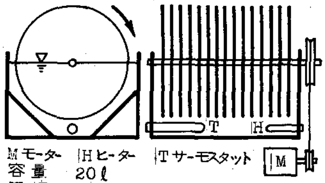
Ⅳ－3　回転円板法によるリンの除去（Ⅲ）

宮崎大学工学部　正員　石黒政儀　正員　渡辺義公
宮崎大学工学部　学生員　内田晴敏　学生員○近藤智敏

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，鉄塩，アルミニウム塩，石灰などの凝集剤を添加してリンを不溶解化させる凝集沈殿法が現在一般的である。筆者らは好気性回転円板装置に硫酸アルミニウムなどの凝集剤を直接添加する脱リン法を研究中であり[1)2)]，欧米でも実装置を使った実験を行ない高いリン除去率が得られている[3)4)]。本論文では回分式の回転円板装置を用いて，①円板体の吸着能　②PO_4^{3-}除去におけるアルカリ度の影響　③微生物の種類によるPO_4^{3-}の除去特性などの基礎的実験結果に考察を加えて報告する。

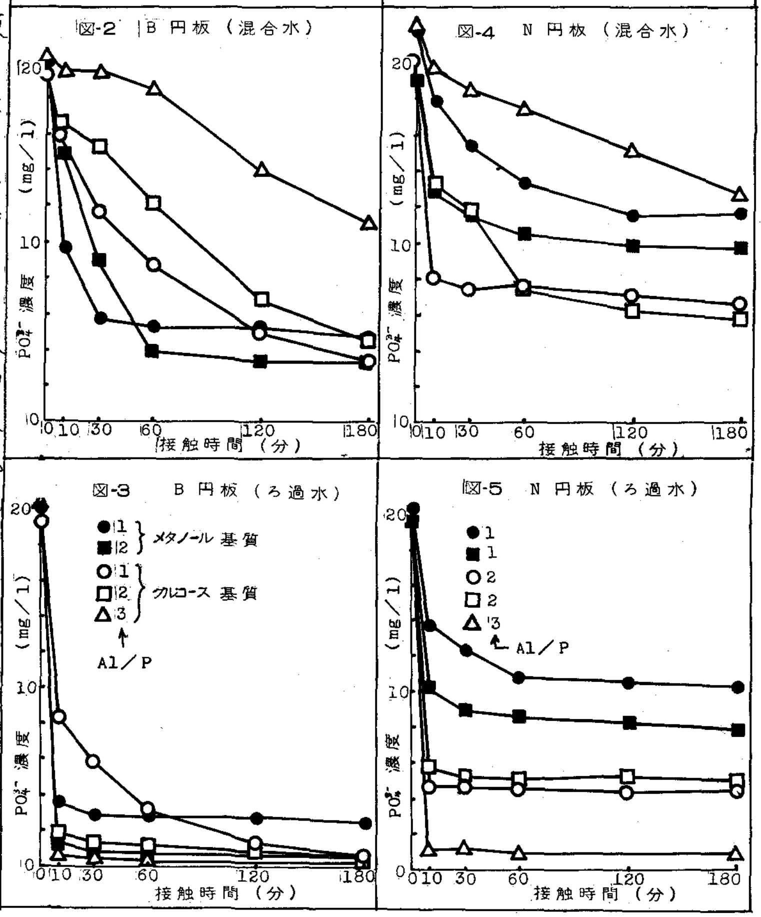
図-1　実験装置



Mモーター　Hヒーター　Tサーモスタット
容量　20 l
円板枚数　15枚
円板表面積　2.2 m²
円板直径　30cm　　回転速度
円板浸漬率　50%　　18rpm
円板材質　耐水ベニヤ

2. 実験装置と実験条件　実験装置の概略を図-1に示す。水温はサーモスタットで一定（25℃）に保った。二次処理水に基質としてグルコースまたはメタノールを加えて他栄養細菌（BOD細菌）を付着させた円板装置（以下，B円板と記す）と人工下水[5)]で硝化菌を純粋培養した円板装置（以下，N円板と記す）を用いた。初期PO_4^{3-}濃度を20 mg/lに調整した後，所定量の硫酸アルミニウムを添加して実験を開始した。水質測定は下水試験法により行なった。

BOD細菌によるPO_4^{3-}除去　　硝化菌によるPO_4^{3-}除去



3. 実験結果と考察

3-1　円板の吸着能　円板の吸着能力を調べるために円板面に付着微生物がない状態で水道水を使って回分実験を行なった。混合水（採水直後の試料）中に存在するPO_4^{3-}は徐々に減少し，24時間後には5 mg/l前後まで低下した。実験後円板をブラシで洗浄し，洗浄水中のPO_4^{3-}量を求めたところ添加PO_4^{3-}量とほぼ等しくなった。これはリン酸アルミニウム（以下，$AlPO_4$と記す）が円板に吸着されていたことを示している。

3-2　リン除去におけるアルカリ度の影響　図-6にB円板に

よる高アルカリ度(415，467 mg/l)，低アルカリ度(160，174 mg/l)でのPO_4^{3-}除去速度を示す。図よりAl/Pモル比が1および2ともに高アルカリ度では10～20％(接触時間180分)程度リン除去率が低下している。

