

トンネル掘削に伴う地下水位  
変化による植生への影響について  
(案)

令和5年7月

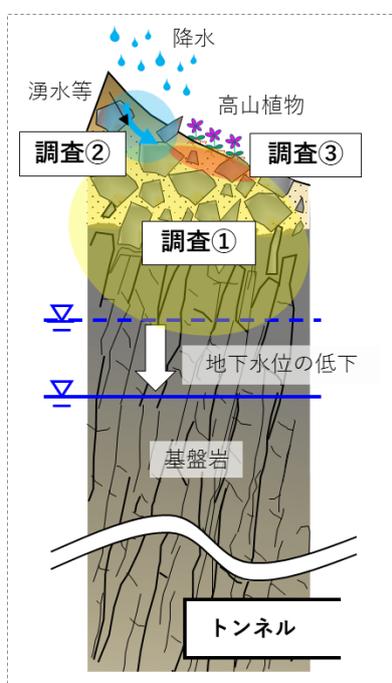
東海旅客鉄道株式会社

## 目次

(1)	はじめに.....	1
(2)	調査対象箇所とトンネルの位置関係.....	2
(3)	調査計画.....	4
(4)	調査結果と考察について.....	24

## (1) はじめに

- ・令和4年8月2日の第15回リニア中央新幹線静岡工区有識者会議における静岡県からのご説明にあった通り、トンネル掘削に伴う地下水位低下の影響が稜線部にまで及ぶ場合、高山帯のお花畑にも影響を及ぼすのではないかと懸念されています。
- ・そこで、トンネル掘削による高標高部の植生への影響の有無を確認するため、次の3つの調査を実施します。
- ・なお、国立公園内の調査の一部については、自然公園法第21条の許可を頂く必要があります。本資料に記載の調査の一部は、現時点で自然公園法の許可申請を行っていません。今後、自然公園法に係る協議の上、調査範囲や調査方法等について、決定していきます。



**調査①：地質や地下水の帯水状況を調査**

**調査②：高標高部の土壌水や湧水等の起源を調査**

**調査③：地表面付近の土壌水分を計測**

**図 1 調査概要のまとめ**

## (2) 調査対象箇所とトンネルの位置関係

- ・調査対象箇所とトンネルとの位置関係や現地の状況を図 2～図 4 に示します。

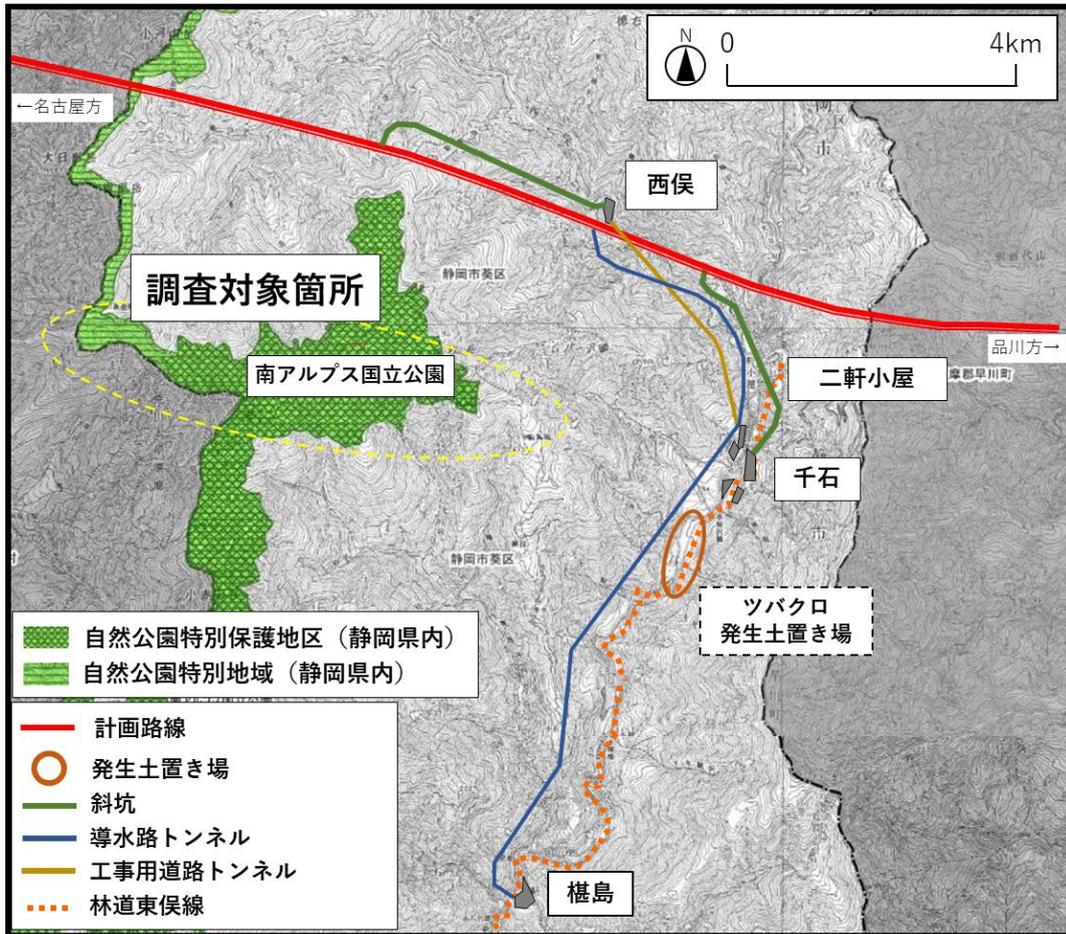


図 2 調査対象箇所とトンネルの位置関係（平面図）

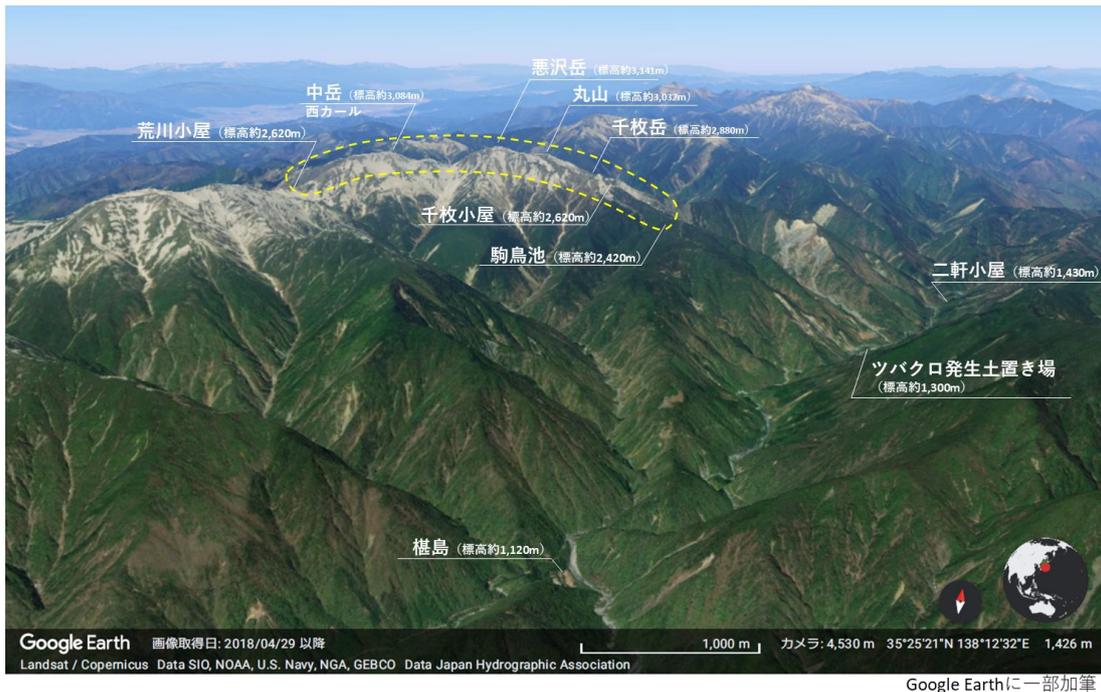


図 3 調査対象箇所の状況（衛星航空写真）



2022年7月 JR東海撮影

荒川岳のお花畑



2022年7月 JR東海撮影

西カール



悪沢岳頂上

2022年7月 JR東海撮影

稜線部の状況



2022年7月 JR東海撮影

湧水の状況



2022年7月 JR東海撮影

駒鳥池の状況



2022年7月 JR東海撮影

登山道の様子（悪沢岳山頂付近）



2022年7月 JR東海撮影

登山道の様子（悪沢岳～中岳間）



2022年7月 JR東海撮影

登山道の様子（悪沢岳～中岳間）

図 4 調査対象箇所付近の状況

### (3) 調査計画

#### <調査①：地質や地下水の帯水状況を調査>

- ・地質や含水状況の把握を目的とし、A. 掘削調査と B. 電気探査を行います。
- ・調査箇所は、地形の観点から現地の特徴を捉え、カール部、稜線部において調査を実施することとしました。なお、高標高部に存在する線状凹地の池等においても、調査を実施することとしました。

