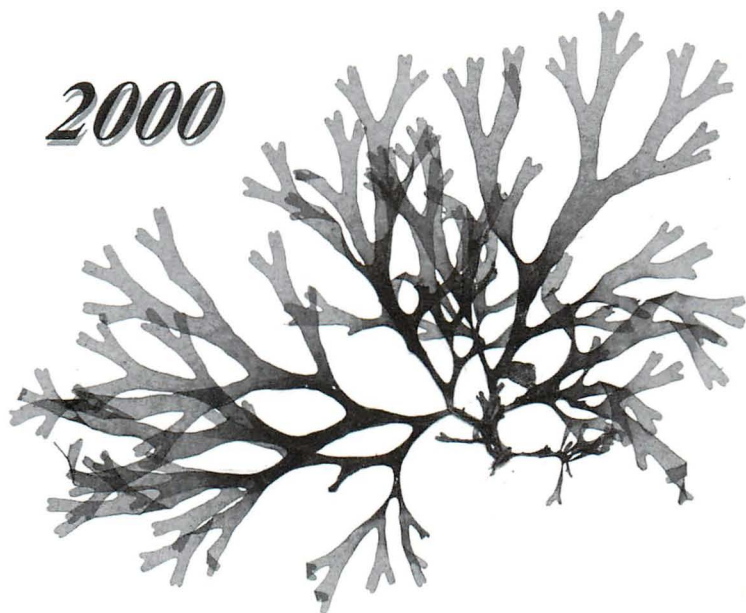


藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôruì)

第48巻 第1号 2000年3月10日

2000



日本藻類学会

THE JAPANESE SOCIETY OF PHYCOLOGY

日 本 藻 類 学 会

日本藻類学会は1952年に設立され、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物 *Phycological Research* (英文誌) を年4回、「藻類」(和文誌) を年3回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費8,000円(学生は5,000円)を前納するものとする。団体会員の会費は15,000円、賛助会員の会費は1口30,000円とする。

問い合わせ、連絡先：(庶務) 〒305-8572 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系 宮村新一(TEL 0298-53-4532, FAX 0298-53-6614, e-mail miyamura@sakura.cc.tsukuba.ac.jp), (会計) 〒305-8572 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系 中山 剛(TEL 0298-53-4533, FAX 0298-53-6614, e-mail phylogen@sakura.cc.tsukuba.ac.jp), (入退会、住所変更、会費) 〒305-8572 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系 岩本浩二(TEL 0298-53-4908, FAX 0298-53-6614, e-mail ivanov@anet.ne.jp)

和文誌「藻類」への投稿：〒108-8477 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学資源育成学科 田中次郎 (TEL & FAX 03-5463-0526, e-mail jtanaka@tokyo-u-fish.ac.jp)

英文誌 *Phycological Research* への投稿：〒051-0003 北海道室蘭市母恋南町1-13 北海道大学理学部附属海藻研究施設 本村泰三 (TEL 0143-22-2846, FAX 0143-22-4135, e-mail motomura@bio.sci.hokudai.ac.jp)

1999-2000 年役員

「藻類」の投稿先が変更になりました

会 長：堀 輝三 (筑波大学)

庶務幹事：宮村新一 (筑波大学)

庶務幹事：岩本浩二 (筑波大学) (会員事務担当)

会計幹事：中山 剛 (筑波大学)

評 議 員：鯉坂哲朗 (京都大学)

有賀祐勝 (東京農業大学)

原 慶明 (山形大学)

堀口健雄 (北海道大学)

市村輝宜 (北海道大学)

井上 勲 (筑波大学)

川口栄男 (九州大学)

前川行幸 (三重大学)

真山茂樹 (東京学芸大学)

中原紘之 (京都大学)

大野正夫 (高知大学)

大谷修司 (島根大学)

嵯峨直恆 (東海大学)

白岩善博 (筑波大学)

渡邊 信 (富山大学)

吉崎 誠 (東邦大学)

四井敏雄 (長崎県総合水産試験場)

和文誌編集委員会

委 員 長：田中次郎 (東京水産大学)

副委員長：南雲 保 (日本歯科大学)

実行委員：藤田大介 (富山県水産試験場)

堀口健雄 (北海道大学)

出井雅彦 (文教大学)

飯間雅文 (長崎大学)

石田健一郎 (British Columbia 大学)

神谷充伸 (神戸大学)

北山太樹 (国立科学博物館)

村上明男 (神戸大学)

大野正夫 (高知大学)

長田敬五 (日本歯科大学)

洲崎敏伸 (神戸大学)

委 員：藤田雄二 (長崎大学)

堀 輝三 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

井上 勲 (筑波大学)

片岡博尚 (東北大学)

大野正夫 (高知大学)

岡崎恵視 (東京学芸大学)

渡辺 信 (国立環境研究所)

横浜康継 (志津川町)

紅色植物門ウシケノリ目の系統解析のための新しい分子種 II 型 DNA トポイソメラーゼ遺伝子 (*TOP2*) について

下村謙悟¹・山本 敏²・原山重明²・嵯峨直恆^{1,3}

¹ 東海大学大学院海洋学研究科 (〒424-8610 静岡県清水市折戸 3-20-1)

² (株)海洋バイオテクノロジー研究所釜石 (〒026-0002 岩手県釜石市平田 75-1)

³ 東海大学海洋研究所先端技術センター (〒424-8610 静岡県清水市折戸 3-20-1)

Kengo Shimomura¹, Satoshi Yamamoto², Shigeaki Harayama² and Naotsune Saga^{1,3}: A preliminary study on the type II DNA topoisomerase genes (*TOP2*) for phylogenetic analysis of Bangiales (Rhodophyta)*. Jpn. J. Phycol. (Sôri): 48: 1-7.

Partial nucleotide sequences of the putative type II DNA topoisomerase gene (*TOP2*) of marine red algae *Porphyra tenera* strain TU-3 and *Bangia atropurpurea* strain OM-1 were determined by sequencing the cloned PCR fragments. Lengths of the nucleotide sequences of *P. tenera* TU-3 and *B. atropurpurea* OM-1 were 1,208 bp. The amino acid sequences deduced from the nucleotide sequences were shown to contain putative motifs (type II DNA topoisomerase motif and ATP/GTP-binding site motif). The G-C contents of the two nucleotide sequences were 62% and 61% for *P. tenera* TU-3 and *B. atropurpurea* OM-1 respectively, and the sequence identity between them was 84%. The genetic distance in the *TOP2* between the *P. tenera* TU-3 and *B. atropurpurea* OM-1 was much higher than that of the SSU rDNA. These results suggest that the *TOP2* is a promising tool to aid a study on phylogenetic analysis in Bangiales.

Key index words: *Bangia atropurpurea*- *Bangiales*- molecular phylogeny- *Porphyra tenera*- red algae- type II DNA topoisomerase gene

¹ Graduate School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8610, Japan

² Marine Biotechnology Institute Co., Ltd., Kamaishi Laboratories, 75-1 Hirata, Kamaishi, Iwate 026-0002, Japan

³ Center for Advanced Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8610, Japan

緒言

近年、生物の系統関係をより明確にすることを目的として、DNAの塩基配列を使用した分子系統学的研究がさかに行われるようになってきた (Olsen *et al.* 1994)。紅色植物門ウシケノリ目の分子系統解析においてはSSU rDNA, ITS, *rbcL*, *rbcS*, RUBISCOスパーサーなどの分子種をもちいて系統解析が行われてきた (Oliveira *et al.* 1995, Yamazaki *et al.* 1996, Brodie *et al.* 1997, 1998, Müller *et al.* 1998, Woolcott and King 1998, Kunimoto *et al.* 1999, Shimomura *et al.* 1999)。しかし、これらの分子種を用いても明確な系統関係を示すことができないことがあるとの報告もされている (Yamazaki *et al.* submitted)。進化上近縁な生物間 (近

縁種、系統株など) での分子系統解析では、もちいる分子種によっては明確な系統関係を示せないことがある。これは解析にもちいた分子の進化速度が遅い場合、対象とする生物間で変異の蓄積がほとんど、あるいはまったく生じていないことが原因の一つと考えられる。これを補うためには、より進化速度の速い分子種をもちいた系統解析を行う必要がある。さらに、分子系統解析にもちいる分子種は対象生物間で普遍的に保存されており、水平伝播しにくいなどの性質が要求される。

DNA ジャイレースのBサブユニットをコードする遺伝子 (*gyrB*) はSSU rDNAを上まわる進化速度を持ち、細菌の分子系統解析における新規の分子種として有望であることが報告されている (Yamamoto and Harayama 1995, 1996)。II 型 DNA トポイソメラーゼはDNA2本鎖の両方を一過的に切断し2本鎖DNAに生じ

*The sequences reported in this paper have been deposited in DDBJ/EMBL/GenBank under accession numbers AB034764 for *P. tenera* TU-3 and AB034765 for *B. atropurpurea* OM-1.

Table 1. Nucleotide sequences of the PCR primer.

sense primer	CGA	RAT	HII	IGT	NAA	YGC	NGC	NGA
antisense primer	GIS	WIC	CRT	CII	IRT	CYT	GRT	C
N = A, G, T, C; R = A, G; S = C, G; W = A, T; Y = C, T; I = inosine								

た絡まりや結び目を解消するという機能を担っており、原核生物のDNA ジャイレースのホモログである (Lynn *et al.* 1986)。一般的にII型DNAトポイソメラーゼのN末端側をコードする領域は*gyrB*に相同性を持つ領域で、ATPaseに関するドメインなど高度に保存された部分を持つ (菊池・宮池 1997)。その中央部にはDNAの切断・再結合に関わる活性部位Tyrが存在し、酵母、マウス、ヒトではC末端側に核移行シグナルが存在している (Fig. 1, 菊池・宮池 1997)。これまでII型DNAトポイソメラーゼおよびそれをコードする遺伝子 (*TOP2*) は、幅広い生物群についてそれらの構造や機能に関する分子レベルの解析が行われており、多くの知見がすでに得られている。また、*TOP2*は真核生物に普遍的に存在しており、適度な進化速度を保持していると思われる、ウシケノリ目を含め真核生物の分子系統解析の新しい分子種として期待できる。しかしながら、実際に *TOP2*が真核生物の分子系統解析に適用されたことはいまだなく、ウシケノリ目を含め紅藻類からのそれに関する報告はない。上記のような背景のもと、著者らはウシケノリ目に属するアサクサノリ (*Porphyra tenera*) とウシケノリ (*Bangia atropurpurea*) から *TOP2*の塩基配列のうち *gyrB*に相同性を示すN末端側をコードする領域の単離および塩基配列の比較を行い、この分子種のウシケノリ目における分子系統解析に対する有効性の検討を行った。

材料と方法

本研究でもちいた材料は、東海大学先端技術センターのカルチャーコレクション室 (所在地: 静岡県清水市折戸3-20-1) に保存されている単藻培養されたア

サクサノリ (*Porphyra tenera* Kjellman) TU-3 株とウシケノリ (*Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh) OM-1 株である。培養条件は、ESS2 培地 (Kitade *et al.* 1996) をもちい、長日周期 (14 hr 明期, 10 hr 暗期)、温度 15 °C、光量約 16.6 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ で通気培養した。

ゲノム DNA の抽出法は、Aljanabi and Martinez (1997) の方法を一部改変したもの、すなわちこの方法に QIAGEN Blood & Cell Culture DNA Midi Kit (キアゲン) の処理を加えた方法をもちいた。

PCRによる *TOP2*の増幅には、センスおよびアンチセンスの混合プライマー (Table 1) をもちいた。これらのプライマーは、シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*, Xie and Lam 1994; DDBJ/EMBL/GenBank Accession No. L21015)、マラリア原虫 (*Plasmodium falciparum*, Cheesman *et al.* 1994; SWISS-PROT Accession No. P41001)、センチュウ (*Caenorhabditis elegans*, Wilson *et al.* 1994; SWISS-PROT Accession No. P34534) のII型DNAトポイソメラーゼのアミノ酸配列をもとに、*gyrB*と高い相同性を示す領域を増幅できるように設計した。また、プライマー配列は真核生物に特異的な領域に設計した。反応にはサーマルサイクラー Gene Amp PCR System 9600 (パーキンエルマー) を使用し、ポリメラーゼとして Gene Taq NT (ニッポンジーン) をもちいた。反応サイクルはアサクサノリについては 94 °C, 1 min; 60.5 °C, 1 min; 72 °C, 2 min, ウシケノリについては 94 °C, 1 min; 58 °C, 1 min; 72 °C, 2 min の反応をそれぞれ 35 サイクルとした。この PCR 産物を電気泳動した後、GENE CLEAN II Kit (フナコシ) をもちいて目的とするものと思われる 1,200 ~ 1,300 bp の DNA 断片を回収した。

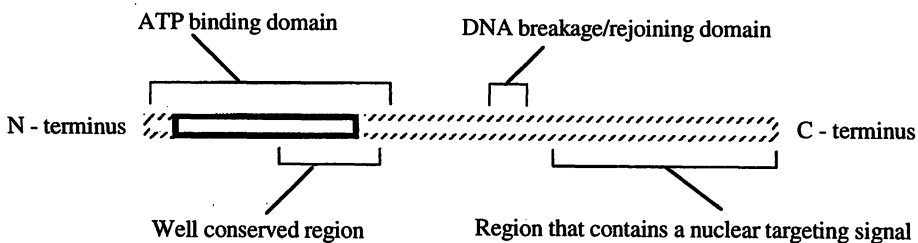


Fig. 1. The structure of type II DNA topoisomerase. A bold square indicates the putative region isolated in this study.

回収したPCR断片はpT7Blue Vector (ノヴァージェン) に Ligation Kit ver. 2 (タカラ) をもちいてライゲーションし、コンピテントセル JM109 (タカラ) に導入した。塩基配列の決定は、ABI Prism 310 Genetic Analyzer (パーキンエルマー) を使用し、*TOP2*の配列内部から新たに設計したプライマーをもちいて行った。得られた配列についてはゲノムネット提供によるサービス BLAST 2.0 ADVANCED BLAST SEARCH (Altschul *et al.* 1997) により相同性検索を行い、既知のII型DNAトポイソメラーゼ遺伝子との相同性を調べた。

また、ゲノムネット提供によるモチーフ検索プログラムをもちいてモチーフの検索を行った。その後、アサクサノリとウシケノリについて Clustal W (Thompson *et al.* 1994) をもちいて多重アライメントを行い、配列の比較を行った。アライメントは塩基配列とアミノ酸配列の両方について行った。最後に *TOP2* と SSU rDNA の2つの分子種でアサクサノリとウシケノリの配列の遺伝距離を求め進化速度を検討した。遺伝距離の解析は多重置換の可能性も考慮し、*TOP2* のコドンの3番目の塩基を外した場合についても行った。遺伝距離の計算はコンピュータソフトウェア PHYLIP3.5.1. (Felsenstein 1993) に含まれたプログラム Dnadist をもちいて行った。

結果

混合プライマーを使ったPCRの後、PCR産物を電気泳動すると6本前後のバンドが安定して得られた (Fig. 2)。シーケンスの結果得られた塩基配列はアサクサノリとウシケノリどちらも1,208 bp となった。

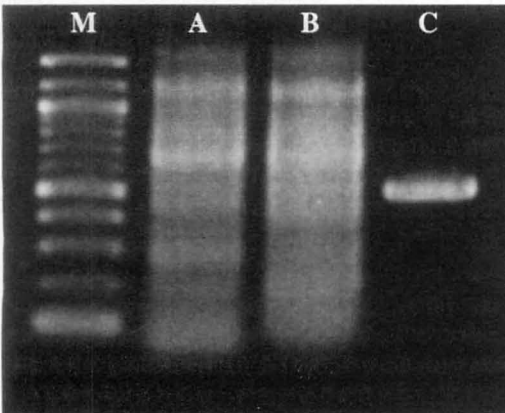


Fig. 2. Gel electrophoresis of the PCR products with degenerate primers. Lane M: molecular size marker; lane A: *P. tenera*; lane B: *B. atropurpurea*; lane C: positive control (λ -DNA).

<i>P. tenera</i>	AACAACCCGGGTGTGGTGTGGAAACATGGGCGGGATCCCGTGGCAATGACGCCAAG
<i>B. atropurpurea</i>	AACAACCCGGGTGTGGTGTGGAAACATGGGCGGGATCCCGTGGCAATGACGCCAAG
<i>P. tenera</i>	GAAAGGGGTGTACGTGCGGAGCTCATTTGGCACCTCTCACGTCTCAACTATGAC
<i>B. atropurpurea</i>	GAGGGGGTGTACGTGCGGAGCTCATTTGGCACCTCTCACGTCTCAACTATGAT
<i>P. tenera</i>	GACGGGGAGAAAGGTGGTGGGCGGCCAACGGGTATGGTGGCAAGTGGCCAAATC
<i>B. atropurpurea</i>	GACGGGGAGAAAGGTGGTGGGCGGCCAACGGGTATGGTGGCAAGTGGCCAAATC
<i>P. tenera</i>	TTTTCAACACGCTTTGTCTGAGACGGCCGACGCTGCTGGGCAAGACGTACAAGCAG
<i>B. atropurpurea</i>	TTTCTCACCGCTTTGTCTGAGACGGCCGACGCTGCTGGGCAAGACGTACAAGCAG
<i>P. tenera</i>	ACGTTTAAGCGCAACATGATGGACCGGGGAGCCCGCATCCGGGCTGGCCAAAGCCC
<i>B. atropurpurea</i>	ACGTTTACGCGGAATATGATGGACCGGGGAGCCCGCATCCGGGCTGGCCAAAGCCC
<i>P. tenera</i>	CGCGAACATGTGGACGCGATACGTTTGAAGCGGACCTGGCAAGTTTGGTATGGACCG
<i>B. atropurpurea</i>	ANGAGCGGTGGACGCGGATACGTTTGAAGCGGACCTGGCAAGTTTGGTATGGACCG
<i>P. tenera</i>	CTCAACGAGGACGCGCTGGCTCTCAAACTGGGGTGGTGGACATGGCGGGTGGTGT
<i>B. atropurpurea</i>	CTCAGCGGACGCGCTGGCTCTCAAACTGGGGTGGTGGACATGGCGGGTGGTGT
<i>P. tenera</i>	CCGGGCTTGGGTGACCTCAACGGGCGCAAGCTCAAGATT--AACTGTTCAAGCAG
<i>B. atropurpurea</i>	CCCGGCTTGGGTGACCTCAACGGGCGCGGCTCAAGGTGGCGCACTT--TTC--TCAG
<i>P. tenera</i>	TACGTGAACCTTCACTTGGCGACGGCCCGACGCGGACGCTCAAGACGCCACGAGC
<i>B. atropurpurea</i>	TACGTGGCCCTCACTTGGCGACGCGGCGGACGCGGCTCAAGACGCCACGAGC
<i>B. atropurpurea</i>	GGGCGGTGGGAGGTGGTGGTCTGTTGAGCGAGGGGAGATGACGACGACGCTTTGTG
<i>P. tenera</i>	AACAGCATCTACACCAAGGGCGGGAGCGACGTCAATCATGTGGCGGACAGCTGGTA
<i>B. atropurpurea</i>	AACCTCATCTCAACCAAGGGCGGGAGCGACGTCAATCATGTGGCGGACAGCTGGTC
<i>P. tenera</i>	AGCGGATCCAGGACCACTTGCAGAAAGACAAAGACTCTCAAGGTCAAGCCTTTTCAA
<i>B. atropurpurea</i>	AGCGGATCCAGGACCACTTGCAGAAAGACAAAGACTCTCAAGGTCAAGCCTTTTCAA
<i>P. tenera</i>	ATCAAGTCACAGCTGCTCATCTAGCTCAAGTGCCTTGTGAAACCCCGGCTTTGACTCG
<i>B. atropurpurea</i>	ATCAAGTCCAGCTGCTCATCTTGTCAAGTGCCTTGTGAAACCCCGGCTTTGACTCG
<i>P. tenera</i>	CAGACCAAGGAGATGCTACGTCGCGGCGGCTGCTGTTGGCTCAATGGGTCTGCCCC
<i>B. atropurpurea</i>	CAGACCAAGGAGATGCTACGTCGCGGCGGCTGCTGTTGGCTCAATGGGTCTGCCCC
<i>P. tenera</i>	GACCGGATGGCGCAAGGACCTCATAGTGGGGTGGTGGAGATGTGCTGAGCTCGCC
<i>B. atropurpurea</i>	GACAAAGATGGCGGGGACCTCATAGTGGGGTGGTGGAGATGTGCTGAGCTCGCC
<i>P. tenera</i>	GAGTACGGGAGCTCAAGGAGCTGGCCAGAGCGAGCGTGGGAAGCGCGCGGGGTGCG
<i>B. atropurpurea</i>	GAGTCCCGCAATCCAGGAGCTGGCCAGAGCGAGCGTGGGAAGCGCGCGGGGTGCG
<i>P. tenera</i>	GGCATTCGAAGCTGAGGACGCACTGCGGGGACCGCGGACGCGGCAAGTGGACCG
<i>B. atropurpurea</i>	GGGATTGCAAGCTGATGAGCGCAACGCGGGGACCGGGGACTCGCCCAAGTGGACCG
<i>P. tenera</i>	CTCATCTCACTGAAGGCGACTCTGCAAGGCGCTGGCCATCTCGGGCTGTCTGTGCTG
<i>B. atropurpurea</i>	CTCATCTCACTGAAGGCGACTCTGCAAGGCGCTGGCCATCTCGGGCTGTCTGTGCTG
<i>P. tenera</i>	GGCCGCGACTATTAGGCTTTTCCCGCTGCGGGGGAAGCTGCTCAAGCTCGGGAGGCC
<i>B. atropurpurea</i>	GGCGCGACTACTAGGCTTTTCCCGCTGCGGGGGAAGCTGCTCAAGCTCGGGAGGCC
<i>P. tenera</i>	ACCCACAGCAGATTATGGACACGCGGAGATCAACCACTCAAGAGATTATCGGGCTG
<i>B. atropurpurea</i>	ACCCACAGCAGATTATGGACACGCGGAGATCAACCACTCAAGAGATTATCGGGCTG
<i>P. tenera</i>	CAGGACGGCAA
<i>B. atropurpurea</i>	CAGGACGGCAA

Fig. 3. A nucleotide sequence alignment of *TOP2* from the two Bangiales members (*P. tenera* and *B. atropurpurea*). Length of the nucleotide sequences of *P. tenera* TU-3 and *B. atropurpurea* OM-1 were 1,208 bp. Regions corresponding to PCR primers were excluded from Alignment. The G-C content of the two nucleotide sequences were 62% and 61% for *P. tenera* TU-3 and *B. atropurpurea* OM-1 respectively, and the sequence identity between them was 84%. Astarisks indicate nucleotide identity.



Fig. 4. An amino acid sequence alignment of TOP2 from the two Bangiales members (*P. tenera* and *B. atropurpurea*). Bars indicate motifs [1~~~~: ADA(A/S)SGKT, putative ATP/GTP binding site motif; 2—: GGKR, putative amidation site motif; 3---: LTEGDSAKA, putative type II DNA topoisomerase motif]. Astarisks indicate amino acid identity, whereas colons and periods indicate highly conserved or conserved substitutions, respectively.

BLASTによる相同性検索では他生物のII型DNAトポイソメラーゼ遺伝子が優位にエンتریされ、アライメントによる解析では両塩基配列間の相同性は84%で、どちらの配列にもイントロンと思われる領域は確認できなかった (Fig. 3)。アミノ酸配列をもちいたモチーフ検索ではII型DNAトポイソメラーゼモチーフに相同性のある領域の他、ATP/GTP結合モチーフ、アミド化サイトモチーフに相同性のある領域が検索された (Fig. 4)。塩基置換が生じているサイトでは同義置換の割合が71%を占めていた。G-C含量はアサクサノリが62%, ウシケノリが64%であった。これは他生物II型DNAトポイソメラーゼ遺伝子の相同領域と比べると高い値であった。

TOP2のSSU rDNAとの遺伝距離の比較では、アサクサノリとウシケノリ双方のSSU rDNAの変異座位数が1,803 bp (イントロンは除く) 中136箇所、配列間

の遺伝距離は0.0705だったのに対し、TOP2では1,208 bp 中125箇所、遺伝距離は0.1562であった (Table 2)。TOP2のコード第3番目の塩基を解析対象から外した場合、残った1,007 bpにはアサクサノリとウシケノリTOP2配列間で108箇所の塩基置換が存在し、アサクサノリとウシケノリの遺伝距離は0.3029であった。

なお、本論文で報告された遺伝子の塩基配列は、次の承認番号の元DDBJ/EMBL/GenBankへ寄託してある (アサクサノリ TU-3株: AB034764, ウシケノリ OM-1株: AB034765)。

Table 2. Genetic distance of *P. tenera* and *B. atropurpurea* on TOP2 and SSU rDNA.

	TOP2	SSU rDNA
genetic distance	0.1562	0.0705

考察

本研究で作製したプライマーはシロイヌナズナ、マラリア原虫、センチュウのアミノ酸配列をもとに設計したものである。このプライマーによって規定される領域はII型DNAトポイソメラーゼのN末端側である。得られた配列には各ドメインのモチーフ配列と推定される配列が存在していた。また、これらの各ドメインのモチーフ配列と推定される配列は同一のアミノ酸フレーム上に乗っており、これらのことから本実験で得られた配列はII型DNAトポイソメラーゼのN末端側をコードする配列であることが推定される。

PCRの際のアニーリング温度はアサクサノリ 60.5℃、ウシケノリ 58℃とかなり高めの設定を必要とした。混合プライマーを使ったPCRの場合、非特異的な断片の増幅を防ぐために可能な限り高いアニーリング温度が望ましいと考えられる。本研究でも56℃以下では500 bp以下のバンドしか増幅できなかったが、アニーリング温度を上げることによって目的とする1,300 bp付近のバンドが確認された例があった。また、このアニーリング温度の高さは今回得たTOP2配列自体のG-C含量の高さが影響していると考えられる（アサクサノリ 62%, ウシケノリ 64%）。外国産アマノリ属の一種 *Porphyra purpurea* では核ゲノム全体のG-C含量が約45%と報告されている（Le Gall *et al.* 1993）ので、ウシケノリ目に属する生物自体の全ゲノム中のG-C含量が高いというわけではなく、TOP2自体にG-C圧がかかっているためと考えられる。この点はアサクサノリのTOP2においてコドン第3番目の約87%がGまたはCを採用していることから、本遺伝子にG-C圧の存在が示唆される。

このような場合、多重置換の影響を避けるため、コドン第3番目の塩基を解析対象から外して系統推定する方法がとられることがある。本研究で得られたTOP2についてもコドン第3番目を解析対象から外して遺伝距離の算出を行った。コドン第3番目を解析対象から外すと遺伝距離が0.1562から0.3029と大きくなったのは、解析対象となる座位数と置換座位数の割合が変わったためと考えられる。アサクサノリとウシケノリのTOP2ではコドン第3番目を解析対象から外して残った1,007 bp中には108箇所の塩基置換が存在した。SSU rDNA配列間の塩基置換数は1,803 bp中136箇所であることを考えると、コドン第3番目を解析対象から外しても、アサクサノリとウシケノリのTOP2配列間の塩基置換数の割合はSSU rDNA配列間の塩基置換数の割合よりも大きいことを示している。多重置

換を考慮してもTOP2はSSU rDNAよりも進化速度が速いことが示唆された。今後重要なことは、実際に系統樹を推定しコドン第3番目の有無によって分岐の順序にどのような影響が出るかを確かめることであろう。

ウシケノリ目内の分子系統解析においてはSSU rDNAをもちいた場合、十分な解像度が得られない場合があることが報告されている。Yamazaki *et al.* (submitted) は、アサクサノリと近縁種であるスサビノリ (*Porphyra yezoensis*) の系統関係をSSU rDNAをもちいて解析したが、系統樹の枝の信頼度が非常に低くなってしまったということを見いだしている。これはSSU rDNAの変異がアサクサノリとスサビノリの間で少なく、たがいの遺伝距離が小さいためと考えられる。一方、SSU rDNAとTOP2を比較すると、TOP2の方が進化速度が明らかに速いと考えられる。配列間の遺伝距離を比べる限り約2倍の値を示していた。この結果は細菌のSSU rDNAよりも *gyrB* の進化速度の方が速いという報告（Yamamoto and Harayama 1995, 1996）とも一致し、本研究を始めた際の著者らの予想を支持するものであった。

本実験で使用したウシケノリでは残念ながら色素体コードの *rbcl*, *rbcs*, RUBISCO スペーサーについてのデータがまだないためTOP2との直接の進化速度の比較はできなかった。しかし、Müller *et al.* (1998), Yamazaki *et al.* (submitted) はアサクサノリがスサビノリと近縁であることを分子系統学的に示唆しており、また、著者らは本実験でもちいたウシケノリが北アメリカ産のウシケノリの一種（Müller *et al.* 1998）と分子系統学的に近縁であることを見出ししている（未発表データ）。このスサビノリとウシケノリの一種の間のSSU rDNAを基にした遺伝距離は0.0703であり、*rbcl* を基にした遺伝距離は0.0832であった（未発表データ）。また、RUBISCO スペーサーは非コード領域であるが、Brodie *et al.* (1998), Woolcott and King (1998) はRUBISCO スペーサーが種間の分子系統解析のマーカーとして有効であることを示している。*rbcl* の比較と同様、アサクサノリと近縁なスサビノリのRUBISCO スペーサーの塩基配列（Brodie *et al.* 1998）と本実験でもちいたウシケノリと近縁なウシケノリの一種のRUBISCO スペーサーの塩基配列を基にした両者の遺伝距離は0.2337であった（未発表データ）。これまで紅藻の分子系統解析においてSSU rDNAをもちいた解析範囲とRUBISCO スペーサーをもちいた解析範囲の中間的進化速度を持った分子としては *rbcl* や *rbcs*

がほとんどであった (Brodie *et al.* 1997, 1998, Woolcott and King 1998, Müller *et al.* 1998)。これらのデータは著者らが実験に使用したアサクサノリとウシケノリの同一種・株による直接の比較から得たものだけではないため、これらの結果から直ちにウシケノリ目内の分子系統解析のための分子種の有効性について一般化して考察することには慎重を期さねばならないが、上記のデータは *TOP2* がウシケノリ目内において *rbcl* と RUBISCO スペースターの間に位置する進化速度を持つことを示唆し、また、*TOP2* をもちいることによるウシケノリ目内のより精度の高い分子系統解析の可能性をも示唆している。

分子系統解析を行う上で重要な事は、同じ生物群についていくつかの分子種をもちいた解析結果を重ね合わせ慎重に検討することであろう。また、ミトコンドリアや色素体といったオルガネラ由来の情報と核由来の情報を重ね合わせることは、その生物の系統関係についてより深い考察をもたらしてくれるはずである。こういった意味からも、核コードの遺伝子である *TOP2* の持つ可能性は大きいと考えられる。今後、*TOP2* に関してパラローガスな比較をさけるための対処が必要であり、アイソザイムの存在の検討が必要と考えられる。現在のところ、鳥類と哺乳類については α 、 β のアイソザイムが存在する (菊池・宮池 1997) が、それ以外の生物でアイソザイムの存在の報告はない。ウシケノリ目においても *TOP2* のアイソザイムの存在の有無をハイブリダイゼーションなどの手法をもちいて確認する必要がある。著者らは、ウシケノリ目に属するいくつかの種からの *TOP2* の単離と塩基配列の決定に関する研究を引き続き行っている。このような研究にもとづく *TOP2* に関する情報の蓄積は、ウシケノリ目の分子系統解析に多大な貢献をするであろう。

謝辞

本研究を進めるにあたり御助言を頂いた東海大学海洋研究所先端技術センター北出幸広博士に感謝する。また、御協力を頂いた東海大学嵯峨研究室所属の院生ならびに卒研生の諸氏に感謝する。なお、本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「複合生物系等生物・資源利用技術開発プロジェクト」、および文部省・私学事業団・東海大学の「ハイテク・リサーチ・センター・プロジェクト」からの研究助成によるものである。

引用文献

- Aljanabi, S. M. and Martinez, I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucl. Acids Res.* 25: 4692-4693.
- Altschul, S. F., Madden, T. L., Schäffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W. and Lipman, D. J. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucl. Acids Res.* 25: 3389-3402.
- Brodie, J., Hayes, P. K., Barker, G. L. A. and Irvine, L. M. 1997. Speciation with the genus *Porphyra* (Bangioophycidae, Rhodophyta): evidence for a Pacific element within the Atlantic flora. *Phycologia* 36 (suppl.): 11.
- Brodie, J., Hayes, P. K., Barker, G. L. A., Irvine, L. M. and Bartsch, I. 1998. A reappraisal of *Porphyra* and *Bangia* (Bangioophycidae, Rhodophyta) in the Northeast Atlantic based on the *rbcl-rbcS* intergenic spacer. *J. Phycol.* 34: 1069-1074.
- Cheesman, S., McAleese, S., Goman, M., Johnson, D., Horrocks, P., Ridley, R. G. and Kilbey, B. J. 1994. The gene encoding topoisomerase II from *Plasmodium falciparum*. *Nucl. Acids Res.* 22: 2547-2551.
- Felsenstein, J. 1993. PHYLIP (Phylogeny inference package) 3.5.1 c. University of Washington, Seattle.
- 菊池韶彦・宮池光子 1997. トポイソメラーゼによる細胞の機能調節. *細胞工学* 16: 1576-1580.
- Kitade, Y., Yamazaki, S. and Saga, N. 1996. A method for extraction of high molecular weight DNA from the macroalga *Porphyra yezoensis* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 32: 496-498.
- Kunimoto, M., Kito, H., Kaminishi, Y., Mizukami, Y. and Murase, N. 1999. Molecular divergence of the *ssu rRNA* gene and internal transcribed spacer 1 in *Porphyra yezoensis* (Rhodophyta). *J. Appl. Phycol.* 11: 211-216.
- Le Gall, Y., Brown, S., Marie, D., Mejjad, M. and Kloareg, B. 1993. Quantification of nuclear DNA and G-C content in marine macroalgae by flow cytometry of isolated nuclei. *Protoplasma* 173: 123-132.
- Lynn, R., Gaeve, G., Swanberg, S. L. and Wang, J. C. 1986. Tandem regions of yeast DNA topoisomerase II share homology with different subunits of bacterial gyrase. *Science* 233: 647-649.
- Müller, K. M., Sheath, R. G., Vis, M. L., Crease, T. J. and Cole, K. M. 1998. Biogeography and systematics of *Bangia* (Bangiales, Rhodophyta) based on the Rubisco spacer, *rbcl* gene and 18S rRNA gene sequences and

- morphometric analyses. I. North America. *Phycologia* 37: 195-207.
- Oliveira, M. C., Kurniawan, J., Bird, C. J., Rice, E. L., Murphy, C. A., Singh, R. K., Gutell, R. R. and Ragan, M. A. 1995. A preliminary investigation of the order Bangiales (Bangiophycidae, Rhodophyta) based on sequences of the nuclear small-subunit ribosomal RNA genes. *Phycol. Res.* 43: 71-79.
- Olsen, G. J., Woese, C. R. and Overbeek, R. 1994. The winds of (evolution) change: Breathing new life into microbiology. *J. Bacteriol.* 176: 1-6.
- Shimomura, K., Yamazaki, S., Fukuda, S., Miyata, T. and Saga, N. 1999. A preliminary study on phylogenetic position of *Bangia atropurpurea* strain OM-1 (Bangiales, Rhodophyta) based on the SSU rDNA sequence. *Bull. Inst. Ocean. Res. Develop., Tokai Univ.* 20: 99-102.
- Thompson, J. D., Higgins, D. G. and Gibson, T. J. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucl. Acids Res.* 22: 4673-4680.
- Wilson, R. *et al.* 1994. 2.2 Mb of contiguous nucleotide sequence from chromosome III of *C. elegans*. *Nature* 368: 32-38.
- Woolcott, G. W. and King, R. J. 1998. *Porphyra* and *Bangia* (Bangiaceae, Rhodophyta) in warm temperate waters of eastern Australia: Morphological and molecular analysis. *Phycol. Res.* 46: 111-123.
- Yamamoto, S. and Harayama, S. 1995. PCR amplification and direct sequencing of *gyrB* genes with universal primers and their application to the detection and taxonomic analysis of *Pseudomonas putida* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 1104-1109.
- Yamamoto, S. and Harayama, S. 1996. Phylogenetic analysis of *Acinetobacter* strains based on the nucleotide sequences of *gyrB* genes and on the amino acid sequences of their products. *Intl. J. Syst. Bacteriol.* 46: 506-511.
- Yamazaki, S., Kitade, Y., Maruyama, T. and Saga, N. 1996. Phylogenetic position of *Porphyra yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta) based on the 18S rDNA sequence. *J. Mar. Biotechnol.* 4: 320-322.
- Yamazaki, S., Shimomura, K., Shin, J.-A. and Saga, N. Composition with the variable regions and the phylogenetic positions based on the SSU rDNA sequences of three strains of *Porphyra tenera* (Bangiales, Rhodophyta). *Eur. J. Phycol.* : (submitted).
- Xie, S. and Lam, E. 1994. Characterization of a DNA topoisomerase II cDNA from *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.* 106: 1701-1702.

