

「吸着」を教材とした教育活動の発展を目指して

－ 化学的探究心を育てる取組 －

熊本県立熊本工業高等学校 工業化学科 教諭 中村 満

1. はじめに

本校は明治31年に創立以来、今年で115年目を迎える歴史と伝統ある工業高校である。熊本市中央に位置し、約4万平方メートル（12,000坪）の敷地面積を有し、現在、全日制課程10学科10クラス（機械科、電気科、電子科、工業化学科、繊維工業科、土木科、建築科、材料技術科、インテリア科、情報システム科）、生徒数1184名。定時制課程3学科3クラス（機械科、電気科、建築科）、生徒数116名の学校である。

「明朗真摯」「創意工夫」「友愛協調」を三綱領に掲げ、文武両道を目指した教育活動を進めている。

2. 要旨

これまで勤務したいくつかの工業高校の中で、工業化学科の生徒たちが化学的探究心に乏しいことを実感してきた。その化学的探究心を少しでも膨らませたい思いから、課題研究を通して「身近な廃棄物を用いた新規吸着剤の開発」というテーマで研究を行っている。生徒自身がアイデアを絞り、自分たちの考えにより新しい発見に挑戦することで、化学を好きになり、興味や関心が増し、化学の楽しさや必要性を感じて欲しいというねらいがある。現在も前任校で行っていた研究を引き続き行っている。

3. 「い草」による金属イオンの吸着実験

(1) テーマ決定に際して

- ① 身近な廃棄物を有効利用すること
- ② 再利用の観点から、吸着するターゲットと

して酸溶液からの重金属・貴金属の回収を行う。

①②を大枠として、生徒たちにどんな廃棄物を使用するかを投げかけた。その結果、たくさんある廃棄物の中で、吸着剤として熊本の特産物である「い草」はどうかというアイデアが生まれ、そのい草を使って金属資源を分離・回収できないかと考えた。

い草に着目した理由として、1点目に量の原料であるい草は年間約4.1万t生産しており、その内の約9割を熊本県が生産していること。2点目に、生産過程において生産量の約20%の0.82万tが廃棄物として排出されており、それを有効利用しようと考えたこと。3点目に、い草はシックハウス症候群の原因物質であるホルムアルデヒドを吸着することが報告されていることである。

また、金属資源をターゲットに選んだ理由は、水銀やカドミウムなどの有害金属、金や白金・パラジウムなどの高価な貴金属を回収・再利用することにより、環境保護や枯渇性資源の再利用につながる研究になると考えたからである。

(2) 仮説

これにより、次のような仮説を立てた。「廃棄物であるい草を用いて、金属資源を分離・回収できるのではないか。」

(3) 実験

実験① 各吸着剤の調製

今回の実験では、吸着剤として八代市の農家から頂きたい草（泥染め済）を用いた。金属を



写真1 カットしたい草



写真2 水で抽出



写真3 ミルで砕き水で抽出

吸着しやすいようA:「い草を約2cmにカットしたもの(写真1)」、B:「コーヒー豆を砕くミルを用いて、さらにい草を粉々に砕いたもの」を調製した。そして、い草の吸着性能を調べるため、それらを水・エタノール・ベンゼンに入



写真4 試料を調整している様子



写真5 説明を聞いている様子



写真6 ベンゼンで抽出したい草の断面写真

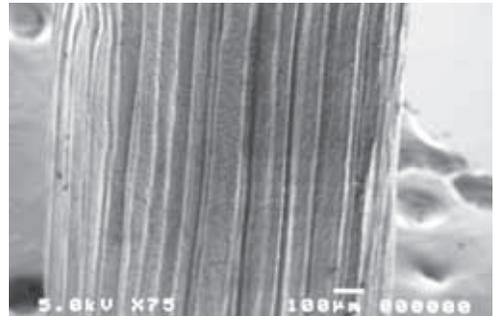


写真7 い草の側面写真

れ、24時間ソックスレー抽出器によって抽出処理を行った(写真2, 3)。このようにして6種類の吸着剤を調製した(写真4)。

実験② SEM(走査型電子顕微鏡)によるい草表面の観察

調製したい草の表面はどうなっているのかという疑問から、熊本大学マテリアル工学科の方にご協力いただき、走査型電子顕微鏡を用いて、各い草の表面観察を行った(写真5)。

