

## 札幌市における地下水の概況について(第1報)

### The General Conditions of Ground Water in Sapporo City. (I)

佐藤 稔 大谷 倫子 吉田 俊一 浦嶋 幸雄  
浅井 建爾 青木 襄 高杉 信男

Minoru Sato, Tomoko Ohtani, Shun-ichi Yoshida,  
Yukiko Urashima, Kenji Asai, Minoru Aoki  
and Nobuo Takasugi

当研究所に検査依頼のあった最近5年間の深層水の代表例について、衛生化学上の一般項目の分析結果を集計したところ、平均値で北部泥炭地地下水群の色度が厚生省令による水質基準をわずかに超えていたが、全体としては極めて良好な水質であった。

#### 1 緒 言

札幌市は、豊平川によって運搬された砂礫が厚く堆積して形成された沖積層扇状地を中心に発展してきた街で、帯水層の発達が良好でかつ地下水かん養条件が非常にすぐれており、その水質も良質であったが、近年、都市化の進展に伴い、水源をより下層に求めなければならず、また、水質も悪化が懸念されるすう勢にある。

一方、本市の上水道普及率は、昭和57年10月1日現在で、給水区域内人口(行政区域内人口の約93%)に対する比が94.9%であるが地下水利用者も決して少くはない。

そして、同じ57年の西友食中毒事件は、深井戸の地下水汚染が原因とみられる、我国未曾有のものであって極めて貴重な教訓である。

その地下水の衛生化学的な実態については、既に、札幌経済協議会<sup>1),2)</sup>や北海道立衛生研究所<sup>3),4),5)</sup>ほか<sup>6)</sup>において、広汎かつ詳細な研究が行われている。

我々も、当研究所へ過去5年間、定期的に依頼のあった地下水の水質検査成績のなかから、深井

戸の代表試料を選び出し、「札幌経済協議会の提唱した地下水群分類<sup>1)</sup>」に準拠して分類したうえで、それを衛生化学的観点から総論的にまとめたので報告する。

#### 2 方 法

##### 2-1 対象地点の選定と分類

昭和53年1月から57年12月までの5年間、おおむね年6回以上定期的に依頼のあった検体のうち、地下水を飲料水の水源としている団地等の上水供給施設や病院等の自家用の井戸を選定したうえで、さらに、地下水群相互を関連づけるために、次のとおり「札幌経済協議会の提唱した地下水群分類」に準じて分類し、それぞれの深井戸ごとの合計33地点を対象とした。

- ① 豊平川扇状地地下水群  
(井深 50~120 m, 11地点, 360例)
- ② 北部泥炭地地下水群  
(井深 100~200 m, 9地点, 324例)
- ③ 東部台地地下水群  
(井深 70~260 m, 10地点, 404例)

表1 札幌周辺における地盤

	台地〔東部〕		扇状地		低地帯〔北部泥炭地〕		
	月寒	野幌	豊平川	発寒川	西部	北部	東部
沖積層	欠	欠	砂礫層	同左	主として砂層	泥炭・シルト	主として泥炭
上部 洪積層	月寒火山灰層 厚別砂礫層 支笏火山噴出物	同左	約30m 以浅, 砂礫層	同左	約30m以 浅,主と して砂層	約30m以 浅,主と してシルト層	同左
中・下部 洪積層	礫・砂・シルト 互層	同左	同左	同左	同左	同左	同左
鮮新層	西野層 (砂岩・ シルト岩)	?	?	約70m以 深, 西野層 (砂岩)	約100m 以深, 砂層	最浅部15 mの潜丘, 礫・砂・シ ルト互層	150m以 深, 礫・ 砂・シル ト互層
基盤岩	集塊岩・安山岩 ・頁岩	?	?	集塊岩・ 凝灰岩・ 泥岩	?	?	?

