

ろ過障害微生物監視装置

岡本綾子、市川雅英、恩田寿和、庭川誠

(株)明電舎 総合研究所
東京都品川区大崎2-1-17

概要

浄水場では月に一回以上の頻度で処理障害の原因微生物の生物試験を行い、障害の生じる可能性がある場合には試験の頻度を上げて、対応策を講じている。筆者らは、画像処理技術を利用して、ろ過障害の原因となる大型珪藻を自動認識する研究を行ってきた。

画像処理方式にモデルベースマッチング法を採用し、この技術を利用してシネドラの認識実験を行い、珪藻類の自動認識が可能であることを確認した。

キーワード

ろ過障害微生物 画像処理 微生物自動認識

1 はじめに

浄水処理で起きる問題の一つにろ過障害があげられる。ろ過障害とはある特定の微生物が増殖することが原因で起きるものである。現状では、人が顕微鏡で微生物の種類の同定と計数をしている。そこで、筆者らは、ろ過池に水が入る前の段階で、画像処理技術を利用して微生物の自動認識をする研究を行ってきた。図1にそのシステム構成図を示す。この画像処理の手法にモデルベースマッチング法を適用することで微生物の自動認識が可能であることが分かったので(1)(2)、採水から自動認識、計数結果出力までを行うろ過障害微生物監視装置を試作し、検証試験を行ったので報告する。

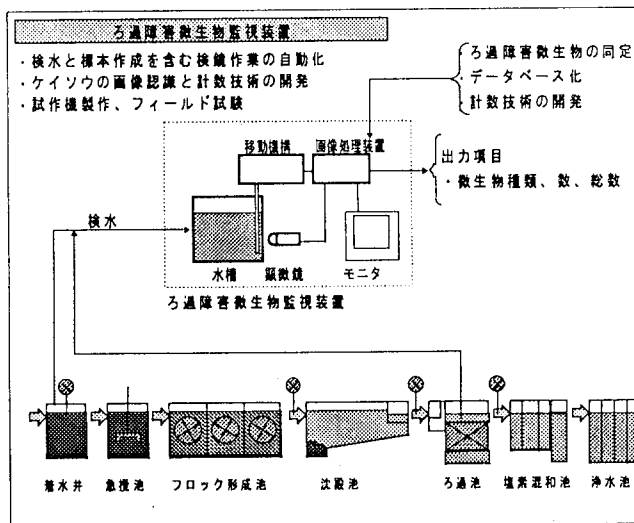


図1 システム構成図

2 微生物認識装置

2.1 システム概要

図2にシステム概要図を示す。まず、検水をガラス水槽に導入して攪拌し、その後、微生物が底部に沈むようにしばらく静置させる。静置後、水槽の底面に設置したハンディ型デジタルマイクロスコープで水槽の底面よりガラス越しに沈殿物の画像を取得する。マイクロスコープはXYテーブルに搭載されており、一定量ずつ動かして画像を取得していく。そのたびに認識対象の微生物がその画面上に存在するかの画像認識を行って、最終的に対象微生物の総数を出力する。

