

4. 4 対象フィールドの地下水流れおよび物質輸送の基本的特徴の把握

シミュレーションモデル(GETFLOWS)により、解析領域における地下水流動およびそれに伴う汚染物質拡散の計算を行った。

①対象フィールドにおける地下水流れ場の計算

次に示す計算条件を設定し、以後の検討に共通して用いる地下水流れ場を計算した。

1. まず、領域全体について、水位を地表面においた完全飽和状態を初期条件として設定する。
2. 次に、対象流域の平均降雨を連続的に与え、水循環に関するシミュレーション計算を行う。
3. 地表水や地下水の変化量が微少となる状態を初期平衡状態とする。
4. 初期平衡状態が対象流域で確認されている流況と概ね一致するように、モデル内の地質構造や水理・水文データ、境界条件等を修正する。

こうして計算を行った最終平衡状態における結果を以下に示す。

■地下水流動

図-4.4.1 は、得られた計算結果から地下水位等高線を描いたものである。前掲の地下水位分布図(図-4.3.1.10)と比較すると、河道沿いの地下水位の標高については、計算が図-4.3.1.10での傾向を概ね表しているが、地下水位等高線の全体的傾向については、計算において河道沿いに向かう地下水流が強調される形となっている。これには、境界条件設定に関する実際と計算との違いが関係している可能性がある。

次に、永田地区周辺の地下水流線ベクトル図を図-4.4.2 に示した。流速ベクトルは自由地下水面の流線ベクトルを表している。地下水は、図-4.4.1 に示した地下水位等高線に直交するように流れる計算結果となっている。

■地表水の存在領域

図-4.4.3 に、多摩川・平井川及び丘陵の沢低地に冠水する地表水の再現結果を示す。ここでは、地表層(第2層)における水深で示した。水深は、まず地表層における水相飽和率をシミュレーションモデルにより求め、その値を下記の換算式に代入することにより算出した。

$$(S_w - S_{wr}) / (1.0 - S_{wr}) \times h$$

S_w : 水相飽和率

S_{wr} : 残留飽和率 (今回のケースでは 0.001 と設定)

h : 地表層の厚さ (今回のケースでは 10m)

図-4.4.3 を見ると、概ね地形図の河道に沿って地表水(河川水)が存在する状況が再現されている。

以上は、境界条件等の計算条件設定に関する情報不足と、地下水位の実測データの不足などのために、地下水位計算の再現性を厳密に確認するという立場を取るならば、さらに検討を要する部分を残すものと言える。しかし本研究では、最初に述べたように、河川管理者が化学物質の漏洩等に適切に対応するための管理の枠組みの提案を目的としており、そのため、個々の現象の厳密な再現やシミュレーションモデルの精度向上自体を目的とするというよりも、管理の枠組みを検討する上で一定の現実味を持ったケーススタディの題材を設定することに重点を置いている。この観点から、本計算が有効であると判断し、以下の検討を進める。

