

(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
②インドネシア・タイにおける海産無脊椎動物の分類学的研究

京都大学フィールド科学教育研究センター 白山義久

<研究協力者>

九州大学総合研究博物館 松隈 明彦
神戸大学内海域環境教育研究センター 川井 浩史
京都大学フィールド科学教育研究センター 加藤哲哉・津島由紀子

<研究協力者>

タイ プークェット海洋生物センター Somchai Bussarawit・Charatsee Aungtonya
Vararin Vongpanich・Isareeya Eadkerd
Koraon Wongkumhang・Ampai Suesat
Chesada Chanamai・Wiwatthanan Boonyung
Arwut Kaenphet
プリンスオブソンクラ大学 Anchana Prathep
カセサート大学 Chittima Aryuthaka・Chawaporn Jittanoon
インドネシア インドネシア科学院海洋研究所 Ono Kurnae Sumadhiharga・Susetiono
Ernawati Widyastuti

平成14～16年度合計予算額 18,437千円

(うち、平成15年度予算額 ※5,669千円)

〔※上記の予算額には、間接経費 1,308千円を含む〕

〔要旨〕本研究では、インドネシアとタイをアジアオセアニア地域におけるモデルケースとして、生物多様性減少の著しい熱帯アジアにおける海産無脊椎動物の分類学研究の基盤を構築することを目的とし、特に多様性が高くその保全が緊急な課題である、インドネシア海域とタイ沿岸海域をモデル海域と定め、保全に必要な情報を取得するために早急にインベントリー研究を行い、データベースを構築すると共に、分類学的研究の実施に不可欠な知識と文献情報などの現地研究者へ技術移転を実施し、アジア地域における研究推進を図ることを目的とした。

タイにおいてはプークェット島に於ける現地調査および試料解析を現地の研究者と共同で実施した。タイのプークェット海洋生物学センター(Phuket Marine Biological Center)ならびにカセサート大学水産学部(Faculty of Fisheries, Kasetsart University)との間でMOUを取り交わし、共同研究を実施した。特に現地に今回の現地調査を通して採集された大量の海産無脊椎動物試料を分別分類し、それぞれを適切に処理して研究材料に供するための前処理行程が完全に行えるスタッフを10名養成できたことによって、現地に於ける分類学的研究実施の基礎を築くことができた。

また、現地研究者5名(うち1名は2回)を日本に招へいし、線形動物、環形動物、軟体動物と節足動物について、分類学的研究を実践した。線形動物については、すべての種の記載について、京都

大学が所蔵する文献を電子化し、タイへ移転した。そのファイルサイズは、5.88GBに達する。これらの文献情報を元に現地研究者と協同して、線形動物の分類学的研究を行い、予備的なデータベースを作成した。また環形動物については、プーケット海洋生物学センター所蔵標本を元に、さらに和歌山県田辺湾においても近縁種の採集を実施し、共同で分類学的研究を推進した。また軟体動物についてはタイ国産二枚貝綱(軟体動物)の分類学的再検討を実施し、本年度はフネガイ目を中心にPMBC所蔵の361標本について再同定を実施し、データベース化を行った。また全26種を取り扱ったフィールドガイドの原稿も完成した。海藻類については、標本整備と画像データベース構築へむけてタイ・ハジャイのプリンスオブソンクラ大学理学部生物学科と共同で海藻類画像データベースの構築と整備を開始した。これらの活動の結果、GTIワークプログラムを踏まえた本研究計画によるタイにおける地域分類学研究の推進の着実な第1歩が踏み出すことができた。またインドネシア科学院(LIPI)との協議の結果、現地に新たな共同研究拠点が開設できる見通しとなった。これらの活動の結果、GTIワークプログラムを踏まえた本研究計画によるタイにおける地域分類学研究の推進に寄与すると共に、インドネシアにおいても着実な第1歩を踏み出すことができた。

[キーワード]インベントリー、分類情報、海産無脊椎動物、軟体動物、海藻類

1. はじめに

1992年にブラジルのリオ・デ・ジャネイロで開催された地球サミットで、地球環境を守るための二つの重要な条約が採択された。ひとつは気候変動枠組み条約で、もうひとつが生物多様性条約である。前者は温暖化防止条約を中核として、その後京都議定書を採用し、そのままの発効を控えている。海洋については、国連海洋法条約の発効(1994)、廃棄物の海洋投棄に関するロンドン条約など、国際条約による環境保全の枠組みができつつある。

