

中央新幹線日吉トンネル南垣外工区における  
井戸の水位低下等に関する報告書

2025年9月  
2026年2月（一部更新）

東海旅客鉄道株式会社

# 目 次

	頁
はじめに（報告書作成にあたって）	0-1
<b>1 工事概要と経緯</b>	<b>1-1</b>
1-1 工事概要	1-1
1-2 路線概要及び工事位置	1-1
1-3 トンネル施工手順とトンネルの標準的な断面	1-2
1-4 事象の経緯と概要	1-2
1-5 岐阜県環境影響評価審査会地盤委員会の概要と開催状況	1-6
1-6 保全措置の実施状況	1-7
1-7 本事象の振り返り及び今後の取り組み	1-10
<b>2 影響範囲の把握について</b>	<b>2-1</b>
2-1 井戸やため池の水位低下の状況	2-1
2-2 地表面低下の状況	2-1
2-3 盆地周辺の湿地の状況	2-2
2-4 盆地周辺の植生状況	2-4
2-5 今後のモニタリング計画について	2-4
<b>3 原因究明について</b>	<b>3-1</b>
3-1 地質調査等	3-1
3-1-1 地質調査の着眼点	3-1
3-1-2 地質調査の結果	3-1
3-1-3 水文調査の結果	3-2
3-1-4 地下水の状況（概略検討）	3-2
3-2 水位低下の発生メカニズム（推定）と今後の見込み	3-2
3-2-1 発生メカニズム（推定）	3-2
3-2-2 今後の見込み	3-3
3-3 地表面低下の発生メカニズム（推定）と今後の見込み	3-3
3-3-1 発生メカニズム（推定）	3-3
3-3-2 今後の見込み	3-3
<b>4 応急対策について</b>	<b>4-1</b>
4-1 生活用水への対応	4-1

4-1-1	上水道への切替	4-1
4-1-2	給水槽の増設、代替井戸（深井戸）の設置	4-1
4-2	農業用水への対応	4-2
4-3	事業用水への対応	4-3
4-4	家屋不具合への対応	4-3
4-5	埋設インフラ設備への対応	4-4
<b>5</b>	<b>被害拡大防止について</b>	<b>5-1</b>
5-1	本工事における薬液注入計画	5-1
5-2	一次注入	5-2
5-3	二次注入（カバーロック）	5-2
5-4	二次注入（本注入）	5-2
5-4-1	二次注入（本注入）のリスク検証①	5-3
5-4-2	二次注入（本注入）のリスク検証②	5-4
5-4-3	二次注入（本注入）を実施した場合の効果	5-4
5-4-4	二次注入（本注入）のリスクのまとめ	5-5
<b>6</b>	<b>水環境の保全に向けた検討について</b>	<b>6-1</b>
6-1	代替水源確保の検討	6-1
6-2	A案の活用に向けたこれまでの検討状況について	6-2
6-3	涵養について	6-2
6-3-1	崖錐堆積物層へのリチャージ	6-2
6-3-2	濃飛流紋岩層へのリチャージ	6-2
6-3-3	湖沼堆積物層へのリチャージ	6-3
6-3-4	本陣山へのリチャージ	6-3
6-3-5	地下水位回復に向けた検討	6-3
	<b>おわりに</b>	<b>7-1</b>
<b>参考</b>	<b>山梨実験線における水資源対策について</b>	<b>参-1</b>
参考-1	実験線区間の水資源等への影響検討について	参-1
参考-2	工事中の影響及び対応	参-2

別表（論点の進捗状況への対応）、別紙

## はじめに（報告書作成にあたって）

中央新幹線日吉トンネル（南垣外工区）のトンネル掘削工事現場付近である瑞浪市大湫町において発生した井戸等における水位低下及び地表面の低下により、地域にお住まいの皆様をはじめ関係する方々には、大変なご心配とご迷惑をおかけしております。

本事業は、環境保全及び安全確保に最大限配慮しながら進めてまいりました。しかしながら、当初予想していた断層位置よりも西側において地下水の流出が生じ、結果として大湫町における地下水位の低下を招いたことを、極めて重く受け止めております。地下水は、地域の生態系や農業・生活用水など多方面にわたる基盤資源であり、その変動は、井戸等における水位低下や地表面の低下など、広範な影響を及ぼす可能性があることから、トンネル湧水量の低減対策や、地域のお住いの皆様の生活に支障をきたすことがないよう各種応急措置について迅速に取り組んでまいりました。

本報告書では、これまで岐阜県環境影響評価審査会地盤委員会の中で説明してきた資料を元にして、地下水位の低下及び地表面の低下の原因について、地質構造、掘削工法、湧水量の変化等の技術的・環境的観点から詳細に分析を行い、これまでに実施してきたモニタリングや現地調査の結果を踏まえた評価を記載しております。また、水環境の保全につながるものとして検討を行った薬液注入や涵養の実現可能性についても併せて報告いたします。

引き続き、専門家に相談しながら必要な対策を講じるとともに、対応や検討の状況を、随時、地域の皆様や関係自治体に報告し、きめ細かくコミュニケーションを取りながら、真摯に対応してまいります。

### ※ 一部更新について（2026年2月）

本報告書は、「中央新幹線日吉トンネル南垣外工区における井戸の水位低下等に関する報告書（2025年9月）」の一部に加筆、修正を行ったものである。下線部が加筆、修正箇所該当する。

## 1-6 保全措置の実施状況

中央新幹線日吉トンネル（南垣外工区）における保全計画書に記載している本事象に関する環境保全措置については、以下の表 1-6-1 の通りである。

表 1-6-1 本事象に関する環境保全措置についての保全計画書における記載内容

保全計画書における記載内容			
環境要素	環境保全措置	環境保全措置の効果	実施箇所
地下水 （地下水の水質、地下水の水位） 水資源	適切な構造及び工法の採用	本橋トンネルについては、工事の施工に先立ち事前に先進ボーリング等、最先端の探査技術を用いて地質や地下水の状況を把握したうえで、必要に応じて薬液注入を実施することや、覆工コンクリート、防水シートを設置することにより、地下水への影響を低減できる。 また、非常口（山岳部）についても、工事前から工事中にかけて河川流量や井戸の水位等の調査を行うとともに、掘削中は湧水量や地質の状況を慎重に確認し、浅層と深層の帯水層を貫く場合は水みちが生じないように必要に応じて薬液注入を実施するとともに、帯水層を通過し湧水量の多い箇所に対しては、覆工コンクリートや防水シートを設置し地下水の流入を抑えることなどにより、地下水への影響を低減できる。	トンネル掘削時に地下水への影響の可能性があるため、状況に応じて最先端の探査技術等を用いて地質や地下水の状況を把握したうえで、必要により薬液注入を実施することや、覆工コンクリート、防水シートを設置する計画とした。
地下水 （地下水の水質、地下水の水位） 水資源	薬液注入工法における指針の順守	薬液注入工法を施工する際は、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」に基づき適切に実施することで地下水の水質への影響を低減できる。	斜坑及び本坑トンネル等において、薬液注入工法を実施する際は「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（昭和49年7月、建設省）に基づき実施する。
水資源	地下水等の監視	工事着手前、工事中、工事完了後において、地下水の水位等の状況を定期的に監視し把握することで、地下水の低下等の変状の兆候を早期に発見し、対策を実施することで影響を低減できる。	水資源の利用がある箇所において、事後調査やモニタリング調査を行い、地下水の水位などの状況を定期的に監視し把握する。
水資源	応急措置の体制整備	地下水等の監視の状況から地下水位低下等の傾向が見られた場合に、速やかに給水設備等を確保する体制を整えることで、水資源の継続的な利用への影響を低減できる。	水資源の利用がある箇所において、事後調査やモニタリング調査の結果から、工事に起因する地下水位低下等の傾向が見られた場合は、速やかに給水設備等を確保する体制を整える。
水資源	代替水源の確保	低減のための環境保全措置を実施した上で、水量の不足などやむを得ず重要な水源の機能を確保できなくなった場合は、代替措置として、水源の周辺地域において、速やかにその他の水源を確保することで、水資源の利用への影響を代償できる。なお、本措置については、他のトンネル工事においても実績があることから確実な効果が見込まれる。	水量不足のため、水源の機能を確保できなくなった場合は、代替措置として、その他の水源を確保する。

