

図 5.5 (1) J-R東海モデル 地下水位 (計算上) 予測値断面図 (南北方向 (構架付近))
(トンネル掘削完了20年後)

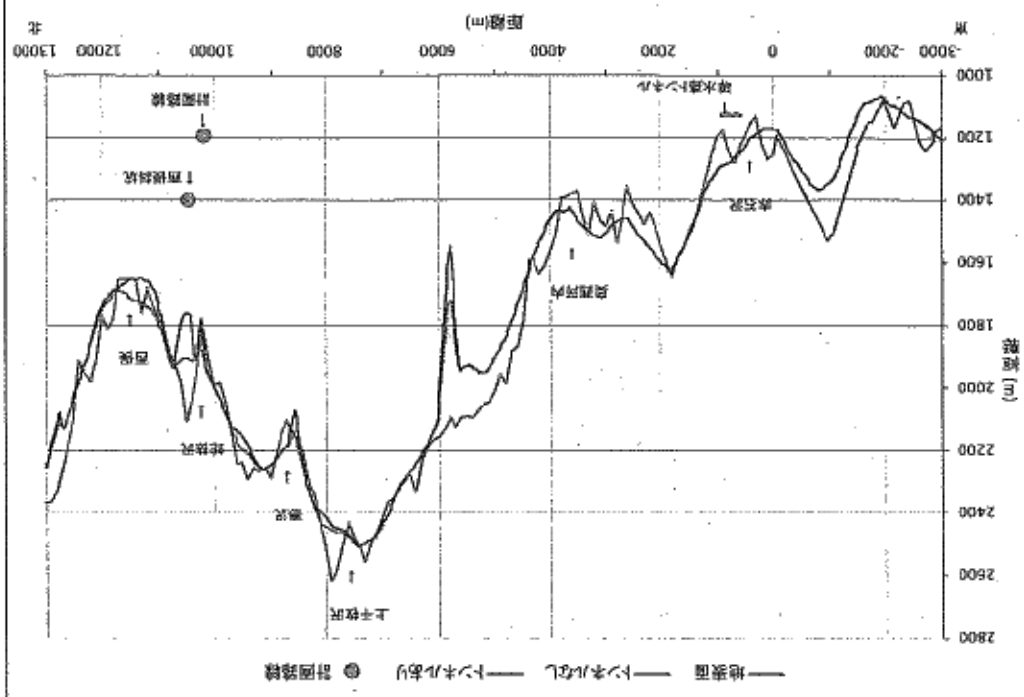


図 5.5 (2) 静岡市モデル 地下水位低下量断面図 (トンネル掘削完了後の定常状態)

(4) 地下水位低下が植生へ及ぼす影響評価について

・(3) 図 5.4 及び図 5.5 に地下水位低下量図をお示しましたが、静岡市モデルによる結果では、トンネル掘削により、「主要な断層」付近では、地下水位（自由地下水位）の低下する予測結果となります。

・図 5.6 に、相下水位（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（図 5.6 赤色点線）をお示します。図 5.6 のとおり、地下水位（自由地下水位）が低下した場合、地下水位（自由地下水位）のすぐ上の飽和度は低下しますが、表層では気象の影響が非常に大きく、結果として地下水位（自由地下水位）の低下が、表層の土壌水分量へ与える影響は極めて低いです。

