

沢の水生生物等に関する モニタリングと環境保全措置の計画について (案)

希少種保護の観点から、希少種の生息・生育箇所に関わる
情報等は非公開としております。

令和5年7月

東海旅客鉄道株式会社

目 次

(1)	はじめに	1
(2)	重点的なモニタリングを実施する沢の抽出	1
(3)	重点的な沢における注目種の生息・生育環境の整理	1 1
(4)	沢におけるモニタリング項目の選定について	1 3
(5)	沢における環境保全措置について	1 5
(6)	モニタリングと環境保全措置の具体的なフローについて	1 8

（１）はじめに

- ・トンネル掘削工事による沢の水生生物等への影響を確認するため、沢のモニタリングは、沢等の類型化の対象としたすべてにおいて実施します。
- ・更に、類型化の対象とした沢等の中から重点的なモニタリングを実施する沢（以下、「重点的な沢」という。）を抽出し、より効果的なモニタリングを実施していきます。なお、類型化の対象とした沢等のうち、地点 34 西俣川（柳島付近）と地点 35 大井川（榎島付近）については、トンネル掘削に伴いトンネル湧水を放流することを計画している河川本流であることから、「資料 4 工事計画と水質等の管理について」に記載の通り、別途モニタリング計画等を整理します。

（２）重点的なモニタリングを実施する沢の抽出

- ・重点的な沢の抽出は、以下の 3 つの観点から行いました。

（類型化結果に基づく沢の抽出）

- ・PCA を用いた地形、水環境の序列化、NMDS を用いた底生動物の群集構造による序列化の結果、沢等は 8 つに類型化されたため、各類型の中から、それぞれ重点的な沢を抽出します。

（重要種の生息・生育状況に基づく沢の抽出）

- ・これまでに当社が実施した動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種の生息・生育状況に基づき、重点的な沢を抽出します。
- ・抽出にあたり、重要種の中でも、一般的な生息・生育環境が河川水辺と関係のある種や静岡県、静岡市から影響を懸念されているヤマトイワナ¹の生息が確認されている沢は、重みづけをしました。

（上流域モデル（解析）から得られた知見に基づく沢の抽出）

- ・上流域モデルでは、“流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢において流量減少の傾向がみられたため、このような沢は注意が必要である”という知見を得られており、この知見に基づき、重点的な沢を抽出します。

¹ 第 15 回有識者会議での静岡県のヒアリングにおいて、南アルプスの自然環境の現状と特徴として、“水中の生態系の頂点に位置するヤマトイワナの減少により、南アルプスの生物多様性を維持できなくなるおそれ”が懸念されています。また、第 16 回有識者会議での静岡市のヒアリングにおいても、トンネル掘削による大井川上流域への生態系への影響について、“ヤマトイワナをはじめ、大井川上流域の生態系への影響が懸念される”とされています。

- ・抽出過程と現時点での抽出結果は、表 1 の通りです。なお、重点的な沢の抽出については、今後、静岡県、静岡市、専門家等のご意見を踏まえ、更新することも考えています。

表 1(1) 重点的な沢の抽出：類型 1
(NMDS による類型 I (シタカワゲラ科が多い)、PCA による類型 A (標高が高い))

	類型 1			
	01 内無沢	02 魚無沢	09 悪沢	33 北俣・中俣合流部付近
流域面積(km ²)	5.69	3.97	3.94	17.78
重要種の確認状況 ※1				
	確認種数	4種	9種	7種
	得点	7点	14点	11点
流域に主要な断層を含み、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢(上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢)			○	
抽出結果		◎	◎	
抽出理由		・02 魚無沢：重要種の確認種数、得点が最多であること、流域に主要な断層を含まない沢であることから、流量減少の影響が想定されない沢の状況確認のため。 ・09 悪沢：重要種の確認種数、得点が比較的多く、流域に主要な断層を含み主要な断層とトンネルが交差するような沢であるため。		

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。

得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。

【赤塗り】ヤマトイワナ：3点

【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種：2点

【白塗り】その他の種：1点

表 1 (2) 重点的な沢の抽出：類型 2
(NMDS による類型 II (ヒラタカゲロウ科が多い)、PCA による類型 A (標高が高い))

		類型2				
		04 上岳沢	05 西小石沢	08 柳沢	11 徳右衛門沢	34 西俣川(柳島付近)
流域面積(km ²)		1.45	1.50	1.02	1.49	50.14
重要種の 確認 状況 ※1						
確認種数		3種	11種	2種	5種	40種
得点		7点	17点	4点	8点	49点
流域に主要な断層を含み、 流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢 (上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢)						
抽出結果			◎			○※2
抽出理由		05 西小石沢: 重要種の確認種数、得点が最多のため。				

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。

得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。

【赤塗り】ヤマトイワナ：3点、【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種：2点、【白塗り】その他の種：1点

※2 トンネル掘削に伴いトンネル湧水を放流することを計画している河川本流であることから、別途モニタリング計画等を整理。

表 1 (3) 重点的な沢の抽出：類型 3
(NMDS による類型 II (ヒラタカゲロウ科が多い)、
PCA による類型 B (河床勾配が急で、渇水期の伏流率が高く最低流量が少ない))

		類型3	
		10 名称なし(大崩)	18 車屋沢
流域面積(km ²)		0.31	1.42
重要種の確認状況※1			
	確認種数	0種	1種
	得点	0点	1点
流域に主要な断層を含み、 流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢 (上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢)			
抽出結果			◎
抽出理由		18 車屋沢:重要種の確認種数、得点が最多のため。	

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。
 得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。
 【赤塗り】ヤマトイワナ:3点
 【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種:2点
 【白塗り】その他の種:1点

表 1 (4) 重点的な沢の抽出：類型 4（NMDS による類型 II（ヒラタカゲロウ科が多い）、PCA による類型 C（標高が低く河床勾配が緩やかで渇水期の伏流率が低く最低流量が多い））

	類型 4	
	32 赤石沢	35 大井川(樫島付近)
流域面積 (km ²)	27.39	161.09
重要種の確認状況 ※1		
	確認種数	7種
	得点	12点
	流域に主要な断層を含み、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢（上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢）	
	抽出結果	◎
	抽出理由	32 赤石沢：重要種の確認種数、得点が最多のため。

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。

得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。

【赤塗り】ヤマトイワナ：3点、【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種：2点、【白塗り】その他の種：1点。

※2 トンネル掘削に伴いトンネル湧水を放流することを計画している河川本流であることから、別途モニタリング計画等を整理

表 1 (5) 重点的な沢の抽出：類型 5 (NMDS による類型Ⅲ (オナシカワゲラ科が多い)、PCA による類型 B (河床勾配が急で、渇水期の伏流率が高く最低流量が少ない))

		類型5				
		20 名称なし (大尻沢北の沢)	21 大尻沢	24 名称なし (下木賊沢北の沢)	26 虎杖沢	30 名称なし (蛇沢南の沢)
流域面積(km ²)		0.06	1.03	0.03	1.27	0.34
重要種の 確認状況 ※1						
	確認種数	2種	4種	2種	7種	4種
	得点	3点	6点	2点	10点	6点
	流域に主要な断層を含み、 流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢 (上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢)					
抽出結果					◎	
抽出理由		26 虎杖沢: 重要種の確認種数、得点が最多のため。				

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。

得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。

【赤塗り】ヤマトイワナ:3点

【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種:2点

【白塗り】その他の種:1点

表 1 (6) 重点的な沢の抽出：類型 6
(NMDS による類型Ⅳ（ミドリカワゲラ科が多い）、PCA による類型 A（標高が高い））

		類型6		
		03 瀬戸沢	06 柵小屋沢	07 蛇抜沢
流域面積 (km ²)		2.78	1.73	3.33
重要種の確認状況 ※1				
	確認種数	11種	2種	9種
	得点	17点	3点	15点
流域に主要な断層を含み、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢（上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢）				○
抽出結果		◎		◎
抽出理由		・03 瀬戸沢：重要種の確認種数、得点が最多であること、流域に主要な断層を含まない沢であることから、流量減少の影響が想定されない沢の状況確認のため。 ・07 蛇抜沢：重要種の確認種数、得点が比較的多く、流域に主要な断層を含み主要な断層とトンネルが交差するような沢であるため。		

