

トンネル湧水に含まれる可能性のある 自然由来重金属等への対応について

<本資料に記載の項目>

「今後の主な対話項目」（2024年2月5日 静岡県）抜粋

II 生物多様性編

5 大井川本流の水質・水温の変化による底生生物等への影響

(3) 底生生物等への影響の回避・低減措置と、その有効性の検証及び、仮に対応が不十分な場合の追加措置

2026年3月

東海旅客鉄道株式会社

目 次

(1) 自然由来重金属等に関する基準の整理.....	1
(2) 対応方針.....	2
(3) トンネル湧水放流後の河川において環境基準値を超える可能性が高い場合の対応.....	1 1
(4) トンネル湧水放流後の河川において環境基準値を超過した場合の対応.....	1 2
(5) モニタリングについて.....	1 2

(1) 自然由来重金属等に関する基準の整理

- ・ 自然由来重金属等に関する基準については、水質汚濁防止法に基づき定められる排水基準と環境基本法に基づき、河川において定められる環境基準があります。
- ・ 両者の関係については、環境省により、以下の通り整理されています。

○水質汚濁防止法に定める排水基準と環境基準の関係

(環境省(2007)、効果的な公害防止取組促進方策検討会(第2回)配布資料 資料1-4より抜粋)

【環境基準】

- ・ 環境基準は、環境基本法の規定に基づき、大気汚染、水質汚染、土壌汚染及び騒音について、それぞれ、「人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」として定められ、環境保全対策を総合的に実施するための目標となるもの。
- ・ 水質汚濁に係る環境基準は、健康項目(有害物質)と生活環境項目(汚濁物質)で考え方が異なる。健康項目は、主に水道を通じて長期間飲用した場合、人の健康に害を及ぼす点から決めており、その多くが水道水質基準に準じたものとなっている。

【排水基準】

- ・ 排水基準は基本的には環境基準を達成することを目的に、環境基準を基準に定められているが、生活環境項目においては、水道水質基準等を守るために、環境基準が設定されていない物質についても排水基準が設定されている。
- ・ 健康項目の排水基準は、環境基準の原則として10倍のレベルとされている。これは、排出水の水質は、公共用水域へ排出されると、そこを流れる河川水等によって、排水口から合理的距離を経た公共用水域においては通常少なくとも約10倍程度には希釈されるであろうと想定された結果である。

- ・ 以上を踏まえた南アルプストンネル静岡工区におけるトンネル湧水に含まれる可能性のある自然由来重金属等への対応について、以下、説明します。
- ・ なお、環境基本法に基づく河川における環境基準は、表1に記載の通り年間平均値として定められているものであり、また、先述の通り環境省によると「健康項目は、主に水道を通じて長期間飲用した場合、人の健康に害を及ぼす点から決めている」とされていることから、短期間の超過が直ちに人の健康等へ影響を及ぼすものではないと考えられます。

表1 環境基本法に基づく河川における環境基準

	環境基本法に基づく河川における環境基準の基準値
カドミウム	0.003mg/L以下
六価クロム	0.02mg/L以下
水銀	0.0005mg/L以下
セレン	0.01mg/L以下
鉛	0.01mg/L以下
ヒ素	0.01mg/L以下
フッ素	0.8mg/L
ホウ素	1.0mg/L
亜鉛	0.03mg/L

※基準値は年間平均値

(2) 対応方針

1) 基本的な考え方

- ・トンネル湧水放流後の河川において¹、環境基準の基準値（以下「環境基準値」という）以下となるようにトンネル湧水を管理します。
- ・放流口における自然由来重金属等の濃度の管理については、処理設備において処理を行い、河川流量がトンネル湧水量の10倍を上回る場合²は一般排水基準を管理値とします。処理設備において、自然由来重金属等の濃度を低減させるために使用する薬剤の添加量については、事前に試験を実施したうえで決定します。
- ・河川流量がトンネル湧水量の10倍を下回る場合²は、下記関係式によりCが環境基準値となるように「C₂：トンネル湧水等（処理後）の自然由来重金属等の濃度（mg/L）」を算出し、C₂を放流口での自然由来重金属等の濃度に関する管理値として設定します。

