

地質学の役割と重要性：
リニア南アルプストンネルの水資源・
自然環境への影響等を例として

静岡大学防災総合センター 客員教授

ふじのくに地球環境史ミュージアム 客員教授

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 客員研究員

国土交通省リニア中央新幹線静岡工区有識者会議委員

静岡県中央新幹線環境保全連絡会議

地質構造・水資源専門部会 部会長

静岡県環境影響評価審査会副会長

理学博士 森 下 祐 一

本日の目次

1. 自己紹介
2. 地球科学の基礎: 日本列島形成史における南アルプスの地質
3. 国土交通省リニア中央新幹線静岡工区有識者会議および、静岡県中央新幹線環境保全連絡会議での議論
 - 3-1. 水収支解析に基づく水資源への影響
 - 3-2. 自然環境への影響
 - 3-3. リニアプロジェクトの経緯
4. 地質学の役割(具体例)
 - 4-1. 電気探査などの物理探査等の手法
 - 4-2. 熱水変質帯
 - 4-3. 重金属等の有害物質
 - 4-4. 私の専門分野の研究について少々 (ここまでで、およそ80分)
5. ご質問にお答え致します

第11回リニア中央新幹線静岡工区有識者会議
出席者一覧

【委員】

(座長) 福岡 捷二	中央大学 研究開発機構 機構教授
沖 大幹	東京大学 教授
徳永 朋祥	東京大学 教授
西村 和夫	東京都立大学 理事・学長特任補佐
大東 憲二	大同大学 教授
森下 祐一	静岡大学 客員教授
丸井 敦尚	国立研究開発法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 招聘研究員

【オブザーバー】

(静岡県)	
難波 喬司	静岡県副知事 (※)
(大井川流域市町)	
中村 広史	島田市 市長戦略部 戦略推進課長 (※)
山下 敦史	焼津市 行政経営部 政策企画課長 (※)
渡邊 剛	藤枝市 企画創生部 広域連携課長 (※)
山下 剛	掛川市 上下水道部 水道課長 (※)
勝浦 敬豊	菊川市 企画財政部 企画政策課長 (※)
竹内 英人	牧之原市 企画政策部 秘書政策課長 (※)
清水 正明	御前崎市 総務部 企画政策課長 (※)
木根 和久	袋井市 産業環境部 農政課長 (※)
石間智三郎	吉田町 都市環境課長 (※)
梶山 正幸	川根本町 くらし環境課長 (※)
(関係省庁)	
原 文絵	文部科学省国際統括官付 国際統括官補佐 (※)
(代理) 池田 大介	厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課 課長補佐 (※)
山田 匡	農林水産省関東農政局地方参事官 (※)
塩手 能景	経済産業省 経済産業政策局 地域経済産業グループ 地域産業基盤整備課長 (※)
木野 修宏	環境省大臣官房環境影響評価課環境影響審査室長 (※)

【説明責任者】

宇野 護	JR 東海 代表取締役 副社長
澤田 尚夫	JR 東海 執行役員中央新幹線推進本部副本部長・企画推進部長
二村 亨	JR 東海 中央新幹線推進本部中央新幹線建設部 次長

【事務局】

上原 淳	国土交通省鉄道局長
江口 秀二	国土交通省大臣官房技術審議官 (鉄道)
魚谷 憲	国土交通省鉄道局施設課長
森 宣夫	国土交通省鉄道局施設課環境対策室長

(※) WEB 方式での参加

国土交通省 11回リニア中央新幹線
静岡工区 有識者会議 配布資料

2) 南アルプストンネルの計画概要

- ・南アルプストンネルは、静岡県内のみならず、山梨県～静岡県～長野県にまたがる総延長約25kmのトンネルであり、トンネルの縦断線形(図1.6)は、静岡県と長野県の県境付近の赤石山脈高峰部におけるトンネルの土被り⁴(図1.7)を極力小さくするため、長野県境付近にトンネルの頂点を設定する線形として計画しました。

