

JNC TN7400 2004-006

広域地下水流動研究における  
地下水の地球化学特性の調査結果  
(DH-15 号孔)

2004 年 10 月

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

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

〒319-1184 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

電話 : 029-282-1122

ファックス : 029-282-7980

電子メール : [jserv@jnc.go.jp](mailto:jserv@jnc.go.jp)

Inquires 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 319-1184, JAPAN

2004年10月

広域地下水流動研究における地下水の地球化学特性の調査結果 (DH-15号孔)

要旨

彌榮英樹\*, 岩月輝希\*, 古江良治\*, 水野崇\*, 井岡聖一郎\*

本報告書は、DH-15号孔で実施した地下水の地球化学特性に関する調査結果をまとめたものである。本調査での地下水試料は、岩盤の透水性を把握するために実施した水理試験（揚水試験）の過程で、水中ポンプを用いて地上で採水を行い、分析・測定に供した。

調査では、土岐夾炭累層と土岐花崗岩中に分布するNa-Cl型の地下水に関して、既往の調査で得られていない領域である標高約-800mslまでの深度のデータを取得し、各化学成分の深度プロファイルを検討した。その結果、Na, Ca, Cl, Br等の成分は深度とともにその濃度が増加するという特徴があることを確認した。

---

\* 東濃地科学センター

October, 2004

## Hydrochemical investigation of groundwater in DH-15 borehole

### Abstract

Hideki Mie\*, Teruki Iwatsuki\*, Ryoji Furue\*, Takashi Mizuno\*, Seiichirou Ioka\*

This report describes the results of the investigation on the hydrochemical characteristic of groundwater in DH-15 borehole. In this investigation, the groundwater samples were sampled during the hydraulic test (pumping test).

Na-Cl type groundwater is distributed in lower part of sedimentary rocks (Toki Lignite-bearing Formation.) and Toki Granite. The hydrochemical data at the depth of about -800msl were acquired, and the depth profile of chemical components were examined.

In this investigation, It was cleared that chemical components, such as sodium, calcium, chlorine, and bromine, show the feature that the concentration increases with the depth.

## 目次

1. はじめに	1
2. 実施内容	2
2.1 採水調査の方法	2
2.2 調査概要	2
3. 測定・分析結果	5
3.1 各試験区間での測定・分析結果の概要	5
3.2 全試験区間の測定・分析結果	31
4. 測定・分析結果に関する考察	37
4.1 物理化学パラメータ・化学成分の値と標高との関係	37
4.2 外挿値の評価	39
5. 掘削水と掘削リターン水の測定・分析結果	49
6. おわりに	54
参考文献	55

図・表一覧

図 1-1	ボーリング孔位置図	1
図 3.1.1-1	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 84.50～97.50 mabh）	8
図 3.1.1-2	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 84.50～97.50 mabh）	8
図 3.1.1-3	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 63.00～72.50 mabh）	8
図 3.1.1-4	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 63.00～72.50 mabh）	8
図 3.1.1-5	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 152.10～216.43 mabh）	8
図 3.1.1-6	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 152.10～216.43 mabh）	8
図 3.1.1-7	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 102.70～133.70 mabh）	9
図 3.1.1-8	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 102.70～133.70 mabh）	9
図 3.1.1-9	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 233.55～240.00 mabh）	9
図 3.1.1-10	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 233.55～240.00 mabh）	9
図 3.1.1-11(1)	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 987.00～1003.50 mabh）SQE-1	9
図 3.1.1-11(2)	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 987.00～1003.50 mabh）PC ポンプ	9
図 3.1.1-12(1)	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 987.00～1003.50 mabh）SQE-1	9
図 3.1.1-12(2)	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 987.00～1003.50 mabh）PC ポンプ	9
図 3.1.1-13	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 937.00～953.50 mabh）	10
図 3.1.1-14	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 937.00～953.50 mabh）	10
図 3.1.1-15	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 765.00～781.50 mabh）	10
図 3.1.1-16	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 765.00～781.50 mabh）	10
図 3.1.1-17	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 437.60～462.10 mabh）	10
図 3.1.1-18	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 437.60～462.10 mabh）	10
図 3.1.1-19	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 575.50～600.00 mabh）	10
図 3.1.1-20	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 575.50～600.00 mabh）	10
図 3.1.2-1	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 298.50～323.00 mabh）	21
図 3.1.2-2	掘削水残留率と累積揚水量の関係図（深度 575.50～600.00 mabh）	21
図 3.1.2-3	掘削水残留率と揚水時間の関係図（深度 604.60～629.10 mabh）	22

図 3.1.2-4	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 604.60~629.10 mabh)	22
図 3.1.3-1	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 903.00~1003.00 mabh)	26
図 3.1.3-2	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 903.00~1003.00 mabh)	26
図 3.1.3-3	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 803.00~903.00 mabh)	26
図 3.1.3-4	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 803.00~903.00 mabh)	26
図 3.1.3-5	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 703.00~803.00 mabh)	26
図 3.1.3-6	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 703.00~803.00 mabh)	26
図 3.1.3-7	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 603.00~702.67 mabh)	26
図 3.1.3-8	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 603.00~702.67 mabh)	26
図 3.1.3-9	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 503.00~602.67 mabh)	27
図 3.1.3-10	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 503.00~602.67 mabh)	27
図 3.1.3-11	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 402.00~501.67 mabh)	27
図 3.1.3-12	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 402.00~501.67 mabh)	27
図 3.1.3-13	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 329.50~401.67 mabh)	27
図 3.1.3-14	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 329.50~401.67 mabh)	27
図 3.1.3-15	掘削水残留率と揚水時間の関係図 (深度 329.50~401.67 mabh)	27
図 3.1.3-16	掘削水残留率と累積揚水量の関係図 (深度 329.50~401.67 mabh)	27
図 3.2-1	累積揚水量とエオシン濃度の関係	33
図 3.2-2	累積揚水量と水温の関係	33
図 3.2-3	累積揚水量と pH の関係	34
図 3.2-4	累積揚水量と電気伝導度の関係	34
図 3.2-5	累積揚水量と酸化還元電位の関係	35
図 4.1-1	物理化学パラメータと標高との関係図	40
図 4.1-2	化学成分濃度と標高との関係図 (Si-標高)	40
図 4.1-3	各化学成分濃度と標高との関係図 (Na-標高)	41
図 4.1-4	各化学成分濃度と標高との関係図 (K-標高)	41
図 4.1-5	各化学成分濃度と標高との関係図 (Mg-標高)	42

図 4.1-6	各化学成分濃度と標高との関係図 (Ca-標高)	42
図 4.1-7	各化学成分濃度と標高との関係図 (F-標高)	43
図 4.1-8	各化学成分濃度と標高との関係図 (Cl-標高)	43
図 4.1-9	各化学成分濃度と標高との関係図 (Br-標高)	44
図 4.1-10	各化学成分濃度と標高との関係図 (SO <sub>4</sub> -標高)	44
図 4.1-11	各化学成分濃度と標高との関係図 (IC-標高)	45
図 4.1-12	各化学成分濃度と標高との関係図 (TOC-標高)	45
図 4.1-13	各化学成分濃度と標高との関係図 (アルカリ度-標高)	46
図 4.1-14	水素同位体比 ( $\delta D$ ) と標高との関係図	46
図 4.1-15	酸素同位体比 ( $\delta^{18}O$ ) と標高との関係図	47
図 4.1-16	炭素同位体比 ( $\delta^{13}C$ ) と標高との関係図	47
図 4.1-17	炭素同位体 ( $^{14}C$ ) と標高との関係図	48
図 4.1-18	水素同位体 ( $^3H$ ) と標高との関係図	48
図 5-1	掘削水と掘削リターン水の物理化学パラメータの測定結果	51
図 5-2	掘削水と掘削リターン水の化学分析結果	51
図 5-3	酸素・水素同位体比の分布図	53
表 2.2-1	調査概要	4
表 2.2-2	測定・分析項目	4
表 3.1.1-1	揚水試料の化学分析結果 (深度 84.50~97.50 mabh)	11
表 3.1.1-2	揚水試料の化学分析結果 (深度 63.00~72.50 mabh)	12
表 3.1.1-3	揚水試料の化学分析結果 (深度 152.10~216.43 mabh)	13
表 3.1.1-4	揚水試料の化学分析結果 (深度 102.70~133.70 mabh)	14
表 3.1.1-5	揚水試料の化学分析結果 (深度 233.55~240.00 mabh)	15
表 3.1.1-6	揚水試料の化学分析結果 (深度 987.00~1003.50 mabh)	16
表 3.1.1-7	揚水試料の化学分析結果 (深度 937.00~953.50 mabh)	17
表 3.1.1-8	揚水試料の化学分析結果 (深度 765.00~781.50 mabh)	18

表 3.1.1-9	揚水試料の化学分析結果（深度 437.60～462.10 mabh）	19
表 3.1.1-10	揚水試料の化学分析結果（深度 575.50～600.00 mabh）	20
表 3.1.2-1	揚水試料の化学分析結果（深度 298.50～323.00 mabh）	22
表 3.1.2-2	揚水試料の化学分析結果（深度 604.60～629.10 mabh）	23
表 3.1.3-1	揚水試料の化学分析結果（深度 903.00～1003.00 mabh）	28
表 3.1.3-2	揚水試料の化学分析結果（深度 603.00～702.67 mabh）	28
表 3.1.3-3	揚水試料の化学分析結果（深度 503.00～602.67 mabh）	29
表 3.1.3-4	揚水試料の化学分析結果（深度 402.00～501.67 mabh）	29
表 3.1.3-5	揚水試料の化学分析結果（深度 329.50～401.67 mabh）	30
表 3.1.3-6	揚水試料の化学分析結果（深度 257.00～329.50 mabh）	30
表 3.2-1	調査結果一覧	32
表 3.2-2(1)	試験区間（短区間）の測定・分析結果一覧	36
表 3.2-2(2)	試験区間（長区間）の測定・分析結果一覧	36
表 5-1	掘削深度 100m ごとの掘削リターン水の同位体分析結果 ( $^3\text{H}$ , $\delta\text{D}$ , $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$ , $^{14}\text{C}$ )	53

## 1. はじめに

核燃料サイクル開発機構東濃地科学センターでは、地表から地下深部までの地質・地質構造と、地下水の流動特性や地球化学特性などを明らかにするために必要な調査・解析，ならびに調査・解析結果の妥当性を評価するための技術の開発を主な目的として，岐阜県土岐市から瑞浪市に及ぶ約 10 km 四方を対象にした広域地下水流動研究を進めている（動燃事業団<sup>1)</sup>，1997）。この研究の一環として，2003年度から2004年度にかけて，DH-14号孔とDH-15号孔の，深度1000 m級のボーリング孔（いずれも鉛直孔）を掘削（いずれも掘削長は1012 m）して，地下深部における岩盤，および断層・破碎帯などの地下水流動を規制すると考えられる地質構造の把握や透水性の把握のために，地質学的，水理学的，地球化学的，地球物理学的データを取得するための調査を実施した（図1-1）。このうち，地下水の地球化学特性に関する主な調査としては，DH-15号孔で地下水の採水調査を実施した。本報告書は，この調査結果についてまとめたものである。

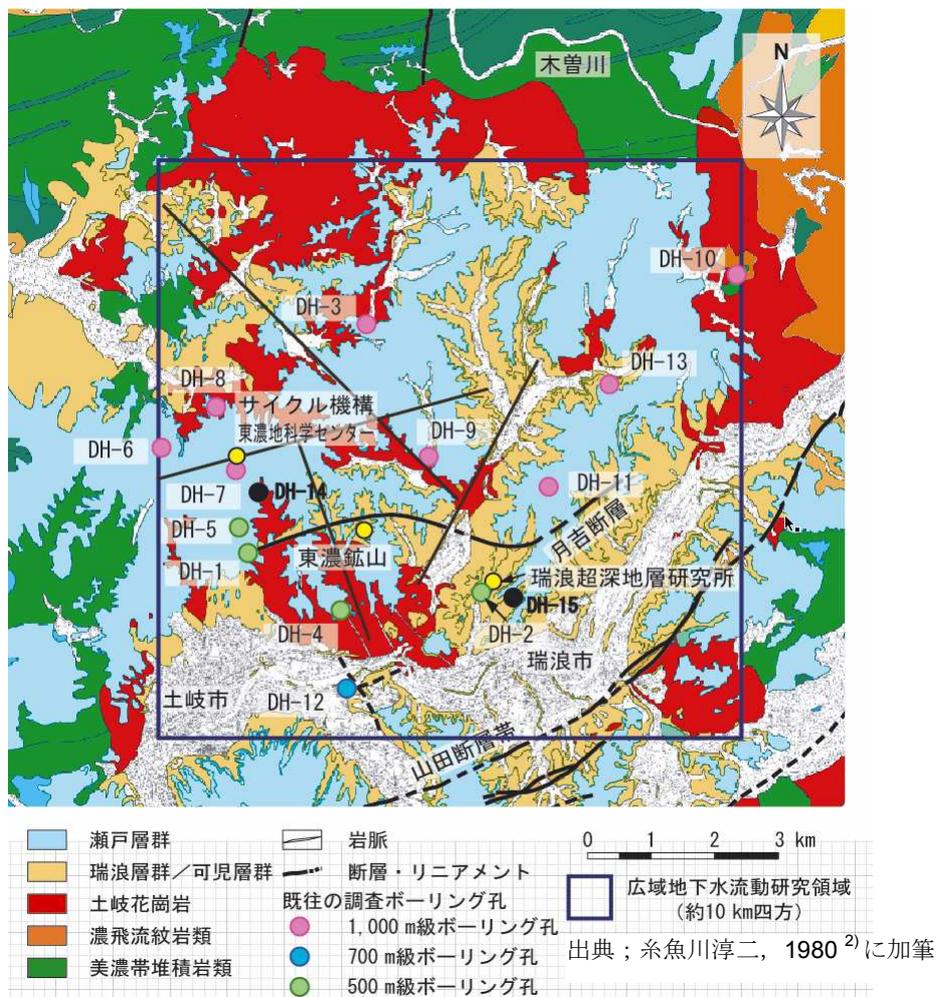


図 1-1 ボーリング孔位置図

## 2. 実施内容

### 2.1 採水調査の方法

DH-15 号孔での採水調査では、岩盤の透水性を把握するために実施した水理試験（揚水試験）の過程で、水中ポンプを用いて地上で地下水試料を採水して分析を行った。揚水試験は、試験区間の上下に設置した 2 つのパッカー（ダブルパッカー方式）で、もしくは試験区間の上端に設置したパッカー（シングルパッカー方式）とボーリング孔底の間で、遮水した区間を対象に実施した。揚水試験時には、地上で水中ポンプの地下水排出口にフローセル式の水質モニタリング装置（岩月・豊島 他<sup>3)</sup>、1998) を接続して、水温、pH、酸化還元電位、電気伝導度等の物理化学パラメータの値を大気に触れない状態で連続的に測定した。

採水する地下水試料は、掘削水の汚染を可能な限り排除して、原位置の地球化学的特徴（pH、酸化還元状態、溶存成分濃度など）を十分に保持した試料であることが望ましい。このため、本孔の掘削時には蛍光染料の一種であるエオシン（eosin）をトレーサーとして掘削水に添加して、掘削リターン水のエオシン濃度を 1 時間に 1 回測定することにより、掘削水中のエオシン濃度を設定濃度（1 ppm に設定）に一定に管理して掘削を実施した。揚水試験時にはトレーサー濃度を測定して、掘削水の汚染程度を定量的に把握した後に、地下水試料を採水した。掘削水の原水には、岐阜県鬼岩温泉の小松屋旅館（瑞浪市日吉町）の井戸水を使用した。

地下水試料の採水時には、揚水に伴う地下水中のトレーサー濃度の低下量に基づいて、可能な限り汚染程度の小さな地下水を採水する品質管理手法（古江・岩月 他<sup>4)</sup>、2003) を用いることとして、揚水試験中に 5 回程度の地下水試料（以下、予備排水試料という）の分析を実施した。揚水試験中におけるトレーサー濃度の分析は、1 時間に 1 回の頻度で実施した。本試験における揚水終了直前の地下水試料の採水判断基準として、①地下水試料中のトレーサー濃度が十分に低下していること（数～1 %以下を目標）、②物理化学パラメータの測定値が一定の値に収束していること、③トレーサー濃度の低下と主要化学成分濃度の変化に相関性が認められること、を設定してこれらを確認した後に、最終の採水を実施することとした。ただし、上記①の基準に関しては、予備排水試料の分析データから、目標値までのトレーサー濃度の低下には膨大な時間が掛かることが判明した試験区間があったため、この場合は、全体調査工程を考慮した上で、上記②と③を確認した段階で最終の地下水試料の採水を行った。

### 2.2 調査概要

DH-15 号孔は、孔口標高 213.23m、掘削長 1012.00m（孔底標高 -798.78m）の鉛直ボーリング孔である。地質学的調査（ボーリングコア観察や BTV 検層等）によると、深度 230.9m までは堆積岩（第三紀の瑞浪層群）が、これ以深の孔底までは花崗岩（土岐花崗岩）が分布する。堆積岩は、上部から明世累層・本郷累層・土岐夾炭累層の 3 層の堆積岩に分けられる。

本孔での水理試験（揚水試験）は、20 区間を対象に実施した。このうちの 12 区間（No.1～No.12）は試験区間長 6.45～64.33m（平均区間長 22.65m）の短区間での水理試験であり、残り

の 8 区間 (No.13~No.20) は試験区間長 72.17~100.00m の長区間 (平均区間長 92.96m) での水理試験である。対象の地質は、12 区間の短区間のうち 4 区間は堆積岩を対象にした試験であり、8 区間は花崗岩を対象にした試験である。長区間の試験はすべて花崗岩を対象にした試験である。

試験区間の No.は、試験を実施した順に設定したものである。ボーリング掘削の進捗状況と試験を実施した時期との関係は、No.1~No.5 は、掘削を一時的に停止しながら試験を実施した。No.6~No.20 は、掘削が完了した後に順次試験を実施した。

短区間の水理試験のうち 10 区間 (No.1~No.10) では、設定した採水判断基準に従って可能な限り掘削水の残留率を低下させた後に地下水試料を採水した。残りの 2 区間 (No.11, No.12) では、試験中に予備排水試料の採水を実施して、トレーサー濃度の低下と化学成分濃度の変化の関係についてのデータを取得した。長区間の水理試験のうち 2 区間 (No.14, No.15) では、試験終了までの想定累計揚水量が、試験区間と試験装置の容積の合計であるシステム容積よりも少ないことが、試験開始前に想定されたため、試験中には予備排水試料の採水は実施せずに、トレーサー濃度の分析と物理化学パラメータの測定のみを行なった。残りの 6 区間では、試験中に予備排水試料の採水を実施して、トレーサー濃度の低下と化学成分濃度の変化の関係についてのデータを取得した。以上の調査概要を表 2-2.1 に示す。掘削中には、掘削水の原水である井戸水の化学分析を井戸水運搬日に 1 回/日の頻度で、掘削リターン水の化学分析を 1 回/日の頻度で実施した。また、掘削深度 100m ごとに掘削リターン水を採水して、水素同位体 ( $^3\text{H}$ ,  $^2\text{H}/^1\text{H}$ ) , 酸素同位体 ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) , 炭素同位体 ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) の測定を行なった。化学成分の分析結果に関しては、陽イオンと陰イオンの当量を用いて、そのイオンバランスを確認して、分析結果の品質確認を行なった。

以上の測定・分析項目、頻度、方法を表 2.2-2 に示す。

表 2.2-1 調査概要

試験No.	区間深度		区間標高		区間長 (m)	区間タイプ	地質	物理化学 パラメータ	試料タイプ	
	上部 (mabh <sup>1</sup> )	下部 (mabh)	上部 (msl <sup>2</sup> )	下部 (msl)					予備水試料	地下水試料
No.1	84.50	97.40	128.73	115.63	12.90	短区間	堆積岩	○	○	○
No.2	63.00	72.50	150.23	140.73	9.50	短区間	堆積岩	○	○	○
No.3	152.10	216.43	61.13	-3.21	64.33	短区間	堆積岩	○	○	○
No.4	102.70	133.70	110.53	79.53	31.00	短区間	堆積岩	○	○	○
No.5	233.55	240.00	-20.33	-26.78	6.45	短区間	花崗岩	○	○	○
No.6	987.00	1003.50	-773.78	-790.28	16.50	短区間	花崗岩	○	○	○
No.7	937.00	953.50	-723.78	-740.28	16.50	短区間	花崗岩	○	○	○
No.8	765.00	781.50	-551.78	-568.28	16.50	短区間	花崗岩	○	○	○
No.9	437.60	462.10	-224.38	-248.88	24.50	短区間	花崗岩	○	○	○
No.10	575.50	600.00	-362.28	-386.78	24.50	短区間	花崗岩	○	○	○
No.11	298.50	323.00	-85.28	-109.78	24.50	短区間	花崗岩	○	○	×
No.12	604.60	629.10	-391.38	-415.88	24.50	短区間	花崗岩	○	○	×
No.13	903.00	1003.00	-689.78	-789.78	100.00	長区間	花崗岩	○	○	×
No.14	803.00	903.00	-589.78	-689.78	100.00	長区間	花崗岩	○	×	×
No.15	703.00	803.00	-489.45	-589.78	100.00	長区間	花崗岩	○	×	×
No.16	603.00	702.67	-389.78	-489.45	99.67	長区間	花崗岩	○	○	×
No.17	503.00	602.67	-289.78	-389.45	99.67	長区間	花崗岩	○	○	×
No.18	402.00	501.67	-188.78	-288.45	99.67	長区間	花崗岩	○	○	×
No.19	329.50	401.67	-116.28	-188.45	72.17	長区間	花崗岩	○	○	×
No.20	257.00	329.50	-43.78	-116.28	72.17	長区間	花崗岩	○	○	×

<sup>1</sup>mabh : meter along boreholeの略, <sup>2</sup>msl : meter above sea levelの略 ○は測定・分析実施, ×は未実施

表 2.2-2 測定・分析項目

測定・分析項目	測定・分析方法	掘削原水	掘削リターン水	予備排水試料	地下水試料
pH (水素イオン濃度)	電極法	1回/日	連続モニタリング	連続モニタリング	連続モニタリング
EC (電気伝導度)	電極法	1回/日	連続モニタリング	連続モニタリング	連続モニタリング
ORP (酸化還元電位)	電極法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	連続モニタリング	連続モニタリング
DO (溶存酸素濃度)	電極法	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	連続モニタリング	連続モニタリング
Temp. (水温)	電極法	1回/日	連続モニタリング	連続モニタリング	連続モニタリング
Na <sup>+</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
K <sup>+</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	イオンクロマトグラフ法, または比色法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
Ca <sup>2+</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
Mg <sup>2+</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
Sr <sup>2+</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	1回
Mn <sup>2+</sup>	比色法, またはICP発光分光法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
Fe <sup>2+</sup>	比色法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
ΣFe	比色法	1回/日	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	1回
Si	比色法	1回/日	1回/日	複数回	1回
Al	比色法	1回/日	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	1回
F <sup>-</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
B	比色法	1回/日	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	1回
Cl <sup>-</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
Br	イオンクロマトグラフ法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	複数回	1回
I <sup>-</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	複数回	1回
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	イオンクロマトグラフ法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	イオンクロマトグラフ法	1回/日	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	1回
HS <sup>-</sup>	計算で算出	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
S <sup>2-</sup>	イオンクロマトグラフ法, または比色法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	イオンクロマトグラフ法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
U	ICP質量分析法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
アルカリ度	滴定法	1回/日	1回/日	複数回	1回
全無機炭素	赤外線吸収法	1回/日	1回/日	複数回	1回
全有機炭素	赤外線吸収法	1回/日	1回/日	複数回	1回
Eosin (エオシン)	蛍光光度法	n.m. <sup>1</sup>	1回/日	n.m. <sup>1</sup>	1回
溶存ガス(H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, He, Ar, H <sub>2</sub> S)	ガスクロマトグラフ法	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	n.m. <sup>1</sup>	1回
<sup>3</sup> H	電解濃縮-液体シンチレーション計数法	1回/100m	1回/100m	複数回 <sup>2</sup>	1回
δD (²H/¹H)	ICP質量分析法	1回/100m	1回/100m	複数回 <sup>2</sup>	1回
δO (¹⁸O/¹⁶O)	ICP質量分析法	1回/100m	1回/100m	複数回 <sup>2</sup>	1回
δ¹³C (¹³C/¹²C)	ICP質量分析法	1回/100m	1回/100m	複数回	1回
C-14 activity	タンデム型加速器質量分析法	1回/100m	1回/100m	複数回	1回

<sup>1</sup>n.m. : not measured (未測定)

<sup>2</sup>No.1~No.5の揚水試験において実施

### 3. 測定・分析結果

#### 3.1 各試験区間での測定・分析結果の概要

##### 3.1.1 No.1～No.10 水理試験区間での揚水試料の掘削水残留率と化学分析結果

###### (1) No.1 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-1 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-2 に示す。揚水試験開始後約 40 時間（累積揚水量約 12500 L）で掘削水残留率は約 4.0 %，約 60 時間（累積揚水量約 19600 L）で掘削水残留率は約 2.4 %に達した。この段階での掘削水残留率の低下速度は、約 0.08 %/h と非常遅くなったこと、大部分の化学成分とエオシン濃度に良い相関が得られていたこと等から、10 月 4 日 14:00 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 2.1 %（エオシン濃度 0.021 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の外挿値を表 3.1.1-1 に示す。分析結果が検出限界以下の場合、検出限界の値を分析値と仮定して外挿を行った。また、外挿値がマイナスの値の場合は、濃度 0 ppm とした（すべての区間で同様）。

###### (2) No.2 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-3 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-4 に示す。揚水試験開始後約 7 時間（累積揚水量約 1000 L）で掘削水残留率は約 1.0 %に達したため、10 月 10 日 10:00 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 0.5 %（エオシン濃度 0.005 ppm）であった。予備排水揚水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-2 に示す。

