

3) 高標高部の湧水への影響予測について

①国交省有識者会議で実施した高標高部の湧水への影響予測について

- ・国交省有識者会議では、山小屋の運営や登山者に利用されている湧水を対象とし、高標高部の湧水に関する分析を行いました（図 5 4）。

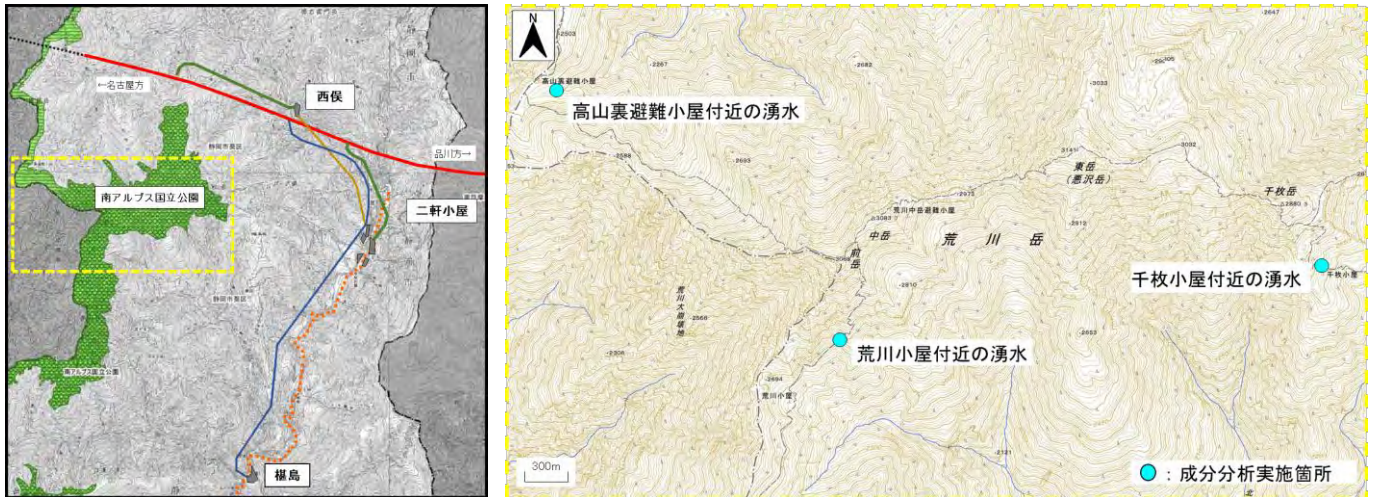


図 5 4 調査箇所位置平面図（湧水調査）

【調査の概要】

- ・高標高部の湧水は、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湧水を採水し、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。
- ・成分分析の分析項目及び概要を表 5 に、現地調査期間を表 6 にお示しします。
- ・また、現地の微地形について、千枚小屋付近における現地踏査と文献調査を実施しました。

表 5 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) 不活性ガス等	不活性ガス（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 6 成分分析の現地調査期間（湧水）

調査地点	調査期間	備考
千枚小屋北側の湧水	① 令和4年9月17日	採水標高：2,641m
	② 令和5年9月14日	
千枚小屋南側の湧水	① 令和4年9月17日*	採水標高：2,558m
	② 令和5年9月13日	
荒川小屋付近の湧水	令和4年9月16日	採水標高：2,715m
高山裏避難小屋付近の湧水	令和4年9月17日	採水標高：2,370m
【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

※ 現地で測定可能な水素イオン濃度（pH）、電気伝導度（EC）のみを実施。

【調査結果】

（成分分析の結果）

・成分分析の結果を、図 55～図 57、表 7～表 9にお示しします。なお、池の水などの平均涵養標高を算出するための地下水涵養線⁹を作成するために、酸素・水素安定同位体比の計測も行っており、その結果については、（巻末参考資料2：大井川流域の湧水の酸素・水素同位体比の計測結果について）に記載しています。

・溶存イオン分析、pH、ECの計測結果

—溶存イオン分析の結果、各湧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（Ca²⁺）と重炭酸イオン（HCO₃⁻）の濃度が卓越した水質特性を示しました。また、pHは6.7～7.9で中性を示し、電気伝導度ECは1.6～5.6mS/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（Ca²⁺）とマグネシウムイオン（Mg²⁺）の濃度が極

⁹ 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。

端に少なく、ナトリウムイオン (Na^+) と重炭酸イオン (HCO_3^-) 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、各湧水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 (SF_6) 及びトリチウム分析の結果、各湧水の滞留時間は約 10 年～約 17 年と推定されました。
- 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、各湧水と比較して滞留時間は長い結果となりました。



図 55 成分分析の計測結果まとめ (千枚小屋付近の湧水)



図 5 6 成分分析の計測結果まとめ (荒川小屋付近の湧水))

