

宮崎大学工学部 正会員 石黒政儀
 宮崎大学工学部 正会員 渡辺義公
 宮崎大学工学部 学生員 ○福元一政

1 はじめに 水域の富栄養化防止を目的とした脱リン法としては既設の下水処理場の最初沈殿池、最終沈殿池の前に鉄塩、アルミニウム塩を添加し、リンを不溶解化させ沈殿除去するのが最も一般的である。その他としては曝気槽への凝集剤の直接添加や三次処理として独立に凝集剤添加、沈殿、砂浮過といったプロセスを設ける方法がある。上記いずれの方法を用いるにしても脱リン効果は ①PH, 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によって決められる。特に固液分離が不完全な場合には不溶解化されたリンがすべて系外に流出することもありうる。不溶解性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、ポリマーの併用を検討しなければならないなどの問題が残されている。筆者らは回転円板法のすぐれたけん濁物吸着能力に着目して硝化用好気性回転円板装置へ直接凝集剤を添加する脱リン法について検討している。この方法は不溶解性リンを重力により沈殿させる必要がないため次のような長所を持っている。①脱リン効果は不溶解性リンの沈降性(粒径etc.)とは無関係であり不溶解化しうるぎりぎりの量の凝集剤を添加すれば良い。②単位接触時間当りの不溶解性リンの吸着量はほぼ一定なので、流量変動があってもかなり安定した脱リン率が得られる。③硝化によるアルカリ度の消費によりpHの調整なしに系のpHが Al 塩の最適pHに近づく。その反面、リンの再溶出、不溶解性リンの吸着による硝化作用の阻害などが考えられる。本文では上記諸点の確認のための実験結果について報告する。

2 基礎的考察 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結合して不溶解性のリン酸アルミニウムを生成する。 $Al^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow AlPO_4$ (1) 式(1)より、理論的には $Al:P$ のモル比(Al/P)が1:1で反応が進行することが知られるが、実際には水中のアルカリ度と Al^{3+} の一部が反応するので理論値よりも多量の Al^{3+} を必要とする。また式(1)の反応の進行度はpHの関数であり、図-1、表-1のような関係が得られている。図-1より不溶解性 $AlPO_4$ の最適生成pHは6付近であることがわかる。これらの確認のために回転円板法三次処理水を原水として予備実験を行った。凝集後のpHが6付近になるように0.1-N NaOHでpH調整した後、硫酸アルミニウムを凝集剤として Al/P が1, 2, 3となるように添加してジャーテストを行った。実験条件は5分間の急速混和(150rpm), 10分間の緩速攪拌(40rpm), 30分間の静置沈殿の後、上澄水中の PO_4^{3-} 濃度を測定した。その結果が図-2であり、当然のことながら PO_4^{3-} 濃度が約4mg/lの低い領域では PO_4^{3-} 除去率は Al/P にほとんど無関係で低い値となったが、 PO_4^{3-} 濃度が増加するにつれて Al/P が PO_4^{3-} 除去率を支配する傾向が顕著になるが、20mg/l以上では Al/P と PO_4^{3-} 除去率との関連が薄くなり除去率も100%近くなる。ところで Al/P が低くとも0.8μmのフィルターで浮過すると PO_4^{3-} 除去率は向上し、その傾向は PO_4^{3-} 濃度が低い程著しい(図-3)。これは Al/P が低くとも30分の沈殿では沈降できない微小な $AlPO_4$ のフロックが相当量生成してい

表-1 PHと $AlPO_4$ の溶解度

PH	$AlPO_4$ Solubility (mg/l)
5	0.03
6	0.01
7	0.30

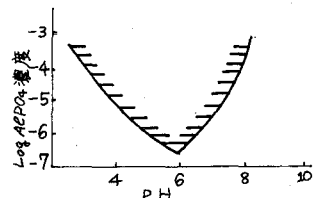
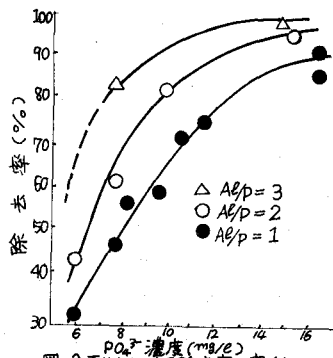
図-1 PHと $AlPO_4$ 溶解度との関係

図-2 モル比による除去率の変化

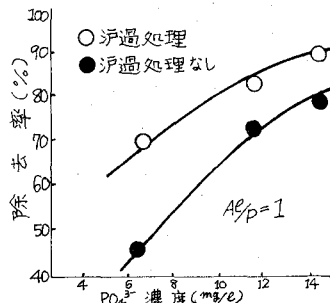


図-3 浮過処理による除去率の変化

る事を示しており、凝集沈殿で脱リンを行う場合にはリンの precipitates の沈降性を高めるためにかなりの量の凝集剤が必要なことを示唆している。

3 実験結果 予備実験で判明したように Alp が低くても沈降しないフロックが生成している。これを回転円板の吸着力を利用して除去し、かつ硝化へ及ぼす影響を調べる目的で既設の回転円板法三次処理装置(図-4)に硫酸アルミニウム($Alum$ と記す)を直接添加した。

