

5 地下水位低下による植生への影響

(1) JR東海モデルによる地下水位予測値低下量図の解釈について

- ・ JR東海が環境影響評価を実施した際には、トンネル工事による水資源利用への影響の程度を把握することを目的として、水収支解析モデルTOWNBYを使用しています。このモデルは鉄道技術研究所(現鉄道技術総合研究所)で1983年に開発され、その後も改良が加えられ、鉄道をはじめ道路、水路など多数の山岳トンネルに適用されてきた実績のある手法です。このモデルによってトンネル掘削後の河川流量やトンネル湧水量を算出し、水資源に係る環境保全措置の検討に活用しています。
- ・ このモデルにおいて、地下水位は、解析の目的を踏まえ、あくまでトンネル湧水量や河川流量の計算過程のひとつとして随時算出していますが、本来、場所によっては複数存在すると考えられる帯水層を1つ(1メッシュあたり地下水位は1つ)にする等、計算条件を簡略化して算出しています。
- ・ そのため、解析結果から沢単位など局所的な地下水の分布や変化、及び地上の植生への影響を予測することはできません。

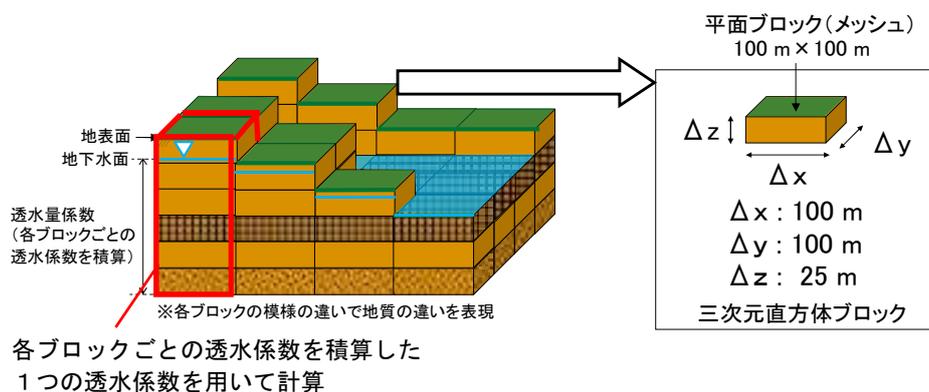


図 5.1 モデルの構造のイメージ

- ・ 令和2年7月16日に開催された国土交通省の第4回有識者会議において、このような性質を持つJR東海モデルによる地下水位予測値低下量図(図5.2)をお示ししたところ、トンネル周辺の山の尾根部において、地下水位が局所的に300m以上低下する計算結果となっていることから、令和2年7月31日「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議(合同部会)」において静岡県くらし・環境部より「これによる自然環境への影響については十分な評価が必要」とのご意見が出されました。
- ・ 地下水位低下による自然環境への影響と対応については、第3章、第4章においてご説明してまいりましたが、本章では、静岡県等からのご意見を踏まえ、特に、地下水位低下による植生への影響と対応についてご説明します。

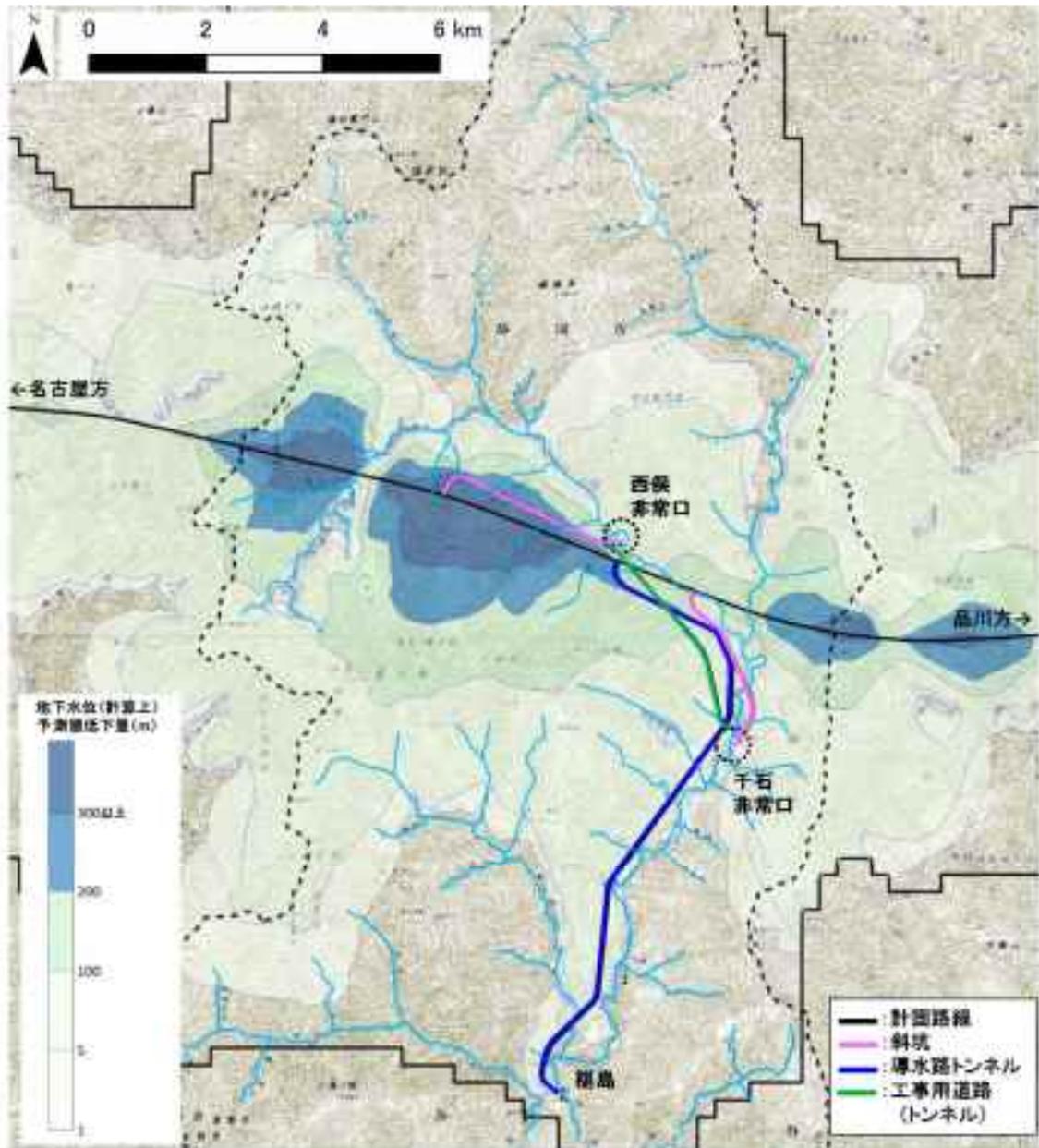


図 5.2 JR東海モデル地下水位（計算上）予測値低下量図

(2) 植生と地下水位・土壌水分量との関係について

- ・樹木の根系については、「最新 樹木根系図説 総論」(苅住 昇^{かりずみ のぼる}、2010年10月)によると、「深さ30cmまでの表層が養水分の吸収がもっとも大きく、深部では少ない」とされている通り、山林の多くの樹木の根系は、一般に、天水(雨水)によりもたらされる地表面付近の表層の土壌に含まれる水分(土壌水分)を吸収して生育しています(図5.3)。
- ・よって、トンネル掘削による植生への影響を考える上では、地表面付近の土壌水分量が地下水位低下によりどのように変化するかに着目する必要があります。
- ・次に、地下水位と土壌水分量の関係についてご説明します。
- ・通常、山地斜面は透水係数の異なる地質の層構造で構成されています。地表から浸透した水は、層境界付近では一部は側方へ移動して、一部は下方地層に浸透します。この下方地層への浸透により、地下水位(自由地下水位)が形成されています。
- ・尾根部等の地下では厚い不飽和帯¹(地下水位が深い)ができ、谷筋では薄い不飽和帯(地下水位が浅い)ができ、最終的に河川や沢に地下水が湧出します。
- ・尾根部等と沢部等における、地下水位と地表面の土壌水分量との関係については、以下の通りです。

¹ 不飽和帯：地表から地下水位(自由地下水位)に挟まれた領域。土や岩石の間隙中に気相と液相が混在する。

飽和帯：地下水位(自由地下水位)より下方の領域。土や岩石中の間隙がすべて水で満たされている。



図 5.3 現地の植生状況写真 JR 東海撮影

(尾根部等の地下水と地表面付近の土壤水分量の関係)

- ・尾根部等、地下水位が深い位置にあるような場所においては、図 5. 4 (左側) のように、降水により水分の供給を受け、それをいったん溜め込み、一部は蒸発散しますが、残りは少しずつ地下に浸透していきます。
- ・土壤水分量の地下深度による分布は図 5. 4 (右側) のようになります。
- ・地下水面において、飽和度は100%です。地下水位(自由地下水位)付近では、土砂の毛管現象²²により飽和度は高く保たれ、地表面に向かうにつれ、次第に飽和度は低下します。
- ・地表面付近に近づくと、土壤水分量は、地下水位からの影響を受けるのではなく(土壤が地下水を吸い上げる毛管現象は生じない)、降雨等の影響を受けて上昇し、また、変動する気象に大きく影響を受けて、幅を持った水色点線のような分布となります。

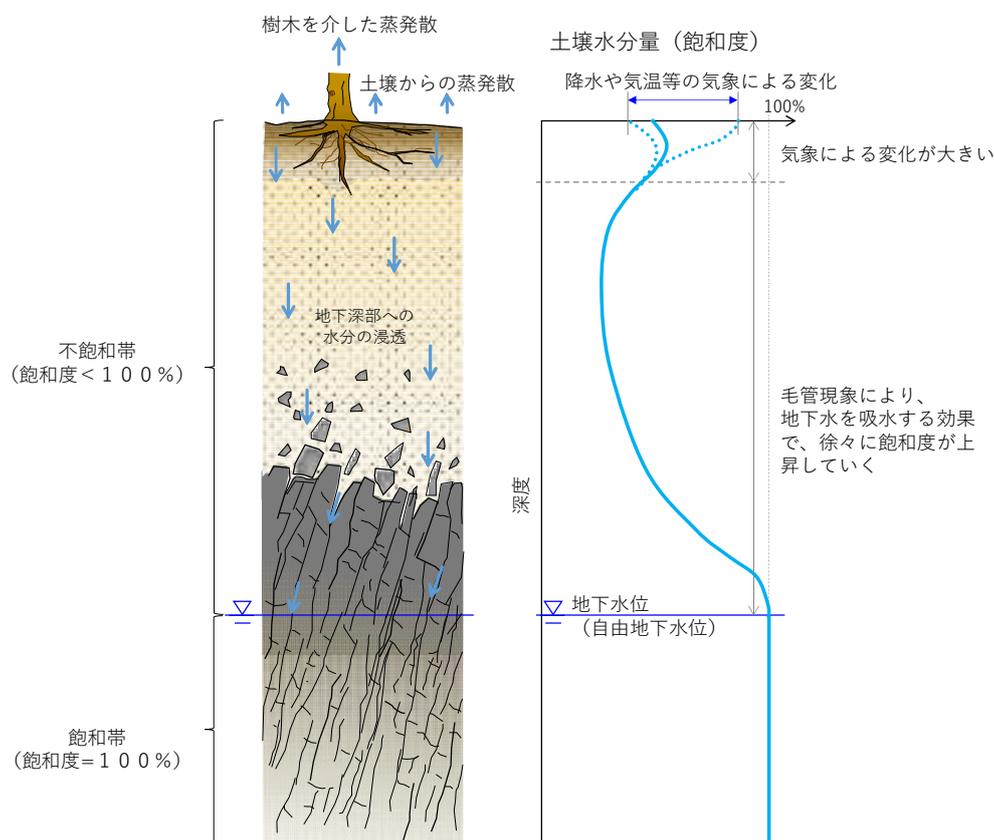


図 5. 4 地下水位(自由地下水位)と土壤水分量の関係

(尾根部等: 地下水位が深い場所)

【参考文献】図 5. 5～図 5. 7 も同様

貝塚 爽平ほか『写真と図で見る地形学』(東京大学出版、1985年)

登坂 博行『地圏の水環境科学』(東京大学出版、2006年)

ウィリアム・ジュリー、ロバート・ホートン『土壤物理学-土中の水・熱・ガス・化学物質移動の基礎と応用』(築地書館、2006年)

²² 毛管現象：乾いた布、スポンジ等が水を吸う現象のように、土砂・岩石なども水を吸収する。このような吸水(吸液)現象は、多孔質媒体に顕著なもので、毛管現象と呼ばれ、不飽和帯流動の支配的要因の一つである。現象による吸水効果の度合いは、泥岩等の細粒の方が、砂岩等の粗粒に比べてより大きくなる。

(沢部等の地下水と地表面付近の土壤水分量の関係)

- ・ 沢部等、地下水位が浅い位置にあるような場所においては、尾根部同様、降水による水分の供給のほか、土壤が地下水を吸い上げる毛管現象により、地表面の土壤水分量の飽和度は、尾根部等と比較し高くなります(図 5.5)。
- ・ また、降雨等、変動する気象による影響を受けて、幅を持った水色点線のような分布となります。

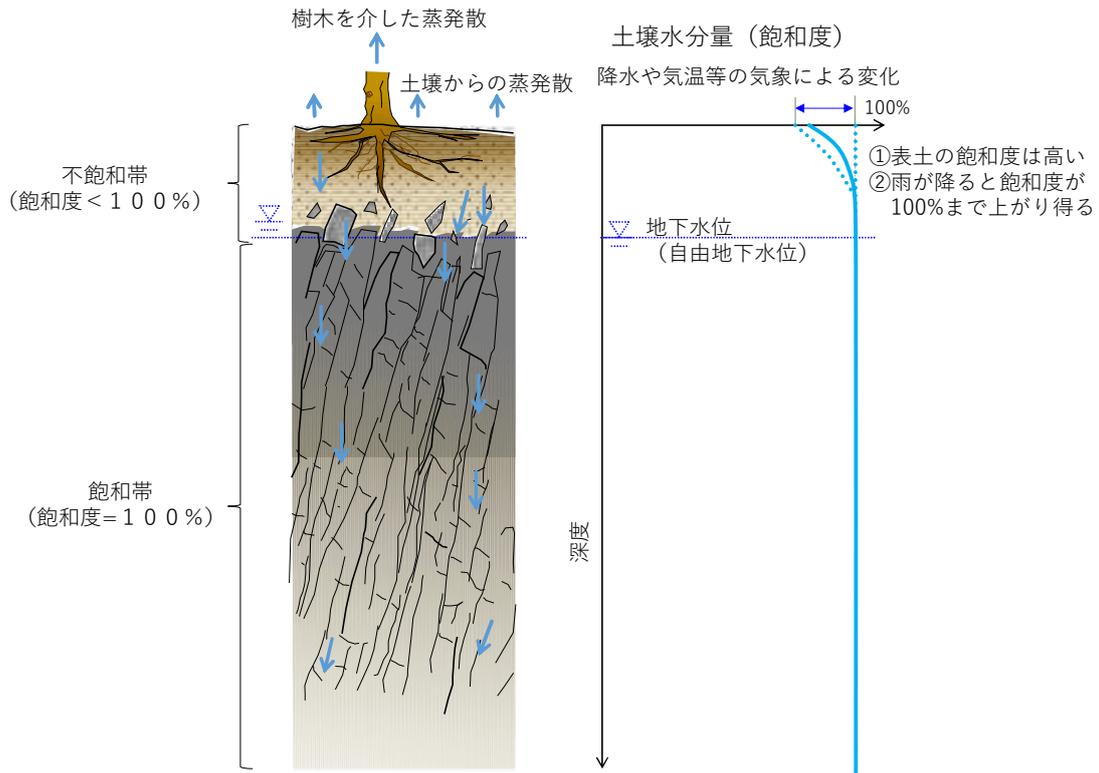


図 5.5 地下水位(自由地下水位)と土壤水分量の関係
(沢部等:地下水位が浅い場所)

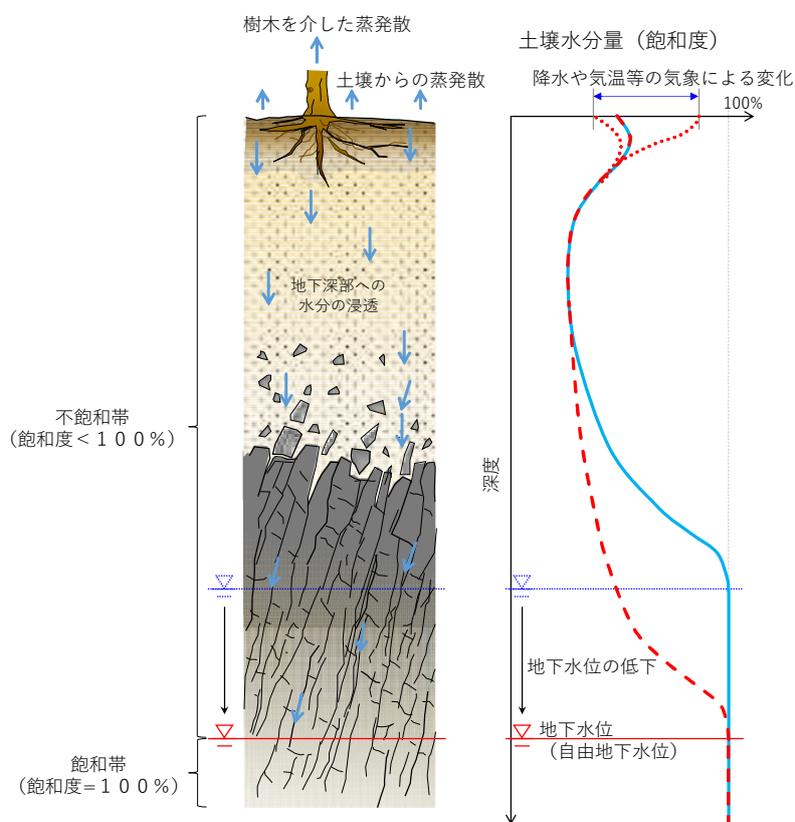
(3) トンネル掘削による植生への影響

1) 土壌水分に着目した考察

- ・トンネル掘削に伴う地下水位低下による地表面付近の土壌水分量の変化とそれに伴う植生への影響についてご説明します。

(尾根部等について)

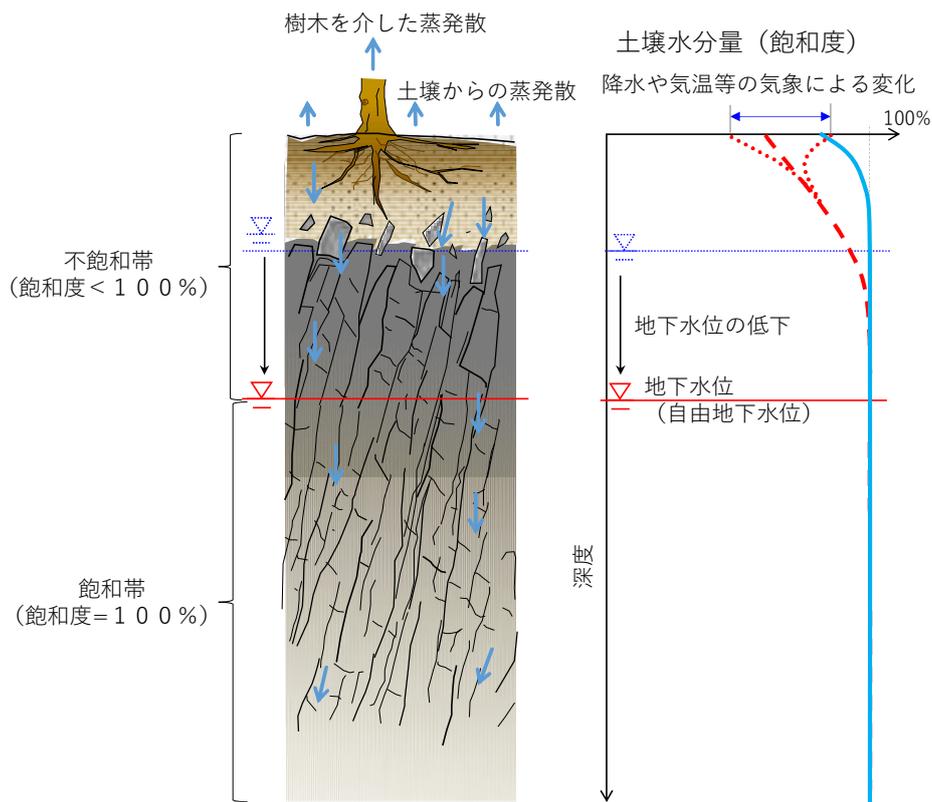
- ・尾根部等、地下水位が深い位置にあるような場所において、地下水位（自由地下水位）が低下した場合の土壌水分量の地下深度による分布を、図 5.6（赤色点線）にお示しします。
- ・トンネル掘削により地下水位（自由地下水位）が低下した場合、トンネル掘削前の地下水位（自由地下水位）付近の土壌水分量の飽和度は低下します。
- ・しかしながら、地表面付近については、トンネル掘削前においても地下水位面からの毛管現象の影響をほとんど受けていないことや、降雨等による土壌水分量への影響が大きいことから、地下水位低下による地表面付近の土壌水分量への影響は極めて僅かであると考えられます。



**図 5.6 地下水位（自由地下水位）と土壌水分量の関係
（トンネル掘削により地下水位が低下した場合：尾根部等）**

(沢部等について)

- ・ 沢部等、地下水位が浅い位置にあるような場所において、地下水位（自由地下水位）が低下した場合の土壤水分量の地下深度による分布を、図 5.7（赤色点線）にお示しします。
- ・ 沢部等の地表面付近の土壤水分量は、通常地下水位からの毛管現象の影響を受け、高い飽和度となっていることから、地下水位が低下した場合、地表面付近の土壤水分量の飽和度はトンネル掘削前と比較し、低下します。
- ・ しかしながら、低下した場合であっても、地表面付近の土壤水分量は、トンネル掘削前の尾根部等の状況と同様、天水（雨水）によって保たれるため、多くの植物に影響は生じないと考えられます。
- ・ 一方、湿地に繁殖する植物や土壤の水分量が多いほど生育に有利な植物については、地表面付近の土壤水分量の飽和度の低下により、影響が生じる可能性があります。



**図 5.7 地下水位（自由地下水位）と土壤水分量の関係
（トンネル掘削により地下水位が低下した場合：沢部等）**

2) 静岡市が実施した水収支解析結果（土壌水分量）に着目した考察

- ・静岡市では、南アルプスの自然環境の保全に資するべく、地上の植生に影響する表層土壌水分を含めた、地表水及び地下水の影響の把握を目的に、平成26年度と28年度に水収支解析を行っています。
- ・静岡市が使用したモデルは、降雨から地下への浸透、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て解析するものであり、表層土壌水分量等の算出が可能なものとなっています。
- ・図5.8に、静岡市モデルによるトンネル掘削前と掘削後の解析結果から、工事前後における表層土壌水分飽和度（以下、飽和度という）の差分分布をお示しします。
- ・飽和度の低下がみられる箇所は、地下水面が浅い沢底などで、トンネル掘削の影響で水位の低下が生じる場所であり、低下量は概ね10%程度までとなっています。一部の箇所では、低下量が30%を超える箇所（緑色部分）や50%を超える箇所（青色部分）が、山の尾根部でなく河川や沢沿いの一部で見られますが、全解析領域の面積に対して、30%を超える箇所は約0.03%程度、50%を超える箇所は約0.01%となっています。
- ・静岡市の報告書においては、「飽和度が10%程度低下しても、気象変化に伴う日常の変動の範囲で、土壌の乾燥化が進んだとは見られない。飽和度の減少量が30%もしくは50%を超えた場合は、現況では湿地に近いような状態であるものが乾燥化することになり、植生などにも影響を及ぼす可能性があるが、そのような箇所は限られている。」とされています。

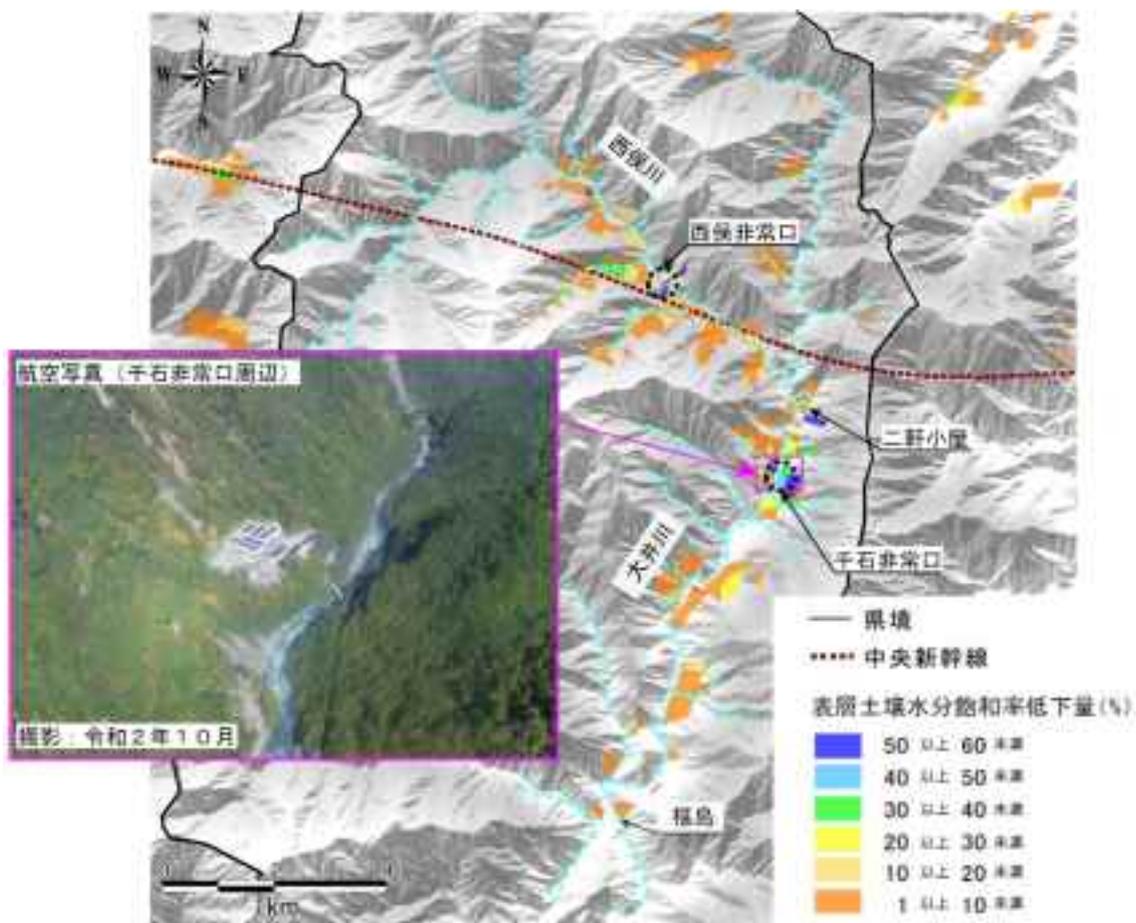


図 5.8 静岡市モデル 工事前及び工事後（低水期）の表層土壌水分の減少量分布

出典：「平成 28 年度南アルプス環境調査 結果報告書 VI 水資源調査（環境局環境創造課 平成 29 年 3 月）」
 をもとに作成

3) 過去の長大トンネル工事における植生への影響に着目した考察

- ・更に、過去に施工された長大トンネル工事において、地下水位が深い範囲の掘削により地上部の広範囲の植生に影響を与えた事例があるかどうか、文献調査により確認を行いました。その結果、事例は確認できませんでした。
 - ・地上部の植生に関する広域的な状況については、環境省や国土地理院において定期的な調査が行われています。
 - ・過去に多くの湧水が確認された飛騨トンネル（岐阜県）、大町トンネル（長野県・富山県）、大清水トンネル（群馬県・新潟県）について、トンネル付近における植生の状況や航空写真を対比して示すと図 5.9～図 5.17 のとおりとなります。
 - ・トンネル直上における植生は、広域的に見ると、その周囲の植生に対して著しく異なる傾向は見られませんでした。
- ・以上の1)～3)の3つの観点の考察から、トンネル掘削に伴う地下水位低下による植生への影響については、沢部に生息する一部の種において限定的に影響が生じる可能性があると考えられます。

