

硝酸性窒素による地下水汚染 (その2)

渡辺正子 細野義純*
(* 非常勤研究員)

要 旨

硝酸性窒素による地下水汚染を解明するために、前年度に引続き、青梅地区の井戸について、より広範囲に調査を行うとともに、湧水の水質等についても調査を行った。

これらの調査により、次のような結果が得られた。

①青梅地区の井戸の硝酸性窒素の汚染源としては、窒素肥料による面的汚染が主原因と推測される。ただし、局所的に低濃度の井戸もあり、栽培作物や土地条件が影響している可能性があるが、原因は不明である。

②多摩川左岸にみられる湧水は、青梅地区の地下水と同様に人為的な影響の見られる、似た性状の水質である。しかし、硝酸性窒素の汚染源としては、土地利用状況からみて、窒素肥料だけでなく、生活排水による広範な汚染の可能性もある。

③町田地区の硝酸性窒素による地下水汚染は、有機塩素系化合物のような特定の汚染源による汚染ではなく、非特定汚染源による面的汚染であることが推定される。

Groundwater Contamination by Nitrate Nitrogen (2)

Masako Watanabe and Yoshizumi Hosono*

*Associate Researcher

Summary

An investigation was carried out to clarify the groundwater pollution by nitrate nitrogen in wells of Oume district since last year in wider area. In addition the water quality of spring was also studied. From these investigations, the following results were obtained.

1. The pollution of nitrate nitrogen in wells in Oume district, is supposed to be mainly caused by nitrogenous fertilizer. However, there is a well having low concentration, which may be due to the influence of cultivation crops or a geological feature. Though the reason is not clear.

2. The water property of spring below the left bank cliff of Tama River river is found to be similar to the groundwater of Oume district which has anthropogenic influence. The majors pollutant of nitrate nitrogen, could have been possibly due to life drainage in addition to nitrogenous fertilizer, judging from the land usage.

3. As for groundwater pollution by nitrate nitrogen in Machida district, it is estimated to be caused by non-point resources instead of the specified pollutant which seems to be organic chlorinated chemical agent.

1 はじめに

硝酸性窒素は各種調査によれば、地下水から広く検出され、浅い井戸の中には、水道水の水質基準10mg/lを超えているものも多い。

この原因として、田畑に散布される窒素肥料、生活排水の地下浸透処理や、生活排水の排水溝や下水管からの漏洩等が考えられる。

筆者は前報¹⁾で、東京都内においても、多摩から区部にかけての台地部の地下水に硝酸性窒素が広く検出されること、及び農地の多い青梅地区では汚染の原因は窒素肥料と推測される等のことを報告した。

その後、青梅地区においては、より広範囲に調査を行うとともに、湧水についても調査を行うなど、継続して調査を実施したので、これらの結果を報告する。

2 調査方法

(1) 調査地点

①青梅市青梅から瑞穂町までの青梅街道沿いの地域に

散在する19か所の井戸について水質調査を行うとともに周辺土壌の窒素含有量を調査した(図1参照、井戸:2~20)。調査地区の主要部は多摩川の扇状地上に位置して、農地が多く、地表面には水流の形成はない。扇状地面は、ローム層に覆われ、その下位に礫層が存在する。

②多摩川左岸の12か所の湧水の水質調査を行った(図1参照、湧水:1,21~31)。ST1を除き、湧水はいずれも段丘崖線に沿うもので、段丘構成礫層の下部から湧出している。

