

(2) 各種条件設定表（J R 東海モデル及び静岡市モデル）

- ・ J R 東海と静岡市における解析上の各種条件設定をお示しします。
- ・ 左側に J R 東海、右側に静岡市の条件を記載しています。
- ・ 解析範囲については、J R 東海モデルで ^{さわらじま} 榎島付近までの範囲を設定している一方で、静岡市モデルでは長島ダム付近までのより広い範囲を設定しています。
- ・ 境界条件については、どちらのモデルも側面及び底面に水の流入出のない閉境界を設定しており、地表部の河川水は流出を許しています。
- ・ また、境界条件（閉境界）の設定による解析結果への影響を確認するため、静岡市モデルを用いて検討を行いました。詳細は、「【参考】境界条件（閉境界）の設定による解析結果への影響について（静岡市モデルによる検討）」に示します。
- ・ 地質構造及び水理定数のうち、断層部について、J R 東海モデルでは断層帯が存在すると考えられるブロックを一括りにして大きな透水係数を設定している一方で、静岡市モデルでは主要な断層を設定したうえで、J R 東海モデルよりさらに大きな透水係数を設定しています。また、断層部以外については、静岡市モデルの方が全体的に小さい透水係数を設定しています。
- ・ 気象条件については、どちらのモデルも実測結果に基づいて入力する降水量を決定していますが、J R 東海モデルの方がより多い降水量を設定しています。

1) 解析領域

【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

(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

(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

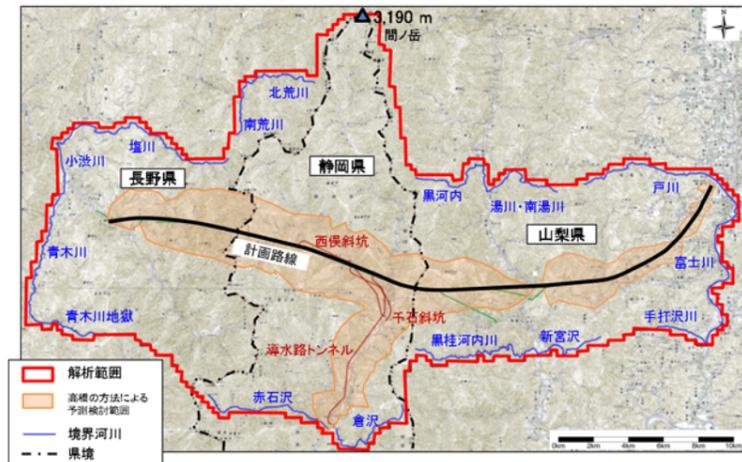


図 5-27 J R東海モデル 解析領域

【境界条件】

以下のとおり設定しています。

- ・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

【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

(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）

(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

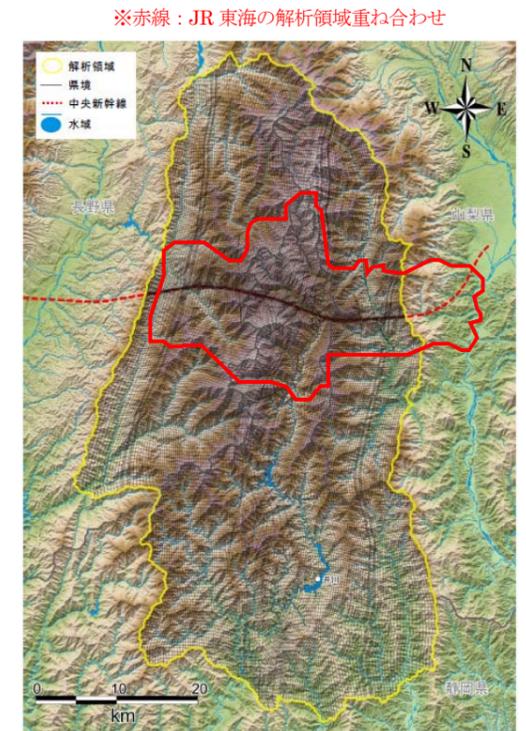


図 5-28 静岡市モデル 解析領域

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

【境界条件】

以下のとおり設定しています。

※以下はJ R東海と同じ設定

- ・モデルの側面及び底面は閉境界（非流入出境界）
- ・境界部の河川は水の流出のみを許す境界（流出境界）

表 5-11 静岡市モデル 境界条件

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	非流入出境界	・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	・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	・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。

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

2) 地質構造

以下のとおり設定しています。
 図 5-29 及び図 5-30 に示すとおり、
 ・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
 ・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