###### (3) No.3 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-5 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-6 に示す。揚水試験開始後約 63 時間（累積揚水量約 36600 L）で掘削水残留率は約 5.0 %，約 93 時間（累積揚水量約 58200 L）で掘削水残留率は約 3.0 %に達した。この段階での掘削水残留率の低下速度は約 0.07 %/h と非常遅く、掘削水残留率をさらに低下させるためには膨大な時間を要すると判断されたこと、大部分の化学成分とトレーサー濃度に良い相関性が認められていたこと等から、11 月 2 日 17:00 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 2.9 %（エオシン濃度 0.029 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-3 に示す。

###### (4) No.4 水理試験区間

本試験区間では孔内水位が他試験区間と比較して低い特徴が認められた。したがって、一定量の揚水後に、孔内水位を回復させるために試験を中断して、回復後に再度揚水を実施する断続的な揚水を実施した。掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-7 に、掘削水残留率と累積揚水量

の関係を図 3.1.1-8 に示す。揚水試験開始後約 10 時間（累積揚水量約 400 L）で掘削水残留率の低下速度に減少の傾向が認められ、約 37 時間（累積揚水量約 1500 L）で掘削水残留率は約 20 %、約 58 時間（累積揚水量約 2200 L）で掘削水残留率は約 15 %であった。この段階での掘削水残留率の減少速度は、約 0.025 %/hour と非常遅く、さらに掘削水残留率を低下させるためには膨大な時間を要すると判断されたこと、また、大部分の化学成分とトレーサー濃度に良い相関が得られていたこと等から、11 月 15 日 13:40 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 13.3 %（エオシン濃度 0.133 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-4 に示す。

#### (5) No.5 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-9 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-10 に示す。揚水試験開始後約 7 時間（累積揚水量約 3600 L）で掘削水残留率は約 10.0 %、約 16 時間（累積揚水量約 8300 L）で約 5.0 %、約 41 時間（累積揚水量約 20000 L）で約 2.0 %に達した。この段階で、大部分の化学成分とトレーサー濃度に良い相関が得られていたことから、11 月 26 日 15:20 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 1.0 %（エオシン濃度 0.010 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-5 に示す。

#### (6) No.6 水理試験区間

本区間では揚水速度 8.0 L/min の設定で試験を開始したが、試料中に含まれる遊離ガスの影響と考えられる揚水速度の不安定状態が発生したため、良質な水理試験データを取得するために、揚水速度を 2.0 L/min に下げて遊離ガスの影響ができるだけ及ばない状態で試験を実施することとした。水理試験成立後は、揚水速度を 4.0～5.0L/min に上げて揚水を実施したが、トレーサー濃度の低下にはさらに膨大な時間が必要であることが判明した（この時点まで、SQE-1 ポンプ使用）。このため、遊離ガスに揚水速度が影響されにくく、より多くの量の揚水が可能な PC ポンプに変更して、8.0～10.0 L/min の揚水速度（ガスを含んで 10.0～12.0 L/min）にて揚水を実施した。

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-11 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-12 に示す。両図の(1)は SQE-1 ポンプ使用時の関係図であり、(2)は PC ポンプ使用時の関係図である。SQE-1 ポンプ使用時は、揚水試験開始後約 115 時間（累積揚水量約 25,000 L）で掘削水残留率は約 16 %であった。PC ポンプ使用時は、揚水試験開始後約 100 時間（累積揚水量約 77600 L）で掘削水残留率は約 5 %に達した。この段階で、大部分の化学成分とエオシン濃度には良い相関が得られていたが、分析項目のうち水素同位体の一つであるトリチウム ( $^3\text{H}$ ) の検出限界を考慮して、掘削水の残留率が 3%程度に低下するまで排水した後に採水することとした。最終的な採水は、5 月 2 日 17:00～（掘削水残留率 3.18 %）、および 5 月 3 日 13:40～（掘削水残留率 2.95 %、水素同位体・酸素同位体・炭素同位体等の分析用試料）に実施した。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-6 に示す。

#### (7) No.7 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-13 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-14 に示す。揚水試験開始後約 115 時間（累積揚水量約 62500 L）で掘削水の残留率は約 30 %であり、他の試験区間に比べて、累積揚水量に対する掘削水残留率の低下が小さい傾向が認められた（図 3.2.1）。残留率数%までの低下には膨大な時間が掛かることが予想されること、大部分の化学成分とトレーサー濃度には良い相関が得られていたこと等から、5 月 12 日 10:00 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 25.5 %（エオシン濃度 0.255 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-7 に示す。

#### (8) No.8 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-15 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-16 に示す。揚水試験開始後約 135 時間（累積揚水量約 8400 L）で掘削水の残留率は約 15 %であった。掘削水残留率数%までの低下には膨大な時間が掛かることが予想されること、大部分の化学成分とトレーサー濃度には良い相関が得られていたこと等から、5 月 25 日 9:30 より採水を実施した。この時点での、掘削水残留率は 12.8 %（エオシン濃度 0.128 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-8 に示す。

#### (9) No.9 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-17 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-18 に示す。揚水試験開始後約 50 時間（累積揚水量約 14200 L）で掘削水の残留率は約 50 %、約 80 時間（累積揚水量約 25500 L）で残留率は約 40 %に達した。この時点で、残留率数%までの低下には膨大な時間が掛かることが予想されたため、化学成分とトレーサー濃度との相関性が得られた段階で、採水を実施することとした。トレーサー濃度 50%、43%、37%での、大部分の化学成分とトレーサー濃度に良い相関が得られたことから、最終的な採水を 6 月 4 日 15:30 より実施した。この時点での、掘削水残留率は 33.8 %（エオシン濃度 0.338 ppm）であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-9 に示す。

#### (10) No.10 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.1-19 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.1-20 に示す。揚水試験開始後約 70 時間（累積揚水量約 24600 L）で掘削水の残留率は約 30 %、約 170 時間（累積揚水量約 58800 L）で残留率は約 20 %に達した。この時点で、残留率数%までの低下には膨大な時間が掛かることが予想されたため、化学成分とトレーサー濃度との相関性が得られた段階で、採水を実施することとした。トレーサー濃度 40%、32%、24%での大部分の化学成分とトレーサー濃度に良い相関が得られたことから、最終的な採水を 6 月 18 日 14:00

より実施した。この時点での、掘削水残留率は 16.6 % (エオシン濃度 0.166 ppm) であった。予備排水試料と地下水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 % と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.1-10 に示す。

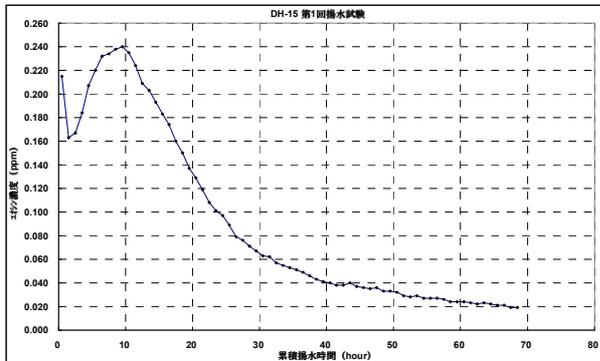


図 3.1.1-1 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 84.50~97.50 mabh)

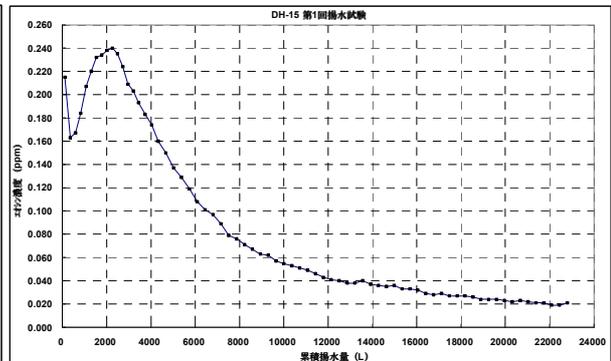


図 3.1.1-2 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 84.50~97.50 mabh)

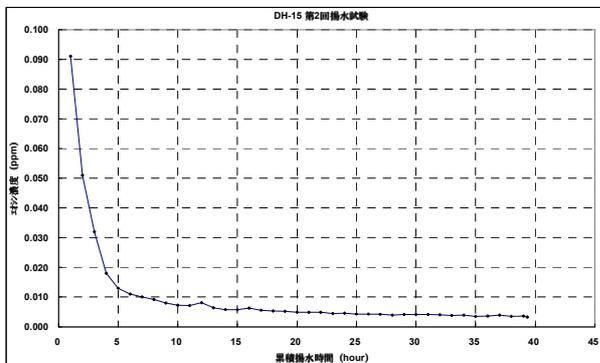


図 3.1.1-3 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 63.00~72.50 mabh)

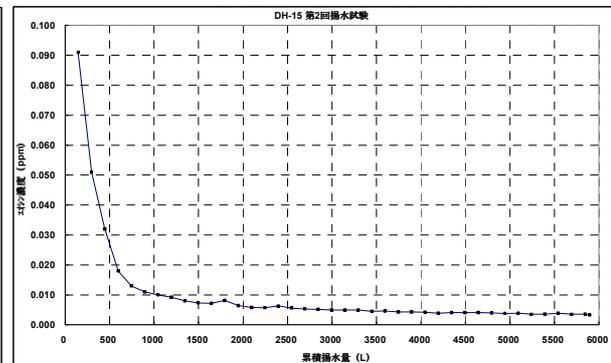


図 3.1.1-4 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 63.00~72.50 mabh)

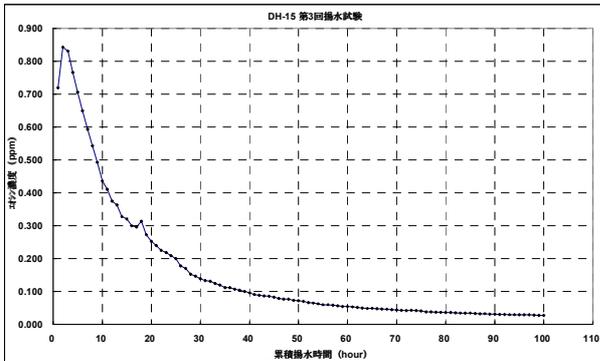


図 3.1.1-5 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 152.10~216.43 mabh)

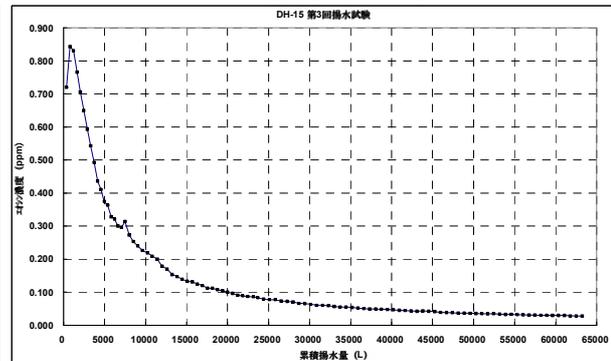


図 3.1.1-6 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 152.10~216.43 mabh)

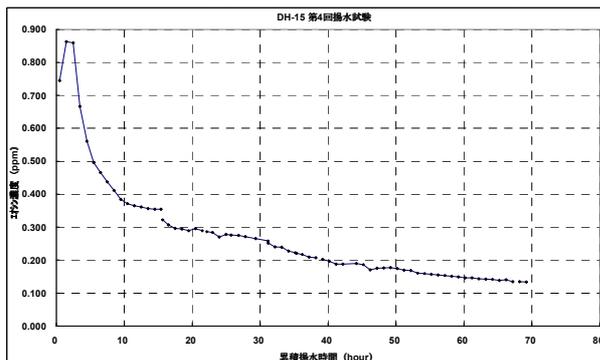


図 3.1.1-7 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 102.70~133.70 mabh)

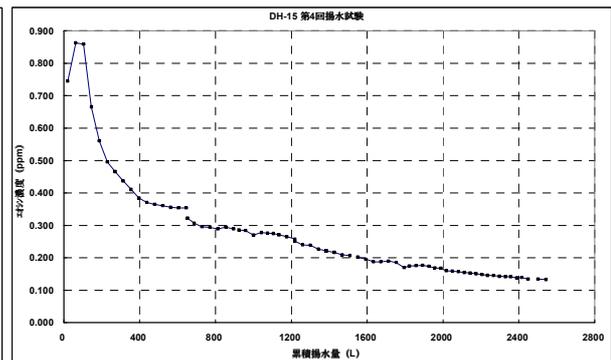


図 3.1.1-8 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 102.70~133.70 mabh)

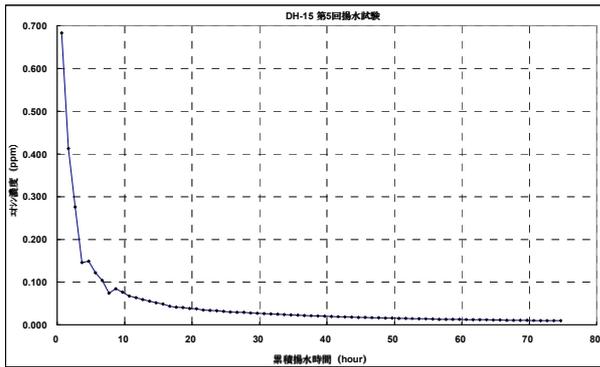


図 3.1.1-9 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 233.50~240.00 mabh)

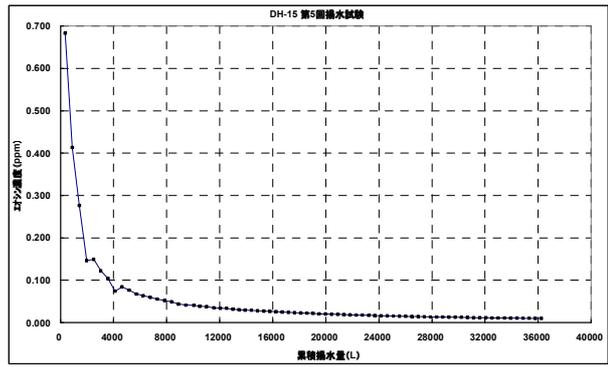


図 3.1.1-10 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 233.50~240.00 mabh)

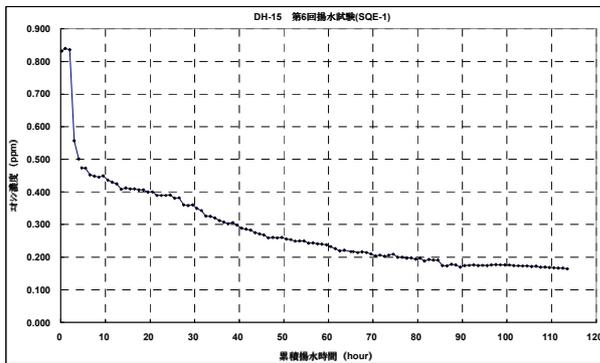


図 3.1.1-11(1) 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 987.00~1003.50 mabh) SQE-1

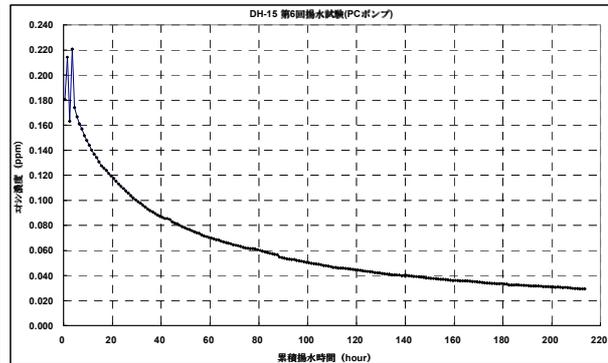


図 3.1.1-11(2) 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 987.00~1003.50 mabh) PC ポンプ

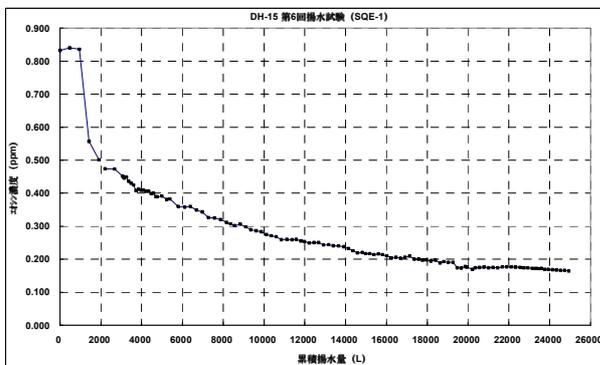


図 3.1.1-12(1) 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 987.00~1003.50 mabh) SQE-1

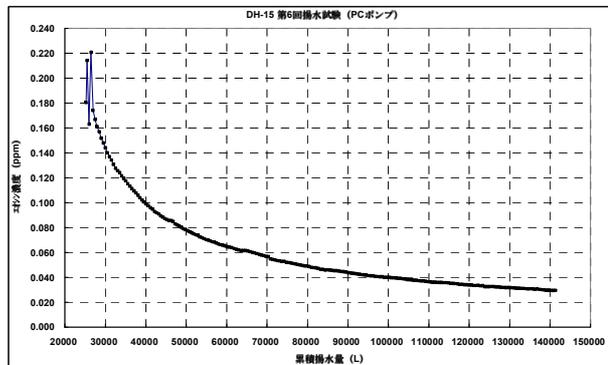


図 3.1.1-12(2) 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 987.00~1003.50 mabh) PC ポンプ

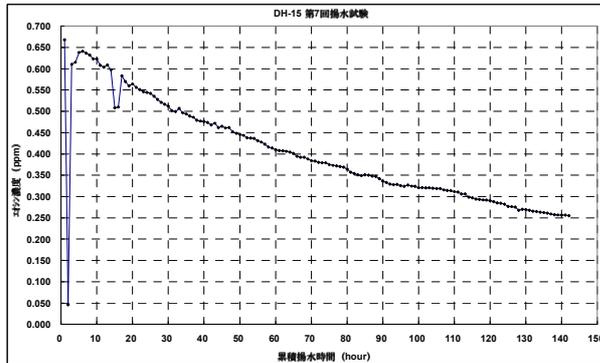


図 3.1.1-13 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 937.00~953.50 mabh)

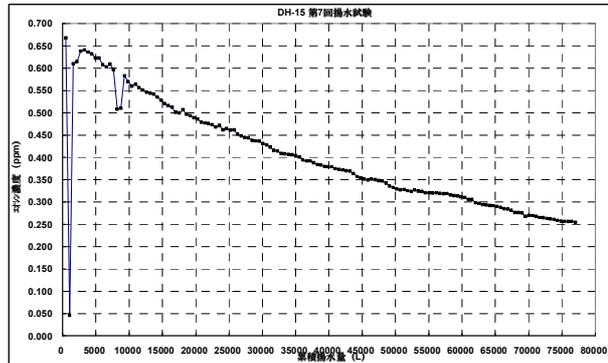


図 3.1.1-14 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 937.00~953.50 mabh)

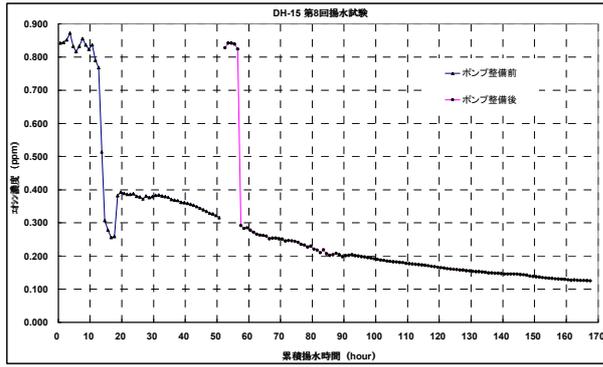


図 3.1.1-15 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 765.00~781.50 mabh)

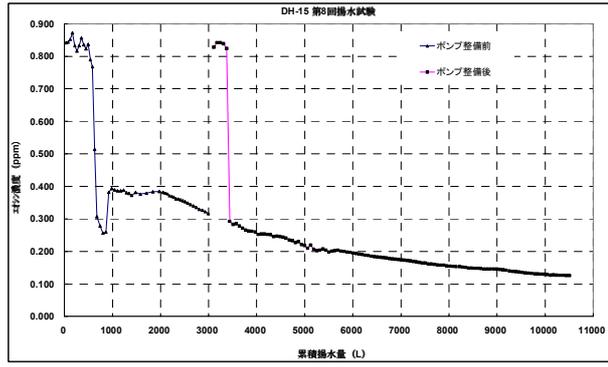


図 3.1.1-16 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 765.00~781.50 mabh)

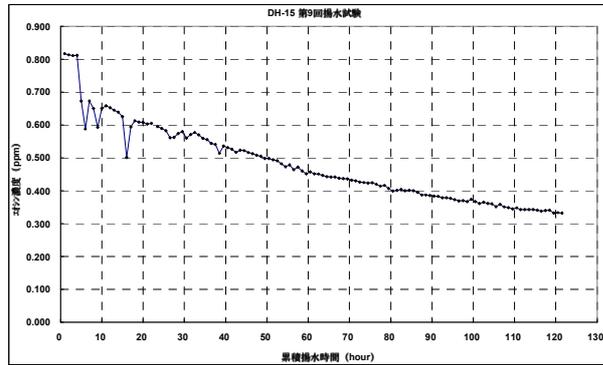


図 3.1.1-17 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 437.60~462.10 mabh)

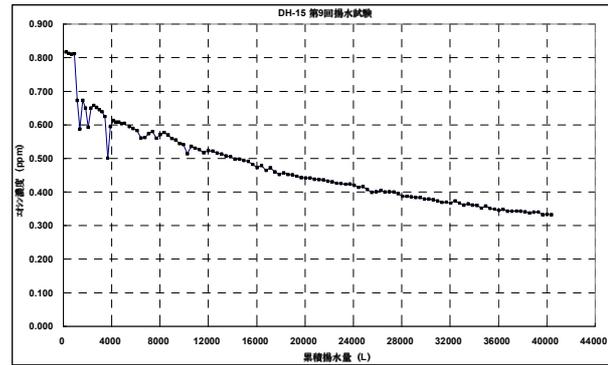


図 3.1.1-18 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 437.60~462.10 mabh)

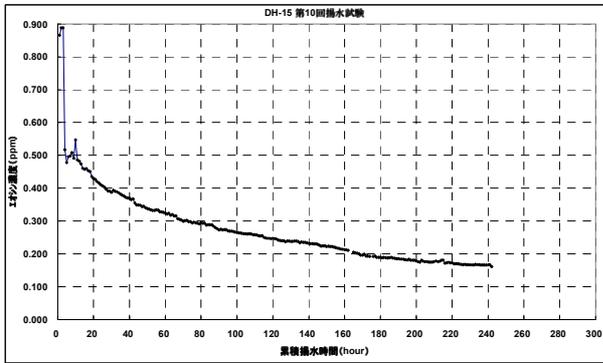


図 3.1.1-19 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 575.50~600.00 mabh)

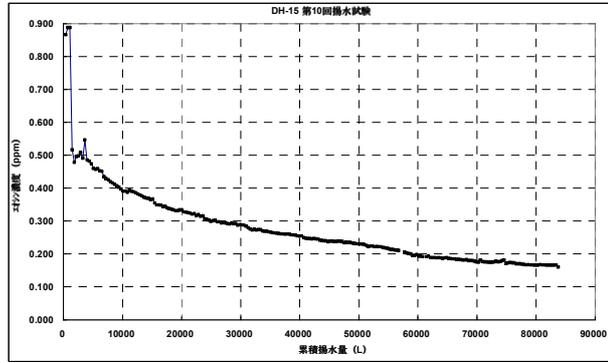


図 3.1.1-20 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 575.50~600.00 mabh)

表 3.1.1-1 揚水試料の化学分析結果 (深度 84.50~97.50 mab)

採水年月日		定量下限値	2003.10.2	2003.10.2	2003.10.2	2003.10.3	2003.10.4	2003.10.4	掘削水残留率0% の場合の外挿値
採水時刻			11:00	11:00	22:00	10:00	12:00	14:00	
累積揚水量	L		3738	3738	7513	11783	21023	21738	—
エオシン濃度	ppm		0.183	0.183	0.079	0.043	0.022	0.021	0.000
水温	°C		21.1	21.1	19.8	17.8	21.3	21.6	—
pH			9.2	9.2	9.2	9.1	9.1	9.1	—
電気伝導度(EC)	mS/m		38	38	37	37	39	39	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-218	-218	-273	-255	-264	-247	—
溶解酸素濃度(DO)	mg/L		0.00	0.00	0.01	0.10	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	22.7	22.7	21.5	20.5	21.8	21.5	21.0
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	2.0	2.0	2.5	2.1	2.5	2.4	2.5
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	67.9	67.9	64.0	65.7	64.0	65.4	64.1
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	1.1	1.1	1.0	0.9	1.1	1.1	1.0
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	1.8	1.8	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	5.5	5.5	1.6	1.2	1.3	1.2	0.3
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	14.8	14.8	13.0	12.8	11.5	11.8	11.5
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	2.45	2.45	2.51	2.53	2.57	2.60	2.59
全有機炭素	ppm		3.5	3.5	3.1	3.2	3.2	3.7	3.3
全無機炭素	ppm	1	25.6	25.6	25.8	25.9	25.5	25.5	25.6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
Sr <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0056	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.11	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.250	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.210	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.4	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.28	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.29	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.08	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0009	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	49.0	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.3	—
CO	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.002	—
He	ppm	0.0008	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0008	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0004	—
総溶存成分濃度	ppm		145.1	145.1	134.3	134.0	132.6	134.2	131.0
<sup>3</sup> H	T.U.	0.3	0.3	0.3	0.3	<0.3	n.m.	<0.3	<0.3
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.86	-15.63	-15.63	-15.61	-15.74	-15.43	-15.53
C-14 activity	% MC		28.14	22.37	22.37	21.25	19.93	18.93	18.44
δD	‰SMOW		-54.50	-58.60	-57.50	-57.70	n.m.	-58.30	-59.00
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		-8.43	-8.50	-8.44	-8.53	n.m.	-8.49	-8.51
Σ陽イオン	meq/l		3.10	2.88	2.96	3.00	2.96	3.02	
Σ陰イオン	meq/l		3.01	2.83	2.90	2.91	2.95	2.95	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		1.54	0.81	0.95	1.52	0.24	1.17	

