

浄化水路での流下に伴う水質及び細菌数変化の調査

東北大学大学院 学生員 ○小浜暁子
林 誠二
東北大学大学院 正会員 須藤隆一

1.はじめに

有機排水の処理手法として、活性汚泥法や各種の生物膜法が利用されているが、有機物の処理効率は反応槽内や生物膜における微生物相に依存している。有機物は、細菌-原生動物-微小後生動物といった腐生連鎖の中で効率よく分解されることが知られているものの、その処理能力に対する腐生連鎖機構を含めた微生物相の影響について定量的に究明した研究は少ない。野外調査や室内実験による処理過程における有用な各栄養レベルの微生物の選定や、効率の高い特定種で構成された微生物群の創出は、腐生連鎖機構の解明に有用な知見を与える。

そこで本研究では、流水系において、有機排水の流下に伴う分解、C/N比、質的变化と、水路床部に形成された付着生物膜中の、有機物分解に関与する細菌相について、

1.栄養濃度の違いによる生育特性、

2.栄養源（窒素）の資化特性

を検討した上で、それらの相互関係を把握し、流水系における腐生連鎖機構の解明を行うことを目的とした。

2.方法

調査地点：宮城県登米郡迫町の浄化水路において8月8日、10月14日の2回、調査を行った。この水路は幅2.4m、高さ2m、全流路長450mのコンクリート製であり、水路床にカキ殻が充填されている。水路の流入部（0m）、流下方向に180m、300m、350m、400mの5地点において流下時間にあわせて採水した。

分析項目：水温、pH、BOD、COD、SS、Chl-a、T-N、DTN、T-P、DTP、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、TOC、DOC、E260、E280 ATP、タンパク質含有量（Lowry-Folin法；牛血清アルブミン、C：49.09%、N：14：90%）、炭水化物含有量（フェノール硫酸法；グルコース当量として表現、C：40%）

微生物観察：流下方向における水路床部の付着物中の微生物相を調査するために、調査2週間前に陶製の付着板（15cm×15cm）を流入部より25、180、380mの3地点に設置し、調査日に回収した。剥離した生物膜は蒸留水で定量した後、超音波破碎処理し、生菌数の測定に供した。

生菌数：培地は桜井培地（高濃度培地）、1/10桜井培地（低濃度培地）、グルタミン酸Naを唯一の窒素源とする有機態窒素培地、塩化アンモニウムを唯一の窒素源とする無機態窒素培地の4種類作成し、これらに試料1mlを混釈し、20℃で約18日間培養した。

3.結果と考察

流下に伴う水質の変化：流下に伴い窒素の形態は変化した。8月の測定では $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は全地点において1.4mg/l以上検出された。有機態窒素の構成成分であるタンパク質濃度は流下方向に従って減少し、下流においてはほとんど検出されなかった。

これに対して10月の測定では、T-N、DT-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、溶存態タンパク質は流下方向に伴い減少傾向がみられたが、流出部においても $\text{NH}_4\text{-N}$ で4.5mg/l、溶存態タンパク質で9mg/l検出された。流入負荷が夏季に比べて高いことに加えて、水温が低下によって生分解が進んでいないことも示唆された。

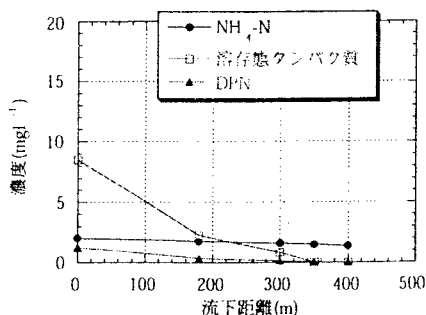


図1 流下過程における窒素化合物濃度の変化（8月）

DPN: 溶存態タンパク質窒素

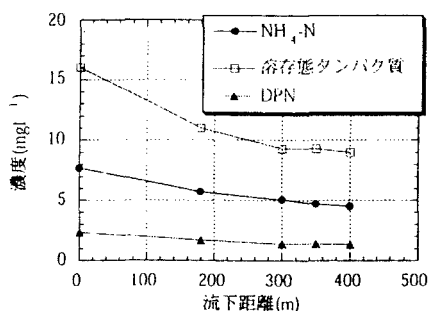


図2 流下過程における窒素化合物濃度の変化 (10月)

