

オウミア No.67

琵琶湖研究所ニュース

2000年3月

編集・発行／滋賀県琵琶湖研究所

〒520-0806 大津市打出浜1-10

TEL 077-526-4800

[琵琶湖湖中探査先端技術化計画紹介「画像処理による植物プランクトンの検出と分類」](#)
[研究トピックス「景観生態学の視点からの琵琶湖保全」](#)
[Q&A「びわこ虫」というのはいったい何ですか？](#)

画像処理による植物プランクトンの検出と分類

近年、琵琶湖では特定の植物プランクトンが異常に増殖する現象が増加しています。このような現象は、ミクロキスティスやアナベナなどのラン藻類によって引き起こされるアオコや、ウログレナ・アメリカーナという黄金色藻類による赤潮としてよく知られています。これら特定種の異常増殖と環境要因の関連性を調べるためには、採取した湖水サンプルに含まれる植物プランクトンの同定と計数を、光学顕微鏡を用いて行う必要があります。その処理は熟練した技術者にしかできないような困難な作業であり、また、非常に多くの時間を要しているのが現状です。そこで、迅速で効率よく植物プランクトンの同定・計数を自動的に行える画像処理システムの開発を目指しています。

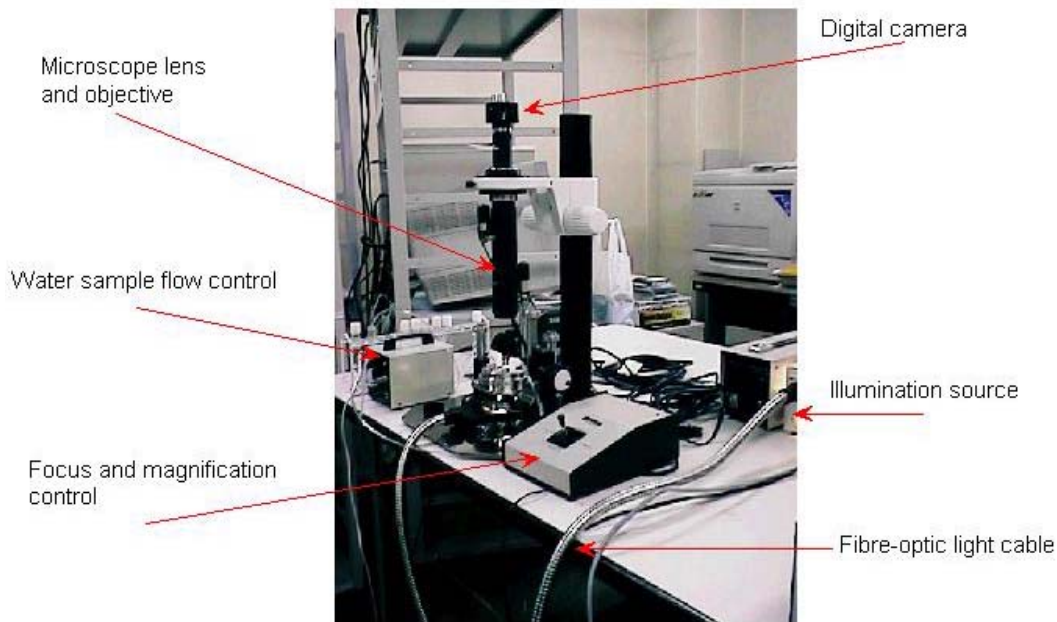


図1 画像処理システム

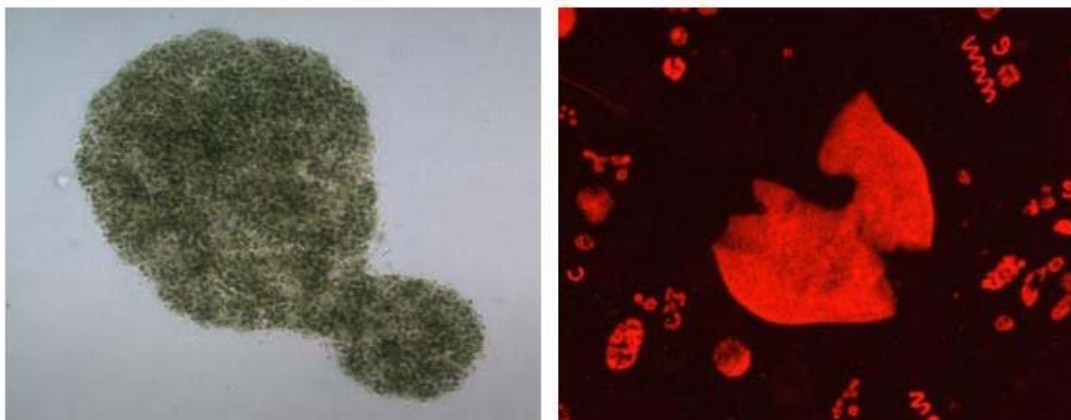


図2 高解像度のミクロキスティス(ラン藻の一種)のカラー画像(左) 1999年夏のアオコ発生時の植物プランクトンの蛍光画像(右)

