

夜次鉍さいたい積場周辺のモニタリング（Ⅱ）

2001年6月

核燃料サイクル開発機構

人形峠環境技術センター

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。

〒708-0698 岡山県苫田郡上齋原村1550番地
核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター
環境保全技術開発部 管理課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Co-ordination Section, Environmental Research and Development Division,
Ningyo-Toge Environmental Engineering Center,
Japan Nuclear Cycle Development Institute,
1550 Kamisaibara-son, Tomada-gun, Okayama-ken, 708-0698,
Japan

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

夜次鉦さいたい積場周辺のモニタリング（Ⅱ）

竹内 章¹⁾、松村 敏博¹⁾、佐藤 和彦²⁾、鶴留浩二³⁾、時澤 孝之²⁾

要 旨

人形峠環境技術センター内の夜次鉦さいたい積場では、たい積場周辺における環境の安全性を確認することを目的とした地下水の水質モニタリングを行っている。2000年度においては、採水方法の改善および解析に用いるデータセット整備を目的として、物理化学パラメータの深度分布の把握および水質モニタリングを行った。主な結果は、以下の通り。

- 1) 地下水中の U、Ra 濃度については、大きな変化はみられなかった。
- 2) 場内水の地下への浸透はあるとおもわれるが、現状では、濃度基準を超えている値は、観測されていない。
- 3) たい積場の場内水は、かん止提より下流域のモニタリング孔（A-3孔、B-3孔およびC-4孔）と類似した水質を示す。

1) 検査開発株式会社

2) 核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター 環境計画課

3) 核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター 環境保全課

June, 2001

MONITORING REPORT OF GROUNDWATER QUALITY AROUND THE YOTSUGI MILL-TAILINGS
DAM, NINGYO-TOGE, OKAYAMA, JAPAN

Akira Takeuchi¹⁾, Toshihiro Matsumura¹⁾, Kazuhiko Sato²⁾,
Koji Tsurudome³⁾, and Takayuki Tokizawa²⁾

ABSTRACT

Monitoring of groundwater quality from boreholes around the Yotsugi mill-tailings dam, in the Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JNC, has been carried out to estimate the environmental safety around the site. On 2000 FY, the monitoring with depth profiling of a physical-chemical parameter for the purpose of improving sampling method and updating data sets for the analysis has been implemented. And it revealed that;

- 1) U in groundwater and Ra concentration do not have a big variation.
- 2) Although in the hall water is considered to carry out underground osmosis, the value exceeding the concentration standard is not observed in the present.
- 3) The type of water quality from the impoundment are as same as one of boreholes located in downstream zone of the Dam.

-
- 1) Inspection Development Company Ltd.
 - 2) Environmental planning section, Ningyo-toge Environmental Engineering Center, Japan Nuclear Cycle Development Institute
 - 3) Environmental preservation section, Ningyo-toge Environmental Engineering Center, Japan Nuclear Cycle Development Institute

目次

1	はじめに	1
2	たい積場の特徴と課題	1
3	水質の深度分布と採水箇所設定	2
3.1	概要	2
3.2	実施方法	2
3.3	結果	2
3.3.1	水温	2
3.3.2	pH	4
3.3.3	酸化還元電.....	5
3.3.4	DO	6
3.3.5	採水深度の設定	8
4	水質の変動幅の把握	8
4.1	概要	8
4.2	実施方法	8
4.3	結果	9
4.3.1	水温	9
4.3.2	EC	10
4.3.3	pH	10
4.3.4	主要溶存成分	11
4.3.5	微量元素	14
5	まとめ	14
	今後の課題	15
	参考文献	15
	水質分析結果表	
	別添図（物理化学パラメータと深度の関係図）	

1 はじめに

人形峠環境技術センターでは、ウラン、ラジウム等の核種移行解析、環境影響評価の一環として、夜次鉍さいたい積場（以下たい積場という）周辺環境への影響を把握することを目的とした地下水の水質モニタリングを 1984 年から行っている。このデータについては、夜次鉍滓堆積場モニタリング（松村ほか、1999）によって整理し報告されている。現在、人形峠環境技術センターで検討を進めている鉍山跡の措置に関する基本計画（案）（時澤ほか、2001）では、鉍山保安法に基づく鉍害防止上の措置を行うことが想定されている。その中で、措置終了後の環境への影響を評価するためのデータを提供する目的で行われる地下水モニタリングは、重要かつ必須なものとなってきている。以上のような観点で、1998 年以降放射性核種以外の化学成分についても多面的に変化の様子を把握する方向で調査を行っている。ここでは、特に 2000 年度に行ったモニタリングの結果について取りまとめたものである。

2 たい積場の現状と課題

たい積場の周辺の 1998 年までのモニタリングデータを整理した結果、夜次鉍滓堆積場モニタリング（松村ほか、1999）より以下のような特徴がみられることがわかっている。

- 1) 本地域の地下水位は、たい積場の位置する谷の上流から下流に向かい低くなり、地形の変化と調和して変化しているように見える。このことは、一般的に言われている浅地中での地下水の流動と同じく、地形と調和しかん止提の上流からかん止提に向かって流動していることを示す。
- 2) 地下水の水質は、弱酸性～中性の希薄なものであり、その変動は、上流部のモニタリング孔に比べより下流部にあるものの方が激しい傾向にある。
- 3) 地下水中のウランおよびラジウム濃度は、それぞれ 10ppb (^{238}U : $1.2 \times 10^{-4}\text{Bq/ml}$) 以下および $1 \times 10^{-4}\text{Bq/ml}$ 以下の低濃度である。

また、地下水の水質に関して、以下の様な課題が抽出されている。

- 1) これまでの採水方法では、地下水面の酸化された地下水を採水している可能性がある。水質の深度分布の把握により、地下水面付近の酸化状況を確認し、適切な採水箇所を設定する。
- 2) 地球化学および物質移行に係る解析に反映できるデータとするために、モ

モニタリング時期を適切に設定して水質の経時変化およびその変動幅を把握する。

2000 年では、継続してウラン、ラジウムをはじめ各種の測定を行うとともに、課題 1) について酸化されていない地下水の深度の把握、2) について水質の変動幅を把握するために、モニタリングデータの精度の向上（品質保証）を目指して以下の項目を実施することとした。

1) 水質の深度分布把握と採水箇所設定

モニタリング孔内の水質の深度分布を把握し、適切な採水箇所を設定する。

2) 水質の変動幅の把握

設定した採水場所でモニタリングを行い、水質の変動幅を把握する。

3 水質の深度分布把握と採水箇所設定

3.1 概要

たい積場の周囲に設置しているそれぞれのモニタリング孔における採水に最適な深度を設定するために、モニタリング孔内の地下水水質の深度分布を電極にて測定する。

3.2 実施方法

測定は、原位置の値を迅速に簡便に測定するために、主に電極を用いて行った。測定項目は、水位、水温、pH、ORP（酸化還元電位）、DO（溶存酸素濃度）、とした。測定は測定時の地下水面から深さ 0.5m 毎に行った。測定値は、各モニタリング孔の地質柱状図と対比させ、モニタリング孔内の空気による酸化の影響が少なく（ORP および DO が低く安定）、pH が一定になる深度を採水深度と設定することとした。対象とするモニタリング孔は、たい積場の周囲に設置している 10 孔全てとした(図-1)。なお、測定は 2000 年 8 月 2 日～8 月 10 日に行った。

3.3 結果

表-1～3 に測定結果、図-2～5 に深度分布を示す。以下に測定項目毎に概要を示す。

3.3.1 水温

水温の深度変化は、水位が地表面に近く比較的浅いものと、比較的深いものとの大きく異なる結果となった。前者にあたるのが、A-3 孔、B-1

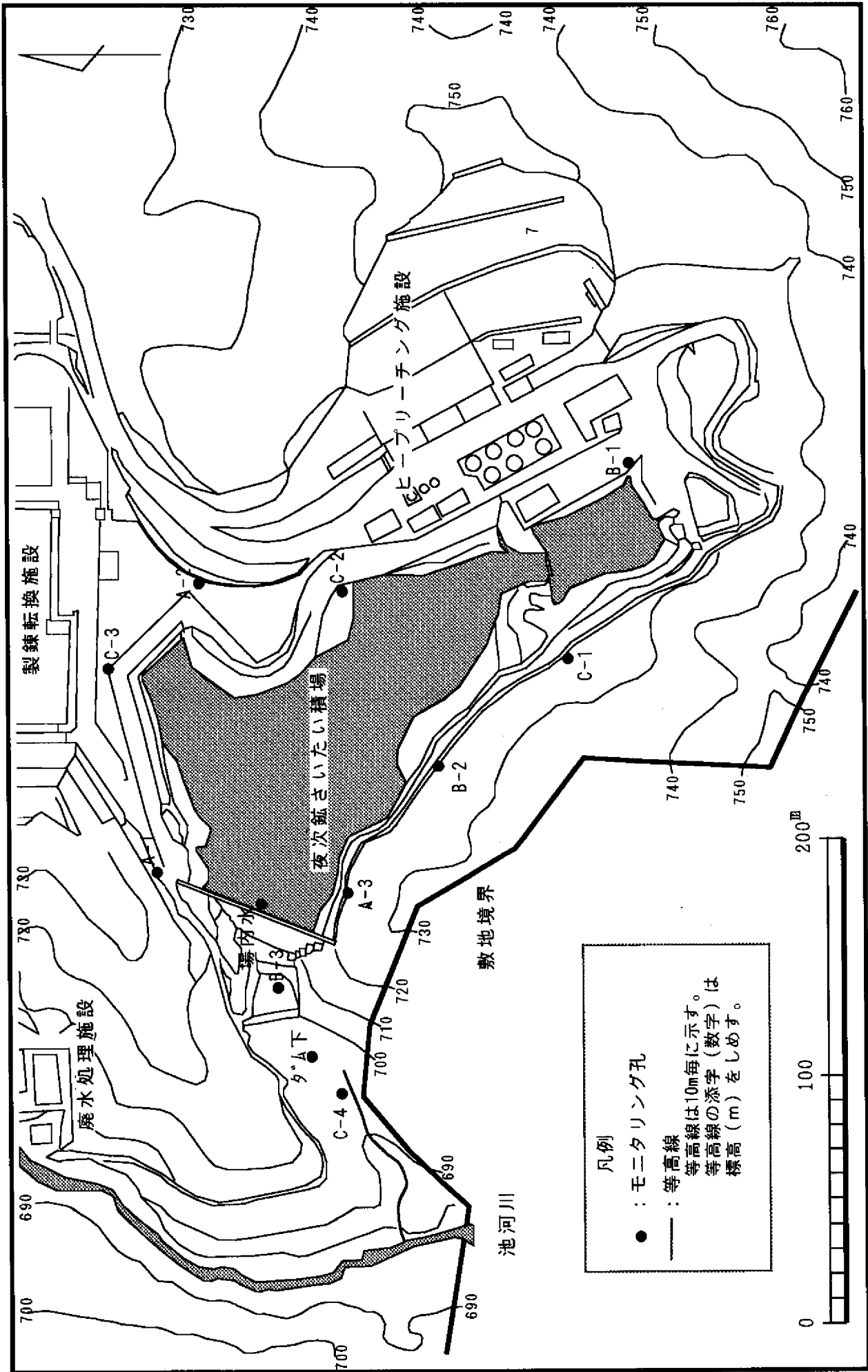


図-1 夜次鉱滓堆積場及び周辺のモニタリング孔位置図

孔およびB-3孔で、これらでは水面付近で20℃程度を示し、さらに深くなると、水温は低下し10℃程度ではほぼ一定の値を示す。上記以外のモニタリング孔は、水深にかかわらずほぼ一定の10℃程度の値を示す(図-2)。

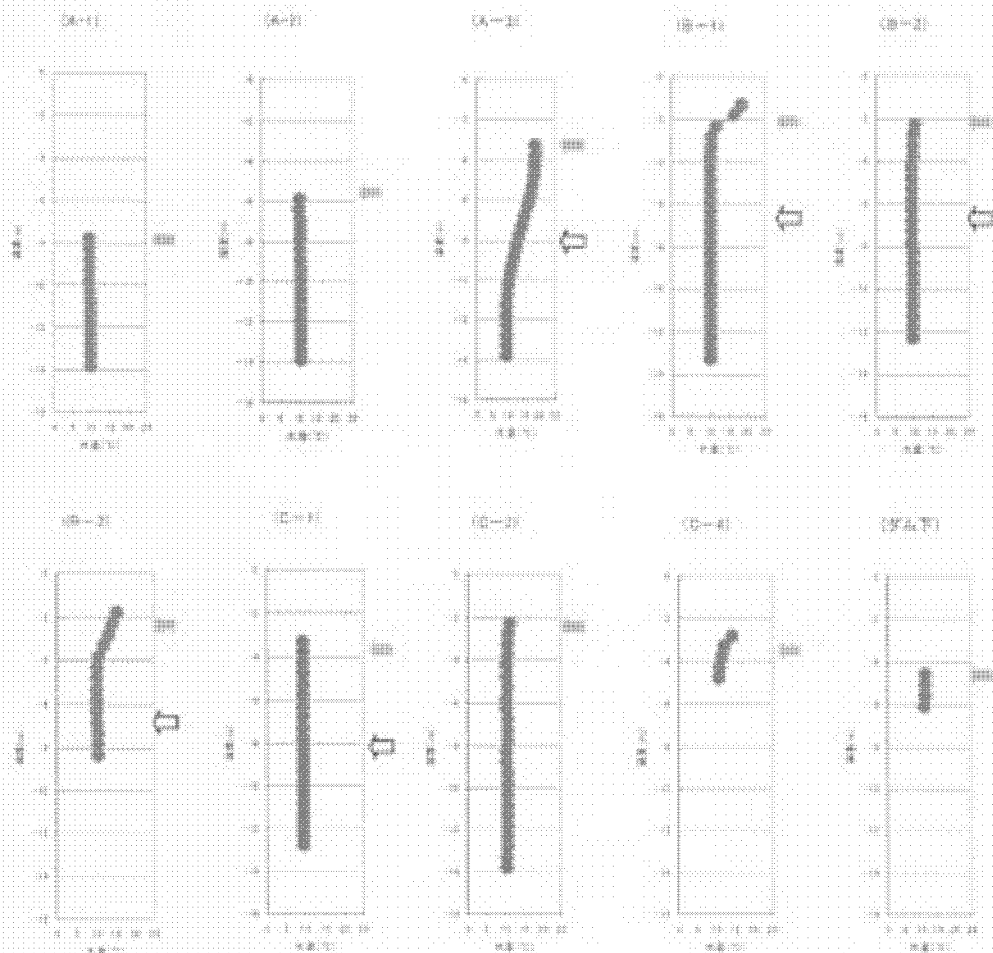


図-2 地下水の水温と深度の関係
(測定日:2000年8月2日~8月10日)

