

JNC TN7430 2001-001

# 東濃鉾山における工学材料長期浸漬試験

## —地質環境編—

2001年1月

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-9 Muramatsu, Naka-gun, Ibaraki 319-1194

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute) 2001

2001年1月

東濃鉾山における工学材料長期浸漬試験

—地質環境編—

報告者 濱 克宏

要 旨

地下水中に金属やガラスなどの材料が存在する場合の、地質環境への影響と材料の耐久性を評価する目的で、東濃鉾山坑内の花崗岩岩盤中において、非加熱条件での10年間の埋設試験を実施した。

地下水については、東濃鉾山坑内の試錐孔を利用して、試験期間のうち約1年間にわたり地下水水質の観測を実施した。その結果、観測期間を通じて地下水水質には、材料試験の影響と考えられる有意な変化は認められなかった。

Long-term immersion tests of engineered materials in the Tono Mine  
- Results for geological environment -

Katsuhiro HAMA

## ABSTRACT

The immersion tests of metals and glass materials at ambient temperature (about 18 °C) for 10 years were performed in a gallery at Tono mine to assess durability of these materials contacted with natural groundwater. Hydrochemical monitoring was carried out to understand the influence of dissolved materials on groundwater chemistry. The results showed that groundwater chemistry was constant state during the immersion tests.

## 目 次

1. はじめに	-----1
2. 材料試験の概要	-----1
3. 観測地点	-----1
4. 地下水の採水	-----1
5 地下水の測定・分析	-----2
6. 結果	-----2
参考文献	-----2
付録	

## 1. はじめに

地下水中に金属やガラスなどの材料が存在する場合の、地質環境への影響と材料の耐久性を評価する目的で、東濃鉦山坑内の花崗岩岩盤中において、非加熱条件での10年間の埋設試験を実施した。

地下水については、東濃鉦山坑内の試錐孔を利用して、試験期間のうち約1年間にわたり地下水水質の観測を実施した。本報は、地下水水質の観測結果を中心にとりまとめたものである。

## 2. 試験条件

### 2. 1 金属材料

#### (1) 炭素鋼

- ・試験片：軟鋼S20C (30×30×2t mm) (表1)
- ・温度：約20℃
- ・地下水水質：Na<sup>+</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>型 (表2)
- ・試験場所：東濃鉦山調査坑道本延6m南延坑道 (図1)
- ・試験方法：土岐花崗岩中に掘削した試験孔を利用した浸漬試験
- ・試験期間：1986年12月～1996年12月 (10年間)

#### (2) チタン

- ・試験片：工業用純チタン (30×30×2t mm)
- ・他については上記炭素鋼と同様

### 2. 2 ガラス材料

- ・試験片：ホウケイ酸ガラスを立方体 (10×10×10 mm) および円柱形 (23<sup>φ</sup>×8<sup>t</sup> mm) (表3、図2)
- ・地下水水質：Na<sup>+</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>型 (表4、5)
- ・他については上記炭素鋼と同様

## 3. 観測地点

東濃鉦山調査坑道内の試錐孔からの湧水を対象とした (図3)。

## 4. 地下水の採水

### (1) 観測期間

1989年11月1日～1990年10月26日

### (2) 観測頻度

2週間に1回

### (3) 方法

1リットルポリビンに採取した。ポリビンは硝酸、蒸留水で洗浄した後、現場において地下水で3回共洗いを行った。

## 5. 地下水の測定・分析

## 5. 1 現場測定

地下水の物理化学パラメータ（pH、電気伝導度）は現場において測定した。

### (1) pH

pH標準溶液（pH 4、7、9）を用いて校正したpHメーターを使用した。採取した地下水にpH電極を浸し、指示値を読み取った。

### (2) 電気伝導度

塩化カリウム水溶液を用いて動作確認を行った電気伝導度計を使用した。採取した地下水に電気伝導度電極を浸し、指示値を読み取った。

## 5. 2 室内分析

地下水中の主要化学成分濃度は、東濃地科学センター分析室において測定した。

### (1) アルカリ度

滴定法によりアルカリ度を測定した。地下水の一定容（100ミリリットル）を分取した後、濃度を標定した硫酸を滴下し、pH8.3および4.3になるまでに加えた硫酸の容積からアルカリ度を求めた。

### (2) 陰イオン (F, Cl, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

地下水を孔径0.45μmフィルターでろ過後に、イオンクロマトグラフ法により、陰イオン濃度の測定を行った。

### (3) 陽イオンなど (Total Si, Total Fe, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>)

地下水を孔径0.45μmフィルターでろ過後に、Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>については原子吸光法、その他の成分については誘導結合プラズマ発光分光法により定量を行った。

### (4) 分析値の品質管理

取得した分析値の品質は以下の手順で確認した。

- ・総陽イオン当量数と総陰イオン当量数の差
- ・地下水試料測定前後での標準試料の測定

## 6. 結果

### (1) 分析値の品質

今回は分析値の品質を以下の基準で行った（日本分析化学会,1994）。

Σ陰イオンが0~3.0meq/l のとき

Σ陽イオン-Σ陰イオン=±0.2meq/l 以内

全ての試料について、上記の基準を満たす分析値であることを確認した。また、試料測定時に同時に測定した標準試料の測定結果にも異常が認められなかった。

### (2) 地下水の分析結果

材料試験を実施した10年間（1986年12月~1996年12月）のうち、約1年間（1989年11月1日~1990年10月26日）、地下水観測孔において地下水水質の観測を行った。その結果、観測孔において採取された地下水の水質はNa<sup>+</sup>-HCO<sub>3</sub>型であり、観測期間を通じて材料試験の影響と考えられる有意な変化は認められなかった。

## 参考文献

- 1) 日本分析化学会北海道支部(1994)：水の分析－第4版－，化学同人.