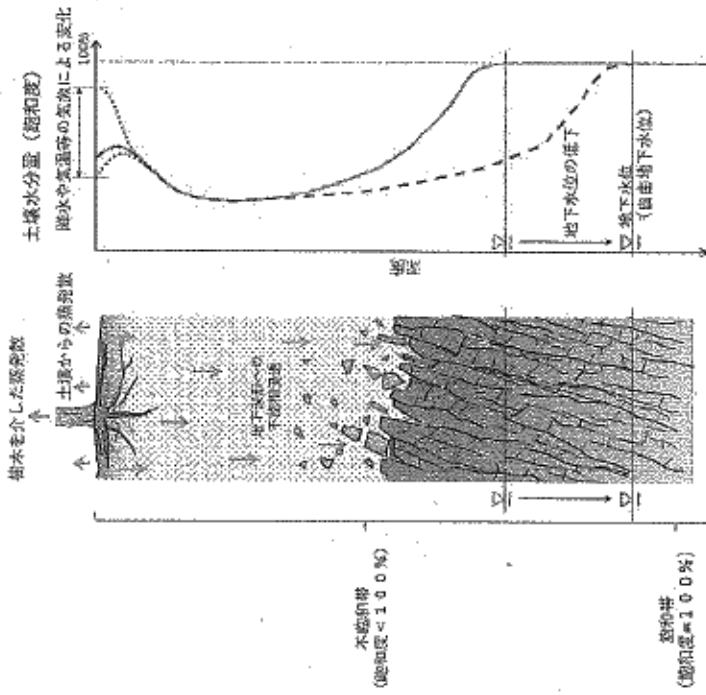


図 5.6 地下水位（自由地下水位）と土壌水分量の関係
（トンネル掘削により地下水位が低下した場合）

ただし、(5) に記載のとおり、地下水面が浅い状態などは、現況状態で土壌水分量が高い箇所であり、もともと地下水位（自由地下水位）が深く土壌水分量が小さい箇所（尾根部等）に比べて、地下水位（自由地下水位）の低下の影響を受けやすいと考えますが、そのような箇所は主に河川や沢沿いに限られており、影響は限定的だと考えます。

【参考文献】
 貝塚 西平ほか『静岡と図で見える地形学』（東京大学出版、1986年）
 森岡 雅行『地層の水資源科学』（東京大学出版、2006年）
 ウィリアム・ジョーリー・ロバート・ホートン『土壌物理学-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）

(5) 静岡市が実施した水収支解析結果（土壌水分量）を用いた検討について

・図 5.7 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）の差分分布を告示します。

・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%程度までとなつています。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%となつています。

・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、現況では選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りますがあるが、そのような箇所は限られている。」とされています。

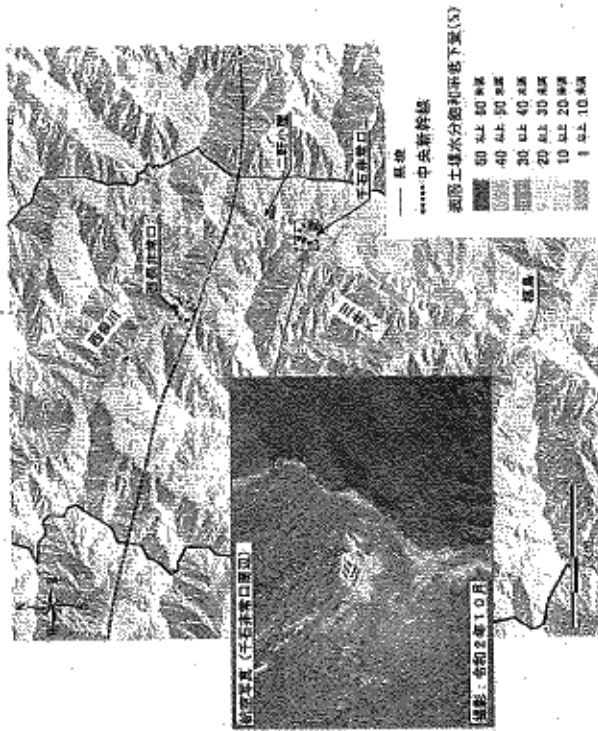


図 5.7 静岡市モデル 工事前及び工事後（低水期）の表層土壌水分の減少量分布

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（環境局環境調査課 平成 28 年 8 月）」をもとに作成

