

# 8. 高度処理水が付着藻類に与える影響

横浜市 ○ 竹村 伸一

## 1 はじめに

横浜市の都筑下水処理場では、処理水の有効利用施設である江川せせらぎの修景維持のため、嫌気硝化内生脱窒法（以下、高度処理）によって窒素・リンの同時除去を行っている。高度処理水はPAC処理を施し、さらにリンを除去し、オゾン消毒後、江川せせらぎに供給される。窒素・リンを除去した高度処理水と江川供給水とでは、標準活性汚泥法（以下、標準処理）の処理水と比較して、藻類現存量と種類構成に変化が生じるとと思われる。そこで、標準処理と高度処理の最終沈殿池および江川せせらぎに藻類付着板を設置し、窒素・リンの除去が藻類の現存量と種類構成にどのような影響を与えるのかを調査した。

## 2 調査方法

### 2-1 調査期日

調査期日を表-1に示す。付着藻類の採集は、1996(H.8)年8,9,10月には2週間ごとに、11,12月には3週間ごとに行った。

### 2-2 藻類付着板の設置箇所

都筑下水処理場の処理行程を図-1に示す。藻類付着板は、30cm×30cmの塩化ビニル板で、標準処理系列と高度

処理系列の最終沈殿池および江川せせらぎ供給口下流約100mの地点に設置した。設置水深は約25cmである。設置地点の日当たりはほぼ同程度である。

### 2-3 調査項目と方法

#### 1) 処理水質

藻類の増殖に関係がある水温、全窒素、全リンを月2回の頻度で下水試験法にもとづき分析した。また、処理水の藻類生産力をAGPに代えて、M-BOD (Modified-BOD)<sup>1)</sup>をもちいて評価することを試みた。

#### 2) 付着藻類

付着板の半分の面積の藻類をブラシでこすり落とし、ただちにホルマリン固定し、同定と定量を行った。付着板の残り半分の藻類は、クロロフィルaの定量に用いた。クロロフィルaはユネスコ法に準拠して測定した。

## 3 調査結果

### 3-1 処理水質

表-1 調査期日

| 調査日     | 8月 |    |    | 9月 |    | 10月 |    | 11月 |    | 12月 |
|---------|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|
|         | 1  | 15 | 29 | 12 | 26 | 9   | 24 | 7   | 28 | 19  |
| 付着藻類の採集 | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○   | ○  | ○   | ○  | ○   |
| M-BOD類  | ○  |    | ○  |    | ○  |     | ○  |     | ○  |     |

