

「今後の主な対話項目」のうち 「沢の流量変化」に関する対話項目について

<本資料に記載の項目>

「今後の主な対話項目」（2024年2月5日 静岡県）抜粋

II 生物多様性編

2 沢の流量変化

- (1) ボーリング調査の実測データを用いた再解析（上流域モデル見直しを含む）
- (2) 上流域モデル（GETFLOWS）により解析できない沢の源流部などの流量変化の予測
- (3) 「重要でない断層」と「主要な断層」の区別の科学的根拠
- (4) 地下水（トンネル湧水）の水量・水質・湧水量や地下水位の観測

令和6年8月
東海旅客鉄道株式会社

目 次

(1) 「ボーリング調査の実測データを用いた再解析（上流域モデルの見直しを含む）」について	1
(2) 「上流域モデル（GETFLOWS）により解析できない沢の源流部などの流量変化の予測」について.....	9
(3) 「「重要でない断層」と「主要な断層」の区分の科学的根拠」について	15
1) 基本的な考え方	15
2) 「主要な断層」の設定理由について	17
(4) 地下水（トンネル湧水）の水量・水質・湧水量や地下水位の観測.....	32
1) 地下水（トンネル湧水）の水量・水質の観測について	32
2) 地下水位の観測について	35
3) 地表の湧き水の観測について	38

(1) 「ボーリング調査の実測データを用いた再解析（上流域モデルの見直しを含む）」について

- ・ 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフローは、図1～図4を考えています（国土交通省リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）並びに国土交通省リニア中央新幹線静岡工区モニタリング会議にてご説明したフロー）。
- ・ トンネル掘削にあたっては、斜坑掘削時の切羽周辺及び先進坑の切羽周辺から前方に向かって、高速長尺先進ボーリングを実施し、前方の地質、湧水の水量や水質、水温を事前に把握します。
- ・ 高速長尺先進ボーリングの結果、断層と想定される箇所や湧水量の変化が著しい箇所等においては、コアボーリング等の詳細な地質調査を行い、上流域モデルの解析条件との比較（解析上設定した主要な断層とその他の断層について、ボーリングで確認された断層の位置や性状（透水係数や有効間隙率等）との比較等）を行います。必要に応じてそれらの情報を沢の流量変化の検討に反映し、沢の流量減少の予測を行います。
- ・ また、水質については、ボーリング湧水の pH、EC、溶存イオン（計8項目（ナトリウムイオン（ Na^+ ）、カリウムイオン（ K^+ ）、カルシウムイオン（ Ca^{2+} ）、マグネシウムイオン（ Mg^{2+} ）、塩化物イオン（ Cl^- ）、重炭酸イオン（ HCO_3^- ）、硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）、硝酸イオン（ NO_3^- ））の計測、酸素・水素安定同位体比の測定による涵養標高の推定、 ^{14}C （炭素）の放射性同位体等²をトレーサーとした地下水の涵養年代に関する測定を行います。
- ・ 深部の地下水位低下の影響が地表面に現れるまでには時間差を伴うことが考えられるため、時間差の検討を行う上でも、地盤の透水係数や有効間隙率等の水理定数を確認することが重要であると考えています。
- ・ 高速長尺先進ボーリングとコアボーリングで実施する調査項目、目的等を表1と表2に示します。
- ・ 現時点では、後述する「(3) 「重要でない断層」と「主要な断層」の区分の科学的根拠」について」に示す以上に、トンネル掘削箇所周辺において、解析上有効な地質等の情報が得られている状況ではないため、今後、トンネル内から実施する高速長尺先進ボーリングやコアボーリングによる調査結果を踏まえ、ボーリング調査の実測データを用いた沢の流量減少予測の見直しを行います。

¹ 国土交通省 リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）において、大井川上流域の沢の影響分析という目的のもと、新たに作成した GETFLOWS による解析モデル

² トレーサーとしては、深層の地下水であることから半減期が約5,730年と長い ^{14}C （炭素）の放射性同位体を使用しますが、地表からの水を引き込んでいないかの判断に資するため、半減期が約12.3年と短い ^3H （トリチウム）の放射性同位体も分析し、判断を行うためのバックデータとして活用します。さらに、トリチウムが検出された場合は、 SF_6 （六フッ化硫黄）でさらに涵養年数の短い期間に対する分析を行います。

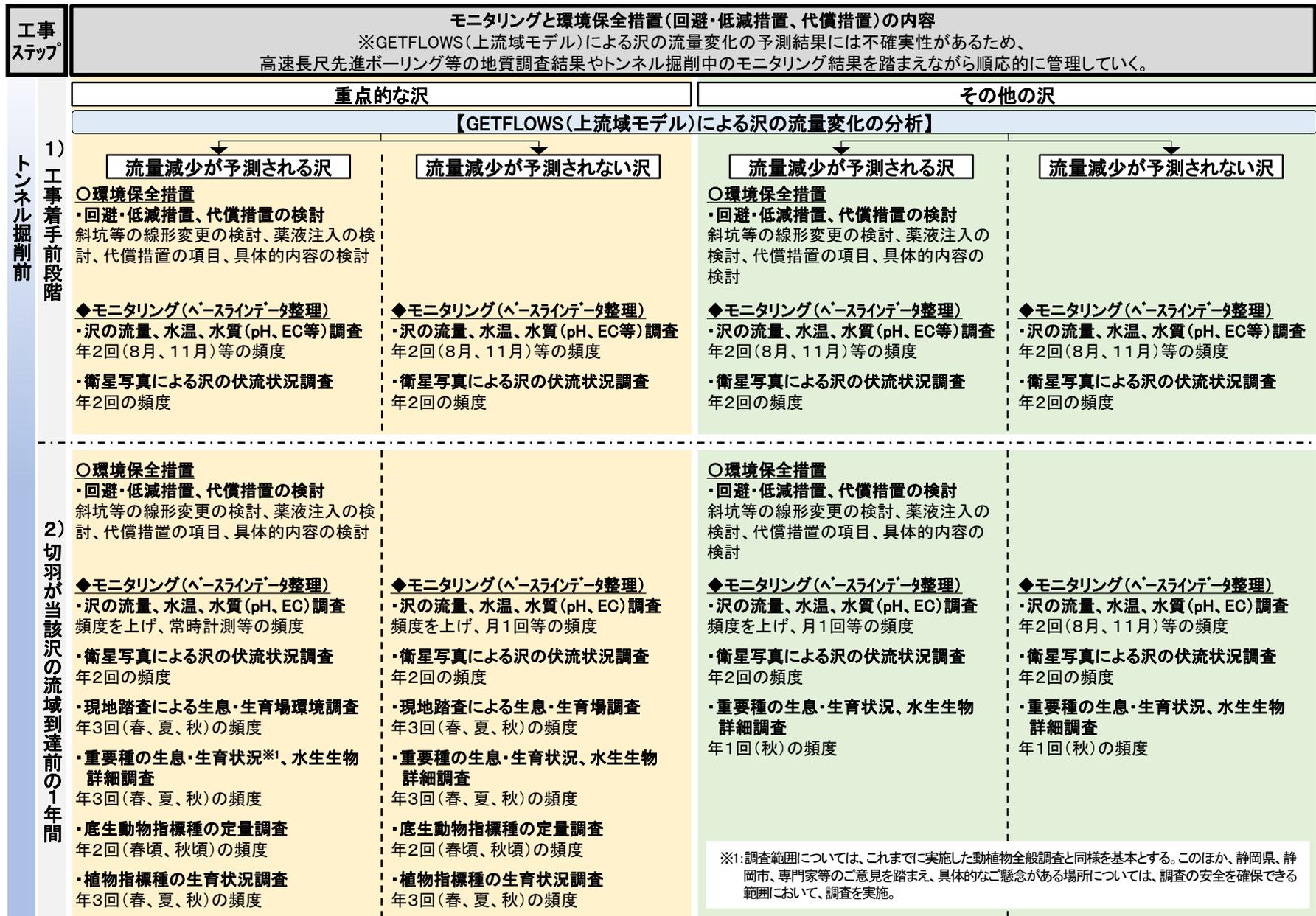
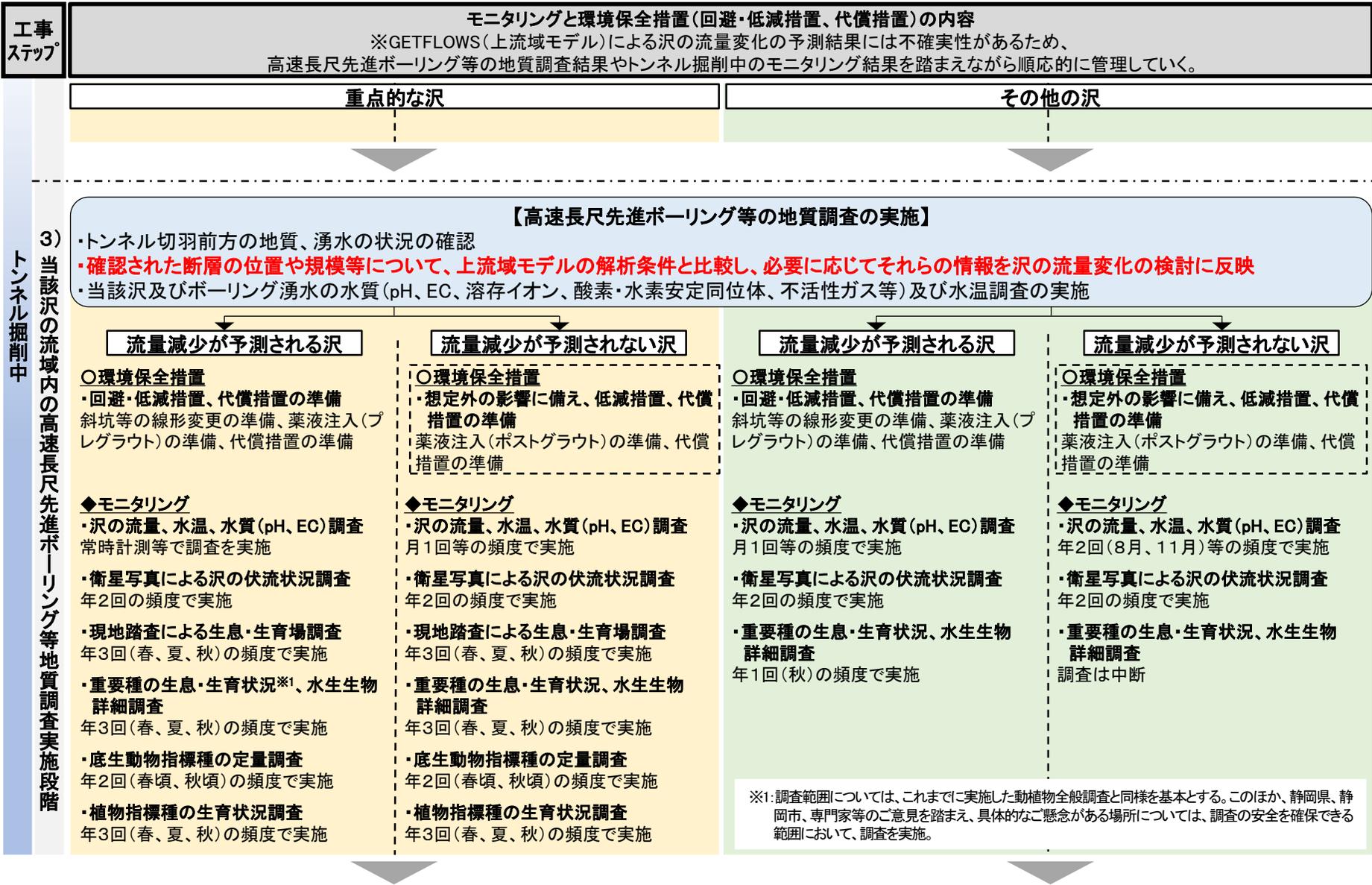


図1 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー(1)



※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、具体的に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。

図2 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー(2)

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

○環境保全措置

・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

↓
 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

◆モニタリング

- ・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

流量減少が予測されない沢

◆モニタリング

- ・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

○環境保全措置

・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

↓
 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

◆モニタリング

- ・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

流量減少が予測されない沢

◆モニタリング

- ・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3 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー(3)

工事ステップ

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。

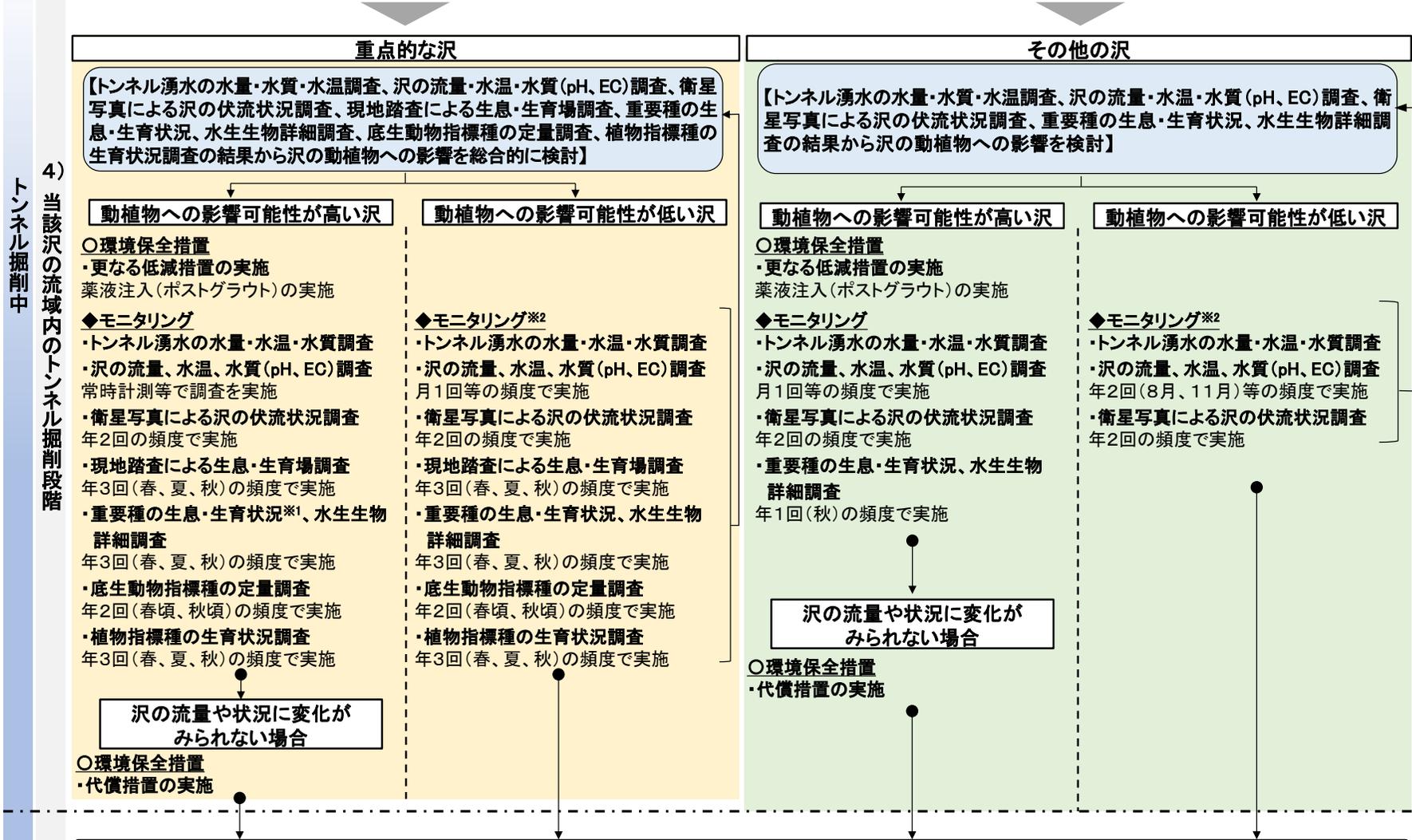


図4 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー(4)