表 3.1.1-2 揚水試料の化学分析結果 (深度 63.00~72.50 mabh)

採水年月日	採水時刻	定量下限値	2003.10.9	2003.10.9	2003.10.9	2003.10.10	2003.10.10	掘削水残留率0% の場合の外挿値
			21:00	22:00	23:00	2:00	15:00	
累積揚水量	L		447	597	747	1196	3146	—
エオシン濃度	ppm		0.032	0.018	0.013	0.009	0.005	0.000
水温	°C		19.4	19.5	19.6	19.5	20.8	—
pH			8.9	8.9	8.9	8.9	8.8	—
電気伝導度(EC)	mS/m		80	80	80	80	82	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-39	-70	-90	-127	-167	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.21	0.14	0.10	0.07	0.03	—
Si	ppm	0.1	30.0	32.2	32.5	31.9	34.6	34.4
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	3.4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	59.2	59.0	59.5	58.3	58.3	58.4
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	11.4	12.2	12.0	11.8	11.9	12.1
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	2.50	2.52	2.53	2.53	2.52	2.53
全有機炭素	ppm		2.6	2.1	2.1	2.1	2.4	2.1
全無機炭素	ppm	1	25.2	25.5	25.6	25.7	25.8	25.9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
Sr <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0044	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.061	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.023	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.3	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.03	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.46	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0009	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	16.0	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0029	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.490	—
CO	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.004	—
He	ppm	0.0008	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0008	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0004	—
総溶存成分濃度	ppm		135.7	137.9	138.6	136.6	139.8	139.5
δ <sup>1</sup> H	T.U.	0.3	<0.3	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.14	-15.21	-15.04	-15.41	-15.28	-15.31
C-14 activity	% MC		20.63	21.26	20.44	20.65	23.10	22.05
δD	‰SMOW		-58.90	-59.30	-60.70	-58.70	-57.90	-58.80
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		-8.43	-8.43	-8.47	-8.45	-8.44	-8.46
Σ陽イオン	meq/l		2.81	2.81	2.83	2.77	2.77	
Σ陰イオン	meq/l		2.82	2.83	2.84	2.84	2.83	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		-0.18	-0.35	-0.18	-1.25	-1.07	

表 3.1.1-3 揚水試料の化学分析結果 (深度 152.10~216.43 mab)

採水年月日	採水時刻	定量下限値	2003.10.29	2003.10.30	2003.10.30	2003.10.30	2003.10.31	2003.11.01	2003.11.02	2003.11.02	2003.11.02	掘削水残留率0% の場合の外挿値
			23:00	1:00	6:00	18:00	9:00	8:00	15:30	17:00	20:00	
累積揚水量	L		2881	3716	5800	12022	21236	37342	60003	61080	63243	—
エオシン濃度	ppm		0.593	0.493	0.328	0.178	0.091	0.049	0.030	0.029	0.027	0.000
水温	°C		22.7	22.8	22.5	23.5	23.5	23.8	n.m.	24.1	23.9	—
pH			9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	n.m.	9.4	9.4	—
電気伝導度(EC)	mS/m		43	45	46	48	48	47	n.m.	48	49	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-140	-241	-244	-260	-292	-333	n.m.	-350	-354	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	n.m.	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.8	8.6	7.4	9.1	7.6	6.8	n.m.	7.2	n.m.	7.4
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	n.m.	<0.1	n.m.	<0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	3.4	4.2	4.3	4.6	4.4	4.5	n.m.	4.0	n.m.	4.5
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	66.4	69.5	70.2	72.7	69.5	70.1	68.5	69.6	69.8	70.3
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	1.5	1.8	1.5	1.2	1.2	1.1	n.m.	0.4	n.m.	0.9
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	8.7	11.7	9.9	10.5	10.9	11.2	n.m.	10.9	n.m.	11.1
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	21.5	28.2	37.8	45.1	50.3	56.1	n.m.	52.5	n.m.	56.1
Br	ppm	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	<0.1	<0.1	n.m.	<0.1	n.m.	<0.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	n.m.	<0.3	n.m.	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	23.6	23.9	13.4	6.8	3.9	2.5	n.m.	1.1	n.m.	0.0
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	n.m.	<0.7	n.m.	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	1.36	1.28	1.26	1.26	1.04	0.97	n.m.	1.04	n.m.	1.02
全有機炭素	ppm		4.1	3.3	2.4	1.8	1.1	0.9	n.m.	1.0	n.m.	0.7
全無機炭素	ppm	1	11.7	10.8	9.8	8.8	9.1	8.8	n.m.	8.6	n.m.	8.4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	<0.2	n.m.	—						
S <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	<0.3	n.m.	—						
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	0.0014	n.m.	—						
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	<0.05	n.m.	—						
ΣFe	ppm	0.002	n.m.	0.055	n.m.	—						
Al	ppm	0.0004	n.m.	0.100	n.m.	—						
B	ppm	0.2	n.m.	0.6	n.m.	—						
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	<0.2	n.m.	—						
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	4.45	n.m.	—						
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	<0.05	n.m.	—						
U	ppb	0.05	n.m.	0.11	n.m.	—						
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	<0.0009	n.m.	—						
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	<2.5	n.m.	—						
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	14.0	n.m.	—						
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	1.500	n.m.	—						
CO <sub>2</sub>	ppm	0.002	n.m.	0.038	n.m.	—						
CO	ppm	0.002	n.m.	<0.004	n.m.	—						
He	ppm	0.0002	n.m.	0.002	n.m.	—						
Ar	ppm	3.4	n.m.	<3.4	n.m.	—						
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	<0.0004	n.m.	—						
総溶存成分濃度	ppm		149.0	162.3	157.0	160.9	158.0	162.0	n.m.	155.3	n.m.	159.9
δ <sup>1</sup> H	T.U.	0.3	n.m.	0.5	0.3	<0.3	<0.3	0.4	n.m.	0.4	n.m.	0.3
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.27	-21.34	-19.01	-14.78	-16.39	-15.16	n.m.	-15.47	n.m.	-15.46
C-14 activity	% MC		52.07	79.82	60.32	38.29	35.84	18.83	n.m.	25.52	n.m.	24.76
δD	‰SMOW		n.m.	-59.40	-59.20	-61.40	-58.70	-58.80	n.m.	-61.40	n.m.	-60.09
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		n.m.	-8.44	-8.61	-8.79	-8.95	-9.04	n.m.	-8.96	n.m.	-9.04
Σ陽イオン	meq/l		3.10	3.28	3.30	3.42	3.27	3.32		3.24		
Σ陰イオン	meq/l		2.92	3.18	3.12	3.22	3.12	3.19		3.11		
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		2.96	1.61	2.74	3.04	2.41	2.00		2.11		

表 3.1.1-4 揚水試料の化学分析結果（深度 102.70～133.70 mabh）

採水年月日		定量下限値	2003.11.13	2003.11.14	2003.11.14	2003.11.15	2003.11.15	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			17:10	7:00	19:00	6:00	14:30	
累積揚水量	L		1227	1592	1989	2329	2522	—
エオシン濃度	ppm		0.251	0.207	0.168	0.142	0.133	0.000
水温	°C		18.7	18.6	23.4	22.6	21.7	—
pH			9.9	9.9	9.8	9.9	10.0	—
電気伝導度(EC)	mS/m		40	40	41	41	42	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-20	-273	-314	-335	-326	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	—
Si	ppm	0.1	10.5	12.1	12.2	12.6	12.1	14.4
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	0.5	2.9	3.5	3.3	3.7	7.1
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	63.1	62.0	67.0	60.7	67.9	68.1
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	9.0	10.8	11.7	11.1	12.5	15.4
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	13.7	16.6	19.5	19.9	22.2	30.3
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	13.6	9.7	8.0	6.6	5.6	2.8
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	1.64	1.53	1.60	1.46	1.74	1.60
全有機炭素	ppm		2.6	2.4	2.5	2.4	2.4	2.2
全無機炭素	ppm	1	10.9	9.6	9.0	8.6	8.3	5.5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.2	—
S <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0060	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.11	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.290	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.480	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.8	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.2	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.88	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.10	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.0009	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	24.0	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.310	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.048	—
CO	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.004	—
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.002	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	< 0.0004	—
総溶存成分濃度	ppm		124.5	126.7	134.0	125.8	135.3	140.9
<sup>3</sup> H	T.U.	0.3	< 0.3	0.3	0.3	0.5	< 0.3	< 0.3
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.42	-14.56	-13.64	-12.55	-13.37	-10.04
C-14 activity	% MC		55.93	63.34	45.50	36.65	37.72	11.57
δD	‰SMOW		-60.70	-61.30	-60.50	-61.20	-61.20	-61.44
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		-8.64	-8.65	-8.68	-8.71	-8.71	-8.79
Σ陽イオン	meq/l		2.80	2.85	3.10	2.82	3.15	
Σ陰イオン	meq/l		2.79	2.77	2.93	2.74	3.15	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		0.18	1.42	2.82	1.44	0.06	

表 3.1.1-5 揚水試料の化学分析結果 (深度 233.50~240.00 mab)

採水年月日		定量下限値	2003.11.26	2003.11.26	2003.11.26	2003.11.27	2003.11.27	2003.11.29	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			18:00	19:00	20:00	0:00	8:00	18:00	
累積揚水量	L		891.2	1428	1967	4114	8372	35793	—
エオシン濃度	ppm		0.4	0.276	0.146	0.074	0.049	0.010	0.000
水温	°C		21.3	21.6	21.7	22.2	22.6	23.7	—
pH			9.19	9.1	9.1	9.0	9.0	8.9	—
電気伝導度(EC)	mS/m		72	80	85	92	95	100	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-182	-230	-251	-281	-295	-365	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.073	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.9	7.3	7.2	6.8	6.8	8.1	7.2
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	<0.1	<0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	22.8	24.7	24.3	25.2	29.3	30.1	28.6
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	92.3	101.2	97.4	111.3	114.2	117.9	115.2
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	2.0	1.6	0.8	0.9	0.7	0.7	0.6
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	8.2	8.6	8.7	8.2	8.2	8.3	8.3
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	119.3	136.2	140.8	155.3	161.2	173.5	167.2
Br	ppm	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	3.2	1.9	1.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.6	0.53	0.56	0.50	0.47	0.61	0.53
全有機炭素	ppm		4.7	1.1	1.5	2.0	1.7	2.0	1.3
全無機炭素	ppm	1	7.1	4.6	4.4	4.4	4.3	4.0	3.8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
Si <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0029	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.08	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.1	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.26	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	7.04	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.07	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0007	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0007	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	23	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	3.44	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.181	—
CO	ppm	0.003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.003	—
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.002	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0019	—
総溶存成分濃度	ppm		268.0	287.8	287.1	314.9	327.0	345.0	332.4
<sup>3</sup> H	T.U.	0.3	0.5	0.5	n.m.	0.4	<0.3	<0.3	<0.3
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.69	-17.31	-15.88	-15.69	-15.04	-14.88	-15.24
C-14 activity	% MC		74.13	76.94	68.94	52.40	47.33	48.27	48.92
δD	‰SMOW		-60.40	-60.30	n.m.	-61.80	-61.30	-60.50	-61.2
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		-8.76	-8.89	n.m.	-9.02	-8.92	-8.97	-9.0
Σ陽イオン	meq/l		5.23	5.70	5.49	6.15	6.46	6.65	
Σ陰イオン	meq/l		4.42	4.86	5.02	5.31	5.44	5.94	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		8.39	7.95	4.47	7.33	8.57	5.64	

表 3.1.1-6 揚水試料の化学分析結果 (深度 987.00~1003.50 mab)

採水年月日		定量下限値	2004.4.18	2004.4.19	2004.4.20	2004.4.22	2004.4.25	2004.4.27	2004.4.30	2004.5.2	2004.5.3	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			12:00	12:00	20:00	13:00	21:00	4:00	8:00	14:00	13:00	
累積揚水量	L		3652	8404	16690	24946	39113	54893	97334	127839	140773	—
エオシン濃度	ppm		0.409	0.289	0.203	0.164	0.102	0.070	0.041	0.032	0.030	0.000
水温	°C		21.0	22.1	21.9	22.6	21.5	22.1	23.0	23.1	23.3	—
pH			8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	—
電気伝導度(EC)	mS/m		288	354	401	431	464	496	524	525	528	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-135	-149	-173	-181	-240	-267	-287	-287	-300	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	9.9	9.1	8.8	8.6	8.4	8.5	8.2	8.1	8.0	8.0
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	294.7	383.4	430.2	492.1	573.8	614.4	630.5	631.0	638.6	663.0
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	210.1	263.4	301.5	321.1	374.8	373.1	391.5	383.3	393.5	408.0
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	5.2	4.4	3.8	4.2	4.4	4.6	4.5	4.3	4.6	4.3
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	2.1	1.1	2.7	2.9	2.5	2.5	2.2	1.7	1.7	2.2
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	832.2	1048.4	1167.0	1341.3	1530.1	1567.3	1613.7	1613.7	1645.4	1703.5
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	1.7	2.2	2.4	2.3	2.6	2.8	3.0	2.9	2.9	3.0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.2	0.2	0.2	0.2	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.14
全有機炭素	ppm		2.5	2.7	2.6	2.8	3.1	3.0	2.7	4.1	3.8	3.5
全無機炭素	ppm	1	2.4	1.9	1.6	1.5	1.2	1.2	0.9	0.9	1.0	0.8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2						
S <sup>2-</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3						
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	0.038						
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05						
ΣFe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	0.021						
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	0.028						
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	2.42						
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2						
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	0.65						
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05						
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	0.05						
H <sub>2</sub>	ppm	0.001	n.m.	n.m.	n.m.	<0.001						
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5						
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	12						
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	10						
CO <sub>2</sub>	ppm	0.009	n.m.	n.m.	n.m.	0.01						
CO	ppm	0.003	n.m.	n.m.	n.m.	<0.002						
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	<0.002						
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4						
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0004						
総溶存成分濃度	ppm		1360.8	1716.6	1920.6	2176.8	2500.9	2577.4	2657.3	2650.6	2700.2	2796.5
δH	T.U.	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	<0.26						
δ <sup>13</sup> C	‰		n.m.	-17.30	-18.40	n.m.	-16.68	-15.09	-15.30	-16.30	-17.31	-15.88
C-14 activity	% MC		n.m.	94.06	98.07	n.m.	90.84	93.29	94.69	98.14	94.87	94.84
δD	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	-57.40						
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	-8.72						
Σ陽イオン	meq/l		23.96	30.68	34.67	38.61	45.03	46.98	48.58	48.24	49.08	
Σ陰イオン	meq/l		23.81	29.81	33.22	38.12	43.42	44.46	45.78	45.75	46.64	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		0.31	1.44	2.14	0.64	1.82	2.76	2.97	2.65	2.55	

表 3.1.1-7 揚水試料の化学分析結果 (深度 937.00~953.50 mab)

採水年月日		定量下限値	2004.5.6	2004.5.8	2004.5.9	2004.5.11	2004.5.12	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			23:00	6:00	20:00	10:00	13:00	
累積揚水量	L		4387	21350	42070	42070	77009	—
エオシン濃度	ppm		0.632	0.477	0.372	0.297	0.255	0.000
水温	°C		18.3	18.3	23.8	24.0	24.3	—
pH			8.0	8.2	8.0	8.0	8.1	—
電気伝導度(EC)	mS/m		46	144	215	265	295	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-119	-172	-265	-288	-302	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.6	7.7	7.6	7.6	7.5	7.5
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4	0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	46.4	150.4	225.4	282.6	322.2	499.8
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	45.7	117.2	164.6	199.8	218.4	335.5
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	4.6	6.8	5.8	5.2	5.0	5.5
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	3.9	3.4	3.2	3.0	2.8	2.1
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	103.8	398.9	590.3	740.5	843.3	1322.2
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.4	0.7	1.1	1.1	1.6	2.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	8.2	2.7	2.4	<0.4	<0.4	<0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.9	0.6	0.5	0.4	0.32	0.00
全有機炭素	ppm		0.8	1.9	2.1	2.4	2.8	4.0
全無機炭素	ppm	1	10.5	6.8	4.7	3.4	3.3	0.0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Si <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.001	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
CO	ppm	0.003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
総溶存成分濃度	ppm		232.7	697.0	1007.7	1246.0	1407.3	2170.6
<sup>2</sup> H	T.U.	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.3	—
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.58	-15.59	-15.14	-15.87	-15.89	-15.89
C-14 activity	% MC		47.93	52.77	58.52	77.25	76.20	95.81
δD	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	—
Σ陽イオン	meq/l		4.48	12.81	18.59	22.94	25.72	—
Σ陰イオン	meq/l		4.22	12.10	17.31	21.40	24.24	—
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		2.99	2.85	3.57	3.47	2.96	—

表 3.1.1-8 揚水試料の化学分析結果 (深度 765.00~781.50 mabh)

採水年月日		定量下限値	2004.5.18	2004.5.21	2004.5.21	2004.5.23	2004.5.25	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			0:00	13:00	13:00	9:00	8:00	
累積揚水量	L		1976	4353	4353	7131	10172	—
エオシン濃度	ppm		0.384	0.245	0.245	0.172	0.128	0.000
水温	°C		18.9	21.0	21.0	19.5	18.4	—
pH			8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	—
電気伝導度(EC)	mS/m		170	212	212	244	262	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-269	-239	-239	-264	-274	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.8	7.5	7.5	7.5	7.4	7.2
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	145.3	194.3	194.3	231.0	249.7	303.1
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	144.9	177.3	177.3	201.0	214.0	247.9
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	5.6	5.4	5.4	4.8	3.9	3.7
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	460.7	615.4	615.4	710.5	768.8	922.9
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.9	1.0	1.0	1.3	1.3	1.6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	1.3	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.34	0.23	0.23	0.19	0.19	0.10
全有機炭素	ppm		2.1	1.4	1.4	1.3	3.2	2.6
全無機炭素	ppm	1	3.5	2.2	2.2	1.7	1.6	0.5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
Sr <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0371	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.012	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0217	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	2.09	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.17	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.17	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.002	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	16.4	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	7.46	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.065	—
CO	ppm	0.003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.004	—
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.002	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0033	—
総溶存成分濃度	ppm		776.1	1008.6	1008.6	1163.2	1254.0	1492.9
δ <sup>2</sup> H	T.U.	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.32	—
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.28	-16.83	-16.83	-16.33	-14.45	-15.64
C-14 activity	% MC		55.53	75.85	75.85	79.56	82.86	95.96
δD	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-58.50	—
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-8.76	—
Σ陽イオン	meq/l		13.73	14.61	17.58	20.41	21.89	—
Σ陰イオン	meq/l		13.54	14.67	17.76	20.42	22.06	—
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))*100	%		0.70	-0.20	-0.51	-0.02	-0.39	—

表 3.1.1-9 揚水試料の化学分析結果（深度 437.60～462.10 mabh）

採水年月日		定量下限値	2004.5.31	2004.6.1	2004.6.2	2004.6.3	2004.6.4	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			8:00	19:00	17:00	20:00	14:00	
累積揚水量	L		3904	14206	22255	32055	36601	—
エオシン濃度	ppm		0.594	0.498	0.430	0.367	0.338	0.000
水温	°C		21.0	21.7	22.0	22.0	22.5	—
pH			8.3	8.6	8.7	8.7	8.7	—
電気伝導度(EC)	mS/m		40	53	61	68	71	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-244	-281	-281	-294	-293	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	6.0	5.7	5.8	5.9	6.0	5.9
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	15.4	20.8	22.4	24.1	24.9	37.4
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	63.1	83.4	96.2	107.6	114.8	181.4
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	6.7	10.2	9.6	8.2	7.7	9.4
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	6.3	6.7	6.9	6.9	6.8	7.6
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	81.1	128.5	152.5	173.9	186.7	323.9
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	4.0	3.5	2.9	1.9	1.1	0.0
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.88	0.72	0.65	0.59	0.57	0.15
全有機炭素	ppm		1.5	1.7	1.3	1.2	1.9	1.6
全無機炭素	ppm	1	9.5	7.9	6.7	6.2	5.8	0.8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
S <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0072	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.006	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0483	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.2	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.51	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.43	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0009	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	32	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	4.322	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.136	—
CO	ppm	0.003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.004	—
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.002	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0004	—
総溶存成分濃度	ppm		194.2	269.1	305.0	336.6	356.4	566.7
δ <sup>2</sup> H	T.U.	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.48	—
δ <sup>13</sup> C	‰		-15.54	-13.19	-12.78	-11.76	-11.77	-6.55
C-14 activity	% MC		38.30	41.45	41.56	36.02	37.22	34.64
δD	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-58.70	—
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-8.70	—
Σ陽イオン	meq/l		3.70	4.95	5.57	6.11	6.45	—
Σ陰イオン	meq/l		3.57	4.76	5.37	5.90	6.22	—
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		1.79	1.96	1.83	1.75	1.82	—

表 3.1.1-10 揚水試料の化学分析結果 (深度 575.50~600.00 mab)

採水年月日			2004.6.9	2004.6.11	2004.6.13	2004.6.16	2004.6.18	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻		定量下限値	17:00	3:00	18:00	19:00	13:00	
累積揚水量	L		9728	21787	43769	68546	82709	—
エオシン濃度	ppm		0.397	0.321	0.241	0.180	0.166	0.000
水温	°C		21.7	21.9	22.3	22.5	22.7	—
pH			8.3	8.3	8.2	8.2	8.2	—
電気伝導度(EC)	mS/m		90	113	129	137	141	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-232	-253	-245	-272	-325	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—
Si	ppm	0.1	7.0	7.0	6.9	6.9	6.9	6.8
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	37.3	45.9	53.1	57.2	58.8	74.1
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	142.8	166.5	186.8	198.5	200.3	243.6
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	4.9	4.6	4.3	4.0	3.9	3.2
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	5.6	5.5	5.3	5.3	5.3	5.0
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	253.8	307.6	352.4	376.6	383.4	478.7
Br	ppm	0.1	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	2.6	2.2	1.7	1.5	1.3	0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.54	0.46	0.40	0.37	0.36	0.23
全有機炭素	ppm		5.7	2.0	1.7	1.6	2.5	2.2
全無機炭素	ppm	1	7.5	4.7	3.8	3.6	3.4	1.7
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.2	—
Sr <sup>2+</sup>	ppm	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
Mn <sup>2+</sup>	ppm	0.0003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0112	—
Fe <sup>2+</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
Σ Fe	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.022	—
Al	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.0354	—
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.49	—
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.3	—
S <sup>2-</sup>	ppm	0.01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.04	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.37	—
H <sub>2</sub>	ppm	0.0009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0004	—
O <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<2.5	—
N <sub>2</sub>	ppm	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	23.1	—
CH <sub>4</sub>	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	6.416	—
CO <sub>2</sub>	ppm	0.009	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.118	—
CO	ppm	0.003	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.004	—
He	ppm	0.002	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0006	—
Ar	ppm	3.4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<3.4	—
H <sub>2</sub> S	ppm	0.0004	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.0004	—
総溶存成分濃度	ppm		468.3	547.1	617.1	656.3	666.9	817.0
<sup>2</sup> H	T.U.	0.3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.32	—
δ <sup>13</sup> C	‰		-13.08	-11.86	-10.92	-10.57	-13.22	-10.83
C-14 activity	% MC		36.83	37.09	45.14	45.39	60.72	66.37
δD	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-60.10	—
δ <sup>18</sup> O	‰SMOW		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-8.87	—
Σ陽イオン	meq/l		8.21	9.67	10.90	11.60	11.76	—
Σ陰イオン	meq/l		8.04	9.48	10.65	11.30	11.48	—
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		1.05	0.99	1.16	1.31	1.20	—

### 3.1.2 No.11・No.12 水理試験区間での揚水試料の掘削水残留率と化学分析結果

第 11 回目及び第 12 回目の水理試験は、あらかじめ設定した揚水試験期間中にトレーサー濃度の低下に応じて段階的に予備排水試料の採水・分析を実施して、化学成分とトレーサー濃度の相関性を確認して、掘削水残留率が 0 %と仮定した場合の外挿値を求めるための採水・分析を実施した試験区間である。

#### (1) No.11 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.2-1 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.2-2 に示す。揚水試験開始後約 8 時間（累積揚水量約 1450 L）で掘削水の残留率は約 40 %，約 32 時間（累積揚水量約 5000 L）で残留率は約 25 %に達した。揚水試験終了直前での残留率は、22.7 %（エオシン濃度 0.227 ppm，累積揚水時間 45 時間，累積揚水量約 6950 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.2-1 に示す。

#### (2) No.12 水理試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.2-3 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.2-4 に示す。揚水試験開始後約 15 時間（累積揚水量約 1800 L）で掘削水の残留率は約 40 %，約 30 時間（累積揚水量約 3600 L）で残留率は約 35 %に達した。揚水試験終了直前での残留率は、32.0 %（エオシン濃度 0.320 ppm，累積揚水時間 46.5 時間，累積揚水量約 5560 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.2-2 に示す。