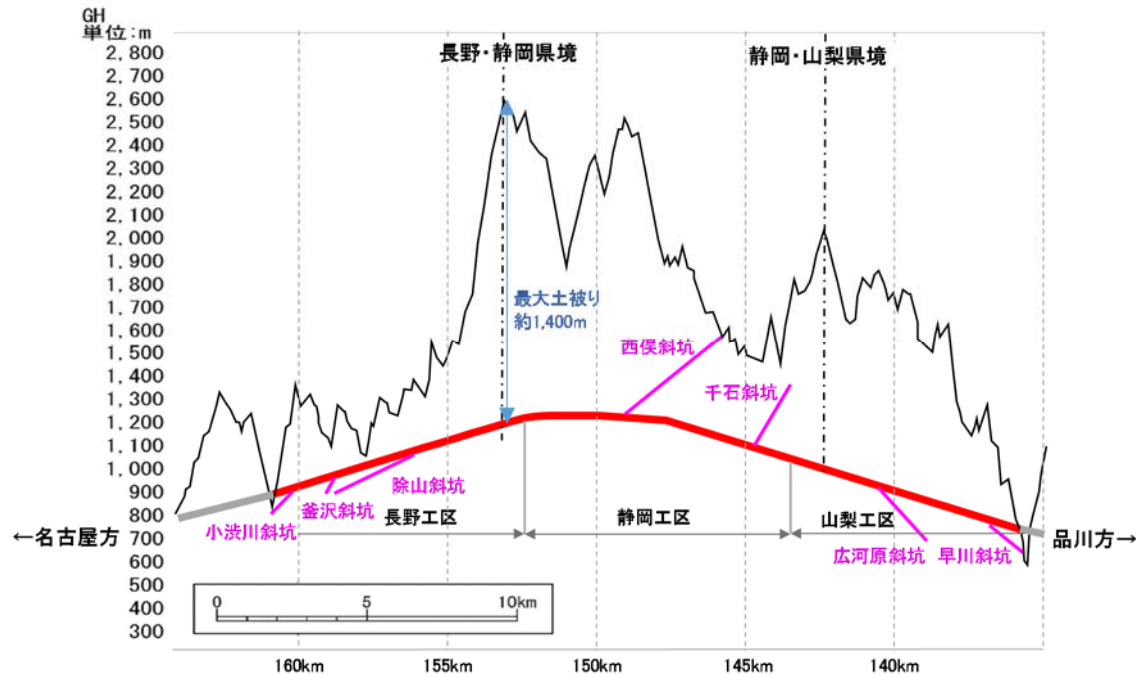


図 1.6 南アルプストンネル縦断線形

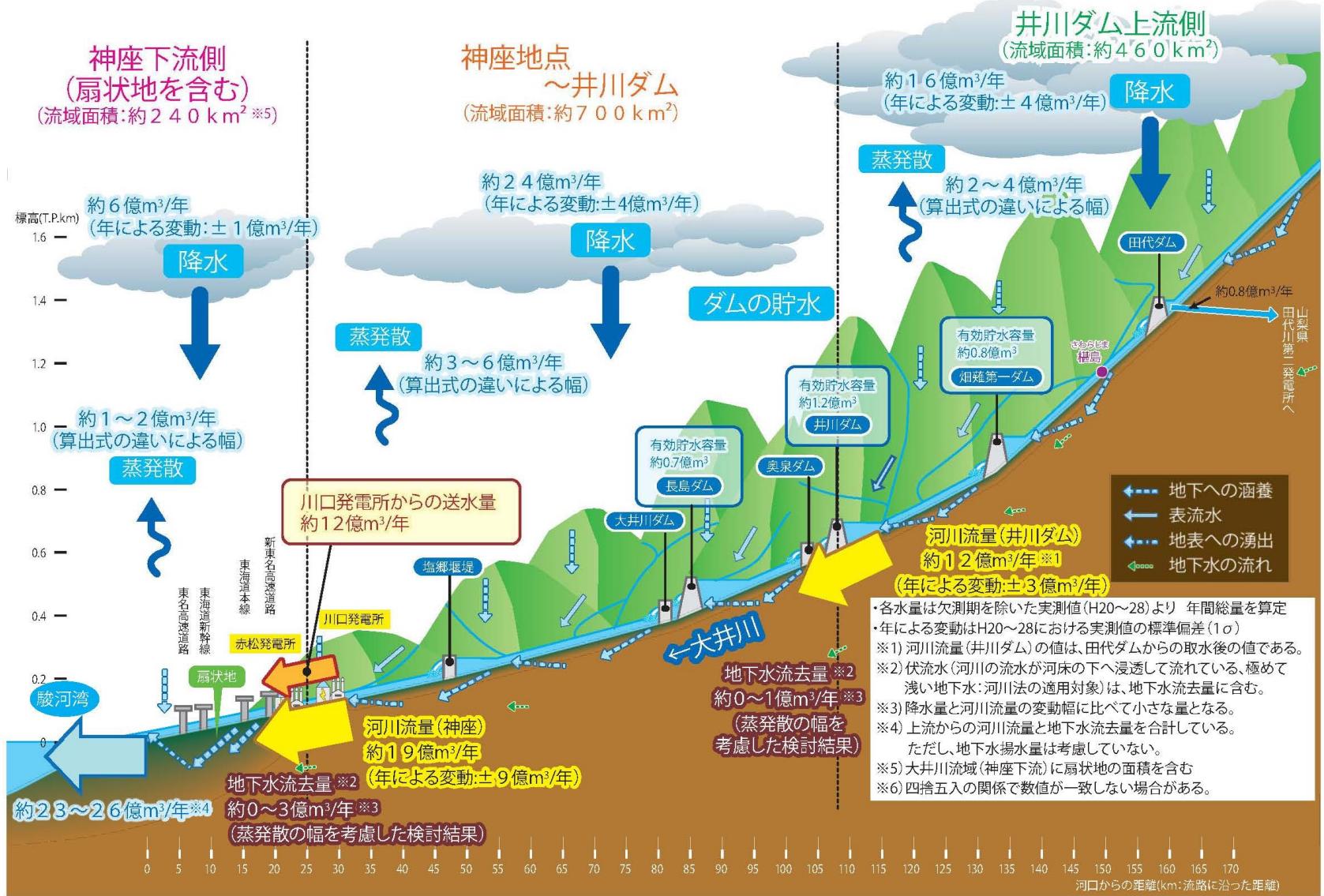


図 2.36 大井川流域の水循環の概念図 <現状の水循環量>

イ. 各種条件設定

① 解析範囲

- ・南アルプス地域（長野県・山梨県を含む）を包括し、河川等の深い谷地形に沿った範囲としました。
- ・高橋の方法による予測検討範囲（トンネル工事に伴い地下水位が低下する可能性がある範囲）の外方に設定しました。

