

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

目 次

1	調査目的	1
2	調査概要	
2-1	調査項目及び方法	1
2-2	調査受託者	2
2-3	調査範囲（解析範囲）	2
3	調査結果	
3-1	関連資料整理・分析	2
3-2	解析モデルの構築	3
3-3	現況再現解析	
3-3-1	平均的な現況の解析（降雨量を変化させない定常解析）	3
3-3-2	降雨等気象の日変化量を考慮した再現（非定常解析）	3
3-4	トンネル掘削によるシミュレーション	
3-4-1	トンネル湧水量	4
3-4-2	水収支	4
3-4-3	トンネル沿いの地下水位の変化	4
3-4-4	土壌飽和度及び地中温度	4
3-4-5	水利用への影響	5
4	考察	5
5	資料	
図 1	解析範囲を示す地図	6
図 2	3次元格子モデルによる解析格子の地表面標高表示（南東側からの鳥瞰図）	7
図 3	透水係数表示のための東西方向断面位置図	8
図 4	透水係数の鉛直断面図	9
図 5	ダム流入量の観測値と計算値との比較（赤石ダム、畑薙第一ダム）	11
図 6	トンネル坑内湧水量予測	12
図 7	自由地下水位のトンネル掘削前後の比較（トンネル計画路線付近拡大図）	13
図 8	トンネル掘削後の土壌飽和度分布	14
図 9	トンネル掘削前後のダム流入量の変化予測（赤石ダム、畑薙第一ダム）	15
図 10	トンネル掘削前後の累積流入量の変化予測（赤石ダム、畑薙第一ダム）	16
図 11	トンネル掘削後のダム貯留量の予測（赤石ダム、畑薙第一ダム、畑薙第二ダム）	17

1 調査目的

本調査は、南アルプス地域の水に関する環境の状況を把握し、中央新幹線の建設に伴うトンネル掘削等により想定される影響を予測することを目的として実施した。

今回構築した水循環解析モデルは、将来にわたり南アルプスの自然環境を保全していくための基礎資料となるものである。

2 調査概要

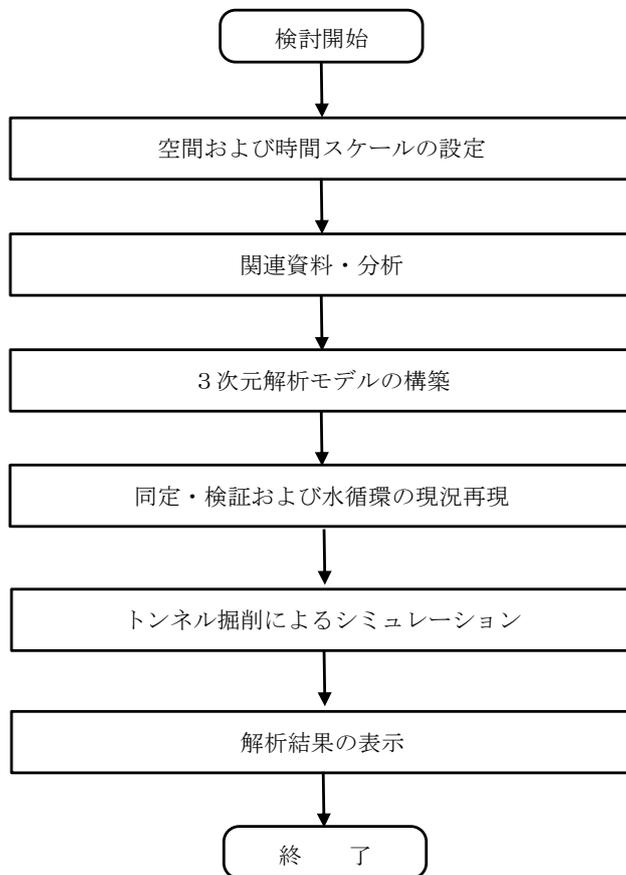
2-1 調査項目及び方法

既存の入手可能な、地形、地質、気象、ダムなどに関する情報から、地表と地下に関する水循環解析モデルを構築し、降雨などの気象データを入力して解析することにより、現況の水循環（河川水、地下水の挙動）を再現した。解析モデルの妥当性は、観測されたダム流入量によって検証した。

次に、トンネルが掘削された条件での解析を行い、現況の解析結果と比較することで、トンネルによる影響を評価した。

解析項目は、河川水の流量、濁り、地下水の流動と湧出、地下水位、地表の土壌水分、地表部を含む地下の温度分布、日常的降雨による表土の侵食・移動・堆積などである。

解析には、上記の項目を一括して解析可能な「統合型水循環シミュレータ『GETFLOWS』」を用いた。



2-2 調査受託者

株式会社 地圏環境テクノロジー（東京都千代田区神田淡路町2-1）

2-3 調査範囲（解析範囲） 図1（6ページ）参照

解析範囲は、南アルプスの主要部を含み、中央新幹線建設事業で計画されている延長約25kmのトンネル全体（早川・小渋川間）を包括する範囲とした。解析の基底面は標高-3,000mまでとした。

3 調査結果

3-1 関連資料整理・分析

解析範囲の水循環の状況を再現するために、地形、地質、土地利用、気象、水文、水利用（表流水、地下水、取排水系統等）等の既存資料及び一般公開データの資料を収集した。

今回の調査で収集した項目は、表1のとおりである。

（表1）

No.	分類	収集項目	使用目的
1	気象	降水量・降雪量、気温、日照時間、全天日射量、風速、相対湿度、積雪深	入力データ
2	地形	陸域地形、ダム湖地形、河道断面、航空写真（衛星写真等）	モデル構築
		河道諸元、河道形状、河川構造物等	モデル構築
3	地質	表層地質、地質構造、ダムサイト地質	モデル構築 入力データ
4	土地利用・被覆	土地利用、植生図	モデル構築 入力データ
5	水文	河川流量、地下水位	モデル検証
6	水利用	ダム運用、河川取水量、地下水取水量、取排水系統	入力データ
7	その他構造物	トンネル構造物	入力データ

注：関係機関等にデータ提供を依頼したが本業務期間内でデータが収集できなかった項目有

今回の調査では、次のような情報を収集・分析して、解析に用いた。

- ・解析対象領域及び周辺地域の降水、気温等の気象データ
- ・地形データ（主に国土地理院の10mDEM）
- ・地質データ（主に産業総合研究所のシームレス地質図）
- ・土地利用、植生
- ・河川流量、地下水位観測、河川取水、ダム運用等、河川管理関連データ
- ・計画されている中央新幹線関連データ

3-2 解析モデルの構築

地下水の流動場である地下水理構造については、産業総合研究所が編纂した「シームレス地質図」をベースにし、表土、風化・弛みゾーン、新鮮部の水理特性に関しては、受託者である地圏環境テクノロジーが開発した「水循環国土モデル Ver. 2」を適用した。

トンネル湧水を生じさせる断層に関しては、JR 東海が公表している資料と地形情報から、抽出し、水理特性は、最も影響のあるケースを想定し、大きな透水性を設定した。

解析モデルは、地形、地表条件、地下地質などを組み込んで、細かく区分された3次元格子に割り当てられる。今回の解析では、全部で約90万格子であり、作成した3次元格子モデルによる地表面標高を図2（7ページ）に示す。

解析は、日々変化する気象条件とダム貯水量を入力し、格子相互間の水、土砂、熱などの移動を計算することで進められる。

図3（8ページ）は、透水係数表示のための断面の位置図であり、図4（9～10ページ）において、結ばれた線の透水性を示す断面図を示している。この図で紫、群青、青、緑、黄色、オレンジの順に透水性が高くなる。トンネル断面付近で縦方向に伸びる緑、黄色のゾーンは想定した断層を示している。地表付近のオレンジ、黄色、緑のゾーンは、岩盤の風化・弛みゾーンを示している。

3-3 現況再現解析

3-3-1 平均的な現況の再現（降雨量を変化させない定常解析）

解析の第一段階では、平均の日雨量を継続的に与えて大まかな現況再現を行った。その結果、主要なダムの年間流入量は概ね再現することができた。

3-3-2 降雨等気象の日変化量を考慮した再現（非定常解析）

現況が再現された次の段階では、2010年～2012年の3年の日雨量、河川取水の実績、ダムの貯水量の変動を解析モデルに入力し、河川流量・地下水の再現解析を行った。その解析結果を観測されたダムの流入量と比較したのが図5（11ページ）（2011年为例として示す）である。もっとも上流側の赤石ダム流入量が、他のダムの操作の影響を受けておらず、解析モデルの信頼性を評価するのに適している。現地情報が十分でない中では、満足すべき再現性であると考えている。

