

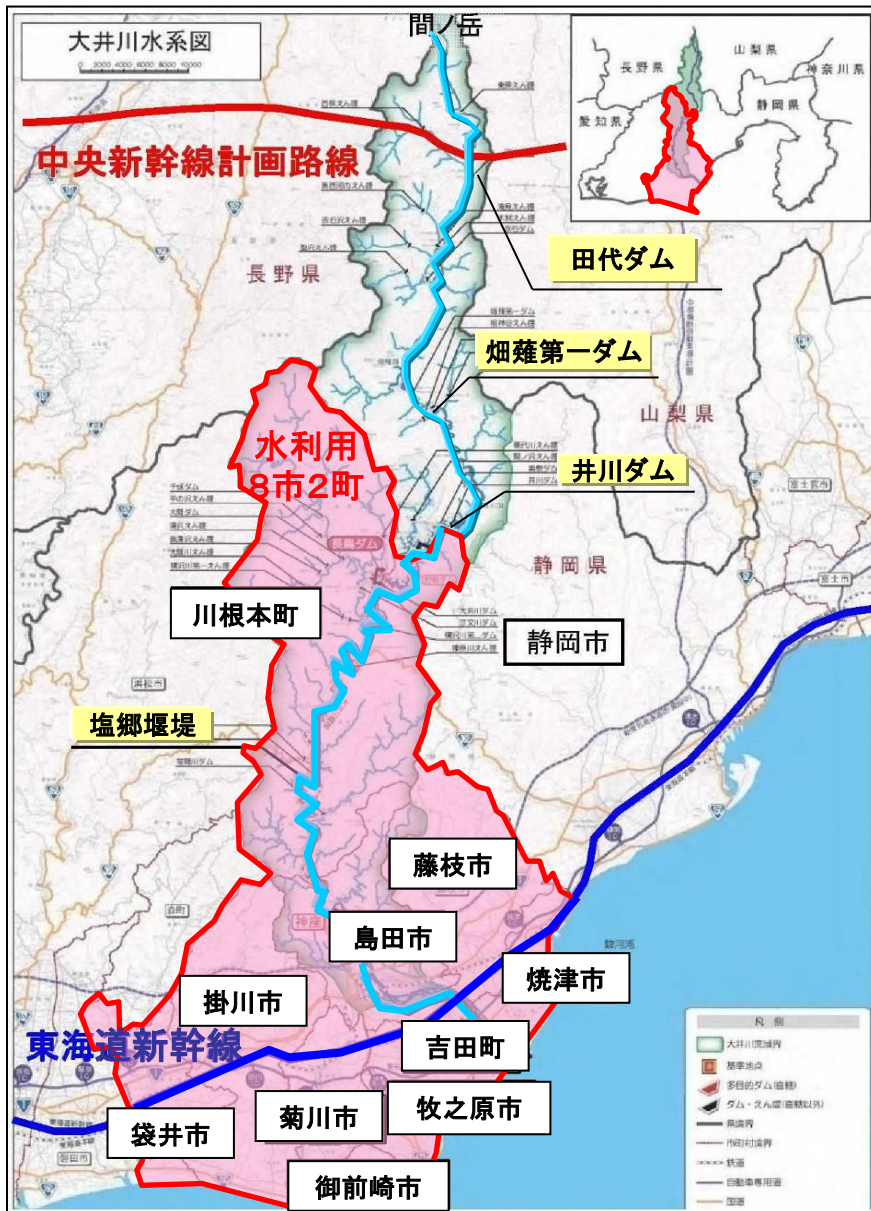
国交省有識者会議報告書 ～環境保全に関する検討～の概要と それについての静岡市の見解等(案)

0. トンネルの位置関係
1. 国有識者会議報告書についての静岡市の現時点での見解
2. 「報告書における論点整理」と論点を理解するための「発生現象の直観的理解」
3. シミュレーションモデルの内容と不確実性の理解
4. 報告書についての県、市の見解(案)の整理
5. モニタリングの意義と影響評価の方法
6. 今後の進め方

静岡市

令和6年2月16日

0-1 トンネルの位置関係(流域全体)



環境影響評価法第6条の規定に基づき、リニア事業に係る環境影響を受ける範囲であると認められる地域を管轄する市長村長として、静岡市長へは環境影響評価に係る方法書がJR東海から送付されている。

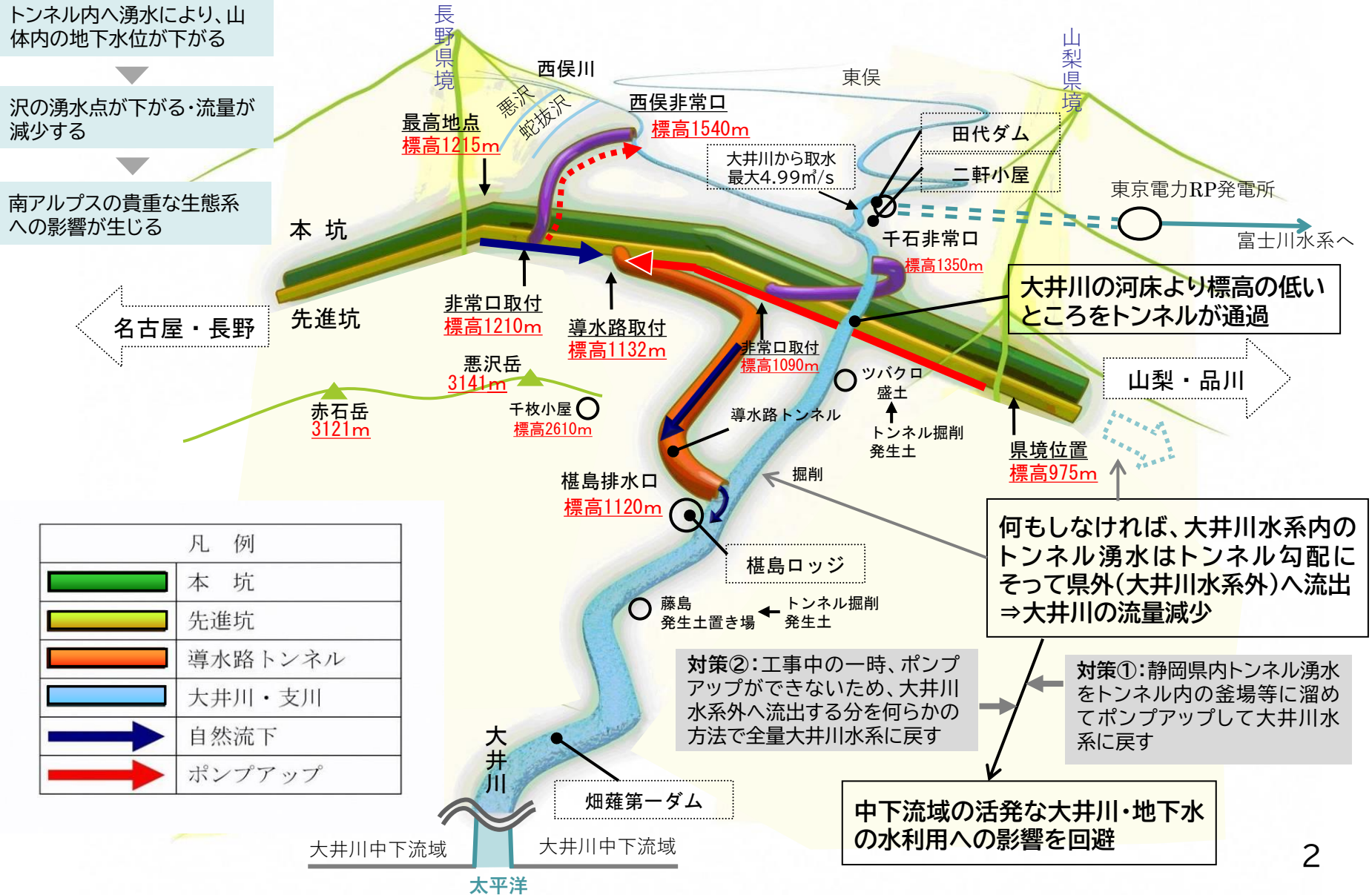
参照:リニア中央新幹線建設の環境影響に係る県とJR東海の対話の状況(概要版)(2023.9.28)静岡県 P7 静岡市一部修正

0-2 トンネル工事の位置と大井川の関係 (静岡県作成資料 2023.9.28付に静岡市が加筆)

トンネル内へ湧水により、山体内の地下水位が下がる

沢の湧水点が下がる・流量が減少する

南アルプスの貴重な生態系への影響が生じる



名古屋・長野

東京電力RP発電所
富士川水系へ

大井川の河床より標高の低いところをトンネルが通過

何もしなければ、大井川水系内のトンネル湧水はトンネル勾配にそって県外(大井川水系外)へ流出⇒大井川の流量減少

対策①: 静岡県内トンネル湧水をトンネル内の釜場等に溜めてポンプアップして大井川水系に戻す

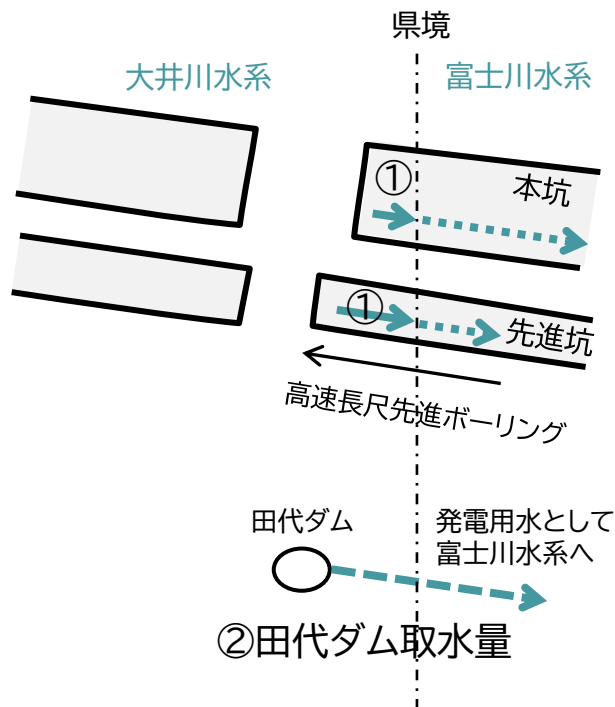
対策②: 工事中の一時、ポンプアップができないため、大井川水系外へ流出する分を何らかの方法で全量大井川水系に戻す

中下流域の活発な大井川・地下水の水利用への影響を回避

| 凡 例 | |
|-----|---------|
| | 本 坑 |
| | 先進坑 |
| | 導水路トンネル |
| | 大井川・支川 |
| | 自然流下 |
| | ポンプアップ |

0-3 大井川の水資源への影響の回避方法

先進坑貫通前



田代ダム取水抑制案

①の減少分を②の田代ダムの取水量の抑制で調整する。

先進坑貫通前は、山梨側から掘削したトンネルの静岡県内で発生したトンネル湧水(①)を、大井川水系へポンプアップ等で戻せない。



大井川水系の流量が減少する。

先進坑貫通後

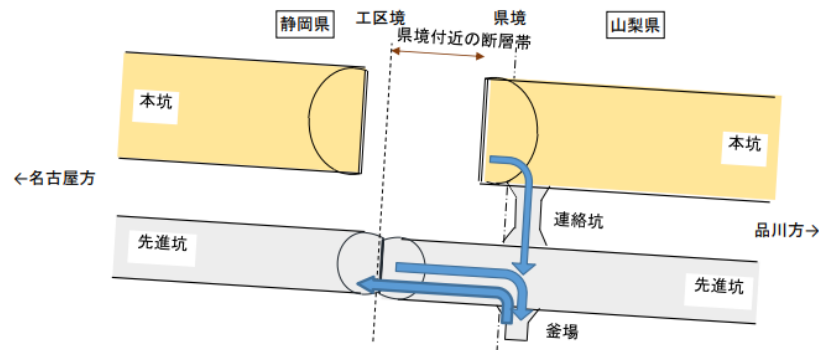


図 4.59 先進坑貫通後のトンネル湧水ポンプアップ

出典：第13回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2021.12.19) 第4章4-87

山梨県側から先進坑が貫通した後は、県境付近の断層帯を避ける位置に設置する横坑の釜場を活用して、トンネル湧水を静岡県側にポンプアップする。これにより、県境付近の断層帯の本坑のトンネル湧水は、先進坑を通じて全て静岡県側にポンプアップすることができる。