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。

得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。

【赤塗り】ヤマトイワナ：3点

【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種：2点

【白塗り】その他の種：1点

表 1 (7) 重点的な沢の抽出：類型7（NMDSによる類型Ⅳ（ミドリカワゲラ科が多い）、PCAによる類型B（河床勾配が急で、渇水期の伏流率が高く最低流量が少ない））

		類型7												
		1 2 曲輪沢	1 3 ジャガ沢	1 4 流沢	1 5 名称なし (二軒小屋南西の沢)	1 6 上 スリバチ沢	1 7 スリバチ沢	1 9 燕沢	2 2 名称なし (蛇沢南東の沢)	2 3 破風石沢	2 5 下木賊沢	2 7 上千枚沢	2 8 下千枚沢	2 9 蛇沢
流域面積 (km ²)		1.07	2.09	0.79	0.22	0.13	0.98	0.52	0.37	0.19	3.01	3.68	1.54	1.38
重要種の 確認状況 ※														
	確認種数	4種	3種	0種	2種	4種	9種	4種	6種	1種	0種	4種	3種	3種
	得点	8点	7点	0点	3点	5点	13点	5点	8点	1点	0点	6点	6点	5点
流域に主要な断層を含み、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢 (上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢)			○	○	○	○	○							○
抽出結果		◎					◎							
抽出理由		・17 スリバチ沢: 重要種の確認種数、得点が最多であり、流域に主要な断層を含み主要な断層とトンネルが交差するような沢であるため。 ・12 曲輪沢: 重要種の確認種数、得点が比較的多く、流域に主要な断層を含まない沢であることから、流量減少の影響が想定されない沢の状況確認のため。												

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。
 得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。
 【赤塗り】ヤマトイワナ：3点
 【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種：2点
 【白塗り】その他の種：1点

表 1 (8) 重点的な沢の抽出：類型8（NMDSによる類型Ⅳ（ミドリカワゲラ科が多い）、PCAによる類型C（標高が低く、河床勾配が緩やかで渇水期の伏流率が低く最低流量が多い））

		類型8
		31 奥西河内川
流域面積 (km ²)		22.01
重要種の確認状況※1		
	確認種数	2種
	得点	3点
流域に主要な断層を含み、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢 （上流域モデルにて流量減少の傾向が確認された沢）		
抽出結果		◎

※1 動植物全般調査、水生生物詳細調査で確認された重要種に“●”を記載。

得点欄に記載の数字は、下記のとおり設定した点数をもとに地点ごとの確認種の得点を合計したものである。

【赤塗り】ヤマトイワナ:3点

【青塗り】生息・生育環境が河川水辺と関係のある種:2点

【白塗り】その他の種:1点

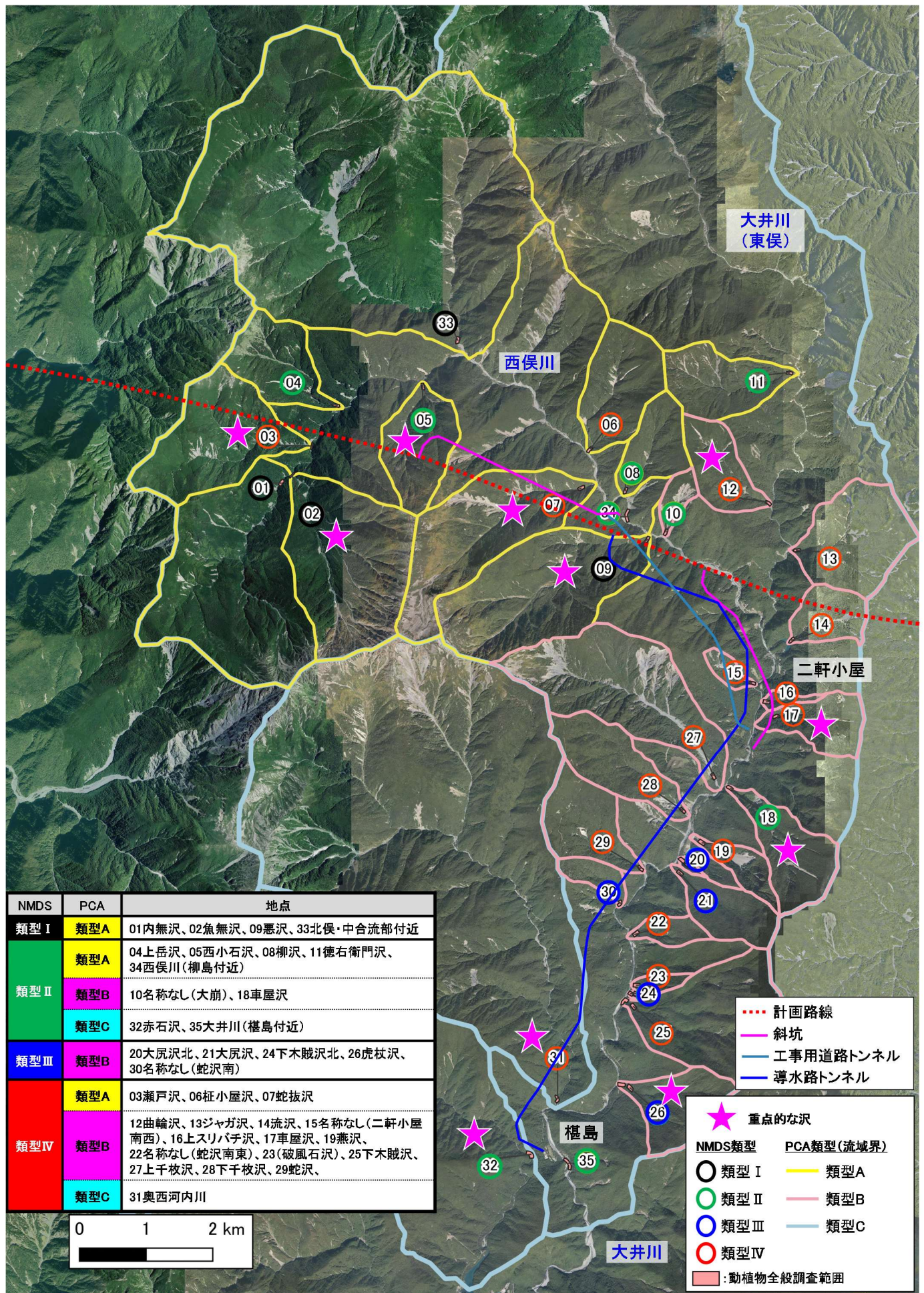


図 1 重点的な沢のまとめ

（３）重点的な沢における注目種の生息・生育環境の整理

- ・モニタリング項目を選定するため、重点的な沢における生息・生育環境が河川水辺と関係のある重要種（以下、注目種という。）の生息・生育環境を整理します。

（重点的な沢の注目種について）

- ・重点的な沢の注目種の生息・生育状況を整理すると、表 2 の通りです。

表 2 重点的な沢における注目種の生息・生育状況

	類型 1		類型2	類型3	類型4	類型5	類型6		類型7		類型8
	02 魚無沢	06 悪沢	05 西小石沢	18 車屋沢	28 赤石沢	29 虎杖沢	03 瀬戸沢	07 蛇抜沢	12 曲輪沢	14 スリバチ沢	31 奥西河内川
注 目 種 の 確 認 状 況											

(注目種の生息・生育環境について)

- ・注目種の生息・生育環境について、「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 2019、植物・菌類編 2020」(平成 31 年、令和 2 年、静岡県)等に基づき整理した結果を、表 3 に示します。
- ・なお、この整理した結果については、今後、有識者会議委員等ともご相談のうえ文献等の内容を踏まえ更新を行ってまいります。その際、環境区分に関する情報(瀬、淵、ワンド・たまり、湛水域、湧水、その他など)や物理環境に関する情報(流速、河床材料、礫の状況、水深、水温など)に分けて記載するなど、分かりやすく整理してまいります。