表 1 高速長尺先進ボーリングの調査概要

調査項目		目的	調査によってわかること	測定頻度	測定方法
地質・地山	岩石片（スライム）の観察による確認	掘削計画（湧水低減対策等）へ反映するため	地質分布	約5 mに1回	孔口より排出されるスライムを容器で採取
	掘削速度		割れ目発達状況等、同一岩盤内での地山の良し悪し	削孔中、常時	マシン制御盤にて測定（ロッド回転トルク、回転数、マシン推進力は掘削エネルギー係数等に換算）
	ロッド回転トルク				
	ロッド回転数				
	マシン推進力				
ボーリング湧水	孔口湧水量（削孔中）	トンネル掘削時の沢流量への影響を推定するため	トンネル掘削時に湧水量が多いことが想定される区間	容器法は1日2回を基本。湧水量が大きく変化する箇所やビット交換時なども追加で実施 電磁流量計は常時記録	容器法による測定 電磁流量計による変動傾向の把握
	孔口湧水量（削孔完了時）			常時	タービン式流量計
	孔口湧水の水質(pH、EC（電気伝導度））、水温		トンネル掘削時に沢等の地表付近の水を引き込む可能性があるかどうか*	容器法による湧水量の測定と同時に実施	デジタル水温計、pH計測器、導電率計による計測
	孔口湧水圧		調査区間の平均透水係数	孔口での止水測定は、孔口部、削孔段取り替え時で実施	孔口で止水し調査区間平均湧水圧を測定
	孔口湧水の化学的な成分分析		トンネル掘削時に沢等の地表付近の水を引き込む可能性があるかどうか（シュティブダイヤグラム、涵養標高、涵養年代）*	湧水圧測定時に採水 湧水量測定で変化がある時は追加実施	採水し、溶存イオン8項目、酸素・水素安定同位体比、 ¹⁴ C（炭素）等を計測

※それぞれの調査項目について、削孔に伴う変化を確認する

（例：EC（電気伝導度）の変化からの考察について）

- EC（電気伝導度）は、水中に含まれる電解質の量が多いほど電流が多く流れて大きい値となるため、一般的に、深層地下水は大きい値を示し、地表面付近の浅層地下水は小さい値を示す傾向がある。
- 例えば、トンネルを掘削する深度と同程度の深度におけるボーリング調査において、安定して大きい値を示していた電気伝導度が、急激に小さい値を示した場合、地表面付近の水を引き込んでいる可能性が示唆される。
- こうした箇所が確認された場合、当該箇所をトンネル掘削する際には、沢等の地表付近の水をトンネル内に引き込み、沢の流量減少を引き起こす可能性があると考えられ、予めトンネル掘削時の対策を検討することができる。

表 2 コアボーリングの調査概要

調査項目		目的	調査によってわかること	測定頻度	測定方法
地質・地山	コア観察	・掘削計画（湧水低減対策等）へ反映するため	・地質の脆い区間の位置、幅 ・地質等変化箇所など特定箇所における詳細な地質性状 ・岩盤の割れ目の幅や間隔	・全試料延長	・採取したコアの観察（岩種、風化、割れ目状態、変質等） （断層粘土の挟在、褶曲構造） ・コア採取に関するデータの整理（採取率、最大コア長、R Q D等）
	物理特性・力学特性		・岩石が持つ強度や特性	・地質の脆い区間や湧水量が変化した箇所を実施	・採取コアを整形し各種試験を実施（物理試験） 密度、含水比、有効間隙率、超音波速度（力学試験） 一軸圧縮試験、三軸圧縮試験（必要な場合）
ボーリング湧水	孔口湧水量（削孔中）	・トンネル掘削時の沢流量への影響を推定するため	・トンネル掘削時に湧水量が多いことが想定される区間	・容器法は1日2回を基本。湧水量が大きく変化する箇所やビット交換時なども追加で実施 ・電磁流量計は常時記録	・容器法による測定 ・電磁流量計による変動傾向の把握
	孔口湧水量（削孔完了時）			・常時	・タービン式流量計
	孔口湧水の水質(pH、EC（電気伝導度））、水温		・トンネル掘削時に沢等の地表付近の水を引き込む可能性があるかどうか※	・容器法による湧水量の測定と同時に実施	・デジタル水温計、pH計測器、導電率計による計測
	孔口湧水圧		・調査区間における透水係数	・湧水量が変化した箇所とその前後で実施 ・孔内湧水圧測定は高速長尺先進ボーリングの結果を踏まえ実施	・孔口で止水し調査区間平均湧水圧を測定 ・特定箇所における孔内湧水圧測定
	孔口湧水の化学的な成分分析		・トンネル掘削時に沢等の地表付近の水を引き込む可能性があるかどうか（シュティフダイアグラム、涵養標高、涵養年代）※	・湧水圧測定時に採水 ・湧水量測定で変化がある時は追加実施	・採水し、溶存イオン8項目、酸素・水素安定同位体比、 ¹⁴ C（炭素）等を計測

※それぞれの調査項目について、削孔に伴う変化を確認する

（例：EC（電気伝導度）の変化からの考察について）

- ・ EC（電気伝導度）は、水中に含まれる電解質の量が多いほど電流が多く流れて大きい値となるため、一般的に、深層地下水は大きい値を示し、地表面付近の浅層地下水は小さい値を示す傾向がある。
- ・ 例えば、トンネルを掘削する深度と同程度の深度におけるボーリング調査において、安定して大きい値を示していた電気伝導度が、急激に小さい値を示した場合、地表面付近の水を引き込んでいる可能性が示唆される。
- ・ こうした箇所が確認された場合、当該箇所をトンネル掘削する際には、沢等の地表付近の水をトンネル内に引き込み、沢の流量減少を引き起こす可能性があると考えられ、予めトンネル掘削時の対策を検討することができる。

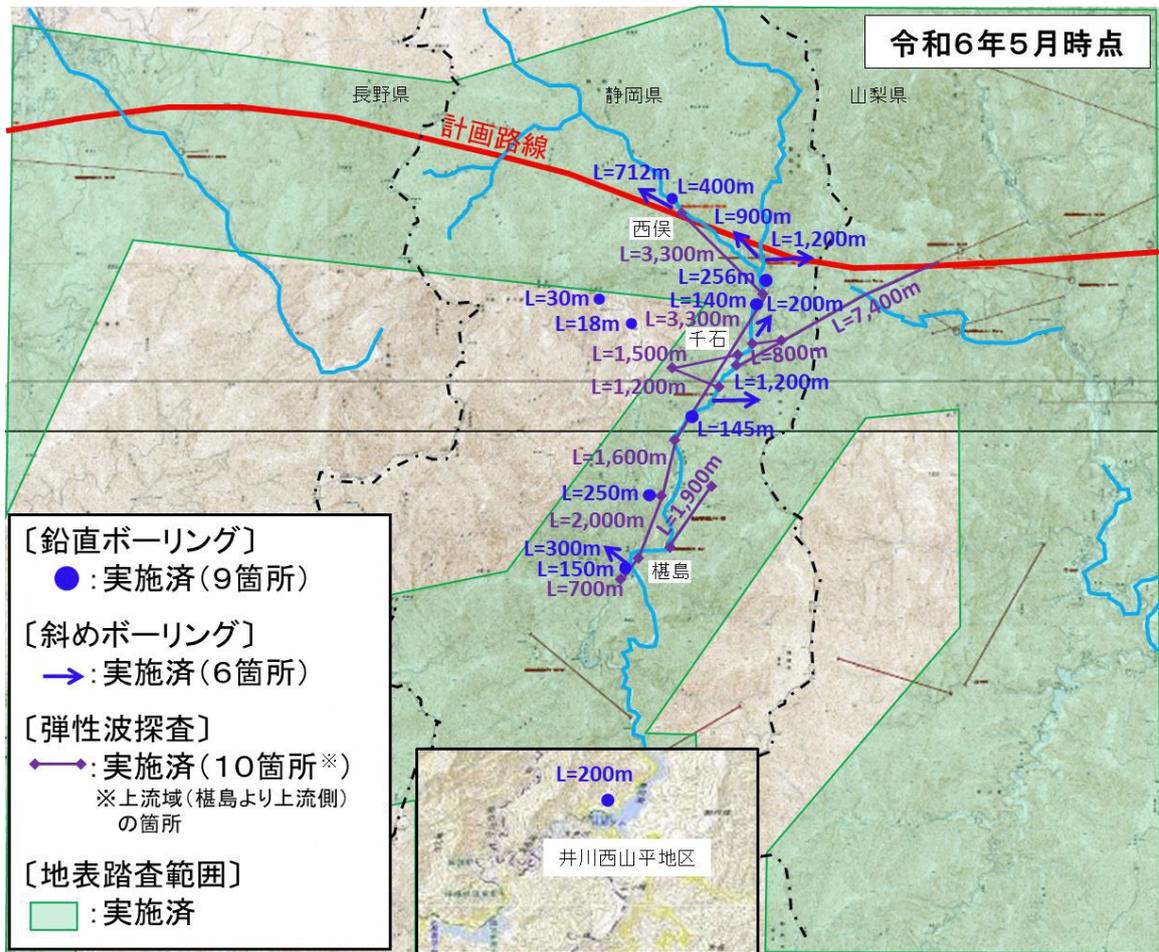


図5 静岡県内における地質調査の状況（令和6年5月時点）

(2) 「上流域モデル (GETFLOWS) により解析できない沢の源流部などの流量変化の予測」 について

- ・静岡県専門部会委員より、「GETFLOWS では、瞬間的な雨に対応する増水や減水は説明できていないので、沢の源流部の流量は説明できていない。現地の沢と本川との合流部において、EC、pH、水温を連続的に計測すること等により、降雨後の沢の流出特性（流量変化のプロセス）を把握することができる。降雨の後、沢には初めに直接流出（地表流）分が流入し、次いで中間流出（中間流）分、最後に基底流出（地下水流）分が流入する。沢の水質等の現地調査を行うことにより、EC、水温、流量の変化の順序や時間差、程度等といった沢の流出特性を把握することができる。」とのご意見を頂いています。
- ・重点的な沢のうち、解析上、流量減少が予測される、蛇抜沢、悪沢、スリバチ沢について、流量、EC、水温、pH の常時計測を開始しています³（図7～図9）。
- ・蛇抜沢での2022年11月～2024年5月までの計測結果を図10にお示します。
- ・また、2022年11月～2024年5月までの期間の中で、蛇抜沢に設置した雨量計で計測した降雨量が最も大きい上位2日（2024年5月13日、2024年5月28日）について、流量、EC、水温、降雨量の計測結果を1時間単位で整理し、整理した結果に基づく流出特性の考察を、図11、図12にお示しします。
- ・同様の考察を台風時期においても実施し⁴、トンネル掘削中には事前に把握した沢の流出特性との変化を確認することで、トンネル掘削による影響の有無を考察します。
- ・なお、専門部会委員にご指導頂きながら図6に示すように流量や水質等のデータ整理を行うことで、トンネル掘削時に参考となるバックグラウンドデータを整理できる可能性があるため、トンネル掘削開始前までにデータ整理を実施します。

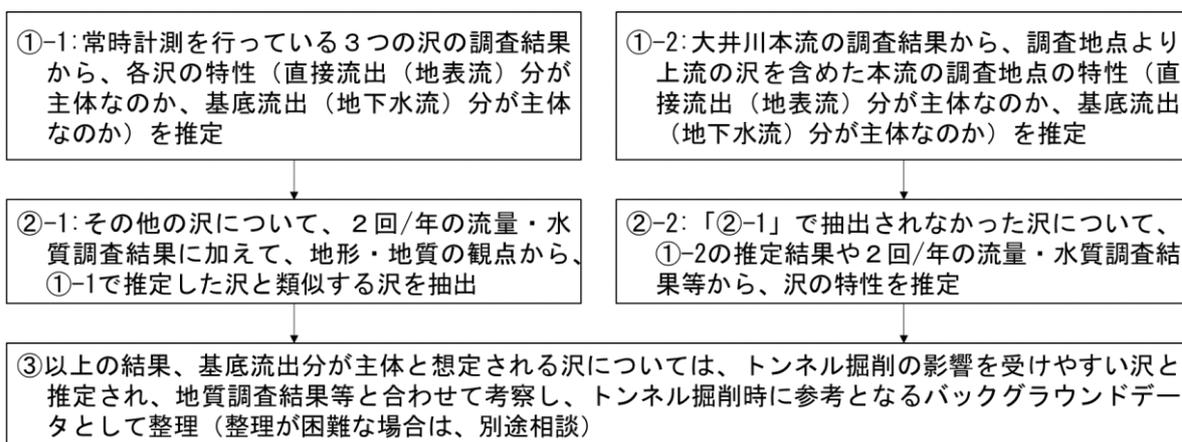


図6 沢のバックグラウンドデータ整理のフロー

³ 蛇抜沢は、2022年11月に計測開始（pHについては2024年6月に計測開始）。悪沢は、2022年10月に計測開始（pHについては2024年6月に計測開始）。スリバチ沢は、2024年3月に計測開始。

⁴ 静岡県専門部会委員より、梅雨のように連続した降雨がある時期と、台風時期のように短時間で強い降雨がある時期では流出特性が異なるため、これら2つの時期において整理しておく必要があるとのご意見を頂いています。

