

横浜市各処理場におけるバルキング発生要因の調査検討

水質管理課 ○浅野 卓哉
井上 智
吉沢 明子
北谷 道則

1. はじめに

活性汚泥のバルキング対策は処理運転上の大きな課題の一つである。横浜市の各処理場においても、バルキングによる固液分離障害を原因とした処理悪化が度々発生している。そこで水質管理課ではバルキング対策および発生原因の調査を目的としたプロジェクトを立ち上げ、調査検討を行っている。

今回は、各処理場のデータの比較によるバルキング発生要因の検討と、糸状性バルキング発生頻度の高い処理場についての活性汚泥の顕微鏡観察による調査結果について報告する。

2. 各処理場におけるバルキング発生動向

横浜市の 11 処理場 14 系列を過去 5 年間（平成 10～14 年度）の SVI 変動により分類すると、以下のように分けられる。

- ・SVI は概ね低く、バルキングはほとんど発生しない・・・・・・・・・・北 1、北 2、金沢
- ・SVI は概ね低いが、糸状性バルキングが発生しやすい・・・・・・・・・・中部、南部
- ・SVI は周期的に変動し、夏季にバルキングが発生することがある・・・神奈川、栄 2、（西部、栄 1 A）
- ・SVI は概ね高い・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・栄 1 B、港北各系、都筑

バルキングの発生しない金沢、頻繁に発生する中部 B 系、SVI が概ね 400 前後と高い港北北系の 5 年間の SVI 変動を図 1 に示す。

3. 各処理場の SVI と関連データの比較

各処理場の過去 5 年間の平均 SVI を図 2 に示す。このように、処理場によって平均 SVI は大きく異なる。このような違いがみられる要因について、データを用いて以下比較検討した。なお、SVI 変動要因は様々だが、ここでは特に糸状性細菌の増殖に着目し検討した。

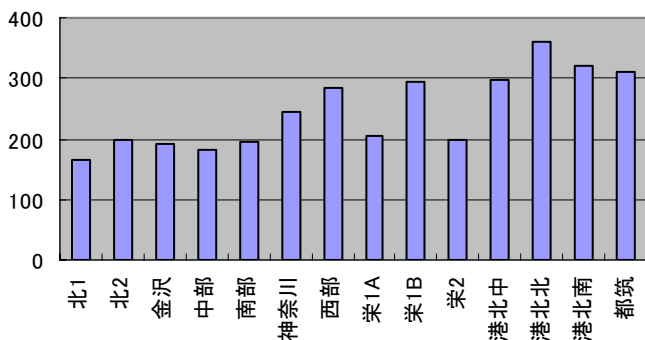


図 2 各処理場の過去 5 年間の平均 SVI

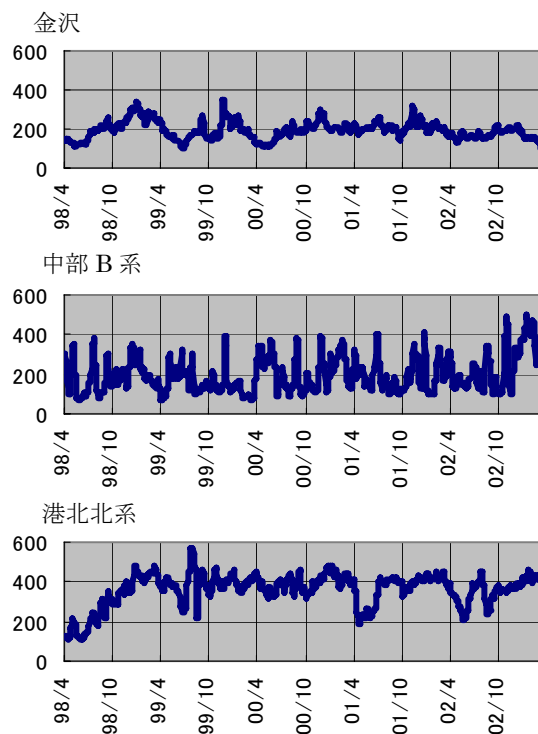


図 1 過去 5 年間の SVI 変動パターン

一般に糸状性細菌の増殖には、SRT が長く、基質（有機物および DO）濃度が低い条件が有利であると言われている。これは通常のプロック形成菌と比較して、糸状菌は増殖速度が遅く、また表面積/体積比が大きく基質獲得面で相対的に有利となる（S/V 説）という考えに基づいている。そこで、各処理場の 5 年間の平均 SRT、BOD-SS 負荷および単位 MLSS 当たりの空気量（空気量/MLSS）を計算し、それらと平均 SVI を比較することにより、上記の理論について検証した。図 3 に各因子の処理場間の比較および SVI との相関を示す。