( )内は筆者のそう入である。

#### ④ 発寒川扇状地地下水群

(井深 35~43m, 3地点, 20例)

ただし、西部山麓地地下水群には該当する対象が得られなかったので省略した。

なお、山口ら<sup>6)</sup>によると、札幌周辺の地盤は表1のとおりであるという。

それぞれの対象地点を、図1に示す。

#### 2-2 分析項目

分析項目は、一般業務として行っている化学検査項目(色度、濁度、pH値、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、塩素イオン、過マンガン酸カリウム消費量、鉄)の7項目とし、分析方法はすべて上水試験法に準じて行った。

### 3 結果と考察

分析成績を表2に示す。

総じて、札幌市の深部帯水層の地下水の水質は極めて良好であった。すなわち、平均値について、厚生省令に基づく水質基準(以下、「水質基準」)

を超えたものは、色度がわずかに北部泥炭地地下水群(以下、地下水群表現を省略)にみられたのみであり、以下最大値についても、水質基準オーバーが色度の東部台地、濁度の東部台地ほか、また鉄の北部泥炭地ほかに見られた以外は、すべての、化学分析値がいずれも水質基準内であって、特に塩素イオン含有量は水質基準の15%以下にすぎなかった。

#### 3-1 分析項目別について

##### ① 色度

特徴的に、おしなべて北部泥炭地のみ分析値が高く、平均値について、それが7度、また9地点中6地点(67%)でそれが水質基準(5度以下)を超え、更に一部の地点では、その基準オーバーが2倍に達するなど着色の程度は極めて高かった。

しかし、それ以外の地点では、東部台地の一地点のみに若干の高い値を認めただけは、いずれの地点においてもほとんど着色を感じなかった。

なお、特にその幅の大きい地点の個々の値には

表2 地下水の分析

分類	地点	井深 m	試料数	項目		
				色 度 (度)	濁 度 (度)	pH 値
豊平川扇状地地下水群	1	67	51	3 (2 ~ 5)	0 ( 0 )	7.4 ~ 7.8
	2	50	50	0 ( 0 )	0 ( 0 )	6.6 ~ 7.0
	3	102	15	0 (0 ~ 1)	0 ( 0 )	6.4 ~ 6.8
	4	—	58	0 ( 0 )	0 ( 0 )	6.7 ~ 7.1
	5	120	60	0 (0 ~ 1)	0 ( 0 )	6.4 ~ 7.7
	6	60	17	1 (0 ~ 4)	0 (0 ~ 2)	6.6 ~ 6.9
	7	80	46	0 (0 ~ 1)	0 ( 0 )	6.9 ~ 7.3
	8	70	10	1 (0 ~ 5)	0 (0 ~ 1)	7.0 ~ 7.2
	9	80	22	1 (0 ~ 1)	0 ( 0 )	7.0 ~ 7.3
	10	70	11	0 ( 0 )	0 ( 0 )	6.8 ~ 7.0
	11	70	20	0 ( 0 )	0 ( 0 )	6.6 ~ 8.0
11点	50~120	360例	0.5 (0 ~ 5)	0 (0 ~ 2)	6.4 ~ 8.0	
北部泥炭地地下水群	12	100	26	5 (3 ~ 9)	0 ( 0 )	7.3 ~ 7.7
	13	200	54	4 (3 ~ 6)	0 ( 0 )	7.3 ~ 8.1
	14	180	45	9 (6 ~ 12)	0 ( 0 )	7.5 ~ 8.0
	15	120	40	6 (5 ~ 7)	0 ( 0 )	7.4 ~ 7.8
	16	180	53	10 (7 ~ 14)	0 ( 0 )	7.3 ~ 7.8
	17	—	5	6 (3 ~ 10)	0 ( 0 )	7.6 ~ 7.8
	18	150	45	12 (10 ~ 15)	0 ( 0 )	6.6 ~ 8.2
	19	197	10	6 (5 ~ 8)	0 (0 ~ 1)	7.6 ~ 8.0
	20	200	46	2 (0 ~ 4)	0 ( 0 )	7.1 ~ 8.2
	9点	100~200	324例	7 (0 ~ 15)	0 (0 ~ 1)	6.6 ~ 8.2
東部台地地下水群	21	200	52	4 (3 ~ 8)	0 (0 ~ 3)	6.9 ~ 7.3
	22	260	25	1 (0 ~ 2)	0 ( 0 )	6.8 ~ 8.2
	23	200	23	2 (1 ~ 4)	0 ( 0 )	7.2 ~ 8.0
	24	70	5	0.4 (0 ~ 2)	0 ( 0 )	7.2 ~ 7.3
	25	213	58	0 ( 0 )	0 ( 0 )	7.1 ~ 7.4
	26	170	57	0 ( 0 )	0 ( 0 )	7.2 ~ 7.5
	27	150	50	0 (0 ~ 1)	0 ( 0 )	7.2 ~ 7.5
	28	110	58	0 ( 0 )	0 ( 0 )	7.0 ~ 7.4
	29	120	59	0 (0 ~ 1)	0 ( 0 )	7.0 ~ 7.6
	30	—	11	0 ( 0 )	0 ( 0 )	6.8 ~ 7.0
	10点	70~260	404例	0.7 (0 ~ 8)	0 (0 ~ 3)	6.8 ~ 8.2
発地寒地川下扇状群	31	35	10	1 (0 ~ 3)	0 ( 0 )	6.3 ~ 6.8
	32	38	5	0.4 (0 ~ 2)	0.2 (0 ~ 1)	6.4 ~ 7.0
	33	43	5	2 (0 ~ 5)	1 (0 ~ 3)	5.9 ~ 6.9
	3点	35~43	20例	1 (0 ~ 5)	0.4 (0 ~ 3)	5.9 ~ 7.0

