

# Type 021Nによる糸状性バルキングに関する一考察

水再生水質課 ○ 折目 孝子  
井上 智  
吉沢 明子  
北谷 道則

## 1. はじめに

横浜市の中部及び南部水再生センターでは、糸状性バルキングによって固液分離障害がたびたび発生している。この時送風量の変更、余剰汚泥移送、次亜塩素酸ナトリウムの添加等の対応を行っているが、バルキングが長期化することがある。今回、この2つの水再生センターでバルキングが起こる過程を追跡する中で、起因する糸状性細菌を同定するとともに糸状性細菌が消費する酸素量を推定したところ、バルキングを起こしている時期に糸状性細菌による酸素消費量が増加する事例が見られたので報告する。

表1 施設概要

## 2. 水処理施設概要

中部及び南部水再生センターは合流式下水処理場であり、標準活性汚泥法を採用している。各施設の概要を表1に、平成15年度の水処理状況を表2に示した。

### 2-1. 中部水再生センター

反応タンクは8池あり、1池が2水路4槽分割からなる構造をしている。送風量の制御はDO一定制御で行っており、DO制御地点は反応タンク2槽目後半、4槽目入口の2箇所である。

る。

### 2-2. 南部水再生センター

反応タンクは6池あり、1池が4水路で構成されている。送風量の制御はDO一定制御で行っており、DO制御地点は反応タンク2水路目出口、4水路目出口の2箇所である。

## 3. 酸素消費量の計算<sup>1)</sup>

反応タンクでの酸素消費量 $D_{total}$ は、一般に有機物の酸化によって消費された酸素量 $D_B$ 及び活性汚泥生物の内生呼吸によって消費された酸素量 $D_E$ 、硝化反応によって消費された酸素量 $D_N$ の和として考えると、(1)式が得られる。

$$D_{total} = D_B + D_E + D_N + D_O \quad (1)$$

ここで、 $D_O$ は溶存酸素濃度の維持に必要な酸素量を表している。しかし、計算上は無視できる酸素量であるため、ここでの計算では省く。

$D_B$ 、 $D_E$ 、 $D_N$ [kgO<sub>2</sub>/d]はそれぞれ(2)～(4)式より算出できる。

$$D_B = A \times (C_{BOD, in} - C_{BOD, eff}) \cdot Q_{in} \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$D_E = B \times V_A \times (X \times 10^{-3} \times VSS) \quad (3)$$

$$D_N = C \times (C_{NH4, in} - C_{NH4, eff}) \cdot Q_{in} \times 10^{-3} \quad (4)$$

ここで、A:除去BODあたりに必要な酸素量(0.6) [kgO<sub>2</sub>/kgBOD]

	中部水再生センター	南部水再生センター
流入水量[m <sup>3</sup> /d]	77,000	195,000
二次処理水量[m <sup>3</sup> /d]	71,500	175,000
反応タンク容積[m <sup>3</sup> ]	19,100	34,200
HRT[hr]	6.6	4.9
BOD-SS負荷[kg/SSkg・d]	0.18	0.33

表2 平成15年度水処理状況

		中部水再生センター	南部水再生センター
流入水	BOD[mg/L]	150	120
	SS[mg/L]	130	130
処理水	BOD[mg/L]	4.7	11
	SS[mg/L]	4	4
反応タンク	MLSS[mg/L]	1,600	1,200
	SVI[mL/g]	220	230
	DO[mg/L]	3.5	5.1

B: 単位 MLVSS 当たりの内生呼吸による酸素消費量(0.08) [kgO<sub>2</sub>/kgMLVSS・d]

C: 硝化反応に伴い消費される酸素量(4.57) [kgO<sub>2</sub>/kgN]

C<sub>BOD,in</sub>: 流入水 BOD 濃度 [mg/L]

C<sub>BOD,eff</sub>: 処理水 BOD 濃度 [mg/L]

Q<sub>in</sub>: 反応タンク流入水量 [m<sup>3</sup>/d]

