

## [20] 活性汚泥制御パラメータと生物相に関する研究

(株)明電舎 水処理技術部 富士元 英二 ○新井 喜明

### 1. はじめに

活性汚泥法は、好気性微生物（細菌、カビ、酵母、原生動物、後生動物など）の代謝作用を利用した処理法であり、自然発生的に増殖した微生物群集を利用しているために、人為的に処理効率を制御することはかなり困難である。しかし、活性汚泥のような複雑な生物群集でも同種個体群の生物と同じように調和のとれたまとまりをもっているから、当然法則性も存在するはずである。また、このプロセスでは、ばつ気槽並びに最終沈殿池の管理が下水処理全体の処理効率に最も大きな影響を及ぼすものであり、操作因子としてばつ気量、返送汚泥量及び余剰汚泥量がある。これらの制御方式を確立するため、一般都市下水の処理を中心とした実際の処理場で調査を行った。ここでは、浄化の指標となる活性汚泥の生物相に関して制御パラメータとの関係を明らかにすることを目的として検討を行った。

### 2. 調査概要

#### 2-1. 調査期間と施設概要

調査期間は、昭和54年1月5日から同年3月31日まで約3カ月間行った。施設概要は、流入水量50000  $m^3/day$ （計画水量80000  $m^3/day$ ）、エアレーションタンク容量13600  $m^3$ であり、流入水COD50~80  $mg/l$ 、MLSS1000~2000  $mg/l$ 、水温10~15℃で行った。

#### 2-2. 制御方式

質的制御の効果を解明するために、送風量制御、返送汚泥量制御、余剰汚泥量制御を実施した。送風量制御に関しては、流入水比例、DO定値、カスケードの各制御方式で行い、流入水比例要素をもたないDO定値制御が最適であった。また、返送汚泥量制御は、流入水比例比率演算、流入水比例、定値の各制御方式で行い、設定MLSS濃度に保つことができ、しかも安定した濃度に保てることから、流入水比例比率演算制御が最も最適であった。余剰汚泥量制御は、間欠流量、間欠固形物量の各制御で行い、引抜固形物量を積算し、設定値に等しくなったときに、余剰汚泥ポンプを停止させるシーケンシャルな制御である間欠固形物量制御が最適であった。

### 3. 生物相

活性汚泥法は、水の自浄作用過程のある部分タンクの中で人工的に能率よく進行させるプロセスであり、その浄化効率は、微生物の生理作用が最適に保持されているか否かに左右される。従って、生物相のバランスがくずれないような運転法が確立されることが望まれる。本調査では、送風量制御、返送汚泥量制御及び余剰汚泥量制御に着目した調査を行ったが、各制御毎に生物相を観察した。

なお、生物相としては、顕微鏡で容易に観察できる原生動物および後生動物相にとどめた。

### 4. 測定方法

エアレーションタンクからサンプリングした試料をよく混合し、0.05  $ml$  をマイクロピペットを用いて、界線入りスライドグラスに取り、カバーグラス（18×24  $mm$ ）をのせ、出現生物種類ごとに個体数を顕微鏡で計数し、1  $ml$  中の個体数に換算した<sup>1)</sup>。なお、同一試料について同様な操作を繰り返し数回行ないその平均値で評価した。

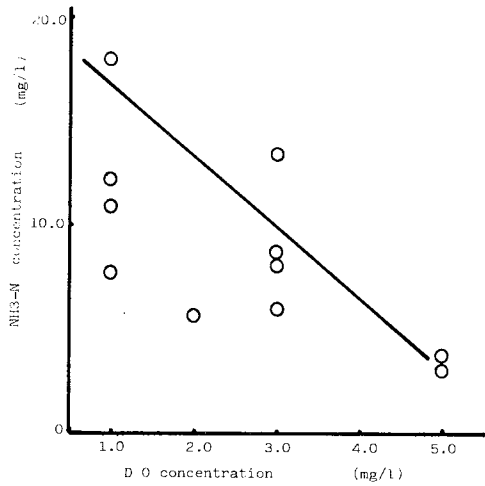


図-1 DOとNH<sub>3</sub>-Nとの関係

5. 結果および考察

5-1. 生物相と水質との関係

水質として処理水のNH<sub>3</sub>-N濃度、Pの除去および透視度を抽出してそれと生物相との関係を求めた。

NH<sub>3</sub>-N濃度は、DO設定値による影響を顕著に示している(図-1)。DO設定値が1.0 mg/lの場合には、NH<sub>3</sub>-N濃度は高く、設定値が高くなるにつれて低くなっている。これは硝化によるもので、硝化菌が酸素濃度に依存することによるとと思われる。このように、NH<sub>3</sub>-Nの酸化には、DO濃度が非常に重要な因子であり、更にその効果が急速に現われるものである。

