

## 水溶液の放射線分解に及ぼす耐放射線性樹脂の影響の検討

### Investigation of the Effect of Radiation-resistant Resin on Radiolysis of Aqueous Solutions

\*伊藤 辰也<sup>1</sup>、永石 隆二<sup>1</sup>、桑野 涼<sup>1</sup>、神戸 正雄<sup>2</sup>、田牧 諒哉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構、<sup>2</sup>大阪大学

近年、放射線を高線量照射しても実用上の力学的・電気的特性が失われにくい耐放射線性樹脂を照射実験や非密封 RI 実験の容器等に利用するケースが増えてきている。我々も水に接する面にポリイミド（カプトン）を用いて放射線分解の実験を行っていたが、ガラスバイアルを用いた場合とは一致しない結果が見出された。そこで本研究では、水の放射線分解に対して、その水と接している樹脂が及ぼす影響を検討するため、樹脂としてポリイミドと PEEK を用い、ガンマ線照射後の重クロム酸の還元量及び H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の生成量を水溶液中の樹脂の有無で比較した。これらの樹脂を含む場合、重クロム酸の還元量が増加したため、樹脂は放射線分解に起因する水溶液中の還元を促進することが示唆された。この還元促進について、パルスラジオリシス等の実験や測定からも調べた。

**キーワード：耐放射線性樹脂、ポリイミド、PEEK、水溶液、放射線分解**

### 1. 緒言

近年、放射線を高線量照射しても実用上の力学的・電気的特性が失われにくい耐放射線性樹脂を照射実験や非密封 RI 実験の容器等に利用するケースが増えてきている。我々も水に接する面にポリイミド（カプトン）（PI）を用いて放射線分解の実験を行っていたが[1]、ガラスバイアルを用いた場合とは一致しない結果が見出された。

耐放射線性樹脂は放射線場（原子力・宇宙）におけるケーブル被覆等の用途への開発が主であり、引張強度や曲げ強さ、絶縁抵抗等の力学的・電気的特性評価は行われているが、水と接した状態での放射線影響や放射線化学的な解析・評価はほとんどない。よって、耐放射線性や薬品耐性が高くマクロな力学的・電気的特性が失われにくいとされる樹脂であっても、ミクロな樹脂表面においては活性種が生成し、水と溶質及びその分解生成物と反応する可能性が見落とされている。

そこで本研究では、水の放射線分解に対して、その水と接している樹脂が及ぼす影響を検討するため、樹脂として PI と PEEK を用い、ガンマ線照射後の重クロム酸イオンの還元量及び H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の生成量を樹脂の有無で比較した。

### 2. 実験

PI 及び PEEK はフィルム状（厚さ 25 μm）のカプトン H タイプ（デュボン）及び 381G（RS PRO）をそれぞれ所定の寸法に切り出し、水及びアルコールによる洗浄後、渦巻き状に巻いて使用した。それらは照射直前に水溶液と共にガラスバイアル（内径 1.2 cm）の中に入れ、セプトム付きキャップで封入した。試料は、ガンマ線照射施設（QST 高崎研）の照射室に設置して照射（Co-60 線源、線量率 3–5 kGy/h）を行った。重クロム酸イオン（Cr(VI)）の濃度は紫外可視吸光度計（日本分光、V-660）、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> は過酸化水素カウンター（HIRANUMA, HP-300L）を用いて測定した。線量測定は重クロム酸溶液線量計を用いて照射毎に行い、線量計との比較から試料の吸収線量を評価した。

### 3. 結果・考察

1 x 2 cm に切り出して用意した樹脂を、2.26 mL の Cr(VI) 溶液（液の高さ 2 cm）に浸漬してガンマ線を照射した。照射前後の水溶液の吸光スペクトルを取得したところ、吸収線量に対応する Cr(VI) のピークの減少、即ち Cr(VI) の還元が樹脂の添加によって増加することが確認された。PI、PEEK 及び樹脂なしの場合の吸収線量に対する Cr(VI) の濃度(μmol/g)を図 1 に示す。350 nm におけるピーク ( $\epsilon = 2550.2 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ) から濃度を算出し、吸収線量に対してプロットすると近似直線の傾きは G 値を表し、樹脂なしの場合は即ち Co-60 ガンマ線照射による Cr(VI) の還元の G 値 ( $G(\text{-Cr(VI)}) = 1/6 (G_{\text{eaq}} + G_{\text{H}} + 2G_{\text{H}_2\text{O}_2} - G_{\text{OH}}) = 42 \text{ nmol/J}$ ) である[2]。これに対し、樹脂を含む場合の Cr(VI) の還元の G 値は PI 及び PEEK でそれぞれ  $G(\text{-Cr(VI)})_{\text{PI}} = 49 \text{ nmol/J}$ 、 $G(\text{-Cr(VI)})_{\text{PEEK}} = 46 \text{ nmol/J}$  となり、過大評価となることが判明した。

一方、H<sub>2</sub>O 及び NaNO<sub>3</sub> 水溶液をガンマ線照射した後の H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成量は樹脂の有無によって変化しなかった。以上から、樹脂の添加は放射線分解による還元反応を促進することというが示唆された。

また、この還元反応の促進についてパルスラジオリシス等の実験や測定からも調べたので報告する。

### 参考文献

- [1] 伊藤辰也, 他, 「エックス線を用いた水の放射線分解実験における分子生成の高精度評価」, 原子力学会 2022 年秋の大会, 3E13 (2022).  
[2] S. A. Kabakchi, et al. "Radiation Chemistry of the Bichromate Dosimetric System", Radiat. Phys. Chem., 32, 541-544 (1988)

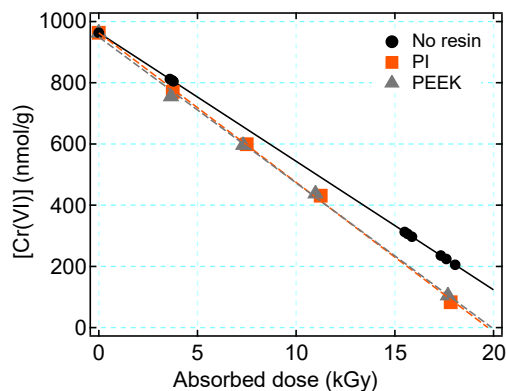


図 1 ガンマ線照射による Cr(VI)濃度の変化  
(樹脂: 1 x 2 cm x 4 枚、1 mmol/L Cr(VI) – 0.4 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>aq : 2.26 mL、液高さ: 2 cm)

\*Tatsuya Ito<sup>1</sup>, Ryuji Nagaiishi<sup>1</sup>, Ryo Kuwano<sup>1</sup>, Masao Gohdo<sup>2</sup>, Ryoya Tamaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency (JAEA), <sup>2</sup>Osaka University