③町田市と東久留米市の有機塩素系化合物による汚染井戸で、硝酸性窒素についても継続して調査した。

(2) 測水調査

調査対象井戸について、採水と同時に指示式水位計により、井戸深、地下水面の位置等を測定した。

(3) 水質分析方法

主要な項目の水質分析は、次の方法で行った。

硝酸性窒素・硫酸イオン・塩素イオンはイオンクロマトグラフを用いて分析した。亜硝酸性窒素はJIS-K0102

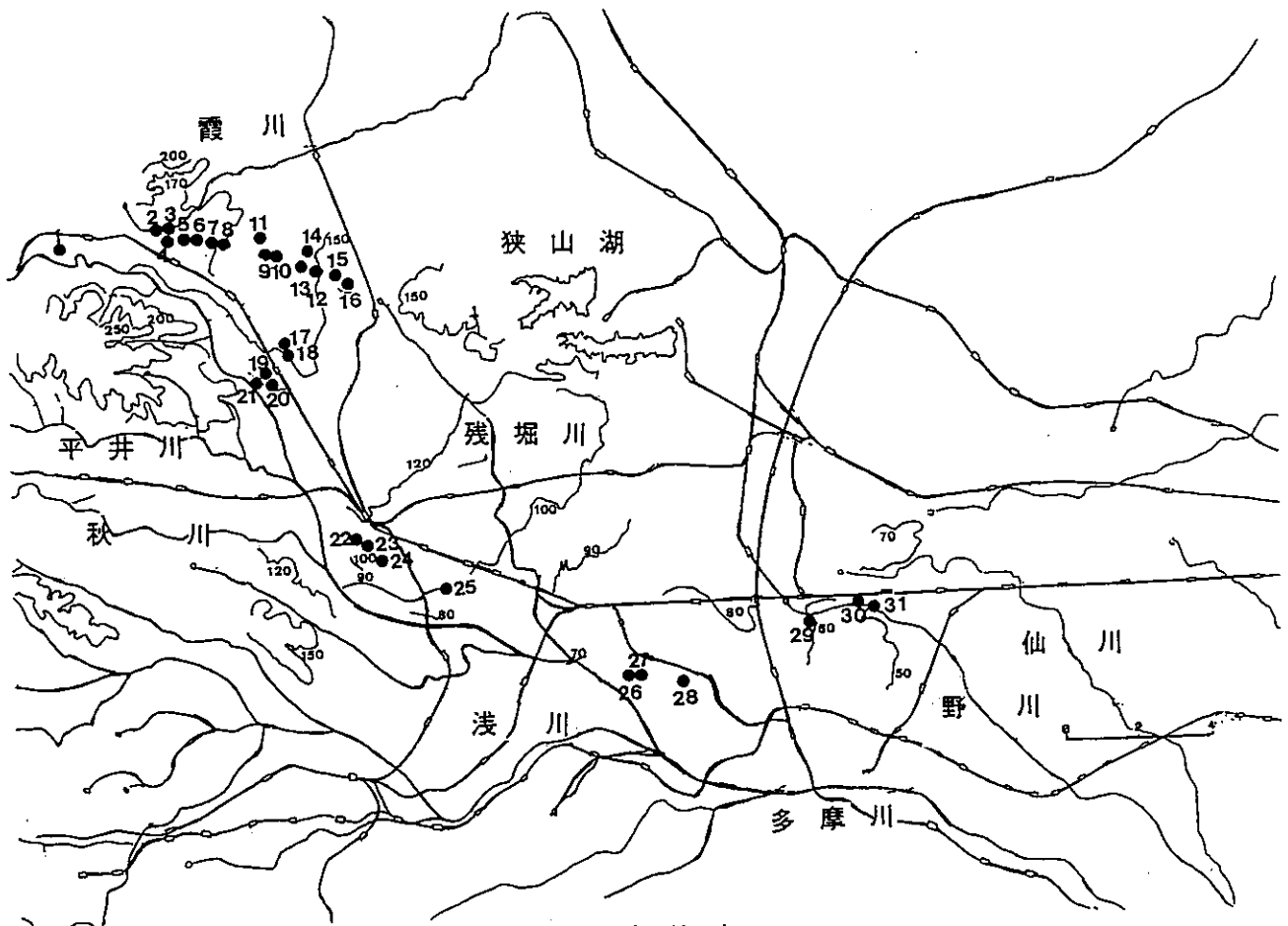


図1 調査地点

(1993)法、アンモニア性窒素は上水試験法により、比色分析を行った。金属元素はJIS-K0102(1993)により原子吸光光度計で測定した。炭酸イオンは上水試験法により、MR混合指示薬を用い、総アルカリ度から換算して求めた。

