

# 画像処理による 植物プランクトンの識別

大淵 美砂子<sup>..</sup>、 渡辺 昭二<sup>..</sup>、 原 直樹<sup>..</sup>

。(株)日立製作所 日立研究所

〒319-12 茨城県日立市久慈町4026

。。(株)日立製作所 大みか工場

〒319-12 茨城県日立市大みか町5-2-1

## 概要

閉鎖性水域における植物プランクトンの異常増殖（赤潮、アオコ）は、水道水の異臭味など、深刻な社会問題の原因となっている。現在、植物プランクトンの監視は人間に大きく依存し、情報に時間遅れもある。そこで、筆者等は、赤潮やアオコの発生予知、被害回避に不可欠な植物プランクトン計測のオンライン化を目的として、画像処理技術の応用を検討した。

本研究では、実際の湖沼水を対象として種々の植物プランクトンを画像認識し、その一つ一つについて形状特徴量を求めた結果、代表的な形状の植物プランクトンを、比較的簡単な判定ルールで分類できる見通しを得た。しかし、形状特徴量では、アオコに代表される不定形の群体を形成する植物プランクトンやゴミの識別ができなかった。このアオコとゴミの識別は、植物プランクトン計測の目的から考えて、最も重要なポイントである。そこで、外形形状に特徴を持たない対象物を分類する新たな画像処理方法を検討した。その結果、顕微鏡から取り込んだ濃淡画像に一種の濃度強調処理を施すことにより、対象物内部の輝度変化の度合を数値化し、アオコとゴミを識別できる見通しを得た。

この技術により得られる植物プランクトン情報は、赤潮やアオコの発生機構の解析、あるいは浄水場の運転支援等に利用することができる。

## キーワード

閉鎖性水域 水質監視 水質診断 植物プランクトン 自動計測 画像処理 認識 分類

## 1. 緒言

種々の水質改善事業や排水規制の強化にもかかわらず、人口の増加、下水処理施設の不足などにより湖沼などの閉鎖性水域における水質汚濁はなかなか改善されない傾向にある。水道水源として利用される湖沼やダムでは、未処理の生活排水等に含まれる窒素やリンを栄養源として藻類（植物プランクトン）が異常増殖し、浄水場で濾過障害などの問題を引き起こしている。さらに富栄養化が進むと、水道水の異臭味や着色の原因となるアオコや赤潮などが頻繁に見られるようになる。

現在、湖沼では、pHや水温、DO、CODなどの自動測定の外に、植物プランクトンの種類及び量が測定されているが、その方法は熟練を要するもので自動化を望む声が強い。このような背景を踏まえて、光ファイバーを利用したクロロフィルa量の計測方法が提案されている<sup>1, 2</sup>が、プランクトンの種類毎の量を正確に計測できるまでには至っていない。

## 2. 水圏浄化監視システムについて

筆者らは、湖沼やダムなどの水質を広域的に監視し、気象情報なども加えて、浄水場や水質浄化設備の運転を支援する水圏監視浄化システムを図-1のように構想し、研究を進めている。提案システムでは、特に、リアルタイムの水質情報が重要となる。また、浄水場では、異臭味の原因となる植物プランクトンの発生情報に対応した運転支援が求められる。さらに、湖沼には多種多様の植物プランクトンが発生するが、優占種（ある水域中に最も多く生息している植物プランクトンの種類）の変遷を追えば、その水域の長期的な富栄養化の進行度が判定できる。

しかし、このように重要な水質指標である植物プランクトンも、実状では人間の目視観察に依存した監視方法となっており、計測に時間を要するため、情報を水質汚濁対策にフィードバックしにくい。