一方生物多様性条約の発効によって、生物多様性の解明とその保全の努力が、締約国の義務となっている(環境省、2002)。リオサミットから先年のヨハネスブルグの会議まで、10年の間に各国は自国の多様性を明らかにするための多くの努力を払ってきた。しかしその努力のほとんどは陸上生態系を対象としたものであった。締約国の守備範囲は、排他的経済水域を含んでいるにも拘らず、海洋生態系に十分な努力が払われたとは言い難い。我が国においても、先に制定された生物多様性国家戦略において、海洋生態系に関する記述は極めて限定的で、不十分であることは明らかである。一方、海洋生態系は、多様性が高いばかりでなく、水産業の重要な場であり、また特に沿岸は海水浴、潮干狩、SCUBAダイビングなど様々なエコツーリズムに利用される場所として、保全の価値も高い。われわれは、多様性を守る価値基準を明確に示して、その保全を国家戦略として適切に位置づけ、着実に実行していかねばならない。

このような現状において、本GTIプロジェクトでは海洋生物にも目を向け、無脊椎動物について最も生物多様性が高いと予想される東南アジア海域においてインベントリーを行い、データベースを構築すると共に、分類学に関する基本的なキャパシティである文献情報を供与すると共に、生物試料の処理に関するノウハウを技術移転することによって当該地域における分類学の振興を図ることは極めて意義深い。

2. 研究目的

上記のような現状認識のもと、本研究ではインドネシアとタイをアジアオセアニア地域におけるモデルケースとして、生物多様性減少の著しい熱帯アジアにおける海産無脊椎動物の分類学研究の基盤を構築することを目的とし、特に多様性が高くその保全が緊急な課題である、インドネシア海域とタイ沿岸海域をモデル海域と定め、保全に必要な情報を取得するために早急にインベントリー研究を行い、データベースを構築すると共に、分類学的研究の実施に不可欠な知識と文献情報などの現地研究者へ技術移転を実施し、アジア地域における研究推進を図ることを目的とした。

3. 研究方法

タイにおいてはプーケット島において現地調査および試料解析を現地の研究者と共同で実施した。現地調査としては2003年9月26-30日に、プーケット島にあるプーケット海洋生物学センター(Phuket Marine Biological Center:PMBC)周辺のNai-Yang Beachにおいて、海産無脊椎動物の採集を行なった。このサンプリングは、現地のArwut Kaenphet 氏らと共同で実施した。

次にPMBCとの間で2002年度と2003年度にMOUを取り交わし、共同研究を実施した。特に現地に今回の現地調査を通して採集された大量の海産無脊椎動物試料を分別分類し、それぞれを適切に処理して研究材料に供するための前処理行程が完全に行えるスタッフを6名養成し精力的に試料の処理を行った。2004年度はPMBCとのMOU取り交わしが困難になり、カセサート大学水産学部との共同研究を行うこととなった。PMBCで要請したスタッフの内2名を再度雇用し、試料の処理とプレパラートの作成を行った。

また、現地研究者5名を日本に招へいし、線形動物、環形動物、軟体動物、節足動物について、京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所において分類学的研究を共同で実施し、文献情報の供与と、分類学的研究のノウハウに関する技術移転を実践することを目指した。一方軟体動物については、PMBCにおいて共同研究を実施し、また海藻類についてはプリンソブソククラ大学において標本のデータベース化についての共同研究を行った。

インドネシアについては、2004年度から共同研究を実施するための打合せをジャカルタに先方の研究所を訪問して行ったが、研究課題の終了が早まったため本格的な実施には至らなかった。

4. 結果・考察

(1) サンプリング

サンプリングはタイのリボン島ならびにプーケット島で実施した。採集方法は国際共同研究のNaGISAの protocols に従って堆積物をスキンドайビングで採集する方法で行なった。これらの試料は、その後現地雇用のスタッフにより動物の分別処理を行った。

(2) 現地教育

現地教育を実施した結果、現地の若手研究者(博士課程を目指す大学院生レベルだが、現地としては少数の高等教育を受けている)6名が、海産無脊椎動物でも特に世界的にも研究者が不足している小型底生生物(メイオベントス:meiobenthos)を分別同定し、それぞれの分類群に最も適切な方