上記の内容に対して、これまで取り組んできた内容及び今後の対応については以下の通りであり、保全計画書に則った対応である。

### （1）適切な構造及び工法の採用

- ・大湫町付近においては、路線計画時に実施した電気探査の結果、2015年に地形上の境界である大湫盆地の西縁付近に断層の存在を確認した。非常口の掘削時に状況が判明している南垣外非常口からトンネル工事に着手する一方で、その後のトンネル工事实施の計画のため、当該断層付近を中心に合計3本のボーリング調査を行った。そのうち1本は、断層破碎帯を確認するために行い、コア確認の結果、断層破碎帯を確認できた。その他の2本は、盆地西側の地質構造を調査するために行った。
- ・上記の調査から、断層より西側については、事前の電気探査結果等からも特段注意すべき地質ではなく、土被り100m以上の花崗岩の掘削であるため、地下水の湧出は無いが、湧出があってもトンネル掘削箇所の限定された範囲の地下水が湧出するに留まると考えられた。
- ・このことから、工事の施工に先立つ調査として、トンネル前方の地質や地下水の状況を把握するため、複数の発振孔で順次発破を用いて振動を発生させ、反射した反射波を受振し解析するTSP探査法のほか、掘削機械であるドリルジャンボを用いて、削岩機の油圧や穿孔速度の変化から地山性状を短時間で確認するDRISS探査法による調査を必要に応じて行いつつ、掘削する計画とした。他方で、水資源の利用のある大湫盆地の西側付近に存在する断層が近づいた時点で掘削を一時停止し、先進ボーリング等の調査を行

い、より詳細な地質や地下水の状況を把握し、必要な対策を検討したうえで、掘削を進めることとした。

- ・トンネル工事に着手して以降、この計画の通り、全区間にわたって TSP 探査法による調査を実施し、さらに必要に応じ DRISS 探査法による調査を実施しながら掘削を進めた。
- ・そうした中、2023 年 12 月 7 日頃にトンネル坑内で湧水が発生し、12 月 23 日頃に収束した。この期間、観測井 1～3 において地下水位の低下傾向は見られなかったことから、想定していた通り、地下水への影響はトンネル掘削箇所周辺の限定された範囲に留まると考えられた。
- ・その後、2024 年 2 月 15 日頃にトンネル坑内の湧水が発生し、2 月 20 日には、観測井 1～3 の地下水位が低下傾向にあることを確認した。
- ・2 月 20 日以降の主な経緯は前述の表 1-4-1 の通りである。
- ・2 月 20 日以降も、掘削していた箇所の地質が脆弱だったため、安全面を考慮して、トンネル掘削作業を継続した。この対応は、一般的に地質が脆弱な箇所で掘削を停止すると、切羽付近での崩落の危険性が高くなることを踏まえたものである。（別紙 1-3 のトンネル切羽観察簿を参照）
- ・トンネル掘削作業は、観測井の水位等を確認しながら慎重に継続していたものの、比較的安定した地質となったことや、大湫町にお住まいの方々のご不安と岐阜県及び瑞浪市の要請を踏まえて、2024 年 5 月 20 日に一時中断し、次の通り薬液注入を開始した。
- ・トンネル掘削作業を一時中断した 5 月 20 日から翌月 6 日までの間、水みちを塞ぐためにトンネル上部にシリカレジンによる一次注入を実施した。また、2024 年 6 月 11 日から 12 月 27 日まで、二次注入のうち、セメント系材料を用いてトンネル内に注入材が逆流することを防ぐことを目的としたカバーロックを実施した。
- ・これらの薬液注入により、トンネル湧水量は約 30%の低減ができたと考える。ただし、その後実施予定としていた本注入については、参考としていたトンネルにおいて事象が発生し、改めて検証した結果、リスクが払しょくしきれないことから中止することとした。これら薬液注入の詳細については、第 5 章で述べる。

#### (2) 薬液注入工法における指針の遵守

- ・「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（昭和 49 年 7 月 10 日 建設省）に基づき実施した。

#### (3) 地下水位の監視

- ・前述の観測井 1～3 を含め当社が設置した観測井や共同水源に水位計を設置し、地下水の水位の状況を定期的に監視し把握した。

#### (4) 応急措置の体制整備

- ・表 1-4-1 の通り対応した。観測井 1～3 の観測の結果、地下水位が低下傾向にあることを認めため、水資源の利用に影響を与えないよう、直ちに大湫町内の共同水源の調査に着手し、大湫盆地の住民の総会において、地元の方に対して各共同水源の状況説明を

実施した。2024年3月14日からは、井戸や上水道の利用状況を把握するためのアンケートを実施し、その後、個別に訪問し、水利用状況の聞き取りを行った。4月18日には北組（井戸）の水位や西区の個人井戸の減水が確認されたため、その日から応急措置として上水道への切替工場の説明を行い、準備ができ次第、切替工場を行うなど、速やかに給水できる体制を整えた（「第4章 「応急対策について」 4-1～4-3 も参照）。

（5）代替水源の確保

- ・ 応急措置として、井戸の減水が確認された個人井戸に関しては、上水道を使用いただくための工場を実施したほか、共同水源の代替となる水源として、新しい井戸を掘削することにした。

（6）評価

- ・ 上記の通り、適切な構造及び工法の採用、薬液注入工場における指針の順守、地下水の監視、応急措置の体制整備（応急措置についてはその後、速やかに実施）という保全計画書に記載する本工場に関する環境保全措置に則った対応を行ったと考えている。また、代替水源の確保についても目途をつけた。
- ・ 保全計画書に則った対応は上記の通りであるが、保全計画書外の水環境の保全に向けた対応の検討は、「第6章 水環境の保全に向けた検討について」記載の通りである。

## 1-7 本事象の振り返り及び今後の取り組み

本事象は、当初想定していた断層からさらに西側に派生した断層が存在し、トンネル切羽前方に亀裂の多い高透水帯となる花崗岩が分布していたため、大湫盆地の地下水をトンネル湧水として引き込んだのが原因と考えられる。（詳細については、「第3章 原因究明について」を参照）

上記については、当該区間が特異な地質・水文条件を有する<sup>\*</sup>ことに起因するものであるが、トンネル湧水により、結果的に大湫盆地の地下水位の低下を招いたことについては、誠に遺憾であり、以下①の通り本事象を振り返り、未然防止に関して考察を行う。また、現在の切羽位置から掘削を再開する際の対応方針については、②のと通りとする。

※ 事象発生後の調査により、湧水、地下水が生活用水源として地域に密接に利用されている大湫盆地とその周辺を含む一帯は、以下のような点が、同時に存在することから、特異な地質・水文条件と言える。

- ・断層によってつくられた、流入河川のない堆積盆地であること
- ・盆地外縁の山からの地下水供給があること（湧き水も豊富に見られる）
- ・盆地の地質は亀裂質の濃飛流紋岩を基盤とし、盆地中央部には厚い湖沼性堆積物が分布し、その周囲には崖錐が存在すること
- ・このように盆地の地形、地質は地下水を貯留しやすい構造である一方、崖錐や南北方向にのびる断層周辺の破碎部等、地下水の流動（流出）し易い地質も存在すること