○飛騨トンネルの例

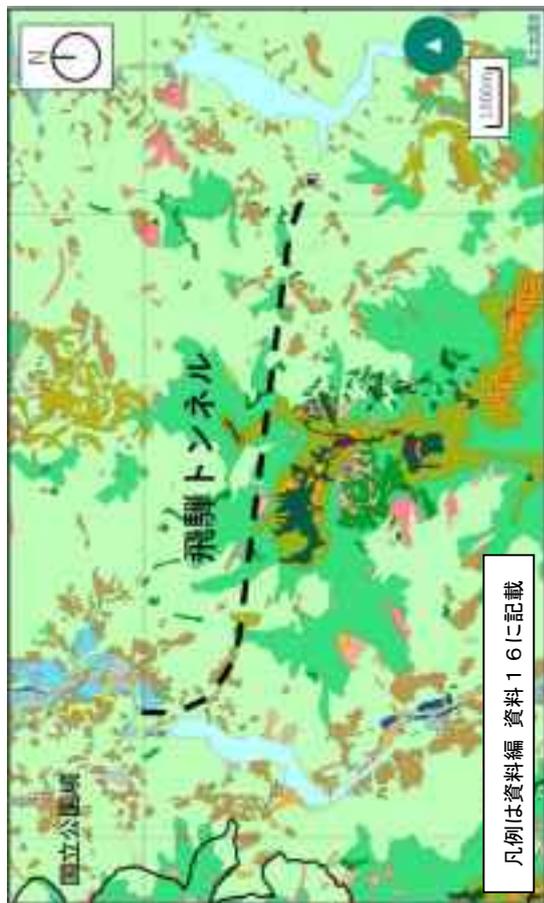


図 5.9 植生図※1



図 5.10 航空写真※2



図 5.11 植生指標データ※3

- ・白山国立公園に近接している飛騨トンネル（東海北陸自動車道、岐阜県）は延長10.7 km、最大土被り約1,000 mの道路トンネルで平成20年に供用を開始している。
- ・切羽付近の最大湧水量は約0.217 m³/秒とされている。
- ・環境省や国土地理院のHPで公開されている最新のデータにより植生の状況を確認したが、トンネル直上の近年における植生はその周囲の植生から著しく異なる傾向は見られない。

【出典】それぞれ弊社が一部加筆

※1：1/25,000 植生図 GIS データ（環境省生物多様性センター）

（1999～2012/2013）凡例は P15～P20

※2：全国最新写真（JALVS）

※3：250m 植生指標データ（国土地理院）（平成24年7月）

○大町トンネルの例

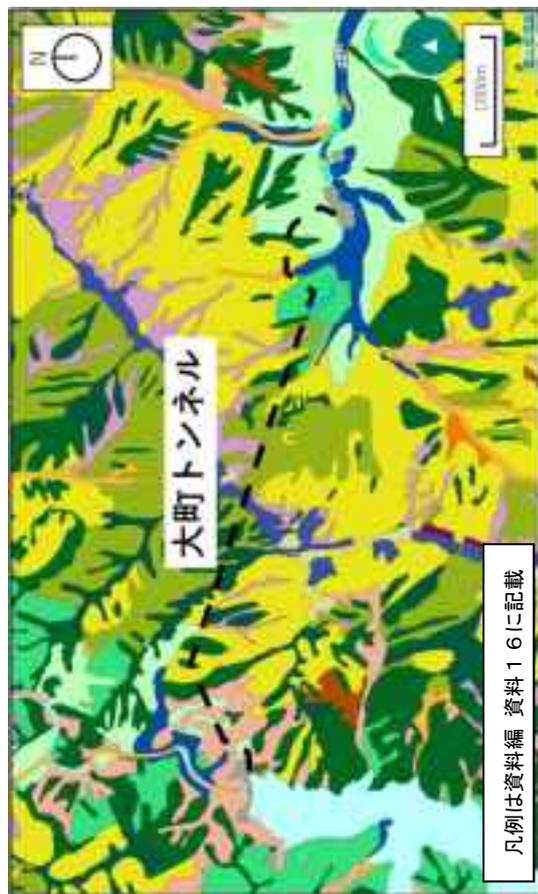


図 5.1.2 植生図※1



図 5.1.3 航空写真※2

- ・立山黒部アルペンルート上で中部山岳国立公園内にある大町トンネル（長野県・富山県）は延長5.4 km、最大土被り約1,050 mの道路トンネルで昭和33年に供用を開始している。
- ・破砕帯において、切羽付近で約0.660 m³/秒の湧水が発生しているとされている。
- ・環境省や国土地理院のHPで公開されている最新のデータにより植生の状況を確認したが、トンネル直上の近年における植生はその周囲の植生から著しく異なる傾向は見られない。

【出典】それぞれ弊社が一部加筆

※1：1/25,000 植生図 GIS データ（環境省生物多様性センター）

（1999～2012/2013） 凡例は P15～P20

※2：全国最新写真（シームレス）

※3：250m 植生指標データ（国土地理院）（平成24年7月）

植生指標データは、植物の量や活力を表している。

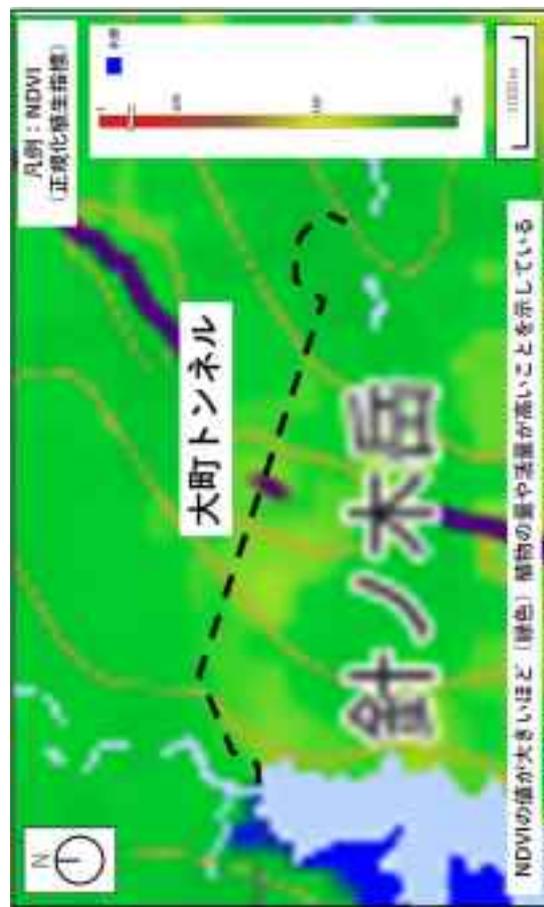


図 5.1.4 植生指標データ※3

○大清水トンネルの例

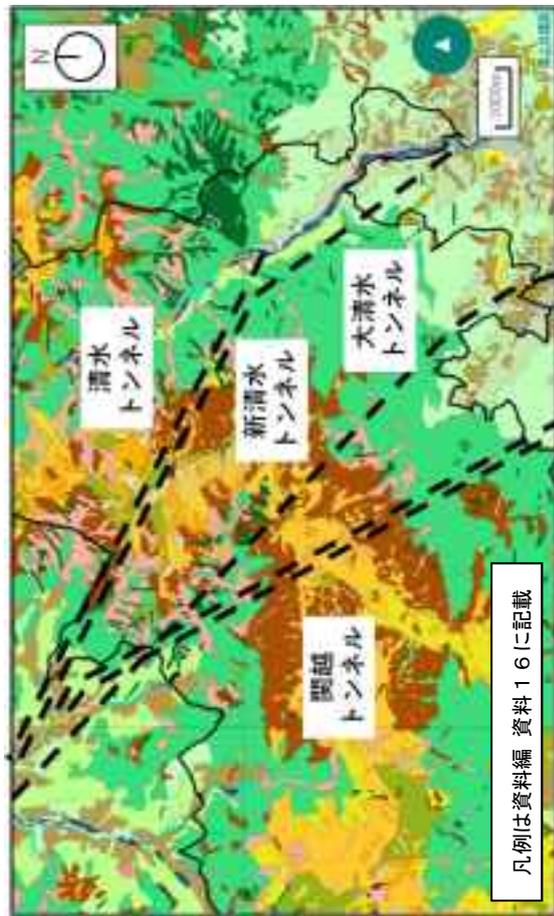


図 5.15 植生図※1

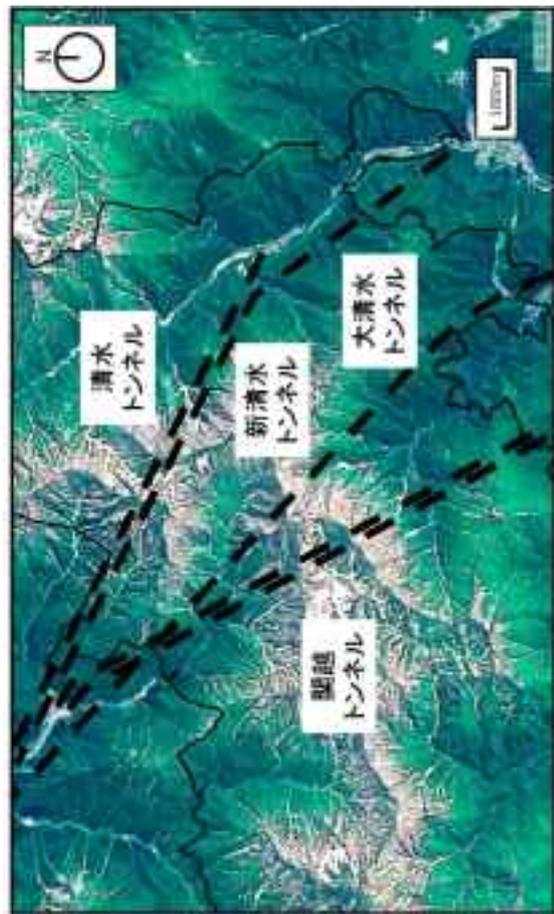


図 5.16 航空写真※2

- ・ 上信越高原国立公園内には、道路、鉄道トンネルが多数通過している。いずれも延長9 km以上の長大トンネルであり、最大土被り約1,000 mである。
- ・ 大清水トンネル（上越新幹線、群馬県・新潟県）では、切羽付近の最大湧水量は約0.300 m³/秒とされている。
- ・ 環境省や国土地理院のHPで公開されている最新のデータにより植生の状況を確認したが、トンネル直上の近年における植生はその周囲の植生から著しく異なる傾向は見られない。

【出典】それぞれ弊社が一部加筆

※1：1/25,000 植生図 GIS データ（環境省生物多様性センター）（1999~2012/2013）凡例は P15~P20

※2：全国最新写真（JALVIS）

※3：250m 植生指標データ（国土地理院）（平成24年7月）

（参考）各トンネルの基礎情報

※カックコ内年月は供用開始時期、トンネル延長を示している）
上越線

清水トンネル（1931.9、9,702m）

新清水トンネル（1967.9、13,500m）

大清水トンネル（1982.11、22,221m）

関越トンネル下り線（1985.10、10,926m）

上り線（1991.10、11,055m）

上越新幹線

関越道

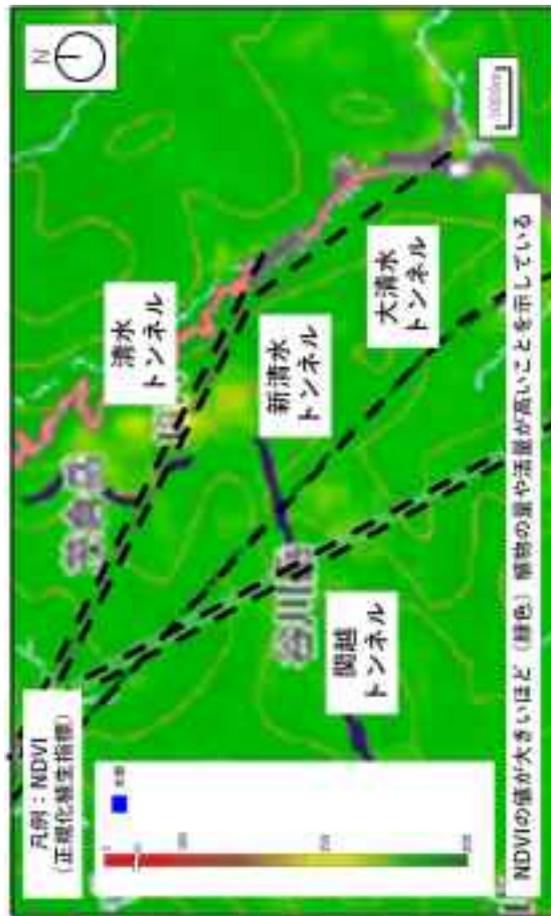
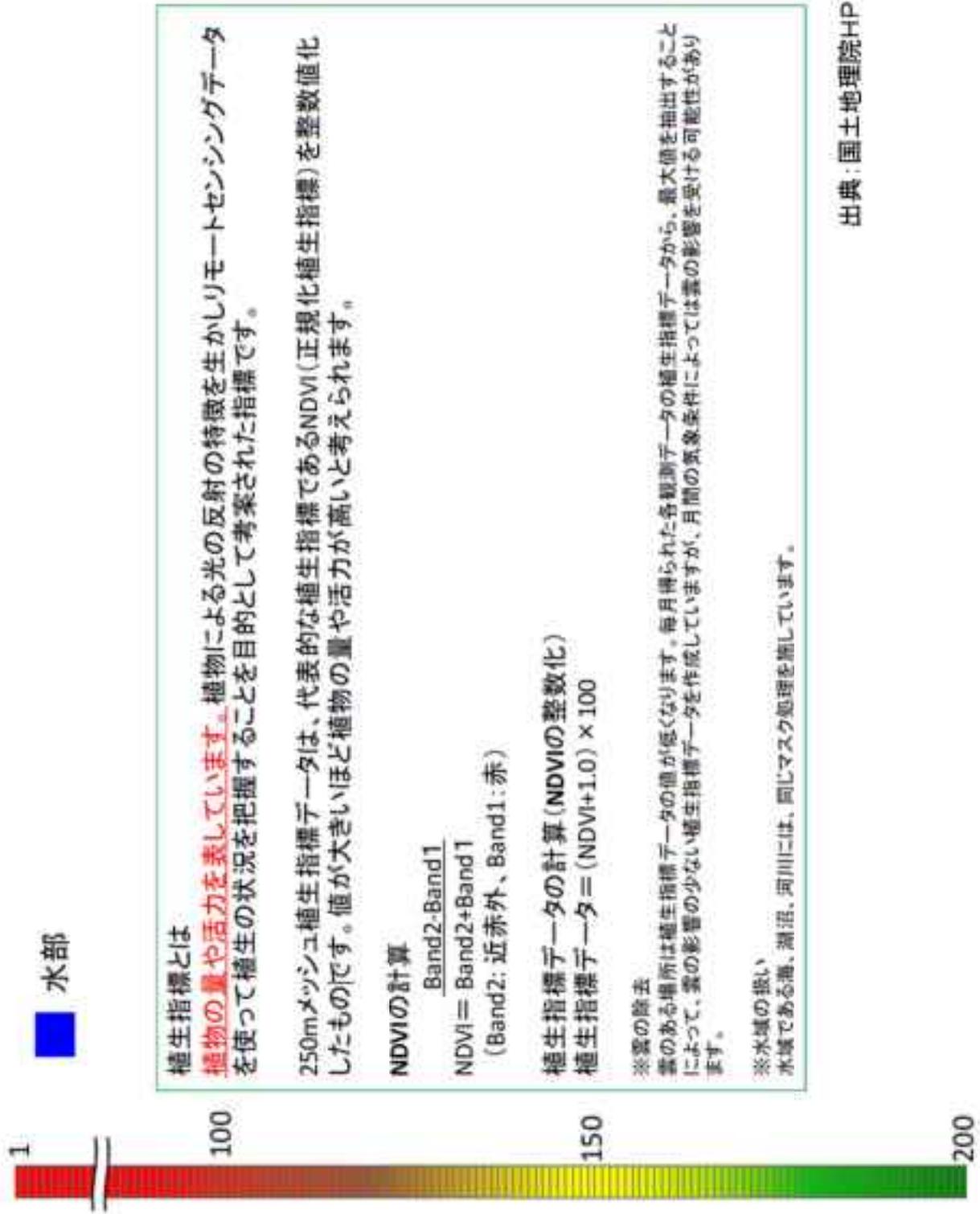


図 5.17 植生指標データ※3

○植生指標データの凡例（再掲）



出典：国土地理院HP

図 5.18 植生指標データの凡例

(4) 植生への影響が生じる可能性のある箇所と対応について

1) 水収支解析 (GET FLOWS) による地下水位低下範囲について

- ・静岡市モデルを用いた解析の結果では、主要な断層に沿って、地下水位の低下が見られます。
- ・悪沢や蛇抜沢等、地下水位低下範囲と重なる沢については、地下水の低下に伴って土壌水分量が減少し、一部の植物の生育状況への影響が生じる可能性があります。

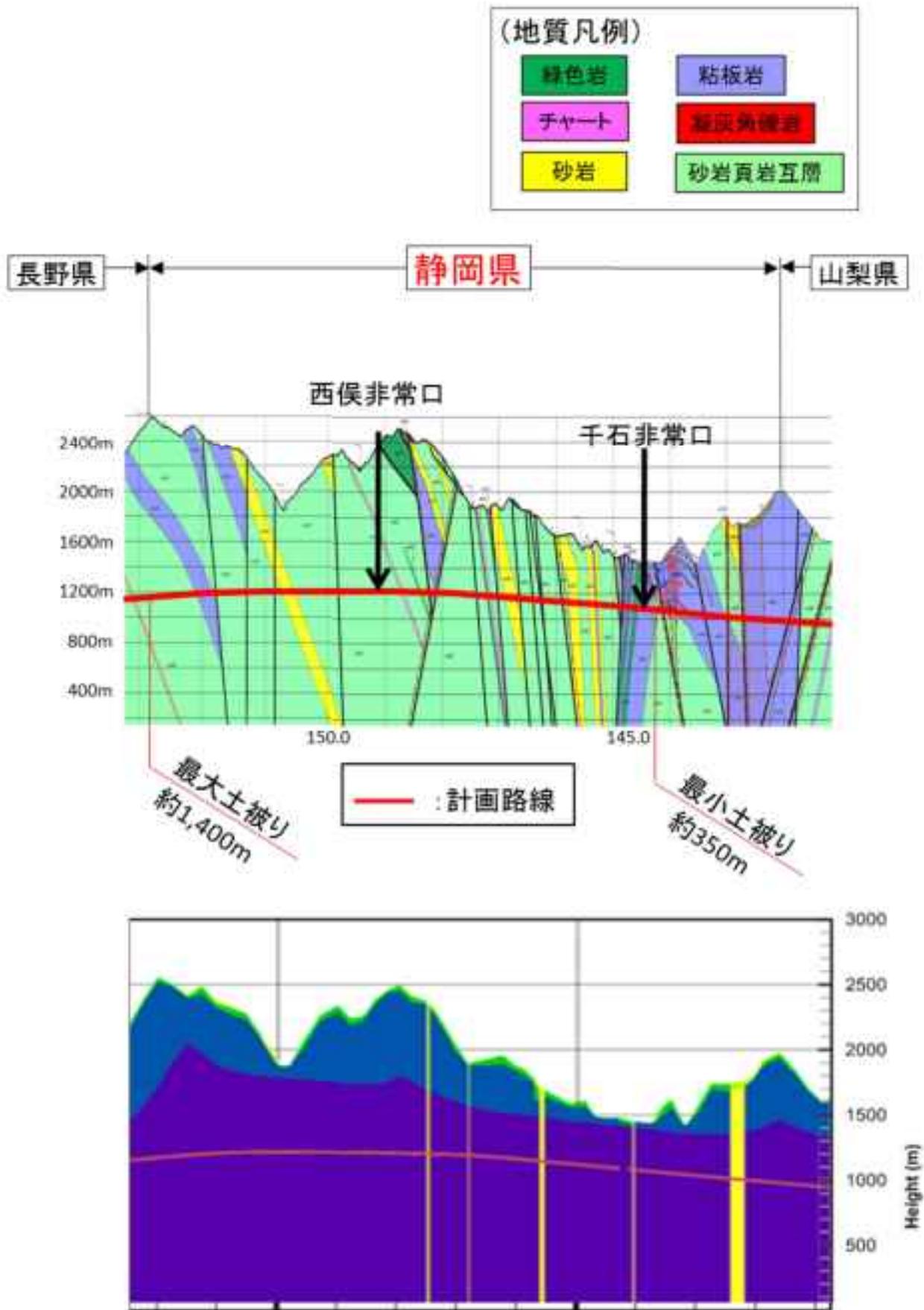


図 5.19 水収支解析（静岡市モデル）のベースとした地質モデル

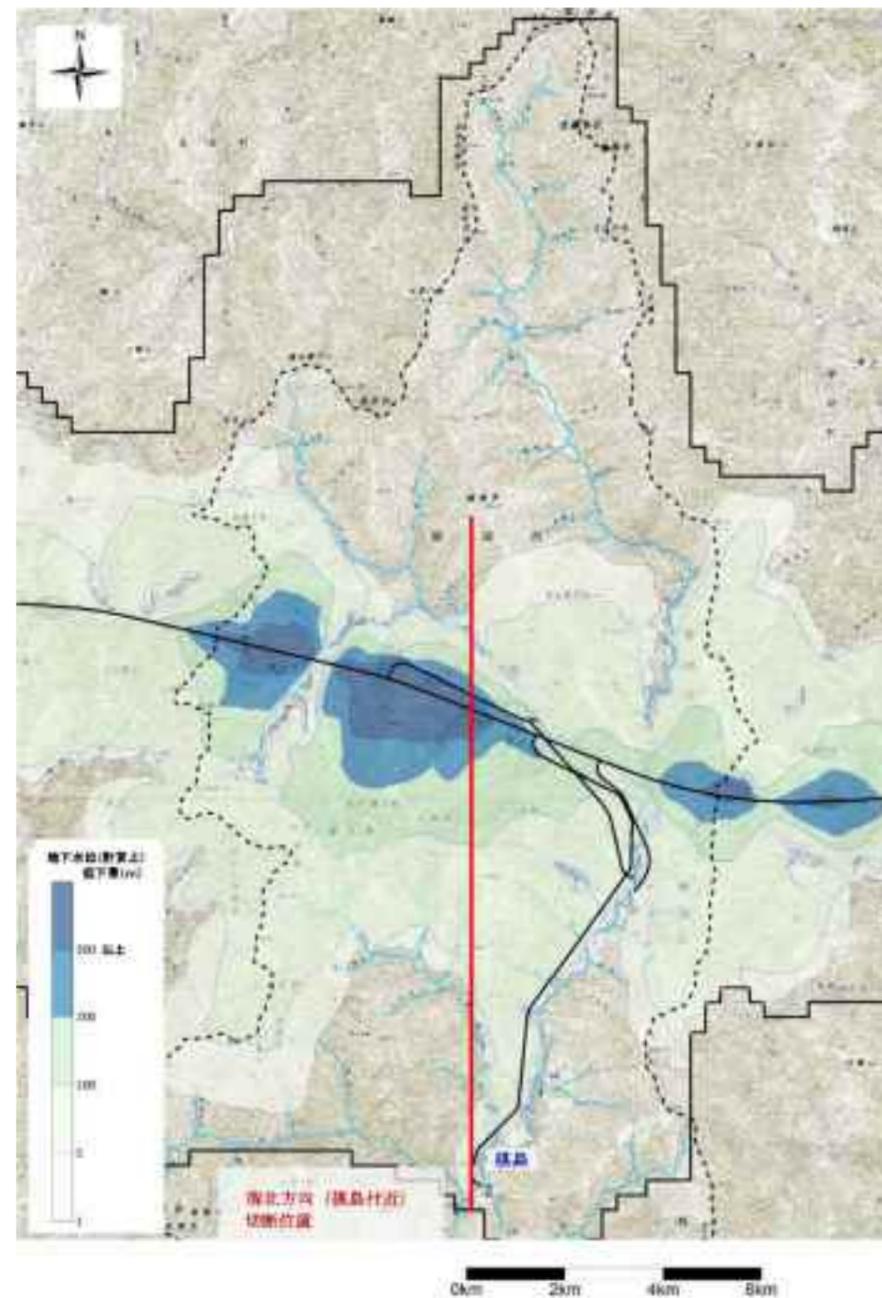
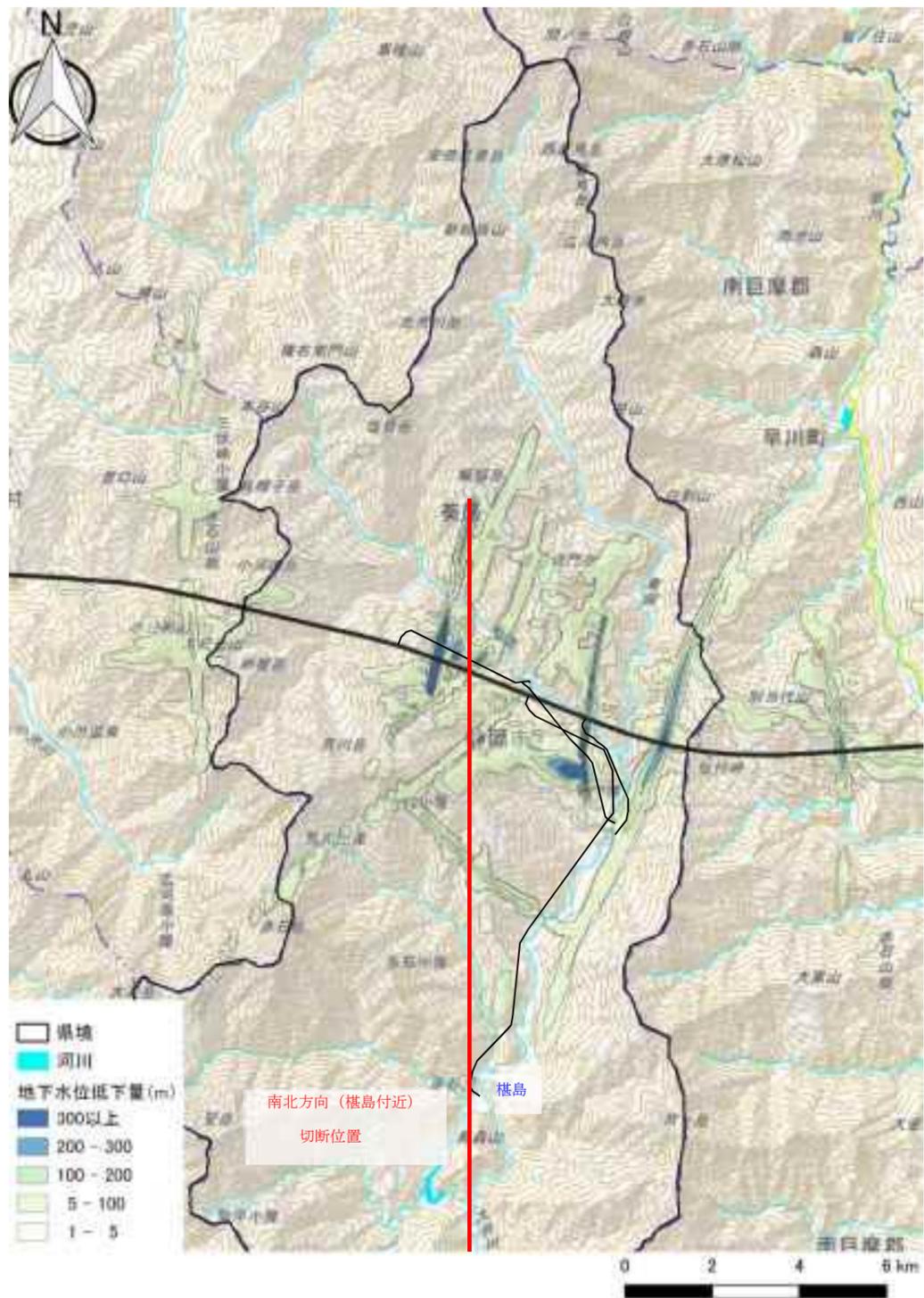