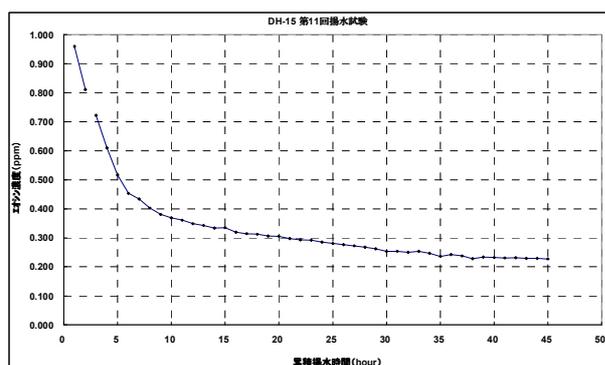


図 3.1.2-1 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 298.50~323.00 mab)

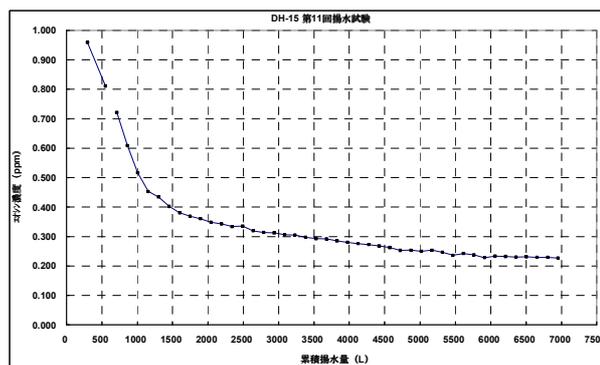


図 3.1.2-2 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 298.50~323.00 mab)

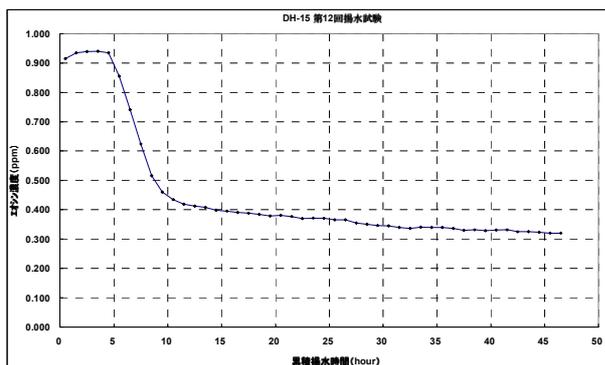


図 3.1.2-3 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 604.60~629.10 mabh)

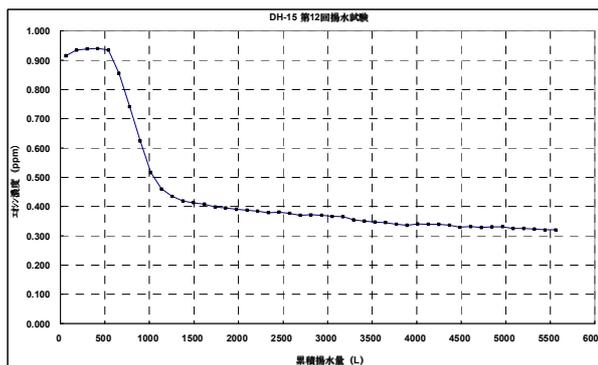


図 3.1.2-4 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 604.60~629.10 mabh)

表 3.1.2-1 揚水試料の化学分析結果 (深度 298.50~323.00 mabh)

採水年月日		定量下限値	2004.6.26	2004.6.27	2004.6.27	2004.6.28	2004.6.28	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			23:00	9:00	19:00	4:00	13:00	
累積揚水量	L		1304	2789	4273	5614	6951	—
エオシン濃度	ppm		0.434	0.314	0.273	0.243	0.227	0.000
水温	°C		22.3	23.2	23.3	23.1	24.1	—
pH			8.7	8.8	8.9	8.9	8.8	—
電気伝導度(EC)	mS/m		64	65	67	68	69	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-32	-87	-172	-235	-242	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	—
Si	ppm	0.1	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.3	0.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	34.0	29.2	29.2	29.2	29.2	23.1
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	94.4	101.6	106.8	109.2	110.6	128.1
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	4.2	3.4	3.0	2.9	2.9	1.3
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	5.9	6.7	6.8	6.9	6.9	8.1
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	164.2	167.5	169.6	171.3	172.8	180.9
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	3.1	2.8	2.4	2.0	1.8	0.6
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.61	0.55	0.53	0.52	0.51	0.40
全有機炭素	ppm		2.1	1.6	1.6	1.7	1.7	1.1
全無機炭素	ppm	1	6.6	5.6	5.3	5.1	5.0	3.2
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1.2	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0.31	—
総溶存成分濃度	ppm		321.9	325.6	331.8	335.2	337.8	352.8
δ <sup>13</sup> C	‰		分析中	分析中	分析中	分析中	分析中	
C-14 activity	% MC		分析中	分析中	分析中	分析中	分析中	
Σ陽イオン	meq/l		5.93	5.99	6.20	6.29	6.34	
Σ陰イオン	meq/l		5.62	5.68	5.72	5.74	5.78	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	

表 3.1.2-2 揚水試料の化学分析結果 (深度 604.60~629.10 mab)

採水年月日		定量下限値	2004.7.3	2004.7.3	2004.7.4	2004.7.4	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			11:00	17:00	1:00	13:00	
累積揚水量	L		2455	3173	4129	5560	—
エオシン濃度	ppm		0.381	0.365	0.340	0.320	0.000
水温	°C		23.6	23.9	23.3	24.2	—
pH			8.6	8.6	8.7	8.6	—
電気伝導度(EC)	mS/m		113	115	120	125	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-44	-50	-154	-117	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.00	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.6	0.6	0.5	0.5	0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	54.9	55.4	56.4	57.8	72.6
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	140.9	149.8	156.7	164.6	283.5
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	9.4	9.3	9.2	9.0	7.0
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	277.8	292.3	303.8	320.0	529.8
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	2.0	2.0	1.8	1.5	1.1
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.54	0.52	0.50	0.47	0.12
全有機炭素	ppm		1.6	1.6	1.5	1.5	0.9
全無機炭素	ppm	1	5.8	5.5	5.3	4.9	0.5
B	ppm	0.2	n.m.	n.m.	n.m.	1.0	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	<0.05	—
U	ppb	0.05	n.m.	n.m.	n.m.	2.4	—
総溶存成分濃度	ppm		505.1	528.6	547.3	571.9	905.1
δ <sup>13</sup> C	‰		分析中	分析中	分析中	分析中	
C-14 activity	% MC		分析中	分析中	分析中	分析中	
Σ陽イオン	meq/l		9.15	9.56	9.90	10.31	
Σ陰イオン	meq/l		8.64	9.03	9.34	9.75	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		2.87	2.85	2.91	2.79	

### 3.1.3 No.13～No.20 水理試験区間での揚水試料の掘削水残留率と化学分析結果

長区間の水理試験では、すべての区間で 17～24 時間程度の相対的に短時間の揚水を実施した。設定の揚水速度から、システム容積分（試験区間と試験装置の合計の容積）を汲みきるまでの時間を算出して、この時間から試験終了までの時間を等配分して予備排水試料を採水した。

No.14, No.15 の 2 試験区間では、試験終了までの想定累計揚水量が、試験区間と試験装置の容積の合計であるシステム容積よりも少ないことが、試験開始前に想定されたため、試験中には予備排水試料の採水は実施せずに、トレーサー濃度の分析と物理化学パラメータの測定のみを行なった。残りの 6 区間では、試験中に予備排水試料の採水を実施して、トレーサー濃度の低下と化学成分濃度の変化の関係についてのデータを取得した。

#### (1) No.13 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-1 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-2 に示す。揚水試験開始後約 10 時間（累積揚水量約 1300 L）で掘削水の残留率は約 33 %に低下し、試験終了直前（揚水ポンプ停止直前）での掘削水の残留率は、14.2 %（エオシン濃度 0.142 ppm, 累積揚水時間 23 時間, 累積揚水量約 2800 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.3-1 に示す。

#### (2) No.14 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-3 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-4 に示す。

#### (3) No.15 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-5 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-6 に示す。

#### (4) No.16 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-7 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-8 に示す。揚水試験開始後約 7 時間（累積揚水量約 1200 L）で掘削水の残留率は約 37 %に低下し、試験終了直前（揚水ポンプ停止直前）での掘削水の残留率は、28.2 %（エオシン濃度 0.282 ppm, 累積揚水時間 24 時間, 累積揚水量約 4300 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.3-2 に示す。

#### (5) No.17 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-9 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-10 に示す。揚水試験開始後約 7 時間（累積揚水量約 2000 L）で掘削水の残留率は約 31 %に低

下し、試験終了直前（揚水ポンプ停止直前）での掘削水の残留率は、20.6 %（エオシン濃度 0.282 ppm，累積揚水時間 20 時間，累積揚水量約 6000 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.3-3 に示す。

#### (6) No.18 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-11 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-12 に示す。揚水試験開始後約 4 時間（累積揚水量約 1200 L）で掘削水の残留率は約 35 %に低下し、試験終了直前（揚水ポンプ停止直前）での掘削水の残留率は、31.9 %（エオシン濃度 0.319 ppm，累積揚水時間 17.5 時間，累積揚水量約 5200 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.3-4 に示す。

#### (7) No.19 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-13 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-14 に示す。揚水試験開始後約 5 時間（累積揚水量約 1500 L）で掘削水の残留率は約 35 %に低下し、試験終了直前（揚水ポンプ停止直前）での掘削水の残留率は、21.8 %（エオシン濃度 0.218 ppm，累積揚水時間 17 時間，累積揚水量約 5100 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.3-5 に示す。

#### (8) No.20 試験区間

掘削水残留率と揚水時間の関係を図 3.1.3-15 に、掘削水残留率と累積揚水量の関係を図 3.1.3-16 に示す。揚水試験開始後約 10 時間（累積揚水量約 1200 L）で掘削水の残留率は約 33 %に低下し、試験終了直前（揚水ポンプ停止直前）での掘削水の残留率は、23.2 %（エオシン濃度 0.232 ppm，累積揚水時間 20 時間，累積揚水量約 2400 L）であった。予備排水試料の化学分析結果と、掘削水残留率を 0 %と仮定した場合の各成分の外挿値を表 3.1.3-6 に示す。

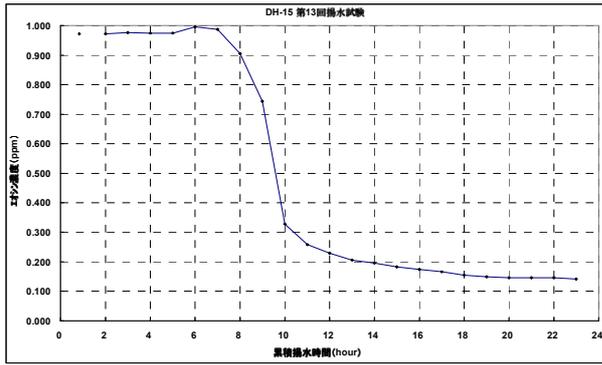


図 3.1.3-1 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 903.00~1003.00 mabh)

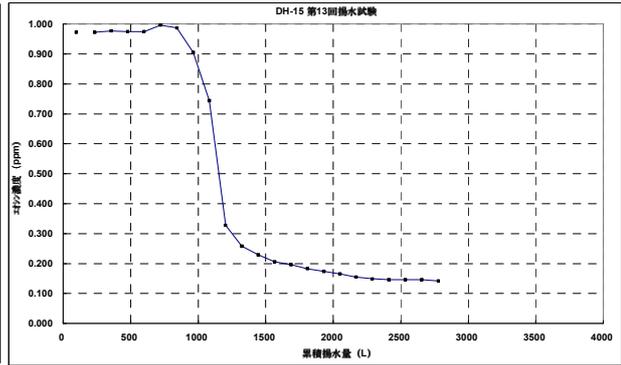


図 3.1.3-2 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 903.00~1003.00 mabh)

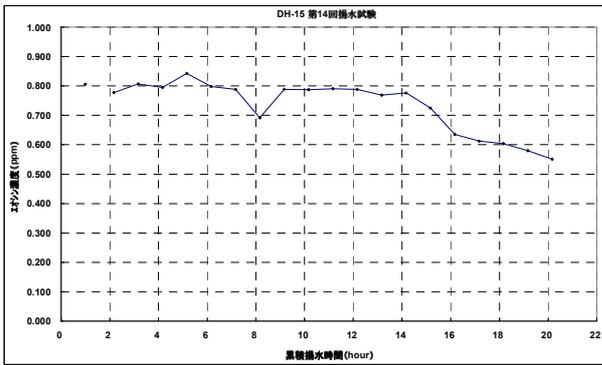


図 3.1.3-3 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 803.00~903.00 mabh)

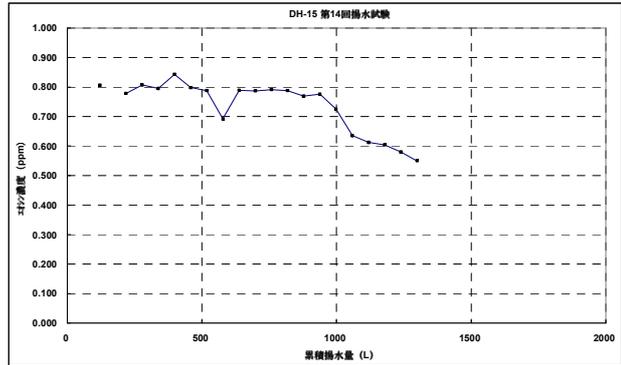


図 3.1.3-4 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 803.00~903.00 mabh)

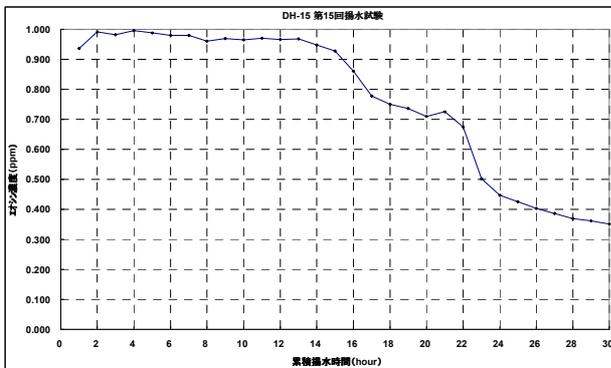


図 3.1.3-5 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 703.00~803.00 mabh)

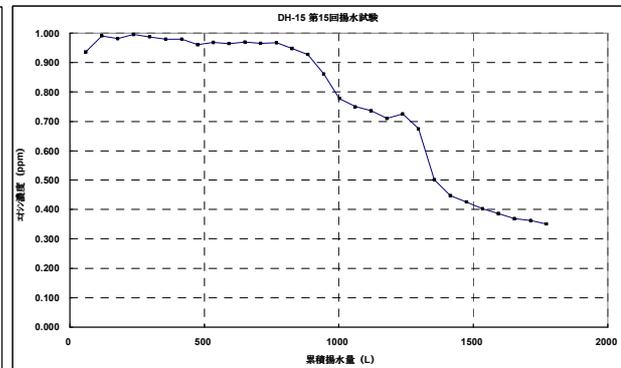


図 3.1.3-6 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 703.00~803.00 mabh)

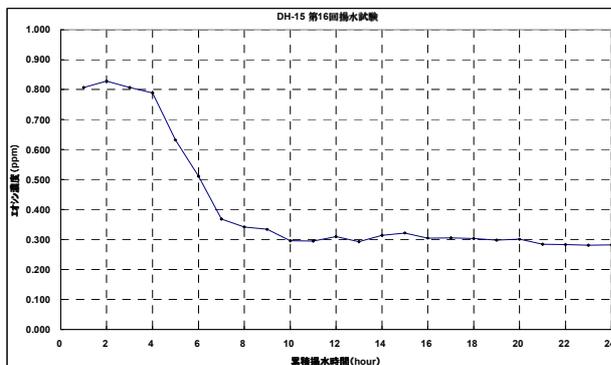


図 3.1.3-7 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 603.00~702.67 mabh)

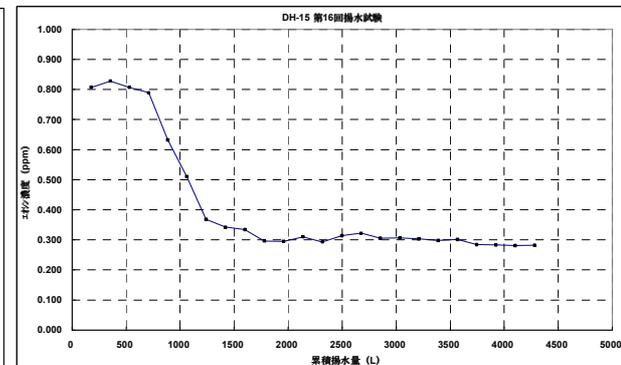


図 3.1.3-8 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 603.00~702.67 mabh)

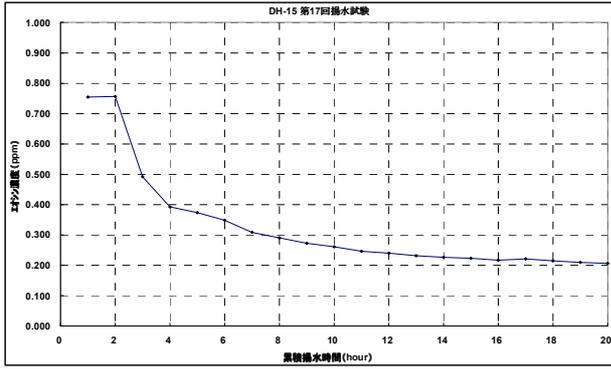


図 3.1.3-9 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 503.00~602.67 mabh)

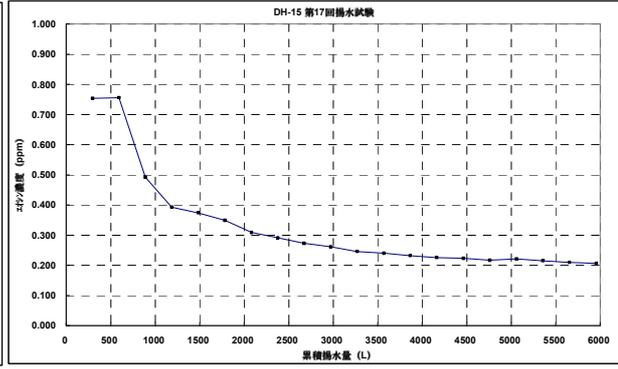


図 3.1.3-10 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 503.00~602.67 mabh)

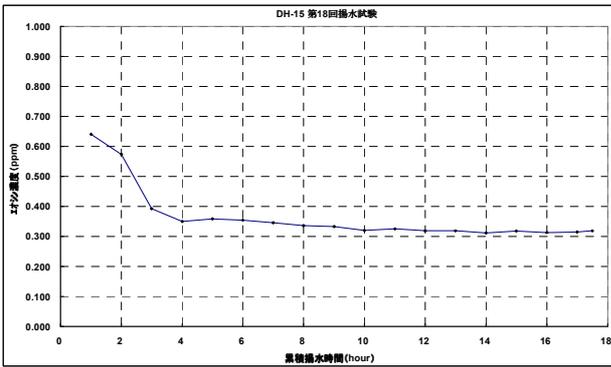


図 3.1.3-11 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 402.00~501.67 mabh)

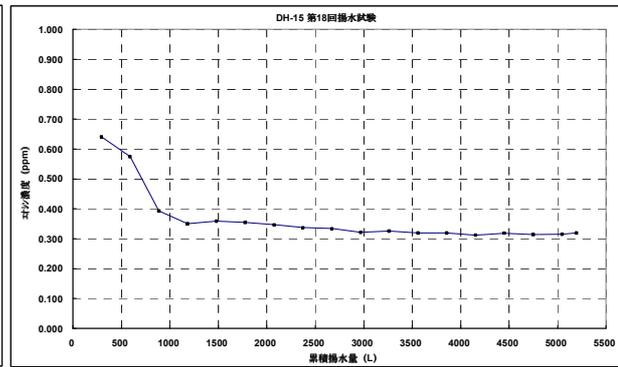


図 3.1.3-12 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 402.00~501.67 mabh)

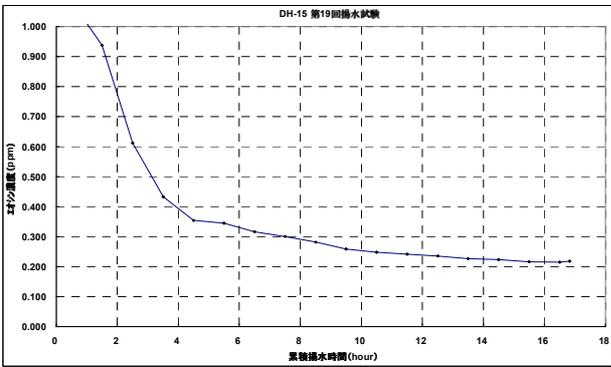


図 3.1.3-13 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 329.50~401.67 mabh)

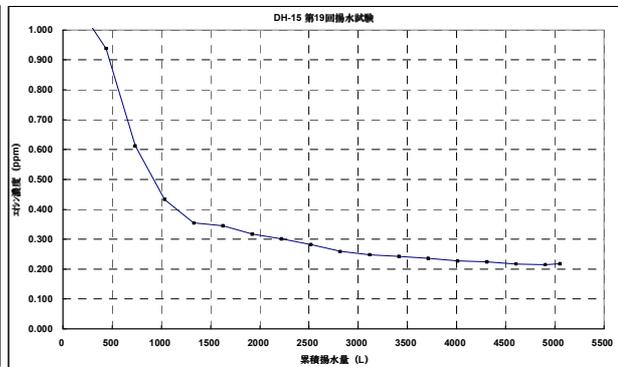


図 3.1.3-14 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 329.50~401.67 mabh)

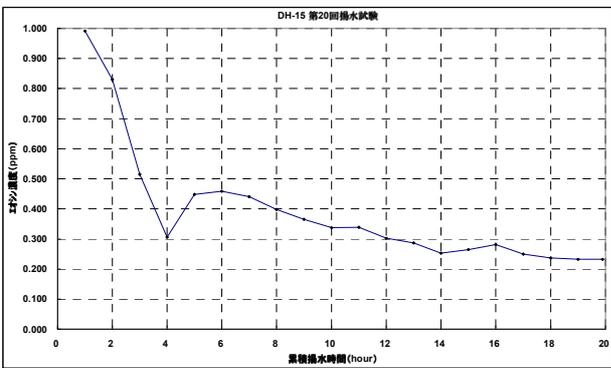


図 3.1.3-15 掘削水残留率と揚水時間の関係図  
(深度 329.50~401.67 mabh)

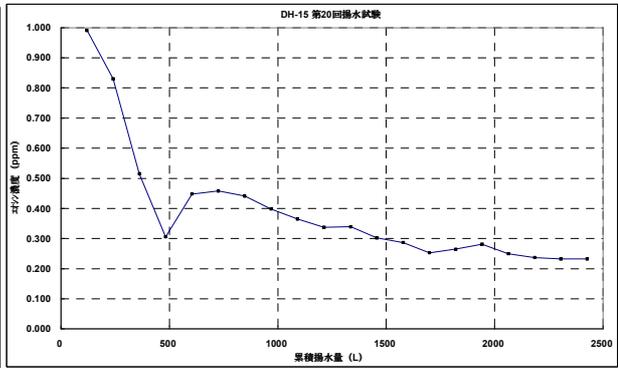


図 3.1.3-16 掘削水残留率と累積揚水量の関係図  
(深度 329.50~401.67 mabh)

表 3.1.3-1 揚水試料の化学分析結果 (深度 903.00~1003.00 mabh)

採水年月日		定量下限値	2004.7.11	2004.7.11	2004.7.11	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			3:00	8:00	13:00	
累積揚水量	L		1567	2170	2778	—
エオシン濃度	ppm		0.206	0.155	0.142	0.000
水温	°C		21.2	21.5	22.2	—
pH			8.4	8.5	8.5	—
電気伝導度(EC)	mS/m		407	444	442	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-147	-185	-184	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.7	0.5	0.5	—
Si	ppm	0.1	8.9	8.4	8.3	6.9
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.8	0.7	0.7	0.5
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	470.4	514.9	523.8	644.7
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	299.2	322.6	327.6	391.6
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	7.2	6.5	6.5	4.8
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	3.3	3.2	3.1	2.7
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	1211.7	1316.3	1335.6	1617.9
Br	ppm	0.1	2.1	2.3	2.5	3.2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.33	0.28	0.26	0.11
全有機炭素	ppm		2.5	2.3	2.1	1.4
全無機炭素	ppm	1	3.4	2.8	2.6	0.9
総溶存成分濃度	ppm		2012.9	2182.3	2541.8	2673.7
Σ陽イオン	meq/l		36.72	39.93	40.58	
Σ陰イオン	meq/l		34.67	37.56	38.07	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		2.87	3.06	3.19	

表 3.1.3-2 揚水試料の化学分析結果 (深度 603.00~702.67 mabh)

採水年月日		定量下限値	2004.7.31	2004.7.31	2004.7.31	2004.7.31	2004.7.31	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			5:00	8:00	11:00	14:00	18:00	
累積揚水量	L		1959	2497	3032	3567	4281	—
エオシン濃度	ppm		0.295	0.314	0.306	0.301	0.282	0.000
水温	°C		23.2	23.4	23.9	24.4	23.7	—
pH			8.7	8.8	8.8	8.8	8.9	—
電気伝導度(EC)	mS/m		146	141	140	140	142	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-83	-105	-115	-118	-150	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	—
Si	ppm	0.1	7.1	7.0	7.0	6.9	6.9	6.4
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.7
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	92.9	81.1	76.0	74.6	74.2	66.7
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	166.9	171.2	172.1	175.1	180.0	236.9
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	8.7	8.7	8.0	8.4	8.0	4.5
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	4.2	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	361.1	349.4	343.7	345.3	351.6	419.7
Br	ppm	0.1	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	1.7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	2.4	2.4	2.1	2.1	2.1	0.7
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.27
全有機炭素	ppm		1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	0.6
全無機炭素	ppm	1	5.3	5.0	4.8	4.7	4.5	1.9
総溶存成分濃度	ppm		651.4	631.7	620.5	623.8	634.0	742.5
Σ陽イオン	meq/l		12.15	11.74	11.50	11.57	11.76	
Σ陰イオン	meq/l		10.93	10.59	10.41	10.45	10.61	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		5.29	5.15	4.97	5.09	5.14	