【解析領域】

東西41.1 km、南北25.2 km
面積 545.4 km²
鉛直方向 標高100～3,225 m

【ブロック】

平面ブロック数：54,540個

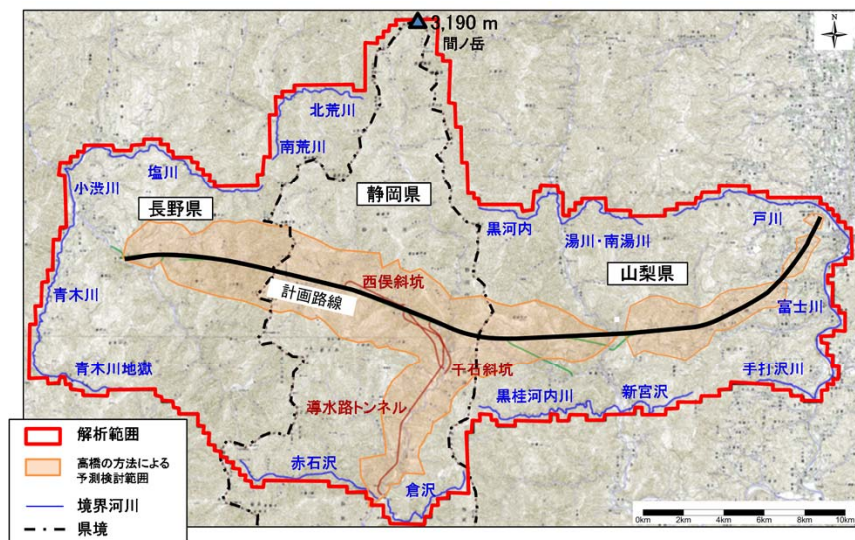


図 5-8 解析範囲

② 境界条件

- ・モデル外周（側面）および底面の地下水は閉鎖条件（域外への流出なし）としました。
- ・地表部は地下水位が地表面よりも高くなった場合に、その部分の地下水を地表水として流出させました。（P 5-5 の図 5-6 参照）
- ・モデル外周（側面）の地表水は域外へ流出させました。

トンネル水収支モデルの概要

- ・トンネル工事による水資源への影響の程度を予測することを目的に、対象地域の広域的な水収支をトンネル水収支モデル(解析コード: TOWNBY)を用いて算出しました。
- ・トンネル水収支モデルは、①地形・地盤モデル、②水循環モデル、③トンネルモデルの3つのサブモデルで構成されます。