(6) 地下水位（計算上）予測値に対する対応について

- ・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とした静岡市の解析による予測においても、植生などにも影響を及ぼす可能性のある箇所は限られているとされています。
- ・基本的な対応としては、「4 南アルプスの地場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 2）沢等の流量の測定と動植物への対応」に記載しているとおり、トンネル掘削時は湧水量を削減する対策を行いつつながら先進ボーリングを用いて慎重に行っていくと共に、先進ボーリングの湧水量が管理値に達した場合は、周辺の沢等の流量及び動植物の生息・生育状況を重点的に確認します。また、南アルプス地域の特性を踏まえると、トンネル掘削工等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、事前の代

償措置についても検討・実施してまいります。

なお、破砕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、地表部状態の状態がこれまで述べた状況と異なることとなるため、以下のとおり対応します。

①先進ボーリング湧水等の情報に基づく対策の実施

- ・先進ボーリングの湧水量、湧水圧、化学的な成分（溶存イオンの分析等）を把握します。
- ・これらの結果と周辺の降水のデータ等とを比較し、断層破砕帯の位置や断層破砕帯に含まれる地下水の起源、地表面付近の地下水との連続性を推定します。
- ・さらにトンネル初期湧水の化学的な成分分析も併せて行うことで、切羽が断層破砕帯に近づいていることを早期に検知します。
- ・トンネル切羽が断層破砕帯に近づいた時には、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。

②植生状態の調査の実施

- ・トンネル工事前の段階から、植生リモートセンシングにより広域的に植生指標データを把握し、また、静岡市モデルにより表層土壌水分飽和率の低下量が大きいと予測される箇所です。土壌水分量の調査を実施していきます。
- ・これらの調査の結果は専門家へ報告し、必要により、さらなる薬液注入等の補助工法を実施していきます。

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、局所的に植生への影響が確認された場合には、専門家の助言を踏まえながら、植生の修復措置を検討・実施します。
- ・植生の修復措置の実施が困難な場合には、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。

6 代償措置

(1) 代償措置の考え方

- ・自然環境の保全に向け、計画から工事実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。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、動物個体の移植等があり、建設事業に伴う実施例が見られます。しかしながら、生物多様性専門委員会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植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。
- ・一方で、大井川上流部のような環境での魚類や底生生物の移植は難しいのご意見も頂いています。このため生物多様性オフセットの考え方(図 6.1 参照)を参考にした代償措置についても、専門家及び関係者のご協力を得ながら進めていきたいと考えております。

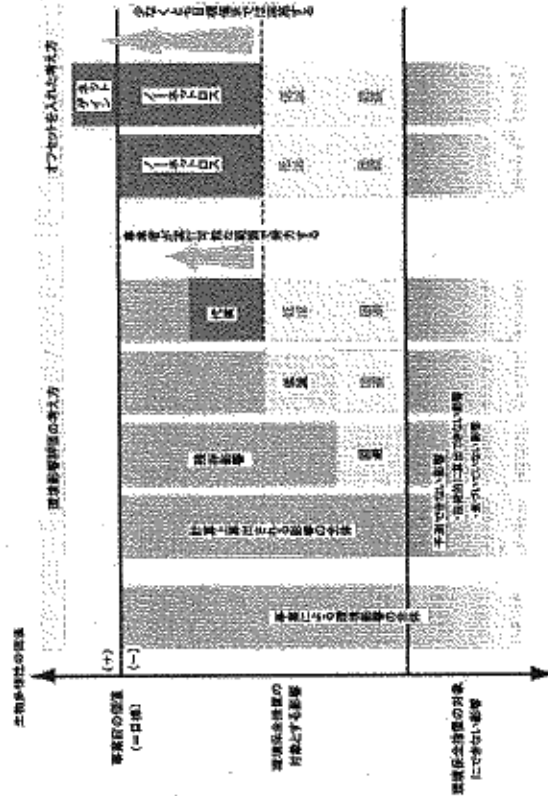


図 6.1 環境影響評価での環境保全措置と生物多様性オフセットの考え方

出典：「環境影響評価における生物多様性保全に関する参考事例集」(国土交通省国土利用政策局 環境影響評価課、平成29年4月)に加工

(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・移植を考えています。
- ・移植・移植は図 6.3 に示す実施フローに基づいて実施します。移植・移植を行う個体の生育環境を調査のうえで、移植・移植の候補地においても環境調査を実施し、移植・移植先を選定します。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・移植を実施します。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・移植を実施しており(図 6.2 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13 これまでに実施した植物の移植・移植結果」参照)。