図 5.20 (1) 静岡市モデル 地下水位 (計算上) 予測値低下量図
(トンネル掘削完了後の定常状態)

図 5.20 (2) JR東海モデル 地下水位低下量平面図
(トンネル掘削完了20年後)

GETFLOWS (静岡市モデル)

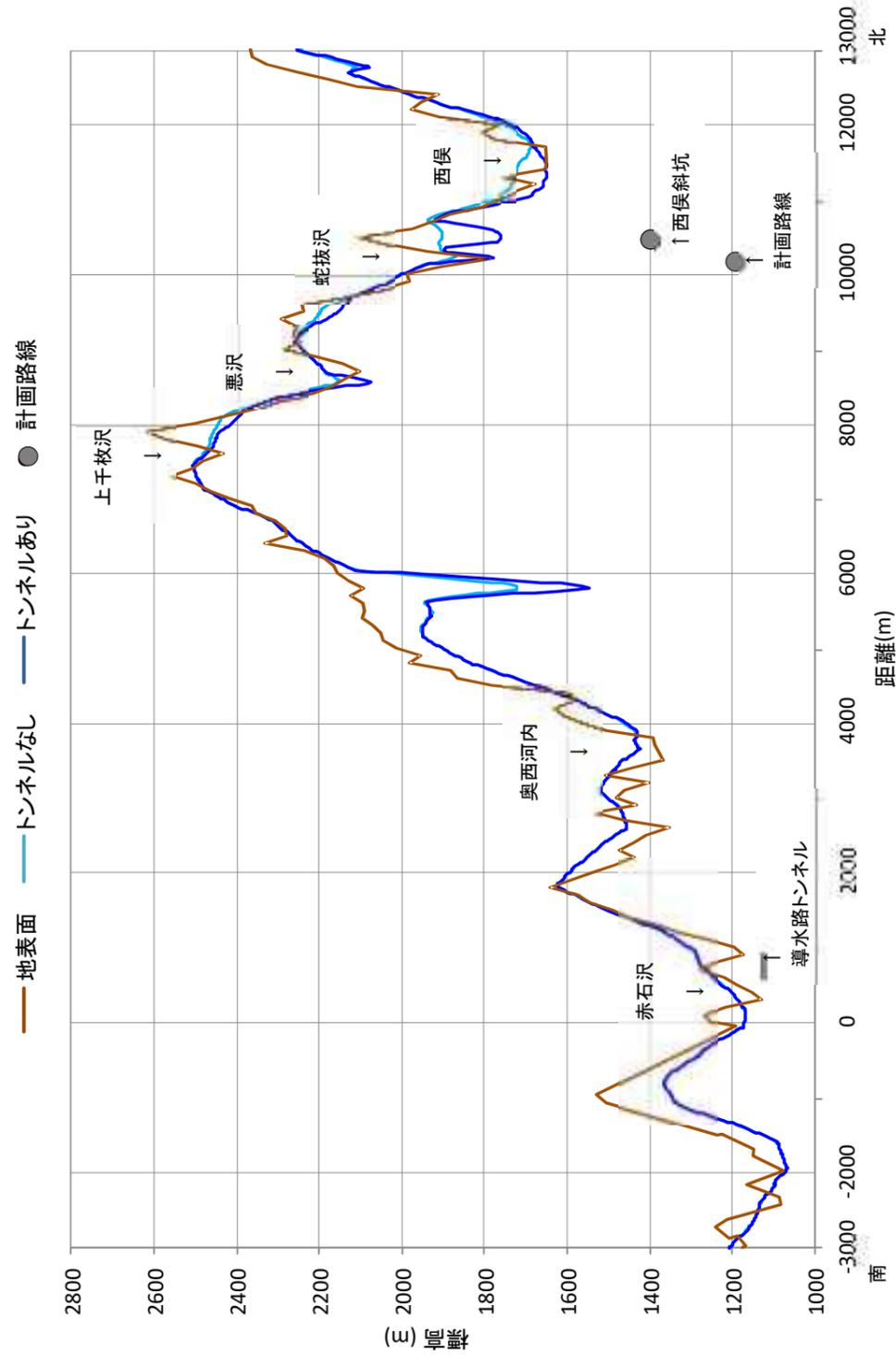


図 5.21 (1) 静岡市モデル 地下水位低下量縦断図 (トンネル掘削完了後の定常状態)

(参考) TOWNBY (JR東海)

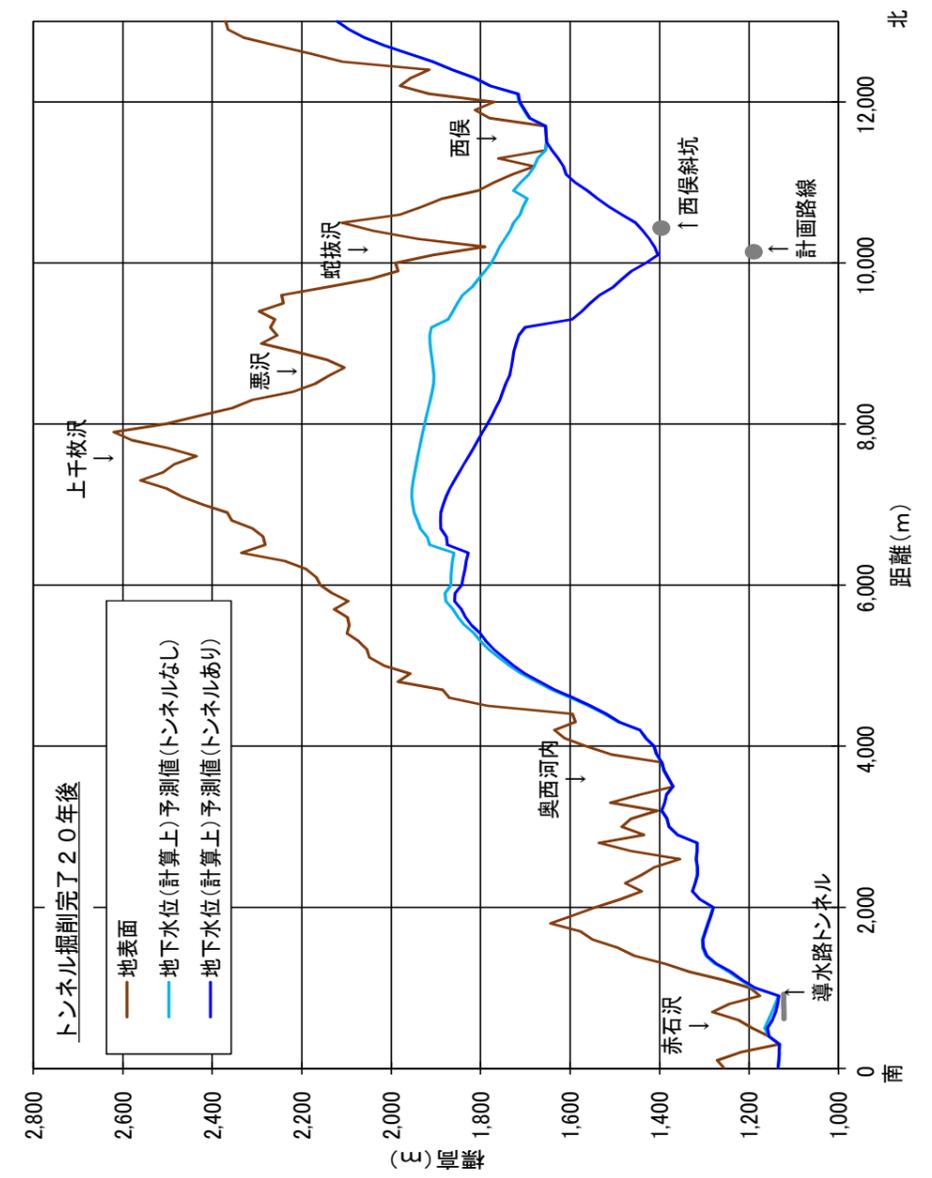


図 5.21 (2) JR東海モデル 地下水位 (計算上) 予測値縦断図 (南北方向 (榎島付近)) (トンネル掘削完了20年後)

2) 植生の影響が生じる可能性のある箇所における対応について

- 植生への影響が生じる可能性のある沢については、第4章に詳細を記載した通り、以下の対応を実施して影響の回避・低減を図ります。
 - －沢の流量予測や動植物の調査結果を踏まえ、重点的に実施する環境保全措置や調査・計測の計画を策定し、1つ1つの沢毎に「沢カルテ」として整備します。
 - －トンネル掘削前に、先進ボーリング等の地質調査を実施し、トンネル切羽前方の地質、湧水の状況を確認します。
 - －工事中、地質調査の結果等を踏まえ、沢の流量減少の原因となると考えられる破砕帯等に対しては、薬液注入などを実施することにより、掘削時のトンネル湧水量自体を低減します。
 - －工事期間中、「トンネル湧水量」「沢の流況、流量」「動植物の定期調査」等の指標（計測、調査結果）に基づき環境の変化を把握し、その結果に基づき必要な対応を行います。
 - －計測、調査結果に基づく対応は、工事完了後においても実施してまいります。
- その一方で、沢だけでなく広域的な植生への影響を確認するため、**土壌水分**や**植生リモートセンシング**による植生指標データ等を、工事前、工事中、工事完了後にわたり継続して確認し、植生の変化の有無を調査します。調査結果は、静岡県や専門家等へ報告します。
- 現在検討を進めている土壌水分の計測やリモートセンシングによる植生指標データの確認について、次頁以降で説明します。

① 広域的な土壤水分の計測計画

ア. 計測箇所候補地の選定

- ・「平地ではなく高山においては地下水の流れは一定ではなく、場所によっては表層水分量に大きな影響を及ぼすところもあるのではないか」というご意見を踏まえ、トンネル掘削による植生への影響を確認するため、広域的に土壤水分量を計測していくことを考えています。実施にあたっては、専門部会委員等のご助言を頂きながら、取り組んでいきたいと考えています。
- ・計測箇所は高標高部のお花畑、流量減少が予測される沢のうち減少量が比較的大きい沢、山梨県境付近の断層帯沿いと断層沿いではない箇所各々における尾根部と沢部、トンネル直上の尾根部を候補地として考えています。



表 計測箇所候補地

地点名	備考
①高標高部のお花畑	—
②悪沢	流量減少量(予測値)が比較的大きい沢
③蛇掛沢	—
④伍佐管理道路付近	尾根部(断層沿い)
⑤二軒小屋付近	沢部(断層沿い)
⑥千枚岳登山道付近	尾根部(断層沿いでない)
⑦上千枚沢付近	沢部(断層沿いでない)
⑧伍佐峠付近	トンネル直上の尾根

図 5.22 土壤水分の計測箇所候補地 (案)

イ. 計測方法

- ・水分計とポテンシャル計を近接して設置し、体積含水率と p F 値³を同時に計測することとし、鉛直方向に複数箇所を実施することを考えています。
- ・計測期間は機器設置後（来年度予定）から工事完了後当面の間とし、計測頻度は1時間ごと、トンネル掘削開始前の計測データの回収頻度は年に2～3回を考えています。

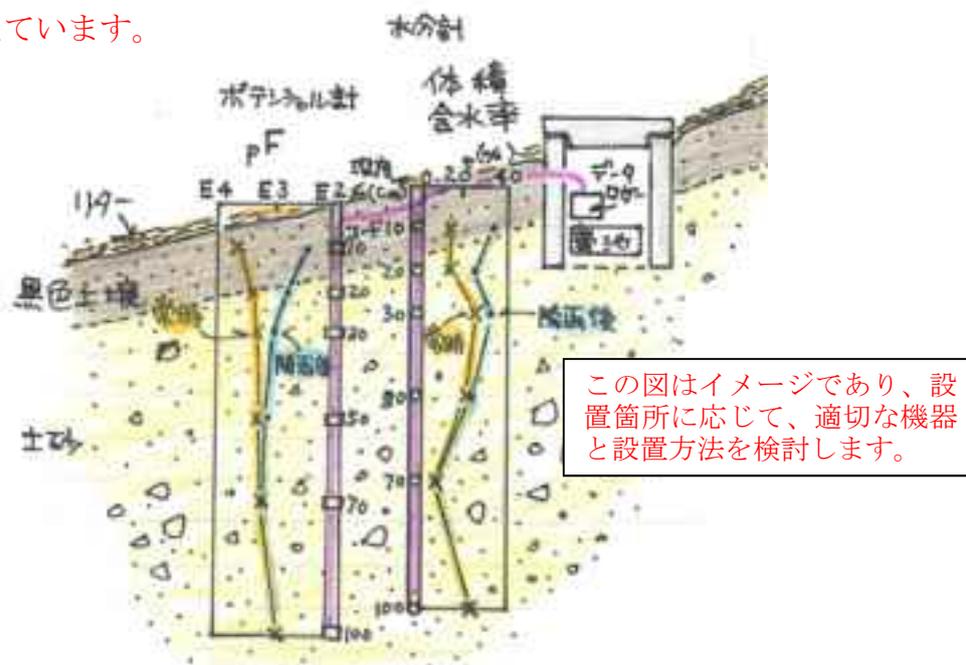


図 5.23 土壌水分計測概要図（イメージ）

ウ. 植生への影響の確認

- ・植生への影響の確認には、p F 値を用いて行うことを考えています。
- ・一般に、十分に水を含んでいる土の場合、p F 値は低く植物の根が水を吸い易いことを示し、反対に土が乾燥してくると p F 値は高くなり、植物の根が水を吸い上げるには強い力が必要となることを示しています。
- ・p F 値と土壌水分の状態の関係は、各種実験や実態調査により経験的に整理されており、植物が利用しうる水は p F=1.8～3.6 とされています。p F 値 3.8 で植物は萎れ始め、p F 値 4.2 は植物が利用できる下限の含水量と見なされます。また、p F 値 1.5 を下回る場合は過剰水分状態と見なされ、逆に根腐れ等が懸念されます。
- ・トンネル掘削中においては、トンネル掘削前と比較して p F 値の変動に特異的な変化がないこと等を確認し、植生への影響を確認します。

³ p F 値：土の中の水が土の毛管力によって引き付けられている強さの程度を表す値。一般に、十分に水を含んでいる土の場合、p F 値は低く植物の根が水を吸い易いことを示し、反対に土が乾燥してくると p F 値は高くなり、植物の根が水を吸い上げるには強い力が必要となる。



図 5.24 pF 値と土壤水分の関係

【引用、参考】西垣 誠「地下水構造物と地下水環境」p83、2002.6

② 植生リモートセンシングによる植生指標データ等の確認

- ・リモートセンシングは、衛星等により対象物からの反射や放射を計測することで、対象物の形、大きさ、性質等を計測するものであり、近年では、気候変動に伴う広域的な植物の変化や人為的な森林破壊などのモニタリングで利用されています。
- ・「MODIS データと空中写真を利用した足尾地域の植生判読に関する研究」（第 39 回環境システム研究論文発表会講演集、2011 年）では、銅山開発や山火事により植林が失われた山林における緑化事業の成果を、正規化植生指標（NDVI（植物の量や活力を示す指標））を使用して考察されています。
- ・足尾ダム流域 56km²において、2004 年～2010 年にかけてモニタリングを実施しており、「NDVI の値を調べることによって足尾地域の植生の大きな分布、増減を知ることができる」とまとめられています。
- ・リモートセンシング等の最新の技術を用いて、工事前の段階から植生指標等を継続的に確認していくことを考えています（現地における植生指標データ例を図 5.25 に示す）。
- ・実施にあたっては、専門部会委員等のご助言を頂きながら、取り組んでいきたいと考えています。

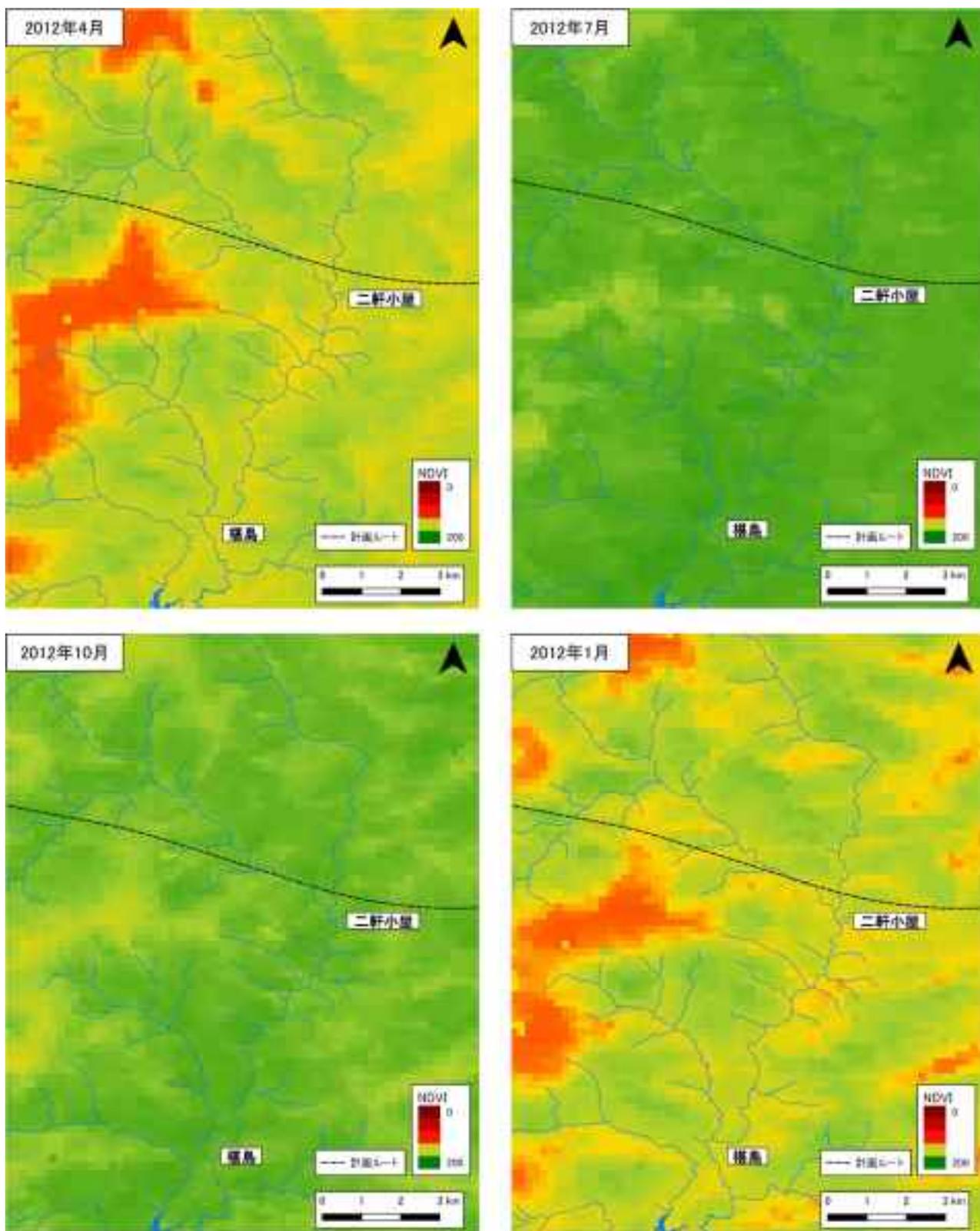


図 5.25 植生指標データ例

出典：国土地理院 250m植生指標データ

(5) お花畑や稜線部の植生における影響と対応について

1) カール部のお花畑における影響と対応

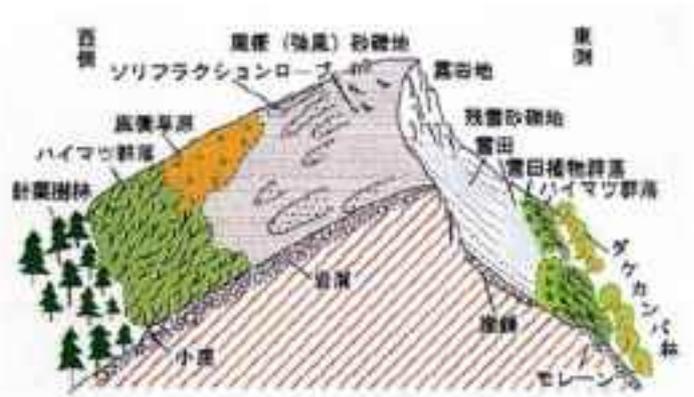
- ・南アルプスの主稜線部においては、氷河により削られたカール（圏谷）が存在し、貴重なお花畑を形成しているため、お花畑における影響と対応について、説明します。



出典：南アルプスの学術総論

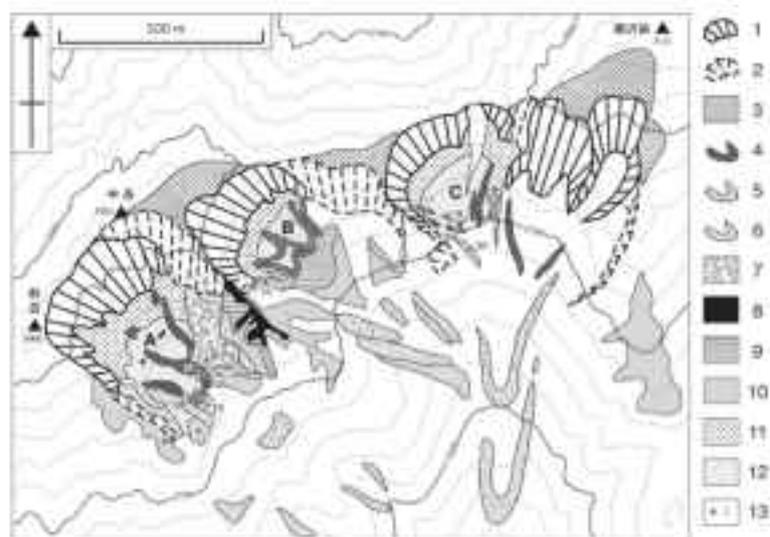


出典：南アルプスの自然



出典：＜改訂版＞南アルプス学・概論

図 5.26 カール部等のお花畑の状況



1. 荒川基期3圏谷壁（最新圏谷壁） 2. 荒川基期1・2圏谷壁（新圏谷壁） 3. 谷間水食積斜面 4. 荒川基期3堆石（a堆石）
 5. 荒川基期2堆石（b堆石） 6. 荒川基期1堆石（c堆石） 7. 岩石水列 8. 風塵砂礫地 9. 砂礫地・ハイマツ指交斜面
 10. 植被（新開）河川河性平坦斜面 11. 植被 12. 稜線下方積斜面 13. 調査地点・番号
 A：龍岳南東圏谷 B：中岳南東圏谷 C：悪沢岳南西圏谷

図 5.27 荒川岳周辺の氷河地形

- ・カール部のお花畑における土壌構造等については、荒川三山の西カール（図 5.28）において、富田ら^{※1}によって調査が行われており、これらの調査結果から、カール部のお花畑における植生の発達に必要な水分の供給経路について考察します。
- ・その後、水分の供給経路に関する考察を踏まえ、トンネル掘削によるお花畑への影響について、考察します。

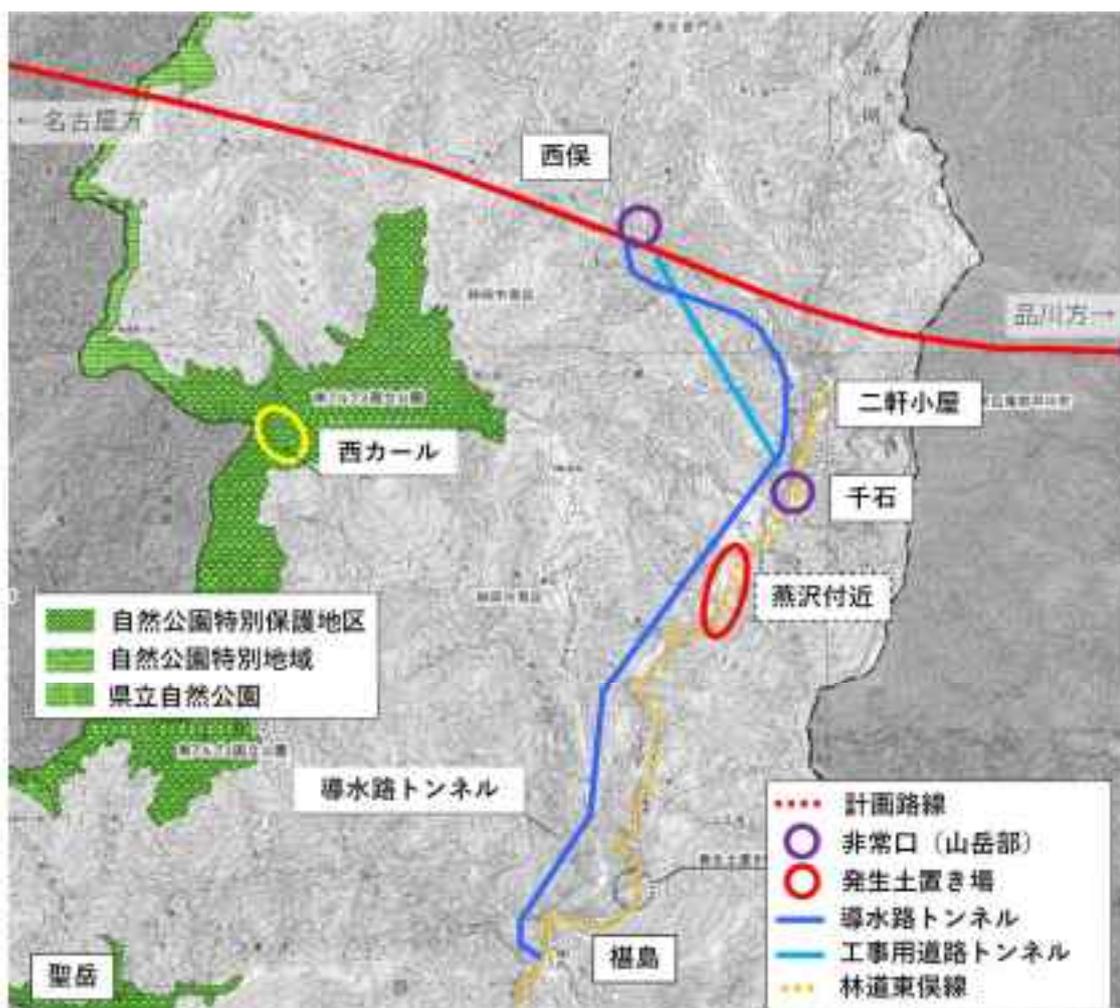


図 5.28 西カールの位置図

※1 南アルプスの自然 P69～90、増沢武弘編著、平成 19 年 3 月 30 日、マエダ印刷株式会社

① 富田らによる植生環境と土壤構造の調査結果

- ・富田らは、各調査区において植被率等の植生環境や、土壤断面の模式図と40cmの柱状図を作成するなどの土壤構造の調査を実施しており、調査結果は以下の通りです。

(調査結果 A)