表 3 重点的な沢で確認された注目種の一般的な生息・生育環境

確認された注目種		一般的な生息・生育環境
哺乳類	カワネズミ	水の澄んだ山間の溪流に生息する。落葉広葉樹主体の溪畔林が分布する溪流での確認が多い。河川形態では、短い距離で瀬から淵へと滝のように流れ込む 河道が連続する溪流 (Aa 型)で主に捕獲され、まれに平瀬が長い中流(Bb 型)でも捕獲された。また、減少の主要因と考えられる砂防堰堤が存在していても、供用後長い時間が経過しているような場所では確認されている。
両生類	ハコネサンショウウオ	成体は皮膚呼吸に依存するため乾燥に弱く、冷涼な山地溪流や湿潤な森林内の倒木下、落葉下、苔下に潜む。主に地表徘徊性の小昆虫や土壌動物を捕食する。幼生は 水中の岩下や落葉下 に潜み、夜間水中を徘徊して水生昆虫などを捕食する。産卵場所は 滝壺の奥や湧き水、伏流水の穴 などで報告されているが、報告例が少ない。
	ヒダサンショウウオ	落葉広葉樹林、混交林、針葉樹林の谷や斜面に生息し、川幅が狭く水量の少ない溪流の源流部で2〜3月にかけて繁殖する。産卵場所は 水中の大きな岩の下 で、幼生は 溪流の流れのゆるやかな淵 で生活する。変態後は山の斜面に分散し、適当な湿度が保たれている倒木や岩の下に隠れて、夜間や雨の日に活動する。
	アズマヒキガエル	繁殖期に 止水域 に出現するが、水田環境はほとんど利用しない。非繁殖期は、ほぼ完全に陸生であるが猛暑季には溪流近くにも出現する。山地では森林域に、低地では公園の草地などに生息するが、変態直後の餌となる微小な土壌昆虫、ダニなどの生息することが重要である。
	タゴガエル	主に山地の溪流に沿って生息する。繁殖場所は 溪流の源流部や湧水地 などで、 岩や礫の隙間を流れる伏流水中 に産卵し、幼生は孵化後もこうした環境に留まる。変態して上陸した後は、溪流付近の林床で生活する。
底生動物	オオナガレトビケラ	山地の急勾配で 大岩からなる激流 に生息する。
	ニホンアミカモドキ	幼虫は 流れのごく速い清流中の石上 にのみ生息する。
魚類	ヤマトイワナ	夏季の最高水温が約 15℃以下 の大河川の源流域に生息し、大井川では標高 2,000m 以上の源流域にも生息している。春季には水生昆虫も利用するが、夏季などの活動期には陸生昆虫が主食となるため、 流域の豊かな植生 も生息条件として重要である。
	アマゴ	夏の水温が 20℃を超えないような冷水域 に生息する。河川改修や土砂流入によって河床に砂礫が堆積し河床の変化の乏しくなった流域や、河畔林が消滅している流域の生息数は少なく、成長も遅い。
	カジカ	主に河川上流域下部の清澄な冷水の流れに生息する。大型個体は 瀬の巨礫の間隙 、小型個体は 瀬の川岸や淵の礫間や落葉落枝 の中でみられる。
維管束植物	ヤツガタケシノダ	高山帯から亜高山帯にかけての 湿った岩上 に、コケ類などとともに生育する。
	シナノコザクラ	山地に生育する。川岸や垂れ落ちる水しぶきが当たる、 湿ったややうす暗い垂直な岩場 に生育する。

(4) 沢におけるモニタリング項目の選定について

1) 全ての沢で共通して実施する項目について

- ・第23回有識者会議において、NMDSによる分析の結果、最低流量と最低水温は底生動物の群集構造による序列化の結果と相関性が高く、トンネル掘削に伴い変化する可能性があることから、トンネル掘削による生物への影響を検討するうえで、重要な項目であることを確認しました²。
- ・流量と水温、また水質については、全ての沢でモニタリングを実施していきます。あわせて降水量やトンネル湧水量、トンネル湧水の水質も確認し、トンネル掘削による沢の流量等への影響を確認していきます。
- ・また、重要種は希少性が高いため、個体数の変化を確認することは難しいと考えられますが、重要種の生息・生育状況についても調査を実施します。

2) 重点的な沢で特に実施する項目について

- ・1)の全ての沢で共通して実施する内容に加えて、重点的な沢においては表4のとおり、注目種の生息・生育環境のうち、トンネル掘削に伴い地下水位が低下することにより変化する可能性のある生息・生育環境をモニタリング項目として選定します。なお、このモニタリング項目については、表3で整理した注目種の生息・生育環境の更新内容を踏まえて、今後、有識者会議委員等ともご相談のうえ、更新していきます。

**表 4 重点的な沢で特に実施する生息・生育環境のモニタリング項目
(モニタリング方法についてはP. 23、24参照)**

生息・生育環境のモニタリング項目
河川形態、瀬・淵の状況、湧水状況、伏流状況、ワンド・たまりの状況、礫の状況、河床材料の状況、落葉落枝の状況、周辺植生の状況

- ・また、流量減少が生物に影響を及ぼしているかどうかを確認するために、魚類等の餌資源でもある底生動物に着目し、特に流速や水深の変化に敏感な流水中の表在性底生動物³(以下、「指標種という」)の定量調査を実施します。
- ・当社のこれまでの調査では、大井川上流域において、主に表5に示す流水中の表在性底生動物が確認されており、このような種に着目していきます。指標種の選定については、今後の調査を踏まえ、更新していきます。
- ・1)、2)で整理したモニタリング項目の概要について、表6にお示しします。

² NMDSを用いた底生動物の群集構造による序列化の結果と相関性の高い地形、水環境データは標高、最低水温、河床勾配、伏流率(湧水期)、最低流量であると分析され、このうち、最低流量と最低水温はトンネル掘削工事によって変化する可能性があることから、工事による生物への影響を検討するうえで重要な項目であると考えられる。

³ 底質に潜っておらず、岩や礫などの表面で生息が確認される底生動物

**表 5 これまでの調査で大井川上流域で確認されている
流速や水深の変化に敏感な流水中の表在性底生動物
(底質に潜っておらず、岩や礫などの表面で生息が確認される底生動物)**

目名	科名	種名
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバコカゲロウ
		シロハラコカゲロウ
	ヒラタコカゲロウ科	キイロヒラタカゲロウ
		オナガヒラタカゲロウ
		ナミヒラタカゲロウ
		ユミモンヒラタカゲロウ
		<i>Epeorus</i> 属
	カワゲラ科	モンカワゲラ科
		<i>Calineuria</i> 属
		<i>Togoperla</i> 属
		モンカワゲラ亜科
	アミメカワゲラ科	<i>Skwala</i> 属
トビケラ目	シマトビケラ科	シロフツヤトビケラ
		<i>Parapsyche</i> 属
	ナガレトビケラ科	オオナガレトビケラ
	カクスイトビケラ科	<i>Eobrachycentrus</i> 属
		ウエノマルツツトビケラ
ハエ目	アミカ科	クロバアミカ
		<i>Bibiocephala</i> 属
		ヒゲブトオオフタマタアミカ
		<i>Phylorus</i> 属
	アミカモドキ科	ニホンアミカモドキ
	ユスリカ科	<i>Diamesa</i> 属
		<i>Eukiefferiella</i> 属
	ブユ科	<i>Simulium</i> 属
	ナガレアブ科	ミヤマナガレアブ
		ハマダラナガレアブ

表 6 モニタリング項目の概要

	共通モニタリング項目	重点的な沢で実施するモニタリング項目
重点的な沢	沢の流量・水温・水質、重要種の生息・生育状況	生息・生育環境（河川形態、瀬・淵の状況、湧水状況、伏流状況、ワンド・たまりの状況、礫の状況、河床材料の状況、落葉落枝の状況、周辺植生の状況）、指標種の定量調査
その他の沢		

