

原子力水化学のための高エネルギー照射場の非均質現象の研究
Studies on inhomogeneous phenomena in high-energy irradiation fields
for nuclear water chemistry

永石 隆二¹⁾ 桑野 涼¹⁾ 松村 太伊知¹⁾ 松本 義伸²⁾ 伊藤 辰也³⁾
Ryuji NAGAISHI Ryo KUWANO Taichi MATSUMURA Yoshinobu MATSUMOTO Tatsuya ITO

¹⁾原子力機構 ²⁾長岡技科大 ³⁾東北大

(概要)

福島第1原発(1F)廃止措置に関連して、海水成分が含有、または吸着材、燃料デブリ等の固体が共存した水溶液系での放射線誘起反応の基礎過程の研究等を進めるとともに、現場で起きた事象の原因究明を要請の都度行っている。平成30年度、本課題では主にガンマ線や電子線を用いた定常照射実験として、海水系等での水の放射線分解の実験的評価、低透過性(高LET)放射線照射での生成物分析、1F関連のスラリー廃棄物や固相吸着材の放射線誘起劣化・機能化の研究等を進めて、1F対策等に必須な成果・データを取得するとともに、会議や論文・報告書の発表を行った。

キーワード：海水、ゼオライト、固相酸化物、低透過性放射線、放射線分解、収量(G値)

1. 目的

放射線照射下で海水成分等の溶質が溶解、あるいは吸着材等の固体が共存した水溶液では、溶質または固体の直接作用並びに水の分解生成物との相互作用によって水溶液中の反応が変動するが、これらの基礎的な過程は化学量論的かつ速度論的に解明されていない。これを明らかにするためには、定常とパルスの照射実験で最終生成物・過渡吸収データを取得して、線質を含めた各種条件下の分解収量と反応を評価する必要がある。そこで本課題では、溶質や酸化物を含んだ水溶液にガンマ線や電子線を照射して、金属イオンの酸化還元や水素の発生を最終生成物として測定する。

2. 実施方法

水溶液は純水、海水、塩化物や臭化物を溶解した水等とした。固体材料はゼオライト等の吸着材やジルコニウム等の酸化物とした。試料には水溶液のみ、及び水溶液と酸化物の混合物を用いた。これらをガラスや金属の照射容器に封入し、照射施設の照射室内に設置後、ガンマ線(線量率0.5-10 kGy/h)または電子線(<1.0 kGy/s)で照射した。照射後に最終生成物として、容器内のヘッドスペース(気相)中の水素分子(H₂)、水溶液中に溶解した過酸化水素(H₂O₂)、酸素分子(O₂)等を分析した。線量測定は重クロム酸溶液(化学)線量計やフィルム線量計(CTA-125, FW-60等)を用いて試料の照射毎に行い、線量計の測定値との比較から試料の吸収線量を評価した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

海水塩効果の収量と反応 [1-2]：海水系の高濃度塩水溶液中の放射線分解反応計算コード(不均一系・均一系)等を構築するため、定常照射での最終生成物データ及びパルス照射(パルスラジオリシス法)での活性種の過渡吸収データをもとに、海水成分の塩によるイオン雰囲気の影響を受ける、水和電子(e_{aq}⁻)等の分解生成物の反応特性の評価(塩効果、イオン強度補正)を進めた。

低透過性放射線の解析と照射 [3-4]：これまでほとんどの実験では低LET放射線のCo-60ガンマ線が用いられてきたが、1F関連の分解収量の線質(LET)効果の評価に着実に進めるため、ベータ線や制動放射等で低・連続エネルギー化した二次放射線を模擬した、透過性の低い電子線(QST高崎)並びにエックス線(CLADS富岡)の照射による線量評価及び最終生成物分析を、これら放射線の透過性に優れたカプトンフィルムを照射(透過)面とした試料容器を作製して達成した。

4. 引用(参照)文献等

- [1] 永石, 近藤ら, 原子力学会 2016年秋の大会 3C04 (2016); 2018年秋の大会 3C11 (2018)他.
- [2] 永石, 「1-6 汚染水処理後の二次廃棄物等を安全に長期保管する一事故対策・廃止措置を随所に支える放射線分解研究の進展一」, 原子力機構の研究開発成果 2018-19, JAEA, p.16 (2018).
- [3] 松村, 永石ら, 原子力学会 2018年春の年会 2M03 (2018); Radiat. Phys. Chem. (投稿) 他.
- [4] 永石, 桑野ら, 原子力学会 2018年春の年会 2M02 (2018); 2019年春の年会 1D06 (2019)他.