

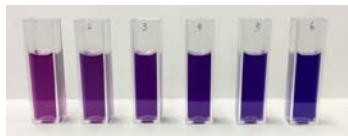
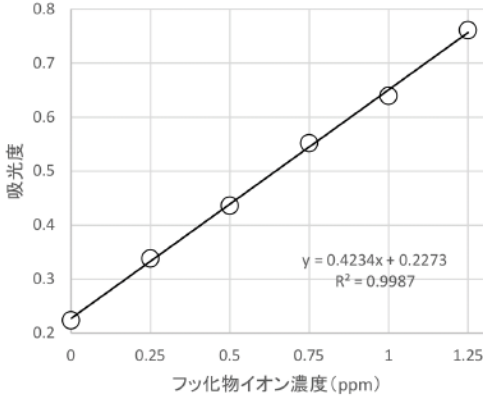


平成28年度 研究活動報告書(概要)

研究課題名 あれば、一副題一	「環境水中のフッ化物イオンを除去する吸着剤の検討に関して」 —ガラス発泡体を利用して—		
研究分野	<input type="checkbox"/> 化学物質(放射性 Cs) <input type="checkbox"/> 生物・バイオ <input checked="" type="checkbox"/> 環境 <input type="checkbox"/> その他		
研究チーム名(人数) (高校名)	倉吉東高校化学サークル(2名) (鳥取県立倉吉東高等学校)		
研究メンバー (主要メンバーのみの記載可)	上田隆裕(2年)	横山裕(2年)	
指導教員名(担当教科)	吉井昌博(化学)		
【活動概要】			
1) 出前講義	<p>日時：平成29年1月21日(土)9時00分～12時00分 場所：鳥取大学地域学部校舎内 講義題目：「環境水中のフッ化物イオンの影響およびガラス発泡体の利用」 講師：中野恵文(鳥取大学特任教授) 講義内容：フッ素の各種産業での利用、フッ素の環境基準、過剰摂取による健康被害、フッ素が含まれている排水処理の重要性を学んだ。また、ガラス発泡体は優れたフッ化物イオンの吸着剤であること、フッ化物イオン吸着の原理、吸着したフッ化物イオンは硝酸により溶離できることを知ることができた。実験操作や条件についてのアドバイスもいただいた。</p>		
2) 見学 —施設見学 —現場見学 等	<p>日時：平成28年11月7日(月) 場所：鳥取再資源化研究所(鳥取県東伯郡北栄町東園583) 見学内容：本研究で利用しているガラス発泡体を製造している企業を訪問し、ガラス発泡体の製造や利用に関して学ぶことができた。ガラス発泡体は、鳥取県中部地区の家庭から出たガラスゴミを引き取り、原料としている。重金属イオンの環境中への流出を防ぐために、それらが含まれているガラスを除き製品を作っている。ガラス発泡体は吸着剤以外の用途も研究されている。特に乾燥地において農作物を育てる際にその保水作用が役立つという研究の話が印象に残った。現在はモロッコにおいて、ガラス発泡体を用いて塩害を防ぐ研究をJICAとともに進めており、このように身近にある企業が海外で活躍していることを知ることができた。</p>		
3) 研究成果 の発表	<p>日時：平成29年1月28日(土) 10時～4時30分 発表の場：平成28年度鳥取県高校生理数課題研究等発表会 発表題目：「吸光度計の作成とガラス発泡体を利用した</p>		



