

島原半島農耕地における地下水水質 ($\text{NO}_3\text{-N}$) について

長崎大学工学部 学生員 〇田 中 克 昌
一ノ瀬 和 雄
正 員 古 本 勝 弘

1. はじめに

近年、地下水の汚染問題は、有機塩素化合物（トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン・四塩化炭素など）と並んで、農耕地における硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) の高濃度化が深刻な問題となっている。ここで取り上げる $\text{NO}_3\text{-N}$ は、肥料や家畜糞尿に含まれるアンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) が酸化・安定化して、雨水の浸透とともに溶脱して地下水に加わるもので、水道水の水質基準では 10 mg/l 以下とされているが、各地でこれを越える水質が検出されている。

島原半島は畑作と畜産を中心産業とする地域で、飲料水の殆どを地下水に頼っており、地下水質の悪化を懸念する水道関係者が多い。ここでは、島原半島の8市町（島原市12・深江7・国見8・有明6・吾妻6・愛野6・口之津24・加津佐24の各町）の合計93箇所の水道水源井戸の水質資料の提供を受けたので、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を中心に現状を報告する。

2. 島原半島地下水の一般的性状

上記市町では水源井戸原水の水質検査を、年1回の頻度で、水道水の水質基準の26項目について実施している。平成6年度からは、水質基準に関する省令改正により大幅に増加した46項目について検査している。ただし、水質資料には、亜硝酸性窒素 (NO_2^-) と硝酸性窒素の合計値で表示されているが、後者が特殊な場合を除いては、ほぼ100%近くを占めるので以下では硝酸性窒素と表現する。この地域における水質概況は、硝酸性窒素について、水質基準を満たすものの、これに近い値の井戸が散見されること、口之津、加津佐で鉄・マンガンが基準を越えて異常に高い井戸（両町では除鉄・除マンガン処理して配水）があることを除けば、他の水質項目全てで良好な水質を保持している。トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの新しく追加された項目については、平成6年のみの測定であるが、水質基準値の1/10を越える検体はなく、新しく追加された水質項目の中にこの地域で問題となる物質は見当たらない。

3. 硝酸性窒素の経年変化

$\text{NO}_3\text{-N}$ について、全井戸の各年平均値と比較的濃度の高い代表的な5本の井戸のものの最近10年間の変化を図-1に示した。水源Aは、島原半島の硝酸性窒素の平均濃度と比較すると 7 mg/l 程度の差があり島原半島の中で一番高濃度化が進んでいることが分かる。又、水質基準の 10 mg/l にかなり近い値を示している。水源Cは、10年間でかなり速いスピードで高濃度化が進んでおり、数年後には水質基準を越えそうな勢いで高濃度化している。水源B, D, Eについては、3点とも同じ様な増加率を示しており、グラフ中では比較的低い値である。しかし、10年間で2倍の濃度になっている。

これによると、地域全体としても個々の井戸とも $\text{NO}_3\text{-N}$ は確実に経年的に増加している。平成6年では、全井戸平均値が 2 mg/l を越えている。測定下限値 0.1 mg/l 以下の井戸が20%程度存在する一方で、 5 mg/l を越える井戸もかなりある。現在は、消毒のみを施して配水しているが、この増加傾向が続く限り、近い将来には窒素除去を考えなければならない。

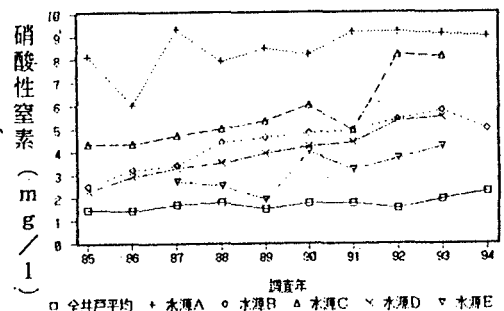


図-1 硝酸性窒素の経年変化

4 硝酸性窒素と土地利用との関連

窒素の自然循環の中に硝酸性窒素を生み出す機構はあるが、問題となるのは人間の活動から多量に集中的に生産されるものにある。農耕地では窒素肥料と家畜糞尿が硝酸性窒素の大きな供給源と言われている。井戸の位置により汚染の度合いが当然異なるので、地表の土地利用との関連で硝酸性窒素を調べる。当該地域の市町は土地利用区分図（畑・水田・樹園地・林地・宅地等に色分けした地図）を作製しており、施肥がなされるであろう面の広がりは大まかに掴むことができる。しかし、肥料の量や成分・施肥の時期などは作物により異なり、詳細は把握できない。また、水田は、畑地に比して窒素肥料で1/3程度に少ないと言われているが、裏作に別の作物を作るので、田と畑を別に扱うことはできない。畜産からの窒素の流入も、不特定の地点に家畜の糞尿を野積み処理している現状では、これを捕らえることは難しい。

