

天然物物質を用いた水中のリン酸イオンの捕集除去実験

5年B組 西松佐和香

指導教員 松浦 紀之

1. 概要

環境水中にリンが流入すると、水中のプランクトンの成長を促し赤潮が発生する。これより環境水中の生態系に影響を及ぼすとともに、水質の低下にもつながる。そこで、身近に入手可能な天然物質を用いて水中のリンの捕集除去ができないか検討した。結果、珪酸塩白土は、水中のリン酸イオンの捕集除去能が非常に高く、再現性があった。一方、パーライトと麦飯石では、水中のリン酸イオンがほとんど除去できなかった。くん炭は、水溶液中のリン酸イオンの濃度が高くなったことから、植物由来のくん炭からリン酸イオンが放出されたと考えた。

キーワード リン酸イオン 吸着 多孔質性 珪酸塩白土 くん炭 モリブデン青法

2. はじめに

環境水中へのリンの流入は、水中のプランクトンの成長が促されるため、赤潮が発生の原因となる¹⁾。赤潮の発生は環境水中の生態系に影響を及ぼすとともに、水質の低下にもつながる。

これらの問題を解決する一つの方法として、環境水中に含まれるリンを除去することが挙げられる。環境水中の化学成分を除去する方法として活性炭を用いる方法がある²⁾。活性炭は多孔質性のため、様々な化学成分を吸着することが知られている。そこで、身近に入手可能な天然物質が水中のリンの捕集除去の性質を示すのではないかと考え、確認する実験を行った。

3. 実験

試薬は市販のものをそのまま用いた。溶液の吸光度の測定は、Shimadzu UVmini 1240を用いた。リン酸イオンの捕集除去に

用いる天然物質は、ホームセンターで購入した、くん炭(あかぎ園芸)、パーライト(あかぎ園芸)、麦飯石の砂(ソネケミファ)、八沢木白土(ソネケミファ)を用いた。水中のリン酸イオンの定量は、モリブデン青法³⁾により行った。

表1. 実験に用いた天然物質

商品名 (メーカー)	成分
くん炭 (あかぎ園芸)	もみがらを炭化したもの
パーライト (あかぎ園芸)	真珠石を焼成したもの
麦飯石の砂 (ソネケミファ)	不明
八沢木白土 (ソフトシリカ)	天然のモンモリロナイト粘土を乾燥・粉碎したもの(珪酸塩白土)

(1) 水中のリン酸イオン捕集除去実験

100 mL ビーカーに 5.0×10^{-12} mol/L のリ

ン酸二水素カリウム水溶液 16 mL, 蒸留水 24 mL, 吸着剤 3.0 g を入れたものを 4 個準備した。マグネチックスターラーで 30 分間攪拌したあと, 溶液を遠心分離機 (20 mL のプラスチック製遠沈管) を用いて 15 分間遠心分離した。遠沈管の上澄み液を 20 mL とり, 分光光度計を用いて 882 nm の吸光度を測定した。測定は 4 回行い, その平均を求めた。

4. 結果と考察

天然物質を用いて, 水中のリン酸イオンの捕集除去実験を行った結果, それぞれの天然物質による除去率 (初めに存在していたリン酸イオンから除去されたリン酸イオンの割合) は, パーライト: -1.34%, 麦飯石: 5.65%, 珪酸塩白土: 73.4%であった (図 1)。ここで, 除去率の負の値は, リン酸イオンの放出を表す。