V<sub>A</sub>: 反応タンク容量 [m<sup>3</sup>]

X: MLSS 濃度 [mg/L]

VSS: 強熱減量(0.85) [kgMLVSS/kgMLSS]

C<sub>NH<sub>4</sub>,in</sub>: 流入水 NH<sub>4</sub>-N 濃度 [mg/L]

C<sub>NH<sub>4</sub>,eff</sub>: 流出水 NH<sub>4</sub>-N 濃度 [mg/L]

である。一方、(5)式に示すように送風量 G[Nm<sup>3</sup>/d]から反応タンクでの酸素消費量 Q<sub>total</sub>[kgO<sub>2</sub>/d]が求められる。

$$Q_{total} = G \times E_A \times 10^{-2} \times \rho \times O_w \quad (5)$$

ここで、E<sub>A</sub>: 酸素移動効率[%]

ρ: 空気の密度(1.293) [kg 空気/Nm<sup>3</sup>]

O<sub>w</sub>: 空气中酸素含有重量(0.233) [kgO<sub>2</sub>/kg 空気]

である。しかし、糸状性バルキング時には糸状性細菌によって消費された酸素量 D<sub>F</sub> が大きいことを考慮して、糸状性細菌によって消費された酸素量を(6)式で記すと仮定した。

$$D_F = Q_{total} - D_{total} \quad (6)$$

## 4. 結果と考察

### 4-1. 糸状性バルキングの原因となる糸状性細菌

中部及び南部水再生センターでバルキングを引き起こす主要な糸状性細菌は、グラム陰性、ナイセル陰性であり、糸状菌体中の細胞形状が不揃いであるという特徴と、FISH法(蛍光染色法)による確認から Type021N であると考えられる。FISH法による Type021N の顕微鏡写真を図1に示した。

### 4-2. SVI と糸状性細菌による酸素消費量の推移

3. で示した方法で、中部及び南部水再生センターの酸素消費量 D<sub>B</sub> 及び D<sub>E</sub>、D<sub>N</sub>、D<sub>F</sub>を計算した。この結果と降水量をあわせて図2、3に示した。SVIが上昇すると糸状性細菌による酸素消費量も増えることから、SVIと糸状性細菌による酸素消費量の相関があると考えられる。また、SVIが上昇する前に酸素量が減少しているため、これがフロック