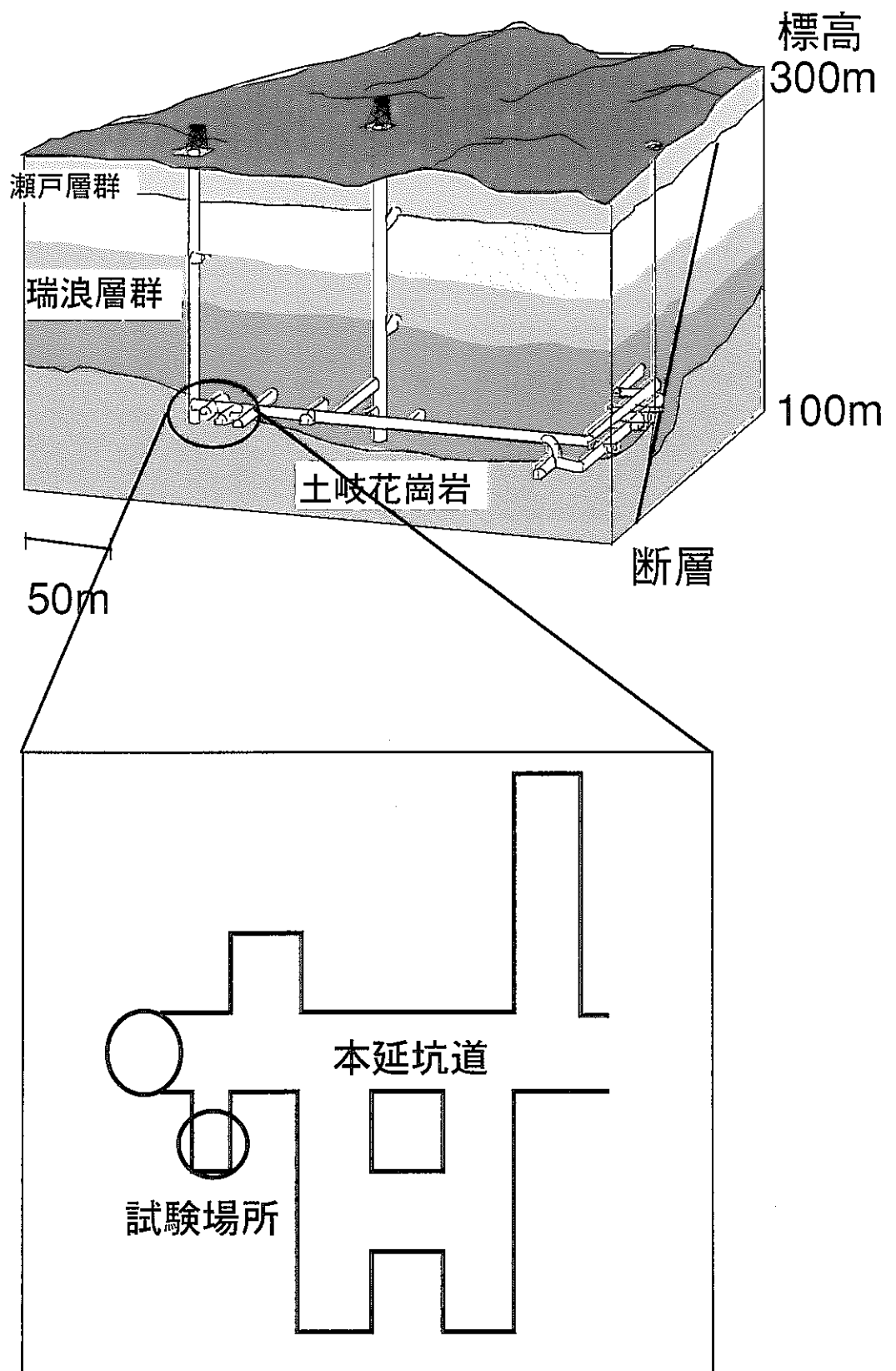


図 1. 材料試験実施場所

表1 S20C炭素鋼の組成 (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
0.2	0.2	0.43	0.022	0.016	0.02	0.02	0.04

表2 試験孔から採取した地下水の水質  
(金属材料)

成分	濃度 (ppm)
pH	9.4 (試料回収時)
Eh	360mV (試料回収時)
Na	47.5~48.9
Mg	<0.1
Al	<0.2~ 0.3
Si	4.8~ 5.6
K	<0.3~1.1
Ca	1.9~2.4
Fe	<0.2
F <sup>-</sup>	7.4~7.9
Cl <sup>-</sup>	0.7~2.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<0.4~0.5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<0.4~0.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	100~106

表3 ホウケイ酸ガラスの化学組成

化学成分	wt. %	化学成分	wt. %
SiO <sub>2</sub>	46.60	MnO <sub>2</sub>	0.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00	RuO <sub>2</sub>	0.74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.04	Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.14
CaO	3.00	PdO	0.35
Na <sub>2</sub> O	10.00	Ag <sub>2</sub> O	0.02
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.20	CdO	0.02
Li <sub>2</sub> O	3.00	SnO <sub>2</sub>	0.02
ZnO	3.00	SeO <sub>2</sub>	0.02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.30	TeO <sub>2</sub>	0.19
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.18
NiO	0.23	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.42
Rb <sub>2</sub> O	0.11	CeO <sub>2</sub>	3.34
Cs <sub>2</sub> O	0.75	Pr <sub>8</sub> O <sub>11</sub>	0.42
SrO	0.30	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.38
BaO	0.49	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.29
ZrO <sub>2</sub>	1.46	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05
MoO <sub>3</sub>	1.45	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02

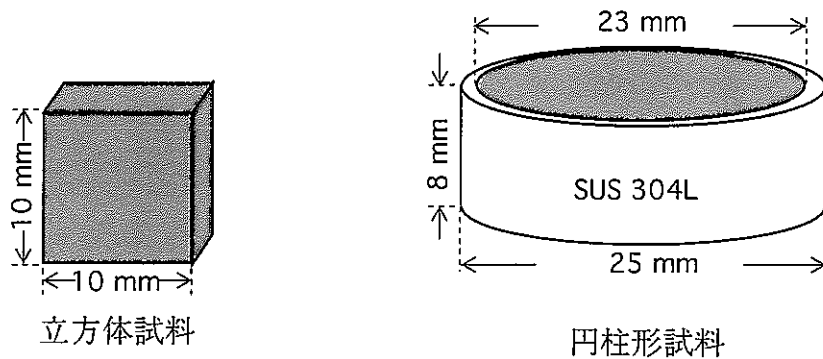


図2 試験試料の形状

表4 試験開始時の試験孔内の地下水水質  
(ガラス材料)

成分	濃度 (g/m <sup>3</sup> )	成分	濃度 (g/m <sup>3</sup> )
Na <sup>+</sup>	46.8	F <sup>-</sup>	8.7
K <sup>+</sup>	0.32	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.07
Ca <sup>2+</sup>	2.04	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	90
Mg <sup>2+</sup>	0.04	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	11
Fe <sup>2+</sup>	0.024	Si	6.5
Al <sup>3+</sup>	1.2	B	0.3
Cl <sup>-</sup>	1.0	全鉄	0.12
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.7	溶存酸素	0.44~1.73

pH:8.9-9.1, Eh:+382-+536 mV vs SHE

表5 試験終了時の試験孔内の地下水水質  
(ガラス材料)

