

II-500

嫌気好気活性汚泥法における糸状性細菌の挙動

富山県立大学短期大学部 正会員 楠井隆史

1. はじめに 嫌気好気活性汚泥法は、汚泥膨化対策としても有望視されているが、一部の糸状性細菌が増加または残存している例も報告されている。単離レベルの研究で徐々に明らかにされてきた糸状性硫黄細菌の生理学的性質（混合栄養性、基質利用の多様性等）は、嫌気好気法においてもこうした糸状性細菌が生存できる可能性を示唆している。本報では、嫌気好気法（A O法）による汚泥膨化抑制の可能性を解明することを目的として、嫌気好気法条件下における糸状性細菌の挙動を検討し若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法 実験条件を表1に示す。A O法の実験装置は、嫌気槽 1. 5 L (0.5×3)、好気槽 3. 0 L (1.0×3)、沈澱槽 3. 0 Lを基本に、実験Ⅰでは、標準法及び間欠曝気法（曝気強度の強弱を20分：10分で繰り返す、以下、間欠法）として曝気槽4.5 L (1.5×3)、沈澱槽 3. 0 Lの装置を用いた。人工下水の組成<sup>1)</sup>、並びに運転条件を表2に示す。実験装置は室内に設置したが、気温低下時には恒温水槽に入れて反応槽内の水温が20±1℃に維持されるように設定した。実験ⅠにはHM終末処理場（処理人口約8600人）、実験Ⅱには豆腐製造工場排水処理施設から採取した汚泥を用いたが、いずれもType

021Nを主とする糸状性細菌が多量に存在していた。HM終末処理場ではバルキング抑制のために曝気槽の前半部の曝気量を弱める運転を実施していた。

3. 実験結果及び考察 嫌気部導入の効果（実験Ⅰ） 各系列共に実験開始後1週間程度で糸状性細菌が急激に増加し、それに伴い、SV Iも増加している（図1（A））。A O法では9日程度で燐除去が始まっており、最終的には汚泥中の燐含有率が5%程度にまで増加した。糸状性細菌は、開始時点では各系列ともType 021Nが優占していたが、標準法では*Sphaerotilus* sp.が急増し、Type 021Nが消失した。一方、A O法ではType 021Nの割合が多く、*Sphaerotilus* sp.は少なかった。間欠法の場合、*Sphaerotilus* sp.が徐々に増加し、最終的には標準法と同様の組成となった。従って、嫌気工程を組み込むことにより、*Sphaerotilus* sp.に対しては抑制効果があるが、Type 021Nの場合には必ずしも抑制効果のないことがわかる。

A O法における運転条件の影響 実験Ⅱの実験経過を図1（B）に示す。実験開始後26日程度で燐除去が始まり、この過程で、各系列共に、*Sphaerotilus* sp.の割合が増加し、Type 021Nの減少が認められた。最終的に実験期間Aにおいては糸状体長は当初の1/10以下に減少した。この時点で、*Thiothrix* sp.が若干出現した。フロックが分散状になり汚泥の沈降性が改善されないため、人工下水の濃度を半減した後（実験ⅡB）、硫化物の影響を見るために、系列1・2にNa<sub>2</sub>Sを連続投与した（実験ⅡC）。

表1 実験条件

| 実験目的                   | 期間<br>(日数) | 基質<br>濃度 | 系列毎の実験条件          |                   |      |
|------------------------|------------|----------|-------------------|-------------------|------|
|                        |            |          | 1                 | 2                 | 3    |
| Ⅰ. 嫌気部導入の効果            | Ⅰ (48)     | ×1       | 標準法               | 間欠法               | A O法 |
| Ⅱ. A O法における<br>運転条件の影響 | ⅡA (138)   | ×1       | —                 | —                 | —    |
|                        | ⅡB (36)    | ×0.5     | —                 | —                 | —    |
|                        | ⅡC (21)    | ×0.5     | Na <sub>2</sub> S | Na <sub>2</sub> S | —    |
|                        | ⅡD (21)    | ×0.5     | —                 | —                 | —    |
|                        | ⅡE (21)    | ×0.5     | Na <sub>2</sub> S | FeSO <sub>4</sub> | —    |
|                        | ⅡF (12)    | ×0.5     | —                 | —                 | —    |

実験ⅡCでは硫化物として系列1には0.5mg/L、系列2には1.0mg/L添加。  
実験ⅡEでは系列1には硫化物として0.5mg/L、系列2にはFeSO<sub>4</sub> 20mg/L添加。

表2 人工下水の組成と運転条件

| 濃縮下水1 L中                                        |          |
|-------------------------------------------------|----------|
| 酢酸                                              | 2.88 ml  |
| ペプトン                                            | 1476 mg  |
| 酵母エキス                                           | 1476 mg  |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                 | 360 mg   |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 144 mg   |
| MgSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O            | 1260 mg  |
| NaCl                                            | 1260 mg  |
| CaCl <sub>2</sub> ・2H <sub>2</sub> O            | 54 mg    |
| (水道水で18倍希釈して使用)                                 |          |
| 流入時BOD                                          | 200 mg/l |
| T-N                                             | 25 mg/l  |
| T-P                                             | 6 mg/l   |
| 水理学的滞留時間                                        | 6時間      |
| 汚泥滞留時間                                          | 10日      |
| 汚泥返送率                                           | 100%     |

