

VII — 6 A_2O 法における嫌気性条件下でのリン放出に関する研究

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○佐藤史学
 東北大学大学院工学研究科 近藤健一郎
 東北大学大学院工学研究科 フェロー 野池達也

1. はじめに

近年、湖沼やダム湖、そして東京湾、瀬戸内海等の閉鎖性水域を中心に、下水処理施設でリン除去を行う高度処理が導入されるようになってきた。生物学的リン除去法は、物理化学的処理プロセスに比べ、ランニングコストが低く、汚泥発生量が少ないという利点を持つが、最適管理技術が確立されておらず、安定的なリン除去が課題となっている。特にリン・窒素同時除去法である嫌気・無酸素・好気活性汚泥法(A_2O 法)に関しては、リン除去に関する細菌の単離やその特性の解明が確立されていないことに加え、リン除去や窒素除去に影響する因子が複雑に絡み合っていることから最適運転条件の明確化が、より一層困難なものになっている。

本研究では、 A_2O 法における嫌気槽からのリン回収を行うことに注目し、嫌気性条件下で回分実験を行い、 NO_3-N 、MLSSが及ぼすリン放出への影響を検討した。

2. 実験方法と分析方法

2.1 実験方法

回分実験に用いた装置を図-1に示す。実験は、容量280mlのバイアル瓶を用いた。供試汚泥は、本研究室で連続的に馴養している A_2O 法の好気槽より採取した活性汚泥を用いた。採取した汚泥は、好気・嫌気サイクルを繰り返し、 NO_3-N の影響を無視できる状態にし、基質を加える前に、窒素ガスでバージしてから回分実験に用いた。汚泥180mlと各条件に合わせて基質や NO_3-N を溶かした溶液40mlを用いて全体で220mlとし、その加えた時点をスタートとした。実験中はバイアル瓶を密閉し、撹拌子を用いて撹拌し続けた。

2.2 分析方法

酢酸濃度は、Agilent社製ガスクロマトグラフを用いて測定し、 PO_4^{3-} 、 NO_2^- 、 NO_3^- はDIONEX社製イオンクロマトグラフDX-120を用いて測定した。COD_CはStandard Method、MLSS (MLVSS)は下水道試験法に基づき測定した。

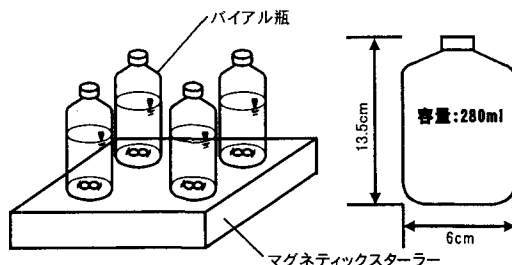


図-1 回分実験図

2.3 実験条件

実験1は、 NO_3-N 濃度のリン放出への影響を確認するために、初期 NO_3-N 濃度を60、30、15、0 mg/lとし、それぞれRun1、Run2、Run3、Run4とした。炭素源は酢酸ナトリウムを用いて、初期濃度が350 mg/lとなるようにし、MLSS濃度は3000 mg/lと一定にした。

実験2は、MLSS (MLVSS)のリン放出への影響を確認するために、MLSS濃度を7000、5000、3500、2000 mg/lとして、Run5、Run6、Run7、Run8とした。炭素源は酢酸ナトリウムを用いて、初期濃度が400 mg/lとなるようにした。

3. 実験結果及び考察

3.1 嫌気性条件下のリン放出に及ぼす NO_3-N の影響

図-2に実験1における PO_4^{3-} 、 NO_3-N 、酢酸濃度の経時変化グラフをそれぞれ示す。この実験では、リン放出ポテンシャル(Pi)とリン放出量¹⁾、初期リン放出速度¹⁾に注目した。リン放出ポテンシャルは、実験開始後リン濃度が一定となった値とする。図-2より、この実験におけるPiは、実験開始から2時間後の PO_4^{3-} 濃度と読み取ることができる。リン放出量はPiをMLVSS当りで算出したものとする。初期リン放出速度は実験開始30分間において放出されたMLVSS当りのリン放出濃度を、単位時間当りで算出したものとする。Run1が実験開始3時間で酢酸がなくなったが、それ以外は残存した。表-1に示すように、初期脱窒素速度¹⁾(実験開始～30分)は、 NO_3-N 濃度に比例して増加した。しかし、初期リン放出速度はほぼ一定であり、炭素源が十分に存在する条件下では、初期のリン放出速度は NO_3-N の影響を受けず、全系列が約2時間でPiに達した。また、