法で顕微鏡観察用のスライド標本を作成するノウハウを身に付けた。

採用期間に、現地研究者が分別した動物資料の総数は、初年度は84,000個体程度であったが、2003年度、2004年度はスキルが飛躍的に向上したことと、別の資金により年度はじめの本プロジェクトでは雇用できない期間も雇用を継続したことから大きく増加し、全部で669,978個体に達する(表1)。分類群としては泥底では圧倒的に線形動物が多く、次にかいあし類が多い。一方粗砂底では、かいあし類の方が線形動物より優占する。この結果は世界の他の海域からの従来の報告と矛盾しない。したがって、試料処理の技術移転は確実に行われ、現地教育は成功したと言ってよい。また、研究者による標本の効率的な観察を可能にするため線形動物標本のプレパラート標本の作製を行い計10,742個体のホールマウントプレパラート標本を作製した。標本の一部は白山が研究に用いるに十分な品質であることを確認している。

せっかく技術移転に成功したが、予算執行上の制約から、教育を受けた現地スタッフは年度の終了と同時にいったん解雇することとなり、さらにMOUが短期で継続性に欠けるとの評価から、平成16年度に再度MOUを交わすことはできなくなってしまった。そのため現地スタッフの雇用場所をバンコクのカセサート大学に移さざるを得なかったが、せっかく教育を施した現地スタッフのうち再雇用できたのは2名のみであった。このような日本側の予算執行体制上の理由は、国際共同研究では先方になかなか理解してもらえないので、今後同じような問題が生じないように方策を検討し、技術移転がまったく無駄になってしまう恐れがないようにする必要がある。

(3) 招聘研究者との共同研究による技術移転

3年間の間に4名のタイ研究者(内1名は2回)と1名のインドネシア研究者を日本に招聘した。1名は、線形動物の専門家のArwut Kaenphet氏であり、京都大学瀬戸臨海実験所に2002年度と2003年度に計2ヶ月間滞在した。この間に、2002年度に採集したりボン島産の線形動物について、同年度に作成したすべての属の記載を収集したデジタル文献データベースを用いて分類同定を行い、インベントリー結果のデータベースを構築した。扱った動物は404個体、すべてについて科レベルまで同定が完了し、一部は属まで同定されている(図1)。研究指導に当たった白山がその同定結果を確認しほとんどが正確だったことから、属レベルまでの線形動物の分類に関する技術移転が行われたと考えられる。さらに海産の線形動物のすべての種の原記載について、白山が所蔵する文献を電子化し、タイへ移転した。その情報量は6.88GBに達する。これらの文献情報を元に、線形動物の種レベルの分類学的研究をタイにおいて行い、さらに詳細なデータベースが将来作成できると考えられる。ただしほとんどの種は未記載である可能性があるため、相当の時間が必要と予想される。データベースはマイクロソフトアクセスを用いて作成した。今後情報チームと連絡を取り合っ、よりよいデータベースに改良していく予定である。また電子化した種の原記載の情報については、情報チームとの共同作業によって、WEB公開に向けてデータベース化を行った。また同じく線形動物に関して、カセサート大学のChawaporn Jittanoon氏を招聘し、線形動物プレパラート標本の観察と線画の作成、走査電子顕微鏡の取り扱いについて、詳細な専門的知見を教授した(図2, 3)。

環形動物については、プーケット海洋生物学センターのCharatsee Aungtonya氏と共同で同センターが所蔵する標本を元に、タイ国産ノラリウロコムシ科Sigalionidaeの分類学的再検討を行うと共に、近縁種の記録がある瀬戸臨海実験所近傍の田辺湾において、共同でフィールドサンプリングを行った。特に走査電子顕微鏡の取り扱いについて、詳細な専門的知見を教授した(図4)。研究の結果1

未記載種を含む8属9種が分類同定された。

軟体動物については、プーケット海洋生物学センターのVararin Vongpanich氏と共同で同センターが所蔵する標本を元に、タイ国産二枚貝綱(軟体動物)の分類学的再検討を行い、フネガイ目26種について図説カタログを作成し、PMBCの出版物として出版した。この出版物はフィールドガイドとして、現地の分類学研究者や水産関係者、環境保全関係者に大いに役立つことになるであろう(図5)。さらに、タイ国内に保存されている軟体動物標本について調査を行い、7機関に保存されている軟体動物の原生および化石種の標本コレクションの保存状態と管理状況について明らかにした。この結果は、タイの軟体動物に関する分類学的研究を行う際の標本照会にきわめて有用な情報となる。

海藻類については、2003年度に現地研究者との協力関係の構築を目指した。プリンスオブソンクラ大学を訪問し、共同研究の実施について合意を得た。また、デジタルコンテンツを作成するためのノウハウの教授を行った(図6)。この成果を踏まえ、2004年度は、同大学のAnchana Prathep博士が中心となって収集し、同大学の博物館に収蔵されている、400点程度の乾燥標本、200点程度の液浸標本について、画像のデータベース化を試みた。