付着生物膜形成に影響を及ぼすと考えられる溶存態炭水化物、溶存態タンパク質がDOCに占める割合について分析した。

8月の測定では全DOCは3.6~16mgC/lの濃度範囲であった。溶存態炭水化物炭素 (DCHOC)は0.7~1.3mgC/l、溶存態タンパク質炭素 (DPC) は0.0~4.2mgC/lの範囲にあり、検出した既知成分濃度の合計は流下に伴い減少する傾向にあった。10月の測定では全DOCは10.2~22.3mgC/lの濃度範囲であった。溶存態炭水化物炭素 (DCHOC)は1.6~3.2mgC/l、溶存態タンパク質炭素 (DPC) は4.4~7.7mgC/lの範囲にあり、10月は8月に比べると窒素を含む有機物の割合が、特に下流において著しく大きいのが特徴的であった。10月の溶存態炭水化物炭素はタンパク質由来のものが大部分を占めていた。

8月	0	180	300	350	400 (m)
DPC/DOC	26	20	9.1	0.0	0.0
DCHOC/DOC	8.3	21	19	14	20
既知溶存態有機物	34	42	28	14	20

10月	0	180	300	350	400 (m)
DPC/DOC	35	40	41	38	43
DCHOC/DOC	14	16	17	18	16
既知溶存態有機物	49	56	57	56	59

単位: %

表1 溶存態有機物のDOCに対する割合

既知溶存態有機物は生分解性とえられるが、未知溶存態有機物は生物利用性不可、または排泄物等であると考えられる。8月は既知溶存態有機物濃度が高く、利用可能な溶存態有機物は微生物にほとんど利用されているが、10月は流入負荷が高かったこともあり、未知溶存態有機物濃度が高

く、微生物により摂取され切れていないことがこのことより示唆された。

水質に伴う細菌数の変化: 細菌相について、本実験では付着生物膜中の生菌数を調べた。栄養濃度の違いによる生育特性に関する実験では、8月は培養18日目の高濃度培地における生菌数は中流で最も少なく、下流において最も多かった。この培地に生育するのは好気性従属栄養細菌であるが、中流において生物膜が非常に厚くなっており、膜の下層が嫌気状態になっていたため細菌は生育できなかったことが考えられる。高濃度培地において季節による生菌数の差はみられなかった。

形態の異なる栄養源 (窒素) の資化特性に関する実験では有機態窒素培地はグルタミン酸Naを、無機態窒素培地はNH₄Clを窒素源とした。その結果、8月はいずれの地点においても培養18日目の無機態窒素資化性の生菌数 (10⁸~10⁹CFU/mg強熱減量以上) が有機態窒素資化性の生菌数 (10⁷~10⁸CFU/mg強熱減量)を上回った。8月は炭素濃度、C/N比が10月と比較して高く、炭素同化が盛んに行われ、この際NH₄-Nが盛んに取り込まれた可能性が考えられる。10月は10日間の培養ではほぼ定常状態になった。各地点における生菌数は、高濃度培地で最も多く、(10⁸CFU/mg強熱減量以上)、次いで有機態窒素、低濃度の順であったが、無機態窒素培地において8月は全地点で10⁸CFU/mg強熱減量以上出現したのに対し10月にはほとんど出現しなかった。10月の水中のNH₄-N濃度は8月と比較すると高いが、タンパク質が多く存在しこれらが優先的に取り込まれたため、NH₄-N同化の必然性が低かったと考えられる。これらのことより、水質と有機物分解に関与する付着生物膜中の細菌相には相互関係があり、炭素、窒素単独の濃度だけでなく、形態やそれらの比が影響することが示唆された。

まとめ

以上の研究より以下のことが明らかとなった。

- ・有機物は流下距離に応じて量的にのみ減少するのではなく、生分解性やC/N比、質的にも変化する。
- ・有機物組成の変化は、それを基質とする分解者である細菌相の構成や機能の発現に影響を与える。
- ・水質と有機物分解に関与する付着生物膜中の細菌相は相互関係があり、炭素、窒素単独の濃度だけでなく、形態やそれらの比が影響する。
- ・基質の組成の変化によって流下方向での微生物相の遷移が生じていることが推測されることから、流水系の腐生連鎖機構の理解に有用な知見となった。