注釈①:1999年までの採水深度、②:今回追加した採水深度
(説明については、3.3.5参照)

3.3.2 pH

pHは全てのモニタリング孔で、4.7~7.0の弱酸性~中性を示す。多くのモニタリング孔では、深度に依存せずほぼ一定の値を示す。B-3孔では地表面からの深度(以下深度G.L.とする)-3.3m付近を境にして異なり、上部で6.7、下部で6程度を示す。このpHの変化がみられる近辺には、深度G.L.-4mに上位が有機質礫混じり砂質粘土層、下位が風化した粗粒花崗岩の

不整合面がみとめられることから、地層中の構成物の違いに起因するものと推察される。またC-4孔では、pHが深度とともに5.8から7.0へと増加する傾向を示す（図-3）。

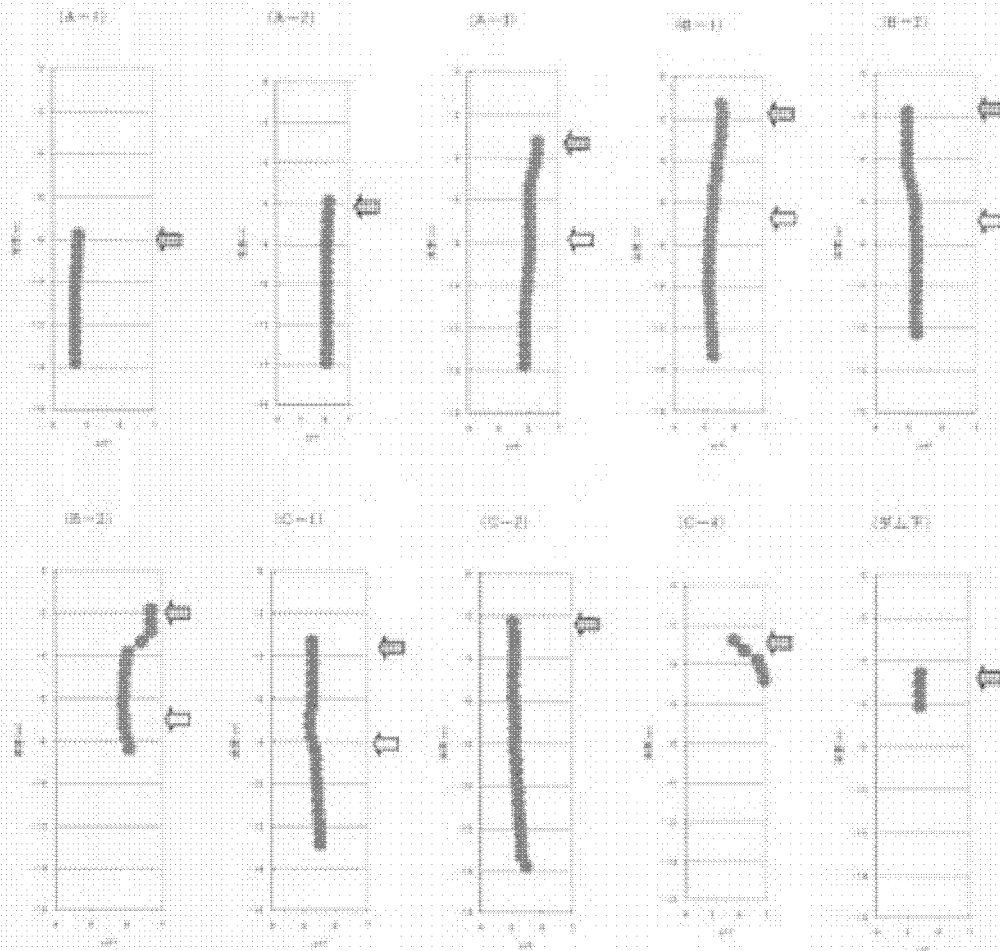


図-3 地下水のpHと深度の関係
 (測定日: 2000年8月2日~8月10日)

注釈 ◀: 1999年までの採水深度 □: 今回追加した採水深度
 (説明については、3.3.5 参照)

3.3.3 酸化還元電位

モニタリング孔毎で、ORP電位の深度変化の様子は異なるものの、ORP電位は深くなるとともに低下する傾向を示す。特にB-3孔では深度G.L.~3m付近を境に、上部で10mV程度、下部側で-135~-213mVを示し、下部は、還元状態に近いと推定される（図-4）。この変化深度は、先に示したpHの変化深度とほぼ同じ深度あり、地層中の構成物の違いに起因するものと推定

される。

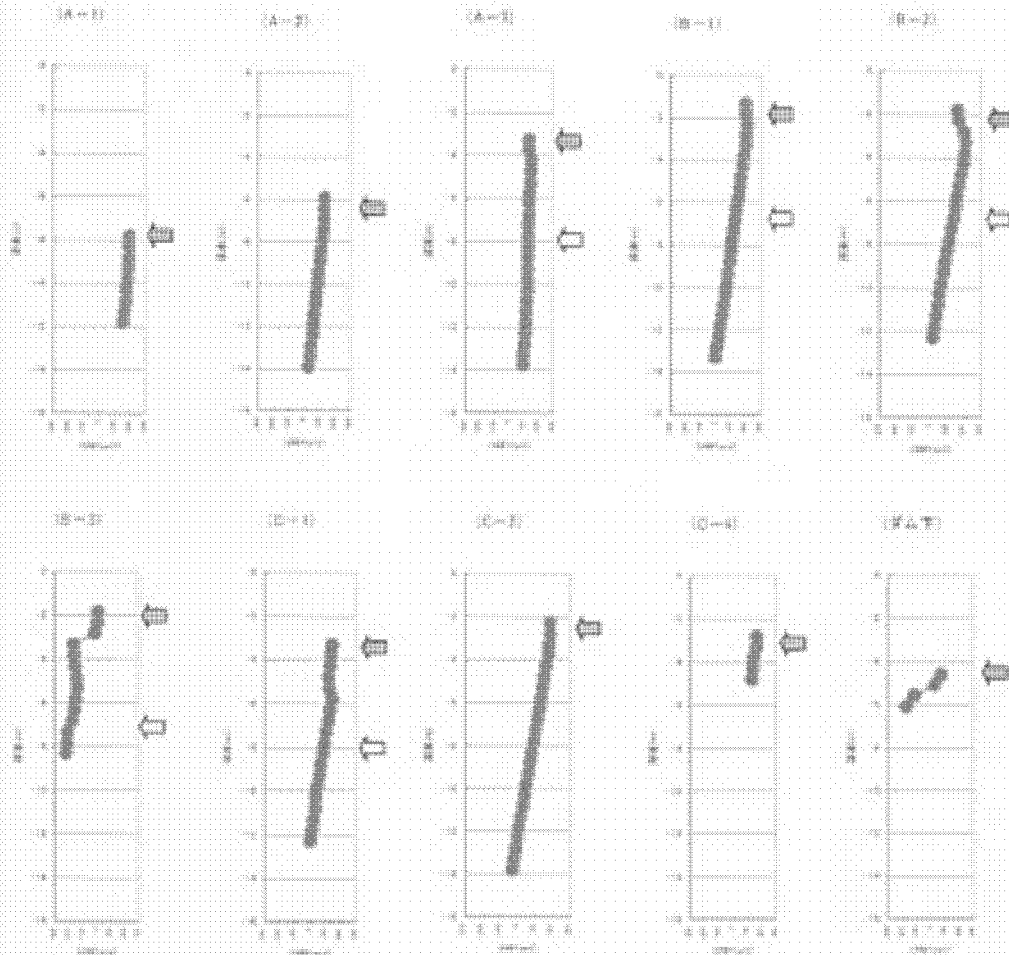


図-4 地下水のORPと深度の関係
(測定日: 2000年8月2日～8月10日)

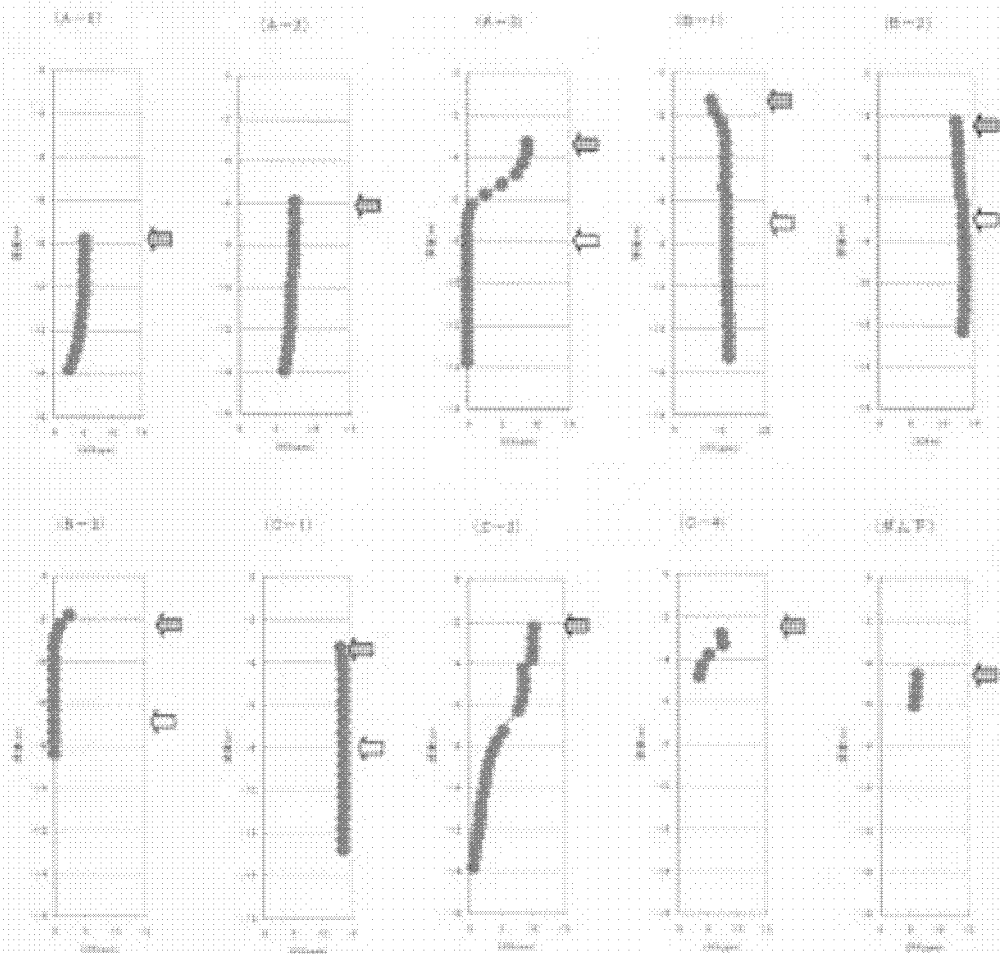
注釈 〇 : 1999年までの採水深度、● : 今回追加した採水深度
(説明については、3.3.5参照)

3.3.4 DO

DOは0～13ppm程度を示す。0ppmの値は、A-3およびB-3孔の一部で見られる。飽和濃度(13ppm程度)を示すモニタリング孔は、B-1、B-2およびC-1孔である。深くなるとともに低下する傾向が見られる孔は、A-1孔(5→3ppm)、C-2孔(10→1ppm)である。A-2孔は、ほぼ一定の値(7ppm)を示す(図-5)。

たい植場のたい植物中には、有機物、鉄及び硫化物が含まれている。ま

た、一般的に地下水のDOは、深度とともに有機物の分解や鉄もしくは硫化合物の酸化が進み、ORP電位とともにより還元的な値に変化していくことが知られている。以上より、O₂ppmを示すモニタリング孔では、上記のような反応により還元的になったものと推定される。一方、DOの飽和濃度を示すモニタリング孔では、酸素の消費の進んでいないより酸化な地下水であると思われる。



図一5 地下水のDOと深度の関係
(測定日: 2000年8月2日~8月10日)

注釈 ➡: 1999年までの採水深度、➡: 今回追加した採水深度
(説明については、3.3.5 参照)

3.3.5 採水深度の設定

地下水の pH、ORP 電位および DO の測定結果より、地下水水質の深度変化の依存性や濃度の変化に着目して、モニタリング孔を以下の 4 グループに分類した。

- 1) ①pH がほとんど深度に依存せず、ほぼ一定 (各モニタリング孔での平均値±0.2)、②ORP 電位が深度の低下と共に低下する、③DO がほぼ一定 (各モニタリング孔での平均値±1) のグループ
(地下水が風化花崗岩の区間にある A-1、A-2、C-1 および C-2 孔)
- 2) 1)のうち、水面付近で ORP 電位がわずかに上昇し、その後低下する傾向がみられるグループ、但し、A-3 は DO が低下傾向を示す。
(地下水が風化花崗岩の区間にある A-3、B-1、および B-2 孔)
- 3) pH 及び ORP 電位が、階段状に変化し、DO がほぼ一定のグループ
(B-3 孔)
- 4) その他水深が浅いため深度変化を調べることができなかったグループ (C-4 孔、ダム下)

以上のことから、地下水を採水する深度を以下のように設定した (表-4)。

- 1) のグループは、pH の深度の依存傾向が少ないため、水面付近で採水
- 2) のグループは、ORP 電位が水面付近で変化がみられるため、水面付近と水面下 5m 付近で採水
- 3) のグループは、変化点を境としてその上下で採水
- 4) のグループは、適切な場所が設定できないため、これまでと同様に水面付近のみ採水