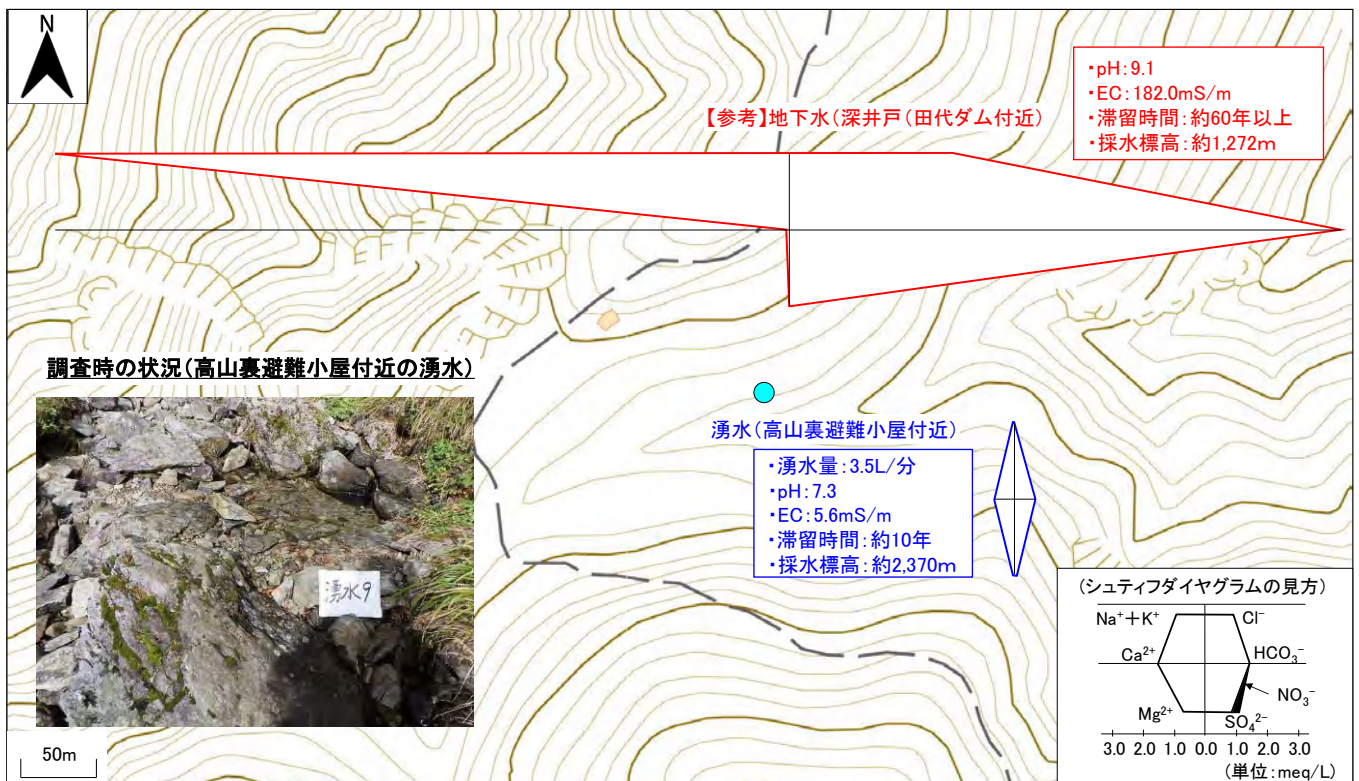


図 5 7 成分分析の計測結果まとめ (高山裏避難小屋付近の湧水))

表 7 成分分析の計測結果（溶存イオン）：各湧水

調査地点	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	備考	
千枚小屋北側の湧水	①	0.9	0.1	2.4	0.2	0.3	10.0	1.2	<0.4	採水標高：2,641m
	②	0.9	0.0	2.4	0.2	0.3	10.0	1.1	<0.4	
千枚小屋南側の湧水	②	1.1	0.2	1.4	0.1	0.3	7.9	0.7	<0.4	採水標高：2,558m
荒川小屋付近の湧水		1.0	<0.1	2.8	0.1	0.3	11.0	1.6	<0.4	採水標高：2,715m
高山裏避難小屋付近の湧水		0.8	0.2	9.0	0.2	0.3	29.0	2.5	0.5	採水標高：2,370m
【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 8 成分分析の計測結果（湧水量、pH、EC、水温）：各湧水

調査地点	湧水量 (L/分)	pH	電気伝導度 EC (mS/m)	水温 (℃)	備考	
千枚小屋北側の湧水	①	3.8	7.0	2.1	5.4	採水標高：2,641m
	②	3.7	6.7	1.7	8.2	
千枚小屋南側の湧水	①	5.0	7.9	1.7	5.2	採水標高：2,558m
	②	5.4	6.8	1.6	5.8	
荒川小屋付近の湧水	14.1	7.0	2.3	6.0	採水標高：2,715m	
高山裏避難小屋付近の湧水	3.5	7.3	5.6	4.5	採水標高：2,370m	
【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 9 成分分析の計測結果（不活性ガス等）：各湧水

調査地点	SF ₆		トリチウム		備考	
	濃度 (pptv)	滞留時間*	濃度 (TU)	滞留時間*		
千枚小屋北側の湧水	①	8.7	約 10 年	3.22	約 0~50 年	採水標高：2,641m
	②	6.9	約 17 年	3.00		
千枚小屋南側の湧水	②	7.0	約 16 年	2.90	約 0~50 年	採水標高：2,558m
荒川小屋付近の湧水		8.6	約 10 年	3.05	約 0~50 年	採水標高：2,715m
高山裏避難小屋付近の湧水		8.6	約 10 年	2.95	約 0~50 年	採水標高：2,370m
【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 SF₆ 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 SF₆ 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 SF₆ 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。

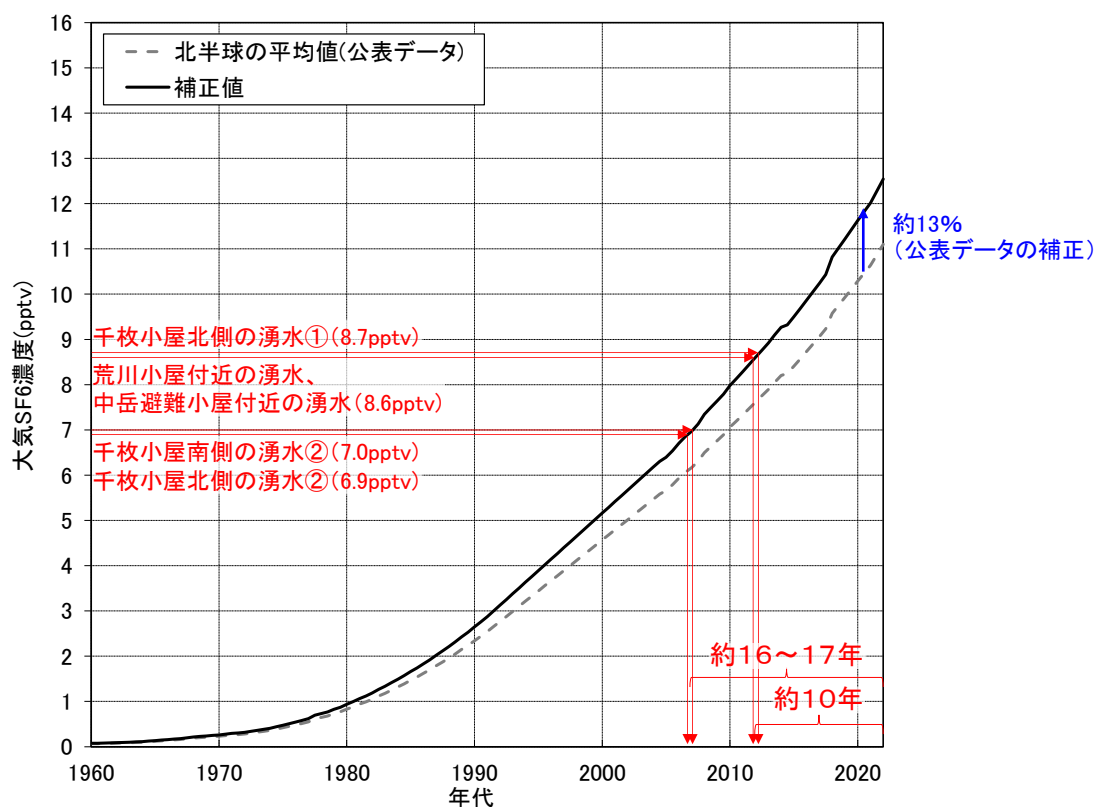


図 58 SF₆ による滞留時間の分析（各湧水）

※大気中の SF₆ 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 SF₆ 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 59 トリチウムによる滞留時間の分析 (千枚小屋北側の湧水)