そこで本報では、植物プランクトンのオンライン監視システムの確立を目的として、画像処理技術を応用した植物プランクトンの分類手法を検討した。

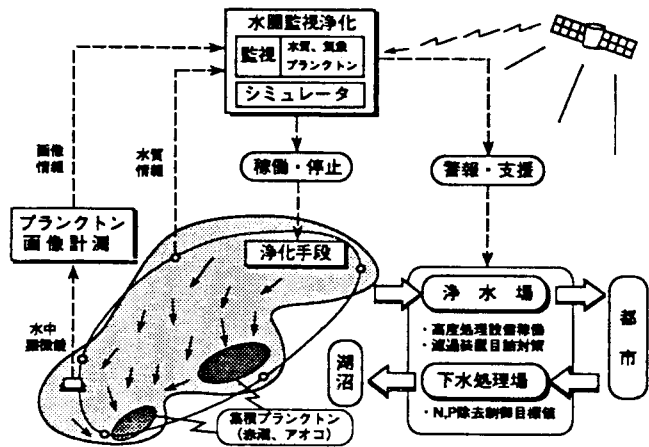


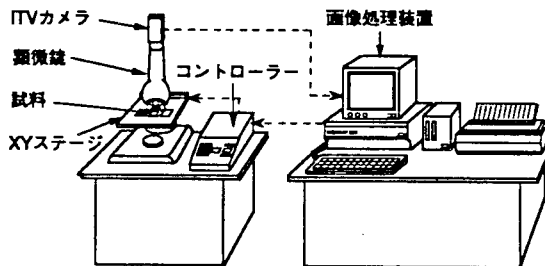
図-1 水圏監視浄化システムの概念図

## 3. 実験装置及び方法

実験に用いた画像処理システムを図-2(a)に示す。この画像処理システムは、生物用光学顕微鏡、画像処理装置及びモニターTVを主な構成要素としている。

実験には実際の湖沼水を用い、植物プランクトンの顕微鏡像を画像処理装置に取り込み、以下の2項目に分けて、試行錯誤的に識別、分類を試みた。

### (a) システム構成



### (b) 処理手順

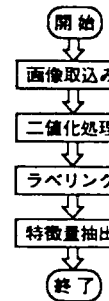


図-2 画像処理システムの構成と処理手順

### 3.1 形状によるプランクトンの分類

始めに、形状特徴量によるプランクトン分類の可能性を検討した。ここでは、分離認識された種々のプランクトンについて形状特徴量（面積や周囲長など）に関する数値を求めて種類毎に整理し、分類指標として利用できないかを検討した。

画像処理手順の概略を図-2(b)に示す。画像処理は、背景画像（液相部のみの画像）と原画像（プランクトンなどを含む画像）を差分処理し、計測誤差の原因となる照明ムラ、光学系のキズなどを取り除いた画像を対象に実行した。

### 3.2 不定形のプランクトンの分類

3.1節における形状に基づいた分類が不可能であるプランクトン、すなわち、不定形プランクトンの識別可否を検討した。具体的には、アオコの原因となるプランクトン（*Microcystis* sp.）をサンプル

ルとして、不定形の群体を形成する植物プランクトンと、ゴミの識別を試みた。

具体的には、輝度に関する特徴量を指標とした分類法と、さらに、図-4に示す画像処理手順により群体プランクトン固有の特徴を数値化する2方式について検討した。

#### 4. 実験結果と考察

##### 4.1 形状による分類

形状特徴量に基づいたプランクトン分類の検討結果を表-1に示す。検討した特徴量のうち、分類指標として適用性の高い6項目について得られた数値をランク分けした。表-1によれば、例えば矩形のプランクトンの場合、面積/周囲長比、及び、端点数を指標として分類できることがわかる。この結果から、種類によって形状が決まっているプランクトンは、図-2(b)に示す画像処理手順で得られる特徴量を組み合わせて分類できる見通しを得た。しかし、これらの特徴量は、認識された物体の外形状のみに関するものであるため、不定形の物体については系統だった数値が得られなかった。

表-1 形状特徴量によるプランクトン分類

形状	星形	円形1	円形2	線形	矩形	不定形
特徴量						
面積/周囲長	小	小	大	小	大	大
穴の面積割合	小	大	小	小	小	小
長軸/短軸	小~中	小	—	大	中	—
円形状係数	—	大	大	小	中	—
端点数	中	中	—	小	大	—
備考						
	—：不定を表す。					

##### 4.2 アオコとゴミの分類

###### (1) 輝度による分類

アオコは顕微鏡で観察したところ、他の種に比較して色が濃く見えることから、輝度を指標として識別できるものと考えた。結果を図-3に示すが、他の種類のプランクトンとの判別指標となるほど明確な差を得ることはできなかった。これは、輝度算出対象領域の設定の際、細胞間の隙間、すなわち、輝度の高い背景の部分を完全に分離できなかったためと考えられる。

###### (2) 濃淡強調による分類

図-4に示す濃淡強調処理を用いた画像処理手順で、アオコ固有の特徴を数値化することができないかを検討した。この画像処理手順は、

濃淡画像中の輝度差の大きい部分を特異的に強調した後、二値化処理することを特徴とする。図-4の最終段に示す二値画像を用いて、アオコとゴミの判別を試みた。図-5は、検討した特徴量のうち、分類指標として適用性が高いと考えられる面積/個数の値を、アオコとゴミとに分けて整理したものである。この値を分類指標として両者を判別できることがわかる。ここで、面積/個数の値の持つ意味は、図-4に示す画像例から対象物体の輝度の均一性の指標であると考えられる。つまり、湖沼水中のゴミは、小さい球状細胞の集合体であるプランクトン群体よりも、内部の輝度の変化が大きい。輝度の変化を強調した後、二値化することで、輝度の均一性の高いアオコは群体がほぼ一つにまとまって認識される。一方、輝度の均一性の低いゴミは一つにまとまらず、分散した形で認識されたため、面積/個数の

