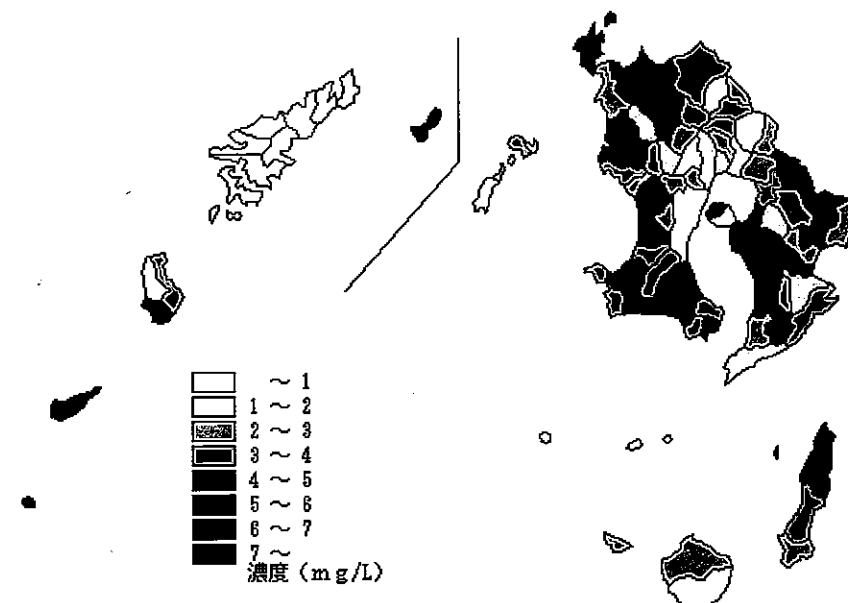


図2 硝酸性窒素の濃度分布

硝酸性窒素は、濃度の範囲は異なるが県内全域で検出されており、本土内では薩摩半島南部、大隅半島中央部、北薩北部などが他の地域に比べて高く、また、離島では、徳之島、沖永良部島、与論島が他の離島に比べて高い傾向にあった。

なお、硝酸性窒素濃度の比較的高かった地域は、水道水源に係る硝酸性窒素の汚染状況を調査するため、鹿児島県衛生研究所が1985年から順次実施した地下水調査^{2)~7)}の対象地域（鶴田町、知覧町、与論町、鹿屋市等）と重なっており、今回の調査結果でも同様にこれらの地域の硝酸性窒素濃度の高い傾向が確認された。

次に概況調査623か所のうち井戸の深さが確認されている511か所について、井戸の深さと硝酸性窒素濃度の関係を図3に示す。

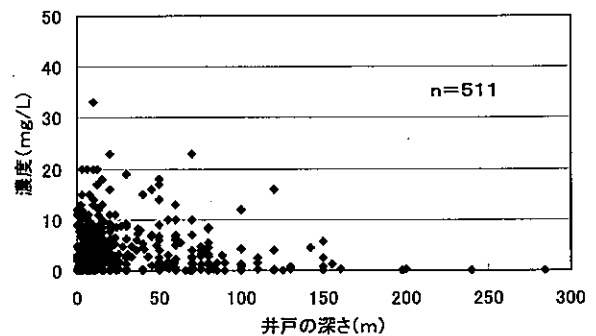


図3 硝酸性窒素濃度と井戸の深さの関係

深い井戸ほどデータ数が少ないため深さ別のデータ数に偏りがあるが、浅い井戸に硝酸性窒素濃度の高いところが多くみられ、井戸が深くなるほど硝酸性窒素濃度は

低くなる傾向がみられる。また、深さが130m以深では基準値を超過しているところはなかった。このことから硝酸性窒素については、表層の汚染源から深層に向かって汚染が広がると考えられ、浸透性の高い地質であるシラス層等が多くみられる本県では、100m前後の深井戸であっても汚染されることが懸念される。

