

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）」に記載していません。
- ・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い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（榎島付近）に加え、北俣・中俣合流部においても作成を行います（図4.55参照）。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います。

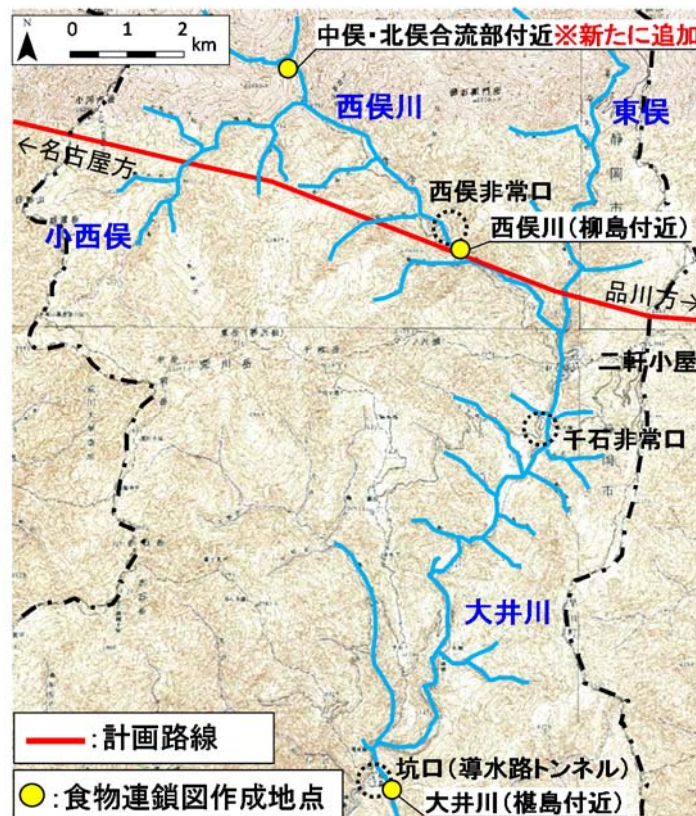


図 4.55 イワナ類を中心とした食物連鎖図作成地点

- ・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（榎島付近）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4.56にお示しします。
- ・図4.56のとおり、令和3年度春季調査で大井川（榎島付近）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4.14に、流下昆虫調査の結果は表4.15に、落下昆虫調査の結果は表4.16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、餌資源の繋がりは、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、今回の食物連鎖図においては、「下曾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ました。
- ・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 4.13 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

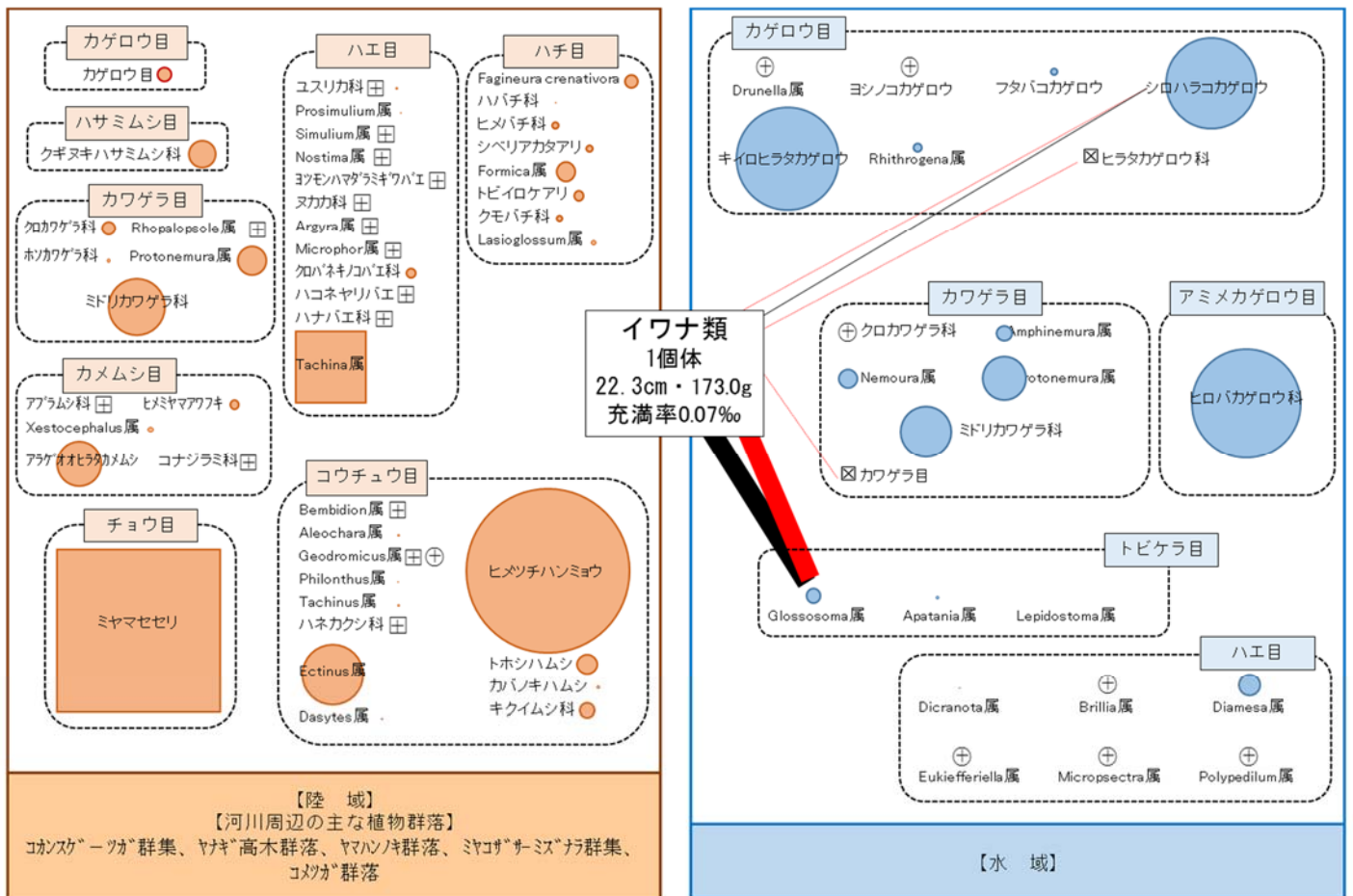


図 4.56 イワナ類を中心とした食物連鎖図例（大井川（榎島付近）、令和3年度春季）

- ・ 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 4.1.4 イワナ類の胃の内容物調査結果（大井川（樺島付近）：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)	
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	Baetis thermicus	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	Glossosoma 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。

〔 <調査日>
・春季：令和3年5月14日〕

表 4.15 (1) 流下昆虫調査結果 (大井川 (樫島付近)：春季)

No.	目名	科名	種名	学名	令和3年度							
					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		1	0.002			1	0.004
7	ハサミシ目(革翅目)	クギヌキハサミシ科	クギヌキハサミシ科	Forficulidae sp.	1	0.007			1	0.007		
8	カワガバラ目(セキ翅目)	クロカワガバラ科	クロカワガバラ科	Capniidae sp.	1	+					1	0.004
-			クロカワガバラ科(成虫)	Capniidae sp.								
9		ホソカワガバラ科	ホソカワガバラ科(成虫)	Leuctridae sp.			1	+	2	0.001		
10		オナシカワガバラ科	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		ミドリカワガバラ科	ミドリカワガバラ科	Chloroperlidae sp.	4	0.029	7	0.045	1	0.003		
-			ミドリカワガバラ科(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 4.15 (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							
					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)	アワブキムシ科	ヒメヤマアワブキ	<i>Peuceptelus dimidiatus</i>	1	0.015						
15		ヨコバイ科	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	<i>Osmyliidae</i> 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		カクツツトビケラ科	Lepidostoma 属	<i>Lepidostoma</i> sp.	3	0.067	1	0.017				
21	ハエ目 (双翅目)	オビヒメガガンボ科	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			Polypedium 属	<i>Polypedium</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	Sciaridae 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 4.15 (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							
					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
33	コウチュウ目(鞘翅目)	コメツキムシ科	Ectinus 属					1	0.019			
34		ジヨウカイモドキ科	Dasytes 属			1	0.002					
35		ツチハンミョウ科	ヒメツチハンミョウ	<i>Meloe 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			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	コハナバチ科	<i>Lastioglossum</i> 属			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 4.16 落下昆虫調査結果 (大井川 (樫島付近) : 春季)

〔 <調査日>
・春季：令和3年5月14日 〕

		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	Rhopalosole 属 (成虫)	Rhopalosole 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	<i>Erynnis montana montana</i>						1	0.102
5	ハエ目 (双翅目)	ユスリカ科	ユスリカ科 (成虫)	Chironomidae sp.		2	+			4	+
6		ブユ科	Simulium 属 (成虫)	<i>Simulium</i> sp.						1	+
7		ミギワバエ科	Nostima 属	<i>Nostima</i> sp.		1	+				
8			ヨツモンハマダラミギワバエ	<i>Scatella calida</i>							
9		スカカ科	スカカ科 (成虫)	Ceratopogonidae sp.		3	+				
10		アシナガバエ科	Argyra 属 (成虫)	<i>Argyra</i> sp.		1	+				
11		オドリバエ科	Microphor 属	<i>Microphor</i> sp.		1	+				
12		ヤリバエ科	ハコネヤリバエ	<i>Lonchoptera hakonensis</i>				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	<i>Tachina</i> sp.		1	0.044				
15	コウチュウ目 (鞘翅目)	オサムシ科	Bembidion 属	<i>Bembidion</i> sp.		1	+				
16		ハネカクシ科	Geodromicus 属	<i>Geodromicus</i> 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。

5 地下水位低下による植生への影響

(1) JR東海モデルによる地下水位予測値低下量図の解釈について

- ・ JR東海モデルによる水収支解析は、トンネル工事による水資源利用への影響の程度を把握し、水資源に係る環境保全措置を検討することを目的に、トンネル掘削後の河川流量やトンネル湧水量を算出しています。
- ・ 地下水位は、解析の目的を踏まえ、あくまでトンネル湧水量や河川流量の計算過程のひとつとして随時算出していますが、本来、場所によっては複数存在すると考えられる帯水層を1つ（1メッシュあたり地下水位は1つ）にする等、計算条件を簡略化して算出しています。
- ・ そのため、解析結果から沢単位など局所的な地下水の分布や変化、及び地上の植生への影響を予測することはできません。