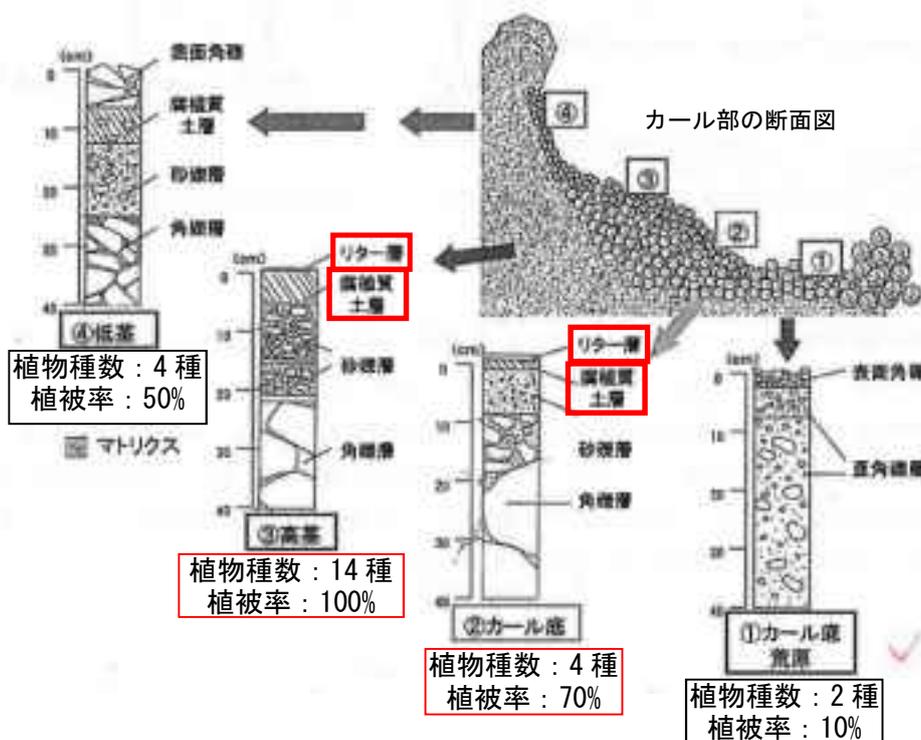


図 5.29 調査区の土壤断面の柱状図 (植物種数、植被率を追記)

(①カール底荒原植物群落区、②カール底植物群落区、
③高茎草本植物群落区、④低茎草本植物群落区)



図 5.30 カール地形内における各調査区の位置

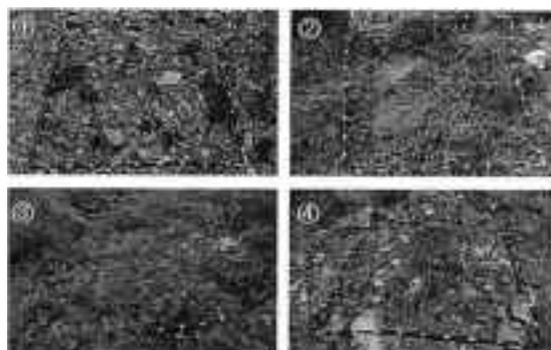


図 5.31 カール地形内における各調査区の植生

以下、文献引用

- ・①カール底荒原植物群落と④低茎草本植物群落では、地表面から5cmの間にマトリクス⁴を含んでいないため、乾燥に強く胚軸や根の伸長が早く長い

⁴ マトリクス：礫の空間を埋める小礫や微小の礫

限られた植物の実生しか定着することができない(木部 1996)。このため植生の発達が不十分である。それとは対照的に③高茎草本植物群落と②カール底植物群落では、落葉・落枝が存在し、その下には腐植質土層が存在する。そのため、植物の実生が定着しやすく、植生が十分に発達できたと考えられる。

(調査結果 B)

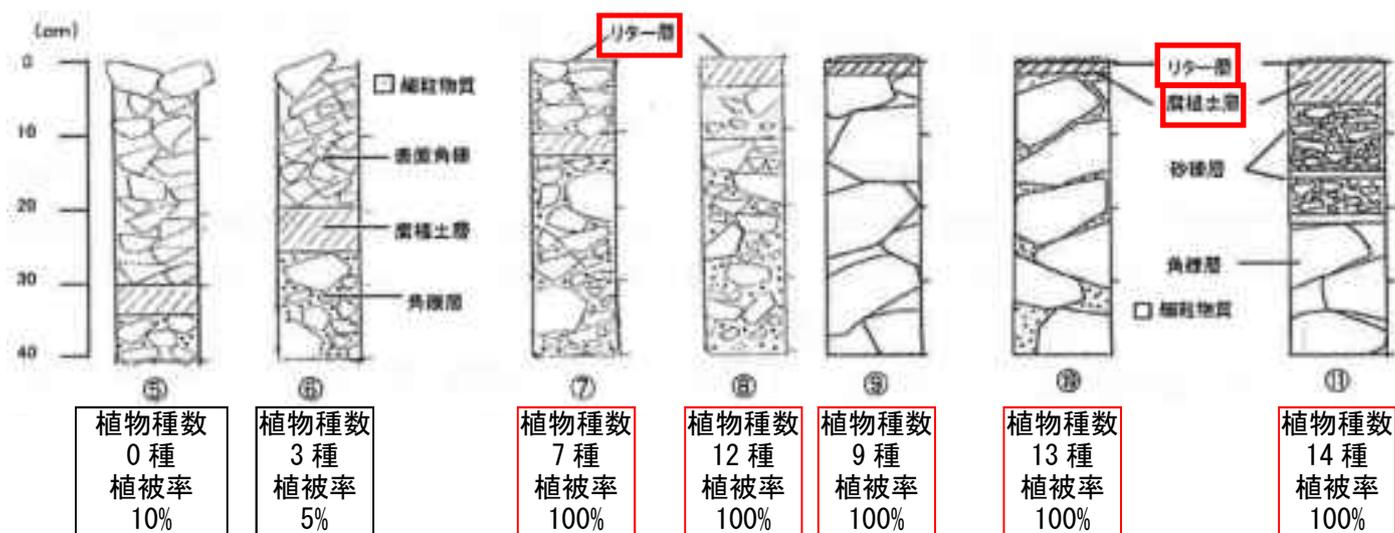


図 5.32 調査区の土壌構造(植物種数、植被率追記)

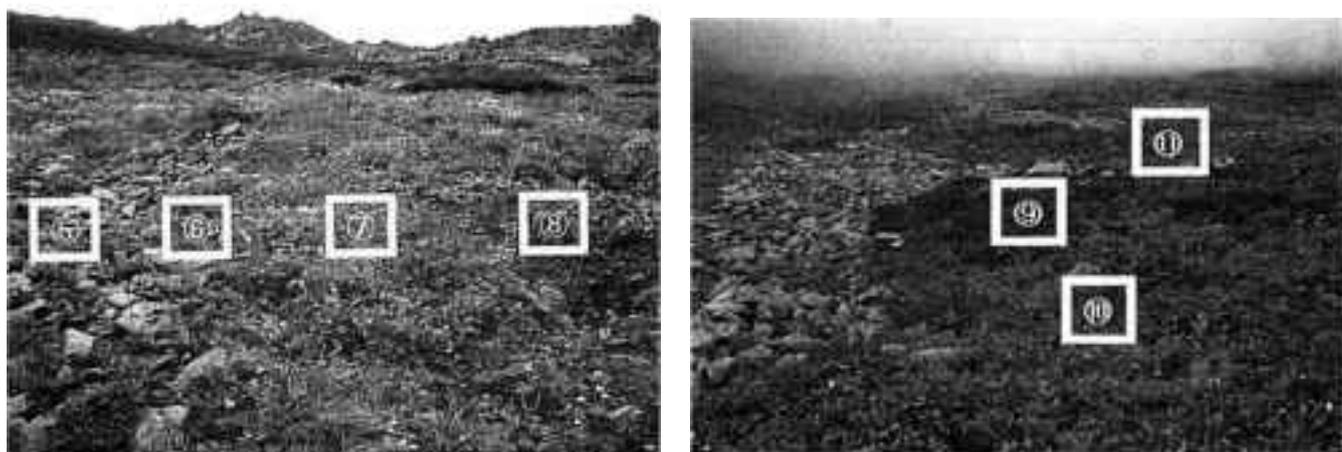


図 5.33 調査区の植生

以下、文献引用

- ・腐植質土層が土壌中に存在した区では、植生がよく発達していた。そして、腐植質土層が土壌中に存在しない区では、岩屑層にマトリクスが含まれている部分では植生が発達していた。岩屑層にマトリクスが含まれていない区では植物はほとんど生育していないか、限られた植物が生育しているのみだった。

- ・調査 A、調査 B から、カール内の地下には広く角礫（岩屑）層が分布しており、植生の多くは、その角礫層の上の厚さ数 cm の腐植質土層に根を下していると考えられます。
- ・表層にリター層⁵や腐植質土層がある箇所については、水分を保持することができるため、植物種数が多く、植被率が高く、植生が十分に発達したと考えられます。

② 植生の発達に必要な水分の供給経路に関する考察

- ・こうしたリター層や腐植質土層への水分の供給経路について、考察します。

ア. 現況の考察

- ・文献では、カール部の土壌含水率が高い箇所について「日照時間の短い場所であり、雪田の近くで遅くまで雪が残るため、含水率が高くなったと考えられる」と考察されています^{*2}。また、他の文献では、お花畑の立地のための重要条件として、「高山植物が発芽する直前の時期(消雪時期)に、融雪水の供給を受けて、かなり湿潤な環境におかれること」が挙げられています^{*3}。これらは、通常の降雨のほか、雪解け水が地表付近を流れ、お花畑の付近へ水分が供給されていることを示唆していると考えられます。
- ・崖錐や沖積錐、カール底の下部に存在する基盤岩の透水性が一般的に小さいこと等から、降雨時に一時的に水たまりができる箇所があり、こうした水たまりも、お花畑への水分供給に寄与していると考えられます。
- ・西カールのカール底における地下水位は、地表面から深い位置にあると推定されることから（図 5.34：地表面から約 100m（解析結果））^{*4}、地表面付近の土壌水分量は、地下水位面からの毛管現象の影響はほとんど受けておらず、地下水は地表面付近の土壌水分量へ影響を及ぼしていないと考えられます。
- ・以上を踏まえると、お花畑の植生の発達に必要な水分の供給経路は、地表付近を伝い流れる水であり、こうした水が地表面付近数 cm の腐植質土層等によって、保持されることにより、お花畑は維持されていると考えられます（図 5.35）。

⁵ リター層：植物が腐った腐植。水分を保持する能力がある。



**図 5.34 GETFLOWS (水収支解析) による推定地下水位
(トンネル掘削前 7/15)**

- ※2 : 南アルプスの自然 P119~131、増沢武弘編著、平成 19 年 3 月 30 日、マエダ印刷株式会社
- ※3 : 赤石山脈における「お花畑」の立地条件、水野一晴、地理学評論 57-6 P384~402、1984
- ※4 : ※1 の文献によると、「標高の高いカール壁の上部は、前岳、中岳の稜線部で、標高が 3,000m を超え、カール内のもっとも標高の低い部分であるカール底は標高 2,810m にあたる」とされている。GETFLOWS によるトンネル掘削前の豊水期における地下水はカール底において標高約 2,700m であることから、カール底付近において地下水位は地表から約 100m 低い箇所にあると推定される。

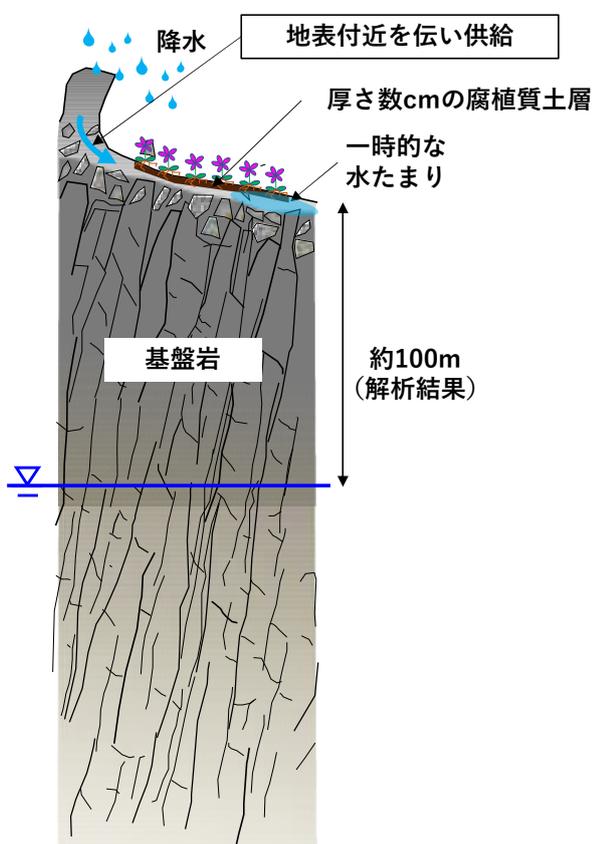


図 5.35 お花畑の植生の維持に必要な水分の供給経路

イ. 現況を確認するための調査の実施

- ・以上の考察は、解析や文献調査に基づくものであるため、今後、現地での調査を行い、お花畑の現況に関する考察を深めます。
- ・現地調査にあたっては、専門部会委員等のご助言を頂きながら、取り組んでいきたいと考えています。

(カール部の地下の帯水状況等の確認)

- ・水分の供給経路に関する考察を深めるため、令和4年度にまずは現地にて電気探査を実施し、カール部の地下の帯水状況や基盤岩の位置等を確認します。

(高標高部の湧き水の化学的な成分分析による滞留時間の確認)

- ・斜面からの供給経路に関する考察を深めるため、令和4年度に高標高部の湧水について化学的な成分分析を実施し、高標高部の湧き水が地下深部に起因するものではなく、比較的短い滞留時間で地表付近を動いている水であることを確認します。

③ カール部のお花畑における影響と対応

- ・お花畑への影響を考察するにあたっては、地表面付近を伝い、腐植質土層へ供給された水分が、トンネル掘削に伴う地下水位低下により、乾燥する可能性があるのかどうかを検討する必要があります。
- ・図 5.36 のように、お花畑においては地下水位が深いと推定され、地表面付近については地下水位面からの毛管現象の影響をほとんど受けておらず、降雨等による土壌水分量への影響が大きいことから、一般的にはトンネル掘削により地下水位が低下した場合であっても、土壌水分量への影響はわずかであると考えられます。
- ・しかし、破碎帯等によりトンネル周辺の地下水の流動がトンネルから数 km 離れた地表部のお花畑付近まで、局所的につながっていた場合には状況が異なるため、以下の通り対応します。
- ・対応の実施にあたっては、専門部会委員等のご助言を頂きながら、取り組んでいきたいと考えています。

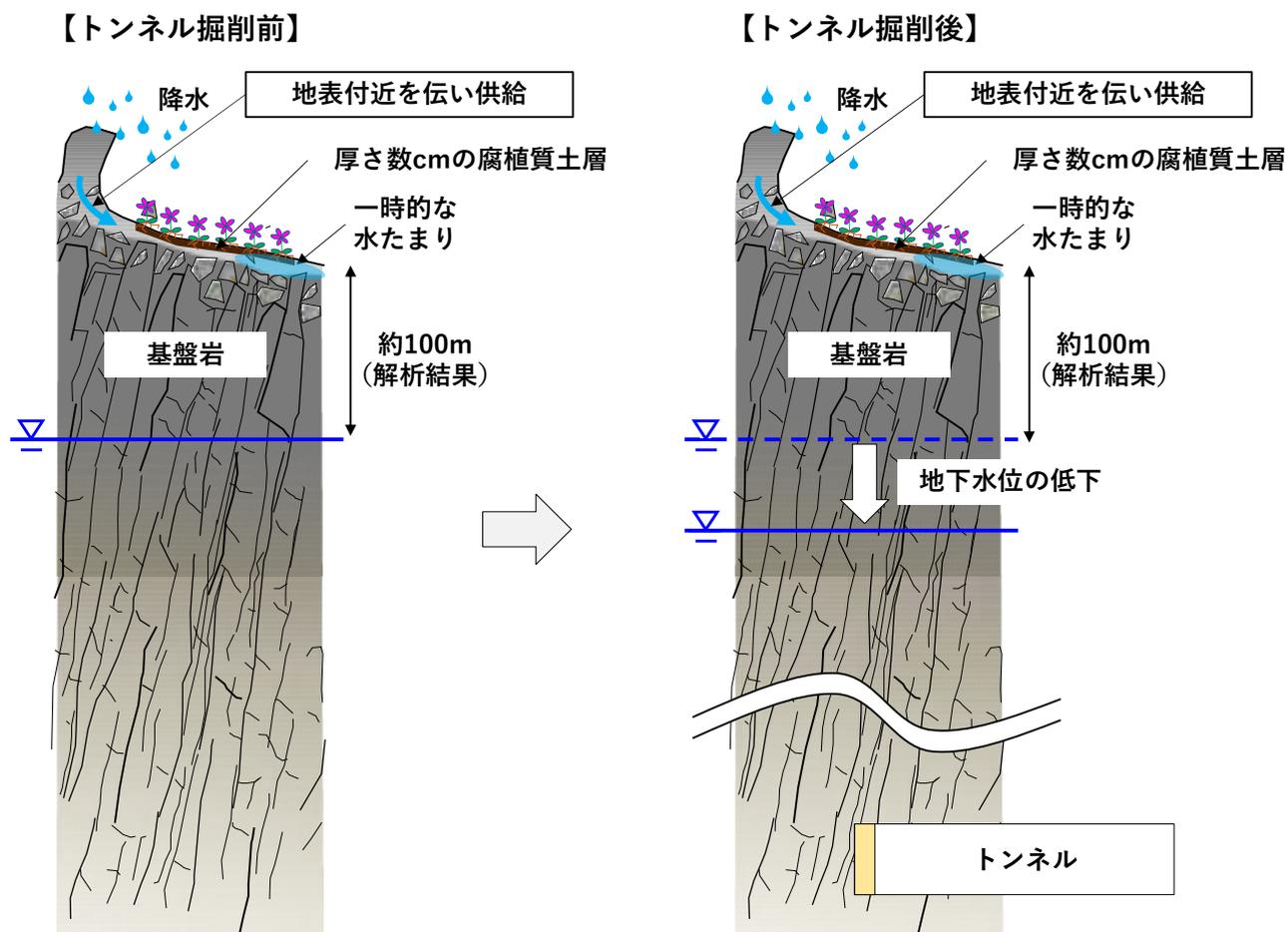


図 5.36 お花畑周辺で想定される地下水位とトンネル掘削による変化

【対応】

(地表面付近の水とトンネル掘削箇所付近の地下水との関連性の確認)

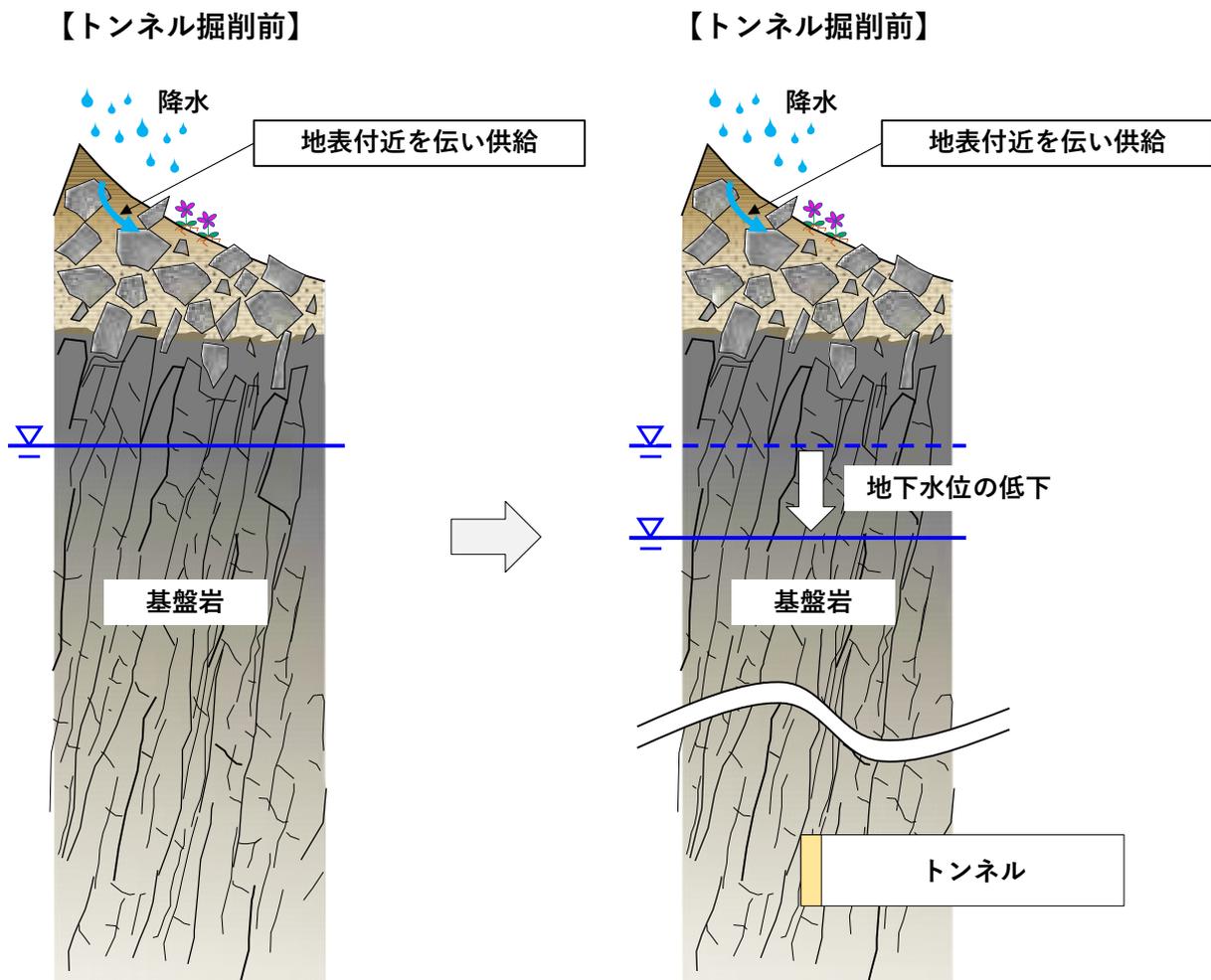
- ・トンネル掘削にあたって湧水量を継続的に監視し、破碎帯の通過等に伴って増加が見られる場合には、湧水の水圧・水質・水温に関する時間変化の把握や湧水の化学的な成分分析等を実施することにより、地表面付近の水とトンネル掘削箇所付近の地下水との関連性を確認します。
- ・地表面付近の水と連続していると想定される場合には、工事を一時中断し、切羽前方に対する薬液注入などの湧水低減対策を行い、トンネル湧水を低減し、お花畑への影響を低減します。

(土壌水分量の確認)

- ・令和4年度に、カール内のお花畑において土壌水分量の常時計測を行い現状を把握します。
- ・工事中においても、継続して土壌水分量を計測します。トンネル湧水を確認し、特異的な状況が見られた場合には、カール部の土壌水分量への影響を検討します。
- ・カール部の土壌水分量へ影響が生じる可能性があるとは判断された場合は、工事を一時中断し、切羽前方に対する薬液注入などの湧水低減対策を行い、トンネル湧水を低減します。
- ・併せて、土壌水分量の計測結果を確認し、その変動にトンネル掘削の影響が見られないかを継続して検討します。
- ・トンネル掘削完了後も当面の間、トンネル湧水量の計測と土壌水分量の測定を継続して実施します。

2) 稜線沿いの植生における影響と対応

- ・稜線部の地中の構造は、表面付近は風化した岩屑であり、その下部に基盤岩があるものと考えられます。
- ・このような箇所ではカール部と同様、図 5.37 のように地下水位が深いと想定され、地表面付近について、地下水位面からの毛管現象の影響をほとんど受けておらず、降雨等による土壌水分量への影響が大きいことから、一般的にはトンネル掘削により地下水位が低下した場合であっても、土壌水分量への影響はわずかであると考えられます。
- ・しかし、破碎帯等によりトンネル周辺の地下水の流動がトンネルから数 km 離れた稜線沿いの植生付近まで、局所的につながっていた場合には状況が異なるため、カール部同様、今後、現地調査を行い、トンネル掘削による稜線沿いの植生への影響について検討を深め、トンネル掘削にあたっては、カール部同様の対応をとります。



**図 5.37 稜線沿いの植生付近で想定される地下水位と
トンネル掘削による変化**

3) 駒鳥池等における対応

- ・お花畑のほかに、重力による地形改変作用が激しいため尾根付近や山腹斜面に線状の凹地が発達し（図 5.38）、水はけが悪くなって、千枚岳登山道沿いの駒鳥池（図 5.39：標高約2,400m）のように池となるような特徴的な箇所があります。
- ・トンネルの掘削は、このような地表付近の地形上の特徴を有する箇所からさらに数百m深い基盤岩部分において実施するものであり、駒鳥池等への影響は生じないものと考えられます。
- ・しかしながら、破碎帯等により局所的に地下水の流動が地表部まで繋がっていた場合には状況が異なるため、令和4年度に駒鳥池等の水について化学的な成分分析を行い、滞留時間等を分析することで、雨水が地下へ涵養した後に比較的短い滞留時間で地表へ湧出した水であることを確認してまいります。分析を実施するにあたっては、専門部会委員等のご助言を頂きながら、取り組んでいきたいと考えています。
- ・また、トンネル掘削中においても、地表面付近の水とトンネル掘削箇所付近の地下水との関連性の確認し、現地の状況も定期的に確認します。

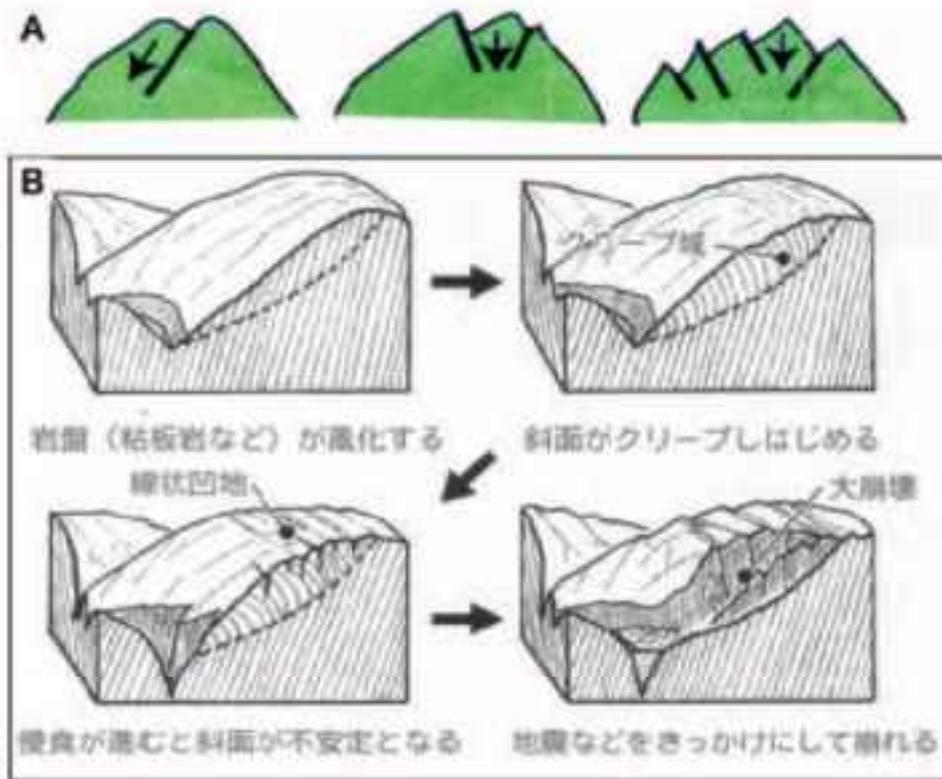


図4 線状凹地の形成を示す模式図。A：線状凹地の典型例。B：河川の側方浸食による山腹斜面の不安定化，稜線付近での線状凹地形成，深層崩壊，稜線の平坦化過程を示す模式図（村松，2001）。