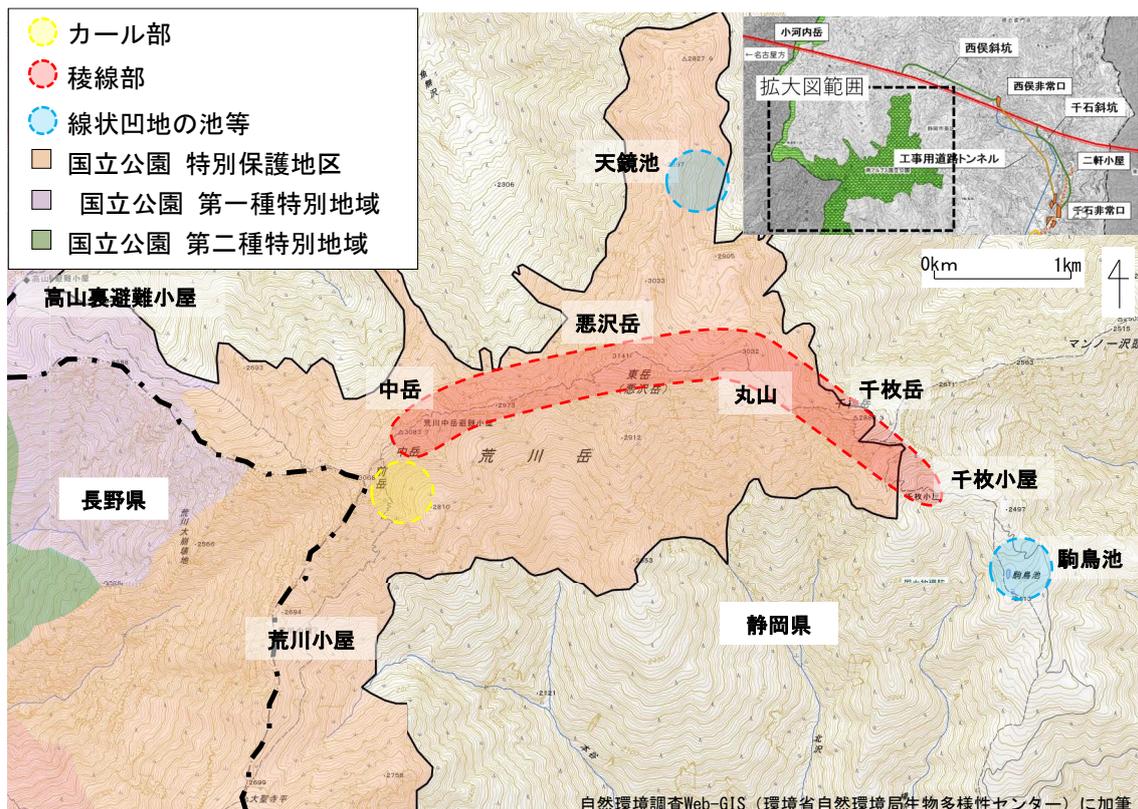


図 5 調査箇所平面図（調査①：地質や地下水の帯水状況）

### ①-1：カール部の調査について

- ・カール部のお花畑における地質等については、西カールにおいて、富田ら<sup>1</sup>によって調査が行われており、調査結果は、以下の通りです。

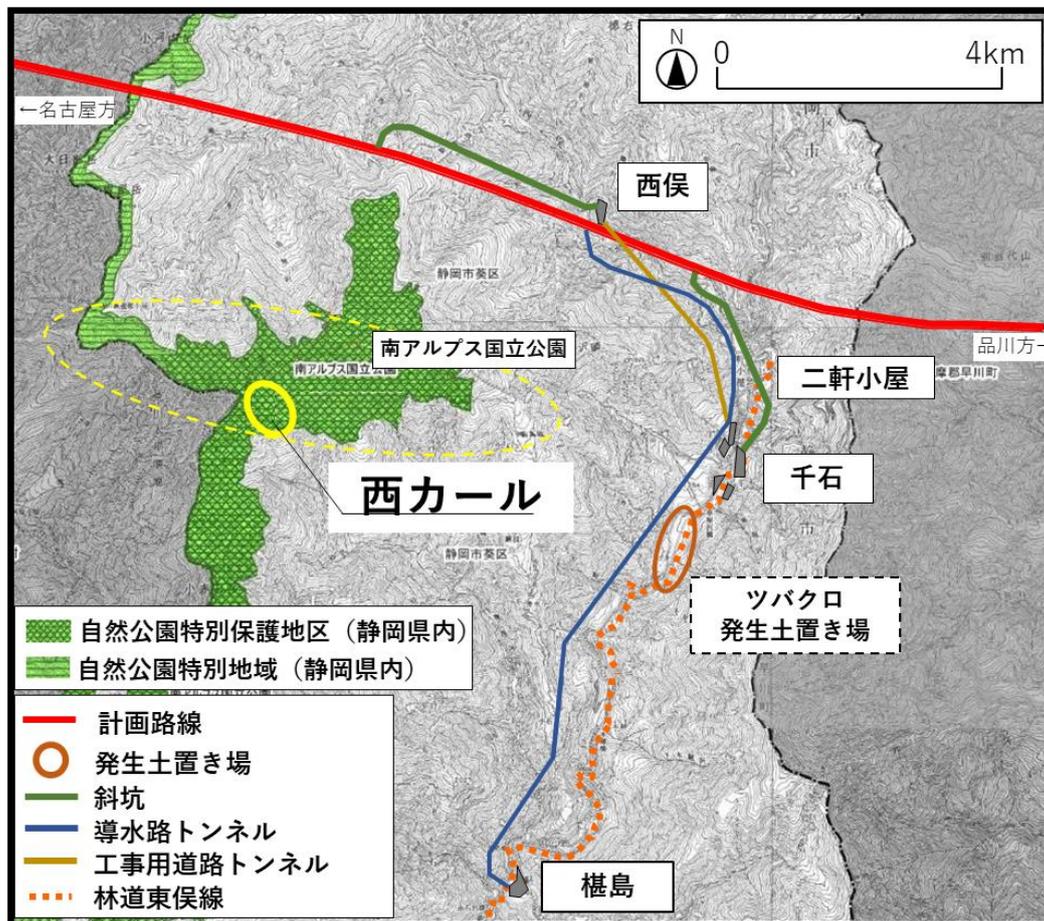


図 6 調査箇所平面図（カール部）

<sup>1</sup> ※南アルプスの自然 P69~90、増沢武弘著、平成 19 年 3 月 30 日、マエダ印刷株式会社

【調査結果 1】（文献より）<sup>2</sup>

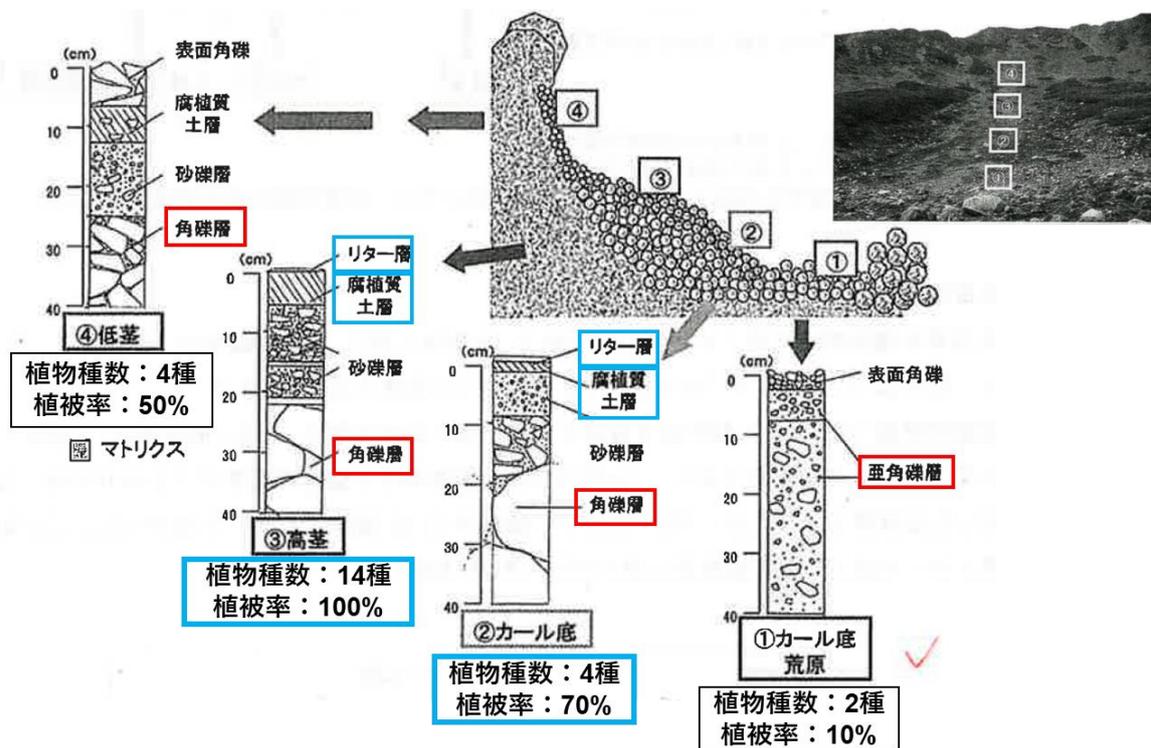


図 7 調査対象箇所における文献調査結果 1（カール部）

以下、文献引用

③高茎草本植物群落と②カール底植物群落では、落葉・落枝が存在し、その下には腐植質土層が存在する。そのため、植物の実生が定着しやすく、植生が十分に発達できたと考えられる。

<sup>2</sup> ※南アルプスの自然 P69~90、増沢武弘著、平成 19 年 3 月 30 日、マエダ印刷株式会社

【調査結果 2】（文献より）<sup>3</sup>

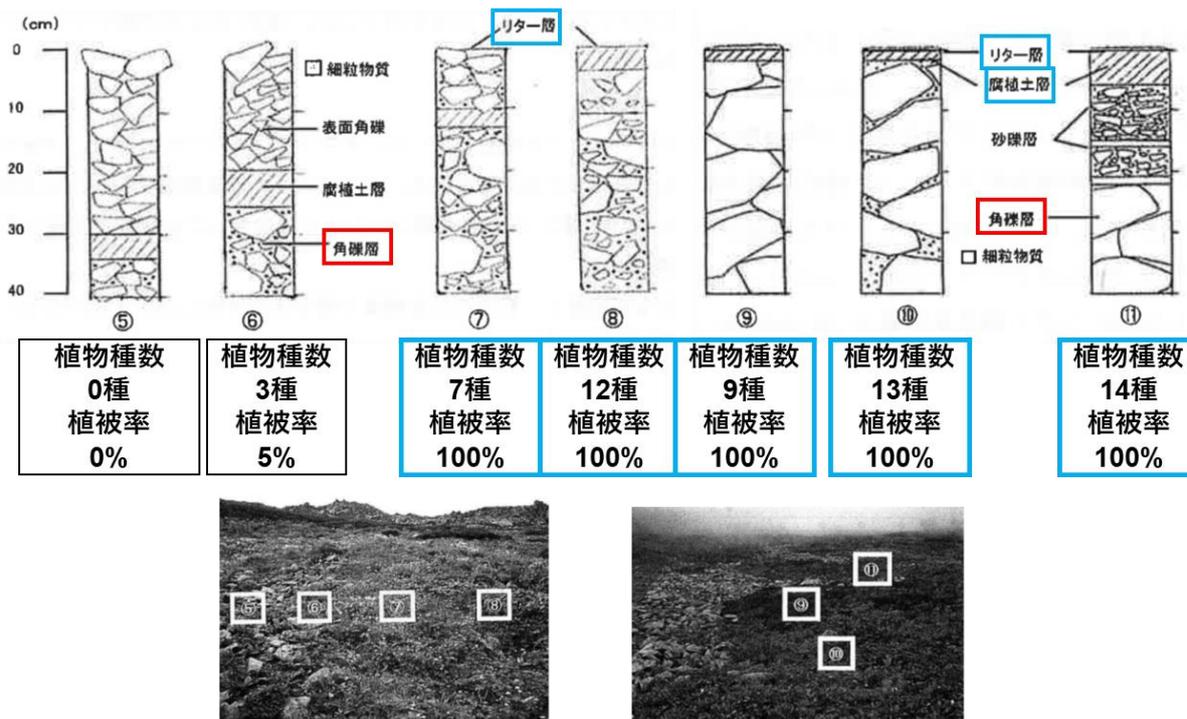


図 8 調査対象箇所における文献調査結果 2（カール部）

以下、文献引用

腐植質土層が土壤中に存在した区では、植生がよく発達していた。そして、腐植質土層が土壤中に存在しない区では、岩屑層にマトリクスが含まれている部分では植生が発達していた。岩屑層にマトリクスが含まれていない区では植物はほとんど生育していないか、限られた植物が生育しているのみだった。

- ・以上の調査結果を踏まえ、現地で計画している調査内容は以下の通りです。

<sup>3</sup> ※南アルプスの自然 P69~90、増沢武弘著、平成 19 年 3 月 30 日、マエダ印刷株式会社

## 【A. 掘削調査について（カール部）】

（掘削調査の目的）

- ・カール部において、地表面から 50cm～1m 程度までを人力で掘削し、地質や含水状況を確認します。

（想定される結果）

- ・文献資料と同様に地表面付近に薄い落葉・落枝層や腐植を含む層が存在し、それらの下層には角礫層が存在すると考えられます。

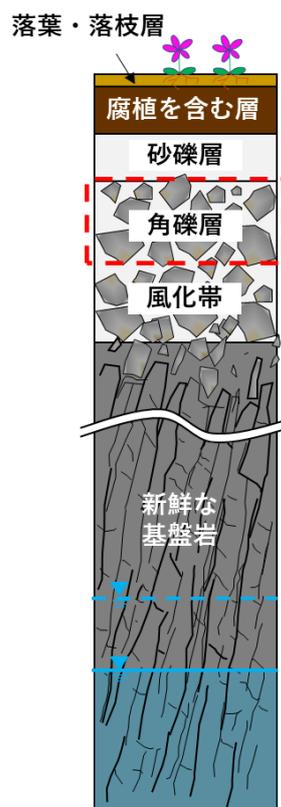


図 9 想定される地質や地下水の帯水状況（カール部）

## 【B. 電気探査について（カール部）】

- ・A. 掘削調査に加え、掘削箇所付近を含めて電気探査を行うことにより、地表面付近の角礫層の水分の状況や面的な広がりを確認します。

（電気探査の目的）

- ・掘削調査で確認した角礫層の、水分に関する情報と面的な広がりを確認するために、地表面付近の比抵抗分布を把握できる探査対象深度が 1～1.5m 程度、測線延長 10m 程度の電気探査を実施します。

（想定される結果）

### 角礫層の水分について

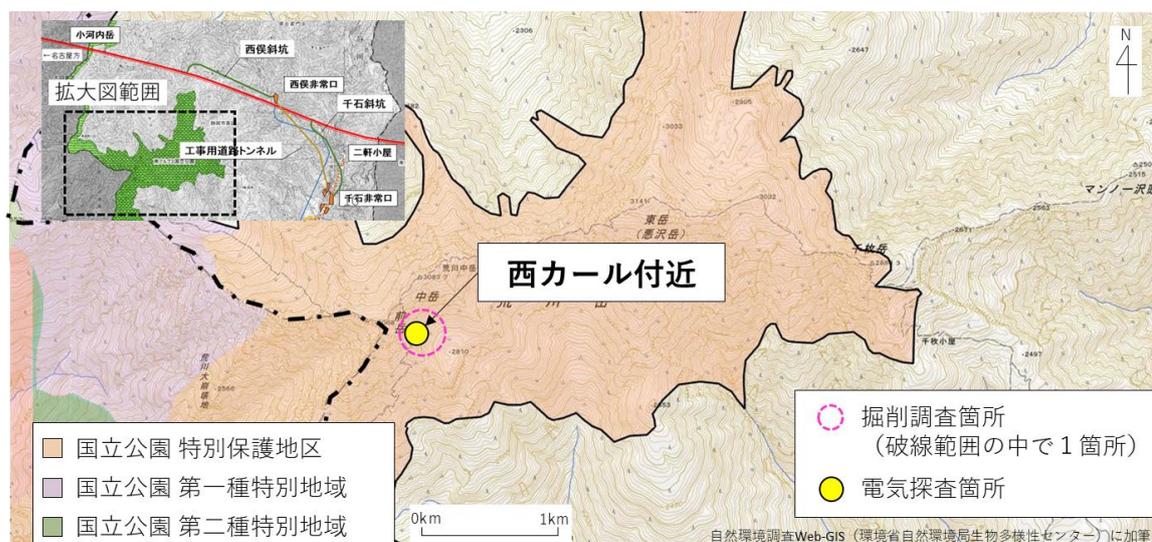
- ・電気探査の結果、地表面から最も浅い箇所（地表面から 10cm～20cm 程度まで）では、落葉・落枝層や腐植を含む層の存在によって、低い比抵抗分布が確認されると考えられます。
- ・それらの下層において、
  - －低い比抵抗分布が確認されれば、水分を含んだ角礫層であると考えられます。こうした角礫層は角礫と角礫の間に粘土等の細粒分が存在し、地表面から供給される水分を保持している、もしくは仮に地表面付近に地下水が存在した場合には毛管現象により地下水を吸い上げている可能性があると考えられます。
    - その他の調査結果も踏まえ、トンネル掘削による影響を検討します。
  - －高い比抵抗分布が確認されれば、水分ではなく空気を多く含んだ角礫層であると考えられます。こうした角礫層は仮に地表面付近に地下水があったとしても、毛管現象により地下水を吸い上げられないと考えられます。
- ・A. 掘削調査で角礫層が確認され、電気探査の結果、掘削調査で角礫層が確認された深さで、高い比抵抗分布を確認できれば、毛管現象により地下水を吸い上げられない角礫層が存在すると考えられ、トンネル掘削により深部の地下水が低下したとしても、落葉・落枝層や腐植を含む層の土壌水分量に影響はないと考えられます。その他の調査結果も踏まえ、この考察をより確かなものとしします。

### 角礫層の面的な広がりについて（補足）

- ・掘削箇所だけでなく、角礫層の面的な広がりの有無を確認し、調査結果をより確かなものとする可以考虑しています。

## 【調査箇所と調査にあたっての留意事項（カール部）】

- ・掘削調査は、特別保護地区内の改変を最小限にするため、西カールにて1箇所実施します。
- ・電気探査は、西カールでの掘削調査箇所付近にて1箇所実施します。
- ・なお、いずれの調査も自然公園法第21条に基づく許可が必要です。調査にあたっては植物の損傷を最小限にする等、調査に伴う環境への影響について十分留意します。



荒川小屋側登山道より



中岳側登山道より

図 10 調査箇所平面図、現地状況（カール部）  
（調査① 地質や地下水の帯水状況）

## ①-2：稜線部の調査について

### 【A. 掘削調査について（稜線部）】

（掘削調査の目的）

- ・稜線部において、地表面から 50cm～ 1m 程度までを人力で掘削し、地質や含水状況を確認します。

（想定される結果）

- ・カール部同様、地表面付近に薄い落葉・落枝層や腐植を含む層が存在し、それらの下層には角礫層や風化帯が存在すると考えられます。

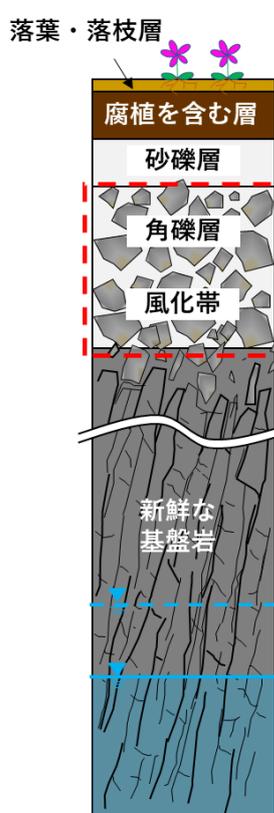


図 11 想定される地質や地下水の帯水状況（稜線部）

## 【B. 電気探査について（稜線部）】

- ・ A. 掘削調査に加え、掘削箇所付近を含めて電気探査を行うことにより、地表面付近の角礫層や風化帯の水分の状況や面的な広がりを確認します。

（電気探査の目的）

- ・ 掘削調査で確認した角礫層や風化帯の、水分に関する情報と面的な広がりを確認するために、地表面付近の比抵抗分布を把握できる探査対象深度が1～1.5m程度、測線延長10m程度の電気探査を実施します。

（想定される結果）

### 角礫層の水分について

- ・ 電気探査の結果、地表面から最も浅い箇所（地表面から10cm～20cm程度まで）では、落葉・落枝層や腐植を含む層の存在によって、低い比抵抗分布が確認されると考えられます。
- ・ それらの下層において、
  - － 低い比抵抗分布が確認されれば、水分を含んだ角礫層や風化帯であると考えられます。こうした角礫層や風化帯は隙間に粘土等の細粒分が存在し、地表面から供給される水分を保持している、もしくは仮に地表面付近に地下水が存在した場合には毛管現象により地下水を吸い上げている可能性があると考えられます。
    - その他の調査結果も踏まえ、トンネル掘削による影響を検討します。
  - － 高い比抵抗分布が確認されれば、水分ではなく空気を多く含んだ角礫層や風化帯であると考えられます。こうした角礫層や風化帯は仮に地表面付近に地下水があったとしても、毛管現象により地下水を吸い上げられないと考えられます。
- ・ A. 掘削調査で角礫層や風化帯が確認され、電気探査の結果、掘削調査で角礫層や風化帯が確認された深さで、高い比抵抗分布を確認できれば、毛管現象により地下水を吸い上げられない角礫層や風化帯が存在すると考えられ、トンネル掘削により深部の地下水が低下したとしても、落葉・落枝層や腐植を含む層の土壌水分量に影響はないと考えられます。その他の調査結果も踏まえ、この考察をより確かなものとしします。

