

## 農地還元可能なリン酸除去材による水質浄化の基礎的検討

(株)大林組 正会員 ○藤井 雄太  
(株)大林組 正会員 大島 義徳

### 1. はじめに

池や流水などの水景を利用した施設においては、夏季を主として濁りや藻類が発生することがある。これらを除去する場合、短期的には薬剤処理などが有効であるが、長期的に低コストで抑制するには窒素やリンを除去することが望ましい。リン酸を除去して、その除去資材を周辺の緑化に活かすことができれば、低コストな濁り・藻類対策につながる。そこで、農地還元の可能性がある物質の中から安価で高性能な材料を選定し、それらの維持管理や運用方法の提案を行うことを目指して、各資材のリン酸吸着能力の比較・評価を行った。

### 2. 実験方法

#### 2. 1. 使用資材

水中からのリン除去が期待できる資材として、大きく分けて土系、鉄系、カルシウム系の3通りを考えた。事前検討項目を表1に、それをもとに選定した資材の一覧を表2に示す。土系3種類、鉄系2種類、カルシウム系3種類と市販のリン酸吸着材の計9種類を使用した。

#### 2. 2. 実験手順

100 mL 容メジューム瓶に  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  水溶液 100 mL と各資材 0.5 g を入れて蓋をし、25 °C、100 rpm で振盪した(図1)。水溶液の  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度は2通りとし、片方は各資材の飽和吸着量を求めるために、市販リン酸吸着材の飽和吸着量(メーカー公称値)以上となる 200 mg/L とした。もう一方は湖沼の全リン環境基準最大値 0.1 mg/L を参考にし、実際の環境水に近い濃度である 0.2 mg/L とした。0, 3, 6, 24, 72, 168 h 後に溶液の pH と EC を測定し、溶液を採取して 0.45  $\mu\text{m}$  のフィルターでろ過し、 $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度をパックテストリン酸(WAK- $\text{PO}_4$ , 共立理化学研究所)で測定した。評価基準の一覧を表3に示す。リンの吸着性能に加え、設置・回収・処分の労力も含めた視点から総合的に資材の比較・評価を行った。

### 3. 実験結果

初期  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度が 200 mg/L のケースと 0.2 mg/L のケースの  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の経時変化を図2に示す。高リン酸濃度の場合は硫酸第一鉄系

表1 事前検討項目一覧

検討項目	詳細
値段	・使用量×単価
農地還元性	・肥料として農地に撒けるかどうか ・農作物に悪影響を与える成分を含む物は不可

表2 使用資材一覧

資材の種類	資材名
土系	赤玉土(通常)
	赤玉土(焼成)
	鹿沼土
鉄系	鉄粉
	硫酸第一鉄系資材
カルシウム系	石灰石
	カキ殻
	カルシウム系肥料
その他	市販リン酸吸着材

表3 評価基準一覧

評価基準	詳細
設置・回収・処分の労力	・粒径が大きく水に沈む物は設置、回収が容易 ・粉末状や脆い物は保持が困難 ・水に着色しない、濁らない物が望ましい
飽和吸着量	・資材にリンが最大限吸着した時の吸着量 ・回収の頻度に影響
吸着速度	・一定時間におけるリンの吸着量 ・水の流れがある場合は特に重要

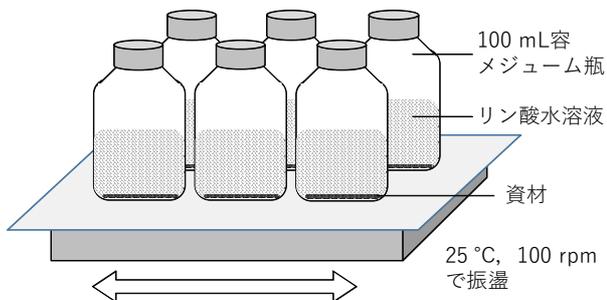


図1 実験概要

キーワード リン除去, 農地還元, 土, 鉄, カルシウム

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 自然環境技術研究部 TEL042-495-0939

資材、カキ殻、カルシウム系肥料のケースで  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度が約半分まで低下し、市販リン酸吸着剤と同程度のリン酸除去能力を示した。赤玉土(通常)、鹿沼土、鉄粉、石灰石では約 20~30% 除去されたが、赤玉土(焼成)では全く除去されなかった。一方低リン酸濃度の場合は赤玉土(通常)、鹿沼土、鉄粉、硫酸第一鉄系資材で定量下限の 0.03 mg/L 以下となり、カルシウム系肥料では約 0.15 mg/L まで低下したが、赤玉土(焼成)、カキ殻、石灰石ではほぼ除去されなかった。このように、初期  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度によって効果の高い資材が異なった。

#### 4. 考察

土系資材に関して、赤玉土(通常)と鹿沼土は低リン酸濃度の場合には十分に除去されたが、高リン酸濃度の場合にはカルシウム系資材に比べて除去能力が低かった。そのため、飽和吸着量が少なく、設置した場合に回収頻度が高くなると考えられる。赤玉土(焼成)は全くリンが除去されなかった。濁り防止効果を期待して使用したものの、赤玉土は焼成すると結晶構造が変化し極端にリン吸着能力が低下するという報告<sup>1)</sup>があり、これと同様の結果であったといえる。