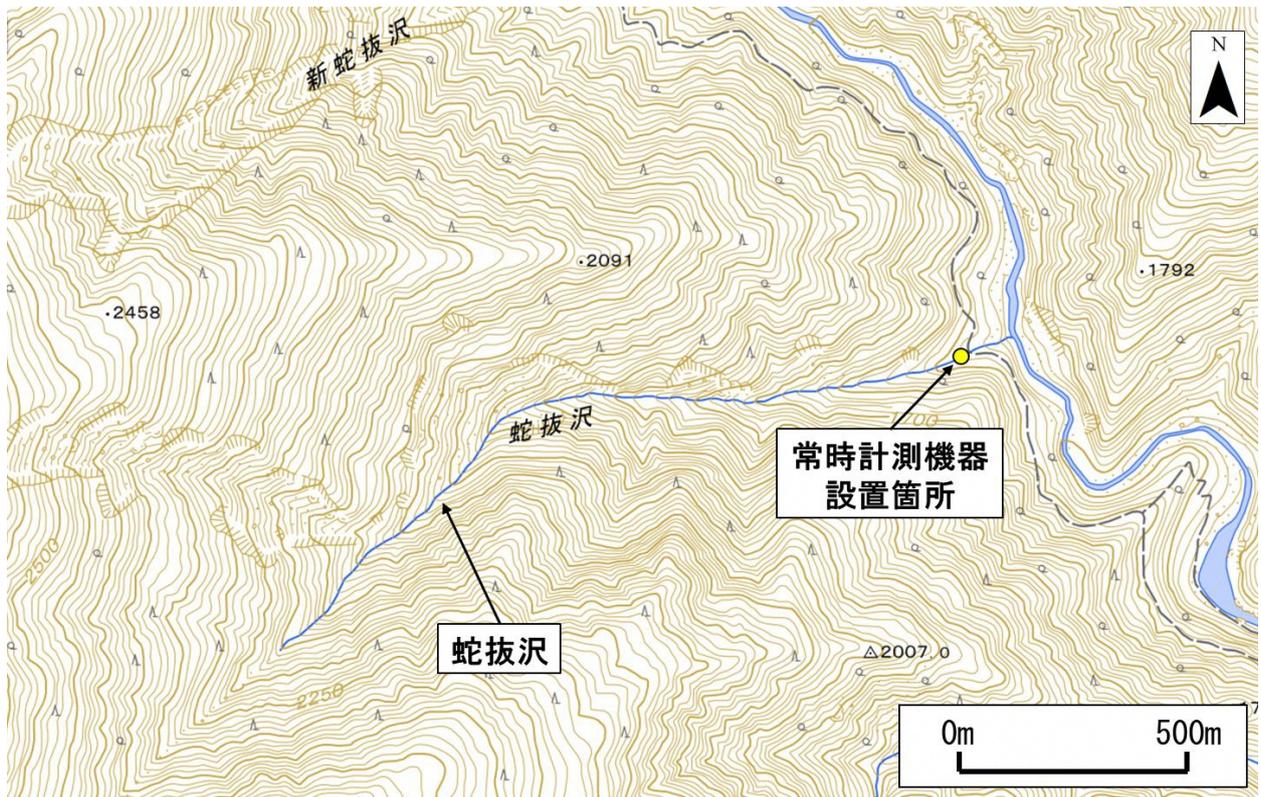


図7 蛇抜沢での常時計測機器設置箇所位置図

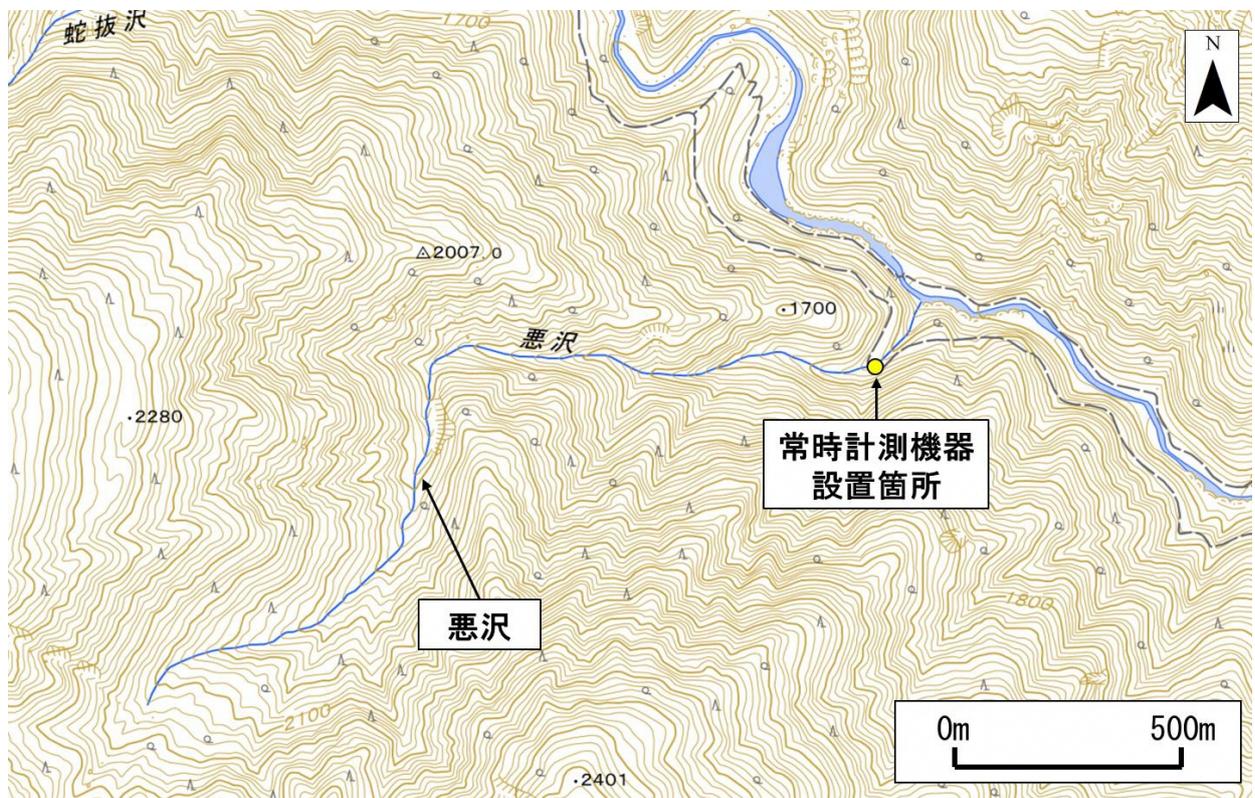
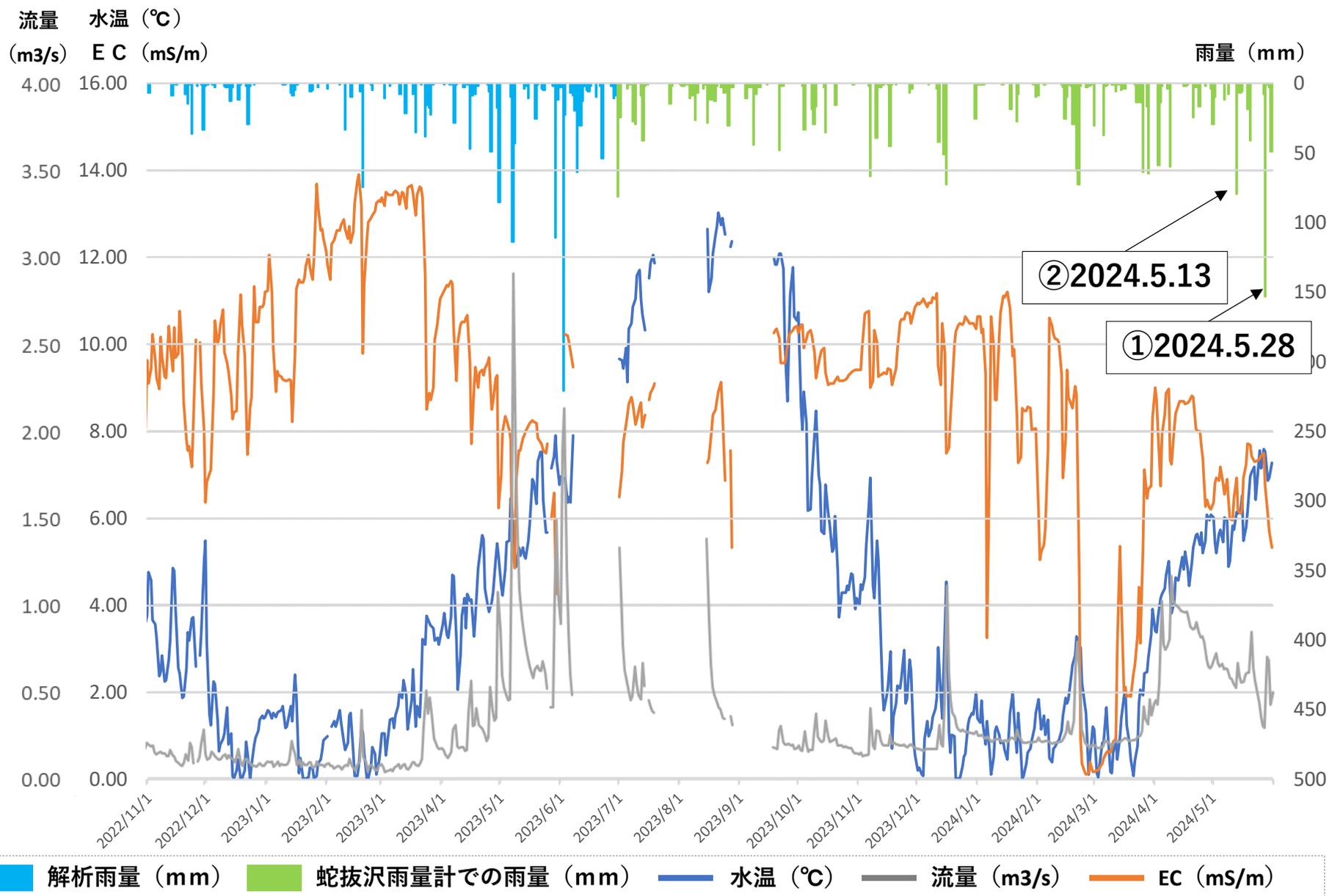


図8 悪沢での常時計測機器設置箇所位置図



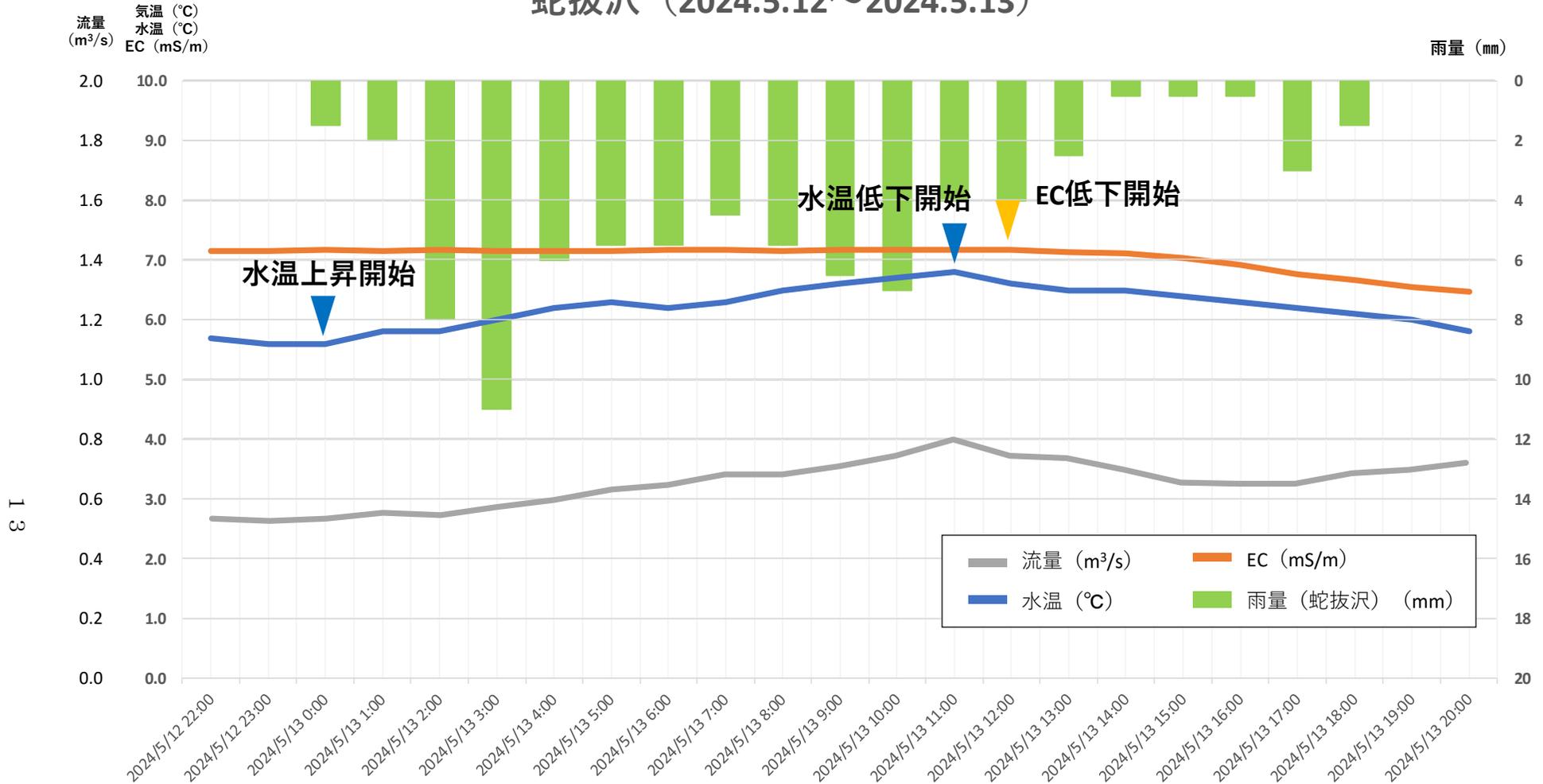
図9 スリバチ沢での常時計測機器設置箇所位置図



※空白の期間は、計測機器への土砂流入等により欠測

図 10 蛇抜沢での計測結果 (2022 年 11 月~2024 年 5 月)

蛇抜沢 (2024.5.12~2024.5.13)

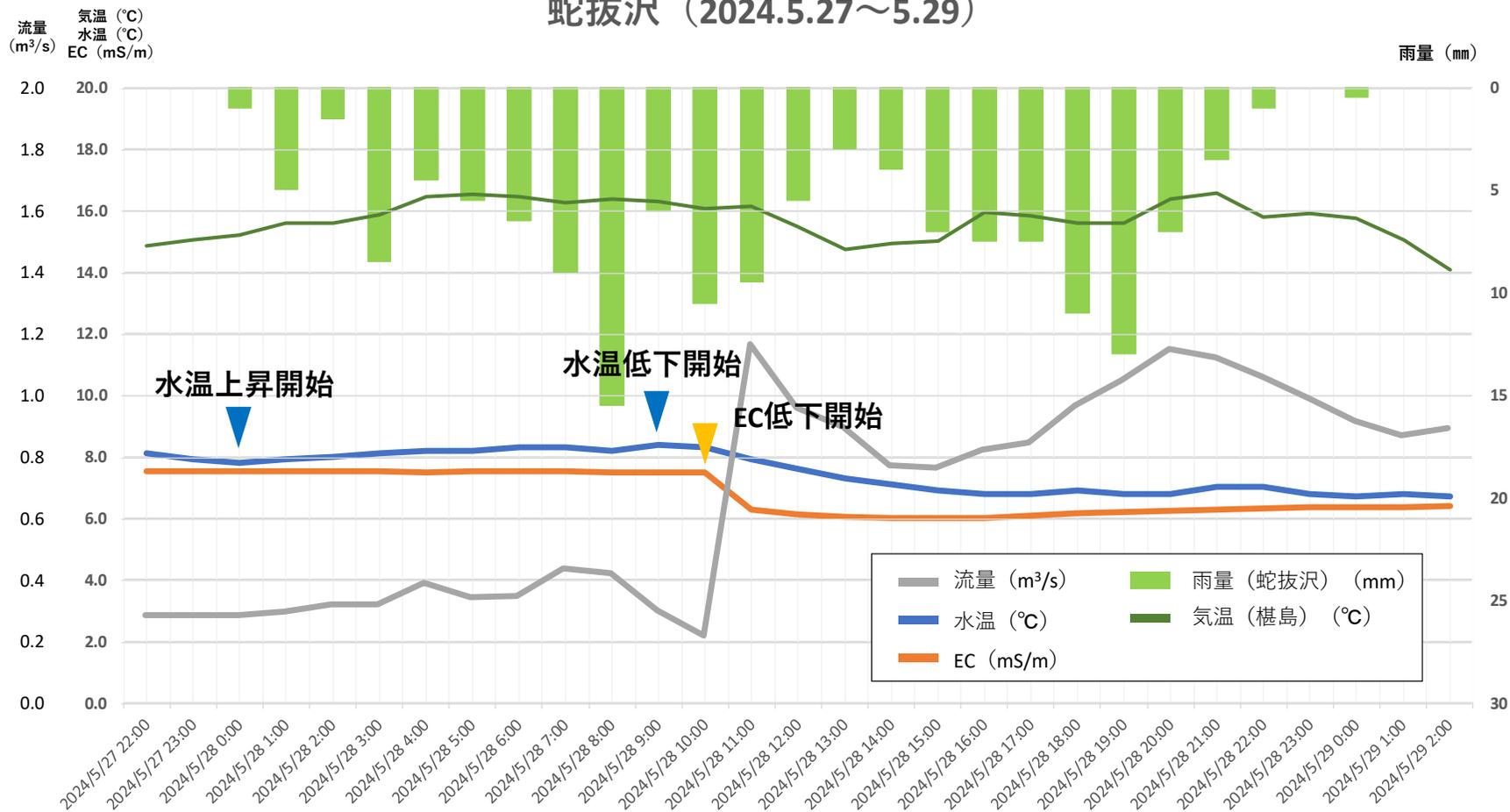


【流出特性の考察】

- ・ 降雨の開始に伴い、主に降雨によって形成される直接流出（地表流）分により、沢の水温が上昇した。
- ・ 水温上昇から約 1 1 時間後には、主に浅い地下水によって形成される中間流出（中間流）分の増加により、沢の水温が低下し始めた。

図 1 1 蛇抜沢での計測結果に基づく流出特性の考察 (2024 年 5 月 13 日の降雨に着目したケース)

蛇抜沢 (2024.5.27~5.29)



【流出特性の考察】

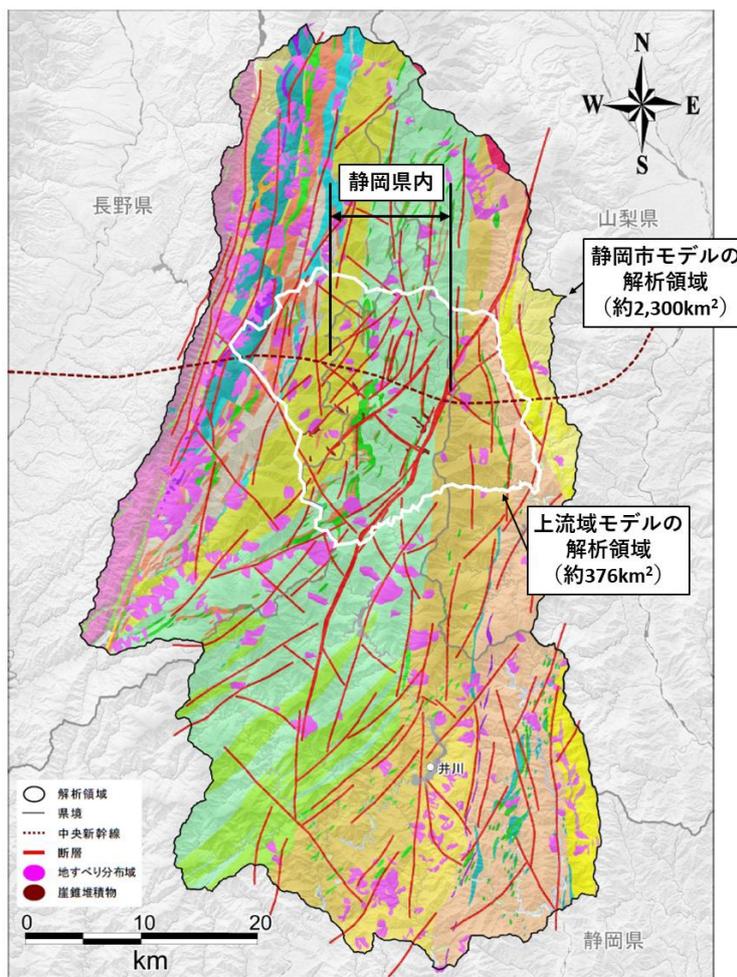
- ・ 降雨の開始に伴い、主に降雨によって形成される直接流出（地表流）分により、沢の水温が上昇した。
- ・ 水温上昇から約9時間後には、主に浅い地下水によって形成される中間流出（中間流）分の増加により、沢の水温が低下し始めた。
- ・ また、5月28日8時台の時雨量約15mmの降雨の影響により、その後約3時間後には、流量が大きく増加し、ECも大きく低下した。