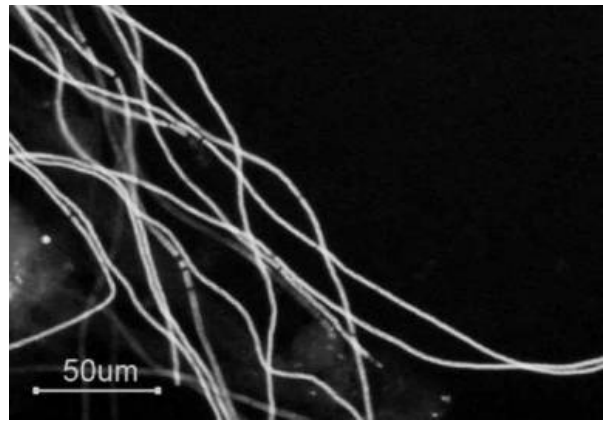


図1 FISH法による Type021N の顕微鏡写真

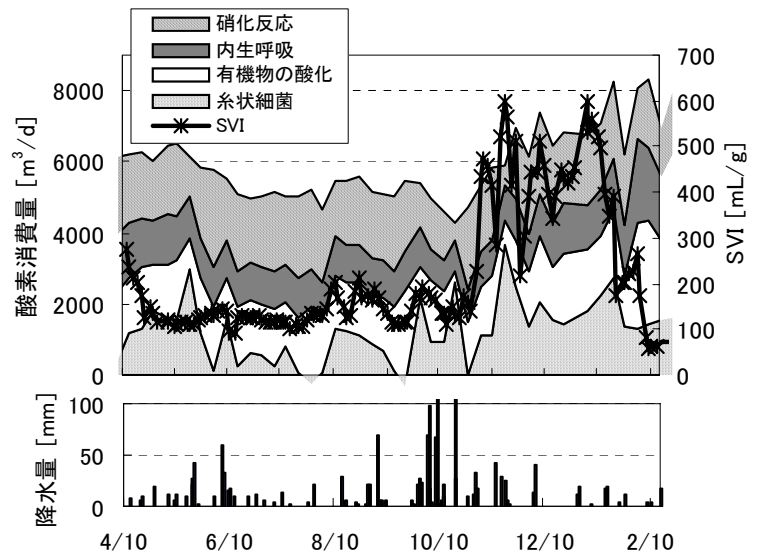


図2 中部水再生センターにおける酸素消費量の推移

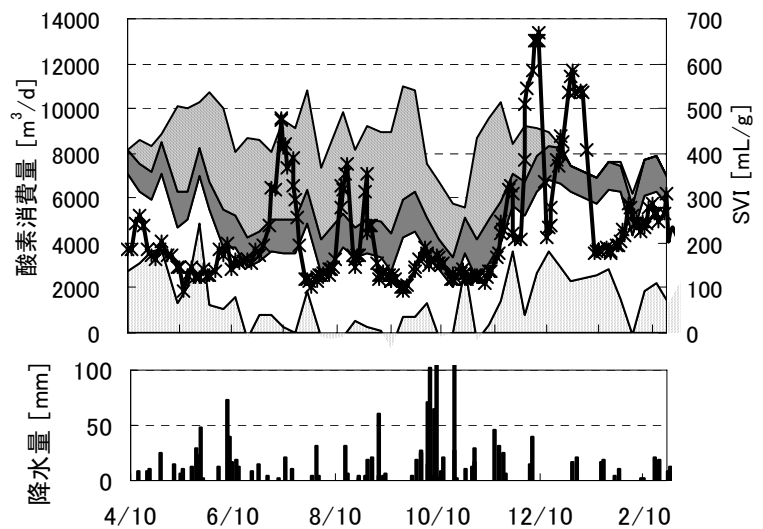


図3 南部水再生センターにおける酸素消費量の推移

内部での酸素不足を引き起こし、酸素吸収で優位性を保つために、糸状性細菌が糸状化するきっかけになっているのではないかと考えられる。その後、増殖した糸状性細菌は多くの酸素を消費することもグラフから読み取れる。

南部水再生センターでは5月から11月にかけて硝化促進運転、その他の期間は硝化抑制運転を行った。そのため、4月と11月後半以降の硝化反応による酸素消費量  $D_N$  は極端に少ない。4月から5月にかけてSVIは200前後であるが、糸状性細菌の酸素消費量  $D_F$  は大きい。これはちょうど硝化抑制から硝化促進運転に切り替えていた時期であるため、糸状性細菌が消費したのではなく硝化反応を進めるために過剰な送気が行われたものと考えられる。

#### 4-3. 反応タンクでの酸素消費量 $Q_{total}$ との関係

反応タンクでの酸素消費量  $Q_{total}$  と SVI、糸状性細菌による酸素消費量  $D_F$  及び硝化反応による酸素消費量  $D_N$  との関係を図4に示した。

中部水再生センターでは年間を通して完全硝化を行っているので、硝化反応による酸素消費量  $D_N$  が酸素消費量  $Q_{total}$  に関わらず常に一定であると言える。それに対し、南部水再生センターでは硝化促進と抑制の運転を変更しているため、硝化反応による酸素消費量  $D_N$  の変動が大きい。反応タンクでの酸素消費量  $Q_{total}$  と SVI

では特に関係を見つけることはできない。しかし、酸素消費量  $Q_{total}$  と糸状性細菌による酸素消費量  $D_F$  では中部及び南部水再生センターの硝化促進時、硝化抑制時それぞれにおいて正の相関が見られた。これは酸素消費量  $Q_{total}$  が増えると、糸状性細菌の消費する酸素量も増えることを示しており、 $Q_{total}$  の増加時には注意が必要と言える。

