

カキ殻粉末を用いた水質浄化

1年1組 石山 春菜 1年1組 西村未来望
1年1組 二宮 紗弥 1年1組 兵頭 夏季
指導者 重松 聖二

1 課題設定の理由

愛媛県愛南町ではカキの養殖が盛んであり、約 600 t が出荷されている。産業廃棄物として残ったカキ殻は、図 1 のように山積みされている。これらの一部のカキ殻は、家畜の飼料、植物の肥料、道路舗装用資材等に活用されている。広島大学大学院生物圏科学研究科（2010）によると、カキ殻は堆積したヘドロ等の pH を引き上げ、有害な硫化水素を吸着して無害化し、環境改善および生態系の修復に役立つことが確認され、有明海の底質改善工事にカキ殻が使用されている。活用する際、大きく砕いたカキ殻を利用している場合が多いが、私達は細かい粉末にすることでより活用の幅が広がるのではないかと考え、研究することにした。



図 1 山積みされたカキ殻（愛南町）

2 仮説

私達は、工場排水や実験廃液の水質浄化に、粉末にしたカキ殻を用いることができないか調べることにした。その際、カキ殻を粉末にすることで表面積が大きくなり、水質浄化の性能が向上すると考えた。また、カキ殻を加熱することでタンパク質成分がなくなり、多孔質の部分が増加し、より高い性能を示すのではないかと考えた。

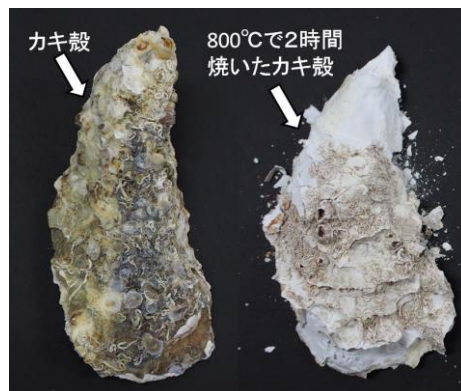


図 2 電気炉で焼いたカキ殻

3 実験・研究の方法

(1) カキ殻の粉末化

貝殻を外殻（ゴツゴツした外側）と内殻（つるつるした内側）に分けて粉末化を試みた。

ア ガスバーナーでの加熱

カキ殻をハンマーで砕いた小片を蒸発皿に入れ、ガスバーナーで加熱する。

イ 電気炉での加熱

電気炉を用いて、カキ殻を 800°C で 2 時間加熱して（図 2）、その後、粉末化する。

(2) カキ殻粉末及び炭酸カルシウムが水に溶解したときの pH 変化の測定

ア (1) で作成したカキ殻粉末 0.1 g を蒸留水 100 mL に入れ、マグネティックスターラーで攪拌しながら、データロガー SPARK を用いて pH 変化を測定する。

(図 3)

イ カキ殻の主成分である炭酸カルシウムの試薬 0.1 g を蒸留水 100 mL に入れ、マグネティックスターラーで攪拌しながら、pH 変化を測定する。

(3) カキ殻粉末等による銅(II)イオンの除去

カキ殻粉末(内殻、外殻)及び炭酸カルシウムを用いて銅(II)イオンの除去を行い、各粉末の性能を比較する。

ア 硫酸銅(II)五水和物 1.0 g を蒸留水 100 mL に溶かす。
(Cu^{2+} 濃度 10000 ppm)

イ アの水溶液に(1)で作成したカキ殻粉末 0.1 g を加え、マグネティックスターラーで 5 分間攪拌した後、ビーカーの底に沈殿したものをろ過する。

ウ イのろ液にカキ殻粉末 0.1 g を加え、マグネティックスターラーで 5 分間攪拌した後、ビーカーの底に沈殿したものをろ過する。この操作をろ液が透明になるまで繰り返す。

エ 各ろ液中に含まれる銅(II)イオンの量は紫外可視分光光度計を用いて測定する。



図 3 pH 変化の測定

4 結果と考察

(1) カキ殻の粉末化

最初、非加熱のカキ殻から彫刻刀で削りだし、乳鉢ですりつぶして粉末にしていたが、効率が悪く少量ずつしか得ることができなかった。また、カキ殻をハンマーで砕いた小片を蒸発皿に入れ、ガスバーナーで加熱したが、周辺に大きく飛び散り、安全に得ることができなかった。そこで、電気炉を用いてカキ殻を 800°C で 2 時間加熱して、その後、粉末化を試みたが、安全に多くのカキ殻粉末を得ることができた。加熱温度が重要だと感じた。