図 6.2 移植作業状況

(3) 魚類等の代償措置

1) ヤマトイワナ等の事前の代償措置

・天然のヤマトイワナ在来種が生息するとされている西保上流部の一部の沢などに於ける事前の代償措置の考え方は、「3 工事に伴う自然環境への影響と対応 (2) 静岡工区における基本的な対応」に示すとおりです。

① 産卵床の整備

・産卵床の整備については、「渓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、専門家の助言も踏まえて実施します。親魚の生息状況を確認のうえで、秋の産卵期の直前、なほしいは産卵期の始まった直後に達成します。達成後は定期的に観察を行い、落ち葉の清掃や産卵床の管理等を行います。

② 非在来種の移殖

・西保上流部に生息するニッコウイワナとの交雑種を、西保上流部以外の沢へ移殖するにあたっては、移殖を行う個体の生息環境を調査のうえで、移殖先候補地においても生息調査を実施し、移殖先を選定します。そのうえで、既往の知見や専門家のご助言を踏まえて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把握します。

③ 在来種の増殖・放流

・ヤマトイワナ在来種の産卵場などでの増殖、現地への放流については、沢で採捕された親魚から採卵を行い、養魚場であらたえさせようとして、放流する研究が過去から実施されており、そうした知見も踏まえたうえで、専門家のご助言を踏まえながら実施してまいります。

・なお、放流先については、選定的な攪乱の影響を考慮し、ヤマトイワナ在来種が生息するとされている西保上流部の一部の沢ではなく、工事による影響が及ばないと想定される沢等のうち、ニッコウイワナやニッコウイワナとの交雑種が生息している沢等とします。

・移殖後は移殖個体の定着状況を把握します。

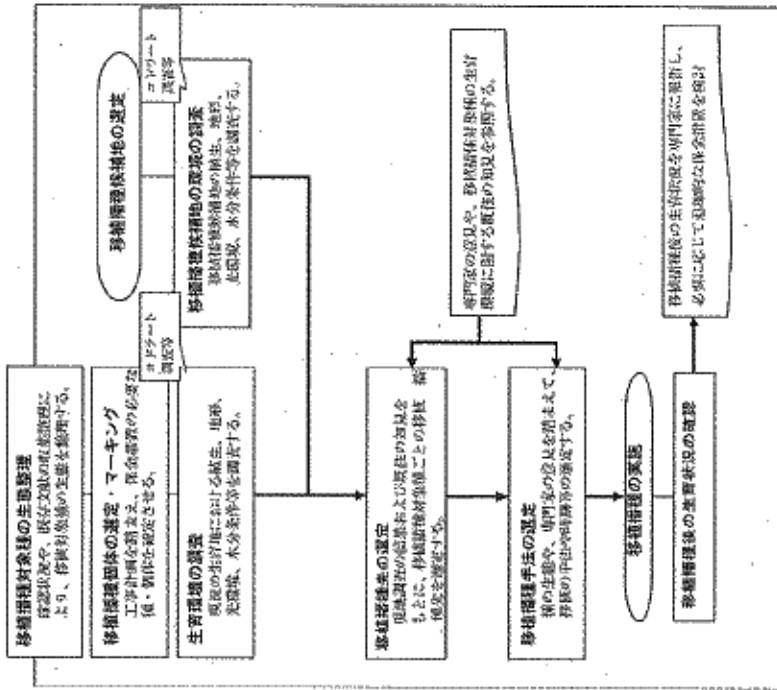


図 6.3 移植・増殖の実施フロー

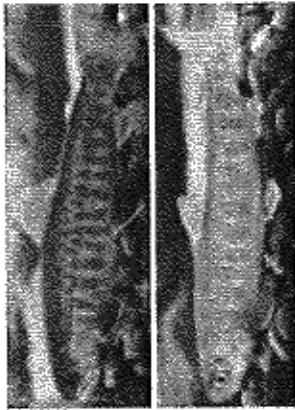


図 6.4 ヤマトイワナ(上)とニッコウイワナ(下)

