

中央新幹線建設工事（静岡工区）の
自然環境の保全等に向けた取組み
【本編】

令和4年3月

東海旅客鉄道株式会社

目 次

※四角内は、(資料1)第9回生物多様性専門部会のご説明骨子に記載の項目

【本編】

1 南アルプス地域の自然環境保全に関するJ R 東海の基本的考え

- (1) 南アルプス地域の自然環境の重要性 1-1
- (2) 南アルプス地域の自然環境保全に関するJ R 東海の基本的考え 1-3
- (3) 南アルプスユネスコエコパークの概要 1-4

2 南アルプストンネルの計画及び工事概要

- (1) 影響の回避又は低減を踏まえた施設計画..... 2-1
- (2) トンネル工事の概要..... 2-4
- (3) トンネル掘削工法の概要..... 2-9
- (4) トンネル工事の順序と発生土の運搬方法..... 2-11
- (5) 林道東俣線の舗装等工事の概要..... 2-20

3 工事に伴う自然環境への影響と対応

- (1) 工事により一般的に想定される影響 3-1
- (2) 自然環境保全に関する基本的な対応 3-3

4 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組み

- (1) トンネル掘削による影響への具体的な対応..... 4-1
 - 1) 【計画策定】 沢毎の重点的な環境保全措置の計画策定 4-1
 - 2) 【地質調査】 トンネル掘削前の先進ボーリング等による地質調査の実施 4-19
 - 3) 【工事中の対応】 トンネル掘削中の環境保全措置等の具体的な内容 4-21
 - 4) 【沢の流量減少への備え】 沢への影響に対して事前に備える具体的な内容 4-47
- (2) 地上部分の改変等に伴う影響への具体的な対応..... 4-53
 - 1) 回避・低減・代償措置の具体的な内容 4-53
 - 2) 河畔林の復元、発生土置き場の緑化計画 4-58
- (3) 計測・調査の具体的な内容..... 4-63
 - 1) 河川や沢における流量・流況の計測計画 4-63
 - 2) 排水放流先河川における水質等の計測計画 4-70

議事1
工事に伴う自然環境への
影響の回避・低減策につ
いて

- 3) 水生生物の調査計画 4-77
- 4) イワナ類を中心とした食物連鎖図の作成と評価 4-90

5 地下水位低下による植生への影響

- (1) J R 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.. 5-1
- (2) 植生と地下水位・土壌水分量との関係について..... 5-3
- (3) トンネル掘削による植生への影響..... 5-7
- (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..... 5-16
- (5) お花畑や稜線部等の植生における影響と対応について..... 5-25

議事2
地下水位低下に伴う
植生への影響と対応に
ついて

6 代償措置

- (1) 代償措置の考え方..... 6-1
- (2) 植物の代償措置..... 6-1
- (3) 動物個体の代償措置..... 6-3

7 工事に伴う自然環境へのリスクと対応

※第7章については、第1章から第6章
までの議論を踏まえ、修正します。

- (1) はじめに..... 7-1
- (2) リスクへの対応に関する基本的な考え方..... 7-1
- (3) 自然環境へのリスクの抽出..... 7-2
- (4) 自然環境へのリスクの評価と基本的な対応..... 7-6
- (5) 重要度の高いリスクへの対応..... 7-21

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..... 8-1
- (2) 計測・調査の実施及び結果の報告・公表..... 8-2
- (3) 水生生物の調査..... 8-4

議事3
南アルプスユネスコエコパークの保全、
利活用に向けた取組みについて

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

- (1) 当社が自ら主体的に実施する取組み..... 9-2
- (2) 自治体等の活動に参画、協力する取組み..... 9-11

(別冊)

【資料編】

- ・ 資料 1 環境影響評価における生態系に係る調査、予測及び環境保全措置
- ・ 資料 2 工事施工ヤードの施工計画、環境保全計画
- ・ 資料 3 発生土置き場の計画
- ・ 資料 4 西俣付近の流量予測結果
- ・ 資料 5 これまでに実施した水質の現地測定結果
- ・ 資料 6 工事工程ごとの処理設備の配置計画
- ・ 資料 7 トンネル湧水の放流に伴う水温変化の予測結果
- ・ 資料 8 生活用水の取水計画
- ・ 資料 9 生活排水放流に伴う河川の水質への影響の予測結果
- ・ 資料 10 各種の淵の型と工学的な成因
- ・ 資料 11 既往の調査結果による食物連鎖図（西俣、夏季）
- ・ 資料 12 **TOWNBY（JR東海モデル）による沢等の流量の予測結果**
- ・ 資料 13 これまでに実施した植物の移植・播種結果
- ・ **資料 14 GETFLOWSによる水収支解析の詳細**
- ・ **資料 15 薬液注入工の概要**
- ・ **資料 16 植生図の凡例**

【非公開版】

- ・ 水生生物調査結果（令和2年度春季～令和3年度春季）
- ・ 沢の減水に対する動植物への対応（例：蛇拔沢（水系：西俣川））

はじめに

中央新幹線（品川・名古屋間）の建設については、平成26年8月に補正後の環境影響評価書を公告し、これを踏まえた全国新幹線鉄道整備法の工事実施計画の認可を同年10月に受け、事業を実施している段階です。

静岡工区においては、工事実施段階における環境保全措置やモニタリングの内容等を深度化するため、静岡県が設置した中央新幹線環境保全連絡会議に出席し、静岡県と対話を重ねてきました。

令和元年9月30日には、静岡県から「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する引き続き対話を要する事項」（以下、「引き続き対話を要する事項」という。）を受領し、令和元年10月から令和2年3月にかけて複数回にわたって静岡県と文書交換を行いました。

その後、静岡県と打合せを重ね、静岡県中央新幹線環境保全連絡会議生物多様性専門部会（以下、「生物多様性専門部会」という。）の各委員との意見交換を経て、自然環境の保全等に対する当社の具体的な取組みを網羅的に記載し、文章形式のわかりやすい構成とした「中央新幹線建設工事（静岡工区）の自然環境の保全等に向けた取組み」としてとりまとめました。

この内容について、令和2年12月から複数回にわたって生物多様性専門部会でご説明し、専門部会で頂いたご意見やその後に静岡県より受領した意見書の内容を踏まえて、その都度、改訂を続けてきました。今回の資料は、令和3年10月22日の第8回生物多様性専門部会でのご意見や、その後令和3年11月22日より受領した「第8回生物多様性専門部会における追加意見」を踏まえ、改訂したものになります※。

なお、「引き続き対話を要する事項」の各項目に対しては、本資料に全て盛り込んでいます。また、希少種の保護の観点から、重要な動植物の生息・生育位置の特定に繋がる情報等については、非公開としました。

※令和3年11月22日の意見書を踏まえて改訂を行った内容については、3ページ以降に示しています。

引き続き対話を要する事項		本資料対応箇所
1 生物多様性の保存に係る基本的考え方		
(1)	JR東海は、モニタリングを行うことで、生態系への影響を確認するとしているが、影響の有無を確認するためには、工事着手前の生態系の状況を正確に把握する必要がある。工事による減水等の生息環境の変化の影響によって(特に影響を受けやすいものについて)何がどう影響を受け、どういふ事態が生じるリスクがあるかについての明確化(定性的でよい)	【本編】3-1～3-5p
(2)	食物連鎖等生物の関係性は季節により変化するため、JR東海が利用するとして平成24年、27年の通年調査結果などの既存データの内容が、工事前の生態系及び河川流量等の構造・機能を把握するために十分なものであるかについての見解	【資料編】資料1
(3)	生息状況に影響を与える可能性のある具体的な箇所における沢等の流量変化の予測値について、図を用いて文章により説明	【本編】4-1～4-18p
(4)	モニタリング調査の実施にあたっては、環境保全計画の中で、本部会での検討結果をもとに具体的なモニタリング調査実施計画を作成し部会へ報告	【本編】4-38～4-46p、 4-63～4-98p
(5)	流量変化が大きく生態系への影響が小さいと言えない場合は、影響について定量的評価。この際には以下の検討が必要。 ・JR東海の作成した食物連鎖図には、季節により変化する生物の関係性が表されていないことから、工事着工前の生態系は、水域(河畔林含む)・陸域におけるそれぞれの生物群集の構造と機能について、一年を通じ極力定量的に把握し、精確な食物連鎖図により群集の構成員間の関係を明確化 ・JR東海が工事着手前に行うとした生態調査において、イワナ類の胃の内容物、カワネズミの環境DNA調査は、専門部会に対し実施すると約束したことであるので、具体的な調査計画を作成 ・水域の食物連鎖図は、生体量(バイオマス)で示すことが望ましく、底生生物の各種の現存量(一次消費者についてはその食性)、水面落下動物・流下動物の各種の湿重量について、落下・流下時間等の日変化や季節変化も踏まえ整理	【本編】4-1～4-18p、4-83～4-97p 【資料編】資料1、資料11
(6)	調査やモニタリングの内容・質を担保するため、技術者の配置等体制の明確化	【本編】8-1～8-4p
(7)	生態系の早期の復元を図るため、生態系に重要な影響を与える昆虫類が生息する河畔林のうち、既に復元が可能な箇所を工事と平行して河畔林の復元を実施するための具体的な緑化計画の作成	【本編】4-58～4-62p
(8)	施工方法により、生態系に与える影響は大きく異なるため、生態系への影響を考慮した施工計画の作成	【本編】4-1～4-98p 【資料編】資料2
2 減水量の計測		
(1)	生態系への影響を把握するため、流量減少等の影響が予測される箇所の流量を常時観測するモニタリングポイントの明確化	【本編】4-63～4-69p
(2)	モニタリングの際、変化が大きいと予測される場所にカメラの設置を検討することを含め、湧水による河川流量の減少を可能な限り把握できる方法の明確化	【本編】4-38～4-46p、 4-63～69p
(3)	西俣非常口より上流部の生物を守るための具体的措置	【本編】4-1～4-98
3 減水に伴う生態系への影響		
(1)	南アルプスの生態系は極めて環境の変化に敏感であるため、生物の生息環境や生息状況に影響が出ると考えられる危険な水準(閾値(しきいち))の設定及びその根拠。また、対策を実施する時点(例えば、閾値を超える直前)を明確にしたうえで、その具体的な対策の内容。水準に達しないうちに何らかの対策を実施する必要がある場合は、その必要性をどのような方法で評価し、判断するのか、その対策内容の具体化	【本編】4-19～4-20p、 4-38～4-46p
(2)	減水が生じたときの底生生物の生息状況の変化を調べる場合において、底生生物は残った生息地に一時的に集中する現象が起きる。このため、単にコドラート法によって生物量を調べるだけでは、評価が困難となる。生物調査と同時に生息可能な空間のサイズや質の変化についての調査、予測、評価の具体化が必要	【本編】4-88p
4 濁水等処理		
(1)	JR東海は、河川に放流する排水の管理基準を浮遊物質濃度(SS)25mg/L以下としているが、大井川源流域河川の清澄な水の(SS)は、1mg/L以下である。(SS)25mg/Lの現管理基準では、底生生物に大きな被害を及ぼすものと推測される。より厳しい自主管理基準の設定及びその対策	【本編】4-24～4-37p
(2)	いかなる状況においても有害物質や濁水が河川に流れ出すことのないよう、清水と濁水を分離する濁水処理設備の能力は、突発湧水時に対応できる配置計画とする必要があるため、施工計画と併せてその内容を具体化	【本編】4-30p 【資料編】資料6
5 水温管理		
(1)	冬季のトンネル内湧水は、表流水の水温と比較し、約10℃程度温かいと推測される。JR東海が爆気して温度を下げるとしているが、具体的な処理方法までは示されていない。河川流量が減少したところに放水した場合の生息環境への影響や生物の産卵期などでも影響が出ない処理方法の具体化	【本編】4-32～4-33p 【資料編】資料7
6 発生土対策		
(1)	発生土置き場における濁水等の処理は、JR東海からは具体的な図面等は示されていない。調整池等の規模や能力が十分であることを確認するため、緑化計画と併せて、平面図と立面図を用いた計画内容の(文章による)明確化	【本編】4-34～4-35p 【資料編】資料3
7 代償措置		
(1)	トンネル掘削工事によって、生物多様性に影響が出るリスクが高い。影響の回避、低減、復元、代償、補償という段階に従って、まずは、回避、次に低減を考え、代償、補償は、最終の手段とする代償の考え方についての記載	【本編】1-3p

「第8回生物多様性専門部会における追加意見」(令和3年11月22日)の概要	本資料見直し箇所
いつ時点かの対話時に話した事柄ですが、大きなイワナが淵にいる虫をつついて食べるというのはまったくの聞き違いです。淵にいる虫が羽化するとき川底から浮上し、その途中であるいは羽化後に落下流下しイワナに食べられるので、淵の落枝落葉中の底生動物がきわめて重要なので、調べ忘れてはいけなと申したのです。上記のことは、日本陸水学会のメンバーにより一般への普及本として著された「川と湖を見る知る探る」(地人書館、2011)にも、溪流にとって落葉が非常に重要な栄養源になっていることが解説されています。ただしこの書には引用文献はついていないので、質問があれば日本陸水学会か、著者(この章は村上哲生氏＝名古屋女子大学)に問い合わせてください。川虫を巡る食物連鎖の重要性は、村上(2004)の「森の中のサケ科魚類(前川光司編「サケ・マスの生態と進化」第5章、文一総合出版)でも詳しく説明されています。上の村上の例は陸から川への流れですが、ここでは川から陸へ運ぶ動物、陸へ上がったその動物を捕食する動物が存在することの意味を改めて強調しています。前者の例は水生昆虫、サンショウウオ、カワガラス、後者の例としてはコウモリ類、河畔の鳥類などをあげています。要は、彼は川と河畔林のつながりの重要性を強調しているのです。JR 東海はかつて食物連鎖図として川の生物と陸の動物との関係を示した図を提示したことがありますが、このあたりの調査をまったく欠いていたために、きわめて抽象的なものに留まってしまっていました。最近はいワナは食物分析を始めて、これらのつながりの分析の足がかりとしていますが、惜しむらくは調査個体数が少なすぎます。また季節による変化は劇的ですが、これもまだ追えていません。(p.4-63)	—
①「学術的研究支援」について、当日増澤委員からも意見がありましたが、ここには学術的研究支援だけでなく、「自然体験・教育の場の創出」のような意味合いが深い内容がふくまれているので、そうした項目を別途立てるか、併記したほうが良いと考えます。この関連については同ページの最下部 2 行にも「自然体験・教育」が「学術的研究支援」に含まれている文言がありますが、同様に見直すべきでしょう。(p.1-13) ②「経済と社会の発展」は”地域の”という言葉が必要かと考えます。「地域の社会・経済の発展」のような文言が相応しいかと考えます。(p.1-13)	【本編】9-1～9-13 p
エコパークへは「現地での取り組みに参画・協力」として、なお受動的である。JR 東海の積極的・主体的な参画を望む。	【本編】9-1～9-13 p
榎島の宿泊施設を自然体験のための施設として「活用していただく」などと、なお受動的であるが、単独あるいは共同運営など、積極的な参画を期待する。	【本編】9-1～9-13 p
トンネル掘削の環境への影響について計画策定段階からトンネル掘削中までの各段階の対応を考えているとあるが、掘削後の対応は行わないのか。 当方で要望した各トンネルの掘削の経路や、他トンネルとの関係は、本編第2章に図付きで説明いただいたので、理解しやすくなったただ、掘削の時系列による説明、いわゆる工程表による説明もあわせて欲しかった。 それは、たとえば各トンネルの湧水は導水路とつながるまでは、各トンネルの坑口から排出されるので、それぞれの量を監視できるし、西俣斜坑・千石斜坑のいずれが先に完成するのかわからないが、両坑間が開通するまでは、本坑の水も西俣斜坑口より出すことになるものと思われる(千石斜坑から掘削する本坑からの水については導水路トンネルが完成していれば導水路から、それまでは千石坑口からの排出となると推測される)。この間ではそれぞれの斜坑から発生する湧水、本坑から発生する湧水が個別に監視できる(当然工事用トンネルや導水路トンネルからの発生量も把握できる)。JR 東海が各沢で行う流量の監視により、沢水の減水の対策を考える際の資料となるのではないかと。 西俣支流悪沢付近にはトンネルが集中し、蛇抜沢、新蛇抜沢および西俣上流も西俣斜坑の坑道掘削の影響を直接的に受ける可能性があり、また千石斜坑、導水路などは大井川上流に流入する奥西河内沢、下千枚沢、上千枚沢なども同様に各トンネル掘削の直接的影響を受ける可能性があると思っている。 また、工事用トンネルが完成するまでは他のトンネルは掘削しないのかもしれないが、同時的に着工するのであれば、排出土も、工事用トンネルが開通するまでは、西俣斜坑では坑口からダンプで運搬することになるわけであろうし、工事用道路や導水路掘削の時も同様に坑口からダンプでの排出となると考えられる。 湧水量の監視、発生土の量の計量や運搬と処理の監視などは、やはりこれらトンネル掘削全体の工程および実施する環境保全対策などもあわせた工程表を示していただきたい 本編 3-7 ページに生息場所選好度について言及があり、図 3-6 で文献が示されているが、イワナについての項目がなく、参考になるような選好曲線が示されている訳でもないため、添付している意味がわからない。 ヤマトイワナへの影響の回避・低減として考えられている策が本当に実効性があるものか考えられたい。 まず、ヤマトイワナの生息が「想定される」は、おおよそにおいてどの沢でも想定はされるのではないかと。もともと生息していたのであるから。現在もヤマトイワナが生息しているかどうかを確かめることから始められなければ、ヤマトイワナの個体群の保護や生息地の保全のためのその後の行為はほぼすべて意味のないものとなる。 また、産卵床の造成のアイデアは、ヤマトイワナの生息のどのような現状に対するものなのか確認されたい。産卵場の造成は仮にそれがうまくいくとしても、仔稚魚を増やすものでしかない。現在の生息密度が生息環境に照らして低くまだ増加の余地があるような状態にあるときに有効になるもので、流量減少による生息環境の悪化が近隣のどの沢においても起こるような、むしろ生息環境の悪化が考えられるようなときには有効ではない。 また、こういった行為が影響の回避や低減のカテゴリーに入るものとはなりにくく、むしろこの行為も代償措置になるだろう。⑥沢水の枯渇によるヤマトイワナへの影響の回避・低減は、単なる産卵場造成では実効性はないと言わざるを得ない。	【本編】3-5p、4-3～4-17p

「第8回生物多様性専門部会における追加意見」(令和3年11月22日)の概要	本資料見直し箇所
沢が枯れるおそれのある沢に生息するヤマトイワナの生息個体をその保護のため、ヤマトイワナの生息する別の沢に移殖する行為については、安易に行うべきではない。というのは放流先に生息するヤマトイワナの生息密度がその環境の容量いっぱいには生息している可能性が高く、安易に移殖して過密にすることは、移殖された個体、あるいはもとから居た個体を生息地から追い出すことになり、結果的にほとんど無意味な行為になることもあると考える。 JR 東海が根拠にされた、ヤマトイワナの種の保存のためには、遺伝的攪乱を気にする状況にないという発言は、あくまで専門部会委員の私見であり、JR 東海が以前に増殖・放流を模索し、その協力を仰ごうとした専門機関が、遺伝的攪乱が生じるので協力しないという立場を取られ、協力を得られないことも思い起こすべきである。 イワナ類における沢ごとの遺伝的な変異の大きさは古くから知られており、ヤマトイワナの放流に関しては、前もって遺伝的な変異に関する検討を十分行う必要がある。	—
トンネル掘削による減水予測が、JR 東海は「静岡市モデル」によって行われている。 JR 東海による独自の調査によらず、「静岡市モデル」を適用するのはそのモデルが公表されているのであれば、その引用が適切であることを確認した上で適用するのが常識的なやり方ではないか。もし公表されていないのであれば、そのモデルを引用して適用するときには、そのモデルの構築の方法についても説明を付けるべきではないか。そもそも JR 東海自身のモデルの説明を省き、静岡市の作成したものをそのまま引用することについては何らかのコメントが必要ではないか。 ヤマトイワナの生息が想定されている沢あるいは、生息がないと想定する沢について本編 4-2 ページに図示しているが、この図は混乱している。 減水が予測される沢にヤマトイワナの生息が想定されているかいないか示すことができない。また、ヤマトイワナの生息については、悪沢などほとんどの沢の源流部は調査されておらず、在不在については調査が必要である。 また、奥西河内沢ではその支沢こそが、ヤマトイワナの生息の可能性や減水が特に懸念されるところである。 千石近くの大井川左岸の沢の情報は多くないが、千石沢上流でヤマトイワナを得たという情報を得たこともある。下木賊沢はイワナが多くみられる沢であるが、源流の調査報告については記憶が定かではない。(※下線部は希少種の生息地の詳細情報のため公表時には黒塗りする) 4-2 ページの図について、低水期の流量として平均値が記載されているが、生物の生息は平均で示されるような環境のもとで行われるのではない。生息量は環境条件の最も厳しい条件によって決まるので(これは生物現象一般にいえる)、最低流量によって考える必要がある。 かつて板井が大井川の魚類調査をした時、神座では不思議に思ったことがある。川水には濁りが多少認められものの、とうとうと流れている。私は合計 100 回の投網打ちをしたが、その結果はアユ、ウグイ、オイカワなど 5 種 5 尾であった。なぜなのかを漁協の方だったか地元の方だったかに聞いたところ夜をみればわかると言われた。この川水は川口発電所の放水で成り立っており、発電しない夜は川水が流れてないのだと。神座の魚の生息はこの夜の状態を反映したものなのであった。	【本編】4-1～4-17p、5-1～5-2p 【資料編】資料14
地下水位の低下が表層の土壌の水分量に及ぼす影響は小さいとしているが、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、どこでも影響が小さい根拠を示すべきである。 なお、環境保全の考え方であるが、現在の JR 東海の、影響が起こるのを監視し、起こるのが認められれば、対処の方策を考えるといった方法では、事業の影響が現地の生物多様性に及ぼす影響が大きくなりがちである。それとは逆の影響が生じないように監視するという考え方をとってくれることを願う。	【本編】4-3～4-17p、5-25～5-36p
工事終了後も適切な期間を継続して河川流量や地下水位の監視を行うのは評価するが、大きな異常が見られたときは、それに対する緊急の対応を行ってから静岡県に報告するのでないと、環境への影響が対処の検討の間、長引いて大きくなってしまふ。 工事前から工事後にわたる植生の監視は適切に行われた。現在考えられているような方法によるリモートセンシングで監視が適切に行われるのかは、その他事業などの実施例を挙げて説明願いたい。	【本編】5-23～5-24p
工事用道路の整備については、その場所・方法について詳しいことが説明されていない。 アスファルト舗装なのか、側溝を設けるのかなども動物の生息に大いに関係がある。 アスファルト舗装においては、材料に含まれる油分による周辺土壌や川水の汚染問題があり、側溝設置においてはその形状により小動物の移動障害の問題があることが知られている。	【本編】2-20～2-21p
発生土置き場の環境保全についてもう少し詳しい説明が必要。発生土はトンネル掘削の進行により次々と発生してくるわけで、最終的には複数の法面をもつ多段の発生土工をつくるように書かれているが、その工事の進行により環境保全の内容は異なってくるのではないかと。 この造成された置き場は緑化されるわけであるが、緑化の時期はいつか。下段から完成した法面ができた時にはすぐに緑化していくのか。あるいは全段が完成してから緑化するのか。いずれの場合の緑化にも土壌が必要となるが、用地にあった土壌をすべて取り置いても、立体的に積み上げるのであるから足りなくなるのではないかと。なお取り置くのであれば、その場所はどこか。その管理はどうするのか。これらを発生土が生じる時の推移にあわせて説明されたい。	—
「復元可能な厳しい環境」は、どのようなものを指すのか不明である。 「過去の最低流量」は、これまでの対話での説明では、決して最低流量とはいえないのではないかと。 (本編 4-2 ページの図 4.1 において)これまでの説明によれば、低水期とは、JR 東海が年 2 回測定してきたうちの 11 月の流量をいうものと思われる。そうであれば、冬の、より厳しい渇水期も存在することは明らかなので、JR 東海の測定データの最低量をもって最低流量とするのは、実情からは外れている。したがって図中の流量、渇水流量等の値は信頼できない。 表中の赤塗りされた「減水の予測される沢」は、塗っていないと減水しないと見なすことになるが、減水の原因が地下水脈の切断によるものであれば、地下水の流れ方によって上流側の減水もあり得るのではないかと。 黄塗りの「ヤマトイワナの生息が想定されている沢」は、何をもって想定されているのかわからない。生息の可能性のある沢としては、大井川の支沢では、右岸支流の奥西河内の本流の他、むしろその左岸支流の方も可能性が高く、大井川左岸支流では下木賊沢の源流部の生息情報もある。	【本編】4-1～4-17p

「第8回生物多様性専門部会における追加意見」(令和3年11月22日)の概要	本資料見直し箇所
本編 3-1 ページの図 3.1 に示された、地下水位の低下から生じる自然環境への影響についてのフローはあまり適当な図とは思えない。まず一方向でしか考えられていないが、「反作用」とでもいうべき逆方向の影響もある。また最終段階の動物、植物があまりにも漠然としている。 動物の成長への阻害と個体数減少は魚(ヤマトイワナ)を想定していると思われるが、両生類や鳥類、コウモリ類など陸上の生き物についても考えを及ぼす必要がある。 植物については個体数の減少を最終的な影響としているが、これは地下水位の低下の影響があればすぐ起こる現象ではないか。 なお、流量減少による生態系への影響については、村上正志(2004)「森の中のサケ科魚類」(前川光司編「サケ・マス」の生態と進化」(文一総合出版)を参考にされたい。 また、このフローチャートの作成のために実施している調査はごく限定的で、「対話」で委員から指摘されたものの一部に限られるのではないか。陸上・森林の変化を想定するのであれば、それと対応する森の中の生き物全体について影響を考えるべきではないか(村上(2004)を参照されたい)。	—
薬液注入についての説明をいただいた。しかし説明を求めたのは、薬液注入の実際の工事手順というべきもので、先進坑で破碎帯の存在を確認して、それからどのように掘削するのかを知りたいのである。 薬液がその破碎帯にどのように注入され、どのように破碎帯が固まるのかである。たとえば破碎帯の帯水層(?)に流れがあつて、薬液を注入しても固まらないということはないのかななどである。 湧水量の管理値というのは、あくまで仮の値ではないか。管理値以内の湧水量でも沢の減水などの影響が生じれば、その対策として管理値は当然変更しなければいけないと思う。	【本編】4-1～4-2p、4-20p 【資料編】資料15

1 南アルプス地域の自然環境保全に関するＪＲ東海の基本的考え

(1) 南アルプス地域の自然環境の重要性

- ・南アルプスは日本列島の中央に位置し、3,000m級の山々からなる我が国の代表的な山岳地帯です。山梨県、静岡県、長野県の3県にまたがっており、1964年6月には山頂付近を主体とした約358km²（山梨県183km²、静岡県34km²、長野県141km²）が図1.1のとおり「南アルプス国立公園」に指定されています。



図 1.1 南アルプス地域の概要（南アルプス国立公園）

出典：環境省ホームページ資料に一部加筆

- ・地形については、東西方向の圧縮を受けて急速に隆起した非火山性の山々で構成される山地であり、大量の雨が引き起こす河川浸食作用によって深く刻まれたV字谷が数多く見られます。また、日本で氷河が存在した痕跡のある最も南の場所であり、高山帯には氷河によって山頂付近が削られてできたカール（圏谷）など、2万年前頃に作られた氷河・周氷河地形が現存しています。
- ・自然環境については、「南アルプス学術総論」（H22年3月 南アルプス世界自然遺産登録推進協議会）によれば、
 - － キタダケソウを始めとして貴重な高山植物の宝庫である
 - － ハイマツ群落や特別天然記念物のライチョウの生息地として、世界の南限に位置する
 - － これら南限に位置するものは、地球規模の環境・気候変動による直接的・間接的な影響に対する感度が高く、その個体群の存続が危ぶまれているとともに、その保全が重要なものとなっている
 - － これまで様々な環境に応じて多種多様な植物を育み、そこに生息する多様な動物たちの生息基盤となっている
 とされています。



図 1.2 南アルプスの自然環境

J R 東海撮影

- ・また、「ふじのくに生物多様性地域戦略」（２０１８年３月 静岡県 暮らし・環境部 環境局 自然保護課）によれば、「南アルプスの高山帯には、タカネビランジやセンジョウアザミ等南アルプスだけに分布する固有種、タカネマンテマ、ムカゴユキノシタ、ムカゴトラノオ等氷河期の遺存種等が多数生育しています。」とされており、将来に向け適切に保全を図っていくことが求められています。



図 1.3 タカネマンテマ

出典：南アルプス国立公園（環境省パンフレット）

- ・一方で、近年はこうした高山植物がニホンジカによる食害のため減少してきている他、魚類に関し、放流個体との交雑による遺伝的攪乱等が問題となっています。

（２） 南アルプス地域の自然環境保全に関するＪＲ東海の基本的考え

- ・ＪＲ東海は、南アルプスは豊かな自然が残る重要な地域であることを強く認識しております。
- ・中央新幹線計画においては、自然環境保全に向けて、計画段階から工事実施段階の各段階において、まずは、影響を回避又は低減するための措置を実施します。
- ・回避又は低減が困難でやむを得ない場合は代償措置を実施し、その影響を最小限に抑えるよう、努めます。
- ・これらの取組みの実施にあたっては、最新の技術、知見を最大限に活用し、現地で実施可能な対応を精一杯、実施してまいります。具体的な取組みについては、第２章以降にて詳述します。

(3) 南アルプスユネスコエコパークの概要

1) 南アルプスユネスコエコパークについて

- ・ユネスコエコパークは、生態系の保全と持続的な利活用の調和（自然と人間社会の共生）を目的として、ユネスコが開始した事業です。ユネスコエコパークは、豊かな生態系を有し、地域の自然資源を活用した持続可能な経済活動を進めるモデル地域です。
- ・南アルプス地域については、平成26年6月にスウェーデンで開催された第26回MAB（注：Man and the biosphere 人と生物圏国際調整理事会）において、登録承認されました。
- ・登録されている区域は図 1.4 のとおり山梨県内の^{にらさき}韮崎市、南アルプス市、^{ほくと}北杜市、早川町、静岡県内の静岡市、川根本町、長野県内の飯田市、伊那市、富士見町、大鹿村の10市町村にまたがっており、これらが「南アルプス自然環境保全活用連携協議会」を構成し、共同で生態系の保全と持続可能な利活用に努めることで、魅力ある地域づくりを目指しています。
- ・中央新幹線事業の実施にあたっては、豊かな生態系の保全に努めるとともに、こうしたユネスコエコパークの活動に最大限資するよう、取り組んでいます。

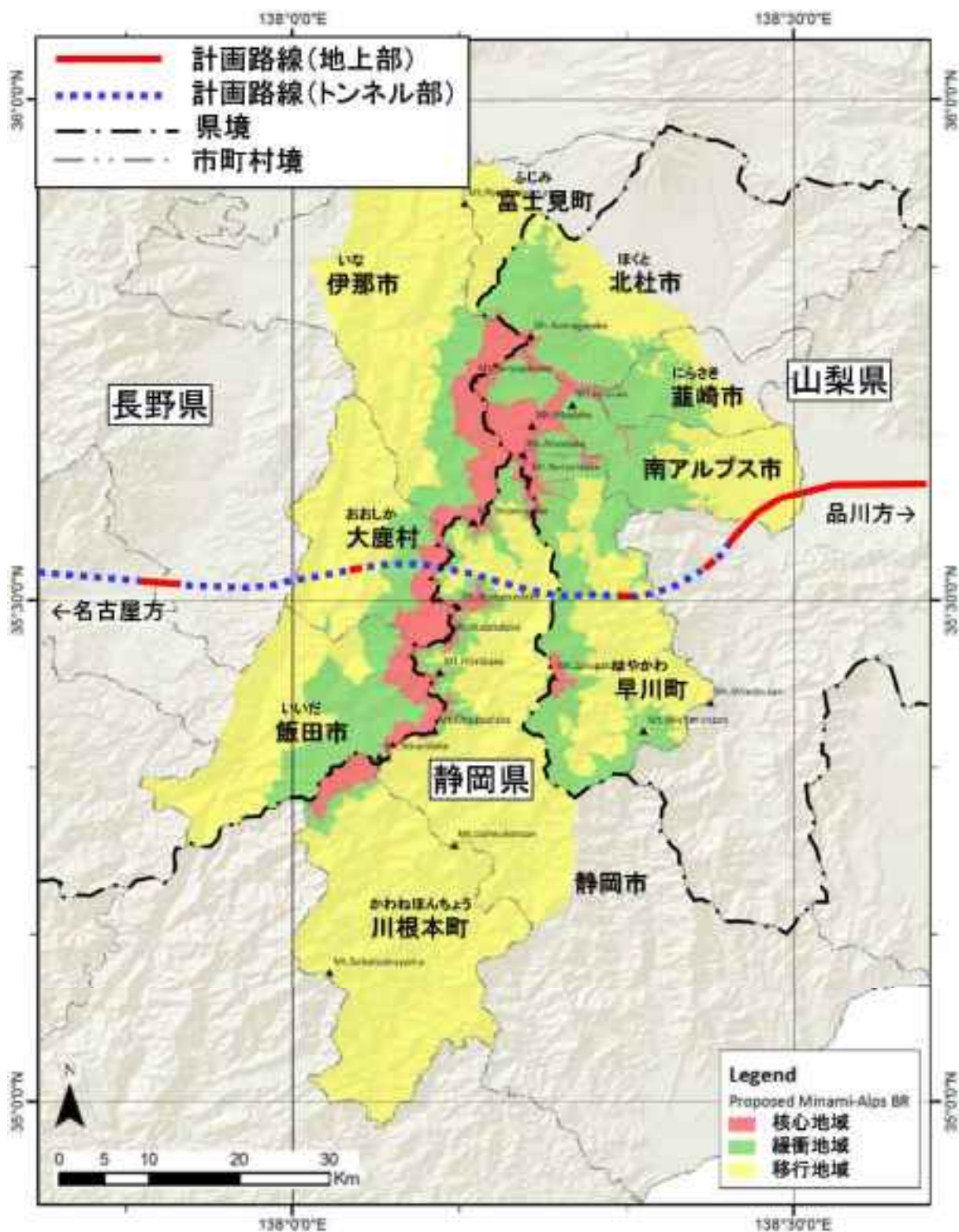


図 1.4 南アルプスユネスコエコパークのエリア

出典：南アルプスユネスコエコパークホームページ資料に一部加筆

- ・ユネスコエコパークでは、以下に示す3つの機能が求められています。

①生物多様性の保全

- ・多種多様な動植物、自然、景観により形成される生物多様性が存在し、これが維持されること

②学術的研究支援

- ・生物多様性を保全するための調査や研究が行われ、自然や歴史文化に関する環境教育、研修等の場があること

③経済と社会の発展

- ・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ていること

- ・また、これを果たすための3つの地域が設定されています（図 1.5）。

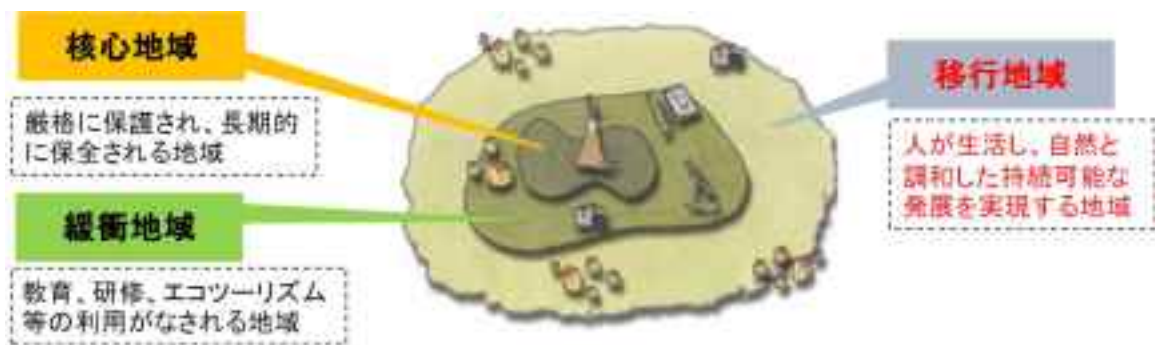


図 1.5 エコパークの3つの地域の考え方

出典：環境省ホームページ資料をもとに作成

2) 南アルプスユネスコエコパークに係るユネスコへの報告について

- ・南アルプスユネスコエコパークでは、2014 年の登録承認から 10 年間の取組みについて、文部科学省を通じてユネスコに報告がなされることとなっています。
- ・これまでも、南アルプス自然環境保全活用連携協議会が設置した南アルプスユネスコエコパーク科学委員会にて当社社員が説明や質疑の対応を行うなど、エコパークの推進主体である自治体とエコパークに関する情報交換を行ってまいりました。
- ・今後も情報交換を続け、特に、環境保全措置や事後調査・モニタリングの結果等、必要なデータについては、できる限り定量的な情報を提供できるようにして参ります。

2 南アルプストンネルの計画及び工事概要

(1) 影響の回避又は低減を踏まえた施設計画

- ・まず、環境影響を回避又は低減させるという観点から施設計画及び工事計画を策定いたしました。南アルプスユネスコエコパーク内での施設計画を図 2.1 に、静岡県内の施設、工事概要を図 2.2 にお示しします。
- ・南アルプスユネスコエコパーク内では、路線の大部分はトンネルで通過する計画としました。また、地上設備（非常口、発生土置き場等）はユネスコエコパーク計画における「移行地域」に計画するとともに、過去に他事業で利用された工事ヤード跡地等をできる限り選定しています。なお、静岡県内の非常口、工事施工ヤード及び発生土置き場候補地は、工事に伴う影響の回避又は低減が図れるよう、過去に伐採され電力会社が使用した工事ヤード跡地や人工林等を選定しました。また、発生土置き場候補地については、工事用車両の運行による影響を低減するため、非常口からできる限り近い箇所を選定しました。
- ・工事施工ヤードや発生土置き場の設置に係る環境への影響については、環境影響評価において、調査、予測及び評価を実施しています（資料編「資料1 環境影響評価における生態系に係る調査、予測及び環境保全措置」参照）。また、南アルプスの自然環境を考慮し、静岡県等から調査を実施するよう意見があった種（昆虫類（チョウ類）やその食草・食樹等）については確認調査を実施しています。
- ・環境影響評価準備書に対する静岡県知事意見にて、扇沢源頭部の発生土置き場の安全性に関するご意見があり、扇沢源頭部の発生土置き場を回避することで環境への影響の回避又は低減（植物重要種の生育地回避、改変区域の縮小など）を図られることから、扇沢源頭部の発生土置き場を回避し、燕沢付近を中心とする発生土置き場計画としました。また、地元井川地区からのご要望を踏まえ、剃石付近も優先して使用することで検討を進めています。
- ・また、胡桃沢付近の発生土置き場候補地については、平成30年3月に静岡市から「貴重な植生が残っているため、候補地から除外することを検討されたい。」とのご意見を頂いており、今後、地権者等の関係者と協議のうえ、回避することを前提に検討を進めてまいります。
- ・工事施工ヤード等の詳細な検討にあたっては、専門家からのご意見等を踏まえながら、貴重な植生（燕沢付近発生土置き場候補地周辺のドロノキ群落、千石非常口ヤード周辺のウラジロモミ天然林、西俣非常口ヤード周辺の尾根斜面のコメツガ、ミズナラ大径木など）や植物保全対象種（アオキラン、ホザキイチョウランなど）の生育箇所の改変は極力回避するなど、改変区域をできる限り小さくするように計画しています。
- ・なお、工事施工ヤードや発生土置き場の施工計画、環境保全計画の概要については、それぞれ資料編の「資料2 工事施工ヤードの施工計画、環境保全計画」及び「資料3 発生土置き場の計画」に記載しています。

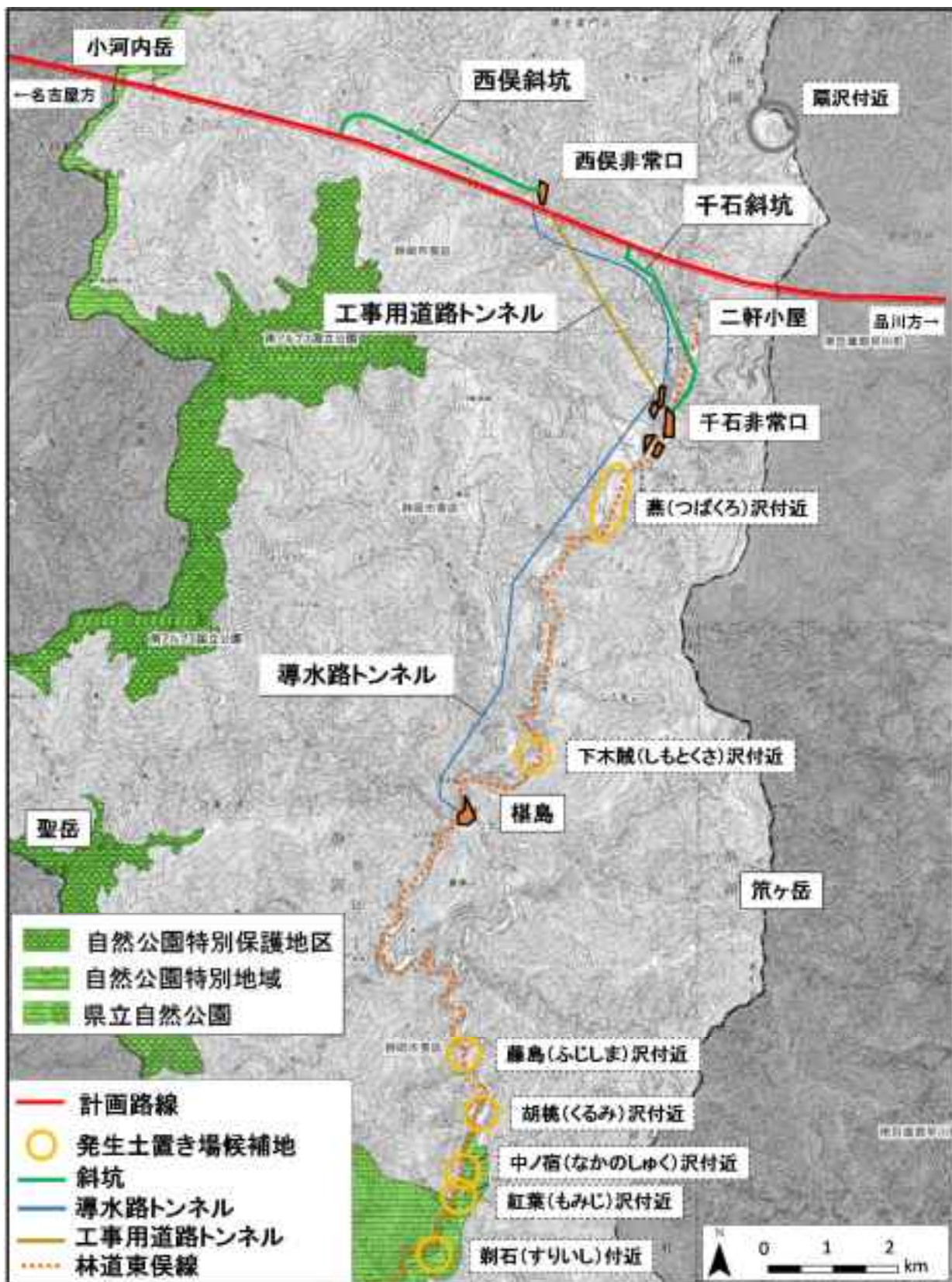


図 2.2 静岡県内の施設・工事概要

(2) トンネル工事の概要

1) 千石斜坑

- 千石斜坑は、全長約3,070mであり、標高約1,340mの地上部から標高約1,080mの本坑との取付位置に向けて、下向きに約10%の勾配で掘り進めていきます。

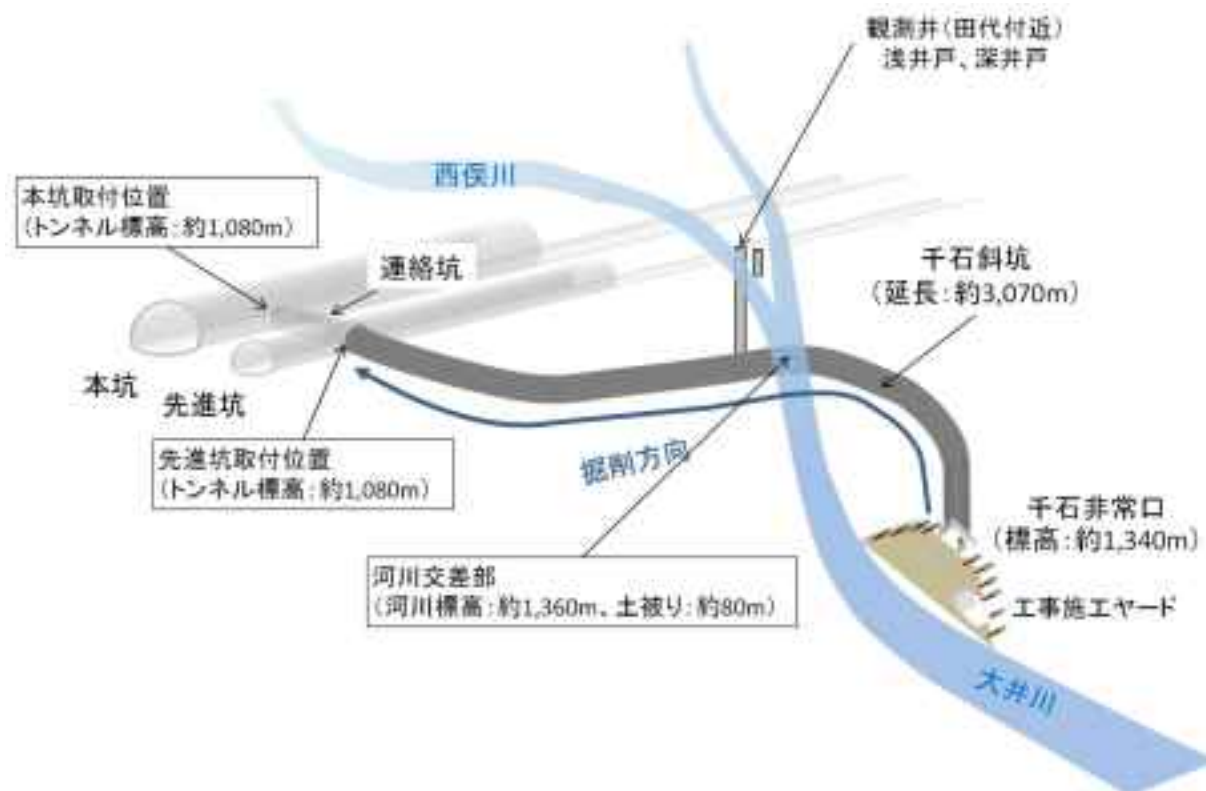


図 2.3 千石斜坑 概念図

2) 西俣斜坑

- ・西俣斜坑は、全長約3,490mであり、標高約1,535mの地上部から標高約1,210mの本坑との取付位置に向けて、下向きに約10%の勾配で掘り進めていきます。

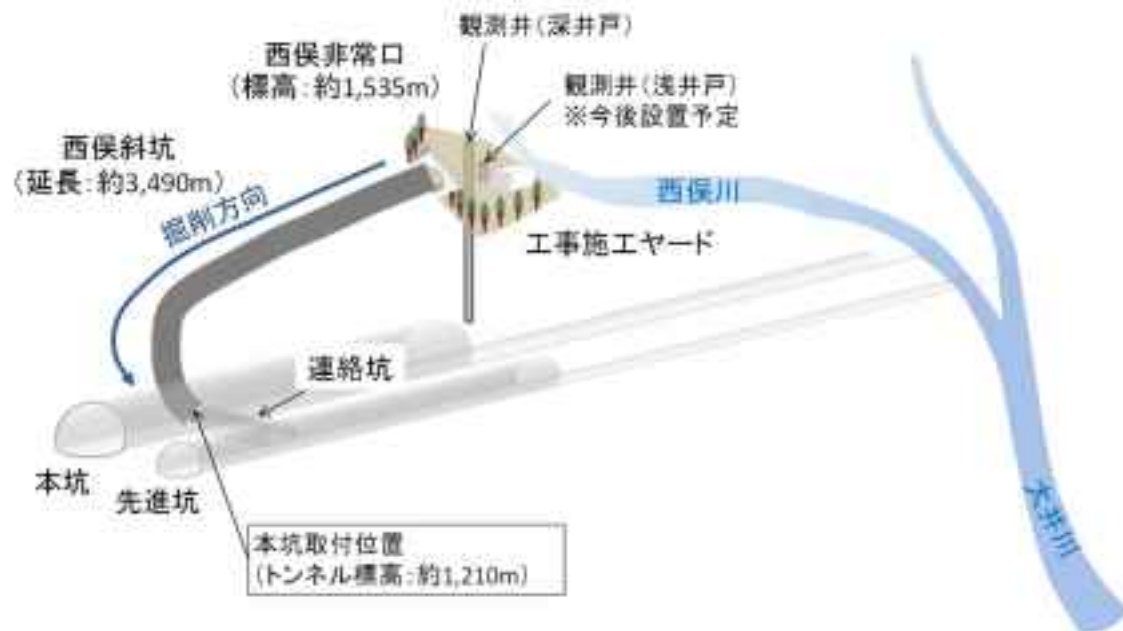


図 2.4 西俣斜坑 概念図

3) 導水路トンネル

- ・導水路トンネルは、全長約11,400mであり、標高約1,120mの地上部から標高約1,135mの本坑との取付位置に向けて、上向きに約0.1%の勾配で掘り進めていきます。



図 2.5 導水路トンネル 概念図

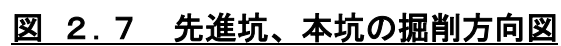
4) 工事用道路（トンネル）

- ・工事用道路（トンネル）は、全長約3,930mであり、標高約1,350mの地上部から上向きに約7.9%の勾配、標高約1,525mの地上部から下向きに約0.3%の勾配で掘り進めていきます。また、標高約1,525mの地上部から標高約1,530mの西俣斜坑との取付位置に向けて、上向きに約0.3%の勾配で掘り進めていきます。



図 2.6 工事用道路（トンネル） 概念図

・先進坑、本坑は、それぞれ全長約 8,940 m であり、並行して施工します。
西俣斜坑、千石斜坑の掘削完了後に、それぞれの取付位置から品川方および
名古屋方の両側に向けて、先進坑から掘削します。



(3) トンネル掘削工法の概要

1) NATM (ナトム) による施工

- ・山岳トンネルにおいて標準的な工法であるNATM (ナトム) を採用します (導水路トンネルの一部区間を除く)。
- ・NATMは、安全にトンネルを掘削する工法です。標準的な施工手順を図 2. 8 に示します。



図 2. 8 NATMの標準的な施工手順

2) TBM（トンネルボーリングマシン）による施工

- ・トンネル湧水を恒久的かつ確実に大井川に流すこと、また、それを早期に実現するため、導水路トンネル（一部区間）をTBMにより施工することとしました。

（参考）TBM工法について

- ・TBMの先端に取付けたカッターヘッドを回転させて岩盤を掘削する工法です。
- ・NATM等の爆薬による発破方式と比較して高速施工でトンネルを掘削することが可能な工法です。
- ・一方、地質によってはTBMによる掘削が難しい場合があり、特に土被りが大きく強い圧力が作用する場合はTBMが拘束され対応に期間を要する可能性があります。



写真2. 1 TBM（トンネルボーリングマシン）

(4) トンネル工事の順序と発生土の運搬方法

1) トンネル工事の順序

- ・トンネル工事の順序を施工順序毎にSTEP①から⑤として、図 2.9～図 2.13 に示します。



図 2.9 トンネル工事の進捗図 (STEP①)

- ・図 2.9 は、STEP①として掘削開始時を示しています。千石斜坑、西俣斜坑および工事用道路(トンネル)を千石側、西俣側から掘削します。また、導水路トンネルにおいても、榎島から掘削します。



図 2.10 トンネル工事の進捗図 (STEP②)

- ・図 2.10 は、STEP②として工事用道路（トンネル）の掘削完了時を示しています。これ以降、西俣斜坑からの発生土は工事用道路（トンネル）を経由して運搬することとなります。この時期は、千石斜坑、西俣斜坑および導水路トンネルを引き続き掘削しています。



図 2.11 トンネル工事の進捗図 (STEP③)

- ・図 2.11 は、STEP③として千石斜坑の掘削が完了し、本坑および先進坑の掘削を開始した時期を示しています。この時期は、引続き導水路トンネルおよび西俣の斜坑の掘削を実施しています。



図 2.12 トンネル工事の進捗図 (STEP④)

- ・図 2.12 は、STEP④として西俣斜坑が掘削完了し、本坑および先進坑の掘削を開始した時期を示しています。この時期の施工は、千石と西俣の2拠点において、本坑、先進坑を品川方、名古屋方の両側に向けて掘削しています。導水路トンネルが完成しており、千石からの掘削に伴うトンネル湧水等は導水路トンネルを経由して榎島で大井川に放流しています。

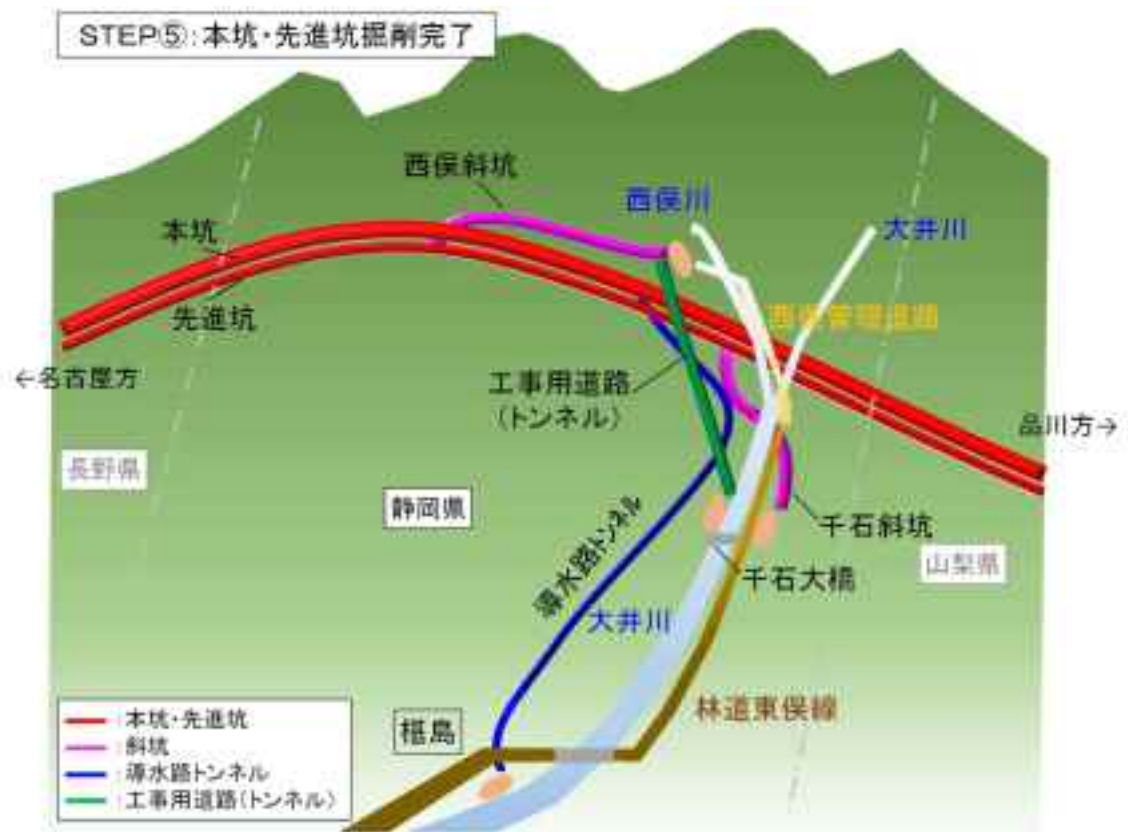


図 2.13 トンネル工事の進捗図 (STEP⑤)

- ・図 2.13は、STEP⑤として本坑、先進坑の掘削完了時を示しています。本坑、先進坑の掘削完了を以て、静岡工区のトンネル掘削は完了となります。

2) 発生土の運搬方法について

- ・トンネル工事での発生土の運搬方法について示します。
- ・まず、トンネル工事の発生土の運搬方法としては、ベルトコンベアによる運搬とダンプトラックによる運搬があります。
- ・発生土は、トンネル内から各坑口ヤードまでをベルトコンベアにより運搬し、各坑口ヤードから発生土置き場までを、ダンプトラックによって運搬します。



写真2. 2 ベルトコンベアによる運搬イメージ



写真2. 3 ダンプトラックによる運搬イメージ

3) 発生土の運搬とトンネル湧水等の流れについて

- ・発生土運搬とトンネル湧水等の流れについて、図 2.14 に示します。
- ・発生土は、トンネル内から坑口ヤードへ運搬し、坑口ヤードから林道東俣線を通り、燕沢付近の発生土置き場へ運搬します。発生土が対策土¹と判定された場合は、藤島沢付近の発生土置き場に運搬します。
- ・西俣では、工事用道路（トンネル）が開通するまでは、発生土は西俣管理道路、林道東俣線を通り、発生土置き場まで運搬します。工事用道路（トンネル）の開通後は、本坑、先進坑から西俣斜坑を通り工事用道路（トンネル）を経由し千石へ、その後、千石からは林道東俣線を通して発生土置き場に運搬します。
- ・トンネル湧水等は、各坑口のヤードから河川に放流しますが、導水路トンネル開通後は、千石側のトンネル湧水等は、導水路トンネルを通り河川に放流します。