成分	濃度 (g/m <sup>3</sup> )	成分	濃度 (g/m <sup>3</sup> )
Na <sup>+</sup>	48.7	F <sup>-</sup>	7.8
K <sup>+</sup>	1.1	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	—
Ca <sup>2+</sup>	2.0	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	103
Mg <sup>2+</sup>	<0.1	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	—
Fe <sup>2+</sup>	—	Si	5.5
Al <sup>3+</sup>	0.3	B	—
Cl <sup>-</sup>	1.6	全鉄	<0.2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.4	溶存酸素	—

pH:8.9-9.3, Eh:+297-+335 mV vs SHE

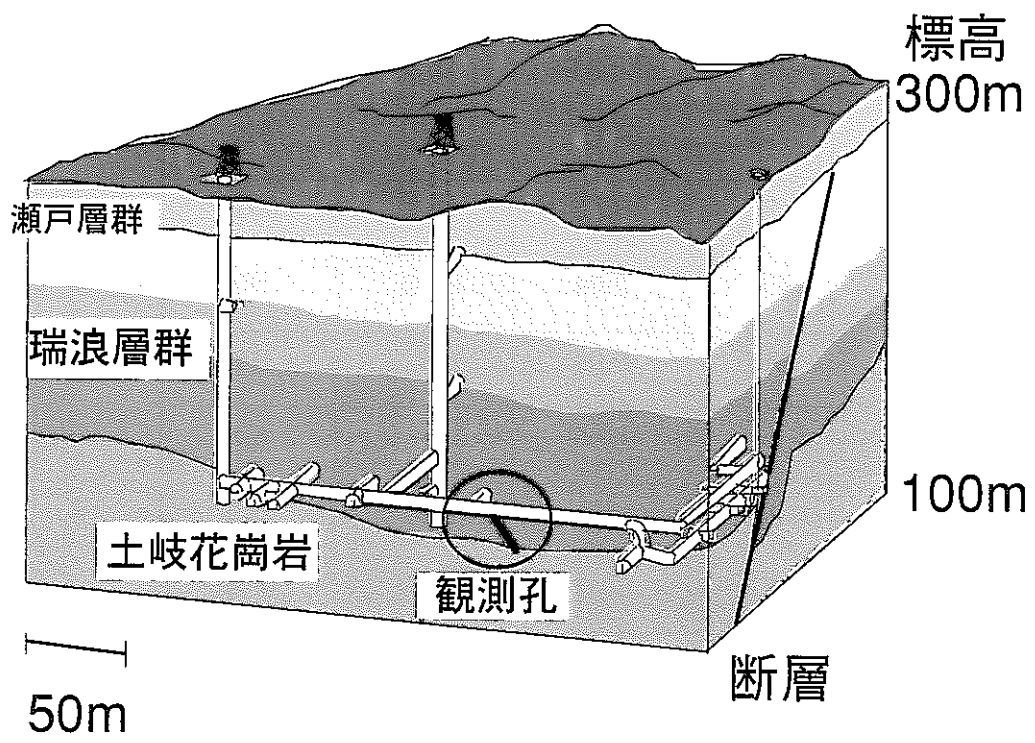


図3. 水質観測位置

表 6. 地下水水質觀測結果

採水日 (yyymmdd)	pH	COND ( $\mu$ S/cm)	Si (ppm)	Mg <sup>2+</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)	F <sup>-</sup> (ppm)	Cl <sup>-</sup> (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)
891101	8.0	150	9.0	0.1	7.0	35.0	0.4	4.1	1.2	2.0	<1	100
891120	8.8	150	9.2	0.1	7.1	35.0	0.4	4.1	1.2	2.8	11	78
891212	8.6	158	9.3	0.1	6.5	36.0	0.3	4.0	1.2	1.7	9	80
891227	8.3	173	9.4	0.1	6.4	34.0	0.3	3.9	1.1	1.6	<1	104
900105	8.3	182	9.5	0.1	6.7	34.0	0.3	4.0	1.1	1.4	<1	104
900119	8.4	182	9.4	0.1	6.7	35.0	0.3	3.9	1.1	1.2	<1	104
900126	8.2	182	9.4	0.1	6.6	34.0	0.3	3.9	1.1	1.1	<1	106
900202	8.5	185	9.4	0.1	6.5	34.0	0.3	3.7	1.0	1.0	<1	97
900209	8.4	184	9.3	0.1	6.5	34.0	0.3	3.7	1.0	1.0	<1	104
900215	8.3	184	9.4	0.1	6.4	34.0	0.3	3.8	1.0	0.9	<1	103
900223	8.3	184	9.3	0.1	6.4	35.0	0.3	3.7	1.0	1.0	<1	103
900308	8.3	183	9.4	0.1	6.4	34.0	0.3	3.8	1.1	0.8	<1	103
900315	8.3	182	9.5	0.1	6.3	34.0	0.3	3.7	1.0	0.8	<1	106
900323	8.4	181	9.3	0.1	6.4	34.0	0.3	3.8	1.1	0.8	<1	107
900330	8.4	183	9.3	0.1	6.3	33.0	0.3	3.8	1.1	0.8	<1	101
900406	8.3	182	9.2	0.1	6.3	36.0	0.3	3.7	1.0	0.7	<1	106
900412	8.3	182	9.4	0.1	6.2	35.0	0.3	3.7	1.0	0.6	<1	104
900419	8.4	182	9.3	0.1	6.4	34.0	0.3	3.7	1.0	0.6	<1	104
900427	8.3	177	9.3	0.1	6.5	35.0	0.3	3.7	1.0	0.7	<1	105
900511	8.3	182	9.4	0.1	6.2	34.0	0.4	3.7	1.1	0.6	<1	104
900518	8.3	183	9.4	0.1	6.1	36.0	0.3	3.7	1.0	0.5	<1	103
900525	8.4	183	9.4	0.1	6.1	35.0	0.4	3.7	1.0	0.5	<1	103
900601	8.1	178	9.5	0.1	6.6	35.0	0.3	3.8	1.1	0.8	<1	104
900622	8.3	178	9.3	0.1	6.7	34.0	0.4	3.7	1.1	0.4	<1	106
900707	8.3	177	9.3	0.1	6.6	35.0	0.3	3.7	1.0	0.4	<1	101
900720	8.2	178	9.3	0.1	6.4	34.0	0.3	3.7	1.0	0.4	<1	104
900803	8.8	178	9.3	0.1	6.6	34.0	0.3	3.7	1.0	0.3	9	88
900824	9.0	178	8.9	0.1	6.5	34.0	0.3	3.7	1.0	0.3	8	93
900914	8.5	178	9.4	0.1	6.5	33.0	0.3	3.7	1.0	0.3	5	95
901019	8.7	178	9.3	0.1	6.7	34.0	0.3	3.7	1.0	0.3	6	95
901026	8.7	178	9.3	0.1	6.4	34.0	0.3	3.7	1.0	0.3	6	92

