

P26. 東京都世田谷区～杉並区における地質条件を反映した

地下水面と地下水流動の検討

Groundwater surface and groundwater flow estimated from the lithology
in the Setagaya and Suginami district, Tokyo, central Japan

船引彩子（日本大学工学部）・竹村貴人（日本大学文理学部）・濱本昌一郎（埼玉大学大学院理工学研究科）

小松登志子（埼玉大学大学院理工学研究科）

Ayako Funabiki, Takato Takemura, Shoichiro Hamamoto, and Toshiko Komatsu

1. はじめに

東日本大震災及に伴う原発事故以降、再生可能エネルギーである地中熱を利用したヒートポンプの導入が各自治体、企業などで促進されつつある。しかし実際にヒートポンプを導入した場合の地下の熱汚染や地下水流動への影響については不明な点が多く、今後の大きな課題となっている。本研究は、ボーリング資料から作成した三次元地質モデルや地下水情報を利用し、首都圏での地中熱利用に伴う影響を事前評価した結果を報告するものである。

2. 対象地域および研究手法

関東平野西部には武蔵野台地に代表される更新世後期以降の段丘地形が広がる。本研究では下末吉面の淀橋台地西端（稲子ほか、1978）で掘削されたCRE-NUCHS-1 コア（船引ほか、2011）を中心とした東西 5000m×南北 5000m の範囲でボーリング資料を収集し、熱汚染の影響が予想される地下 20～30m の範囲で、関東ローム・段丘礫層および上総層群の分布域を明らかにした(図 1, 2)。使用したボーリング資料は 200 本余りである。すべてのデータは GIS ソフト ArcGIS を用い、処理を行った。

地下水面は、ボーリング掘削時の孔内水位を GIS ソフトの ArcGIS を用いてプロットし、逆距離荷重補間法 (IDW: inverse distance weighted interpolation) を用いて半径 100 m 以内の最も近い 4 点から標高値を内挿してラスタに変換し、データを補完して 100m メッシュの数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) を地下水面として作成した。

さらに岩相を考慮して平均熱伝導率を求め、地下水位から求めた地下水の流向・流速について検討した。平均熱伝導率の算出法は、礫、砂、シルト、粘土等のそれぞれの熱伝導率の逆数を、礫、砂、シルト、粘土等のそれぞれの層の厚さで掛け算して、それらを合計したものをコアの長さで割り算し、出てきた数値を逆数とした。すなわち層の厚さを $L_a, L_b, \dots$ 、熱伝導率を $k_a, k_b, \dots$ とすると、

平均熱伝導率 $= (L_a + L_b + \dots) / \{ (L_a/k_a) + (L_b/k_b) + \dots \}$ となる。ただし、表土は計算に入れてない。それぞれ

の熱伝導率は (Gale, 2004) を参考に以下の数値で計算した (単位: $W \cdot m/m^2 \cdot K$)。腐植土は粘土、土丹はシルトの熱伝導率を代用した(図 3)。

礫・砂	0.77
シルト	1.67
粘土	1.11
ローム	0.91
地下水面下の礫・砂	2.50
地下水面下のシルト・粘土	1.67

また、Arc GIS のダルシーフロー解析機能と孔内水位から得られた地下水面データを用い、帯水層の分布やその中での地下水流速を求めた(図 4)。水頭勾配を Δh 、礫の厚さを b 、間隙率を n 、透水率を T とすると、浸透流速 $V = T\Delta h/bn$ となる。

計算に用いた平均透水係数は以下のとおりである。

礫	10^2
砂	10^5
シルト、ローム、土丹	10^8
粘土、腐植土	10^{11} (単位: m/s)

有効間隙率は以下の値を用いた。

礫・砂	0.2
シルト・ローム・土丹	0.1
粘土・腐植土	0.05

3. 結果と考察

地質

研究対象地一帯の地質は、関東ローム層の下位に段丘礫層が分布し、層厚は一般に 2～5m である。礫層の下位、深さ 30～40m の範囲には、東京層や中期更新世に堆積した海成層を主体とする上総層群が分布し、2～3 枚の礫層を伴っている。この礫層中、最上部の礫層が東京礫層で段丘礫層と直接接している箇所もある。

段丘礫層は比較的連続性の良い砂礫層からなり、主に神田川・北沢川・烏山川の流路沿いに厚く集中している。また下末吉面の中央部では段丘礫層の分布が見られず、上総層群や下末吉層とみられる砂層やシルト層を直接ローム層が覆っている。

神田川、善福寺川、北沢川、烏山川等の低地部には、粘性土・腐植土層を主体とした層厚数メートルの軟弱

な沖積層が分布する。

地下水面の検討

ボーリング資料の孔内水位から得られた地下水面の傾斜は、全体的に地形と調和的で西高東低を示し、地下水は東に流下していることを示唆している。ほぼ全ての地点で地下水位は段丘礫層よりも上位のローム層中に位置している。地質構造から判断すると停滞性の地下水であり宙水の可能性も示唆されるが、世田谷区・杉並区が発行している地下水面図の深度とも調和的であり、対象地域の被圧地下水と宙水の区別がつきにくくなっていることを示している。