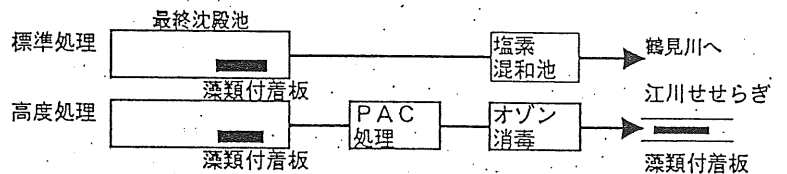


図-1 処理行程

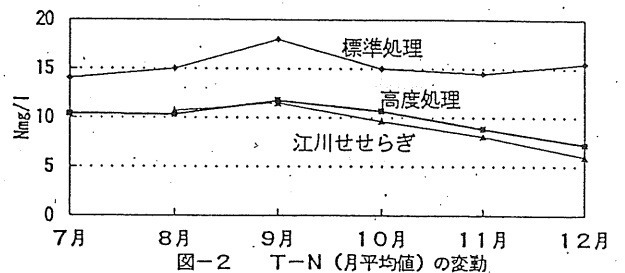


図-2 T-N (月平均値)の変動

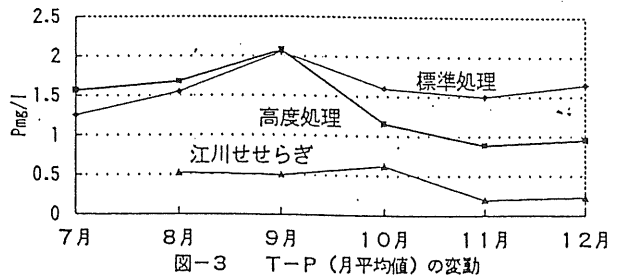


図-3 T-P (月平均値)の変動

水温は標準処理と江川せせらぎで差はなく、標準処理の月平均水温は27.3℃(8月)から19.6℃(12月)であった。T-Nの月平均値の変化を図-2に示す。標準処理では15Nmg/l前後で、高度処理と江川せせらぎでは同程度の濃度で、7~10月は10Nmg/l前後、11、12月は低下する傾向が認められた。T-Pの月平均値の変化を図-3に示す。標準処理では1.3~2.1Pmg/lの間で変動し、高度処理では8、9月は標準処理と差がなかったが、10月以降1.0Pmg/l前後に低下している。江川せせらぎでは、0.5Pmg/l前後であった。

### 3-2 付着藻類

出現した種類数を表-2に示す。標準処理と高度処理では藍藻類2種、珪藻類と緑藻類が10種類以上出現したが、江川せせらぎでは藍藻類が見られず、緑藻類は4種類と少なかった。

表-2 調査期間中に出現した付着藻類の種類数

|     | 標準処理 | 高度処理 | 江川せせらぎ |
|-----|------|------|--------|
| 藍藻類 | 2    | 2    | 0      |
| 珪藻類 | 12   | 14   | 13     |
| 緑藻類 | 11   | 14   | 4      |
| 合計  | 24   | 30   | 17     |

現存量の変化をクロロフィルa( $\mu\text{g}/22,500\text{mm}^2$ )を用いて図-4に示す。クロロフィルaは、標準処理、高度処理、江川せせらぎの順に少なくなり、標準処理では2,400~6,400、高度処理では1,100~5,200、江川せせらぎでは4~3,200 $\mu\text{g}/22,500\text{mm}^2$ であった。

優占種は、標準処理では *Nitzschia palea*, *Chlamydomonas sp.*, 高度処理では *Nitzschia palea*, *Chlamydomonas sp.*, *Stigeoclonium sp.*, 江川せせらぎでは *Stigeoclonium sp.*, *Navicula minima*であった。

### 3-3 M-BOD

標準処理水、高度処理水、江川供給水のM-BOD類の変化を図-5に示す。9月26日のデータを除いて、三者ともM-BOD < M-BOD-Nであった。また、M-BODとM-BOD-Pとの差は標準処理水、高度処理水、江川供給水の順に小さくなっており、この順にP制限型(藻類の生長増殖がリンによって制限されている。窒素は余っている。)の水質に近づいていると思われる。特に江川供給水ではリンによって藻類の成長増殖が制限されていると推測される。なお、9月26日のM-BOD値は、標準処理水、高度処理水、江川供給水ともM-BOD  $\approx$  M-BOD-N, M-BOD < M-BOD-Pであり、一時的にN制限型に近づいている。これは9月22日の降雨(約200mm)の影響(流入下水CODの週平均値も前週の70%に低下)ではないかと思われる。