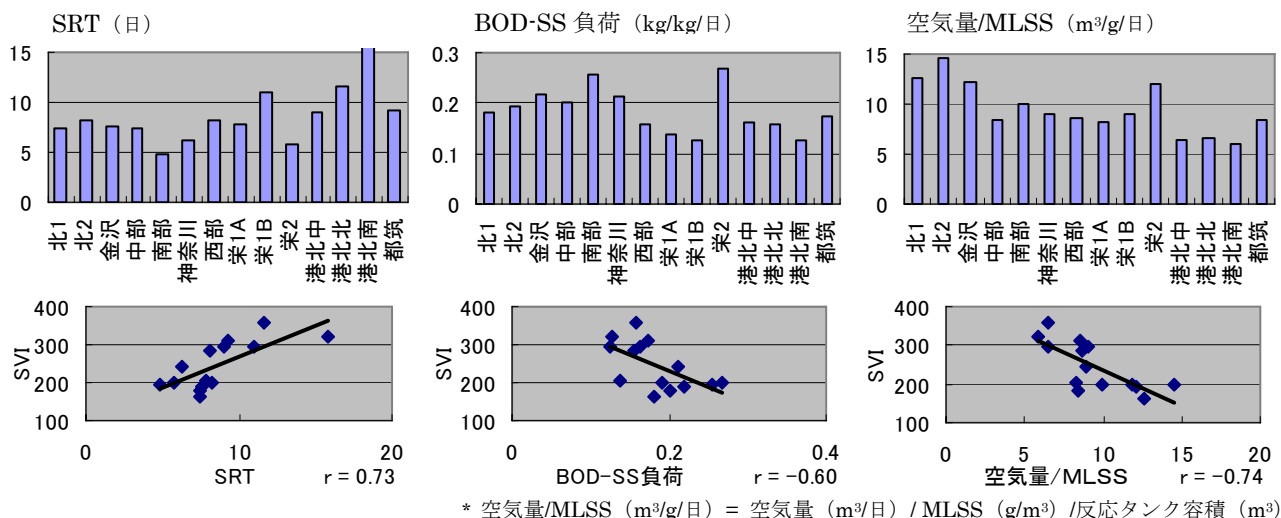


図 3 各処理場の糸状性細菌に影響する因子の比較と SVI との相関

SVI と各因子の相関をみると、SRT は正の、BOD-SS 負荷および空気量/MLSS は負の相関がみられた。このことから、糸状菌の増殖に有利な条件をもつ処理場ほど平均 SVI は高くなる傾向があり、本市各処理場の平均 SVI の違いは上記の理論により概ね説明できることがわかった。

個別にみると、SVI の高い栄 1 B 系、港北各系、都筑は SRT が他より長い。特に港北は BOD-SS 負荷、空気量/MLSS とも低く、特に糸状菌が増殖しやすい環境にあるといえる。逆に、栄 2 と南部は全て糸状菌に不利な条件となっており、SVI は低い。また、北 1、北 2、金沢は空気量/MLSS が高いが、これはこれらの処理場は硝化促進のために高い空気倍率で運転しているためである。これらの処理場で SVI が低くバルキングが発生しないのは、このような運転状況が原因の 1 つだと推察できる。糸状性バルキング発生頻度の高い中部は平均 SVI は低い、窒素負荷が低いために空気量/MLSS は低い。こうした硝化に必要な空気量の違いがバルキング発生頻度の違いに影響を与えている可能性が考えられる。

4. フロック内糸状性細菌の増殖によるバルキング

SVI と糸状菌の関連を調べる目的で、SVI の高い港北、都筑と低い栄 2 の活性汚泥を定期的に採取し、顕微鏡観察を行った。港北北系のフロック内には多くの糸状菌、特に放線菌 (*Gordona amarae*) が多く確認された (図 4)。港北南系および都筑は、糸状菌は多いが放線菌は港北北系ほど多くなかった。一方栄 2 は、糸状菌は比較的少なく放線菌は全く観察されなかった。平成 15 年 11 月の各処理場の活性汚泥の顕微鏡写真を図 5 に示す。*G. amarae* は、疎水性のミコール酸を分泌し反応タンク表層のスカムや発泡の原因となり、また SRT が長く DO が高い条件で増殖することが知られている。放線菌がフロック内部で大量に増殖すれば、フロックの疎水性が高くなり沈降性は悪化する。この放線菌のフロック内増殖が港北北系のバルキングの原因の 1 つと考えられるため、SRT や空気量の制御による対策をとる必要がある。

