

香川県の地下水流動に関する解析的検討

大成建設(株) ○八木 啓介 (正会員)
 (独)産業技術総合研究所 丸井 敦尚 (非会員)
 香川大学 山田 佳裕 (非会員)

1. はじめに

香川県は、降水量が少なく流路延長が短い急流河川が多いという気候や地形条件から渇水が生じやすい地域である。そのため、古くから「満濃池」に代表されるような灌漑用の溜池が多く存在し、1974年には早明浦ダム、池田ダム(吉野川流域)から香川県への水供給を目的とした水路である「香川用水」が、近年では香川用水の調整池である「宝山湖」が建設されるなど渇水対策がなされてきた。これらにより、香川県の渇水問題は大きく改善された。しかしながら、今後の気候変動による渇水リスク¹⁾や2014年に成立した水循環基本法における水資源の管理といった観点から、更なる安定した水資源の確保や利用、管理、保全方法について検討が必要であると考えられる。そこで、本検討では水資源の一つである地下水の有効利用に関する検討に資するため、香川県全域を対象とした広域地下水流動シミュレーションを実施したので報告する。

2. 香川県の地質構造

地下水流動解析を実施するにあたり、香川県内の地質構造について調査し、地質構造モデルを作成した。表1に香川県内に分布する主たる地質の概要を示す。これより、香川県では和泉層群や領家花崗岩類が基盤岩であり、地下水は透水性が高いと予測される第四系が分布する讃岐平野を主に流動していることが予測される。

そこで、地質構造モデルについては、「第四系完新統」、「第四系更新統」、「新第三系」、「基盤岩」の4つに区分することとした。それぞれの地質境界については、堆積層3Dマップ²⁾のデータを、また、地形データとして数値地図50mメッシュ(国土地理院)および海底地形デジタルデータM7000シリーズ(日本水路協会)を用いた。これらデータを基にGeo-Graphia(地層科学研究所)を用いて三次元地質構造モデルを作成した。

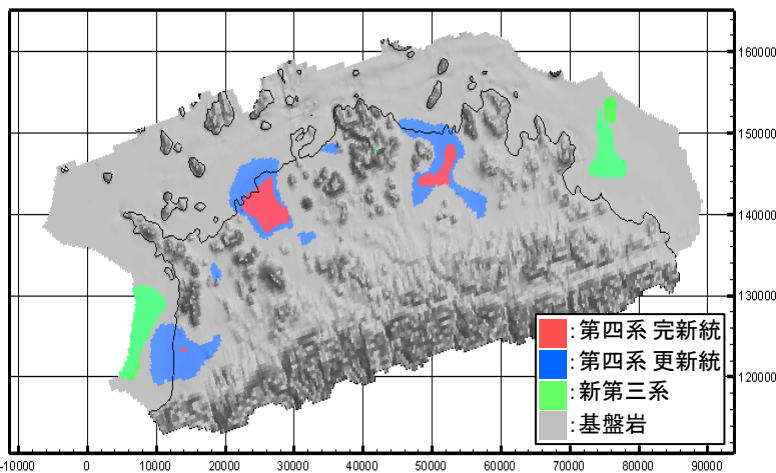


図1に作成した地質構造モデルを示す。

図1 香川県の地形・地質構造モデル(上面図)

表1 香川県の地質概要³⁾

| 地質時代 | | 分布域(名称) | 主な地質 | |
|------|------|-----------------------------------|--|-------------------|
| 第四紀 | 完新世 | 讃岐平野 | 砂層, 砂礫層 | |
| | 更新世 | 主に阿讃山地の北麓にある丘陵地域と讃岐平野との境界部(段丘堆積物) | 礫層 | |
| 第三紀 | 新第三紀 | 鮮新世 | 阿讃山地北麓地域の丘陵地(三豊層群) | 粘土, アルコース, 礫層 |
| | | 中新世 | 讃岐平野と小豆島などの島々に、主に領家花崗岩類を不整合におおって比較的広く各地に分布(讃岐層群) | 凝灰岩, 讃岐岩質安山岩, 讃岐岩 |
| 白亜紀 | | 阿讃山地(和泉層群) | 砂岩, 泥岩 | |
| ジュラ紀 | | 讃岐平野, 備讃諸島(領家花崗岩類) | 花崗岩 | |

キーワード 広域地下水流動シミュレーション, 地質構造モデル, 塩淡境界

連絡先 〒163-0606 新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 29階 大成建設(株)原子力本部 yg-kis00@pub.taisei.co.jp

3. 地下水流動解析

3.1 解析条件

香川県は南部に讃岐山脈、北部、東部、西部は瀬戸内海に面している。これより、香川県内の地下水流動の主たる駆動力は讃岐山脈から瀬戸内海までの地形勾配であり、平野部のような地形勾配の小さい沿岸域では塩水侵入が生じている可能性があると考えられる(図2)。そこで本検討では、淡水と塩水の密度差によって生じる密度依存流を考慮し、塩水と淡水が釣合う状態を求める「塩水洗出し解析」を実施した。また、解析対象領域が広域であるため計算コストが小さく、地形勾配の影響を明確にするため飽和解析とした。解析コードには、離散化手法にMHFEMを採用した地下水流動解析コード⁴⁾を用いた。解析に用いた水理パラメータは既往の文献を参考に決定した(表2)。要素サイズは、平面の長さを約250m~500m、鉛直方向は深度150m以浅を10~30m、151m以深を50~250mとした。総要素数は、457,385となった。