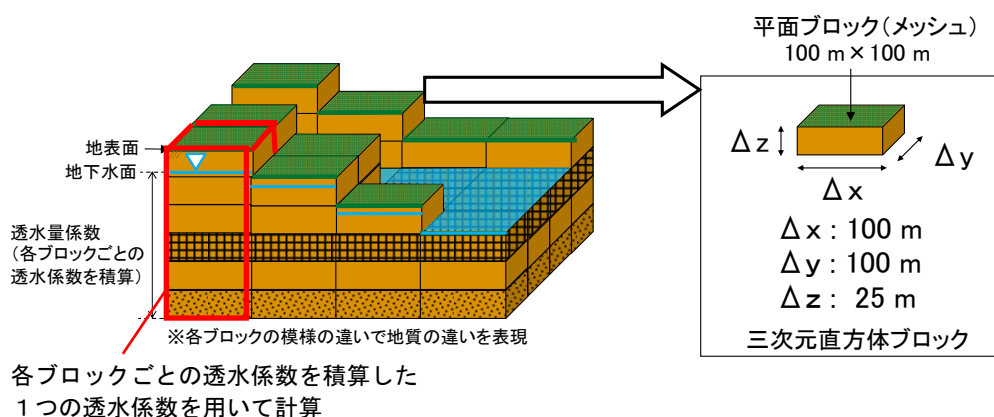


図 5.1 モデルの構造のイメージ

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

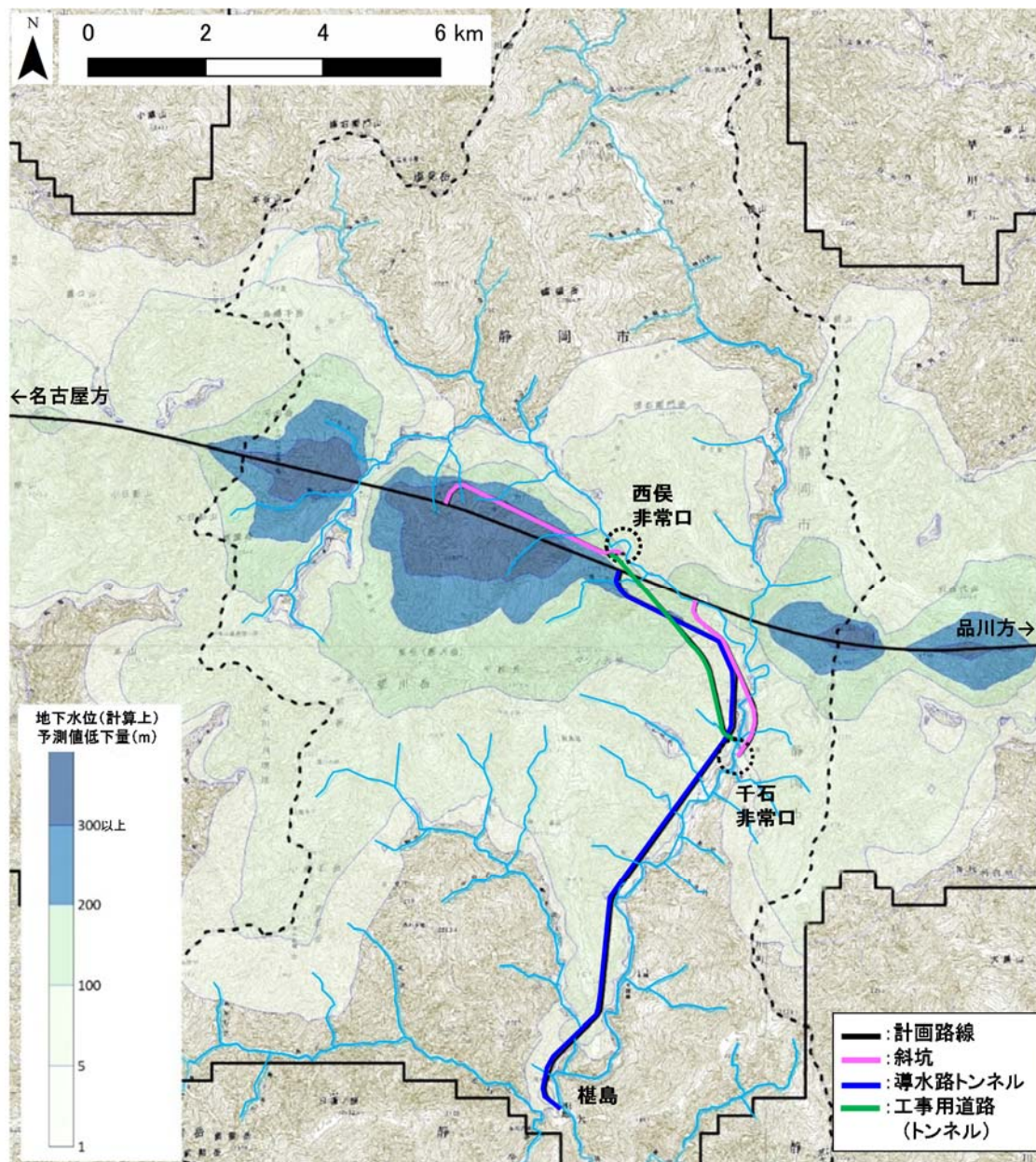


図 5.2 JR東海モデル地下水位(計算上)予測値低下量図

(2) 植生と地下水位・土壌水分量との関係について

- ・樹木の根系については、「最新 樹木根系図説 総論」(刈住 昇^{かりずみ のぼる}、2010年10月)によると、「深さ30cmまでの表層が養水分の吸収がもっとも大きく、深部では少ない」とされている通り、山林の多くの樹木の根系は、一般に、天水(雨水)によりもたらされる地表面付近の表層の土壌に含まれる水分(土壌水分)を吸収して生育しています(図5.3)。
- ・よって、トンネル掘削による植生への影響を考える上では、地表面付近の土壌水分量が地下水位低下によりどのように変化するかに着目する必要があります。
- ・次に、地下水位と土壌水分量の関係についてご説明します。
- ・通常、山地斜面は透水係数の異なる地質の層構造で構成されています。地表から浸透した水は、層境界付近では一部は側方へ移動して、一部は下方地層に浸透します。この下方地層への浸透により、地下水位(自由地下水位)が形成されています。
- ・尾根部等の地下では厚い不飽和帯¹(地下水位が深い)ができ、谷筋では薄い不飽和帯(地下水位が浅い)ができ、最終的に河川や沢に地下水が湧出します(図5.4)。
- ・尾根部等と沢部等における、地下水位と地表面の土壌水分量との関係については、以下の通りです。

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

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



図 5.3 現地の植生状況写真 JR 東海撮影

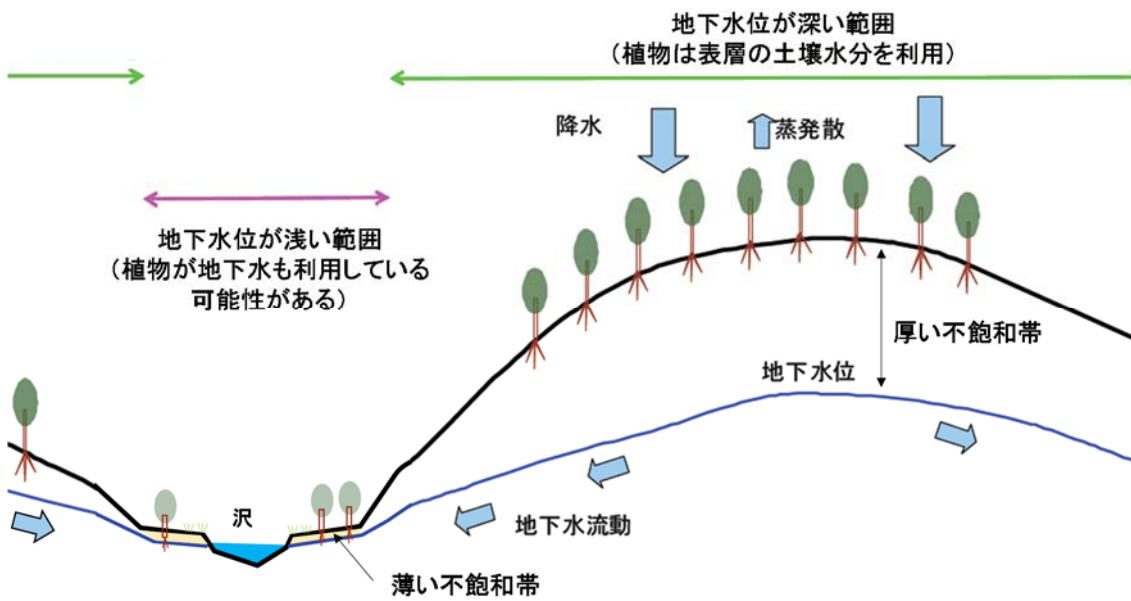


図 5.4 地下水水位と地表水との関係 (イメージ)

(尾根部等の地下水と地表面付近の土壌水分量の関係)

- ・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5.5(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。
- ・土壌水分量の地下深度による分布は図5.5(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、土壌水分量は、地下水位からの影響を受けるのではなく(土壌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。

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。

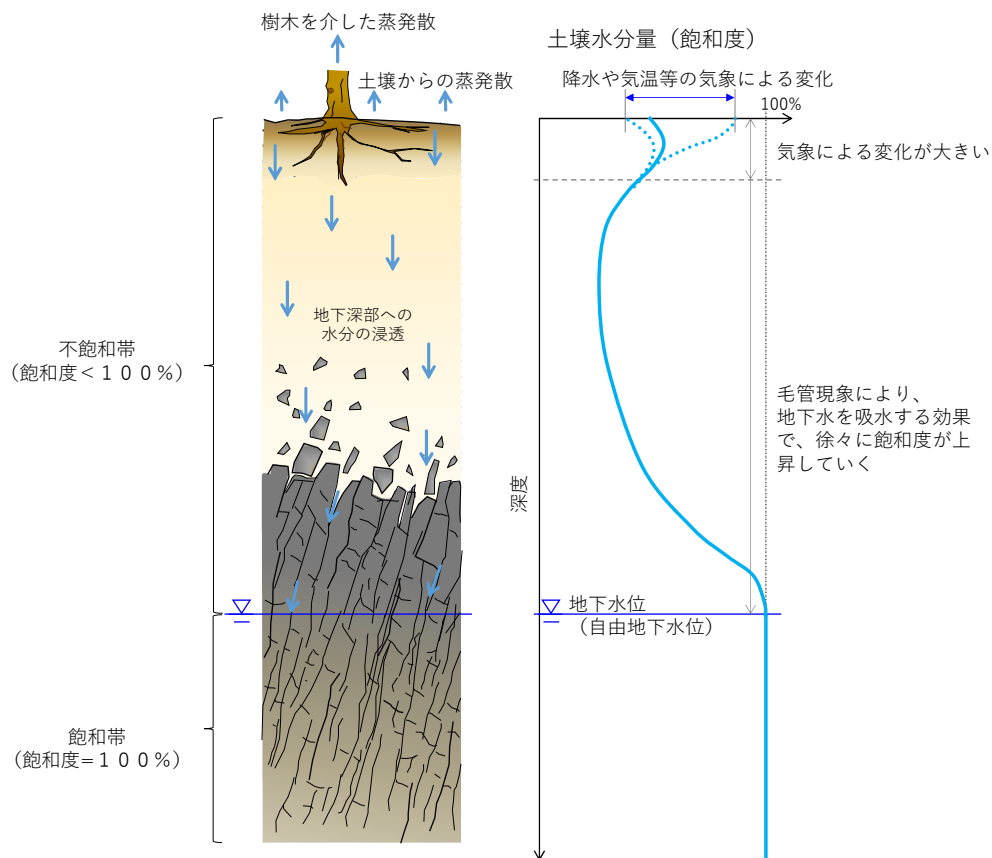


図 5.5 地下水位(自由地下水位)と土壌水分量の関係

(尾根部等:地下水位が深い場所)

