

硝酸性窒素による地下水汚染について

渡辺正子 細野義純
(非常勤研究員)

1 はじめに

1982年に環境庁が全国の地下水の現状を把握するため、15都市を選定し、浅井戸1083、深井戸277の計1360検体の地下水と、参考として河川水139検体について18物質を調査したところ、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素は87%の井戸と91%の河川より検出された。浅井戸の11%が飲料水質基準10mg/ℓを超過していた(表1)。このように多くの井戸が硝酸性窒素により汚染されていることは注目すべきことである。また、1993年に環境が維持すべき基準が改訂され、硝酸性窒素10mg/ℓが加えられ、地下水の監視が義務づけられた。

東京都環境保全局¹⁾は都内の湧水30か所について、調

査し、水質分析を行ったところ、9か所で全窒素が10mg/ℓを超えていた。アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素濃度は希少であり、全窒素はほとんど硝酸性窒素である。湧水は浅層地下水に由来するため、降水が土壤を浸透していく時の影響を受けやすい。硝酸性窒素による汚染の原因は、人間の農業生産活動と生活排水の浸透が挙げられ、湧水、地下水の水質の保持には様々な面からの対策が必要である。

筆者は40か所で、雨水、地下水、河川水を採取し、環境中の硝酸性窒素の実態を調査した。また、青梅市の扇状地をモデル地区として汚染のメカニズムの検討を行うこととしたので報告する。

表1 水道法基準値またはWHO暫定基準値(案)との対比(環境庁、1983)

物質	基準値またはガイドライン(案)をこえた検体数				基準値 または ガイドライン (案)
	浅井戸 調査数:1083	深井戸 調査数:277	計 調査数:1360	(参考)河川 調査数:139	
硝酸性窒素・亜硝酸性窒素	116(11)	3(1)	119(9)	4(3)	10 mg/ℓ
クロロホルム	0(0)	1(0)	1(0)	0(0)	30 μg/ℓ
四塩化炭素	2(0)	0(0)	2(0)	0(0)	3 μg/ℓ
1,2-ジクロロエタン	3(0)	1(0)	4(0)	0(0)	10 μg/ℓ
1,1-ジクロロエチレン	10(1)	3(1)	13(1)	0(0)	0.3 μg/ℓ
トリクロロエチレン	26(2)	14(5)	40(3)	0(0)	30 μg/ℓ
テトラクロロエチレン	41(4)	12(4)	53(4)	0(0)	10 μg/ℓ
ベンゼン	1(0)	0(0)	1(0)	0(0)	10 μg/ℓ

カッコ内数は%

2 調査方法

分布が明らかになるように調査地点を選び、井戸データや土地の利用状況を把握した。現地では採水し、地下水面標高を測定した後、実験室で水質分析を行った。一部の地点では土壌も採取し、総窒素及び硝酸性窒素について分析した。

有機塩素化合物による地下水汚染が確認された東久留米地区と町田地区で、降水量と硝酸性窒素の関係について検討を行った。

(1)調査地点

大気汚染や都市生活の影響のない山間部からの雨水と表流水。郊外および都市地域からは浅層地下水と深層地

下水を対象として調査地点とした。

(2) 測水調査

井戸の所在場所を確認し、現場で使用状況を聴取し、指示式水位測定器を用いて地下水位を測定した。測水地点の標高を東京都都市計画局発行の1/2500の地形図から読み取り、その差を地下水面標高とした。

(3) 水質分析

現地でPH、水温を測定した。採水後、試料は保冷箱に入れ持ち帰り、実験室で硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素を測定し汚染の有無を調べた。更に無機イオンを測定し、ヘキサダイアグラムを描き、図形を比較し、硝酸性窒素汚染との関係を調べた。

(4) 土壌

汚染源を確認するため、土壌中の窒素の濃度を測定した。J I S - K 0102 - 38により土壌を分解し、総窒素を求めた。別に、溶出法により、蒸留水で6時間、振とう抽出し硝酸性窒素を求めた。

