

VII-38

IWA 活性汚泥モデルによる脱窒菌とリン蓄積菌の菌体量の推定

八戸高専 建設環境工学科 正会員 ○ 津島 倫也

乙部 史子

矢口 淳一

1. はじめに

近年、富栄養化の原因となる窒素・リンを除去する高度処理施設が導入されるに伴い、活性汚泥処理プロセス内の現象を評価、予測できる数学的モデルの利用に関する期待が高まっている。その主な理由は、活性汚泥プロセスが複雑化・高度化し、より合意的な考え方に基づく設計や運転管理が必要になってきたからである。国際水環境学会（IAWQ, 現 IWA）が提案した活性汚泥モデル No. 1～No. 3 は、ヨーロッパを中心にその実務的利用が図られ成果が示されている。本研究では八戸高専生活排水に IWA 活性汚泥モデル No. 2 を適用して、脱窒菌とリン蓄積菌の菌体量を推定した。

2. 実験材料および方法

(1) 実験材料 脱窒実験には本校生活排水処理施設（330m³/日、長時間エアレーション法）の返送汚泥を用い、脱リン実験にはこのほかに東京都 S 下水処理場（嫌気・好気法:A0 法）の曝気槽汚泥を使用した。脱窒実験、脱リン実験に用いた基質をそれぞれ表-1 と表-2 に示した。

(2) 実験方法

①脱窒実験 基質 100mg/l と返送汚泥 900mg/l を三角フラスコに投入し密閉した。サイホンを通して窒素ガスで曝気して気相を置換し、フラスコ内を嫌気状態に保った。スターラーで攪拌し、時間ごとにサンプリングを行った。実験装置は、20℃の恒温槽内に設置した。反応混合液中の硝酸性窒素濃度はブルシン硫酸法により求めた。

表-1 脱窒実験用気質

KNO ₃	1.44g/l
CH ₃ COONa	5.00g/l
Na ₂ CO ₃	0.5g/l
NH ₄ Cl	0.05g/l
KH ₂ PO ₄	0.01g/l

②脱リン実験 基質 100mg/l と返送汚泥 900mg/l を三角フラスコに投入し密閉した。サイホンを通して窒素ガスで曝気して気相を置換し、フラスコ内を嫌気状態に保った。スターラーで攪拌し、時間ごとにサンプリングを行った。一定時間経過後、三角フラスコ内の反応液を 1l のメスシリンダーに移し替え、エアーポンプで曝気して好気状態に保ち、時間ごとにサンプリングを行った。実験装置は、20℃の恒温槽内に設置した。反応液中のリン濃度はモリブデン青吸光度法により求めた。

表-2 脱リン実験用気質

CH ₃ COONa	0.5～5g/l
Na ₂ CO ₃	0.5g/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	2.65～3.975g/l
KCl	0.80～1.20g/l
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.50～0.75g/l

(3) 解析方法

活性汚泥モデル Activated Sludge Model No. 2 (ASM2)¹⁾ を用いて実験結果を解析した。

3. 実験結果および考察

(1) 脱窒実験 脱窒実験の結果を図-1 に示した。脱窒素実験は 5 回実施したが、11 月 5 日～7 日にかけて行った実験は、嫌気状態の馴致効果を調べるために同じ汚泥に関して 3 日間繰り返して実験したものである。すべての実験において、硝酸性窒素濃度の減少が見られたが、特に 10 月 14 日は 2 時間の反応時間で硝酸性窒素濃度が 0mg/l となっており、他の実験結果に比べて反応速度が速い。また 11 月 5 日～7 日の実験結果には大きな差はなく、はっきりとした馴致効果は見ら

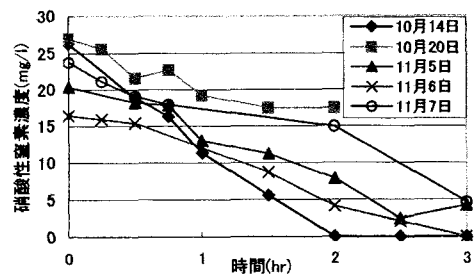


図-1 脱窒実験の結果

れなかった。脱窒菌の菌体量の推定に関しては、この結果と ASM2 によるシミュレーション結果を重ね合わせ、硝酸性窒素の経時変化を最もよく再現する従属栄養細菌濃度 X_H の初期値が求めるべき推定値となる。図-2 に 10 月 14 日の脱窒実験結果と ASM2 のシミュレーションによる硝酸性窒素の経時変化を示した。また、シミュレーションによって得られた結果を表-3 にまとめた。実験結果で見られた高い反応速度を反映して、10 月 14 日の推定値が大きくなっている。本校排水処理施設の活性汚泥中の X_H は 120~360mgCOD/l の範囲であると推測できる。

