

トンネル掘削による南アルプスの環境への 影響の回避・低減に向けた 今後の進め方について（案）

希少種保護の観点から、希少種の生息・生育箇所に関わる情報等は非公開としております。

令和6年4月
東海旅客鉄道株式会社

目 次

(1) はじめに.....	1
(2) 今後の対応方針について.....	4
1) 沢の上流部の調査について.....	4
2) 沢の水生生物等への影響の予測や評価について.....	8
3) 高標高部の湧水への影響予測について.....	6 8

(1) はじめに

- ・南アルプスは、ハイマツ群落や特別天然記念物のライチョウの生息地として世界の南限に位置しており、貴重な動植物が多数生息・生育しています。
- ・貴重な動植物の生息・生育地の南限であることに代表されるように、南アルプスの生態系は、周辺環境の変化に影響を受けやすく、脆弱であると考えられます。
- ・トンネル掘削に伴う南アルプスの環境への影響と対策については、リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）（以下、「国交省有識者会議」という）において、①トンネル掘削に伴う地下水位変化による沢の水生生物等への影響と対策、②トンネル掘削に伴う地下水位変化による高標高部の植生への影響と対策、③地上部分の改変箇所における環境への影響と対策の3つの論点について議論してまいりました。
- ・令和5年12月の「リニア中央新幹線静岡工区に関する報告書（令和5年報告）～環境保全に関する検討～」（以下、有識者会議報告書という）では、「各論点ごとに、影響の予測（仮説の設定）・分析・評価、保全措置、モニタリングのそれぞれの段階で、実施すべき事項を予防的に行い、結果を各段階にフィードバックし、必要な見直しを行う、いわゆる『順応的管理』で対応することにより、トンネル掘削に伴う環境への影響を最小化することが適切である」との結論が示されたところです。
- ・当社は、国交省有識者会議で示された結論に基づき、南アルプスの生態系の脆弱性を踏まえ、静岡県、静岡市等と対話をしながら、以下の通り対応します。
 - －工事着手前のモニタリングとして、これまでも実施している沢の流量等の物理環境や生物の生息・生育状況に関する調査を継続します。
 - －生物への影響予測・評価については、当社が現地に行き、踏査して生物の生息・生育状況調査を実施した箇所における予測・評価に加え、静岡市からのご意見を踏まえ、ドローン等も活用しながら現地踏査ができない場所も含め、現地の生態系の現状を可能な限り詳細に把握し、不確実性の存在を前提としたうえでのシミュレーションに基づく、トンネル掘削に伴う生物の影響予測・評価を進めてまいります。
 - －工事着手前の事前の影響予測・評価の結果を踏まえ、環境保全措置やモニタリング計画を立案します。モニタリングを効果的に実施するため、生物の生息・生育状況や解析による沢の流量変化の予測結果から、重点的なモニタリングを実施する沢（重点的な沢）を抽出し、モニタリング項目や頻度等の計画を策定します（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）。
 - －その後、工事中、工事完了後のモニタリングとして、継続して沢の流量等の物理環境や生物の生息・生育状況に関する調査を行い、トンネル掘削に伴う変化を確認しま

す。

ー静岡市からのご意見¹にもあるように、施工開始前のモニタリング結果と施工開始後のモニタリング結果を比較し、影響の予測・分析・評価を行い、必要に応じて、躊躇なく環境保全措置の実施計画やモニタリング計画の見直しを行います。

ーこうしたプロセスを絶えず繰り返す、順応的管理を行うことで、トンネル掘削に伴う環境への影響を最小化するよう努めてまいります。

- ・本資料では、令和6年2月16日に開催された第15回静岡市中央新幹線建設事業影響評価協議会の資料1において示された、有識者会議報告書についての静岡県、静岡市の見解に基づき（表1）、今後の当社の対応方針について、ご説明します。

4 報告書についての県、市の見解(案)の整理

項目(論点)	県の見解	市の見解	今後の協議会における検討の方向
論点1 トンネル掘削に伴う地下水水位変化による沢の水生生物等への影響と対策	①沢の水生生物等への影響予測が行われていない	沢の流量変化と水生生物への影響の相関関係を推定し、沢の流量変化による水生生物への影響を評価することが現実的	左記の方法でよいか協議
〃	②生態系の損失に関する評価がされていない	「どの種がどの程度、影響を受けるか」の前に、どの範囲が影響するかの評価が必要	〃
〃	③沢の上流域の生物調査が不足している。	地表面での生物調査は困難性が高い。ドローン等による映像調査を行い、その場所の地形、気象環境から、生態系を推定することが現実的	〃
〃	④流量変化の予測に影響する断層区分の設定根拠が明確にされていない。	シミュレーションには不確実性が存在する。精緻な断層区分をしたからといって、解析精度が上がるとは限らない。「不確実性の存在を前提としたシミュレーション結果の使い方」が重要	〃
論点2 トンネル掘削に伴う地下水水位変化による高標高部の植生への影響と対策	⑤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。	「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	〃
論点3 地上部分の改変箇所における環境への影響と対策	⑥水質・水温の変化により底生生物への被害が懸念される。	水温については適切な対処が必要。水質、特に濁りについては濃度低下が必要	〃

表 1 報告書についての県、市の見解（案）の整理

(R6.2.16 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より)

¹ 「静岡市資料が示すように「施工開始後のモニタリング」と「施工開始前のモニタリング」を比較することで、施工開始後「保全措置の実施計画」の内容を変更・修正していくことが必要である。」(R6.2.16 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 P42より)

【現時点での計画】

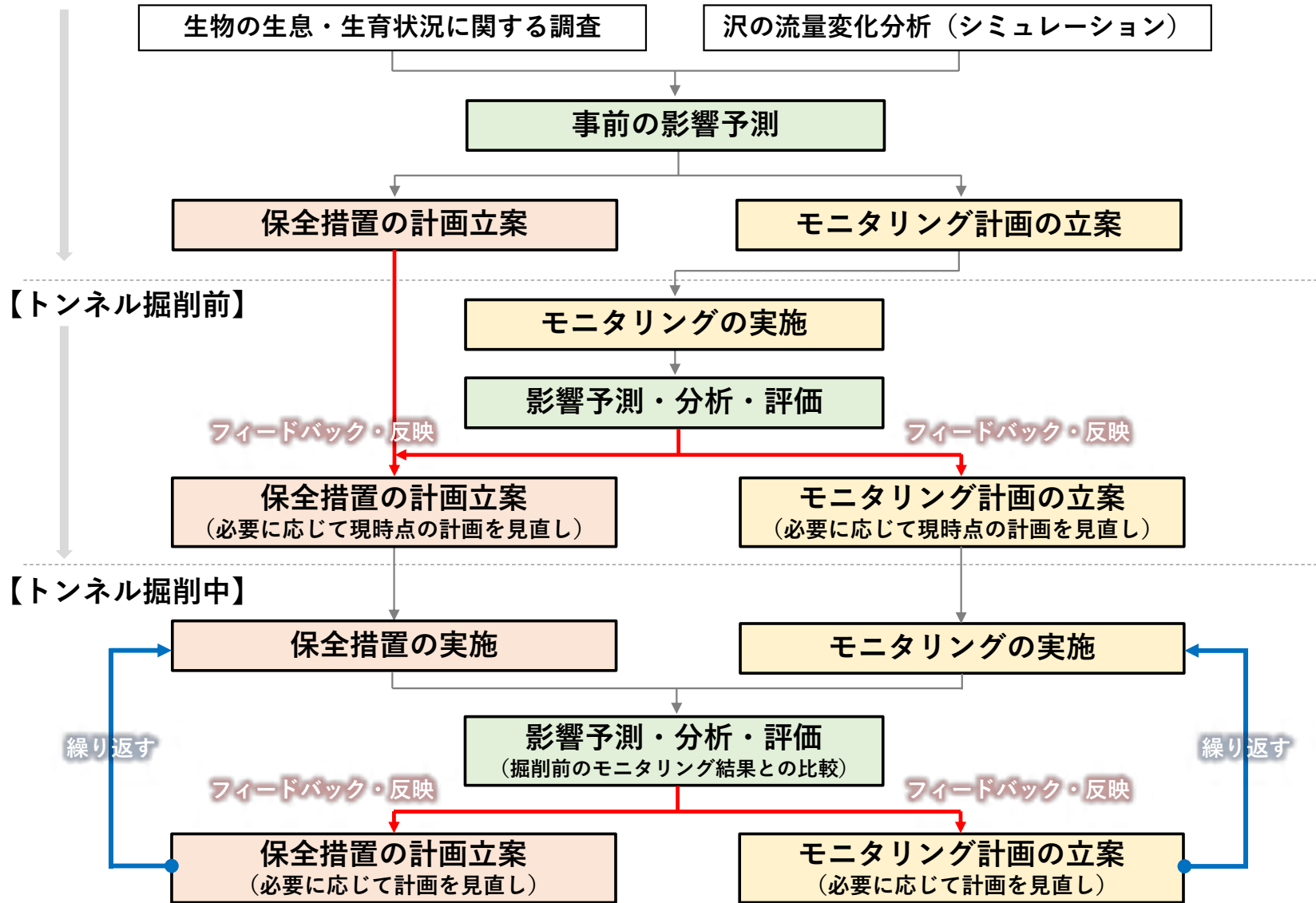


図 1 順応的管理の具体的な進め方

(2) 今後の対応方針について

1) 沢の上流部の調査について

①当社がこれまでに実施してきた沢の調査について

- ・沢の調査については、これまでにトンネル掘削により影響が生じる可能性がある想定した沢等において、動植物の生息・生育状況等を把握するための調査を実施してきました。
- ・具体的には、環境影響評価の一環として、トンネル上部やトンネル周辺の沢等を網羅的に現地踏査したうえで、作業の安全上アプローチが可能な沢等において動物（哺乳類、鳥類、爬虫類・両生類、昆虫類、魚類、底生動物）と植物の生息・生育状況を確認するための調査（以下、「動植物全般調査」という。）を実施しました。
- ・その後、静岡県環境保全連絡会議生物多様性専門部会からのご意見を踏まえ、動植物全般調査を実施した沢のうちヤマトイワナの生息等に関する情報があつた沢や、工事排水放流先河川の下流地点において、水生生物の詳細な調査（以下、「水生生物詳細調査」という。）を実施しています。
- ・調査範囲については、動植物全般調査は、トンネル掘削により影響が生じる可能性がある想定した範囲の沢において、可能な限り遡上して現地踏査を実施したうえで、作業の安全性や現地の環境を考慮のうえ調査範囲を設定しています。調査範囲としては、延長は約100m、幅は流水箇所端部から片側約20mを基本としています。
- ・水生生物詳細調査についても現地踏査を実施し、作業の安全性や現地の環境を考慮のうえ、静岡県環境保全連絡会議生物多様性専門部会委員からのご意見を踏まえて比較的安定した淵（R型、M型）を含む箇所を調査範囲として設定しています。調査延長は約100mを基本としています。
- ・調査範囲の設定状況例を図2にお示しします。今後、この他にも、静岡県、静岡市、専門家のご意見を踏まえ、具体的なお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する方針です。

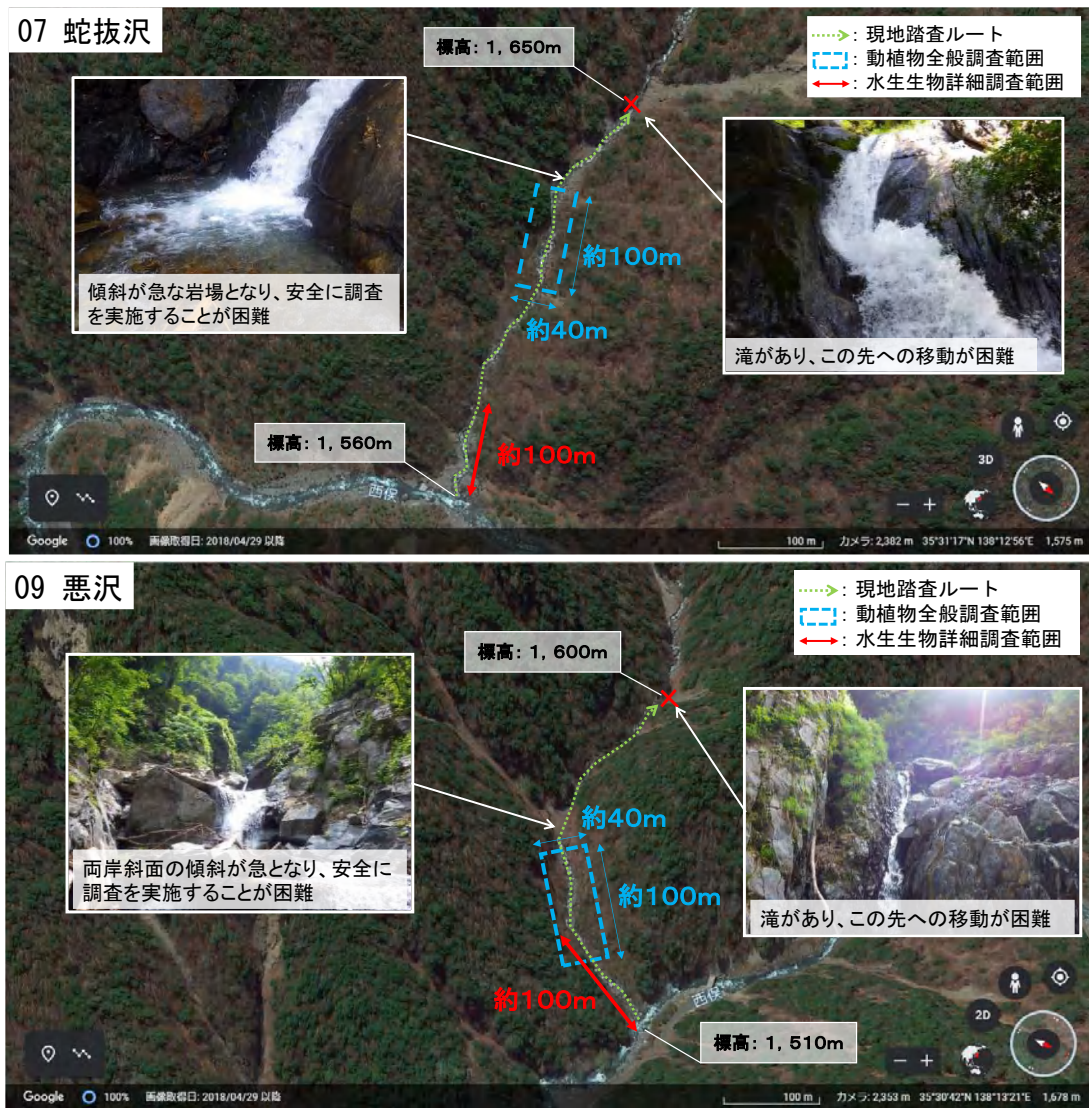


図 2 調査範囲の設定状況例（蛇抜沢、悪沢）

※Google Earth に一部加筆

②静岡県と静岡市の見解

- ・当社がこれまでに実施してきた沢の調査について、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】

- ・沢の上流域の生物調査が不足している

【市の見解】

- ・地表面での生物調査は困難性が高い。ドローン等による映像調査を行い、その場所の地形、気象環境から、生態系を推定することが現実的

③静岡県と静岡市の見解を踏まえた対応方針

- ・地表面の踏査による生物調査は困難性が高いことから、重点的な沢のうち、解析上、流量減少が予測される、07 蛇抜沢、09 悪沢、17 スリバチ沢を対象（図 3）にドローンによる映像調査を行い、撮影した映像から、沢周辺の植生等の状況を把握することを考えています。
- ・ドローンでの映像調査は、現地の地形や電波の状況等により、撮影範囲等に制約を受ける可能性があるため、まずは、現地でドローンの試験飛行を行いました。
- ・試験飛行の結果を踏まえ、今後、具体的な調査計画を検討し、静岡県、静岡市等とご相談しながら、進めていきたいと考えています。