(4) 土壌の分析方法

土壌中の窒素含有量は次の方法で分析した。

総窒素は土壌をJIS-K0102(1993)-44.1法で分解後、45.2により紫外線吸光光度法で測定した。硝酸性窒素は土壌を蒸留水で6時間振とうし、抽出水をイオンクロマトグラフで測定した。

3 測定結果

(1) 地下水、湧水の水質

井戸の地下水及び湧水の水質分析結果を表1に示す。

①表1によれば、地下水の大部分は深さ25m以下の浅層地下水であり、硝酸性窒素は、すべての地下水から検出されており、一部の地下水では水道水の水質基準10mg/lを超えている。また、湧水の硝酸性窒素も地下水と同レベルであり、真姿の池、東経大等、涵養域内に住宅の多い地点で、濃度が高い。なお、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素は、羽村橋わきの湧水を除き、すべて検出

限界以下であり、土壌表層で、十分硝化された後、浸透したものと考えられる。

②地下水の性状をみるために、水質のキーダイヤグラムを図2に示すが、これによると、地下水と湧水の水質組成は、ST12の地下水と日吉神社の湧水を除けば、「アルカリ土類非炭酸塩」に属し、人為的な汚染のみられる地下水である。なお、ST12と日吉神社の水質組成は、「アルカリ土類炭酸塩」に属し、正常な地下水の部類に入り、硝酸性窒素濃度も低い。

(2) 土壌の窒素含有量調査結果

土壌中の全窒素含有量等の調査結果を表2に示す。

表2によれば①土壌中の全窒素含有量は、比較的均一で、大部分の地点で2,000~3,000μg/gの範囲にあるのに対し、②硝酸性窒素抽出量は、おおむね、全窒素含有量の5%程度以下と小さいが、地点による相違が大きく、硝化菌の活動量の違いとも推定できる。なお、季節変動もみられ、冬季の方が全般的に小さい値となっている。硝酸性窒素の濃度が高いST7とST11は、前者が温室、後者は牛の運動場の土壌であり、通常の土壌とは異なる。

(3) 窒素汚染の経過

町田市と東久留米地区の有機塩素系化合物の汚染井戸における硝酸性窒素の継続調査結果を図3、図4、図5

表1 地下水、湧水の調査結果

(95年1月)

