

## 嫌気好気活性汚泥法による放線菌スカムの減少に関する一考察

日本下水道事業団技術開発部 正会員○三品文雄

日本下水道事業団業務部 堺 好雄

沖縄県那覇下水道事務所 島袋 定

沖縄県伊佐浜下水道事務所 糸数清正

## 1. はじめに

放線菌の発生による活性汚泥の浮上は、活性汚泥法を採用している処理場で問題になっている<sup>1)</sup>。この現象は沖縄県内の下水処理場のほとんどの箇所で見られ、浮上したスカムはエアレーションタンクの50%以上を占有している<sup>2)</sup>。また、激しいときにはエアレーションタンクの水路全面を占有し、維持管理上の問題の一つになっている。

放線菌スカムによる活性汚泥の浮上の原因は、放線菌 (*Nocardia amarae*) の代謝産物の超高級脂肪酸 (ミコール酸) により形成される気泡に活性汚泥が付着して浮上したものであることが知られている<sup>3)</sup>。

今回発表する嫌気好気活性汚泥法による放線菌スカムの減少に関する一考察は、糸状菌によるバルキング対策として実際の処理施設において実施した、嫌気好気活性汚泥法による実験運転を行った<sup>4)</sup> 結果、放線菌スカムによる活性汚泥の浮上量を 1/3 以下に減少させることが出来たので、その効果について発表するものである。

## 2. 調査の目的と測定項目

調査の対象とした沖縄県那覇下水処理場は、1 系列 4 水路のエアレーションタンクが 5 系列あり、各系列とも返送汚泥等を含め単独に運転できる。このため、糸状菌によるバルキング対策として昭和 61 年 1 月 23 日より第 5 系列の前部 1 水路目の散気筒の空気量を、活性汚泥の沈降が起こらない  $10\text{Nm}^3/\text{分}$  (通常  $35\text{Nm}^3/\text{分}$ ) まで絞った嫌気好気活性汚泥法による実験運転を行っていた。続いて第 3, 4 系列も昭和 61 年 8 月 23 日から同様の操作を行っていた (表-1)。今回行った調査は、嫌気好気活性汚泥法により放線菌スカムがどの程度減少するかを定量的に把握するため行ったもので、1, 2 系の標準活性汚泥法、3, 4, 5 系の嫌気好気活性汚泥法の運転が安定していた昭和 62 年 10 月 26 日～12 月 4 日の間に 8 回実施した。調査項目としては、エアレーションタンク内のスカム量を定量的に把握するため次のような項目を測定した。

## 2.1 スカム占有面積比 (%)

エアレーションタンク水路表面が、放線菌スカムによって被覆されている面積比 (被覆百分率) を各水路ごとに目視により測定して求めた。

2.2 スカム容量 ( $\text{ml/l}$ )

活性汚泥混合液を  $500\text{ml}$  のメスシリンダに採取し、数十分静置後に浮上したスカムの体積を測定し、活性汚泥混合液量に対する容量として求めた。

2.3 スカム発生量 ( $\text{mg/l}$ )

2.2 で得られた浮上スカムを全量採取し、乾燥物重量を求め活性汚泥混合液量に対する量として求めた。

2.4 スカム濃度 ( $\text{mg/l}$ )

浮上したスカムそのものの濃度で、浮上したスカムの体積に対する乾燥物重量として求めた。

## 2.5 スカム含有率 (%)

MLSS 中に占めるスカム量の比率で、スカム発生量を MLSS で除した値として求めた。

## 3. 調査結果と考察

### 3.1 スカム占有面積比

スカムの発生量の指標として、スカム量と活性汚泥中に存在する放線菌 (*Nocardia amarae*) の細胞数と正の相関があることはすでに証明されている<sup>1)</sup>。しかし放線菌の細胞数をカウントする方法は、かなり高度な技術を必要とすることと、当処理場の放線菌の細胞数は、エアレーションタンクを含め流入水中も、激しいスカムの浮上が起こるとされている  $10^8$  N/ml 以上存在した (表-2) ため適切な指標になりにくいと考えられた。そのため、今回はエアレーションタンク水路表面を占有する面積百分率 (スカム占有面積比) とスカム容量、スカム発生量との関係を求めることによってスカム抑制の効果を示す指標とすることにした。

