

プランクトン蛍光の画像解析自動処理システムの開発

滋賀県琵琶湖研究所 熊谷 道夫

要旨

本研究では、蛍光顕微鏡で得た植物プランクトンの蛍光画像と、光学顕微鏡を用いて得た画像とを併用して解析することによって、従来の植物プランクトン自動識別システムでは難しかった、泥などの夾雑物を多く含む天然試料中の植物プランクトンの認識率向上を目的としている。全体システムは、以下の3段階から構成される。

プランクトン蛍光画像の取り込みシステム

光学系としては、図1に示したように、画像解析処理用の高画質な画像が得られ、後にフローセルなどの装置を取り付けやすいように、光学顕微鏡に倒立方研究用顕微鏡IX70（オリンパス光学工業株式会社）を用いた。これに、非常に微弱な蛍光画像を取り込むため高感度デジタルカラー冷却CCDカメラC4742-95-12SC（浜松ホトニクス株式会社）を取り付けた。ドライバの問題でCCDカメラからの直接的な取り込みができなかったため、TWAIN経由で画像を取り込みHDDに保存するようにした。

蛍光画像データベースの作成

1999年7月～10月の間、プランクトンネットを用いて、琵琶湖水より野外プランクトンを採取した（本研究では、アオコを形成する植物プランクトンの夾雑物からの識別、および個々の種の識別を可能にすることを目的としていたため、多くの野外アオコを採取する必要があった）。調査期間中10種以上のアオコ形成植物プランクトンの出現が観察されており、それぞれのプランクトンをスライドグラスにのせて、画像解析処理により自動識別をするための画像取得を行った。図2-aは、システムの種識別能力を訓練するためのグレースケール画像であり、図2-b、2-cは、蛍光顕微鏡を用いた標的プランクトンの検出を訓練するための通常のカラ画像並びにその蛍光画像の組である。蛍光画像を用いることにより、夾雑物中の植物プランクトンがよく識別できる。そグレースケール画像を約1400枚、カラ画像と蛍光画像の組み合わせを約100組取りこみ、データベースを作成した。

データベースを用いた画像解析と分類システム

蛍光顕微鏡と光学顕微鏡で得られた2枚の夾雑物が混じった画像を解析するために、高速画像処理および統計パターン認識ソフトを設計した。個々の蛍光画像を用いて、シアノバクテリアの位置を特定するための分画を行なった。この分画を用いてさらに解析を行なうために、光学画像に対応したプランクトンの位置を求めた。蛍光顕微鏡の解像度が十分でないことから、種の分類までにはいたらなかったが、サイズや形、数などといった基本的な量の測定はできた。本システムの分類精度を向上させるために、1400サンプルの高輝度グレースケール画像を解析した（図3）。個々の画像中の対象物を解析し、目標とするシアノバクテリアの種（アナベナやマイクロキスティス）を分類した。蛍光画像を用いなければ、泥などの夾雑物が混じった画像の自動解析は困難であることが確認された。