図 1 2 蛇抜沢での計測結果に基づく流出特性の考察（2024年5月28日の降雨に着目したケース）

(3) 「重要でない断層」と「主要な断層」の区別の科学的根拠について

1) 基本的な考え方

- ・上流域モデル⁵の断層の設定については、静岡市が平成 28 年度に南アルプスにおける自然環境の保全のために作成したモデル（以下、「静岡市モデル」という）の設定を用いており、当社において設定理由を確認し、上流域モデルでの解析を実施しています。
- ・静岡市モデルでは、まず、国土地理院の2万5千分の1地形図でリニアメントを抽出し、広範囲にわたる解析領域全体において、断層を設定しています（図 13、図 14の①）。



- ・これらの断層のうち、リニアメント以外の関連情報（図 14の②、③）から、高透水性の断層が存在する可能性があると考えられる断層を、トンネル掘削による影響を予測するうえでの「主要な断層」とし、現時点では高透水性の断層が存在すると判断する根拠がない断層を「重要でない断層」としています（図 14の④）。

⁵ 国土交通省 リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）において、大井川上流域の沢の影響分析という目的のもと、新たに作成した GETFLOWS による解析モデル

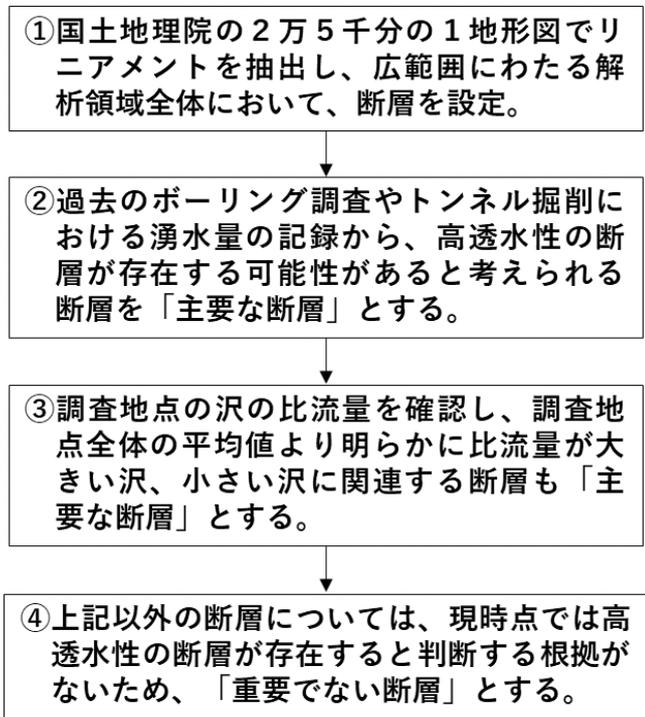


図 1 4 「主要な断層」と「重要でない断層」の設定フロー

- ・以下、図 1 5 に示す「主要な断層」のそれぞれについて、設定理由を示します。
- ・なお、解析上の断層の設定については、現時点での想定であり、今後、高速長尺先進ボーリング等の地質調査によって断層の位置や規模、透水性等が確認されれば、上流域モデルの解析条件と比較し、静岡県専門部会委員等の意見も踏まえ、必要に応じて沢の流量変化の検討に反映してまいります。

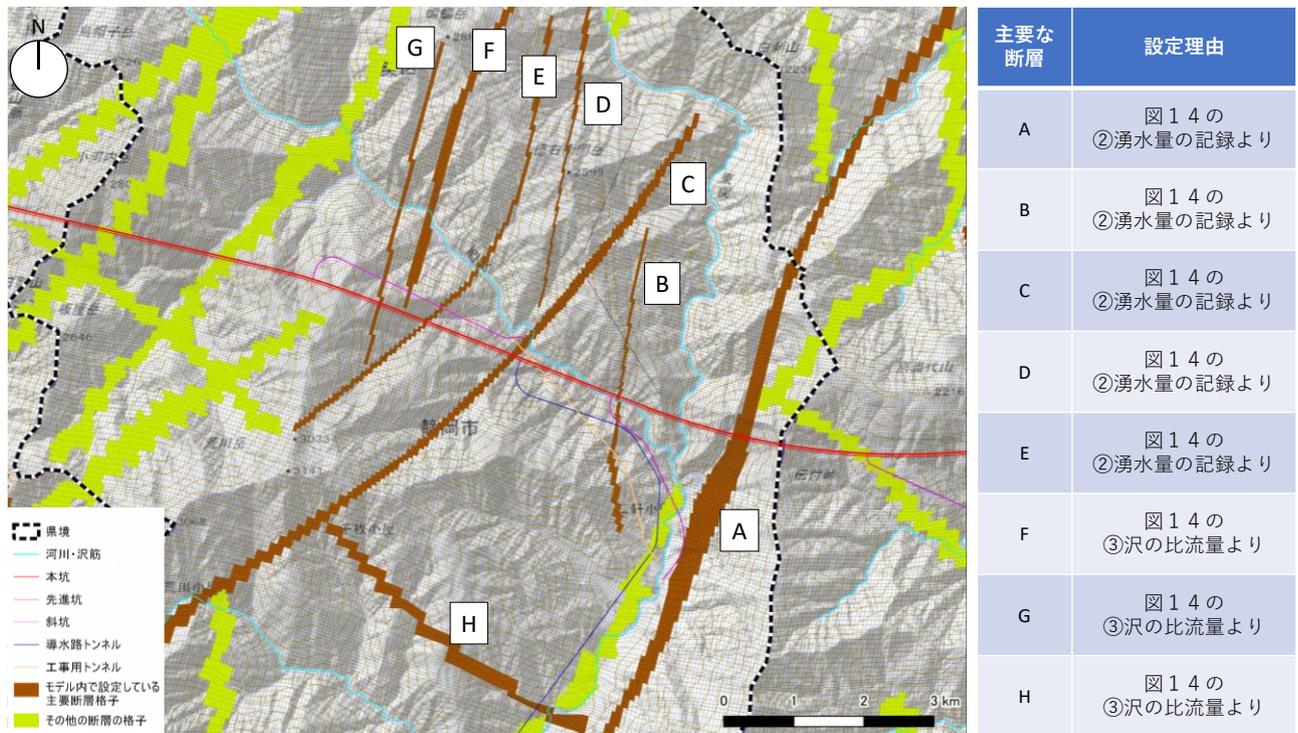


図 1 5 上流域モデルで設定した断層分布 (A~H が主要な断層) と主要な断層の設定理由

2) 「主要な断層」の設定理由について

a) 過去のボーリング調査やトンネル掘削におけるトンネル湧水量の記録から「主要な断層」と判断した断層について（図 14の②）

- ・過去に当社が実施したボーリング調査と、過去に中部電力株式会社が二軒小屋発電所導水路トンネルを掘削した際のトンネル湧水量の記録から、高透水性の断層が存在する可能性があるとして判断し、「主要な断層」と設定した断層について、以下、設定理由を示します。

○断層 A の設定理由について

- ・静岡県と山梨県境付近に中央新幹線と交差する南北方向に伸長する断層の存在を想定しており、この断層は、国立研究開発法人産業技術総合研究所のシームレス地質図（図 16）や「新編 日本の活断層」（図 17）に記載されています。
- ・過去に当社が、大井川（東俣）から東側に向かって実施した斜め下向きボーリング調査（以下、「東俣からの斜め下向きボーリング」という）の結果においても、当該箇所付近に破碎質な地質が確認されており、また、ボーリング調査時の湧水量も口元最大湧水量で約 2,600 (L/分) であったことから、トンネル掘削による影響を予測するうえでの主要な断層と設定しています。

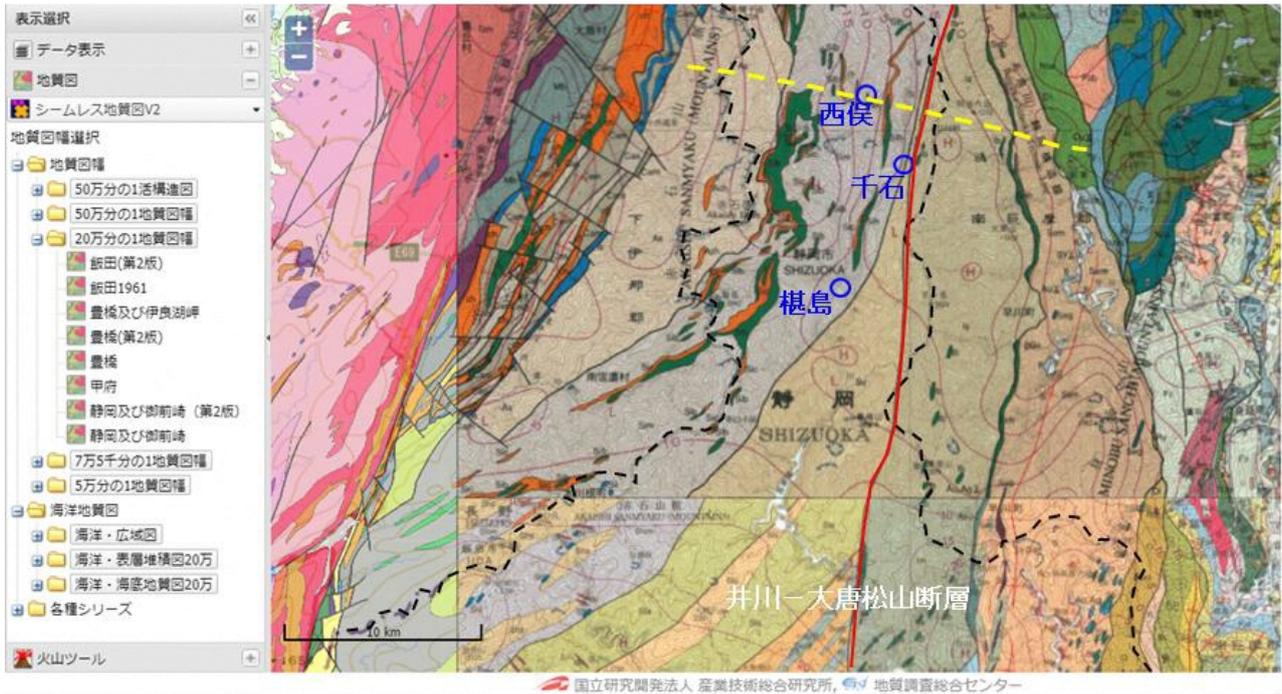


図 16 シームレス地質図（20万分の1）

出典：産業技術総合研究所 地質調査総合センター地質図 NAVI より抜粋、一部加筆

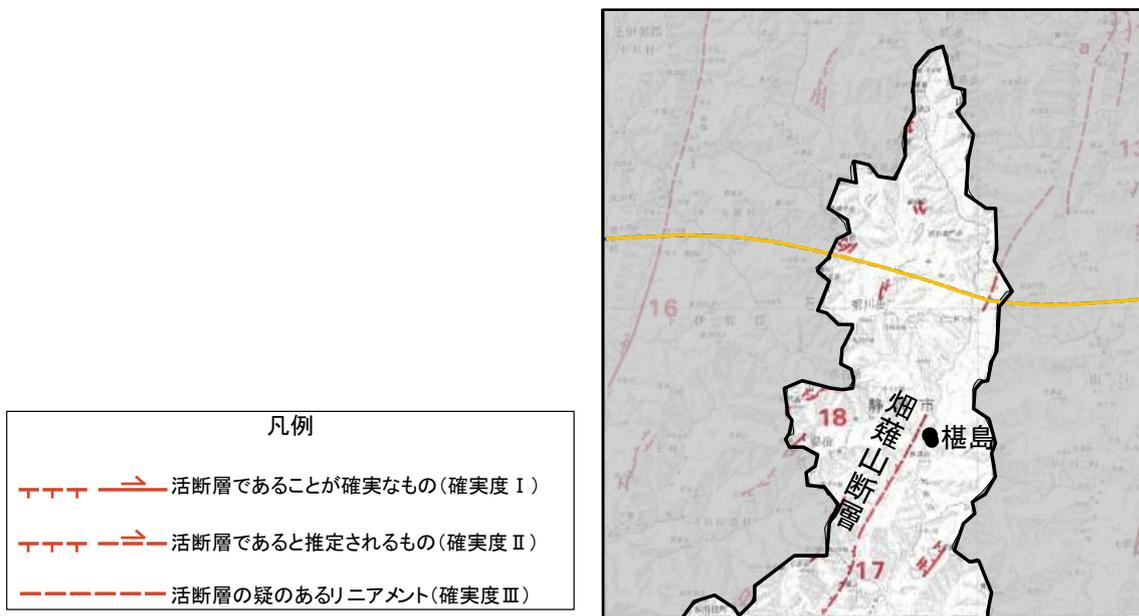


図 17 「新編 日本の活断層」(活断層研究会、1991) 一部加筆



図 18 東俣からの斜め下向きボーリングの位置図

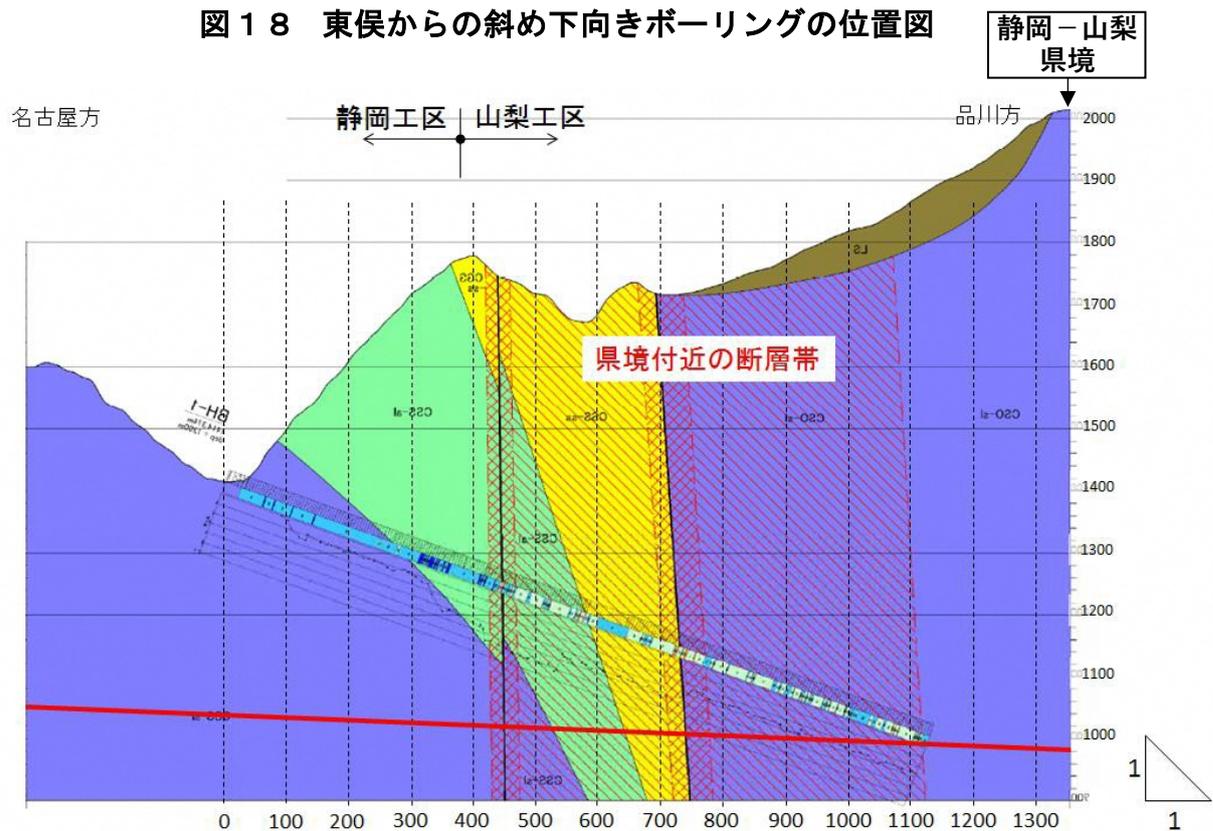


図 19 東俣からの斜め下向きボーリングの調査結果 (県境付近の断層帯)