出典:「ふじのくに生物多様性地域戦略」(2018年3月 静岡県くらし・環境部 環境局 自然保護課)

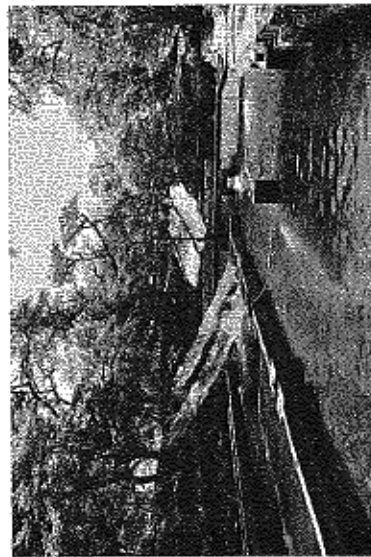


図 6.5 イワナの産魚場

出典:亀田産魚場ホームページ

2) 工事中の代償措置

- ・工事中のモニタリングの結果、河川や沢に生息する魚類等について生息環境に変化がみられた場合、専門家のご助言を踏まえたくうえで移殖等を検討、実施します。
- ・移殖にあたっては、移殖を行う個体の生息環境を調査のうえ、移殖先候補地においても生息調査を実施し、遺伝的な擾乱の影響も考慮のうえ移殖先を選定します。そのうえで、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。移殖後は移植個体の定着状況を確認します。

(4) 生物多様性オフセットの考え方を参考にした代償措置

- ・これまでにご説明した措置のほか、南アルプスエコパークとの協力を図りながら、生物多様性オフセットの考え方を参考にした代償措置も実施してまいります。
- ・南アルプス地域はエコパークに登録されており、貴重な生物多様性の保全を図るとともに、科学的な調査や教育など学術的な研究の支援、自然と調和した持続可能な地域経済・社会の発展が求められています。
- ・生物多様性の保全としては、高山植物の調査対策(防壁柵の設置、エコーリングの設置等)やライチョウの保護等が計画等によって計画・実施されていますが、今後具体的に調査し、こうした活動にご協力させて頂くことを検討してまいります。また、南アルプス保全に向けて計画が2021年度から南アルプス環境保全基金を創設する計画であり、その内容について意見交換をいたうえで、相応のご協力を頂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。

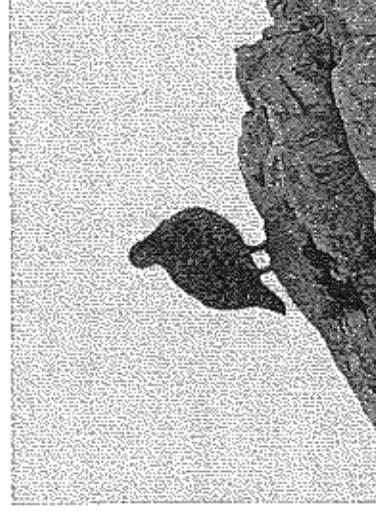


図 6.6 ライチョウ

- ・学術的な研究の支援としては、当社の環境調査によって得られた様々なデータを静岡県等に提供し、さらには地域の実証的研究者にお示しして、ご活用頂くことを計画してまいります。また、人工産卵床の整備や原生土壌まわりの植林等を、環境教育の場として活用することも検討してまいります(図 6.7)。