### 角礫層の面的な広がりについて（補足）

- ・ 掘削箇所だけでなく、角礫層や風化帯の面的な広がりの有無を確認し、調査結果をより確かなものとする可以考虑しています。

## 【千枚小屋付近でのボーリング調査について】

- ・角礫層や風化帯より深い部分の地質や地下水の状況を確認するため、資機材を運搬することができ A. 掘削調査よりも深いボーリング調査が可能である千枚小屋付近において、深さ数十 m のボーリング調査を実施します。
- ・深い部分の地質や地下水の状況が確認できれば、表層付近の角礫層や風化帯の存在の有無にかかわらず、トンネル掘削により深部の地下水が低下したとしても、地表面付近の落葉・落枝層や腐植を含む層の土壌水分量に影響はないことを、より確かなものにする可以考虑しています。

## 【調査箇所と調査にあたっての留意事項（稜線部）】

- ・掘削調査は特別保護地区内の改変を最小限にするため、破線の範囲の中で1箇所実施します。
- ・電気探査は、①丸山山頂付近、②悪沢岳山頂付近、③中岳山頂付近にて実施します。

(※丸山山頂付近では、測線を長くとれるため、広範囲で地質を確認できる可能性のある中深度探査（探査対象深度 10～15m、測線約 50m）や大深度探査（探査対象深度 50～100m、測線約 200m）を実施します。周辺でボーリング調査の結果がないことから、結果の解釈には留意が必要であると考えています。)

- ・なお、いずれの調査も、自然公園法第 21 条に基づく許可が必要です。調査にあたっては、植物の損傷を最小限にする等、調査に伴う環境への影響について十分留意します。

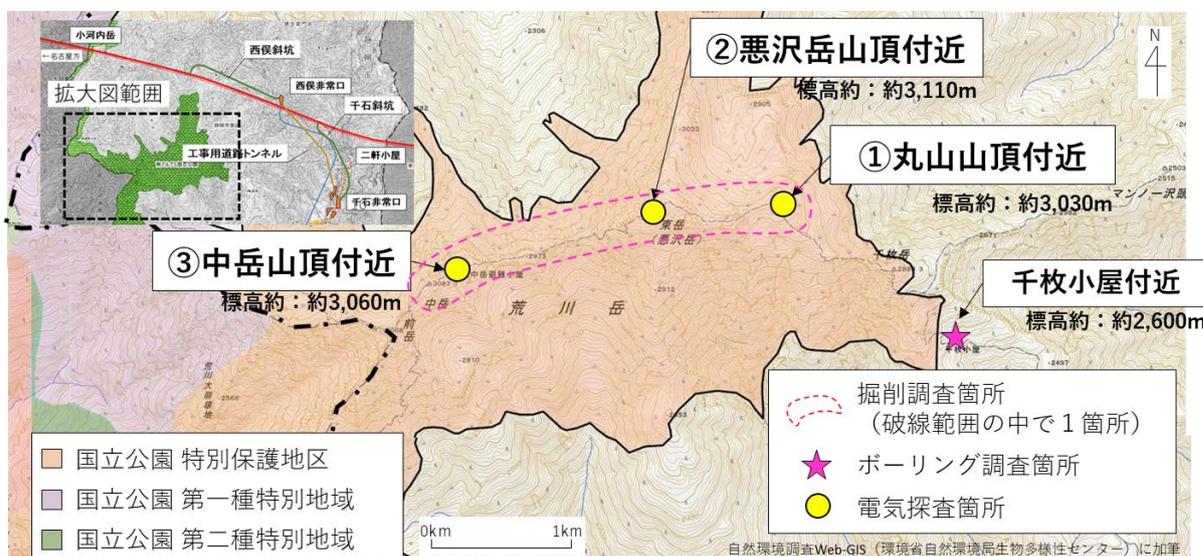


図 12 調査箇所平面図（調査① 地質や地下水の帯水状況）：稜線部

【調査地点：丸山山頂付近】



悪沢岳側登山道より



丸山山頂



千枚岳側登山道より



千枚岳側登山道より

【調査地点：悪沢岳山頂付近】



悪沢岳側登山道より



中岳側登山道より

【調査地点：中岳山頂付近】



中岳側登山道より



悪沢岳側登山道より

図 13 調査箇所状況 (調査① 地質や地下水の帯水状況) : 稜線部

### ①-3：線状凹地の池等の調査について

- ・線状凹地の地質については、文献<sup>4</sup>にて以下の通り記載されています。文献を参考に、A. 掘削調査と B. 電気探査を行います。

以下、文献（抜粋）

- ・線状凹地とは尾根周辺や山腹斜面に発達する線状の凹地のこと、尾根付近では、線状凹地の両側に小規模な尾根が並走することになるので、二重（多重）山稜と呼ばれることもある。
- ・片側もしくは両側の山腹斜面が河川の浸食により急傾斜化すると、それより上方の斜面は不安定となり、自重によって側方に広がろうとする過程で、正断層が形成され、断層に沿って階段状にずり落ちたり、地構状の凹地を作る。
- ・線状凹地が形成されると、そこは周囲とは異なる環境になる。凹地は水はけが悪くなり、尾根上に池ができることがある。
- ・千枚登山道沿いの駒鳥池がその例である。

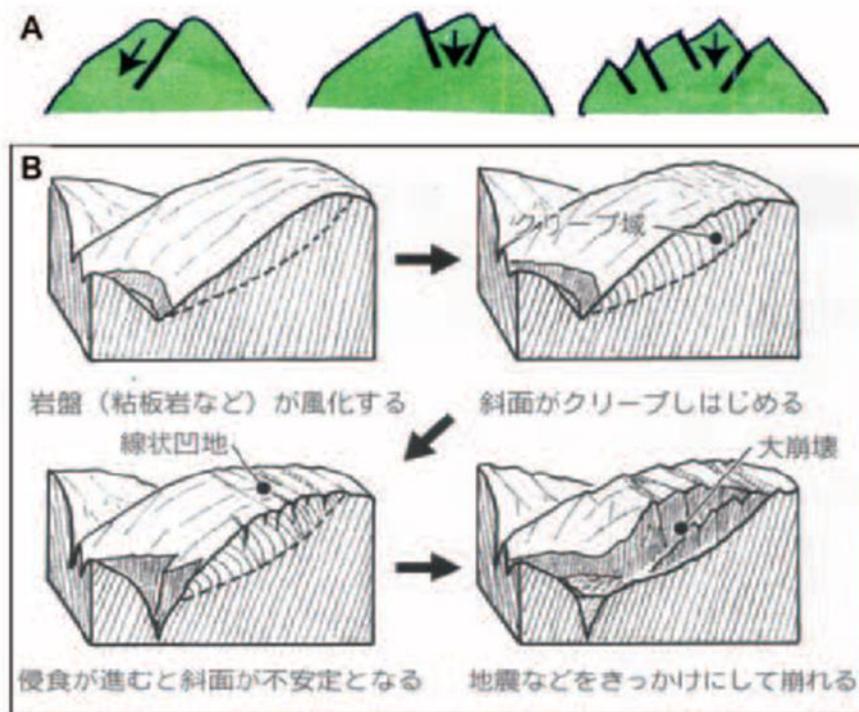


図4 線状凹地の形成を示す模式図。A：線状凹地の典型例。B：河川の側方浸食による山腹斜面の不安定化，稜線付近での線状凹地形成，深層崩壊，稜線の平坦化過程を示す模式図（村松，2001）。

### 図 14 文献調査結果（線状凹地）

<sup>4</sup> 南アルプス南部，大井川上流部のジオサイト・ジオツアーガイド（狩野謙一、伊藤圭太）、静岡大学地球科学研究報告第42号（2015年7月）85頁～107頁（抜粋）

## 【A. 掘削調査について（線状凹地の池等）】

（掘削調査の目的）

- ・駒鳥池においてボーリング調査を行い、水はけの悪い層（粘土層等）やその下層の風化帯等、また、地下水の帯水状況を確認するため、深さ 10m 程度のボーリング調査を実施します。

（想定される結果）

- ・地表面付近に水はけの悪い層（粘土層等）が存在し、その上部に水が溜まっていると想定しています。また、水はけの悪い層（粘土層等）の下層には、風化帯等が存在することを想定しています（図 15）。
- ・ボーリング調査の結果、水はけの悪い層の下層の風化帯等において不飽和帯が確認できれば、池の水と深部の地下水は直接的にはつながっていないと考えられます。

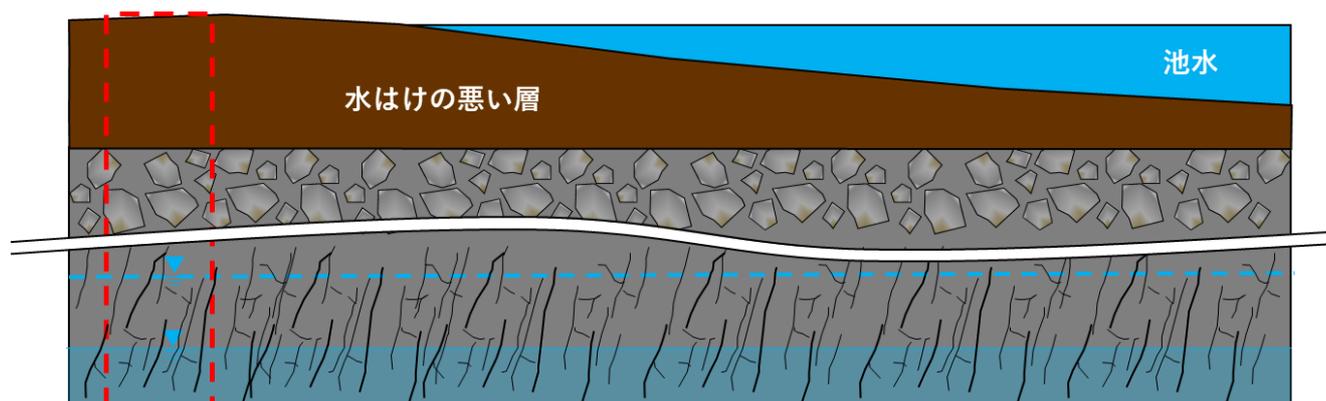


図 15 想定される地質や地下水の帯水状況（線状凹地の池等）

## 【B. 電気探査について（線状凹地の池等）】

（掘削調査の目的）

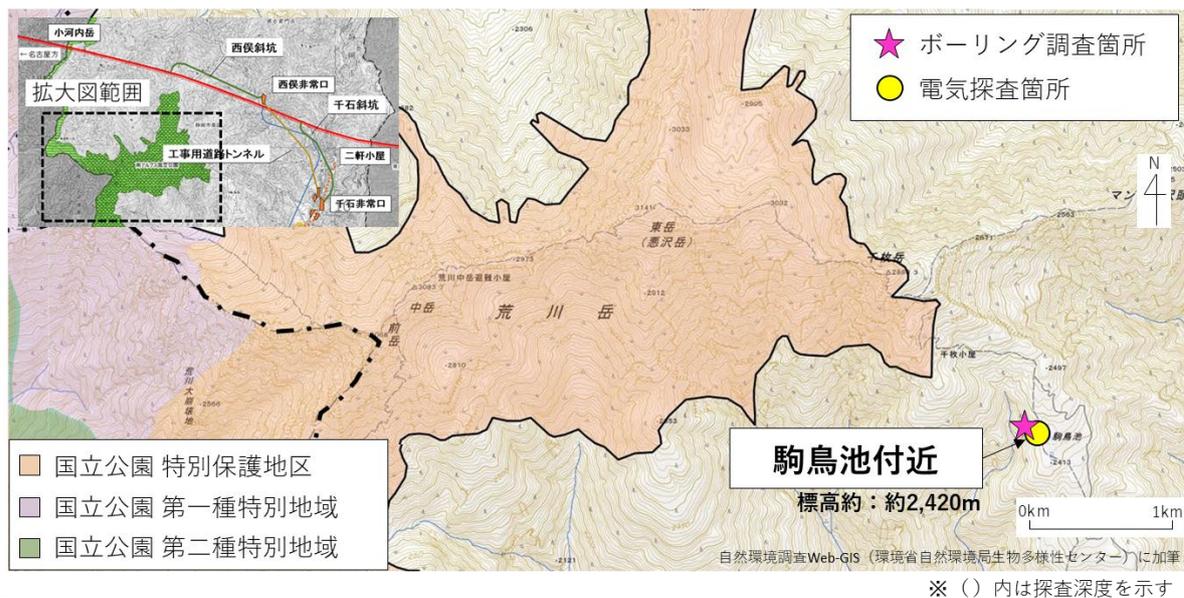
- ・掘削調査で確認した地質の面的な広がりを確認することを目的とし、探査対象深度が 10～15m 程度、測線延長 50m 程度の電気探査を実施し、地下の比抵抗分布を調査します。

（想定される結果）

- ・水はけの悪い層（粘土層等）は、低い比抵抗値を示すと考えられます。
- ・こうした低い比抵抗値を示す範囲が駒鳥池周辺に平面的に広がっていること等を確認し、掘削調査の結果をより確かなものとしします。

## 【調査箇所と調査にあたっての留意事項（線状凹地の池等）】

- ・ボーリング調査、電気探査ともに駒鳥池付近で1箇所実施します。
- ・ボーリング調査については、駒鳥池の水に影響を及ぼさないよう調査後は、水はけの悪い層と同等の透水性を持つ材料等にて確実に埋め戻し等を行います。また、掘削土の処理等、調査に伴う環境への影響について、十分留意します。



駒鳥池



駒鳥池付近の状況

図 16 調査箇所平面図、現地状況（調査① 地質や地下水の帯水状況）  
：線状凹地の池等

## ＜調査②：高標高部の土壤水や湧水等の起源を調査＞

- ・地表面付近の水は、トンネル掘削箇所付近の地下深部に起因するものではなく、比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水であるということを確認することを目的とし、高標高部の水を採水し、化学的な成分分析を実施します。
- ・採水する水は、A. カール部・稜線部の土壤内の水、B. 湧水、 C. 池の水、 D. 降雨とします。

表 1 採水する水別の調査目的

採水する水	目的
A. カール部・稜線部の土壤水	実際に植物が生息している箇所付近の土壤水を採水し、化学的な成分分析を実施することで植生への影響を直接的に検討するため
B. 湧水	高標高部で湧いている湧水を採水し、化学的な成分分析を実施することで湧水が水分の供給源となっている植生への影響を検討するため
C. 池の水	溜まっている池の水を採水し、化学的な成分分析を実施することで高標高部に存在する線状凹地の池等への影響を検討するため
D. 降雨	A～Cの調査結果と比較し、A～Cの水が降雨起源であることを確認するため

### 【調査箇所】

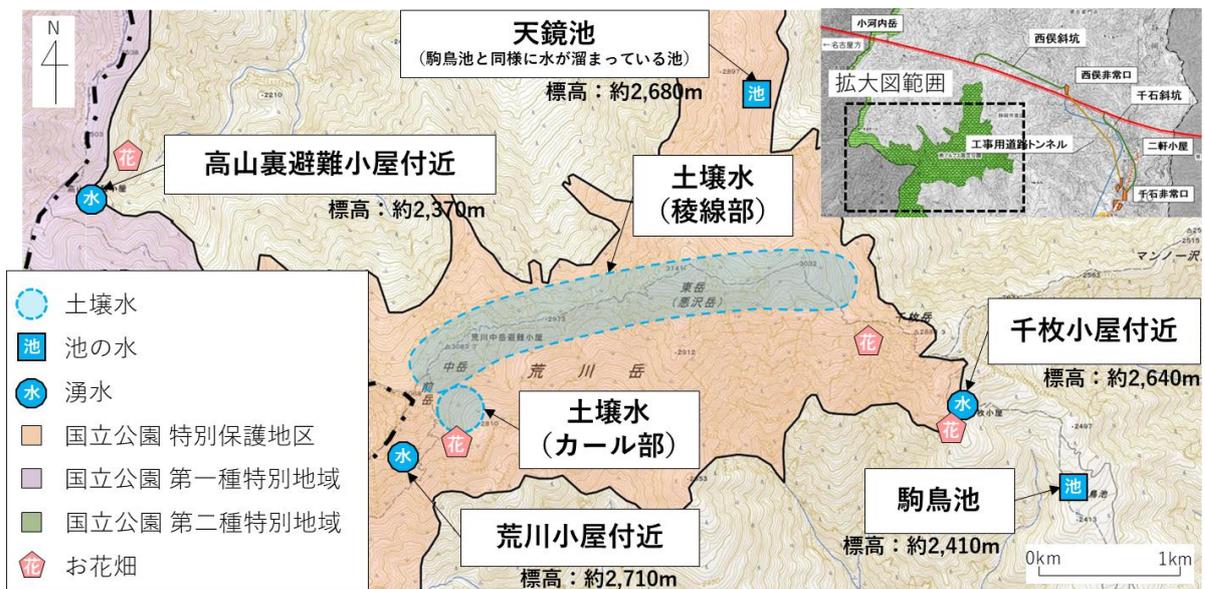


図 17 調査箇所平面図 (調査② 化学的な成分分析)