表 3.1.3-3 揚水試料の化学分析結果（深度 503.00～602.67 mabh）

採水年月日		定量下限値	2004.8.3	2004.8.4	2004.8.4	2004.8.4	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			21:00	2:00	7:00	11:50	
累積揚水量	L		1480	2967	4451	5194	—
エオシン濃度	ppm		0.359	0.321	0.319	0.319	0.000
水温	°C		23.0	23.2	23.4	24.2	—
pH			8.55	8.73	8.84	8.82	—
電気伝導度(EC)	mS/m		174	148	140	139	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-100	-171	-179	-174	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.23	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.2	6.6	6.5	6.4	0.8
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	-0.7
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	64.5	36.6	32.4	31.8	-218.6
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	135.8	116.3	115.8	114.9	-47.9
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	7.0	7.1	7.0	6.9	6.9
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	5.4	6.2	6.4	6.5	14.3
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	279.5	201.8	196.3	194.3	-470.1
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.7	0.5	0.5	0.5	-1.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	1.5	1.8	2.1	2.3	6.8
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.59	0.59	0.58	0.58	0.53
全有機炭素	ppm		2.6	1.9	1.6	1.4	-6.4
全無機炭素	ppm	1	6.4	6.3	6.0	5.9	3.2
総溶存成分濃度	ppm		651.4	631.7	620.5	623.8	-712.8
Σ陽イオン	meq/l		14.78	12.39	11.77	11.65	
Σ陰イオン	meq/l		13.53	11.47	10.89	10.80	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		4.42	3.86	3.88	3.79	

表 3.1.3-4 揚水試料の化学分析結果（深度 402.00～501.67 mabh）

採水年月日		定量下限値	2004.8.5	2004.8.6	2004.8.6	2004.8.6	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			21:00	2:00	7:00	9:20	
累積揚水量	L		1483	2971	4461	5953	—
エオシン濃度	ppm		0.374	0.261	0.223	0.206	0.000
水温	°C		23.4	23.5	23.7	24.0	—
pH			8.90	9.50	9.10	9.11	—
電気伝導度(EC)	mS/m		112	79	76	75	—
酸化還元電位(ORP)	mV		-80	-190	-234	-246	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.11	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.8	7.3	7.1	6.9	5.9
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	-0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	146.0	86.9	67.7	62.5	-43.8
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	167.8	181.7	189.7	193.0	222.2
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	6.9	5.0	5.1	5.0	2.4
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	4.4	4.9	5.1	5.1	6.0
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	452.9	382.4	362.4	359.6	236.6
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.53	0.43	0.40	0.39	0.21
全有機炭素	ppm		3.2	2.0	1.4	1.3	-1.1
全無機炭素	ppm	1	5.7	4.4	4.0	3.8	1.5
総溶存成分濃度	ppm		796.0	675.8	643.7	638.2	742.5
Σ陽イオン	meq/l		9.32	7.07	6.84	6.76	
Σ陰イオン	meq/l		8.79	6.65	6.50	6.45	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		2.93	3.06	2.55	2.35	

表 3.1.3-5 揚水試料の化学分析結果 (深度 329.50~401.67 mabh)

採水年月日		定量下限値	2004.8.8	2004.8.9	2004.8.9	2004.8.9	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			22:00	3:00	8:00	9:20	
累積揚水量	L		1483	3118	4606	5053	—
エオシン濃度	ppm		0.345	0.248	0.217	0.218	0.000
水温	°C		23.6	23.8	24.0	24.2	—
pH			9.0	9.1	9.2	9.2	—
電気伝導度(EC)	mS/m		77	69	70	70	—
酸化還元電位(ORP)	mV		6	-32	-79	-97	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.53	0.27	0.02	0.00	—
Si	ppm	0.1	7.5	7.3	7.2	7.1	6.5
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	40.0	29.4	28.5	28.6	8.3
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	111.4	107.0	109.3	110.1	105.3
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	6.8	5.5	4.9	4.8	1.7
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	6.3	6.9	7.1	7.1	8.5
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	211.7	187.8	189.8	191.7	151.2
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	1.1	1.0	1.0	1.0	0.7
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.64	0.59	0.55	0.54	0.41
全有機炭素	ppm		1.5	1.2	1.0	0.9	0.0
全無機炭素	ppm	1	7.0	6.2	5.7	5.7	3.6
総溶存成分濃度	ppm		394.1	352.8	355.2	357.6	286.2
Σ陽イオン	meq/l		7.02	6.28	6.32	6.36	
Σ陰イオン	meq/l		6.96	6.27	6.30	6.34	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		0.43	0.08	0.16	0.16	

表 3.1.3-6 揚水試料の化学分析結果 (深度 257.00~329.50 mabh)

採水年月日		定量下限値	2004.8.21	2004.8.21	2004.8.21	2004.8.21	掘削水残留率=0% の場合の外挿値
採水時刻			2:00	5:00	8:00	10:53	
累積揚水量	L		1335	1700	2063	2426	—
エオシン濃度	ppm		0.339	0.253	0.250	0.232	0.000
水温	°C		21.1	21.1	21.6	22.4	—
pH			9.1	9.1	9.1	9.2	—
電気伝導度(EC)	mS/m		75	73	72	72	—
酸化還元電位(ORP)	mV		105	34	-26	-65	—
溶存酸素濃度(DO)	mg/L		0.06	0.00	0.00	0.00	—
Si	ppm	0.1	6.9	6.8	6.8	6.7	6.4
Mg <sup>2+</sup>	ppm	0.1	0.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
Ca <sup>2+</sup>	ppm	0.2	38.7	35.9	33.9	32.6	21.5
Na <sup>+</sup>	ppm	0.1	110.2	110.6	111.1	111.6	113.9
K <sup>+</sup>	ppm	0.2	4.5	4.2	4.0	3.6	2.3
F <sup>-</sup>	ppm	0.1	6.8	6.8	6.9	7.0	7.2
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.1	199.7	196.5	193.8	192.9	180.1
Br <sup>-</sup>	ppm	0.1	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
I <sup>-</sup>	ppm	0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
アルカリ度	meq/L	0.06	0.59	0.56	0.54	0.53	0.43
全有機炭素	ppm		1.7	1.6	1.4	1.2	0.5
全無機炭素	ppm	1	6.4	6.0	5.7	5.5	3.9
総溶存成分濃度	ppm		376.0	369.5	364.5	362.2	336.4
Σ陽イオン	meq/l		6.84	6.72	6.62	6.57	
Σ陰イオン	meq/l		6.59	6.46	6.38	6.34	
((Σ陽-Σ陰)/(Σ陽+Σ陰))×100	%		1.86	1.97	1.85	1.78	

## 3.2 全試験区間の測定・分析結果

全区間での揚水試験に関わる取りまとめ結果を表 3.2-1 に、分析・測定結果の一覧を表 3.2-2 に示す。表では、試験区間の中間点の標高が高い順に記している。揚水試験中の累積揚水量とエオシン濃度の関係を図 3.2-1 に、累積揚水量と物理化学パラメータ（水温、pH、電気伝導度、酸化還元電位（ORP））の測定結果を図 3.2-2～図 3.2-5 に示す。No.6 の試験区間では、試験の途中でポンプを交換（SQE ポンプ→PC ポンプ）しているため、区別して作図した。なお、掘削水に添加したエオシンの管理設定濃度は 1 ppm (mg/L) であるので、仮に試料中のエオシン濃度が 0.5 ppm の場合は掘削水残留率が 50 %、0.1 ppm の場合は掘削水残留率が 10 %となる。

### (1) 累積揚水量と掘削水残留率の関係

短区間試験区間のうち、ボーリング掘削とほぼ並行して試験を実施した No.1～No.5 の試験区間では、No.4 の試験区間を除いて掘削水残留率が 3%以下の地下水試料を採取できている。No.4 の試験区間は、累積揚水量とシステム容積の比が 2.3 であり他の区間と比べて一桁以上小さいことと、対象区間の掘削後から揚水試験開始までの経過時間（日数）が相対的にやや長いことから、十分に排水できていないことが掘削水残留率の高い原因と考えられる（表 3.2-1）。

残りの区間については、No.6 の試験区間（掘削水残留率 3%）を除いて、すべて 10%以上の残留率である。累積揚水量とシステム容積の比が No.6 の試験区間と同程度である No.7 の試験区間でも、最終試料の掘削水残留率は 25.5%であり、掘削後から揚水試験開始までの経過時間の違いがこの差となっているものと推定される。また、累積揚水量とエオシン濃度の関係図（図 3.2-1）において、No.7、No.9、No.10 の試験区間では、揚水初期の段階でのエオシン濃度の低下速度が、他区間と比較して極端に低い。このように掘削水残留率の低下が鈍い要因としては、掘削中・掘削後から揚水試験までの間に、対象区間での逸水が多量に累積して、掘削水に汚染された地下水が広範囲に浸透していることが推定される（表 3.2-1）。

### (2) 水温

原位置での地下水の水温は、地温を反映したものであるため、一般的にはより深部ほど水温は高くなる。ただし本試験では、揚水した地下水を地上に設置したフローセルを用いて測定しているため、原位置での水温、測定区間よりも上部の区間の地温、地上部の気温、大気圧にまで減圧されて水が膨張することによる低下、揚水速度の相違等が測定値に影響を及ぼすものと考えられる。ほとんどの測定値は 18～25℃の範囲にある。多くの試験区間で 1℃程度の幅の周期的な変動が認められる。これは日変動であり、試験区間上部の地温、地上部の気温を反映したものであると考えられる（図 3.2-2）。短区間試験区間のうち No.8 試験区間は、他の区間と比較して揚水速度が小さく（表 3.2-1）、かつ比較的深部の試験区間であるため、膨張による水温低下が大きく、最大約 4℃の日変動が認められる。

### (3) pH

堆積岩部の pH は 9~10, 花崗岩部の pH は 8~9 であり, 各区間ともに一定量の揚水後はほぼ安定した値を保っている (図 3.2-3)。

#### (4) 電気伝導度

深部ほど値が高くなる傾向が認められる。試験終了時の掘削水残留率が高い区間では一定の値に収束しておらず, 増加傾向が認められる (図 3.2-4)。

#### (5) 酸化還元電位 (ORP)

試験終了時の掘削水残留率が高い区間では一定の値に収束しておらず, 減少傾向が認められる (図 3.2-5)。

表 3.2-1 調査結果一覧

試験No.	区間深度(mabH)		区間長 m	中間標高 (msl)	バック 方式	システム容積 m <sup>3</sup>	地質	揚水試験期間		平均揚水速度 L/min	累積揚水量 m <sup>3</sup>	累積揚水量/ システム容積	試験終了時の掘 削水残留率	最初と、最終の試料と の掘削水残留率の差	掘削から試験開始まで の経過日数 (Day)	備考
	上	下						hour	2300							
No.2	63.00	72.50	9.50	145.48	ダブル バック	0.4	明世累層・ 本郷累層	2003/10/9	2003/10/11	39.3	2.5	5.9	13.6	0.3%	2.7%	17
	150.23	140.73						18.00	9.30							
No.1	84.50	97.40	12.90	122.28	シングル バック	0.6	本郷累層・ 土岐夾炭累層	2003/10/1	2003/10/4	69.5	5.5	22.8	39.4	2.1%	16.2%	6
	128.73	115.83						19.30	17.00							
No.4	102.70	133.70	31.00	95.03	ダブル バック	1.1	土岐夾炭累層	2003/11/11	2003/11/15	69.4	0.6	2.5	2.3	13.3%	11.8%	25
	110.53	79.53						2.30	15.10							
No.3	152.10	216.43	64.33	28.96	シングル バック	1.7	土岐夾炭累層	2003/10/29	2003/11/2	100.1	10.5	63.2	36.8	2.7%	56.6%	5
	61.13	-3.21						16.00	20.00							
No.5	233.55	240.00	6.45	-23.55	シングル バック	0.7	土岐花崗岩 (最上部)	2003/11/28	2003/11/29	74.7	8.1	36.3	53.9	1.0%	40.3%	3
	-20.33	-26.78						16.20	19.40							
No.20	257.00	329.50	72.17	-80.03	ダブル バック	1.3	土岐花崗岩	2004/8/20	2004/8/21	19.9	2.0	2.4	1.9	23.2%	10.7%	227
	-43.78	-116.28						15.00	10.53							
No.11	298.50	323.00	24.50	-97.53	ダブル バック	1.2	土岐花崗岩	2004/6/26	2004/6/28	45.0	2.6	7.0	5.8	22.7%	20.7%	168
	-85.28	-109.78						15.00	13.00							
No.19	329.50	401.67	72.17	-152.36	ダブル バック	1.4	土岐花崗岩	2004/8/8	2004/8/9	16.8	5.0	5.1	3.7	21.8%	12.7%	208
	-116.28	-188.45						16.30	9.20							
No.9	437.60	462.10	24.50	-236.63	ダブル バック	1.5	土岐花崗岩	2004/5/30	2004/6/4	121.5	5.5	40.4	27.0	33.3%	25.6%	117
	-224.38	-248.88						15.00	19.00							
No.18	402.00	501.67	99.67	-238.61	ダブル バック	1.8	土岐花崗岩	2004/8/5	2004/8/6	17.5	4.1	4.3	2.3	28.2%	16.8%	199
	-188.78	-288.45						16.00	9.30							
No.17	503.00	602.67	99.67	-339.61	ダブル バック	1.9	土岐花崗岩	2004/8/3	2004/8/4	20.0	5.0	6.0	3.1	35.1%	4.0%	179
	-289.78	-389.45						16.00	12.00							
No.10	575.50	600.00	24.50	-374.53	ダブル バック	1.6	土岐花崗岩	2004/6/8	2004/6/18	243.0	5.8	83.9	51.4	16.1%	23.1%	116
	-362.28	-386.78						14.00	16.30							
No.12	604.60	629.10	24.50	-403.63	ダブル バック	1.5	土岐花崗岩	2004/7/2	2004/7/4	46.5	2.0	5.6	3.7	32.0%	6.1%	140
	-391.38	-415.88						14.30	13.00							
No.16	603.00	702.67	99.67	-439.61	ダブル バック	2.0	土岐花崗岩	2004/7/30	2004/7/31	24.0	3.0	4.3	2.1	55.0%	1.3%	168
	-389.78	-489.45						18.00	18.00							
No.15	703.00	803.00	100.00	-539.61	ダブル バック	2.1	土岐花崗岩	2004/7/22	2004/7/23	30.0	1.0	1.8	0.8	35.1%	—	143
	-489.45	-589.78						13.00	19.00							
No.8	765.00	781.50	16.50	-560.03	ダブル バック	1.7	土岐花崗岩	2004/5/16	2004/5/25	167.5	1.0	10.5	6.2	12.6%	25.6%	71
	-551.78	-568.28						16.20	13.00							
No.14	803.00	903.00	100.00	-639.78	ダブル バック	2.2	土岐花崗岩	2004/7/16	2004/7/17	20.2	1.0	1.3	0.6	55.0%	—	130
	-589.78	-689.78						13.00	14.00							
No.7	937.00	953.50	16.50	-732.03	ダブル バック	1.0	土岐花崗岩	2004/5/6	2004/5/12	143.7	8.9	77.1	74.2	25.5%	37.7%	57
	-723.78	-740.28						15.05	13.10							
No.13	903.00	1003.00	100.00	-739.78	ダブル バック	2.3	土岐花崗岩	2004/7/10	2004/7/11	23.2	2.0	2.8	1.2	14.2%	6.4%	116
	-689.78	-789.78						13.10	13.00							
No.6	987.00	1003.50	16.50	-782.03	ダブル バック	1.9	土岐花崗岩	2004/4/17	2004/5/3	328.5	7.2	141.6	74.7	3.0%	38.0%	22
	-773.78	-790.28						16.00	14.30							