3-4 トンネル掘削によるシミュレーション

トンネル掘削の影響を把握するため、2010年～2012年の3か年の現況再現解析と同一条件で、トンネルが存在する状態での解析を行った。気象条件やダム運用などの入力条件は変えていない。したがって、2010年ですでにトンネルが存在していたら、このように水循環が行われたはずだ、という解析である。

工事中のトンネル掘削の進行過程や、掘削直後の一時的な湧水は、今回の解析には考慮していない。また、大井川上流からトンネル本坑に到達するまでの斜坑や工事用道路のトンネルについても、JR 東海から示されなかったため組み込まれていない。

3-4-1 トンネル湧水量

2010年～2012年の気象条件でのトンネル湧水量の解析結果を図6（12ページ）に示す。解析領域のトンネル湧水量は、ほぼ1.5 m³/sec（静岡市内の大井川流域では1.2 m³/sec）で、降雨や季節による変化はほとんど見られない。

3-4-2 水収支

水収支は、一定の地域において一定の期間に流入する水の量と流出する水の量との収支を計算して評価する。

水収支の集計範囲は、解析領域のうち静岡市内の大井川流域で集計した。

トンネル掘削後のモデルで、2010年～2012年の外力を適用した場合の年毎の水収支の集計結果は表2のとおりである。

（表2）掘削前後の変化量

（単位：m³/秒）

		2010年の 気象・土地利用・水利用の条件				2011年の 気象・土地利用・水利用の条件				2012年の 気象・土地利用・水利用の条件			
		掘削前 (a)	掘削後 (b)	増減量 (c)=(b)-(a)	増減率(%) (c)/(a)	掘削前 (a)	掘削後 (b)	増減量 (c)=(b)-(a)	増減率(%) (c)/(a)	掘削前 (a)	掘削後 (b)	増減量 (c)=(b)-(a)	増減率(%) (c)/(a)
流入量	降水量	99.53	99.53	0.00	0.0	114.38	114.38	0.00	0.0	74.81	74.81	0.00	0.0
	地表水流入量	0.03	0.03	0.00	0.0	0.10	0.10	0.00	0.0	0.03	0.03	0.00	0.0
	地下水流入量	0.35	0.42	0.07	20.3	0.37	0.45	0.08	21.4	0.30	0.38	0.08	26.3
流出量	地表水蒸発散量	5.39	5.39	0.00	0.0	5.31	5.31	0.00	0.0	5.05	5.05	0.00	0.0
	土壌水蒸発散量	0.07	0.07	0.00	0.0	0.07	0.07	0.00	0.0	0.07	0.07	0.00	0.0
	地表水流出量	87.14	86.26	-0.88	-1.0	104.15	103.25	-0.90	-0.9	69.19	66.39	-0.80	-1.2
	地下水流出量	1.30	1.18	-0.12	-9.3	1.40	1.28	-0.12	-8.6	1.16	1.04	-0.12	-10.3
	導水量	2.78	2.64	-0.14	-5.0	2.74	2.60	-0.14	-5.1	2.72	2.52	-0.20	-7.3
	トンネル湧水量		1.20	1.20			1.21	1.21			1.23	1.23	
貯留量	地表水貯留量変化量	0.64	0.65	0.01	1.6	-0.23	-0.23	0.00	0.0	-0.92	-0.92	0.00	0.0
	地下水貯留量変化量	2.57	2.58	0.01	0.4	1.41	1.44	0.03	2.1	-2.13	-2.17	-0.04	1.9

解析領域のうち、静岡市内大井川流域の範囲で集計した。

気象（気温・降水量）、土地利用、水利用はトンネル掘削前後で変化しない条件下で解析した。

トンネル全体の湧水量1.5m³/秒のうち、静岡市区間の湧水量が1.2m³/秒である。

3-4-3 トンネル沿いの地下水位の変化

トンネル周辺における、豊水期の自由地下水位について、トンネルの有無（掘削前後）で比較したものが図7（13ページ）である。この図により、トンネルが自由地下水位に与える影響を考察することができる。

この図によれば、自由地下水位は、トンネル計画線上の狭い範囲ではなく、ある程度の幅を有する比較的広い範囲（トンネルから片側5kmほどの範囲）に広がって影響を与えていることが読み取れる。

3-4-4 土壌飽和度及び地中温度

トンネルが存在する場合の土壌飽和度（水分量）の分布（豊水期）を図8（14ページ）に示す。赤く見えるのは空隙が水で満たされた範囲で、主要河川沿いに生じている。色が青いほど、地表の土砂が乾燥していることを示している。

3-4-5 水利用への影響

2011年の気象条件で、トンネルの有無によるダム流入量の違いを、赤石ダム、畑薙第一ダムについて示したものが図9(15ページ)である。トンネルのない場合は青線、トンネルがある場合は緑線で両者はほとんど重なっており、違いが生じた時のみ青線が見られる。この図からは、全体の流量について大きな影響は見られない。

ダム流入量を積算したものが図10(16ページ)である。積算すればトンネル掘削の影響は明らかで、差はトンネルへ湧水して集水域外に流出した総量に等しい。

赤石ダム、第一畑薙ダム、第二畑薙ダムの貯水量変化を図11(17ページ)に示す。グラフの0軸は解析開始時の貯水量である。トンネルが存在すれば、所々で実績の貯水量曲線を下回る。

4 考察

今回の調査では、現時点で得られる情報をもとに南アルプスの水循環と水文(すいもん)環境を再現する解析を行い、中央新幹線建設事業で計画しているトンネルが水文環境に与える影響を検討した。

予想されるトンネル湧水量 $1.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ は、影響の生じやすい条件設定を行った結果であるが、工事中のトンネル掘削の進行過程や、掘削直後の一時的な湧水は、情報が得られなかったため今回の解析には考慮していない。また、大井川上流からトンネル本坑に到達するまでの斜坑や工事用道路のトンネルについても、詳細情報が示されていないため組み込まれていない。

トンネル掘削の影響として周辺の自由地下水位の低下があげられる。地表部の植生などに関わる環境にとって、現況ですでに地下水位が地表から100m以上も深い地域では、水位がそれ以上低下しても、地表の環境には大きな変化は生じないと見込まれるが、地表下1m程度にあった地下水位が、数m低下するようであれば、大きな環境変化につながる可能性がある。

トンネル周辺の地下水位の変化は限定的であるが、局所的に水文環境に変化が生じる可能性もあり、山腹の小溪流における谷頭の湧水点の移動、山頂・稜線部(高山帯)の含水状況などは、解析結果に関わらず、その変化に注目する必要がある。

土壌飽和度(水分量)などの解析結果では顕著な変化は見られなかったが、局所的には、沢の湧水点の下流側への移動、土壌の乾燥化、土壌の温度の上昇などにつながる恐れがあり、慎重な検討を行っていく必要がある。

また、ダムの運用や井戸の取水という点では重大な障害が生じるおそれは低い結果であったが、トンネルへ湧水に見合うだけ河川流量は減少することが想定されるため、慎重に対策を検討する必要がある。