以上のように、タイの若手研究者と共同で調査に当たり、記載、比較、デジタルコンテンツ作成等の指導を行い、文献の収集を支援した。東南アジアの若手研究者とこのような長期的な研究協力を行い、安定した後継者の育成に寄与することは大変重要なことである。

(4) インドネシア関連事項

インドネシアの研究者とは、2004年2月にジャカルタにあるインドネシア科学院海洋研究所において研究打合せを行い、ラボスペースに関しては問題がないこと、顕微鏡については手配が必要なことが明らかになった。後者の問題は、日本から機材を貸与することで十分解決可能なので、今後インドネシア側の研究資金により現地研究者を雇用し、教育を実施することが可能な目途をたてることができた。

節足動物に関して、インドネシア科学院海洋研究所のErnawati Widyastuti氏を招聘し、十脚目ワタリガニ科の同定についてのトレーニングを行った。

5. 本研究により得られた成果

タイ、Nai-Yang Beachにおいて現地研究者と共同で採集調査を実施し、海産無脊椎動物の調査法に関して国際標準となっている方法を技術移転した。またその後のサンプルの処理方法についても、小型底生生物に関するものについては国際標準の方法を技術移転し、その成果として、現地で採集した試料を現地研究者の手で処理し、本格的な分類学的研究を実施する準備が整った。

現地研究者を日本に招へいし、分類学的研究に必要な基礎的キャパシティである文献情報について、電子ファイルの形式で資源の移転を行なった。また共同研究を通して、研究に必要なノウハウを技術移転することに成功した。

6. 引用文献

なし

7. 国際共同研究等の状況

試料の採集から、その現場および研究室内での処理、さらに試料の観察と研究の実際のすべての面で、タイ研究者との共同研究を実施した。また本研究は、世界規模での沿岸海産生物の多様性パターンを明らかにすることをめざすセンサスオブマリンライフ計画(Census of Marine Life)の一つのフィールドプロジェクトであるNaGISAプロジェクトの一端を担うものとも位置づけられる。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<学術誌 (査読あり)>

Chang, C. Y., Kubota, S. And Shirayama, Y. (2002): New marine gastrotrichs of the family Thaumastodermatidae (Gastrotricha: Macrotrichida) from Shirahama, Japan. Proceedings of the Biological Society of Washington, 115(4): 769-781.

<その他誌上発表(査読なし)>

<書籍>

白山 義久(2003): まだまだ見つかる新しい生物。「海の生き物100不思議」東京大学海洋研究所編、pp.194-195.

白山 義久(2003): 海には何種類の生き物がいるの? 「海の生き物100不思議」東京大学海洋研究所編、pp.196-197.

白山 義久(2003): 海洋生態系と生物多様性の保全。遺伝、57巻2号、35-40.

白山 義久(2003): 海洋生物のセンサス。遺伝、57巻2号、95.

白山 義久(2003): 海洋・干潟の線虫。「線虫の生物学」石橋 信義編、東大出版会、東京、pp.75-83.

O'Dor, R. et al. (2003): The Unknown Ocean, Baseline Report of Census of Marine Life, Consortium for Oceanographic Research and Education, Washington D.C., 33 pp.

O'Dor, R. et al. (2003): The Unknown Ocean, Research Plan of Census of Marine Life, Consortium for Oceanographic Research and Education, Washington D.C., 48 pp.

白山 義久(2005): 海綿動物ほか、サンゴ礁、扁形動物、星口動物ほか。「小学館の図鑑NEO 水の生物」小学館、東京、pp. 6-13, 18-19, 30-37, 97-99, 160-165, 176-177.

加藤 哲哉(2005): 環形動物。「小学館の図鑑NEO 水の生物」小学館、東京、pp. 93-96.

<報告書類等>

Matsukuma, A. and Vararin Vongpanich (2004) Illustrated catalogue of Thai marine bivalves (Mollusca: Bivalvia) I. Order Arcoidea (Families Arcidae, Noetiidae, Cucullaeidae, Glycymerididae, and Limopsidae). Publication of the Phuket Marine Biological Center, MS.