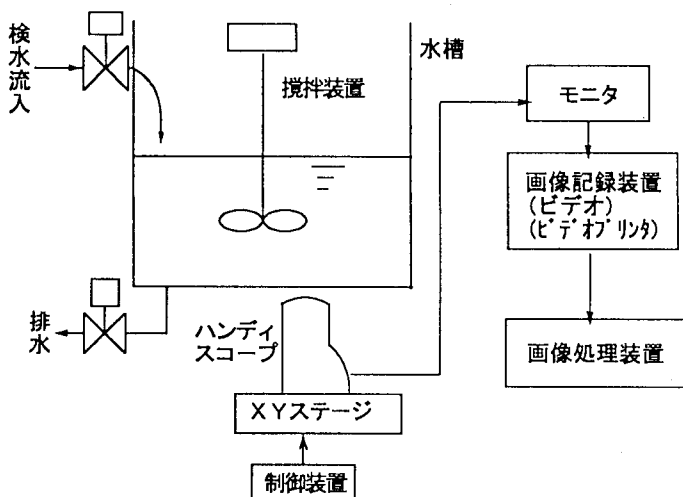


図2 システム概要図

2.2 モデルベーストマッチング法

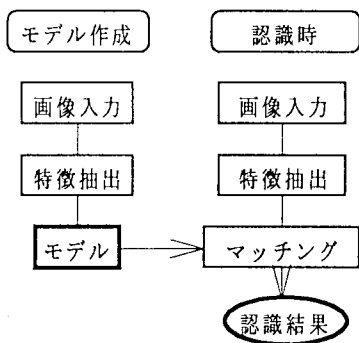


図3 モデルベーストマッチング法

自動計数を行う画像認識の手法はモデルベーストマッチング法を適用した。図3にモデルベーストマッチング法による認識処理のフローチャートを示す。この認識方法は認識対象物のモデルをあらかじめ作製しておき、そのモデルによるマッチングを行い、対象物を認識するものである。まず、モデル作製の過程では、認識する微生物画像を入力し、エッジ処理により輝度が大きく変化する点の集合(エッジ)を抽出する。そのエッジを直線と円弧に近似する特徴抽出を行い、モデルとして特徴を選択し登録する。認識時には、入力画像から同一の画像処理で得られる特徴とモデルとの特徴マッチングを行って対象の微生物を同定する。この方式は、入力画像の光の変化に影響されず、対象物の変形や一部の隠れがあっても認識できる利点がある。

3 認識方法

3.1 試験機

認識実験を行うため試験機を試作した。図4に装置の構成図を示す。上から記録用ビデオ、画像認識装置、モニタ、シーケンサがあり、一番下に水槽とハンディ型デジタルマイクロスコップが設置されている。実験では、XYテーブルに搭載されているマイクロスコップを画像の認識領域からX方向0.67mm Y方向0.63mmずつ、XY方向それぞれ10回ずつ図5のように移動させ、合計100枚の画像を取得し、認識処理を行う。

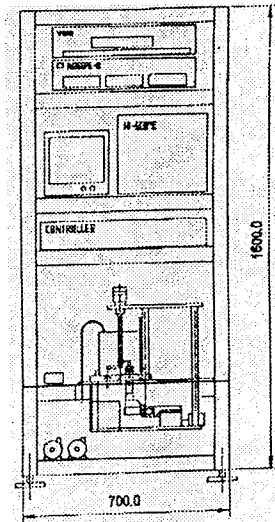


図4 装置構成図

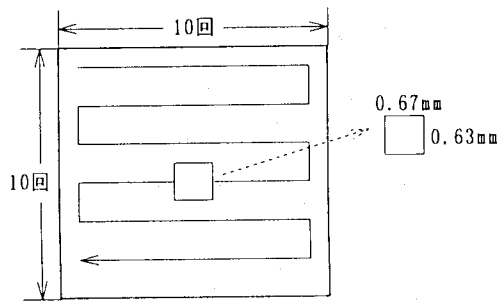


図5 XYステージ移動

3.2 認識実験

検証試験の対象微生物は、最も深刻なる過障害を引き起こすと言われている大型の珪藻で、殻長が200 μ m以上のシネドラ(写真1)とした。実験では、シネドラが出現しているときの浄水場の着水井から採水した水を検水として使用した。静置時間は60分とし、水量は100mlで実験を行った。微生物は同種であっても長さや大きさに幅があるので、モデルを複数個用意して対応した。シネドラの認識試験に使用したモデルを写真2に示す。モデルベーストマッチング法は、マッチングに許容誤差値を持たせることで計測条件の変動の影響を受けない認識が可能となっている。そこで、許容誤差値をシネドラの長さの範囲に合わせて設定することで大きさの違う同種の微生物認識に対応した。写真2の複数のモデルを使って、画像認識をした例を写真3、写真4に示す。