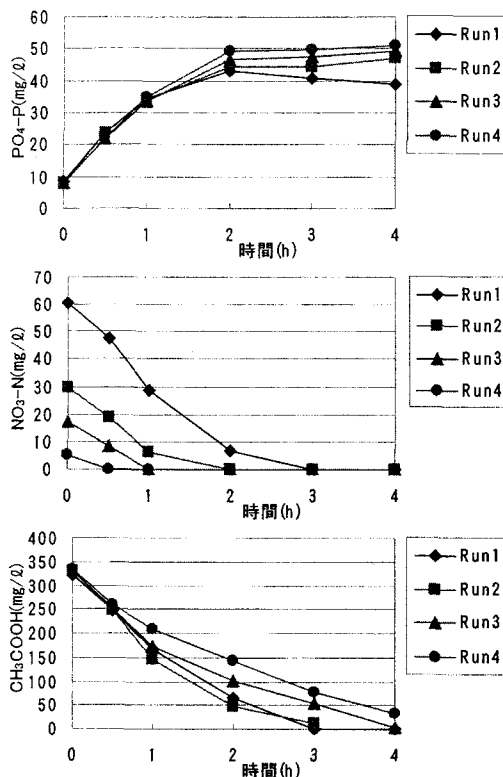


図-2 異なる $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度におけるリン放出濃度と、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、酢酸濃度の経時変化

表-1 異なる $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度におけるリン放出量、初期脱窒素速度、初期リン放出速度

	Run1	Run2	Run3	Run4
リン放出量 ($\text{mgPO}_4\text{-P/gMLVSS}$)	16.60	18.11	19.65	21.21
初期脱窒素速度 ($\text{gNO}_3\text{-N/gMLVSS/日}$)	0.24	0.20	0.17	0.10
初期リン放出速度 ($\text{mgPO}_4\text{-P/gMLVSS/h}$)	11.78	11.88	11.07	11.27

リン放出量は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が増加するにつれ、減少した。Run1 に関しては、脱窒素とリン放出の間の競合による炭素源の不足が原因と考えられるが、Run2, Run3 は炭素源が実験中存在し続けていたにもかかわらず、リン放出量が若干減少した。

3.2 嫌気性条件下のリン放出に及ぼす MLSS の影響

表-2 に実験 2 の結果をまとめたものを示す。初期リン放出速度は MLVSS が小さくなるにつれ、増加したのに対し、リン放出量に関しては、大きな差は見られなかった。

図-4 に実験 2 における $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化グラフを示す。初期リン放出速度には系列ごとに差が見られたが、どの系列も約 3 時間後に Pi に達していた。

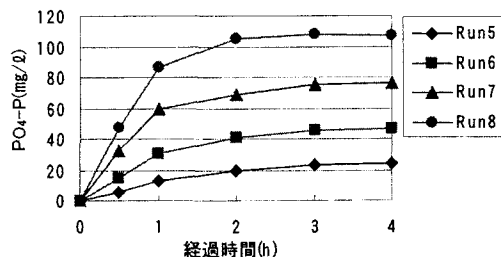


図-4 MLSS を変化させたときの $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化

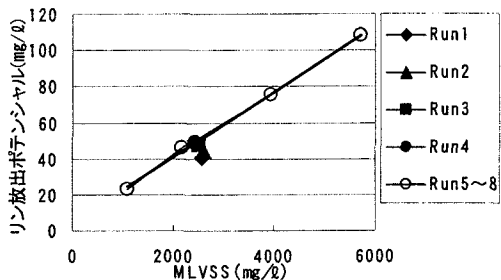


図-5 MLVSS とリン放出ポテンシャル(Pi)の関係

表-2 MLVSS 濃度のリン放出量とリン放出速度への影響

	Run5	Run6	Run7	Run8
リン放出量 ($\text{mgPO}_4\text{-P/gMLVSS}$)	20.86	20.86	19.17	18.92
初期リン放出速度 ($\text{mgPO}_4\text{-P/gMLVSS/h}$)	10.57	13.74	16.56	16.77

次に、図-5 に MLVSS 濃度とリン放出ポテンシャル(Pi)の関係を示す。この図より、MLVSS 濃度と Pi は、比例関係にある。このグラフに $\text{NO}_3\text{-N}$ の影響に関する実験結果の値をプロットさせると、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高くなるにつれ、リン放出ポテンシャル線の値より低くなっている。このことからリン放出が、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が存在することで影響を受けていることが確認できる。

5. 結論

- 炭素源が十分に存在している条件下では、脱窒素とリン放出は同時に生じたが、リン放出量は初期 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高くなるにつれ小さくなる傾向が見られた。
- リン放出ポテンシャルと初期のリン放出速度は、MLVSS 濃度と比例関係にあったが、リン放出量はほぼ一定であった。

6. 参考文献

- S.H. CHUANG, C.F. OUYANG, Y.B. WANG; Kinetic Competition between Phosphorus Release and Denitrification on Sludge under Anoxic Condition, Wat. Res. Vol. 30, No. 12, pp. 2961-2968, 1996