

嫌気槽での仮想的リン回収の適用が A/O 法処理水質へ与える影響

九州大学工学部 学生会員 ○足立 匡 九州大学大学院 学生会員 永渕 慶彦
九州大学大学院 正会員 久場 隆広

1. はじめに

下水処理において、リンは水域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。さらにリン資源の枯渇により資源循環の観点からも下水中のリンを回収する必要性が問われている。現在、下水からのリン回収は多くの場合、過剰にリン摂取させた余剰汚泥から放出及び抽出させて回収する方法が行われている。ここで実際に MAP 法によりリン回収を行っている福岡市西部水処理センターのリン収支を図 1 に示す。西部水処理センターでは流入するリンの 6 割以上が焼却灰に混入し、脱水ケーキ中のリンを合わせると 9 割以上がリン資源としては有効に活用されていない。そのため余剰汚泥へのリン混入の削減に加え、余剰汚泥以外の新たなリン回収プロセスの開発としても A/O 法や A2O 法などの嫌気槽にてリン回収を行うことは重要である。しかしながらリンの回収に伴い活性汚泥中のリン含有率が減少し、生物学的な有機物の摂取やリン除去が阻害される可能性がある。リンの回収・資源化を行う上で安定した処理水質が得られることが重要であるため、本研究では A/O 法の嫌気槽においてリン回収を適用した場合、それが処理水質に与える影響の検討を行った。

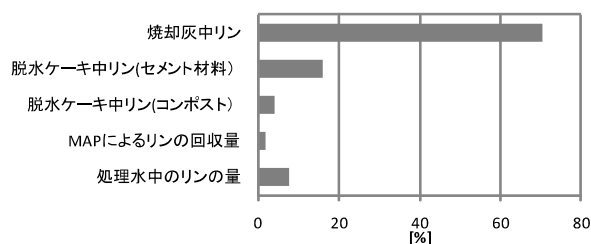


図 1 西部水処理センターにおけるリンの収支

2. 実験方法

2-1. 嫌気好気 SBR の運転

A/O 法 SBR を運転した。反応槽の有効容量は 40 である。反応槽内の水温は 25℃、pH は 7.2±0.2、DO は 4.0ppm 以上に保たれている。SRT を 15 日とした。1 サイクルの処理時間は 6 時間であり、嫌気工程 (流入 4 分を含む) (120 分)、好気工程 (210 分)、沈殿工程 (25 分)、流出 (5 分) の運転からなる。流入水に用いた人工下水には、炭素源として酢酸ナトリウムや、その他の栄養塩 (リン、窒素など) を含み、COD 濃度として 400mg/l、リン初期濃度を 10mg/l とした。

2-2. リン回収の仮想的適用

本研究では、A/O 法の嫌気槽におけるリン回収の仮想的適用を行うにあたって、回収に伴う嫌気工程の $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度の減少を人口下水のリン濃度を削減することによって表現した。またリン回収量の増加に伴う処理水質の変動、すなわち生物学的リン除去に与える影響を検討するため、処理水中のリン濃度 ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、T-P) に着目した。

実験は 5 つの phase に分けて行う。phase1 では初期リン濃度 10mg/l として定常運転を行った。phase2~5 では嫌気槽でのリン回収を想定して、人口下水のリン濃度を初期濃度に対して 25%、50%、75%、90% 削減し、それぞれ 7.5mg/l、5mg/l、2.5mg/l、1mg/l とした。また各 phase 15 日間で運転を行う。

3. 結果および考察

3-1. 処理水質

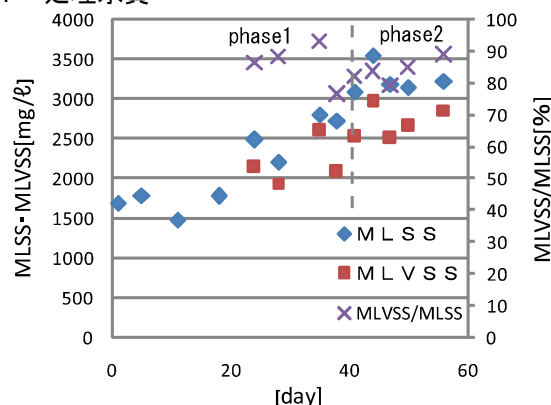


図 2 MLSS、MLVSS および MLVSS/MLSS の変動

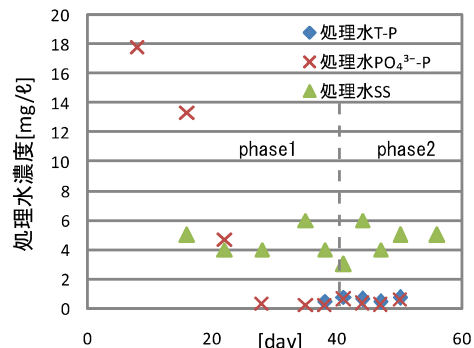


図 3 処理水質

図 2、図 3 に MLSS、MLVSS および処理水質の変化を示す。day27 以降、処理水中の T-P、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、SS 濃度は安定している。また処理水中の SS が平均 4.5mg/l であり、汚泥の沈降性も良好であった。phase1 から

phase2 へ流入水のリン濃度を 75%に削減しても処理水質に大きな変化はなく、良好な処理水質が保たれた。以上の結果より本実験にリン回収を適用した場合、流入水の初期リン濃度 10mg/l に対して 25%まで回収を行っても安定した処理水質を得ることが可能である。

