

B6-7 イオン交換樹脂を用いたH-R法による下水汚泥焼却灰からのリン酸回収

日本大学理工学部 物質応用化学科 ○佐久間 隆史・遠山岳史

緒言

リン資源枯渇の問題



P

今後五十年程度で枯渇
価格の高騰

しかも、日本は輸入100%！

リンが豊富な下水汚泥焼却灰
から再利用できないか？

P

従来の問題点
酸による溶解
アルカリによる溶解
など…



下水汚泥焼却灰にはリンが豊富に含まれているものの、従来の方法では鉄などの重金属や、その他有害な金属が多く混じり除去が困難。



本研究

イオン交換樹脂を用いた処理方法

→ わずかに溶出している金属陽イオンを捕捉して反応する



樹脂のみで下水汚泥焼却灰を溶解すれば、重金属のリン酸塩が溶解したとしても、金属陽イオンは樹脂によって除去することができるのではないか？



例：炭酸カルシウムの溶解

実験方法

各種リン酸塩、下水汚泥焼却灰

純水

懸濁液濃度

0.25 ~ 3 mass%

各種リン酸塩、下水汚泥焼却灰懸濁液

イオン交換樹脂

強酸性陽イオン交換樹脂：5g

(アンバーライト IR120B)

溶解

温度：室温～80°C

時間：1～300 min

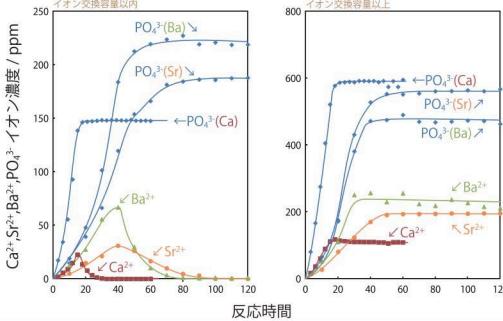
ろ過

ろ液

残さ

室温下でのII族リン酸塩の溶出挙動

イオン交換容量以内
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: 0.25 mass%
 $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$: 0.5 mass%
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$: 0.75 mass%
 イオン交換容量以上
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: 1 mass%
 $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$: 1.5 mass%
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$: 3 mass%

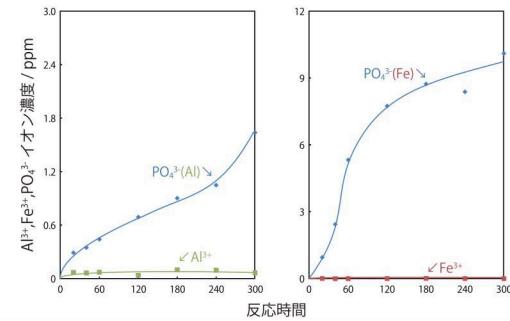


1時間程度で溶解できるが、イオン交換容量以上添加すると、金属陽イオンが溶出してしまうため、試料に対し十分量のイオン交換樹脂が必要である。

室温下でのリン酸鉄、リン酸アルミニウムの溶出挙動

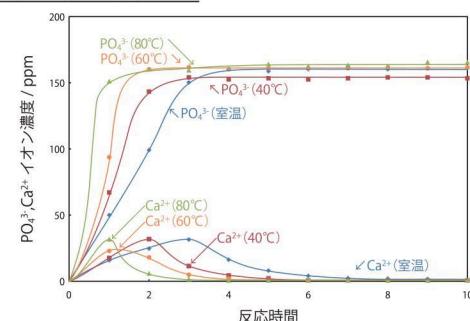
反応温度：室温
 イオン交換容量以内
 AlPO_4 : 0.25 mass%
 $\text{FePO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 0.5 mass%

リン酸鉄、リン酸アルミニウムは溶解性が低く、室温では溶解量が少なくなってしまう。



加熱した場合での $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の溶出挙動

反応温度：室温～80°C
 懸濁液濃度
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: 0.25 mass%