(Received 30 Aug 1999, Accepted 30 Nov 1999)

秋季シンポジウム (1999) 「藻類の安全性と健康への効用」

幹 渉：老化予防への海藻の効能

はじめに

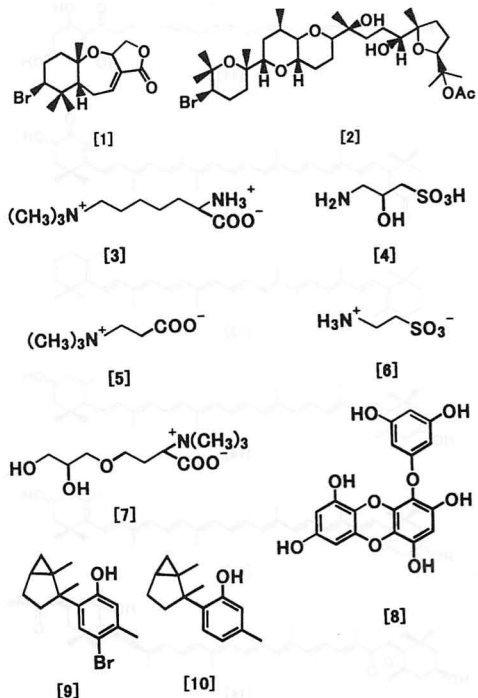
沖縄県は長寿県として有名であり、平均寿命や65才平均余命は日本最高である。また、癌による死亡率の低さや糖尿病など生活習慣病の発症率の低さも著しい。長寿の理由として過去多くの研究者が様々な疫学的調査を実施してきた。尚りは長寿の理由を沖縄のもつ自然の風土と歴史背景、県民性と併せて独特な食生活を挙げている。同女史は沖縄県栄養士会の資料に基づき、高齢者の働き盛りにおける食生活の実態を「コメよりも多くサツマイモを摂取すること」「タンパク源として豚肉や豆腐を多く摂ること」とあわせて野菜とともにアオサ、コンブ、モズクなどの海藻を頻繁に摂取することを挙げている。沖縄の人々は好んで大型藻類を食する。ヒトエグサ、アナアオサ、コンブ、モズク、オゴノリなどがその代表である。そこで海藻の老化予防効果について、科学的な観点から考えることにした。しかし、「老化」メカニズムに関する研究は最近生化学分野で長足の進歩を遂げたものの、まだまだ直接予防の観点で化合物に係る見るべき研究はない。ここでは主として海藻に含まれる抗腫瘍性物質、生活習慣病に抗する物質、あるいは活性酸素やフリーラジカルを消去／捕捉する物質などを取り上げ、広義での老化予防について言及したい。なお、これらに関しては佐藤²⁾が丁寧に総述しているのであわせて参照されたい。

抗腫瘍性

以前より数多くの研究がなされ、報告されている。代表的なものとして多糖類やアルギン酸・テルペノイドなどが挙げられる。多糖類については Suzuki *et al.*, Yamamoto *et al.*^{3, 4)} の一連の研究が名高い。彼らは、コンブ類やホンダワラの熱水抽出物がサルコーマ180固型腫瘍に対して顕著な抗腫瘍活性を認めている。また、ナガコンブの多糖類がL2120マウス自血腫、Meth-A線維肉腫、B-16黒色腫などの同種同系腫瘍に対して強い活性を示すもののルイス肺腫やエールツヒ腹水腫には効果がないことを明らかにしている。またアサクサノリの粉末が1, 2-ジメチルヒドラジンによって誘起されたラットの腸腫瘍に対して *in vivo* で活性を認

め、その活性本体は酸性多糖類であろうと推定している。

Yamamoto & Maruyama⁵⁾ は褐藻類のケミカルインディケーターであるアルギン酸についてもサルコーマ180固型腫瘍の増殖阻害活性を報告している。褐藻類の硫酸化多糖であるフコイダンも同様にサルコーマ180固型腫瘍の増殖阻害活性を示すことが明らかになっている⁶⁾。高橋⁷⁾ はフコイダンの抗腫瘍性活性発現メカニズムについてL-1210白血腫を移植したマウスを用いて検討し、腫瘍細胞の表面電位の負への転換に伴う転移阻害、宿主依存性などを推定している。藻類由来のテルペノイドでもいくつかの抗腫瘍性活性が報告されている。代表的なものとして紅藻類に含まれるアブリシスタチン [1]²⁾ やシルシフェリル-23-アセテート [2]⁸⁾ がP388リンパ性自血腫細胞に対して *in vitro* で強い活性を示すことが明らかになっている。近年、佐賀大学海浜台地研究センターの亀井らのグループが、



日本近海産藻類数百種を対象に幅広い生理活性スクリーニングを実施している。彼らは腫瘍細胞L1210に対する選択的な抗腫瘍活性を指標とし、259種以上、1,000検体以上の海藻類を対象としてスクリーニングを実施した⁹⁾。その結果、ウチワサボテンゲサ、キツネノオなどのMeOH抽出物に顕著な活性を見とめ、かつこれらの活性が死細胞的ではなく静細胞的であることを見出している。さらに、これらMeOH抽出物の活性はマウスリンパ性白血病細胞P388に対しても認められたところから、彼らは抽出物の中に白血病細胞に対する特異的な毒性物質が存在すると推定している¹⁰⁾。

テロメアーゼ阻害

近年、老化に関連する遺伝子としてテロメアの研究が盛んである。染色体の安定にきわめて重要な働きをすると考えられるテロメア遺伝子は老化に伴って短縮し、いずれはその細胞は死に至るといわれている¹¹⁾。テロメアーゼはテロメアを伸張する酵素であり¹²⁾、したがって正常細胞ではテロメアーゼを活性化することによって細胞老化を防止させることが理論的には可能であると推定される。今後の天然物化学領域における興味ある研究対象である。一方、腫瘍細胞では逆に本酵素を阻害することによって新たな抗がん剤の開発が

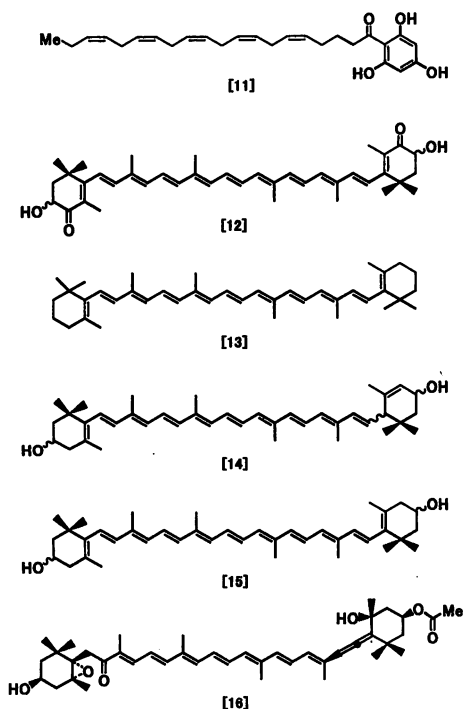
期待できる。亀井ら¹³⁾は緑藻タカノハズタのMeOH抽出物に顕著なテロメアーゼ阻害活性を認め、報告している。今後、テロメアに関する研究の進捗を期待しよう。

生活習慣病

近年、癌とともに虚血性脳・心疾患の患者数が増大し、死亡の原因にもなるところから、極めて重要視されるようになってきた。このうち藻類に関しては、血液循環器系疾病に対して予防効果を示すと考えられるいくつかの物質が古くから知られている。代表的なものとして竹本常松らがミツイシコンブから見出したアミノ酸、ラミニン [3] が挙げられる²⁾。ラミニンには一過性的に血圧を下げる活性が認められたが、本活性は末梢血管に対する向筋肉性の直接拡張に基くものと推定している。ラミニンは他のコンブ科にも見出され、さらに褐藻マツモにも含有されることが認められている。また、紅藻ヒラムカデに含まれるアミノ酸、d-2-ヒドロキシ-3-アミノプロパン-スルホン酸 [4] にも同様の活性が認められている²⁾。

コレステロール低下作用に関しては、フコステロールが著名であるが、その他の海藻含有成分でも報告例は多い²⁾。アルギン酸は広く褐藻類に含まれるが、そのナトリウム塩がコレステロール低下作用を示すことが報告されている¹⁴⁾。本活性はアルギン酸ナトリウムが不溶性繊維状となり、腸でのコレステロール吸収を抑制することに基くと推定されている。コレステロール低下作用については藻類に幅広く含まれる β -アラニンベタイン [5]¹⁵⁾、タウリン [6]²⁾ や緑藻ヒトエグサから分離されたウルバリン [7]²⁾ でも認められているが、これらの作用機構については不明である。

近年、生活習慣病の多くは細胞レベルでの酸化障害に基くものが多いと考えられるようになってきた。しかし、酸化障害の機構そのものについてはまだまだ不明点も多い。我々のグループは、これら酸化障害の大半が活性酸素によるものと考えているが、このような観点での藻類成分を対象とする研究例はまだまだ少ない。一方、ロダン鉄を用いる脂質過酸化抑制活性を指標とする抗酸化物質の探索はいくつかのグループでなされている。代表的な化合物としてビタミンC (アスコルビン酸) やビタミンE (トコフェロール類) が挙げられる。ビタミンCやEは海藻類の代表的な抗酸化ビタミンであり、一般に海藻類が身体に良いとされる一つの根拠となっている。その他の化合物についてもいくつかの報告例がある。Fukuyama *et al.*¹⁶⁾ は褐藻ア



ラメよりポリフェノールの一種であるエコール [8] を単離・報告している。本化合物は褐藻類特有のフロログシノールの三量体であり、強い抗酸化活性を示す。その他にも数多くのポリフェノール類が抗酸化物質として報告されている。我々のグループは、これらポリフェノール類をはじめ、藻類に含まれる化合物を対象として、主としてESRを用いる方法で活性酸素消去の観点からスクリーニングを実施した結果、特に褐藻類に強いスーパーオキシドアニオンラジカル消去活性を認めた。現在これらの構造解析を実施中であるが、比較的高分子のものに強い活性が認められており、構造解析法の開発もあわせて重要であると考えている。一方、ヒドロキシラジカル活性を示す海藻抽出物も褐藻を中心に見られたが、これらの活性本体はビタミンCであろうと考えられる。

楠見らのグループは四国海域で採集した藻類を対象とし、抗酸化物質のスクリーニングを実施している。その中でいくつかの抗酸化物質を単離している。まず、愛媛県大角鼻で採集した紅藻ミツデソゾ粗抽出物に極めて強い抗酸化活性を見出した¹⁷⁾。構造解析の結果、これらはローリントロール [9] およびデプロモローリントロール [10] と同定した。これらはいずれもフェノール性水酸基を有するセスキテルペンであり、彼らは抗酸化活性がこの官能基に基くものと推定している。これらの活性は α -トコフェロールのそれを凌駕するもので、極めて興味深い。一方、活性発現メカニズムとしてスーパーオキシドアニオンラジカル消去活性を考察しているが、化学構造からみるとその可能性は低く、むしろペルオキシラジカル消去かあるいは脂質過酸化に際するラジカル交換反応阻害ではないかと推定される。また、高知県室戸岬で採集した褐藻シマオウギよりエイコサペンタエン酸フロログシノール複合体 [11] を単離している¹⁷⁾。本化合物の抗酸化活性はそれほど強いわけではないが、むしろエイコサペンタエン酸の安定化に寄与している可能性が強い。

我々のグループは、一重項酸素消去物質として藻類に広く分布するカロテノイドに着目して一連の研究を実施している。一重項酸素は非ラジカル性の極めて反応性の高い活性酸素種であり、藻類では光合成の場における必須化合物である。我々はジメチルナフタレンのエンドペルオキシドを一重項酸素の発生源とし、その化学発光を化学発光検出器で直接測定する方法を開発し、カロテノイドの一重項酸素消去活性を測定した¹⁸⁾。カロテノイドとしては、緑藻ヘマトコッカスの主成分アスタキサンチン [12]、広く藻類に分布する β -カロ

テン [13]、ルテイン [14]、ゼアキサンチン [15]、褐藻のケミカルインジケーターであるフコキサンチン [16] 等を選択した。本方法を用いることにより光照射を行わないで活性測定が可能となり、光による副反応を抑制できた。すなわち、脂質の自動酸化あるいは光酸化反応、他の活性酸素種の関与を防ぐため、一重項酸素の発生源として熱依存性のジメチルナフタレンエンドペルオキシドを低温で有機合成した。この過酸化物は常温では選択的に一重項酸素をリリースするので、室温における一重項酸素由来の化学発光を直接的に化学発光検出器でカウントする方法を用いて各種カロテノイドの一重項酸素消去活性を定量的に測定できた。その結果、非極性溶媒中 (100%CDCl₃ではアスタキサンチン、ゼアキサンチンおよび β -カロテンの間ではほとんど差異は認められず、これらのカロテノイドはその極性には無関係に α -トコフェロールの数百倍にもおよぶ強い消去活性を示した。カロテノイド間の比較では水酸基あるいはカルボニル基の活性に対する寄与よりもむしろ共役二重結合の数が一重項酸素消去活性に大きく寄与すると考えられた。すなわち、非極性溶媒中ではカロテノイドと一重項酸素との物理的接触の頻度はカロテノイド種によってあまり大きな差異はなく、むしろエネルギーの転換効率の方が重要であるらしい (カロテノイドの一重項酸素消去活性は物理エネルギーを中央ポリエン部分の振動エネルギー=熱エネルギーに変換することによって発現すると考えられる)。一方、極性溶媒中 (CDCl₃/CH₃OH系) ではアスタキサンチンの活性がきわだっており、 β -カロテンの約40倍であり、水酸基よりもカルボニル基の重要性が明らかになった。また、西野らによって強い抗ガン活性が認められたフコキサンチンの一重項酸素消去活性は弱く、抗ガン活性と一重項酸素消去活性はそれぞれ独立していることが示唆された。すなわち、西野らによって確認されている抗ガン活性はカロテノイドの抗プロモーション活性に基づくものであると考えら

表1 各種カロテノイドのCDCl₃およびCDCl₃/CD₃OH (2:1) 中の一重項酸素消去活性 (kq)

カロテノイド	10 ³ kq (M ⁻¹ s ⁻¹)	
	CDCl ₃	CDCl ₃ /CD ₃ OH (2:1)
アスタキサンチン	2.2	1.8
ゼアキサンチン	1.9	0.12
ルテイン	0.80	-
フコキサンチン	-	0.005
β -カロテン	2.2	0.049
α -トコフェロール	0.004	-

れるが、一方、活性酸素・フリーラジカルの捕捉／消去活性はむしろ抗イニシエーション活性と密接な関係にあるようだ（表1）。

以上、藻類に含まれる様々な化合物について老化予防の観点で総述した。これらの研究はまだまだ緒に就いたばかりであり、まだまだ不十分であるが今後の重要なテーマであると考えられる。当該研究領域の発展と進捗に期待するとともに、我々も努力を続けたい。

文献

- 1) 尚 弘子 1993. 海藻の科学, 大石圭一編, 朝倉書店, 東京, 157.
- 2) 佐藤 実 1993. 海藻の科学, 大石圭一編, 朝倉書店, 東京, 160.
- 3) Suzuki, Y. *et al.* 1980. *Chemoterapy* 28, 165.
- 4) Yamamoto, I. *et al.* 1984. *Hydrobiologia* 116/117, 145.
- 5) Yamamoto, I. & Maruyama, H. 1985. *Cancer Lett*, 26, 241.
- 6) 中沢正三ら 1980. *Chemoterapy*, 24, 443.
- 7) 高橋政寿 1983. 日本網内系学会誌, 58, 269.
- 8) Suzuki, T. *et al.* 1985. *Tetrahedron*, 26, 1329.
- 9) Harada, H. *et al.* 1997. *Boil. Pharm. Bull.*, 20, 541.
- 10) Harada, H. & Kamei, Y. 1997. *Cytotechnology*, 25, 217.
/ (1998) *Boil. Pharm. Bull.*, 21, 386.
- 11) Blackburn, E. H. 1991. *Nature*, 350, 569.
- 12) Morin, G. B. 1989. *Cell*, 59, 521.
- 13) 亀井勇統 1999. フレグナンスジャーナル, No. 4, 22.
- 14) Ito, K. & Tsuchiya, Y. 1972. *Proc. VIIth ISS*. pp 558, Univ. Tokyo Press, Tokyo.
- 15) Abe, S. & Kaneda, T. 1973. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 39, 391.
- 16) Fukuyama, Y. *et al.* 1985. *Chem. Lett*, 739.
- 17) 楠見武徳・松家伸吾 1999. フレグナンスジャーナル, No. 4, 36.
- 18) Shimidzu, N. *et al.* 1996. *Fisheries Sci.*, 62, 134.

（サントリー（株）基礎研究所）

秋季シンポジウム (1999) 「藻類の安全性と健康への効用」

加藤郁之進・佐川裕章：海藻食物繊維による癌リスク軽減

1. はじめに

食生活の欧米化につれて、肉食とパンや砂糖で代表されるような精製食品が好んで消費されるようになり、日本人の腸ガンや糖尿病の発生率が高まったと考えられている。現在では、世界中で腸などの癌リスクを軽減させるためには、野菜類つまり食物繊維の摂取が望ましいというコンセプトが広く認知されるようになってきた。しかし食物繊維の摂食がなぜ健康保持に良いのかという疑問には、まだまだ十分な科学的解答が与えられていないと思われる。

現在、一般に信じられている説明は、「食物繊維はヒトの酵素によって分解を受けないので、その未消化物が有害な腸内生成物やコレステロールなどを吸収、結合して糞便量を増やし、結果的に便秘をなくし腸内に健全な細菌叢の形成を促し、腸の健康が保持される」というものであろう。そこで食物繊維の含有量の多いものを調べてみると、寒天を筆頭に、きくらげ、ひじき、ほししいたけ、あおのり、わかめ、こんぶ等が並び、海藻類が圧倒的に多い。しかしながら、1990年にアメリカ国立ガン研究所を中心に発表された、ガン予防のための「デザイナーズフーズ・プロジェクト」の中で推奨されている食品群には、奇妙なことに海藻類は一切含まれていないのである。つまり西洋の習慣に基づいたガン予防食品群といえよう。

いずれにせよ、食物繊維の機能は上記の説明のように、腸内の清掃係的なものだけなのであろうか。われわれが解明しようと考えたのは、実はこの点なのである。現在までの研究は栄養面(カロリーやビタミンなど)と食品の化学組成などの分析に集中しているように見える。つまり植物性食品中の成分、たとえばビタミン類、カロチン類、フラボノイド類、クロロフィル類等の諸成分が、どのような役割を果たすのかといった問題を中心に研究され、本当の意味での食物繊維の機能的研究はなされてきていないといえよう。

食用海藻には褐藻類、紅藻類、緑藻類等があるが、特に褐藻類は古くから中国においてガンの治療に使われ、多くの研究者達によって褐藻類とくに昆布類の抗ガン作用物質を同定しようといういろいろな研究が行われてきた(山本、丸山 1996)。昆布類の熱水抽出物を様々

な方法で分画し、抗ガン作用を追跡すると、結局フコイダンを主成分とする画分につき当たり、フコイダンは昆布類に含まれる抗ガン物質として以前からの最有力候補であった。われわれは1996年に、ガゴメコンブのフコイタン画分にウロン酸を含有するU-フコイタン(U-Fd)の化学構造を同定し(Sakai *et al.* 1996)、このフコイタンがガン細胞を特異的にアポトーシスさせる作用をもつことを突き止め、従来からいわれていた昆布類がもつ抗ガン活性の一部を裏付けた(Yu *et al.* 1996)。既に、われわれはU-Fd以外に、フコイタン分子群の主成分である、硫酸化フコースからなるF-フコイタン(F-Fd)、さらにガラクトースを主成分とするG-フコイタン(G-Fd)と、合計3種類のフコイタンを単離し、それぞれの化学構造も決定した(Sakai *et al.* 1999)。さらに今年に入って、F-FdがHGFの産生を誘導するという、U-Fdとは異なった機構での抗ガン活性を発見したので、その結果を紹介したい(佐川ほか 1999)。

少し話題はそれるが、食物は当然のことながら調理の際に加熱を受けることが多い。とくにある種のスープ類や、煮込み料理では特にそうである。食物繊維の機能性研究以外に、食物繊維が調理過程(加熱など)でどのように変化するのかといった問題も看過され、充分科学的な吟味を受けてきたとは思えない。すでに、前田浩らによって、いろいろな野菜は、いったん茹でたほうが、ある種の抗ガン活性が顕著に増大することも報告されている(前田 1995)。われわれは、こうした観点に立って食物繊維の加熱変化の研究を約5年前から始めた。すでに野菜や、果物類、褐藻類に含まれる植物性食物繊維の主成分のひとつであるペクチンやアルギン酸や、動物性食物繊維であるコンドロイチン硫酸やデルマトン硫酸をはじめとするウロン酸含有多糖類を加熱処理すると、DHCP(4, 5-dihydroxy-cyclopenten-1-one)と呼ばれるトポイソメラーゼIIの阻害活性を持った非常に強い抗ガン性物質が生成されることを発見した(大野木ほか 1998)。最も一般的な食物繊維が加熱調理の結果、新しい生理的機能を発現するという従来予想もされなかった、世界で初めての証明であった(小山ほか 1997)。この発見は、古来中国において健康によいとされる、いわゆる「不老長寿薬」と称される食

物には長時間ぐつぐつと煮たものが多いことに、何か科学的な意味があるのではないかという、単純な疑問を持ったことに端を発している。

古くから日本人が好んで摂食してきたもう一つの海藻類に、テングサ属海藻やアサクサノリなどの紅藻類がある。われわれは、このテングサの多糖「寒天」の弱酸性処理によって生成されるアガロオリゴ糖群が抗ガン作用を持つことを続いて発見した(加藤 1998)。この発見の動機も奇妙なもので、ウロン酸加熱によって生じる DHCP の発見の場合とよく似ている。ある日の夕刊フジという新聞に、ガンの民間療法の一つとして、フノリの煮たものを食べさせるという記事がでていた。フノリは紅藻類の一種であり、フノリに含まれる多糖類フノランは寒天のアガロースと構造がにていることから、アガロースの加熱分解物にも DHCP のような活性があるのではないかという予想をたて、本稿で紹介するような研究を開始した。

2. 紅藻類の抗ガン活性

2-1. 寒天からアガロオリゴ糖の生成

寒天の主成分(約70%)はアガロースで、その化学構造は、 $\beta 1 \rightarrow 4$ 結合のD-ガラクトース残基と $\alpha 1 \rightarrow 3$ 結合の3,6-アンヒドロ-L-ガラクトース残基が交互につながったアガロビオースの繰り返し構造をもっている(図1)。

寒天は果物のような弱酸性を帯びた食物と一緒に摂取し固くすることは一般によく知られている。その理由は、アガロースが弱酸によって容易に分解されて低分子化するためである。アガロースをクエン酸のような弱酸と95℃で約2時間反応させると、3,6-アンヒドロ-L-ガラクトース残基とD-ガラクトース残基との間の $\alpha 1 \rightarrow 3$ 結合が容易に加水分解を受けてアガロビオース、アガロテトラオース、アガロヘキサオース等

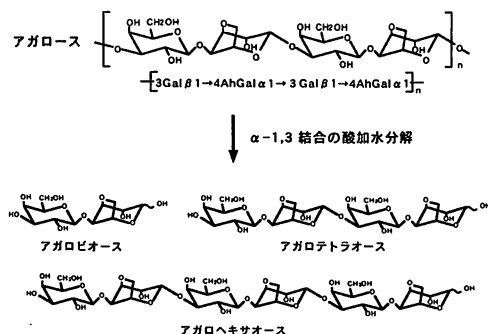


図1. アガロースと $\alpha 1,3$ 結合の酸加水分解による化合物の構造

を主成分とする、いわゆるアガロオリゴ糖が生成する(図1)。このような穏和な反応条件では、D-ガラクトース残基と3,6-アンヒドロ-L-ガラクトース残基とのあいだの $\beta 1 \rightarrow 4$ 結合は加水分解を受けない。アガロースの $\alpha 1 \rightarrow 3$ 結合が選択的に分解を受ける理由は、3,6-アンヒドロガラクトースの還元末端基が非常に反応性に富んでいるからである。この反応は胃液と同じ条件の、常温で0.1Nの塩酸中에서도起こるので、蜜豆やところてんのような寒天そのものを摂食してもアガロオリゴ糖が体内で生成されることを意味している。この特異的な反応性が、後に述べるような生体内で抗ガン作用を発揮する理由と考えられる。さらに、アガロオリゴ糖群は非還元末端にガラクトース残基をもつために、肝臓細胞などに非常に取り込まれやすく、この二つの性質が相俟って、効果的な抗ガン作用を発揮するものと考えられる。

2-2. アガロオリゴ糖は、腫瘍増殖作用を持つ一酸化窒素(NO)の産生を抑制する

昨年度のノーベル生理学医学賞は、一酸化窒素の生理作用解明に貢献した研究者達に授与されたことでもわかるように、1987年に血管内皮細胞がL-アルギニンから一酸化窒素(NO)を合成する事が発見されて以来、次々と新しい機能が見いだされている。一酸化窒素は病原菌などの生体にとって異物を、酸化的に破壊する生体防御物質であると同時に、血管系、神経系、免疫系などの調節を司る重要な情報伝達物質である(江角ほか 1995)。

NOは気体のフリーラジカルで、いろいろなアイソザイムから形成された一酸化窒素合成酵素(NOS: Nitric Oxide Synthase)によって合成される。血管系や中枢神経系はカルシウム依存型の構造型NOS(cNOS: constitutive NOS)を持ち、シグナル伝達のNOを産生している。一方、血管内皮細胞などは、サイトカインやエンドトキシンによって誘導されるカルシウム非依存的な誘導型NOS(iNOS: inducible NOS)をもち、NOの産生を通じて免疫系の細胞増殖などをコントロールしている。

最近になって、腫瘍細胞が両タイプのNOSを持ち、NOをうまく利用することによって腫瘍細胞が生存をはかっているらしいことが明らかになってきた。NOが腫瘍の血流や、浮腫や、血管内皮の透過性をあげる作用が明快に示され始めた。具体的には、一酸化窒素(NO)は、血管拡張をするだけでなく、血管増殖因子のVEGF遺伝子を制御している。結果的に、NOは腫

瘍の増殖, 進行, 転移などを助長する作用を持つことになる(Chin *et al.* 1997)。

固形ガンの進行にとってガン細胞周辺の血管新生は必須である。リンパ腺に転移したガン細胞は, 非常に高いNOS活性を持っている。この細胞をウサギの角膜に移植すると, 著しい血管新生が認められた。ところが, この状態において, 一酸化窒素合成酵素(NOS)の阻害剤(L-NAME)を添加すると血管新生は認められなくなった(Tsurumi *et al.* 1997)。このように, 一酸化窒素がガンの増殖にとって欠かせないものであることが, 明らかになってきた。

マウスの腹腔マクロファージを一酸化窒素の誘導剤であるリボポリサッカライド(LPS)とインターフェロンガンマ($\text{INF } \gamma$)で処理すると, 一酸化窒素が誘導される。この状態でアガロビオースを添加すると, 添加量に比例して誘導される一酸化窒素量が低下した(図2)。つまりアガロビオースは誘導型一酸化窒素合成酵素(iNOS)を阻害することが明らかとなった(榎ほか1999)。一方, マウスのマクロファージ細胞株RAW 264.7を一酸化窒素の誘導剤で処理するとやはりNOが誘導されるが, NOの誘導剤の添加前にアガロビオースを反応させておくと, 同時添加よりもさらに約40%ほど強くNOの産生を抑制していた。

このようにアガロビオースは誘導型NOの産生を抑制することがわかったが, 誘導型一酸化窒素合成酵素(iNOS)の産生が実際に抑制されているのかどうかを確かめた。NOを誘導後100 μM のアガロビオースを加え, 12時間後に抗iNOSモノクローナル抗体を用いたウェスタンブロッティングによってiNOSの産生量を調べた(図3)。明らかに, iNOSの産生が抑制されている。一方, 100 μM のアガロビオースをiNOS誘導前, それぞれ1時間, 5時間に添加し, iNOS誘導後6時間目にmRNAを抽出してRT-PCRを行い, 発現しているmRNAの量を調べた。アガロビオースの添加時間が早

いほどiNOSのmRNA量が少なく(図4), アガロビオースはiNOS遺伝子の発現を抑制していることが明らかになった。

2-3. アガロオリゴ糖はプロスタグランジンE2 (PGE2)の産生を抑制し, TPAで誘発される浮腫を抑制する

マウスのマクロファージ細胞株RAW264.7と100 μM のアガロヘキサオースを5時間培養後LPSでPGE2を誘導し, 18時間後にPGE2量を測定すると, PGE2量はコントロールの約20%にまで低下していた。しかし, アラキドン酸を同時に添加すると, 全体的にはPGE2の産生量が増大することから, アガロヘキサオースはシクロオキシゲナーゼ2の酵素作用を阻害しているのではなさそうである。

一方, TPAは細胞リン脂質代謝を亢進させ, 発癌プロモーションにつながる重要な作用を持っており,

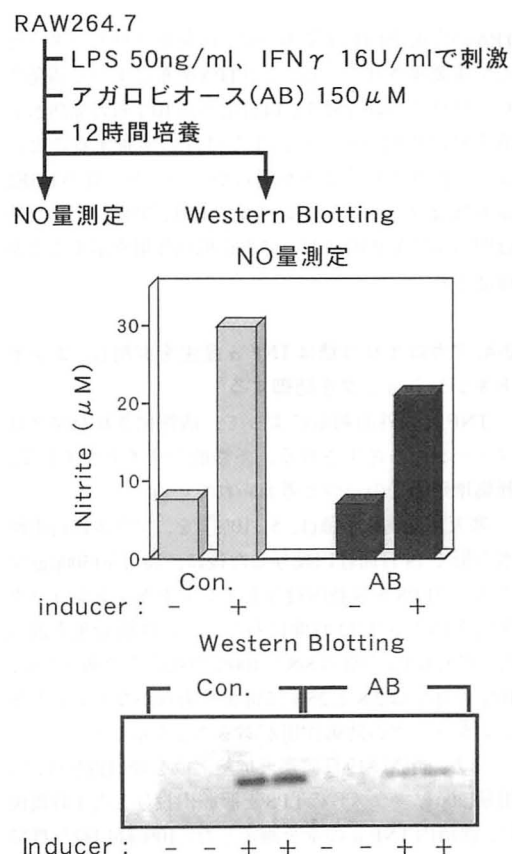


図3. アガロビオースによる iNOS 発現抑制 (Western Blotting)

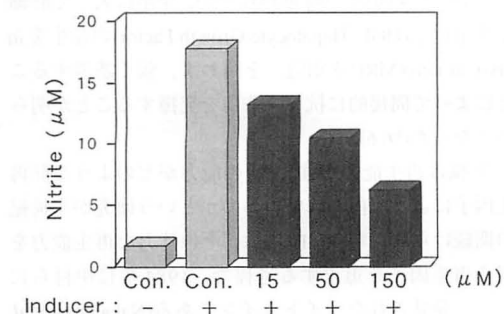


図2. アガロビオースによるマウス腹腔マクロファージのNO産生抑制 Inducerは, LPS 100 ng/ml および $\text{INF } \gamma$ 50 U/ml

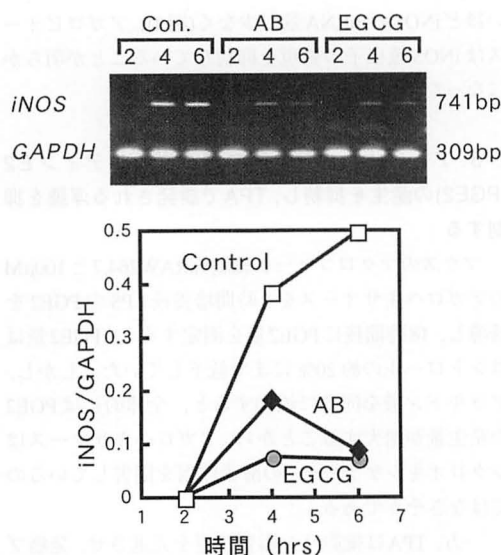


図4. アガロビオースによる iNOS 発現抑制 (RT-PCR)

TPAの作用を抑制するものは、抗発癌プロモーターとして重要視されている。このTPA塗布によって誘発されるマウスの耳浮腫を、14日前から10%寒天加熱水溶液を経口摂取させるか、または耳に塗布することによって抑制されることが明らかとなった。耳のPGE2量もほぼコントロールレベルであり、アガロオリゴ糖は明らかに生体内において炎症抑制作用を示すことが確認された。

2-4. アガロオリゴ糖はTNF α 産生を抑制し、エンドトキシンショックを防御する

TNF α は外的刺激によって、活性化されたマクロファージから産生される、多機能のサイトカインで、腫瘍増殖因子の一つと考えられている。

寒天加熱物水溶液(1, 5, 10%) を、マウスに自由飲水形で19日間経口投与した後、高用量(300 μ g/マウス)のLPSを腹腔内投与しエンドトキシンショックを引き起こさせ72時間にわたって、防御効果を調べた。寒天液1%の群は8/8と100%の死亡率であったが、10%の群では2/8と25%に留まり明らかなエンドトキシンショックの防御作用があることを示した。

一方、同様に19日間寒天加熱溶液を経口投与後、低用量(20 μ g/マウス)のLPSを腹腔内投与した1時間後に、血清内TNF α の量を測定した。10%経口投与群ではコントロールに対して、約30%の低下が認められた。エンドトキシンショックによって誘発されるNO産生は、血管拡張によって急激な血圧低下が引き起こ

す。すでに述べたように、アガロオリゴ糖は誘導型のNO産生及び炎症性のプロスタグランジンE2産生を抑制する結果、エンドトキシンショックによる死を防ぐと考えられる。

2-5. アガロオリゴ糖の作用メカニズム

寒天はその精製過程においてアルカリに曝される工程があるが、その化学構造は変化することなく比較的安定である。しかし、アガロオリゴ糖を常温で5分間、アルカリ性(pH11)にした後、pH5に戻してもアガロオリゴ糖が本来持っていた還元性が消失するとともに、今まで述べてきたような生理活性は消失してしまった。この現象は強いアルカリ性にする必要はなく、中性のpHでも引き起こされ、さまざまなAssayに用いている細胞培養の培地中(pH7.5)でも、図に示すような新化合物(L-glycero-1, 5-epoxy-1 α β , 6-dihydroxy-cis-hex-3-en-2-one) が生成していた(図5)。

一般に、 α -カルボニール基と β 不飽和結合を持った化合物は抗ガン活性があるとされている。ウロン酸を加熱することによって生成されるDHCPも同様の化学構造を持っている。DGEはDHCPと同様に反応性に富んでおり、グルタチオンと反応して図のような化合物を生成する。従って、一見、不活性のように見えるアガロオリゴ糖はpHが中性状態にある細胞内に取り込まれた瞬間、DGEが生成しiNOS遺伝子に関与するタンパク質などと反応し、その結果iNOSの発現を抑制するものと考えられる。

