

VII-30

微生物群体に及ぼす基質濃度の影響

東北大学工学部 学生員 ○國枝晴子
東北大学大学院・工 山田一裕
東北大学大学院・工 正会員 須藤隆一

1.はじめに

現在、生活排水や工場排水などの有機物を含んだ排水処理には主に生物処理が用いられている。生物処理は水の自浄作用を利用したものである。自浄作用による有機物分解過程では、多種多様の生物が増殖や生長のために呼吸や摂食などの活動を行うことで有機物が無機化されるが、生物処理はそのなかでも有機物、細菌、原生動物、後生動物から構成される腐生連鎖による有機物の分解作用を利用したものである。そのため処理水質はその生物相に大きく依存している。

したがって、効率よく有機物分解を行わせるためには適切な生物相を維持することが必要となる。しかし現状では、様々な微生物が共存するために個々の微生物の生態は明らかにされていても、その相互作用を定量的に把握することが困難であるため、その管理は経験によるところが大きい。

有機物分解過程における微生物相の遷移については、食性により分類すれば細菌-細菌捕食性微生物-肉食性微生物の順に増殖が起こることが分かっている。このことから、本研究では有機物分解過程での微生物群体の動態を定量的に把握するための手がかりとして、微生物の栄養となる炭素源および窒素源の濃度や組成が微生物相に与える影響について、食性（細菌捕食性、肉食性）によって分類した微生物群体の動態と処理水質の関係から検討することを目的とした。

2.実験方法

(1)実験装置

実験装置は、容量20のビーカー内に生物膜の担体としてひも状接触材（リングレース）、曝気用として散気管を設置し、恒温水槽中で実験を行った。

(2)実験条件

実験は回分式で行った。基質は水道水を滅菌したものを用い、窒素源に有機態窒素（グルタミン酸ナトリウム）を用いる系と無機態窒素（グルコースと硫酸アンモニウム）を用いる系を設定した。さらに有機物濃度と窒素濃度を、基本となる濃度とその1/4、4倍の3段階に設定し、濃度の低い方から①、②、③系とした。基本となる②系の基質組成を表1に示す。水温は恒温水槽で20℃に、DOは実験開始時で5~7mg・ l^{-1} となるようにした。またpHに

ついては、基質に炭酸水素ナトリウムを添加し、アルカリ度が180（mg-CaCO₃・ l^{-1} ）前後になるよう調整したのち初期pHを6.0~6.5の範囲で調整した。実験期間は40時間曝気、8時間曝気停止の48時間を1サイクルとし、活性汚泥を接種源として2サイクル馴致したのち実験を開始した。各項目の測定は実験開始後4サイクル目から基質投入後0、2、4、6、12、24、48時間後に行った。

(3)測定項目

a)水質

pH、DO、TOC、DOC
T-N、DT-N、NO_x-N、NO₂-N、NH₄-N
T-P、DT-P、PO₄-P

b)微生物相

担体から生物膜を採取、定量したのち試料0.05mlを光学顕微鏡により100倍で検鏡

表1 基本の基質組成（系内濃度）

	(mg・ l^{-1})	
	無機態窒素系②	有機態窒素系②
C ₆ H ₁₂ O ₆	42.50	
(NH ₄) ₂ SO ₄	18.86	
C ₅ H ₈ O ₄ NNa		48.30
CaCl ₂ ・2H ₂ O		2.50
MgSO ₄ ・7H ₂ O		2.80
KCl		1.90
K ₂ HPO ₄		2.99
NaHPO ₄ ・12H ₂ O		7.89

3.結果及び考察

(1)水質

pHは6.5~8.1、DOは2.7~6.9mg・ l^{-1} の範囲で変動した。基質の経時変化の一例を図1、図2に示す。有機物濃度は全ての系において減少し、一次反応式で近似された。窒素については硝化が進行していることが示された。これは組成や濃度の違いに関わらず全ての系において確認された。