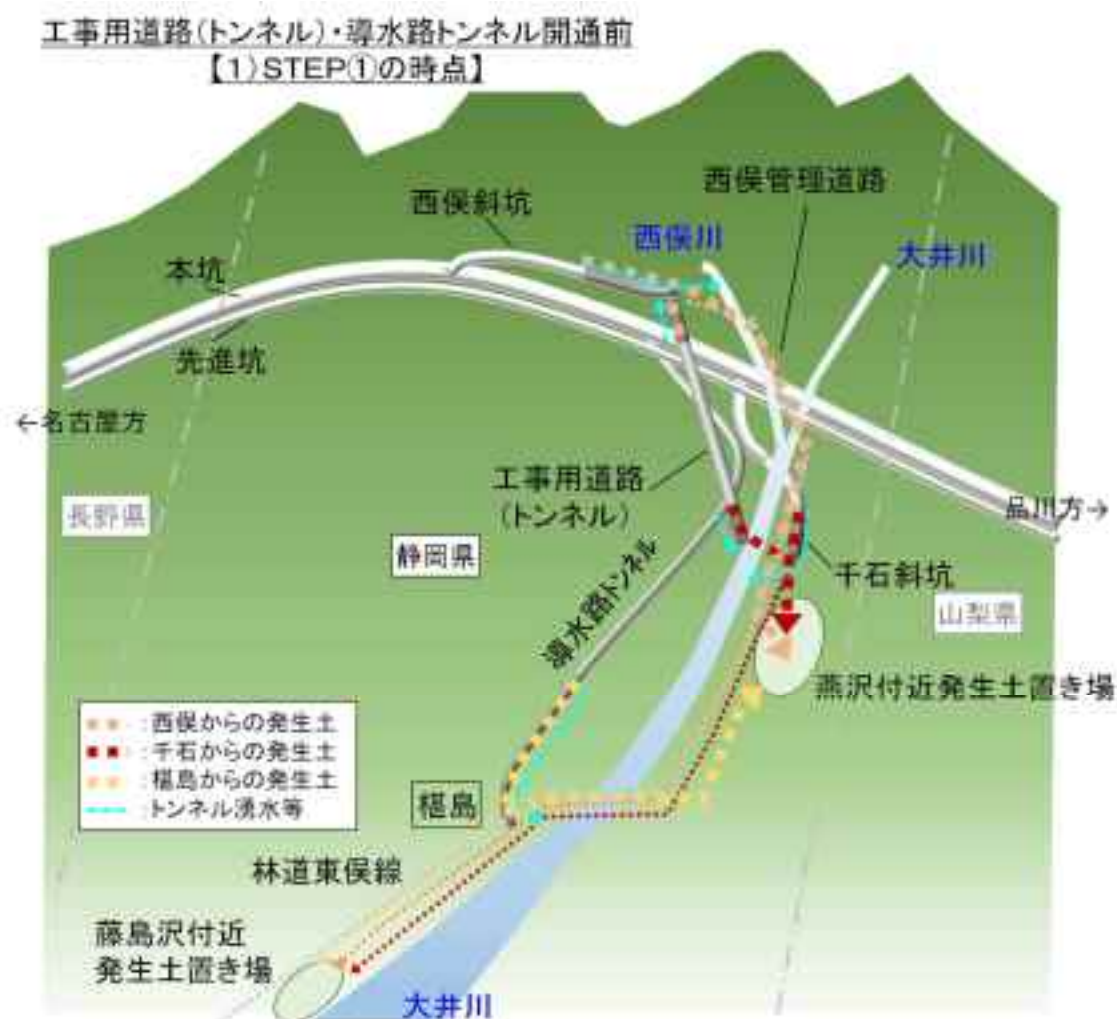


図 2.14 (1) 発生土運搬とトンネル湧水等の流れ

¹ 対策土：土壌汚染対策法に基づく基準値を超過する自然由来の重金属等を含む発生土。



図 2.14 (2) 発生土運搬とトンネル湧水等の流れ

4) 各トンネルの掘削断面

- ・各トンネルの掘削断面を図 2.15 に示します。

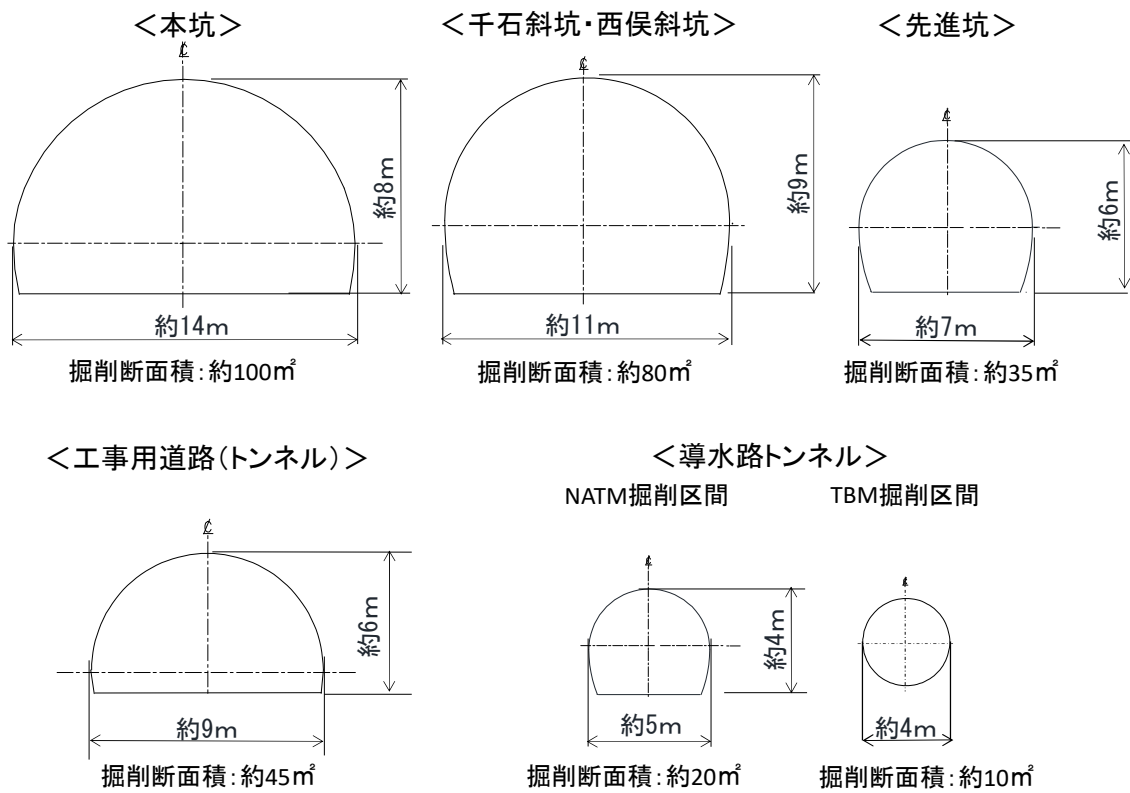


図 2.15 各トンネルの掘削断面

(5) 林道東俣線の舗装等工事の概要

- ・工事に使用する林道東俣線については、工事用車両の安全かつ円滑な通行の確保と通行に伴う大気環境への影響の低減等のために舗装等工事を実施することとしており、既に工事に着手しています。
- ・林道東俣線の舗装等工事の概要を表 2.1 に、工事実施状況例を図 2.16 に、舗装等工事の標準断面を図 2.17 にお示しします。

表 2.1 林道東俣線の舗装等工事の概要

主な工事種類	工事内容
舗装工	・林道全線（全長：約 2.7 km、うち一部既舗装箇所は除く）において路面の舗装を実施。 ・コンクリート舗装を基本とするが、関係者との協議を踏まえ一部の区間ではアスファルト舗装を実施。 （待避所等も含めて通行に必要な幅員は確保するものの、路肩等には未舗装部分も残すことで昆虫類の水飲み場の確保に配慮）
排水工	・側溝は、現地状況に応じて林道片側又は両側の路肩外に設置。 ・横断溝を概ね 100 m に 1 箇所設置。 ・林道上に降った雨は排水工により集水し、横断溝を通じて川側へ排水 （万が一、小動物が横断溝内へ侵入したとしても、端部から脱出が可能）
安全対策設備設置工	・現地状況に応じて、ガードレール（景観配慮型）やカーブミラー等を設置。
斜面对策工	・林道の沿道斜面状況に応じて、落石防護網、落石防護柵や法枠工等の施工を実施。

- ・工事の施工にあたっては、工事用車両の通行に伴うロードキル対策として、注意看板の設置や工事従事者への教育も実施しています。

○全体



○排水工



図 2.16 林道東俣線の舗装等工事の実施状況例

<コンクリート舗装部>

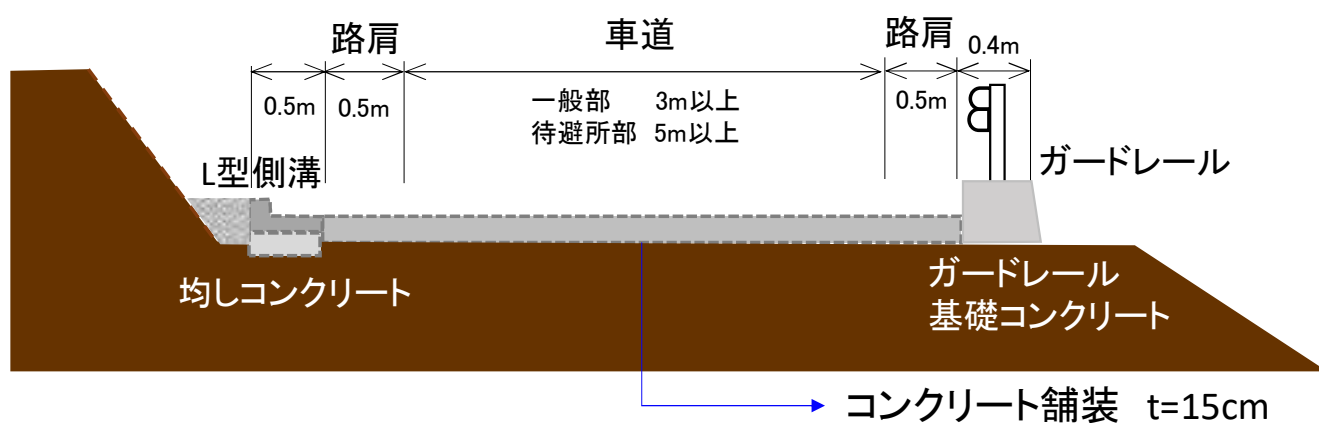


図 2.17 林道東俣線の舗装等工事の標準断面

3 工事に伴う自然環境への影響と対応

(1) 工事により一般的に想定される影響

1) トンネルの掘削による影響

- ・地下水を有する南アルプスの山岳部においてトンネルを掘削すると、自然環境に対しては河川等の流量、水質及び水温の観点において、以下の影響が考えられます。
- ・なお、静岡県等からは、深い部分で掘削するトンネル周辺の地下水位の低下が尾根部を含む地表部にまで広範囲に及び、地表部における動植物の生息・生育環境に影響を与えるのではないかとのご懸念を頂いております。その点については「5 地下水位低下による植生への影響」に記載しています。

① 流量について

- ・南アルプスにトンネルを掘削することにより、トンネル周辺の地下水がトンネル内に湧出した結果、トンネル周辺の地下水位が低下します。
- ・地下水位の低下に伴い、トンネル掘削中にトンネル湧水を河川へ流す位置より上流側では、河川や沢の流量減少、周辺植生の変化、動物の餌資源（底生動物や昆虫）の減少等、動植物の生息・生育環境に影響が生じる可能性があります。
- ・その結果、動物では各個体の体長、体重の減少や個体数の減少、植物では個体数の減少が生じる可能性があります。

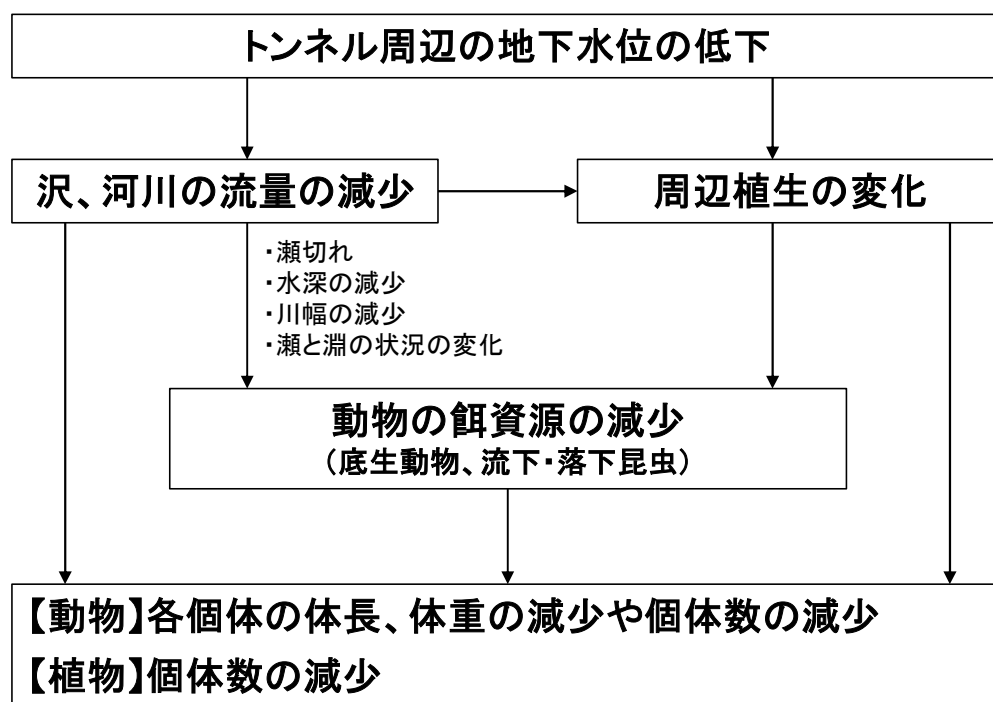


図 3.1 地下水位低下に伴う自然環境への影響フロー

② 水質（SS、pH、自然由来の重金属等）、水温（以下、「水質等」）について

- ・トンネル湧水や工事排水のほか、作業員宿舍等からの生活排水を河川へ流す際に、水質等を適切に管理した上で放流することができなければ、河川へ流す地点より下流側の河川水の水質等が変化し、その結果、動物では各個体の体長、体重の減少や個体数の減少、植物では個体数の減少が生じる可能性があります。
- ・特に、トンネル掘削が進捗し、湧水量が増加する一方、河川流量の減少量が大きくなっている状況や、秋季から冬季にかけて河川水よりも湧水温が高くなってくる状況で、トンネル湧水等を河川へ流す場合には、相対的にその影響が大きくなります。
- ・また、トンネルを掘削することにより生じる発生土を管理する発生土置き場では、雨水等を適切に管理した上で発生土置き場からの排水を河川に流すことができなければ、河川に流す地点より下流側の河川水の水質が変化し、その結果、動物では各個体の体長、体重の減少や個体数の減少、植物では個体数の減少が生じる可能性があります。

2) 地上部分の改変等に伴う影響（工事施工ヤード、発生土置き場、工事用道路等）

- ・工事施工ヤードについては、過去に伐採され電力会社が使用した工事ヤード跡地や人工林等を選定しておりますが、その後の環境変化等により、多くの動植物の生息、生育が見られる場合には、工事によってその生息・生育環境に影響を与え、動植物の個体数が減少する可能性があります。
- ・工事用道路（林道東俣線）の舗装を行うことで、昆虫類等の水飲み場としての路面上の水たまりが消失し、昆虫類等の生息環境に影響を与える可能性があります。

(2) 自然環境保全に関する基本的な対応

1) トンネル掘削による影響への基本的な対応

- ・トンネル掘削による影響に対し、計画策定段階から**工事中**、**工事完了後**までの各段階において、①～④の対応を取り、自然環境への影響の回避、低減を図ってまいります。

①【計画策定】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・計測計画を策定します。

- ・各沢の状況を踏まえた、沢毎の重点的な環境保全措置を検討するとともに、**工事実施段階で必要となる調査・計測内容等を整理し、1つ1つの沢毎に「沢カルテ」として整備します。**

②【地質調査】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。

- ・トンネル掘削前に、高速長尺先進ボーリング（以下、「先進ボーリング」という。）により前方の地質、湧水の状況を把握します。
- ・先進ボーリングの結果、破碎帯や湧水量の変化が著しい箇所等については、コアボーリング等の詳細な地質調査を行います。
- ・調査結果に応じて、沢部の現地調査を行い、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しておきます。

③【**工事中～完了後**の対応】トンネル掘削中に環境保全措置等を実施します。

③ー1 トンネル湧水量自体を低減します（低減措置）

- ・河川等の流量の減少による影響や、水質等への影響を低減するために、トンネル湧水量自体を低減します。
- ・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碎帯等に対しては、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。
- ・更に、吹付けコンクリート、防水シート及び覆工コンクリートを、トンネル掘削時から完成までの一連の施工段階において、一体として組み合わせることにより、トンネル湧水量の低減効果を発揮させていきます。

③ー2 河川に流す水の水質等を管理します（低減措置）

- ・濁度の高い排水や基準値を超過する自然由来の重金属等を含む排水等をそのまま放流することがないように、工事施工ヤード等に濁水処理設備

や沈砂池等を設け、適切に処理した上で、河川へ放流します。

- ・生活排水についても、循環型の風呂を使用する等、排水量の抑制を図り、高度浄化装置により適切に処理した上で、河川へ放流します。
- ・トンネル湧水を河川へ放流する際には、放流箇所を分散する等、河川水温の急激な変化が起きないように対策を実施します。

③－３ 複数の観点から調査・計測を実施し、変化に応じた対応をとります

- ・トンネル掘削にあたっては、「トンネル湧水量」、「沢の流況・流量」、「河川本流の流量」、「河川本流の水質」、「動植物の定期調査」の5つの指標（計測、調査結果）に基づき環境の変化を把握し、その結果に基づき現地調査や移植等の対応を行います。

④【沢の流量減少への備え】沢へ影響が生じることを認識し、事前に備えます。

- ・沢の流量減少に対しては、③－１に示す通り、トンネル湧水量自体を低減することで流量減少を回避することが大前提です
- ・しかしながら、対策を講じたとしても、一部の沢では、流量減少が生じる可能性があります。
- ・そこで、掘削開始前に、動物の移殖、植物の移植・播種（以降まとめて「移しよく」という。）を実施する必要がある種の特特定と移しよく先の検討、ヤマトイワナの生息環境の整備を実施します。

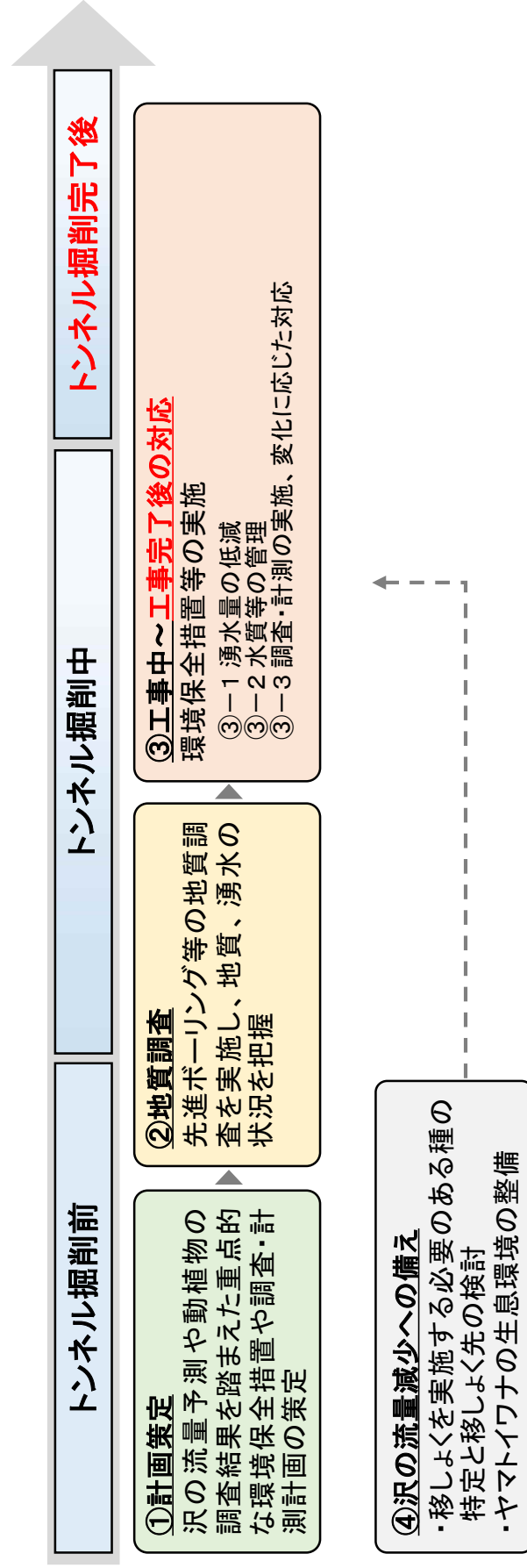


図 3.2 トンネル掘削による影響への対応のフロー

2) 地上部分の改変等に伴う影響（工事施工ヤード、発生土置き場、工事用道路等）への対応

- ・地上部分の改変等を行う箇所において、その箇所に生息・生育する動植物の状況を考慮した環境保全措置を実施します。
- ・計画段階において改変区域を出来るだけ小さくし、重要な種が生息・生育する場合には、その生息・生育地の全部または一部を回避するとともに、工事中は環境保全措置を実施し、動植物の生息・生育環境への影響を低減します（詳細については、「4 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組み （2）地上部分の改変等に伴う影響への具体的な対応 1）回避・低減・代償措置の具体的な内容」に記載）。
- ・工事完了後は、環境の修復の観点で、工事施工ヤード跡地や発生土置き場等の緑化を行ってまいります（詳細については、「4 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組み （2）地上部分の改変等に伴う影響への具体的な対応 2）河畔林の復元、発生土置き場の緑化計画」に記載）。
- ・これらの措置を講じても植物（重要種）の生育環境の一部がやむを得ず消失する場合には、代償措置を検討・実施します（資料編「資料13 これまでに実施した植物の移植・播種結果」参照）。

3) 動植物の調査結果に関する情報の公表等

- ・工事前から工事完了後にかけて実施する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、静岡県等へ報告のうえ、希少種保護の観点から非公開とすべき内容を除いて公表し、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、静岡県等の関係者と調整してまいります（調査結果の管理体制や報告・公表方などについては、「8 環境管理に関する体制及びデータの報告・公表」参照）。
- ・なお、環境影響評価時に実施した動植物の調査においては、重要種だけでなく、重要種以外の生息・生育状況も確認しています。また、現在行っている水生生物に関する調査においても、重要種だけでなく、重要種以外の生息状況を確認しています。

4 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組み

(1) トンネル掘削による影響への具体的な対応

1) 【計画策定】沢毎の重点的な環境保全措置の計画策定

各沢の状況を踏まえた、沢毎の重点的な環境保全措置を検討するとともに、工事実施段階で必要となる調査・計測内容等を整理するため、1つ1つの沢毎に「沢カルテ」を整備します。

- ・「沢カルテ」においては、
 - ・各沢の流域とトンネルの位置関係
 - ・破砕帯等を含めた地質状況
 - ・トンネル掘削に伴う流量への影響の予測結果
 - ・沢部の工事工程等の情報を整理します。
- ・そのうえで、沢への影響の回避・低減のため、他の工事における取組みや最新の施工技術等について調査し、その内容も反映した各沢における重点的な環境保全措置の計画を策定し、記載します。
- ・また、トンネル掘削に伴う影響を確認するために必要な調査・計測の内容を記載します。
- ・工事の実施段階では、調査・計測の結果を踏まえ、必要な場合には環境保全措置を検討し、追記・修正を行います。
- ・今回、流量への影響の予測として、水収支解析の結果を用いています。
- ・これまで、トンネル掘削に伴う大井川の水資源利用へ影響の回避・低減に向けた取組みの検討にあたり、^{トウンビー}TOWNBY（JR東海モデル）と^{ゲットフロース}GETFLOWS（静岡市モデル）という2つの解析モデルを用いてきました。
- ・解析モデルについてはそれぞれの特徴や目的とする分野があり、一概に優劣を判断できるものではありませんが、GETFLOWSは地表水と地下水の流れを統一的な数学モデルの下で連成して解くことができる手法であるため、これまで実施してきたTOWNBYでの予測（資料編 「資料12 TOWNBY（JR東海モデル）による沢等の流量の予測結果」参照）に加え、今回、新たに解析を実施しました。
- ・今回、まずは、GETFLOWSによる水収支解析において流量の減少が予

測された沢を対象に、「沢カルテ」を作成しました。

- ・各沢の「沢カルテ」をP 4-3～P 4-17に示します。
- ・また、GET F L O W Sによる水収支解析の結果をP 4-18の図 4.49に示します。水収支解析の条件等については、資料編「資料14 GET F L O W Sによる水収支解析の詳細」に示しています。
- ・影響の回避・低減策の検討にあたっては、トンネルの機能を確保できる範囲内で線形の変更が可能な斜坑について、工事開始後の高速長尺先進ボーリング等の地質調査の結果によっては、線形変更による影響の回避を検討することを計画しました。
- ・また、各トンネルにおいては、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、適切な注入材の種類や注入方法を検討したうえで、湧水量の低減を目的とした薬液注入を実施することを計画しました。
- ・本坑や先進坑等の土被りが大きいトンネルにおいては、薬液を注入しようとしても水压に押され、うまく地盤に注入されない場合や、地質の状況により期待した注入効果が得られない場合など、技術的な限界があることを考慮する必要がありますが、地質の状況等によっては、湧水量の低減効果が期待できます。
- ・一方で、斜坑や工事用道路トンネルの一部では、土被りが比較的小さいため、地質の状況等によっては、止水の効果も期待できると考えています。
- ・影響の回避・低減策の検討は、今後も引き続き進めてまいります。
- ・今後、専門家からのご意見を受けた検討の結果や、調査で新たに得られた結果等もこの「沢カルテ」に記載し、重点的に実施する環境保全措置のブラッシュアップを図ってまいります。
- ・また、今回対象とした箇所以外に、T O W N B Yを用いた水収支解析で流量の減少が予測された沢を含め、トンネル工事によって影響が予測される範囲の全ての沢において同様に「沢カルテ」を作成し、環境保全措置の検討や工事実施段階の調査・測定計画の策定に活用してまいります。

【悪沢の沢カルテ】

○沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

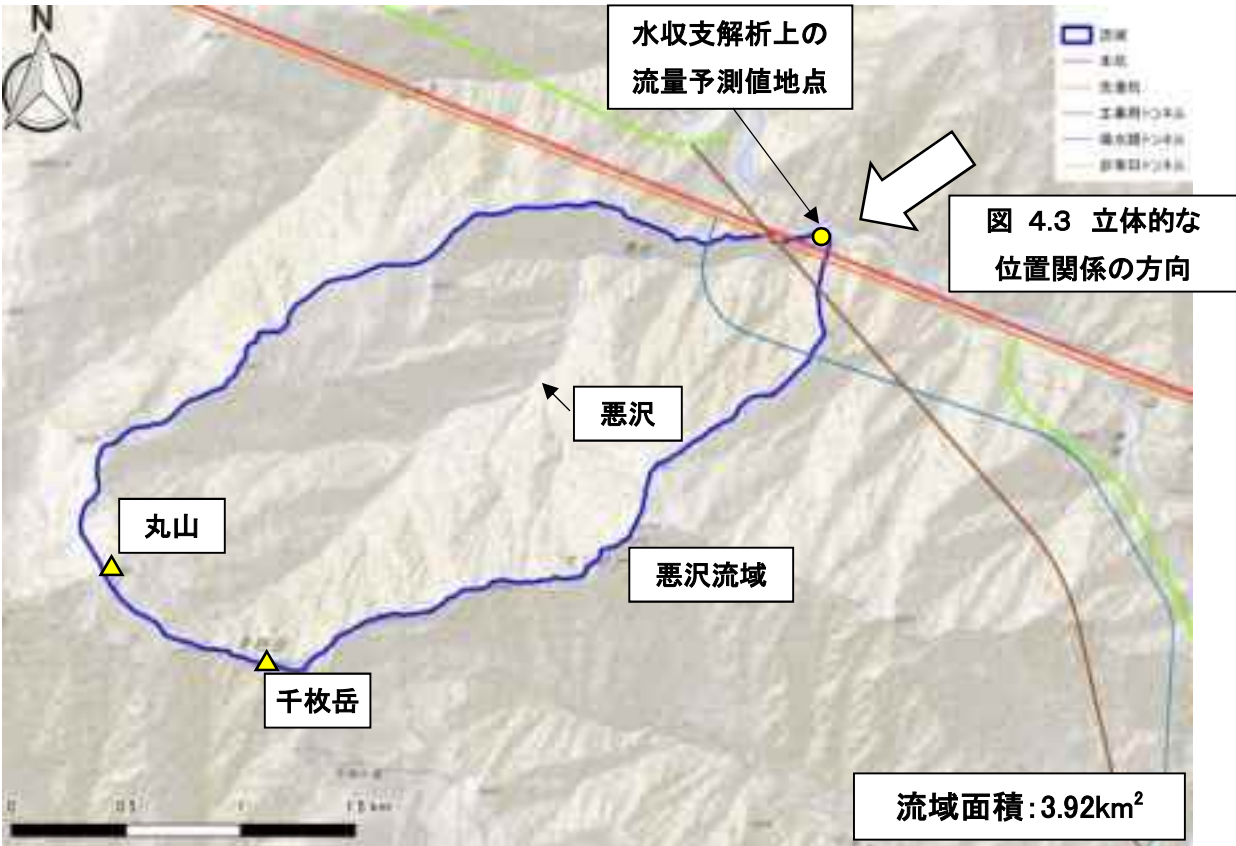


図 4.1 悪沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

○地質平面図



図 4.2 悪沢付近の地質平面図

○沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

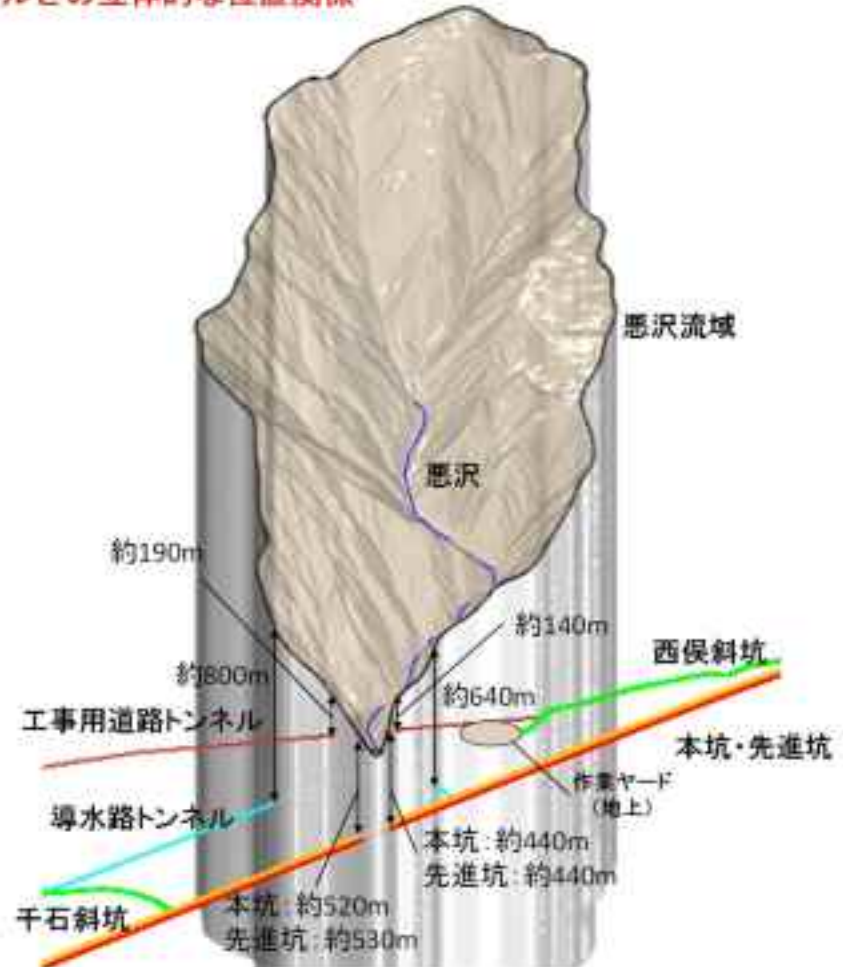


図 4.3 悪沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

表 4.1 各トンネルの土被りと交差時期

No	トンネル名称	土被り			工事着手後の 交差時期 (期間)
		沢交差地点	流域交差地点 (始点側)	流域交差地点 (終点側)	
1	工事用道路トンネル	約 50m	約 190m	約 140m	約 2 年目 (約 3 カ月間)
2	導水路トンネル	約 560m	約 800m	約 640m	約 3 年目 (約 5 カ月間)
3	先進坑	約 430m	約 440m	約 530m	約 5 年目 (約 3 カ月間)
4	本坑	約 420m	約 440m	約 520m	約 6 年目 (約 3 カ月間)

○状況写真



図 4.4 悪沢状況写真 (2021. 8. 20)



図 4.5 悪沢状況写真 (2021. 12. 10)

○トンネル掘削による沢の流量変化と影響への対応について

- ・GETFLOWS による水収支解析を行い、悪沢の流量変化を示します。図 4. 6 に月平均流量、図 4. 7 に年平均流量を示します。トンネル掘削による影響を考察するため、毎年同じ降水量を入力しています。
- ・図 4. 6、図 4. 7 ともにトンネル有りの予測結果は、薬液注入やトンネル構造物としての吹付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリート等がない状態として算出したものです。また、解析結果には不確実性があるため、流量予測値そのものに着目するのではなく、流量変化の傾向に着目し、影響への対応を検討しています。

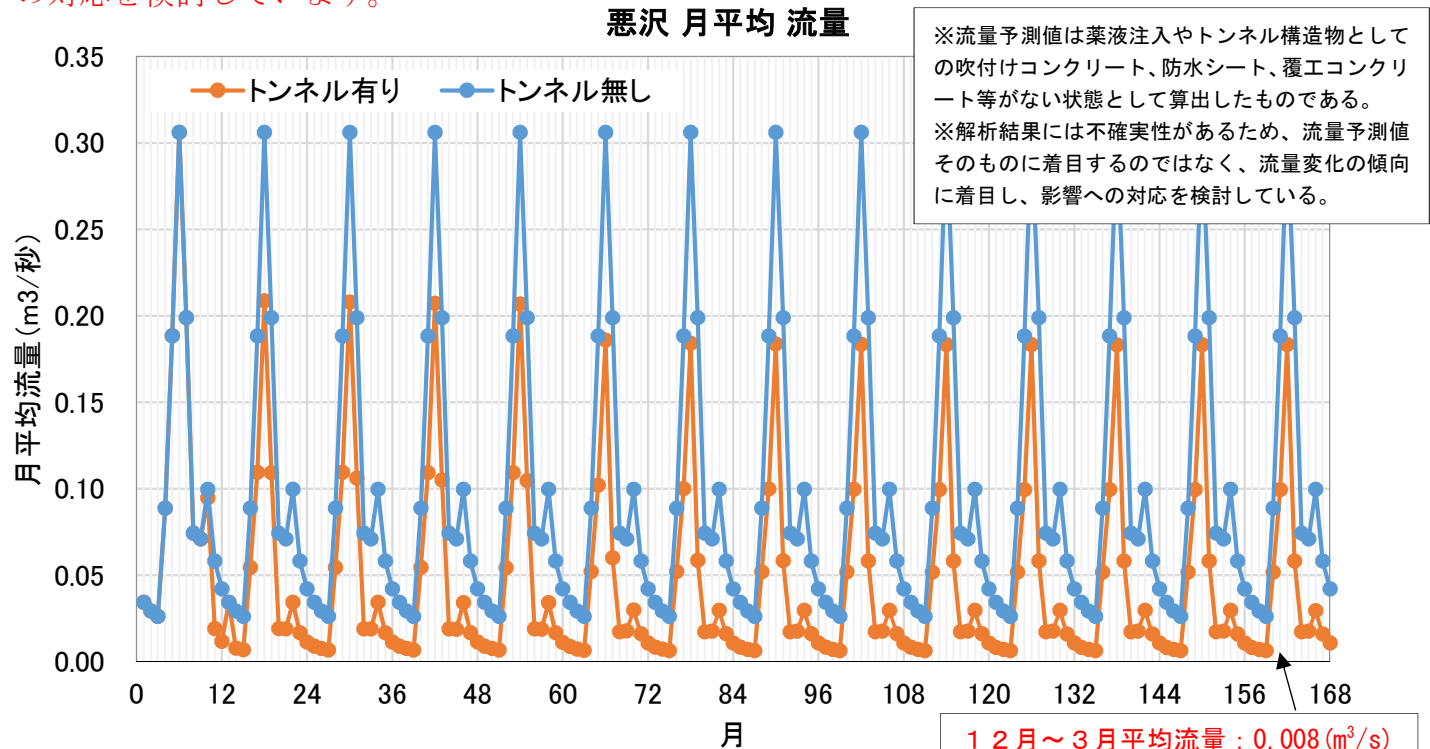


図 4. 6 悪沢の流量変化の推移（月平均）

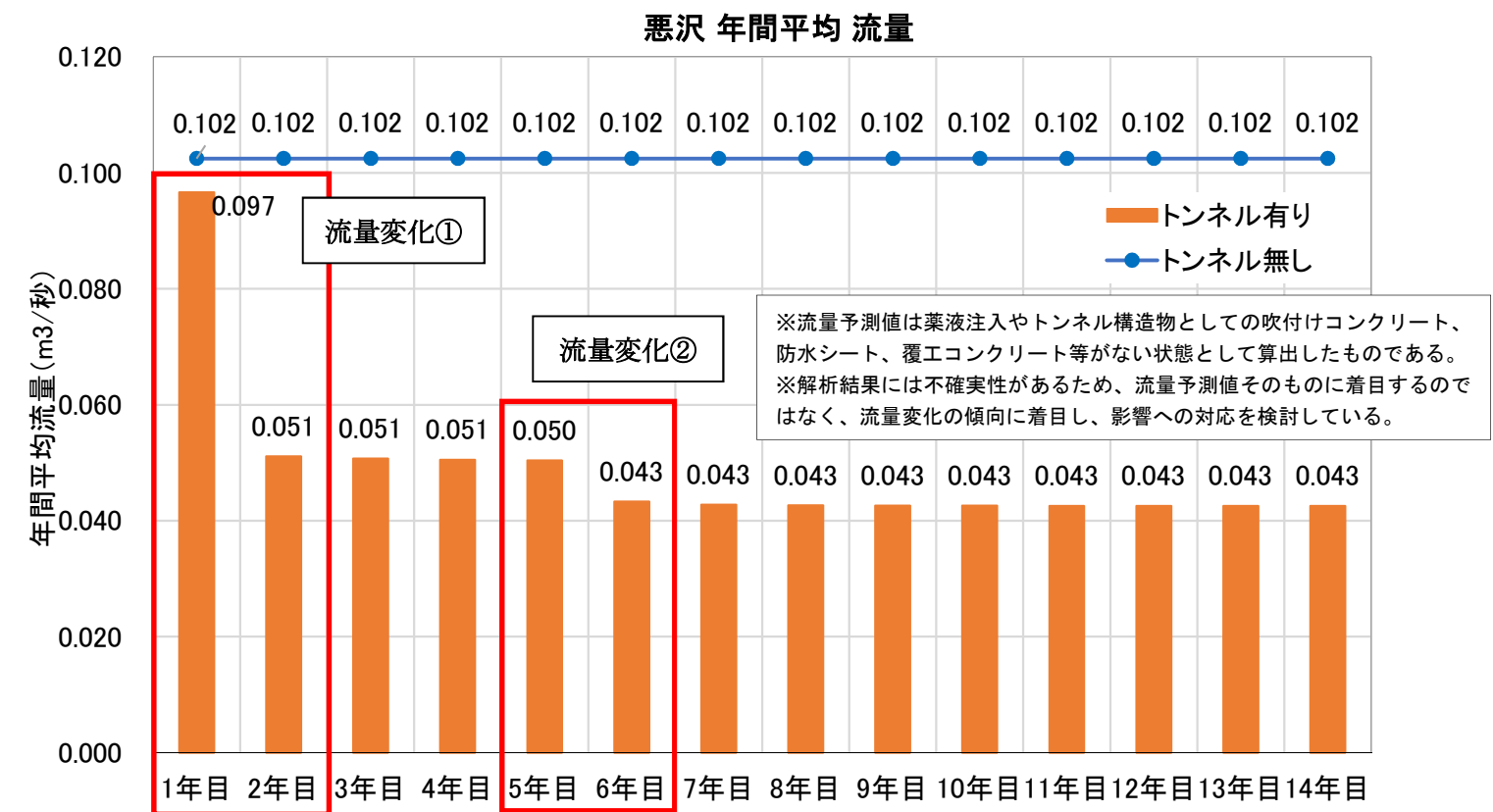


図 4. 7 悪沢の流量変化の推移（年平均）

・流量変化①に関する考察と影響への対応

（流量変化①に関する考察）

- ・GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手後 2 年目において、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。
- ・工事着手 2 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4. 8 に示します。
- ・この時期に悪沢流域を工事用道路トンネルが横断していることから、悪沢の流量減少は、工事用道路トンネルの掘削による影響を受けていると考えられます。
- ・また、悪沢と工事用道路トンネルの土被りは、交差地点で約 50m と浅く断層が近接していることから、悪沢は工事用道路トンネルの掘削による影響を直接的に受けていると考えられます。

（工事用道路トンネルにおける影響への対応）

- ・工事用道路トンネルは、悪沢流域において、土被り約 50m～約 190m で横断します。
- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、適切な注入材の種類や注入方法を検討したうえで、湧水量の低減を目的とした薬液注入を実施します。
- ・土被りが比較的小さいため、地質の状況等によっては、止水の効果も期待できると考えています。
- ・注入材の種類については、岩盤割裂部への浸透による岩盤強度の向上と止水効果を得ることができ、耐久性を有する注入材により計画します。

【STEP1】プレグラウト

- ・注入方法は、トンネル掘削に先立ち、トンネル前方に注入するプレグラウト方式で計画します。
- ・改良範囲は、過去のトンネル事例を参考に、トンネルの外周にトンネル外径相当の改良体を構築する注入計画とします（図 4. 10）。
- ・改良延長は、掘削に先立って実施する地質調査等の結果を踏まえ、計画します。
- ・注入後は、トンネル湧水量を確認し、必要により、追加の注入を計画します。

【STEP2】ポストグラウト

- ・また、トンネル掘削の後においても、トンネル湧水の状況を確認し、必要な場合にはポストグラウト方式での注入も計画します（図 4. 10）。



図 4. 8 トンネル掘削状況と地下水位低下量図(着手 2 年後)



図 4. 9 トンネル掘削状況と地下水位低下量図(着手 6 年後)

- ・ポストグラウトは、プレグラウトで先行注入した範囲の始終点部に止水壁を構築するように計画します。
- ・実際の注入にあたっては、プレグラウト、ポストグラウトともに、トンネル内から実施するボーリング調査等により、詳細な地質状況の確認やトンネル周辺に作用する実際の水圧等の推定を行い、より効果的な薬液注入の方法を検討します。

- ・以上の地質調査等を踏まえた薬液注入によるトンネル湧水の低減により、沢の流量減少を低減します。

・流量変化②に関する考察と影響への対応

(流量変化②に関する考察)

- ・GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手後 6 年目において、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。
- ・工事着手 6 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4. 9 に示します。
- ・この時期に悪沢流域を先進坑、本坑が横断していることから、この流量減少は両トンネルの掘削による影響を受けていると考えられます。

(先進坑、本坑のトンネルにおける影響への対応)

- ・悪沢流域と交差する本坑、先進坑については、土被り約 420m～約 530m で横断します。

【STEP1】化学的な成分分析

- ・まずは、トンネル内から実施するボーリング調査により、トンネル湧水に関する化学的な成分分析を実施して地表付近の水の成分と比較することなどにより、地表付近の水と深層地下水の関連性を確認します。
- ・地表付近の水と連続していると想定される場合には、トンネル湧水量を低減させることを目的とした、薬液注入を計画します。

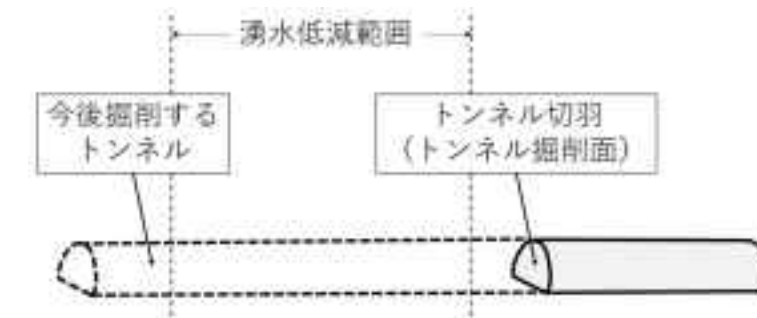
【STEP2】プレグラウト

- ・注入方法は、トンネル掘削に先立ち、トンネル前方に注入するプレグラウト方式で計画します。
- ・高水圧下での注入となる可能性があることから、基本は短い区間で薬液注入を行ない、かつ高い水圧で注入材が押し流されないよう、短い時間で注入効果が期待できる材料を用いた初期注入を計画します。
- ・初期注入で効果が得られれば、その周囲に強度の高い注入材料を重ねて追加注入することで、徐々に改良範囲を広げ、改良体をトンネル外周に構築していきます。
- ・高圧の大量湧水区間では、薬液を注入しようとしても水圧に押され、うまく地盤に注入されない場合など、技術的な限界があることを考慮する必要があります。
- ・近年では、高水圧下のトンネルにおいても、薬液注入ができる技術開発が進んでおり、これら先進技術も参考に、湧水量をより低減する注入方法を検討していきます。
- ・実際の注入にあたっては、工事用道路トンネルにおける薬液注入の実績やボーリング調査の結果から、注入を検討するうえで必要な基礎情報（地山の透水係数、湧水量・湧水圧等）を整理し、より効果的な薬液注入の方法を検討します。
- ・こうした最新技術やトンネル内から実施するボーリング調査の結果を踏まえた薬液注入を実施し、トンネル湧水量を低減させることで、沢の流量減少を低減します。

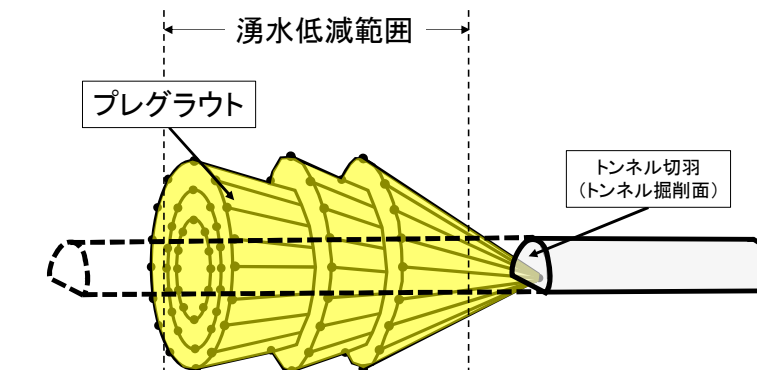
○調査・計測（モニタリング）について

- ・沢の集水域を掘削する前に、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、トンネル湧水に関する情報（湧水量、水圧、水質、水温等）を確認します。
- ・トンネル掘削にあたっては、実際にトンネル内に生じている湧水量を確認します。
- ・また、悪沢においては、令和 2 年に、流況を確認することのできる常時監視カメラを設置し、撮影を開始しており、データを蓄積しています。トンネル掘削中も、この常時監視カメラを活用することで、沢の流況の変化を確認します。
- ・トンネル完成後もトンネル湧水量や沢の流況をモニタリングし、沢の流況等に変化が生じる場合は、追加注入を計画するなど検討を行います。
- ・このような調査・計測を継続して実施することで、沢への影響を確認します。

①薬液注入実施前



②プレグラウトのイメージ



③ポストグラウトのイメージ

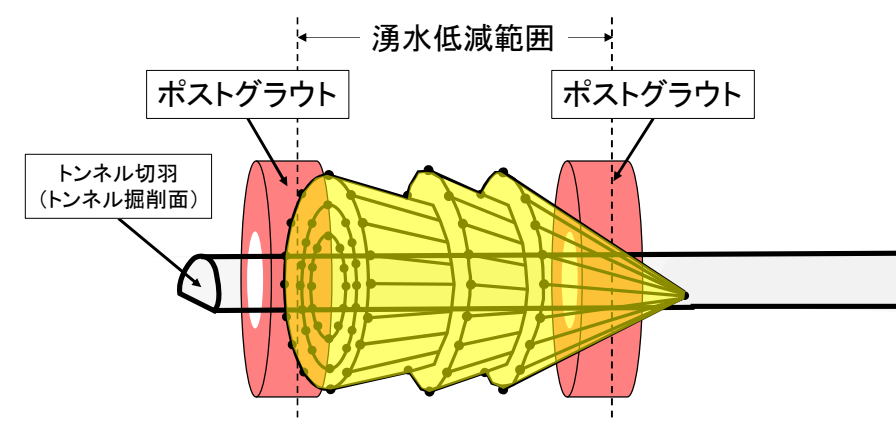


図 4. 1 0 薬液注入のイメージ

【蛇抜沢の沢カルテ】

○沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

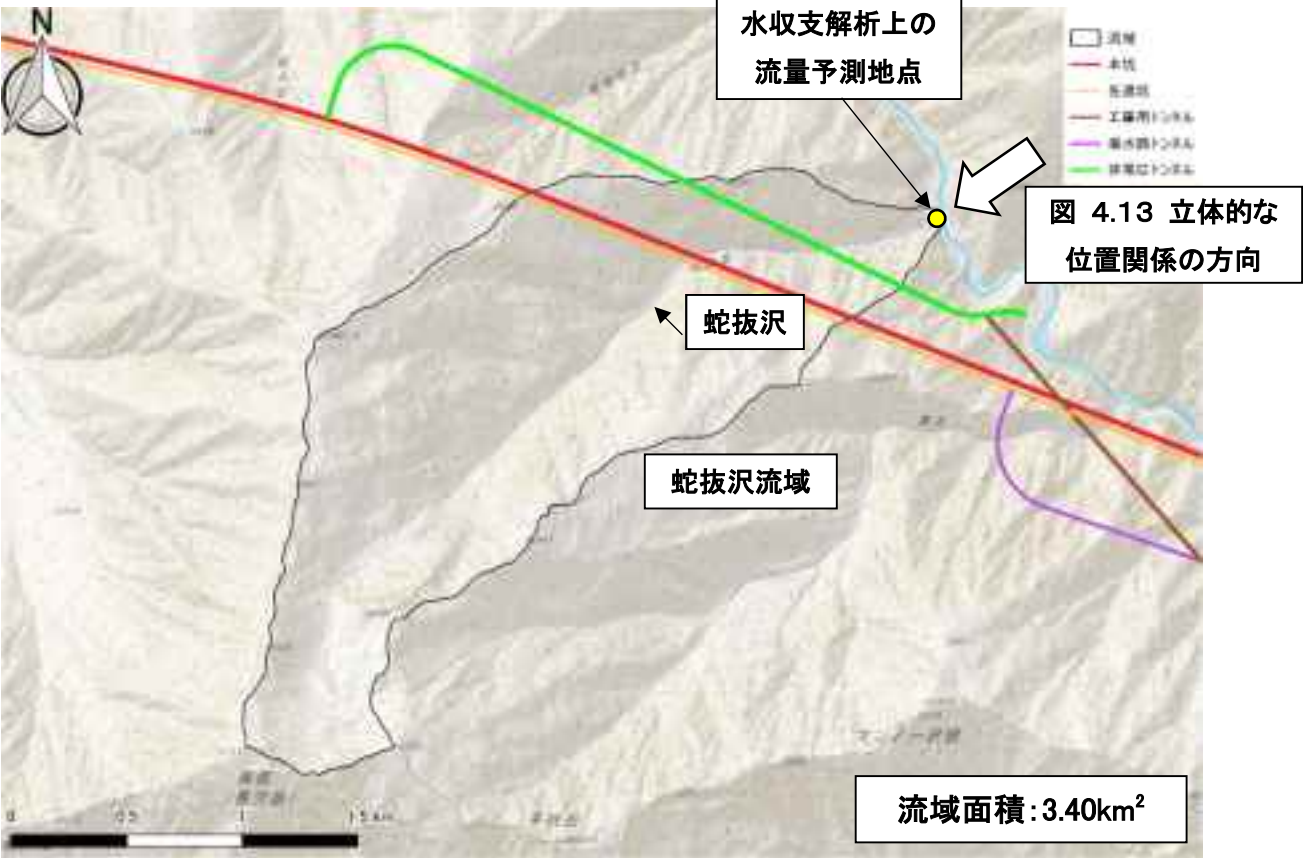


図 4.11 蛇抜沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

○地質平面図



図 4.12 蛇抜沢付近の地質平面図

○沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

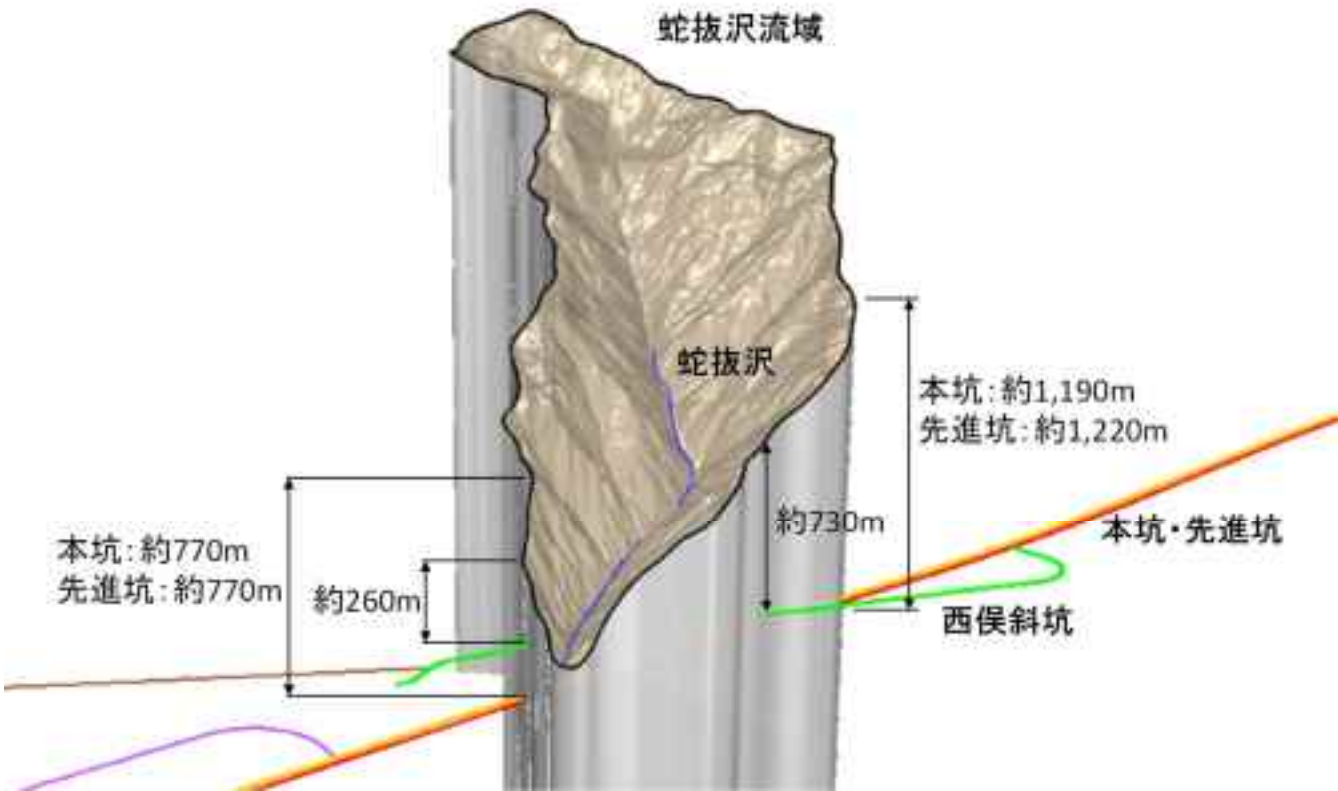


図 4.13 蛇抜沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

表 4.2 各トンネルの土被りと交差時期

No	トンネル名称	土被り			工事着手後の 交差時期 (期間)
		沢交差地点	流域交差地点 (始点側)	流域交差地点 (終点側)	
1	西俣斜坑	約 220m	約 260m	約 730m	約 2 年目 (約 13 カ月間)
2	先進坑	約 700m	約 770m	約 1,220m	約 6 年目 (約 17 カ月間)
3	本坑	約 680m	約 770m	約 1,190m	約 7 年目 (約 17 カ月間)

○状況写真



図 4.14 蛇抜沢状況写真 (2021. 8. 20)



図 4.15 蛇抜沢状況写真 (2021. 12. 10)

○トンネル掘削による沢の流量変化と影響への対応について

・GETFLOWS による水収支解析を行い、蛇抜沢の流量変化を図 4.16、図 4.17 に示します。

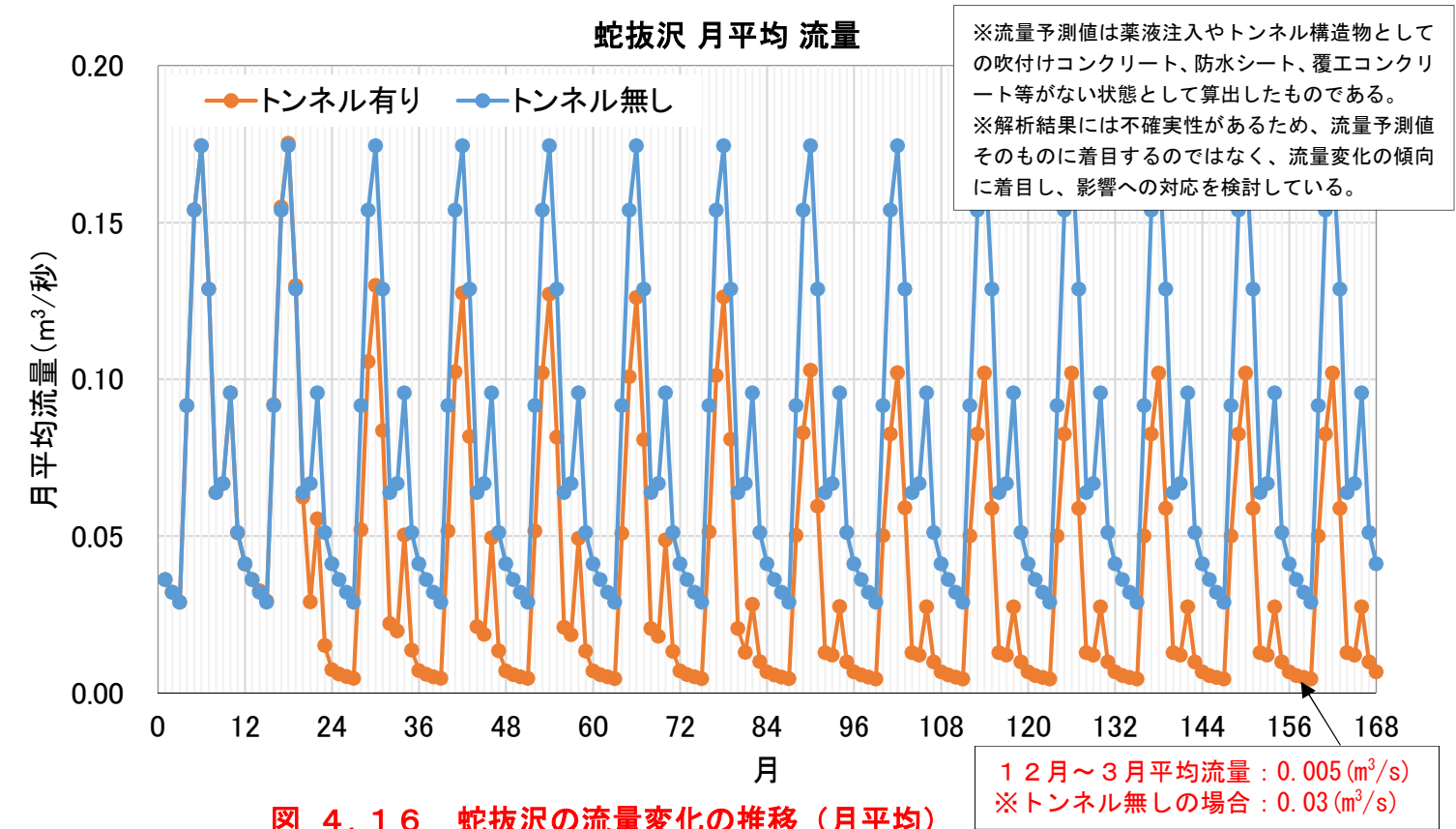


図 4.16 蛇抜沢の流量変化の推移（月平均）

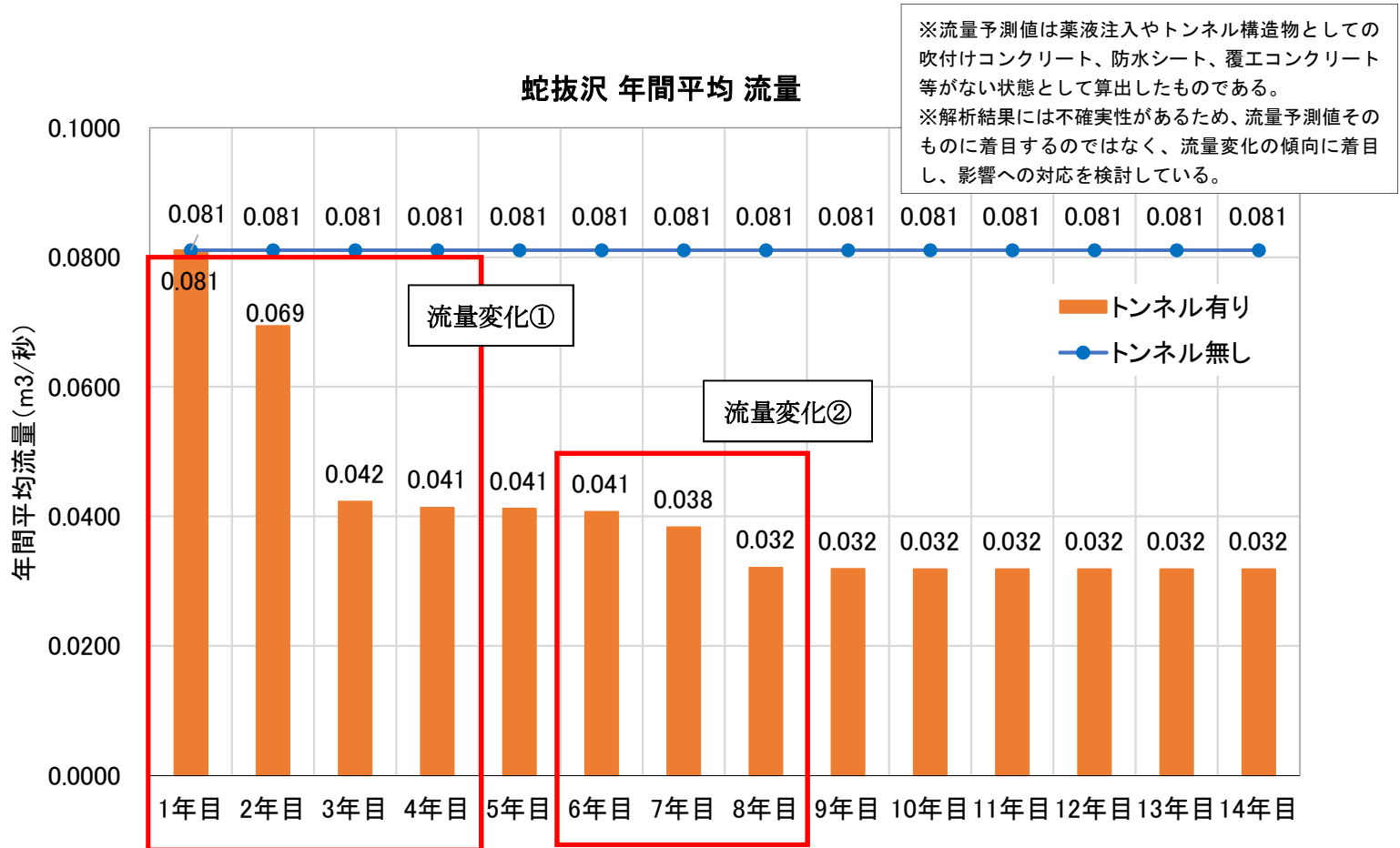


図 4.17 蛇抜沢の流量変化の推移（年平均）

・流量変化に関する考察

- ・GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手後 2 年目から 4 年目にかけて、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。【流量変化①】
- ・工事着手 4 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4.18 に示します。
- ・この時期に蛇抜沢流域を西俣斜坑が横断していることから、この流量減少は、西俣斜坑の掘削による影響を受けていると考えられます。
- ・また、工事着手後 7 年目から 8 年目にかけて、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。【流量変化②】
- ・工事着手 8 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4.19 に示します。
- ・この時期に蛇抜沢流域を本坑、先進坑が横断していることから、この流量減少は、本坑、先進坑の掘削による影響を受けていると考えられます。

