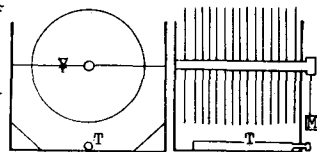


宮崎大学工学部 正 石黒政儀 正 渡辺義公
宮崎大学工学部 正 増田純雄 学○内田晴敏

1. はじめに 脱リン法としては、基本的に生物学的方法 (STRAIGHT BIOLOGICAL REMOVAL), 化学的方法 (STRAIGHT CHEMICAL REMOVAL), 生物化学的方法 (COMBINED BIOLOGICAL-CHEMICAL REMOVAL) の3つに分類できる。生物学的方法は、菌体がリンを吸着し蓄積しても、その菌体の新陳代謝量には限界があり高除去率は望めない。化学的方法では、凝集剤を最初沈殿池の前や3次処理装置の後に添加するが、前者の場合、全リン中の正リン酸の割合が小さいため凝集効果は劣る。後者の場合、コストが非常に高いという欠点を持つ。生物化学的方法では、凝集剤を直接生物学的处理装置に添加しているため設備費が減少し、添加凝集剤量も少なくてすみ、混合液の沈降性がよくなるという長所をもっている。そこで、筆者らは生物化学的方法の一例として、回転円板装置に直接凝集剤を添加し、回転円板法のすぐれた懸濁物吸着力によってリンを除去する方法を検討している。本論文においては、回転円板脱リン法の基礎的考察として、回分式の回転円板装置を用いた脱リン実験結果を報告する。



M: 駆動用モーター
T: サーモスタット

実容積: 20 (l)
全円板表面積: 2.2 (m²)

図-1 実験装置

2. 実験装置と実験条件 図-1に実験装置を示す。実験装置は、実容積20 lの角型水槽に、直径30 cm、厚さ0.5 cmの耐水ペニヤ製の円板を15枚取り付けてある。円板浸漬率は50%である。円板間隔は1.7 cmであり、円板全表面積は2.2 m²である。水温は槽内に設けたサーモスタットにより一定に保ち、回転円板法2次処理水または活性汚泥法2次処理水に基質としてブドウ糖5 gを添加したものを原水とした。また、PO₄³⁻の初期濃度が20 mg/lになるようにリン酸-カリウムを加え、その後、硫酸アルミニウムを所定量添加して実験を開始した。実験条件; Al/P (モル)比を、0.7, 1, 2, 初期PO₄³⁻濃度 ~ 20 mg/l, 水温18~23℃, 原水水質は、COD 130~210 mg/l, アルカリ度170~280 mg/l (as CaCO₃), PH 7.1~8.1であり、回転速度は15, 18 rpmである。なお、これらの水質測定は下水試験法に従って行なった。

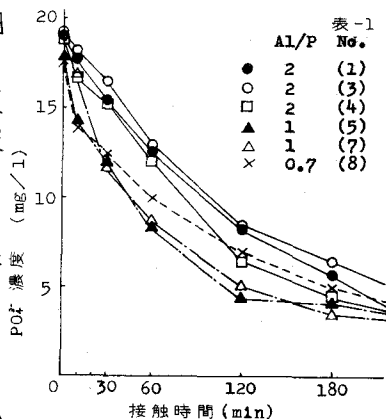


図-2 混合水PO₄濃度減少速度

3. 結果と考察 図-2, 3, 4に接触時間とPO₄³⁻濃度の関係をAl/P比0.7, 1, 2について示す。まず、図-2は採水直後の試料の接触時間とPO₄³⁻濃度の関係を示す。この試料中には、接触槽内のSSが含まれており円板の吸着力のみの脱リン率の目安となる。以後、この試料を混合試料と言う。図よりAl/P比が1の時が0.7および2の時よりも混合試料のリン濃度は低い。図-3は、採水後混合試料を30分間静置した後の上澄水水中のPO₄³⁻濃度と接触時間の関係であり、接触槽の後に沈殿池を設けた場合の脱リン率の目安となる。図より、最初の1時間ではAl/P比が大きいほどリン濃度は低いが、それ以後は、Al/P比が1と2では大差はない。図-4は、上澄水を3μmのフィルターでろ過したろ液中のPO₄³⁻濃度と接触時間の関係であり、不溶解性リン濃度の目安となる。図より、不溶解性リンはAl/P比が1の場合1時間以内に80%, Al/P比が2の場合10分間以内に85%以上除去された。すなわち、リンの不溶解化速度は、