3. 褐藻類の抗ガン活性

3-1. フコイダンは肝細胞増殖因子HGFの産生を誘導する

U-Fdは既に述べたようにガン細胞特異的にアポトーシスさせる。しかし主成分のF-フコイダン(F-Fd)にはそのような作用は見られず、抗ガン作用には関与していないのかと一時思われたが、今年に入って肝細胞増殖因子(HGF: Hepatocyte Growth Factor)の産生を*in vivo*, *in vitro*(MRC-5細胞)を問わず、強く誘導することによって間接的に抗ガン作用を発揮することが明らかとなった(図6)。

肝臓は再生能力が強く、その能力がどのような肝再生因子によって担われているのかという研究が半世紀の間続けられていた。HGFは、その強力な再生能力を司る再生因子を追求する過程で、1984年に中村らによって発見されたサイトカインである(Nakamura *et al.* 1984)。今では、HGFは急性並びに慢性疾患に対する、

顕著な傷害防止、機能改善、治癒効果を持つ、本来の生体修復因子であると考えられている。蛇足ながら、HGFは発毛促進作用も報告されており(Jindo *et al.* 1998), 結果的に民間で伝承されている海藻摂食による養毛作用をも裏付けている。すでに報告されているHGFの生理作用は非常に広く、抗ガン作用(Tsunoda *et al.* 1998), アルコール性肝炎の治療作用(Tahara *et al.* 1999), 肝硬変の治療(Ueki *et al.* 1999)なども報告されている。この有用なサイトカインの産生をF-フコイダンが経口投与で促進するということは、将来、治療薬となる可能性を示している。

F-FdのHGF誘導能力は、既に知られていたヘパリンのそれとほぼ同程度であったが、U-FdにはHGF誘導活性が殆ど認められなかった(図6)。他の褐藻類のフコイダン画分でも調べてみると、ワカメ、日本海産のモズク、南米産のレッソニア等にはHGF誘導活性が認められたが、分類学上はモズクではない沖縄モズクには、その活性が殆ど認められなかった(図7)。この結果はこの活性を誘導するためには、なんらかの特殊な化学構造の必要性を示唆している。

3-2.HGFの変異体NK4による抗ガン作用
HGFは北欧のクリングルビスケットに似た化学構造(クリングル構造と呼ばれる)を4個連ねた分子量約9万の重鎖と、プラスミノゲンと40%相同性を持つ分子量約3万の軽鎖がS-S結合で繋がった構造をしている。タンパク質分解酵素によって分解すると、アミノ末端のヘアピンループと1から4番目までのクリングル構造からなる変異体NK4が生じ、この誘導体が非常に強い腫瘍抑制作用を持つことがあきらかとなった。

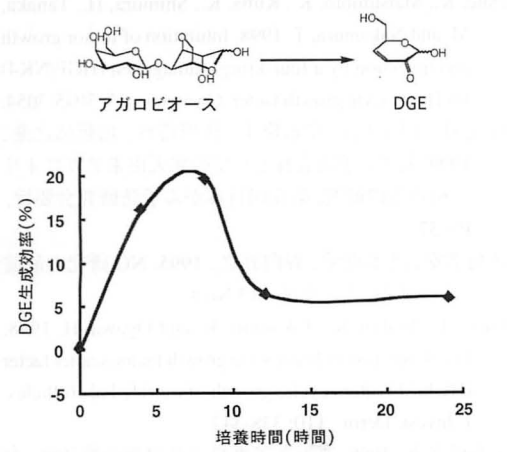


図5. アガロビオースのDGEへの変換

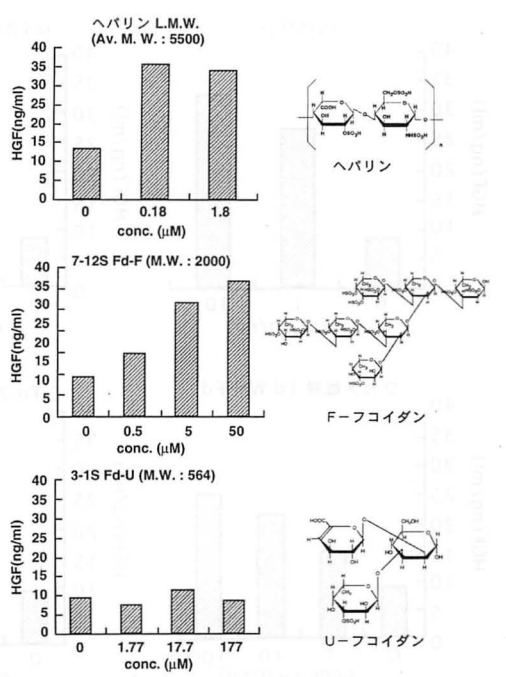


図6. F-フコイダン、U-フコイダンによるHGF産生誘導

このNK4はHGFの拮抗作用を持っており(Date *et al.* 1998), ガン細胞が成長するために必要な、血管新生作用を抑制することによって、ガン細胞の増殖を抑制するものと考えられている。

3-3.F-Fdの抗ガン作用
ヌードマウスにヒト大腸ガン細胞を移植した状態で、F-FdとU-Fdの混合物水溶液を水の代わりに飲ませ続けると、5匹中2匹のマウスで、瘡蓋のように崩落するのが認められた。このような現象は硫酸化オリゴ糖による、HGF誘導の結果引き起こされる腫瘍細胞の血管新生抑制作用によるものと考えられる。マルトテトラオース(グルコース4糖)やマルトヘキサオース(グルコース6糖)の硫酸化物が強力に血管新生を抑制すると同時に、ガン細胞の転移を抑制すると報告されている(Parish *et al.* 1999)。ただ彼らはこれらの硫酸化オリゴ糖が、ヘパラーゼを阻害する結果血管新生を抑制するのであり、HGFの産生誘導に起因するものとは考えていないようである。

3-4. ガゴメコンブ由来のフコイダンの化学構造とその酵素分解物

既に少しふれたように、ガゴメコンブには3種類の

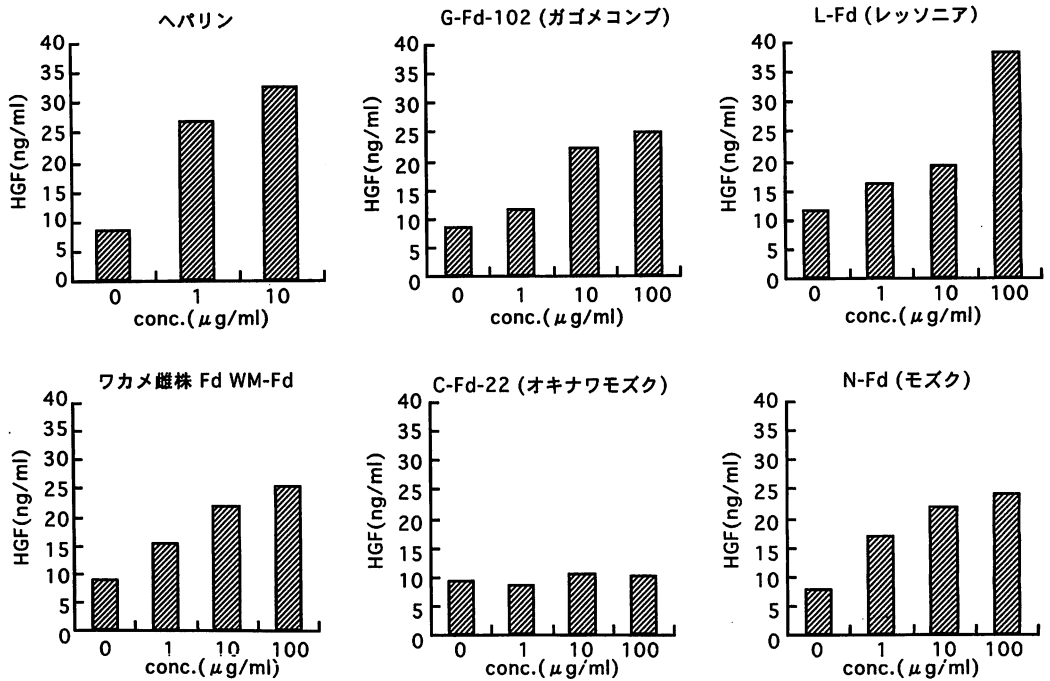


図7. 各種フコイダンによるHGF産生誘導

フコイダンが単離されている。ここではF-Fdの基本の繰り返し化学構造だけを示す(図6)。この構造は、精製したF-Fdを我々がある種の海洋バクテリアから単離したフコイダナーゼで分解したときに生成する7糖12硫酸の断片である。つまり、ガゴメコンブのF-Fdはこの7糖のオリゴ糖が直鎖状に100以上繋がった硫酸化多糖と考えられる。

この7糖12硫酸のHGF産生誘導能力は非常に高く、ヘパリンのそれにほぼ匹敵する(図6)。しかも肝切除処理をしたマウスに経口投与すると、HGFの血中濃度が上昇することが明らかとなり、将来ガンの治療や肝臓病の治療に用いられる経口投与薬剤になる可能性を示唆している。

4. まとめ

紅藻類の寒天由来のアガロオリゴ糖や、褐藻類のガゴメコンブ由来のフコイダンやそのオリゴ糖の食品機能性について述べてきたが、海藻が生体の免疫調整剤として働く有用な食品であることについては疑問の余地がないと思われる。結果的に、ガン細胞の増殖や転移活性を抑制することによって、ガンのリスクを下げるように働くものと考えられる。アガロオリゴ糖やフコイダンあるいはそれらのオリゴ糖は、将来優れた医

薬品として開発されていくものと予想される。今後、われわれの研究所において、海藻食品のさらなる機能性探求の努力を続けていくつもりである。

参考文献

- Chin, K., Kurashima, Y., Ogura, T., Tajiri, H., Yoshida, S. and Esumi, H. 1997. Induction of vascular endothelial growth factor by nitric oxide in human glioblastoma and hepatocellular carcinoma cells. *Oncogene*, 15: 437-442.
- Date, K., Matsumoto, K., Kuba, K., Shimura, H., Tanaka, M. and Nakamura, T. 1998. Inhibition of tumor growth and inversion by a four-kringle antagonist (HGF/NK4) for Hepatocyte growth factor. *Oncogene*, 17: 3045-3054.
- 榎竜嗣, 奥田真治, 富永隆生, 佐川裕章, 加藤郁之進. 1999. 発ガン予防食材としての寒天由来アガロオリゴ糖の基礎研究. 第6回日本がん予防研究会要旨, P-37.
- 江角浩安, 渋谷克栄, 谷口直之. 1995. NO研究の最新線. 実験医学 増刊 13 No.8.
- Jindo, T., Tsuboi, R., Takamori, K. and Ogawa, H. 1998. Local injection of hepatocyte growth factor/scatter factor (HGF/SF) alters cyclic growth of murine hair follicles. *J. Invest. Derm.*, 110: 338-342.
- 加藤郁之進. 1998. 寒天とアガロオリゴ糖の機能性. 食

- 品と開発. 33: 44-46.
- 小山信人, 佐川裕章, 小林英二, 榎 竜嗣, 務 華康, 萩屋道雄, 猪飼勝重, 加藤郁之進. 1997. ウロン酸及びウロン酸含有多糖の加熱により生ずる生理活性物質. 第19回糖質シンポジウム要旨. B3-06. 西宮
- 前田浩. 1995. 野菜はガン予防に有効か(酸素ラジカルを巡る諸問題) 一体に有害な酸素ラジカルを除きガン予防・老化防止をめざして, 菜根出版. p. 23-32.
- Nakamura, T., Nawa, K. and Ichihara, A. 1984. Partial purification and characterization of Hepatocyte Growth Factor from serum of hepatectomized rats. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 122(3): 1450-1459.
- 大野木宏, 小林英二, 榎竜嗣, 栗津和子, 加藤郁之進. 1998. DHCPのトポイソメラーゼII阻害活性と癌細胞のG2/M期停止, 第71回日本生化学会大会要旨, 3H-W22-10. 名古屋.
- Parish, C. R., Freeman, C., Brown, K. J., Francis, D. J. and Cowden, W. D. 1999. Identification of Sulfated Oligosaccharide - based Inhibitor of tumor growth and metastasis using novel in vitro assays for angiogenesis and heparanase activity, *Cancer Research.*, 59: 3433 - 3441.
- 佐川裕章, 明山香織, 大野木宏, 酒井武, 加藤郁之進. 1999. 褐藻類フコイダンのHepatocyte Growth Factor誘導作用. 第72回日本生化学会大会要旨. 2P-002. 横浜.
- Sakai, T., Kimura, H., Kojima, S., Nakayama, S., Katamaya, K., Nakanishi, Y., Ikai, K. and Kato, I., 1996. Two types of fucoidans (Sulfated Fucose - Containing polysaccharides), Two types of Fucoidan - degrading enzymes, and their products., *Abstracts of XVIIIth Jap. Carbohydr. Symp.*, 159.
- Sakai, T., Kimura, H., Shimanaka, K., Ikai, K. and Kato, I. 1999. Three kinds of enzymes that degrade sulfated fucose-containing polysaccharide from brown seaweeds, fucoidanase, sulfated fucoglucuronomannan-lyase, and fucogalactanase. *Glycoconjugate journal*, 16: 4/5 S122.
- Tahara, M., Mastuumoto, K., Nukiwa, T. and Nakamura, T. 1999. Hepatocyte growth factor leads to recovery from alcohol - induced fatty liver in rats. *J. Clinical Investigation*, 103: 313-320.
- Tsunoda, Y., Shibusawa, M., Tsunoda, A., Gomi, A., Yatsuzuka, M. and Okamatsu, T. 1998. Antitumor Effect of Hepatocyte Growth Factor on Hepatoblastoma, *Anticancer Res.*, 18: 4339-4342.
- Tsurumi, Y., Murohara, T., Krasinski, K., Chen, D., Witzenbichler, B., Kearney, M., Couffignal, T. and Isner, J. M. 1997. Reciprocal relation between VEGF and NO in the regulation of endothelial integrity. *Nature Medicine*, 3(8): 879-886.
- Ueki, T., Kaneda, Y., Tsutsui, H., Nakanishi, K., Sawa, Y., Morishita, R., Matsumoto, K., Nakamura, T., Takahashi, H., Okamoto, E. and Mujimoto, J. 1999. Hepatocyte growth factor gene therapy of liver Cirrhosis in rats. *Nature Medicine*, 5: 226-230.
- 山本一郎, 丸山弘子 1996. 海藻からの抗癌物質, p. 233-248. 21世紀の海藻資源 大野(編), 緑書房.
- Yu, F.-G., Kitano, H., Sakai, T., Katayama, K., Nakanishi, Y., Ikai, K. and Kato, I. 1996. Apoptosis of human carcinoma cell lines induced by fucoidan (sulfated fucose-containing polysaccharide) and its degraded fragments by fucoidanase and end-fucoidan-lyase., *Abstracts of XVIIIth Jap. Carbohydr. Symp.*, 93-94.

(宝酒造株式会社バイオ研究所)

シリーズ 最終講義

永らく在籍させていただいた北海道大学を退職するにあたって、最終講義として過去を振り返ってお話をする機会を与えていただき、有難うございます。

九州大学理学部

私どもが大学に入学した1952年頃は、今西錦司グループが活躍していた生態学ブームの時期であり、ミチューリン生物学がもてはやされていた時代でもありました。また在学中には光合成のカルビンサイクルが発見され、DNAの二重らせん構造が明らかになった分子生物学の幕開けの時期にもあたっていました。関心の赴くまま帰化植物を探して歩いたり、友人のまねをして昆虫採集をしたこともあります。臨海実習や隠花植物学の講義を受け持たれていた農学部瀬川宗吉先生のところで大学院の課程をとることにしました。理学部4年のときから農学部水産学科の瀬川先生の研



瀬川宗吉先生 (1959年4月 五島列島沖の流れ藻調査中に撮影)

吉田忠生：私の海藻研究

研究室に出入りするようになり、理学部と農学部を行ったり来たりする毎日でした。そのころ、瀬川先生のところへ大阪の保育社から海藻図鑑執筆の依頼が来ました。保育社からはこのときまでに蝶や貝の図鑑が出版されていました。その著者は関西のアマチュア研究者で、海藻の図鑑に関してはじめて専門家が執筆することになったのでした。先生はしばらく構想を練られたあと、その年の秋になっていよいよ標本を選んで編集作業がはじまりました。大学院の学生だった沢田(奥田)さんをはじめ、研究室に所属するもの全員がお手伝いに加わりました。そのなかで最年少だった私をもっとも自由に時間が使えたため、収録された海藻592種の標本のすべてに接することができました。ア

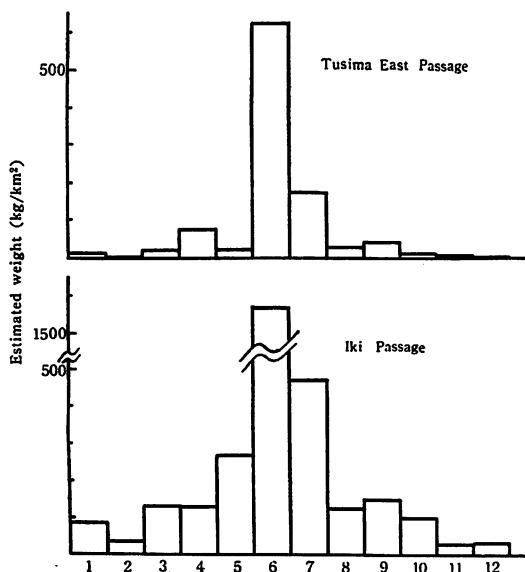


瀬川宗吉「原色日本海藻図鑑」扉ページ

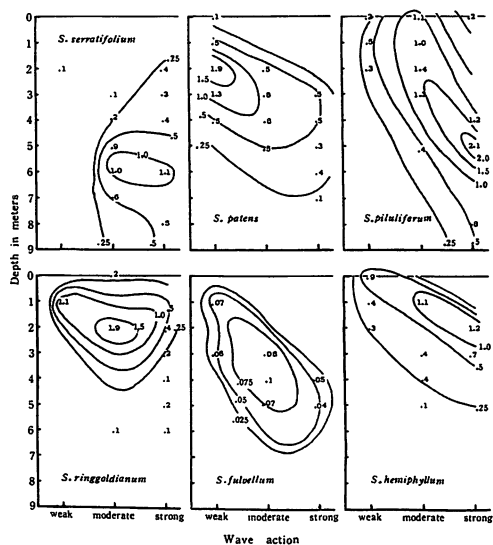
ミジグサ科の図解検索表やホンダワラ属の解説図などの線画も私が描いたものを加えていただきました。春になって編集作業が忙しくなると、先生に同行して臨海実習のために滞在していた下田の臨海実験所の宿舍や大阪の宿で先生と差し向かいに座って原稿の口述筆記をしたこともあります。先生が琉球大学に出張された留守中には、大阪の宿で校正作業をして何日も過ごしましたし、その過程で学名の綴りを正確に覚えることもできました。こうして大学院の1年になって1956年6月に「原色日本海藻図鑑」が完成しました。「図鑑」は何度も版を重ね、先生が亡くなってあと2度にわたって増補させていただきました。この経験は私にとって貴重なものであり、海藻学勉強の第一歩で得がたい幸運に恵まれたと今でも感謝しています。

九州大学大学院農学研究科

私の所属した水産学第2講座は魚類学の内田恵太郎教授、藻類学の瀬川助教授という構成でした。教室では毎日昼食時に全員が集まり、テーブルを囲んで昼食をとり、博識な内田教授のお話を聞くのが恒例となっていました。私の魚に関する知識は大部分この昼食会で得られたものです。このころからハマチ養殖が盛んになり、その種苗として「流れ藻」に伴っている時期の稚魚「モジャコ」漁業も始まっていました。講座全体のプロジェクトとして流れ藻の研究をすることになり、私たちは藻類の立場から参加しました。まず流れ



壱岐対馬水道の流れ藻の季節的变化



ホンダワラ類の分布と水深・波当たりの強さの関係

藻とはどのような種類の海藻なのかということから始まり、福岡近郊の津屋崎にある水産実験所を基地として、付近の沿岸で毎月流れ藻を採集し、実験所に持ち帰って流れ藻になっているホンダワラ類の種類と、それぞれの個体の大きさや重さを測定し、生殖器官の有無や基部に附着器があるかないかなどを記録しました。いっしょに取れる魚類の稚魚を調べるのは魚類研究グループの仕事でした。1年間の調査で津屋崎近海の流れ藻の種類相がわかるとともに、季節的にホンダワラ類の種類が交替し、それはそれぞれの種類の成熟時期の違いと関連していることもわかってきました。その後、津屋崎と沖ノ島の間と、対馬海峡で流れ藻量の季節変化を調べるために、その方法について理学部の森下正明助教授の指導を仰ぎました。船の進行中に幅10 mの海面に出現する流れ藻の数を重さの階級毎に記録することで重量の推定をしました。1分ごとに計測することで連続的な採取法で観測したことになります。これを毎月続けて、5、6月頃に流れ藻の量が多くなることが分かってきました。瀬川先生に朝日新聞科学奨励賞が授与されたこともあって、調査範囲は九州から本州の沿岸にも広がり、各地の流れ藻の種類相を調査し、流れ藻に標識をつけてどのように移動するかを推定したりと、多方面にわたって研究が進行しました。

私の個人的な関心は、流れてしまったホンダワラ類よりも沿岸に群落を作っている時期の生態に向かっていきました。その手始めとしてオオバモクの附着器にある生長輪が年輪であることを確かめることができ

した。当時はまだスキューバの利用が難しい時代で、津屋崎周辺でホンダワラ類の種の垂直分布と波の強さの関係を明らかにするのに、10mくらいまで素潜りで調べ、おなじ種類でも波の強い場所ではより深いところに生育することの報告を書きました。

大学院生としての生活は充実したものでした。しかし1960年11月に大阪で日本藻類学会の総会が開催され、私も列席しました。その席で瀬川先生が突然倒れ、そのまま数時間後に息を引き取られるという予想もしなかった事態が起きました。私の将来についていろいろと考えてくださっていた先生が亡くなられたことで、途方にくれた毎日でした。先生の後を受けて下関市にある水産講習所（のちの水産大学校）で非常勤講師をさせてもらったりしていたところ、水産庁東北区水産研究所に採用していただけることになりました。

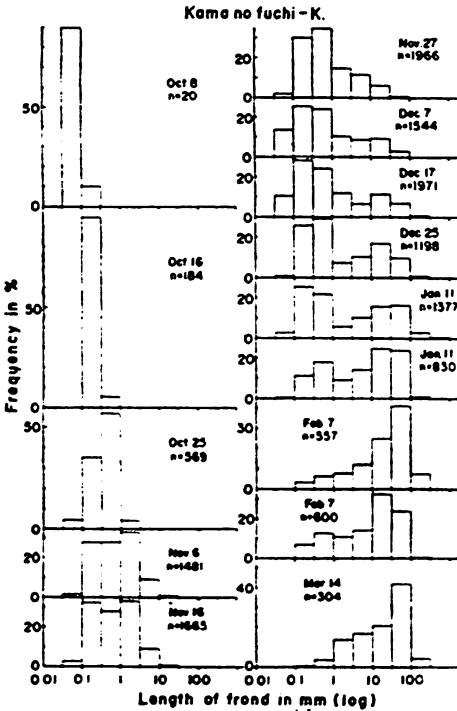
東北区水産研究所

1962年8月に塩釜市にある東北区水産研究所に赴任して、増殖部に配属され、黒木宗尚部長、秋山和夫室長のもとで仕事をはじめることになりました。この頃にはすでにアサクサノリの生活史が解明されて、東北地方では黒木部長が、九州では熊本県水試の太田扶桑

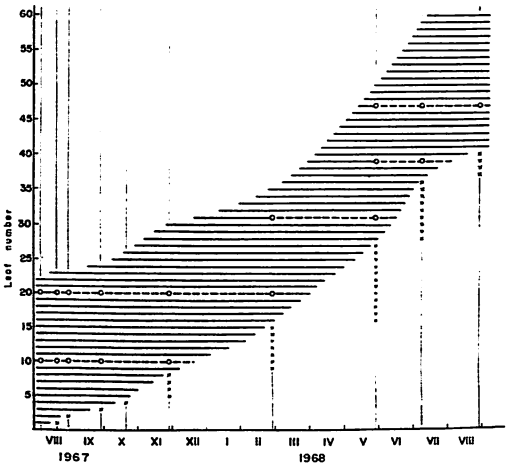
男さんが中心となって人工採苗の技術が確立し、漁業者の間に普及していました。私にとっては初めての経験なので、まずは海苔養殖の勉強から始めることとし、ヒビ網の張り込みからはじめて天然採苗をして、ヒビ糸の上に胞子がついて成長する過程を詳しく追いかけることにしました。定期的にヒビ糸を10cm切り取って、その上に着生するアサクサノリの個体数を数え、大きさを計っていく単純な作業でした。それによって個体密度の変化や初期に形成される単胞子による二次芽の形成など、収穫による個体密度の変化などをはっきりと示すことができました。

増殖部では菊地技官がアワビの養殖の研究をしていて、タンクの中で産卵を誘発し、稚貝を育てるのに初めて成功しました。研究の一部としていろいろな海藻の餌料効果を調べる仕事に加わり、海藻の採集を担当しました。稚貝放流後の餌料としてのアラムの生産力を調べることに着手しました。ちょうどこの頃、世界的な規模で生物の生産力を調べる IBP (International Biological Program) プロジェクトが進行していました。それを横目に見ながら、アラムに個体標識をつけて、側葉の形成・脱落を追跡する方法で生産力を知ろうと、継続的に潜水調査をしました。それによって予報的ながらアラムの生産力についての数値を出すことができました。この方法は IBP チームがカジメについて適用しています。

海苔養殖に関しては、人工採苗の技術が普及して、生産量も多くなり年による変動が少なくなってきました。次の課題は病害対策であるということで、赤腐れ病の病原菌の培養をはじめたり、白腐れ症の症状をし



アサクサノリの体長分布の季節的变化



アラム側葉の寿命



黒木宗尚教授夫妻（還暦記念パーティー）

らべたりすることを開始しました。

1966年には黒木部長が北海道大学理学部に山田幸男先生の後任の教授として転出されることになりました。指導者が不在となって、そのあとの研究方針が確立するまえに、今度は私に助教授として北海道大学に来てほしいとの要請があり、大変な光栄であると感じ、お受けすることにしました。

北海道大学理学部

1968年1月に雪の札幌に赴任しました。教室は黒木



Jean FELDMANN 教授 パリ第6大学の研究室において

宗尚教授のほか舟橋説住さんと山田家正さんというスタッフで構成され、新入りの私を暖かく迎えてくださり、新しい生活に入りました。植物分類学講座は1930年に山田幸男先生が創設されて以来、海藻の分類学を中心に運営されてきて、文献も標本も日本でもっとも整備されています。

北方系の海藻に親しむために、大学院に入った増田道夫君の仕事もかねて知床半島にも通いました。紅藻のイギス科やコノハノリ科など、いろいろな分類群について勉強を始め、これまで経験の少ない分類学の研究態度や方法の習得に努めました。ずっと海藻に親しんできたとはいえ、分類学とは別の仕事をしてきたからです。

北海道大学で初めて専任の教師としての生活に入ってもなく、東京大学に始まった大学紛争が北海道にも拡大し、理学部も騒然とした状態になりました。教師として大学とはどうあるべきかと、教育のあり方を考える機会ではありましたが、研究を進めるにはよい環境とはいえません。この間、多少健康を害したことも手伝って、野外に出る機会を減らして、研究室のなかで出来る植物命名法の勉強や、北海道大学に集積されている文献を利用して日本産の海藻を中心として学名の検討もするようになり、命名の経過をカード方式で整理する作業も始めました。海産の緑・褐・紅藻の名前に関しては世界中の種類の大部分をカバーして、研究室の諸君も利用しています。

植物分類学講座では、山田先生の時代から特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」の研究を続けてきました。黒木教授がこれを引き継ぎ、定期的に調査を計画されました。私もお供をして阿寒湖に行き、マリモ生育地で素潜りで直接マリモに触れて、この不思議な生き物にとり付かれたようです。1970年代、1980年代の2回の大規模調査の時にはマリモをとりまく環境としての水草の調査を分担して、生育環境がよくない方向に向かっていると感じました。マリモの調査研究は私たちの片手間では不十分だということで、機会を捕らえては話をしてきました。阿寒町当局の理解もあって、北大海藻研究施設で大学院課程を終えた若菜勇君を専門職員として採用してもらい、彼の努力によって調査研究は大いに発展しています。

1971年には札幌で International Seaweed Symposium が開催されることになりました。大学の施設が紛争のために使えず、市内のホテルを会場として使用し、多くの藻類学者が参加して、地元で国際会議を経験しました。このとき、フランスの Feldmann 教授に会うこ

とができました。このようなこともあって、1972 - 1973年にフランス政府給費生としてパリ第6大学のFeldmann教授の研究室で勉強する機会を得ました。

Feldmann教授は分類学者として多くの仕事をされています。しかし、初期の地中海の海藻に関する仕事を読んでみると、彼は生態学に関心をもっていて、生態学の仕事をするにはまず対象生物の種類がはっきりしている必要があります、そのためにまず種類相を明らかにする必要があったので分類的な仕事を始めたと言っています。ヨーロッパでは18世紀以来の研究の歴史があり、すでに種レベルの知識は充分だったと思っていたのは間違っていたようです。

パリ第6大学の隣には自然史博物館があり、入り口のLamarck像に象徴されるように歴史的なコレクションが収蔵されています。このような環境の中で自然史研究の歴史に触れ、Feldmann教授の臨海実習に参加させていただいて大西洋岸のブルターニュにあるRoscoff臨海実験所と地中海のVillefranche臨海実験所で実際に海藻に触れることができました。10ヶ月のフランス滞在は、それまでの数年間分類学教室にしながら自分は分類学を知らなかったというわだかまりを解消させ、私にこれで分類学者になれたという確信を与えてくれました。このことは理学部に居られた中谷宇吉郎さんの「研究室の記憶」という文章を思い出させます。それは、高真空を作るというような技術はそれを専門にしている研究室に行けば、みようみまねですぐに身につくのに、それ以外のところでは習得するのに大変な努力が必要であると言う内容です。わたしは札幌に来るまで生態学には親しんできましたが、分類学と接する機会がなかったということで、パリに行ってやっと感覚の上でも身についたと感ずることができました。また、完全に分類学を自分のものにするには、特定の群の種類を調べ上げるモノグラフを完成させるこ

とも不可欠であると考えようになり、その対象としてホンダワラ類を取り上げることにしました。

わが国のホンダワラ類については遠藤吉三郎さんが北海道大学水産学科に赴任される前の若いときに“Fucaceae of Japan (1907)”という大きな仕事をされ、山田幸男先生も長年研究されてきた分類群ではありますが、私も流れ藻研究を通じて膨大な量のホンダワラ類の個体に接した経験もあり、日本周辺に分布するBactrophyucusというホンダワラ属のひとつの亜属を中心に調べることにしました。この亜属の種類は日本を中心としたアジアに限って分布していることのほかに、大部分の種類が日本の標本に基づいて記載されている、すなわちタイプ産地が日本にあるという理由で、ホンダワラ属のほかの群より研究が進めやすいのです。理学部には岡村金太郎先生と山田先生の収集品があり、北大農学部にも遠藤さんが研究した標本の一部が保存されていることがわかり、東京大学総合研究資料館にあった標本を含めて、国内の重要なコレクションすべてを見ることができました。もちろん、日本各地に出向いて自分自身で採集に努めました。現場で生育している状態を知ることも分類学研究の重要な局面です。こうして蒐集した標本を含めて、日本産のホンダワラ属の一群についての概要がわかりました。一方この群の種類は19世紀前半にヨーロッパで研究され、基準となるタイプ標本はオランダ・イギリスなどのいくつかの標本室に保存されています。これらを調べなければ最終的な結論に到達できません。そのため1982年に学術振興会の特定国派遣研究員としてオランダのライデンに出張する機会を得ました。ライデンの国立標本館には1804-1805年に長崎に来たロシアのレザノフ使節の一行が日本周辺で採集したホンダワラ類の標本の一部が保存されています。さらにこの使節団の採集した標本を求めて、ロンドンの自然史博物館、スウェーデンのルント大学植物園にも足を伸ばして日本で採集され、名前が与えられたタイプ標本を観察して、これまでの私自身の調べた事柄と総合してモノグラフ(1983)に纏めることができました。

ホンダワラ類に関する研究は1984年から続いているWorkshop on Taxonomy of Economic Seaweedsというプロジェクトで継続されています。このWorkshopはハワイ大学のAbbottさんが企画し、California Sea Grant College Programの支援のもとで開始され、第1回はグアム大学で開催されました。この集まりにはオゴノリグループに北大水産学部の山本弘敏さんも参加し、私はホンダワラグループに加わり、中国の曾呈奎さ



ロスコフ臨海実験所

ん、台湾の江永綿さんの3人で構成しました。それぞれ関係の標本を持ち寄り、それをもとに検討することで、国際的に共通の理解を求めるという企画であり、同じ標本について検討するので、国によって習慣的に使っている名前が違うのを見つけて、正しい名前に統一することができます。1週間にわたって毎日英語で議論するのは、初めての経験でもあり、大変でした。私がモノグラフで扱った群についてなんとか纏まり、報告を書きました。同様な集まりはその後、中国の青島、CaliforniaのSan Diego、札幌、ハワイ、マレーシア、タイ、ヴェトナムと2年ごとに続けられました。熱帯性のホンダワラ類については、私の経験だけでは不十分なので、京都大学の鰐坂哲朗さん、鹿児島大学の野呂忠秀さんにも参加してもらって、研究が広がりました。

分類学にDNAの塩基配列の比較による分子系統学の手法が取り入れられるようになってきました。この分野では北大理学研究科の堀口健雄さんに手法を勉強してもらって、ホンダワラ類を対象とした研究が展開しつつあります。

海藻の分類学に関係した著書には1936年に出版された岡村金太郎著「日本海藻誌」があり、私たちにはバイブルのような存在でした。1956年に瀬川先生の「原色日本海藻図鑑」出版のお手伝いをしたとき、「日本海藻誌」が出てから20年も経ったのだから、新しい

本ができなければいけないと思ったものです。山田先生が改訂版を執筆されることになっていたのですが、ついに日の目を見ることはありませんでした。日本の海藻についての知見を纏めるというのは、岡村先生のような碩学には可能なことで、ほかのものには荷が重過ぎるものです。しかし、文献や資料がもっとも整備されている北大の植物分類学教室にいないければ、できないことも確かなので、何人かの方々のお勧めもあり、内田老鶴圃の内田悟社長からも勧められるままに、この仕事を始めました。勿論、私一人の手におえるものでないことは充分に承知していましたが、いくつかの分類群についてはその群を専攻している方々の協力を仰ぎ、退職前の完成を目指していました。実際には退職後1年経って1998年5月になってやっと出来上がりました。

30年近く植物分類学講座—系統進化学講座に在籍することができたのは、多くの先輩や同僚、学生に恵まれてのことで、この上ない幸せなことでした。分類学を次の世代にも引き継いでもらうことを期待しています。札幌農学校の創設にあたったクラーク博士の言葉にBoys be ambitious, like this old manというのがあります。最後にこれを後進の諸君に贈りたいと思います。

(〒818-0103 太宰府市朱雀 6-13-13)



第1回ワークショップ（ゲラム大学）



海外藻類事情

野呂忠秀：マレーシア—海藻研究の現状と採集地案内—

国際協力事業団(JICA)の長期派遣専門家として、マレーシアの首都 Kuala Lumpur 郊外の Seldang にあるプトラ・マレーシア大学(Universiti Putra Malaysia: UPM)に1998年5月から一年間派遣された。これは、同大学環境科学部に「マラッカ海峡研究開発センター(Malacca Straits Research and Development Centre)」を設立するための派遣であったが、この間、マレー半島を中心にマレーシア各地で、海藻を採集する機会を得たので、その際の経験を紹介したい。