図 60 トリチウムによる滞留時間の分析 (千枚小屋南側の湧水)

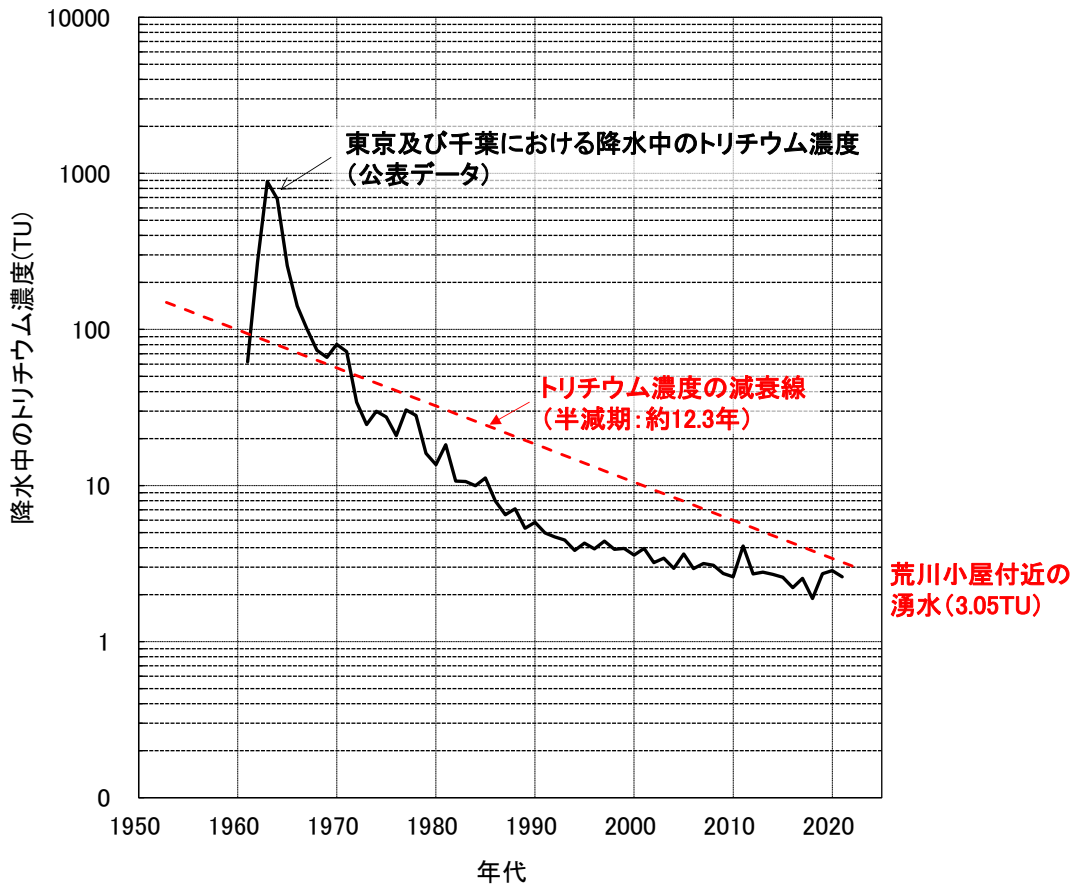


図 6 1 トリチウムによる滞留時間の分析 (荒川小屋付近の湧水)

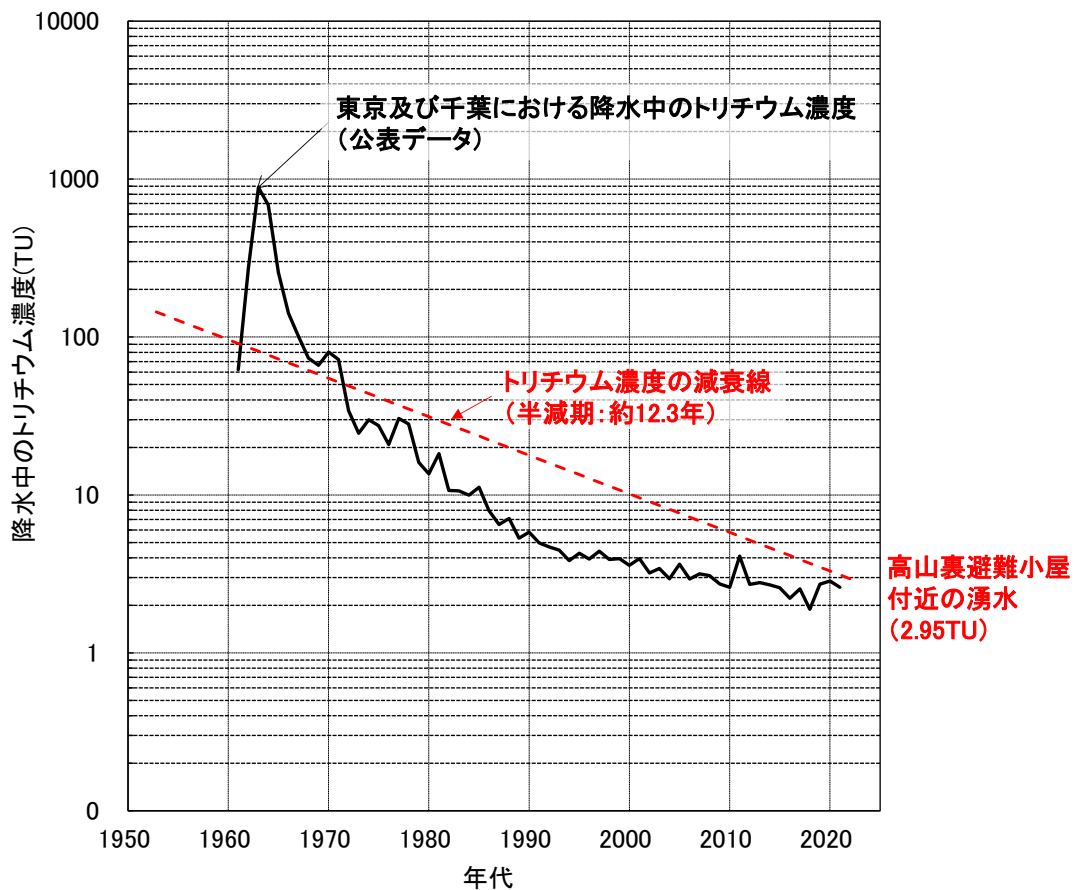


図 6 2 トリチウムによる滞留時間の分析 (高山裏避難小屋付近の湧水)