【河川における自然由来重金属等の濃度（mg/L）とトンネル湧水等（処理後）の自然由来重金属等の濃度（mg/L）の関係式】

$$C = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2}{Q_1 + Q_2}$$

C：完全混合と仮定した時の河川における自然由来重金属等の濃度（mg/L）
C₁：現況河川の自然由来重金属等の濃度（mg/L） Q₁：放流先の河川流量（m³/秒）
C₂：トンネル湧水等（処理後）の自然由来重金属等の濃度（mg/L） Q₂：トンネル湧水量（m³/秒）

- ・「C₂」の算出に当たり使用するトンネル湧水量、河川流量は、1時間に1回の計測結果を、放流先の河川における自然由来重金属等の濃度は、1日1回行う簡易計測³の結果を用いて、当面の管理値を設定します。
- ・また、トンネル湧水放流後の河川において環境基準値以下にするとともに、できる限り大井川の良い水質を保持するため、放流口における自然由来重金属等の濃度は、一般排水基準値の1/2を管理上の目標値とし、トンネル湧水量、河川流量にかかわらず、その値を超えた場合には、薬剤投入量の最適化やより処理性能の高い薬剤の使用を再検討し、目標値以下となるように努めます。
- ・なお、当該箇所のトンネル掘削前に実施する高速長尺先進ボーリング等の地質調査の結果から、放流口で目標値を超過する予兆を確認した場合には、速やかに静岡県、静岡市、専門家等に報告し、対応を相談します。