【参考文献】図5.6～図5.8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)

(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5.6)。
- ・ 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。

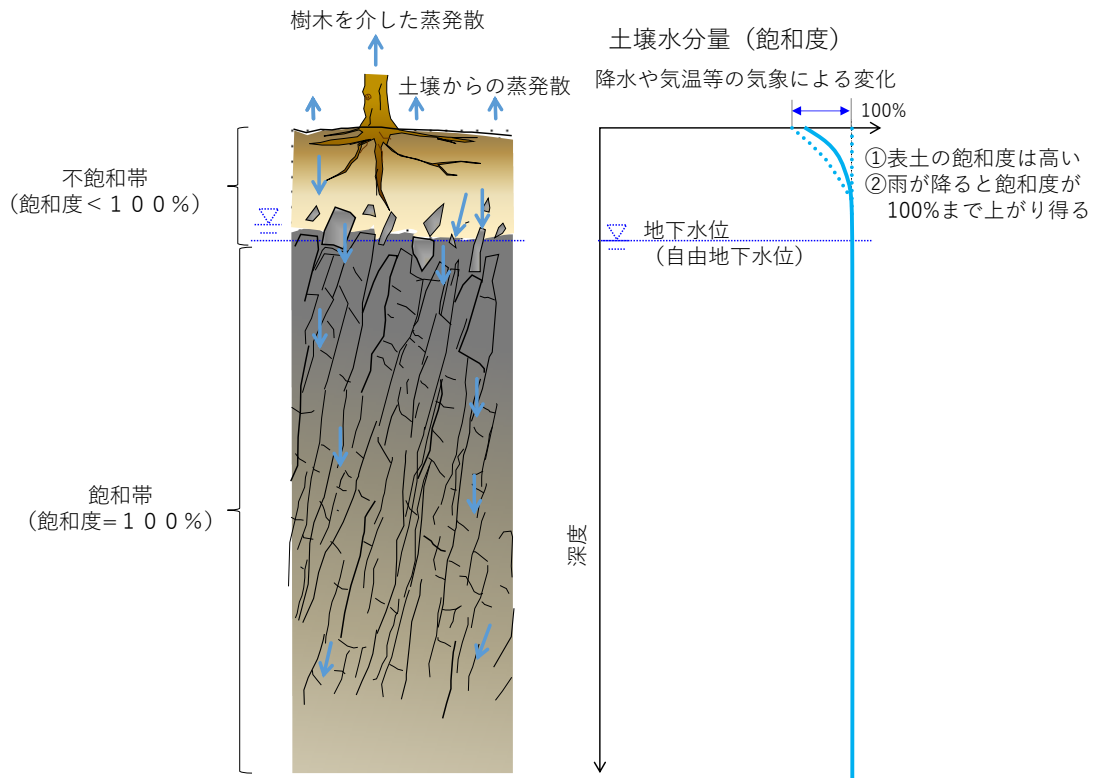


図 5.6 地下水位(自由地下水位)と土壤水分量の関係
(沢部等: 地下水位が浅い場所)

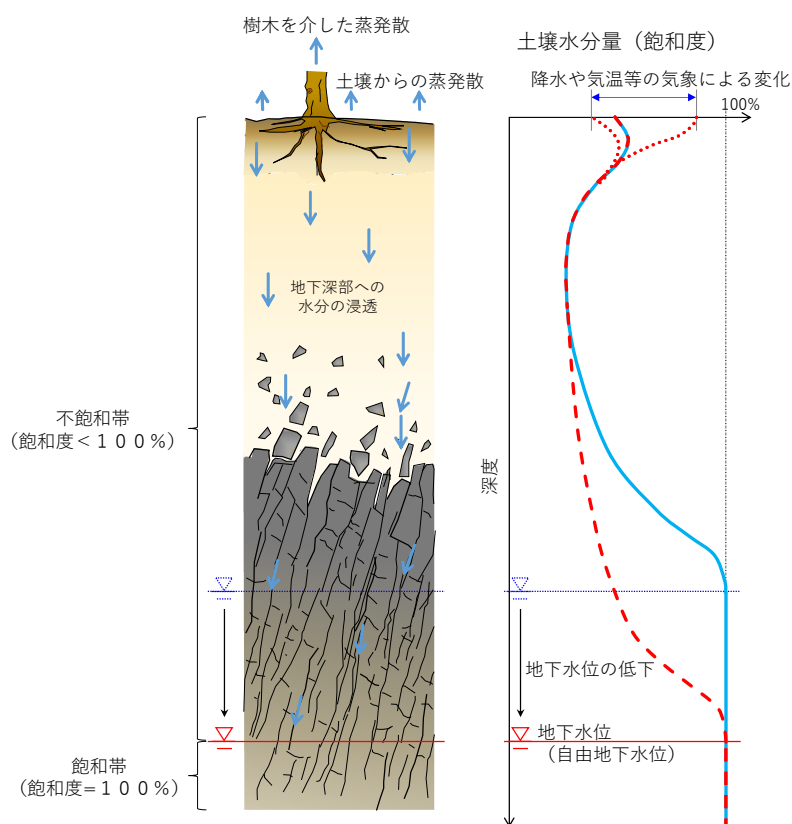
(3) トンネル掘削による植生への影響

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)

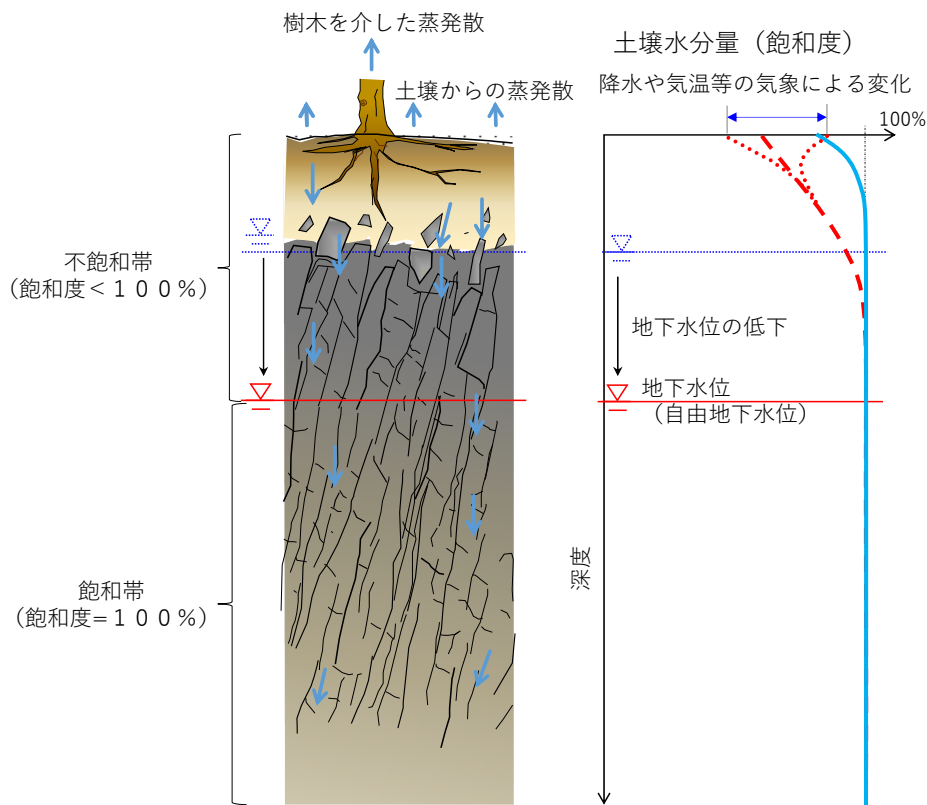
- ・尾根部等、地下水位が深い位置にあるような場所において、地下水位（自由地下水位）が低下した場合の土壌水分量の地下深度による分布を、図5.7（赤色点線）にお示しします。
- ・トンネル掘削により地下水位（自由地下水位）が低下した場合、トンネル掘削前の地下水位（自由地下水位）付近の土壌水分量の飽和度は低下します。
- ・しかしながら、地表面付近については、トンネル掘削前においても地下水面からの毛管現象の影響をほとんど受けていないことや、降雨等による土壌水分量への影響が大きいことから、地下水位低下による地表面付近の土壌水分量への影響は極めて僅かであると考えられます。



**図 5.7 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. 8（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. 8 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. 9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。

