

F-6 アジアオセアニア地域における生物多様性の減少解決のための世界分類学イニシアティブに関する研究

(1)GTI地域プログラムの基本プロジェクト開発における分類学的側面に関する研究

④インドネシア・タイにおける微細藻類の分類学的研究

独立行政法人国立環境研究所

生物圏環境研究領域 系統・多様性研究室

笠井文絵・河地正伸・Mary-Helene

Noel

生物圏環境研究領域長

渡辺 信

環境研究基盤技術ラボラトリー 環境生物資源研究室 志村純子

〈研究協力者〉

タイ国カセサート大学

W. Yongmanitchai,

W. Panthavee,

Y. Paopun

インドネシア共和国インドネシア科学

Sulastri, L. Panggabean

インドネシア大学

N. B. Prihantini

平成14～16年度合計予算額 19,236千円

(うち、平成16年度予算額 ※6,529千円)

〔※上記の予算額には、間接経費1,507千円を含む〕

〔要旨〕タイとインドネシアをアジアオセアニア地域におけるモデルケースとして、分類学研究に不可欠な情報が、特に資源国の多様性研究者に利用できるような仕組みを作るための分類学的側面を微細藻類について担当した。タイとインドネシアにおいて微細藻類分類学に関するニーズ調査を行った結果、一部の分類群のインベントリーが完全に欠如していることが判明した。そこで、これらの分類群に焦点を当て、現地研究者とともに2回の現地調査を行い、サンプリング、観察、分離培養等により多くの微細藻類を同定して、タイの微細藻類インベントリーの更新に貢献した。また、微細藻類は、高等動植物のように肉眼で見ても同定することができないために、分類情報さえ利用できれば現地の研究者が同定できるわけではないという問題をはらんでいたため、現地調査やトレーニングコースの開催などによって分類技術の移転をはかった。

〔キーワード〕 原記載論文、培養株、微細藻類、分類技術、マングローブ

1. はじめに

藻類の種数は少なく見積もっても30万種、多く見積もった場合は1000万種に及ぶといわれている<sup>1), 2)</sup>。これは最初の藻類が20億年以上も前に地球上に出現して以来長い進化の歴史を

持つこと、「細胞内共生」という手段で葉緑体を獲得することによって多様化した多系統の生物群であることによると考えられている。また、藻類は水界の主要な一次生産者であるが、その仲間には食作用によりバクテリアや微小な藻類を消費する種も存在し、栄養面でも多様であるといえる。このような微細藻類のうち、現在記載されている種数は3万6千種あまりに過ぎない<sup>1)</sup>。しかも、多くは北半球の先進諸国から報告され、世界のどこにでも分布するコスモポリタンと考えられてきた。しかし、数少ないながらも熱帯域の調査から、熱帯域に固有の分類群の存在も示唆されている<sup>3)</sup>。東南アジア地域では近年の発展により自然破壊が急速に進行し、多くの多様な自然が消失している。従って、このような地域固有の多様性を把握し保全することは急務であろう。

多様性条約には、多様性保全やモニタリングの努力とともに生物資源の持続的利用と、そこから得られる利益の平等な配分が謳われている。微細藻類はバクテリアや菌類ほどではないにしろ、有用資源としての価値も高い。このような観点からも、微細藻類多様性の基礎となる分類学の基礎を資源国に築くことは重要である。しかし、東南アジアの国々には微細藻類の分類学者は非常に少なく、微細であることのため、いわゆるパラタクソノミストにあまり期待できないのが現状である。このような現状を克服し、多様性研究に必須の分類学を広めるには、現地の分類群のインベントリーを充実させ、文献へのアクセスを容易にするなど、分類情報の利用を可能にすること、また、現地の研究者に分類技術を移転することが必要となる。

## 2. 研究目的

本研究では、タイとインドネシアをアジアオセアニア地域におけるモデルケースとして、微細藻類の分類学研究に不可欠の分類情報が、特に資源国の多様性研究者に利用できるような仕組みを作るため、以下のこと目的として活動した。

- 1) 資源国との共同研究体制の構築
- 2) 現地の微細藻類分類学ニーズの調査
- 3) 現地調査により現地に生息する種の把握
- 4) 分離・同定による培養株の確立
- 5) トレーニングコースの開催による調査及び分類技術の移転
- 6) 原記載論文の収集とデータベース化

## 3. 研究方法

### (1) 現地調査

平成14年度に、タイ南部プーケット島23地点、トラング県のアンダマン海沿岸地域7地点、およびアンダマン海沿岸、ソククラ湖周辺21地点、タイ湾沿岸のソククラ市周辺7地点の合計58地点、平成15年には、タイ南部ラノン周辺6地点、プーケット島24地点の合計30地点で微細藻類を採集した(図1)。これらは淡水湖沼、養殖池、温泉、マングローブ林、干潟、砂浜、磯浜、沿岸海域のほか、一時的に形成される湿地、沖合海域など多様な生息場を含んでいる。

