

# 年次大会ポスター発表紹介 優秀ポスター賞 活性炭の放射性ヨウ素吸着能向上に関する基礎的研究

廣田 昌大<sup>\*1</sup>, 桧垣 正吾<sup>\*2</sup>, 伊藤 茂樹<sup>\*3</sup>  
高木 思野<sup>\*4</sup>, 石田 善行<sup>\*4</sup>, 寺尾 啓二<sup>\*4</sup>

## 1. 背景

放射性ヨウ素-131 (<sup>131</sup>I) は、原子力発電において核燃料が燃焼する際などに生成される核種であるほか、核医学において甲状腺疾患の治療薬として広く使用されている。一方、<sup>131</sup>I は揮発しやすい元素であることに加えて、体内に移行すると、甲状腺に集積して甲状腺癌や機能低下症を誘発することが懸念されていることから、より慎重な管理が必要であるとされている。このため <sup>131</sup>I は、排気・排水中の放射性同位元素の濃度限度についても低く設定されている<sup>1)</sup>。

シクロデキストリン (CD) は、6~8 個のブドウ糖が環状に繋がった中空の円錐台形をした高分子である。CD は、環の外側が親水性、内側が疎水性であるため、湿気や水が存在すると、内径と一致する大きさの疎水性の物質を選択的に環内に取り込み、保持する性質を持つ。6 個のブドウ糖から成る CD は  $\alpha$ -CD、7 個から成る CD は  $\beta$ -CD、8 個から成る CD は  $\gamma$ -CD と呼ばれている。過去の研究において、 $\alpha$ -CD が、ヨウ素の取り込み、保持に有効であると報告されている<sup>2)</sup>。ブドウ糖が繋がった天然型 CD に対して、水に溶けやすくしたヒドロキシプロピル化 CD (CDHP) や、水や有機溶媒に溶けにくくした CD ポリマー (CDP) など、様々な化学修飾がなされた CD が開発されており、医薬品や食品、生活用品などの分野において矯味・矯臭剤、安定剤、防臭剤として利用されている<sup>3)</sup>。

放射性ヨウ素を使用する放射線施設の排気設備には活性炭フィルターが用いられるなど、これまで、放射性ヨウ素の捕集には活性炭が用いられてきた。これに対して筆者らは、活性炭に CDHP を添加することによって、活性炭のヨウ素吸着能が向上する可能性があることを見出した。そこで、本研究では、活性炭に CDHP 添加することによって、放射性ヨ

ウ素の吸着能をどの程度高めることができるのかについて評価した。

## 2. 材料及び方法

粒の大きさ (粒度) が異なる 3 種類の活性炭 (S サイズ: 20 × 50 mesh, M サイズ: 8 × 30 mesh, L サイズ: 4 × 8 mesh) と、3 種類の水溶性 CD ( $\alpha$ -CDHP,  $\beta$ -CDHP,  $\gamma$ -CDHP), 及び不溶性 CD ( $\alpha$ -CDP,  $\beta$ -CDP,  $\gamma$ -CDP) をそれぞれ準備した。5 mL のマイクロチューブに活性炭を 0.04 g 投入した後、CDHP 濃度が 0%, 0.1%, 1%, 10%, <sup>131</sup>I (化学形: NaI) の放射能濃度が 25 kBq/mL の水溶液を 4 mL 注入した。同様に 5 mL のマイクロチューブに CDP を 0.04 g 投入した後、同濃度の <sup>131</sup>I 水溶液を 4 mL 注入した。5 日間静置した後、上澄み液 1 mL をそれぞれ 4.5 mL の RIA 用チューブに取り、オートウェルガンマーカウンターを用いて放射能濃度を測定した。測定によって求めた上澄み液の放射能濃度を、マイクロチューブに注入する前の水溶液の放射能濃度で除することによって <sup>131</sup>I の残存率を算出し、活性炭、CDP、CDHP 添加活性炭による <sup>131</sup>I の吸着能を評価した。

## 3. 結果及び考察

図 1 は、活性炭、不溶性の CDP による <sup>131</sup>I 残存率を示している。水溶液から活性炭のみを用いて <sup>131</sup>I を除去したときの <sup>131</sup>I 残存率は、L, M, S サイズの活性炭について、それぞれ 0.253, 0.276, 0.173 であった。S サイズの活性炭の残存率が最も低かったのは、粒度が小さく、水溶液に接する活性炭の表面積が大きいと考えられる。CDP を用いて除去したときの <sup>131</sup>I 残存率は、 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -CDP について、それぞれ 0.340, 0.418, 0.984 であった。CD の内径が小さくなるにつれて残存率は低下した。この結果

