

アコヤガイの貝殻による重金属吸着の条件検討

～廃液ゼロを目指して～

2年3組 松本 篤哉 2年3組 山下 尊嗣
2年4組 木下 綴 2年4組 河野明日香
指導者 蒲池 健人

1 課題設定の理由

宇和島市を含む南予地域は、アコヤガイや牡蠣の養殖が盛んである。しかし、そのほとんどは真珠としての活用や貝柱などの可食部分のみを必要とするため、貝殻の廃棄が大量に発生しており、地域課題の一つとなっている。そこで、貝殻の有効活用に関する先行研究を探したところ、牡蠣殻を用いた銅（Ⅱ）イオン、アンモニウムイオン、リン酸イオンの吸着に関する報告⁽¹⁾、アコヤガイの真珠層を用いたリン酸イオンの吸着に関する報告⁽²⁾、あさりの貝殻粉末を用いた銅（Ⅱ）イオンの吸着に関する報告⁽³⁾などの前例があった。そこで、私たちは銅（Ⅱ）イオン以外の重金属も、アコヤガイの貝殻を使うことで吸着することができるのではないかと考えた。アコヤガイ貝殻を用いて銅（Ⅱ）イオン以外の重金属を吸着し、将来的には学校の実験や工場で発生する重金属を含んだ廃液に対する吸着材として利用することを目指し、本研究を行った。

2 仮説

- (1) 貝殻の多孔質から不要なごみを取り除くための水酸化ナトリウム水溶液への浸水の日数を長くすることによって吸着効果が高まる。
- (2) アコヤガイの貝殻粉末を 150 μm ふるいにかけることによって吸着効果が高まる。
- (3) アコヤガイの貝殻粉末を用いて Cr^{3+} についても Cu^{2+} と同様に吸着することができる。

3 研究の方法

実験(1) 水酸化ナトリウム水溶液への貝殻の浸水日数差による吸着効果の比較

アコヤガイの貝殻を 1 % の水酸化ナトリウム水溶液に 1 日～ 5 日浸水させ、粉末化し 150 μm ふるいにかけた。また、その粉末 4.0g を 0.010mol/L の硝酸銅（Ⅱ）水溶液 200mL 中に入れ、30 分間攪拌した。そして、攪拌後の溶液を 5 分ごとに分取し、吸光度を吸光度計（島津 UV-mini1240）で計測した。ただし、 Cu^{2+} の紫外可視吸収スペクトルのうち判断のしやすい（800nm）の吸光度について比較した。

実験(2) アコヤガイの貝殻粉末への 150 μm ふるいの有無による吸着効果の比較

1 % の水酸化ナトリウム水溶液に 5 日浸水させたアコヤガイの貝殻について、粉末化した後、150 μm ふるいをかけずに(1)と同様の条件で測定を行った。

実験(3) Cr^{3+} に対する吸着効果の評価

1 % の水酸化ナトリウム水溶液に 5 日浸水させたアコヤガイの貝殻について、粉末化し 150 μm ふるいをかけた。また、その粉末 4.0g を 0.010mol/L、0.0050mol/L の硫酸クロム(Ⅲ)水溶液 200ml 中に入れ、40 分間攪拌した。そして、(1)と同様の条件で測定を行った。ただし、 Cr^{3+} の紫外可視吸収スペクトルのうち判断のしやすい(600nm)の吸光度について比較した。

