

JNC TJ7420 99-003

# 地質構造解析のための試錐調査

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

1999年2月

株式会社 ペ ス コ

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  
4-49 Muramatsu, Naka-gun, Ibaraki 319-1194,  
Japan

## 地質構造解析のための試錐調査

久田 司\*・三輪 章\*

### 要 旨

東濃地科学センターが実施している広域地下水流動研究における地質構造解析の一環として、岐阜県可児郡御嵩町押山地区において航空写真で判読されているリニアメントに対し電気探査が実施された。本報告書は、その構造解析結果の検証および表層部の地下水の水理特性を明らかにする目的で実施した試錐調査の成果報告書である。

本調査地の地質は、瀬戸層群土岐砂礫層が石英斑岩（岩脈？）を直接覆って分布することが明らかとなった。この不整合面は地表より37.0m付近にあり、電気探査による構造解析結果と一致するが、調査地付近に認められる低比抵抗部については、石英斑岩の岩脈により形成される可能性が示唆された。

揚水試験では透水係数が求められ、 $1 \times 10^{-7}$  m/secオーダーの透水係数が求められた。また、水質分析の結果、本調査地の地下水の水質はCa-HCO<sub>3</sub>型とNa-HCO<sub>3</sub>型の中間的な組成を示すことが明らかとなった。

---

本報告書は、株式会社ペスコが核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務成果に関するものである。

契約番号：10C1308

機構担当部課室：東濃地科学センター地層科学研究グループ 武田 精悦

\*：株式会社ペスコ 中部事務所 地質調査部

## Drilling Research aimed to Geological Structure Analysis

Tsukasa Hisada\* · Akira Miwa\*

### Abstract

In Oshiyama districts of Mitake-Town, Gifu prefecture, electrical investigation was operated for the purpose to verify lineaments which were grasped by aero-photo graphic analysis, as a part of regional groundwater flow study carrying out by Japan Nuclear Cycle Development Institute, Tono Geoscience Center. This research aims to confirm the result of geological structure analysis by electrical investigation, and to study the hydro-geological character of subsurface groundwater.

The results of this research are summarized as follows,

- 1) By drilling research, it becomes clear that Toki gravel formation directly cover Quarts Porphyry (Dyke?). The depth of unconformity is about 37.0m below ground level, which is agree with the result of geological structure analysis by electrical investigation. There is a possibility that low resistive zone around drilling point is caused by Quarts Porphyry dyke.
- 2) By pumping test, hydraulic conductivity is calculated at  $1 \times 10^{-7}$  m/sec order.
- 3) Chemical component of groundwater in this research point is indicative of intermediate type between Na-HCO<sub>3</sub> type and Ca-HCO<sub>3</sub> type.

---

This work was performed by Pesco Co., Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : Tono Geoscience Center

Geoscience Research Execution Group

\* : Pesco Co., Ltd. Chubu Office

# 地質構造解析のための試錐調査

## 目 次

1	調査概要	1
1.1	件名	1
1.2	目的	1
1.3	調査地域	1
1.4	調査期間	1
1.5	調査内容	1
2	地質概説	3
2.1	地形	3
2.2	地質	3
3	試錐孔掘削	5
3.1	作業経過	5
3.2	コア掘削・拡孔作業状況	6
4	岩芯の採取	9
4.1	岩芯採取記録	9
4.2	地質記載	10
5	揚水試験および水位回復試験	12
5.1	概要	12
5.2	試験手順	14
5.3	解析法	15
5.4	試験結果および解析	18
6	地下水試料の水質分析	27
7	考察	30
7.1	構造解析結果の検証	30
7.2	地質と透水係数の関係	33
7.3	地質と水質の関係	34
7.4	今後の課題	37

参考文献

岩芯写真集

岩芯記載表

揚水試験測定記録

## 1 調査概要

### 1.1 件名

地質構造解析のための試錐調査

### 1.2 目的

東濃地科学センターが実施している広域地下水流動研究における地質構造解析の一環として、岐阜県可児郡御嵩町押山地区において航空写真で判読されているリニアメントに対し電気探査が実施された。本調査は、構造解析結果の検証および表層部の地下水の水理特性を明らかにすることを目的とする。

### 1.3 調査地域

岐阜県可児郡御嵩町押山 レイクグリーンゴルフ場内 (図1. 1)

### 1.4 調査期間

平成10年11月27日 ~ 平成11年2月19日

作業期間：試錐掘削 平成10年12月17日 ~ 平成11年2月9日

揚水試験 平成11年2月5日 ~ 平成11年2月9日

### 1.5 調査内容

#### (1) 試錐孔掘削 (孔名：98RT-01)

φ86mmダブルチューブコアバーレルを用いた普通工法により、掘削深度80.5mの垂直孔を掘削して岩芯の採取を行った。コア掘削完了後、深度81.6mまで6インチにて拡孔掘削を行った。

#### (2) 岩芯の採取

試錐孔掘削時に岩芯の採取を行った。岩芯の採取が不可能であった区間についてはスライムを採取した。

#### (3) 揚水試験

掘削完了後、5インチストレナーパイプを孔内に挿入して揚水試験を実施した。揚水試験の対象区間はGL-10.0m~孔底(81.6m)とし、本孔の限界揚水量を求め、透水係数を算出した。また、揚水試験時に地下水試料を採取し、サイクル機構において水質分析を実施した。

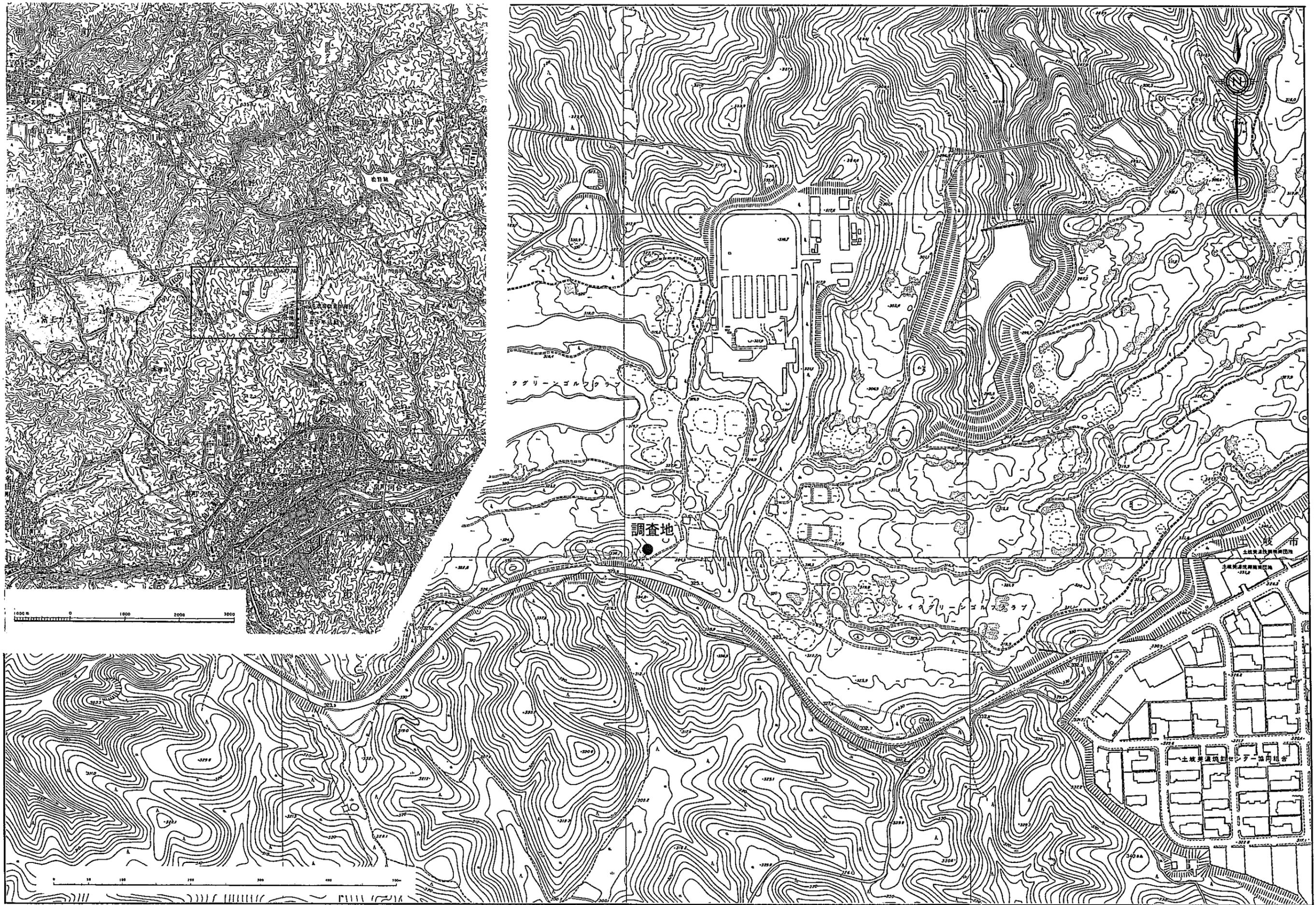


図1.1 調査地域位置図

## 2 地質概説

### 2.1 地形

本調査地は岐阜県土岐市と御嵩町の境界にあり、JR中央本線土岐市駅の北方約4kmに位置している。周辺は北に木曾川、南には土岐川の2河川に挟まれた標高250m～500mのなだらかな丘陵地が広がり、調査地は標高300m程度の尾根部に位置している。

### 2.2 地質

本調査地周辺は、花崗岩と美濃帯の中二吉生界を基盤とし、これら先第三紀の基盤岩を不整合に覆い新第三紀中新世可児層群が分布する。さらに、その上位には第三紀鮮新世～第四紀更新世前期の瀬戸層群土岐砂礫層が広く堆積して丘陵地の表層部を形成している。

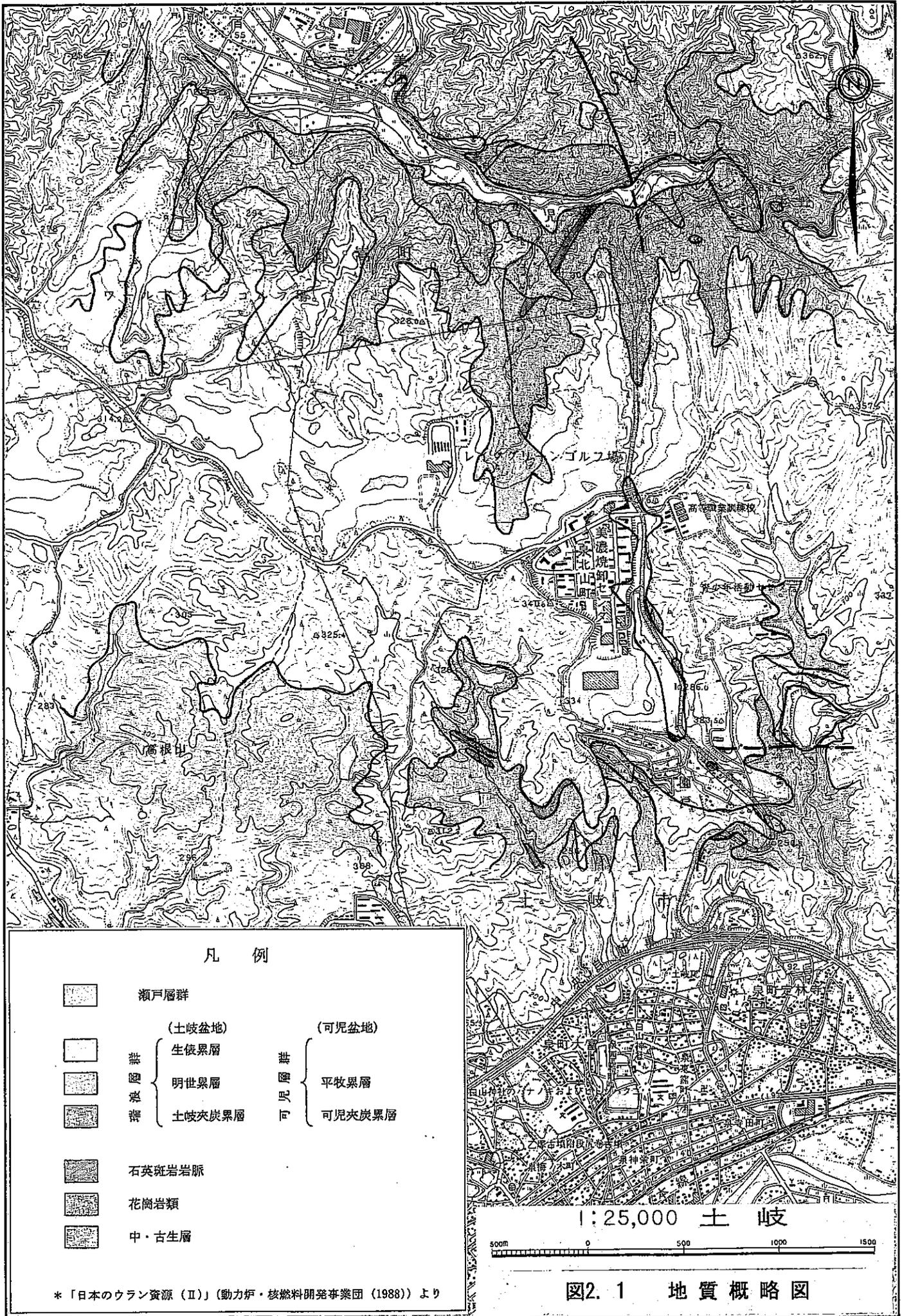
基盤の花崗岩は土岐花崗岩と呼ばれ、この地方の新第三紀中新統の堆積盆地である可児堆積盆地東縁部と土岐-瑞浪堆積盆地の基盤の大部分を占める。土岐花崗岩は中生代末～古第三紀初期に活動した酸性火山活動により形成され、主に粗粒～中粒黒雲母花崗岩からなり岩相変化が激しい。また、調査地周辺の地域では石英斑岩の岩脈が貫入している。

中二吉生界は主にチャート、粘板岩、砂岩からなり、これらの岩石が複雑に分布している。調査地に見られる岩体は、土岐市西部から多治見市、瀬戸市方面へ土岐川に沿って南西方へのびる。この岩体の東方への延長は土岐花崗岩により断たれている。

これらの基盤岩を覆う可児層群は、可児川に沿って御嵩町から可児市にかけて分布する。可児盆地東部では可児夾炭累層と平牧累層に区分されている。可児夾炭累層は主に砂岩、礫岩、凝灰質砂岩、泥岩からなり亜炭層を挟在する。平牧累層は泥岩、砂岩、凝灰岩などからなる。

瀬戸層群土岐砂礫層はレイクグリーンゴルフ場のある尾根部一帯に広く分布する。数cm～拳大のチャート礫を主体とし、濃飛流紋岩類や花崗岩の礫を含む砂礫層で、礫の大きさはまれに20～30cmに及ぶ。基質は粘土質の粗粒砂よりなり、固結度は低い。

図2.1に調査地周辺の地質概略図を示す。



\* 「日本のウラン資源 (II)」 (動力炉・核燃料開発事業団 (1988)) より

図2.1 地質概略図

### 3 試錐孔掘削

#### 3.1 作業経過

試錐孔掘削作業は、平成10年12月17日に着手し、12月18日までに草刈り、整地および機材の搬入と設営作業を終えた後、12月19日に口元部の掘削を開始した。

口元部は、 $\phi 140\text{mm}$ シングルコアチューブを使用し、深度0m～3.00mまでの掘削と5”仮ケーシングの設置を行った。深度3.00m以深は $\phi 86\text{mm}$ ダブルチューブコアバーレルを用いた普通工法によりコアリングを行いながら掘削した。

地質的には深度3.00m付近から深度37.00mまで瀬戸層群土岐砂礫層で、ベントナイト泥水を使用しての掘削であったが、砂礫層の崩壊があり時間を要した。

深度37.00m付近からは石英斑岩となるが、深度0m～30.00m間で砂礫層の崩壊が多く掘削続行が困難となり、サイクル機構担当者と協議した結果、仮ケーシングによる保孔を行うこととなった。4”STPG仮ケーシングを深度30.80mまで挿入し、予定深度までのコアリング掘削を行った。

この後、仮ケーシングを全量抜管してコア掘削作業を終了した。

平成11年1月23日、コア試錐機と拡孔用試錐機の入れ替えを行い、1月25日から拡孔作業を開始した。

拡孔作業に先立ち、コア掘削の結果から深度0m～37.00m間の保孔が必要と予想され、サイクル機構担当者と協議して深度37.00m付近まで8”SGP仮ケーシングを掘削と同時に挿入するダウンザホールハンマー工法により拡孔と保孔をすることとした。

深度37.00mから6”シングルビットに取り替え深度80.50mに向けての拡孔を再開したが、深度62.00m付近を拡孔中に崩壊が多く拡孔が困難となり、8”SGP仮ケーシングを40.00mまで追加挿入した後、掘削予定深度までの拡孔作業を終了した。

平成11年1月30日、サイクル機構担当者の検尺を受けた後、5”ストレーナーについて協議を行い、GL-10.00m以深全孔として孔底まで挿入した。

2月1日～2日には仮ケーシングとして挿入した8”SGPケーシングを深度10.00mまで残り30.00mを抜管した。深度10.00mはセメントにより固定し、最上部はフランジ仕上げを行い、孔口部には縦50cm、横50cm、深さ50cm以上の蓋付きセラーを設置した。

2月3日～2月8日の間に廃泥水およびスライムを専門業者に依頼し適切な処理を行った。また、この間に拡孔用試錐機、高圧コンプレッサー等、全試錐機材を搬出した。

2月5日～2月9日まで揚水試験を実施した。(試験結果については5章に述べる)

試験錐孔口元およびセーラー部の安全対策を行い、運搬路および現場跡地に良質土を投入して整地を行い、跡地復旧作業後、サイクル機構担当者の検査を受け、すべての現地調査作業を終了した。

### 3.2 コア掘削・拡孔作業状況

#### (1) コア掘削

##### 1) 深度0m～3.00m

φ140mmシングルコアチューブで深度3.00mまで無水掘削し、5”ケーシングを仮挿入し鉛直性を確保するため、鉛直を確認しながら設置した。

掘削時の回転数は60rpm程度、ビット荷重はおよそ500kg～1,000kgであった。

地質は、表土であり数cmの礫を含んだ砂礫層。

##### 2) 深度3.00m～44.00m

この区間はφ86mmダブルチューブコアバーレルを用い、普通工法によりベントナイト泥水を使用した。使用ビットは、メタルクラウン(外径86mm、内径70mm)で深度3.00m～38.00mまで掘削した。

地質は、3.00m～37.00mまでは3～6cm程度の礫を含んだ瀬戸層群土岐砂礫層であり、深度37.00m付近で石英斑岩に着岩した。着岩してからはビットをメタルクラウンからダイヤモンドコアビット(外径86mm、内径70mm)に取り替えて深度44.00mまで掘削を行い、転石でないことを確認した後、砂礫層部の崩壊防止のためケーシングで保孔することとし掘削を止め、ビット類を引き揚げた。