5 資料

図1 解析範囲を示す地図

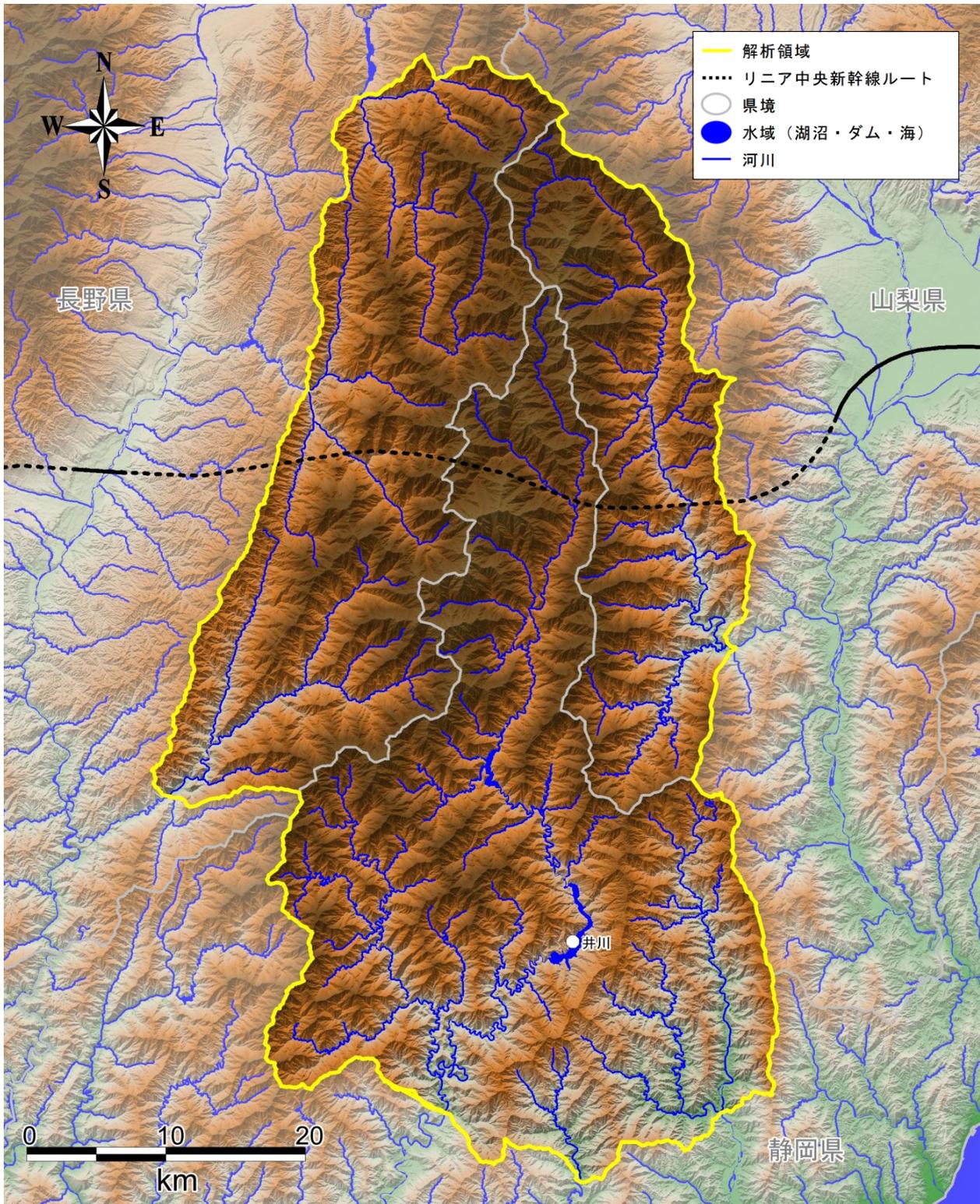


図2 3次元格子モデルによる解析格子の地表面標高表示（南東側からの鳥瞰図）

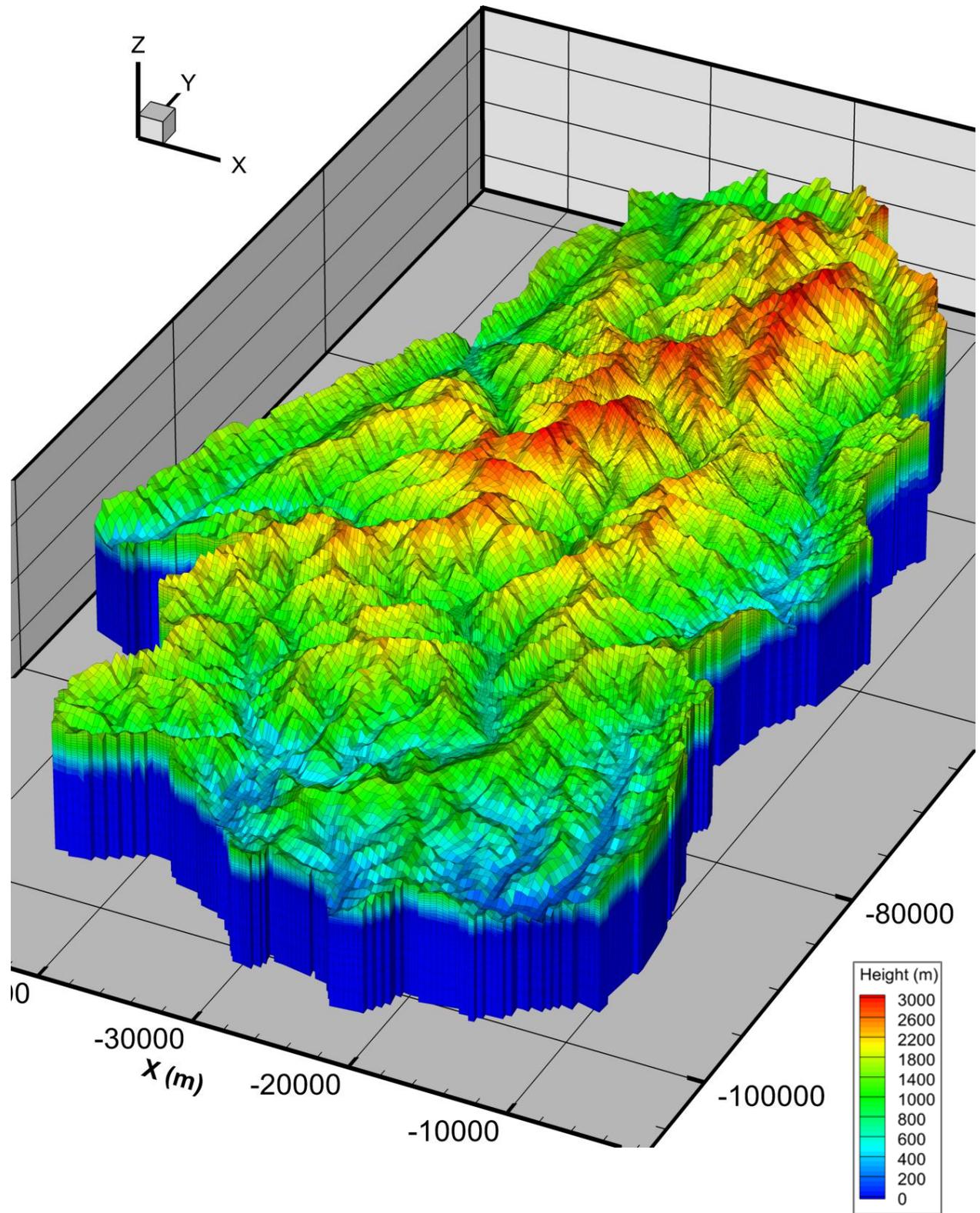