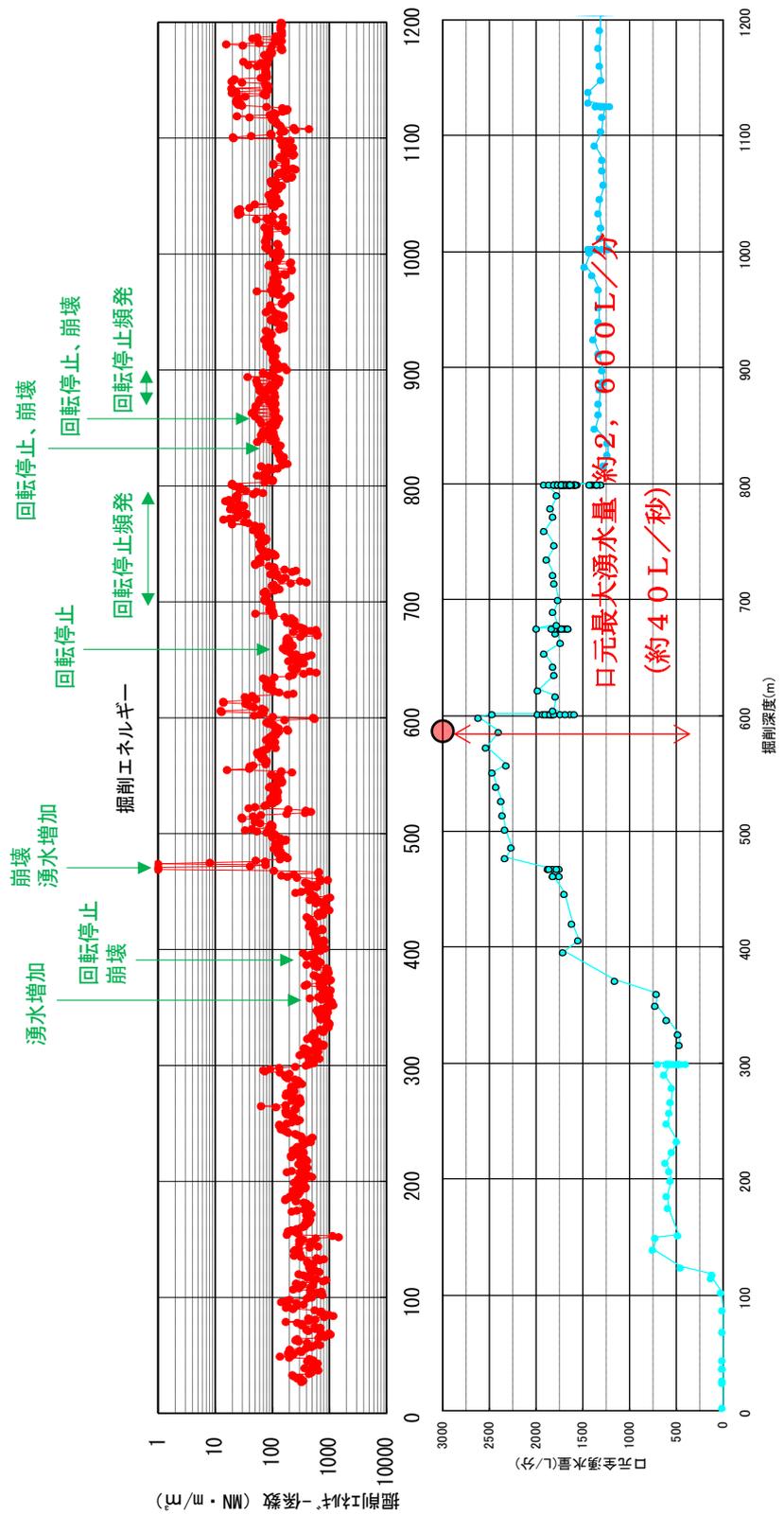


図20 東俣からの斜め下向きボーリングの調査結果（県境付近の断層帯）

○断層Bの設定理由について

- 中部電力株式会社の二軒小屋発電所導水路トンネル掘削時のトンネル湧水量に関する記録（以下、「二軒小屋発電所導水路トンネルの記録」）を参考に設定しています。二軒小屋発電所導水路トンネルの記録によると、坑口から700m付近までに（断層Bとしたリニアメント延長部）で2.5(m³/min)程度の出水が見られます（図21）。この状況から、断層Bは、トンネル掘削による影響を予測するうえでの主要な断層と設定しています。

二軒小屋発電所 西俣トンネル・合流トンネルの湧水量

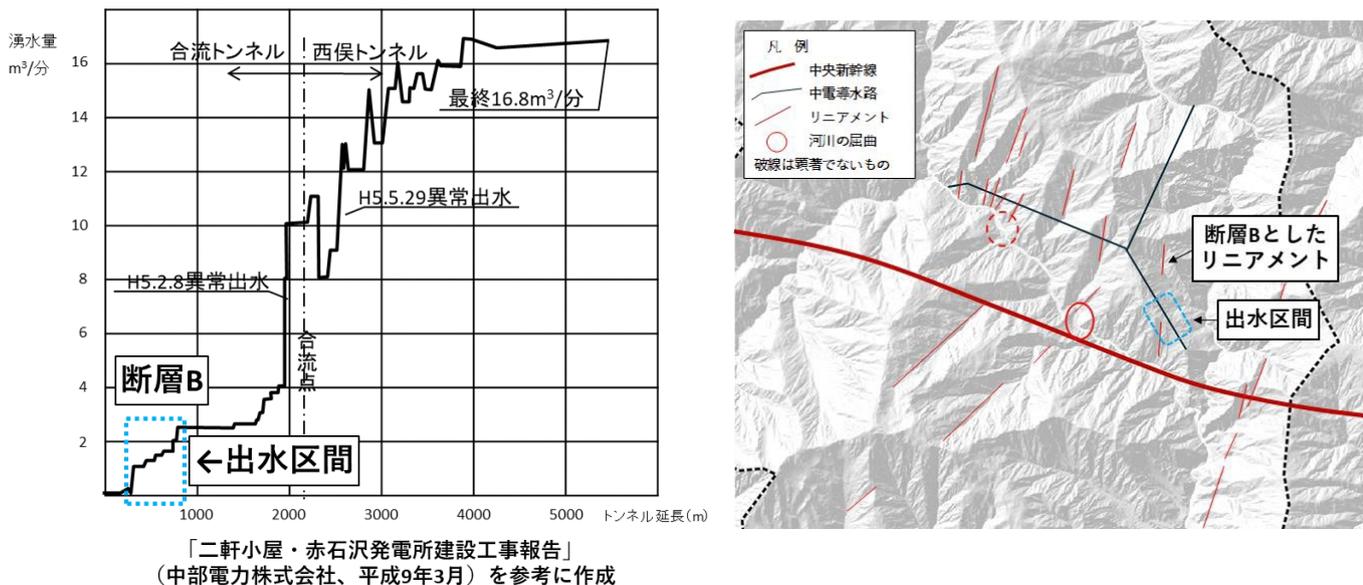


図21 断層Bに係る二軒小屋発電所導水路トンネルの記録と出水区間の位置図

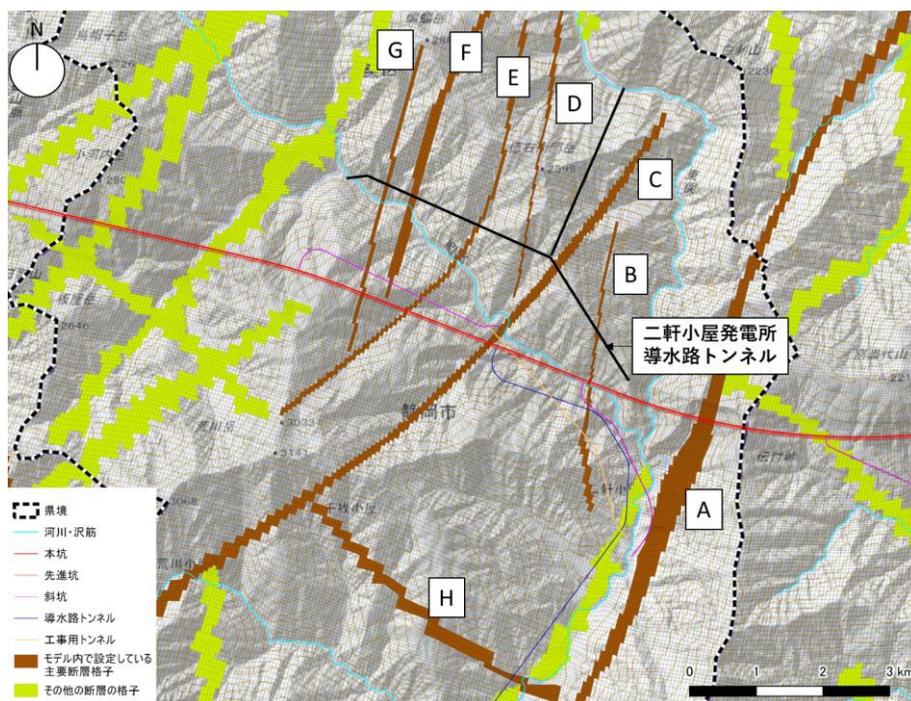


図22 上流域モデルで設定した断層分布 (A~Hが主要な断層)

○断層Cの設定理由について

- ・ 中部電力株式会社の二軒小屋発電所導水路トンネル掘削時のトンネル湧水量に関する記録によると、坑口から2km付近（断層Cとしたリニアメント延長部）で6(m³/min)程度の出水が見られます（図23）。この状況から、断層Cは、トンネル掘削による影響を予測するうえでの主要な断層と設定しています。

二軒小屋発電所 西俣トンネル・合流トンネルの湧水量

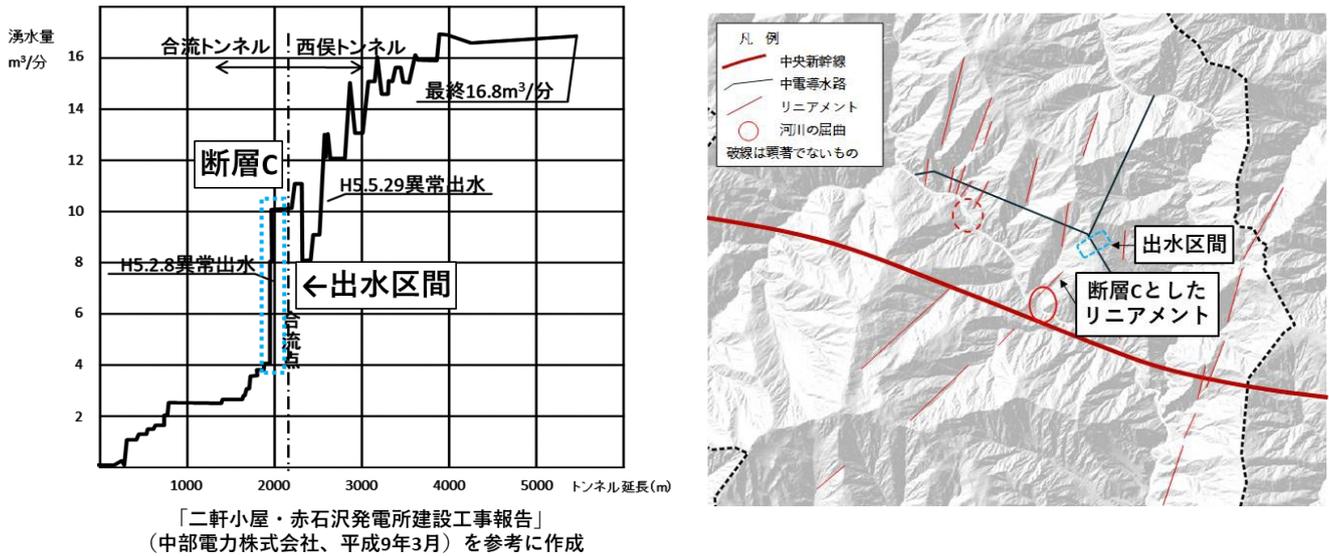


図23 断層Cに係る二軒小屋発電所導水路トンネルの記録と出水区間の位置図

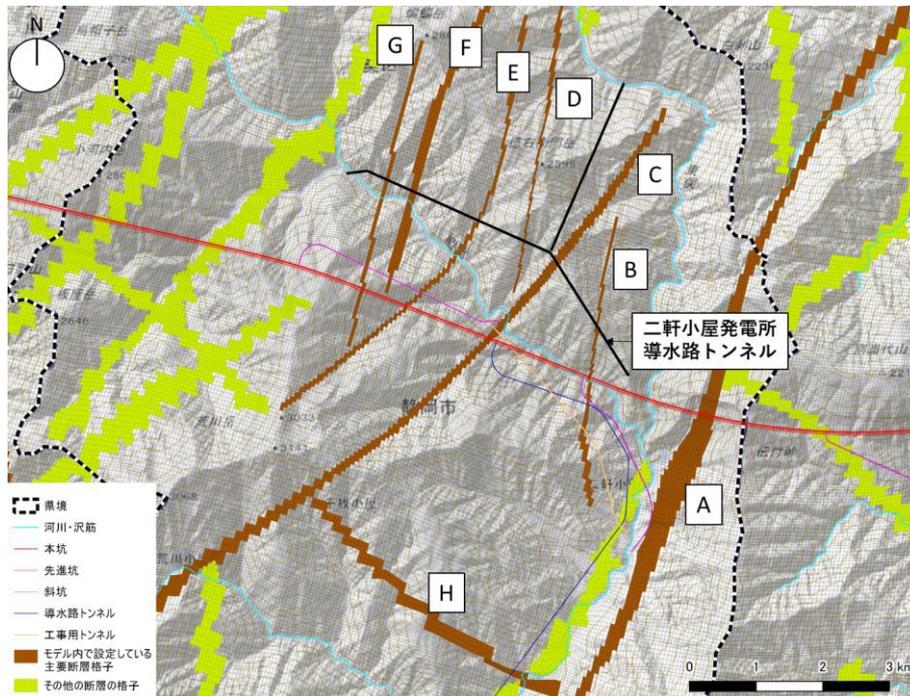


図24 上流域モデルで設定した断層分布 (A~Hが主要な断層)

○断層Dの設定理由について

- 中部電力株式会社の二軒小屋発電所導水路トンネル掘削時のトンネル湧水量に関する記録によると、二軒小屋発電所導水路トンネルの西俣トンネルと東俣トンネルの合流地点から、西俣トンネル方向に約 400m 付近で $5(\text{m}^3/\text{min})$ 程度の出水が見られます。この状況から、断層Dは、トンネル掘削による影響を予測するうえでの主要な断層と設定しています。