図 6.7 市民による植林活動の例
出典：管城川登米市ホームページ

- ・持続可能な地域経済・社会の発展に対しては、エコツーリズムとして豊かな自然環境に親しんで頂くための環境整備（登山道や登山用看板等）へのご協力も項目として検討しています。また、「1 南アルプス地域の環境保全等に対する」E業種の基本的考え（2）エネスコエコパークとの関連」に記載したとおり、
 - ・主要地方道南アルプス公園線の道路トンネルの建設
 - ・林道業保線の改良
 - ・将来的なリゾート施設への活用を考慮した、工事中番泊施設の建設（植島）
- を実施し、エネスコエコパークの活性化を通じて地域経済・社会の発展に貢献してまいります。

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 「道路建設におけるリスクマネジメントマニュアル（平成25年5月、社團法人土木学会 建設マネジメント委員会、インフラ研究所「研究小委員会」）では、リスクは「それまで計画・予定していた自然の構成を阻害する事象」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看做することもできる」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、掘削時に掘削付近で湧出する湧水1分間で60トン規模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軽減するため、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徹底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まいります。
- ・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、子め
差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、また阿爾プスの地帯特性を踏まえ、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。
- ・そこですは、自然環境への影響、影響を引き起こすリスク要因と事象の関
係性を整理し、自然環境へのリスクを抽出しました(図 7.1～図 7.6)。

＜沢、河川の流量に関するリスクについて＞



図 7.1 リスク要因、事象、影響の関係性(沢、河川の流量)

- ・沢、河川の流量に関するリスク要因としては、「a. 地質」、「b. 地震・気候」、「c. 設備」、「e. 効果」が考えられます。
- ・リスク要因により事象が発生し、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。
 - 一 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、構内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)。
 - 一 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。
 - 一 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)。

ク No. 3)。

一 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。

一 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。

一 魚網の移動やヤマトイアナの産卵床の整備、植物の移植等の代替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)。

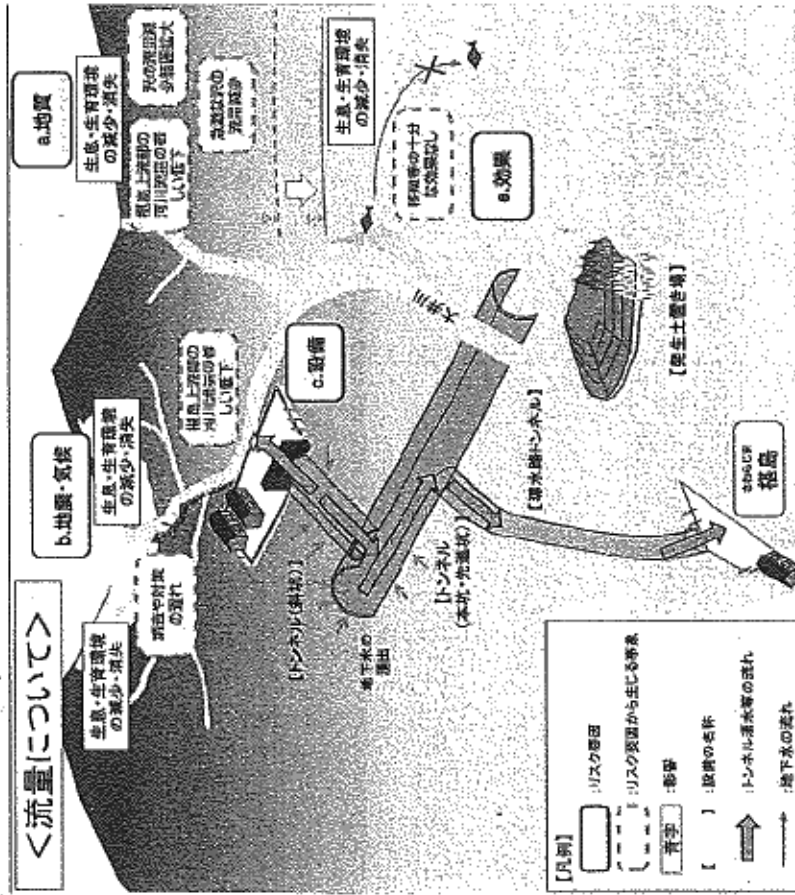


図 7.2 流量についてのリスク要因、事象、影響の関係性(位置イメージ図)

