

^{36}Cl による地下水年代測定法の低透水性岩盤への適用性検証

背景

高レベル放射性廃棄物処分の安全評価では、漏洩した核種の移行を評価するため、地下水流動の評価が重要である（図1）。処分の対象となる岩盤では、地下水流速が遅く、採水が困難な場合が想定されるため、当所では数万～百万年のような古い地下水年代の評価に有効な ^{36}Cl 法と ^4He 蓄積法（図2）を岩石コア中の地下水に適用する方法を開発している。 ^4He 蓄積法については岩石コア中の地下水に適用できる技術を開発した。 ^{36}Cl 法についても、同様な技術の開発が必要である。

目的

当所で開発してきた低透水性岩盤中の地下水に対する ^{36}Cl による地下水年代測定法を、オーストラリア大鑽井盆地の低透水性岩盤に対して適用し、その妥当性を検証する。

主な成果

オーストラリア大鑽井盆地は、地質構造が比較的単純かつ長期に亘り安定なため、地下水年代測定法の検証に適している。この大鑽井盆地のRichmondとMarreeの2ヶ所（図3）に、それぞれ264mと197mのボーリングを掘削し、採取した岩石コアに ^{36}Cl 法を適用し、地下水流動を調査した。

1. 難透水層からの ^{36}Cl の採取方法

採取した岩石コアから、圧縮抽水法とリーチング法によって塩化物イオンを採取し ^{36}Cl を定量した。両方の結果が概ね同じであることから、採取方法の妥当性を相補的に確認できた（図4）。

2. ^{36}Cl の濃度分布と輸送現象

岩石コアを用いて ^{36}Cl の濃度分布を調査した結果、地表から鉛直方向に指数関数的な減少が確認された。この濃度分布は、降雨によって供給された ^{36}Cl が拡散によって輸送され、放射壊変によって減少したものと推定された（図5）。拡散方程式で評価した結果、定常状態の ^{36}Cl の濃度分布は、鉛直方向に指数関数的に減少することが明らかとなった。さらに、室内試験から求めた岩石コアの拡散係数と間隙率を用いて、この ^{36}Cl の濃度分布を再現できることが確認できた（図6）。

3. ^{36}Cl 法による低透水性岩盤中の地下水流動評価

これまでに開発してきた低透水性岩盤中の地下水流動に対する ^{36}Cl 法の適用性を、前述の採取方法と輸送現象の再現性から、確認することができた。また、拡散が支配的なため、ペクレ数によって低透水層での地下水流速はRichmondでは 7×10^{-14} m/s、Marreeでは 2×10^{-13} m/sよりも遅いと推定された。これらの結果から、地下水流速が非常に遅いことを示すことができた。

なお、本研究は、経済産業省からの受託研究「地下水年代測定技術調査」として実施したものの一部である。

今後の展開

低透水性岩盤中の地下水に対する地下水年代測定を我が国の岩盤で実施し、有効性を確認するとともに、地下水流動特性の評価に資する。

主担当者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 主任研究員 長谷川 琢磨

関連報告書 「地下水年代測定評価技術の開発（その8）— ^{36}Cl による難透水層評価方法の検討—」電力中央研究所報告：N07038（2008年7月）

5. 原子力発電／高レベル放射性廃棄物処分

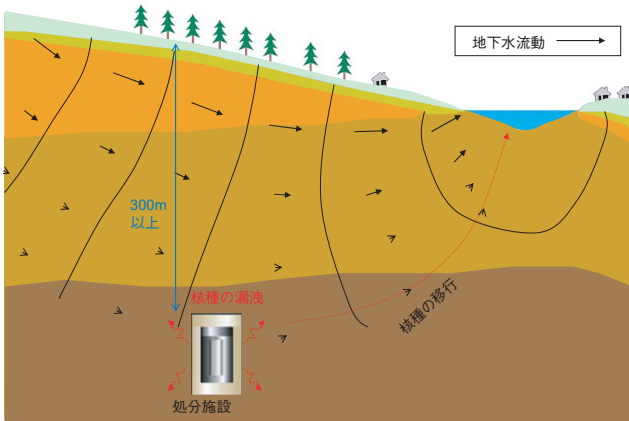


図1 処分と核種の移行の概念図

深部ほど地下水流速が遅く、核種の移行が遅いため、高レベル放射性廃棄物は300m以上に埋設される予定

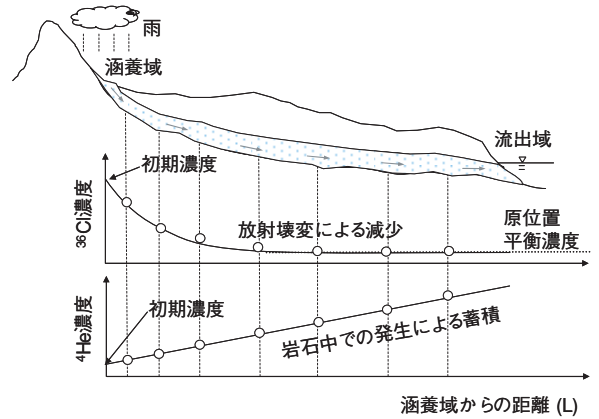


図2 ^{36}Cl と ^4He による地下水年代測定法の概念図
 ^{36}Cl は半減期30万年であり、その放射壊変による濃度変化に着目して地下水年代を推定できる。