なお、この設定により昨年度までの採水点に深い位置での採水(A-3、B-1、B-2、B-3 及び C-1 の 5 孔)を加えた (表-4)。

4 水質の変動幅の把握

4.1 概要

先に示した採水点で採水を行い、これまで測定されたデータの妥当性および各種解析に用いることのできる水質データとすることを目的としたモニタリングを実施する。

4.2 実施方法

採水は、ペーラ式採水器及びポリエチレン容器内を窒素置換後、容器を地下水中に沈めた後に栓を外して採水する方法で行った(松村ほか, 1999)。測定項目 (pH、EC、ORP 電位、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Si 、全 Fe、 Fe^{2+} 、無機炭素、全炭素、Al、Mn、Th、Rb、Cd、Cu、As、Zn、Pb、U、Ra) その測定方法を表-5 に示す(松村ほか, 1999)。実施期間については、これまで得られたモニタリングデータを参考とし、水位が大きく異なり、水質の違いがみられると期待される以下の渇水期と豊水期に設定した。

実施期間

渇水期：2000 年 9 月 7 日～2000 年 9 月 13 日

豊水期：2000 年 11 月 27 日～2000 年 11 月 30 日

4.3 結果

表-6～18 および図-6～13 に今回の測定結果を 1998 年以降のデータ(松村ほか, 1999) とともに示す。以下に各項目毎に概要を示す。

なお、今回測定した水位は、全てのモニタリング孔で、渇水期では、G.L. -1.2～-7.4m (平均 3.3m)、豊水期では、G.L. -0.8～-7.2m (平均 3.0m) であり、渇水期および豊水期の違いはほとんどみられなかった。

4.3.1 水温

水温は、渇水期では 10.8～20.6℃ (平均値 14.4℃) で、豊水期では 9.1～11.7℃ (平均値 10.4℃) を示す。3.3.1 に示したように、地表面から水位の浅いモニタリング孔 (A-3、B-1 孔) では、渇水期 (夏季) に高い値 (20、18℃) を示す。一方、豊水期 (秋季) では、全てのモニタリング孔毎の水温差は小さい (図-6)。

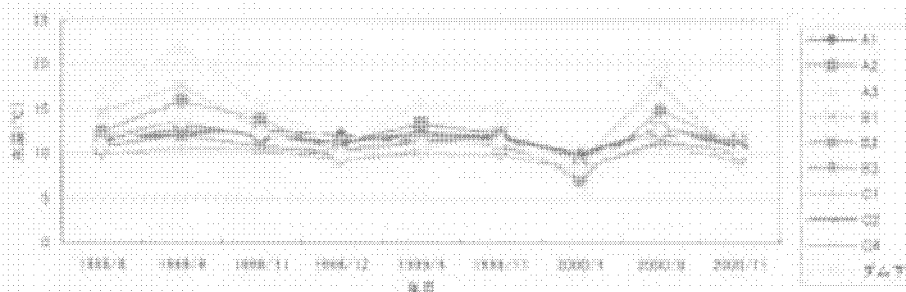


図-6 地下水の水温の経時変化

4.3.2 電気伝導度 (EC)

ECの測定は、物質の電気伝導度を表す量で比抵抗の逆数で表され、ECより溶存成分のおおまかな濃度を推定することができる。

地下水のECは、渇水期では24~519 μ S/cm(平均値141 μ S/cm)で、豊水期では22~450 μ S/cm(平均値110 μ S/cm)となり、渇水期が若干高い値を示す。1998年度までにみられた特徴の一つである、かん止堤付近より下流に位置するモニタリング孔(A-3、B-3およびC-4孔)において比較的高く、変動が大きい傾向は今回も観測された。また、今回の測定結果も変動の範囲内である(図-7)。

一方、たい積場の場内水(採水では、大気の影響を考慮無し)では、渇水期(504 μ S/cm)と豊水期(300 μ S/cm)で、2倍程度異なる。



図-7 地下水のECの経時変化

4.3.3 pH

pHは渇水期では4.9~6.8(平均5.8)、豊水期では5.4~6.8(平均6.1)となり、渇水期と豊水期では、ほぼ同程度の値である。また、位置的な広がりには特徴は認められない。それぞれの孔についてみると、1998年以前に観測された値の変動幅は1程度であり、今回の測定結果も、この変動の範囲内である(図-8)。

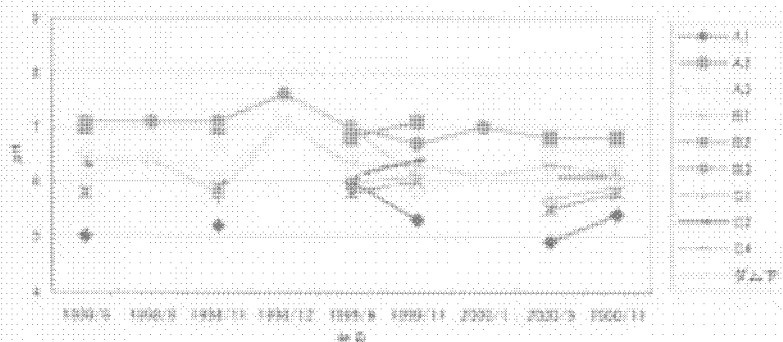


図-8 地下水のpHの経時変化

4.3.4 主要溶存成分濃度

主要溶存成分濃度は、渇水期と豊水期でほぼ同じか、渇水期に若干高い値を示す。また、以前から観測された上流側（B-1、B-2、C-1 および C-2 孔）の地下水の溶存成分濃度が低く、かん止堤付近（A-3、B-3 および C-4 孔）の濃度が高い値を示す傾向は、今回も観測された。それぞれのモニタリング孔における主要溶存成分は、濃度（ppm）で比較すると、かん止堤付近および下流側では $\text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ 、かん止堤より上流側では $\text{HCO}_3^- \geq \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} \geq \text{SO}_4^{2-}$ の傾向を示す。かん止堤より上流側のモニタリング孔での値は、下流側のそれに比べると、Na 濃度で数倍、 Ca^{2+} および SO_4^{2-} 濃度で数十倍高くなる。

また、たい積場の場内水の水質は、中性付近でかん止堤付近の地下水と類似する $\text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ の傾向を示すことがわかった。

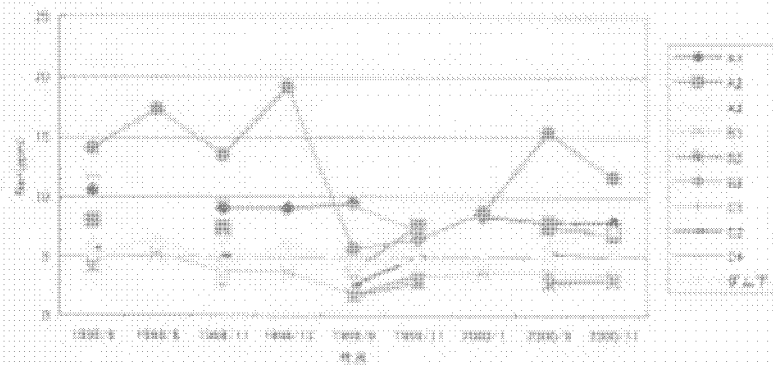


図-9 地下水中のNa⁺濃度の経時変化

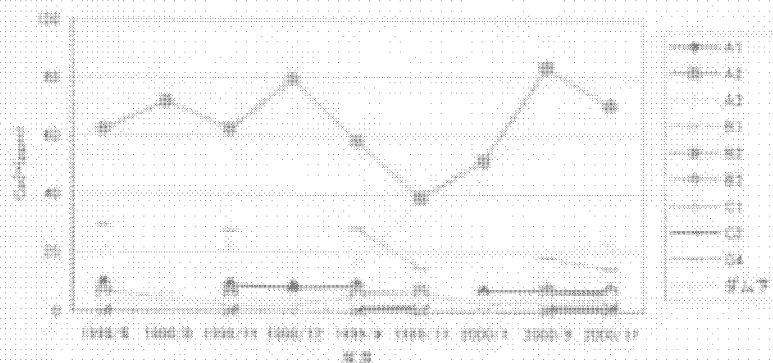


図-10 地下水中のCa²⁺濃度の経時変化

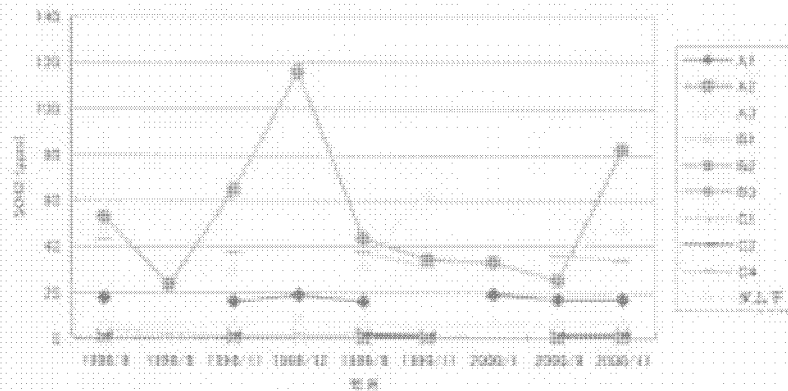


図-11 地下水中のSO₄²⁻濃度の経時変化

地下水の分析結果より、トリリニアダイアグラムを作成し、地下水の水質型の分類を行った結果を以下に示す（図-12）。

1) タイプⅠ (Ca(HCO₃)₂型)

A-2、B-1、B-3孔（渇水期）、A-2、B-1孔（豊水期）

モニタリング孔の位置は、たい積場右岸側（B-3を除く）

2) タイプⅡ (Na(HCO₃)型)

B-1(D)*、C-2孔（渇水期）、C-2孔（豊水期）

モニタリング孔の位置は、たい積場右岸側

3) タイプⅢ (CaSO₄型)

A-1、A-3、B-3(D)*、ダム下、場内水（渇水期）、A-1、A-3、A-3、B-3、

B-3(D)*、C-4、ダム水、場内水（豊水期）

モニタリング孔の位置は、かん止堤付近および下流

4) タイプⅣ (Na₂SO₄型)

B-2、B-2(D)*、C-1、C-1(D)*（渇水期）、B-1(D)*、B-2、B-2(D)*、C-1、

C-1(D)*（豊水期）

モニタリング孔の位置は、たい積場左岸側

但し、上記の(D)*は、深い位置での採水を示す。

地下水の水質タイプは、渇水期と豊水期で若干ことなるが、地下水の水平分布としては、大まかに上流側よりたい積場左岸側（タイプⅣ）、たい積場右岸側（タイプⅠおよびⅡ）、かん止堤付近および下流域（タ

イプⅢ) に分類される。

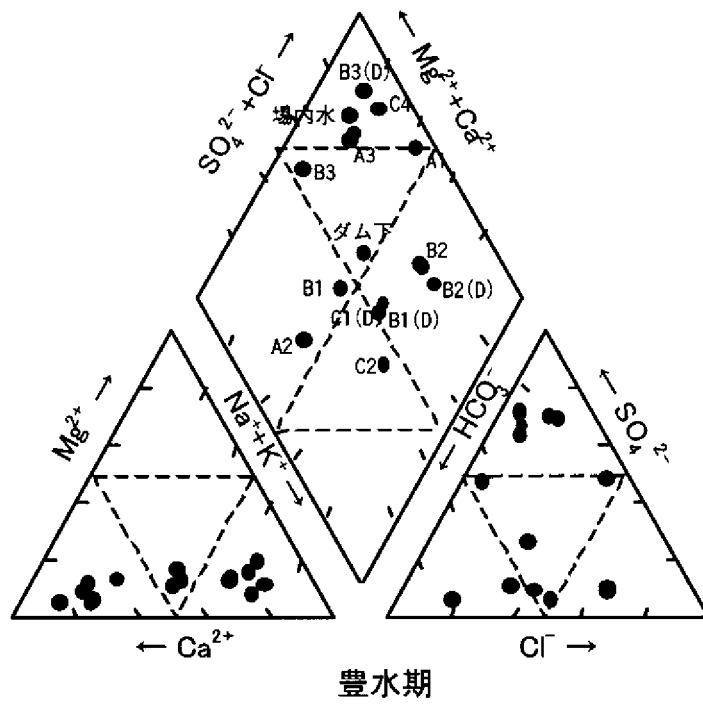
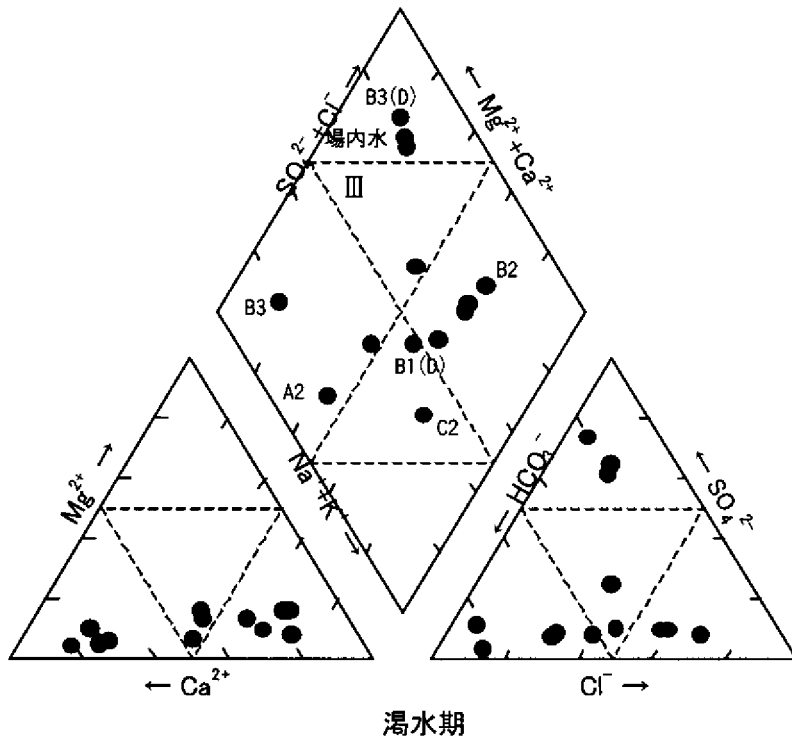