(5) 降水量

気象庁が発表した東京地方の降水量を用いた。

3 結果と考察

(1) 汚染状況

汚染の状況を調査するために、1993年10月より1994年2月までの間、40か所で雨水、地下水、河川水を対象に採水し、結果を図1に示した。○印は地下水を、◎印は雨水、□印は河川水を表す。山間部の雨水と表流水の硝酸性窒素濃度は、低かった。しかし郊外から都市部にかけて浅層地下水の濃度が上昇し、10 mg/lを超えるものも見られた。これらの浅層地下水の地下水位は6m~15mであり、土壌からの影響を受けやすいと思われる。建設省の「地下水水質年表」によると、硝酸性窒素濃度はストレーナ平均深度が大きいくほど小さくなり、平均深度30m以上では10 mg/l以上の値は示されていない。

(2) 季節変動

1990年7月から1994年6月まで調査した。テトラクロロエチレンによる地下水汚染が確認された東久留米区では、降水後に硝酸性窒素の濃度が増加した(図2)。テトラクロロエチレンによる汚染と同様に、地中に浸透

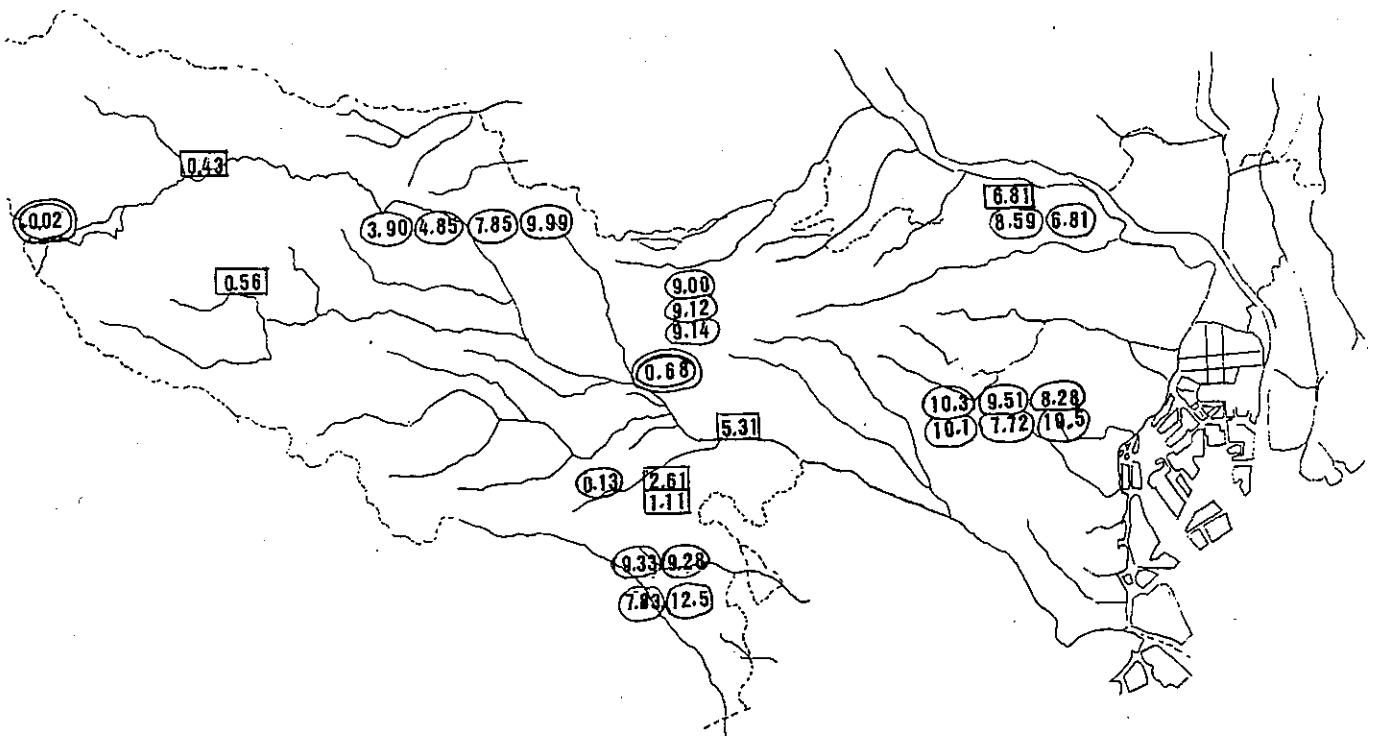


図1 硝酸性窒素の分布
 数字は硝酸性窒素のmg/lを示す
 ◎ 雨水
 ○ 地下水
 □ 表流水

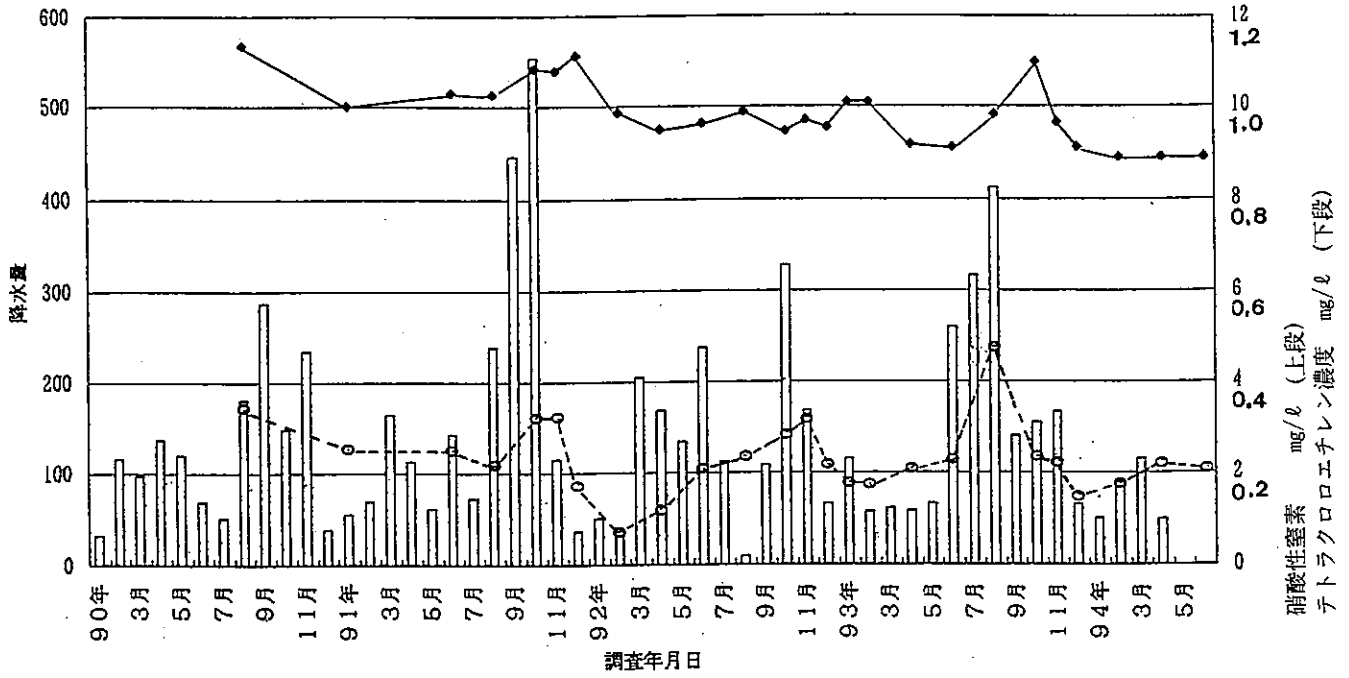


図2 地下水汚染と降水量²⁾
 (東久留米 No.10)
 ◆ 硝酸性窒素 mg/l
 ○ テトラクロロエチレン濃度 mg/l

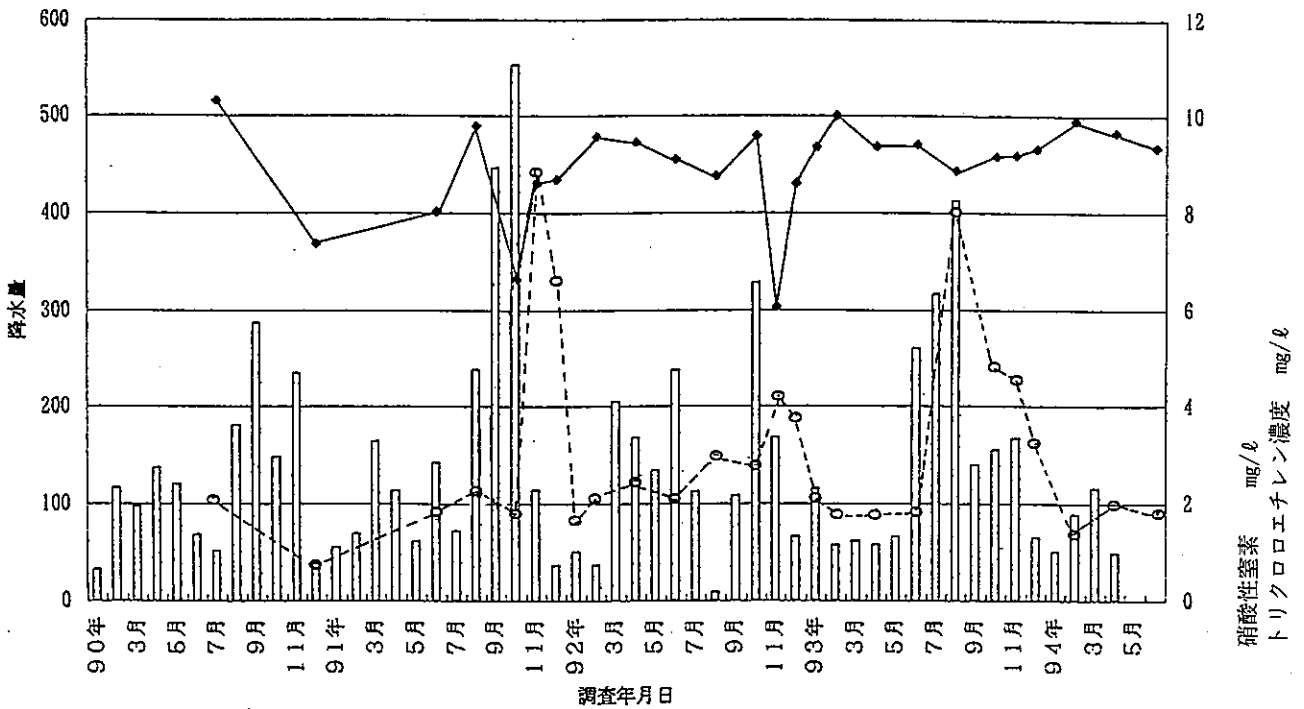


図3 地下水汚染と降水量
 (町田 No.2)
 ◆ 硝酸性窒素 mg/l
 ○ トリクロロエチレン濃度 mg/l

した降水が、硝酸性窒素を移動させているものと思われるが、その変動幅は有機塩素化合物の場合より小さい。

町田地区のトリクロロエチレンが高濃度検出された井戸No.2の地点は農地で野菜、果樹を栽培している。この地点では、降水後に、硝酸性窒素濃度の減少が見られ、東久留米地区と逆の結果であり(図3)、当地点での窒素肥料の使用と関連していると思われる。トリクロロエチレンは降水後に急増しており、地下水汚染の原因と機構が硝酸性窒素と異なることを示している。

硝酸性窒素による汚染の降水による変動が、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン汚染の場合より少ない原因の一つに、水に対する溶解度の差が考えられる。硝酸ナトリウムの溶解度は 175 g / 100 g で非常に水に解けやすい。一方トリクロロエチレンの溶解度は、0.1 g / 100 g で非常に解けにくい。トリクロロエチレンが多量に存在する汚染源付近では、多量の降水により洗い出され濃度が増加する。降水により浸透する地下水中には、硝酸塩はいつも十分溶解しているため、変動は少ない。汚染源に近い町田地区は降水後、希釈され、汚染源から