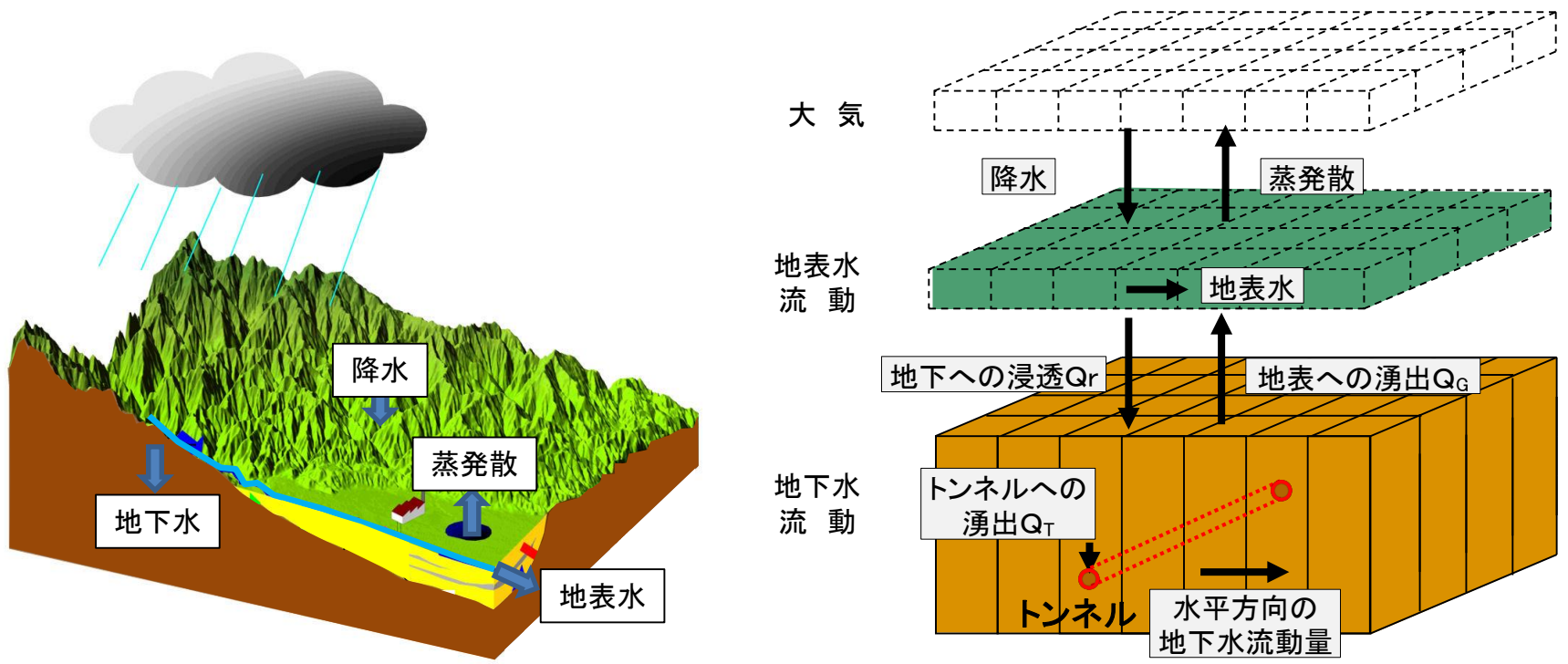


図 トンネル水収支モデルのイメージ

①地形・地盤モデル

地表水および地下水の流動の場である地形起伏と地下地質構造を表現するモデル

(1)モデルの構造

地形・地盤を三次元直方体ブロックの集合体として表現しました。

(2)透水量係数

深度方向に透水係数を積算した透水量係数を算出しました。

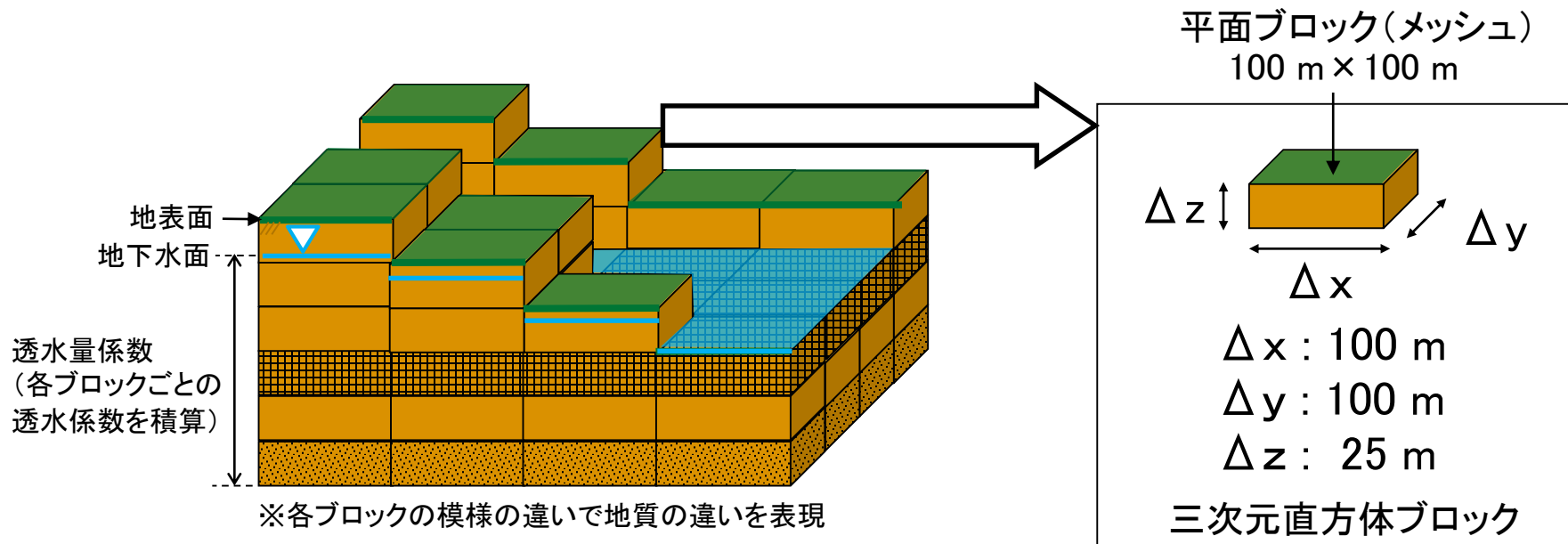


図 地形・地盤モデル(モデルの構造)のイメージ

- ・断層部において、通常、不透水層の存在や地層の硬軟が繰り返し出現し、その性状（透水係数等）はばらつきを示すことが考えられますが、解析上においては、断層部が存在すると考えられるブロックは一括りに大きな透水係数を設定しました。
- ・トンネル構造物としての吹き付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリート等がない状態と仮定しました。