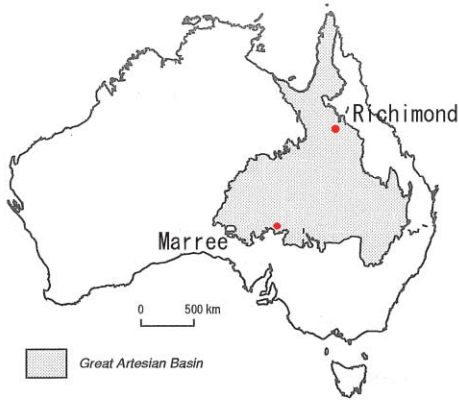


図3 オーストラリア大鑽井盆地におけるボーリング掘削位置図

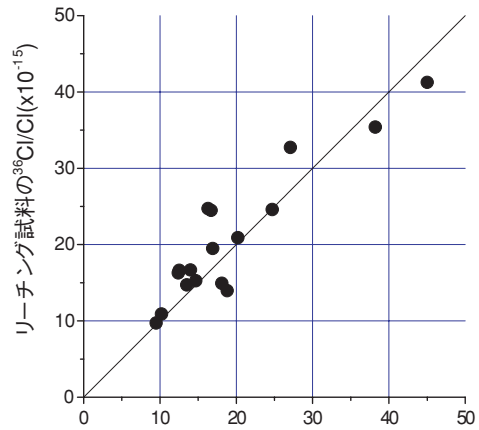


図4 採取方法による定量結果の比較
圧縮抽水法：岩石を圧縮して水を絞り出す方法
リーチング法：岩石を水につけ込んで取り出す方法

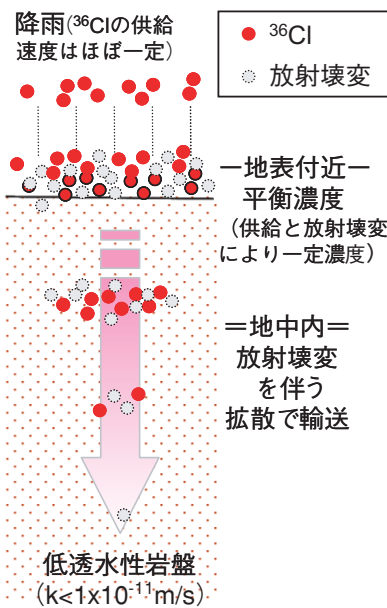


図5 ^{36}Cl の輸送形態の概念図

^{36}Cl の濃度は地表付近で一定濃度、地中内では放射壊変と拡散で変化する。

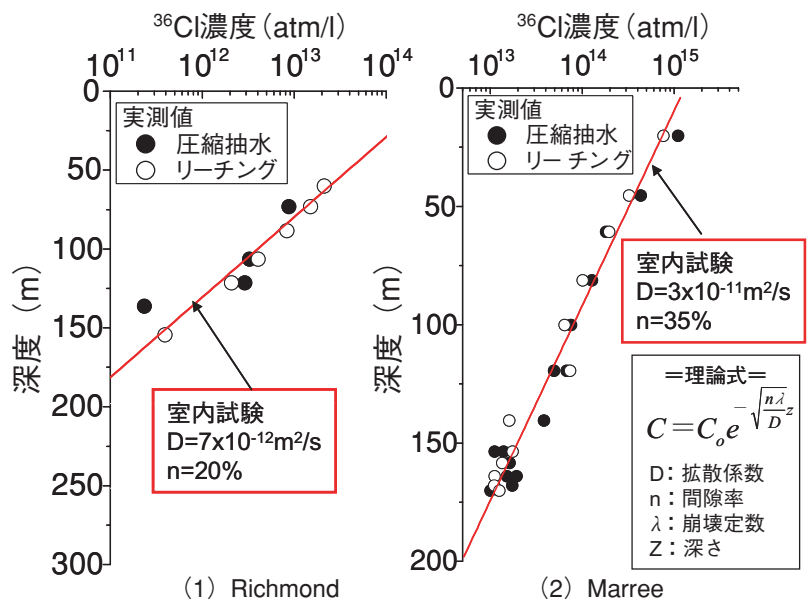


図6 ^{36}Cl 濃度の深度分布

実測値は、室内試験から得られた拡散係数と間隙率を用いて理論式で計算した線（図中の赤線）により再現できる。