

平成 21 年 6 月 18 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006-2008

課題番号：18580198

研究課題名 (和文) 珪藻同定支援システムの開発

研究課題名 (英文) Developing diatom identification support system

研究代表者

大塚 泰介 (OHTSUKA TAISUKE)

滋賀県立琵琶湖博物館 研究部 主任学芸員

研究者番号：60344347

研究成果の概要：有田・大塚 (2005) が提唱した円弧構成モデルに基づいて、羽状目珪藻の輪郭がもつ情報を数値化して取得し、その結果をデータベース化するとともに、珪藻の同定を容易にする同定支援システムの構築を目指した。このシステムは研究期間内に完成を見なかった。しかし、システムを構築する基礎となるデータを得るための珪藻の同定を進め、その成果を論文化した。また、円弧構成モデルによる輪郭の数値化の有効性を示す論文を出版した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	2,000,000	0	2,000,000
2007 年度	700,000	210,000	910,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	360,000	3,560,000

研究分野：水産学一般

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：輪郭, 珪藻, 画像処理, データベース, 同定

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 珪藻は水域で最も重要な一次生産者であり、水産上あるいは生態学的にきわめて重要な位置を占めている。また、優れた環境指標性をもち、生物学的水質判定に広く用いられている。さらに珪藻の殻は堆積物中に残りやすいため、古環境解析にも広く用いられている。珪藻の環境応答性は種によって異なるため、珪藻を環境指標として用いるためには種を正しく同定する必要がある。ゆえに珪藻の正しい同定は、水産学、生態学、環境学、古環境学などの諸分野における重要課題である。

(2) しかし現状では、珪藻の正しい同定はたいへん困難であり、専門誌に掲載される論文にさえ同定の誤りが少なくない。そこで、珪藻の同定をより容易に行うことができるように、同定支援システムの開発を目指した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、珪藻の同定を容易にするための同定支援システムを構築することである。

### 3. 研究の方法

まず、同定システムの基礎となる、日本産羽状目珪藻の写真撮影と同定・整理を進めた。琵琶湖博物館が既に所蔵している資料の中から、特に湿原に出現する珪藻に重点を置いて整理を進めた。

整理した珪藻写真の一部を琵琶湖博物館電子図鑑「珪藻図鑑」で公開した。また、多くの殻を撮影できた種を、輪郭抽出、パラメータ抽出などの試験に用いた。

珪藻の同定を行う上で有効な形態情報の洗い出しを行い、どの形質を自動的に取得するかについて検討した。当初、プログラムを自作していたが、パラメータ抽出の段で困難を生じたため、フリーウェアおよび市販品の使用も併せて検討した。

### 4. 研究成果

(1) 琵琶湖博物館がこれまでに収集してきた珪藻試料のうち、比良山系の代表的なミズゴケ湿原である八雲ヶ原湿原の珪藻について写真を撮影して同定し、植生報告を行った。

八雲ヶ原湿原はスキー場の設置によってその多くの部分を潰され、またスキー場からの堆積物流入の影響を受けてきた。しかし

2004年3月にスキー場が撤退してからは、湿原を含む環境の再生事業が進められている。本報告はスキー場撤退直後の珪藻植生を明らかにしたものであり、今後の再生事業の成否を判断するための基礎資料の1つとなる。

泥や植物の表面から計51種の珪藻(1種は未同定)が見出された。11試料のうち7試料で、*Frustulia saxonica* が優占していた。属ごとの種数では *Eunotia* (11種) と *Pinnularia* (10種) が多かった。全ての種について光学顕微鏡写真を示した。

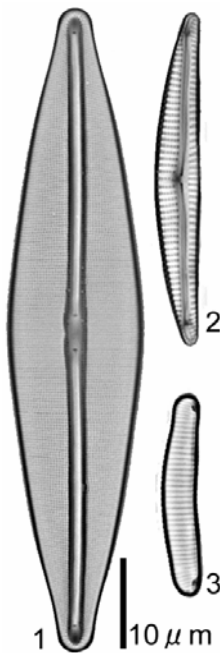


図 A 八雲ヶ原湿原の主な珪藻。

1. *Frustulia saxonica*,
2. *Encyonema neogratile*,
3. *Eunotia rhomboidea*

(2) やはり琵琶湖博物館が収集してきた資料のうち、比良山系の標高1060m地点にある小女郎ヶ池の珪藻を調べた。2004年4月に、枯れた単子葉植物の葉、ミズゴケ生体と枯死体、

泥および泥炭上から試料を採集した。19属38種の珪藻が同定され、他に3種の未同定種が見られた。そのうち *Pinnularia* が10種、*Eunotia* が7種を占め、種組成は高層湿原的だった。ミズゴケ生体の上では *Pinnularia*