## (2) サンプル処理

ここで得られた藻類の分類学的研究を進めるにあたり、固定サンプルを用いる方法と培養株を用いる方法の両者を用いた。サンプルによっては、細胞密度が希薄な場合があり、プランクトンネット（40 $\mu\text{m}$ 孔径）や0.4-1.0 $\mu\text{m}$ 孔径ポリカーボネートフィルターによる濾過濃縮作業を行い、観察や培養試料に供した。固定サンプルとして、グルタルアルデヒド（適時、カコジル酸ナトリウムバッファーや浸透圧調整のためのシュクロースを添加）による化学固定を行った（最終濃度2.5%）。また走査型電子顕微鏡用の試料として、1 $\mu\text{m}$ 孔径のポリカーボネートフィルターにより、サンプルを濾過、洗浄の上、乾燥したフィルターサンプルを作成した。

クローン培養株を確立するためには、顕微鏡下で1細胞ずつ分離した。また、海水サンプル用にはESM培地等3種類の培地、淡水サンプル用にはC培地等7種類の培地を用いて、20 $^{\circ}\text{C}$ 、約2000 luxの照度、12時間明期・12時間暗期の条件下で集積培養を行い、増殖した細胞を分離した。

## (3) 同定

これらの微細藻類培養株を用いて、光学顕微鏡による外部形態の観察を行い、種の同定を行った。また、走査型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡を用いて詳細な外部形態の観察や微細構造の解析を行った。さらに、一部の藻類について、分子系統解析を行い、これまで西欧諸国から分離されている近縁種との系統縁関係を解析した。

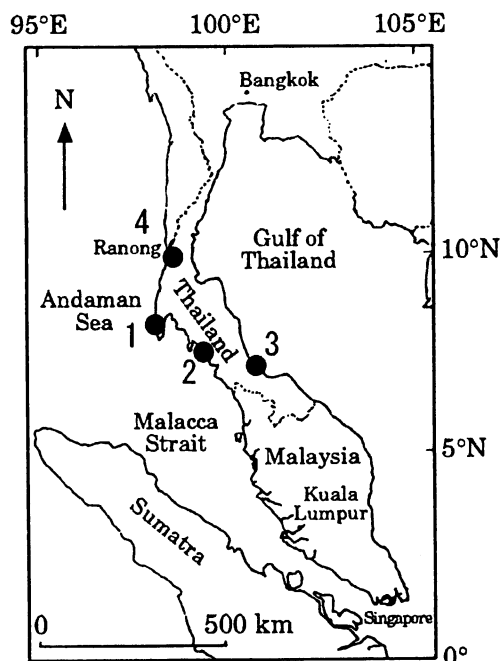


図1. 本研究における微細藻類の調査地域。  
1. タイ、プーケット島沿岸および内陸湖沼、  
ピーピー島、2. アンダマン海沿岸クラビ、  
トラング地域、3. ソンクラ湖周辺およびタイ  
湾岸地域、4. ラノンマングローブ域

## 4. 結果・考察

### (1) 資源国との共同関係の樹立

タイの共同研究者との共同研究体制を構築するため、平成14年8月に独立行政法人国立環

境研究所（NIES）とタイ、カセサート大学（KU）の間で包括的覚書を交わした。覚書の概要は以下のとおりである。

- ・ あらかじめ相互に合意されたプロジェクトについて共同研究を行う。
- ・ KUは実験施設と調査場所、関連の研究者とサポートスタッフ、査証申請や通関の援助を提供する。一方、NIESは短期間の研究者の派遣、環境研の研究者がタイで使用する研究資材の提供、必要な場合はタイ国関連研究者を招聘する。
- ・ タイから、あるいはタイへのあらゆる物、標本、サンプルの移動に関してはあらかじめKUあるいは関連政府機関の許可を得る。必要な場合は輸出した物、標本、サンプルの複製をKUで所有する。
- ・ 共同研究の成果は共有とする。出版物は共著とする。培養株は両機関で維持する。培養株の他者への分譲は両機関の合意の下で行う。

## (2) 微細藻類分類学ニーズ

平成14年度に行ったタイおよびインドネシアにおける微細藻類の分類学に対するニーズ調査において、タイのインベントリーでは、現在知られている10門24綱あまりの分類群のうち多くの綱がカバーされていないことがわかった<sup>4)</sup>。その理由は、これらの藻類が微小だったり、壊れやすかったりし、従来タイで行われていたサンプリング法、固定法、観察法では見落とされてしまったためであると考えられた。従って、タイにおいては、主にこのチェックリストに掲載されていない分類群（灰色藻、クリプト藻、プラシノ藻、ハプト藻、黄金色藻、黄緑色藻、真眼点藻、ラフィド藻）に焦点を当てて分離培養し、分類学的研究を進めることとした。その後、平成17年3月に北部タイの藻類フィールドガイド<sup>5)</sup>が出版され、先に出版された“Algae in Thailand”にその後調べられた分類群が追加されているが、カバーしている分類群はほぼ同様であった。また、現地調査およびトレーニングコースを通じて分類同定にいたるまでの分類技術の移転をはかることとした。インドネシアにおいては、IBOY-DIWPAなどと連携した植物プランクトンの生態学的研究は行われているが、チェックリストは作成されていなかったため、本研究においては分類学研究者1名の招へいとトレーニングコースを開催したにとどめた。