(2) 脱リン実験 本校排水処理施設の汚泥を用いた嫌気状態におけるリン放出実験の結果を図-3 に示した。12 月 8 日の結果ではリン放出の飽和が見られたが、12 月 17 日と 12 月 25 日ははっきりとした飽和が見られなかった。

ASM2 ではリン蓄積菌の挙動を表現するために、リン蓄積菌 X_{PAO} のほかに状態変数としてリン蓄積菌のポリリン酸 X_{PP} 、リン蓄積菌の細胞内貯蔵物質 X_{PHA} を導入しており、リン放出・蓄積実験において 3 変数を決定することができる。リン放出が飽和した時点のリン濃度と初期リン濃度の差が X_{PP} となる。これを用いて、実験より得られたリン濃度の経時変化を最もよく再現するリン蓄積菌 X_{PAO} の初期値が求めるべき推定値となる。図-4 に S 処理場と本校生活排水処理施設の実験結果と ASM2 のシミュレーションによるリン濃度の経時変化を示した。そして表-4 に本研究で得られた X_{PAO} 、 X_{PP} 、 X_{PHA} の推定値を示した。本校の汚泥に関しては、 X_{PAO} の量が大きく変動していることが分かる。12 月 17 日及び 25 日の実験に関しては、 X_{PAO} の値が極端に小さく、リン蓄積菌はほとんど存在しないと推測できる。S 処理場の汚泥は、 X_{PAO} の値は本校生活排水処理施設よりも低い、リン含有率は約 5 倍となっている。

4. まとめ

今回の実験結果と ASM2 のシミュレーションにより、脱窒菌とリン蓄積菌の菌体量を推定することができた。脱窒菌に関しては、通常どのくらいの脱窒菌が本校の汚泥に含まれているかが判明したと思われる。また、リン蓄積菌に関しても、本校生活排水処理施設と高度処理施設の汚泥との比較をすることによってそれらの違いが示されたと思われる。

<参考文献> 1) M. Henze, W. Guijer, T. Mino, T. Matsuo, M. C. Wentzel and G. R. Marais Activated sludge model No. 2, IAWQ (1995)

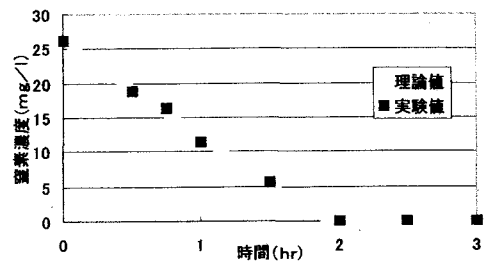


図-2 脱窒実験結果および推定値

表-3 シミュレーション結果

実験日	X_H (mgCOD/l)	脱窒速度 (mg/l·hr)	比速度 (1/hr)
10/14	358	13.142	0.037
10/20	146	6.309	0.043
11/5	121	8.833	0.073

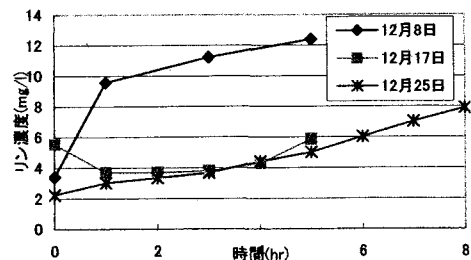


図-3 脱リン実験の結果

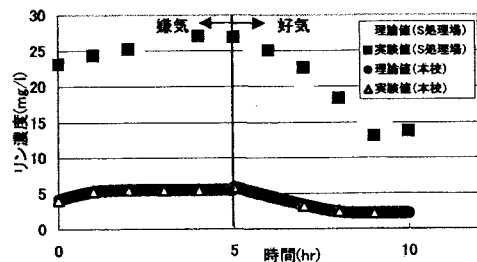


図-4 脱リン実験結果および推定値

表-4 リン蓄積菌の推定結果

	実験日	X_{PAO} (mgCOD/l)	X_{PP} (mgP/l)	X_{PHA} (mgCOD/l)	リン含有率	MLVSS
長時間曝気汚泥	12/8	176.02	8.4		0.045	3172
	12/17	6.41	2.18	2.4	-	3182
	12/25	15.03	5.11		-	2921
AO 汚泥	12/12	69.87	23.75	19.3	0.210	1602