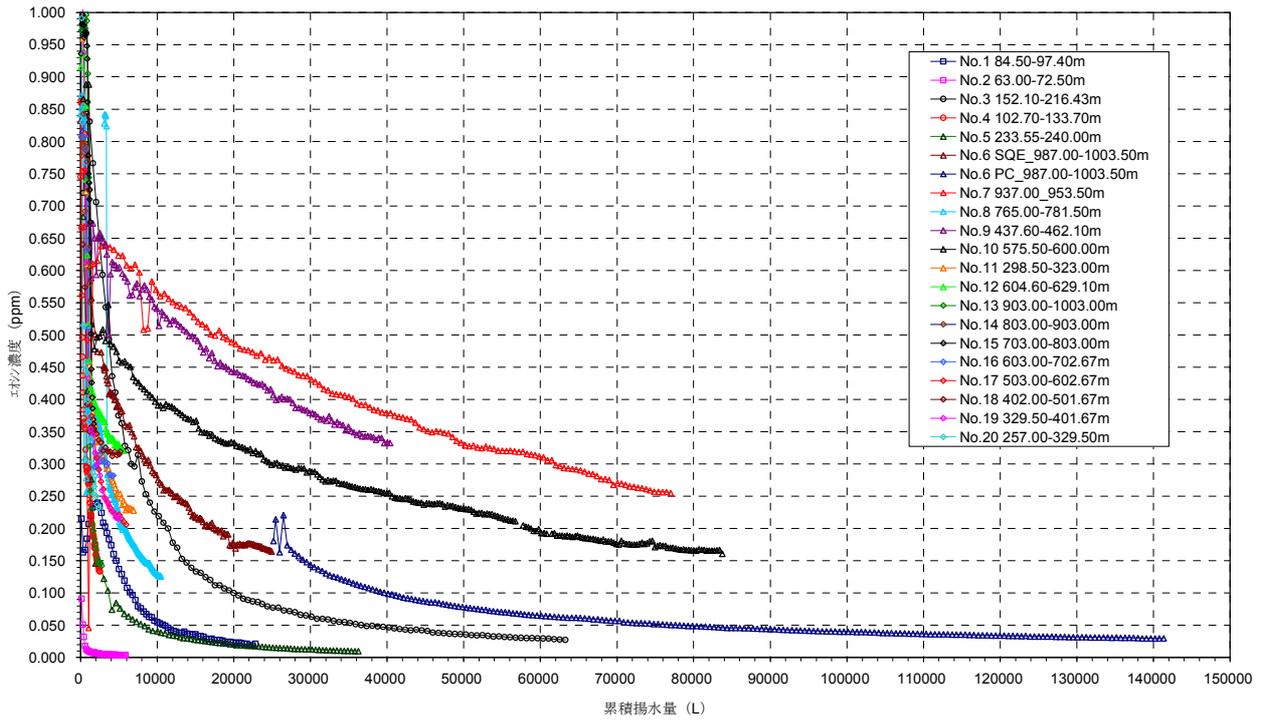


図 3.2-1 累積揚水量とエオシン濃度の関係

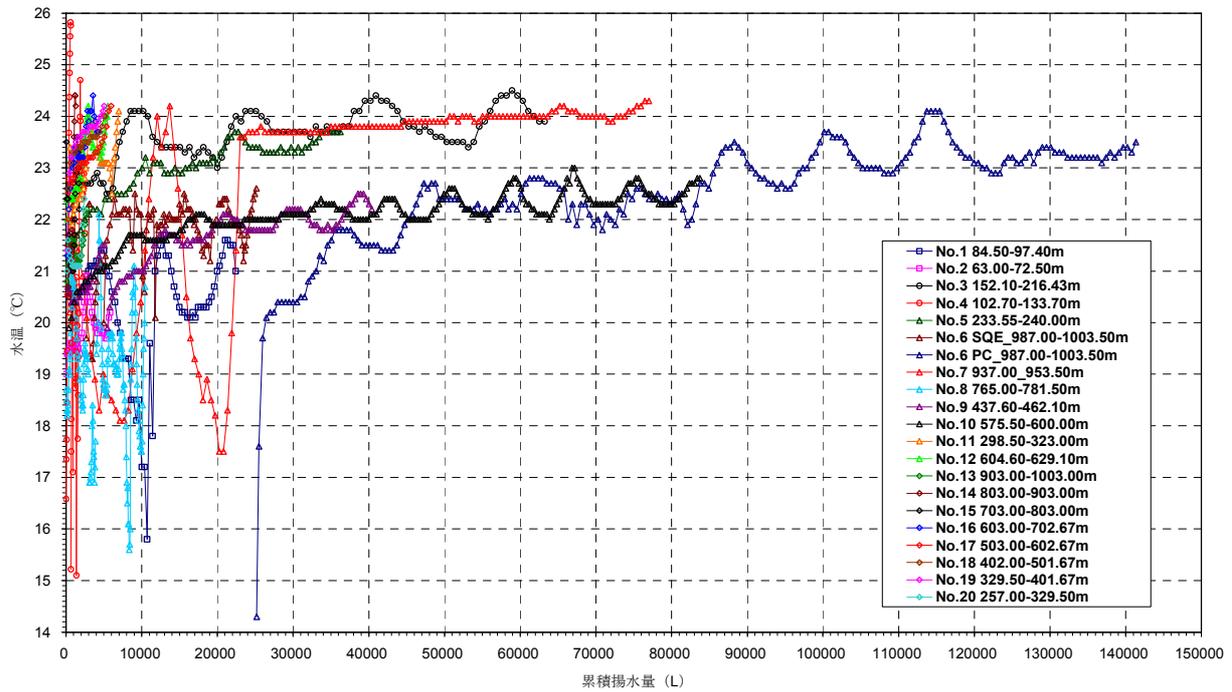


図 3.2-2 累積揚水量と水温の関係

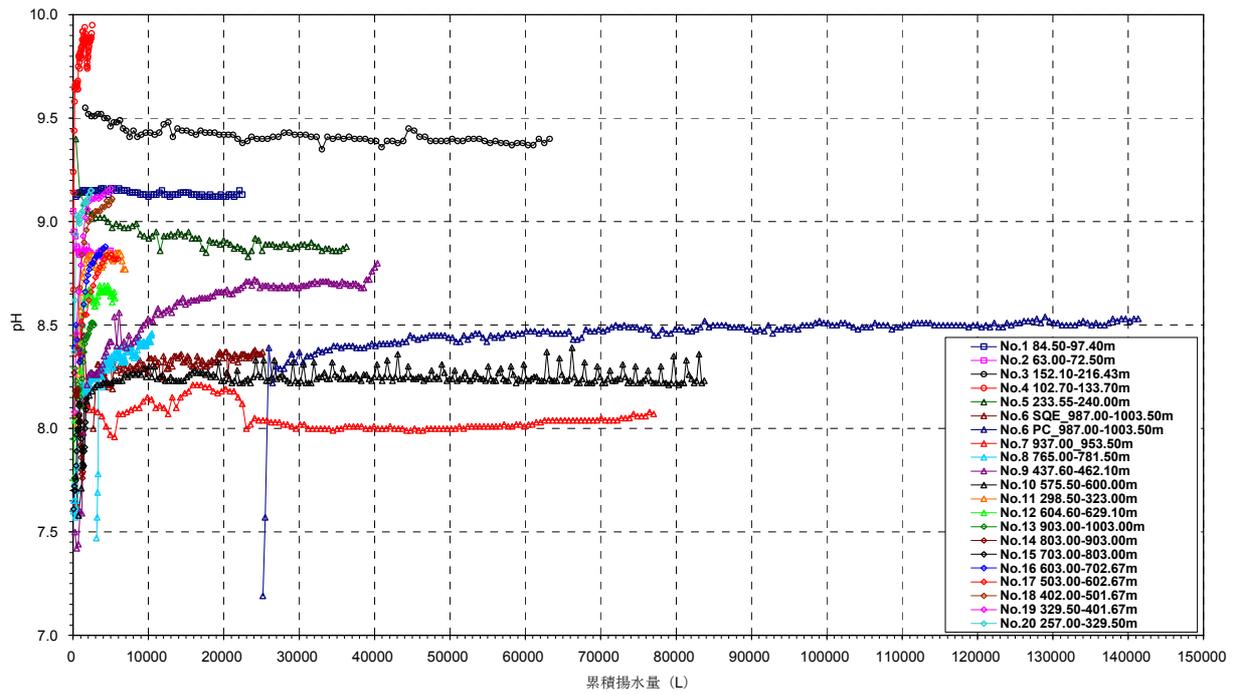


図 3.2-3 累積揚水量と pH の関係

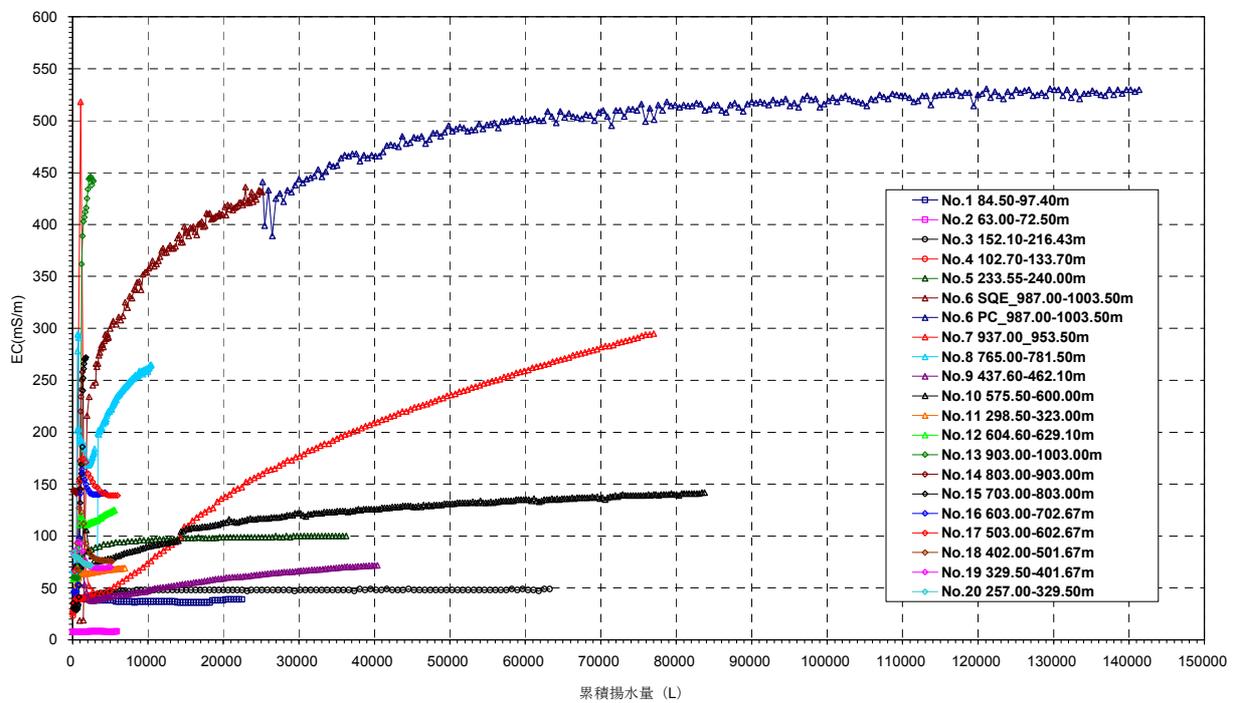


図 3.2-4 累積揚水量と電気伝導度の関係

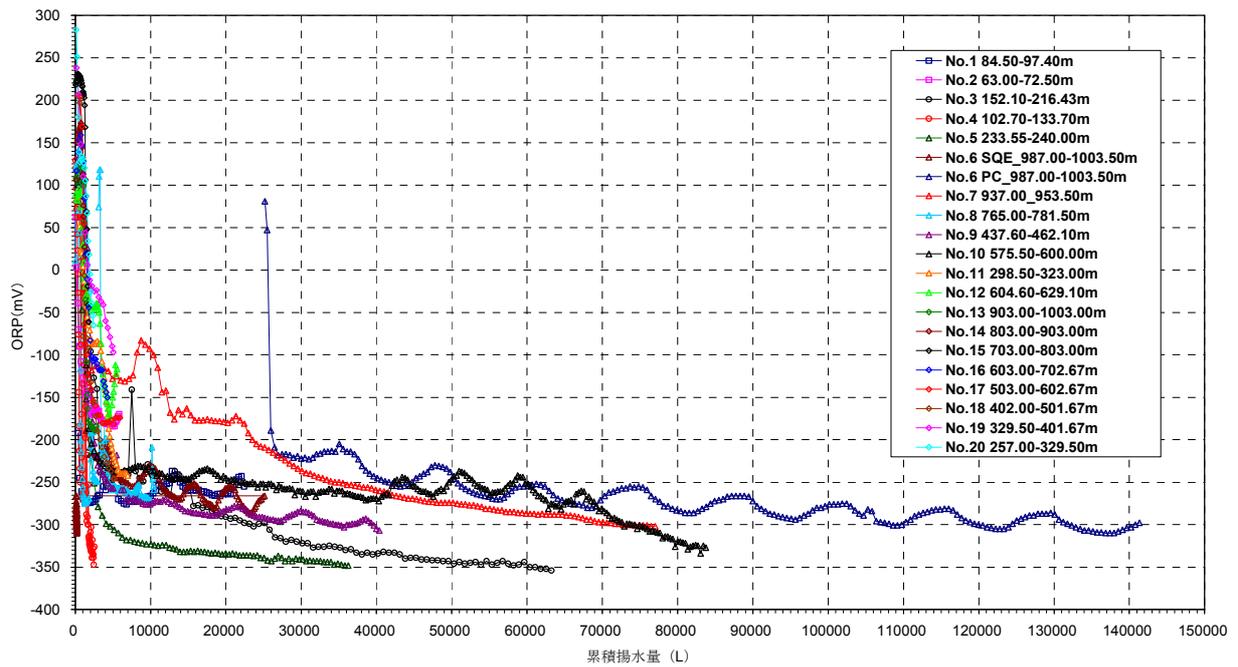


図 3.2-5 累積揚水量と酸化還元電位の関係



#### 4. 測定・分析結果に関する考察

既往調査では、調査地域周辺に分布する地下水は、堆積岩の浅部で **Na-Ca-HCO<sub>3</sub>** 型、堆積岩の深部と花崗岩で **Na-Cl** 型の水質を示し、**Na-Cl** 型の地下水は深度とともにその塩分濃度が増加するという特徴が示されている（彌榮・岩月 他<sup>5)</sup>，2004）。本調査によって得られた結果が、既往の知見と同様であるかを検証する為に、物理化学パラメータならびに化学成分、同位体組成の値と採水標高との関係を示した（図 4.1-1～4.1-13）。また本調査では、採水した予備排水・地下水の試料は、掘削水と当該地下水の 2 種類の水が混合して水質を形成しているという前提に基づいて、予備排水試料の分析値を用いて掘削水残留率 0%の値を外挿して算出しているが、この方法を適用する上での考慮点を整理するために、図 4.1-2～図 4.1-13 には、外挿値を算出した際の相関図を付した。化学成分-標高の関係図での化学成分の値は、掘削水残留率を 0%と仮定した場合の外挿値をプロットした。採水標高は、試験区間の中間点をプロットした。

##### 4.1 物理化学パラメータ・化学成分の値と標高との関係

- ・水温：No.8 試験区間の-560m 試料を除くすべてが 20～25℃の間に位置し、採水深度による明瞭な違いは無い。3.2(2)に記述の通り、-560m 試料は日変動が相対的に大きい区間であり、採水は相対的に水温が低い早朝（8:00AM）に実施したものである。
- ・pH：No.5 試験区間（中間標高-23m）よりも以深の花崗岩分布域の試料は、pH 値が 8.0～8.9 の範囲にあり、これよりも上部の堆積岩よりもやや低い。深部のデータは揚水時の脱ガス等の影響を受けたデータであると考えられる。長区間試料は、短区間試料よりもやや pH 値が高い傾向にあり、試験期間が短いため、原位置の地下水が有する pH 値までには十分に収束していない可能性がある。
- ・電気伝導度（EC）：Na, Ca, Cl 等の主要な化学成分の濃度増加に起因して、標高が低くなると EC 値が高くなる傾向にあり、特に標高-400m 以深で明瞭である。長区間の測定データは、短区間に調和的である。
- ・酸化還元電位（Eh）：No.1～No.5 の試験区間の堆積岩分布域および花崗岩最上部では、標高が低くなると Eh の値が低くなる傾向にあるが、これよりも深部の花崗岩では深度との相関性は認められず、値が大きくばらついている。揚水時の脱ガス等の影響が考えられる。長区間の測定データは、試験期間が短いため十分に収束しておらず、全体に短区間よりも Eh 値が高い。
- ・Si：上部の堆積岩分布域の地下水試料は、標高が低くなると濃度が減少する傾向が認められる。これ以深の地下水試料は、濃度 6～8ppm でほぼ一定である。No.17 試験区間の-340m 試料を除いて、長区間試料は短区間試料に調和的である。
- ・Na：標高が低くなると、それに比例して Na 濃度が高くなる傾向がある。長区間試料は、No.17 試験区間の-340m 試料を除いてのほとんどが短区間試料と調和的である。

- ・ **K** : 上部の堆積岩分布域と深部の花崗岩分布域の地下水試料を比較すると、標高の低い花崗岩分布域の地下水試料の方が **K** 濃度がやや高い。標高と濃度との相関性は認められない。
- ・ **Mg** : 全区間の試料で濃度が低い。長区間試料のうち相対的にやや濃度が高いものは、掘削水が有する相対的な濃度の高さを反映していると考えられる（後述、図 5.1.2）。
- ・ **Ca** : 標高が低くなると濃度が高くなる傾向がある。特に標高-400m 以深で明瞭である。長区間試料は、概ね短区間試料に調和的である。
- ・ **F** : 上部の堆積岩分布域の地下水試料では全体に濃度が低い。標高 100m 以深（堆積岩の下部と花崗岩分布域）の地下水試料は、標高が低くなると濃度が低下する傾向が認められる。No.17 試験区間の-340m 試料を除いて、長区間試料は短区間試料に調和的である。
- ・ **Cl** : 標高が低くなると濃度が増加する傾向が認められる。No.17 試験区間の-340m 試料を除いて、長区間試料は短区間試料に調和的である。
- ・ **Br** : 標高が低くなると濃度が増加する傾向が認められる。No.17 試験区間の-340m 試料を除いて、長区間試料は短区間試料に概ね調和的である。
- ・ **SO<sub>4</sub>** : 堆積岩分布域のうち、より浅部の地下水試料は相対的に濃度が高い。深部の堆積岩および花崗岩分布域では濃度が低く、ほぼ一定である。No.17 試験区間の-340m 試料を除いて、長区間試料は短区間試料に調和的である。
- ・ **IC** : 堆積岩分布域の地下水試料は、相対的に濃度が高い。花崗岩分布域での標高と濃度の関係は明瞭ではないが、標高約-400m 以深では濃度がほぼ 0ppm になる。長区間試料は、短区間試料に概ね調和的である。
- ・ **TOC** : ばらついており、標高との関係は明瞭ではない。長区間試料は、全体的に短区間試料よりも値が小さい。
- ・ アルカリ度 : 標高が低くなると濃度が減少する傾向が認められる。長区間試料は短区間試料に概ね調和的である。
- ・  $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$  : いずれも標高の違いによる違いは認められず、 $\delta D$  は-57~-62‰SMOW、 $\delta^{18}O$  は-8.1~-9.1‰SMOW の範囲内にある。
- ・ **<sup>14</sup>C** : 深部での分析値・外挿値は高い値を示しており、明らかに異常なデータとなっている。予備排水試料の相関図のうち、標高 122~-23m までの図に示されるように、掘削水の汚染率が下がるにしたがって、**<sup>14</sup>C** 濃度は低下することが想定されるが、これ以深の相関図では掘削水の汚染率が低下しても、**<sup>14</sup>C** 濃度は一定もしくは増加する傾向にある。この原因は現段階では不明であるが、試料中の炭素の濃度が低い場合、測定

の段階で大気中からわずかに混入した炭素が影響した可能性がある。表 3.2-2 に明記の通り、これらのデータは以降の解析には不適なデータである。

- ・ $^3\text{H}$ ：いずれも定量下限値未満か、これに近い低い値である。

## 4.2 外挿値の評価

予備排水試料の分析値を用いて、その近似直線から掘削水残留率を 0%と仮定した外挿値を算出する場合には、地球化学的不均一性に起因する、各化学成分が本来有するばらつきを考慮する必要がある。また、最初と最終の予備排水試料間のトレーサー濃度低下幅が小さく、かつ最終試料の掘削水残留率が高い試料の場合には、掘削水残留率 0%の外挿値は、計算の過程で発生する不確実性を含むことを考慮する必要がある。全試験区間の結果から、ばらつきの大きな区間や成分を整理すると、以下の特徴が認められる。

- ・地下水と掘削水の溶存濃度の違い

No.1～No.4 の試験区間の堆積岩分布域のように、地下水中の各成分の溶存濃度が相対的に小さな区間では、掘削水の影響を強く受けやすく、近似直線でのばらつきが大きい。ただしこの場合、外挿値をどのような解析に用いるかを考慮する必要があるものの、残留率 0%の外挿値の絶対値の誤差は大きくはならないため、質の悪いデータと評価することにはならない。

- ・計算の過程で発生する不確実性

長区間の水理試験区間のうち、No.17 水理試験区間 (-340m 試料) の外挿値は、Na, Cl 等の近似直線でのばらつきは小さいものの、その濃度が 0 ppm であり周辺の他の区間の外挿値と明らかに調和的ではなく、これを説明でき得る地球化学的な理由もない。外挿値が異常値を示している理由は、最初と最終の試料間のトレーサー濃度低下幅が小さく、かつ最終試料の掘削水残留率が高いことに起因していると考えられる(表 3.2.1)。近似直線のばらつきが小さい理由は、掘削水残留率の変化の小さな複数の試料が含まれているためである。No.13 (-740m 試料) や No.16 (-440m 試料) 等の値は、周辺の区間の外挿値と調和的な値となっており、各成分の近似直線のばらつきも小さいが、No.17 と同様にトレーサー濃度低下幅が小さくかつ最終試料の掘削水残留率が高いため、外挿値自体の信頼性は低い。

揚水時の予備排水試料の分析値を用いて、掘削水残留率 0%の外挿値を算出する場合の注意点として、以下の点が挙げられる。

- ・掘削水（掘削原水）と比較して、地下水中の各成分の溶存濃度が同程度もしくはそれ以上と想定される試験区間での分析データで、近似直線のばらつきが大きな場合。

- ・ 近似直線のばらつきが小さな場合でも、最初と最終の試料間のトレーサー濃度低下幅が小さく、かつ最終試料の掘削水残留率が高い場合。

上記の注意点に関して、外挿値が周辺の他の区間の外挿値と調和的でなく、これを説明でき得る地球化学的な理由が無い場合は、値を除外して表記もしくは解析時に除外できるように明記する必要がある。本調査データのうち No.12 および長区間 No.13~No.20 での外挿値はこれに該当するデータである。(表 3.2-2)。

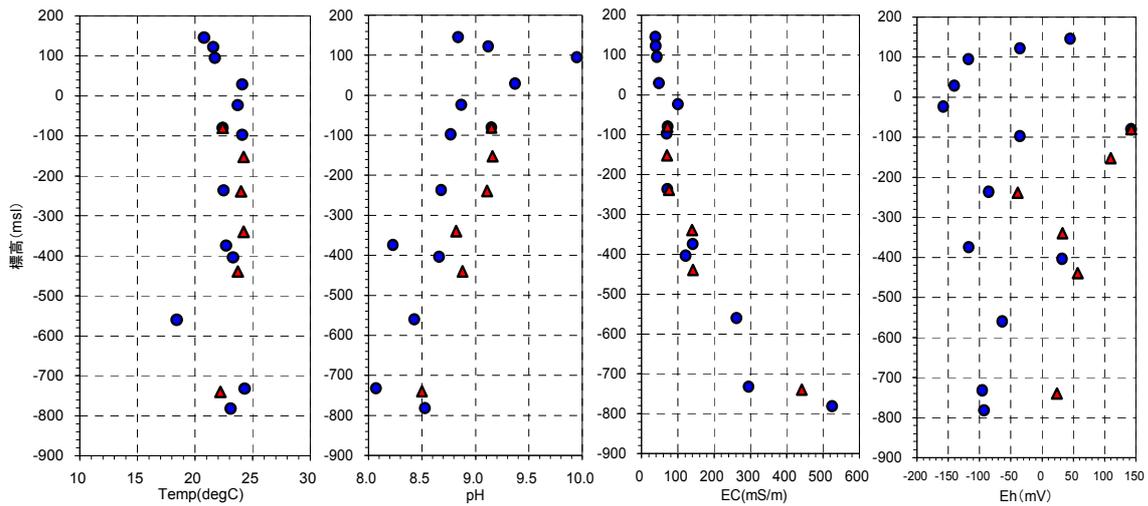


図 4.1-1 物理化学パラメータと標高との関係図

○：短区間での採水試料，△：長区間での採水試料

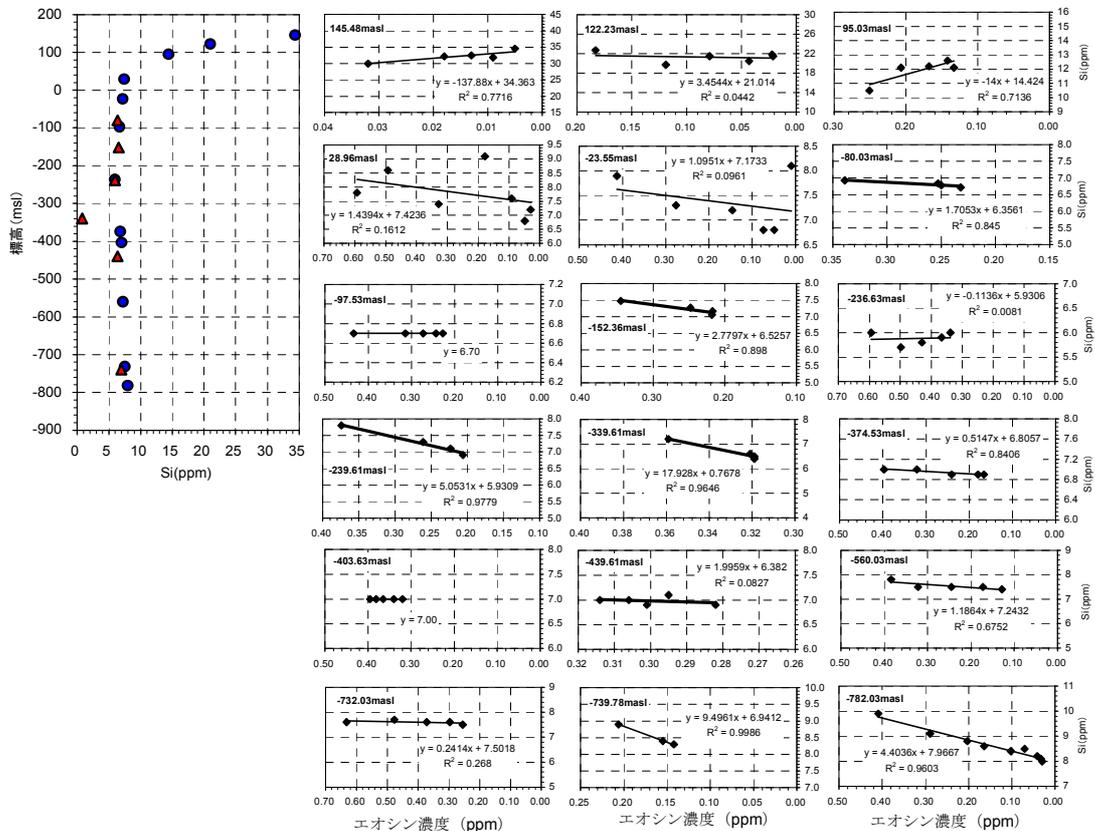


図 4.1-2 化学成分濃度と標高との関係図 (Si-標高)

○：短区間での採水試料，△：長区間での採水試料

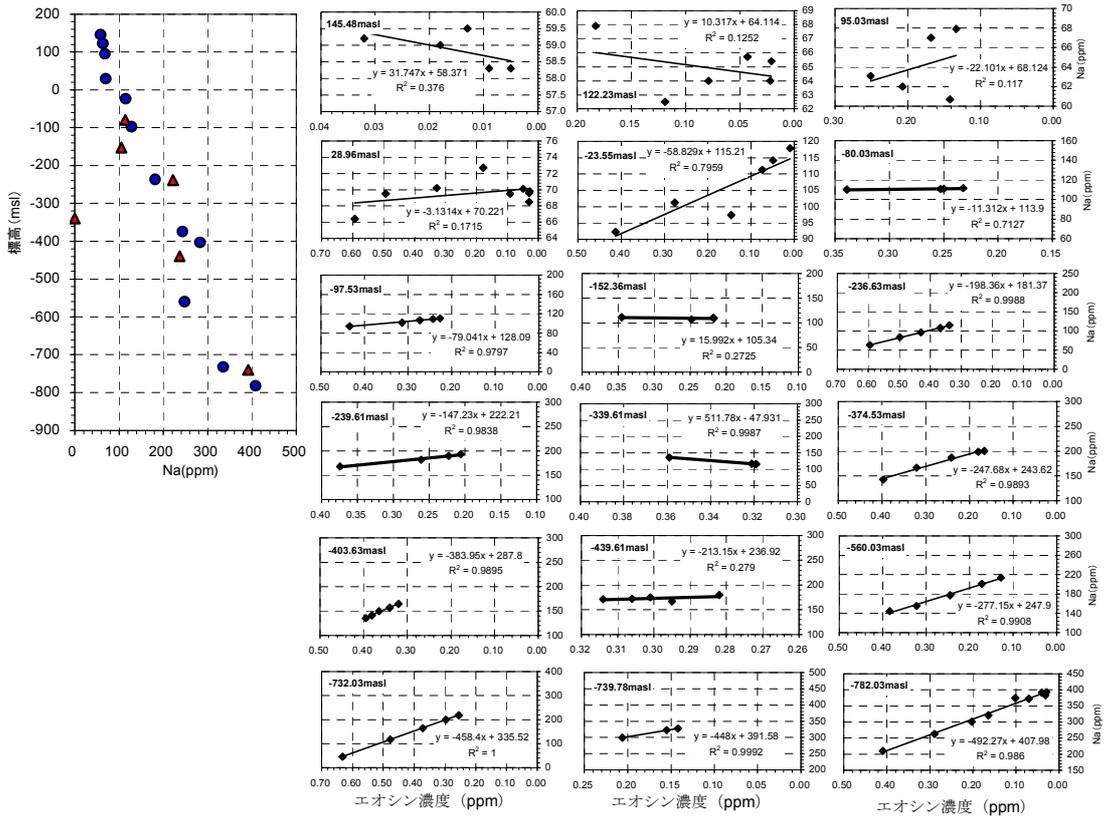


図 4.1-3 各化学成分濃度と標高との関係図 (Na-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

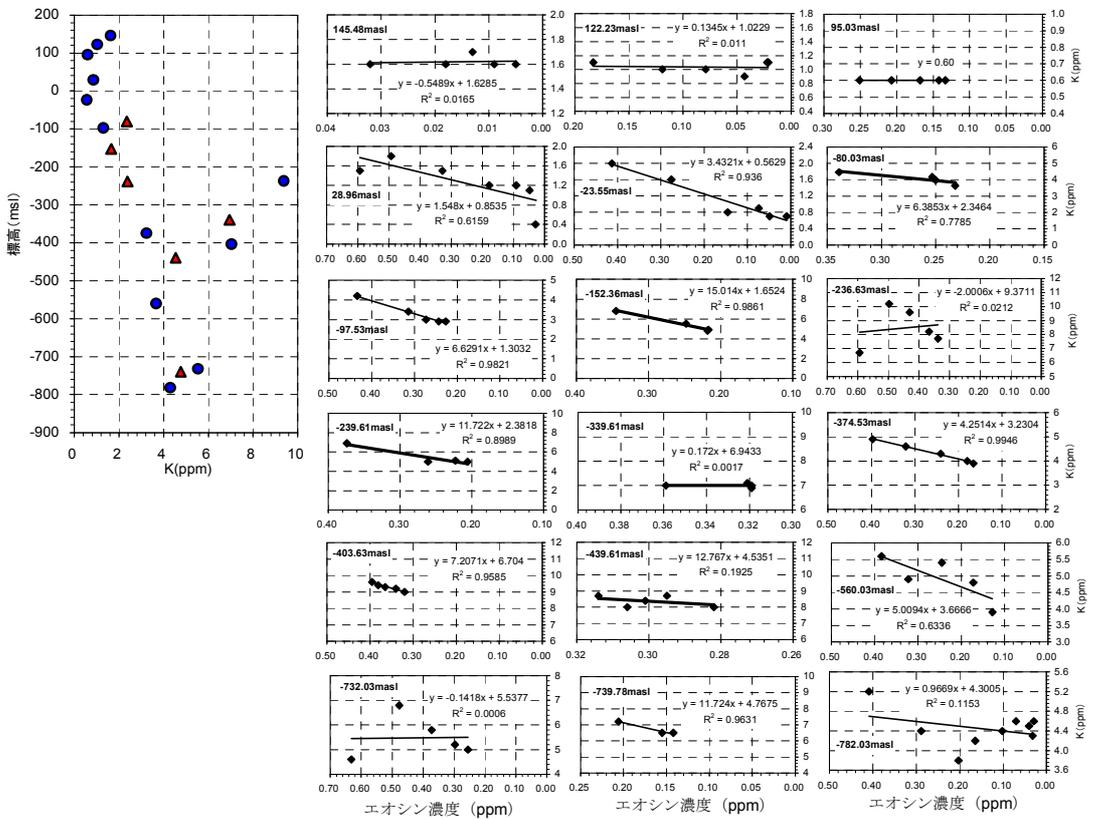


図 4.1-4 各化学成分濃度と標高との関係図 (K-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

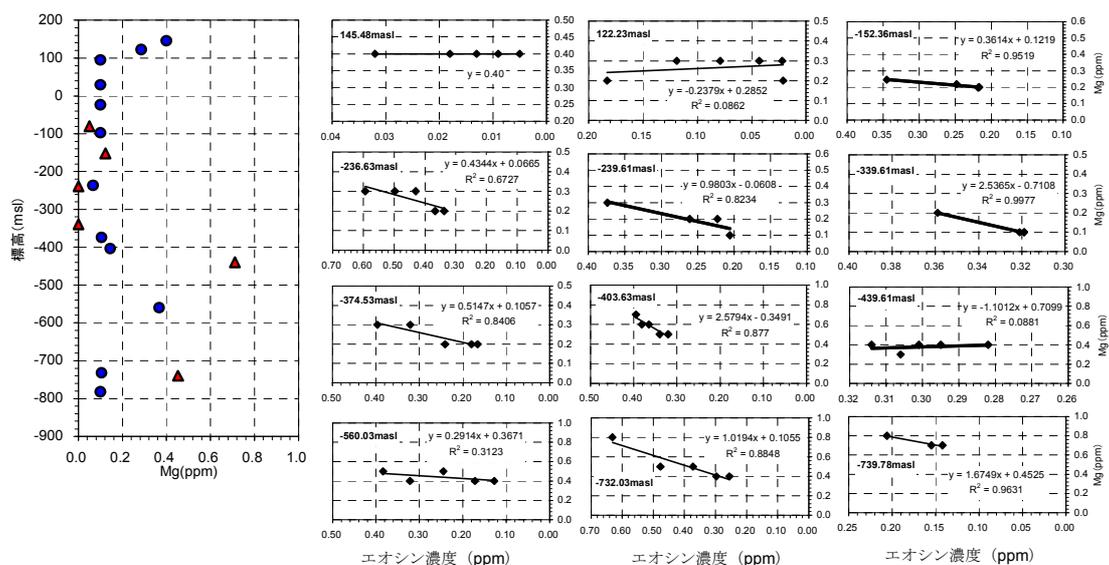


図 4.1-5 各化学成分濃度と標高との関係図 (Mg-標高)