*schoenfelderi* が、ミズゴケ枯死体の上では *Kobayasiella micropunctata* が優占した。それ以外の付着器物上では *Eunotia rhomboidea* や *Eunotia curvata* が優占した。

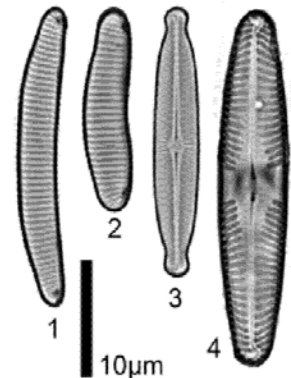


図 B

小女郎ヶ池の主な珪藻。

1. *Eunotia curvata*,
2. *Eunotia rhomboidea*,
3. *Kobayasiella micropunctata*,
4. *Pinnularia schoenfelderi*

(3) これも琵琶湖博物館で収集済みの、愛媛大学米野々森林研究センター付近の石手川で2003年11月14日および2005年11月22日に採集された珪藻について、多くの写真を撮影して同定し、植生報告を行った。

42属99種の珪藻が同定された。これに未同定の9種を含めたチェックリストを、光学顕微鏡写真とともに示した。出現種のうち、

*Achnanthes minutissima* var. *robusta* Hust. を種に昇格し、*Achnantheidium* 属に移して *Achnantheidium robustum* (Hust.) Ohtsuka comb. nov. et stat. nov. とした。また、*Synedra ramesi* Hérib. を、命名規約上妥当な属名である *Ulnaria* に移して *Ulnaria ramesi* (Hérib.) Ohtsuka comb. nov. とした。

日本の河川からの報告が少ない、あるいは全くない種が多く出現した。過去の文献に掲載された顕微鏡写真の再検討によって、これらの種の大部分は一部の未同定種を除いて石手川に特有なものではなく、これまで未同定だったか、他の分類群として同定されてきたものであることが明らかになった。



図 C 命名変更をした2種。1. *Achnantheidium robustum*, 2. *Ulnaria ramesi*

(4) 琵琶湖およびその内湖のヨシ茎上から、2003年5月および9月に採集した珪藻の写真撮影を行い、種ごとに整理した。21地点からの42試料を調べたところ、未同定種を含めて226種の珪藻が見出された。

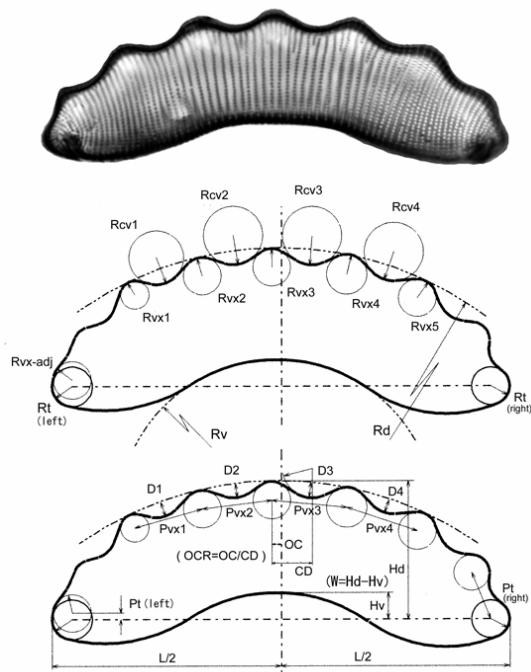
本研究の成果の一部については国際会議で発表したが、出現種が多数だったために1本の論文にまとめることが難しく、未だその成果の全体を公表できていない。

(5) 上記(1)~(4)で得られた写真の一部を、琵琶湖博物館電子図鑑「珪藻図鑑」で、種の解説とともに公開した。

(6) 小女郎ヶ池で採取した *Eunotia serra* 147殻について、円弧構成モデルによる外形の解析を行ない、背側の波形の形状等、14項目の諸寸法を測定解析して次の結果を得た。

*E. serra* の背側の波形を構成する凸円弧の頂点は、両極側の一部を除いて大きな包絡円弧に内接していることが分かった。包絡円弧の半径は殻長と高い相関を示したが、その大きい負の切片は、殻長の短縮に伴って殻の湾曲がより強まることを示唆した。

殻長の度数分布は、右に裾を引く対数正規分布にはほぼ従った。波形の数も対数正規分布を示し、殻長と高い相関を示した。殻幅はほぼ正規分布形を示し、殻長との相関は非常に低かった。波形を構成する凹凸の円弧半径とその間隔も殻長との相関は低く、殻幅とともに安定した値であった。