3-2. 1 サイクルにおけるリンと有機物の挙動

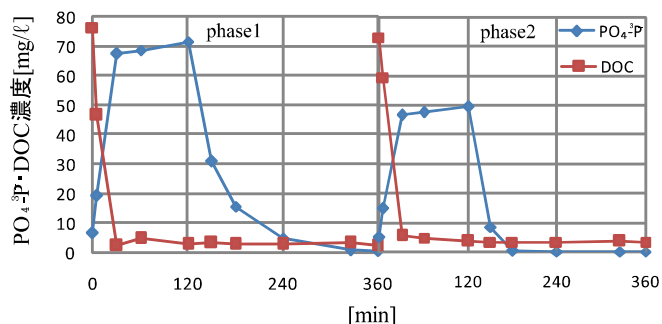


図4 phase1・phase2における1サイクルの濃度変化

図4に phase1 および phase2 の1サイクルにおける $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度と有機物濃度の変化を示す。phase1 と比較して、リン回収の仮想的適用により、流入するリン濃度を 25%削減した phase2 では、図4のように嫌気工程で放出された $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度が 20mg/l 程度減少していた。しかしながら有機物の摂取、処理水質に大きな変化はなく、図2、図3に示したように安定した処理が行われた。

3-3. リンの放出・摂取能とリン含有率

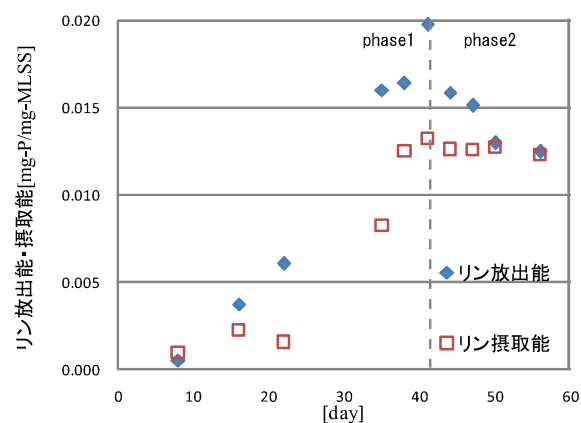


図5 リン放出・摂取能の変化

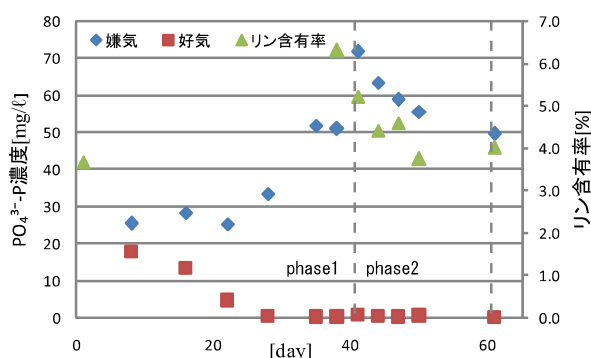


図6 嫌気・好気終了時の $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度

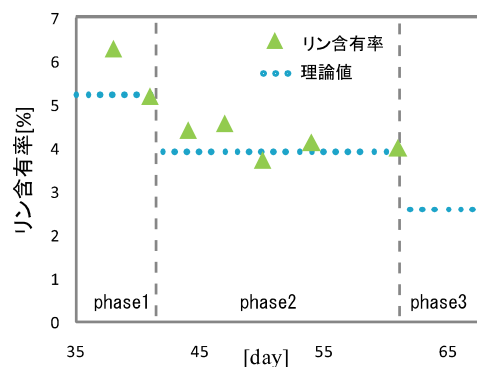


図7 リン含有率の実験値および理論値

図5にリン放出・摂取能を示した。リン放出能は、phaseの経過に伴い減少している。これは図6に示す嫌気工程終了時の $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度および図7に示す汚泥中のリン含有率の変化と一致している。一方、リン摂取能は 0.012[mg-P/mg-MLSS]程度で変動は無く、好気終了時の水質も良好であった。ここで、リン放出・摂取能は嫌気・好気工程開始 30 分間における $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度の変化量を MLSS で除した。津野ら¹⁾によると、嫌気槽でのリン回収を行った際、過剰なリン回収により処理水質が悪化したという報告がある。また、その時のリン含有率は 1.7%であり、津野らは良好な処理水質を得るために、リン含有率をおよそ 3%として運転を行った。そのため本実験でもリン含有率 3%を基準とした。図7では、phaseの経過に伴いリン含有率が減少しているが、4%以上の十分なリン含有率が維持されていたため、良好な処理水質が得られたと考えられる。さらに図7のリン含有率の実験値と理論値($Y_g=0.48$ [g-MLSS/g-COD]と仮定)を比較したところ、各 phase 終了時に両者がおおよそ合致していることがわかる。そのため phase3 での理論値が 2.5%であることから、phase3 で水質が悪化すると推測できる。

4. おわりに

(1)phase2 では放出される $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度に変動が見られたものの、概ね処理水質は安定していた。したがって、本実験に 25%のリン回収の適用は可能である。

(2)処理の安定していた phase2 のリン含有率は 4%程度であった。一方、phase3 以降におけるリン含有率の理論値は 2.5%以下であり、A/O 法の処理水質に影響を与える可能性がある。今後、リンの仮想的回収量を 50%、75%、90%と変動させて高度処理に与える影響を実験的に検討する。

参考文献

1)津野 洋、Wilasinee SAKTAYWIN、永禮 英明、早川 恒成：汚泥削減・リン回収型生物学的な高度処理プロセスの開発、下水道協会誌、44(531)、151-160(2007)