## 【調査箇所の状況】



図 18 調査対象箇所の状況（調査② 化学的な成分分析）

## 【調査方法】

表 2 分析内容と調査項目（A. カール部・稜線部の土壤水）

分析内容	調査項目
溶存イオン分析	水の起源の可能性（浅層地下水・深層地下水、温泉水等）を推定
酸素・水素 安定同位体比分析	水の平均的な涵養標高（雨水が地下に涵養した標高）を推定

※今後、土壤水の滞留時間の分析について、現地の状況を考慮のうえ技術的な課題や実現可能性を検討し、有識者会議委員ともご相談しながら検討を進めていきます。なお、分析にあたって土壤を採取する場合には、自然公園法第 21 条に基づく許可が必要となります。調査にあたっては植物の損傷を最小限にする等、調査に伴う環境への影響について十分留意します。

表 3 分析内容と調査項目（B. 湧水、C. 池の水、D. 降水）

分析内容	調査項目
溶存イオン分析	水の起源の可能性（浅層地下水・深層地下水、温泉水等）を推定
酸素・水素 安定同位体比分析	水の平均的な涵養標高（雨水が地下に涵養した標高）を推定
不活性ガス等の分析 (SF <sub>6</sub> 、トリチウム)	水の滞留時間を推定

### ＜調査③：地表面付近の土壤水分を計測＞

#### 【目的】

- ・実際に植物が生息している箇所<sup>5</sup>の土壤水分を調査し、降水（降雨や雪解け水）との応答を確認することで、表層付近の土壤水分は降水と連動していることを確認することを目的とします。
- ・また、カール部・稜線部において「①地質や地下水の帯水状況を調査 A. 掘削調査」で掘削した箇所では、地表面付近に存在すると想定される角礫層内の水の動きを確認するために、角礫層内の土壤水分を調査します。
- ・なお、トンネル掘削中及び掘削後も含めて継続的に土壤水分のモニタリングを行い、トンネル湧水や降水との応答を確認しながら、特異的な変化がみられないかを確認します。

#### 【方法】

- ・土壤中にセンサーを設置し、 $pF^5$ と体積含水率と温度を計測します。
- ・計測頻度は常時（1時間に1回計測）を考えています。
- ・データはデータロガーに記録し、データ回収を行います。
- ・なお、土壤水分計の設置にあたっては自然公園法第21条に基づく許可が必要です。調査にあたっては、植物の損傷を最小限にする等、調査に伴う環境への影響について十分留意します。

---

<sup>5</sup> 植物に対する土壤水分の有効性を示す指標。有効水分は  $pF=1.5\sim 3.8$  とされている。（地下構造物と地下水環境、監修 西垣誠、理工図書株式会社、2002年6月10日より）

## 【調査箇所】

- ・地形の観点から現地の特徴を捉え、稜線部、カール部にて実施することとしました。
- ・なお、雨量計については、土壤水分計を設置した高標高部での増設を進めており、千枚小屋付近では既に雨量計、積雪深計の設置が完了し、中岳避難小屋付近においても増設することを予定しています。電源の確保、データ回収方法、降雪への対応、法令手続き等を検討し、設置箇所等を別途報告します。

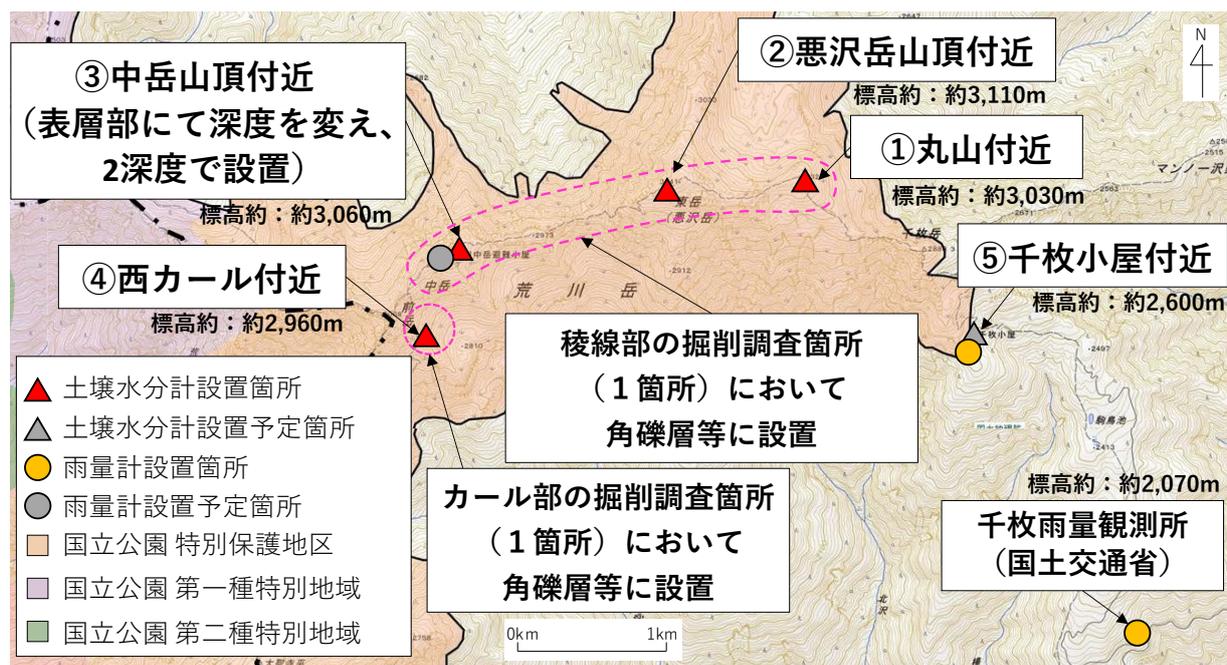


図 19 調査箇所平面図（調査③ 土壤水分計測）



図 20 雨量計・積雪深計等の設置状況（千枚小屋付近）

## 【調査実績と調査箇所状況】

### 【調査地点①：丸山付近】



### 【調査地点②：悪沢岳山頂付近】



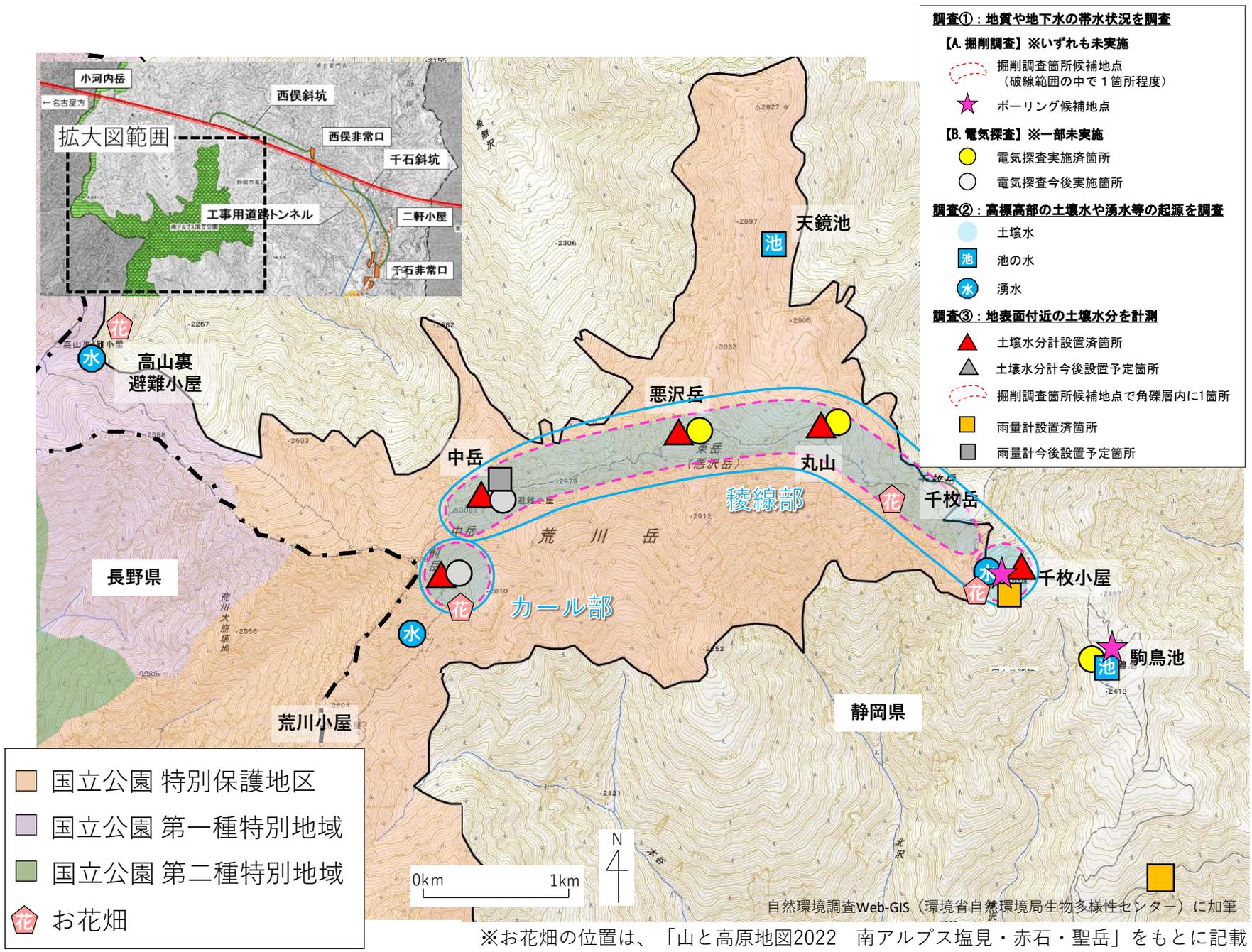
### 【調査地点③：中岳山頂付近】



### 【調査地点④：西カール付近】



図 21 調査箇所の状況（調査③ 土壤水分計測）



※お花畑の位置は、「山と高原地図2022 南アルプス塩見・赤石・聖岳」をもとに記載

図 22 調査計画のまとめ

#### (4) 調査結果と考察について

- ・現時点で調査が完了しているボーリング調査(千枚小屋付近・駒鳥池付近)、電気探査(駒鳥池付近)及び池の水の化学的な成分分析(駒鳥池・天鏡池)について、報告します。
- ・調査箇所の位置平面図を図 23 にお示しします。

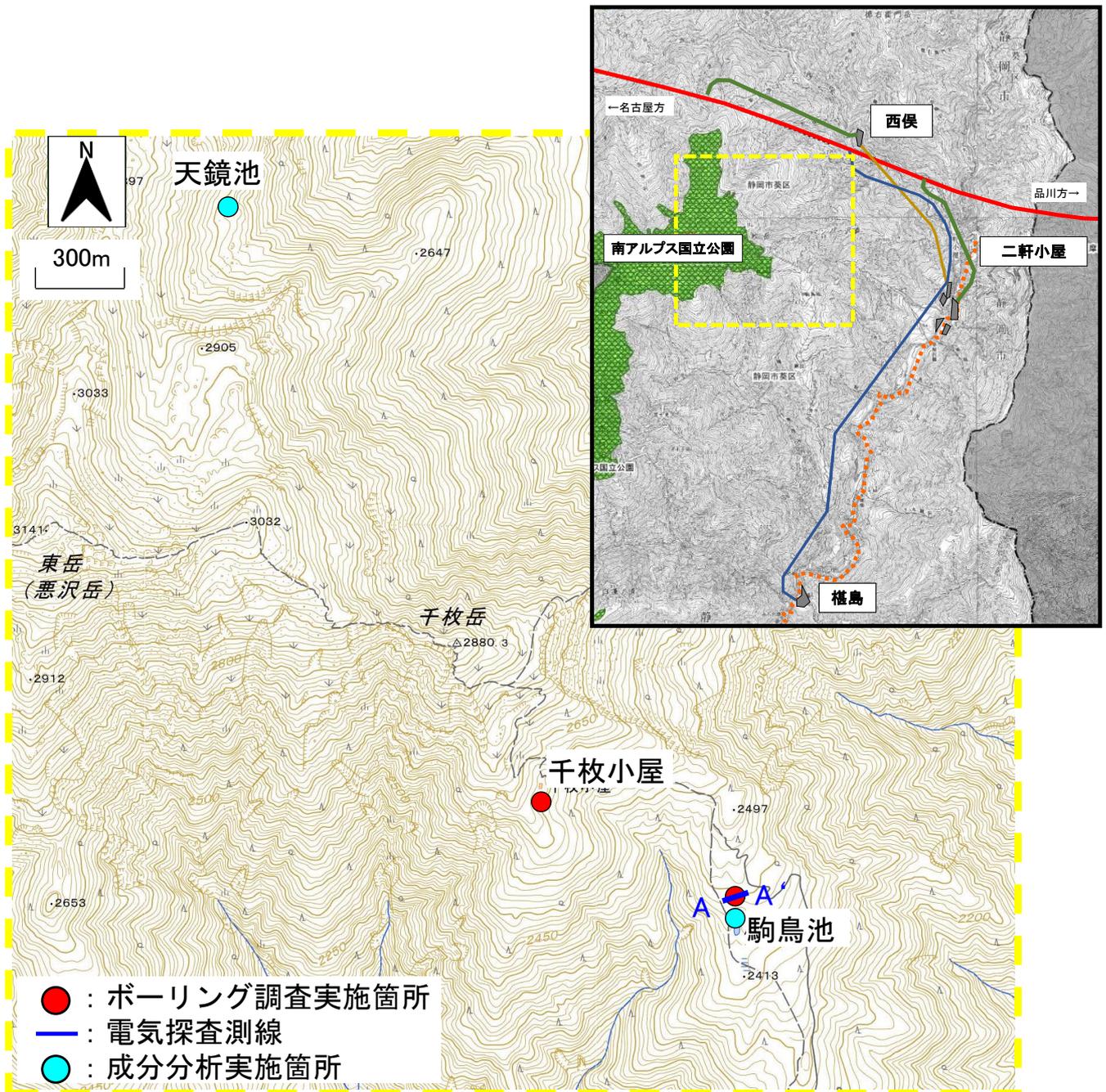


図 23 調査箇所 位置平面図

## 1) 調査の概要

### ア. ボーリング調査

- ・千枚小屋付近および駒鳥池付近における地質状況や地下水状況等を確認するため、鉛直下向きのオールコアボーリング（削孔径： $\phi 86.0\text{mm}$ ）を実施しました（図 24～図 25）。