φ115mmメタルクラウンで深度30.80mまで拡孔を行い、4”STPG仮ケーシングの挿入・設置をした。

掘削時の回転数は、メタルクラウン使用時は60rpm～80rpm程度、ダイヤモンドビット使用時は120rpm～200rpm程度であった。ビット荷重はおよそ500kg～1,000kgであった。

掘削時の試験ポンプの送水量は20 l/min、排水量20 l/min、送水圧5 kg/cm<sup>2</sup>～10 kg/cm<sup>2</sup>程度であった。

孔内水位は、GL-4.60m～10.50mと変化が測定された。

##### 3) 深度44.00m～80.50m

この区間は、φ86mmダブルチューブコアバーレルを用い普通工法によりダイヤモンドコ

アビット（外径86mm、内径70mm）を使用し、清水により予定深度までの掘削作業を終了した。

掘削時の回転数は、300rpm～400rpm程度であり、ビット荷重はおよそ800kg～1,000kgであった。

掘削時の試錐ポンプの送水量は20 l/min、排水量20 l/min、送水圧5 kg/cm<sup>2</sup>～10kg/cm<sup>2</sup>程度であった。

地質は石英斑岩。

孔内水位は、GL-12.50m～14.50mと変化が測定された。

## (2) 拡孔

### 1) 第一段拡孔（深度0 m～37.00m）

コア掘削の結果から深度0 m～37.00m間の保孔が必要と予想され、ダウンザホールハンマー、8”拡孔ビット（スーパーメックスビット・2枚刃タイプ）を使用し、8”SGP仮ケーシングを掘削と同時に挿入・保孔していくダウンザホールハンマー工法で0 m～37.00mの拡孔と保孔を行った。

8”SGP仮ケーシングは1本の長さが3.00mでアーク溶接により接続を行った。

拡孔時の回転数は30rpm、ビット荷重は800kg～1,000kg程度、トルクはおよそ30A～32Aであった。

### 2) 第二段拡孔（深度37.00m～62.00m）

この区間は6”（φ165mm）ダウンザホールハンマー・シングルビットを使用した。深度37.00～62.00mまでの拡孔中、8”SGP仮ケーシング尻からの崩壊が多く拡孔が困難となり、6”シングルビットを引き揚げ、8”拡孔ビット（スーパーメックスビット・2枚刃タイプ）に取り替えて深度40.00mまで8”SGP仮ケーシングを追加挿入し崩壊防止を行った。

8”SGP仮ケーシングは1本の長さが3.00mでアーク溶接により接続を行った。

拡孔時の回転数は30rpm、ビット荷重は800kg～1,000kg程度、トルクはおよそ25A～32Aであった。

### 3) 第三段拡孔（深度62.00m～81.60m）

この区間は6”（φ165mm）ダウンザホールハンマー、シングルビットを使用した。深度62.00m付近の孔内洗浄後、深度81.60mまでの拡孔作業を終了した。

拡孔時の回転数は30rpm、ビット荷重は800kg～1,000kg程度、トルクはおよそ28A～30Aであった。

拡孔終了後、孔内洗浄を十分に行い、サイクル機構担当者の検尺を受けてすべての掘削・拡孔作業を終了した。

## 4 岩芯の採取

### 4.1 岩芯採取記録

本調査の試錐孔掘削において岩芯の採取を行った。採取した岩芯は、一列1m、全体で5m収納可能な蓋付き岩芯箱に岩芯採取深度に従い収納した。孔内の岩盤が著しく悪く、岩芯の採取ができなかった区間については、スライムを採取して該当する深度の部分に収納した。表4.1に岩芯の採取記録を示す。また、岩芯試料の写真集を巻末に掲載する。なお、岩芯の採取率、RQD (Rock Quality Designation) については概略地質柱状図 (図4.1) に合わせて示している。

表4.1 98RT-01号孔 岩芯採取記録

コア箱No.	孔径	コアサイズ	収納深度区間	収納岩相	スライム採取
No. 1	86mm	70mm	0 m ~ 7.5m	表土、土岐砂礫層	
No. 2	86mm	70mm	7.5 m ~ 20.3m	土岐砂礫層	16.0~17.0m 17.0~19.0m
No. 3	86mm	70mm	20.3m ~ 27.5m	土岐砂礫層	24.0~25.0m
No. 4	86mm	70mm	27.5m ~ 35.0m	土岐砂礫層	31.0~33.0m
No. 5	86mm	70mm	35.0m ~ 41.6m	土岐砂礫層、石英斑岩	
No. 6	86mm	70mm	41.6m ~ 46.9m	石英斑岩	
No. 7	86mm	70mm	46.9m ~ 51.5m	石英斑岩	
No. 8	86mm	70mm	51.5m ~ 56.2m	石英斑岩	
No. 9	86mm	70mm	56.2m ~ 61.0m	石英斑岩	
No. 10	86mm	70mm	61.0m ~ 65.3m	石英斑岩	
No. 11	86mm	70mm	65.3m ~ 69.6m	石英斑岩	
No. 12	86mm	70mm	69.6m ~ 74.3m	石英斑岩	
No. 13	86mm	70mm	74.3m ~ 79.0m	石英斑岩	
No. 14	86mm	70mm	79.0m ~ 80.5m	石英斑岩	

## 4. 2 地質記載

採取された岩芯を観察して地質柱状図を作成した。図4. 1に概略の地質柱状図を示し、岩芯記載は岩芯試料写真集とともに巻末に掲載する。

本孔では3 mまで表土が堆積する。数mm～3 cm程度のチャートの細礫や濃飛流紋岩類の風化礫を含むことから瀬戸層群が土壌化したものと考えられる。

深度3.0m～37.0mには瀬戸層群土岐砂礫層が分布する。本層はチャートの歪円礫を主体とした砂礫層で、基質はチャートの細片を多量に含んだ粗～中粒砂である。深度17.5mまではコアの採取が困難で礫とスライムが少量採取されるのみである。17.5m以深では採取される砂礫の量が増加し、基質部の粘土質が強い部分ではコアの形状を保って採取されている。コアの採取率が良くないため詳細な分布は不明であるが、基質部の岩相がしばしば変化するようである。土岐砂礫層最下部の深度33.4m～37.0mでは鉄酸化鉱物による汚染が著しく橙褐色を帯びる。

土岐砂礫層の下位、深度37.0mから孔底まで石英斑岩が分布する。本岩は暗灰色～緑灰色を呈し、石英と長石の斑晶に富む斑状岩である。斑晶は、石英が1/2mm～5 mm程度の半自形～多形結晶で、長石は1/2mm～1 cm程度の自形～半自形結晶よりなり、しばしば2～3 cmの柱状結晶に成長する。石基部は暗灰色～緑灰色を呈し、1/4mm～1/2mm程度の黒雲母の微細結晶を豊富に含む。本岩には裂かが多く発達するが、岩相の変化に乏しく孔底までほぼ均質な岩相が分布している。調査地周辺の地質状況より、この石英斑岩は岩脈として貫入しているものと推定されるが詳細は不明である。深度44.0mまでは風化が著しく、岩石全体が鉄酸化鉱物により汚染されて橙褐色に変色している。また、深度47.0mまで裂かの発達が著しい。以深は徐々に新鮮な岩相となるが、全体に裂かが発達している。裂かは鉱物により充填され、裂かに沿って濃緑色の変色が認められる。深度53.5mより徐々に裂かの頻度が高くなり、長石の斑晶がしばしば鉄汚染を受けて橙褐色に変色している。深度64.0m～69.0mでは裂かの頻度がさらに高くなり、鉄酸化鉱物により著しく汚染される。深度69.0m以深では、裂か頻度、鉄汚染とも減少して比較的新鮮な岩相となっている。

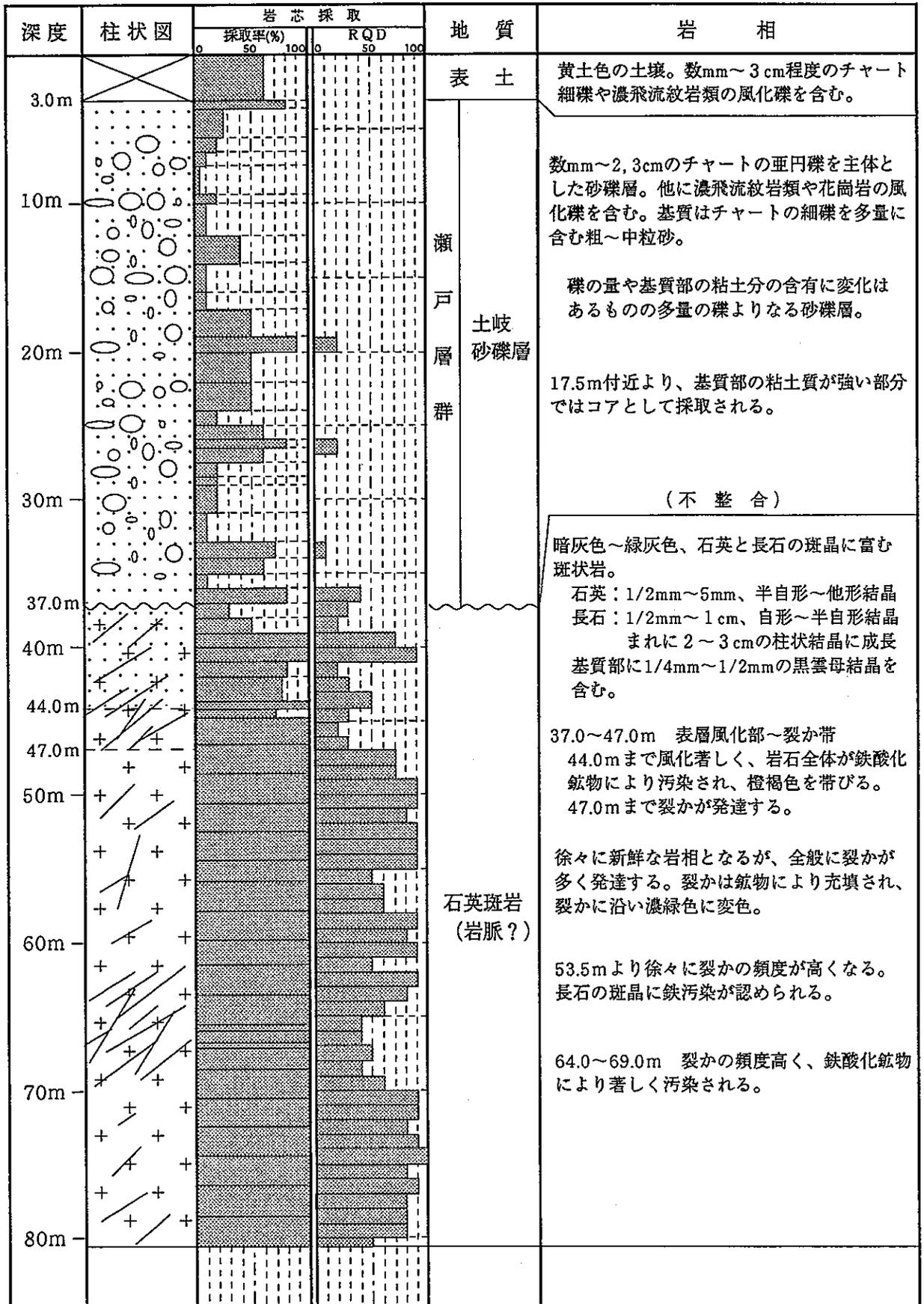


図4.1 98RT-01号孔概略地質柱状図

## 5 揚水試験

### 5.1 概要

#### (1) 試験内容

表層部の地下水の水理特性を把握するため揚水試験および水位回復試験を実施して帯水層係数（透水量係数、透水係数、貯留係数、比貯留係数）を算出する。

試験は、①予備揚水、②段階揚水試験、③定流量揚水試験および④水位回復試験の順に行う。予備揚水は試験孔における水位変化の概略的な傾向を把握し、段階揚水試験の揚水量設定の参考とする。段階揚水試験は、比較的短い時間ごとに一定量の揚水を行い、段階的に揚水量を増加させて揚水量と水位降下量の関係を求める。この結果から、限界揚水量と定流量揚水試験時の揚水量を決定する。

定流量揚水試験および水位回復試験は帯水層係数を算出するための試験である。定流量揚水試験では、一定量の揚水を継続し、水位降下を経時的に測定する。水位回復試験は、定流量揚水試験の揚水を停止した時点から開始し、水位回復状況を定流量揚水試験と同様に経時的に測定する。

なお、本調査の揚水試験は、観測井は設置せず1つの試錐孔（揚水井）において揚水と水位変化の測定を同時に行う揚水井単独での試験を実施した。

#### (2) 使用機器

本調査の揚水試験には以下の機器を用いた。これらの概略構成図を図5.1に示す。

##### ①揚水装置：水中ポンプ、揚水管、逆止弁

揚水は水中ポンプを用いて行う。揚水停止時、揚水管内に貯まった水の逆流を防ぐため、水中ポンプの直上に逆止弁を設置する。

##### ②揚水量調節および計測：インバータ、流量計、計測バケツ

揚水量の調節はインバータにより水中ポンプの出力を制御して行う。また、揚水量の計測には流量計を用いる。補助手段として計測バケツ（容量10リットル）により適時計測して流量を確認する。

##### ③水位計測：水位計（巻き尺型および水位センサー）

水位計測には巻き尺型の水位計を用いる。補助手段として孔内に水位センサーを設置し、ペンレコーダーへ接続して水位の変化を記録する。

##### ④時間計測：ストップウォッチ

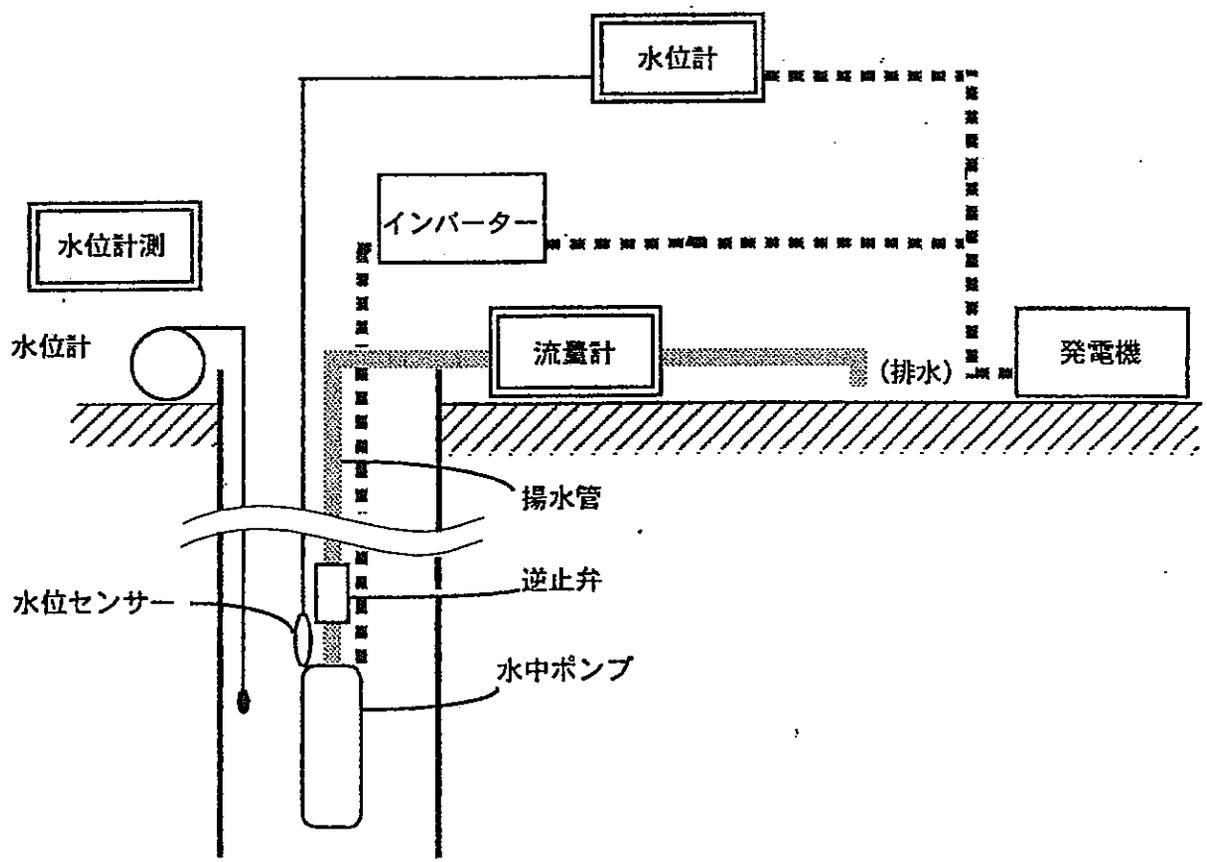


図5. 1 揚水試験に用いる機器の概略構成図

## 5. 2 試験手順

### (1) 予備揚水

本格的な揚水試験に先立ち予備揚水を実施する。揚水量と水位降下量の概略的な関係を把握するため、適当な揚水量での揚水を行い水位降下の状況を測定する。

#### (手 順)

- ① 掘削時の湧水状況より適当な揚水量を設定する。
- ② 試験開始前の初期水位を測定する。
- ③ 初期水位の測定の後、揚水を開始し、概ね5分間隔に水位の測定を行う。
- ④ 30分を区切りとして揚水量を増加させ、5分間隔の水位測定を繰り返す。

### (2) 段階揚水試験

段階揚水試験は、揚水量と水位降下量の関係から限界揚水量を求めるための試験である。また、定流量揚水試験における適正な揚水量を設定するためにも必要である。比較的短時間の定流量揚水を複数の揚水量について段階的に繰り返し、揚水量と水位降下量の関係から限界揚水量を求める。解析に用いるための適当な水位降下が得られ、かつできる限り多くの段階の揚水を行う必要があるため、各段階の揚水継続時間は70分とした。

#### (手 順)

- ① 調査地域の地質や掘削時の湧水状況、さらに予備揚水の結果に基づき、4～5段階の揚水量を設定する。
- ② 試験開始直前に初期水位の測定を行う。
- ③ ①で設定した少量の揚水量から揚水を開始し、経時的に水位を測定する。水位測定の間隔は、定流量揚水試験と同じとする。
- ④ 水位降下に伴い揚水量が減少するため、必要に応じて調節を行う。
- ⑤ 所定の時間が経過したところで揚水量を増加させ、上記の測定を繰り返す。

### (3) 定流量揚水試験

定流量揚水試験は、一定量の揚水を連続的に行い、その水位変化を測定することにより、透水係数を算出するものである。揚水量は段階揚水試験によって求められる限界揚水量の8割程度とする。