(注) 分析値は平均を, ( ) 内はその最小~最大幅を示す。 \* 未集計

成績（昭和53～57年）

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 (mg/l)	塩素イオン (mg/l)	過マンガン酸カリウム消費量 (mg/l)	鉄 (mg/l)
0.0 ( 0.0 )	16.5 (14.7～17.1)	0.9 ( 0.5～1.3 )	0.00 ( 0.00 )
4.9 ( 4.5～5.4 )	22.3 (21.2～23.5)	0.6 ( 0.1～1.0 )	0.01 (0.00～0.01)
7.0 ( 6.1～8.1 )	27.2 (26.1～28.2)	0.4 ( 0.2～0.9 )	0.03 (0.00～0.04)
3.9 ( 3.7～4.4 )	19.8 (18.8～20.7)	0.5 ( 0.2～0.8 )	0.00 ( 0.00 )
2.4 ( 2.0～2.7 )	12.9 (11.6～13.7)	0.5 ( 0.0～0.9 )	0.00 ( 0.00 )
2.2 ( 1.5～2.6 )	20.2 (18.4～21.5)	0.1 ( 0.0～2.5 )	0.06 (0.00～0.21)
3.1 ( 2.7～3.5 )	19.9 (18.5～20.8)	0.4 ( 0.0～0.7 )	0.00 ( 0.00 )
6.1 ( 5.8～6.5 )	24.5 (24.3～24.8)	0.4 ( 0.0～0.8 )	0.12 (0.00～0.28)
5.6 ( 5.0～6.0 )	22.4 (18.6～23.9)	0.5 ( 0.1～0.9 )	0.00 (0.00～0.03)
8.0 ( 7.9～8.1 )	26.2 (25.3～27.1)	0.5 ( 0.0～1.4 )	0.00 ( 0.00 )
1.5 ( 1.3～1.7 )	17.8 (14.3～19.0)	0.3 ( 0.0～0.6 )	0.00 ( 0.00 )
4.1 ( 0.0～8.1 )	20.9 (11.6～28.2)	0.5 ( 0.0～2.5 )	0.02 (0.00～0.28)
0.0 ( 0.0 )	12.9 ( 9.0～13.9 )	2.0 ( 1.7～2.2 )	0.23 (0.20～0.25)
0.0 ( 0.0 )	10.1 ( 8.4～13.7 )	3.1 ( 2.0～3.8 )	0.00 (0.00～0.01)
0.0 ( 0.0～0.1 )	109※ (106～113)※	4.7 ( 4.2～5.4 )	0.07 (0.04～0.11)
0.0 ( 0.0～0.2 )	8.6 ( 7.6～11.2 )	2.2 ( 1.9～2.4 )	0.04 (0.01～0.05)
0.0 ( 0.0 )	11.1 ( 9.5～14.0 )	1.0 ( 0.4～1.7 )	0.53 (0.52～0.53)