熱伝導率及び地下水流速

平均熱伝導率を計算した結果、段丘礫層の集中する地域では特に熱伝導率が高く、地下水流速（浸透速度）も速い傾向が見られた。このことから、当地域においては礫層の厚さを地中熱利用の適地選定を考慮する条件のひとつとすることができる。

今後は CRE-NUCHS-1 コアを中心に地下熱物性と地下水流動のモニタリングを行い、ボーリング資料を使った熱物性評価手法の開発をする予定である。

謝辞：本研究は、科学技術振興事業団「JST」の戦略的基礎研究推進事業「CREST」における研究領域「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」の研究課題「地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発」の支援により行った。

文献：引用文献

- 船引ほか（2011）東京都世田谷区で掘削されたボーリングコア CRE-NUCHS-1 の堆積相と堆積物性。日本地質学会 2011 年大会要旨集。
- Gale, I. （2004）GSHP Site Characterization. Carbon Trust research, development and demonstration projects, 2002-08-026-4-3, Final project, report.
- 羽鳥（2004）武蔵野扇状地の地形発達。地学団体研究会。
- 稲子ほか（1978）日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 13, 31-42.
- 小森ほか（2000）日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 35, 115-124.
- 中山・川合（2009）平成 21. 都土木技術支援・人材育成センター年報, 253-258.

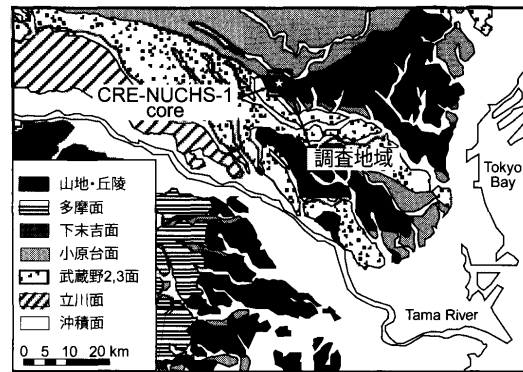


図 1. 調査地域位置図

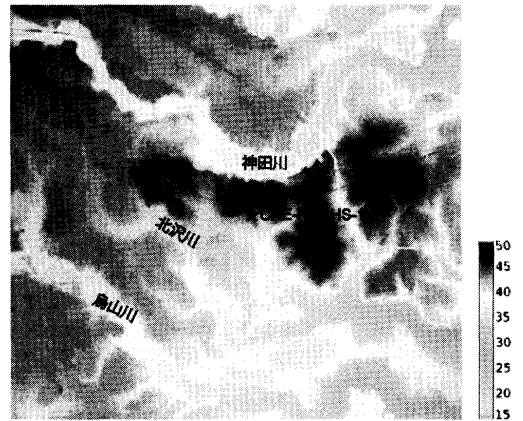


図 2 調査地域の標高図(m)

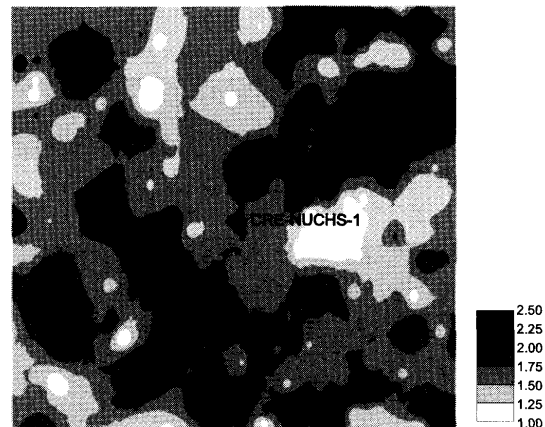


図 3 調査地域の平均熱伝導率(W/m・K)

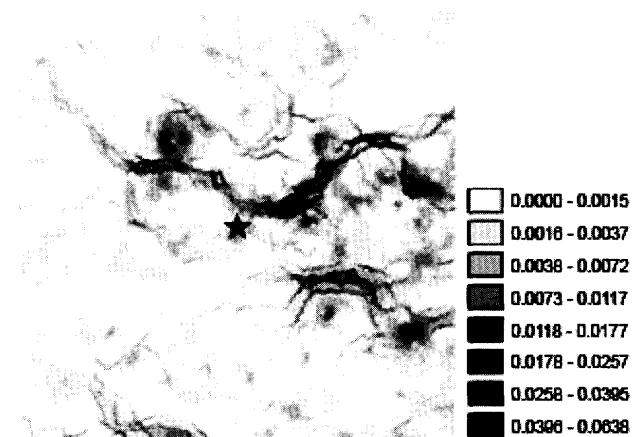


図 4 調査地域の地下水流速(m/s)