1. マレーシアの大学と海藻研究事情

筆者が滞在した「プトラ・マレーシア大学(UPM)」は、かつてマレーシア農科大学と呼ばれた国立大学で、農学部他に教育学部、経済学部などを擁する総合大学である。このUPMは1999年に国立大学から独立法人化したもので、その際に学生数が2万人余に倍増し、学部就業年限は4年から3年制に短縮された。

大学の講義はほとんどマレー語で行われ、卒業論文や修士論文もマレー語で書かれている。在学生の60%がマレー系で、インド系と中国系の学生数はそれぞれ15%と決められているが、これは政府のマレー系国民優遇政策に従ったものである。また大学教官でも、マレー系の占める割合が年々増加する傾向にあると

いう。ちなみに、この国の大学教官の停年退職年齢は55歳の若さである。

大学院は中近東やアフリカなど、イスラム諸国からの留学生が多く、UPMの理系学部では彼ら外国人留学生パワーが研究室を動かしていた。

UPMでは、環境科学部生物学科のDr. Japar Sidik Bujang 講師が海藻類の生態と分類を研究していたが、彼は九州大学天草臨海実験所に数ヶ月滞在した経験をもつ。このキャンパスから自動車で一時間半南下したリゾート地 Port Dickson にある環境科学部附属臨海実験所 (Centre for Oceanography and Marine Science: COMAS)の所長Dr. Hishamuddin Omar 講師は、水産増養殖のための微細藻類の培養を研究していた。

マレーシアで最も歴史の古い「マラヤ大学(Universiti Malaya: UM)」は Kuala Lumpur 市内にあり、Institute of Advanced Studies のDr. Phang Siew Moi 助教授は、10名余の大学院生とともに、マラッカ海峡の海藻の分布地理、オゴノリの培養と生態、スピルリナなどの微細藻類の培養生理、ホンダワラ属の分類などを精力的に研究していた。またここには、海藻の標本室(ハーバリウム)や培養室もあり、高知大学海洋生物教育研究センターの大野正夫教授や、北海道大学大学院理学研究科の増田道夫教授のグループとの間で共同研



図 1. マレーシア

究が行われていた。

Kuala Lumpur から Singapore に通じる Serembang 高速道路ぞいにある「マレーシア国民大学(Universiti Kebangsaan Malaysia: UKM)」理学部の Dr. Ahmad Ismail 助教授は、マレーシア産ホンダワラの分類で近年学位を得ており、マレーシア産海藻図鑑も出版している。彼の興味は海藻だけにとどまらず、マレー半島南部の Johor 州に広がる湿地帯の植物生態も研究していた。UKM 理学部には陸上植物中心のハーバリウムがあり、ここには Dr. Ahmad Ismail の採集した東マレーシア Borneo 島の海藻標本も収蔵されていた。

中国系マレーシア人の多い Penang 島には、海洋生物学の研究に力をいれている「マレーシア理科大学(Universiti Sains Malaysia: USM)」があり、長崎大学水産学部との間で研究交流をしていた。この生物学部では、Dr. Mashhor Mansor 助教授が大学院生とともに海藻の分布を調べていた。

一方、Kuala Terengganu の「トレンガヌ大学(Universiti College Terengganu: UT)」は、旧マレーシア農科大学水産学部と同校トレンガヌ分校応用科学部を発展的に統合したマレー半島東岸唯一の新設大学である。この応用科学部講師 Dr. Siti Aishah Abdullah (フィリピン名を Dr. Christine Orosco) は、かつて高知大学の 大野正夫教授のもとに留学していた海藻研究者であり、現在はマレー半島東側における海藻の分布生態を研究していた。この大学には北海道大学や鹿児島大学に留学して学位を取得した親日的な教員が多く、キャンパスを歩いているとしばしば日本語で話しかけられた。

1998 年から東南アジア諸国を襲った経済危機の影響はこれらマレーシアの大学にも押し寄せ、特に生物学のような基礎自然科学系の部門では、文部省科学研究費に相当する IRPA fund の大幅な減額に苦しんでいた。



図 2. Port Dickson 市 Rest House 付近のホンダワラ藻場



図 3. Malacca 市街

2. 海藻の分布

マレーシア沿岸の海藻の分布に関しては、北大の増田道夫教授らが UM の Dr. Phang Siew Moi らとともに総合的な調査を行っており、その結果も一部はすでに公表されている。ほぼ同じ時期に、筆者もマレーシア各地を回って海藻を採集することができたので、その際の経験を以下に述べたい(図 1)。

Pulau Langkawi: マレー半島北部のリゾート地として有名な Langkawi 島(Pulau はマレー語で島の意)では、Dr. Phang Siew Moi が UM-マラッカ海峡モニタリング・プロジェクトの支援を受けて海藻の分布を調べており、採集標本も彼女の研究室のハーバリウムに収蔵されていた。筆者自身はこの島を訪れたことはないが、陸上から流出した泥の影響で海藻は少ないと聞く。むしろ Langkawi 島周辺の小島の方が、海藻の採集に適するらしい。

またマレーシア工科大学(UTM)でリモートセンシングを研究している Prof. Mohd. Ibrahim Seenii Mohd. は、地球探査衛星 LANDSAT や NOAA のデータから Langkawi 島周辺の海草の分布を調べている。

Pulau Penang: Penang 島の海藻分布については、USM の Sivalingam が 1970 年代に報告しており、近年は同じ USM の Dr. Mashhor Mansor が調査している。この島の北部にあるリゾート地 Batu Ferringhi は Dr. Phang Siew Moi らが新種 *Sargassum stolonifolium* を採取した type locality である。しかし、筆者は 1998-99 年に 3 度にわたってこの地を訪れ潜水採集を試みたが、ついに本種の生育を確認することはできなかった。

Penang 島とマレー半島の間にある Pulau Jerejak (かつては刑務所があったが、近年撤去されたので自由に上陸できる)では海水の汚濁が著しく、海中の岩には藍藻類が繁茂していた。

住民によれば、10 年程前までは Penang 島の北側に

藻場があったそうであるが、外国資本の工場が増えてからは海が濁りはじめ、海藻も激減したという。

Penang 島は Kuala Lumpur から自動車で 4 時間、飛行機で 1 時間足らずの距離にある。Penang 空港近くには水産庁附属の水産研究所 (Fisheries Research Institute) があり、筑波の農林水産庁熱帯農学研究センター (JIRCAS) が常時日本人研究者を派遣してマングローブ生態系の研究をしていた。

Penang 島は舗装された道路が島を一周しているのでレンタカーやタクシーを利用すれば一日で島内数カ所の素潜り採集が可能である。

Pulau Pangkor と Kepulauan Sembilan : P. Pangkor や P. Pangkor Laut へは、Kuala Lumpur から自動車で 4 時間の Lumut 港から定期船が通っており、所要時間は 30 分足らずである。住民からの情報では、Pulau Pangkor や Pulau Pangkor Laut にはかつて海藻が生えていたという。しかし、筆者が潜水調査を行った 1999 年には牡蛎やウニ類が多く、藍藻の他は *Padina* などを認めるに過ぎなかった。

マレー半島側の Lumut 港でスピードボートをチャーターすれば、Sembilan 諸島の島々を一日で巡航しながら海藻を採集できる。しかし、半島に近い Pulau Rumbia や P. Buloh はもちろんのこと、マラッカ海峡の中央に位置する無人島 P. Jarak においても、海藻の植生は極めて貧弱であった。特に P. Jarak は珊瑚が発達し棘の長いガンカゼ様のウニやフジツボが極めて多く、紅藻サンゴ藻類が卓越する磯焼け状態であった。

Morib : ここは Kuala Lumpur から自動車で 1 時間半の距離にある広大な遠浅の砂浜で、海水浴場としても利用されており、潮間帯の小石には *Gracilaria* がわずかに生えていた。近くにはマングローブ林もあり、マングローブ生態系調査のフィールドとしては便利なところであろう。

ちなみに Kuala Lumpur から自動車で 40 分の距離にある商業港 Klang にも海はあるが、生活廃水による汚染が著しく、海藻の調査には向かない。Klang からは対岸のインドネシア領 Sumatra 島 Dumai 港まで毎日 2 便の高速艇が往復していた。

Port Dickson : 広大な干潟の発達した郊外型のリゾート地であり、近くに UPM の臨海実験所 COMAS がある。この COMAS は 1980 年代後半に鹿児島大学水産学部と国際協力事業団の援助で建設された水産増養殖のための研究施設であるが、この周辺には *Sargassum* がわずかながら生育していた。COMAS の近くにある Cape Rachado 沿岸も *Sargassum* 藻場が発達しているが、



図 4. Malacca 沖の Pulau Besar (ベサル島)

灯台の管理下にあり自由な立ち入りが禁止されている。しかし、Port Dickson の市街地の北にある Rest House 周辺は、かなり大きな *Sargassum* 藻場が広がっており、採集の便利もよい (図 2)。

COMAS の南 10km の Dickson Beach (Teluk Kemang) には数ヘクタールにわたって *Caulerpa* の自生する波静かなラグーンがあり *Udothea* も混生していた。*Caulerpa* の研究者には垂涎の地であろう。

Malacca (Melaka) : マレーシアの古都 Malacca (図 3) の郊外 Umbai 港で小舟をチャーターすると、沖の Pulau Besar をはじめ、P. Dodol, P. Nangka, P. Undan の島々に渡る。しかし、Umbai 港の小舟はしばしば転覆事故を起こすことがあるので、大きめのしっかりしたボートを雇いたい。ちなみに、最も沖にある P. Undan まで、スピードボートで所要時間 30 分余りである。

Pulau Besar (図 4) にはリゾートホテルがあるが、その他の島は無人島である。P. Besar の横にある P. Serimban は大平洋戦争当時、日本軍がマレーシア人を大量虐殺した島ということで、付近の人々は今も上陸することを嫌う。P. Besar は有節サンゴ藻、*Caulerpa*, *Halimeda* が多く、沖合いの P. Undan は *Sargassum* や *Bryopsis* が 12 月に群落を作っていた。

これらの島々は、マレーシア半島からマラッカ海峡の沖側に向けて直線的に並んでいるので、半島から流れ出した赤土が海藻の植生に及ぼす影響を調べるのに都合がよい。

Batu Pahat : 金子光晴の「マレー蘭印紀行 (新潮文庫)」の舞台として知られる Batu Pahat の沿岸一帯はマングローブ林であり、一般海藻類の採集には向かない。ここでは、マングローブの根元に付着する小型紅藻類の採集には適しているが、膝まで埋まる柔らかな泥と蚊やヒルの大群との闘いであることを覚悟しなければならない。

この Batu Pahat 周辺の川の水は真っ黒である。泥炭地から流れてきた pH4 の水のためであるが、その川には多量の水草が繁茂し特異な湿原生態系を形成している。

Johor: Johor 州西岸の海岸線は泥質であり、Dr. Japar Sidik Bujang は *Gracilaria* などの海藻類を報告している。筆者はシンガポールに近い Pontian Kechil の華人漁村で漁船を雇い、沖に浮かぶ Pulau Pisang で海藻採集を試みたが、浮泥のため海藻はほとんど生育していなかった。しかし、近くの魚類養殖筏には *Sargassum* が生育しており、これは近くのインドネシアの島々から流れてきた流れ藻が筏のロープで繁殖したものと考えられた。このような *Sargassum* の流れ藻はさらにシンガポールに近い Kukup でも観察された。

南シナ海側の Mersing でも海岸は泥であり、海藻は沖合いに点在する岩礁やマングローブの根幹に生えている程度であった。8 月には、*Gracilaria* や *Padina* が主に見られ、*Sargassum* も数種あったが成熟期はすでに終わりにかけていた。Mersing は次に述べる Tioman 島へ渡る港町でもある。

Pulau Tioman: 映画「南太平洋」のロケ地に選ばれたほど自然の美しい島であり、Kuala Lumpur の Subang 空港から小型機が飛んでいるが、Kuala Lumpur から夜行バスで Mersing に行き、船で渡ることできる。

この島では Dr. Ahmad Ismail が海藻相を報告している。しかし、1998 年 8 月の調査によればこの島の西半分は海藻が少なく *Caulerpa* や *Padina* が見られる程度であった。ちなみに島の周囲に広がるサンゴ礁は物理的に破壊されており、これはリゾート開発が原因と考えられた。Tioman 島周辺の島々は海洋公園に指定されているので採集には公園事務所の許可が必要である。

Kuala Terengganu: 南シナ海に面した Kuala Terengganu から自動車です 30 分程南下した Chendering は、小規模ながら *Sargassum* の自生する岩場(図 5)があるが、6 月に訪れた時には未成熟の幼体が多かった。

この Chendering は東南アジア漁業開発センター(SEAFDEC)の漁業資源部門があり、日本の国際協力事業団の専門家が数名常駐していた。

Terengganu の沖合いにある Pulau Kapas は周囲がサンゴ砂の砂浜と岩場に囲まれたリゾート施設のある小島であるが、海藻相は極めて貧弱であった。また近くには海中公園として有名な P. Redang があるが、この海藻相も貧弱であるとの情報を得ている。

Kuching: Borneo 島の Sarawak 州 Kuching から車で 40 分の Damai Beach は、波の静かな砂浜と岩場の点



図 5. Kuala Terengganu の Chendering 海岸

在する地形で、12 月に訪れた際には、*Gelidium*, *Enteromorpha*, *Peyssonnelia*, 無節サンゴ藻、藍藻が生育していた。沖の水平線に浮かぶ無人島 Pulau Satan にも海藻が生えているとの情報はあったが確認してはいない。

Kota Kinabalu: Borneo 島の Sabah 州の Kota Kinabalu は Shangri-La's Tanjung Aru Resort は採集拠点としては便利な所である。ここからスピードボートを雇い、対岸の Pulau Manutik や P. Manukan, P. Sapi に出かけると、*Sargassum*, *Turbinaria* に混ざって *Caulerpa*, *Halophila*, *Dictyota* が自生していた。これらの島も海洋公園の保護海域で、海藻の採集には公園事務所の許可を必要とした(事務所のレンジャーと仲良くなると大目にみてもらえるかも知れない)。

Sandakan: Sabah 州 Sandakan 沿岸は生活廃水による海水汚濁が著しく、ドブ川の様相を呈していた。Renaissance Hotel の中にある Eco-tour 専門の旅行会社 Borneo Tour に頼むと、片道 2 時間の Pulau Libaran や P. Pakit にボートを出してくれる。これらの島々は何れもフィリピンの Sulu 諸島の近くにあり、*Sargassum* や *Turbinaria* が珊瑚礁の上に生育していた(12 月)。

3. 海藻の産業的な利用

西マレーシアの Sabah 州 Sandakan の魚市場では生の *Eucheuma* が売られていた。これに対しマレーシア半島では *Eucheuma* を目にする事はなかった。また、マレーシア半島東側の Mersing では漁業者が食用海藻を採取し地元のマーケットに名産品として出荷する時期があるというが、筆者はその海藻が何であるかを確かめていない。

Penang 島にある水産庁附属水産研究所では Florida から持ち込んだ *Gracilaria* を室内タンクで試験的に培養していた。これらの *Gracilaria* は Penang 島に面したマ

レーシア半島側のラグーンで数名の漁業者により粗放的に養殖されているという。

マレーシア半島の南にある Johor 州 Kukup では 8 月頃に大量の *Sargassum* が流れ藻として打ち上がるという。これらは、インドネシア領からの流れ藻であり、その時期になるとシンガポール在住の日本人がこの *Sargassum* を大量に買い付けにやってくるのことであった。

マレーシアの中華料理店では、しばしば *Porphyra* のスープを見かけるが、これは中国本土から乾海苔として輸入されたものである。

4. 海藻採集のためのヒント

マレーシア半島の西側（マラッカ海峡側）は、海水が泥で濁っていて海藻の生育には向かない。しかし、その中でも Port Dickson 近郊と Malacca 沖の島々では海藻類の採集が可能である。

マレーシア半島東側は、モンスーンの吹き荒れる 10 ～ 3 月に波浪が高くなり潜水採集はできない。

また、東マレーシアの Sabah-Sarawak 州で海藻を採集するには、ボートをチャーターして沖合いの小島を訪ねるのがよい。

マレーシアで外国人が海藻を採集するには水産庁から調査許可と標本持ち出し許可を取得しなければならない。しかし、これらの手続きは極めて煩雑であり、しばしば半年もの時間を要する。これを回避するには、現地大学の研究者と共同調査を行う中で、許可取得を依頼するのが最も現実的であろう。しかし、この場合に標本を折半して現地のハーバリウムに残してくるエチケットが必要である。

潮汐表や海図は Kuala Lumpur の Petaling Jaya 地区にある船具店で入手できる。しかし、ここで売られているイギリス製のマレーシア海図よりも、日本で入手できる和製マレーシア海図の方が詳しい。また、マレーシアでは国防上の理由により地形図は市販されていない。しかし大学の図書館に行けば全国の地形図が揃っており、閲覧できるが、コピー複写は原則的には許されない。ちなみに、同じ国防上の理由から、小型飛行機を使って海岸線の航空写真を撮影することも禁止されている。

マレーシアの都市部で英語は十分通じる。しかし、田舎ではマレー語しか話せない人が多く、特に華人漁

村では広東語しか通じないこともある。したがって、外国人が単独で採集旅行を試みようとするとう不便を感じる人が多い。

本稿の執筆にあたっては、採集旅行に同行した鹿児島大学大学院水産学研究科院生、栗原 暁氏の協力を得ましたので、ここに謝意を表します。

引用文献

- Ahmad Ismail. 1995. Pumpai Laut Malaysia (Seaweeds in Malaysia). Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur. 278 pp. ISBN 983-62-4415-8.
- Ahmad Ismail and Rusea Go. 1994. Distribution and diversity of seaweeds in Pulau Tioman. In: Phang *et al.*(eds.), Algal Biotechnology in the Asia-Pacific Region, University of Malaya. 268-273.
- Ajisaka, T., Phang, S.M., and T.Yoshida. 1999. Preliminary report of *Sargassum* species collected from Malaysian coasts. In: I.A.Abbott(ed.), Taxonomy of Economic Seaweeds With Reference to Some Pacific and Caribbean Species, Vol.VII, California Sea Grant College Publication, La Jolla, California, p. 341.-73.
- Ghazally Ismail 1987. Marine algal resources in Malaysia with particular emphasis on Sabah state. In: J.I.Furtado & C.Y.Weredo-Brobby(ed.), Tropical Marine Algal Resources of the Asia-Pacific Region: A Status Report, Commonwealth Science Council.
- Phang Siew Moi. 1998. The Seaweeds Resources of Malaysia. In: A.T. Critchley and M. Ohno(ed.), Seaweed Resources of the World. JICA. 79-91.
- Phang, S.M. and T.Yoshida. 1997. *Sargassum stolonifolium* Phang and Yoshida sp. nov. from Penang Island, Peninsular Malaysia. In: I.A.Abbott(ed.), Taxonomy of Economic Seaweeds With Reference to Some Pacific and Caribbean Species, Vol.VI, California Sea Grant College Publication, La Jolla, California, p.61-73.
- Sivalingam, P.M. 1977. Marine algal distribution in Penang Island. Bull. Jap. Soc. Phycol., 25: 202-209.
- Sivalingam, P.M. 1978. Algal succession patterns on the rocky shores of Batu Ferringhi in Penang Island. Bull. Jap. J. Phycol., 26: 161-164.

(〒890-0056 鹿児島市下荒田4-50-20 鹿児島大学水産学部)

シリーズ

藻場の景観模式図



寺脇利信¹・新井章吾²：3. 神奈川県
横須賀市秋谷沖・尾ヶ島地先

はじめに

藻場の生態研究と回復技術に関係している研究者から、できれば近々に現地と一緒に観察して藻場の景観模式図を描写して欲しい、との声が寄せられた。その研究現地における基礎的な情報を集約して、藻場の景観模式図を作成したいとのことであった。筆者らとしては、とてもありがたい申し出であり、先々、好適な機会を得て、できるだけ実現させたい。

藻場の景観模式図は、省略の多い、淡々とした、簡単なもののように見えるが、仕上がりまでには、いくつかの段階を踏んでいる。まず、それぞれの現地での観察の前に、既存の情報とある程度絞り込んだ仮説に基づいて、海底での現象を予測する。次に、対象の海域内において、予測に近い状態の藻場の観察が可能な、場所と時期を選定する。水中では、初めに全体の風景を観察して、相観によって均質と認められるいくつかの区域に区分する。次に、それぞれの区域において、水深、時刻、底質、海藻・動物の被度、主要な種類の藻長、密度、簡単なスケッチ、そして、写真の撮

影などを、現地の状況に応じて分担する。

上述のような情報を照らし合わせ、描写内容を取捨選択し、何通りかの下書きを描く。採用した下書きを、海藻の研究に精通した方に清書していただいている。なお、この作業全体の中でも、大きなポイントとなっている点は、数少ない潜水機会にできるだけ十分な観察が可能な天候に恵まれるという好運、という印象が記憶として強く残る。

既に掲載した2回分については、現地の藻場を良く知る方から、連載の記述と地元で考えられていることがそんなに違ってないように感じる、という声が寄せられ、率直に、勇気づけられている。今回は、著者ら自身による実験生態学的な試みの一部を藻場の景観模式図として掲載し、海底で海藻植生の遷移を実見できる醍醐味を、読者の方々にいくらかでも感じ取っていただきたいとの思い入れが強い。そのために、方法の記述、掲載データ量、誌面数が、当初の考えよりも、やや多くなってしまった。

実験生態学的手法は、海藻類の群落構造を決定し

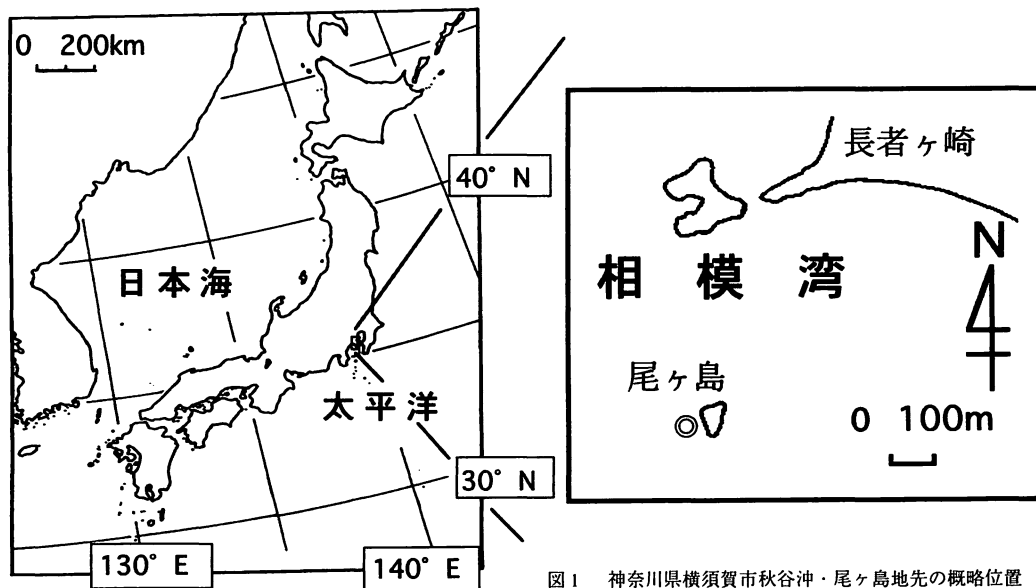


図1 神奈川県横須賀市秋谷沖・尾ヶ島地先の概略位置

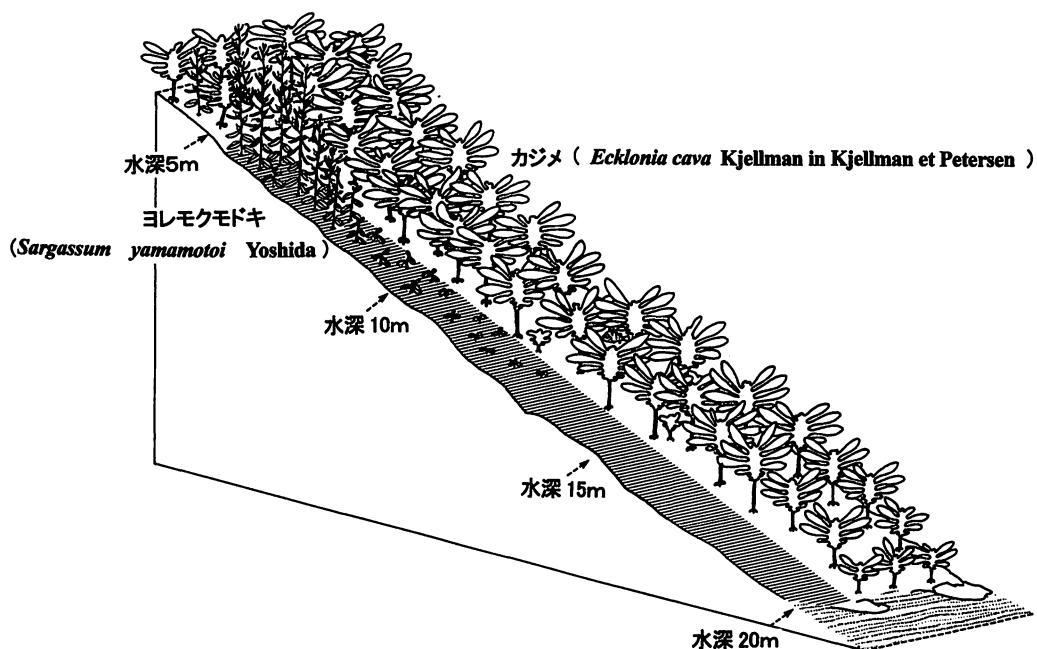


図2 神奈川県横須賀市秋谷沖・尾ヶ島地先の水深5～20mにおける自然区（カジメ場）と除去区の景観模式図（除去開始1年後の1988年6月13日）

ている要因を探る上できわめて有効である。今後、いろいろな地点における、藻場の景観模式図を新たに書き起こすための活動を通じ、藻場の生態研究および回復技術に関し、協力関係の輪が少しずつ広がることを希望している。

神奈川県横須賀市秋谷・尾ヶ島地先 現地概要と方法

本州の太平洋岸中部、相模湾に面した三浦半島西岸のほぼ中央部に位置する長者ヶ崎の南方、神奈川県横須賀市秋谷沖に周囲300mほどの尾ヶ島が浮かんでいる（図1）。尾ヶ島の南西面の地先では、急勾配（傾斜角度40～50度）の岩盤が水深20mまで続き、砂底に接している。岩盤上では、潮間帯から低潮線付近にかけて、ヒジキ *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura, イソモク *Sargassum hemiphyllum* (Turner) C. Agardh, アカモク *S. horneri* (Turner) C. Agardhなどのホンダワラ類が優占するが、低潮線付近から水深1～2mでは暖水性コンブ類のアラメ *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell が優占し、水深3～4mではアラメとカジメ *Ecklonia cava* Kjellman in Kjellman et Petersen が混生し、5m以深ではカジメが優占している。ヨレモクモドキ *S. yamamotoi* Yoshida は、水深1～5mのそれらの群落に

混生している。

1987年6月19日に、SCUBA潜水により、水深6mから20mまで、幅2mで、アラメ藻体とカジメ藻体のみを選択的に除去した。更に、その後1年間、新たに入植したアラメ・カジメ幼体のみを、毎月、除去した。以下、アラメ・カジメ藻体を除去した範囲を除去区とし、手を加えなかった自然区と区別する。アラメ・カジメ藻体の除去を始めて3ヶ月後の、カジメの繁茂時期で静穏な好天となった1988年9月4日に、水深5m（自然区）、自然区と除去区の両区の水深6, 7, 8, 10, 12, 14mの岩面において、海藻類の観察の後、ハウジングされた携帯型照度計を用いて岩面での照度を3回計測し平均した。アラメ・カジメ藻体の除去を始めて1年後の1988年6月13日に、水深5m（自然区）、自然区と除去区の両区の水深6, 7, 8, 10, 12, 14mに、一辺50cmの方形枠を置き、大型褐藻の個体別の藻長を測定した。アラメとカジメの藻長30cm以下の個体については、個体数のみを記録した。ホンダワラ類については、生殖器床の有無を確認した。

1988年6月13日の調査以後には、アラメ・カジメ藻体の除去を中止し、更に2年後の1990年7月3日に観察した。

結果

自然区：全水深でカジメが優占するカジメ場であり、水深5mではヨレモクモドキ（最大藻長1.0m, 52個体/m²）が混生していた（図2の右側）。カジメの最大藻長は、水深5mでは1.0mと小さかったが、水深6m以深では1.7m以上（水深12mの2.0mが最大）と類似していた。カジメの個体密度は、水深5mの28個体/m²（アラメ4個体/m²含む）から次第に増加し、水深7mで136個体/m²に達した後減少し、水深14mでは28個体/m²となった。1988年9月4日に、自然区の岩上の照度は、水深の大小に係わらず100Lux程度（60～170Lux）で類似していた（図3）。

除去区：水深12mまでヨレモクモドキが優占するガラモ場となっていた（図2の左側）。ヨレモクモドキは、水深6mで、最大藻長2.7m, 108個体/m²で生殖器床を有し、最も繁茂していた。しかし、ヨレモクモ

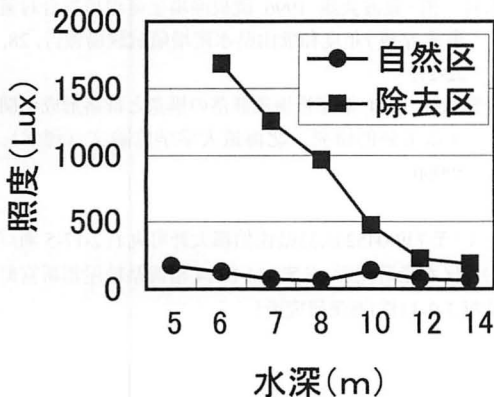


図3 神奈川県横須賀市秋谷沖・尾ヶ島地先の水深5～14mにおける自然区（カジメ場）と除去区の岩上の照度（除去開始3ヶ月後の1988年9月4日）



写真1 除去区の岩上に密生したヨレモクモドキなどホンダワラ類の幼体（除去開始3ヶ月後の1988年9月4日）



写真2 カジメ場（左側手前・水深6m）でアラメ・カジメ藻体を1年間にわたり選択的に除去した結果、1年後に出現したガラモ場（右側奥・ヨレモクモドキ群落）、中央部の茎のみになったカジメは境界部の目印。

ドキは、水深7mでは、生殖器床を有しているものの、最大藻長1.2m, 92個体/m²と、減少した。更に、ヨレモクモドキは、水深8mでは、最大藻長0.4m, 36個体/m²となって、生殖器床が観察されなかった。ヨレモクモドキは、水深10mでは、40個体/m²見られるものの、最大藻長0.1mとなり、水深12mの最大藻長0.1m, 8個体/m²を最後に、それ以深では認められなかった。1988年9月4日に、除去区の岩上では、ヨレモクモドキなどホンダワラ類の幼体が密生していた（写真1）。そこでの照度は、水深6mでは1680Luxで自然区の10倍以上であり、水深とともに急激に低下したが、水深14mにおいても190Luxで、自然区のどの水深よりもやや高かった（図3）。

除去中止2年後：除去区は全水深で2年間に生長したカジメが優占するカジメ場となっており、ヨレモクモドキが水深5m付近に混生するのみで、自然区と同様の状態に戻っていた。

まとめ

カジメが優占するカジメ場の水深6mから20mまで、1年間、アラメ・カジメ藻体のみを選択的に除去した。ヨレモクモドキは、アラメ・カジメ藻体を除去した範囲の、水深6mで最も繁茂し（写真2）、水深7～8mまで優占しガラモ場をつくり、水深12mまでみられた。アラメ・カジメ藻体の除去の中止2年後には、アラメ・カジメ藻体を除去した範囲でも、再び、全水深でカジメが繁茂し、ヨレモクモドキが水深5m付近に混生し、自然の状態に戻っていた。

注目点

カジメ場は、本州太平洋岸中部では、ガラモ場の深所側に分布し、海藻植生の遷移系列において、より安定な環境で見られる極相である（片田 1963）。このことは、生態調査のみならず、千葉県小湊地先での詳細な実験生態学的研究によっても明らかにされている（今野 1984）。尾ヶ島地先においても、ヨレモクモドキ幼体の生残、生長・成熟には、カジメの10倍近い照度が必要と考えられた。これらのことから、尾ヶ島地先においても、安定したカジメ群落内では光量が少ないためにホンダワラ類の幼体が生長できず、大型褐藻類の幼体への光量の影響が群落構造の決定に大きく寄与することが示唆された。

一方、近年、紀伊半島西岸の和歌山県美浜町三尾地先のカジメ場では、水深10m以深でカジメ藻体に魚類のはみ痕などが見られた後、カジメが衰退し、ホンダワラ類が優占するガラモ場に変化したことも含めて「磯焼け」と報告されている（木村・難波 1996）。カジメ場において、筆者らによってカジメ藻体が人為的に除去された尾ヶ島地先と、魚類などによってカジメが採食された三尾地先とで、同様にガラモ場の景観に変化したことから、本州太平洋岸中部での、ガラモ場とカジメ場の遷移系列における相対的な関係が、この点からも、確認された。ただし、尾ヶ島の場合、人為的なカジメの除去が中止されると、2年後には、再び、自然なカジメ場の景観に戻り、因果関係が明瞭である。三尾地先では、その後、どのような経過になっていく

のか、注目しつつ、「磯焼け」とは何か？という興味深いテーマに関係する藻場の景観についても、今後、様々な地点で扱う予定である。

謝辞

潜水観察にご協力いただいた神奈川県横須賀市大楠漁業協同組合、同秋谷支所、株式会社東京久栄、三洋水路測量株式会社（当時）及び神奈川県水産試験場（当時）の皆様へ感謝する。特に、大楠漁業協同組合秋谷支所の関沢安治氏には、実験現地の確保を含め長年にわたり多くのご教示をいただいた。本模式図の公表に際し便宜を図って下さった（財）電力中央研究所にお礼を申し上げる。

文献

- 片田 実 1963. 海藻の生活形と遷移. 日水誌, 29, 798-808.
 木村 創・難波武雄 1996. 磯根漁場生産環境総合対策事業 平成7年度和歌山県水産増殖試験場報告, 28, 22-27.
 今野敏徳 1984. 漸深帯海藻群落の構造と群落形成に関する実験的研究. 北海道大学学位論文（理学）, 390pp.