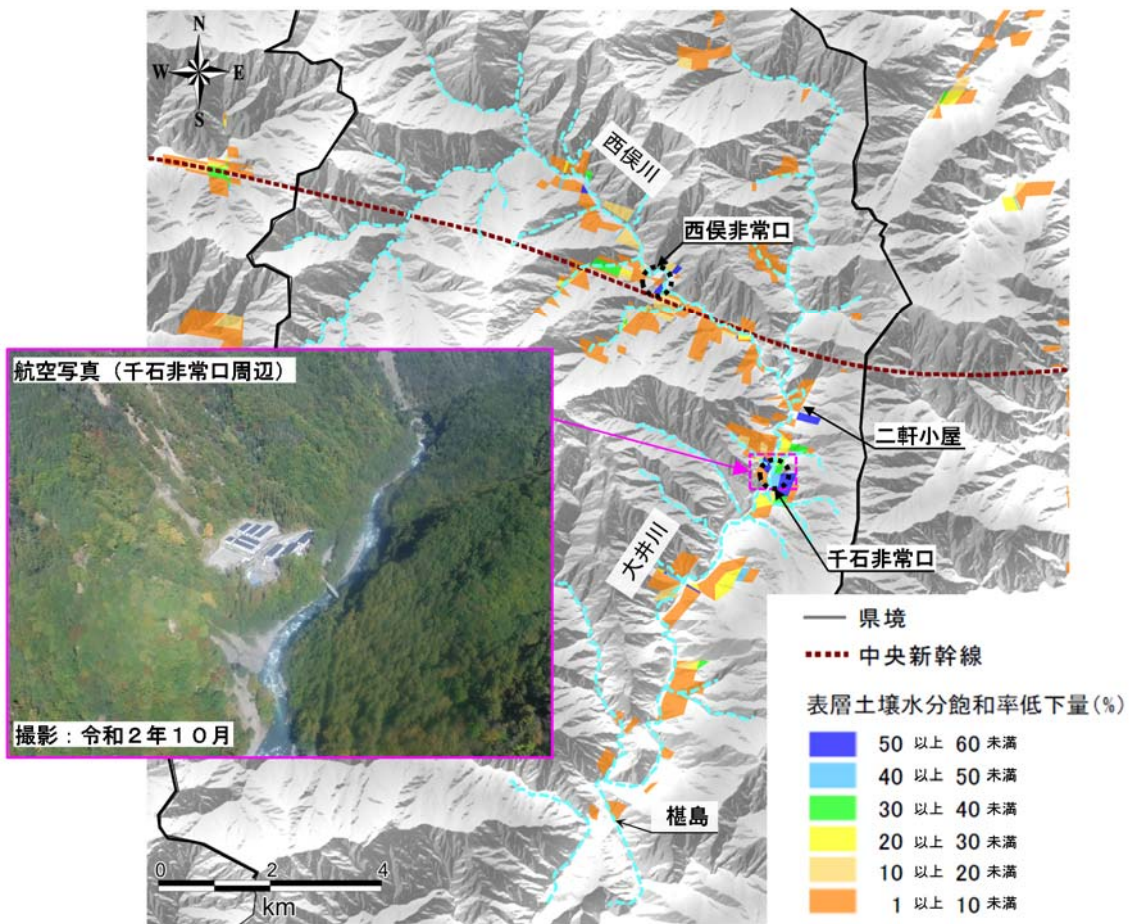
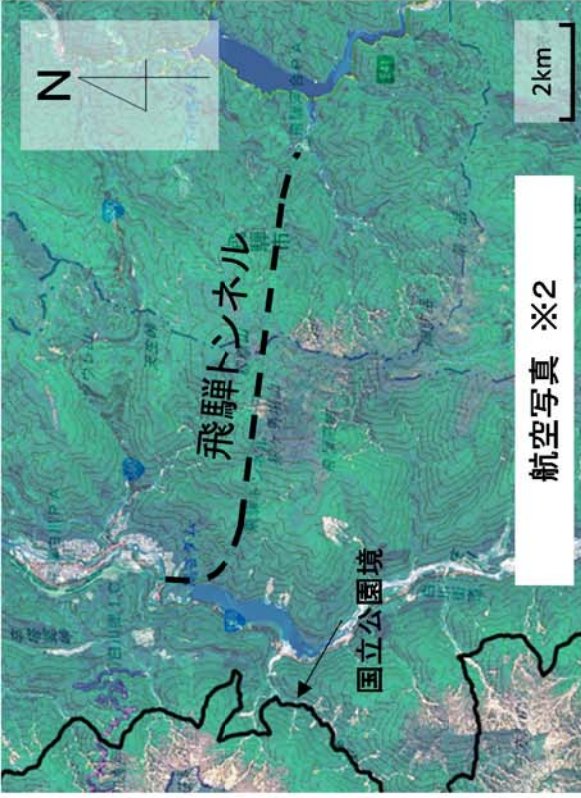


図 5.9 静岡市モデル 工事前及び工事後（低水期）の表層土壌水分の減少量分布

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5.10～図5.12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。



- ・白山国立公園に近接している飛驒トンネル(東海北陸自動車道、岐阜県)は延長10.7km、最大土被り約1,000m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0.217m³/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。

※植生指標データは、植物の量や活力を表しています。
(詳細は凡例参照)

出典:※1 1/25,000植生図GISデータ(環境省生物多様性センター)
 ※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)
 弊社が一部加筆

図 5.1.0 (1) 過去事例における植生への影響(飛驒トンネル)

植生図凡例

凡例	植生図凡例番号、統一凡例コード、統一凡例名
	1. 010101. コクモローハバヤン群集
	2. 020101. 経緯帯雑草(1)
	3. 030001. 菅田群集
	4. 050101. ホオノシロヒナ群集
	7. 060101. ヒノキササゲヤブ(1)
	8. 060102. ササゲヤブ(2)
	9. 060401. ササゲヤブ(4)
	10. 070101. シナノキ(1)
	11. 070301. ササゲヤブ(3)
	15. 110101. ササゲヤブ(1)
	16. 130001. アサギヤブ(1)
	22. 140001. ヒノキササゲヤブ(2)
	23. 140002. アサギヤブ(2)
	24. 140003. アサギヤブ(3)
	25. 140004. アサギヤブ(4)
	26. 140005. アサギヤブ(5)
	27. 140006. アサギヤブ(6)
	28. 140007. アサギヤブ(7)
	29. 140008. アサギヤブ(8)
	30. 140009. アサギヤブ(9)
	31. 140010. アサギヤブ(10)
	32. 140011. アサギヤブ(11)
	33. 140012. アサギヤブ(12)
	34. 140013. アサギヤブ(13)
	35. 140014. アサギヤブ(14)
	36. 140015. アサギヤブ(15)
	37. 140016. アサギヤブ(16)
	38. 140017. アサギヤブ(17)
	39. 140018. アサギヤブ(18)
	40. 140019. アサギヤブ(19)
	41. 140020. アサギヤブ(20)
	42. 140021. アサギヤブ(21)
	43. 140022. アサギヤブ(22)
	44. 140023. アサギヤブ(23)
	45. 140024. アサギヤブ(24)
	46. 140025. アサギヤブ(25)
	47. 140026. アサギヤブ(26)
	48. 140027. アサギヤブ(27)
	49. 140028. アサギヤブ(28)
	50. 140029. アサギヤブ(29)
	51. 140030. アサギヤブ(30)
	52. 140031. アサギヤブ(31)
	53. 140032. アサギヤブ(32)
	54. 140033. アサギヤブ(33)
	55. 140034. アサギヤブ(34)
	56. 140035. アサギヤブ(35)
	57. 140036. アサギヤブ(36)
	58. 140037. アサギヤブ(37)
	59. 140038. アサギヤブ(38)
	60. 140039. アサギヤブ(39)
	61. 140040. アサギヤブ(40)
	62. 140041. アサギヤブ(41)
	63. 140042. アサギヤブ(42)
	64. 140043. アサギヤブ(43)
	65. 140044. アサギヤブ(44)
	66. 140045. アサギヤブ(45)
	67. 140046. アサギヤブ(46)
	68. 140047. アサギヤブ(47)
	69. 140048. アサギヤブ(48)
	70. 140049. アサギヤブ(49)
	71. 140050. アサギヤブ(50)
	72. 140051. アサギヤブ(51)
	73. 140052. アサギヤブ(52)
	74. 140053. アサギヤブ(53)
	75. 140054. アサギヤブ(54)
	76. 140055. アサギヤブ(55)
	77. 140056. アサギヤブ(56)
	78. 140057. アサギヤブ(57)
	79. 140058. アサギヤブ(58)
	80. 140059. アサギヤブ(59)
	81. 140060. アサギヤブ(60)
	82. 140061. アサギヤブ(61)
	83. 140062. アサギヤブ(62)
	84. 140063. アサギヤブ(63)
	85. 140064. アサギヤブ(64)
	86. 140065. アサギヤブ(65)
	87. 140066. アサギヤブ(66)
	88. 140067. アサギヤブ(67)
	89. 140068. アサギヤブ(68)
	90. 140069. アサギヤブ(69)
	91. 140070. アサギヤブ(70)
	92. 140071. アサギヤブ(71)
	93. 140072. アサギヤブ(72)
	94. 140073. アサギヤブ(73)
	95. 140074. アサギヤブ(74)
	96. 140075. アサギヤブ(75)
	97. 140076. アサギヤブ(76)
	98. 140077. アサギヤブ(77)
	99. 140078. アサギヤブ(78)
	100. 140079. アサギヤブ(79)
	101. 140080. アサギヤブ(80)
	102. 140081. アサギヤブ(81)
	103. 140082. アサギヤブ(82)
	104. 140083. アサギヤブ(83)
	105. 140084. アサギヤブ(84)
	106. 140085. アサギヤブ(85)
	107. 140086. アサギヤブ(86)
	108. 140087. アサギヤブ(87)
	109. 140088. アサギヤブ(88)
	110. 140089. アサギヤブ(89)
	111. 140090. アサギヤブ(90)
	112. 140091. アサギヤブ(91)
	113. 140092. アサギヤブ(92)
	114. 140093. アサギヤブ(93)
	115. 140094. アサギヤブ(94)
	116. 140095. アサギヤブ(95)
	117. 140096. アサギヤブ(96)
	118. 140097. アサギヤブ(97)
	119. 140098. アサギヤブ(98)
	120. 140099. アサギヤブ(99)
	121. 140100. アサギヤブ(100)

出典：環境省生物多様性センター

植生指標データ凡例



■ 水部

植生指標とは

植物の量や活力を表しています。植物による光の反射の特徴を生かしリモートセンシングデータを使って植生の状況を把握することを目的として考案された指標です。

250mメッシュ植生指標データは、代表的な植生指標であるNDVI(正規化植生指標)を整数値化したものです。値が大きいほど植物の量や活力が高いと考えられます。

NDVIの計算

$$\text{Band2-Band1}$$

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Band2} - \text{Band1}}{\text{Band2} + \text{Band1}}$$

(Band2: 近赤外、Band1: 赤)

植生指標データの計算(NDVIの整数化)

$$\text{植生指標データ} = (\text{NDVI} + 1.0) \times 100$$

※雲の除去

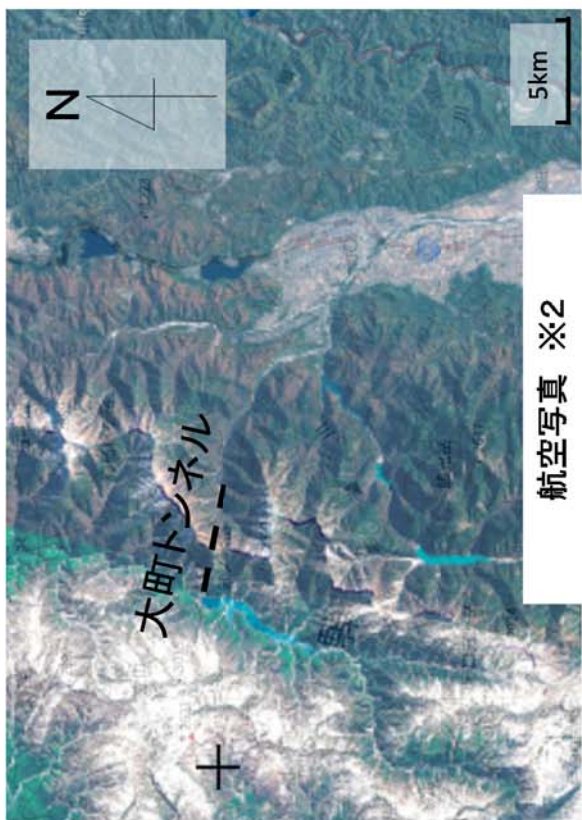
雲のある場所は植生指標データの値が低くなります。毎月得られた各観測データの植生指標データから、最大値を抽出することによって、雲の影響の少ない植生指標データを作成していますが、月間の気象条件によっては雲の影響を受ける可能性があります。