¹ 図 7～図 9 に示す、放流箇所下流で河川において自然由来重金属等の計測を行う地点（赤丸の地点）

² トンネル湧水が生じてから河川流量に影響が生じるまでには時間差が生じることに留意する

³ パックテスト等による計測を考えている。

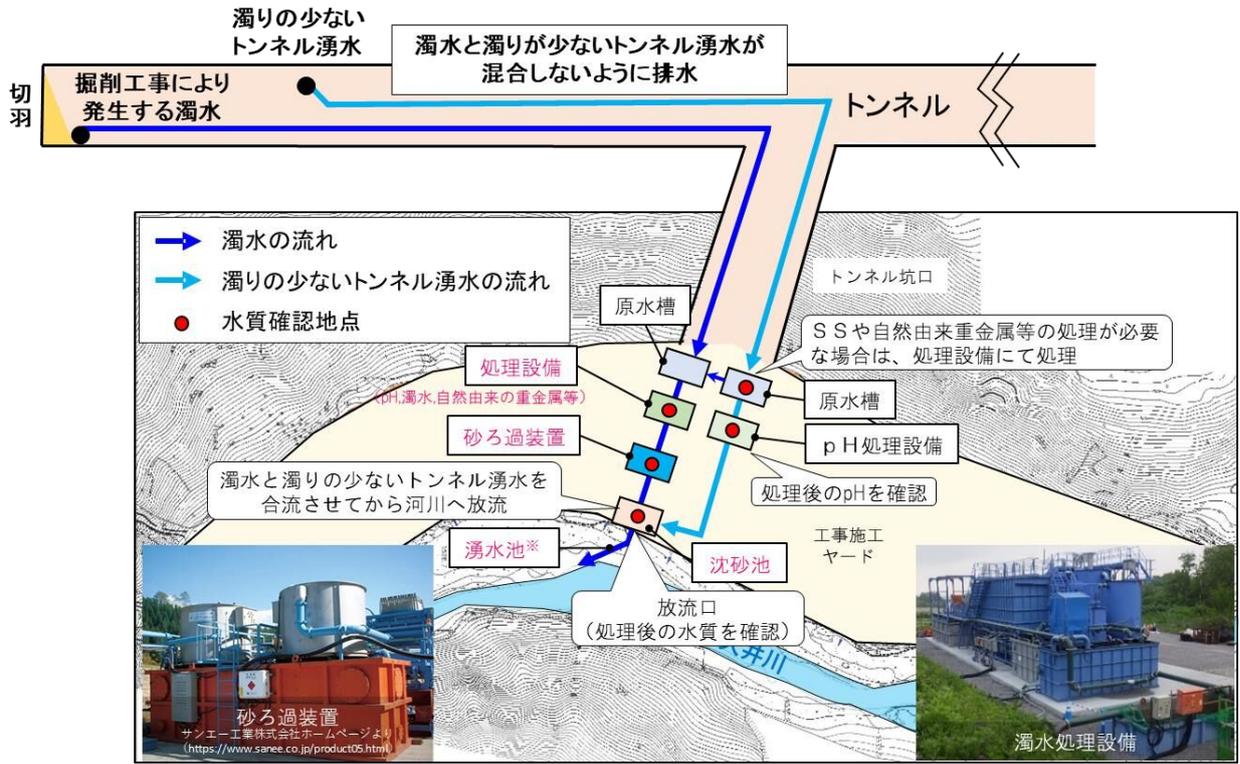


図 1 施工ヤードにおけるトンネル湧水等の処理の流れ (イメージ)