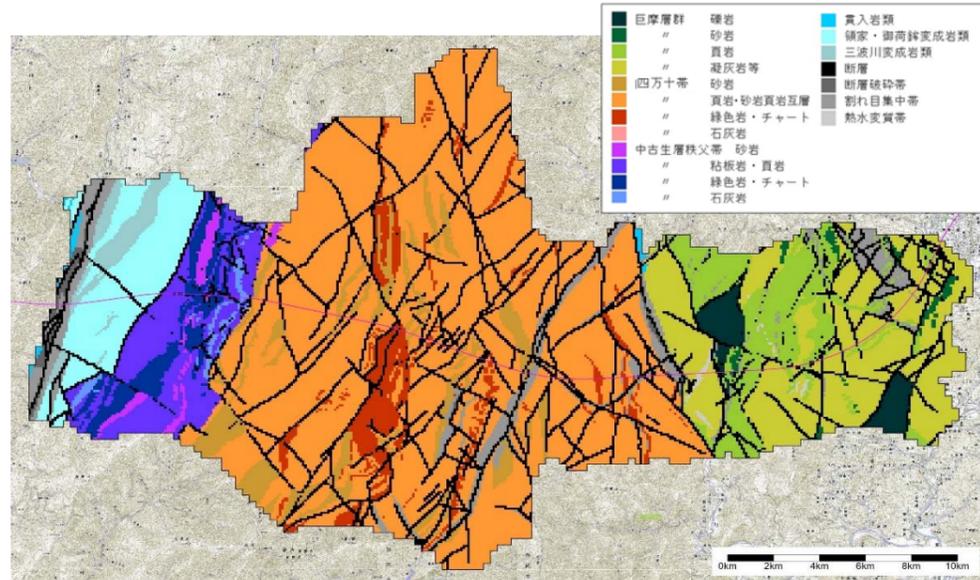


図 5-29 JR東海モデル 地質平面図

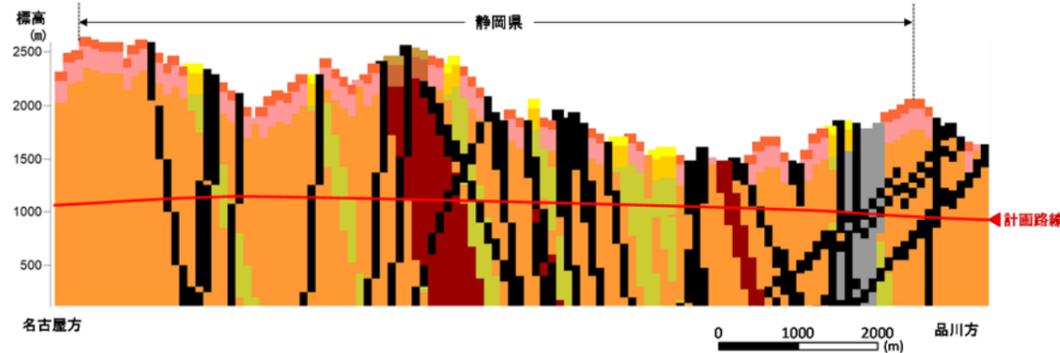


図 5-30 JR東海モデル 地質断面図(静岡県付近)

以下のとおり設定しています。
 ・図 5-31 及び図 5-32 に示すとおり、断層部は、山梨県境付近の断層帯及びその他のいくつかの断層を「主要な断層」(図 5-31 の緑色)、それ以外を「重要でない断層」(図 5-31 の黄緑色)に区分
 ・断層を解析モデルに組み込むにあたっては、「主要な断層」については、平面格子を沿わせ推定した破碎幅を反映して平面格子を作成。「重要でない断層」については、「主要な断層」のように破碎幅等を考慮して平面格子を作成することはせず、透水係数等の水理物性を修正することで対応
 ・図 5-32 に示すとおり、透水係数は「主要な断層」では 1×10^{-5} (m/秒)、「重要でない断層」については、周辺地山の2倍で設定。なお、トンネル直上の「主要な断層」の設定幅は、約 20 m ~ 250 m としている

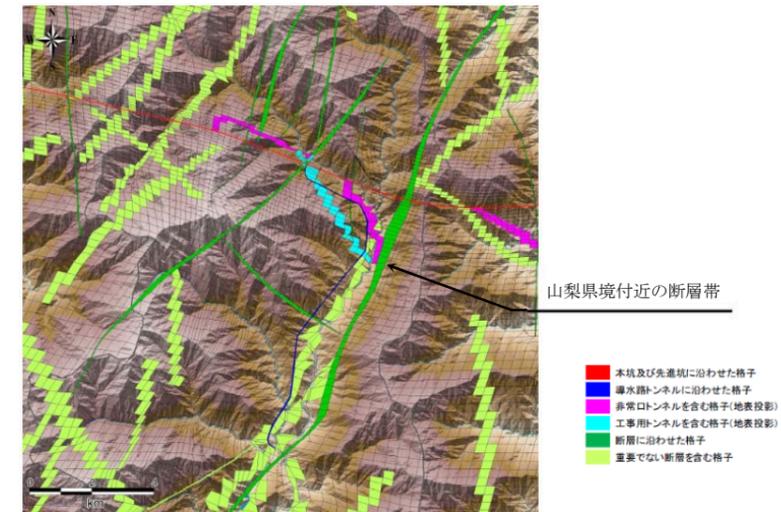


図 5-31 静岡市モデル 地質平面図(トンネル付近)

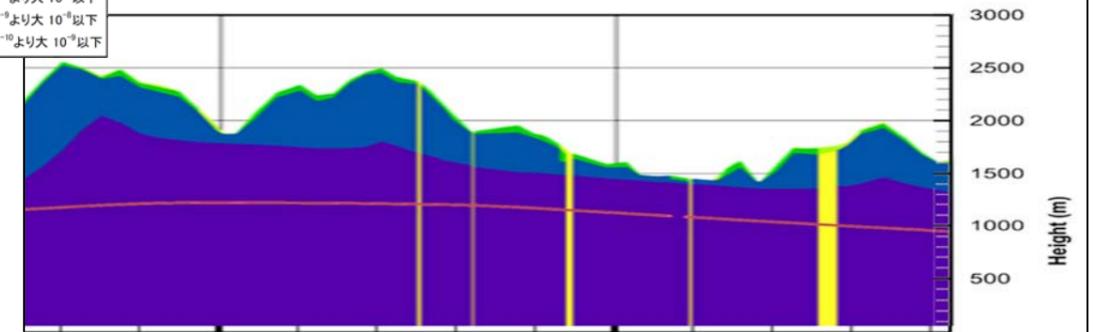
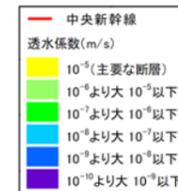


図 5-32 静岡市モデル 地質断面図(静岡県付近)

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」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へのヒアリングをもとに作成

3) 水理定数

【透水係数】

以下のとおり設定しています。

表 5-1 2に示すとおり、

- ・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
- ・湧水圧試験の結果をもとに、頁岩、砂岩頁岩互層の新鮮岩を基準に初期値を設定
- ・最終的にモデルへ入力する値は、河川流量の実測値と予測値との再現性の検証において、初期値を段階的に変更し、最も再現性の良かった組合せから設定

表 5-1 2 J R東海モデル 透水係数

単位：m/秒

地盤区分		風化部	ゆるみ部	新鮮岩
四万十帯	砂岩	4.0×10^{-7}	2.0×10^{-7}	2.0×10^{-8}
	頁岩、砂岩頁岩互層	2.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-8}
	緑色岩、チャート	4.0×10^{-7}	2.0×10^{-7}	2.0×10^{-8}
断層		1.2×10^{-6}		
割れ目集中帯		7.0×10^{-7}		

【有効間隙率】

以下のとおり設定しています。

表 5-1 4に示すとおり、

- ・有効間隙率試験の結果をもとに、各岩種の新鮮岩の有効間隙率の初期値を1%と設定
- ・最終的にモデルへ入力する値は、河川流量の実測値と予測値との再現性の検証において、初期値を段階的に変更し、最も再現性が良かった組合せから設定

表 5-1 4 J R東海モデル 有効間隙率

単位：%

地盤区分		風化部	ゆるみ部	新鮮岩
四万十帯	砂岩	4.0	2.0	1.0
	頁岩、砂岩頁岩互層	4.0	2.0	1.0
	緑色岩、チャート	4.0	2.0	1.0
断層		10.0		
割れ目集中帯		6.0		

