

津波による地下水汚染リスク評価

大成建設(株)	正会員	○下村 雅則
国際航業(株)	正会員	田島 昭男
(株)地圏環境テクノロジー		佐伯亜由美
(独)産業技術総合研究所	正会員	小原 直樹

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波により、青森県から千葉県までの太平洋沿岸の広範囲に浸水被害が生じた。東日本大震災から約2年が経過し、津波による地下水水質への影響の評価が少しずつ進められているが、その将来的な挙動は十分に評価されていないのが現状である。今後の地下水利用や災害対策を講じていく上でも、種々の地下水情報を収集整理して一元的に分かりやすく提供することや、地下水流動特性から想定される地下水汚染の可能性を適正に評価することが求められている。

本研究では、津波被害が甚大であった仙台平野を対象として水文関連データを収集整理し、広域的視点から想定される三次元的な地下水流況を概観するとともに、大震災に起因する複合災害が地下水環境に与える汚染リスクについて評価を行った。なお、本報告は「地下水汚染リスク評価研究(産業技術総合研究所)」の成果の一部である。

2. 水文関連資料の収集整理

津波による地下水汚染の将来のリスクを評価するため、①気象観測データ、②地下水位データ、③河川流量データ、④地下水利用データ、⑤地質データについて公表されているデータ及び関係自治体の協力のもとで入手したデータを整理しGIS化した。収集整理したデータの一部として地下水位と地下水揚水量分布を示す。

沖積平野である対象地域の地下水位の季節的な変化は図1に示すように夏季に水位が高く、冬季に水位が低い傾向を示している¹⁾。これは灌漑期の地下水涵養の影響であり、過剰揚水による地盤沈下が沈静化している過去10年の経年的な水位変動は横ばい傾向にある。地下水揚水量については、市町村用途別あるいはメッシュ用途別に整理された地下水揚水量データ等を、市町村・字毎の土地利用用途の比率で配分して求め、対象地域の帯水層である上部第四系と洪積砂礫層の取水量の割合は、水文地質図集²⁾の用途・流域別の揚水量表を参考に設定した。図2に全用途、両帯水層の合計揚水量を示す。揚水量が集中している地域が仙台市である。

3. 広域数値シミュレーション

仙台平野を含む広域水循環挙動を評価するため、仙台平野を中心に丘陵部から仙台湾までを含む三次元モデルを作成した(図3参照)。解析領域の水理地質構造は上部から表土、沖積粘土、沖積砂礫、洪積粘土、洪積砂礫、先第四系基盤と区分しモデル化し^{1,2,3)}。解析には統合型水循環シミュレータであるGETFLOWSを用いた。

キーワード 地下水汚染, 津波, 塩水化, リスク

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設株式会社 土木技術研究所 TEL 045-814-7237

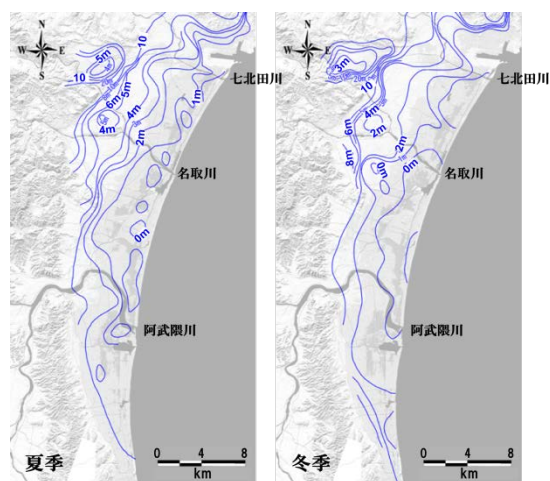


図1 地下水位分布(平成3年)

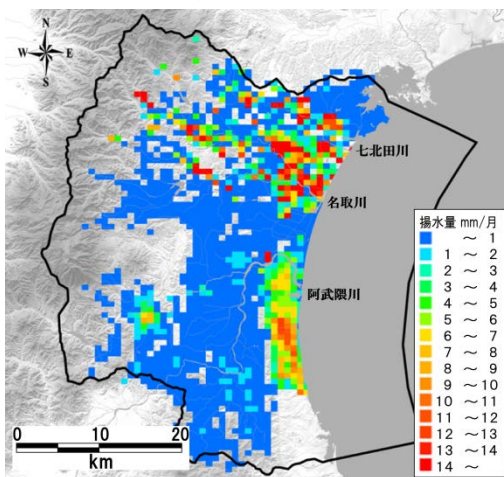


図2 地下水揚水量分布(10年平均)

地下水汚染リスクの将来予測を適正に行うため、はじめに水循環解析により 10 年間の地下水位及び河川流量の再現性を確認した。仙台平野の帯水層を流れる地下水は、主に平野部で涵養した水が起源であり、浅い沖積砂礫層では河川へ湧出、洪積砂礫の地下水は海域へ流出している。図 4 に示すようにその動水勾配は 1/500～1/1000 程度で既往の知見と整合的である。さらに、沿岸部での塩水侵入の再現解析においても、阿武隈川流域において塩水侵入が内陸 2～3km まで進んでいる状況も再現できている。