#### (手 順)

- ① 試験開始直前に初期水位を測定する。
- ② 初期水位測定後、揚水を開始する。設定した揚水量となるよう速やかに調節する。

- ③ 揚水開始と同時に時間計測を開始し、経時的に水位を測定して水位降下量を求める。  
水位測定の間隔は次のように設定した。

揚水開始から最初の1分間	:	10秒毎
以下 5分まで	:	30秒毎
10分まで	:	1分毎
20分まで	:	2分毎
40分まで	:	5分毎
以後	:	10分毎

- ④ 揚水量は水位の降下に伴い減少する。このため、随時、揚水量の測定を行って一定の揚水量を保つよう調整する。
- ⑤ 揚水は水位降下の状況から定常状態への移行が確認されるまで継続する。この判定には、片対数グラフ上にプロットした揚水継続時間（対数）と水位降下量の関係を用いる。ヤコブの方法によれば、グラフ上にプロットされた点は、時間の経過につれて直線上に配列する。水位降下の割合が減少し、プロットが直線から外れることから定常状態への移行を判定する。

#### (4) 水位回復試験

水位回復試験は、定流量揚水試験と同じく、その結果から透水係数を算出するためにおこなう。揚水量の変動などの影響を受けず自然な状態での水位変化が測定できるため、より多くの情報が得られる。

##### (手 順)

- ① 定流量揚水試験を終了し、揚水を停止した時点から水位回復試験を開始する。
- ② 揚水を停止した時点から、定流量揚水試験と同じ時間間隔により経時的に水位を測定し、揚水停止時水位からの水位回復量および定流量揚水試験開始時の初期水位との水位差（残留水位降下量）を求める。

### 5. 3 解析法

#### (1) 段階揚水試験

段階揚水試験の結果は、両対数グラフ上に揚水量（ $Q$ ）と水位降下量（ $s$ ）の関係をプロットして整理する。このグラフ上においてプロットの勾配が $45^\circ$ から変化する点が、揚水井近傍の地下水の流れが層流状態から乱流状態へ移行する限界揚水量とされる。

この結果から、乱流状態を生じない揚水量を設定し、次の定流量揚水試験を実施する。

(2) 定流量揚水試験

理想的な条件下で一定の流量で揚水された場合の水位降下量 (s) は、タイスの公式で次式のように示される。

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad \text{式(5.1)}$$

ここで、 $u < 0.01$  であれば (5.1)式は、

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \left\{ \log \left( \frac{t}{r^2} \right) - \log \left( \frac{S}{2.25T} \right) \right\} \quad \text{式(5.2)}$$

と近似される (ヤコブの近似式)。

- ここで、
- s : 水位降下量 (m)
  - r : 揚水井からの距離 (m)
  - t : 揚水開始からの経過時間 (min)
  - Q : 揚水量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )
  - T : 透水量係数 ( $\text{m}^2/\text{min}$ )
  - S : 貯留係数
  - u :  $S r^2 / 4 T t$
  - W(u) : 井戸関数

さらに、任意の観測井について、揚水継続時間  $t_1$ 、 $t_2$  の水位降下量を  $s_1$ 、 $s_2$  として差をとると (5.2)式より、

$$\begin{aligned} \Delta s = s_2 - s_1 &= \frac{2.3Q}{4\pi T} \left\{ \log \left( \frac{t_2}{r^2} \right) - \log \left( \frac{S}{2.25T} \right) \right\} \\ &\quad - \frac{2.3Q}{4\pi T} \left\{ \log \left( \frac{t_1}{r^2} \right) - \log \left( \frac{S}{2.25T} \right) \right\} \\ &= \frac{2.3Q}{4\pi T} \left( \log \frac{t_2}{t_1} \right) = \frac{0.183Q}{T} \left( \log \frac{t_2}{t_1} \right) \end{aligned} \quad \text{式(5.3)}$$

となる。

解析は、片対数グラフの対数目盛に揚水継続時間 (t)、算術目盛に水位降下量 (s) をプロットし、この t-s 曲線に近似する直線を引く。log t の 1 サイクル間の水位降下を  $\Delta s$  にとれば、(5.3)式で  $\log t_2/t_1 = 1$  となり、透水量係数 (T) は次式により求められる。

$$T = \frac{0.183Q}{\Delta s} \quad \text{式(5.4)}$$

また、直線を延長して、水位降下量  $s = 0$  の軸との交点  $t_0$  を求めると、(5.2)式より、貯留係数 ( $S$ ) を次式で求めることができる。

$$S = \frac{2.25T \cdot t_0}{r^2} \quad \text{式(5.5)}$$

### (3) 水位回復試験

一般に、水位回復のデータ解析には、タイスの方法が用いられる。

揚水停止後の残留水位降下量  $s'$  は、揚水量  $Q$  の揚水が継続された場合の水位降下量  $s_1$  と揚水停止時から開始される注水量  $Q$  の注水による水位の上昇量  $s_2$  の和として表すことができる。

$$s' = s_1 + s_2$$

$$s_1 = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \doteq \frac{Q}{4\pi T} \ln \left( \frac{2.25Tt}{Sr^2} \right)$$

$$s_2 = \frac{Q}{4\pi T} W(u') \doteq \frac{Q}{4\pi T} \ln \left( \frac{2.25Tt'}{S'r^2} \right)$$

$$s' \doteq \frac{Q}{4\pi T} \left\{ \ln \left( \frac{2.25Tt}{Sr^2} \right) - \ln \left( \frac{2.25Tt'}{S'r^2} \right) \right\} \quad \text{式(5.6)}$$

となる。ここで、

$$\begin{aligned} t &: \text{揚水開始からの時間} \\ t_0 &: \text{揚水停止までの時間} \\ t' &: \text{揚水停止からの時間} (t' = t - t_0) \\ S' &: \text{回復期間中の貯留係数} \\ u &= Sr^2 / 4Tt \\ u' &= S'r^2 / 4Tt' \end{aligned}$$

である。

(5.6)式において  $S = S'$  であれば、

$$s' = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \left( \frac{t}{t'} \right) \quad \text{式(5.7)}$$

となる。

解析は、片対数グラフの対数目盛に  $t/t'$ 、算術目盛に残留水位低下量  $s'$  をプロットし、このプロットに近似する直線を引く。この直線において  $\log(t/t')$  の1サイクル間の勾配  $\Delta s'$  を求めれば次式により透水量係数  $T$  が求められる。

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s'} = \frac{0.183Q}{\Delta s'} \quad \text{式(5.8)}$$

なお、この方法では、貯留係数を求めることはできない。

西垣・高坂(1984)は、回復試験結果から貯留係数を求める方法を示している。揚水停止後の水位回復量  $s_r$  は、残留水位低下量  $s'$  と揚水停止時の水位低下量  $s_0$  を用いて次のように表される。

$$\begin{aligned} s_r &= s_0 - s' \\ s_r &\doteq \frac{Q}{4\pi T} \left\{ \ln\left(\frac{2.25Tt_0}{S r^2}\right) - \ln\left(\frac{2.25Tt}{S r^2}\right) + \ln\left(\frac{2.25Tt'}{S' r^2}\right) \right\} \\ &= \frac{2.3Q}{4\pi T} \left\{ \log\left(\frac{t_0 t'}{t r^2}\right) - \log\left(\frac{S'}{2.25T}\right) \right\} \quad \text{式(5.9)} \end{aligned}$$

この式は、(5.2)式と同形であり、片対数グラフ上に  $s_r$  と  $\log(t_0 t'/t r^2)$  の関係をプロットし、このプロットに最もよく合う直線を引いて、この直線における  $\log(t/t')$  の1サイクル間の勾配  $\Delta s_r$  および水位回復量  $s=0$  との交点  $(t_0 t'/t r^2)_0$  を求めれば、次式により透水量係数  $T$  と貯留係数  $S'$  が得られる。

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s_r} = \frac{0.183Q}{\Delta s_r} \quad \text{式(5.10)}$$

$$S' = 2.25T \left( \frac{t_0 t'}{t r^2} \right)_0 \quad \text{式(5.11)}$$

#### 5.4 試験結果および解析

揚水試験は平成11年2月5日から2月9日までの5日間に実施した。揚水試験に係わる諸状況(ストレーナー区間、ポンプ設置位置など)は次の通りである。

- ・試錐孔掘削深度：81.6m
- ・ストレーナー設置区間：GL-10m ～ 孔底
- ・ストレーナー開孔率：約4%
- ・水中ポンプ設置位置：GL-55m
- ・水中ポンプ設置前水位：GL-12.0m
- ・揚水試験実施期間：平成11年2月5日～2月9日

揚水試験の解析は以下に記すグラフを作成して行った。これらグラフを章末にまとめて示し、試験結果と解析の概要について簡潔に述べる。なお、揚水試験の測定記録は巻末に記録集として掲載する。

段階揚水試験：

- ①揚水継続時間－水位 ( $t-H$ ) (図5. 2 (1))
- ②揚水継続時間－水位降下量 ( $\log(t)-s$ ) (図5. 2 (2))
- ③揚水量－水位降下量 ( $Q-s$ ) (図5. 2 (3))

定流量揚水試験：

- ①揚水継続時間－水位 ( $t-H$ ) (図5. 3 (1))
- ②揚水継続時間－水位降下量 ( $\log(t)-s$ ) (図5. 3 (2))

水位回復試験：

- ①回復時間－水位 ( $t'-H$ ) (図5. 4 (1))
- ②揚水開始からの時間／揚水停止からの時間－残留水位降下量 ( $\log(t/t')-s'$ ) (図5. 4 (2))
- ③西垣・高坂の方法による関係図 ( $\log(t \circ t' / t r_2) - s r$ ) (図5. 4 (3))

以下に、揚水試験結果の概要を順に述べる。

#### (1) 予備揚水

試錐孔に水中ポンプを設置した後、予備揚水を行い水位降下の概略の傾向を調査した。予備揚水は3 l/min、6 l/min、12 l/min、20 l/minの4段階の揚水量で各30分間の揚水を行った。12 l/minの揚水量より水位降下が大きくなるとともに、細かい砂粒を汲み上げて濁りが生じ、過剰揚水であることが推定された。

## (2) 段階揚水試験

予備揚水の結果より限界揚水量は $10\text{ l/min}$ 前後と推定されたため、段階揚水試験の揚水量を $1\text{ l/min}$ 、 $3\text{ l/min}$ 、 $6\text{ l/min}$ 、 $10\text{ l/min}$ 、 $15\text{ l/min}$ 、 $20\text{ l/min}$ の6段階に設定し、揚水継続時間を各70分間として試験を実施した。

$\log(t)-s$  図 (揚水継続時間-水位降下量 関係図: 図5. 2 (2)) において、 $10\text{ l/min}$ 以上の揚水量では水位降下曲線が上に凸となり過剰揚水の特徴を示す。また、 $15\text{ l/min}$ の揚水では25分過ぎより急激な水位降下が生じる。このときの水位が GL-17m付近であることから、地下水の多くが GL-17m以浅より供給されているものと推定される。

Q-s 図 (揚水量-水位降下量 関係図: 図5. 2 (3)) より、限界揚水量は $8\text{ l/min}$ 程度と求められる。なお、限界揚水量を超えた揚水では白濁を生じ、 $15\text{ l/min}$ と $20\text{ l/min}$ の揚水では細かい砂粒を汲み上げて著しい濁りが生じた。

## (3) 定流量揚水試験

定流量揚水試験は揚水量を $5\text{ l/min}$ として実施した。水位降下の状況は図5. 3 (1)と(2)に示される。揚水開始から270分を過ぎた頃より水位降下が緩やかとなり、GL-14.2m付近で安定に向かったため、330分で揚水を停止した。また、揚水開始後30分後より水位降下の割合が若干減少し、120分過ぎより再度大きくなる。これは帯水層中の地質状況が均質ではないためと推定され、この間を平均して解析するために16分から水位が安定する直前の260分までを解析区間として用いた。

解析結果はグラフ (図5. 3(2)) にも合わせて示しているが、算出された諸係数は以下の通りである。

$$\text{透水量係数 } T = 1.11 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{/sec)}$$

$$\text{帯水層厚 } D = 69.8 \text{ (m)}$$

$$\text{透水係数 } k = 1.59 \times 10^{-7} \text{ (m/sec)}$$

$$\text{貯留係数 } S = 1.832$$

$$\text{比貯留係数 } S_s = 2.62 \times 10^{-2} \text{ (1/m)}$$

なお、本孔のストレーナーは GL-10mから孔底まで設置されているため、求められた諸係数はストレーナー設置区間全体を通した値となる。また、試験開始時の水位がストレーナー区間内であったため、帯水層厚は試験開始時の水位から孔底までの69.8mとして計算している。

#### (4) 水位回復試験

定流量揚水試験において揚水を330分間継続した後、揚水を停止して水位回復試験を開始した。回復状況は図5. 4 (1), (2)に示されるとおり良好で揚水停止から300分程度ではほぼ試験開始時の水位に回復している。図5. 4 (2)においてプロットが直線状に配列する区間  $t/t'$  : 2.32~2.94 (170分~250分) を解析区間として用いた。

解析結果はグラフ (図5. 4(2), (3)) に合わせて示すが、算出された諸係数は以下の通りである。

$$\text{透水量係数 } T = 1.33 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{/sec)}$$

$$\text{帯水層厚 } D = 69.8 \text{ (m)}$$

$$\text{透水係数 } k = 1.91 \times 10^{-7} \text{ (m/sec)}$$

$$\text{貯留係数 } S = 0.537$$

$$\text{比貯留係数 } S_s = 7.69 \times 10^{-3} \text{ (1/m)}$$

なお、定流量揚水試験の結果と同様、求められた諸係数はストレーナー設置区間全体を通した値となる。また、帯水層厚は試験開始時の水位から孔底までの69.8mとして計算している。