4 結果と考察

図 1 に実験(1)の結果を示す。

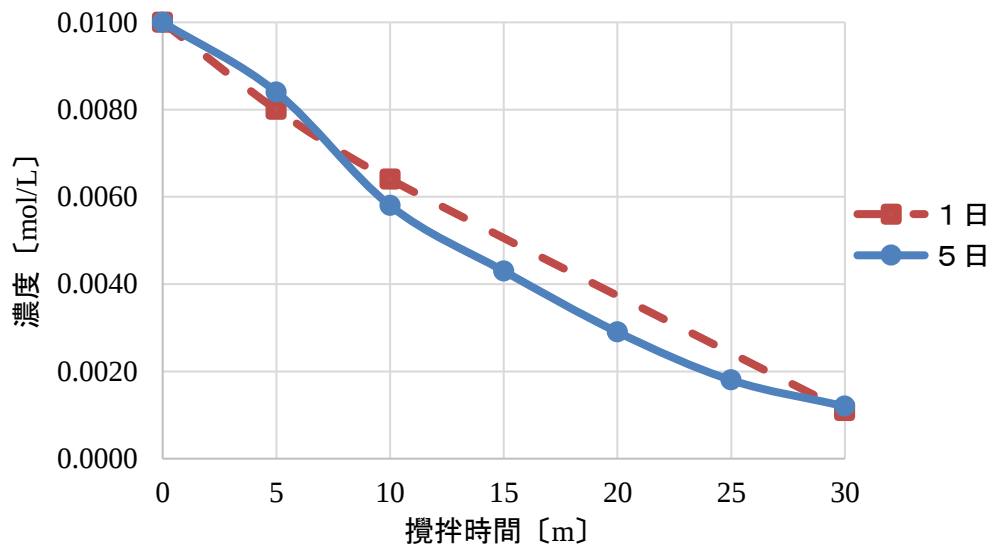


図 1 水酸化ナトリウム水溶液への浸水日数の比較

図 1 より、水酸化ナトリウム水溶液へのアコヤガイの貝殻の浸水日数を変化させても、攪拌時間を 30 分にするだけで吸着効果に差がなくなることが分かる。このことから、水酸化ナトリウムへの浸水日数はアコヤガイの貝殻粉末による重金属の吸着効果に大きな影響をもたらさないことが分かった。

よって、水酸化ナトリウムに 1 日アコヤガイの貝殻を浸水するだけで、十分、多孔質に付着したごみや不要物を取り除くことができるということが分かった。

図 2 に実験(2)の結果を示す。

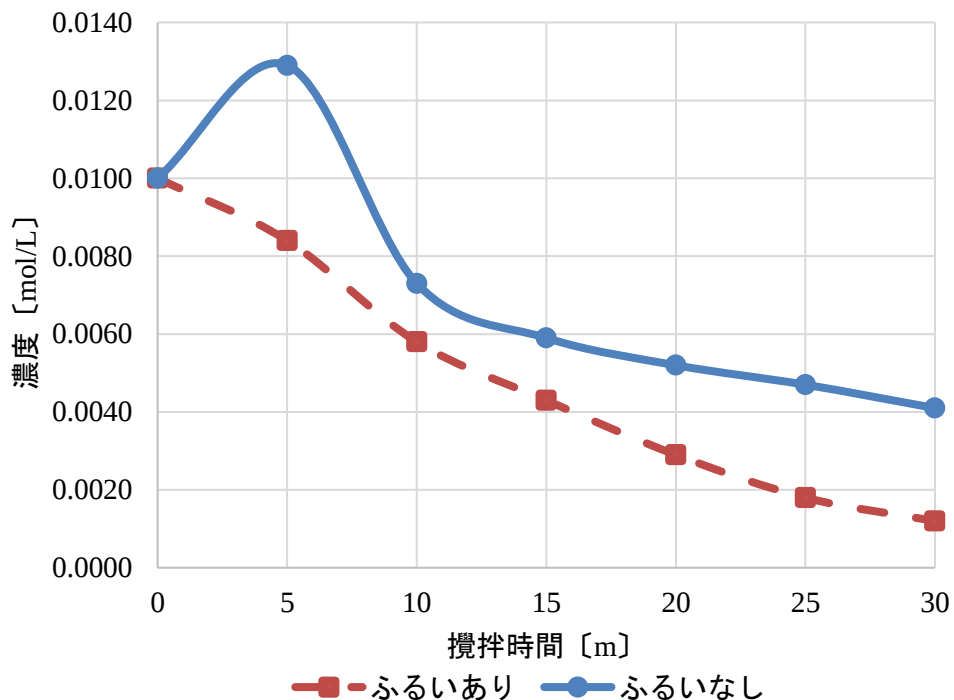


図 2 アコヤガイの貝殻粉末への 150 μ m のふるいの有無による濃度変化の比較

図 2 より、アコヤガイの貝殻粉末を 150 μ m のふるいにかけることによって、かけなかった時よりも吸着効果が高くなることが分かる。攪拌時間を延長させても、吸着効果が同じになることがないことから、貝殻粉末をふるいにかけて 150 μ m 以下にすることが重要であると示唆されている。

このことから、貝殻粉末の大きさを $150\mu\text{m}$ 以下にすることで、表面積が大きくなり、多孔質がより多くの重金属イオンを吸着できるようになると考えられる。

