

非常に古い地下水の年代を測る 地下水のヘリウム分析による年代測定法の開発

深部地質環境研究センター 森川 徳敏

放射性廃棄物の地層処分問題においては、地下数百から千メートルでの地層の長期安定性を評価する必要がある。そのためには、深層地下水の性状(起源・化学組成・年代・流速・流動方向など)の把握が重要である。また、日本列島のような変動帯に位置する地域の深層地下では、地下水・熱水の混合が活発に起こっており、地表から地殻、上部マントルに及ぶ規模での水循環状態を把握する必要がある。ところが、日本列島特有の地質の複雑さのため、年代(浸透してからどれぐらいの時間がたったか)をはじめとする、深層地下水の実態はほとんどわかっていない。

このような背景から、地下水に溶存しているヘリウムの同位体比・濃度の分析による、数万年よりも古い地下水にも適用できる年代推定法を開発した(写真)。

地下水年代の推定方法

地下水の主な供給元が、天水(雨水)である場合、その浸透過程で周囲の空気中のヘリウムを溶解する。さらに、その後、地下水として流動を続ける間に、周囲の岩石(あるい

は、より深部の地殻中)に含まれるウラン・トリウムの放射壊変等によって生成されたヘリウムを溶解する。通常、その溶解量は時間に比例する。ところが、日本列島のように、断層・火山・地熱地帯が多数存在する場合、深層地下では、断層を通じた起源の異なる地下水・熱水が混入する可能性が大きく、これに伴い、地下水に溶存する化学種の濃度・同位体比も変動する。このような理由から、深層地下水における地下水年代の推定のためには、地下水混合を

考慮する必要がある。

有馬温泉のヘリウム同位体比は上部マントル値に近いことが知られている。神戸市街地の深層地下水においても、この有馬温泉に似た化学組成を持つ温泉水が見つかり、この地域の深層においては、地下水と熱水の混合が起こっていることがわかった(図1)。この地域を対象に、ヘリウム濃度・同位体に関する流動モデルを考え、地下水年代推定式を導き出すことに成功した。このモデルは、前述の放射壊変起源のヘリウムが加わることによる、混合地下水のヘリウム濃度・同位体比の時間変化を表すことができる。そのため、地下水のヘリウム分析値を用いて年代が導き出せる(図2)。分析の結果、神戸市街地深層(地下600m～1500m)の地下水の年代は、2万から20万年であることがわかった。

今後の展開

今回紹介した地下水年代推定法では、断層などを通して深部より上昇する熱水量も同時に見積もることができる。今後、表層から上部マントルに至る規模での固体地球内の水循環の解明につなげていきたい。



写真 ヘリウム同位体質量分析計

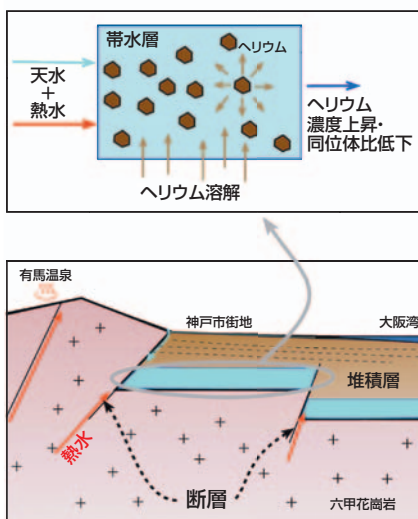


図1 深層地下水流動モデル及び、神戸市街地深層地下水の概念図

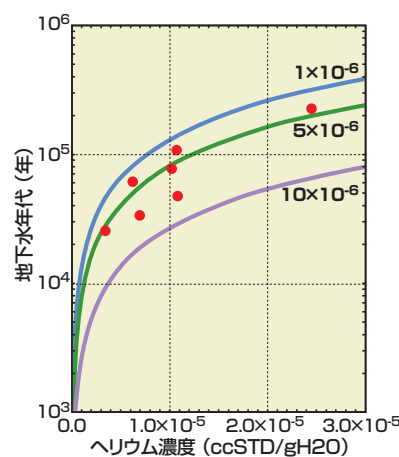


図2 地下水年代とヘリウム濃度・同位体の関係、図中の数値は地下水中のヘリウム同位体比