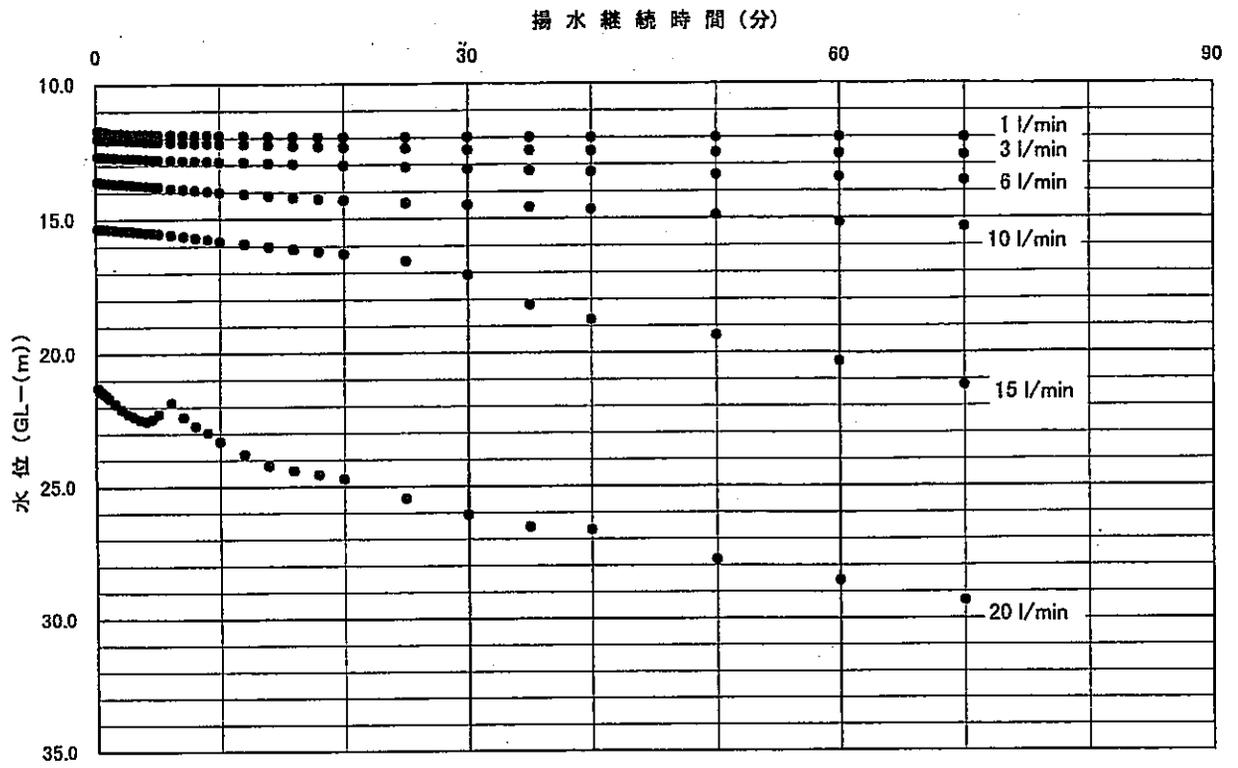


図5. 2 (1) 98RT-01号孔 段階揚水試験結果

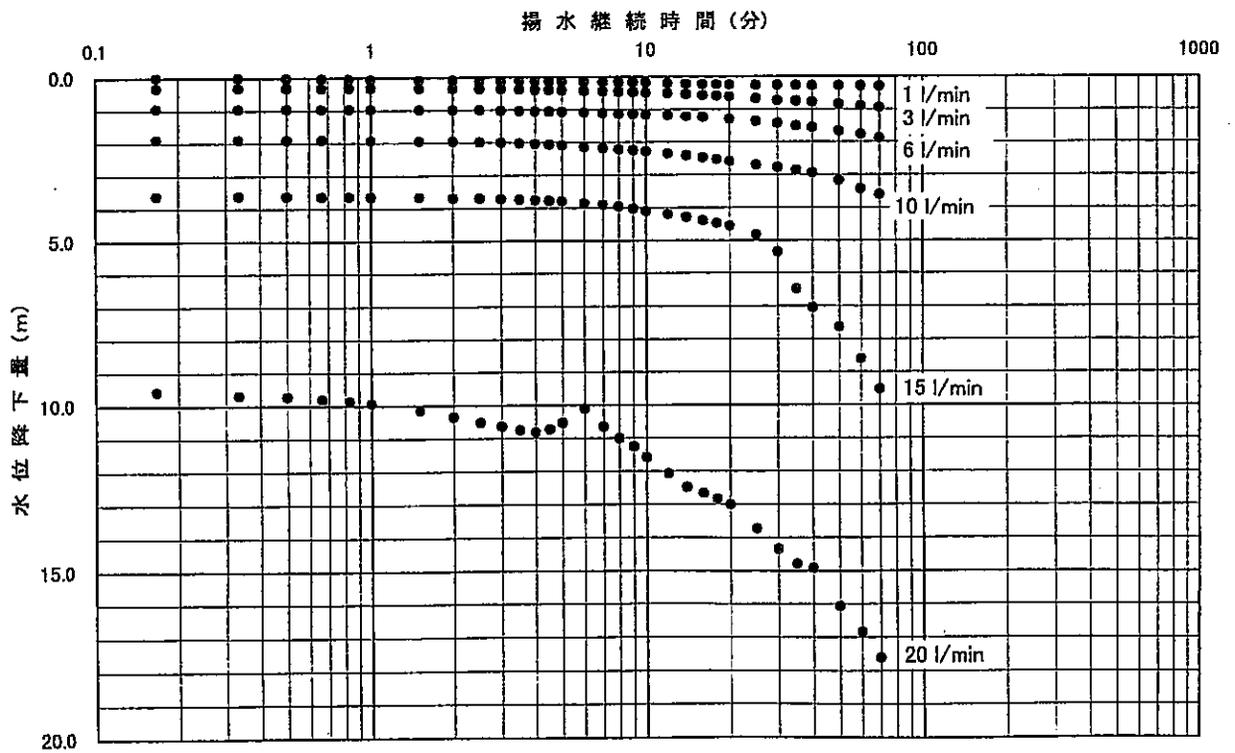


図5. 2 (2) 98RT-01号孔 段階揚水試験結果

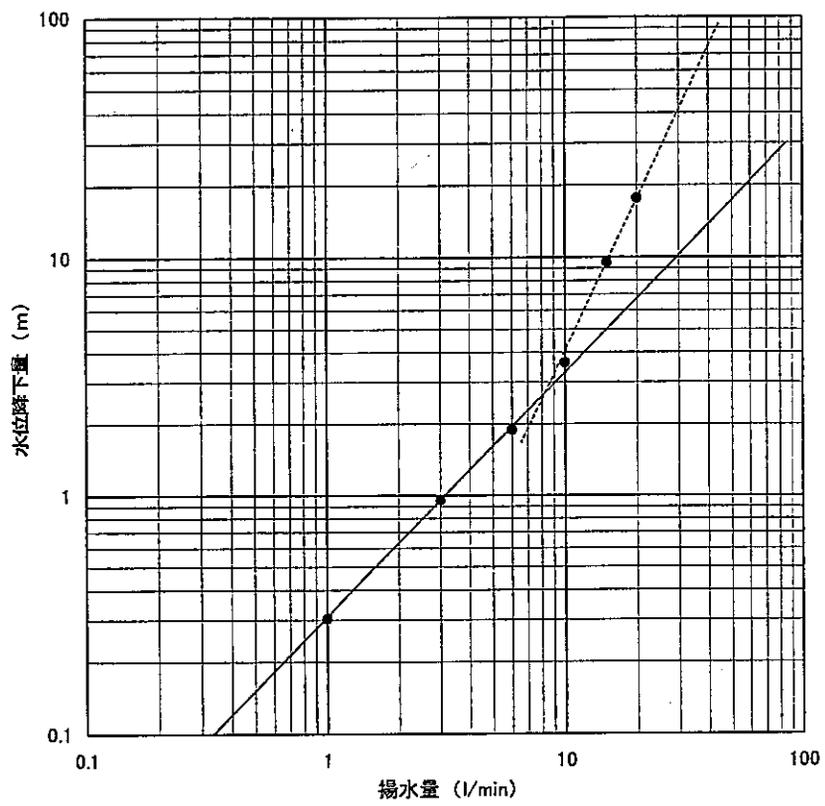


図5. 2 (3) 98RT-01号孔 段階揚水試験結果

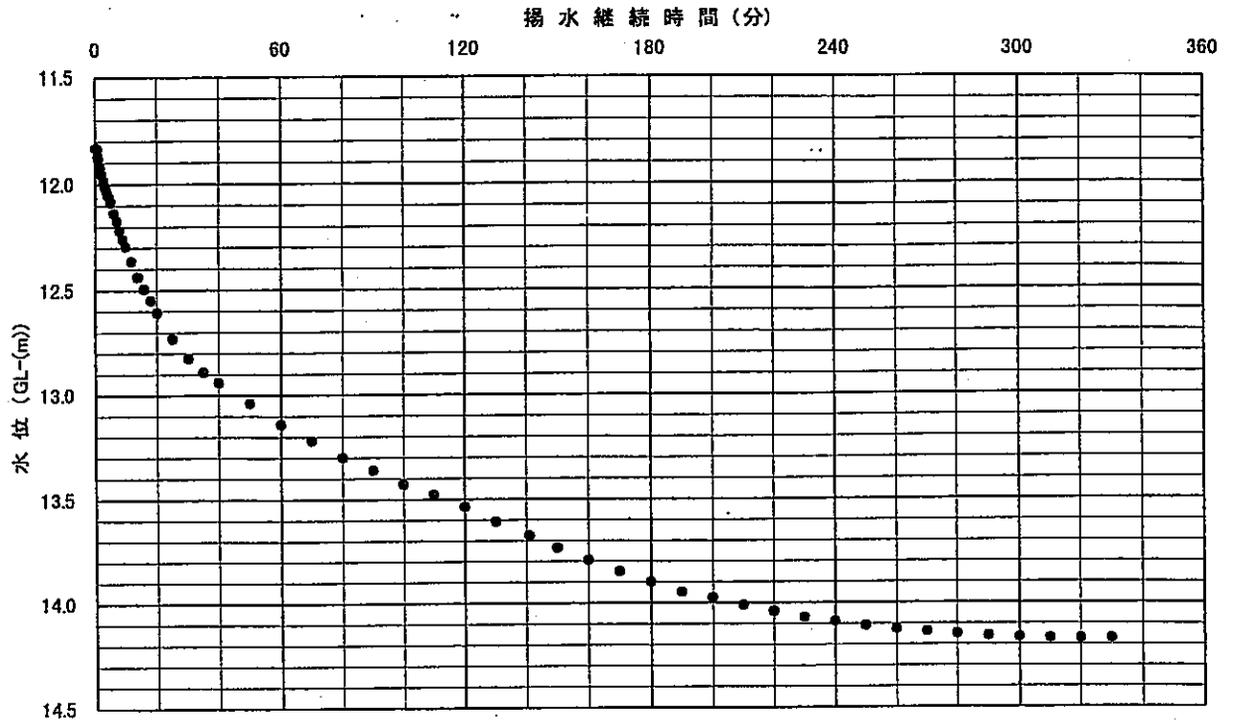


図5. 3 (1) 98RT-01号孔 定流量揚水試験結果 (5.0 little/min)

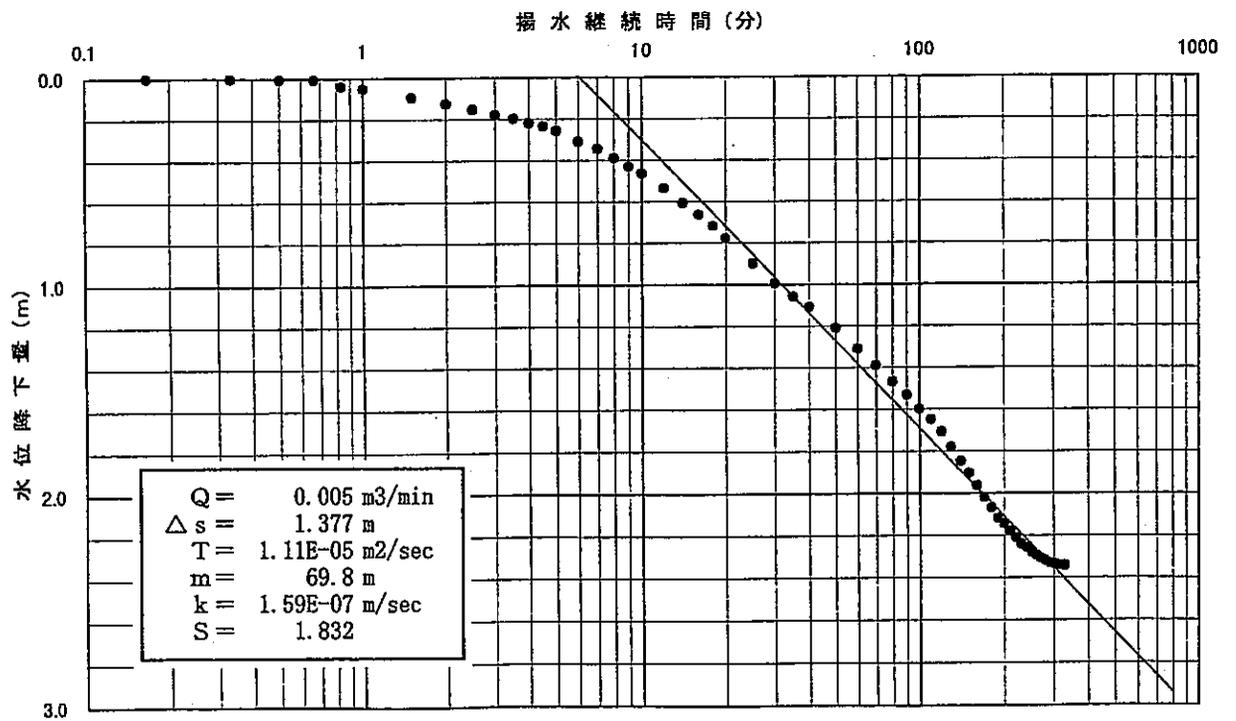


図5. 3 (2) 98RT-01号孔 定流量揚水試験結果 (5.0 little/min)

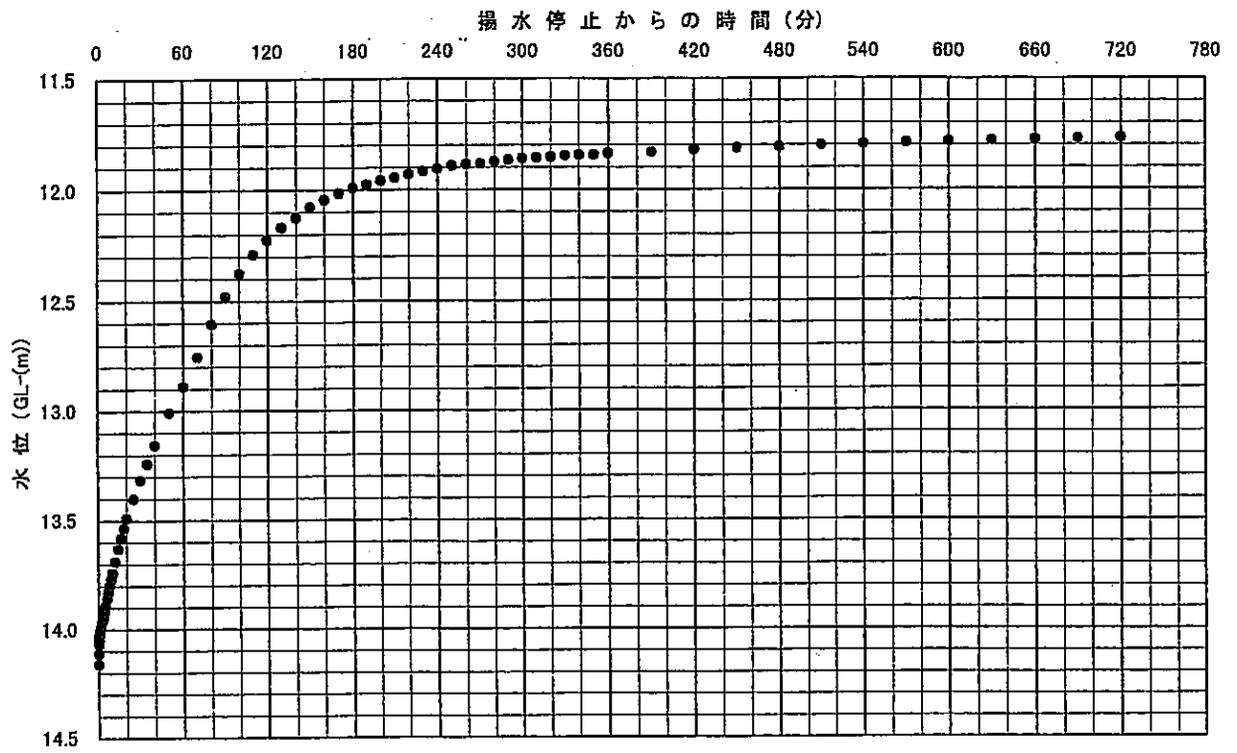


図5. 4 (1) 98RT-01号孔 水位回復試験結果

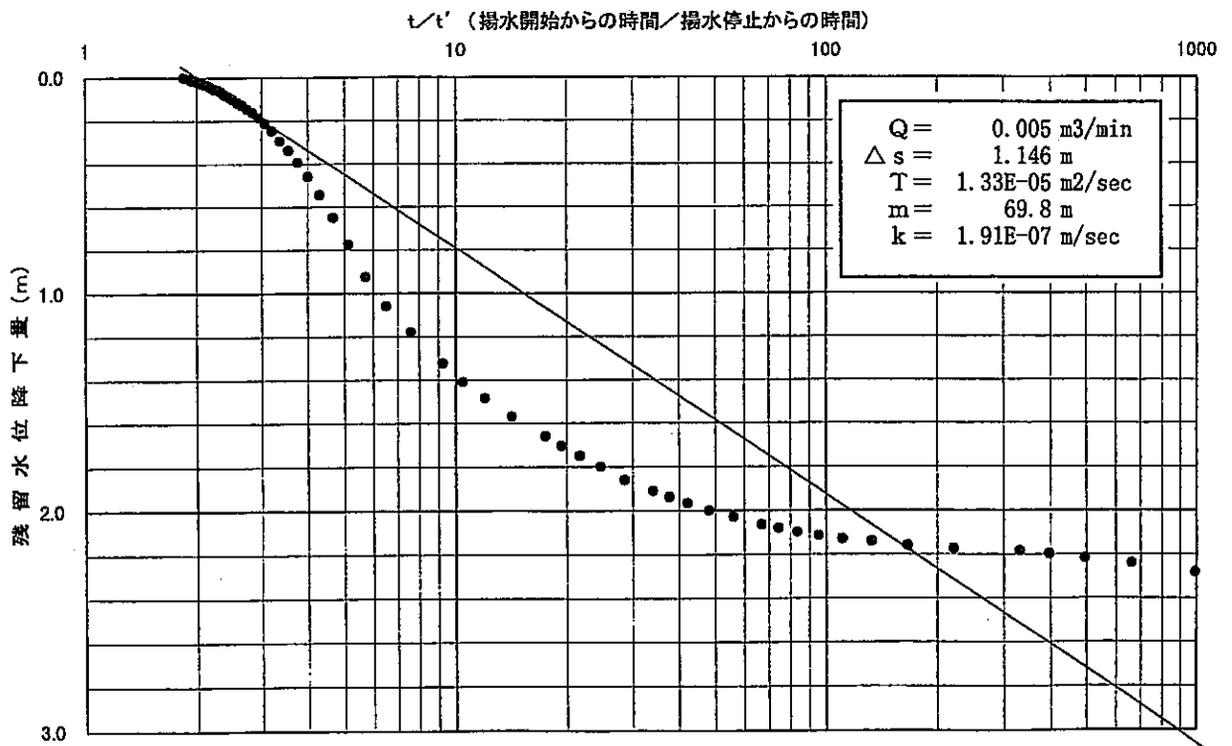


図5. 4 (2) 98RT-01号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

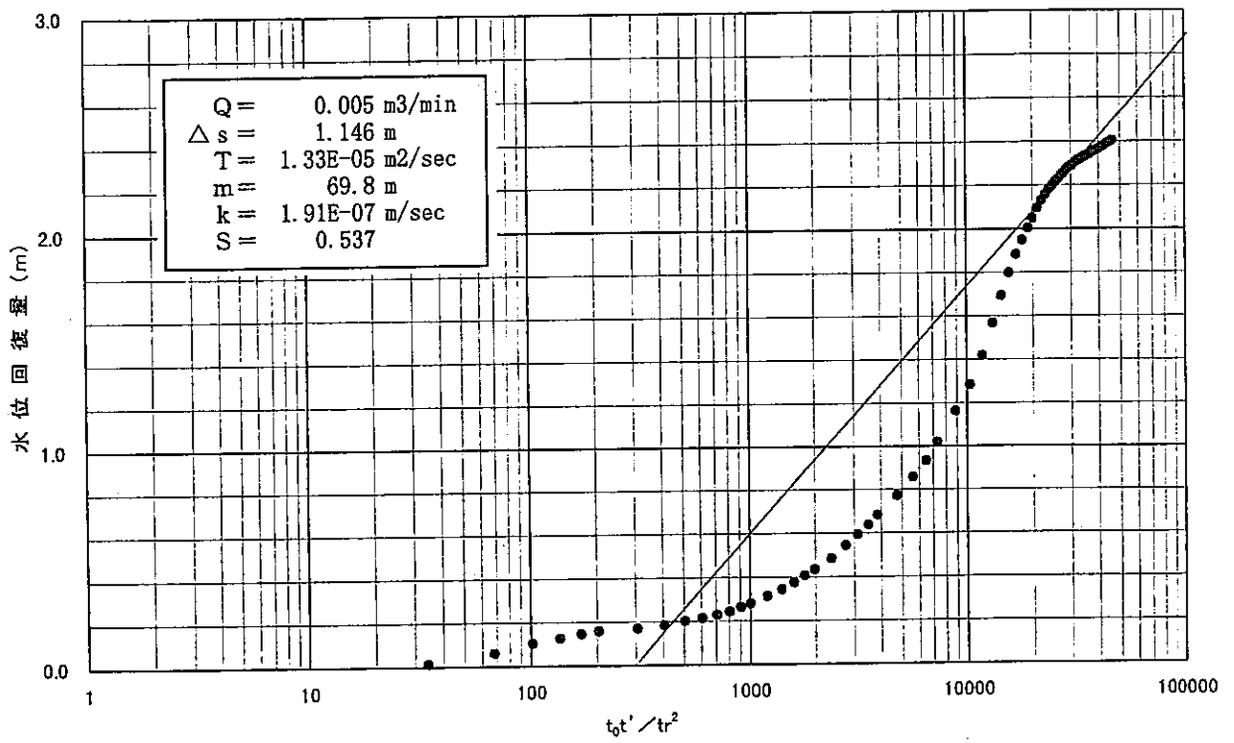


図5. 4 (3) 98RT-01号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

## 6 地下水試料の水質分析

本調査では定流量揚水試験時に地下水試料2リットルを採水し、サイクル機構において水質分析を実施した。分析結果を一覧表として表6. 1に示す。表6. 1には本調査地周辺で実施された「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その3）」（1998年3月、株式会社ペスコ）よりMC-35号孔～MC-38号孔の水質分析結果を合わせて掲載している。

図6. 2に本孔の水質分析結果より作成したヘキサダイアグラムを示す。ヘキサダイアグラムでは地下水中の主要溶存成分のうち、 $\text{Na}^+\text{+K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ の6成分について当量単位の成分量を表示する。表示された六角形の面積的な大小から含有成分量の多少が、その形状から水質組成のタイプを読みとることができる（参考文献<sup>6) 7)</sup>）。作成されたヘキサダイアグラムから本孔の地下水中の溶存成分量は比較的少ないことがわかる。また、溶存する成分については、陰イオンでは $\text{HCO}_3^-$ の含有比が高く、陽イオンでは $\text{Na}^+\text{+K}^+$ と $\text{Ca}^{2+}$ の含有比が同程度で、 $\text{Na-HCO}_3$ 型と $\text{Ca-HCO}_3$ 型の間間的な組成を示す。