【透水係数、有効間隙率】

以下のとおり設定しています。

表 5-1 3に示すとおり、

- ・「主要な断層」は $k = 1.0 \times 10^{-5} \text{ m/秒}$ で設定
- ・「重要でない断層」は、地山の2倍で設定。有効間隙率は周辺地山と同じ
- ・初期パラメータを適用して計算したところ、検証地点で計算値と観測値との間に良好な同定結果が得られたので、初期パラメータを最終同定値とした

表 5-1 3 静岡市モデル 透水係数及び有効間隙率

地層区分	透水係数(m/秒)	有効間隙率(%)	
表土層	H : 1×10^{-3}	40	
	V : 1×10^{-4}		
沖積層	1×10^{-4}	30	
地すべり	1×10^{-5}	20	
水理基盤岩類	風化緩み部 (区分Ⅰ)	$1 \times 10^{-4} \sim 10^{-6}$	10
	風化緩み部 (区分Ⅱ)	$1 \times 10^{-4} \sim 10^{-8}$	5~10
	風化緩み部 (区分Ⅲ)	$1 \times 10^{-7} \sim 10^{-8}$	2~5
	新鮮岩	1×10^{-9}	1
断層	主要な断層	1×10^{-5}	10
	重要でない断層	周辺地山の2倍	周辺地山と同じ

	J R東海	静岡市
4) 気象条件	<p>【降水量】 以下のとおり設定しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・木賊（とくさ）観測所（標高：1,175m）の観測データ（1997～2012年）から日別に平均した値を作成 ・メッシュ平年値に基づいて、木賊観測所が位置するメッシュとその他の各メッシュの降水量比を算出 ・各メッシュの降水量は、木賊観測所の日別平均値に各メッシュの降水量比を乗じて推定 ・モデル入力データの作成段階での検証において、各メッシュの降水量の設定は過小な推定であると考えられたため、年間総流量（実測値）とあうように各メッシュの降水量を補正する（大きくする）こととした。最終的にモデルへ入力する各メッシュの降水量は、大井川上流域（田代測水所よりも上流の流域）で、計算上約4,200mmの降水量と推測 <p>【蒸発散量】 以下のとおり設定しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象庁井川観測所（標高：770m）の気温観測データ（1997～2012年）から日別に平均した気温データを作成 ・各メッシュの気温は、気温上昇率（0.54℃/100m）を用いて、井川観測所の日別平均値を補正し、標高区分別（500mごと）の推定気温データを作成 ・標高区分別の推定気温データを用いてソーンズウェイト法により、標高区分（500mごと）の月平均蒸発散量を算出 ・各メッシュの標高から、該当する標高区分別の蒸発散量を入力 <p>ソーンズウェイト法：『丈の低い緑草で密に覆われた地表面から、水不足の起こらないように給水した場合に失われる蒸発散量』と定義された最大可能蒸発散量を算出する方法</p>	<p>【降水量】 以下のとおり設定しています。</p> <p>（初期状態の定常解析）※静岡市による解析作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現況の平均的な地下水分布を再現するため、平均の日降水量を継続的に与え続けて平衡場（安定状態）を作成しています。なお、平均の日降水量は、気象庁が提供する国土数値情報平年値メッシュデータ（降水量）のうち1981～2010年までの平年値を使用しています。 <p>（現況再現の非定常解析及びトンネル掘削後の予測解析）※静岡市による解析作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定常解析に続いて、2011.9～2012.12の間の日別のレーダー・アメダス解析雨量による実績降水量及びダムの実績取水量等を入力し、非定常解析を実施し、現況再現状況を作成しています。非定常解析においては解析領域で平均すると年間約2,500mmの降水量を入力しています。 <p>（静岡市モデルの解析条件を一部変更して実施した静岡市モデルによる検討）※JR東海による解析作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トンネル掘削に伴うトンネル湧水量や河川流量の変化及び工事期間中の県外流出湧水の影響評価等のため、JR東海により、静岡市モデルにトンネル掘削工程を反映させ、降水量の入力値を変更する等、静岡市モデルの解析条件を一部変更させて追加の検討を行いました。追加の検討においては、以下のア、イの降水量条件のもと予測解析を実施しました。 <ul style="list-style-type: none"> ア．降水量の季節変動による影響を除いて工事による長い期間の変化を予測するため、気象庁が提供するメッシュ平年値データを使用して、解析期間中、各格子に平均の日降水量を継続的に与えて予測しました。田代上流付近において、年間約2,100mmの降水量を入力しています。（予測結果は、「4. 工事着手前段階における取組み」4-92～95pに記載） イ．降水量の季節変動による影響を考慮して予測するため、2012.1～2012.12の間（静岡市による解析の対象期間である2010年、2011年、2012年の内、最も降水量が少ない年）の日別レーダー・アメダス解析雨量による実績降水量を入力して予測しました。なお、降水量が少なかった場合の検討のため、過去最低降水量（気象庁井川観測所で年間約1800mm）を記録した1984年相当の降水量と同等となるように、2012年の日別降水量を半分に設定して入力した予測も参考として行いました。（予測結果は、「4. 工事着手前段階における取組み」4-96～108pに記載） <p>【蒸発散量】 以下のとおり設定しています。 （以下の一連の計算を解析において自動的に算出している）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・標高により気温補正を行ったハーモン法により、可能蒸発散量を算出 ・土壌水分の飽和度を算出するとともに地表の植生等の各種条件を考慮して、実蒸発散量を算出する <p>ハーモン法：『経験則から導かれたもので、日平均気温と緯度に応じた可照時間から可能蒸発散量を推定する手法』</p>

【参考】境界条件（閉境界）の設定による解析結果への影響について （静岡市モデルによる検討）

< 1. 境界条件（閉境界）の設定の考え方 >

- ・境界条件として設定した閉境界では、境界部での地下水位は変動するものとして、地下水位が地表面よりも高くなると地表に湧出し、河川水として境界外に流出する設定となっています。
- ・閉境界に設定したことが解析結果に影響を及ぼさないようにするため、解析領域は、図 5-33 のとおり東西方向においては、大井川支流の寸又川と大井川流域の分水界の外側を囲む主要な河川の流域までを、南側においては本線トンネル付近から約 50 km 下流の長島ダム付近までの範囲で設定しています。