### ① 本事象の振り返り（未然防止の観点からの考察）

大湫盆地では水資源（地下水）の利用があること、盆地の西側付近に断層が存在することについては以前より認識しており、当該断層付近の掘削による断層近傍での水利用への影響を考え盆地の西側付近の断層に近づいた時点で掘削を一時停止し、先進ボーリング等の調査を行い、より詳細な地質や地下水の状況を把握し、必要な対策を検討したうえで、掘削を進めることを計画していた。しかし結果的には、一時停止する地点よりも手前の地点で発生した湧水により大湫盆地において地下水位の低下を招いた。よって、未然防止の観点から、このような湧水が発生する区間の掘削に先立つ先進ボーリングなどの詳細な調査のあり方について検討する。

- ・本事象において、大湫盆地では水資源（地下水）の利用があること、盆地の西側付近に断層が存在し大湫盆地と離れた箇所の掘削においても地下水位の流動（流出）のリスクが上記の特異な地質・水文条件によりあり得ることを踏まえ、施工前段階における鉛直ボーリング調査、電気探査等の物理探査をより広範囲に行うことにより、局所的な高透水帯の存在（当初想定していた断層よりさらに西側に派生した断層）と、涵養源の空間的広がりを事前に把握していれば、湧水が発生する区間の掘削に先立って先進ボーリングを実施すべきと判断できたと考える。今後、水資源（地下水）の利用があり、付近に断層等が存在し、地下水位の流動（流出）が懸念される箇所においては、認識していない上記の特異な地質・水文条件の存在等によりリスクが顕在化する可能性があり得ることを踏まえ、周辺の水環境、地下水の利用状況等を総合的に勘案し、鉛直ボーリング調査や物理探査をより広範囲に行うこととする。

・なお、前述したリスクに対して、そのリスクの顕在化をより早く把握するために、観測井の増設による地下水の観測体制の充実を図ったうえで、切羽が近づいた段階で、切羽付近の湧水量計測による湧水増加傾向有無のよりきめ細かい把握、トンネル接近時の河川表流水の観測頻度向上等を実施することが必要であると考えられる。

## ② 今後の取り組み（当工区における今後の対応方針）

現在の切羽位置から前方に向かって先進ボーリングを実施し、その調査結果を元にトンネル掘削に必要な対策を検討する。先進ボーリングにより得られた情報と、その時点の切羽の状況（亀裂や湧水の状況）、TSP 探査及びDRISS 探査から得られた前方の地質の情報、これまで大湫盆地及び周辺で行った電気探査、鉛直ボーリングの結果を多角的、総合的に勘案し、必要な対策を講じたうえで掘削する。

・岩盤に亀裂が多いと思われるトンネルと断層の交差部においては、先進ボーリングやこれまでの調査結果をもとに、地山状態に応じて適切な補強工法を併用しつつ掘削箇所を早期閉合を行うことで地山の緩みを極力抑制し、岩盤の亀裂が拡大して地下水が流動し易くならないように努める。また、先進ボーリングやこれまでの調査結果をもとに、トンネル切羽前方の岩盤に対し、掘削する前に薬液注入を行い、透水性を改良するプレグラウト工の適用について検討する。山岳トンネルにおける一般的な薬液注入時のフローを別紙 1-4 に示す。透水係数の目標値である  $10^{-7}$  (m/s) は、一般的なグラウト工で目標値とされている値（1ルジオン相当）とした。この値の妥当性や周辺地質への影響については、各種の地質調査結果を反映した水理モデルにより検討していく。注入後にチェックボーリングによる注水試験を実施し、透水係数の確認を行う。改良目標として設定した透水係数となるまで注入を繰り返し施工する。なお、プレグラウト工で止水効果が得られた後にトンネルを掘削するため、グラウト前後の周辺地山の間隙水圧変化に伴うトンネルへの作用水圧の変化、は構造設計に考慮する必要はない。

・対策を講じたとしても、なお影響が残る場合においては、代償措置を検討することとする。

・薬液注入を実施した際のトンネル湧水は、環境影響評価書や保全計画書に定める措置として、処理設備により適切に処理したうえで河川へ放流する。また、薬液注入箇所周辺の井戸や河川の水質の確認を行う。工事に伴い環境に影響を生じた場合の初動対応については、社内で迅速に情報共有した上で追加の措置等についても検討するなど、万全の対応を図るとともに、地元、自治体等にも適宜適切に説明・報告・情報発信を行うことについて、本事象を受けて改めて社内に周知・徹底したところであり、岐阜県においては、事象が発生した場合、県より 2024 年 5 月に提示された「緊急事案発生時の情報共有体制について（別紙 1-5）」に基づいて地元住民及び瑞浪市、岐阜県に速報することとする。

・当社ではトンネル掘削工事における水環境の保全等に必要な対応について現場を技術的にサポートする体制を本社内に整えている。本事象についても、当社（岐阜西工事事務所）と施工会社で定例的に打合せを実施するほか、それぞれの社内へ報告のうえ工事の進め方、地元への対応について、十分に検討して判断してきた。また、本事象発生後については、上記に加え、社内及び社外の専門家・技術部門の知見を結集し、原因の究

明、対策の検討等を進めたものである（別紙 1-6）。未然防止の観点からの調査のあり方への対応や、今後の掘削対応においても上記のようなサポートを受ける。

- ・引き続き、地元住民及び関係自治体ときめ細かくコミュニケーションを取りながら、真摯に対応していく。

## 第3章 原因究明について

### 3-1 地質調査等

各種地質調査（地表踏査、ボーリング、電気探査）や水文調査を実施し、大湫盆地周辺の地質構造や、トンネル湧水と盆地内の地下水位低下、地表面低下のメカニズムの解明を行った。調査位置については、別紙 3-1 に記載する。盆地周辺で計画した地質調査については、2025 年 5 月 8 日時点で全て完了した。

#### 3-1-1 地質調査の着眼点

各種地質調査は、別紙 3-2 に記載した下記の着眼点により実施した。

着眼点①：盆地西側における花崗岩内の透水性の把握

着眼点②：断層の位置・性状の把握

着眼点③：盆地の地質性状及び透水性の把握

着眼点④：盆地東側における地質性状の把握

また、別紙 3-3 に示す範囲（約 7km<sup>2</sup>）において、地表踏査を実施した。

#### 3-1-2 地質調査の結果

地質調査結果は別紙 3-4 のとおりである。

- ・ボーリング⑤（B-6）とボーリング⑦（B-8）では堅硬な花崗岩を確認し、深層の地下水位はトンネル F.L. 近くに位置することを把握した。
- ・ボーリング⑥（B-7）では風化破砕が進み透水性の高い断層近傍の濃飛流紋岩を、ボーリング⑩（B-12）では破砕が比較的進み透水性の高い盆地中央の濃飛流紋岩をそれぞれ確認したほか、両ボーリングとボーリング①の地下水位は一致することを把握した。
- ・ボーリング⑧（B-10）では沈下の原因となる湖沼性堆積物層（粘性土、砂質土、砂礫）の層厚や地下水位、圧密特性等を把握した。
- ・ボーリング⑨（B-11）では花崗岩中の断層、ならびに花崗岩と濃飛流紋岩の境界断層を確認した。地下水位は近傍のボーリング②よりも低い位置にあった。

地表踏査結果とボーリング調査結果より、断層の位置や、地表面低下の度合いに影響する崖錐堆積物や湖沼性堆積物層の分布を詳細に把握した。また、当初想定していた断層からさらに西側に派生した断層が存在し、トンネル切羽前方右側（トンネル切羽南東側）に、亀裂の多い高透水帯となる花崗岩が分布していることがわかった。