※水域の扱い

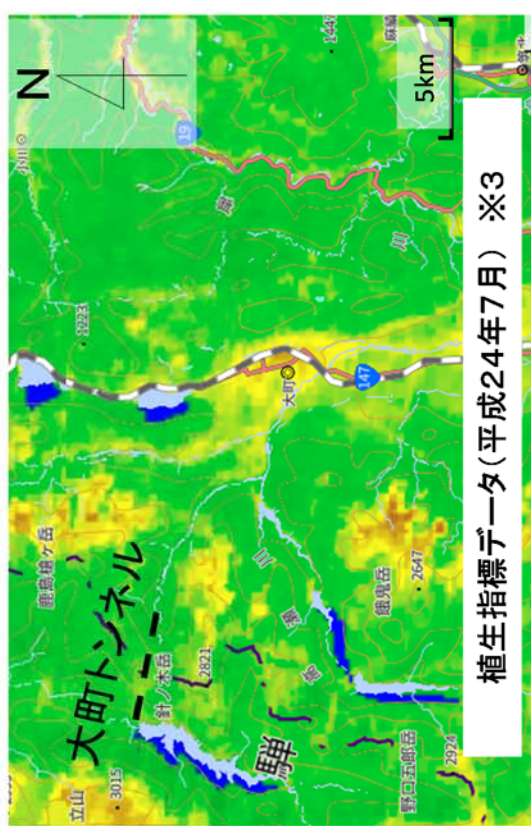
水域である海、湖沼、河川には、同じマスク処理を施しています。

出典：国土地理院HP

図 5.10 (2) 過去事例における植生への影響～植生図の凡例 (図 5.11、12 と共通)



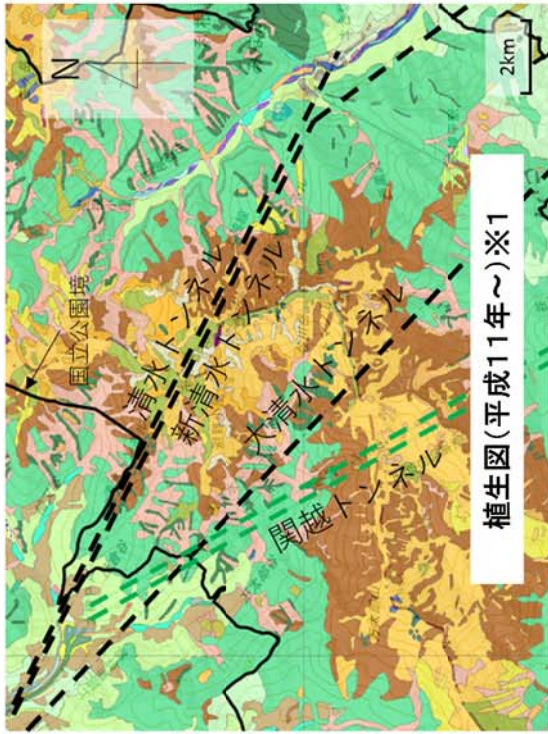
- ・立山黒部アルペンルート上で中部山岳国立公園内にある大町トンネル(長野県・富山県)は延長5.4km、最大土被り約1,050mの道路トンネルで昭和33年に供用を開始している。
- ・破砕帯において、切羽付近で約0.660m³/秒の湧水が発生したとされている。
- ・環境省や国土地理院のHPで公開されている最新データにより植生の状況を確認したが、トンネル直上の近年における植生はその周囲の植生から著しく異なる傾向は見られない。



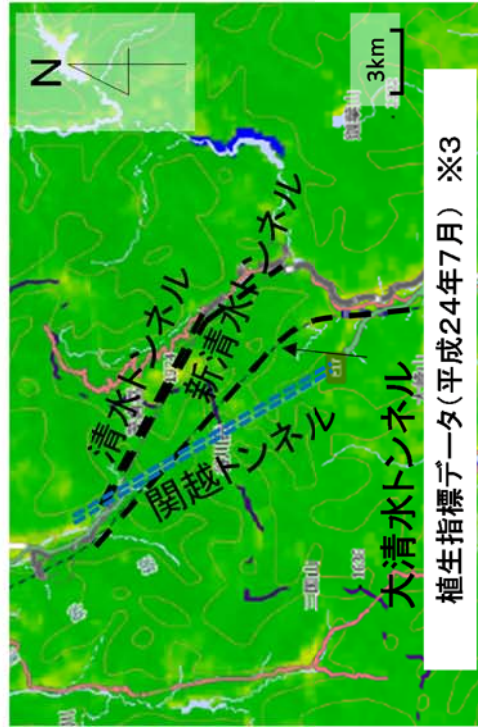
※植生指標データは、植物の量や活力を表しています。(詳細は凡例参照)

- 出典: ※1 1/25,000植生図GISデータ(環境省生物多様性センター)
 ※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)
 弊社が一部加筆

図 5.1.1 過去事例における植生への影響(大町トンネル)



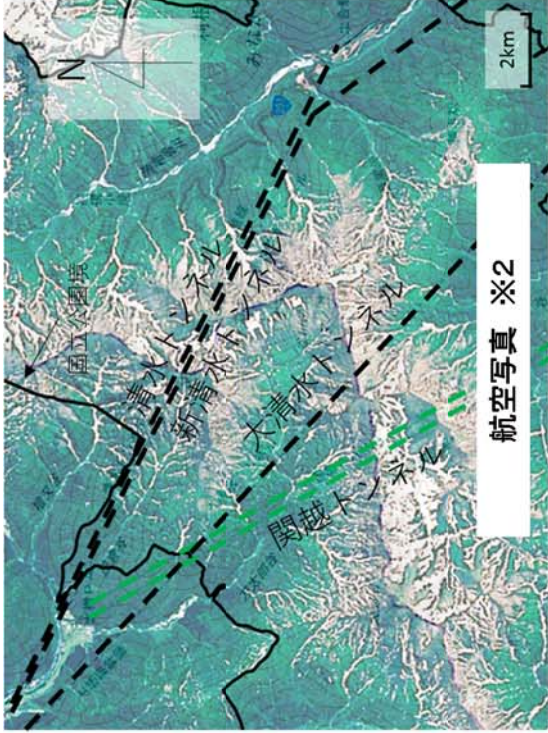
植生図(平成11年～)※1



植生指標データ(平成24年7月) ※3

※植生指標データは、植物の量や活力を表しています。(詳細は凡例参照)

出典: ※1 1/25,000植生図GISデータ(環境省生物多様性センター)
 ※2 全国最新写真(ズームレス)
 ※3 250m植生指標データ(国土地理院)
 弊社が一部加筆



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9km以上の長大トンネルであり、最大土被り約1,000m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0.300m³/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。

参考: 上越線 清水トンネル(1931.9、9,702m)

新清水トンネル(1967.9、13,500m)

上越新幹線 大清水トンネル(1982.11、22,221m)

関越道 関越トンネル下り線(1985.10、10,926m)

上り線(1991.10、11,055m)

注)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

図 5.1.2 過去事例における植生への影響(大清水トンネル)

(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) 静岡市モデルによる地下水位低下範囲について

- ・国土交通省の第5回有識者会議では、「静岡市による解析結果等を用いて、追加の検討を行う」とされたことを受けて、静岡市が実施した水収支解析を用いた地下水位の低下範囲等の検討を行い、国土交通省の第6回有識者会議においてご説明しました(解析の概要、各種条件設定等は同会議資料を参照)。
- ・解析にあたっては、産業技術総合研究所が公開している20万分の1シームレス地質図をベースに、JR東海による地質調査の結果、地形分析結果などを参考に作成した3次元地質構造に水理物性を設定して、以下の条件で図5.13に示す地質モデルを策定して実施しています。
 - ・一般的には、表層部は透水性が高い一方、深部ほど透水性が低くなる
 - ・断層は、深部まで高い透水性を設定する
 - ・表層についてはさらに透水性の高い1mの表土層を設定する
- ・静岡市モデル及びJR東海モデル(参考)を用いた解析による地下水位の低下量平面図及び南北方向(榎島付近)の断面の縦断図をそれぞれ図5.14及び図5.15にお示しします。左側に静岡市モデル、右側にJR東海モデル(参考)の結果を記載しています。なお、地下水位(計算上)予測値の低下量平面図及び縦断図は、両者を比較できるように、縮尺や位置等を揃えています。
- ・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。これは、「主要な断層」ではJR東海モデルの設定より大きな透水係数を設定し、それ以外では、逆に小さな透水係数を設定したためと考えられます。
- ・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。

※静岡市が使用したモデルは、「平成26年度 南アルプス環境調査結果概要(1) 水資源影響調査(静岡市 平成27年6月)」、「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)」による(以下、まとめて「静岡市モデル」という。)