離れた東久留米地区は、降水により運ばれ増加する。

(3)青梅地区における硝酸性窒素による汚染

青梅市は関東山地と武蔵野台地の境に位置し、市の東部には多摩川がつくった平坦な扇状地が形成されている。扇状地表面は立川ローム層によって覆われ、その下位には扇状地礫層としての砂礫層が分布する。調査地における、これらの地層の分布、層相は単調であり、地表面にもたらされた降水は、扇状地礫層に直接涵養できる条件となっている。田畑、及び樹園地が46,181アールあり農業地帯となっている^{3,4)}。青梅街道沿いに瑞穂町まで10か所で1993年7月と12月に調査を行った。

2回の調査で、西から東に行くにしたがい硝酸性窒素は増加していく傾向が予想される(図4、5)。井戸周辺の土壌中の総窒素と硝酸性窒素を表2に示した。総窒素の値は1000 mg / kgではほぼ一定であるが硝酸性窒素の値は一定でなく、地下水中の硝酸性窒素とも相関は見られない。土壌中の硝酸性窒素が高い地点でも地下水中の濃度は、周辺と差が見られないことから、窒素汚染は、その地域で、使用される窒素量が関係していると思われる。

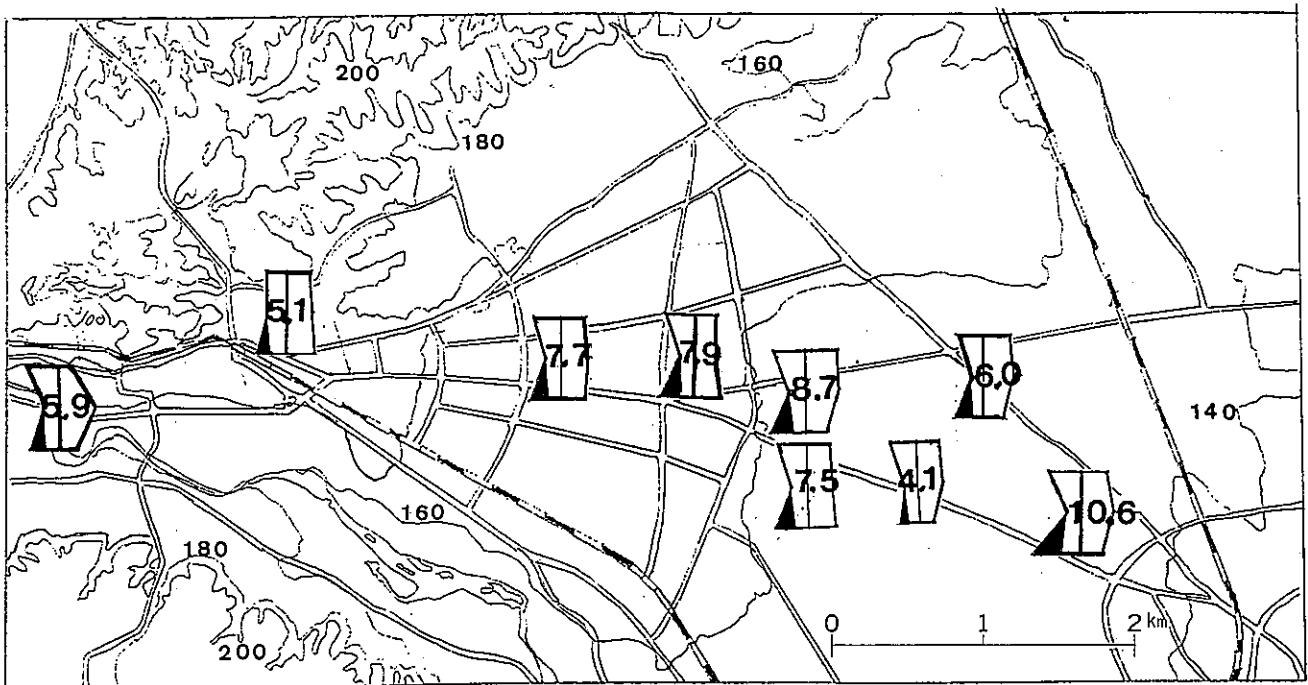
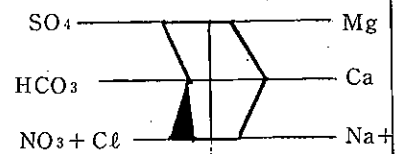


図4 青梅地区における地下水の硝酸性窒素の分布とヘキサダイアグラム(その1)