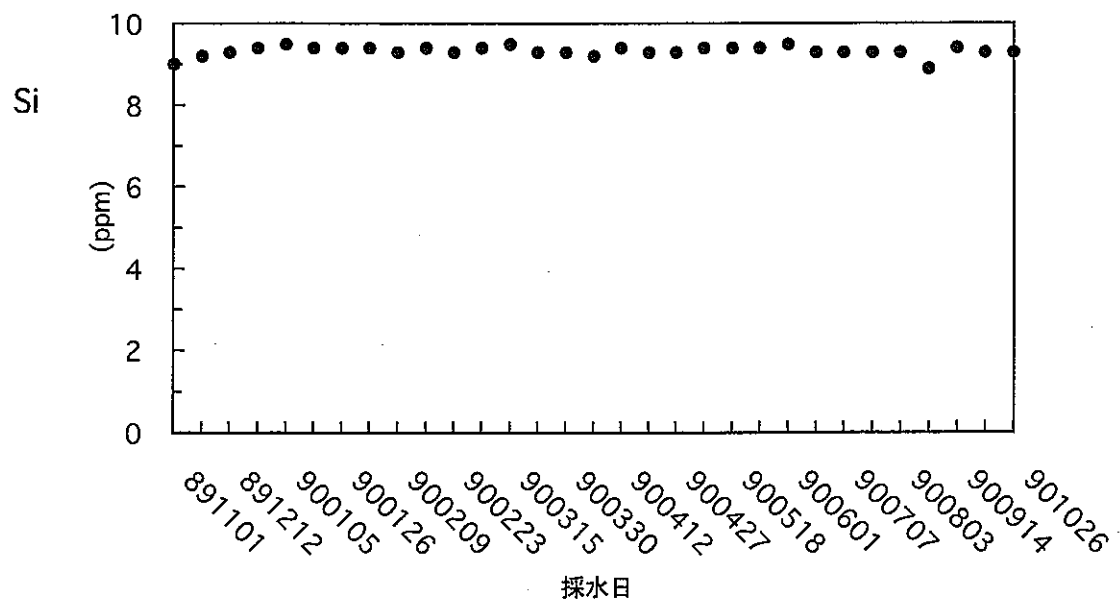
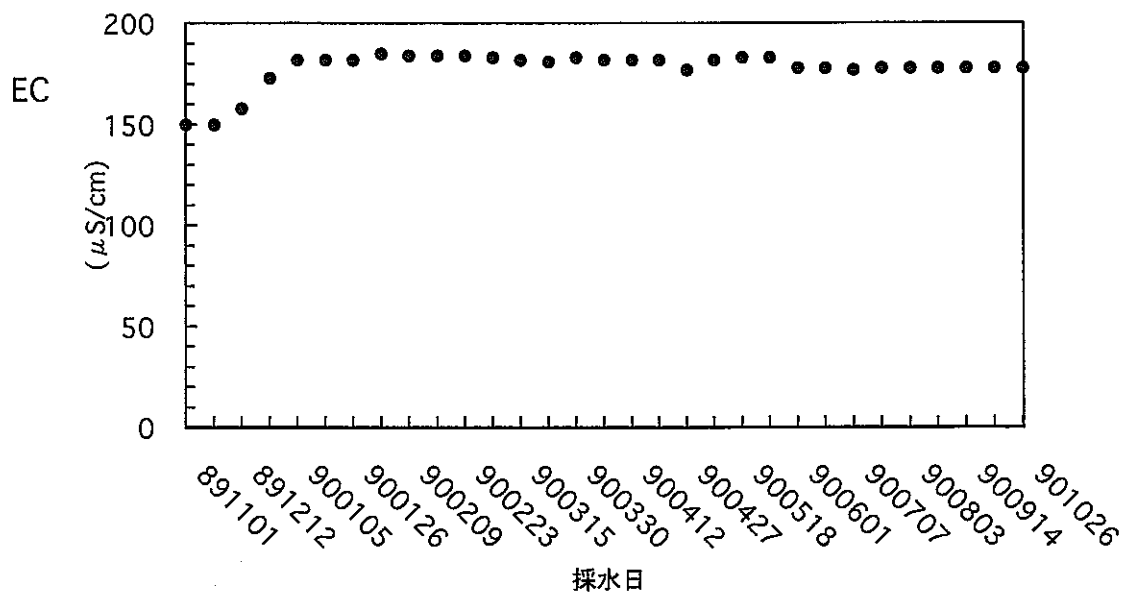
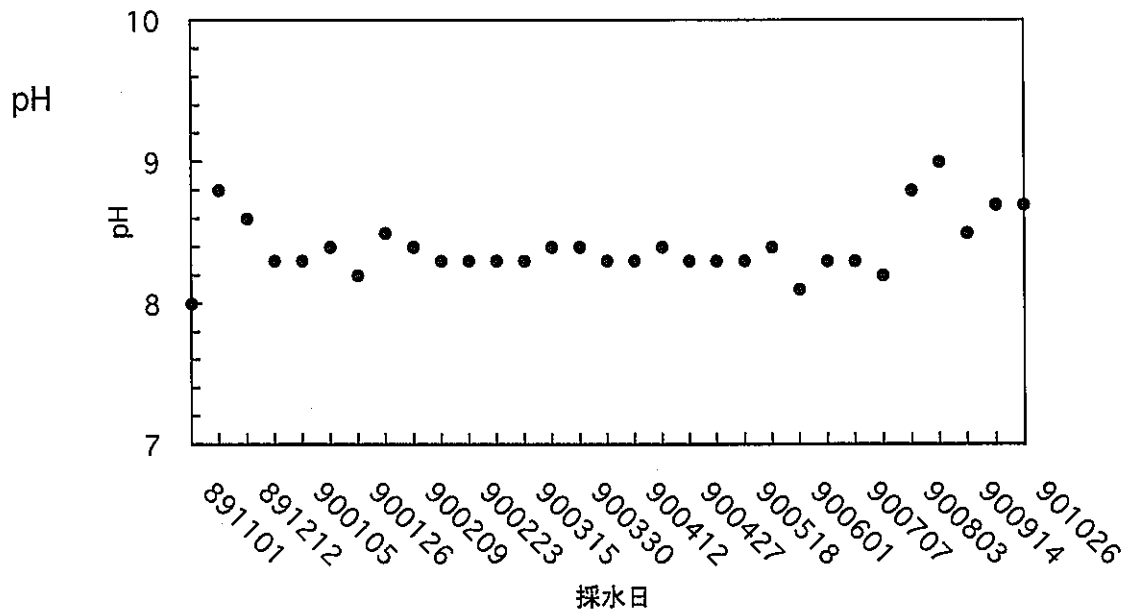


図4. 地下水水質観測結果 (その1)