【西俣からのトンネル湧水放流量が最大となるタイミング】

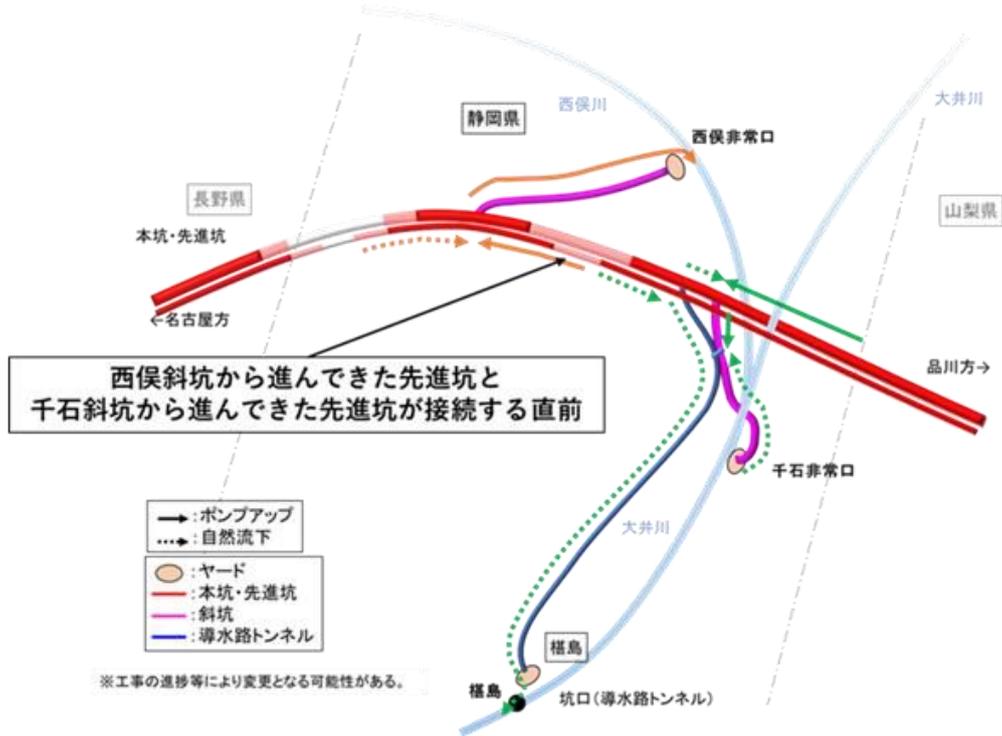


図 3 西俣からのトンネル湧水放流量が最大となるタイミング

【千石からのトンネル湧水放流量が最大となるタイミング】

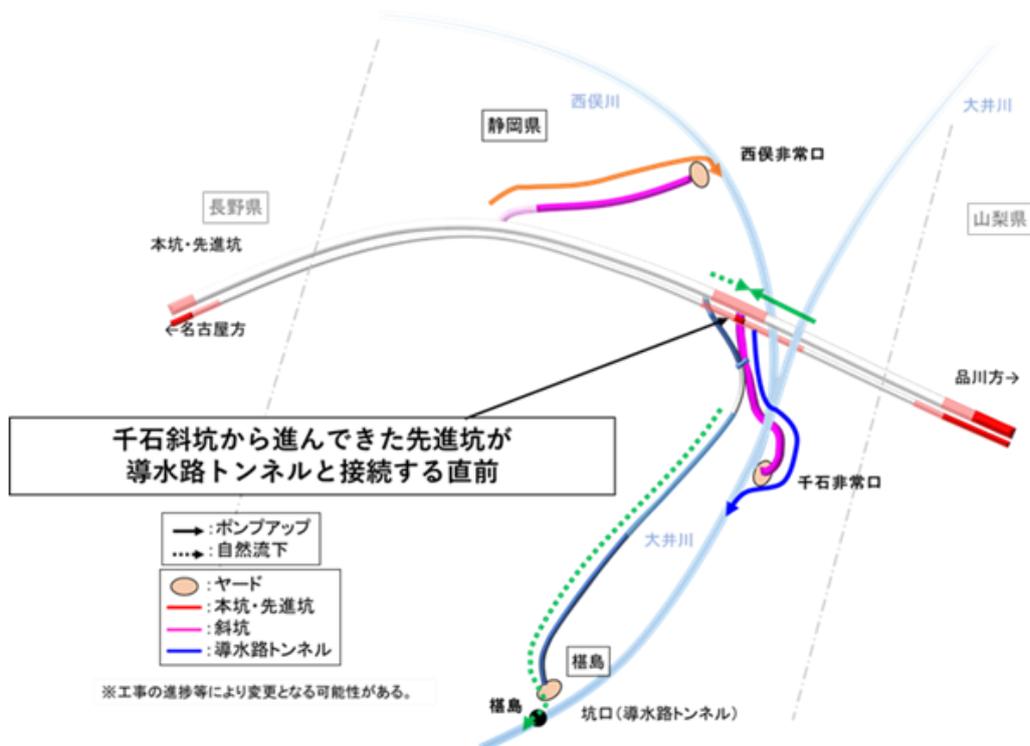


図 4 千石からのトンネル湧水放流量が最大となるタイミング

【榎島からのトンネル湧水放流量が最大となるタイミング】

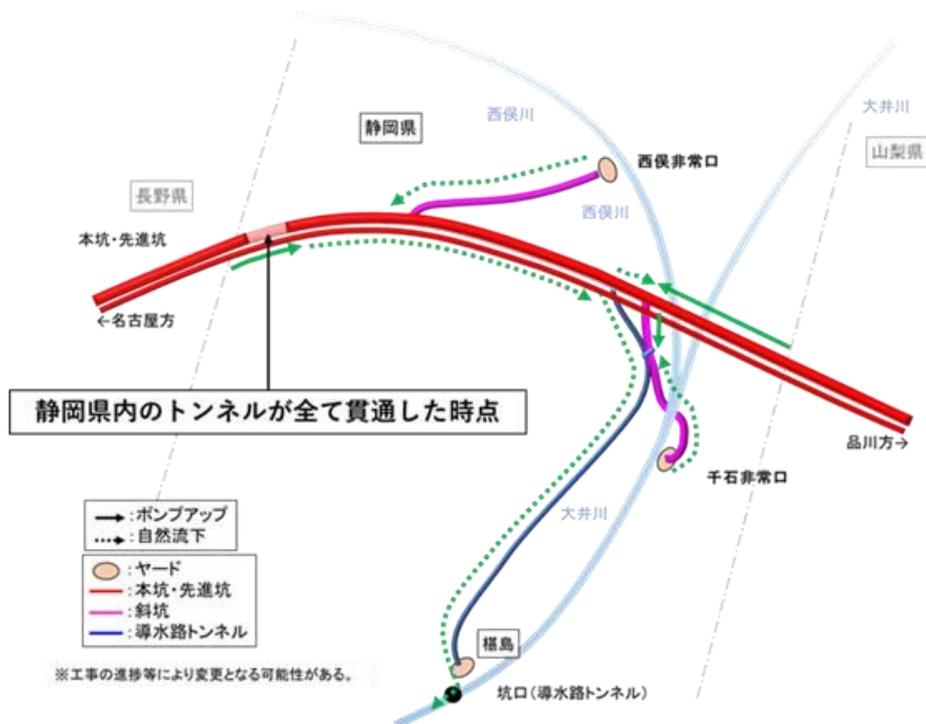


図 5 榎島からのトンネル湧水放流量が最大となるタイミング

- ・推定した結果は、表 2 の通りです。
- ・先述の通り、今回の推定は全ての自然由来重金属等が、トンネル掘削中の全ての区間において、一般排水基準値を超える濃度で生じた場合という極端な前提での推定です。
- ・こうした前提での推定であっても、当社が実際に実施する河川流量減少への低減対策である薬液注入の効果を考慮した静岡市モデル（薬液注入あり）の推定結果では、管理上の目標値（一般排水基準値の 1/2）を満たすように管理することで、いずれのヤードにおいても（トンネル湧水量の放流量が最大のタイミング）、亜鉛を除き河川において環境基準値を達成できると考えられます。亜鉛の環境基準値は、人の健康の保護に関する環境基準ではなく生活環境の保全に関する環境基準であり、水生生物の生息状況の適応性から 0.03mg/L と定められています。