ST	温度 C	PH	導伝率 μs/cm	Ca	Mg	Na mg/l	K	CL	SO4	HCO3	NO3	NO2-N	NH3-N	NO3-N	井戸の 深さ m
1	15.1	6.56	194	18.18	3.41	10.28	2.81	7.87	22.20	50.18	19.74	<0.01	<0.02	4.46	湧水
2	15.1	6.56	221	15.97	6.42	13.74	2.56	10.89	23.57	55.06	22.63	<0.01	<0.02	5.11	11.09
3	15.6	6.53	211	14.70	6.21	13.64	2.15	10.47	22.38	51.40	21.09	<0.01	<0.02	4.76	12.53
4	14.8	7.08	151	10.46	3.94	11.13	1.45	6.96	19.88	31.20	18.34	<0.01	<0.02	4.14	13.12
5	14.7	6.48	269	21.31	7.16	14.52	2.61	10.44	37.37	66.20	33.97	<0.01	<0.02	7.67	21.75
6	15.0	6.63	231	13.25	5.59	12.64	3.70	8.50	32.63	25.22	29.22	<0.01	<0.02	6.60	21.57
7	13.6	6.55	280	19.91	6.64	15.07	5.40	10.86	35.25	24.14	41.66	<0.01	<0.02	9.41	20.66
8	16.1	6.47	319	27.88	6.98	16.21	2.05	15.92	31.98	61.98	46.63	<0.01	<0.02	10.48	
9	15.7	6.28	292	22.71	10.89	12.31	1.32	10.10	47.83	45.84	36.44	<0.01	<0.02	8.23	13.28
10	15.9	6.26	280	20.68	10.38	12.26	1.35	9.93	45.63	41.92	36.13	<0.01	<0.02	8.16	12.54
11	16.2	6.94	233	25.08	3.66	11.78	1.01	14.72	9.48	46.66	42.15	<0.01	<0.02	9.52	深井戸
12	16.2	6.23	197	17.82	7.35	8.68	0.96	6.31	23.02	66.46	10.21	<0.01	<0.02	2.31	10.86
13	16.5	6.32	217	18.06	8.08	9.63	1.84	7.03	30.69	50.18	19.54	<0.01	<0.02	4.41	13.80
14	15.9	6.03	258	20.13	10.12	12.78	1.12	12.95	25.94	40.68	42.83	<0.01	<0.02	9.67	7.88
15	16.2	6.18	294	22.03	10.66	12.76	1.54	12.03	37.87	41.50	49.00	<0.01	<0.02	11.06	9.94
16	16.6	6.23	266	19.06	8.42	13.68	4.93	13.02	29.10	51.68	31.78	<0.01	<0.02	7.18	9.80
17	15.1	6.57	236	19.31	7.43	11.34	1.32	7.84	30.58	46.66	31.47	<0.01	<0.02	7.11	24.30
18	16.2	6.56	273	23.15	8.33	11.88	1.32	9.10	34.10	55.48	36.23	<0.01	<0.02	8.18	23.93
19	16.0	6.72	215	20.78	4.27	9.72	3.32	8.80	20.55	37.70	37.69	<0.01	<0.02	8.51	7.78
20	15.1	6.84	270	22.96	4.12	11.91	6.77	14.39	27.85	31.32	45.75	<0.01	<0.02	10.23	7.72
ST	温度 C	PH	導伝率 μs/cm	Ca	Mg	Na mg/l	K	CL	SO4	HCO3	NO3	NO2-N	NH3-N	NO3-N	井戸の 深さ m
21	羽村	7.08	251	22.86	5.01	10.91	9.18	12.82	26.26	52.90	24.67	0.01	0.10	5.57	湧水
22	龍律寺	14.0	215	19.68	3.25	9.43	3.59	9.47	25.94	37.56	27.96	<0.01	<0.02	6.31	湧水
23	龍律寺2	6.64	228	20.71	4.19	10.75	4.57	8.88	25.47	50.18	25.46	<0.01	<0.02	5.75	湧水
24	日吉神社	14.0	216	18.64	5.61	14.28	1.28	8.10	17.76	82.64	10.11	<0.01	<0.02	2.28	湧水
25	兼助神社	15.0	269	22.80	7.41	10.66	1.76	11.06	33.23	43.40	38.02	<0.01	<0.02	8.59	湧水
26	ママシタ	17.0	283	20.35	9.39	16.50	1.77	11.66	32.64	78.94	19.12	<0.01	<0.02	4.32	湧水
27	湧水	17.0	304	20.71	9.45	18.27	3.18	13.64	40.21	69.18	22.12	<0.01	<0.02	4.99	湧水
28	谷保天神	16.0	301	20.91	10.46	20.37	1.63	13.03	35.35	42.19	20.69	<0.01	<0.02	4.67	湧水
29	真姿の池	15.0	212	14.43	7.84	12.15	0.71	13.31	8.12	43.26	33.55	<0.01	<0.02	7.58	湧水
30	東経大	15.0	266	18.52	9.79	15.53	0.89	16.82	16.35	45.04	48.36	<0.01	<0.02	10.92	湧水
31	真井神社	16.0	257	18.06	9.29	14.57	1.03	15.39	16.85	47.74	40.49	<0.01	<0.02	9.14	湧水

