

金沢大学 建設工学科 正員 松井三郎

金沢大学 建設工学科 山本良子

金沢大学 大学院工学研究科 学生員 ・井手慎司

1. はじめに

糸状体存在量が、汚泥の沈降性と高度の相関性を持つことは、⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾多くの研究者によって明らかにされてきている。この事はまた汚汚管理の指標の1つとして、糸状体存在量を計測することの重要性を示しているとも言えよう。しかし、糸状体存在量測定を活性汚泥法管理のための日常計測として採用する為には、計測方法において多くの問題点を解決せねばならない。問題点の主なものは、例えば Sexgin S の手法を例にとると、①. 計測時間が長すぎる。(Sexgin S で5~9時間)。②. 顕微鏡を用いての計測のため、かなりの熟練を必要とする。③. 微細かつ、膨大な量の計測にな

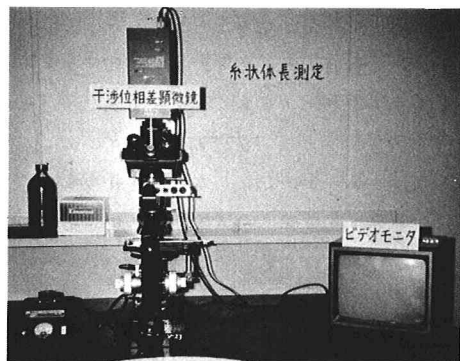


写真-1 計測装置

るので、個人差を無視できない。④. 計測の結果得られた値の信頼度を評価できない。などである。研究者によっては、精度向上の為、種々の計測手法の改良を考案しているようであるが、総じて上記の問題のうち①④については軽視され、改善されている様子が無い。以上の問題点を解決して、糸状体計測を日常の測定項目として実用化する為、ここに以下の計測手法の改良案を提示する。

改良案1. 顕微鏡にモニターテレビを接続させ、計測をモニターテレビのブラウン管上でキルビメーターを用いて行うようにする。(写真-1参) これによって視界が明るく、はっきりしてくるため疲労が少なくすむ。さらに倍率が大きくなる(約500倍)為、微細な糸状体1本、1本をキルビメーターで直接計測できるようになる。結果として、それほどの熟練も必要でなくなり、計測時間の大幅な短縮、個人誤差の削減になる。

改良案2. 計測に際して標本調査理論を導入、1つの計測ごとにその信頼区間を求められるようにする。なお、糸状体計測を日常の測定項目とすることを前提として、計測の所用時間は2~3時間に限定、その時間内で最も精度のよい手法を確立する。(* ここで糸状体は、糸状性微生物を総称する。)

2. 計測手法

2-1 測定の対象 糸状体のうちでも測定の対象とするものは、フロックから突出しているもの、遊離しているもの、フロック内部およびフロック背後に隠れている糸状体については、これを無視する。

2-2 測定手順

- ①. 対象とするエアレーションタンクより抽出した混合溶液をろ過膜の糸状で望ましい糸状倍率Dにする。
- ②. 糸状溶液をジャーテスターで攪拌。フロックの分解を避ける為、30~40 r.p.m.を目安とする。
- ③. 口径1.5mmのピペットで試料を採取する。口径の大きなものを使うのはフロックの分解を最小にする為。
- ④. 試料をスライドガラスに移す。スライドガラス間のサンプル量となるべく等しくとり、n個のスライドガラス試料を作る。n個の試料に用いた容量がV mlであったとすると、1スライドガラス当りの試料量は $\frac{V}{n}$ mlとなる。
- ⑤. 1スライドガラス試料のうち便宜上、全体の $\frac{1}{2}$ について糸状体の長さを計測して、合計した値をスライドガラスごとにn個求める。糸状体量の評価方法は種々あるが、本実験ではSexgin S の用いた単位体積当りの糸状体総長を採用した。スライドガラスは罫線入りのものを用いており、1つおきのブロックにおいて計測を行うと、結果として、全体の $\frac{1}{2}$ を計測したことになる。なお、格子線に隠れた部分は調査の対象よりはずした。(格子線

の幅を考えると計測できる割合はスライドガラス全測定面積の95.34%である。)結果として、 n 個の値 $X_1, X_2, \dots, X_n$ (cm)が求まる。ここでモニターテレビの画面上での倍率は M 倍であったとする。

④. 単位体積当りの糸状体の総長と、その100(1- α)%信頼区間を求める。③によつて n 個の値 $X_1, X_2, \dots, X_n$ (cm)が求まる。1スライドガラス当りの糸状体総長の平均は、