断層の位置や角度、岩盤の透水性の違い、大湫盆地内の粘性土層の厚さ等を想定するため、8 側線にて電気探査を実施した。調査結果は、別紙 3-5 のとおりである。以上の結果からわかった主な事柄は、以下①、②のとおりである。

##### ① 地質構造の確認や断層の位置・角度

- ・盆地西側に二股に分かれた比抵抗（電気の通しにくさ）の境界（断層）を確認
- ・盆地南東側に比抵抗の境界（断層）を確認

##### ② 比抵抗の違いによるエリアごとの透水性（水の通しやすさ）

- ・二股に分かれた断層付近に水を通しやすいエリアを確認

### 3-1-3 水文調査結果

水文調査については、大湫盆地周辺の約4km<sup>2</sup>を対象に実施した。各種水源から採水した検体の水質を分析し、切羽湧水の起源の推定を行った。調査地点は、湧水（8地点）、河川（7地点）、ため池（4地点）、観測井（9地点）、井戸（10地点）の計38地点とした。

水文調査結果から求められたヘキサダイアグラムを別紙3-6に示す。一般的に、表流水は溶存イオン濃度が小さく（ダイアグラム形状が小さく）、岩盤内を通過した水は溶存イオン濃度が高く（ダイアグラム形状が大きくなる傾向にある。河川水や湧水、ため池、代替水源候補地の水などの環境水は溶存イオン濃度が小さいことが確認された。一方、観測井、切羽付近の水は、いずれも溶存イオン濃度が周辺の環境水よりも大きく、岩盤内の滞留時間が長い水の性質を示した。

本陣山北側に位置する代替水源候補地の水に関しては、本陣山南側の湧水や河川と水質組成が異なることが確認された。切羽付近の水は、特に観測井1,5,6の水とダイアグラム形状が類似していることが確認され、花崗岩や濃飛流紋岩などの大湫盆地周辺に分布する岩盤内に滞留していた水であると考えられる。

水文調査結果から求められた涵養標高の推定結果を別紙3-7に示す。涵養標高の推定にあたっては、酸素同位体、水素同位体の測定を実施した。湧水、河川水、ため池、井戸、観測井、切羽湧水の同位体比は、天水線（世界中の天水起源水（河川水、湖水、雨水、雪など）の酸素水素同位体比の関係を示す）の近傍に直線的にプロットされ、同一地域での降水を起源とする水と考えられる。西之下の井戸、代替水源候補地の水は、これらの直線から少し離れた位置にプロットされており、水の起源が異なる可能性が考えられる。代替水源候補地の水に関しては、ダイアグラムの形状が本陣山南側の環境水と異なることから、起源となる降水の性質が異なることが考えられる。

切羽湧水の推定涵養標高は605～634mで、ダイアグラム形状が類似している観測井1,5,6の推定涵養標高529～648mの中間に位置することから、涵養標高からも、切羽湧水の起源は本陣山や周辺の山麓に涵養した降水が、岩盤内（花崗岩・濃飛流紋岩）を通過して、断層の高透水帯から切羽に到達したものと考えられる。

### 3-1-4 地下水の状況（概略検討）

大湫盆地周辺における地下水の状況について、概略の検討を行った。大湫盆地周辺の地下水は、別紙3-8に示すように、集水域への降水は、河川からの流出、蒸発散と地下への浸透に分かれる。そして、降水からの浸透と水田からの涵養が供給源となり、大湫盆地内の地下水となっていると推定される。一方で、盆地の地下水は、下流域へ地下水として流出するとともに、一部が切羽付近のトンネル湧水として流出していると推定される。

## 3-2 水位低下の発生メカニズム（推定）と今後の見込み

水文調査及び地質調査結果から水位低下の発生メカニズムを推察した。

### 3-2-1 発生メカニズム（推定）

当初、地下水の流れ、湧水に至ったメカニズムを別紙3-9の通り推察した。その後の追加調査の結果を元に、以下の通り推定した。別紙3-10に示す。

- ①本陣山に降った雨が斜面から地下へ浸透し、大湫盆地内の沖・洪積層や濃飛流紋岩中に涵養（地下水涵養域（推定））
- ②トンネル掘削により亀裂の多い花崗岩の地下水を引き込んだことから、断層を通じて盆地内の地下水（掘削涵養域）を引き込むこととなったと推定している。  
その結果、盆地内の地下水が低下し、共同水源等で使用されていた井戸の湧水を引き起こしたと考えられる。

### 3-2-2 今後の見込み

地表踏査・ボーリング・電気探査・水文調査の結果をもとに作成した、別紙 3-11 に示す解析モデルより、観測井の 2 地点における水位低下の見込みを予測した。解析の結果については、別紙 3-12 に示す。解析の結果、現在の切羽位置が変わらない場合、観測井①については、2025 年 4 月 1 日時点から定常状態となるまで、あと 2m 程度の低下と予測した（2024 年 12 月時点から約 7m の低下）。また、観測井②については 2025 年 4 月 1 日時点から定常状態となるまで、あと 2m 程度の低下と予測した（2024 年 12 月時点から約 8m の低下）。なお、引き続きモニタリング調査を継続する。

また、上記の解析後、各種実施している地質調査等（地表踏査、ボーリング調査、電気探査）によって得られた知見により、トンネル周辺、断層周辺のメッシュを細分化したうえで、断層周辺の地質を詳細に区分したモデルの改良を行った（別紙 3-12-2 参照）。そのモデルを用いて、改めて水位低下の見込みを予測した結果を別紙 3-12-3 に示す。解析結果は、これまでの代表地点のみの低下量ではなく、影響が面的にわかるように地下水位の低下範囲を示す。解析の結果、面的な地下水位の低下量としては、トンネル切羽に近い箇所では水位低下量が大きく、一方で東側及び南北方向に離れるほど小さい結果となった。なお、この結果は、別紙 3-12 に示した代表地点の水位の低下量とほぼ同じ傾向を示している。

### 3-3 地表面低下の発生メカニズム（推定）と今後の見込み

地表踏査等の地質調査結果等から、盆地内（湖沼性堆積物（砂質土・砂れき・粘性土層））の層厚を想定し、今後の地表面低下量を予測した。

#### 3-3-1 発生メカニズム（推定）

地表面の低下には、別紙 3-13 に示すように、圧縮沈下と圧密沈下のメカニズムがある。圧縮沈下は、水を通しやすい砂質土の層で発生していると推定され、水位低下による間隙水の減少に伴い、土粒子間が詰まることで生じる沈下である。圧密沈下は、水を通しにくい粘性土の層で発生していると推定され、間隙水の減少に伴い、土粒子間が詰まる沈下である。工事による地下水位の低下に起因し、これらの沈下が生じ、地表面低下が発生している可能性が高いと考える。

#### 3-3-2 今後の見込み

盆地中央部のボーリング（観測井 10）では、湖沼性堆積物（粘性土主体）の層厚は 25m であった。この値を基準として、電気探査の結果から各地点の湖沼性堆積物の層厚を算出し、分布状況を想定した結果、西側で最も厚く約 40m であり、東側に向かうにつれて薄くな