○：短区間での採水試料，△：長区間での採水試料

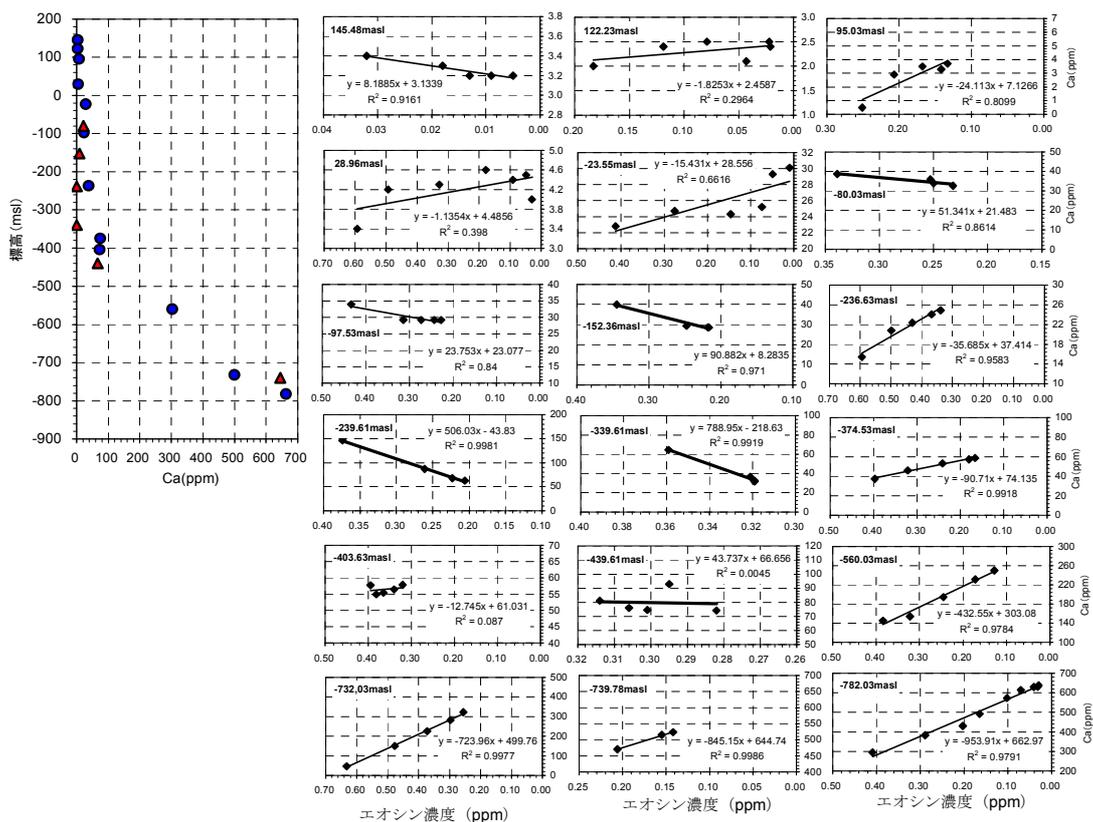


図 4.1-6 各化学成分濃度と標高との関係図 (Ca-標高)

○：短区間での採水試料，△：長区間での採水試料

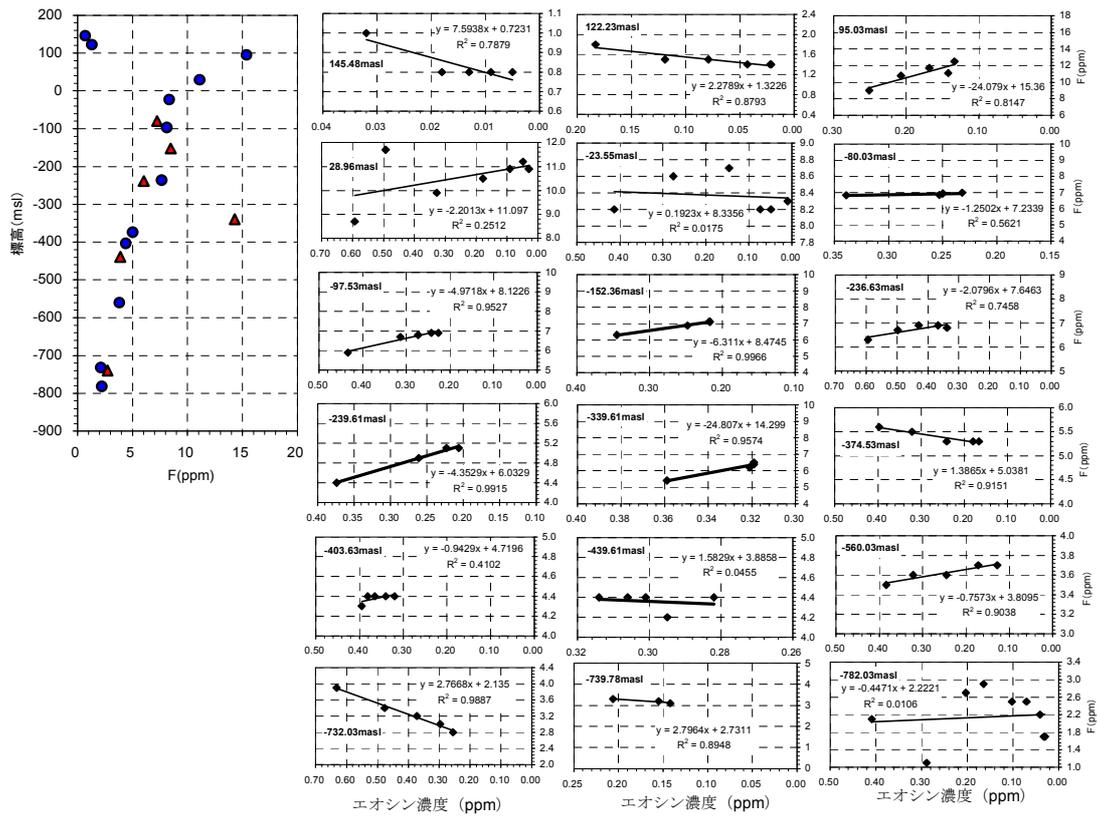


図 4.1-7 各化学成分濃度と標高との関係図 (F-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

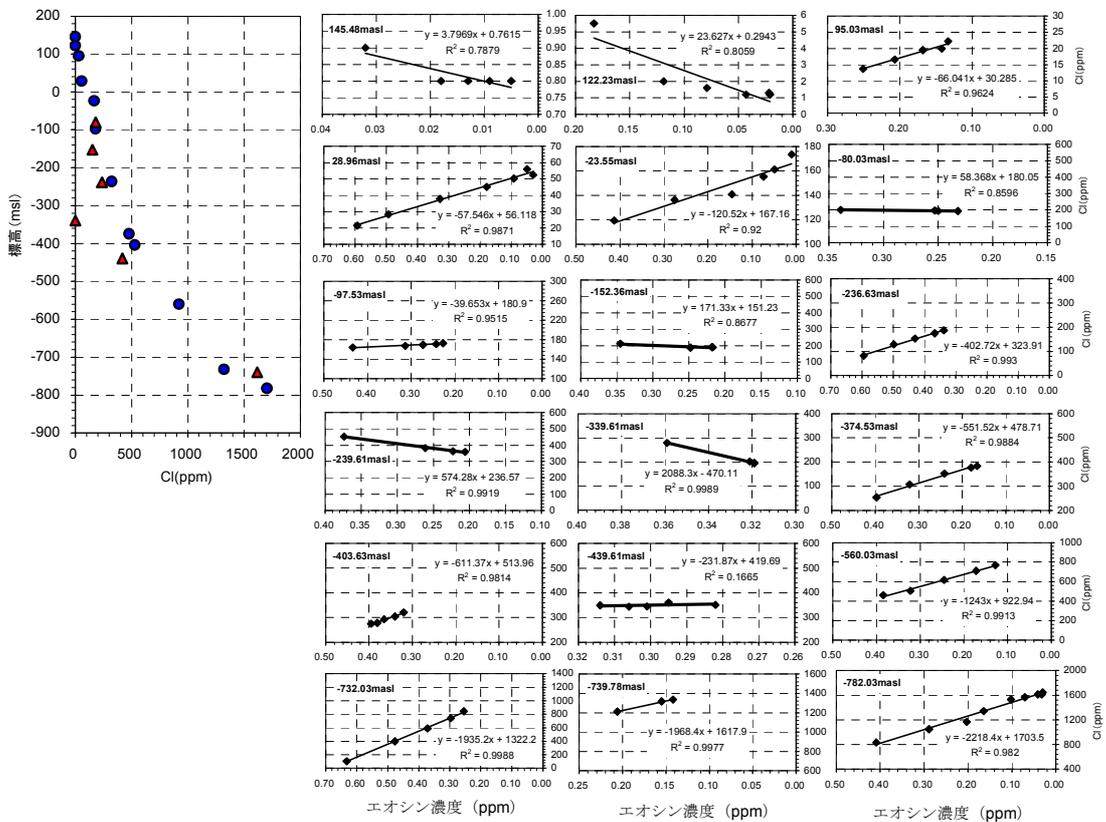


図 4.1-8 各化学成分濃度と標高との関係図 (Cl-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

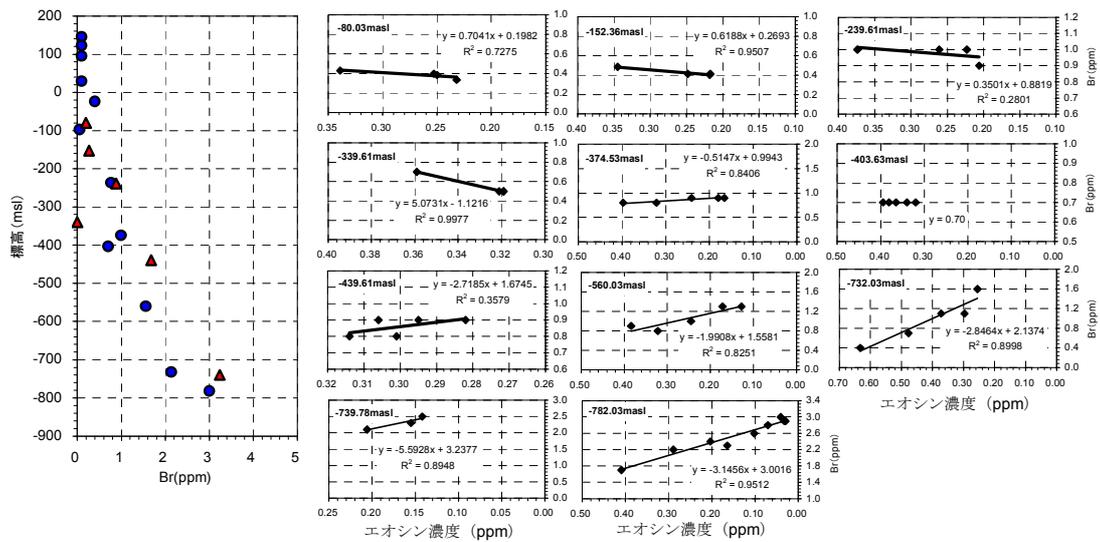


図 4.1-9 各化学成分濃度と標高との関係図 (Br-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

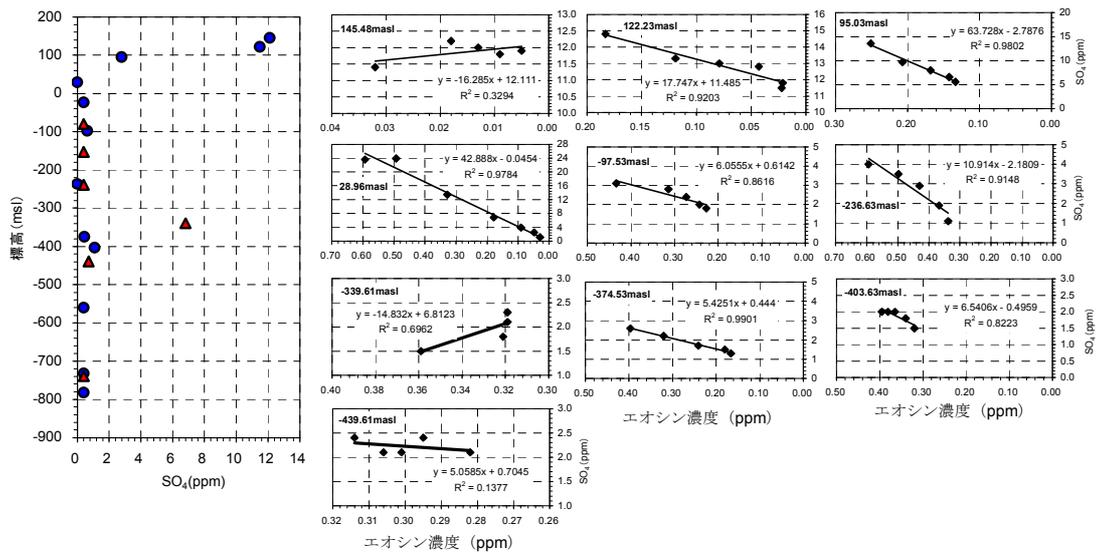


図 4.1-10 各化学成分濃度と標高との関係図 (SO<sub>4</sub>-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

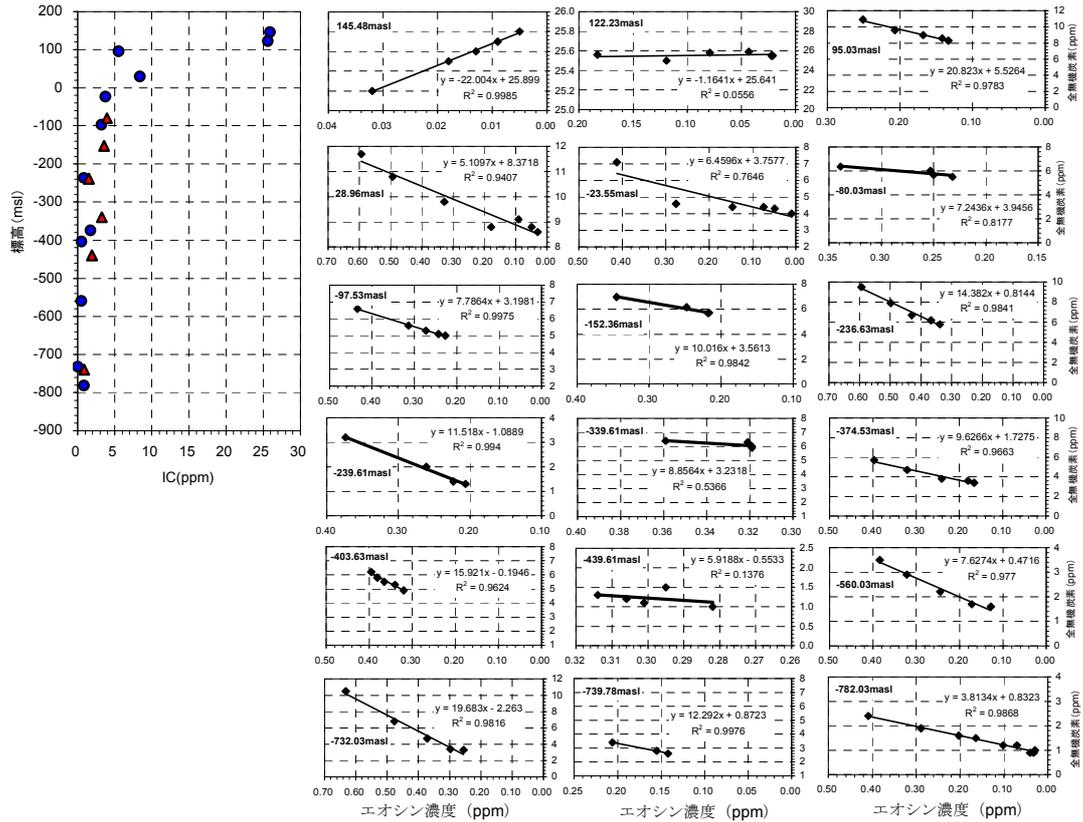


図 4.1-11 各化学成分濃度と標高との関係図 (IC-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

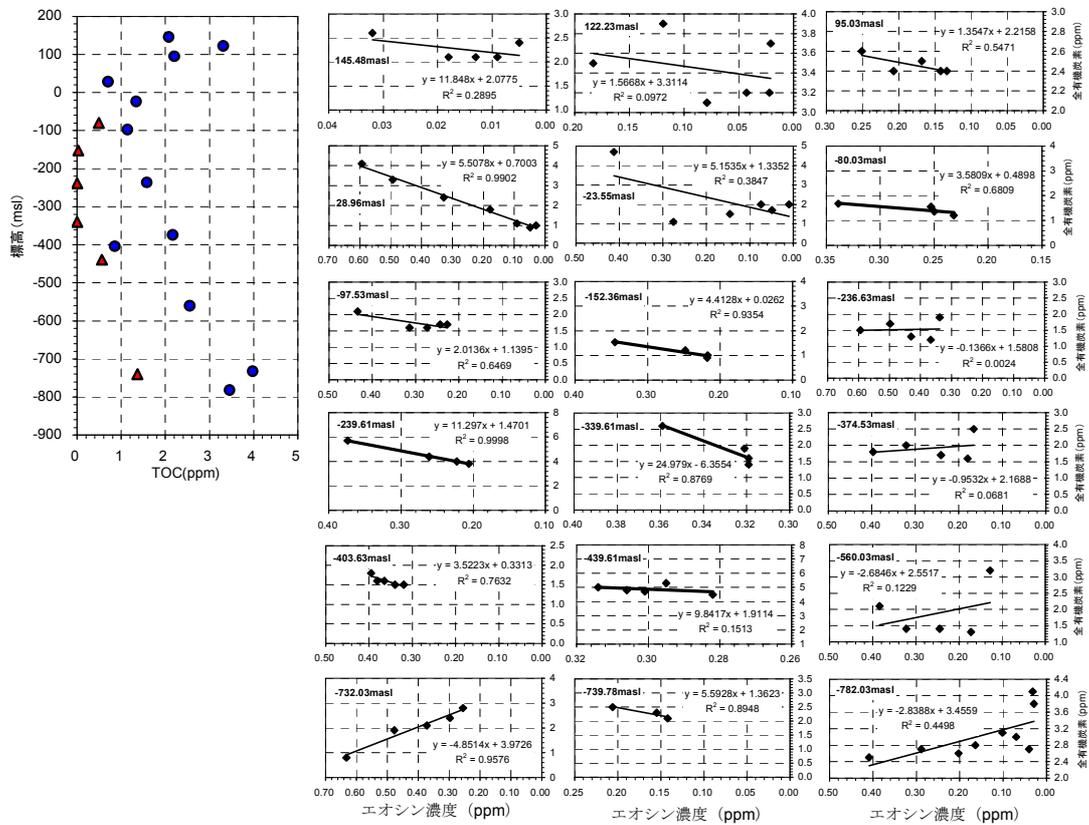


図 4.1-12 各化学成分濃度と標高との関係図 (TOC-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

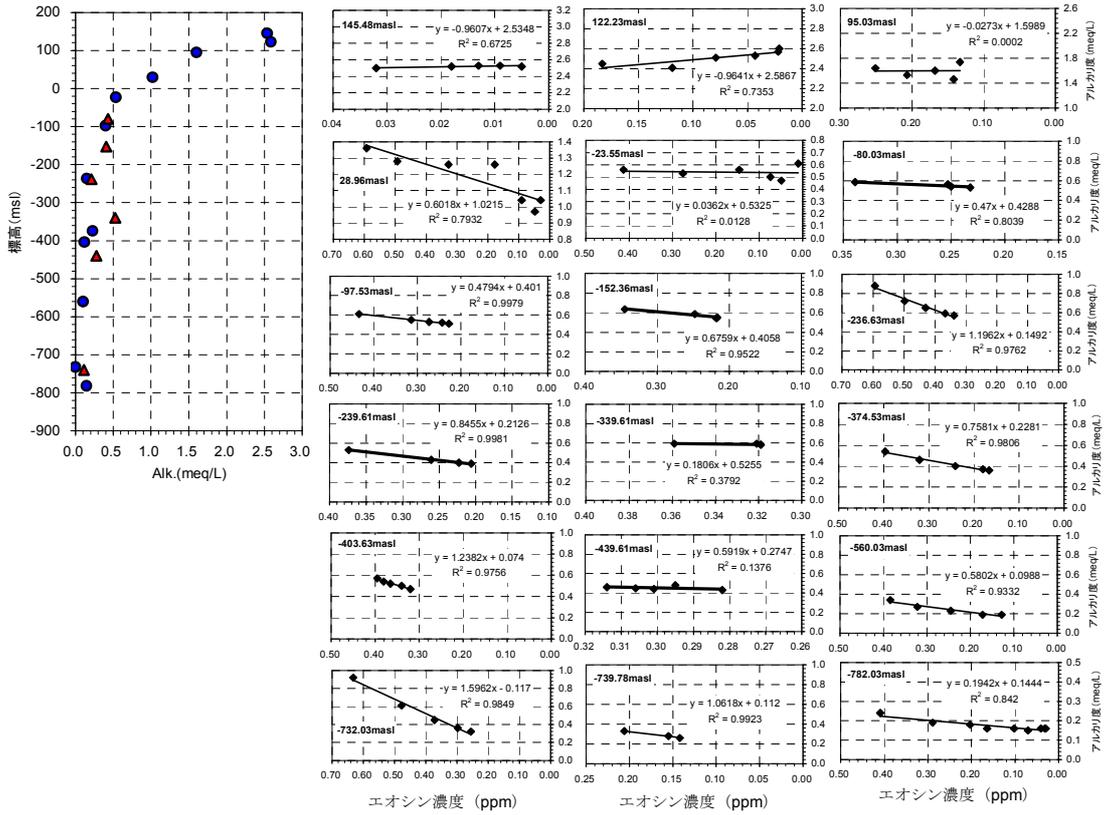


図 4.1-13 各化学成分濃度と標高との関係図 (アルカリ度-標高)

