

余剰汚泥減量化プロセスにおける溶解性有機炭素の蓄積に関する研究

山口大学大学院 ○古里 研吾、今井 剛、江藤 貴子
 樋口 隆哉、関根 雅彦、浮田 正夫

1. はじめに

現在、下水道の普及に伴い急増している下水汚泥の排出量は、産業廃棄物の約19%を占め、その減量化が急務となっている。そこで本研究グループでは、汚泥の減量化だけでなく処理水質にも考慮したプロセスの構築を目指し研究を進めてきた。具体的には図1に示す通り、高速回転ディスク装置を用いて余剰汚泥の可溶化・減量化を行い、その汚泥に対し嫌気-好気-無酸素処理を行うことで、窒素は脱窒および汚泥中に濃縮することにより除去し、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ものである。昨年度、回分実験から得られた運転条件(表1)をもとに、半連続実験(約1ヶ月間)を行った結果、本プロセスは窒素・リンの溶出を抑制し、処理水質に影響を与えないプロセスであることが示された。しかしながら、図2に示すとおり、溶解性有機炭素量(DOC)が時間経過とともに蓄積するという課題が明らかとなった。本研究で提案するプロセス(図1下部)は、微生物の代謝を利用したものであることから、微生物にとって利用可能な有機源は必要不可欠であり、この傾向を把握することは、処理を良好に行う上で重要なことである。したがって、本研究ではこのDOC蓄積の傾向に関して実験的に検討・把握を行い、本プロセスの運転条件決定の一助とすることを目的とする。

2. DOC蓄積の傾向に関する検討

昨年度の半連続実験でみられたDOC蓄積の傾向について検討を行うため、表1の条件で実験を行う。まず実験Aでは、昨年度行った実験の運転期間が1ヶ月であったため、運転期間を3ヶ月に延長し、汚泥の馴致がDOCの挙動に与える影響を把握する。次に実験Bは、基質(可溶化処理後汚泥)に対する植種(未処理の余剰汚泥)の割合を増加させ、有機源を分解する微生物量を増やした条件で実験を行い、その処理能力について実験Aとの比較を行う。実験Cでは、本プロセスでのDOCの分解特性についてさらに詳しく検討するため、微生物にとってより分解しやすいと考えられるろ液を基質として用いた実験を行い、DOC中の難分解性成分について把握する。

2.1 実験方法および実験条件

山口県宇部市東部浄化センターから余剰汚泥を採取し、その余剰汚泥を濃縮後(MLSS=約10000mg/L~15000mg/L)、高速回転ディスクによる可溶化処理を行う。その後、植種である未処理の余剰汚泥と基質である可溶化処理後の汚泥を表1にしたがって混合し、嫌気処理5日-好気処理1日-無酸素処理1日を1サイクルとした半連続運転を行い、各処理工程毎のサンプルについて、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)、溶解性全窒素(solT-N)、溶解性全リン(solT-P)を測定する。

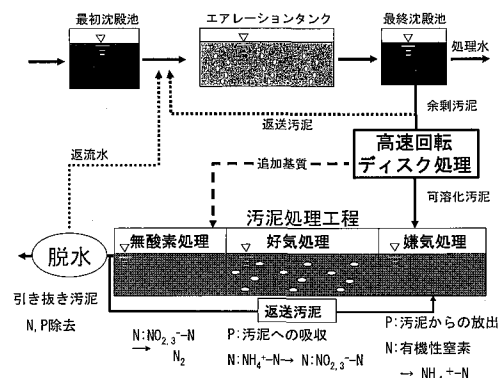


図1 活性汚泥法に汚泥減量化プロセスを組み込んだ処理工程フロー

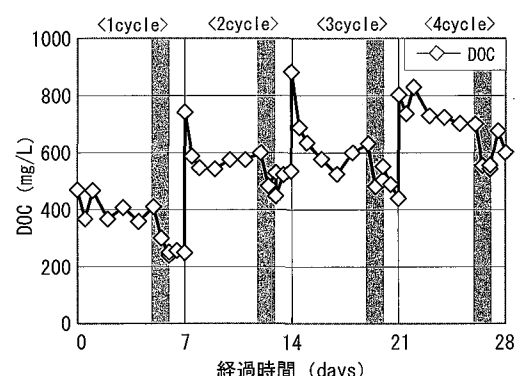


図2 半連続実験におけるDOCの経時変化
 (昨年度の実験, 植種:基質=1:1)

表1 半連続実験に関する実験条件

		昨年度	A	B	C
運転日数 (days)		28	84	84	56
植種:基質 (余剰汚泥:可溶化処理後汚泥)		1:1	1:1	2:1	2:1*
滞留時間 -HRT- (days)	嫌気	5			
	好気	1			
	無酸素	1			
反応槽内汚泥量 (L)		2.0	1.8	1.8	1.8

*基質として可溶化処理後汚泥のろ液を用いる

2.2 実験結果及び考察

2.2.1 汚泥の馴致が処理に与える影響

図3, 図4に実験A, BのDOCの経時変化を示す。まず図3の実験Aについてみると、昨年度の結果(図2)と同様に、4サイクルまでに一旦蓄積するような傾向もみられたが、運転を継続するとその傾向が改善された。これは3ヶ月間の運転の中で、次第に本プロセスに馴致された菌が生育し、処理能力が向上したことによると考えられる。したがって、昨年度にみられたDOCの蓄積傾向は長期間の連続運転により汚泥を馴致させることで改善できると考えられる。