## (3) 現地調査および分類学的研究

### ① 現地調査

タイにおいて、以下の日程で現地調査を行い、多数の微細藻類サンプルを収集した。

- ・ 平成14年10月16～25日：タイ、プーケット島、トラング、ソンクラ湖周辺
- ・ 平成15年9月15～19日：タイ、ラノン、プーケット島

### ② 分類学的研究

タイにおける現地調査で採集したサンプルを現地およびカセサート大学で分離し、形態観察その他の同定作業は国立環境研究所において行った。本研究で見つかった分類群のうち、タイのインベントリーに含まれていなかった主要なグループを巻末のリストに示した。本研

究で示されたタイ新産の微細藻類は8門11綱に及んだ。これらの分類情報は、今後フィールドガイドなどの作成に利用することが可能であり、現地研究者の微細藻類多様性モニタリングに活用されることが期待される。以下に代表的な分類群の特徴を示した。

#### ア. ハプト藻

円石藻：炭酸カルシウムからなる細胞外被構造をもつ円石藻は、その微細形態の特徴に基づいて分類されてきた。円石藻は海洋環境に豊富に生息し、炭素と硫黄循環に関連することから、地球環境科学的見地から近年注目されている藻類群であるが、タイをはじめとする東南アジア各国における分布情報等のインベントリーは、全く欠如している。タイ東西沿岸域の港湾およびボートによる沖合での採取サンプルを走査型電子顕微鏡で観察した結果、東沿岸では*Gephyrocapsa oceanica* 1種のみ、アンダマン海に面した西沿岸では、*Emiliana huxleyi*、*Syrachosphaera nana*、*Umbellosphaera irregularis*、*Umbilicosphaera sigogae* var. *sibogae*など、総計6種の円石藻が検出された（図2）。

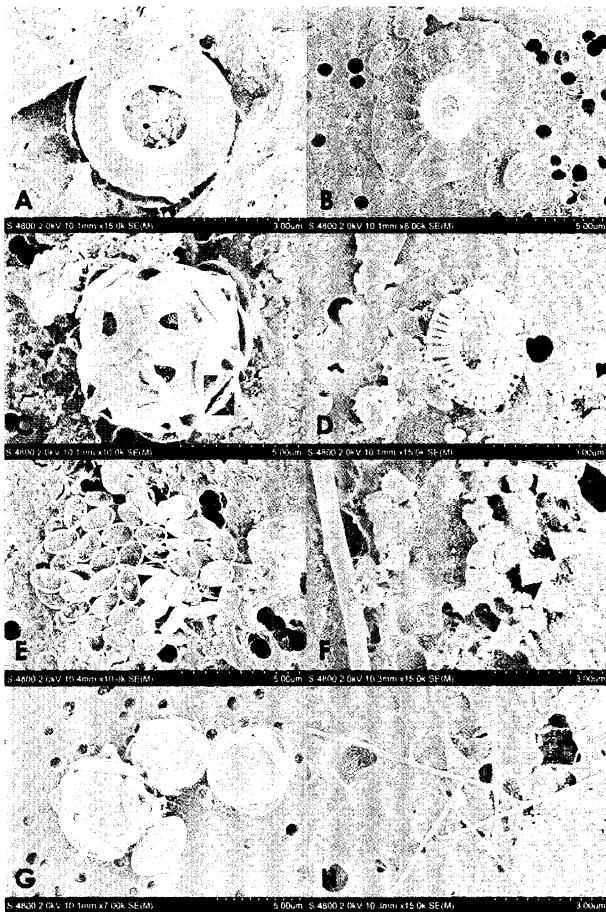


図2. タイ沿岸で見られた円石藻の走査型電子顕微鏡写真。A. *Umbilicosphaera sigogae* var. *sibogae*、B. *Umbellosphaera irregularis*、C. *Gephyrocapsa oceanica*、D. *Emiliana huxleyi*、E. *Syrachosphaera nana*、F. holococcolithophorid species、G. 集積培養で増殖した*Gephyrocapsa oceanica*、H. *Phaeocystis*の遊泳細胞から射出された繊維構造。

一部の円石藻は、沿岸域において砂泥等の基物上で付着生活を営むことが知られている。沿岸域のマングローブ林で採取した砂泥等の付着基質の予備培養サンプルから、日本沿岸域でも確認されている*Ochrosphaera*や*Pleurochrysis*に加えて、新規な円石の形状を有する種を検出できた。本種の円石は、一見すると欧州沿岸域で記載された*Hymenomonas*の種の円石

に類似するが、カップ上の円石の周縁部がフラットであり、円石のベースプレートのサイズが極端に小さい点で、明らかに既知の種と異なり、*Hymenomonas*属の新種として記載するのが妥当といえた。