全量戻すことができれば、大井川水系の中下流域の水資源への影響はない。

0-4 発生土処分の問題

トンネル発生土

370万 m^3

360万 m^3 ツバクロ発生土置き場



- ・盛土の安定性
 - ・周辺の深層崩壊等による天然ダム形成へツバクロ盛土が影響
 - ・その他河川への影響
- ⇒市協議会で検討中

10万 m^3 藤島発生土置き場

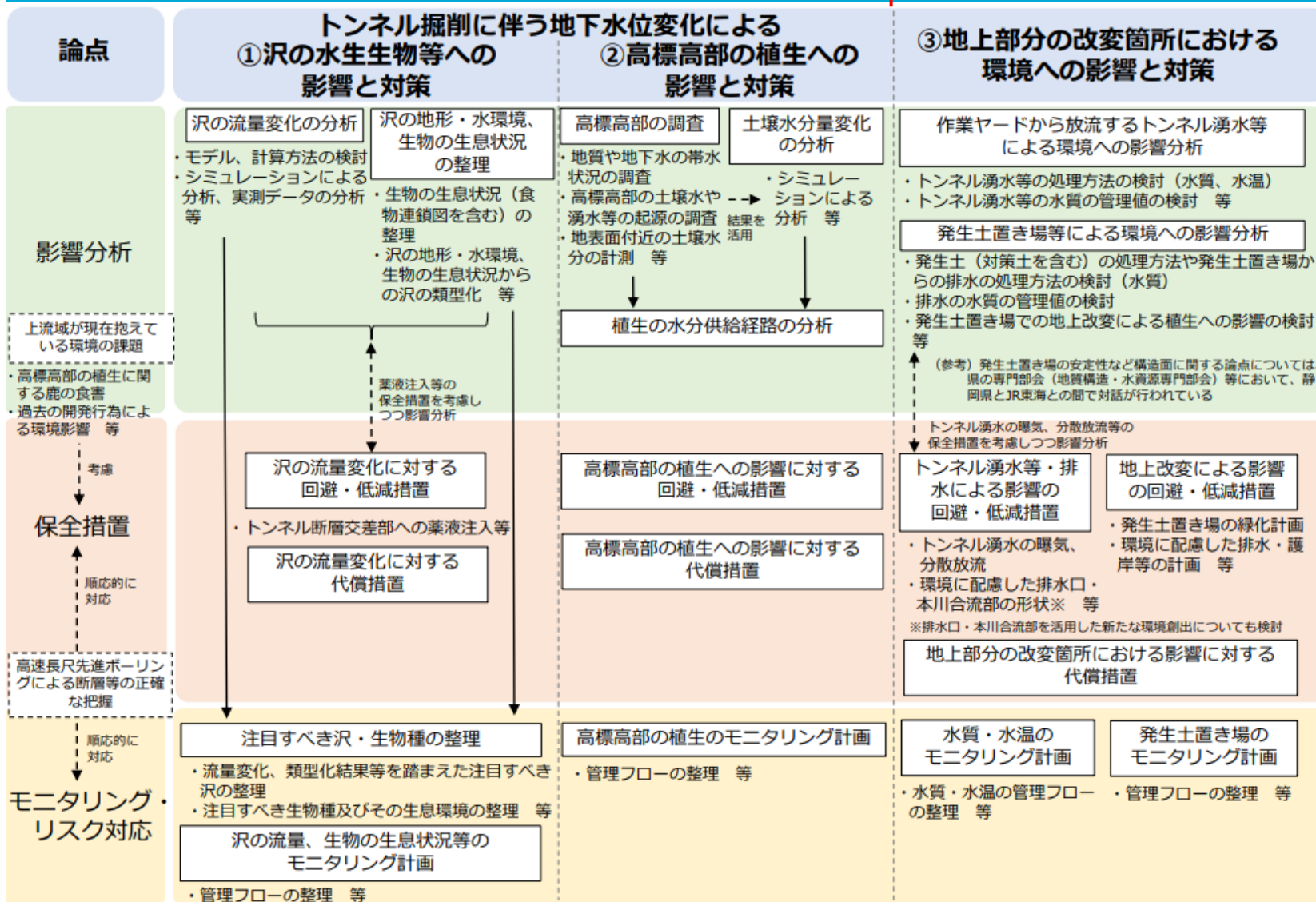


- ・県盛土条例の解釈を、県とJR東海で協議中

環境保全に関する論点

参考資料3

生態系 ← → 発生土、ヤード等



1-1 国有識者会議報告書(2023.12月)についての静岡市の見解(2023.12月時点)

1 謝辞

2022年6月から14回にわたり開催され、南アルプスの環境特性を踏まえた上で、論点が整理され、科学的根拠に基づく精緻な議論が行われ、高度な分析のもと、様々なことが明らかになったことに感謝申し上げます。

2 静岡市の見解

静岡市としては、報告書の内容は全体的な分析としてほぼ理解できる内容である。その上で、主に5つの課題があると考えている。これらについては、有識者会議の複数の委員も指摘されている点でもある。

- ① 地下水流動のシミュレーション結果は、トンネル内の最もありそうな湧水量を推定しているものである。「発生確率はより低いものの発生の可能性がある大量湧水の状態」を表現していない。⇒生態系への影響評価においては、「発生確率はより低いが発生すると生態系への影響が大きい現象」への懸念と対処が必要である。
- ② シミュレーション結果には不確実性があるが、不確実性の存在を前提とした「事前の」影響予測、回避・低減措置を重視することなく、「順応的管理」により「事中・事後」対応しようとしている。⇒「事前の対応」を強化すべき。
- ③ トンネル掘削による地下水位の低下・沢の流量減少による沢及び周辺の生態系の損失量を予測していない。⇒予測が必要。
- ④ 沢の生態系の損失についての代償措置並びに新たな生物生息環境の創出に関する具体的な内容は、今後関係者と連携し検討、実施するとしている。⇒代償措置等の具体的な内容の検討が必要。
(報告書P7)「これらの代償措置、新たな生物生息環境の創出に関する具体的な内容については、生物多様性オフセットの考え方も踏まえ、今後、静岡県、静岡市、地権者等の関係者と連携しながら、JR東海において検討、実施することとした。」
- ⑤ (沢等の流量が)管理流量等の範囲を逸脱する事象が発生した場合は、科学的・客観的に対応策を検討し、トンネル工事を一時中断の上、関係者による管理体制に速報、相談するとしている。
⇒管理流量や管理体制の検討が必要。
(報告書P17)「管理流量等の範囲を逸脱するような事象が発生した場合は、～中略～トンネル掘削工事を一時中断の上、静岡県、静岡市、専門家等による管理体制に速報、相談し、原因の考察や対策の検討を行うこととしている」

今後、静岡市として、JR東海と意見交換を行ってまいりたい。

(委員の指摘の例) 第12回国有識者会議(2023. 8. 30)における辻本委員の指摘 (同会議議事録より)

(辻本委員)

(前略) せつかく谷の類型化とか沢の類型化に取り組んだのに、ポイントの流量変化だけで議論している。すなわち、類型化されたそれぞれの谷の中で、ある地点の流量がこれぐらい減少すれば、その谷の下流から上流まで、水が類型、景観に応じて生息環境にダメージを与えたり、あるいは生息環境がなくなるような場所が出る可能性があるかについて、つまり類型、景観ごとにあるポイントで流量が減ることがどんな意味を持っているのかということ、すなわち生息場と結びつける努力をもう少しすれば、さらにイメージがしっかり伝わると思う。

(中村座長) (略)

(辻本委員)

今言われたように、流量をしっかりと生息場と結びつけた形で提示していくことが必要と思う。今はポイントの流量が減るとか減らないとかという話にどうしても集中しがちである。その話はもう既に前回会議で実施したように、それぞれの谷では、ポイントの流量が減れば、谷に沿って類型、景観ごとにどのように生息場を失い、あるいはダメージを受けるのかということが、もう既に前回会議で議論した中で見えているはずだ。