一方、一般排水基準値は 2mg/L とされており、環境基準値（0.03mg/L）の約 70 倍の値であることから、一般排水基準値の 1/2 の濃度で河川へ放流されると推定した場合（ケース 2）には、環境基準値を上回る結果となっていますが、実際のトンネル掘削箇所と同様の深度である田代ダム付近の深井戸（GL-約 256m）で観測された濃度で河川へ放流されたとした場合には、河川において環境基準値以下になることが推定されています。
- ・また仮に、トンネル湧水量や河川流量の減少量が大きくなり、目標値を満たすように管理を実施しても河川において環境基準値を超過する恐れがある場合については、先述の

「(2) 1) 基本的な考え方」のとおり、トンネル湧水量や河川流量に応じ、下記関係式により、河川で環境基準値以下となるよう放流口での自然由来重金属等の濃度に関する管理値を設定して管理を行うため、河川においては環境基準値を達成できると考えています。

【河川における自然由来重金属等の濃度 (mg/L) とトンネル湧水等 (処理後) の自然由来重金属等の濃度 (mg/L) の関係式】

$$C = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2}{Q_1 + Q_2}$$

C : 完全混合と仮定した時の河川における自然由来重金属等の濃度 (mg/L)

C₁ : 現況河川の自然由来重金属等の濃度 (mg/L)

Q₁ : 放流先の河川流量 (m³/秒)

C₂ : トンネル湧水等 (処理後) の自然由来重金属等の濃度 (mg/L)

Q₂ : トンネル湧水量 (m³/秒)

表 2 河川における自然由来重金属等の濃度の推定結果

(全ての自然由来重金属等が、トンネル掘削中の全ての区間において、一般排水基準値を超える濃度で生じた場合という極端な前提での推定)