図3 透水係数表示のための東西方向断面位置図

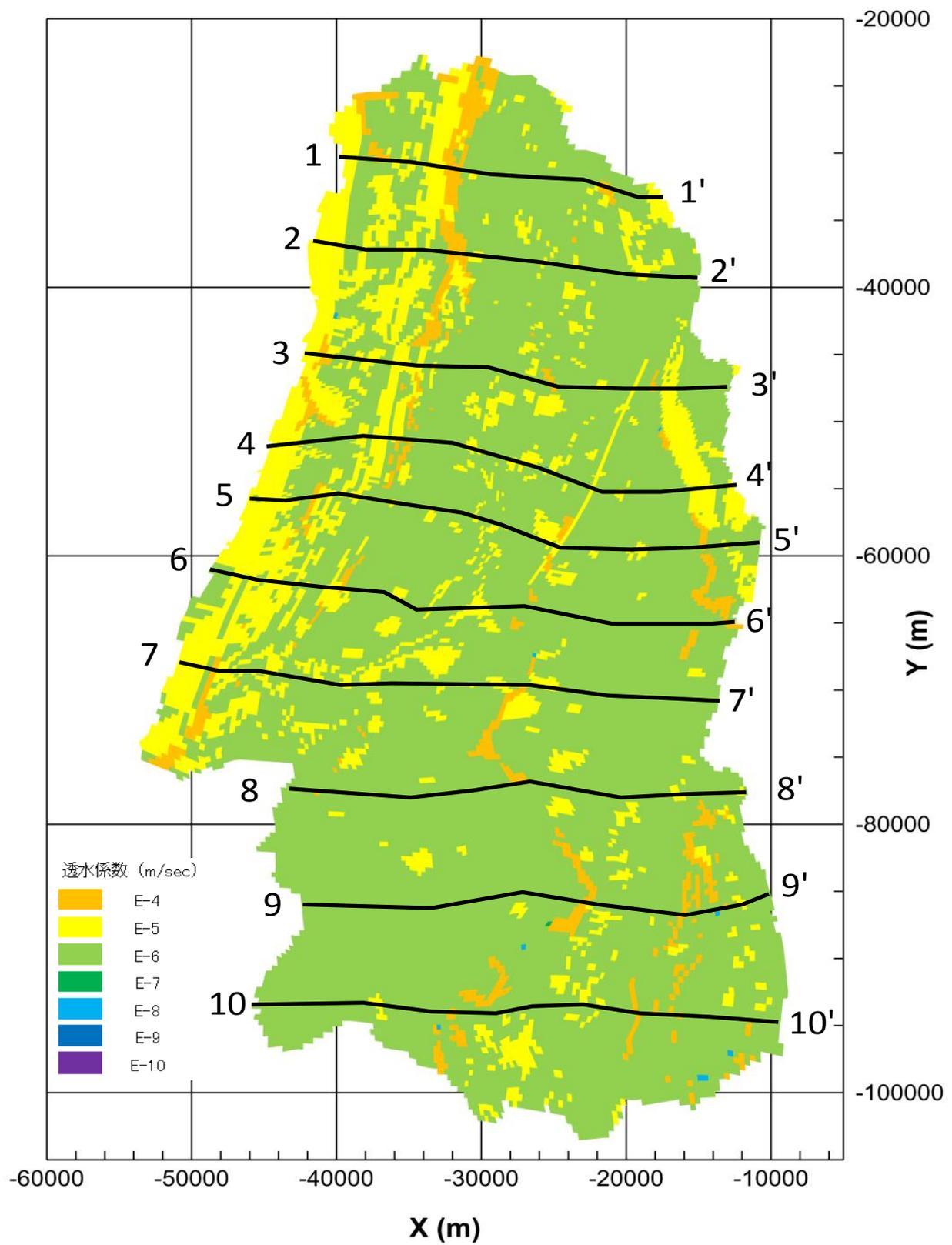
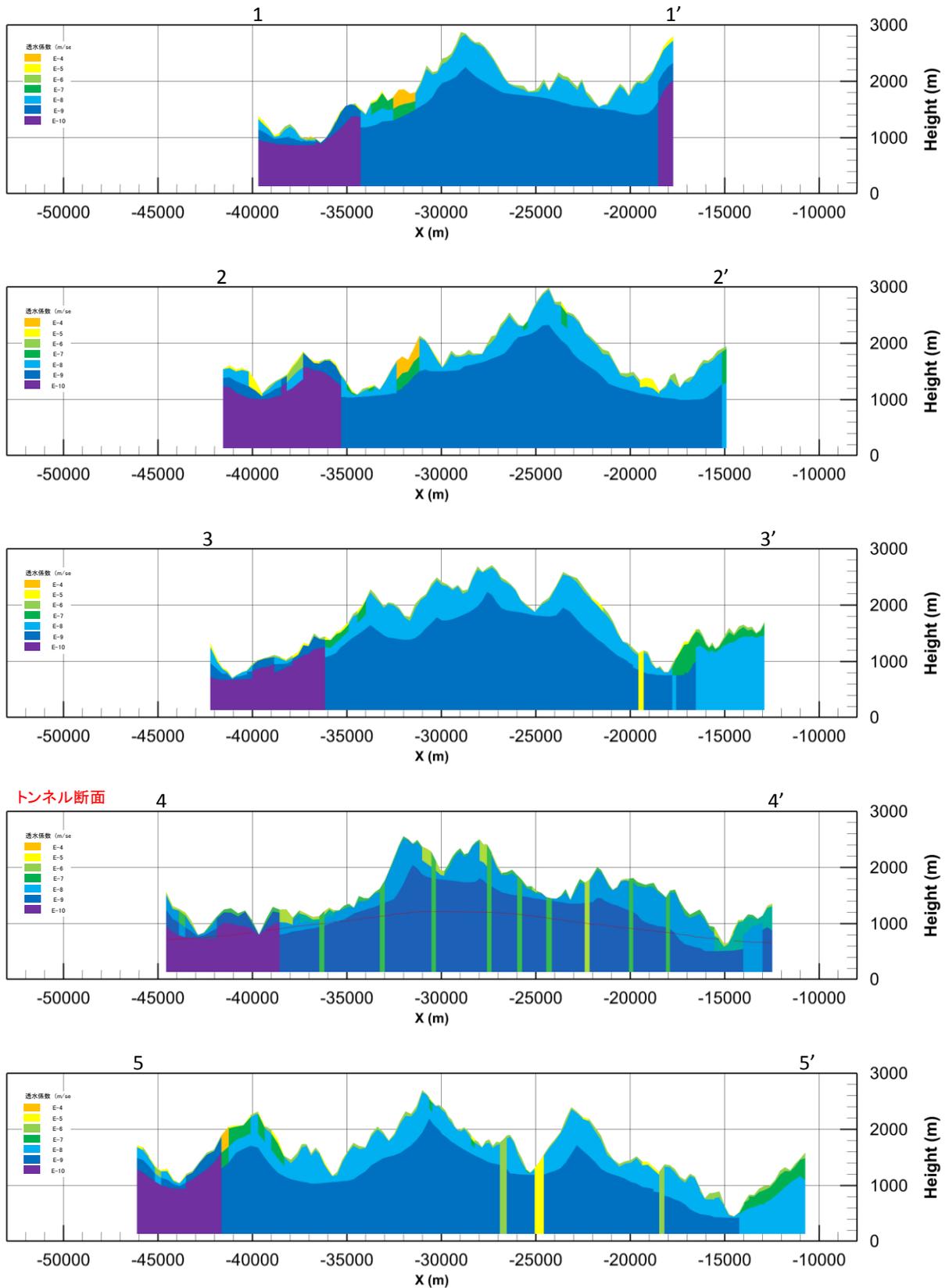