ることがわかった。この結果をもとに、圧密沈下が起きる層（湖沼性堆積物）における今後の沈下量を予測した。沈下量予測として、深さ 17～20m 付近に遮水層があり、浅い地層の地下水位は、現在も維持されている現地の状況を踏まえた予測（ケース 1）と、浅い地層の地下水位も低下した場合の予測（ケース 2）を行った。分析の結果、ボーリング⑧（盆地西部）における湖沼性堆積物の層の推定沈下量の予測は、表 3-3-1 の通りであり、その他の地点も同様の地質構造と仮定すると最終的な沈下量は現状の 2 倍から 3 倍程度となると推定される。各種調査から推定した湖沼性堆積物の厚さを基に、別紙 3-14 に示す①～③のエリアに分け、それぞれのエリアにおける今後の地表面低下量を予測した。③赤色エリアでは、今後、8～16cm 沈下が進行する可能性があり、最も沈下量が多い No. 13（消防センター付近）では、今後、10～20cm 程度沈下が進行する可能性がある。

一方、湖沼性堆積物層が存在しない①青色エリア（旧中山道沿いのエリア）では、圧縮沈下が終了し、今後沈下は進行しないと予測している。

表 3-3-1 ボーリング⑧（No. 14）地点での予測沈下量

	圧縮沈下量 S （砂・砂礫）	圧密沈下量 C （粘土）	予測沈下量 S+C
ケース 1	1.3cm	14.3cm	15.6cm（現状の 2 倍程度）
ケース 2	2.5cm	23.9cm	26.4cm（現状の 3 倍程度）

くした注入材を注入する。本注入は、細かな岩盤の亀裂を埋め湧水を低減する目的でカバーロックの施工完了後に実施し、粒子の細かいセメント（極超微粒子セメントもしくは超微粒子セメント）を圧力をかけて注入する。本注入箇所断面図及び断面配置を別紙 5-7 に示す。本注入は外側から順次内側を注入する中央内挿法を基本とし、一次孔、二次孔、三次孔の順で各孔の施工後に注入効果（湧水量）の確認を実施しながら注入する計画とした。一次孔の注入間隔は約 6m とした。二次注入（本注入）の施工前に、試験施工により材料選定等を行ったうえで、注入作業を開始する計画とした。

本注入実施時の監視体制を別紙 5-8 に示す。周辺の水環境（河川や井戸など）の pH を測定し、異常がみられないことを確認しながら施工する計画とした。pH の上昇を検知するなど異常が発生した場合には、ただちに作業を中止するとともに、地元、瑞浪市及び岐阜県へ速報し、異常を検知した測定箇所において水質検査を実施することとした。なお、周辺の水環境の水質の監視については、二次注入（本注入）の試験施工の開始後から本施工が完了するまで、継続的に実施する計画とした。

## 5-2 一次注入

現在の切羽位置から約 50～100m 手前の区間において、この区間のトンネル掘削工事を行った 2024 年 2 月中旬以降、湧水が続いていた。トンネル湧水量を減少させるため、この湧水区間（約 50m）及びその前後の約 90m の区間において、一次注入として、2024 年 5 月 20 日より、ドリルジャンボで削孔し、薬液（シリカレジン）を注入して、岩盤の亀裂を埋める薬液注入作業を開始した。一次注入の施工区間、施工イメージ、及び施工手順については別紙 5-9 に記載する。一次注入にて使用した注入材料は「山岳トンネル工法におけるウレタン注入の安全管理に関するガイドライン」に適合し、反応時間が短く限定注入が可能なウレタン系注入材（シリカレジン）を用いた。一次注入はこれまでのトンネル掘削において地山補強のための補助工法として一般的に採用されている実績があり、地上や周辺の井戸等に影響を及ぼす可能性は無いと考えられている。一次注入施工後のトンネル坑内の状況を別紙 5-10 に記載する。一次注入は 2024 年 6 月 6 日に完了した。注入箇所からの湧水の勢いは弱まったといった効果はあったものの、トンネル湧水量については有意な変化は見られなかった。

## 5-3 二次注入（カバーロック）

二次注入のうち、内側のカバーロックについては 2024 年 6 月 11 日から施工を開始し、2024 年 12 月 27 日に施工が完了した。二次注入（カバーロック）の施工状況を別紙 5-11 に、施工完了後の状況を別紙 5-12 に示す。カバーロックの効果を確認するために、カバーロック実施前後で水押し試験を実施し、結果を比較した。水押し試験の結果を別紙 5-13 に示す。ルジオン値（水の通しやすさの指標）については、カバーロックの実施後に低下しており、カバーロックにより透水しにくい方向にトンネル周辺の地山の性状が改善されたことを確認した。

カバーロックの効果について、正確な数値により評価することは難しいと考えるが、カバーロック実施前後のトンネル湧水量を比較することで定量的に評価を行った。詳細は別紙 5-13-2 の通りであり、カバーロックを実施したことにより、約 30%のトンネル湧水量の低減ができていますと考える。

## 第6章 水環境の保全に向けた検討について

### 6-1 代替水源確保の検討

現在、大湫コミュニティセンター裏で計画している深井戸等のほかに、大湫盆地周辺地域の水資源を確保するための案について検討した。検討した案は次の三つである。

A案：キャンプ場跡地付近の水源を活用

B案：立坑を掘り、坑内のトンネル湧水をポンプアップ

C案：盆地西側～トンネル坑口の水みちに集水井を掘り、地下水をポンプアップ

各案の概要については以下で述べる。また、参考案として「切羽前方にある断層の手前に遮水壁を構築する」案も検討したため、併せて記載する。

A案：キャンプ場跡地の活用について

2024年12月に実施した地表踏査の結果から、別紙6-1の赤塗の範囲の本陣山西側山麓の旧キャンプ場跡地を代替水源が確保できる有力な候補地として選定した。当該箇所では表層水を想定しており、分水嶺を隔てていることから、周辺の地区の地下水等への影響が小さいと考えられる。付近の水量について調査した結果によると、一定程度の水量が確保できる見込みであり、従前キャンプ場への水源として活用実績のある水源もあることから、天然の水源として飲料用としても活用できる見込みである。一部の水源からは自然流下で供給でき、整備工事が簡易なため早期の整備が可能であると考ええる。

B案：立坑の構築と坑内湧水のポンプアップについて

トンネル湧水を、堅穴を通じてポンプ・配管により盆地方面に圧送し、ため池等に供給する計画について実現可能性を検討した。概念図を別紙6-2に示す。現在のトンネル湧水の状況によると、一定程度の水量が確保できる見込みであるが、トンネル工事期間中は、飲料用として活用できない水質である可能性があり、また立坑の施工が必要となることから、A案と比較すると整備にかなりの期間を要することが考えられる。

C案：集水井の構築と坑内湧水のポンプアップについて

地下水が断層とその近傍の亀裂の多い岩盤を通過して坑内に流入する前に、断層の手前の盆地西側の水みちに集水井を掘り、地下水をポンプアップする案について検討した。概念図を別紙6-3に示す。水質は深井戸と同等の水質であると考えられ、飲料用として活用できると考えられるが、トンネル内に流れ込む前の水みちを的確に捉えきれない可能性があり、C案は集水井の施工が必要となることから、A案と比較すると整備にかなりの期間を要することが考えられる。

参考案：遮水壁の構築

地下水は、断層沿いに存在する水を通しやすい地層と断層が二股に分かれた水を通しやすい地層を通じて流れ、トンネルの湧水が発生しているものと推定される。この水の流れを構造物の構築により物理的に止めるためには、手前の岩盤内に深さ約150m、延長約200mに及ぶ大規模な遮水壁の構築が必要となる。遮水壁の概念図を別紙6-4に示す。ただし、遮水壁を構築した場合も完全に水の流れを止めることは難しいと考える。遮水壁の構築は、施工自体が困難であることとともに、大規模な工事となるため、プラントや大型