静岡市の見解

⇒流量変化を生息場の変化と結びつけた検討が不十分。
沢のあるポイントの流量の管理では不十分。

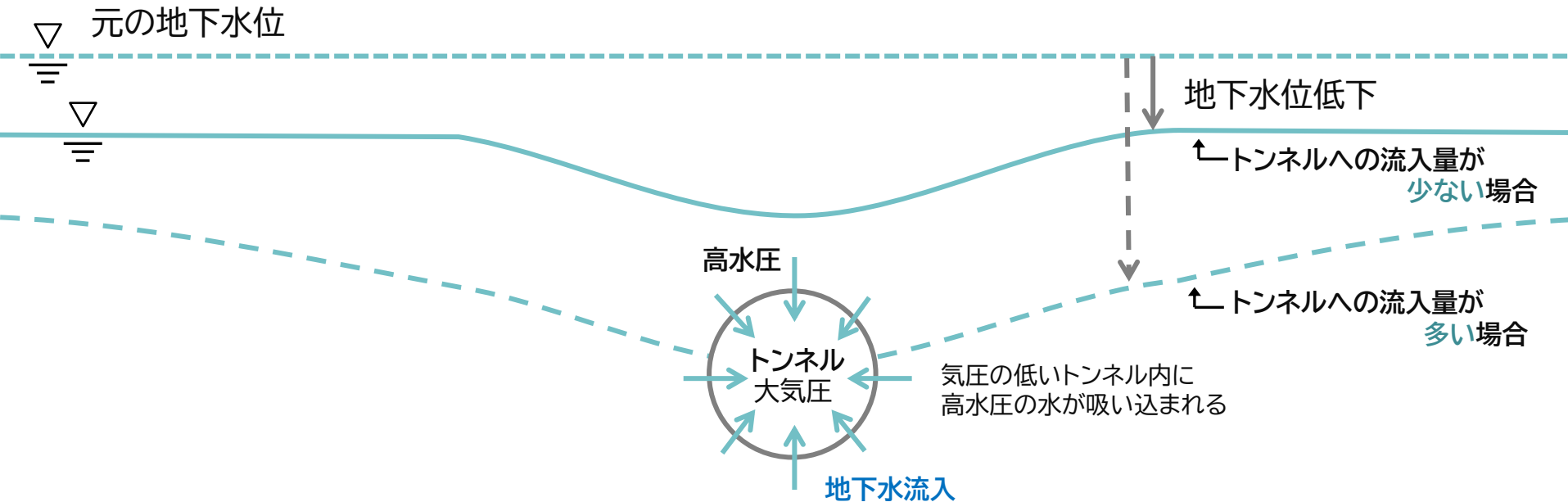
2 「報告書における論点整理」と論点を理解するための「発生現象の直感的理解」

2-1 トンネル掘削により発生する現象の直感的理解

①:「山体内の地下水位低下」の模式図

地表面

※実際の地中には岩盤や割れ目があり、地下水の動きは単純ではない。
ここでは、現象を単純化し、均質な地盤と仮定している。
実際の地中の状態を表現するものではない。



2-1 トンネル掘削により発生する現象の直感的理解

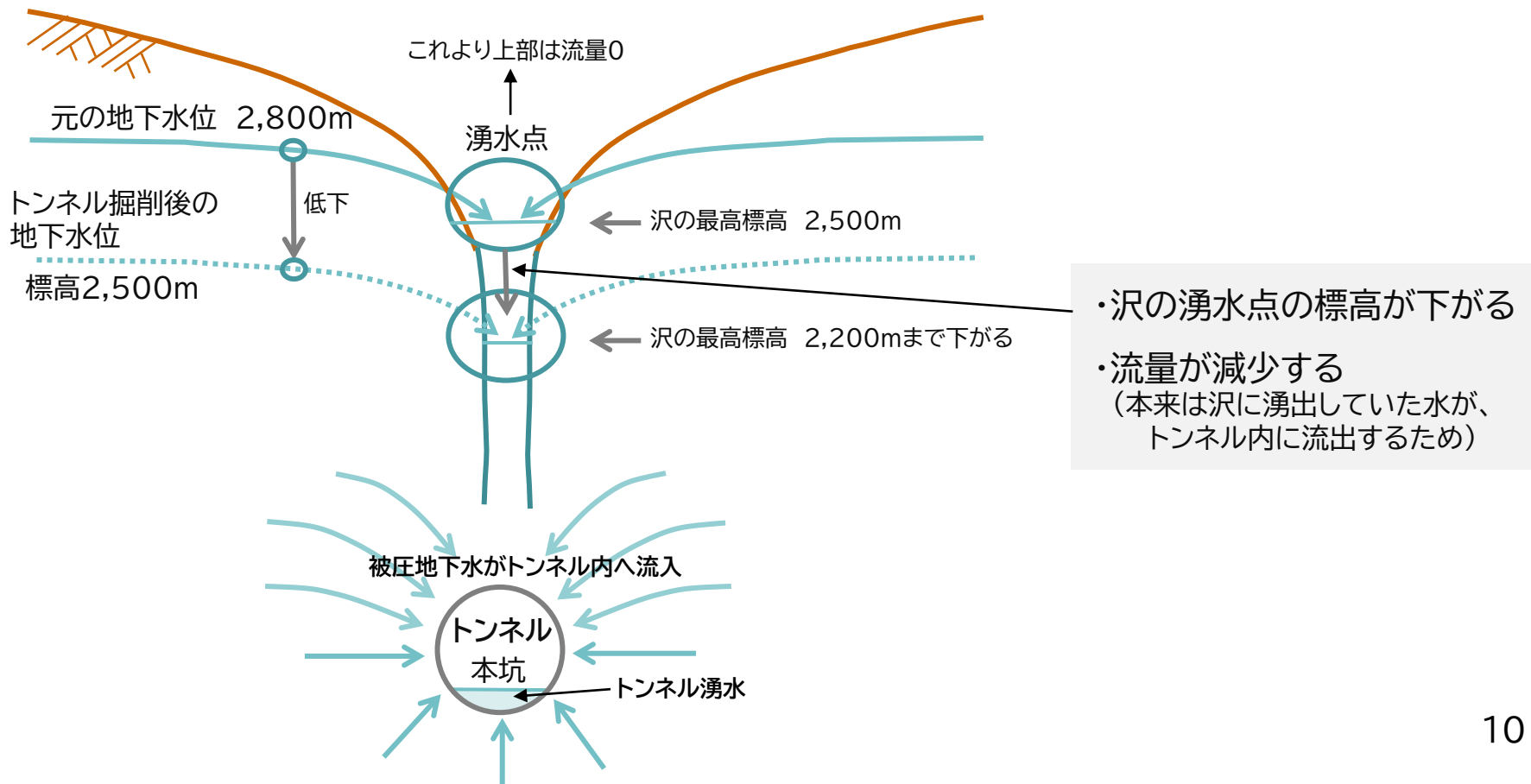
②:「沢の地下水位低下」の模式図

↓ (地下水位が形成され、雨が降らなくても地下水水位以下の水が維持されている地下水)

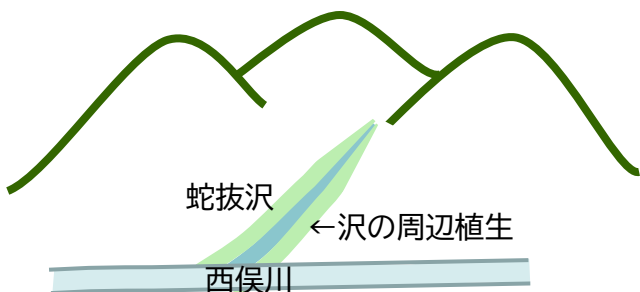
・沢の流量 = (地表水) + (浅部地下水の流出分) + (被圧地下水の流出分)

↑ (雨が地面直下に浸透し、比較的短期間に地表に流出してくるもの)

・以下では、しばらく降雨がなく、地表水 + 浅部地下水の流出分がない時



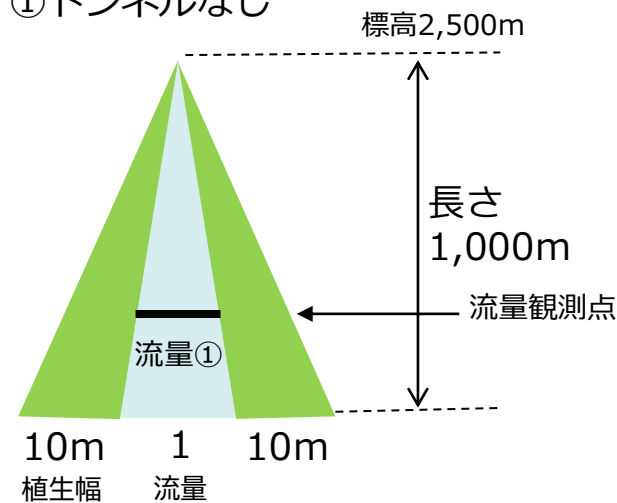
2-2 「トンネル掘削に伴う地下水位変化による沢及び周辺の生物への影響と対策」の直感的理解



(発生している現象をわかりやすく理解するために)
現象を単純化・仮定

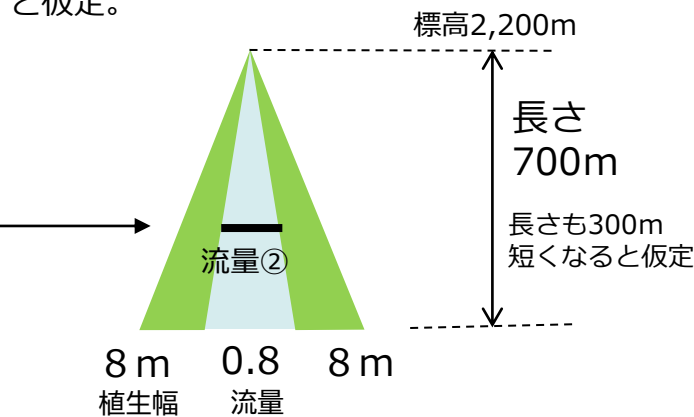
- ・ 沢の流量は下流になるほど一定割合で増える
- ・ 沢の植生は沢の流量に比例して存在する (流量1 に対し植生幅10m)

① トンネルなし



② トンネルあり

湧水点の標高が下がり、流量は0.8になると仮定。



植生面積

$$(10 + 10) \times 1,000 \times 1/2 = 10,000 \text{m}^2$$

植生面積

$$(8 + 8) \times 700 \times 1/2 = 5,600 \text{m}^2$$

植生面積4,400m²減

提案されている管理方法

(考え方)

流量②が、その時期の過去最低流量を下回らないかモニタリング

(課題①)

雨の多い年となった2026年8月に流量②を観測していて、それが「過去最低流量」を下回らなかったとしたが、雨が少なかった2027年8月には、流量②が「過去最低流量」を下回ってしまったということが起こりうる。

(課題②)

流量変化による水生生物への影響だけではなく、植生への影響も考慮が必要。

2-3 「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」の直感的理解

- ① 蛇抜沢の下部の地中では、地下水の流動方向が上向きになっている。これは圧力の高い地下水が、周辺より標高が低い大気圧の蛇抜沢の表面に吸い込まれている状態である。
- ② この現象は、高山帯に局所的に存在する湧水点付近でも発生していると推定される。地形や地質の関係で湧水点に被圧地下水が吸い込まれて流れる。これによって、湧水点の周辺は地下の土壤水分量が多くなり、植生が豊かになっている。
- ③ 全体的な地下水位の低下は、湧水点への湧水量を減らし、植生に影響を与える可能性がある。

図3.31にトンネル掘削前後の地下水流動方向を示している。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る。

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る。

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る。

(出展：第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議 (2023.11.7) 資料2 P3-37)

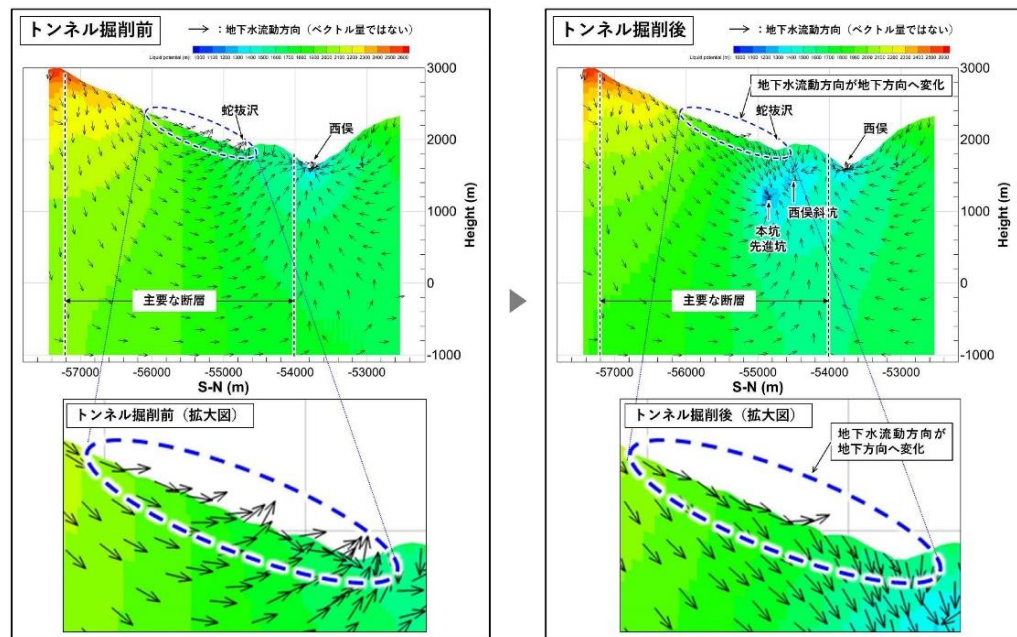


図 3.31 蛇抜沢周辺の全水頭分布と地下水流動方向の変化 (定常解析)

出展：第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議 (2023.11.7) 資料2 P3-38

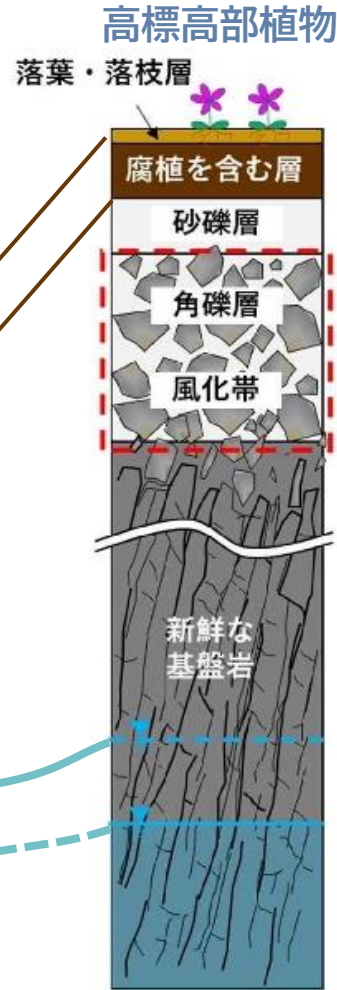
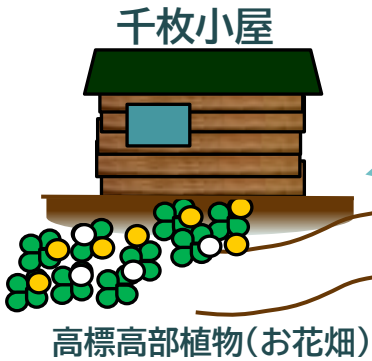
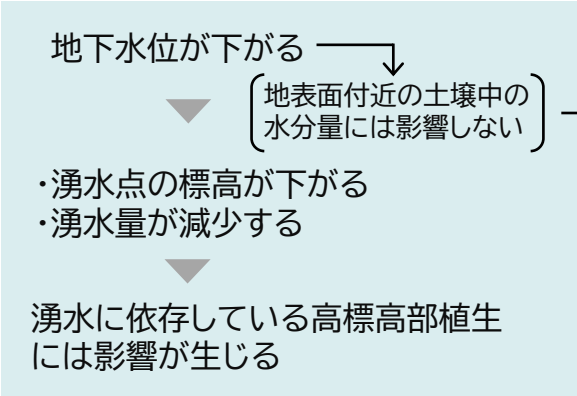
- (注) 2-1 トンネル掘削により発生する現象の直感的理解
②:「沢の地下水位低下」の模式図 を参照

⇒静岡市(注):沢だけではなく、局所的な湧水点にも影響する。

(参考)高山帯の地表と地下の関係図

⇒「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)



←地表面付近の土壌中の水分

この2つに関係はほとんどない。
⇒地下水位が低下しても高標高部植生には影響が出ない。

地下水位低下

(注)静岡市が加筆

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(青字)

(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

2-4 地下水位低下による高標高部の植生への影響を予測し、評価の上、影響の低減措置が必要(静岡市の見解)

たとえば、「高標高部の植生に地下水位低下は直接の影響を与えない」としても、

①沢の流量減少による植生への影響 ⇒ 水生生物への影響 (P11参照)

②高山帯の湧水点の流量減少による植生への影響 (P13参照)

の形で、影響が発生する恐れがある。

この問題について、シミュレーションの解析結果の不確実性を理解した上で、あらかじめ影響を推定し、評価し、影響の低減措置を検討しておくことが必要である。

地下水位の低下に伴う高標高部(地下水位より高標高の場所)への環境影響は、

- ① 「沢の湧水点」の標高の低下による植物生息域の減少とそれによる水生生物への影響
 - ② 湧水があることで形成されている、高標高部のお花畑について、「湧水点の湧水量減少」によるお花畑の生態系への影響
- に集約される。