0.0 ( 0.0 )	8.5 ( 7.8～9.3 )	2.0 ( 1.7～2.5 )	0.00 ( 0.00 )
0.0 ( 0.0～0.1 )	7.8 ( 7.4～8.2 )	5.0 ( 4.8～5.8 )	0.01 (0.01～0.02)
0.0 ( 0.0～0.2 )	8.1 ( 7.5～9.3 )	5.7 ( 4.9～6.1 )	0.15 (0.12～0.18)
0.1 ( 0.0～0.2 )	8.0 ( 7.5～8.7 )	1.9 ( 1.5～2.2 )	0.01 (0.00～0.03)
0.0 ( 0.0～0.2 )	9.4 ( 7.4～14.0 )	3.1 ( 0.4～6.1 )	0.12 (0.00～0.53)
0.1 ( 0.0～0.1 )	9.8 ( 9.1～10.6 )	1.1 ( 0.5～1.6 )	0.16 (0.11～0.21)
0.0 ( 0.0 )	12.5 ( 7.8～21.7 )	1.3 ( 1.1～1.8 )	0.00 (0.00～0.01)
0.2 ( 0.1～0.3 )	8.2 ( 7.6～8.7 )	1.7 ( 0.6～2.4 )	0.02 (0.01～0.02)
0.0 ( 0.0 )	7.9 ( 7.4～8.2 )	0.2 ( 0.0～0.7 )	0.00 ( 0.00 )
0.1 ( 0.1 )	7.5 ( 7.4～7.7 )	0.7 ( 0.4～1.0 )	0.02 (0.00～0.06)
0.4 ( 0.2～0.6 )	9.3 ( 8.7～9.8 )	0.4 ( 0.0～0.7 )	0.00 ( 0.00 )
0.1 ( 0.0～0.1 )	8.2 ( 7.6～9.1 )	0.5 ( 0.1～0.9 )	0.00 ( 0.00 )
0.1 ( 0.1 )	8.6 ( 8.4～8.9 )	0.3 ( 0.0～0.8 )	0.00 ( 0.00 )
0.4 ( 0.1～0.5 )	13.3 (11.9～14.6)	0.5 ( 0.2～0.9 )	0.00 (0.00～0.01)
0.4 ( 0.3～0.5 )	13.2 (12.7～14.6)	1.0 ( 0.9～1.2 )	0.00 ( 0.00 )
0.2 ( 0.0～0.6 )	9.9 ( 7.4～21.7 )	0.8 ( 0.0～2.4 )	0.02 (0.00～0.21)
6.0 ( 5.7～6.3 )	26.3 (22.6～30.1)	0.5 ( 0.0～1.2 )	0.00 ( 0.00 )
8.6 ( 7.5～9.4 )	26.7 (26.3～27.3)	0.5 ( 0.1～0.9 )	0.00 ( 0.00 )
0.5 ( 0.4～0.6 )	8.0 ( 7.8～14.4 )	0.6 ( 0.0～1.8 )	0.14 (0.00～0.32)
5.0 ( 0.4～9.4 )	20.3 ( 7.8～30.1 )	0.5 ( 0.0～1.8 )	0.05 (0.00～0.32)