3－3　微生物の種類によるリンの除去特性　図-2～5にB円板およびN円板を使った実験から得られた結果を，混合水とろ過水(混合水を3μのフィルターでろ過)についてAl/Pモル比をパラメータとして示す。3-2の実験結果や$AlPO_4$が不溶解化するための最適PHが6付近であることなどから，硝化反応が進行するとアルカリ度が低くなりPHが6に近づくN円板の方がB円板よりも高いリン除去率を得ると予想される。しかし実際はB円板が高い除去率を示し(図-2，3)，また，BOD細菌でもメタノール基質とグルコース基質では明らかに吸着速度が異なる。B円板では2～3時間の接触時間でAl/P比1でも混合水で75％ろ過水では85％以上の除去率が得られる。ここで，ろ過水中のPO_4^{3-}濃度を3μ以下の$AlPO_4$量と考えると，図-4と5からAl/P比3を除いて両者のPO_4^{3-}濃度差は小さくN円板は3μ以上の$AlPO_4$を吸着している。また図-5からAl/P比が高い程粒径の大きな$AlPO_4$が生ずると言える。次に図-3と5では，Al/P比が1と2で大きな差がみられる。これはB円板がN円板と異なって，3μ以下の微小な$AlPO_4$粒子も吸着するからであろう。このことは，図-2においてAl/P比が1，2，3の順にPO_4^{3-}除去率が高いこと，また前述したようにAl/P比が小さい程微小な$AlPO_4$粒子が多いことからB円板は微小な$AlPO_4$粒子ほど吸着しやすいと言える。また，Al/P比を3まで上げると混合水中でのPO_4^{3-}除去速度はどちらの円板でもかなり遅くなる。これは$AlPO_4$粒子がかなり大型化して円板面への吸着速度が減少するためと考えられる。リンを沈殿分離するには$AlPO_4$粒子を大きくするために過剰の凝集剤が必要であるのに対し，円板吸着法では逆に微粒子の方が分離しやすくAl/P比が小さくて済むことが判明した。

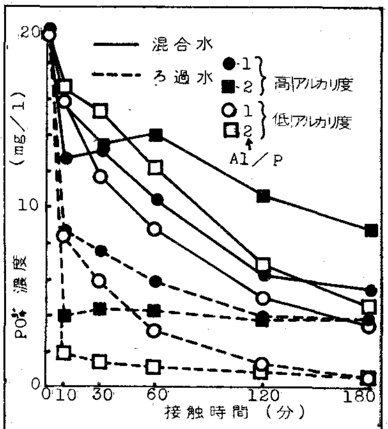


図-6　アルカリ度の影響

3－4　自触媒反応の可能性　B円板(グルコース基質による)でAl/P比0.7および0.4の回分実験結果を図-7に示す。Al/P比0.7，0.4ともに1の場合よりもリン除去速度は遅いが，接触時間3～5時間で混合水の場合，Al/P比0.7で73～80％，0.4で61～75％，ろ過水の場合，0.7で89～96％，0.4で68～78％の除去率が得られ，与えられたモル比による理論値以上にリンを除去している。これは，おそらく安中ら[6]が活性汚泥法で返送汚泥を循環させて高いリン除去率を得ているのと同様に，円板面に付着した$AlPO_4$がPO_4^{3-}を吸着するのではないかと考えられる。もしこのような自触媒反応が起っていれば，連続流でリン除去を行なう際Al/P比はさらに小さくて済むことになる。

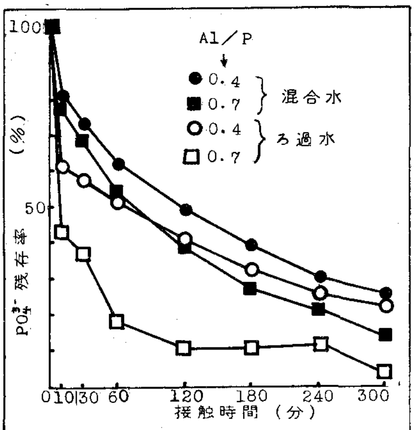


図-7　低Al／P比でのPO_4^{3-}除去

4. おわりに　本実験および考察で回転円板の吸着特性がいくつか明らかになった。今後は，基質の変化による生物膜の吸着力および自触媒反応を確認するための連続流によるリン除去について研究する予定である。

〈参考文献〉

1) 石黒，渡辺，福元：回転円板法によるリンの除去(Ⅰ) 土木学会西部支部研究発表会論文集 1977.2
2) 石黒，渡辺，増田，内田：回転円板法によるリンの除去(Ⅱ) 土木学会西部支部研究発表会論文集 1978.2
3) S.K.Malhotra etal.: Performance of a Bio-Discplant in a Northern Michigan Community. WPCF Conference, Miami Beach,Florida.Oct.5,1975,pp.1-29
4) U.Bretscher: Die Phosphat-Elimination mit Tauchtropfkorpern. GWF. Das Gas-und Wasserfach,110,20,1969
5) 渡辺，石黒，西留：回転円板法の浄化機構に関する研究(Ⅰ)，下水道協会誌，Vol.15，No.172，pp.24～33，9(1978)
6) 安中，当田：凝集剤添加による既設下水処理施設の機能改善(第2報)，土木学会第14回衛生工学研究討論会論文集