図-12 トリリニアダイアグラム

4.3.5 微量元素

微量元素 (Al, Mn, U, Ra, Th, Cu, Zn, Pb, As, Ba,) の多くは、定量下限もしくはそれ以下のものがほとんどである。但し、Mn が B-3 孔 (0.05~2.6ppm) および場内水 (~1.1ppm)、他に A-1 孔でわずかに検出されている。また、一部のモニタリング孔では、Al、Zn および Ba が定量下限程度の 10ppb 程度の値を示す。ウラン濃度は、すべてのモニタリング孔とも定量下限 (10ppb) 以下を示し、今回のモニタリングではかん止掘削のモニタリング孔で高くなる傾向は認められなかった。Ra 濃度は、全ての孔で 6×10^{-3} Bq/ml 以下の値を示す。また一時的であるが、たい積場の西側から北側に位置する A-1、B-1 および C-2 孔では、若干変動を示す。その他のモニタリング孔では、 3×10^{-3} Bq/ml 以下の低い値で推移している (図-13)。

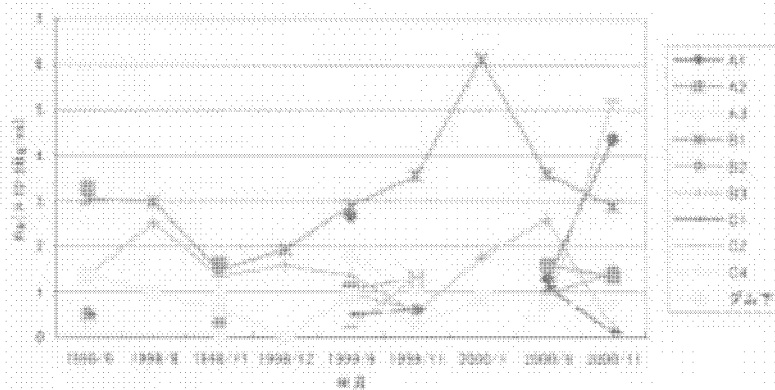


図-13 地下水中のRa濃度の経時変化

5 まとめ

今回の地下水モニタリング結果、以下のことがわかった。

- 1) 物理化学パラメータの深度分布の測定結果、①ORP 電位は、変化のようすは異なるが、深くなるとともに低くなる傾向がある。②pH は、一部のモニタリング孔を除き、深度の依存性は少なく、ほぼ一定である。③DO は、0ppm を示すものや飽和濃度を示すものがあることがわかった。この物理化学パラメータの測定結果より酸化されていない地下水の採水深度を設定することができた。
- 2) 地下水中の U、Ra 濃度については、大きな変化はみられなかった。

- 3) 場内水の地下への浸透はあるとおもわれるが、現状では、濃度基準を超えている値は、観測されていない。
- 4) たい積場の場内水は、かん止提より下流域のモニタリング孔(A-3孔、B-3孔およびC-4孔)と類似した水質を示す。

今後の課題

- 1) 物理化学パラメータの深度分布の測定において、溶存成分濃度の深度分布を把握するために、ECの測定を行うと共に、pH、ORP電位およびDOの深度G.L.-14m以深における物理化学パラメータの深度分布を把握し、さらなる採水の要否を検討する。
- 2) 定期的なモニタリングの継続とデータの蓄積を行い、地下水水質のデータベースを構築し、地球化学および物質移行解析を行う。この解析結果は、地下水の流動状況および安全評価へ反映する。

参考文献

- 松村ほか(1999) 夜次鉍滓堆積場周辺のモニタリング、JNC TN6400 99-005、pp. 30
- 時澤ほか(2001) 人形峠環境技術センターにおける鉍山跡の措置に関する基本計画(案)、JNC TW6209 2001-002、pp. 54
- IAEA(1999) Draft safety guide on management of radioactive waste from the mining and milling of uranium and thorium ores, NS-277, WASSAC Draft 1, pp. 39
- 改定地下水ハンドブック編集委員会(編)(1998) 地下水ハンドブック、建設産業調査会、pp. 1503
- 山本 莊毅(1983) 新版地下水調査法、古今書院、pp. 380

表一-1 地下水の物理化学パラメータ測定結果

A-1孔						
測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)		
0.00						
0.31						
0.81						
1.31						
1.81						
2.31						
2.81						
3.31						
3.81						
4.31						
4.81						
5.31						
5.81						
6.31						
6.81						
7.31						
7.81	9.8	4.78	205	5.4		
8.31	9.7	4.75	203	5.5		
8.81	9.7	4.75	201	5.4		
9.31	9.7	4.73	195	5.3		
9.81	9.8	4.72	191	5.4		
10.31	9.8	4.70	185	5.3		
10.81	9.9	4.68	179	5.0		
11.31	9.9	4.69	169	4.9		
11.81	10.0	4.70	161	4.7		
12.31	10.1	4.70	-	4.5		
12.81	10.1	4.69	-	4.1		
13.31	10.1	4.69	-	3.4		
13.81	10.1	4.68	-	2.8		

測定日:2000年8月4日

水位:G.L.-7.31m

試験孔長:28.00m

ORP:G.L.-12mより深度確認用のテープが

壁に付着し、測定できなかった。

A-2孔						
測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)		
0.00						
0.43						
0.93						
1.43						
1.93						
2.43						
2.93						
3.43						
3.93						
4.43						
4.93						
5.43						
5.93	10.7	6.20	144	7.7		
6.43	10.6	6.17	139	7.6		
6.93	10.7	6.15	136	7.7		
7.43	10.7	6.14	131	7.6		
7.93	10.8	6.12	126	7.6		
8.43	10.8	6.12	118	7.5		
8.93	10.8	6.12	110	7.5		
9.43	10.9	6.12	102	7.4		
9.93	10.9	6.12	93	7.1		
10.43	10.9	6.11	85	7.1		
10.93	10.9	6.11	79	7.1		
11.43	11.0	6.11	70	7.0		
11.93	11.0	6.11	63	7.0		
12.43	11.0	6.11	56	6.9		
12.93	11.0	6.13	49	6.7		
13.43	11.0	6.11	41	6.5		
13.93	11.0	6.12	33	6.3		

測定日:2000年8月7.10日

水位:G.L.-5.85m

掘削深度:28.00m

A-3孔						
測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)		
0.00						
0.28						
0.78						
1.28						
1.78						
2.28						
2.78						
3.28	19.1	6.37	140	9.0		
3.78	19.2	6.34	144	8.8		
4.28	19.0	6.29	156	8.2		
4.78	18.6	6.17	154	7.4		
5.28	18.0	6.08	155	5.2		
5.78	17.4	6.05	148	2.7		
6.28	16.5	6.07	144	0.7		
6.78	15.6	6.08	140	0.2		
7.28	14.7	6.09	136	0		
7.78	13.9	6.09	139	0		
8.28	13.0	6.08	135	0		
8.78	12.3	6.06	132	0		
9.28	11.5	6.04	133	0		
9.78	10.7	6.01	131	0		
10.28	10.2	5.99	131	0		
10.78	10.0	5.96	128	0		
11.28	9.8	5.94	122	0		
11.78	9.8	5.93	118	0		
12.28	9.7	5.93	115	0		
12.78	9.7	5.94	107	0		
13.28	9.7	5.93	100	0		
13.78	9.6	5.91	96	0		

測定日:2000年8月3日

水位:G.L.-2.48m

掘削深度:21.00m

表-2 地下水の物理化学パラメータ測定結果

B-1孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.31				
0.81				
1.31	18.8	5.60	201	8.6
1.81	16.9	5.64	204	9.2
2.31	12.0	5.60	214	10.7
2.81	10.8	5.58	208	11.4
3.31	10.6	5.55	203	11.5
3.81	10.5	5.52	194	11.6
4.31	10.5	5.47	184	11.7
4.81	10.4	5.44	173	11.5
5.31	10.4	5.36	164	11.2
5.81	10.4	5.35	153	11.7
6.31	10.4	5.32	144	11.8
6.81	10.4	5.28	134	11.8
7.31	10.4	5.26	123	11.8
7.81	10.4	5.23	115	11.7
8.31	10.4	5.21	105	11.7
8.81	10.4	5.20	96	11.7
9.31	10.4	5.20	87	11.8
9.81	10.4	5.20	78	11.9
10.31	10.4	5.20	67	11.9
10.81	10.4	5.22	57	12.0
11.31	10.4	5.24	46	12.1
11.81	10.4	5.26	34	12.1
12.31	10.5	5.29	25	12.2
12.81	10.5	5.31	13	12.2
13.31	10.4	5.33	2	12.3

測定日:2000年8月2,3日
 水位:G.L.-1.01m
 掘削深度:29.00m

B-2孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.30				
0.80				
1.30				
1.80				
2.30	10.7	5.00	165	12.4
2.80	10.2	5.01	171	12.4
3.30	10.1	5.01	204	12.7
3.80	9.9	5.00	216	12.7
4.30	9.8	5.00	209	12.7
4.80	9.8	4.99	198	12.8
5.30	9.7	5.03	187	13.0
5.80	9.7	5.13	175	13.1
6.30	9.8	5.20	164	13.5
6.80	9.7	5.23	153	13.5
7.30	9.8	5.22	141	13.5
7.80	9.8	5.23	129	13.6
8.30	9.9	5.26	118	13.7
8.80	9.9	5.25	105	13.7
9.30	9.9	5.25	92	13.7
9.80	10.0	5.24	82	13.7
10.30	10.0	5.25	69	13.7
10.80	10.0	5.24	59	13.6
11.30	10.0	5.24	48	13.6
11.80	10.0	5.24	38	13.5
12.30	10.0	5.24	28	13.3
12.80		5.26	17	

測定日:2000年8月3日
 水位:G.L.-2.07m
 掘削深度:20.00m
 水温・DOの測定は、0.25m浅い深度で測定。

B-3孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.35				
0.85				
1.35				
1.85	15.5	6.73	17	2.6
2.35	14.3	6.73	8	1.0
2.85	13.4	6.73	-6	0.3
3.35	12.1	6.45	-161	0
3.85	10.9	6.07	-156	0
4.35	10.5	6.01	-151	0
4.85	10.5	5.98	-140	0
5.35	10.4	5.96	-135	0
5.85	10.5	5.96	-143	0
6.35	10.5	5.95	-160	0
6.85	10.5	5.96	-177	0
7.35	10.6	5.98	-201	0
7.85	10.6	6.04	-211	0
8.35	10.7	6.10	-213	0

測定日:2000年8月4日
 水位:G.L.-1.59m
 掘削深度:9.00m

表-3 地下水の物理化学パラメータ測定結果

C-1孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.30				
0.80				
1.30				
1.80				
2.30				
2.80				
3.30	9.6	5.30	150	13.3
3.80	9.5	5.32	143	13.6
4.30	9.5	5.33	135	13.7
4.80	9.5	5.32	127	13.8
5.30	9.5	5.32	131	13.7
5.80	9.5	5.32	152	13.7
6.30	9.6	5.31	137	13.8
6.80	9.6	5.24	127	13.7
7.30	9.6	5.24	113	13.8
7.80	9.6	5.26	100	13.8
8.30	9.7	5.37	88	13.7
8.80	9.7	5.40	76	13.7
9.30	9.7	5.41	66	13.7
9.80	9.7	5.43	55	13.8
10.30	9.8	5.45	44	13.8
10.80	9.8	5.46	35	13.8
11.30	9.8	5.48	25	13.7
11.80	9.8	5.52	16	13.6
12.30	9.8	5.53	6	13.7
12.80	9.8	5.54		13.7

測定日:2000年8月3,4日
 水位:G.L.-2.66m
 掘削深度:16.00m

C-2孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.30				
0.80				
1.30				
1.80				
2.30	11.5	5.10	190	10.5
2.80	11.1	5.14	190	10.2
3.30	10.9	5.15	185	10.2
3.80	10.8	5.13	179	10.1
4.30	10.7	5.13	168	8.7
4.80	10.7	5.10	157	8.9
5.30	10.8	5.10	148	8.7
5.80	10.7	5.11	140	8.4
6.30	10.7	5.15	130	7.9
6.80	10.8	5.15	118	6.3
7.30	10.8	5.16	107	5.6
7.80	10.8	5.17	97	4.6
8.30	10.7	5.17	87	3.8
8.80	10.7	5.18	76	3.3
9.30	10.8	5.20	65	2.9
9.80	10.8	5.22	54	2.6
10.30	10.8	5.26	44	2.4
10.80	10.8	5.27	33	2.1
11.30	10.8	5.30	21	1.9
11.80	10.8	5.31	12	1.7
12.30	10.8	5.33	3	1.5
12.80	10.8	5.37	-6	1.1
13.30	10.7	5.38	-16	0.9
13.80	10.7	5.53	-27	0.8

測定日:2000年8月8日
 水位:G.L.-1.92m
 掘削深度:22.00m

C-4孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.30				
0.80				
1.30				
1.80				
2.30				
2.80	14.5	5.85	172	7.6
3.30	12.4	6.25	170	7.9
3.80	11.7	6.72	151	5.4
4.30	11.1	6.91	143	4.3
4.80	10.8	7.0	138	3.9

測定日:2000年8月4日
 水位:G.L.-2.64m
 掘削深度:5.00m

ダム下孔

測定深度 (G.L.-m)	水温 (°C)	pH	ORP (mV)	DO (ppm)
0.00				
0.60				
1.10				
1.60				
2.10				
2.60				
3.10				
3.60				
4.10				
4.60	11.5	5.46	76	6.6
5.10	11.5	5.44	32	6.4
5.60	11.4	5.43	-107	6.2
6.10	11.3	5.43	-166	6.2

測定日:2000年8月10日
 水位:G.L.-
 掘削深度:18.00m

表-4 採水深度の設定

モニタリング孔	設定した採水深度	調査時の水位		設定した採水位置の深度	
		標高(m)	深度(m)	標高(m)	深度(m)
A-3	水面下5m	715.81	-2.48	710.81	-7.48
B-1	水面下5m	723.11	-1.01	718.11	-6.01
B-2	水面下5m	717.19	-2.07	712.19	-7.07
B-3	口元から7.65m	704.89	-1.59	699.48	-7.00
C-1	口元から11m	717.74	-2.66	710.10	-10.30

