

II-524

高濃度活性汚泥における難分解性物質の蓄積について

京大・工 正員 寺島 泰
京大・工 正員 石川 宗孝
京大・工 ○ 吉口 進朗

1. はじめに 尿処理における高負荷処理方式に代表されるように、膜分離技術は高濃度活性汚泥の維持を可能とするので盛んに研究開発されている。しかし、高濃度の活性汚泥を維持することから、曝気槽内に難分解性のCOD物質が蓄積するという問題点も指摘されている。本研究では、高濃度活性汚泥の連続実験結果からCOD物質の蓄積についてみるとともに、分子量分画によって、その蓄積物質の内容をみた。また、回分実験によって汚泥の自己分解によるCOD物質の溶出について検討を行った。

2. 実験装置と方法 連続処理装置を用いて、曝気槽内におけるCOD物質の蓄積を計測した。曝気槽は円筒状、内容積2.00ℓで、槽内にはろ過膜管を浸漬し、上部より管でポンプにつなぎ間欠吸引ろ過する仕組みとなっている。ろ過膜管は多孔質の電解隔膜管を利用した。曝気パターンを間欠曝気とすることにより、本装置は有機物とともに窒素の除去も可能となっている。実験条件は表-1に示すとおりであり、RUN1は高濃度活性汚泥法、RUN2は標準活性汚泥法に対応する。流入基質には、易分解性物質を成分とした人工下水を用い、RUN1とRUN2のCOD・SS負荷が等しくなるように設定した。実験開始時の曝気槽内液相のCOD_{cr}が最小となるように、活性汚泥は空曝気後充分洗浄したものをを用いた。MLSS濃度は余剰汚泥の引抜きにより一定に保った。曝気槽内液相中のCOD物質の分子量分画は、UF膜を用いた分子量分画により測定した。

表-1 実験条件

	RUN1	RUN2
流入水量 (l/日)	0.87	0.89
流出方式	間欠吸引ろ過	間欠吸引ろ過
BOD・容積負荷 (kg/m ³ ・日)	2.18	0.56
BOD・SS負荷 (kg/kg・日)	0.10	0.13
COD _{cr} ・容積負荷 (kg/m ³ ・日)	2.71	0.69
COD _{cr} ・SS負荷 (kg/kg・日)	0.13	0.16
曝気量 (l/min)	5.2	1.5
曝気方式	間欠曝気	間欠曝気
平均MLSS (mg/l)	21600	4330
水温 (℃)	22	22

3. 実験結果と考察 連続実験結果を表-2に、処理水COD_{cr}と曝気槽内COD_{cr}蓄積物質の経時変化を図-1に示す。流入基質が易分解性物質で構成されているにもかかわらず、曝気槽内のCOD_{cr}が上昇していることから、COD_{cr}蓄積物質は活性汚泥より溶出した物質であると推定される。また、高濃度活性汚泥法 (RUN1) においては顕著な蓄積が認められた。分子量分画の結果は図中の棒グラフによって示されているが、COD_{cr}蓄積物質はその大部分が分子量200000以上の高分子物質と分子量1000以下の物質により占められていることがわかる。特に、分子量200000以上の高分子物質は難分解性物質あるいは生物分解しにくい物質であると考えられる。尚、曝気槽内のCOD_{cr}が上昇しても処理水質は概して安定しているといえる。

4. 活性汚泥に由来するCODの溶出 先の連続実験からも推定されるように、反応槽内におけるCOD物質の蓄積は主に活性汚泥からの溶出物質と考えられる。しかし、反応槽内におけるCOD物質の蓄積は流入基質の残存物質、代謝反応時に生成する代謝物質、それと汚泥からの溶出物の合計量と考えられるため、活性汚泥からのみの溶出の挙動をみるため回分実験を試みた。回分実験はMLSS濃度を約20000、10000、5000 mg/l程度となるように計量し、各汚泥とも空曝気後、十分な洗浄を施している。所定量に設定した汚泥について曝気開始後、経時的にサンプリングしてMLSS濃度と遠心分離後0.45μmろ紙でろ過したろ液のCOD_{cr}について分析した。

表-2 連続実験結果

	RUN1	RUN2
平均pH	7.61	7.31
処理水COD _{cr} (mg/l)	17.8	12.5
OrgN + NH ₄ -N (mg/l)	0.28	0.92
	4.90	16.3
NO _x -N (mg/l)	0.41	1.30
COD _{cr} 除去率 (%)	99.7	99.2
T-N 除去率 (%)	98.6	81.8

