

完全混合リアクターを用いた低濃度用 MAP 法の開発に関する研究

熊本大学大学院 学生員 ○平野克佳

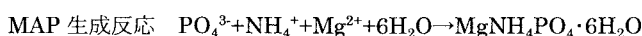
熊本大学工学部 正会員 原田浩幸

ユニチカ (株)

藤井正博

1.はじめに

近年、閉鎖性水域における富栄養化の原因物質であるリンの環境への放出を抑制する動きが高まっている。汚泥処理系から水処理系に戻される返流水中のリン負荷低減の方法として、リン酸マグネシウムアンモニウム六水和物 (MAP) の固形物として回収する MAP 法が報告されているが、従来、MAP 法は、高濃度リン含有水からでないと効率的なリン除去が行われないとされている。本研究では、充填する種結晶の粒径に着目し、従来の濃度より低いリン含有水からの効率的なリン除去を目的としている。



2.実験装置および実験方法

(1) 実験装置：実験装置の概略図を図 1 に示す。装置は、ドラフトチューブ構造の反応部と固液分離のための沈殿部からなる (10.9l)。

(2) 原水：人工排水 (水道水にリン酸二水素ナトリウム二水和物、塩化アンモニウムを所定の濃度になるように溶解) と希釈脱水ろ液 (熊本市北部浄化センターより採取した脱水ろ液を $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が所定の濃度になるように希釈したもの) を用いた。

(3) 実験条件：原水を滞留時間 1 時間となるように供給し、 MgCl 溶液を原水リン濃度に対して 1.5 倍モル、また、pH 制御装置を用いて所定の pH 設定値 ($\text{pH}8.5 \sim 8.7$) となるように 0.5N の NaOH 溶液を供給し、曝気量 4l/min で攪拌を行った。なお、温度は室温とする。

(4) 種結晶：粒径の違う以下の二種類の MAP 粒子を用いた。

MAP I 島根県宍道湖東部浄化センターの実プラントより採取

粒径 長径 (最大粒径 0.735mm 最小粒径 0.103mm 平均粒径 0.311mm)

短径 (最大粒径 0.588mm 最小粒径 0.047mm 平均粒径 0.185mm)

MAP II 関東化学 (株) 社製特級試薬

粒径 長径 (最大粒径 0.124mm 最小粒径 0.026mm 平均粒径 0.068mm)

短径 (最大粒径 0.079mm 最小粒径 0.018mm 平均粒径 0.039mm)

3.実験結果及び考察

人工排水を用いて、実験開始 3 時間後にサンプリング、分析を行った。原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度と $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率の関係を図 2 に示す。種結晶として MAP 粒子を充填しない場合、MAP I を用いた場合、MAP II を用いた場合について実験を行った。それぞれ原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が低くなるとそれに伴い除去率も低下する。80% の除去率を得るには種結晶を充填しない場合で 60mg/l 程度、MAP I の場合で 50mg/l 程度、MAP II の場合では 40mg/l 程度が必要であった。また、原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ が高濃度の時には、種結晶の有無、MAP 種類によって除去率にあまり差がみられなかったが、低濃度の時には顕著な差がみられた。

図 3 に、原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率の関係を示す。種結晶を充填しない場合、MAP II を用いた場合の両方で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高くなるほど除去率は向上し、200mg/l 程度以上ではほぼ一定の除去率を示した。