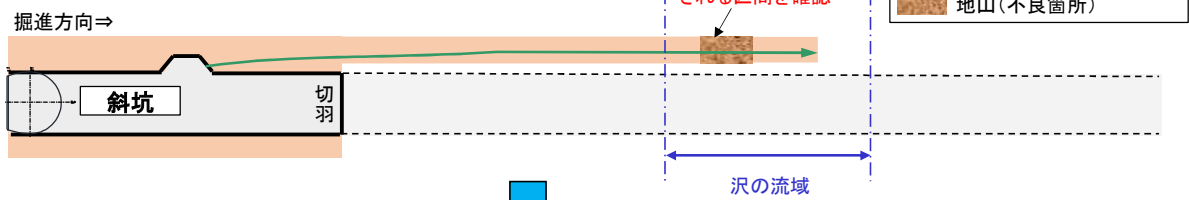
(5) 沢における環境保全措置について

- ・まずは影響の回避・低減措置を検討します。回避・低減措置を講じたとしてもなお残る影響については、代償する措置を検討します。

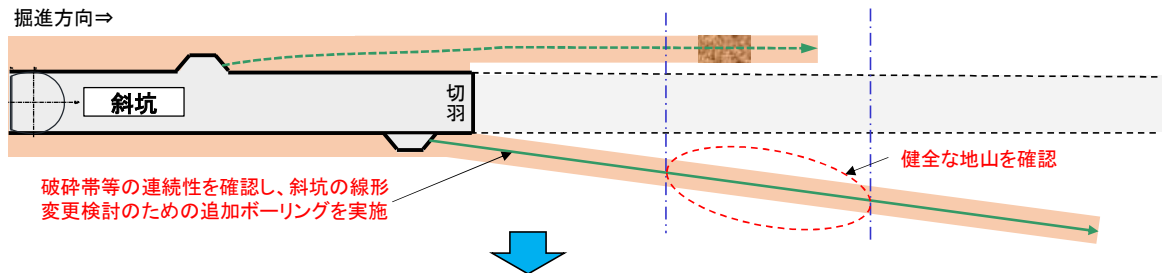
1) 影響の回避・低減措置について

- ・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等については、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します(図 2)。
- ・また、上流域モデルによる沢の流量変化の分析の結果、トンネルと主要な断層の交差部における薬液注入は、沢の流量減少量を低減する効果があることを確認しました。
- ・そこで、流量減少が予測される沢については、トンネルと主要な断層の交差部における薬液注入を沢の流量減少に対する環境保全措置の一つとして考えます。
- ・薬液注入の方式としては、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(図 3)と、トンネル掘削の後に沢の流量の状況等を確認し、必要な場合に実施するポストグラウト方式を計画しています。
- ・なお、薬液注入は水ガラス系やセメント系の注入材を使用することを考えており、薬液注入を実施した際のトンネル湧水は、処理設備により適切に処理したうえで河川へ放流します。また、薬液注入箇所周辺の沢や湧水放流先河川の水質の確認も行います。
- ・現在、トンネル工事の順序を考慮した沢の流量変化の解析を実施しており、解析結果を踏まえ、今後、各沢に関する影響の回避・低減措置の具体的な検討を進めていきます。

①高速長尺先進ボーリング実施時



②追加の高速長尺先進ボーリング実施時



③斜坑線形変更実施時

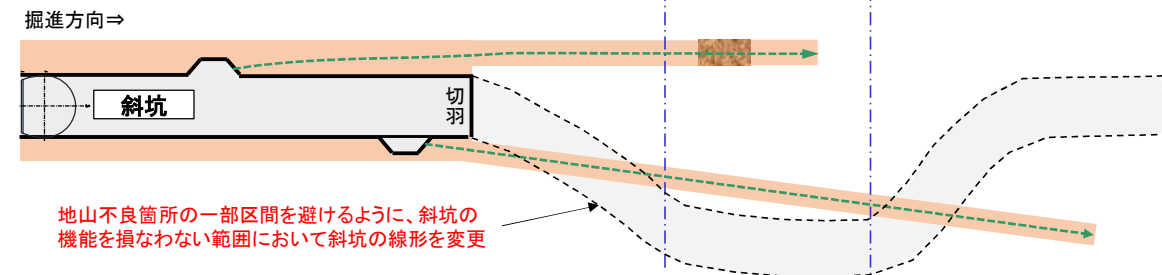


図 2 斜坑における線形変更のイメージ

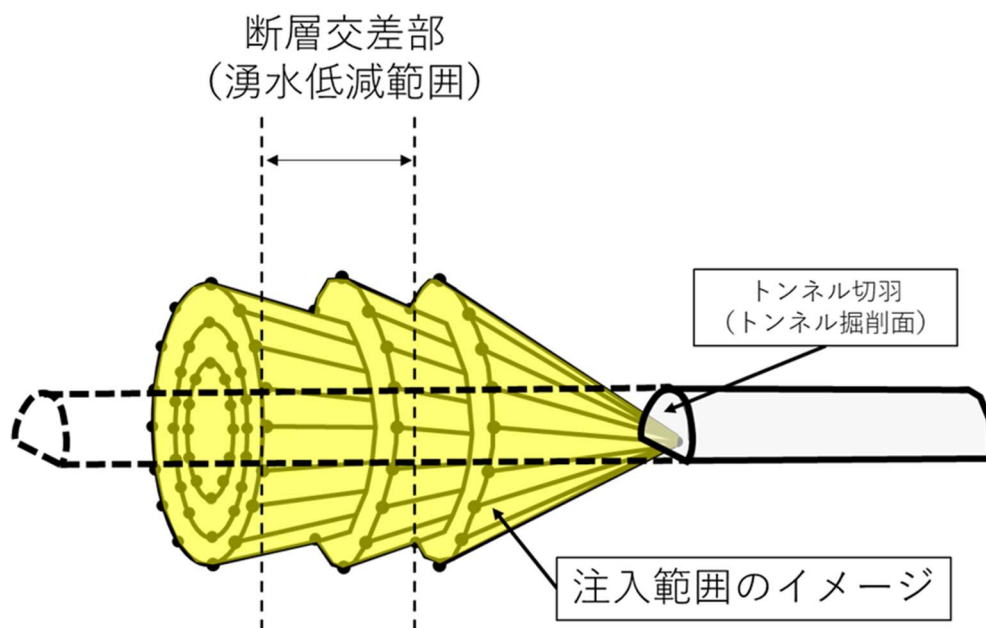


図 3 薬液注入のイメージ

2) 代償措置について

・回避・低減措置を講じたとしてもなお残ってしまう沢の生態系の損失については、代償する措置を講じます。現時点で考えられる代償措置の項目は以下の通りです。

- トンネル湧水を活用した湧水生態系の創出
- 沢の環境改善
- 生物の移植・播種 など

・代償措置の項目や具体的な内容については、生物多様性オフセット⁴の考え方（図 4）も踏まえ、今後、静岡県、静岡市、地権者等の関係者の皆さまのお話もお伺いしながら検討、実施してまいります。また、南アルプスの自然環境の持続可能な利活用に資する取組みも検討、実施してまいります。

