

リン吸着剤添加による湖沼底質からのリン溶出抑制の試み

鳥取大学	非会員	中村 太郎
鳥取大学	正会員	増田 貴則
鳥取大学	学生会員	河崎 大志
鳥取大学	正会員	高部 祐剛
鳥取学会	正会員	星川 淑子

1. 序論

1960年代の高度経済成長にともない、湖沼での富栄養化が顕在化してきた。富栄養化は、アオコや悪臭などを引き起こし、周辺漁業にも悪影響を及ぼす。この対策としては、覆砂、リン吸着材添加などが行われているが、効果が高いとはいえないことや pH の上昇による水生生物への影響が懸念されており改善には至っていないのが現状である⁽¹⁾。

しかし、リン吸着材添加についてはリンの吸着により効果的である吸着材を選定することで、湖沼底質への散布量も減り、pH の上昇等を抑えることができる。また、覆砂においては、覆砂材とリン吸着材を併用することでより高い効果が期待でき、必要な覆砂厚を縮小することができると考えられることから、水面の上昇や覆砂材の枯渇等の問題を改善することができる可能性がある。

そこで本研究では、改善の余地のある底質へのリン吸着材の添加、リン吸着材と覆砂材の併用に着目し、底質からのリンの溶出を抑制する実験を行った。底質にリン吸着材を添加することによる底質からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出抑制の効果と、リン吸着材と覆砂材を併用することによる $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出抑制効果を把握するための実験を行った。実験ではリンの吸着効果の高い酸化ランタンと水産系廃棄物であるウニ殻に着目して実験を行った。ウニ殻は CaCO_3 で構成されており、焼成処理を施すことで成分が CaO に変化し、よりリンの吸着効果が高くなることが知られている⁽²⁾。

リン吸着材添加実験ではまず、ウニ殻の最適な焼成処理の検討を行った。その後、酸化ランタン、ウニ殻、比較検討するために既存のリン吸着材である、硝酸カルシウムの3種類で実験を行った。併用実験では、リン吸着剤と覆砂材の同時併用での $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出抑制効果を確認した。

2. 実験方法

ウニ殻の焼成温度の検討実験は、ウニ殻を焼成温度 $500^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ で焼成した後、ハンマーで砕き、粉末にしたものを用いた。ガラス製試験管に、 100 mg/m^2 になるように焼成ウニ殻粉末を添加し、 $0.5\text{mg-PO}_4\text{-P/L}$ に調整したリン酸標準液を 50 ml 注入した。1日間室温で静置し、焼成ウニ殻粉末による $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量変化を調べた。

リン吸着剤によるリンの吸着量を確認するためにリンの吸着実験を行った。実験方法は、ガラス製試験管に湖山池底質を約 20 ml 、模擬湖水を 50 ml 加え、実験を行った。覆砂実験の場合は、リン吸着材と海砂を混ぜ合わせたものを覆砂した。その後、窒素ガスを吹き込み、キャップをすることで嫌気状態を作成し、実験を行った。実験終了後、模擬湖水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の測定を行った。実験に用いる底質は湖山池より採取し、 2 mm の篩にかけた後、密封容器に入れ、冷蔵保存したものを使用した。実験に使用した模擬湖水は湖山池の水質を参考に塩分濃度のみ調整した。図1、図2に模式図を示す。

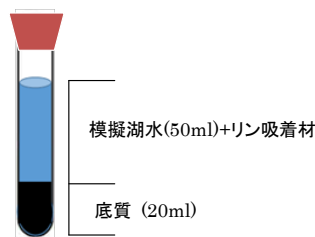


図1 リン吸着材添加実験

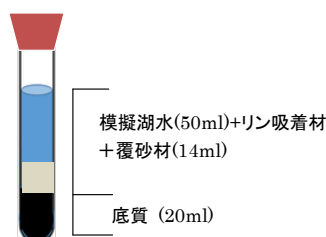


図2 覆砂実験

キーワード ウニ殻、底泥、覆砂

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101番地

鳥取大学 大学院持続性社会創生科学研究科 環境計画研究室

3.実験結果

3.1 ウニ殻焼成温度検討実験

1日静置後の直上水の pH 値, $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の変化を図 3 に示す. 図 1 より, 焼成温度が上がるにつれて $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着効果も上がり, 800°C 焼成では 6 割以上の $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着していることが分かる. これはウニ殻の主成分である, CaCO_3 が高温で焼成するほど, CaO に変化した割合が多くなったことが理由だと考えられる. よって, リン吸着実験では 800°C で焼成したウニ殻を用いた.