わずかのバラツキがみられたが、最頻値はほぼ特定されたので、経年、季節別変動は認め難かった。

② 濁度

4地下水群の各地点のいずれにもほとんど濁りが認められず、最大値でもわずかに東部台地及び発寒川扇状地の各1地点で水質基準（2度以下）を超える3度のものが認められたにとどまり、いずれも極めて清澄であった。

③ pH値

全試料について、その幅は5.9～8.2とほぼ中性であり、すべて水質基準（5.8～8.6）内であって、良質な飲料水と認められる。

ただ、印象的に深井戸の北部泥炭地はアルカリ性側に、比較的浅井戸の発寒川扇状地は酸性側に、いずれも若干傾く傾向がみられた。

④ 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下N）

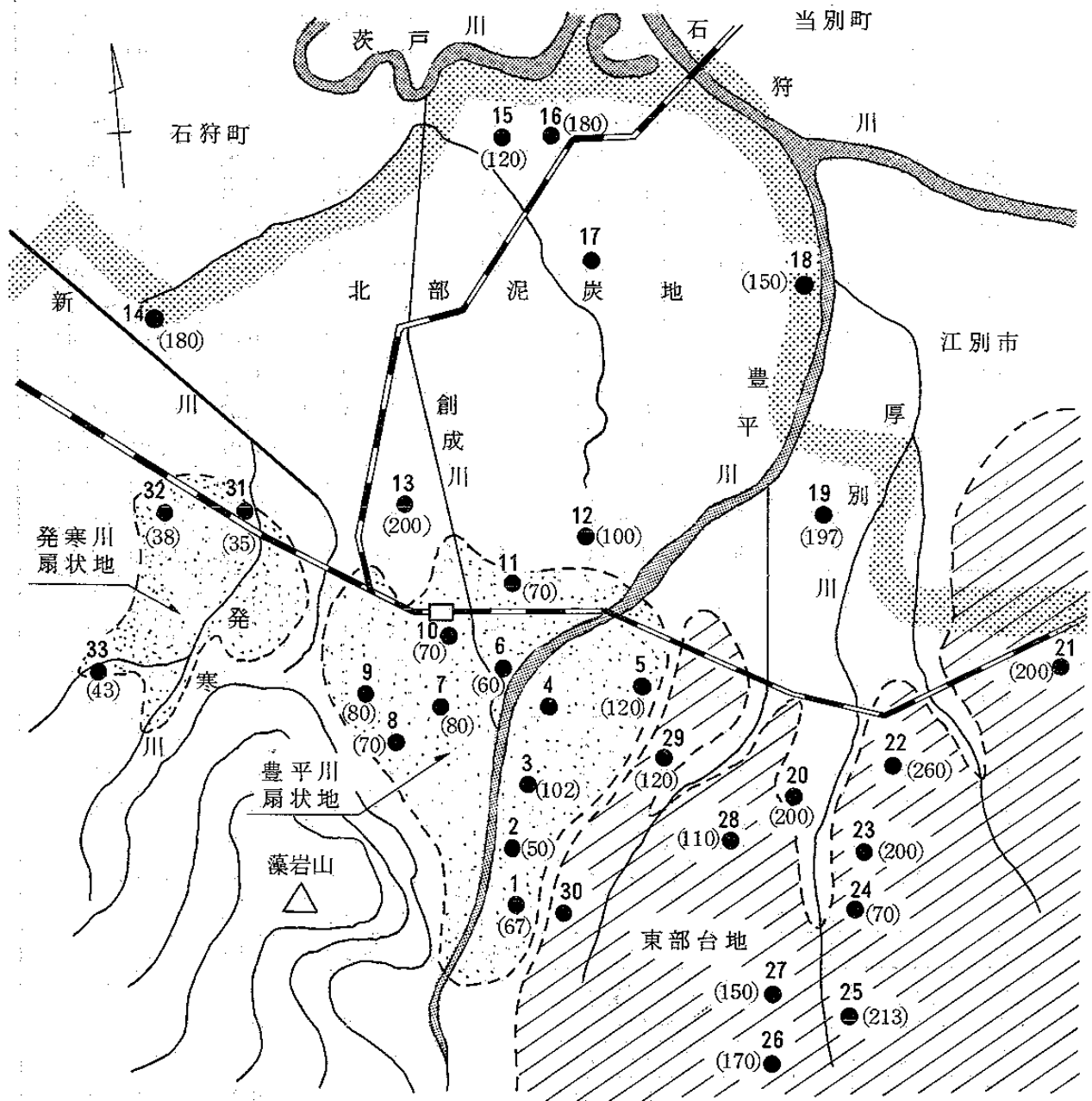


図1 対象地点図（井深 m）

すべての地点について水質基準 (10 mg/l 以下) を超えるものはなかったが、地域性が顕著で、豊平川及び発寒川の両扇状地では高く、平均値がそれぞれ 4.1 mg/l と 5.0 mg/l であったほか、なお、1, 2 の地点においては水質基準に迫るものが見られたのに反して、北部泥炭地及び東部台地ではほとんど検出が認められなかった。

この平均分布を図2に示す。

また、これらの傾向は井上らの報告<sup>1)~3)</sup> とほぼ類似したが、その値は発寒川扇状地のそれを除いておおむね低めであった。これは、採水地点、ストレーナの位置及びサンプリング方法等の相違などのほか、井深の差に起因するものと推定されるが、我々の分析値はその2~3倍程度の深井戸試料によるものである。

