

SiO<sub>2</sub>担持型両性イオン交換体による  
炉心冷却水に含まれる微量核種の吸着分離技術の基礎研究  
Basic study of the development of adsorptive separation technique for nuclear species from  
reactor core cooling water using the silica-supported amphoteric ion exchanger

\*駒田 諒<sup>1</sup>, 矢部 勇樹<sup>1</sup>, 新井 剛<sup>2</sup>, 佐藤 史紀<sup>3</sup>, 小島 順二<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 芝浦工業大学大学院, <sup>2</sup> 芝浦工業大学, <sup>3</sup> 日本原子力研究開発機構

筆者らは、多核種除去設備の処理水に含まれる<sup>113m</sup>Cdの放射能分析の改善を目的に、自製の無機-有機複合型両性イオン交換体(SAIX)を用いたクロマトグラフィ法による分析妨害元素の除去技術について検討している。本研究により SAIX の処理水に含まれる核種の基礎的な吸着・溶離挙動が明らかとなり、クロマトグラフィ法により模擬処理水から Cd(II)を単離できることが示された。

**キーワード**：両性イオン交換体, クロマトグラフィ法, 多核種除去設備, <sup>113m</sup>Cd, 分析妨害元素

**1. 緒言** 多核種除去設備(ALPS)で処理した水(処理水)は、放射能測定により評価している。しかし<sup>113m</sup>Cdはγ線放出率が極めて低いため、微量の<sup>113m</sup>Cdを正確に検出するためには、短時間で処理水からCdを分離・濃縮する必要がある<sup>[1]</sup>。そこで筆者らは、処理水に含まれる核種及び多様なイオン種に対応可能な無機-有機複合型両性イオン交換体(SAIX)を自製し、これを用いたイオン交換法による<sup>113m</sup>Cdの分離・濃縮法を提案した。本会では、SAIXのCd(II)とその他核種の基礎的な吸着・溶離挙動を明らかとすると共に、SAIXを用いたクロマトグラフィ法により模擬処理水からのCd(II)の分離挙動について詳細に検討したので報告する。

**2. 実験方法** SAIXは、平均粒径50 μm、平均細孔径50 nmの多孔性SiO<sub>2</sub>粒子にクロロメチルスチレンとジビニルベンゼンの共重合体(架橋度15%)を被覆し、クロロスルホン酸、トリメチルアミンを用いてイオン交換基をそれぞれ導入することで得た。SAIXの吸着・溶離特性は、バッチ式吸着試験及びカラム分離試験で評価した。バッチ式吸着試験では、SAIXと10 mmol·dm<sup>-3</sup>(以下、mol·dm<sup>-3</sup>をMと略記)の各金属イオンを含む塩酸水溶液を共栓付き試験管に体積比1:20で注入し、25℃に設定した恒温振とう槽で所定時間振とうした。その後、試験前後の水相中の金属イオン濃度から吸着分配係数を算出し、吸着性能の評価指標とした。カラム分離試験には、φ10×h300 mmのガラスカラムにSAIXを充填高250 mmとなるように圧密充填し充填層を形成した。模擬処理水にはCd(II)、Co(II)及びZn(II)を各々1 mM含む10<sup>-2</sup> Mの塩酸水溶液を調製した。カラム試験は、カラム上端から線速度1.27 cm·min<sup>-1</sup>で模擬処理水(10 cm<sup>3</sup>)、洗浄液(10<sup>-2</sup> M HCl : 60 cm<sup>3</sup>)、溶離液1(0.05 M HCl : 100 cm<sup>3</sup>)、溶離液2(0.1 M HCl : 200 cm<sup>3</sup>)、溶離液3(1 M HCl : 40 cm<sup>3</sup>)の順で通液し、カラム下端からの流出液を3 cm<sup>3</sup>毎に分画採取した。各フラクションの金属イオン濃度からクロマトグラムを作成し分離挙動を検討した。

**3. 結果及び考察** Fig.1にSAIXの各金属イオンの吸着分配係数の塩酸濃度依存性を示す。Fig.1より何れの金属イオンも10<sup>-5</sup>~3 Mの塩酸濃度域において、塩酸濃度の低下に伴い吸着分配係数の増大が確認された。これは、塩酸濃度の低下に伴いH<sup>+</sup>が減少し、陽イオン交換サイトにおいて金属イオンの交換反応が進行したことによると考えられる。一方、3 M以上の塩酸濃度域においては、何れの金属イオンに対しても30 cm<sup>3</sup>·g<sup>-1</sup>以下の低い吸着分配係数を示した。このことからSAIXの陰イオン交換サイトは陽イオン交換サイトよりも少ないことが示唆された。Fig.2にSAIXカラムを用いた模擬処理水のクロマトグラムを示す。Fig.2より、0.1 M HClの通液によりCd(II)の溶離が確認され、その後1 M HClの通液によりCo(II)、Zn(II)の溶離ピークが確認された。本試験結果から溶離液2のフラクションにおいてCo(II)、Zn(II)では非常に高い除染係数が確認された。また、各金属イオンの回収率はCd(II) : 94.1%、Co(II) : 105%、Zn(II) : 102%であった。これらの試験結果からSAIXを用いたクロマトグラフィ法によりCd(II)が単離可能であることが示された。

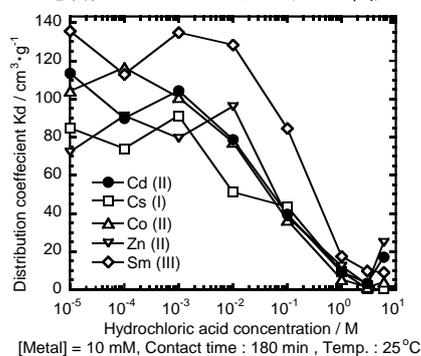


Fig. 1 Hydrochloric acid concentration as a function of the distribution coefficient on SAIX

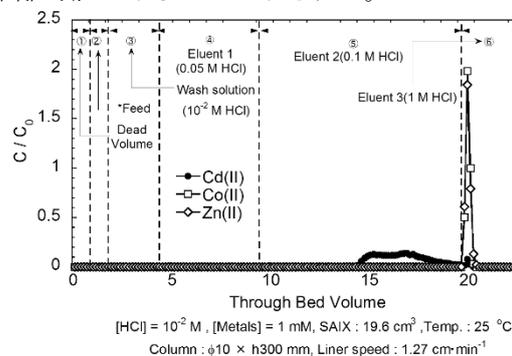


Fig. 2 Separation chromatogram of Cd(II), Co(II) and Zn(II) using SAIX packed column

**参考文献**

[1] 安田麻里ら：分析化学 Vol. 63 No. 4, (2014), pp345-350

\*Ryo Komada<sup>1</sup>, Yuki Yabe<sup>1</sup>, Tsuyoshi Arai<sup>2</sup>, Fuminori Sato<sup>3</sup> and Junji Kojima<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Shibaura Institute of Technology Graduate school, <sup>2</sup> Shibaura Institute of Technology, <sup>3</sup> Japan Atomic Energy Agency