< 2. トンネル掘削による地下水位低下範囲の経年変化について >

- ・図 5-34～図 5-37 に、工事着手 1、5、10 年後及び工事完了後 20 年後における地下水位低下量平面図をお示します。
- ・解析条件は、トンネル掘削がある条件で、平均の日降水量を継続的に与え続けて実施しました。平均の日降水量は、メッシュ平年値を使用しました。
- ・その結果、トンネル掘削に伴って、工事着手後は地下水位低下範囲は本線トンネル付近から徐々に拡大しますが、工事完了 20 年後においては、本線トンネル付近から南側に約 10 km 程度の距離で収束しています。
- ・降水浸透が全くない極端な条件で解析を行えば、地下水位低下範囲は時間の経過とともに拡大し続けますが、今回の検討では降水浸透がある条件で解析を行っているため、地下水位の低下量と降水浸透量はいずれバランスするということが結果として示されています。
- ・これらのことから、長島ダム付近に閉境界を設定した静岡市モデルの解析による検討結果の妥当性は担保されていると考えています。

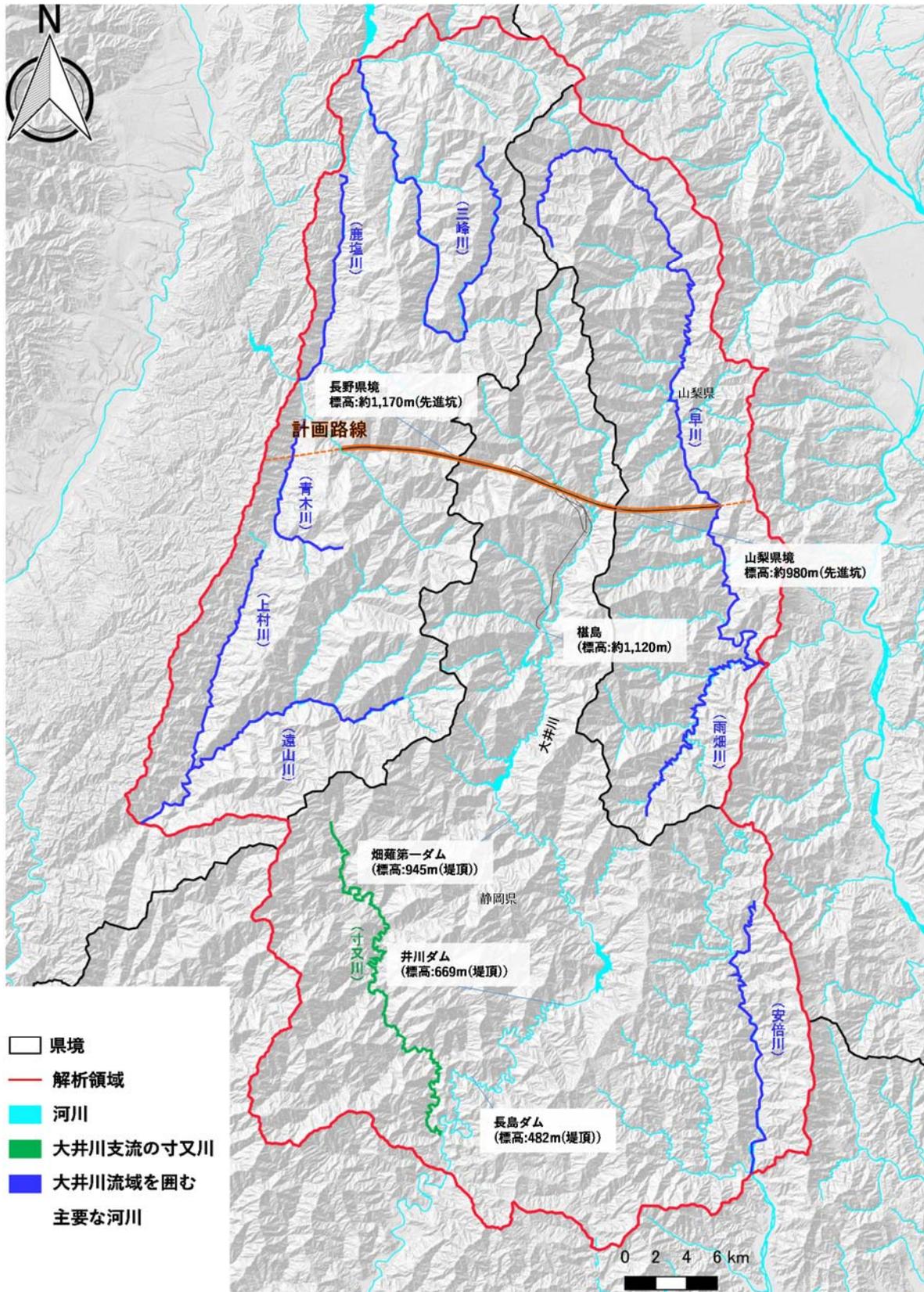


図 5-33 静岡市モデル 解析領域全体図 (大井川流域を囲む主要な河川等)