(2) カキ殻粉末等を水に溶解したときの pH 変化
カキ殻粉末及び炭酸カルシウムは水には溶けにくい、図 4 のように、一部反応して pH が上昇し、塩基性になることが分かった。カキ殻粉末の方は pH が 11 付近まで一気に上昇することが分かった。溶解時に生成した水酸化物イオンが金属イオンの除去に大きく関与すると考えた。

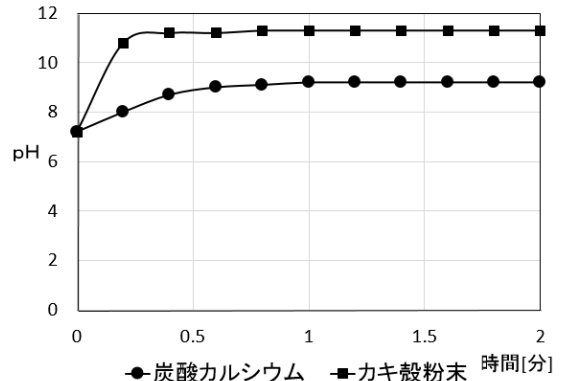


図 4 水に溶解させたときの pH 変化

(3) カキ殻粉末等による銅(II)イオンの除去

カキ殻粉末 (内殻、外殻) 及び炭酸カルシウムを用いて銅(II)イオンの除去を行い、各粉末の性能を比較した。銅(II)イオンの吸光度を紫外可視分光光度計で測定し(図 5)、沈殿を除去した後のろ液に含まれる銅(II)イオンの量を算出した。銅(II)イオンの除去率は次の計算により求めた。

$$\text{除去率}[\%] = (\text{初めのCu}^{2+}\text{濃度} - \text{吸光度より求めたCu}^{2+}\text{濃度}) / (\text{初めのCu}^{2+}\text{濃度}) \times 100$$

図 6 のように、カキ殻粉末 (内殻) は、10000ppm という高濃度の銅(II)イオンをわずか 0.3 g で除去するはたらきがあることが分かった。また、カキ殻の主成分である炭酸カルシウムにも同様のはたらきはあるが、カキ殻粉末の方が高性能であることが分かった。

表 1 のように生成した沈殿の色が異なった。これは粉末の一部が反応して生成した水酸化物イオンによって青白色の水酸化銅(II)ができたのではないかと考える。また、青色沈殿はカキ殻粉末が Cu^{2+} を吸着したものと考えた。

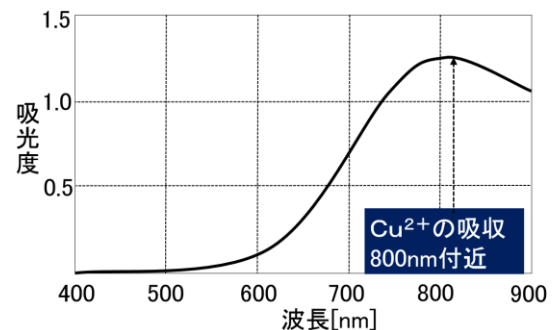


図 5 銅(II)イオンの吸光度

5 まとめと今後の課題

800°C にした電気炉で 2 時間焼いたカキ殻の粉末 (内殻) は、高濃度の銅(II)イオンを少量で除去するはたらきがあることが分かった。カキ殻の主成分である炭酸カルシウムより、はたらきが大きかったのは、カキ殻が多孔質であるという構造上の特性によるものであると考えた。カキ殻粉末は、工場排水や実験廃液に含まれる金属イオンの除去に用いることができると考える。また、得られた沈殿から金属を回収することもできるのではないかと考えた。今後は、他の金属イオンや有機化合物の除去に効果があるか調べていきたい。

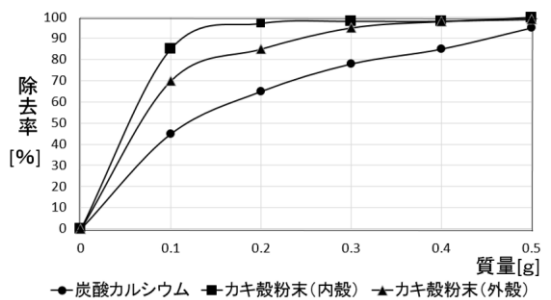


図 6 銅(II)イオンの除去率の比較

表 1 生成した沈殿の色

除去に用いた粉末	沈殿の色
炭酸カルシウム	青白色沈殿
カキ殻粉末	上層: 青白色沈殿 下層: 青色沈殿

参考文献

- ・ 広島大学大学院生物圏科学研究科 (2010) 「カキ殻でヘドロの改善」
http://www.hiroshima-u.ac.jp/gsbs/kenkyu_syokai/yamamoto/