

## 副産物を用いた八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン酸の回収に関する基礎研究

秋田大学 正会員 ○齋藤 憲寿  
秋田大学 非会員 加賀谷 史

## 1. はじめに

八郎潟干拓地は秋田県の西方に位置し、汽水湖である八郎潟を約20年の歳月をかけて干拓したものである。そして干拓地を囲む八郎潟調整池（八郎湖）は飲料原水、農業用水および内水面漁業など多方面に利用されているが、アオコが異常発生するなど水質汚濁が顕在化している。そのため秋田県は平成19年から「八郎湖に係る湖沼水質保全計画」を策定し、各種事業を実施している。

水質汚濁の要因の一つとして、干拓地南部の堤防付近で高濃度リン酸を含む地下水が湧出しており、そのリン負荷量は調整池全体の約27%に相当する。そこで本研究は、アオコ対策として農業や工業で大量に発生する副産物に着目し、副産物に含まれるカルシウムを用いて干拓地に湧出する高濃度リン酸を回収するための基礎的検討を行った。

## 2. 実験方法

既往研究<sup>2)</sup>によると、2009年に干拓地南部から採取された地下水の全リン濃度は3.2~17.0 mg/lであった。このリンが全て $\text{PO}_4^{3-}$ の形態で存在すると仮定した場合9.6~51.0 mg/lとなるため、本研究で用いる模擬水の $\text{PO}_4^{3-}$ 初期濃度を27.1 mg/lとした。図1に実験の様子を示す。模擬水100 mlに副産物（くん炭、ごみ溶融スラグ、クリンカアッシュ、フライアッシュ、ペーパースラッジ灰）1 gを加え、マグネチック

スターラーを用いて100 rpmの攪拌速度で室温にて24時間攪拌した。実験後はpHメーターを用いてpHを測定し、多項目水質計を用いて $\text{PO}_4^{3-}$ および $\text{Ca}^{2+}$ を測定した。また、副産物については元素分析および粒度分析を実施しており、表-1にEDSを用いた副産物の元素分析結果を示す。

## 3. 実験結果

図-2に模擬水に溶出した $\text{Ca}^{2+}$ 濃度とpHの関係を示す。くん炭は $\text{Ca}^{2+}$ の溶出が見られなかったがpH 8.18まで上昇しており、表-1から $\text{K}^+$ がpH上昇の要因と考えられる。また、くん炭以外の副産物は $\text{Ca}^{2+}$ 濃度の上昇するほど模擬水がアルカリ性に傾き、pHが上昇する傾向であった。そしてCaの含有率が70.9%と最も高いペーパースラッジ灰はpH 11.06と

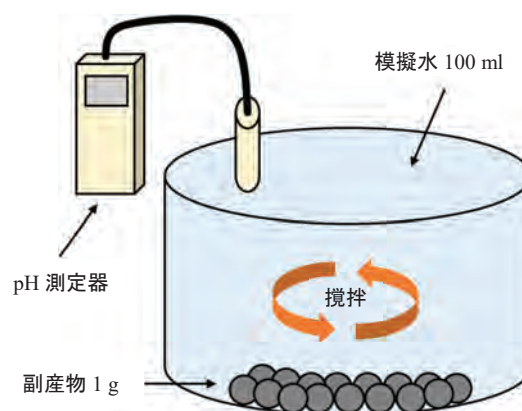


図-1 リン回収実験の概要

表-1 副産物の元素分析結果（原子数%）

副産物	Si	Al	Ca	Fe	K	Ti	Mg	Na	P	S
くん炭	71.6	0.0	3.5	0.0	10.7	0.0	1.3	1.3	10.6	1.1
ごみ溶融スラグ	34.3	13.0	43.2	0.7	0.7	1.0	2.1	3.6	0.4	0.7
クリンカアッシュ	50.9	27.8	6.5	6.2	1.1	1.9	0.6	1.9	1.0	0.1
フライアッシュ	61.0	25.9	3.0	3.0	1.6	0.7	1.5	1.3	1.0	0.7
ペーパースラッジ灰	12.1	12.1	70.9	0.8	0.0	0.0	2.9	0.0	0.8	0.0

キーワード 副産物, 八郎潟干拓地, リン酸, カルシウム

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町1-1 TEL 018-889-2769

なったが、Caの含有率が3.5%と低いフライアッシュはpH 7.66となり、Caの含有率とpHの上昇は比例していなかった。そこで、ふるい分けによる副産物の粒度分析結果として図-3に粒径と通過質量百分率の関係を示す。粒径45 $\mu\text{m}$ におけるフライアッシュの通過質量百分率は80%であったが、その他の副産物は4%以下であった。したがってフライアッシュの粒径が非常に小さく、比表面積が大きいため $\text{Ca}^{2+}$ がより溶出しやすい状況であったと考えられる。

図-4に模擬水に溶出した $\text{Ca}^{2+}$ 濃度と $\text{PO}_4^{3-}$ 回収率の関係を示す。副産物から $\text{Ca}^{2+}$ が溶出するほど高い回収率を示しており、 $\text{Ca}^{2+}$ 濃度が最も高いペーパースラッジ灰の回収率は98.9%であった。一方、くん炭は表-1よりPを多く含んでおり、Pが模擬水へ溶出することで回収率は-9.2%となった。