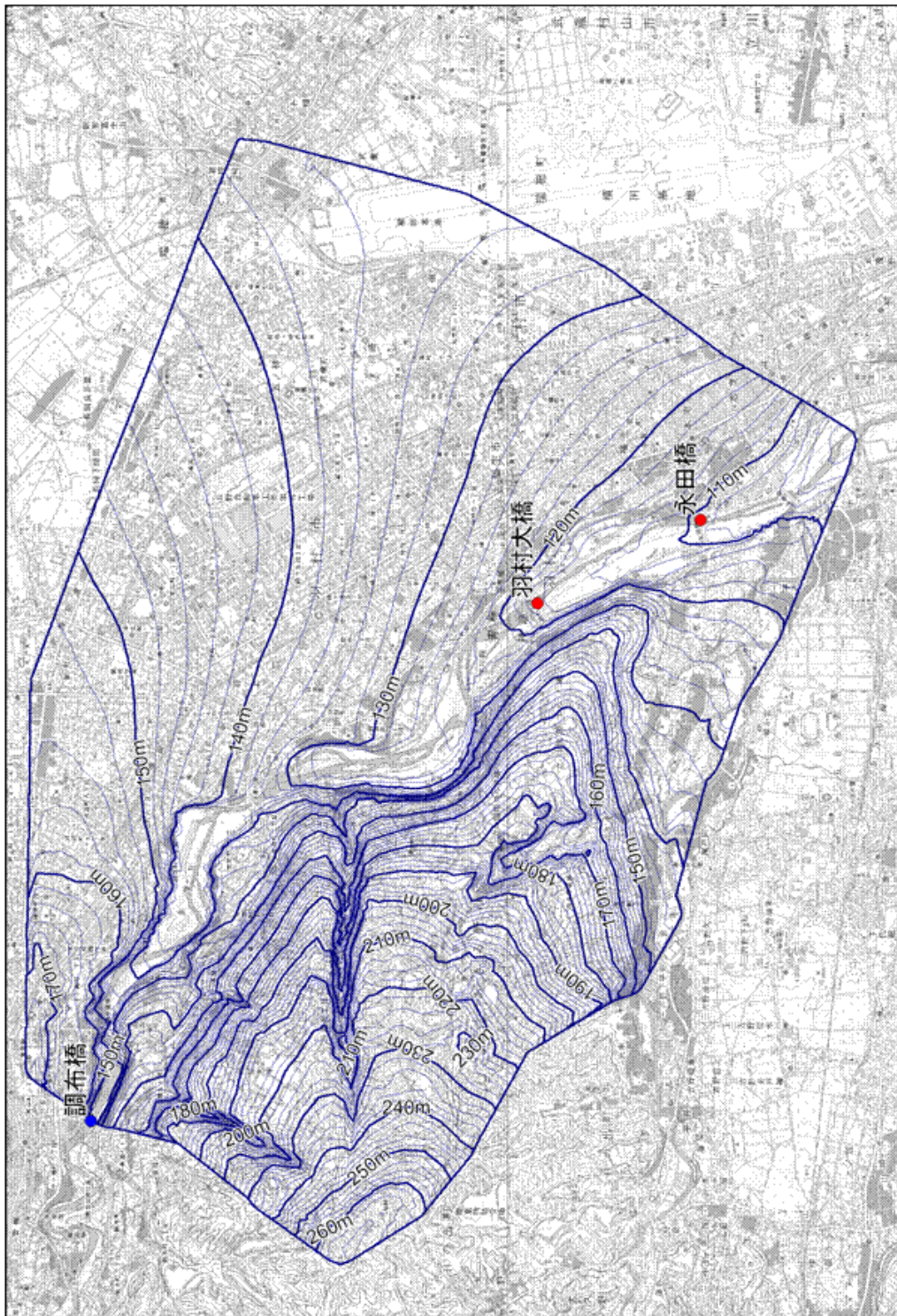


図-4.4.1 地下水位等高線の再現計算結果

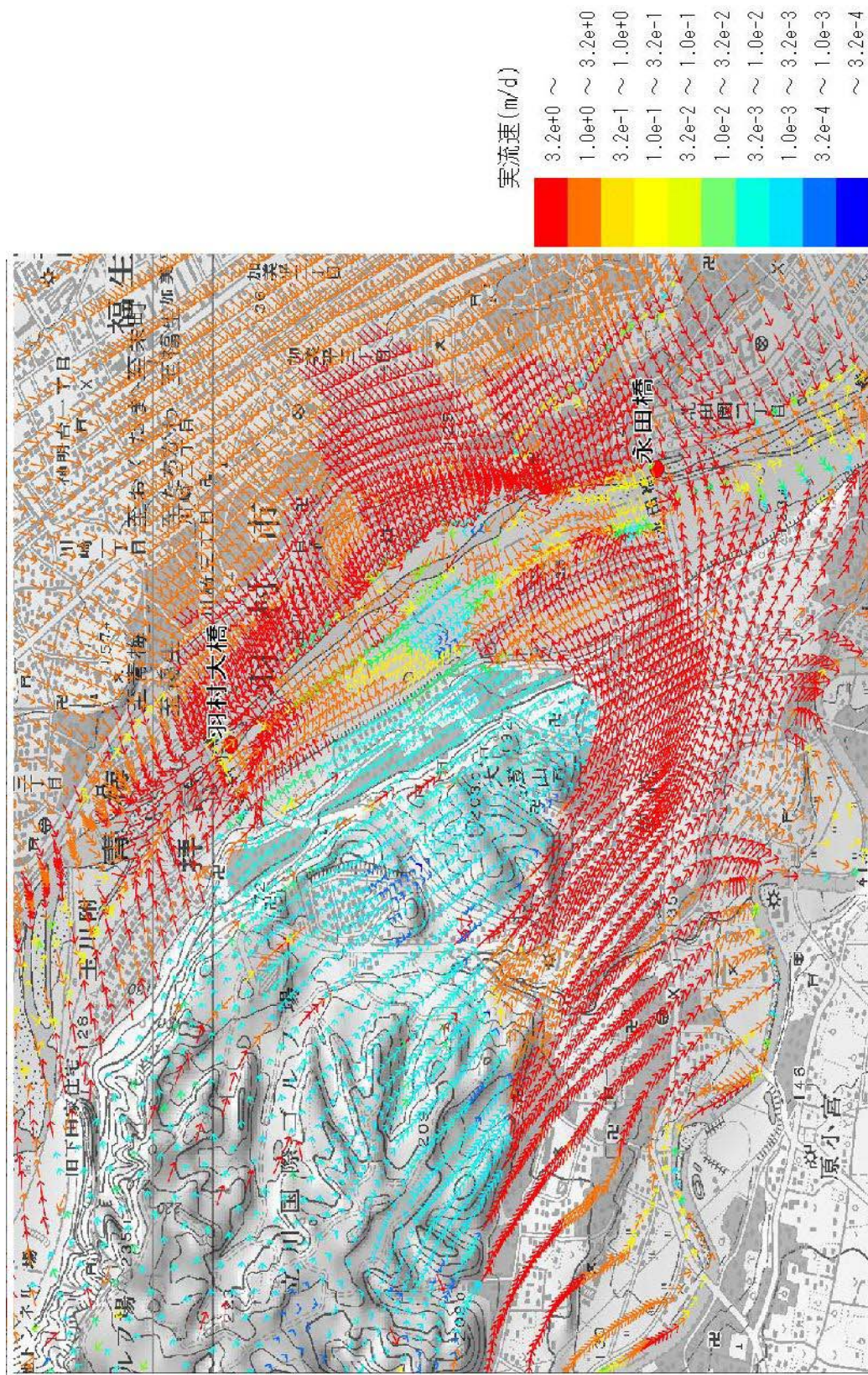


図-4.4.2 永田地区周辺における地下水流速ベクトル図

※ここでは、自由地下水面の流線ベクトルを示している

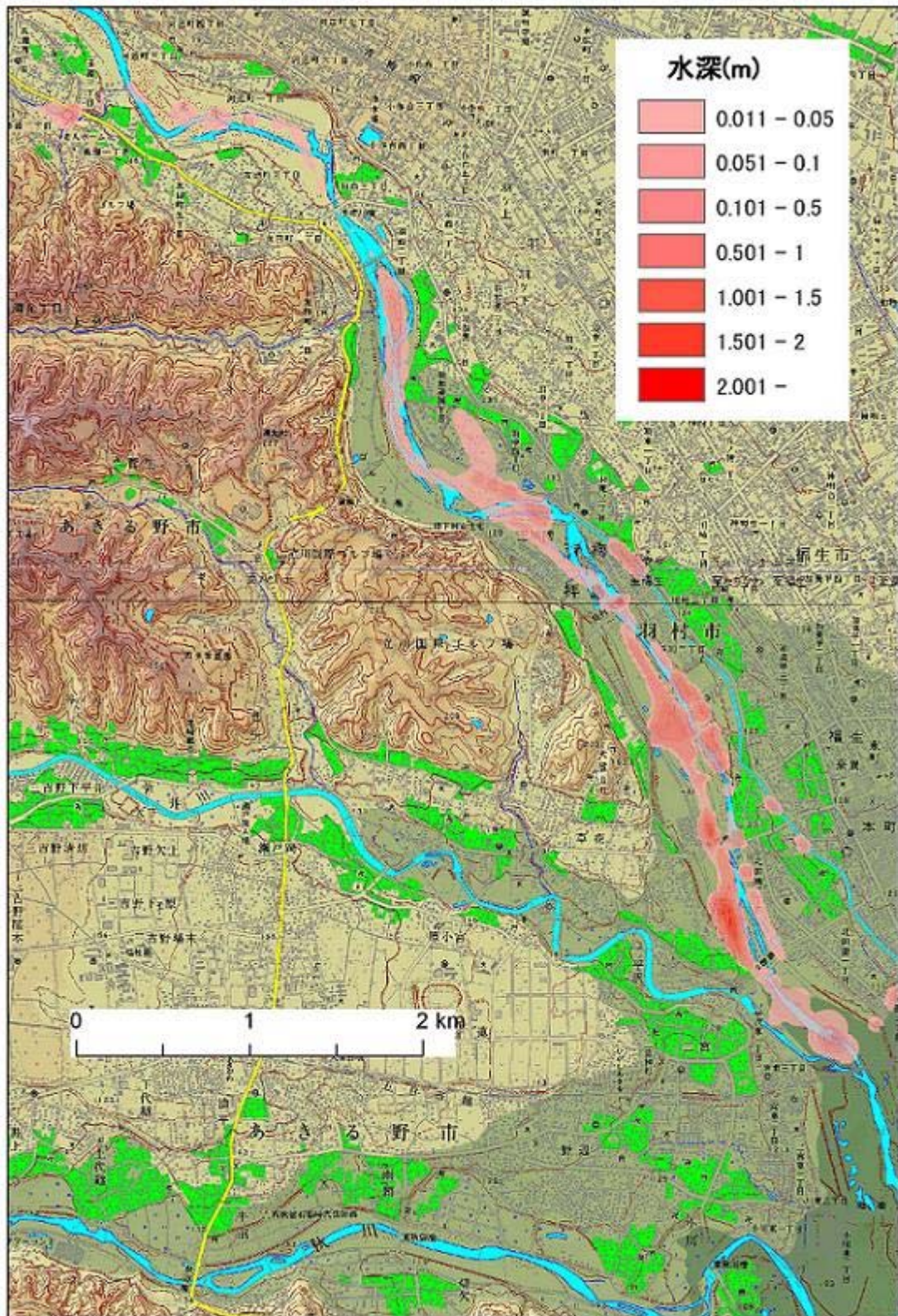


図-4.4.3 解析領域における地表水の再現計算結果（第2層（地表層）における水深で表現）

②物質輸送の基本的特徴