※全ての自然由来重金属等が、トンネル掘削中の全ての区間において、一般排水基準値を超える濃度で生じた場合という極端な前提での推定結果				西俣		千石		楯島		
				ケース1 一般排水基準値	ケース2 一般排水基準値の1/2 =目標値	ケース1 一般排水基準値	ケース2 一般排水基準値の1/2 =目標値	ケース1 一般排水基準値	ケース2 一般排水基準値の1/2 =目標値	
トンネル湧水の濃度 【C ₂ 】	カドミウム (mg/L)	0.03	-	0.03	0.015	0.03	0.015	0.03	0.015	
	六価クロム (mg/L)	0.2	-	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	
	水銀 (mg/L)	0.005	-	0.005	0.0025	0.005	0.0025	0.005	0.0025	
	セレン (mg/L)	0.1	-	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	
	鉛 (mg/L)	0.1	-	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	
	ヒ素 (mg/L)	0.1	-	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	
	フッ素 (mg/L)	8	-	8	4	8	4	8	4	
	ホウ素 (mg/L)	10	-	10	5	10	5	10	5	
亜鉛 (mg/L)	2	-	2	1 (0.071) ※	2	1 (0.071) ※	2	1 (0.071) ※		
河川濃度(mg/L) 【C ₁ 】				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
JR東海モデル	トンネル湧水量 (m3/s) 【Q ₂ 】			0.7	0.7	0.6	0.6	3.4	3.4	
	河川流量 (m3/s) 【Q ₁ 】			2.4	2.4	5.3	5.3	2.1	2.1	
	完全混合式による河川での濃度の予測結果 【C】	カドミウム (mg/L)	-	0.003	0.007	0.004	0.003	0.002	0.019	0.009
		六価クロム (mg/L)	-	0.02	0.047	0.024	0.020	0.010	0.123	0.062
		水銀 (mg/L)	-	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.002
		セレン (mg/L)	-	0.01	0.024	0.012	0.010	0.005	0.062	0.031
		鉛 (mg/L)	-	0.01	0.024	0.012	0.010	0.005	0.062	0.031
		ヒ素 (mg/L)	-	0.01	0.024	0.012	0.010	0.005	0.062	0.031
		フッ素(mg/L)	-	0.8	1.881	0.940	0.808	0.404	4.939	2.469
		ホウ素(mg/L)	-	1	2.351	1.176	1.010	0.505	6.173	3.087
亜鉛 (mg/L)	-	0.03	0.470	0.2351 (0.017)	0.202	0.101 (0.007)	1.235	0.6173 (0.044)		
静岡市モデル (薬注なし)	トンネル湧水量 (m3/s) 【Q ₂ 】			0.5	0.5	0.5	0.5	1.9	1.9	
	河川流量 (m3/s) 【Q ₁ 】			2.4	2.4	5.3	5.3	2.5	2.5	
	完全混合式による河川での濃度の予測結果 【C】	カドミウム (mg/L)	-	0.003	0.0053	0.0026	0.0025	0.0013	0.0131	0.0065
		六価クロム (mg/L)	-	0.02	0.0351	0.0175	0.0169	0.0084	0.0871	0.0435
		水銀 (mg/L)	-	0.0005	0.0009	0.0004	0.0004	0.0002	0.0022	0.0011
		セレン (mg/L)	-	0.01	0.0175	0.0088	0.0084	0.0042	0.0435	0.0218
		鉛 (mg/L)	-	0.01	0.0175	0.0088	0.0084	0.0042	0.0435	0.0218
		ヒ素 (mg/L)	-	0.01	0.0175	0.0088	0.0084	0.0042	0.0435	0.0218
		フッ素(mg/L)	-	0.8	1.4031	0.7016	0.6748	0.3374	3.4839	1.7420
		ホウ素(mg/L)	-	1	1.7539	0.8770	0.8435	0.4217	4.3549	2.1774
亜鉛 (mg/L)	-	0.03	0.3508	0.1754 (0.0125)	0.1687	0.0843 (0.0060)	0.8710	0.4355 (0.0309)		
静岡市モデル (薬注あり)	トンネル湧水量 (m3/s) 【Q ₂ 】			0.1	0.1	0.2	0.2	0.6	0.6	
	河川流量 (m3/s) 【Q ₁ 】			2.5	2.5	5.5	5.5	2.8	2.8	
	完全混合式による河川での濃度の予測結果 【C】	カドミウム (mg/L)	-	0.003	0.001	0.001	0.001	0.0005	0.005	0.003
		六価クロム (mg/L)	-	0.02	0.009	0.004	0.006	0.003	0.034	0.017
		水銀 (mg/L)	-	0.0005	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0008	0.0004
		セレン (mg/L)	-	0.01	0.004	0.002	0.003	0.002	0.017	0.008
		鉛 (mg/L)	-	0.01	0.004	0.002	0.003	0.002	0.017	0.008
		ヒ素 (mg/L)	-	0.01	0.004	0.002	0.003	0.002	0.017	0.008
		フッ素(mg/L)	-	0.8	0.353	0.176	0.246	0.123	1.342	0.671
		ホウ素(mg/L)	-	1	0.441	0.220	0.308	0.154	1.677	0.839
亜鉛 (mg/L)	-	0.03	0.088	0.0441 (0.003)	0.062	0.0308 (0.002)	0.335	0.1677 (0.012)		