・トンネル掘削における影響への対応

- ・蛇抜沢流域において、西俣斜坑は土被り約 220m～約 730m、本坑、先進坑は土被り約 680m～約 1,220m で横断します。

【STEP1】斜坑の線形変更の検討

- ・西俣斜坑の掘削に先だって実施する高速長尺先進ボーリング調査等の結果、蛇抜沢の集水域内において、破碎帯等で大量の湧水の発生が想定される区間を確認した場合には、西俣斜坑の一部区間において斜坑の線形を変更することによる影響の回避の可能性について検討します（図 4.20）。

【STEP2】化学的な成分分析

- ・まずは、トンネル内から実施するトンネル湧水に関する化学的な成分分析を実施して、地表付近の水の成分と比較することなどにより、地表付近の水と深層地下水の関連性を確認します。
- ・地表付近の水と連続していると想定される場合には、トンネル湧水量を低減させることを目的とした、薬液注入を計画します。

【STEP3】プレグラウト

- ・注入方法は、トンネル掘削に先立ち、トンネル前方に注入するプレグラウト方式で計画します。
- ・高水圧下での注入となる可能性があることから、

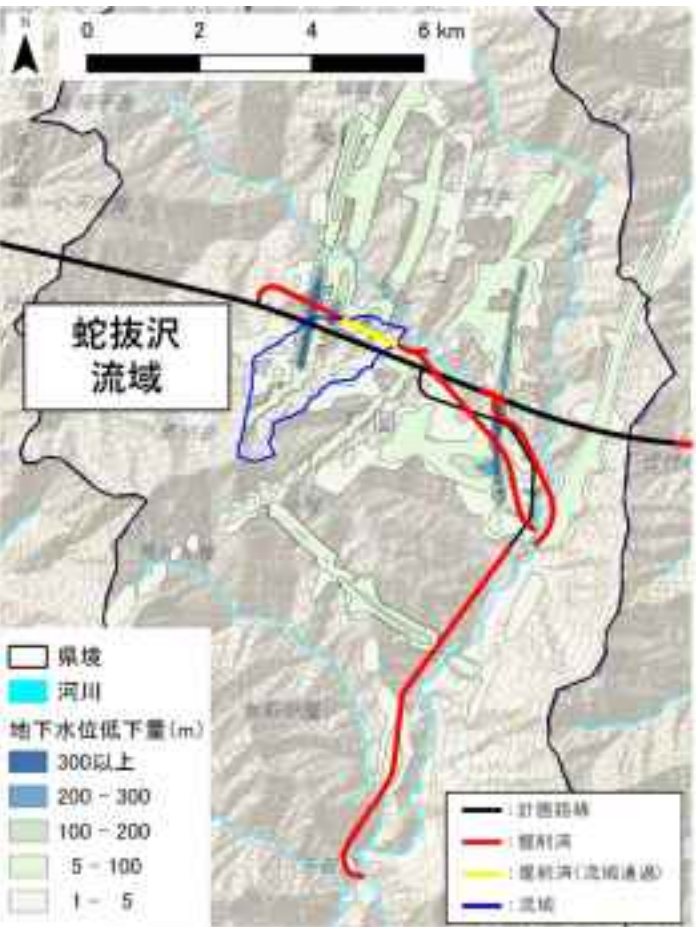


図 4.18 トンネル掘削状況と地下水位低下量図(着手 4 年後)



図 4.19 トンネル掘削状況と地下水位低下量図(着手 8 年後)

- 基本は短い区間で薬液注入を行ない、かつ高い水圧で注入材が押し流されないよう、短い時間で注入効果が期待できる材料を用いた初期注入を計画します。
- ・初期注入で、効果が得られれば、その周囲に強度の高い注入材料を重ねて追加注入することで、徐々に改良範囲を広げ、改良体をトンネル外周に構築していきます。
 - ・高圧の大量湧水区間では、薬液を注入しようとしても水圧に押され、うまく地盤に注入されない場合など、技術的な限界があることを考慮する必要があります。
 - ・近年では、高水圧下のトンネルにおいても、薬液注入ができる技術開発が進んでおり、これら先進技術も参考に、湧水量をより低減する注入方法を検討していきます。
 - ・実際の注入にあたっては、ボーリング調査の結果から、注入を検討するうえで必要な基礎情報（地山の透水係数、湧水量・湧水圧等）を整理し、より効果的な薬液注入の方法を検討します。
 - ・斜坑掘削時に実施する薬液注入の結果・効果を踏まえ、先進坑や本坑掘削時の薬液注入計画へ反映させていきます。
 - ・こうした最新技術やトンネル内から実施するボーリング調査の結果を踏まえた薬液注入を実施し、トンネル湧水量を低減させることで、沢の流量減少を低減します。

○調査・計測（モニタリング）について

- ・沢の集水域を掘削する前に、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、トンネル湧水に関する情報（湧水量、水圧、水質、水温等）を確認します。
- ・トンネル掘削にあたっては、実際にトンネル内に生じている湧水量を確認します。
- ・また、蛇抜沢においては、令和2年に、流況を確認することのできる常時監視カメラを設置し、撮影を開始しており、データを蓄積しています。トンネル掘削中も、この常時監視カメラを活用することで、沢の流況の変化を確認します。
- ・トンネル完成後もトンネル湧水量や沢の流況等をモニタリングし、沢の流況等に変化が生じる場合は、追加注入を計画するなど検討を行います。
- ・このような調査・計測を継続して実施することで、沢への影響を確認します。

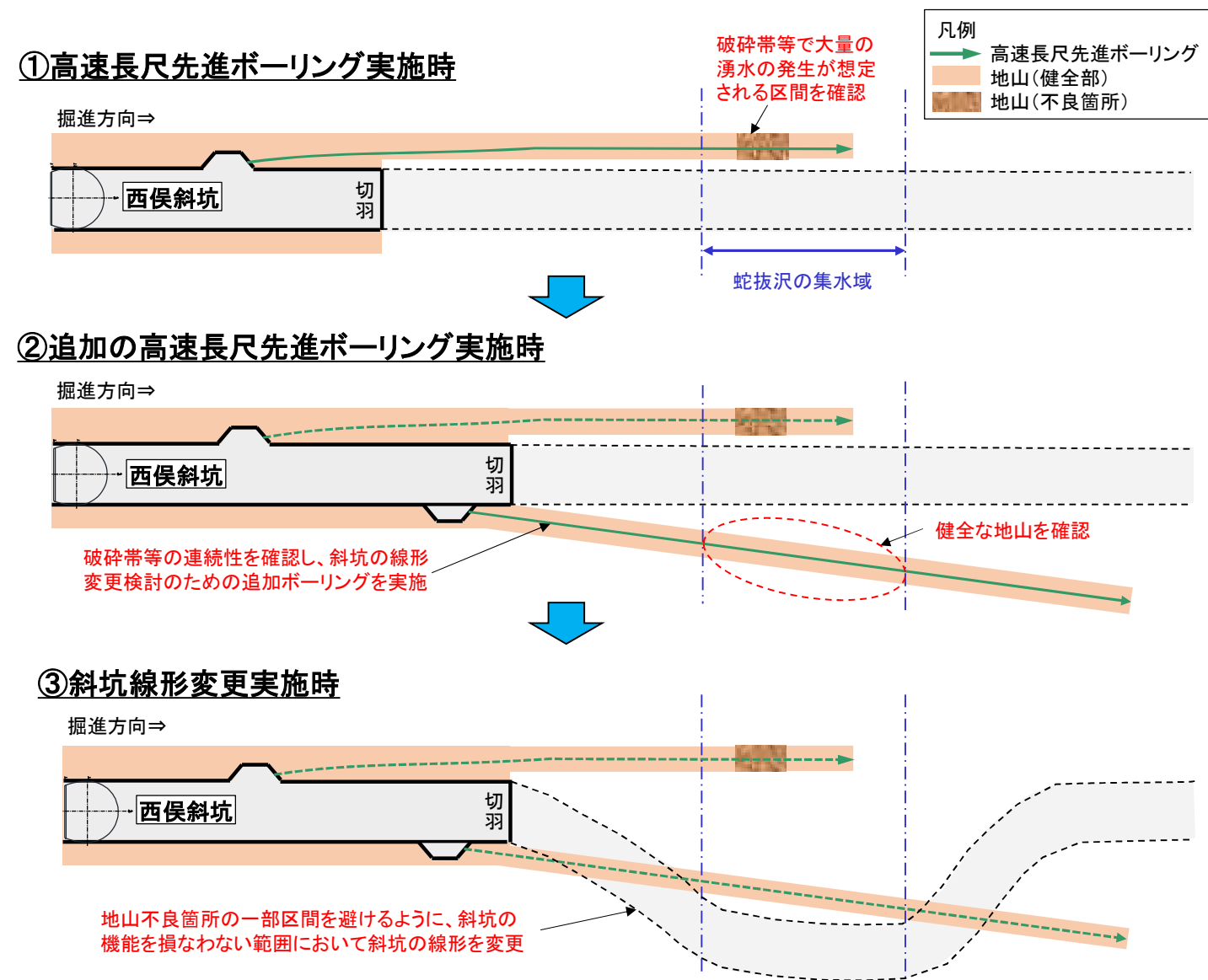


図 4.20 西俣斜坑における一部区間の線形変更イメージ

【スリバチ沢の沢カルテ】

○沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

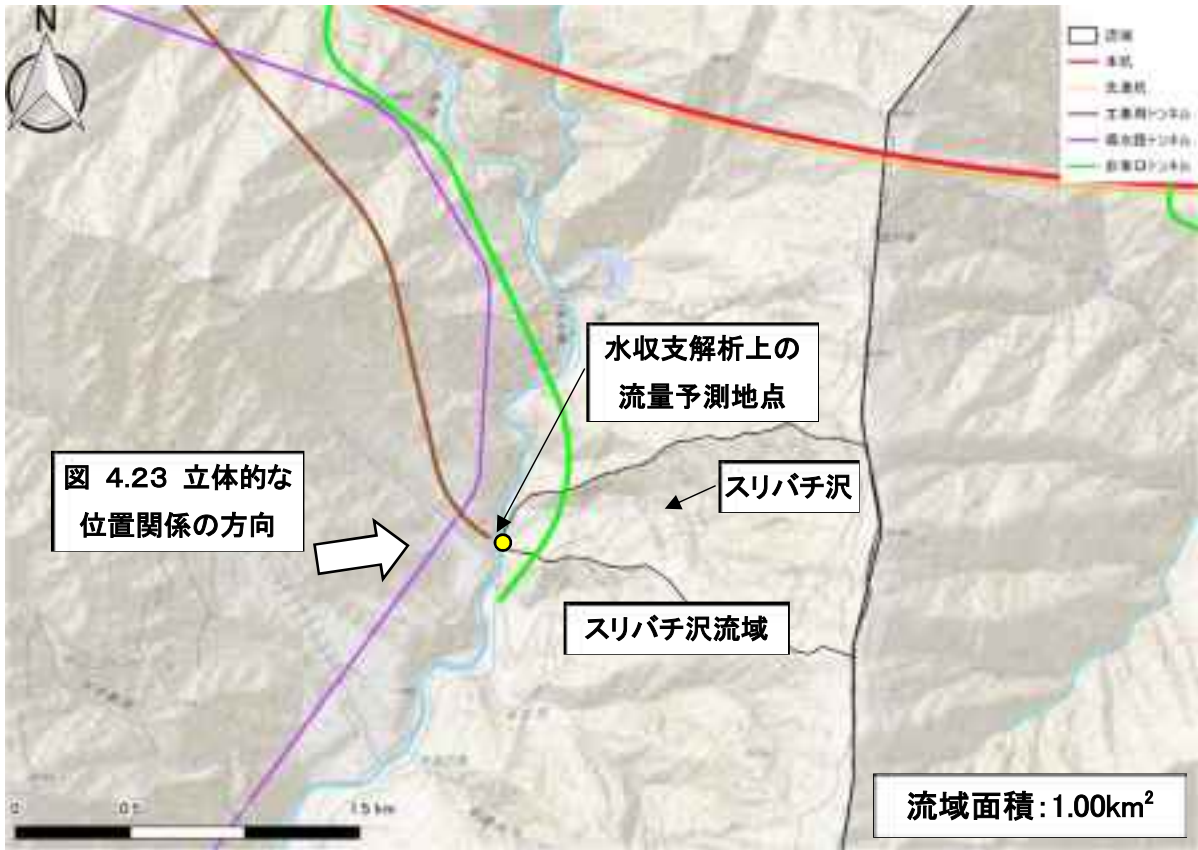


図 4. 2 1 スリバチ沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

○地質平面図



図 4. 2 2 スリバチ沢付近の地質平面図

○沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

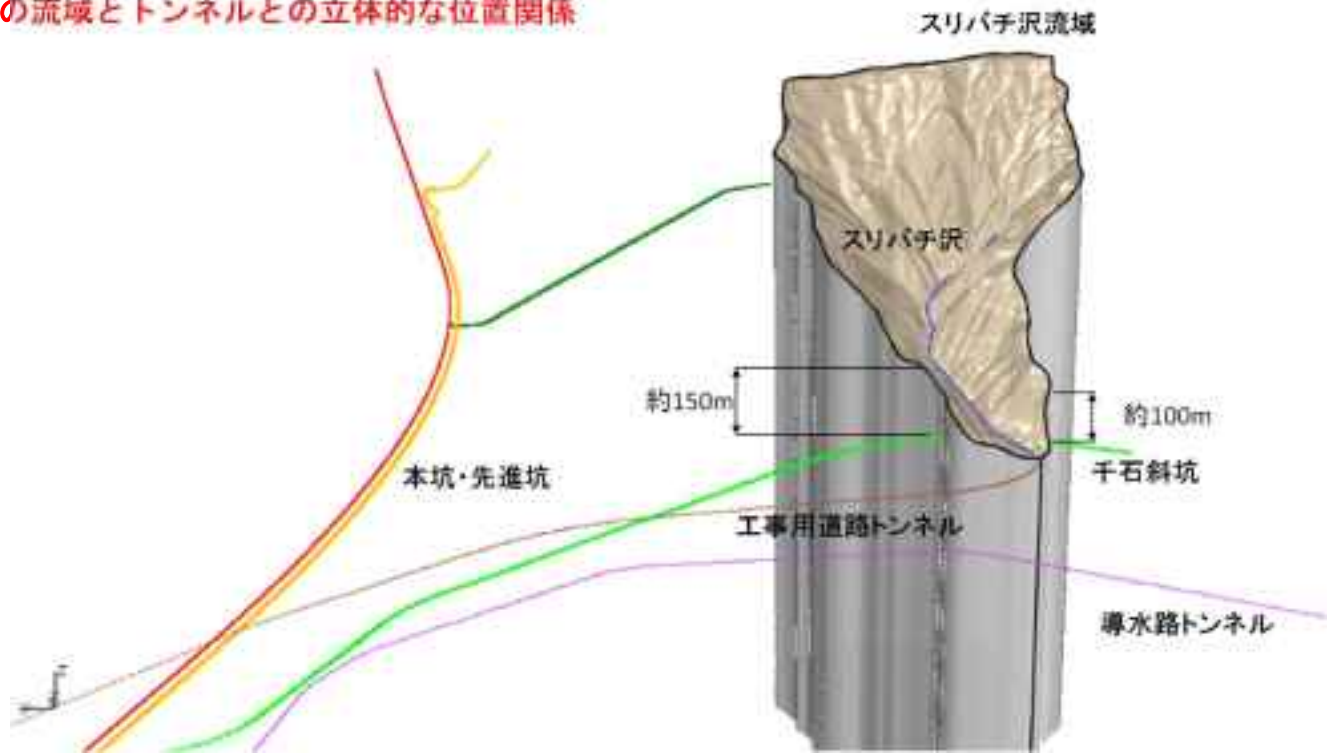


図 4. 2 3 スリバチ沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

表 4. 3 各トンネルの土被りと交差時期

No	トンネル名称	土被り			工事着手後の 交差時期 (期間)
		沢交差地点	流域交差地点 (始点側)	流域交差地点 (終点側)	
1	千石斜坑	約 60m	約 100m	約 150m	約 2 年目 (約 2 カ月間)

○状況写真



図 4. 2 4 スリバチ沢状況写真 (2020. 8. 25)



図 4. 2 5 スリバチ沢状況写真 (2020. 11. 3)

○トンネル掘削による沢の流量変化と影響への対応について

・GETFLOWS による水収支解析を行い、スリバチ沢の流量変化を図 4.26、図 4.27 に示します。

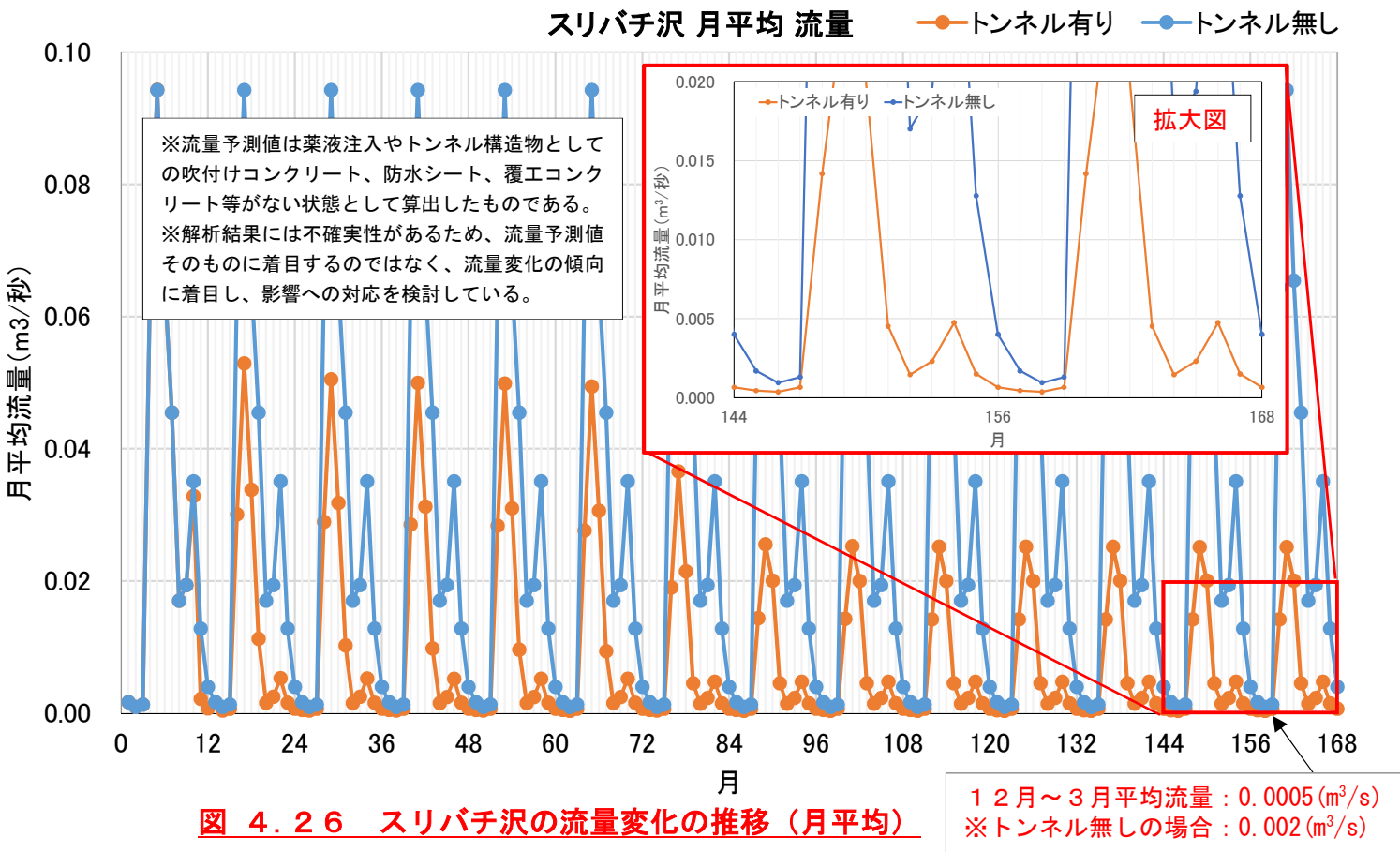


図 4.26 スリバチ沢の流量変化の推移 (月平均)

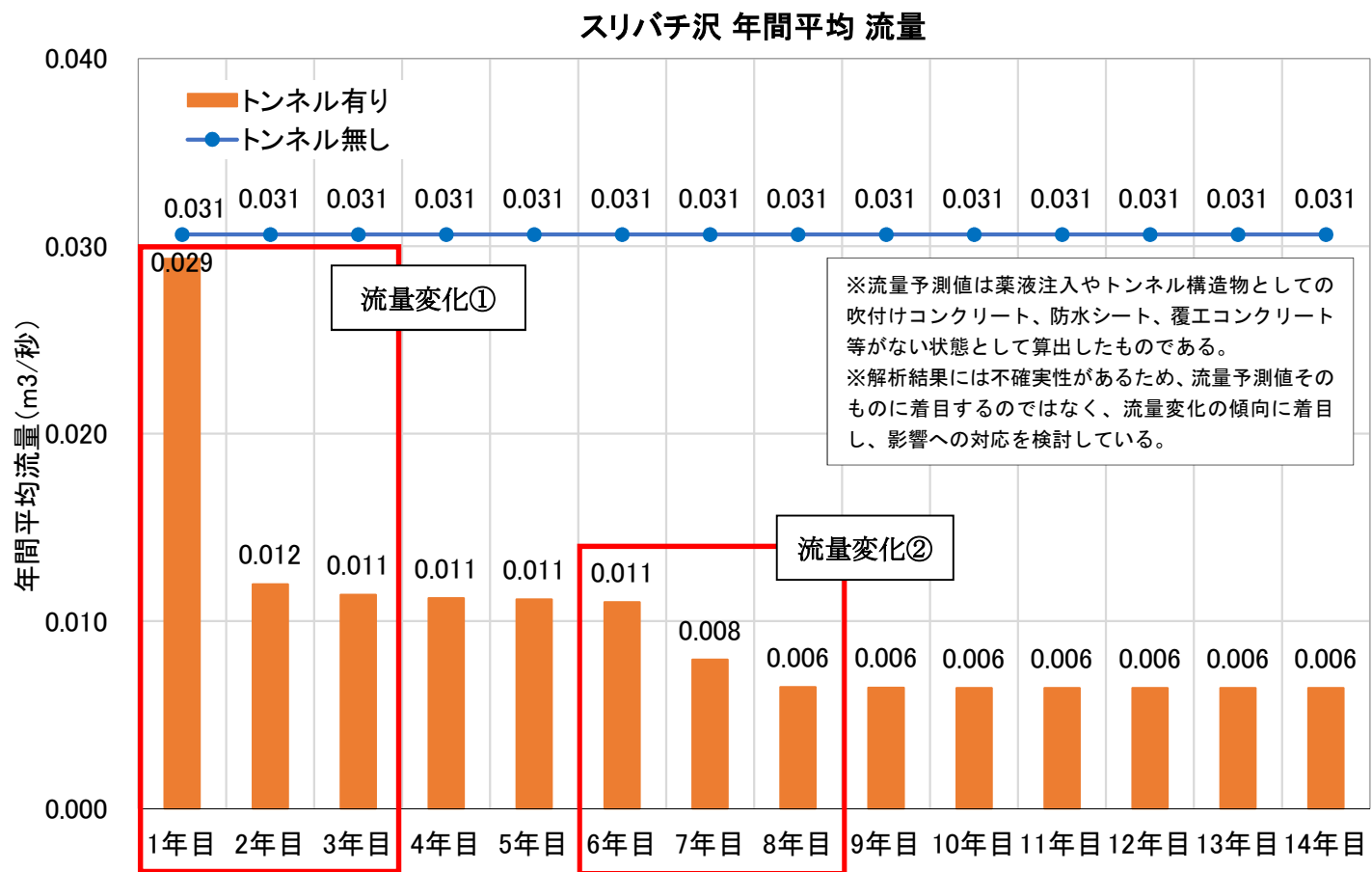


図 4.27 スリバチ沢の流量変化の推移 (年平均)

・流量変化①に関する考察と影響への対応

(流量変化①に関する考察)

- ・GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手後 2 年目から 3 年目にかけて、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。
- ・工事着手 3 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4.28 に示します。
- ・この時期にスリバチ沢流域を千石斜坑が横断していることから、この流量減少は、千石斜坑の掘削による影響を受けていると考えられます。

(トンネルにおける影響への対応)

- ・千石斜坑は、スリバチ沢流域において、土被り約 60m～約 150m で横断します。
- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、適切な注入材の種類や注入方法を検討したうえで、湧水量の低減を目的とした薬液注入を実施します。
- ・土被りが比較的小さいため、地質の状況等によっては、止水の効果も期待できると考えています。
- ・注入材の種類については、岩盤割裂部への浸透による岩盤強度の向上と止水効果を得ることができ、耐久性を有する注入材により計画します。

【STEP1】プレグラウト

- ・注入方法は、トンネル掘削に先立ち、トンネル前方に注入するプレグラウト方式で計画します。
- ・改良範囲は、過去のトンネル事例を参考に、トンネルの外周にトンネル外径相当の改良体を構築する注入計画とします。
- ・改良延長は、掘削に先立って実施する地質調査等の結果を踏まえ、計画します。
- ・注入後は、トンネル湧水量を確認し、必要により、追加の注入を計画します。

【STEP2】ポストグラウト

- ・また、トンネル掘削の後においても、トンネル湧水の状況を確認し、必要な場合にはポストグラウト方式での注入も計画します。
- ・ポストグラウトは、プレグラウトで先行注入した範囲の始終点部に止水壁を構築するように計画します。
- ・プレグラウト、ポストグラウトともに、実際の注入にあたっては、トンネル内から実施するボーリ



図 4.28 トンネル掘削状況と地下水位低下量図 (着手 3 年後)



図 4.29 トンネル掘削状況と地下水位低下量図 (着手 8 年後)

- ・ ング調査等により、詳細な地質状況の確認やトンネル周辺に作用する実際の水圧等の推定を行い、より効果的な薬液注入の方法を検討します。
- ・ 以上の地質調査等を踏まえた薬液注入によるトンネル湧水の低減により、沢の流量減少を低減します。

・ 流量変化②に関する考察と影響への対応

（流量変化②に関する考察）

- ・ GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手後 7 年目から 8 年目にかけて、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。
- ・ 工事着手 8 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4. 2 9 に示します。
- ・ この時期に沢の流域を新たに交差するトンネルはないものの、本坑、先進坑を山梨県境付近の断層帯において掘削しており、この断層帯の掘削による影響を受けていると考えられます。

（トンネルにおける影響への対応）

- ・ 山梨県境付近の断層帯の掘削に際しては、水資源利用への影響の回避・低減の観点からも、トンネル掘削にあたっては、トンネル湧水量をできる限り低減します。
- ・ 掘削に先立ち重点的に実施する高速長尺先進ボーリングやコアボーリングにより、地質の状況やトンネル湧水等を確認します。
- ・ 地質の状況やトンネル湧水等に応じ、高水圧下での薬液注入事例も参考にしながら、トンネル湧水量をできる限り低減し、沢の流量減少を低減します。

○調査・計測（モニタリング）について

- ・ 沢の集水域を掘削する前に、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、トンネル湧水に関する情報（湧水量、水圧、水質、水温等）を確認します。
- ・ トンネル掘削にあたっては、実際にトンネル内に生じている湧水量を確認します。
- ・ また、切羽が沢の集水域に入った以降は、現在、年 2 回の頻度で継続して実施している流量調査の頻度を増やし、トンネル掘削中の沢の流量の変化を確認します。
- ・ トンネル完成後もトンネル湧水量や沢の流量をモニタリングし、沢の流量等に変化が生じる場合は、追加注入を計画するなど検討を行います。
- ・ このような調査・計測を継続して実施することで、沢への影響を確認します。

【蛇沢の沢カルテ】

○沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）



図 4.30 蛇沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

○地質平面図

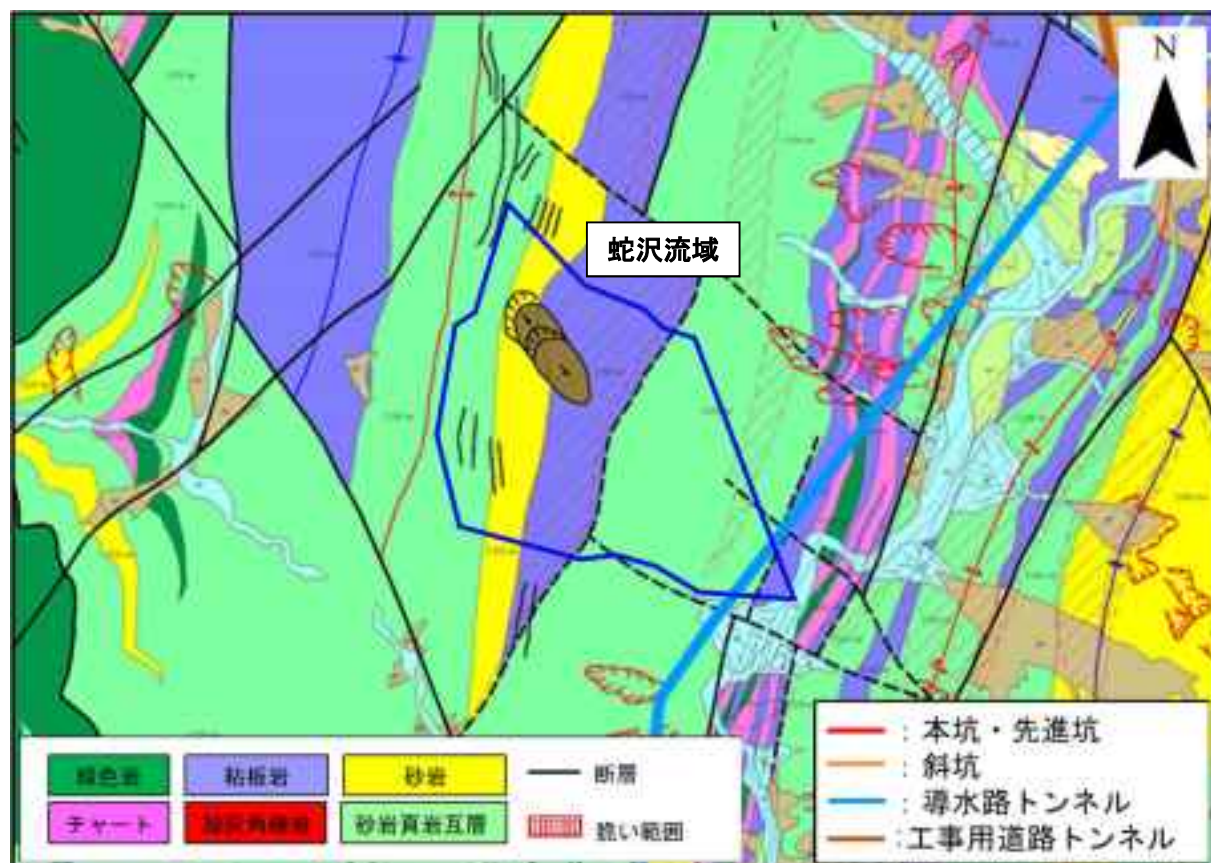


図 4.31 蛇沢付近の地質平面図

○沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

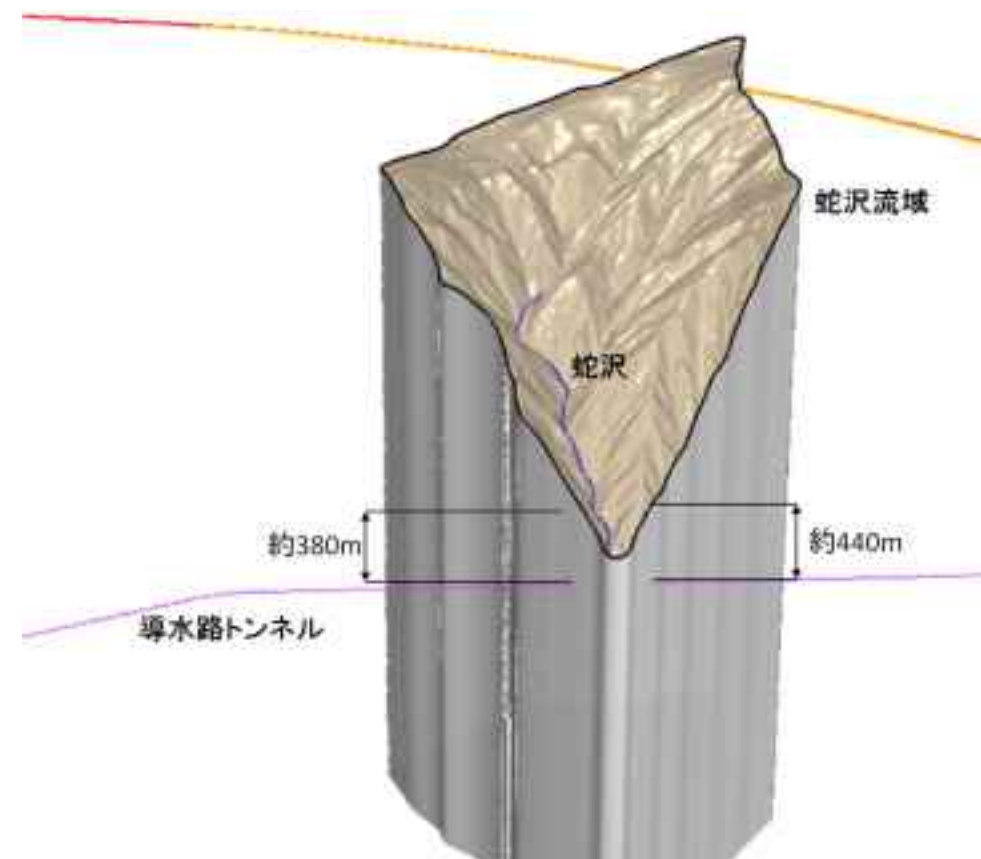


図 4.32 蛇沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

表 4.4 各トンネルの土被りと交差時期

No	トンネル名称	土被り			工事着手後の 交差時期 (期間)
		沢交差地点	流域交差地点 (始点側)	流域交差地点 (終点側)	
1	導水路トンネル	約 280m	約 380m	約 440m	約 3 年目 (約 1 カ月間)

○状況写真



図 4.33 蛇沢状況写真 (2019.8.1)



図 4.34 蛇沢状況写真 (2019.11.21)

○トンネル掘削による沢の流量変化と影響への対応について

・GETFLOWS による水収支解析を行い、蛇沢の流量変化を図 4.35、図 4.36 に示します。

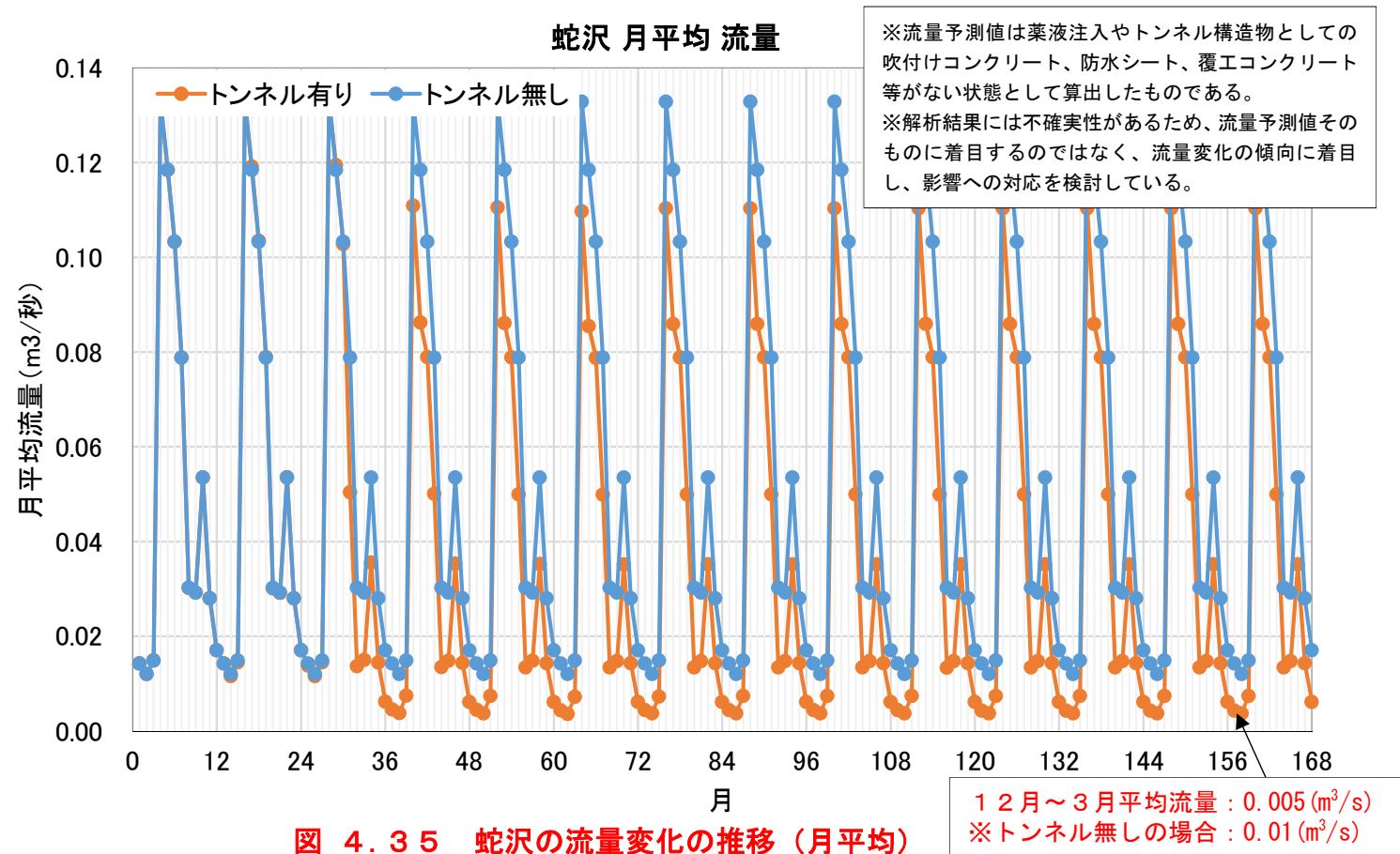


図 4.35 蛇沢の流量変化の推移（月平均）

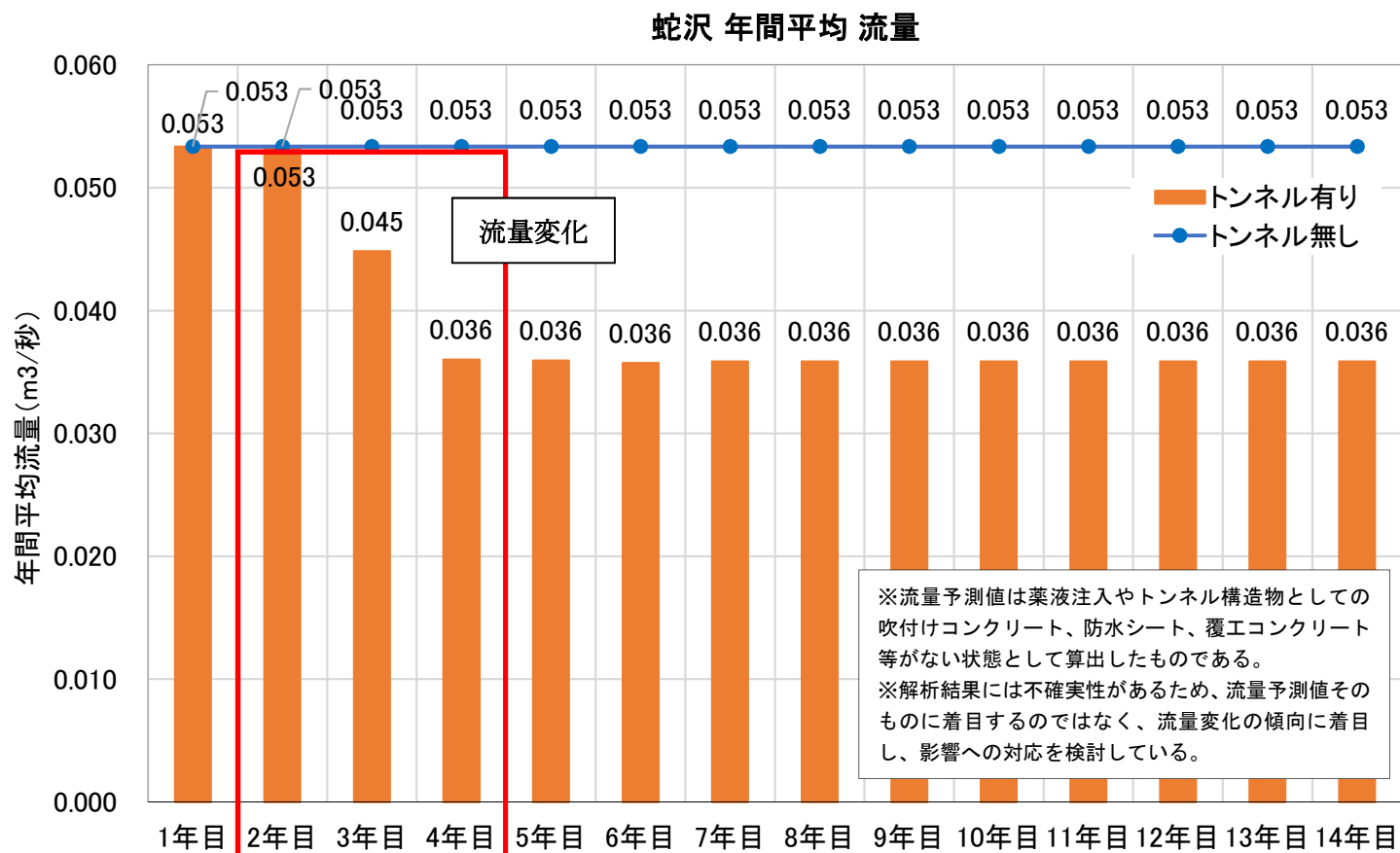


図 4.36 蛇沢の流量変化の推移（年平均）

・流量変化に関する考察

- ・GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手後 3 年目から 4 年目にかけて、沢の年間平均流量が低下する傾向がみられました。
- ・工事着手 4 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4.37 に示します。
- ・この時期に蛇沢流域を千石斜坑が横断していることから、この流量減少は、千石斜坑の掘削による影響を受けていると考えられます。

・トンネル掘削における影響への対応

- ・導水路トンネルは、蛇沢流域において、土被り約 280m～約 440m で横断します。

【STEP1】R Cライナーの施工

- ・蛇沢を交差する導水路トンネルは、TBMによる掘削です。TBMは、NATMとトンネル掘削時の支保構造が異なるため、特に悪い地山ではR Cライナーによる掘削支保を採用する計画であり、このR Cライナーによる湧水量の低減効果と薬液注入との効果を相互作用させることで、より高い低減効果を目指します（図 4.38～図 4.40）。

【STEP2】化学的な成分分析

- ・まずは、トンネル内から実施するボーリング調査により、トンネル湧水に関する化学的な成分分析を実施して、地表付近の水の成分と比較することなどにより、地表付近の水と深層地下水の関連性を確認します。
- ・地表付近の水と連続していると想定される場合には、トンネル湧水量を低減させることを目的とした、薬液注入を計画します。

【STEP3】プレグラウト

- ・注入方法は、トンネル掘削に先立ち、トンネル前方に注入するプレグラウト方式で計画します。
- ・高水圧下での注入となる可能性があることから、基本は短い区間で薬液注入を行ない、かつ高い水圧で注入材が押し流されないよう、短い時間で注入効果が期待できる材料を用いた初期注入を計画します。
- ・初期注入で効果が得られれば、その周囲に強度の高い注入材料を重ねて追加注入することで、徐々に改良範囲を広げ、改良体をトンネル外周に構築していきます。
- ・高圧の大量湧水区間では、薬液を注入しようとしても水圧に押され、うまく地盤に注入されない場合など、技術的な限界があることを考慮する必要があります。
- ・近年では、高水圧下のトンネルにおいても、薬液注入ができる技術開発が進んでおり、これら先進技術も参考に、湧水量をより低減する注入方法を検討していきます。
- ・実際の注入にあたっては、ボーリング調査の結果から、注入を検討するうえで必要な基礎情報（地山の透水係数、湧水量・湧水圧等）を整理し、より効果的な薬液注入の方法を検討します。



図 4.37 トンネル掘削状況と地下水位低下量図(着手 4 年後)

- ・こうした最新技術やトンネル内から実施するボーリング調査の結果を踏まえた薬液注入を実施し、トンネル湧水量を低減させることで、沢の流量減少を低減します。

○調査・計測（モニタリング）について

- ・沢の集水域を掘削する前に、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、トンネル湧水に関する情報（湧水量、水圧、水質、水温等）を確認します。
- ・トンネル掘削にあたっては、実際にトンネル内に生じている湧水量を確認します。
- ・また、切羽が沢の集水域に入った以降は、現在、年2回の頻度で継続して実施している流量調査の頻度を増やし、トンネル掘削中の沢の流量の変化を確認します。
- ・トンネル完成後もトンネル湧水量や沢の流量をモニタリングし、沢の流量等に変化が生じる場合は、追加注入を計画するなど検討を行います。
- ・このような調査・計測を継続して実施することで、沢への影響を確認します。

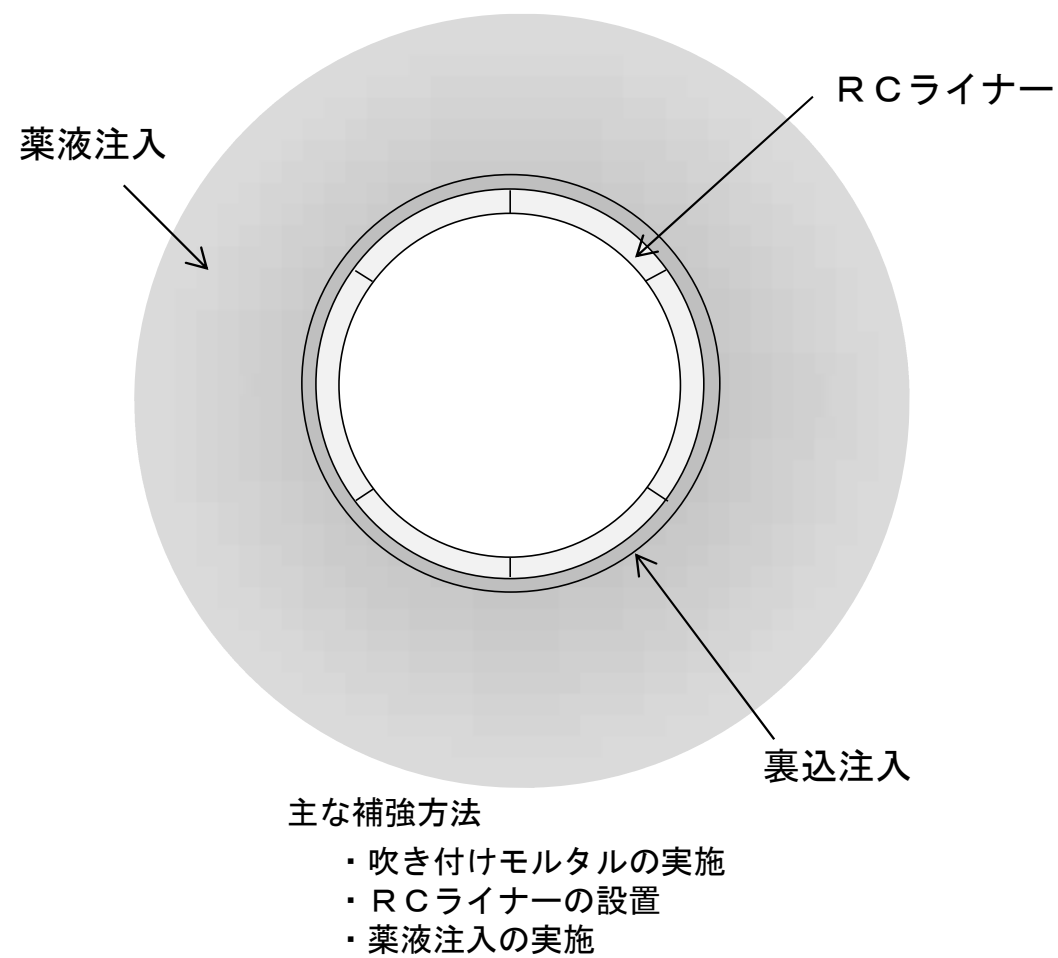


図 4.38 地質が悪い箇所での補強工法例（TBM施工区間）



図 4.39 RCライナーのピース写真例



図 4.40 RCライナーの施工状況写真例

※写真はインターネットより取得

【奥西河内の沢カルテ】

○沢の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

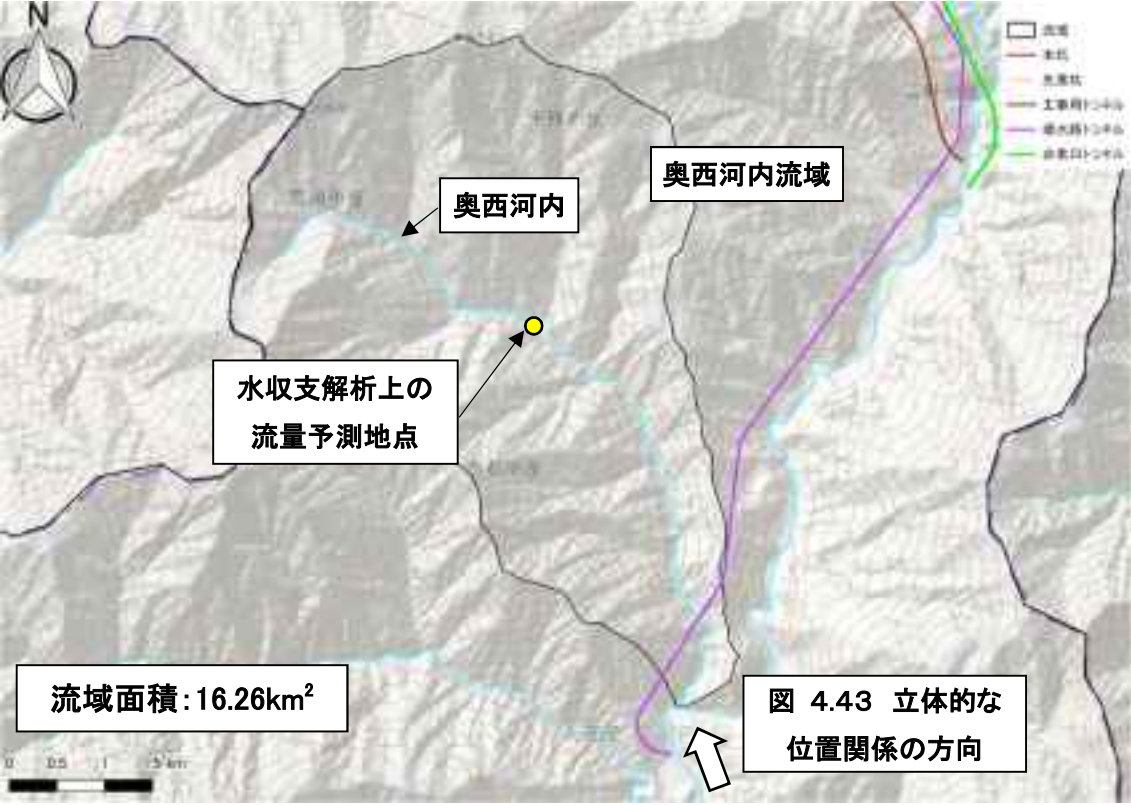


図 4.41 奥西河内の流域と各トンネルとの位置関係（平面図）

○地質平面図

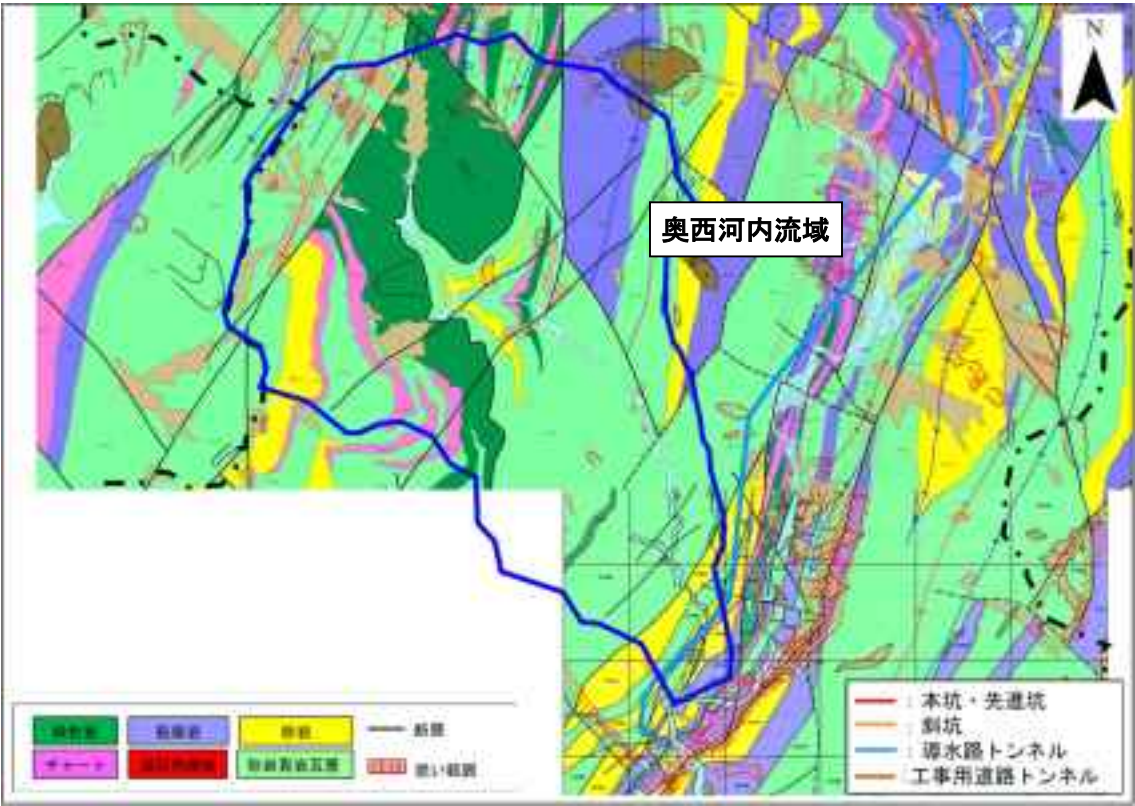


図 4.42 奥西河内付近の地質平面図

○沢の流域とトンネルとの立体的な位置関係

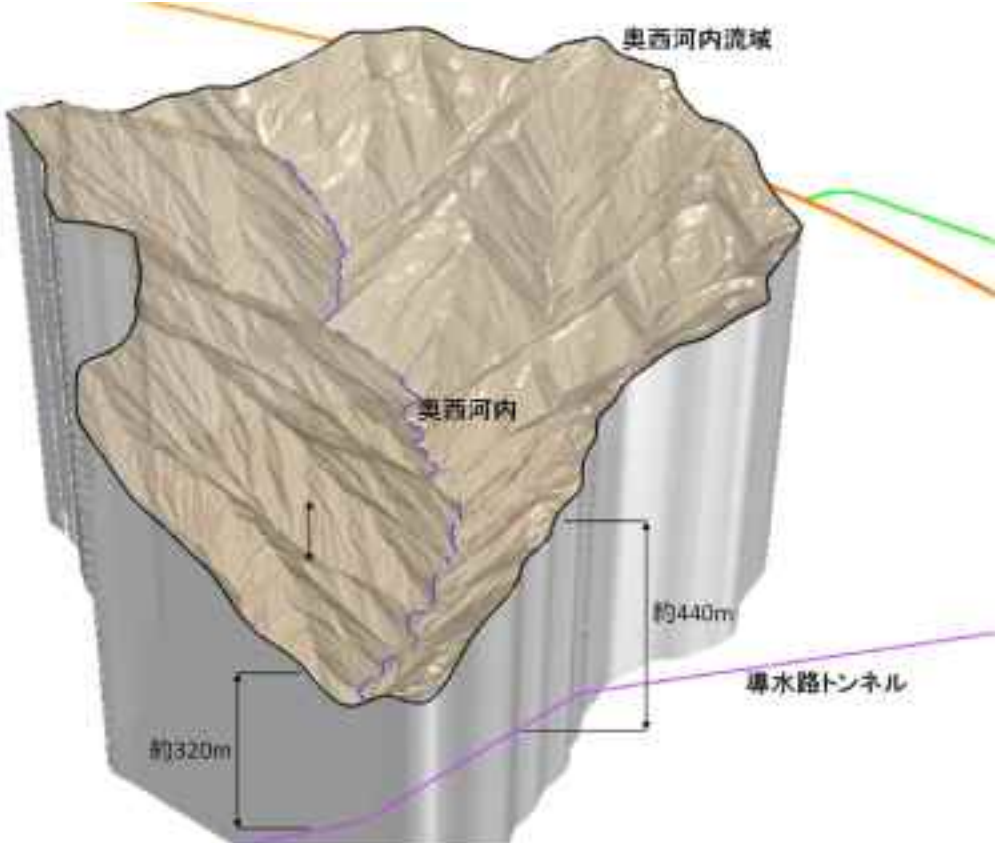


図 4.43 奥西河内の流域とトンネルとの立体的な位置関係

表 4.5 各トンネルの土被りと交差時期

No	トンネル名称	土被り			工事着手後の 交差時期 (期間)
		沢交差地点	流域交差地点 (始点側)	流域交差地点 (終点側)	
1	導水路トンネル	約 110m	約 320m	約 450m	約 2 年目 (約 4 カ月間)

○状況写真



図 4.44 奥西河内状況写真 (2020.8.24)



図 4.45 奥西河内状況写真 (2020.11.2)