また、図6. 3にはトリリニアダイアグラム上にプロットした水質組成図を示す。トリリニアダイアグラムからは水質タイプの区分が可能となる（参考文献<sup>6) 7)</sup>）。図6. 1のように中央の菱形座標形（キーダイアグラム）を4分割し水質タイプが次のように区分される。

- I  $\text{Ca-SO}_4$ や $\text{Mg-SO}_4$ タイプ、あるいは $\text{Ca-Cl}$ タイプ  
(アルカリ土類非炭酸塩：熱水、化石水)
- II  $\text{Ca-HCO}_3$ タイプ (アルカリ土類炭酸塩：地下水)
- III  $\text{Na-HCO}_3$ タイプ (アルカリ炭酸塩：停滞地下水)
- IV  $\text{Na-Cl}$ タイプ (アルカリ非炭酸塩：海水)

本孔の地下水はIIとIIIの間間的な位置にプロットされ、 $\text{Na-HCO}_3$ 型と $\text{Ca-HCO}_3$ 型の間間に区分される。

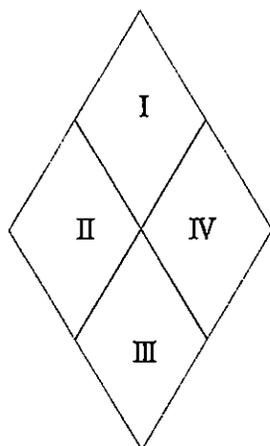


図6. 1 キーダイアグラム表示と水質の分類

表6. 1 水質分析結果一覧表

	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	Si (ppm)	Ti (ppm)	Al <sup>3+</sup> (ppm)	Fe <sup>2+</sup> (ppm)	Fe <sup>3+</sup> (ppm)	T. Fe (ppm)	Mn (ppm)	Mg <sup>2+</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> (ppm)	Sr <sup>2+</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)
98RT-01号孔	5.98	49.4	4.78	<0.01	0.06	0.70	0.12	0.82	0.06	0.31	3.86	0.02	3.68	1.30
MC-35号孔	7.1	89	16.95	<0.01	<0.1	/	/	0.12	0.58	2.53	11.95	0.07	3.75	2.02
MC-36号孔	6.6	62	14.69	<0.01	<0.1	/	/	<0.02	0.31	1.51	3.15	0.02	2.55	3.30
MC-37号孔	5.6	19	5.66	<0.01	<0.1	/	/	<0.02	0.02	0.20	0.46	<0.01	1.35	0.78
MC-38号孔	6.1	17.5	8.18	<0.01	<0.1	/	/	<0.02	0.02	0.20	0.41	<0.01	1.15	2.15

	F <sup>-</sup> (ppm)	Cl <sup>-</sup> (ppm)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (ppm)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)	Br <sup>-</sup> (ppm)	NO <sub>3</sub> <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)	U (ppb)	TC (ppm)	IC (ppm)	TOC (ppm)	NPOC (ppm)
98RT-01号孔	0.04	2.40	<0.02	<0.02	<0.02	0.11	1.79	<1	28.0	0.10	10.31	10.16	0.15	/
MC-35号孔	2.26	0.74	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	6.13	<1	54.3	0.14	11.24	10.89	0.35	0.36
MC-36号孔	0.21	1.85	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	3.65	<1	35.4	0.05	9.52	8.93	0.58	0.58
MC-37号孔	0.02	0.78	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	0.65	<1	10.7	0.71	8.65	8.22	0.42	0.46
MC-38号孔	0.02	1.63	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	0.51	<1	11.2	0.15	4.67	4.03	0.64	0.56

\* Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>は比色法にて分析。 T. FeはHNO<sub>3</sub>添加試料をICPにて分析。

\*\* MC-35号孔～MC-38号孔の分析結果は、「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その3）」（㈱ペスコ）による。

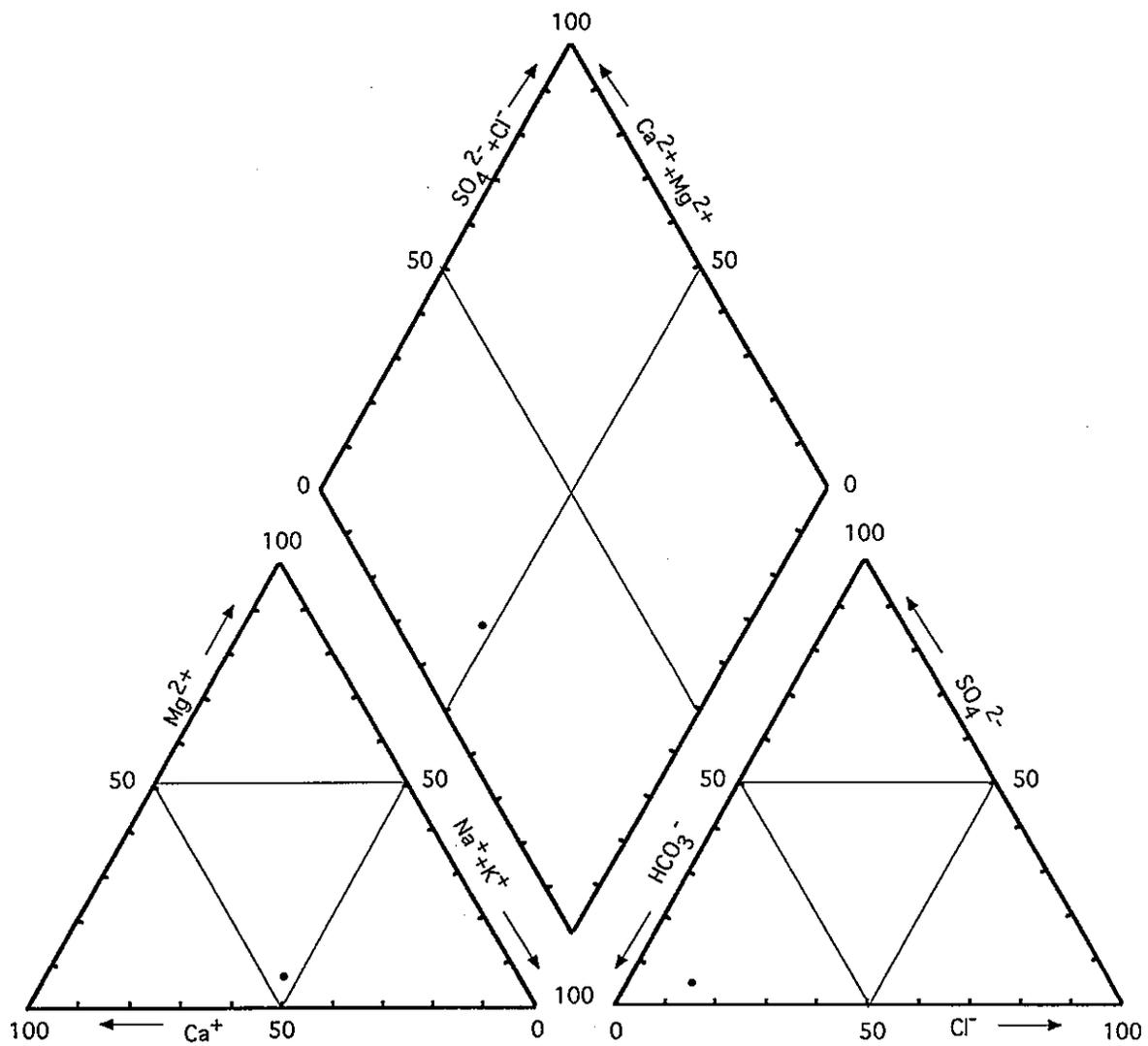
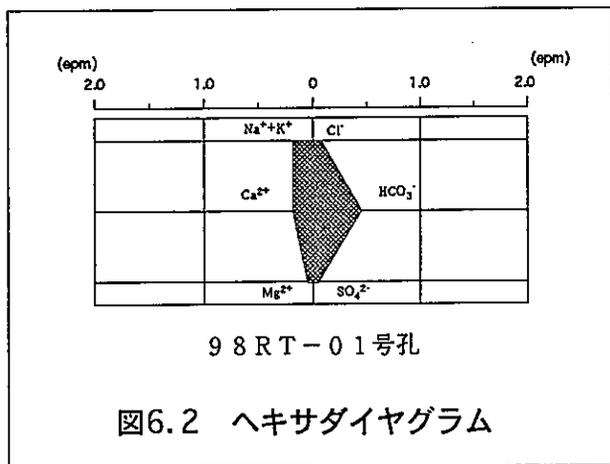


図6.3 トリリニアダイアグラムによる水質組成図

## 7 考 察

### 7.1 構造解析結果の検証

本調査に先立ち、平成10年10月17日～10月19日に調査地において航空写真から判読されるリニアメントに対して電気探査が実施された（「地質構造（リニアメント）調査における電気探査」（1988年11月、地質計測株式会社））。この報告書より引用して、図7.1に電気探査の調査測線、図7.2に比抵抗分布から解析された地質構造解釈断面図を示す。

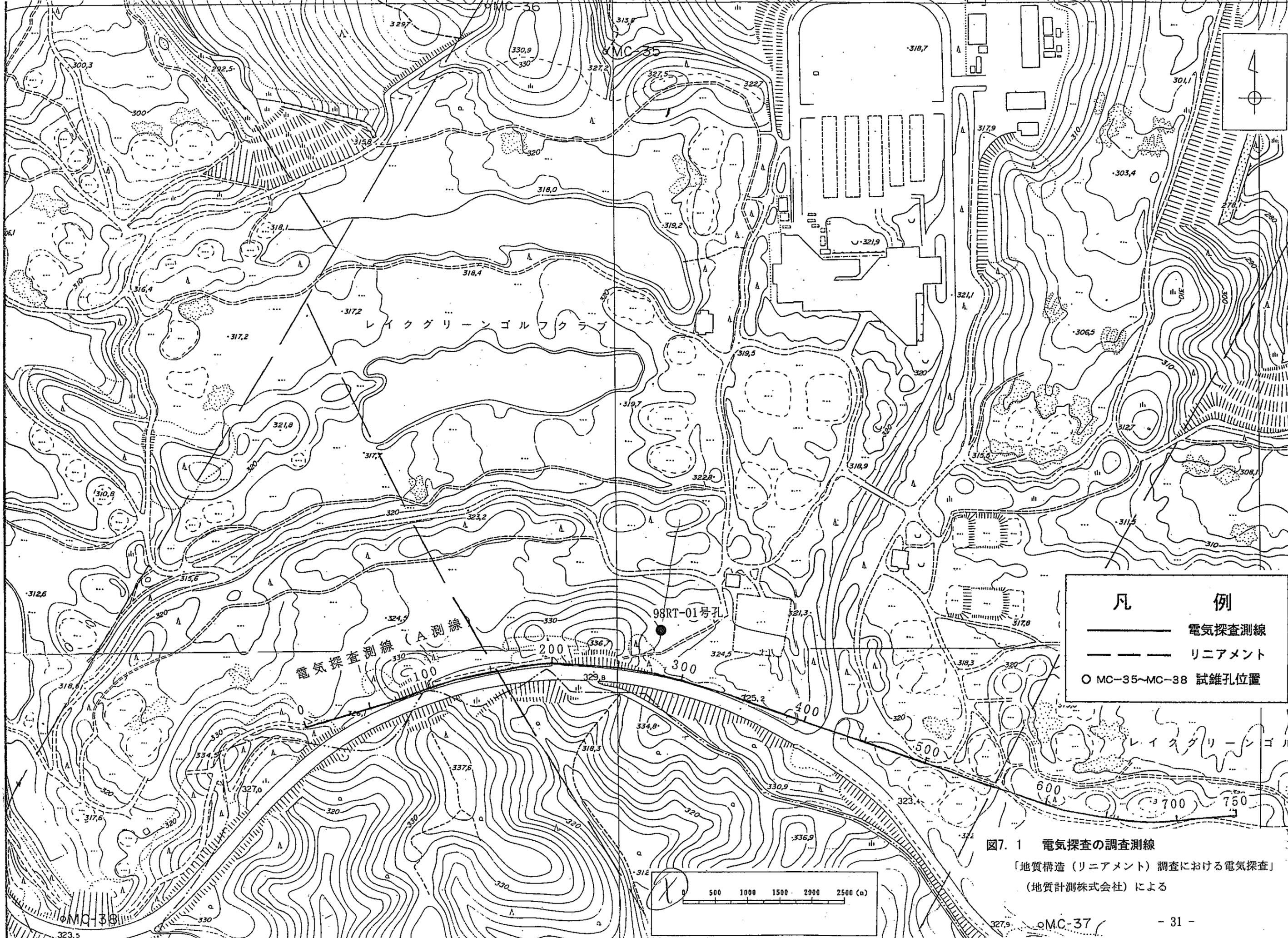
この報告書では、電気探査の結果を次のようにまとめている。

- ・比抵抗分布は水平構造が卓越する傾向が認められる。
- ・地表浅部の高比抵抗領域、中深部の低比抵抗領域、および深部の高比抵抗領域の3つの領域に分けられ、それぞれ砂礫（土岐砂礫層）、風化花崗岩、および比較的風化の少ない花崗岩に相当するものと推定される。
- ・リニアメントに関連する垂直方向の卓越した比抵抗分布は認め難い。
- ・測線距離250m付近深部には周辺と比較してやや比抵抗の低い領域が認められ、リニアメントの形成要因となる破砕部を伴う断層が存在するとすれば、亀裂の多い部分に相当する可能性が大きい。

本調査において掘削された試錐孔（98RT-01号孔）の位置は、電気探査の調査測線距離275m付近に相当し、地表浅部の高比抵抗領域から中深部の低比抵抗領域へ向けて掘削された。図7.2の地質構造解釈断面図に掘削位置と概略地質柱状図を書き加えた。98RT-01号孔のコア観察より、土岐砂礫層と基盤岩の不整合位置は深度37.0mで電気探査結果から得られた断面図と一致する。基盤岩は裂かが多い石英斑岩（岩脈?）であった。

次に、この石英斑岩について考察する。

「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その3）」（1998年3月、株式会社ペスコ）において、調査地周辺で4孔の試錐孔が掘削され電気検層が実施されている。これによれば、MC-37号孔の基盤岩は花崗岩、MC-36号孔では斑状花崗岩とされている。電気検層による見掛比抵抗値は、MC-37号孔の花崗岩では1～3k $\Omega$ ・mで時に5k $\Omega$ ・mを越える。一方、MC-36号孔の斑状花崗岩では、風化部で150 $\Omega$ ・m程度、深部の新鮮な部分でも200～500 $\Omega$ ・mと低い値を示している。この見掛比抵抗値の差異は岩相の相違によるものと考えられ、MC-36号孔の斑状花崗岩は98RT-01号孔の石英斑岩と同質の岩石である可能性がある。MC-35号孔～MC-38号孔はノンコア掘削され、地質はスライムの観察により記載されている。



凡 例	
———	電気探査測線
- - - - -	リニアメント
○	MC-35~MC-38 試錐孔位置

図7.1 電気探査の調査測線  
「地質構造(リニアメント)調査における電気探査」  
(地質計測株式会社)による

# 地質構造解釈断面図

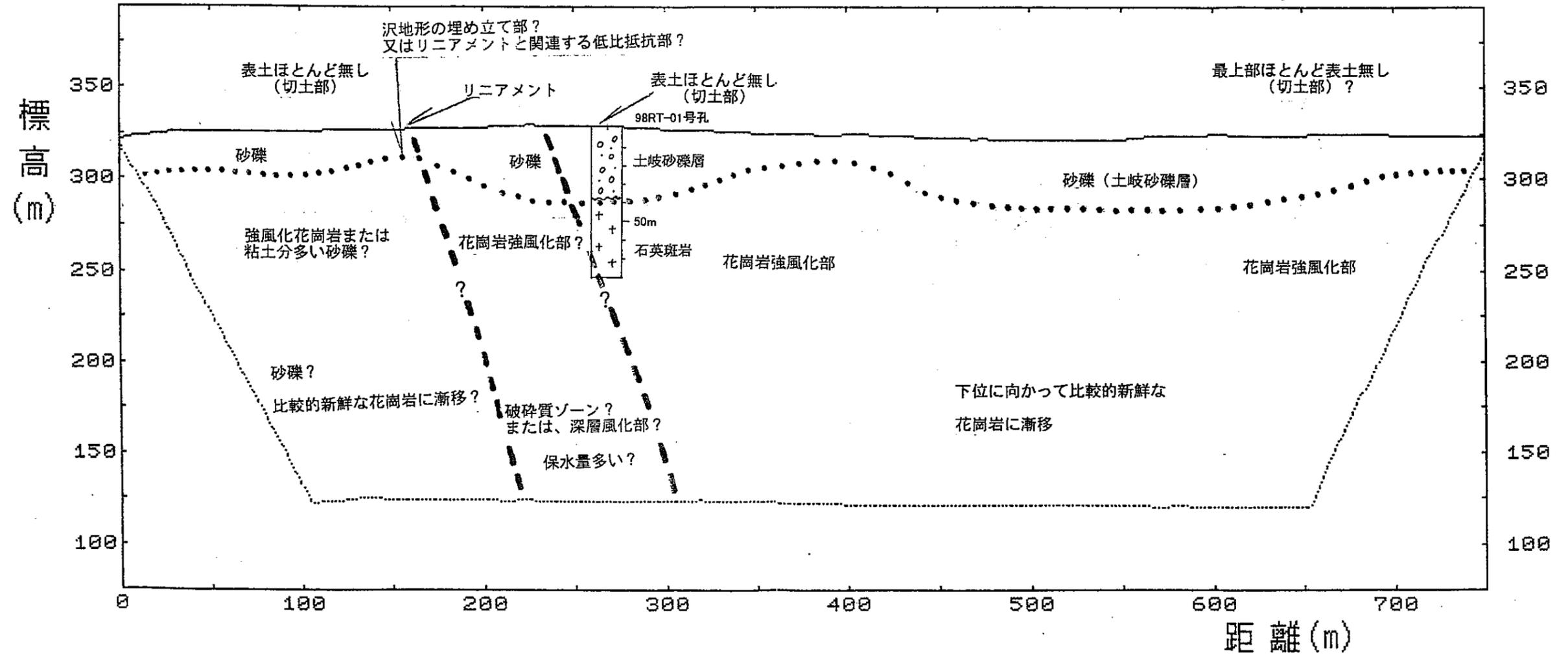


図7. 2 地質構造解釈断面図

「地質構造 (リニアメント) 調査における電気探査」

(地質計測株式会社) による

このため、コア掘削と比べて詳細な岩相が把握し難い状況が推定される。

仮に、MC-36号孔の斑状花崗岩と本孔の石英斑岩が同質の岩石で、比抵抗値の低い岩相であるとすれば、電気探査で得られた測線距離250m付近の低比抵抗部（図7.2では破碎質ゾーンと記される）は石英斑岩の岩脈をとらえた可能性を否定できない。さらに、この低比抵抗部は、少なくとも98RT-01号孔の掘削地点（電気探査の測線距離275m付近）まで広がりを持つ可能性がある。

## 7.2 地質と透水係数の関係

本調査において実施された揚水試験の結果と、昨年度実施された「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その3）」による揚水試験の結果を合わせて表7.1に示す。