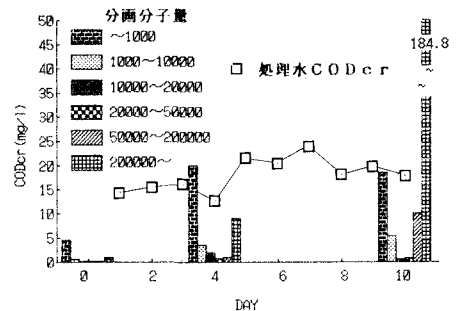


図-1 連続実験による処理水COD_{cr}と曝気槽内COD_{cr}蓄積物質の経時変化 RUN1

各MLSS濃度におけるCOD 溶出物質の挙動を図-2に示す。このCOD の溶出は真の汚泥の自己分解（Lysis 反応）と分解物質の再合成からなるため、汚泥からの溶出はこれらを考慮して検討する必要がある。図-3に汚泥の分解をそれぞれ分けて検討したものを示す。これは朴¹⁾らの研究をもとに検討したものである。これから、みかけの汚泥分解速度（自己分解速度）を求め、実際にみられる汚泥分解速度と比較した結果、よい一致をみた。汚泥の自己分解速度から換算したCOD の溶出速度をみると図-2のようにCOD の溶出は活性汚泥濃度に比例して増加する傾向がみられ、下記のような式が成立つものと考えられる。

$$dC_{AD}/dt = K \cdot P \cdot (-dX/dt) \quad (1)$$

$$dX/dt = -k_{AD} \cdot X \quad (2)$$

C_{AD} : 汚泥の自己分解によるCOD_{cr} (mg/l)

X : MLSS濃度 (mg/l)

K : COD_{cr} 溶出係数

k_{AD} : 自己分解速度係数 (day⁻¹)

P : 汚泥のCOD_{cr} への変換係数 (mgCOD_{cr}/mgMLSS)

5. 曝気槽内における難分解性物質の挙動を考慮したCOD 物質の収支モデル

難分解性物質による生物阻害を検討する場合は、曝気槽内における有機物質の挙動を明らかにする必要がある。有機物をCOD で代用すると、COD の物質収支モデルの確立が必要条件となる。ここで曝気槽内における難分解性物質の溶出・蓄積を考慮に入れたCOD 物質収支の基礎モデル提示すると下記に示すようになる。これから、各パラメータ値を代入して曝気槽内のCOD をシミュレーションしたものを図-4に示す。このように槽内の濃度予測が可能となった。

$$V \cdot (dC/dt) = C_{in} \cdot Q - r \cdot C_{in} \cdot Q + V \cdot (dC_{AD}/dt) - C_{out} \cdot (1-e) \cdot Q - C \cdot e \cdot Q \quad (3)$$

$$dC_{AD}/dt = K \cdot k_{AD} \cdot P \cdot X_0 \cdot \exp(-k_{AD} \cdot t) \quad (4)$$

C : 曝気槽内のCOD_{cr} (mg/l)

C_{in} : 原水のCOD_{cr} (mg/l)

C_{out} : 処理水のCOD_{cr} (mg/l)

V : 曝気槽容量 (l)

Q : 原水の流量 (l/day)

r : COD_{cr} 除去率

e : 余剰汚泥の引抜率

6. おわりに

以上を要約すると①曝気槽内に蓄積する

COD 物質は活性汚泥からの溶出が主であると推定される。

②高濃度活性汚泥曝気槽内にCOD 物質が蓄積される。③曝

気槽内液相のCOD 蓄積物質は大部分が分子量200000以上及び1000以下の物質である。④曝気槽内に蓄積される分子量200000以上のCOD 物質は難分解性物質あるいは生物分解しにくい物質と考えられる。⑤曝気槽内における難分解性物質の蓄積を考慮することにより、膜分離型の活性汚泥法についてのCOD 物質の濃度予測が可能となった。今後、長期間の連続実験により、難分解性物質の蓄積が生物阻害を起こす期間及びそのときのCOD 濃度を明らかにする必要がある。

〔参考文献〕1) 朴ら：第21回水質汚濁学会講演論文集，29（1987）

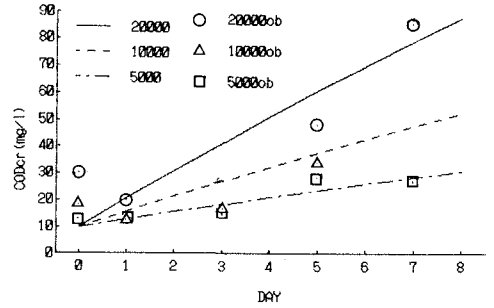


図-2 回分実験によるCODの溶出

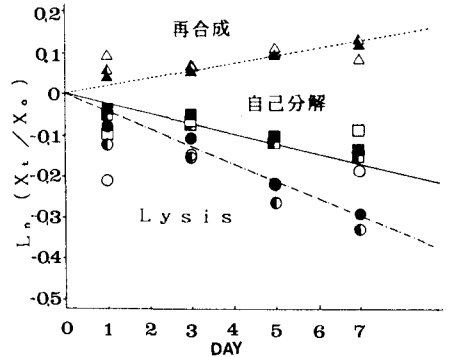


図-3 汚泥の自己分解

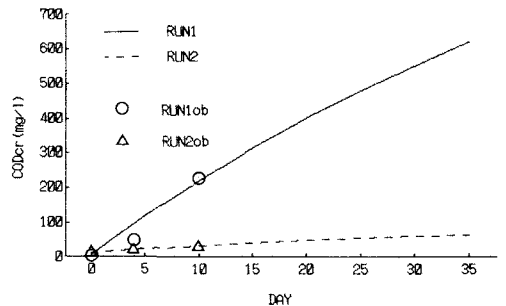


図-4 連続実験における曝気槽内のCOD変化