<河川の水質等に関するリスクについて>

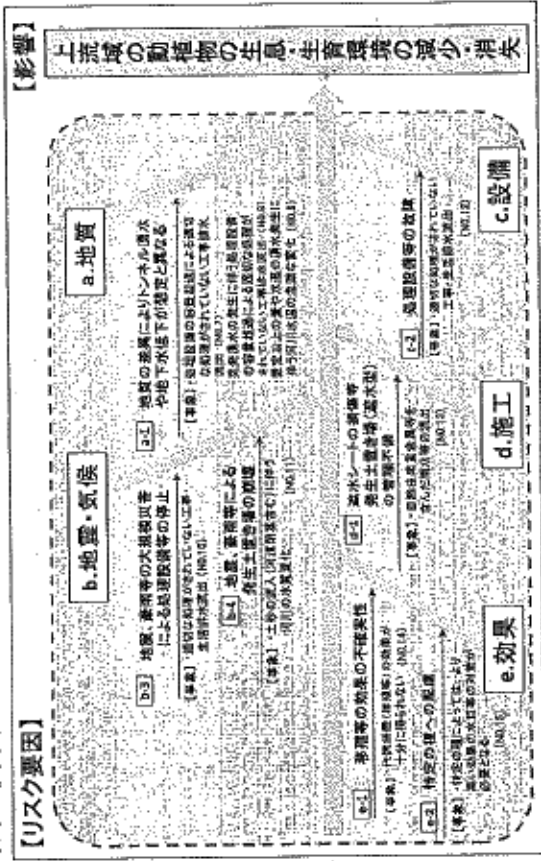


図 7.3 リスク要因、事象、影響の関連性(河川の水質等)

・河川の水質等に関するリスク要因としては、「a.地震」、「b.地質・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。
 - 一 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)。
 - 一 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)。
 - 一 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。
 - 一 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)。

一 地震、豪雨等の大規模災害により突発湧水(濁水を含む)の崩壊が発生した場合、河川への土砂の流入(河床閉塞を含む)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。
 - 一 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。
 - 一 蓋水シートの損傷等、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。
 - 一 魚類の移殖や植物の移殖等の代替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)。
 - 一 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)。

<水質等について>

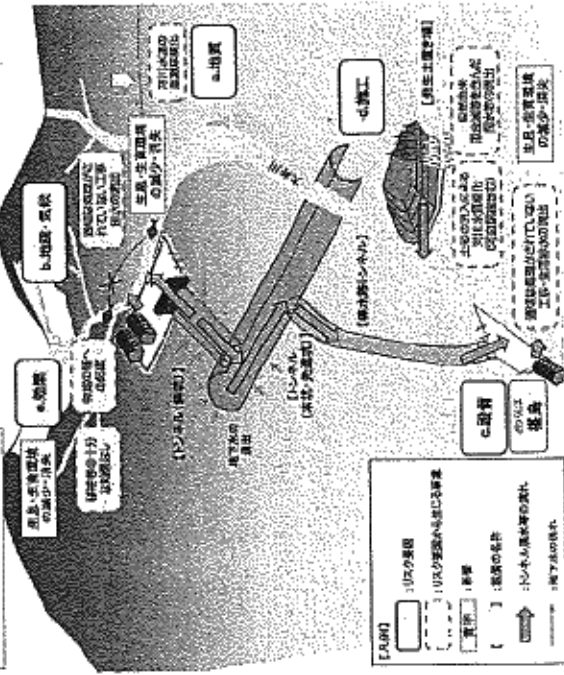


図 7.4 水質等についてのリスク要因、事象、影響の関連性(位置イメージ図)