図4 透水係数の鉛直断面図



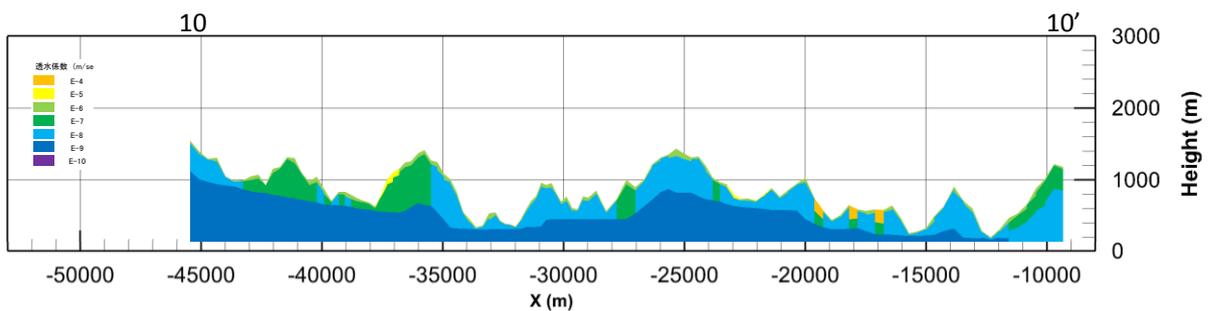
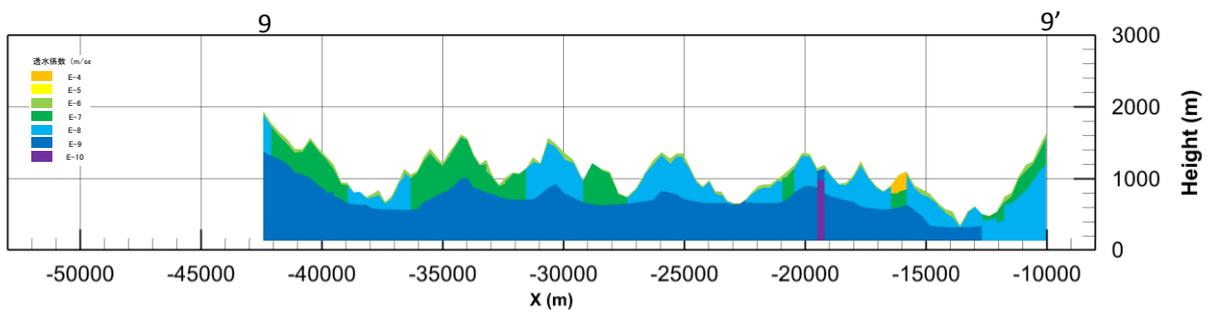
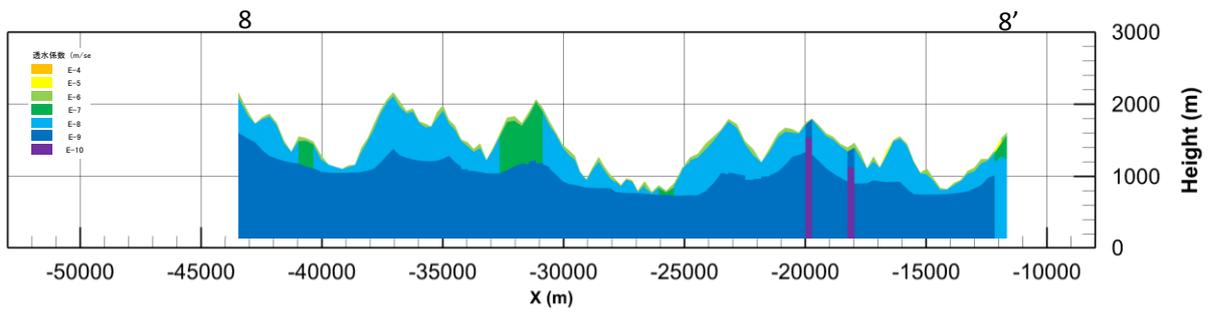
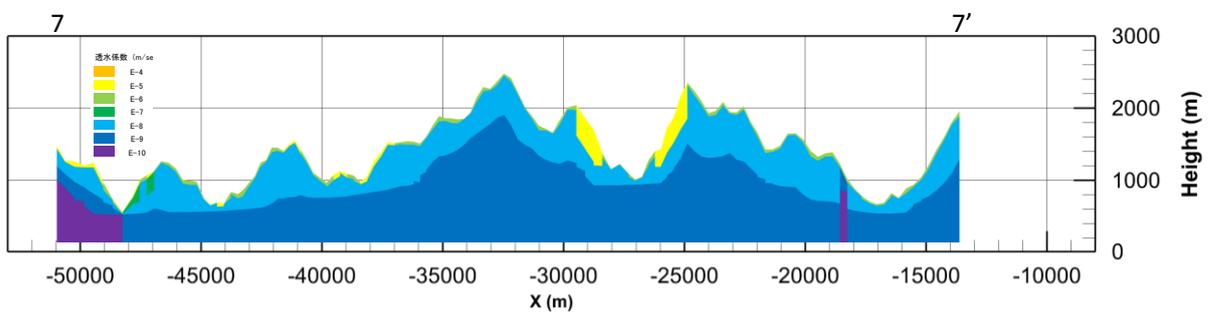
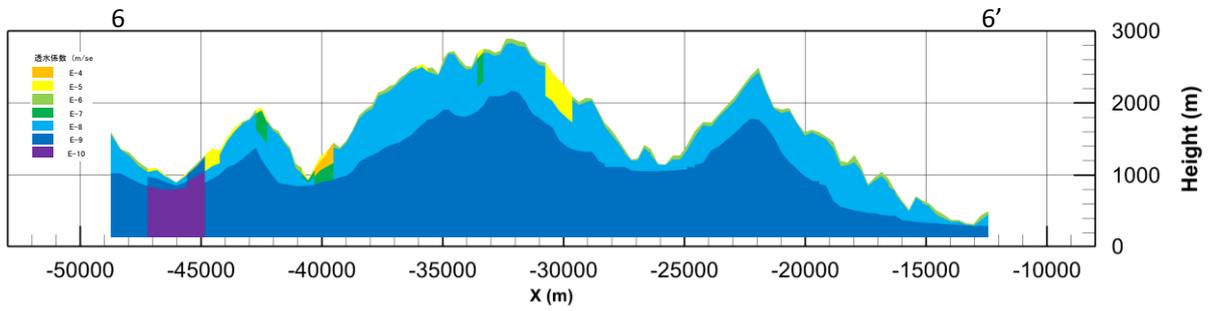