MC-35号孔～MC-38号孔の試験結果では、試験対象区間が瀬戸層群土岐砂礫層のみであるMC-38号孔の透水係数は $1 \times 10^{-7}$ m/sec、試験区間が土岐砂礫層と基盤岩（中・古生層あるいは花崗岩類）にまたがり設定された他の試錐孔では $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-7}$ m/secと求められている。本調査の揚水試験から算出された98RT-01号孔の透水係数は、定流量揚水試験では $1.59 \times 10^{-7}$ m/sec、水位回復試験からは $1.91 \times 10^{-7}$ m/secで先の試験結果と同程度の値が求められている。

表7.1 揚水試験結果一覧

試錐孔名	ストレーナー区間		透水量係数 ( $\text{m}^2/\text{sec}$ )	透水係数 ( $\text{m}/\text{sec}$ )	貯留係数	比貯留係数 ( $1/\text{m}$ )
98RT-01号孔	GL-10m～全孔 (土岐砂礫層、石英斑岩)	定流量揚水試験	$1.11 \times 10^{-5}$	$1.59 \times 10^{-7}$	1.832	$2.62 \times 10^{-2}$
		水位回復試験	$1.33 \times 10^{-5}$	$1.91 \times 10^{-7}$	0.537	$7.69 \times 10^{-3}$
MC-35号孔	GL-3.0～全孔 (土岐砂礫層、中・古生層)	定流量揚水試験	$2.18 \times 10^{-6}$	$4.58 \times 10^{-8}$	1.343	$2.82 \times 10^{-2}$
		水位回復試験	$1.39 \times 10^{-6}$	$2.92 \times 10^{-8}$	1.218	$2.55 \times 10^{-2}$
MC-36号孔	GL-3.0～全孔 (土岐砂礫層、斑状花崗岩)	定流量揚水試験	$5.30 \times 10^{-7}$	$1.31 \times 10^{-8}$	0.648	$1.60 \times 10^{-2}$
		水位回復試験	$4.35 \times 10^{-7}$	$1.07 \times 10^{-8}$	0.462	$1.14 \times 10^{-2}$
MC-37号孔	GL-3.0～全孔 (土岐砂礫層、花崗岩)	定流量揚水試験	$1.09 \times 10^{-5}$	$2.68 \times 10^{-7}$	1.294	$3.20 \times 10^{-2}$
		水位回復試験	$6.60 \times 10^{-6}$	$1.63 \times 10^{-7}$	1.776	$4.39 \times 10^{-2}$
MC-38号孔	GL-3.0～全孔 (土岐砂礫層)	定流量揚水試験	$3.95 \times 10^{-6}$	$1.25 \times 10^{-7}$	0.292	$9.21 \times 10^{-3}$
		水位回復試験	$3.42 \times 10^{-6}$	$1.08 \times 10^{-7}$	0.383	$1.21 \times 10^{-2}$

また、「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その2）」（1998年3月、株式会社ペスコ）では、瑞浪市日吉町および土岐町において本調査と同じ手法により揚水試験が実施されている。これによれば、花崗岩風化部において $5 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-7}$  m/sec、瀬戸層群中では $3 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-5}$  m/secの透水係数が求められている。

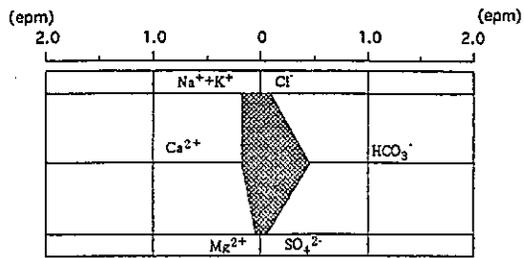
本調査地域で求められる透水係数は、日吉町および土岐町で求められた値と比較するとMC-35号孔～MC-38号孔の値も含め、いずれも花崗岩風化部に近い値を示している。これは、本調査地域において実施された揚水試験では、いずれもストレーナー設置区間が長く、瀬戸層群と基盤岩にまたがり設置されているため、試験区間に分布する基盤岩の割合が多くなり、全体として基盤岩の透水係数に近い値が導かれたものと考えられる。

### 7.3 地質と水質の関係

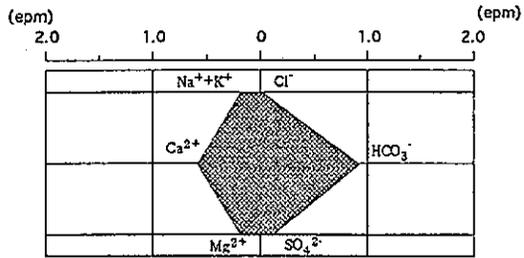
水質分析結果から、6章に述べたとおり98RT-01号孔の地下水はCa-HCO<sub>3</sub>型とNa-HCO<sub>3</sub>型の中間的な組成を有することが明らかとなった。

ここでは、本調査地周辺で調査されたMC-35号孔～MC-38号孔の地下水の水質分析結果と比較するため、「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その3）」に記載されているMC-35号孔～MC-38号孔の水質分析結果を合わせ、ヘキサダイアグラム（図7.3）とトリリニアダイアグラム（図7.4）を作成した。これらの図から、98RT-01号孔の地下水の水質は、溶存成分量および水質組成ともにMC-36号孔の地下水と類似したものであることがわかる。

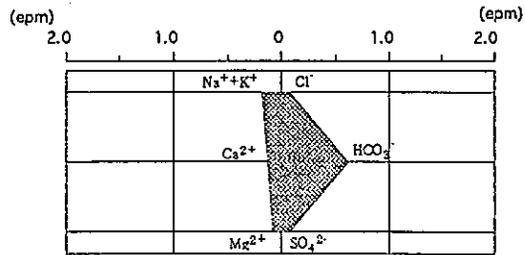
地下水の水質は土壌や岩石中の鉱物との反応により形成される。本調査地域は瀬戸層群土岐砂礫層が基盤岩を直接覆って分布しており、水質の異なる地下水形成に係わる地質的条件は基盤岩の岩種と考えることができる。MC-35号孔は中・古生層のホルンフェルス化した砂岩を基盤とし、溶存成分量が多く、水質タイプはCa-HCO<sub>3</sub>型に分類される。MC-37号孔とMC-38号孔は花崗岩を基盤とすると考えられ、溶存成分量が少なくNa-HCO<sub>3</sub>型に分類される。これに対し、98RT-01号孔では石英斑岩を基盤とし、溶存成分量はやや多く、水質タイプはCa-HCO<sub>3</sub>型とNa-HCO<sub>3</sub>型の間で分類され、ヘキサダイアグラムの形状、トリリニアダイアグラムでの位置ともにMC-36号孔と類似したものである。このことから、98RT-01号孔とMC-36号孔の地下水は類似の地質条件下において形成された可能性が高く、基盤岩の岩種が類似したものである可能性が示唆される。



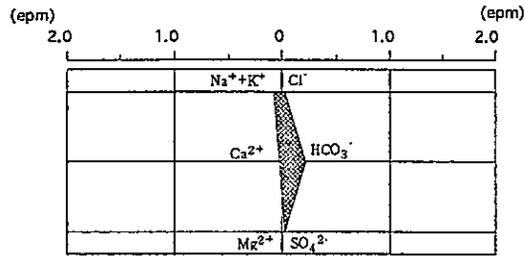
98RT-01号孔



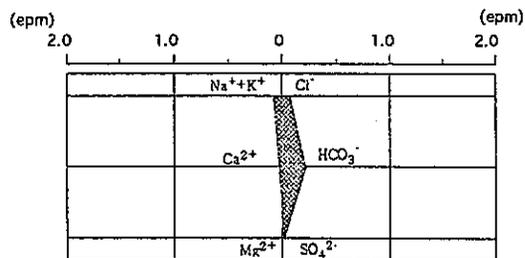
MC-35号孔



MC-36号孔



MC-37号孔



MC-38号孔

図7.3 ヘキサダイアグラム  
(98RT-01号孔、およびMC-35号孔~MC-38号孔)

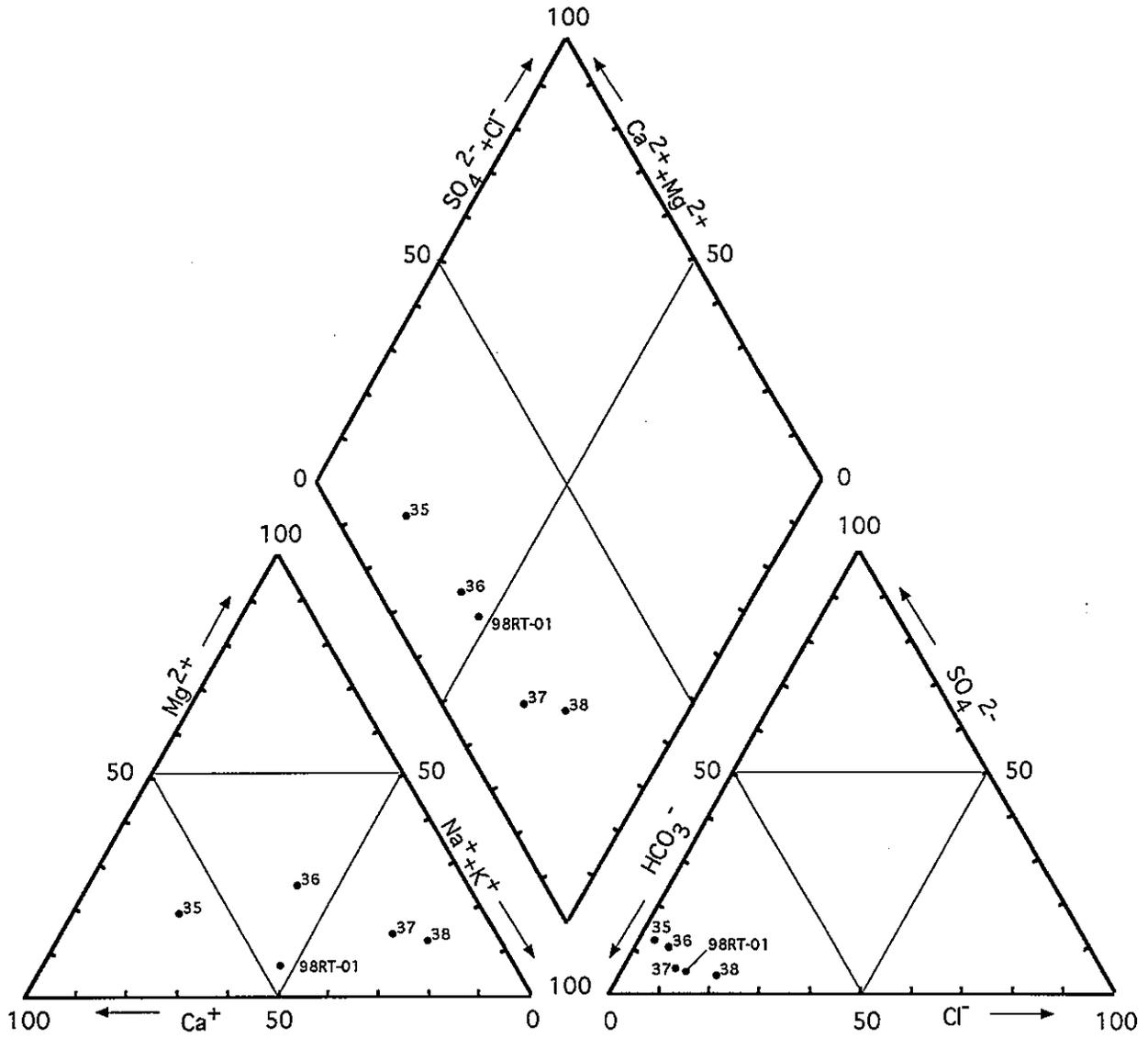


図7. 4 トリリニアダイアグラムによる水質組成図  
(98RT-01号孔、およびMC-35号孔～MC-38号孔)

#### 7. 4 今後の課題

7. 1 項に述べたとおり、本調査の試錐調査により、電気探査による地質構造解析結果から得られた水平構造の卓越した比抵抗分布に対する妥当性が確認された。また、測線距離250m付近に認められた低比抵抗部については、石英斑岩の岩脈である可能性が示された。一方、水質分析結果から、98RT-01号孔とMC-36号孔の基盤岩の岩種が類似したものである可能性が示された。

本調査対象となった測線距離250m付近の低比抵抗部が石英斑岩の岩脈によるものとするれば、MC-36号孔にも同種の岩石が分布する可能性もあり、調査地周辺での石英斑岩の分布を把握することが望まれる。しかし、調査地周辺の地表には瀬戸層群が厚く堆積しており、地表地質踏査から直接明らかにすることは困難と考えられる。したがって、電気探査等の物理探査により水平方向の解析を含めた地質構造解析を行い、その後、試錐調査により構造解析結果を検証することが望まれる。

## 参 考 文 献

- 1) 動力炉・核燃料開発事業団(1988), 日本のウラン資源 (II) .
- 2) 久田 司・三輪 章・今井 弘・平川 清純(1998), 試錐調査による表層の水理地質構造の把握 (その2) . 株式会社 ペスコ. PNC ZJ7409 98-001
- 3) 久田 司・三輪 章・今井 弘・平川 清純(1998), 試錐調査による表層の水理地質構造の把握 (その3) . 株式会社 ペスコ. PNC ZJ7409 98-002
- 4) 糸魚川 淳二(1980), 瑞浪地域の地質. 瑞浪市化石博物館専報, 第1号, pp. 1-50 .
- 5) 蒲田 文雄・船越 千等(1998), 地質構造 (リニアメント) 調査における電気探査. 地質計測株式会社. JNC TJ7420 98-002
- 6) 水収支研究グループ(1993), 地下水資源・環境論 ―その理論と実践―. 共立出版.
- 7) 日本地下水学会(1994), 名水を科学する. 技報堂出版.
- 8) 西垣 誠・高坂 信章(1984), 井戸半径を考慮した揚水試験における水位降下特性とその解析方法. 土質工学会論文報告集, Vol. 24, No. 4, pp. 194-204.
- 9) 高橋 賢之助(1990), 掘削のための地下水調査法. 山海堂.
- 10) 高坂 信章(1993), 最近の地下水調査方法と計測技術. 5.2 多孔式揚水試験. 地下水学会誌, 第35巻, 第4号, pp. 313-323.

岩 芯 写 真 集



写真-1 コア箱 No. 1 (収納深度区間：0m ~ 7.5m)



写真-2 コア箱 No. 2 (収納深度区間：7.5m ~ 20.3m)



写真-3 コア箱 No. 3 (収納深度区間：20.3m ~ 27.5m)



写真-4 コア箱 No. 4 (収納深度区間：27.5m ~ 35.0m)



写真-5 コア箱 No. 5 (収納深度区間：35.0m ~ 41.6m)



写真-6 コア箱 No. 6 (収納深度区間：41.6m ~ 46.9m)



写真-7 コア箱 No. 7 (収納深度区間：46.9m ~ 51.5m)



写真-8 コア箱 No. 8 (収納深度区間：51.5m ~ 56.2m)

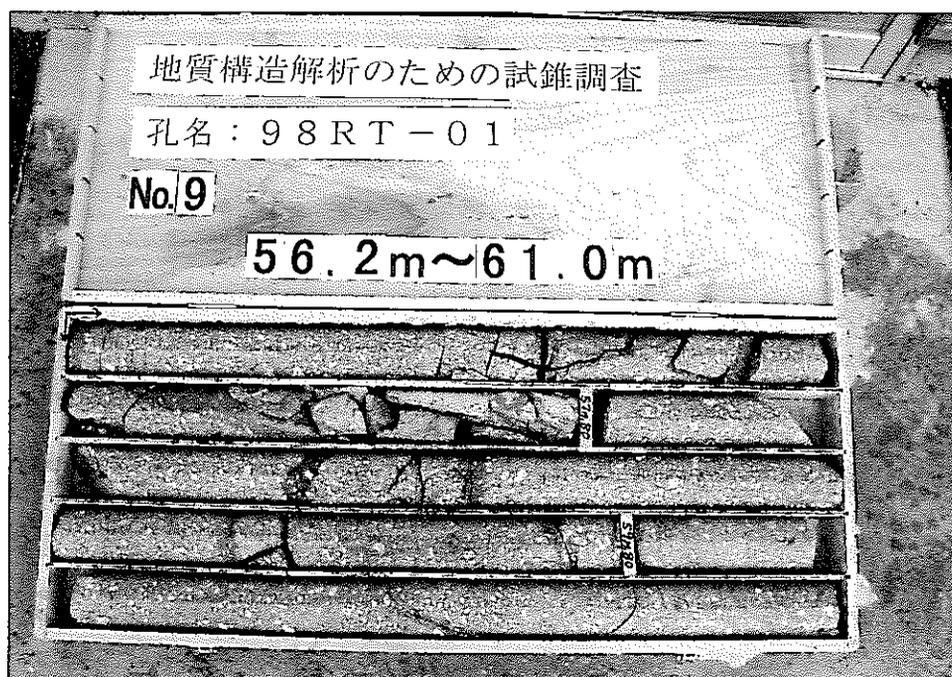


写真-9 コア箱 No. 9 (収納深度区間：56.2m ~ 61.0m)



写真-10 コア箱 No. 10 (収納深度区間：61.0m ~ 65.3m)



写真-11 コア箱 No. 11 (収納深度区間：65.3m ~ 69.6m)



写真-12 コア箱 No. 12 (収納深度区間：69.6m ~ 74.3m)



写真-13 コア箱 No. 13 (収納深度区間：74.3m ~ 79.0m)



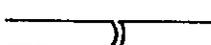
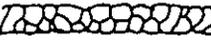
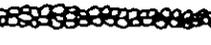
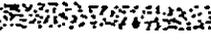
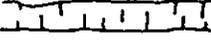
写真-14 コア箱 No. 14 (収納深度区間：79.0m ~ 80.5m)

# 岩 芯 記 載 表

岩芯記載について

- (1) 岩芯状況の形状については JACIC（日本建設情報センター）の作成した判定基準を参考に記載している。下にその判定表を示す。
- (2) 採取率の数字の前に×を付したものはコアの形状をなさないものである。
- (3) 柱状図には地質構造解析の一助となるよう割れ目の概略を図示した。  
ただし、各々の割れ目の傾斜方向は不明である。

コア形状区分判定表（JACICによる）

記号	模式図	コア形状
I		長さが50cm以上の棒状コア
II		長さが50～15cmの棒状コア
III		長さが15～5cmの棒状～片状コア
IV		長さが5cm以下の棒状～片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの
V		主として角礫状のもの
VI		主として砂状のもの
VI		主として粘土状のもの
VII		コアの採取ができないもの。スライムも含む