○トンネル掘削による沢の流量変化と影響への対応について

・GETFLOWS による水収支解析を行い、奥西河内の流量変化を図 4.46、図 4.47に示します。

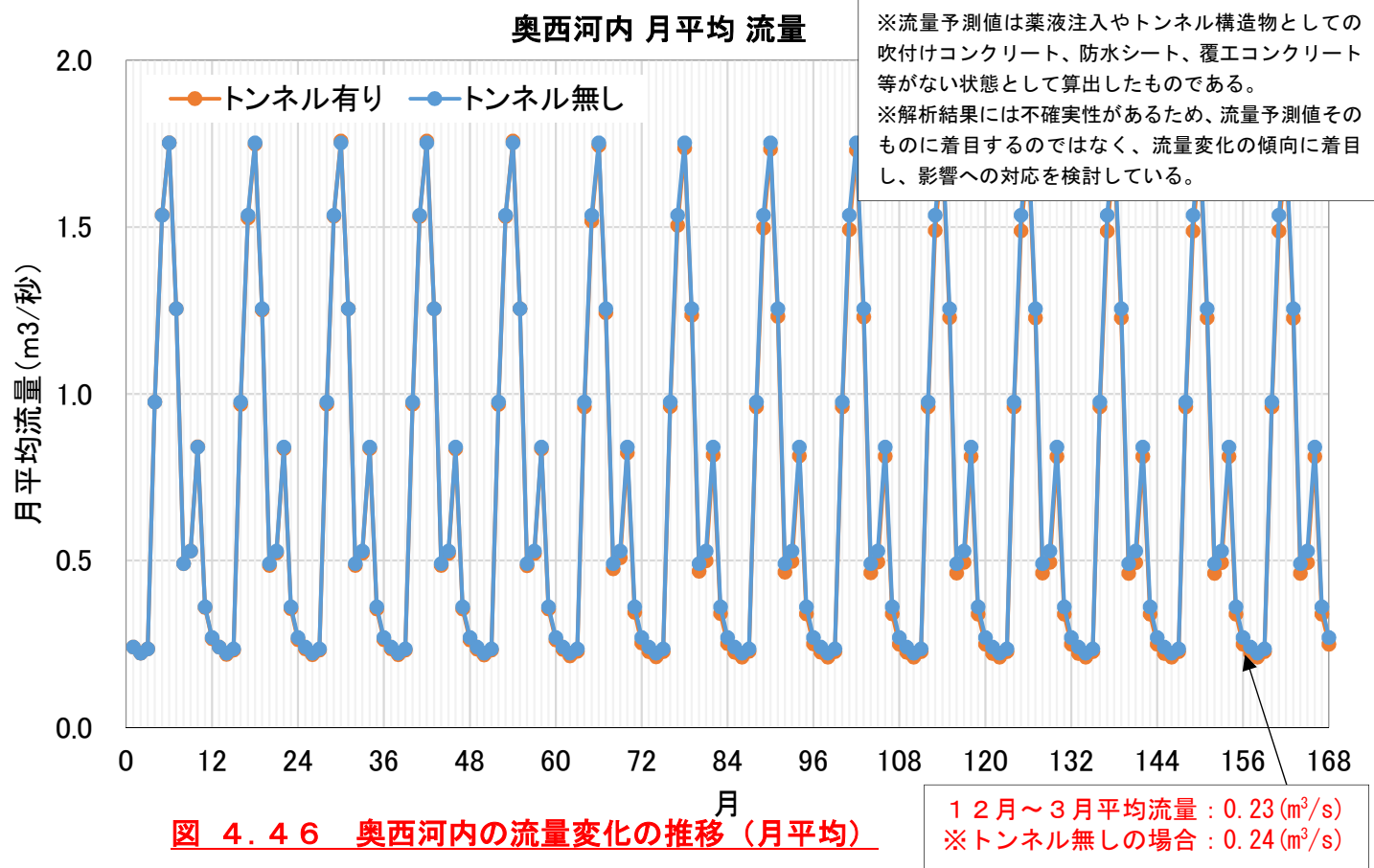


図 4.46 奥西河内の流量変化の推移（月平均）

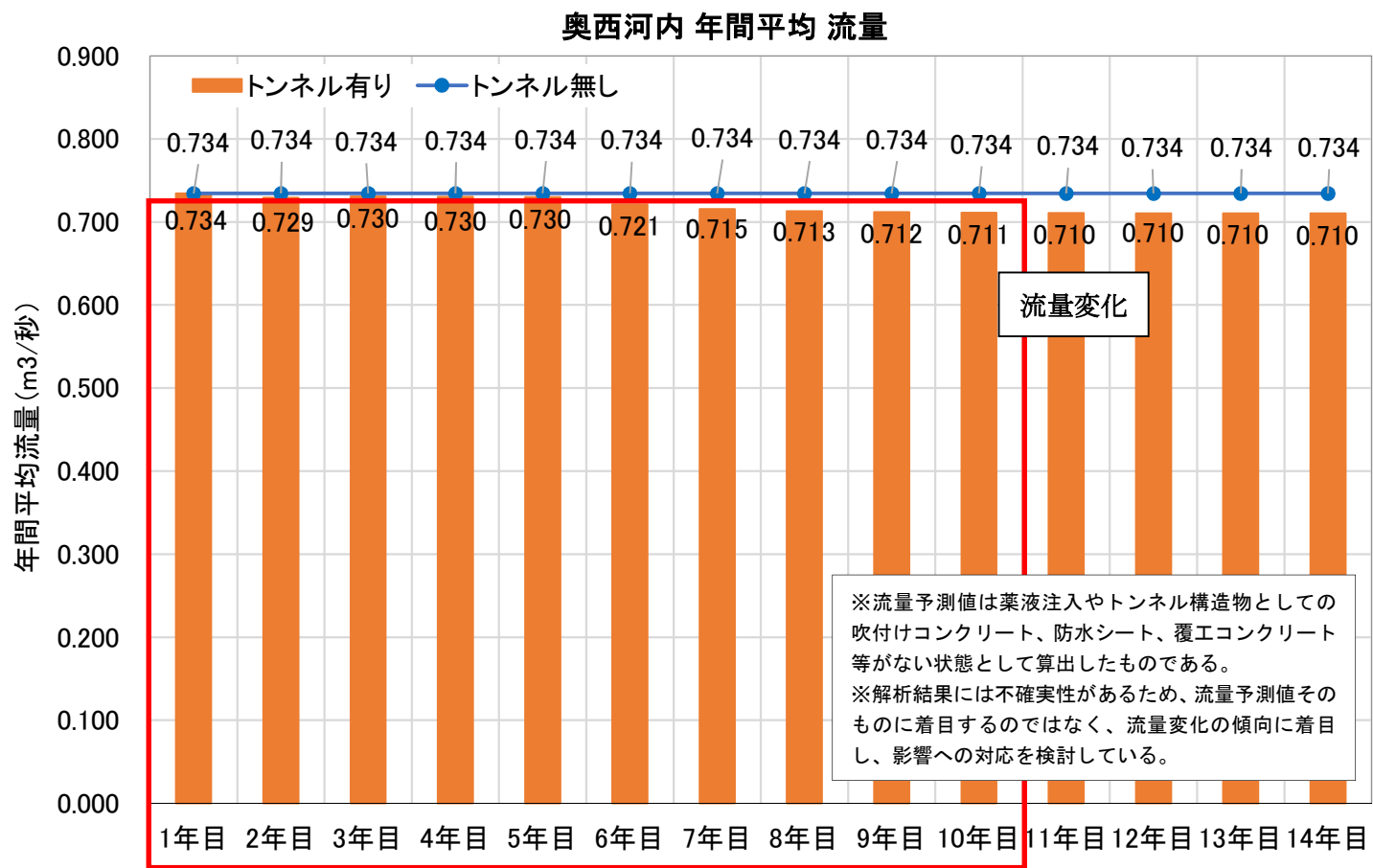


図 4.47 奥西河内の流量変化の推移（年平均）

・流量変化に関する考察

- ・GETFLOWS による水収支解析の結果、工事着手から、工事完了にかけて、沢の年間平均流量が徐々に低下する傾向がみられました。
- ・工事着手 10 年後の各トンネルの掘削状況と地下水位低下の状況を図 4.48に示します。
- ・奥西河内流域を導水路トンネルが横断しているものの、トンネル直下での大きな地下水低下は生じておりません。
- ・この流量減少は、悪沢流域や蛇沢流域のトンネル掘削による影響が、断層を伝い、徐々に表れたものと考えられます。

・トンネルにおける影響への対応

- ・奥西河内の流量減少の要因である悪沢流域や蛇沢流域のトンネル掘削において、P4-4、4-5、4-7、4-8の通り、薬液注入による影響の低減策を講じることで、奥西河内への影響についても低減します。
- ・なお、流量減少の直接的な要因ではないと考えられるものの、流域直下の導水路においても、低減策を計画します。
- ・導水路トンネルは、奥西河内流域において、土被り約 110m～約 450m で横断します。

【STEP1】R Cライナーの施工

- ・奥西河内沢を交差する導水路トンネルは、TBMによる掘削です。TBMは、NATMとトンネル掘削時の支保構造が異なるため、特に悪い地山ではR Cライナーによる掘削支保を採用する計画であり、このR Cライナーによる湧水量の低減効果と薬液注入との効果を相互作用させることで、より高い低減効果を目指します。

【STEP2】化学的な成分分析

- ・まずは、トンネル内から実施するトンネル湧水に関する化学的な成分分析を実施して、地表付近の水の成分と比較することなどにより、地表付近の水と深層地下水の関連性を確認します。
- ・地表付近の水と連続していると想定される場合には、トンネル湧水量を低減させることを目的とした、薬液注入を計画します。

【STEP3】プレグラウト

- ・注入方法は、トンネル掘削に先立ち、トンネル前方に注入するプレグラウト方式で計画します。
- ・高水压下での注入となる可能性があることから、基本は短い区間で薬液注入を行ない、かつ高い水压で注入材が押し流されないよう、短い時間で注入効果が期待できる材料を用いた初期注入を計画します。
- ・初期注入で、効果が得られれば、その周囲に強度の高い注入材料を重ねて追加注入することで、徐々に改良範囲を広げ、改良体をトンネル外周に構築していきます。
- ・高圧の大量湧水区間では、薬液を注入しようとしても水压に押され、うまく地盤に注入されない場



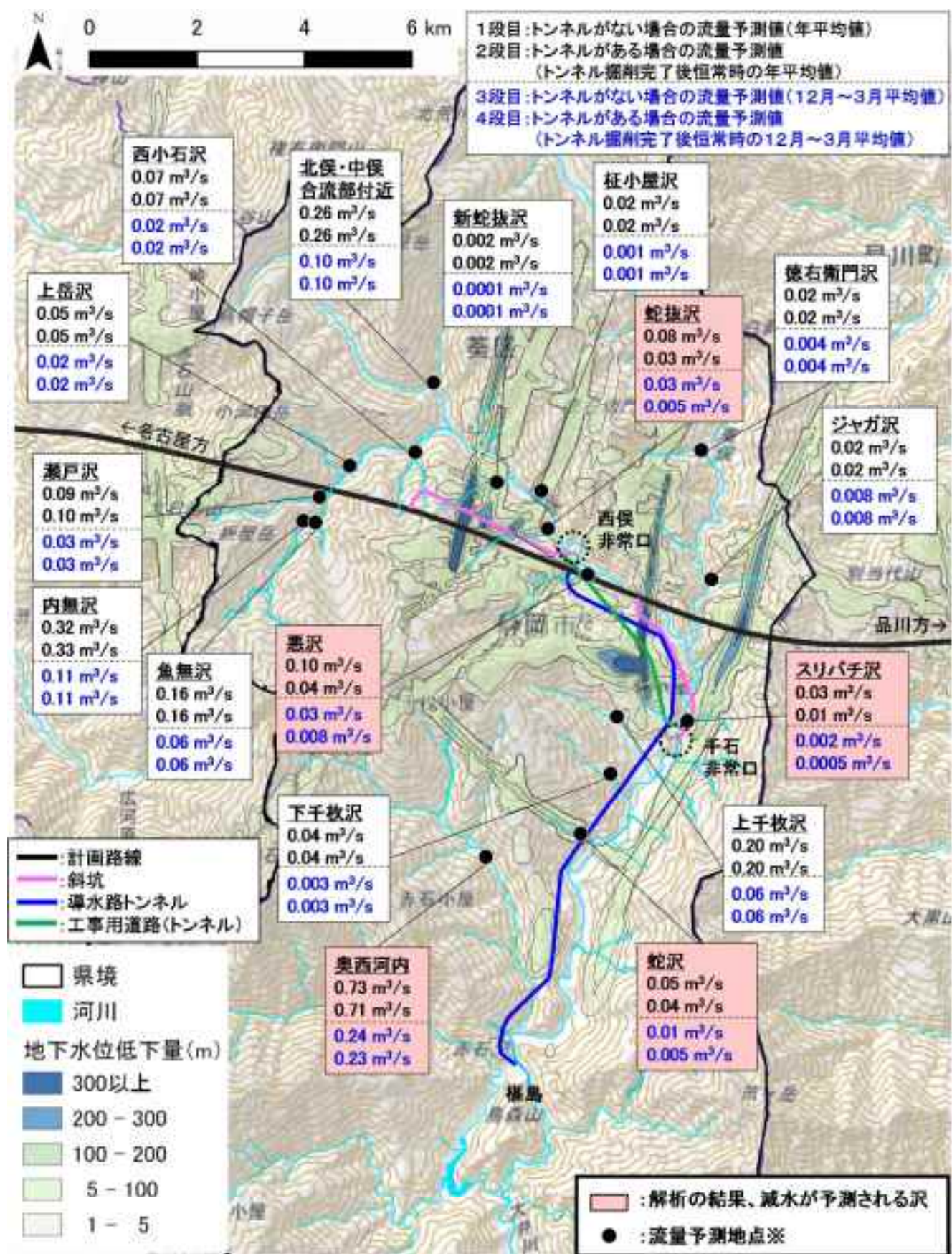
図 4.48 トンネル掘削状況と地下水位低下量図(着手 10 年後)

合など、技術的な限界があることを考慮する必要があります。

- ・近年では、高水压下のトンネルにおいても、薬液注入ができる技術開発が進んでおり、これら先進技術も参考に、湧水量をより低減する注入方法を検討していきます。
- ・実際の注入にあたっては、ボーリング調査の結果から、注入を検討するうえで必要な基礎情報（地山の透水係数、湧水量・湧水压等）を整理し、より効果的な薬液注入の方法を検討します。
- ・こうした最新技術やトンネル内から実施するボーリング調査の結果を踏まえた薬液注入を実施し、トンネル湧水量を低減させることで、沢の流量減少を低減します。

○調査・計測（モニタリング）について

- ・沢の集水域を掘削する前に、高速長尺先進ボーリング等の地質調査を実施し、トンネル湧水に関する情報（湧水量、水压、水質、水温等）を確認します。
- ・トンネル掘削にあたっては、実際にトンネル内に生じている湧水量を確認します。
- ・また、切羽が沢の集水域に入った以降は、現在、年２回の頻度で継続して実施している流量調査の頻度を増やし、トンネル掘削中の沢の流量の変化を確認します。
- ・トンネル完成後もトンネル湧水量や沢の流量をモニタリングし、沢の流量等に変化が生じる場合は、追加注入を計画するなど検討を行います。
- ・このような調査・計測を継続して実施することで、沢への影響を確認します。



注1. 流量予測値は薬液注入やトンネル構造物としての次付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリート等がない状態として算出したものである。

注2. 解析結果には不確実性があるため、流量予測値そのものに着目するのではなく、流量変化の傾向に着目し、影響の回避・低減策を検討している。

※ 各沢における流量予測地点は、流量の現地調査地点付近としている。

図 4.49 GET FLOWSによる沢等の流量予測結果

2) 【地質調査】トンネル掘削前の先進ボーリング等による地質調査の実施

- ・南アルプスは主に四万十帯と呼ばれる砂岩・粘板岩を主体とした付加体の地層で構成されています。この四万十帯は、糸魚川・静岡構造線を東端とし、長野側に向けて新しい地層から古い地層へ移っていきます。静岡県内の地層は、山梨県側から長野県側に向かって古い地層となりますが、古い地層へ向かうほど、現地は急峻な地形となってアプローチしにくくなり、地上からの調査が限定されます。
- ・そこで、トンネルの掘削前には、斜坑掘削時の切羽周辺及び先進坑（本坑に先立って掘削）の切羽周辺から前方に向かって、高速長尺先進ボーリング（以下、「先進ボーリング」という）調査を繰り返し実施し、前方の地質、湧水の状況を事前に把握します。
- ・先進ボーリング調査の結果、地質が変化する箇所、破碎帯と想定される箇所、湧水量の変化が著しい箇所等においては、コアボーリング等の詳細な地質調査を行います。なお、先進ボーリングでは、トンネル切羽前方約 500m（最長 1,000m）までの地質等を確認することができます。

- ・先進ボーリングでは、地質の状況のほか、切羽前方の湧水量の推定と先進ボーリングの湧水（地下水）を採水し化学的な成分分析を実施することで、地表水を直接引き込んでいるかどうかの推定を行います。
- ・湧水量が管理値^{※2}を超えた場合（基準①）やボーリングが地表水を直接引き込んでいることが判明した場合（基準②）には、ボーリング地点を集水域に含む沢をトンネル掘削時に減水する可能性がある沢として特定します（図 4.50）。なお、管理値は工事中の状況を踏まえて、必要により柔軟に見直していきます。
- ・このような沢においては、現地調査を実施し（調査項目は、動植物の生息・生育環境（水深、水面幅、流速等）や動植物の生息・生育状況等）、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し、影響の回避・低減策を検討します。
- ・なお、このような沢の直下を掘削する時期が、厳冬期と重なり、沢の流況等を随時確認できないような場合には、トンネル掘削前に予め動植物の移しよくを実施しておくという対応も考えられるため、現地調査の結果等は、速やかに生物多様性専門部会委員等に報告し、実施が必要との判断があれば、予め定めた移しよく先^{※3}への移しよくを実施します。

※2 管理値：（斜坑、先進坑）削孔長10mあたりの湧水量50L/秒
（導水路トンネル）削孔長10mあたりの湧水量30L/秒

※3：移しよく先を予め定めておくことについては、「4（1）4）【沢の流量減少への備え】沢への影響に対して事前に備える具体的な内容」にて詳述

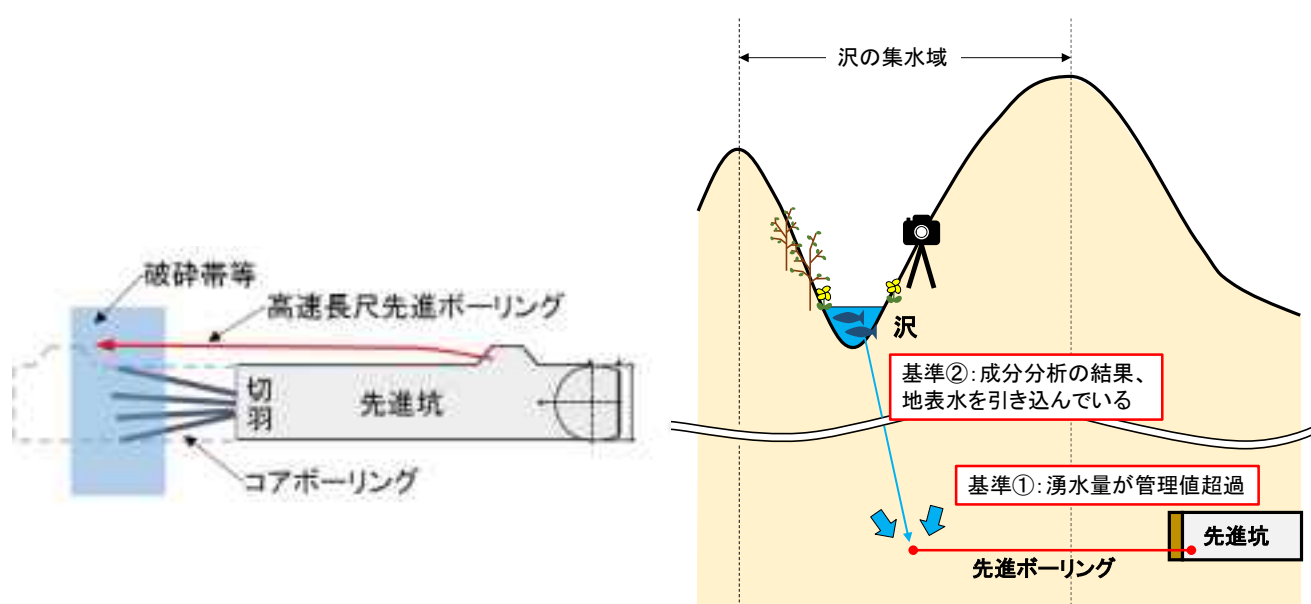


図 4.50 先進ボーリングによる調査のイメージ

3) 【工事中の対応】トンネル掘削中の環境保全措置等の具体的な内容

① トンネル湧水量自体の低減

- ・河川や沢の流量減少による自然環境への影響を低減するため、トンネル湧水量自体を低減します。
- ・具体的には、先進ボーリングの湧水量が管理値に達した地点やボーリング調査の結果、破碎帯の存在により斜坑や先進坑掘削時に多くのトンネル湧水が想定される範囲においては、トンネル切羽が当該箇所近づいた時点で掘削工事を一時中断し、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。
- ・薬液注入等の対策実施後には、その効果やボーリング等からの湧水量が減少していることを確認しながら、慎重にトンネル掘削を再開します（図 4.5 1）。
- ・また、更にトンネル内においては吹付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリート（これらの一部あるいは全て）を図 4.5 2 のとおり施工します。

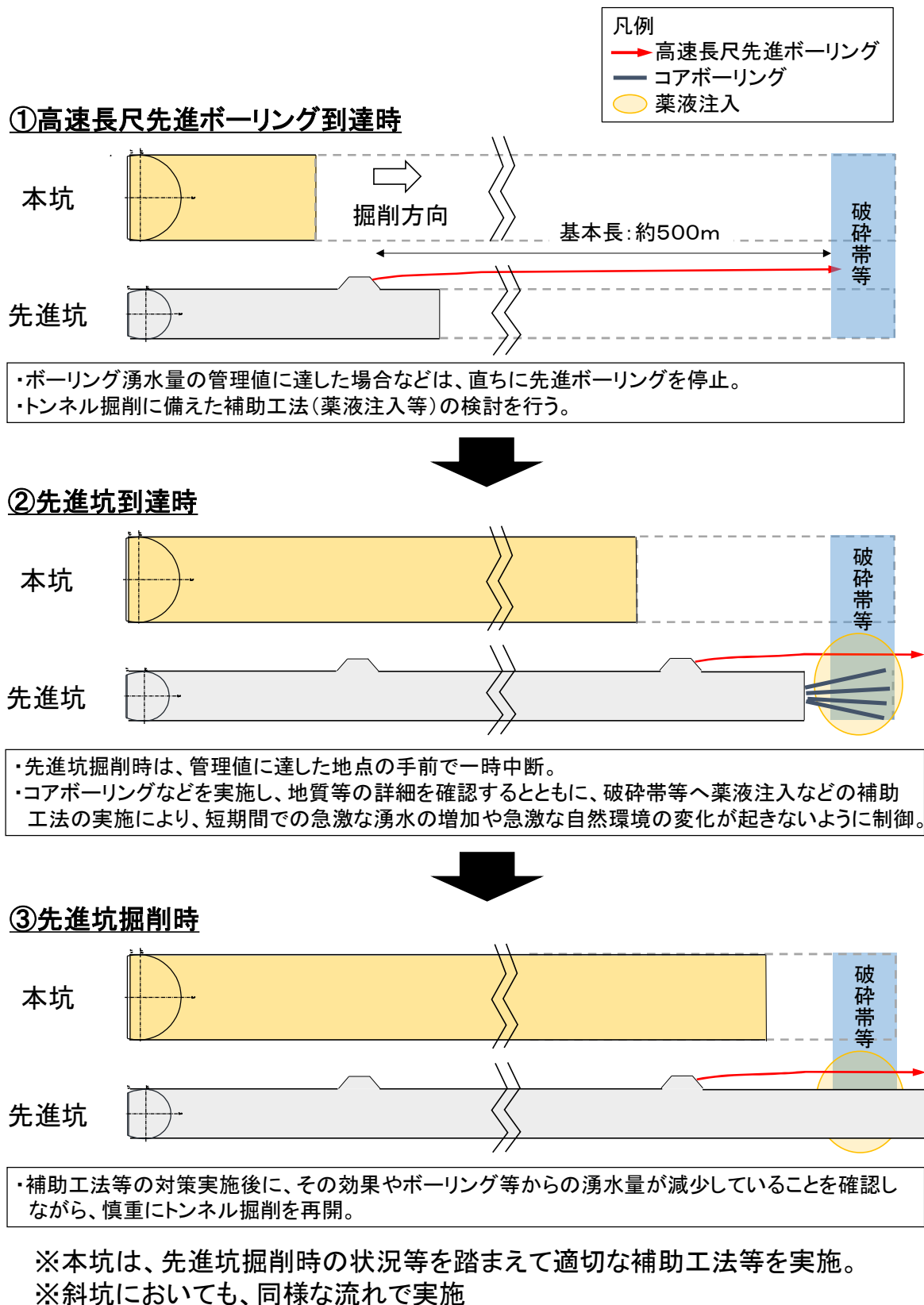


図 4.51 破砕帯等におけるトンネル掘削の手順

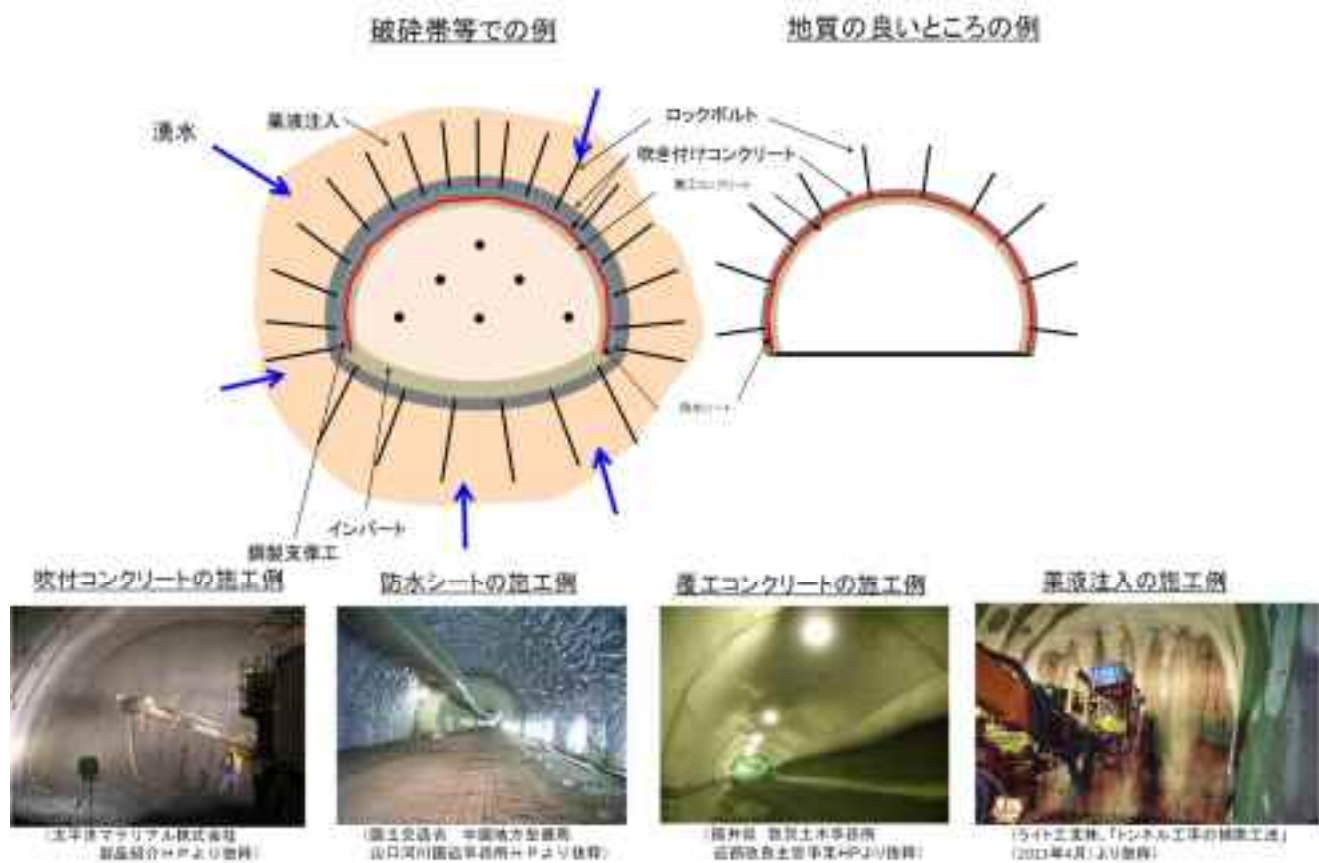


図 4.52 トンネル掘削時に実施する対策

② 河川放流前の水質等の適切な管理

- ・水質等の管理については、「ア．トンネル湧水等の水質、水温管理」、「イ．発生土置き場からの排水の水質管理」、「ウ．生活排水の水質管理」に分けてご説明します。

ア．トンネル湧水等の水質、水温管理

a) 水質管理

7) 工事中の対応

- ・生態系の保全に向けた河川の水質管理については、南アルプスの地域特性を踏まえて、以下の通り最大限対応してまいります。
- ・トンネル掘削工事に伴い発生するトンネル湧水（清水）やトンネル排水（濁水）（以下、合わせて「トンネル湧水等」という。）は、発生源側で対策を実施し、トンネル湧水等を河川へ放流する前に管理する計画としております。
- ・具体的には、トンネル排水（濁水）は、水素イオン濃度（pH）、浮遊物質（SS）、自然由来の重金属等の処理設備を設置し、適切に処理したうえで、河川へ放流します。処理設備の点検・整備を確実に実施するとともに、処理後の水質を継続的に計測することで、河川放流前の水質管理を徹底していきます（工事中の河川への放流箇所は図 4.53 の通り）。
- ・なお、河川放流前の管理を前提としていますが、放流先河川においても、水質や水生生物の測定、調査を実施します（「4（3）3）水生生物の調査計画」参照）。



図 4.53 工事中の河川への放流箇所

(水質管理の流れ)

- ・トンネル湧水等の処理の流れを図 4.54 に、処理設備における処理のフローを図 4.55 にお示しします。
- ・pH、SS（濁度換算）については、処理設備内に計測機器を設置し、自動計測による常時計測を行い、予め定めた管理値以下に処理した上で放流します。計測機器による自動計測を基本としますが、念のため、1回／日を基本に人による測定を行い、適切に処理されていることを確認してまいります。
- ・自然由来の重金属等は、処理設備内において簡易計測等による確認を行い、予め定めた管理値以下になるように、排水処理剤により不溶化处理（重金属等が水に溶け出すことのないような物質に変えること）等を行い、沈殿、脱水のうえ建設汚泥として、適切に処理を行います。設備については処理を行う水量に合わせて必要な追加等を行います。測定は月1回の実施を基本としますが、1回／日を基本に実施する掘削土の重金属等の確認の結果、掘削土の重金属等の基準値の超過が確認された場合等には、1回／日に頻度を増やして実施いたします。
- ・また、自然由来の重金属等の処理については、排水処理剤による処理、膜ろ過式や砂ろ過式などいくつかの方法がありますが、今回は、過去のトンネル工事で実績のある排水処理剤により排水基準以下に処理する方法を採用することを考えております。
- ・トンネル工事の中で、吹付けコンクリート施工後の区間の湧水は濁りがなくなってくることから、図 4.56 のとおり、トンネル切羽付近から離れた箇所において切羽からの濁水区間とそれより後方の清水区間に分離し、濁水量の低減を図っていきます。
- ・トンネル湧水（清水）は、トンネル排水（濁水）と混合しないように送水し、放流前に pH、SS、自然由来の重金属等の確認を行い、基準値を超過した場合には処理設備で処理を行ったうえで放流します。特に、アルカリ排水等が含まれる可能性に備え、pH処理設備を設置します。
- ・掘削が進捗して湧水が清水となり、取扱いを濁水から切り替える際には自然由来の重金属等について確認を行い、基準値を超過する場合には他の清水とは別系統で送水し、処理することも検討してまいります。
- ・なお、トンネル掘削に際し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施工指針」（昭和49年7月、建設省）に基づき実施していきます。使用する材料は、水ガラス系を基本に計画してお

りますが、地質や湧水の状況に合わせた適切な材料を選定してまいります。



図 4.54 施工ヤードにおけるトンネル湧水等の処理の流れ（イメージ）

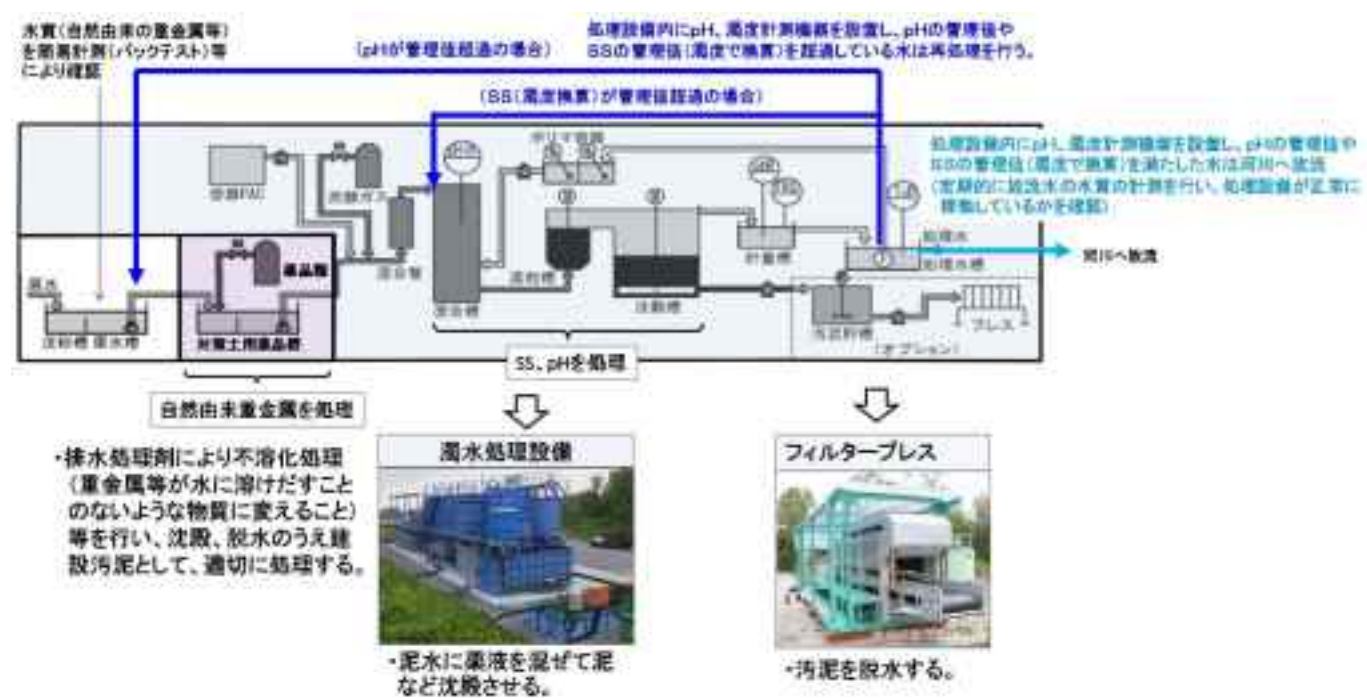


図 4.55 処理設備における処理のフロー（イメージ）



図 4.56 トンネル湧水の清濁分離（イメージ）

(水質管理の基準)

- ・放流時における各水質項目（pH、SS、自然由来の重金属等）の管理基準は表 4.6 のとおり計画しています。

表 4.6 (1) 水質管理基準（pH、SS）

項目	管理基準
pH	6.5 以上 8.5 以下
SS	25 mg / L 以下

水質汚濁防止法等に基づく排水基準として、大井川水域では pH は 5.8 以上 8.6 以下、SS は最大 40 mg / L 以下、日間平均 30 mg / L 以下が定められていますが、南アルプスの地域特性を踏まえ、現時点で最高水準の処理能力を有する処理設備を設置し、表 4.6 に示す基準値で管理していきます。なお、この管理基準値は、公共用水域の環境基準の水域類型のなかで最も厳しい基準で、ヤマメ、イワナ等の貧腐水性水域の水産生物用として適用され、大井川上流（駿遠橋より上流）の水域類型である AA 型の値と同等となっています。

表 4.6 (2) 水質管理基準（自然由来の重金属等）

項目	管理基準
カドミウム	0.03 mg / L 以下
六価クロム	0.5 mg / L 以下
水銀	0.005 mg / L 以下
セレン	0.1 mg / L 以下
鉛	0.1 mg / L 以下
ひ素	0.1 mg / L 以下
ふっ素	8 mg / L 以下
ほう素	10 mg / L 以下

水質（自然由来の重金属等）について、水質汚濁防止法等に基づく排水基準を処理設備における水質管理基準として設定しました。

- ・なお、水質汚濁防止法は、公共用水域及び地下水の水質汚濁の防止を図り、国民の健康を保護するとともに生活環境を保全すること等を目的としており、工場及び事業場から公共用水域に排出される水について、同法に定める一律排水基準以下の濃度で排水することを義務づけています。さらに、大井川水域では、自然的、社会的条件から判断して、一律排水基準だけでは水質汚濁の防止が不十分な地域において、都道府県が条例によって定めるより厳

しい基準（上乘せ排水基準）が定められています。

- ・当社としては、南アルプス地域の特性を考慮し、トンネル湧水等を一律排水基準及び大井川水域の上乗せ排水基準より厳しい値で設定した管理基準で管理し、河川へ放流していくことを考えています。
- ・さらに、排水の濁りをより低減していくための一つの取組みとして、トンネル湧水のうち清濁分離処理により分離された清水と、濁水処理設備で処理を行った後の処理水を、河川に放流する前に合流させることで、よりきれいな水にして放流することとします。
- ・溶存酸素量（DO）については、水質汚濁防止法に基づく排水基準等は定められていませんが、工事中は工事排水のDOを定期的（月1回）に確認し、必要により曝気などの対策を実施してまいります。なお、南アルプストンネル工事（山梨工区）の濁水処理後のDOを計測したところ、表 4.7 に示すとおり、これまでに実施した河川の水質の現地調査結果（資料編「資料5 これまでに実施した水質の現地測定結果」に記載）と同等であることを確認しています。また、放流口には減勢工を設けることにしており、更に酸素を取り込めるように検討します。

表 4.7 トンネル湧水（山梨工区）のDO計測結果

調査地点	調査結果
場外水槽（濁水処理後）	9.1 mg/L

（処理設備の配置計画）

- ・静岡県内のトンネル（本坑、先進坑、非常口）の湧水量の管理値は $3 \text{ m}^3/\text{秒}$ と設定しています。
- ・仮に、この管理値に相当する湧水が発生し、湧水の全てが濁水とした場合には、濁水処理設備（ $300 \text{ m}^3/\text{時}$ ）は36基必要となります。処理設備は、図 4.57 に示すとおり、トンネル坑内を利用して分散して配置することにより、必要な設備を設置することが可能です（工事工程ごとの処理設備の配置計画は、資料編「資料6 工事工程ごとの処理設備の配置計画」に記載）。
- ・トンネル掘削時には、先進ボーリングで前方の湧水の状況を把握し、想定される湧水量に応じた設備を事前に配置します。
- ・また、「4 （1） 3） ① トンネル湧水量自体の低減」でお示した湧水低減対策を実施するとともに、トンネル湧水の清濁分離を行うことで、濁水処理の量を低減させながら工事を進めていきます。



図 4.57 濁水処理設備の配置計画（仮に $3 \text{ m}^3/\text{秒}$ の濁水が発生した場合）

4) 工事完了後の対応

- ・トンネル工事完了後も当面の間は、濁水やコンクリート構造物からのアルカリ排水が湧出することが考えられるため、トンネル湧水等の水質が定常的に基準値内の状態になるまでの間は、必要な処理設備を設置し、処理をして河川へ放流します。
- ・排出する湧水において定常的に排水基準を超過する重金属等が検出される場合は、工事中の対応と同様に排水処理剤により水質管理基準以下に処理して河川へ放流することを考えています。重金属等の濃度が高い区間の湧水は、別系統で集水し、処理することも方法として検討していきます。
- ・また、トンネル掘削工事完了後も、引き続き湧水の放流を行う箇所においては、将来に亘って、継続して放流先河川の水質の測定を実施します。なお、工事完了後、放流を実施しない箇所においては、放流先河川の水質が定常的な状態になるまでの間、水質の測定を実施します。

b) 水温管理

7) 工事中の対応

- ・一般的に、地下水は地熱によって深度が深いところほど、水温が高いとされており、トンネル湧水を河川へ放流することに伴い、特に冬季においてはトンネル湧水の水温が放流先河川の水温よりも高くなる可能性があることから、河川の水温変化により生息環境の縮小や産卵への影響など、水生生物へ影響を及ぼす可能性が考えられます（水温の予測結果は、資料編「資料7 トンネル湧水の放流に伴う水温変化の予測結果」に記載）。
- ・一方、水温変化による水生生物への影響の程度を予測することは難しいと考えているため、「主な魚介類の淡水域における水域区分の分類及び生息に関する情報について（案）」（中央環境審議会・水環境部会・水生生物保全環境基準類型指定専門委員会（第3回）、平成17年9月12日）において示された、現地で主に確認されているイワナやサツキマス（アマゴ）の適水温を参考に、対策を行います（表4.8）。

表 4.8 イワナ、アマゴの適水温

種名	適水温
イワナ	・全般：概ね15℃以下 ・産卵：10℃以下 ※産卵時期：9月下旬～11月
サツキマス（アマゴ）	・全般：概ね20℃以下 ・孵化最適水温：13.8℃ ※産卵時期：10月～12月

- ・例えば、河川の水温変化により水生生物への影響を低減するために、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まいります。また、工事排水を分散放流したり、排水箇所について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。
- ・さらに、西俣非常口からトンネル湧水を流す際には、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。
- ・トンネル湧水量は掘削の進捗に応じて増加していく傾向にあることから、河川の水温への影響も工事の進捗に応じて徐々に大きくなっていくと考えられますが、工事の初期の段階からトンネル湧水や放流先河川の水温について

調査・計測を継続的に実施し、その結果は専門部会委員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、水生生物の調査・計測も継続して実施し、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。
- ・その結果、対策が必要であれば、分散放流箇所の見直しなど、対応方法の再検討を行います。

4) 工事完了後の対応

- ・工事完了後は、勾配の緩やか（約0.1%）な導水路トンネルを時間をかけて流下したトンネル湧水を、大井川に流すこととなりますが、その間の水温変化について測定を実施し、その結果を踏まえて、必要な対策を検討、実施してまいります。

イ. 発生土置き場からの排水の水質管理

a) 工事中の対応

7) トンネル掘削土に含まれる自然由来の重金属等の確認

- ・各トンネル工事施工ヤード内に土砂ピットを設け、トンネル掘削土に含まれる自然由来の重金属等の試験を行います。
- ・トンネル掘削土は土壤汚染対策法の対象外ですが、「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」（平成27年3月 独立行政法人土木研究所）（以下、「ハンドブック」という。）の内容を踏まえ、トンネル掘削土の試験は、1回/日を基本に確認を行います。
- ・掘削土の試験の結果、土壤汚染対策法に基づく土壤溶出量基準値を満たした掘削土のみを、発生土置き場（通常土）へ運搬し、造成を行います。
- ・一方、基準値を超過した掘削土（以下、「対策土」という。）は、対策土用として計画している藤島沢付近の発生土置き場（遮水型）へ運搬し、ハンドブックの内容を踏まえて、自然由来の重金属等の流出を防止するために、封じ込めなど他事業の事例をもとに確立された方法で対策を実施します（発生土置き場（遮水型）の設計、水質管理等は、資料編「資料3 発生土置き場の計画」に記載）。
- ・なお、藤島沢付近の発生土置き場（遮水型）における流出水の管理、および専門部会委員から頂いたオンサイト処理についてのご意見については、資料編「資料3 発生土置き場の計画」に検討結果を記載しました。

1) 発生土置き場（通常土）からの排水の水質管理

- ・発生土置き場（通常土）における管理のイメージを図 4.58にお示しします。降雨時等において発生土置き場から発生する雨水等の排水は、沈砂池等により適切に処理したうえで、河川へ放流します。
- ・発生土置き場（通常土）については、盛土を行う際、一定の高さごとに小段を設けて盛土していきませんが、小段毎に排水溝や集水枡を設置するほか、縦排水により雨水等が発生土に浸透する前に沈砂池に集め、降雨時等における濁水の発生自体を抑制してきます。また、盛土内の排水計画について、現地盤に地下排水工を設置するとともに、降雨等が盛土内に湛水して盛土が崩れないよう、小段部分に水平方向へ水を排水できるような設備を設置するなど、設計を進めていきます。
- ・なお、発生土置き場の安定性についてのご意見については、資料編「資料3

発生土置き場の計画」に検討結果を記載しました。

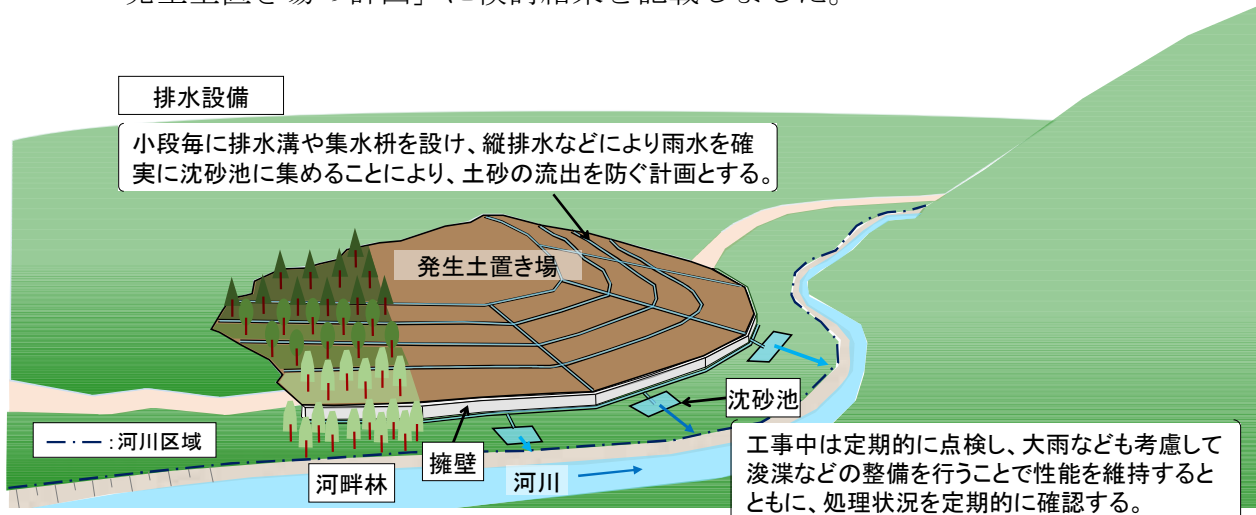


図 4.58 発生土置き場（通常土）における管理のイメージ

- ・なお、沈砂池や排水設備については、「静岡県林地開発許可審査基準及び一般的事項」では、10年確率における降雨強度（100mm/時程度）で設計することが定められていますが、南アルプスの地域特性を考慮し、さらに安全側な100年確率における降雨強度（180mm/時程度）により、設計を進めています。（資料編「資料3 発生土置き場の計画」参照）。
- ・沈砂池や排水設備は、点検・整備を行うことで、性能を維持するとともに、降雨時等の排水時における処理状況を定期的に確認します。
- ・以上のとおり、河川放流前の水質管理を前提としていますが、放流先河川においても水質等の測定や水生生物等の調査を実施し、また、大規模な降雨があった場合などには現地状況の確認を実施します（「4 (3) 3 水生生物の調査計画」参照）。

b) 工事完了後の対応

- ・発生土置き場の造成完了後は、土砂流出防止に有効な面緑化を早期に実施します（発生土置き場における緑化計画は、「4 (2) 2) ② 発生土置き場の緑化計画」に記載）。緑化されるまでの期間においても沈砂池を設置すること等により、濁水等の流出防止を図っていきます。
- ・発生土置き場の維持管理は、工事完了後も将来に亘って当社が責任を持って行っていきます。
- ・また、排水放流先河川における水質の測定についても、工事完了後の将来に亘って、実施していきます。

ウ. 生活排水の水質管理

- 生活排水について、循環型の風呂を使用し、浴槽から出る排水量を1/3程度に抑制するなど、排水量の抑制を図っていきます。また、高度浄化装置により適切に処理したうえで、河川へ放流します。なお、生活用水は、工事施工ヤードに設置する井戸または近傍の沢等から取水を行います(資料編「資料8 生活用水の取水計画」参照)。
- 高度浄化装置における生物化学的酸素要求量(BOD)の管理基準及び水質汚濁防止法等に基づく排水基準を表4.9にお示しします。南アルプスの地域特性を踏まえ、現時点で最高水準の処理能力を有する高度浄化装置を設置し、5mg/L以下を水質管理基準として設定しました(資料編「資料9 生活排水放流に伴う河川の水質への影響の予測結果」参照)。

表 4.9 高度浄化装置の管理基準と排水基準

項目	管理基準	(参考) 排水基準※
BOD	5mg/L以下	(最大) 20mg/L以下 (日間平均) 15mg/L以下

※「水質汚濁防止法第3条第3項に基づく排水基準に関する条例」(昭和47年 静岡県条例第27号)別表第8(大井川水域に排出される排出水に適用する上乗せ基準)の「昭和48年4月1日以後において設置される特定事業場(同年3月31日において既に特定施設の設置の工事に着手しているものを除く。)に係る排水:その他のもの(1日の平均的な排水の量が700m³以上である特定事業場に係るもの)」より

- また、高度浄化装置では滅菌処理を行うため、大腸菌群数はほぼ0の状態で見逃し放流します。
- 高度浄化装置においては、法令等に基づき、pH、DO、残留塩素濃度、BOD等を測定します。また、点検・整備を行うことで、性能を維持するとともに、処理状況を定期的に確認します。
- なお、これまで、既に高度浄化装置により処理したうえで河川へ放流を行っていますが、処理状況等は問題がないことを確認しています(これまでに実施した水質の現地調査結果は、資料編「資料5 これまでに実施した水質の現地測定結果」参照)。

- ・高度浄化装置は、接続する宿舍・事務所の最大排水量に対応するものを設置します。また、図 4.59 に示すとおり、浄化装置のポンプは二重系化するとともに、現地の作業員により設備の異常の有無を毎日確認し、浄化槽の異常を認めた場合、接続する設備を一時使用停止とします。

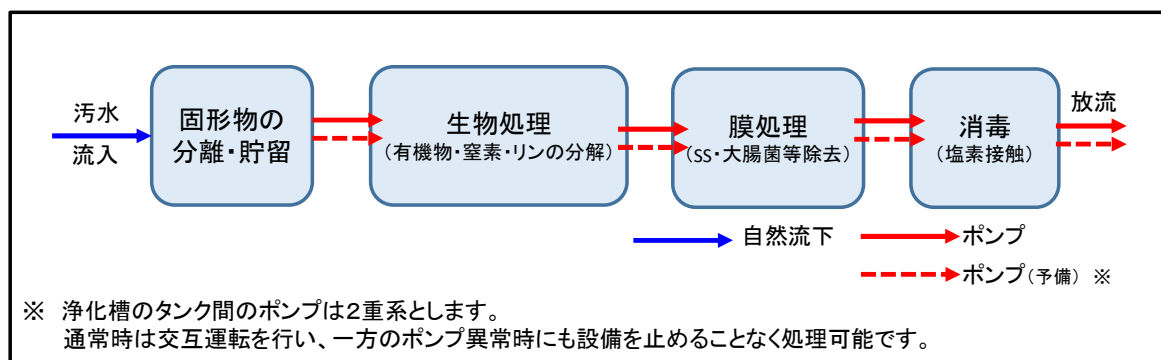


図 4.59 高度浄化装置の概略模式図

- ・高度浄化装置は、停電に備え予備の電源を確保しています。さらに、異常時に備えて、予め汲み取り式トイレを配備しておくとともに、直ちに浄化槽の専門業者を手配します。こうした取扱いについてはマニュアル化し、確実に実行できるようにいたします。
- ・以上のとおり、河川放流前の水質管理を前提としていますが、放流先河川においても、水質や水生生物の測定、調査を実施します（「4 (3) 3) 水生生物の調査計画」参照）。

③ 調査・計測結果を踏まえた変化に応じた対応の実施

- ・トンネル掘削にあたっては、「トンネル湧水量」、「沢の流況・流量」、「河川本流の流量」、「河川本流の水質」、「動植物の定期調査」の5つの指標（計測、調査結果）により、複数の観点から変化を把握し、現地調査や移しよくの検討、実施等を行います。

指標1：トンネル湧水量に基づく対応

- ・掘削中は、実際のトンネル湧水量と水収支解析上の湧水量を対比し、トンネル湧水量を管理します（解析上、減水しないと予測される沢についても、解析結果と著しく異なる量の湧水が生じた場合には減水する可能性があります）（図 4.60）。
- ・水収支解析の前提とした地質と実際の地質との差異や、湧水低減対策を実施した場合の効果等についても考慮し、沢が減水する可能性を判定します。
- ・減水する可能性のある沢が判明した場合には、その後速やかに、移しよくの実施に向けた体制を構築し、移しよくの判断に必要な現地調査を行います（調査項目は、動植物の生息・生育環境（水深、水面幅、流速等）や動植物の生息・生育状況等）。
- ・調査結果は生物多様性専門部会委員等に報告し、移しよくが必要との判断があれば、予め定めた移しよく先への移しよくを実施します。
- ・さらに、解析結果と著しく異なる量の湧水が生じた場合には追加の湧水低減対策（薬液注入等）を実施し、沢への影響を最小限に抑えます。

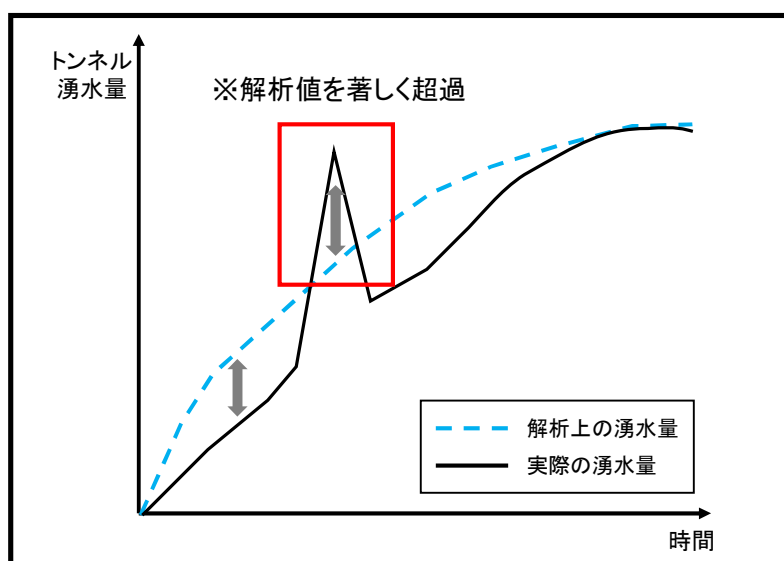


図 4.60 実際のトンネル湧水量と解析上の湧水量の対比イメージ

指標 2 : 沢の流況・流量に基づく対応

- ・ 沢への影響の有無は、沢の特性に応じて、常時監視カメラによる流況の確認や計測による流量の確認によって判定します。

(沢の流況に基づく対応)

- ・ 地形や現地の気象状況を考慮するとアクセスが極めて難しい沢や、水収支解析の結果、流量減少が予測される沢のうち、アクセスが難しい沢については、沢の流量減少を早期に検知するため、常時監視カメラを設置します(図 4.61)。
- ・ 常時監視カメラでこれまでに撮影した写真から、沢毎に管理流況(過去最低流況)^{※3}を定めます(表 4.10)。

(沢の流量に基づく対応)

- ・ その他の沢については、切羽が当該沢の集水域に入った以降は、現在、年2回(豊水期、低水期)の頻度で継続して実施している流量調査の頻度を増やし、トンネル掘削中の沢の流量を直接確認します(図 4.61)。
- ・ これまでに計測した結果から、沢毎に管理流量(過去最低流量)^{※3}を定めます(表 4.10)。
- ・ 管理流況より状況が悪化した場合や管理流量を下回った場合には、生態系への影響が生じる可能性があると判定します。
- ・ また、管理流況より状況が悪化していない場合や管理流量を下回っていない場合でも、降水量の変動と流況・流量の変動に相関がみられない場合等については、静岡県や生物多様性専門部会委員に報告し、生態系への影響が生じる可能性について、判定します。
- ・ 沢の流況や流量から生態系への影響が生じる可能性があるとは判定された場合には、移しよくの実施に向けた体制を構築し、移しよくの判断に必要な現地調査を行います(調査項目は、動植物の生息・生育環境(水深、水面幅、流速等)や動植物の生息・生育状況等)。
- ・ 調査結果は生物多様性専門部会委員等に報告し、移しよくが必要との判断があれば、予め定めた移しよく先への移しよくを実施します。
- ・ なお、設定した管理流況、流量は、工事中の沢の流量や水生生物等の調査結果などを踏まえ、随時見直すことを考えています。

※3 : 管理流況、管理流量の考え方

- ・ これまでに流況や流量の調査に加え、現地の動植物の調査を実施しています。

- ・現時点での過去最低流況、流量を計測した後の動植物の調査においても、現地で魚類等の生息は確認できており、動植物が消失しているわけではないため、過去最低流況、流量が現地における生態系が経験したことのある復元可能な最も厳しい状況であると考え、管理値としています。
- ・ただし、年2回計測地点の沢の流量については、毎年8月、11月に計測を行っており、厳冬期（12月～3月）の計測結果がありません。このため、月1回計測地点（田代取水堰堤上流地点）において、厳冬期の流量は厳冬期以外の流量の約2分の1となっていることを踏まえ、工事中の厳冬期における年2回計測地点の管理値は、これまでの過去最低流量となるものを2分の1した値を設定しています。

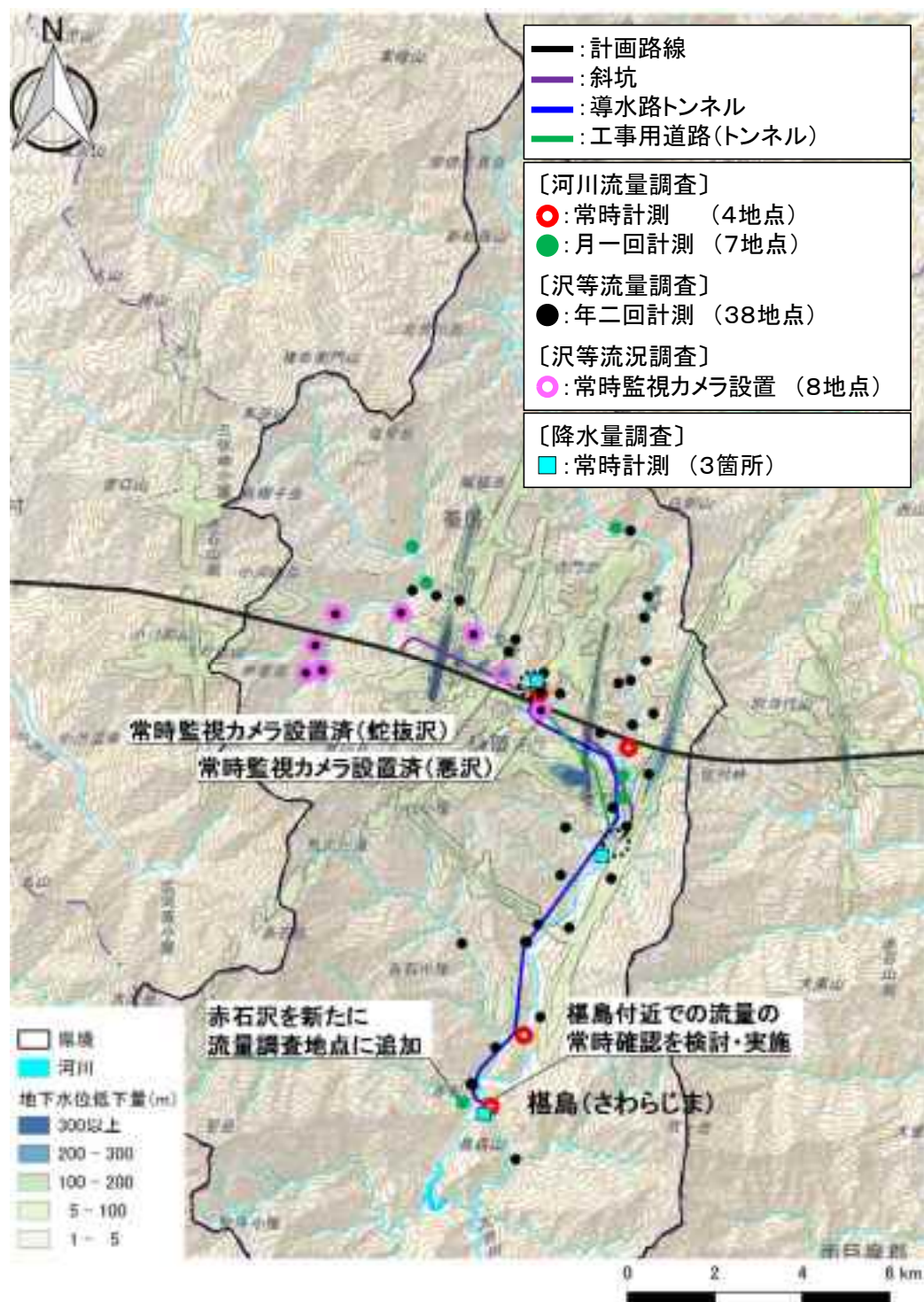


図 4.61 沢等の流量計測地点

(下図は静岡市モデルによる地下水位(予測値)低下量図)