(2)微生物相

検鏡で得られた微生物相における、食性で分類した個体群の構成比を、無機態窒素系(1)系と(2)系について図3、図4に示す。

基質の初期濃度と形成される微生物相の関係という点から考えると、初期濃度の違いによる構成比の違いは明らかに示された。窒素源が無機態の場合と有機態の場合とで共通して基質の初期濃度が高いほど細菌捕食性及び肉食性の鞭毛虫類の割合が高くなり、後生動物の割合が低くなっている。鞭毛虫類は大部分を細菌捕食性のものが占めている。また後生動物は主な出現種である貧毛類の *Aeolosoma* sp. と緩歩動物の *Macrobiotus* sp. の変化に着目すると、*Macrobiotus* sp. は全ての濃度の系で出現しているが、*Aeolosoma* sp. は初期濃度が高くなると個体数が大きく減少し、最も高濃度の系ではほとんど見られない。これまでの知見では、基質濃度が高い場合は細菌の増殖が激しく、細菌捕食性の鞭毛虫類の出現に適した環境となり、低い場合は世代交代時間が長い後生動物が出現に適した環境となることがわかっている。このことから、得られた結果からは基質濃度と微生物相の定性的な関係が確認されたといえる。

しかし、基質濃度の変化に伴う構成比の変化については、設定した48時間というサイクルのなかでは確認することができなかった。初期濃度が最も低い系では図3に示すように後生動物の個体数が変動し構成比が変化している。しかしこの系では基質の濃度変動が $4.5 \sim 2.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ と小さく、基質投入時ですでに後生動物が多数存在していたことから、馴致の過程で微生物相は極相に達していたと考えられる。また後生動物の大部分を占める *Aeolosoma* sp. の比増殖速度が $0.3 \sim 0.4 \text{ day}^{-1}$ であり、大小様々な個体が観察されたことから、この現象は増殖による個体数の振動現象であり、基質濃度の変化によるものではないと判断した。

有機物分解過程においては、基質が投入されるとまず細菌が消費し増殖し、その細菌を原生動物が捕食し食物連鎖の段階が進んでいく。このことから②、③の高濃度の系では、細菌による基質消費にとどまっていると考えられる。したがって今後、原生動物や後生動物も含めた変動を見るためには、基質濃度に応じて1サイクルの時間を設定する必要がある。

4.まとめ

本研究では基質濃度と微生物相の定性的な関係が確認された。今後は微生物群体の動態に影響を与える要因を明らかにし、定量的な把握をするために、引き続きデータの収集を行い、主成分分析などの統計的な処理による分析を行う予定である。

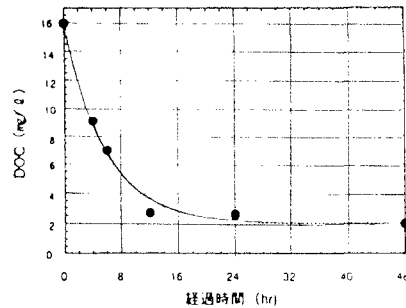


図1 DOCの経時変化（無機態窒素②系）

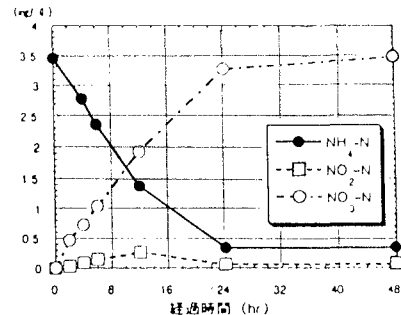


図2 窒素の経時変化（無機態窒素②系）

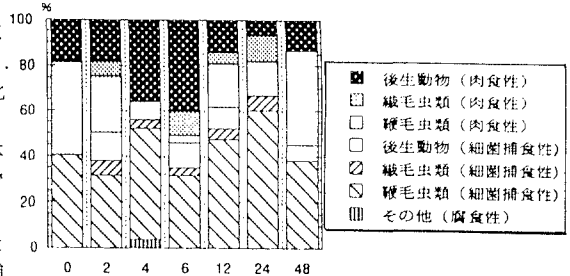


図3 単位体積個体数の構成比（無機態窒素①系）

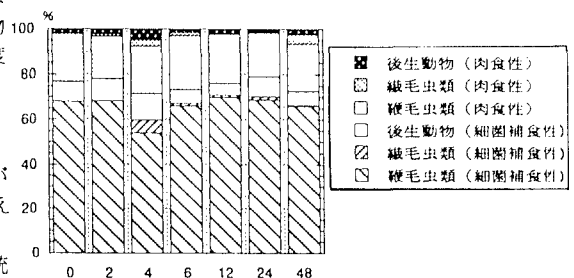


図4 単位体積個体数の構成比（無機態窒素②系）