重機のスペースの確保、長期にわたる多くの車両の通行などのほか、さらなる地下水への影響も懸念され、環境への影響も大きいことから、現実的ではないと考える。

以上を踏まえ、A案を最有力な案として計画を深度化していくこととした。

## 6-2 A案の活用に向けたこれまでの検討状況について

A案について、キャンプ場付近の水源候補地を4箇所選定し、各水源の水量・簡易水質を調査した。調査結果を別紙6-5に示す。候補地①、②は近傍の庄次郎池周辺に貴重な植物が存在すること、候補地③は冬季の流量が少ないことから、冬季も一定の流量（12.7リットル/min）が確認された候補地④を第一候補とした。複数本削孔した横孔から柵に集水することを考えており、取水量は10リットル/min程度を想定している。なお、候補地④からは、高低差を利用した自然流下で大湫盆地まで導水できることを確認している。なお、取水量が不足する場合は、付近の水源の活用も視野に入れていきたいと考えている。水源の活用にあたっては、事前に周辺環境の調査を行い、必要に応じてモニタリングを実施しながら施工を行っていく。必要な取水量や使用方法については、地下水位低下に伴う生活環境の変化等、お住いの皆様のご意見を伺いながら、検討していく。

## 6-3 涵養について

大湫盆地の地質平面図を別紙6-6に示す。水文調査や地表踏査の結果から、大湫盆地で使用されている井戸は、崖錐堆積物の地層（旧中山道沿いにある表層の地層）の比較的浅い位置で取水されていることを確認した。井戸の水位を元の状態に戻すためには、現在は深さ40m付近まで下がっている当該地層の地下水位を、地表面付近まで回復させる必要がある。そこで、崖錐堆積物の地層や周辺の地層にリチャージ（水を地下に供給）を行い涵養することで、地下水位が回復するかどうかについて検討した。

### 6-3-1 崖錐堆積物層へのリチャージ

崖錐堆積物層へのリチャージのイメージを別紙6-7に示す。井戸の取水範囲にあたる崖錐堆積物の地層は透水性が高く、地層に水を供給することは自体は可能であると考えられる。しかし、崖錐堆積物の地層は水を通しやすい断層やその近傍の亀裂の多い岩盤と接しており、崖錐堆積物の地層に供給された地下水はそれらを通じて、トンネル湧水もしくはそれ以外の水みちから流出する可能性が高いと考えられる。よって、本方法により崖錐堆積物の地層の地下水位を直接上昇させることは困難であると考えられる。

### 6-3-2 濃飛流紋岩層へのリチャージ

岩盤（濃飛流紋岩）へ水を送り込むことで、地下水位を上昇させ崖錐堆積物の地層の地下水位を回復させる目的で、濃飛流紋岩層へのリチャージについて検討した。検討イメージを別紙6-8に示す。検討の結果、亀裂質の岩盤に水を供給することは可能と考えられたが、供給した水は断層とその近傍の亀裂の多い岩盤を通じ、トンネルもしくはそれ以外の水みちから流出する可能性が高く、地下水位を上昇させるは困難であると考えられる。

### 6-3-3 湖沼堆積物層へのリチャージ

浅い地層（湖沼性堆積物）へ水を供給することで、崖錐堆積物の地層へ水を供給し地下水位を回復させる目的で、湖沼堆積物層へのリチャージについて検討した。検討イメージを別紙 6-9 に示す。検討の結果、湖沼性堆積物の地層は粘性土層が主体であり、水が入りにくく水を供給すること自体が困難であると考えられる。一部に砂・砂礫層が存在することを確認しているものの、これらの水平方向への連続性は確認できておらずリチャージしても水が地層に入っていない可能性が大きいことが考えられる。

### 6-3-4 本陣山へのリチャージ

本陣山に大量の水を散布して盆地の涵養域に地下水を供給し盆地全体の地下水位を回復させ、崖錐堆積物の地層の地下水位を回復させる目的で、本陣山へのリチャージについて検討した。検討イメージを別紙 6-10 に示す。検討の結果、崖錐主体の透水層の地下水は断層とその近傍の亀裂の多い岩盤を通じてトンネル湧水もしくはそれ以外の水みちから流出する可能性が高く、地下水位を上昇させることは困難であると考えられる。また、水文調査の結果から本陣山に降った雨水が盆地に到達するまでに 65 年以上の時間がかかることがわかっており、リチャージを実施した場合に効果の有無が確認できない。

### 6-3-5 地下水位の回復に向けた検討

前述のとおり、リチャージによる水位回復は難しいと考えられる。一方、地下水位の回復に向けては、①盆地周辺山林での間伐による雨水の涵養率の向上、②降雨余剰水の地下への浸透、③人工涵養施設として水田を数 m 掘り下げて注水する地下水強制涵養、などが考えられる。これらの対策案については、環境省水・大気環境局による「『地下水保全』事例集（第二版）～地下水保全と持続可能な地下水利用のために～」を参考にした。

①の間伐は、土地の権利関係の課題はあるものの、雨水の涵養率の向上が期待できることに加え、豪雨時の土砂崩れなど自然災害の被害を低減させる効果も期待できる。②の降雨余剰水の浸透については、降雨時に盆地周辺で発生した余剰水を貯水池として設置したため池等に集水させ、ため池から地下へ浸透させることを考えている。6-3 で述べたようなピンポイントでの注水を想定した涵養と比較すると、効果を望める可能性があり、また降雨毎にため池へ注水されるため、半永久的に地下水涵養が可能となると考えられる。③の水田からの強制涵養について、①の間伐と同様に土地の権利関係の課題はあるものの、比較的広範囲からの浸透が可能となるため、②同様、6-3 で述べたようなピンポイントでの注水を想定した涵養と比較すると、効果を望める可能性があり、営農面でも雑草対策となるなどの利点も考えられる。

上記の対策については、専門家と相談するとともに、地元の皆様の意見も聞きながら、現在検討を進めている代替水源確保の検討状況も踏まえ、今後、検討を深度化する。

## おわりに

これまで被害拡大防止として地下水位の回復を図るため、第5章で述べたように、湧水量の低減を目的にトンネルへの薬液注入の計画を行ってまいりました。一次注入および二次注入（カバーロック）の施工は2024年12月に完了し、湧水量を一定程度低減することができました。しかし、二次注入（本注入）については、将来的にトンネルが損傷するリスクや地表面に影響を及ぼすリスクが払拭できないことから計画を取りやめることといたしました。地下水位を回復させる方法として、第6章において涵養についても検討を行いました。リチャージについては、いずれの地層に涵養を実施した場合にも地下水位を上昇させることは困難であると考えられます。一方で、周辺山林の間伐や田面水による涵養など、地下水位を回復させる方法については、効果の有無を含め引き続き検討を続けてまいります。