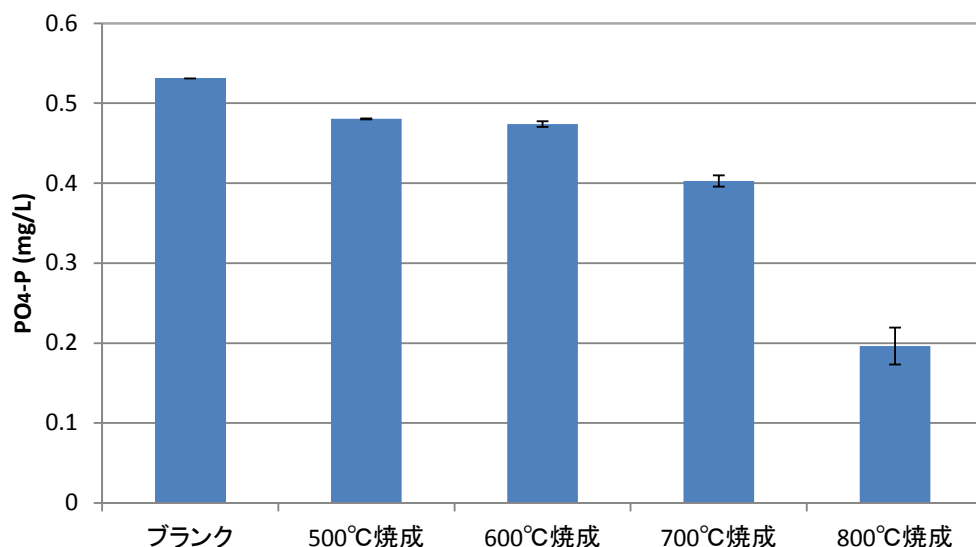


図 3 ウニ殻焼成温度検討実験結果
($n=3$, 平均 $\pm$ 標準誤差)

3.2 リン吸着材添加実験の結果と考察

図 4 に 100 g/m^2 , 図 5 に 200 g/m^2 にリン吸着剤添加での直上水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度変化を示す. ブランクと比較して酸化ランタン, 硝酸カルシウムには顕著な $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出抑制効果があることが分かる. 特に, 酸化ランタンはブランクと比較し $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出を約 8 割抑制できていることが分かる. なお, 添加量による違いは見られなかった. また, 硝酸カルシウム添加系では酸化ランタン添加系と同程度の $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出抑制効果を示した. 逆に, 焼成ウニ殻粉末に関してはブランクより大幅に $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高くなるという結果になった. これはウニ殻添加による pH 値の上昇により, 底質のリンの溶出が促進されたためだと考えられる.

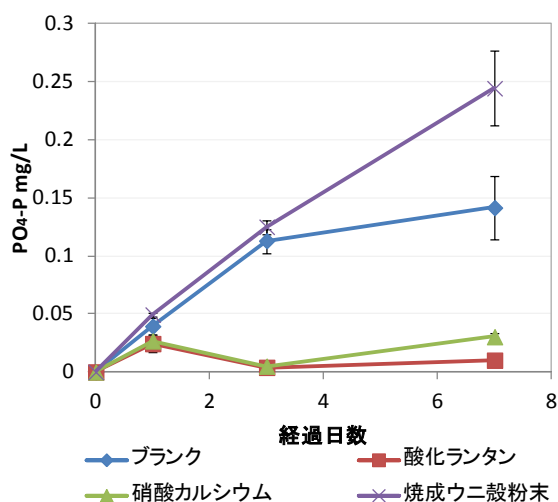


図 4 リン吸着剤 100 g/m^2 添加での直上水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度変化 ($n=3$, AVE. $\pm$ S.E.)

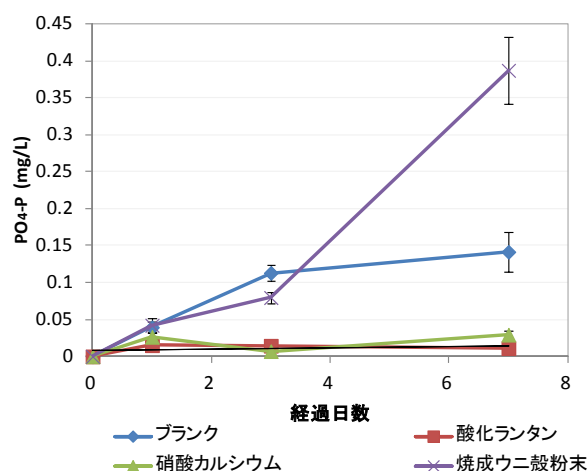


図 5 リン吸着剤 200 g/m^2 添加での直上水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度変化 ($n=3$, AVE. $\pm$ S.E.)