*Platyichrysis* 属：*Platyichrysis* は、ハプト藻に所属する細胞サイズ 10  $\mu\text{m}$  前後の付着性を示す藻類で、扁平・円板状の細胞形状と細胞表面を覆う鱗片の微細形態により特徴づけられ、これまでに 4 種が記載されている<sup>9)</sup>。これまでの調査から、タイ沿岸域における様々な環境において広範囲に分布が確認されており、特にマングローブ域や養殖池では、優占する種の一つとして認識された。本研究中に確立した 17 株の培養株について、光学顕微鏡、電子顕微鏡による形態観察と 18SrRNA 遺伝子の分子系統解析、および予備的な毒性調査を行った。その結果、これまでに鱗片の微細構造上の特徴から、*Platyichrysis simplex* と *P. pinarrii* の 2 種、と 1 新種を確認した (図 3)。新種の *Platyichrysis* は、汽水環境用の選択培地 (海水の 1/3 の塩濃度) でのみ存在が確認され、より汽水環境に適応した種といえた。また 18SrRNA 遺伝子による系統解析では、*P. simplex*、*P. pinarrii*、新種の *Platyichrysis*、そして *Prymnesium zebrinum* の 4 種が単一系統群を形成し、他の *Prymnesium* の種群と姉妹群の関係が認められ、有毒性ハプト藻として古くから問題にされてきた *Prymnesium* との系統的近縁性が示された。一方、予備的な毒性調査の結果では、*P. pinarrii* において *Prymnesium* に匹敵する高い毒性が認められ、系統関係を支持する結果となった。*Platyichrysis* の種は付着性を示し、固定サンプル中で細胞が変形するなど、例え自然界で優占していても、存在を認識するのが困難なグループといえる。今回の調査ではじめて東南アジアにおいて存在が確認され、マングローブや養殖池などの塩濃度の変化が激しい環境下で優占種となりうることが示された。

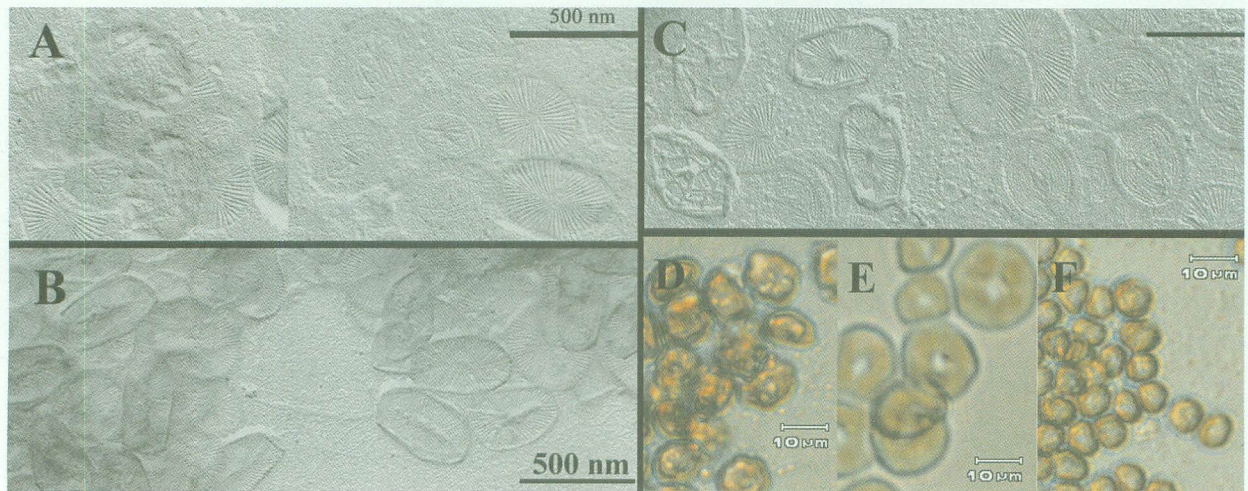


図3. *Platyichrysis*の光学顕微鏡像(D, E, F)と透過型電子顕微鏡により観察した有機質鱗片の微細形態(A, B, C)。鱗片のサイズや形状、そして表面のパターンの違いは、種レベルの分類を行う上で重要な形質となっている。A, D: *Platyichrysis pinarrii*, B, E: *Platyichrysis simplex*, C, F: 新種の *Platyichrysis*

## イ. 黄金色藻

黄金色藻の間には珪酸質のスケール（鱗片）を持つグループがあり、生息する水系のpHの指標となる種の存在も知られている。サンプル採取後、現地で試料をフィルター上に集め、走査型電子顕微鏡用の観察試料とした。これらの観察の結果、*Mallomonas*属5種と*Chrysosphaerella*属1種が観察された（図4）。このグループは比較的大型の細胞をもつため、タイにおいて行われていたプランクトンネットによる採集でも採取することができるために、既にいくつかの種が報告されているが、今回同定したうち*M. splendens*を除く5種はタイのチェックリストに掲載されていない種であった（巻末リスト参照）。このグループは、スケールの形態（模様）を走査型または透過型顕微鏡で観察することにより同定することができる。従って、サンプル処理技術の移転により、分類情報さえ整えば、微細藻類の分類の専門家でなくても同定が可能なグループであるといえる。