なお、経年、季節別変動は、色度と同様であっ

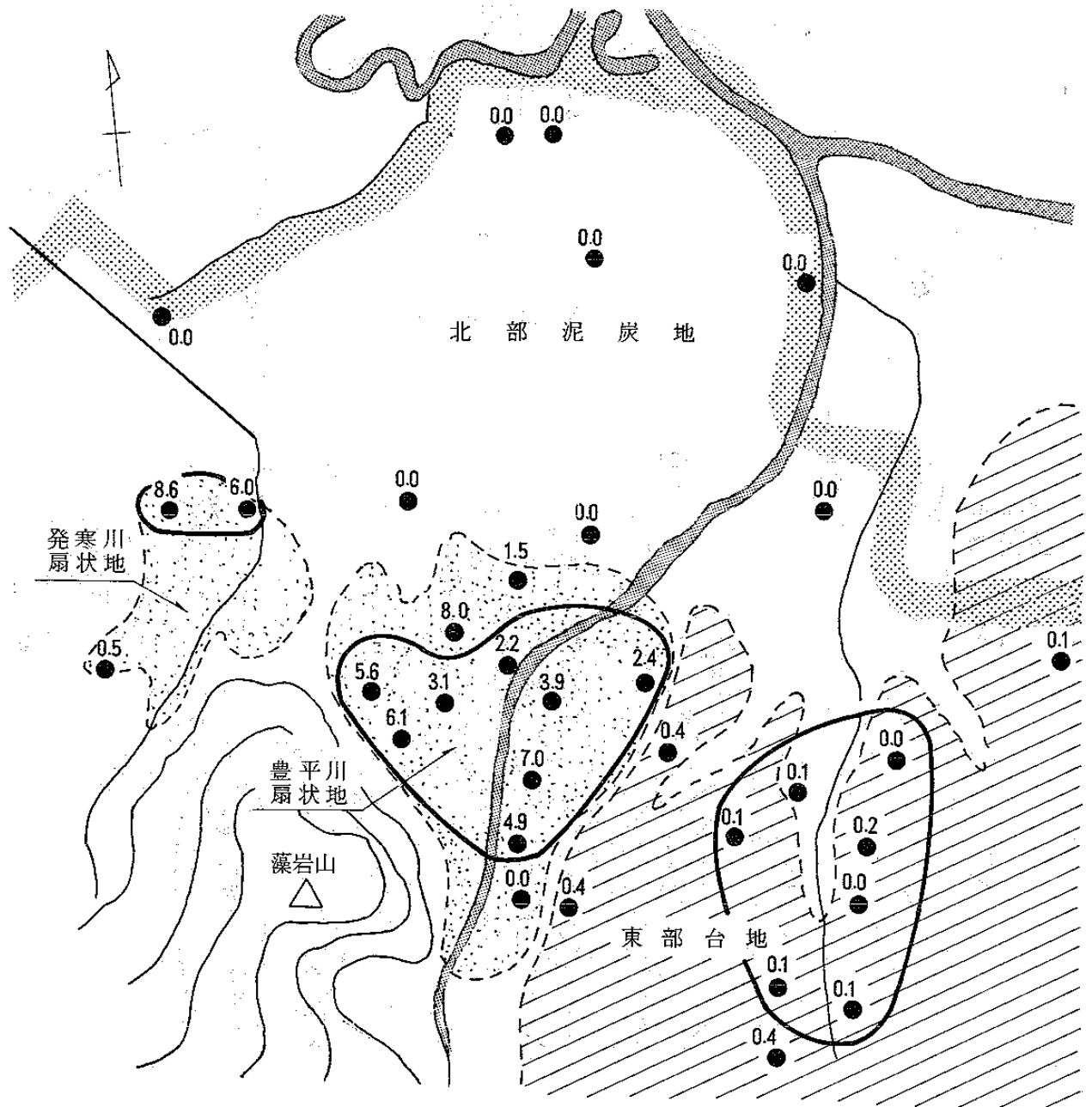


図2 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の平均分布 (mg/l)

て特に認めることはできなかった。

⑤ 塩素イオン (以下  $Cl^-$ )

先のNと並行して同様のグループ性がみられたうえに、地点ごとにもおおむねその傾向があったが、汚染との関連はつまびらかでない。

また、 $Cl^-$ の分析値は水質基準 (200  $mg/l$  以下) を大幅に下回ったうえ、平均値について、豊平川及び発寒川扇状地では20.9  $mg/l$  及び20.3  $mg/l$ 、北

部泥炭地及び東部台地でも9.4及び9.9  $mg/l$  と極めて近接した値であった。

その平均分布を図3に示す。

なお、井上らの報告<sup>1),2)</sup>及び経年、季節別変動もNと同様の所見であった。

⑥ 過マンガン酸カリウム消費量 (以下「COD」)