図-5にペーパースラッジ灰を添加した精製水および模擬水の様子を示す。精製水は透明であったが、模擬水はペーパースラッジ灰と異なる白色の析出物が確認された。これは模擬水の $\text{PO}_4^{3-}$ および副産物の $\text{Ca}^{2+}$ が反応することにより、難水溶性であるリン酸カルシウム化合物の形成が示唆された。

#### 4. まとめ

本研究は秋田県の八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン酸を回収するため、農業や工業で大量に発生する副産物に着目して基礎的検討を行った。その結果、模擬水に $\text{Ca}^{2+}$ が溶出するほど高い $\text{PO}_4^{3-}$ 回収率を示した。そして回収率が最も高いペーパースラッジ灰において難水溶性のリン酸カルシウム化合物の形成が示唆された。

#### 謝辞

秋田大学大学院理工学研究科技術部の支援を受けました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 片野登：八郎潟残存湖に流入するリン負荷量に占める湧出水由来のリン負荷量の割合について，日本土壤肥科学会誌，Vol.70, No.2, pp.177-184, 1999.
- 2) 川原谷浩，石山大三，世良耕一郎：秋田県八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン湧出水の地球化学的特徴，NMCC 共同利用研究成果報文集 17, pp.89-95, 2010.

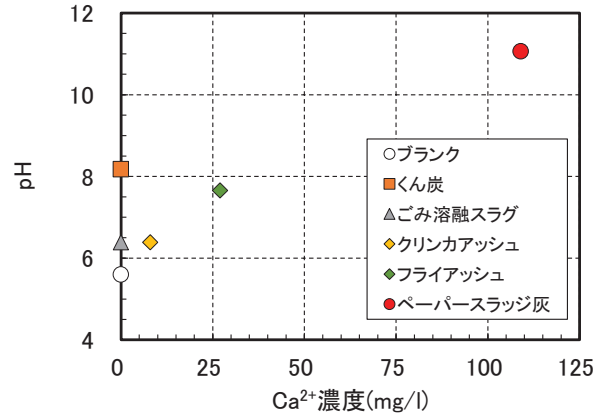


図-2 模擬水へ溶出する $\text{Ca}^{2+}$ 濃度とpHの関係

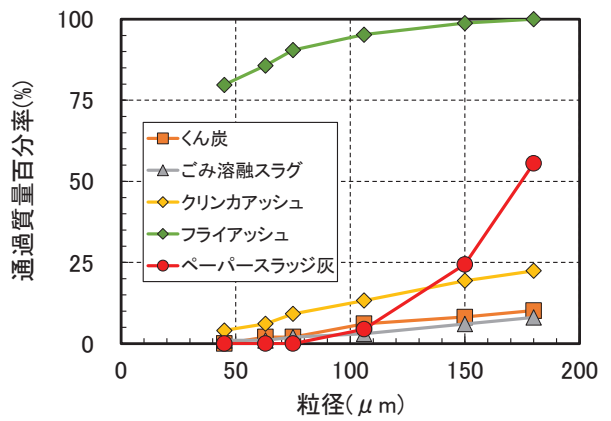


図-3 副産物の粒径と通過質量百分率の関係

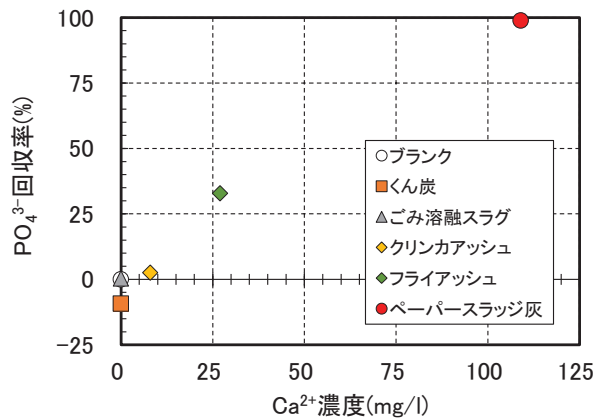


図-4 模擬水へ溶出する $\text{Ca}^{2+}$ 濃度と $\text{PO}_4^{3-}$ 回収率の関係

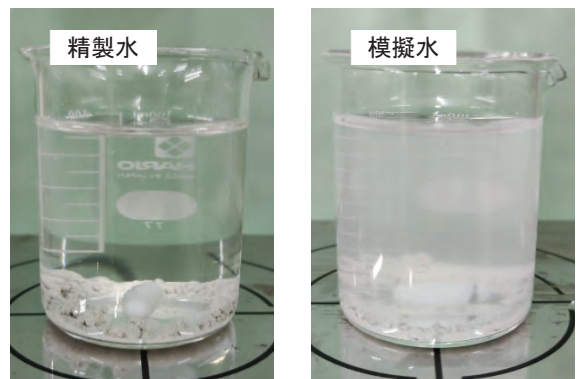


図-5 ペーパースラッジ灰を添加した精製水および模擬水の様子（150分後）