図3～図6に実験(3)の結果を示す。

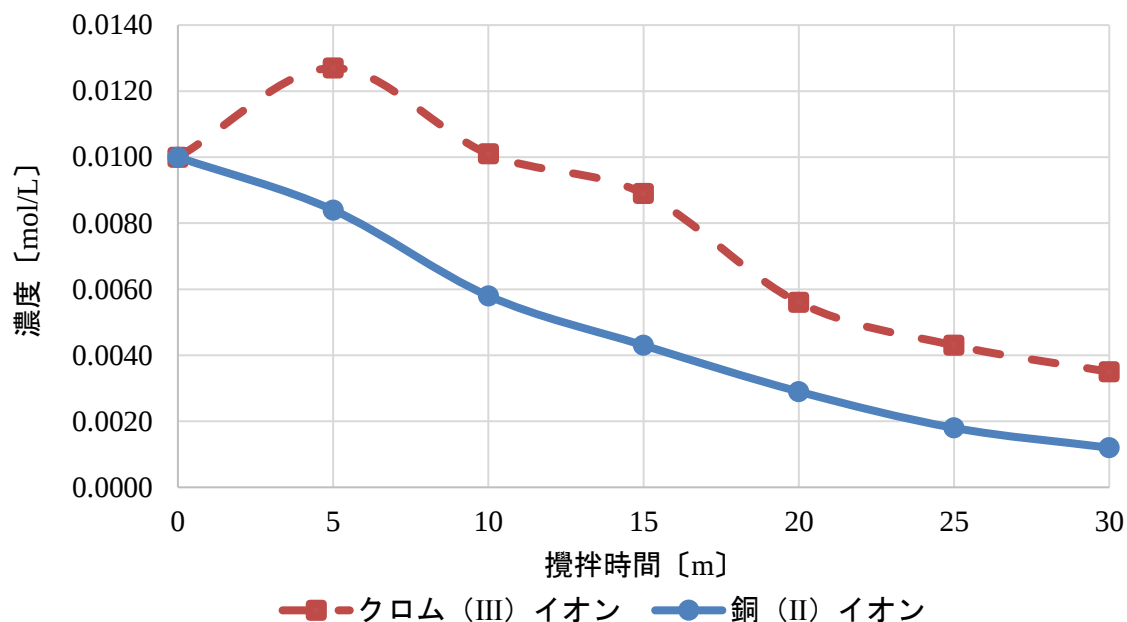


図3 アコヤガイの貝殻粉末による金属イオン別水溶液の濃度変化の比較

図3より、 Cr^{3+} もアコヤガイの貝殻粉末を用いることによる吸着は可能であるということが分かった。しかし、同条件の Cu^{2+} の吸着効果と比較するとその吸着効果は高くないことも分かった。

このことから、重金属イオンの種類によって吸着するのに最適な貝殻粉末の量が存在すると考えられる。そこで、 Cr^{3+} について適正濃度を調べるために、アコヤガイの貝殻粉末 4.0g に対して濃度を 0.010mol/L、0.0050mol/L に変化させて実験し、その結果を図4～6に表す。

