

自動分類のためのプランクトン分類による多変量解析

千葉工業大学 学員 ○前田 勇樹
 千葉県環境研究センター 小林 廣茂
 千葉県環境研究センター 小倉 久子
 千葉工業大学 正員 瀧 和夫

1. はじめに

プランクトンの同定は、一般に人為的作業によることが多く、手間と把握に時間がかかり、異臭味の原因となるプランクトンの早期発見、水道水の安全性の向上に大きな課題を投げかけている。

そこで、本研究では自動化・機械化によるプランクトン種の把握時間の短縮を行い、原水の安全性の向上へと導くプランクトン画像処理システムの開発を試みた。本報では、植物プランクトンの形状に関する種々の情報が作り出す統計解析的グループ分類と目視(顕鏡)分類との関係について検討した。

2. 形状計測および解析

本解析装置は、画像処理ソフトを内装したパーソナルコンピュータと倒立顕微鏡との組み合わせからなっている。計測・解析の手順は表1に従い、手賀沼(千葉県)における植物プランクトンを顕微鏡で捉え、次に、視野内に現れる特徴的な植物プランクトンの画像をコンピュータへ送り、画像処理プログラムにて形状に関する種々の項目を自動計測する。このようにして作り出された形状データを主成分分析およびクラスター分析によって統計的に解析し、グループ化する。最後に、グループ化の妥当性について目視(顕鏡)分類との比較を行う。

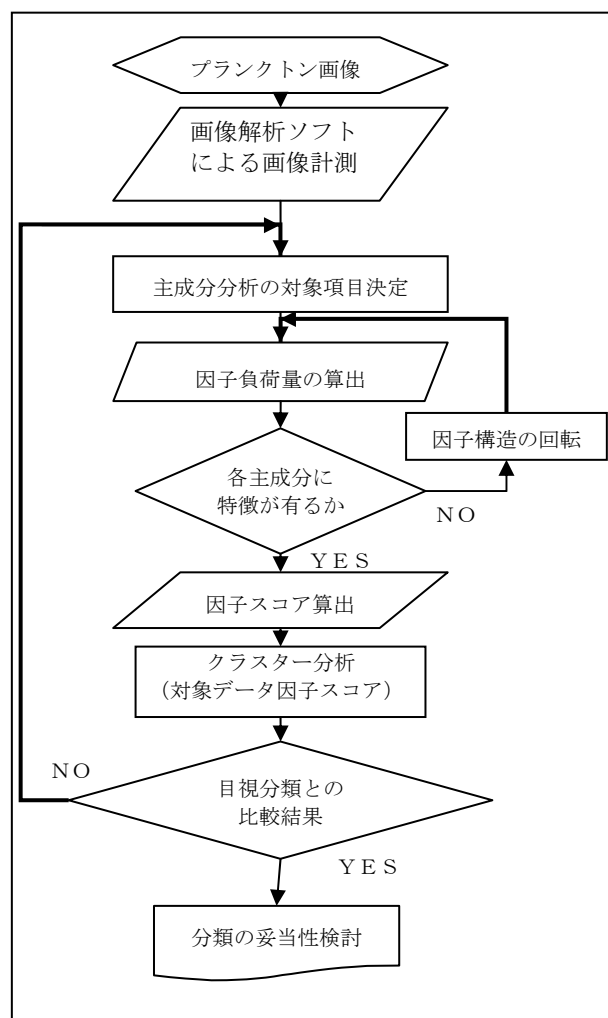
ここで、解析に用いた試料は平成15年8月11日に手賀沼中央付近で採取し画像化したもので、また、植物プランクトンの形状的特徴を円形・矩形・菱形・紐形とし、ホルミジウム、アウラコセイラ、ニッチア、オビケイソウ、ティプロネイス、キクロテラおよびクロレラの形状を解析に用いることとした。プランクトン数は49検体である。

さらに、画像処理プログラムによって得られる52の幾何形状データ項目の内、面積、楕円長短比、四角形面積比、四角形縦横比、半径比、周囲長、フラクタル次元およびフェレ径(最小)の8項目を解析項目とした。

3. 結果および考察

幾何形状の8項目と主成分因子との関係を示したのが表2である。ここで、各因子への寄与割合を明確にす

表1 解析手順



るために、項目値の分散が主成分因子間で最大となるようにバイコーティマックス回転を加えている。

表2より、第5主成分までで、プランクトンの持つ幾何形状の94.5%を表現していることが累積寄与率よりわかる。さらに、プランクトンの凹凸度合いを表す項目が第1主成分、細長さの尺度の第2主成分、長矩形の第3主成分、プランクトン大きさの第4主成分、そして、プランクトンの肥満度の第5主成分に分類・表現されていることがわかる。次に、各抽出プランクトンに対する第1から第5主成分値を基にしたクラスター分析結果を図1に表す。ここで、解析のアルゴリズムとして平方ユークリッド距離によるウォード法を用いた。