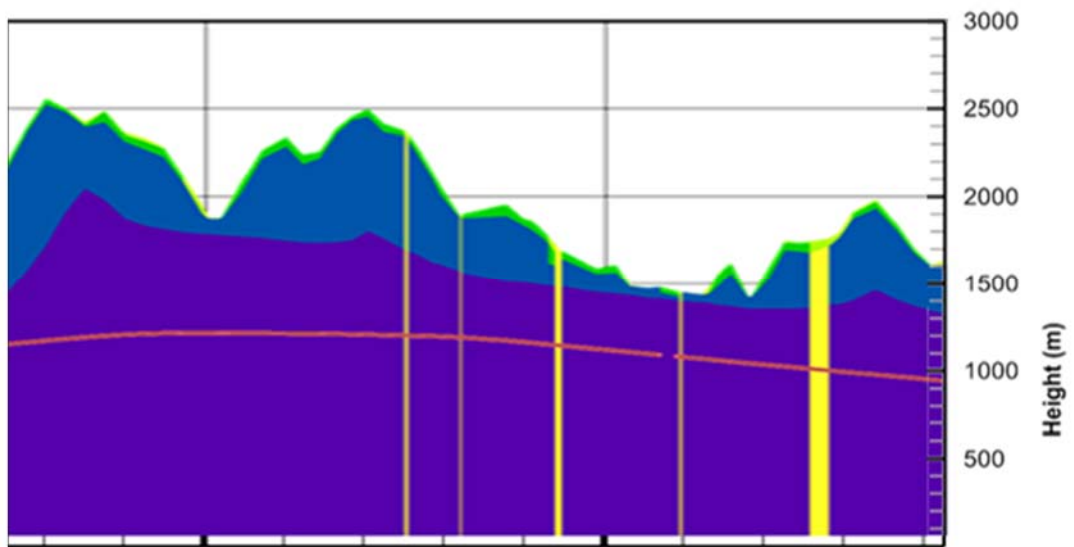
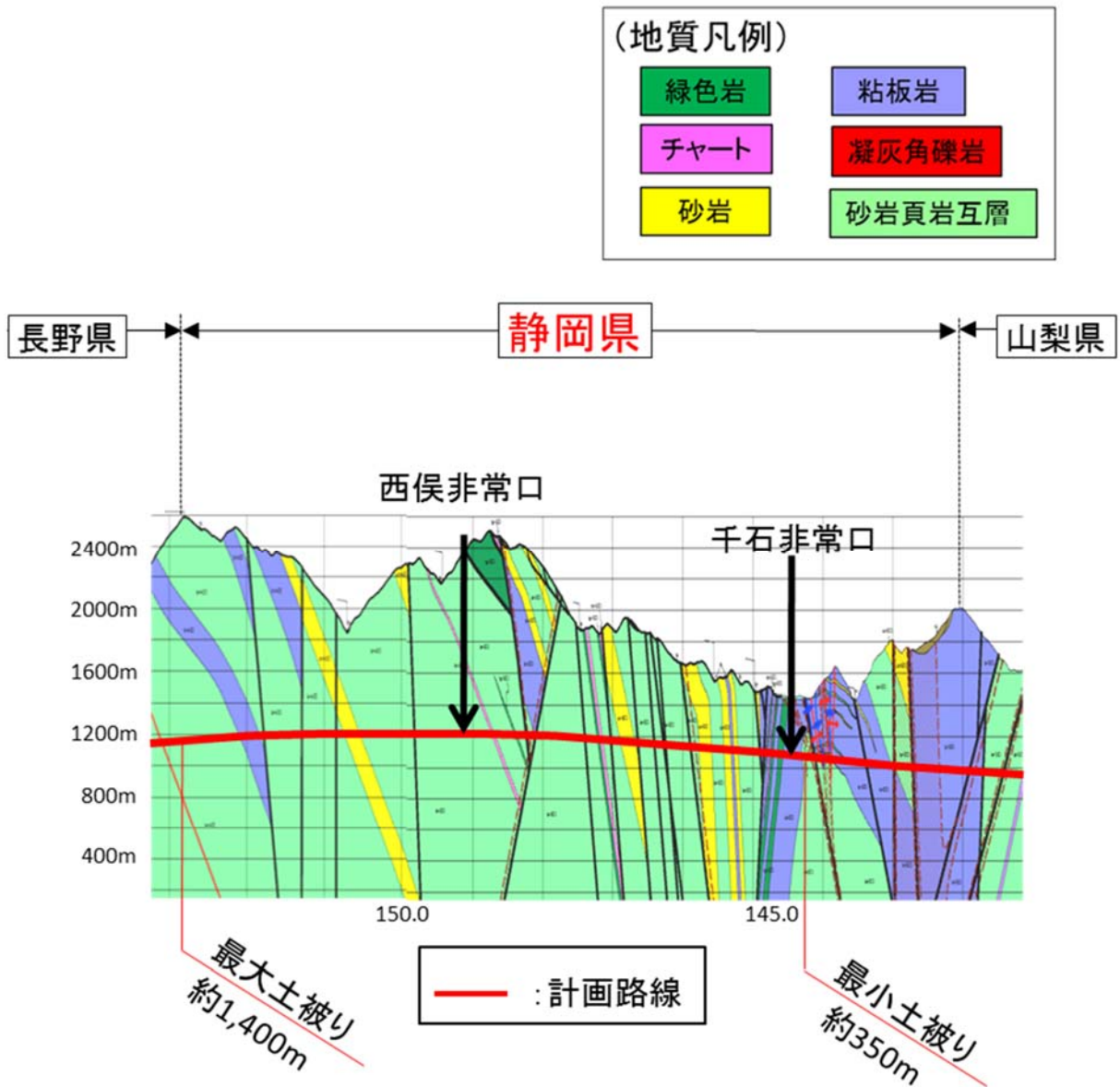


図 5.13 水収支解析（静岡市モデル）のベースとした地質モデル

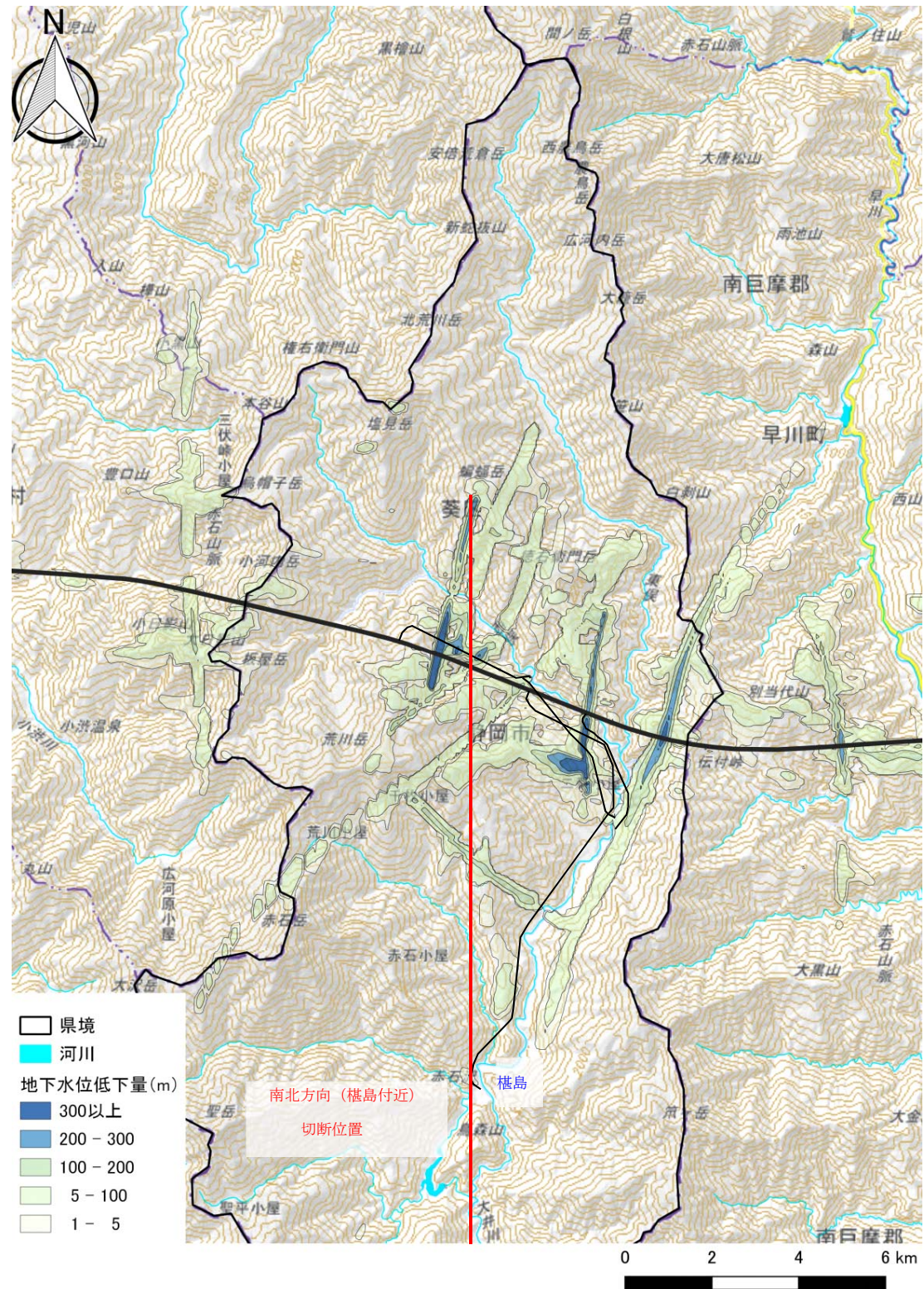


図 5.14 (1) 静岡市モデル 地下水位 (計算上) 予測値低下量図
(トンネル掘削完了後の定常状態)

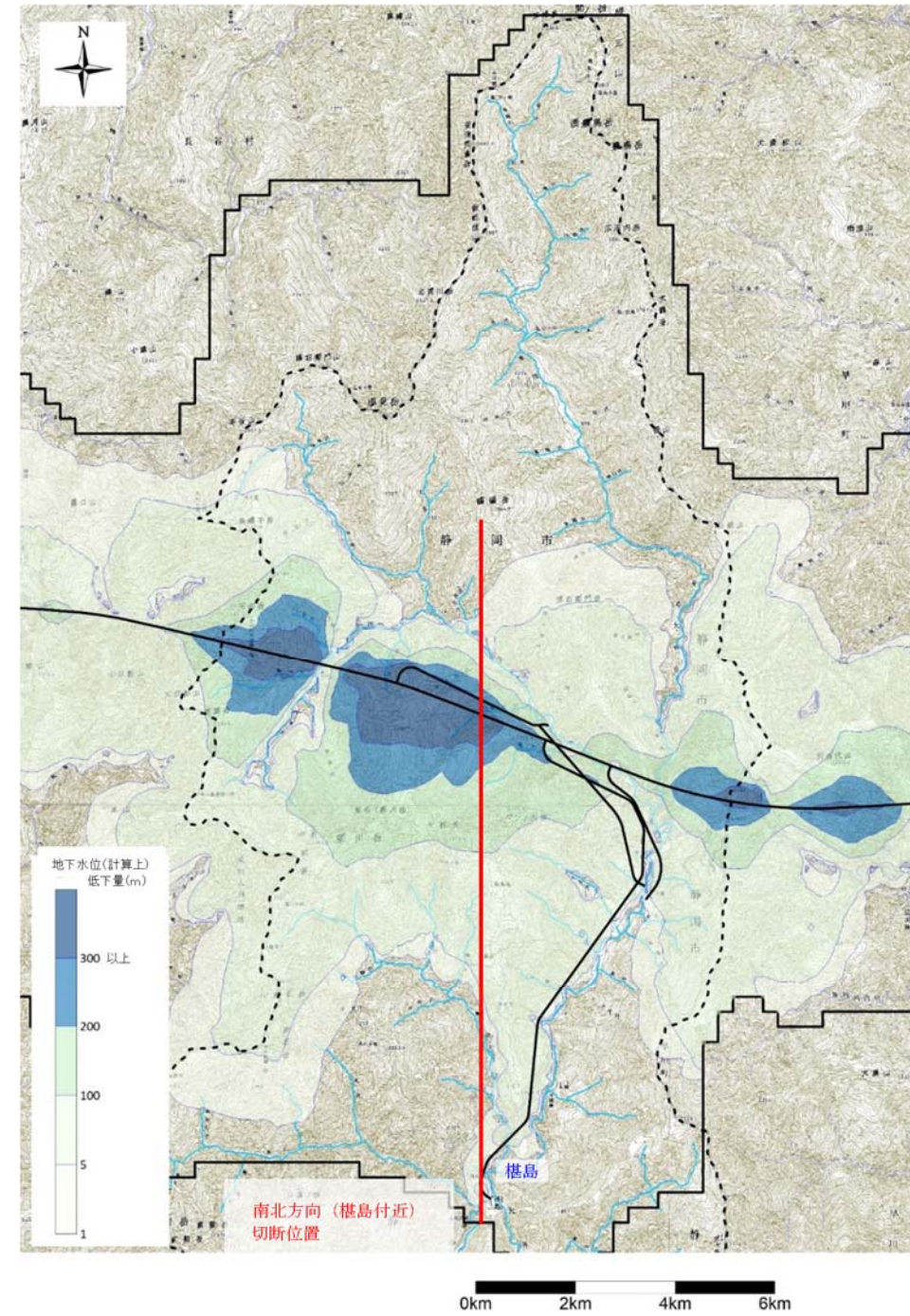


図 5.14 (2) J R 東海モデル 地下水位低下量平面図
(トンネル掘削完了20年後)