（¹〒739-0452 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5 瀬戸内海区水産研究所, ²〒811-0114 福岡県粕屋郡新宮町湊坂3-9-4 (株)海藻研究所)

藻類学最前線

石田健一郎：二次共生由来の葉緑体へのタンパク質輸
送機構 —ユーグレナの場合—

真核光合成生物の葉緑体タンパク質のほとんどは、遺伝子が核ゲノムにコードされている。これらのタンパク質は細胞質で合成された後、他のタンパク質と混同されることなく正しく葉緑体まで運ばれ、細胞質とストロマを仕切る葉緑体包膜を通り抜けて葉緑体の中に移送されなければならない。葉緑体包膜が2枚の高等植物では、核コードの葉緑体タンパク質の前駆体は、細胞質に浮遊するリボソームで合成される。この前駆体はN-末端にストロマ輸送シグナル(transit peptide)と呼ばれる余分な配列（いわば葉緑体行の切符）を持っており、これが葉緑体包膜に存在する輸送装置(translocon)に結合することによってタンパク質が葉緑体内に移送される⁽¹⁾。同じく葉緑体包膜が2枚の、緑藻⁽²⁾、紅藻⁽³⁾、灰色藻⁽⁴⁾などでも似たようなメカニズムで葉緑体へのタンパク質の取り込みが行われることが示唆されており、いわゆる一次共生⁽⁵⁾で葉緑体を獲得したグループは全て類似の機構を持っていると言えそうである。

一方、二次共生⁽⁵⁾で葉緑体を獲得した藻群の葉緑体は、真核生物由来であり、3枚以上の包膜を持つ点で一次共生由来のものとは大きく異なっている。したがって二次共生由来の藻類では、核コード葉緑体タンパクが葉緑体内に運ばれるためには、もともと存在する2枚の葉緑体包膜に加えて二次共生によって付加された膜も通過しなければならない。ではどのようなメカニズムでそれらの膜をタンパク質は通過するのだろうか？これは、二次共生においてホストとなった細胞が、どのようにして共生した真核細胞を葉緑体として飼いならすことができたかをより深く理解することにもつながる興味深い問題である。

二次共生由来の藻類における葉緑体へのタンパク質輸送に関する研究はユーグレナで最も進んでいる。

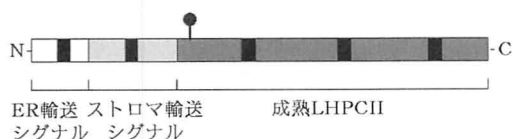


図1 LHCPII 前駆体の構造 黒塗：親水性領域 ●：糖鎖付加シグナル

ユーグレナの葉緑体は、緑色藻が起源だと考えられ、3枚の包膜に囲まれている。このうち内側の2枚は共生した緑色藻の葉緑体包膜に由来すると考えられるので、残る最外膜をタンパク質がどうやって通過するかが一つの大きな関心事である。ユーグレナの核コード葉緑体タンパク前駆体は、ストロマ輸送シグナルに加えてER輸送シグナルと呼ばれる別の輸送シグナル（小胞体行の切符）も持っており（図1）、小胞体で合成された後、ゴルジ体を經由して葉緑体に輸送されることがすでに明かにされていた^(6,7,8)。通常、ER輸送シグナルを持つタンパク質は、粗面小胞体上のリボソームで合成されると同時に小胞体内腔に移送されるか、膜タンパクとして折り畳まれた状態で小胞体膜に埋め込まれて、小胞輸送によって行き先まで運ばれる。しかし昨年、Sulli *et al.* (1999)によって、ユーグレナの核コード葉緑体タンパクの一つであるLHCPII (Light Harvesting Chlorophyll a/b binding Protein II)の前駆体は小胞体上で合成される際に小胞体内腔の中に移送されず、一部のみが小胞体膜（後にゴルジ輸送小胞膜）に埋め込まれた状態で葉緑体まで輸送されるらしいことが発表された⁽⁹⁾。著者らは、ユーグレナLHCPIIの成熟タンパクのN-末端付近に、小胞体内腔での糖鎖付加サイト(N-linked glycosylation site)と同様の配列が存在すること（図1）に注目し、そこに糖鎖が付加されるかどうかを、市販のマイクロソーム（哺乳類細胞から精製された粗面小胞体膜）を用いて試験管内で調べた。その結果、ER輸送シグナルの除去は起こるが糖鎖付加は起こらず、この糖鎖付加サイトの前で前駆体

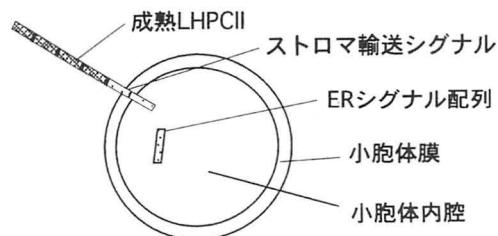


図2 小胞体上で合成された後のLHCPII前駆体の様子

の膜の通過が止まることを突き止めた。さらに、この糖鎖付加シグナルをストロマ輸送シグナルのN-末端付近に人工的に導入した前駆体では糖鎖付加が起こる事から、ストロマ輸送シグナルの少なくとも一部は膜を通過して小胞体内腔に達することが明かとなった。これらの結果は、この前駆体のストロマ輸送シグナルにある粗水性領域が小胞体膜に埋め込まれており、それよりC-末端側は小胞体の外に露出した状態にあることを示唆している(図2)。つまり、この前駆体は頭だけを膜に突っ込んだ状態で小胞体内腔への輸送がストップし、タンパク質の本体は細胞質側に残されたままゴルジ体を経て葉緑体へ輸送され则认为られるのである。

これらの実験は哺乳類のマイクロソームを使って行われたものであり、実際にユーグレナの細胞内で同様のことが起こっているかはわからない。しかし、もしこれがユーグレナでの一般的な葉緑体タンパクの輸送方法だとしたらその意味は何であろうか。もしかしたら葉緑体タンパクと他の分泌タンパクとの混同を防ぐためにユーグレナが編み出した離れ業と言えるかもしれない。あるいは残り2枚の包膜と協調してタンパク質を葉緑体内に輸送するメカニズム⁽⁸⁾が発達した結果であろうか。今後の研究の進展が待ち遠しいところである。

ゴルジ体を介してタンパク質を葉緑体に輸送するのがはっきりと示されているのは、今のところユーグレナだけであるが、二次共生の過程で宿主細胞にすでに存在していたタンパク輸送機構を巧みに利用して、葉緑体を維持してきたことがうかがわれる。一次共生

の過程においては、共生者であるシアノバクテリアに存在したタンパク輸送機構が利用されたこと^(10, 11)を考えると、対照的で興味深い。

引用文献

- (1) Keegstra, K. and Cline, K. 1999. *Plant Cell* 11:557-570.
- (2) Howe, G. and Merchant, S. 1993. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 90:1862-1866.
- (3) Apt, K. E., Hoffmann, N. E. and Grossman, A. R. 1993. *J. Biol. Chem.* 268:16208-16215.
- (4) Jakowitsh, J., Neumann-Spallart, C., Ma, Y., Steiner, J., Schenk H. E. A., Bohnert, H. J. and Löffelhardt, W. 1996. *FEBS Lett.* 381:153-155.
- (5) 千原光雄(編) 1999. 藻類の多様性と系統. 裳華房, 東京.
- (6) Osafune, T., Sumida, S., Schiff, J. A. and Hase, E. 1991. *Exp. Cell Res.* 193:320-330.
- (7) Kishore, R., Muchhal, M. S. and Schwartzbach, S. D. 1993. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 90:11845-11849.
- (8) Sulli, C. and Schwartzbach, S. D. 1995. *J. Biol. Chem.* 270:13084-13090.
- (9) Sulli, C., Fang, Z.-W., Muchhal, U. and Schwartzbach, S. D. 1999. *J. Biol. Chem.* 274:457-463.
- (10) Bölter, B., Soll, J., Schulz, A., Hinnah, S. and Wagner, R. 1998. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95:15831-15836.
- (11) Reumann, S., Davila-Aponte, J. and Keegstra, K. 1999. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96:784-789.

(ブリティッシュ・コロンビア大学)

Robert E. DeWreede : 紅藻スギノリ目 : 最近の研究についての紹介

(Department of Botany, The University of British Columbia)

Max H. Hommersand*・Suzanne Fredericq**・D. Wilson Freshwater***・Jeffery Hughey* : *rbcl* 塩基配列解析と形態学的証拠に基づくスギノリ科 (紅色植物門, スギノリ目) の分類における最近の進展

rbcl の分子解析データと形態学的な証拠をもとに、イギス科の7属と3末記載属を含む62種、65分類群の系統分類について考察した。*rbcl* の解析の結果、次の7系列が明らかになった：(1) '*Gigartina*' *alveata*, (2) *Rhodoglossum* / *Gigartina*, (3) *Chondracanthus*, (4) *Ostiophyllum*, (5) *Sarcothalia*, (6) '*Gigartina*' *skottsbergii*, (7) *Iridaea* / '*Sarcothalia*', *Mazzaella*, *Chondrus* を含む大クレード。これらの系列および *Chondrus* は強く支持されたが、*Iridaea* / '*Sarcothalia*' と *Mazzaella* の2つのグループはブーツストラップでは支持されなかった。コンピューターを用いて、異なる発生段階の嚢果の断面写真を色分けしてトレースし、雌性生殖器官の形態を比較解析した。嚢果には7つのタイプがみられ、*rbcl* 系統樹で明らかになった種グループと一致した：(1) '*Gigartina*' *alveata* グループは果胞子嚢をつける細胞系がアボミクシスによって配偶体細胞から生じる、(2) *Rhodoglossum* / *Gigartina* グループは造胞系がまわりの外被を突き抜け、徐々に外被細胞と融合する、(3) *Chondracanthus* グループは造胞系が外被を突き抜けるが、発達段階の後期にしか外被細胞と融合しない、(4) *Sarcothalia* グループは、外被が二次的に生じた配偶体細胞系から造胞系に取って代わり、造胞系は末端の管状造胞系細胞によって外被細胞と連絡する、(5) *Iridaea* グループは *Sarcothalia* グループと似ているが、外被が髄層細胞と二次的配偶体細胞系の混合で構成されている、(6) *Mazzaella* グループは、真の外被を欠き、造胞系が末端管状細胞を介して、変化した配偶体細胞と連絡する、(7) *Chondrus* グループは、造胞系が髄層を突き抜け、連結細胞 (conjuctor cell) を介して、変化した髄層細胞に連絡し、両者の間に二次ピットコネクションが形成される。さらに、これらのグループ内の属は四分胞子嚢の形成様式によって特徴づけられる。(*Department of Biology, Coker Hall, Univeristy of North Carolina, **Department of Biology, University of Southwestern Louisiana, ***Center for Marine Science Research,)

Ricardo Scrosati・Robert E. DeWreede : スギノリ科 (紅色植物門) の個体群における生態的に類似した配偶体と胞子体間の安定比をシミュレートする個体群統計学的モデル

スギノリ科の個体群では、配偶体が胞子体に比べて数の上で優勢であることが多い。もし配偶体と胞子体が生態的に類似しているならば、両者の比 (G:T比) は1で安定するはずであるという暗黙的な仮定にもとづいて、いくつかの仮説がこの現象を説明するために提案されてきた。我々は、両世代は生態的に類似していると考え、この仮定をテストするための個体群統計学的モデルを開発した。ほとんどの個体群統計学の確率のため定義した生態的類似性は、胞子の産出率を除いて比較的率直である。第一のモデルセットでは、両世代の生態的類似性を表すものとして、両者ともに同一の藻体当たり胞子産出率を考えた。モデルの反復 (計算) により、初期 G:T 比に関わらず、3年生および多年生藻体では安定 G:T 比は1に収束したが、1年生藻体では初期 G:T 比が1ではないと安定 G:T 比が1に収束しなかった。しかし、果胞子と四分胞子は大きさが異なるため、胞子の産出率が同一であっても生態的に類似ではない可能性がある。第二のモデルセットでは、この科の生活史に従って、それぞれの世代の最も低い胞子産出率を考慮した：2個体の配偶体から1つだけ果胞子嚢が生じ、そこから果胞子が1つ形成される；1個体の四分胞子体からは1つだけ四分胞子嚢が生じ、そこから4つの四分胞子が形成される。モデルの反復 (計算) により、ほとんどのケースで G:T 比は2.8に収束し、1年生藻体では、初期 G:T 比を1とすると2年ごとに G:T 比が1になった。両世代間の胞子産出率の相対比を変えずに、絶対的な胞子産出率を増加させても、両世代に同じ死亡率を与え、マトリックスモデル (行列モデル) に密度非依存的死亡率を組み込んでも、結果は変わらなかった。モデルと野外調査の両方の組合せは、ある個体群において観察された G:T 比に最も関係する両世代

間の生態学的差異を、よりすばやく明らかにできると思われる。(*Center of Biological Research of the Northwest, Marine Biology, **Department of Botany, The University of British Columbia)

Emily C. Bell：流動水槽測定 of 破波帯への応用

流動がスギノリ科の仲間の生存にどれ程影響を及ぼすかについては、近年かなり理解されつつある。特に、波にさらわれる海藻の生存について、機械論的に予測するための方法が開発され、藻類学者にとっては強力な手段となってきた。しかし、それらの方法の一つの限界は、破波帯の流動における大型藻の流体力学的データがないことである。その代わりとして、測定限界以上の流速 ($10\text{--}20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) を、低速の流動水槽測定 ($<3.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) により推定する方法が支持されている。そのような推定は、大型藻のように流れの中で形状を変化させることのできる柔軟な生物にとっては、特に薄弱となってしまう。本研究では、スギノリ科の三つの仲間を用いて、高流速に対する流動水槽データの推定を行うための、一般的な二つの方法について評価を行った。その方法の一つは、最大流速における藻体の連続的な形状変化を考慮し、もう一つは考慮しない方法である。どちらのモデルの限界も明瞭であり、最大流速にさらされる大型藻において、環境によって影響される世代の測定を改良する必要がある。加えて、機器の設計がスギノリ科の生活史の特性に与える影響について考察した。(Department of Biological Sciences, University of Rhode Island)

Thierry Chopin・Brian F. Kerin・René Mazerolle：紅藻綱スギノリ目の系統分類指標としてのフィココロイド化学：総説とフーリエ変換赤外拡散反射分光法を用いた最近の進展

藻類の細胞壁の多糖構造が分類学的に重要であることは、過去数十年にわたって何度も強調されてきたが、系統的に討究されたことはなかった。近年、紅藻の分類やフィココロイドの生化学分析は大きく変化してきた。紅藻 167 属 (24.7%), 470 種 (11.5%) の代表的なものの細胞壁成分について文献を調べた。Chopin and Whalen によって開発されたフーリエ変換赤外拡散反射分光法によるカラギーナン同定法は、様々な種の紅藻におけるフィココロイドの研究に用いられている。本研究では、スギノリ目の 28 科 (68.3%), 88 属 (50.6%), 224 種 (27.9%) の代表的なものについて解析を行った。最近の分子系統樹と照らし合わせると、鍵となるフィココロイド属性のいくつかの分布パターンは、科もしくは目レベルのグルーピングと相関があることがわかったが、さらに多くの種の解析が必要である。オキツノリ科、イボノリ科およびスギノリ科では、世代の違いによる細胞壁成分の生化学的変化が知られているが、新たに解析した種でも同様の傾向がみられた (例外が二つ)。しかし、このパターンはスギノリ目の他の科ではみられなかった。(Center for Coastal Studies and Aquaculture, Department of Biology, University of New Brunswick)

大塚重人*・須田彰一郎**・李 仁輝***・渡辺眞之****・小柳津広志*****・松本聡**・渡辺信*****: *Microcystis* 属 (シアノバクテリア) の形態種および培養株の諸特性 — 種分類の再考に向けて

Microcystis 属の形態種および株の特性を明らかにするため、日本の様々な湖沼から分離された 24 株を用いて、細胞の大きさ、成育適性温度、耐塩性、化学従属栄養性、光従属栄養性、DNA の G+C 含量、全脂肪酸組成、および *cpcBA* 遺伝子間領域の PCR 増幅産物の制限断片長多様性 (PCR-RFLP) を試験した。その結果、*Microcystis* 属の各種は、表現形質における多様性に乏しいことが示された。まず、細胞の大きさは株間で重複しており、種の識別との間に明確な関係は認められなかった。成育適性温度と耐塩性においては、株間でわずかな違いが見られるのみであった。化学従属栄養能力および光従属栄養能力を持つものはなかった。脂肪酸組成においては、構成成分には違いがなかったが、各成分の相対量には差が見られた。また、全ての株の DNA G+C 含量は 39–43% の範囲におさまリ、よくまとまった値を示した。PCR-RFLP 試験の結果に基づいたグループ分けからは、形態によって記述された *Microcystis* 属の種分類が、遺伝的な背景を反映していないことが示された。(* 東京大学大学院農学生命科学研究科 (応用生命化学専攻), ** 財団法人地球・人間環境フォーラム, *** 筑波大学大学院生物科学系研究科, **** 国立科学博物館植物研究部, ***** 東京大学大学院農学生命科学研究科 (農学国際専攻), ***** 国立環境研究所生物圏環境部)

秋岡英承*・馬場将輔**・正置富太郎***・William H. Johansen****：北日本におけるサンゴモ属 *Corallina* (紅色植物門, サンゴモ目) により優占される磯のターフについて

北海道におけるサンゴモ属により優占されるターフについて潮間帯に3ヶ所のサイトを設けて調査をおこなった。これらのサイト (A, B, C) は岩盤の傾斜, 波浪の強さ, 潮汐周期中の干出時間の長さが異なっている。月毎のサンプルは直立藻体の形態やその他の特徴のために分析された。最も強く波浪にさらされるサイトAはミヤヒバ *Corallina* sp. X が, サイトBとCはビリヒバ *C. pilurifera* が優占していた。異なったサイトでの個体群は生殖器果の発生量, 着生性無節サンゴモ種ヒメゴロモの被度, 含有堆積物量, 方形枠当り直立藻体数, 枝間の融合の数, 枝の絡み合いの程度, 直立藻体の乾燥重量, 直立藻体の長さ, 不定枝の発生総量, ヒメゴロモを除いた着生種の数そして生息する動物種の種類と数が異なっていた。91の動物種がこのターフから記録された。サンゴモ属のターフは乾燥, 着生藻の負荷そして藻食動物の発生量を包含するその微細環境に内在する条件により形態学的に影響されていた。(※北海道教育大学函館校生物学教室, **海洋生物環境研究所, ***北海道大学水産学部水産植物学教室, 現:北海道大学大学院水産学研究科育種培養学講座水産植物教室, ****Department of Biology, Clark University)

瀧下清貴・内田有恒: 渦鞭毛藻類由来 psbA 遺伝子のクローニングおよびその塩基配列の決定: 渦鞭毛藻類の葉緑体の起源

6種の渦鞭毛藻類 *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Amphidinium carterae* Hulburt, *Heterocapsa triquetra* Stein, *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge, *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech, *Alexandrium catenella* (Whedon et Kofoid) Balech より光化学系IIの構成成分, D1タンパク質をコードする遺伝子 psbA のクローニングおよびその塩基配列の決定を行った。Hoechst 33258を加えた塩化セシウム密度勾配遠心によって, *A. catenella* の全DNAよりサテライトDNAバンドを分離し, そこからPCR法によって psbA を検出した。このことから渦鞭毛藻類では psbA は葉緑体ゲノムにコードされることが示唆された。渦鞭毛藻類のD1タンパク質の推測されるアミノ酸配列を見る限り, その前駆体から切り出されるはずの 'C-terminus extension' は存在しなかった。D1タンパク質のアミノ酸配列情報に基づく分子系統解析において6種の渦鞭毛藻類は単系統であり, 紅藻類, クリプト藻類, 不等毛植物とクラスターを形成することが示された。この結果からペリディニタイプの渦鞭毛藻類の葉緑体は紅藻類を起源としていることが示唆された。(京都大学大学院農学研究科海洋分子微生物学研究室)

D. G. Müller*・F. C. Küpper**・H. Küpper*: 感染実験によって明らかになった, 海産褐藻類 (褐藻綱) における二つの真核寄生物, *Eurychasma dicksonii* (卵菌門) と *Chytridium polysiphoniae* (ツボカビ門) の広い宿主域

Eurychasma dicksonii (Wright) Magnus (卵菌門) あるいは *Chytridium polysiphoniae* (Cohn) H. E. Petersen (ツボカビ門) によって感染された褐藻ピラエラ *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellman の単藻培養株を用いて, これらの病原体の宿主域を調べた。褐藻綱の13目にわたる48種について感染実験を行ったところ, 45種は *Eurychasma* によって, 23種は *Chytridium* によって感染が可能だった。二つの病原体は世代時間に関して宿主特異的な違いがみられた。*Pylaiella* では, 最短サイクルが *Eurychasma* で16日, *Chytridium* で6日だったのに対して, *Acinetospora* ではそれぞれ1日および5日以上だった。コンブ類 (コンブ目) のような異形世代交代種の微視的世代に対する, 寄生生物の激烈な攻撃について示し, 大型藻の集団動態に対する潜在的な調節因子として考察する。(※Faculty of Biology, University of Konstanz, **Biological Station, CNRS)

江原 恵***・北山太樹***・渡邊一生*・稲垣祐司****・林-石丸八寿子****・大濱 武****: 核, ミトコンドリア, 葉緑体遺伝子による不等毛植物 (NIES 548) の包括的分子系統解析

現在 NIES 548 は黄緑藻の一種 *Tribonema marinum* として保持されている。我々はチトクロームオキシダーゼサブユニット I (*cox 1*) 遺伝子の1.1Kbの塩基配列を決定し, 分子系統解析を行ったところ, この分子系統樹上で, NIES 548 は, 黄緑藻ではなく, 褐藻のクレードに含まれた。NIES548のミトコンドリア遺伝暗号を調べると, 黄

緑藻の遺伝的特徴である AUA/メチオニン型の遺伝暗号ではなく、AUA コドンは褐藻と同様にイソロイシンをコードしていることがわかった。これら *cox 1* 遺伝子の解析により得られた結果を確かめるため、葉緑体 *tufA*、および核の SSUrRNA の分子系統解析も行った。いずれの遺伝子による分子系統樹も明らかに NIES548 は黄緑藻のクレードに属さず、褐藻のクレードに属した。加えて、光学顕微鏡観察も行ったところ、NIES548 は分枝していた。この形態的特徴は、明らかに *Tribonema* の分類基準と異なる。以上のことより、我々は NIES548 は褐藻の一種であり、黄緑藻の *Tribonema marinum* とは異なるものであると結論した。(*大阪大学理学部生物科学専攻, **神戸大学内海域機能教育研究センター, ***国立科学博物館植物部門, ****生命誌研究館, *****CIAR, Department of Biochemistry, Dalhousie University, *****基礎生物学研究所細胞生物学部門)

上井進也・増田道夫：日本産紅藻新種 *Pterosiphonia tanakae* セトウチハネグサについて

瀬戸内海広島湾よりハネグサ属の新種 *Pterosiphonia tanakae* セトウチハネグサ（イギス目、フジマツモ科）を記載した。本種はハネグサ属のほかの多くの種と7-10個の周軸細胞および、わずかに発達する皮層細胞の存在という2つの特徴で区別される。さらに *P. paucicorticana* Dawson とは互生の分枝様式により、また *P. javanica* (Martens) De Toni および *P. spinifera* (Kuetzing) Norris et Aken とは5回以上分枝し、扇状にひろがる直立軸で区別される。本種はさらに未成熟の状態において毛状枝を多く形成するという特徴をもつ。（北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻）

Phycological Research

英文誌 47 巻 4 号掲載論文和文要旨

Andrey A. Gontcharov・Makoto M. Watanabe：日本におけるチリモ類の希少種および新種について

日本の様々な陸水域から採集したサンプルの中から、多くの希少なあるいは未知のチリモ種が確認された。本論文において、チリモ科の新種 *Staurostrum tsukubicum* sp. nov. を記載し、これまでヨーロッパにしか見られなかった日本新産種 *Staurostrum levanderi* Grönbl. と *Cosmarium dilatatum* Lutkem. in Järnefelt et Grönblad について報告する。また、*Euastrum englerii* Schmidle var. *madagascariense* Bourr. et Manguin は *Euastrum biverrucosum* nom. nov. et stat. nov. に変更する。これらの形態は光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて観察し、分類学的類縁性について考察した。（国立環境研究所生物圏環境部）

Orlando Necchi Jr*・Ciro C. Z. Branco**：南東ブラジルの河川における *Batrachospermum delicatulum*（紅色植物門、カワモズク目）の雌雄異株集団のフェノロジー

Batrachospermum delicatulum (Skuja) Necchi and Entwisle の雌雄異株集団の季節の変遷について評価を行った。南東ブラジル、サンパウロ州北東部の三流河川（20°43'S, 49°13'W）において、肉眼的サイズの配偶体の成長期間中、晩秋（5月）から早春（10月）にかけて各週ごとに調査した。その集団の被度、頻度、クロロフィル含有量は、調査期間を通して変動した。被度と頻度は、成長期間の初期と終期で最も低い値を示し、7月～8月（冬期）に最も高い値を示した。配偶体の成長は高照度と低温度が関与しており、このことは河川環境におけるカワモズク目藻類のほとんどの観察と一致する。成長期間中の生殖的特性は比較的大きく変異し、被度、頻度、クロロフィル含有量との相関はみられなかった。この集団で観察されたフェノロジーのパターンは、藻体あたりの精子囊の数とともに、同時期に発達する雌雄配偶体の比率によって、特徴づけられる：(1) 雄性配偶体の割合が多いと、受精した藻体（果孢子体）の比率が高い、(2) 藻体あたりの精子囊形成率が高いと、成長期間中により高い受精率を示す、(3) 集団中の雄性配偶体の割合が多い場合、藻体あたりに形成される精子囊が多くなる。これらの特徴は、主として水温とイオン含有量に関連していた。雌性配偶体に対する雄性配偶体の比率の低さと受精率の高さを考慮すると、調査した集団はかなり効率よく受精を行っていると考えられる。群落内で雌雄の生殖枝が混ざり

合うことによって、隣接する個体間で外部交配が起こるために、動水性環境下にある雌雄異株種は高い受精率を示すという説があり、本データはその仮説と一致する。効率の良い生殖戦略は、*B. delicatulum* の雌雄異株集団、雌雄同株集団、およびその混在集団でも報告されており、異なる特性によってうまく河川で繁殖するよう適応したと解釈できる。(*São Paulo State University, Botany Department, **Central University of Rio Preto, Biology Department)

瀧下清貴・中野江一郎・内田有恒：特殊な色素組成を有する渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* (ギムノディニウム目、渦鞭毛藻綱) の葉緑体遺伝子の予備的分子系統解析

主要カロテノイドとしてペリディニンではなくフコキサンチンおよびフコキサンチン誘導体 (19'-hexanoyloxyfucoxanthin, 19'-butanoyloxyfucoxanthin) を含有する葉緑体を持った渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* Miyake et Kominami ex Oda より3つの葉緑体遺伝子 (D1 protein をコードする) *psbA*, (P700 chlorophyll a apoprotein をコードする) *psaA* および小サブユニットリボソーム RNA (pl-SSU rRNA) をクローニングし、その塩基配列の決定を行った。そして D1 protein, P700 chlorophyll a apoprotein のアミノ酸配列, pl-SSU rRNA の塩基配列の情報をもとに分子系統樹の作成を行った。D1 protein の系統樹では、*G. mikimotoi* はペリディニンを有する渦鞭毛藻類と単系統を形成し、この系統において最も根に近いところから分岐した。渦鞭毛藻類の系統は不等毛植物のシスターグループであり、渦鞭毛藻類/不等毛植物の系統は紅藻類/クリプト藻類の系統とクラスターを形成した。P700 chlorophyll a apoprotein の系統樹では *G. mikimotoi* は紅藻類、クリプト藻類、不等毛植物とクラスターを形成した。pl-SSUrRNA の系統樹では *G. mikimotoi* はハプト藻類と単系統を形成し、紅藻類や不等毛植物と近縁であった。これらの分子系統解析の結果から *G. mikimotoi* の葉緑体は rhodoplast lineage であることが示唆された。ペリディニンを有する渦鞭毛藻類の D1 protein では、その前駆体から切り出されるはずの 'C-terminus extension' が存在しないのに対し、*G. mikimotoi* では存在し、その長さはどの光合成生物由来のものとも異なっていた。(京都大学大学院農学研究科)

花方信孝・Nehama Malinsky-Rushansky**・Zvy Dubinsky***：イスラエル・キネレット湖の真核ピコプランクトン、*Mychonastes homosphaera* (緑藻綱、緑色植物門)

イスラエルのキネレット湖から真核ピコプランクトンを単離した。この藻は、細胞が球形あるいは卵形で、細胞壁表面に網状の隆起があり、自生胞子を形成する。葉緑体は盃状あるいはマントル状でピレノイドをもたない。これらの形態および微細構造の特徴から、この藻を *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina et Puncočáňová と同定した。18S リボソーム DNA に基づく系統解析では、この藻は狭義の緑藻綱に属し、鞭毛装置の基底小体が直線状に並ぶ (12/6 配列) 藻群の基部に位置した。(*東京大学先端科学技術研究センター, **Israel Oceanographic and Limnological Research, Kinneret Limnological Laboratory, ***Department of Life Science, Bar-Ilan University)

Myung Sook Kim・In Kyu Lee : *Neosiphonia flavimarina* gen. et sp. nov. の記載とイトグサ属 (紅色植物門、フジマツモ科) の分類学的再評価

韓国西岸のBangpoから採集された *Neosiphonia flavimarina* gen. et sp. nov. (イギス目、フジマツモ科) の栄養および生殖発生について研究を行った。本種の外形はイトグサ属 *Polysiphonia* に似ているが、栄養および生殖構造が明確に異なる。藻体を維持する堅固な基部は、周縁細胞壁から切り出された、密により集まった仮根で構成されている。直立した無限成長枝は各分節から螺旋状に側枝原基を生じる。造果枝は3細胞から成る。精子囊枝は毛状枝の第一枝上に形成され、末端には1つ、場合によっては2つの大きな中性細胞を生じる。四分孢子囊は、無限成長枝の毛状枝基部細胞に隣接する第二周縁細胞から生じ、螺旋状に配列する。いくつかの分類学的特徴について近縁な属と比較すると、*Neosiphonia* は *Polysiphonia* とは独立した系統位置を占めており、本属は一側分枝構造の *Fernandosiphonia* に極めて近縁であると結論した。*Polysiphonia* のいくつかの種について、関連した命名上の変更も提案する。(Department of Biology, Seoul National University)

学会・シンポジウム情報

田中次郎：自然史学会連合ニュース (総会と第5回シンポジウム報告)

1999年度総会、第5回自然史学会連合シンポジウム、および現在までの活動状況を合わせて報告する。以下「自然史学会連合」を「連合」と略す。

○加盟団体

2000.1.1現在の加盟団体は下記の35学協会(あいうえお順)。(社)東京地学協会、(社)日本植物学会、(社)日本動物学会、種生物学会、植物地理・分類学会、植物分類地理学会、地衣類研究会、地学団体研究会、日本遺伝学会、日本衛生動物学会、日本貝類学会、日本花粉学会、日本魚類学会、日本菌学会、日本蜘蛛学会、日本古生物学会、日本昆虫学会、日本昆虫分類学会、日本植物分類学会、日本人類学会、日本生態学会、日本生物地理学会、日本蘚苔類学会、日本藻類学会、日本第四紀学会、日本地質学会、日本鳥学会、日本地理学会、日本動物行動学会、日本動物分類学会、日本プランクトン学会、日本ベントス学会、日本哺乳類学会、日本鱗翅学会、日本霊長類学会。

○自然史学会連合の総会

1999年10月16日(土)、連合の総会が国立科学博物館新宿分館で開かれた。総会への出席は全35団体中、22団体、議長への委任5団体であった。議長は武田正倫氏(国立科学博物館)。以下に報告および決議について述べる。

1 次期自然史学会連合代表選出について

運営委員会より推薦された2名の投票の結果、森脇和郎氏(総合研究大学院大学)を今期代表(任期2年、2000-2001年)に選出した。

2 活動内容・予算案について

今年度のシンポジウムは、日本哺乳類学会から海棲哺乳類をテーマに据えたシンポジウムを企画中であり、文部省科研費研究成果公開促進費に申請することになった。万一申請が採択されなくても、当企画によるシンポジウムが実現される予定である。

3 会計報告

会計幹事より決算の中間報告と来年度予算案について説明があった。

自然史学会連合 1999 年度会計中間報告 (1999.1.1 ~ 10.16)

収入の部 (円) : 分担金 780,000, 受取利息 477, 前年度繰越金 740,567

支出の部 (円) : シンポジウムポスター・要旨印刷費 270,165, 講演者旅費 60,000,

次年度繰越金 1,150,879 合計 1,521,044

自然史学会連合 2000 年度会計予算案 (2000.1.1 ~ 12.31)

収入の部 (円) : 分担金 700,000, 受取利息 500, 前年度繰越金 1,150,879

支出の部 (円) : シンポジウム開催費 600,000, 地域博物館アクションプラン事務経費 10,000, 自然史研究機関立案アクションプラン事務経費 10,000, 事務経費 50,000,

予備費 1,181,379 合計 1,851,379

なお、2000年度以降の会計について、分担金の毎年度の徴収、総会における会計報告や会計監査の導入など、予算システムとして確立することとなった。

4 科研費国際学術研究廃止に対応した運動の成果について

昨年春以降の連合の粘り強い行動により、例外とされながらも国際学術研究と一般研究との重複申請が認められるなどの変更が日本学術振興会より表明された。連合の活動の昨年度の重要な成果であった。

○第5回自然史学会連合シンポジウム

1999年10月16日(土)総会に引き続き、午後1時より5時まで「博物館の21世紀—ナチュラリストリーの未来」と題するシンポジウムを開催した。

以下に、講演者と題名を記す。

甲能直樹(国立科学博物館古生物)「国立科学博物館を考える」、林良博(東大農学系獣医解剖学教室)「大学博物館とは何か」、本川雅治(京都大・大学総合博物館)「21世紀の大学博物館と自然史標本」、山崎晃司(茨城県立博物館)「地域博物館では、一体何を研究しているのだろうか?」、森脇和郎(総合研究大学院大学)・今井弘民(国立遺伝学研究所)・鶴川義弘(宮城教育大学)「自然史科学における遺伝子と画像」、濱田隆士(神

奈川県立生命の星・地球博物館)「博物館での自然史学習ーハンズオン思潮を基本にー」。

参加者は常時150名にのぼり、連合のシンポジウムとしては最大級の盛り上がりを示した。ナチュラルヒストリーに対する社会の問題意識の高まりを感じるとともに、連合の責務の大きさを改めて痛感した。今後とも議論を続けていきたいと思うので、皆さんのご意見に期待したい。

○新運営委員会検討事項

1999年10月20日に新連合代表のもと委員会が開かれ、今期連合の活動について検討した。

1 今期運営委員会の構成について

新運営委員会の委員として以下の方々を提案した。選定に当たり、連合運営規則の改正も同時に提案した。すなわち、規則第8項で「総会は団体代表の中から運営委員(任期2年)を7名程度選出し、活動の立案と執行を委任する。」とあるので、運営委員はそれぞれの学会(団体)代表から選ばれることとなっているが、運営委員の任期半ばで各学会の代表の任を外れた場合、実際には代表でない人物が運営委員を続ける状態が生じている。そこで、学会代表以外の人(勿論どれかの団体に属している人)も連合代表指名により運営委員を務めることができるよう、下記の改正案を提案した。

「総会は団体代表の中から運営委員(任期2年)を7名程度選出し、活動の立案と執行を委任する。また、加盟団体会員から、連合代表の指名する運営委員を3名程度加えることができる。」これにより、全学会の会員から広く運営委員会に参加していただけることとなった。

今期運営委員：今井弘民(日本遺伝学会)、遠藤秀紀

(日本哺乳類学会)、加瀬友喜(日本古生物学会)、篠原現人(日本魚類学会)、田中次郎(日本藻類学会)、西田治文(日本植物分類学会)、馬場悠男(日本人類学会)、森田利仁(日本地質学会)、武田正倫(日本動物学会)以上(50音順)。新運営委員4名、遠藤、加瀬、田中、西田、馬場の5名は継続。なお、田中は引き続き運営委員会会計幹事となった。

2 今後の具体的活動

1) 2000年度シンポジウムについて

日本哺乳類学会による科研費公開促進費を申請する。予算獲得の成否を問わず、日本哺乳類学会で企画を進める。企画・構想については今後報告する。

2) 地域博物館アクションプラン

山崎晃司氏(茨城県自然博物館)は、地域博物館研究者に生じるさまざまな問題点の集積と分析を進めている。自然史研究を進める地域博物館に少しでも幸福な未来が開けるよう、具体的運動へと展開させる。また今年度のシンポジウムにも関連する内容が多数盛り込まれる予定である。

3) 自然史研究機関設立起案アクションプラン

代表と運営委員会が討議を重ね、連合の力で新たな自然史研究組織設立の可能性を模索中である。

4) そのほか

連合のもっとも重要な仕事のひとつとして、ナチュラルヒストリー発展のためのアクションプランをいくつか設定していく方向が議論され、「地域博物館における研究環境の改善」や「コレクション収蔵体制の整備」が、推進アイデアとして挙げられており、現在前者に関して積極的な検討が始まっている。

(東京水産大学)