表2 基準化バイコーティマックス法による因子負荷量

	因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ	因子Ⅴ
面積	0.189	0.323	-0.154	0.858	-0.060
楕円長短軸比	-0.122	0.936	-0.025	-0.062	-0.160
四角形面積比	0.090	-0.874	0.171	-0.106	0.173
四角形縦横比	-0.033	0.161	-0.984	0.042	0.008
半径比	-0.042	0.435	0.011	0.048	-0.898
周囲長(比)	-0.948	0.092	-0.016	-0.279	-0.021
フラクタル次元	0.975	-0.111	0.020	0.146	0.022
フェ径(最小)	0.371	-0.300	0.107	0.821	0.009
固有値	2.048	2.070	1.033	1.528	0.866
寄与率	0.256	0.259	0.129	0.191	0.108
累積寄与率	0.256	0.515	0.644	0.835	0.943

クラスターの結合距離を60%とすると、本植物プランクトンの形状は図の樹状図より5つのカテゴリーに分類されることがわかる。データ軸(横軸)は軸右から第1のグループが円形、第2のグループとして紐形、第3が長矩形、第4が短矩形に分類されているのがわかる。第5のグループは紐形のプランクトンが分類されており、楕円長短比の極端に大きいグループとして解析されている。さらに、クラスター分析と顕鏡結果との比較から、円形のプランクトンのカテゴリーにおいては楕円長短比が2.0以下で、丸型および正方形のキクロテラ、クロレラ、オビケイソウが分類されている。紐形においては楕円長短比の値が高く、ホルミジウム、ニッチアが分類されている。長矩形においては四角形面積比が低く、半径比の高い値を示すニッチア、アウラコセイラおよびシネドラが分類されている。さらに、短矩形においては面積が大きく、ティプロネイスが分類されているのがわかった。以上の結果から、顕微鏡によるプランクトン画像からの自動分類は9割以上の確度で分類されるのが明らかとなった。

3. まとめ

植物プランクトンの形状に関し、統計解析的グループ分類と目視(顕鏡)分類との関係について検討した。その結果、以下の事柄が明らかとなった。

- 1)植物プランクトンの幾何形状は5つの主成分因子で表現できることが明らかとなった。
- 2)クラスター分析により植物プランクトンは円形、紐形、長矩形、短矩形の4グループに分類され、目視(顕鏡)分類と高い整合性を見た。

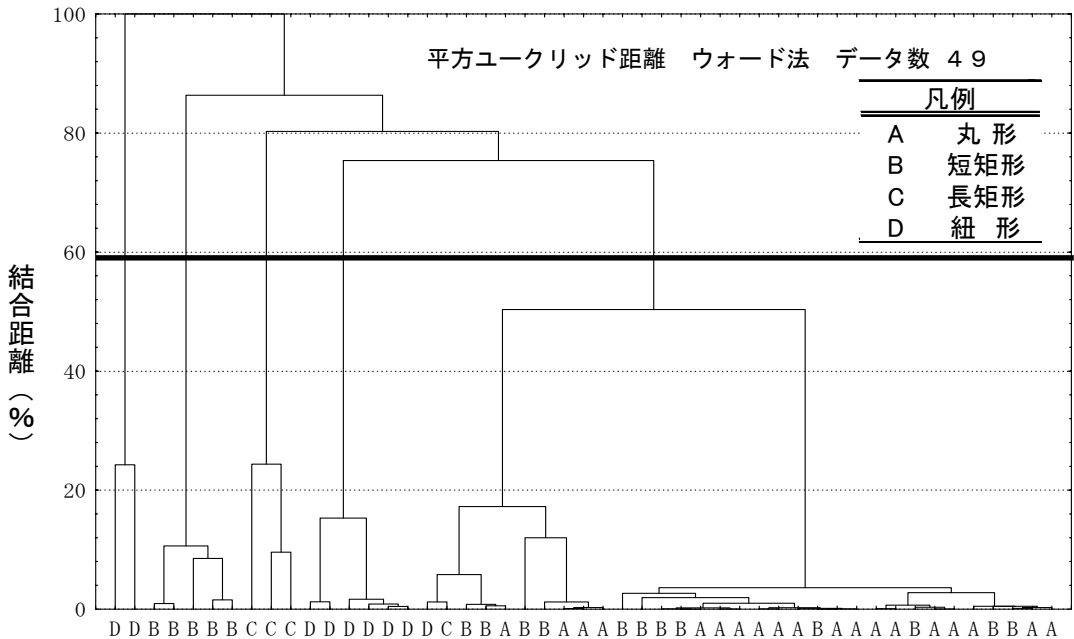


図1 植物プランクトンの形状分類結果