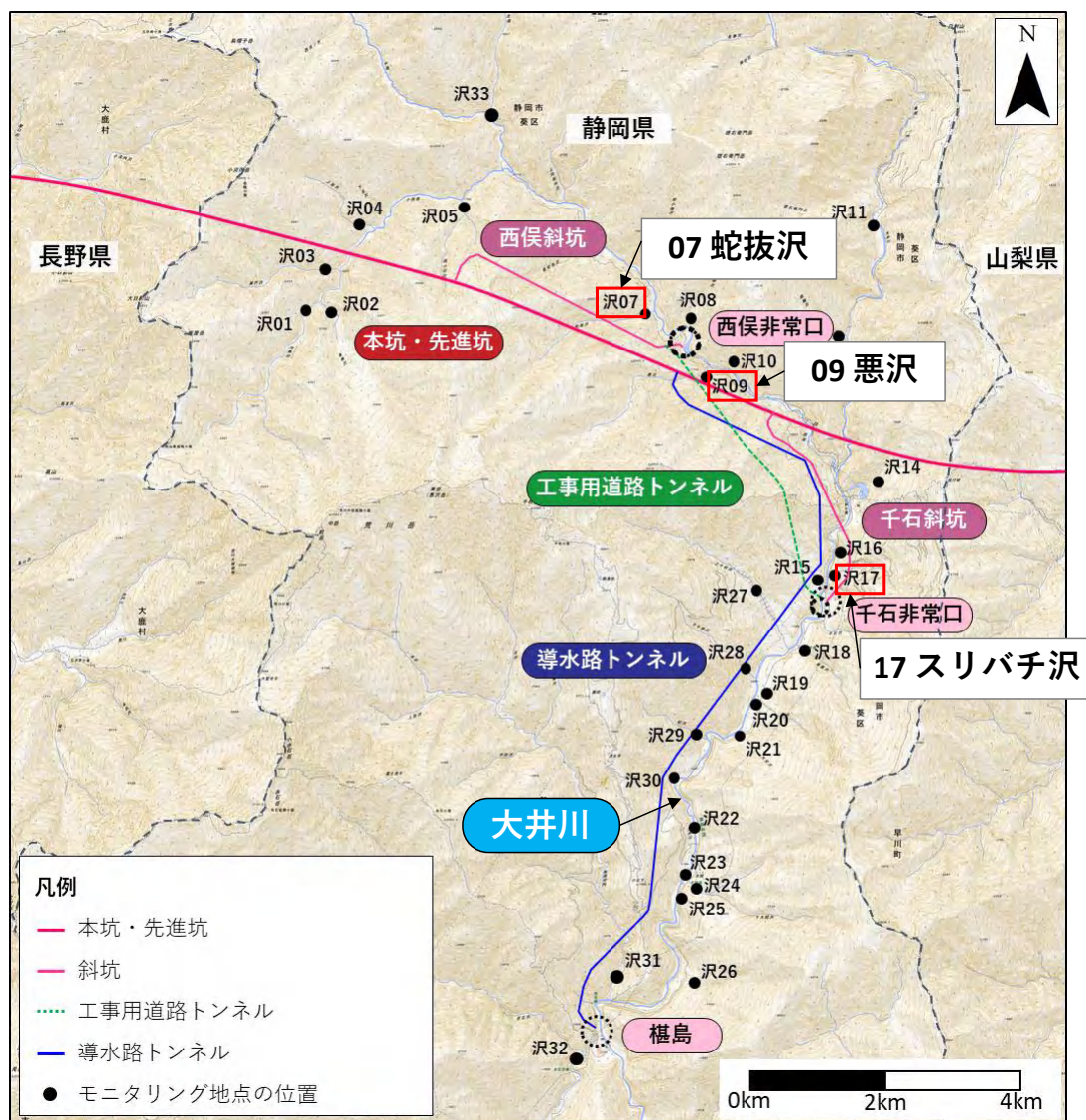


図 3 ドローン調査地点



図 4 スリバチ沢での試験飛行で撮影した画像（2024年4月3日）

2) 沢の水生生物等への影響の予測や評価について

①国交省有識者会議で実施した沢の水生生物等への影響の予測や評価について

- ・国交省有識者会議（環境保全）では、予防的な観点であるトンネル掘削に伴う沢の流量変化に着目し、統合型水循環解析モデル（GETFLOWS）による解析を実施しました。
- ・具体的には、南アルプスにおける自然環境の保全を目的として静岡市が実施した統合型水循環解析モデル（GETFLOWS）をベースに、上流域の沢の影響分析に特化した新たなモデルである上流域モデルを作成し、議論を進めました。

a) GETFLOWS の概要

- ・統合型水循環解析モデル：GETFLOWS は、降水から地下への浸透、地表面流動、河川への流出を一連のシステムとして一体的に捉え解析するものです。具体的には、流域の地表・地下を三次元で分割し、地表水と地下水の流れを統一的な数学モデルの下で連成して解くことができる手法です。
- ・主な適用事例は、秦野市の水資源管理のための水循環モデル作成および情報公開化支援（2018年2月）、東京の水循環を描き出す武蔵野台地モデル（2018年7月）、九州北部豪雨災害への GETFLOWS によるアプローチその1 斜面表層崩壊（2018年9月）、九州北部豪雨災害への GETFLOWS によるアプローチその2 小野地地区地すべり（2018年9月）などです。

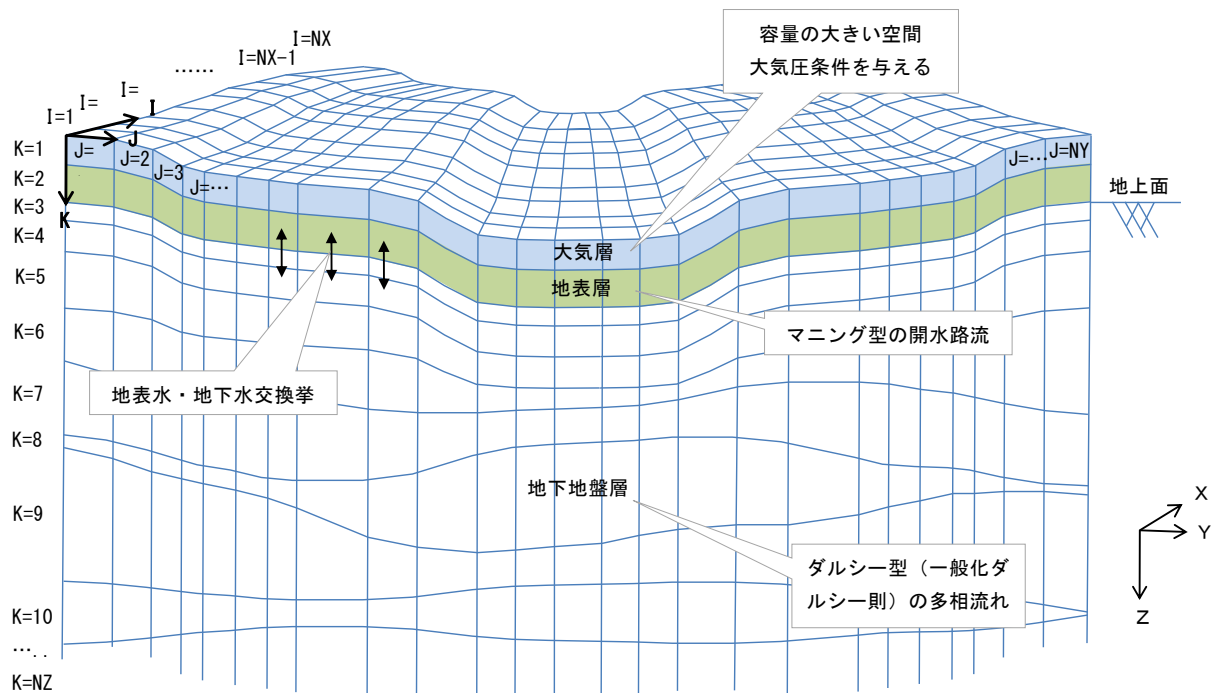


図 5 GETFLOWS のイメージ

b) 上流域モデルの解析条件

- ・上流域モデルの解析条件は、表 2 のとおりです。

表 2 解析条件の概要

解析条件	上流域モデルの概要														
1) 解析領域	<p>【解析範囲】 面積 約 376 km² 深さ方向 標高 - 1,000 m (モデル化深度)</p> <p>【格子設定】 平面格子数：121,741 個、深度分割数：45 分割 全体 : 5,478,345 格子 格子の大きさ：各トンネルについては、実際に計画しているトンネルの大きさと等しい大きさ。トンネル以外の格子については、トンネル周辺の約 3km の幅は約 50 m、トンネルから離れた領域の格子幅は約 100 m ~ 300 m を目安</p> <div data-bbox="475 875 1362 1496" style="text-align: center;"> </div> <p>静岡市モデル (主要断層透水係数 1.0E-6(m/s)) 解析結果の流量を入力</p> <p>図 6 上流域モデル 解析範囲</p> <p>【境界条件】</p> <table border="1" data-bbox="391 1603 1382 2042"> <thead> <tr> <th>境界の種類</th> <th>境界条件</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>上面境界</td> <td>流入境界及び大気圧固定</td> <td>降水、蒸発散を設定。大気圧は標準大気圧 (1atm) に固定</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">側面境界</td> <td>地表 流出境界</td> <td>解析領域境界から水の流出のみを許す境界。ただし、東俣上流端 (図6の赤丸) には、静岡市モデル (主要断層透水係数 1.0E-6(m/s)) の解析結果の流量を入力する。</td> </tr> <tr> <td>地下 非流入境界</td> <td>水の出入りがない閉境界</td> </tr> <tr> <td>底面境界</td> <td>非流入境界</td> <td>水の出入りがない閉境界</td> </tr> </tbody> </table>	境界の種類	境界条件	備考	上面境界	流入境界及び大気圧固定	降水、蒸発散を設定。大気圧は標準大気圧 (1atm) に固定	側面境界	地表 流出境界	解析領域境界から水の流出のみを許す境界。ただし、東俣上流端 (図6の赤丸) には、静岡市モデル (主要断層透水係数 1.0E-6(m/s)) の解析結果の流量を入力する。	地下 非流入境界	水の出入りがない閉境界	底面境界	非流入境界	水の出入りがない閉境界
境界の種類	境界条件	備考													
上面境界	流入境界及び大気圧固定	降水、蒸発散を設定。大気圧は標準大気圧 (1atm) に固定													
側面境界	地表 流出境界	解析領域境界から水の流出のみを許す境界。ただし、東俣上流端 (図6の赤丸) には、静岡市モデル (主要断層透水係数 1.0E-6(m/s)) の解析結果の流量を入力する。													
	地下 非流入境界	水の出入りがない閉境界													
底面境界	非流入境界	水の出入りがない閉境界													

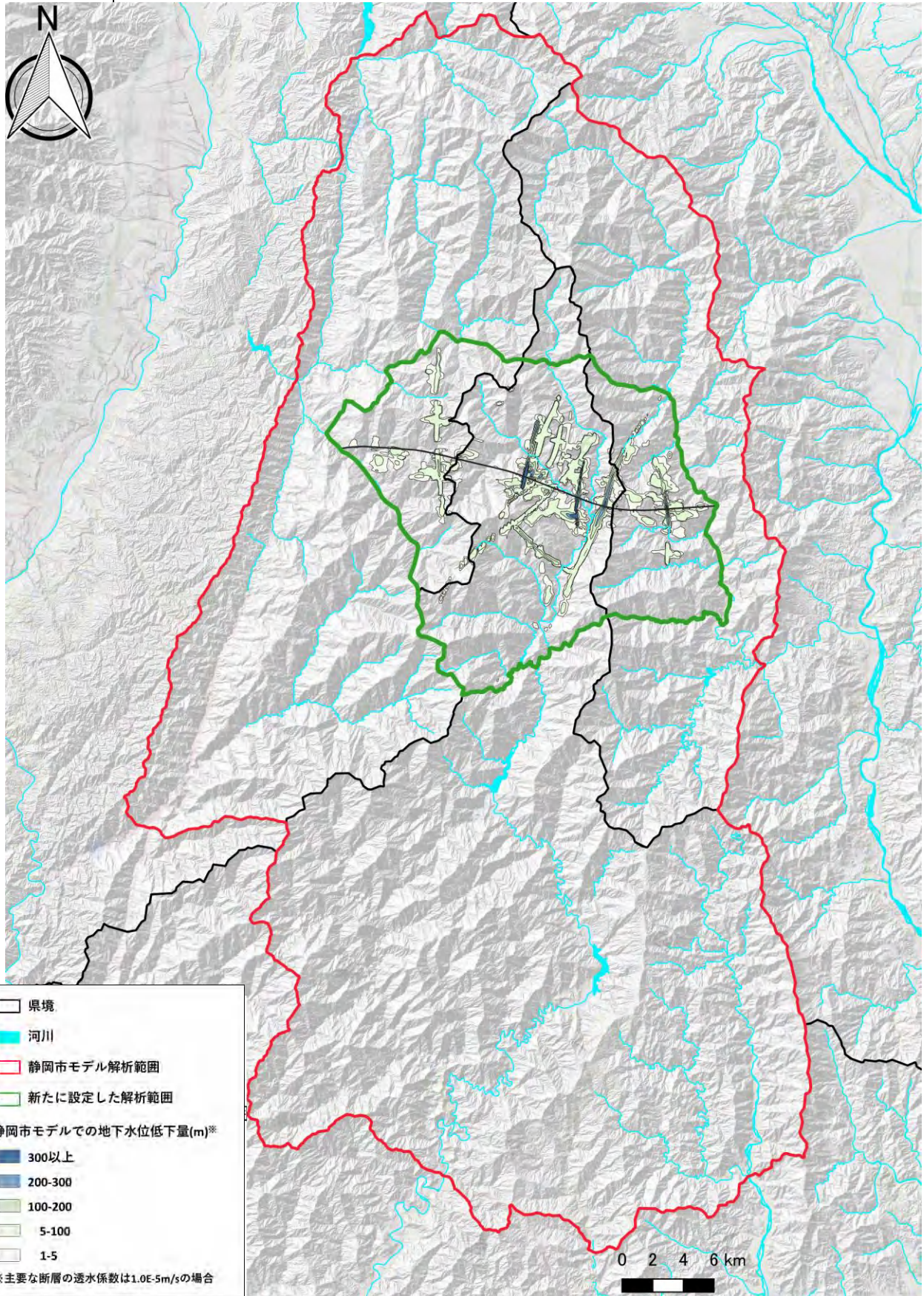


図 7 上流域モデルと静岡市モデルの解析範囲の比較

2) 地質構造

- ・ 図 8 及び図 9 に示すとおり、断層部は、地質調査の結果（ボーリング調査、弾性波探査、地表踏査の結果等を踏まえて作成した地質平面図）等を踏まえ、山梨県境付近の断層帯及びその他のいくつかの断層を「主要な断層」、それ以外を「重要でない断層」に区分
- ・ 静岡市モデルで断層と設定していた格子に該当する格子を断層と設定