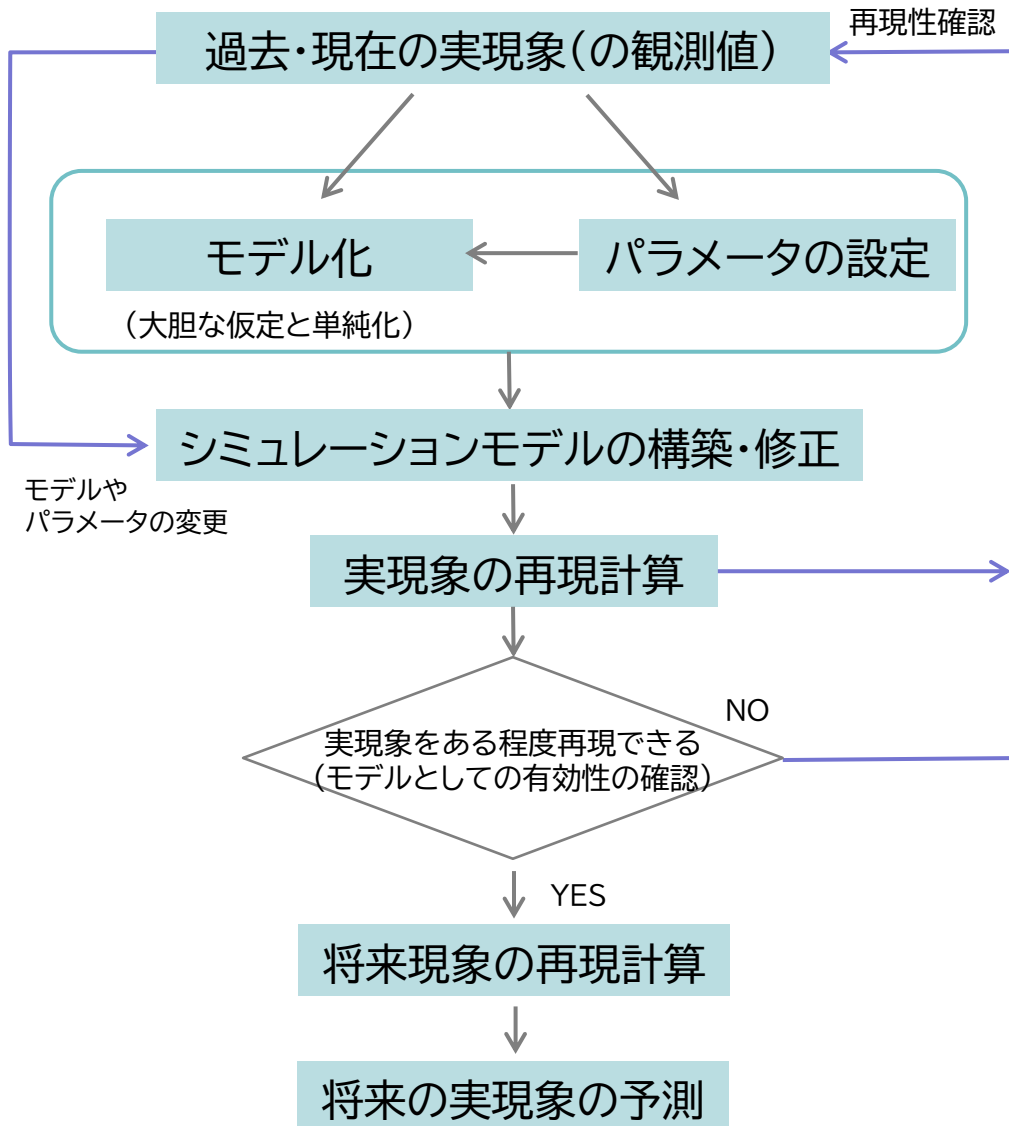
⇒これについての影響評価が必要である。

3 シミュレーションモデルの内容と不確実性の理解

3-1 自然現象とシミュレーションにおける「真実」と「不確実性」

- ・観測された自然現象は「真実」である。ただし、多様な自然現象のごく一部を観測しているにすぎない。
- ・その自然現象がなぜ起きているかについては、様々な要素が絡んでいる。
- ・また、自然現象においては、各場所・時間で状態が異なるが、それらの様々な状態を十分に観測することは一般に困難である。とりわけ、山体の内部の状態はたとえボーリング調査をしたとしても、極一部しか調査できていない。
- ・よって、その自然現象がなぜ生じているかという原因や機構(メカニズム)の推定は、「不確実性のある推定」とならざるを得ない。
- ・「原因はこれである」とあたかも「真実」がわかったかのごとく断定することは、少なくとも「自然現象の原因の推定」に関しては「科学的考え方」とは言えない。
- ・自然現象の数値シミュレーションは、複雑な要因のうち、支配的(結果に大きく影響するもの)と考えられる要因を選び、大胆な仮定や単純化に基づき定式化やモデル化し、数値解析モデルを作成し、計算するもの。
- ・モデル化のために、大胆な仮定や単純化、パラメータの大胆な設定が入っているため、その推定結果には「必ず不確実が存在」する。

3-2 数値シミュレーションの考え方



- ・実現現象を数式等で表現(モデル化)
(例)地形をメッシュで表現(単純化)
パラメータを設定(仮定)

不確実性あり

- ・実現現象をできるだけうまく再現できるように
モデルやパラメータを変更

不確実性の
減少努力

自然現象は複雑で、
かつすべては観察で
きず、実現現象を完全
には再現できない。
(モデル化とパラ
メータ設定の限界)

- ・実現現象をある程度再現できたので、
将来現象もこのモデルで予測できるはず(仮定)

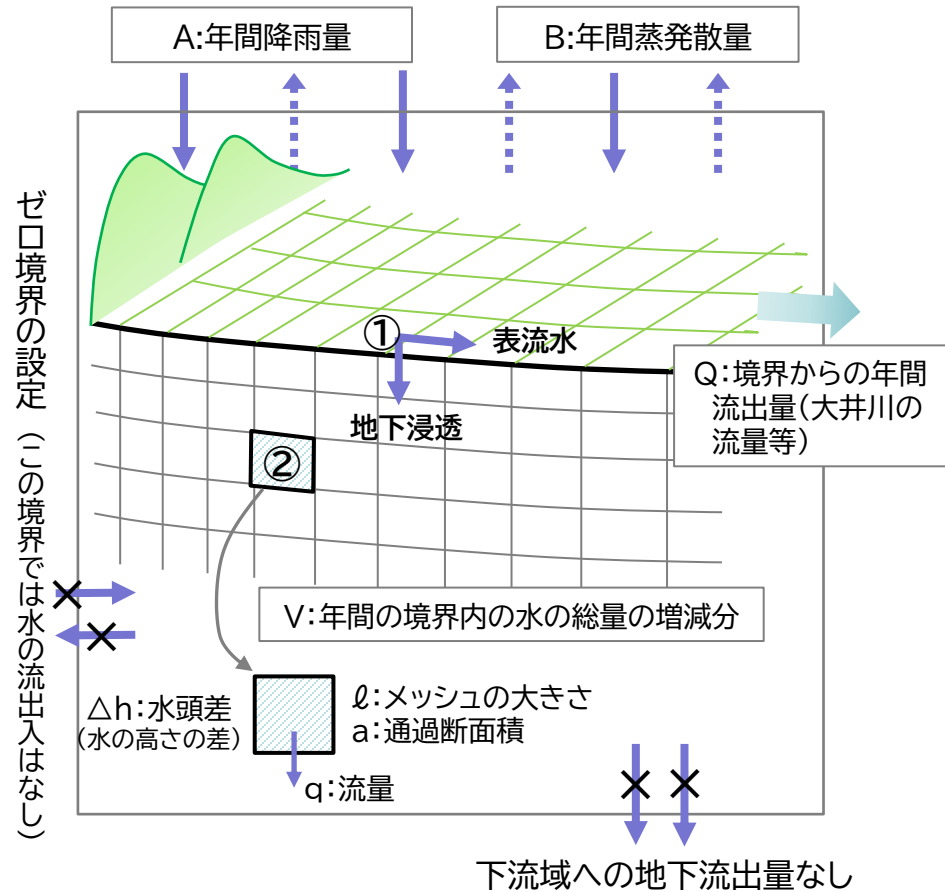
不確実性は残る

⇒不確実性があることを前提にした
シミュレーション結果の使い方が重要

3-3-1 水の流動解析シミュレーションモデルの構築方法(仮定によるモデル化)

水のような流体の動きのシミュレーションモデルにおいて重要な4つの事項

- ① 運動方程式の設定(水の運動の仕方を仮定)**
 水の流れ方は、「土粒子・岩石と空気と水」で構成される物体(多孔質)の中及び地面の表層を水がどのように運動するかで決まる。この運動の仕方を方程式でモデル化(定式化)する。
- ② 連続式の設定(物質の連続性を仮定)**
 ある領域の内部にある流体の質量は、その領域の流入出量で決まる。また、領域内の運動量は保存される。これを定式化する。
- ③ パラメータ(媒介変数)の設定**
 方程式は $y = ax + b$ などで表現されるが、 x と y が変数、 a がパラメータである。たとえば、流量を y とすると、透水係数 k (土中の水の流れやすさの程度)がパラメータとなる。
- ④ 境界条件の設定(解析する範囲とその範囲の境界の状態の設定)**



①運動方程式の例

多孔質中の水の流れはダルシーの法則
 $流量q = k \cdot a \cdot \Delta h / \ell$

k : 透水係数
 ℓ : 流れる距離
 a : 通過断面積
 Δh : ℓ 間の水頭差

②連続式の例

$$V = A - B - Q$$

③パラメータの例

透水係数 $k = 10^{-6} \text{m/s}$

④境界条件の例

ゼロ境界

3-3-2 シミュレーションモデルにおける大胆な仮定・単純化と解析結果の不確実性(信頼性)

①運動方程式

たとえば、地表面の要素①に降雨があったときに、それは表流水と地下浸透水に分かれる。これには、斜面の傾斜や植生、土中の水分状態などが影響する。

⇒①地中にどのように降雨が浸透するかについて定式化し、シミュレーションモデルに導入するモデル(GETFLOWS)

③パラメータ

透水係数は実際の自然界では各要素毎に変わるが、たとえば断層部は 10^{-6} m/s、基盤岩は 10^{-9} m/s等と、単純化する。
年間降水量は領域全体で一定と仮定。

⇒②流出係数を設定し、たとえば「降雨 1のうち 0.7は表流、0.3は地下浸透」と、単純化するモデルも多い。

④境界条件

ゼロ境界設定とすることが多いが、実際の自然界ではあり得ない。

⇒降水量は境界内であっても場所で異なる。また、観測値は1～数か所に限られるため、その観測値が境界内全体を代表しているとは限らない。

⇒各モデルによって、仮定や単純化の方法は異なる。「シミュレーションモデルとは、このような(大胆な)仮定や単純化に基づき設定した解析モデルにより推定計算をしているに過ぎないこと」・「各モデルによって仮定や単純化の方法が異なるので、各モデルの解析目的(たとえば概算の水収支を知りたいのか、地下水の流れを知りたいのか)とモデルの仮定・単純化の内容を理解した上で解析結果の信頼度を評価すること」が重要である。

⇒極論すれば、シミュレーションモデルは、解析目的に応じて、現象を再現しやすいモデルをつくり、最後はパラメータを変更して、実現象に近くなるよう結果を「合わせ」もの。

(参考)水の流動／水収支解析シミュレーションモデルには多数の大胆な仮定がある

(以下はその一例)

気象条件:降雨量・気温は、限られた観測点の観測値でもって、解析範囲全体を代表させる。(例:年間降雨量 4,000mm)

地質条件:地中の断層などは詳細な調査が不可能なため、断層はおそらくこういう形状だろうとして設定。

土質条件:ある範囲で均質と仮定。かつ、値については、1か10かというレベルで設定。(例:透水係数 10^{-5} m/s(10×10^{-6} m/s)か 10^{-6} m/sか)

モデルの再現性:過去に観測されたデータをモデルによる解析結果が再現できるかを(精度の確認) 確認。

(例:トンネル掘削前の河川流量をモデルが再現できるかを確認。)

⇒過去の現象を「ある程度再現」できたので、将来自然物の形状が変わっても、同じように「ある程度再現」できるだろうと仮定。

(例:将来のトンネル掘削により形状が変わるが、シミュレーションは将来の変化を推定できる。)

