

貝の焼成温度によるリンの除去率への影響

1年1組 安岡慎之助 1年2組 渡部 愛梨 1年2組 横畠 早那
1年3組 堀田 弥人 1年4組 福鹿 涼輝
指導者 高橋 寛

1 課題設定の理由

本校の石山ら(2016)のかき殻を水質浄化に利用していた研究に「900℃で焼成したかき殻が水中のリンを除去する」という記述があった⁽¹⁾。しかし、焼成温度の条件は900℃だけであった。また、本校の前田ら(2018)の論文には、かき殻は600℃~700℃で主成分である炭酸カルシウムが熱分解されると書かれていた⁽²⁾。そこで、私たちはかき殻が水中のリンを除去する性質に、焼成温度が影響するのではないかと考え、研究を行うことにした。

2 仮説

熱分解される700℃からリンの除去量が急激に増える。

3 実験・研究の方法

(1) 焼成温度を変えたかき殻試料の準備

- ア かき殻を電気炉を用いて、200、400、600、700、800、900℃で2時間それぞれ焼成した。
- イ 焼成後の見た目の違いを確認し、乳鉢を用いて粉末化した。

(2) リンの除去率の測定

水溶液中のリンの除去率の測定は、次のア~ウの手順に従いモリブデンブルー法による吸光度法を用いて行った⁽³⁾。

- ア リン酸二水素カリウムを用いてリン酸イオン濃度0.10 mmol/Lとなる水溶液を準備した。
- イ 水溶液100 mLに各試料0.10 gを混ぜ、5分間攪拌後、透明になるまでろ過した。
- ウ モリブデンブルー法で発色させるための試薬をろ過後の水溶液に入れ発色させ、吸光度計を用いて溶液中のリン酸イオンの量を測定した。

4 結果と考察

図1に、600℃から900℃まで焼成温度を変えたときの外観の変化について示す。700℃から高温になるほど少しずつ白くなり、800℃~900℃では、体育の授業で使う石灰のようになり、潰れやすく粒が小さくもろくなった。それに対して、200℃、400℃における焼成では、粉末化する際に固く、潰すのに時間がかかった。また、砕く際に腐ったような刺激臭がした。これは、かき殻に含まれるタンパク質が熱により分解され生じた物質が残っており、その物質の臭いと考えている。600℃以上で同様の臭いがなかったのは、臭いを発するタンパク質がすべて分解されてしまったためと考えられる。

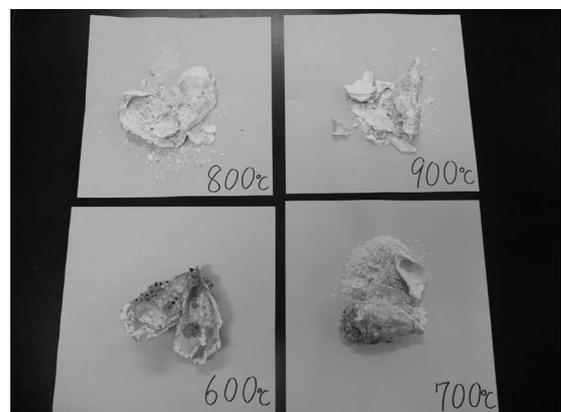


図1 焼成後の見た目の違い

図2は、リン酸イオン濃度を変えてモリブデンブルー法により求めた検量線である。710 nmと880 nmにおいて検量線を作成した。吸光度と濃度の関係にはばらつきがあったものの、より

直線に近い710 nmの検量線を使用することにした。濃度と吸光度の関係は、 $y=11.71x$ の数式で表された。

また、未焼成や200℃で焼成した試料は、リン酸イオン除去後にろ過する際、透明にならず白く濁った。これは、貝殻中の炭酸カルシウムが溶液中で細かく分散してしまったため、分離する手間が必要となってしまうと考えている。