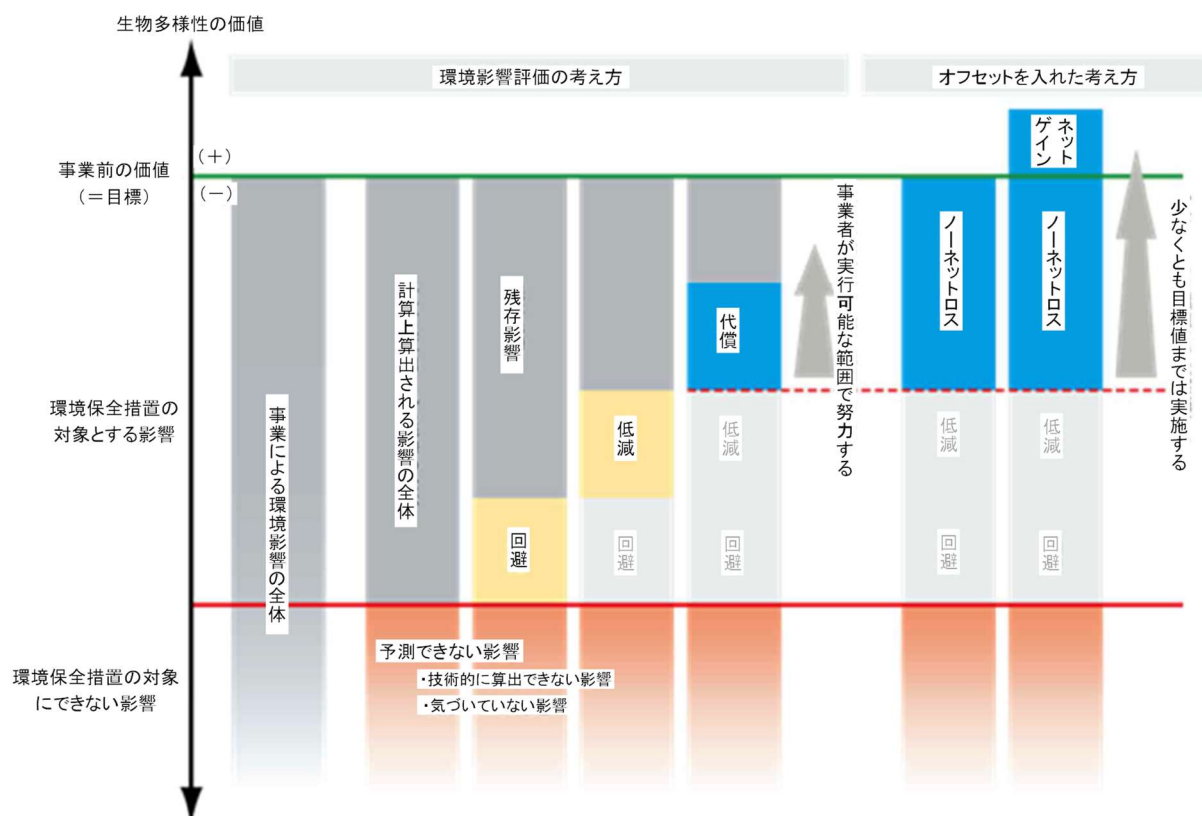


図 4 生物多様性オフセットの考え方のイメージ

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」（環境省総合環境政策局 環境影響評価課、平成 29 年 4 月）に一部加筆

⁴ 生物多様性オフセット：損なわれる環境の「量」と「質」を評価し、それに見合う新たな環境を創出することで損失分を代償するというもの。

（６）モニタリングと環境保全措置の具体的なフローについて

- ・モニタリング、環境保全措置の具体的なフローについて、工事ステップごとに、重点的な沢とその他の沢毎に整理しました（図 10）。

１）工事着手前段階

【重点的な沢】

① 環境保全措置の内容

（回避・低減措置、代償措置の検討）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢については、斜坑等の線形変更や薬液注入等、環境保全措置（回避・低減措置、代償措置）の検討を行います。

② モニタリングの内容

（沢の流量、水温、水質の調査）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢、流量減少が予測されない沢ともに、図 5 のとおり、現在も実施している各沢における年 2 回（8 月、11 月）等の流量、水温、水質調査を継続して実施します。
- ・なお、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では、1 日に 1 回、自動で遠隔地に沢の流況写真の伝送が可能な常時監視カメラの設置を進めており、既に設置した沢においては流況の確認を実施しています（図 6、図 7）。
- ・2023 年度に新たに設置した雨量計（蛇抜沢付近に設置済、今後西小石沢付近に設置予定、図 7）による降水量のデータをもとに、沢の流量、流況と降水との応答を確認し、バックグラウンドデータとして整理します。