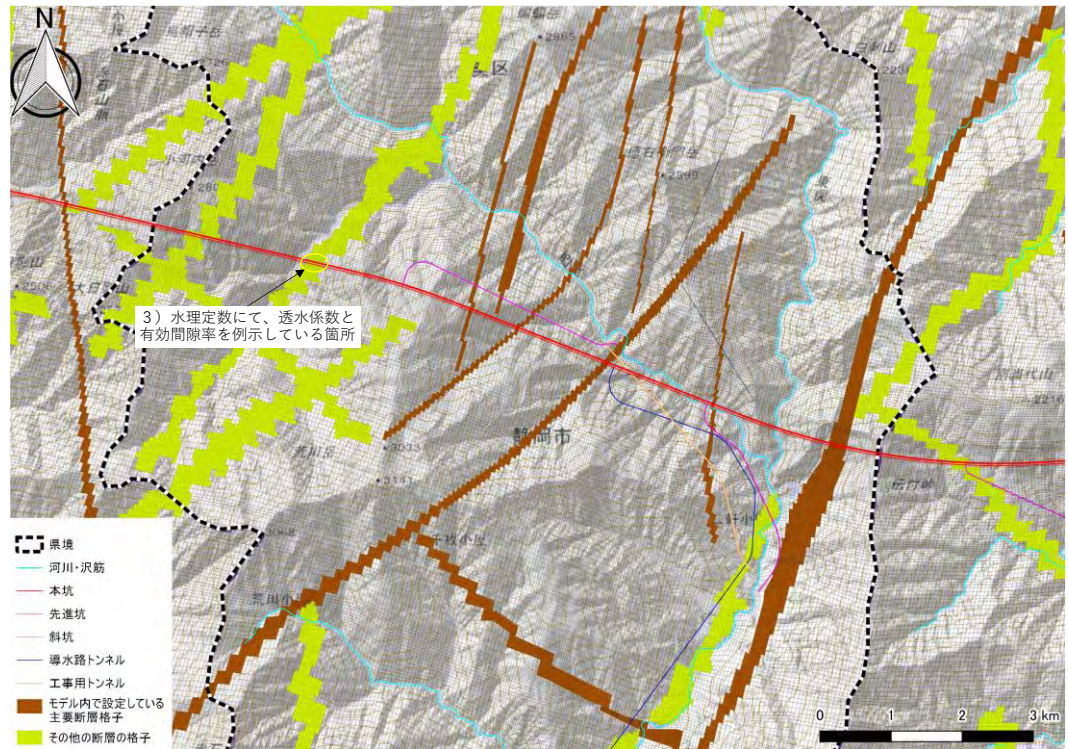


図 8 上流域モデル 地質平面図（トンネル付近）

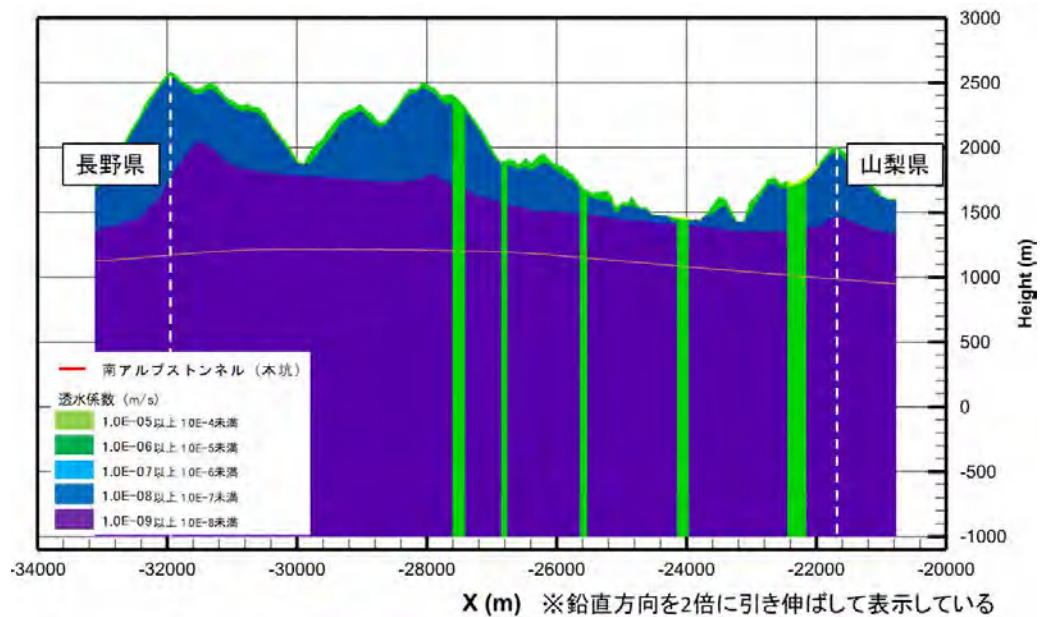


図 9 上流域モデル 南アルプストンネル縦断方向に沿った地質断面図（静岡県付近）

※各地質区分に設定した透水係数分布を表示している

3) 水理定数

【透水係数、有効間隙率】

- ・「主要な断層」は透水係数 $1.0E-6$ (m/s) で設定
- ・「重要でない断層」は地山の2倍で設定。有効間隙率は周辺地山と同じ

地層区分		透水係数 (m/秒)	有効間隙率 (%)
表土層		H : 1×10^{-3}	40
		V : 1×10^{-4}	
沖積層		1×10^{-4}	30
地すべり		1×10^{-5}	20
水理基盤岩類	風化緩み部 (区分Ⅰ)	$1 \times 10^{-6} \sim 10^{-4}$	10
	風化緩み部 (区分Ⅱ)	$1 \times 10^{-8} \sim 10^{-4}$	5~10
	風化緩み部 (区分Ⅲ)	$1 \times 10^{-8} \sim 10^{-7}$	2~5
	新鮮岩	1×10^{-9}	1
断層	主要な断層	1×10^{-6}	10
	重要でない断層	周辺地山の2倍 [※]	周辺地山と同じ [※]

※例えば、図 8 の黄色丸で示す重要でない断層では、透水係数 2×10^{-9} (m/秒)、有効間隙率 1 (%)

4) 気象条件

【降水量・蒸発散量】

○定常解析

- ・平均の日降水量は、気象庁が提供する国土数値情報平年値メッシュデータ (降水量) のうち 1981~2010 年までの平年値を使用し、降水量から実蒸発散量を差し引いた有効降水量として与えています。

○非定常解析

- ・静岡市モデル同様、2012.1~2012.12 の間の日別のレーダー・アメダス解析雨量による実績降水量にて実施しました。

※レーダー・アメダス解析雨量とは、レーダーによる降水量推定値の分布を、実際に観測した降水量 (アメダスの観測値) で補正した 1km 四方の雨量の降水量分布である。

c) 上流域モデルでの解析結果について

7. 【定常解析】トンネル掘削前後の沢の流量変化と要因の考察

- ・大井川上流域の沢について、定常解析により、トンネル掘削前後の流量変化を確認し、流量変化の要因を考察しました。

○トンネル掘削前後の流量変化（定常解析）

- ・トンネル掘削前後の沢の流量変化（河川合流部付近の沢側の地点（図11の緑丸の地点））を図10にお示しします。
- ・流域に主要な断層を含まない沢については、流量減少の傾向²は確認されませんでした。流域に主要な断層を含む沢については、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢において、流量が減少する傾向がみられましたが、その他の沢については流量減少の傾向はみられませんでした。流量減少の傾向がみられた沢の位置を図11にお示します。

² トンネル掘削前流量の10%以上、流量減少が確認された沢を指す

<解析上の掘削前流量が0.3m³/s以下の沢>

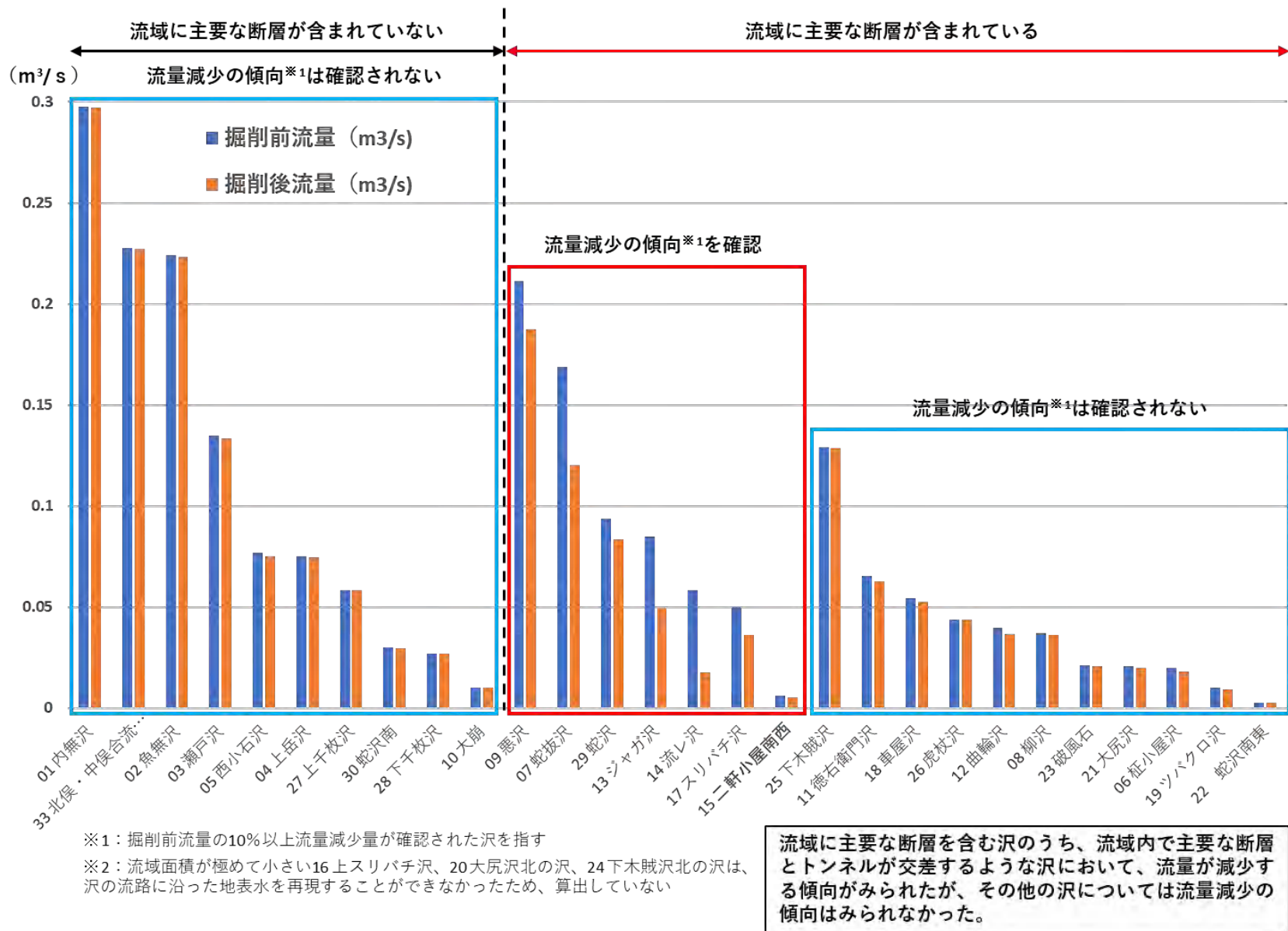
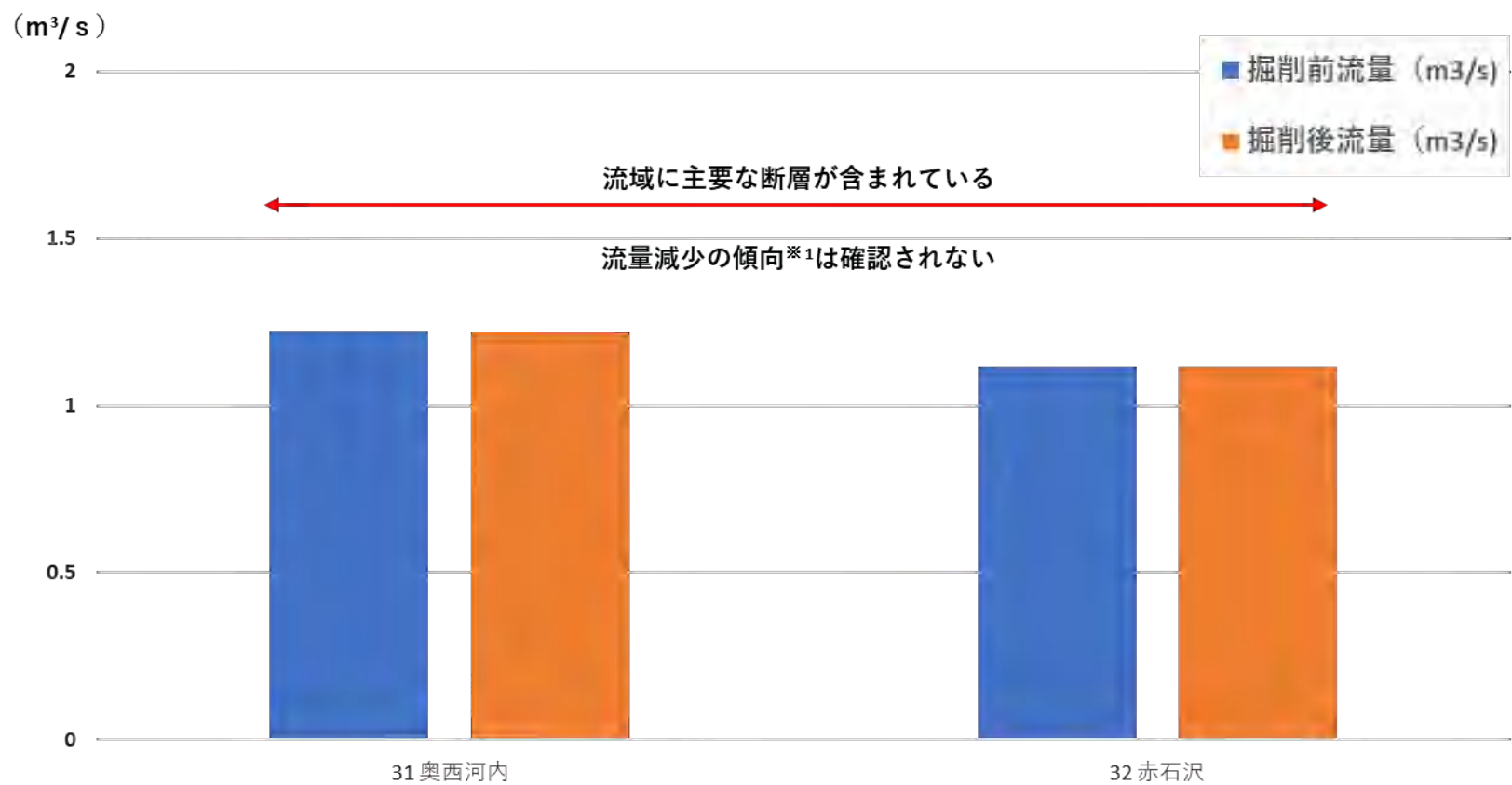


図10(1) トンネル掘削前後の沢流量変化(定常解析)①

<解析上の掘削前流量が $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 以上の沢>



※1：掘削前流量の10%以上流量減少量が確認された沢を指す

図10(2) トンネル掘削前後の沢流量変化(定常解析)②

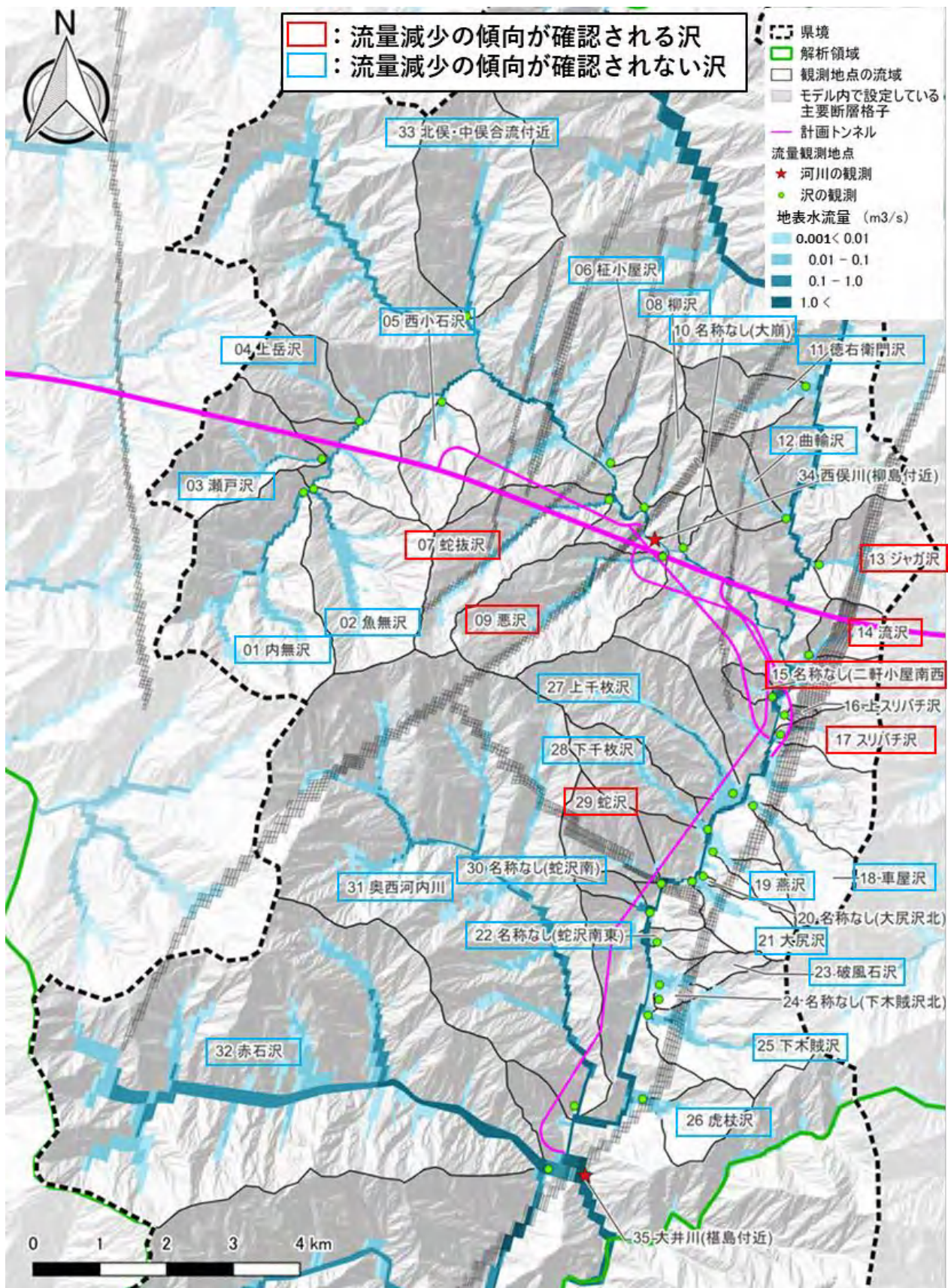


図 1 1 トンネル、主要な断層、沢流域の位置関係
 (地表水流量はトンネル掘削前の定常解析の結果)

○流量変化の要因の考察

- トンネル掘削前後の流量変化の要因を考察するため、流域に主要な断層を含み、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢で流量減少の傾向が確認されたことを踏まえ、断層部に着目し、トンネル掘削前後の地表湧出量の変化を確認しました。流量減少の傾向が確認された悪沢、蛇抜沢のトンネル掘削前後の地表水流量とトンネル掘削前後の地表湧出量の変化を図12、図13に示します。
- トンネル掘削後においても上流から下流にかけて地表水流量は確認されるものの、主要な断層部（赤破線で囲った箇所）において地表湧出量の減少がみられ、これにより沢流量の減少が生じたものと考えられます。