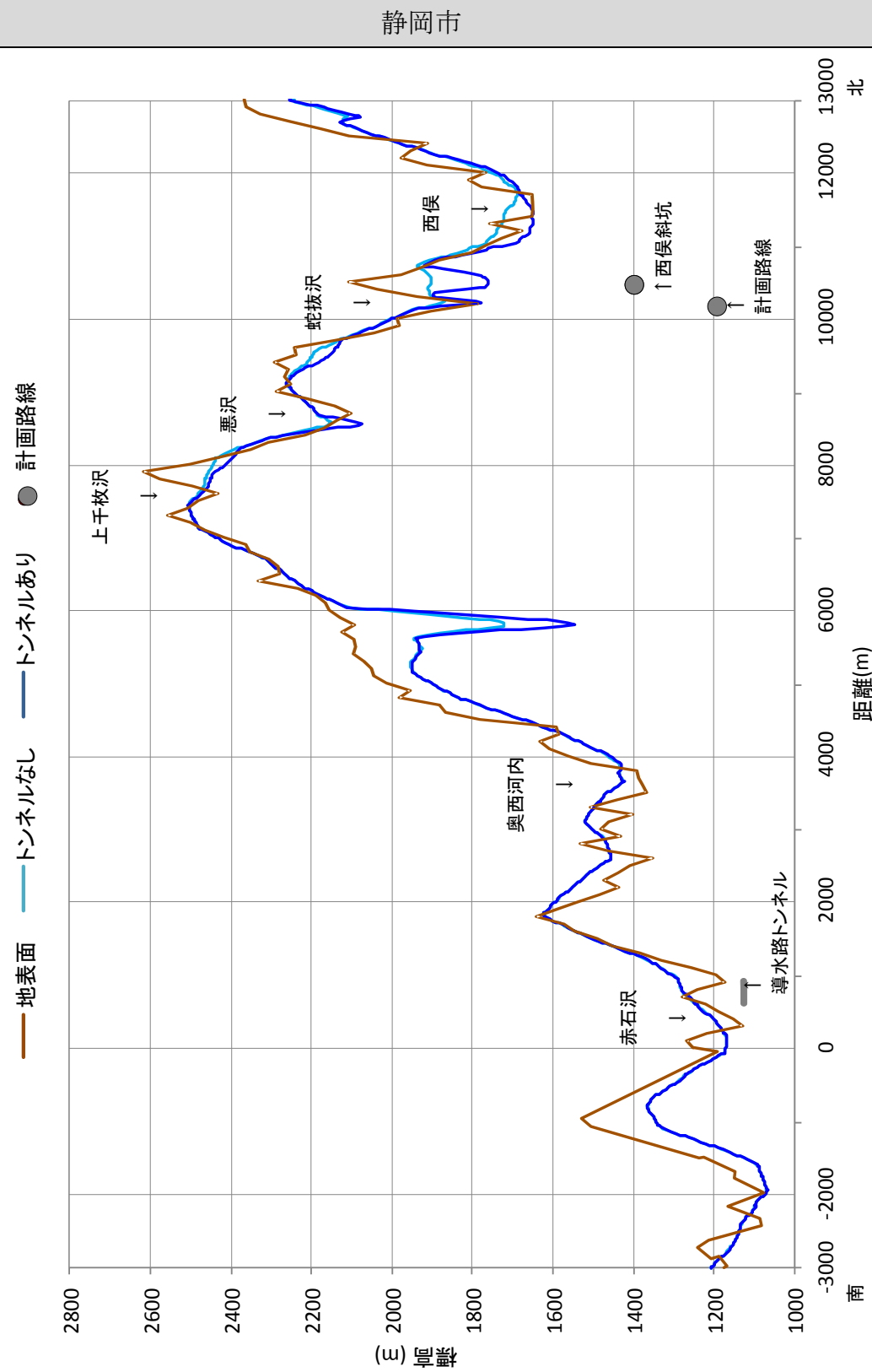


図 5.15 (1) 静岡市モデル 地下水位低下量縦断図 (トンネル掘削完了後の定常状態)

(参考) J R 東海

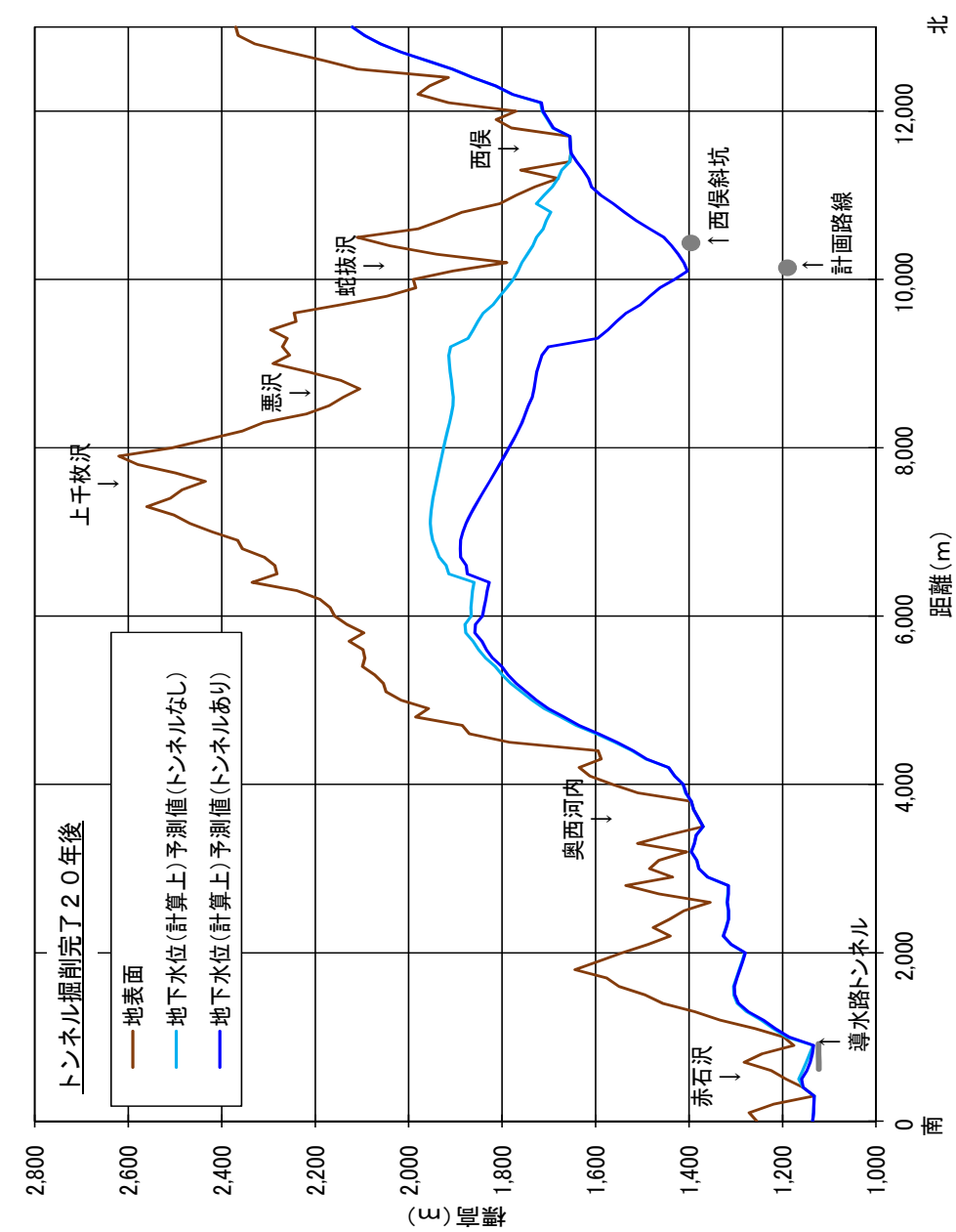


図 5.15 (2) J R 東海モデル 地下水位 (計算上) 予測値縦断図 (南北方向 (榎島付近)) (トンネル掘削完了20年後)