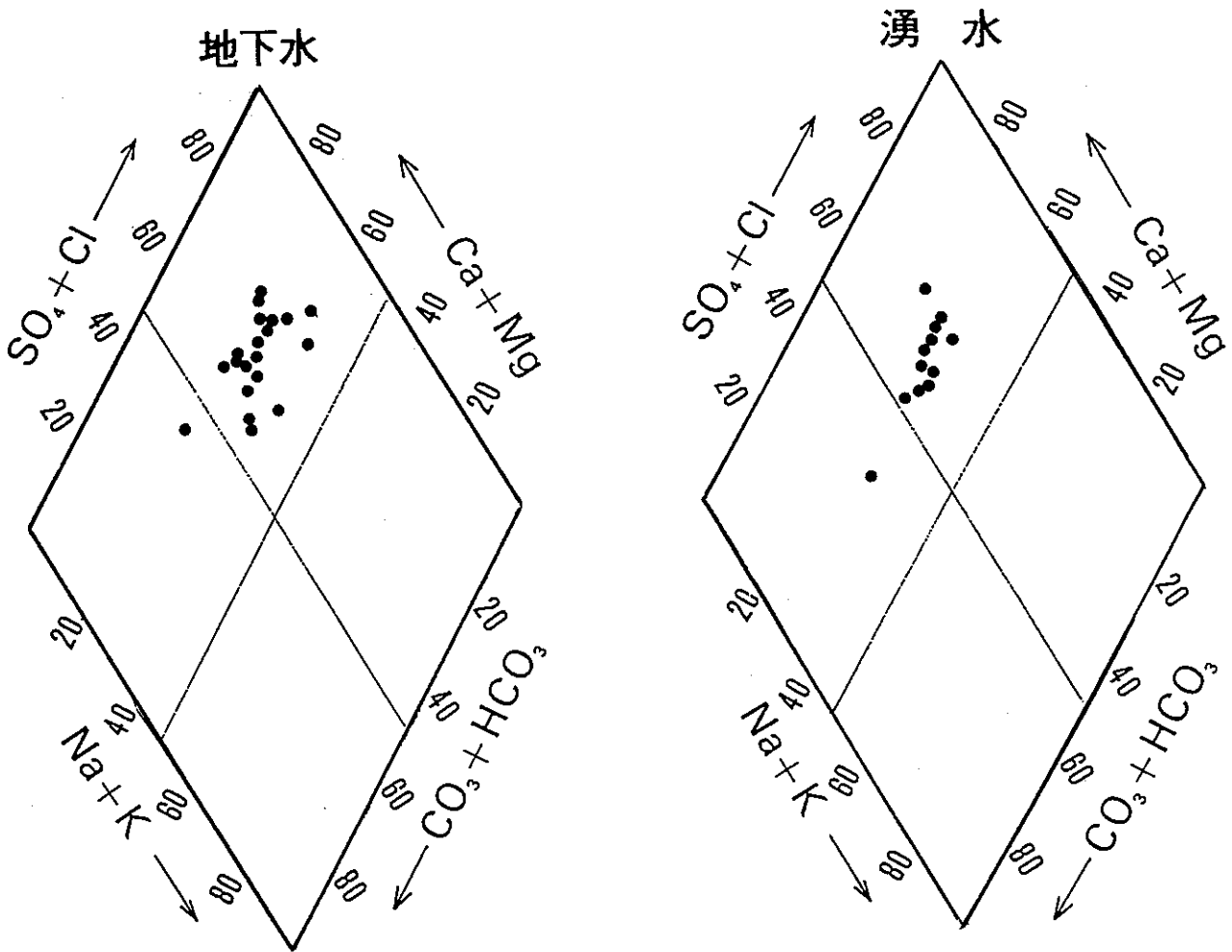


図2 キーダイヤグラム
SO₄+CL系の中にNO₃も含む。

に示す。町田地区の、トリクロロエチレン (TCE) による汚染調査結果²⁾によれば、地下水はNo.2からNo.4の方向に流れているが、図5から分かるように、硝酸性窒素はNo.2よりNo.4で濃度が高く、汚染源の存在場所が複数あると推定される。

4 考 察

青梅地区の井戸の硝酸性窒素による汚染について、前報でも窒素肥料が原因と推測されると報告したが、今回の調査でも、①全域にわたり汚染がみられ、極端な高濃度汚染もみられないこと、②農地面積の増大につれ、濃度が高くなる傾向にあり、都市化された地域に比べ住宅等も少なく、窒素肥料が主原因と推測される。

また、多摩川左岸の湧水は、青梅地区の地下水と性状はよく似ており、いずれも涵養域内に降った降水が、人

為的影響を受けつつ (地下水) 流出したものと推測される。なお、硝酸性窒素が高濃度検出されている真姿の池、東経大、貫井神社等、国分寺崖線沿いの湧水については、窒素肥料の他、生活排水による汚染も受けている可能性がある。