原 慶明：日本進化学会設立総会および記念大会「生物多様性シンポジウム」に参加して

去る10月10日および11日に国立京都国際会館にて頭書の総会とシンポジウムが行われた。初日11時より総会が開かれ、準備委員会代表の宮田隆氏（京大）より設立にむけての取り組みの経緯と挨拶があり、それに引き続いて国立遺伝研の五條堀孝氏によって同学会の会則およびその細則が披露された。討議の後、会則については若干の修正が加えられた後、満場一致で、了承され、めでたく同学会が発足した。なお、発起人名簿には進化研究会の会員を主体とした27準名が掲載され、総会には準備委員会の予想を大幅に越え、200名以上が参集した。

成立した会則とは別に、学会運営は直ちに始まるため、五條堀氏より設立準備委員会があらかじめ用意した会長をはじめとする執行部メンバー（後掲）が提示され、異議無く了承された。同時に次期大会（2000年、10月予定）は長谷川政美氏（統計数理研）が担当し、東京で開催することも紹介された。長谷川氏からはシンポジウムだけでなく一般講演も行う方針であり、詳細は追って連絡するので、多数の参加を期待する旨の挨拶があった。

学会の主な活動は以下のようなものである。1) 機関紙は当面発刊せず、ニュースレターと名簿を発行する。2) 学会賞（木村資生先生ご遺族の寄付を活用）を制定し、広く国内外の優れた進化研究者の中から選考し、授与する。3) 大会は年1回を原則とし、当初は複数回の開催もありうる。4) 会費と会員管理は外部委託する。5)

会費は一般会員3,000円、学生会員2,000円、賛助会員30,000円（一口）とする。6) 1年後は1000名、3年後は3000名の会員になるよう努力する。

総会後の午後から翌日の17時近くまで、約1日半、「発生と進化」4演題、「生態と進化」5演題、「植物の進化」5演題、「系統・分類」5演題、「分子進化」5演題のシンポジウムが行われた。いずれの演題においても座長が時間の遣り繰りを苦勞するほど熱心な質疑応答が展開され、次期大会へ議論がそのまま持ち越されそうな勢いであった。また、若い学生諸君の参加がやけに目立ったのは筆者の老いのせいだけではなくはたはたである。

平成12年度（1月－12月）日本進化学会役員一覧
会長：大澤省三（名大名誉教授、JT生命誌研究館顧問）、副会長（次期会長）：宮田隆（京大）、幹事（庶務）：五條堀孝（遺伝研）、（会計）：矢原徹一（九大）、（渉外）：巖佐庸（九大）、（編集）：斎藤成也（遺伝研）、会計監査：堀寛（名大）、三中信宏（農環研）、評議員：石川統（東大）、石和貞男（お茶大）、植田信太郎（東大）、太田朋子（遺伝研）、岡田典弘（東工大）、河田雅圭（東北大）、倉谷滋（岡山大）、郷通子（名大）、小林一三（東大）、白山義久（京大）、高島尚之（総合大院）、長谷川政美（統数研）、長谷部光泰（基生研）、馬渡俊輔（北大）、佐藤矩行（京大）、瀬戸口烈司（京大）、西田治文（中大）、長谷川真理子（専大）、宝来聡（総合大院）、山村則男（京大）。

（山形大学理学部生物学科）

平岩呂子：1999 年度藻類談話会参加報告

藻類談話会が1999年11月13日(土)午後、紅葉の深まる中、奈良女子大学にて開催されました。藻類を材料として研究を行っている関西および中国、四国地方の方々の集まりであった関西藻類談話会が前身であるだけに、今回もこの地方を中心に約40名程の参加者で賑わいました。また前回と同様若手研究者や大学院生による研究発表も行われ、次の時代に向けての躍動を感じさせられる内容となりました。発表者(敬称略)と講演題目は以下の通りでした。

講演 洲崎敏伸(神戸大・理)：ユーグレナの細胞運動、松田祐介(関西学院大・理)：緑藻クロレラの高CO₂環境への適応—細胞はCO₂濃度をいかにして感知しているか?、川井浩史(神戸大・内海域)：大阪湾の海藻植生と人工藻場の創出について。

研究発表会 斉藤育(神戸大・理)：ペラネマ(ユーグレナ類)の滑走運動について、後川龍男(京都大・農)：大阪湾における富栄養化の指標としての海藻群落。

洲崎先生の講演は、ユーグレナの細胞体の変形運動について、帯状構造によって形成されている細胞表層が互いに滑り合うことによって起こっていること、そしてその運動に膜内在性タンパク質が関与し、その配列パターンの変化に伴って細胞膜が一定方向へ伸展していくという内容でした。私にとっては細胞運動という複雑で捉えにくいところを、お手製のモデル作品を使ってわかりやすく説明して頂きました。

松田先生は緑藻クロレラが細胞外のCO₂濃度に反応して、溶存無機炭素を取り込んでいく仕組みや、その調節機構についてのお話でした。研究がまだ始まったばかりとのお話でしたが、変異体を使った解析等、今後の発展を予感させる内容で、また環境と深く関わる



懇親会でのひとこま

研究という点からも、たいへん興味深く聞かせて頂きました。

川井先生による現在の大阪湾の海藻植生についてのお話は、環境汚染の実態を知る一方で、汚れてきた湾内でも存在し続ける藻類の生命力の強さを感じさせられました。また人工藻場の創出について、数種類の藻類の着生を試みられた結果を報告され、着生という一つの現象もその藻類の性質やまわりの環境条件等様々な要因に依存していることを改めて認識しました。そしてこのような基礎研究が環境改善という点で社会へ還元されるのではないかということを実感させて頂きました。

3人の先生方のお話をお伺いして、一口に藻類の研究といっても多岐にわたっていることを改めて知りました。日頃、この分野にふれる機会が少ない私にとってはたいへん興味深く、藻類がいかに不思議で、それらを研究することの重要さと面白さを再認識いたしました。

講演に引き続き昨年から始まった若手研究者及び学生による研究発表が行われ、終了後は別室にて懇親会となりました。私にとっては、初めてお会いする先生方また久しぶりにお会いする先生方と同席でき、非常に有意義な時間でした。また若手の研究者や学生を交えて活発な意見交換が交わされており、藻類の研究が益々盛んになっていくことと期待しております。次回は関西総合環境センターで開催されるということで、今回と同様、そしてまたさらに興味深いお話をお伺いできることを楽しみにしております。



研究発表風景

(大阪府高槻市紫町1-1, 株式会社生命誌研究館)

マリンバイテク香川2000

ー第4回マリンバイオテクノロジー学会大会の開催についてー

主 催	マリンバイオテクノロジー学会
会 期	2000年5月20日(土), 21日(日)
会 場	香川県民ホール(760-0030 高松市玉藻町9-10)
発表申込締切	2000年3月10日(金) 必着
発表要旨締切	2000年4月7日(金) 必着
発 表 形 式	一般講演 口頭発表(質疑含み15分, OHP使用), ポスター発表

発表・参加申込要領の請求方法

住所(郵便番号), 氏名, 所属, 電話番号, FAX番号, 電子メールアドレスを明記のうえ, 下記の連絡先までお申し込み下さい(電子メールをご利用下さい)。

参加登録料	3月10日まで	3月11日以降
会 員	一般 5,000円	7,000円
	学生 3,000円	4,000円
非会員	一般 9,000円	10,000円
	学生 4,000円	5,000円

(発表要旨集代を含みます)

懇 親 会 5月20日(土) 18:30 - 20:30 (一般 5,000円, 学生 2,000円)

シンポジウム 次の5件を企画しています。

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| (1) 赤潮研究へのバイテクによるアプローチ | (企画責任者: 石田祐三郎) |
| (2) 海洋深層水の生理機能 | (企画責任者: 北村 孝雄) |
| (3) 海洋における環境修復とエコテクノロジー | (企画責任者: 門谷 筏) |
| (4) 水圏生物資源の多様性と特徴 | (企画責任者: 津部 終五) |
| (5) 海洋微生物の産生する生物活性物質ー研究の現状と展望 | (企画責任者: 伏谷 伸宏) |

一般講演/ポスター発表

連 絡 先 門谷 茂 (マリンバイテク香川2000 実行委員長)
 香川大学農学部 (〒761-0795 香川県木田郡三木町池戸2393)
 TEL: 087-891-3143 FAX: 087-891-3021
 email: marbio@ag.kagawa-u.ac.jp

学会ホームページ <http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jsmb/index.html>

大会ホームページ <http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jsmb/mbio.html>

学 会 録 事

1. 秋季シンポジウムの開催

1999年度日本藻類学会秋季シンポジウム「藻類の安全性と健康への効用」は日本海藻協会、マリンバイオテクノロジー学会との共催で、1999年11月29日(月)午後、学士会館において開催された。塩見一雄氏による「藻類の安全性について」、幹渉氏による「老化予防への海藻の効用」、加藤郁之進氏による「海藻植物繊維による癌リスク軽減」の講演が行われた。出席者は約200名で、会社の研究所からの参加者が多かった。また、シンポジウム終了後、同じ学士会館で、約70名の参加者による懇親の会が開かれ、なごやかに進行し、活発な情報交換が行われた。

2. 平成12年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費」(研究成果公開発表(B))の申請について

本研究費補助金は、「学会や民間学術研究機関等が、当該学問分野の最新の研究動向等の普及のため、広く青少年や社会人を対象として開催するシンポジウム、学術講演会の実施に必要な経費を助成し、学会や民間学術研究機関等における研究成果公開発表を促進するとともに、青少年が早い段階から、高度で先端的な学問的環境に触れる機会を拡大することにより、次世代の研究者養成にも資する」ことを目的とするものであり、学会や民間学術研究機関等が主催する「青少年・小中高生や一般社会人の関心が高いと思われる分野の研究動向・研究内容を、分かりやすく普及啓蒙しようとする」シンポジウム、学術講演会が助成対象となる。藻類学会が春と秋に定期、不定期で行っている公開講演会やシンポジウムも助成の対象になると考えらる。今後、学会の社会的活動がいろいろな形で評価されると考えられるので日本藻類学会も本研究費補助金に積極的に申請することにした。平成12年度の締め切りまでの日時が非常に短かったため、持ち回り評議員会で「研究成果公開促進費」(研究成果公開発表(B))の申請書の提出について承認を受けた後に会長・事務局判断で以下の2件を申請した。

- 1) 「生物はいかにして硬くなったか-バイオミネラリゼーション研究の最前線-」, 平成13年3月27日開催予定(会場: 日本歯科大学)(世話人: 南雲 保氏)

- 2) 「21世紀の藻類研究の展望-基礎と応用-」, 平成12年10月27日開催予定(会場: 学士会館)(世話人: 大野正夫氏)

今回は初めてのケースであり、時間的制約があったため、上記のような方法をとったが、今後は前もって計画を募集し準備することができるので、計画をお持ちの方は8月末までに学会事務局へお知らせください。

3. 第4回マリンバイオテクノロジー学会大会の協賛要請について

表記についてマリンバイオテクノロジー学会会長岡見吉郎氏より、この大会の協賛依頼があった。昨年度に引き続き今年度も協賛することとした。

4. 日本学術会議会員候補者の推薦について

日本学術会議会員は各学術研究団体から推薦された会員候補者のなかから、同じく各学術研究団体から推薦された推薦人によって「関連研究連絡会」ごとに選出される(なお、日本藻類学会は「植物科学研究連絡委員会」に所属する)。持ち回り評議員会で審議した結果、日本藻類学会からの第18期日本学術会議会員候補者として石川依久子氏を推薦することにした。また、推薦人は、岡崎恵視氏(東京学芸大)、推薦人予備者は能登谷正浩氏(東京水産大)にそれぞれ依頼した。

5. アジア・太平洋藻類学協会(Asian Pacific Phycological Association; APPA; 李仁圭会長)からの日本藻類学会の参加および日本藻類学会創立50周年記念大会と第3回 APPA フォーラムのジョイント開催の要請

昨年、上記の要請がありました。詳細は本号の「平成12年度日本藻類学会総会の審議議題(一部)の事前説明」を御覧ください(本号, 51頁参照)。

訂正

「藻類」47巻2号学会録事に次の誤りがありました。訂正してお詫びいたします。

167頁 表 支出の部

(誤) 第22回大会補助費 (正) 第23回大会補助費

研究費その他の助成案内

植物科学基金助成事業についての案内

1. 海外渡航費補助

植物科学基金では植物科学振興のため、基金の運用の一環として若手研究者（資格：大学院生、研究生、ポスドクトラルフェローなど常勤の職に就いていない若手研究者）の海外で開催される国際学会・国際シンポジウムへの出席助成を行っています。植物科学分野の学会出席であれば、本人の所属団体などにかかわらず応募できます。

対象となる学会は、平成12年7月1日から平成12年12月31日までに国外で開催される学会であり、国際学会、国際シンポジウムでの発表を行うのに必要な費用のうち、渡航に関する費用の一部を補助します。1件当たり10万円以下で総額100万円以内の予定です。

申し込み用紙は植物科学基金事務局に用意してありますので、詳細については下記にお問い合わせください。なお、申し込み期限は平成12年4月30日です。また、申請のあった学会出席について、科研費・財団助成金などの他の補助金から旅費を支出する場合には、本助成金を重複して受領することはできません。

2. 国際学会開催援助

本援助は植物科学基金運用の一環として行うもので、植物科学に関連して開催される国際学会・国際シンポジウムを対象として開催費用の援助を行い、もって研究者間の国際交流および植物科学研究の発展を図ることを趣旨とします。申請有資格者は植物科学に関する国際学会・国際シンポジウムを主催する組織の代表者（組織委員長など）であって、植物科学基金指定の推薦団体（藻類学会は推薦団体になっています）から推薦を受けたものとします。援助の対象となる学会は、平成12年7月1日から平成13年6月30日までに日本国内で行われる国際学会・国際シンポジウムであり、開催費用の一部を援助します。助成には以下の2種類があり、重複して申請することはできません。

- 1) 助成：1件あたり30万円以下を給付し、返還の必要はありません。
- 2) 貸与：1件あたり300万円を上限として無利子で貸し付けます。学会等が終了次第すみやかに返却するものとします。

申し込み期限は平成12年4月30日です。希望者は藻類学会事務局までお知らせください。

[問い合わせ先]

(社) 日本植物学会内 植物科学基金事務局
〒113-0033 文京区本郷2-27-2 東真ビル
TEL 03-3814-5675
FAX 03-3814-5352

第10回生態学琵琶湖賞候補者の募集

生態学琵琶湖賞は、「水環境およびそれに関連する生態学の各分野において、学術的、社会的見地から重要な成果をあげ、今後の研究の一層の深化が期待される研究者（平成12年4月1日現在において、原則として50歳未満の人）に贈られるもの」であり、滋賀県が「環境保全に関する役割をより積極的に担い、広く日本や世界に貢献していくことを目的として」、平成3年度に創設し、これまでに9回の授賞を行っております。第10回生態学琵琶湖賞候補者の推薦依頼が藻類学会に来ておりますので、希望者は藻類学会事務局までお知らせください。また、この件についての詳細は下記にお問い合わせください。なお、申し込み期限は平成12年5月22日です。

[問い合わせ先]

〒520-8577 滋賀県大津市京町四丁目1番1号
滋賀県企画県民部企画課内
「生態学琵琶湖賞」事務局
TEL:077-528-3312 FAX:077-528-4830
E-mail:ca00@pref.shiga.jp

[送付先および問い合わせ先]

〒520-0001 滋賀県草津市下物町1091
(財) 国際湖沼環境委員会内
「生態学琵琶湖賞」担当
TEL:077-568-4567 FAX:077-568-4568
E-mail:prize@mail.ilec.or.jp
ホームページ:<http://www.ilec.or.jp/prize/j-index.html>

平成13年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費」(研究成果公开发表(B))の申請案内(詳細は学会録事2を参照)

表記の件について来年度から皆様の計画案を募集いたします。青少年や社会人を対象として開催するシンポジウム、学術講演会の計画をおもちの方は8月末までに藻類学会事務局までお知らせください。

会員の皆さまへ

平成 12 年度日本藻類学会総会の審議議題（一部）の事前説明

本年の日本藻類学会総会(3月29日)では、多くの定常的な議題以外に審議頂くいくつかの重要な議題があります。しかし、審議時間に制約があり、当日の提案説明では、皆さんの十分な御理解が得られないことも考えられます。そこで、いくつかの議題については前もって提案理由や背景を説明申しあげ、審議の円滑な進行に資したいと考え、ここに誌上提案する次第です。審議は、総会において行いますが、議題内容に関し質問等がありましたら、E-mailまたはファックスで(3月22日まで)お寄せ下さい。可能な限り、事前対応致します。

審議議題 1：日本藻類学会創立 50 周年記念事業の事業内容について

平成 11 年度山形大会総会において、2002 年の日本藻類学会創立 50 周年記念大会の行事内容について、「記念行事検討委員会」を組織し、検討依頼することが承認されました。それを受け、委員長渡辺信氏(富山大)のもと、7名の委員によって検討された「行事に関する答申」(平成 11 年 10 月)、「資金に関する答申」(平成 12 年 1 月)が提出されました。前者については評議員会で審議し、大筋合意が得られた行事項目は以下の通りです。

◆記念行事一般

1. 学会員向けの行事

1) 功労者の表彰, 2) 創立当時の状況を知る先輩による学会の歴史についての講演, 3) 現在活躍中の藻類学者(外国人も含む)による講演, 4) 祝賀会(懇親会をかねる)

2. 市民向けの行事と事業(時期: 学会開催時とその前など)

- 1) 一般市民向けのやさしい講演, 2) テーマ展示,
- 3) 藻類関連商品の展示販売
3. 記念事業

1) 50 年間の研究史作成, 2) 「藻類」と「Phycol. Res.」のインデックス作成, 3) 藻類用語集の編集, 4) 教育的な内容のビデオ(CD も?)をつくる, 5) 社会にアピールする活動として、学会員による全国一斉藻類調査

以上の外に、50 周年記念事業以外の提言(2002 年より前に)として、以下の提案がありました。

- 1) 21 世紀(2001 年)を迎える大会での催しとして、

「日本藻類学の将来へ向けて」というタイトルのもとで、若手・中堅によるパネルディスカッション。

2) 若い人(学生)を藻類学に向けさせるには学会として何をなすべきか? といった危機意識を会員で共有し、現状打開の方策を探る。

3) 小・中・高の理科・生物の内容にかかわるパネルディスカッション。

4) 小・中・高の先生を対象に、藻類を教材としてあつかう講習会の開催、藻類教材キットの制作・頒布。

5) その他

◆資金の調達及び必要経費法について(検討委員会からの答申の骨子)

収入(源として考えられる方法)

1. 会員の寄付(任意; 一般会員, 賛助会員等から)
2. 臨時の会費値上げ(会員全員)
3. オークションとグッズ販売(任意; 2001, 2002 年の 2 回)

支出(が予定される経費項目)

1. 祝賀会(定例の懇親会と兼ねる) 会費: 会場費を含む; 参加者全員から徴収
2. 会員向け行事: 表彰関連経費, 講演者旅費, 謝礼等
3. 市民向け行事: 講演者旅費, 標本搬送費, 印刷費等
4. 記念事業: 研究史, 用語集, インデックス等の編集, 印刷出版経費等
5. 社会にアピールする活動: 科研費関係も申請できる

これらは、50 周年記念大会の期間中に行う(短期的)行事(1, 2)と、平成 14 年度中もしくはそれまでに順次行う(比較的長期)の行事(3)に分類できます。これらを経費の観点からみれば、1 は通常の懇親会費プラス少々のアルファードでまかなえ得ると考えられます。2, 3 は比較的大口の経費が必要になると考えられます。そこで、上記項目のうち、どの項目を行うか、あるいは新たな提案、経費の調達はどのように行うかについて審議して頂きます。

審議議題 2：日本藻類学会のアジア・太平洋藻類学協会(Asian Pacific Phycological Association; APPA: 李仁圭 現会長)への参加要請について

まず「APPA」とは: 「藻類」43 巻第 3 号(251 頁, 1995)に、「第 1 回アジア太平洋藻類学フォーラムのお知らせ」があり、そこに以下の趣旨が書かれてあります;

「本フォーラムは、第1,2回の日韓（韓日）藻類学シンポジウム、およびソウルで開催されたアジア太平洋藻類学フォーラム（The Asian-Pacific Phycological Forum）を引き継いで、より広くアジア太平洋諸国の藻類学者の討論の場として3年ごと開催されます。開催年は国際海藻シンポジウムと国際藻類学会議の間に設定されます。その趣旨はアジア太平洋地域の藻類学の発展および相互連絡、また他の諸国との共同研究の促進を目的とし、特定のテーマを設けることなく幅広い藻類学の討論の場とします。藻類学にたずさわる方々の多くの参加を希望します。」（アジア太平洋藻類学協会会長有賀祐勝、当時）

APPAの組織について：昨年李会長から上記の要請があり評議員会で審議致しました。その過程で出されたいくつかの問題点（8項目に要約、省略）について、李会長から以下の回答（要約）を頂きました。これによって、APPAの概要がほぼ理解できると思います。

1. 現在APPAは各国の藻類学会に対し資金援助は要請しない。

2. 現在のAPPA会則では会員に会費の請求はしていない。また、事務的義務も特にない。3年に1回開催する国際フォーラム（APPAフォーラム）に参加することを望むだけである。

3. 各国の藻類学会の会員数に応じた拠出金は考えていない。

4. 従ってAPPAの運営費は現在なにもありません。しかし、シンガポールの会議でフォーラム参加費の中から3-5%を運営費に充てることが承認されている。

5. 今までのAPPAはフォーラムを開催することのみを主な目的としていました。今後のAPPAの主目的は変わらない。しかし、APPAの活性化、各国の藻類学会の活発な交流のために、現在のCouncil以外に、中堅科学者約15名からなるフォーラム実行委員会（APPAフォーラムなど、種々の学術集会を開催実行するための委員会）を設置したい（日本2人、韓国2人、中国・香港2名、オーストラリア・ニュージーランド2人、フィリピン、タイ、シンガポール、マレーシア、インドネシア、台湾から各1名、その他から1名（フォーラム参加の国）。それを中心として、APPA活動の活性化方策を検討しようと考えている（例えば、JournalまたはNews Letterの発行、会則改正など。）

6. 学会組織がない国からは、個人会員として（APPAに）参加できる。学会組織のある国からでも、個人的にAPPA会員になれる。

7. (APPAの)会則には、現在会費としては、APPA

フォーラムの参加費だけ言及しています。従って、特に会費義務はない。

8. APPAは基本的に各国の藻類学又は学会の発展を目標としてつくられたものと信じている。したがってAPPAが各国の学会の独立性を損なうことは無い。APPAのフォーラムは各国の学会が持ち回りで開催するようにしている。国際学会がそれほど意義をもたないアマチュア会員は参加する特別な義務はない。

学会を取りまく日本の状況：一方、上記とは現在は何等直接的な関係はないのですが、平成12年度からの定期刊行物（英文誌）発行の助成条件として、世界への情報発信型雑誌の発行とその体制づくりが要求されています。さらに、助成をうける期間中に行う自己改革中期計画を示し、その達成度を報告する義務があります。これは次の助成審査に大きく影響します。学会が行う教育活動、シンポジウム等にも助成が受けられます（詳しくは、本号「学会録事」参照）。国内向けだけではなく、世界的な活動状況（例えば、国際学会の開催）がより学会の重要な評価となり、学術学会は、国内はもとより国際的な活動が強く要請されています。

APPAへの参加が何故要請されるか：日本藻類学会がアジア・太平洋地域における藻類研究の交流・推進の役割りを果たすことを、また日本・アジアから世界へ情報発信する中心的、指導的役割を果たすことを、国内からばかりでなくアジア各国からも強く期待されているからです。

以上の述べましたことをもとに、評議員会で審議した結果、学会としてAPPAに参加・協力することが承認されました。総会での審議、承認をお願い致します。

審議議題3：APPAからの日本藻類学会創立50周年記念大会（2002年）と第3回APPAフォーラムのジョイント開催引き受けの要請について

審議議題2の要請と同時に、頭書の要請がありました。評議員会で審議の結果、両学会のジョイント開催がよいとの結論が得られました。総会での審議、承認をお願い致します。

平成12年3月29日の総会において、他の案件とともに上記3つの議題を御審議頂きます。当日までにご検討下さいますようお願い致します。

平成12年2月2日
日本藻類学会会長 堀 輝三

E-mail horiteru@biol.tsukuba.ac.jp Fax: 0298-53-6614

会 員 移 動

日本藻類学会会則

- 第1条 本会は日本藻類学会と称する。
- 第2条 本会は藻学の進歩普及を図り、併せて会員相互の連絡並に親睦を図ることを目的とする。
- 第3条 本会は前条の目的を達するために次の事業を行う。
1. 総会の開催（年1回）
 2. 藻類に関する研究会、講習会、採集会等の開催
 3. 定期刊行物の発刊
 4. その他前条の目的を達するために必要な事業
- 第4条 本会の事務所は会長が適当と認める場所に置く。
- 第5条 本会の事業年度は1月1日に始まり、同年12月31日に終わる。
- 第6条 会員は次の5種とする。
1. 普通会員（国内会員）（藻類に関心をもち、本会の趣旨に賛同する日本に在住する個人で、役員会の承認するもの）
 2. 普通会員（外国会員）（藻類に関心をもち、本会の趣旨に賛同する海外に在住する個人で、役員会の承認するもの）
 3. 団体会員（本会の趣旨に賛同する団体で、役員会の承認するもの）
 4. 名誉会員（藻学の発達に貢献があり、本会の趣旨に賛同する個人で、役員会の推薦するもの）
 5. 賛助会員（本会の趣旨に賛同し、賛助会員会費を納入する個人又は団体で、役員会の推薦するもの）
- 第7条 本会に入会するには、住所、氏名（団体名）、職業を記入した入会申込書を会長に差し出すものとする。
- 第8条
1. 国内会員は年会費8,000円（学生は5,000円）を前納するものとする。但し、名誉会員（次条に定める名誉会長を含む）は会費を要しない。外国会員の会費は8,000円（年間）とする。会長の承認を得た外国人留学生は帰国前に学生会費の10年分を前納することが出来る。団体会員の会費は15,000円とする。賛助会員の会費は1口30,000円とする。
 2. 本会の趣旨に賛同する個人又は団体は、本会に寄付金又は物品を寄付する事が出来る。寄付された金品の用途は、第11条に定める評議員会で決定する。
- 第9条 本会には次の役員を置く。
- 会長 1名 幹事 若干名 評議員 若干名 会計監事 2名
- 役員の任期は2年とし重任することが出来る。但し、会長と評議員はひき続き3期選出されることは出来ない。役員選出の規定は別に定める（付則第1条～第4条）。本会に名誉会長を置くことが出来る。
- 第10条 会長は会を代表し、会務の全体を統べる。幹事は会長の意を受けて日常の会務を行う。会計監事は前年度の決算財産の状況などを監査する。
- 第11条 評議員は評議員会を構成し、会の要務に関し会長の諮問にあずかる。評議員会は会長が召集し、また文書をもって、これに代えることが出来る。
- 第12条
1. 本会は定期刊行物「Phycological Research」及び「藻類」をそれぞれ年4回及び3回刊行し、会員に無料で頒布する。
 2. 「Phycological Research」及び「藻類」の編集・刊行のために編集委員会を置く。
 3. 編集委員会の構成・運営などについては別に定める内規による。
- （付則）
- 第1条 会長は国内在住の全会員の投票により、会員の互選で定める（その際評議員会は参考のため若干名の候補者を推薦する事が出来る）。幹事は会長が会員中よりこれを指名委嘱する。会計監事は評議員会の協議により会員中から選び総会において承認を受ける。
- 第2条 評議員選出は次の二方法による。
1. 各地区別に会員中より選出される。その定員は各地区1名とし、会員数が50名を越える地区では50名までごとに1名を加える。
 2. 総会において会長が会員中より若干名を推薦する。但し、その数は全評員の1/3を越えることは出来ない。地区割りは次の8地区とする。北海道地区、東北地区、関東地区、東京地区、中部地区（三重県を含む）、近畿地区、中国・四国地区、九州地区（沖縄を含む）。
- 第3条 会長、幹事及び会計監事は評議員を兼任することは出来ない。
- 第4条 会長及び地区選出の評議員に欠員が生じた場合は、前任者の残余期間次点者をもって充当する。
- 第5条 会員が「藻類」のバックナンバーを求めるときは各号1,750円とし、非会員の「藻類」の予約購読料は各号3,000円とする。
- 第6条 本会則は1999年1月1日より改正施行する。

I. 編集の方針と投稿資格 本誌には藻学に関する未発表の和文論文、短報、速報のほか、総説、大会講演要旨、藻類に関する企画および投稿記事（採集地案内・分布資料・新刊紹介・シンポジウム紹介、学会事業案内など）を掲載します。論文および短報は和文誌編集委員会（以下編集委員会）が依頼する審査員による審査を経たのちに編集委員長によって掲載の可否が決定されます。速報およびその他の投稿原稿の掲載の可否は編集委員長と編集委員会で判断します。なお、編集委員会が依頼した場合を除いて、投稿は会員に限ります。共著の場合、著者の少なくとも一人は会員であることが必要です。

II. 制限頁 論文は刷り上がり10頁、総説16頁、短報4頁以内を無料とします。頁の超過は制限しませんが、超過分については超過頁代が必要です。その他の報文、記事については、原則として2頁以内を無料としますが、編集委員会の判断で6頁を上限として超過を認めることがあります。速報は2頁以内とします。速報は超過頁と同じ扱いになりますので有料です。2,000字で刷り上がり1頁となる見当です。そのほか、折り込み頁、色刷りなどの費用は著者負担となります。

III. 原稿執筆・投稿要領 原著論文および短報は下記の様式に従って執筆し、オリジナルの原稿と図表各1組とそれぞれのコピー2組（写真を含む図版はこれを写真複写したもの。電子複写は不可）を編集委員会に提出してください。その他の報文については特に様式の制限はありませんが、最新の号を参照し、必要に応じて編集委員会に問い合わせてください。また、原稿の種類を問わず、次の規則に従ってください。1) テキストファイル形式で保存できるワードプロセッサを用いて作成し、A4用紙に1行40字、25行で印刷する。2) 当用漢字、新かなづかいを使用する。3) 句読点は「、」と「。」を用い、「、」や「.」の使用は避ける。4) 学名と和名の使用：新種記載や学名の使用は最新の国際植物命名規約に従い、和名にはカタカナを使用する。5) 本文中ではじめて使用する学名には命名者名をつける。また、属と種小名には下線を引き、イタリック指定をする。6) 単位系と省略表記：SI単位を基本とします。原稿中で使用できる主な単位と省略形は次のとおりです（時間：hr, min, sec, 長さ：m, cm, μ m, nm, 重量：g, mg, 容積：l, ml, 温度： $^{\circ}$ C, 波長：nm, 光強度：lux, μ E $\cdot$ m $^{-2}$ s $^{-1}$, Wm, μ mol $\cdot$ m $^{-2}$ s $^{-1}$ など）。そのほか、執筆にあたっては以下の投稿原稿の構成およびワープロ入力の注意の項を参照してください。

投稿原稿の構成 原著論文は、1) 標題、2) 英文要約、3) 本文、4) 引用文献、5) 表と図およびその説明（英文または和文、和英併記も可）の順にまとめてください。短報は本文の構成が異なる点を除いて、原著論文に準じます。

1. 標題と英文要約 欄外見出し（和文25文字以内）、標題、著者名、所属、住所、著者名（和文）、英文標題、英文要約（200語以内）、英文キーワード（5-10語、アルファベット順）、著者名（英文）、宛先（英文）の順に記入してください。

2. 本文 論文は原則として緒言、材料と方法、結果、考察（または結果と考察）、謝辞で構成されます。短報ではこれらの項目を区別せず、一連の文章にすべてが含まれるように構成してください。原著論文、短報とも必要に応じて図（線画や写真）や表を用い、原稿中にそれぞれ挿入を希望する位置を指示してください。本文中での文献、表および図の引用は次の例に従ってください。

・・・が知られている（Yamada 1949, Yamada and Yamada 1950, Yamada *et al.* 1951）。岡村（1907, p. 6）は、・・・を示している。・・・の大きさには地域により明瞭な差が認められる（Table 3）。

3. 引用文献 本文中で引用したすべての文献を著者名のアルファベット順に列挙してください。原著論文と単行本、叢書中の分冊等では引用の方法が異なります。下記の例にならってください。

- (単行本) 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
Christensen, T. 1994. *Algae. A Taxonomic Survey*. AiO Print Ltd., Odense. (著者, 出版年, 標題, 出版社, 出版社の所在地の順)
- (単行本中の1章) 有賀祐勝・横浜康継 1979. 光合成・呼吸の測定. p. 413-435. 西澤一俊・千原光雄 (編) 藻類研究法, 共立出版, 東京.
Drebes, G. 1977. Sexuality. p.250-283. In: D. Werner (ed.) *The Biology of Diatoms*. Blackwell Sci. Publ., London (著者, 出版年, 引用した章の標題, 同掲載頁, 編者, 単行本標題, 出版社, 出版社の所在地の順)
- (叢書中の分冊) Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J. and Heynig, H. (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. No.2/1. Gustav Fischer, Verlag, Stuttgart (著者, 出版年, 引用した章の標題, 編者, 単行本標題, 版番号, 分冊番号, 出版社, 出版社の所在地の順)
- (雑誌中の1論文) 筒井功・大野正夫 1992. 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化. 藻類 40: 39-46. (著者, 出版年, 論文標題, 雑誌名, 巻, 同掲載頁の順)
Yoshida, T. and Silva, P. C. 1992. On the identity of *Fucus babingtonii* Harvey. *Jpn. J. Phycol.* 40: 121-124. (著者, 出版年, 論文標題, 雑誌名, 巻, 同掲載頁の順)

4. 表と図およびその説明 表と図は印刷版下として使用しますので原寸大で作成してください。印刷頁は2段組みで幅14cm, 1段で幅6.6cm, 縦20.4cmです。表, 図ともに説明のためのスペースを含めて印刷範囲に収まるように作成してください。写真は光沢印画紙に鮮明に焼き付け, 不要なスペースをカットしてレイアウトしてください。図や写真には倍率を示すスケールを入れ, 必要に応じてレタリング用の矢印や文字などを貼り付けてください。表の罫線は横線のみを用いるようにしてください。表, 図ともに, 脱落防止のためにカバーをつけ, その下端に著者名, 図の番号を記入してください。送付にあたっては, 厚手の紙で保護してください。

IV. ワープロ入力の注意 本誌はDTP (Desktop Publishing) によって作成されます。掲載が決定された後, 最終原稿のファイルが保存されたフロッピーディスクを提出していただき, 編集委員会ではこれを用いて印刷版下を作成します。したがって, あらかじめ, テキストレベルでデータ互換が保障された (テキストファイル形式でファイルを保存できる) パーソナルコンピューター上のワードプロセッサまたはワープロ専用機で原稿を作成するようにしてください。互換性が不明な場合は編集委員会までお問い合わせください。編集作業を円滑に行うために, 原稿作成にあたっては次の点に注意してください。1) 学名や英単語の区切り以外にはスペースキーを使用しない。2) 段落行頭や引用文献の字下げにはワープロのインデント機能を使用する。3) 改行 (リターンキー) の使用は段落の終わりだけに限定し, 1行ごとの改行の挿入はしない (DTP編集では, 改行コードの有無で段落を判断します)。4) 数字とアルファベットはすべて半角で, カタカナは全角で入力する。5) ギリシャ文字や独仏, 北欧文字を他の文字で代用しているときは, 出力原稿中に赤鉛筆でその旨明記する (例: üをu, μをu, éをe, βをB, ØをOで代用など)。6) 数学記号などの特殊記号をワープロの外字で使用しているときは出力原稿中にその旨明記する。

V. 校正と別刷 校正は初校のみとします。DTPの最終割り付けが済み次第, レーザープリンター (300dpi程度の解像度) で出力したものを著者に送ります。ためし刷りですので写真等は最終印刷のイメージより劣ります。校正はレイアウトと提出したファイルからデータ変換が正しく行われているかを確認するとどめ, 図や写真の最終チェックは編集委員会におまかせください。校正は受領後3日以内に編集委員会へて返送してください。別刷は原著論文, 短報, 総説に限り50部を学会で負担しますが, それ以外は有料です。校正送付時に同封される別刷申込書に所定の事項を記入して返送してください。

 賛助会員

北海道栽培漁業振興公社(060-0003 札幌市中央区北3条西7丁目 北海道第二水産ビル4階)

阿寒観光汽船 株式会社(085-0463 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔)

株式会社 シロク(260-0033 千葉市春日 1 - 12 - 9 - 103)

全国海苔貝類漁業協同組合連合会(108-0074 東京都港区高輪 2 - 16 - 5)

有限会社 浜野顕微鏡(113-0033 東京都文京区本郷 5 - 25 - 18)

株式会社ヤクルト本社研究所(186-8650 東京都国立市谷保 1769)

神協産業 株式会社(742-1502 山口県熊毛郡田布施町波野 962 - 1)

理研食品 株式会社(985-8540 宮城県多賀城市宮内 2 丁目 5 番 60 号)

(株) ハクジュ・ライフサイエンス (173-0014 東京都板橋区大山東町 32 - 17)

三洋テクノマリン株式会社(103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1 - 3 - 17)

マイクロアルジェコーポレーション (MAC)(104-0061 東京都中央区銀座 2 - 6 - 5)

(有) 祐千堂葛西(038-3662 青森県北津軽郡板柳町大字板柳字土井 38 - 10)

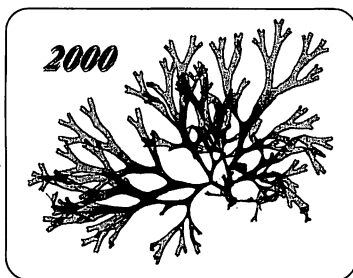
株式会社ナボカルコスメティックス(151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5 - 29 - 7)

日本製薬株式会社ライフテック部(598-8558 大阪府泉佐野市住吉町 26 番)

編集後記

堀口さんから受け継いだ路線をそのまま踏襲するのがやっとの内容となりましたが、新たな編集実行委員諸兄からの甚大なご協力をいただき発行にこぎ着けました。新たな企画を打ち出していくのは今後のこととなりますが皆様のお力添えをいただければと思っております。印刷所を変えることでいくつか乗り越えなければならないハードルがありましたが、これも勉強と思ってやらせていただきました。(J.T.)

