

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⁾ 伊藤 辰也²⁾ 松本 義伸³⁾
Ryuji NAGAISHI Ryo KUWANO Tatsuya ITO Yoshinobu MATSUMOTO

¹⁾原子力機構 ²⁾東北大 ³⁾長岡技科大

(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。令和元年度、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・DOE関連のスラリー廃棄物や固相吸着材の放射線効果に関する研究等を進めて、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: 低透過性放射線、スラリー廃棄物、放射線分解、収量(G値)、分子生成物、水素保持

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、ハロゲン化物を溶解した水等を、固体材料はゼオライト等吸着材やジルコニウム等酸化物を用いた。試料にはこれらの混合物、並びにスラリーや懸濁水を用いた。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

低透過性放射線の解析と照射 [1-2]: 他グループの実験はCo-60ガンマ線を用いているが、本研究では透過性の低いベータ線や制動放射等を模擬した、電子線(QST高崎)及びエックス線(CLADS富岡)による水の分解の最終生成物分析を先駆的にを行い、分子生成物(H₂, H₂O₂)の分解収量がCo-60ガンマ線の場合よりも大きくなること、すなわち線質(LET)効果を実験的に明らかにした。

スラリー廃棄物の放射線効果 [3-4]: 1FALPSでのスラリー廃棄物容器(HIC)からの溢水事象に端を発して、これまでこの溢水原因が水の放射線分解で発生したH₂のスラリーによる保持であることを明らかにしたが、さらに廃棄物保管のための規制対応の観点から、このH₂の保持・放出のメカニズム、及びそれに及ぼす放射線の影響を明らかにする実験化学的研究を進めた。

4. 引用(参照)文献等

- [1] 松村, 永石ら, 原子力学会 2018年春の年会 2M03 (2018); Radiat. Phys. Chem. (2020)他.
- [2] 永石, 桑野ら, 原子力学会 2018年春の年会 2M02 (2018); 2019年秋の大会 2I01-02 (2019)他.
- [3] R. Nagaishi, "26 Evolution of Water Radiolysis Studies for Measures against Post-severe Accidents", RADIOISOTOPE, 66(11), 601-610 (2017).
- [4] 永石, 桑野ら, 原子力学会 2020年春の年会 3D01 (2020); 東京電力委託事業報告書 (2020)他.