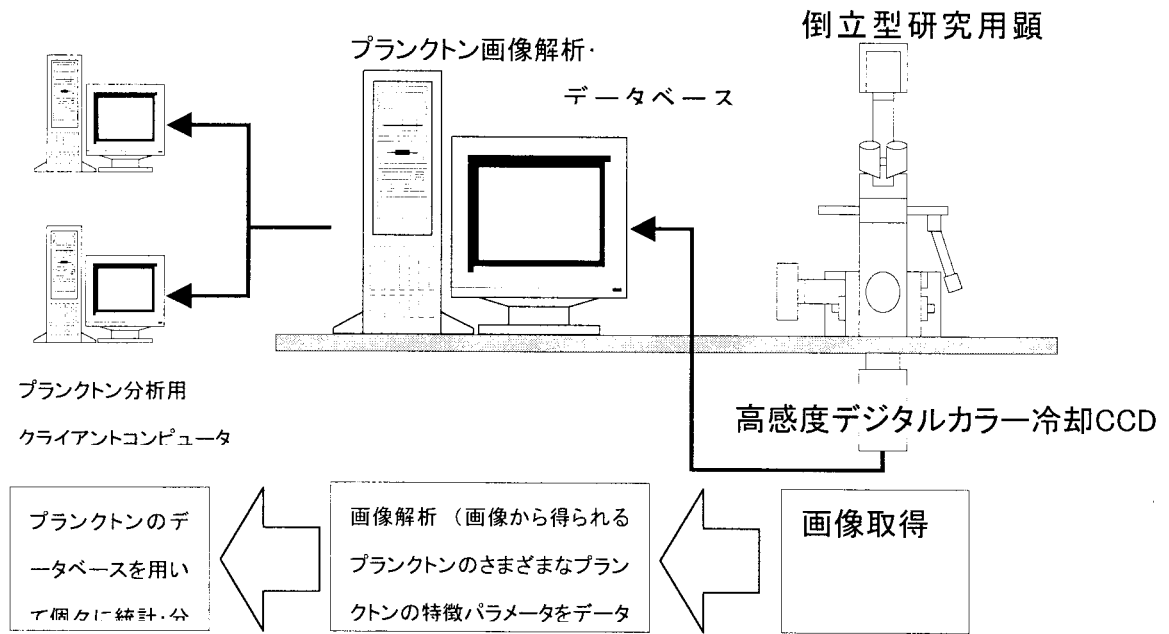


図1 画像解析装置のシステム構成



図2 顕微鏡写真 (a)グレイ画像 (b)カラー画像 (c)蛍光画像

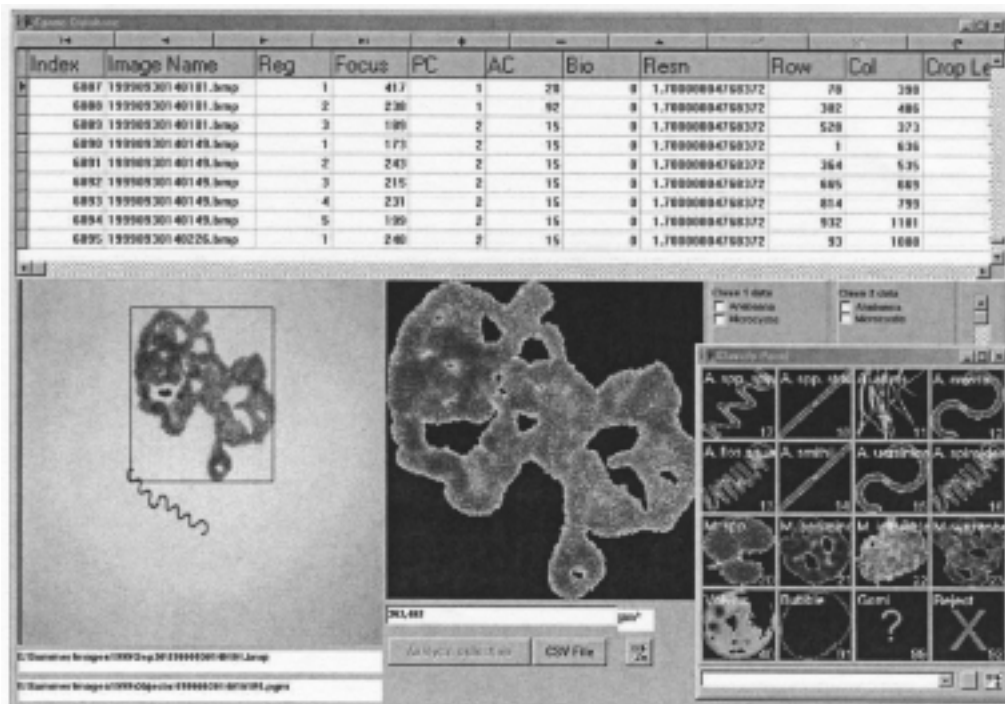


図3 画像解析の例（カラー図は巻末資料参照）