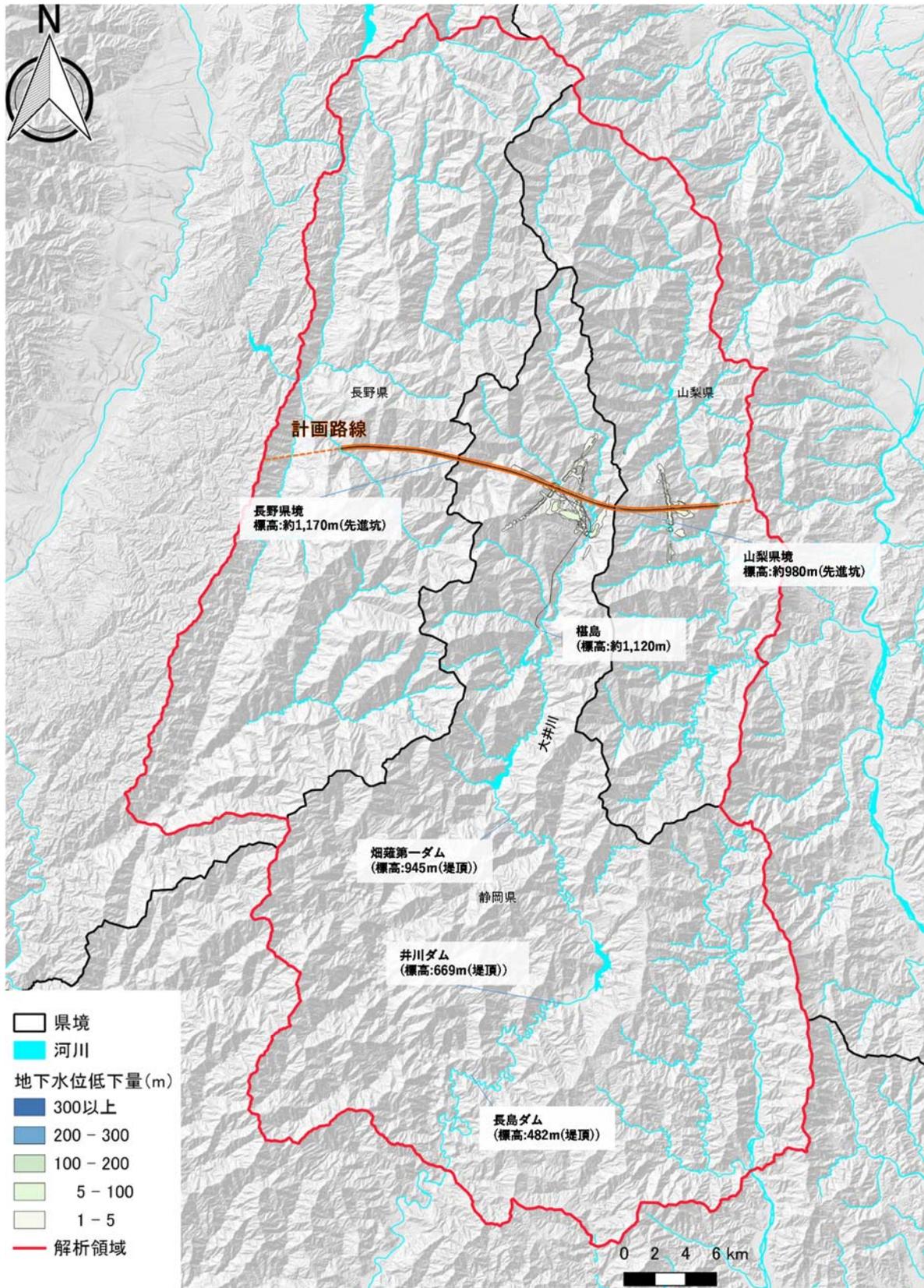


図 5-3 4 静岡市モデル 地下水位低下量平面図 (工事着手1年後)

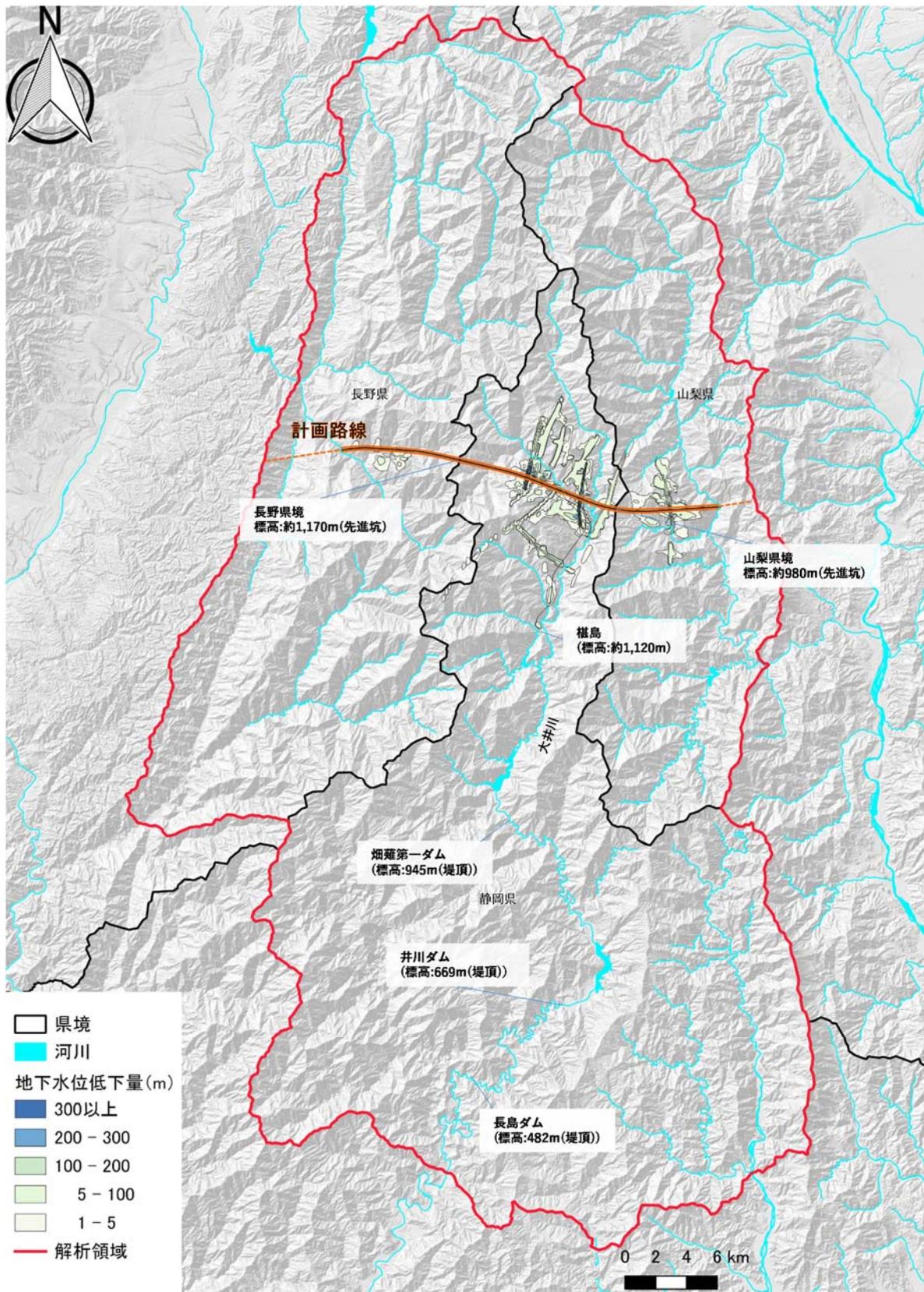


図 5-35 静岡市モデル 地下水位低下量平面図 (工事着手5年後)