(微地形に関する調査結果)

- ・千枚小屋周辺の地形図及び周辺斜面の状況を図 6 3～図 6 5にお示します。
- ・千枚小屋付近で行ったボーリング調査の結果から（巻末参考資料 3：千枚小屋付近でのボーリング調査の結果について）、GL-0.00m～0.55m で礫混じり粘土が確認されていますが、このような地層は斜面の表層が風化するとともに重力移動によるクリープが発生すること（マスマーブメント）によって形成されるものと考えられ¹⁰、斜面の多くの箇所で見られます。
- ・降雨がこの層にもたらされると、水分は鉛直方向に浸透するというよりも、重力に従って斜面方向に流下しますが、斜面の傾斜が変化したり、微細な谷のように水が集まりやすい地形（微地形学上、リルやガリーと呼ばれる地形）がある場合は、この層に過剰に含まれる水分が地表に湧出することが考えられます。
- ・今回調査を行った千枚小屋北側、千枚小屋南側地点のように、湧水が湧出している場所は、上記のような微地形に依存して地表面に局所的に分布しており、このような場所における湧水は局所的に流動している地下水であると考えられます。

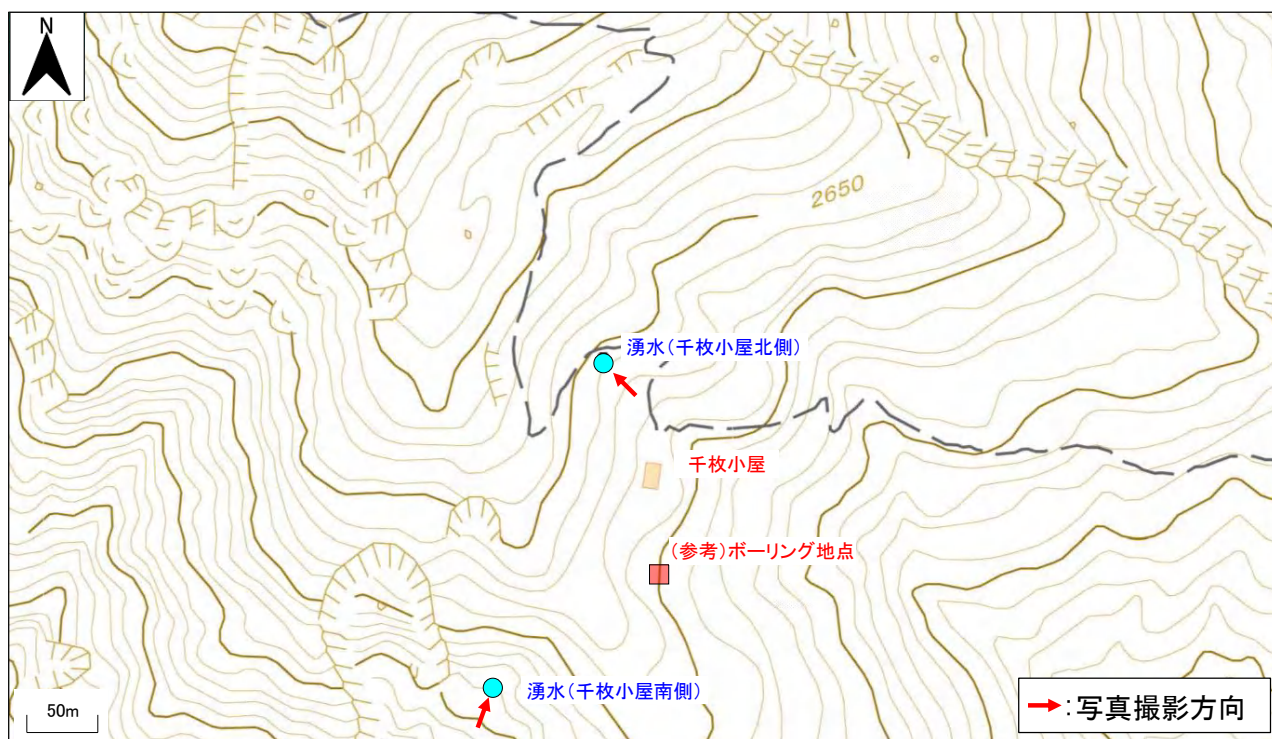


図 6 3 千枚小屋付近の地形図

¹⁰ 森林・水・土の保全 湿潤変動帯の水文地形学（塚本義則）、朝倉書店（1998年7月）21p～25p、39p～40p



図 6 4 湧水（千枚小屋北側の状況）



図 6 5 湧水（千枚小屋南側の状況）

【考察】

- ・いずれの湧水も、溶存イオン分析、pH、ECの計測結果や不活性ガス等分析の結果が、深度が計画路線近傍である深井戸（田代ダム付近、井戸深度：GL-256m）の結果とは異なる傾向を示していることや微地形の調査結果から、高標高部の湧水は深部の地下水との関連性は低いと考えられますが、図 6 6 のような場合には、トンネル掘削によって高標高部の湧水に影響を及ぼす可能性を否定することはできないため、下記「静岡県と静岡市の見解を踏まえた対応方針」の通り、対応していきます。

②静岡県と静岡市の見解

- ・高標高部の湧水への影響予測について、静岡県、静岡市から、以下の見解が示されています（令和6年2月16日 第15回静岡市中央新幹線建設事業影響評価協議会 資料1 P35 「4 報告書についての県、市の見解（案）の整理」より）。

【県の見解】

- ・断層によって高標高部の湧水と地下水が繋がっていないことの検証が不十分である。

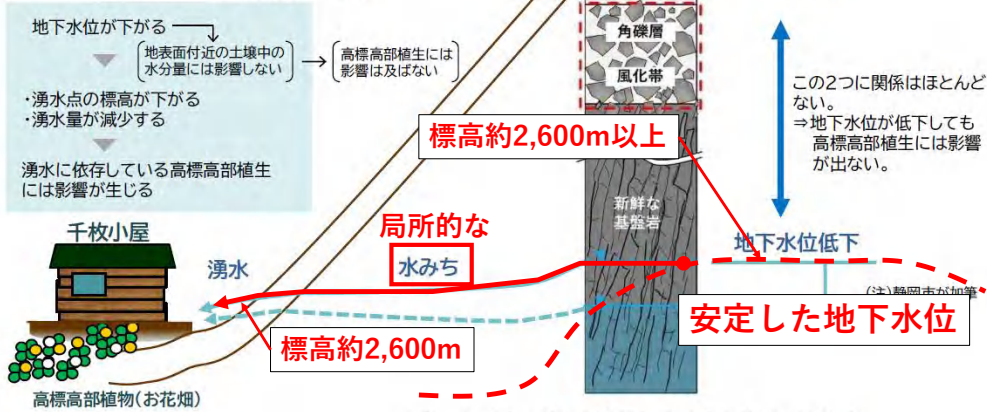
【市の見解】

- ・「つながっている場合もありうる」ことを前提とした対処が必要。つながっている場合はこのような場合として、地下水水位低下による土の水分量の変化と生物への影響を評価