出典：南アルプス南部、大井川上流部のジオサイト・ジオツアーガイド（狩野謙一、伊藤圭太）

図 5.38 線状凹地の形成過程



図 5.39 駒鳥池 JR東海撮影

6 代償措置

(1) 代償措置の考え方

- ・自然環境の保全に向け、計画から工事实施の各段階において、環境影響を回避又は低減させるための措置を実施してまいりますが、これらの措置を講じても生息・生育環境の一部がやむを得ず消失する場合においては、代償措置を検討・実施します。
- ・代償措置の代表的な例としては、植物の移植や、動物個体の移殖等があり、建設事業に伴う実施例が見られます。しかしながら、生物多様性専門部会委員からご意見を頂いたように、冬季に寒冷な南アルプス地域の特性を踏まえると、トンネル掘削工事により沢等の流況に変化が生じた場合に魚類の移殖等の対応が間に合わない恐れがあることから、影響を最小限とするため、事前の代償措置を実施することについても検討・実施してまいります。

(2) 植物の代償措置

- ・植物の代償措置の方法としては、過去の事業においても成功事例のある移植・播種を考えています。
- ・移植・播種は図 6. 2 に示す実施フローに基づいて実施します。移植・播種を行う個体の生育環境を調査のうえで、移植・播種の候補地においても環境調査を実施し、移植・播種先を選定します。そのうえで、既往の知見や専門家の意見を踏まえて方法や時期等を選定し、移植・播種を実施します。実施後は生育状況を確認し、その結果を専門家に報告のうえで、必要に応じて追加的な対策を検討、実施します。
- ・静岡県内においても、一部の種については、専門家のご助言を踏まえて既に移植・播種を実施しており(図 6. 1 参照)、その後の調査において、生育状況を確認しています(資料編「資料 1 3 これまでに実施した植物の移植・播種結果」参照)。



図 6.1 移植作業状況

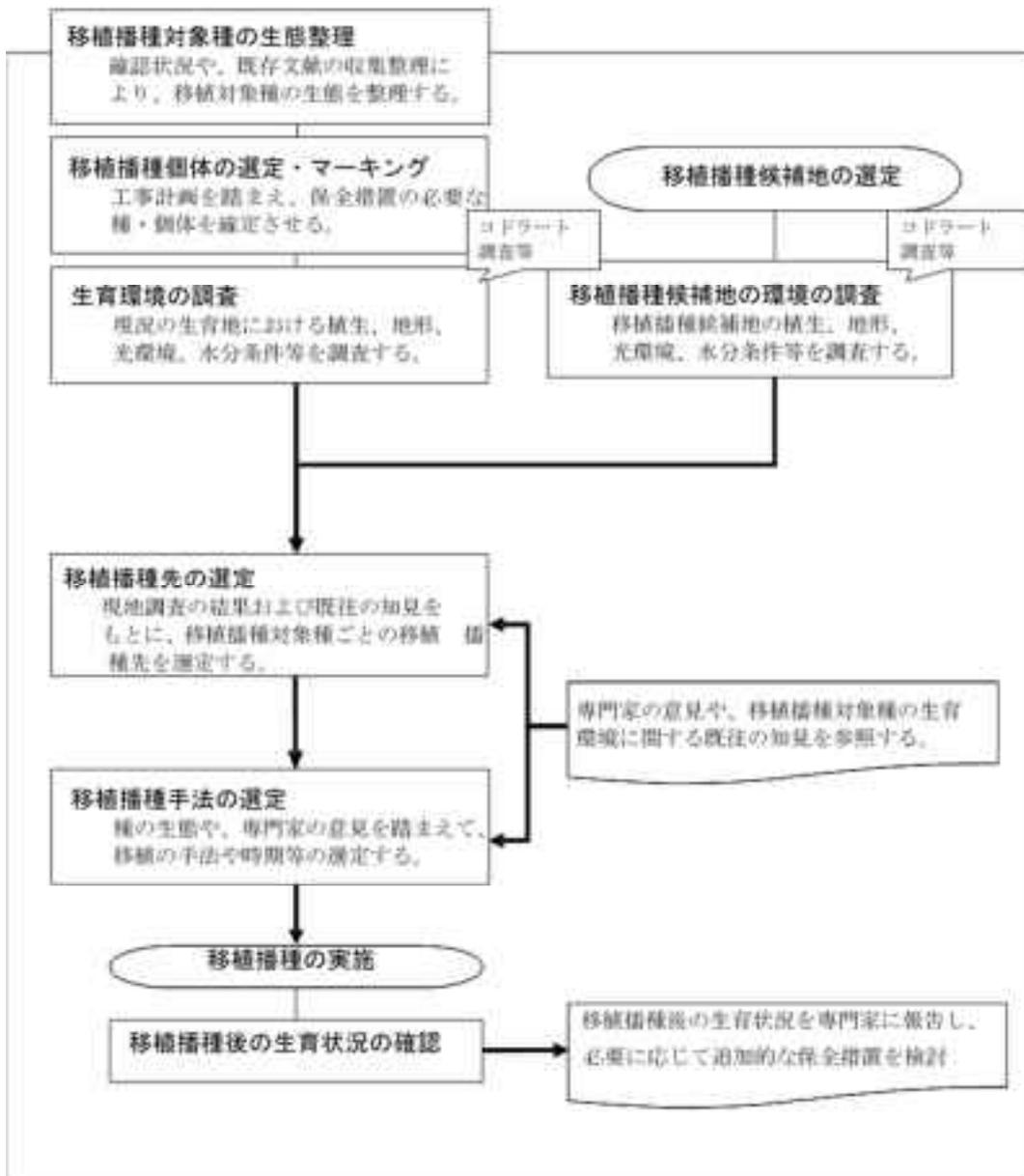


図 6.2 移植・播種の実施フロー

(3) 動物個体の代償措置

- ・ 工事中のモニタリングの結果、河川や沢に生息する動物について生息環境に変化がみられた場合、生物多様性専門部会委員等のご助言を踏まえたうえで移殖を検討、実施します。
- ・ 沢の減水に対する動物への対応フローは図 6.3 のとおりです。
- ・ トンネル工事により減水する可能性がある沢について、予め動物の調査を実施し、移殖の検討が必要となる種を選定します（フロー（1）、（2））。
- ・ トンネル工事直前には、予め選定した移殖の検討が必要となる種について、改めて生息環境調査を実施します。また、移殖先候補地においても生息調査を実施し、遺伝的な攪乱の影響も考慮のうえ移殖先を選定します（フロー（3））。
- ・ そのうえで、第4章に記載の地質調査や沢の流況等の調査・計測の結果、既往の知見や専門家のご助言を踏まえ、移殖の時期等を選定し、移殖を実施します。移殖後は移殖個体の定着状況を確認します（フロー（4）～（6））。

トンネル掘削前

(1) 各沢の生息状況調査の実施

- ・影響範囲内¹⁾の全ての沢を対象に現地調査を実施済み
(調査対象:哺乳類、鳥類、爬虫類・両生類、昆虫類、魚類、底生動物、植物)
- ・静岡市の調査結果等も参考



(2) 検討対象種²⁾の特性に応じた減水に対する対応方針の整理

- ・各種の移殖事例や移動能力等を考慮し、文献や専門家の助言を踏まえて減水に対する対応(移殖要否、モニタリング要否等)を整理



(3) 移殖対象種の生息・生育環境及び移殖先候補地調査の実施

- ・(2)で移殖の検討対象とした種について、トンネル工事直前に生息環境調査を実施
- ・移殖先候補地調査も実施し、各種の移殖計画を策定



(4) 先進ボーリング結果を踏まえた移殖準備の実施

- ・先進ボーリングの湧水量や成分分析の結果等を踏まえ、トンネル掘削により減水する可能性がある沢において現地調査を実施し、トンネル掘削による影響を確認するためのバックグラウンドデータとして整理



トンネル掘削中・掘削後

(5) 沢の流量や動植物等のモニタリングの実施

- ・「トンネル湧水量」、「沢の流況・流量」、「動植物の定期調査」の3つの指標により、変化を把握
- ・生態系への影響が生じる可能性がある場合には、移殖実施に向けた体制を構築し、移殖の判断に必要な現地調査を実施
- ・調査結果は速やかに生物多様性専門部会委員等へ報告



(6) 移殖の実施

- ・(5)の調査結果を踏まえて、(3)で整理した移殖計画に基づき移殖を実施



(7) 移殖実施後の状況確認調査の実施

- ・移殖を実施した種について、生息状況の調査を実施

1) 影響範囲:「高橋の水文学的方法」により水文地質学的検討から予測されるトンネル内に地下水が流入する範囲(本編P4-2, 図4. 1)

2) 検討対象種:「文化財保護法」、「静岡県希少動植物保護法」等の法令や環境省、静岡県のレッドリスト、専門家のご助言を踏まえ、環境影響評価時に重要な種として選定した種

図 6.3 沢等の減水に対する動物への対応フロー

7 工事に伴う自然環境へのリスクと対応

(1) はじめに

- ・第3章では、トンネル工事によって想定される自然環境への影響を広く提示し、その影響に対する基本的な対応をご説明しました。
- ・第4章から第6章では、第3章で想定した影響に対して、影響の回避又は低減、修復及び代償するための具体的な取組み等をご説明しました。
- ・本章では、第4章から第6章でご説明した内容を踏まえたとしてもなお残る、自然環境へのリスク^{※1}と対応についてご説明します。
- ・まず、自然環境への影響、影響を引き起こすリスク要因と事象の関係性を整理し、自然環境へのリスクを抽出します。
- ・次に、各リスクに対して影響度と管理の困難さの2つの要素を考慮した重要度の評価を行います。そして、各リスクに対する基本的な対応をご説明します。
- ・最後に、重要度の評価の結果、重要度が高いと評価されたリスクに対して実施するリスク管理の内容をご説明します。また、突発湧水^{※2}発生時には瞬間的なトンネル湧水量を管理することが困難であるため、その場合の対応についてもご説明します。

※1 「道路事業におけるリスクマネジメントマニュアル（平成22年3月、社団法人土木学会 建設マネジメント委員会、インフラPFI研究小委員会）」では、リスクは「これまで計画・予定していた目標の達成を阻害する事象」として定義されている。また、「[「要因」→「イベント（ここでは事象という）」→「影響」の一連の流れがその対象としてのリスクと言うこともできる」とされている。

※2 突発湧水：本資料では、掘削前の調査で把握できなかった、短時間に切羽付近で湧出する概ね1分間で60トン程度以上の大量の湧水とします。

(2) リスクへの対応に関する基本的な考え方

- ・トンネル掘削による自然環境への影響を確認するため、工事前の動植物、沢や河川の流量、水質等の状況についてはこれまで継続的に調査を実施しており、これらをバックグラウンドデータとして整理し、工事中の変化を確認していくための基礎資料とします。
- ・そして、トンネル掘削を開始する前には、モニタリング方法や結果の評価について、専門家等にご助言を頂くための仕組みを整えて参ります。
- ・適切なモニタリングの実施により、トンネル湧水量、沢や河川の流量、河川の水質等の変化を早期に検知します。
- ・モニタリングの状況を踏まえた対策をとることにより、それらの変化に対応します。

- ・今回ご説明するリスクへの対応についても、専門家等にご助言を頂き、予め定めるモニタリング方法や結果の評価等を踏まえ、適宜更新して参ります。

(3) 自然環境へのリスクの抽出

- ・工事においては、前章までにご説明した対応を行っていきますが、地質や気候等には不確実性が伴い、また南アルプスの地域特性を踏まえると、対策が間に合わない、あるいは対策の効果が十分に得られないなどのリスク要因が存在しています。
- ・そこでまずは、自然環境への影響、影響を引き起こすリスク要因と事象の関係性を整理し、自然環境へのリスクを抽出しました(図 7.1～図 7.6)。

<沢、河川の流量に関するリスクについて>

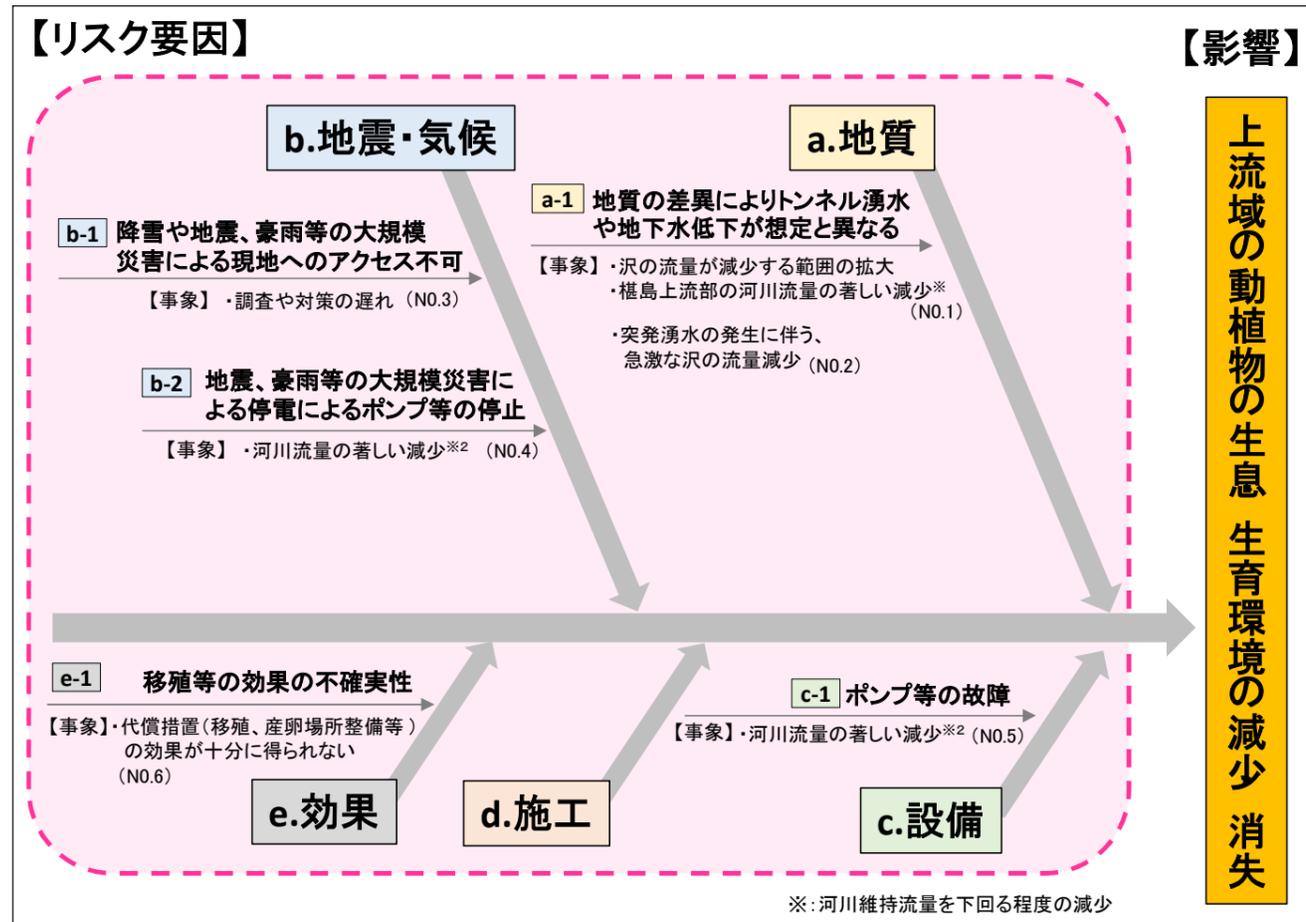


図 7.1 リスク要因、事象、影響の関係性 (沢、河川の流量)

- ・ 沢、河川の流量に関するリスク要因としては、「a. 地質」、「b. 地震・気候」、「c. 設備」、「e. 効果」が考えられます。
- ・ リスク要因により事象が生じ、事象の発生に伴い影響が生じるという一連の流れをリスクと考え、沢、河川の流量に関するリスクは以下の通りです。

・「a. 地質」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

- ー地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、沢の流量が減少する範囲が想定以上に拡大したり、樫島上流部の河川流量が著しく減少したりすることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります (リスク No. 1)。
- ー地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、特に突発湧水が発生した場合、急激な沢の流量減少が生じることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります (リスク No. 2)。

・「b. 地震・気候」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

- ー降雪や地震、豪雨等の大規模災害時には現地へのアクセスが不可能となり、動植物等の調査や対策が遅れることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります (リス

ク No. 3)。

- ー地震、豪雨等の大規模災害による停電によりポンプ等が停止した場合、トンネル湧水を河川に戻せず一時的に河川水量が著しく減少することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります (リスク No. 4)。

・「c. 設備」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

- ーポンプ等が故障した場合、トンネル湧水を河川に戻せず一時的に河川水量が著しく減少することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります (リスク No. 5)。

・「e. 効果」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

- ー魚類の移殖やヤマトイワナの産卵床の整備、植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります (リスク No. 6)。

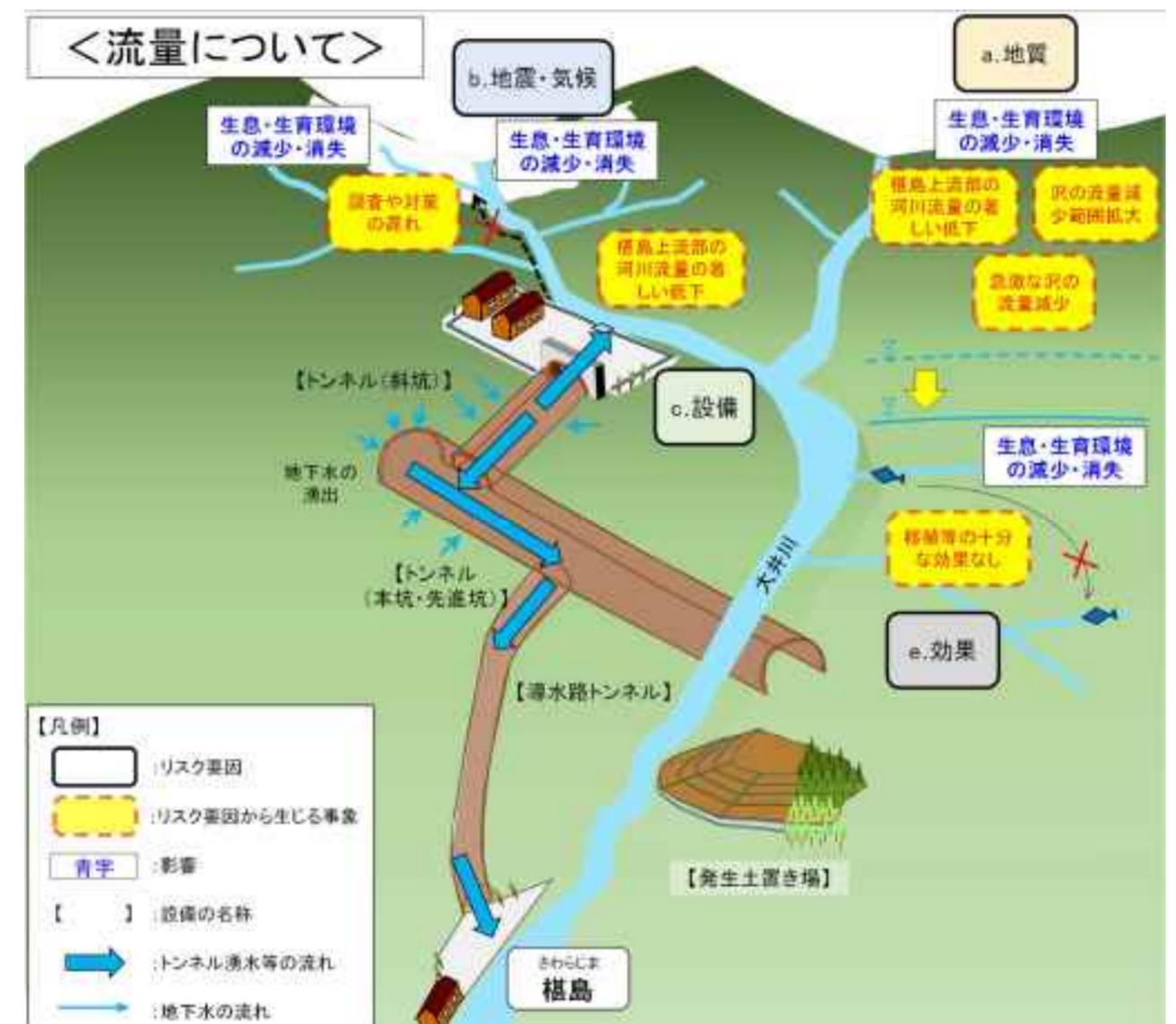


図 7.2 流量についてのリスク要因、事象、影響の関係性 (位置イメージ図)

<河川の水質等に関するリスクについて>

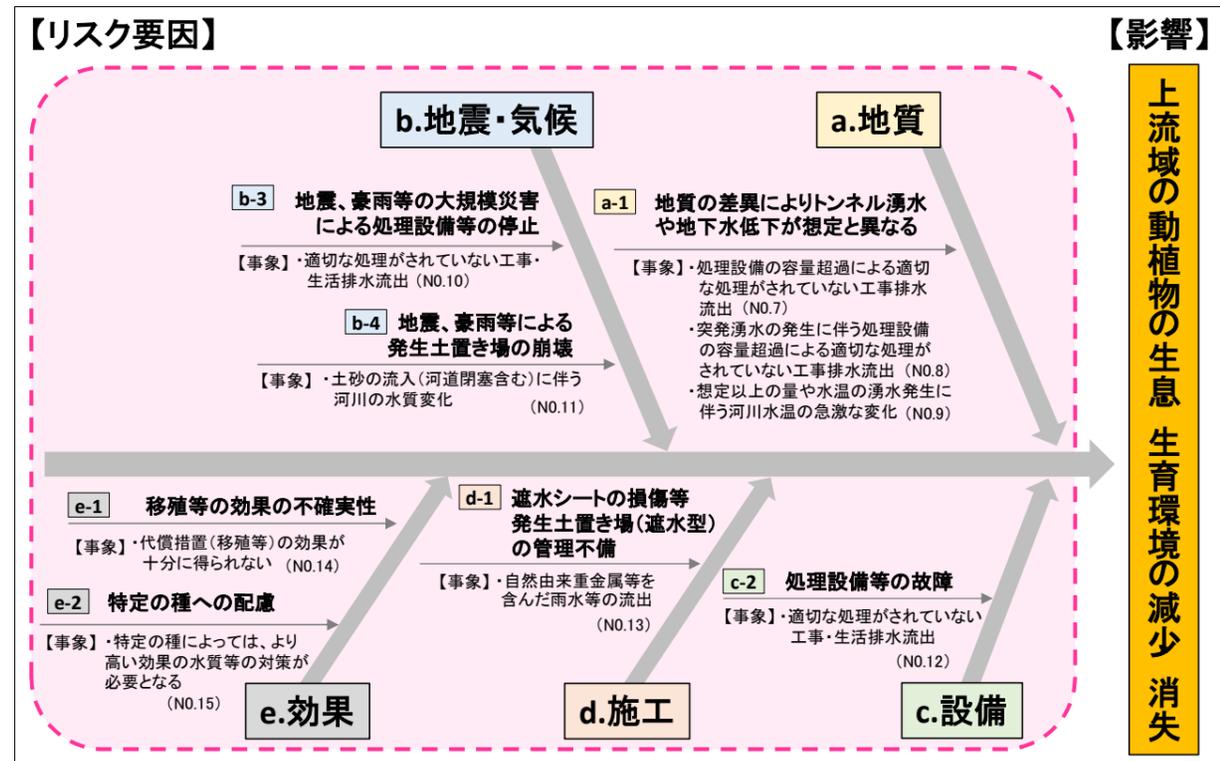


図 7.3 リスク要因、事象、影響の関係性 (河川の水質等)

- ・河川の水質等に関するリスク要因としては、「a. 地質」、「b. 地震・気候」、「c. 設備」、「d. 施工」、「e. 効果」が考えられます。
- ・リスク要因により事象が生じ、事象の発生に伴い影響が生じるという一連の流れをリスクと考え、河川の水質等に関するリスクは以下の通りです。

「a. 地質」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

- ー地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 7）。
- ー地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なり、特に突発湧水が発生した場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 8）。
- ー地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、想定以上の量や水温の湧水が発生して放流箇所付近の水温が急減に変化することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 9）。

「b. 地震・気候」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

- ー地震、豪雨等の大規模災害による停電により、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等が停止した場合、適切な処理がされていない工事排水や生活排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 10）。

ー地震、豪雨等の大規模災害により発生土置き場（遮水型を含む）の崩壊が発生した場合、河川への土砂の流入（河道閉塞含む）が発生し、上流域の河川の水質が変化することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 11）。

「c. 設備」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

ー処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等が故障した場合、適切な処理がされていない工事排水や生活排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 12）。

「d. 施工」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

ー遮水シートの損傷等、対策土置き場の管理不備が発生した場合、自然由来重金属等を含んだ雨水等が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 13）。

「e. 効果」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。

ー魚類の移殖や植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 14）。

ー処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等で適切に処理をして河川へ放流したとしても、特定の種によっては、より高い効果の水質等の対策が必要となる場合があり、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 15）。

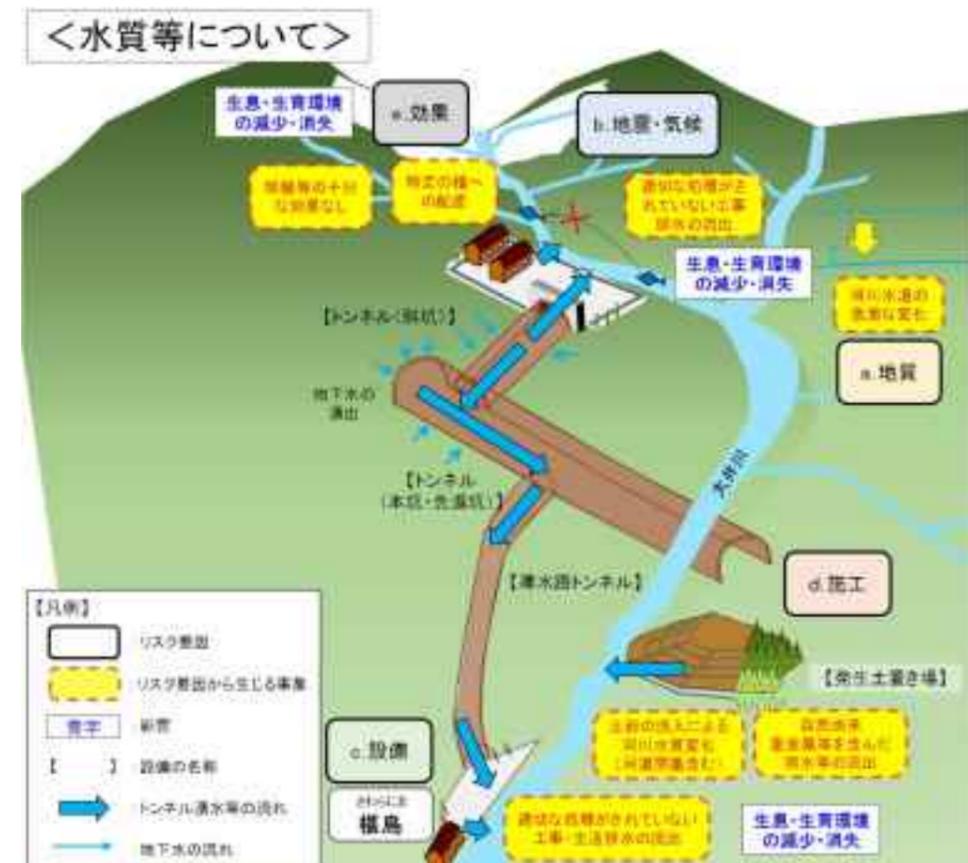


図 7.4 水質等についてのリスク要因、事象、影響の関係性 (位置イメージ図)