【その他の沢】

- ・環境保全措置、モニタリングともに、重点的な沢と同様に対応することを考えています。

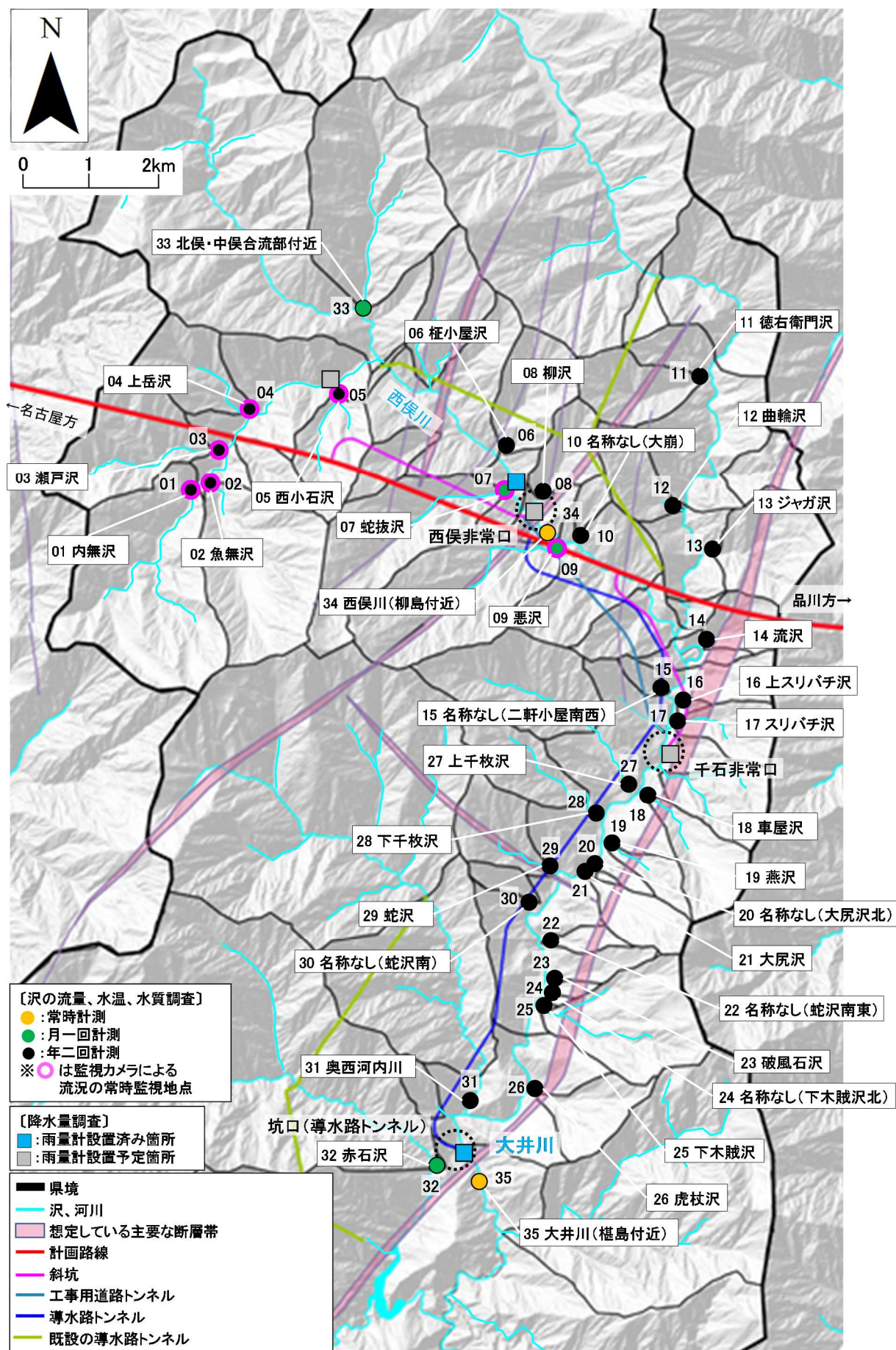


図 5 現在実施している沢の流量、水温、水質の調査概要

【常時監視カメラで撮影された2021年8月1日～31日 の悪沢の流況】

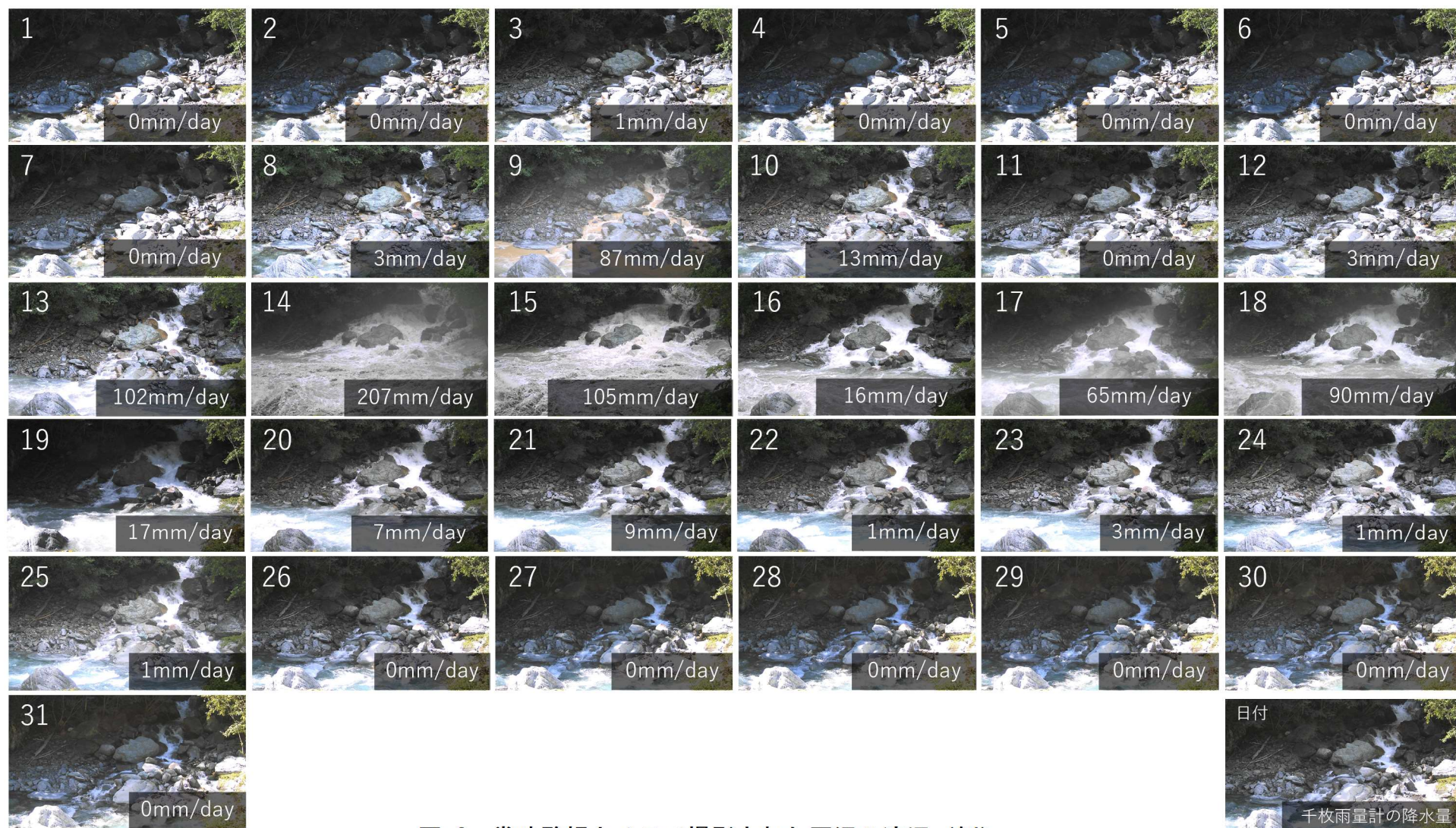


図 6 常時監視カメラで撮影された悪沢の流況（例）



図 7 常時監視カメラ、雨量計の設置状況（蛇抜沢）

2) トンネル切羽が当該沢の流域内に到達する前の1年間

【重点的な沢】

① 環境保全措置の内容

(回避・低減措置、代償措置の検討)

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢については、斜坑等の線形変更や薬液注入等、環境保全措置（回避・低減措置、代償措置）の検討を行います。

② モニタリングの内容

(沢の流量、水温、水質の調査)

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢については、年2回（8月、11月）等の調査頻度から頻度を増やし、現地の状況に応じて可能な限り、常時計測器等にて、沢の流量、水温、水質の状況を確認します。
- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測されない沢については、年2回（8月、11月）等の調査頻度から頻度を増やし、月1回等の頻度で沢の流量、水温、水質の状況を確認します。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（以下、「アクセス困難な沢」という。）では、1日に1回、遠隔地へ沢の流況写真の伝送が可能な常時監視カメラの設置を進めています。アクセス困難な沢における流量に関するモニタリングは、常時監視カメラによる流況確認により行います。アクセス困難な沢における水温、水質の調査については、年2回（8月、11月）の頻度で継続します。
- ・一部の沢については積雪により、冬季に現地へアクセスすることが困難な場合や流況を確認することが困難な場合があるため、このような沢では、積雪の状況に応じて現地へアクセス可能となった段階で、速やかに現地へ行き、流量、水質、水温調査を実施します。

(重要種の生息・生育状況調査)

- ・これまでに動植物全般調査として、全ての沢において動物（哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、昆虫類、魚類、底生動物）と植物の生息・生育状況を確認するための調査を実施しており、また、静岡県環境保全連絡会議生物多様性専門部会からのご意見を踏まえ、動植物全般調査を実施した沢のうちヤマトイワナの生息に関する情報があつた沢等では水生生物の詳細な調査を実施しています。GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、

流量減少が予測される沢、流量減少が予測されない沢ともに、トンネル掘削工事直前の状況を改めて把握するために、動植物全般調査や水生生物詳細調査を実施します。

- ・調査項目、調査範囲、調査方法はこれまでに実施した動植物全般調査や水生生物詳細調査と同様に考えており、調査頻度については年３回（春、夏、秋）を基本として考えています。

（指標種の定量調査）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢、流量減少が予測されない沢ともに、流量減少が生物に影響を及ぼしているかどうかを確認するために、特に流速や水深の変化に敏感な流水中の表在性底生動物（指標種）の定量調査を実施し、トンネル掘削工事直前の状況を把握します。
- ・調査範囲はこれまでに実施した動植物全般調査と同様に考えており、調査範囲のなかで瀬のほか淵においても調査を実施することを考えています。
- ・調査方法はコドラート法による定量調査を考えており、調査頻度は種の多様性が得られる春頃と秋頃の年２回を考えています。

（注目種の生息・生育環境調査）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢、流量減少が予測されない沢ともに、表４において整理した注目種の生息・生育環境調査を実施し、トンネル掘削工事直前の状況を把握します。
- ・調査範囲はこれまでに実施した動植物全般調査と同様に考えており、調査方法については、現時点では「河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【河川版】」（国土交通省水管理・国土保全局河川環境課、平成２８年１月）を参考に表７のとおり考えていますが、詳細は今後検討します。また、調査頻度は年３回（春、夏、秋）を考えています。

表 7 重点的な沢で特に実施する注目種の生息・生育環境の調査方法

生息・生育環境の調査項目	調査方法
河川形態	目視観察により河川形態（図 8 参照）を区分する。
瀬・淵の状況	調査範囲内の代表的な場所において、水深、水面幅、流速等の計測を行う。
湧水状況、伏流状況、ワンド・たまりの状況、落葉落枝の状況、礫の状況	目視観察により各環境区分の有無などを調査する。 （湧水状況の確認には、衛星写真を活用することも検討）
河床材料の状況	目視観察により、優占する河床材料（岩盤、泥、砂、細礫、中礫、粗礫、小石、中石、大石、不明）を区分する。
周辺植生の状況	川の両岸それぞれ外側 2.5 m の範囲においてコドラートを設定し、植生の状況を調査する。調査した植生はブラン-ブランケ法 ⁵ により整理する。

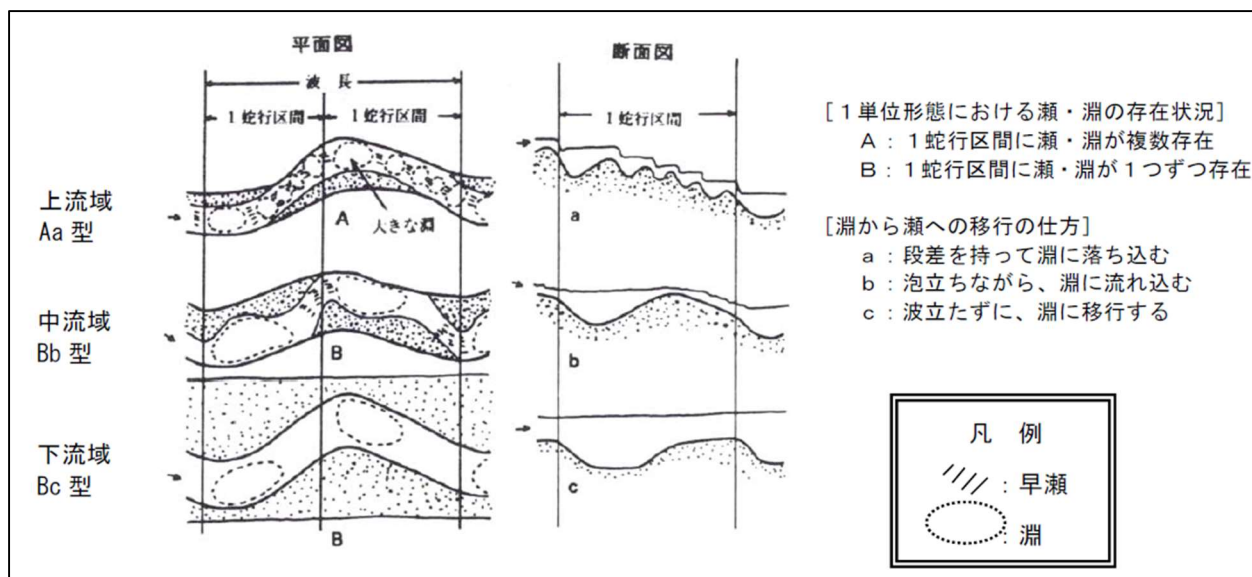


図 8 河川形態について

※「河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【河川版】」（国土交通省水管理・国土保全局河川環境課、平成 28 年 1 月）より