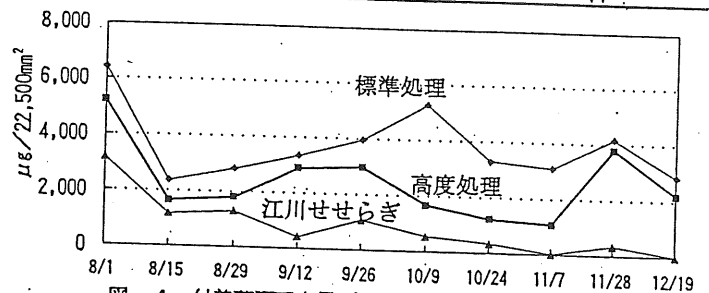


図-4 付着藻類現存量(クロロフィルa)の変化

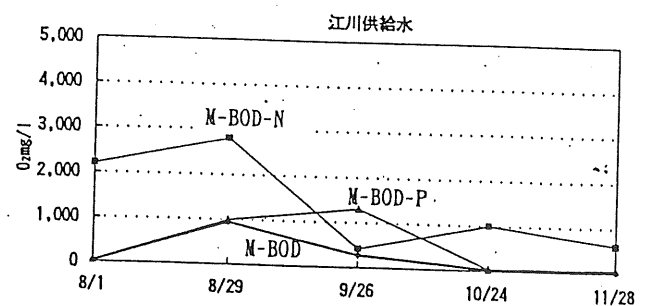
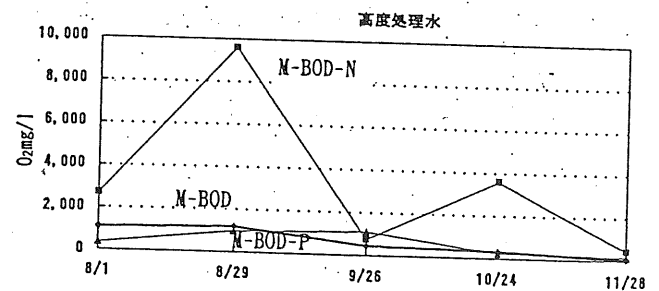
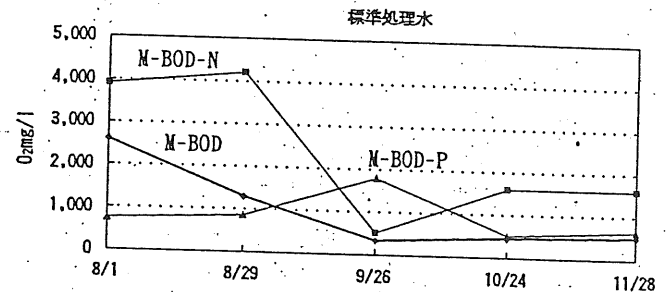


図-5 M-BODの変化

### 4 考察

クロロフィルaで示した藻類現存量は、標準処理に対し高度処理で65%(調査期間の平均)、江川せせらぎで21%(同)であった。これは高度処理の効果ならびにPAC処理によるリン除去の効果と推測できる。

代表的な珪藻類の調査期間中に出現した細胞数の合計と延べ出現回数を表-3に示す。標準処理と比較して、*N. confervacea*, *N. pupula*は高度処理、江川せせらぎで、細胞数、出現回数ともに減少している。一方、*N. minima*, *N. subminiscula*は、細胞数、出現回数ともに増加し、特に高度処理で多数現れた。*Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*は窒素従属栄養性の藻類といわれており、標準処理と高度処理の間で出現に違いがあると期待されたが、2種類とも細胞数、出現回数に違いは認められなかった。江川せせらぎでこの2種類とも減少しているが、高度処理水と江川供給水のT-Nには差がなく、この減少はT-N以外の要因によると思われる。

表-3 珪藻類の代表的な出現種

|                                | 標準処理         | 高度処理         | 江川せせらぎ     |
|--------------------------------|--------------|--------------|------------|
| <i>Nitzschia palea</i>         | 114,633 (10) | 118,852 (10) | 34,439 (9) |
| <i>Navicula confervacea</i>    | 23,109 (7)   | 5,623 (9)    | 102 (2)    |
| <i>Navicula pupula</i>         | 12,613 (5)   | 11 (1)       | 78 (4)     |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | 2,504 (2)    | 1,060 (1)    | 69 (1)     |
| <i>Gomphonema parvulum</i>     | 435 (5)      | 419 (7)      | 41 (2)     |
| <i>Gomphonema pseudoaugur</i>  | 611 (4)      | 146 (6)      | 0 (0)      |
| <i>Pinnularia braunii</i>      | 519 (4)      | 678 (4)      | 27 (3)     |
| <i>Navicula minima</i>         | 0 (0)        | 26,917 (7)   | 8,466 (9)  |
| <i>Navicula subminiscula</i>   | 0 (0)        | 663 (6)      | 122 (2)    |
| <i>Nitzschia frustulum</i>     | 0 (0)        | 0 (0)        | 101 (4)    |

