

IV. 先端的基礎研究

55) 浅地中における Co-60 の移行挙動に及ぼす微生物影響 — 硫酸還元菌による難溶性オキシ水酸化コバルトの溶解 —

背景

地下環境の pH や酸化還元状態は、放射性核種の化学形態を変化させ、その移行挙動に大きな影響を及ぼすと考えられている。特に、低レベル放射性廃棄物の場合、浅地中処分となるため、酸素を含んだ降水が容易に浸透し、また微生物活性なども高いことから、図-1のように処分環境の酸化還元状態は大きく変動することが予想され、浅地中における核種の移行挙動評価を難しいものとしている。しかしながら、微生物作用を伴う地化学反応が核種の化学形態変化、さらには移行挙動に及ぼす影響については、ほとんど検討されていない。

目的

低レベル放射性廃棄物に含まれる代表的な放射性核種である ^{60}Co をモデルとして、微生物作用を伴う地化学反応が核種の化学形態変化に及ぼす影響を明かとする。

主な成果

地下環境におけるコバルトの代表的な化学形態である水酸化コバルト(オキシ水酸化コバルト, CoOOH)の溶解性に及ぼす微生物の影響について検討を行った。なお、地下環境に多く棲息する微生物として硫酸還元菌 (*Desulfovibrio desulfuricans*) を実験に用いた。

1. 硫酸還元菌によるオキシ水酸化コバルトの化学形態変化(図-2)

嫌気条件下に存在する難溶性のオキシ水酸化コバルトは、硫酸還元菌が生成する硫化水素と反応し、水溶液中にコバルトイオン(Co^{2+})として溶解した。その後、同細菌の生物活性が高くなるにつれて、硫化水素が大量に生成し、溶液の酸化還元電位が急激に低下した。これにより、コバルトイオンは、硫化水素と再び反応し、最終的に不溶性である硫化コバルト(CoS)に変化した。

2. 硫酸還元菌により生成した硫化コバルトの酸化溶解(図-3)

浅地中では酸素を含んだ雨水の浸透により、嫌気条件から好気条件へと酸化還元状態が変化すると考えられる。嫌気条件下で微生物作用により生成した硫化コバルトの好気条件下における溶解性を調べた結果、不溶態である硫化コバルトは酸素の介在する酸化還元状態の変化により、容易に溶解することが明らかとなった。

以上のように、酸化還元状態の変化しやすい浅地中において、本実験条件のように硫酸還元菌の活性が高い場合には、不溶態であるオキシ水酸化コバルトは、硫化コバルトへの変換を経て、その後、降水の浸透等により酸化溶解され、移行しやすい化学形態(溶存態)を取る可能性がある(図-4)。

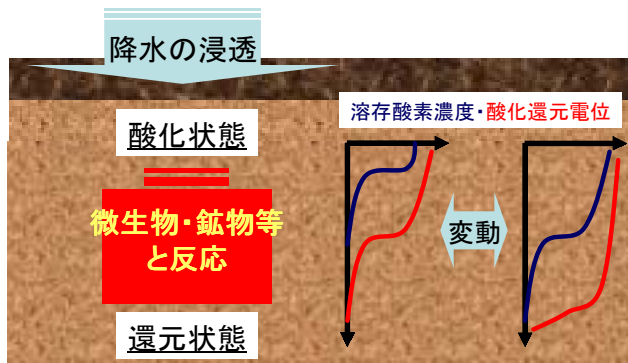
今後の展開

放射性核種の移行挙動に及ぼす微生物影響評価に資するため、現場における地下微生物の活性速度等を考慮した上で、放射性核種の化学形態変化に及ぼす影響について定量的に評価する。

主担当者 環境科学研究所 バイオテクノロジー領域 主任研究員 長岡 亨

関連報告書

長岡: 地下環境中における放射性核種の挙動に及ぼす微生物影響評価(その2) — 浅地中における微生物作用を伴う難溶性水酸化コバルトの溶解の可能性 —. 電力中央研究所報告: U03030 (2004年2月)



浅地中の酸化還元状態は、地表から浸透する酸素を含んだ降水による鉱物等の酸化反応と棲息する微生物による酸素等の消費（還元反応）により形成されている。また、降水量の季節変化や微生物の活性変化等により、酸化還元状態は変動すると考えられる。