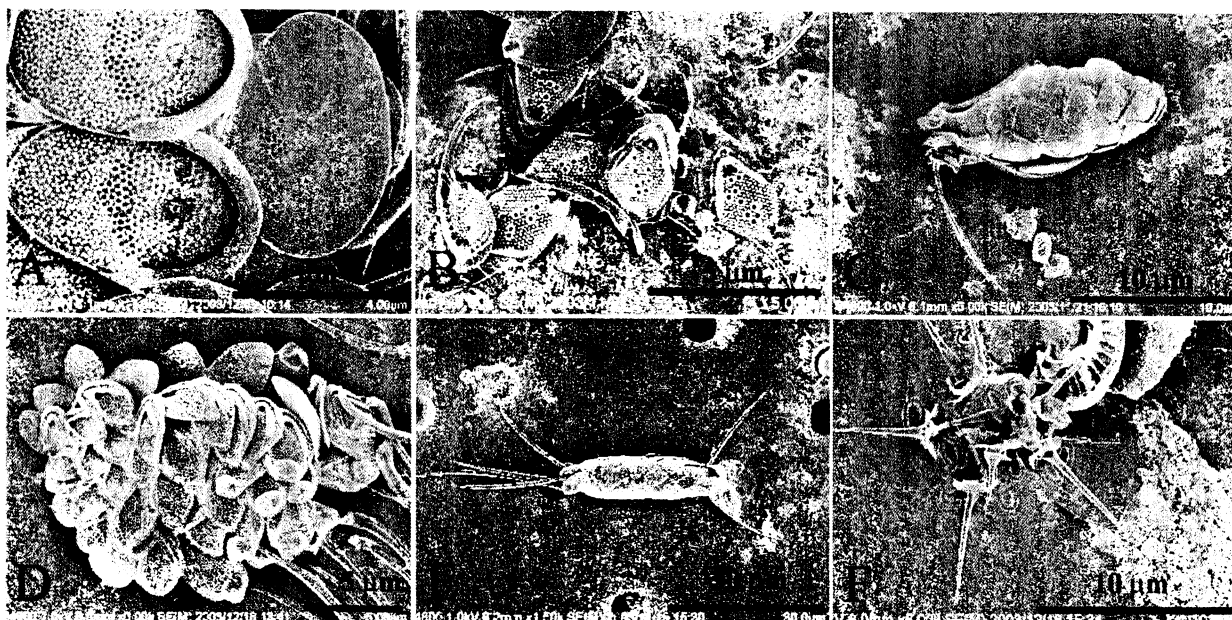


図4. 自然サンプルをフィルター上に集め、それを乾燥させた固定サンプルから見つかった黄金色藻類。A. *Mallomonas matvienkoeae* var. *myakkana*（鱗片）、B. *M. guttata*（鱗片）、C. *M. mangofera*（鱗片に包まれた藻体）、D. *M. cyathellata*（鱗片）、E. *M. splendens*（鱗片に包まれた藻体）、F. *Chrysosphaerella brevispina*

## ウ. 灰色藻

灰色藻は葉緑体の代わりにチアネレを持つことを特徴とし、真核生物の共生進化を考える上で重要な分類群である。そのため、ドイツ・ゲッチンゲン大学のカルチャーコレクションに保存され培養株のある *Cyanophora paradoxa*、*Gloeochaete wittrockiana*、*Glaucocystis nostochinearum*、*Cyanoptyche gloeocystis* の4属4種については、微細構造、細胞壁成分、系統などの詳細な解析が行われている<sup>7)</sup>。しかし、灰色藻綱は9属10種あまりの小さなグループであるにもかかわらず、これら4属4種以外の実体はほとんど知られていない。タイのチェックリストには *Glaucocystis nostochinearum* が緑藻として掲載されている。現地

調査では、これらの種が含まれるサンプルを、*Glaucozystis* 属については3地点、*Gloeochaete* 属については2地点から採集し、集積培養などの方法を用いた後、分離し、培養株を確立した。

*Glaucozystis*属には6種4変種が報告されているが、*G. nostochinearum*以外の種の分布実態は不明である。タイでは2種の*Glaucozystis*属が見つかり、形態形質により、そのうち1種は既に報告されている*G. nostochinearum*と同定されたが、もう1種は、細胞サイズが小さいことやチアネレの数が少ないなど既知種とは明らかに形態が異なり、新種と考えられた(図5)。一方、*Cyanophora*属と*Gloeochaete*属株は、光学顕微鏡レベルの観察では既存の種との違いは見られなかった(図5)。18SrRNA遺伝子の分子系統解析の結果もタイ産*Glaucozystis*属に2系統があることを支持し、ヨーロッパや日本産株と同じ系統群に含まれる株と独立した系統群を形成する株とが見られた。タイ産*Gloeochaete*属株はヨーロッパ株とは異なる、独立した系統群を形成し、既知種とは姉妹群を形成することが示され、新種とすることが妥当と考えられた。一方、タイ産*Cyanophora*属株は既知の*C. paradoxa*や*C. tetracyanea*とともに単一系統群となった。前者の結果は、微細藻類においてもこの地域に固有の分類群が存在し、この地域の多様性研究には詳細な分類学的研究が必要なことを示している。