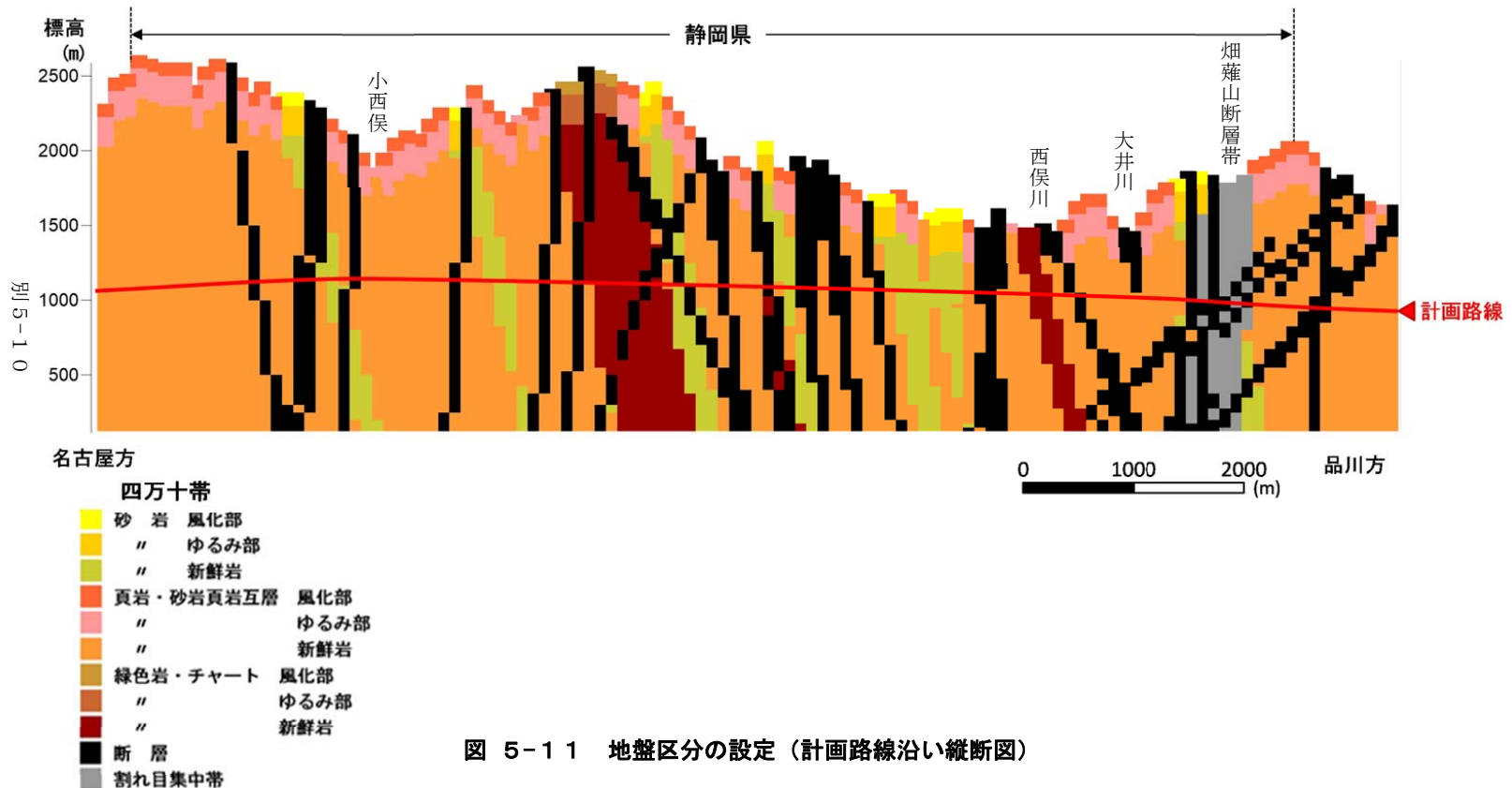


図 5-1-1 地盤区分の設定（計画路線沿い縦断面図）

既存文献や地表踏査等から、地盤区分や地層の傾斜を設定し、弾性波探査等から鉛直方向の風化部、ゆるみ部、新鮮岩の設定を行った。

2) 静岡市モデル

ア. モデルの概要

- ・ 解析の概要及びモデルの概念図を表 5-1 2 及び図 5-2 5 にお示しします。

表 5-1 0 静岡市が実施した水収支解析の概要

解析手法	統合型水循環解析モデルGETFLOWS (ゲットフローズ)
解析の特徴	降水から地下への浸透、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解析するものである。具体的には、流域の地表・地下を三次元で分割し、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いている。
解析事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 秦野市の水資源管理のための水循環モデル作成および情報公開化支援 (2018年2月) ・ 東京の水循環を描き出す武蔵野台地モデル (2018年7月) ・ 九州北部豪雨災害へのGETFLOWSによるアプローチ その1 斜面表層崩壊 (2018年9月) ・ 九州北部豪雨災害へのGETFLOWSによるアプローチ その2 小野地地区地すべり (2018年9月)

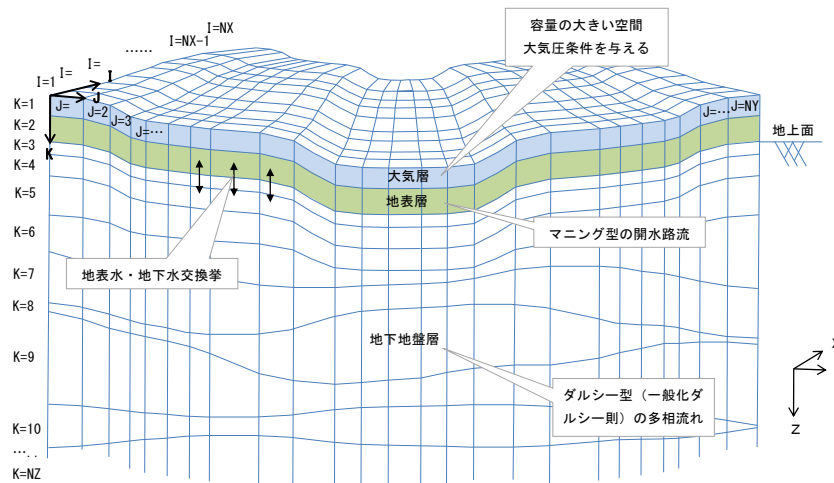
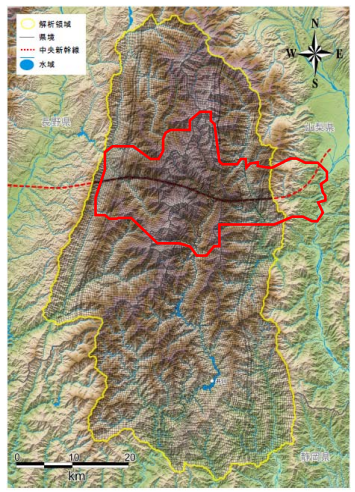


図 5-2 5 静岡市モデル 概念図

出典：静岡市提供資料「平成 26 年度環総委第 6 号静岡市南アルプス地域水循環モデル構築業務報告書」及び静岡市による解析の受託者である株式会社地圏環境テクノロジーHPをもとに記載