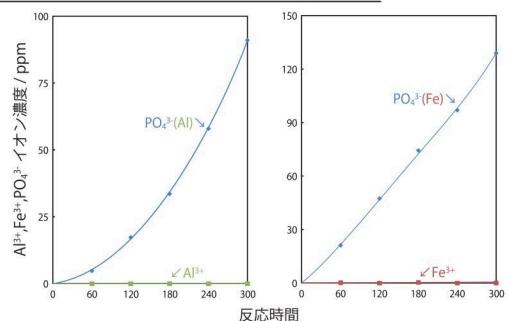


加熱することで、反応を促進することができるとわかり、以降80°Cで検討を行った。

加熱した場合でのリン酸鉄、リン酸アルミニウムの溶出挙動

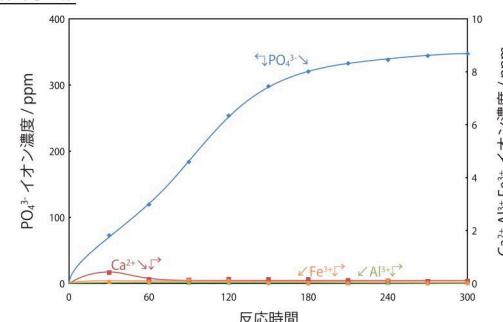
反応温度：80 °C
 イオン交換容量以内
 AlPO_4 : 0.25 mass%
 $\text{FePO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 0.5 mass%

加熱することで反応が促進され、難溶性のリン酸アルミニウム、リン酸鉄を溶解できた。



下水汚泥焼却灰 A の溶出挙動

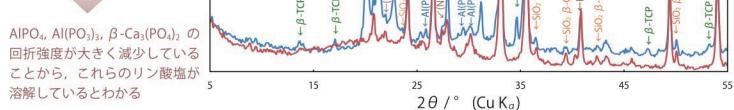
反応温度：80 °C
 懸濁液濃度
 下水汚泥焼却灰：1 mass%



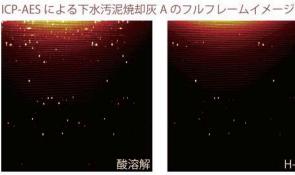
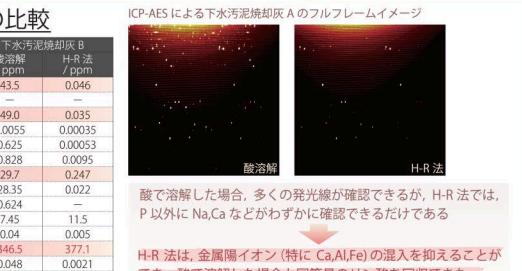
H-R 法で溶解可能であり、多く含まれている $\text{Ca}, \text{Al}, \text{Fe}$ イオンの混入が少ないリン酸水溶液を回収することができた。

下水汚泥焼却灰 A のX線回折图形

主に
 SiO_2
 FeO_3
 AlPO_4
 $\text{Al}(\text{PO}_4)_3$
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$



酸で溶解した場合との比較



酸で溶解した場合、多くの発光線が確認できるが、H-R法では、P以外に Na, Ca などがわずかに確認できるだけである

H-R法は、金属陽イオン（特に $\text{Ca}, \text{Al}, \text{Fe}$ ）の混入を抑えることができ、酸で溶解した場合と同等量のリン酸を回収できた。

結言

- 樹脂のみで難溶性リン酸塩を溶解することが可能。
- 加熱することで、溶解性の低いリン酸鉄やリン酸アルミニウムを溶解することが可能。
- ・イオン交換容量以内なら、金属陽イオンを除去することが可能。
- 樹脂の量が十分であれば陽イオンを除去し、溶出を抑えることができる。
- ・下水汚泥焼却灰から酸で溶解した場合と同程度リンを回収できる。
- 用いた下水汚泥焼却灰 A, B ともに酸で溶解させた場合と同等量のリンを回収でき、金属陽イオンの混入を抑えることができた。
- ・H-R 法は、簡便なプロセスで下水汚泥焼却灰から重金属の混入が少ないリン酸回収が可能である。



P

 Cd²⁺

 Fe²⁺

 Cr³⁺