③静岡県と静岡市の見解を踏まえた対応方針

- ・トンネル掘削に伴い影響を及ぼす可能性ある地下水と高標高部の湧き水が「つながっている場合」は、図 6 6 の通りと認識し、2024 年夏季より、湧水量のモニタリングを実施することを考えています。今後、登山者等に配慮したうえで、常時計測が可能な箇所や方法を確認、検討致します。
- ・先述した成分分析や微地形に関する調査に加え、今後計測することを考えている千枚小屋南側の湧水量と千枚小屋付近に設置した雨量計で計測している降水量との応答関係を考察し、千枚小屋南側の湧水の起源の考察を深めてまいります。

⇒「高標高部の植生への水分の主な供給経路は、地下深部の地下水ではないと考えられ、トンネル掘削に伴う地下深部の地下水位変化によって、高標高部の植生には影響は及ばないと考えられる(報告書P10)」
という表現は適切でない。(静岡市の見解)



(注)有識者会議報告書では「高標高部植物」の定義なし。
静岡市の理解:高標高部の沢又は湧水周辺の植物も「高標高部植物」の一部

図 12 想定される地質や地下水の帯水状況 (稜線部)

出展:第25回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2023.8.30) 資料3 P13 静岡市が加筆(赤字)

図 6 6 千枚小屋付近の湧水の供給経路 (令和 6 年 2 月 16 日 第 15 回静岡市中央新幹線建設事業影響評価協議会 資料 1 P35 「4 報告書についての県、市の見解(案)の整理」に JR が一部加筆)

(巻末参考資料 1 : 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー)



図 67 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー【1) 工事着手前段階、2) 切羽が当該沢の流域到達前の1年間】

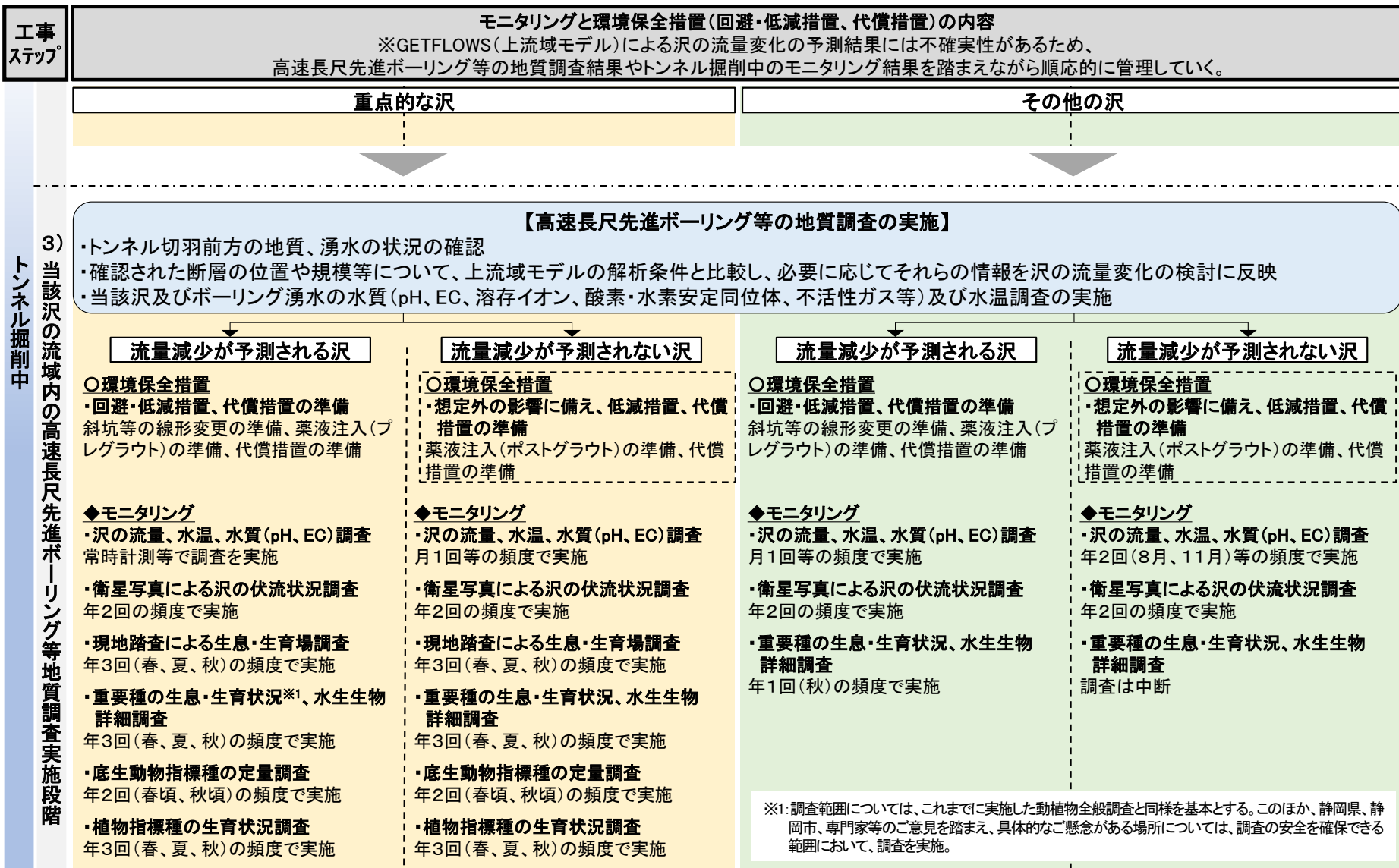


図 68 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー【3）当該沢の流域内の高速長尺先進ボーリング等地質調査実施段階】

モニタリングと環境保全措置(回避・低減措置、代償措置)の内容
 ※GETFLOWS(上流域モデル)による沢の流量変化の予測結果には不確実性があるため、
 高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果やトンネル掘削中のモニタリング結果を踏まえながら順応的に管理していく。