(参考)JR東海のシミュレーションモデルの再現性の確認方法の例

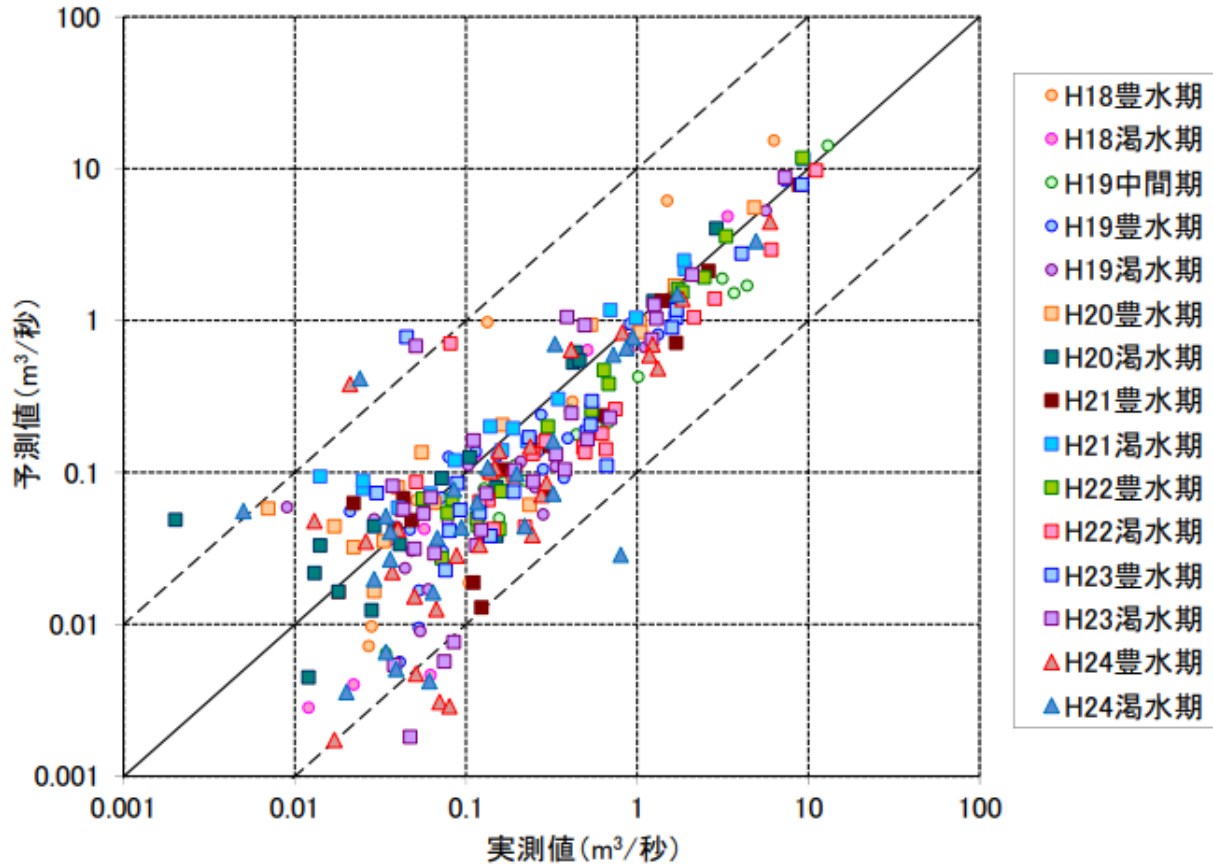


図 5-23 定期観測地点 (年2回) のモデルの再現性確認結果
(豊水期・渇水期)

3-4 GETFLOWSモデルの4つの事項

GETFLOWSでは、シミュレーションモデルにおいて重要な4つの事項を以下のとおり設定

① 運動方程式の選択(水の運動の仕方を仮定)

地表水:(線形化)拡散波近似を適用した浅水波方程式を使用。
地下水:一般化ダルシー式を使用。

② 連続式の選択(物質の連続性を仮定)

質量収支式を使用。 ⇒一般に水理的には「質量保存則」という。流体内に固定した3次元領域を想定した場合、同領域での単位時間あたりの体積変化(増加または減少)は3次元(x,y,z)の単位時間あたりの流量(流入量又は流出量)による質量変化に等しい。

③ パラメータ(媒介変数)の設定

地表水:マンニングの粗度係数を使用。(注)マンニングの粗度係数:表面の粗さの程度(抵抗)を表す数値
地下水:透水係数(絶対浸透率として入力)、間隙率、固相圧縮率、相対浸透率、毛細管圧力を使用。
絶対浸透率:間隙を流れる流体に依存せず、多孔質物体が有する固有の浸透率。

④ 境界条件の設定(解析する範囲とその範囲の境界の状態の設定)

- ・閉境界(ゼロ境界):水の出入りのない境界を設定。
- ・定圧境界(定水位境界):圧力と水飽和率(水位)を固定した境界を選択可能。

3-5 数値シミュレーションの考え方とその評価(JR東海モデルとGETFLOWSモデルの地下水位位置の違いの理由)

(理由)

- ・JR東海モデルは水の収支を解析するモデル。
地中内のメッシュ(要素)への水の溜まり具合を推定するもので、詳細な地下水の動きを計算することを目的とするモデルではない。
- ・GETFLOWSは、表流水と地下水を一体的に解析し、地下水の浅層及び深層に渡り、3次元モデル化が可能で、地中内の流向・流速を計算するモデル。

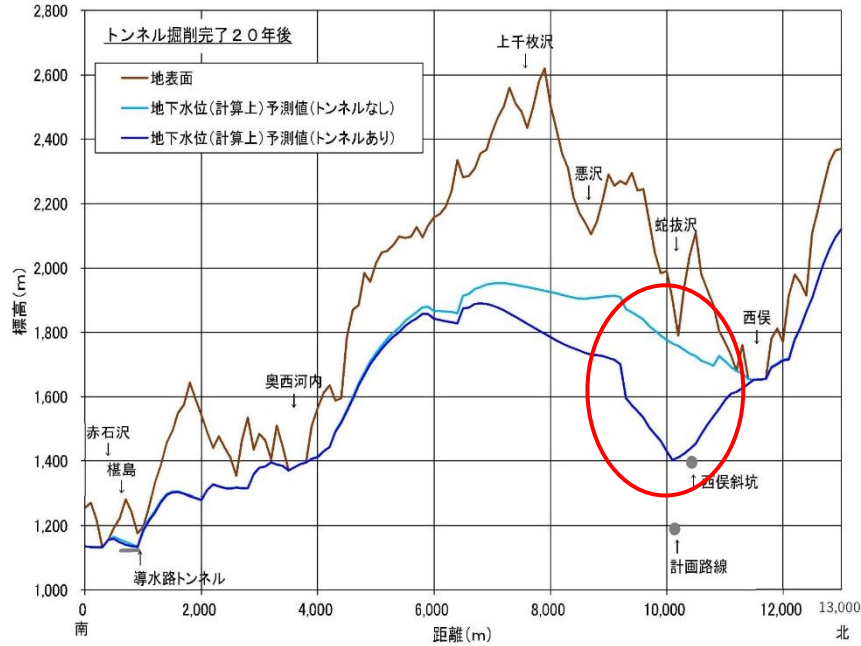
(その結果)

- ・JR東海の計算結果では、地下水位は山体内の標高の低い部分に形成される。
よって、降雨がないときは、地下水位より上の高標高部の沢(たとえば蛇抜沢)は地下水は流入しないと計算される。
しかし、定常解析では、常に降雨量があるという条件を与えるため、沢の流量は一定量が維持された計算結果となる。(注)定常解析についてはP27参照
- ・GETFLOWSでは高標高部にも地下水位が形成されており、ある程度、実現象を再現していると考えられる。

- ⇒・JR東海モデルは、地下水位の形成が再現されていないため、沢の流量、とりわけその日々の変化を推定するモデルとしては使えない。河川の平均流量については、パラメータをうまく設定することによって、一定の再現性がある。(P22参照)
- ・沢の流量予測としてはGETFLOWSを用いるべき。

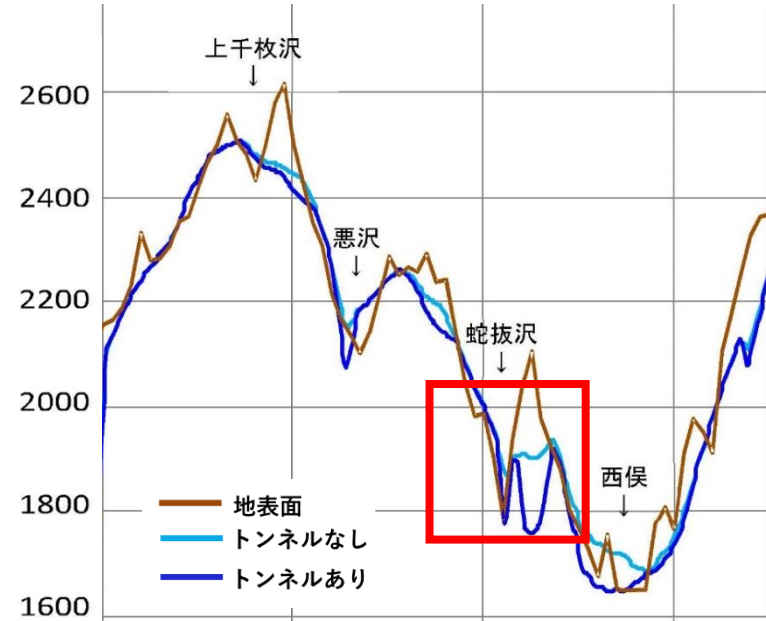
3-6 JR東海モデルとGETFLOWSモデルの地下水位位置の違い

JR東海モデル



出展: 第13回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2021.12.19) 資料2 P4-24
静岡市加筆(赤枠)

GETFLOWSモデル



出展: 第13回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2021.12.19) 資料2 P4-24
静岡市加筆(赤枠)

シミュレーションモデルの性能を車に例えると…

| | | ①コンパクトカー | | ②スーパーカー |
|-----------------|-------|----------------------|----|------------------------|
| 燃料 (外力条件) | | レギュラーガソリン／プレミアムガソリン | 小差 | プレミアムガソリン |
| エンジン (解析モデル) | | 1,000cc — 100馬力 | 大差 | 6,000cc — 1,000馬力 |
| 車体・タイヤ | | 市街地仕様 乗り心地: やわらかい | | サーキット仕様 乗り心地: 極めて固い |
| 燃費 | | 高い | | 低い |
| 値段 | | お手頃 | | 超高価 |
| 使用場所での評価 | 近所 | ◎ | | △? |
| | サーキット | △? | | ◎ |

※コンパクトカー、スーパーカーの例は、JR東海モデル、GETFLOWSモデルを想定しているわけではない。

⇒①、②どちらが絶対的に優位とは言えない。

使う場所によって、どちらが使い勝手がよいか、よい結果が出せるかが異なる。 26

3-7-1 数値シミュレーションの考え方とその評価(①定常解析と非定常解析の違い(生物への影響を見るためには、非定常解析も必要))

①定常解析(解析期間内で外力(降雨量など)は一定(定常)と仮定して解析するもの)

解析目的: 全体的・平均的な水収支の傾向(総流量又は平均流量)を推定するときに有効。

(例) 降雨量年間3,650mm、10mm/日

降雨量の入力の方法

降雨量は年間を通じて一定



川の流量は年間を通じて一定



(適用例) 中下流域の河川平均流量を推定

(解析結果) 実際には降雨のない日も降雨ありとして計算するため、例えば、沢へは常時「降雨による表流水」が維持されている。よって、「一年中、沢は枯れない」と計算される。

②非定常解析(解析期間内の外力(降雨量など)の日々刻々の変化を考慮して解析するもの)

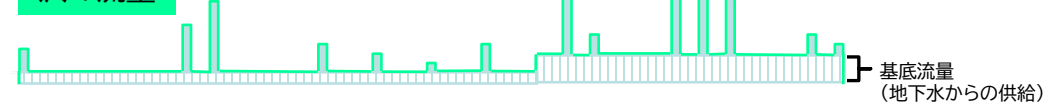
解析目的: 日々刻々の河川や沢の「流量変化」を推定するときに有効。

(例) 降雨量年間3,650mm、
毎日0~70mm/日で降雨量は変化。

降雨量は毎日変化。



沢の流量



(適用例) 渇水期の水の流量変化

(解析結果) 沢の流量は基底流量(地下水からの供給) + 降雨による表流量。
降雨がない日は沢の流量は減る。
トンネル掘削により地下水からの供給量がゼロになると、「沢枯れの日が発生する」。

3-7-2 GETFLOWSの解析における定常解析の事例

トンネル掘削前後の沢の流量変化(河川合流部付近の沢の地点)。
 流域に主要な断層を含まない沢については、流量減少の傾向は確認されなかった。
 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たが、その他の沢については流量減少の傾向はみられなかった。