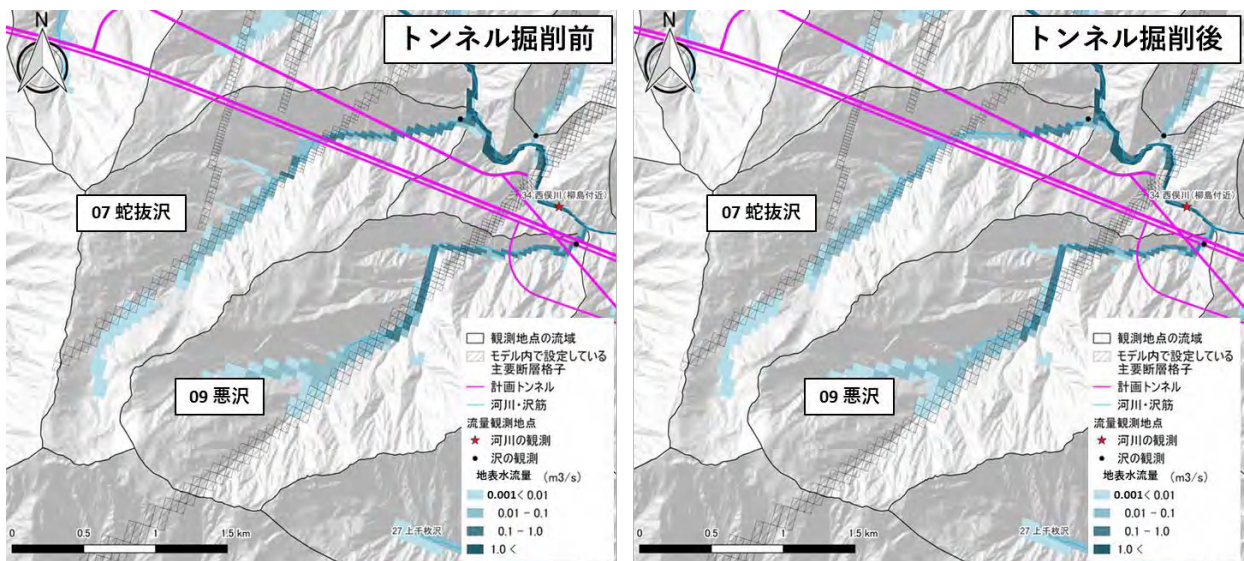


図12 悪沢、蛇抜沢周辺のトンネル掘削前後の地表水流量（定常解析）

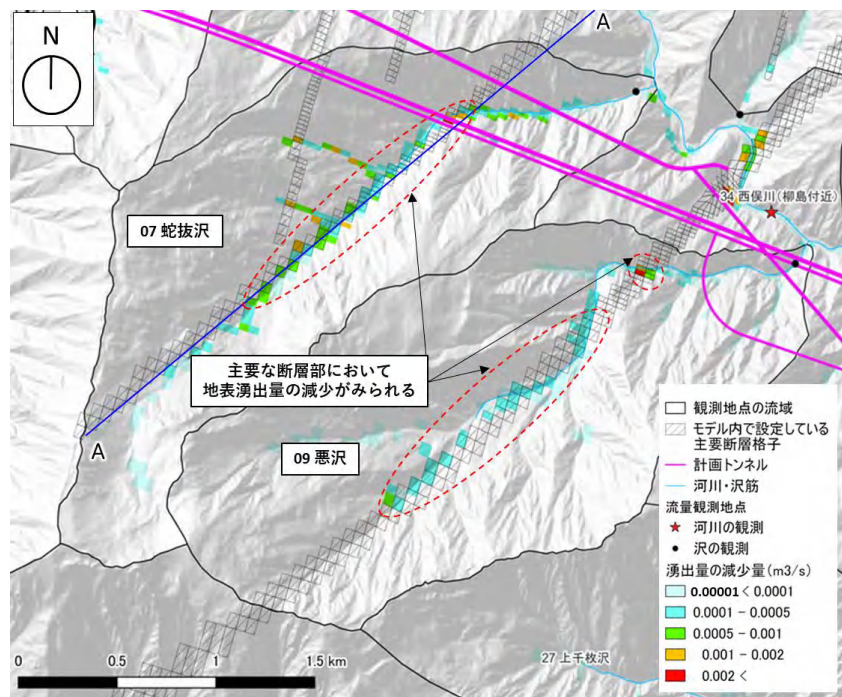


図13 悪沢、蛇抜沢周辺の地表湧出量の変化（定常解析）

- ・次に、主要な断層部における地表湧出量の減少の要因を考察するため、蛇抜沢流域について、トンネルと断層を含む断面（図13、A-A断面）における全水頭分布・地下水流動方向の変化を確認しました。
- ・図14にトンネル掘削前後の地下水流動方向を示します。トンネル掘削前は、蛇抜沢と断層が交差する箇所（青破線内）で、地表面付近で上向きの地下水流動方向が見られます。一方、トンネル掘削後は、トンネル周辺においてトンネルへ引き込まれる地下水の流れが生じ、断層の地表部では地下水流動方向が地下方向へ変化しています。これにより、主要な断層部において地表湧出量が減少し、沢の流量減少が生じるものと考えられます。
- ・以上の通り、今回のモデルから考察される沢の流量減少の主な要因は、トンネル掘削に伴いトンネル内に周辺地下水が引き込まれ、断層部において、地表湧出量が減少するためであると考えられます。

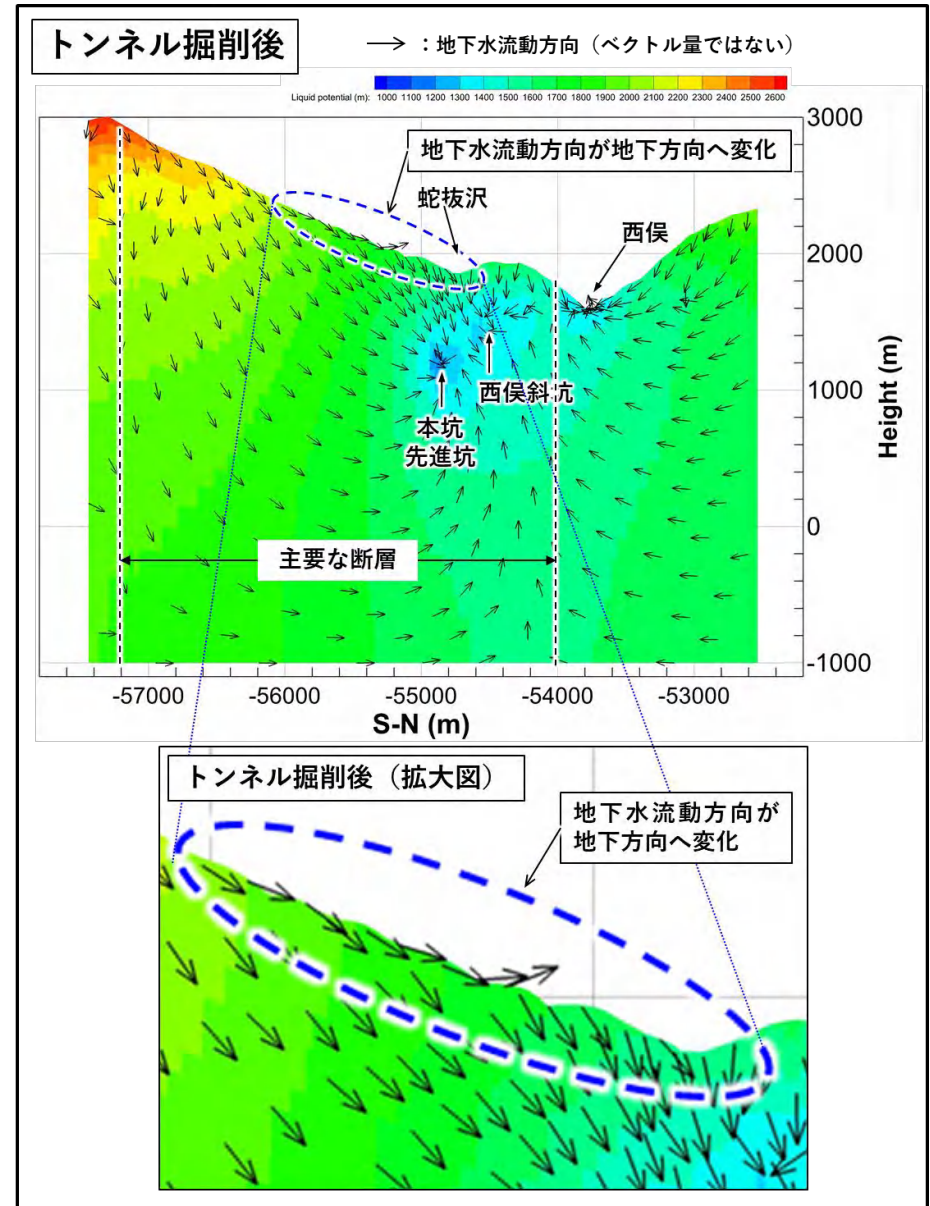
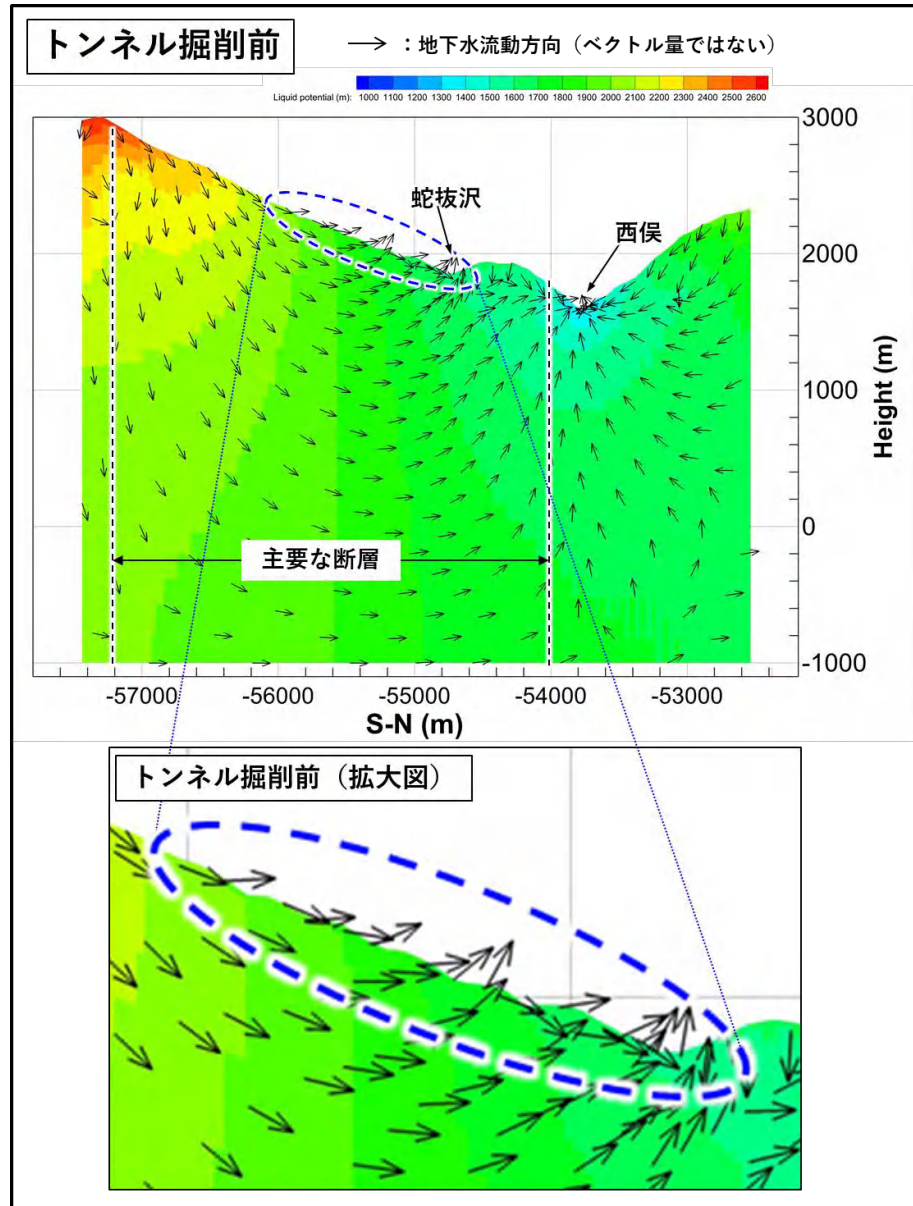


図 1 4 蛇抜沢周辺の全水頭分布と地下水流動方向の変化 (定常解析)

4. 【定常解析】 沢流量変化要因を踏まえた影響の回避・低減策の効果の検討

- ・ 沢の流量減少の主な要因は、トンネル掘削に伴いトンネル内に周辺地下水が引き込まれ、断層部において、地表湧出量が減少することであると考えられるため、主要な断層とトンネルが交差する箇所ではトンネル内に引き込まれる地下水量を低減する対策を講じることにより、沢流量の減少量は低減されると考えられます。
- ・ そこで、トンネルと断層の交差箇所において、トンネル湧水量の低減を目的とした薬液注入を実施した場合に、沢の流量変化がどのように変化するのかが確認しました。

○想定した薬液注入の概要

- ・ 想定した薬液注入の概要は表3の通りです。注入範囲、改良後の透水係数は、過去のトンネル工事の実績に基づき、設定しています。

表3 薬液注入の概要

項目	概要
注入箇所	トンネルと主要な断層が交差する箇所（図15）
注入範囲	トンネル直径（トンネル半径（R）の2倍（2R）） ³
改良後の透水係数	1.0E-7(m/s) ⁴ （改良前の透水係数は、1.0E-6(m/s)）

- ・ なお、トンネルに隣接する格子幅は、トンネル直径（2R）と異なるため、トンネルに隣接する2Rの範囲が透水係数1.0E-7(m/s)相当に改良されたことと同等の効果を検証できるよう、調和平均をとりトンネルに隣接する格子の透水係数を設定しました（図18）。

³ 「（青函トンネルでは）注入範囲はトンネル半径の2～3倍（10～15m）程度を標準とし、不良地山区間では4～6倍（20～30m）程度としている。」、注入の設計施工マニュアル、公益財団法人鉄道総合技術研究所、平成23年10月

⁴ 青函トンネルでは、「注入による岩盤の止水効果の実測」を目的のひとつとし、先進導坑と並行する試験坑（水深約20m、土被り244m）において、薬液注入前後の岩盤の透水性を評価している。具体的にはまず、5本の試験坑を設けて注入前の自然地山の透水性を調査し、その後、同地山に対して薬液注入を実施、同じ地山に対して新たに3本のチェック坑を設け、薬液注入後の透水性を調査している。その結果、薬液注入前に5本の試験坑で計測した透水係数 k_m は、 $k_m=2.142 \times 10^{-6}$ (m/s)、 $k_m=6.291 \times 10^{-7}$ (m/s)、 $k_m=5.459 \times 10^{-7}$ (m/s)、 $k_m=9.336 \times 10^{-6}$ (m/s)、 $k_m=1.753 \times 10^{-6}$ (m/s)であったことに対し、薬液注入後に新たに設けた3本のチェック坑では $k_m=3.212 \times 10^{-8}$ (m/s)、 $k_m=2.227 \times 10^{-8}$ (m/s)、 $k_m=4.406 \times 10^{-8}$ (m/s)となり、「注入の効果は明らかで、注入によって地山の透水係数は $10^{-1} \sim 10^{-2}$ (cm/s)程度小さくなっていることがわかる」（青函トンネル土圧研究調査報告書 p218 引用）とされている（青函トンネル土圧研究調査報告書、社団法人土木学会、昭和52年3月より）。