トンネル掘削中
 4) 当該沢の流域内のトンネル掘削段階

重点的な沢

流量減少が予測される沢	流量減少が予測されない沢
<p>○環境保全措置</p> <p>・回避・低減措置の実施 断層交差部等の掘削に先立ち、斜坑等の線形変更の実施、薬液注入(プレグラウト)の実施</p> <p>↓</p> <p>地質やトンネル湧水の状況を確認しながら慎重に断層交差部等を掘削</p> <p>◆モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トンネル湧水の水量・水温・水質調査 ・沢の流量、水温、水質(pH、EC)調査 常時計測等で調査を実施 ・衛星写真による沢の伏流状況調査 年2回の頻度で実施 ・現地踏査による生息・生育場調査 年3回(春、夏、秋)の頻度で実施 ・重要種の生息・生育状況*1、水生生物詳細調査 年3回(春、夏、秋)の頻度で実施 ・底生動物指標種の定量調査 年2回(春頃、秋頃)の頻度で実施 ・植物指標種の生育状況調査 年3回(春、夏、秋)の頻度で実施 	<p>◆モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トンネル湧水の水量・水温・水質調査 ・沢の流量、水温、水質(pH、EC)調査 月1回等の頻度で実施 ・衛星写真による沢の伏流状況調査 年2回の頻度で実施 ・現地踏査による生息・生育場調査 年3回(春、夏、秋)の頻度で実施 ・重要種の生息・生育状況、水生生物詳細調査 年3回(春、夏、秋)の頻度で実施 ・底生動物指標種の定量調査 年2回(春頃、秋頃)の頻度で実施 ・植物指標種の生育状況調査 年3回(春、夏、秋)の頻度で実施

【トンネル湧水の水量・水質・水温調査、沢の流量・水温・水質(pH、EC)調査、衛星写真による沢の伏流状況調査、現地踏査による生息・生育場調査、重要種の生息・生育状況、水生生物詳細調査、底生動物指標種の定量調査、植物指標種の生育状況調査の結果から沢の動植物への影響を総合的に検討】

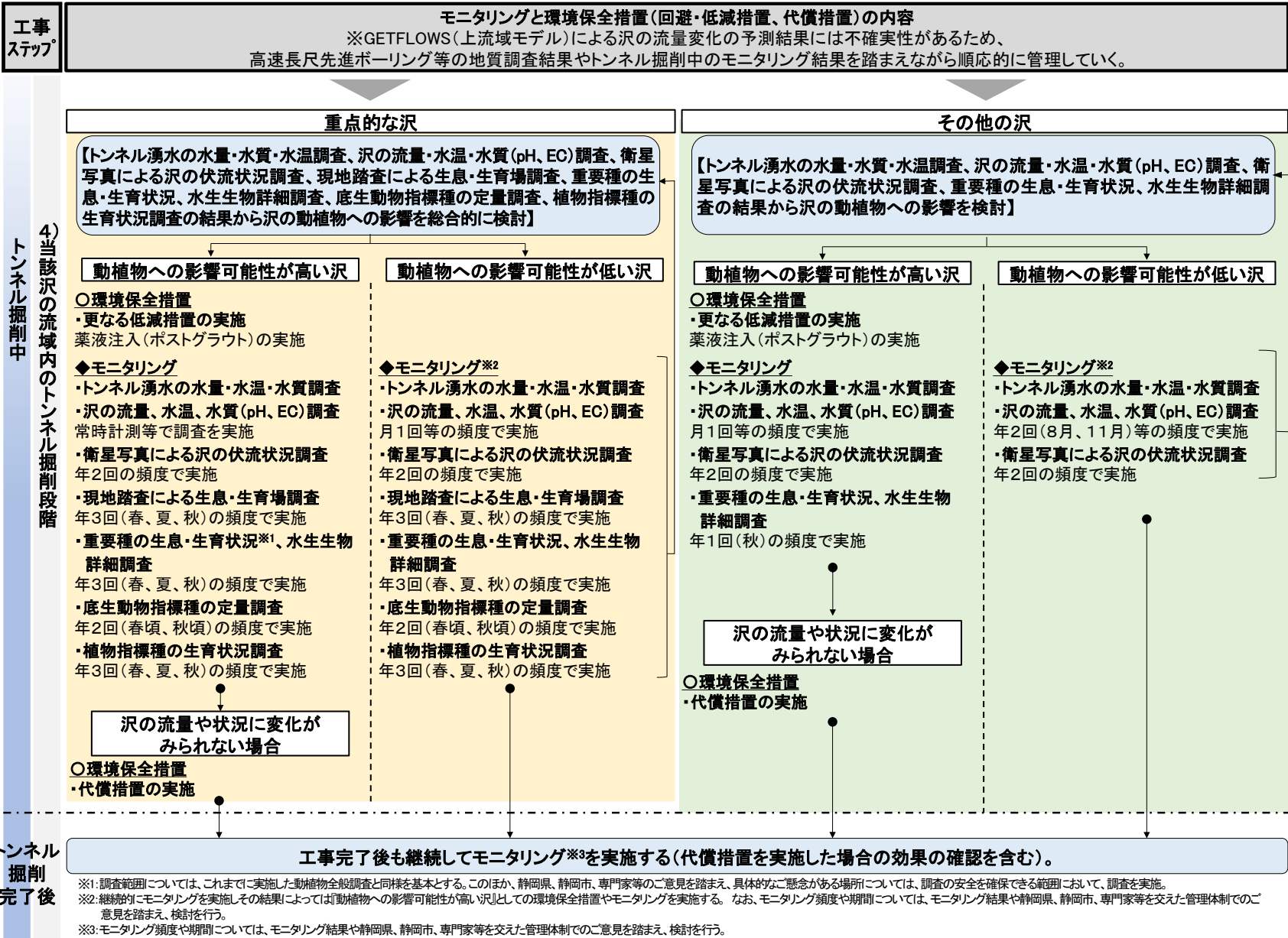
その他の沢

流量減少が予測される沢	流量減少が予測されない沢
<p>○環境保全措置</p> <p>・回避・低減措置の実施 断層交差部等の掘削に先立ち、斜坑等の線形変更の実施、薬液注入(プレグラウト)の実施</p> <p>↓</p> <p>地質やトンネル湧水の状況を確認しながら慎重に断層交差部等を掘削</p> <p>◆モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トンネル湧水の水量・水温・水質調査 ・沢の流量、水温、水質(pH、EC)調査 月1回等の頻度で実施 ・衛星写真による沢の伏流状況調査 年2回の頻度で実施 ・重要種の生息・生育状況、水生生物詳細調査 年1回(秋)の頻度で実施 	<p>◆モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トンネル湧水の水量・水温・水質調査 ・沢の流量、水温、水質(pH、EC)調査 年2回(8月、11月)等の頻度で実施 ・衛星写真による沢の伏流状況調査 年2回の頻度で実施

