

淡路島・三原平野における地下水の硝酸汚染について

大阪教育大学 水圏科学研究室 辻西 隆志

1. はじめに

近年、硝酸性窒素の高濃度化による地下水汚染が世界各地で顕在化し、問題となっている。硝酸汚染の原因としては農地で使われる化学肥料、家畜糞尿、家庭排水等の地下水への流入が挙げられる。硝酸性窒素は体内に多量に摂取されると、酸欠や窒息状態を引き起こす酸素欠乏症（メトヘモグロビン血症）の原因物質となるといわれている。そういうわけで1999年に硝酸性窒素は、水質環境基準の健康項目に加えられ、亜硝酸性窒素とあわせて10 mg/lと規制されていることとなった。

調査地域では筆者が2004年8月に井戸水を採取し、分析したところ、地下水の硝酸汚染が起こっていることがわかった。この硝酸汚染について調査された過去の資料を見つけることができなかった。そこで本研究では、兵庫県・淡路島南部に広がる三原平野での地下水の硝酸汚染の実態を把握すること、同時に地域の不圧地下水について把握することを目的に研究を進めた。今回は主に地下水の硝酸汚染の調査結果を発表したいと思う。

2. 調査時期・調査方法

調査地域である三原平野は図1に示すように淡路島南部にあり、島内で最も広い平野面積を有し、古くから島の穀倉地帯を形成している場所である。1960年代後半からは、水田裏作のタマネギに、ハクサイ、レタス、キャベツ等を加えた三毛作農業が確立し、発展している。平野には扇状地が広がっているが、砂岩の巨礫から粗砂にわたる非常に淘汰の悪い亜角礫・亜円礫である。透水係数は扇端部で1.0~1.2 cm/s、扇央から扇頂部で0.1 cm/sであると推測されている。

調査は2004年10月~2005年11月までの毎月、計23日間、35ヶ所で行った。地下水位、pH、水温、ECの水質調査を現地で行い、採水した試水を凍らせたものと低温で保存したものを研究室に持ち帰り主要8成分、硝酸イオンの分析を行った。

3. 結果及び考察

調査した35地点全119試水の硝酸性窒素は平均10.3 mg/l、最大値は2004年10月に観測された20.2 mg/lであった。他にもこの値を筆頭に、10台後半の値が多数に見受けられる。35ヶ所のうち24ヶ所（約70%）で、地下水中の硝酸性窒素が環境基準の10 mg/lを超えた時期があった。

代表的な肥料に硫安（硫酸アンモニウム）がある。これは土壤中で微生物の作用などで

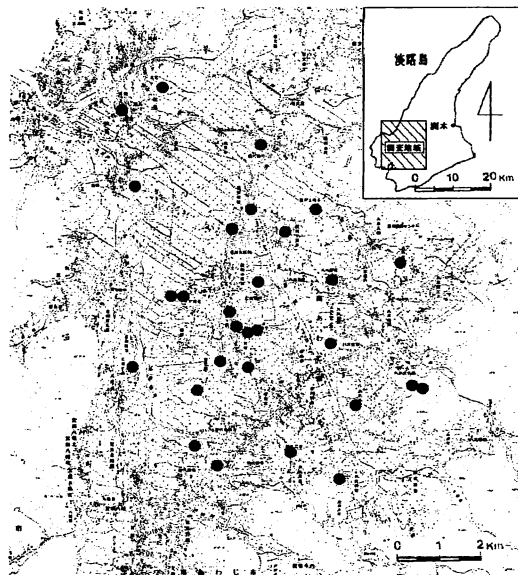
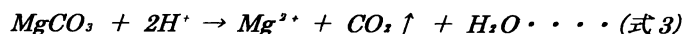


図1 調査地域及び採水地点

式1の硝化反応をとまなう。



また、土壌の酸性化を防止する目的で石灰や苦土石灰が、中和剤や土壌改良剤として使用され、式2や式3の反応が起こる。



こうした結果、発生した炭酸ガスは空气中に放出されるが、硝酸イオンと共にカルシウムイオンやマグネシウムイオンが土壌に残り、雨水などと共に地下水へ浸透する。そのため、一般論ではあるが、化学肥料が原因の硝酸汚染の顕在化した地下水では、硝酸イオン、硫酸イオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、などの無機成分濃度の相関が高まる。

ここで基準を超えていた地点での計92試水、各イオン成分の相関をとり表1に示す。

表1から硝酸性窒素イオンと硫

表1 各成分の相関関係

酸イオンとの間に0.74、マグネシウムイオンと硝酸イオンの間に0.72、カルシウムイオンと硫酸イオンの間に0.84と、高い相関があることがわかる。よって、調査地域での硝酸汚染は化学肥料による可能性が高いと考えられる。

Na ⁺	*												
K ⁺	0.22	*											
Ca ²⁺	0.41	0.50	*										
Mg ²⁺	0.38	0.42	0.69	*									
Cl ⁻	0.52	0.24	0.45	0.44	*								
NO ₃ ⁻ -N	0.28	0.24	0.59	0.72	0.34	*							
SO ₄ ²⁻	0.32	0.29	0.84	0.68	0.37	0.74	*						
HCO ₃ ⁻	0.37	0.53	0.65	0.31	0.23	-0.07	0.23	*					
SiO ₂	0.08	0.57	0.17	0.35	0.07	0.03	-0.11	0.40	*				
EC	0.27	0.40	0.75	0.62	0.40	0.51	0.67	0.55	0.04	*			
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	EC			

次に、地点ごとに各成分の相関係数をとりその代表例を表2に示す。表2から、W2、W3では上記のような高い相関関係が見られないことがわかる。このことから地点別に見ることで、調査地域では化学肥料が原因でない硝酸汚染も発生していると推測することが出来る。これらの汚染原因は化学肥料ではなく、畜産廃棄物または生活排水の地下への流入が原因であろうと考えられる。また調査地域では農業活動の際、大量の堆肥の散布を行っているので、その影響も表れたのではないかと考えられる。これらの影響がそれぞれの程度であるかということは今回の研究からは求めることが出来なかった。

4. まとめ

今回の調査から三原平野では大部分に渡って硝酸汚染が起きていることがわかった。汚染原因は化学肥料が主であると考えられるが、その他の原因も考えられる。以後、環境同位体を使うこと、調査地点を増やすこと、調査地域の畜産に関わるデータを増やすことで、もっと詳しい汚染状況原因が明確になると考えられる。

表2 各地点別の各成分の相関関係

n	地点	硝酸と硫酸	マグネシウムと硝酸	カルシウムと硝酸	マグネシウムと硫酸	カルシウムと硫酸	危険率5%の値
12	W1	0.970	0.858	0.833	0.887	0.895	0.553
8	W2	0.179	0.868	0.863	0.221	0.198	0.666
5	W3	0.238	0.769	0.772	0.626	0.433	0.811
7	W4	0.944	0.882	0.886	0.956	0.959	0.707
5	W5	0.984	0.989	0.983	0.993	0.989	0.811
6	W6	0.655	0.324	0.531	0.359	0.390	0.754