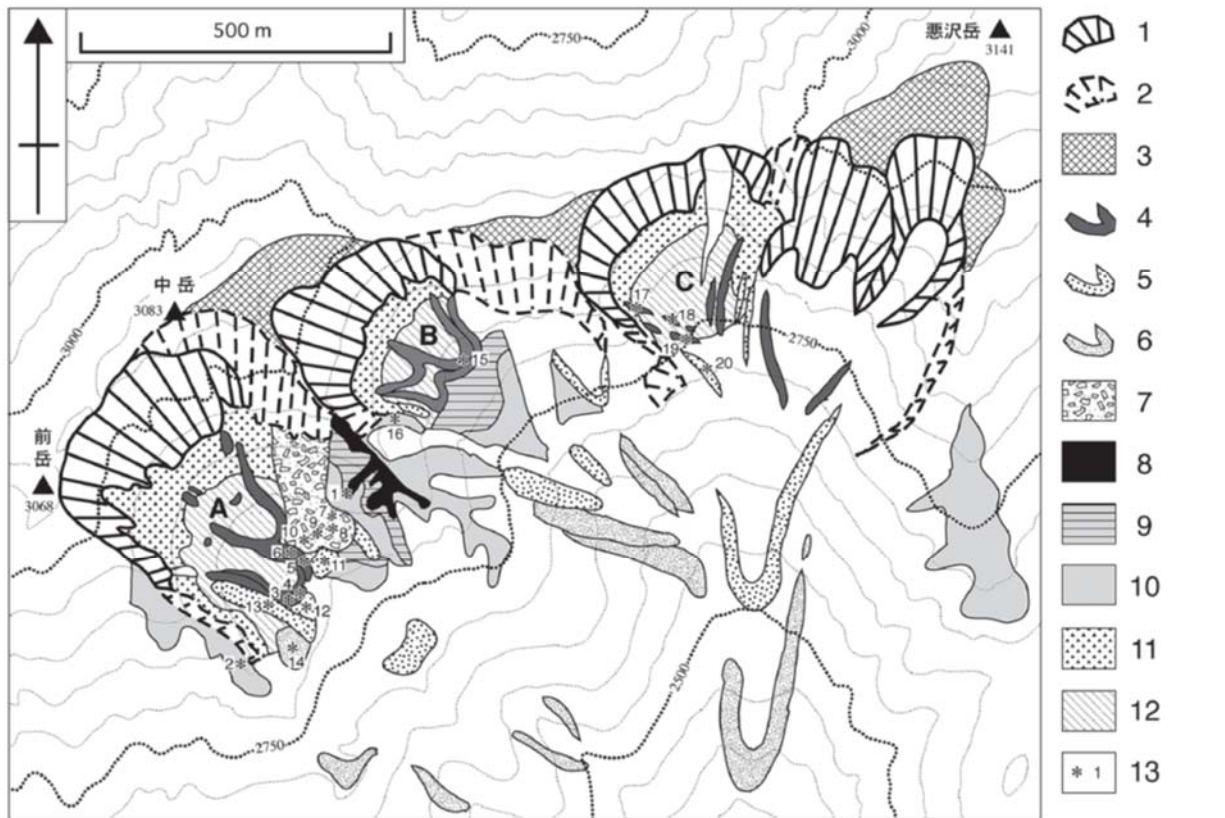
2) 植生の影響が生じる可能性のある箇所における対応について

- ・植生への影響が生じる可能性のある沢については、第4章に記載の通りの対応を取り、影響を最小限に抑えます。
- ・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、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。
- ・なお、南アルプスの地表付近においては、以下のような地形上の特徴が見られ、地上の植生において特別な環境が作り出されています。
- ・主稜線部において氷河により削られたカール（圏谷）などが存在して崖錐部分の水などがカール底の平坦部（標高2,700m前後）に集まり、こうした部分に荒川岳のお花畑（植生状況を図5.16に、地形を図5.17に示す）のような植物群落を形成しています。
- ・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5.18）、水はけが悪くなって、千枚岳登山道沿いの駒鳥池（図5.19：標高約2,400m）のように池となる箇所が生じています。
- ・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す。
- ・先述の通り、地下水位が低下した場合であっても、地表面付近の土壌水分量は、トンネル掘削前の尾根部の状況と同様、天水によって保たれるため、多くの植物の生育状況に影響は生じないと考えられます。
- ・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、影響が生じる可能性があるため、今後、千枚小屋付近の湧き水等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かどうかを確認してまいります。
- ・また、トンネル掘削段階においては、千枚小屋付近の湧水等の成分と工事中に得られるトンネル湧水の成分との比較を行い、地表付近の水とトンネル掘削箇所周辺の深層地下水との関連性について確認してまいります。



図 5.16 荒川岳周辺のお花畑

出典：南アルプス学術総論



1. 荒川岳期3 圏谷壁（最新期圏谷壁） 2. 荒川岳期1・2 圏谷壁（新期圏谷壁） 3. 谷頭水食緩斜面 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・ハイマツ指交斜面
 10. 植被（新期）周氷河性平滑斜面 11. 崖錐 12. 崖錐下方緩斜面 13. 調査地点・番号
 A：前岳南東圏谷 B：中岳南東圏谷 C：悪沢岳南西圏谷

図 5.17 荒川岳周辺の氷河地形

出典：南アルプス，荒川三山南面圏谷群における最終氷期以降の氷河・周氷河地形発達史
 （長谷川裕彦・青山雅史・佐々木明彦・増沢武弘）

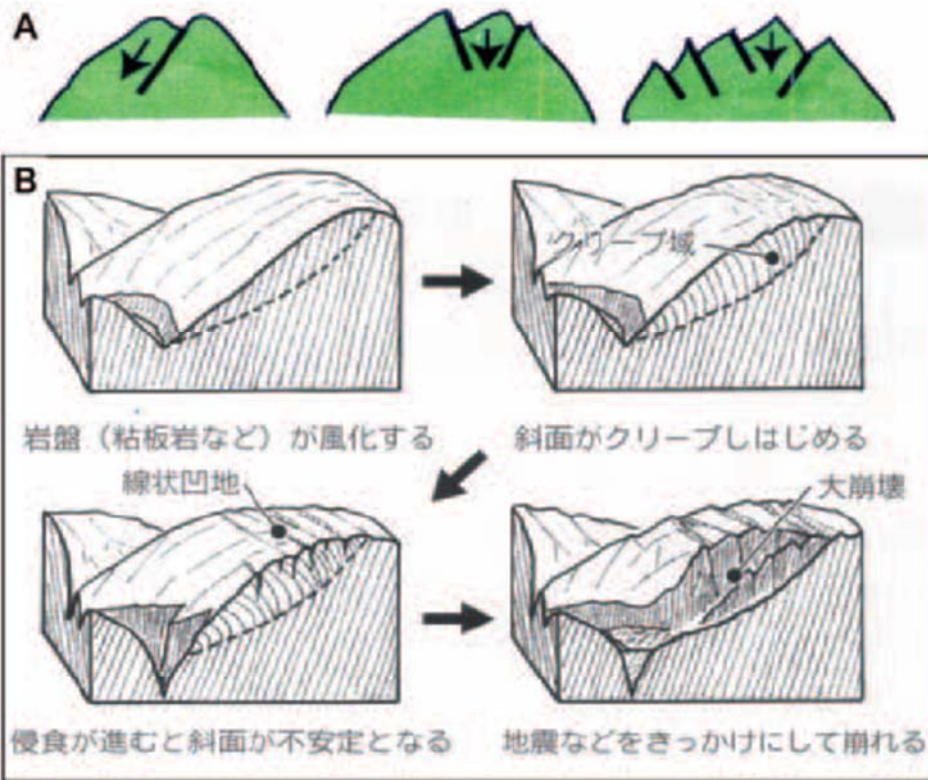


図4 線状凹地の形成を示す模式図。A：線状凹地の典型例。B：河川の側方浸食による山腹斜面の不安定化，稜線付近での線状凹地形成，深層崩壊，稜線の平坦化過程を示す模式図（村松，2001）。

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 5.18 線状凹地の形成過程



図 5.19 駒鳥池 JR東海撮影

6 代償措置

(1) 代償措置の考え方

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

(2) 植物の代償措置

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



図 6.1 移植作業状況

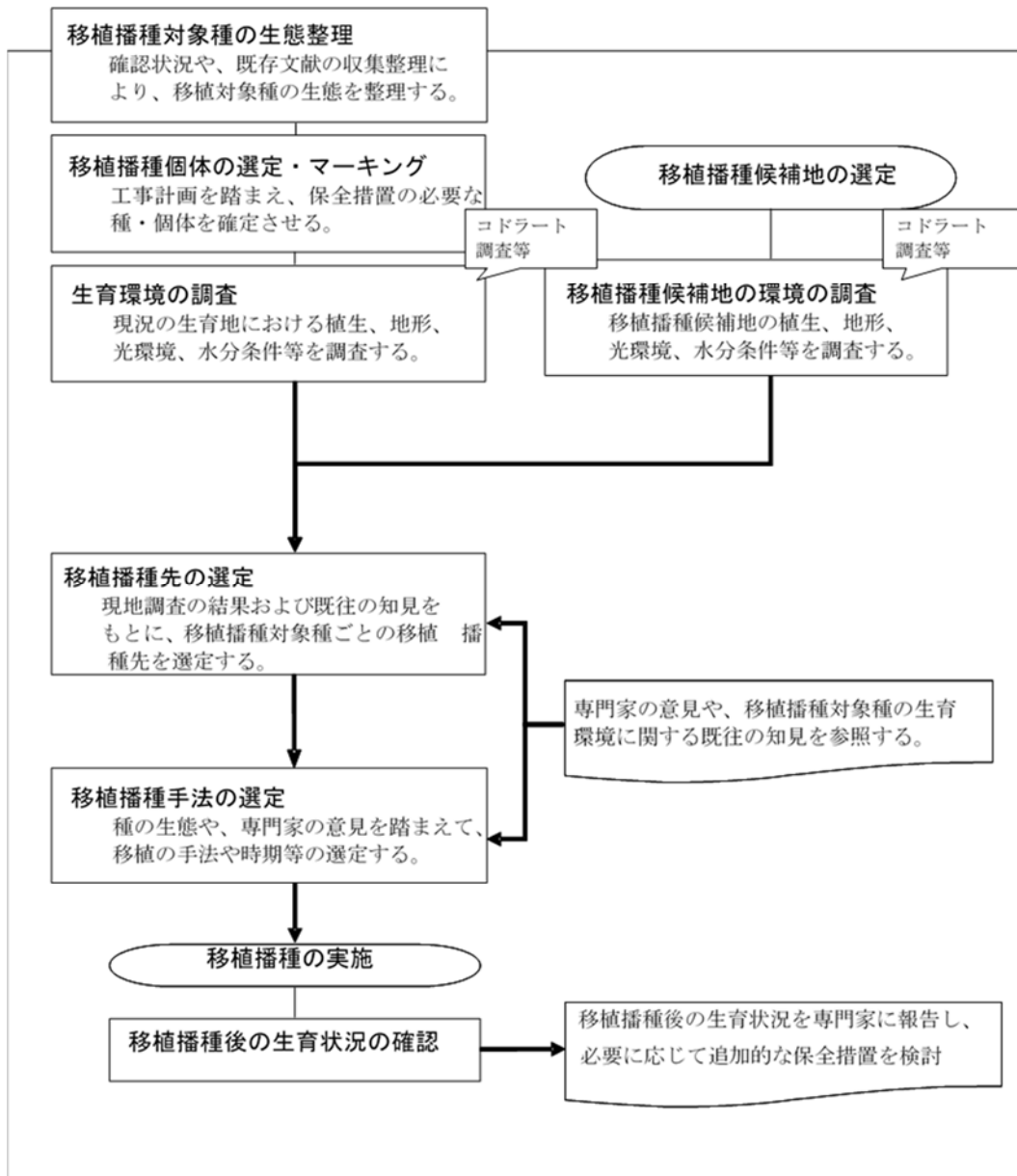


図 6.2 移植・播種の実施フロー

(3) 動物個体の代償措置

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

トンネル掘削前

(1) 各沢の生息状況調査の実施

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



(2) 検討対象種²⁾の特性に応じた減水に対する対応方針の整理

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



(3) 移殖対象種の生息・生育環境及び移殖先候補地調査の実施

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



(4) 先進ボーリング結果を踏まえた移殖準備の実施

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



トンネル掘削中・掘削後

(5) 沢の流量や動植物等のモニタリングの実施

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



(6) 移殖の実施

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



(7) 移殖実施後の状況確認調査の実施

- ・移殖を実施した種について、生息状況の調査を実施

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

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

図 6.3 沢等の減水に対する動物への対応フロー