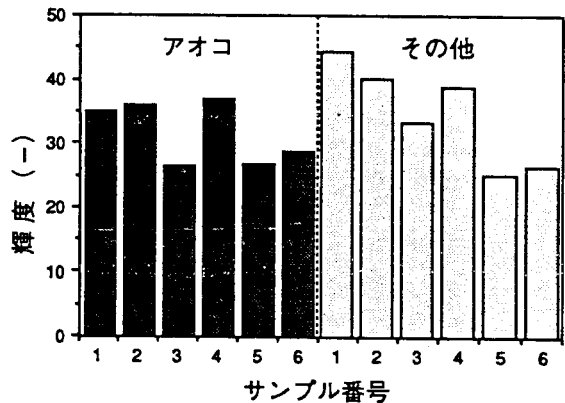


図-3 輝度によるアオコの識別検討結果

値を指標として、両者の相違を捉えられたと考えられる。

以上のように、不定形のプランクトンやゴミも、画像処理手順を工夫して得られる特徴量を指標として識別、分類できる見通しを得た。

これらの結果から、まず、種類によって形状が決まっているプランクトンを形状特徴量によって分類し、不定形のプランクトン及びゴミをラプラシアン処理を用いた方法で分類すれば、水質管理者のニーズに応える分類技術を確立できると考えられる。

### 5. まとめ

画像処理技術を応用して、植物プランクトンの分類を試みた。特定形状の植物プランクトンを、形状特徴量により分類することができた。また、植物プランクトンの形状以外の特徴を数値化し、指標とすることで、不定形の植物プランクトンを分類できる見通しを得た。

この分類技術を応用し、植物プランクトンの増殖動向をリアルタイムで監視するシステムを構築することにより、閉鎖性水域における水質汚濁状態をより正確に把握することができる。

このシステム化について、今後(財)ダム水源地環境整備センター殿と共同で、開発を進めていく。

### <参考文献>

1) 東 国茂 他:

淡水赤潮発生に関連する汚染物質の自動計測、第24回水質汚濁学会講演集, 311-312 (1990)

2) 相崎 守弘 他:

水中分光機を利用した野外での藻類現存量測定に関する研究、第24回水質汚濁学会講演集, 309-310 (1990)

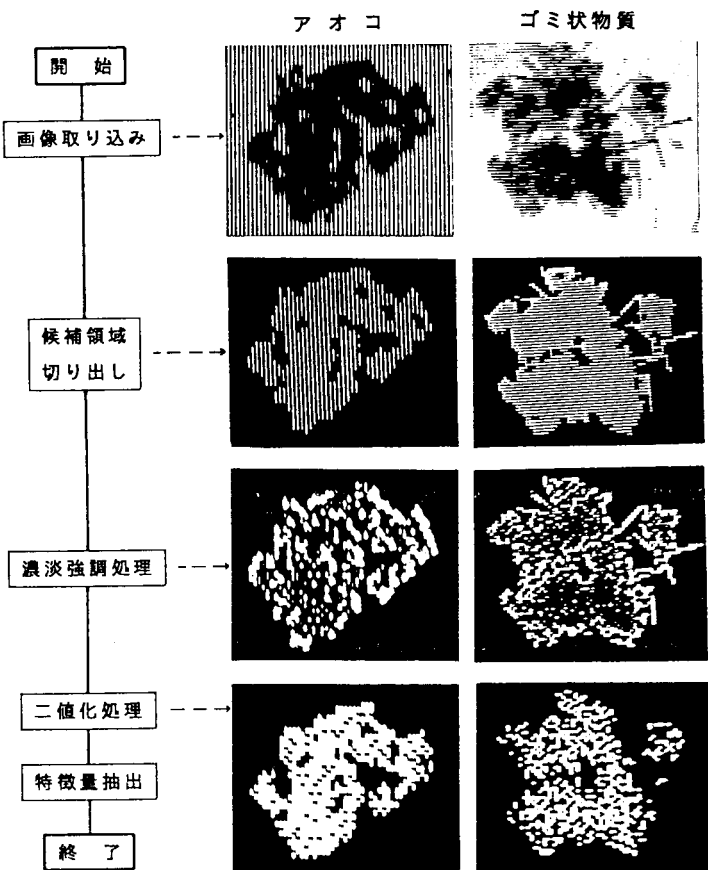


図-4 アオコ分類のための画像処理手順

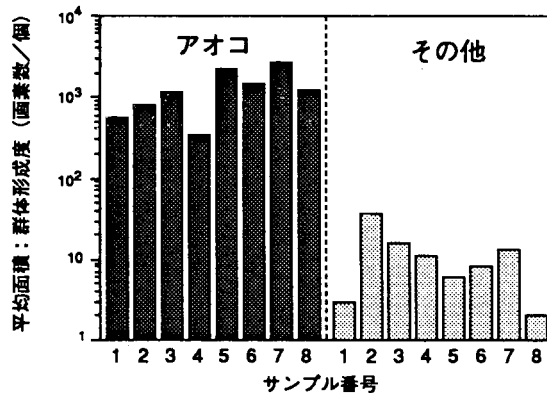


図-5 アオコ分類の検討結果