3. 2 汚染井戸周辺調査の調査結果

概況調査で汚染が確認された地点については、その汚染の範囲を確認するため周辺調査を実施している。

図4にその調査事例を示す。

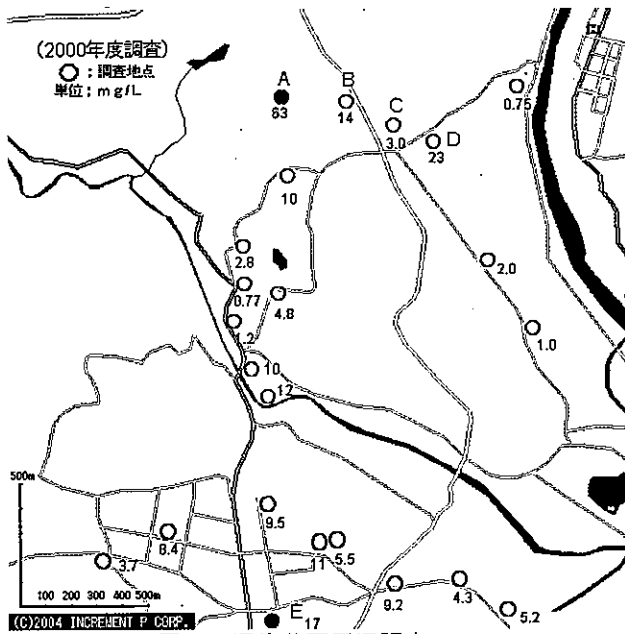


図4 汚染井戸周辺調査

図4に示した事例は、これまでの調査で最も高い濃度が測定された地点の周辺調査結果である。A地点周辺では周囲の井戸の硝酸性窒素の濃度差が大きく、また、A地点の硝酸性窒素濃度の経年変動が大きいことから(図5; A)地表面にある汚染源の影響を受けてスポット的に濃度が高くなっていると考えられる。一方、E地点周辺では全体的に硝酸性窒素濃度が高く、平面的な汚染が推察される。(両地点とも周囲の井戸を含め井戸の深さは20m以下の浅井戸である)

なお、当該地域一帯については、1984年に別途調査が実施されており、過剰施肥及び家畜排泄物の不適切な処理等による汚染であることが示唆されている²⁾。

3. 3 定期モニタリング調査の調査結果

概況調査で汚染が認められた地点については、汚染の広がりを把握するとともに、汚染の経年変化を監視するためモニタリング地点を設定し、定期的に調査を行って

いる。

図5に、3.2で述べた事例の地域での硝酸性窒素濃度の経年変化を示す。

モニタリングA地点では、2000年度には60mg/Lを超える濃度が測定されているが、2001年度以降は、濃度はしだいに低下しており、現在では約30mg/Lを下回るまでになっている。また、モニタリングE地点も同様に濃度の低下がみられることから、全体的には汚染は減少傾向にあると考えられる。

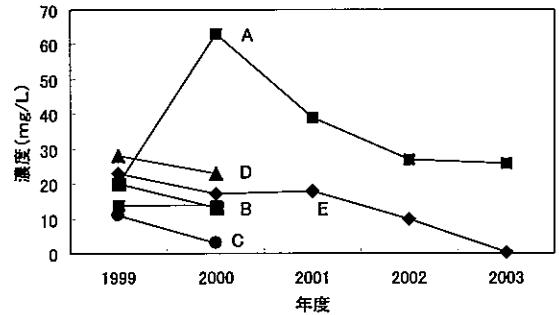


図5 事例のモニタリング地点の経年変化

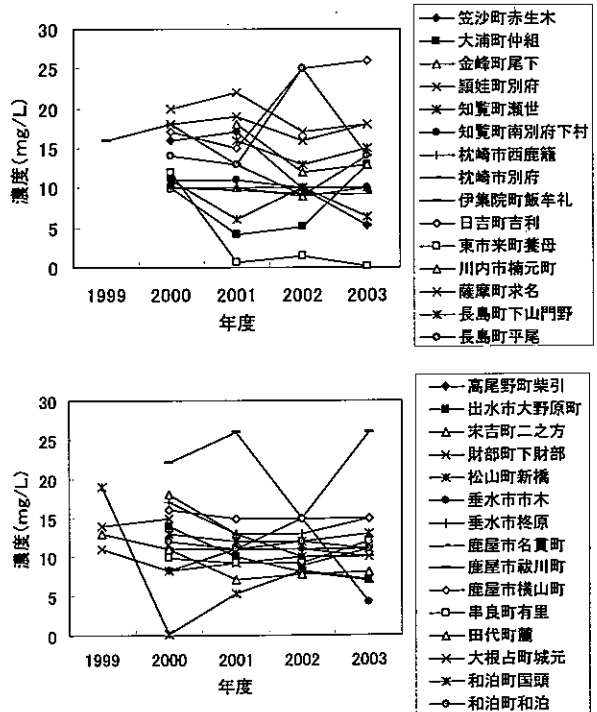


図6 その他の県内のモニタリング地点の経年変化

また、図6に県内の他の地域のモニタリング地点の経年変化を示す。濃度変動の大きいところも数地点見られるが、多くの地点は、ここ数年概ね横ばいで推移しており、一旦、地下水が汚染されると回復が困難になると考えられる。

3. 4 窒素成分の負荷量と硝酸性窒素の濃度分布

硝酸性窒素に係る汚染源としては、生活排水系、施肥系、畜産系、事業場排水系、自然由来などが原因と言われている。

既報^{2)~7)}では、特に農畜産業に係る窒素成分の負荷が高いことが報告されていることや、環境省の地下水汚染事例に関する調査でも農畜産業系による汚染事例が多いとされていることから⁸⁾、施肥及び家畜ふん尿による窒素成分の負荷量を各市町村毎に求めてみた。

なお、負荷量推定に使用した農作物の作付け面積及び家畜頭数は農林水産省の市町村別データ⁹⁾を、原単位は「県土壌改良及び施肥改善指針」及び「畜産環境整備機構・家畜ふん処理・利用の手引き」に記載された原単位を用いた。