<地上部分の改変等に関するリスクについて>

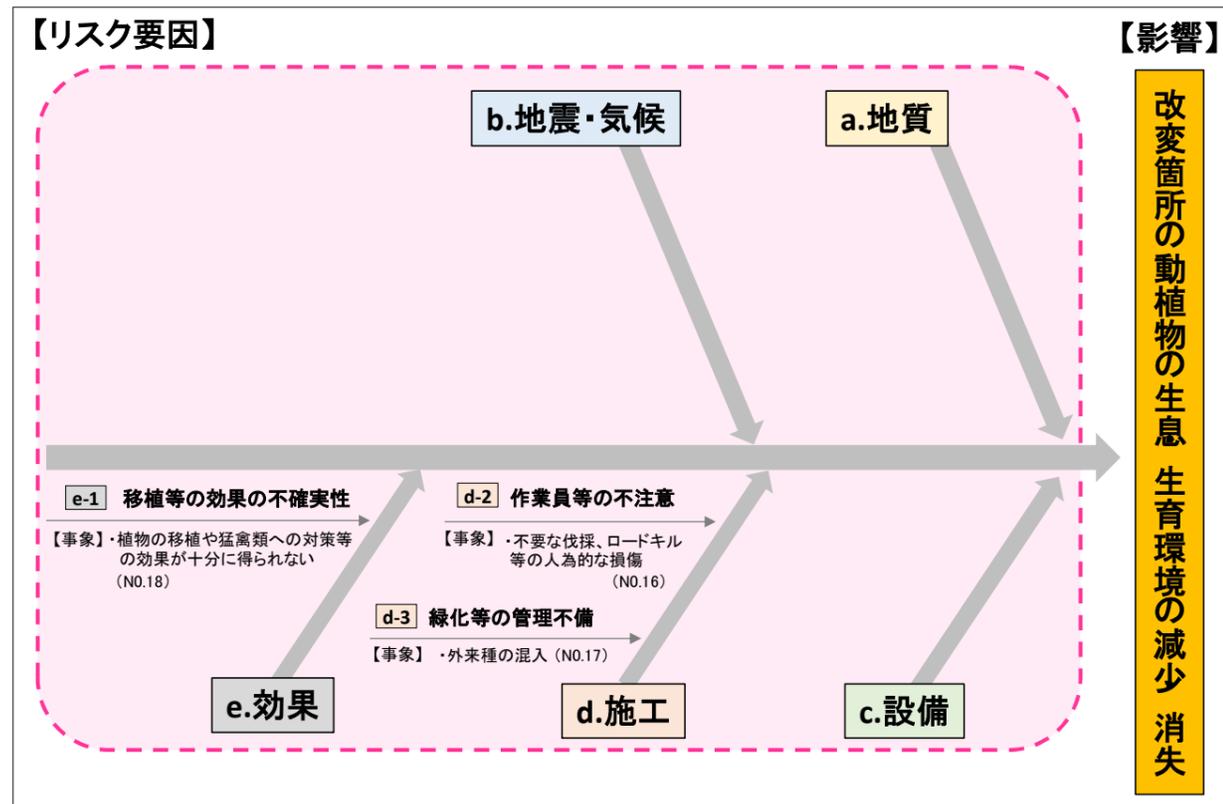


図 7.5 リスク要因、事象、影響の関係性（地上部分の改変等）

- ・地上部分の改変等に関するリスク要因としては、「d. 施工」、「e. 効果」が考えられます。
- ・リスク要因により事象が生じ、事象の発生に伴い影響が生じるという一連の流れをリスクと考え、地上部分の改変等に関するリスクは以下の通りです。
- ・「d. 施工」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。
 - －作業員等の不注意により、計画外の樹木の伐採、両生類等のロードキルなどが発生することで、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 16）。
 - －緑化のための苗木の育成等の過程において、外来植物が混入することで、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 17）。
- ・「e. 効果」を要因として、以下の影響が生じる可能性があります。
 - －猛禽類や走光性昆虫に対する低減措置、緑化等の修復措置、植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります（リスク No. 18）。

<地上部分の改変等について>



図 7.6 地上部分の改変等についてのリスク要因、事象、影響の関係性（位置イメージ図）

(4) 自然環境へのリスクの評価と基本的な対応

- ・自然環境へのリスクについて、影響度と管理の困難さ[※]の2つの要素を考慮し重要度の評価を行い、各リスクへの基本的な対応を整理しました(表7.1～表7.3)。

※: JIS Q 0073:2010(ISO Guide73:2009)では、「リスクマネジメント用語において、何かが起こる可能性を表すには、(中略) “起こりやすさ” という言葉を使用する。」との記載があるが、今回資料では、後述する評価の考え方の実態にあわせ、「管理の困難さ」という表現を用いることとする。

1) リスクの評価の考え方

- ・リスクの重要度の評価にあたっては、「道路事業におけるリスクマネジメントマニュアル」等を参考に、影響度と管理の困難さを3段階(大(3点)、中(2点)、小(1点))で評価し、「リスクの重要度=影響度×管理の困難さ」としました。
- ・影響度は、影響を及ぼす範囲と影響を及ぼす期間の観点で評価しました。影響を及ぼす範囲が特定の沢や地点に限定される場合については、影響を及ぼす期間が一定期間に限定されるものは1点、限定的でないものは2点としました。また、影響を及ぼす範囲が複数の沢や地点に及ぶ場合については、影響を及ぼす期間が一定期間に限定されるものは2点、限定的でないものは3点とし、影響度を相対的に評価しました。
- ・管理の困難さは、図7.1、図7.3、図7.5で示したリスク要因の発生を対象として評価したのではなく、事象の発生に伴う最終的な動植物の生息・生育環境への影響の発生を対象として評価しています。対策が困難で動植物の生息・生育環境の減少・消失に繋がる可能性があるものを3点、停電や設備故障のように事前に予備電源や予備設備を用意しておくことや、人為的なミスを防ぐことで対応できるものは1点、その他は2点とし、管理の困難さを相対的に評価しました。

2) リスクへの基本的な対応

- ・各リスクに対しては適切なモニタリングや維持管理の実施、予備電源や予備設備の確保等により、影響を回避または低減できるように対応します。
- ・リスクの重要度の評価の結果、特に重要度が高いリスクについては、(5)にて詳述するリスク管理を実施します。一方、突発湧水発生時には、瞬間的なトンネル湧水量を管理することは困難であるため、その場合の対応についても(5)にて詳述します。

表 7.1 リスクと基本的な対応の整理表（流量）

リスク No	リスク要因	リスク	リスクの評価			リスクへの基本的な対応
			影響度 (A)	管理の困難さ (B)	重要度 (C)	
1	a 地質	地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、沢の流量が減少する範囲が想定以上に拡大したり、樺島上流部の河川流量が著しく減少したりすることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	3	9	(5)に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。
2		地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、特に突発湧水が発生した場合、急激な沢の流量減少が生じることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	3	9	・突発湧水が発生した場合には、瞬間的な湧水量を管理することは困難です。 ・突発湧水発生時の対応については、(5)にて詳述します。
3	b 地震・気候	降雪や地震、豪雨等の大規模災害時には現地へのアクセスが不可能となり、動植物等の調査や対策が遅れることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	2	4	・ヘリコプターの活用等も含め、大規模災害時の現地への地上アクセス方法や調査体制について、予め計画を策定しておきます。 ・現地へのアクセスが可能になった後、速やかに動植物の調査を行い、その結果を専門家へ速報します。 ・専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。 ・動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合には、その影響の修復措置としての産卵床の整備や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。
4		地震、豪雨等の大規模災害による停電によりポンプ等が停止した場合、トンネル湧水を河川に戻せず一時的に河川水量が著しく減少することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	1	2	予備電源を確保しておくことで、リスクを回避します。
5	c 設備	ポンプ等が故障した場合、トンネル湧水を河川に戻せず一時的に河川水量が著しく減少することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	1	2	予備設備へ切り替えることで、リスクを回避します。
6	e 効果	魚類の移殖やヤマトイワナの産卵床の整備、植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	3	6	・専門家等へ相談のうえ、最新の知見等を踏まえたうえで、移殖方法等の検討を行っていきます。 ・移殖、産卵床の整備等を実施後、その状況について調査を実施し、調査の結果は専門家へ報告します。 ・移殖等はまとめて実施するのではなく、段階的に実施していくこと等で、移殖等の効果に関する知見を蓄積していき、移殖方法等の改善を図っていきます。 ・移殖等を実施した結果、最終的に十分な効果が確認されなかった場合には、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

※: 掘削開始前までに、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言を頂くための仕組みを整え、静岡県等へ相談の上、決定して参ります。

表 7.2 リスクと基本的な対応の整理表（水質等）

リスク No	リスク 要因	リスク	リスクの評価			リスクへの基本的な対応
			影響度 (A)	管理の困難さ (B)	重要度 (C)	
7	a 地質	地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	3	9	(5)に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。
8		地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なり、特に突発湧水が発生した場合、処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	3	9	・突発湧水が発生した場合には、瞬間的な湧水量を管理することは困難です。 ・突発湧水発生時の対応については、(5)にて詳述します。
9		地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、想定以上の量や水温の湧水が発生して放流箇所付近の水温が急激に変化することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	3	6	①河川水温への影響の低減対策等の実施 ・トンネル湧水をヤード内の沈砂池を経由させること等で、できる限り外気に曝すとともに、積雪があれば湧水と混合してから放流することで河川水温に近づけていきます。 ・工事排水を分散放流したり、排水箇所は魚類の産卵場所を回避したりすることなども検討、実施していきます。 ②水温や動植物のモニタリングの実施 ・トンネル湧水や放流先河川の水温についてモニタリングを継続的に実施し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、水温の変化を迅速に把握して頂けるようにします。測定は複数地点で実施し、水温変化がどの程度の範囲にまで及んでいるのか確認していきます。 ・合わせて、水生生物のモニタリングも継続して実施し、その結果は生物多様性専門部会に定期的に報告していきます。 ・生物多様性専門部会からのご意見を踏まえ、必要な場合には更なる対策を検討・実施します。西俣非常口からのトンネル湧水を、工事用道路(トンネル)を通じて、千石付近で大井川に流すことも選択肢として考えています。 ③修復措置、代償措置の実施 ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、排水放流箇所上流での産卵床の整備などの修復措置を検討、実施します。 ・また、動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合などには、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。
10	b 地震・気候	地震、豪雨等の大規模災害による停電により、処理設備(濁水、自然由来の重金属等)等が停止した場合、適切な処理がされていない工事排水や生活排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	1	3	予備電源や非常用発電機、汲み取り式トイレなどを確保しておくことで、リスクを回避します。
11		地震、豪雨等の大規模災害により発生土置き場(遮水型を含む)の崩壊が発生した場合、河川への土砂の流入(河道閉塞含む)が発生し、上流域の河川の水質が変化することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	2	6	①設備状況の確認 ・定期的に盛土や排水設備、沈砂池等の状況を確認するとともに、地震や豪雨等が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。 ②設備状況を踏まえた対応 (応急対策の実施) ・点検の結果、崩壊を確認した際には、速やかに静岡県、利水者等に報告し、応急対策を実施します。 ・また、発生土置き場の下流の地点で水質等や動植物の調査を行い、その結果を専門家へ速報します。 ・専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移殖等の環境保全措置を実施します。 ・動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合には、発生土置き場の上部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。 (更なる対策の実施) ・河川の他の部分における濁りが時間とともに解消していく中で当該地点及びその下流について濁りが解消されない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や専門家等にご相談のうえで底泥の除去等を実施します。 ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、発生土置き場の上部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。
12	c 設備	処理設備(濁水、自然由来の重金属等)等が故障した場合、適切な処理がされていない工事排水や生活排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	1	3	・処理設備(濁水、自然由来の重金属等)は、予備設備へ切り替えることで、リスクを回避します。 ・高度浄化装置は、ポンプを二重化するとともに、設備の異常の有無を毎日確認し、異常があれば接続する設備を一時使用停止します。また、予め汲み取り式トイレを配備しておくことでリスクを回避します。
13	d 施工	遮水シートの損傷等、対策土置き場の管理不備が発生した場合、自然由来の重金属等を含んだ雨水等が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	2	6	①設備状況の確認 ・定期的に設備の状況を確認します。 ・施工中、施工完了後も地震や豪雨等の大規模災害が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が設備の状況を速やかに確認します。 ・河川に放流する排水のモニタリングにより、影響を早期に検知します。 ②設備状況を踏まえた対応 (応急対策の実施) ・点検の結果、設備の損傷等を確認した際には、速やかに静岡県、利水者等に報告し、応急対策を実施します。 ・また、発生土置き場(遮水型)の下流の地点で水質等や動植物の調査を行い、その結果を専門家へ速報します。 ・専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移殖等の環境保全措置を実施します。 ・動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合には、発生土置き場(遮水型)の上部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。 (更なる対策の実施) ・時間が経過しても、水質の測定箇所における自然由来の重金属等の濃度が低下しない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や専門家等にご相談のうえで底泥の除去等を実施します。 ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、発生土置き場(遮水型)の上部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。
14	e 効果	魚類の移殖や植物の移殖等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	3	6	・専門家等へ相談のうえ、最新の知見等を踏まえたうえで、移殖方法等の検討を行っていきます。 ・移殖、産卵床の整備等を実施後、その状況について調査を実施し、調査の結果は専門家へ報告します。 ・移殖等はまとめて実施するのではなく、段階的に実施していくこと等で、移殖等の効果に関する知見を蓄積していき、移殖方法等の改善を図っていきます。 ・移殖等を実施した結果、最終的に十分な効果が確認されなかった場合には、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討・実施します。
15		処理設備(濁水、自然由来の重金属等)等で適切に処理をして河川へ放流したとしても、特定の種によっては、より高い効果の水質等の対策が必要となる場合があり、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	3	3	9	(5)に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。

※:掘削開始前までに、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言を頂くための仕組みを整え、静岡県等へ相談の上、決定して参ります。

表 7.3 リスクと基本的な対応の整理表（地上部分改変等）

リスク No	リスク 要因	リスク	リスクの評価			リスクへの基本的な対応
			影響度 (A)	管理の 困難さ (B)	重要 度 (C)	
16	d 施工	作業員等の不注意により、計画外の不要な樹木の伐採、両生類等のロードキルなどが発生することで、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> 作業員等への教育の徹底や注意看板の設置等による注意喚起を行っていきます。 動植物の生息・生育環境への影響が発生した場合には、専門家へ速報します。 専門家のご助言を踏まえて、必要な場合には植林の復元等を行います。
17		緑化のための苗木の育成等の過程において、外来植物が混入することで、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> 専門家のご助言を踏まえながら、外来植物が混ざりこまないように十分注意し管理していきます。 外来植物の混入が確認された場合には、専門家へ速報し、必要な場合には外来植物の除去等の対応を行っていきます。
18	e 効果	猛禽類や走光性昆虫に対する低減措置、緑化等の修復措置、植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> 専門家等へ相談のうえ、最新の知見等を踏まえたうえで、移植方法等の検討を行っていきます。 各種対策の実施後、その状況について調査を実施し、調査の結果は専門家へ報告します。 各種対策はまとめて実施するのではなく、段階的に実施していくこと等で、各種対策の効果に関する知見を蓄積していき、移植方法等の改善を図っていきます。 各種対策を実施した結果、最終的に十分な効果が確認されなかった場合には、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討・実施します。

※：掘削開始前までに、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言を頂くための仕組みを整え、静岡県等へ相談の上、決定して参ります。

① 沢、河川の水量等に関するリスクと基本的な対応

リスク No. 1

地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、沢の流量が減少する範囲が想定以上に拡大したり、榎島上流部の河川流量が著しく減少したりすることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・現場周辺での変化（河川流量）に着目したリスク管理の参考値を設定し、影響発生までの各段階に応じた対応をとることなどでリスクを管理していきます。
- ・リスク管理の詳細は、後述する（5）重要度の高いリスクへの対応にて詳述します。

リスク No. 2

地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、特に突発湧水が発生した場合、急激な沢の流量減少が生じることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・突発湧水が発生した場合には、瞬間的な湧水量を管理することは困難です。
- ・突発湧水発生時の対応については（5）重要度の高いリスクへの対応にて詳述します。

リスク No. 3

降雪や地震、豪雨等の大規模災害時には現地へのアクセスが不可能となり、動植物等の調査や対策が遅れることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・ヘリコプターの活用等も含め、大規模災害時の現地への地上アクセス方法や調査体制について、予め計画を策定しておきます。
- ・現地へのアクセスが可能になった後、速やかに動植物の調査を行い、その結果を専門家へ速報します。
- ・専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。
- ・動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合には、その影響の修復措置としての産卵床の整備や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

リスク No. 4

地震、豪雨等の大規模災害による停電によりポンプ等が停止した場合、トンネル湧水を河川に戻せず一時的に河川水量が著しく減少することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・予備電源を確保しておくことで、リスクを回避します。

リスク No. 5

ポンプ等が故障した場合、トンネル湧水を河川に戻せず一時的に河川水量が著しく減少することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・予備設備へ切り替えることで、リスクを回避します。

リスク No. 6

魚類の移殖やヤマトイワナの産卵床の整備、植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・ 専門家等へ相談のうえ、最新の知見等を踏まえたうえで、移殖方法等の検討を行っていきます。
- ・ 移殖、産卵床の整備等を実施後、その状況について調査を実施し、調査の結果は専門家へ報告します。
- ・ 移殖等はまとめて実施するのではなく、段階的に実施していくこと等で、移殖等の効果に関する知見を蓄積していき、移殖方法等の改善を図っていきます。
- ・ 移殖等を実施した結果、最終的に十分な効果が確認されなかった場合には、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

② 河川の水質等に関するリスクと基本的な対応

リスク No. 7

地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

（リスクへの対応）

- ・現場周辺での変化（トンネル湧水量）に着目したリスク管理の参考値を設定し、影響発生までの各段階に応じた対応をとることでリスクを管理していきます。
- ・リスク管理の詳細は、後述する（5）重要度の高いリスクへの対応にて詳述します。

リスク No. 8

地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なり、特に突発湧水が発生した場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

（リスクへの対応）

- ・突発湧水が発生した場合には、瞬間的な湧水量を管理することは困難です。
- ・突発湧水発生時の対応については（5）重要度の高いリスクへの対応にて詳述します。

リスク No. 9

地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、想定以上の量や水温の湧水が発生して放流箇所付近の水温が急激に変化することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

①河川水温への影響の低減対策等の実施

- ・トンネル湧水をヤード内の沈砂池を経由させること等で、できる限り外気に曝すとともに、積雪があれば湧水と混合してから放流することで河川水温に近づけていきます。
- ・工事排水を分散放流したり、排水箇所は魚類の産卵場所を回避したりすることなども検討、実施していきます。

②水温や動植物のモニタリングの実施

- ・トンネル湧水や放流先河川の水温についてモニタリングを継続的に実施し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、水温の変化を迅速に把握して頂けるようにします。測定は複数地点で実施し、水温変化がどの程度の範囲にまで及んでいるのか確認していきます。
- ・合わせて、水生生物のモニタリングも継続して実施し、その結果は生物多様性専門部会に定期的に報告していきます。
- ・生物多様性専門部会からのご意見を踏まえ、必要な場合には更なる対策を検討、実施します。西俣非常口からのトンネル湧水を、工事用道路（トンネル）を通じて、千石付近で大井川に流すことも選択肢として考えています。

③修復措置、代償措置の実施

- ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、排水放流箇所上流での産卵床の整備などの修復措置を検討、実施します。
- ・また、動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合などには、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

リスク No. 10

地震、豪雨等の大規模災害による停電により、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等が停止した場合、適切な処理がされていない工事排水や生活排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

（リスクへの対応）

- ・ 予備電源や非常用発電機、汲み取り式トイレなどを確保しておくことで、リスクを回避します。

リスク No. 11

地震、豪雨等の大規模災害により発生土置き場（遮水型を含む）の崩壊が発生した場合、河川への土砂の流入（河道閉塞含む）が発生し、上流域の河川の水質が変化することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

（リスクへの対応）

①設備状況の確認

- ・ 定期的に盛土や排水設備、沈砂池等の状況を確認するとともに、地震や豪雨等が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。

②設備状況を踏まえた対応

（応急対策の実施）

- ・ 点検の結果、崩壊を確認した際には、速やかに静岡県、利水者等に報告し、応急対策を実施します。
- ・ また、発生土置き場の下流の地点で水質等や動植物の調査を行い、その結果を専門家へ速報します。
- ・ 専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。
- ・ 動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合には、発生土置き場の上流部での産卵床の整備などの修復措置や

生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

(更なる対策の実施)

- ・河川の他の部分における濁りが時間とともに解消していく中で当該地点及びその下流について濁りが解消されない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や専門家等にご相談のうえで底泥の除去等を実施します。
- ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、発生土置き場の上流部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

リスク No. 12

処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等が故障した場合、適切な処理がされていない工事排水や生活排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・処理設備（濁水、自然由来の重金属等）は、予備設備へ切り替えることで、リスクを回避します。
- ・高度浄化装置は、ポンプを二重系化するとともに、設備の異常の有無を毎日確認し、異常があれば接続する設備を一時使用停止します。また、予め汲み取り式トイレを配備しておくことでリスクを回避します。

リスク No. 13

遮水シートの損傷等、対策土置き場の管理不備が発生した場合、自然由来の重金属等を含んだ雨水等が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・トンネル掘削に伴う発生土については、含まれる自然由来の重金属等の確認

を1日1回の頻度で行い、土壤汚染対策法に基づく土壤溶出量基準値を超過した掘削土（以下、「対策土」という。）は、遮水型の発生土置き場（以下、「発生土置き場（遮水型）」という。）において活用します。発生土置き場（遮水型）において、リスクを回避・低減するために以下の対応を行います。

①設備状況の確認

- ・定期的に設備の状況を確認します。
- ・施工中、施工完了後も地震や豪雨等の大規模災害が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が設備の状況を速やかに確認します。
- ・河川に放流する排水のモニタリングにより、影響を早期に検知します。

②設備状況を踏まえた対応

（応急対策の実施）

- ・点検の結果、設備の損傷等を確認した際には、速やかに静岡県、利水者等に報告し、応急対策を実施します。
- ・また、発生土置き場（遮水型）の下流の地点で水質等や動植物の調査を行い、その結果を専門家へ速報します。
- ・専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。
- ・動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境に影響が及んでいた場合には、発生土置き場（遮水型）の上流部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

（更なる対策の実施）

- ・時間が経過しても、水質の測定箇所における自然由来の重金属等の濃度が低下しない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や専門家等にご相談のうえ底泥の除去等を実施します。
- ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、発生土置き場（遮水型）の上流部での産卵床の整備などの修復措置や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

リスク No. 14

魚類の移殖や植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・ 専門家等へ相談のうえ、最新の知見等を踏まえたうえで、移殖方法等の検討を行っていきます。
- ・ 移殖、産卵床の整備等を実施後、その状況について調査を実施し、調査の結果は専門家へ報告します。
- ・ 移殖等はまとめて実施するのではなく、段階的に実施していくこと等で、移殖等の効果に関する知見を蓄積していき、移殖方法等の改善を図っていきます。
- ・ 移殖等を実施した結果、最終的に十分な効果が確認されなかった場合には、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

リスク No. 15

処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等で適切に処理をして河川へ放流したとしても、特定の種によっては、より高い効果の水質等の対策が必要となる場合があり、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・ 水質等や動植物のモニタリング結果を踏まえ、専門家にご助言を頂きながら、追加の水質等の対策を随時検討していくことでリスクを管理していきます。
- ・ リスク管理の詳細は、後述する（5）重要度の高いリスクへの対応にて詳述します。

③ 地上部分の改変等に関するリスクと基本的な対応

リスク No. 16

作業員等の不注意により、計画外の不要な樹木の伐採、両生類等のロードキルなどが発生することで、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・作業員等への教育の徹底や注意看板の設置等による注意喚起を行っていきます。
- ・動植物の生息・生育環境への影響が発生した場合には、専門家へ速報します。
- ・専門家のご助言を踏まえて、必要な場合には植林の復元等を行います。

リスク No. 17

緑化のための苗木の育成等の過程において、外来植物が混入することで、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・専門家のご助言を踏まえながら、外来植物が混ざりこまないように十分注意し管理していきます。
- ・外来植物の混入が確認された場合には、専門家へ速報し、必要な場合には外来植物の除去等の対応を行っていきます。

リスク No. 18

猛禽類や走光性昆虫に対する低減措置、緑化等の修復措置、植物の移植等の代償措置を実施したとしても、その効果が十分に得られず、改変箇所の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります

(リスクへの対応)

- ・専門家等へ相談のうえ、最新の知見等を踏まえたうえで、移殖方法等の検討を行っていきます。

※第1章から第6章までの議論を踏まえ、修正します。

- ・各種対策の実施後、その状況について調査を実施し、調査の結果は専門家へ報告します。
- ・各種対策はまとめて実施するのではなく、段階的に実施していくこと等で、各種対策の効果に関する知見を蓄積していき、移殖方法等の改善を図っていきます。
- ・各種対策を実施した結果、最終的に十分な効果が確認されなかった場合には、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

(5) 重要度の高いリスクへの対応

- ・リスクの重要度の評価の結果、特に重要度が高いリスクについては、モニタリングの実施に加え、次の通り、リスク管理を実施します。

1) 沢、河川の水量等に関する重要度の高いリスクの管理

- ・上流域の沢、河川の水量等に関して、重要度の高いリスクは以下の通りです。

リスク No. 1

地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、沢の流量が減少する範囲が想定以上に拡大したり、榎島上流部の河川流量が著しく減少したりすることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります【再掲】

① 想定より広範囲の沢等での流量減少への対応

- ・北俣など、J R 東海や静岡市の水収支解析において影響を受けないと想定される沢等（不動点）の流量モニタリング結果などをもとに、リスク管理を行ってまいります。

<平常時の対応>

a) 先進ボーリングによるトンネル湧水の管理・低減

- ・先進ボーリングにより、以下の分析を行います。
 - －ボーリングの口元湧水量からトンネル湧水量を把握します。
 - －ボーリングの口元において、湧水圧試験を行います。
 - －ボーリングで採取できる前方の湧水を用いて、水温や水質（pH、EC）を計測し、また、化学的な成分（溶存イオン等）の測定も行うことで、どういった水が湧出しているのかについて分析を行っていきます。
- ・更に先進坑の切羽湧水の成分分析も併せて行うことで、トンネル内にどういった水が湧出しているのかについて分析を行っていきます。
- ・また、予めトンネル湧水量に応じた薬液注入等の補助工法を実施することにより、トンネル湧水を低減します。

b) 流量のモニタリング等の実施

- ・不動点における沢等の流量を「4 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組み（3）河川や沢における水質や流量の測定計画」に示すとおり

り定期的に測定します。

- ・また不動点における沢等の表流水について化学的な成分（溶存イオン等）の測定を行い、トンネル切羽からの湧水との比較などにより、トンネル掘削による影響が及んでいないことを継続して確認します。

＜影響発生の兆候段階の対応＞

- ・不動点の沢等の流量が管理値（「3章 工事に伴う自然環境への影響と対応」の表3.1参照）を下回る場合、及び先進ボーリング湧水や沢等の流水の化学的な成分分析によりトンネル掘削による影響が及んでいると確認された場合は、さらなる湧水量低減対策を実施するとともに、流量計測の頻度を増加し、慎重に掘削を進めます。
- ・また、速やかに魚類な生息数や植生の状況など、沢の動植物の状況を確認し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、ご助言を頂きます。
- ・この段階で必要と判断される場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。

＜影響発生の可能性段階の対応＞

- ・流量の計測と動植物の状況の確認は、トンネル掘削中継続して実施します。
- ・結果は専門家や静岡県等に報告し、専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。
- ・実施後の状況を確認し、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、その影響の修復措置としての産卵床の整備や生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を実施します。

② 河川流量の著しい減少への対応

- ・河川流量の常時計測結果等をもとに、リスク管理を行ってまいります。

(リスク管理の方法)

