

静岡平野および駿河湾を対象とした地下水流動シミュレーション

大成建設株式会社 〇八木 啓介（正会員）、小野 誠（正会員）、井尻 裕二（フェロー会員）
 独立行政法人産業技術総合研究所 丸井 敦尚（非会員）
 株式会社地層科学研究所 細野 賢一（正会員）、富永 英治（正会員）
 株式会社地圏環境テクノロジー 多田 和広（非会員）、佐伯 亜由美（非会員）

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設の安全性については、地下水流動が緩慢な領域、すなわち滞留性地下水が存在しうる領域を事前調査で把握することが重要となる。沿岸域は、淡水と海水の密度差による地下水動水勾配の低減や海水準変動に起因する淡水トラップ、深部に存在する古海水など滞留性地下水が存在する可能性が高い地域であり、安全評価上優位となることが期待できる。しかしながら、沿岸域の地質環境については、堆積岩地域や結晶質岩地域に比べ調査の実績が少ないのが実状であった。近年では産業技術総合研究所（以下、産総研）により、沿岸海底下の地質環境の調査評価手法の開発および高度化、試験的な現地調査など、沿岸域においても精力的に研究開発が実施されている¹⁾。本検討では、前述した研究の一環として静岡平野および駿河湾の地下水流動を把握することを目的に、地質構造モデルの構築および広域密度流解析を実施したので報告する。

2. 地質構造モデルの作成および、静岡平野の地下水流動について

3次元地質構造モデルの作成には Geo-Graphia（地層科学研究所）を用いた。地質構造モデルの構築に必要な地形・地質データは堆積層 3D マップ²⁾を基本データとした。堆積層 3D マップは、公開論文等による調査結果を地質年代で整理し、1 km メッシュあたりの地質境界面の深度情報として電子化された地形・地質データである。堆積層 3D マップにおける地質区分は上位層から、Holocene (H: 完新世), Quaternary (Q3, Q2, Q1: 第四紀), Neogene (N3, N2, N1: 新第三紀), Pre-N1 (Base Rock: 基岩盤) の層序で管理されている。なお、解析対象領域において、堆積層 3D マップが網羅されていない範囲については海域地質構造データベース（産総研）、数値地図メッシュ 50 m（国土地理院）等を補足的に追加した。

また、静岡平野、駿河湾において富士山の地形勾配による高いポテンシャルは、地下水流動に与える影響が大きいと考えられる。富士山の地下水流動については既往の調査^{例えば3),4)}によってメカニズムについて考察されている。特徴的なものとして富士山に涵養した雨水は古富士泥流層表面で地下川として流れるとされている（図 1）。このような地下水流動を再現するために富士山については地質調査結果に基づき「新富士火山」、「古富士火山」、「古富士泥流層」、「小御岳」の 4 層に分けて構築した。図 2 に構築した 3 次元地質構造モデルの俯瞰図を示す。

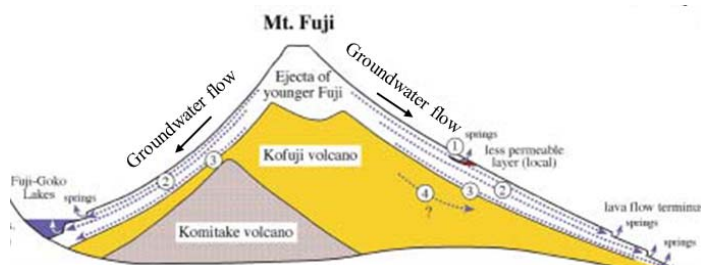
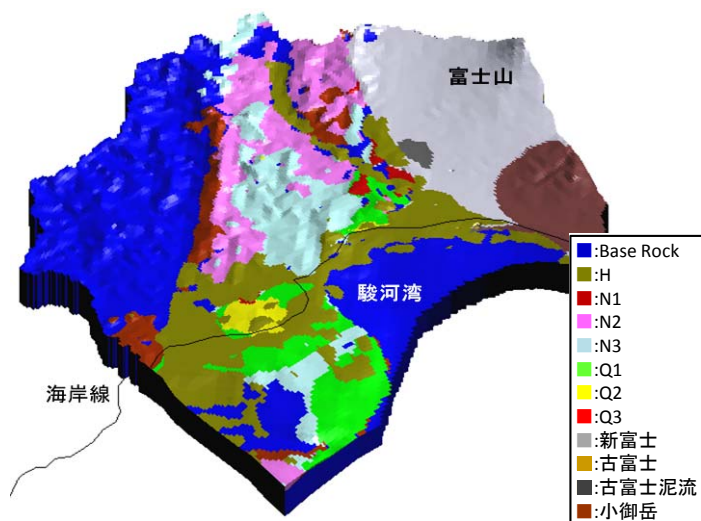
図 1 富士山の模式断面図と地下水流動系⁴⁾

図 2 静岡平野の 3 次元地質構造モデル

キーワード 地下水流動シミュレーション、塩淡水境界、地質構造モデル、広域密度流解析、駿河湾、富士山
 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. 2 広域密度流動解析