各い草の側面および断面の写真を見ると、水で抽出処理したものに比べ、エタノール・ベンゼンで抽出したい草の表面は粗いことが分かった(写真6, 7)。特にベンゼンで抽出したい草の表面には、植物特有の気孔を確認することができた。また、断面写真を見ると、どのい草にも内部に蜂の巣状の細孔が見られた。ベンゼンで抽出処理を行ったい草がしぼんでいるのは、水・エタノールでは抽出できなかった成分がベンゼンによって抽出されたためだと考えられる。これらの違いがどう吸着能力に影響を与え

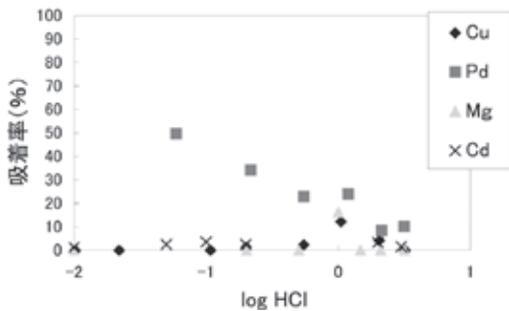


図1 い草（水で抽出）による各金属の吸着率

のかを調べることにした。

実験③ い草による各金属の吸着実験

実験①で調製したい草を用いて、塩酸溶液中からの各金属（Cu,Pd,Mg,Cd）の吸着実験を行った。各金属濃度を1mMに固定し、塩酸濃度を0.01～3mol/lに調製し、それらの中に吸着剤としてい草を0.05g加え、30℃高温槽中で24時間放置した。吸着前後の金属イオン濃度は原子吸光光度計により測定し、吸着前後の塩酸濃度は水酸化ナトリウムを用いて中和滴定により求めた。

図1から分かるように、水で抽出したい草はPdに対して高い吸着率を示すことが分かった。また、吸着前後の溶液の色を見比べると、吸着前は黄色だったものが吸着後は無色透明に変化しており、い草がPdを吸着したことが確

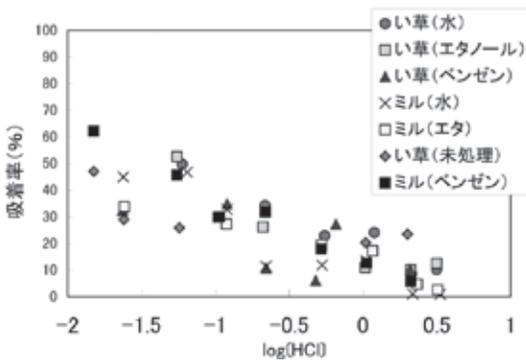


図2 各い草によるPdの吸着率

認できた。

実験④ 各い草によるPdの吸着実験

実験①で調製した6種類の吸着剤を比較・評価するため、1mMの塩化パラジウム水溶液で吸着実験を行った。しかし、各吸着剤に大きな吸着率の違いは見られなかった。また、図2が示すように、いずれの吸着剤も低塩酸濃度領域においてPdを吸着することが分かった。

実験⑤ 各い草によるPdの吸着平衡時間の測定

実験③でい草がPdを吸着することが分かったので、調整した各い草が何時間後に吸着平衡（飽和）に達するかを調べた。吸着剤0.05gに金属濃度を1mM、塩酸濃度を0.01Nに調整した塩化パラジウム溶液15mlを加え、任意の時間にとり過し、金属濃度を測定した。

図3から吸着が平衡に達するのは約30～40時間後ではないかと推測できた。

各い草の吸着量の違いからPd吸着に有効ない草は以下ようになった。

- | | |
|----|-------------------|
| 1位 | 水で抽出したい草 |
| 2位 | ミルで砕いてベンゼンで抽出したい草 |
| 3位 | エタノールで抽出したい草 |