2.2.2 処理の安定性について

次に実験A, Bを比較すると、処理後半(9～12サイクル)で実験BのDOC濃度が全体的に低い値(9～12サイクル無酸素処理終了時の平均で実験A=488mg/L、実験B=413mg/L)を示しており、またその挙動について、標準偏差を比較すると、実験A=130 mg/Lに対し、実験B=57 mg/Lと実験Bのばらつきが小さいことがわかる。さらに表2に示す返流水中のsolT-N、solT-P濃度を比較すると、実験Bの方が両濃度ともに低く、より返流水への影響が少ないと考えられる。また、汚泥減量化率(嫌気-好気-無酸素処理によるMLSSの減少率)をみると実験Aが7%であるのに対し、実験Bは9%とやや大きい値を示した。これらの結果は、基質(可溶化処理後汚泥)に対する植種(未処理の余剰汚泥)の割合を増加させ、処理を担う微生物量を増やしたために、より効率よく安定的に処理が行われたものと考えられる。しかしながら図3, 4の挙動に共通して、分解しきれずに残存するDOCも存在していることが確認できる。本プロセスの運転条件決定を行う上でこの残存するDOCについてより詳しく把握する必要があると考えられる。

2.2.3 処理槽内の難分解性成分について

図5に実験CのDOCの経時変化を示す。結果から2サイクル目以降に着目し、基質にSS込みの可溶化処理後汚泥を用いた実験(図2, 3, 4)と比べると、嫌気処理でDOCの減少が大きいことがわかる。このことから基質として加えた可溶化処理後汚泥のろ液は、微生物にとって分解しやすく、効率よく嫌気性消化が進んだものと考えられる。それに関わらず、各サイクルを通じて図3, 図4と同様に、分解されずに残存するDOCもみられることから、処理を担う微生物にとって難分解性の物質が可溶化処理後汚泥中に含まれていると推察される。しかしながら、その物質が蓄積する傾向はみられないことから、本プロセスでの影響は少ないと考えられる。

3. まとめ

昨年度の1ヶ月間の半連続実験で確認されたDOC蓄積の傾向について把握するため、3ヶ月間のより長期的な運転を行った結果、汚泥が馴致されることで、DOC蓄積の傾向も改善されることが確認された。また、植種(未処理の余剰汚泥):基質(可溶化処理後汚泥)=1:1及び2:1を比較した結果、植種:基質=2:1の条件がDOCについてより安定した挙動を示し、返流水中の窒素・リン濃度の上昇も抑制できることがわかった。さらに、基質に可溶化処理後汚泥のろ液を用いた実験において、分解できずに残存するDOCが確認されたが、蓄積につながるものではないことがわかった。

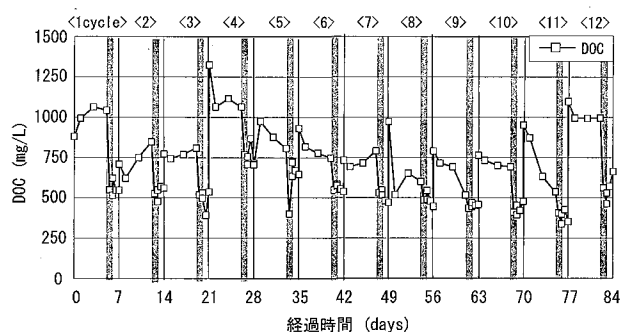


図3 DOCの経時変化(実験A)

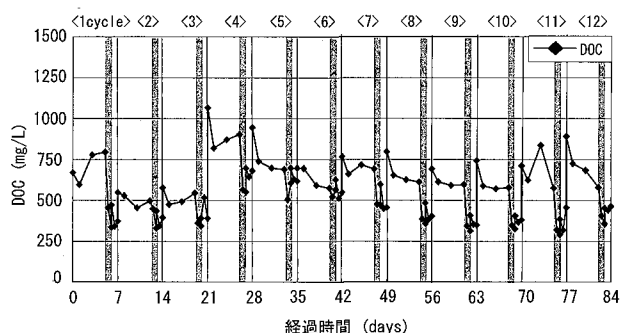


図4 DOCの経時変化(実験B)

表2 無酸素処理終了時(12サイクル目)の返流水質及び汚泥減量化率

植種:基質	solT-N (mg/L)	solT-P (mg/L)	汚泥減量化率(%)
1:1	186	31	7
2:1	130	27	9

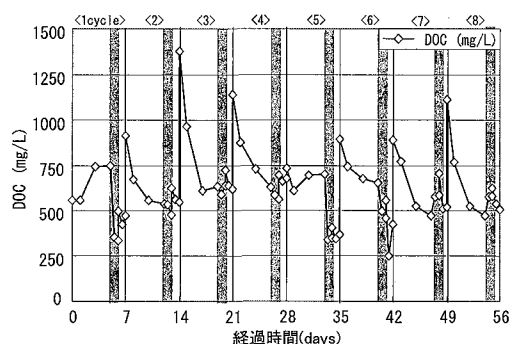


図5 DOCの経時変化(実験C)