NH<sub>3</sub>-N濃度と生物相の関係を図-2に示したが、微小鞭毛虫類の場合には、NH<sub>3</sub>-N濃度が高くなる程出現個体数が増加する傾向が認められた。また、処理状態の悪い場合、すなわち、処理水のNH<sub>3</sub>-N濃度が高い場合には、微小鞭毛虫類が出現する傾向にあることは、報告されている<sup>2)</sup>。これらの結果から、微小鞭毛虫類は、処理水質の指標となる可能性をもち、DO濃度がその制限因子となると思われる。

Pの除去については、DO設定値が3 mg/lのときが最も高かった(図-3)。また、Pの除去と生物相との関係において、緑毛類の場合には、個体数が増加すると、Pの除去が高くなる結果が得られた。

透視度との関係を図-4に示したが、根足虫類(Arcellaを除いた Amoeba 類)の個体数が増加する程、透視度

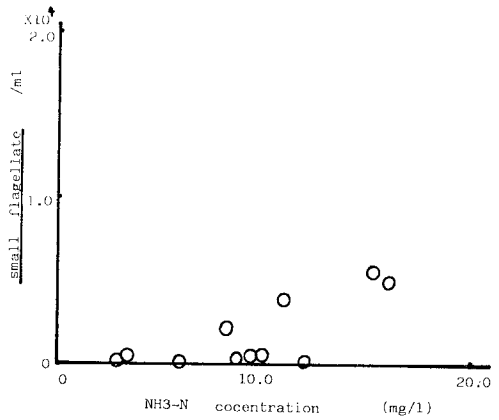


図-2 NH<sub>3</sub>-Nと生物相との関係

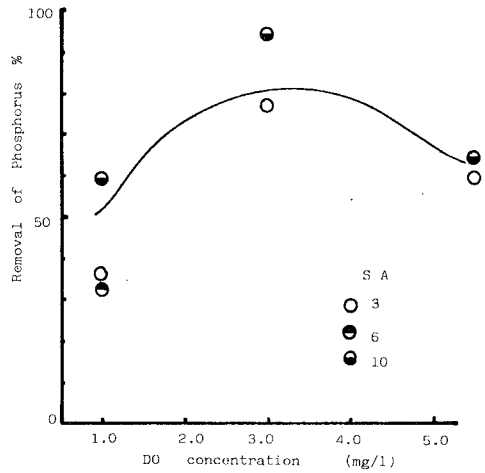


図-3 DOとPの除去との関係

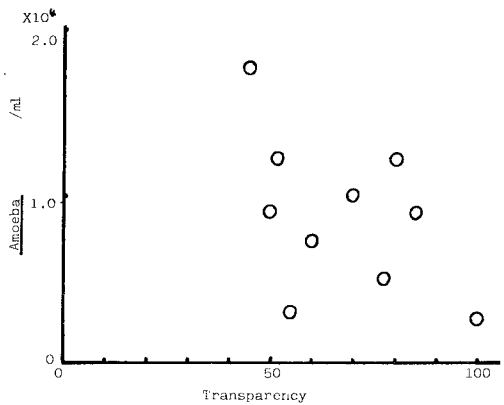


図-4 透視度と生物相との関係

が低下するという従来の見解を支持する結果が得られた<sup>3)</sup>。また、透視度は、DO設定値が高い程悪化する傾向を示した。これは、硝化率が高くなり、沈殿池にて、微小フロックが浮上し、透視度の低下を招いたと考えられる。

### 5-2. 生物相とF/M比との関係

F/M比との関係を図-5に示した。活性汚泥性生物(特に、下毛類)の場合においては、直線関係が見とめられ、F/M比が低下するにつれて個体数が増加するという結果が得られた。Curdsらは、活性汚泥に出現する原生動物とF/M比との間には関係があると報告している<sup>4)</sup>。また、SAを制御することにより、圧密比が一定している場合には、目標SAに見合った余剰汚泥量を毎日一定量引抜くことにより、F/M比を一定に保つことができ、F/M比を一定に保つことは、生物相を安定させる。このように生物相に關与するF/M比の安定性、処理水質への影響から、SA制御が優れていることがわかった。

