

Ca を含む副産物を用いた八郎潟干拓地に湧出するリン酸の回収に関する研究

秋田大学 正会員 ○齋藤 憲寿
秋田大学 非会員 加賀谷 史
秋田大学 非会員 南田 悠

1. はじめに

八郎潟干拓地は秋田県の西方に位置しており、汽水湖である八郎潟を干拓した日本最大の干拓地である。干拓地を囲む八郎湖は飲料原水、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、干拓以降富栄養化が進み、アオコが異常発生するなど水質汚濁が顕在化している。そのため秋田県では現在、八郎湖に係る湖沼水質保全計画（第3期）¹⁾を策定し、各種対策事業を実施している。

富栄養化の要因として干拓地南部の堤防付近では高濃度のリン酸を含む地下水が湧出しており²⁾、そのリン負荷量は調整池全体の約27%に相当³⁾する。そこで本研究は八郎湖のアオコ対策として工業等の生産過程で大量に発生する副産物に着目し、副産物に含まれるCaを用いて干拓地に湧出するリン酸の回収を試みた。

2. 実験方法

2009年に干拓地の南部から採取された地下水の全リン濃度は3.2~17.0 mg/l²⁾であり、このリンが全てPO₄³⁻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PO₄³⁻初期濃度を27.1 mg/lとした。図-1にリン酸回収実験の概要を示す。模擬水100 mlに副産物（フライアッシュ、クリンカアッシュ、フェロニッケルスラグ、高炉スラグ

およびペーパースラッジ灰）1 gを添加し、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Ca²⁺およびPO₄³⁻を測定した。

3. 実験結果

表-1にEDSを用いた各副産物の元素分析結果、図-2にリン酸回収実験後における模擬水のCa²⁺濃度とpHの関係を示す。ごみ溶融スラグはCaを43.24%含んでいるが、Ca²⁺濃度は0 mg/Lであった。一方、ごみ溶融スラグ以外の副産物はCa²⁺濃度が増加するほどpHが上昇する傾向であり、ペーパースラッジ灰はCaを70.93%含んでいることからCa²⁺濃度は109

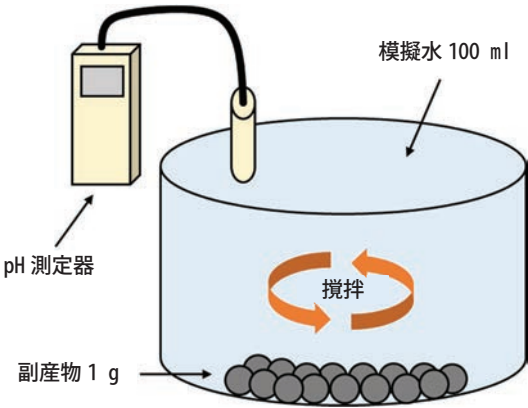


図-1 リン酸回収実験の概要

表-1 各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
フライアッシュ	60.97	25.93	2.97	2.99	1.55	0.74	1.53	1.26	1.00	0.74
クリンカアッシュ	50.93	27.84	6.46	6.23	1.06	1.89	0.61	1.86	0.98	0.06
フェロニッケルスラグ	48.29	4.80	6.48	7.43	0.15	0.13	30.26	0.27	0.58	0.43
ごみ溶融スラグ	34.32	12.98	43.24	0.67	0.70	0.98	2.13	3.61	0.43	0.66
高炉スラグ	29.54	13.12	44.66	0.29	0.41	0.42	7.62	0.30	0.16	3.33
ペーパースラッジ灰	12.14	12.05	70.93	0.79	0.00	0.00	2.93	0.00	0.83	0.00

キーワード Ca, 副産物, 八郎潟干拓地, リン酸, 粒度分析
連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1
秋田大学大学院理工学研究科 TEL018-889-2769