3.2 解析結果

図3に高松平野周辺の地下浅部の地下水流動方向、図4に標高-100mにおける塩分濃度分布を示す。高松平野では、讃岐山脈から第四系分布域に沿い、点在する山を迂回するように瀬戸内海へ地下水が流出していることがわかる。また、塩分濃度分布を見ると平野部沿岸域においては地下深部に塩水の侵入が見られ、高松平野沿岸域周辺の第四系分布域では塩水侵入とともに地下水の流動方向にも変化が見られる。このように地下水流動は、地形や地質に大きく依存し、沿岸域においては塩水侵入の影響も受け、地下水利用が塩水化を促進する可能性が大きいいため、地下水を利用する地域や利用方法(利用制限)については調査とともに更なる検討が肝要である。

4. まとめ

香川県全域を対象とした広域地下水流動シミュレーションを実施し、県内の地下水流動、沿岸域における塩分濃度分布について予測した。このようなシミュレーションが地下水利用や管理、保全方法を検討する上で有効なツールの一つとなるよう、今後は地質構造モデルの詳細化や物性値の調査、揚水など人間活動の影響を考慮するなど、より具体的な条件を取り込んだモデルの構築が必要である。

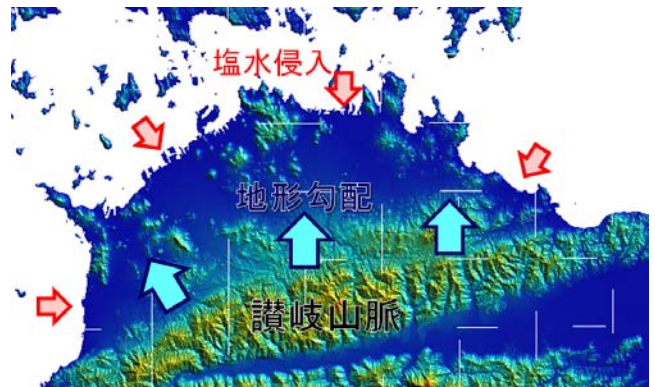


図2 香川県内の地下水流動のイメージ

表2 各地層の透水係数および有効間隙率

| 地層区分 | 透水係数 k [m/sec] | 有効間隙率 n_e [%] |
|---------|-----------------------|-----------------|
| 第四紀 完新世 | 5.62×10^{-6} | 17.8 |
| 第四紀 更新世 | 1.17×10^{-5} | 17.8 |
| 新第三紀 | 7.41×10^{-7} | 10.4 |
| 基盤岩 | 4.41×10^{-7} | 6.3 |

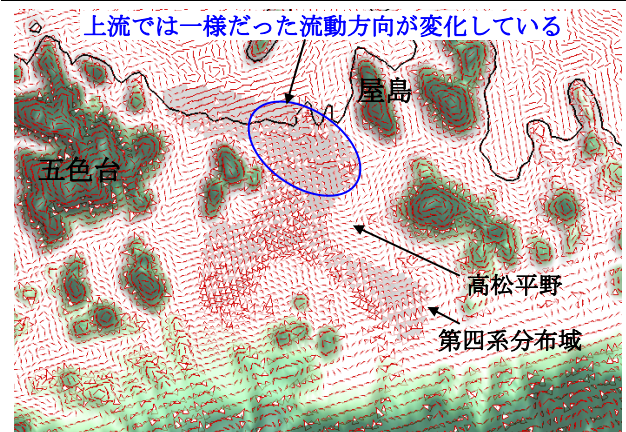


図3 高松平野周辺の地下水流動方向

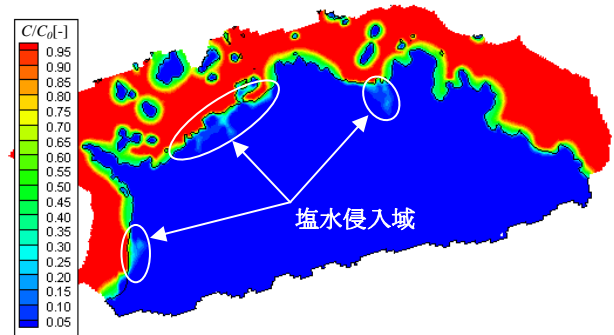


図4 塩分比濃度分布 (EL = -100m)

¹⁾ 国土交通省 社会資本整備審議会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会(2014)：今後さらに取り組むべき適応策(湧水)について、第16回 気候変動に適応した治水対策検討小委員会 配布資料3

²⁾ 越谷ら(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)，産業技術総合研究所 地質調査総合センター研究資料集 no.564

³⁾ 日本の地質『四国地方』編集委員会(1991)：日本地質8 四国地方，共立出版株式会社

⁴⁾ 小野ら(2014)：地下水流動に関する諸問題への混合型有限要素法の適用，地下水学会誌，第56巻第3号 213-224