上記モニタリング孔は、1998年の地下水モニタリングと同様の深度に加えて上記深度での採水を行う。

表-5 分析方法

項目	方法	定量下限	分析誤差	分析理由
pH	電極法		±0.1	基本的測定項目
EC	電極法	20 μ S/cm		溶存成分の総量を概括的に把握
ORP電位	ガラス電極法			酸化還元状態の把握
Na ⁺	イオンクロマト法	1ppm	2%	主要溶存成分
K ⁺	イオンクロマト法	1ppm	2%	主要溶存成分
Ca ₂ ⁺	イオンクロマト法	0.5ppm	2%	主要溶存成分、中和殿物の溶出
Mg ₂ ⁺	イオンクロマト法	0.5ppm	2%	主要溶存成分
F ⁻	イオンクロマト法	0.1ppm	2%	主要溶存成分
Cl ⁻	イオンクロマト法	0.5ppm	3%	主要溶存成分
NO ₂ ⁻	イオンクロマト法	0.5ppm	4%	地下水の酸化還元状態
NO ₃ ⁻	イオンクロマト法	0.5ppm	6%	地下水の酸化還元状態
SO ₄ ²⁻	イオンクロマト法	1ppm	2%	硫酸浸出の影響把握
Si	モリブデン黄法およびICP法		3%	主要溶存成分
全Fe	o-フェナントロリン吸光光度法	2ppm	10%	主要溶存成分
Fe ²⁺	o-フェナントロリン吸光光度法	2ppm	10%	主要溶存成分
無機炭素	赤外吸収法		5%	主要溶存成分
全炭素	赤外吸収法		5%	主要溶存成分
Al	ICP法	0.01ppm	5%	主要溶存成分
Mn	ICP法	0.01ppm	5%	酸化還元状態の把握
Th	ICP法	0.01ppm	5%	有害物質の有無
Rb	ICP法	0.04ppm	5%	有害物質の有無
Cd	ICP法	0.01ppm	5%	有害物質の有無
Cu	ICP法	0.01ppm	5%	有害物質の有無
As	ICP法	0.1ppm	5%	有害物質の有無
Zn	ICP法	0.01ppm	5%	有害物質の有無
Pb	ICP法	0.01ppm	5%	有害物質の有無
U	ICP法及びICP-MS法			廃棄物/鉱床からの溶出を把握
Ra	エマネーション法			廃棄物/鉱床からの溶出を把握

地下浸透水規制基準（排水基準を定める総理府令）

（松村ほか、1999a、夜次鉱滓堆積場周辺のモニタリング）

表-6 地下水の水質分析結果(A-1)

採水日			水位		水温	pH	EC	Eh	U	Ra	IC	TC
年	月	日	標高m	深度m	°C		μS/cm	mV	ppb	Bq/ml	ppm	ppm
1998	6	16	715.20	-7.24	11.6	5.0	151	447	<8	1.36E-05	7.3	
1998	8	24	715.22	-7.22	12.2		132					
1998	11	4	715.54	-6.90	12.6	5.2	123	436	<5	1.55E-05	10.0	
1998	12	17	715.07	-7.37	12.1		118					
1999	6	23	715.24	-7.20	11.4	6.0	150	415	0.2	2.68E-05	10.2	10.9
1999	11	2	715.51	-6.93	11.7	5.3	128	429	<10		6.8	7.8
2000	1	20	715.18	-7.26	9.9		115					
2000	9	7	715.03	-7.41	12.2	4.9	110	440	<10	1.30E-05	13.5	16.3
2000	11	27	715.28	-7.16	11.5	5.4	106	411	<10	4.38E-05	5.7	6.6
平均値			715.25	-7.19	11.69	5.30	126	430		2.25E-05	8.9	10.4
最大値			715.54	-6.90	12.6	6.0	151	447		1.30E-05	13.5	16.3
最小値			715.03	-7.41	9.9	4.9	106	411		4.38E-05	5.7	6.6

採水日			Na	K	Ca	Mg	全Fe	Fe2+	F	Cl	NO2	Br	NO3	SO4
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	15	10.6	0.5	9.1	1.5	<2	<2	<0.5	25.6	<0.5	<0.5	1.2	17.9
1998	8	24												
1998	11	4	9.1	0.5	8.6	1.3	<2	<2	<0.5	17.7	<0.5	<0.5	0.6	15.9
1998	12	17												
1999	6	23	9.1	0.3	8.1	1.3	<2	<2	0.1	21.4	<0.1	<0.1	0.9	18.7
1999	11	2	9.5	0.5	8.4	1.4	<2	<2	<0.1	19.9	<0.1	<0.1	1.0	16.2
2000	1	20												
2000	9	7	8.4	0.4	6.6	1.1	<2	<2	0.1	13.1	<0.1	0.1	1.1	19.3
2000	11	27	7.9	<0.1	6.9	1	<2	<2	<0.1	11.4	<0.1	<0.1	1	16.7
平均値			9.1		7.9	1.3				18.2			1.0	17.5
最大値			10.6	0.5	9.1	1.5				25.6			1.2	19.3
最小値			7.9		6.6	1.0				11.4			0.6	15.9

採水日			Al	Mn	Th	Rb	Cd	Cu	As	Zn	Pb	Ba	Si
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	15	0.019	<0.001	<0.007	<0.043	<0.001	<0.003	<3	0.006	<0.006		2.6
1998	8	24											
1998	11	4											3.2
1998	12	17											
1999	6	23	0.1	0.07	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	0.04	0.016		2.7
1999	11	2	<0.01	0.061	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	0.067	0.024		2.7
2000	1	20											
2000	9	7	0.076	0.064	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.087	<0.01	0.045	2.8
2000	11	27	0.034	0.05	<0.05	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.055	0.019	0.049	2.8
平均値										0.05		0.05	2.8
最大値			0.15	0.08						0.09		0.049	3.2
最小値				0.05						0.01		0.045	2.6

表-8 地下水の水質分析結果(A-3)

採水日			水位		水温 °C	pH	EC μS/cm	Eh mV	U ppb	Ra Bq/ml	IC ppm	TC ppm
年	月	日	標高m	深度m								
1998	6	16	715.89	-2.40	16.9	6.6	137	396	<8	1.25E-05	6.7	
1998	8	24	715.94	-2.35	22.0		213					
1998	11	2	716.21	-2.08	15.4	6.7	136	329	<5	1.02E-05	10.5	
1998	12	17	715.67	-2.62	10.9		152					
1999	6	23	715.89	-2.40	15.6	6.5	133	399	0.1	3.20E-06	5.3	4.7
1999	11	2	716.52	-1.77	15.1	6.6	235	414	<10	1.38E-05	10.8	11.6
2000	1	20	715.76	-2.53	5.7		280					
2000	9	7	715.62	-2.67	20.1	6.6	162	408	<10	1.00E-05	4.95	7.3
2000	11	27	715.95	-2.34	11.7	6.5	139	389	<10	3.28E-06	7.3	9.3
平均値			715.94	-2.35	14.8	6.6	176	389		8.83E-06	7.6	8.2
最大値			716.52	-1.77	22.0	6.7	280	414		1.38E-05	10.8	11.6
最小値			715.62	-2.67	5.7	6.5	133	329		3.20E-06	5.0	4.7

採水日			Na	K	Ca	Mg	全Fe	Fe2+	F	Cl	NO2	Br	NO3	SO4
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	16	6.5	0.7	21.3	1.0	<2	<2	<0.5	5.4	<0.5	<0.5	0.7	49.0
1998	8	24												
1998	11	2	6.5	1.6	23	1.0	<2	<2	<0.5	3.3	<0.5	<0.5	<0.5	30.9
1998	12	17												
1999	6	23	4.1	0.6	17.1	0.8	<2	<2	<0.1	5.1	<0.1	<0.1	0.6	32.1
1999	11	2	6.1	1.1	38.3	1.6	<2	<2	<0.1	4.8	<0.1	<0.1	0.4	63.7
2000	1	20												
2000	9	7	6.2	2.6	19.7	1.1	<2	<2	<0.1	7.7	<0.1	<0.1	1.9	36.1
2000	11	27	7.2	1.3	23.0	1	<2	<2	<0.1	5.0	<0.1	<0.1	0.1	47.8
平均値			6.1	1.3	23.7	1.1				5.2			0.73	43.3
最大値			7.2	2.6	38.3	1.6				7.7			1.9	63.7
最小値			4.1	0.6	17.1	0.8				3.3			0.1	30.9

採水日			Al	Mn	Th	Rb	Cd	Cu	As	Zn	Pb	Ba	Si
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	16	0.017	<0.01	<0.01	<0.043	<0.001	<0.01	<3	0.021	<0.006		2.0
1998	8	24											
1998	11	2											3.9
1998	12	17											
1999	6	23	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	0.02	<0.01		3.8
1999	11	2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	0.037	<0.01		3.3
2000	1	20											
2000	9	7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.054	<0.01	0.014	2.9
2000	11	27	<0.01	<0.01	<0.05	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.036	0.011	0.014	3
平均値										0.03		0.01	3.1
最大値			0.017							0.054	0.011	0.014	3.9
最小値										0.02		0.014	2.0

表-11 地下水の水質分析結果(B-3)

採水日			水位		水温 °C	pH	EC μS/cm	Eh mV	U ppb	Ra Bq/ml	IC ppm	TC ppm
年	月	日	標高m	深度m								
1998	6	16	703.85	-2.63	12.5	7.1	349	234	<8	1.34E-05	37.4	
1998	8	21	704.88	-1.60	16.0	7.1	446	260	<10	2.52E-05	53.1	56.6
1998	11	2	704.98	-1.50	13.8	7.1	354	342	<5	1.35E-05	27.7	
1998	12	16	704.80	-1.68	10.1	7.6	479	319		1.57E-05	32.7	30.9
1999	6	23	705.5	-1.62	11.5	7.0	462	261	1.9	1.36E-05	34.5	30.5
1999	11	2	705.9	-1.24	12.1	6.7	225	355	<10	5.25E-06	15.0	15.4
2000	1	18	705.6	-1.57	7.0	7.0	320	215	<10	1.77E-05	24	27.5
2000	9	7	705.4	-1.69	14.9	6.8	490	165	<10	2.60E-05	63.0	67.1
2000	11	27	705.5	-1.61	10.8	6.8	400	238	<10	1.89E-06	27.6	32.5
平均値			705.16	-1.68	12.1	7.0	392	266		1.47E-05	35.0	37.2
最大値			705.89	-1.24	16.0	7.6	490	355		1.34E-05	63.0	67.1
最小値			703.85	-2.63	7.0	6.7	225	165		1.89E-06	15.0	15.4

採水日			Na	K	Ca	Mg	全Fe	Fe2+	F	Cl	NO2	Br	NO3	SO4
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	16	14.1	2.0	62.4	2.4	<2	<2	<0.5	12.2	<0.5	<0.5	<0.5	52.7
1998	8	21	17.3	3.4	71.7	2.7	<2	<2	<0.5	14.6	<0.5	0.6	<0.5	23.5
1998	11	2	13.48	2.4	62.26	2.2	<2	<2	<0.5	9.7	<0.5	<0.5	<0.5	64.7
1998	12	16	19.2	2.7	79.5	4.4	<2	<2	<0.5	27.5	<0.5	<0.5	<0.5	115.8
1999	6	23	5.7	2.6	58.0	2.0	<2	<2	<0.1	8.1	<0.1	<0.1	0.5	43.3
1999	11	2	6.5	2.5	38.4	1.3			<0.1	5.0	<0.1	<0.1	0.3	34.3
2000	1	18	8.7	1.7	51.2	1.8	<2	<2	<0.1	7.8	<0.1	<0.1	0.8	33.2
2000	9	7	15.4	3.3	83.5	2.9	3.5	2.6	0.1	10.8	<0.1	0.2	0.1	25.3
2000	11	27	11.6	1.2	70.2	2.7			<0.1	9.3	<0.1	<0.1	0.3	82.1
平均値			12.4	2.4	64.1	2.5				11.7				52.7
最大値			19.18	3.41	83.5	4.4	3.5	2.6		27.5		0.6	0.8	115.8
最小値			5.70	1.20	38.4	1.3				5.0				23.5

採水日			Al	Mn	Th	Rb	Cd	Cu	As	Zn	Pb	Ba	Si
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	16	0.015	0.80	<0.007	<0.043	<0.001	<0.003	<3	0.005	<0.006		4.3
1998	8	21	<0.004	0.74	<0.01	<0.043	<0.001	<0.001	<0.1	<0.009	<0.004		5.9
1998	11	2		0.18									6.6
1998	12	16											6.4
1999	6	23	<0.01	0.39	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	0.02	<0.01		6.5
1999	11	2	<0.01	0.047	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	0.014	<0.01		3.3
2000	1	18	<0.01	0.5	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.5	<0.01	<0.01	0.01	3.5
2000	9	7	<0.01	2.6	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.02	<0.01	0.021	5.9
2000	11	27	<0.01	1.1	<0.05	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	0.015	4.2
平均値				0.79								0.02	5.2
最大値			0.015	2.6						0.02		0.021	6.6
最小値				0.047								0.01	3.3

表-14 地下水の水質分析結果(C-4)

採水日			水位		水温 °C	pH	EC μS/cm	ORP mV	ウラン ppb	ラジウム Bq/ml	IC ppm	TC ppm
年	月	日	標高m	深度m								
1998	6	17	686.17	-3.26	12.0	7.2	155	281	<8	2.19E-06	15.7	
1998	8	24	687.83	-1.60	13.7		183					
1998	11	2	686.76	-2.67	12.1	7.0	167	384	<5	3.63E-07	12.8	
1998	12	17	686.74	-2.69	10.4		185					
1999	6	23	687.4	-2.69	12.1	7.0	161	390	1	1.79E-05	13.0	10.3
1999	11	4	687.5	-2.66	11.3	6.1	137	375	<0.01	1.05E-05	6.9	9.7
2000	1	19	687.5	-2.66	8.1		136					
2000	9	7	687.3	-2.87	13.4	6.3	185	389	<10	6.90E-06		
2000	11	28	687.5	-2.65	9.6	6.1	120	405	<10	7.40E-06	3.9	5.8
平均値			687.18	-2.64	11.4	6.6	159	371		7.54E-06	10.5	8.6
最大値			687.83	-1.60	13.7	7.2	185	405		1.79E-05	15.7	10.3
最小値			686.17	-3.26	8.1	6.1	120	281		3.63E-07	3.9	5.8