(2) 口頭発表

白山 義久(2003): 古生物学と生物多様性研究. 日本古生物学会、6月27日、静岡大学理学部

Shirayama, Y. (2003): First NaGISA Scientific Steering Committee Meeting, Organizer, 2003 October 22nd, Judy's Washington Hotel

Shirayama, Y. (2003): Public Outreach Event Chairperson, Census of Marine Life Convention, 2003 October 23rd, Smithsonian Institution

Shirayama, Y. (2003): NaGISA Progress Report, All PI meeting of CoML, 2003 October 24th, Washington Convention Center

Shirayama, Y. (2003): Possibility of Japanese OBIS nodes. OBIS Scientific Steering Committee meeting, 2003 October 25th, Judy's Washington Hotel

Shirayama, Y. (2003): NaGISA, a field project of Census of Marine Life. First International Workshop of Scalidophora, October 27th, Museum fur Naturkunde, Berlin,

白山 義久(2004): 分類学を加速する方法。日本分類学会連合シンポジウム「新種記載をスピード・アップする方策を探る」 2004年1月11日 国立科学博物館分館

(3) 出願特許

なし

(4) 授賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

読売新聞(2003): 海の生きものを国際調査。8月27日夕刊

白山 義久(2004): NaGISAプロジェクト。FSERC ニュースレター、No. 1, pp. 3-4.

白山 義久(2004): 海洋生物のセンサス(個体数調査)。「森と里と海のつながりー京大フィールド研の挑戦」京都大学総合博物館、pp. 37-37.

白山 義久(2004): 海の底の百面相。「森と里と海のつながりー京大フィールド研の挑戦」京都大学総合博物館、pp. 28-29.

白山 義久(2005): NaGISA(なぎさ)プロジェクト。Ship & Ocean Newsletter no. 111, 2-3.

朝日放送(2005): ガラスの地球を救え! スペシャル 遊ぼう水と太陽と2005。2005年4月29日5分ほど紹介。

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

本研究の成果は、生物多様性条約に基づくGTIワークプログラムの趣旨に即して日本国が実施するパイロット研究として、アジア・オセアニア地域における分類学研究の推進に寄与する。特にMOUに基づいて共同研究を実施していることは、今後のタイと我が国との海産無脊椎動物の分類学的研究の共同研究に一定の道筋を敷いたものと評価できる。またインドネシアについても、共同研究実施の条件を整えた。

Meiofauna gr.	和名	Shirahama, Japan	Hokkaido, Japan	Nai-Yang Beach, Thailand	Ogizaki, Usa, K ochi, Japan	Total
Amphipoda	端脚類	2191	381		49391	51963
Barnacle	フジツボ類	280			0	280
Bivalvia	二枚貝類				35	35
Bivale larva	二枚貝類幼生		6		0	6
Bryozoa	コケムシ類		24		203	227
Ciliophora	繊毛虫類	190	0		37	227
Cnidaria	刺胞動物	52			0	52
Copepoda	カイアシ類	36959	65023	2378	185573	289933
Cumacean	クーマ類		141	8	0	149
Fish larvae	魚類稚子	10			0	10
Foraminifera	有孔虫類	1676	3541		1349	6566
Gastropoda	腹足類		4	1	13	18
Gastrotricha	腹毛動物	18			0	18
Halacaroida	ミズダニ類	690	156		4	850
Hirudinea	ヒル類		128		0	128
Holothurioidea	ナマコ類	3	1		0	4
Insect	昆虫	2			0	2
Insect larvae	昆虫幼虫	527	18	1	2	548
Isopoda	等脚類		1	1	242	244
Kinorhyncha	動吻動物	66		1	14	81
Mysis	ミシス幼生				1	1
Nauplius	ノープリウス幼生		47		96	143
Nematoda	線虫類	105959	109152	3533	48186	266830
Nemertina	紐形動物	3	337		37	377
Oligochaeta	貧毛類	1			0	1
Ostracoda	介形虫類	6970	3296		588	10854
Polychaeta	多毛類	13663	406	857	10133	25059
Polyplacophora	多板類	25			1	26
Sipunculida	ホシムシ類	1			0	1
Tanaidacea	タナイス類				159	159
Tunicata	ホヤ類	26			1260	1286
Turbellaria	ウズムシ類	430	4		39	473
Unknown	不明	677	146	33	365	1221
Total		182461	182812	6977	297728	669978

表1: タイでトレーニングした若手研究者が処理したメイオベントス試料の総数。



(A)



(B)

図1 A:タイ・リボン島産の *Meyersia* 属海産自活性線虫の頭部顕微鏡写真。 B:本邦田辺湾産の *Meyersia japonica* の頭部顕微鏡写真。前者の同定はタイ人研究者 Arwut Kaemphet 氏によるもので、属を正確に同定しており、海産自活性線虫類の分類に関する知識と技術の移転が完了していることを示す。