数字は出現した細胞数の合計 (cell/mm<sup>2</sup>) ( )内の数字はのべ出現回数

窒素・リンの除去が珪藻類の群集構成に及ぼす影響を見るため、標準処理、高度処理、江川せせらぎの珪藻類群集の類似性を、森下の多様度指数Cλを用いて調べた(表-4)。標準処理と高度処理との珪藻類群集は、8月1日から9月12日まではCλが0.9以上と類似していたが、10月以降はCλの変動が大きかった。標準処理と江川せせらぎの藻類群集は、標準処理と高度処理の場合と比較して類似性が低い。しかし、高度処理と江川せせらぎでは、10回中7回でCλが0.8以上で、群集構成は似ていると思われる。これは高度処理水だけを江川せせらぎに供給しているからと思われる。なお、9月26日の標準処理と高度処理および江川せせらぎと標準

表-4 珪藻類群集の類似性(森下の多様度指数)

|             | 8/1  | 8/15 | 8/29 | 9/12 | 9/26 | 10/9 | 10/24 | 11/7 | 11/28 | 12/19 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| 標準処理と高度処理   | 0.95 | 0.93 | 0.93 | 0.96 | 0.01 | 0.81 | 0.41  | 0.89 | 0.29  | 0.44  |
| 高度処理と江川せせらぎ | 1.00 | 0.96 | 0.55 | 0.98 | 0.73 | 0.25 | 0.82  | 0.85 | 0.94  | 0.84  |
| 江川せせらぎと標準処理 | 0.96 | 0.80 | 0.59 | 0.97 | 0.00 | 0.36 | 0.08  | 0.59 | 0.67  | 0.06  |

処理のCλが小さいのは、M-BODと同様に降雨の影響ではないかと思われる。

表-5 珪藻類から求めた汚濁指数

|        | 8/1 | 8/15 | 8/29 | 9/12 | 9/26 | 10/9 | 10/24 | 11/7 | 11/28 | 12/19 |
|--------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| 標準処理   | 2.8 | 2.8  | 2.9  | 2.9  | 2.9  | 2.8  | 2.9   | 2.9  | 2.9   | 2.9   |
| 高度処理   | 2.9 | 2.8  | 2.9  | 2.9  | 3.0  | 2.7  | 2.9   | 2.9  | 2.9   | 2.9   |
| 江川せせらぎ | 2.9 | 2.9  | 2.9  | 2.9  | 2.9  | 2.9  | 2.9   | 3.0  | 3.1   | 2.8   |

珪藻類から求めた汚濁指数を表-5に示す。標準処理、高度処理、江川せせらぎとも、汚濁指数は2.7~3.1の範囲にあり、水質階級はα中腐水性と判定された。

## 5 おわりに

付着藻類の現存量は、高度処理ならびにPAC処理による窒素・リンの除去の効果で、高度処理と江川せせらぎで減少していることがわかった。一方、珪藻類の群集構成は、標準処理と高度処理とで明確な相違は認められなかったものの、いくつかの種類で出現状況に変化が見られた。今後、窒素・リンの濃度を一層減少させれば、標準処理と高度処理の珪藻類の群集構成も違ってくるのではないかと思われる。放流先水域の富栄養化防止という高度処理の目的からして、放流先水域の生物相調査とそれに基づく水質評価はひきつづき要求されると思われ、今後もこのような基礎的調査を継続していきたい。

〈参考文献〉 1)中本信忠, 従属栄養細菌の成長を利用したAGPの測定, 用水と廃水, Vol.19 No.6, 1977

問合わせ先: 竹村伸一(横浜市下水道局水質管理課水質調査係, 〒231 横浜市中区本牧十二天1-1, 電話045(621)4343, FAX045(621)4256)