<解析上の掘削前流量が0.3m³/s以下の沢>

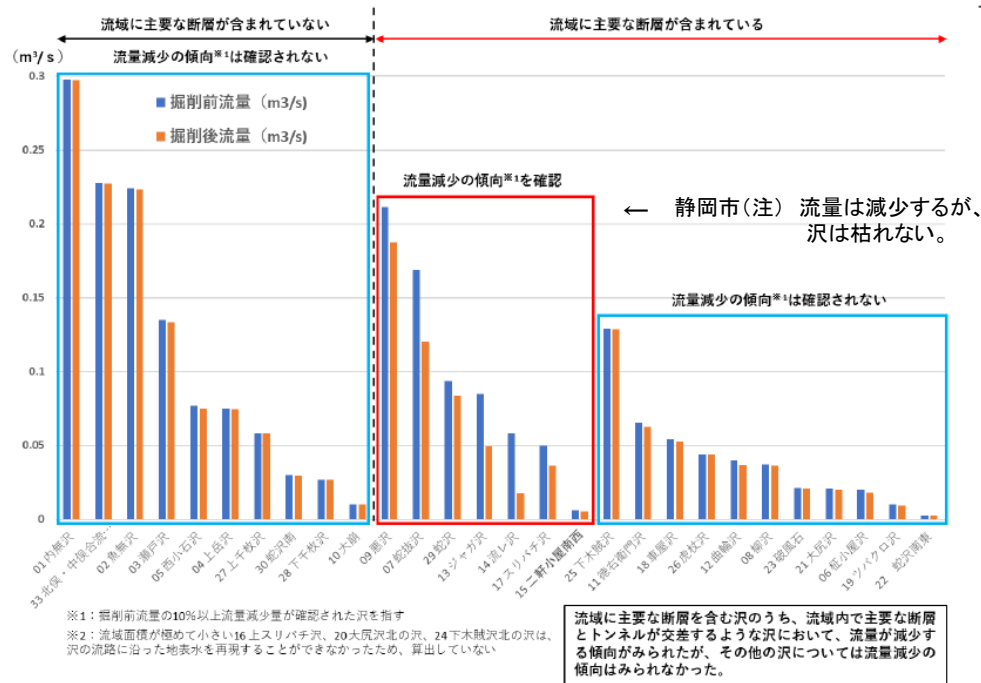


図 3.27 (1) トンネル掘削前後の沢流量変化 (定常解析) ①

出典:第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2023.11.7) 資料3-33

<解析上の掘削前流量が1.0m³/s以上の沢>

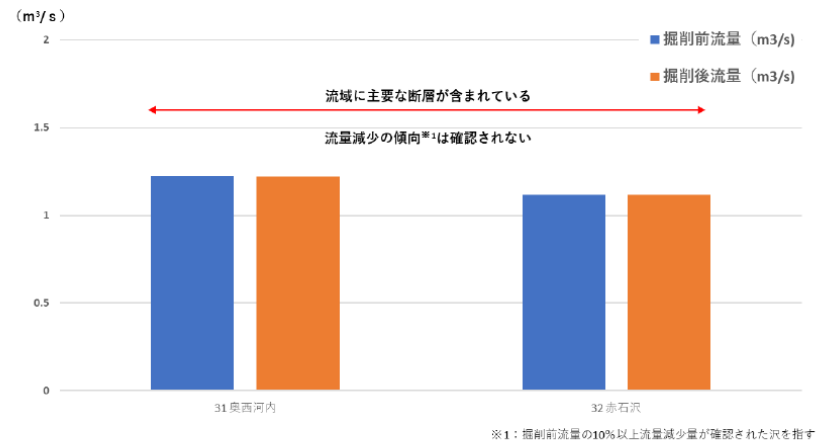


図 3.27 (2) トンネル掘削前後の沢流量変化 (定常解析) ②

出典:第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2023.11.7) 資料3-34

3-7-3 生物への影響を見るためには、非定常解析も必要

- ①トンネル掘削による「沢等の流量変化の傾向」を見るためには、「定常解析」は有効。(どの沢がより大きな影響を受けるかを知る。)

 - ②影響が大きい沢において、「沢の流量変化が生物の生息にどう影響するかを推定する」ためには、「非定常解析」が必要。
- ⇒(理由)生物への影響は、「1年を通じた平均的な流量変化」ではなく、「最も深刻な状態が発生する日・時間の流量変化」によって大きな影響が出る。

3-7-3 GETFLOWSの解析における非定常解析の事例

渇水期等の降雨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った。

定常解析の結果、流量減少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た。

静岡市(注)

トンネル掘削後は、沢の最高標高点が下がる
+ 流量が減少する。

出典: 第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2023.11.7) 資料3-45・46

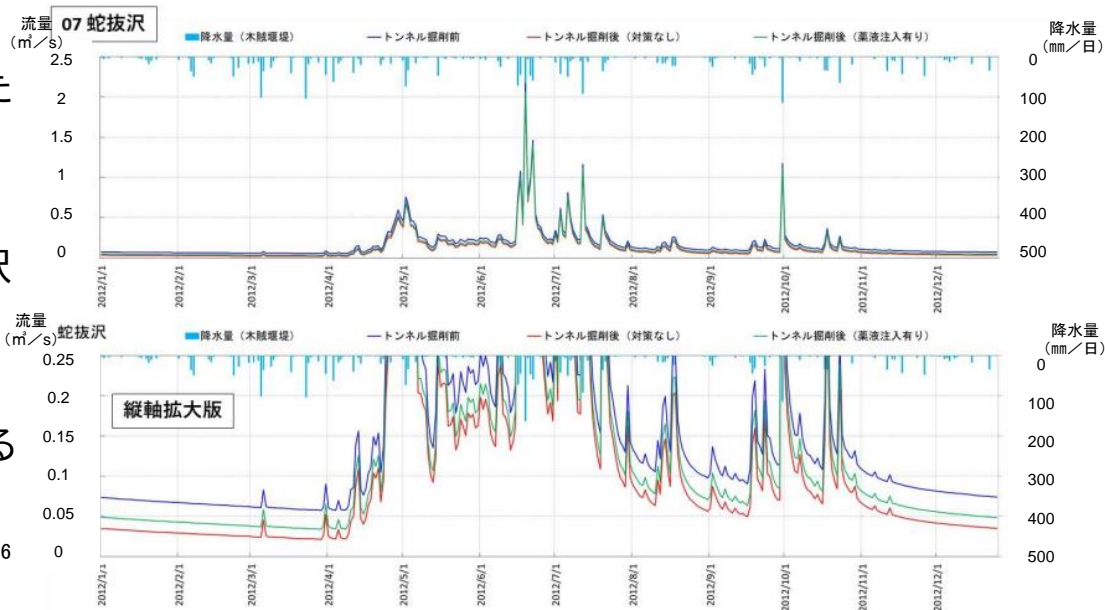


図 3.40 蛇抜沢の流量変化 (非定常解析)

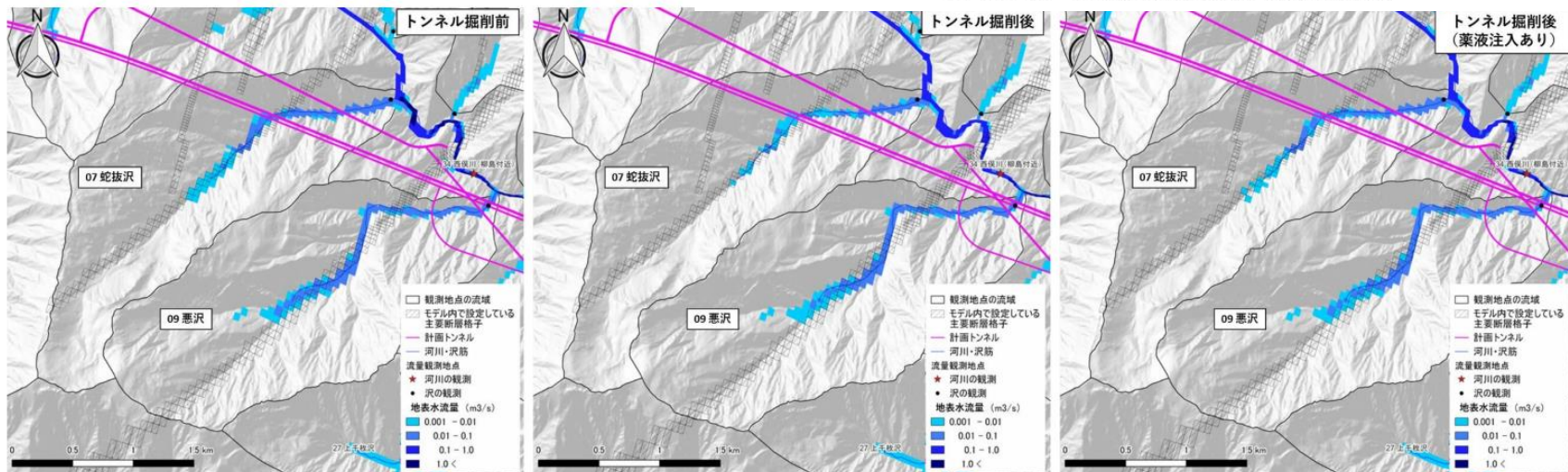


図 3.47 【蛇抜沢、悪沢】2012年3月29日における地表水流量の変化

出典: 第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2023.11.7) 資料3-51

3-8 シミュレーション結果の信頼性の評価

- ・シミュレーションモデルにおいては、現況(観測値)をよりうまく再現できるように、パラメータを人為的に(一定の合理性をもって)変更する。
- ・透水係数 10^{-4} m/sは、 10^{-5} m/sと比べて、地中の水の流れやすさは10倍となる。だからと言って、解析結果としての沢の流量が10倍異なるわけではない。
- ・モデルの内容(仮定や単純化、方程式)を知らないで、「シミュレーションの結果に過度に信頼性を置くこと」、逆に「パラメータの取り方だけをもって信頼性に過度に疑問を持つこと」は、適切な考え方ではない。
- ・シミュレーション結果は、「ある仮定をおいて将来の状態を推定すると、およそこの程度になるという程度の信頼性である」という理解が必要である。
- ・解析目的(年平均的な流量予測か、日々の沢の流量予測かなど)に応じて、モデルの選択が必要である。

(参考)自然物と人工物のシミュレーション精度の違い

| | ①自然物 (ある山域の水流動シミュレーション) | ②人工物 (自動車衝突変形シミュレーション) |
|-------------------------------|--|--|
| 解析対象の場所 の環境条件 (気温・降雨量等) | 環境が場所・時間により変化する空間での限られた観測データに基づき設定。 | 室内という管理可能な空間で、気温・降雨量等は設定可能。 |
| 材料強度 | たとえば山体の岩の強度は限られたボーリングデータに基づき設定。 | 人工物のため、部品一つひとつまで強度がわかっている。 |
| 構造物の 形状のモデル化 | 地中のことはよくわからないが、仮定により設定。 | 人工物のため、構造は完全にわかっている。精緻なモデル化が可能。 |
| モデルの精度(再現性)の確認 | 「限られた場所・時期での観測データ」と「シミュレーションモデルの解析結果」を比較して評価。 (一般には観測データを解析結果は十分には再現できない。(相関係数が高くない。)) ⇒モデルの修正も行うが、最後はパラメータや外力条件の変更で再現性を上げる。 | 異なる条件下(衝突速度、車種等)でシミュレーションモデルの再現性を確認できる。 ⇒モデルを修正できる。 |
| シミュレーション解析における実現象の再現性 | 限界がある。 | 高くできる。 |

(参考)土石流シミュレーションと土石崩落シミュレーションの違い

| | ①土石流シミュレーション | ②土石崩落シミュレーション |
|-----------------|--|---|
| 物質 | 流体としてある程度均質な物質と仮定可能。 | 土石が崩落するときは、巨石から細粒土まで混ざっているが、土石の大きさの分布は推定が困難。大胆な想定(仮定)を置かざるを得ない。 |
| 運動方程式 | 流体として運動するとして、運動方程式の定式化が可能。 | 重力で落下するが、土石がどのように落下し堆積するかについては、「重力」の働きを除いて定式化が困難。 |
| 連続性等 | 水は移動しても体積は変わらず、堆積すると水平になる。 ⇒定式化が可能。 | 岩として固結していたものが分離して崩落することにより体積も変わる。堆積したときの形状も仮定が必要。 |
| モデルの再現性の確認 | 流体としてのモデルの再現性をある程度確認が可能。 | 実現象の事例が少なく、モデルの再現性の確認がしにくい。 |
| シミュレーションモデルの再現性 | 実用に耐えうる。 | 深層崩壊によりどの程度の大きさの岩石が落下するかは様々な想定がありうる。多くの大胆な仮定の上での計算となり、再現性を評価しにくい。 |