表-1 に調査期間内的那覇下水処理場の各系列の運転状況と測定結果を示した。標準活性汚泥法の運転系列 (1, 2系) のスカム占有面積比は、33~140% (平均56%) と高い値を示したのに対し、嫌気好気活性汚泥法の運転系列 (3~5系) では 7~23% (平均13%) と 1/4 以下に抑えることができた。

スカム占有面積比とスカム容量、スカム発生量との関係をそれぞれ図-1、図-2 に示した。スカム占有面積比が低下するとスカム容量、スカム発生量は明らかに低下し強い正の相関を示した。また、この相関関係はエアレーションタンクの運転方法によらず一定の関係を示しスカム発生量を把握する指標として利用できると考えられた。

### 3.2 スカム濃度とスカム含有率

エアレーションタンクに浮上しているスカムの濃度を測定した結果、エアレーションタンクの運転方法にかかわらず 480~1,980mg/l (平均1,165mg/l) と一定の値を示した。一方、活性汚泥中のスカム含有率は、標準活性汚泥法の運転系列 (1, 2系) が 1.55~8.16% (平均4.0%)、嫌気好気活性汚泥法の運転系列 (3~5系) が 0.31~2.04% (平均0.8%) と 1/4 以下になっていて嫌気好気活性汚泥法によるスカムの抑制効果が示された。

### 3.3 スカム容量とスカム発生量

スカム容量、スカム発生量は広い範囲で変動していたが、強い正の相関を示していた (図-3)。スカム発生量は、標準活性汚泥法の運転系列 (1, 2系) が 17.4~59.4mg/l (平均32.0mg/l) であるのに対し嫌気好気活性汚泥法の運転系列 (3~5系) では 3.4~19.4mg/l (平均8.9mg/l) 程度であった。標準活性汚泥法

表-1 各系列の運転状況と測定結果

| 運転条件           | 1系        | 2系          | 測定年月日 昭和62年10月25日~12月4日 |           |             |
|----------------|-----------|-------------|-------------------------|-----------|-------------|
|                |           |             | 3系                      | 4系        | 5系          |
| 運転方法           | 標準法       | 標準法         | 嫌気好気法                   | 嫌気好気法     | 嫌気好気法       |
| 溶存酸素濃度 (mg/l)  | 3.0~0.5   | 1.7~5.5     | 2.7~5.6                 | 1.1~4.6   | 0.5~5.1     |
|                | 1.8       | 4.0         | [4.4]                   | [3.3]     | [3.1]       |
| M L S S (mg/l) | 690~1,170 | 660~1,080   | 860~1,080               | 710~1,110 | 690~1,270   |
|                | 829       | 801         | 875                     | 1,015     | 1,121       |
| S V (ml/g)     | 178~333   | 185~363     | 161~260                 | 174~408   | 149~304     |
|                | 277       | 269         | 221                     | 264       | 176         |
| スカム占有面積比 (%)   | 33~122    | 35~140      | 7~16                    | 10~21     | 11~23       |
|                | 54        | 58          | 11                      | 14        | 15          |
| スカム容量 (ml/l)   | 20~40     | 20~40       | 5~10                    | 5~10      | 5~10        |
|                | 26        | 26          | 8                       | 8         | 8           |
| スカム発生量 (mg/l)  | 17.4~30.4 | 24.2~59.4   | 3.4~14.0                | 4.0~18.4  | 5.8~18.6    |
|                | 24.5      | 40.2        | 7.4                     | 9.2       | 10.1        |
| スカム濃度 (mg/l)   | 606~1,420 | 1,210~1,980 | 480~1,400               | 800~1,840 | 1,200~1,860 |
|                | 941       | 1,546       | 825                     | 1,150     | 1,262       |
| スカム含有率 (%)     | 1.55~4.22 | 3.08~8.16   | 0.31~1.50               | 0.40~2.04 | 0.49~1.63   |
|                | 2.95      | 5.01        | 0.75                    | 0.90      | 0.90        |

