

## 生物学的リン回収における嫌気・好気時間の影響

広島大学大学院 学生会員 ○小寺 博也  
 広島大学大学院 正会員 大橋 晶良  
 広島大学大学院 正会員 尾崎 則篤  
 広島大学大学院 正会員 金田一智規

### 1. はじめに

下水処理において、処理水のリンは水域への富栄養化防止の観点から除去されることが望まれているだけでなく、リン資源の枯渇が懸念されている背景から、下水中のリンを有用資源として位置づけ、リン回収する必要があると考えられている。現在、下水からのリン回収は、活性汚泥法の変法である嫌気・好気法にてポリリン酸蓄積細菌(PAOs)にリンを過剰摂取させ、リンが蓄積した余剰汚泥から回収する方法であるが、リンを含む多量の余剰汚泥の処理は困難とされている。

そこで、余剰汚泥を利用せずに下水処理水中からリン回収が可能で、高濃度の微生物保持可能な密閉型の DHS(Downflow Hanging Sponge)リアクターを用いたリン回収システムが考案されている。この DHS リアクターは気相部とスポンジ部からなり、スポンジ内部には PAOs が保持されている。DHS リアクターを好気及び嫌気条件に制御する事により単一リアクターにおいてリン回収を行う事が可能となる。好気時にリン含有水である下水処理水を流入し PAOs にリンを摂取させ、リンが除去された処理水を排出する。嫌気時には有機物を含む排水を流入し、PAOs が蓄積したリンを放出させ、リンを高濃度を含む処理水を回収する。本研究では、この新規システムによるリン回収の可能性の調査と回収性能を向上させるための運転条件の検討を Plugflow リアクターを用いて行った。

### 2. 実験方法

Plugflow リアクターによるリン回収生物学的リン除去では、嫌気好気状態の繰り返しが必要であるが、嫌気時間と好気時間の長さや割合によってリン摂取・放出能が変化する事が考えられる。そこで、始めに

Plugflow 型リアクターでのリン回収の可能性とそれに適した時間条件を検討する為にビニルチューブを使用した Plugflow リアクター (図 1) を運転した。嫌気・好気時間の比を 1 : 2 とし、嫌気好気の 1 サイクル時間を 6、12、18、24 時間のリアクター 4 台を運転し、リン摂取・放出能を評価した。植種源は活性汚泥を用い、温度は 15 °C で運転した。好気時には好気基質及び同量の空気を同時に流した。基質組成は、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$  22  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (5  $\text{mgP}\cdot\text{L}^{-1}$ )、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  153  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (40 $\text{mgN}\cdot\text{L}^{-1}$ ) を主成分とし、 $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  14 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  90  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.45  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{H}_3\text{BO}_3$  0.045  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0.024  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{KI}$  0.054  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0.036  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.018  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.036  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{CoCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.045  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、EDTA 3  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ を含む模擬下水とした。好気基質には $\text{NaHCO}_3$ を800  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、嫌気基質には VFA200  $\text{mgCOD}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{CH}_3\text{COONa} : \text{C}_2\text{H}_5\text{COONa} = 1 : 1$ )加えたものを使用した。チューブ長は 3 m、内径 5 mm (容積 0.06 L)、HRT 10 分で運転した。

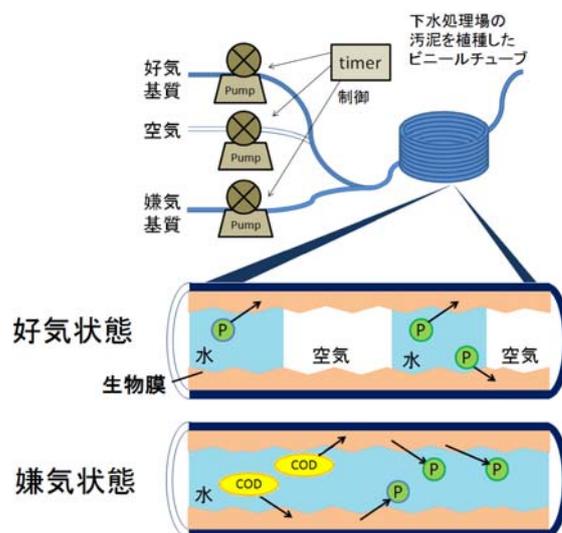


図1 Plugflow リアクター概要図

キーワード Plugflow リアクター、生物学的リン除去、ポリリン酸蓄積細菌(PAOs)

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 TEL 082-424-5718

### 3. 結果と考察

経過74日目の1サイクル運転結果を図2に示す。横軸は1サイクルにおける好気時間が開始した直後を基準としており前半3分の2が好気時間で後半3分の1の時間が嫌気時間となっている。縦軸は処理水の水质の変化を示しており、どのサイクルにおいても、流入リン濃度 $5\text{mgP}\cdot\text{L}^{-1}$ に対し、流出地点においてリン濃度は好気状態では減少し、嫌気時では増加していた。嫌気時において1~1.5時間後に嫌気リン最大放出量となり、その後リン放出量が減少していく傾向が見られた。時間当たりのリン摂取、放出量を図3に示す。最も良好なリン摂取・放出は12時間サイクルにおいて見られ24時間サイクルではリンの摂取・放出共にほとんど見られず嫌気時有機物を摂取していなかった事からサイクル時間が長すぎると悪影響が生じることが示唆された。また、有機物の摂取は18時間サイクルで最も良く見られた。