4 報告書についての県、市の見解(案)の整理

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さらなる濃度低下努力が必要 | // |

有識者会議報告書(令和5年12月)についての静岡市の課題認識

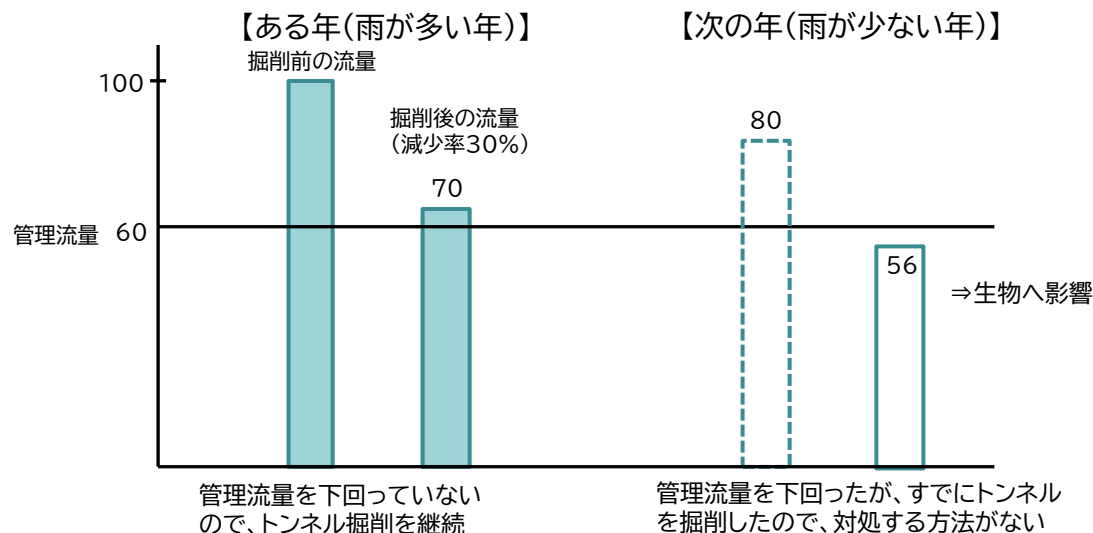
| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|---|--|
| <p>(P3 4～9行目) ・JR東海におけるトンネル掘削等の工事計画に対する環境保全に関する取組みは、事前に収集できる限られたデータに基づくものであること、事前のシミュレーション等の予測が一定の仮定を置いて行われるものであること、実際の自然環境が多様かつ複雑であること等により、例えば、全ての生物に対して、全ての環境の変量がどう利くかということを明らかにすることはできないなどの、多くの不確実性を伴うため、不確実性を前提として各対策を考える必要がある。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>(P4 下から1～7行目) ・上流域モデルを用いたトンネル掘削を考慮したシミュレーションの結果、主要な断層とトンネルが交差する箇所周辺の沢において、流量が減少する傾向が確認され、その他の沢については、流量変化の傾向は確認されなかった(別添資料4)。 ・上流域モデルによるシミュレーションの予測結果及び文献調査によれば、断層とトンネルが交差する箇所における断層及び断層周辺地山への薬液注入によるトンネル湧水量の低減により、沢の流量減少を低減する効果が期待されることが確認された(別添資料5)。</p> <p>(P10 15～22行目) ・シミュレーションによれば、トンネル掘削に伴い地下水位がGL-29mからGL-99mまで変化したとしても、地表面から2mまでの範囲の土壌(A層、B層、C層)の飽和度に影響は及ばない結果となったことから、地表面付近の層には、地下水面からの毛管現象による吸い上げの影響が及んでいないと考えられる。 ・以上の結果から、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。</p> | <p>・「シミュレーション等の予測が一定の仮定を置いて行われるものであること」、「多くの不確実性を伴うため、不確実性を前提として各対策を考える必要がある」としていながら、報告書のその後の記述は、「流量変化の傾向は確認されなかった」など、不確実性について記述することなく結論づけている。</p> <p>・不確実性の存在への対応は、事前の詰め(影響の具体化、回避・低減措置の検討など)を十分に行うことなく、「順応的管理」によって、工事施工後に対応するという考え方に見える。</p> <p>・「生態系保全措置は影響が出たことが確認されてから行う」という考え方は、影響が出た時にはすでに手遅れという事態を招き、影響の回避・低減を危うくする考え方である。</p> |

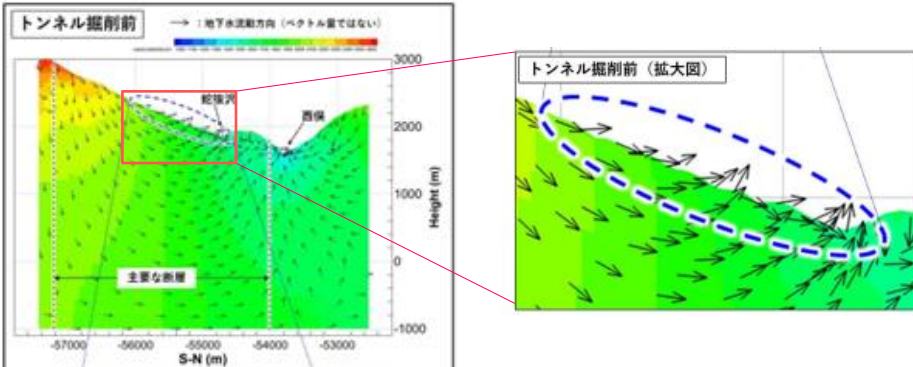
有識者会議報告書(令和5年12月)についての静岡市の課題認識

| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|--|---|
| <p>(P4 下から1~4行目)</p> <p>・上流域モデルによるシミュレーションの予測結果及び文献調査によれば、断層とトンネルが交差する箇所における断層及び断層周辺地山への薬液注入によるトンネル湧水量の低減により、沢の流量減少を低減する効果が期待されることが確認された(別添資料5)。</p> | <p>『シミュレーションの予測結果』によれば、薬液注入によるトンネル湧水量の低減により、沢の流量減少を低減する効果が期待されることが確認された」とのことである。シミュレーションにおいては、「薬液注入により透水係数が小さい値となる」として、小さい透水係数をパラメータとして設定する。よって、そのシミュレーションの結果、トンネル湧水量の低減→沢の流量減少の低減となることは、シミュレーション結果を待つまでもなく、自明である。</p> <p>問題は「高被圧地下水帯において薬液注入により透水係数を下げることの有効性」である。</p> <p>「3. 薬液注入の止水効果と耐久性及び水質管理について」(資料編 別3-1)において、止水効果として、青函トンネルの例などが示されている。南アルプスで問題視されているのは、断層破碎帯のうち、局所的に透水係数が大きく、突発湧水が発生するような10^{-4}(m/s)レベルの透水係数の場所である。そこでは、湧水量も多く高水圧なため、薬液注入の効果が十分でないときのリスク管理である</p> |
| <p>第27回リニア中央新幹線 静岡工区 有識者会議(R5.11.7) 資料2 トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み(案)【本編】及び【資料編】 令和5年11月 東海旅客鉄道株式会社</p> <p>について、本資料では、「本編」、「資料編」とする。</p> | <p>⇒(静岡市の課題認識) 被圧地下水帯における薬液注入の効果について、より精度の高い検証が必要である。</p> |

有識者会議報告書(令和5年12月)についての静岡市の課題認識

| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|--|---|
| <p>(P6下から1・2行目) ・季節毎に管理流量・管理流況、警戒流量・警戒流況を設定し、モニタリングすることとした。</p> <p>(注21下から5・6行目) ・管理流量・管理流況に至った場合、トンネル掘削工事を一時中断の上、(後略)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングとして重要なことは、「トンネル掘削後の沢等の流量が季節毎の管理流量に至るか否か」に加えて、その年の流量に対する減少率である。 ある年が雨が多い状態のときは減少率が大きくても管理流量を下回らないが、翌年に雨が少ないときにはその減少率の場合には管理流量以下の流量になってしまう可能性がある。 ・そのときには、「すでに悪い結果が出てしまっており、対策をとるのには手遅れの状態」に至っている。 ・管理流量の定め方については、より慎重な検討が必要。 |



| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|---|---|
| <p>(P10上から3～5行目) ・ボーリング調査の結果によれば、安定した地下水位が地表面から30m以内には確認されなかったことから、山体全体として広域に分布していると考えられる地下水位は、地表面から30mより深いと考えられる。</p> <p>(P10上から20～22行目) ・以上の結果から、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。</p> | <p>・このボーリング調査は千枚小屋付近(標高2,600m付近)の一箇所で行われたものである。その結果、「安定した地下水位が地表面から30m以内には確認されなかったことから、山体全体として…」とあるが、一箇所のボーリング結果をもって「山体全体として広域に分布していると考えられる地下水位は、地表面から30mより深いと考えられる」は合理性がない。(沢への湧水地点では、地下水位は地表面から0mである。)</p> <p>・GETFLOWSの解析においては、沢の地下水は山体内の地下水が流出している結果となっている。たとえば本編3-38の図3.31においても、地下水は上向きに流れ、沢に湧水している。</p>  <p>出典:第27回リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議(2023.11.7)資料2本編3-38 赤字は市加筆</p> <p>・よって、「以上の結果から、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」とし、かつ「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」と結論づけるのは早計である。</p> |

有識者会議報告書(令和5年12月)についての静岡市の課題認識

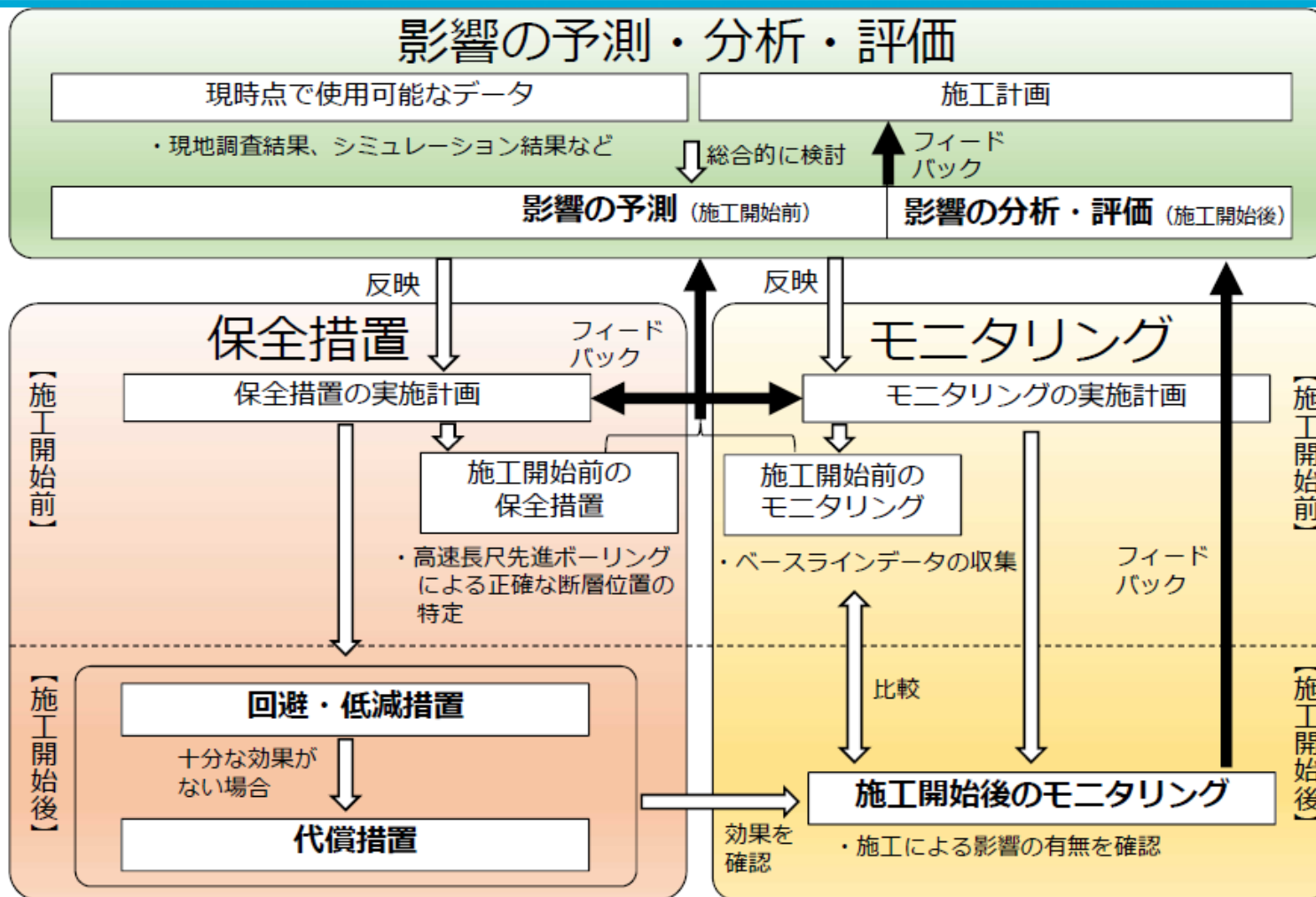
| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|---|--|
| <p>(P11 上から5～13行目) ウ. 高標高部の湧水に関する調査 ・ 化学的な成分分析の結果によれば、湧水は比較的滞留時間が短い水であることが確認された。</p> <p>・ 湧水が湧出している場所は、微地形に依存して局所的に分布しており、このような場所における湧水は地表面付近で局所的に流動している地下水であると考えられる。</p> <p>・ 以上のことから、高標高部の湧水は深部の地下水との水理学的な連続性は低いと考えられ、トンネル掘削により地下水位が低下しても、高標高部の湧水に影響が及ぶ可能性は低いと考えられる。</p> <p>(参考) (P4 (1)影響の予測 ア 沢の流量変化の分析等 下から7行目～) 「上流域モデルを用いたトンネル掘削を考慮したシミュレーションの結果、主要な断層とトンネルが交差する箇所周辺の沢において、流量が減少する傾向が確認され、(後略)」</p> | <p>・ 化学的な成分分析の結果はそのとおりであり、深部の地下水が高標高部湧水点や沢等の地表に流出してくるわけではない。しかし、図3.31では、高標高部の湧水は深部の地下水と連続し、深部地下水の上にある状態である。深部の地下水は動きが小さいため、滞留時間が長く、上部湧水とは異なる成分であることは理解できる(本編4-70 表4.18)。</p> <p>・ しかし、そのことをもって「高標高部の湧水は深部の地下水とは水理学的な連続性は低いと考えられ」とし、さらに「トンネル掘削により地下水位が低下しても、高標高部の湧水に影響が及ぶ可能性は低いと考えられる。」とするのは早計ではないか。</p> <p>・ 「湧水が湧出している場所は、微地形に依存して局所的に分布しており、このような場所における湧水は地表面付近で局所的に流動している地下水であると考えられる。」という表現は、高標高部の沢の最上流部付近の湧水にも適用できる表現である。もし、「局所的に流動している地下水」であれば、全体の供給量が少ないため、沢等は渇水期には早々に枯れてしまうのではないか。そうであれば、GETFLOWSの解析結果と矛盾するのではないか。とりわけ、地下水が上向きに流れることがあることをどう認識しているのか示す必要がある。</p> <p>(参考) ・ 断層部においては、深部地下水と沢に流出する地下水は繋がっていることを示している。</p> |