図-1 浅地中における酸化還元状態の形成と変動

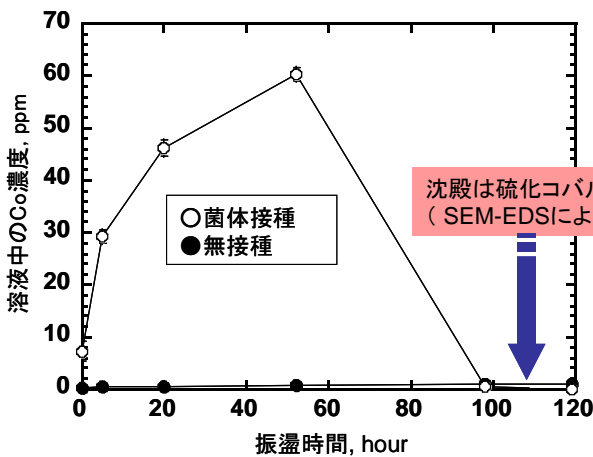


図-2 硫酸還元菌によるオキシ水酸化コバルトの化学形態変化

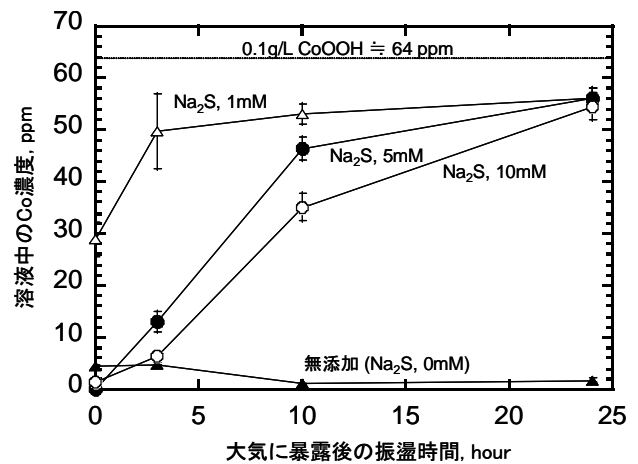
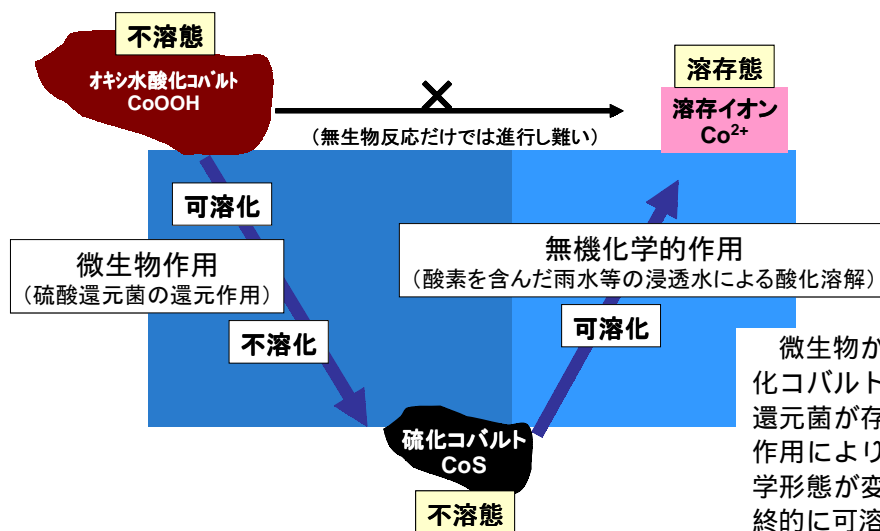


図-3 硫化コバルト沈殿の酸化溶解

硫酸還元菌を接種しない場合、オキシ水酸化コバルトは溶解しない。一方、接種した場合には、硫酸還元菌の生成した硫化水素によりオキシ水酸化コバルトは溶解し、さらに生成する硫化水素によって硫化沈殿を生成した。

硫化コバルト懸濁液を大気雰囲気下で振盪した結果、硫化コバルトは酸素により酸化溶解した。なお、図中の Na₂S (硫化ナトリウム) は硫化コバルトを化学的に生成させるために用いた試薬である。



微生物が存在しない場合、オキシ水酸化コバルトは溶解し難いのに対し、硫酸還元菌が存在する場合には、同微生物の作用により、オキシ水酸化コバルトの化学形態が変化し、降水の浸透等により最終的に可溶化する可能性がある。

図-4 浅地中における微生物作用を伴う難溶性オキシ水酸化コバルトの溶解の可能性