採水日			Na	K	Ca	Mg	全Fe	Fe2+	F	Cl	NO2	Br	NO3	SO4
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	17	11.7	0.7	29.3	4.1	<2	<2	<0.5	12.2	<0.5	<0.5	0.7	43.2
1998	8	24												
1998	11	2	9.7	0.6	27.4	3.4	<2	<2	<0.5	10.47	<0.5	<0.5	<0.5	37.5
1998	12	17												
1999	6	23	9.3	0.6	28.0	3.3	<2	<2	<0.1	10.7	<0.1	<0.1	0.6	37.2
1999	11	4	7.2	0.7	14.4	1.9	<2	<2	<0.1	7.3	<0.1	<0.1	0.2	31.4
2000	1	19												
2000	9	7	8.4	0.7	18.1	2.5	<2	<2	<0.1	9.1	<0.1	0.1	0.3	36
2000	11	28	6.7	0.3	14	1.9	<2	<2	<0.1	7.2	<0.1	<0.1	1.8	34
平均値			8.8	0.6	21.9	2.9				9.5				36.5
最大値			11.7	0.7	29.3	4.1				12.2		0.1	1.8	43.2
最小値			6.7	0.3	14.0	1.9				7.2				31.4

採水日			Al	Mn	Th	Rb	Cd	Cu	As	Zn	Pb	Ba	Si
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1998	6	17	0.02	0.004	<0.01	<0.043	<0.001	<0.003	<3	0.014	<0.006		7.4
1998	8	24											
1998	11	2											10.8
1998	12	17											
1999	6	23	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	<0.01	<0.01		9.5
1999	11	4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.05	0.027	<0.01		5.7
2000	1	19											
2000	9	7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.046	<0.01	0.019	6.9
2000	11	28	<0.01	<0.01	<0.05	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.021	<0.01	0.017	6.6
平均値												0.02	7.8
最大値			0.02							0.046		0.019	10.8
最小値												0.017	5.7

表-16 地下水の水質分析結果(場内水)

採水日			水位		水温	pH	EC	Eh	ウラン	ラジウム	IC	TC
年	月	日	標高m	深度m	°C		μS/cm	mV	ppb	Bq/ml	ppm	ppm
1999	6	23	716.98	-1.49	19.1	6.9	373	398	7.7	7.88E-05	12.1	11.2
1999	11	4	717.26	-1.01	11.2	6.9	242	412	<10	6.68E-05	7.5	9.7
2000	1	19	716.92	-1.35	3.9	6.8	219	378	<10	1.05E-05	8.7	8.7
2000	9	13	716.88	-1.39	19.4	7.0	604	360	<10	1.56E-04	9.0	10.6
2000	11	27	716.95	-1.32	7.0	6.8	300	383	13	1.10E-04	9.5	11
平均値				-1.31	12.1	6.9	348	386		8.44E-05	9.4	10.2
最大値				-1.01	19.4	7.0	604	412	13	1.56E-04	12.1	11.2
最小値				-1.49	3.9	6.8	219	360		1.05E-05	7.5	8.7

採水日			Na	K	Ca	Mg	全Fe	Fe2+	F	Cl	NO2	Br	NO3	SO4
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1999	6	23	8.5	0.8	64.8	2.5	<2	<2	0.1	5.1	<0.1	<0.1	0.1	126.9
1999	11	4	6.7	1.3	31.5	2.5	<2	<2	<0.1	4.9	<0.1	<0.1	<0.1	67.3
2000	1	19	8.3	1.1	22.1	2.5	<2	<2	<0.1	4.9	<0.1	<0.1	0.2	47.4
2000	9	13	24.7	1.6	74.3	3.0	<2	<2	<0.1	6.2	<0.1	0.2	0.2	105.3
2000	11	27	12.1	0.9	45.6	3.5	<2	<2	<0.1	6.2	<0.1	0.2	0.3	90.1
平均値			12.1	1.1	47.7	2.8				5.4				87.4
最大値			24.7	1.6	74.3	3.5				6.2		0.2	0.3	126.9
最小値			6.7	0.8	22.1	2.5				4.9				47.4

採水日			Al	Mn	Th	Rb	Cd	Cu	As	Zn	Pb	Ba	Si
年	月	日	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1999	6	23	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<1	<0.01	<0.01		7.1
1999	11	4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01		6.5
2000	1	19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.5	<0.01	<0.01	0.02	8.0
2000	9	13	<0.01	0.72	<0.01	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	0.011	<0.01	0.023	5.4
2000	11	27	<0.01	1.1	<0.05	<0.043	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	0.016	7
平均値												0.02	6.8
最大値				1.1						0.011		0.023	8
最小値												0.016	5.4

表-17 地下水の水質分析結果

試錐孔名	採水日			採水深度	水温 °C	pH	EC μS/cm	ORP mV	ウラン ppb	ラジウム Bq/ml	IC ppm	TC ppm
	年	月	日									
A3	2000	9	13	水面下5m	20.6	6.4	256	174	<0.01	1.06E-05		15.2
B1	2000	9	13	水面下5m	13.7	6.2	51	161	<0.01	1.36E-05	4.3	8.0
B2	2000	9	13	水面下5m	11.5	5.8	46	209	<0.01	2.00E-06	2.7	5.4
B3	2000	9	13	7.65m	15	6.3	519	102	<0.01	1.58E-05	34.5	38.4
C1	2000	9	13	11m	10.8	6.4	28	197	<0.01	9.30E-06	2.1	4.65

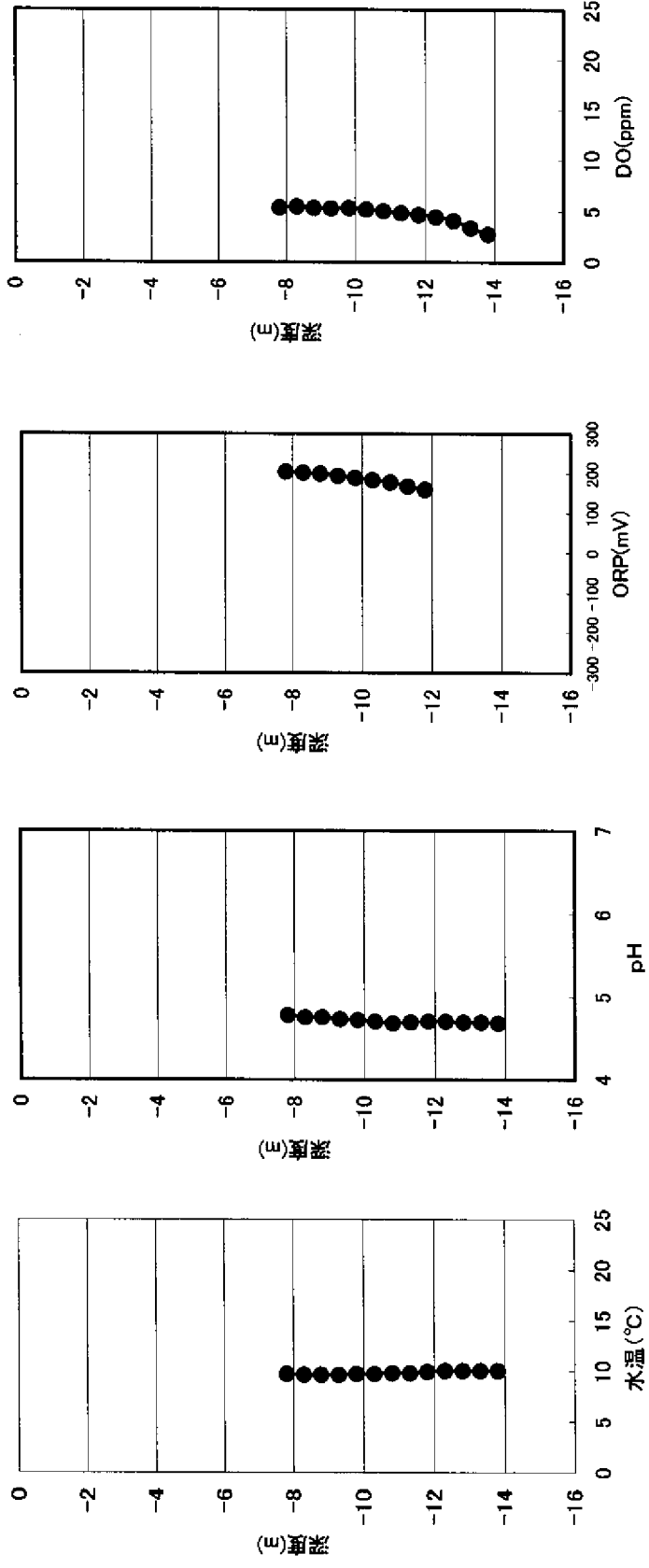
試錐孔名	採水日			Na ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	全Fe ppm	Fe2+ ppm	F ppm	Cl ppm	NO2 ppm	Br ppm	NO3 ppm	SO4 ppm
	年	月	日												
A3	2000	9	13	10.0	1.1	55.8		<2	<2	<0.1	5.8	<0.1	<0.1	0.2	108.4
B1	2000	9	13	3.8	0.6	1.8	0.5	<2	<2	<0.1	4.0	<0.1	<0.1	0.1	1.1
B2	2000	9	13	3.0	0.4	0.7	0.4	<2	<2	<0.1	3.6	<0.1	<0.1	0.1	0.8
B3	2000	9	13	29.0	3.4	113.7	9.6	2.2	0.7	<0.1	44.4	<0.1	<0.1	0.1	229.6
C1	2000	9	13	3.7	0.3	1.4	0.3	<2	<2	<0.1	3.3	<0.1	<0.1	0.1	1

試錐孔名	採水日			Al ppm	Mn ppm	Th ppm	Rb ppm	Cd ppm	Cu ppm	As ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ba ppm	Si ppm
	年	月	日											
A3	2000	9	13	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.1	0.018	<0.01	0.037	4.8
B1	2000	9	13	<0.01	0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	6.6
B2	2000	9	13	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	4
B3	2000	9	13	0.012	1.9	<0.01		<0.01	<0.01	<0.1	0.011	<0.01	0.02	8.4
C1	2000	9	13	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	7.2

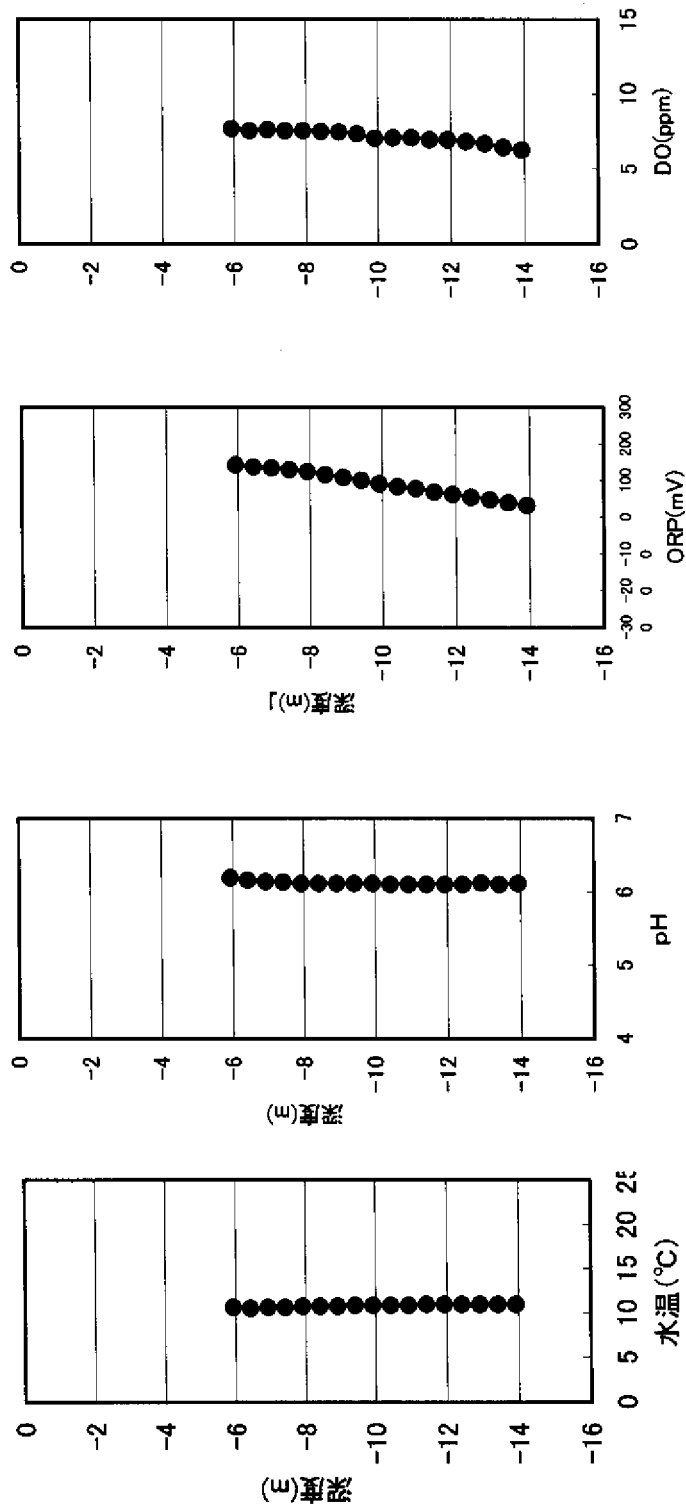
試錐孔名	採水日			採水深度	水温 °C	pH	EC μS/cm	ORP mV	ウラン ppb	ラジウム Bq/ml	IC ppm	TC ppm
	年	月	日									
A3	2000	11	30	水面下5m	11.6	6.4	83	154	<10	5.27E-06	5.9	9
B1	2000	11	30	水面下5m	9.9	6.1	33	201	<10	9.29E-06	3.5	4.8
B2	2000	11	30	水面下5m	9.3	5.8	33	186	<10	8.92E-06	2.3	2.9
B3	2000	11	30	7.65m	10.6	6.2	460	119	<10	1.93E-05	26	27.3
C1	2000	11	30	11m	9.1	6.4	29	216	<10	3.58E-06	2.4	4

