

# 2009 年度 陸域環境研究センターセミナーの記録

2009. 5. 26 第 102 回セミナー・水文談話会 参加者 18 名

吉澤拓也（（独）産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ）

「地下水シミュレーションによる深部地下水流動評価の現状と課題および対応策について  
－はざとり法による移流・拡散場の区分と深部地下水流動の定量的評価手法に関する研究－」

## 1. はじめに

深部の地下水流動は原位置データが乏しくその挙動には不明な点が多い。これは深部の地下水流動速度が非常に小さく、原位置での流速の精度良い評価は高度な技術を要するのみならず、多大の時間と経費を必要とするためである。また、近年沿岸域での塩水侵入や放射性廃棄物地層処分および二酸化炭素地中貯留への関心が高まり、こうした社会的な背景からも深部の地下水流動の把握が重要となっている。筆者は深部の地下水流動の評価に際して、浅部と深部を区分して評価するアプローチ（はざとり法）を提案した。このアプローチでは流速が大きく変化する境界で浅部と深部を区分し、深部の地下水の低流動域を抽出することで、深部地下水流動の特性（低流速、密度差による駆動力など）に着目した検討が行える。

## 2. 研究方法

解析対象は関東平野の帯水層分布域とした。はざとり法の第 1 段階として深度 2,000 m までの連続したデータが得られ、地下水流動との理論的な関係が明らかになっており、かつ全国をカバーしたデータベースの存在する地下温度データを再現対象とした地下水流動・熱輸送解析により行うこととした。温度データを用いた流動場区分に次いで、第 1 段階で低流動域とされた帯水層を対象として（高流動域とされた帯水層をはざとって）塩分濃度データを再現対象とした地下水流動・物質輸送解析を行い地下水流速を定量的に評価した。

## 3. 結果

第 1 段階の解析の結果、関東平野の帯水層のうち上総層群上部層の下面を境界として、上部と下部で高流動域・低流動域に設定したモデルが最も良く地下温度分布を再現できた。次いで行った低流動域に区分された帯水層を対象とした地下水流動・物質輸送解析では、塩分濃度データの再現性は、帯水層の水理パラメータよりも上部からの浸透量に対する反応が大きくなった。そのため、再現精度の向上には上部からの浸透量のより精度良い把握が重要と考えた。

## 4. まとめ

これまでの研究結果より浅部と深部を区分して評価するはざとり法により深部地下水流動を定量的に評価する手法開発に目処が立ったが、先述した上部からの浸透量との関係や、水収支および深部地下水の流出先についてさらなる検討が必要である。また本手法は全国規模への適用を想定しており、そのための方策もあわせて検討していく。

日本の平野・盆地の地下には、厚い堆積物が伏在し、周囲の山地から流動する地下水が賦存している。平野・盆地に賦存する地下水資源には、地球温暖化に伴い増加する水資源のリスクへの対処などから関心が集まっている。また、地下水資源に対する関心は、未利用水源の賦存量として、これまで利用されてきた浅部地下水から深部地下水へと広がっている。地層中に賦存する地下水の流動は、堆積物の分布・性質に規制されている。それは、深部地下水の流動においても同様であり、例えば、本邦最大の地下水盆である関東平野では、地下水が流動する深度が3,500 m程にまで達し、地層の傾く箇所では、地下水の流動が速く、天水から深部地下水への涵養量も大きい。このことから、未利用水源としての深部地下水を含め、平野・盆地に賦存する地下水資源を活用するには、浅部から深部にまで及ぶ堆積物の分布・性質を把握する必要がある。しかし、堆積物の深度分布は、これまでに主な平野・盆地ごとに評価がなされていたが、日本列島に及ぶ広域を統一的に評価した研究がなされていなかった。

このため、本研究では、日本列島の平野・盆地における新第三系以降の堆積物の深度分布を、地質図とボーリングデータを用いて地球統計学的手法によって補間し、地質時代ごとに堆積物の深度分布図を作成した。地質時代の区分は、産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）（2003）による100万分の1数値地質図の区分に従った。深度分布図は、グリッドデータとして整理し、作成した堆積物の深度が、上位の堆積物の深度より浅い場合には、同位置における上位の深度に置き換えた。また、地表に対象より古い時代の地質が分布する場合には、同位置における地表面の標高に置き換えた。境界面の補間精度は、境界データを標本値とした交差検証で評価した。標本値と推定値の差は、外れ値によって全体の範囲が大きくなるものの、中央値が0付近、第1四分位点と第3四分位点の範囲が20～28であった。このため、補間の精度は、概ね良好と判断された。

作成した深度分布図を見ると、平面的な深度分布の特徴は、東日本が西日本より標高の低い箇所が多く、その範囲が広がった。地質時代ごとの特徴は、時代が古いほど標高の低く分布する範囲が広く、地形の区分（流域界となる様な尾根）を越えて連続した。深度分布は、深部ほど広く連続するため、深部の地下水資源の開発においては、広範囲にわたる影響評価を行う必要が考えられる。また、作成した深度分布図から求められる地層の体積と仮定した有効間隙率を掛け合わせることで、地質時代ごとに堆積物の地下水賦存量を見積ることができるようになった。本研究では、統一的な観点で全国規模の評価を行ったため、データの少ない地域や新たに調査を行うことが困難でデータの増加が認められない地域でも、同じ視点から評価できるようになった。

2010. 2. 24 第 103 回セミナー 兼 第 67 回計算科学コロキウム 参加者 6 名

Siegfried Raasch (Leibniz Universität Hannover, Germany)

High Resolution Large-Eddy Simulations of the Atmospheric Boundary Layer Using Massively Parallel Computer Architectures

Large eddy simulation (LES) has been for many years a tool for fundamental research of turbulent flows. Compared with Reynolds-averaged (RANS) models, LES models are based on the volume-averaged Navier Stokes equations which allows them to explicitly resolve all scales of turbulent motions larger than the applied filter width. Eddies smaller than this filter width have to be parameterized by a so-called subgrid-scale (SGS) model. If the main energy containing eddies are well resolved by the numerical grid, the turbulent transport by the SGS eddies is small compared with the total transport, and the quality of the SGS model becomes less important. Initially applied to study convective atmospheric boundary layers, LES is meanwhile used in many fields of science. This is mainly the consequence of the increase in available computer resources because LES requires both large amount of memory and CPU time. State-of-the-art massively parallel computers now offer a wide variety of new applications. Currently available computer resources allow for numerical grids with up to 20003 grid points and even more. Beside for the fundamental research of neutral and stable stratified flows, where the typical eddy size is much smaller than for pure convectively driven flows, LES is now used in Meteorology also for more applied topics like air pollution modeling, flow around buildings, and wind energy. Another frequently used method is to use LES generated turbulence data as pseudo observations e. g. in order to improve turbulence parameterizations in RANS models, or to prove micrometeorological methods as e. g. The eddy correlation method or the footprint analysis. The presentation will give a short introduction to LES and the PARallelized LES-Model PALM, including numerical methods and parallelization techniques and will then focus on studies with very high spatial resolution currently done at IMUK, e. g. simulations of coherent structures in the convective boundary layer, footprint calculations and turbulence over heterogeneous landscape.