国土交通省 11 回リニア中央新幹線静岡工区
有識者会議 配布資料 JR東海

両モデルの比較

	J R 東海	静岡市																				
<p>1) 解析領域</p>	<p>【解析範囲】 以下のとおり設定しています。 図 5-27 のとおり、南アルプス地域（長野県・山梨県を含む）を包括し、河川等の深い谷地形に沿った範囲</p> <p>（解析領域） 面積 545.4 km² （東西 41.1 km、南北 25.2 km） 鉛直方向 標高 100～3,225 m</p> <p>（ブロック設定） 平面ブロック数：54,540 個 ブロックの大きさ：100×100×25 m</p>  <p>図 5-27 J R 東海モデル 解析領域</p>	<p>【解析範囲】 以下のとおり設定しています。 図 5-28 のとおり、南アルプスの大半（大井川水系上流部）を包含し、流域の分水界の外側を囲む範囲</p> <p>（解析領域） 面積 約 2,300 km² 深さ方向 標高 -3,000 m（モデル化深度）</p> <p>（格子設定） 平面格子数：約 31,000 個 深度分割数：29 分割 全体：約 900,000 格子 格子の大きさ：幅 250 m を目安とする</p>  <p>図 5-28 静岡市モデル 解析領域</p> <p>出典：静岡市公表資料「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」をもとに作成</p>																				
	<p>【境界条件】 以下のとおり設定しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> モデル外周（側面）および底面の地下水は閉鎖条件（域外への流出なし） 地表部は地下水位が地表面よりも高くなった場合に、その部分の地下水を地表水として流出 モデル外周（側面）の地表水は域外へ流出 	<p>【境界条件】 以下のとおり設定しています。</p> <p>※以下は J R 東海と同じ設定</p> <ul style="list-style-type: none"> モデルの側面及び底面は閉鎖境界（非流入境界） 境界部の河川は水の流出のみを許す境界（流出境界） <p>表 5-11 静岡市モデル 解析領域</p> <table border="1" data-bbox="1110 985 1796 1192"> <thead> <tr> <th colspan="2">境界の種類</th> <th>境界条件</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">上面（大気層）境界</td> <td>大気圧境界</td> <td>・モデル上面の大気層の大気圧力を層内全域で標準大気圧（1atm）に固定。</td> </tr> <tr> <td colspan="2">底面境界</td> <td>非流入境界</td> <td>・モデル底面は水の出入りがない閉境界。</td> </tr> <tr> <td>陸域側面境界</td> <td>山地嶺線境界</td> <td>非流入境界</td> <td>・嶺線を横断する水（表流水・地下水）の出入りがない閉境界（不透壁境界）。</td> </tr> <tr> <td>河川の解析領域境界横断部</td> <td>流量境界</td> <td>流出境界</td> <td>・解析領域境界から水の流出のみを許す境界。標準大気圧下で計算される河川流量を放流。</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：静岡市提供資料「平成 28 年度環境創委第 19 号静岡市南アルプス地域水循環モデル構築業務成果報告書」をもとに作成</p>	境界の種類		境界条件	備 考	上面（大気層）境界		大気圧境界	・モデル上面の大気層の大気圧力を層内全域で標準大気圧（1atm）に固定。	底面境界		非流入境界	・モデル底面は水の出入りがない閉境界。	陸域側面境界	山地嶺線境界	非流入境界	・嶺線を横断する水（表流水・地下水）の出入りがない閉境界（不透壁境界）。	河川の解析領域境界横断部	流量境界	流出境界	・解析領域境界から水の流出のみを許す境界。標準大気圧下で計算される河川流量を放流。
境界の種類		境界条件	備 考																			
上面（大気層）境界		大気圧境界	・モデル上面の大気層の大気圧力を層内全域で標準大気圧（1atm）に固定。																			
底面境界		非流入境界	・モデル底面は水の出入りがない閉境界。																			
陸域側面境界	山地嶺線境界	非流入境界	・嶺線を横断する水（表流水・地下水）の出入りがない閉境界（不透壁境界）。																			
河川の解析領域境界横断部	流量境界	流出境界	・解析領域境界から水の流出のみを許す境界。標準大気圧下で計算される河川流量を放流。																			

