

窒素・リン除去機能を備えた余剰汚泥減量化プロセスの開発

山口大学 ○江藤 貴子, 荒金 光弘, 今井 剛, 浮田 正夫, 関根 雅彦

1. 研究背景及び目的

廃水処理施設から発生する汚泥は、建設業から排出されるものも含めると産業廃棄物中で最大の割合を占め、その処理・処分に莫大な費用を要している。従って汚泥排出量の減量化が社会的に急務となっている。一般に、活性汚泥法に余剰汚泥減量化プロセスを組み込む場合、その減量化率を100%に近づけることが目標とされる場合が多い。その際、余剰汚泥を引き抜く工程がないため処理水中の窒素・リン濃度が上昇し、結果として処理水質の悪化を招く。

そこで本研究では、物理的可溶化法の一つである高速回転ディスク装置¹⁾により余剰汚泥を可能な限り可溶化・減量化を図るとともに、図1に示す汚泥処理工程にて可溶化汚泥を嫌気-好気-無酸素処理し、窒素は脱窒により除去、リンは引き抜き汚泥中に濃縮することで返流水中の窒素・リン濃度の上昇を抑制するプロセスの開発を目的とする。

昨年度までの研究で運転条件を把握した。具体的には、馴養汚泥(活性汚泥法における返送汚泥にあたるもの:図1参照)に対する可溶化汚泥の割合を1:1とし、無酸素処理で脱窒を促進するために基質として可溶化汚泥を追加投入(400~700mg-COD/L)する必要が示された。また嫌気-好気-無酸素処理日数について5日、1日、1日を1サイクルと設定することで返流水への窒素・リンの溶出抑制が可能であると示された。

従ってこの条件を用いて連続的に本プロセスの運転を行い、その実用化に向けて手がかりを得るとともに、モデル計算により本プロセスの有用性を把握する。

2. 連続的条件下での窒素・リン溶出抑制に関する検討

2.1 実験方法

山口県宇部市東部浄化センターから余剰汚泥を採取し、その余剰汚泥(MLSS=12000mg/L)に対し、高速回転ディスク処理を行う。処理後の可溶化汚泥について昨年度までに得られた条件をもとに嫌気-好気-無酸素処理し、計4サイクル(1ヶ月)の連続運転を行う。

各処理工程毎のサンプルについて溶存酸素濃度(DO)、水素イオン濃度(pH)、浮遊物質濃度(MLSS)、揮発性浮遊物質濃度(MLVSS)、全有機炭素量(TOC)、溶解性有機炭素量(DOC)、溶解性全リン(solT-P)、溶解性全窒素(solT-N)、アンモニア態窒素(NH_4^+-N)、亜硝酸・硝酸態窒素($\text{NO}_{2,3}-\text{N}$)を測定する。

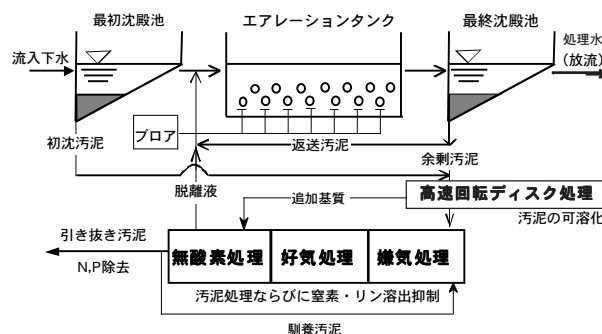


図1 活性汚泥に汚泥減量化プロセスを組み込んだ処理工程フロー

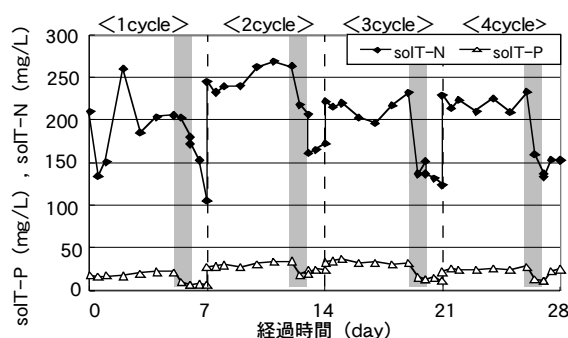


図2 solT-N及びsolT-Pの経時変化

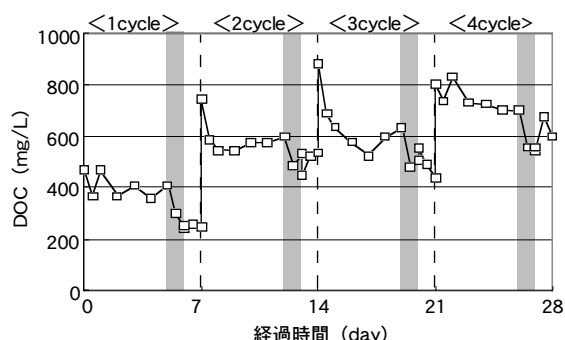


図3 DOCの経時変化

2.2 実験結果及び考察

図2にsolT-N及びsolT-Pの経時変化を示す。どちらも各サイクルで同様の挙動を示しており、連続的な運転による処理能力の低下はみられなかった。また、データは非表示であるが好気処理での硝化も比較的良好に行われたことから、増殖速度が低い硝化菌の槽内からの消失による硝化阻害もなかったものと推察される。よって、返流水への窒素・リンの溶出抑制に関して、昨年度までに得られた運転条件は連続的な運転においても有効であるといえる。