(悪沢の例)



(蛇抜沢の例)

図 4.62 常時監視カメラにて撮影した流況の写真

表 4.10 沢の流況、流量の管理値

項目	管理値	
	厳冬期以外	厳冬期
管理流況 (常時監視カメラ)	各沢において工事前の段階から同一の図郭で撮影・蓄積した流況写真から、流量が最低となる流況を設定	
管理流量 (月1回計測地点)	各沢において工事前に実施した計測(月1回)の結果から、過去最低流量となるものを設定	
管理流量 (年2回計測地点)	各沢において工事前に実施した計測(年2回(8月、11月))の結果から、過去最低流量となるものを設定	各沢において工事前に実施した計測(年2回(8月、11月))の結果から、過去最低流量となるものを2分の1した値※ ⁴ を設定

注1. 月1回や年2回計測については、基本的に計測前に降雨等がなく、流量が比較的少ない日に実施しています。

注2. 工事中の状況を踏まえて、必要により管理値は見直す。

※⁴ これまでに月1回計測してきた田代取水堰堤上流地点(取水の影響を受けていない地点)において、年間で月平均流量が最も少ない月である2月の最小流量(約 $1.8\text{ m}^3/\text{秒}$)は、8月の最小流量(約 $4.5\text{ m}^3/\text{秒}$)、11月の最小流量(約 $4.0\text{ m}^3/\text{秒}$)のそれぞれに対して、約2分の1であるため(図4.63参照)。

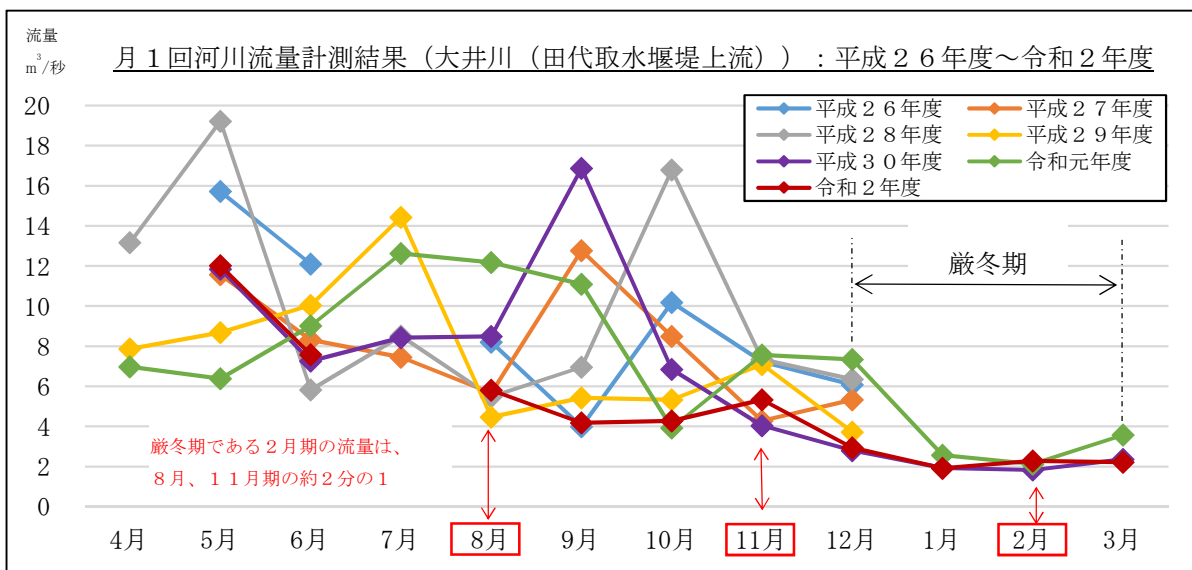


図 4.63 月1回河川流量計測結果(大井川(田代取水堰堤上流))：平成26年度～令和2年度

指標 3：河川本流の流量に基づく対応

- ・河川本流の流量について、西俣測水所、東俣測水所、木賊測水所、今後榎島に設置する計測地点の流量の常時計測結果を確認します（図 4.64）。
- ・西俣、木賊測水所において、各取水堰堤下流の河川維持流量程度までの著しい流量の減少の傾向が確認された場合などには、トンネル湧水を西俣非常口から西俣川へ流すことで、榎島から西俣非常口間の河川流量を維持する措置を講じます（西俣付近の流量予測結果は、資料編「資料4 西俣付近の流量予測結果」に記載）。
- ・なお、西俣非常口より上流部の河川本流において、減水の兆候が確認された場合には、移しよくの実施に向けた体制を構築し、移しよくの判断に必要な現地調査を行います（調査項目は、動植物の生息・生育環境（水深、水面幅、流速等）や動植物の生息・生育状況等）。
- ・調査結果は生物多様性専門部会委員等に相談し、移しよくが必要との判断があれば、予め定めた移しよく先への移しよくを実施します。



図 4.64 河川本流で流量の常時計測を実施する箇所

指標 4：河川本流の水質に基づく対応

- ・河川本流の水質について、今後西俣、千石、樺島に常時計測機器を設置し常時計測の結果を確認します（図 4.65）。
- ・河川の水質の基準値超過が確認され、動植物の生息・生育環境への影響が考えられる場合には、工事排水を河川へ放流する箇所の下流部で、動植物の現地調査を実施します。
- ・調査の結果、生息・生育環境の変化、個体数の減少等、異常が確認された場合には、移しよくの実施に向けた体制を構築し、調査結果を生物多様性専門部会委員等に相談したうえで、移しよくが必要との判断があれば、予め定めた移しよく先への移しよくを実施します。
- ・また、河川の水質の基準値超過が生じた場合は、速やかに静岡県等へ報告し、排水元の水質を確認し、工事による原因かどうかを確認します。
- ・工事に起因していた場合には、速やかに排水の放流を一時中断し、処理設備の増強等を行います。



図 4.65 河川本流で水質の常時計測を実施する箇所

指標 5：動植物の定期調査に基づく対応

- ・トンネル掘削前の段階において、動植物の定期調査を実施し、その結果をバックグラウンドデータとして取りまとめておきます（調査の詳細は「(3) 計測・調査の具体的な内容 3)水生生物の調査計画」に記載）。
- ・トンネル掘削段階においては、沢について切羽が当該沢の集水域に入った際に、動植物の定期調査（四季）を実施し、動植物の生息・生育状況を確認します（図 4.66）。
- ・また、河川本流については、先述の通り、水質を予め定めた管理基準値以下に処理したうえで放流する等、河川放流前に適切に管理します。
- ・それでもなお、水質や水温の変化による影響が生じてしまう可能性に備え、工事排水を河川へ放流する箇所の下流部では、切羽の位置に関わらず、動植物の定期調査（四季）を実施し、動植物の生息・生育状況を確認します。
- ・調査の結果、生息環境の変化や動植物の個体数の減少等、異常が確認された場合には、移しよくの実施に向けた体制を構築し、調査結果を生物多様性専門部会委員等に相談したうえで、移しよくが必要との判断があれば、予め定めた移しよく先への移しよくを実施します。

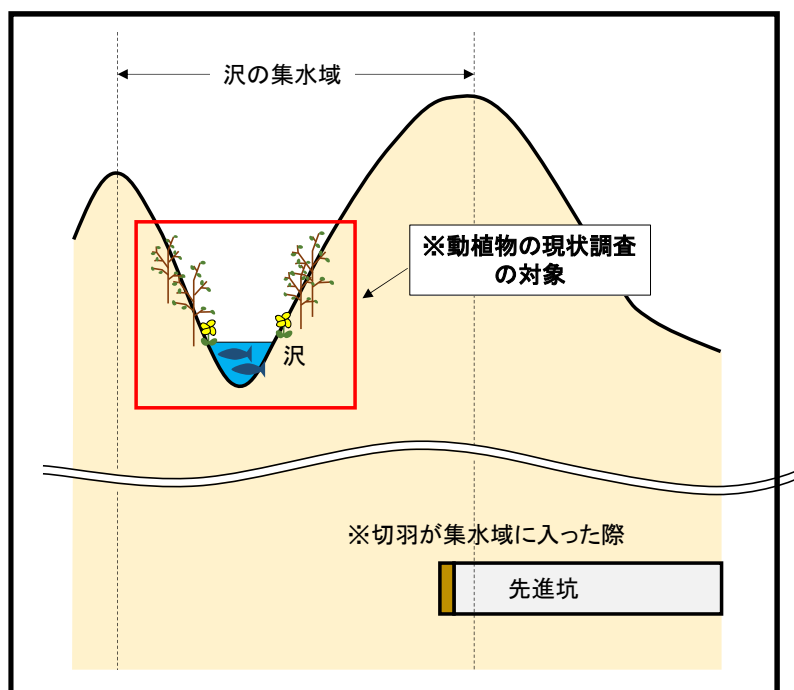
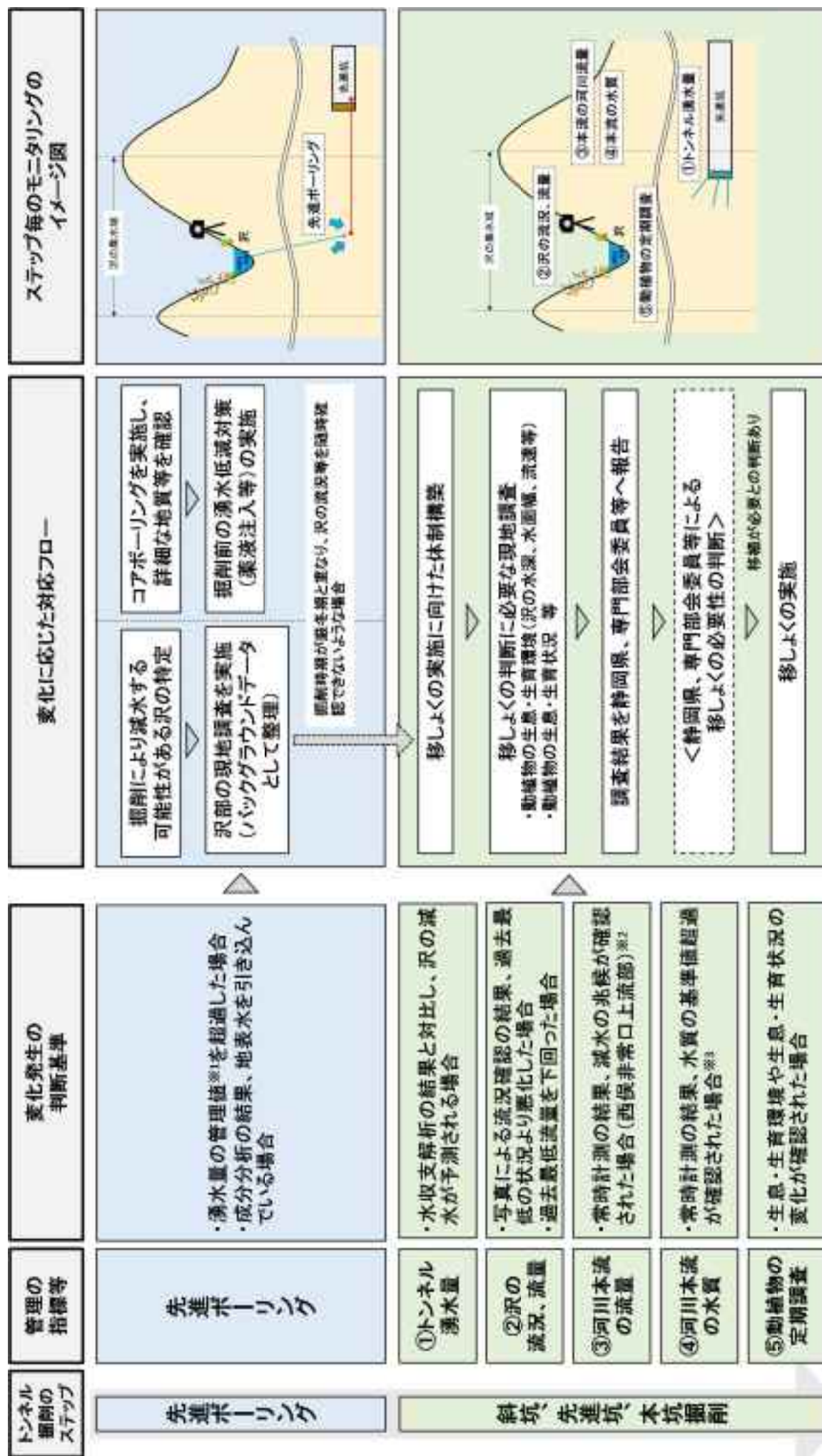


図 4.66 沢に関する動植物調査を実施するタイミングのイメージ

- ・以上の調査・計測結果を踏まえた対応の実施フローを図 4.67にお示しします。



※1:斜坑・先進坑 掘削長10mあたりの湧水量50L/秒

※2:西保非常口下流部で河川維持流量程度までの著しい流量減少の傾向が確認された場合には、トンネル湧水を西保非常口から流す措置を講じる

※3:生息・生育環境の変化、動植物の個体数の減少等が確認された場合

図 4.6.7 調査・計測結果を踏まえた対応フロー

4) 【沢の流量減少への備え】沢への影響に対して事前に備える具体的な内容

- ・先述の通り、トンネル掘削中の環境保全措置を実施したとしても、一部の沢では、流量減少が生じる可能性があります。
- ・そこで、掘削開始前に、移しよくを実施する必要がある種の特定と移しよく先の検討を行います。
- ・また、ヤマトイワナについては個体数の保全を図るため、生息環境の整備を実施します。

① トンネル近傍の沢に関する移しよくの検討(移しよくを実施する必要がある種の特定、移しよく先の選定)

- ・トンネル掘削開始前に沢の減水に備えトンネル近傍の各沢について、移しよくを実施する必要がある種の特定と移しよく先の検討を実施します。
- ・既に検討を実施した沢について非公開版資料^{※5}に検討結果を記載します。
- ・なお、ヤマトイワナの移殖に関しては、

一種の保全のため、遺伝的攪乱に関わらず、必要な場合には実施すべき
— 遺伝的攪乱を避けるため、他の沢への移殖は実施するべきではない

という2つのご意見があり、移殖の実施については今後、静岡県、生物多様性専門部会委員等にご相談しながら、対応を決定してまいります。

※5：重要種の位置情報が記載されているため、非公開版資料として提示します。

② ヤマトイワナの生息環境の整備

- ・トンネル掘削は湧水低減対策をとりながら進めますが、それでも沢が減水した場合に備え、ヤマトイワナが生息する可能性のある沢においては個体数の保全を図ります。
- ・具体的には、流量の減少に関する予測結果に関わらず、「人工産卵床の整備」、「ニッコウイワナとの交雑個体の捕獲、移殖^{※6}」を実施します。
- ・生息環境整備の効果のイメージを図 4.68 にお示しします。

※6：移殖先については、地元の関係者と相談の上、木賊～二軒小屋間の管理釣り場等へ移殖することを検討します。

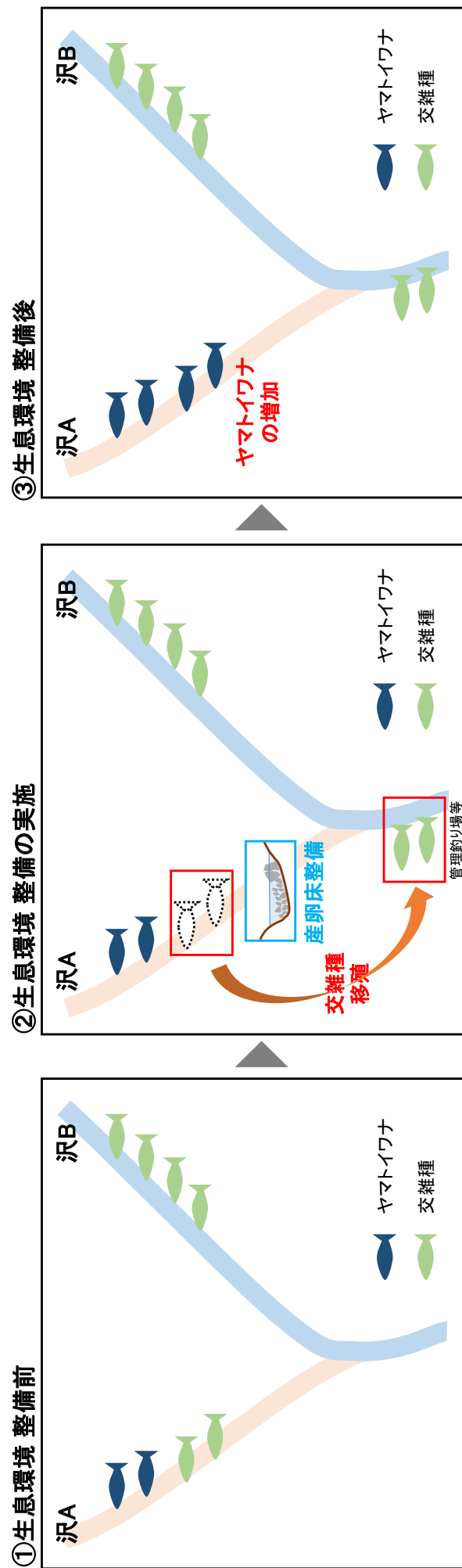


図 4.68 ヤマトイワナの生息環境整備の効果のイメージ

- ・人工産卵床の整備、ニッコウイワナとの交雑個体の捕獲、移殖については、以下の通り実施します。

（人工産卵床の整備）

- ・人工産卵床の整備については、「溪流魚の人工産卵場のつくり方」（水産庁、独立行政法人水産総合研究センター）などの参考資料の他、生物多様性専門部会委員等の助言も踏まえて実施していきます。既に現地において、専門家のご指導を頂きながら試行的に実施しており、今後も引き続き取り組んでまいります（図 4.69）。
- ・人工産卵床は、親魚の生息状況を確認のうえで、秋の産卵期の直前、ないしは産卵期の始まった直後に造成します。
- ・整備箇所については、流れ幅が3mより小さく、図 4.70に示す①～③の条件を満たしている川が理想的とされており、このようなことを念頭においたうえで、生物多様性専門部会委員等にご助言頂きながら選定してまいります。
- ・整備方法としては、図 4.71に示すとおり、スコップ等の工具により人力にて施工することを考えており、イワナ等が好んで産卵する「淵尻のかけあがり」を造成してまいります。
- ・造成後は定期的に観察を行い、落ち葉の清掃や重複産卵の管理等を行います。また、人工産卵床は自然の動的变化により形状等が変化することが考えられることから、必要により1年に1回程度造成し直すことも考えています。

（ニッコウイワナとの交雑個体の捕獲、移殖）

- ・西俣上流部に生息する人為的に移入されたニッコウイワナとの交雑個体については、地元の関係者と相談の上、木賊～二軒小屋間の管理釣り場等へ移殖することを検討します。なお、専門家等のご助言を頂きながら、外見上の特徴から明らかに交雑種と判断される個体について移殖を実施します。
- ・一方で、「まもりたい静岡県の野生生物―県版レッドデータブック―動物編2004」（平成16年3月、静岡県環境森林部自然保護室）において、ヤマトイワナの保護対策として「既にニッコウイワナと置き換わったところは、速やかにそれを排除してヤマトイワナに戻すべき」と記載されていることから、交雑個体を他の沢へ移殖するのか、もしくは排

除するのかについては、静岡県や地元の関係者とも相談のうえ、検討してまいります。



図 4.69 人工産卵床整備の実施状況

J R 東海撮影



図 4.70 人工産卵床の整備に適した箇所

出典：「溪流魚の人工産卵場の作り方」（水産庁、独立行政法人水産総合研究センター）より

1 造成する場所を選ぶ

水深が成立しない程度の流速（毎秒5～30cm）の、水深が10～30cmの淵や瀬に造成します。完成した産卵場の長さは1～3mです。流れ幅が1～3mの川につくるので、造成後の面積は1～9㎡になります。

2 水深が20～40cmになるように川底を掘り下げる

流れ幅が1m程度の川の場合は水深20～30cm、3m程度の場合は水深30～40cmになるように、1～3mの長さ（川に沿って）で川底を掘り下げます。はじめからそれだけの深さがある場合は、掘る必要はありません。

掘り下げる際に大きな石があったら、パールやツルハシを使って「この状態」で取り除いて下さい。



3 造成する場所の下流側に、「礎止め」を置く

水深を20～40cmにした場所の下流側に、川を横断するように大きめの石を置きます。これは、このあとに敷く「基礎」の石や、産卵用の「礎」の「止め」の役割をします。

この「礎止め」の石の大きさは、大人がふたりで持ち上げられるくらい（高さ10～20cm、たて横40～60cm）が適しています。小さいと、増水した時に流されてしまいます。

このような石を、まずは川を横断して1列置きます。次に、それらが流されないように、下流側に石を複雑に組み合わせるようにして2～3列置きます。

「礎止め」として、石の代わりに丸太を使うという方法もありますが、石のほうが自然に見えて景観的に違和感がありません。



4 「礎止め」の上流側に、こぶしくらいの大きさの石を1～2層敷く

「礎止め」の上流側に、大人のこぶしくらいの大きさの石を敷きます。これはいわば、人工産卵場の「基礎」にあたります。

「基礎」は石を3段敷かせた3層構造が理想的です。しかし、川が小規模だと、水深が浅かったり、川底を深く掘り下げられないので、1層でも構いません。水深が20cm程度で、川底を掘り下げられない場合は「基礎」はなくても良いでしょう。

「基礎」の役割は透水性です。卵は十分な酸素を必要とするため、水がよく通り抜けるようにします。そのため、石をがちがちに組み合わせるのではなく、少し余裕を持って隙間ができるように置きます。



5 直径1～3cmの礫を、厚さが5～10cmになるように敷く

「基礎」の上に、直径1～3cmの「礫」を厚さが5～10cmになるように敷きます。面積はこの「礫」を割ってくぼみをつくり、そこに卵を産みます。

「礫」を敷いたあとの産卵場の上流端の水深が20～30cmになるようにします。そして、そこから下流に向かって徐々に水深が浅くなるようにし、「礎止め」の上の部分（越流部）の水深が約5cmになるようにします。このような川底の状態を「淵尻のかけあがり」といいます。イワサ、ヤマメ、アマゴともに、このような場所で好んで産卵します。

産卵場に泥や砂が多いと、透水性が低下して卵やふ化した仔魚に十分な酸素が供給されなくなり、生まれてくる稚魚の数が減ります。泥や砂をできるだけ取り除いた礫を敷きましょう。

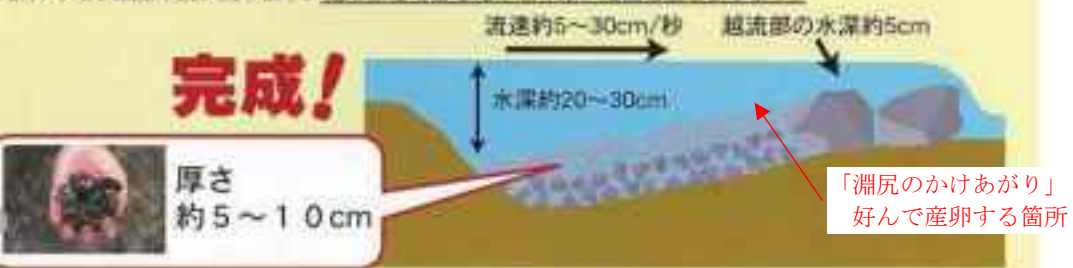


図 4.71 人工産卵床の整備イメージ

出典：「溪流魚の人工産卵場の作り方」（水産庁、独立行政法人水産総合研究センター）に一部加筆

(2) 地上部分の改変等に伴う影響への具体的な対応

1) 回避・低減・代償措置の具体的な内容

- ・地上部分の改変に対する環境保全措置を表 4.11 に示します。
- ・環境保全措置の検討にあたっては、まずは環境影響の回避又は低減措置を図り、やむを得ず回避又は低減が困難な場合において、代償措置を実施することとしています。
- ・なお、燕沢付近の発生土置き場について、既に植物（重要種）の移植・播種を実施済みですが、工事にあたって改めて植物の調査を実施し、必要により移植・播種等の対策を実施します。また、動物については、希少猛禽類の生息・繁殖状況は継続的に調査しています。その他の動物についても、これまでに実施した調査結果等を踏まえ、生物多様性専門部会委員にもご相談のうえ、調査対象種を選定のうえ工事にあたって改めて調査を実施します。さらに、静岡市が継続的に実施されている南アルプス環境調査の結果も情報共有させて頂き、施工計画や環境保全計画の深度化等に活用してまいりたいと考えています。
- ・西俣、千石非常口、樺島の各ヤードの施工計画及び環境保全計画を一例として資料編「資料2 工事施工ヤードの施工計画、環境保全計画」に記載しています。トンネル掘削工事にあたっては、各工事施工ヤード、発生土置き場の施工計画、環境保全措置及び管理計画について、「環境保全計画」として取りまとめ、静岡県等へ報告のうえ公表します。
- ・また、工事用道路（林道東俣線）の舗装については、図 4.78 のとおり待避所等も含めて通行に必要な幅員は確保するものの、路肩等には未舗装部分も残すことで昆虫類の水飲み場の確保に配慮してまいります。

表 4.11 地上部分の改変箇所における環境保全措置（回避、低減、代償）

措置の 区分	項目	内容
回避 低減	①工事に伴う改変区域をできる限り小さくする	工事施工ヤード内に設置する諸設備を検討し、設置する設備やその配置を工夫すること等により生息環境の改変をできる限り小さくすることで、生息・生育環境への影響を回避又は低減する。
回避 低減	②重要な種の生息地の全体又は一部を回避	重要な種が生息・生育する場合には、その生息・生育地の全体又は一部を回避することで、生息・生育環境への影響を回避又は低減する。
回避 低減	③側溝及び注意看板の設置	工事で使用する道路に必要な応じて土側溝や横断側溝、注意看板を設けることで、重要な両生類が道路上で事故にあうことを回避又は低減する（図 4.72 参照）。
低減	④処理設備、浄化装置及び仮設沈砂池の設置	濁水等の発生を抑えることで、魚類等の生息環境への影響を低減する（図 4.73 参照）。
低減	⑤低騒音・低振動型の建設機械の採用	低騒音・低振動型の建設機械の採用により、騒音、振動の発生を抑えることで、重要な猛禽類の生息環境への影響を低減する（図 4.74 参照）。
低減	⑥トンネル坑口への防音扉の設置	トンネル坑口に防音扉を設置することにより、騒音の発生を抑えることで、重要な猛禽類の生息環境への影響を低減する。
低減	⑦コンディショニングの実施	段階的に施工規模を大きくし、徐々に工事に伴う騒音等に慣れさせること等で、重要な猛禽類の生息環境への影響を低減する（図 4.75 参照）。
低減	⑧照明の漏れ出しの抑制	設置する照明については、専門家等の助言を得つつ、極力外部に向けないような配慮による漏れ光の抑制、昆虫類等の誘引効果が少ない照明の採用、適切な照度の設定等を行うとともに、管理上支障のない範囲で夜間は消灯するなど点灯時間への配慮を行うことで、走光性の昆虫類等の生息環境への影響を低減する。
低減	⑨資材及び機械の運搬に用いる車両のタイヤの洗浄	資材及び機械の運搬に用いる車両のタイヤの洗浄を行うことで、外来種の種子の拡散を防止する（図 4.76 参照）。
低減	⑩仮囲いの設置、低騒音型の建設機械の採用	仮囲いの設置、低騒音型の建設機械の採用により、騒音の発生を抑えることで、重要な猛禽類の生息環境への影響を低減する（図 4.77 参照）。なお、良好な自然景観の確保という観点から、工事に伴う仮設物等については色、材質等に関する配慮を行う。
代償	⑪重要な種の移植・播種	回避又は低減のための措置を講じても生育環境の一部がやむを得ず消失する場合において、重要な種を移植・播種することで、種の消失による影響を代償する。



図 4. 7 2 林道東俣線における注意看板の設置状況



図 4. 7 3 仮設沈砂池（左）、高度浄化装置（右）の設置状況



図 4. 7 4 排出ガス対策型、低騒音型建設機械の使用状況

工事の施工内容や規模等を段階的に拡大し、徐々に工事に伴う騒音等に慣れさせること等により、猛禽類等の重要な種への影響を低減するために、専門家等の助言を踏まえ、コンディショニングを実施した。

実施状況



クレーン設置状況



クレーン作業状況

(対象工事：宿舎等工事)

- ・西俣宿舎の仮設設備工事を対象に工事規模を段階的に大きくするコンディショニングを実施した。

(実施内容)

- ・クレーンの存在に馴化するように、1日目は存置のみを行い、作業は2日目以降に行った。

(実施期間)

- ・クレーン作業 令和元年6月11日～令和元年6月12日

(実施結果)

- ・コンディショニング実施時において、対象ペアの警戒行動は確認されず、作業による行動の変化が見られなかったことから作業中断はせず、作業を継続した。また、コンディショニング実施後の定点観察の調査においても、飛翔が引き続き確認されている。

図 4.75 猛禽類のコンディショニングの実施状況

※「令和元年度における環境調査の結果等について【静岡県】」（令和2年8月）より



図 4.76 タイヤ洗浄の実施状況



図 4.77 景観に配慮した作業員宿舎と仮囲いの例



図 4.78 林道東俣線における舗装状況

2) 河畔林の復元、発生土置き場の緑化計画

- ・工事施工ヤード設置に伴い、必要な伐採を行った河畔林の復元や、発生土置き場の緑化を行うことにより、地域の森にできるだけ近い形に再生することで、その地域に適応した生態系を育成し、環境保全、自然災害の防止、そして将来、持続的に利用可能な森の復元を目指します。

① 河畔林の復元箇所

- ・準備工事において、必要な伐採を行った西俣ヤードにて、工事と並行して河畔林の復元を行うための植樹を図 4.79 の範囲で進める予定です。植樹範囲は、宿舍の建設および撤去時に支障しない範囲を選定しております。植樹密度は 1 m^2 当たり1本を考えています。
- ・樹種は、当該地域の河畔林として主要種であった、ヤナギ類やハンノキ等を計画しています。使用する苗木は、発生土置き場の緑化で育成するものと考えています。

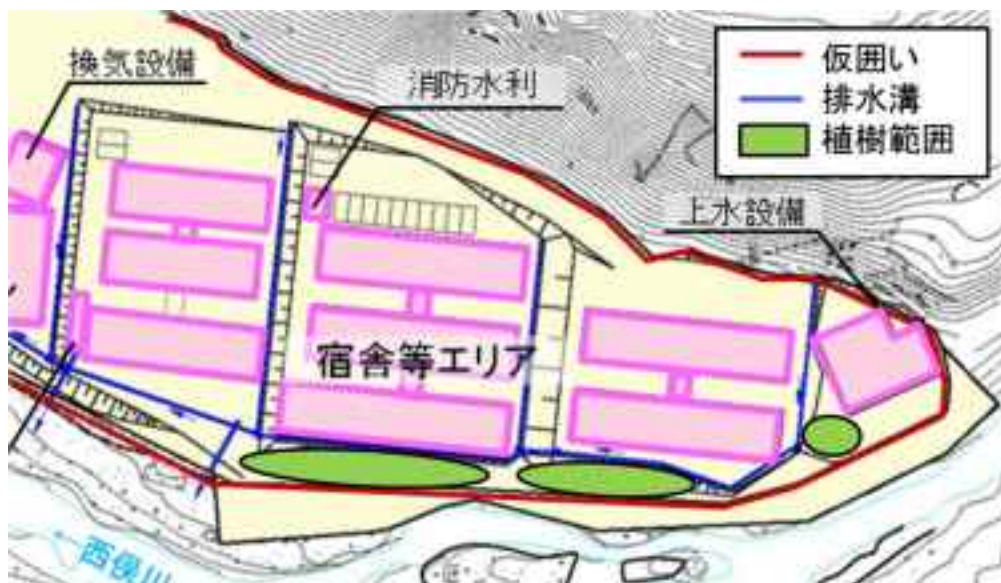


図 4.79 西俣ヤードにおける植樹範囲

② 発生土置き場の緑化計画

- ・南アルプスの気象条件は市街地と異なり厳しい条件下であるため、早期の緑化が難しいと認識していますが、「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き」（平成25年1月、国土技術政策総合研究所）等を参考に、造成地域の表土や造成地域に生育する在来植物の種子などをできるだけ活用した方法により、計画的に整備を進めていきます。
- ・計画にあたっては、静岡空港建設時の「郷土樹種による緑化」や、富士山麓の植樹など、静岡県内で過去に実施された緑化事業を参考にして進めていき

ます。

ア. 樹種の選定

・南アルプスの植生は、大きく落葉広葉樹林と混合林（落葉広葉樹と常緑針葉樹）に分けられます。落葉広葉樹林では優勢木のブナを中心にミズナラ、イタヤカエデ、オオバヤナギ、シデ類などが混在しており、混合林では優勢木のモミ、ツガ、ブナ、その他にウラジロモミ、ミズナラなどが混在し、混合林を形成しています。以上の植生を踏まえ、植樹する樹種は下記を予定しています。

- ・ブナ科（ブナ、ミズナラなど）
- ・マツ科（ウラジロモミ、ツガ、トウヒなど）
- ・ヤナギ科（オオバヤナギ、ドロノキ、オノエヤナギなど）
- ・カエデ科（オオイタヤメイゲツ、オオモミジなど）

イ. 発生土置き場の緑化計画

・将来混合林となるように植生後の多様性が望める落葉広葉樹と常緑針葉樹を一定の割合で植樹することを考えていますが、生物多様性専門部会委員等のご意見を踏まえ決定していきます。

・発生土置き場法面の下段には、大井川流域の特徴でもある河畔林としてヤナギ科のドロノキやカエデ類を植樹し、中段はカエデ類やブナ類を中心とした落葉広葉樹林に、上段はマツ科のウラジロモミを中心に、ブナ類との混合林で常緑針葉樹林となるように区分し植樹を計画しています。（図 4.80）



図 4.80 発生土置き場の緑化イメージ図

ウ. ^{なえぎ}苗木の育成

- ・苗木育成に必要となる種子は、林道東俣線の沼平ゲートより以北で採取することを考えています。苗木の育成は、井川地区に^{ほじょう}圃場を整備して行うことを基本に考えていますが、発芽状況や人材確保などの観点、日々の生育環境を考慮したうえで、生物多様性専門部会委員等のご意見を踏まえ決定していきます。育成期間は植樹可能な大きさ（樹高30cm程度）になるまでの2～3年間程度を考えています。

エ. ^{しゅびょう}種苗スケジュール

- ・発生土置き場の造成工程に合わせて生産量を想定し、1m²当たり1本を基本として年間最大1万5千本～2万本程度を考えていますが、生物多様性専門部会委員等のご意見を踏まえ樹種等により決定していきます。種苗スケジュールは図4.81のように考えています。

種 苗 樹 木	1 年 目			
	春（4～6月）	夏（7～9月）	秋（10～12月）	冬（1～3月）
ブナ科 （ヒズナラ、ブナ、他）	▽採取木選定	▽採取木選定	▽採取・育苗箱に播種 （種の一部は冷蔵貯蔵）	育苗箱に播種▽ （貯蔵した種子）
ヤナギ科 （オオバヤナギ、 ヤロノキ、他）	▽採取木選定	▽採取木選定 △採取・育苗箱に播種		鉢上げ▽
種 苗 樹 木	2 年 目			
	春（4～6月）	夏（7～9月）	秋（10～12月）	冬（1～3月）
ブナ科 （ヒズナラ、ブナ、他）	▽鉢上げ		▽鉢上げ	
ヤナギ科 （オオバヤナギ、 ヤロノキ、他）				
種 苗 樹 木	3 年 目			
	春（4～6月）	夏（7～9月）	秋（10～12月）	冬（1～3月）
ブナ科 （ヒズナラ、ブナ、他）				種苗完了▽ （植栽可能）
ヤナギ科 （オオバヤナギ、 ヤロノキ、他）				種苗完了▽ （植栽可能）

図 4.81 種苗のスケジュール案

オ. 植樹方法

- ・植樹は、春先に 1 m²当たり 1 本の密度で行うことを考えています。植え付け後、苗木の乾燥対策や、根鉢^{ねばち}と埋戻し土の密着を改善し、苗木の活着を促すための灌水^{かんすい}を行います。また、専門家や自治体と調整を行い、植樹の際には静岡市民や静岡県民の方に参加していただくなど、市民参加型の植樹を計画しています。

※灌水：植物に水を与えること。

カ. 施工中・施工後の管理

- ・獣害による樹木被害が多く発生している地域であるため、その対策として獣害防止柵（ネット）の設置を行います。数年間に分けての植樹となるので、その都度、植え終わった場所を囲うように獣害防止柵を設置します。（図 4. 8 2）



図 4. 8 2 獣害防止柵の設置例（千枚小屋付近）

キ. 植生基盤

- ・植生基盤の構成は、マニュアル※より、図 4.83 の通りをイメージしていますが、各層の厚さなどは生物多様性専門部会委員等のご意見や植樹する樹種等により決定していきます。

※ 植栽基盤整備技術マニュアル

(平成11年1月、財団法人日本緑化センター)

- ・また、現地の表土は礫が多く養分に乏しいため、現地の表土に加えて良質土（購入土）に堆肥を混合して植生基盤材とすることを考えています。
- ・表層には土の乾燥防止・雑草防止・土の急な温度変化による根の保護等の植物保護や、土砂の流出防止等を目的に、マルチング材※を10cmほどの厚さで敷くことを考えています。

※ マルチング材：現地で伐採した樹木の枝や幹を破砕した材料

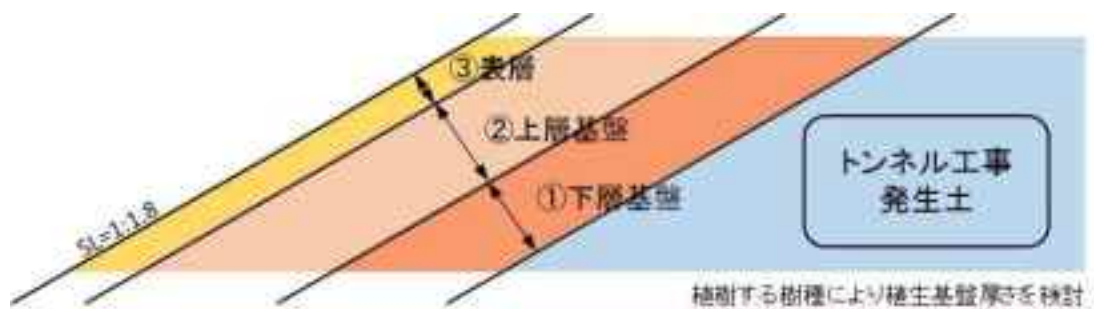


図 4.83 植生基盤 イメージ図

(3) 計測・調査の具体的な内容

1) 河川や沢における流量・流況の計測計画

① 具体的な計測計画

- ・河川や沢における流量計測について、計測項目、計測地点、目的を整理すると表 4.12 のとおりとなります。具体的な測定地点を図 4.84 に示します。なお、図 4.84 は静岡市が実施した水収支解析における地下水位（計算上）予測値の低下量図と重ね合わせてお示ししています。

表 4.12 河川や沢の流量・流況計測地点の概要

分類	計測地点	目的	計測時期・頻度
常時計測地点 (4 地点)	西俣測水所、東俣測水所、木賊測水所 樫島	西俣川、大井川（東俣）、大井川本流それぞれで計測し、河川流量への影響を全般的に確認 トンネル湧水を河川に流す樫島で計測し、トンネル掘削による変化を確認	・工事前：常時²⁾ ・工事中：常時²⁾ ・工事後：常時²⁾ （水位計による連続計測を基本 ³⁾ ）
	赤石ダム貯水池	流入量データを活用し、影響の程度を確認 ¹⁾	
月 1 回計測地点 (7 地点)	取水堰堤の上流地点等	上流域での水資源利用への影響等を確認	・工事前：月 1 回 ・工事中：月 1 回 ・工事後：四季
	赤石沢（新たに追加）	トンネル工事による地下水の影響範囲を確認	
年 2 回計測地点 (38 地点)	トンネル周辺の沢等	沢等の動植物への影響を確認	・工事前：年 2 回（豊水期、低水期） ・工事中：年 2 回⁴⁾（豊水期、低水期） ・工事後：年 2 回（豊水期、低水期）
流況の常時監視地点 (8 地点)	地形や現地の気象状況を考慮するとアクセスが極めて難しい沢や、水収支解析の結果、流量減少が予測される沢のうち、アクセスが難しい沢	沢等の動植物への影響を確認	・工事前：日 1 回 ・工事中：日 1 回 ・工事後：日 1 回

1) 上流部の発電所からの放流による人為的な変動が生じるため、月平均流量に換算した値を参考値として確認。

2) 流量の常時計測は 1 時間ごとの流量を計測。

3) 樫島付近の流量の常時確認の具体的な方法について、今後検討、実施していきます。

4) トンネル切羽が交差する沢の集水域に入った際には、頻度を増加

- ・このうち、赤石沢については、国土交通省の有識者会議に提示した解析結果より、トンネル掘削前と掘削後の地下水位の差（地下水位低下量）の予測結果が図 4.84 のとおり、赤石沢付近及び榎島付近ではトンネル本坑近傍に比べて極めて小さくなっていることから、このことを工事中において確認するために実施することとしたものです。また、赤石沢付近においては、解析において、トンネル掘削の影響により地下水の地表湧出量が僅かに減少することが確認されたため、赤石ダム貯水池への流入量データ等を活用し、影響の程度を確認します。
- ・また、沢については、動植物への影響を確認するため、アプローチが可能な 38 箇所を計測地点として選定しています。計測頻度は年 2 回（豊水期（8 月）、低水期（11 月）を基本）としていますが、トンネル切羽が交差する沢の集水域に入った際には頻度を上げて実施します。
- ・上記の計測に加え、地形や現地の気象状況を考慮するとアクセスが極めて難しい沢や、水収支解析の結果、流量減少が予測される沢のうち、アクセスが難しい沢を対象に、監視カメラを設置して常時流況を監視する方法の検討を進めており、既に一部の地点では監視を始めています（「4 （3） 1）② 西俣上流部における常時監視」参照）。西俣、千石、榎島の各ヤードに降水量等の観測箇所を設置し、沢の流況・流量との相関性を確認していきます。
- ・また、動植物についても、「4 （3） 3）水生生物の調査計画」に記載のとおり、調査を実施します。

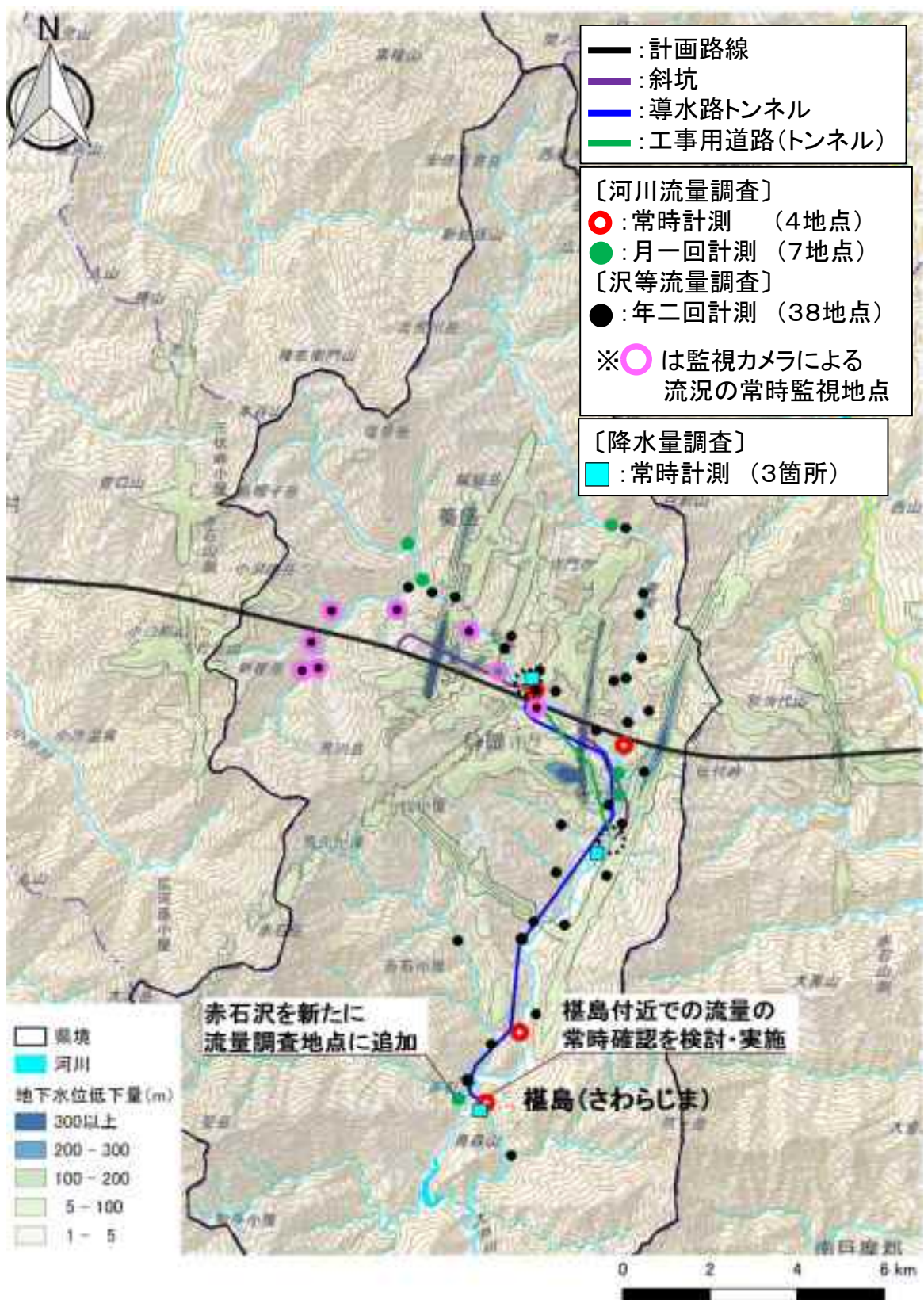


図 4.84 沢等の流量計測地点

(下図は静岡市モデルによる地下水位(予測値)低下量図)

② 西俣上流部における常時監視

- ・西俣非常口より上流部は、電気や通信環境、道路等が整備されておらず、西俣川や小西俣に沿ってV字谷が続き、厳冬期は積雪も多く、徒歩でのアプローチが困難な地域です。



※撮影日：平成31年3月13日

図 4.85 厳冬期における現地状況（西俣非常口～蛇抜沢）

- ・こうした沢においても、トンネル掘削による沢の流量減少を早期に検知するため、現在、実施している沢等の流量の測定（年2回（8月、11月を基本））に加え、沢の流況を常時監視可能な方法として、監視カメラの設置を行います。

ア. 候補地の選定

- ・地形や現地の気象状況を考慮するとアクセスが極めて難しい沢や、水収支解析の結果、流量減少が予測される沢のうち、アクセスが難しい沢を候補地とし、河川との合流部付近を監視地点として検討を進めることとしました。



図 4.86 沢の流況の常時監視地点（候補地）

イ. 監視機器の検討

- ・選定した候補地は、前述のとおり、電気や通信環境が未整備で、車両が通行できる道路等も基本的に整備されていないことから、電源の確保、通信システムの整備、資機材の運搬等が主な課題となっていました。
- ・そこで、カメラによる撮影及びデータの送受信は1回/日を前提として机上検討を行い、静岡県と意見交換を行った後の令和2年5月から、現地試験を開始しました。その結果、主な課題に対しては、以下の方針で進めることとしました。
- ・電源は、太陽電池パネルとバッテリーを併用して確保することとしました。
- ・システムの整備は、机上検討の段階では省電力広域無線ネットワークを現地で整備することを考えていましたが、現地調査の結果、無線の中継点が想定より多く必要であることが判明し、システム構成も複雑になることから、監視地点から衛星携帯電話網を通じて画像を送信することとしました。
- ・資機材の運搬を考慮し、資機材そのものの小型、軽量化を検討しました。



図 4.87 現地試験状況（魚無沢）

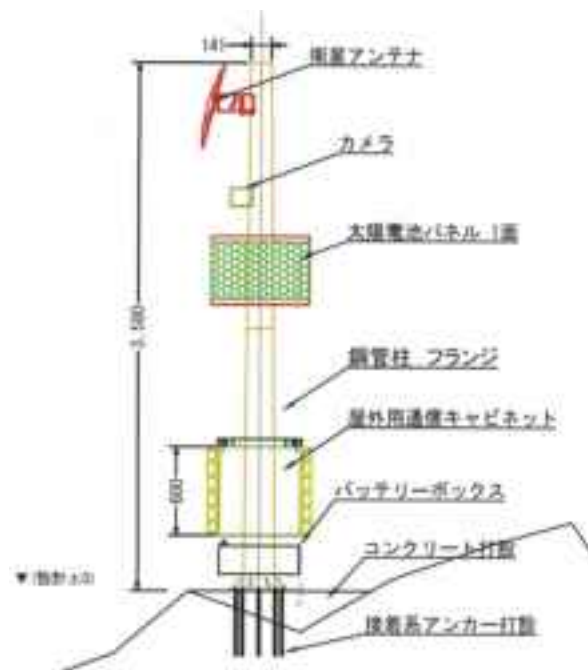


図 4.88 監視機器の概要図（監視カメラ）

ウ. 監視機器の設置、運用

- ・検討結果を踏まえ、トンネル掘削を開始した場合に影響が出る可能性が早い順に、令和2年は悪沢、蛇抜沢の2箇所、令和3年は新蛇抜沢において、監視機器を設置しました。
- ・なお、冬季にカメラによる撮影及びデータ通信が安定した状態で実施可能かどうかということも課題として考えていましたが、冬季を含めてカメラによる撮影及びデータ通信は安定した状態で運用を続けています。
- ・今後も残りの箇所に機器を設置していくとともに、気象データとも関連付けた画像データの蓄積を行います。



悪沢



蛇抜沢

図 4.89 沢の流況を常時監視するカメラの現地設置状況

降雨前 (2021 年 8 月 12 日)



悪沢

西俣川

降雨後 (2021 年 8 月 15 日)



悪沢

降雨前 (2021 年 8 月 12 日)



蛇拔沢

西俣川

降雨後 (2021 年 8 月 14 日)



蛇拔沢

図 4.90 カメラによる流況の画像例

2) 排水放流河川における水質等の計測計画

- ・水質管理については、「4 (1) 3) ② 河川放流前の水質等の適切な管理」に記載のとおり、トンネル湧水等は処理設備等により処理し、処理後の水質を継続的に監視するなど河川放流前の水質管理を前提としていますが、放流先河川における水質等についても、計測を実施します。
- ・なお、計測計画については、水資源の観点から国土交通省の有識者会議においても議論が行われており、その内容も踏まえて決定いたします。

① トンネル工事排水の放流先河川

ア. 計測項目

- ・SS、pH、電気伝導度（EC）、DO、重金属等8項目※、水温

※ 重金属等の計測項目は、土壤の汚染に関わる環境基準の対象物質のうち、自然由来で岩石・土壤中に存在する可能性のある8項目（カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ほう素）を考えています。

イ. 計測箇所

- ・トンネル工事排水を放流する箇所（図 4.9 1 参照）

ウ. 計測時期、頻度、地点

- ・表 4.1 3 参照

表 4.13 河川の水質、水温の計測時期、頻度（トンネル）

項目	時期・頻度	地点
・ S S (濁度換算) ・ p H ・ E C ・ D O	・ 工事前：常時 ・ 工事中：常時 ・ 工事後：工事完了後の湧水放流箇所である坑口（導水路トンネル）において、将来に亘って、継続して計測を実施。工事完了後、放流を実施しない箇所においては、放流先河川の水質が定常的な状態になるまでの間、計測を実施。	排水放流箇所の下流地点（ただし、予め定めた管理値を超えた場合などは、上流地点においても調査を実施）
重金属等 8 項目	・ 工事前：毎月 1 回 ・ 工事中：毎月 1 回 ・ 工事後：工事完了後の湧水放流箇所である坑口（導水路トンネル）において、将来に亘って、継続して計測を実施。工事完了後、放流を実施しない箇所においては、放流先河川の水質が定常的な状態になるまでの間、計測を実施。	・ 工事前：排水放流箇所の下流地点 ・ 工事中、工事後：排水放流箇所の上流・下流地点
水温	・ 工事前：常時 ・ 工事中：常時 ・ 工事後：工事完了後の湧水放流箇所である坑口（導水路トンネル）において、将来に亘って、継続して計測を実施。	排水放流箇所の下流地点を基本とし、川の状況により追加する。

※ S S（濁度換算）、p H、E C、D O、水温の常時計測の具体的な方法について今後検討、実施していきます。なお、濁度の計測機器は、センサー部のワイパー洗浄装置を有するものを選定するなどして、精度を保つことを考えています。

※ 重金属等については、発生土に含まれる自然由来の重金属等が基準値を超過していた場合には、頻度を 1 回／日にして確認を行います。



図 4.91 河川の水質・水温の計測地点（トンネル）

② 発生土置き場（通常土）からの排水の放流先河川

ア. 計測項目

- ・ S S、p H、E C、重金属等 8 項目

イ. 計測箇所

- ・ 発生土置き場（通常土）からの排水を放流する箇所（図 4.92 参照）

ウ. 計測時期、頻度、地点

- ・ 表 4.14 参照

表 4.14 河川の水質の計測時期、頻度（発生土置き場）

項目	時期・頻度	地点
・ S S ・ p H ・ E C ・ 重金属等 8 項目	・ 工事前：毎月 1 回 ・ 工事中：毎月 1 回 ・ 工事後：将来に亘って、継続的に実施	・ 工事前：排水放流箇所の下流地点 ・ 工事中、工事後：排水放流箇所の上流・下流地点

※排水の状況によっては、頻度を変更いたします。

※大規模な降雨があった場合などには、現地の状況を確認します。

※発生土置き場（遮水型）からの排水の水質等の計測については、他事業の事例なども参考に、専門家のご意見を踏まえて決定してまいります。（資料編「資料3 発生土置き場の計画」参照）



図 4.92 河川の水質の計測地点（発生土置き場）

※図の測定地点は、全ての候補地を活用する計画とした場合であり、今後の発生土置き場計画の具体的な検討結果を踏まえ、必要により計測計画の見直しを行う。

③ 生活排水の放流先河川

ア. 計測項目

- ・ B O D、p H、S S、D O、大腸菌群数、水温

イ. 計測項目

- ・ 生活排水を放流する箇所の上流・下流地点（図 4.93 参照）

ウ. 計測時期、頻度

- ・ 表 4.15 参照

表 4.15 河川の水質の計測時期、頻度（生活排水）

計測項目	計測時期・頻度
・ B O D ・ p H ・ S S ・ D O ・ 大腸菌群数	・ 工事前：1 回（低水期） ・ 工事中：毎年 1 回（低水期）※ ・ 工事後：放流先河川の水質が定常的な状態になるまでの間、計測を実施。
水温	・ 工事前 1 年間：月 1 回 ・ 工事中：毎月 1 回 ・ 工事後：放流先河川の水温が定常的な状態になるまでの間、計測を実施。

※生活排水の放流開始後 1 年間及び作業員が最大となる 1 年間は、それぞれ初期及び最盛期における処理状況を確認するために、1 回／月の頻度で実施（異常値を確認した場合などは継続して 1 回／月の頻度で実施）。



図 4.93 河川の水質・水温の計測地点（生活排水）

3) 水生生物の調査計画

- ・トンネル掘削に伴う水生生物への影響については、工事前と工事中の生息状況を比較することで、確認します。
- ・そこでまずは、工事前の水生生物の生息状況を把握するため、工事前の現段階において、水生生物の詳細な調査を実施します。調査の結果は、工事前のバックグラウンドデータとして取りまとめ、静岡県、専門部会委員へ報告し、ご確認頂きます。
- ・工事中については、沢は切羽が沢の集水域に入った際に、河川本流はトンネル湧水等の河川への放流開始後に、工事前の調査と同様の調査を実施し、工事前のバックグラウンドデータと比較することで、工事中の水生生物の生息状況の変化を確認します。
- ・水生生物の調査計画は、生物多様性専門部会委員からのご意見を踏まえ、以下のとおり策定しました。
- ・なお、工事前の調査は、既に令和元年度冬季から調査を開始しています。また、令和2年9月に実施した生物多様性専門部会委員との意見交換を踏まえ、令和2年度秋季調査以降は計画の追加・変更を行っており、一部の内容については、令和2年度秋季調査において試験的に実施しました。また、令和2年12月、令和3年2月の生物多様性専門部会でのご意見等を踏まえ、令和3年度春季調査以降においては、さらに一部の調査計画を変更しました。

① 調査項目及び手法

- ・調査項目及び手法を表 4.16 にお示しします。なお、調査項目及び手法に関する詳細は、「④ 水生生物の具体的な調査内容」に記載しています。

表 4.16 調査項目及び手法

調査項目	調査手法	補足説明
魚類の生息状況	標識再捕獲法による任意採集（電気ショックカー、釣り、投網等）	P.4-83 「ア. 魚類の標識再捕獲法による任意採集」 ※一部の沢においてイワナの同定を実施
底生動物の生息状況	定量調査（コドラート法等） ¹⁾	P.4-84 「イ. 底生動物の定量調査」
イワナ類の餌資源等	イワナ類の胃の内容物 ²⁾	P.4-85 「ウ. イワナ類の胃の内容物調査」
	流下昆虫 ²⁾	P.4-86 「エ. 流下昆虫調査」
	落下昆虫 ²⁾	P.4-87 「オ. 落下昆虫調査」
	河川沿いの植物群落の生育状況 ²⁾	各調査範囲及びその周辺において、川の両岸からそれぞれ外側25m程度の範囲で実施
生息環境	流況（川幅、水深、流速等）、周辺植生	P.4-88 「カ. 生息環境（流況、周辺植生）調査」
	水温・水質（pH、DO、SS ³⁾ ）	魚類、底生動物の生息状況調査時に、各地点1箇所にて実施

1) 当初は任意採集による定性調査も実施していたが、生物多様性専門部会委員から定量的な調査が重要とのご意見があったことから、定量調査のみとした。

2) 食物連鎖図を作成する3地点において実施。

3) SSについては、排水放流箇所の下流における調査地点にて実施。

調査項目	調査手法	補足説明
カワネズミの生息状況	環境DNA分析 ⁴⁾	P.4-89 「キ. カワネズミの環境DNA分析」

4) 当初は捕獲調査（トラップ法）も実施していたが、生物多様性専門部会委員から、この手法では捕獲個体が損傷を受ける恐れがあるとのことから、環境DNA分析のみとした。

② 調査地点

- ・生物多様性専門部会委員からのご意見等を踏まえて設定した、魚類、底生動物及びカワネズミの調査地点図をそれぞれ図 4.94 及び図 4.95 に示します。工事排水放流箇所の下流地点や主要な沢等を選定しています。
- ・生物多様性専門部会において、「(イワナ類は) 瀬にいるものが多いが、大きなものは淵にたまっている落枝や落葉についている虫を食べるので、瀬だけ調べたのではわからない。」とのご意見を頂いていますので、イワナ類や底生動物の調査地点は、比較的安定した淵（R型、M型）を有する箇所を優先的に選定しています（資料編「資料10 各種の淵の型と工学的な成因」参照）。
- ・カワネズミの調査地点については、令和2年9月に実施した生物多様性専門部会委員との意見交換における、河川本流ではカワネズミの環境DNAが薄まり検出されない可能性があるため、「河川本流の調査地点は近傍の沢等に地点変更した方が良い」とのご意見を踏まえ、令和2年度秋季調査以降は、沢等に重点を置いた地点配置としています。
- ・なお、希少種保護の観点から、各調査地点の詳細な位置情報等は非公開としています。



