

宮崎大学 工学部 工学 和田正史 正 渡辺義公 正 石黒政儀
アジア工科大学院
Chen, Chung-Yuan.

1. はじめに 汚水中にリン酸の形で存在するリンを除去する方法としては、凝集剤を添加しリンを不溶解化して除去するのが一般的である。凝集剤として硫酸アルミニウムを直接回転円板接触槽に添加するリン除去法では、不溶解化したリンが円板の攪拌効果によりその粒径を増大させると同時に生物膜表面へ吸着される。この吸着速度は不溶解化リンの粒径が小さいほど大きいので、リンを不溶解化するぎりぎりの Al/P のモル比で1付近)で最大吸着除去速度が得られる。本文では、吸着された不溶解化リンがどのように生物学的反応(硝化と有機物酸化)に影響するかについて ①実験室内で人工下水により硝化菌と好気性他栄養細菌をそれぞれ優占的に付着生育させた装置 ②生下水を用いて好気性他栄養細菌と硝化菌の共存する生物膜を付着生育させた装置の両装置によって行なった実験結果について報告する。

2. 実験装置と実験方法 実験室内で用いた装置は、直径16cmの円板を10枚設置した容量3Lの完全混合槽を2段直列に配置したものである。最後部には容量2.5Lの沈殿池を設けた。円板回転数と水温は各々15rpm, 20℃に固定した。装置は2台用い、一方には硝化菌のみを付着生育させるために NH_4-N , 重炭酸塩を主成分とする人工下水を供給し、もう一方には好気性他栄養細菌を優占的に生育させるためにメタノールを主成分とする人工下水を供給した。水量負荷は一槽あたり $6.0 \text{ L/m}^2 \text{ hr}$ に固定した。生物膜が十分に生育した時点で流入水中のリンを 10 mg/L とし、硫酸アルミニウムを Al/P モル比が1になるように添加し、流出水の諸水質を測定した。

3. 実験結果と考察 図-1, 2に実験結果の1例を示す。リン除去率については、他栄養細菌生物膜の方が硝化菌生物膜よりも高い値を示し、全実験において平均15%ほど高い。図-3はリン除去率、メタノール除去率、硝化率の経日変化を示す。両装置において基質除去率とリン除去率とがほぼ同じパターンを示している。これは生物膜への不溶解化リンの吸着が生物膜の活性度に関係していることを示唆しており、微生物増殖速度の速い他栄養細菌の方が硝化菌よりも高いリン除去率を与えた理由でもある。円板体より剥離し沈殿池に留まった汚泥中に含まれるリン濃度の分析結果においても、他栄養細菌生物膜のリン含有量が硝化菌生物膜のほぼ3倍であり、このことから増殖速度の速い他栄養細菌生物膜の吸着性が増殖速度の遅い硝化菌生物膜よりもはるかに高いことがわかる。長期間にわたる Al 添加とそれに伴う不溶解化リンの生物膜への吸着が生物膜活性にどのように影響するかを調べるために、屋外に円板直径50cm, 直列4段の回転円板装置を設置し、水量負荷 $2.0 \text{ L/m}^2 \text{ hr}$ で生下水を供給、約2ヶ月にわたり実験を行なった。図-4に各段における COD , NH_4-N 除去率を示す。 Al を添加す

