

環境中放射性核種浄化のための新規な修復材料の開発

(1) 微生物起源 Ca カーボネイト生成時における Sr の取り込み挙動

Development of novel restoration materials for clean-up of radionuclides in the environment

(1) Accumulation of Sr during formation of biogenic Ca-carbonate

*大貫敏彦^{1,2}, 香西直文², 山下光雄³, 堀池巧³, 土津田雄馬³, 宇都宮聡⁴

¹東工学, ²原子力機構, ³芝浦工大, ⁴九州大

微生物による炭酸カルシウム生成時における海水中の Sr の取り込みを実験により調べた。その結果、1 mM の Sr 濃度が 1 日以内に 1/10 以下に減少した。電子顕微鏡及び XAFS 解析により、Sr が炭酸カルシウムに取り込まれていることを明らかにした。

キーワード: バイオレメデーション, Sr, 微生物起源鉱物, 環境汚染

福島第一原子力発電所では原子炉内の燃料の冷却を行うため、放射性核種を含むいわゆる汚染水を継続的に処理している。この処理にもかかわらず、僅かではあるが汚染水や処理した濃縮汚染水の一部が港湾内や地下水中に漏出した。濃縮汚染水や海水などの塩濃度が高い水溶液の条件では通常地下水中で有効であるスメクタイトなどの吸着効率が非常に低下するため従来の吸着材料を直接用いることは困難である。この問題を解決するためには、高塩濃度の環境中における放射性核種を浄化するための新規な修復材料の開発が必要となる。

微生物の中には、高塩濃度においても細胞周辺に鉱物（バイオ起源鉱物）を生成する好塩菌や耐塩菌などがいる。そこで本研究では、炭酸カルシウム鉱物を生成する菌種を用いて新規な修復材料の開発に取り組んだ。そのため、海水や高塩環境の底泥、排水などから海水条件でバイオ鉱物を生成する菌種を探索した。さらに、探索した菌種あるいは菌種群による海水からの Sr の回収能を実験により調べた。

探索では、模擬海水培地（Marine broth 2216、3.75 g/L; NaCl、30 g/L; 尿素、20 g/L; pH7.6）に Phenol red (12 mg/L) を添加した 1.5%寒天平板培地を用いた。Sr 除去試験は、SrCl₂ 溶液（Sr 終濃度 1.0 mM）を添加した模擬海水培地を用い、培養温度 30 度、120 rpm の回転振とうで行った。溶存 Sr 濃度の定量には ICP-AES を用い、培養沈殿物の観察には SEM、TEM および XAFS を用いた。

海洋環境試料を用いた探索により尿素分解微生物として 7 種類の候補株を得た。そのうち 5 株が 7 日間の培養で溶存 Sr の除去能を示した。その中で、培養 1 日で溶存 Sr を初期濃度 1.0 mM から 0.02 mM にまで減少する菌株（KW3b2 株）を得た。KW3b2 株は、塩濃度として 0.3-5.0%NaCl 下で、99%以上の溶存 Sr を除去した。細胞近傍の沈殿物を SEM で観察したところ、10-20 μm ほどの円盤状で Ca と Sr を均一に含んでいた。TEM 観察により、培養沈殿物は針状結晶の集合体であり、さらに SAED パターンから aragonite 構造を持つバイオ鉱物であることが分かった。XANES 解析により、バイオ鉱物中の Sr は Sr イオン及び SrCO₃ の化学状態であり、培養時間の経過とともに SrCO₃ として存在する割合が高くなったことから、時間の経過とともに CaCO₃ に取り込まれていく可能性が示唆された。以上の結果から、分離株が溶存 Sr をバイオ炭酸鉱物として固化除去することを明らかにした。すなわち、海洋由来尿素分解微生物による炭酸塩生成が、海洋など高塩濃度下における放射性 Sr 浄化の有効な手段である。

本発表の一部は、文科省「国家課題対応型研究開発推進事業 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」「環境中放射性核種浄化のための新規な修復材料の開発」の成果である。

*Toshihiko Ohnuki^{1,2}, Naofumi Kozai², Mitsuo Yamashita³, Takumi Horiike³, Yuma Dotsuta³, Satoshi Utsunomiya⁴

¹TITECH, ²JAEA, ³SIT, ⁴Kyushu U.