※実際のトンネル掘削箇所と同様の深度である田代ダム付近の深井戸 (GL-約256m) で計測された濃度

- ・また、図 6 に示す通り、今回推定した榎島地点より下流の畑薙第一ダム地点においては、推定的前提とした榎島地点の河川流量の約 10 倍の流量が確保される見込みがあることから、利水者の皆様が取水される地点において、環境基準値を超過する可能性は低いと考えられます。

(3) トンネル湧水放流後の河川において環境基準値を超える可能性が高い場合の対応

- ・トンネル湧水量、放流口における自然由来重金属等の濃度、河川流量、放流後の河川における自然由来重金属等の濃度の計測結果や、事前に実施した高速長尺先進ボーリング等の地質調査の結果から、当社のトンネル掘削により河川において自然由来重金属等の濃度を環境基準値以下にすることができない恐れがある場合、河川における自然由来重金属等の濃度を低減するための追加の対応を検討します。具体的には、追加の薬液注入によるトンネル湧水量の低減対策や新たな地上改変を伴う処理施設の増強⁴の必要性について静岡県、静岡市、専門家等と相談し、検討します。
- ・また、これらの対応を講じてもなお、当社のトンネル掘削により自然由来重金属等の濃度を環境基準値以下にできないと判明した場合、トンネル掘削を一時中断し、以降の対応について、静岡県、静岡市、専門家等と相談し決定します。

⁴ 現状の設備計画について、処理設備の容量は、湧出する濃度や量が想定しづらい自然由来の重金属等の処理を想定して設定しているのではなく、濁りの処理の観点で決定している。また、トンネルが本坑に到達するまでの間（斜坑や導水路トンネル掘削中）には、トンネル内に処理設備を配置することが困難であるため、地上部（西俣ヤード、千石ヤード、榎島ヤード）において、必要な設備容量を確保する必要がある。以上を考慮したうえで、各ヤードとも、可能な限り伐採等を行う地上改変面積が最小となるように計画している。よって設備の増強を実施する場合には、新たな地上改変が必要となる可能性がある。

(4) トンネル湧水放流後の河川において環境基準値を超過した場合の対応

- ・直ちにトンネル掘削を一時中断します。
- ・放流箇所の下流で環境基準値を超過している範囲を特定します。また、超過している範囲において、追加の生物調査を実施します。
- ・放流先河川において、環境基準値を超過している範囲や生物調査の結果等を踏まえ、追加の地上改変を伴う更なる処理施設増強等について、静岡県、静岡市、専門家等と相談し対応を決定します。

(5) モニタリングについて

- ・河川において、環境基準を達成するためには、河川へ放流するトンネル湧水量、放流するトンネル湧水に含まれる自然由来重金属等の濃度、放流先の河川流量、放流先の河川の自然由来重金属等の濃度をそれぞれ把握することが重要です。
- ・河川へ放流するトンネル湧水量は、放流口において、1時間に1回計測します。
- ・放流するトンネル湧水に含まれる自然由来重金属等の濃度は、放流口において、1日1回、簡易計測を行います。1か月に1回、公定法による計測を行います。公定法による測定頻度は月1回の実施を基本としますが、1日1回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超過が確認された場合や匂いや色などに変化が見られた場合や地質調査の結果を踏まえ地質が明らかに変化するような箇所を掘削する際等には、頻度を1日1回に増やす等、専門家等に相談のうえ、適切な頻度での測定を実施します。具体的な測定計画については、高速長尺先進ボーリング等の地質調査の結果を踏まえ、検討します。
- ・放流先の河川流量は、1時間に1回計測します。
- ・放流先の河川における自然由来重金属等の濃度は、放流箇所上流、放流箇所下流において、1日1回、簡易計測を行い、1か月に1回、公定法による計測を行います。
- ・また、河川内や放流口から河川への接続するまでの区間に造成する湧水流路等において、四季、水生生物の生息・生育状況調査を行います。
- ・四季の水生生物の生息・生育状況調査の結果を踏まえ、実際に水生生物への影響が生じている場合には、必要に応じて代償措置の見直しを行います。
- ・各ヤード周辺におけるモニタリング地点の位置図は、図7～図9の通りです。