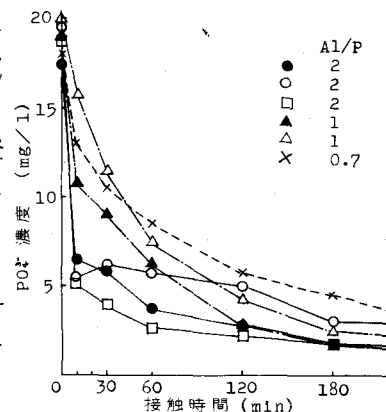


図-3 上澄水PO₄濃度減少速度

Al/P比を上げる程大きくなる。

$Al^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow AlPO_4$ により、理論的にはAl/P比が1でリンは不溶解化するが、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+} が必要であると言われている。しかし、本実験で得た表-1のような結果から次のようにも考えられる。表-1に5時間後の上澄水中の Al^{3+} 消費率が、上澄水中の PO_4^{3-} 濃度の減少率とほぼ一致していることを示している。この事から、 Al^{3+} は水中の PO_4^{3-} とほとんど反応し、余剰の Al^{3+} が存在する場合に水中のアルカリ度と反応すると推測される。したがって、 PO_4^{3-} の不溶解化はAl/P比=1で十分可能である。

回転円板による不溶解化リンの吸着現象は円板表面積のみに関係し、生物膜厚とは無関係となるはずである。図-5は生物膜厚とDO消費速度の関係を示し、図-6はその時の生物膜厚と混合試料中の PO_4^{3-} 濃度の関係を示したものであり、吸着速度が生物膜厚と無関係であることを立証している。生物膜厚は実測していないが、生物膜が厚い場合は生物膜が円板全面を一様に覆っていた。また、薄い場合には生物膜は円板表面の一部のみに存在していた。

4. おわりに 回分式回転円板装置に硫酸アルミニウムを添加する脱リン実験を行い次の結論を得た。

- 1) Al/P比が1でしかもPHが中性付近においてもほぼ完全にリンを不溶解化できる。
- 2) リンの不溶解化速度はAl/P比に伴って増加するがAl/P比が1の場合でも約2時間で不溶解化が完了した。
- 3) 回転円板の吸着作用により混合液中の不溶解化リン濃度は減少する。この減少速度はAl/P比が1付近で最大となる。この理由として、Al/P比が1以下ではリンの不溶解化が不十分であること、およびAl/P比が1以上では不溶解化リンが大形化しすぎて円板面への拡散速度が小さくなることが考えられる。
- 4) 円板上付着微生物膜厚は吸着速度に何らの影響も与えない。すなわち、不溶解化リンを円板上に捕捉しうる付着力を与えるのが生物膜の役割である。

5) 回転円板装置の滞留時間が短い時には、後段に沈殿池を設けて未吸着リンを分離する必要があるが、この場合にはAl/P比が大きいほど有利である。これは、余剰分の Al^{3+} が水酸化物を形成し不溶解化リンの大形化に寄与するためと考えられる。

以上のように、回転円板脱リン法は、添加凝集剤量が少なく、しかも接触槽内で生物学的処理と並行して円板の吸着により固液分離すべき不溶解化リンが減少するため流動変動にも強く、脱リン法としては安定したプロセスと言える。

〈参考文献〉

- 1) Eric E. Weber : Phosphate Removal with Alum in a Rotating Biological Disc System, Depart. of Civil Engng. Duke University April, 1973.
- 2) 石黒清雄, 福元: 回転円板法によるリンの除去 (土木学会西部支部研究発表会論文集 1977.2)

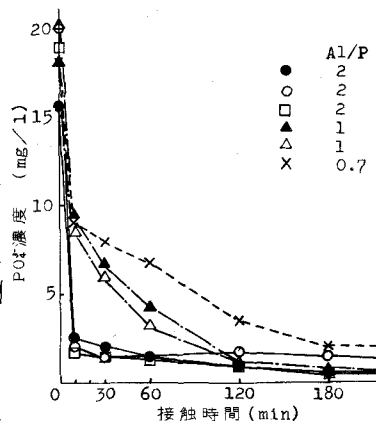


図-4 上澄水 PO_4^{3-} 濃度減少速度

表-1 水質表 (): OC

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Al/P比	2	2	2	2	1	1	1	0.7
Al^{3+} 消費率 (%)	96	93	87	92	93	93	72	85
PO_4^{3-} 減少率 (%)	95	92	92	90	94	98	87	89
原水COD濃度 (mg/l)	133	165	160	161	(70)	165	212	144
COD濃度 (1 hr 後)	15	24	34	33	(10)	30	47	33
原水アルカリ度 (mg/l)	283	228				163	163	174
アルカリ度 (1 hr 後)	185	141				87	98	141
PH	7.3	7.5	7.4	7.0	7.2	7.3	8.1	7.1

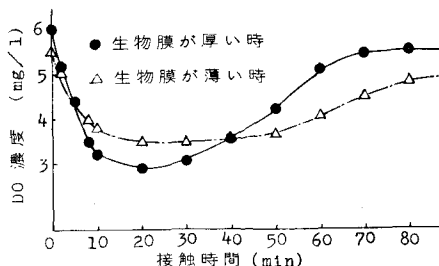


図-5 生物膜厚とDO消費速度

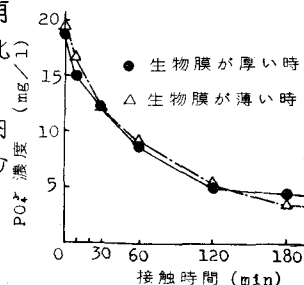


図-6 生物膜厚と PO_4^{3-} 濃度減少速度