### 5-3. 制御パラメータによる生物相の多様性

水質汚濁の評価、もしくは、一歩進んで汚染生態系を理解するために有効な多様性指数として知られているシャノンの指数<sup>5)</sup>(Shannon

Index)を用いて各制御条件下における原生動物と後生動物とを合わせた生物相の多様度を比較した。多様性指数Dは、種a, b, c, …

の個体数がNa, Nb, Nc, …であつて、Nが全個体数、 $P_i = N_i / N$ とすると次式で示され、種類が多ければ多いほど、また、種ごとの個体数が均一なほど高くなる。

$$D = - \sum_i P_i \log P_i$$

これより、各制御条件下における多様性指数の変化を図-6に示した。多様性指数は、SA設定値の変化により低下するが、生物相の変化とともに次第に安定する傾向にある。また、0.5~0.7の間で比較的高い値を維持していた。これは、活性汚泥が、良好な状態では、活性汚泥が多種類の原生動物で構成された安定性の高いものであることを示している。DOとの関係において、明確な関係を求めることができなかったが、従来、活性汚泥の浄化機能は、活性汚泥中の優占種のみに着目して検討されてきている。微生物の種の分布とその構成の特性は極めて重要で、原生動物の役割を見直し、微生物の種の多様性や安定性の見地から、このような多様性指数の概念を検討し、取り入れるべきであると思われる。

## 6. まとめ

制御パラメータと浄化の指標となる活性汚泥の生物相との関係について検討を行ってきた。生物相については、

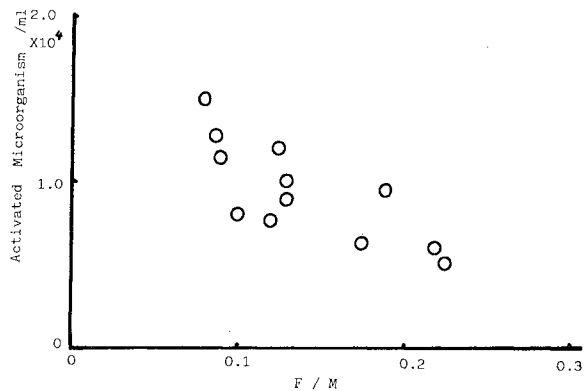


図-5 F/M比と生物相との関係

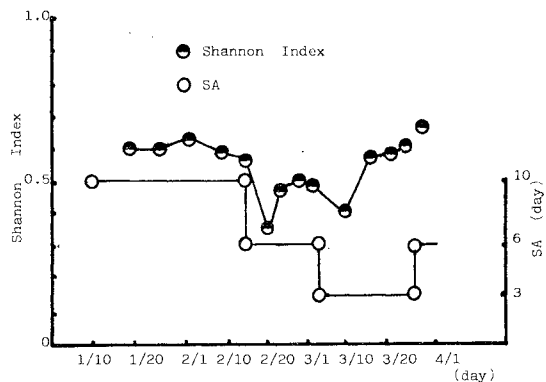


図-6 生物相の多様性変化

Amoeba類と透視度、NH<sub>3</sub>-Nと微小鞭毛虫類、活性汚泥性生物数とF/M比においては、関係のあることが認められた。また、DOおよびSAは、生物相の分布やその安定性において制限因子となっていると考えられる。以上、これらの結果から、良質の処理水を得ると同時に、省力化、並びに運転経費の節減のために、SAおよびDO制御システムは有効であると思われる。

結果を要約すると、

- 1、NH<sub>3</sub>-N濃度は、DO設定値の影響を顕著に示していた。
- 2、微小鞭毛虫類の場合は、NH<sub>3</sub>-N濃度が高くなると出現個体数が増加した。
- 3、Pの除去率は、DO設定値が3mg/lの時、最も高かった。
- 4、Amoeba類の個体数が増加する程、透視度が低下するという従来の見解を支持する結果を得た。
- 5、活性汚泥性生物（特に、下毛類）の場合において、F/M比が低下するにつれて、個体数が増加するという結果が得られた。
- 6、多様性指数は、SA設定値の変化により低下するが、生物相の変化とともに次第に安定する傾向にあった。

なお、本調査で行ったエアレーションタンクは深層型であったが、原生動物および後生動物相は標準型と変化は認められなかった。また、調査期間中糸状性生物の出現はほとんど認められなかったし、水温の変化が非常に小さかったため生物相と水温との関係を求めることができなかつた。また、調査期間中は、冬期という悪条件にもかかわらず処理水質が安定しており、かつ制御と生物相との明確な関係をあまり得ることができなかつたが、この原因として調査期間が短かつたことも考えられる。このことから、更に各制御を独立させた上で調査期間を長くした場合の検討を行なうことも必要であると思われる。

#### 参 考 文 献

- 1) 日本下水道協会、下水試験方法、1967
- 2) 黒川正博、エアレーションタンク中の生物的・化学的性質に対する付着基質の投与効果、用水と廃水、18, 11, 1976
- 3) 須藤隆一、廃水処理の生物学、産業用水調査会、1977
- 4) Curds, C. R. and Cockburn, A., Water Research, 4, 237, 1970
- 5) 橋本奨, 古川憲治, 汚水処理における Population Dynamics の応用, 水処理技術, 14, 7, 1973