上流域での地下水位低下量予測

JR東海

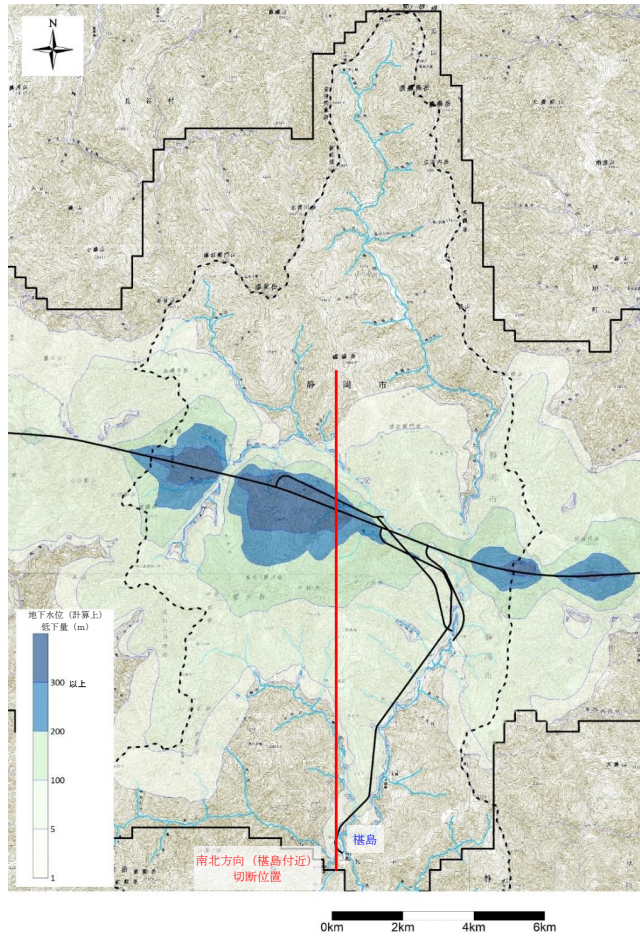


図 4.22 JR東海モデル 地下水位（計算上）予測値低下量図
（トンネル掘削完了20年後）

静岡市

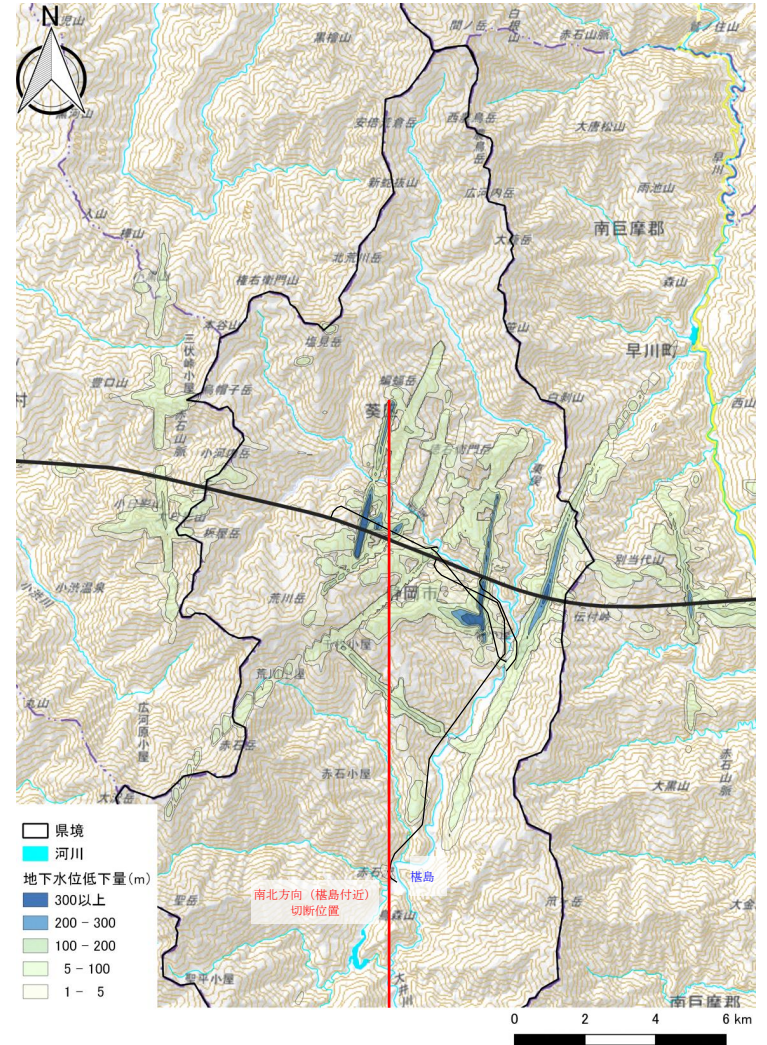


図 4.23 静岡市モデル 地下水位低下量平面図（トンネル掘削完了後の定常状態）

上流域での地下水位低下量予測断面図

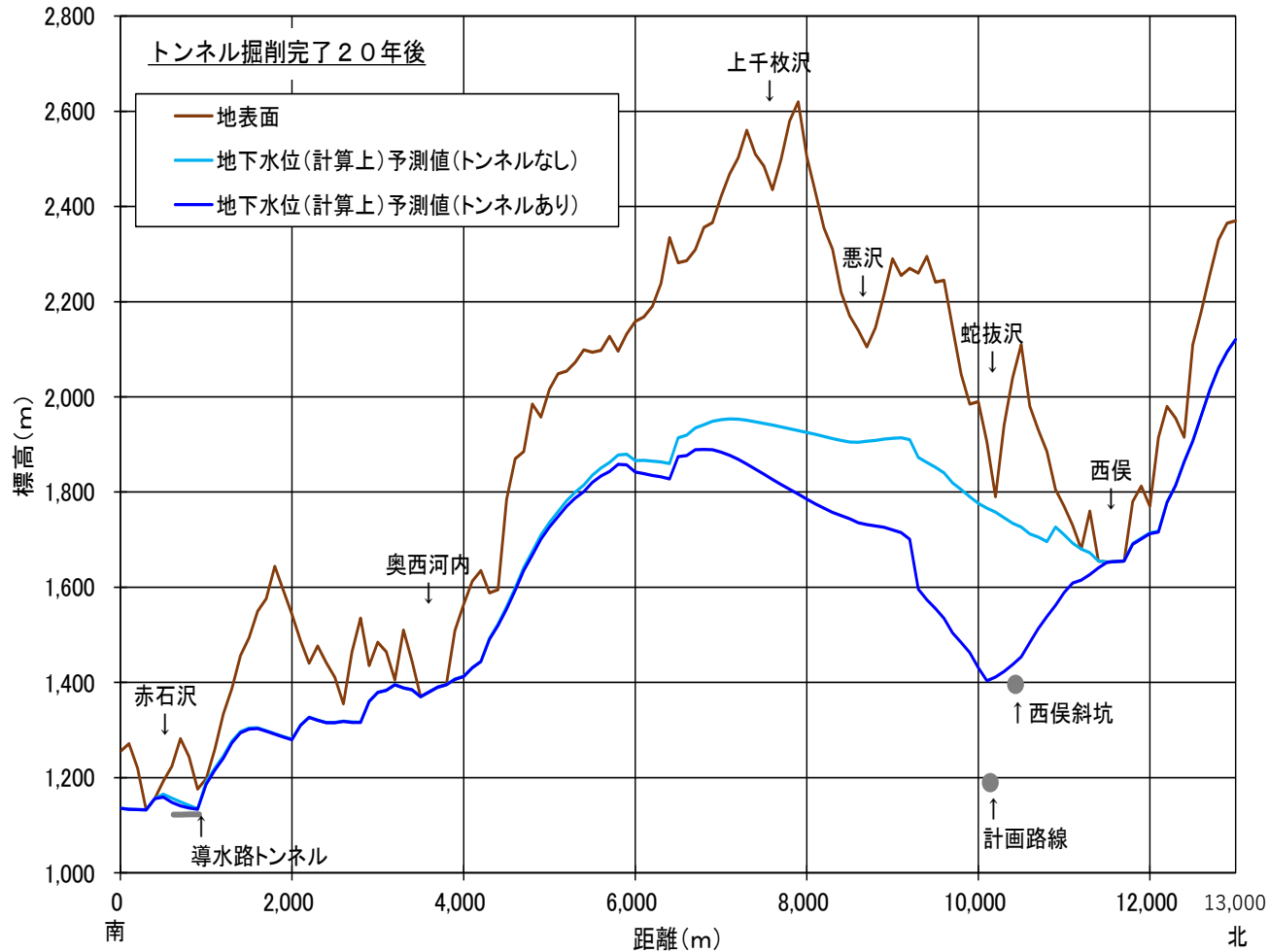


図 4.25 JR東海モデル 地下水位(計算上)予測値縦断面図(南北方向(檜島付近))
(トンネル掘削完了20年後)

地下水位の低下以外の自然環境への影響

流量減少が予測される地点での常時観測を生物多様性専門部会では求めている。

水質に関しては、トンネル掘削で突発湧水があり、それが濁水処理能力を超える場合には水質が悪化することになる。

また、水温に関しても問題があり、冬季のトンネル湧水は表流水より10℃程度温度が高いため、これを川に放水すると生物への影響が出てくる。

JR東海では「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)の考え方を踏まえた代償措置も実施します」としている。