48巻第1号をお届けすることができ感激しております。DTP出版に関する知識と経験も少ない中でスタートした編集作業ではありましたが、2000年の最初の一冊を発行することができました。今回からMOディスクで印刷所に渡すという方式に変更したため、印刷所とも連絡を密にしました。印刷の世界はとても奥が深く、最後の完成までまだ不安ですが、少しでも良い雑誌の出版を目指し頑張りたいと思っております。(T.N.)



表紙の説明

アミジグサ *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux

今年は記念すべき2000年。このアミジグサのように藻類学がますます発展し、広がっていきますように。

新潟県佐渡島産。日本歯科大学紀要第29号(2000年)より。

会 告

日本藻類学会第 24 回大会プログラム
(2000)

長 崎

学会会長 堀 輝 三

大会会長 四 井 敏 雄

The 24th Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology
March 28-31, 2000
Nagasaki

会 期 2000 年 3 月 28 日(水)～ 3 月 31 日(金)
会 場 長崎大学環境科学部・全学教育棟

会場までの交通

鉄道：J R 長崎駅前より路面電車1番系統(青色)もしくは3番系統(赤色)で赤迫(あかさこ)行きに乗り、『長崎大学前』下車(約20分、料金は均一100円)。停留所は『大学病院前』とは異なりますので、間違えないようご注意ください。

飛行機：長崎空港より長崎駅前県営バスターミナル行き連絡バスに乗り、『長崎駅前』下車(約1時間、1,200円)。空港から長崎市内までタクシーを利用されると10,000円以上かかりますのでご注意ください。その後上記と同様路面電車で『長崎駅前』まで。

車：長崎自動車道長崎多良見 I C(終点)を出て、長崎バイパス(有料)に入り、川平料金所手前で左車線に入り『平和公園・昭和町』方向へ向かってください(間違って右車線の県庁方向へ行くと市内中心部へ出てしまいますのでご注意ください)。料金所のあとトンネルを出ると長崎大学に近い市内北部地域です。

なお会場の長崎大学文教キャンパスは非常に狭く、外来者用の駐車場は基本的にはありません。車はホテル駐車場に停めて、会場へ直接車でいらっしゃることはご遠慮下さい。

長崎駅前などからタクシーで直接会場にいらっしゃる際は、『文教町(ぶんきょうまち)の長崎大学』と行き先をお伝え下さい。

会 場

大会会場のある環境科学部・全学教育棟は、大学正門を入れて正面に見える時計塔のある建物です。大会1日目(29日)は、環境科学部正面玄関ホールにて受付を行いますので、正面玄関をお入り下さい。会場へは、玄関裏から中庭を抜けて進んでください。突き当たり右手の建物が会場です。大会2日目(30日)は、大会会場1Fにて受付を行います。

編集委員会・評議員会(28日)は、全学教育事務棟の3Fセミナー室で行います。全学教育事務棟は、大学正門から見て環境科学部右手にある小さな建物です。

懇親会は、『長崎大学前』電停より8つ目(長崎駅側)の『銭座町(せんざまち)』電停正面のセンチュリーホテル3F 蘭の間で29日18時半より開催します。総会終了後、送迎バスも出ます。

日 程

3月28日(火)	15:00-16:30	編集委員会 全学教育事務棟 3F セミナー室
	16:30-18:00	評議員会 全学教育事務棟 3F セミナー室
3月29日(水)	9:00-12:30	口頭発表 A1 - A14(A会場), B1 - B14(B会場)
	13:30-15:00	公開記念講演会 (A会場)
	15:15-16:15	展示発表 P1 - 17(ポスターA会場), P18 - 32(ポスターB会場)
	16:30-17:30	総会(A会場)
	18:30-20:30	懇親会 (長崎市目覚町 1-26 センチュリーホテル 3F 蘭の間)
3月30日(木)	9:00-12:30	口頭発表 A15 - A27(A会場), B15 - B27(B会場)
	13:30-15:30	公開ミニシンポジウム(A会場)
	15:45-16:45	口頭発表 A28 - 31(A会場), B28 - B31(B会場)
3月31日(金)	8:30	長崎大学中部講堂前集合
		エクスカッション(ハウステンボス環境施設見学会)昼前園内解散

受 付

3月29日(水)は8:30～17:00環境科学部正面玄関ホール、3月30日(木)は8:30～15:00の間、全学教育棟1Fにて行います。当日参加の申し込みも受け付けますが、懇親会に参加希望の方は、必ず大会前に参加申込票を大

案内図

長崎大学文教地区配置図



会事務局宛お送りいただき、懇親会費を郵便振替で送金いただきますようお願い致します。

クローク

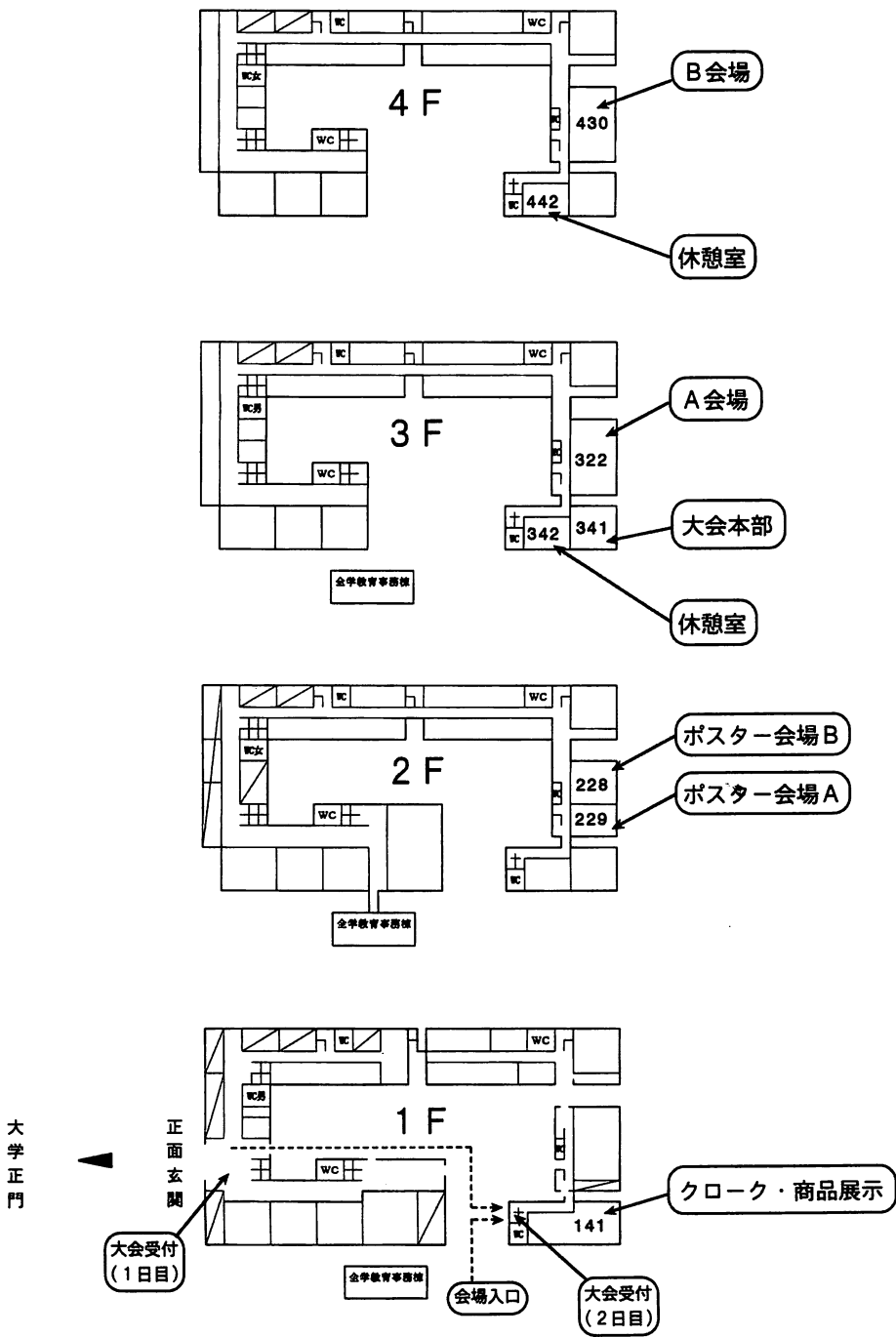
3月29日(水)は8:30から18:00まで、3月30日(木)は8:30から18:00まで大会会場1Fのクロークにて荷物をお預かりいたします。

口頭発表

- ・一つの発表につき発表12分、質疑応答3分です(1鈴10分、2鈴12分、3鈴15分)。
- ・映写スライドは35mm版を使用し、スライドの枠には第2回案内(藻類47巻3号)およびプログラムp.70のように講演者氏名、発表番号(大会プログラム参照)、スライド総枚数、映写順序、手前上を示す赤マークを記入して下さい。
- ・繰り返し映写するスライドは必要回数分の枚数を用意して下さい。
- ・OHPの使用も可能ですが、操作は各自行して下さい。
- ・スライド受付・返却は、それぞれの会場入口にあるスライド受付に講演開始30分前までに提出し、終了

会場見取り図

(環境科学部・全学教育棟)



後受け取って下さい。

展示発表

- ・展示物は29日の8:30から12時頃までにポスターAまたはポスターB会場の所定の場所に掲示して下さい。会場にはハサミ、のり、セロハンテープ、画鋏を用意してあります。撤去は30日の午後以降17時までをお願いします。
- ・発表者による説明の時間帯は29日の15:15から16:30までです。
展示発表をされる方はこの時間帯に必ずポスターAまたはポスターB会場の展示物前に待機し、講演質疑応答を行って下さい。
- ・ポスター会場の展示スペースはそれぞれ縦180cm、横90cmです。
- ・展示パネルの上部には第2回案内(藻類47巻3号)およびプログラムp.70のように発表番号、表題、氏名(所属)を明記して下さい。
- ・研究目的、実験結果、結論などについてそれぞれ簡潔にまとめた文章をつけて下さい。また、写真や図表には簡単な説明文を添付して下さい。
- ・文字や図表の大きさは、少し離れた場所からでも判読できるようにして下さい。

大会企画

1. 公開記念講演会

3月29日(水)午後、A会場(3F 322教室)にて、吉田忠生先生(北海道大学名誉教授)、右田清治先生(長崎大学名誉教授)の二人から下記のテーマで記念のご講演をしていただきます(学会会員以外の方の聴講も歓迎します)。

吉田忠生先生 『長崎と海藻研究』

右田清治先生 『九州産天然記念物指定淡水藻の生育現況』

2. 公開ミニシンポジウム(企画 四井敏雄)

3月30日(木)午後、A会場(3F 322教室)にて『藻食性魚類の食害による藻場の衰退』をテーマに、講演者3名による公開ミニシンポジウムを開催します。こちらも学会会員以外の水産関係者・海洋生物学研究者に広く参加していただくため、公開とします。

3. エクスカーション(ハウステンボス環境施設見学会)

今大会のエクスカーションとして、ハウステンボスの環境施設見学会(31日)を行います。見学会終了後、そのまま園内に入り散策することもできます(エクスカーション参加費5000円には通常4800円より大幅に値引きした入場料と往路交通費が含まれます)。ハウステンボスからは海上バスを利用して直接長崎空港へアクセスできます。3月31日に長崎空港から帰途につかれる方をはじめ、多くのご参加を期待しております。参加には予約が必要です(学会会員以外の同伴者の参加も可能です)。あらかじめ下記の大会事務局までご連絡ください。

日程:3月31日(金)8時30分 長崎大学文教キャンパス中部(なかべ)講堂前集合。貸し切りバスでハウステンボスに向かいます。10時半～12時バックヤード環境施設を見学し、見学終了後ハウステンボスに入園した時点で解散となります。解散後は各自ご自由に園内を散策下さい。長崎空港から帰途につかれる方は、ハウステンボス園内から出る長崎空港行きの直行シャトルボート(所要45分)とシャトルバス(所要1時間15分)が利用できます。長崎市内に戻られる方は、バスおよびJRの手段があります(帰りの交通費は各自負担となります)。

連絡先

〒852-8521 長崎市文教町1-14

長崎大学環境科学部 飯間雅文 (大会準備委員会庶務)

TEL 095-843-2126(直通) FAX: 095-843-2126 または 095-843-1379 e-mail: iima@net.nagasaki-u.ac.jp

長崎大学水産学部 桑野和可 (大会準備委員会会計)

TEL 095-847-1111 内線 3150 e-mail: kkuwano@net.nagasaki-u.ac.jp

日本藻類学会第24回大会講演プログラム

3月29日(水)午前の部

A会場 3 F 322

- 9:00-9:15 (A1) 紅藻ユルジギヌの生活史 川口栄男(九州大・農・水産)
- 9:15-9:30 (A2) アオサの粘着物質は水中接着剤になりうるか? ○石川依久子*・南雲保**(*東邦大, **日歯大)
- 9:30-9:45 (A3) 蓑ガメに着生するシオグサ目藻類の形態 ○松山和世*・矢部隆**・芹澤如比古***・田中次郎***(*東海大・先端センター, **愛知学泉大・コミュニティ, ***東水大・藻類)
- 9:45-10:00 (A4) アメリカ東岸に生育する *Caloglossa intermedia* sp. nov.(イギス目コノハノリ科)の形態, 生殖親和性および分子系統学的解析 ○神谷充伸*・J.A.West**・G.C.Zuccarello***・川井浩史*(神戸大・内海, **メルボルン大, ***ニューサウスウェールズ大)
- 10:00-10:15 (A5) 殻状紅藻フチトリベニ科 Rhodophysemataceae(Palmariales)の4種の比較研究 ○加藤亜記・増田道夫(北大・理・生物科学)
- 10:15-10:30 (A6) イギス科紅藻 *Anotrichium celianum* の独立性について ○阿部剛史*・増田道夫**・Phang Siew Moi***(*北大・総合博物館, *北大・理, ***マラヤ大・高等研究院)
- 10:30-10:45 (A7) ウラボシヤハズ(褐藻, アミジグサ目)の生殖器官の形態 ○長谷川和清・田中次郎(東水大・藻類)
- 10:45-11:00 (A8) 広島湾における大型海藻類の水平・垂直分布様式 ○寺脇利信*・吉川浩二*・吉田吾郎*・内村真之*・新井章吾***・瀬戸内水研, **(株)海藻研)
- 11:00-11:15 (A9) 神奈川県油壺湾におけるアラメ・カジメの生産量と垂直分布 ○松本正喜*・田中和弘**・松村知明*(日本エヌ・ユー・エス(株), **(株)海洋リサーチ)
- 11:15-11:30 (A10) カジメの光合成能に対する窒素濃度の影響 本多正樹(電中研)
- 11:30-11:45 (A11) カジメの光・温度・窒素濃度-生産力モデル 本多正樹(電中研)
- 11:45-12:00 (A12) 北海道東部太平洋沿岸海域の水中光量子量の季節変化について ○坂西芳彦*・鈴木健吾**・宇田川徹*・飯泉仁*・山本正昭*(水産庁・北水研, **(財)環境科学技術研究所)
- 12:00-12:15 (A13) マレーシア西海岸におけるホンダワラ属の分布について ○栗原暁・野呂忠秀(鹿児島大・水産)
- 12:15-12:30 (A14) 南日本産ホンダワラ類の組織形態 ○島袋寛盛・野呂忠秀(鹿児島大・水産)

B会場 4 F 430

- 9:00-9:15 (B1) ハワイ・オアフ島の土壌藻類 ○中野武登*・林勝彦**・長谷川啓介**(*広島工業大・環境, **株)日建総本社)
- 9:15-9:30 (B2) 海岸地下水脈の渦鞭毛藻類の多様性 ○堀口健雄*・久保文靖**・三芳由希子*(北大・院・理・生物科学, **丸子北小)
- 9:30-9:45 (B3) 従属栄養性渦鞭毛藻 *Oxyrrhis marina* の SSU rDNA のクローニングおよび渦鞭毛藻由来 SSU rDNA の系統樹再構築 ○瀧下清貴・青井研・内田有恒(京都大・農・応用生物)
- 9:45-10:00 (B4) 多核アメーバ相を生活環に持つクロララクニオン藻の一種(グアム島産)について ○金田美奈子*・石田健一郎**・原慶明***(*山形大・院・理工, **British Columbia 大・植物, ***山形大・理・生物)
- 10:00-10:15 (B5) 培養株の比較形態に基づく単細胞性緑藻類 *Vitreochlamys* (ボルボックス目) の種レベルにおける分類学的研究 ○中澤敦・野崎久義(東京大・大学院理学系・生物)
- 10:15-10:30 (B6) 葉緑体コード複数遺伝子から推測した群体性緑藻 *Astrephomene* (ボルボックス目) の系統的位置 ○野崎久義・三沢計治(東京大・大学院理学系・生物)

- 10:30-10:45 (B7) ピレノイドを欠く単細胞性緑藻 *Chloromonas* 近縁群における *rbcL* 遺伝子の特異的進化
○大西啓介*・森田詠子**・野崎久義*(*東京大・理・生物, **国立感染症研究所)
- 10:45-11:00 (B8) 放散虫から単離した共生珪藻 *Minutocellus polymorphus* の形態および分子による系統学的解析
○栗山あすか*・真山茂樹*・高橋修**・南雲保***・藤原祥子****・都筑幹夫****(*東学大・生物, **東学大・地学, ***日歯大・生物, ****東薬大・生命)
- 11:00-11:15 (B9) 東南アジア産 *Closterium ehrenbergii* (Chlorophyta, Charophyceae) の交配群 ○笠井文絵*・D.D. ティエン**・N.K. ソン***・M.R. マルチネス・ゴス****・A. マハカン*****・渡辺信*(*国立環境研, **ベトナム国立大, ***ベトナム国立自然科学技術センター, ****フィリピン大, *****タイ科学技術研究所)
- 11:15-11:30 (B10) Half Moon Island(南極)の彩雪藻 ○福島博*・小林艶子*・吉武佐紀子**(*藻類研究所, **湘南短期大)
- 11:30-11:45 (B11) 北海道茨戸湖の懸濁態ケイ素濃度とケイ藻種組成の変化 ○高野敬志*・五十嵐聖貴**(*北海道衛生研, **北海道環境研),
- 11:45-12:00 (B12) 紅藻フクロツナギに内在する新種珪藻 ○岡本典子*・南雲保**・井上勲*(*筑波大・生物, **日歯大・生物)
- 12:00-12:15 (B13) 海産羽状珪藻 *Cocconeis heteroidea* Hantzsch の殻微細構造 ○鈴木秀和*・南雲保**・田中次郎***(*青山学院高, **日歯大・生物, ***東水大・資源育成)
- 12:15-12:30 (B14) 中心目珪藻 *Chrysanthemodiscus floreatus* について ○小林敦*・南雲保**・田中次郎*(*東水大・資源育成, **日歯大・生物)

3月29日(水)午後の部

A会場 3F 322

13:30-15:00 公開記念講演会

長崎と海藻研究

吉田忠生(北海道大学名誉教授)

九州産天然記念物指定淡水藻の生育現況

右田清治(長崎大学名誉教授)

ポスター A会場 2F 229

15:15-16:15 展示発表

- (P1) 緑藻シオグサ科植物ミゾジュズモの葉緑体 宮地和幸(東邦大・理・生物)
- (P2) 再考「エツキアオサ」ーエツキアオサには2つの分類群が含まれている。ー ○平岡雅規*・鳶田智**・芹澤如此古***・大野正夫****(*株)海藻研究所, **北大・理・生物科学, ***東水大・藻類, ****高知大・海生セ)
- (P3) ナガアオサ雌雄配偶子の接合方向と眼点の位置関係 ○宮村新一*・坂牛真司*・南雲保**・堀輝三*(*筑波大・生物科学系, **日歯大)
- (P4) ミカツキモの種分化の分子系統学的解析 ○傳法隆・Hendrayanti, D.・市村輝宜(北大・理・海藻研)
- (P5) 屋外水槽での海藻類栽培法とアマモ, イワズタ類の生長 ○寺脇利信*・内村真之*・玉置仁**・新井章吾***(*瀬戸内水研, **広島大, ***株)海藻研)
- (P6) マキヒトエの形態形成に關与する微生物群の探索 松尾嘉英(海洋バイオ研・清水)
- (P7) マキヒトエの形態形成関連遺伝子の探索 松尾嘉英(海洋バイオ研・清水)
- (P8) 東北・北海道地方におけるシャジクモ類の生育分布 ○坂山英俊*・原慶明**(*山形大・院・理工, **山形大・理・生物)

- (P9) 産地の異なるカジメの移植後の生長 ○芹澤如比古*・横浜康継**・有賀祐勝***・田中次郎*(*東水大・藻類, **志津川町 自然セ, ***東農大)
- (P10) 三重県錦湾におけるカジメ群落の生産力の季節変化 ○倉島彰*・川嶋之雄**・下和田学***・前川行幸*(*三重大・生物資源, **日本エヌ・ユー・エス, ***中部電力)
- (P11) 日本新産オゴノリ属藻類 *Gracilaria firma* Chang et Xia (ナンカイオゴノリ, 新称)の形態と分類 ○寺田竜太*・馬場将輔**・山本弘敏*** (*高知県海洋深層水研, **(財)海洋生物環境研究所, ***北大・水産)
- (P12) 紅藻クモノスヒメゴケの精子嚢枝形成温度と生活史 ○森田哲生・能登谷正浩(東水大・応用藻類学)
- (P13) 紅藻ヒメゴケ属3種の生殖器官と生長と成熟に及ぼす温度の影響 ○森田哲生・正木綾・能登谷正浩(東水大・応用藻類学)
- (P14) 紅藻エンジイシモ属の日本新産種 *Sporolithon episporum* (Howe) Dawson の形態について 馬場将輔((財)海洋生物環境研究所)
- (P15) 紅藻サビノリ生態戦略における紫外線吸収物質の役割 ○御園生拓*・齋藤順子**・時友裕紀子**・井上行夫*・堀裕和*・桜井彪*(*山梨大・工, **山梨大・教育人間科学)
- (P16) イボツノマタの分散能について ○アリシア ベルグローブ・青木優和(筑波大・下田臨海)
- (P17) 義務教育終了時の生徒の藻類に関する知識・理解 ○金井塚恭裕*・藤岡久美子**・片山舒康***(*新宿区落合中, **北区富士見中, ***東京学芸大・生)

ポスター B 会場 2F 228

15:15-16:15 展示発表

- (P18) 淡水産黄緑藻類 *Pseudostaurastrum enorme* (Ralfs) Chodat の無性生殖について ○須谷昌之*・大谷修司** (*島根県立大田高校, **島根大・教育・生物)
- (P19) 海岸の岩上着生地衣類2種の共生藻 ○竹下俊治*・宇治淳美**・中西稔*(*広島大・学校教育, **竜王町立竜王小)
- (P20) 細胞内共生体 *Paramecium bursaria* における藻特異性をもたらす宿主レクチンの探索 ○山崎武央*・武田宏**(*新潟大・自然科学研, **新潟大・理・生物)
- (P21) ミドリムシ(*Euglena gracilis*)の SNF1 関連プロテインキナーゼの同定とその特徴 ○市原嘉律彦・木村靖子・松岡大介・東哲司・南森隆司・安田武司(神戸大院・自然科学研究科)
- (P22) 海産羽状珪藻 *Achnanthes* 属の分類学的研究 ○豊田健介*・田中次郎*・南雲保**(*東水大・資源育成, **日歯大・生物)
- (P23) 糸状群体を形成する *Nitzschia martiana* (Ag.) V.H. の形態と分類学的研究 ○南雲保*・鈴木秀和**(*日歯大・生物, **青山学院高等部)
- (P24) 浮遊性有孔虫から単離・培養したペラゴ藻の分類 ○成田貴子*・真山茂樹*・河地正伸**(*東学大・生物, **国立環境研)
- (P25) 海洋バイオテクノロジー研究所が保有するストラメノパイルとクリプトモナッド株の分子系統的位置づけ 本多大輔(海洋バイオ研・釜石)
- (P26) 海産微細藻類の寒天平板上での生育の検討 ○熱海美香*・河地正伸**・宮下英明*(*海洋バイオ研・釜石, **国立環境研)
- (P27) 海産微細藻類用培地の開発 ○宮下英明*・熱海美香*・河地正伸*・池本尚人*・梶原庸生**(*海洋バイオ研・釜石, **日本製薬ライフテック部)
- (P28) 海洋バイオテクノロジー研究所が保有するシアノバクテリア(ラン藻類)の分子系統関係 宮下英明(海洋バイオ研・釜石)
- (P29) バイカル湖南西部の気生藻類 ○半田信司*・中野武登**・Valeria B. Itskovich***・益田芳樹**** (*広島県環境保健協会, **広島工大・環境・環境情報, ***Limnological Institute of RAS, ****川崎医大・生物)

- (P30) 渦鞭毛藻シスト群集変化からみた大村湾の環境 松岡數充・○林正男・趙賢珍(長崎大・水産)
- (P31) 長崎県大村湾における珪藻の沈積・埋没過程の解明 松岡數充*・○加藤めぐみ**・谷村好洋***・福澤仁之**(*長崎大・水産, **都立大・理, ***国立科博)
- (P32) ブラシノ藻 *Mesostigma* の走光性; 眼点退縮株が示す光に垂直な走光性について ○松永茂・堀輝三(筑波大・生物科学系)
- (P33) 有殻渦鞭毛藻 *Heterocapsa* 属の鱗片の形態変異 ○岩滝光儀*・吉田誠**・高山晴義**・福代康夫***(*東京大・農・水圏環境, **広島県水試, ***東京大・アジアセンター)

16:30-17:30 総会 (A会場)

18:30-20:30 懇親会 (センチュリーホテル)

3月30日(木)午前の部

A会場 3F 322

- 9:00-9:15 (A15) 日本産イワツタ属の系統および *rbcL* 遺伝子イントロンの分布 ○羽生田岳昭*・新井章吾**・植田邦彦*(金沢大・理・生物, **株) 海藻研究所)
- 9:15-9:30 (A16) 日本産褐藻ヒルナミマクラ(*Elachista taeniaeformis*)の分類について ○上井進也・小亀一弘・増田道夫(北大・理学研究科・生物科学)
- 9:30-9:45 (A17) 褐藻ワタモ(*Colpomenia bullosa*)の自然下の胞子体について 小亀一弘(北大・理学研究科・生物科学)
- 9:45-10:00 (A18) Revision of the systematic position of some species of Sargassaceae (Fucales, Phaeophyceae) based on ITS-2 sequences comparisons ○Valérie Stiger・Takeo Horiguchi・Tadao Yoshida・Michio Masuda(Dept. Biological Science・Hokkaido Univ.)
- 10:00-10:15 (A19) ウシケノリ目(紅色植物門)の SSUrDNA に基づく分子系統学的解析 ○松山和世*・山崎悟**・下村謙悟**・嵯峨直恒**(*東海大・先端センター, **東海大・院・海洋)
- 10:15-10:30 (A20) ウシケノリ目(紅色植物門)の SSUrDNA に基づく系統樹から観た形質の進化 ○嵯峨直恒*・松山和世*・山崎悟**・下村謙悟**(*東海大・先端センター, **東海大・院・海洋)
- 10:30-10:45 (A21) ウシケノリ目(紅色植物門)の分子系統解析における新規分子マーカー II 型 DNA トポイソメラーゼの可能性 ○下村謙悟*・山本敏**・原山重明**・嵯峨直恒***(*東海大・院・海洋, **海洋バイオ研, ***東海大・先端センター)

(10:45-11:00 休憩)

- 11:00-11:15 (A22) 分子系統からみた褐藻イワヒゲ属, キタイワヒゲ属の分類について ○佐々木秀明*・小亀一弘**・川井浩史***(*神戸大・自然科学, **北大・理・生物科学, ***神戸大・内海域)
- 11:15-11:30 (A23) 褐藻ナガマツモとヒモナガマツモの分類について ○金聖浩*・神谷充伸**・川井浩史**(*神戸大・自然科学, **神戸大・内海域)
- 11:30-11:45 (A24) 新しい海産糸状藻 *Schizocladia*(黄色植物門)について ○川井浩史*・前場峻輔*・佐々木秀明*・奥田一雄**・池恩燮**・Eric C. Henry***(*神戸大・内海域, **高知大・理, ***Oregon State Univ.)
- 11:45-12:00 (A25) イワツタ類のアレロパシーに関する研究 ○内村真之*・Olivier DECAMP*・内田卓志*・寺脇利信*・佐藤征弥**・金丸芳**(*瀬戸内水研, **徳島大・総合科学)
- 12:00-12:15 (A26) 初期発生期のダルスに与える UV-B の影響と紫外線吸収物質 palythine の作用について

矢部和夫(北海道東海大・工・海洋開発工)

12:15-12:30 (A27) 微細藻類に対するガンマ線照射の影響 影山純子*・滝上真知子**・橋本昭司**・○長島秀行*(*東京理科大・理, **高崎原子力研究所)

B会場 4F 430

9:00-9:15 (B15) アミミドロの遊走子接着部に局在する分子の解析 ○幡野恭子・山田雪(京都大・総合人間・自然環境)

9:15-9:30 (B16) ミドリゲ目緑藻キッコウグサの分割細胞分裂における原形質の運動機構 ○湯浅健・奥田一雄(高知大・理・生物)

9:30-9:45 (B17) 緑藻カサノリにおける Poly(A)⁺ RNA の局在 ○峯一朗*・奥田一雄*・Diedrik Menzel**(*高知大・理・自然環境, **ボン大学植物学研究所)

9:45-10:00 (B18) 黄緑藻フウセンモの一種のセルロース合成酵素複合体の構造 柴垣里加子・関田諭子・○奥田一雄(高知大・理・自然環境)

10:00-10:15 (B19) 無色ベディネラ類(黄色植物)における葉緑体の退化 ○関口弘志・守屋真由美・井上勲(筑波大・生物)

10:15-10:30 (B20) 褐藻ヒバマタ目数種における卵形成, 並びに核の退化 ○長里千香子・本村泰三・市村輝宜(北大・理・海藻研)

10:30-10:45 (B21) 褐藻植物の配偶子核におけるクロマチン凝縮について ○吉川伸哉*・長里千香子*・本村泰三*・市村輝宜*・村上明男**・川井浩史**(*北大・理・海藻研, **神戸大・内海域)

(10:45-11:00 休憩)

11:00-11:15 (B22) 2本の葉体が融合したように見えるコンブの奇形について ○川嶋昭二*・名畑進一**(*函館市, **釧路水試)

11:15-11:30 (B23) 利尻島の天然コンブ減産に関する海水温の影響 ○名畑進一*・多田匡秀**・瀧谷明朗**(*道釧路水試, **道稚内水試)

11:30-11:45 (B24) 京都府沿岸におけるコンブ科海藻の分布-竹野地先のアラメについて ○道家章生・藤原正夢・久田哲二(京都府立海洋センター)

11:45-12:00 (B25) 富山湾沿岸域におけるテングサの漁業と群落の衰退 藤田大介(富山県水試)

12:00-12:15 (B26) 日本の流れ藻から採集された *Sargassum* 亜属 池原宏二(遠洋水研)

12:15-12:30 (B27) 日本の食用海藻の種類と収穫量 池原宏二 (遠洋水研)

3月30日(木)午後の部

A会場 3F 322

13:30-15:30 公開ミニシンポジウム『藻食性魚類の食害による藻場の衰退』

南日本における藻食魚による藻場崩壊の機構について

新井章吾 ((株)海藻研究所)

アイゴによる大型褐藻類の採食生態

野田幹雄 (水産大学校)

長崎県沿岸で見られた魚類の食害が疑われるアラメ等の減少例

○四井敏雄・桐山隆哉 (長崎水試)

(15:30-15:45 休憩)

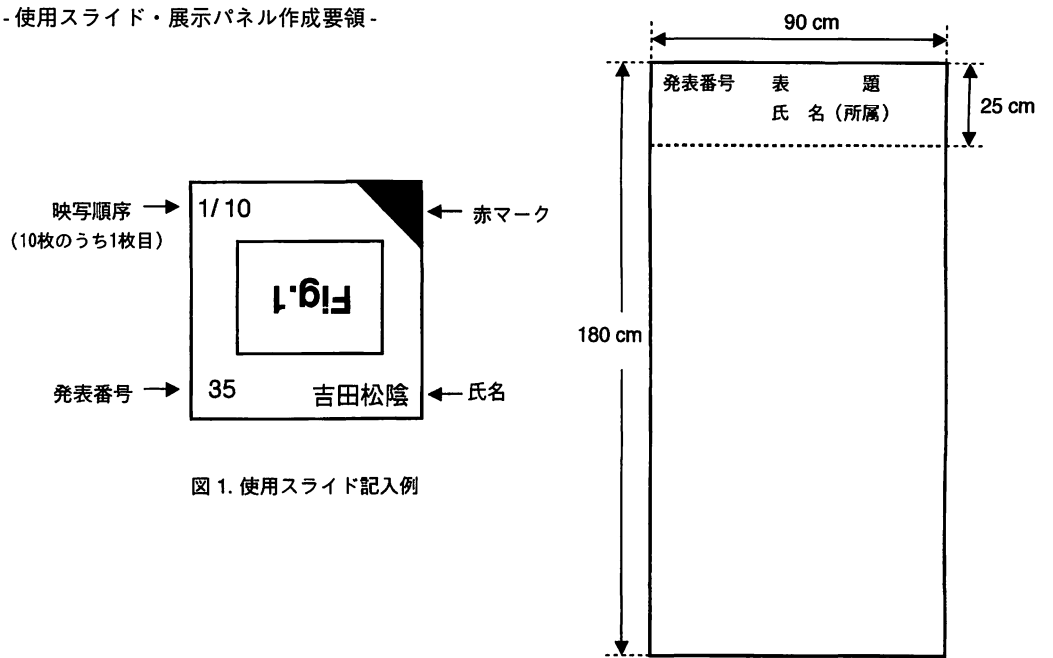
A会場 3F 322

- 15:45-16:00 (A28) ワカメ及びヒロメ配偶体の生長と成熟におよぼす水温の影響 ○森田晃央・倉島彰・前川行幸(三重大・生物資源)
- 16:00-16:15 (A29) 韓国統営産アサクサノリの生活史と無配生殖 ○森田哲生・金南吉・能登谷正浩(東水大・応用藻類学)
- 16:15-16:30 (A30) Initial events in the colonization of *Porphyra* by *Pythium porphyrae* ○Uppalapati, S.R.*・藤田雄二
**(長崎大・海洋, ** 長崎大・水産)
- 16:30-16:45 (A31) Callus induction and thallus regeneration in the red algae *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta)
○Raikar S.V.・Y. Fujita(Marine Science and Engineering・Nagasaki Univ.)