*1:調査範囲については、これまでに実施した動植物全般調査と同様を基本とする。このほか、静岡県、静岡市、専門家等のご意見を踏まえ、具体的なご懸念がある場所については、調査の安全を確保できる範囲において、調査を実施。

【トンネル湧水の水量・水質・水温調査、沢の流量・水温・水質(pH、EC)調査、衛星写真による沢の伏流状況調査、重要種の生息・生育状況、水生生物詳細調査の結果から沢の動植物への影響を検討】

図 69 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー【4）当該沢の流域内のトンネル掘削段階】



4) 当該沢の流域内のトンネル掘削段階

トンネル掘削完了後

図 70 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー【4）当該沢の流域内のトンネル掘削段階、トンネル掘削完了後】

(巻末参考資料 2 : 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 10 にお示しします。
- ・また、 $\delta^{18}\text{O}$ を横軸、 δD を縦軸にとったグラフ (δ ダイアグラム) を図 71 にお示しします。一般的に、 $\delta^{18}\text{O}$ と δD 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 δ 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 10 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	δD (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	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	千枚小屋北側の湧水	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

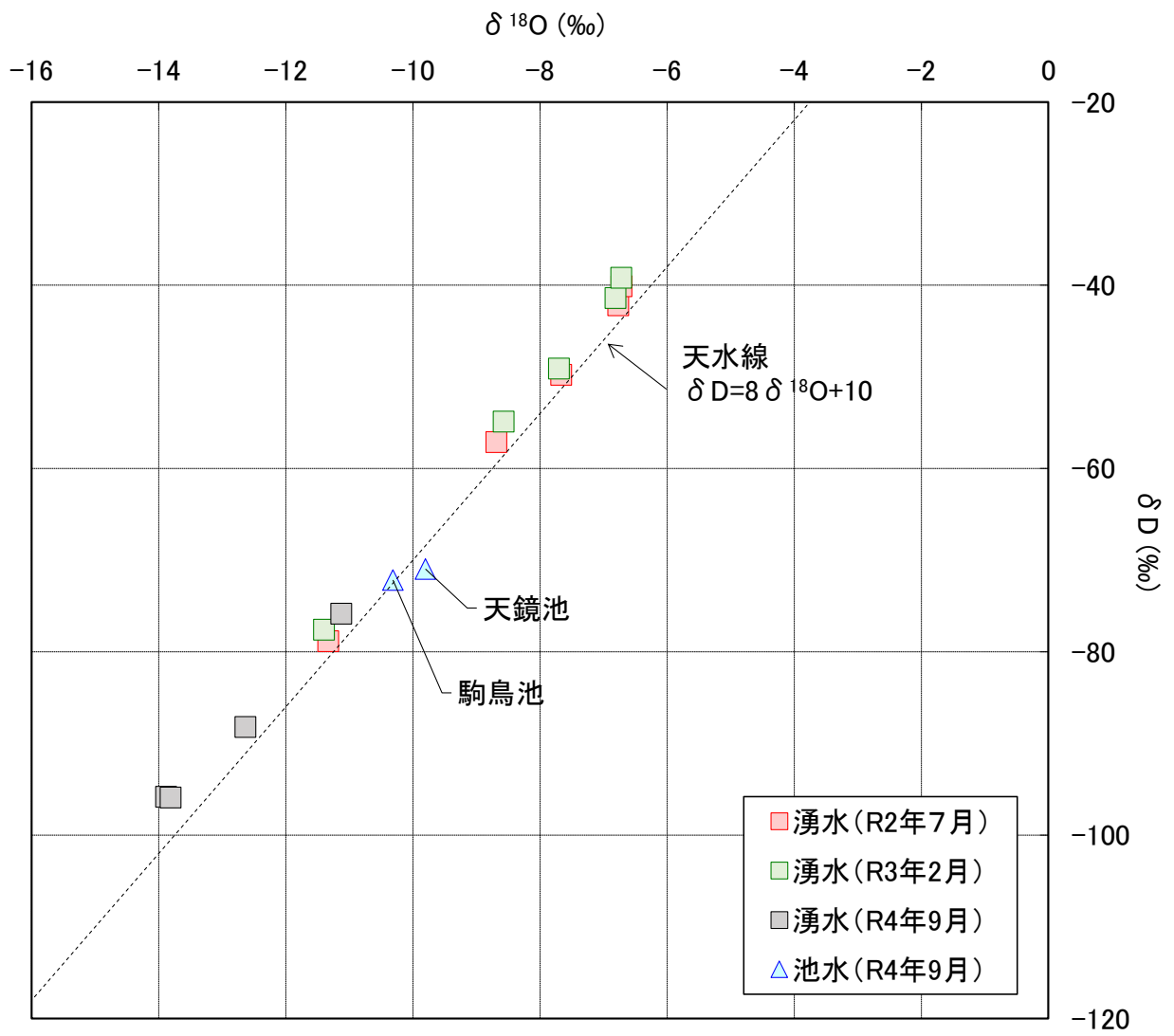


図 71 Δダイヤグラム

(巻末参考資料 3 : 千枚小屋付近でのボーリング調査の結果について)

- ・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 7 2)。
- ・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 7 3)。
- ・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 7 3 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 7 2)、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。