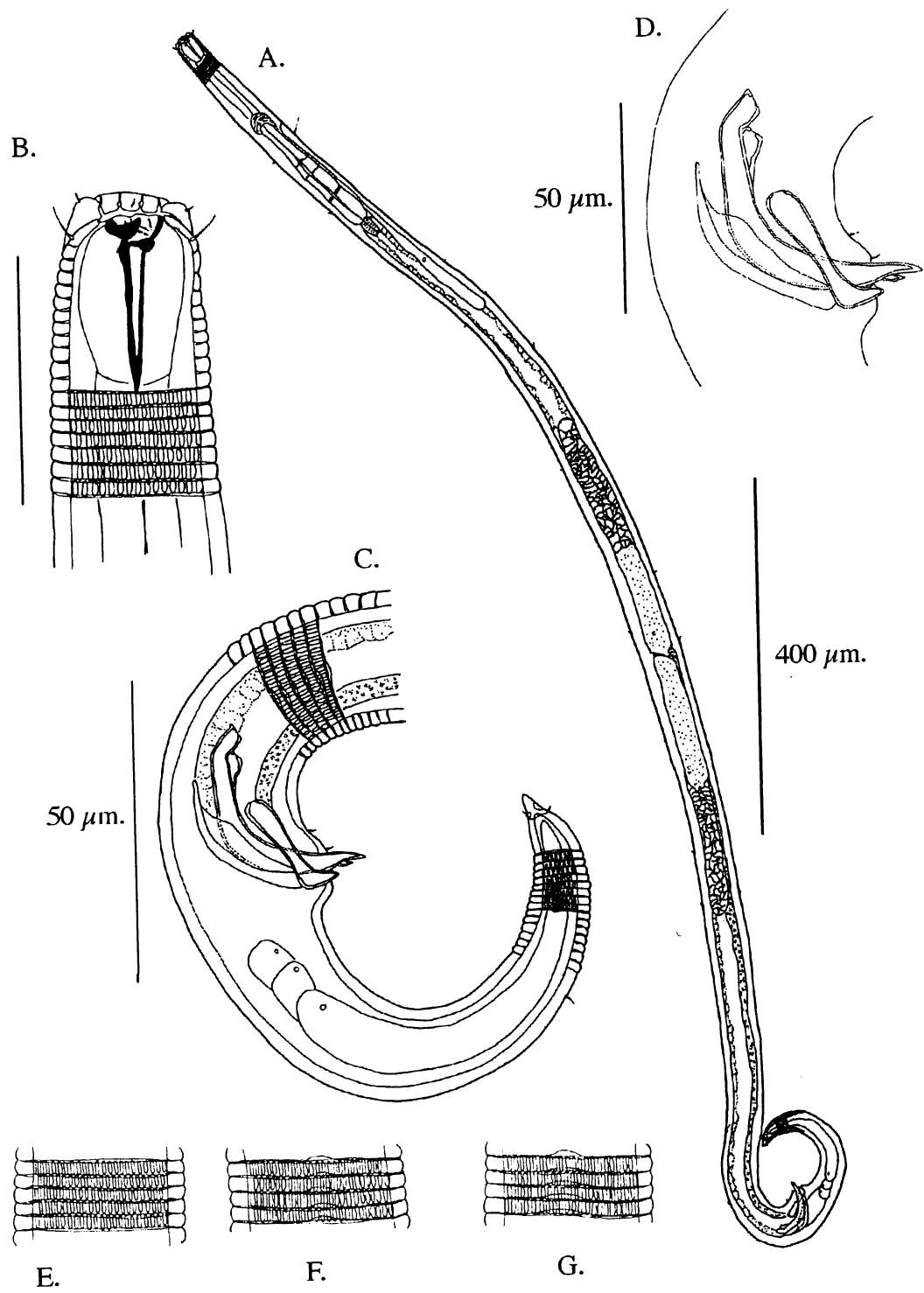


図2: タイ人研究者Chawaporn Jittanoonが瀬戸臨海実験所滞在中に作成した田辺湾産線形動物の線画。



図3: タイ人研究者Chawaporn Jittanoonが瀬戸臨海実験所滞在中に撮影した田辺湾産線形動物の走査電子顕微鏡写真

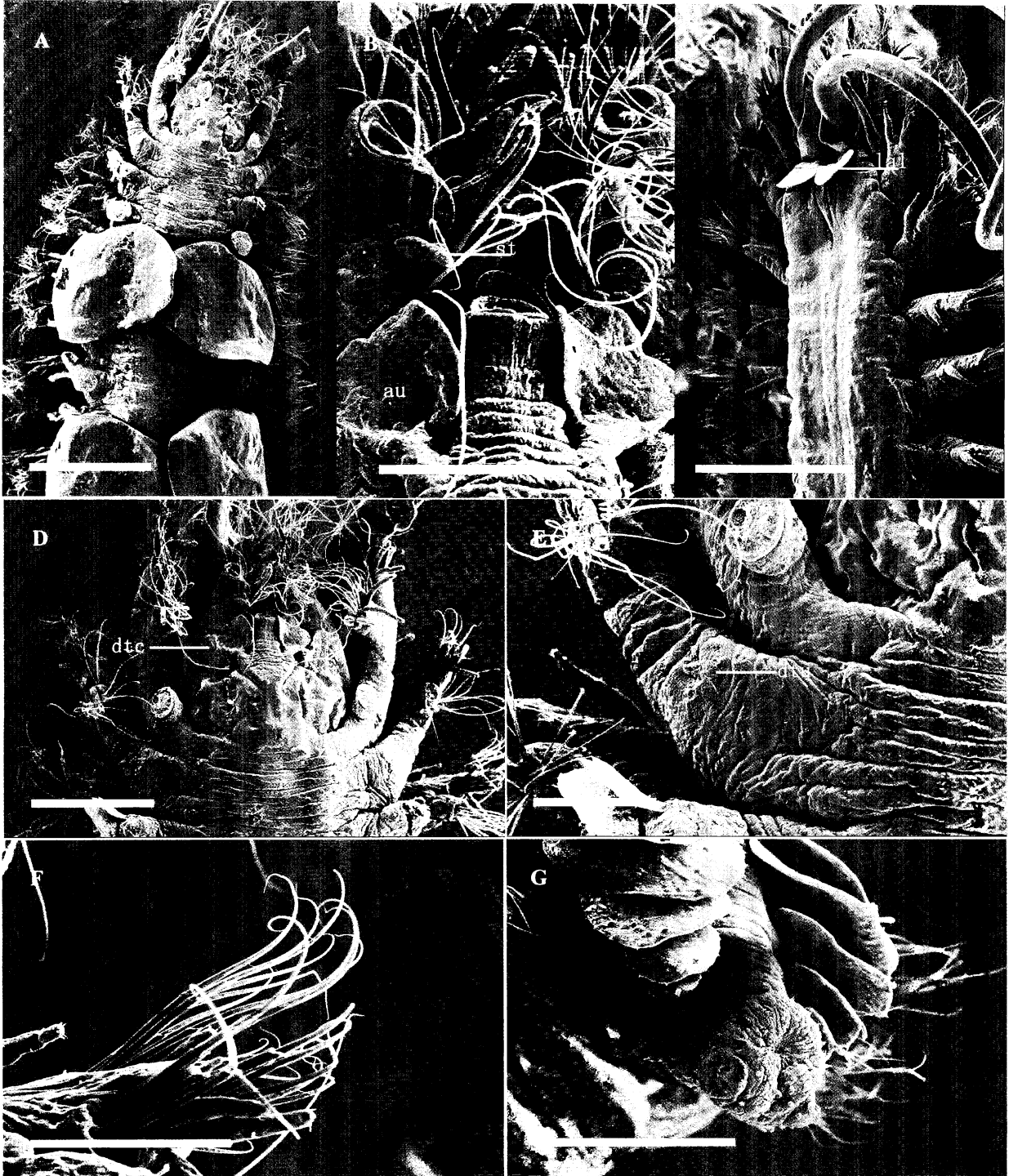


図4: タイ人研究者Charatsee Aungtonyaが瀬戸臨海実験所滞在中に撮影した田辺湾産環形動物多毛類*Labiosthenolepis* sp.の走査電子顕微鏡写真。A-D. Anterior segments, dorsal view, style of median antenna lost (A-B, D), close-up of auricles (B), ventral view (C); E. Segment III; F. Parapodia from middle region, anterioventral view; G. Posterior end, dorsolateral view. – Specimen no. 1: A-B, D-G; specimen no. 2: C. Scales = 500 μ m (A, C), 250 μ m (D), 200 μ m (G),

100 μm (B, E-F).

