

II-394 活性汚泥中原生動物アルセラの自動計測

○京都大学 工学部 学生会員 二神龍太郎

京都大学 工学部 正会員 平岡正勝 津村和志

1 はじめに

本研究では、硝化の進行度合の指標になると言われている有殻アメーバ目のアルセラ（写真-1）を、画像処理装置とオートステージとを組み合わせ、自動的に計数するシステムを開発し、より簡単に硝化の進行状態を生物相から判定しうる手段の提供を目的とする。

2 意義

活性汚泥法の運転制御を行うオペレータは、その判断のための一手段として顕微鏡を用いる。その顕微鏡像について、微生物の種類や固体数の状況を把握することで、ばっ気槽の状態を把握していた。しかし、その作業は十分な慣れと、長い時間を要するため頻繁には観察できない。そのため微生物による有効な情報が十分生かされていないのが現状であろう。

そこで今回は、硝化という活性汚泥の一つの状態を、アルセラという原生動物を自動的に同定し計数することによって、専門家でなくても簡単に状態把握を行えるようにしようというものである。

3 アルセラ自動計数システム

アルセラの形は幾何学的な円形で、大きさに固体差が少ないという特徴をもつので画像処理装置H I D I C-IP21を用いて、円形状係数と面積より検出できると予想された。

アルセラ同定の基本フローは、顕微鏡像を取り込んで閾値を設定して二値化した物体の一つずつの円形状係数、面積を計測し、アルセラの特徴を有するものを見つける。しかし、この基本フローだけでは検出誤差が大きいため、種々の画像調整を加える必要があった。まず重要な二値画像の調整について説明する。もしこの調整を行わない場合の問題点を次にあげる。

（1）アルセラにフロックが付着して円形状係数が1からはずれる。

（2）アルセラの内部輝度は一定でなくバラついていることと、アルセラの像を鮮明にするために行った輪郭強調処理により、二値化した像の内部に穴があく。

これらの問題点のため、面積が正しく計測されずアルセラとして認識できないことがあった。

まず（1）のフロック付着の問題の解決策としては、ノイズ処理を行う。この処理は濃淡画像の二値化したものを縮退してノイズ処理を行い、次に膨張処理をしてもとの二値画像の論理積演算を行うものである。この処理によって、アルセラに付着したフロックやラベリングのときに悪影響を及ぼす微小フロックも消すことが可能である。次に（2）の問題である。これを解決するために先のノイズ処理を行った後、穴埋め処理を行う。この処理は、まずノイズ処理をした二値画像の反転処理をして背景以外を取り出す、これが穴の部分に当たる。そして、この穴の部分と二値画像の論理和演算を行うというものである。

これらが二値画像の調整である。

次に測定上での問題点と解決策を述べる。先に述べたがアルセラの判定基準として、面積と円形状係数を測定することにした。フロックなどは、この両方を同時に満たす可能性は極めて少ないが、微細気泡は形が円形で、大きさがアルセラとほぼ同じものも存在する。このため二つの判定基準では、気泡をアルセラから区別することができない。そこで、もう一つ判定基準を設定する。それはアルセラと気泡との輝度レベルの分布の違いに着目したものである。アルセラと気泡の濃淡画像の違いを述べる。

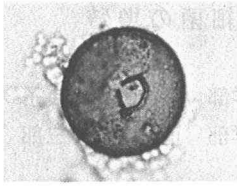


写真-1 アルセラ

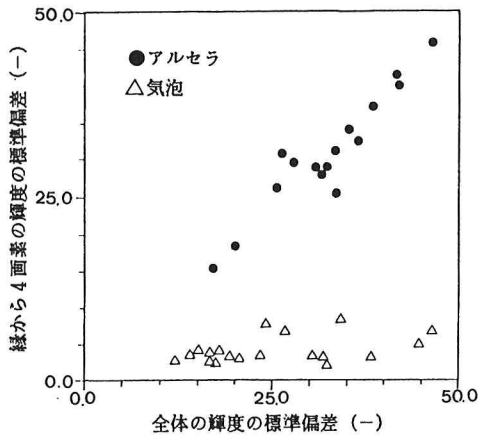


図-1 アルセラと気泡の標準偏差

アルセラは輝度分布に一定の偏りがなく、気泡は縁から一定部分は輝度が非常に低く一定の暗い部分があり、その内側は急に輝度が高く明るくなる。この違いを判別するアルゴリズムを作る。まず像の縁から4画素分の輝度分布のばらつきと、全体の分布を調べるため、それぞれの輝度の標準偏差を測定する。4画素としたのは、これが気泡の輝度が低く一定の部分に当たるからである。縁から4画素の標準偏差は、二値画像を4回収縮処理をして、もとの二値画像と排他的論理和を行い、濃淡画像とマスク処理を行い計算する。全体の標準偏差は、濃淡画像と二値画像のマスク処理を行い計算する。その結果を示す（図-1）。

ここで新たな判定基準として、偏差値比をもうける。

$$(\text{偏差値比}) = (\text{4画素の標準偏差}) \div (\text{全体の標準偏差})$$

最後に、画像調整をほどこしたフローで、種々の物体を計測した結果を示す（図-2）。この図からわかるように、アルセラはある一定部分に集中していることが分かる。気泡もアルセラの部分に含まれるものもあるが、先に述べた（偏差値比）で分離可能である。

そこで、アルセラの判定基準を表-1に示す。

これらはオフラインによる計数システムであるが、オートステージと組み合わせることによって、オンラインによる自動計数も可能となった。この自動化システムにより、初心者にもより簡単に迅速に硝化の指標生物としてのアルセラを計数することが可能となる。

参考文献

- 1) 蛭川一義, "画像処理による汚泥濃縮, 沈降特性評価指標確立に関する基礎的研究", 京都大学卒業論文, (1984)
- 2) 須藤隆一, 稲森悠平, "生物相からみた処理機能の診断", 産業用水調査会, (1983)

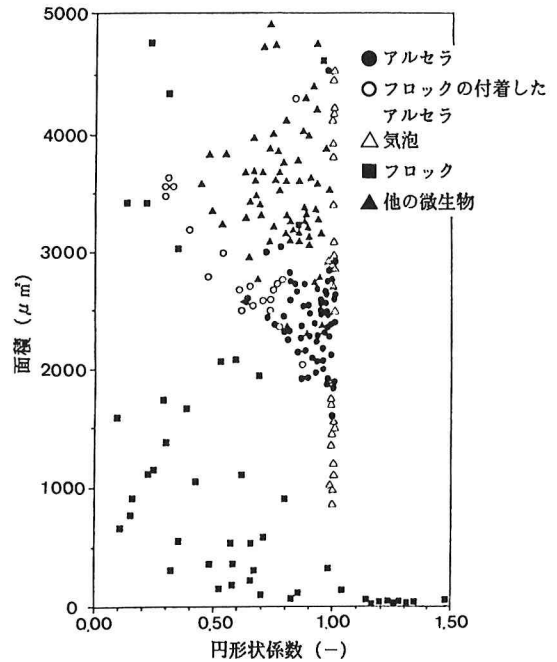


図-2 物体の面積と円形状係数

表-1 アルセラの判定基準

面積	1700~3000	(μm^2)
円形状係数	0.7~1.0	(-)
偏差値比	1.0以上	(-)