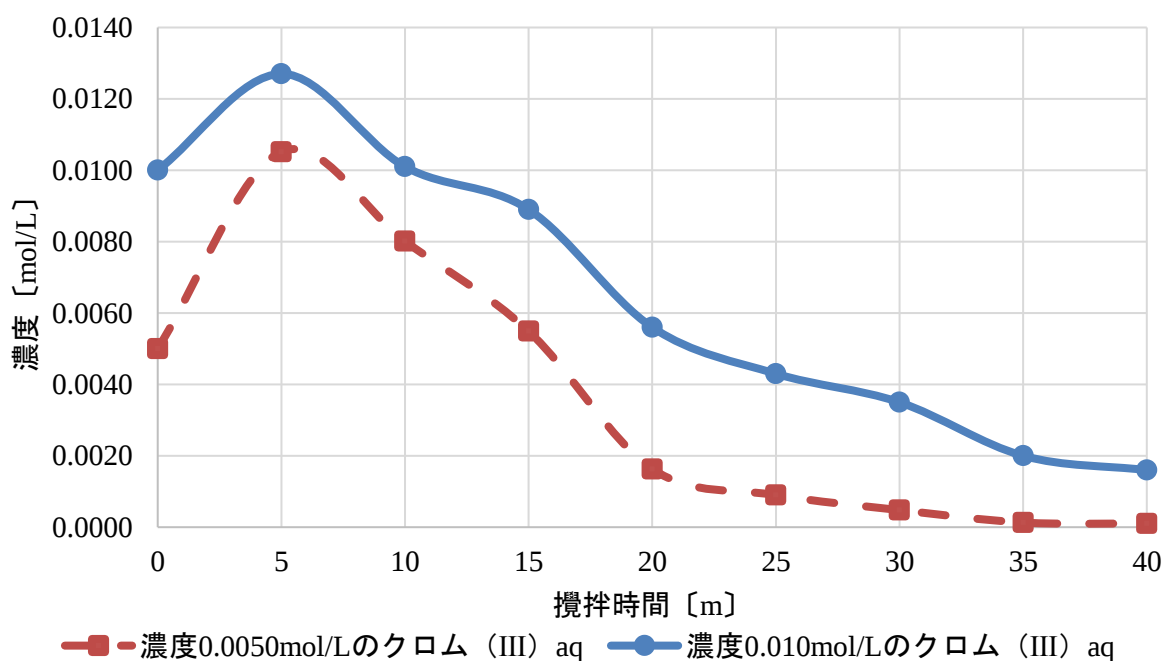


図4 Cr^{3+} の濃度の違いによる濃度変化の比較



図5 0.010mol/L のクロム(Ⅲ)の吸着効果

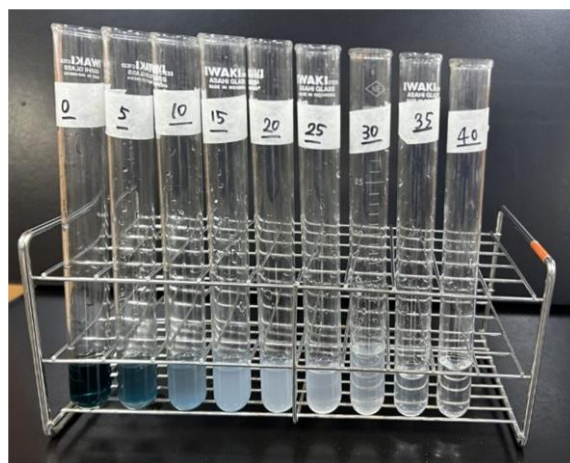


図6 0.0050mol/L のクロム(Ⅲ)の吸着結果

図5、図6の写真の比較から分かるように、0.010mol/L の Cr^{3+} に関しては、30 分を超えても、 Cr^{3+} 特有の暗緑色が見られる。しかし、0.0050mol/L の Cr^{3+} に関しては、15 分を境に Cr^{3+} 特有の暗緑色が見られなくなり、35 分を超えたところで肉眼では無色透明になっている。図4の結果からも、35 分から 40 分の間で濃度がほとんど 0mol/L になっていることが分かる。

このことから、 Cr^{3+} については 0.0050mol/L から 0.010mol/L の間にアコヤガイの貝殻粉末 4.0g あたりの適正吸着濃度が存在していると考えられる。また、アコヤガイの貝殻粉末 4.0g あたりの吸着濃度変化を細かく調べることで、粉末量を変えた場合の適正吸着濃度の推定が可能だと考えられる。

5 まとめと今後の課題

重金属イオンの吸着効果を高めるには貝殻粉末の大きさと攪拌時間が重要であると分かった。今後の研究では、貝殻粉末の大きさは 150 μm 以下、攪拌時間は 30 分以上という条件で実験を行いたい。また、貝殻を水酸化ナトリウムに浸水し多孔質に付着したごみをとる必要性はあるため、浸水日数長期化は吸着効果に影響をもたらさないということが判明したが、実験の安定性のため、5 日間水酸化ナトリウムに浸水した貝殻を使うことは継続していく。

今回は、吸光度が測定可能な有色の重金属イオンを実験に用いたが、今後は、無色の重金属イオンを用いて吸着効果の検証を行いたい。また、今回の結果を踏まえて、 Cr^{3+} と Cu^{2+} を 99% 以上吸着するための最適な貝殻粉末の量を特定したい。さらに、現在の吸着効果では、重金属の廃液処理に利用できるほどの吸着効果ではないため、吸着原理の解明と効果の向上を目指し、より精度の高い研究をすることで地域課題の解決につなげていきたい。

6 参考文献

- (1) 石山 春菜、二宮 紗弥、東 野々
カキ殻粉末を用いた水質浄化－赤潮の未然防止に向けて－
平成 28 年度愛媛県立宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集、2017、p. 83-86
- (2) 酒井 空、坂井 理子、行定 菜生、櫻田 侑生
アコヤ貝による海水の富栄養化の防止
平成 29 年度愛媛県立宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集、2018、p. 39-40
- (3) 近藤 瑠海、富永 夏帆、豊島 芳野、樋口 りさ
廃棄物による重金属の吸着
令和元年度愛媛県立松山南高等学校理数科課題研究論文集、2020