また、1サイクルを測定した直後に6時間と12時間のサイクル時間をそれぞれ6時間→12時間、12時間→6時間に変更し、1サイクル間を開けた後に測定を行った。その直後に再び元のサイクルの時間に戻し、1サイクル間を開けた後に再び測定を行った。得られた結果を図4に示す。サイクル時間変更後、及び元に戻した後のリンの回収性能にはほとんど変化が無かったことから、6時間、12時間の菌層はそれぞれ異なっているという事が考えられる。またサイクルの変更後、及び元に戻している間、6時間、12時間ともに好気時間のリン摂取の値はほとんど変化が表れず、主に嫌気のリン放出の値に変化が現われたことから、好気の時間よりも嫌気の時間の長さがリン回収の量に影響を与えていると考えられる。

### 4. まとめ

6時間、12時間、18時間、24時間のPlugflowリアクターにおいて最も良好な回収を示した時間は12時間であることから嫌気:好気の比が1:2において最適な時間は12時間である事が分かった。PAOsの割合を増加させる事によりリンの高濃度化が予測されるため、今後は分子生物学的手法を用いてリン回収が良好な系とそうでない系の菌層の違いを比較しPAOsが優

占化出来る条件を模索していく。また、PAOsは嫌気の時間の長さに影響されている可能性が高いので、嫌気時間を4時間前後で固定し好気時間を調査する事によって、よりリン回収に最適な条件の知見が得られると考えられる。

**謝辞:** 本研究の一部は新エネルギー産業総合開発機構(NEDO)「微生物群のデザイン化による高効率型バイオ処理技術開発」の助成をうけて実施しています。ここに記して謝意を表します。

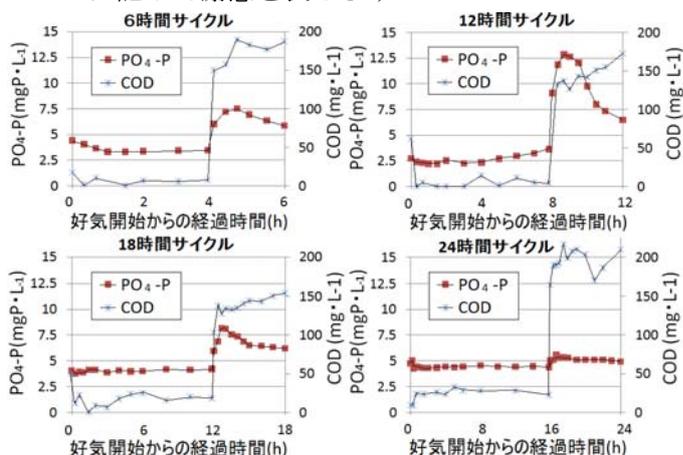


図2 1サイクルにおける処理水経時変化

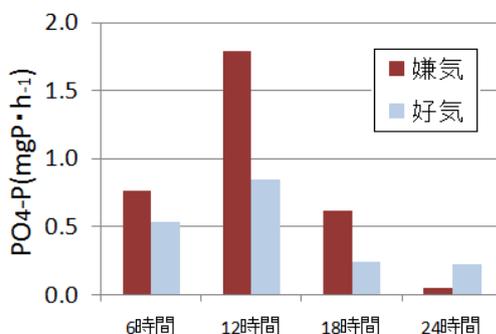


図3 時間当たりのリン摂取・放出量

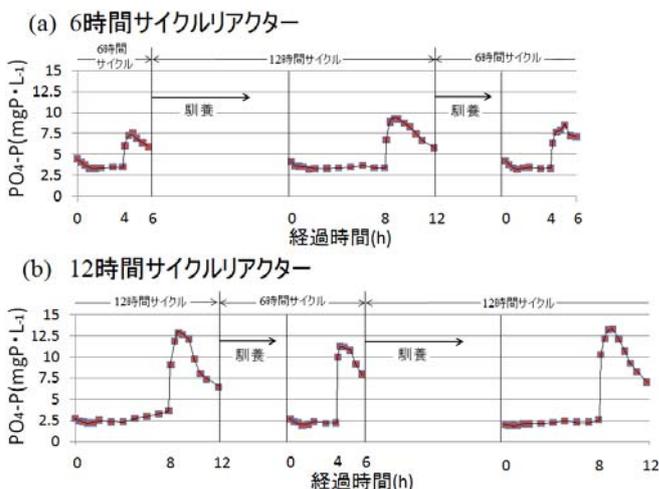


図4 サイクル時間変更実験における処理水経時変化