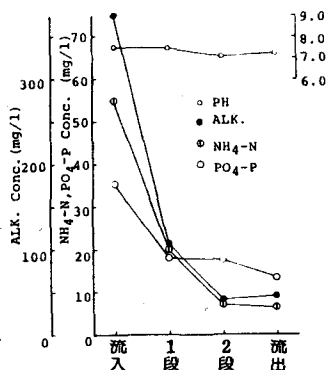


図-1 硝化菌槽の水質変化

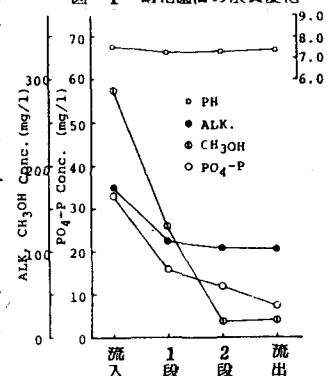


図-2 好気性他栄養細菌槽の水質変化

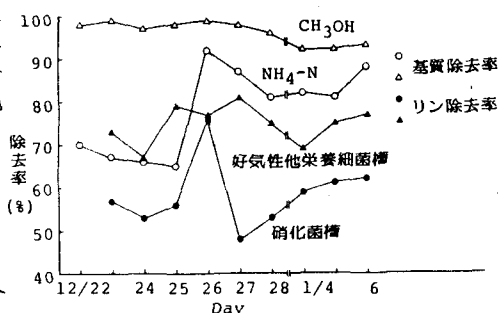


図-3 リン除去と基質除去率の経日変化

と硝化が二段で完了するようになるが、COD除去についてはAl添加にかかわらず1段でほぼ完了していることがわかる。図-5はリン除去率とAl/Pのモル比の関係をPHをパラメーターとして描いたものである。PHが7.1以下ではモル比が0.5から1.5の間で変動しても約80%の安定したリン除去率が得られた。PHが7.5を越えると低いモル比ではリン除去率が50%以下に低下した。図-6は実験期間中における水質変動のグラフである。図より明らかなように、約2ヶ月間のAl添加によっても生物膜の活性はほとんど低下しなかった。表-1は各段の生物膜中のリン含有量である。リンは固形物乾燥重量1gあたりの全リン重量として表示した。また判定に用いた生物膜は円板体上の全生物膜(表層から底層)についてのものである。一般に細胞中のリン含有量は0.03g/g dry solidといわれており、表-1の値はほぼ妥当なものと考えられる。表より凝集剤添加の方が明らかにリン含有量が高く、かつ生物活性の高い1段目のリン含有量が他の段のリン含有量よりも多いことがわかる。リンが吸着するのは生物膜表面のみであり、吸着部分のみの生物膜リン含有量は表-1の値よりもかなり大きくなるはずである。吸着されたリンは生物膜の剝離により脱着し沈殿するので、沈殿池に溜まった汚泥のリン含有量は不溶解化リンが吸着された生物膜表層の値に等しいと考えられる。沈殿池汚泥のリン含有量は硝化菌汚泥が0.55g/g dry solid, 他栄養細菌汚泥が1.63g/g dry solidであり、表-1の値の約20と60倍となっている。このことから明らかに、不溶解化リンはまず生物膜表面に吸着され、次に剝離生物膜の一部として沈殿除去される。

4. おわりに 本研究では回転円板法における化学的リン除去について、リンの不溶解化-生物膜への吸着-生物膜の剝離-沈殿除去といった一連の機構を提示した。除去の主体をなす不溶解化リンの生物膜への吸着過程は生物活性と深く関係するが、この点については今後詳細に研究して行く予定である。

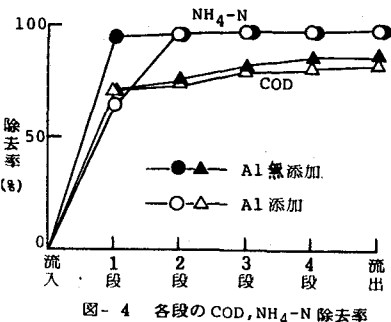


図-4 各段のCOD, NH₄-N 除去率

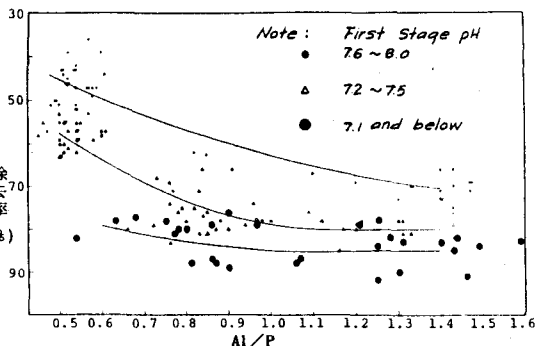


図-5 Al/Pとリン除去率の関係

表-1 各段の汚泥分析 (T-P)

Condition	1段	2段	3段	4段
Al 添加	0.0323	0.0223	0.0217	0.0242 (g P/g)
	0.0421	0.0231	0.0192	0.0184
Al 無添加	0.0272	0.0247	0.0202	0.0227

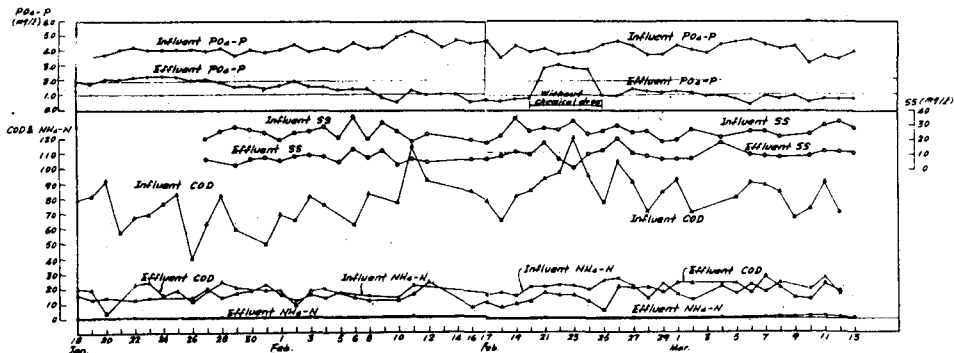


図-6 PO₄-P, COD, NH₄-N and SS の経日変化

- 【参考文献】 1) 石黒, 渡辺, 菊田, 内田; 回転円板法による下水高度処理に関する研究(Ⅱ), 秋田県誌, Vol. 16, NO. 185, 1979/10
2) James E. Bailey, David F. Ollis; BIOCHEMICAL ENGINEERING FUNDAMENTALS.