図 4.94 魚類、底生動物の調査地点



図 4.95 カワネズミの調査地点

③ 調査時期、頻度

- ・生物多様性専門部会委員からのご意見等を踏まえて設定した調査時期、頻度を以下に示します。

(調査時期)

春季：4月中旬～5月上旬

夏季：7月中旬～8月上旬

秋季：9月中旬～10月上旬¹⁾

冬季：12月上旬～2月下旬²⁾

- 1) 秋季調査について、流下昆虫、落下昆虫の調査を追加したことに伴い、当初の調査時期（10月下旬～11月中旬）から変更を行った。
- 2) 冬季は、主要な地点（西俣、千石、樫島ヤード付近）において調査を実施。なお、落下昆虫の調査については、冬季は実施しない。
 - ※ 現地の状況等によっては、調査時期は変更となる可能性がある。
 - ※ 調査結果を踏まえ、調査時期等は必要により見直しを行っていきます。
 - ※ 河川沿いの植物群落の生育状況調査（食物連鎖図をより精緻なものにするために実施）は適期（夏季～秋季）に1回実施

(調査頻度)

- ・図 4.94、図 4.95 に記載の調査地点において、令和元年度冬季以降、箇所毎に四季別のデータが整うように、調査を実施してきました。各季の調査結果は、その都度静岡県や専門部会委員へ報告してきましたが、今後、四季を通じた調査結果を工事前のバックグラウンドデータとして取りまとめ、静岡県、専門部会委員へ報告しご確認頂きます。
- ・なお、図 4.45 「食物連鎖図作成地点」については、工事箇所周辺の経年的な水生生物の生息状況の変化を確認するため、今後も継続して調査を実施します。

④ 水生生物の具体的な調査内容

ア. 魚類の標識再捕獲法による任意採集

- ・図 4.96 に示す標識再捕獲法による統計的な手法を用いて、各調査地域の魚類の総生息数を推定し、定量的な変化を把握していきます。
- ・令和2年9月に実施した生物多様性専門部会委員との意見交換において、標識再捕獲法による推定を行うにあたっては、魚類の捕獲率が重要とのご意見を頂いており、調査手法は電気ショッカーに加えて、令和2年度秋季調査以降は淵での釣りや投網等も併用しています。
- ・また、令和2年11月に実施した生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえて、イワナのDNA分析による同定について、専門家のご助言を頂きながら令和3年度の夏季調査から実施しています。

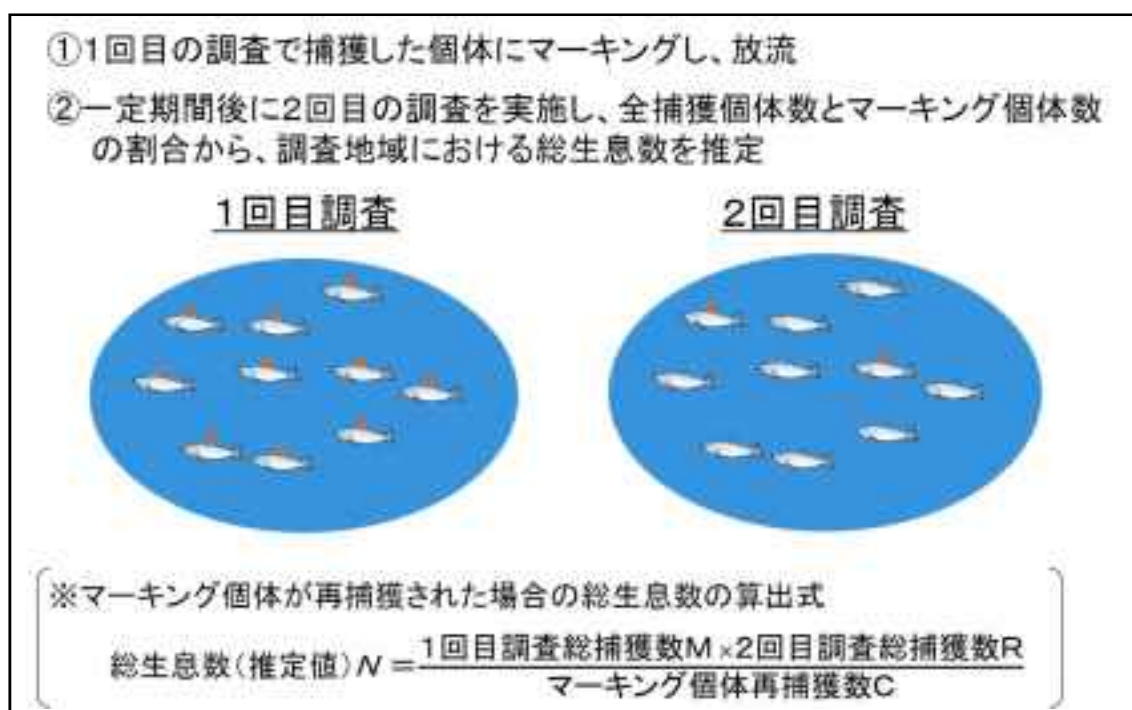


図 4.96 標識再捕獲法による推定方法の考え方

イ. 底生動物の定量調査

- ・流速が速く、膝程度までの水深の瀬のような箇所では、図 4.97のようにサーバーネット（25cm×25cm、目合0.5mm）を用いて、各調査地点で4箇所にて調査を実施します。なお、当初は1地点あたり3箇所で行っていましたが、令和2年9月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえ、令和2年度秋季調査以降は、1地点あたり4箇所で行って調査を実施しています。各調査箇所は、河川流量の増減に伴う生息密度の増減による調査結果への影響を低減するために、調査範囲（100m程度を想定）のなかで調査箇所をずらして行います。
- ・また、令和2年9月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえ、サーバーネットでの採取が困難な淵のような箇所においても、図 4.98のようにタモ網等を用いた定量的な調査を検討、実施しました。各調査地点で適した手法を検討するために、令和2年度秋季調査において試験的に実施しました。試験的に実施した結果、淵での定量採集の方法としては、調査員が立入り可能な淵において、川底約25cm×25cmの範囲を足等で攪拌させ、昆虫等が水中で確認されなくなる段階まで何度かタモ網等で採集することを考えています。今後も同様な方法で調査を実施してまいります。



図 4.97 コドラート調査の実施状況



図 4.98 淵での定量調査の実施状況

ウ. イワナ類の胃の内容物調査

- ・図 4.99のように、採捕したイワナ類の口からストマックポンプを用いて胃の内容物を吐出させ、胃の内容物を同定のうえ、種別の個体数、湿重量を計測します。なお、既往文献によりますと、オショロコマ（小型のサケ科）の胃の内容物をストマックポンプにより吸引した際に、体長が10cmより小さな個体で胃の裏返し現象がみられたとされていることから、対象個体への影響を配慮し、体長が10cm未満の個体は胃の内容物調査の対象外としています。
- ・また、令和2年9月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえて、令和2年度秋季調査以降は、胃の内容物調査を実施したイワナ類は、体長のほかに体重も計測し、消化管中に食物がどの程度つまっているかを表す指標である充満度（‰）＝（胃内容物重量÷イワナ個体の体重）×1000も合わせて確認しています。
- ・さらに、令和元年度に実施した調査では、イワナ類の捕獲率が低かったことから、令和3年度の調査以降では、**釣りや投網の方法等について、専門家のご助言を踏まえながら調査を行いました。**



図 4.99 胃の内容物調査の実施状況例（左）及び胃内容物例（右）

エ. 流下昆虫調査

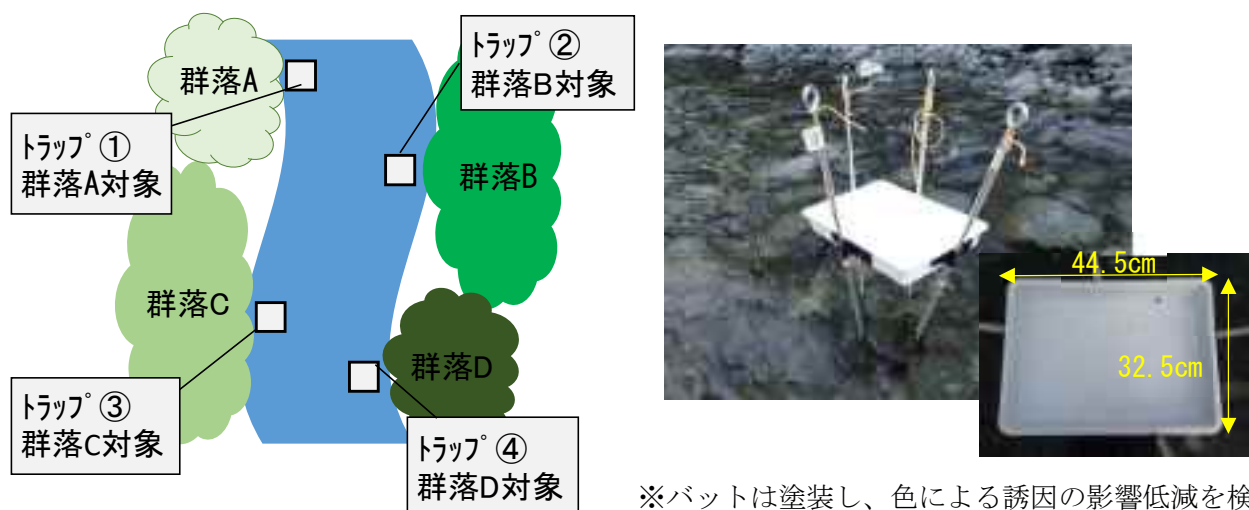
- ・令和2年9月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえて、イワナ類を中心とした食物連鎖図をより精緻なものにするために、河川内を流下してくる昆虫類の調査を実施します。なお、令和2年度秋季調査において、試験的に実施しました。
- ・各調査地点の下流端において、図 4.100 のようにサーバーネット（50 cm×50 cm）を河川内に1箇所設置し、ネット内に入ってくる落葉などは取り除きながら、調査を行いました。
- ・令和2年度秋季調査における調査時間は、調査員の安全等を考慮し、午前から午後にかけて、安全に調査することが可能な時間帯のうち、午前と午後の2回（各1時間程度）で実施しました。
- ・令和2年度冬季調査以降は、令和2年11月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえ、調査時間は、安全に調査することが可能な時間帯のうち、午前のなるべく早い時間帯及び午後のなるべく遅い時間帯の2回（各1時間程度）で実施し、サーバーネットは河川内に2箇所設置して調査を実施しています。
- ・採取された流下昆虫については、種別の個体数及び湿重量を計測します。



図 4.100 流下昆虫調査の実施状況例（令和3年度春季調査：西俣地点）

オ. 落下昆虫調査

- ・令和2年9月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえて、イワナ類を中心とした食物連鎖図をより精緻なものにするために、河川内に落下する昆虫類の調査を実施します。なお、令和2年度秋季調査において、試験的に実施しました。
- ・令和2年度秋季調査においては、各調査範囲の周辺における河畔林の近くに調査機材を1地点あたり3箇所程度設置しました。令和2年度冬季調査以降は、令和2年11月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえ、図4.101のように機材はできる限り水面近くに設置するようにしています。
- ・令和2年度秋季調査における調査時間は、調査員の安全等を考慮し、午前から午後にかけて、安全に調査可能な時間帯において実施しました。
- ・令和2年度冬季調査以降は、令和2年11月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえ、調査は安全に調査することが可能な時間帯のうち、午前のなるべく早い時間帯から午後のなるべく遅い時間帯にかけて実施しています。
- ・採取された落下昆虫については、種別の個体数及び重量を計測します。



**図 4.101 落下昆虫調査の調査位置イメージ（左）、
実施状況（令和3年度春季調査：榎島地点）（右）**

カ. 生息環境（流況、周辺植生）調査

- ・令和2年9月の生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえて、水生生物の生物量の変化とともに、生息空間の変化を把握するために、流況（川幅、水深、流速等）や周辺植生も調査していきます。なお、令和2年度秋季調査において試験的に実施しています。
- ・各調査地点の調査範囲において、ドローン（UAV）等を用いて河道の写真撮影を行い、オルソ画像を作成のうえ、河道表面積の算出を行います（算出例は図4.102参照）。また、各調査地点における各々の淵では水深や幅を計測し、瀬については代表断面1箇所において川幅、水深、流速を計測します。さらに、周辺の植生の状況の変化が確認できるように、調査範囲における川の両岸からそれぞれ外側約25m程度の範囲において、ドローン（UAV）等を用いて写真撮影を行っています。
- ・沢等の急峻な場所で、ドローン（UAV）等による調査が困難な地点では、代表断面1箇所において、川幅、水深、流速を計測し、周辺植生の状況の変化が確認できるように地上から全景写真の撮影を行っています。
- ・なお、底生生物の生息可能な空間のサイズや質の変化を予め予測、評価することについては、文献調査等を行った結果、その手法を見出すことはできず、実施することは困難であると考えています。
- ・一方、令和2年9月に実施した生物多様性専門部会委員との意見交換において、委員からは予め予測・評価することは難しいため、工事前の状況を把握のうえで、工事中の変化を確認していくべき、とのご意見を頂いております。工事前の段階から生息環境の状況を詳細に把握し、そのうえで工事中も変化を確認していきます。

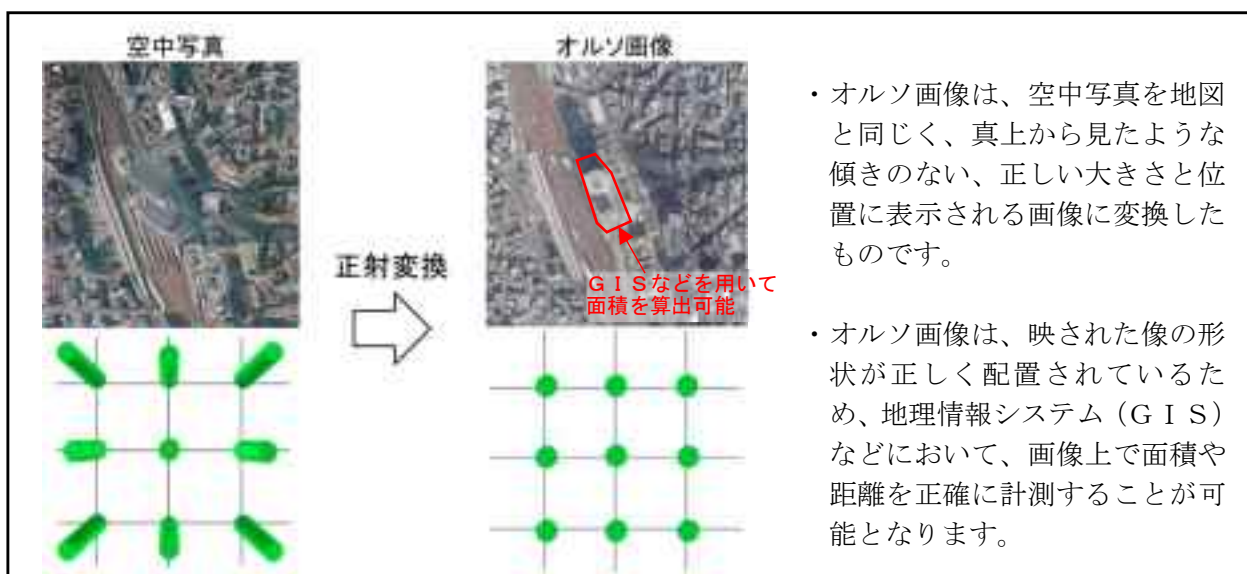


図 4.102 オルソ画像による表面積の算出例について

キ. カワネズミの環境DNA分析

- ・調査地点付近の河川水を採水し、カワネズミを対象としてDNAの抽出、分析を実施します（図 4.103 参照）。
- ・採水は、各調査地点において、河川の流心及びその左右岸の3箇所において、それぞれ午前、午後に1回実施し、合計6サンプル採水します。なお、調査、作業方法は、「環境DNA調査・実験マニュアル Ver.2.1」（2019年、一般社団法人環境DNA学会）を参考としました。

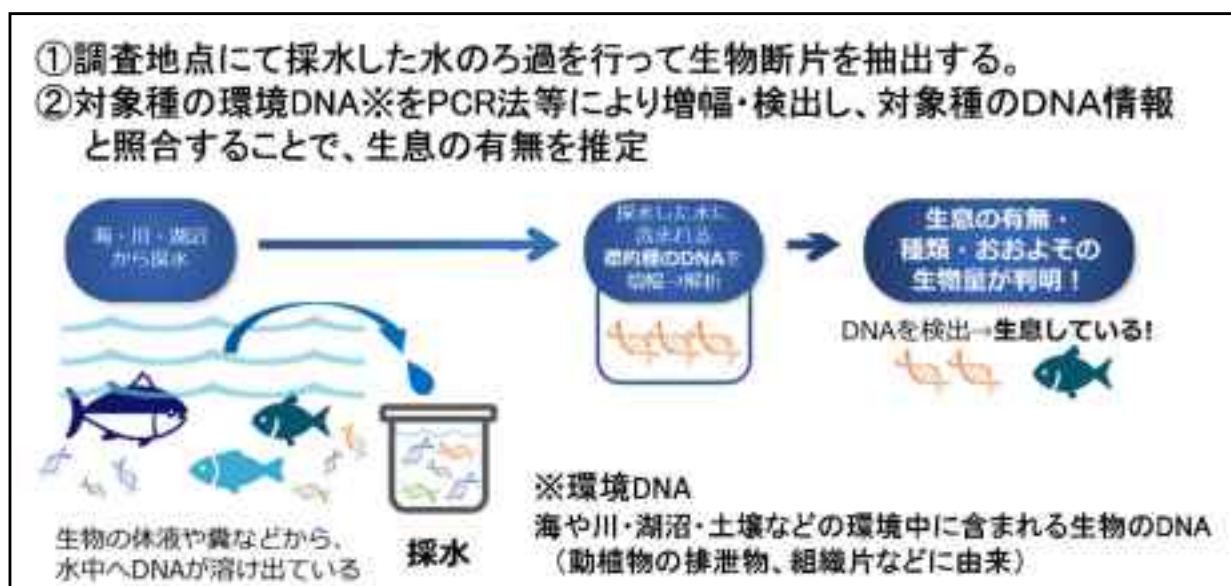


図 4.103 環境DNA分析について

出典：「株式会社 環境総合リサーチ」HP資料をもとに作成

4) イワナ類を中心とした食物連鎖図の作成と評価

- ・環境影響評価時の現地調査結果、静岡市が実施した現地調査結果及び文献調査結果等をもとに、水生生物を中心とした食物連鎖図を整理し、令和2年9月に実施した生物多様性専門部会委員との意見交換でのご意見を踏まえたものを作成しました。この既往の調査結果による食物連鎖図は、資料編「資料11 既往の調査結果による食物連鎖図（西俣、夏季）」に記載しています。
- ・一方、同意見交換において、実際の水生生物の調査では、イワナ類の胃の内容物調査や流下・落下昆虫の調査により、餌資源の構成種や生体量の変化を把握し、これらの調査結果をもとにイワナ類を中心とした食物連鎖図を作成のうえ、工事中はその図の変化を見ることによって、イワナ類の生息環境への影響を評価した方が良くとのご意見がございました。このため、当社が令和元年度冬季から実施している水生生物の調査結果をもとに、改めてイワナ類を中心とした食物連鎖図を作成しました。
- ・この食物連鎖図は、生物多様性専門部会委員からのご意見も踏まえ、当初計画していた西俣川（柳島付近）、大井川（樫島付近）に加え、北俣・中俣合流部においても作成を行っています（図4.104参照）。また、食物連鎖図は、それぞれの地点において、四季それぞれで作成を行っています。



図 4.104 イワナ類を中心とした食物連鎖図作成地点

- ・イワナ類を中心とした食物連鎖図のうち、例として、大井川（樫島付近）の地点における令和3年度春季調査結果をもとに作成したものを図 4.105 にお示しします。
- ・図 4.105 のとおり、令和3年度春季調査で大井川（樫島付近）で捕獲されたイワナ類は、環境中に存在する餌資源のうち、水域に生息するトビケラ目を主要な餌資源としていることがわかります。
- ・なお、この食物連鎖図は、イワナ類の胃の内容物調査、流下昆虫調査、落下昆虫調査、周辺の河畔林等の植物群落調査結果をもとに作成したものです。胃の内容物調査の結果は表 4.18 に、流下昆虫調査の結果は表 4.19 に、落下昆虫調査の結果は表 4.20 にお示しします。今回はイワナ類の捕獲数が1匹でしたが、複数個体が捕獲された場合には、胃の内容物は合計したもので食物連鎖図を作成することを考えています。
- ・また、当初、餌資源の繋がり、胃の内容物の湿重量を指標として表現していましたが、令和3年2月の生物多様性専門部会において、個体数が少なくとも、1個体あたりの湿重量が大きければ、餌資源の繋がりが大きく見えてしまうため、記載方法等を検討すべきとのご意見を頂いております。
- ・このため、食物連鎖図においては、「下曽根コロニーにおけるカワウの餌魚種選好性」（芦澤晃彦・坪井潤一、2013年3月、山梨県水産技術センター事業報告書）を参考に、のとおりのManlyの餌選択係数（利用可能な餌資源に対する利用度の比）と餌重要度指数IRI（餌資源としての重要度を指標する値）の割合を指標とし、餌の選好性も配慮のうえで表現することとしています。
- ・水生生物の調査は、工事中も継続して実施することとしており、この結果を踏まえ、捕獲率を高める取組みを行いつつ、この食物連鎖図も継続的に作成してまいります。これにより、工事中にイワナ類の餌資源の種類、生物量などが変化しているかどうかについて、視覚的に確認してまいります。
- ・作成した食物連鎖図は、生物多様性専門部会による評価が可能となるよう、水生生物の調査結果と合わせて、随時、静岡県等へ報告してまいります。

表 4.17 指標データの計算方法及び考え方

項目	計算方法	考え方
Manlyの 餌選択係数 α	$\alpha = (r_i/p_i) / \sum (r_i/p_i)$ r_i : 胃の内容物中の湿重量比 p_i : 流下昆虫の湿重量比	環境中に存在する餌資源量の比率（流下昆虫の湿重量比）と、実際にその餌資源を利用した比率（胃の内容物中の湿重量比）をもとに、餌資源に対する選択性を表現
餌重要度指数 IRI	$IRI = (\%N/\%W) \times \%F$ $\%N$: 胃の内容物中の個体数比 $\%W$: 胃の内容物中の湿重量比 $\%F$: ある餌資源を捕食していたイワナ類の数/全イワナ類の数	胃内容物として出現した類別の餌資源について、その個体数比と湿重量比から、相対的な重要度を表現

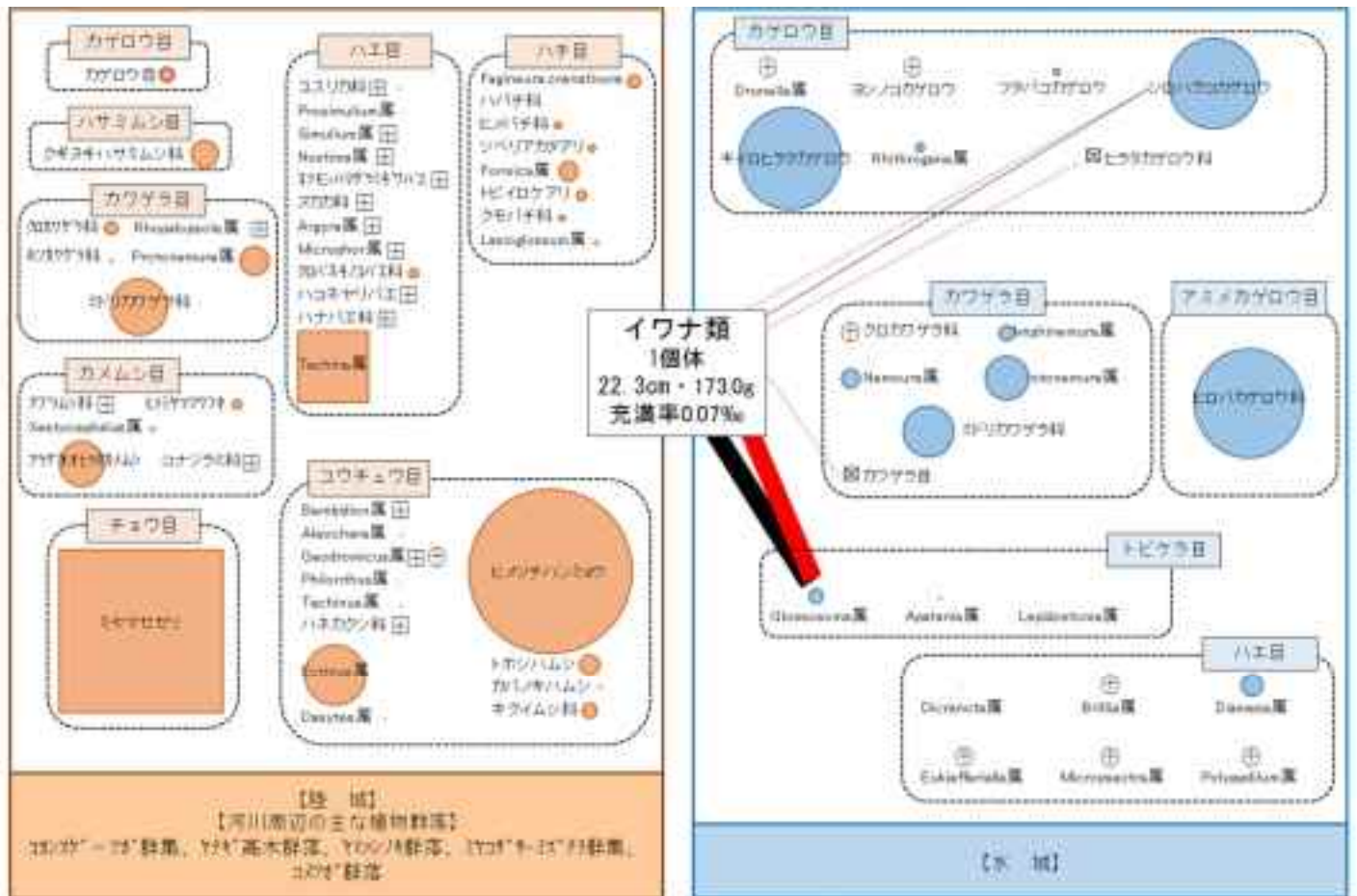


図 4.105 イワナ類を中心とした食物連鎖図例（大井川（樺島付近）、令和3年度春季）

- 図中の各種に付随する円の大きさは、流下昆虫の調査で確認された各種の湿重量（濾過流量1m³あたり）の違いを相対的に示したものである。「⊕」は湿重量が「+」のもの、「⊖」は胃の内容物で確認されたが、流下昆虫の調査で確認されなかったことを示す。また、図中の各種に付随する四角の大きさは、落下昆虫の調査で確認された各種の重量の違いを相対的に示したものである。「⊕」は重量が「+」のものを示す。
- イワナ類と各種を結ぶ線は、胃の内容物の調査で確認された種であることを示す（「⊖」は流下昆虫の調査で確認されなかったことを示す）。また、各線の色はそれぞれ以下の指標に対応する。
 黒色：Manlyの餌選択係数
 赤色：各種の餌重要度指数の全体に対する割合
- 各線の太さは、各指標の算出値の大きさを相対的に示したものである。ただし、線の太さについて各指標間における関係性はない。

＜調査日、対象個体数＞
・春季：令和3年5月11日（1匹）

表 4.18 イワナ類の胃の内容物調査結果（大井川（樫島付近）：春季）

No.	綱名	目名	科名	種名	学名	令和3年度		
						春季		
						No.1		
						体長(cm)	体重(g)	
						22.3	173.0	
						個体数	湿重量	
1	昆虫綱	カゲロウ目 (蜉蝣目)	コカゲロウ科	シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>	1		+
2			ヒラタカゲロウ科	ヒラタカゲロウ科	Heptageniidae sp.	2		+
3		カワゲラ目 (セキ翅目)	—	カワゲラ目 (セキ翅目)	PLECOPTERA sp.	1		+
4		トビケラ目 (毛翅目)	ヤマトビケラ科	Glossosoma 属	<i>Glossosoma</i> sp.	3		0.012
計	1 綱	3 目	4 科	4 種	個体数	7		
					湿重量(g)	0.012		
					充満度 (%)	0.07		

注1：分類、配列等は、原則として「河川水辺の国勢調査 令和元年度版生物リスト」（令和元年、国土交通省）に準拠し、当該リスト未掲載種は「河川水辺の国勢調査 平成17年度版生物リスト」（平成17年、国土交通省）に従った。

注2：種、亜種までの同定がされなかったもので、同一の分類群に属する種がリストアップされている場合は、種数を計数しなかった。

注3：水生昆虫類の成虫については、種名の後に「成虫」と表記した。

注4：「+」は、湿重量が0.001g未満であることを示す。

表 4.19 (1) 流下昆虫調査結果 (大井川 (樫島付近) : 春季)

＜調査日＞
・春季：令和3年5月14日

No.	目名	科名	種名	学名	令和3年度							
					春季							
					①(左岸側)				②(右岸側)			
					午前		午後		午前		午後	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
1	カゲロウ目 (蜉蝣目)	マダラカゲロウ科	Drunella 属	<i>Drunella</i> sp.	1	+						
2		コカゲロウ科	ヨシノコカゲロウ	<i>Alainites yoshinensis</i>	1	+						
3			フタバコカゲロウ	<i>Baetiella japonica</i>	1	0.011						
4			シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>	20	0.087	13	0.044	11	0.002	2	0.003
5		ヒラタカゲロウ科	キイロヒラタカゲロウ	<i>Epeorus aesculus</i>	8	0.061	10	0.058	2	0.011		
6			Rhithrogena 属	<i>Rhithrogena</i> sp.	1	0.003	1	0.005	2	0.001		
-		-	カゲロウ目 (蜉蝣目) 成虫	EPHEMEROPTERA sp.			1	0.002			1	0.004
7	ハサミシ目 (革翅目)	クギスキハサミシ科	クギスキハサミシ科	Forficulidae sp.	1	0.007			1	0.007		
8	カワガラム目 (セキ翅目)	クロカワガラム科	クロカワガラム科	Capniidae sp.	1	+						
-			クロカワガラム科(成虫)	Capniidae sp.							1	0.004
9		ホソカワガラム科	ホソカワガラム科(成虫)	Leuctridae sp.			1	+	2	0.001		
10		オナシカワガラム科	Amphinemura 属	<i>Amphinemura</i> sp.	2	0.004			1	0.004		
11			Nemoura 属	<i>Nemoura</i> sp.	3	0.014	3	0.008			1	0.002
12			Protonemura 属	<i>Protonemura</i> sp.	3	0.012	1	0.002	2	0.011		
-			Protonemura 属(成虫)	<i>Protonemura</i> sp.							2	0.009
13		ミドリカワガラム科	ミドリカワガラム科	Chloroperlidae sp.	4	0.029	7	0.045	1	0.003		
-			ミドリカワガラム科(成虫)	Chloroperlidae sp.			2	0.021	1	0.014		

注1：分類、配列等は、原則として「河川水辺の国勢調査 令和元年度版生物リスト」(令和元年、国土交通省)に準拠し、当該リスト未掲載種は「河川水辺の国勢調査 平成17年度版生物リスト」(平成17年、国土交通省)に従った。

注2：種、亜種までの同定がされなかったもので、同一の分類群に属する種がリストアップされている場合は、種数を計数しなかった。

注3：水生昆虫類の成虫については、種名の後に「成虫」と表記した。

注4：「+」は、湿重量が0.001g未満であることを示す。

表 4.19 (2) 流下昆虫調査結果 (大井川 (榎島付近) : 春季)

＜調査日＞
・春季：令和3年5月14日

No.	目名	科名	種名	学名	令和3年度							
					春季							
					①(左岸側)				②(右岸側)			
					午前		午後		午前		午後	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
14	カメムシ目(半翅目)	アワフキムシ科	ヒメヤマアワフキ	<i>Peuceptelus dimidiatus</i>	1	0.015						
15		ヨコバシ科	Xestocephalus 属	<i>Xestocephalus</i> sp.			4	0.009				
16		ヒラタカメムシ科	アラガオオヒラタカメムシ	<i>Mezira subsetosa</i>							1	0.014
17	アミメカゲロウ目(脈翅目)	ヒロバカゲロウ科	ヒロバカゲロウ科	Osmylidae sp.					1	0.034		
18	トビケラ目(毛翅目)	ヤマトビケラ科	Glossosoma 属	<i>Glossosoma</i> sp.			1	0.003	1	0.004		
19		コエグリトビケラ科	Apatania 属	<i>Apatania</i> sp.	4	0.001	3	0.003				
20		カクツソトビケラ科	Lepidostoma 属	<i>Lepidostoma</i> sp.	3	0.067	1	0.017				
21	ハエ目(双翅目)	オビヘメガガンボ科	Dicranota 属	<i>Dicranota</i> sp.	1	0.002						
22		ユスリカ科	Brillia 属	<i>Brillia</i> sp.	1	+						
23			Diamesa 属	<i>Diamesa</i> sp.	2	+	2	0.003	4	0.003	3	0.003
24			Eukiefferiella 属	<i>Eukiefferiella</i> sp.	1	+	3	+			1	+
25			Microsectra 属	<i>Microsectra</i> sp.	2	+						
26			Polypedilum 属	<i>Polypedilum</i> sp.			1	+				
-			ユスリカ科(成虫)	Chironomidae sp.	1	0.003						
27		ブユ科	Prosimulium 属(成虫)	<i>Prosimulium</i> sp.	1	0.001						
28		クロバネキノコバエ科	クロバネキノコバエ科	Sciariidae sp.	1	0.005	1	+	2	0.002		
29	コウチュウ目(鞘翅目)	ハネカクシ科	Aleochara 属	<i>Aleochara</i> sp.			2	0.003				
30			Geodromicus 属	<i>Geodromicus</i> sp.			1	+				
31			Philonthus 属	<i>Philonthus</i> sp.			1	0.002				
32			Tachinus 属	<i>Tachinus</i> sp.			1	0.003				

注1：分類、配列等は、原則として「河川水辺の国勢調査 令和元年度版生物リスト」(令和元年、国土交通省)に準拠し、当該リスト未掲載種は「河川水辺の国勢調査 平成17年度版生物リスト」(平成17年、国土交通省)に従った。

注2：種、亜種までの同定がされなかったもので、同一の分類群に属する種がリストアップされている場合は、種数を計数しなかった。

注3：水生昆虫類の成虫については、種名の後に「成虫」と表記した。

注4：「+」は、湿重量が0.001g未満であることを示す。

表 4.19 (3) 流下昆虫調査結果 (大井川 (榎島付近) : 春季)

<調査日>
 ・春季：令和3年5月14日

No.	目名	科名	種名	学名	令和3年度									
					春季									
					①(左岸側)					②(右岸側)				
					午前		午後		午後	午前		午前	午後	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量		個体数	湿重量		個体数	湿重量
33	コウチュウ目 (鞘翅目)	コメツキムシ科	Ectinus 属	<i>Ectinus</i> sp.						1	0.019			
34		ジョウカイモドキ科	Dasytes 属	<i>Dasytes</i> sp.			1	0.002						
35		ツチハンミョウ科	ヒメツチハンミョウ	<i>Mebe coarctatus</i>			1	0.298						
36		ハムシ科	トホシハムシ	<i>Gonioctena japonica</i>			1	0.036						
37			カバノキハムシ	<i>Syneta adamsi</i>			1	0.005						
38		キクイムシ科	キクイムシ科	Scolytidae sp.			2	0.005					1	0.004
39	ハチ目 (膜翅目)	ハバチ科	Fagineura crenativora	<i>Fagineura crenativora</i>			3	0.024						
-			ハバチ科	Tenthredinidae sp.	1	0.002								
40		ヒメバチ科	ヒメバチ科	Ichneumonidae sp.									1	0.002
41		アリ科	シベリアカタアリ	<i>Dolichoderus sibiricus</i>									1	0.002
42			Formica 属	<i>Formica</i> sp.									1	0.006
43			トビイロケアリ	<i>Lasius japonicus</i>									1	0.003
44		クモバチ科	クモバチ科	Pompilidae sp.			1	0.011						
45		コハナバチ科	Lasioglossum 属	<i>Lasioglossum</i> sp.			1	0.008						
計	9 目	31 科	45 種	種数	7 目 15 科 23 種	7 目 19 科 27 種	7 目 11 科 13 種	6 目 8 科 12 種						
				個体数	65	71	32	17						
				湿重量(g)	0.324	0.617	0.116	0.056						

注1：分類、配列等は、原則として「河川水辺の国勢調査 令和元年度版生物リスト」(令和元年、国土交通省)に準拠し、当該リスト未掲載種は「河川水辺の国勢調査 平成17年度版生物リスト」(平成17年、国土交通省)に従った。
 注2：種、亜種までの同定がされなかったもので、同一の分類群に属する種がリストアップされている場合は、種数を計数しなかった。
 注3：水生昆虫類の成虫については、種名の後に「成虫」と表記した。
 注4：「+」は、湿重量が0.001g未満であることを示す。

表 4.20 落下昆虫調査結果 (大井川 (樺島付近) : 春季)

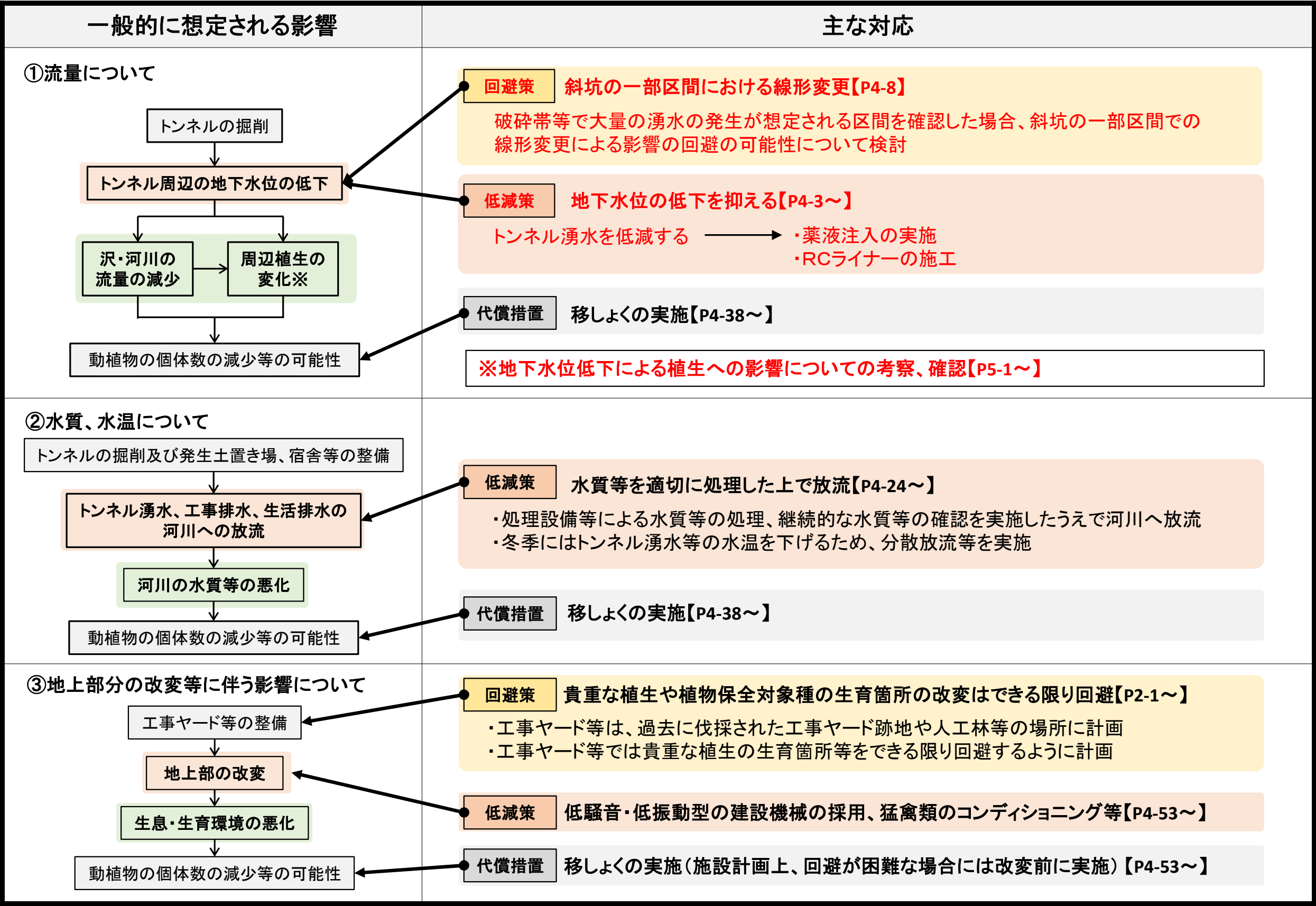
〔 <調査日>
・春季 : 令和3年5月14日 〕

					春季							
					①		②		③		④	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
1	カワゲラ目（セキ翅目）	ホソカワゲラ科	Rhopalosiphinae 属 (成虫)	Rhopalosiphinae sp.					2	+	1	+
2	カメムシ目（半翅目）	アブラムシ科	アブラムシ科	Aphididae sp.							2	+
3		コナジラミ科	コナジラミ科	Aleyrodidae sp.							1	+
4	チョウ目（鱗翅目）	セセリチョウ科	ミヤマセセリ	Erynnis montana montana							1	0.102
5	ハエ目（双翅目）	ユスリカ科	ユスリカ科 (成虫)	Chironomidae sp.	1	+	2	+			4	+
6		ブユ科	Simulium 属 (成虫)	Simulium sp.							1	+
7		ミギワバエ科	Nostima 属	Nostima sp.	1	+	1	+				
8			ヨツモンハマダラミギワバエ	Scatella calida	1	+						
9		ヌカカ科	ヌカカ科 (成虫)	Ceratopogonidae sp.	3	+						
10		アシナガバエ科	Argyra 属 (成虫)	Argyra sp.			1	+				
11		オドリバエ科	Microphor 属	Microphor sp.			1	+				
12		ヤリバエ科	ハコネヤリバエ	Lonchoptera hakonensis					1	+		
13		ハナバエ科	ハナバエ科	Anthomyiidae sp.			1	+	1	0.005	1	0.009
14		ヤドリバエ科	Tachina 属	Tachina sp.			1	0.044				
15	コウチュウ目（鞘翅目）	オサムシ科	Bembidion 属	Bembidion sp.			1	+				
16		ハネカクシ科	Geodromicus 属	Geodromicus sp.					1	+		
-			ハネカクシ科	Staphylinidae sp.					1	+		
計	5 目	15 科	16 種	種数	1 目 3 科 4 種	2 目 7 科 7 種	3 目 4 科 4 種	4 目 7 科 7 種				
				個体数	6	8	6	11				
				湿重量 (g)	+	0.044	0.005	0.111				

注1 : 分類、配列等は、原則として「河川水辺の国勢調査 令和元年度版生物リスト」(令和元年、国土交通省)に準拠し、当該リスト未掲載種は「河川水辺の国勢調査 平成17年度版生物リスト」(平成17年、国土交通省)に従った。
 注2 : 種、亜種までの同定がされなかったもので、同一の分類群に属する種がリストアップされている場合は、種数を計数しなかった。
 注3 : 水生昆虫類の成虫については、種名の後に「成虫」と表記した。
 注4 : 「+」は、湿重量が0.001g未満であることを示す。

(4) 南アルプスの地域特性を踏まえた具体的な取組みのまとめ

・3章で想定した影響に対し、本章では具体的な取組み内容を検討しました。工事によって想定される影響ごとに、主な対応の内容と該当ページをまとめ図 4.106 にお示しします。



注：赤字箇所は本日の会議でご説明する箇所。

図 4.106 一般的に想定される影響と主な対応

5 地下水位低下による植生への影響

(1) J R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

- ・ J R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。

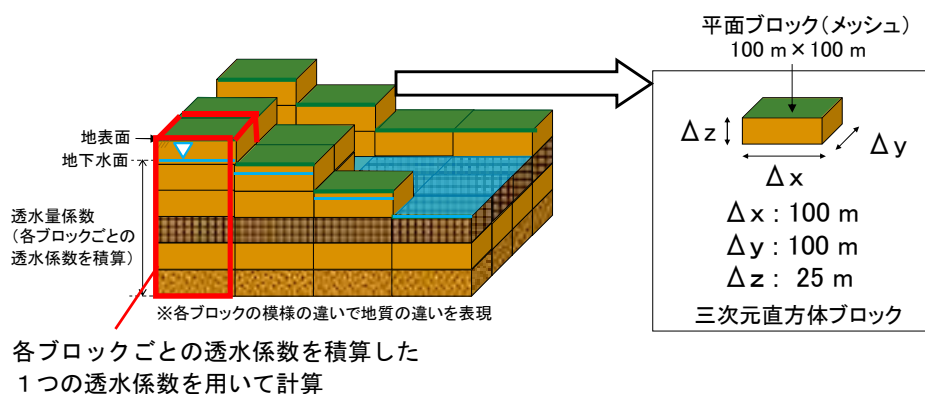


図 5.1 モデルの構造のイメージ

- ・ 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J R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。

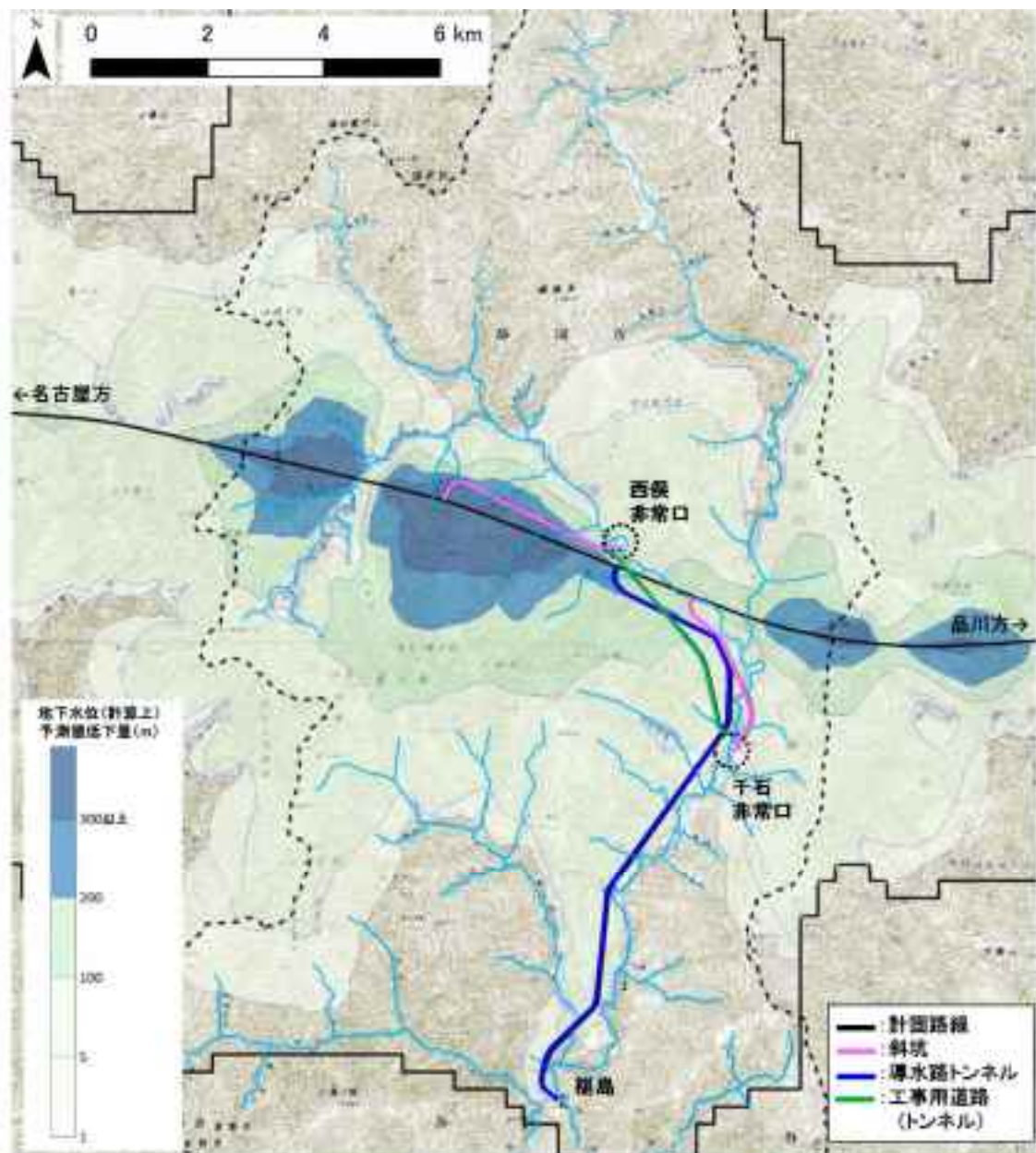


図 5.2 JR東海モデル地下水位(計算上)予測値低下量図

(2) 植生と地下水位・土壤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」(荻住 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壤に含まれる水分(土壤水分)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、地表面付近の土壤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、地下水位と土壤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壤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 J R 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²⁾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。

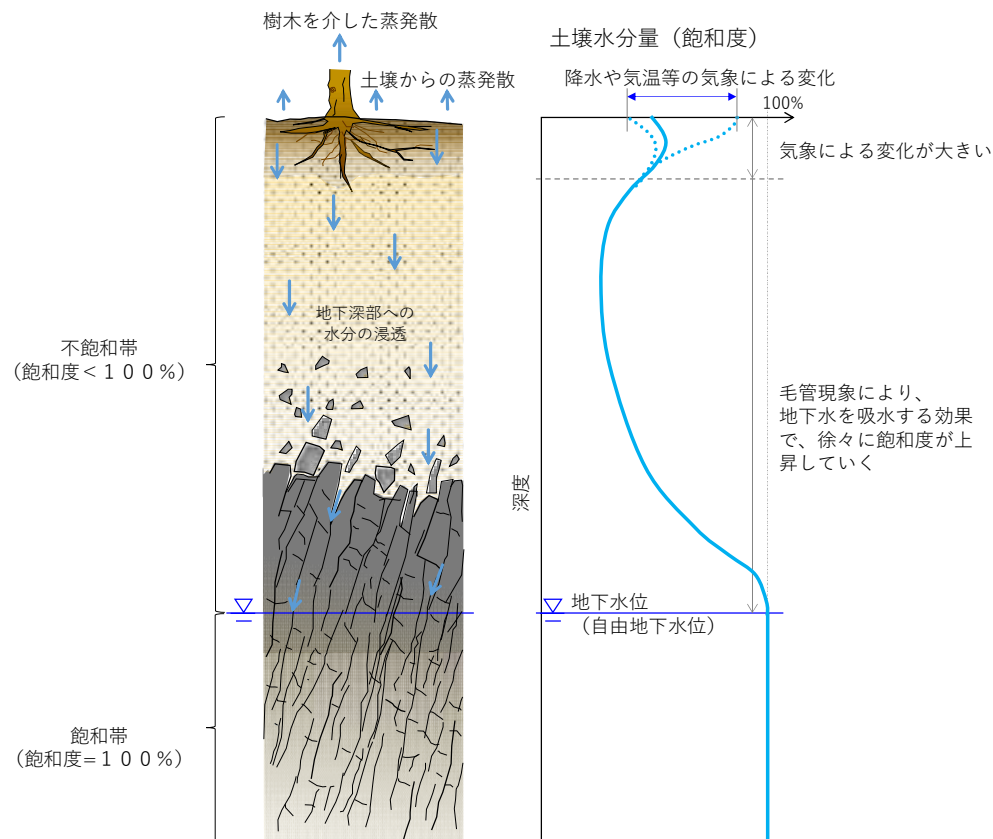


図 5. 4 地下水位(自由地下水位)と土壤水分量の関係

(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)

²⁾ 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。

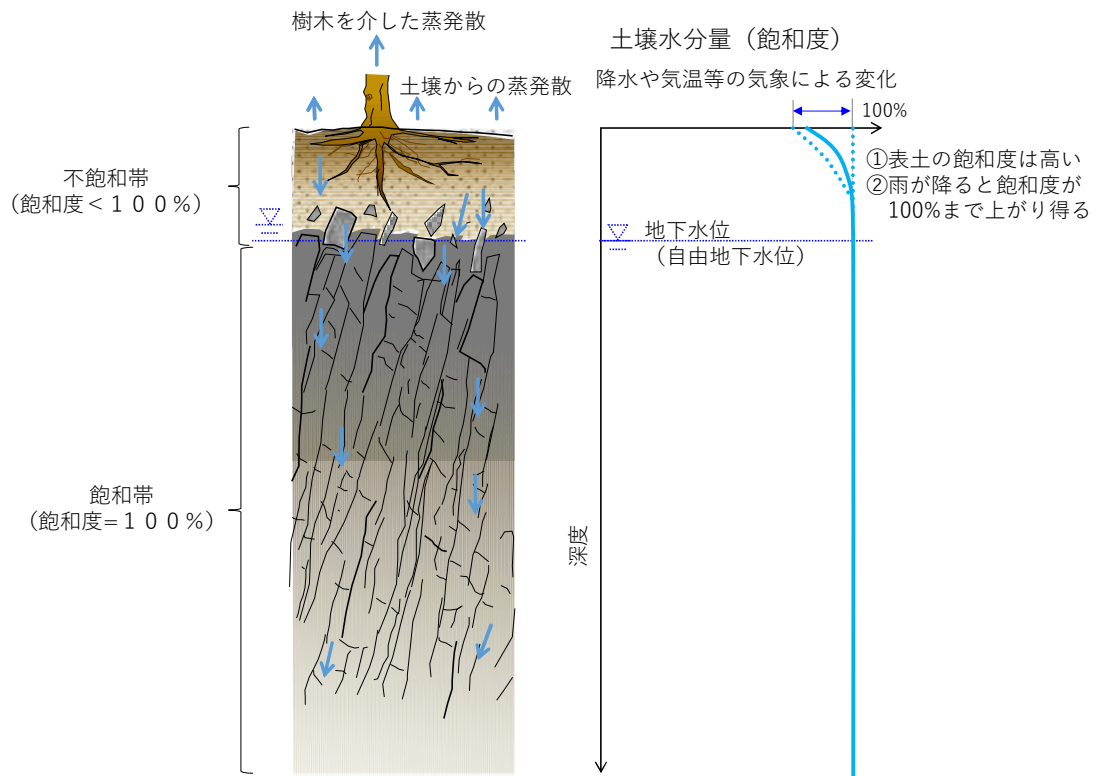


図 5. 5 地下水位(自由地下水位)と土壤水分量の関係
(沢部等:地下水位が浅い場所)

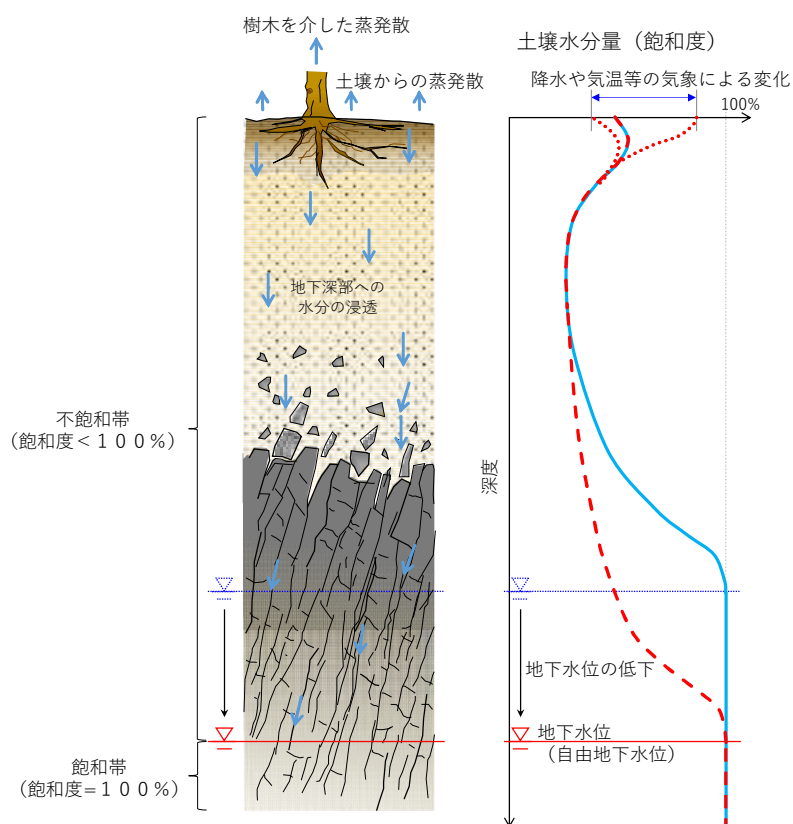
(3) トンネル掘削による植生への影響

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)

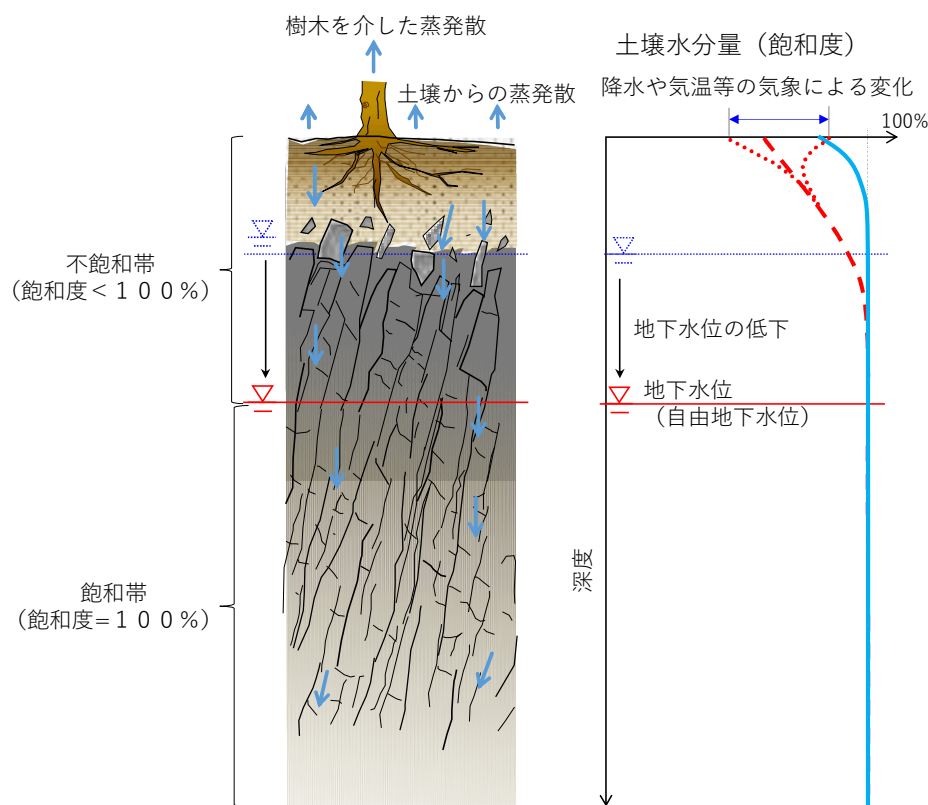
- ・尾根部等、地下水位が深い位置にあるような場所において、地下水位（自由地下水位）が低下した場合の土壌水分量の地下深度による分布を、図 5. 6（赤色点線）にお示しします。
- ・トンネル掘削により地下水位（自由地下水位）が低下した場合、トンネル掘削前の地下水位（自由地下水位）付近の土壌水分量の飽和度は低下します。
- ・しかしながら、地表面付近については、トンネル掘削前においても地下水位面からの毛管現象の影響をほとんど受けていないことや、降雨等による土壌水分量への影響が大きいことから、地下水位低下による地表面付近の土壌水分量への影響は極めて僅かであると考えられます。



