

6-4 廃棄物処分場の化学環境を決める反応の解明

—高レベル放射性廃棄物の鉄製容器の腐食反応—

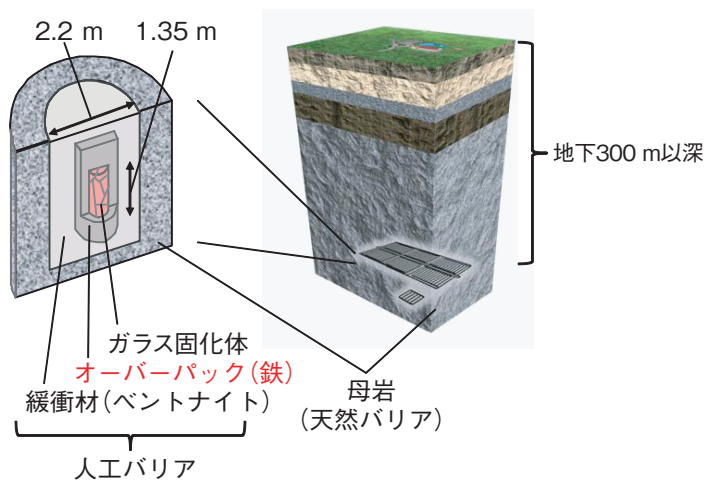
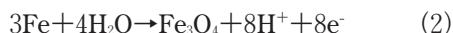


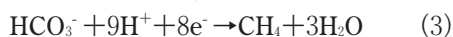
図 6-9 地層処分場における高レベル放射性廃棄物の鉄製容器
高レベル放射性廃棄物ガラス固化体は鉄製容器（オーバーパック）に密封され、その周囲をベントナイト粘土の緩衝材で覆い、深い地下に地層処分されます。鉄製容器はガラス固化体が地下水と接触することを遅らせる働きを担います。

高レベル放射性廃棄物地層処分システムにおいて鉄製容器（図 6-9）は、ガラス固化体が地下水と接触することを所期の期間は防ぎますが、その後も徐々に腐食し、緩衝材内の化学環境に影響を与えられと考えられます。

深地下では酸素がほとんどなく、鉄は(1)や(2)に示す腐食反応を起こします。



これらの反応は鉄が酸化される反応で、何らかの還元反応が同時に起こらなくてはなりません。この還元反応を起こしうる天然地下水の成分として、炭酸水素イオンや硫酸イオンがあります。炭酸水素イオンが還元されると、(3)に示すようにメタン（ CH_4 ）ができ、地下水は-350 mV（標準水素電極に対する酸化還元電位、以下同様）程度の還元条件になります。



硫酸イオンが還元される場合には、類似の反応により地下水の酸化還元電位は-300 mV程度になります。

高レベル放射性廃棄物の中には、地下水中で動きやすさが酸化還元電位によって大きく変わる Np や Se のような元素があるため、鉄の腐食に伴って地下水がどのよ

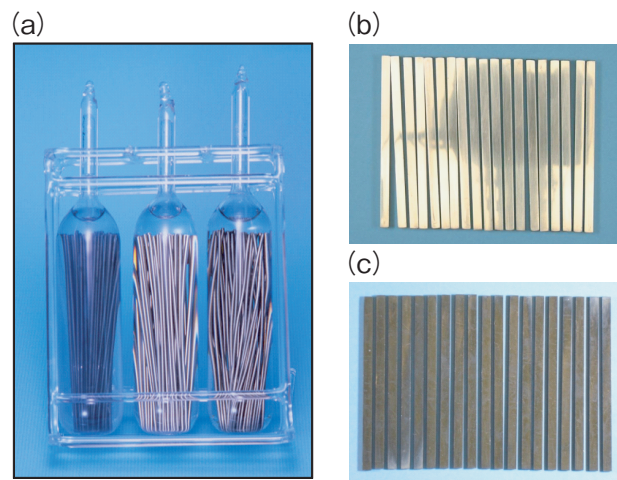


図 6-10 ガラスサンプルに封入した鉄試料及び腐食前後の試料表面鉄片を水溶液と共にガラスサンプル (a) に封入して腐食させ、発生したガス（硫化水素，メタン，水素）を分析しました。鉄片は試験前には光沢を有していましたが (b)、磁鉄鉱 Fe_3O_4 などの腐食生成物に覆われました (c)。

うな酸化還元電位になるのかが重要です。また U, Np, Pu, Am のような元素は炭酸水素イオンが存在すると動きやすくなる性質がありますので、炭酸水素イオンが還元されてメタンに変化するかどうかも重要です。

私たちは酸素の侵入を防止できるガラスサンプルの中で、炭酸水素イオンと硫酸イオンを含む 60 °C の水によって鉄片を最長 160 日間腐食させ、どのような還元反応が起こるのかを調べました（図 6-10）。その結果、硫酸イオンと炭酸水素イオンが還元されないこと、代わりに水が還元される反応 (4) が起こることが確認できました。



これは -500 mV 程度の強い還元的な条件で起こる反応です。

本研究の結果は、容器としての寿命を超えた長期にわたり、鉄の腐食により人工バリア内は強い還元的な環境となるとともに、炭酸水素イオンが存在しうることを示しており、廃棄物処分の安全性を評価する上で重要なプロセスのひとつが明らかになりました。

本研究は、原子力規制委員会原子力規制庁（当時、経済産業省原子力安全・保安院）からの受託研究として実施しました。

●参考文献

Otsuka, I., Yamaguchi, T. et al., Identification of the Cathode Reaction Accompanied with Overpack Corrosion, Scientific Basis for Nuclear Waste Management XXXV (Materials Research Society Symposium Proceedings Volume 1475), 2012, p.507-512.