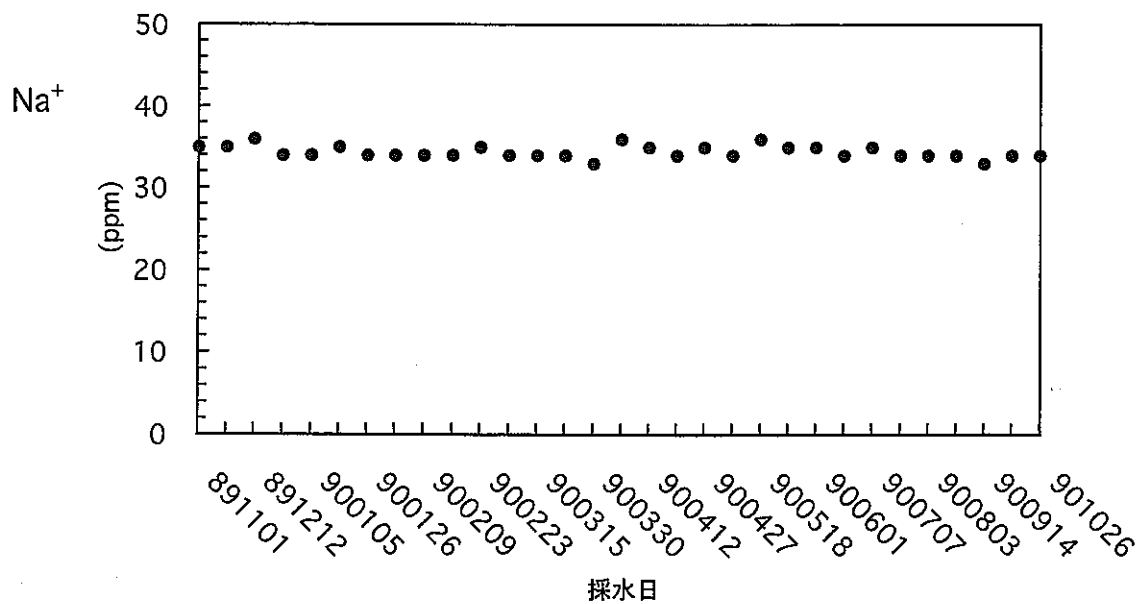
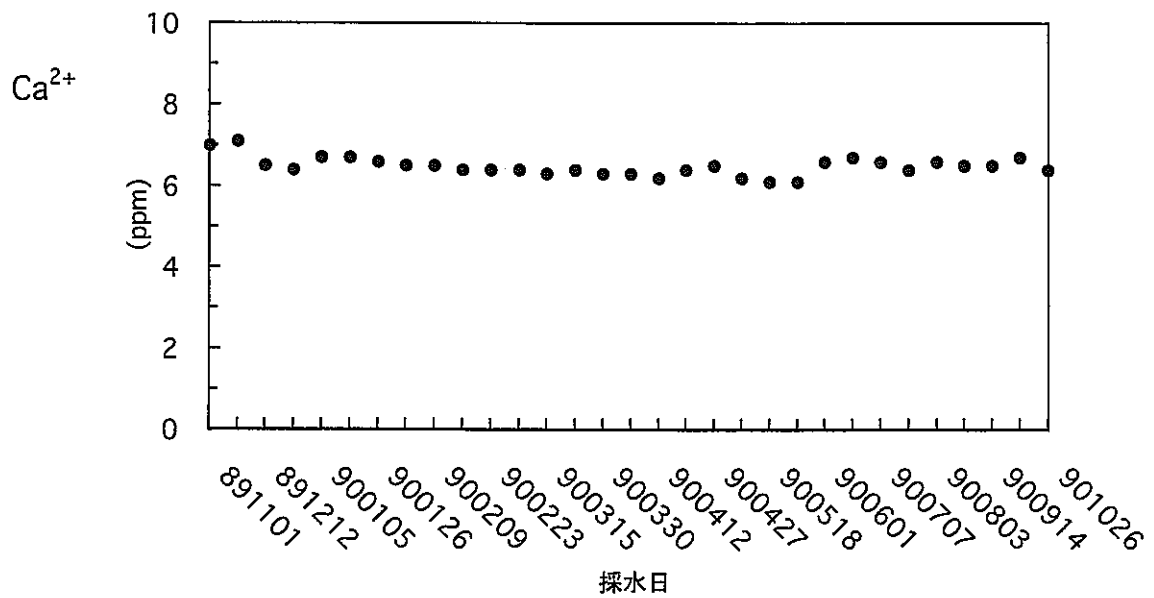
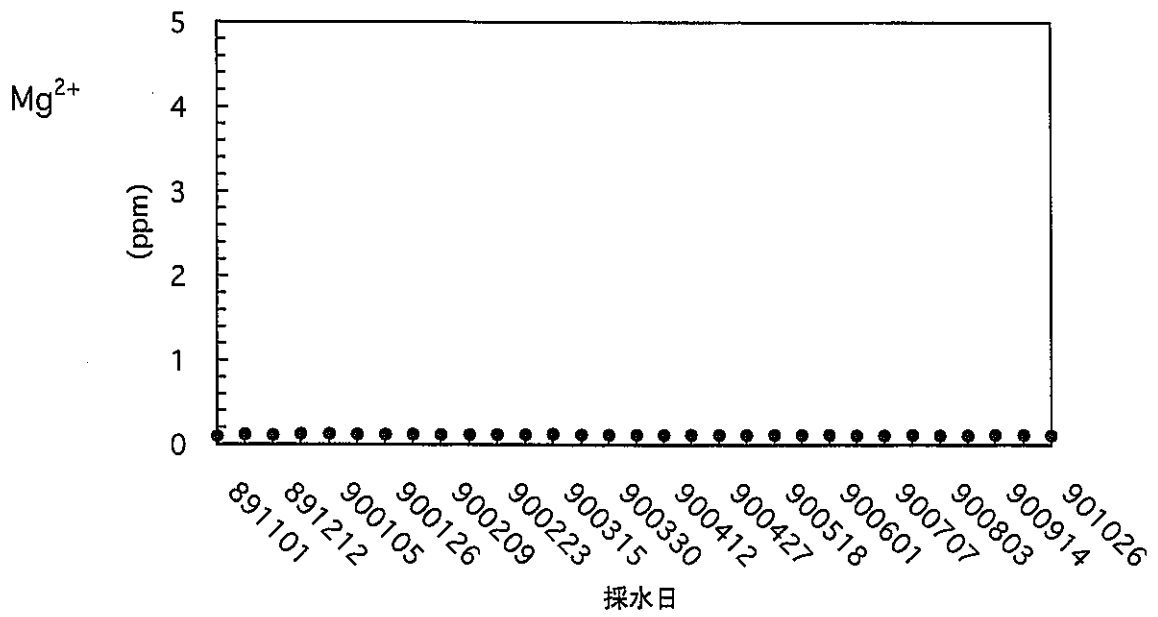