ST12は、日吉神社の湧水とともに、他の地下水と性状が異なっており、硝酸性窒素濃度も、隣接するST13とともに、周辺の測定点に比べると低い。ST12、13は、土壌中の全窒素含有量及び硝酸性窒素抽出量については、周辺の測定点と同レベルであるが、①茶畑であること、②近傍の地質柱状図によれば、表土が薄く、砂礫層が主となっている。硝酸性窒素が低い原因として①茶は、硝酸性窒素の吸収効率が良い等、栽培作物による相違があること②砂礫層は、平常時の硝酸性窒素の地層中の存在量が少ないこと、が考えられる。

表 2 土壌中の窒素

1994年6. 7月					1995年1月			
ST	T-N	NO3-N	NO2-N	NH3-N	T-N	NO3-N	NO2-N	NH3-N
		$\mu\text{g/g}$				$\mu\text{g/g}$		
1	2400	130	<0.02	<0.02	1800	46	<0.02	<0.02
2					3100	52	<0.02	<0.02
3	2400	90	<0.02	<0.02	2600	76	<0.02	<0.02
4	2050	160	<0.02	<0.02	1300	35	<0.02	<0.02
5	2100	82	<0.02	<0.02	520	57	<0.02	<0.02
6	3700	140	<0.02	<0.02	2600	130	<0.02	<0.02
7	2300	290	<0.02	<0.02	2900	2000	<0.02	<0.02
8					2500	43	<0.02	<0.02
9	2700	74	<0.02	<0.02		61	<0.02	<0.02
10	1100	460	<0.02	<0.02	1600	80	<0.02	<0.02
11					6200	460	<0.02	<0.02
12	3100	120	<0.02	<0.02	3500	62	<0.02	<0.02
13	2900	130	<0.02	<0.02	2900	100	<0.02	<0.02
14	2200	94	<0.02	<0.02	2200	52	<0.02	<0.02
15	2500	170	<0.02	<0.02				
16	2300	44	<0.02	<0.02		13	<0.02	<0.02
19	2400	140	<0.02	<0.02		45	<0.02	<0.02
20						29	<0.02	<0.02