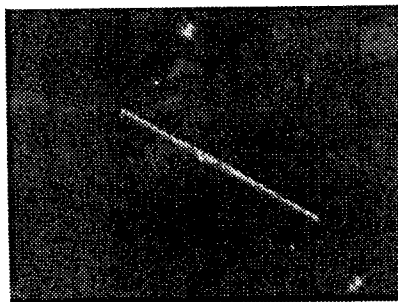


写真1 シネドラ

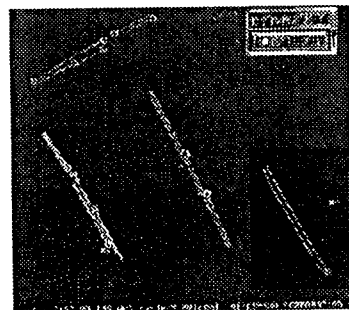


写真2 シネドラのモデル

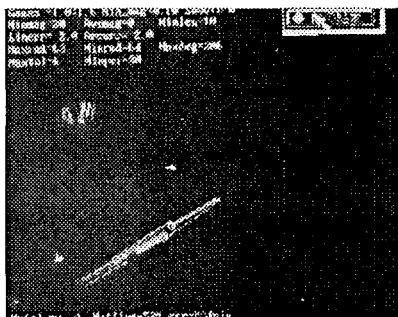


写真3 認識例

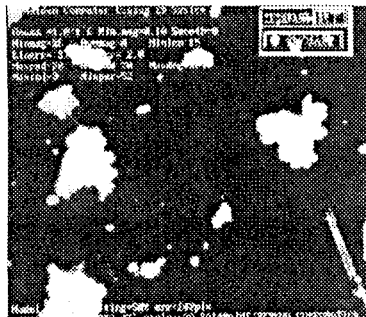


写真4 認識例

4 試験結果及び考察

実験の条件は、水槽への投入水量100 ml、水槽の底面積162.86 cm²、水位0.614 cm、観察した一画面0.0042 cm²、一回の観察画面が100画面で、一回の観察水量が0.258 mlとなる。一回100画面の認識試験を24回行い、写真3、写真4のように微生物を画像認識した場合と人が目視計測した場合との相関を図6に示す。丸い点の大きさが、その相関の回数の多さを表している。このときの相関値は0.75であった。また、実際の計測値を表1に示す。目視での計数値より画像認識での計数値が多いのは、誤認識のためである。誤認識を起こすのは、シネドラと大きさが同じくらいのゴミや成長した糸状生物を認識してしまう場合である。このような誤認識を減らすためには、モデルの最適化が今後の課題となってくる。また、シネドラが存在するにもかかわらずシネドラを認識しないことがある。それは、シネドラの周りに細かいたくさんのゴミが付いているときや画像が極端に薄いため特徴抽出が困難なときに起こる(写真5)。このような問題を解決するために、光量の調整や光の当て方など光学系でのさらなる工夫が必要と考えられる。しかし、ゴミがついている場合でも、その程度の違いによっては認識が可能であることも確認した(写真6)。

表1 目視計数と画像認識による計数

	目視計数	画像認識による計数		
		マッチング数	誤認識	合計
1	3	1	1	2
2	2	1	0	1
3	4	4	1	5
4	6	3	0	3
5	4	3	2	5
6	6	3	1	4
7	3	3	2	5
8	4	4	0	4
9	4	3	2	5
10	2	1	3	4
11	3	2	2	4
12	6	5	2	7
13	2	2	3	5
14	6	3	4	7
15	1	0	1	1
16	6	3	4	7
17	2	2	1	3
18	2	2	1	3
19	2	2	1	3
20	2	2	0	2
21	1	1	1	2
22	3	1	2	3
23	9	7	0	7
24	2	2	1	3

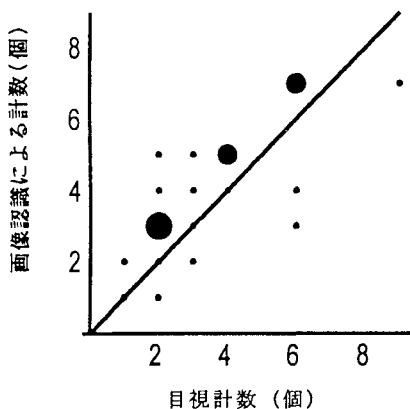


図6 目視計数と画像認識による計数の相関



写真5 認識できない場合

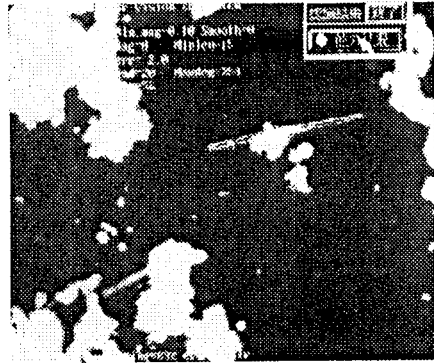


写真6 ゴミがついていても認識した場合

5 おわりに

画像処理技術の手法としてモデルベースマッチング法を適用した上水道生物の自動認識装置を開発し、検証実験を行った。その結果、ろ過障害微生物である大型針状珪藻の自動計数が可能であることを確認した。今後は、さらに検証実験を重ね、認識精度向上の検討を行う。

- 【参考文献】(1)市川・恩田：平成7年度日本水処理生物学会 p88
(2)用水と排水：vol.38 No.11(1996)