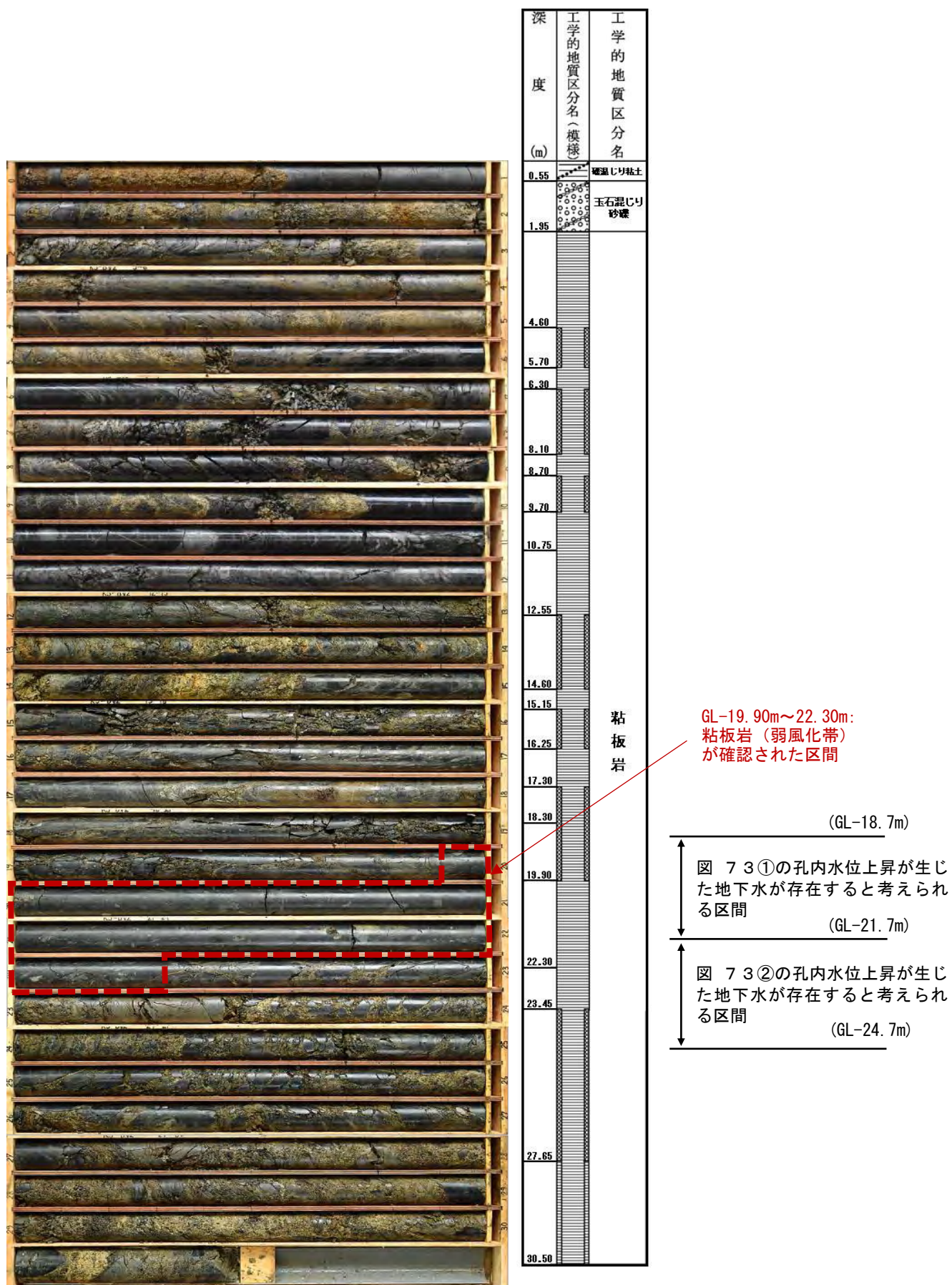


図 7 2 ボーリングコア写真及び柱状図 (千枚小屋付近)

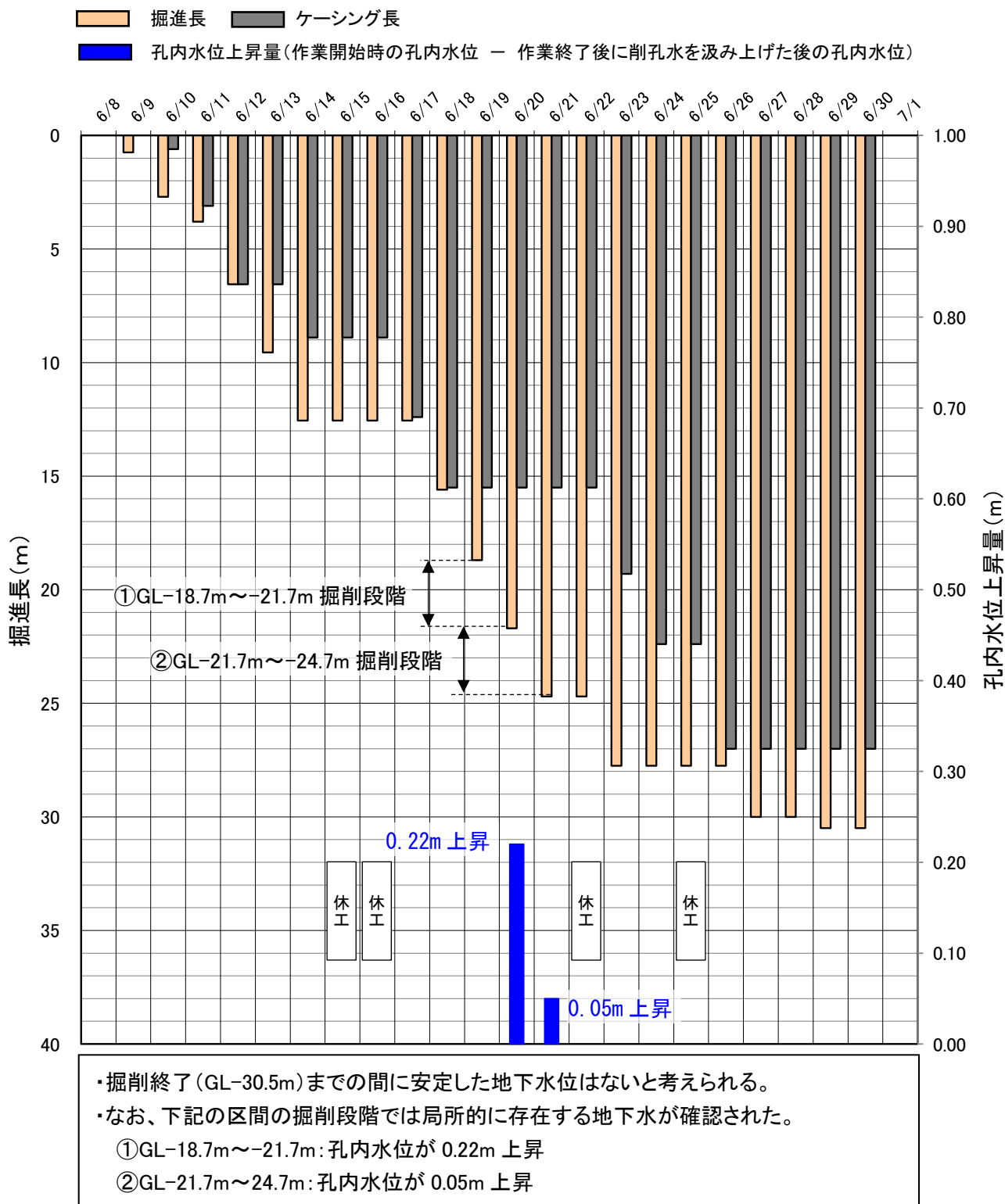


図 7 3 ボーリング掘削状況、孔内水位状況 (千枚小屋付近)