注: 数字の下限は平均値, [ ] は好気槽部の平均値

表-2 処理場の放線菌測定値の通日試験結果 (昭 61. 2. 25 ~ 26) (那覇)

| 時間    | 流入水                 |                     | A・T流入水            |                     | 放流水                |                     |
|-------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|       | N/ml                | N/SS                | N/ml              | N/SS                | N/ml               | N/SS                |
| 10:30 | —                   | —                   | —                 | —                   | 1×10 <sup>8</sup>  | 8.3×10 <sup>8</sup> |
| 13:30 | 4×10 <sup>6</sup>   | 2.2×10 <sup>7</sup> | 1×10 <sup>6</sup> | 1.1×10 <sup>7</sup> | 28×10 <sup>7</sup> | 2×10 <sup>8</sup>   |
| 16:30 | 118×10 <sup>6</sup> | 8.6×10 <sup>8</sup> | 1×10 <sup>6</sup> | 1.2×10 <sup>7</sup> | —                  | —                   |
| 19:30 | 2×10 <sup>6</sup>   | 1.3×10 <sup>7</sup> | —                 | —                   | —                  | —                   |
| 01:30 | 6×10 <sup>6</sup>   | 4.7×10 <sup>7</sup> | 2×10 <sup>6</sup> | 3.5×10 <sup>7</sup> | —                  | —                   |
| 04:30 | 3×10 <sup>6</sup>   | 3.6×10 <sup>7</sup> | —                 | —                   | —                  | —                   |
| 07:30 | 3×10 <sup>6</sup>   | 3.6×10 <sup>7</sup> | 3×10 <sup>6</sup> | 7.5×10 <sup>7</sup> | —                  | —                   |

注: (—) は  $< 10^6$ , (N/SS) は 値 / 値 - SS

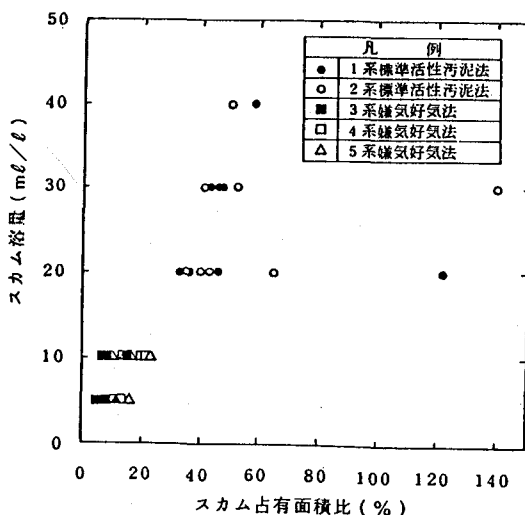


図-1 スカム占有面積比とスカム容量

の系列が嫌気好気活性汚泥法の系列に比べてスカム発生量、スカム容量ともに多く、嫌気好気活性汚泥法の運転によりスカムの発生量を標準活性汚泥法の運転の場合の1/3以下に抑制することができたことを示している。しかし、那覇下水処理場の場合スカム占有面積比は13%であってもスカム発生量が8.9 mg/lあり、この8.9mg/lのスカムがSS分として流出することになるためスカムを処理しないでそのまま放流水とともに流出させることは困難であると考えられた。運転状態が良く、スカム占有面積比が7%程度で安定しているときはスカム発生量も5mg/l程度になると考えられ、処理しないで放流することも可能であると考えられた。