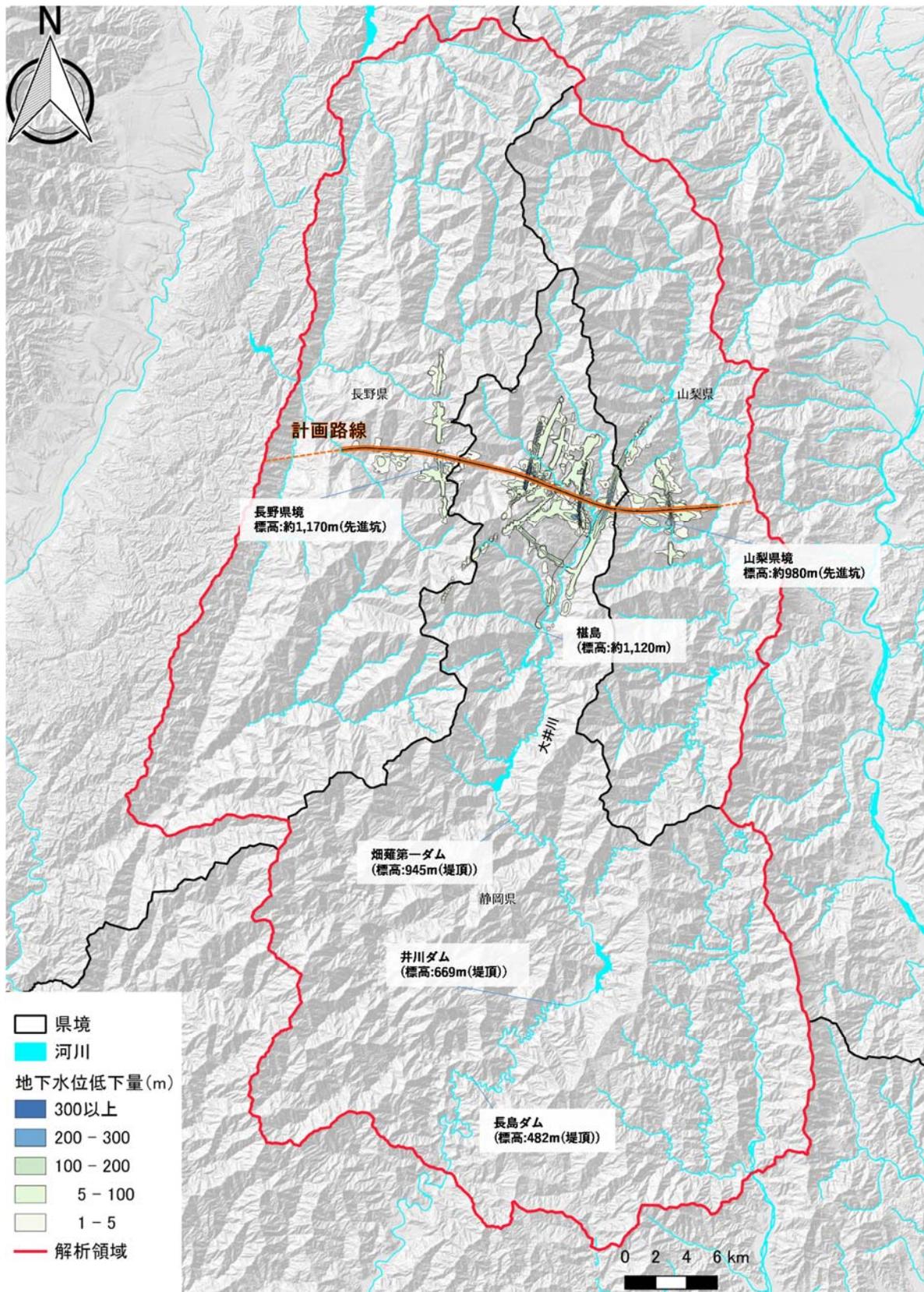


図 5-36 静岡市モデル 地下水位低下量平面図 (工事着手 10 年後)

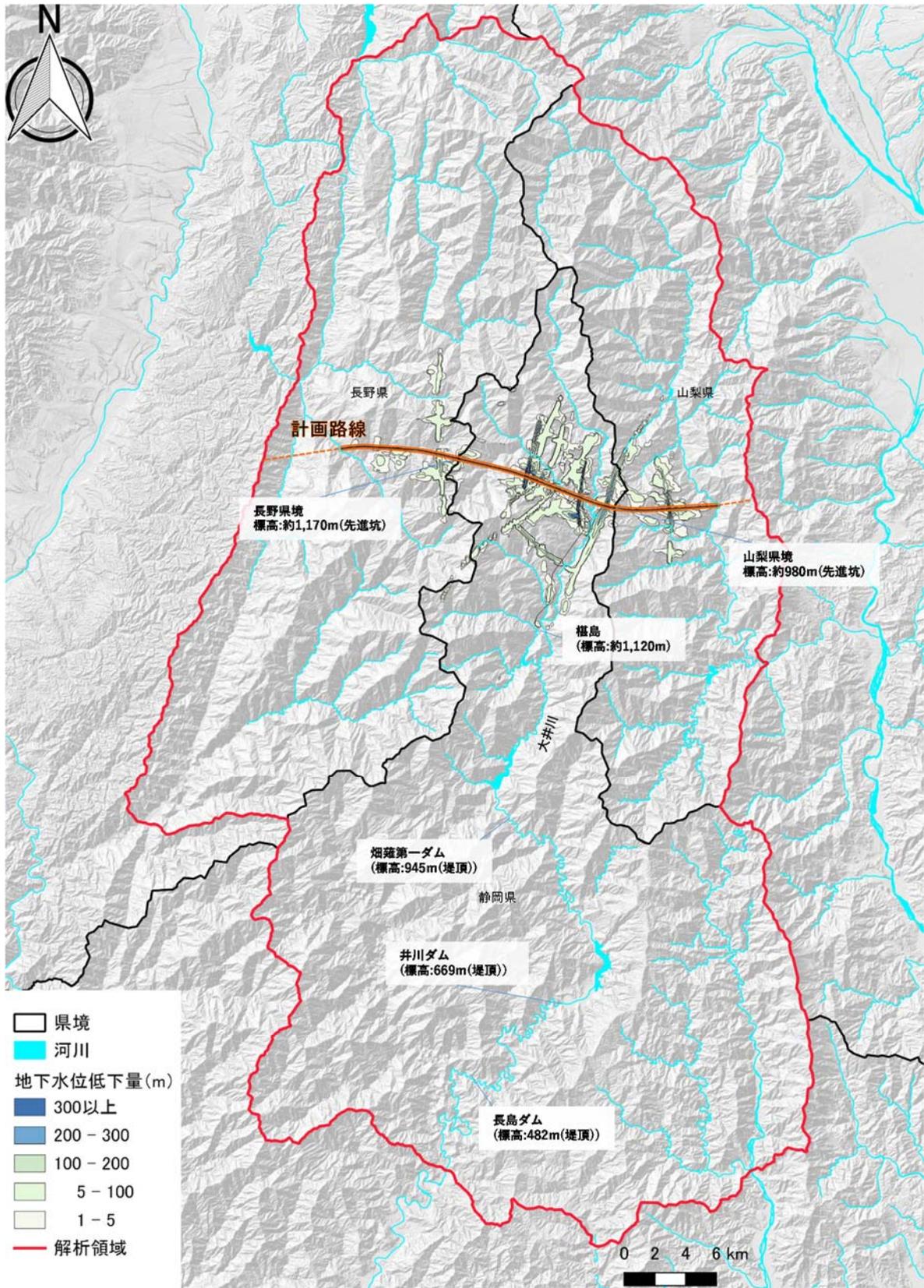


図 5-37 静岡市モデル 地下水位低下量平面図 (トンネル掘削完了20年後)