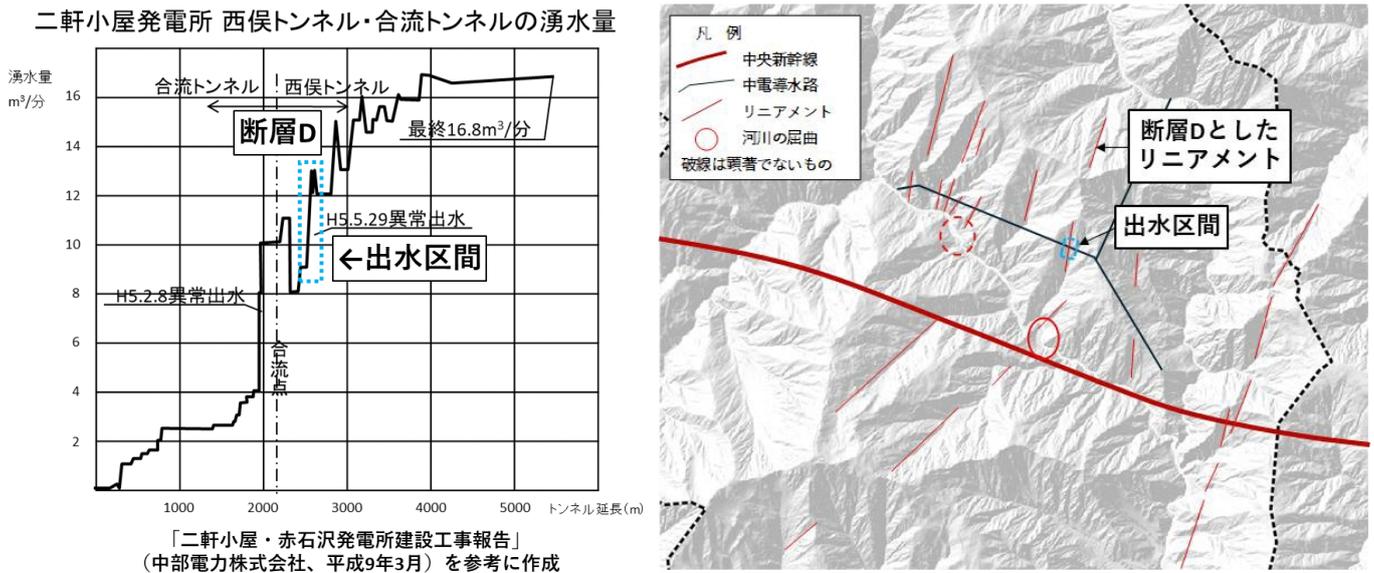


図 25 断層Dに係る二軒小屋発電所導水路トンネルの記録と出水区間の位置図

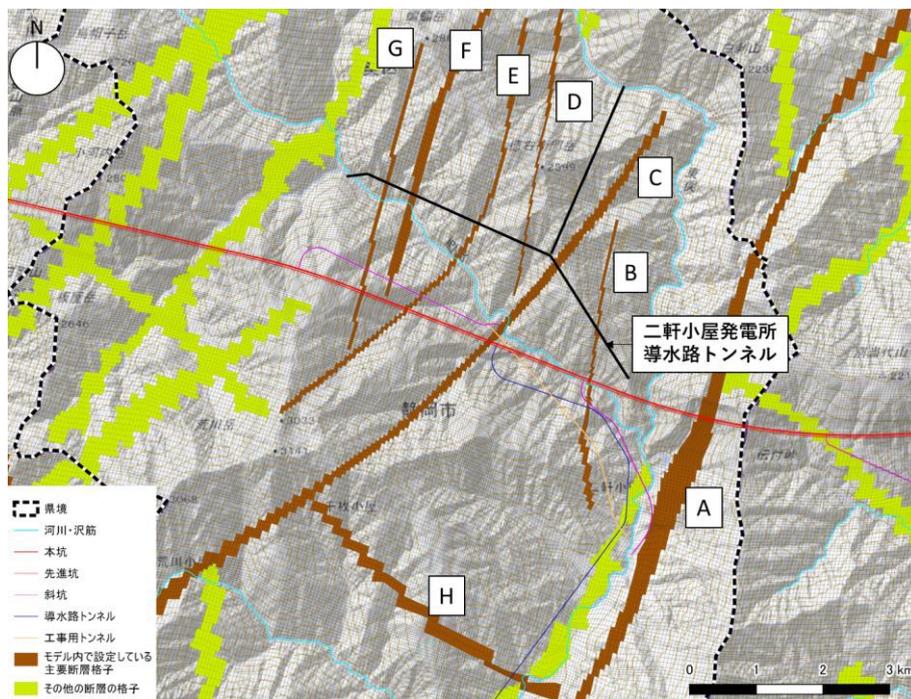


図 26 上流域モデルで設定した断層分布 (A~Hが主要な断層)

○断層Eの設定理由について

- ・中部電力株式会社の二軒小屋発電所導水路トンネル掘削時のトンネル湧水量に関する記録によると、二軒小屋発電所導水路トンネルの西俣トンネルと東俣トンネルの合流地点から、西俣トンネル方向に約 600m 付近地点から約 1km に亘り、1~2(m³/min) 程度の出水が複数回発生しています。
- ・この状況から、当該箇所付近には、複数の断層が存在する可能性があります。出水の状況から一つ一つの断層の透水性は、他の主要な断層と比較して高くないと考えられること、また、断層の正確な幅を推定することが困難であることから、断層は1条とし、透水性を他の主要な断層と同等とすることでトンネル掘削による影響を予測するうえで同様の効果を持つと考え、主要な断層として設定しています。

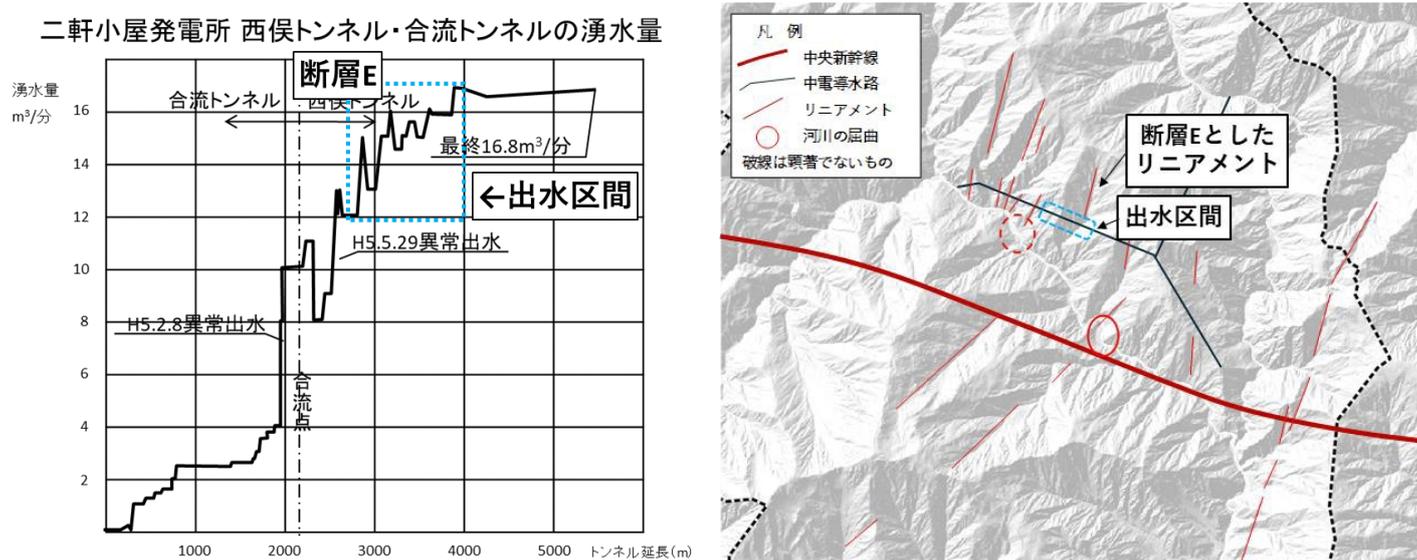


図 2 7 断層 E に係る二軒小屋発電所導水路トンネルの記録と出水区間の位置図

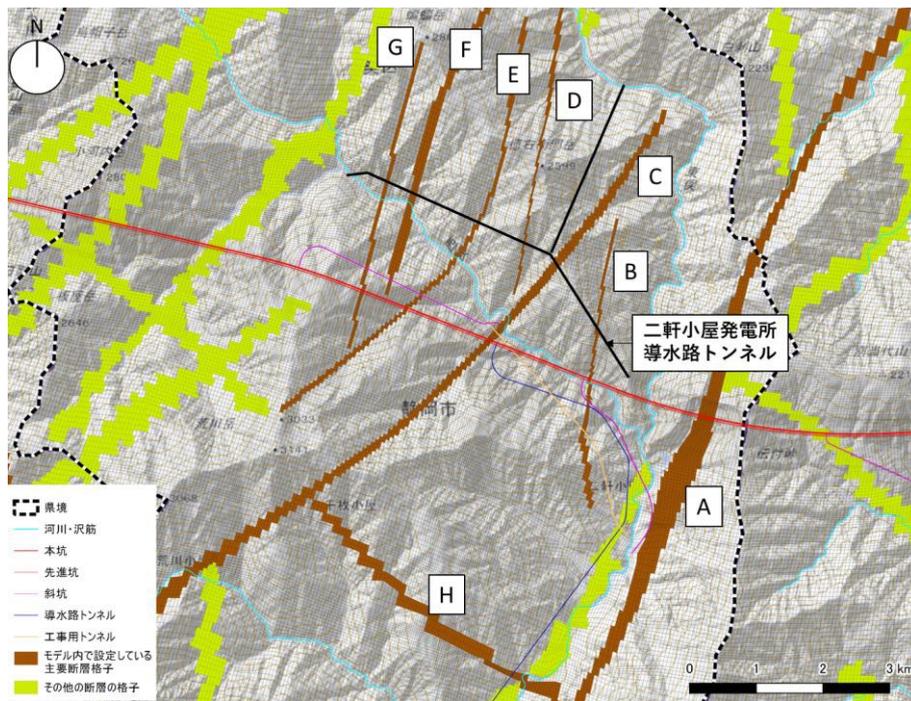


図 28 上流域モデルで設定した断層分布 (A~Hが主要な断層)

b) 沢の比流量のデータから「主要な断層」と判断した断層について（図 14の②）

- 比流量は、流域特性（流域の形状、植生、地質状況など）を反映した値であり、異なる流域の比較のための指標の一つとなります。
- 比流量が、同地域における平均的な比流量より、明らかに大きい沢や小さい沢については、当該沢の流域外から地下水を流入させている、もしくは流域外へ地下水を流出させている地質構造（断層等）が存在する可能性があります。
- 解析上の「主要な断層」の設定は、現地の直接的な情報である「a) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録（以下、「a) 湧水量の記録」という）」から設定することを基本としますが、現地の沢の流量計測結果から比流量を確認し、a) 湧水量の記録から「主要な断層」と設定したもの以外に、高透水性の断層と考えられるものはないかを、確認しました。
- 静岡市モデルが作成された時期である 2015 年（低水期⁶⁾）の沢流量の調査結果から、各沢の比流量を算出し（表 3）、平均比流量より明らかに比流量が大きい沢や小さい沢⁷⁾を抽出すると、表 4 の通りです。
- これらの沢に含まれる断層のうち、先述の「a) 湧水量の記録」からは、「主要な断層」に設定していない断層については、比流量の大きさは断層の有無だけに起因するものではないということを認識したうえで、解析結果として、トンネル掘削による影響がより大きく出るようにするために「主要な断層」とすることとし、以下、詳細を示します。

⁶⁾ 沢の流量が主に地下水流出によって形成される時期であり、断層の存在による地下水への影響を考察するうえで適切な時期であるため。

⁷⁾ 調査地点の比流量の平均値（29 (L/sec/km²)) の±10 (L/sec/km²) を基準（標準偏差は 19.4）とした。

表 3 沢流量観測結果（低水期 2015 年 11 月 3 日～6 日）と沢の比流量

調査地点	流域面積 (km ²)	流量 [※] (L/sec)	比流量 (L/sec/km ²)
内無沢	5.62	135	24
魚無沢	3.9	95	24
瀬戸沢	2.91	59	20
上岳沢	1.49	44	29
西小石沢	1.45	34	23
上四郎作沢	1.67	21	13
新蛇抜沢	0.72	16	22
柱小屋沢	1.44	13	9
柳沢	1.01	<1	0
悪沢	3.6	159	44
大崩	0.32	26	91
徳衛門沢	1.43	38	27
扇沢	0.88	24	27
曲輪沢	1.06	33	31
ジャガ沢	2.02	73	36
流沢	0.83	6	7
二軒小屋南西の沢	0.24	5	21
スリバチ沢	0.97	15	16
上千枚沢	2.92	93	32
車屋沢	1.39	58	42
下千枚沢	1.44	43	30
大尻沢	1	36	36
蛇沢	1.37	101	73
下木賊沢	2.86	8	3
名称なし	0.36	13	36
比流量の平均値			29

※低水期:2015年11月3日～6日の調査結果

**表 4 比流量が調査地点全体の平均値より明らかに
大きい沢や小さい沢における断層の取扱い**

調査地点	流域面積 (km ²)	流量※ (L/sec)	比流量 (L/sec/km ²)	関連する断層の取扱い
上四郎作沢	1.67	21	13	関連する断層を、「主要な断層」とする(断層F、Gとする)
柁小屋沢	1.44	13	9	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層D、E」としている
柳沢	1.01	<1	0	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層C、D」としている
悪沢	3.6	159	44	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層C」としている
大崩	0.32	26	91	流域内に断層(リニアメント)は確認されていない
流沢	0.83	6	7	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層A」としている
スリバチ沢	0.97	15	16	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層A」としている
車屋沢	1.39	58	42	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層A」としている
蛇沢	1.37	101	73	関連する断層を、「主要な断層」とする(断層Hとする)
下木賊沢	2.86	8	3	既にa) 過去のボーリング調査やトンネル掘削における湧水量の記録から、関連する断層を「主要な断層A」としている

※低水期:2015年11月3日～6日の調査結果

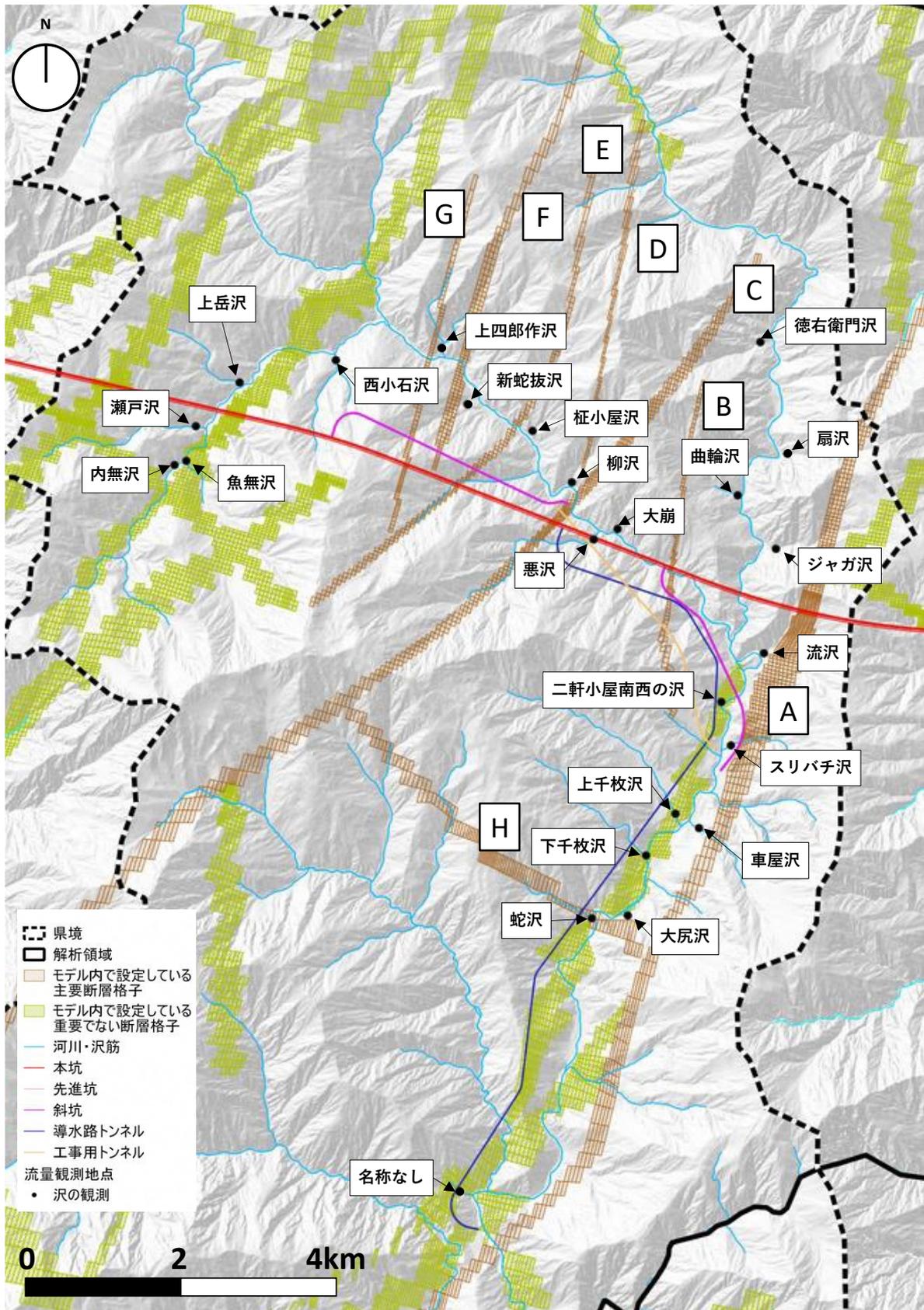


図 2 9 (参考) 各沢と断層の位置関係

○上四郎作沢に関連する断層 F・G の設定理由について

- ・上四郎作沢の比流量は、平均比流量より明らかに小さい結果となっており、上四郎作沢周辺には、当該沢の流域内から流域外へ地下水が流出する地質構造が存在する可能性が考えられるため、上四郎作沢流域内に含まれる断層は、トンネル掘削による影響を予測するうえでの主要な断層として設定します。
- ・なお、当該箇所付近では、中部電力株式会社の二軒小屋発電所導水路トンネルにおける出水の記録はありませんでした。