- ・河川流量の著しい減少への対応については、現場周辺での変化（河川流量）に着目したリスク管理の参考値を2段階で設定し、平常時、影響発生の兆候段階、影響発生の可能性段階といった影響発生までの各段階に応じた対応をとることでリスクを管理していきます（図 7.7）。

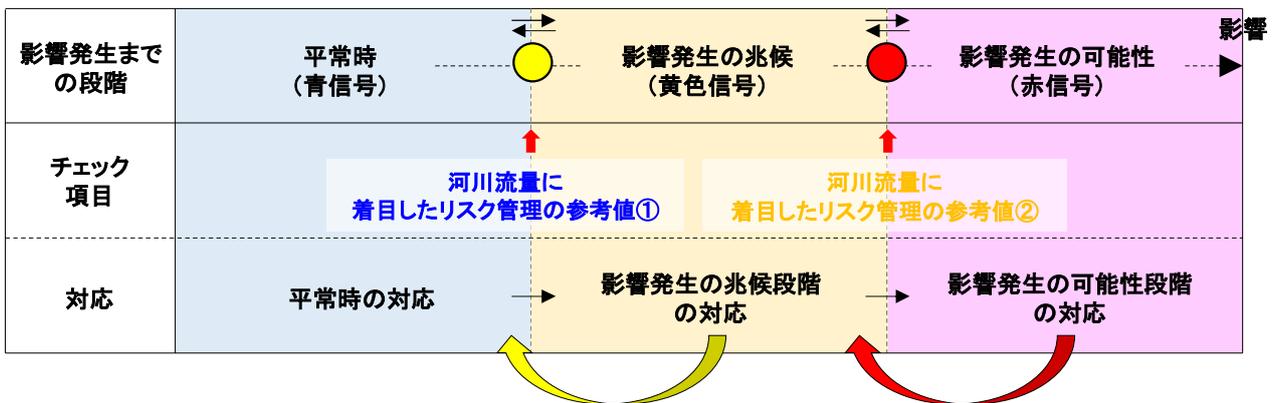


図 7.7 リスク管理のイメージ図（河川流量減少）

(リスク管理の参考値)

- ・リスク管理の参考値としては、現時点では各堰堤下流において設定されている河川維持流量をベースにすること等が考えられますが、掘削開始前までに、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言を頂くための仕組みを整え、静岡県等へ相談の上、決定して参ります。
- ・また、掘削開始前に決定した参考値についても、工事中の状況に応じて必要により見直すこととします。

(リスクへの対応)

- ・このリスクに対するリスク管理の概要を図 7.8にお示しします。

※第1章から第6章までの議論を踏まえ、修正します。

影響発生までの段階		平常時	影響発生の兆候	影響発生の可能性
リスク No.1 河川 流量	チェック 項目	河川流量に 着目したリスク管理の参考値①		河川流量に 着目したリスク管理の参考値②
	対応	<ul style="list-style-type: none"> ・先進ボーリングによるトンネル湧水量の把握。 ・先進ボーリング湧水の湧水圧測定、化学的な成分分析等の実施。 ・トンネル湧水量に応じた薬液注入等の補助工法を実施。 ・西俣付近、東俣付近及び木賊付近で河川の流量を常時計測。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係者（静岡県、利水者、専門家等）に連絡。また、西俣非常口からトンネル湧水を西俣川へ流す準備を実施。 ・合わせて、動植物の状況を確認し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、ご助言を頂く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・西俣非常口からトンネル湧水を西俣川へ流す。 ・合わせて、動植物の状況を確認し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、ご助言を頂く。 ・専門家のご意見を踏まえて、必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等を実施

※リスク管理の参考値としては、現時点では各堰堤下流において設定されている河川維持流量をベースにすること等が考えられますが、掘削開始前までに、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言を頂くための仕組みを整え、静岡県等へ相談の上、決定して参ります。

図 7.8 重要度の高いリスクの管理の概要（河川流量）

＜平常時の対応＞

- ・①と同様に、先進ボーリングによるトンネル湧水の管理・低減を図ります。
- ・西俣付近、東俣付近及び木賊付近で河川の流量を常時計測します。

＜影響発生の兆候段階の対応＞

- ・河川流量がリスク管理の参考値①と適合しない場合、関係者（静岡県、利水者、専門家等）に連絡いたします。また、西俣非常口からトンネル湧水を西俣川へ流す準備を行います。
- ・合わせて、動植物の状況を確認し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、ご助言を頂きます。

＜影響発生の可能性段階の対応＞

- ・河川流量がリスク管理の参考値②と適合しない場合、西俣非常口からトンネル湧水を西俣川へ流します。
- ・合わせて、動植物の状況を確認し、その結果は専門家や静岡県等へ速報し、ご助言を頂きます。
- ・必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。
- ・実施後の状況を確認し、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、産卵床の整備等の修復措置を行うほか、生物多様性オフセットの考え方を参考にした代償措置を実施します。

- ・次に、突発湧水発生時のリスクへの対応について、ご説明します。
- ・上流域の沢、河川の水量等に関する、突発湧水が発生した際のリスクは以下の通りです。

リスク No. 2

地質の差異により、トンネル湧水や地下水低下が想定と異なる場合、特に突発湧水が発生した場合、急激な沢の流量減少が生じることで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります【再掲】

- ・平常時には、先述のリスク No. 1 と同様の対応に先進ボーリングによるトンネル湧水の管理・低減を行います。
- ・また、県境付近の断層帯においては、静岡県側のノンコアボーリングによる地下水の揚水を行うとともに、千石斜坑から掘削する先進坑の工程が遅れる場合には、千石斜坑の途中と県境付近の断層帯の端部との間における揚水機能の確保や山梨工区の掘削速度の調整の検討等を行います。
- ・しかしながら、突発湧水発生時には、瞬間的なトンネル湧水量を管理することが困難であり、影響発生の前兆を捉えることは困難です。
- ・よって突発湧水発生時には、掘削を一時中断し、専門家や静岡県等に速やかに連絡するとともに、魚類の生息数や植生の状況など、沢の動植物の状況を確認します。
- ・その結果は専門家や静岡県等へ速報し、専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、リスク No. 1 と同様に魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。
- ・突発湧水においては計測を行い、状況が落ち着いた後に、必要に応じて薬液注入等の補助工法を実施します。

2) 河川の水質等に関する重要度の高いリスクの管理

リスク No. 7

地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります【再掲】

（リスク管理の方法）

- ・ 処理設備への対応については、現場周辺での変化（トンネル湧水量）に着目したリスク管理の参考値を2段階で設定し、平常時、影響発生兆候段階、影響発生可能性段階といった影響発生までの各段階に応じた対応をとることでリスクを管理していきます（図 7.9）。

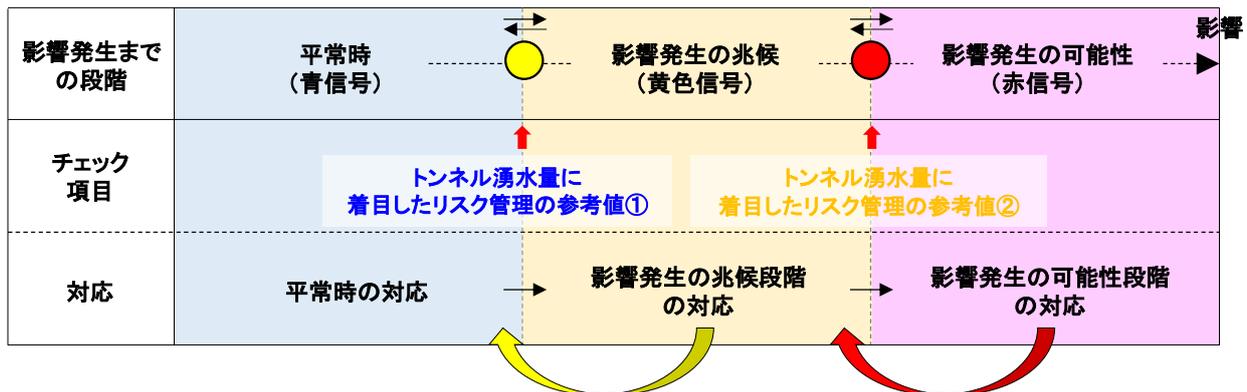


図 7.9 リスク管理のイメージ図

（リスク管理の参考値）

- ・ 影響発生兆候を捉えるための参考値①を処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の処理容量とします。
- ・ 影響発生可能性を捉えるための参考値②を予備設備も含めた処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量とします。

（リスクへの対応）

- ・ このリスクに対するリスク管理の概要を図 7.10にお示しします。

影響発生までの段階		平常時	影響発生の兆候	影響発生の可能性
チェック項目		トンネル湧水量に着目したリスク管理の参考値①【処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量】	トンネル湧水量に着目したリスク管理の参考値②【予備設備も含めた処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量】 ※河川における水質調査は継続して実施	
リスクNo.7 水質	対応	<ul style="list-style-type: none"> 先進ボーリングによるトンネル湧水量の把握。 トンネル湧水量に応じた薬液注入等の補助工法を実施。 予備設備を現地に用意。処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の点検・整備を徹底するとともに、濁水の性状に応じた適切な排水処理剤の管理を行う。 トンネル湧水の清濁分離の実施。 トンネル湧水については、河川放流前に水質を確認。 	<ul style="list-style-type: none"> トンネル湧水が、処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量を超えた場合には、関係者(静岡県、利水者、専門家等)へ速やかに連絡し、予備設備を使用。 そのうえで、設備容量の増強をただちに実施。 また、補助工法について見直し、更なる湧水低減対策を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> トンネル湧水が、予備設備も含めた処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量を超えた場合、掘削を一時中断し、関係者(静岡県、利水者、専門家等)へ速やかに連絡。トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することも検討。 その後、速やかに水質や動植物の調査を行い、その結果を関係者へ速報。 専門家のご助言を踏まえて、必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等を実施。

図 7.10 重要度の高いリスクの管理の概要(水質)

<平常時の対応>

- ・先進ボーリングによる湧水量からトンネル湧水量を予め把握します。
- ・トンネル湧水量に応じた薬液注入等の補助工法を実施することにより、トンネル湧水を低減します。さらに、トンネル湧水の清濁分離を実施することで、トンネル排水(濁水)の量を低減します。
- ・予備の処理設備(濁水、自然由来の重金属等)を各施工ヤード等に用意しておきます。処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の点検・整備を徹底し、濁水の性状に応じた適切な排水処理剤の管理を行います。
- ・トンネル湧水については、河川放流前に管理基準値以下に処理した上で、河川へ放流します(「4 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組み(2) 河川放流前の水質等の管理」参照)。

<影響発生の兆候段階の対応>

- ・トンネル湧水が、処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量を超えた場合、関係者(静岡県、利水者、専門家等)へ速やかに連絡し、予め用意しておいた予備設備を使用します。
- ・そのうえで、設備容量の増強をただちに実施し、また、補助工法について見直し、更なる対策を実施します。

<影響発生の可能性段階の対応>

- ・トンネル湧水が、予備設備を含めた処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量を超えた場合、掘削を一時中断し、関係者へ速やかに連絡をし

ます。トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することも検討します。

- ・その後、速やかに河川の水質や動植物の調査を行い、その結果を関係者へ速報します。
- ・専門家のご助言を踏まえて必要な場合には、リスク No. 1 と同様に魚類の移殖や植物の移植等の環境保全措置を実施します。

- ・次に、突発湧水発生時のリスクへの対応について、ご説明します。
- ・河川の水質に関する、突発湧水が発生した際のリスクは以下の通りです。

リスク No. 8

地質の差異によりトンネル湧水が想定と異なり、特に突発湧水が発生した場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水が河川へ流出することで、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります【再掲】

- ・平常時には先述のリスク No. 7 と同様の対応をとります。
- ・しかしながら、突発湧水発生時には、瞬間的なトンネル湧水量を管理することが困難であり、影響発生を捉えることは困難です。
- ・よって、突発湧水発生時には先述のリスク No. 7 のような＜影響発生を捉えること＞の対応をとることができず、＜影響発生を抑制すること＞の対応をとることになります。
- ・突発湧水発生時の対応を、図 7.11 にお示しします。

影響発生までの段階		平常時	影響発生の可能性
リスク No.8 水質	チェック 項目	突発湧水の発生	
	対応	<ul style="list-style-type: none"> ・先進ボーリングによるトンネル湧水量の把握。 ・トンネル湧水量に応じた薬液注入等の補助工法を実施。 ・予備設備を現地に用意。処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の点検・整備を徹底するとともに、濁水の性状に応じた適切な排水処理剤の管理を行う。 ・トンネル湧水の清濁分離の実施。 ・トンネル湧水については、河川放流前に水質を確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル湧水が、予備設備も含めた処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量を超えた場合、掘削を一時中断し、関係者(静岡県、利水者、専門家等)へ速やかに連絡。トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することも検討。 ・その後、速やかに水質や動植物の調査を行い、その結果を関係者へ連絡。 ・専門家のご助言を踏まえて、必要な場合には、魚類の移殖や植物の移植等を実施。 ・突発湧水の総量や湧水量の減衰の状況を確認。 ・湧水が落ち着いたのち、必要に応じて、薬液注入等の補助工法を実施。 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その後必要に応じて、更なる補助工法の見直しや対策の実施、設備容量の増強の実施。

図 7.11 突発湧水発生時の対応(水質)

<影響発生の可能性段階の対応(突発湧水発生後の対応)>

- ・トンネル湧水が、予備設備も含めた処理設備(濁水、自然由来の重金属等)の処理容量を超えた場合、掘削を一時中断し、関係者(静岡県、利水者、専門家等)へ速やかに連絡をします。トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することも検討します。
- ・その後、速やかに水質や動植物の調査を行い、その結果を関係者へご連絡します。
- ・専門家のご助言を踏まえて、必要な場合には、リスク No.1 と同様に魚類の移殖や植物の移植等を実施します。
- ・突発湧水の総量や湧水量の減衰の状況等を確認し、湧水が落ち着いたのち、必要に応じて、薬液注入等の補助工法を実施します。
- ・その後必要に応じて、補助工法の見直し、更なる対策の実施、設備容量の増強を実施します。

リスク No. 15

処理設備（濁水、自然由来の重金属等）等で適切に処理をして河川へ放流したとしても、特定の種によっては、より高い効果の水質等の対策が必要となる場合があり、上流域の動植物の生息・生育環境が減少・消失する可能性があります【再掲】

- ・水質等や動植物のモニタリング結果を踏まえ、専門家にご助言を頂きながら、追加の水質等の対策を随時検討していくことでリスクを管理していきます。

<平常時の対応>

- ・水質等の変化については、工事排水や生活排水の放流先河川の水質等や動植物の生息・生育状況を事前に把握のうえでバックグラウンドデータとして整理し、工事中の変化を確認していくための基礎資料とします。特に水温の変化については、速やかに専門家や静岡県等へ報告します。
- ・そのうえで、工事中も継続して河川の水質等（常時または月1回）や動植物の調査（四季）を実施します。
- ・これらの結果は定期的に生物多様性専門部会へ報告します。

<影響発生の兆候段階の対応>

- ・動植物の調査の結果、動植物の生息・生育環境への影響の兆候がみられた場合には、速やかに魚類の生息数や植生の状況など、動植物の状況を確認します。
- ・合わせて、追加の水質等の対策の検討、準備を行います。

<影響発生の可能性段階の対応>

- ・動植物の調査の結果、動植物の生息・生育環境への影響がみられた場合には、追加の水質等の対策を実施します。
- ・その後も引き続き、水質等や動植物の調査を行い、追加の対策の効果を確認していきます。
- ・以上の対応を実施したものの、動植物の生息・生育環境への影響が確認された場合には、専門家のご助言を踏まえながら、排水放流箇所上流での産卵床の整備などの修復措置を検討、実施します。

※第1章から第6章までの議論を踏まえ、修正します。

- ・また、動植物の調査を行う段階で、既に動植物の生息・生育環境へ影響が及んでいた場合などには、生物多様性オフセットの考え方を踏まえた代償措置を検討、実施します。

8 環境管理に関する体制及びデータの報告・公表

(1) 環境管理に関する体制

- ・工事に伴う環境への影響を回避又は低減するためには、計測・調査結果をもとに専門家等の知見を得て迅速に判断を行い、対策を実施することが重要と考えています。
- ・そのために、例えばラムサール条約に登録された中池見湿地の水源付近で工事を行う北陸新幹線の深山^{みやま}トンネルでは専門家等を交えた管理体制を構築のうえ、データをもとに異常の有無を継続的に確認しながら工事を進めています。静岡工区の工事においてもこうした事例を参考とし、工事に伴う環境管理の体制を図 8.1 のとおり構築することを計画しています。今後、静岡県等とも話をしながら具体的な検討を進めてまいります。調査データの流れは「3 工事に伴う自然環境への影響と対応 (2) 自然環境保全に関する基本的な対応」に示すとおりですが、実施にあたっては、トンネル掘削前から学識経験者等の専門家のご意見をお聴きし、バックグラウンドデータ等からモニタリングの着眼点を予め整理するとともに、工事中、工事完了後のモニタリング結果及び工事に伴う影響について評価を進めてまいります。
- ・なお、環境管理の体制については、水資源の保全の観点から国土交通省の有識者会議でも議論を行っており、全体として連携の図れた体制となるよう、今後検討を進めてまいります。

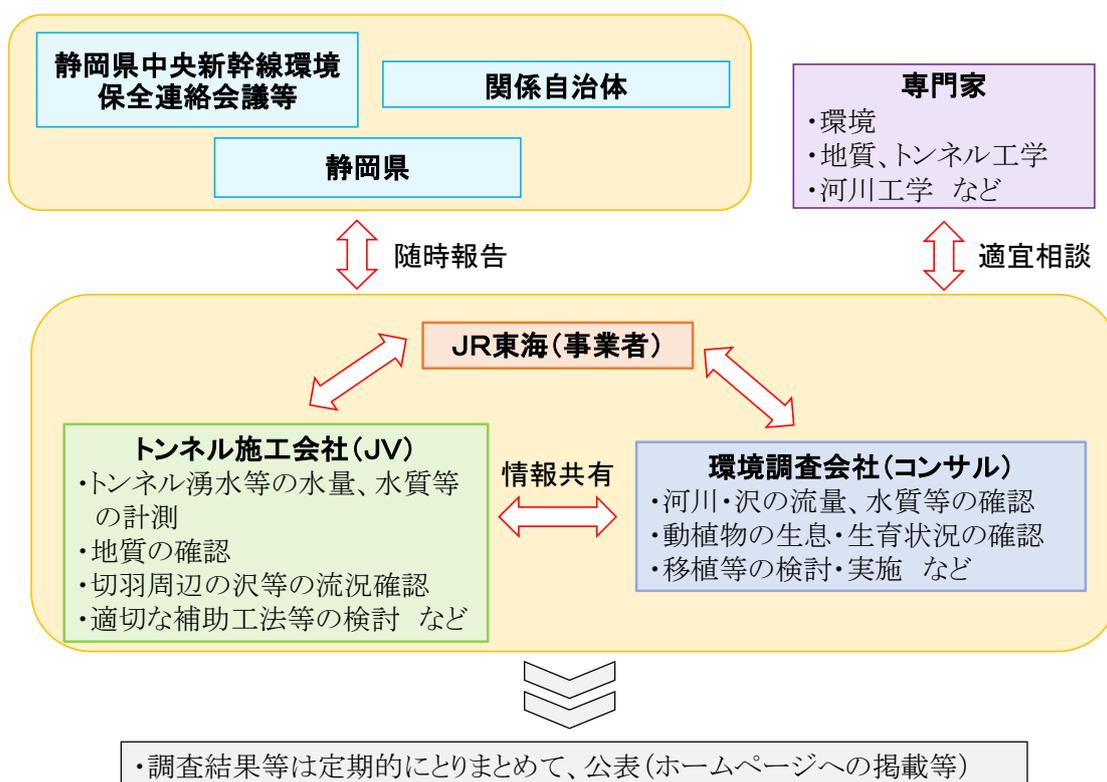


図 8.1 環境管理に関する体制 (案)

(2) 計測・調査の実施及び結果の報告・公表

・構築した管理体制のもと、工事の各段階において図 8.2 のフローの通り測定・調査を進めてまいります。

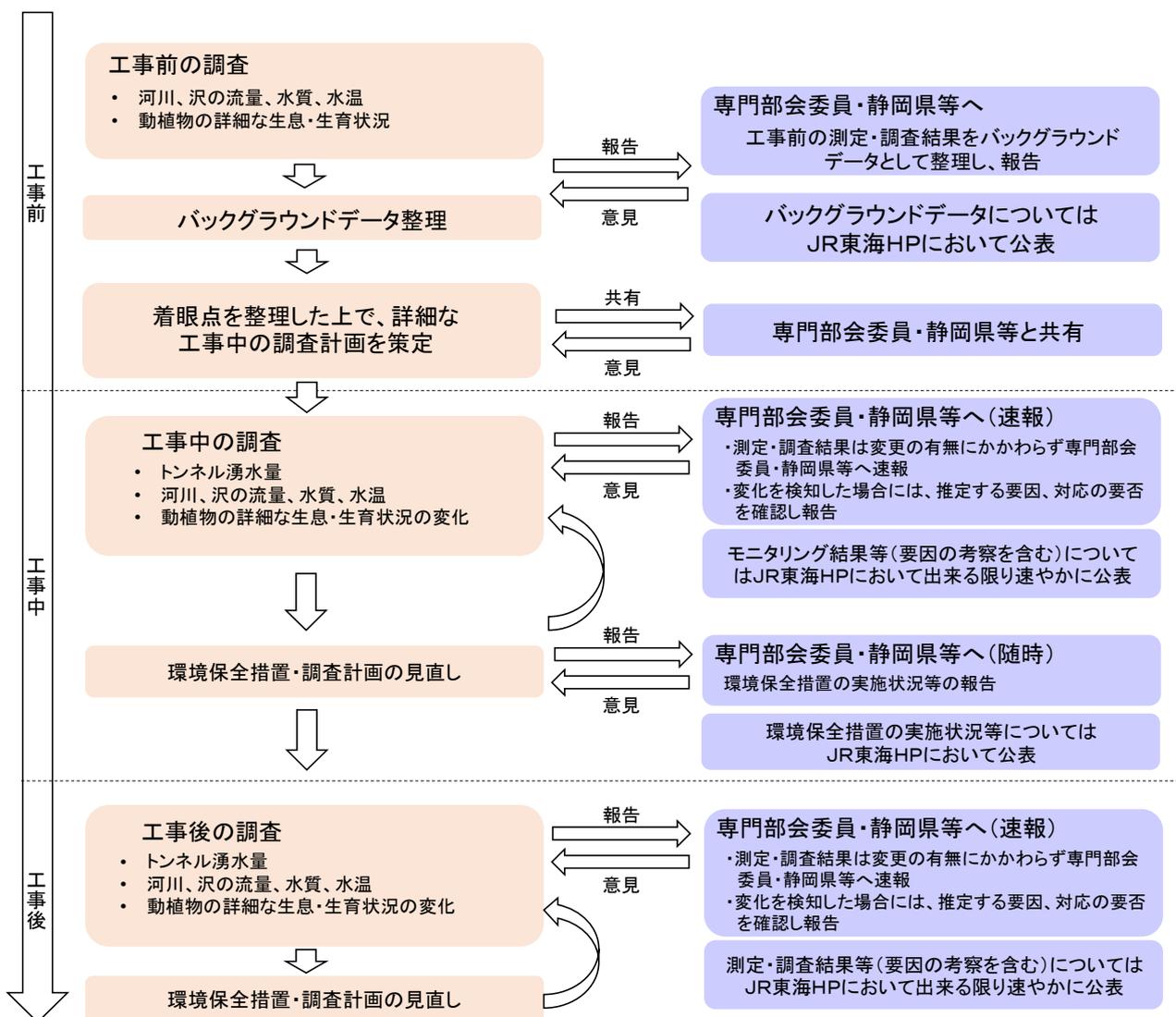


図 8.2 計測・調査に関するフロー

1) 工事前

- ・工事前の状況については、これまで継続的に河川流量や地下水位等の計測及び水生生物等の調査を実施してきており、これらをバックグラウンドデータとして整理し、専門部会委員や静岡県等に報告するとともに、JR東海のホームページにて公表します。
- ・これらのデータや想定するリスクの内容等をもとに、工事の各段階における調査の着眼点を整理したうえで、詳細な調査計画を策定し、専門部会委員や静岡県等と共有します。
- ・また、調査によって得られた南アルプスの動植物等に関する情報については、

静岡県等の関係者と調整のうえ、地元の大学や地域の公的機関、地域の研究者の方々等と共有して、様々な形でご活用頂けるようにしてまいります。

2) 工事中

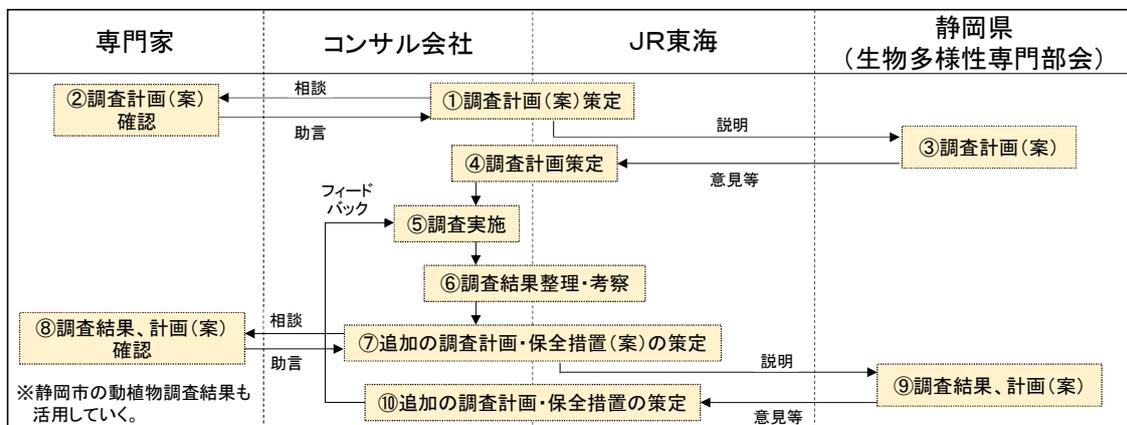
- ・トンネル掘削中は、高速長尺先進ボーリングにより、トンネル前方の地質を確認していくほか、地質やトンネル湧水量の把握を行い、これらのデータについては静岡県へ週1回を基本として随時報告していくことを考えています。
- ・また、工事前に策定した計画に基づいて、河川流量、地下水位等の計測や水生生物等の調査を実施し、これらの結果について、生物多様性専門部会委員による評価が可能となるように、随時静岡県へ報告してまいります。
- ・これらのデータについては専門部会委員・静岡県等に速報するとともに、出来る限り速やかに公表し、住民の方々にご確認頂けるようにします。なお、この時点での計測データは速報値であり、計測の状況、他の地点、他の時期のデータとの整合性等を確認のうえで、確定値となります。
- ・これらの結果から特異な状況が考えられる際は、現地に配備するインターネット等を活用して速やかに専門部会委員やトンネルの専門家に確認頂くとともに、必要によりその専門家に現地の状況を確認頂いて必要な助言を頂くなど、サポート体制を構築します。
- ・こうした専門家の助言や、調査結果に基づいて専門部会委員等から頂いた助言の内容を踏まえ、必要な場合には追加の環境保全措置や調査計画の見直し等を進めてまいります。
- ・調査結果とこれに対するJR東海の見解、及びこれらを踏まえた対応の内容について随時静岡県等に報告し、ご意見をお聞きすることを考えています。
- ・追加の対応については効果を確認し、効果が見られなかった場合は、更なる対応を検討し、実施します。対応と効果の確認状況については、静岡県等へ報告します。
- ・工事中の環境保全措置の実施状況や、調査結果等は定期的に報告として取りまとめ、静岡県等へ送付のうえ、JR東海のホームページに掲載するなどして公表するとともに、住民の方々からのご意見、ご質問に対して、丁寧にお答えしてまいります。
- ・また、調査によって得られた南アルプスの動植物等に関する情報については、静岡県等の関係者と調整のうえ、地元の大学や地域の公的機関、地域の研究者の方々等と共有して、様々な形でご活用頂けるようにしてまいります。