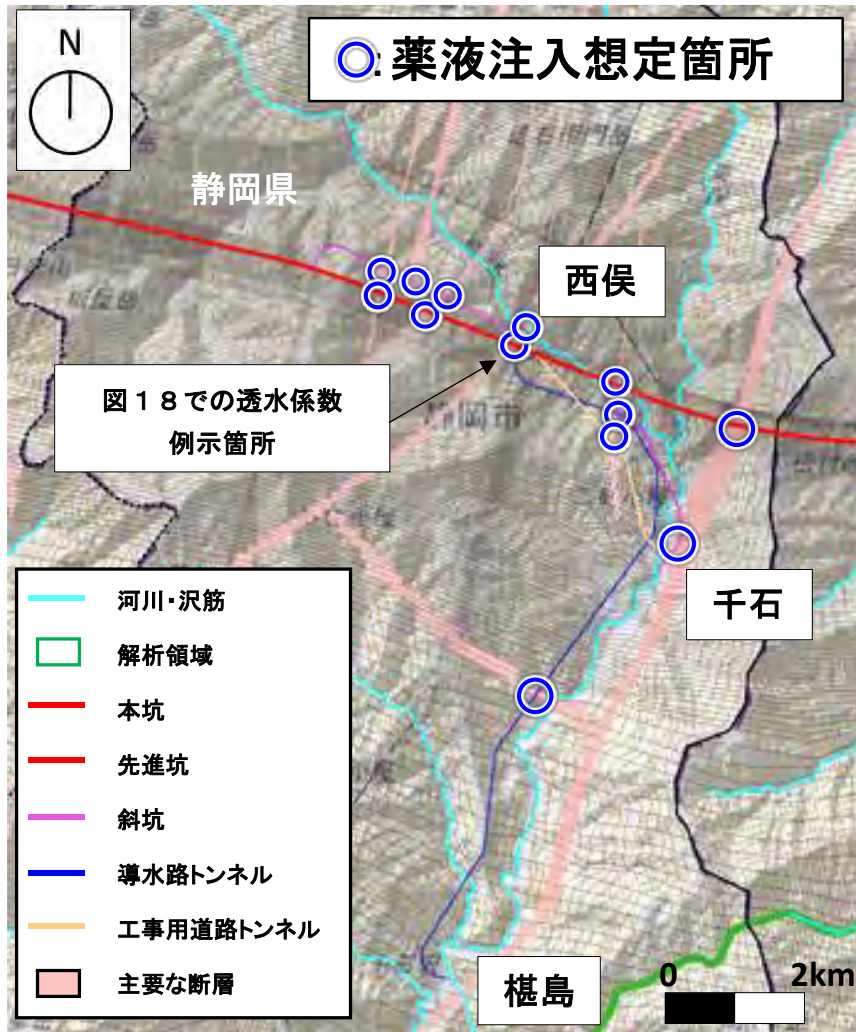


図15 薬液注入の想定箇所

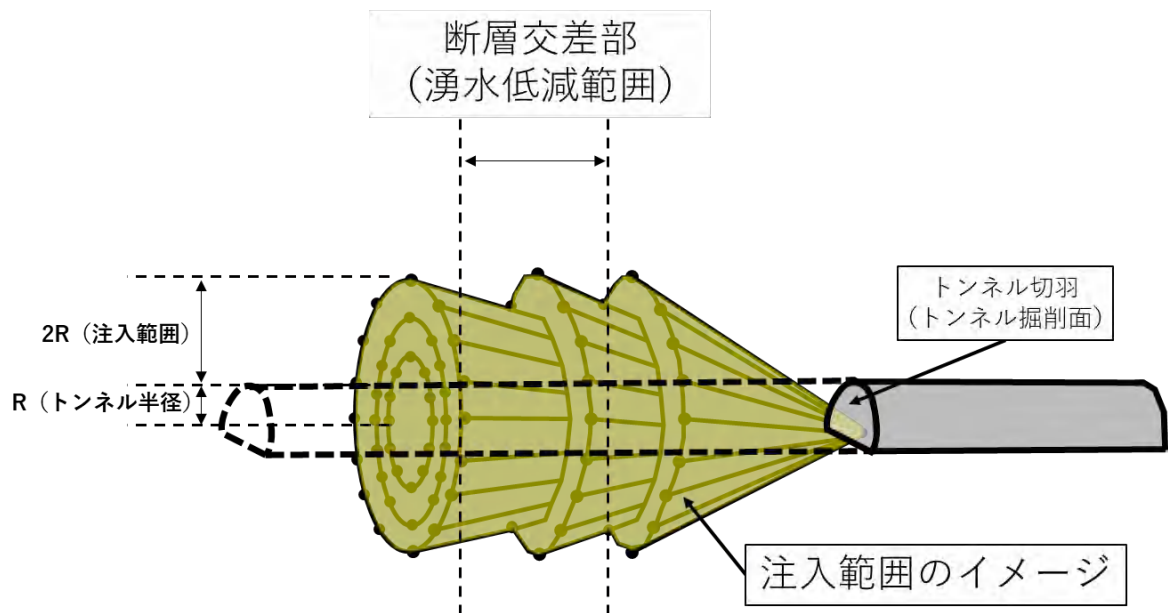


図16 薬液注入のイメージ

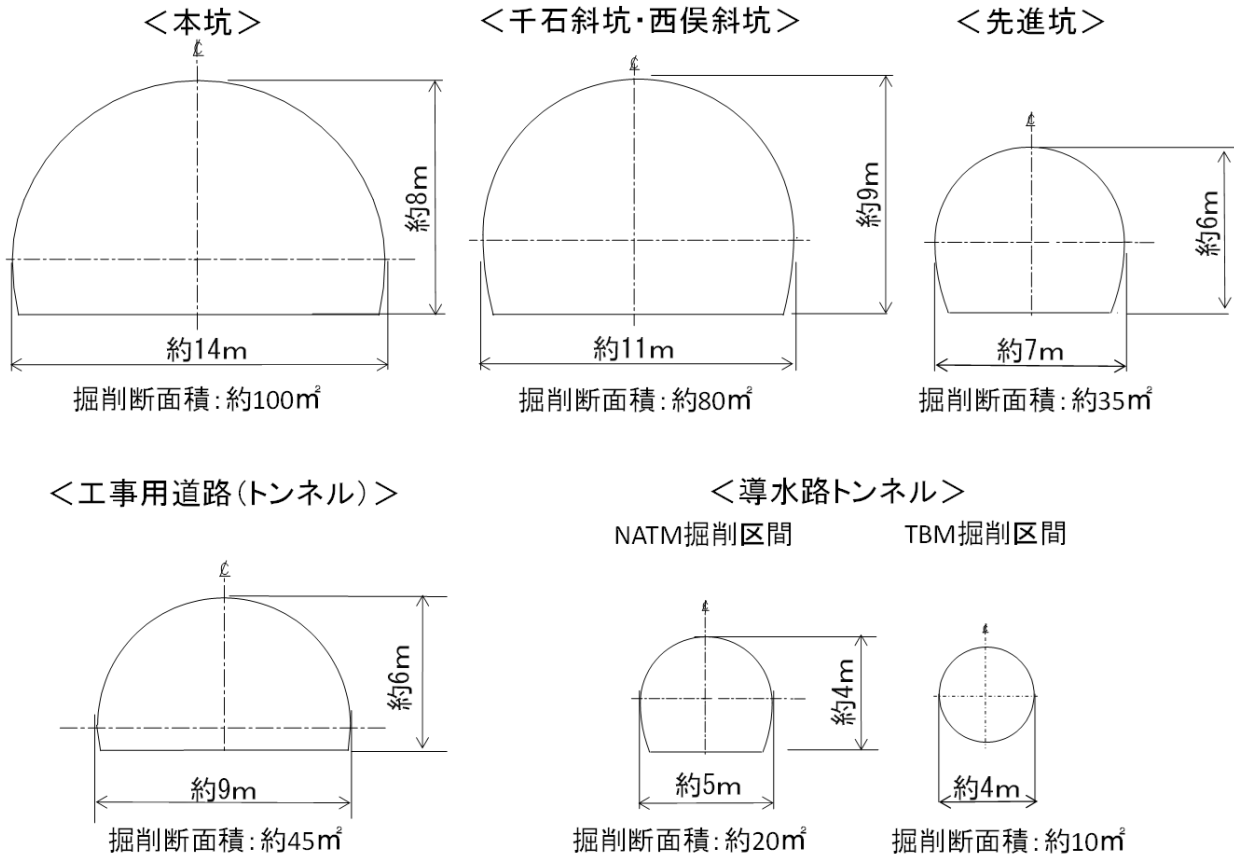
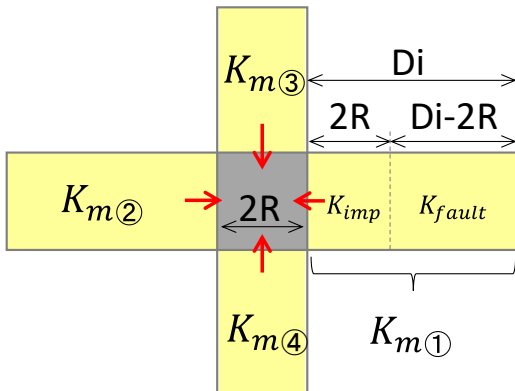


図 17 各トンネルの掘削断面

トンネル断面のイメージ



- : トンネル設格子
- : 変更する透水係数

○調和平均の例(図17に示す先進坑の場合)

- $K_{m①}$ 南側格子: 1.6×10^{-7} (m/s)
- $K_{m②}$ 北側格子: 1.5×10^{-7} (m/s)
- $K_{m③}$ 鉛直上側格子: 6.3×10^{-7} (m/s)
- $K_{m④}$ 鉛直下側格子: 5.7×10^{-7} (m/s)

変更後の透水係数: K_m

$$K_m = \frac{D_i}{\left[\frac{2R}{K_{imp}} + \frac{(D_i - 2R)}{K_{fault}} \right]}$$

- K_m : 変更後の透水係数 (m/s)
- K_{imp} : トンネル改良工の透水係数= $1.0E-7$ (m/s)
- K_{fault} : 変更前の断層透水係数= $1.0E-6$ (m/s)
- D_i : トンネルに隣接する格子の幅 (m)
- $2R$: トンネルの直径(m)

図 18 透水係数の調和平均の計算イメージ

○薬液注入の効果の確認

- ・定常解析の結果、流量減少の傾向が確認された沢を対象に、表3の条件で薬液注入を実施した場合における沢の流末での流量変化と地表水流量の変化を、定常解析により確認しました（図19～図22）。
- ・確認の対象としたすべての沢において流量減少が低減される結果となり、トンネルと主要な断層の交差部における薬液注入は、沢の流量減少量を低減する効果があることが確認できました。