# 岩 芯 記 載 表

(No. 1/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査									
孔 名		98RT-01号孔		孔 径		86 mm					
記載区間		0 m ~ 10 m		調 査 者		(株) ペスコ 久田 司					
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載						
		形状 採取率 (深度)	RQD								
1.0	X	VI	0	表 土	0~3m 表土 0~0.1m 灰色 砂 0.1~0.5m 淡い赤褐色 砂礫 (瀬戸層群起源か?) 5mm~3cmのチャート礫混じり。matrixは赤土状中粒砂。 0.5~1.0m 黒灰色腐植土 5mm~3cmのチャート礫を含む。 1.0~2.3m 黄土色 粘土質土壤 数mm~1cmの礫が混じる。matrixは粘土質の細~中粒砂 2.3~3.0m 黄土色 砂質土壤 上位と同質であるが、粘土質は弱くなる。 礫はいずれもチャート片や濃飛流紋岩類の風化物。						
		VI	0								
2.0	X	VI	0								
		VI	0								
3.0	X	VI	0								
		VI	0								
4.0	X	VI	0			瀬戸層群 砂 礫 層	3.0m~ 瀬戸層群砂礫層 (土岐砂礫層) 橙色を帯びた黄土色を呈す。 3.5mまでは大きな礫が少なく、matrixとともに採取される。 チャートの皿円~円礫(φ数mm~1cm)を多く含み、濃飛流紋岩類礫 を含む。 matrixは橙褐色 粘土質の粗~中粒砂。1/2~2mm程度の細岩片を 多量に含む。礫の量は30~40%。チャートが9割。濃飛が1割。 3.5~7.5m matrix部の採取悪く、詳細は不明。 cmオーダーの礫の量が増加する。 5mm~1or2 cmのチャート(皿円~円礫)を主体とする。max 5cm。 matrixは1/2~2mm程度の細岩片を多量に含む。 礫にも橙色の鉄汚染が認められる。 7.5~12.0m 岩相は上と同じ。 2~4cmのチャート礫(皿円~円礫)のみ採取される。 礫には橙色の鉄汚染が認められる。 matrix部は採取されず、詳細は不明。 7.5~9.5mでは2~4mmのチャート細片を採取。				
		VI	0								
5.0	X	VI	0								
		VI	0								
6.0	X	VI	0								
		VI	0								
7.0	X	VI	0								
		VI	0								
8.0	X	VI	0								
		VI	0								
9.0	X	VI	0								
		VI	0								
10.0	X	VI	0								
		VI	0								

# 岩 芯 記 載 表

(No. 2/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査			
孔 名		98RT-01号孔		孔 径	86 mm
記載区間		10 m ~ 20 m		調 査 者	(株) ペスコ 久田 司
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載
		形状 採取率 (深度)	RQD		
11.0		VIII ×10%	0	瀬戸層群 砂 礫 層	7.5~12.0m 岩相は上と同じ。 2~4cmのチャート礫(歪円~円礫)のみ採取される。 礫には橙色の鉄汚染が認められる。 matrix部は採取されず、詳細は不明。
12.0		(12.00)	0		
13.0		VI ×40%	0		12.0m~ cmオーダーの礫の量が明らかに減少。 matrix部の色も変化。  matrixは1~3mmのチャート細片を極めて多量に含む。 16~17mのスライム採取では、これらの細片を主体とした粗粒砂~礫砂である。橙色、赤色、黄色、白色など種々のチャート片、石英粒を主体とする。 (16m付近では同質(花崗岩質~珪砂質)の中~粗粒砂がmatrixとして採取されており、チャート細片を極めて多量に含んだmatrixとなっているものと推定される。)
14.0		(14.00)	0		
15.0		VI ×10%	0		礫は数cm~max 5cmのチャート(歪円礫)を主体とするが、量は上位(12.0m以浅)ほど多くない。
16.0		(16.00)	0		
17.0		VI ×10%	0		17m付近では、matrixにやや粘土質の灰~黄灰色の中粒砂。 チャート礫は1~2cm程度のものがしばしば見られ、チャートの細片も3~5mm程度のものを多量に含む。  下位の粘土質のmatrixに漸移していく。
18.0		(17.00)	0		
19.0		VI ×50%	0		17.5m~ matrix部が変化。砂質~粘土質となり、コアとして採取され始める。  19m付近まで灰色の中粒砂(花崗岩質)で風化、変質により黄褐色を呈す。 19~20mでは黄褐色の粘土質中~粗粒砂で、数mmの細礫を多量に含む。
20.0		(19.00)	0		礫は5mm~max 5cmのチャート礫が主体。
20.0		III 90%	20		

# 岩 芯 記 載 表

(No. 3/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査						
孔 名		98RT-01号孔		孔 径		86 mm		
記載区間		20 m ~ 30 m		調 査 者		(株) ペスコ 久田 司		
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載			
		形状 採取率 (深度)	RQD					
21.0		(20.30)	0	瀬戸層群 砂礫層	<p>20.5まで 灰色のmatrix。</p> <p>20.5~24.0m 黄灰色~黄土色のmatrix。橙色帯びる。                      礫は数mm~1cmのチャート(亜円~円礫)を主体とする。max 3cm。                      まれに濃飛流紋岩類の礫を含む。この礫は凝灰岩質で著しく風化し脆い。                      礫の量は、30から40%。チャートの割合が8~9割を占める。                      matrixは黄灰色~黄土色 中~粗粒砂。石英、長石、チャート片(1/2~2mm)を多く含み、花崗岩質。やや粘土質。</p> <p>22.0mより黄色味が増し黄土色となる。</p> <p>24.0~25.0m 黄土色の粘土がmatrixとなる。                      24.5m付近までは16~17mと同じ細礫~礫砂のスライムが採取。                      分布は不明。漸移するか？                      5mm~1cm程度の礫は減少。礫量は20~30%。</p> <p>25.0~26.0m 20.5~24.0mと同じ黄灰色砂質のmatrix。                      礫はチャート(数mm~1cm)を主体とし、礫量は30~40%。                      matrixは中~粗粒砂、黄白色、橙灰色、灰色の粘土を含む。</p> <p>26.0~26.5m コアの形態をとる。                      白色、橙白色、茶灰色の含礫粘土質のmatrixに数mm~1cm程度の礫を含む。1/2~2mmのチャート片を多量に含む。礫は2~5mmの細礫が多く、全体で50~60%の含有率か。                      matrixが粘土質であるためコアとなる。</p> <p>26.5~27.5m コアとならず。                      やや砂質となるが、細礫を多く含む砂礫層。礫量は30~40%</p> <p>27.5~28.6m 1~3mmのチャート細礫からなるスライム。                      灰白色 粘土質のmatrixが確認でき、26.0~26.5mのコアと同じ。</p> <p>28.6m 細礫のみのスライムから、matrixが砂質の砂礫層に変わる。                      数mm~1cmのチャート礫を30%程度含有する砂礫層。                      matrixは灰色の粘土~中粒砂。</p>			
22.0		VI ×50%	(22.00)					0
23.0		VI ×50%	(24.00)					0
24.0		VI~VII ×20%	(25.00)					0
25.0		VI ×60%	(26.00)					0
26.0		VII 80%	(26.50)					20
27.0		VI ×60%	(27.50)					0
28.0		VI ×20%	(28.50)					0
29.0		VI ×20%	(29.00)					0
30.0								0

# 岩 芯 記 載 表

(No. 4/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査					
孔 名		98RT-01号孔		孔 径		86 mm	
記載区間		30 m ~ 40 m		調 査 者		(株) ペスコ 久 田 司	
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載		
		形状 採取率 (深度)	RQD				
31.0		VI ×20% (31.00)	0	瀬戸層群 砂 礫 層	28.7付近~31.0m 灰色砂礫層。 matrixは灰色 中~粗粒砂(細礫混じり、粘土質)。1/2~2mmのチャート片を含む。 礫は数mm~1cmのチャート(max 3cm)で、礫の含有量は30%程度とやや少なめ。		
32.0		VI ×10% (33.00)	0		31.0~33.0m 細礫(2~5mmのチャート片)のスライム。 marenilcm程度のチャート礫を含む。 採取率が悪く下限は不明。  33m付近では2~3cmのチャート礫を含んだ灰色の粘土質 matrixが確認される。		
33.0		VI~VII 70% (34.00)	10		~33.4m 黄土~茶灰色 粘土質matrixとなり、1/2~2mmのチャート細礫混じり。 礫は5mm~2cmのチャート。礫量は20~30%と明らかに減少。		
34.0		VI ×60% (35.00)	0		33.4mにて橙~黄灰色の鉄汚染。34mまで橙褐色が強い。 橙色の変色は水平方向に認められる。		
35.0		VI ×10% (36.00)	0		34.0~35.0m 鉄汚染は若干弱くなるが、やや粘土質の中~粗粒砂をmatrixとする砂礫。礫の量は20~10%で依然少なめ。		
36.0		VI ×10% (37.00)	40		35m付近 10cm程度であるが、2~5mmの細礫スライムを採取。		
37.0		VI ×10% (38.00)	0		35m付近~36.4m 33~33.4mと同質の茶灰色~灰色 粘土質matrix 細礫(1/2~2mm)をmatrix部に含み、1cm程度の礫を20~10%有す。		
38.0		III 30% (38.00)	30	石英斑岩 (風化部)	37.0m~ 石英斑岩(風化部) 石英、長石の斑晶を豊富に含む緑灰色の斑状岩。鉄汚染著しい。 石英(1/2~5mm, 数mmの結晶多く半自形~多形、透明~紫色) 長石(1~5mm, max 数mm 副cmの柱状、自形~半自形) 石基は緑灰色で緻密。1/4~1/2mmの微細な有色鉱物を含有。 斑晶量は40~50%。		
39.0		III 50% (39.00)	20		37.8m 60~70° の割れ。割れ目の下5mmと、上20cmに鉄汚染。 38.0~39.05m 著しく風化、岩石全体が鉄汚染を受ける。		
39.0		II 100% (40.00)	70		39.7m 10° の割れ。割れ目の上5~10cmが鉄汚染。 39.7~40.0m 風化し弱い鉄汚染を受ける。風化により白色化(脱色)。 最下部は数cmの間が砂状となる。		
40.0		II 100% (40.00)	70				

# 岩 芯 記 載 表

(No. 5/8)

調査件名	地質構造解析のための試錐調査				
孔 名	98RT-01号孔	孔 径	86 mm		
記載区間	40 m ~ 50 m	調 査 者	(株) ペスコ 久田 司		
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載
		形状 採取率 (深度)	RQD		
41.0 42.0 43.0 44.0	+	II 100% (41.00)	90	石英斑岩 (風化部)	40~41m 鉄汚染を強く受け、岩石全体が茶色を帯びる。 40.2m, 40.4m, 40.65mにはほぼ水平の割れ。 40.6mに60°、40.7mに30°の割れ。
	+	IV 80% (42.00)	20		41.0~41.5m コアは3~5cmに粉碎され、鉄汚染強い。 低角および60~70°の割れ目に規制され、鉄鉱物が付着。 41.5~41.7mはコアとなるが、41.7~42.0mは5~10cmに粉碎。 鉄鉱物の付着した60から70°の割れ目に規制される。
	+	III 75% (43.50)	30		42.0~42.2m 粒子間の風化、鉄汚染が強く、全体にザラザラした感じとなる。高角に微細な割れが発達し、これに沿い鉄汚染。  以深はコアとなるが、岩全体に鉄汚染を受け、茶灰色に変色。 長石の半分程度が茶色に変色している。
	+	III 100% (44.00)	50		43.1~43.4m 60°と45°の割れに挟まれ、この間はコアが分断され鉄汚染強い。
	+	III 100% (44.00)	50		43.5~44.0m 10~20cmの感覚で0~30°の低角の割れが発達。 鉄汚染は徐々に弱くなる。
45.0 46.0 47.0 48.0 49.0 50.0	+	II~III 70% (44.70)	30	石英斑岩	44.0m~ 鉄汚染がほとんどなくなる。割れ目に沿っては濃緑色変色。 44.5m 45°の割れ。割れ目に沿い5mmの濃緑色変色。 44.8m 45°の割れ。割れ目沿いに2~3mmの濃緑色変色。 44.9m 10°の低角割れ。
	+	III 100% (46.5)	20		45.15~45.25m 15~20°の割れ。45.25mの割れ目の上3cmが破碎により砂状化。割れ目には鏡肌が認められる。 45.4m, 45.55m, 45.65m, 45.75m, 45.8mはほぼ同方向の傾斜で40~45°の割れ。割れ目の頻度が高く、45.8~46.0mも同一の割れで細断される。
	+	III 100% (48.50)	70		46.3~46.5m 数cm間隔で40~45°の割れが発達し細断される。 46.5~46.8m 45°~高角の割れにより細断。やや不規則な割れが発達する。
	+	III 100% (48.50)	70		47.0m~ 高角な微細割れ。
	+	III 100% (48.50)	70		47.5~47.7m 高角の微細割れに連続するように80~90°の割れ。割れ目の周囲は濃緑色変色。
	+	II 100% (48.50)	70		48.05m 10°の割れ。濃緑色変色。 48.3m 10~20°の割れで細断。 48.5m 45°の割れが2本。
	+	II 100% (48.50)	70		49.0m 45°の割れ。  49.3m 30~40°の割れにより5cmの間が細断。

# 岩 芯 記 載 表

(No. 6/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査			
孔 名	98RT-01号孔	孔 径	86 mm		
記載区間	50 m ~ 60 m		調 査 者	(株) ペスコ 久田 司	
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載
		形状 採取率 (深度)	RQD		
51.0	+	(50.50)	90	石英斑岩	50.05m, 50.1m 45° の割れ。 50.3m 60° の割れ。 50.5m 45° と60° の割れ。5mm~1cmの濃緑色の変色。
	+	II~I	90		51.0m 30° の割れ。濃緑色変色3~5mm。 51.3m 30° の割れ。数cmの間が細断。濃緑色変色。 51.5m 30° の割れ。濃緑色変色。 51.7m 15~20° の割れ。割れ目の上5cmが濃緑色変色。
52.0	+	100%	80		52.5m 45° の割れ。割れ目に沿い2~3cmが濃緑色変色。
	+	(52.50)	90		52.9~53.0m 3cmの間隔で45° の割れ。 割れ目に沿い10cmの巾で濃緑色変色。
53.0	+	II	90		53.5m 60° の割れ。変色なし。 53.7m, 53.8m 15° と30° の割れ。濃緑色変色2cm。 濃緑色変色の先端部に鉄汚染あり。
	+	100%	90		54.3m 60° の割れ。2~3mmの濃緑色変色。 54.5m, 54.55m 15° の割れ。この間と上下2cmに濃緑色変色。
54.0	+	(54.50)	90		54.8m~55.5mへ80° の高角割れ。 55.5m~55.8mの60~70° の割れに連続する。
	+	II~III	90		55.2m, 55.4m 15~20° の割れで細断。 55.5m~55.8mの割れは弱い粘土化と鉄汚染あり。
55.0	+	100%	50		56.1m 5~10° の割れ。濃緑色変色と周囲に鉄汚染あり。 56.2m 5~10° の割れ。濃緑色変色と周囲に鉄汚染あり。 この下に不規則な微細割れが発達。
	+	(55.80)	60		56.7m~57.3m 微細割れにより細断。
56.0	+	II~III	60		57.4m~57.8m 60~70° の割れ。2~3cmの濃緑色変色。 この間は破碎され砂状化して脆い。長石に鉄汚染あり。
	+	100%	60		岩相は新鮮だが、濃緑色変色のない部分での長石の鉄汚染がしばしば認められる
57.0	+	(57.80)	60	58.4m 45° の割れ。1~2cmの濃緑色変色。 58.5m 45° の割れ。 58.6m 5~10° の割れ。1~2cmの濃緑色変色。	
	+	II	90	59.3m 5~10° の割れ。1~2cmの濃緑色変色。	
58.0	+	100%	90	59.7m 30° の割れ。1~2cmの濃緑色変色。 59.8m 5~10° の割れ。0.5~1cmの濃緑色変色。	
	+	(59.80)	80		
59.0	+				
60.0	+				

# 岩 芯 記 載 表

(No. 7/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査			
孔 名	98RT-01号孔	孔 径	86 mm		
記載区間	60 m ~ 70 m	調 査 者	(株) ペスコ 久田 司		
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載
		形状 採取率 (深度)	RQP		
61.0	+	I	90	石英斑岩	<p>60.4m 60° の割れ。数mmの濃緑色変色。 鏡肌と弱粘土化が認められる</p> <p>60.6~60.7m 45° の割れ。5mm~1cmの濃緑色の変色。 60.8m~ 70~80° の微細割れ。</p> <p>61.1~61.3m 70~80° の割れ。低角割れが10cmにあり細断。 61.3~61.5m 5~10° の割れで細断。微細割れも多く粒子間が風化 61.3m付近では粉碎し、黄褐色変色が著しい。 61.5m 60° の割れ。5mm~1cmの濃緑色変色。</p> <p>61.7~62.4m 80~90° の割れ。数mm~1cmの濃緑色変色。 62.0~62.9m 80~90° の割れ。数mm~1cmの濃緑色変色。 61.9m 15° の割れ。 62.4m 15° の割れ。 62.9m 15° の割れ。</p> <p>63.3~63.5m, 63.4~63.6m 60~70° の割れ。黄褐色の粘土化。 割れ目付近の長石の鉄変質の頻度がやや高い。 63.9m 15° の割れ。変色なし。長石の鉄汚染。</p> <p>64.0mより 割れ目の頻度が高くなる。 64.1m 15° の割れ。 64.2m 5~10° の割れ。巾5cmの破碎(砂状化)。 この下、微細割れに伴い粒間の風化強くザラザラした感じとなる</p> <p>64.7m 45° の微細割れ。 65.1m 10~15° の割れ。巾数mmの粘土化。 65.3m 10~15° の割れ。 65.4m~65.9m 破碎(15~30° に規制されて割れる)。 65.4~65.5mは緑灰色の砂状化。70~80° の微細割れも発達し 黄褐色の鉄汚染が著しい。</p> <p>66.2~66.5m 60~70° の割れが2本。1~3cmの濃緑色変色。 15~30° の微細割れで細断。長石の鉄汚染強い。 66.6m 60° の割れ。粘土化。 66.7m~67.1m 45° の割れと高角の微細割れで細断。 割れ目面の鉄汚染強い。微細割れの周囲5mm~1cmが濃緑色変色。 67.2m~67.3m 5~10° の割れで細断。 67.6m 60° の割れ。</p> <p>68.0~68.5m 細断され鉄汚染が著しい。 68.0~68.1m 10~15° の割れ。黄緑色に粘土化。 68.2~68.5m 10~15° の割れと微細割れで細断。 割れ目面に鉄鉱物の付着が著しい。 68.7m 45°、68.8~69.0m 60° の割れ。69.0m 湾曲した割れ。 これらと微細な割れで細断。周囲は数mmの濃緑色変色。 割れ目面の鉄鉱物付着が著しい。</p> <p>69.4m 60~70° の割れ。1cmの濃緑色変色。 割れ目面の鉄汚染はほとんどなくなるが、長石の鉄変質は残る。 69.6~69.8m 60° の割れ。高角の微細割れで細断。 70.0m 5° の割れ。</p>
	+	III			
62.0	+	II	50		
	+	100%	90		
63.0	+	(63.50)	80		
	+	II	60		
64.0	+	100%	40		
	+	IV	40		
65.0	+	III	40		
	+	100% (65.50)	50		
66.0	+	III	40		
	+	100% (66.70)	40		
67.0	+	III	40		
	+	100% (67.10)	50		
68.0	+	III	40		
	+	IV	60		
69.0	+	100% (68.50)	40		
	+	II	40		
70.0	+	III	60		
	+	100%			