図 24 ボーリング調査実施状況（千枚小屋付近）



図 25 ボーリング調査実施状況（駒鳥池付近）

## イ. 電気探査

- ・駒鳥池付近における地質状況の面的な広がりを地下の比抵抗分布から確認するために、探査対象深度 10.0～15.0m 程度、測線延長 50.0m 程度、電極間隔 1.0m の電気探査を実施しました。

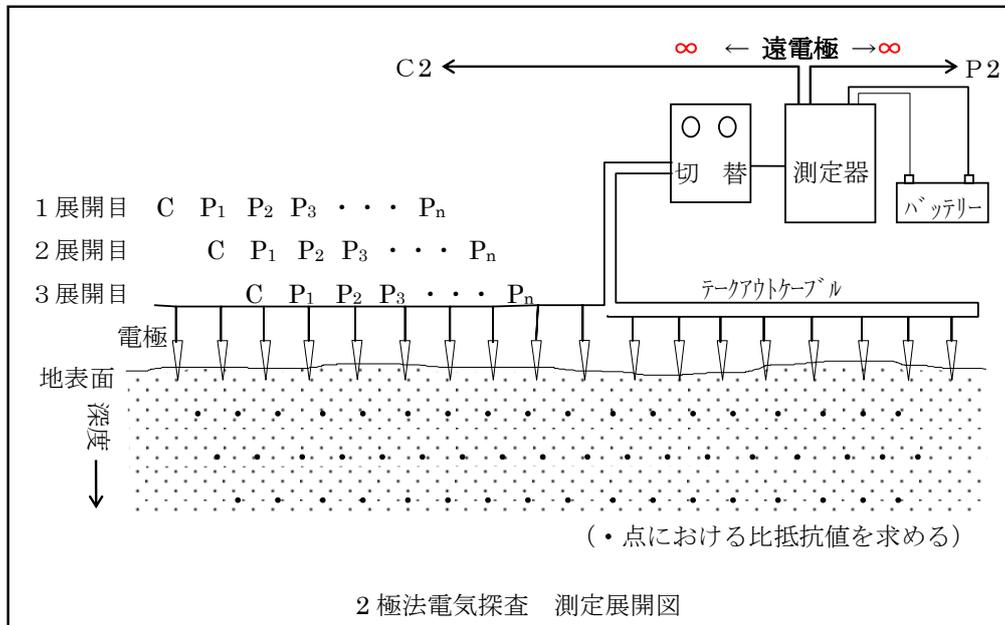


図 26 電気探査測定模式図



図 27 電気探査実施状況（駒鳥池付近）（左：始点側、右：終点側）

## ウ. 池の水の化学的な成分分析

- ・駒鳥池、天鏡池の水は、トンネル掘削箇所付近の地下深部の地下水に起因するものではなく、比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水であるということを確認するために池の水を採水し、化学的な成分分析を実施しました。
- ・今回の分析結果の考察を行うにあたり、以前に実施した計画路線近傍の深井戸（田代ダム付近）の地下水の成分分析結果も合わせてお示しします。
- ・なお、現在、高標高部の降水や土壌水の成分分析も実施しており、結果がまとまり次第、ご報告することを考えています。
- ・成分分析の分析項目及び概要を表 4 に、現地調査期間を表 5 にお示しします。

表 4 成分分析の項目及び概要

分析項目	概要
a) 溶存イオン	地下水は流動する箇所の地質状況などに影響を受け、さまざまな化学物質が溶け込んでおり、水循環の過程において、その組成を変化させていきます。溶存イオン分析では、主要溶存イオン（ナトリウム、カリウム、カルシウム等）の組成を、各イオン同士の濃度割合や全体的な濃度の高さ等により整理し、水の起源（浅層地下水・深層地下水、温泉水等）の可能性を推定するものです。
b) 酸素・水素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ・ $\delta\text{D}$ ）	元素には中性子数が異なる同位体が存在し、放射壊変 <sup>6</sup> することなく安定しているものを安定同位体といいます。その同位体の存在比率は、蒸発、凝結等の相変化に伴い変化します。雨水の酸素・水素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ・ $\delta\text{D}$ ）は標高が高いほど低くなること、地中ではあまり変化しないこと、を利用して水の平均的な涵養標高（雨水が地下に涵養した標高）を推定するものです。
c) 不活性ガス等	不活性ガス（ $\text{SF}_6$ （六フッ化硫黄）等）や放射性同位体（トリチウム等）は、大気中、または降水水中の濃度が年代とともに変動していること、地中では安定的であること、を利用して水の滞留時間を推定するものです。

表 5 成分分析の現地調査期間

調査地点	調査期間	備考
駒鳥池	令和4年9月17日	採水標高：2,412m
天鏡池	令和4年9月16日	採水標高：2,682m
【参考】深井戸（田代ダム付近）	令和2年8月10日	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

<sup>6</sup> 放射壊変：原子核が放射線を出すことにより他の安定な原子核に変化する現象

## 2) 調査結果と考察

### ① 千枚小屋付近

#### (調査結果)

#### ア. ボーリング調査

- ・ボーリング調査によって得られたコア及び柱状図から、GL-0.00m～0.55mで礫混じり粘土が確認されており、その下層にはGL-0.55m～1.95mで玉石混じり砂礫、GL-1.95m～30.50mで粘板岩が確認されました(図 28)。
- ・また、掘削作業中は地下水位を調べるため、作業終了後に孔内に溜まった削孔水を抜き出し、翌日の作業開始時に孔内水位の変化を確認しました(図 29)。
- ・その結果、掘削終了(GL-30.50m)までの間には安定した地下水位はないと考えられます。
- ・なお、図 29 に示す① (GL-18.7m～21.7m 掘削段階)、② (GL-21.7m～24.7m 掘削段階)においては、前日の作業終了時と比較して孔内水位の上昇が確認されましたが、これは粘板岩の中でも透水性が低い考えられる弱風化帯がGL-19.90～22.30m付近で確認されており(図 28)、その上層に局所的に存在する地下水が確認されたものと考えています。
- ・今後、更に標高の高いカール部と稜線部にて掘削調査や電気探査等を実施予定のため、それらの結果も合わせて、今後、トンネル掘削に伴う高標高部の植生への影響について考察していきます。

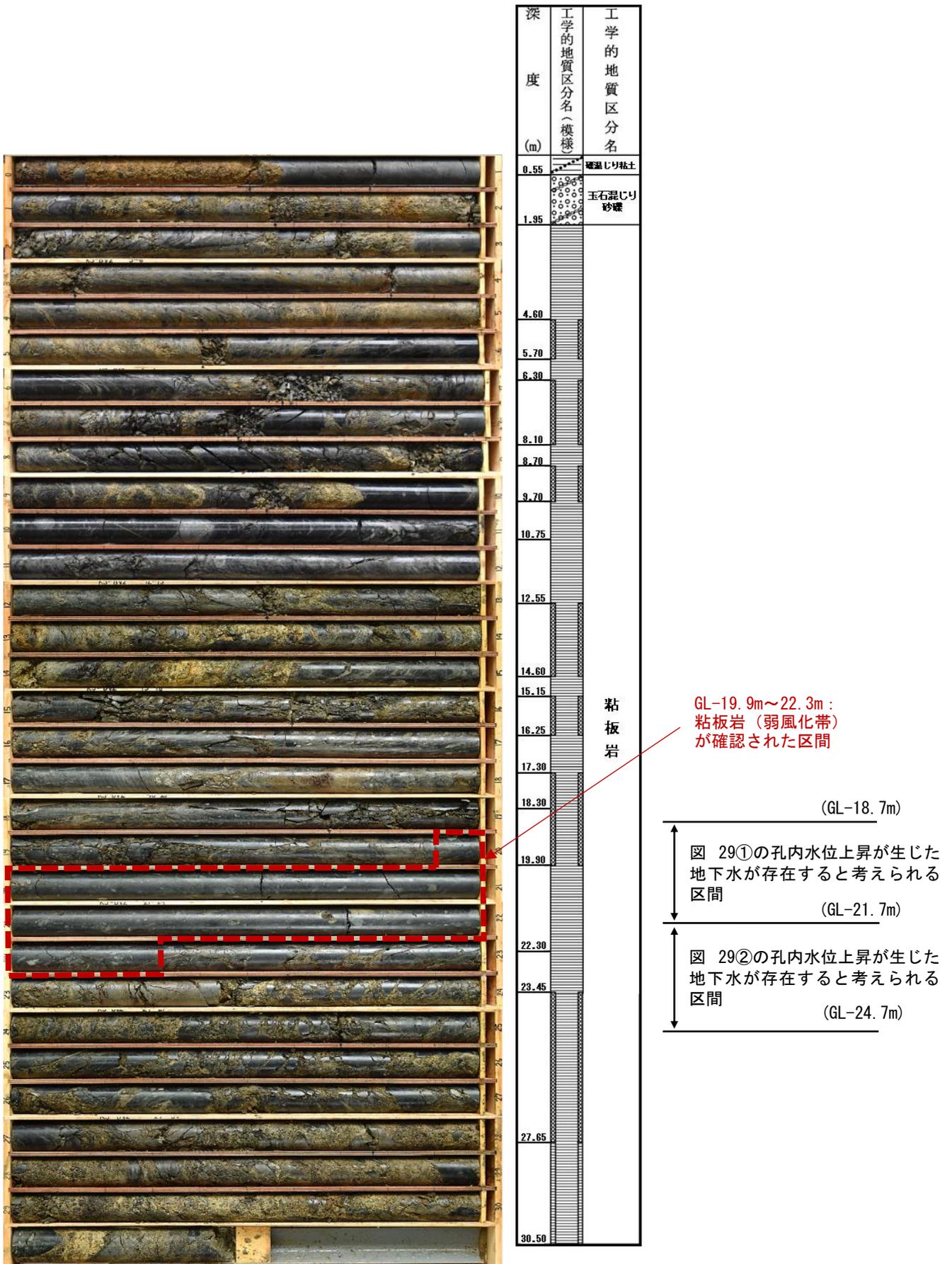


図 28 ポーリングコア写真及び柱状図 (千枚小屋付近)

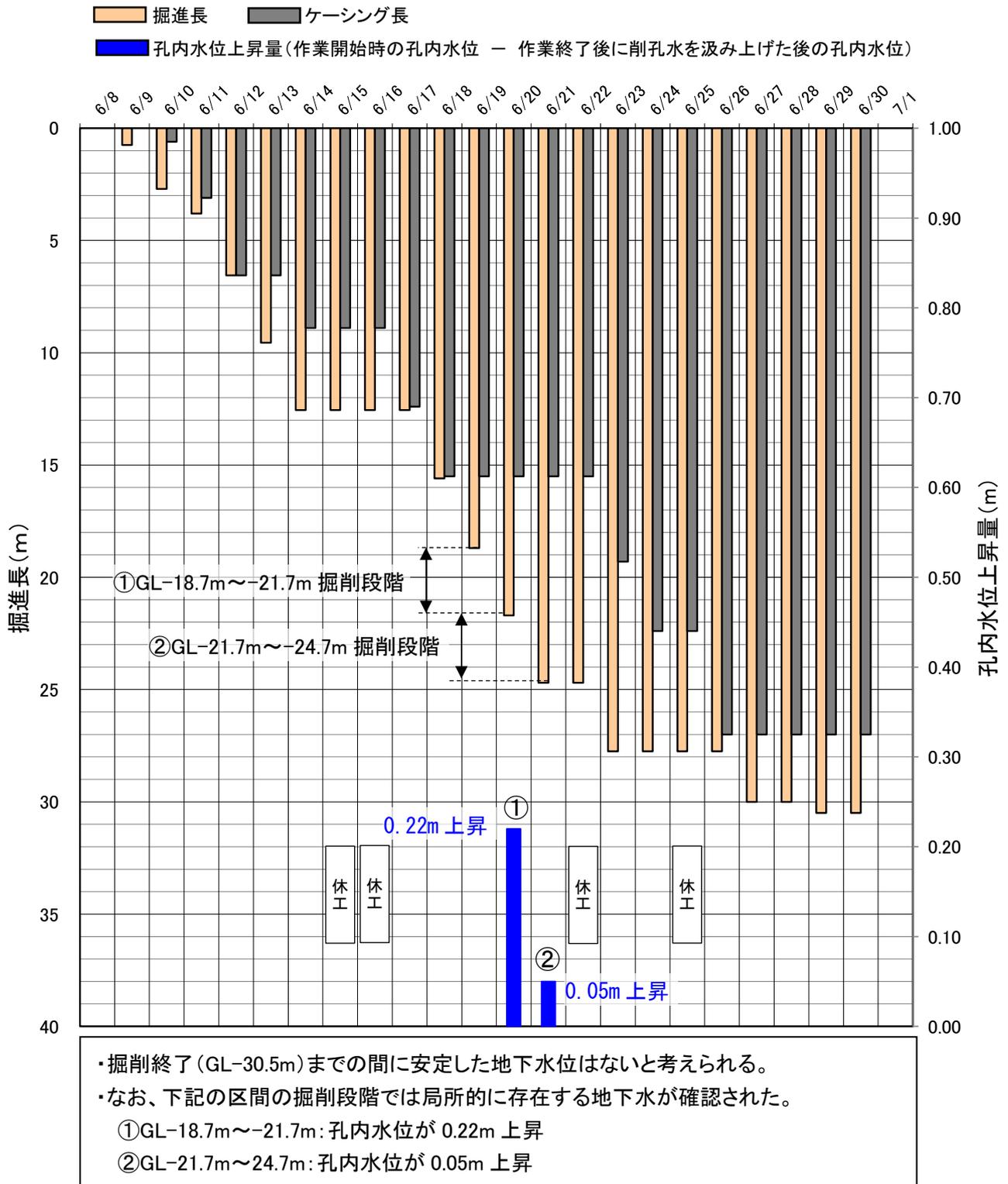


図 29 ボーリング掘削状況、孔内水位状況 (千枚小屋付近)

## ② 駒鳥池付近

### (調査結果)

#### ア. ボーリング調査

- ・ボーリング調査によって得られたコアを確認すると、GL-0.00m～0.35m で高有機質土が確認されており、その下層には GL-0.35m～1.35m で礫混じり粘土、その下層には GL-1.35m～6.30m で玉石混じり砂礫、GL-6.30m～19.60m で粘板岩が確認されました (図 30)。
- ・掘削作業中は地下水位を調べるため、作業終了後に孔内に溜まった削孔水を抜き出し、翌日の作業開始時に孔内水位の変化を確認しました (図 31)。
- ・その結果、図 31 に示す① (GL-1.30m～3.24m 掘削段階)、② (GL-4.43m～6.43m 掘削段階)、③ (GL-6.43m～8.70m 掘削段階) においては、前日の作業終了時と比較して孔内水位の上昇が確認されました。
- ・次に、③において孔内水位の上昇を確認して以降 (掘削深度 GL-8.70m 以降) は、安定した地下水位の位置を確認するために作業終了時に孔内に溜まった削孔水を抜き出さずに、作業開始時の孔内水位を確認しました。
- ・掘削中 (GL-8.70m～19.15m) の孔内水位は GL-8.22～9.00m 間を推移し、掘削完了後 4 日間の孔内水位は GL-8.69～9.41m 間を推移したことから、安定した地下水位は GL-9m 程度にあると考えられます。
- ・なお、①、②、③においては、前日の作業終了時と比較して孔内水位の上昇が確認されましたが、これは地層の境界付近で局所的に存在する地下水が確認されたものと考えています。