○ : 短区間での採水試料, △ : 長区間での採水試料

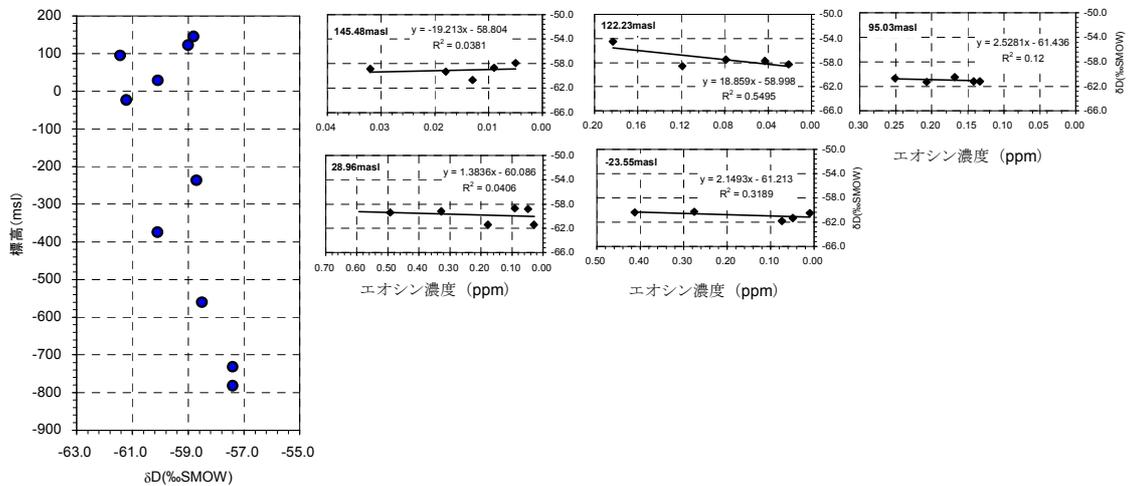


図 4.1-14 水素同位体比 (δD) と標高との関係図

予備排水試料での測定を行なった区間は、アミノ酸濃度との関係図を付記

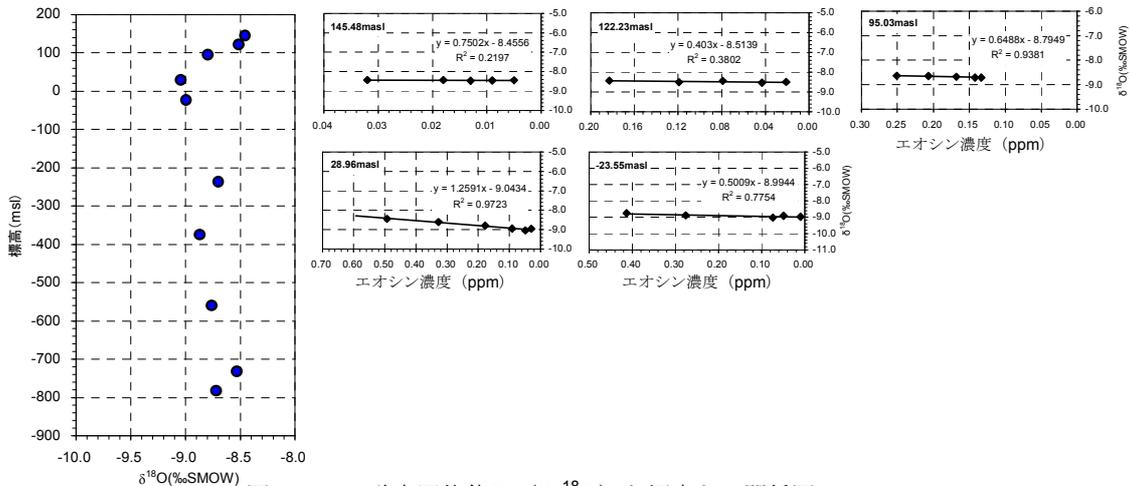


図 4.1-15 酸素同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) と標高との関係図

予備排水試料での測定を行なった区間は、エオシン濃度との関係図を付記

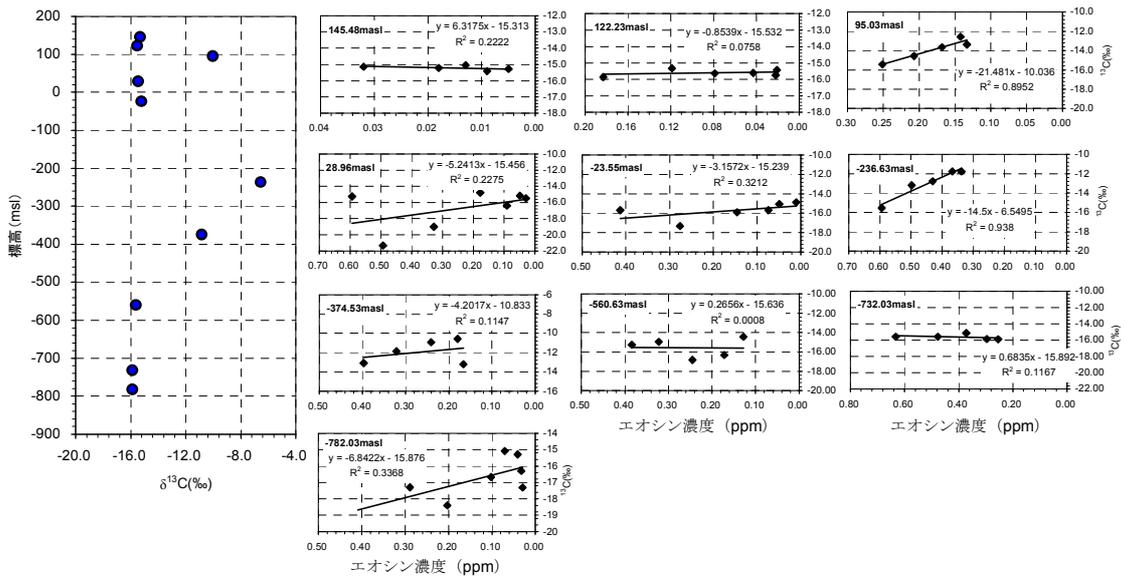


図 4.1-16 炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) と標高との関係図

予備排水試料での測定を行なった区間は、エオシン濃度との関係図を付記

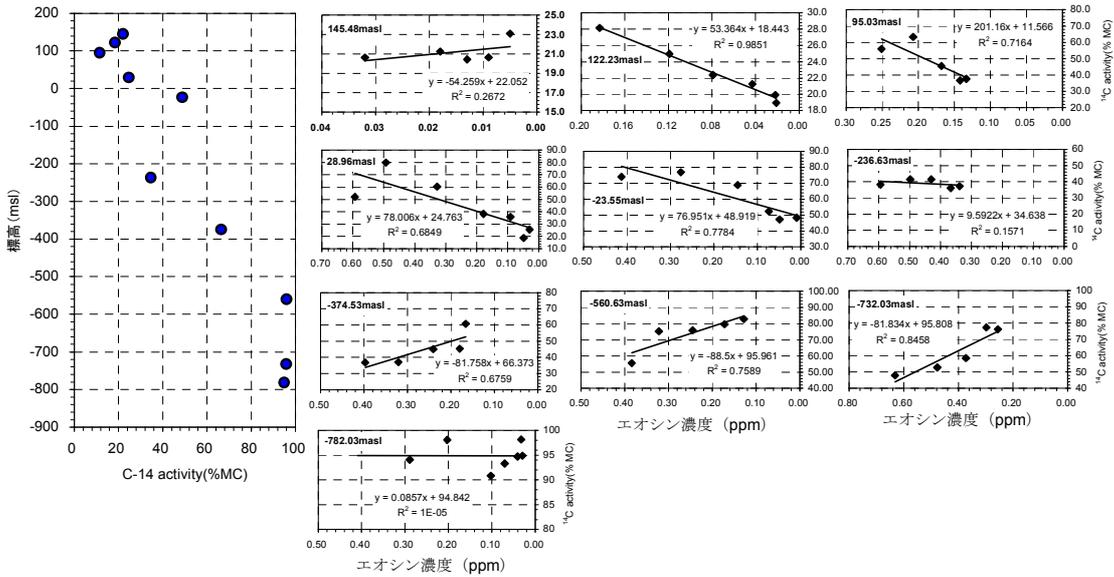


図 4.1-17 炭素同位体 (<sup>14</sup>C) と標高との関係図

予備排水試料での測定を行なった区間は，エオシン濃度との関係図を付記

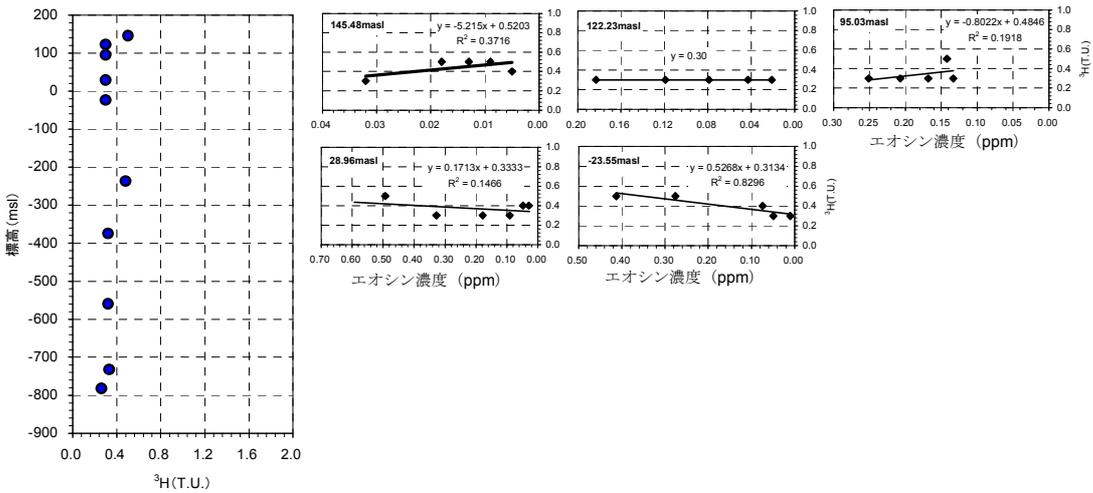


図 4.1-18 水素同位体 (<sup>3</sup>H) と標高との関係図

予備排水試料での測定を行なった区間は，エオシン濃度との関係図を付記

## 5. 掘削水と掘削リターン水の測定・分析結果

DH-15号孔の掘削中には、掘削水と掘削リターン水の水温・pH・電気伝導度のモニタリングを行なうとともに、掘削水の原水である井戸水の化学分析を井戸水運搬日に1日1回の頻度で、掘削リターン水の化学分析を1日1回の頻度で実施した(表2.2-2)。また、掘削深度100mごとに掘削リターン水の水素同位体( $^3\text{H}$ ,  $^2\text{H}/^1\text{H}$ )、酸素同位体( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ )、炭素同位体( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ )を測定した。

### (1) 掘削水と掘削リターン水の水温・pH・電気伝導度の測定結果

図5-1に掘削水と掘削リターン水の、物理化学パラメータの測定結果を深度の関係とともに示す。図には、水理試験区間での測定データも記した。測定結果には以下の特徴が認められる。

- ・水温：掘削水と掘削リターンは、ほぼ同じ値を示し、同様の傾向で水温が変化している。いずれも、水理試験区間の測定データよりも水温が低く、掘削水の水温を、掘削リターン水がほぼ保持する程度の速度で、孔内を循環していることを示唆している。
- ・pH：全体的に掘削リターン水は、掘削水よりもややpHが低い。水理試験区間の測定データも同様に掘削水よりもややpHが低く、掘削リターン水は地下水の影響を受けて、pHがわずかに変化しているものと想定される。
- ・電気伝導度：掘削水と掘削リターン水は、ほぼ一定の値を示し、掘削リターン水には、水理試験区間の測定データに認められるような深度との相関性は認められない。この理由として、掘削リターン水中には、電気伝導度を大きく変化させる程度の地下水は混入していないことが考えられる。

### (2) 掘削水と掘削リターン水の水質分析結果

図5-2に掘削水と掘削リターン水の化学分析結果を、深度の関係とともに示す。分析値が定量下限値未満のデータは、定量下限値を入力データとした。図には、水理試験区間での分析データ(掘削水残留率0%の場合の外挿値)も記した。

- ・Si：掘削水と掘削リターン水には、ほぼ全区間を通して8-10ppmの濃度差があり、掘削リターン水の方が低い。水理試験区間の分析データは掘削水と掘削リターン水の間に位置する。
- ・Na, Ca, Cl, Br：掘削リターン水はほぼ一定であり、試験区間の地下水に認められるような、深度に応じた変化は無い。
- ・K：標高約-50m以深では、掘削水と掘削リターン水には、6-10ppm程度の濃度差があり、掘削リターン水の方が高い。試験区間の地下水のK濃度は、掘削リターン水よりも小さい。掘削リターン水には標高約-50m以深における、深度の違いによる明瞭な違いは認められない。

- **Mg** : 掘削水と掘削リターン水は、すべて **1ppm** 以下であり濃度は小さい。この範囲で、いずれもばらついており、掘削リターン水には深度に応じた変化は認められない。
- **F** : 特に掘削水がばらついている。掘削リターン水は、掘削水のばらつきの範囲内にある。
- **SO<sub>4</sub>** : 標高約 **0m** 以浅の掘削リターン水は、これ以深よりも相対的に濃度が高く、試験区間の地下水よりも高い濃度を示す。本地域の堆積岩中に多く含まれる硫化水素ガスが、硫酸として掘削リターン水中に溶け込んでいる可能性がある。
- **T-Fe, Al** : 掘削水の濃度は試験区間の分析データと同様に極めて低く、ほとんどが定量下限値未満を示す。掘削リターン水は、これらよりもやや高い値を示し、この理由としては、ボーリングビット等の磨耗が考えられる。さらに標高約 **0m** よりも浅部の掘削リターン水は相対的に濃度が高く、標高約 **0m** で濃度が低下した後、その下部 **20~30m** 間で濃度が増加する傾向が認められる。ボーリング記録によると、深度約 **186m** (標高約 **27m**) で異なる製品のビットに交換した後、深度約 **216m~235m** でもとの製品のビットを使用し、これ以深では深度約 **186m** で交換したビットを用いている。それぞれのビットの組成化学成分は、製造メーカーが公表していないため不明であるが、掘削リターン水中の **T-Fe** と **Al** の濃度は、使用したビットの種類も反映しているものと考えられる。
- **IC** : 掘削水と掘削リターン水の濃度は、ばらつきがあるものの、ほぼ一定の範囲内にあり、掘削リターン水には深度に応じた変化は認められない。
- **TOC** : 標高約 **0m** 以浅の掘削リターン水は、これ以深よりも相対的に濃度が高く、試験区間の地下水よりも高い濃度を示す。
- **アルカリ度** : **IC** と同様の傾向であり、掘削水と掘削リターン水の濃度は、ばらつきがあるものの、ほぼ一定の範囲内にある。掘削リターン水には深度に応じた変化は認められない。

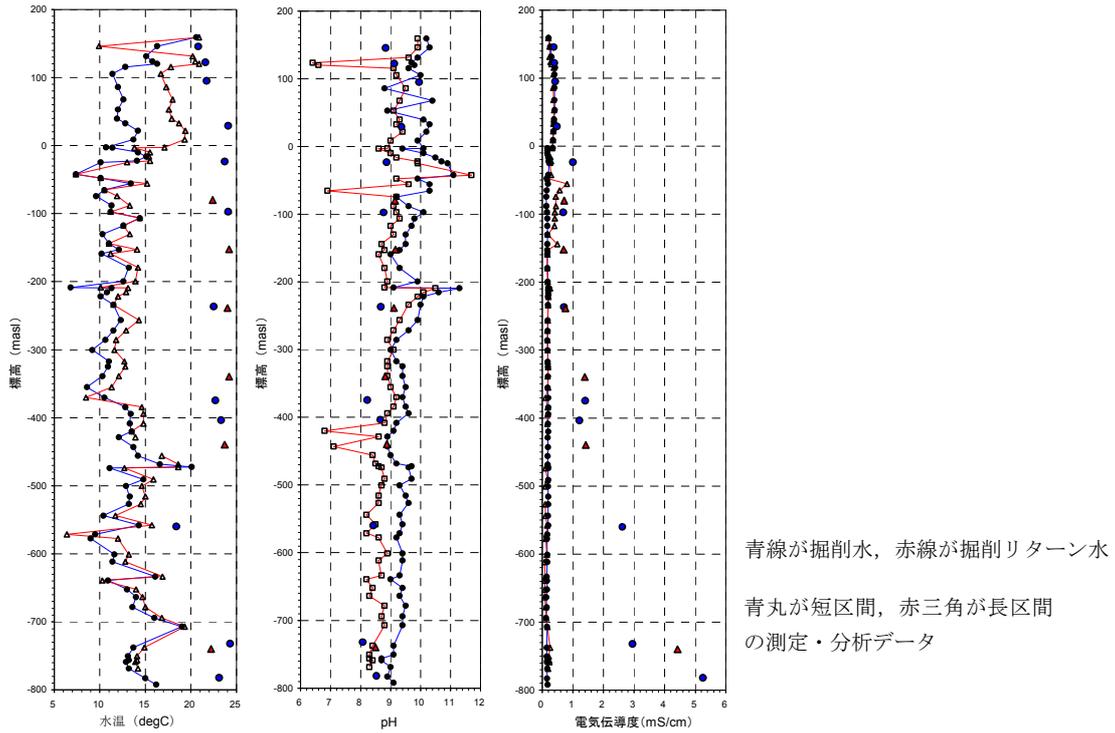


図 5-1 掘削水と掘削リターン水の物理化学パラメータの測定結果

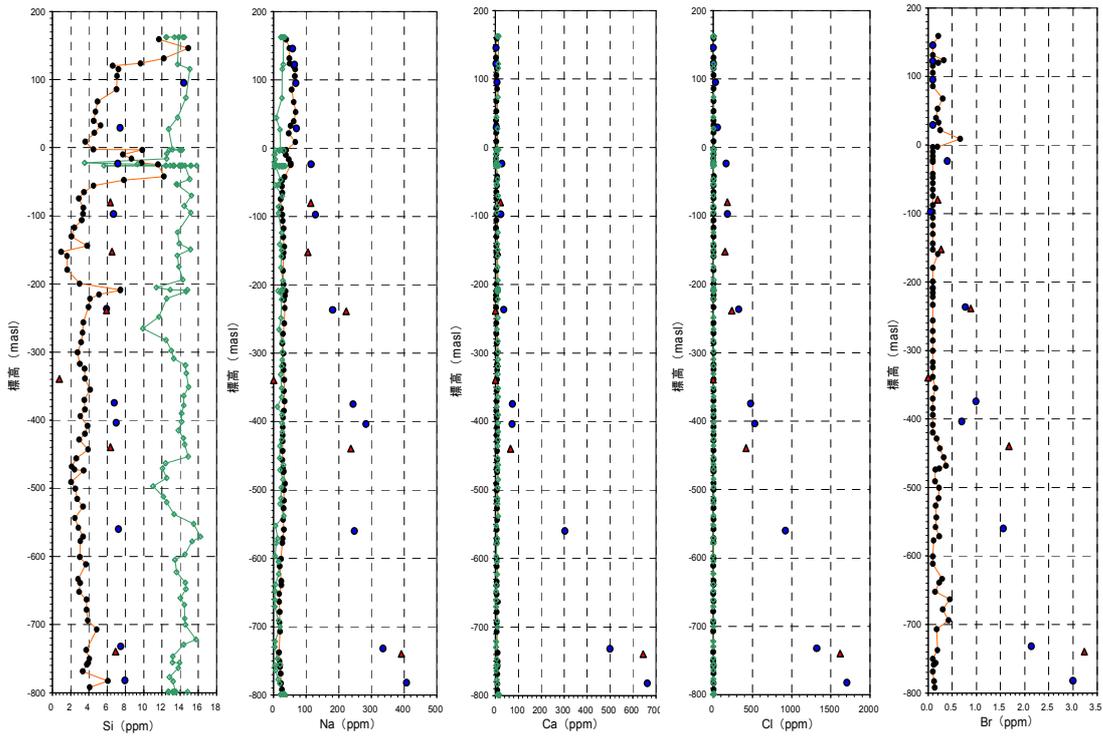


図 5-2 掘削水と掘削リターン水の化学分析結果  
緑線が掘削水，赤線が掘削リターン水，青丸が短区間，赤三角が長区間の測定・分析データ

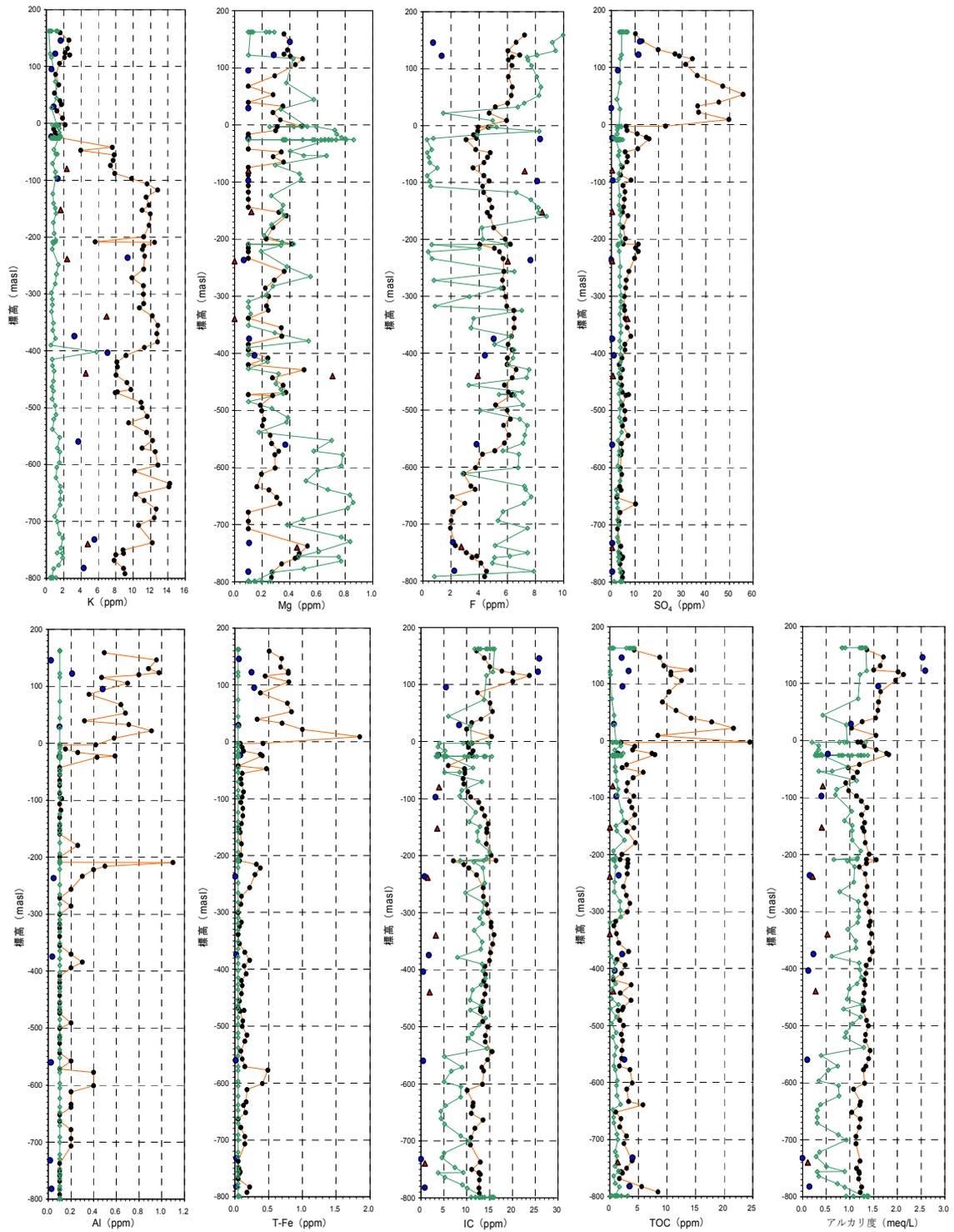


図 5-2 掘削水と掘削リターン水の化学分析結果  
 緑線が掘削水、赤線が掘削リターン水、青丸が短区間、赤三角が長区間の測定・分析データ

### (3) 掘削リターン水の同位体分析結果

掘削深度 100m ごとに採水・分析を実施した、掘削リターン水の同位体測定結果を表 5-1 に、水素・酸素同位体比の分布図を図 5-3 に示す。掘削リターン水の水素・酸素同位体比は、水理試験区間の地下水よりも水素同位体比 ( $\delta D$ ) がやや重い位置にプロットされるが明瞭な特徴は認められない。

表 5-1 掘削深度 100m ごとの掘削リターン水の同位体分析結果 ( $^3\text{H}$ ,  $\delta D$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ )

location	Depth	Elevation	Sampling	$\delta D$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$	C-14 activity	Tritium	Note
	mabh	mssl	Date	‰SMOW	‰SMOW	‰	% MC	T.U.	
TOKI LIGNITE BEARING F.									
DH-15	100	113.2	2003.10.05	-54.2	-8.0	分析中	分析中	1.2	Drilling fluid
DH-15	200	13.2	2003.10.22	-55.5	-8.1	分析中	分析中	1.1	Drilling fluid
TOKI GRANITE									
DH-15	300	-86.8	2004.01.11	-59.0	-8.9	-15.97	71.07	1.6	Drilling fluid
DH-15	400	-186.8	2004.01.19	-54.2	-9.1	-14.70	75.60	1.4	Drilling fluid
DH-15	500	-286.8	2004.02.06	-55.1	-8.3	-14.71	69.45	0.41	Drilling fluid
DH-15	600	-386.8	2004.02.13	-56.4	-8.3	-15.45	69.51	<0.27	Drilling fluid
DH-15	700	-486.8	2004.03.01	-55.9	-8.3	-14.88	70.64	0.44	Drilling fluid
DH-15	800	-586.8	2004.03.08	-56.1	-8.2	-15.01	69.60	0.52	Drilling fluid
DH-15	900	-686.8	2004.03.16	-55.0	-8.1	分析中	分析中	1.2	Drilling fluid
DH-15	1000	-786.8	2004.03.26	-54.7	-8.3	分析中	分析中	0.88	Drilling fluid
鬼岩温泉 (小松屋)			2001.02.06	-54.2	-8.7	n.m	n.m	<0.28	"Data book on groundwater chemistry in the Tono area (JNC, 2003)" <sup>(6)</sup>

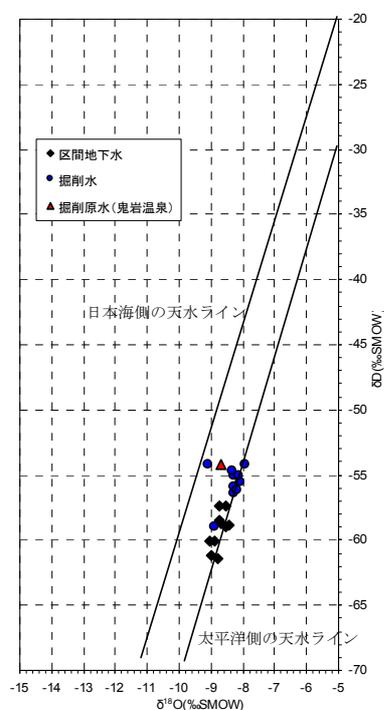


図 5-3 酸素・水素同位体比の分布図

## 6. おわりに

本報告書では DH-15 号孔で実施した地下水の地球化学特性に関する調査結果を取りまとめた。本調査によって、Na-Cl 型の地下水に関して、既往の調査で得られていない深さでのデータを取得することができた。また、揚水試験における予備排水データから外挿値を算出する際の留意点について、本調査で得られた実データを用いて考察した。これについては、他のボーリング孔での調査結果を踏まえて、今後、基準・指標等として取りまとめていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 動力炉・核燃料開発事業団（1997）：広域地下水流動研究基本計画書，動燃事業団技術資料，PNC TN7020 98-001
- 2) 糸魚川淳二：“瑞浪地域の地質”，瑞浪市化石博物館専報，No.1，pp.1-50 (1980)
- 3) 岩月輝希，豊島賢治，他：“深地層を対象とした地下水の地球化学調査の現状”，原子力バックエンド研究，Vol.4，No.2 (1998)
- 4) 古江良治，岩月輝希，他：“試錐孔を利用した地下水の地球化学特性調査手法と品質管理”，サイクル機構技術資料，JNC TN7520 2003-001 (2003)
- 5) 彌榮英樹，岩月輝希，他：“超深地層研究所計画（第 1 段階）における地下水の地球化学特性調査”，サイクル機構技報，No.23(2004.6)，pp.41-49.
- 6) Furue, R., Iwatsuki, T., et al. : “Data book on groundwater chemistry in the Tono area.”, JNC TN 7450 2003-001 (2003)