【琵琶湖湖中探査先端技術化計画紹介】

画像処理による植物プランクトンの検出と分類

私たちの研究では、画像処理とパターン認識の技術を利用して、湖水サンプルに含まれる植物プランクトンを自動的に分類することが可能かどうかを確認したいと考えています。このことが可能となれば、このようなシステムは以下に挙げる利点から、現在熟練した専門家によって行われている仕事を迅速に処理していくことが期待できます。

1. 人手に頼った分類による煩わしさが軽減できる
2. 湖水サンプルの処理時間を大幅に削減できる
3. 熟練した専門家の人件費を考慮すれば、画像処理システムの購入費は安価となる

4. ターゲットとする植物プランクトンを簡単に変更できる点で汎用性がある

5. 植物プランクトンの特徴を定量的に分析しデータベースとして編集できるので、将来的には異常増殖の予測ができる可能性がある

ラン藻類の画像解析私たちは、琵琶湖で異常増殖する主な植物プランクトン(アオコや赤潮を形成する藻類)をターゲットとして、これらの検出と分類を試みています。表紙の図1は画像処理システムを示したものです。このシステムは、画像処理システム専用デザインした顕微鏡、湖水サンプルを顕微鏡下に流し込む流動制御装置、高解像度CCDカメラ、画像処理用コンピューターで構成されます。湖水サンプルを継続的に顕微鏡のレンズの下に流し、顕微鏡に写る画像を連続的にデジタル画像として捉えます。得られた画像はコンピューターに送られ、画像処理システムによって解析されます(図3)。コンピューターは、送られてきた画像から検出したすべての被写体を、その後の解析のために画像から切り取ります。その中には、ターゲットとしているラン藻以外にも、様々な微生物、ゴミなどが混じっています。まず切り取った被写体が適切にフォーカスされているか一つずつチェックします。その後、個々の被写体を正確に分類するために、その特徴を定量的に測定していきます。例えば、アオコを形成するマイクロキスティスとアナベナでは大きさがかなり異なりますので、被写体の「面積」という特徴は、これら2種類のラン藻類を区別するのに有効な情報となります。現時点で私たちは、形態特性など被写体に関する130の特徴について計測を行っています。得られた計測値について、各植物プランクトンの特徴に基づいて作成・編集したデータベースと統計的に比較します。被写体の特徴がデータベースにおさまられている種類の一つと特徴が適合した場合、その被写体は適合した種として分類されます。