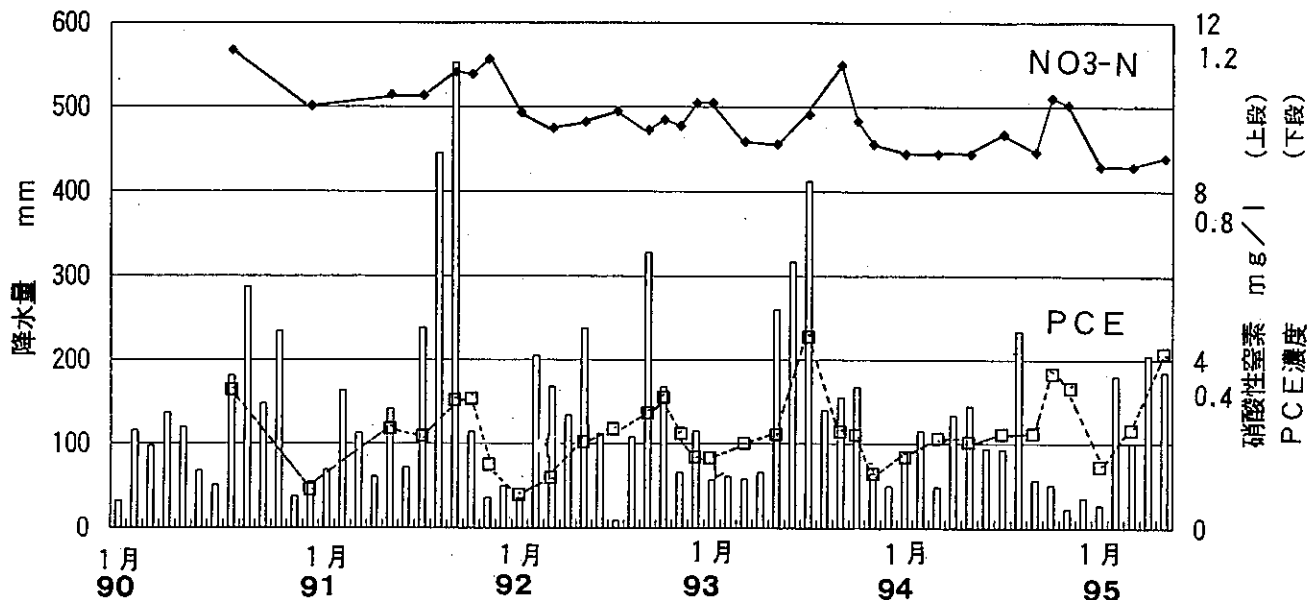


図 3 地下水汚染と降水量
(東久留米地区 No.10)

これらについては、今後、検討を進める必要があるが、硝酸性窒素は、水に溶けやすく、供給源である土壌中の全窒素含有量が十分多いため、地下水中の濃度は、図 3、

図 4 から分かるように、有機塩素系溶剤と比べると安定しており、地層中の存在量と平衡状態にあるようにみえる。

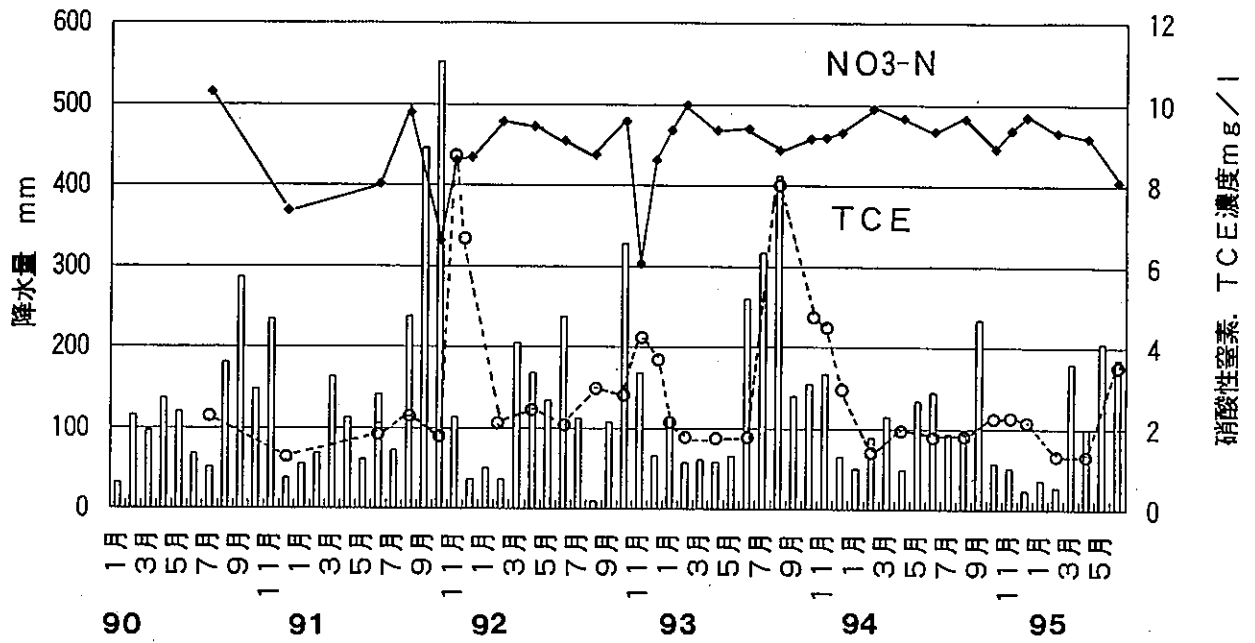


図4 地下水汚染と降水量
(町田地区 No. 2)

