

## 地形変化及び気候変動による地下水流動特性の長期的変化の推定—東濃地域を事例とした研究—

### Estimation of influence of long-term topographic and climatic changes on groundwater flow conditions

草野 友宏<sup>1\*</sup>, 安江 健一<sup>1</sup>, 小坂 寛<sup>1</sup>, 三枝 博光<sup>1</sup>, 竹内 竜史<sup>1</sup>, 尾上 博則<sup>2</sup>, 塩見 哲也<sup>2</sup>, 田力 正好<sup>1</sup>

Tomohiro Kusano<sup>1\*</sup>, Ken-ichi Yasue<sup>1</sup>, Hiroshi Kosaka<sup>1</sup>, Hiromitsu Saegusa<sup>1</sup>, Ryuji Takeuchi<sup>1</sup>, Hironori Onoe<sup>2</sup>, Tetsuya Shiomi<sup>2</sup>, Masayoshi Tajikara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup>株式会社ニュージェック

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>NEWJEC Inc.

#### 1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分<sup>1</sup>の長期的な安全性を評価するためには、天然現象による地下水流動特性などの地質環境条件の長期的な変動の幅を推定することが重要となる。日本列島は変動帯に位置しているため、地殻変動や火成活動が安定大陸に比べて活発である。また、降雨に恵まれ、地下水が豊富な環境であることから、数万年オーダーの時間スケールにおける地下水流動特性の変化を推定するためには、地殻変動及び気候・海水準変動などの天然現象の影響を考慮することが不可欠となる。長期的な地質環境の将来の推定に関しては、過去から現在までの変動の履歴を読み取った上で、その傾向を将来へ外挿する方法が最も一般的とされている。そこで、本研究では、過去から現在までの現象に着目し、隆起・侵食などに起因する過去の長期的な地形変化及び氷期・間氷期サイクルに伴う気候変動を考慮した地下水流動解析を岐阜県東部の土岐川流域を事例に実施した。

#### 2. 古地形の推定

河川沿いに点在する段丘面分布を基に、DEMデータ及びGISを活用することで、三次元的に古地形を推定した。段丘面分布は、空中写真判読と野外調査から把握した。概略的な段丘形成時期は、<sup>14</sup>C年代測定、火山灰分析、花粉分析、樹種同定、標高分布、開析の程度などに基づき、高位段丘、中位段丘及び低位段丘の3つに区分した。段丘面が分布していない場所は、多項式近似曲線による補間や、把握された段丘面との比高差に基づき、段丘面標高を推定した。最後に、GISを用いて現地形の10mメッシュDEMを基に推定した段丘面標高より低い部分を谷埋めした。

#### 3. 氷期・間氷期の涵養量の推定

間氷期の涵養量は、現在と同様であると仮定して、現在の表層水理観測結果を用いた水収支計算に基づき推定した。また、氷期については、約2万年前の最終氷期最盛期と同程度と想定の上、気温、降水量、蒸発散量、河川流出高を推定し、水収支計算により涵養量を推定した。具体的には、氷期の気温、降水量については、ボーリングコアの花粉や樹種から得られる寒暖の情報に基づき、間氷期と氷期の相対的な割合を推定した。また、蒸発散量については、気温との関係に基づく複数の算定手法を用いて推定した。河川流出高については、表層水理観測結果における現在の冬期間における降水量と流出高の関係に基づき推定した。

#### 4. 地下水流動解析の実施

推定した古地形を考慮した水理地質構造モデルを用いて、定常状態における三次元飽和・不飽和地下水流動解析を実施した。本解析においては、地形変化及び気候変動による涵養量の変化やそれらの複合現象が解析結果に与える影響を評価するため、4種類の地形モデルにそれぞれ氷期・間氷期の2種類の涵養量を設定した。

現在の地形並びに低位段丘面形成時（数万年前）、中位段丘面形成時（十数万年前）の古地形を用いた3ケースの解析の結果、検討領域全体の水頭分布、流速分布及び地下水の移行時間・移行距離の大局的な傾向はおおむね同様であった。一方、高位段丘面形成時（数十万年前）の古地形（前述した3ケースと比べて地形の高度差が小さく、明瞭な山地や丘陵がない）を用いた解析結果は、前述した3ケースの解析結果とは傾向が異なることが確認された。つまり、山地や丘陵が形成されるような時間スケールの地形変化については、その影響を考慮しなければならないことが明らかになった。

また、気候の変化に伴う地下水流動特性の変化としては、間氷期から氷期の涵養量の低下（4割程度）に伴う山地部における地下水位の低下と水頭分布、流速分布の低下及び地下水の移行時間・移行距離の変化が認められた。さらに、本解析で考慮した間氷期から氷期への涵養量の変化が地下水流動特性に及ぼす影響の程度は、本解析における山地や丘陵が形成される程度の地形変化と同程度である可能性が示された。

以上より、時間スケールや空間スケールに応じて、地形変化や気候変動などの天然現象が地下水流動特性に及ぼす影響の程度が異なることから、対象とする時間スケールや空間スケールに応じた地下水流動解析手法を整備することが重要であると考えられる。

#### 参考文献

- ・核燃料サイクル開発機構（1999）：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—, JNC TN7410 99-020～99-024.
- ・田中和広（2004）：月刊地球, 26（6）, pp.344-348.
- ・尾上博則ほか（2009）：日本地下水学会2009年秋季講演会講演要旨, pp.332-337.
- ・小坂 寛ほか（2009）：日本地下水学会2009年秋季講演会講演要旨, pp.338-343.

キーワード:地形変化,気候変動,地下水流動特性

Keywords: topographic change, climatic change, groundwater flow condition