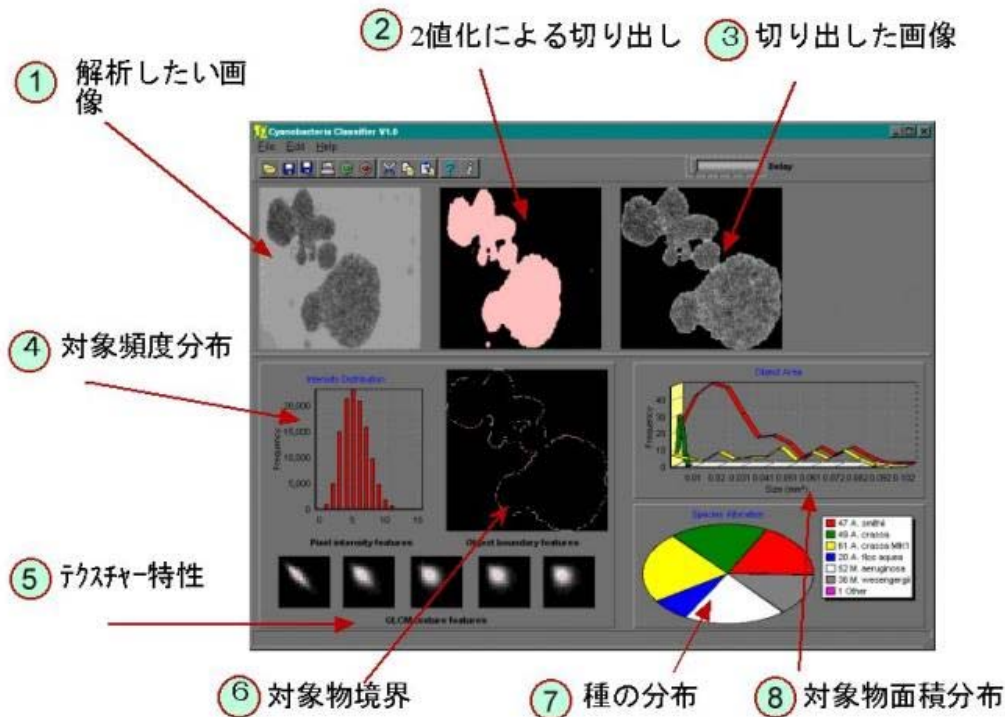


図3 画像解析プロセス

最近のテストでは、5種類のラン藻類(マイクロキスティスと4種のアナベナ)を含んでいる1,468個のサンプルの中から、1,529個の被写体を切り取り解析しました。これらのうち適切にフォーカスされていた1,348個の被写体について分類をおこなった結果、97.7%的中率を得ることができました。また、以前の調査では、同様の方法で被写体を7つのグループに分類し、97.0%的中率を得ました。

今後は、この3月に進水を予定している水中ロボットと組み合わせて利用し、琵琶湖の謎を次々と解明していくことを考えています。

(科学技術振興事業団研究員・琵琶湖研究所客員研究員 ロス・ウォーカー、琵琶湖研究所研究員 焦 春萌)

【研究トピックス】

景観生態学の視点からの琵琶湖保全

手にひとすくいした琵琶湖の水。この水は、琵琶湖集水域の大地と多くの人間との関わりを経て、琵琶湖にたどり着いた水です。琵琶湖の多様な生き物を育み、人々の生活を支えてきた水です。今日では近畿圏1,400万人の飲料水にもなっています。しかし今、湖岸の漁民は、「湖に異変が起こっているのではないかと。網を引いても魚が捕れない」と言うのです。湖の「沈黙の春」¹⁾とも言うべき現象がじわじわと進行しているようです。

アメリカの地理学者、M. デービスが言うように、単に流水があるところのみが川ではなく、集水域全体が川であるとの考えに従えば、これは、高度経済成長期以後の琵琶湖集水域での人間の行為と営み、すなわち都市・工業・観光開発、琵琶湖総合開発に伴う湖岸堤建設、農地整備と農業の機械化・化学化、住民生活の質的向上などが、直接・間接に川に過剰な負荷を与えてきた結果と言えるでしょう。直接飲用することのできた昔の湖水を蘇らせるため、集水域の生活を高度経済成長以前の姿に戻すことは不可能です。しかしながら、湖水は一時たりとも猶予のない危機的状況にあるのではないかと考えられます。その解決の一つは、集水域における環境保全機能をもつ景観の保護・再生です。

ドイツでは、このような景観の保全と再生計画には、景観生態学的手法を導入し、景観生態学的鑑定に従った事業を実施することによって成果を上げています。ポスト琵琶湖として県が策定した『琵琶湖総合保全整備計画のあり方』には、「健全な水環境」「生態系の保全」「流域一帯の取り組み」などの基本理念を実現する計画の枠組みの一つとして、「自然環境・景観の保全修復」をあげています。その計画実現には、まさに景観生態学のアプローチが必要と思われる。

では、景観生態学とは何でしょうか。景観生態学が対象とする景観は、単なる風景ではありません。景観形成に関わりをもつ気候、地形、土壌、地質、水、動物、植物などの相互作用によって、あるいはそれに人間の作用が関与して形成され、地表面に表現された三次元的広がりをもつ景観です。この景観の構造と機能を解明するのが景観生態学の主な研究目的です。例えば、琵琶湖集水域の地因子と人間の関与を分析して、景観区分図を作成すれば、現状の景観構造と機能が明らかとなります。それを、一昔前のそれと比較してみれば、景観の構造と機能の変化が理解されます。それに基づけば、湖水に対して負の機能を果たしている景観単位(エコトープ)を、できる限り自然再生機能をもった景観構造に改めていく必要があるとの認識が得やすくなります。

次に、赤野井湾岸の景観構造の変化を景観生態学の視点から見てみましょう。図4のAは1967年撮影の空中写真と当時の地形図をもとに作成した景観模式断面図です。ここでは、三角州上の水田、内湖水域、琵琶湖水域の3つのエコトープに区分され、さらにいくつかに分かれています。人間の関与はありましたが、内湖には半自然の広いヨシ帯が広がり、琵琶湖岸にもそれが認められるなど、人間が自然とうまく共生していた時代といえます。Bは1999年の現地調査と地形図・空中写真に基づいて作成したAと同じ断面の景観模式図です。琵琶湖水域には湖岸堤という大きな人工構築物が現れ、内湖は一部埋め立てられて公園となりました。三角州上の水田もヨシ帯や湖岸のピオトープ²⁾が失われて、エコトープのもつ自然再生機能が大きく低下したこと、それに加えて人工構築物、自動車交通の増大、公園での人間活動など環境に対する負荷が拡大したこと、オリジナルな湖岸景が失われたことなどが明らかです。このままの状態が続けば琵琶湖への負荷はますます増大するでしょう。