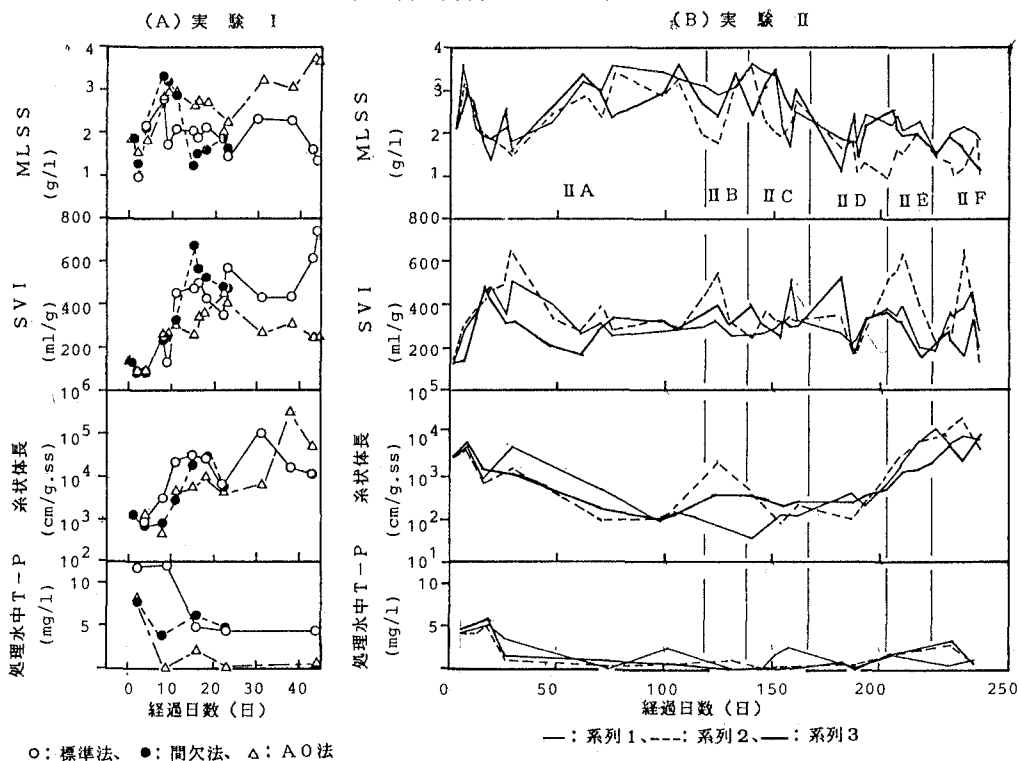


図1 嫌気好気法における諸指標の経日変化

嫌気槽の内壁に黒色の膜が形成され、*Thiothrix* sp.の割合が若干増加した。Na<sub>2</sub>Sの連続投与中止後（実験ⅡD）、各系列の汚泥を混合して培養したところ、*Thiothrix* sp.が急激に増加した。この時点で、系列1に硫化物、系列2にFeSO<sub>4</sub>（下水管の硫化物抑制に使用）を添加した（実験ⅡE）。この時、各系列とも糸状体長の明確な傾向は認められない。

**糸状性細菌と発生条件の関連** 出現した糸状性硫黄細菌の特徴を表3に示す。実験結果より、Type 021Nと*Thiothrix* sp.がA O法でも生存、増殖できることが明かであり、これには嫌気槽での硫酸還元反応が関与していると考えられる。しかし、硫酸還元菌が比較的に少ないと思われる実験Ⅱの汚泥の場合、嫌気状態はType 021Nに対して抑制効果を与えたと考えられる。

**4. まとめ** 嫌気好気法において一部の糸状性硫黄細菌は生存・増殖できる。今後、嫌気除去とバルキング抑制と両立させるためには、硫酸還元反応の制御などなんらかの糸状性細菌の抑制条件を見いだす必要がある。 <参考文献> 1) 稲森、高橋、須藤（1986）下水道協会誌、第264号、61-69。

表3 糸状性硫黄細菌の特徴

| 実 験                 |                  | I          |            | II         |                        |            |
|---------------------|------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
|                     |                  | 実験前        | 実験中        | 実験前        | 実 験 中                  |            |
| 相対評価                |                  | 4          | 1 ~ 4      | 4          | 1 ~ 4                  |            |
| 糸状体                 | 長さ <sup>a)</sup> | 200-1000   | -1000      | 500-2000   | 10-500                 | 50-500     |
|                     | 形態 <sup>b)</sup> | b          | b          | b          | st、b                   | b          |
|                     | 位置 <sup>c)</sup> | p、f        | f > p      | p、f        | p                      | p          |
| 分岐硫黄粒 <sup>d)</sup> |                  | -<br>+ / + | -<br>- / + | -<br>- / + | ±<br>± / +             | -<br>± / + |
| 細菌胞                 | 形態 <sup>e)</sup> | b          | d、v        | r          | r                      | r          |
|                     | 直径 <sup>e)</sup> | 1.7-2.0    | 2.0-2.3    | 1.7-2.0    | 0.7-0.9                | 1.3-1.5    |
|                     | 長さ <sup>e)</sup> | 1.5-3.3    | 2.0-2.9    | 1.5-3.3    | 1.4-2.2                | 2.0-2.9    |
| 推 定                 |                  | Type021N   | Type021N   | Type021N   | <u>Thiothrix</u> sp. ? |            |

a) : 単位はμm. b) : b = 軽く湾曲、st = 直線状  
c) : p = フロックより突出、f = 浮遊  
d) : 採取時/硫黄試験時  
e) : b = たる形、d = 円盤状、v = 不定形、r = 長方形