実験⑥ い草からのPdの脱着実験

一度い草が吸着したPdを脱着させ、回収するためはい草からのPdの脱着実験を行った。脱着剤として①2mol/l-塩酸溶液、②1mol/l-

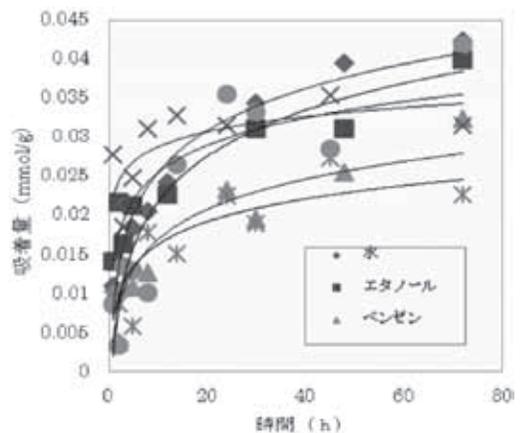


図3 各い草によるPdの吸着平衡時間

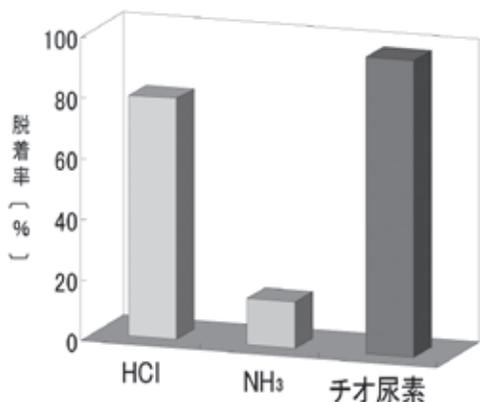


図4 各脱着剤によるPdの脱着率

アンモニア溶液、③1Mチオ尿素-0.1mol/l塩酸混合溶液の3種類の溶媒を用いた。図4が示すように、1mol/lチオ尿素-0.1mol/l塩酸混合溶液を用いると、吸着したPdをほぼ100%脱着できることが分かった。これは、チオ尿素がPdとより親和性の高いアミノ基を2つ有するためだと考えられる。

(4) 結果と考察

- ① 仮説のとおり、廃棄物であるい草を用いて塩酸溶液から枯渇性資源である貴金属Pdを吸着・脱着できることが分かった。
- ② 水で抽出したい草が、Pdの吸着剤として最も優れていることが分かった。
- ③ い草の側面・断面に見られた細孔がPdの吸着に寄与している可能性があるのではないかと考える。
- ④ どのような機構でい草がPdを吸着するのかを知るために、さらに実験を深めていく必要がある。



写真8 熊本県生徒研究発表会で優秀賞を受賞した生徒

4. まとめ

この研究の成果を、熊本県高校生生徒研究発表会や崇城大学が行っているサイエンスインターハイなどで発表し、賞をいただくことができた。課題研究後のアンケートでは「進学し、このような研究に携わりたい」「化学が好きになった」などと回答があった。

このことから、「世界で誰もやってみたことがないこと」に挑戦すること、自分達が行っている実験がどのような結果となるのかを予想し、調べ、考えることで化学に関する興味・関心・やりがいを感じてくれた生徒がいるように感じている。

また、各種コンテストに参加することで生徒のコミュニケーション力やプレゼンテーション力の育成にも好影響を及ぼすと考えている。

5. 今後について

学校にある実験器具・装置には限界があり、幅広い研究や探究を行うには大学や地域との連携・協力を得ることが必要不可欠である。また、課題研究の時間も限られているため、詳細の実験計画を立てながら進めていく必要がある。現在の研究のみでなく、生徒の柔軟な発想を元に新しいことに挑戦することで、生徒の化学的探究心を育てていきたい。

6. 関係機関・取材・実験協力

- ・熊本大学工学部マテリアル工学科
- ・崇城大学工学部ナノサイエンス学科
- ・熊本県立玉名工業高等学校 工業化学科
- ・八代地域農業協同組合



写真9 サイエンスインターハイ@崇城で準グランプリを受賞した生徒