図D *Eunotia serra* の殻(上), およびその円弧構成モデルによる表現(中, 下)

波形の配列は切頂軸に対して対称性をも

たず、極付近の形状も両極間で異なっていた。また、初生殻形成時から非対称であることも推察された。

極円弧と隣接する波形の凸円弧の中心間隔は、平均凸円弧間隔の80%から5%までの範囲でほぼ一様分布をしていた。これは、殻の縮小に伴う波形の数の減少が、極円弧が隣接する波形の凸円弧に向かって細胞分裂の度に近づいて行き、最後は両者が合体するという過程の存在を推察させるものである。

(7) 同定支援システムに関わるプログラミングについては、輪郭の座標抽出プログラムを作成することができた。

しかし、そこから同定に有効なパラメータを抽出するプログラムを作成する段階で行き詰まった。座標変換後の折れ線回帰とHough変換の2つの方法を検討したものの、いずれも良好な結果を得ることができなかった。

結局、輪郭を円弧の組み合わせとして取り出すために最も有効だったのは、市販のラスター・ベクター変換ソフトであった。今後はこのソフトウェアを用いて輪郭を円弧の組み合わせとして取り出すことで研究を進めていく。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4件)

有田重彦・大塚泰介. 2008. *Eunotia serra* Ehrenb. のサイズ減少に伴う殻形態の変化, 特に波形の変化について. *Diatom* **24**: 42-50. (査読有)

木原靖郎・佐橋保司・大塚泰介. 2008. 比良山系小女郎ヶ池の珪藻. *Diatom* **24**: 73-79. (査読有)

Ohtsuka, T., Nakamura, Y., Nakano, S. & Miyake, Y. 2007. Diatoms of Ishite Stream, near the Komenono Forest Research Center of Ehime University, Japan. *Diatom* **23**: 29-48. (査読有)

Kihara, Y., Arita, S. & Ohtsuka, T. 2007. Diatoms of Yakumogahara Moor in the Hira Mountain Range, west-central Japan. *Diatom* **23**: 83-90. (査読有)

[学会発表] (計 5件)

Ohtsuka, T., Nakai, D., Nakamura, Y., Morisaki, H., Yoshinaga, I. and Imai, I., Algal assemblages on submerged reed stems and their influence on microbial activities. 5th International Conference Interfaces Against Pollution 2008, IAP 2008 Office, 2008年6月2日, 京都大学(京都府京都市).

下保敏和・大塚泰介・酒井悟, 珪藻同定のた

めの画像処理を用いた輪郭形状計測. 農業機械学会関東支部年次大会, 2007年7月, (独) 農業・職員産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 (茨城県つくば市)

有田重彦・大塚泰介, *Eunotia serra* の波打ちがもつ規則性について. 日本珪藻学会第28回大会, 日本珪藻学会, 2007年5月19日, 近畿大学医学部 (大阪狭山市)

木原靖郎・有田重彦・大塚泰介, 比良山八雲ヶ原湿原の珪藻. 日本珪藻学会第28回大会, 日本珪藻学会, 2007年5月19日, 近畿大学医学部 (大阪狭山市)

下保敏和・大塚泰介・酒井悟, 顕微鏡写真を用いた画像処理による珪藻同定のための基礎研究. 農業機械学会関東支部第42回年次大会, 農業機械学会関東支部, 2006年7月10日, 朱鷺メッセNICOプラザ会議室 (新潟市)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

琵琶湖博物館電子図鑑「珪藻図鑑」

<http://www.lbm.go.jp/emuseum/zukan/atlas/keisou.html>

珪藻図鑑の試験公開ページ, 円弧構成モデルの紹介など

<http://www.lbm.go.jp/ohtsuka/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

大塚 泰介 (OHTSUKA TAISUKE)

琵琶湖博物館・研究部・主任学芸員

研究者番号: 60344347

### (2)研究分担者(2006-2007)

酒井 悟 (SAKAI SATORU)

千葉大学・工学部・助教

研究者番号: 90400811

下保敏和 (KAHO TOSHIKAZU)

新潟大学・教育人間科学部・准教授

研究者番号: 30377171

### (3)連携研究者(2008)

酒井 悟 (SAKAI SATORU)

千葉大学・工学部・助教

研究者番号: 90400811

下保敏和 (KAHO TOSHIKAZU)

新潟大学・教育人間科学部・准教授

研究者番号: 30377171

### (4)研究協力者

有田重彦 (ARITA SHIGEHICO)

琵琶湖博物館・たんさいぼうの会

木原靖郎 (KIHARA YASUO)

琵琶湖博物館・たんさいぼうの会

佐橋保司 (SAHASHI YASUSHI)

琵琶湖博物館・たんさいぼうの会