図5 ダム流入量の観測値と計算値との比較（赤石ダム、畑薙第一ダム）（2011年）

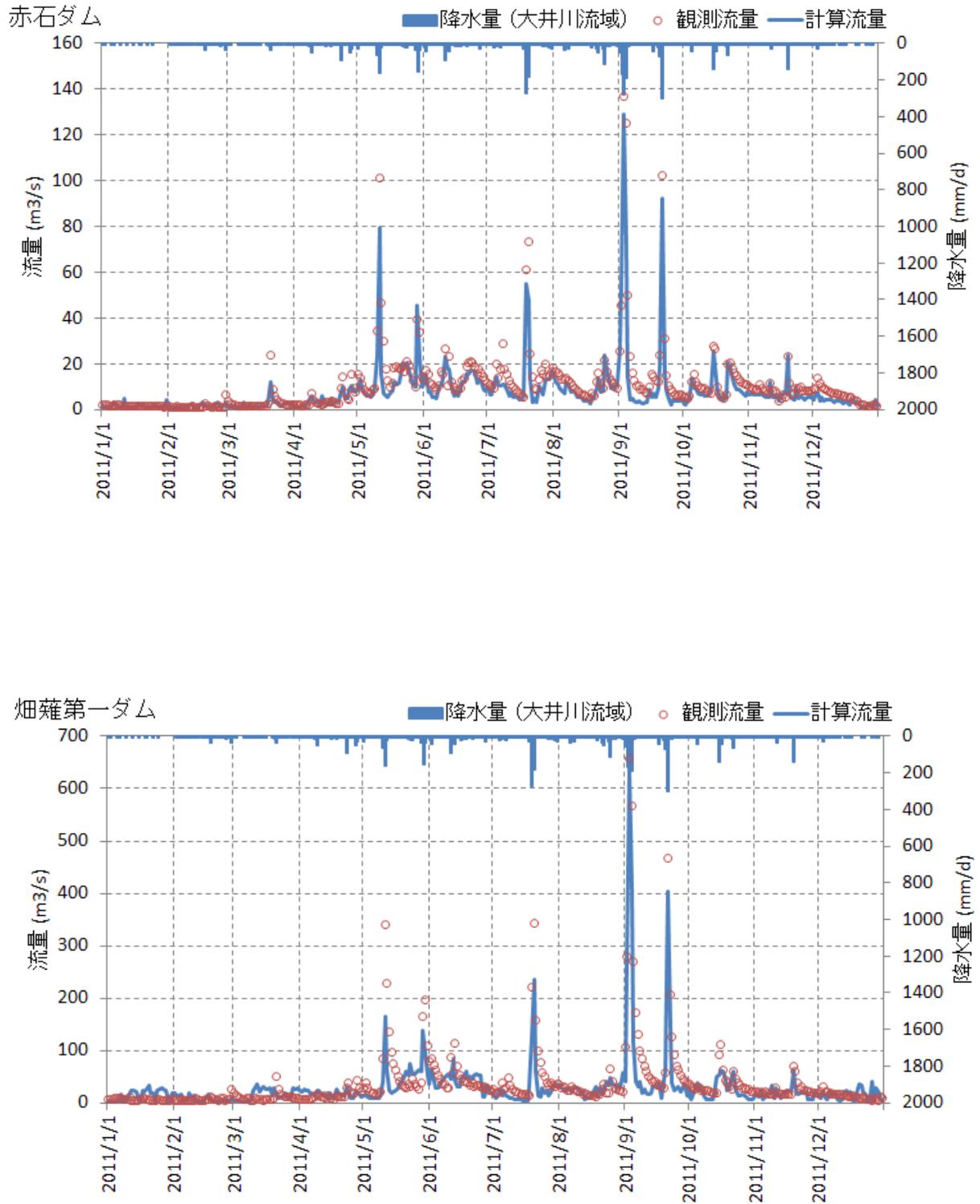


図6 トンネル坑内湧水量予測（2010年～2012年の気象および水利用データを適用）

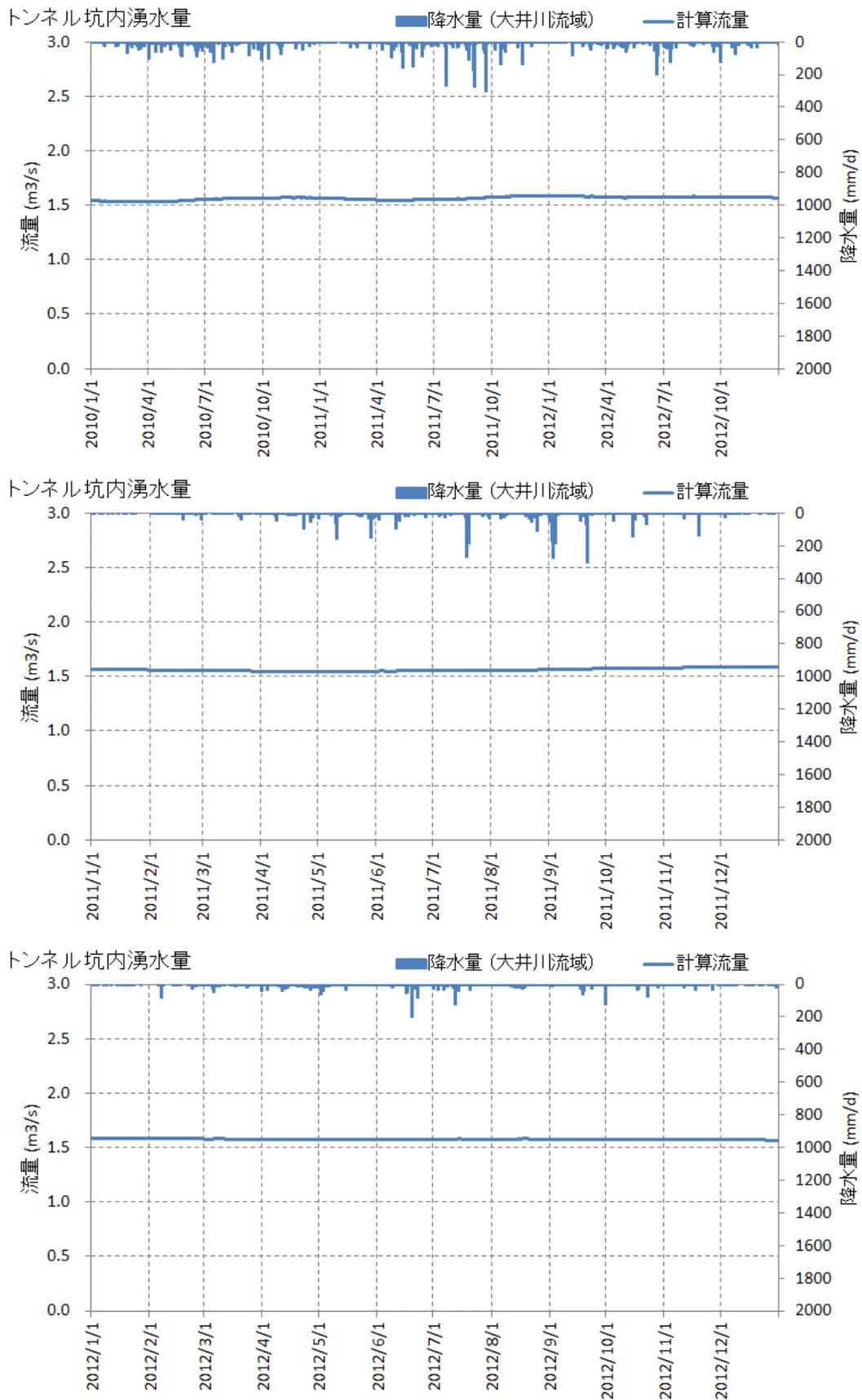


図7 自由地下水位のトンネル掘削前後の比較（トンネル計画路線付近拡大図）
 （豊水期 2012年8月1日として算定）

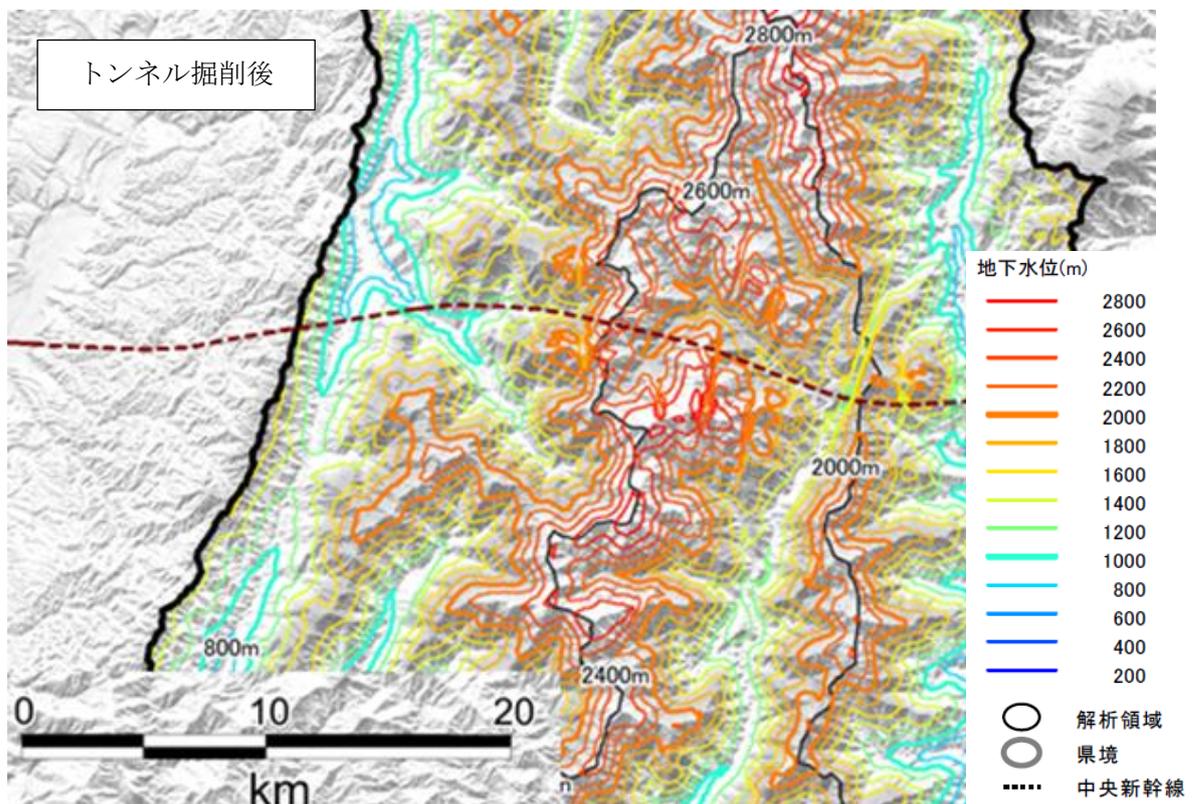
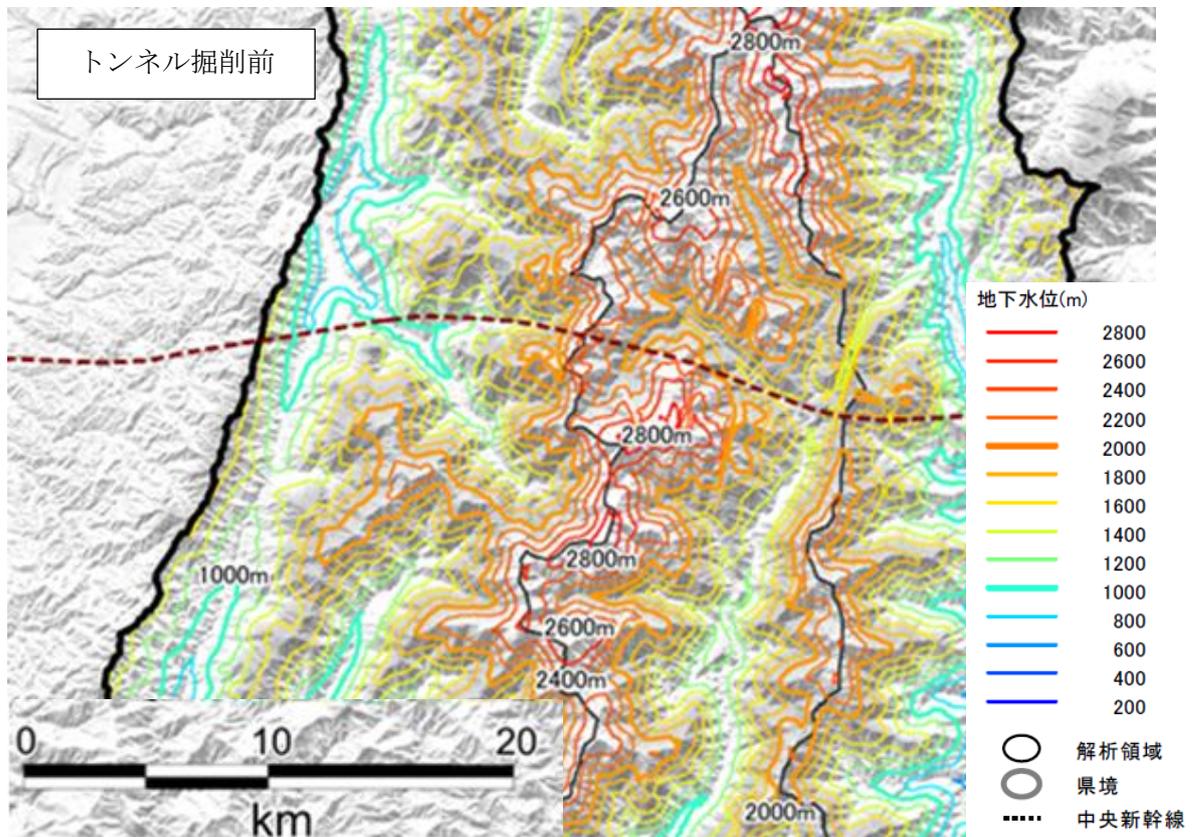