鉄系資材に関して、鉄粉は土系資材と同様の傾向を示したが、低リン酸濃度の場合には水が赤橙色に着色した。硫酸第一鉄系資材は非常に優れたリン除去能力を示したが、資材がすぐに崩壊してフロック状となり浮遊し、かえって景観を害する可能性があった。また硫酸イオンの放出により水の pH が約 3 まで低下したため、周辺環境にも影響を与えると推測される。そのため、単体での使用は難しく、他の資材の補助材として使用するのが適切であると考えられる。

カルシウム系資材に関して、カキ殻とカルシウム系肥料は土系資材と対照的に高リン酸濃度で除去能力が高く、低リン酸濃度で除去能力が低いという結果であった。これは、溶液中のカルシウム及びリンが飽和状態に近いほどヒドロキシアパタイトの析出が進行するためだと考えられる<sup>2)</sup>。石灰石では全く効果がなかったのは、多孔質なカキ殻やカルシウム系肥料に比べてカルシウムが溶出しにくかったためだと推測される。カルシウム系資材は吸着したリンは比較的植物が利用しやすい形態であるが、吸着後に粉末状になり回収が困難となった。

本実験の結果から、各資材にそれぞれ長所と短所があることが確認された。鉄系資材はリン酸除去能力は高いものの、水質に与える影響が大きく周辺環境にも影響するため、そのままでは適用は難しい。短期的な吸着能力に優れ、資材の構造が安定した赤玉土や鹿沼土と、吸着容量が大きく農地還元性の高いカルシウム系肥料を組み合わせ、必要に応じて補助的に鉄系資材も使用することで、より効率的なリン酸の除去・回収を行えると考えられる。今後は具体的な資材の検討を行い、カラム試験による低濃度での持続性評価や肥効試験などを行いたい。

#### 参考文献

- 1) 和田ら(2014) 土壌浸透処理による赤玉土のリン除去性能および吸着特性の長期カラム実証評価, 水環境学会誌.
- 2) 高松ら(2008) 新規なリン除去材による水質浄化能力調査, 長崎県窯業技術センター研究報告.

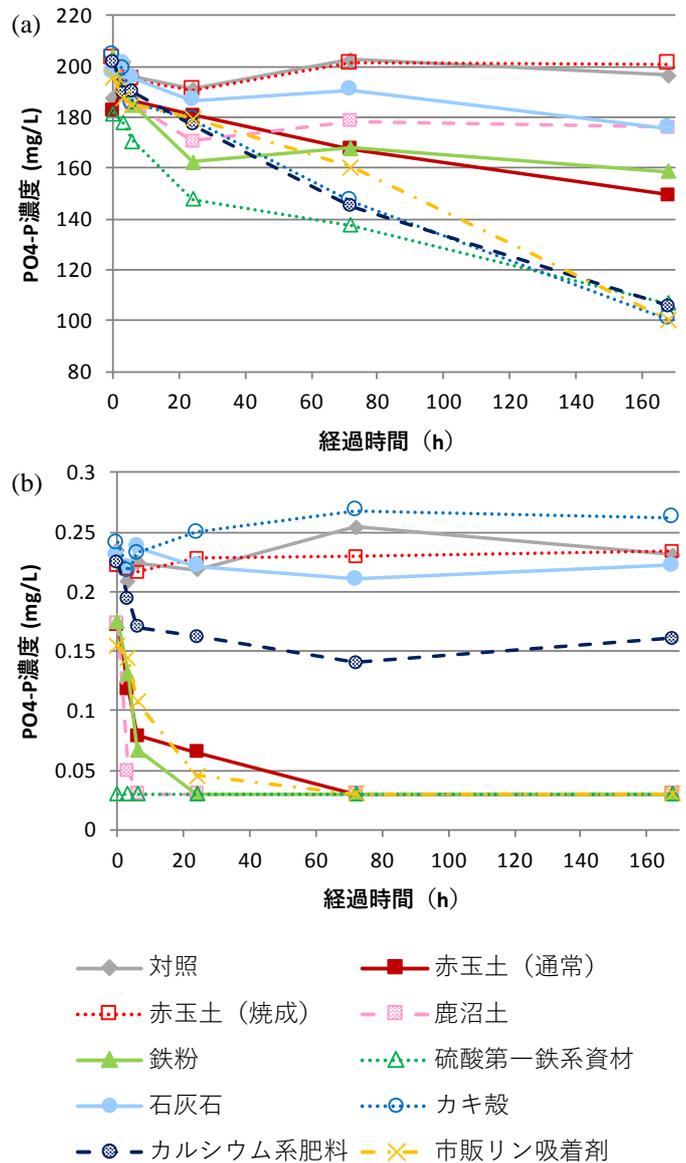


図2 (a) 200mg/L と (b) 0.2 mg/L のケースの  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の経時変化