図4. 地下水水質観測結果 (その2)



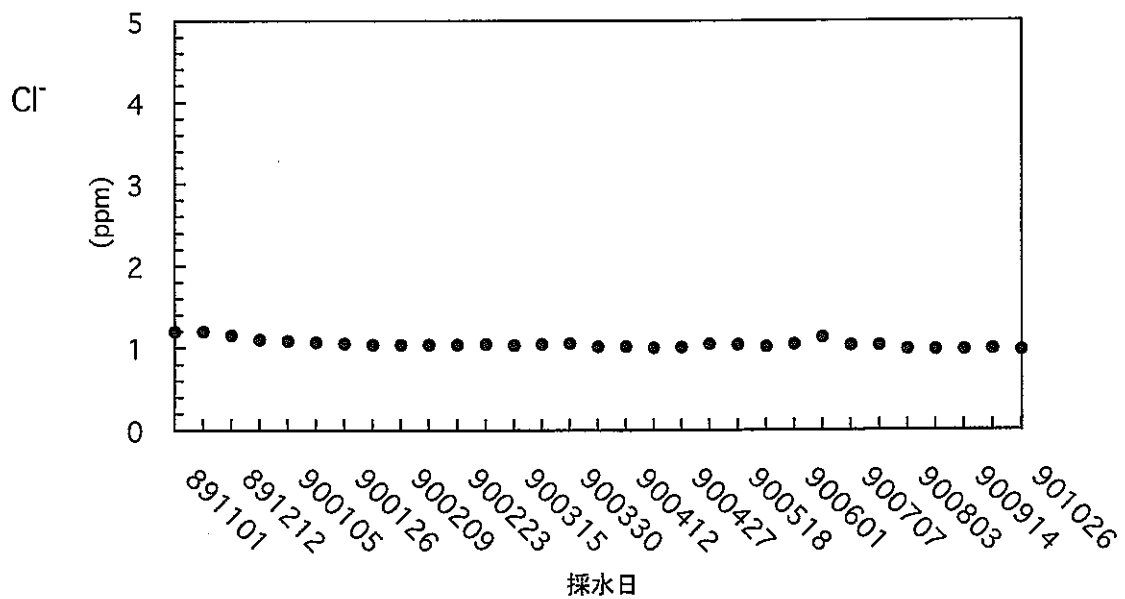
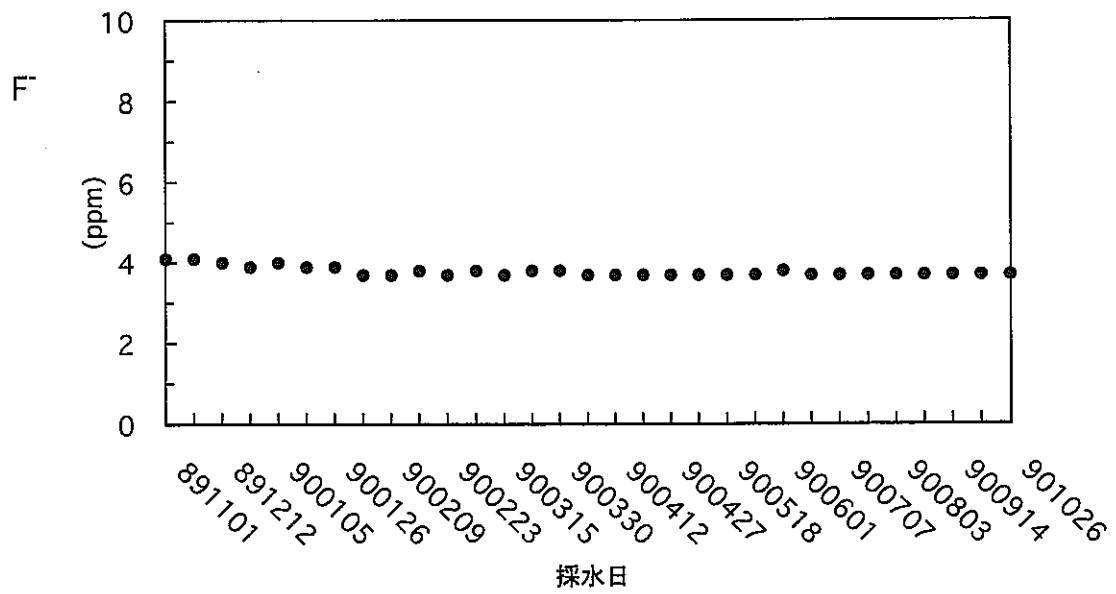
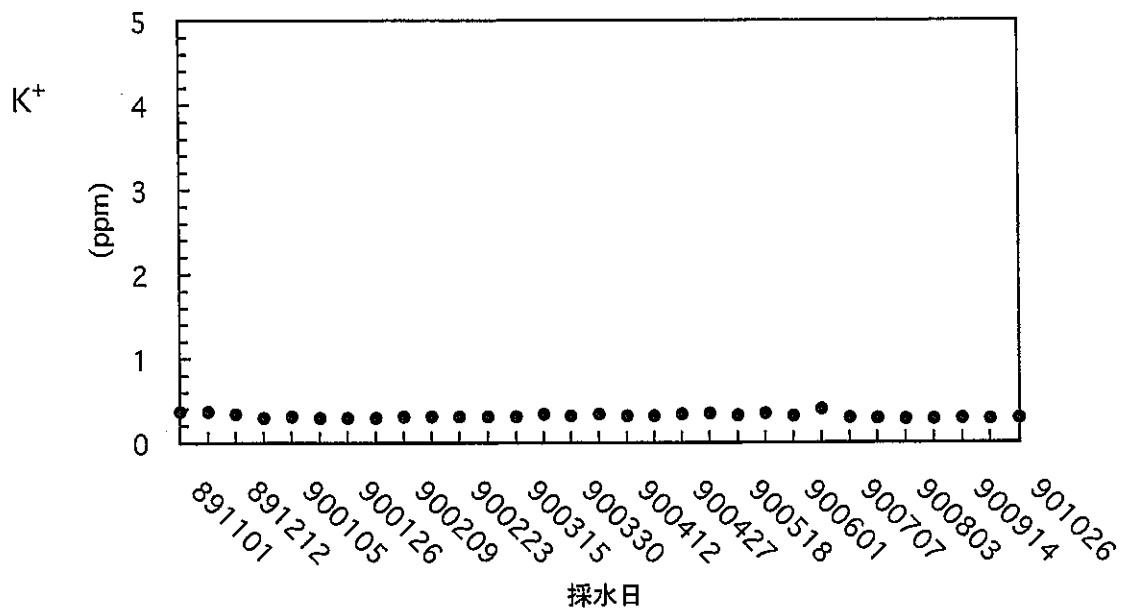