	<p>フッ化物イオンの吸着の検討」 発表形態：<input checked="" type="checkbox"/>口頭 <input type="checkbox"/>ポスター <input type="checkbox"/>その他（ ） 発表者名：上田隆裕（2年）、横山裕（2年）</p>	
4) その他の活動	特になし	
5) 受賞等	平成 28 年度鳥取県高校生理数課題研究等発表会 口頭発表の部 優秀賞（3位相当）	
6) 他の助成	該当なし	
7) 研究課題を選んだ理由	<p>【本研究課題を選んだ理由や、その背景】</p> <p>フッ素は自然界に広く分布し、様々な製造業で利用されている物質である。過剰摂取は健康被害をもたらすため水道水質基準(0.8 ppm 以下)や排出基準(8 ppm 以下)が定められており、環境水中からの安価で確実な吸着除去方法が必要とされている。</p> <p>地元企業の鳥取再資源化研究所は、地域から出たガラスゴミからガラス発泡体を製造している。ガラス発泡体は優れたフッ化物イオンの吸着剤である。数千 ppm の高濃度フッ化物イオン水溶液から、フッ化物イオンを効率よく吸着除去することが知られているが低濃度水溶液への適応は難しい⁽¹⁾。</p> <p>以上のことから本研究の目的はガラス発泡体への数 ppm 程度の低濃度フッ化物イオンの吸着除去の方法を検討することとする。このため、比色分析に必要な吸光光度計を作成し、数 ppm のフッ化物イオンの定量をできるようにする。</p> <p style="text-align: right;">(1) ケミカルエンジニアリング 2014 年 10 月号(VOL.59 No.10).化学工業社</p>	
8) 成果概要	<p>【本研究活動で得られた成果】</p> <p>成果①：作成した吸光光度計を用いて、ppm オーダーのフッ化物イオンの定量が可能となった。</p> <p>本研究で作成した吸光光度計を図 1 に示す。光源には 5 mm の高輝度 LED および電流制限抵抗 47 Ω を使用した。検出部に CDS セル 11 mm を用いて、透過光によって変化する抵抗値をテスターで測定した。このとき得られた数値を光強度の値として用いた。</p> <p>試料溶液はディスポセル中で反応(図 2)させ、これをそのまま検出部に差し込み光強度を測定した。シングルビーム式の吸光光度計であるため、試料溶液の透過光強度 (I_1) を測定後にディスポセルを水洗し、水を入れて光強度を測定して得られた数値を入射光強度 (I_0) とした。これらの数値をランベルトベールの式に代入し、吸光度を算出した。なお、CDS セルの抵抗値は透過する光が強いほど抵抗値は小さい値となるので、次式で計算を行なった。$A = \log_{10} I_1 / I_0$ (A : 吸光度, I_0 : 入射光強度, I_1 : 透過光強度)</p> <p>吸光度を算出し検量線を作成したところ、濃度と吸光度に良好な直線関係が得られた(図 3)。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="395 1697 743 1928">  <p>図 1 作成した吸光光度計</p> </div> <div data-bbox="395 1939 743 2074">  <p>図 2 検量線作成時の水溶液</p> </div> <div data-bbox="842 1675 1326 2074">  <p>図 3 フッ化物イオンの検量線</p> </div> </div>	

成果②：前処理としてガラス発泡体を塩化カルシウム水溶液につけておくと、フッ化物イオンの吸着率が上昇することが分かった。

ガラス発泡体へのフッ化物イオンの吸着はカラム法で検討することにした。吸着剤として用いるガラス発泡体は、乳ばちで簡単に粉砕することが出来る一方、細かくしすぎると粉末状になってしまう。粉末状となれば、カラムが目詰まりしてしまい、通水することができなくなる。これを防ぐために水洗いを繰り返し行い、粉末状のガラス発泡体を取り除き、粒状ガラス発泡体を得た（図4）。

吸着試験の操作を以下に示す。

- ①1mL マイクロピペットチップに 3~4 mm 程度に切ったろ紙を入れ、先に詰める。
- ②ガラス発泡体 0.50 g を①に入れる。
- ③②に 25 °C の恒温槽につけておいた 3.0 ppm フッ化物イオン水溶液を 20 秒毎に 0.10 mL ずつ加える（図5）。
- ④③の操作を 10 分間行い、流出した水溶液中のフッ化物イオン濃度を測定する。

ガラス発泡体のみで吸着試験を行ったところ、吸着されなかったフッ化物イオンが流出していることが分かった。そこで、吸着条件はそのままとし、ガラス発泡体の前処理を行うことで、フッ化物イオンの吸着効率を上昇させることを検討することにした。

