

氏 名 尾上 博則

授与した学位 博士

専攻分野の名称 環境学

学位授与番号 博甲第4027号

学位授与の日付 平成21年 9月30日

学位授与の要件 環境学研究科 資源循環学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 結晶質岩中の地下水流動特性とその評価手法に関する研究

論文審査委員 教授 西垣 誠 教授 河原 長美 准教授 鈴木 茂之

学位論文内容の要旨

わが国におけるエネルギーセキュリティの確立と地球環境問題を解決する方策の1つとして、原子力発電に対する期待が高まっており、原子力発電及び核燃料サイクルの過程で発生する高レベル放射性廃棄物の処分問題の解決は喫緊の課題と言える。高レベル放射性廃棄物の地層処分の処分システムの安全性を評価するにあたっては、処分場から人間環境への放射性核種の主要な移行媒体となる地下水の流動特性を適切に評価することが重要である。処分場の設置深度や規模を鑑みると、その評価すべき領域は、大深度かつ広範囲に及ぶ。また、安定大陸に比べて地質学的な変動帯に位置するわが国においては、地下水流動の駆動力となる地形分布の長期的な変化による地下水流動特性の変化を評価することが重要である。これらのことから、本研究では、結晶質岩を対象とした地下深部の地下水流動特性の評価に着目して、①地上からの調査による地下深部の水理地質構造の評価手法の体系化、②長期的な地形変化による地下水流動特性の変化の推定手法の構築の2つを研究目的とした検討を実施した。なお、研究に使用した調査データは、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が岐阜県東濃地域で取得したものである。

地上からの調査による地下深部の水理地質構造の評価手法の体系化に関しては、以下の検討を実施した。原子力機構が岐阜県瑞浪市で実施した孔間水理試験で得られた水圧応答を用いて、地下深部の水理地質構造を推定するための地下水流動解析を実施した。その結果、孔間水理試験と水理地質構造モデルの構築及び地下水流動解析（以下、モデル化・解析）を組み合わせることで、効率的に地下深部の水理地質構造を評価できることを示した。さらに、水圧応答を用いた地下深部の水理地質構造の評価手法を提案した。また、原子力機構が岐阜県東濃地域で実施している調査研究を事例として、調査の進展に伴う調査量と地下深部の水理地質構造の理解度や不確実性との関係について検討した。その結果、地下深部の水理地質構造の理解度を効率的に向上させるためには、水理地質構造の存在を確認するための調査を行った上で、それらの水理地質構造の特性を確認するための調査を行うといった段階的な調査を行うことが有効であることを示すことができた。さらに、結晶質岩地域を対象とした場合に、特に重要な水理地質構造と考えられる不連続構造に着目して、地表からの調査における体系的な評価手法を提案した。

長期的な地形変化による地下水流動特性の変化の推定手法の構築に関しては、以下の検討を実施した。岐阜県東濃地域を対象として、150万年前から現在に至る概略的な地形分布の推定及びそれを用いたモデル化・解析を実施し、地形変化が地下深部の地下水流動特性に及ぼす影響について検討した。また、上記の解析結果に基づき絞り込んだ領域を対象として、河成段丘面データを用いた過去数十万年前の古地形の復元手法について検討した。その結果、山地の隆起開始時期や断層の変位量を考慮して復元した150万年前から現在までの地形変化が、地下深部の地下水流動特性に及ぼす影響の程度を示すことができた。また、DEMデータ及びGISを用いることで、河川沿いに点在する段丘面分布データから、三次元的な古地形分布を復元する手法を具体的に示すことができた。さらに、長期的な地形変化による地下水流動特性の変化を合理的に推定するための有効な手法として、広範囲を対象とした粗い精度のモデル化・解析と、比較的狭い領域を対象とした詳細なモデル化・解析を組み合わせたマルチスケールでのアプローチを提案した。

論文審査結果の要旨

本研究は、わが国におけるエネルギーセキュリティの確立と地球環境問題を解決する方策の1つとして、その期待が高まっている原子力発電及び核燃料サイクルを推進していく上での喫緊の課題と言える高レベル放射性廃棄物の処分問題の解決に資することを目的として、地層処分の処分システムの安全性評価の観点から、わが国の代表的な地質環境である結晶質岩を対象とした地下深部の地下水流動特性の評価に取り組んだものである。

主な研究成果としては、地上からの調査において地下深部の地下水流動特性を効率的に評価するにあたって、非定常的な水圧応答を用いた調査と解析を組み合わせることの有効性やその評価手法を示すとともに、結晶質岩地域を対象とした場合に、特に重要な水理地質構造と考えられる不連続構造に着目して、地上からの調査における評価手法の体系化を図った。また、長期的な安全性評価を行うにあたって考慮すべき地質環境の変化の1つである地形変化に着目し、百万年程度の長期的な地形変化が地下水流動特性に及ぼす影響を評価するとともに、現地調査データを用いて過去数十万年前の三次元的な古地形分布を復元する手法を具体的に示した。さらに、それらに基づき長期的な地形変化による地下水流動特性の変化を合理的に推定するための方法論を提案した。

高レベル放射性廃棄物の処分事業の推進や地層処分システムの安全性の評価においては、地下深部の地下水流動特性を効率的に評価する手法、及び長期的な地形変化が地下水流動特性に及ぼす影響の評価手法の整備は重要な課題の1つであり、本研究の成果は非常に意義があるものと考えられる。

上記の事より、本研究は博士（環境学）を授与するのに値すると判断した。