図4. 地下水水質観測結果 (その3)

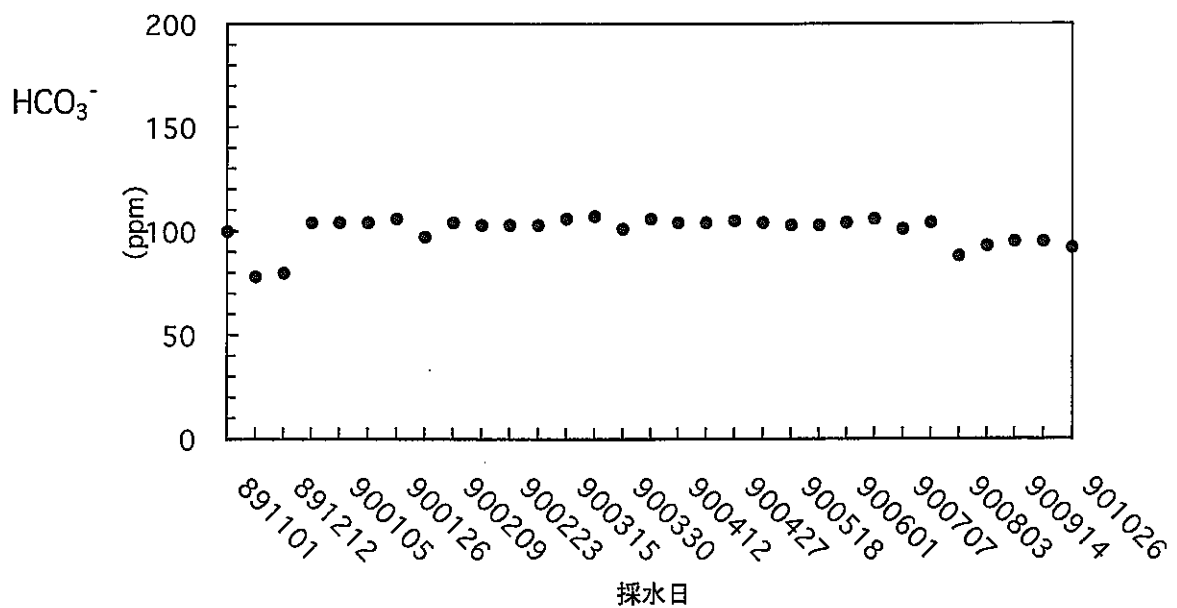
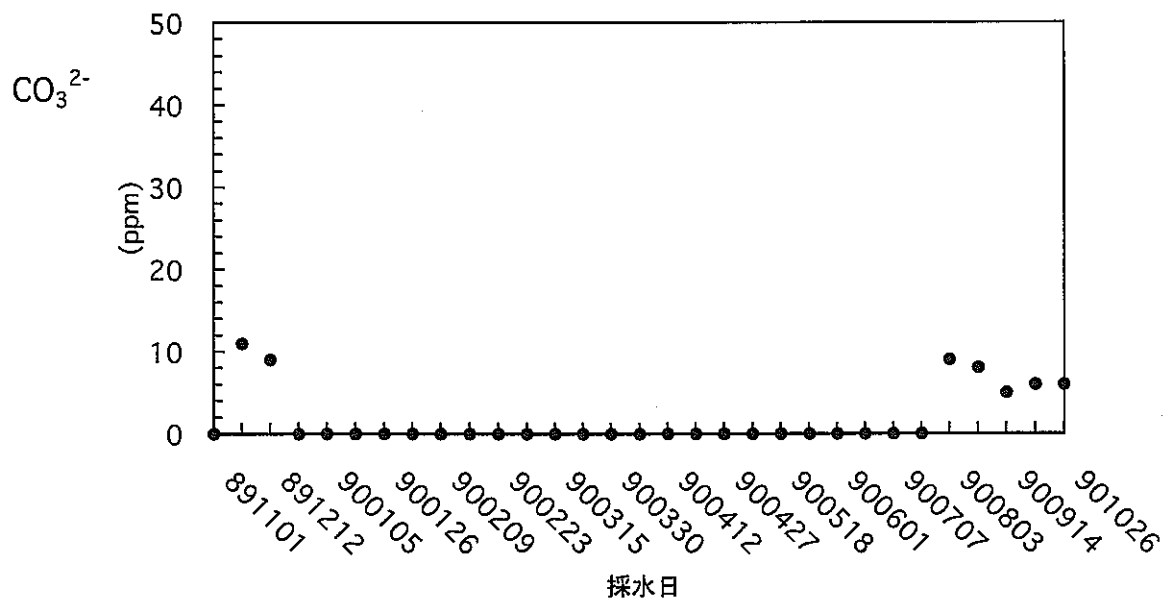
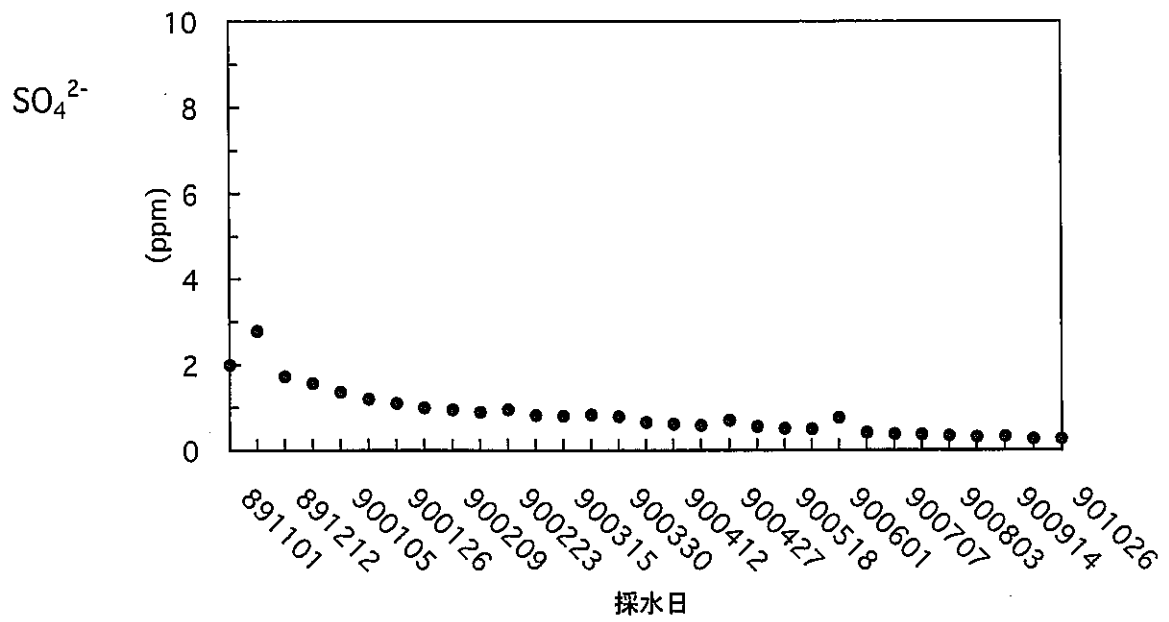