図8 トンネル掘削後の土壌飽和度分布(豊水期 2012年8月1日として算定)

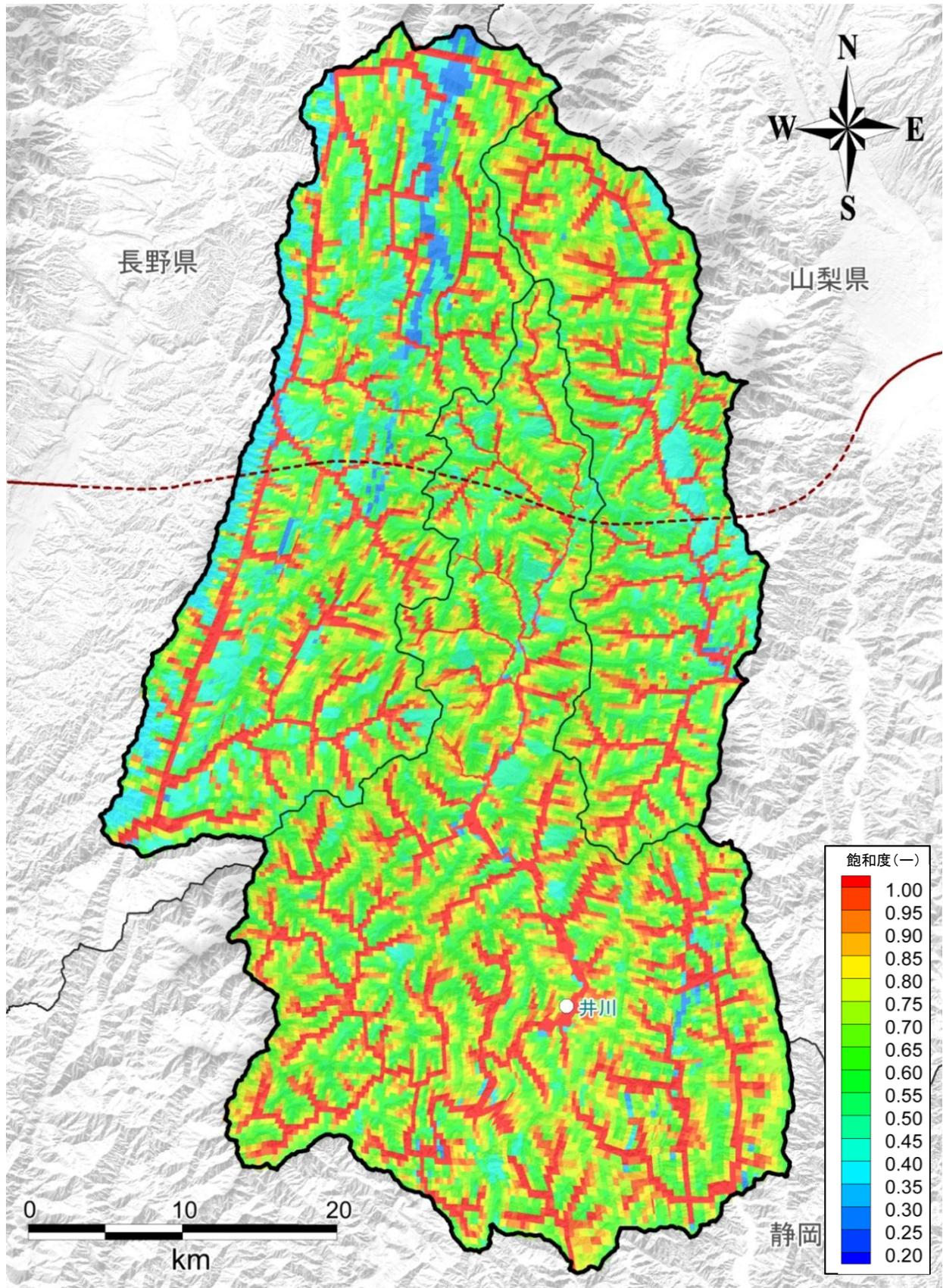


図9 トンネル掘削前後のダム流入量の変化予測（赤石ダム、畑薙第一ダム）
 (2011年の気象および水利用データを適用)

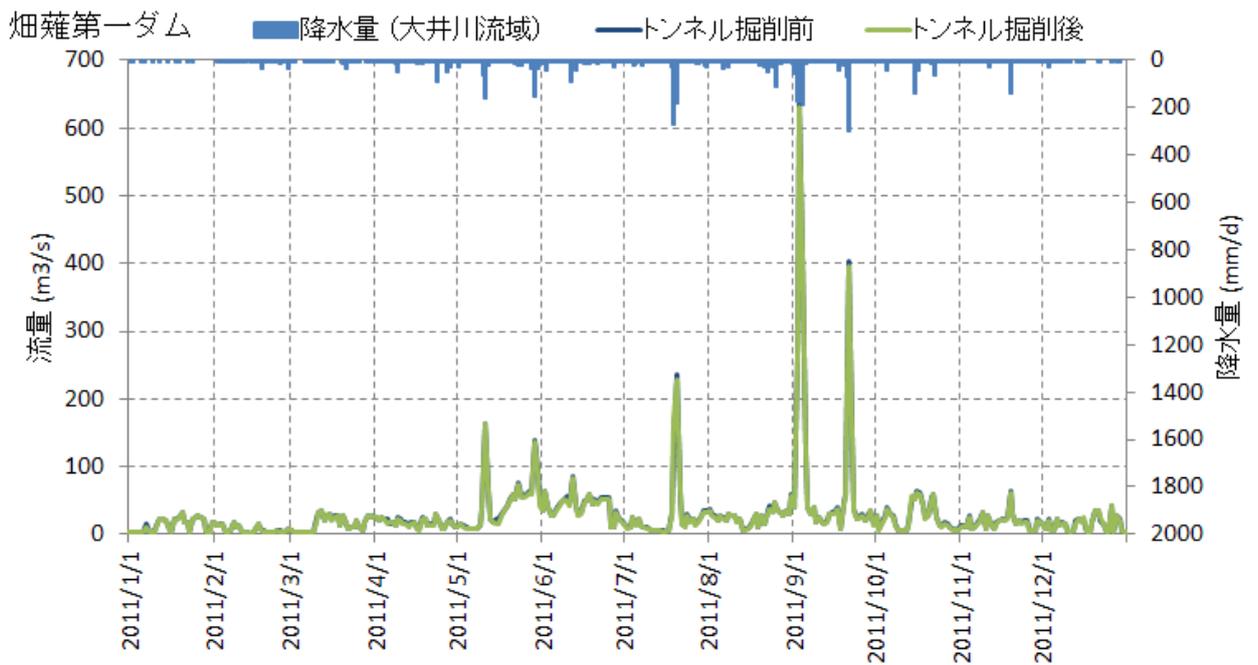
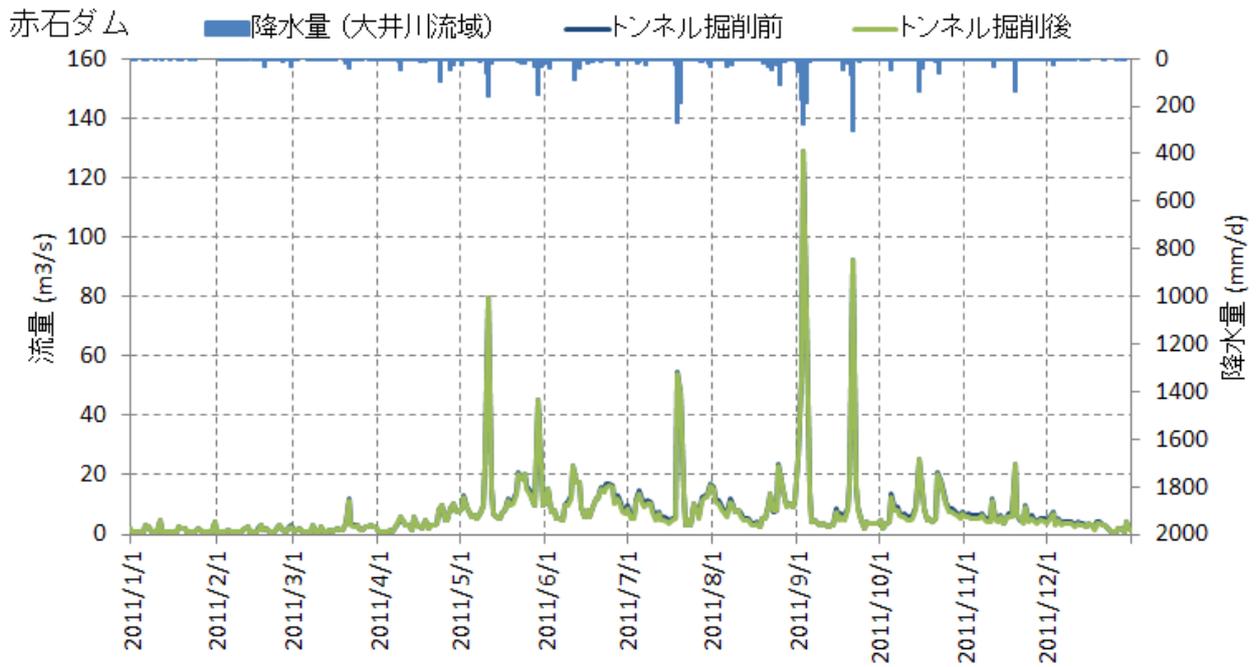