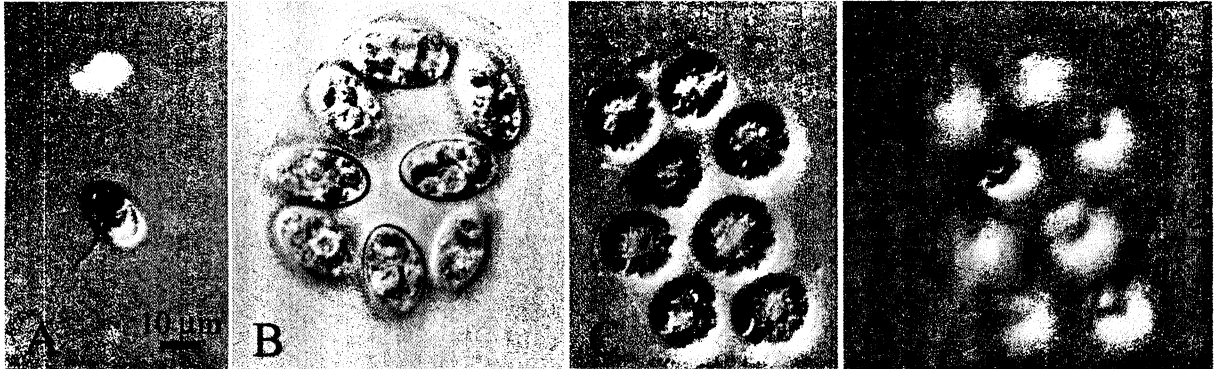


図5. タイ産の灰色藻。A. *Cyanophora paradoxa*、B. *Glaucozystis* sp.、C. *Gloeochaete* sp.、D. *Gloeochaete* sp. の表面観。側壁性のチアネレと偽鞭毛を示す。どの種も、葉緑体のかわりにチアネレを持つ。Aのスケールバーは他の図にも当てはまる。

#### エ. クリプト藻

クリプト藻は共生した生物の核(ヌクレオモルフ)が残存するという際立った特徴をもつ生物であり、また、葉緑体を獲得する前の近縁生物も知られており、この分類群も共生進化を考える上で重要なグループである。その上、淡水および海水のどこにでも見られ、生態学的にも食物網の中で重要な位置を占める生物である。古くから分類学的研究が行われており、現在では18属200種あまりが記載されている。しかし、形態形質の不明確な種も多く、現在、ヌクレオモルフ、核DNAのITS領域等の分子系統解析により、分類学的再検討が行われている<sup>8)</sup>。現地調査において収集したサンプルより、多数のクリプト藻株を分離して光学顕微鏡による形態観察を行い、18株についてはITS領域の分子系統解析を行った。18株は、*Cryptomonas borealis*、*C. gyropyrenoidosa*、*C. pyrenoidifera* を含む*Cryptomonas*属8系統群と*Chroomonas*および*Rhodomonas*に分かれた。また、*C. borealis*、*C. gyropyrenoidosa*、*C. pyrenoidifera*において、



タイ産株は他のヨーロッパ産株とは異なる系統群を形成し、同種といえども地域固有の分類群の存在を示唆した。

#### オ. 渦鞭毛藻

プーケット島沖合の珊瑚海域における表層水の予備培養サンプルより、緑色の渦鞭毛藻が観察され、培養株を確立するのに成功した。本株の光学顕微鏡の特徴および細胞外被構造である有機質鱗片の微細形状について観察・比較した結果（図6）、Watanabe *et al.* (1990)により記載された*Lepidodinium viride*<sup>9)</sup>と一致することが判明した。渦鞭毛藻では様々なタイプの葉緑体が認知されており、細胞内共生のメカニズムや葉緑体の進化を調べる上で重要な研究材料として、近年盛んに分子生物学的アプローチにより研究が進められている。

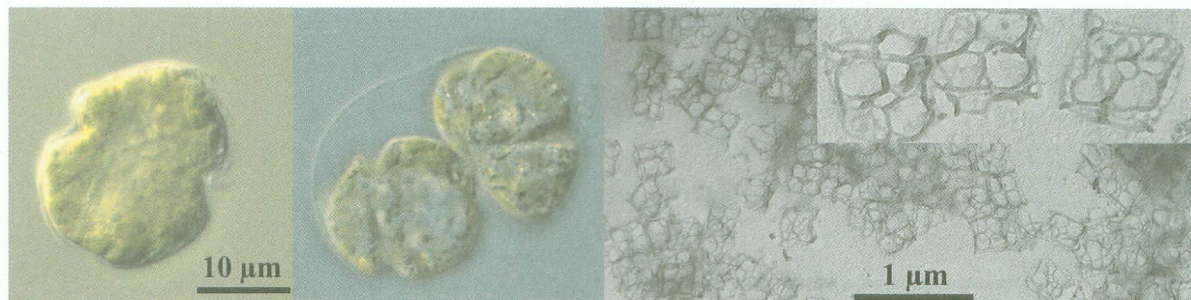


図6. *Lepidodinium viride*の光学顕微鏡像と透過型電子顕微鏡により観察した有機質鱗片の微細形態。

#### (4) 分類同定技術の移転

##### ① 現地調査に伴う、サンプリング、分離、培養技術の移転

いくつかの分類群がタイの微細藻類インベントリーから完全に欠如しているのは、小さくデリケートなために、従来行われたサンプリング方法では採取できない、固定法が誤っていたために観察までに壊れてしまった等の理由のためにその存在が認められなかったと考えられた。2回の現地調査時において、淡水や海水のサンプリング法、固定法、集積培養法、分離法など、微細藻類の分類同定には必須の方法の技術移転を行った。

##### ② タイにおけるトレーニングワークショップの開催

微細藻類の中には珪酸や炭酸カルシウムの細胞外皮構造を持つ種があり、それらの分類同定には走査型顕微鏡による表面構造の観察が欠かせない。そこでタイ国カセサート大学において、同大学の走査型電子顕微鏡オペレーター、学生、教官、他の研究所研究員を対象として、走査型電子顕微鏡用試料作成法に関する講習を行った。