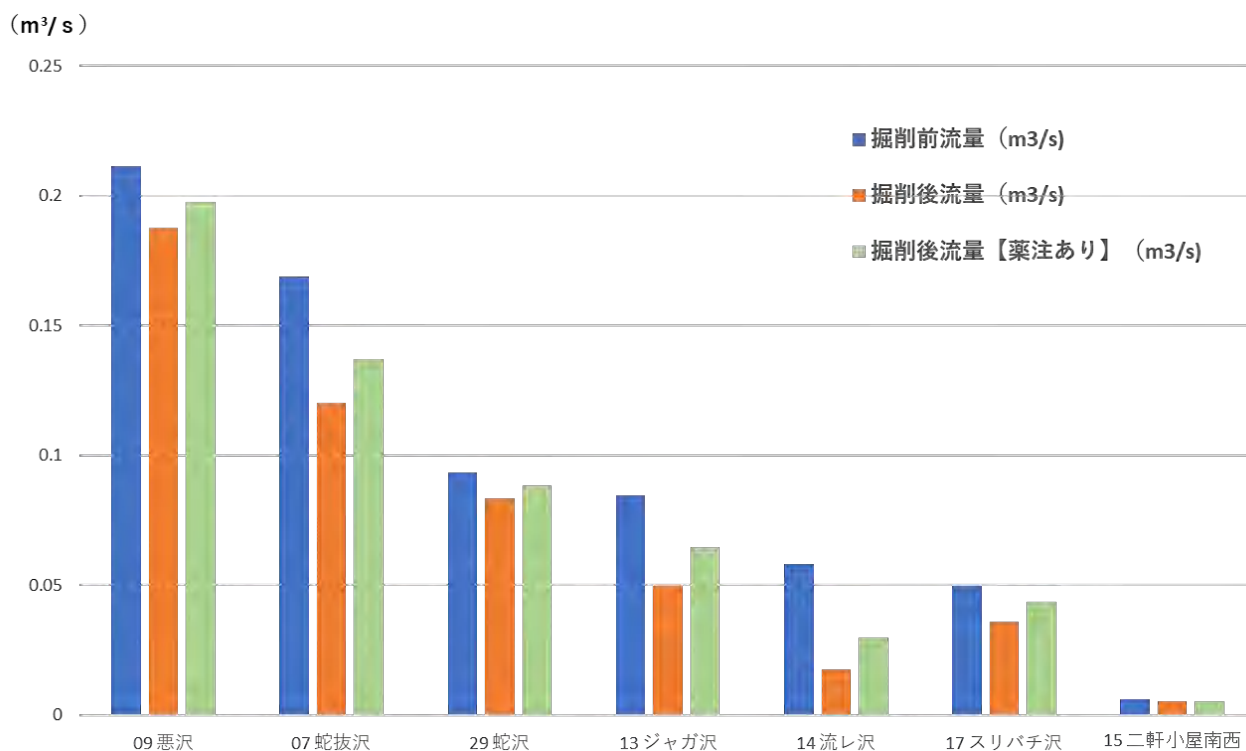


図19 トンネル掘削前後の沢流量変化（定常解析：薬液注入含む）

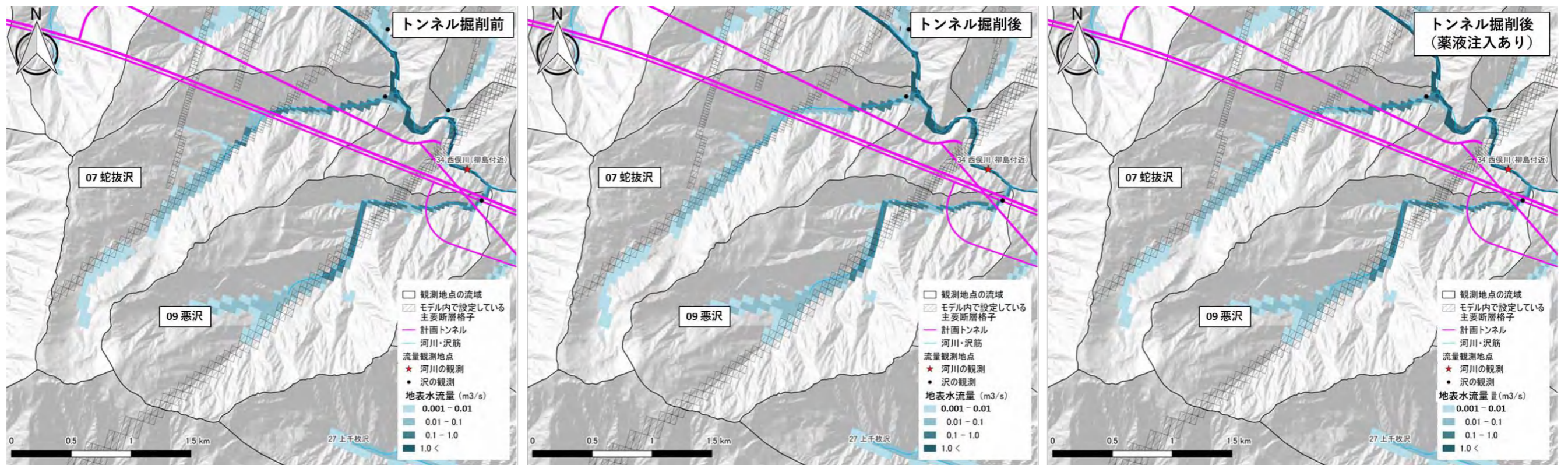


図 20 【蛇抜沢、悪沢】地表水流量の変化（定常解析）

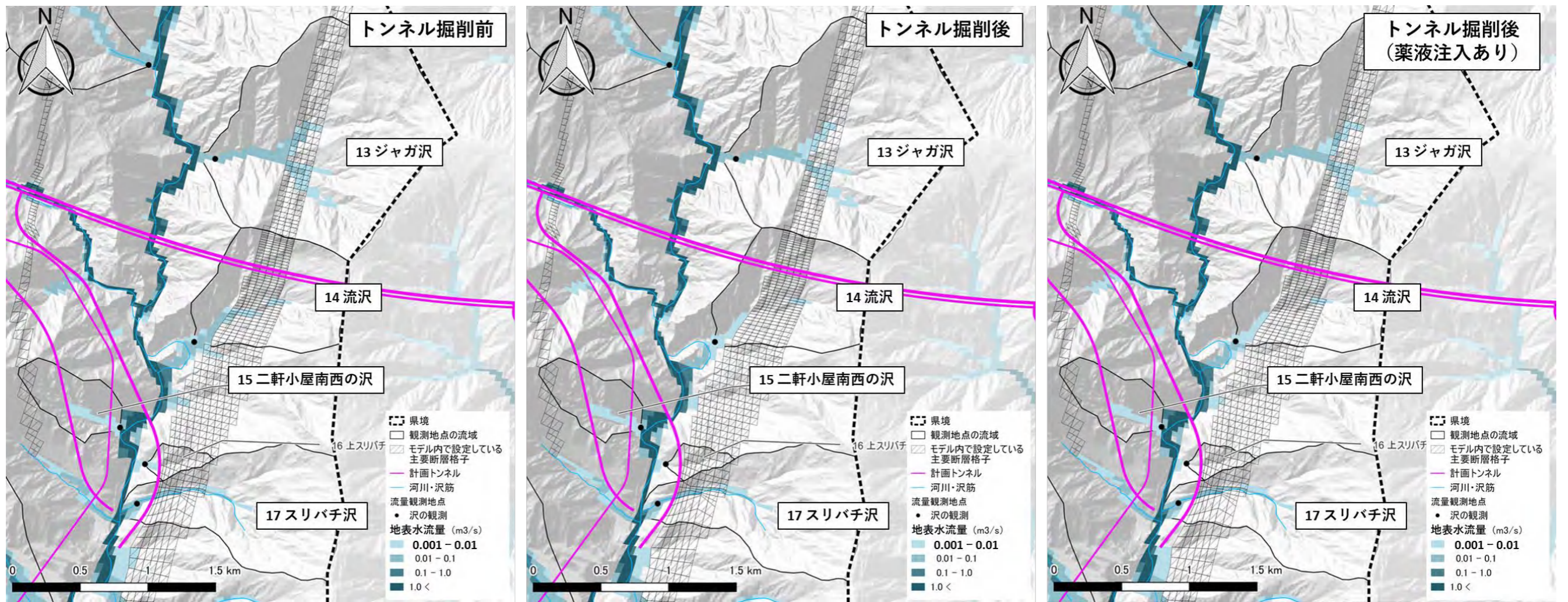


図 21 【ジャガ沢、流沢、二軒小屋南西の沢、スリバチ沢】地表水流量の変化（定常解析）

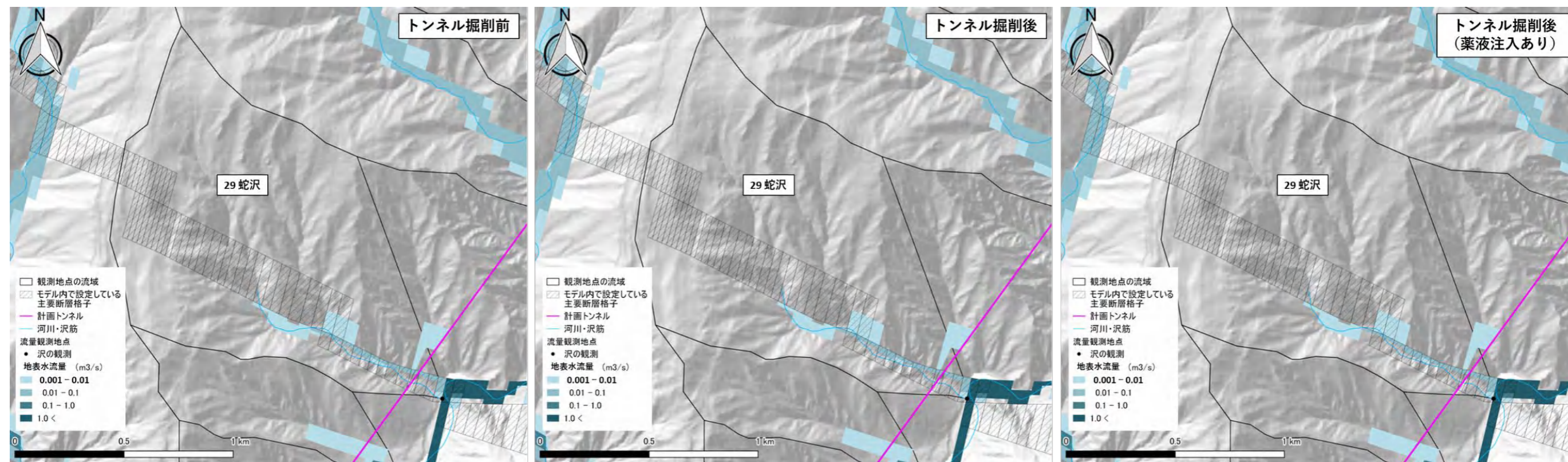


図 2 2 【蛇沢】地表水流量の変化 (定常解析)

ウ. 【非定常解析】降水量の変化を考慮したトンネル掘削前後の沢の流量変化

- ・次に、渇水期等、降水量が少ない時期におけるトンネル掘削前後の沢の流量変化を確認するため、1年間の降水量の変化を考慮した非定常解析を行いました。

○トンネル掘削前後の流量変化（非定常解析）

- ・定常解析の結果、流量減少の傾向がみられた沢について、1年間を通じたトンネル掘削前後の沢の流量変化を確認しました（図23～図29）。
- ・なお、イ. の通り、トンネルと主要な断層の交差部における薬液注入が、沢の流量減少に対して効果があることが確認されたため、薬液注入を実施した場合の解析結果もあわせてお示しします。

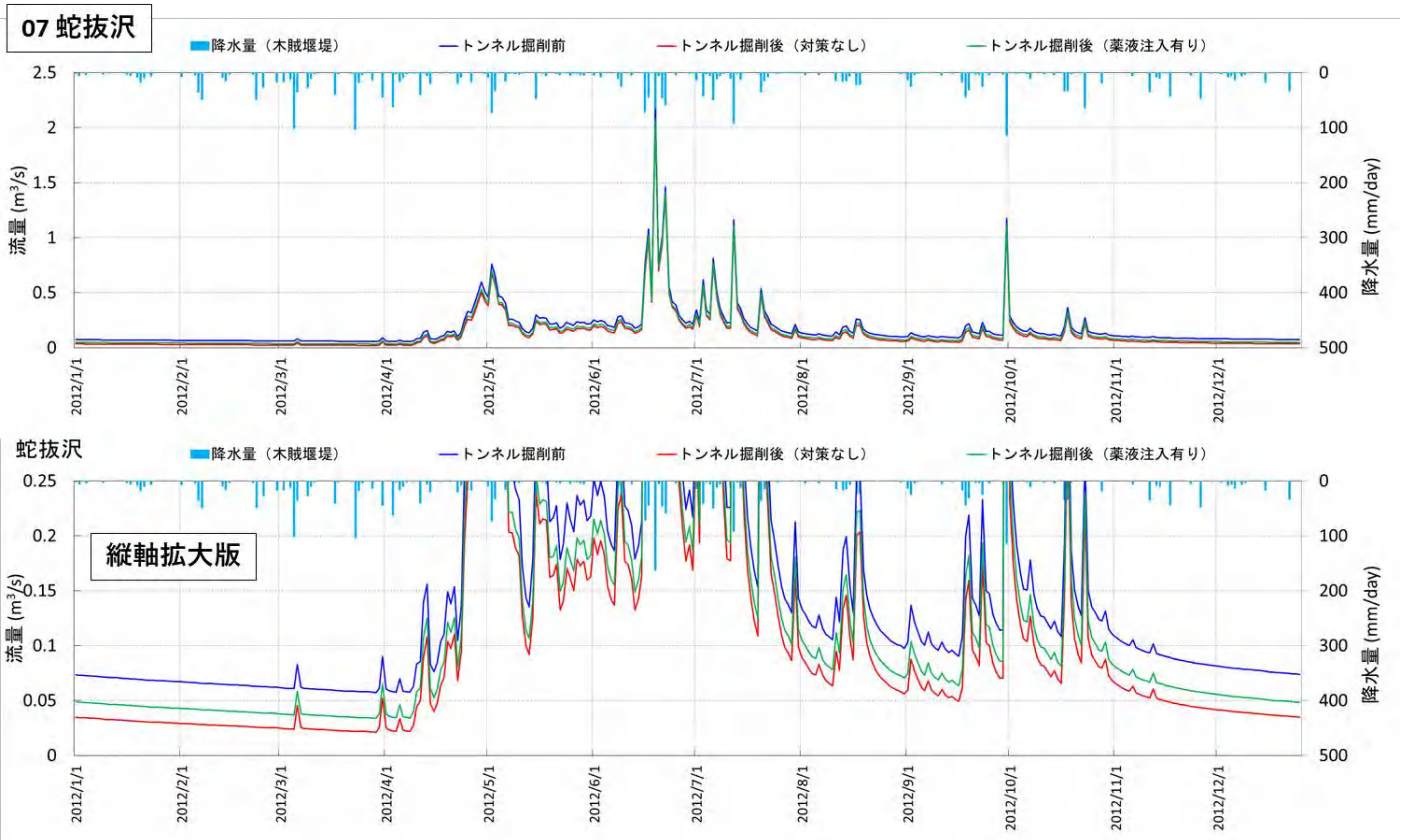


図 2 3 蛇抜沢の流量変化 (非定常解析)

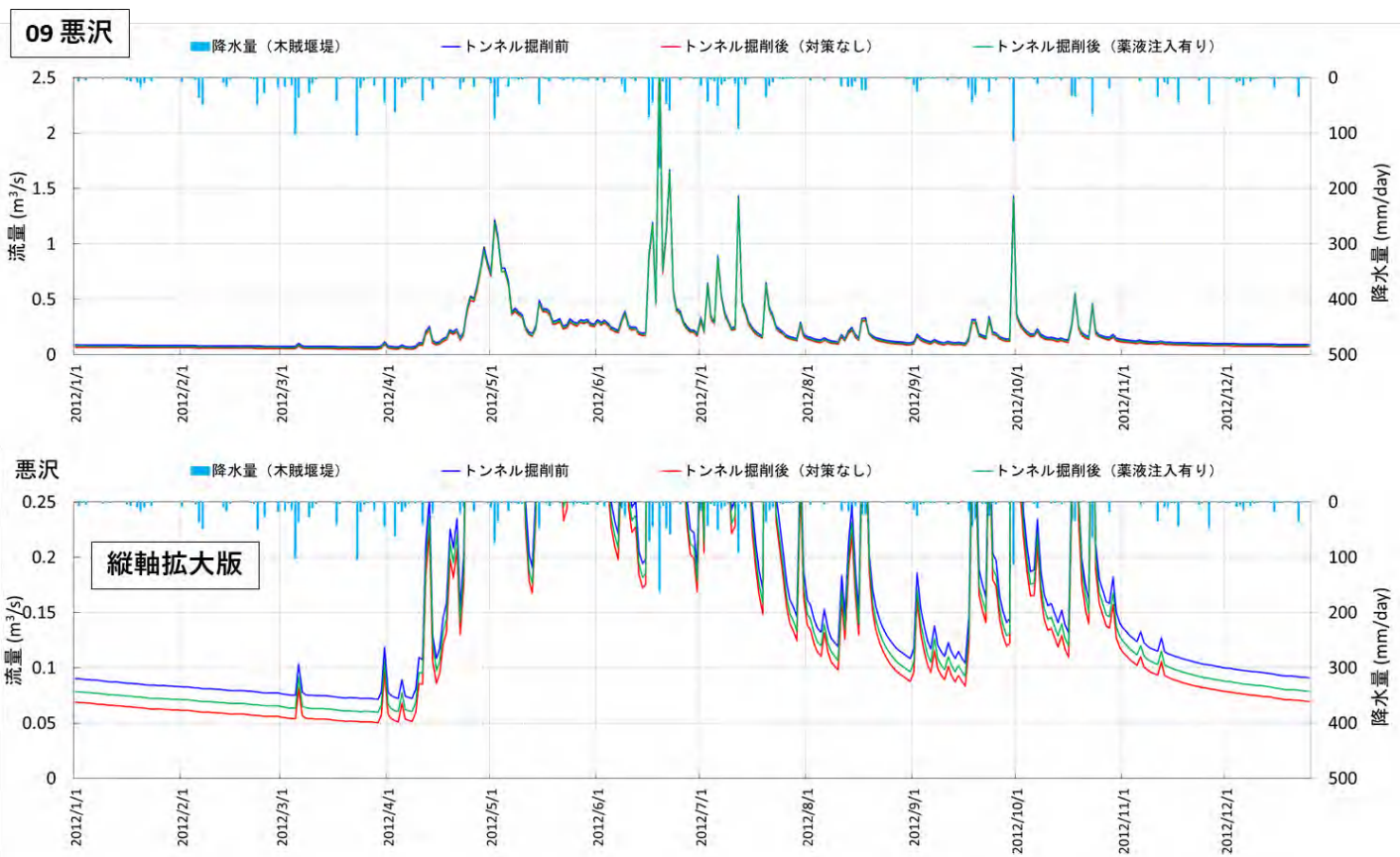
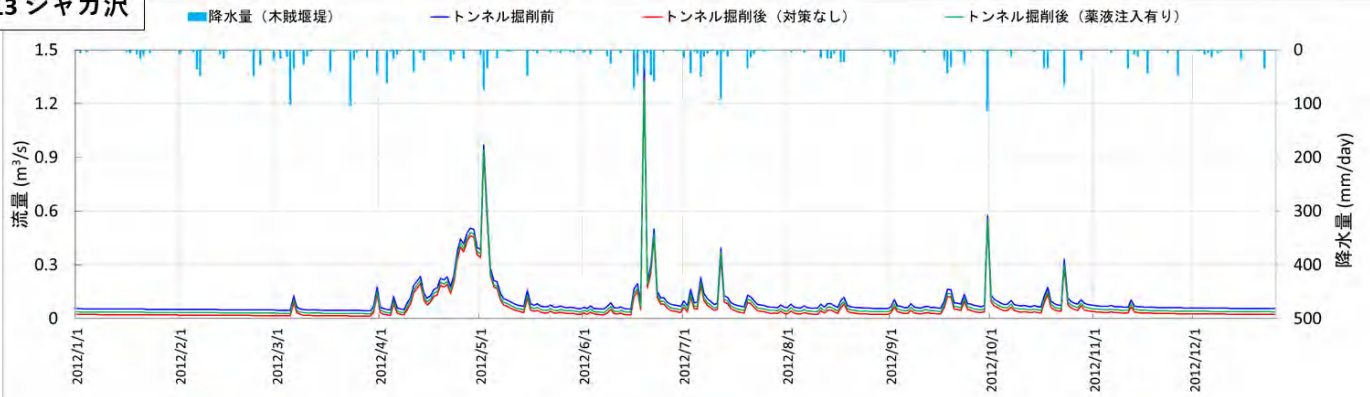


図 2 4 悪沢の流量変化 (非定常解析)

13 ジャガ沢



ジャガ沢

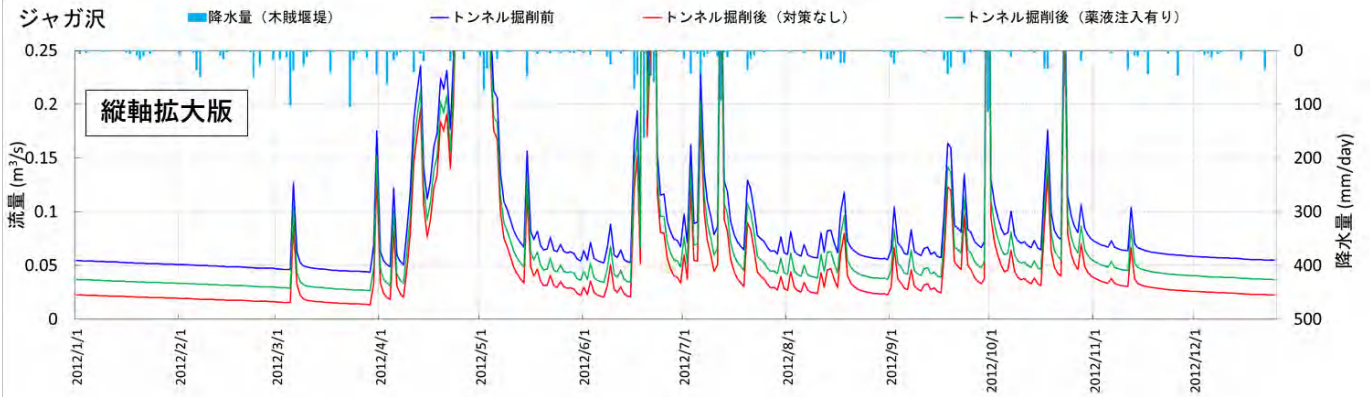
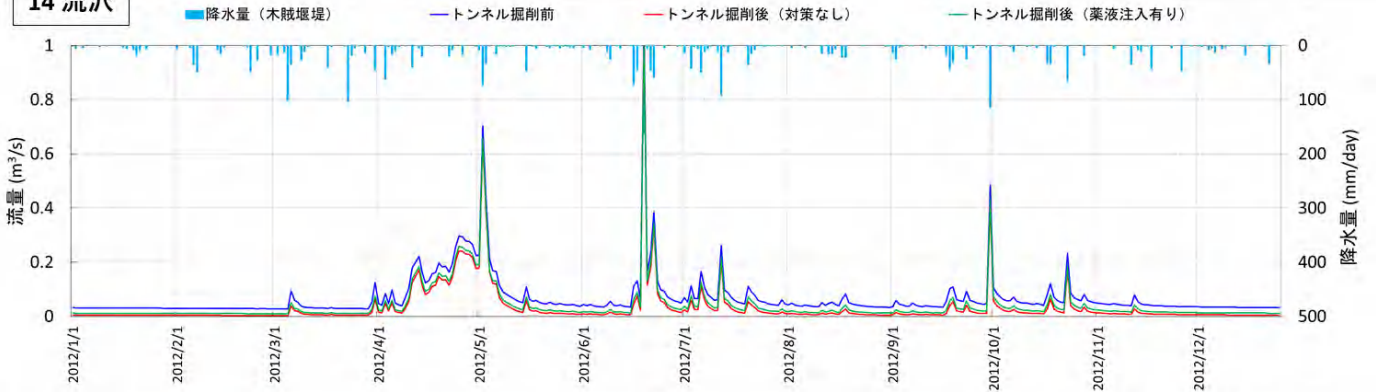


図 2 5 ジャガ沢の流量変化 (非定常解析)