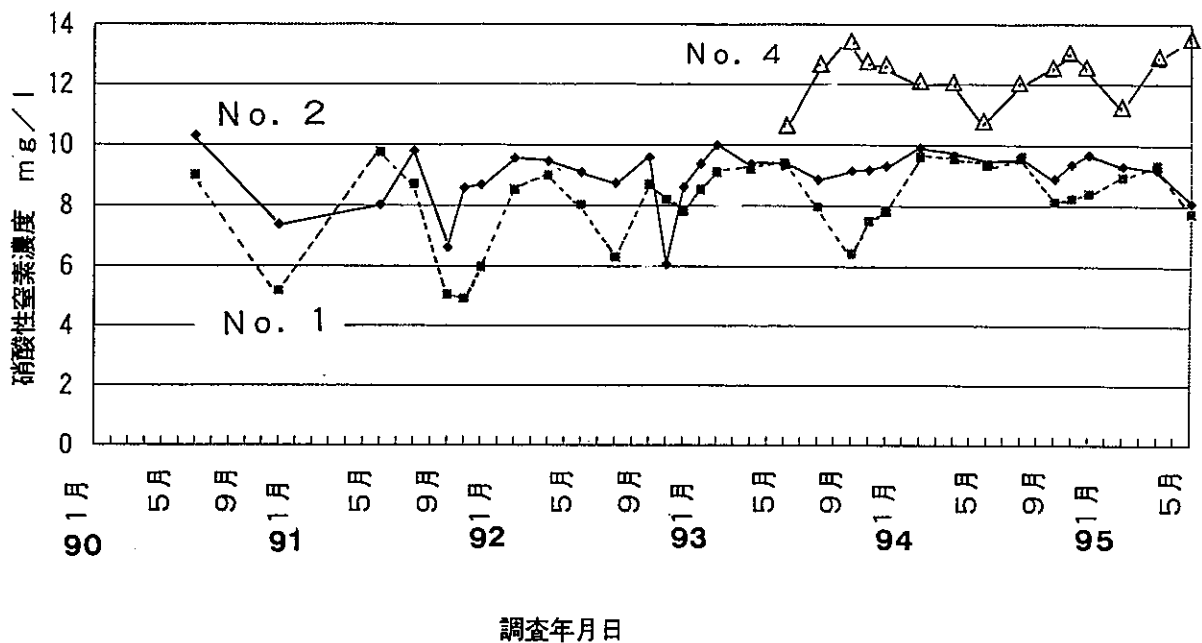


図5 硝酸性窒素の地下水汚染
(町田地区)

ただし、前報でも報告したように、月間降水量が多いときは、町田地区は浸透水の帯水層への急激な流出により、硝酸性窒素濃度の希釈がみられるのに対し、東久留

米地区は汚染濃度の高い他所の地下水の流入による濃度の上昇現象がみられ、その挙動は異なる。また図5に、町田地区のNo.2と近傍の井戸の硝酸性窒素の測定結果

を示す。図5から分かるように、硝酸性窒素濃度は、No.1はNo.2と同程度であり、No.4は、やや高くなっている。一方、No.2は図4から分かるようにTCEで汚染されているが、No.1、No.4はほとんど汚染がみられない井戸である。このような事例からみても、硝酸性窒素による汚染は、有機塩素系化合物のような特定汚染源による点汚染ではなく、非特定汚染源による面汚染であることが分かる。

5 まとめ

今回の調査結果をまとめると、次のようになる。

(1) 青梅地区の井戸の地下水の硝酸性窒素の汚染源としては、窒素肥料による面的汚染が主原因と推定される。ただし、局所的に低濃度の井戸もあり、栽培作物や土地条件が影響している可能性があるが原因は不明である。

(2) 多摩川左岸の段丘崖下の湧水は、青梅地区の地下水と同様に人為的な影響の見られる、似た性状の水質である。しかし、硝酸性窒素の汚染源としては、土地の利用状況からみて、地域によっては、窒素肥料だけでなく、生活排水等による広範な汚染の可能性もある。

(3) 町田地区の硝酸性窒素による地下水汚染は、有機塩素系化合物のような特定の汚染源による汚染ではなく、非特定汚染源による面汚染であることが分かる。

なお、今後、土地利用状況別の地下水の水質調査などを実施することにより、硝酸性窒素の汚染源の解明等を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 渡辺 正子 : 硝酸性窒素による地下水汚染について、東京都環境科学研究所年報1994, 91-95.
- 2) 渡辺 正子 : 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, p87-89.