

地形および気候変動が地下水流動特性に与える影響について

Influence of topographic and climatic perturbations on groundwater flow conditions

三枝 博光 [1]; 稲葉 薫 [2]; 守屋 俊文 [1]; 尾上 博則 [1]

Hiromitsu Saegusa[1]; Kaoru Inaba[2]; Toshifumi Moriya[1]; Hironori Onoe[1]

[1] 原子力機構; [2] 竹中工務店

[1] JAEA; [2] Takenaka Corp.

<http://www.jaea.go.jp>

1. はじめに

日本原子力研究開発機構においては、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の一環として深地層の科学的研究（以下、地層科学研究という）を進めている。この地質環境特性を理解するための基盤技術の開発を主な目的とする地層科学研究においては、現在の地質環境が今後発生する天然現象などの影響により、将来どのように変化するかを評価するための調査・解析技術の構築が重要な課題とされている。

本稿では、隆起・沈降などの地殻変動や侵食・堆積などによる地形変化、さらには降水量の増減などの気候変動が、地下水の水頭分布、動水勾配、流速分布、涵養域から流出域までの流動経路、流動距離、流動時間といった地下水流動特性に与える影響を概括的に理解することを目的として実施した地下水流動解析について紹介する。なお、この検討は岐阜県東濃地域を事例として実施したものである。

2. 実施内容

地下水流動解析における水理地質構造モデルの上部境界面については、隆起・侵食、気候・海水準変動に伴う地形変化を、河川域と斜面域の拡散方程式を基本方程式として三次元的に予測する地形変化シミュレーションを用いて、解析領域内を流れる土岐川流域での将来12万年間の地形を設定した。また、地下水流動解析における解析時間断面は、地形変化シミュレーションで予測した現在から12万年後までの期間のうち、地形および気候が現在と比較し、大きく変化すると想定される5万年後（地形変化シミュレーション上の寒冷期）および12万年後（温暖期）を対象とした。また、気候変動については、寒冷期において降雨の岩盤への涵養量を低減させることによって考慮した。具体的には、涵養量の低減率を変化させることによって、涵養量が地下水流動解析結果に与える影響を検討した。なお、12万年後は現在と同様の気候条件として仮定した。

3. 検討結果

地下水流動解析の結果、地形変化および気候変動が水頭分布に与える影響は、地形の変化量が大きく、かつ地下水の涵養域である比較的標高の高い領域において大きくなる。具体的には、5万年後の寒冷期において涵養量が小さくなることにより、涵養域での水頭低下が生じる。その結果、涵養域から流出域である河川に向けての動水勾配が緩やかになる傾向が認められた。この傾向は、涵養量を小さく設定した解析ケースで顕著である。一方、12万年後の温暖期においては、隆起量が比較的大きい涵養域の水頭が特に高くなる傾向が認められた。しかしながら、この涵養域の水頭上昇（地下水位の上昇）が、涵養域から流出域への動水勾配に与える影響は小さい結果となった。これは、地下水の流動方向にほぼ直交する遮水性の断層が涵養域に分布しているため、水頭上昇の影響がその断層の上流側に限定され、断層の下流側の水頭分布に与える影響が小さくなったことによるものと考えられる。また、地形変化および気候変動が水頭分布や流速分布に与える影響は地下浅部から深部に向かって小さくなることが明らかとなった。

次に、地形変化および気候変動が地下水流動経路に与える影響を把握するため、粒子追跡法により、涵養域から流出域までの地下水の流動経路、流動距離、流動時間を算出した。その結果、主に寒冷期における涵養量の減少に伴う涵養域近傍での水頭の低下によって、地下水の涵養域が現在と比較してより遠方に移動し、流動距離が増加するといった傾向が認められた。また、遮水性を有する断層周辺における動水勾配の変化によって、断層周辺での地下水の流動経路が変化し、各解析時間断面での流動距離などに差異を生じさせていることが明らかとなった。具体的には、断層周辺において断層に直交する方向の動水勾配が小さい場合は、遮水性の断層を地下水が通過せず、断層に沿って地表に向かう上昇流となるのに対し、断層周辺での動水勾配が大きい場合は、地下水が遮水性の断層を通過し、より遠方まで流動するといった傾向が得られた。

4. まとめと今後の課題

地形変化および気候変動を考慮した地下水流動解析の結果、これらは主に水頭分布や動水勾配に影響を与え、その結果、地下水の流速分布、流動経路や流動距離、流動時間に影響を与えていることが分かった。また、その影響は、地下浅部から深部に向かって小さくなるとともに、遮水性を有する断層などの地質構造の有無や、その地質構造と地下水の主流動方向との位置関係によっても異なることが明らかとなった。

今後は、地形変化および気候変動が地下水流動特性に与える影響を評価するための将来予測手法の信頼性を向上させるため、今回の解析事例を基に、解析上の作業仮説や入力パラメータの妥当性について、気候学、地形学の各分野の専門家との議論や古水理地質学的な観点での調査研究結果との比較検討が必要であると考えられる。

