

宮崎大学工学部 正員 石黒政儀

宮崎大学工学部 正員 渡辺義公

宮崎大学工学部 正員 増田純雄

1 はじめに 水域の富栄養化防止を目的とした脱リン法には①最初沈殿池、最終沈殿池の前に凝集剤を添加しリンを不溶解化させ沈殿除去する方法、②曝気槽へ凝集剤を直接添加する方法、③独立に凝集剤添加、沈殿、砂浮過といったプロセスを設ける方法等がある。上記のいずれの方法を用いるにしても脱リン効率には① pH, Al/P 比, 攪拌などの凝集条件と②沈殿池や浮過池での固液分離効率により決定される。したがって、不溶解化リンの沈降性の向上を図るために多量の凝集剤が必要であったり、ポリマーを併用しなければならない等の問題が残している。その点、回転円板法はすぐ水に吸着力を持つので接触槽へ直接凝集剤を添加し生物学的処理と併行して、不溶解化リンを円板上に吸着除去することも可能と考えられる。この方法にはいわゆる二次処理プロセスで行うものと、硝化等の三次処理プロセスで行うものゝ二つが考えられる。前者では生物膜の剥離が頻繁であり一度吸着された不溶解化リンが再び剥離生物膜に付着して接触槽内に戻るため後段に沈殿池が必要である。一方、後者では図-1のように生物膜の剥離はほとんど無視しうる程度なので沈殿池を設けなくても流出水のSSを10mg/l程度に保ちうる。結論として、硝化用回転円板装置へ直接凝集剤を添加する脱リン法は次のような長所を持つ。①脱リン効率は不溶解化リンの沈降性(粒径等)とほとんど無関係なため凝集剤添加量を節約できる。②吸着除去のため流量変動に強い。③硝化によるアルカリ度の消費によりpHを凝集剤の最適値に近うけることが容易である。その反面、リンの再溶出、不溶解性リンの吸着による硝化反応の遅れ等が考えられる。本文では上記諸点の確認のための基礎的な実験結果について報告する。

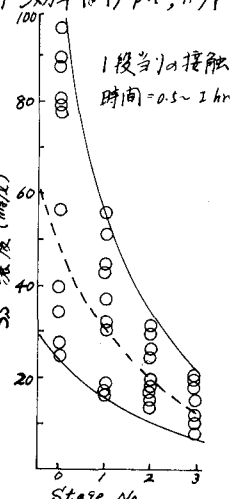


図-1 接触槽内のSS

2 基礎的検討 水中の溶解性正リン(PO_4^{3-} と記す)はアルミニウムイオンと反応して不溶解性のリン酸アルミニウムを生成する。 $Al^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow AlPO_4(s)$ 。上式より理論的にはAlとPのモル比(Al/P)が1で反応は完了するが、実際には水中のアルカリ度とAlの一部が反応するので理論値よりも多量のAlが必要である。また反応の進行度はpHの関数であり図2のごとく不溶解性 $AlPO_4$ の最適生成pHは6付近である。これらの確認のために回転円板三次処理水を用いた予備実験として、凝集後のpHが6付近になるようにpH調整を行い硫酸アルミニウムを凝集剤としてジャーテストを行った。実験方法は5分間の急速混和(150rpm)、10分間の急速攪拌(40rpm)、30分間の静置の順であり上澄水の中の PO_4^{3-} 濃度をモリブデン酸アンモニウム法で測定した。その結果が図-2でありAl/Pの増加に伴いリン除去率は向上している。ところで、Al/Pが低いときも0.8μmフィルターで浮遊すると PO_4^{3-} 除去率は増加しその傾向はpHが低いほど顕著である(図-3)。これはAl/Pが低いとき30分沈殿で除去できない微細な $AlPO_4$ フロックが相当量生成している事を示している。したがって、凝集-沈殿により脱リンを行うにはリンのprecipitatesの沈降性を高めるためにかなりの量の凝集剤を余分に添加しなければならない。

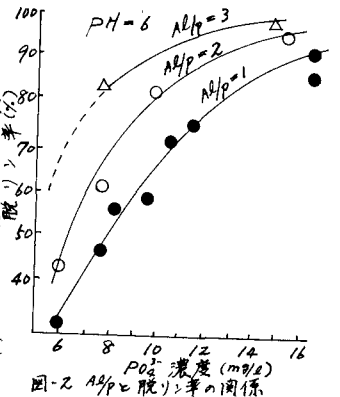


図-2 Al/Pと脱リン率の関係

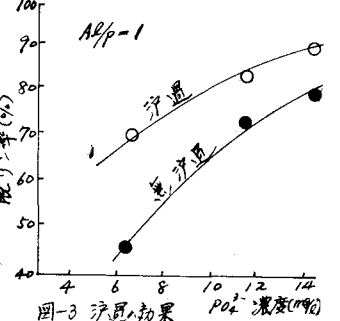
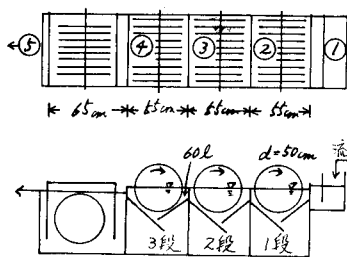


