

富良野盆地を対象とした地下水流動・熱輸送モデルの構築

森野祐助*

Construction of 3D regional groundwater flow and heat transport model in Furano basin, Hokkaido

Yusuke MORINO*

* 北海道立総合研究機構地質研究所 Hokkaido Research Organization, Geological Survey of Hokkaido, Kita 19-Nishi12, Kita-ku, Sapporo, Japan. E-mail: morino-yuusuke@hro.or.jp

キーワード：富良野盆地，地下水流動，熱輸送，FEFLOW

Key words：Furano basin, groundwater flow, Heat transport, FEFLOW

1. はじめに

近年，公共施設や工場，住宅等で，地下浅所（約 100m 以浅）の熱（地中熱）を利用する地中熱ヒートポンプ（GSHP）の採用が進んでいる．地下水の流れが存在する場所に GSHP を設置すると，地盤の熱伝導のほか地下水による移流効果が見込め，採熱量の増加が期待できる．本研究では，GSHP の設計に重要な「地下水流速分布」および「地温分布」を机上で推定するための「地下水流動・熱輸送モデル」を富良野盆地を対象に構築した．

2. 水理地質構造

富良野盆地は，第四紀層により埋積され，盆地の東西両縁が活断層により限られる構造盆地である．盆地周辺では十勝火砕流堆積物が白亜系および新第三系を覆っている．火砕流の堆積に先行する盆地埋積層は知られていないことから，盆地の成立は十勝火砕流堆積物（FT 年代でおよそ 120 万年前）の堆積以降と推定される（田近ほか，2007）．第四紀以前の地層の大部分は，堅固に固結しているため，透水性が低い水理地質基盤である．また丘陵地を構成する十勝火砕流堆積物も溶結しているため本研究では水理地質基盤として扱う．

3. 地下水流動・熱輸送解析モデル

3.1 対象地域

対象となる富良野盆地を含む分水嶺を囲むように，東西 65km，南北 75km を解析対象地域に選定した．

3.2 計算プログラム

本研究では帯水層区分に基づく流動解析と熱輸送解析を目的とするので，予測モデルのうち，3 次元多層帯水層系モデルを使用した．計算には 3 次元多層帯水層系モデル計算を行う際の精度が良く，国際的に汎用性の高い有限要素プログラムである 3 次元地下水流動・熱輸送計算シミュレーションソフト「FEFLOW」（DHI-WASY 社製）を用いた．

3.3 格子レイアウト

計算領域の水平面は 1km 間隔のグリッドに分割した．鉛直方向には，現地地形，水理地質基盤上面深度（森野・小澤，2016）を入力して，2 レイヤーに分割した．各レイヤ

ーは上位より容水地盤（富良野盆地埋没層），水理地質基盤を表す．

3.4 パラメーター

地下水流動・熱輸送のパラメーターを第 1 表のように設定した．

3.5 境界条件

水頭境界はレイヤー 1 の上面に河川標高を入力して固定した．温度境界は周辺の温泉ボーリングの温度検層結果からモデル基底面（標高-500m）を 23.3°C で固定した．

以上の条件で定常解析を実施した．

4. 解析結果

4.1 平均地下水流速分布

数値計算で求めた地下水流速分布から各地域の深度 -10m から -50m まで地下水流速を 10m 毎に抽出し平均値を求めた（第 1 図：左）．平均地下水流速は地形勾配が急な盆地東縁部と南西部で早く（0.5～1m/day），地形勾配が緩やかな盆地中央の低地部で遅い（0.01～0.05m/day）解析結果になった．

4.2 平均地温分布

数値計算で求めた地温分布から各地域の深度 -10m から -50m までの地温を 10m 毎に抽出し平均値を求めた（第 1 図：右）．平均地温は中央の低地部で高い（14.0～16.0°C），解析結果になった．

5. まとめ

富良野盆地を対象に地下水流動・熱輸送解析を実施し富良野盆地の地下水流速分布と地温分布を推定した．その結果，地下水流速分布は盆地東縁部と南西部の地形勾配が急な地域で速く，地温分布は盆地中央の低地部で高い解析結果になった．

本研究で作成した地下水流動・熱輸送解析モデルは現地調査と資料収集で得られた地下水位分布と温度検層結果を用いてモデル評価を行った．しかし地下水流速については評価が難しいため，GSHP 導入時に実施する熱応答試験の結果などを収集して評価する事が今後の課題になる．