##### ③ インドネシアにおけるトレーニングコースの開催

インドネシアには微細藻類の分類学研究者がほとんどおらず、インベントリーも存在しない状態であるが、富栄養化によるシアノバクテリアの大発生による環境悪化のため、それらの微細藻類の分類学に対するニーズは高い。したがって平成15年度に、インドネシア科学院

およびインドネシア大学の研究者、テクニシャン、学生を対象としてシアノバクテリアの分類の現状、微細藻類の分類学一般および藻類の培養株保存に関するトレーニングコースを開催した。

#### (5) 微細藻類原記載論文の収集とデータベース化

本研究で特に着目したシヌラ藻およびハプト藻の2つの藻類群について、構成する種の原記載論文に関する情報を収集し、種名、文献等の情報のデータベース化を行うとともに(種とその記載論文リストを文末に付記)、原記載論文を可能な限り収集した。シヌラ藻では約250種が記載されており、その内の208種の原記載論文を入手、ハプト藻については約300種が記載されており、その内の230種の原記載論文を入手できた。更にこれらの文献の電子化作業を進めた。雑誌等の文献は基本的に全ページをイメージスキャナーによりスキャンすることで、画像ファイルとして保存した。書籍等の文献については、全ページではなく記載の箇所のみを保存した。読み取り条件は、RGBカラー、解像度300pixel/inch、原寸大、jpgファイル形式(最高画質の圧縮率)で基本的実施した。これら画像ファイルは図7に示されるように分類系に対応するフォルダー構造の中に格納した。これにより、従来、非常に困難であった原記載論文へのアクセスが、限られた者ではあるが可能になった。

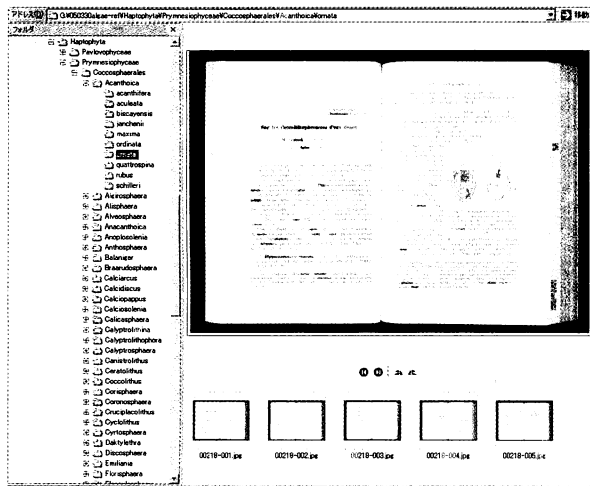


図7. 画像ファイルが格納されているフォルダーの階層構造とフォルダー内の画像ファイル  
分類系に対応する階層構造をフォルダーにより構築し、種の記載論文の画像ファイルを各々の種のフォルダー内に格納してある。ここでの階層構造は[門 Haptophyta]-[綱 Prymnesiophyceae]-[目 Coccosphaerales]-[属 Acanthoica]-[種 ornata]となっている。フォルダー名[ornata]の中にこの種の記載論文を画像ファイルとして格納。見開きページを1画像ファイルとして、ファイル名は[文献番号-通し番号.jpg]として整理、保存されている。

### 5. 本研究により得られた成果

本研究により、以下の成果が得られた。

1) タイおよびインドネシアにおける微細藻類の分類学的ニーズ調査により、分類学的研究の欠如している分類群が明らかとなった。これらの分類群に着目した採集および分離・培養、分類学的研究が進められ、タイのインベントリーにあたらに12綱に渡る分類群が追加された。このうち4綱はこれまでにタイではまったく記録のない綱であり、残りの多くも十分な記録がなかった綱である。

2) これらの詳細な分類学的研究を進め、灰色藻およびハプト藻において新種を発見した。これは熱帯地域固有の種が存在することを意味し、特に微細藻類を含む微生物については、この地域において、多様性研究の基盤としての分類学的研究を進めていくことの重要性が示された。

3) 本研究における現地調査およびトレーニングコースを通じて、サンプリング法、分離培養法と言った、微細藻類の分類同定に必須の技術移転が実現した。

4) 情報が欠如している分類群（シヌラ藻およびハプト藻）の原記載論文のデータベース構築により、現時点では限られた者しか利用できないが、これまで非常に困難であった原記載論文へのアクセスが容易になる。

5) 本研究で得られた分類学的知見、生物種の写真等を編集することにより、現地研究者が多様性モニタリングに利用するためのフィールドガイドを作成することが可能である。