この項目についても、すべての地点で水質基準を超えるものはなかったが、おおよそ色度と並列

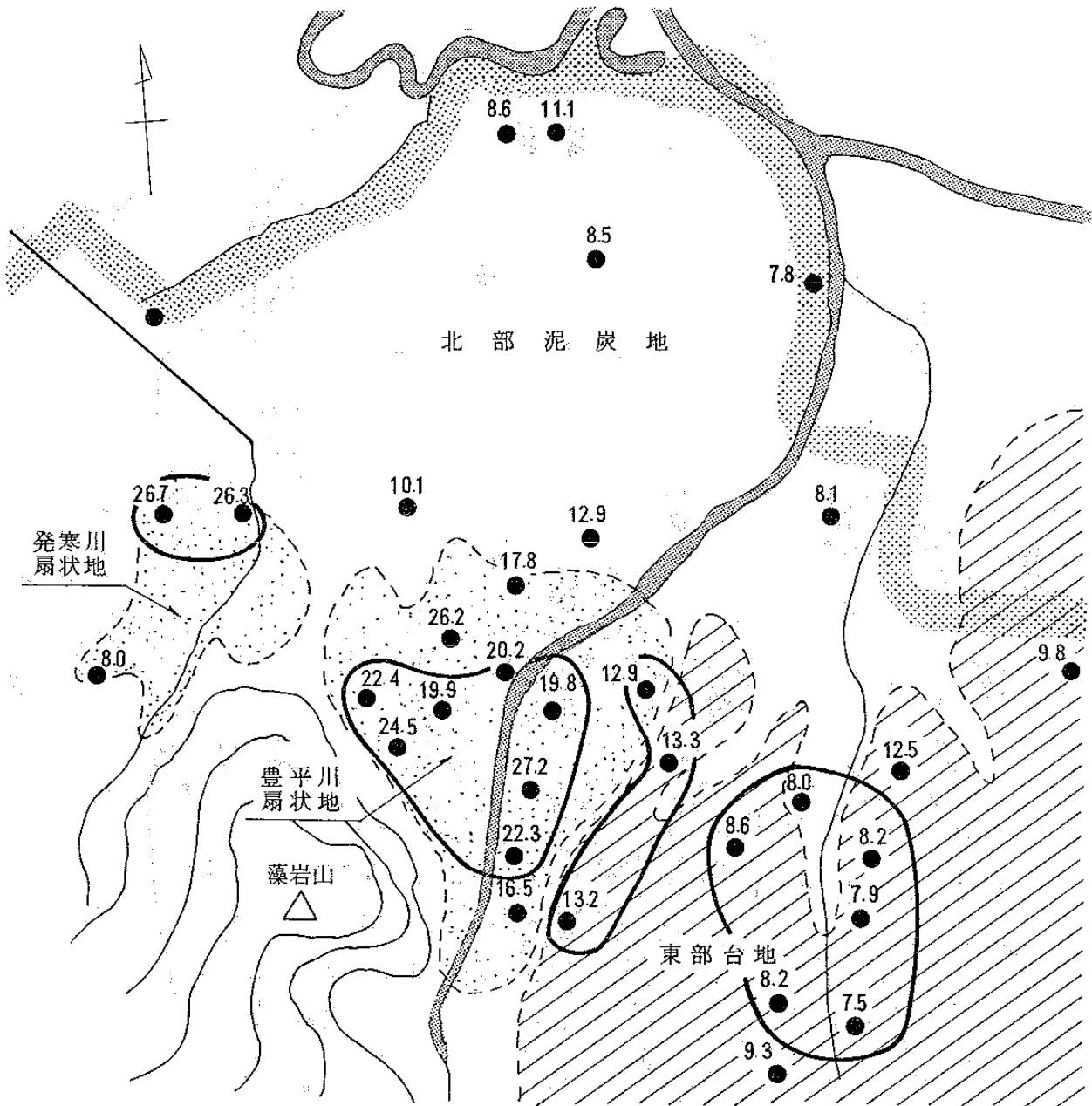


図3 塩素イオンの平均分布 ( $mg/l$ )

に北部泥炭地の値が高く、その他の地域特に両扇状地では僅少であったが、そのヒストグラムは極めてブロードであって、その値を代表することは無理であった。

#### ⑦ 鉄 (以下Fe)

北部泥炭地及び発寒川扇状地の各1点に水質基準を超えるものがあったほかは、ほとんど“カナケ”を認めず、また傾向として色度及びCODの多寡と平行であった。

なお、すべての点でほとんど経年、季節別変動を認めることはなかった。

### 3-2 地下水群別について

#### ① 豊平川扇状地地下水群

札幌市の中心部に当たる地域の地下水群であるが、深層水の水質は極めて良質であった。

すなわち、物理的性状はpH値が6.4～8.0、色度は平均値(最小～最大値)が0.5度(0～5度)、濁度が0度(0～2度)、またFeは0.02 mg/l(0.00～0.28 mg/l)、更に汚染指標物質としてのNは4.1 mg/l(0.0～8.1 mg/l)、Cl<sup>-</sup>は20.9 mg/l(11.6～28.2 mg/l)、CODは0.5 mg/l(0.0～2.5 mg/l)であって、NとCl<sup>-</sup>のみがともに若干高い値を示したに過ぎなかった。