ガラス発泡体の前処理としては、粒状ガラス発泡体 1.5 g を 0.10 mol/L 塩酸、0.10 mol/L 塩化カルシウム水溶液各 100mL にそれぞれ加え、25°C で 1 時間静置した後、100 mL の水で 5 回水洗し乾燥させ、前処理とした。



図4 粒子状のガラス発泡体



図5 吸着試験の様子

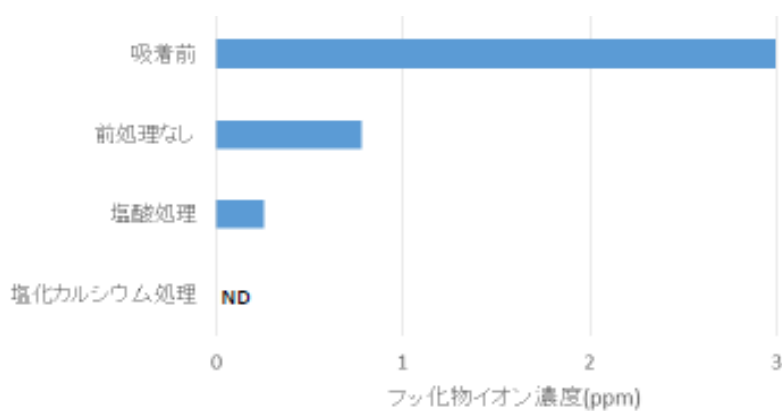


図6 吸着試験の結果

吸着試験の結果を図6に示す。前処理なしのガラス発泡体で74%のフッ化物イオンを吸着した。この結果より、吸着量は $6.7 \times 10^{-3} \text{ mg}/0.50 \text{ g}$ であった。高濃度フッ化物イオン溶液での吸着試験（バッチ法による）において、ガラス発泡体のフッ化物イオン吸着容量は 800 mg/g と報告されている⁽¹⁾。このため、破過曲線を作成し、本研究の条件下での吸着容量を測定する必要がある。

ガラス発泡体を塩酸で前処理すると吸着率が増加した。ガラス発泡体を製造する際に水熱処理が行われており、最後の工程でガラス発泡体を硫酸で洗浄している。塩酸によりガラス発泡体表面に残っていた硫酸イオンが洗い出された結果、フッ化物イオンの吸着率が増加したのと考えられる。塩化カルシウム水溶液による前処理を行なったところ、カラムからの流出液中のフッ化物イオンを検出することはできなかった。これは、ガラス発泡体表面に吸着されたカルシウムイオンとフッ化物イオンが反応して難溶性のフッ化カルシウムを生じ吸着率が増加したためと考える。

(1) ケミカルエンジニアリング 2014年10月号(VOL.59 No.10).化学工業社

	<p>【今後の展開、課題】</p> <ul style="list-style-type: none">・破過曲線の作成により吸着容量を測定すること・前処理の条件を検討すること・吸着したフッ化物イオンの溶離条件を検討すること
	<p>【本活動を通じて活動に参加したメンバーが学んだこと】</p> <p>苦勞した点は吸光光度計の作成がなかなか思うようにいかなかった点で、特に光源波長の間違いに気付くまで時間がかかってしまった。また、中野先生の講義で、ガラス発泡体表面の化学構造が知れて（まだ分かっていない部分も多いそうだが）参考になった。自分達の実験のフッ化物イオン濃度が低すぎるのではという指摘を受けたが、水道水基準を考えると、低濃度の吸着試験は必要な研究であると思う。これまで学んだことを今後の研究にも生かしたい。（上田）</p> <p>研究活動から多くのことを学べました。フッ素の危険性、ガラス発泡体の吸着率など、普段の授業では決して学べないような内容だったのでとても興味深かったです。また、たくさんの実験器具を使い繊細な作業を繰り返し行うことは、将来研究者として自分のやりたいことに直結しており、貴重な経験でした。今は破過曲線作成の実験を行っていますが、1時間も手作業で通水させるのはとても大変です。今後も頑張りたいです。（横山）</p>