図-3 沈降効果

3 硝化用回転円板装置による実験 予備実験

予備実験で判明したように Al/P が低くとも微細な *Precipitates* が生成しているのを、これを回転円板上に吸着除去し合わせて硝化作用に及ぼす影響を調べる目的で図-4 のような回転円板装置に直接硫酸アルミニウム ($Alum.$) を添加する実験を行った。3-1 脱リン効率



①②③④⑤: 採水場所
図-4 実験装置

実験は活性汚泥処理水 (平均 NH_3-N 濃度 $\approx 30 mg/L$, 平均 PO_4^{3-} 濃度 $\approx 6 mg/L$) を容量約 $1.5 m^3$ の貯留槽にため PO_4^{3-} を所定の濃度に調整した後原水を装置に流入させて行い、定常状態となった時点で各段の PO_4^{3-} 濃度を測定した。 $Alum.$ の注入点は流入部、一段、二段、三段の4ヶ所とした。図-5は二段槽に $Alum.$ を注入した場合の各段の水質変化である。今回の実験では PH 無調整のため硝化によるアルカリ度の減少があったにもかかわらず各段の PH はほぼ7付近であり、 $Alum.$ の最適 PH 6に迄は下がらなかった。その他の条件における実験結果が図-6であり、 Al/P がほぼ1であっても80%前後の脱リン率が得られた。また、一段当りの滞留時間が30分 (図中の●印) と1時間 (図中の○印) とでも脱リン率にほとんど差がなく、本法が流量変動にも強いことを示している。さらに PO_4^{3-} 濃度の経日変化を示した図-7より吸着除去された不溶解化リンは再溶出しなことをわかる。

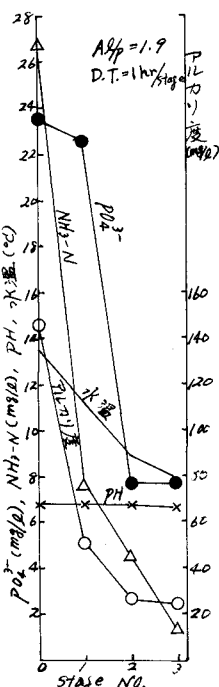


図-5 各段の水質

3-2 硝化作用への影響 実験

が冬期であったため水温は常に $10^{\circ}C$ 前後であり生物学的硝化反応には悪条件であったが、図-8に見られるように不溶解化リンの吸着による硝化反応の遅延はほとんどなかった。

4 おわりに

回転円板の吸着力を利用して脱リン法は PH が7付近でも80%前後の脱リンを達成した。また、硝化作用への悪影響もなく本法が生物学的硝化と併用しうることが判明した。今後は PH を6付近に下げた実験を行う予定である。

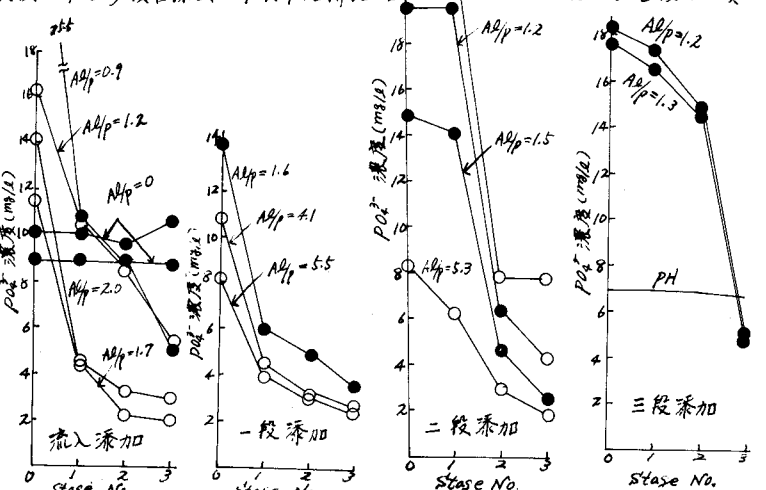


図-6 添加点別の脱リン効率

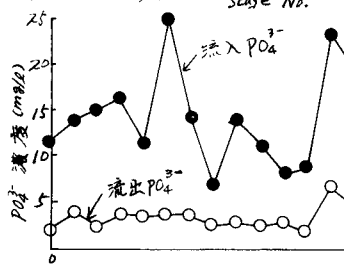


図-7 PO_4^{3-} 濃度の経日変化

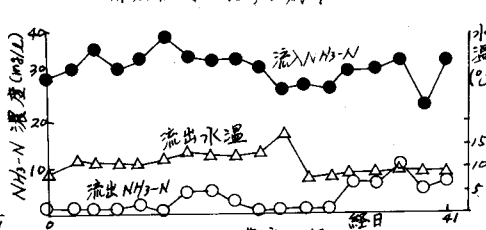


図-8 NH_3-N 濃度の経日変化

本研究の実験は本学卒業生福元一政君 (現松下精工) の労に負う所が大なりことを記し謝意を表す。

参考文献 1) E. E. Weber; Phosphate Removal with Alum in a Rotating Biological Disc System, Civil Engineering Department, Duke University, Durham, N.C. 1973