⁵ ブラン-ブランケ法：植物群落を代表する地点においてコドラートを設定し、コドラート内に存在する植物種を階層構造（高木層、亜高木層、低木層、草本層など）ごとに抽出するとともに、各種ごとの被度（どの程度広がって生育しているかを示す尺度）や群度（どのような分散状態で生育しているかを示す尺度）を整理することで、植物群落を植物社会学的に調査する方法である。

【その他の沢】

① 環境保全措置の内容

（回避・低減措置、代償措置の検討）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢については、斜坑等の線形変更や薬液注入等、環境保全措置（回避・低減措置、代償措置）の検討を行います。

② モニタリングの内容

（沢の流量、水温、水質の調査）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢については、年2回（8月、11月）等の調査頻度から頻度を増やし、月1回等の頻度で沢の流量、水温、水質の状況を確認します。一部の沢については、積雪により冬季に現地へアクセスすることは困難であるため、積雪の状況に応じて現地へアクセス可能となった段階で、速やかに現地へ行き、流量、水質、水温調査を実施します。
- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測されない沢については、現在も実施している各沢における年2回（8月、11月）等の流量、水温、水質調査を継続して実施します。

（重要種の生息・生育状況調査）

- ・GETFLOWS（上流域モデル）による沢の流量変化の分析の結果、流量減少が予測される沢、流量減少が予測されない沢ともに、トンネル掘削工事直前の状況を改めて把握するために、動植物全般調査や水生生物詳細調査を実施します。
- ・調査項目、調査範囲、調査方法はこれまでに実施した動植物全般調査や水生生物詳細調査と同様に考えており、調査頻度については年1回（秋）を基本として考えています。
- ・なお、流域内をトンネルが通過しない沢については、トンネル工事の順序を考慮したシミュレーションの結果や近傍の流域内をトンネルが通過する沢の調査開始時期を参考に、“トンネル切羽が当該沢の流域内に到達する前の1年間”のモニタリングを開始するタイミングを検討します。

3) 当該沢の流域内の地質調査実施段階

(高速長尺先進ボーリング等の地質調査の実施)

- ・トンネル掘削前には、斜坑掘削時の切羽周辺及び先進坑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を実施し、前方の地質、湧水の状況（湧水量や水質）を事前に把握します。
- ・高速長尺先進ボーリングの結果、断層と想定される箇所や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。
- ・上流域モデルによる解析の結果、流域に主要な断層を含む沢のうち、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢において流量減少の傾向がみられるという知見を得ました。
- ・地質調査により確認された断層の位置や規模等について、上流域モデルの解析条件と比較し、必要に応じてそれらの情報を沢の流量変化の検討に反映し、流量減少の予測を行います。また、ボーリング湧水の水質調査を実施し、地表水との関係性についても確認を行います。

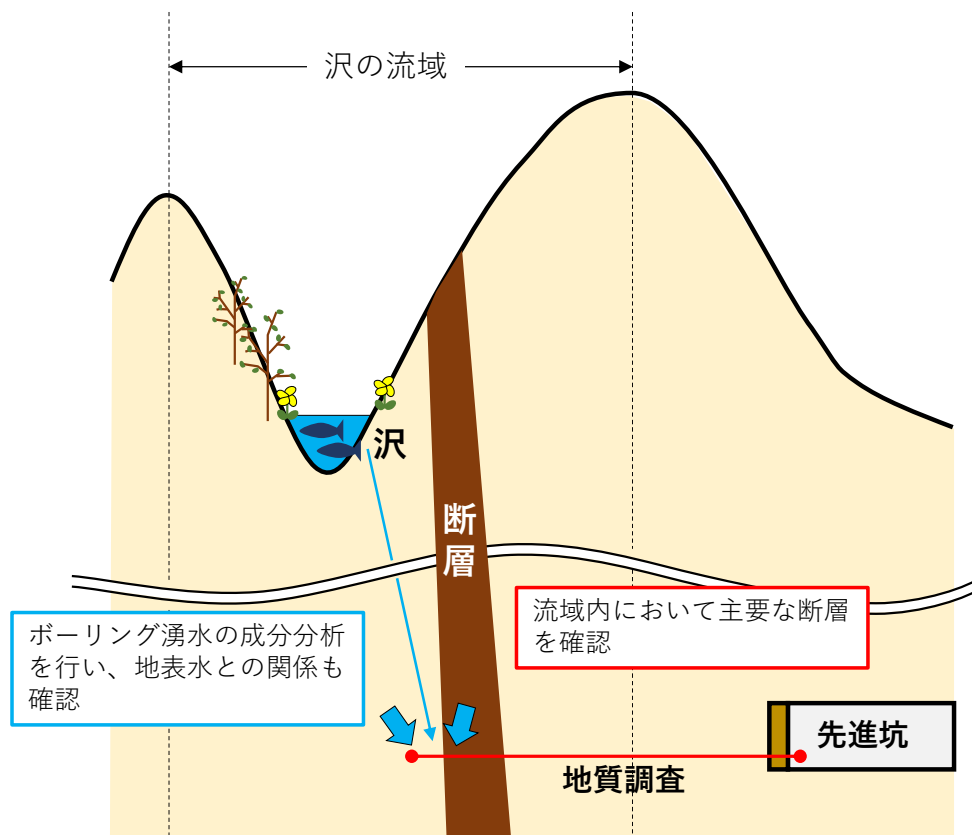


図 9 流量減少が予測される沢の判定イメージ

【重点的な沢】

① 環境保全措置の内容

（回避・低減措置、代償措置の準備）

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、具体的に得られた地質や湧水の状況等を踏まえて、トンネル掘削前段階で策定した回避・低減措置や代償措置の計画案を深度化し、実施に向けた準備を行います。
- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測されない沢においては、万が一、流量が減少した場合に備えて、薬液注入（ポストグラウト）や代償措置の準備を行っておきます。

② モニタリングの内容

（沢の流量、水温、水質の調査）

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、常時計測等の頻度で沢の流量、水温、水質の状況を確認します。流量減少が予測されない沢においては、月 1 回等の頻度での調査を実施します。

（重要種の生息・生育状況調査）

（指標種の定量調査）

（注目種の生息・生育環境調査）

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢、流量減少が予測されない沢ともに、重要種の生息・生育状況調査については年 3 回（春、夏、秋）、指標種の定量調査は年 2 回（春頃、秋頃）、注目種の生息・生育環境調査は年 3 回（春、夏、秋）の頻度での調査を継続します。

【その他の沢】

① 環境保全措置の内容

（回避・低減措置、代償措置の準備）

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、具体的に得られた地質や湧水の状況等を踏まえて、トンネル掘削前段階で策定した回避・低減措置や代償措置の計画案を深度化し、実施に向けた準備を行います。
- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測されない

い沢においては、万が一、流量が減少した場合に備えて、薬液注入（ポストグラウト）や代償措置の準備を行っておきます。

② モニタリングの内容

（沢の流量、水温、水質の調査）

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、月に1回の頻度等で沢の流量、水温、水質の状況を確認します。流量減少が予測されない沢においては、年2回（8月、11月）等の頻度での調査を実施します。

（重要種の生息・生育状況調査）

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、年1回（秋）の頻度での調査を継続します。流量減少が予測されない沢においては、調査を中断します。

4) 当該沢の流域内のトンネル掘削段階

【重点的な沢】

① 環境保全措置の内容

(回避・低減措置の実施)