一方、図3に示したDOCの経時変化からサイクルを重ねる毎に蓄積する傾向がみられた。この結果に関して今後さらに運転を継続し、動向及び処理水質への影響を

キーワード 余剰汚泥, 汚泥減量化, 窒素, リン, 処理性能

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1

山口大学大学院理工学研究科

TEL0836-85-9312

把握する必要性がある。

3.本プロセス導入による窒素・リン溶出抑制に関するモデル計算

本研究で提案するプロセスの導入による窒素・リンの溶出抑制効果についてモデル計算を行い、既存の処理施設ならびに余剰汚泥無発生型(100%汚泥減量化)プロセスと比較を行う。具体的には、両プロセスに関して返流水中の窒素・リン濃度を求め、処理水質への影響について調べる。また、今回の適用対象は小規模廃水処理施設とし、計算を行う。

3.1 モデル計算における条件設定

表1 設定パラメータ

パラメーター	設定値
汚水処理人口 (人/day)	2000
最大汚水処理量 (L/day)	400
曝気槽内のMLSS濃度 (mg/L)	2000
余剰汚泥のMLSS濃度 (mg/L)	12000
流入BOD (mg/L)	200
流入T-N (mg/L)	40
流入T-P (mg/L)	5

本プロセスの有用性を検証するために、2.2の実験結果ならびに表1に示すパラメータを用いてモデル計算を行う。

モデル計算を行う上で、2.2の実験結果(無酸素処理終了後のsolT-N=150mg/L, solT-P=28mg/L)をもとに計算を行う。また本プロセスでは、汚泥処理槽から排出される汚泥に対して固液分離を行うことを前提としているため、引抜き汚泥の含水率を98.8%から80%まで脱水すると仮定した。

3.2 モデル計算における結果及び考察

表1のパラメータを用いて汚泥を減量化した場合に発生する脱離液が逆流された場合のエアレーションタンク内の窒素・リン濃度の計算を行った。結果を図4に、本プロセスと既存の処理施設及び汚泥無発生型プロセスとの比較を表2に示す。

まず汚泥減量化に関して、これまでの結果から余剰汚泥を高速回転ディスク処理することにより3割汚泥が減量化し、その可溶化処理後汚泥を嫌気-好気-無酸素処理プロセスに投入することで2割減量化する結果が得られている(データは省略)。この結果を用いてモデル計算を行うと、余剰汚泥発生量が乾重で76kg/dayあったものが、高速回転ディスク処理、嫌気-好気-無酸素処理後には43kg/dayとなる結果を得た。つまり既存の処理施設と比較して、本プロセス導入により1週間で43%の減量化が可能であることが示された。

続いて処理水質に関して、余剰汚泥無発生型プロセスと比較すると、本プロセスでは2.2の実験結果(無酸素処理終了後のsolT-N=150mg/L, solT-P=28mg/L)で

返流されるため、処理水質のT-N、T-PはそれぞれT-N = 20.4mg/L、T-P=2.6mg/Lという結果(エアレーションタンク内で50%除去されると仮定)となり、既存の処理施設の処理水質(T-N = 20mg/L、T-P=2.5mg/L)とほぼ変わらない結果が得られた(表2)。

一方、余剰汚泥無発生型プロセスについては汚泥を引き抜く工程がないため、エアレーションタンクへT-N=960mg/L、T-P=300mg/Lの濃度で返流され、処理水質がT-N=23.7mg/L、T-P=3.7mg/Lまで上昇する結果となった。このことから余剰汚泥無発生型廃水処理の場合、返流水中の窒素・リンの負荷を低減するために、それらを除去するための処理施設を別途設置する必要があるなど新たな問題が生じると想定される。

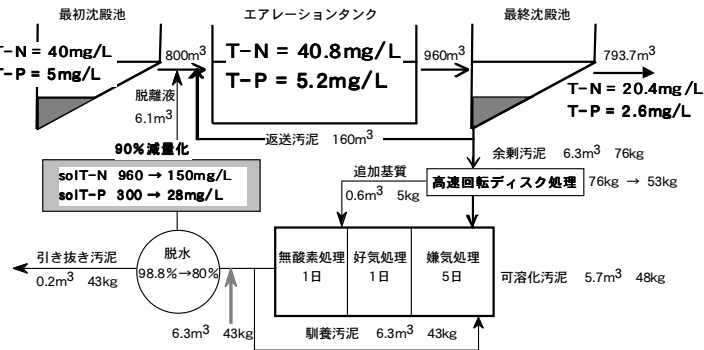


図4 本プロセス導入により期待される効果 (モデル計算の結果)

表2 本プロセスとの比較

	流入水濃度(mg/L)		処理水濃度(mg/L)		汚泥減量化(%)
	T-N	T-P	T-N	T-P	
既存の処理施設	40.0	5.0	20.0	2.5	0
汚泥無発生型プロセス	47.3	7.3	23.7	3.7	100
本提案プロセス	40.8	5.2	20.4	2.6	43

以上、モデル計算の結果から本プロセスの有用性が確認できた。本プロセスの導入により、汚泥を減量化しながら返流水への窒素・リン溶出抑制が可能であると考えられる。

4.まとめ

物理的分解法の一つである高速回転ディスク装置により汚泥の可溶化を図るとともに、汚泥処理工程にて嫌気-好気-無酸素処理を組み込むことで可能な限り汚泥を減量化し、処理水中への窒素・リンの溶出抑制が可能であることが示された。

今後はさらに長期的な運転を行い、再現性の確認を行う予定である。

参考文献

1)今井 剛 他(1999)「高速回転ディスクによる汚泥の可溶化処理」環境技術,28(8),34-39