3) 工事後

- ・工事後後も、トンネル掘削による影響を引続き確認するため、継続的に河川流量や地下水位等の計測や水生生物等の調査を実施し、これらの結果について、生物多様性専門部会委員による評価が可能となるように、随時静岡県へ報告してまいります。なお、水生生物等の調査の時期、頻度等については、専門部会委員等のご助言を踏まえて検討してまいります。
- ・調査結果とこれに対するJR東海の見解、及びこれらを踏まえた対応の内容について随時静岡県等に報告し、ご意見をお聞きすることを考えています。
- ・工事後の調査結果等についても定期的に報告としてとして取りまとめ、静岡県等へ送付のうえ、JR東海のホームページに掲載するなどして公表するとともに、住民の方々からのご意見、ご質問に対して、丁寧にお答えしてまいります。
- ・また、調査によって得られた南アルプスの動植物等に関する情報については、静岡県等の関係者と調整のうえ、地元の大学や地域の公的機関、地域の研究者の方々等と共有して、様々な形でご活用頂けるようにしてまいります。

(3) 水生生物の調査

- ・水生生物の調査等は、コンサルタント会社の社員等が実施することを考えていますが、それぞれの調査に精通したものが調査を行ってまいります。
- ・水生生物の調査等に関する流れを図 8.3 に示します。策定した調査計画は、生物多様性専門部会へご説明し、ご意見を踏まえたうえで調査を行ってまいります。



・調査結果等は定期的にとりまとめて、公表(ホームページへの掲載等)

図 8.3 水生生物の調査等に関する流れ

9 南アルプスユネスコエコパークの保全、利活用に係る取組み

- ・本事業の実施にあたっては、南アルプスユネスコエコパークの3つの機能（P. 1－6 参照）を尊重すべく、取り組んでまいります。
- ・これまで記載のとおり、まずは事業に伴う自然環境への影響の回避、低減に努めてまいります。
- ・そのうえで、事業に伴う影響の回避・低減に努めるのみならず、南アルプスの自然環境の保全や持続可能な利活用に資する取組みを主体的に実施してまいります。
- ・また、他者が実施する活動についても、関係者と調整を図り積極的に参画、協力してまいります。
- ・以上の取組みを通じて、南アルプスの自然環境をより良い形で未来につないでいくことに貢献してまいります。
- ・本章においては、「（1）当社が自ら主体的に実施する取組み」と「（2）自治体等の活動に参画、協力する取組み」とに分けて、それぞれご説明します。

(1) 当社が自ら主体的に実施する取組み

1) 在来種による緑化の推進

- ・発生土置き場については、地権者等との協議を踏まえ、工事完了後に地域性系統である在来種などによる緑化を実施します。
- ・なお、静岡県においては、既に種子の採取や苗木の育成等の試行を開始しています(図 9.1)。また、土地をお借りしている地権者と連携し、工事完了後も適切に管理してまいります。



図 9.1 現地での緑化作業実施状況（静岡県）

- ・発生土置き場だけでなく、工事施工ヤードにおいても、地権者等との協議を踏まえ、工事完了後に緑化を実施します。緑化においては地域性系統である在来種などを使用して地域の森にできるだけ近い形に復元してまいります。
- ・また、静岡県においては工事箇所以外の場所の緑化についても、地権者や専門家等のご意見を伺い、必要に応じて緑化することを検討します。当社で育成した苗木の活用や社員やボランティア等を活用した植樹の実施等、関係者と役割分担を行いながら緑化を進めていくことを考えています。

2) 高山植物の食害対策

- ・地球温暖化等によってニホンジカの個体数が増加して高山帯に進出するようになり、食害によって貴重な高山植物の群落が急速に減少してきています。また、地下の根系がむき出しとなることで、土壌の流出が発生してします。
- ・これに対し、高山植物群落への防鹿柵の設置(図 9. 2)、種子の保存、植生状況の確認、ニホンジカの試験捕獲等が、国(環境省)や南アルプスユネスコエコパークの関係自治体等によって行われています。



図 9. 2 防鹿柵の例

- ・まずは、環境省、南アルプスユネスコエコパークの関係自治体等が実施する防鹿柵設置の取組みへの積極的な参加や当社が実施する発生土置き場等での緑化に伴う防鹿柵の整備(幼木の保全)を通じて、防鹿柵の設置技術等を習得してまいります。
- ・その後、関係者と協議のうえ、当社が主体的に社員やボランティア等を活用して防鹿柵の設置等を実施することを検討してまいります。

3) 自然体験・教育の場の創出

- ・学生や一般の方が、南アルプスの美しさに触れ、自然のすばらしさ、大切さを体験し、学習して頂くための場の創出について、地権者等のご協力を得ながら、計画・実施してまいります。
- ・計画にあたっては、静岡県内で実施している水生生物の調査などを通じて河川に生息・生育する生物同士の関係性を紹介し、生態系の学習につなげるなど、参加者の体験を重視した貴重な学びの機会となるよう配慮してまいります。
- ・また、発生土置き場の緑化（植林）等についても、学生や一般の方に直接参加して頂く機会を出来るだけ取り入れて、**学びの場**として活用することを考えています（**図 9.3 は市民参加による植林活動の例**）。



図 9.3 市民による植林活動の例

出典：宮城県登米市ホームページ

4) 南アルプスの調査結果の利活用

- ・ 工事に伴い得られる生物、地質、気象等に関する調査データについては、南アルプスの調査、研究に資するよう、積極的に公開します。
- ・ 具体的には、当社が保有しているデータの概要を当社のホームページに掲載したり、例えば、今後、ふじのくに地球環境史ミュージアムにて管理・運営される研究データベース（図 9.4 参照）へ調査結果を提供したりする等、データの利活用を希望する研究者に対し研究目的に応じたデータを提供してまいります。
- ・ 生物、地質、気象等に関する調査データや考察に基づき得られた知見については、専門家のご助言を得ながら研究論文やレポートの形に整理した上で公開してまいります。
- ・ また、樫島等の現地近傍において、調査で得られた実際の南アルプスの地質標本や動植物の写真等を展示する施設を設置することについて、関係者と協議しながら検討していきます。さらに、地質標本や動植物の写真等は博物館等に寄贈していくことも検討していきます。

5) 南アルプスの魅力発信

- ・ 当社の駅構内のスペースやホームページ等を用いて南アルプスの魅力発信に努めます。
- ・ 例えば、南アルプスユネスコエコパークを構成する10市町村からなる「南アルプス自然環境保全活用連携協議会」や「南アルプスを未来につなぐ会」をはじめとした関係者と協同して、南アルプスの魅力発信に資するポスター等を当社の駅構内に掲示することなどを検討していきます。
- ・ また、当社が実施するa)～d)までの取組み状況や、関係者と協同して実施した取組み状況などを当社のホームページ等に掲示することを考えています。

- ・ 現在、南アルプス学会や南アルプスを未来につなぐ会においても、南アルプス研究の推進体制の検討等が進められています。e) 南アルプスの調査結果の利活用やf) 南アルプスの魅力発信に係る取組みについては、関係者の方々ともご相談しながら進めてまいります（図 9.4）。

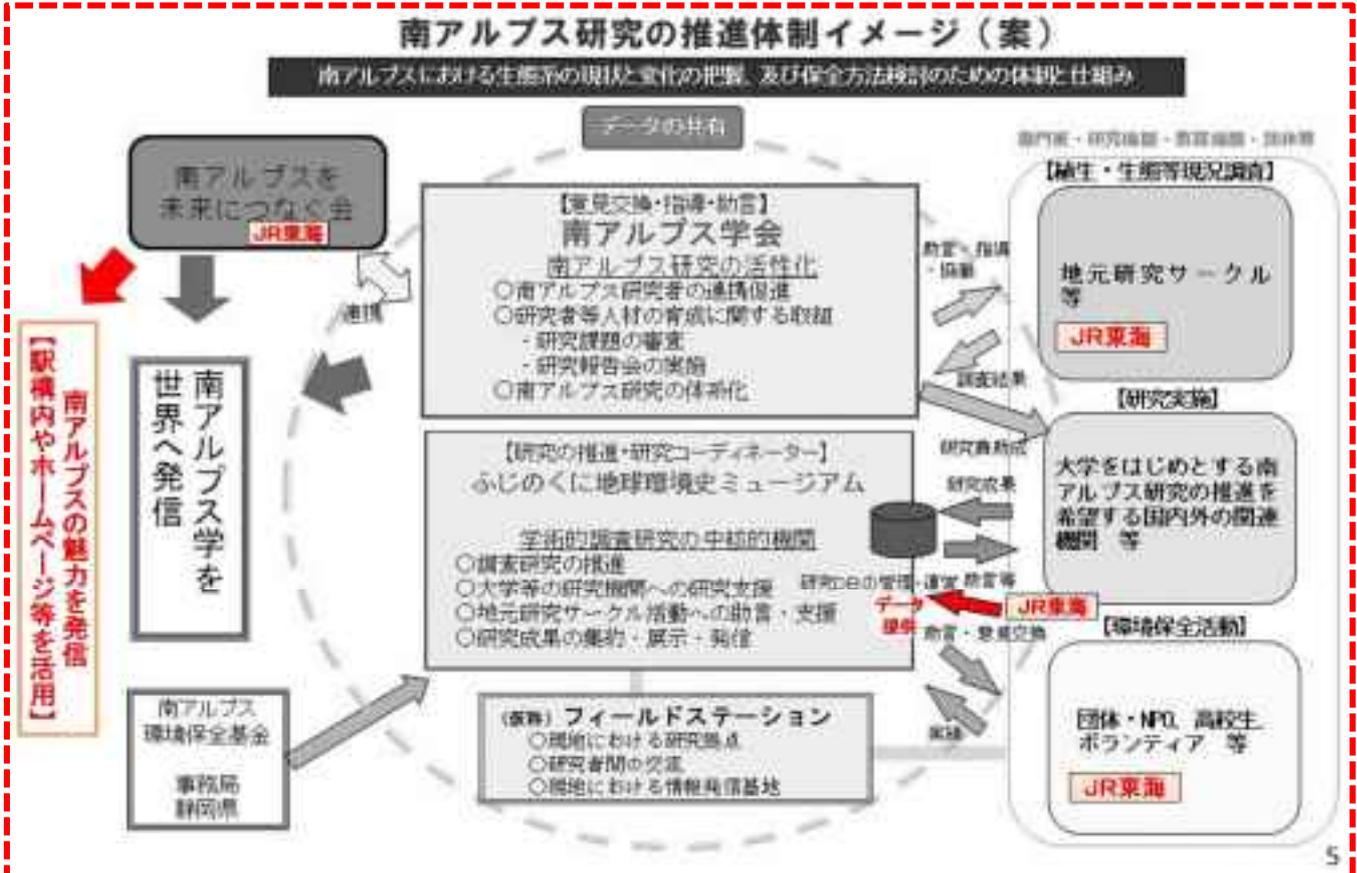
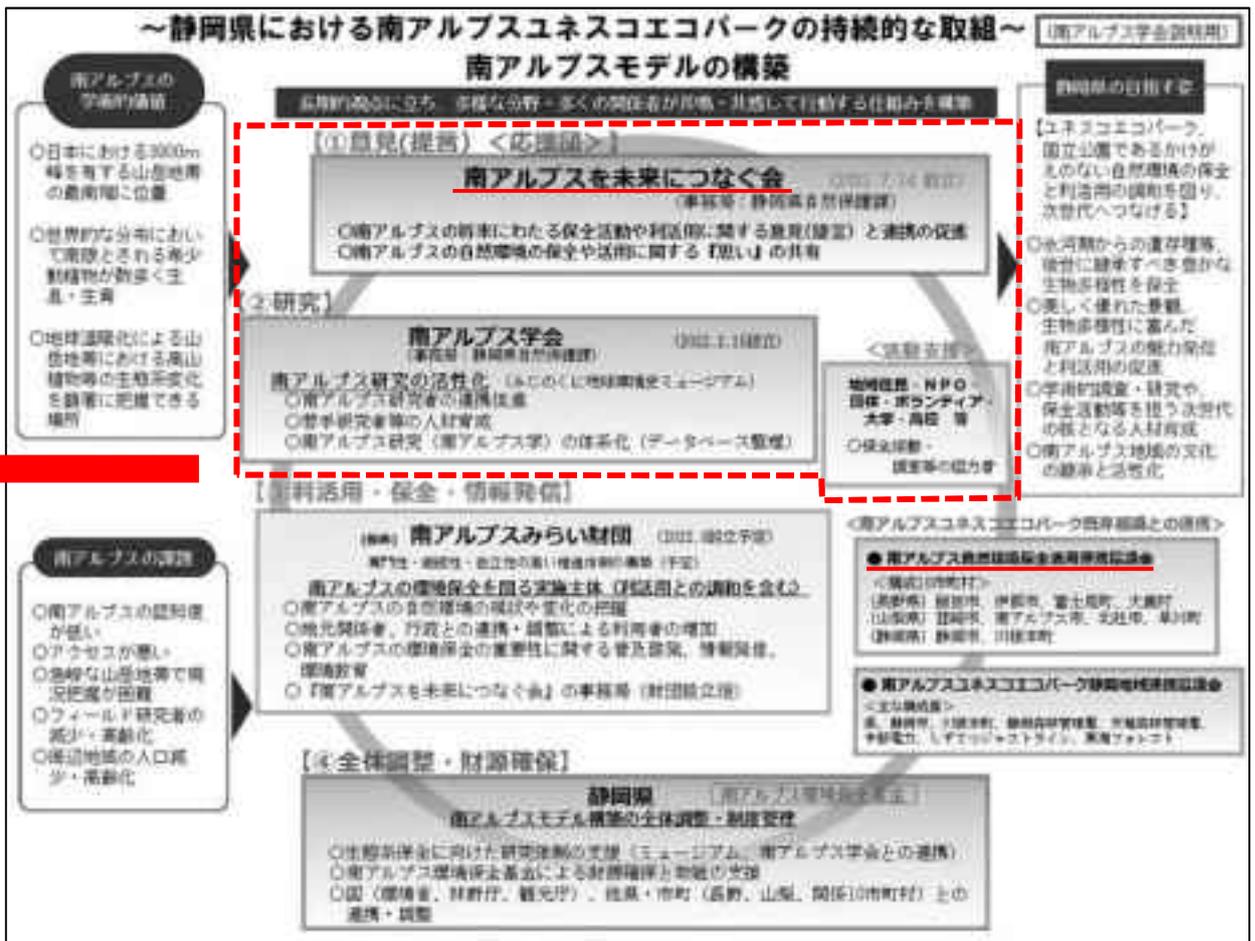


図 9.4 南アルプス研究の推進体制への関わり方(イメージ)

出典:「南アルプス学会設立総会(令和4年2月15日)資料」に当社が一部加筆(加筆箇所:赤字)

6) 南アルプスへのアクセス性の向上等

- ・南アルプス地域へのアクセスのしやすさを向上し、自然環境や地域の文化等を活かした取組みにより、地域社会の持続的な発展が促進されるよう、**地元の皆様や関係市町村と調整しながら、道路整備や防災拠点整備事業への協力等も実施してまいります** (図 9.5)。
- ・**なお**、静岡県内においては、主要地方道南アルプス公園線の道路トンネルの新設 (図 9.6)、林道東俣線の改良 (図 9.7) を実施します。また、椹島において工事用宿泊施設として建設した建物は、地権者のご意見も踏まえ、将来的には自然体験のための拠点施設として活用して頂くことを計画しています (図 9.8)。
- ・こうしたインフラの整備により、自然体験、教育などの**場の活用**にもつなげてまいります。

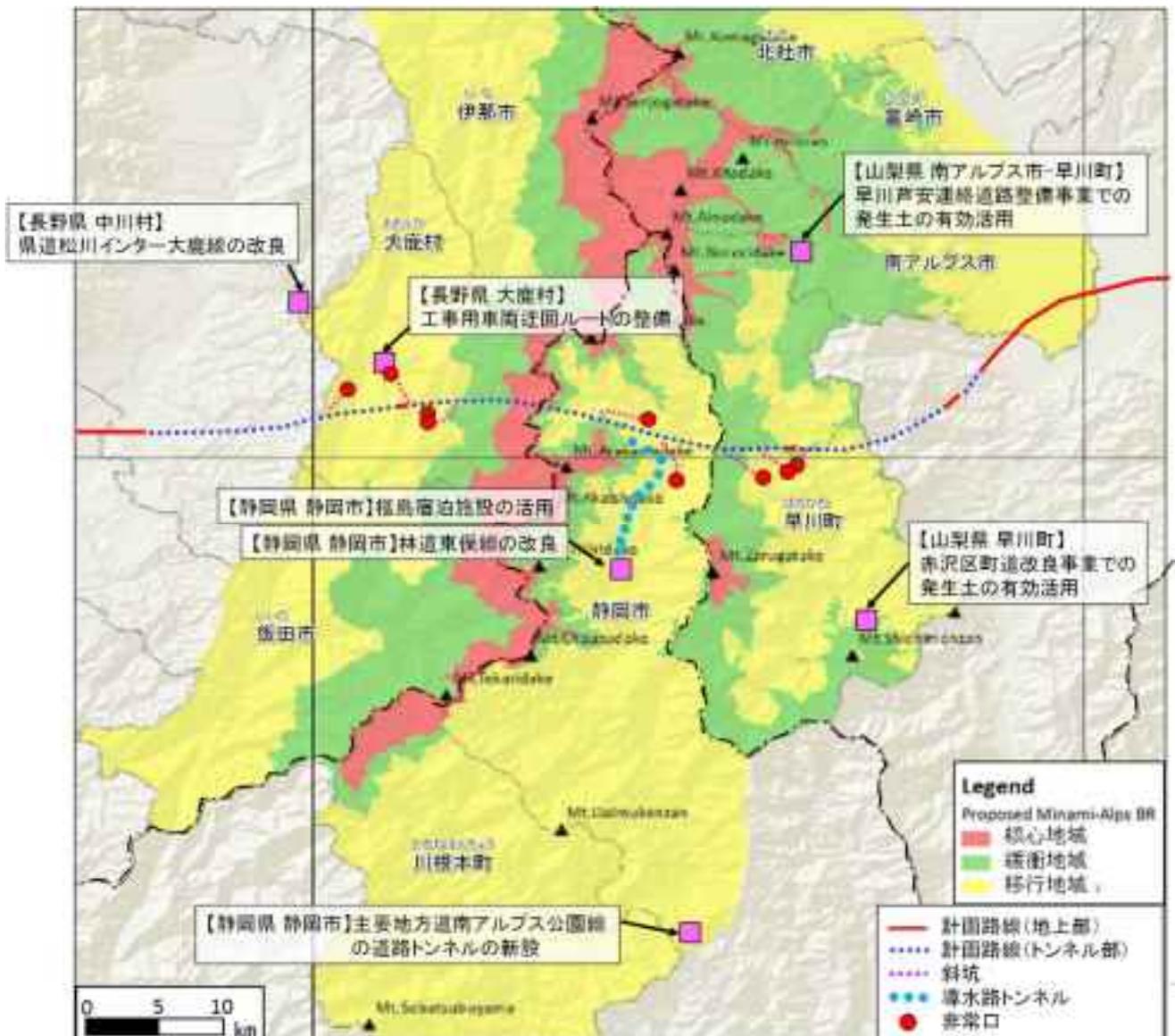


図 9.5 南アルプスへのアクセス性の向上等に資する取組内容

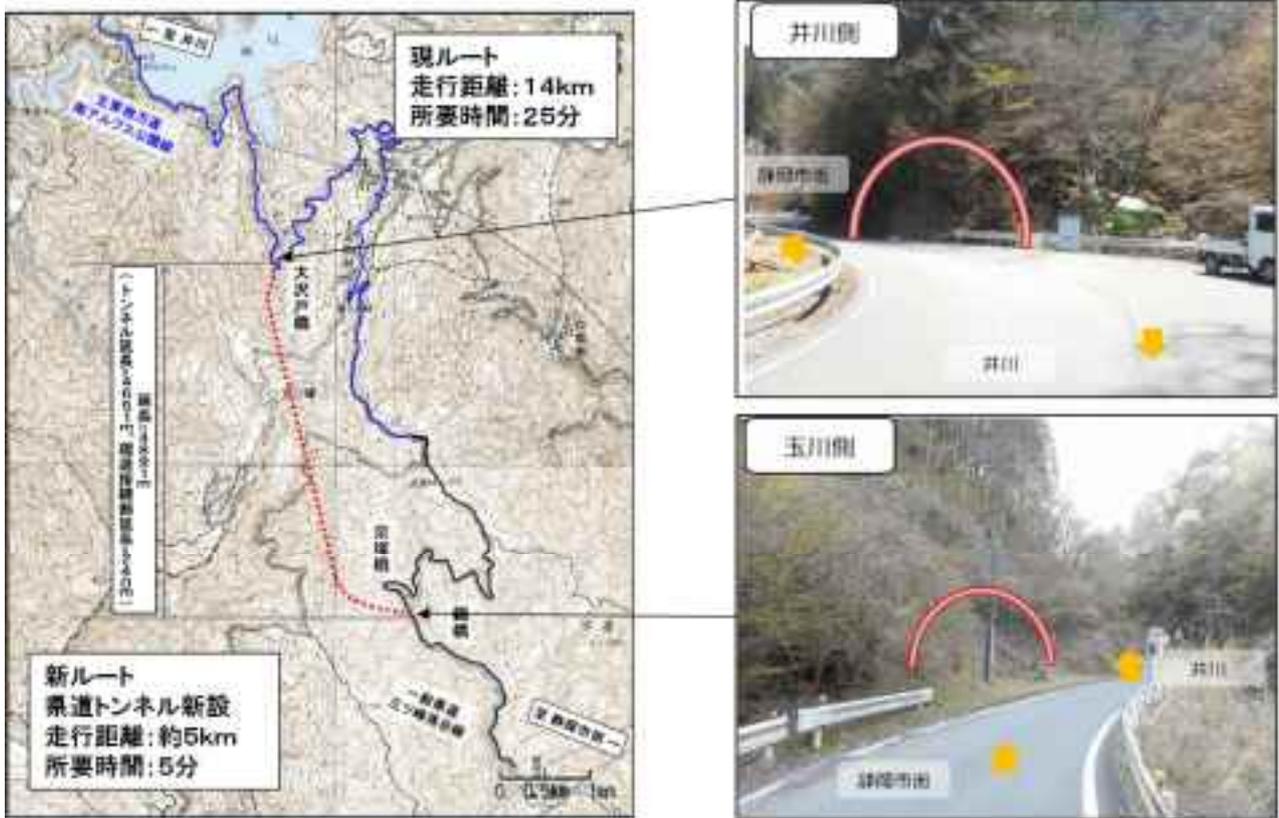


図 9.6 主要地方道南アルプス公園線の道路トンネルの概要



図 9.7 林道東俣線の改良（舗装）



図 9.8 榎島における工事用宿泊施設の建設

(2) 自治体等の活動に参画、協力する取組み

- ・南アルプスユネスコエコパークにおいては、生物多様性の保全に向け、様々な主体により以下のような活動が実施されており、このような取組みに積極的に参画・協力してまいります。

1) ライチョウの保護

- ・「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律(種の保存法)」において国内希少野生動植物種に指定されているライチョウについては、南アルプスにおいても生息が確認され(図 9.9)、イザルガ岳が生息地の南限となっています。
- ・しかしながら、近年ではキツネや猛禽類等の増加によって生息数の減少が続き、その保護が喫緊の課題となっています。
- ・これに対し、南アルプスユネスコエコパークの関係自治体等によりボランティアグループ等の情報を活用した生息状況の把握や調査が行われている他、環境省等において、飼育・繁殖技術の確立に向けた研究等が進められています。
- ・当社としても、現地調査等の際に得られた生息状況について積極的に関係者に情報提供を行い、保護活動に貢献してまいります。



図 9.9 ライチョウ

J R 東海撮影

2) 森林の整備活動

- ・生物多様性の保全、二酸化炭素吸収源の確保のみならず、地域資源の持続可能な活用という観点から、山梨県や長野県内においては「企業による森づくり事業」が進められてきています（図 9.10）。また、静岡県内においては、静岡市の「森林環境アドプト事業」などを活用した森林の整備（図 9.11）が、井川地区などにおいて進められてきています。
- ・当社としては、南アルプスユネスコエコパークの関係自治体と調整し、こうした事業に対して社員の参加あるいは基金への負担という形で協力を進めてまいります。

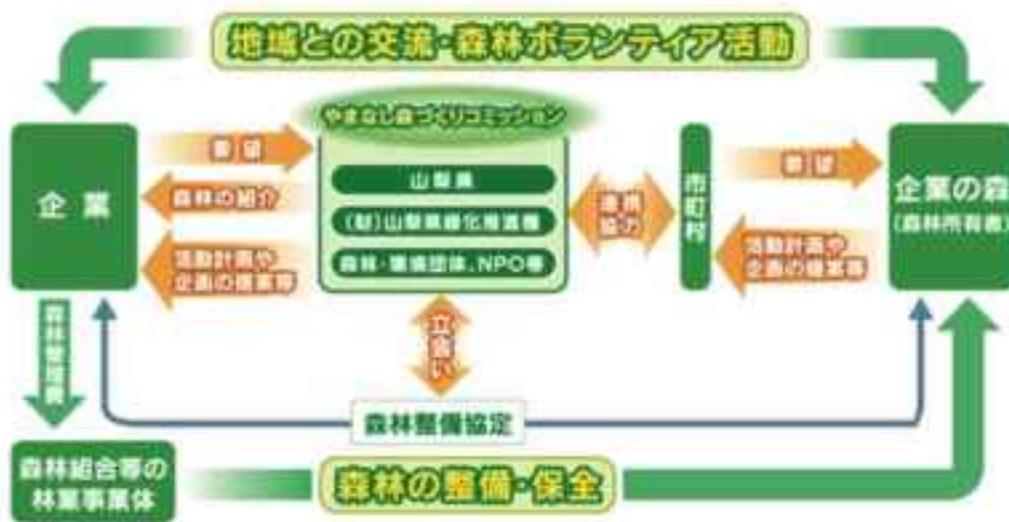


図 9.10 企業による森づくり事業の例

出典：やまなし森づくりミッションホームページ



図 9.11 森林の整備

出典：静岡県静岡市ホームページ

3) 各自治体の制度等を通じた活動

- ・静岡県が2021年3月に「南アルプス環境保全基金」を設立しており、県の負担の他、一般寄附、ふるさと納税制度を活用した寄附によって支援を受け、南アルプスの保全と魅力の発信事業に活用することとされています。
- ・当社は、「南アルプス環境保全基金」の内容について意見交換をしたうえで、相応のご協力をしていくことを考えています。具体的には、今後、静岡県等と調整してまいります。
- ・また、2021年7月には「南アルプスを未来につなぐ会」が発足し、様々な分野の人々が集うことで行動の輪を広げ、自然環境の保全と利活用の調和を図ることにより、南アルプスをより良い形で未来につないでいくことに貢献することを目的とされています。
- ・当社も、「南アルプスを未来につなぐ会」に会員として参画しており、関係者と協力しながら南アルプスの自然環境の保全と利活用に貢献してまいります。
- ・長野県内においては、ニホンジカの食害から高山植物を守るために、「南アルプス食害対策協議会」が設立され、既に防鹿柵の設置等の活動がなされています。
- ・2022年3月17日に当社、南アルプス食害対策協議会及び長野県は、南アルプスの自然環境の保全をより一層推進するため、「生物多様性保全パートナーシップ協定」を締結しました。当社は、南アルプス食害対策協議会が取り組む高山植物の保全活動に必要な経費の一部を支援するとともに、活動への参加等を通じて貢献してまいります(図 9.12)。



図 9.12 南アルプス食害対策協議会、長野県との「生物多様性保全パートナーシップ協定」の締結