

VII-132

リン回収を目的とした下排水の高度処理に関する基礎的研究

群馬大学大学院 学生員 中島 広 樹
 福 井 県 警 佐々木 有一
 群馬大学工学部 正 員 榊 原 豊

1. はじめに

下排水中のリン化合物は、閉鎖性水域における富栄養化の原因物質であるが、一方では貴重なリン資源でもある。現在、地球上のリン鉱石($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)\text{F}$)の産出量は 1~2 億トン/年(3000 万トン・P/年)前後^{1),2)}で、その大半はリン酸肥料として用いられており、50~100 年後にはリン資源の枯渇³⁾が危惧されている。しかしながら、下排水中には 900 万トン・P/年、また、畜産排水中には牛の場合 2600 万トン・P/年、豚の場合では 720 万トン・P/年のリンが存在していると考えられ、^{4),5)}これらのリンを回収し、リン資源として循環利用することができれば人類の持続的発展に大きく貢献できると考えられる。

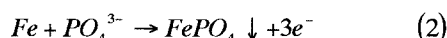
本研究は、下排水中のリン化合物を回収し循環利用するための新しい高度処理法の開発を目的とし、ここでは鉄電極を用いたリン回収の可能性について基礎的検討を行った。

2. 鉄電極を用いたリン回収

図-1 は、本研究のリン回収法の概略を模式的に示したものである。リン酸溶液中に鉄電極を浸漬し、微量の直流を通電すると、陽極では鉄電極の溶解反応が進行する。



ここで、 Fe^{2+} の液本体への移動を制御すれば、電極表面の第一鉄イオン及び水酸イオン濃度が上昇し、水酸化第一鉄ゲル及びそれが酸化された水酸化第二鉄ゲルが形成されと考えられる。この水酸化ゲルにリン酸イオンが凝集すれば、結果的に次式のようにリン酸鉄ゲルが電極（陽極）表面に蓄積すると考えられる。



リン酸鉄ゲルは容易に剥離・回収することができ、また下排水処理で問題となるような重金属イオンは（陽イオンであるため）陰極側に移動しやすいと考えられる。従って、重金属イオンが存在する場合でも比較的純度の高いリン酸鉄が回収されと考えられる。リン酸鉄はアルミニウム塩に比べて施肥効果が高く、化学肥料等として有効利用し易いと考えられる。

3. 実験装置および方法

図-1 に示すような処理槽内にリン酸溶液を入れ、また数 cm 角の鉄電極を浸漬した。次に、直流電流を通電し、溶液中及び電極表面のリン濃度変化をイオンクロマトグラフィーで分析、測定した。

ここで、リン酸溶液は水道水にリン酸水素ナトリウムと炭酸水素ナトリウムをそれぞれ 10mg-P/L、

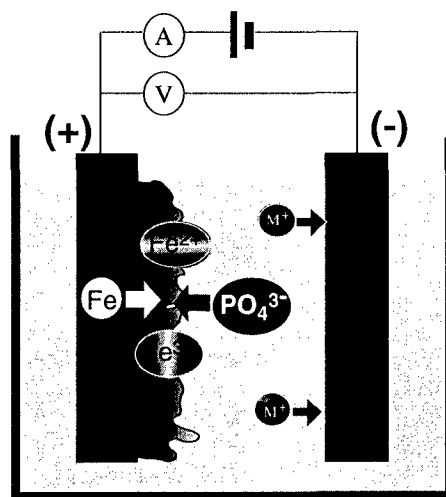


図-1 鉄電極を用いたリン回収法

キーワード：リン回収、高度処理、鉄電極、凝集

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 Tel(0277)30-1631 FAX(0277)30-1601

0~200mg/L 溶解したものをを用いた。

4. 実験結果および考察

図-2 は実験結果の一例で、電流値 4mA、重炭酸 Na を 0~100mg/L の範囲で変化させた場合の結果を比較したものである。通電により、陽極表面には写真-1 に示すような透明及び赤褐色のゲル状物質が形成され、また、図-2 に示すように、溶液中のリン濃度は時間の経過につれ減少した。リン減少速度は実験初期に大きく、その後、徐々に減少する傾向にあった。図中の実線は(2)式に従ってリンが凝集除去されると仮定した場合のリン濃度変化である。実験初期は概ね(2)式に従ってリン濃度が減少しているが、条件によっては計算値より速く減少する場合もあった。

図-3 は液本体中のリン濃度変化と電極表面ゲル状物質のリン濃度を求め、両者の関係をプロットしたものである。溶液中のリン酸イオンは、陽極表面に凝集していることがわかる。なお、本研究のリン減少（回収）速度は、緩衝剤（炭酸水素 Na）濃度に大きく影響されなかったが、電極電流、電極表面の状態及び槽内の攪拌状態等に影響され変化する傾向がみられた。

5. おわりに

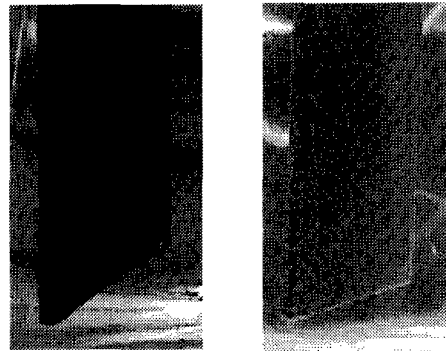
鉄電極へ直流を通電することによって溶液中のリン酸イオンを電極（陽極）表面に凝集させることができ、また、リン酸塩として電極表面から容易に剥離・回収することができた。今後は、リン酸イオンを効率良く凝集させるための電極形状、通電条件や連続操作方法等について検討する予定である。

謝辞

本研究の一部はトヨタ先端科学技術研究助成プログラムの補助を受けて行った。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 朝日年鑑，朝日新聞社（1990）
- 2) 化学便覧（応用編），日本化学会編，丸善（1980）
- 3) Phosphorus Research Institute of Japan（1988）
- 4) Tchobanoglous G. and Burton, F.u, Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy（1990）
- 5) 岩井ら，排水・廃棄物処理，講談社サイエンス（1977）



通電前

通電後

写真-1 通電による陽極へのゲル状物質の付着

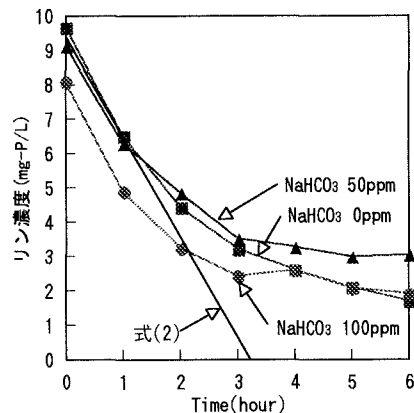


図-2 回分実験におけるリン濃度変化

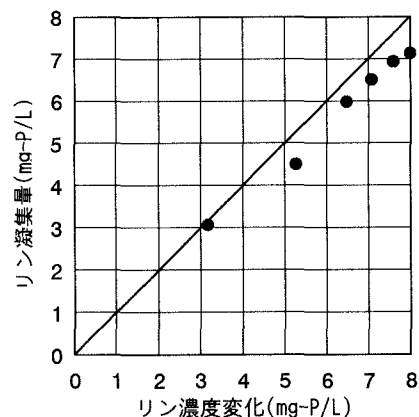


図-3 液本体リン濃度変化と電極へのリン凝集量
（なお、リン凝集量は液本体濃度に換算）