

H4-13

制限曝気下における流入水負荷変動が及ぼす生物学的リン除去活性への影響評価

Estimation of the effect on phosphorus removal activity

comes from the load variation of wastewater influent under restrictively aerated situation

○下川智史¹, 小沼晋², 齋藤利晃²*Toshifumi Shimokawa¹, Susumu Konuma², Toshiaki Saito²

Abstract: In wastewater treatment plants, phosphorus removal depends on biological process which referred to Enhanced Biological Phosphate Removal (EBPR). This biological phosphorus removal composed of alternating anaerobic process and aerobic process, where phosphorus release occur in anaerobic process while phosphorus uptake occur in aerobic process. This process bring in socially since forty years before however, it still containing instability of phosphorus removal. And also in wastewater treatment, the process needs to take account of economic and environmental factors due to the reduction of greenhouse gases emissions and necessity of operational costs reduction. This study shows that the effect on phosphorus removal activity comes from suspected case of rainfall under the different dissolved oxygen concentrations.

1. 研究背景及び目的

現在の下水处理におけるリン除去プロセスが今後リン回収といった役割を担っていく上では、プロセスの更なる安定化・効率化が重要である。実下水処理におけるリン除去悪化が多種多様な不安定因子による複合的な影響から生じるため、リン除去の一つの機構を非定常的な側面から考察する必要がある。また、近年の地球温暖化対策や経済性の観点から高度下水処理においても動力低減が求められおり制限曝気 A2/O 法の導入などが進められている¹⁾。本研究では、リン除去悪化に繋がる不安定化因子として流入水の負荷変動を取り上げ、同時に実下水処理における動力低減の必要性に注目し、生物学的リン除去を担うポリリン酸蓄積細菌（以下 PAOs）にとっての不安定化因子が存在する状況を人為的に創出し、それに伴い起こりうる現象や影響を俯瞰的に捉え、リン除去の大きな機構の一つとして還元することを目的とした。

2. 実験方法

有効容積 4L の回分式反応装置を用いて嫌気好気法により培養を実施した。1 サイクル 6 時間として嫌気工程 120 分（流入 5 分・攪拌 115 分）、好気工程 190 分（曝気 180 分・排泥 10 分）、沈殿工程 50 分（沈殿 30 分・排水 10 分・待機 10 分）の運転を行った。Table 1. に運転工程を示す。流入水の負荷変動及び実下水処理における動力低減の必要性の観点から、流入基質と好気工程における曝気風量について設定値の変更により PAOs の環境状況変更による影響を調査した。人工基質の組成表を Table 2. に示す。

流入水の負荷変動については、P.C-water 中の酢酸ナトリウム三水和物 41.0g/5L 投入から 10.25g/5L に変更した疑似降雨時基質を調整して降雨時を模して調査した。曝気風量の設定としては大きく三段階に設定を区分し、それぞれ高曝気 (0.6L/min) ・中曝気 (0.15L/min) ・低曝気 (0.05L/min) とした。

Table 1. Operational schedule of SBRs

1 cycle		360 min
Anaerobic	Inflow	5 min
	Mixing	115 min
Aerobic	Aeration	190 min
	Sludge drawing	Last 10 min
Settling	Settling	30 min
	Discharge	10 min
	Stand by	10 min
Volume of SBR reactor		4 L

Table 2. Composition of Substrate

P.C-water		N-water	
P-feed	g/5L	N-feed	g/5L
KH ₂ PO ₄	2.530	NH ₄ Cl	8.40
K ₂ HPO ₄	2.480	MgSO ₄ ·7H ₂ O	18.0
C-feed	g/5L	MgCl ₂ ·6H ₂ O	32.0
CH ₃ COONa·3H ₂ O	41.0	CaCl ₂ ·2H ₂ O	8.40
peptone	5.00	ATU	0.10
Bacto yeast extract	4.00	nutrient solution	120.0ml

1: 日大理工・院(前)・土木 2: 日大理工・教員・土木

3. 実験結果及び考察

培養期間中のリン放出総量とリン摂取総量の経日変化について Fig 1. に示す(青□:中曝気時, 赤○:低曝気時, 緑△:降雨時, 橙◇:降雨後低曝気時). リン放出総量とリン摂取総量の間に高い相関性があることが再現された²⁾. 運転条件変更に伴うリン挙動に如実な変化を確認した.