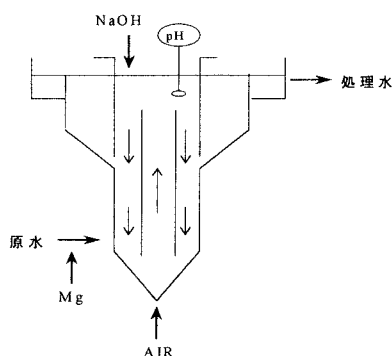
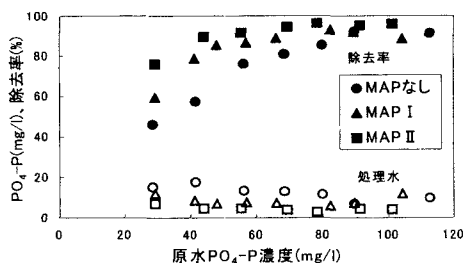
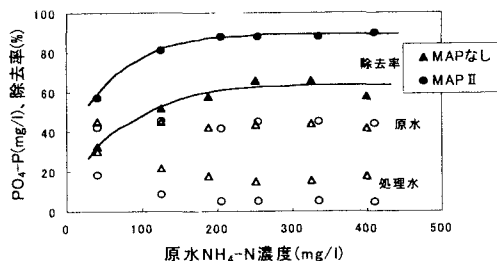


図 1 実験装置概略図



(原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 340~410mg/l、MAP 充填量 400 g)

図2 原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の影響



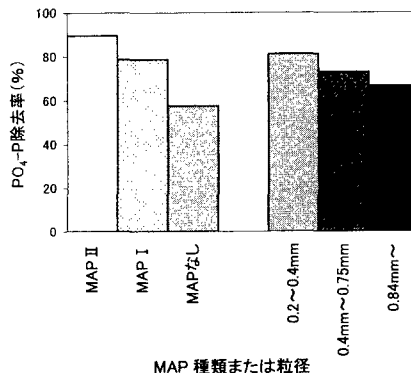
(原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 41.6~45.7mg/l、MAP 充填量 400 g)

図3 原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の影響

このことから、MAP 生成反応において、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が反応の律速となっていることがわかる。

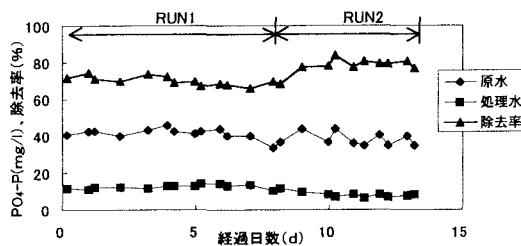
図1、図2からもわかるように種結晶の有無、また、充填した MAP 粒子の粒径によってリン除去率に変化がみられた為、ふるいにより分別した粒径の違う MAP 粒子を充填して実験を行った。その結果を図4に示す。粒径が小さくなるほど $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率が良くなるという傾向が得られた。粒径が一番小さい MAP II を用いた場合は、除去率が 90% 近くあるのに対し、0.84mm 程度の MAP では 67% 程度の除去率に留まった。これは、粒径の違いにおける MAP 生成反応が起こる粒子の比表面積が小さくなると共に、MAP 粒子の流動が阻害されるために、MAP 生成反応速度が低下したしたことによると思われる。また、種結晶を充填する事により除去率は向上するが、これは MAP 粒子が自己析出するのではなく、充填した MAP 粒子表面で効率的な反応が起こるためだと思われる。

これらの結果から、種結晶として粒径が小さい MAP II を用いて希釈脱水ろ液による連続実験を行った。その結果を、図5に示す。RUN1 では、原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を 200mg/l 前後、RUN2 では、塩化アンモニウムを添加して原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を 350mg/l 前後として実験を行った。RUN1 では、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率が 70% 程度であったが、RUN2 においては、除去率が 80% 程度となった。



(原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 40.8~45.7mg/l、原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 305~415mg/l
MAP 充填量 400 g)

図4 MAP 粒径と $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率



(原水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 33.4~45.7mg/l、MAP 充填量 200 g
原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ RUN1 160~240mg/l RUN2 325~395mg/l)

図5 連続実験の処理状況

参考文献

松本、坂井、三品：高度処理時代のための汚泥中リン肥料分回収実験、平成 10 年度第 24 回日本下水道事業団業務研究発表会論文集、pp41-48