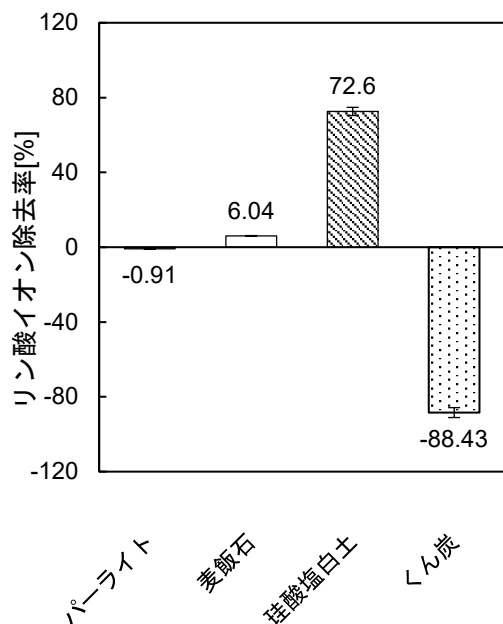


図 1. 天然物質を用いた水中のリン酸イオンの捕集除去率 [%]

珪酸塩白土は, 水中のリン酸イオンの捕集除去能が非常に高く, 再現性があった。一方, パーライトと麦飯石は, 水中のリン酸イオンがほとんど除去できなかった。珪酸塩白土, パーライト, 麦飯石の主成分はいずれも二酸化ケイ素 SiO_2 であり, 他に酸化アルミニウム Al_2O_3 が含まれるなど, 組成は似ている。パーライトは「亀甲状の $10\sim 20\ \mu\text{m}$ の単位空隙からなる細胞状」⁴⁾, 麦飯石は「孔径は $100\times 10^{-10}\sim 35000\times 10^{-10}\ \text{m}$ の範囲」⁵⁾であり, 珪酸塩白土の孔径に関する情報は見つけることができなかった。麦飯石の孔径の大きさはパーライトの細孔に比べ 10^3 倍ほど大きい。これより, 細孔の大きさがリン酸イオンの吸着に影響を及ぼしている可能性が高い。

表 2. 珪酸塩白土の成分表 [%]⁶⁾

珪酸 SiO_2	68.78
アルミニウム (Al_2O_3)	14.04
カルシウム (CaO)	2.15
マグネシウム (MgO)	2.97
鉄 (Fe_2O_3)	3.22
ナトリウム (Na_2O)	0.35
カリウム (K_2O)	0.96
水分 (H_2O)	12.18

くん炭は, 水溶液中のリン酸イオンの濃度が高くなったことから, くん炭からリン酸イオンが放出されたと考えた。そこで, くん炭からのリン酸イオンの放出について, 確認する実験を行った。

100 mL ビーカーに蒸留水を 40 mL, くん炭を 1.0 g 入れたものを用意した。マグネチックスターラーで 30 分間攪拌したあと, 遠心分離機で 15 分間分離した。試験管の上澄

み液 20 mL とり，モリブデン青法を用いて残留リン酸濃度を測定した。その結果，高い濃度のリン酸イオンが検出されたことから，実験で用いたくん炭からはリン酸イオンが放出されることが確かめられた。これより，もみ殻の炭化により得られたくん炭には，リンが残っていることが示唆される。

5. まとめ・今後の展望

珪酸塩白土は，水中のリン酸イオンの捕集除去能が非常に高く，再現性があった。一方，パーライトと麦飯石は，水中のリン酸イオンがほとんど除去できなかった。これらの違いの理由については不明であるが，孔径の違いによる可能性がある。

くん炭は，水溶液中のリン酸イオンの濃度が高くなったことから，もみ殻の炭化により得られたくん炭には，リンが残っていることが示唆される。くん炭はもみ殻を炭化したもののため，植物由来である。リン酸は植物に取り込まれる栄養素の一つであるため，それが放出されたと考えられる。

参考文献

- 1) 大竹久夫，リンのはなし 生命現象から資源・環境問題まで，朝倉書店，2019.
- 2) 近藤精一，吸着の化学，丸善，2001.
- 3) 日本分析化学会北海道支部編，水の分析，化学同人，2005.
- 4) 石川勝美，岡田芳一，中村博，農業機械学会誌，1995，57，51.
- 5) 山田正春，地質ニュース，1981，324，34.
- 6) ソフトシカ株式会社の web ページ
珪酸塩白土の一般化学成分分析表
<http://www.softsilica.com/softsilica>
(2023年1月10日参照)