3-1 リンの除去効率 $Alum$ の添加量は図(5)~(7)に示した Alp で注入し、一、二、三段の各段ごとに注入して接触時間(一段当り)1時間と2時間で実験を行った。そのため流入の PO_4 濃度に応じて Alp も変化した。また回転円板は攪拌能力が大きいため混和槽は設けなかった。図(5)~(7)でわかるようにどの段に注入しても60~85%の高除去率を得た。しかし原水のアルカリ度が150~300mg/l存在するので一段注入の際はかなりの $Alum$ がアルカリ度と反応すると思われるが、それでも60%以上の高除去率を得た。二、三段では硝化の進行のためアルカリ度が50~80mg/lまで落ちているので一段注入よりやや高い除去率を得た。また図(8)に示したように本実験中には吸着除去された不溶性リンの再溶出は認められなかった。

3-2 硝化への影響 実験が冬期であったため水温が低く硝化には悪条件であったが顕著な悪影響はみられなかった(図-9)。ただ実験の後半異常に寒冷な天候が続いたためやや硝化が悪かった。

4 おわりに 回転円板法の吸着力を利用したリン除去は予想通り

りに良好な結果を得た。

また問題点であった硝化

への影響とリンの再溶出

は本実験を通じてみられ

なかった。これらの問題

点については実験を継続

中である。除去効果とし

ては良好な結果が得られ

たものの硝化の進行に伴

うPHの低下が68前後にと

どまり最適PHまで

下がらなかった。

今後はさらに後段

に脱リン用の円板

槽を設けて最適PH

に調整して実験を

行う予定である。

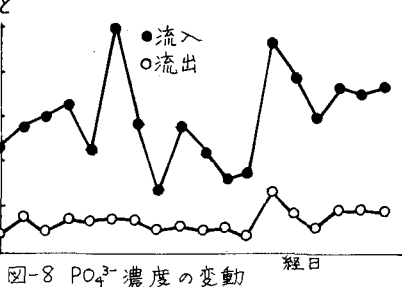
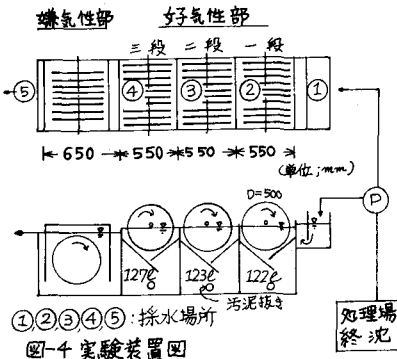


図-8 PO_4^{3-} 濃度の変動

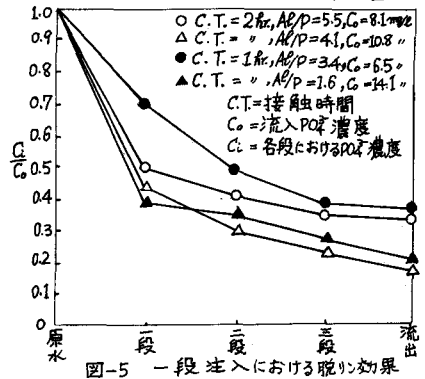


図-5 一段注入における脱リン効果

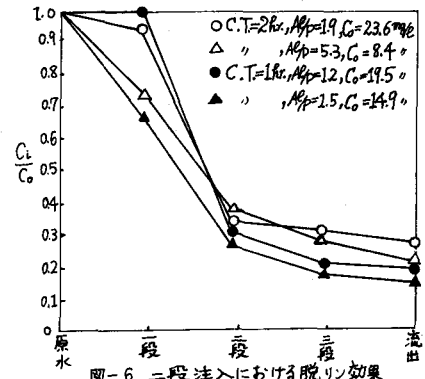


図-6 二段注入における脱リン効果

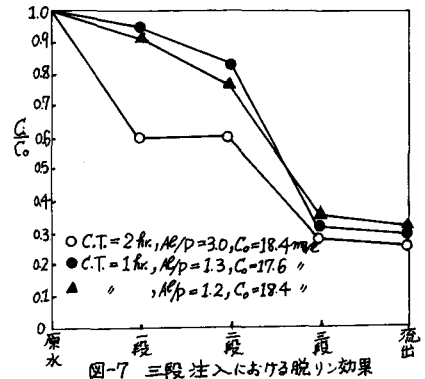


図-7 三段注入における脱リン効果

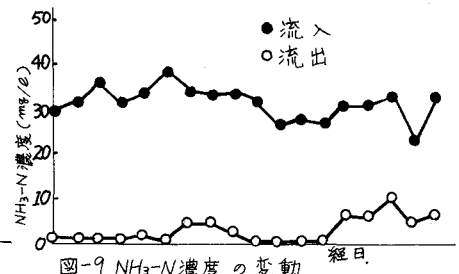


図-9 NH_3-N 濃度の変動

参考文献: 1)石黒,渡辺,増田:回転円板法による下水高度処理に関する研究(I)下水道協会誌 1977,1(予定) 2)Process Design Manual for Phosphorus Removal, U.S., E.P.A. Technology Transfer, April 1976 pp3-3, 3)Stumm, Morgan: Aquatic Chemistry, Wiley Interscience pp. 522.