(1993年7月)

数字は硝酸性窒素のmg/lを示す。



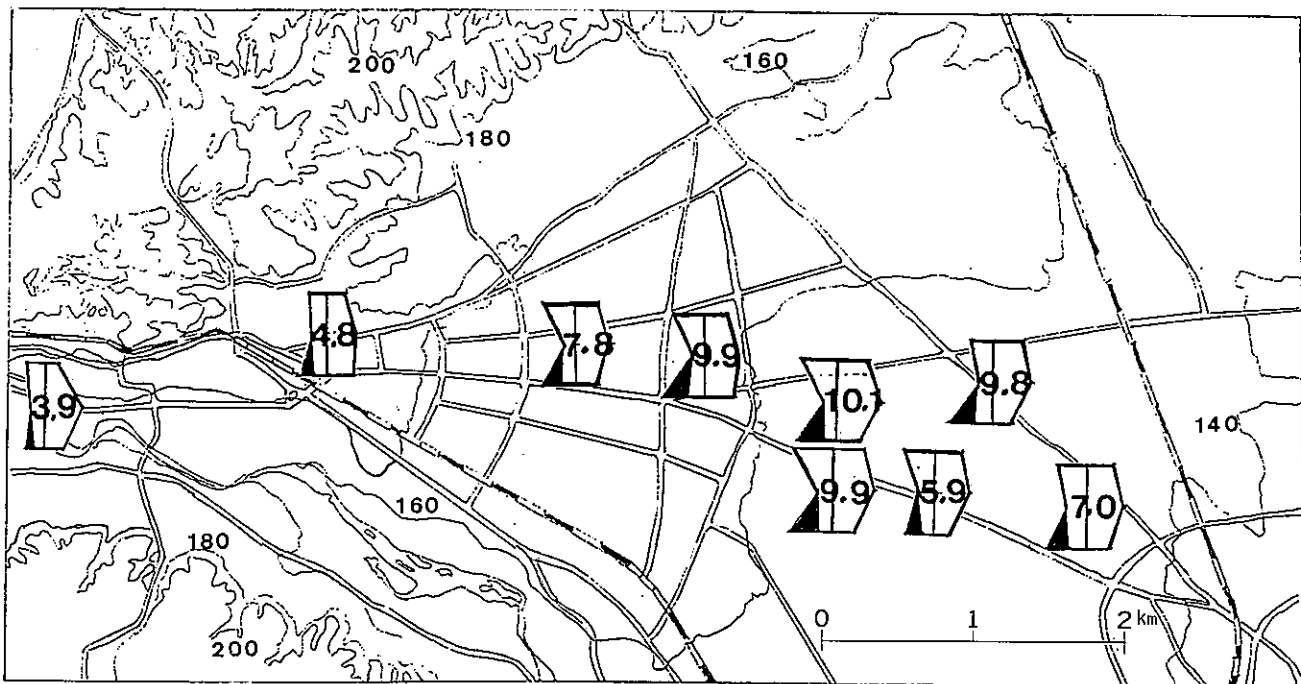


図5 青梅地区における地下水の硝酸性窒素の分布とヘキサダイアグラム (その2)

(1993年12月)

数字は硝酸性窒素のmg/lを示す。

参考文献

- 1) 東京の湧水 (平成4年度湧水調査報告書)。
- 2) 渡辺正子ら：地下水汚染の機構解明に関する研究 (その3)、東京都環境科学研究所年報 1993。
- 3) 青梅の農業 : 青梅市役所。
- 4) 青梅市の自然 青梅市教育委員会。

表2 硝酸性窒素と地下水位

調査地点	地下水 NO ₃ mg/l	土 壌		地下水位 (m)
		T-N mg/kg	NO ₃ mg/kg	
A	3.90			
B	9.94			12.37
C	4.85			9.96
D	9.95			
E	5.95			9.25
F	9.99	1100	84	10.36
G	7.85	1100	1400	14.22
H	10.11	950	120	10.20
I	9.88			6.37
J	7.01			6.50
K	10.38			
L	9.51	400	83	6.52
M	8.28			
N	10.01	850	36	
O	7.72			
P	10.54			