# 岩 芯 記 載 表

(No. 8/8)

調査件名		地質構造解析のための試錐調査			
孔 名	98RT-01号孔	孔 径	86 mm		
記載区間	70 m ~ 80 m	調 査 者	(株) ペスコ 久田 司		
標尺(m)	柱状図	岩芯状況		地 質	記 載
		形状 採取率 (深度)	RQD		
71.0	+	(70.50)	90	石英斑岩	70.1m 6~10° の割れ。5mmの濃緑色変色。 70.1~70.5m 不規則な高角の微細割れ。 70.5m 45° の割れ。
		II			70.5mまで長石の鉄汚染が若干残るが、以深は徐々に弱くなる。 70.7~70.9m 50~60° の割れ。5mm~1cmの濃緑色変色。 71.0~71.2m 60~70° の割れ。5mm~1cmの濃緑色変色。 71.4m 15° の割れ。変色なし。 71.6m 5~10° の割れ。やや砂状の破碎。 71.85m 15° の割れ。変色なし。
100%	90	72.15m 30° の割れ。数mmの淡い濃緑色変色。 72.6m 5~10° の割れ。5mmの濃緑色変色。 72.6~72.8m 70° の割れ。5mm~1cmの濃緑色変色。 72.7m 5~10° の割れ。5mm~1cmの濃緑色変色。 73.0m 5~10° の微細割れ。 73.2m 45° の割れ。濃緑色変色強く、巾2~3cm。 長石の粒間に鉄汚染を伴う。 73.5~73.6m 60° の割れ。5mm~1cmの濃緑色変色。 73.7m, 74.05m, 74.2m 15~20° の割れ。変色なし。			
(72.50)		74.35m, 74.5m 30° と45° の割れ。弱い粘土化を伴う。 74.5mのものは若干砂状の破碎を受ける。。			
72.0	+	III	80		74.8~75.0m 60~70° の高角割れと30~45° の低角割れで粉碎 やや砂状化し、割れ目面には弱い鉄汚染。 75.2m 45° の割れ。5mmの濃緑色変色。 75.5m 30° の割れ。5mmの濃緑色変色。
		100%			75.75m, 75.85m, 76.2m 15° の割れ。変色は弱く巾数mm。
73.0	+	(74.50)	90		76.5m 45° の割れ。変色弱い。 76.65m 15° の割れ。濃緑色変色5mm~1cm。 76.8m 15° の割れ。濃緑色変色5mm~1cm。
		II			77.4m 5~10° の割れ。変色は巾5mmで、先端部には弱い鉄汚染 以深、78.5mまで割れ目頻度がやや高くなる。 77.6m 0°、77.7m 15°、77.8m 10°、77.9m 10°、 77.9m 50~60°、78.2m 45°、78.3m 5~10°、 78.5m 5~10°、78.5m 45° いずれも巾数mmが緑色変色し、先端部に弱い鉄汚染を伴う。 割れ目面は弱破碎を受け、砂状化~弱い粘土化。黄緑灰色。
74.0	+	III	80		79.15m 15° の割れ。破碎により砂状化。巾5mmが濃緑色変色。 79.3m 15° と45° の割れで細断。1cmの濃緑色変色。
		100%			79.9m 45° の割れ。1cmの濃緑色変色。 80.0m, 80.3m 70~80° の割れ。濃緑色変色数cm。 低角の微細割れで細断。微細割れの面は風化し粒間が脆い。
75.0	+	(76.50)	90		
		II			
76.0	+	III	80		
		100%			
77.0	+	(78.50)	80		
		II			
78.0	+	III	80		
		100%			
79.0	+	(80.50)	80		
		II			
80.0	+	III	80		
		100%			
80.5	+	(80.50)			

# 揚水試験測定記録



段階揚水試験データシート

試験日：平成11年2月6日 (天候 晴)

孔名：レイクグリーンゴルフ場 98RT01号孔

初期水位：GL- 11.725

測定時刻	揚水継続時間		水 位		水位降下量 (m)	水 量 (l/min)	水 温 (℃)
	(分)	(分)	(測定値(m))	(GL-(m))			
9時10分	0.17	0.17	12.435	11.725	0.000	1.0	
	0.33	0.33	12.449	11.739	0.014		
	0.50	0.50	12.468	11.758	0.033		
	0.67	0.67	12.480	11.770	0.045		
	0.83	0.83	12.485	11.775	0.050		
	1.00	1.00	12.502	11.792	0.067		
	1.50	1.50	12.528	11.818	0.093		
	2.00	2.00	12.531	11.821	0.096		
	2.50	2.50	12.555	11.845	0.120		
	3.00	3.00	12.560	11.850	0.125		
	3.50	3.50	12.560	11.850	0.125		
	4.00	4.00	12.568	11.858	0.133		
	4.50	4.50	12.568	11.858	0.133		
	5.00	5.00	12.578	11.868	0.143		
	6.00	6.00	12.585	11.875	0.150		
	7.00	7.00	12.595	11.885	0.160		
	8.00	8.00	12.605	11.895	0.170		
	9.00	9.00	12.612	11.902	0.177		
9時20分	10.00	10.00	12.620	11.910	0.185		13.8
	12.00	12.00	12.640	11.930	0.205		
	14.00	14.00	12.658	11.948	0.223		
	16.00	16.00	12.670	11.960	0.235		
	18.00	18.00	12.680	11.970	0.245		
9時30分	20.00	20.00	12.690	11.980	0.255		
	25.00	25.00	12.698	11.988	0.263		
	30.00	30.00	12.702	11.992	0.267		
	35.00	35.00	12.710	12.000	0.275		
	40.00	40.00	12.720	12.010	0.285		14.0
10時00分	50.00	50.00	12.725	12.015	0.290		
	60.00	60.00	12.730	12.020	0.295		14.5
	70.00	70.00	12.738	12.028	0.303	▼	
10時20分	70.17	0.17	12.750	12.040	0.315	3.0	
	70.33	0.33	12.752	12.042	0.317		
	70.50	0.50	12.752	12.042	0.317		
	70.67	0.67	12.758	12.048	0.323		
	70.83	0.83	12.760	12.050	0.325		
	71.00	1.00	12.760	12.050	0.325		
	71.50	1.50	12.768	12.058	0.333		
	72.00	2.00	12.779	12.069	0.344		
	72.50	2.50	12.792	12.082	0.357		
	73.00	3.00	12.800	12.090	0.365		
	73.50	3.50	12.809	12.099	0.374		
	74.00	4.00	12.830	12.120	0.395		
	74.50	4.50	12.835	12.125	0.400		
	75.00	5.00	12.845	12.135	0.410		
	76.00	6.00	12.865	12.155	0.430		
	77.00	7.00	12.885	12.175	0.450		
	78.00	8.00	12.897	12.187	0.462	▼	

測定時刻	揚水継続時間		水位		水位降下量 (m)	水量 (l/min)	水温 (℃)
	(分)	(分)	(測定値(m))	(GL-(m))			
	79.00	9.00	12.908	12.198	0.473	3.0	
10時30分	80.00	10.00	12.922	12.212	0.487		
	82.00	12.00	12.950	12.240	0.515		
	84.00	14.00	12.978	12.268	0.543		
	86.00	16.00	13.008	12.298	0.573		
	88.00	18.00	13.030	12.320	0.595		
	90.00	20.00	13.050	12.340	0.615		15.0
	95.00	25.00	13.110	12.400	0.675		
	100.00	30.00	13.170	12.460	0.735		
	105.00	35.00	13.190	12.480	0.755		
11時00分	110.00	40.00	13.225	12.515	0.790		
	120.00	50.00	13.290	12.580	0.855		15.0
	130.00	60.00	13.343	12.633	0.908		
	140.00	70.00	13.390	12.680	0.955		
11時30分	140.17	0.17	13.390	12.680	0.955	6.0	
	140.33	0.33	13.398	12.688	0.963		
	140.50	0.50	13.400	12.690	0.965		
	140.67	0.67	13.408	12.698	0.973		
	140.83	0.83	13.410	12.700	0.975		
	141.00	1.00	13.413	12.703	0.978		
	141.50	1.50	13.428	12.718	0.993		
	142.00	2.00	13.438	12.728	1.003		
	142.50	2.50	13.450	12.740	1.015		
	143.00	3.00	13.465	12.755	1.030		
	143.50	3.50	13.475	12.765	1.040		
	144.00	4.00	13.490	12.780	1.055		
	144.50	4.50	13.500	12.790	1.065		
	145.00	5.00	13.510	12.800	1.075		
	146.00	6.00	13.530	12.820	1.095		
	147.00	7.00	13.550	12.840	1.115		
	148.00	8.00	13.570	12.860	1.135		
	149.00	9.00	13.583	12.873	1.148		
	150.00	10.00	13.600	12.890	1.165		
	152.00	12.00	13.622	12.912	1.187		
	154.00	14.00	13.655	12.945	1.220		
	156.00	16.00	13.678	12.968	1.243		
	158.00	18.00					
	160.00	20.00	13.734	13.024	1.299		
	165.00	25.00	13.803	13.093	1.368		
12時00分	170.00	30.00	13.868	13.158	1.433		
	175.00	35.00	13.948	13.238	1.513		
	180.00	40.00	14.000	13.290	1.565		15.0
	190.00	50.00	14.110	13.400	1.675		
12時30分	200.00	60.00	14.220	13.510	1.785		
	210.00	70.00	14.325	13.615	1.890		
12時40分	210.17	0.17	14.325	13.615	1.890	10.0	
	210.33	0.33	14.340	13.630	1.905		
	210.50	0.50	14.345	13.635	1.910		
	210.67	0.67	14.352	13.642	1.917		
	210.83	0.83					
	211.00	1.00	14.365	13.655	1.930		

測定時刻	揚水継続時間		水位		水位降下量 (m)	水量 (l/min)	水温 (℃)
	(分)	(分)	(測定値(m))	(GL-(m))			
	211.50	1.50	14.390	13.680	1.955	10.0	
	212.00	2.00	14.400	13.690	1.965		
	212.50	2.50	14.420	13.710	1.985		
	213.00	3.00	14.440	13.730	2.005		
	213.50	3.50	14.460	13.750	2.025		
	214.00	4.00	14.483	13.773	2.048		
	214.50	4.50	14.502	13.792	2.067		
	215.00	5.00	14.528	13.818	2.093		
	216.00	6.00	14.580	13.870	2.145		
	217.00	7.00	14.615	13.905	2.180		
	218.00	8.00	14.652	13.942	2.217		
	219.00	9.00	14.690	13.980	2.255		
	220.00	10.00	14.730	14.020	2.295		
	222.00	12.00	14.790	14.080	2.355		
	224.00	14.00	14.850	14.140	2.415		
	226.00	16.00	14.913	14.203	2.478		
	228.00	18.00	14.970	14.260	2.535		
13時00分	230.00	20.00	15.020	14.310	2.585		
	235.00	25.00	15.135	14.425	2.700		
	240.00	30.00	15.215	14.505	2.780		
	245.00	35.00	15.300	14.590	2.865		
	250.00	40.00	15.380	14.670	2.945		14.5
13時30分	260.00	50.00	15.610	14.900	3.175		
	270.00	60.00	15.870	15.160	3.435		14.5
	280.00	70.00	16.050	15.340	3.615	▼	
13時50分	280.17	0.17	16.055	15.345	3.620	15.0	
	280.33	0.33	16.060	15.350	3.625		
	280.50	0.50	16.068	15.358	3.633		
	280.67	0.67	16.074	15.364	3.639		
	280.83	0.83	16.080	15.370	3.645		
	281.00	1.00	16.088	15.378	3.653		
	281.50	1.50	16.102	15.392	3.667		
	282.00	2.00	16.125	15.415	3.690		
	282.50	2.50	16.140	15.430	3.705		
	283.00	3.00	16.160	15.450	3.725		
	283.50	3.50	16.180	15.470	3.745		
	284.00	4.00	16.200	15.490	3.765		
	284.50	4.50	16.220	15.510	3.785		
	285.00	5.00	16.245	15.535	3.810		
	286.00	6.00	16.300	15.590	3.865		
	287.00	7.00	16.350	15.640	3.915		
	288.00	8.00	16.410	15.700	3.975		
	289.00	9.00	16.470	15.760	4.035		
14時00分	290.00	10.00	16.545	15.835	4.110		
	292.00	12.00	16.640	15.930	4.205		
	294.00	14.00	16.735	16.025	4.300		
	296.00	16.00	16.835	16.125	4.400		
	298.00	18.00	16.920	16.210	4.485		
	300.00	20.00	17.002	16.292	4.567		
	305.00	25.00	17.270	16.560	4.835		
	310.00	30.00	17.800	17.090	5.365	▼	



## 定流量揚水試験データシート

試験日：平成11年 2月 8日 (天候 晴)

孔名：レイクグリーンゴルフ場 98RT01号孔

初期水位：GL- 11.830

測定時刻	揚水継続時間 (分)	水 位		水位降下量 (m)	水 量 (l/min)	水 温 (℃)
		(測定値(m))	(GL-(m))			
9時30分	0.17	12.542	11.832	0.002	5.0	
	0.33	12.542	11.832	0.002		
	0.50	12.546	11.836	0.006		
	0.67	12.547	11.837	0.007		
	0.83	12.580	11.870	0.040		
	1.00	12.592	11.882	0.052		
	1.50	12.635	11.925	0.095		
	2.00	12.665	11.955	0.125		
	2.50	12.695	11.985	0.155		
	3.00	12.720	12.010	0.180		
	3.50	12.738	12.028	0.198		
	4.00	12.760	12.050	0.220		
	4.50	12.775	12.065	0.235		
	5.00	12.798	12.088	0.258		
	6.00	12.850	12.140	0.310		
	7.00	12.885	12.175	0.345		
	8.00	12.930	12.220	0.390		
	9.00	12.970	12.260	0.430		
	10.00	13.004	12.294	0.464		14.5
	12.00	13.075	12.365	0.535		
	14.00	13.148	12.438	0.608		
	16.00	13.205	12.495	0.665		
	18.00	13.260	12.550	0.720		
	20.00	13.318	12.608	0.778		
	25.00	13.440	12.730	0.900		
10時00分	30.00	13.535	12.825	0.995		15.0
	35.00	13.600	12.890	1.060		
	40.00	13.650	12.940	1.110		
	50.00	13.750	13.040	1.210		
10時30分	60.00	13.850	13.140	1.310		15.0
	70.00	13.930	13.220	1.390		
	80.00	14.010	13.300	1.470		
11時00分	90.00	14.072	13.362	1.532		15.0
	100.00	14.140	13.430	1.600		
	110.00	14.190	13.480	1.650		
11時30分	120.00	14.248	13.538	1.708		15.0
	130.00	14.320	13.610	1.780		
	141.00	14.388	13.678	1.848		
12時00分	150.00	14.445	13.735	1.905		15.0
	160.00	14.504	13.794	1.964		
	170.00	14.560	13.850	2.020		
12時30分	180.00	14.610	13.900	2.070		15.0
	190.00	14.658	13.948	2.118		
	200.00	14.685	13.975	2.145		
13時00分	210.00	14.720	14.010	2.180		15.0
	220.00	14.750	14.040	2.210		
	230.00	14.780	14.070	2.240		
13時30分	240.00	14.798	14.088	2.258		15.0



## 水位回復試験データシート

試験日：平成11年 2月 8日 (天候 晴)

初期水位：GL- 11.830

孔名：レイクグリーンゴルフ場 98RT01号孔

揚水停止時の水位：GL- 14.173

測定時刻	回復継続時間 (分)	t / t'	水 位		水位回復量 (m)	残留水位降下量 (m)
			(測定値(m))	(GL-(m))		
15時00分	0.17	1981.00	14.870	14.160	0.013	2.330
	0.33	991.00	14.822	14.112	0.061	2.282
	0.50	661.00	14.780	14.070	0.103	2.240
	0.67	496.00	14.758	14.048	0.125	2.218
	0.83	397.00	14.738	14.028	0.145	2.198
	1.00	331.00	14.725	14.015	0.158	2.185
	1.50	221.00	14.715	14.005	0.168	2.175
	2.00	166.00	14.700	13.990	0.183	2.160
	2.50	133.00	14.682	13.972	0.201	2.142
	3.00	111.00	14.670	13.960	0.213	2.130
	3.50	95.29	14.655	13.945	0.228	2.115
	4.00	83.50	14.640	13.930	0.243	2.100
	4.50	74.33	14.620	13.910	0.263	2.080
	5.00	67.00	14.605	13.895	0.278	2.065
	6.00	56.00	14.570	13.860	0.313	2.030
	7.00	48.14	14.540	13.830	0.343	2.000
	8.00	42.25	14.508	13.798	0.375	1.968
	9.00	37.67	14.478	13.768	0.405	1.938
	10.00	34.00	14.450	13.740	0.433	1.910
	12.00	28.50	14.400	13.690	0.483	1.860
	14.00	24.57	14.340	13.630	0.543	1.800
	16.00	21.63	14.290	13.580	0.593	1.750
	18.00	19.33	14.245	13.535	0.638	1.705
	20.00	17.50	14.200	13.490	0.683	1.660
	25.00	14.20	14.110	13.400	0.773	1.570
15時30分	30.00	12.00	14.025	13.315	0.858	1.485
	35.00	10.43	13.950	13.240	0.933	1.410
	40.00	9.25	13.865	13.155	1.018	1.325
	50.00	7.60	13.720	13.010	1.163	1.180
16時00分	60.00	6.50	13.600	12.890	1.283	1.060
	70.00	5.71	13.465	12.755	1.418	0.925
	80.00	5.13	13.315	12.605	1.568	0.775
16時30分	90.00	4.67	13.190	12.480	1.693	0.650
	100.00	4.30	13.085	12.375	1.798	0.545
	110.00	4.00	13.000	12.290	1.883	0.460
17時00分	120.00	3.75	12.934	12.224	1.949	0.394
	130.00	3.54	12.880	12.170	2.003	0.340
	140.00	3.36	12.835	12.125	2.048	0.295
17時30分	150.00	3.20	12.788	12.078	2.095	0.248
	160.00	3.06	12.755	12.045	2.128	0.215
	170.00	2.94	12.726	12.016	2.157	0.186
18時00分	180.00	2.83	12.703	11.993	2.180	0.163
	190.00	2.74	12.688	11.978	2.195	0.148
	200.00	2.65	12.669	11.959	2.214	0.129
18時30分	210.00	2.57	12.657	11.947	2.226	0.117
	220.00	2.50	12.641	11.931	2.242	0.101
	230.00	2.43	12.630	11.920	2.253	0.090
19時00分	240.00	2.38	12.619	11.909	2.264	0.079