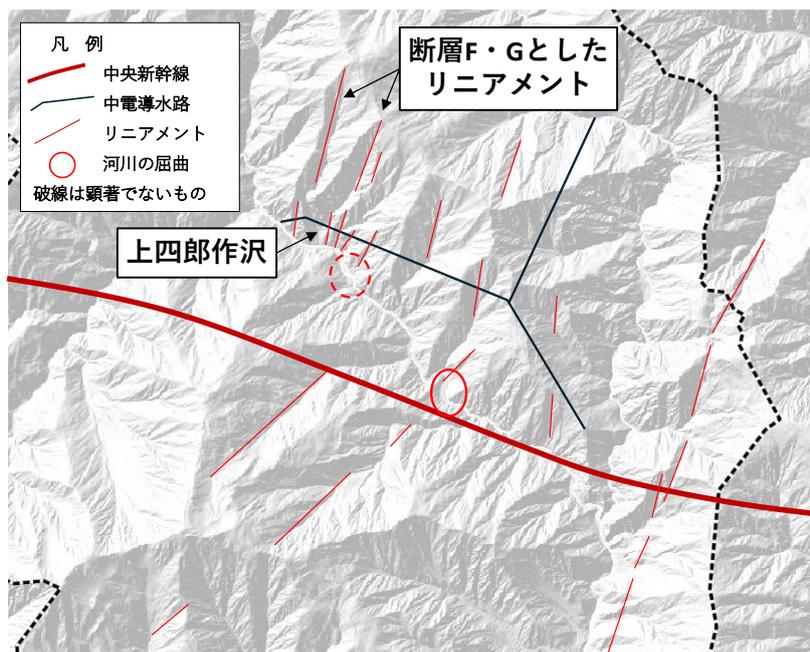


図 30 上四郎作沢と断層 F・G の位置関係

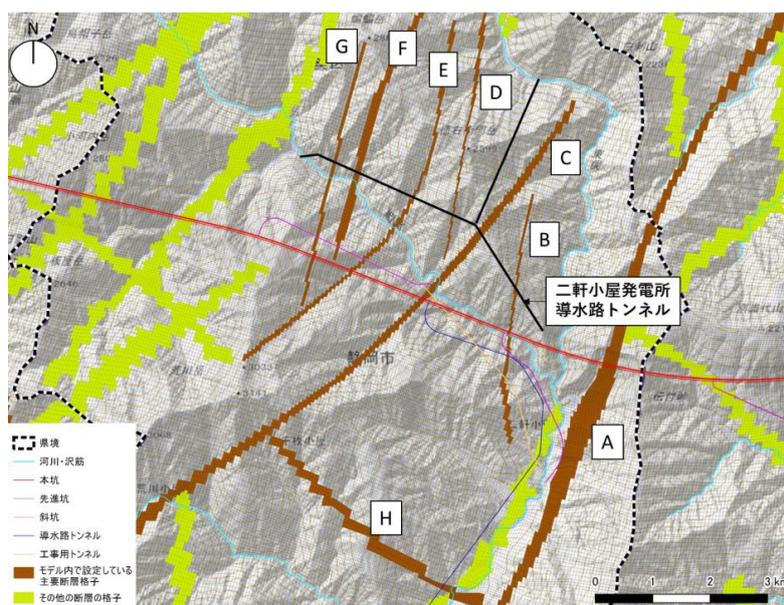


図 31 上流域モデルで設定した断層分布 (A~H が主要な断層)

○蛇沢に関連する断層Hの設定理由について

- ・蛇沢の比流量は、平均比流量より明らかに大きい結果となっており、蛇沢周辺には、当該沢の流域外から地下水が流入する地質構造が存在する可能性が考えられるため、蛇沢流域内に含まれる断層は、トンネル掘削による影響を予測するうえでの主要な断層として設定します。

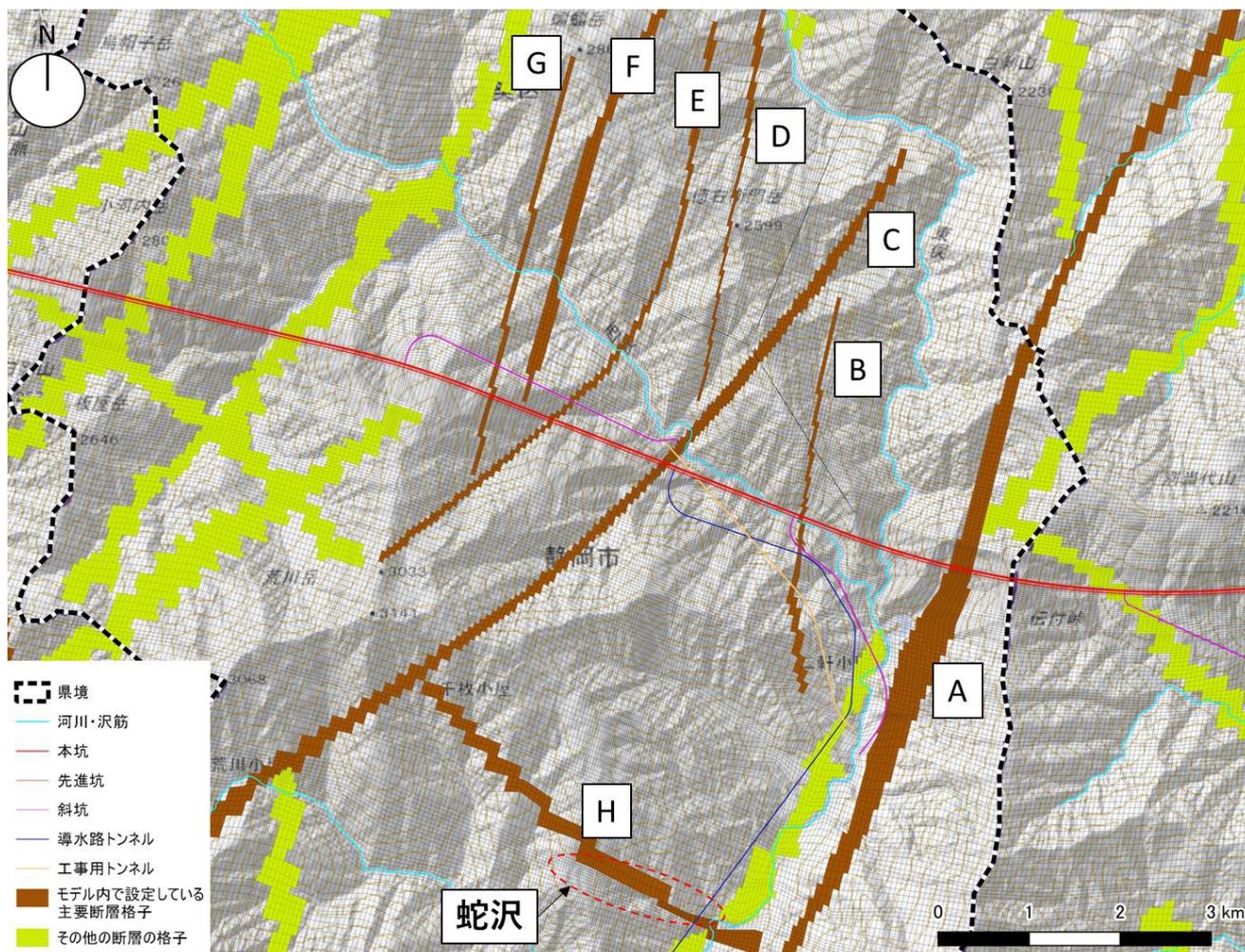


図 3 2 断層Hと蛇沢の位置関係

(4) 地下水（トンネル湧水）の水量・水質・湧水量や地下水位の観測

- ・「トンネル掘削に伴う沢の流量変化という観点での地下水（トンネル湧水）の水量・水質や地下水位の観測」、また、「地表の湧き水の量の観測」について、以下に示します。
- ・なお、その他、河川、沢、気象データ、高標高部におけるモニタリング計画については、「第1回 国土交通省リニア中央新幹線静岡工区 モニタリング会議 資料2-2 大井川水資源利用と南アルプスの環境保全に係るモニタリング計画について」にまとめています。

1) 地下水（トンネル湧水）の水量・水質の観測について

- ・トンネル掘削に伴う南アルプスの環境への影響を検討するための直接的な情報であるトンネル湧水をモニタリングします。
- ・具体的には、上流域モデルでの解析結果と比較し、実際に河川や沢等に生じる可能性のある現象を、より具体的に想定するために計測します。
- ・また、河川、沢、地下水、降水量の計測結果と併せて考察することで、トンネル掘削の影響が、河川や沢、地下水に及んでいる可能性があるかを確認するために計測します。
- ・トンネル掘削前には、斜坑掘削時の切羽周辺及び先進坑の切羽周辺から前方に向かって、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、前方の地質、湧水の状況を事前に把握します。高速長尺先進ボーリング等の地質調査時の湧水に関するモニタリングについては、「(1)「ボーリング調査の実測データを用いた再解析（上流域モデルの見直しを含む）」」に記載しています。
- ・トンネル掘削中は、トンネル湧水の水量（薬液注入実施後を含む）や水温や水質の計測を各斜坑、導水路トンネル、工所用道路トンネル坑口において実施します（図 33）。
- ・切羽からのトンネル湧水量が多い場合等、トンネル湧水の状況によっては、一定区間で区切って計測したトンネル湧水量（薬液注入実施後を含む）や水温や水質（pH、EC等）⁸を確認します。また、必要に応じて、P1に記載の化学的な成分分析（溶存イオン等）を実施する等により、トンネル湧水の起源を調査します。

⁸ トンネル掘削中の変化に着目し確認する。

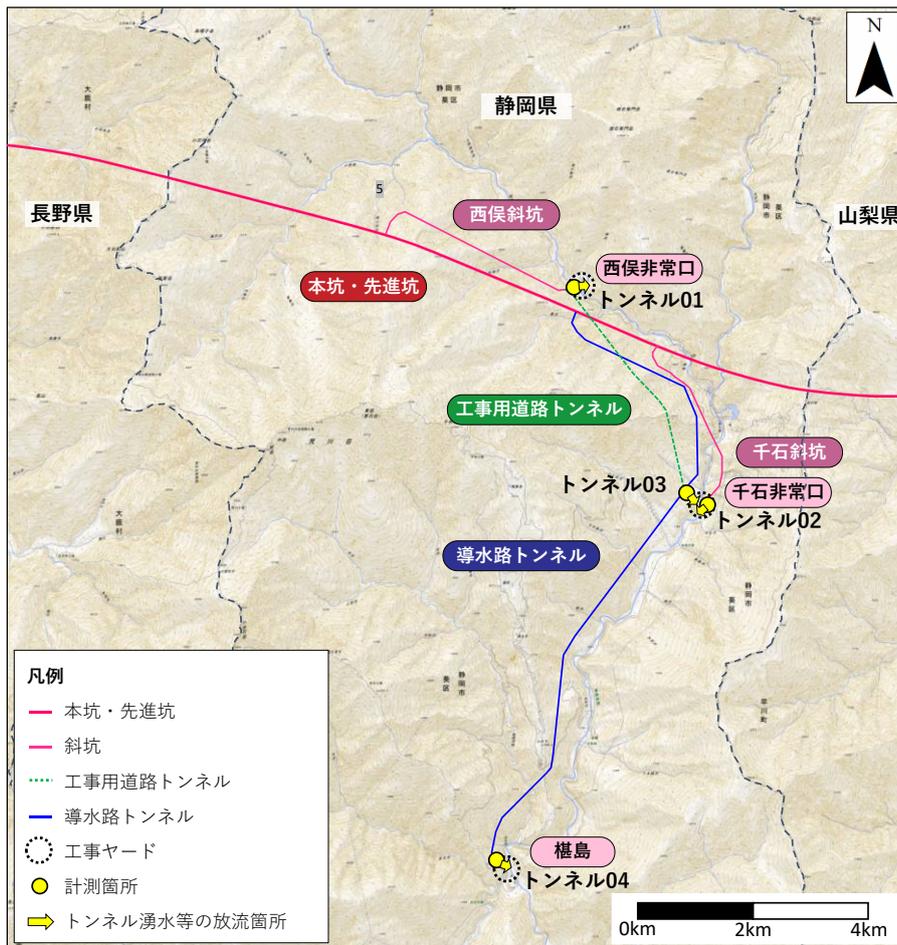


図 33 トンネル湧水等の計測箇所、放流箇所（工事中）

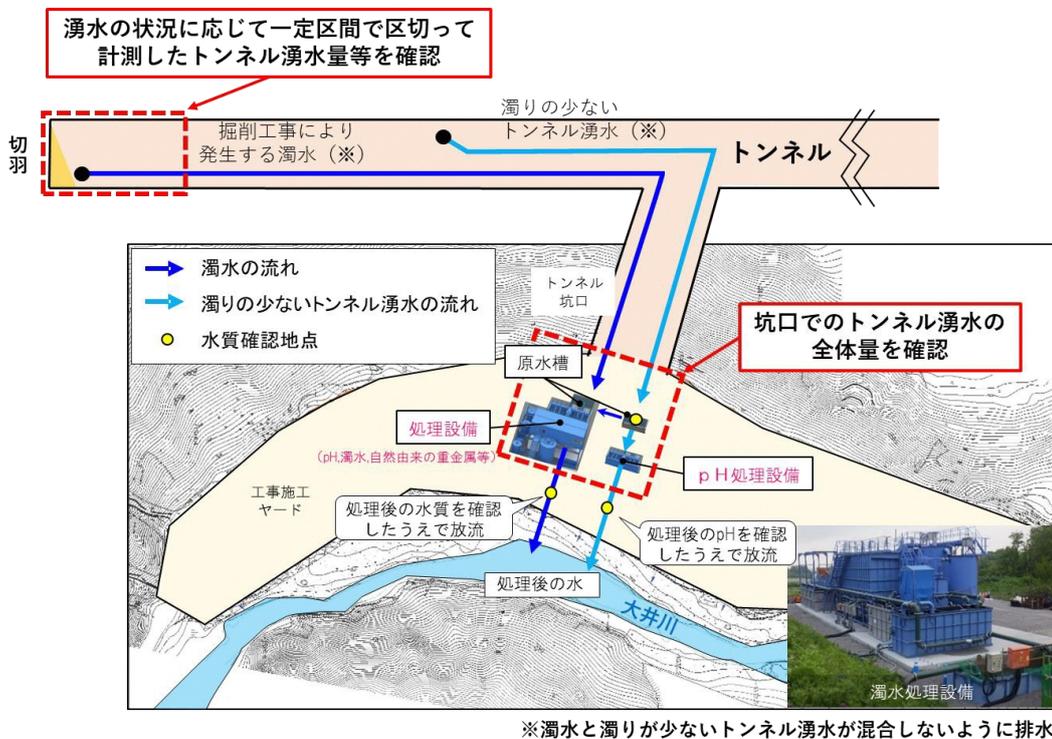


図 34 トンネル湧水の計測イメージ

表 5 トンネル湧水の調査概要

調査項目	目的	調査によってわかること	測定頻度	測定方法
トンネル湧水量	トンネル掘削時の沢流量への影響を推定するため	事前の予測結果と比較することにより、より具体的な想定される影響	<ul style="list-style-type: none"> 各トンネル坑口での湧水の全体量を常時計測する。 切羽からの湧水量が多い場合等、湧水の状況によっては一定区間で区切って計測したトンネル湧水量を計測する。 	<ul style="list-style-type: none"> 排水側溝を設置し、流速と水深を計測し、流量を算出する等
水質 (EC、pH)、水温		傾向や変動を把握し、沢等の地表付近の水を引き込んでいる可能性があるかどうか	<ul style="list-style-type: none"> 各トンネル坑口での湧水の水質・水温 (EC、pH) を常時計測する。 切羽からの湧水量が多い場合等、湧水の状況によっては一定区間で区切って計測したトンネル湧水の水質・水温を計測する。 	<ul style="list-style-type: none"> デジタル水温計、pH計測器、導電率計による計測
水質 (溶存イオン)		シュティフダイアグラムから湧水の起源を考察し、沢等の地表付近の水を引き込んでいる可能性があるかどうか	沢毎に定めた警戒流量・警戒流況※を下回った場合	<ul style="list-style-type: none"> 採水し、溶存イオン 8 項目を計測
水質 (酸素・水素安定同位体比)		算出される涵養標高から湧水の起源を考察し、沢等の地表付近の水を引き込んでいる可能性があるかどうか	沢毎に定めた警戒流量・警戒流況※を下回った場合	<ul style="list-style-type: none"> 採水し、酸素・水素安定同位体比を計測
水質 (¹⁴ C (炭素) の放射性同位体)		算出される涵養年代から湧水の起源を考察し、沢等の地表付近の水を引き込んでいる可能性があるかどうか	沢毎に定めた警戒流量・警戒流況※を下回った場合	<ul style="list-style-type: none"> 採水し、¹⁴C (炭素) 等を計測