#### 5. まとめ

- (1) 中部及び南部水再生センターで糸状性バルキングを引き起こす主要な細菌は、Type021N であることを顕微鏡観察、染色、FISH 法により確認した。
- (2) 糸状性細菌が消費する酸素量  $D_F$  を推定したところ、SVI と糸状性細菌による酸素消費量に相関があった。また、SVI が上昇する前に酸素量が減少していることから、フロック内部での酸素不足が起こると、糸状性細菌が糸状化するきっかけになっているのではないかと考えられる。
- (3) 反応タンクでの酸素消費量と糸状性細菌による酸素消費量に正の相関が見られた。これは酸素消費量  $Q_{total}$  が増えると、糸状性細菌が消費する酸素量も増えることを示しており、酸素消費量  $Q_{total}$  の増加時には注意が必要と言える。

#### —参考文献—

- 1) 日本下水道協会: 下水道施設計画・設計指針と解説 (2001)

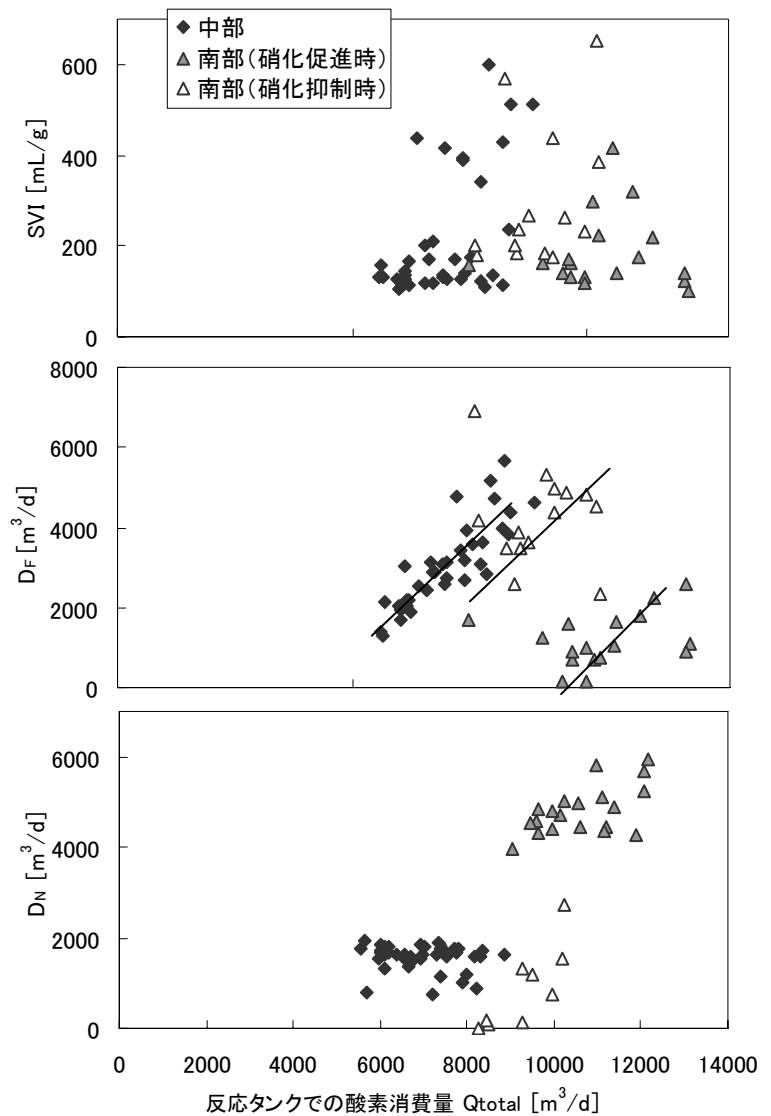


図4  $Q_{total}$  との関係