は、ヨウ素の取り込み、保持に  $\alpha$ -CD が有効であると報告されている過去の研究結果と一致した。そこで、 $^{131}\text{I}$  の除去効果が高かった S サイズの活性炭と  $\alpha$ -CD を組み合わせることによって、放射性ヨウ素の吸着能をどの程度高めることができるのかについて評価した。

図 2 は、S サイズの活性炭に水溶性の  $\alpha$ -CDHP を添加した時の  $^{131}\text{I}$  残存率を示している。水溶液に、

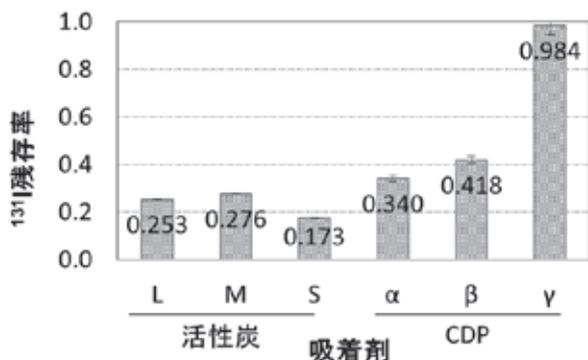


図 1 活性炭, CDP (不溶性 CD) による  $^{131}\text{I}$  残存率

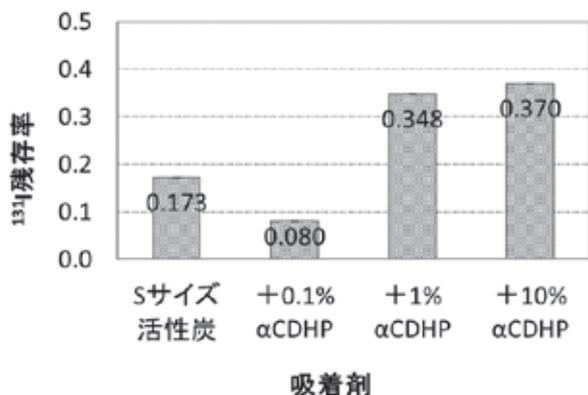


図 2 S サイズの活性炭に  $\alpha$ -CDHP (水溶性) を添加した時の  $^{131}\text{I}$  残存率

濃度が 0.1% となる様に  $\alpha$ -CDHP を添加して活性炭に  $^{131}\text{I}$  を吸着させたところ、活性炭のみの場合の  $^{131}\text{I}$  残存率 0.173 と比べて、1/2 以下の 0.080 と低くなった。一方、水溶液に  $\alpha$ -CDHP を 1%、及び 10% となるように添加したところ、 $^{131}\text{I}$  残存率は活性炭のみの場合と比べて高くなった。

$^{131}\text{I}$  の残存率が 1/2 以下に低下したことは、 $\alpha$ -CDHP は、活性炭の放射性ヨウ素の吸着能を 2 倍以上高めることができることを意味する。水溶液から  $^{131}\text{I}$  を除去するにあたって  $^{131}\text{I}$  の残存率が 1/2 になることは、例えば、排水するための希釈に使用する水の量、又は減衰待ち時間を 1/2 に減らすことができることを意味する。放射線管理分野において、放射性ヨウ素を活性炭に吸着させて除去する際に  $\alpha$ -CDHP を極微量添加することは有効であると期待される。

#### 4. 結論

放射性ヨウ素を活性炭に吸着させて除去する際に、 $\alpha$ -CDHP を極微量添加することによって、活性炭の放射性ヨウ素の吸着能を 2 倍以上高めることができた。

#### 参考文献

- 1) 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件 (平成 12 年科学技術庁告示第 5 号)
- 2) Leroy-Lechat et al.: Preparation and stability of iodine/ $\alpha$ -cyclodextrin inclusion complex. Drug development and industrial pharmacy, 18: 1853-1863 (1992)
- 3) 寺尾啓二, 小宮山真: シクロデキストリンの応用技術, シーエムシー出版 (2008)

(\*<sup>1</sup> 信州大学, \*<sup>2</sup> 東京大学, \*<sup>3</sup> 熊本大学, \*<sup>4</sup> (株)シクロケム)