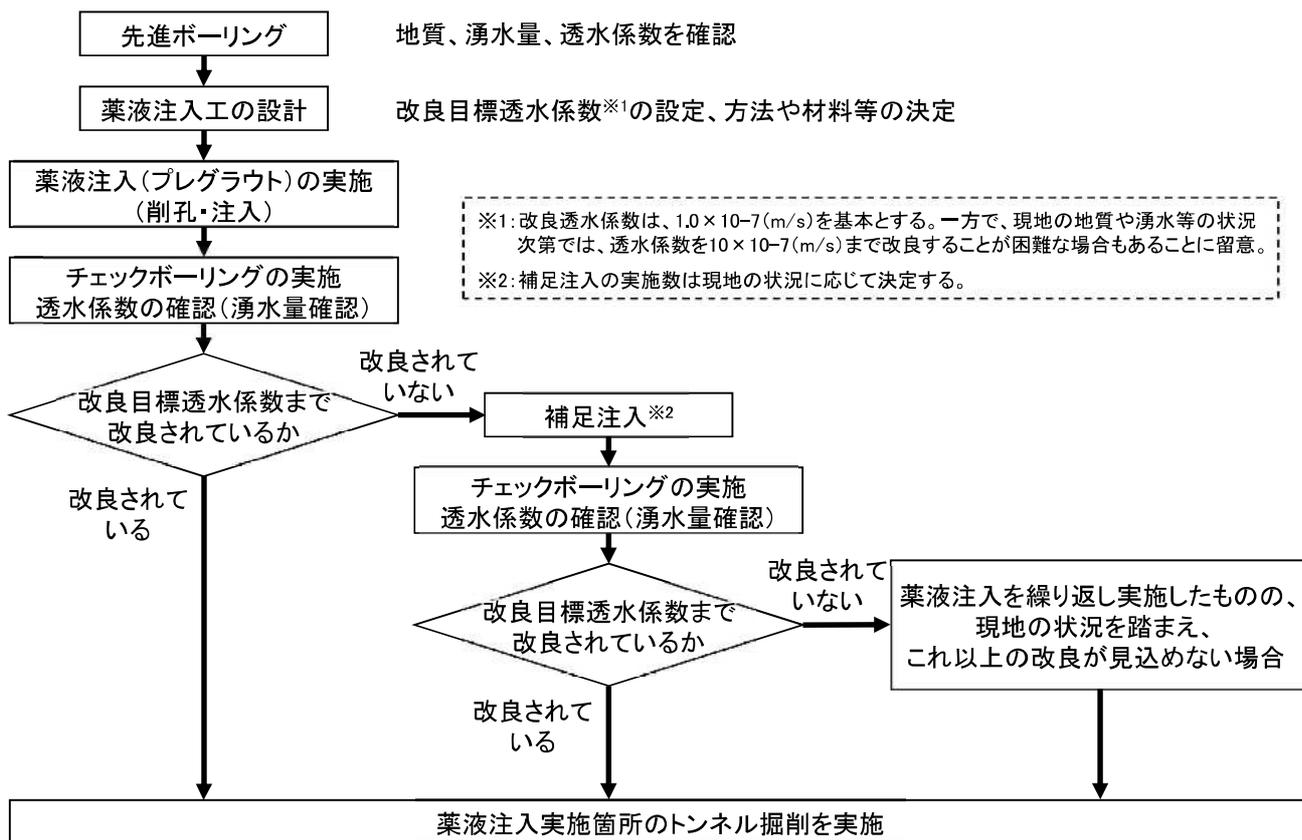
水資源の確保に向けては、大湫コミュニティセンター裏で施工中の深井戸に加え、キャンプ場跡地付近の水源などを活用した代替水源確保の検討を深度化し、地域にお住いの皆様の生活に支障をきたさないよう、引き続き対策を講じてまいります。

また、現在の切羽位置から前方の地層の安定性や周囲の環境への影響を慎重に評価する必要があると考えております。特に、掘削により地下水位に及ぼす影響を最小限に抑えるための対策が求められます。具体的計画については検討段階にあるものの、地下水位の状況や水資源確保の状況を踏まえたうえで、前方の地層を確認するボーリング調査を実施することを考えております。加えて、地盤の安定性を保ちながら周辺地層への影響を最小限に抑える掘削方法を検討してまいります。

先進ボーリングの計画及び作業の時期については、引き続き関係自治体や地域にお住いの皆様にご報告してまいります。今後とも、きめ細かくコミュニケーションを取りながら、検討を進めてまいります。

引き続き、地域の環境とお住いの皆様の安全を最優先に考え、適切に各種対策、検討を進めてまいります。

薬液注入(プレグラウト)のフロー

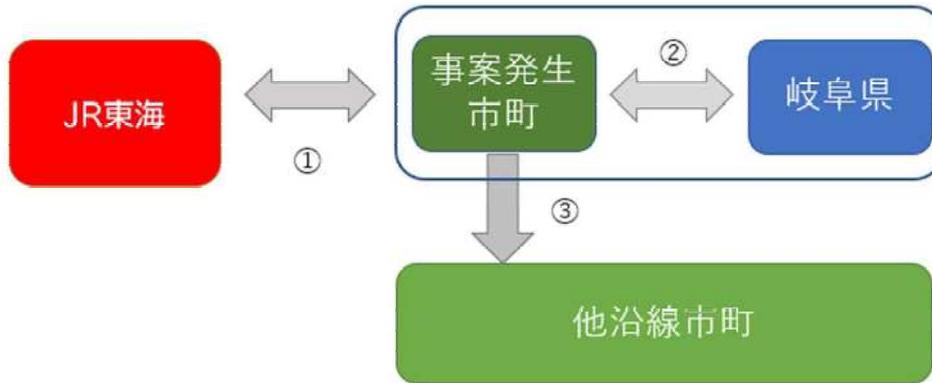


## 事案発生時の連絡体制

## 緊急事案発生時の情報共有体制について

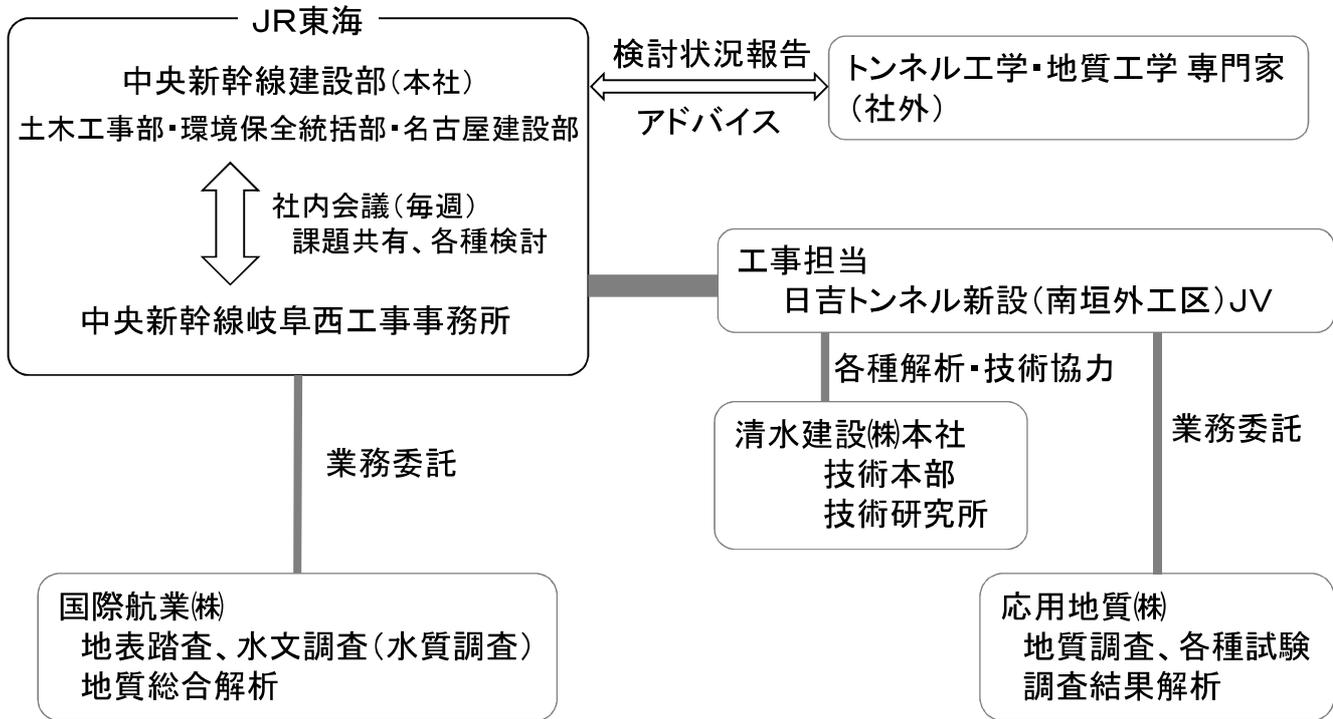
- ① J R 東海から県及び事案発生市町に対し、事案を報告（事案発生市町から J R 東海も同様）
- ② 県及び事案発生市町は、J R 東海からの報告について情報共有するとともに、対応を検討
- ③ 事案発生市町は、他沿線市町に対し、J R 東海からの一報について情報提供