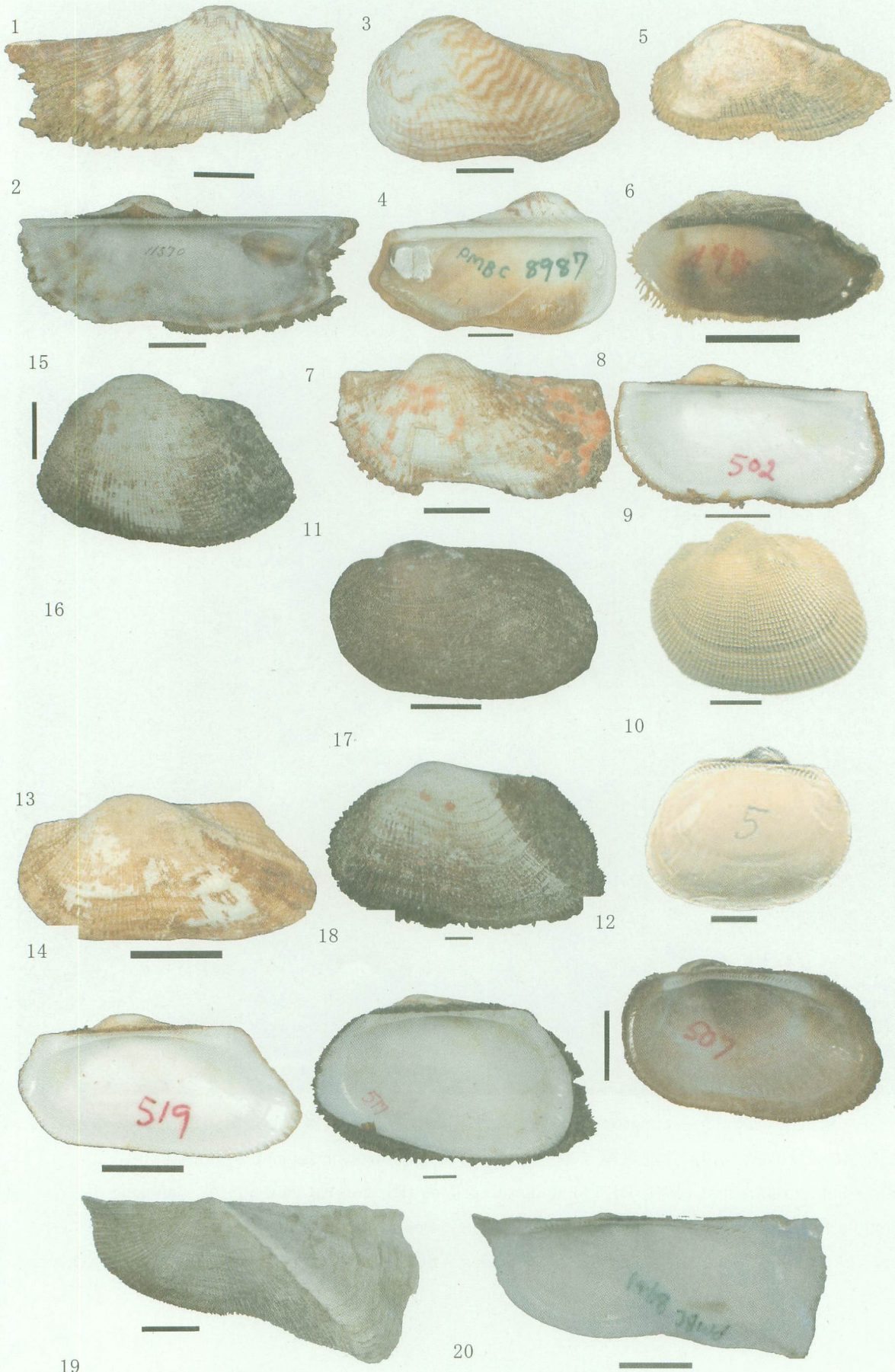


図5 出版されたフネガイ目26種について図説カタログの1例

- Figure 1-2 *Arca navicularis* (pmbc11370; Talo Kapo beach, Pattani)
Figure 3-4 *A. ventricosa* (pmbc8987; Pakarang cape, Phang-nga)
Figure 5-6 *A. avellana* (pmbc498; Panwa cape, Phuket)
Figure 7-8 *A. signata* (pmbc502; Panwa cape & Lon Is., Phuket)
Figure 9-10 *A. lamyi* (pmbc19986; Andaman sea off Trang)
Figure 11-12 *B. amydalumtostum* (pmbc507; Makham bay, Phuket)
Figure 13-14 *B. yamamotoi* pmbc519; Makham bay, Phuket)
Figure 15-16 *Barbatia foliata* (pmbc508; Makham Bay, Phuket)
Figure 17-18 *B. lacerata* (pmbc516; Surin Is., Ranong)
Figure 19-20 *Trisidos tortuosa* (pmbc8461; Kao Seng, Songkhla)



図6 プリンスオブソクラ大学において、海藻類のデジタルコンテンツを作成するためのノウハウの教授を行った。