14 流沢



流し沢

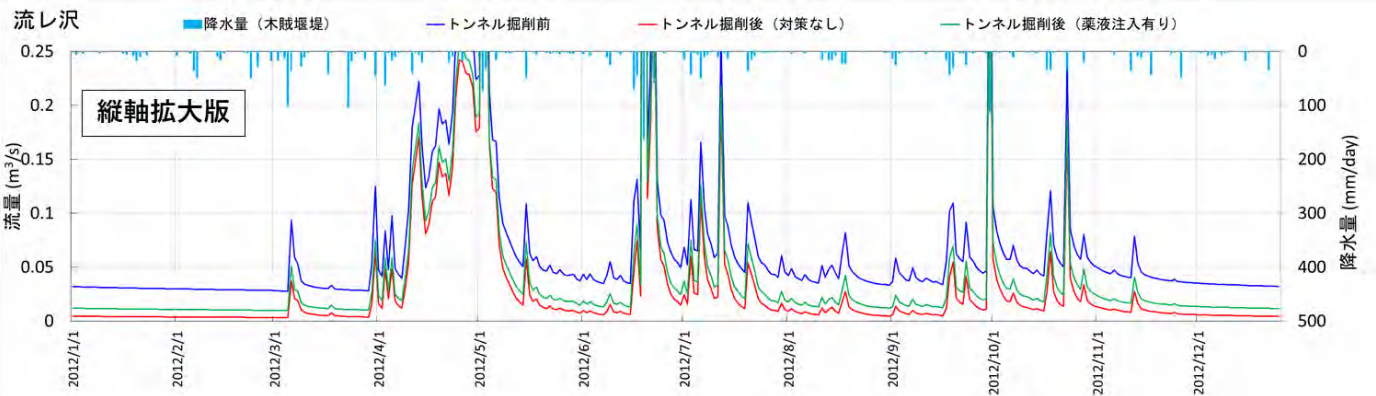
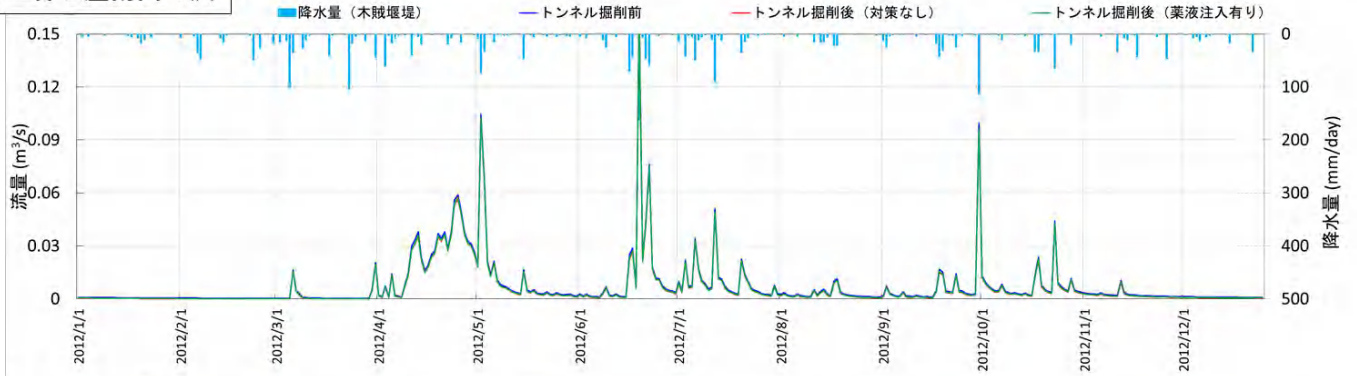


図 2 6 流沢の流量変化 (非定常解析)

15 二軒小屋南西の沢



支流_二軒小屋南西

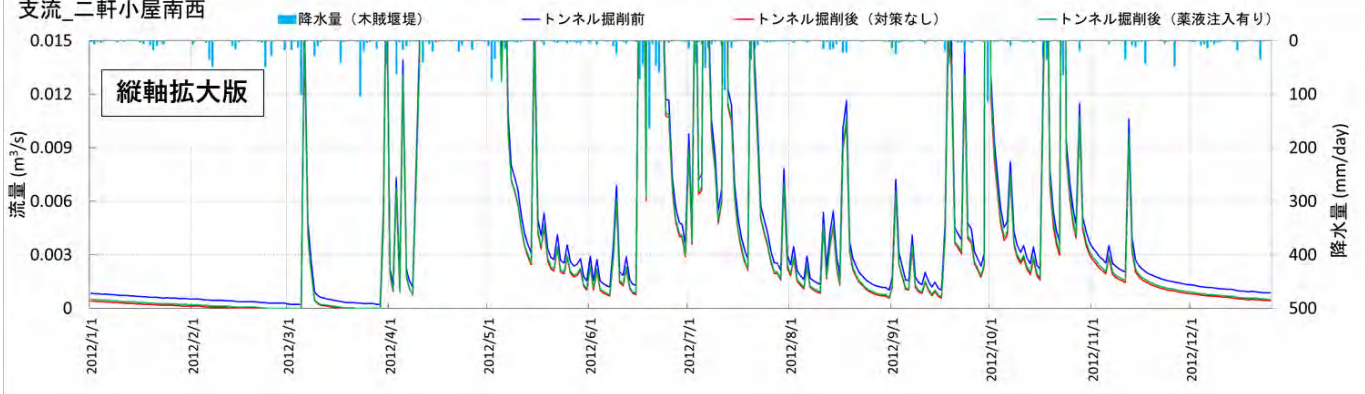
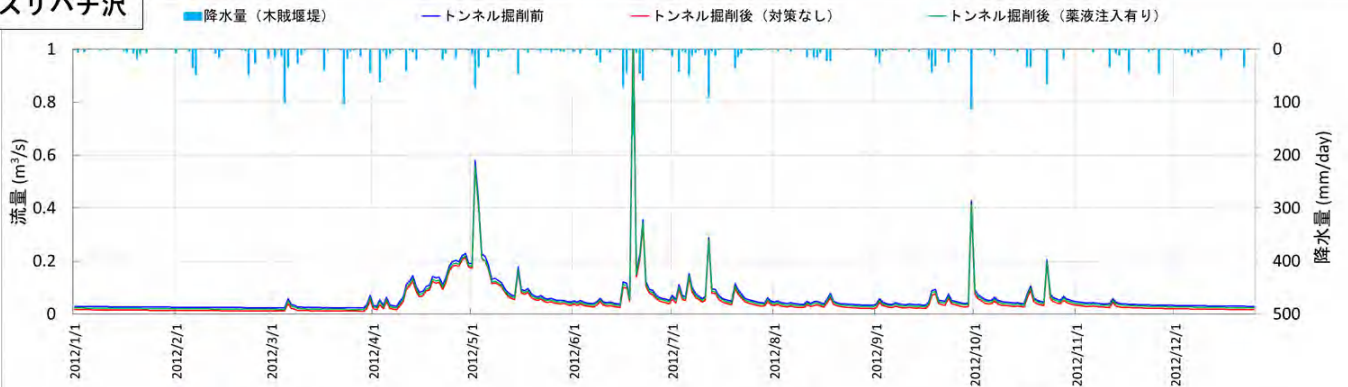


図 2 7 二軒小屋南西の沢の流量変化 (非定常解析)

17 スリバチ沢



挿鉢沢

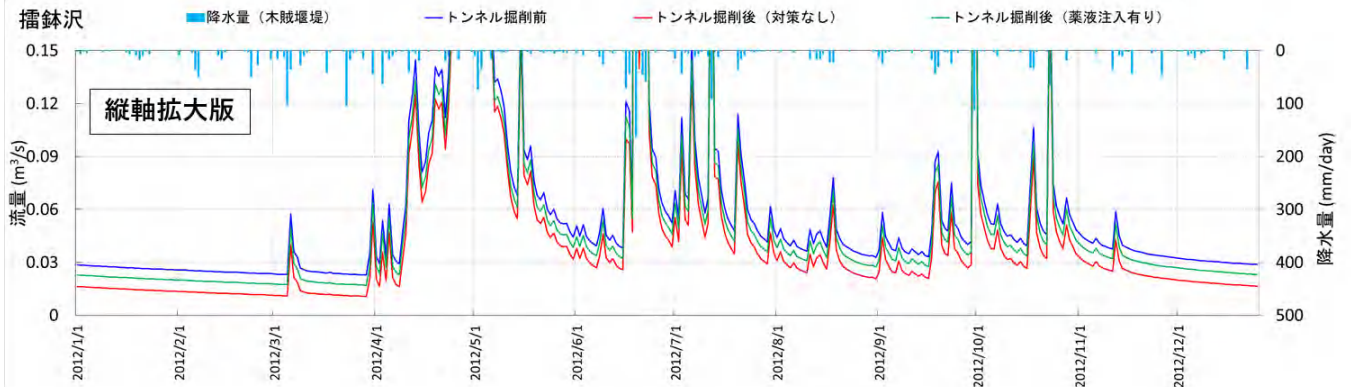


図 2 8 スリバチ沢の流量変化 (非定常解析)

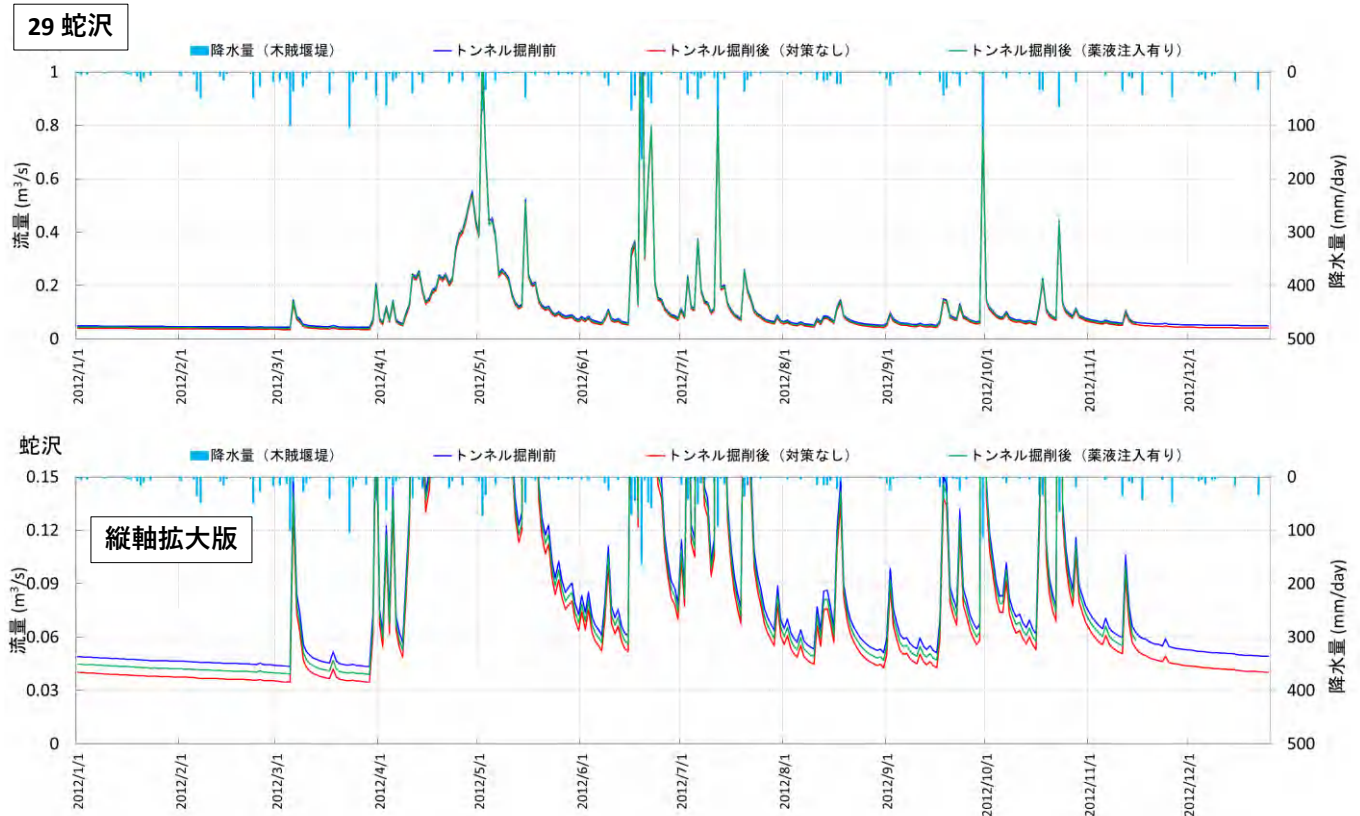


図 2 9 蛇沢の流量変化（非定常解析）

（考察）

- 一年間のうち、最も流量が少なくなる時期においても河川合流部付近の沢側の地点（図 1 1 の緑丸の地点）において、一定の流量が確保されることが確認されましたが、特定の沢においては、解析上、流量が極めて小さくなる傾向が確認されました。
- また、定常解析で確認された通り、薬液注入を実施した場合には、沢の流量減少量が低減されることが確認されました。

○最も流量が小さい日における地表水流量の変化（非定常解析）

- ・降水量が少ない時期に、特定の沢において、解析上、トンネル掘削後の流量が極めて小さくなる傾向が確認されたことを踏まえ、各沢について1年間のうち最も流末での流量が小さくなる日における地表水流量の変化を確認しました（図30、図31、図32）。