①で計算した地下水の流れ（最終平衡状態）の下での汚染物質の拡散について計算を行った。ここでは、以下の条件を設定したケースを例として示す。

対象物質 : ヒ素

流出物質質量 : 1日 50kg (ヒ素固体量)。

この量のヒ素が、水溶液として連続的に流出するとして計算

分散長 縦分散長 (流れ方向に地下水の流速に先行して濃度がぶれる度合い) : 移行距離の 1/10

横分散長 (流れに直交する方向への濃度のぶれの度合い) : 縦分散長の 1/10

※分散長の概念図を図-4.4.4に示す

分子拡散係数 (分子運動による濃度の拡散の度合い) : $1 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{sec}$

分配係数 (固-液相間や液-液相間の物質溶存比) : 0 (土壌への吸着なし)

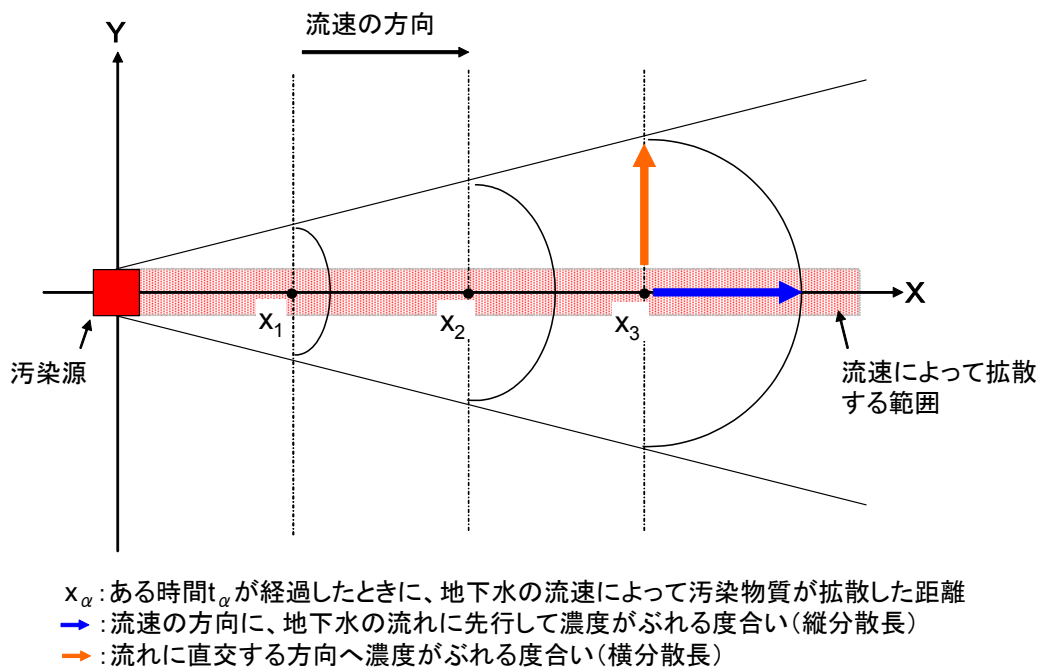


図-4.4.4 分散長の概念図

計算結果を図-4.4.5に示す。図の凡例は、青から緑、黄、赤、黒の順にヒ素の濃度が高くなることを示している。まず鉛直方向下向きに浸透し、不透水層に到達した後は不透水層上面を伝って川に向かって移流・拡散していく様子が分かる。また、連続してヒ素が流出するケースを想定しているため、時間の経過とともに濃度の高い範囲が広がっていくことがわかる。