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、予め準備していた計画に基づき、斜坑等の線形変更やトンネルと主要な断層との交差部における薬液注入(プレグラウト)を実施します。

② モニタリングの内容

- ・各沢について、“ 3) 当該沢の流域内の地質調査実施段階”と同様の内容のモニタリングを実施します。

【その他の沢】

① 環境保全措置の内容

(回避・低減措置の実施)

- ・高速長尺先進ボーリング等の地質調査結果を踏まえ、流量減少が予測される沢においては、予め準備していた計画に基づき、斜坑等の線形変更やトンネルと主要な断層との交差部における薬液注入(プレグラウト)を実施します。

② モニタリングの内容

- ・各沢について、“ 3) 当該沢の流域内の地質調査実施段階”と同様の内容のモニタリングを継続します。

- ・また、重点的な沢、その他の沢ともに、モニタリングの結果に応じて、動植物への影響の可能性を検討し、更なる低減措置や代償措置を実施します。
- ・動植物への影響の可能性の検討にあたっては、専門家等を交えた管理体制を構築し、客観的な判断を仰ぐことを考えています。

○沢の流量・水温・水質調査結果に基づく対応

- ・流量を直接的に計測している沢では、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）を定めます。
- ・常時監視カメラ設置地点では、これまでに撮影した写真の中で一番流量が少ないと考えられる日の流況を、沢毎に管理流況として定めます。
- ・流量や流況の調査は、作業の安全性や現地の環境を考慮し、沢の下流部において実施することを考えていますが、トンネル掘削に伴い調査箇所（沢の下流部）での流量や流況に変化が確認された場合には、現地調査が難しい沢の上流部の状況についても、衛星写真の確認やシミュレーション結果との比較により、注視していきます。
- ・管理流量を下回った場合や管理流況より流量が少ないと考えられる流況を確認した場合、上流部の状況に変化が確認された場合には、降水、トンネル湧水、沢の水温、水質の状況も考慮のうえ、静岡県、静岡市、専門家等の意見を踏まえ沢の動植物への影響の可能性を検討します。
- ・設定した管理流量や管理流況は、今後の調査結果や静岡県、静岡市、専門家等の意見を踏まえ、随時見直すことを考えています。

○指標種の定量調査結果に基づく対応

- ・重点的な沢において、トンネル掘削前の段階から実施している指標種の定量調査結果と比較し、トンネル掘削中に極端な個体数の減少等、異常が確認された場合は、降水、トンネル湧水、沢の水温、水質の状況も考慮のうえ、静岡県、静岡市、専門家等の意見を踏まえ、沢の動植物への影響の可能性を検討します。

○注目種の生息・生育環境調査結果に基づく対応

- ・重点的な沢において、トンネル掘削前の段階から実施している注目種の生息・生育環境調査結果と比較し、トンネル掘削中に極端な生息・生育環境の変化等、異常が確認された場合は、降水、トンネル湧水、沢の水温、水質の状況も考慮のうえ、静岡県、静岡市、専門家等の意見を踏まえ、沢の動植物への影響の可能性を検討します。

- ・重点的な沢においては、沢の流量・水温・水質調査、指標種の定量調査、注目種の生息・生育環境調査の結果から総合的に検討した結果、また、その他の沢については、沢の流量・水温・水質の調査結果から検討した結果、沢の動植物への影響の可能性が高い場合は、工事を一時中断し、さらなる低減対策として薬液注入（ポストグラウト）を実施し、沢への影響を最小限に抑えます。また、動植物への影響の可能性が高い沢が確認された場合には、周辺の沢についても影響の可能性を検討します。なお、指標種の定量調査、注目種の生息・生育環境調査は、年に2回や年に3回の調査頻度を考えているため、指標種の定量調査、注目種の生息・生育環境調査の結果を待つことなく、常時計測や月に1回等、頻度高く計測を実施する沢の流量・水温・水質の調査結果から、沢の動植物への影響の可能性を判断することも考えられます。
- ・さらなる低減対策を実施したとしてもなお、沢の流量や状況に変化がみられない場合は、代償措置の実施を検討します。
- ・代償措置の計画については、静岡県、静岡市、専門家等に説明し、実施をするかどうかを慎重に判断します。
- ・代償措置を実施した場合の効果の確認を含め、工事完了後も継続してモニタリングを実施します。モニタリングの頻度や期間については、モニタリングの結果や静岡県、静岡市、専門家等の意見を踏まえ、検討を行います。

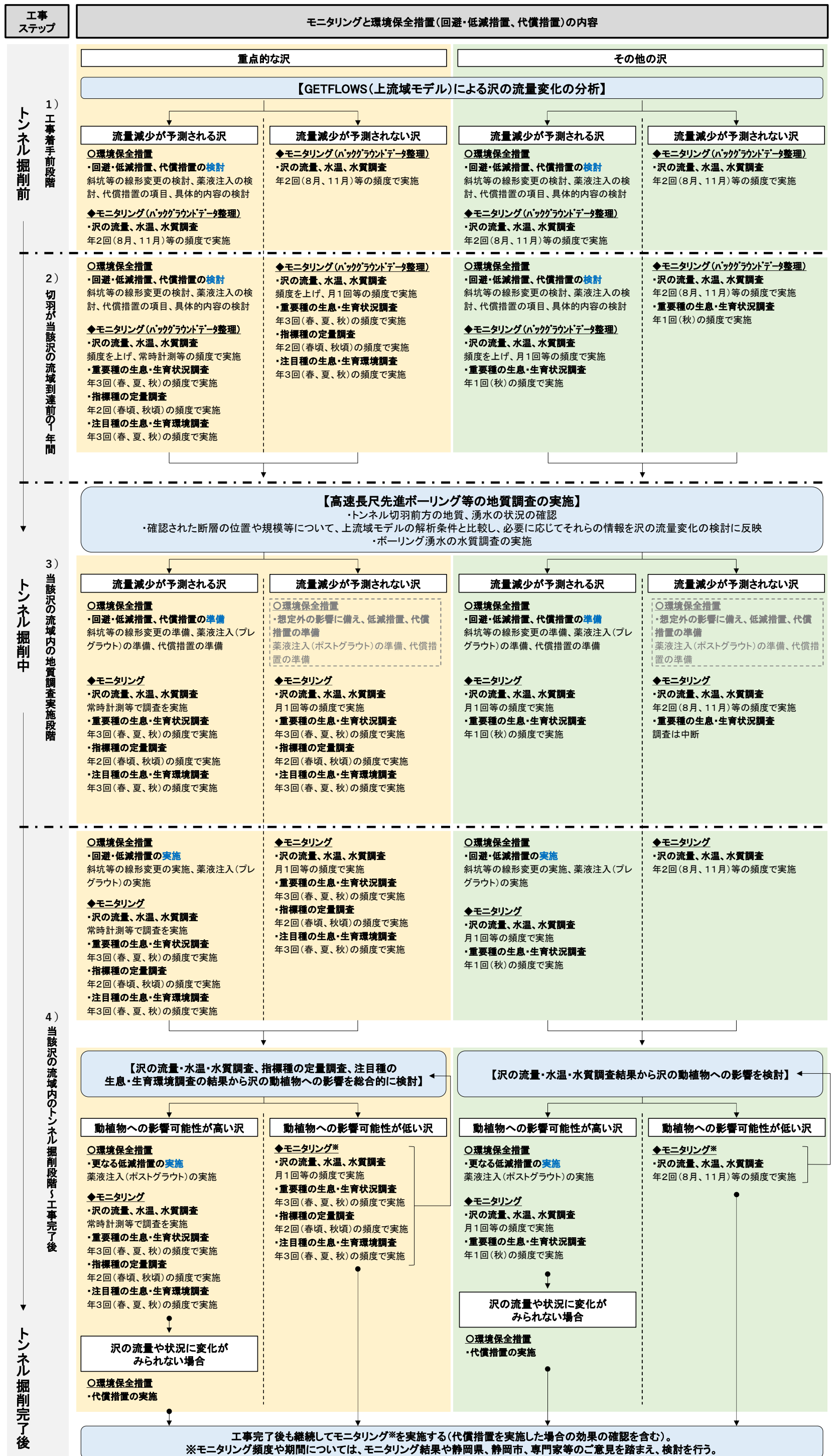


図 10 沢におけるモニタリングと環境保全措置のフロー