< 3. 解析境界（閉境界）位置を変更した検討 >

- ・有識者会議委員から、「水収支解析シミュレーションでは有限範囲内の解析を行うため、境界条件を設定する必要があるが、この解析範囲の端における地下水流動量を評価することで有効な解析範囲を確認することができると考えられる。」「境界条件（閉境界）と実際の自然環境の境界条件（開境界）の差異が解析結果へ与える影響を評価するための検討が必要である。」とのご意見を頂きました。
- ・そこで、検討方法として、静岡市モデルの解析領域内に閉境界（以下、内側境界という）を設定して新たに解析計算を行い、この内側境界の位置において開境界とした場合の地下水流動量や閉・開両条件における定常状態での地下水位の差分が生じる範囲を評価しました。
- ・解析条件は、トンネル掘削がない条件で、平均の日降水量を継続的に与え続けて実施しました。平均の日降水量は、メッシュ平年値を使用しました。

【地下水流動量の算出】

- ・具体的な算出方法は、内側境界の位置の断面において、その両側に接している格子間の地下水流動量をすべて算出しました。（図 5-38）

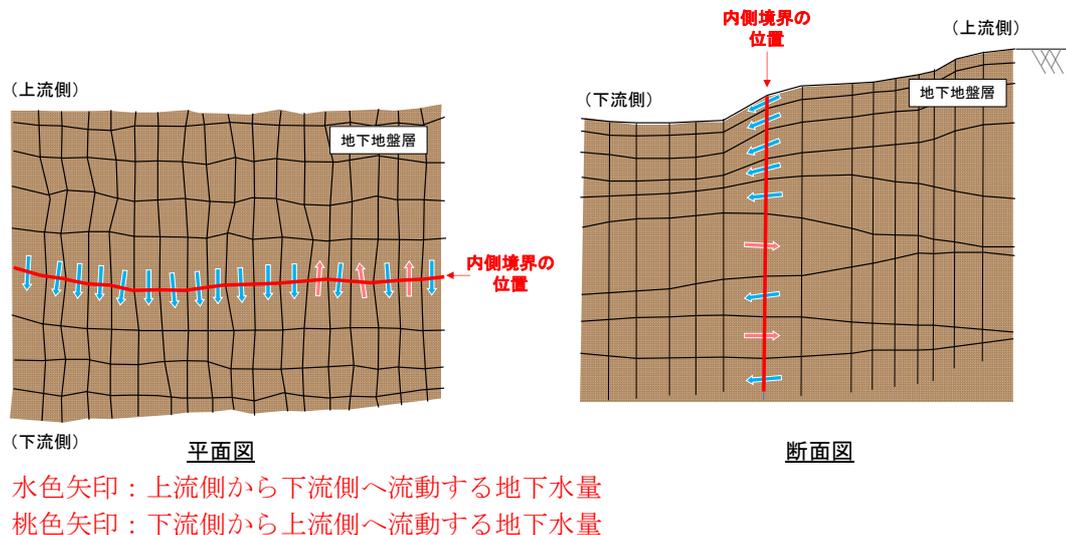


図 5-38 地下水流動量の算出（イメージ）

- ・その結果、図 5-39 のとおり、内側境界の位置の断面を上流側から下流側へ流動する地下水量は約 0.07 億 m^3 /年、下流側から上流側へ流動する地下水量も局地的な標高の高低関係などにより一部に見られ、その量は約 0.03 億 m^3 /年と推定しました。なお、参考として、同位置付近の解析上の河川流量は約 10.4 億 m^3 /年となりました。