試錐孔名	採水日			Na ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	全Fe ppm	Fe2+ ppm	F ppm	Cl ppm	NO2 ppm	Br ppm	NO3 ppm	SO4 ppm
	年	月	日												
A3	2000	11	30	5.3	0.9	16.6	0.9			<0.1	3.9	<0.1	<0.1	<0.1	29.7
B1	2000	11	30	3.8	0.4	1.5	0.5			<0.1	4	<0.1	<0.1	<0.1	0.7
B2	2000	11	30	3	<0.1	0.6	0.3			<0.1	3.9	<0.1	<0.1	<0.1	0.8
B3	2000	11	30	27.3	4.0	101.9	10.3			<0.1	40.6	<0.1	<0.1	0.4	228.3
C1	2000	11	30	3.7	<0.1	1.3	0.5			<0.1	3.3	<0.1	<0.1	<0.1	1.0

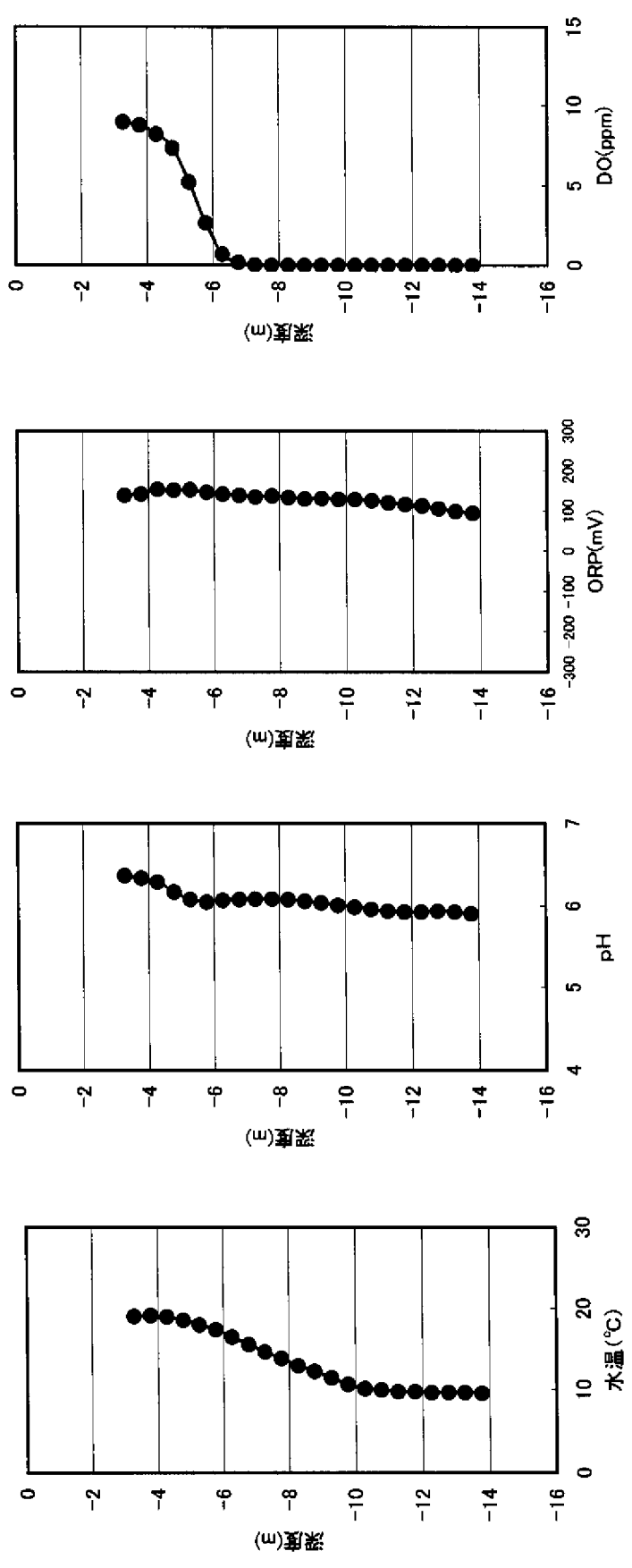
試錐孔名	採水日			Al ppm	Mn ppm	Th ppm	Rb ppm	Cd ppm	Cu ppm	As ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ba ppm	Si ppm
	年	月	日											
A3	2000	11	30	<0.01	<0.01	<0.05		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	2.3
B1	2000	11	30	<0.01	<0.01	<0.05		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	6.6
B2	2000	11	30	<0.01	<0.01	<0.05		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	4
B3	2000	11	30	<0.01	2.1	<0.05		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	0.021	8.1
C1	2000	11	30	<0.01	<0.01	<0.05		<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	7.5



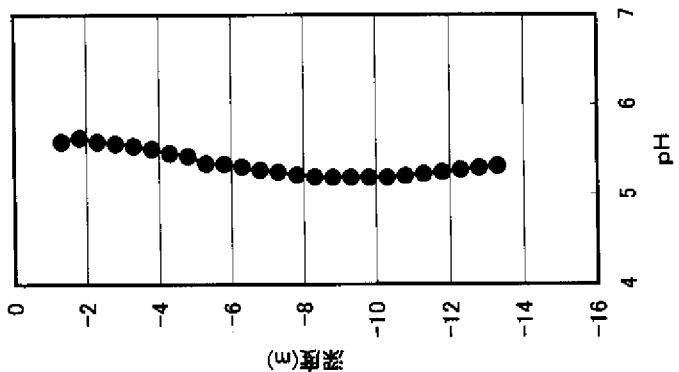
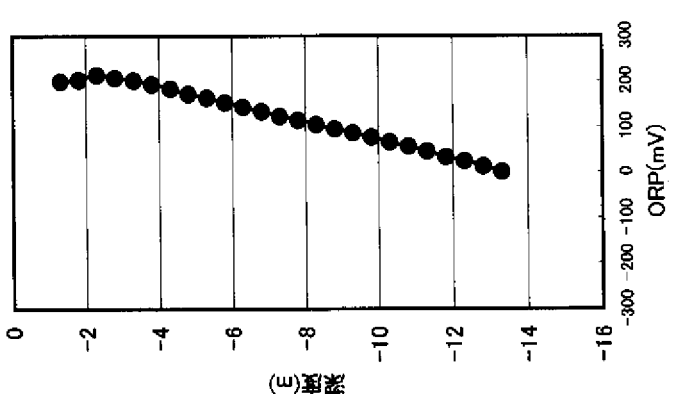
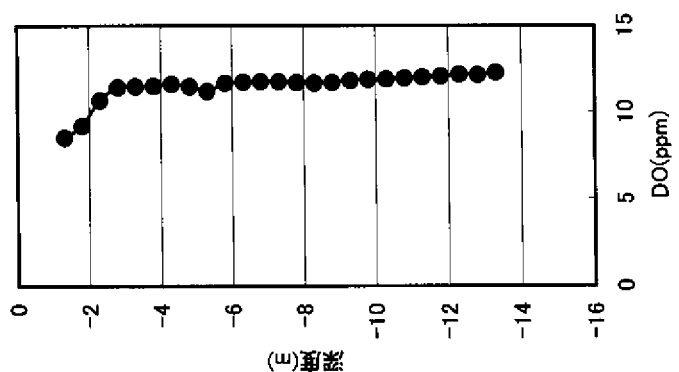
別添図一1 地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(A-1孔)
(測定日:2000年8月4日)



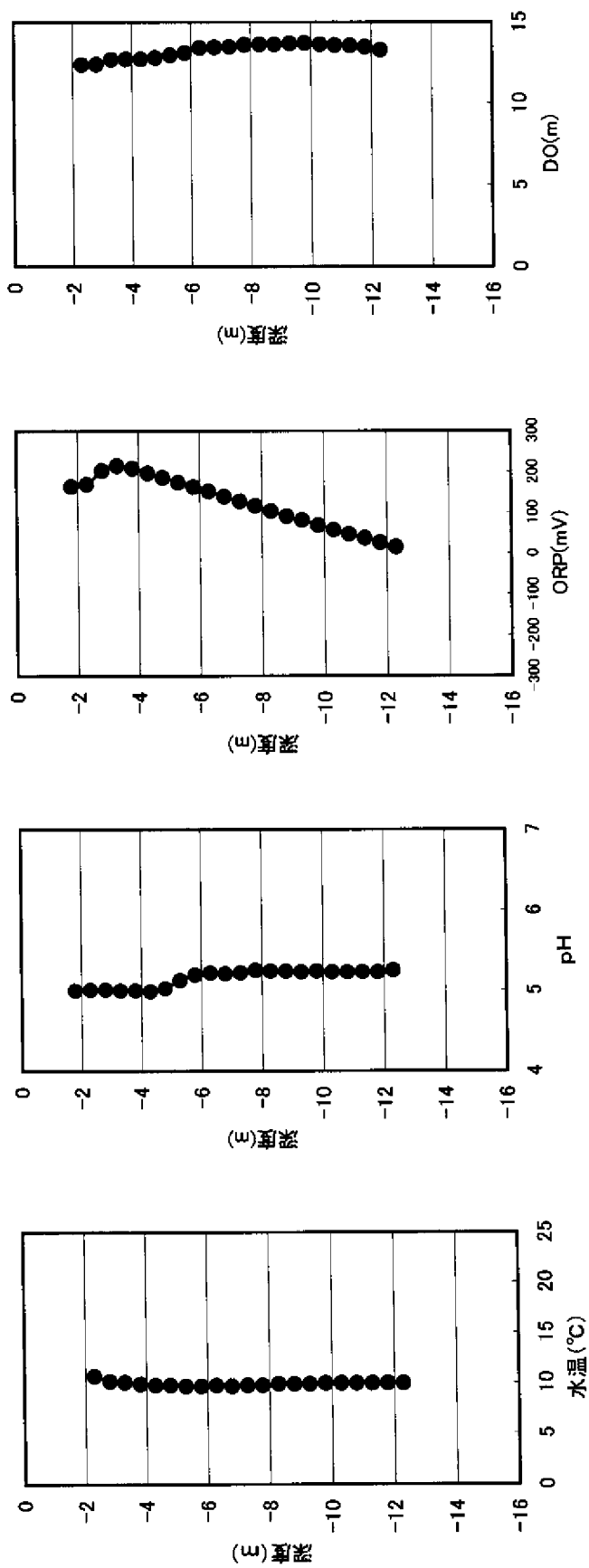
別添図-2 地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(A-2孔)
(測定日:2000年8月7.10日)



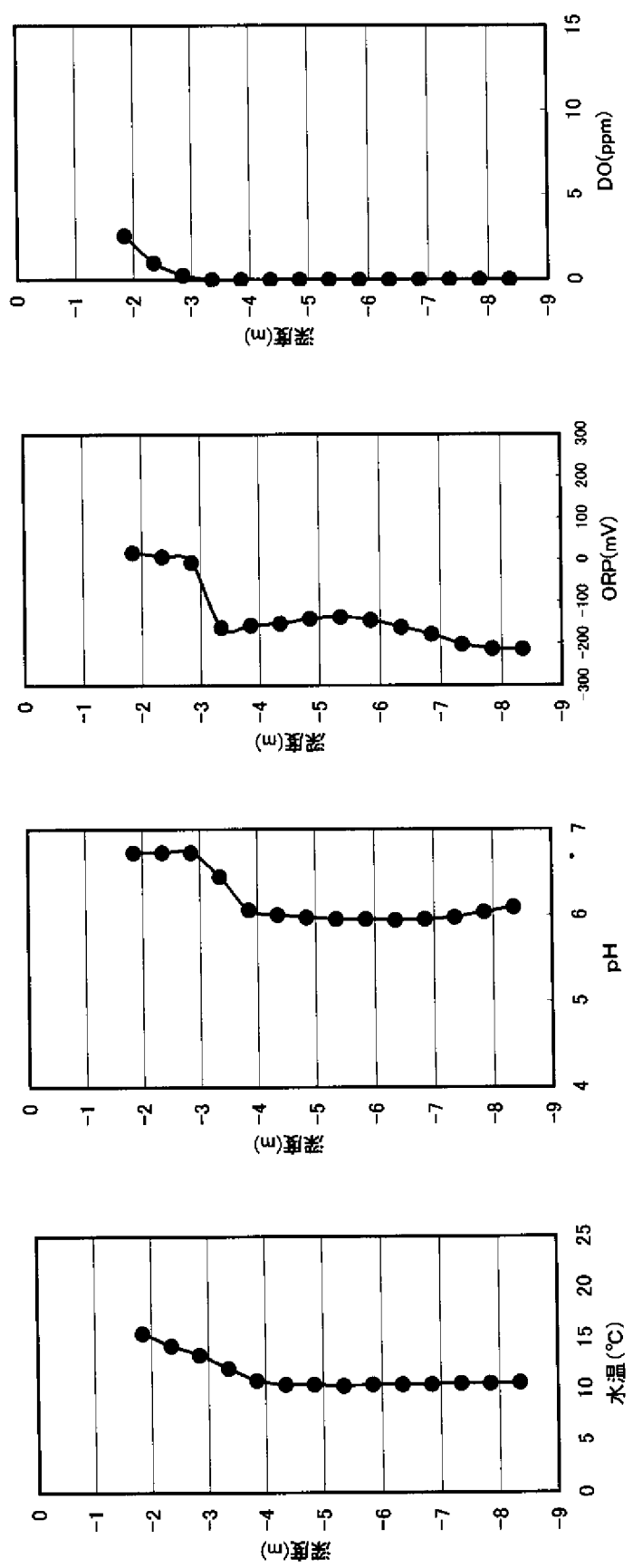
別添図-3 地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(A-3孔)
(測定日:2000年8月3日)



別添図-4 地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(B-1孔)
(測定日:2000年8月2, 3日)