※県と市町、市町間のやり取りは、部長級で実施



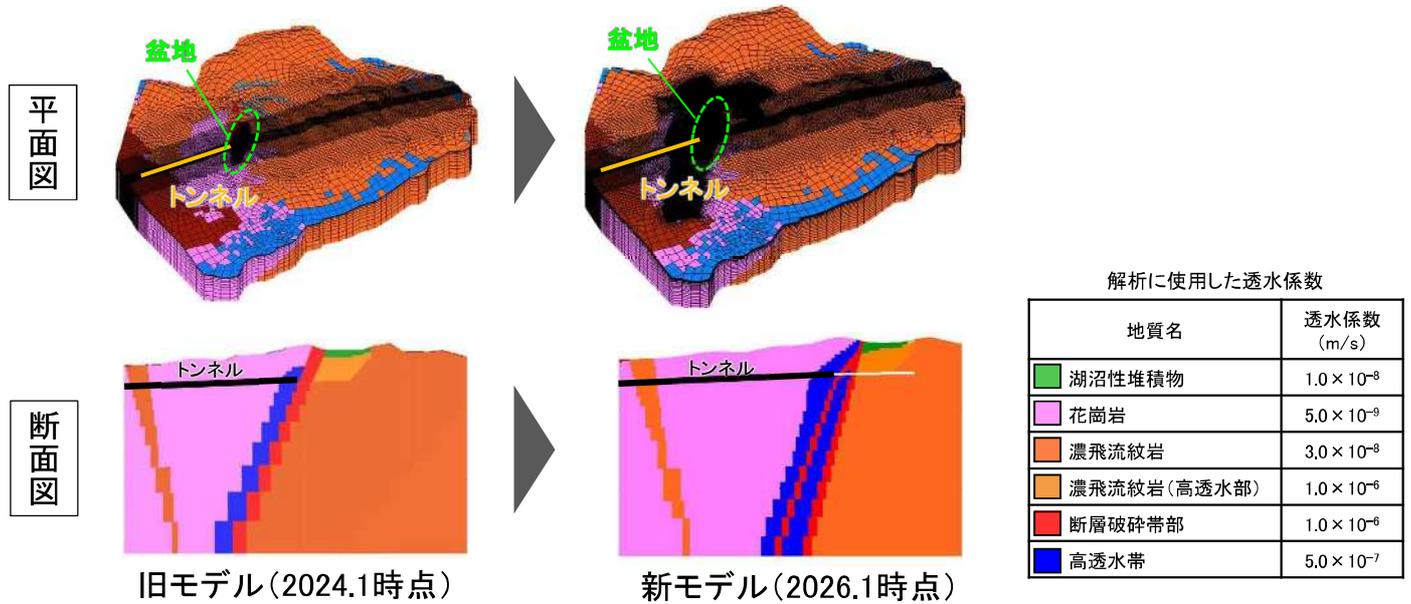
## 検討体制について

社内及び社外の専門家、技術部門を結集し、原因の究明、対策の検討等について取り組みを進めている。



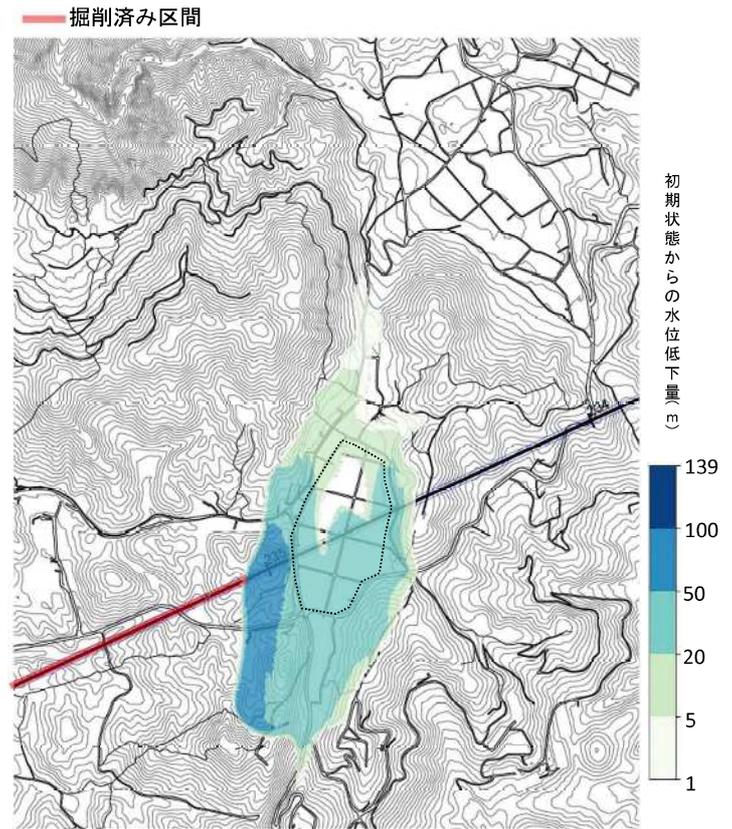
## 解析モデルの再修正

- 地質調査(地表踏査、電気探査、ボーリング調査等)、水文調査の結果を踏まえ、改めて解析モデルを以下の通り修正し、地下水位の面的な低下範囲について解析を行った。
  - トンネル及び断層周辺のメッシュを細分化
  - 断層周辺の地質区分をより詳細化
  - 降雨涵養量を再設定(2023年1月～2025年12月までの大湫コミュニティセンター降雨量データを使用)



## 解析による地下水位低下範囲

- 解析の結果により得られた、地下水位の面的な低下範囲を右図に示す。
- 面的には、トンネル切羽に近い盆地西側では水位低下量が大きくなった。一方、盆地東側及び南北方向に離れるほど、水位低下量は小さくなる結果となった。
- 本結果は、これまで代表地点にて観測された地下水位の低下量および、別紙3-12に示した今後の地下水位低下量の見込みと概ね同様の傾向を示している。
- なお、本解析結果は現時点での速報値であり、今度、解析モデルの再修正などにより、変更が生じる場合がある。



地下水位低下影響範囲解析結果

## カバロックの効果

上段に観測井の地下水位と降水量、下段にトンネル湧水量のグラフを示す。

トンネル湧水量については、天候やその時点の地下水位の影響を受けるものと考えられるため、カバロック実施前後のトンネル湧水量を比較するにあたっては、その時点の地下水位や降雨の状況がある程度類似している必要がある。

2024年9月頃と2025年9月頃を比較すると、観測井1の地下水位は-32m付近で一致しており、またその直前の1ヵ月程度の期間(青点線囲み部の期間)においては、双方ともに降水量が少なく、状況が類似している。なお、2024年9月時点ではカバロックの施工中であり、効果はほとんど出ていない状況である。

両時期のトンネル湧水量は、カバロックの効果が表れる前の2024年9月時点では、約15.0L/sであり、カバロックの施工2024年12月に完了し、効果も十分に表れていると思われる2025年9月時点では、約10.5L/sである。

よって、両者の比較により、カバロックによるトンネル湧水の低減効果は、約30%と考えられる。