図4. 地下水水質観測結果 (その4)

付録  
ーデータシートー

採水日：1989年11月1日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.0				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	150				
Si (ppm)	9.0		1.890		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	7.0	0.3493			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.4	0.010			
F <sup>-</sup> (ppm)	4.1	0.216		1.931	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.2	0.034			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	2.0	0.042			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	100	1.64			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1989年11月20日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.8				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	150				
Si (ppm)	9.2		1.895		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	7.1	0.3543			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.4	0.010			
F <sup>-</sup> (ppm)	4.1	0.216		1.953	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.2	0.034			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	2.8	0.058			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	78	1.28			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	11	0.367			

採水日：1989年12月12日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.6				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	158				
Si (ppm)	9.3		1.906		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.5	0.3244			
Na <sup>+</sup> (ppm)	36.0	1.566			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	4.0	0.211		1.891	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.2	0.034			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.7	0.035			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	80	1.31			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	9	0.300			0.015

採水日：1989年12月27日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	173				
Si (ppm)	9.4		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.9	0.205		1.975	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.6	0.033			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年1月5日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	182				
Si (ppm)	9.5		1.829		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.7	0.3343			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	4.0	0.211		1.976	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.4	0.029			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			



採水日：1990年1月19日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.4				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	182				
Si (ppm)	9.4		1.853		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.3	0.3144			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.9	0.205		1.966	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.2	0.025			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年1月26日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.2				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	182				
Si (ppm)	9.4		1.824		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.6	0.3293			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.9	0.205		1.997	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.1	0.023			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	106	1.74			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年2月2日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.5				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	185				
Si (ppm)	9.4		1.819		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.5	0.3244			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.834	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.0	0.021			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	97	1.59			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年2月9日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.4				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	184				
Si (ppm)	9.3		1.819		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.5	0.3244			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.949	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.0	0.021			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年2月15日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	184				
Si (ppm)	9.4		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.8	0.200		1.935	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.9	0.019			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	103	1.69			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年2月23日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	184				
Si (ppm)	9.3		1.858		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.932	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	1.0	0.021			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	103	1.69			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年3月8日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	183				
Si (ppm)	9.4		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.8	0.200		1.936	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.8	0.017			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	103	1.69			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年3月15日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	182				
Si (ppm)	9.5		1.809		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.3	0.3144			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.977	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.8	0.017			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	106	1.74			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			



採水日：1990年3月23日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.4				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	181				
Si (ppm)	9.3		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.8	0.200		2.002	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.8	0.017			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	107	1.75			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年3月30日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.4				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	183				
Si (ppm)	9.3		1.766		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.3	0.3144			
Na <sup>+</sup> (ppm)	33.0	1.435			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.8	0.200		1.903	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.8	0.017			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	101	1.66			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年4月6日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	182				
Si (ppm)	9.2		1.896	1.975	
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.3	0.3144			
Na <sup>+</sup> (ppm)	36.0	1.566			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195			
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.7	0.015			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	106	1.74			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			-0.079

採水日：1990年4月12日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	182				
Si (ppm)	9.4		1.848	1.940	
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.2	0.3094			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195			
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.6	0.012			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			-0.093

採水日：1990年4月19日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.4				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	182				
Si (ppm)	9.3		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.940	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.6	0.012			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年4月27日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	177				
Si (ppm)	9.3		1.863	1.959	
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.5	0.3244			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195			
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.7	0.015			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	105	1.72			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			-0.096

採水日：1990年5月11日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	182				
Si (ppm)	9.4		1.807		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.2	0.3094			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.4	0.010			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.943	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.6	0.012			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年5月18日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	183				
Si (ppm)	9.4		1.886		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.1	0.3044			
Na <sup>+</sup> (ppm)	36.0	1.566			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.922	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.5	0.010			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	103	1.69			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			



採水日：1990年5月25日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.4				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	183				
Si (ppm)	9.4		1.845	1.922	
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.1	0.3044			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.4	0.010			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195			
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.5	0.010			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	103	1.69			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			-0.077

採水日：1990年6月1日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.1				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	178				
Si (ppm)	9.5		1.868	1.953	
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.6	0.3293			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.8	0.200			
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.8	0.017			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			-0.085

採水日：1990年6月22日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	178				
Si (ppm)	9.3		1.832		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.7	0.3343			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.4	0.010			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.972	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.1	0.031			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.4	0.008			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	106	1.74			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年7月7日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.3				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	177				
Si (ppm)	9.3		1.868		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.6	0.3293			
Na <sup>+</sup> (ppm)	35.0	1.522			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195			
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028	1.887		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.4	0.008			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	101	1.66			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年7月20日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.2				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	178				
Si (ppm)	9.3		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.936	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.4	0.008			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104	1.70			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	-	-			

採水日：1990年8月3日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.8				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	178				
Si (ppm)	9.3		1.824		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.6	0.3293			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.972	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.3	0.006			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	88	1.44			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	9	0.300			

採水日：1990年8月24日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	9.0				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	178				
Si (ppm)	8.9		1.819		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.5	0.3244			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		2.020	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.3	0.006			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	93	1.52			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	8	0.267			

採水日：1990年9月14日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.5				
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	178				
Si (ppm)	9.4		1.776		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.5	0.3244			
Na <sup>+</sup> (ppm)	33.0	1.435			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.953	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.3	0.006			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	95	1.56			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	5	0.167			



採水日：1990年10月19日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.7				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	178				
Si (ppm)	9.3		1.829		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.7	0.3343			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195	1.987		
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.3	0.006			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	95	1.56			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	6	0.200			

採水日：1990年10月26日

	測定値	meq/l	全陽イオン	全陰イオン	陽イオン-陰イオン
pH	8.7				
電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)	178				
Si (ppm)	9.3		1.814		
Mg <sup>2+</sup> (ppm)	0.1	0.0082			
Ca <sup>2+</sup> (ppm)	6.4	0.3194			
Na <sup>+</sup> (ppm)	34.0	1.479			
K <sup>+</sup> (ppm)	0.3	0.008			
F <sup>-</sup> (ppm)	3.7	0.195		1.937	
Cl <sup>-</sup> (ppm)	1.0	0.028			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	0.3	0.006			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	92	1.51			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	6	0.200			