**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。

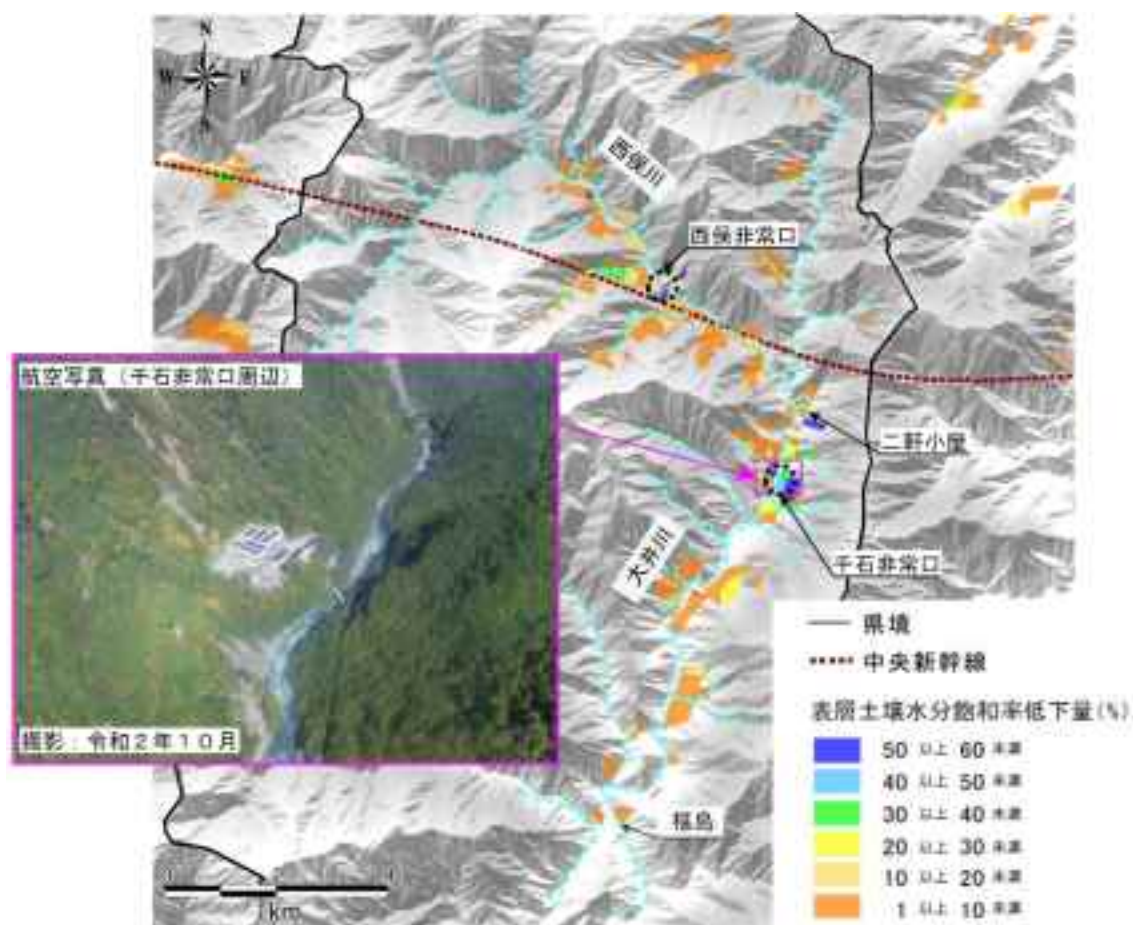


図 5.8 静岡市モデル 工事前及び工事後（低水期）の表層土壌水分の減少量分布

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

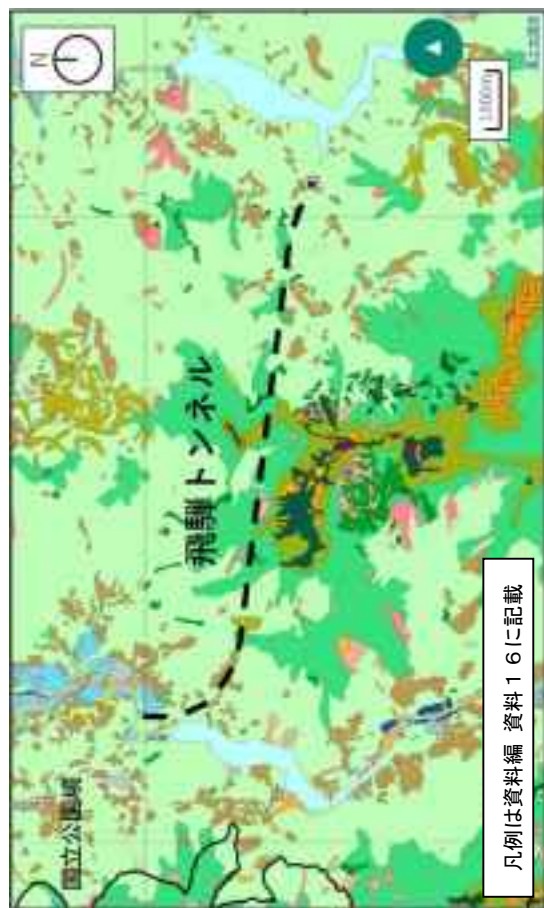


図 5.9 植生図※1

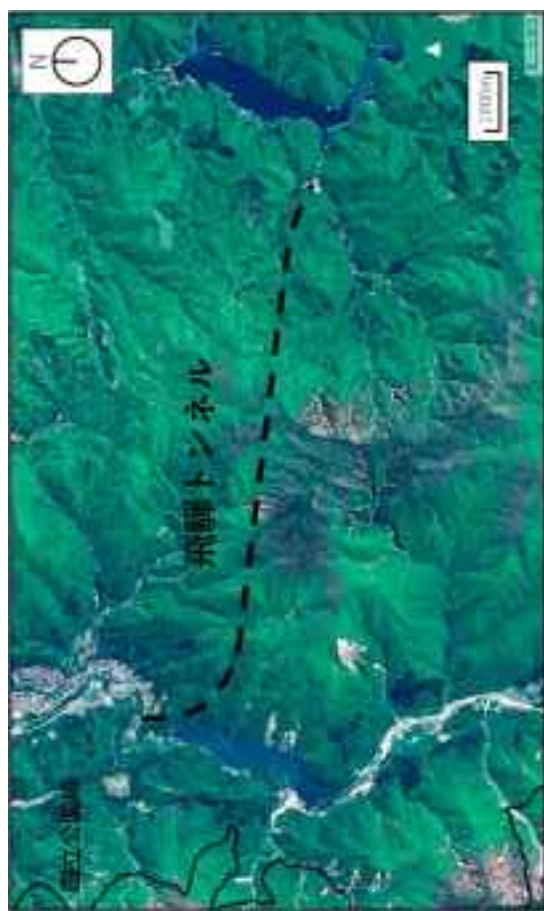


図 5.10 航空写真※2



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（ジェムス）

※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

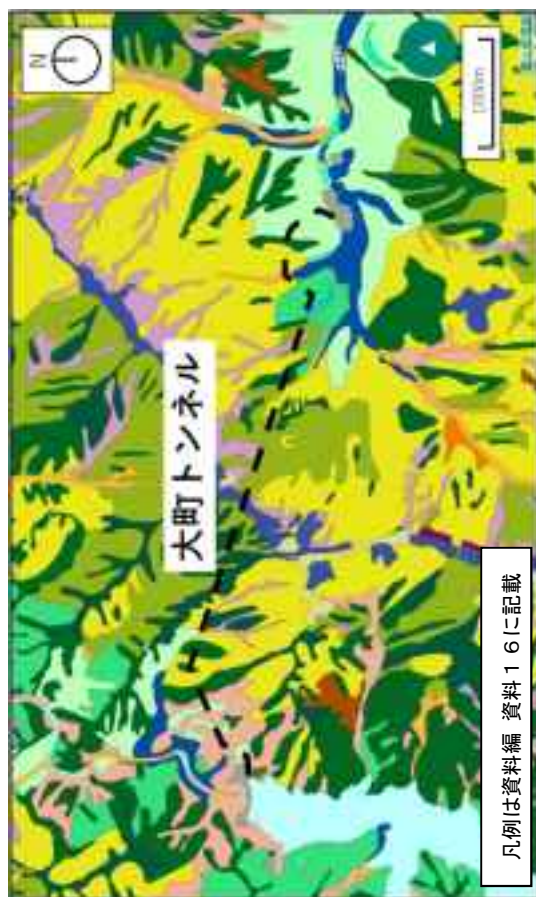


図 5.1.2 植生図※1

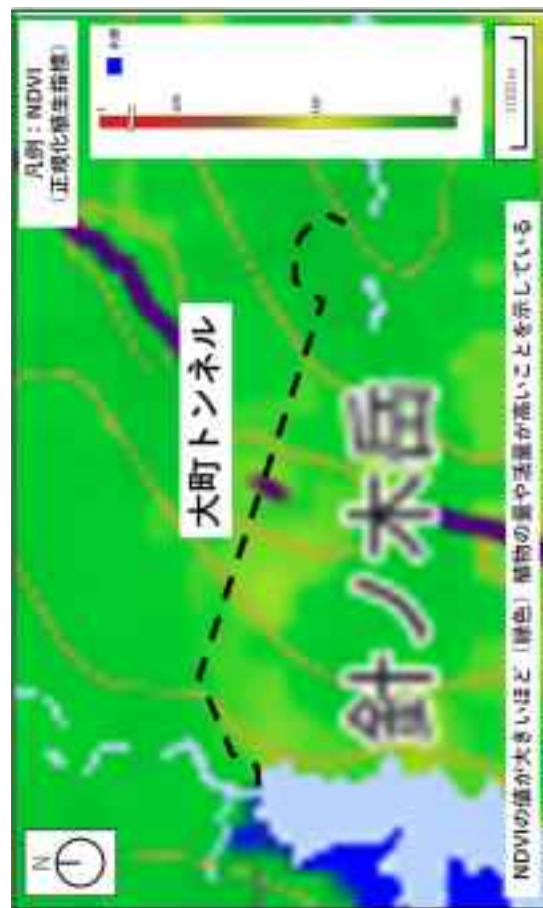


図 5.1.4 植生指標データ※3



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。

○大清水トンネルの例

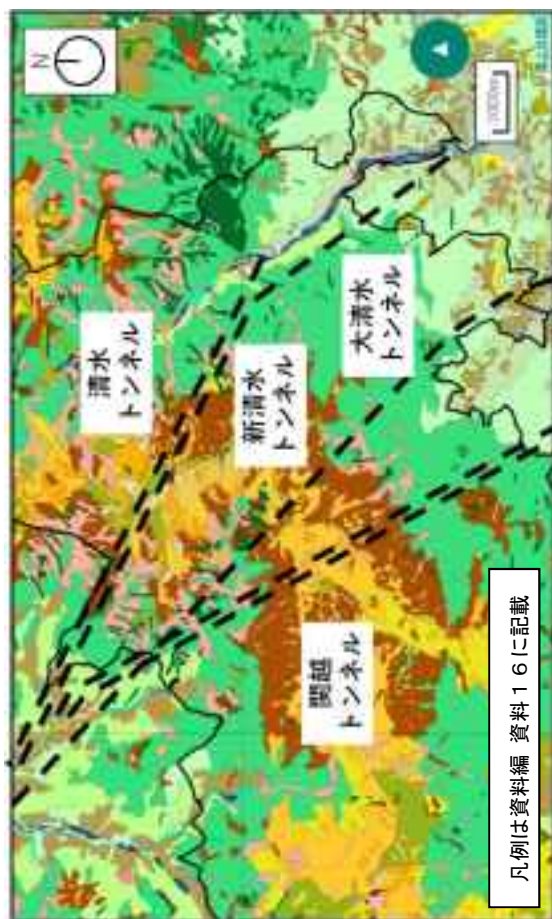


図 5.15 植生図※1

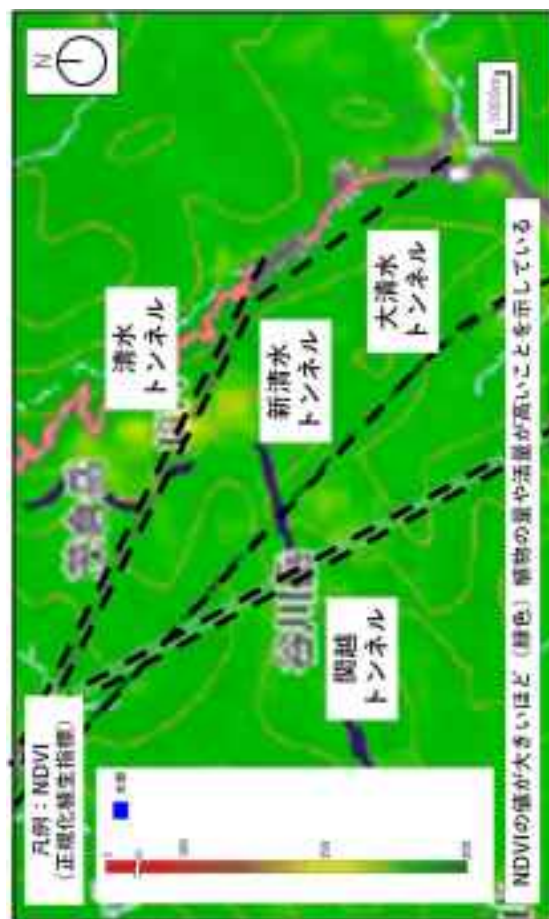


図 5.17 植生指標データ※3

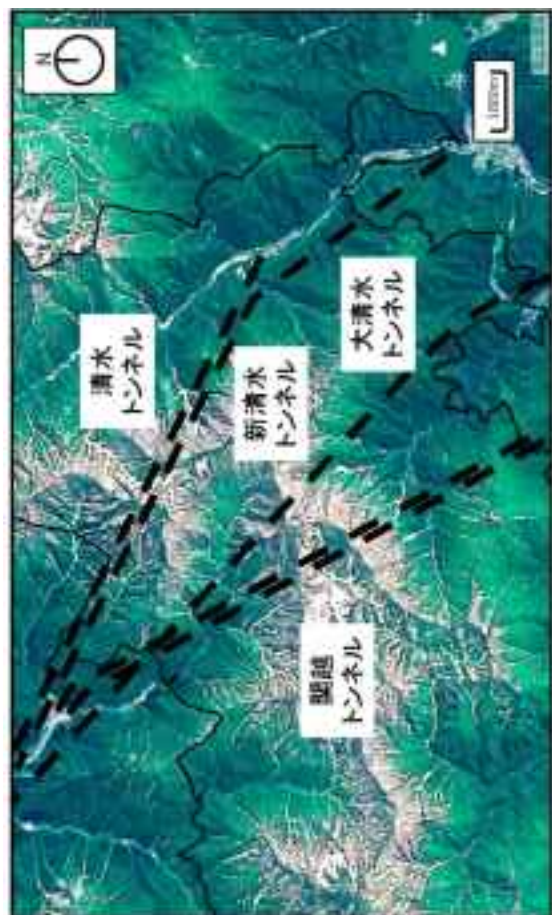


図 5.16 航空写真※2

- ・ 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）

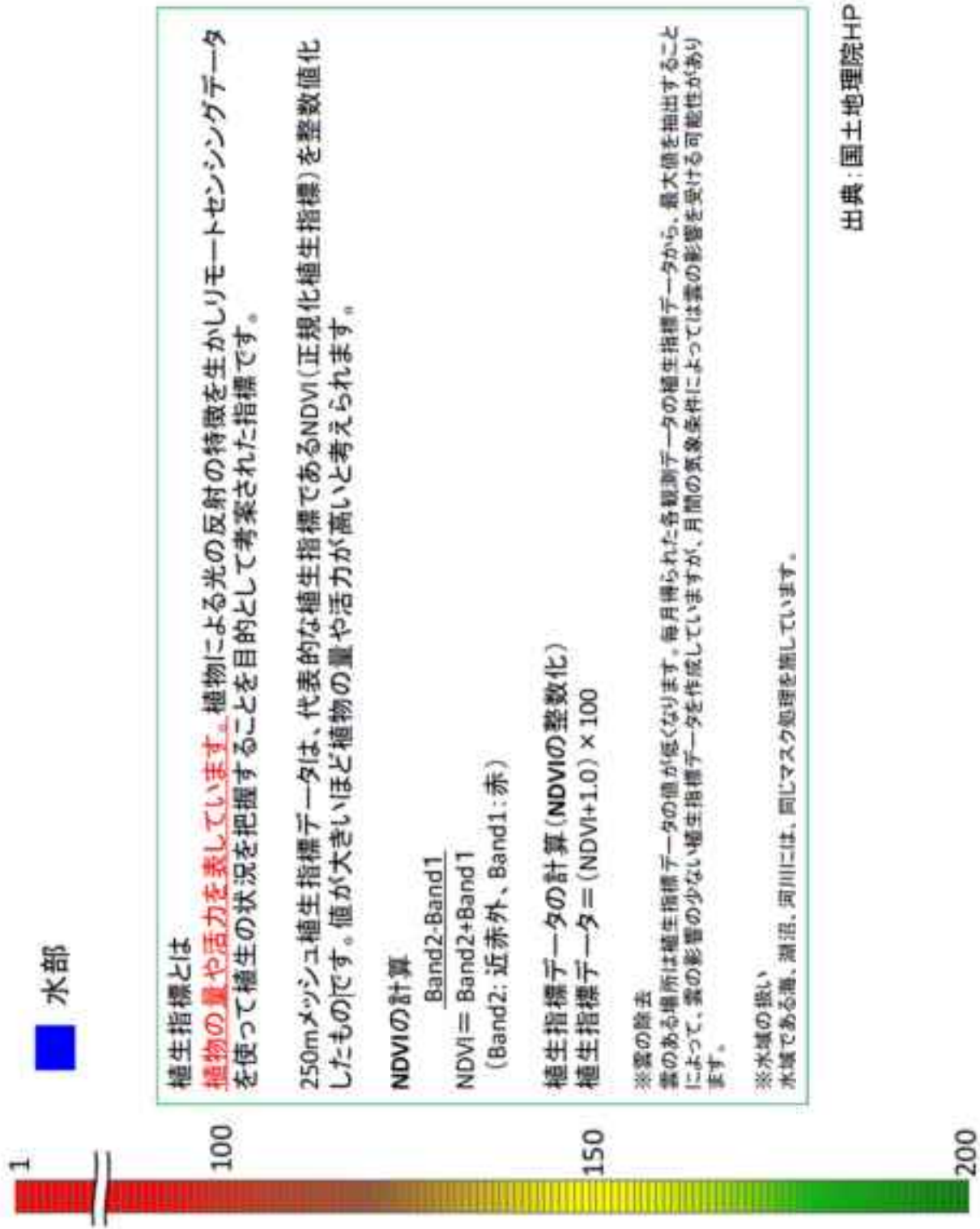
関越トンネル下り線（1985.10、10,926m）

上り線（1991.10、11,055m）

上越新幹線

関越道

○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。

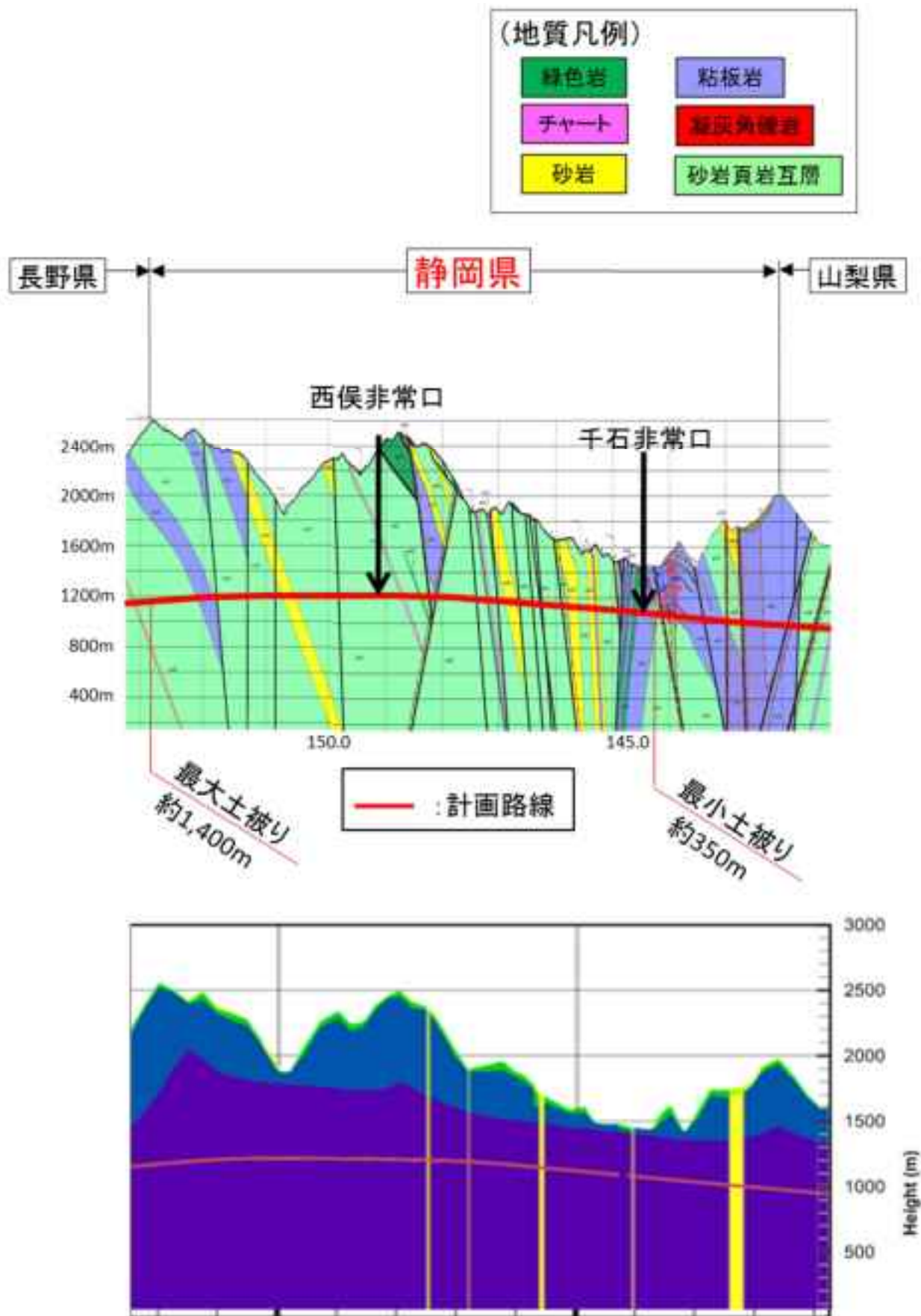


図 5.19 水収支解析（静岡市モデル）のベースとした地質モデル

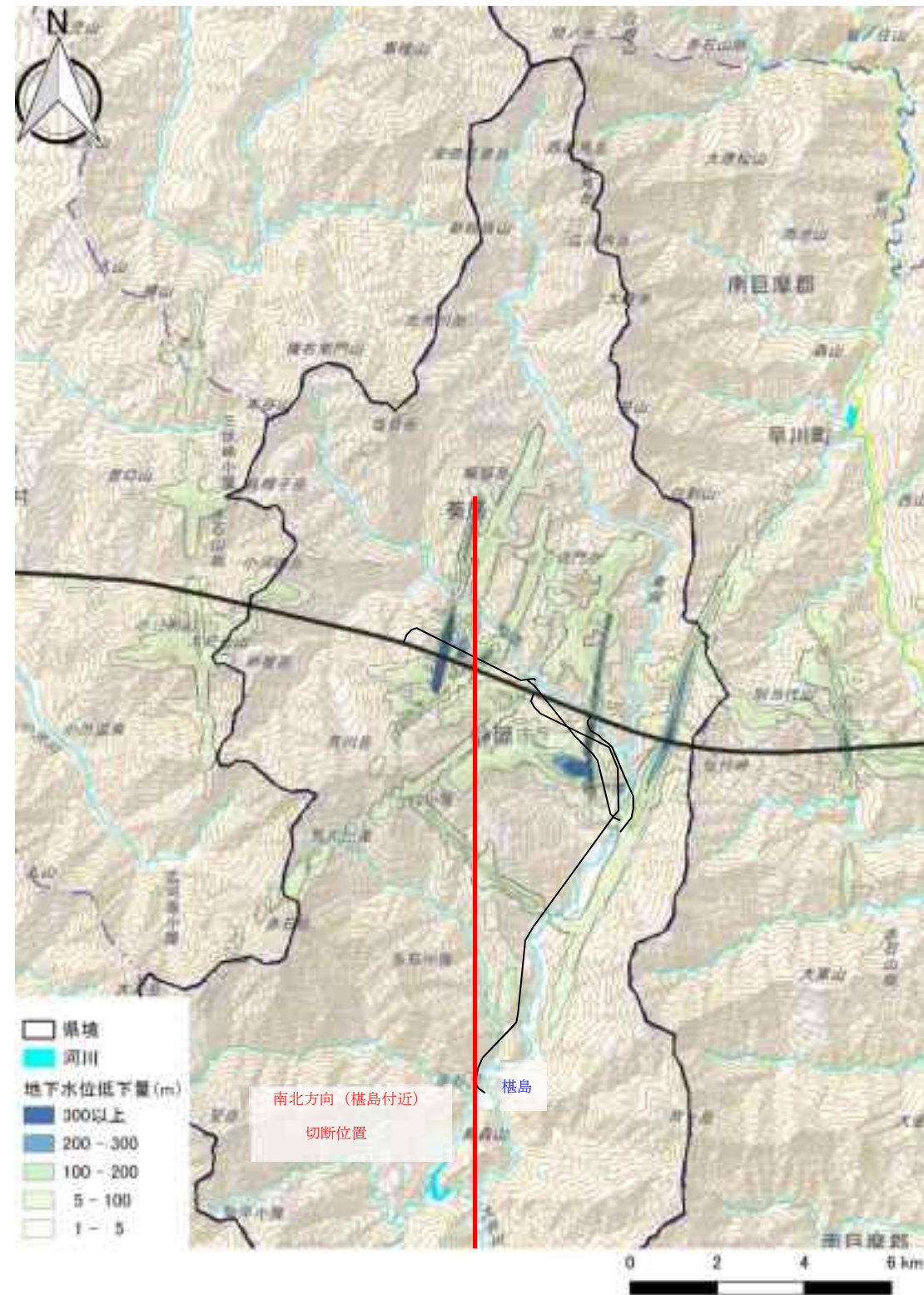


図 5.20（1）静岡市モデル 地下水位（計算上）予測値低下量図
（トンネル掘削完了後の定常状態）

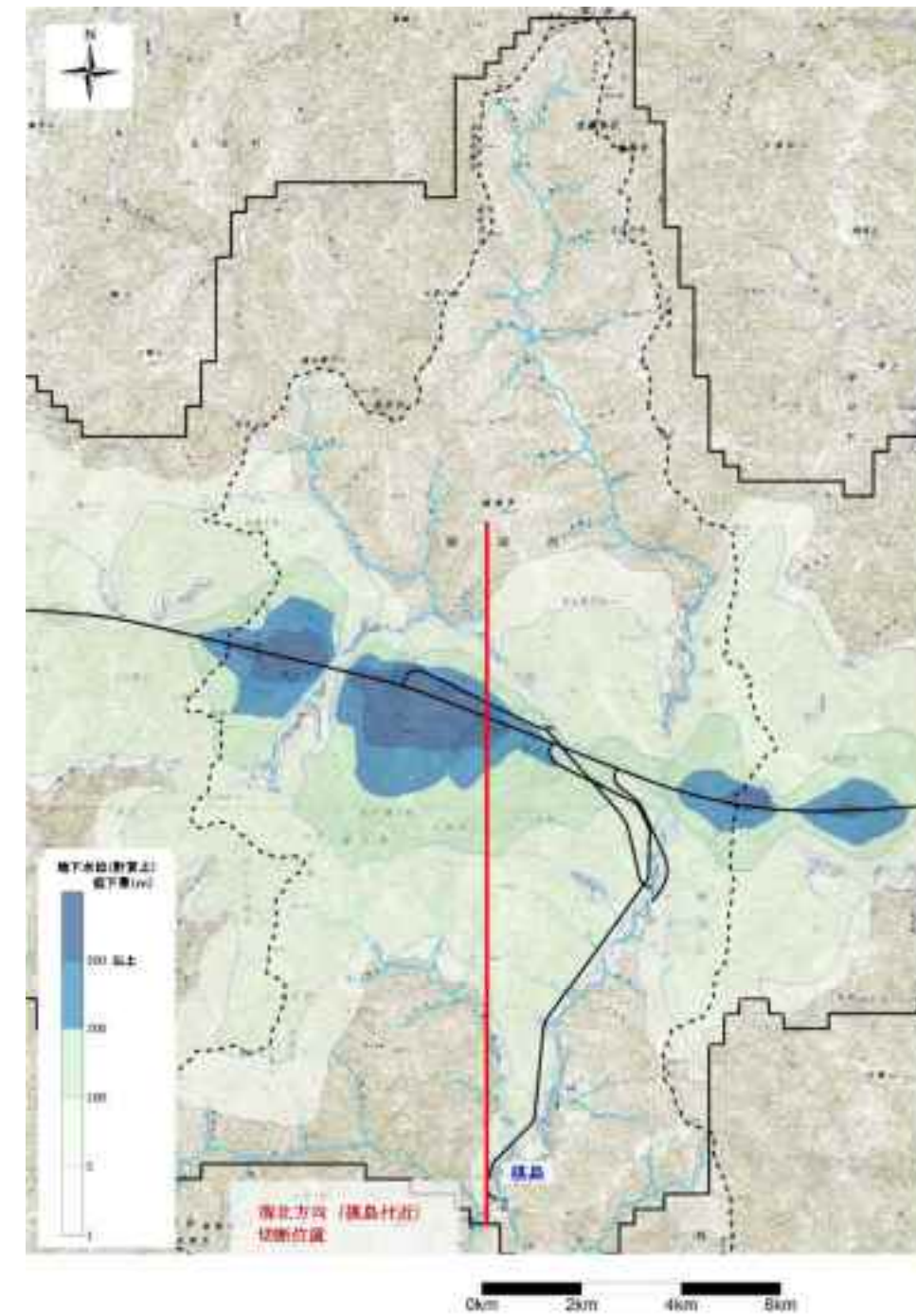


図 5.20（2） JR東海モデル 地下水位低下量平面図
（トンネル掘削完了20年後）

GET FLOWS（静岡市モデル）

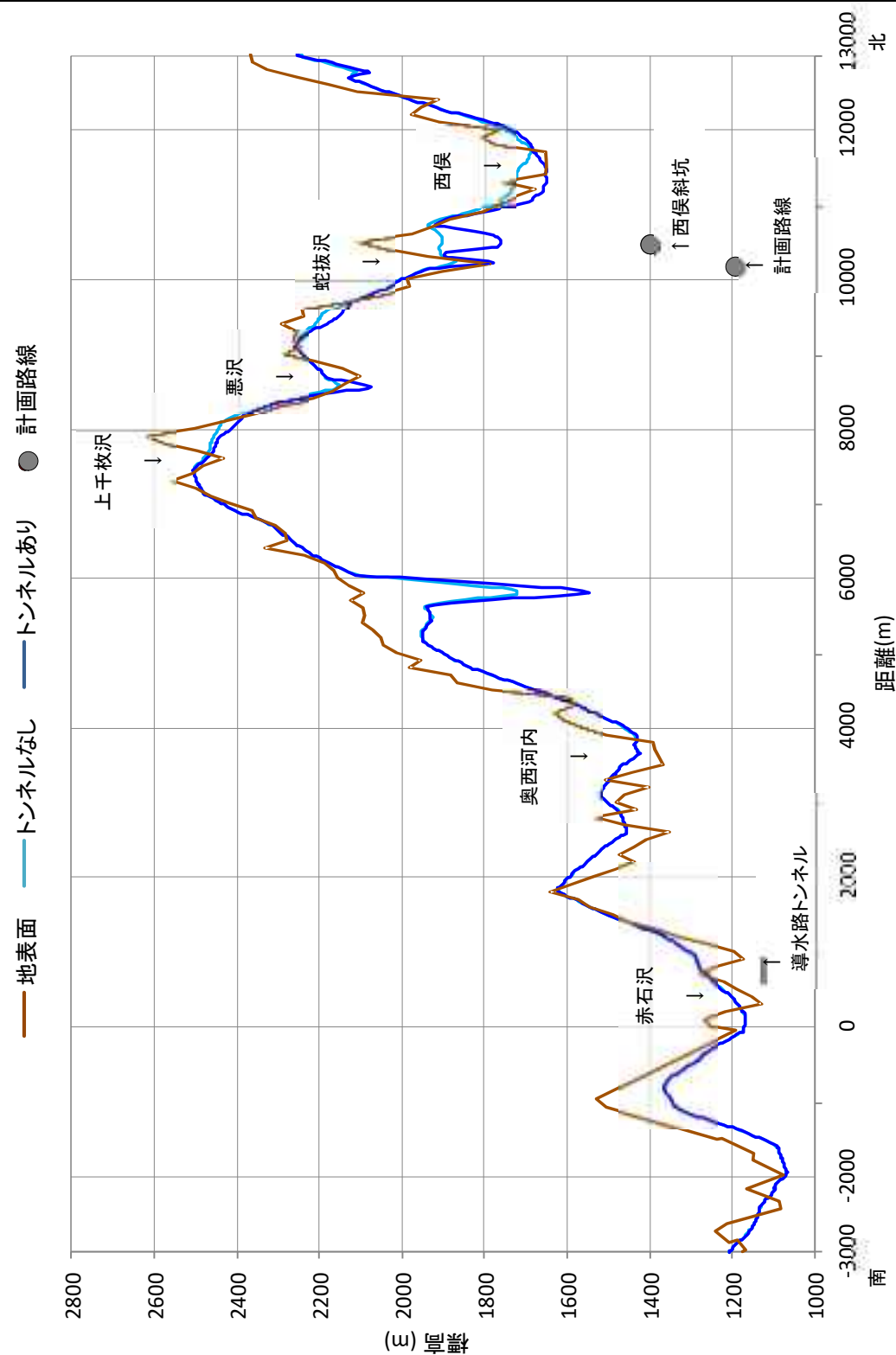


図 5.21 (1) 静岡市モデル 地下水位低下量縦断図（トンネル掘削完了後の定常状態）

(参考) TOWNBY（JR東海）

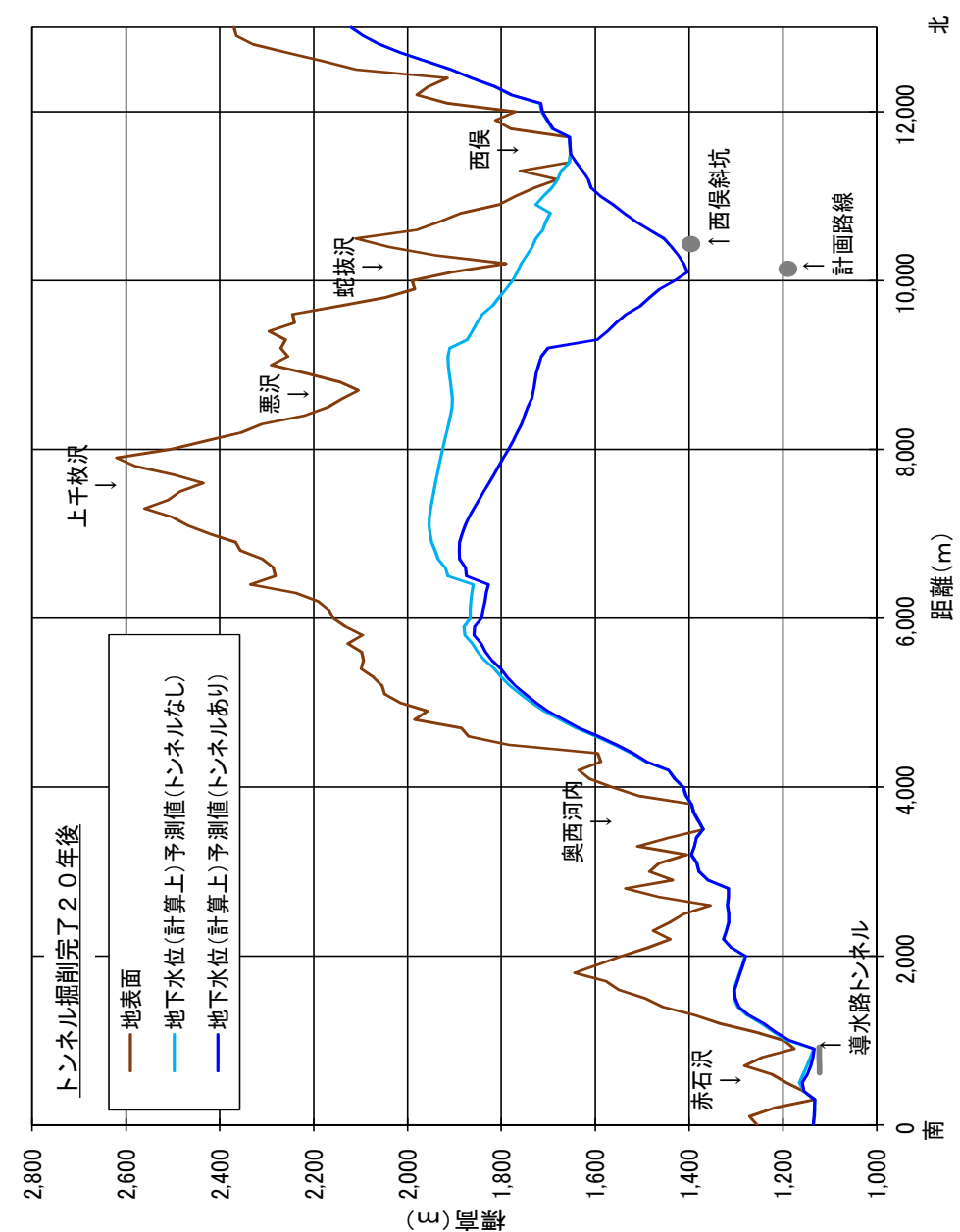


図 5.21 (2) JR東海モデル 地下水位（計算上）予測値縦断図（南北方向（榎島付近））
（トンネル掘削完了20年後）

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 広域的な土壌水分の計測計画

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、広域的に土壌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。



図 5.22 土壌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 pF 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。

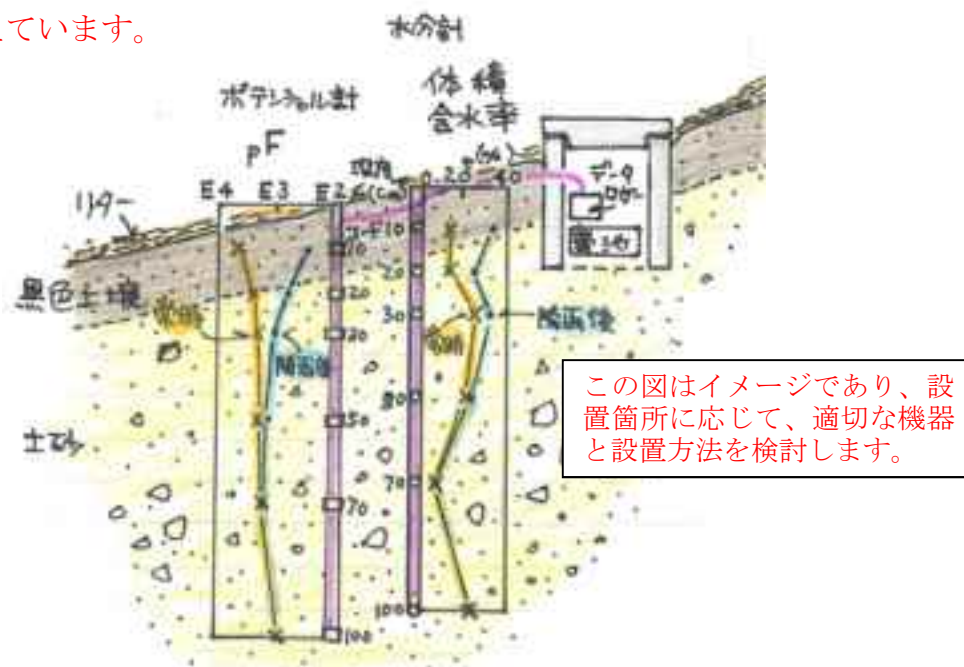


図 5.23 土壌水分計測概要図（イメージ）

ウ. 植生への影響の確認

- ・植生への影響の確認には、 pF 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、 pF 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 pF 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。
- ・ pF 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 $pF=1.8\sim3.6$ とされています。 pF 値 3.8 で植物は萎れ始め、 pF 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、 pF 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 pF 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 pF 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、 pF 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 pF 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 値と土壌水分の関係

【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まかな分布、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。

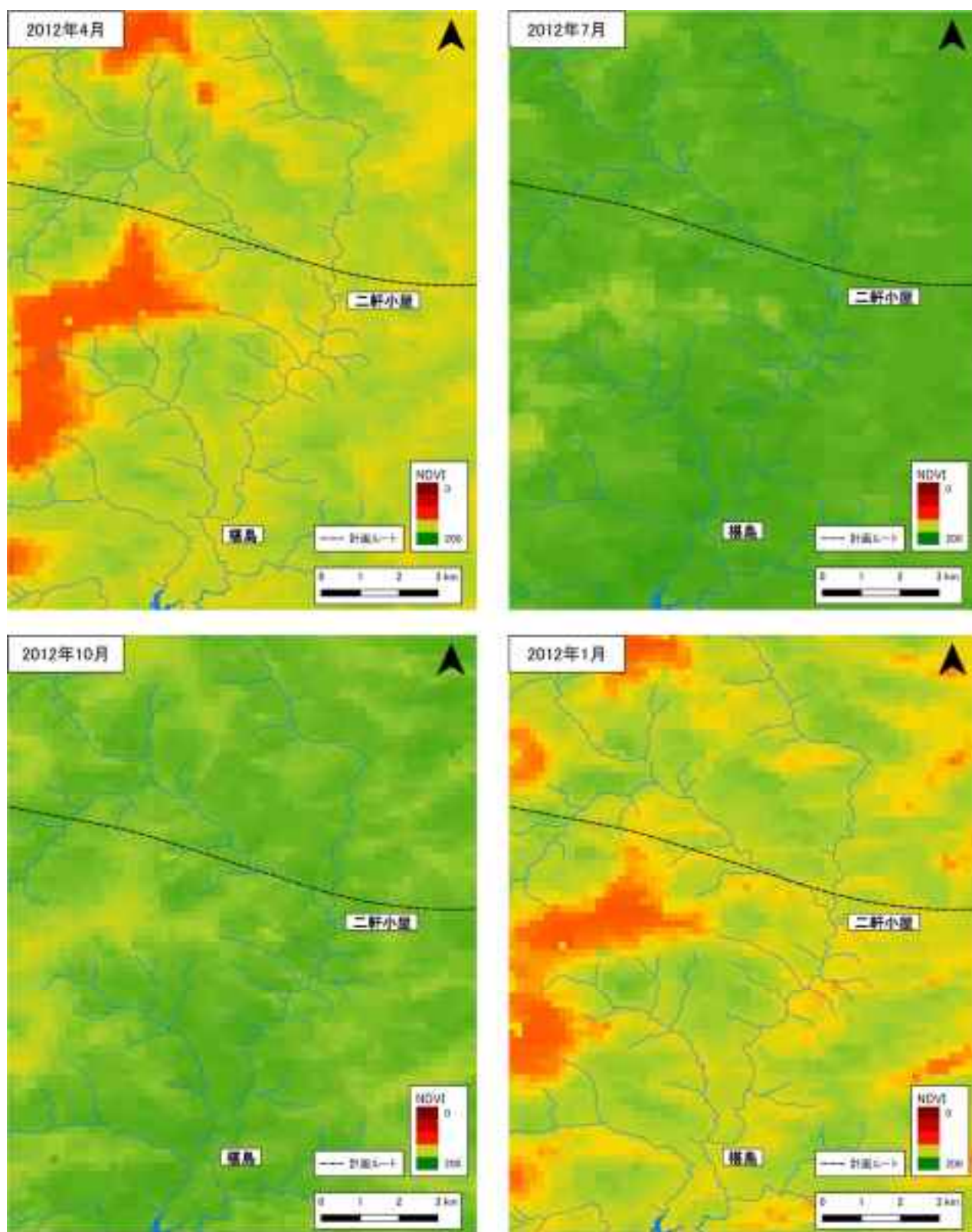


図 5.25 植生指標データ例

出典：国土地理院 250m植生指標データ

(5) お花畑や稜線部等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

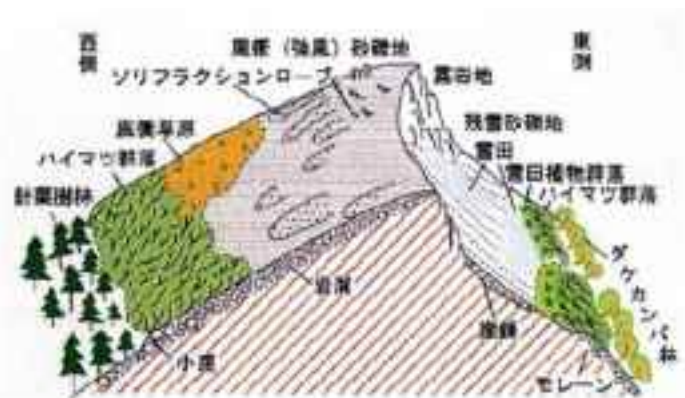
- ・南アルプスの主稜線部においては、氷河により削られたカール（圏谷）が存在し、貴重なお花畑を形成しているため、お花畑における影響と対応について、説明します。



出典：南アルプスの学術総論

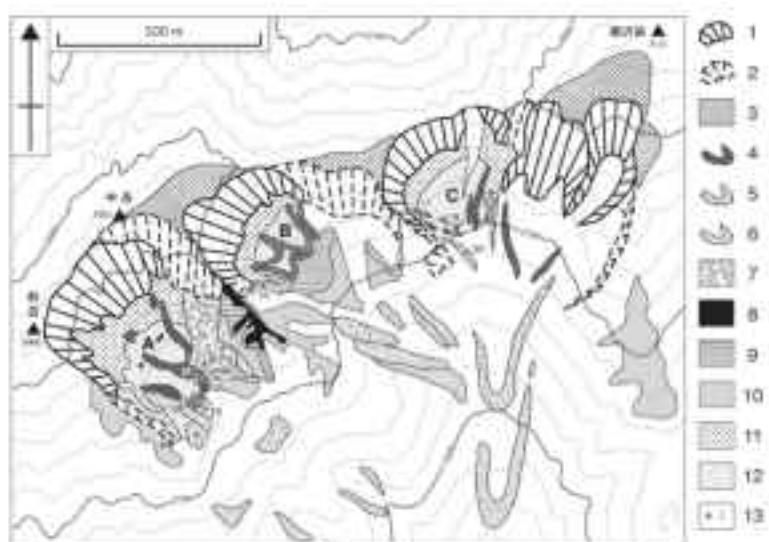


出典：南アルプスの自然



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. 荒川岳期3圏谷壁（最終圏谷壁） 2. 荒川岳期1・2圏谷壁（新圏谷壁） 3. 谷間水食傾斜面 4. 荒川岳期3堆石（a堆石）
5. 荒川岳期2堆石（b堆石） 6. 荒川岳期1堆石（c堆石） 7. 岩石水河 8. 風衝砂礫地 9. 砂礫地・ハイマツ相交斜面
10. 植生（新開）河川河性平坦斜面 11. 植生 12. 稜線下方傾斜面 13. 調査地点・番号
A：龍岳南東側谷 B：中岳南東側谷 C：悪沢岳南西側谷

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。

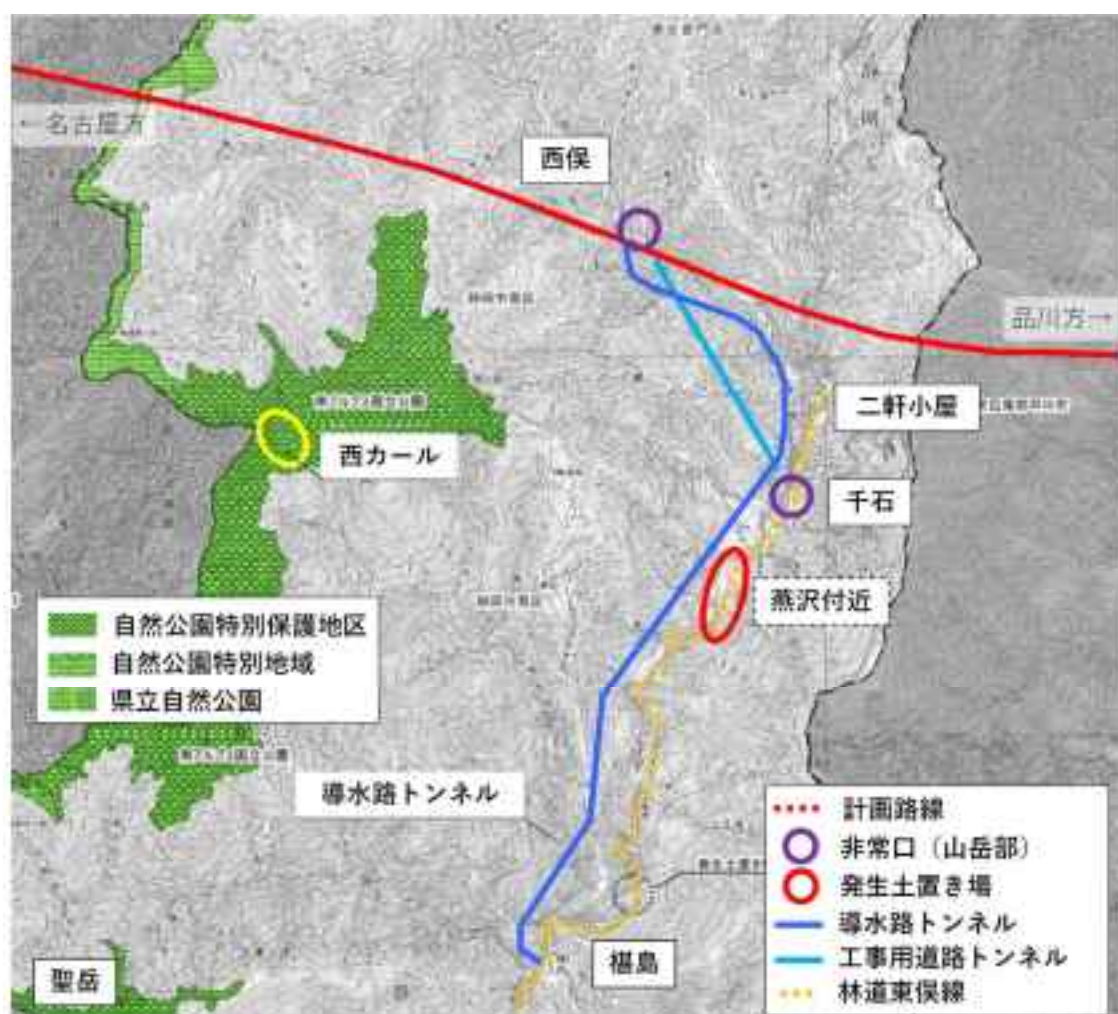


図 5.28 西カールの位置図

※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)

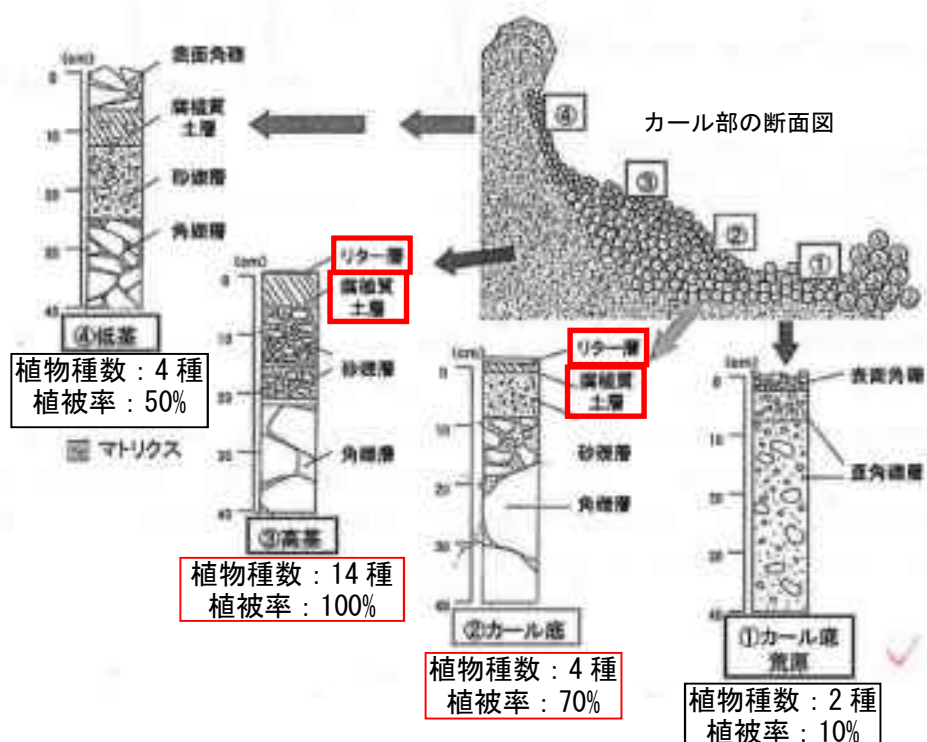


図 5.29 調査区の土壤断面の柱状図 (植物種数、植被率を追記)

(①カール底荒原植物群落区、②カール底植物群落区、
③高基草本植物群落区、④低基草本植物群落区)



図 5.30 カール地形内における各調査区の位置

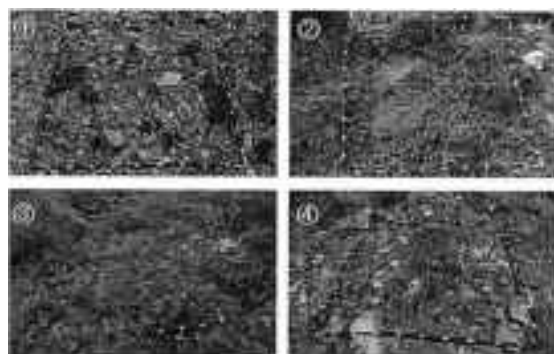


図 5.31 カール地形内における各調査区の植生

以下、文献引用

- ・ ①カール底荒原植物群落と④低基草本植物群落では、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)

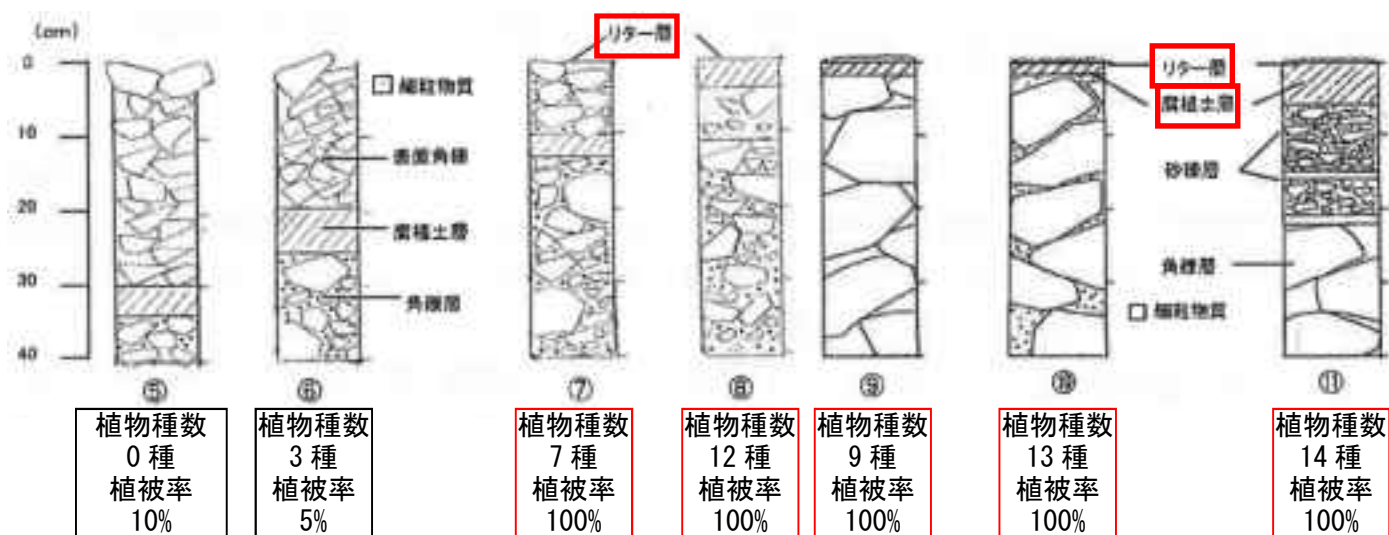


図 5.3.2 調査区の土壌構造(植物種数、植被率追記)