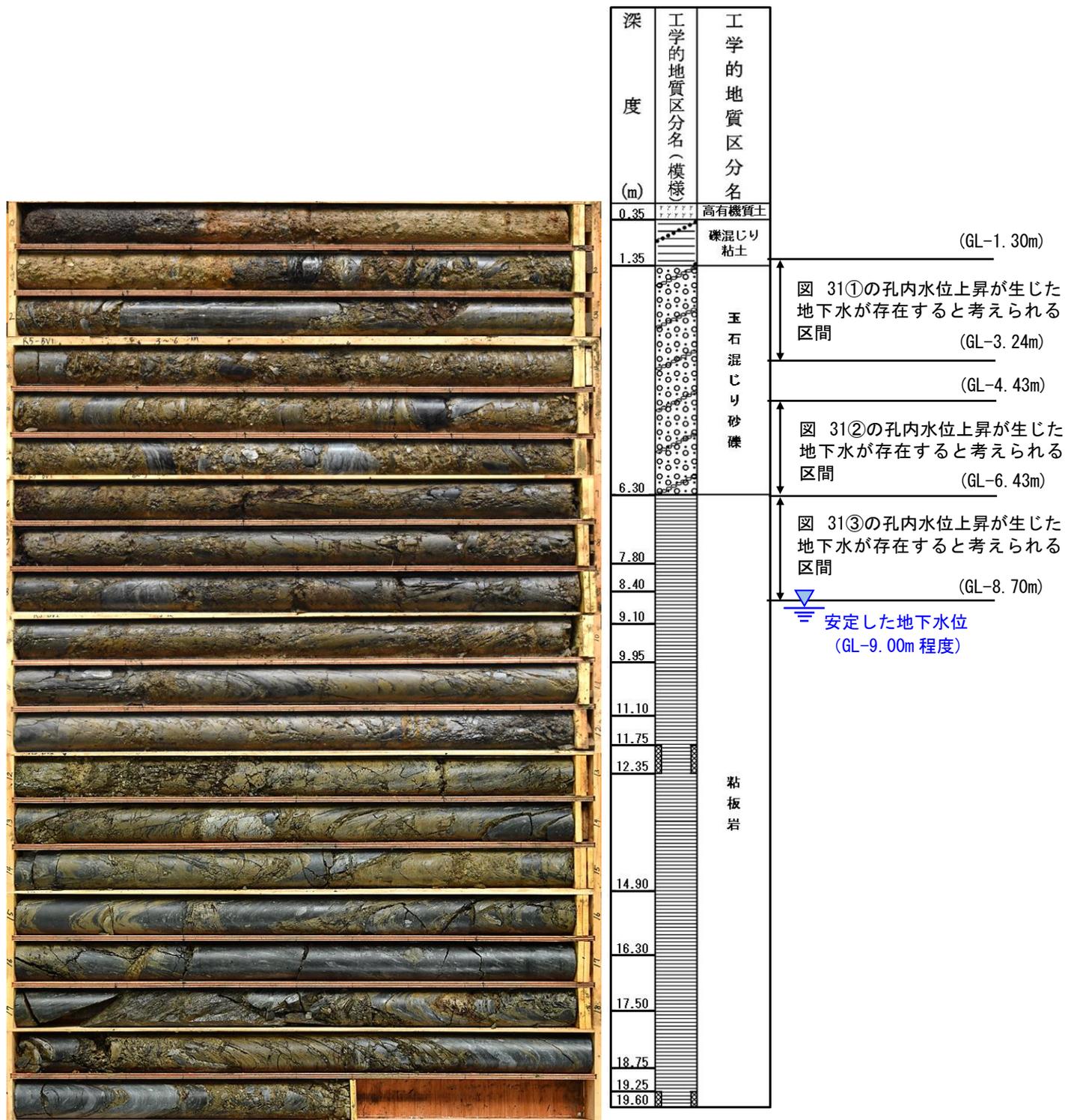
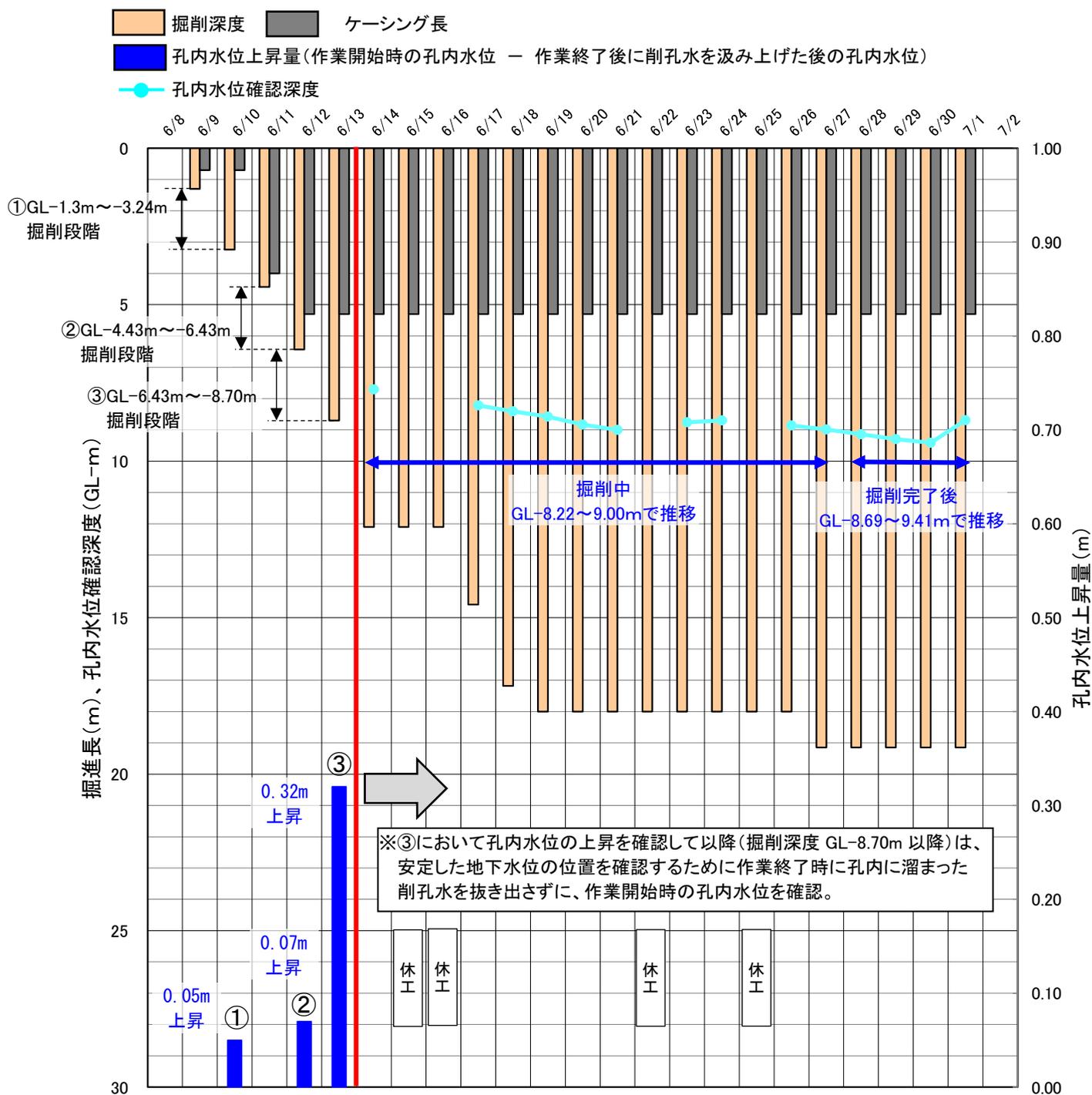


図 30 ボーリングコア写真及び柱状図 (駒鳥池付近)



・下記の区間の掘削段階では、局所的に存在する地下水によるものと考えられる孔内水位上昇が確認された。

①GL-1.30m~3.24m: 孔内水位が 0.05m 上昇

②GL-4.43m~6.43m: 孔内水位が 0.07m 上昇

③GL-6.43m~8.70m: 孔内水位が 0.32m 上昇

・③において孔内水位の上昇を確認して以降は、掘削中 (GL-8.70m~19.15m) の孔内水位は GL-8.22~9.00m 間を推移し、掘削完了後4日間の孔内水位は GL-8.69~9.41m 間を推移したことから、安定した地下水位は GL-9m 程度にあると考えられる。

図 31 ポーリング掘削状況、孔内水位状況 (駒鳥池付近)

## イ. 電気探査

- 電気探査の結果は、600～20000  $\Omega\text{m}$  の 21 色で色区分表示し、電気の流れやすい低比抵抗領域を寒色系（青色系）、電気の流れにくい高比抵抗領域を暖色系（赤色系）で表示しています。
- 電気探査の結果、距離程 27.0～34.0m 付近に低比抵抗部が確認されており、ボーリング調査の結果と照らし合わせると、これは厚さ 1.0～2.0m 程度の粘土層であると考えられます。
- また、粘土層の下層に高比抵抗部が確認されており、ボーリング調査の結果と照らし合わせると、これは玉石混じり砂礫および粘板岩であると考えられます。

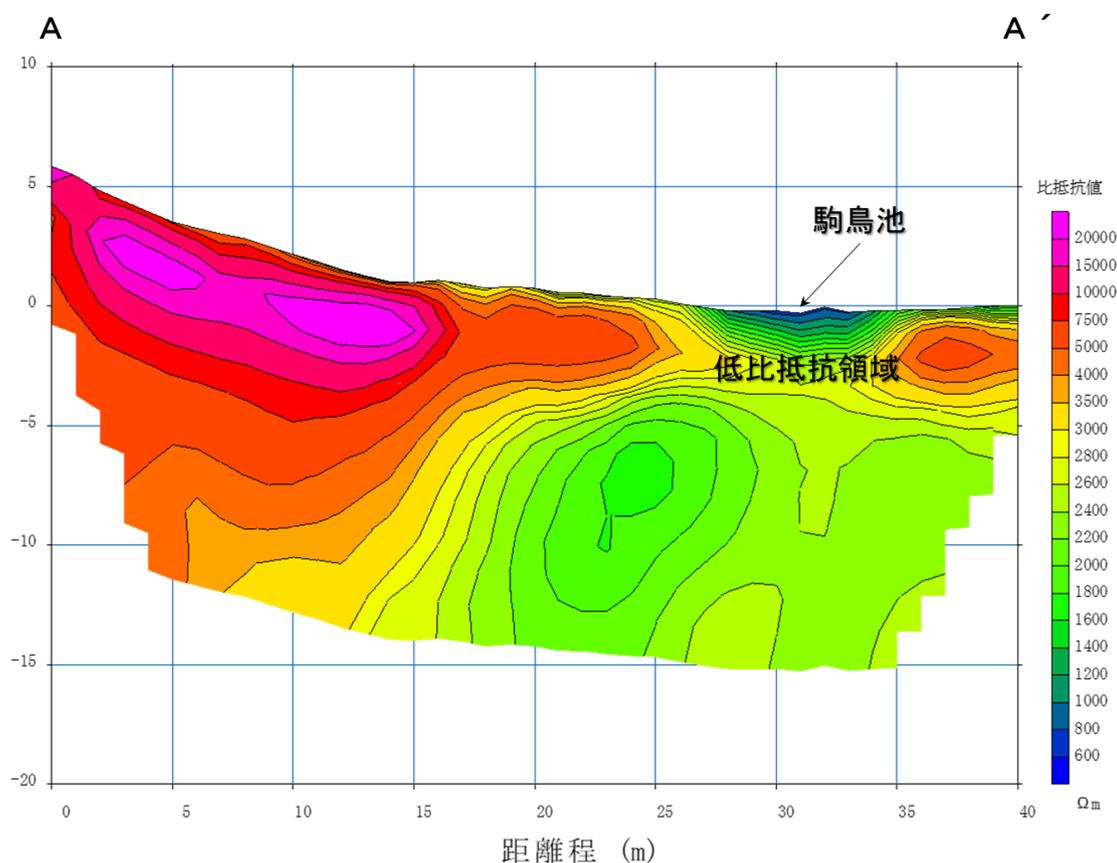


図 32 電気探査結果（駒鳥池付近）

## ウ. 化学的な成分分析

- ・成分分析の結果を図 33、表 6 にお示しします。

### (溶存イオン分析、pH、ECの計測結果)

- ・溶存イオン分析の結果、駒鳥池の水の各イオン濃度は非常に少なく、一般的に地表水や浅層地下水に見られるようなカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) と重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) の濃度が卓越した水質特性を示しました。また、pHは5.1で弱酸性を示し、電気伝導度ECは1.9mS/mとなりました。
- ・一方、計画路線近傍の深井戸（田代ダム付近）では、一般的に滞留時間の長い地下水に見られるようなカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) とマグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ ) の濃度が極端に少なく、ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) の濃度が卓越した水質特性を示しました。また、pHは9.1で弱アルカリ性を示し、電気伝導度ECは182.0mS/mとなり、駒鳥池の値と比較して非常に高い値となりました。

### (不活性ガス等分析の結果)

- ・六フッ化硫黄 ( $\text{SF}_6$ ) 及びトリチウム分析の結果、駒鳥池の水の滞留時間は約0~10年程度と推定されました。
- ・一方、深井戸（田代ダム付近）の平均涵養標高留時間は約60年以上と推定され、駒鳥池の水と比較して滞留時間は長い結果となりました。

### (酸素・水素安定同位体比分析の結果)

- ・酸素・水素安定同位体比分析の結果、 $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta\text{D}$  との関係を整理すると、大井川流域の一定の標高ごとの湧水で実施した結果とは異なる状況を示し、池の水の蒸発等による影響が考えられたことから、地下水涵養線<sup>7</sup>を用いた平均涵養標高は算出していません（詳細は、P. 45以降の「(巻末) 大井川流域の湧水の酸素・水素同位体比の分析結果について」ご参照)。

### (まとめ)

- ・以上の分析結果から、駒鳥池の水は比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水であると考えられます。

<sup>7</sup> 地下水涵養線：大井川流域の地形的に集水域が限定された湧水地点を一定の標高ごとに設定し、各湧水の集水域の平均標高と同位体比との関係から作成した回帰直線のこと。



※酸素・水素安定同位体比の計測の結果、池の水の蒸発等による影響を受けている可能性が考えられたことから、地下水涵養線を用いた平均涵養標高は算出していません。

図 33 成分分析の計測結果まとめ (駒鳥池)

表 6(1) 成分分析の計測結果（溶存イオン）：駒鳥池

調査地点	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	備考
駒鳥池	0.1	0.9	1.1	0.2	0.6	2.3	<0.1	<0.4	採水標高：2,412m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	380.0	5.2	1.2	0.1	130.0	760.0	0.3	<0.4	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

表 6(2) 成分分析の計測結果（pH、EC、水温）：駒鳥池

調査地点	pH	電気伝導度 EC (mS/m)	水温 (°C)	備考
駒鳥池	5.1	1.9	11.9	採水標高：2,412m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	9.1	182.0	10.8	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

表 6(3) 成分分析の計測結果（不活性ガス等）：駒鳥池

調査地点	SF <sub>6</sub>		トリチウム		備考
	濃度 (pptv)	滞留時間※	濃度 (TU)	滞留時間※	
駒鳥池	7.7	約 13 年	2.45	約 0~10 年	採水標高：2,412m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	0.4	約 47 年	0.3 未満	約 60 年以上	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

※ 地下水や池の水に含まれる SF<sub>6</sub> やトリチウム濃度を計測し、公表されている濃度-年代の関係曲線をもとに滞留時間を推定した。なお、大気中の SF<sub>6</sub> 濃度は地域によってばらつきがあるとされていることから、大井川流域の大気中の SF<sub>6</sub> 濃度を計測し、公表されている濃度-年代の関係曲線を補正したうえで滞留時間を推定した。