しかし、このことが汚染といかにかかわるかは明らかでないが、この地域の地下水のかん養源となっている豊平川のN及びCl<sup>-</sup>の経年変化が、それぞれ0.53～0.87 mg/lと15.1～19.4 mg/l<sup>7)</sup>と少ないことやこの地域における公共下水道の整備が他の地域よりも早くから行われていて、現在はほとんど水洗化がなされたことなどから、その起源は地質因子に由来するものと考えられる。

#### ② 北部泥炭地地下水群

豊平川扇状地の北部に連なる泥炭・シルトなどからなる広大で平坦な一帯の地下水群であるが、いわゆるフミン酸の影響を直接うけて、4地下水群中最も水質に恵まれなかった。

すなわち、平均値(最小～最大値)で、色度が

7度(0～15度)、Feが0.12 mg/l(0.00～0.53 mg/l)であって、他の成分に水質基準の不適はなかったが、平均値でみた不適率は色度について9地点中6地点の67%にも及び、また、Feについてそれが11%であって、4地下水群中最も不適率が高かった。

なお、液性は16/18地点を除くと7.1～8.2とややアルカリ性側にかたより、CODは他の地下水群より多めの3.1 mg/l(0.4～6.1 mg/l)であって、濁りやNはなく、Cl<sup>-</sup>も9.4 mg/l(7.4～14.0 mg/l)と扇状地地下水群の半量であった。

#### ③ 東部台地地下水群

豊平川扇状地の東部、火山灰層や砂礫層などからなるなだらかな起伏の台地の地下水群であるが、由来、帯水層は一般に深く、また水質も良好なことから、近年地下水を利用した大規模な飲料製造工場が進出している。

pH値は6.8～8.2、色度、濁度、N及びFeなどのいずれもほとんど含まれず、CODも僅小、Cl<sup>-</sup>も起因はともかく北部泥炭地地下水群とほぼ同程度の少ない含有量であった。

#### ④ 発寒川扇状地地下水群

豊平川扇状地の北西部の小区域に、豊平川と同様の地質構造をもつ扇状地の地下水群であって、例数が極端に少ないので特別の考察は不可能であるが、豊平川扇状地地下水群とほぼ同質の地下水群であった。

但し、液性が、5.9～7.0といささか酸性側にかたよっているかのように見られたが、これは単に浅井戸のためかと考えられる。

なお、すべての地下水群について水位やストレーナ位置などが明確でなかったため、その立面分布は求められなかった。

## 4 結 語

札幌市の深層水について過去5年間の依頼検査データのなかから33地点、1,108例を抽出して、衛



生化学上の一般的7項目の集計を行ったところ、極めて良質であった。

一部、北部泥炭地下水群に、いわばフミン酸由来と考えられる水質基準超過がみられたが、その他はほとんど異常値がなかった。

しかし、地下水は人工汚染を含む地球化学的な自然循環の一形態のものなので、今後調査項目を増すなどして、その推移を詳細かつ多角的に監視していきたいと考えている。

## 5 参考文献

### 1) 札幌経済協議会：豊平川扇状地地下水調査

1967年調査報告書、札幌経済協議会、札幌市、1967年

2) 札幌経済協議会：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1968年

3) 札幌経済協議会：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1969年

4) 札幌経済協議会：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1970年

5) 札幌経済協議会：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1971年

6) 札幌経済協議会：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1972年

7) 札幌経済協議会：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1973年

8) 同 上：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1974年

9) 井上ら：札幌市及び周辺地区地下水の水質、北海道立衛生研究所（昭和53年5月）

10) 同 上（第2報）：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1975年

11) 同 上（第3報）：札幌市地下水調査報告書、札幌市、1976年

12) 山口ら：札幌周辺の地盤と地下水、北海道立地下資源調査所（昭和40年3月）

13) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和53～57年度版）

14) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和58～62年度版）

15) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和63～67年度版）

16) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和68～72年度版）

17) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和73～77年度版）

18) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和78～82年度版）

19) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和83～87年度版）

20) 札幌市水道局拡張部：札幌市上水道水量関係・水質試験年報（昭和88～92年度版）