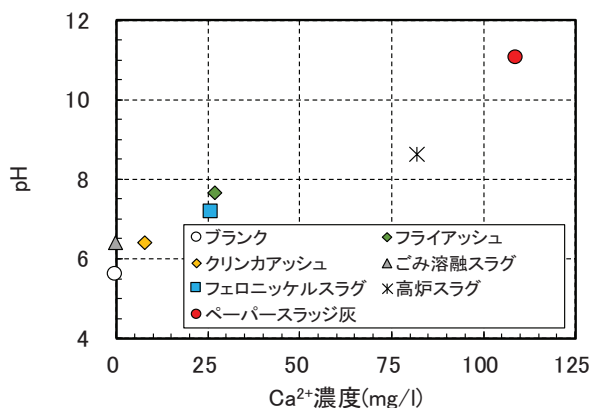
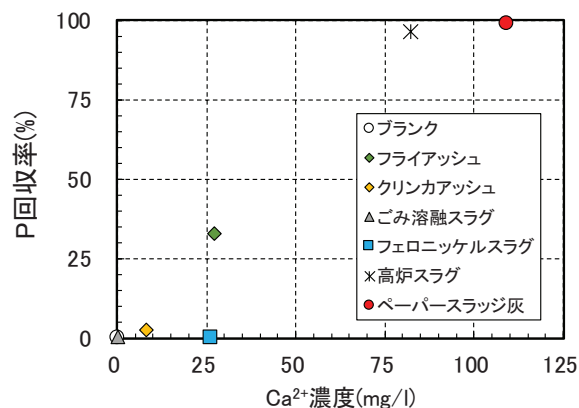
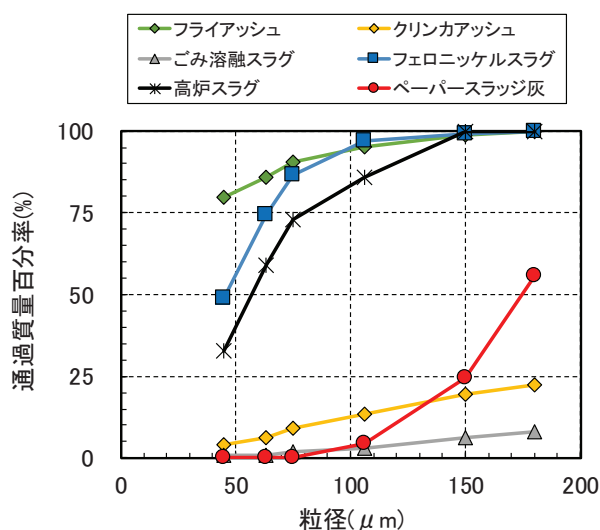
図-2 模擬水へ溶出する Ca^{2+} 濃度と pH の関係図-4 模擬水へ溶出する Ca^{2+} 濃度と P 回収率の関係

図-3 副産物の粒径と通過質量百分率の関係

mg/L, pH 11.06 となった。また、同ロットで採取されたフライアッシュとクリンカアッシュを比較すると、Ca の含有率が同程度にもかかわらず Ca^{2+} 濃度は異なっていた。ここで、ふるい分けによる粒度分析結果として、図-3 に各副産物の粒径と通過質量百分率の関係を示す。粒径 45 μm においてフライアッシュの通過質量百分率は 80 %、クリンカアッシュは 4 % であった。そのため、フライアッシュの粒径は非常に小さく、比表面積が大きいことにより Ca^{2+} が溶出しやすい状況であったと考えられる。

図-4 に模擬水の Ca^{2+} 濃度と P 回収率の関係を示す。副産物から Ca^{2+} が溶出し、pH 7.5 以上になると高い回収率を示しており、pH 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。そこで図-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。

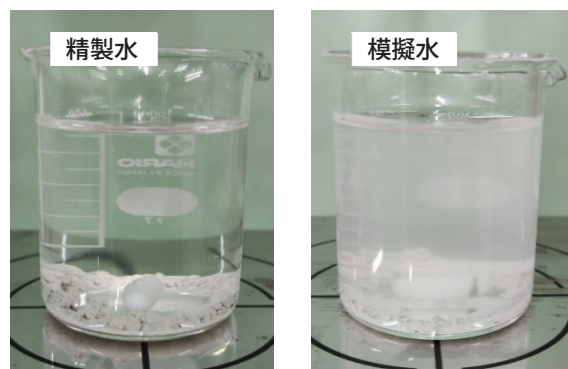


図-5 ペーパースラッジ灰を添加した精製水および模擬水の様子 (150 分後)

これは模擬水の PO_4^{3-} および副産物の 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、工業等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 Ca^{2+} が溶出するほど pH は上昇し、高い P 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。

参考文献

- 1) 秋田県：八郎湖に係る湖沼水質保全計画（第3期），pp.1-18, 2020.
- 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.
- 3) 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，日本土壤肥料学会誌，Vol.70, No.2, pp.177-184, 1999.