有識者会議報告書(令和5年12月)についての静岡市の課題認識

| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|--|---|
| <p>(P5 上から5～7行目)</p> <p>(1) 影響の予測</p> <p>イ. 沢の流量変化に伴う生態系への影響</p> <p>・ 沢の流量減少に伴って水辺の地下水位が低下する区間では、河道内や河岸に湧出する湧水流量の減少によって、水生生物や河岸・窪地の湿地植生、陸生動物に影響する可能性があると考えられる。</p> | <p>・「植生、陸生動物に影響する可能性がある」としているが、報告書のどこにも「植生、陸生動物の影響の程度」は示されていない。大事なことは、「沢の水が減少する予測」ではなく、「沢の水が減少したことにより、生物にどのような影響が出る可能性があるかの予測」である。</p> <p>報告書はこれについての言及が不十分である。</p> <p>(参考)このことは、JR東海の資料も同様である。</p> <p>「本編3 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」においては、GETFLOWSによる沢の流量変化の分析が示されている。しかし、植生や水生生物への影響範囲は示されていない。</p> |

有識者会議報告書(令和5年12月)についての静岡市の課題認識

| 報告書の記述 | 静岡市の課題認識 |
|---|--|
| <p>第2章 トンネル掘削による南アルプスの環境への影響と対策 (P3 上から16~19行目) 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(別添資料1)。</p> <p>第3章まとめと今後に向けた提言 (P17 上から6~13行目) トンネル掘削前にベースラインデータを収集し、工事前の自然環境を踏まえた上で、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り、今後、トンネル掘削前、掘削中、掘削後の全ての期間を通じて、関係者間で連携しつつ、細心の注意を払いながら着実に、整理された対策に取り組む必要がある。また、必要に応じて論点横断的に対応することも重要である。</p> <p>(P17 上から18~19行目) 管理流量等の範囲を逸脱するような事象が発生した場合は、早期にその兆候を掴み、躊躇なく工事の進め方を見直すことが必要(後略)</p> | <p>・「フィードバックし、必要な見直しを行う」としているが、別添資料1のフィードバックは、「施工開始前」の「保全措置の実施計画」にフィードバックしている。 実際は、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。</p> <p>・順応的管理の考え方は示されているが、実際にどのような具体的順応的管理を行うかについては「管理流量」の例示がある程度で具体的には示されていない。 よって、「具体的な順応的管理の内容」については、JR東海と静岡市で具体的に検討していく必要がある。</p> |

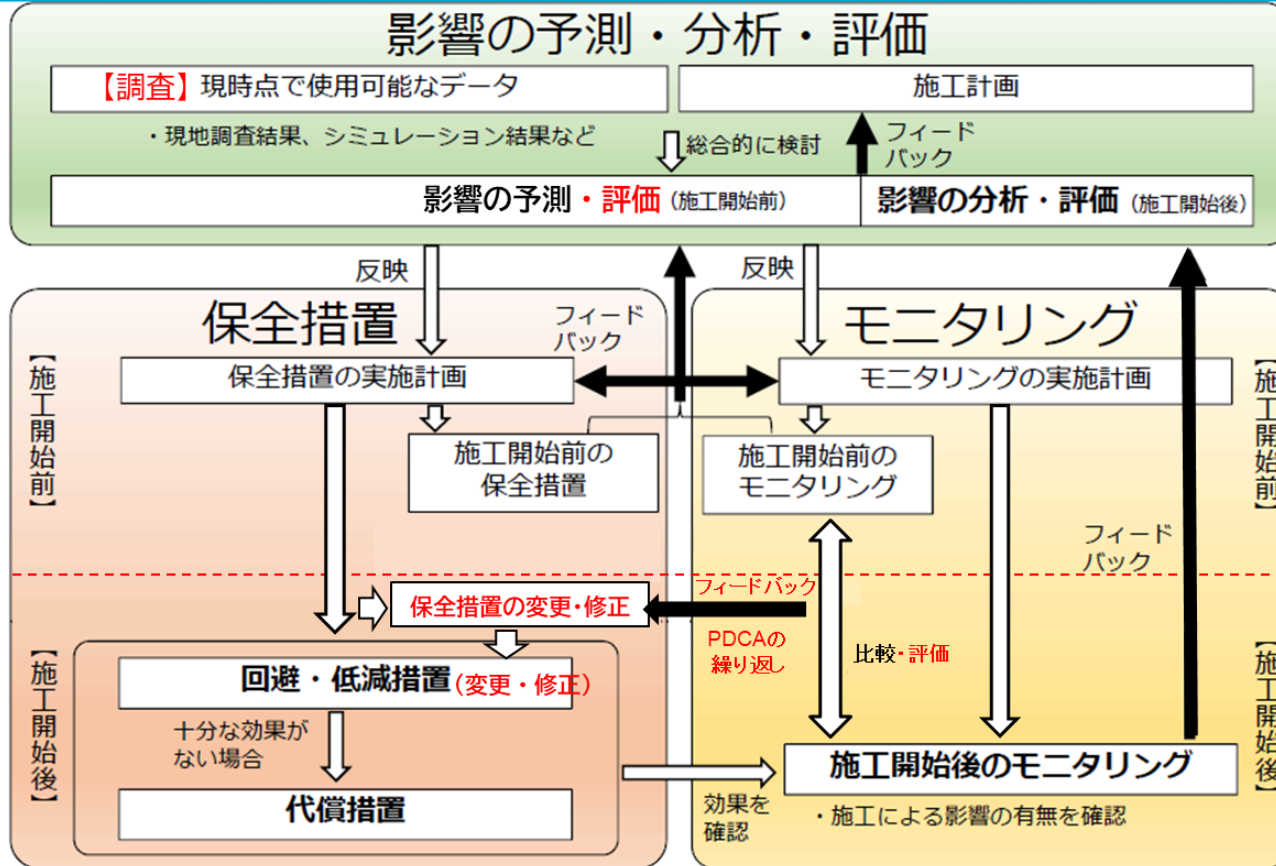


※1 順応的管理：不確実性の高いものに対し、評価（現状把握）とフィードバックを繰り返し、状況に合わせて適宜追加の対策を講じることに主眼を置いたリスク管理の考え方。
（「道路環境影響評価の技術手法「13. 動物、植物、生態系」における環境保全のための取り組みに関する事例集（平成27年度版）」、国土技術政策総合研究所）

※2 ステークホルダーとの双方向のコミュニケーションや第三者によるフォローアップを適切に実施することが重要。

静岡市の「順応的管理」の考え方

影響の予測・分析・評価、保全措置、モニタリング等の共通の考え方(順応的管理) 国土交通省 別添資料1



※1 順応的管理：不確実性の高いものに対し、評価（現状把握）とフィードバックを繰り返し、状況に合わせて適宜追加の対策を講じることに主眼を置いたリスク管理の考え方。
 （「道路環境影響評価の技術手法「13. 動物、植物、生態系」における環境保全のための取り組みに関する事例集（平成27年度版）」、国土技術政策総合研究所）
 ※2 ステークホルダーとの双方向のコミュニケーションや第三者によるフォローアップを適切に実施することが重要。

(説明)

出典: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～ 2023.12月 赤字は静岡市が加筆・変更

①国土交通省の考え方では、『施行開始前のモニタリング』と『施行開始後のモニタリング』の『比較』の結果、施行開始前の「保全措置の実施計画」で想定していた状況とは異なるより厳しい状況(影響が事前想定より大きい)が発生した時に、「保全措置の実施計画」を見直すことが示されていない。

②「施行前のモニタリングと施行後のモニタリング」の比較・評価により、あらかじめ決めていた「保全措置の変更・修正」のPDCAを繰り返すことが重要である。

5 モニタリングの意義と影響評価の方法

5 モニタリングの意義と影響評価の方法

1 モニタリング結果の活用方法

→工事の実施前

- ①事前のモニタリングによって、「事前に」保全措置上「重要な種」が「どの領域に」「どの程度の量・数」が存在するかを把握しておく。
- ②シミュレーション等による影響予測に基づき、事前に保全措置上「重要な種」について「どこで」「どの程度の影響が生じる可能性があるか」を予測しておく。(ただし、種の具体的生息地点ではなく、生息領域の予測で十分ではないか)

→工事の実施中

- ③「事前のモニタリング結果」と「事後のモニタリング結果」を比較し、「どの領域に」「どの程度の影響が生じたか」を確認・特定する。
- ④あわせて、確認・特定の結果、それが事前の推定と異なるか否かを確認する。
- ⑤事前の推定の結果と異なる場合に、事前に定めた「保全措置」の変更が必要か否かを確認する。

2 事前のモニタリングの重点実施箇所と時期

- ①保全措置上、「重要な種」については、影響の発生予測の大小にかかわらず、全体としてどこにどの程度存在するかは確認しておく。(想定外の場所に影響が発生するおそれがあるため)
- ②保全措置上、「重要な種」でかつ「影響が生じる可能性が高い場所」については、より高い精度で存在状況を確認しておく。
- ③工事着工後に実際に現場工事が進み、影響が生じるまでには少なくとも2年かかる。よって、事前のモニタリングの実施時期については、できる限り早期に開始するとともに、工事着手直後も続けることが望ましい。(2024年雪解け時からモニタリング開始が必要ではないか)

6 今後の進め方

6-1 今後の検討の進め方

1. シミュレーション結果を踏まえて、「沢の湧水地点の標高の低下と沢の流量減少」及び「高標高部の湧水点の湧水量が減少」が生じる可能性の高い場所の特定と生態系への影響範囲の特定
2. 1よりも可能性は低いですが、同様の影響が生じる可能性のある場所の特定と生態系への影響範囲の特定
3. 上記1、2の範囲における「重要な種」の生息の可能性の評価
4. 重点的なモニタリングの範囲と対象種の特定
5. モニタリング計画の策定
6. 生態系への影響の回避・低減・代償措置の基本的な考え方の検討
7. 事後のモニタリング結果を踏まえた保全措置の見直しの考え方の検討
8. 影響の回避・低減・代償措置についての共通理解