これに対して生物多様性専門部会では「いきなり代償ではなく、まず回避を行うべく努力し、次に低減を考える。そしてやむを得ない場合に限り代償措置を講じるべきである」と要望している。

国交省の有識者会議では水資源に特化して検討されてきたが、水資源の施策であっても生態系への影響を考慮する必要があるので、逆に生態系の方からの注文が水資源の施策、例えばトンネル湧水量の管理値に影響することもあると考えられる。

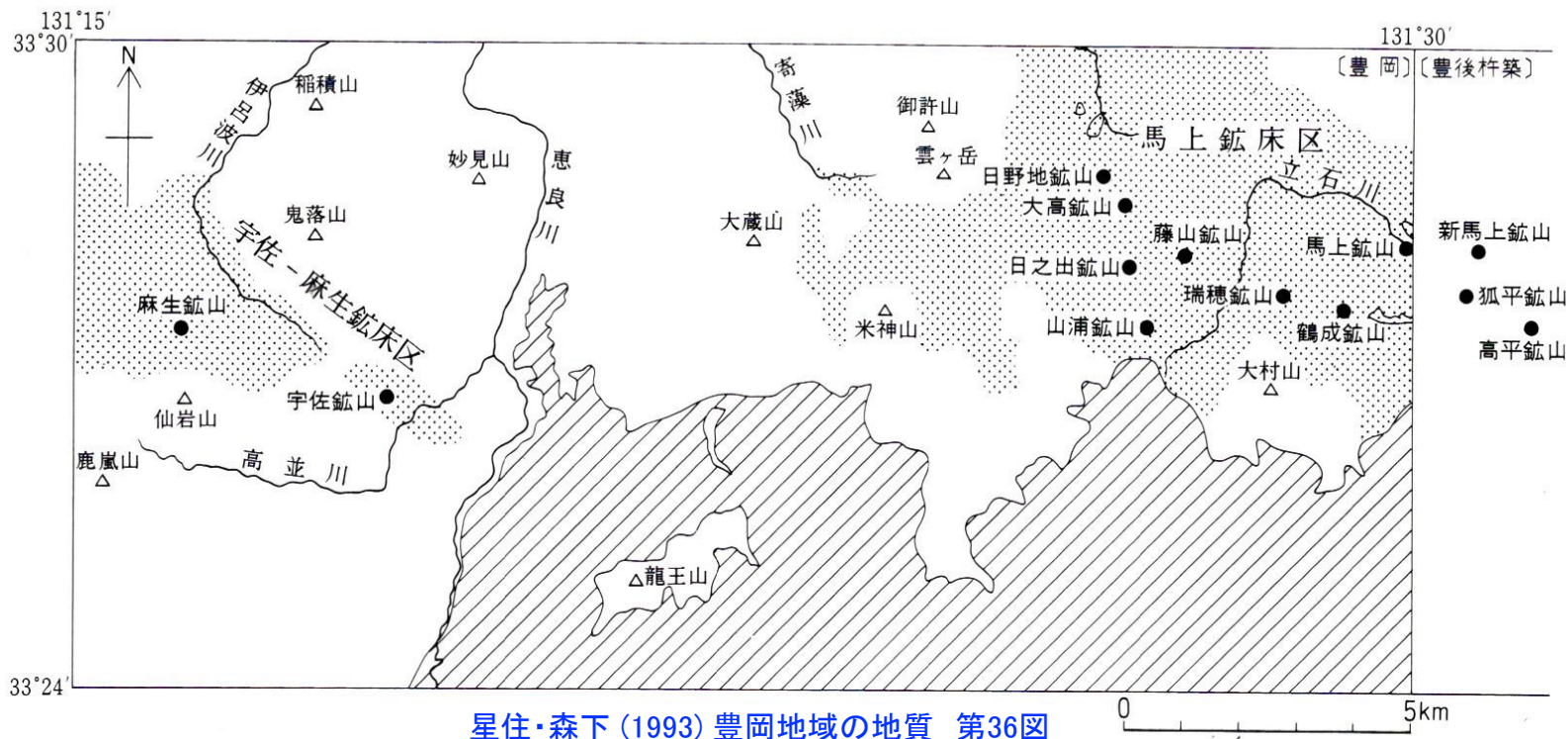
生物多様性専門部会では2021年4月27日に「中央新幹線建設工事(静岡工区)の自然環境の保全等に向けた取組み」に対する意見書を公表し、JR東海に具体的な回答を求めている。

4-2. 熱水変質帯調査での注意点

網目: 変質帯、白地: 新鮮な安山岩。いずれも宇佐火山岩類で、同一層序。
斜線部は上位の地層。

肉眼鑑定に加えてX線回折法や薄片観察で変質帯を判定(モンモリロナイトを生じる程度以上の変質に相当)

同じ変質作用を受けても、溶岩と火砕岩ではかなり異なる外観を呈する



4-3. 重金属等の有害物質

岩石・土壌中に有害微量元素がどの程度含まれているかを全国で調べた図
今井ほか (2004) 日本の地球化学図, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
今井ほか (2010) 海と陸の地球化学図, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

おわりに

本日は、様々な事業における地質学の重要性について、例を挙げてお話しました。

地質調査業協会の皆様だけでなく、公的機関等で地質調査を発注する皆様も、事業に最適な調査方法を選択して、「想定外のリスク」を事前に取り除いていただきたいと思います。

私は国内外でのこれまでの経験に基づいてアドバイザーなどコンサルティングを行なっています。

お問い合わせやコンサルティングの依頼は以下のメールアドレスまでご連絡ください。

森下祐一 morishita.yuichi@shizuoka.ac.jp

ご静聴ありがとうございました。

ご質問にお答え致します。