ここでは、硝酸性窒素濃度と取水層の深さ、農耕地面積との関係を調べる。

a. ストレーナーの深さと硝酸性窒素濃度の関係

深さ方向数ヶ所に挿入されているストレーナーの中央の位置を取水層の深さと見なして、各井戸の硝酸性窒素の平均値との関係を図-2に示した。ストレーナーの位置と濃度は反比例曲線を描いているように見える。取水層が浅ければ濃度は高くなり、深ければ濃度は低くなるということを表している。しかし、取水層が浅くても濃度が低い点も存在しており、取水層の深さだけで濃度は決まらず、地表における水源近くの土地利用に関係してくるものと考えられるが、この地域では100mより深い取水層の硝酸性窒素は低い。

b. 農耕地面積と硝酸性窒素濃度との関係

井戸水質にはその周辺の窒素供給源である田畑の面積が関係することが予想されるので、水源井戸を中心に半径500mの円内における耕作面積（田+畑）を農耕地面積とし、農耕地面積/円面積と濃度の関係をグラフにすると、図-3のようになった。点の散らばりは大きいものの、図から農耕地面積の割合が大きくなれば、硝酸性窒素は大きくなっている。このことから、濃度は、農耕地面積に影響を受けているのが分かる。しかし、右下の3点は、農耕地の割合が大きいかかわらず硝酸性窒素濃度は低い値を示している。この3点の井戸の場所は、いずれも山際にあり、当該井戸への地下水の供給源は直上流の山林からと思われる地点である。山林からの硝酸性窒素の供給は小さいことが分かる。

又、80m以上の深いところから採水している水源井戸は、農耕地の広さに関わらず硝酸性窒素濃度は低い。つまり、深いところでは、井戸周辺の農耕地から硝酸性窒素が供給されるのではなく、さらに上流からの流下地下水の濃度に支配されるのであろう。また、農耕地の割合が小さいに関わらず濃度の値が高い点いくつかあが、これも同じ理由であらう。

5. まとめ

年1回頻度の水質検査で硝酸性窒素の地下水への供給源・供給量を特定することはできない。一般的には、施肥や家畜糞尿由来の硝酸性窒素が多いことは確かであるので、限定した地域で、地表面での窒素供給量と降雨・地下水の流動や硝酸性窒素の流れの関係を詳細に調査する必要がある。

【参考文献】1) 地下水問題研究会：「地下水汚染論」共立出版

2) 國松・村岡：「河川汚濁のモデル解析」技報堂

3) 楠田他：「自然の浄化機構の強化と制御」技報堂

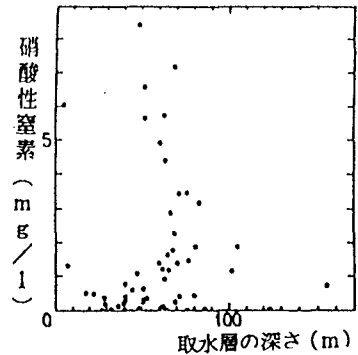


図-2 取水層の深さと濃度の関係

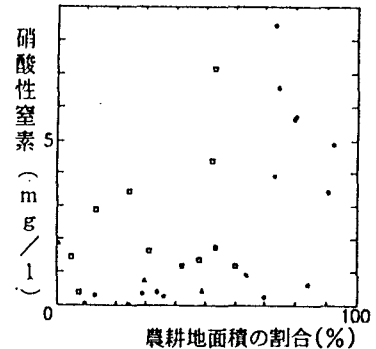


図-3 農耕地面積の割合と濃度の関係

取水層の深さ
●・・・0～55m
□・・・55～80m
▲・・・80～m