3. 1 解析条件

本解析では、積分型有限差分法による汎用地圏流体シミュレータ GETFLOWS（地圏環境テクノロジー）を用いた。支配方程式は、水、空気、質量保存則、移流分散方程式とし、これらを強連成で解くことで気液2相を考慮した密度流解析とした。解析に用いた3次元格子は平面解像度を300(m)×300(m)程度、鉛直方向の解像度は、浅層部で300m以下、基盤は1,000m以下とし、総格子数は1,244,376となった。境界条件は、陸域の地表には過去の降雨データ等を基に設定した涵養量を与え、海底面には、

表 1 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 [-]
Base Rock	2.0×10^{-7}	0.05
H	3.4×10^{-5}	0.20
N1	3.1×10^{-7}	0.10
N2	5.0×10^{-7}	0.10
N3	6.5×10^{-7}	0.10
Q1	9.6×10^{-7}	0.15
Q2	3.9×10^{-6}	0.15
Q3	1.8×10^{-5}	0.15
新富士	1.0×10^{-5}	0.20
古富士	1.0×10^{-5}	0.15
古富士泥流層	1.0×10^{-11}	0.10
小御岳	1.0×10^{-6}	0.15

水深と塩水密度から計算される水圧を固定条件とした。また、移流分散方程式の境界条件として陸域を淡水、海域を塩水相当の濃度固定条件とした。なお、領域側面、底面については不透水境界とした。

解析に用いた透水係数と有効間隙率を表1に示す。これらの値は既往の文献^(例えば5),6)や現地調査結果を参考に決定した。また、海水の密度は、一般的な値として $1.025 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ とした。

3. 2 解析結果

図3に富士山断面の飽和度分布、図4に解析領域内断面における塩分濃度分布図を示す。図3より、新富士と古富士泥流層の境界で飽和度が高い領域が形成されていることがわかる。これは既往の文献^(3),4)で報告されている古富士泥流層表面に流れる地下川を再現できたといえる。また、図4の断面図より淡水が浅海域へ押し出す傾向にあることがわかる。これは、後背山地の高いポテンシャルや、富士山に涵養した雨水が海岸線周辺まで分布する古富士泥流層に沿って浅層部を流れるためであると考えられる。

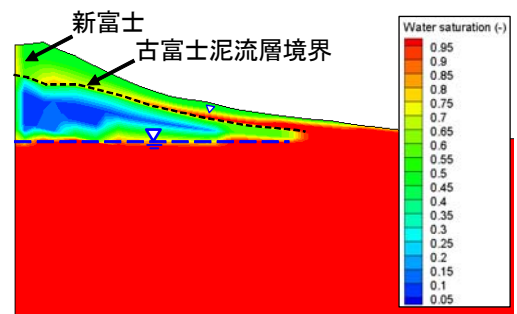


図 3 富士山断面の飽和度分布

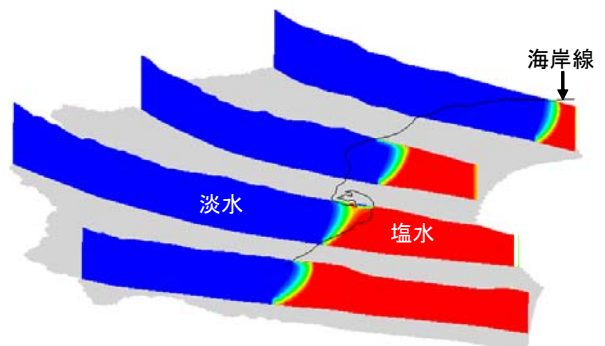


図 4 塩分濃度分布

4. まとめ

静岡平野の地質構造モデルを構築し、広域密度流解析を実施した。これより、富士山の特徴的な地下水流動を再現し、それが海岸線周辺で塩淡水境界に影響を与えることを確認した。本検討は、沿岸域における地下水流動に影響を与える塩淡水境界や断層について調査評価技術の信頼性の向上に寄与するものである。

謝辞

本検討は、経済産業省資源エネルギー庁「海域地質環境調査技術高度化開発」の成果の一部である。

¹⁾ 独立行政法人 産業技術総合研究所(2013)：海域地質環境調査技術高度化開発成果報告書，経済産業省エネルギー資源庁 (URL : <http://www.enecho.meti.go.jp/rw/library/library05.html>)

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(URL : <https://www.gsj.jp/researches/openfile/openfile2012/openfile0564.html>)

³⁾ 土(2007)：富士山の地下水・湧水，富士火山，山梨県環境科学研究所，pp. 375-387

⁴⁾ 安原ら(2007)：富士山の地下水とその涵養プロセスについて，富士火山，山梨県環境科学研究所，pp. 389-405

⁵⁾ 梅田ら(1995)：日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成，日本地下水学会誌第37巻第一号 pp.69-77

⁶⁾ 村上(1984)：富士地区における溶岩層の水文地質的特徴，日本地下水学会誌 第26巻 第4号 1984