3.3 併用実験の結果と考察

覆砂材である海砂，石炭灰造粒物の基本的性能とリン吸着材の併用での効果を確認するために実験を行った．結果を図 6 に示す．なお，ウニ殻は焼成温度 800℃の粉末を使用した．さらにブランク，海砂，海砂+リン吸着材の間にそれぞれ有意差があるかどうかを確認するために，多重比較検定の Tukey-Kramer より分析を行った．ブランクと比べて，海砂添加，海砂+酸化ランタン 200 g/m²，海砂+ウニ殻 400 g/m² では PO₄-P 濃度が減少しており，有意水準 5%で有意差があるといった結果となった．また，海砂，海砂+酸化ランタン 200g/m²，海砂+ウニ殻 400g/m²では，海砂のみより PO₄-P 濃度が減少しているが有意差はみられなかった．これは，覆砂による迷宮化によって，リン吸着材の効果が抑制されてしまったことが理由だと考えられる．さらに，海砂+ウニ殻 200g/m²では他の添加系と比べて，PO₄-P 濃度は高くなったが，ブランクと同程度におさまった．前述した，リン吸着材添加実験の焼成ウニ殻粉末 200g/m²添加ではブランクより PO₄-P 濃度が増加したことから，海砂の覆砂効果が働いていることが分かる．また海砂+ウニ殻 400g/m²と比較して，海砂+ウニ殻 400g/m²の方が，リン溶出抑制効果があることから前述の実験で PO₄-P 濃度が上昇したのは，焼成ウニ殻中のリン吸着効果のある CaO の割合が少ない可能性があることが示唆された．以上の結果からでは，併用による効果は見られなかった．

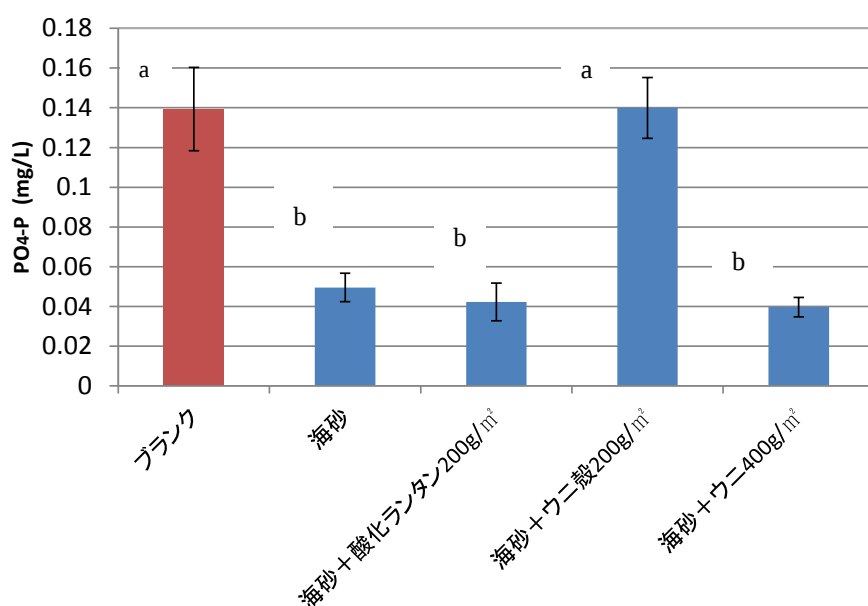


図 6 併用実験結果

(n=3, 平均±標準誤差) p<0.05

4. 結論

本研究では，リン吸着材及び海砂とリン吸着材の併用による底質からの PO₄-P 溶出抑制効果を検討した．その結果，海砂と酸化ランタン及び 800℃焼成ウニ殻粉末 400g/m²の併用では PO₄-P 溶出抑制効果が確認された．また，本研究では混ぜ合わせて使用したが，リン吸着剤を添加した後に覆砂することでより高い溶出抑制効果が期待できる．

5. 謝辞

湖山池漁協組合長の邨上様には，実験で使用した底質を採取する許可をいただきました．鳥取県岩美東漁協の方々には実験で使用したウニを提供していただきました．ここに記して感謝いたします．

参考文献

- (1)永田俊，熊谷道夫，吉山浩平(2012)，温暖化の湖沼学，pp.17，京都大学学術出版社
- (2)吾妻咲季，村上和仁，五明美智男，天野佳正(2013)，貝殻を活用したリン除去における焼成処理の検討，千葉工業大学研究報告，理工編，No.61，pp.67-73