表 6(4) 成分分析の計測結果（酸素・水素安定同位体）：駒鳥池

調査地点	δ D (‰)	δ <sup>18</sup> O (‰)	平均涵養標高	備考
駒鳥池	(-72.17)	(-10.31)	-※ <sup>1</sup>	採水標高：2,412m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	-92.38	-13.15	約 1,700m※ <sup>2</sup>	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

※<sup>1</sup> 酸素・水素安定同位体比の計測の結果、池の水の蒸発等による影響を受けている可能性が考えられたことから、地下水涵養線を用いた平均涵養標高は算出していない。

※<sup>2</sup> 地下水涵養線を用いて地下水の平均涵養標高を推定した。

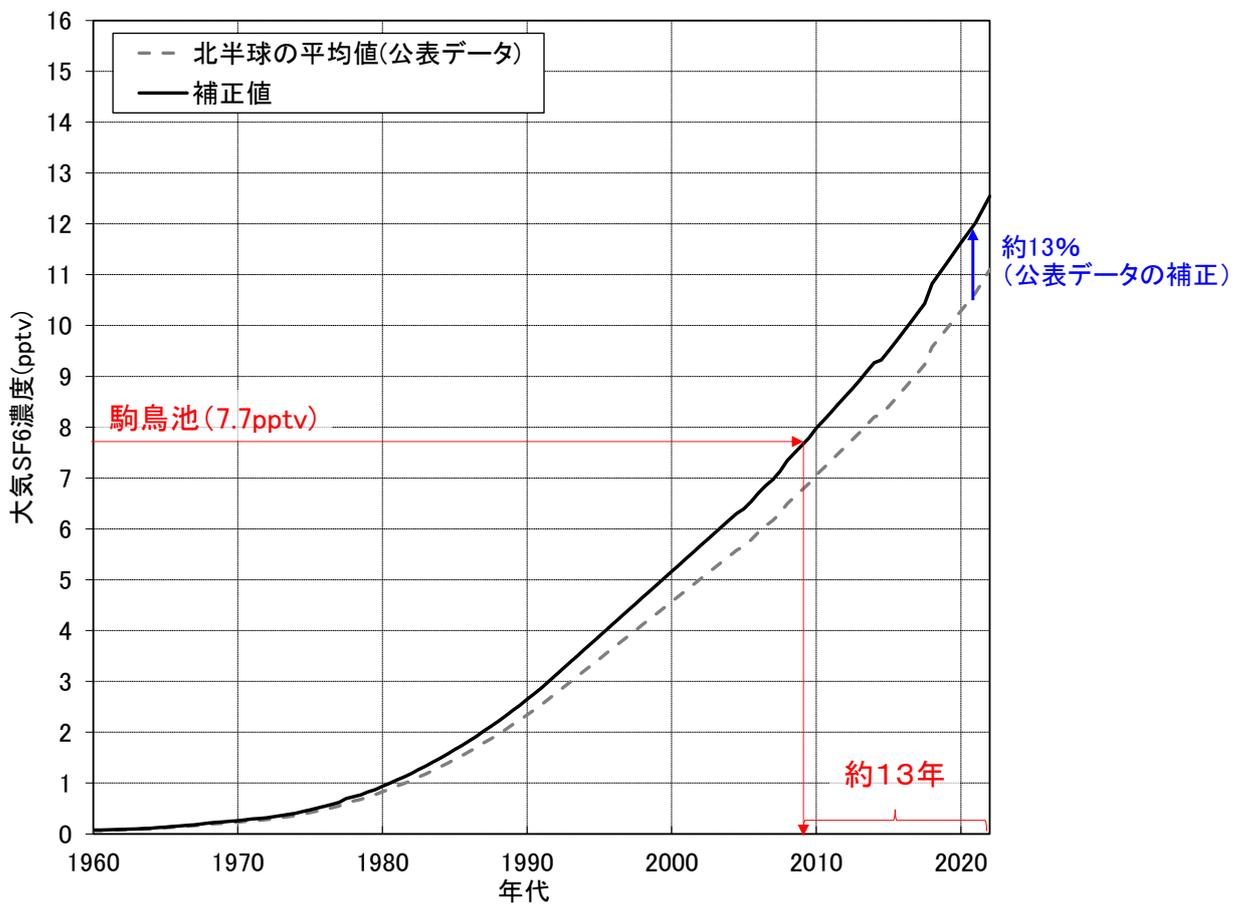


図 34 SF<sub>6</sub>による滞留時間の分析 (駒鳥池)

※大気中のSF<sub>6</sub>濃度は地域によってばらつきがあるとされていることから、大井川流域の大気中のSF<sub>6</sub>濃度を計測し、公表されている濃度一年代の関係曲線を補正したうえで滞留時間を推定した。

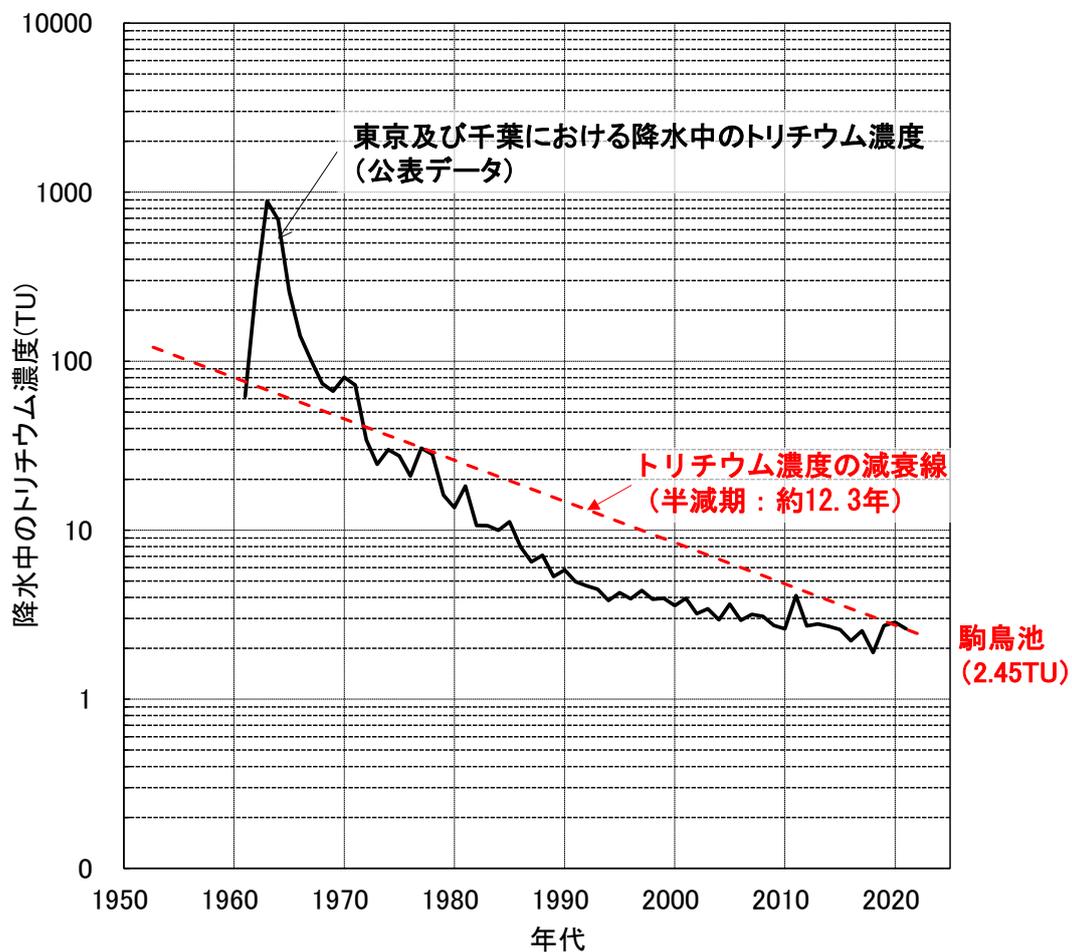


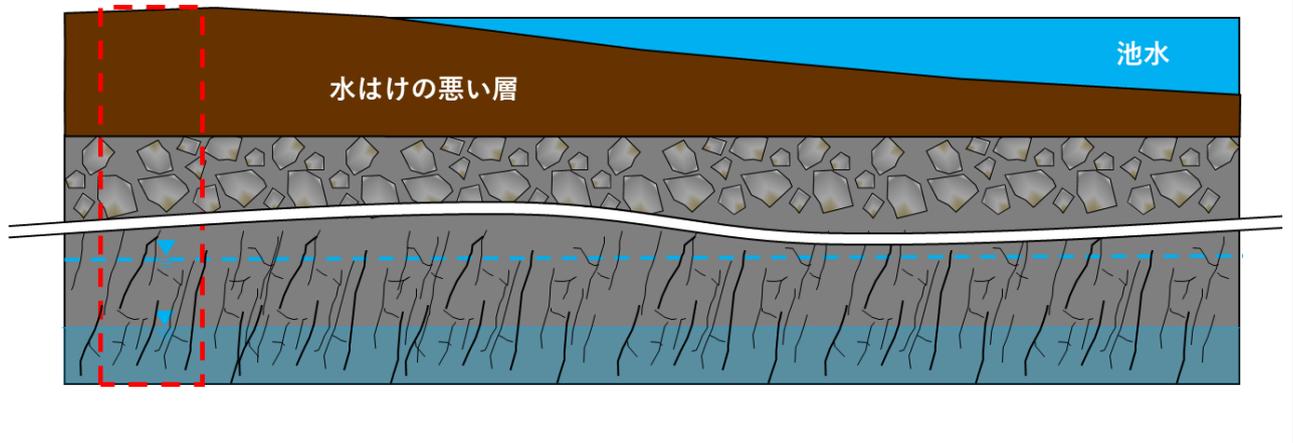
図 35 トリチウムによる滞留時間の分析 (駒鳥池)

**(考察)**

- ・第 19 回リニア中央新幹線静岡工区有識者会議でご説明した駒鳥池付近の想定地質状況は以下の通りです。

[第 19 回リニア中央新幹線静岡工区有識者会議資料の再掲]

- ・駒鳥池においては、地表面付近に水はけの悪い層（粘土層等）が存在し、その上部に水が溜まっていると想定しています。また、水はけの悪い層（粘土層等）の下層には、風化帯等が存在することを想定しています。（下図）
- ・ボーリング調査の結果、水はけの悪い層の下層の風化帯等において不飽和帯が確認できれば、池の水と深部の地下水は直接的にはつながっていないと考えられます。



**図 36 駒鳥池付近で想定される地質や地下水の帯水状況**

- ・ボーリング調査の結果、想定していたとおり、地表面付近の GL-0.35m～1.35m で水はけの悪い層（礫混じり粘土）が確認され、その下層には GL-1.35m～6.30m で玉石混じり砂礫、GL-6.30m～19.60m で粘板岩が確認されました。また、電気探査の結果から、ボーリング調査で確認した地質状況の面的な広がりを確認しました。
- ・地下水位については、安定した地下水位は地表面から GL-9.00m 程度にあると考えられます。
- ・また、化学的な成分分析の結果、駒鳥池の水はトンネル掘削箇所付近の地下深部に起因するものではなく、比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水であると考えられます。
- ・以上のことから、駒鳥池の水は比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水が水はけの悪い層の上部に溜まったものと考えられるため、駒鳥池の水とトンネル掘削箇所付近の深部の地下水は直接的にはつながっていないと考えられます。

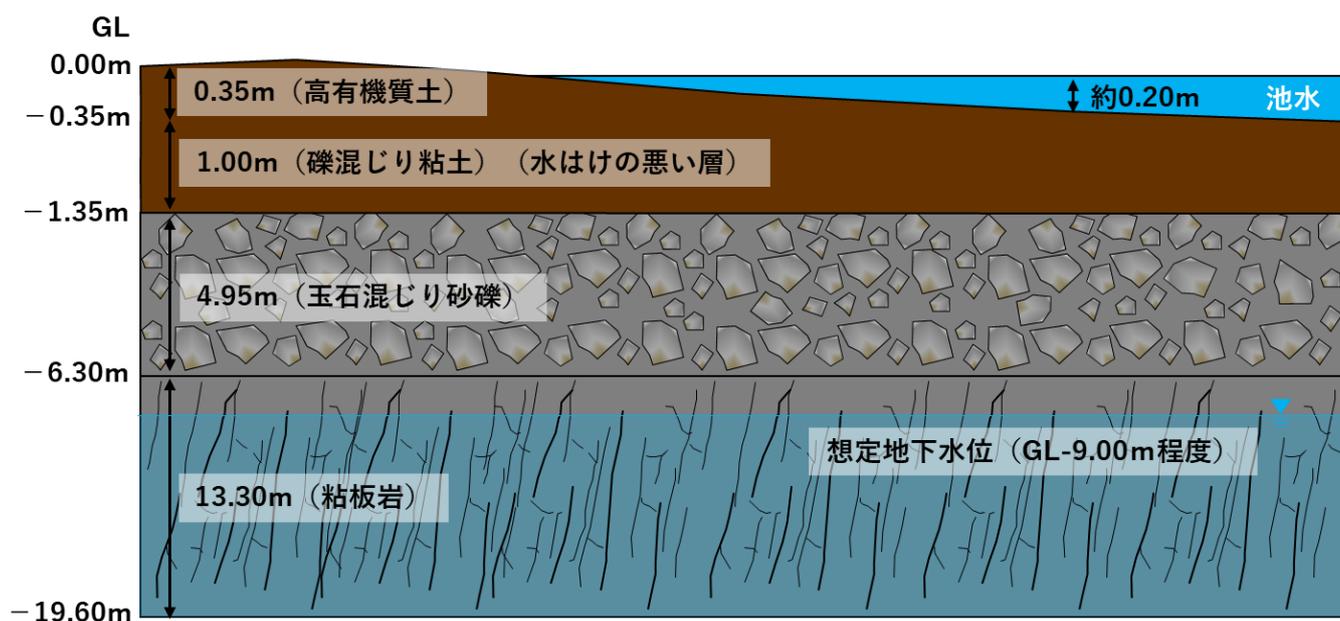


図 37 駒鳥池付近の調査結果を踏まえた地質や地下水の帯水状況

### ③天鏡池

#### (調査結果)

#### ア. 化学的な成分分析

##### (溶存イオン分析、pH、ECの計測結果)

- ・溶存イオン分析の結果、天鏡池の水の各イオンの濃度は非常に少なく、そのなかでも重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) の濃度が比較的多い結果となりました。また、pHは5.6で弱酸性を示し、電気伝導度ECは0.4mS/mとなりました。
- ・一方、計画路線近傍の深井戸（田代ダム付近）では、一般的に滞留時間の長い地下水に見られるようなカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) とマグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ ) の濃度が極端に少なく、ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) の濃度が卓越した水質特性を示しました。また、pHは9.1で弱アルカリ性を示し、電気伝導度ECは182.0mS/mとなり、天鏡池の値と比較して非常に高い値となりました。

##### (不活性ガス等分析の結果)

- ・六フッ化硫黄 ( $\text{SF}_6$ ) 及びトリチウム分析の結果、天鏡池の水の滞留時間は約0～10年程度と推定されました。
- ・一方、深井戸（田代ダム付近）の平均涵養標高留時間は約60年以上と推定され、天鏡池の水と比較して滞留時間は長い結果となりました。

##### (酸素・水素安定同位体比分析の結果)

- ・酸素・水素安定同位体比分析の結果、 $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta\text{D}$  との関係を整理すると、大井川流域の一定の標高ごとの湧水で実施した結果とは異なる状況を示し、池の水の蒸発等による影響が考えられたことから、地下水涵養線を用いた平均涵養標高は算出していません（詳細は、P. 45以降の「(巻末) 大井川流域における湧水の酸素・水素同位体比の分析結果について」ご参照）。