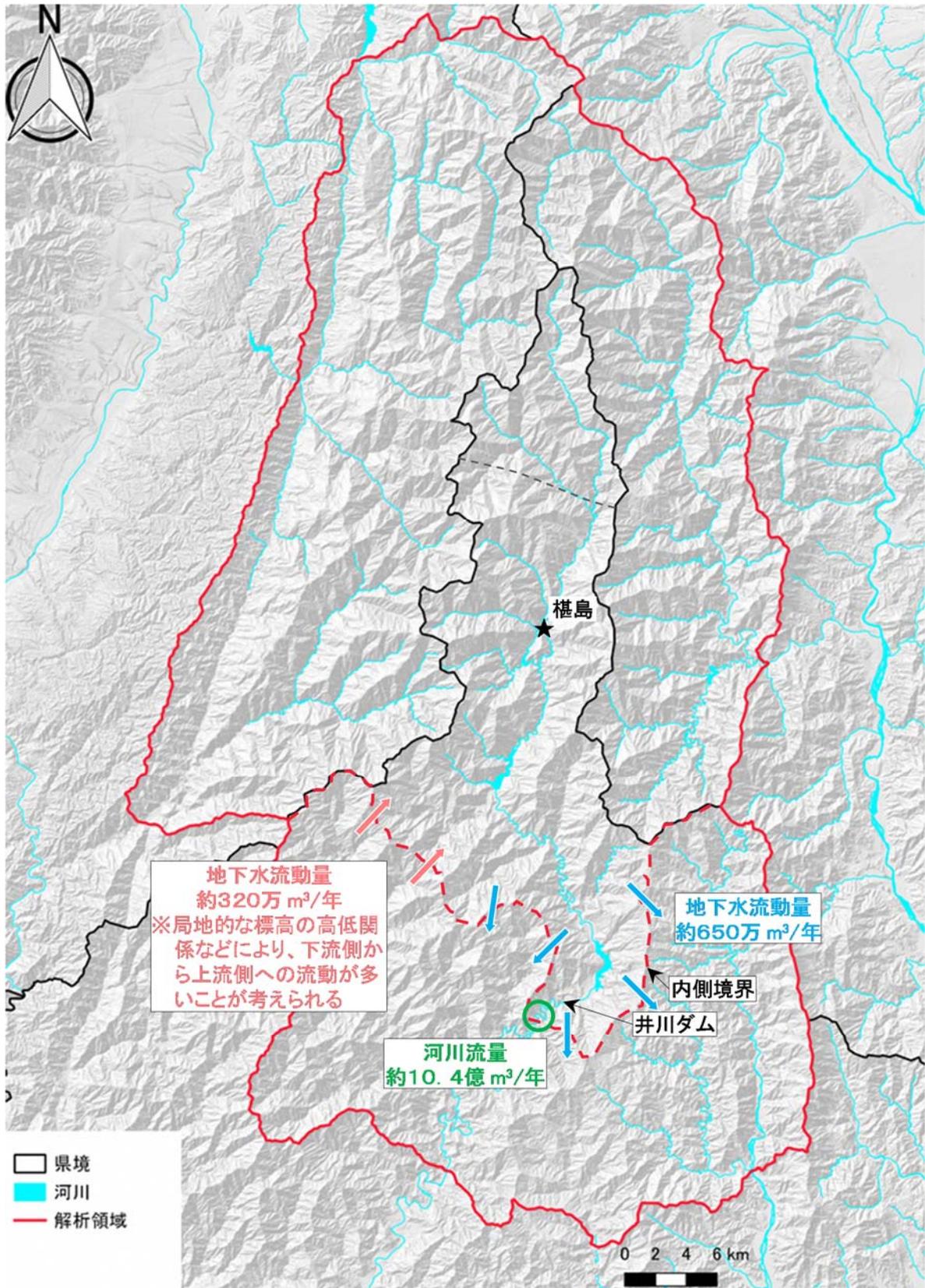


図 5-39 内側境界の位置での地下水流動量及び河川流量

【地下水位差分量の算出】

- 水位変動については、1 m以上の地下水位の差異が生じる範囲は内側境界の位置から約2 kmに留まっており（図 5-40の着色部）、これよりさらに内側では閉境界の位置変更に伴う差異はほとんど見られませんでした。
- また、主要な断層に沿った箇所では、より内側の僅かな範囲において地下水位の差分が生じていますが、こうした箇所では透水係数を大きく設定しており、地下水位の変化による影響が伝搬しやすいことによるものです。
- なお、計算開始後6年程度で閉境界の位置変更に伴う地下水位の変動は収まっており、図 5-40ではその時点の結果をお示ししています。

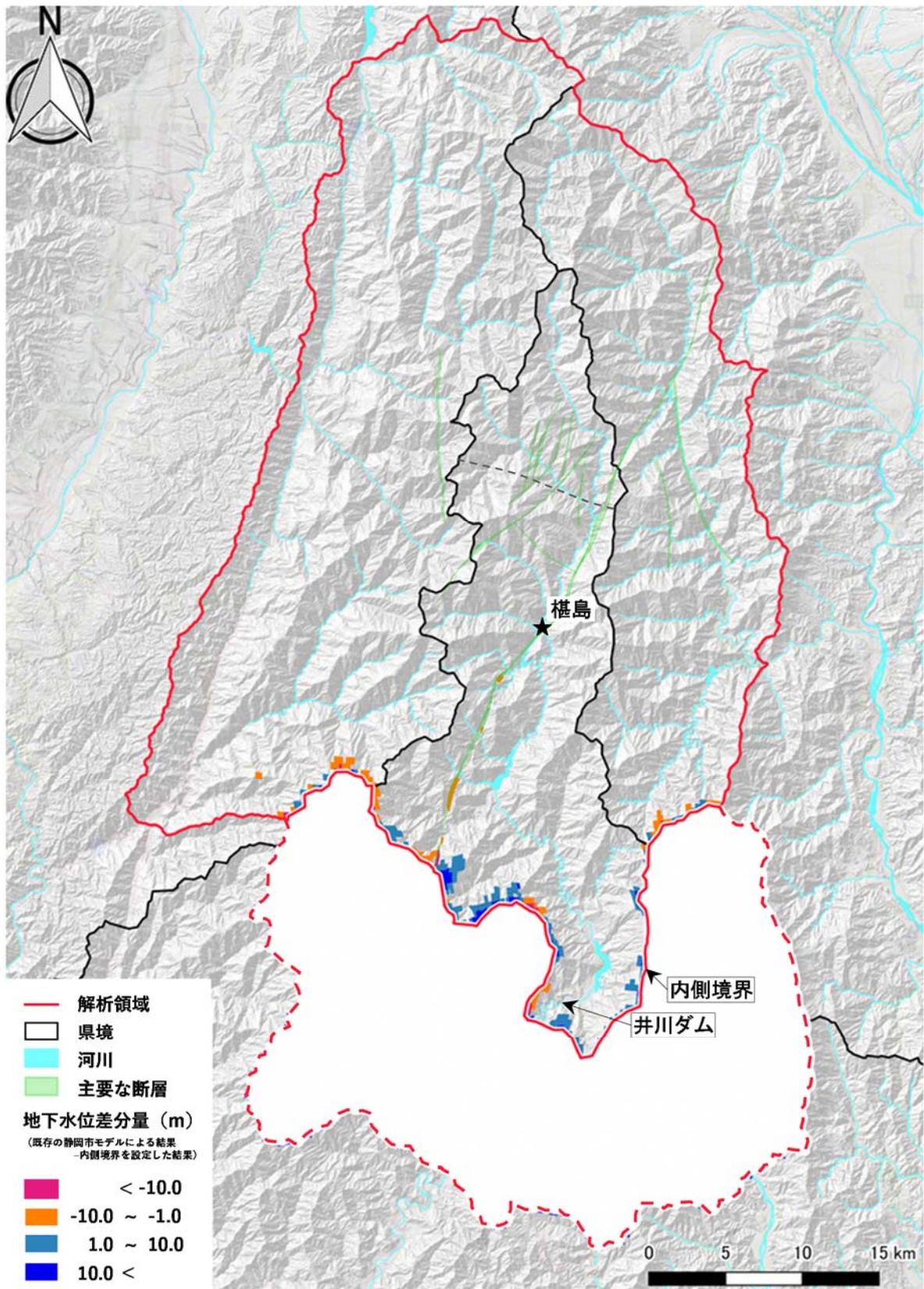


図 5-40 地下水位の差分が生じる範囲