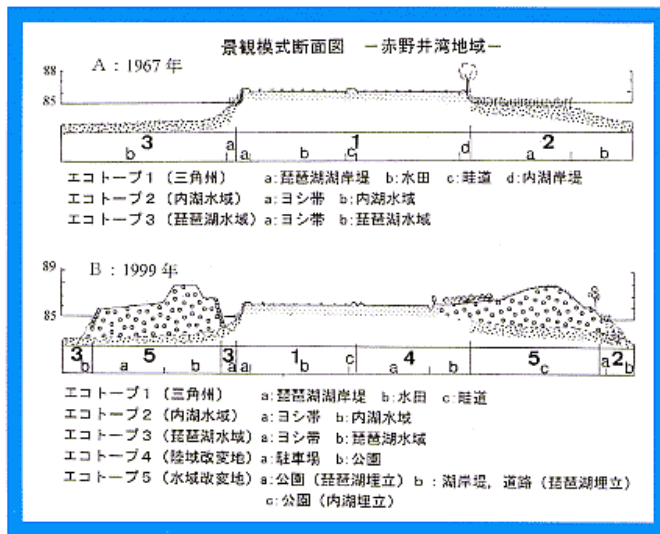


図4 景観模式断面図 - 赤野井湾地域 -

湖が「沈黙の春」にならないために、集水域のエコトープ区分図(景観生態学図)を作成して、現状のエコトープの機能を評価し、自然環境・景観の保全と修復を図っていくことが、緊急課題と思います。

- 1)「沈黙の春」: 農薬公害を警告したレイチェル・カーソンの著作(1964年)の表題
- 2)ピオトープ: 生物が生存できる一定の環境条件を備えた均質な生物的最小空間単位

(九州産業大学教授 横山秀司)

【Q&A】

「びわこ虫」というのはいったい何ですか？

Q 「びわこ虫」というのは、いったい何ですか？「ビービームシ」といっている人もいると聞きましたが、。

A これはユスリカ、とくにアカムシユスリカのことだと思います。毎年11月頃になると、真っ黒な1cmほどの虫(写真1)が大量に発生し、夜、琵琶湖岸のレストランなどの照明にたくさん飛んできます。アカムシユスリカ成虫は毎年11月頃羽化しますが、11月10日から20日までの10日間にもっとも多く飛んできます。コンビニエンスストアの入り口に、「びわこ虫に注意」という貼り紙がでるのはこの頃です。成虫が生きているのは1週間ほどで、餌をまったくとらず、雄は交尾後、雌は卵を湖に産み落とした後しばらくで命を終えます。

アカムシユスリカの幼虫(写真2)は、霞ヶ浦や諏訪湖など富栄養化した浅い湖にすむ生物で、湖底にたまったプランクトンの死骸などの有機物を餌としています。大部分の幼虫は南湖の底にすんでいて、成虫が多く飛来するも南湖湖岸に限定されます。もともと琵琶湖にはいなかったようで、幼虫が初めて確認されたのは、南湖がすでに富栄養化していた昭和41年でした。幼虫の数はその後増え、昭和50年頃から南湖岸に成虫が大量飛来するようになりました。それから飛来数の多い少ないはあるものの、毎年のように成虫が飛んでくるようになったのです。ですから、古くからの住民にはなじみが深く、この虫を「ユスリカ」とか「アカムシユスリカ」と呼ぶ人が少なくありません。



写真1 アカムシユスリカ雄成虫 写真2 4令幼虫

写真3 建物の壁にびっしりとつくアカムシユスリカ成虫(1999.11.15大津市打出浜にて)

ところで琵琶湖には、大阪や京都から多くの人々がレジャーを楽しむにやってきます。また全国的に少子化が進むなか、滋賀県は全国屈指の人口増加率を誇っています。働き盛りの人々が大都市から自然豊かな滋賀県に転入しているためです。このような人々の多くは、ユスリカを見たことがない都会育ちです。琵琶湖から飛んでくる黒い虫を「びわこ虫」と呼びはじめたのはこのような若い人達のようなのですが、このネーミングのおかげでアカムシユスリカは、アオコや赤潮とともに今の琵琶湖、というより南湖を代表する生き物になったといえるかも知れません。

(琵琶湖研究所専門研究員 西野麻知子)