#### 4. おわりに

放線菌により発生したスカムは、下水処理そのものにはあまり影響を与えない。しかし、そのスカムが最終沈殿池から流出することにより放流水質基準を守れないことがある。このため放線菌スカムを低く抑えることは重要である。しかし、那覇下水処理場の場合は流入水中に既に多量の放線菌が含まれているため、標準活性汚泥法の運転ではその制御が不可能である。嫌気好気活性汚泥法は、本来リン除去を目的として開発された技術<sup>1)</sup>であるが、今回実験的に嫌気好気活性汚泥法による運転を行った結果、放線菌スカムによる活性汚泥の浮上量を1/3以下に減少させることが出来た。

最後になりましたが、本実験に全面的に協力して頂いた沖縄県下水道課の石倉課長補佐、沖縄県那覇下水道事務所の外間所長、平良水質管理課長他の皆様には深く感謝する次第です。

#### <参考文献>

- 1) 日本下水道事業団業務部：汚泥の膨化にともなう汚泥浮上の防止策に関する調査報告書（中間報告、放線菌による固液分離障害）（昭和58年3月）
- 2) 東、三品：沖縄県に適した下水処理技術に関する調査（日本下水道事業団技術開発部報、昭和61年3月）
- 3) 本多、森、矢野、堺、松本：放線菌細胞中の強疎水性物質（ミコール酸）の同定と汚泥浮上との関係について（下水道協会誌、Vol.21, No.237, 1984.2）
- 4) 糸数、上原、堺：嫌気好気活性汚泥法によるバルキング対策（第25回下水道研究発表会講演集、1988）
- 5) 堺、森、飯田、本多、松本：放線菌(*Nocardia* sp.)による活性汚泥の浮上の原因と対策（下水道協会誌、Vol.19, No.214, 1982.3）
- 6) Barnard J. L.: Biological Phosphorus Removal in the Activated Sludge Process-Review and Proposal(S.A.Branch of I.W.P.C.1975, July Meeting)

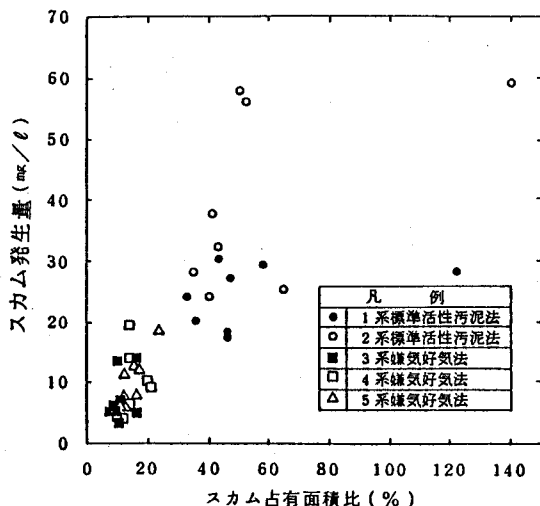


図-2 スカム占有面積比とスカム発生量

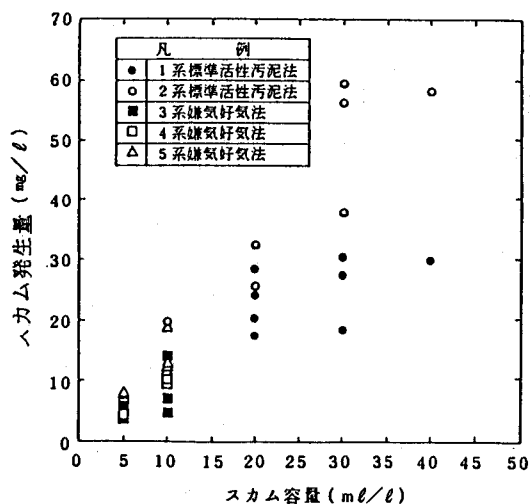


図-3 スカム容量とスカム発生量