

## 地下水の地球化学特性調査技術開発（東濃地域を例として）

## Techniques for investigation of groundwater geochemistry

# 濱 克宏[1], 中野 勝志[2]

# Katsuhiko Hama[1], Katsushi Nakano[2]

[1] サイクル機構, [2] サイクル機構・東濃

[1] JNC, [2] TGC, JNC

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

サイクル機構東濃地科学センターでは、地層処分研究開発の基盤をなす研究の一環として、土岐花崗岩を対象とし、10km四方規模の領域を事例研究の場として、地表から地下深部までの地質・地質構造、水理特性、地下水の地球化学特性および岩盤の力学特性を総合的に調査・予測・評価する技術・手法を構築することを1つの目標とした研究が進められている。地下水の地球化学特性については、主に試錐孔を利用して、地下水の採取・各種測定・分析を行った。その結果をもとに地下水の地球化学特性分布をモデル化した。

### 1. はじめに

サイクル機構東濃地科学センターでは、地層処分研究開発の基盤をなす研究の一環として、土岐花崗岩を対象とし、10km四方規模の領域を事例研究の場として、地表から地下深部までの地質・地質構造、水理特性、地下水の地球化学特性および岩盤の力学特性を総合的に調査・予測・評価する技術・手法を構築することを1つの目標とした研究（広域地下水流動研究）が進められている（同セッションの長谷川ら参照）。本稿では、これまでに得られた研究開発成果のうち、地下水の地球化学特性に関して得られた知見を報告する。

### 2. 実施内容

岐阜県東濃地域の土岐花崗岩に掘削された試錐孔(500m~1,000m)を利用して、地下水の採取・各種測定・分析（物理化学パラメータ、主要化学成分、環境同位体、微生物）を行った。また、試錐によって得られた岩芯を利用して、全岩および鉱物を対象に、化学組成（主要成分・微量成分）同位体組成（炭素、酸素、硫黄）分析を行った。これらの結果を基に、地下水の地球化学特性分布をモデル化した。

### 3. 結果と考察

#### (1) 土岐花崗岩中の地下水の地球化学特性

- 地下水のタイプは、深度とともに中性で $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ に富む水質から弱アルカリ性の $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ に富む水質へと変化する。この深度分布は、主に花崗岩中の長石類、方解石の溶解反応、地下水と粘土鉱物間のイオン交換反応により形成されていると考えられる。
- 地下水の酸化還元電位は、深度330m付近において約0mV、深度500m~1,000m付近で約-260~-385mVであった。深度約330mまでの地下水のpH、酸化還元電位は、 $\text{Fe}^{2+}$ と $\text{Fe}^{3+}$ の酸化還元境界に相当し、鉄の化学種の酸化還元反応が酸化還元電位に寄与していると考えられる。また、深度500m~1,000m付近の地下水のpH、酸化還元電位は、 $\text{HS}^-$ と $\text{SO}_4^{2-}$ の酸化還元境界に相当し、硫黄の化学種の酸化還元反応が酸化還元電位に寄与する主要な反応の一つであると考えられる。以上より、酸化還元境界が深度300m付近に存在する可能性が考えられる。

- 深度200~300m付近に鉄関連細菌生菌数のピークが認められる。この深度は、 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}(\text{OH})_3$ の酸化還元境界(pH=7.8~8.2, Eh=0~-16mV)に相当する。このことは、地下水中の微生物分布が酸化還元条件などの地球化学環境を反映する可能性を示している。

- 水素・酸素安定同位体比から地下水が天水起源であり、深度1,000m付近の地下水の14C年代は1万年程度であると推定される。

#### (2) 地下水の地球化学特性調査技術

##### ・要素技術開発

地表から掘削した試錐孔を利用して、深度1,000mまでの地下水の物理化学パラメータ(pH、酸化還元電位、電気伝導度、温度)を試錐孔内の原位置で測定し、原位置の環境を保ったまま地

下水を地上に採取する装置については、調査に活用できることが示された。地下水・岩石の分析手法については、既存技術を組み合わせることにより、目的とする精度のデータ取得が可能であった。熱力学的解析手法については、平衡論に基づいた解析が地下水質形成機構の把握に有効であることが、岩石の観察・分析結果との比較により確認されている。

##### ・技術の体系化

上述の結果を総合して、東濃地域の地下深部の地球化学的環境および水質形成機構に関する概念モデルを構

築した。このモデルにおける酸化帯の分布は、独立に実施した花崗岩の比抵抗分布などの地球物理学的調査結果、応力分布などの力学的調査結果に基づくゾーン区分と良い一致を示している。このように、独立に実施した調査結果を比較・検討しつつモデル化を行うアプローチは、今後の調査・解析技術・手法の開発において有効であると考えられる。