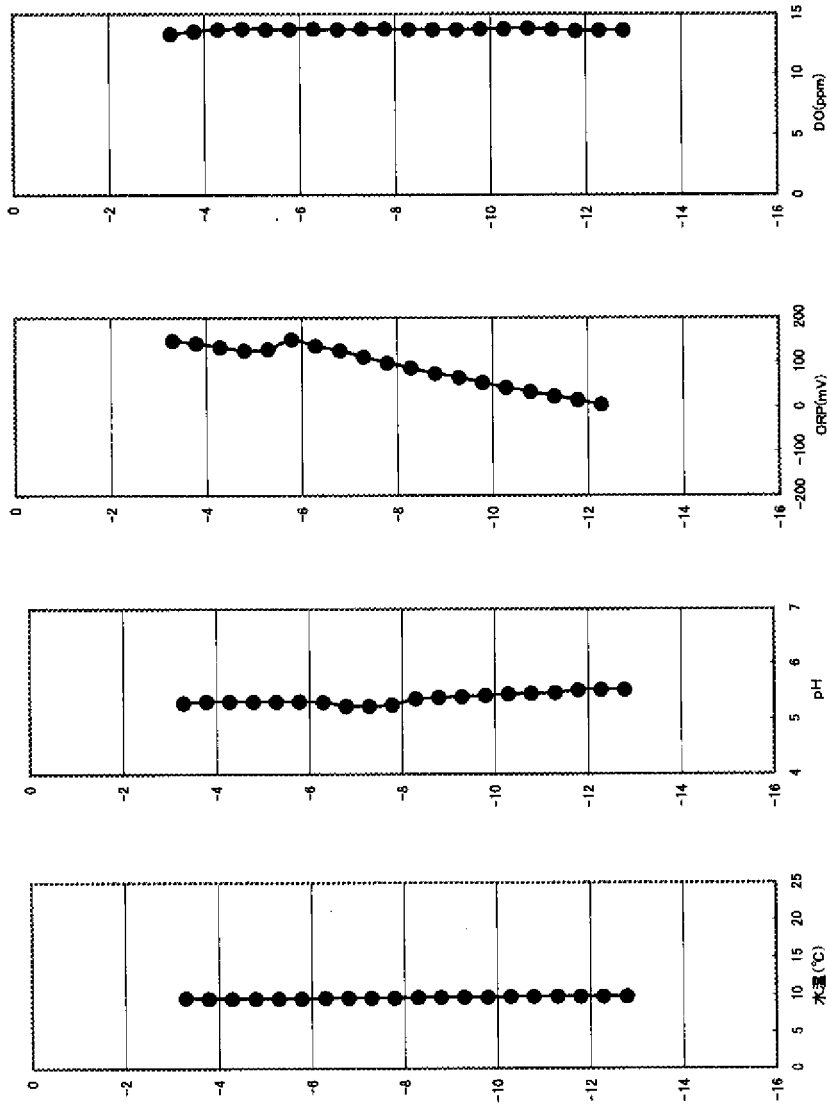
別添図一5 地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(B-2孔)
(測定日:2000年8月3日)



別添図一6 地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(B-3孔)
 (測定日:2000年8月4日)

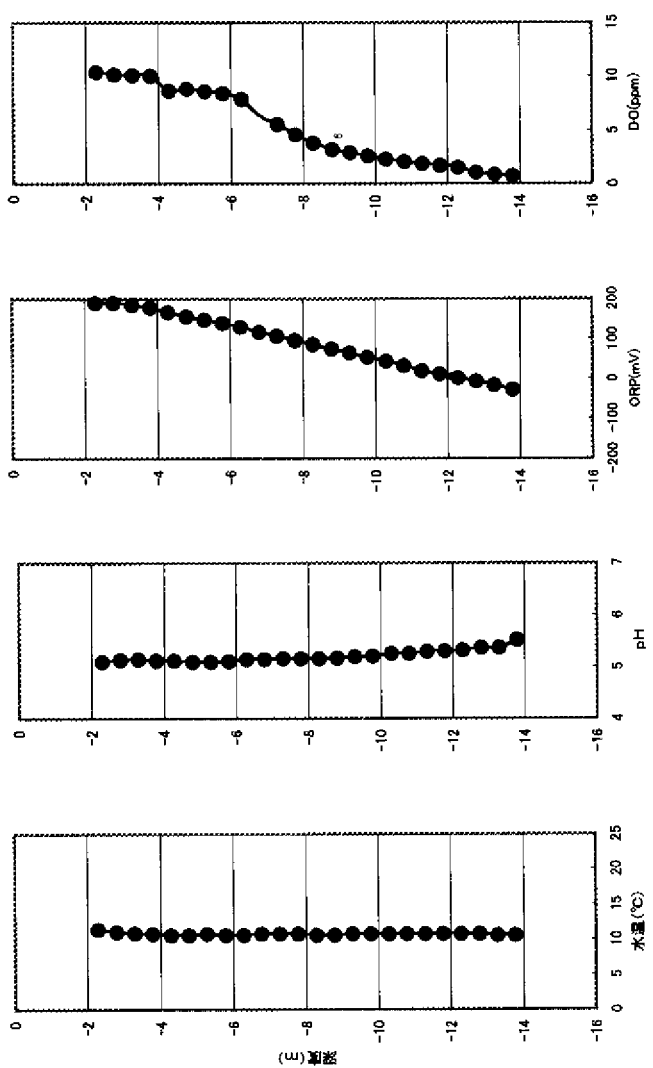
尺 前	標 高	深 度	層 厚	地 質	地 質 状 況 図	色 調	岩 質 区 分	コア 0 の 要 素	コア 0 の 形 状	コア 観察 事項 および 掘 進 時 の 状 況
1	796.00	1.00	1.00	地 土		黄 灰	地 土			全体に粘土質中砂から成る。腐植物混入。 GL-1.00m~3.2mは粘土多い、含水は中程度。 GL-3.2m~6.00mはやや砂分が多い。 GL-3.2m~4.00mは高水入。
2	777.20	3.20	2.20	沖積層		黄 灰	粘 土 質 中 砂		5	
3	776.40	2.60	2.60			黄 灰	粘 土 質 中 砂			
4						黄 灰	粘 土 質 中 砂			
5						黄 灰	粘 土 質 中 砂			
6	776.40	2.60	2.60			黄 灰	粘 土 質 中 砂			
7						黄 灰	粘 土 質 中 砂			
8						黄 灰	粘 土 質 中 砂			
9	776.40	6.40	3.60			黄 灰	粘 土 質 中 砂			
10	776.40	6.50	0.10	花崗岩		灰 白	粘 土 質 中 砂		4	GL-9.50m~13.4mは腐植~30cm程度の層状となる。コアはやや高水を含む。全体に赤褐色を呈する。 GL-12.00m~12.50mは、4層層で、コアは砂質粘土状となる。 GL-13.4m~16.00mは、10m~40cmの層状となる。コアは堅硬。
11	776.40	11.50	1.00			黄 灰	粘 土 質 中 砂		2	
12	776.40	12.00	0.50			黄 灰	粘 土 質 中 砂		3	
13	777.20	8.00	0.50			黄 灰	粘 土 質 中 砂		5	
14	777.20	8.40	0.40			黄 灰	粘 土 質 中 砂		2	
15	776.40	14.00	0.60			灰 白	粘 土 質 中 砂		4	
16	776.40	15.00	2.20			黄 灰	粘 土 質 中 砂		3	
17						黄 灰	粘 土 質 中 砂		2	

(E) 掘 進 状 況



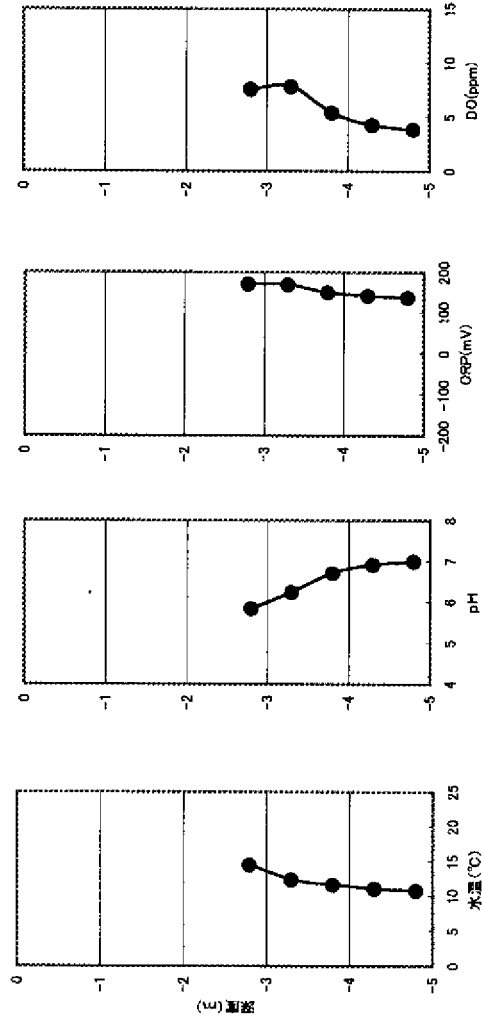
別添図一7 地質柱状図／地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(C-1孔)
(測定日:2000年8月3,4日)

層 氏 用	高 度 m	深 度 m	地 質 類 別	地 質 状 況 図	色 澤 調	岩 層 区 分	コ 7 の 硬 軟 状 況	コ 7 観 察 事 項 および 地質層の状況
1	78.52	0.00	表土	表土	黄褐色	表土		表土層に砂質土、 含まれる。
2	78.52	0.20	沖積層	沖積層	黄褐色	砂質土		
3	78.52	3.70	茶褐色	茶褐色	黄褐色	粘土質の砂	5	GL-1.70m-13.05m 層厚の 間隔を以て粘土質の砂-粘土質 の層状を認めている。
4	78.52	5.00						
5	78.52	6.00						
6	78.52	6.00						
7	78.52	6.00						
8			茶褐色	茶褐色	黄褐色	粘土質の砂	5	GL-13.05m-16.50m 5cm- 50cm 間隔を以て、 コア層を認めない。 GL-16.70m層厚に茶褐色の砂質土 層を認めない。
9	78.52	6.46						
10	78.52	6.50						
11	78.52	6.50						
12	78.52	6.50						
13	78.52	6.50	茶褐色	黄褐色	黄褐色	2	GL-16.50m-20.00m 10cm- 50cm 間隔を以て、 コア層を認めない。 GL-20.00m-22.00m 50cm 層厚の間隔を以て、 コア層を認めない。	
14	78.52	6.95						
15	78.52	7.50						
16	78.52	8.05						
17	78.52	8.50						
18	78.52	8.50	茶褐色	黄褐色	黄褐色	2	GL-20.00m-22.00m 50cm 層厚の間隔を以て、 コア層を認めない。	
19	78.52	8.50						
20	78.52	8.50						
21	78.52	8.50						
22	78.52	8.50						

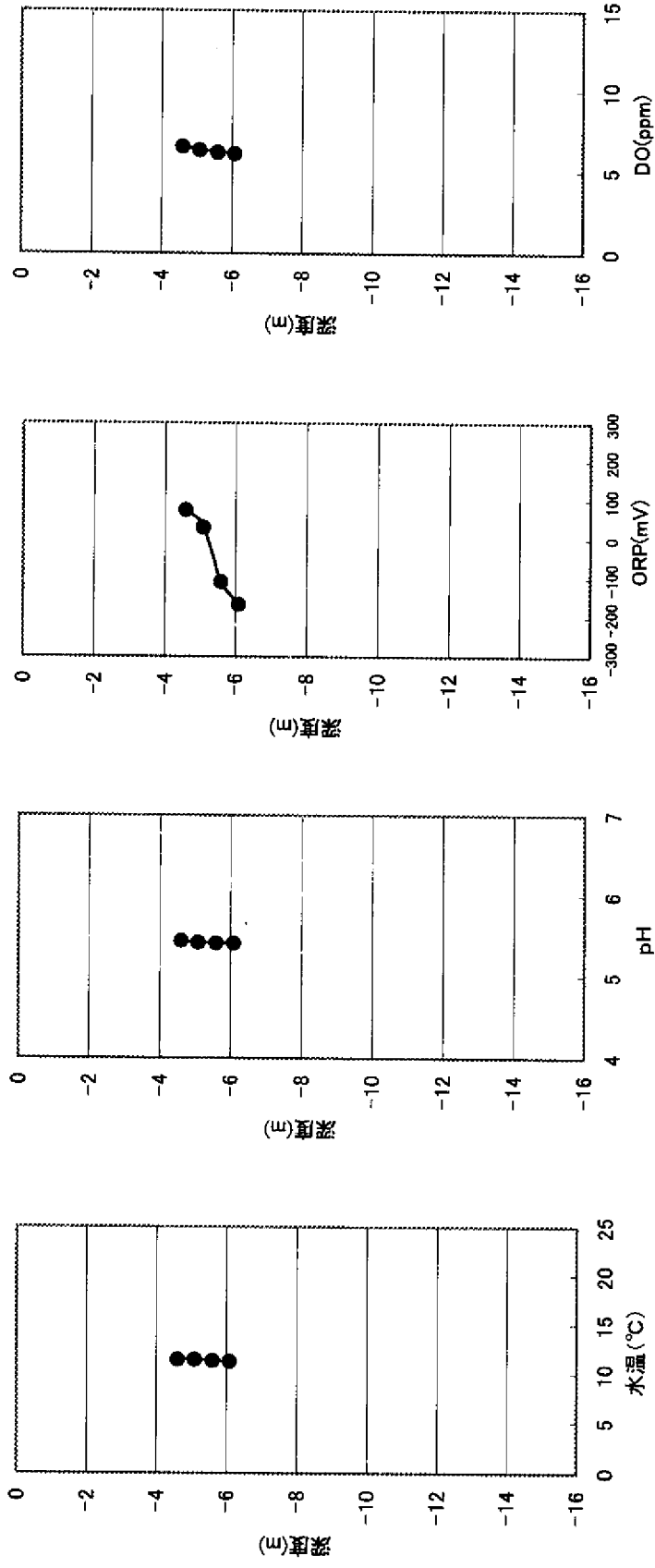


別添図-8 地質柱状図/地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(C-2孔)
(測定日:2000年8月8日)

標尺	高さ	厚	地質	柱状図	式	色	岩	コア	コア	コア
尺	m	m	m				種	7	7	7
1	0.43	0.05	沖積層		III	黄	粘土	5	5	5
2	0.73	2.0	花崗岩	+++++	+++++	黄	凝結	4	4	4
3	0.65	0.7								
4	5.0	5.0	花崗岩	+++++	+++++	灰	岩	1	1	1
5	2.0	2.0								



別添図-9 地質柱状図/地下水の水温・pH・ORP及びDOと深度の関係(C-4孔)



別添図一10 地下水の水溫・pH・ORP及びDOと深度の関係(ダム下孔)

(測定日:2000年8月10日)