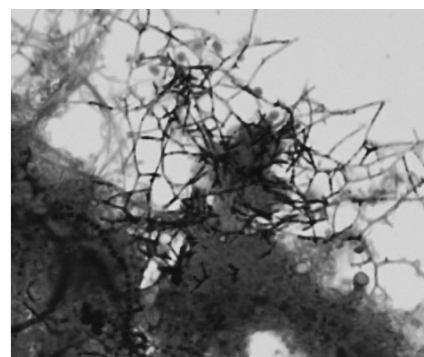
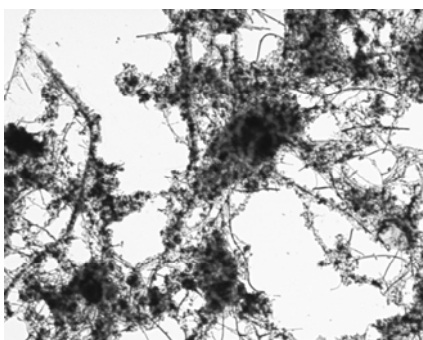


図 4 港北活性汚泥中の放線菌 (グラム染色、×400)

港北北系



都筑



栄2

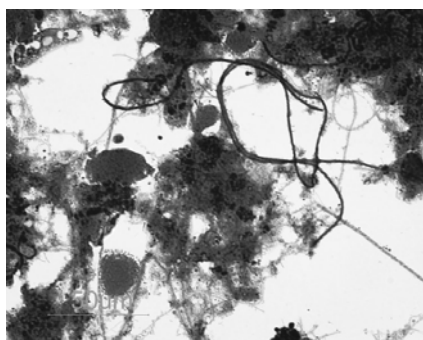


図5 港北北系、都筑、栄2の活性汚泥（グラム染色、×400）

5. フロック外糸状性細菌の増殖によるバルキング

港北や都筑がほぼ定常的に SVI が高いのに対し、中部は平均 SVI は 200 以下と低いが、頻繁に糸状性バルキングが発生し、その結果 SVI は 300 以上に上昇する(図 1)。中部のバルキングの多くは糸状菌 Type021N が原因となっている。この糸状菌はフロック間隙を埋め尽くすように増殖し、その結果フロックの沈降性が悪化しバルキングを引き起こす(図 6)。

Type021N のバルキングは南部、神奈川、栄 2 などでもみられ、特に夏季に発生する。この原因はよく理解されていないが、管渠やポンプ施設などで増殖した菌が反応タンクに流入し優占化するという報告があり、今後検討する必要がある。

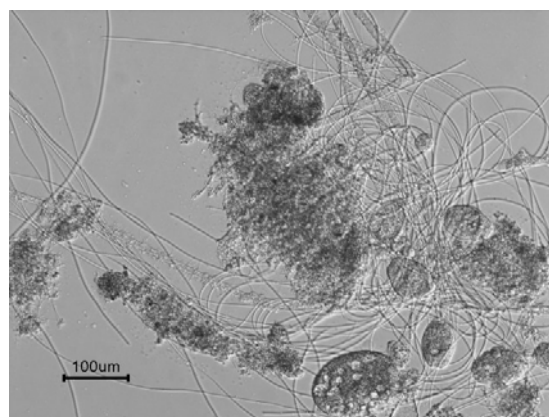


図6 中部の Type021N によるバルキング汚泥 (位相差、×100)

6. まとめ

- ◆ 各処理場の平均 SVI と SRT、BOD-SS 負荷および単位 MLSS 当たりの空気量を比較した結果、糸状性細菌の増殖に有利な条件をもつ処理場ほど平均 SVI が高い傾向にあることがわかった。
- ◆ 平均 SVI の高い港北、都筑はフロック内部に糸状菌が多く観察された。特に港北北系は放線菌が多く、これがバルキングの原因の 1 つと考えられる。対策としては SRT の短縮が挙げられる。
- ◆ 中部など Type021N によるバルキングの発生する処理場については、その発生原因および予防策を検討する必要がある。

参考文献

- ・ Jiri Wanner 著 「活性汚泥のバルキングと生物発泡の制御」 技報堂出版
- ・ 日本ヘルス工業(株) 中央研究所 監修 「糸状細菌の写真集」