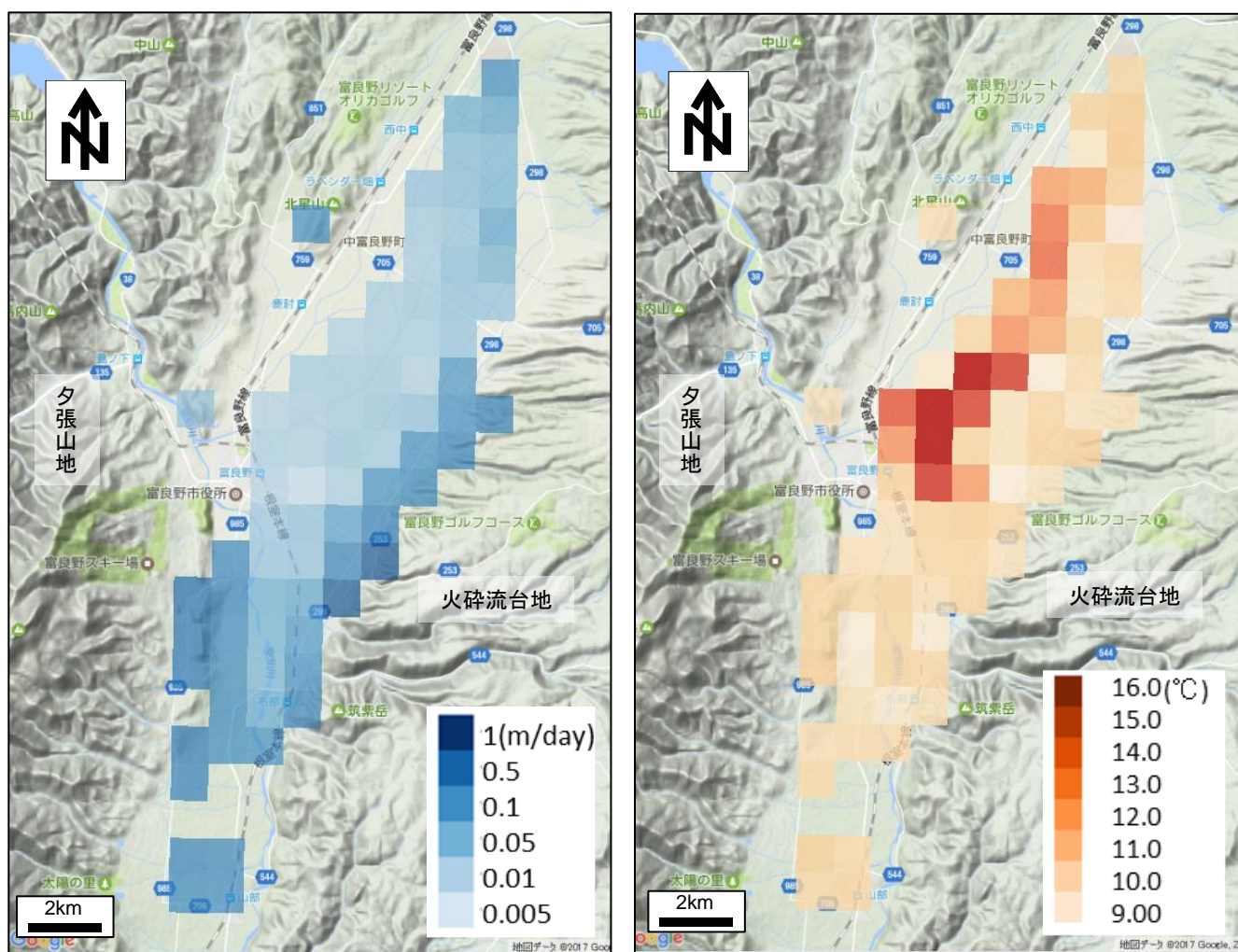
文 献

田近 淳・小坂橋重一・大津 直・廣瀬 亘・川井武志(2007)
北海道中央部の活断層と大規模地すべり地形. 地質学雑誌, 113, 補遺, 51-63.

森野祐助・小澤聡 (2016) Terramod-BS を用いた水理地質境界面の推定. 情報地質, 27, 70-71.

第1表 パラメーター

Geology	Layer	Fluid flow				Heat transport			
		Conductivity (m/sec)		Specific storage Ss	porosity	Volumetric heat capacity (MJ/m ³ /K)		Thermal conductivity (J/m/s/K)	
		x,y	z			Fluid	Solid	Fluid	Solid
Quaternary system	Layer 1	1.00E-04	1.00E-05	1.00E-05	0.25	4.2	4.9	0.6	1.6
Hydrogeological basement	Layer 2	1.00E-06	1.00E-07	1.00E-07	0.1	4.2	4.9	0.6	1.3



第1図 数値計算で推定した深度0-50mの平均地下水流速分布(左)と深度0-50m平均地温分布(右)