##### (まとめ)

- ・以上の分析結果から、天鏡池の水は比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水であると考えられます。



※酸素・水素安定同位体比の計測の結果、池の水の蒸発等による影響を受けている可能性が考えられたことから、地下水涵養線を用いた平均涵養標高は算出していない。

図 38 成分分析の計測結果まとめ：天鏡池

表 7(1) 成分分析の計測結果（溶存イオン）：天鏡池

調査地点	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	備考
天鏡池	<0.1	0.6	0.2	<0.1	0.3	2.1	<0.1	<0.4	採水標高：2,682m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	380.0	5.2	1.2	0.1	130.0	760.0	0.3	<0.4	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

表 7(2) 成分分析の計測結果（pH、EC、水温）：天鏡池

調査地点	pH	電気伝導度 EC (mS/m)	水温 (°C)	備考
天鏡池	5.6	0.4	14.9	採水標高：2,682m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	9.1	182.0	10.8	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

表 7(3) 成分分析の計測結果（不活性ガス等）：天鏡池

調査地点	SF <sub>6</sub>		トリチウム		備考
	濃度 (pptv)	滞留時間※ <sup>1</sup>	濃度 (TU)	滞留時間※ <sup>2</sup>	
天鏡池	8.5	約 10 年	2.37	約 0~10 年	採水標高：2,682m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	0.4	約 49 年	0.3 未満	約 60 年以上	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

※ 地下水や池の水に含まれる SF<sub>6</sub> やトリチウム濃度を計測し、公表されている濃度一年代の関係曲線をもとに滞留時間を推定した。なお、大気中の SF<sub>6</sub> 濃度は地域によってばらつきがあるとされていることから、大井川流域の大気中の SF<sub>6</sub> 濃度を計測し、公表されている濃度一年代の関係曲線を補正したうえで滞留時間を推定した。

表 7(4) 成分分析の計測結果（酸素・水素安定同位体）：天鏡池

調査地点	δD (‰)	δ <sup>18</sup> O (‰)	平均涵養標高	備考
天鏡池	(-70.97)	(-9.80)	-※ <sup>1</sup>	採水標高：2,682m
【参考】深井戸 (田代ダム付近)	-92.38	-13.15	約 1,700m※ <sup>2</sup>	井戸深度：GL-256m 採水標高：1,272m

※<sup>1</sup> 酸素・水素安定同位体比の計測の結果、池の水の蒸発等による影響を受けている可能性が考えられたことから、地下水涵養線を用いた平均涵養標高は算出していない。

※<sup>2</sup> 地下水涵養線を用いて地下水の平均涵養標高を推定した。

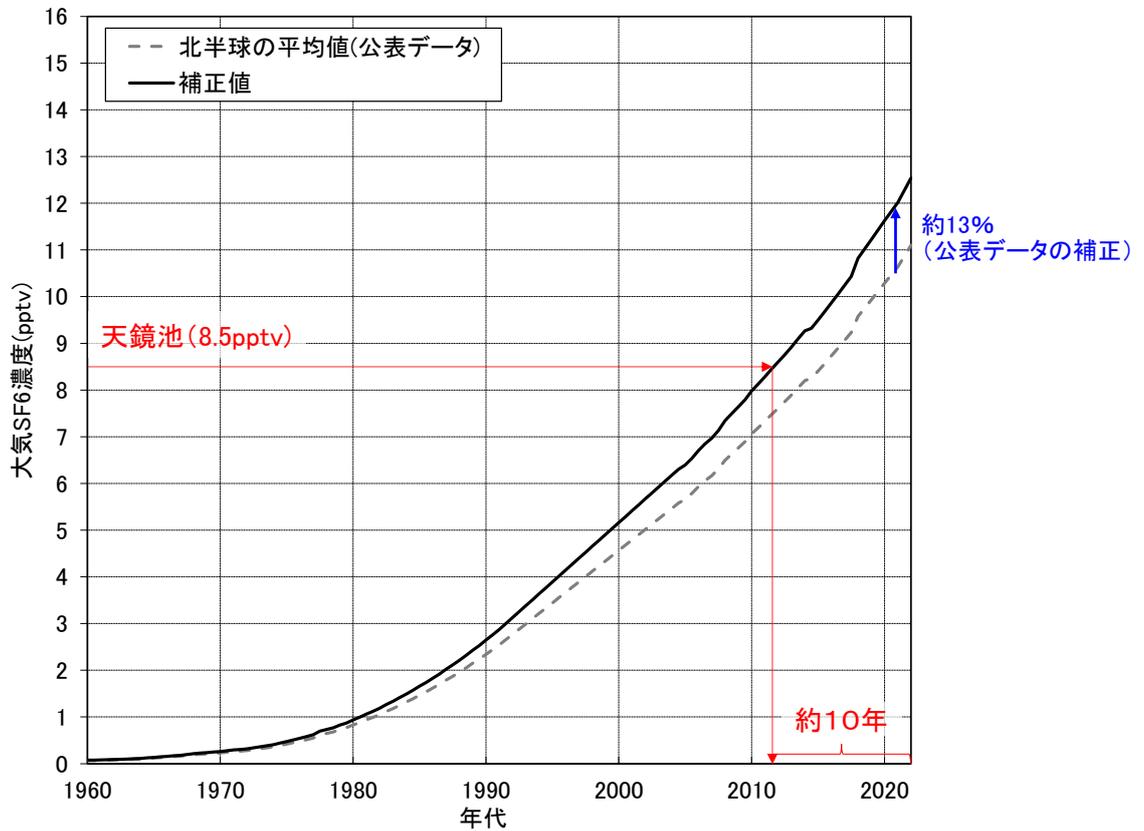


図 39 SF<sub>6</sub>による滞留時間の分析 (天鏡池)

※大気中のSF<sub>6</sub>濃度は地域によってばらつきがあるとされていることから、大井川流域の大気中のSF<sub>6</sub>濃度を計測し、公表されている濃度-年代の関係曲線を補正したうえで滞留時間を推定した。

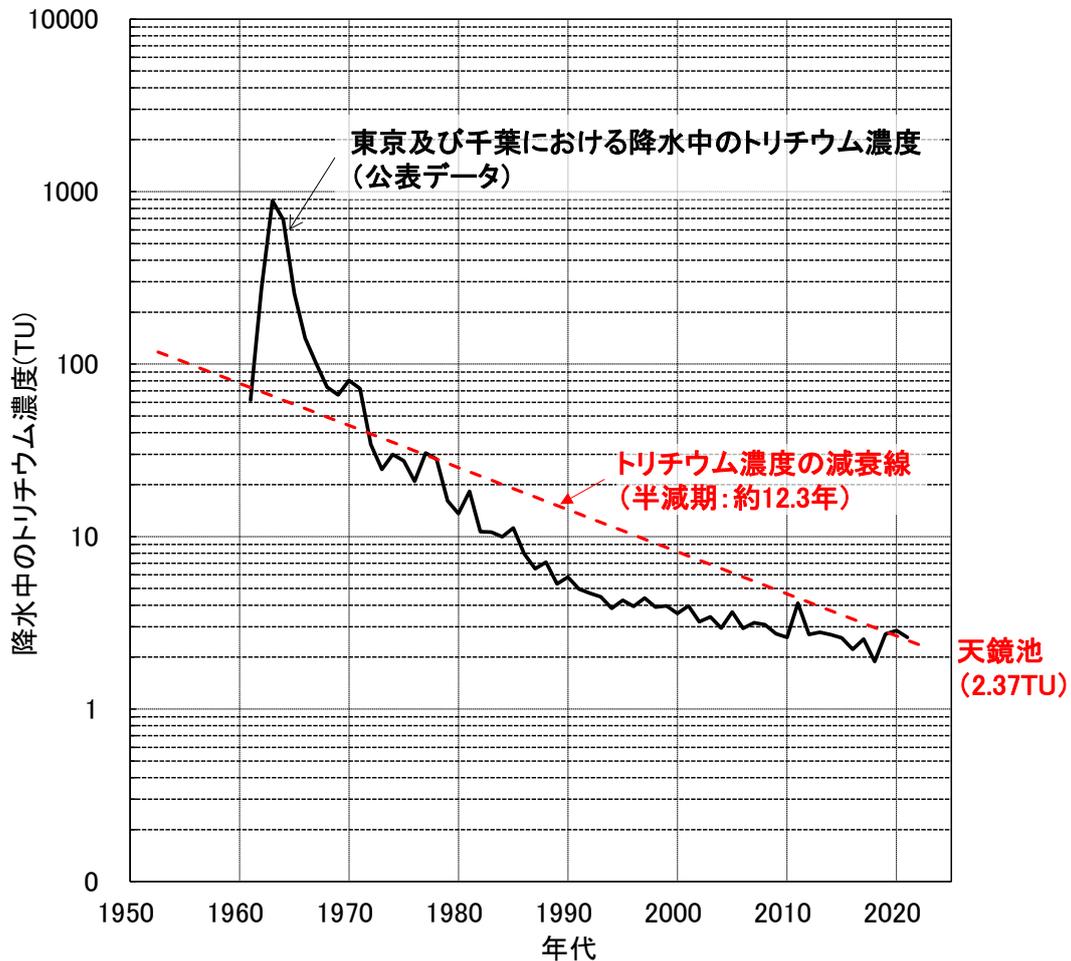


図 40 トリチウムによる滞留時間の分析 (天鏡池)

### (巻末) 大井川流域の湧水の酸素・水素安定同位体比の計測結果について

- ・今回実施した駒鳥池、天鏡池の計測結果のほか、同時期に実施した高標高部の湧水及び過年度に実施した大井川流域の湧水における酸素・水素同位体比の計測結果を表 8 にお示しします。
- ・また、 $\delta^{18}\text{O}$  を横軸、 $\delta\text{D}$  を縦軸にとったグラフ ( $\delta$  ダイアグラム) を図 41 にお示しします。一般的に、 $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta\text{D}$  の関係は傾きを 8 とする直線で近似されることが知られており、この  $\delta$  ダイアグラムにおける y 切片の値 (d 値) は主に蒸発時に変化するとされています。d 値は世界規模でみると 10 の値をとるとされていますが、地域や季節等によって変化するとされています。
- ・駒鳥池、天鏡池の d 値は、大井川流域の各湧水と比べると小さい値となっていることなどから、池に溜まっていた水が蒸発していた可能性などが考えられます。

**表 8 酸素・水素安定同位体比の計測結果**

地点番号	地点名	採水時期	集水域の平均標高	採水標高	$\delta\text{D}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	d 値 (‰)
湧水1	清水屋の湧水	R2年7月	155m	91m	-42.20	-6.77	11.94
		R3年2月			-41.40	-6.81	13.08
湧水2	小長井の湧水	R2年7月	428m	301m	-49.78	-7.66	11.53
		R3年2月			-49.10	-7.70	12.50
湧水3	智満寺の湧水	R2年7月	402m	332m	-40.13	-6.72	13.61
		R3年2月			-39.20	-6.72	14.56
湧水4	奥大井の湧水	R2年7月	882m	810m	-57.12	-8.68	12.35
		R3年2月			-54.90	-8.57	13.66
湧水5	木賊付近の湧水	R2年7月	1,299m	1,212m	-78.85	-11.33	11.80
		R3年2月			-77.60	-11.40	13.60
湧水6	千枚小屋付近の湧水	R4年9月	2,683m	2,641m	-95.82	-13.88	15.25
湧水7	荒川小屋付近の湧水	R4年9月	2,887m	2,715m	-95.91	-13.81	14.57
湧水8	高山裏避難小屋付近の湧水	R4年9月	2,483m	2,370m	-88.21	-12.64	12.87
湧水9	池の平付近の湧水	R4年9月	1,854m	1,698m	-75.84	-11.13	13.17
池水1	駒鳥池	R4年9月		2,412m	-72.17	-10.31	10.35
池水2	天鏡池	R4年9月		2,682m	-70.97	-9.80	7.46

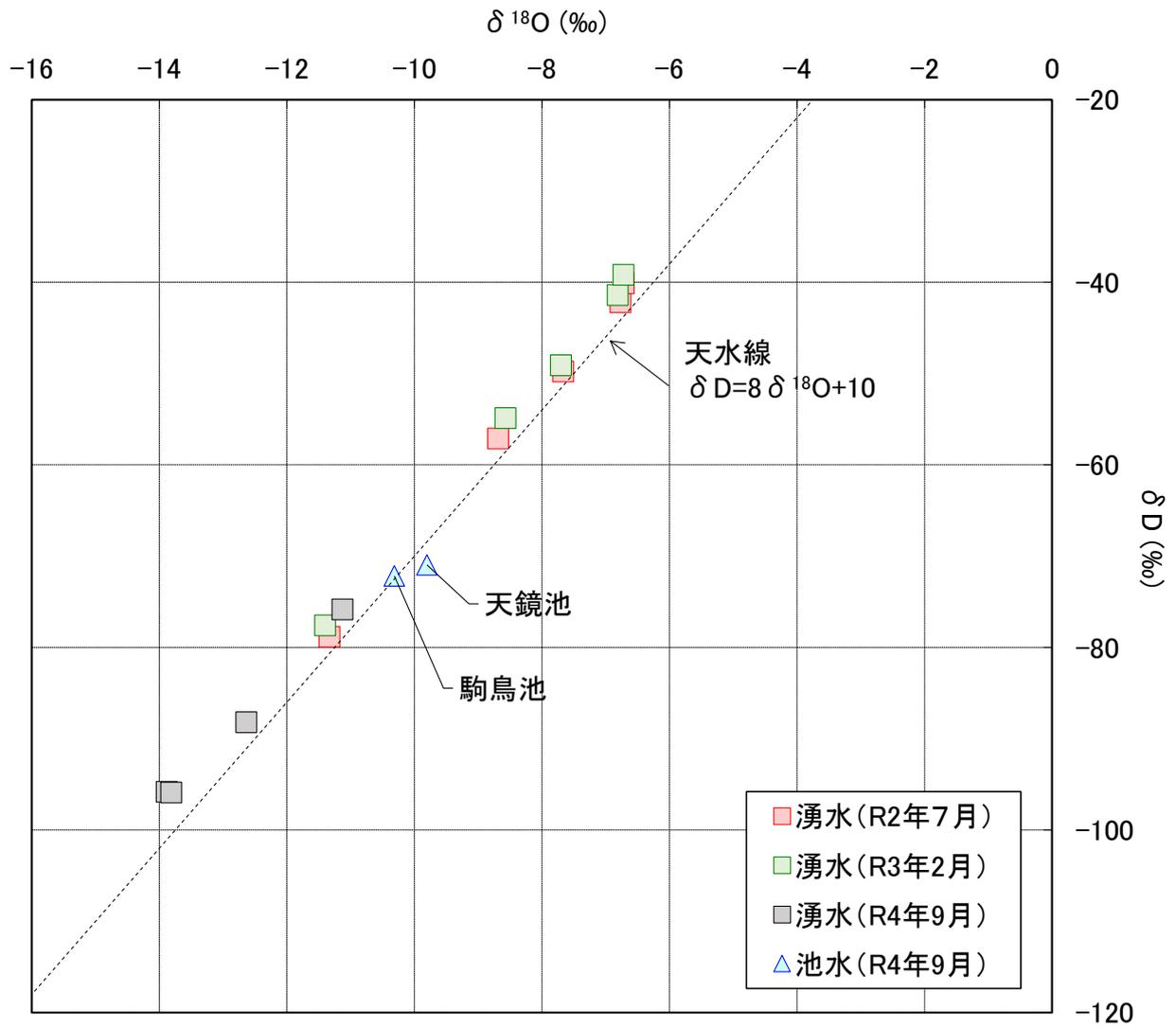


図 41  $\delta$  ダイアグラム