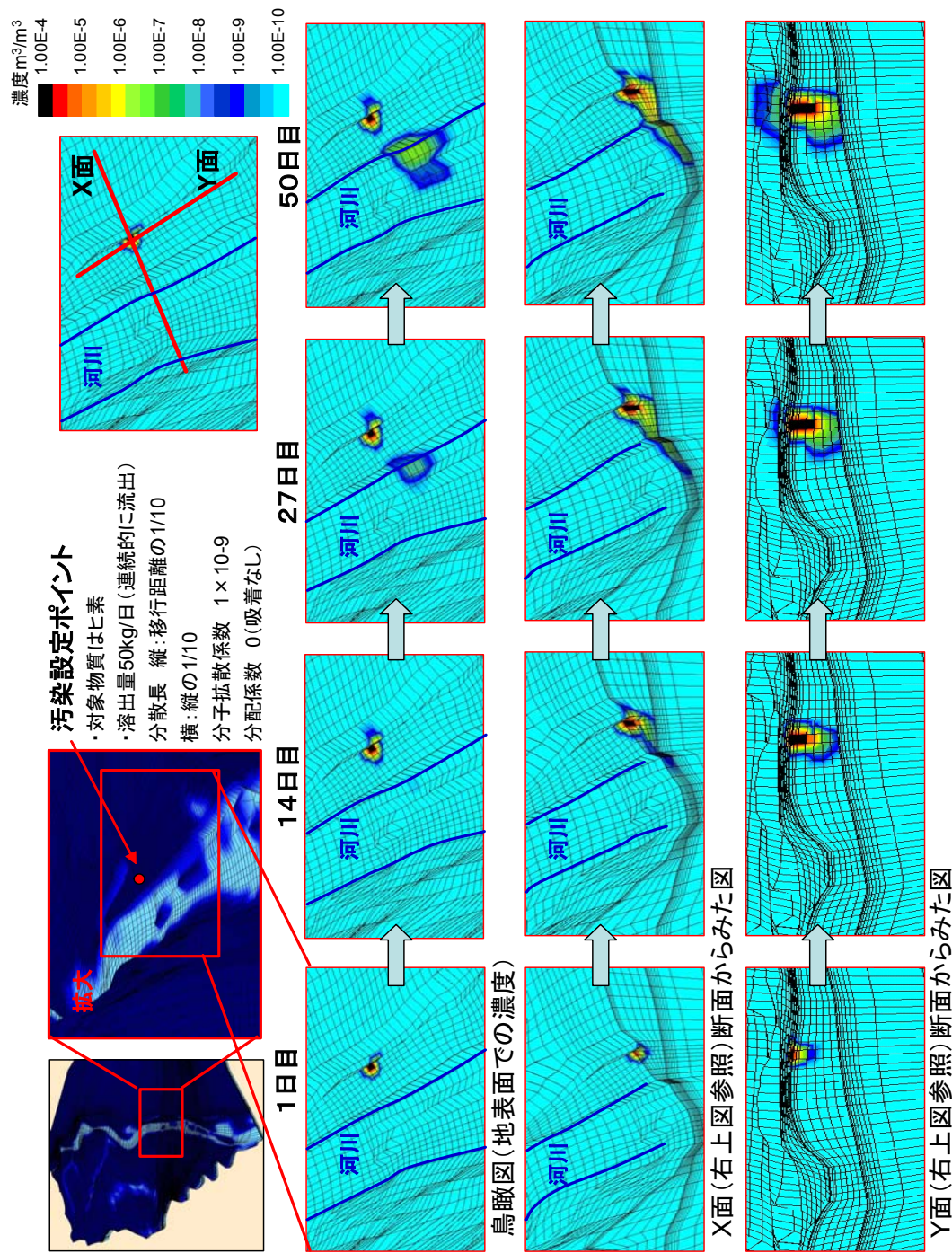


図-4.4.5 ヒ素拡散の経時変化
(1日 50kg のヒ素が水溶液として連続的に流出し、土壌に吸着せず、すべて地下水に溶解して拡散すると仮定したケース)