次に、浸水した領域に海水および津波堆積物に含まれる塩分を地盤高及び堆積物厚さに基づいて地表に与え、密度流解析により津波後の塩化物イオンによる地下水汚染のリスクを評価した。図 5 に一例として沖積砂礫層上部 (GL-5m) の塩化物イオン濃度の将来予測結果を示す。

津波浸水後、少しずつ浅層地下水の塩分濃度は上昇し、その影響は 3 年経過しても広い範囲で残り、10 年経過後には濃度低下傾向が表れる地域と影響が残存する地域が明確になってくるのがわかる。津波の影響が長期化する地域の地質構造を確認すると、地表付近に粘土層が存在する地域であった。これは、津波の浸水により表層の粘土層に浸透して不飽和帯に残留した塩分は、他の地域と比較して降雨の浸透で洗い流されにくいことによるものだと考えられる。

一方、塩水の浸透や降雨による洗い流しの影響が強く表れる浅い地下水と比較して、洪積砂礫層は津波浸水の影響を受けにくい帯水層である。一度塩水化した帯水層の回復は容易ではないため、汚染させないよう適正な利用が望まれる。

4. まとめ

津波による地下水汚染リスクを評価するため、対象地域の水循環の実態を把握し、その流動に伴って変化する地下水中の塩分濃度の影響程度、浄化に要する期間等について整理した。このような一連の検討結果及び検討手順は、対象地域の復旧復興の基礎資料となるだけでなく、想定される南海トラフ巨大地震において、貴重な淡水源である地下水を災害時においても適正に利用する防災計画の策定に貢献するものと考えられる。

5. 謝辞

水循環の実態を把握するための各種データの収集において宮城県、仙台市の関係各位に多大なるご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1)宮城県環境生活部：平成 3 年度地下水盆適正揚水量策定事業報告書。2)東北農政局計画部(1980)：宮城県及び岩手県水文地質図集—農業用地下水調査，宮城県岩手地区調査報告書。3)越谷賢・丸井敦尚(2012) 日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル（第一版）。地質調査総合センター研究資料集，no.564，産業技術総合研究所地質調査総合センター。

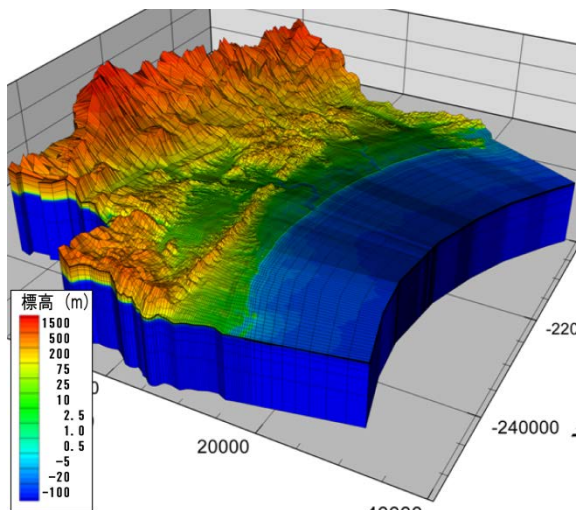


図 3 三次元モデル鳥瞰図

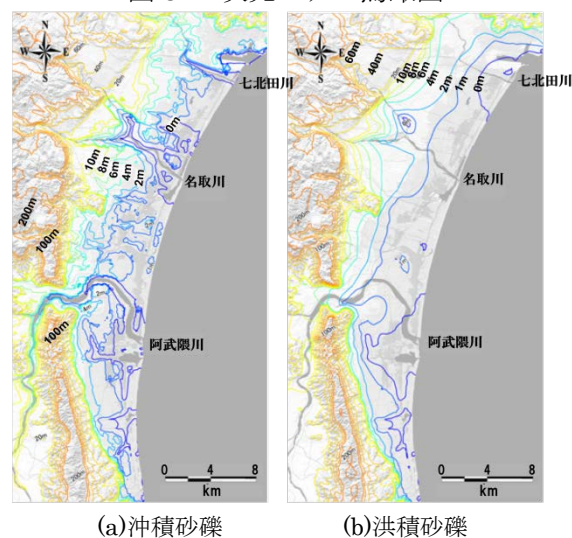


図 4 仙台平野の地下水位分布（計算結果）

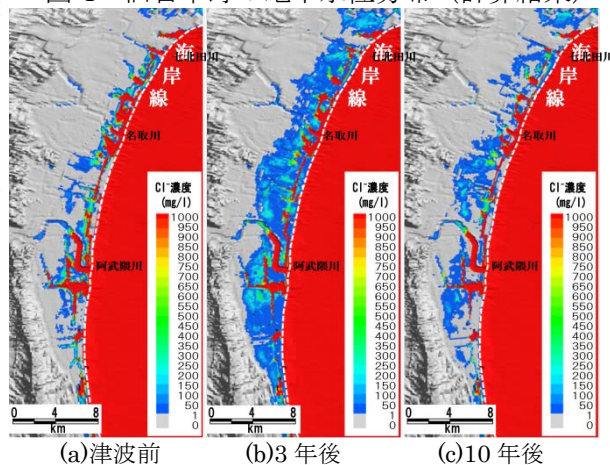


図 5 浅層地下水(GL-5m)の塩化物イオン濃度