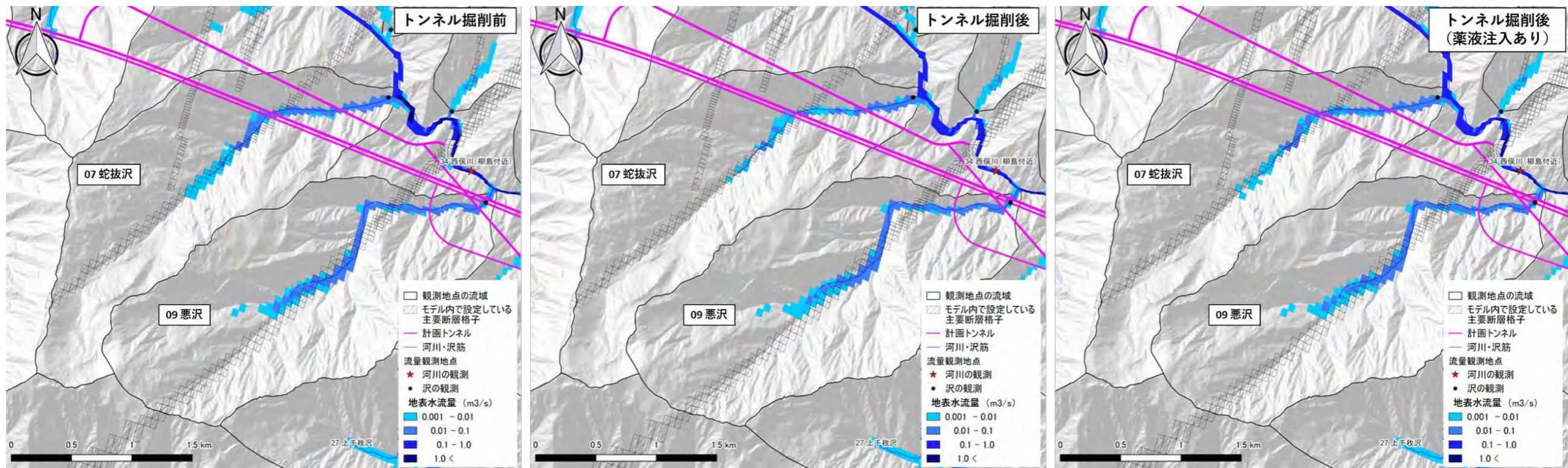


図30 【蛇抜沢、悪沢】2012年3月29日における地表水流量の変化

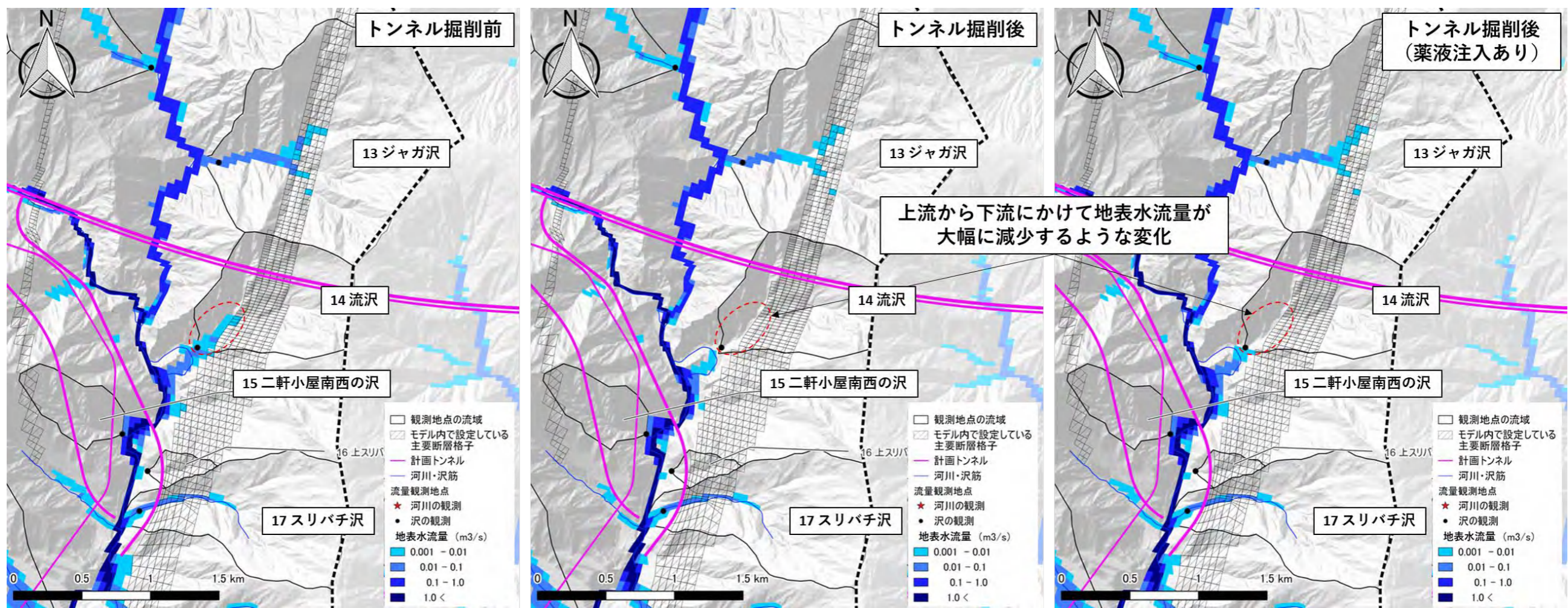


図31 【ジャガ沢、流沢、二軒小屋南西の沢、スリバチ沢】2012年3月5日における地表水流量の変化

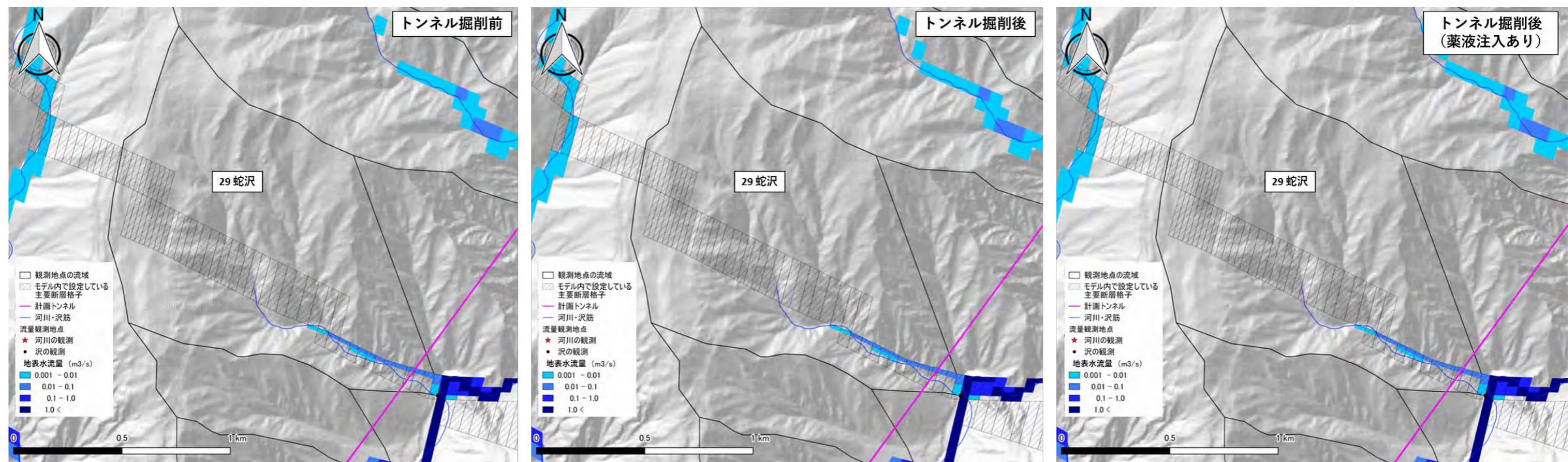


図 3 2 【蛇沢】 2012 年 3 月 5 日における地表水流量の変化

(考察)

- 流沢のように、流域面積に対して主要な断層が占める割合が大きく、トンネル直上に位置する沢では、上流から下流にかけて地表水流量が大幅に減少するような変化がみられましたが、その他の沢についてはそのような変化はみられませんでした(図31)。
- なお、二軒小屋南西の沢は、トンネル掘削前においても極めて流量が小さい沢であるため、トンネル掘削に伴い、流況が大きく変化したものではないと解釈しています。

I. トンネル工事の順序を考慮したトンネル掘削に伴う沢の流量変化

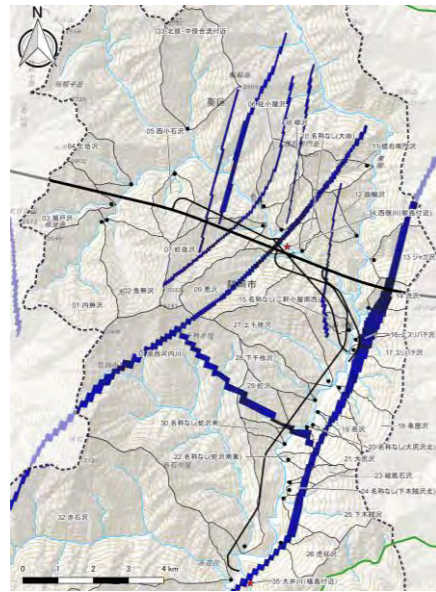
- ・ア. ～ウ. までの解析において、最も沢の流量への影響が生じると考えられる、計画しているすべてのトンネル掘削が完了した段階での、沢の流量変化について確認をしてきました。
- ・次に、トンネルを掘り進めた際に沢の流量がどのように変化するのかということに着目し、ア. で流量減少の傾向が確認された沢を対象に、トンネル工事の順序を考慮した解析を行い、各トンネルの掘削状況と沢の流量変化の関係を考察します。
- ・この解析の目的は、沢の流量変化について、トンネル掘削の影響を確認することであるため、解析で入力した降水量は、季節変動を考慮した降水量ではなく、平均の日降水量⁵を毎日入力しています。
- ・また、トンネル掘削の進行については、5か月毎の掘削進行過程を基本としてモデル化し、トンネルが静岡県と山梨県の県境付近の断層帯を掘削する期間（工事着手後75か月～85か月）は、1か月毎の掘削進行過程をモデル化しています。

○トンネル工事の順序について

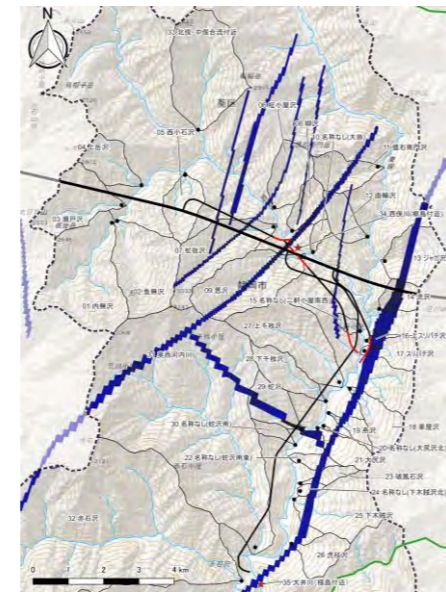
- ・解析上想定した南アルプストンネル工事着手後のトンネル掘削の進行状況を図3-3にお示しします。

⁵ 気象庁が提供する国土数値情報平年値メッシュデータ（降水量）のうち1981～2010年までの平年値を使用し、降水量から実蒸発散量を差し引いた有効降水量として与えている。

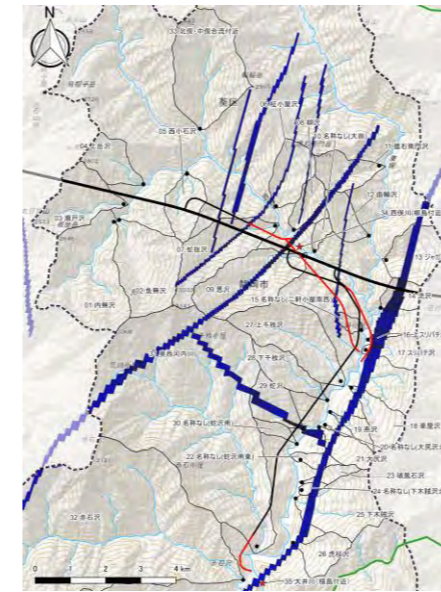
南アルプストンネル工事着手（5か月後）



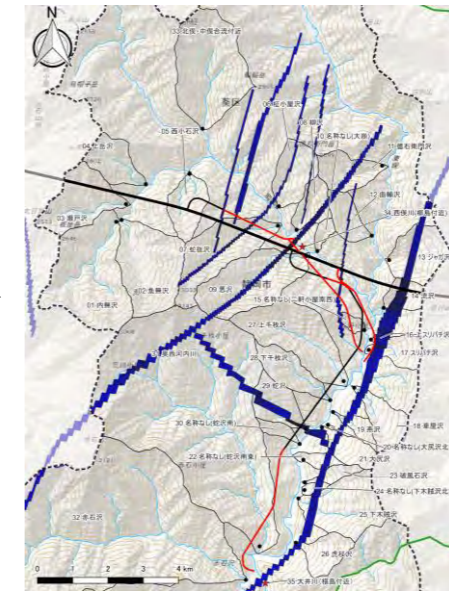
南アルプストンネル工事着手（15か月後）



南アルプストンネル工事着手（25か月後）

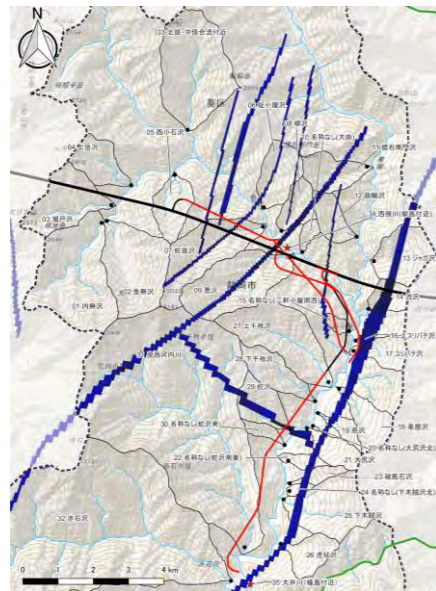


南アルプストンネル工事着手（35か月後）

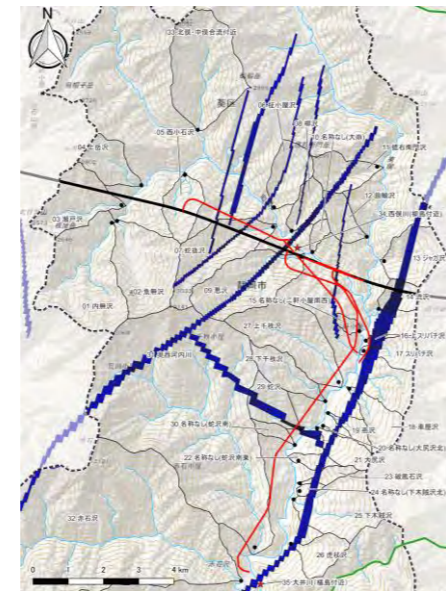


- 県境
- 解析領域
- 観測地点の流域
- モデル内で設定している主要断層格子
- 河川・沢筋
- 計画トンネル
- 全期間の掘削完了範囲
- 当該月における掘削完了範囲
- ★ 流量観測地点
- 沢の観測

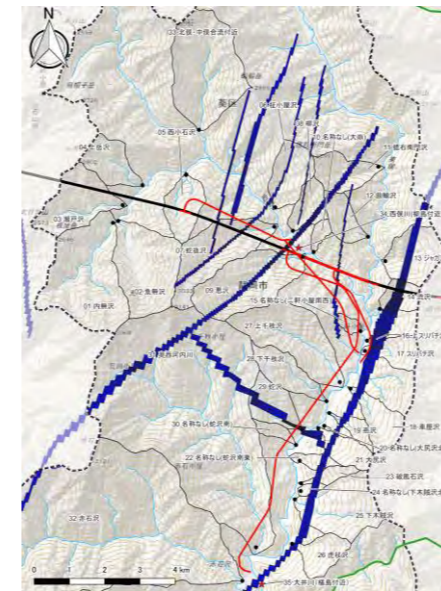
南アルプストンネル工事着手（45か月後）



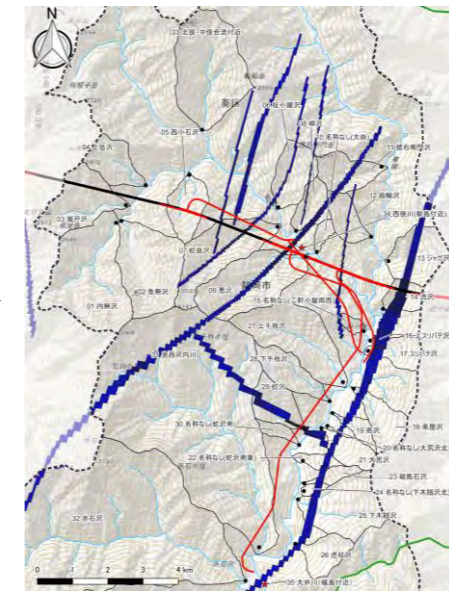
南アルプストンネル工事着手（55か月後）



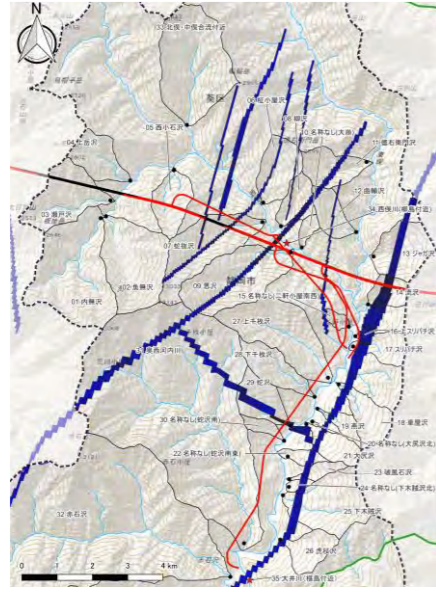
南アルプストンネル工事着手（65か月後）



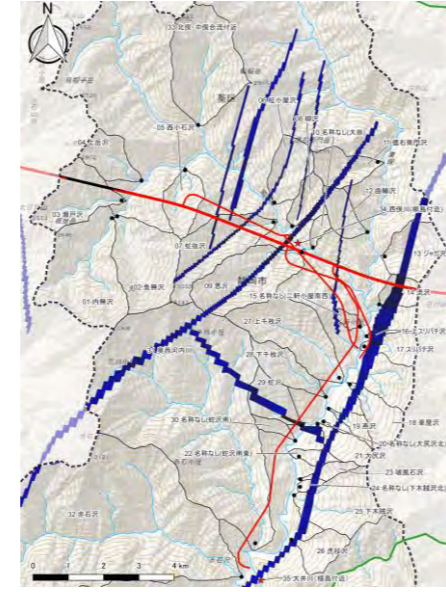
南アルプストンネル工事着手（75か月後）



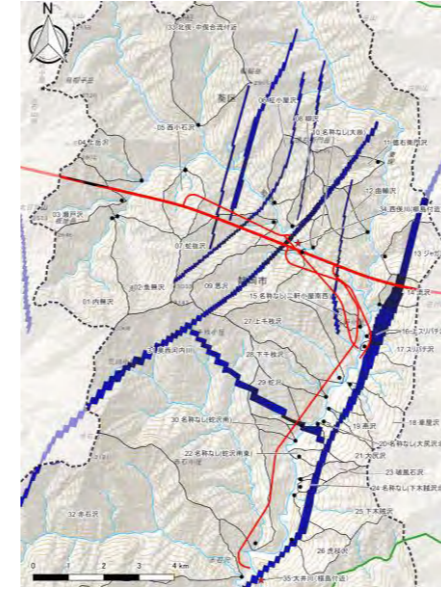
南アルプストンネル工事着手（85か月後）



南アルプストンネル工事着手（95か月後）



南アルプストンネル工事着手（105か月後）



南アルプストンネル工事着手（115か月後）

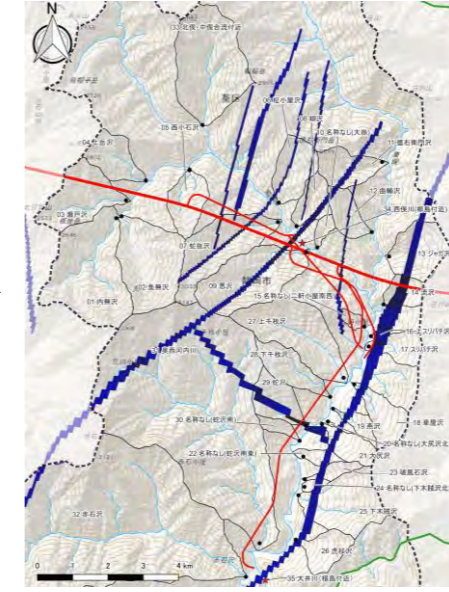


図3.3 解析上想定した南アルプストンネル工事着手後のトンネル掘削の進行状況