※動植物への影響の兆候の確認や影響の可能性の検討にあたっての準備を行うために、設定する流量・流況

2) 地下水位の観測について

- 水収支解析におけるトンネル掘削前後の地下水位の差（地下水位の低下量）は、榎島付近ではトンネル本坑近傍に比べて極めて小さくなっていることから（図 35）、トンネル掘削に伴う沢の流量変化という観点では、榎島までを対象として、表 6、図 36 に示す通り、地下水位を計測します（榎島より下流での地下水のモニタリングについては、「第 1 回 国土交通省リニア中央新幹線静岡工区 モニタリング会議 資料 2-2 大井川水資源利用と南アルプスの環境保全に係るモニタリング計画について」にまとめています）。
- 工事中に、榎島付近の観測井において、地下水位の大きな変動が見られた場合には、想定していた地下水位の影響範囲より広い範囲への影響を確認する必要があるため、継続してモニタリングをしている榎島より下流の井川西山平地区の観測井の地下水位を確認します。
- 工事完了後も調査結果が定常的な値（季節変動のあるものは一定の季節変動のサイクル）を示すまで、観測井での調査を継続します。
- 将来の測定頻度や測定期間については、測定結果や地域の皆さまからのご意見を踏まえて検討を行います。

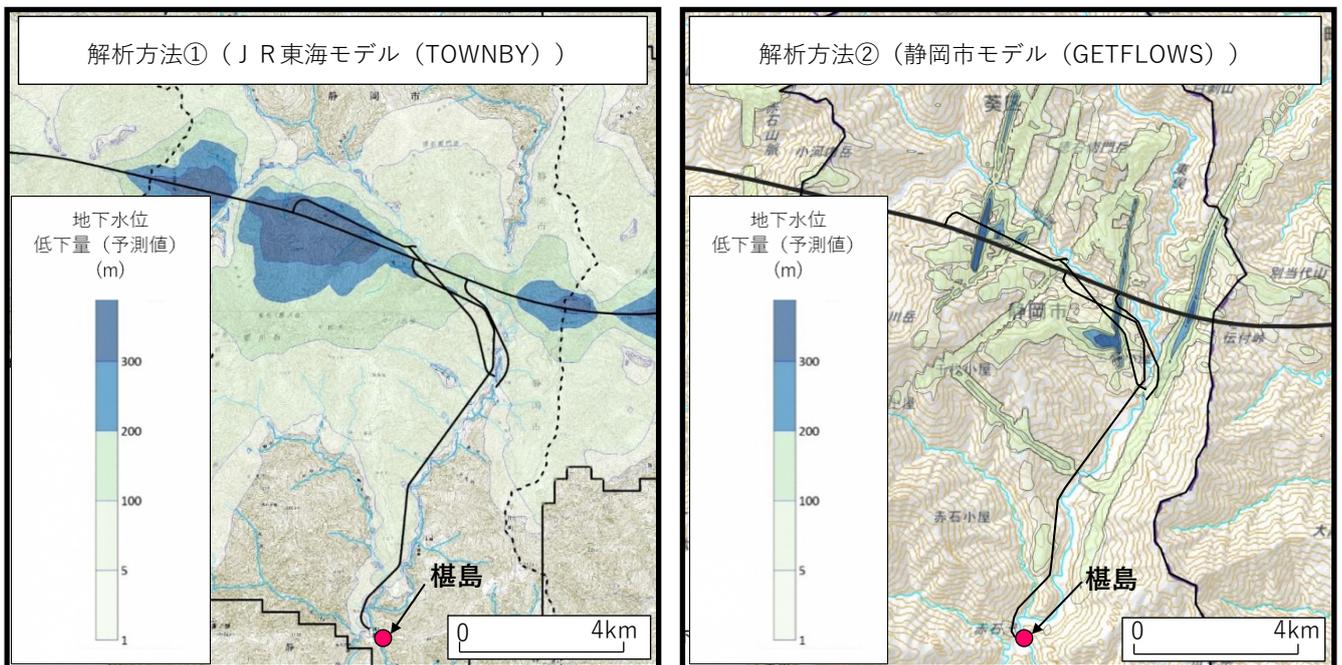


図 35 トンネル掘削に伴う地下水位低下量図（解析結果）

表 6 地下水の計測概要（トンネル掘削箇所周辺）

調査項目	目的	調査によってわかること	測定頻度	測定方法
地下水位	トンネル掘削による影響を早期に検知するため	工事前に継続して計測したデータと比較することにより、沢の流量変化に影響を及ぼす可能性ある地下水位が変化しているかどうか	常時 (工事前、工事中、工事完了後)	自記水位計

地点		孔口標高、井戸深さ
地下水1-1	西俣（深井戸）	孔口標高：約1,540m、井戸深さ：GL-約400m
地下水1-2	西俣（浅井戸）	孔口標高：約1,540m、井戸深さ：GL-約50m
地下水2	東俣	孔口標高：約1,418m、井戸深さ：GL-約44m
地下水3-1	田代（深井戸）	孔口標高：約1,395m、井戸深さ：GL-約256m
地下水3-2	田代（浅井戸）	孔口標高：約1,395m、井戸深さ：GL-約44m
地下水4	二軒小屋南	孔口標高：約1,385m、井戸深さ：GL-約66m
地下水5	榎島	孔口標高：約1,120m、井戸深さ：GL-約150m
地下水6	井川西山平	孔口標高：約730m、井戸深さ：GL-約200m

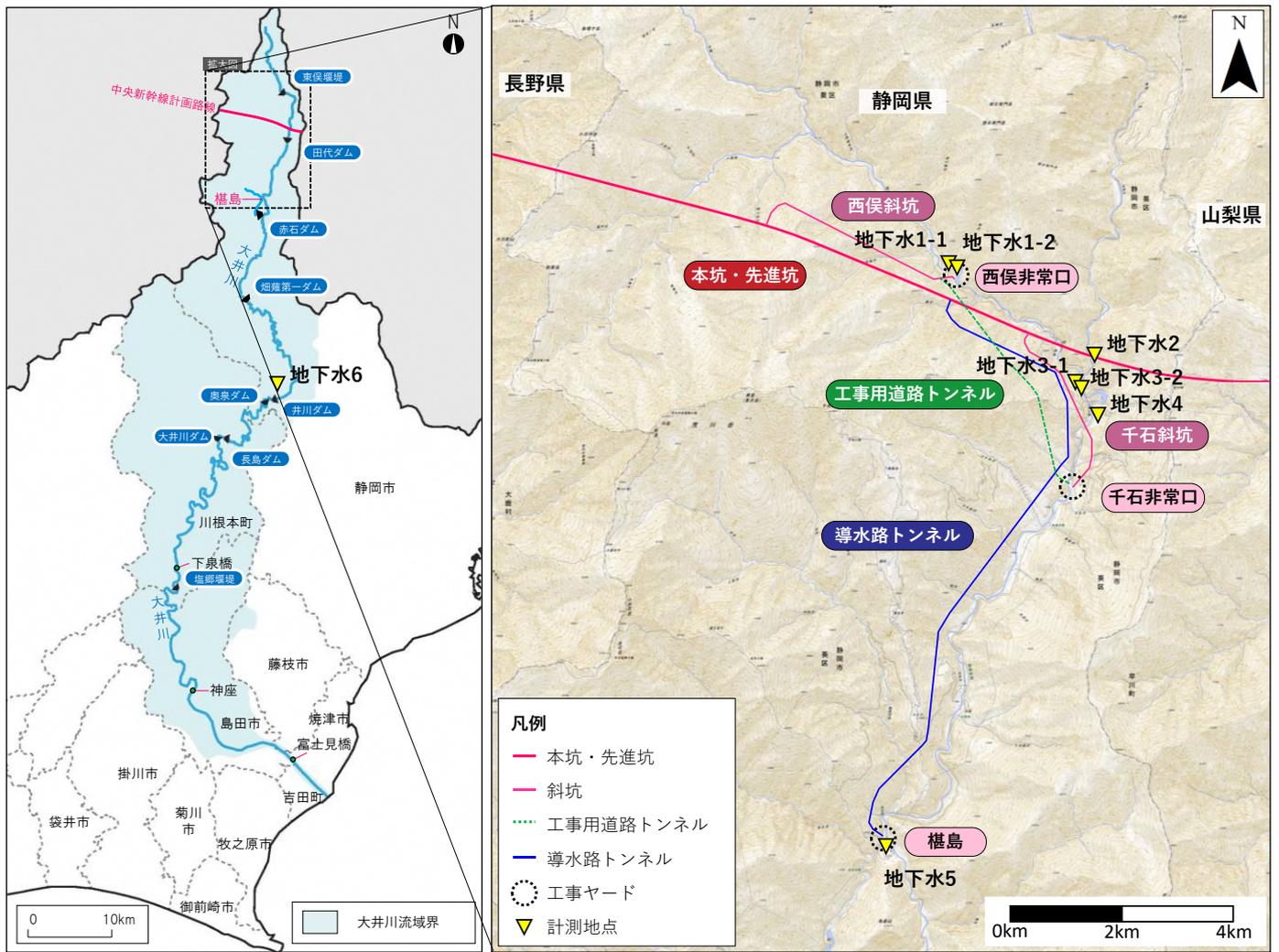


図 36 地下水の計測地点位置図

3) 地表の湧き水の観測について

- ・荒川岳周辺で山小屋の運営や登山者に利用されている地表の湧き水⁹については、国土交通省リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）において、現地にて計測した湧き水の量や水質（EC、pH、溶存イオン、不活性ガス等）や微地形に関する調査の結果から、深部の地下水との関連性は低いと考えられトンネル掘削により地下水位が低下しても、高標高部の地表の湧き水に影響が及ぶ可能性は低いと予測しています。
- ・山小屋の運営や登山者に利用されている地表の湧き水の水量について、今後、登山者に配慮したうえで、2024年夏季から、現地に計測機器を設置し、観測を開始することを考えており、2024年7月に実施した現地調査を踏まえ、詳細を検討しているところです（図 37）。
- ・荒川小屋付近の湧き水、高山裏避難小屋付近の湧き水に関する計測機器の設置については、自然公園法第 20 条、第 21 条に基づく許可が必要であり、計測機器の設置に伴う環境への影響についても十分留意しながら、検討します。
- ・また、伝付峠付近の地表の湧き水（図 38）についても、8月から天候等を考慮しながら月 1 回程度の確認（目視による確認及び湧き水の量の計測）を実施することを予定しており、その後も継続してモニタリングを実施していきます。

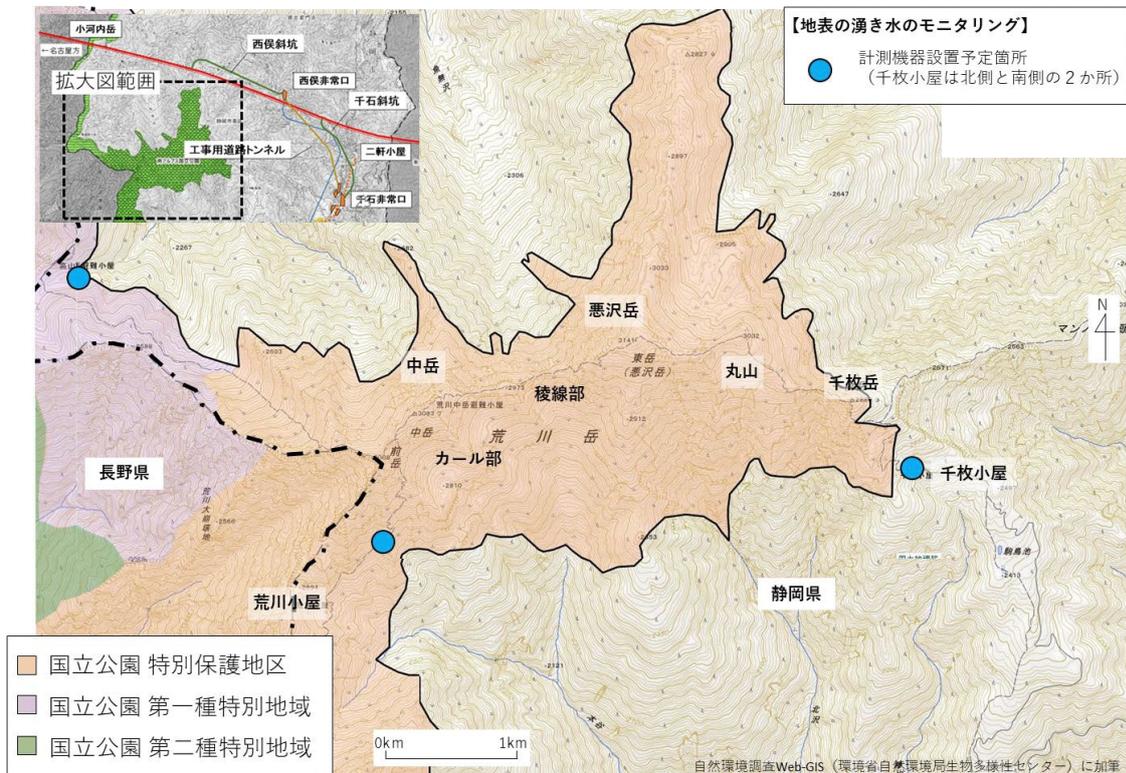


図 37 荒川岳周辺の地表の湧き水のモニタリング地点位置図

⁹ 千枚小屋北側の湧き水、千枚小屋南側の湧き水、荒川小屋付近の湧き水、高山裏避難小屋付近の湧き水を対象としています。なお、沢における湧き水の状況の確認については、沢に関するモニタリングとして実施します。

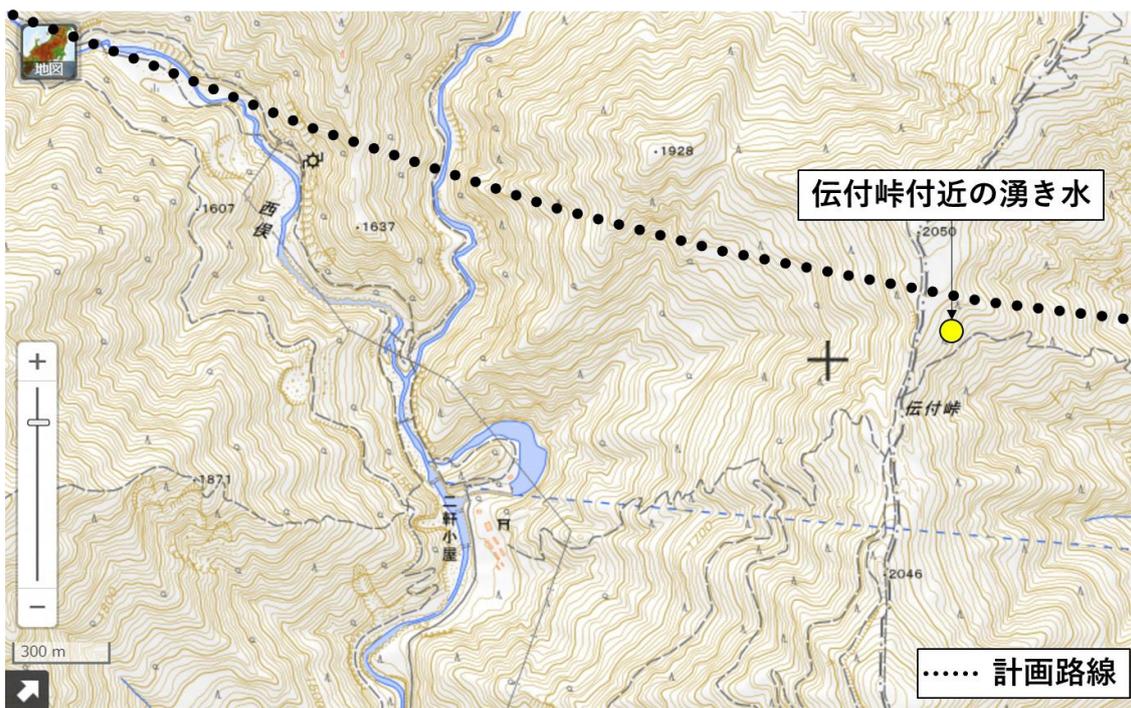


図 38 伝付峠周辺の地表の湧き水位置図

表 7 地表の湧き水の調査概要

調査項目	目的	調査によってわかること	測定頻度	測定方法
地表の湧き水の量	トンネル掘削に伴う地下水位変化による地表の湧き水への影響を確認するため	工事前に継続して計測したデータと比較することで、トンネル掘削に伴う地下水位変化により、地表の湧き水の量に影響が及んでいるかどうか	検討中	検討中