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{cm}) \quad \dots (1)$$

である。また不偏分散は、

$$S_v^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (\text{cm}^2) \quad \dots (2)$$

と求まる。1スライドガラス当りの試料量の平均は $\frac{V}{n}$ mlであったが、実際に調査したのはその $\frac{1}{2}$ であることより、 X_i の平均試料量は $\frac{V}{2n}$ mlである。ここで、試料があらかじめ D 倍に希釈されていることを考えると、 X_i の実質試料量は $\frac{V}{2n} \cdot \frac{1}{D}$ mlとなる。以上より、単位体積当りの糸状体の総長の期待値および100(1- α)%信頼区間は、 X_i の分布が正規分布であり、対象とするエアレーションタンク内の分布を代表したものであると仮定すると、

$$\frac{1}{0.9534} \cdot \frac{1}{M} \cdot D \cdot \frac{2n}{V} \left[\bar{X} \pm t_{n-1; \alpha/2} \frac{S_v}{\sqrt{n}} \right] \quad (\text{cm./ml}) \quad \dots (3)$$

となつて求まる。ここで $t_{n-1; \alpha/2}$ は自由度 $n-1$ の t 分布の値である。

本実験では同様の方法で、単位体積当りのフロックの水平投影面積も求めてみた。

3. 結果および考察

本実験では、いくつかの希釈倍率の異なるサンプルにおいて、計測所用時間、精度を求め、比較検討を行なつた。その結果、経験的に希釈倍率200倍、スライドガラス数10(実質測定サンプル量0.0011 ml)を望ましい計測条件として採用した。この時、一試料の糸状体長の計測に用いる時間は1.23時間、その他、希釈などの操作に用いる時間を合わせて、平均1.73時間という結果になつた。また、希釈倍率200を用いたときの精度は、平均を $\bar{X}$ % mlとしたとき90%信頼区間で、 $\bar{X}(1 \pm 0.5384)$ % mlであった。以上の測定条件で室内活性汚泥培養装置(

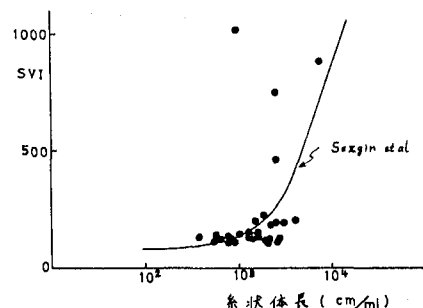


図-1 SVIと糸状体長

金沢市A下水処理場の返送汚泥を種汚泥として、スキムミルクを中心とする人工下水(COD_{mn}換算で100~400)を用いて馴致。MLSS 300~1600、水温17~27℃)において、計測した結果をSVIに対してプロットしたものを図1-2に示す。

図-1においては、観測点が足りず、結果の断定は避けたいが、参考のために、Sezginらが同一の実験で求めたSVIと糸状体長との相関を表わした曲線を示しておく。図-2より、フロック面積と汚泥の沈降性との間には、相関性がないことが言えよう。糸状体長とSVIとの間には、精度の問題もあり、あまりsensitiveな関係は得られないようである。むしろ、指標としての価値を論じるならば、SVIと糸状体長とを同時に考慮した、相対的経時変化にその意義があるよう思えた。

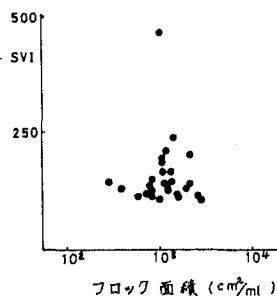


図-2 SVIとフロック面積

4. おわりに

顕微鏡にモニターテレビを接続させることによつて、今まで困難とされてきた糸状体長の計測が、きわめて短時間のうちに行えるようになった。

計測自体、誤差の存在を無視できない以上、計測結果の精度の評価は重要である。この事は式(3)を用いることによつて十分達せられるよう思える。

なお、本実験に行うにあつて協力していただいた安吉繁行君(富山県庁)、また統計的手法において貴重な助言をいただいた、金沢大学 建設工学科 飯田・高山両先生に心から御礼を申し上げます。

<参考文献> 1) M. Sezgin, D. Jenkins and D.S. Parker "A unified theory of filamentous activated sludge bulking" J. WPCF 362-381 (1978) 2) 岩田正志 "活性汚泥における Sphaerotilus sp. の写真による定量と糸状性バクテリアの発生機構" 下水道協会誌 15 (198) 2-8 (1978) 3) 河野哲郎, 福永栄 (1981) "活性汚泥中の糸状体量の測定とその意味" オ17回衛生工学研究討論会講演論集