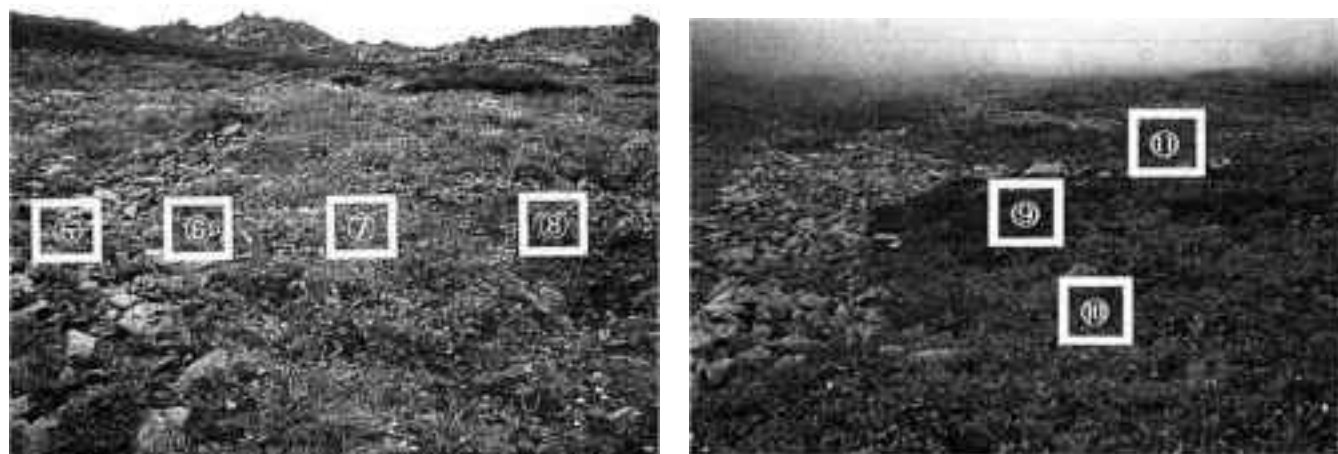


図 5.3.3 調査区の植生

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。

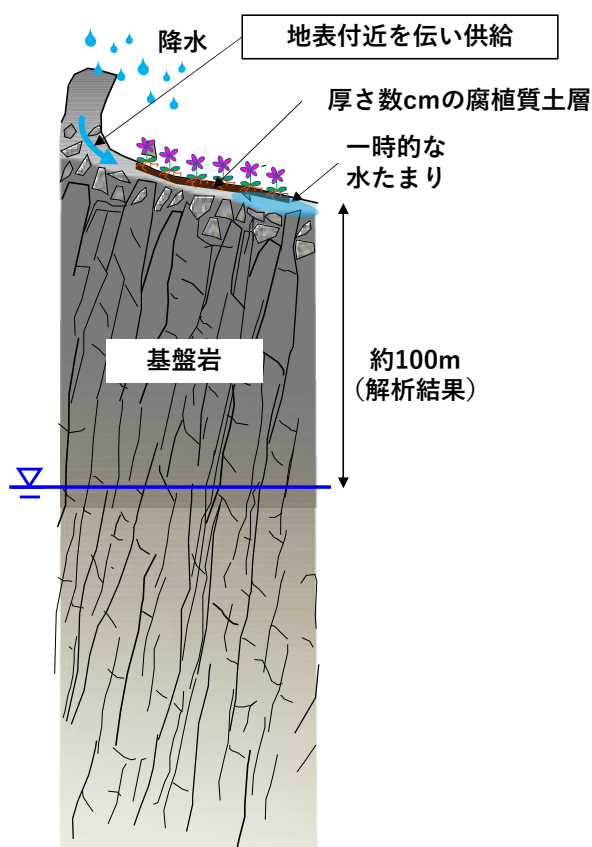


図 5.35 お花畑の植生の維持に必要な水分の供給経路

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。

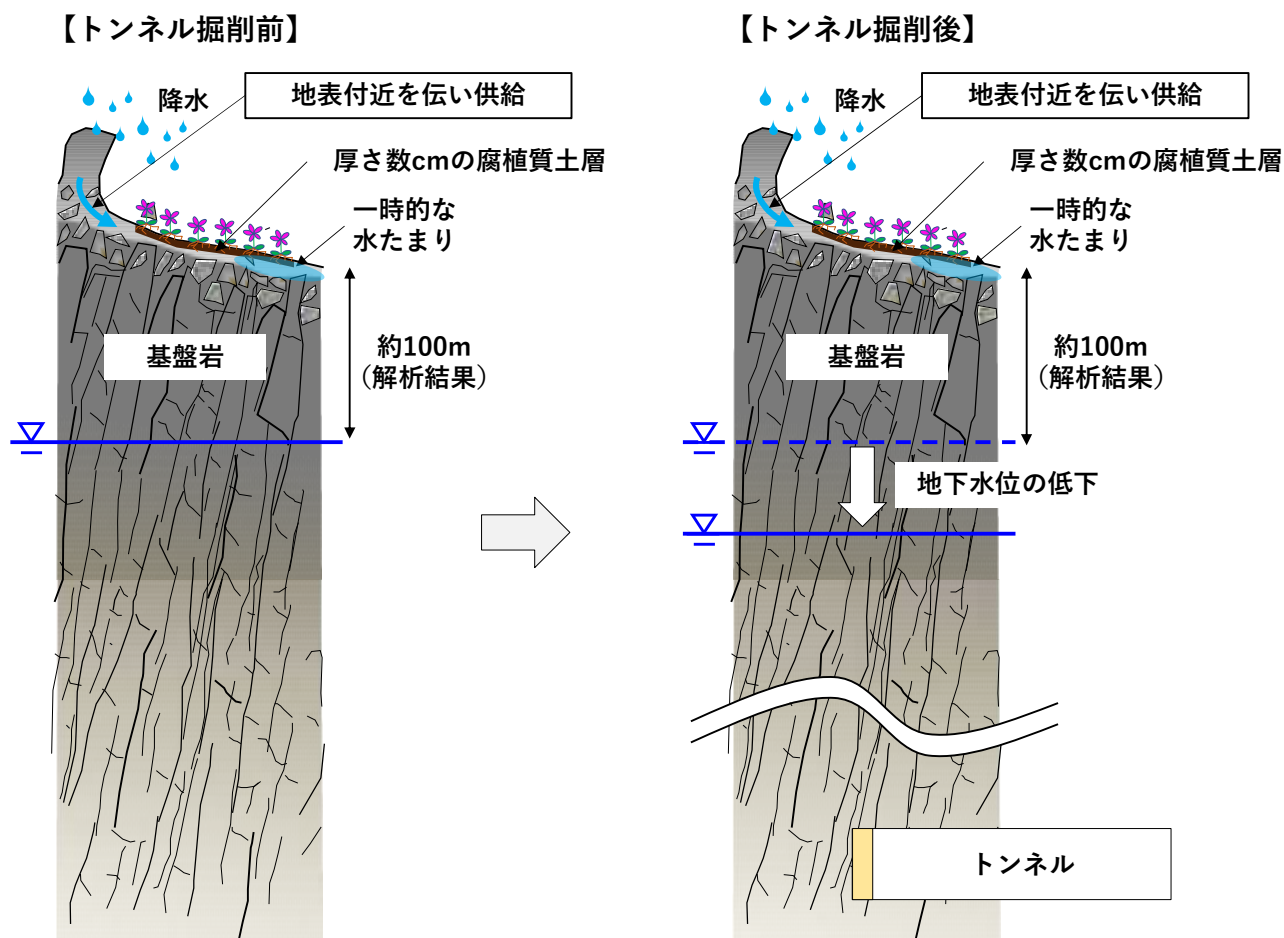


図 5.36 お花畑周辺で想定される地下水位とトンネル掘削による変化

【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）

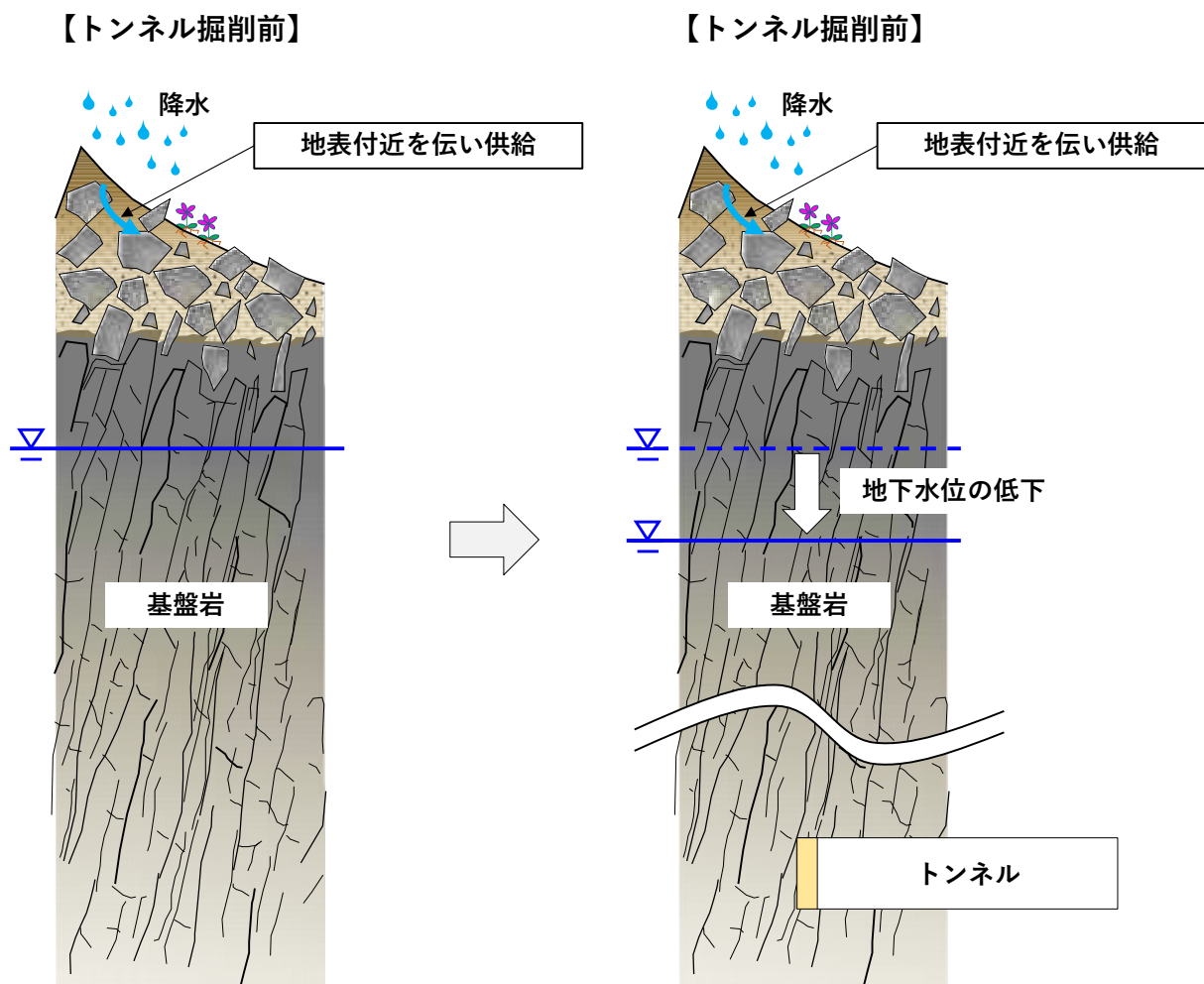
- ・トンネル掘削にあたって湧水量を継続的に監視し、破碎帯の通過等に伴って増加が見られる場合には、湧水の水圧・水質・水温に関する時間変化の把握や湧水の化学的な成分分析等を実施することにより、地表面付近の水とトンネル掘削箇所付近の地下水との関連性を確認します。
- ・地表面付近の水と連続していると想定される場合には、工事を一時中断し、切羽前方に対する薬液注入などの湧水低減対策を行い、トンネル湧水を低減し、お花畑への影響を低減します。

（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

- ・お花畑のほかにも、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。

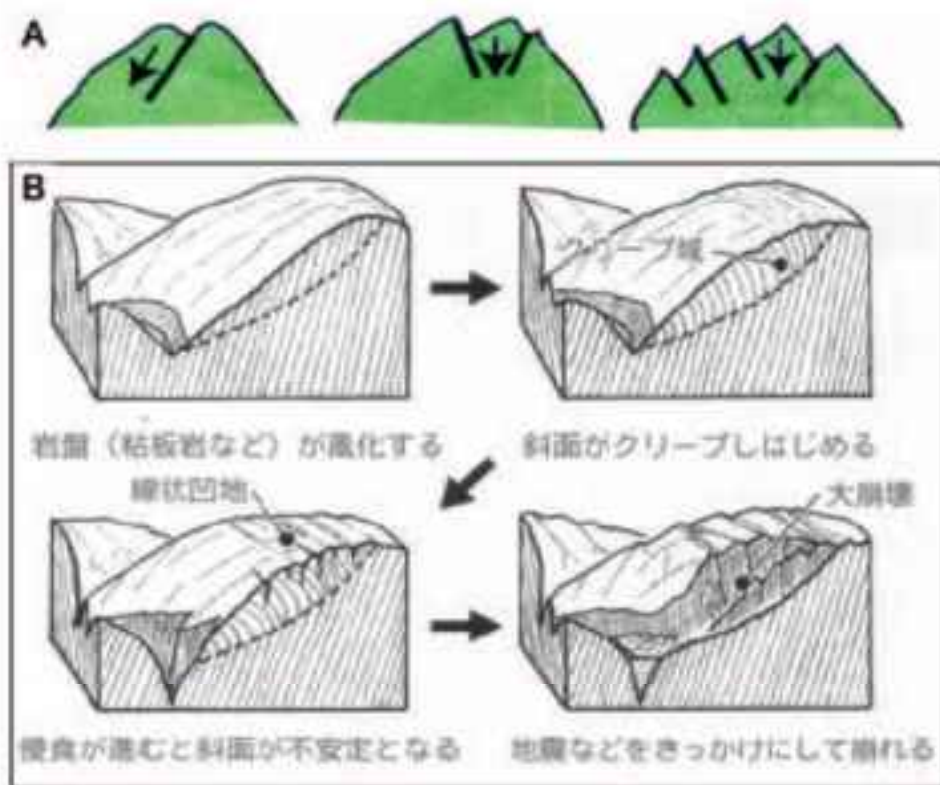


図4 線状凹地の形成を示す模式図。A：線状凹地の典型例。B：河川の側方浸食による山腹斜面の不安定化、稜線付近での線状凹地形成、深層崩壊、稜線の平坦化過程を示す模式図（村松，2001）。

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

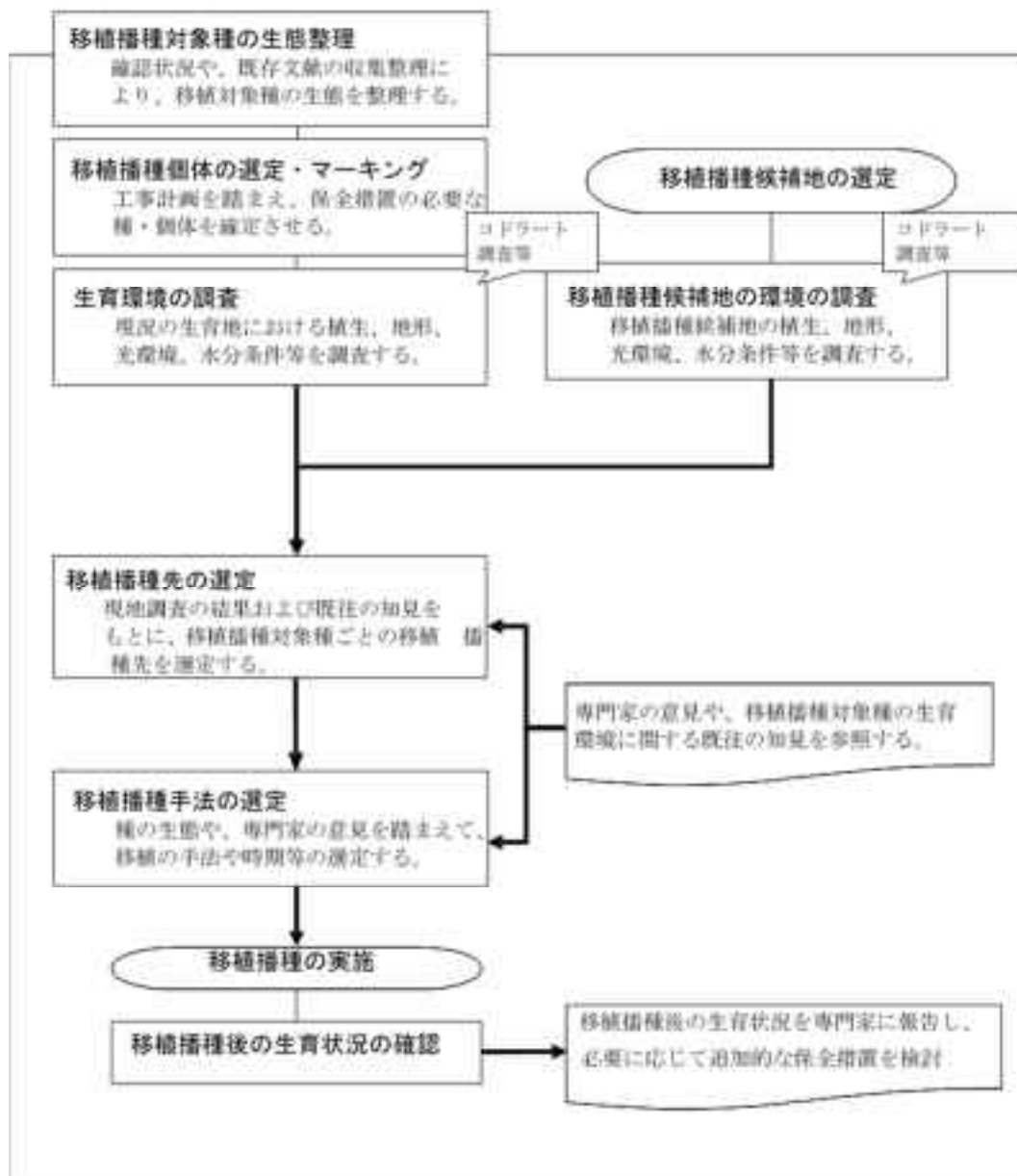


図 6.2 移植・播種の実施フロー

(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、たうえて移殖を検討、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せんが、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>

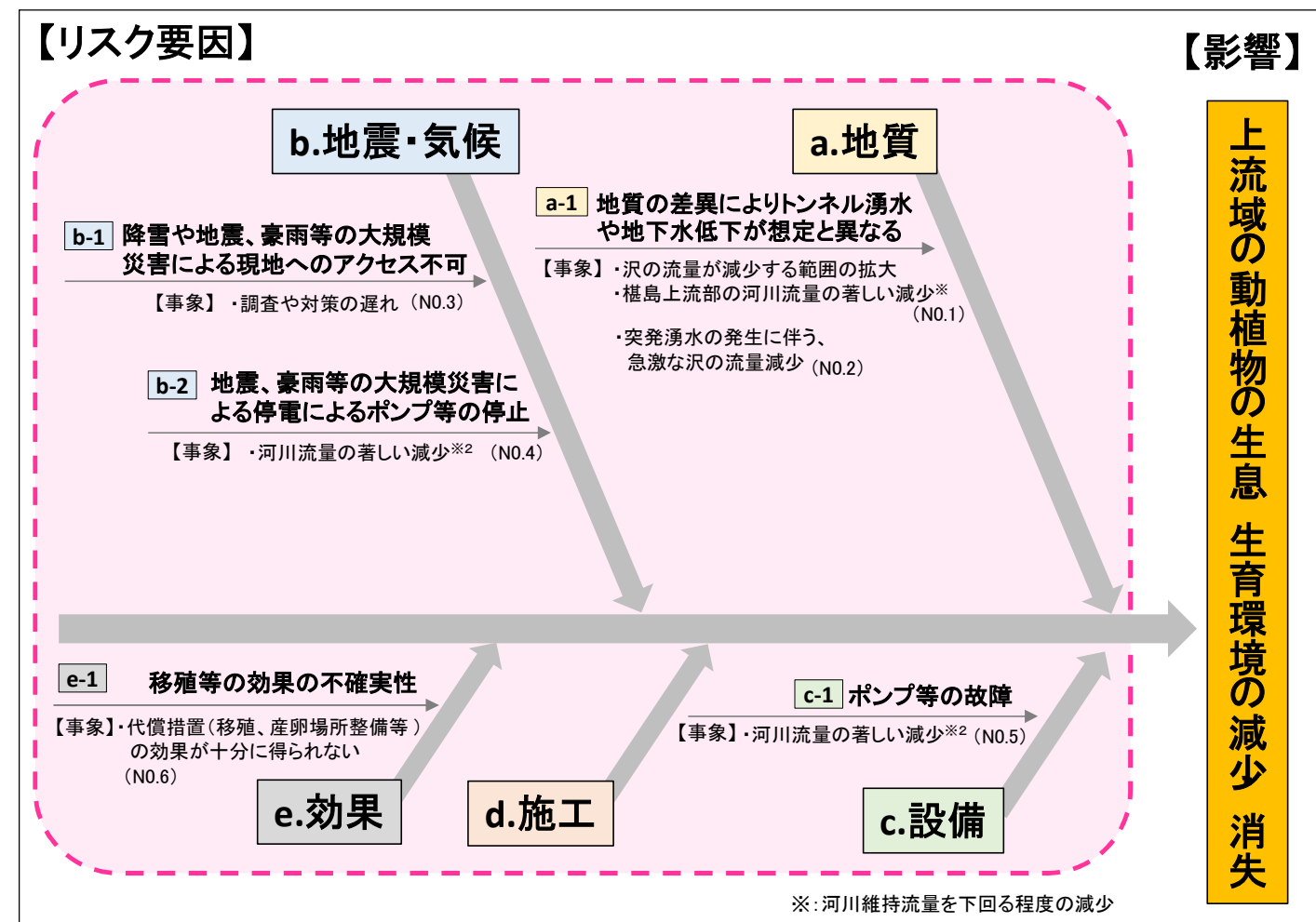


図 7.1 リスク要因、事象、影響の関係性（沢、河川の流量）

- ・ 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）。

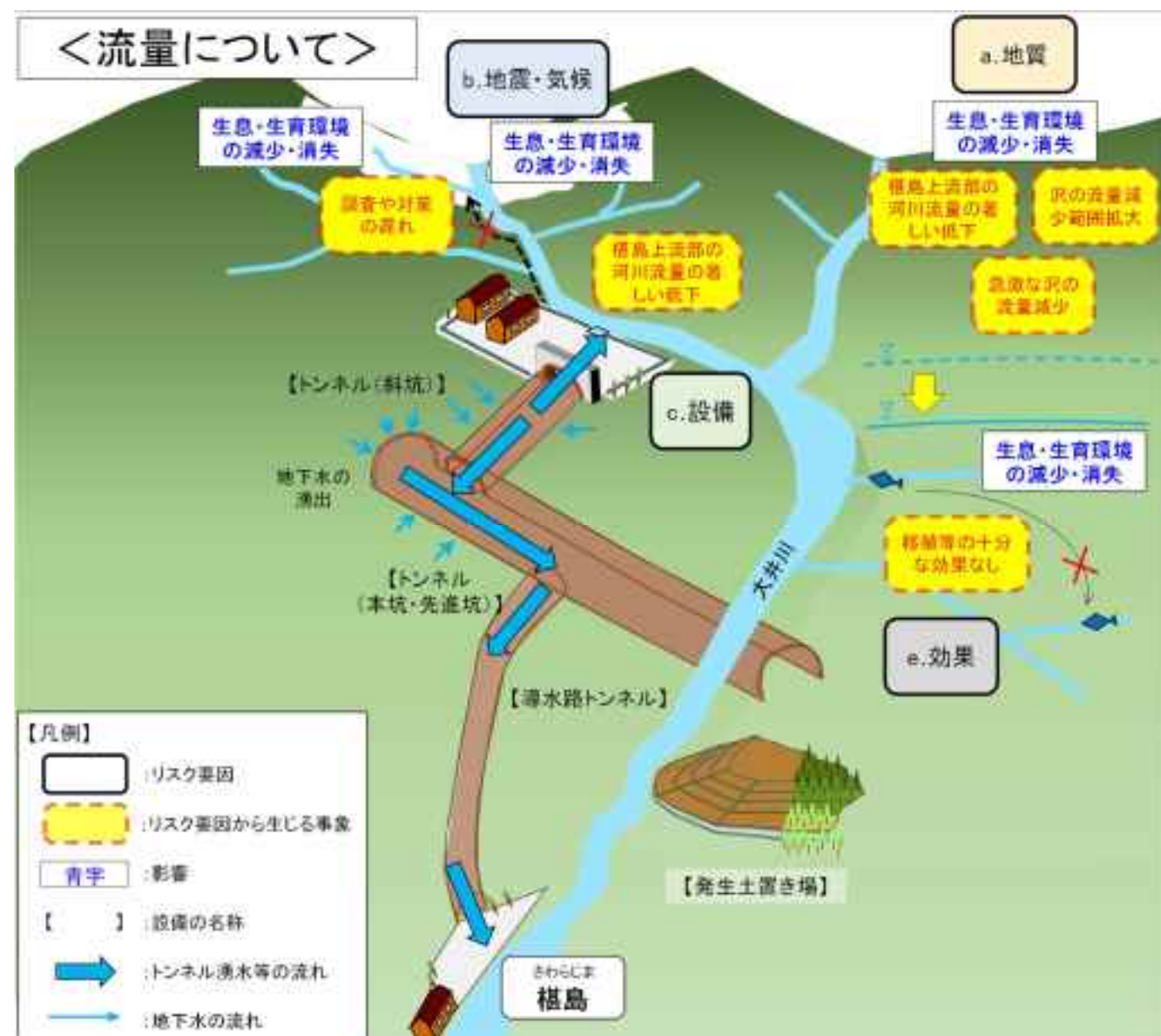


図 7.2 流量についてのリスク要因、事象、影響の関係性（位置イメージ図）

<河川の水質等に関するリスクについて>

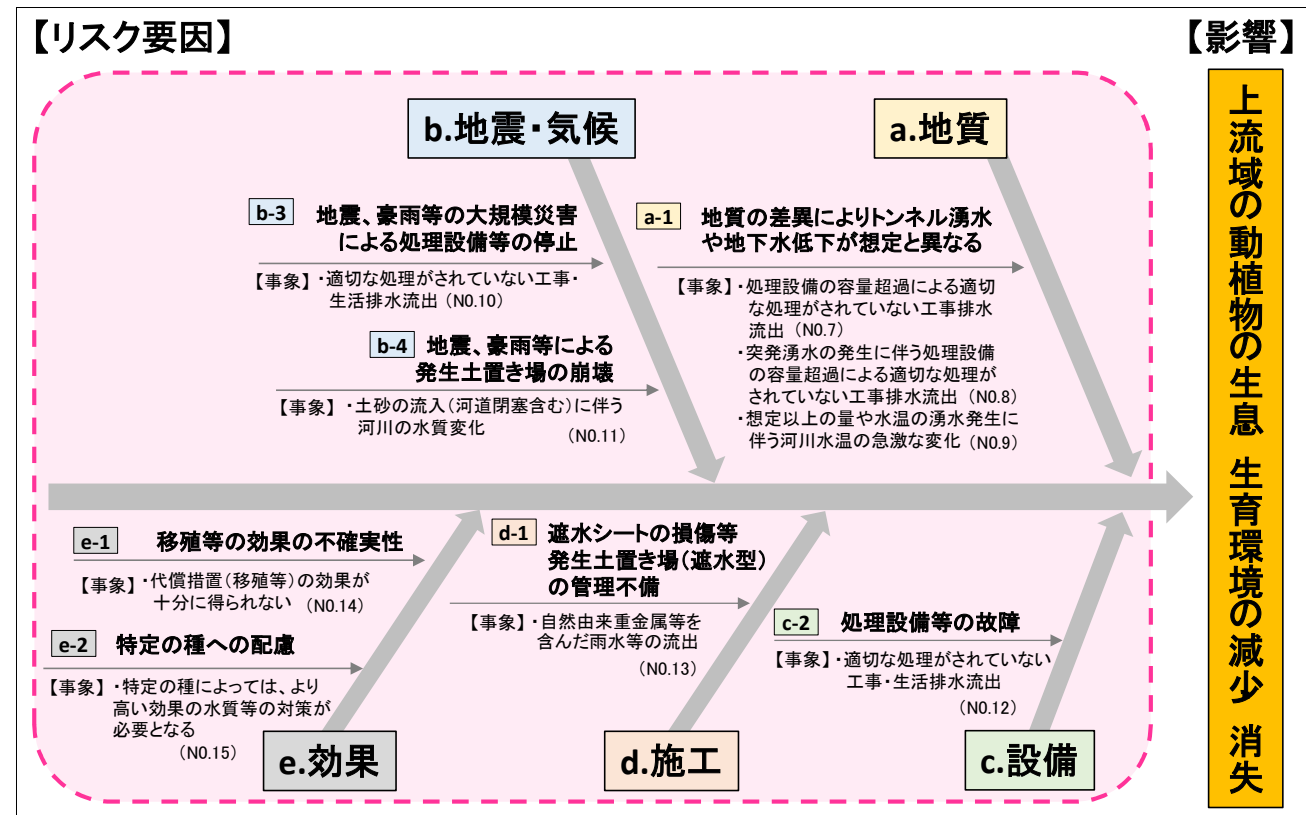


図 7.3 リスク要因、事象、影響の関係性（河川の水質等）

- ・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）。

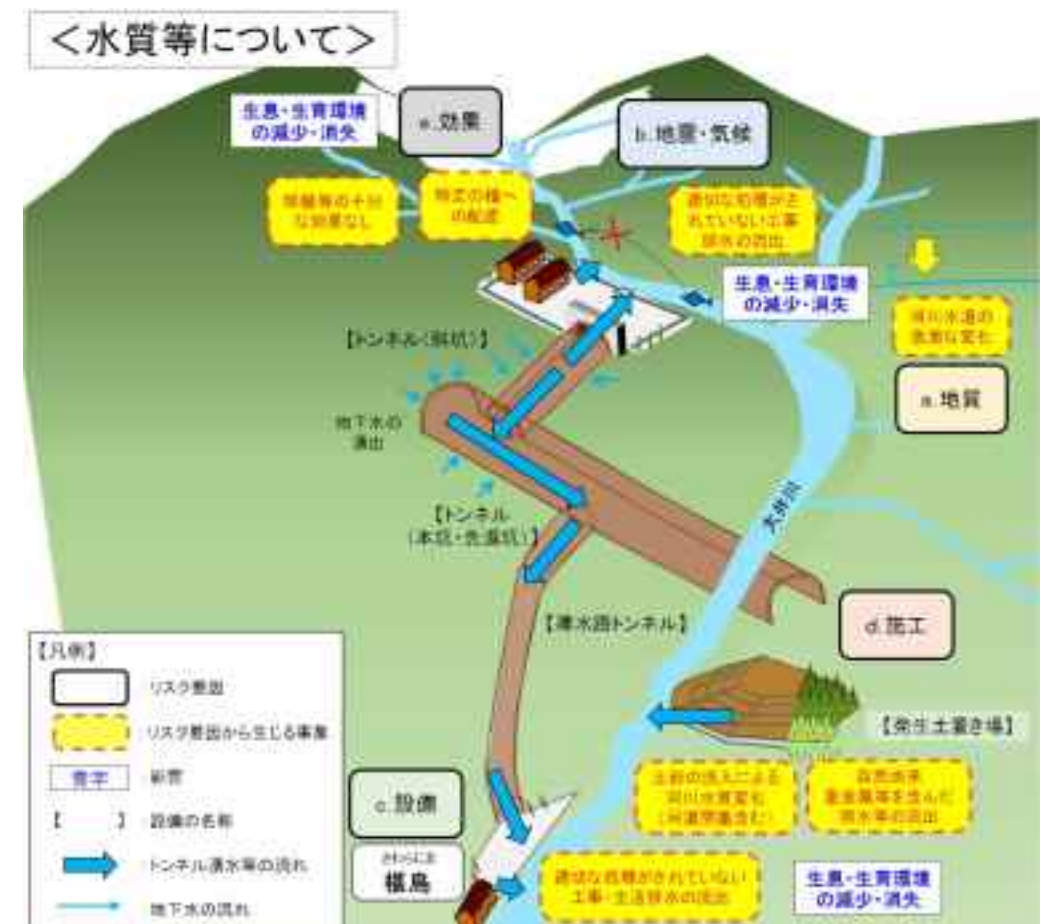


図 7.4 水質等についてのリスク要因、事象、影響の関係性（位置イメージ図）

<地上部分の改変等に関するリスクについて>

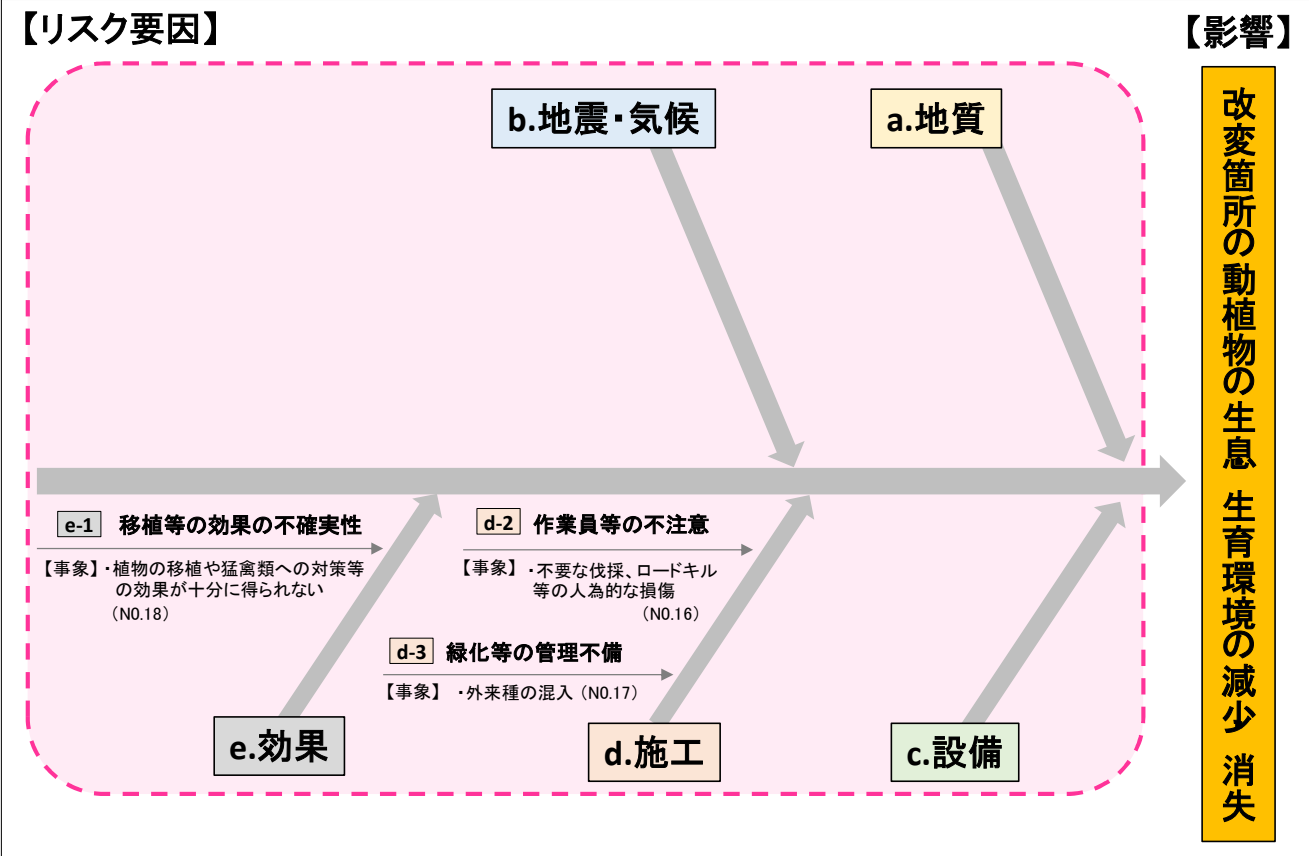


図 7.5 リスク要因、事象、影響の関係性（地上部分の改変等）

- ・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。
 - ー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）。
 - ー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。
 - ー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、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	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	<u>①河川水温への影響の低減対策等の実施</u> ・トンネル湧水をヤード内の沈砂池を経由させることで、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。 <u>②水温や動植物のモニタリングの実施</u> ・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。 <u>③修復措置、代償措置の実施</u> ・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	<u>①設備状況の確認</u> ・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。 <u>②設備状況を踏まえた対応</u> (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		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	<u>①設備状況の確認</u> ・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。 <u>②設備状況を踏まえた対応</u> (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	・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	・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	・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、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

（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、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【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。
 - ー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。
 - ーボーリングの口元において、湧水圧試験を行います。
 - ー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（p H、E C）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）。

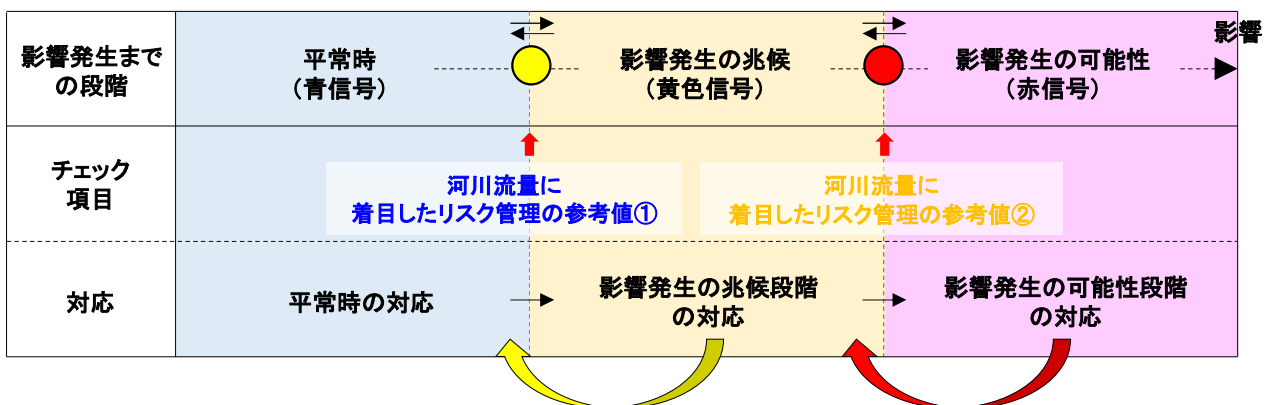


図 7.7 リスク管理のイメージ図（河川流量減少）

(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	・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。		・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。
		・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、魚類の移植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、魚類の移植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、影響発生の兆候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 と同様に魚類の移植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 7.9）。

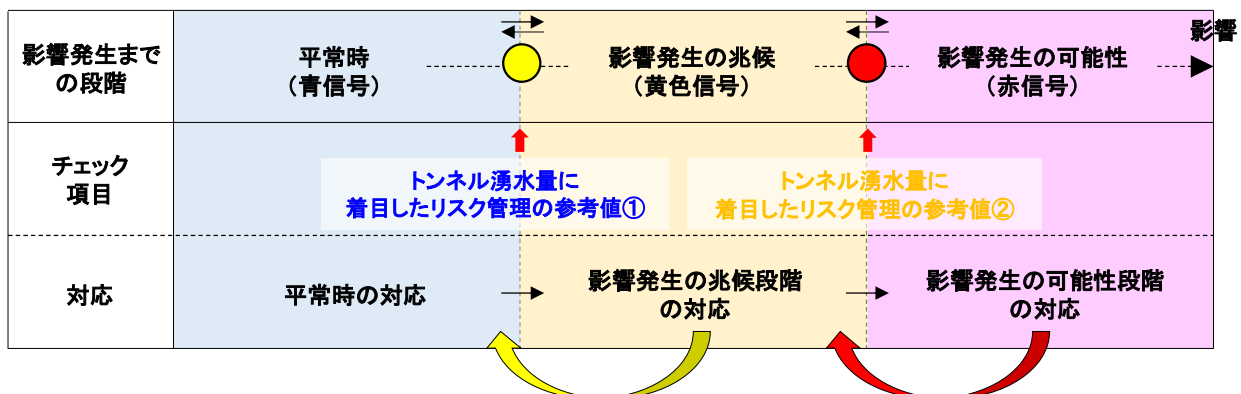


図 7.9 リスク管理のイメージ図

（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
リスク No.7 水質	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		
	対応	・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。	・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。	・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、魚類の移植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、影響発生兆候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＜影響発生兆候段階の対応＞をとることができず、＜影響発生可能性段階の対応＞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	・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。	・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、魚類の移植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。 ↓ ・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 と同様に魚類の移植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。

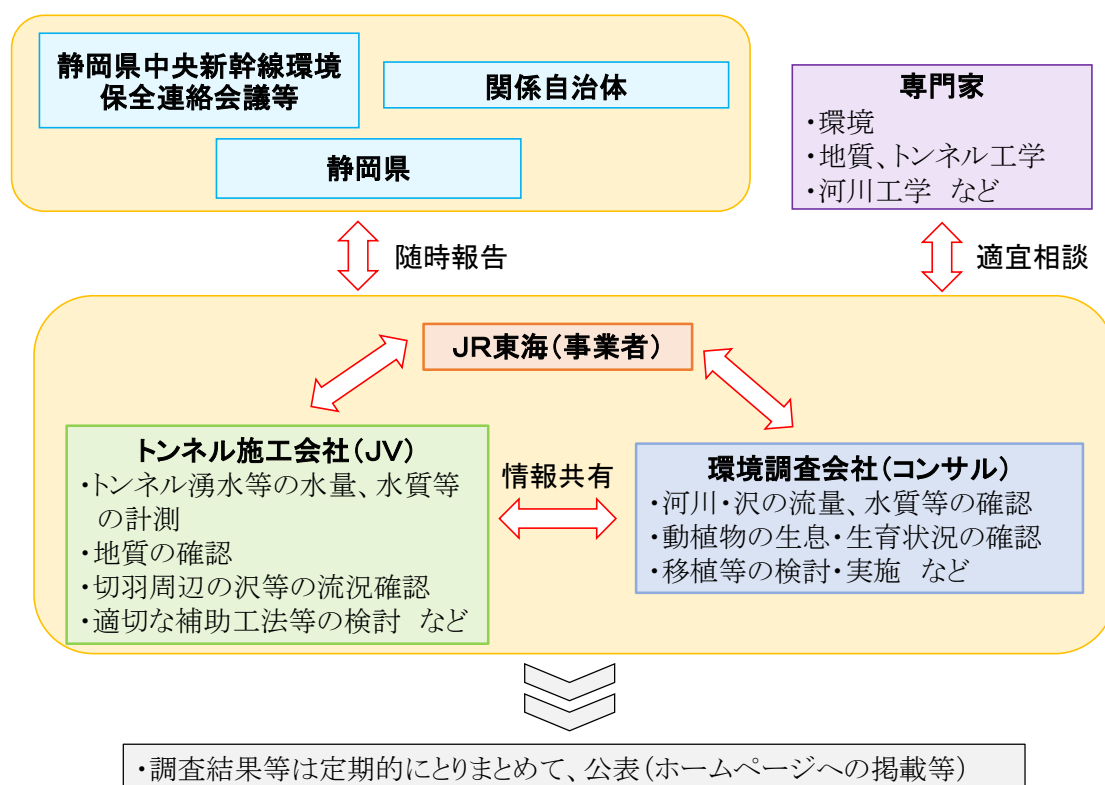


図 8.1 環境管理に関する体制 (案)

(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。

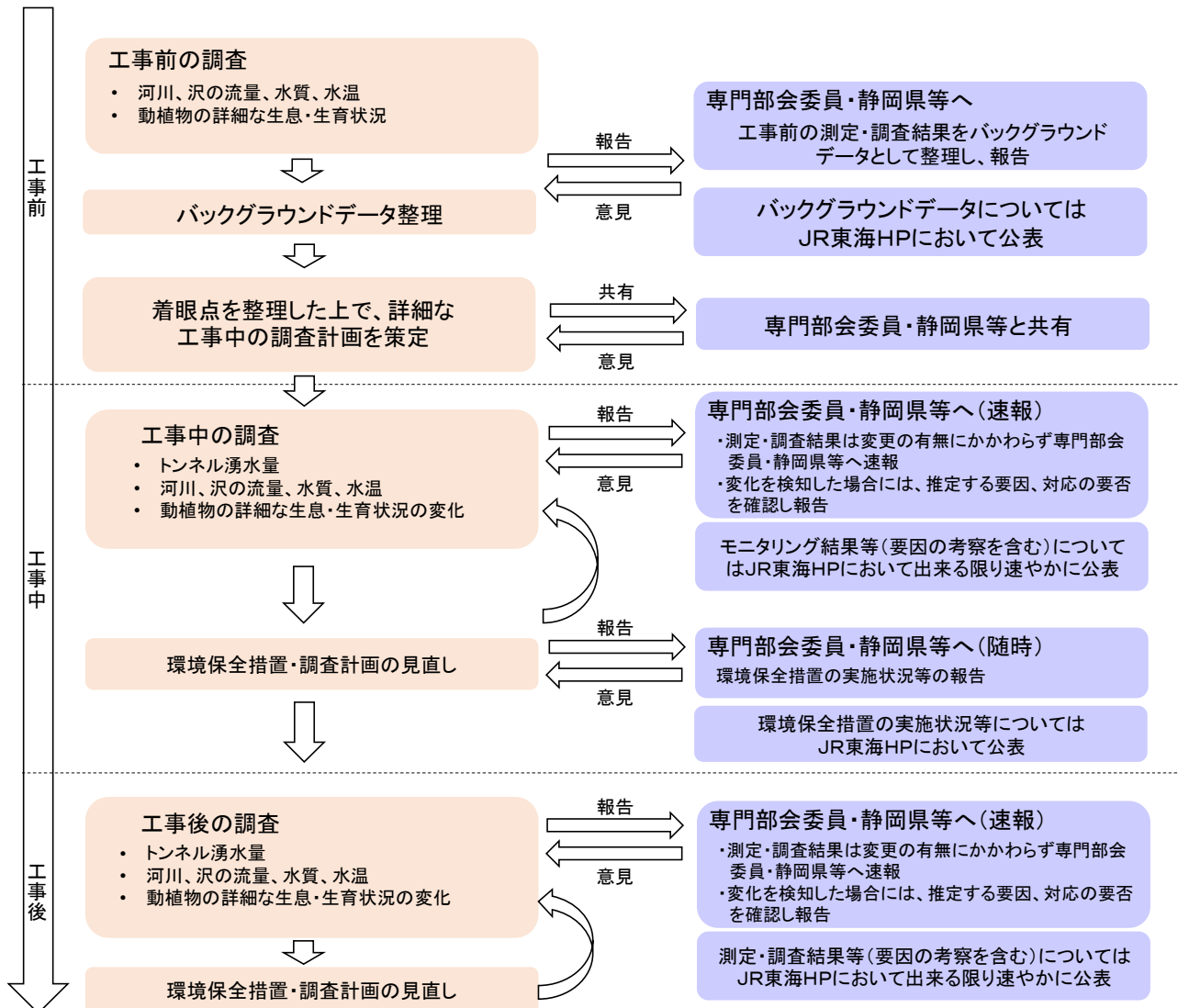


図 8.2 計測・調査に関するフロー

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いきます。
- ・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

- ・工事完了後も、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いきます。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いきます。
- ・調査結果とこれに対する J R 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、J R 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。

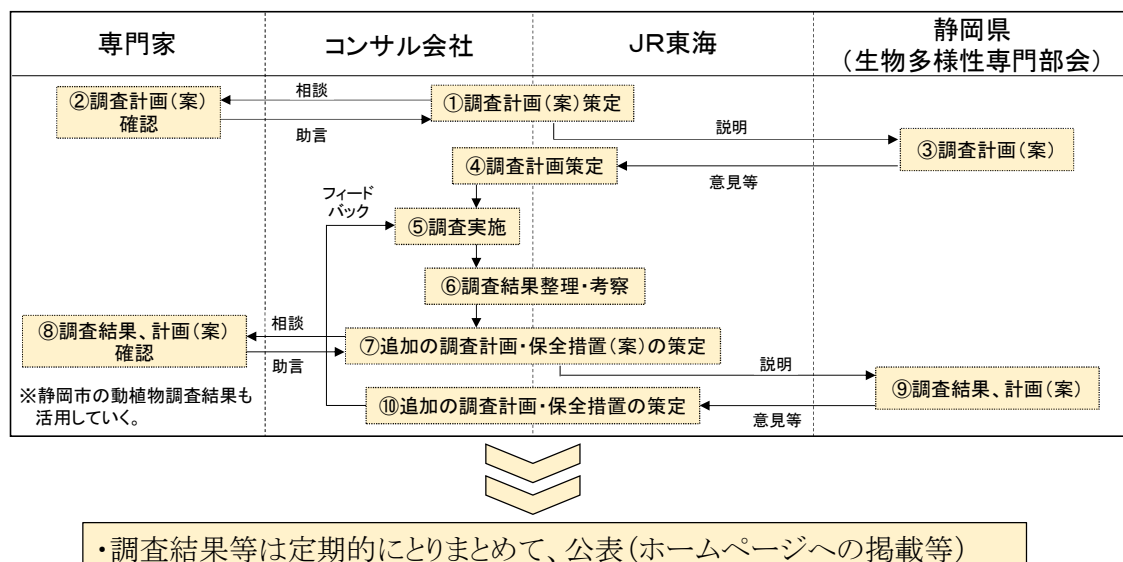


図 8.3 水生生物の調査等に関する流れ

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）。

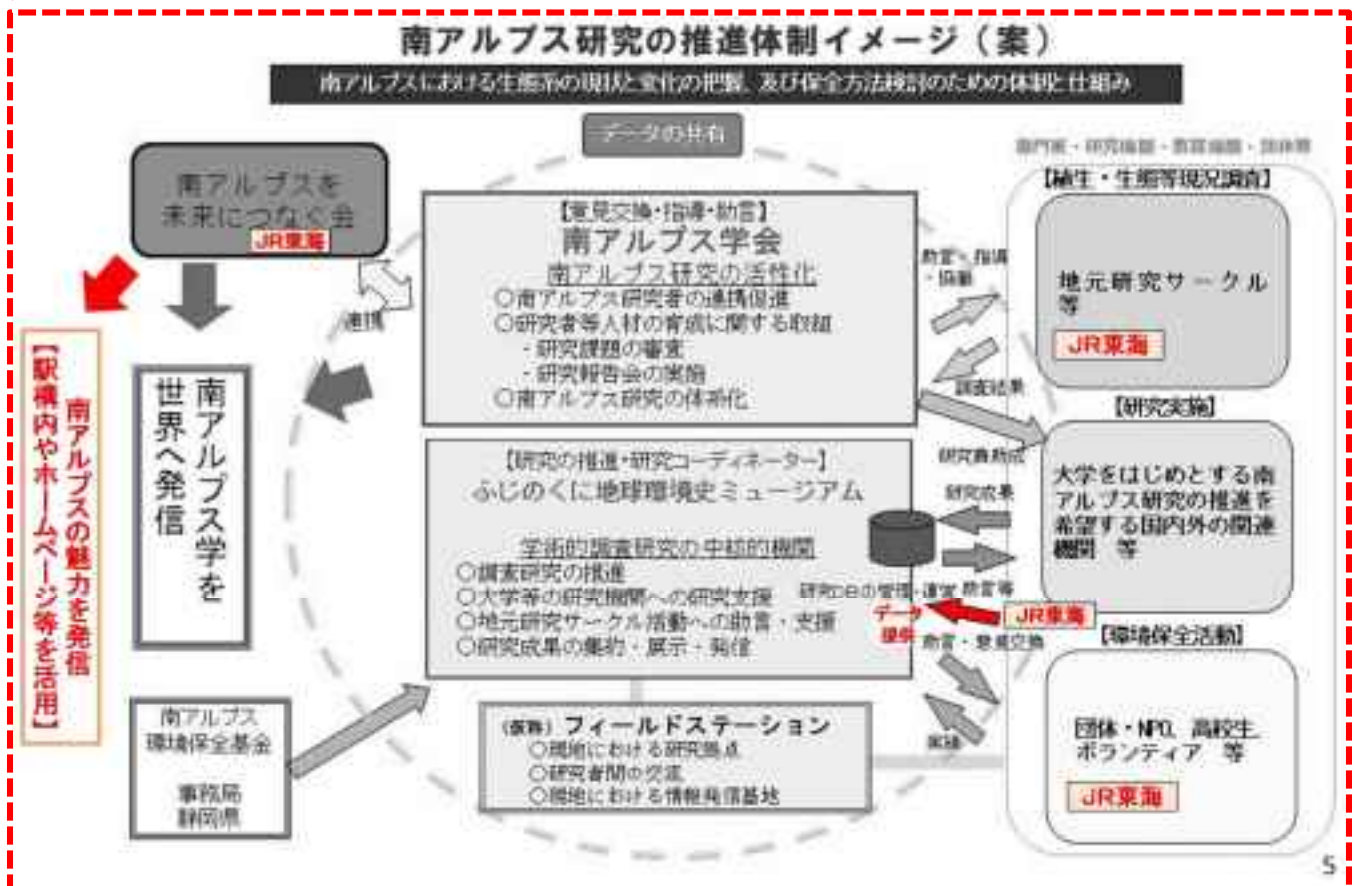
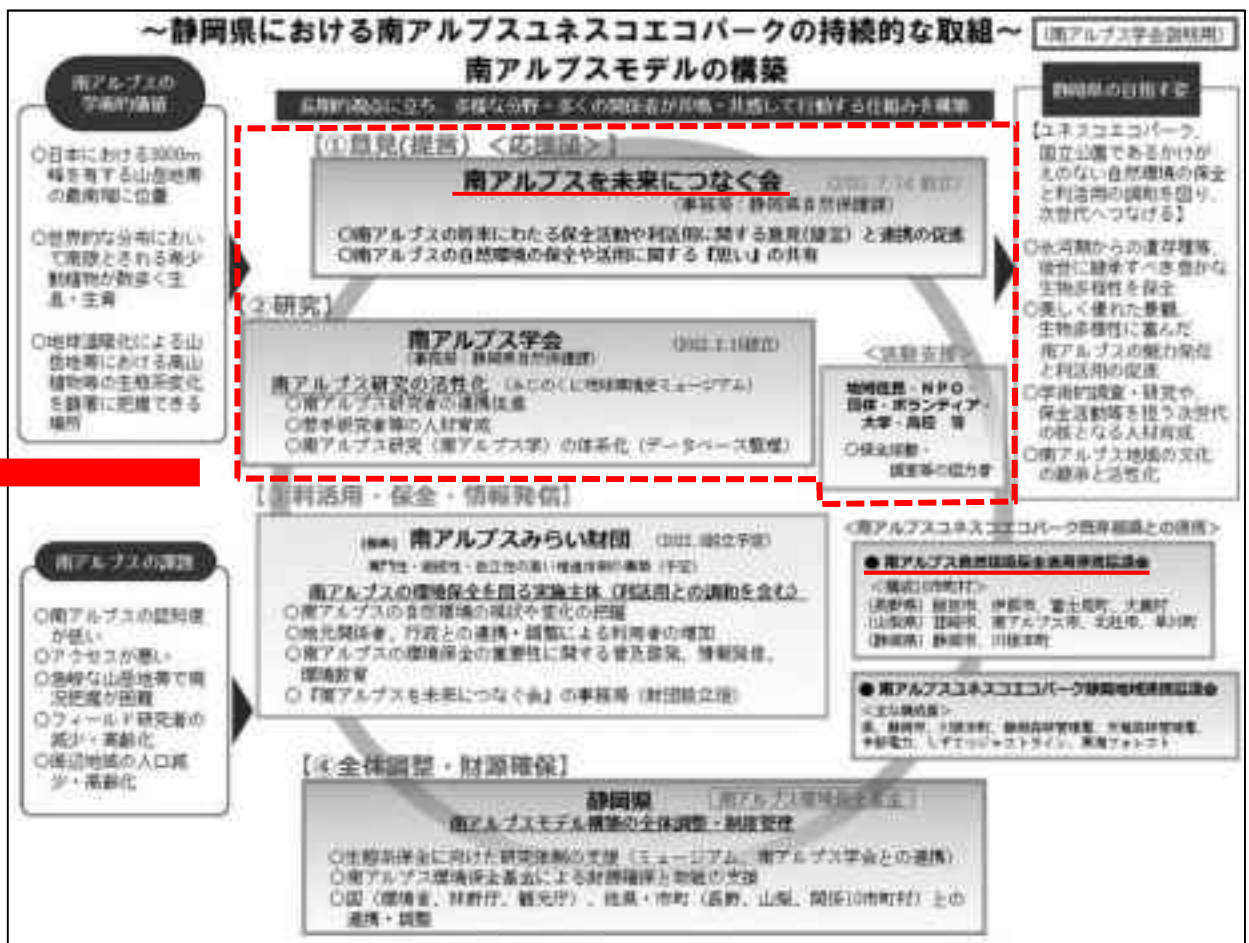


図 9.4 南アルプス研究の推進体制への関わり方(イメージ)

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、樫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。

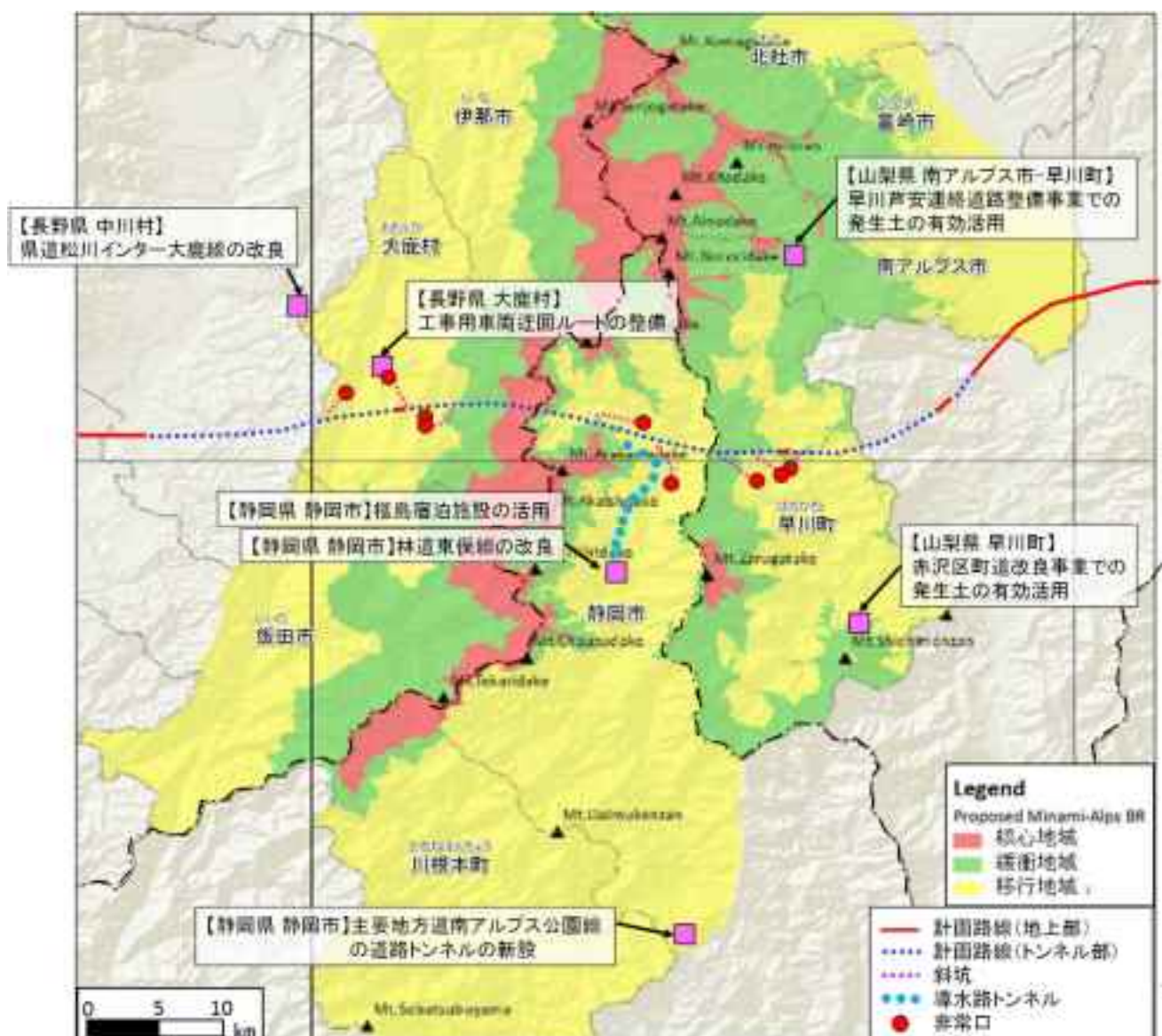


図 9.5 南アルプスへのアクセス性の向上等に資する取組内容

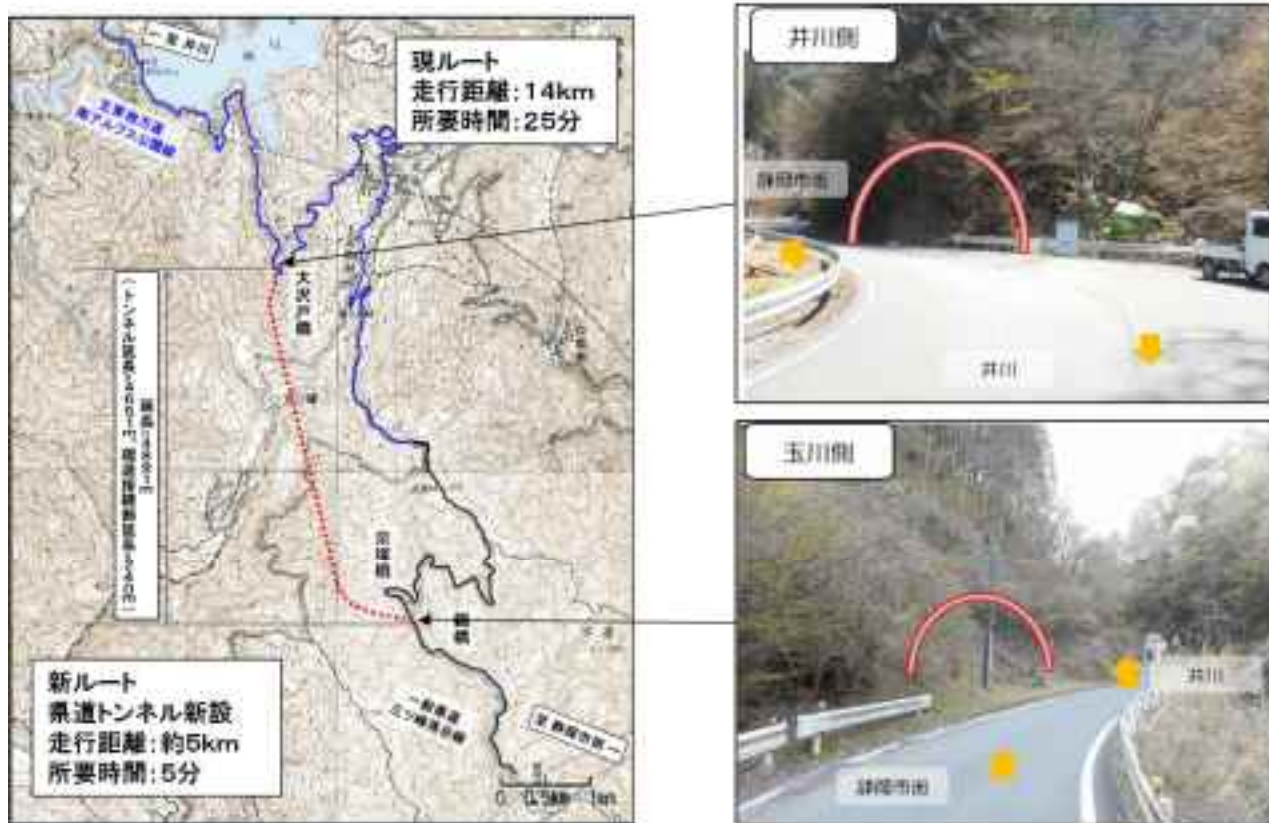


図 9.6 主要地方道南アルプス公園線の道路トンネルの概要



図 9.7 林道東俣線の改良（舗装）



図 9.8 樺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：やまなし森づくりコ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**