嫌気時初期におけるリン放出及び酢酸摂取について, リン濃度と酢酸濃度が直線的に変化している区間に注目し傾きを算出した. 嫌気時リン放出速度及び酢酸摂取速度の経日変化を Fig2. に示す. 低曝気移行後のリン放出速度の増加と酢酸摂取速度の減少を観測すると共に, トラブルや疑似降雨時期間を

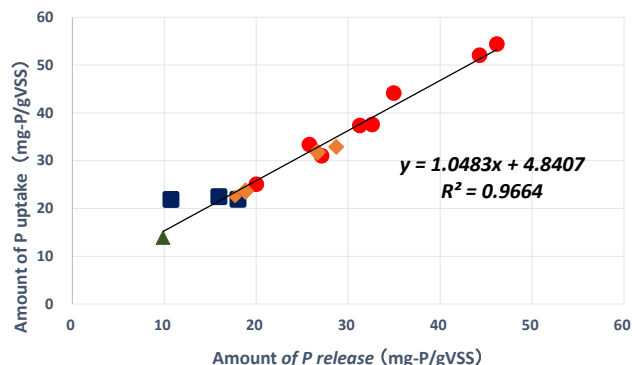


Fig 1. Relationship between P release and uptake

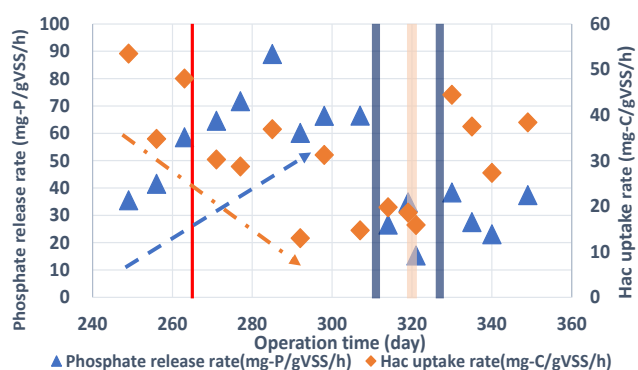


Fig 2. Daily changes in P release rate and HAc uptake rate

経てからリン放出速度の減少と酢酸摂取速度の増加を確認した. Fig 2. の酢酸摂取速度について

て, PAOs と GAOs 及びその他競合細菌とを合算した酢酸摂取活性と見なせることから, 嫌気時リン放出速度及び酢酸摂取速度の比 ($+\Delta P/-\Delta HAc$) を算出し, PAOs 及びその他競合細菌の酢酸摂取速度を推定した³⁾. Fig 3. に算出結果を示す. PAOs の酢酸摂取速度について, 中曝気区間において 20mg-C/gVSS/h 程度であったのに対し, 低曝気区間に移行後は速度の増加を確認し 30 mg-C/gVSS/h 程度に推移した. トラブル及び降雨時を経て速度の減少を確認した. その他競合細菌について, 低曝気に変更後速度の大幅な減少を確認した. 低曝気時において PAOs がその他競合細菌との有機物競合の関係上優位に立っていたのに対して, 311 日目のトラブル以降 PAOs の酢酸摂取が抑制されたことが示唆された. 曝気風量を制限し汚泥中の溶存酸素が低下することで PAOs が嫌気工程における有機物競合の関係上, 他の細菌より優位に存在しリン除去向上へと繋がったと考えられた.

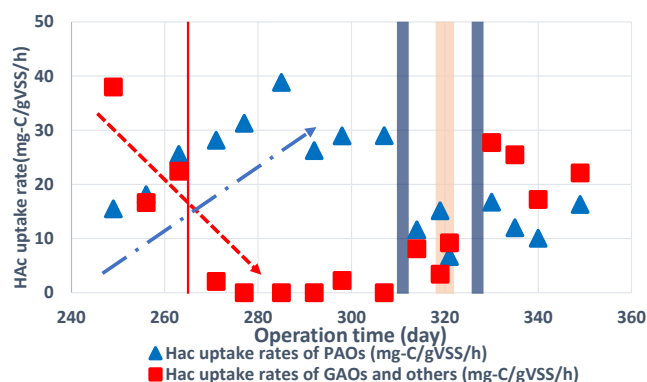


Fig 3. Daily changes in HAc uptake rate

4. まとめ

中曝気から低曝気への運転変更と疑似降雨による PAOs のリン除去への影響を評価した. 低曝気区間における低溶存酸素環境が PAOs がその他競合細菌に対して有機物摂取競合の観点から優位に存在しえることが示唆された. PAOs の酸素に対する高い親和性に着目することで, 動力低減への順応性と生物学的リン除去の持つ突如とした除去能の喪失といった不安定さの原因追究の手がかりが得られたと言える.

5. 参考文献

- 1) 古澤和樹ら: 良好な放流水質の確保と温室効果ガス排出量削減の両立に向けた取組について, 第 47 回下水道研究発表会講演集, pp. 182-184 (2010)
- 2) Helmer ら: Low temperature effects on phosphorus release and uptake by microorganisms in EBPR plants, Water Sci. Technol. 37, 531-539 (1998)
- 3) 辻幸志ら: 生物学的リン除去活性の変動過程におけるグリコーゲン蓄積細菌群の酢酸摂取速度の急激な上昇, 水環境学会誌 Vol. 32, No4, pp191-196 (2009)