図 10 トンネル掘削前後の累積流入量の変化予測（赤石ダム、畑薙第一ダム）
 (2011年の気象および水利用データを適用)

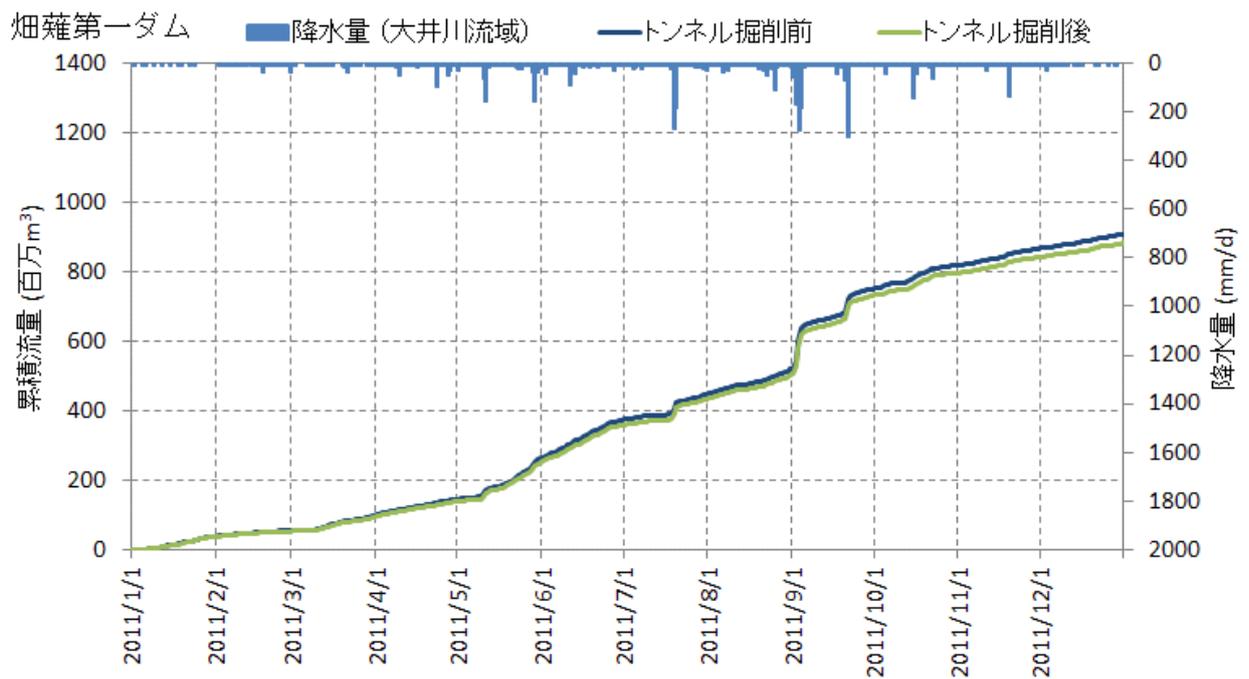
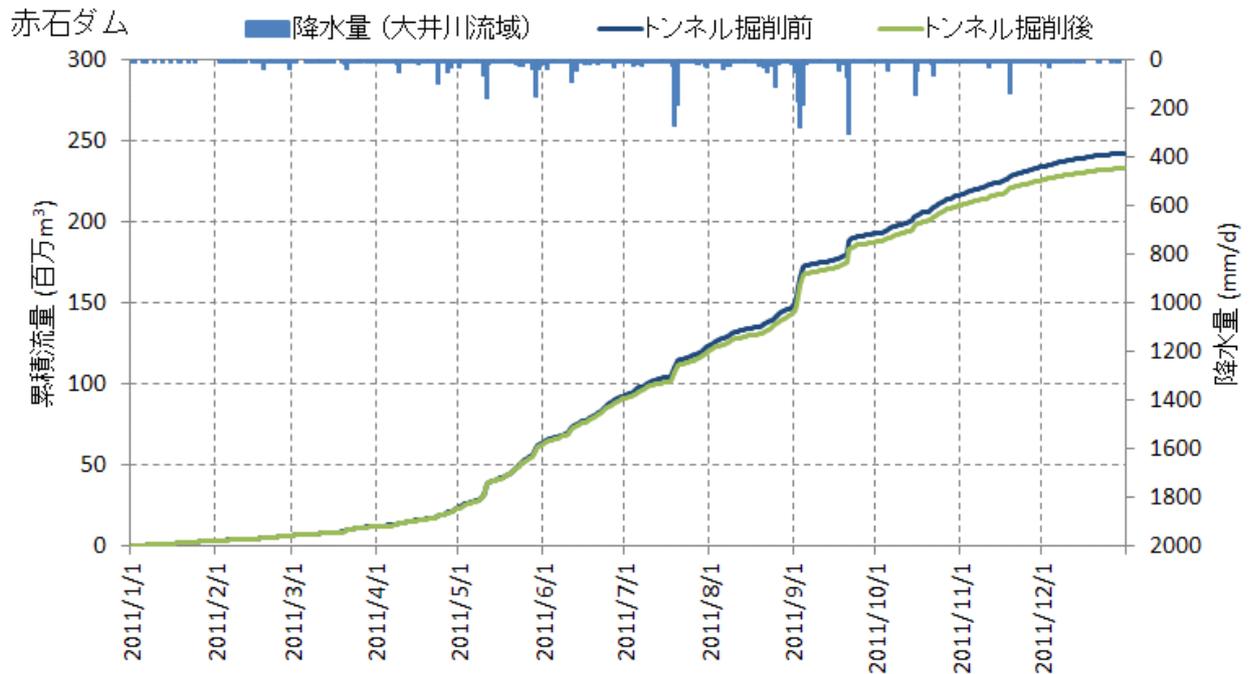


図 11 トンネル掘削後のダム貯留量の予測（赤石ダム、畑薙第一ダム、畑薙第二ダム）
 （観測値は 2010 年～2012 年の値を使用）