図3に、それぞれの焼成温度で得た試料によるリン酸イオン除去後のリン酸イオン濃度を示す。初期濃度を0.10mmol/Lとしていたが、図3のように、未焼成や200、400、600℃の焼成温度においてもかき殻は70～85%程度リンを除去した。そして、私たちの立てた仮説の通り700℃以上の焼成でリンをほぼ完全に除去できることがわかった。したがって、かき殻を水溶液中のリン酸イオンの除去に利用するためには、約700℃での焼成が必要であるといえる。参考にした前田らの文献によれば、600～700℃の間にかき殻中の炭酸カルシウムが酸化カルシウムに変化していることが記述されており、この加熱による物質の変化がリン酸イオンの除去率に影響していると考えられる。反省であるが、比較として薬品の炭酸カルシウムと酸化カルシウムを検討する必要があった。貝殻による特別な条件がなければ、おそらく炭酸カルシウムでは80%程度の除去、酸化カルシウムではほぼ100%の除去となることが予想できる。

最後に、200℃と400℃は粉末化する際に腐ったような刺激臭がしたことと、この2つの温度では除去率が未焼成のものと大差がないことから、焼いて処理するのであれば700℃以上の方が好ましいと考えた。

5 まとめと今後の課題

かき殻の焼成温度を変えることによってリンの除去率がどう変化するかを調べたところ、仮説の通り700℃以上の焼成温度で水溶液中のリンをほぼ完全に除去する結果が得られた。これは、参考文献の通り、かき殻中の炭酸カルシウムが熱分解されたからであると考えられる。今後は、貝の種類を変えた検討や、実験室ではない海水などの実際の環境においても水質浄化としてリンの除去を行えるのかについて研究していきたい。

参考文献

- (1)東野乃,石山春菜,二宮紗弥(2016)「かき殻粉末を用いた水質浄化」平成28年度SSH生徒課題研究論文集,83-86
- (2)佐竹陸真,前田喬祐,岩本拓哉,細田佑樹(2018)「かき殻タイルへの付与と遮熱性向上」平成30年度SSH生徒課題研究論文集,103-106
- (3)丸善株式会社(1990)『第4版実験化学講座15分析』日本化学会編,196

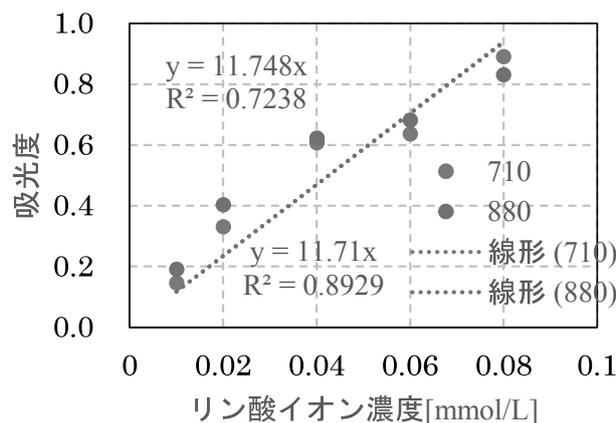


図2 710nmと880nmにおける検量線

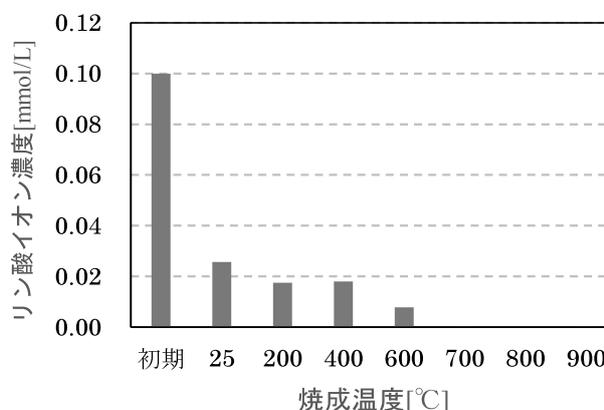


図3 各温度の試料によるPO₄³⁻除去後の濃度