図 7 西俣ヤード周辺における自然由来重金属等に係るモニタリング計画

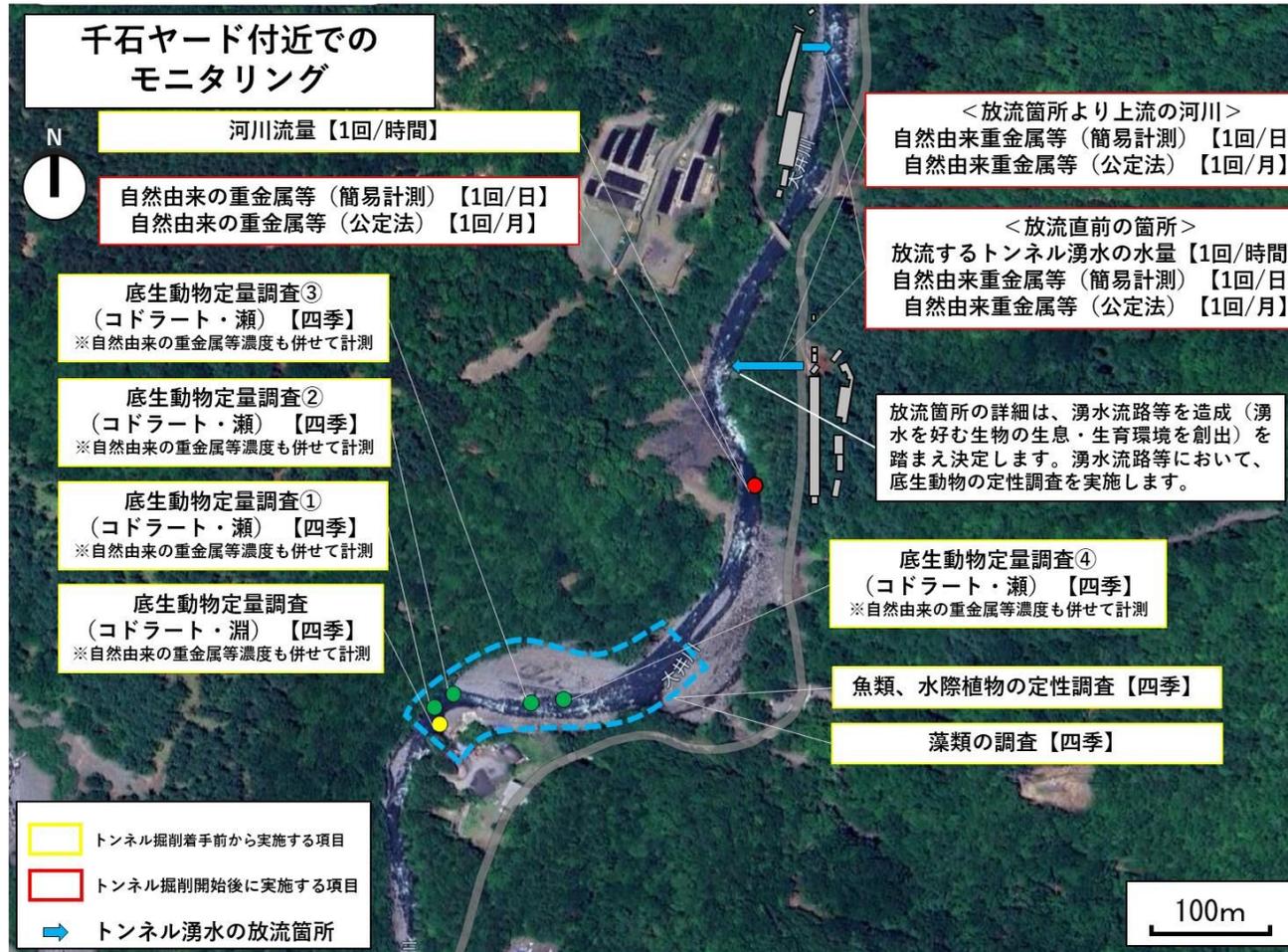


図 8 千石ヤード周辺における自然由来重金属等に係るモニタリング計画



図 9 樫島ヤード周辺における自然由来重金属等に係るモニタリング計画