

氏 名	ふじ かわ よう こ 藤 川 陽 子
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第2650号
学位授与の日付	平成4年11月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	岩石-地下水系における放射性コバルトおよびセシウムの移行とモデル化に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 井上頼輝 教授 寺島 泰 教授 高橋幹二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、放射性廃棄物の深地層岩盤中処分の安全性評価に関連して、岩石-地下水系における放射性物質移行取着特性の実験的検討とモデルの開発について論じている。

すなわち、廃棄物処分場より漏出した放射性核種が周辺地層の岩盤割れ目系を移行する過程に注目して、室内実験による核種の挙動の観察とモデル化を行なうと共に、開発したモデルを適用して核種の移行を遅延させる天然バリアとしての岩盤割れ目系の安全性評価を行なった結果がまとめられており、5章より構成されている。

第1章は序論であり、地下水系における放射性核種の移行過程に関する近年の研究動向を概観するとともに、放射性物質の岩石への取着拡散過程の研究において解明される必要があると考えられる点をまとめている。

第2章では、福井県若狭湾沿岸にて採取された花崗閃緑岩、頁岩およびチャートの接触変成岩への放射性コバルトおよびセシウムの取着挙動を静的条件下で実験的に検討した結果について述べている。すなわち、水溶液中の放射性核種の岩石への拡散律速の取着過程をバッチ実験により経時的に観察して一次反応型動力学によりモデル化が可能であることを示されている。また、特定の鉱物を選択的に溶解する試薬を用いた抽出試験により岩石に取着した放射性核種の取着機構を検討した結果、核種の取着が複数の機構により支配されていること、例えば放射性コバルトの場合、取着期間の長くなるとともにイオン交換性の結合形態が非イオン交換性に変化する等、各機構の相対的な重要性が取着期間によって変化することが明らかにされている。花崗閃緑岩とチャートおよび頁岩の接触変成岩とでは、核種の取着機構に違いが見られる等、取着機構が取着対象岩石にも依存することが示されている。

第3章では、岩石割れ目系に放射性セシウムを注入して得た破過曲線をモデルにより解析した結果について述べている。すなわち、核種の岩マトリクスへの拡散過程に Fick 型拡散則を適用した岩石割れ目系移行の偏微分方程式モデルについて、実験条件に対応した初期境界条件下で解析解が誘導されている。さらに、導いた解により実験データの解析を行い、Fick型拡散則を用いたモデルにより実験結果をよく説明

できることが示されている。

第4章では、放射性核種の岩石への取着の動力的モデル化について理論的検討を行うとともに、岩盤の放射性核種移行遅延効果を、様々なモデルパラメータについて感度解析的に検討している。すなわち、岩石への核種の拡散律速の取着現象については従来適用されてきたFick型拡散則によるモデルのみならず、一次反応動力学型のモデルも経験的に適用できることが、2章および3章で示されているが、これらのモデルをそれぞれ地下水流動による移流分散のある岩盤割れ目系について適用した場合の理論破過曲線について比較検討を行なっている。その結果、(1)地下水流速が小さい、(2)割れ目間の間隔が狭い、(3)岩石マトリクスへの拡散係数が大きい、条件の下ではFick型モデルに代えて一次反応動力学型のモデルが適用でき、特に核種移行の数値シミュレーションの簡易化等に有効であることが明らかにされている。さらに、放射性核種の取着保持により生態圏に到達する核種濃度を低減する岩盤バリアの性能を、地下水流動が緩慢な場合については一次反応動力学型モデル、地下水流動が緩慢でない場合についてはFick型拡散モデルをそれぞれ適用して感度解析的に評価している。その結果、いずれの場合も岩マトリクスへの拡散係数の大きいほどバリア性能は優れているが、前者の場合、従来の知見と異なり地質媒体の拡散取着能が高いほどバリア性能が良いとは限らないことが示されている。

第5章は総括である。

論文審査の結果の要旨

本論文は岩盤割れ目系を移行する放射性物質について、その岩石マトリクスへの拡散取着過程の実験的検討とモデル化を行い、地下放射性廃棄物処分場の安全性評価に適用した研究をまとめたものであり、得られた主な成果は、以下の通りである。

1. マトリクス拡散に律速された放射性コバルトおよびセシウムの岩石への取着現象は、静的条件下では一次反応型の動力学モデルで解析可能であった。一方、岩石-割れ目系に放射性セシウムを瞬間的に注入した実験的破過曲線は、岩マトリクスへの拡散にFick則を適用したモデルにより、よく説明できた。
2. 核種のマトリクス拡散をFick則で表すモデルと一次反応則で表すモデルの岩石割れ目系における理論破過曲線は、一定のパラメータ範囲で一致し、数値シミュレーションの簡易化等に有効な一次反応モデルも拡散のモデル化に適用可能なことが判った。岩盤割れ目系のバリア性能評価にこれらのモデルを適用した結果、マトリクス拡散係数が大きい方がバリア性能は良いこと、地下水流が停滞的な場合は、従来の知見と異なり地質媒体の取着能が大きいほど天然バリアの性能が良いとは限らないことが判った。
3. 選択的抽出法による検討の結果、岩石への放射性コバルトおよびセシウムの取着は、複数の機構により支配され、取着期間、取着対象岩石により各機構の相対的重要性は異なることがわかった。

以上要するに、本論文は放射性核種の岩石中移行について、実験的検討を踏まえてモデル化と処分場の安全性評価への適用を行い、今後重要な課題と考えられる核種取着機構のエイジング現象に関連しても実験的検討を加えたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は京都大学博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成4年9月18日、論文内容とそれに関連した事項につき試問を行った結果、合格と認めた。