## 6. 引用文献

- 1) Norton, T. A., Melkonian, M. & Andersen, R. A. (1996) Algal biodiversity. *Phycologia* 35:308-326.
- 2) John, D. M. & Maggs, C. M. (1997) Species problems in eukaryotic algae: a modern perspective. In: Claridge, M. F., Dawah, H. A. and Wilson, M. R. (eds.), *Species, the units of biodiversity*, Chapman & Hall, London, pp.83-107.
- 3) Coesel, P. F. M. (1996) Biogeography of desmids. *Hydrobiologia*, 336: 41-53.
- 4) Lewmanomont, K., Wongrat, L. & Supanwanid, C. (1995) *Algae in Thailand*. Office of Environmental Policy and Planning, 334 pp.
- 5) Peerapornpisal, Y. (2005) *Freshwater Algae in Northern Thailand*. The Biodiversity Research and Training Program, 361 pp.
- 6) Gayral, P. & Fresnel, J. (1983) *Platyochrysis pienaarii* sp. nov. et *P. simplex* sp. nov. (Prymnesiophyceae): description et ultrastructure. *Phycologia* 22: 29-45.
- 7) Kies, L. & Kremer, B. P. (1986) Glaucocystophyta. In: Margulis, L., Corliss, J., Melkonian, M. and Chapman, D. J. (eds.), *Handbook of Protocista*, Jones and Bartlett Pub., Boston, pp.152-166.
- 8) Hoef-Emden, K. & Melkonian M. (2003) Revision of the Genus *Cryptomonas* (Cryptophyceae): a combination of molecular phylogeny and morphology provides insights into a long-hidden dimorphism. *Protist*, 154: 371-409.
- 9) Watanabe, M.M., Suda, S., Inouye, I., Sawaguchi, T. and Chihara, M. (1990) *Lepidodinium viride* gen. et sp. nov. (Gymnodiniales, Dinophyta), A green dinoflagellate with a chlorophyll a- and b- containing endosymbiont. *J. Phycol.* 26: 741-751.

## 7. 国際共同研究等の状況

なし

## 8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表（学術誌・書籍）

<学術誌（査読あり）>

① 河地正伸：つくば生物ジャーナル（*Tsukuba Journal of Biology*）, 2, 1 18-19 (2003)

「国立環境研究所における藻類多様性研究」

<学術誌（査読なし）>

なし

<書籍>

なし

<報告書類等>

- ① Research report from the National Institute for Environmental Studies, Japan No. 175 (2003).  
Microalgal diversity in Asia: Collaborative Research between Japan, Thailand and Indonesia for Capacity Building in Microalgal Taxonomy. In Global Taxonomy Initiative in Asia (Ed. by J. Shimura). 183-188 (F. Kasai, M. Kawachi, W. Yongmanitchai, Sulastri, M. Erata, J. Shimura & M. M. Watanabe).
- ② 国立環境研究所ニュース, 21, 6, 11-12 (2003)  
「タイにおける微細藻類多様性研究 - GTI的活動-. (河地正伸)」

(2) 口頭発表

- ① F. Kasai, M. Kawachi, W. Yongmanitchai, Sulastri, M. Erata, J. Shimura & M. M. Watanabe: 1<sup>st</sup> Regional Workshop in Asia. Putrajaya, Malaysia, 2002  
“Microalgal diversity in Asia: The collaborative research between Japan and Thailand/Indonesia for capacity building of microalgal taxonomy”
- ② 笠井文絵、河地正伸、W. Yongmanitchai、湯本康盛、守屋真由美、渡辺信：日本藻類学会第27回大会 (2003) 「タイ産灰色藻の分類」
- ③ 河地正伸、W. Yongmanitchai、M-H. Noel、笠井文絵、渡辺信：日本藻類学会第27回大会 (2003) 「タイ沿岸域におけるハプト藻の多様性」
- ④ F. Kasai, M. Kawachi, W. Yongmanitchai, M-H. Noel, J. Shimura & M. M. Watanabe: Joint International forum on Biodiversity Information, Building Capacity in Asia and Oceania, Tsukuba, 2003. “Taxonomic studies of microalgae in freshwater wetland and coastal region of Thailand: Taxonomic capacity building for conservation of microbial diversity.”
- ⑤ 河地正伸、M-H. Noel、W. Yongmanitchai、彼谷邦光、笠井文絵、渡辺信：日本藻類学会第28回大会 (2004) 「タイ沿岸域におけるハプト藻*Platychrysis*属の多様性」
- ⑥ M-H. Noel, M. Kawachi, W. Yongmanitchai, F. Kasai, M. M. Watanabe: 日本藻類学会第28回大会 (2004) “Biodiversity of microalgae in Southern Thailand mangroves.”
- ⑦ M. Kawachi, M-H. Noel, W. Yongmanitchai, K. Kaya, F. Kasai, M. M. Watanabe: 10<sup>th</sup> International Congress for Culture Collections, Tsukuba, 2004. “Taxonomic study on *Platychrysis* (Haptophyta) in Thailand.”
- ⑧ M-H. Noel, W. Yongmanitchai, M. Kawachi, F. Kasai, M. M. Watanabe: 10<sup>th</sup> International Congress for Culture Collections, Tsukuba, 2004. “Benthic microalgae cultures obtained from a Southern Thailand mangrove forest”.

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

Best Poster Award by Ministry of Science, Technology and The Environment Malaysia; 1<sup>st</sup>  
GTI Regional Workshop in Asia. Putrajaya, Malaysia (2002)

(5) 一般への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

本研究成果は、多様性条約に基づく世界分類学イニシアティブにおいて、現在その整備がもっとも遅れている微生物分類学の一つのモデルケースとして、東南アジアを含む発展途上国の微細藻類分類学のキャパシティービルディングに貢献する。