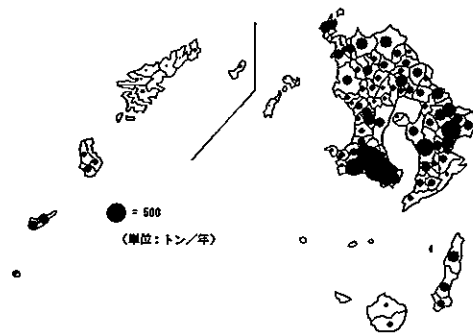


図7 農作物の年間推定施肥量（窒素成分）

図7は、各農作物の栽培面積に各作物の施肥量（窒素成分）の原単位をかけて年間の施肥量（窒素成分）を各市町村毎に求めたものである。薩摩半島南部の知覧町、頰娃町などで特に施肥量が多くなっている。これは、単位面積あたりの施肥量が他の作物より多い茶が多く作付けされていることから施肥量が多くなったものである。また、離島では、畑地が多く見られる沖永良部島、徳之島、種子島などが他の離島より施肥量が多くなっている。

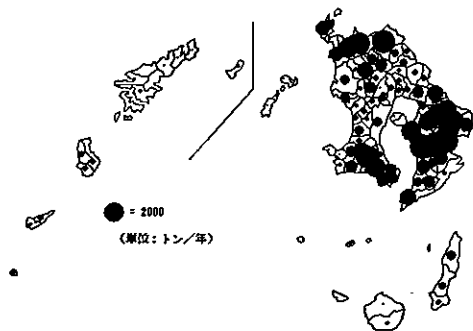


図8 家畜ふん尿の年間推定発生量（窒素成分）

図8は、各家畜頭数に窒素成分の原単位をかけて年間のふん尿に係る窒素成分の負荷量を各市町村毎に求めたものである。本土内では大隅半島中央部、薩摩半島南部、北薩北部で負荷量が多く、離島では種子島、徳之島、沖永良部島が他の離島より多くなっている。

これらの窒素成分の推定負荷量の分布図（図7、図8）と図2の硝酸性窒素の濃度分布図を比較すると、薩摩半島南部、大隅半島中央部、北薩北部、離島などにおいて、硝酸性窒素濃度と窒素成分の推定負荷量の分布が概ね重なっており、負荷量の一部が地下に浸透すると仮定した場合、硝酸性窒素濃度との正の相関が推察される。

4 まとめ

1995年度から2003年度までの硝酸性窒素に係る地下水調査の結果、以下の知見が得られた。

- 1) 概況調査の硝酸性窒素の基準超過率は、6.5%で全国の基準超過率5.7%と同程度の超過率であった。
- 2) 概況調査で基準値（指針値）を超過した井戸の濃度は、ほとんどが10~25mg/Lの範囲にあり、30mg/Lを超過するところも2か所みられた。
- 3) 概況調査による硝酸性窒素濃度の平均値は、薩摩半島南部、大隅半島中央部、北薩北部などが比較的高く離島では、与論島、沖永良部島、徳之島が比較的高かった。
- 4) 浅い井戸に硝酸性窒素濃度の高いところが多くみられ井戸が深くなるほど濃度が低くなる傾向がみられた。
- 5) モニタリング地点のここ数年の硝酸性窒素濃度の変動は、一部の地点で変動の大きいところもあるが、多くの地点は概ね横ばいで推移していた。
- 6) 農畜産業に係る窒素成分の推定負荷量の地域分布図と硝酸性窒素濃度の分布図とを比較すると、分布の傾向が概ね重なっていた。

5 おわりに

県内全域に亘る地下水の概況調査で、全国と同様に硝酸性窒素の汚染がみられることがわかった。このことから今後も引き続き地下水の常時監視を行うとともに、基準を超過している地点については、原因を究明するための再調査を実施する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 環境省；平成16年版 環境白書
- 2) 岩元実 山元政己；高濃度硝酸性窒素を含む地下水の実態調査，鹿児島県衛生研究所所報 **21** 45～53 (1985)
- 3) 川島月夫 米澤守光 川迫倫子 他；鹿児島県の地下水について，鹿児島県衛生研究所所報 **24** 40～49 (1988)
- 4) 川島月夫 米澤守光 川迫倫子 他；鹿児島県の地下水について(第2報)，鹿児島県衛生研究所所報 **25** 36～49 (1989)
- 5) 米澤守光 川島月夫 川迫倫子 他；鹿児島県の地下水について(第3報)，鹿児島県衛生研究所所報 **26** 42～55 (1990)
- 6) 川迫倫子 川島月夫 米澤守光 他；鹿児島県の地下水について(第4報) 離島地域 与論島 鹿児島県衛生研究所所報 **27** 57～81 (1991)
- 7) 川迫倫子 米澤守光 川島月夫 他；鹿児島県の地下水について(第5報)，鹿児島県衛生研究所所報 **28** 57～72 (1992)
- 8) 環境省；平成13年度地下水汚染事例に関する調査について 9～10 (2002)
- 9) 農林水産省；農林水産統計情報総合データベース 農林水産関係市町村別データ(年産) (2002)