B会場 4F 430

- 15:45-16:00 (B28) プラシノ藻 *Pterosperma cristatum* に存在する新規カロテノイド ○吉井幸恵*・高市真一**・井上勲*(筑波大・生物, ** 日本医大・生物)
- 16:00-16:15 (B29) 円石藻 *Emiliania huxleyi* における硝酸還元酵素の精製と性質 ○岩本浩二・小幡年弘・白岩善博(筑波大・生物)
- 16:15-16:30 (B30) プラシノ藻類及びハプト藻類の細胞内チオール定量 ○佐藤征弥・平地義伸・向井真弓・小山保夫(徳島大・総合科学)
- 16:30-16:45 (B31) 生育環境の復元により野尻湖内での再生の可能性がある見えはじめた車軸藻 ホシツリモ
○樋口澄男**・近藤洋一**・酒井昌幸***・野崎久義****・渡辺信****・久保田昌利*・加崎英男
*****(*長野県衛公研, **野尻湖ナウマンゾウ博, ***野尻湖水草復元研究会, ****東京大, ***** 国立環境研, ***** 都立大)

- 使用スライド・展示パネル作成要領 -



公開記念講演会

長崎と海藻研究

北海道大学名誉教授 吉田 忠生

長崎県に関係した海藻研究の歴史を考えてみたいと思います。海藻の中でもホンダワラ類と呼ばれる大型の褐藻にこれまで私は特に関心を持っており、この仲間の海藻の研究に長崎が特に関係があることに気づいていましたので、研究に関連した歴史を調べてきました。海藻だけでなく生物学ないし博物学の発展と長崎との関係といえば、江戸時代を通じてオランダ商館を通じてのヨーロッパとの交流に関連するものです。その他に幕末になってロシアなどとの関係が加わります。

まず、オランダ商館に勤務した医師について見て行きます。オランダ商館には医師が常駐しており、江戸時代を通じてその数は150人くらいだったようですが、そのうちで植物学・博物学に関係して著名なのはケンペル (Engelbalt Kaempfer, 1651-1716)、チュンベリー (ツンベルグ Karl Peter Thunberg, 1743-1828)、シーボ

ルト (Philipp Franz von Siebold, 1796-1866) の3人であるといえるでしょう。その当時の医師は医学と同時に本草学を学んでいるので、植物には造詣が深かったことは確かです。

ドイツ生まれのケンペルは1690年から1692年までの約2年間日本に滞在し、この間に得られた知見とその他の国の情報をまとめて「廻国奇観」(Amoenitates exoticae...)として1712年に出版しました。このなかにはコンブについての記述があったり、茶についての紹介があったり、さまざまな情報が含まれています。しかしこの本はスウェーデンのリンネが1753年に植物のラテン語の名前をつける方式を確立する前に出版されたので、イチョウなどの名前はリンネが彼の著書のなかになに引用して正式のものになりました。

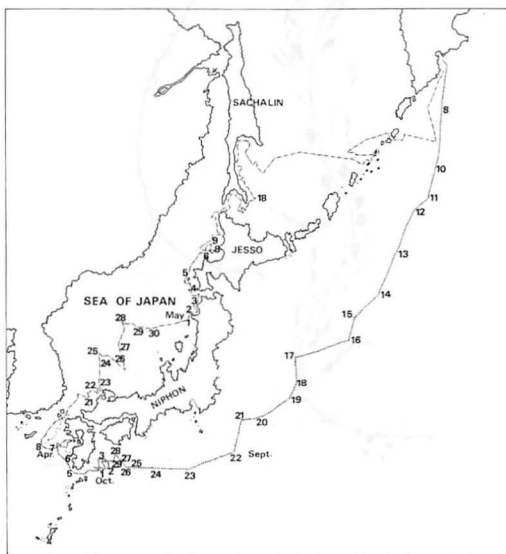
スウェーデン人のチュンベリーはリンネの弟子で、キリストの12使徒になぞらえた12人の弟子の一人です。弟子たちは世界各地に派遣され、それぞれの地域の生物相調査にあたりました。日本の植物の研究はこのような優れた研究者とともに出発したのは幸運でした。1775年から1776年にかけての1年半のあいだに彼が集めた植物の標本は現在スウェーデンのウプサラ大



Engraved by: cloper

G. H. von Langsdorff

G. H. von Langsdorff



ロシア探検船ナダージダ号の日本周辺の航路

学に保管されており、そのなかには3種類のホンダワラ類が含まれています。それはホンダワラ・ヨレモク・ウミトラノオとわれわれが呼んでいる種類です。ホンダワラとヨレモクにはチュンベリー自身も名前を付けて1816年に発表していますが、あとから述べるような経過で、他の研究者によって先に発表された名前が現在使用されています。

ドイツ人のシーボルトはこの3人のなかでは最もよく知られている医師・博物学者で、1823-1830年、1855-1861年の2回の滞在中に彼が集めた膨大なコレクションはオランダのライデンに保存されています。しかし海藻に関してはあまり重要なものはありません。

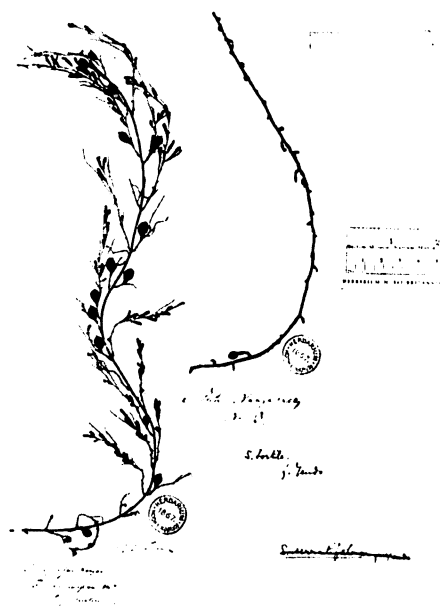
オランダ商館に関連した活動以外に、長崎にきた外国船にロシア帝国の船があります。18世紀にカムチャッカまで領土を広げたロシア帝国は北海道や千島列島で日本との関係を持つようになりました。正式な外交交渉としては、1792年10月にラックスマン使節(A. K. Laxmann)をのせたエカテリーナ号が根室に到着して、幕府の役人と交渉を開始しました。函館、松前で行われた交渉の結果、幕府は通商交渉を長崎で行うということで長崎港への入港許可証を渡し、使節団は1793年8月に函館から帰航しました。

ラックスマン使節団の交渉結果を受けて、長崎に来たのがレザノフ使節(N. P. Resanoff)です。このときロ

シアでは世界一周航海を計画し、クルゼンシュテルン艦長(Adam Johan von Krusenstern, 1770-1846)の指揮のもと、ナデージダ号、ネヴァ号の2隻の軍艦を用意しており、これにレザノフ使節が乗船しました。1803年7月にロシアのクロンシュタット港を出港し、ブラジルを経由してカムチャッカのペトロパヴロフスクに寄航してから、1804年9月に長崎に到着しました。約半年に及ぶ交渉は成立せず、1805年3月に長崎を出港した使節団は日本海を通過して5月に稚内に寄り、カムチャッカに戻りました。レザノフはここから別行動で帰国し、クルゼンシュテルン艦長は世界一周航海を成功させました。この世界一周航海の記録は1813年に出版され、日本との外交交渉の経験はのちに日本に来たアメリカのペリー(M. C. Perry)にも大きな影響を与えました。

このころの大きな航海には博物学者が乗り組んで、各地で生物の調査をするのが通例でした。ナデージダ号には医師博物学者のラングスドルフ(G. H. von Langsdorff)、天文学者のホーナー(J. G. Horner)、ライプチッヒ宮廷顧問のティレシウス(W. G. Tilesius)の3人が乗り組んでいました。かれらは航海の途中や長崎に停泊中に海藻だけでなくほかの生物も採集して持ち帰りました。

ホーナーとラングスドルフが採集したホンダワラ類



ヨレモクのタイプ標本 長崎港で Horner が採集し、ロンドン自然史博物館に所蔵されている標本

の標本はブレーメンのメルテンス (F. K. Mertens) を通じてイギリスの海藻学者ターナー (Dawson Turner) のもとに届けられ、1808年から1811年に15の名前が発表されました。そのなかには採集者の名前を記念したものもあります。そして標本の一部はロンドンの自然史博物館に保存されています。

ティレシウスが採集した標本はスウェーデンのアガード (C. A. Agardh) が手に入れ、彼の著作のなかで13種類が発表されました。それらの元になった標本はルント大学植物園で見ることができます。またドイツのキュッチング (F. T. Kuetzing) がティレシウスの採集品の一部を受け取り、研究した結果を彼の著作のなかでホンダワラ類だけで9種類発表しました。その後、標本はオランダのライデン大学に移り、現在も大事に保管されています。

1853年と1854年に日本に来たペリーの一行は沖縄、下田、函館などに上陸して、同行のモロー (James

Morrow) が種々の生物を採集し、またその数年後にはリングゴルドとロジャースの率いる探検隊も日本にきてライト (Charles Wright) が沢山の標本を持ち帰りましたが、これらのアメリカ隊は長崎には来ていません。

19世紀の終わりにスウェーデンの探検隊がヴェガ号で北極海の北東航路を開拓し、ベーリング海峡を経由して日本にも来ました。この船にはシェールマン (F.R. Kjelman) が同乗していて、1879年に長崎や五島列島で海藻を採集しています。私たちがよく知っているアサクサノリに学名を与えたのもシェールマンで、日本で入手した海苔の製品を研究して付けたものです。九州で採集したアマノリ類にはマルバアマノリやイチマツノリがあります。

明治時代に始まった日本人自身による海藻研究の前に、すでにこのような調査がなされ、標本がヨーロッパの植物学者によって研究されていました。



ヨレモクの図解 Turner が1809年に発表した Fuci. pl. 82.

公開記念講演会

九州産天然記念物指定淡水藻の生育現況

長崎大学名誉教授 右田 清 治

藻類でその発生地が国の天然記念物に指定されているのは、マリモ・クロキズタ・チスジノリ・シマチスジノリ・オキチモズク・スイゼンジノリ・シラタマモ・ヒカリモの8種である。クロキズタのみが海藻で、他の種類は淡水藻でそのうち4種が主に九州に生育している。

最近、川の汚染が進み、それらの発生地ですでに絶滅した所も少なくない。演者は1980年頃より各産地の生育状況を、機会あるごとに調査してきたが、それらの概要や増殖法などについて報告する。国の天然記念物指定の九州産淡水藻には、スイゼンジノリ・オキチモズク・チスジノリ・シマチスジノリがあるが、ここでは九州本土産の前3種について主にふれてみる。

スイゼンジノリ *Aphanothece sacrum* は、日本特産の希少藍藻で、熊本市の上江津湖の発生地は1924年に国の天然記念物に指定されている。本種は楕円形の小細胞が寒天質内に密に散在する群体をなし、その外形は平たい不定形である。群体は基物に付着せず浮遊するため、出水で流失したり、水質の悪化で衰退したりして、上江津湖の一角やそこより移植した八景水谷の池で、ごく少量が自生しているにすぎない。本種は環境庁のレッドデータブックでは絶滅危惧I類に区分されている。

一方、福岡県甘木市では本種を「川茸」と称し、秋月藩は幕府への献上品として、1760年頃からその生育を保護していた。現在、2業者が湧水の水田約6,600 m²で、流失ないようにショウブやセキショウを列植えて、企業的養殖を行なっている。ここでの生産量は年間160～200 ton(生)で、塩蔵品や乾燥品(寿泉苔)として販売されている。自生地と養殖場を図1に示したが、多くの養殖場は宅地化や後継者難などのため廃業している。

本種の群体内の1細胞を分離培養すると、分裂を繰り返して新しい群体をつくるが、初め中実な体は径1 cm前後で中空となり、やがて袋が破れて天然と同じ扁平になった。自生地では成長と水質の関係、養殖では生産性の高い個体の選抜などが今後の研究課題と思われる。

オキチモズク *Nemalionopsis tortuosa* は、ウミゾ

ウメン目チスジノリ科の紅藻で、ひも状の分枝体である。四国・九州の河川上流の清澄な流れに生育し、3産地が国の天然記念物に指定されている。九州では17ヶ所で生育の記録があるが、現在は図2のように7ヶ所のみで生育が知られている。そのうち、1997年に発見した熊本市加勢川の産地は3,000株以上が生育しており、他の現存地では100株前後かそれ以下である。環境庁のレッドデータブックでは絶滅危惧I類に区分されている。

本種は単胞子による無性生殖のみが知られているが、同属のチスジノリと同様に、同化糸の再生によっても成体に生育できる。単胞子発芽体や同化糸を単藻培養し、フラスコ内に繁殖させて保存培養としておき、その一部をミキサーで細断し素焼鉢片や貝殻に散布して、比較的容易に直立幼体が得られる。それらの種苗を熊本県嘉島町赤井の湧水の水路に、1993年秋に数個移植したところ徐々に増えて、1999年春には150株以上みられた。また、南小国町志津川では、保存培養の体を切断して流したら、従来みられなかった上流にも発生するようになった。なお、培養では仮盤状のほふく体から、翌年も直立体が発生するので、天然でも仮根で越冬するものと考えられる。



図1. スイゼンジノリの生育地(●現存地 ○旧養殖場)

1. 甘木市屋形原
2. 甘木市屋永
3. 久留米市国分
4. 山鹿市上吉田
5. 熊本市八景水谷
6. 熊本市上江津湖
7. 嘉島町上六嘉

チスジノリ *Thorea okadae*は、前種に似ているが同化糸が長く、体も長いのは100～150 cmに達する。枝は羽状に出て、太さは基部で0.8～1.5 mmで、暗紅紫色ないし黒褐色を呈する。本種は大中河川の中流域か盆地内に生育地があり、川内川菱刈町や菊池川山鹿市の発生地は国の天然記念物に指定されている。九州で10ヶ所の河川にその生育が報ぜられているが、その半数では絶滅しており、環境庁のレッドリストで絶滅危惧Ⅱ類に区分されている。現存地のうち、川内川えびの市の産地では比較的多くの300～350株がみられ、次いで菊池川の150～200株、他の産地の生育はそれ以下である。

日本南部の九州に主に分布するため、水温が冬期極度に低下しないのが生育条件の一つとも考えられているが、河川中流域で生育期の水温は7～13℃で、隣接の他河川より特に高くはない。本種は流れが停滞する所には育たず、水流が速くせせらぎをなす場所に生育する。また、橋の下で日陰をなす所によく発生するといわれてもいるが、橋脚の付近には土砂が堆積して、流れが速くなるのが生育に好条件をなしていると思う。

本種が有性生殖で果胞子をつくるのは吉崎氏により

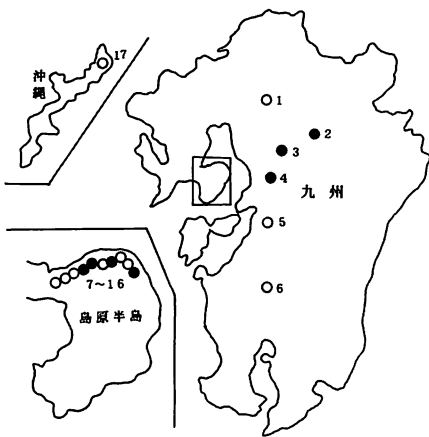


図2. オキチモズクの分布と生育状況(●生育○消失)

1. 福岡県甘木市(黄金川)
2. 熊本県南小国町(志津川)
3. 熊本県菊池市(木柑子川)
4. 熊本県熊本市(加勢川)
5. 熊本県鏡町(牛の泉)
6. 鹿児島県菱刈町(芋田川)
7. 長崎県吾妻町(阿母山川)
8. 長崎県吾妻町(山田川)
9. 長崎県吾妻町(田川原川)
10. 長崎県吾妻町(田内川)
11. 長崎県瑞穂町(大川)
12. 長崎県国見町(金長寺川)
13. 長崎県国見町(神代川)
14. 長崎県国見町(倉地川)
15. 長崎県国見町(土黒川)
16. 長崎県有明町(湯江川)
17. 沖縄県国頭村(辺野喜川)

説明されたが、前種同様に同化糸再生によっても成体が得られる。秋に発生し冬に50 cm前後になり、2月上旬より雌雄の分化がみられるが、果胞子の形成、放出は3月下旬以降である。その間、雄では造精器が形成されると同化糸は徐々に脱落し、雌でも成熟すると同じ現象がみられる。また、生育地の川では3月末頃までには、かなり多くの藻体が流失する。このような観察から、チスジノリでは果胞子よりむしろ同化糸再生により、次世代が発生するとも思われ、藻体を細断して上流より流すのも増殖の一方法といえよう。

ところで、川に生育する藻類で胞子などの生殖器官は下流に流され、上流や他河川に種が移動するには、他動的な能力が必要である。島原半島北部のオキチモズクの産地が、近距離で連続しているのは(図2)、鳥獣などの小動物が藻体や同化糸などを体付けて運び、分布を広げたと考えられる。また、鴨などの水鳥が藻類を捕食し、その糞から未消化の藻体片が排出されれば、種が他河川へ分布するより確実な方法といえる。そこで、まずアイガモ養殖場でオキチモズク、チスジノリ、カワモズクを与えてみたら、それらを食べることがわかった。さらに、アイガモを雛より飼育して、オキチモズクを食わせたなら、糞から生きた組織が排出された。ただ、鳥類の消化管は短く食べた物が早く出るようで、このような淡水藻の種の分布に関しては、未解決な課題が多い。

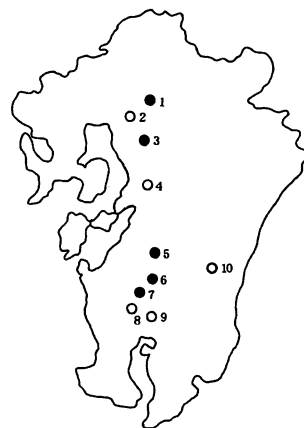


図3. チスジノリの分布と生育状況(●生育○消失)

1. 福岡県田主丸町(筑後川)
2. 福岡県筑後市(矢部川)
3. 熊本県山鹿市(菊池川)
4. 熊本県嘉島町(緑川)
5. 熊本県錦町(球磨川)
6. 宮崎県えびの市(川内川)
7. 鹿児島県菱刈町(川内川)
8. 鹿児島県鶴田町(川内川)
9. 鹿児島県牧園町(天降川)
10. 宮崎県(大淀川)

ミニシンポジウム

藻食性魚類の食害による藻場の衰退

藻類学会ミニシンポジウム企画の趣旨

カジメやクロメ等で葉状部が消失し茎状部だけになる現象は、これまで静岡県や和歌山県、宮崎県等限られた範囲で発生が知られていた。然し、1998年の夏以降アラメを含め日本沿岸で広くこの現象が認められた。これらコンブ科植物は外海域の藻場を構成する重要種で、この傾向が続くことになると重大な影響が懸念される。発生の広範さに比較すると部分的な観察ではあるが、この原因として魚類の食害ではないかと疑われる事実がある。

今後、この現象に広く関係者の関心を集め、原因の解明を促進するためこのミニシンポジウムを企画した。

南日本における藻食魚による藻場崩壊の機構について

(株) 海藻研究所 新井章吾

南日本における藻場の衰退や消失(磯焼け)は、文献と聞き取り調査から1970年代前半と1990年代に集中して発生している。1970年代前半の磯焼け発生域は、黒潮の影響を受けやすい場所である点が共通している。1990年代の磯焼け発生域は、黒潮の影響を受けやすい場所ばかりでなく、内湾系水の影響のある場所にも拡大しているのが特徴である。

宮崎県の海岸線は地形が単純で南北に延びているため、クロメの分布の推移が分かりやすいので紹介する。宮崎県においてクロメは、県南部の油津で1936年以前に採集され、青島で1954年に採集されている。その後両地点からの採集記録はなく、1992年までは、県中部の川南町がクロメの南限になっていた。1991年に川南町の北に位置する都農町のクロメが消失し、1992年に川南町のクロメが消失して、さらに北の日向市が南限になった。1999年におけるクロメの南限は、日向市細島港付近である。このように、太平洋沿岸南部のクロメの南限は、数十年の間に北上している。

南日本においても、北日本のキタムラサキウニが原因の磯焼け域と同様に、底生藻食動物の食害によって無節サンゴモの優占する磯焼けの場所がある。ここでは、近年南日本各地で観察されているアラメ・カジメ類の葉状部が短期間に消失して磯焼けが発生する現象について議論を進める。

アラメ・カジメ類の葉状部が残っている時点で調査が行われた静岡県南伊豆、宮崎県日向灘海岸、長崎県野母崎と平戸などでは、葉状部にアイゴやブダイの採食痕が残されていることが明らかにされている。また、南伊豆におけるカジメの葉状部の消失過程の観察からは、9～10月にはアイゴ、11～2月にはブダイの

採食が盛んで、同一カジメ個体が秋から冬にかけて両魚種の採食を相次いで受け、葉状部が消失することが明らかにされている。ブダイとアイゴについては、ヒロメの養殖個体を用いた摂餌試験が行われており、アイゴは水温20℃を下回ると摂餌活性が落ち、17.5℃以下では全く摂餌しなくなるのに対して、ブダイは水温18℃付近でもっともよく摂餌するという。南伊豆では10月以降、水温が連続的に20℃を下回るようになっており、上記の試験結果とよく一致する。

そして、このような磯焼けは、アイゴの異常発生によって採食量とアラメ・カジメ類の生産量のバランスが急激にくずれて引き起こされるのではないかと推測している。また、ブダイはアイゴと異なりなわばりを持ち、海藻の現存量が減少してもその場に留まるので、磯焼け発生後期にその影響が目立つようになるのではないと思われる。

それでは、なぜアイゴは異常発生するのだろうか。アイゴ科は熱帯域に分布の中心があり、Woodlandによるとインドネシアで15種、沖縄で9種、本州南部で2種となっている。アイゴが最も北に分布する種であり、その分布は冬の水温によって制限されていると考えられる。北半球冬季(12～2月)と夏季(6～8月)の海面水温の平均値について、1911～1940年と1961～1990年との差が、日本気象協会によって明らかにされている。磯焼けが発生している地域の表面水温は、夏季に0.5℃しか上昇していないのに対して、冬季に1.5～2.0℃も上昇している。冬季における1.5～2.0℃の水温差は、鹿児島県南部と本州中部の水温差に匹敵する。冬季の水温の上昇はアイゴ分布域の北への拡大をもたらし、内湾系水の影響で水温が低くアイゴが越冬できな

かったアラメ・カジメ類の藻場が発達する場所での定住を可能にしているはずである。アイゴの稚魚と幼魚が初夏から夏に餌による制限を受けずに生き残ることで異常発生が起り、成長したアイゴの採食によって秋にアラメ・カジメ類葉状部の消失が顕在化するのはないかと推測している。

水温には年変動があり、冬季の高水温によってもたらされるアイゴの異常発生による磯焼けと冬季の低水

温による藻場の回復が繰り返され、冬季水温の上昇傾向とともに藻場の面積が縮小しているのではないかと考えられる。地球規模での温暖化の影響によって「温帯域の海の森林」が広範囲に消失しつつあり、環境保全と水産資源増殖にとって放置できない問題である。また、アイゴの個体群動態に関する研究が行われていないので、この問題の解明には魚類の研究者との連携が求められる。

アイゴによる大型褐藻類の採食生態

水産大学校・生物生産学科 野田幹雄

1. はじめに

無脊椎動物による食害と磯焼けの関係については強い関心もたれ、特にウニ類の摂食圧が大型海藻群落の動態に大きな影響を及ぼすことはよく知られている。その一方で藻食性魚類が海藻群落に及ぼす影響については、群落の再形成を阻害する要因として考慮されるか、あるいは母藻投入などの手法によって藻場の修復を試みる際に問題視されてきたにすぎない。この背景には微小藻類や大型海藻類の発芽体・幼体の採食者としての藻食性魚類の位置づけが重視され、藻食性魚類のなかには大型海藻類を積極的に採食するものがあるという事実に関して漠然とした認識しかなかったことにも原因があると考えられる。

本講演は、魚類が既存の海藻群落を食害により消失させて磯焼けを発生させるほどの大きな影響力をもちうるのかどうかという点について、アイゴ *Siganus fuscescens* の採餌行動の分析を通じて検討した結果を報告し、魚類の採食圧と磯焼けとの関係についての論議の材料としたい。

2. 野外での採餌行動の観察と食性

アイゴ成魚を水中観察すると、単独かあるいは数個体の小さな群れで出現し、決まった場所できく観察される。しかし時に100個体を超す大きな群れを作り、水深1~2mのごく浅い場所にも出現した。このような大きな群れは広い範囲を移動しているようであった。本種はもっぱらアラメやホンダワラ類などの大型褐藻類を数分間採食しては移動しまた採食するという採餌行動を小地域でしばしば繰り返し、やがて遠くへ移動していくという行動様式であった。消化管内容物を調

査した結果でも大型褐藻類が主要な餌生物であった。コンブ目ではアラメ、クロメ、ヒバマタ目ではヤツタモク、マメタワラ、ヤナギモク、イソモク、ジョロモクなど様々な種類が出現した。採食された部位も葉状部だけでなく側枝、主枝、生殖器床、気胞、生長点を伴う部分など多様であった。本種はコンブ目やヒバマタ目の大型海藻類を幅広く常食していると考えられた。

3. 藻体の脱落をもたらす採食方法

天然のアイゴ成魚を水槽内で飼育し、アラメやホンダワラ類を与えて採食の様子を録画し採餌行動の分析を行った。本種は顎を小刻みに動かしながら口を連続的に開閉する一続きの採食(数秒程度続く)を間隔をおいて繰り返した。この採食パターンを基本にしながらも、海藻の種類および同一海藻でも藻体の部位によって採食の仕方が微妙に変化した。アラメでは薄く広がりをもった葉状部はわずかに口をずらしながら一続きの採食の間に複数箇所を採食し、葉の先端よりも中央部を横断するように食べることが多かった。対照的に硬く肉厚の茎状部は1箇所集中して繰り返し採食することが多かった。ホンダワラ類では種類によっては採食方法が異なった。ジョロモクやイソモクの場合には葉状部ごと主枝の先端を口に含んで刈り取るようにして採食し、頂端の生長点はすぐに消失してしまった。ヤツタモクやトゲモクの場合には、葉や側枝が主枝と接続する付け根部分に口を付けるようにして採食した。特にヤツタモクでは扁平して平板な主枝を直接横かじりすることが多く、主枝が途中から切断されることもあった。特に注目すべき点として、アラメの場合は葉や茎に残る採食痕の部分を、ホンダワラ類

の場合は採食痕の残る主枝を、再び選んで採食する傾向があった。このような様々な採食行動の特徴は、藻体の脱落を招きやすいと推察された。実際、投与された一株の海藻はアイゴに採食され続け仮根部だけを残す場合が多かったが、消失した藻体重量の20～80%は採食されずに脱落した量であった。

4. アイゴの採食痕と野外での食害の状況

魚類の採餌行動によって大型海藻群落消失する過程を経時的に追跡することは過去の事例から考えて極めて難しい。そのため食害を受けた藻体に残る状況証拠から群落喪失の原因を推定せざるをえない。その際の最も有効な手がかりが採食痕である。すでに報告されているように本種の採食痕の形状は三日月形か楕円弧形でその切断面には微細な波状紋が認められる。し

かし弧状欠損部の径(弧の両端幅)は噛み込みの深浅による変化が大きいうえに、海藻の種類あるいは採食部位によっては弧状の採食痕が残らない場合もあり、魚種を特定するための決め手にはなりにくい。そこで波状紋の微細構造に注目した。成魚にアラメを投与して波状紋の形状と大きさを詳細に分析するとともに、顎骨の骨格標本を作成して藻体に残る紋様の特徴の照合とその形状を決定する骨格構造の分析を行った。比較分析の結果、この波状紋の微細な特徴は本種に特有のものであると考えられた。この採食痕の特徴に基づいて野外調査した結果、本種の採食によってアラメの葉状部が消失したと考えられる小規模な食害域がいくつか見つかった。本種の食害によって発生したと推定されるアラメ類での葉状部消失現象の事例について簡単に報告したい。

長崎県沿岸で見られた魚類の食害が疑われるアラメ等の減少例

長崎県総合水産試験場 四井敏雄・桐山隆哉

魚類の食害が疑われるアラメ等の減少は、これまでも県下各地の磯焼け帯における藻場修復の試みの中で観察されてきた。然し、1998年に初めて自然状態においてこの現象が認められた。

1. 磯焼け帯における藻場修復の中で発生した魚類の食害

1). 野母崎の例

合成樹脂製の基質で養成したクロメを現場に設置した海藻礁に装着すると言う方法で、1984年から1986年にかけて実施した。クロメは装着直後から減少し、9月には消失した。この間、魚類の食害が疑われたので、刺し網を入れたところブダイ、ニザダイ、メジナなどが採捕された。これらの魚を陸上水槽に入れクロメを与えたところ、ブダイが摂食しこの食痕が現場に残されたものと一致した。翌年は海藻礁に防護ネットをかぶせたところクロメは順調に越冬したが、秋に来襲した台風により施設が破壊された。この一連の経過から、磯焼け帯における藻場修復ではウニ類、巻貝の食害以外に場所によっては魚の食害が問題になることが判った。

2). 有川の例

投石とコンクリート礁の投入を組み合わせた藻場修復事業が1994年に実施された。コンクリート礁にはFRP板上で養成したアラメを取り付けるように工夫されていた。3月11日に3～5cmの葉体が密生した板を合計240本取り付けけたが、2日後には80%の板では葉体が稀になり、まもなく全ての板上から消失した。漁業者からの聞き取りではこの場所では投石後メジナが沢山とれたとのことで、メジナの食害が疑われた。そこで、刺し網を入れたところメジナ、イスズミが採捕され、これらの胃内容物には多量の小型海藻が詰まっており、両種とも可能性があったが、現存量から見てメジナが食害種ではないかと考えた。

この2例以外にも、生月、大瀬戸を始め磯焼け帯における藻場修復の多くの試みにおいて、魚類の食害が認められており、この対策が藻場修復の大きい課題になっている。

2. 1998年に県下全域で発生したアラメ等の葉状部欠損現象

アラメ場の構成種として長崎県下にはアラメ、クロメ、カジメがある。これらにおいて、葉状部が無くなり、ひどいものでは茎だけになる現象が1998年の夏に

降に広い範囲で認められた(Fig. 1)。この症状は、良く観察しないと欠損がわからない程度の軽症から葉状部の部分的欠損、茎だけのものまで様々であった。発生水深は深い場所がひどいこと、同じ場所でも幼体やホンダワラ類には異常が無いこと、症状を示す個体と示さない個体が狭い範囲で隣接して見られること等、環境が影響する生理的な現象とは考えにくい。また、症状が新しい個体には葉縁部に特徴的な弧状の痕跡が認められ、時には菌型のようなものもあり、魚類の摂食が疑われた。そこで、ブダイ、アイゴ、イスズミ、ニザダイ、カワハギ、ウマヅラハギ、メジナの7種を用いて、陸上水槽内でクロメを与え、摂食の有無、摂食後の痕跡の特徴について調べた。その結果、ブダイ、アイゴ、イスズミの3種がクロメを良く摂食し、ブダイの摂食痕は上述した弧状の痕跡に酷似した。これらのことから、アラメ等における葉状部欠損現象は、ブダイ等による藻食性魚類の摂食によって引き起こされた可能性が高いと考えられた。

3. その他

ヒジキにおいても対馬で魚類の食害が疑われる生長不良現象がある。島原半島沿岸のワカメ養殖においても、1999年の11月から12月にかけて、幼体の周辺部が欠損する現象が多発した。これも原因は魚類の食害ではないかと考えている。

4. まとめ

海藻に見られた幾つかの不調現象の原因として魚の食害が疑われている。ただ、摂食現場の観察例や食害すると見られている魚が本当に増えたのかどうか、直接的な証拠が無い。食害種として疑われる種は全て経済価値が低く、漁獲対象となっていないのが大きい理由である。もし、一般的に言われているように、藻場が水産資源の再生産に大きい役割を演じているならば、魚による大型褐藻群落への干渉と藻場の変質は今後間接的に動物の生産にも影響を与える可能性があり十分な注意が必要と思われる。

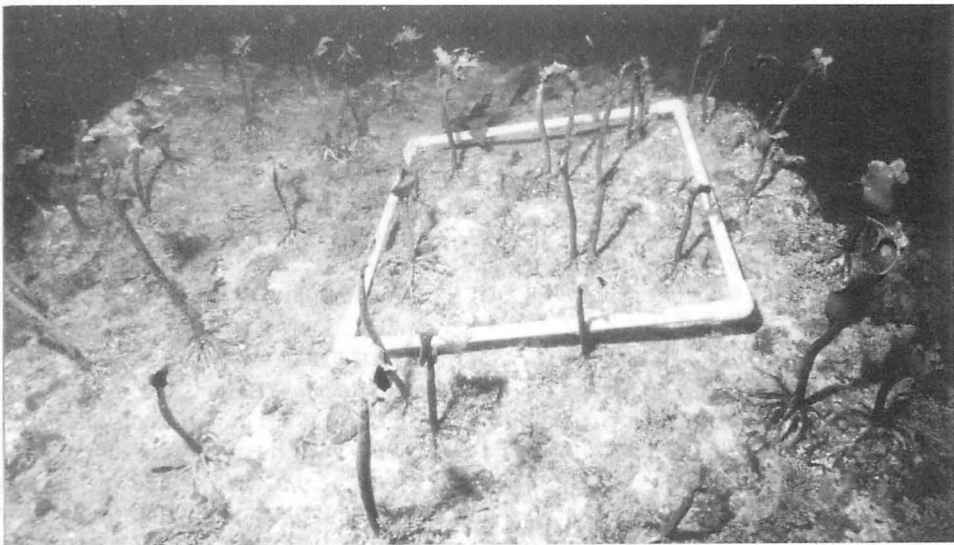


Fig. 1. 葉上部が欠損したクロメ(野母崎地先水深6-8m, 1998年12月7日撮影)

A 1 川口栄男：紅藻ユルジグスの生活史

ユルジグス属 *Predaea* はスギノリ目ヒカゲノイト科の紅藻で、熱帯・亜熱帯を中心に世界で 14 種が記載されている。日本からはユルジグス *P. japonica* を含めて 4 種が知られる。本属の種については、Millar and Guiry (1989) によるオーストラリア産 *P. kraftiana* に関して以外には、はっきりと生活史が明らかにされた研究がなく、特に日本産 4 種についてはこれまで報告がない。今回、その 4 種のうち、ユルジグスの果胞子からの室内培養をおこなったので、その結果について報告する。

本種は、九州北岸では、3 月から打ち上げで雌雄同株の配偶体のみが得られる。囊果を有する藻体は 5 月から 7 月まで出現する。培養下で放出された果胞子は、定着発芽後約 3 ヶ月で直径 2-3mm の盤状体になる。盤状体上には十字状あるいは不規則に分裂した四分胞子囊が形成される。四分胞子は果胞子と同様に発達するが、明瞭な盤状体とはならず、半球状の分枝系状藻体を形成する。約 2 ヶ月後半球状藻体から、配偶体直立藻体の構成系と考えられる直立系が形成されはじめる。

本種の生活史は今の所完結していないが、大形直立配偶体と盤状四分胞子体との間で異形世代交代をおこなっていると考えられる。(九州大・農・水産)

A 3 ○松山和世*・矢部 隆**・芹澤如比古***・田中次郎***：蓑ガメに着生するシオグサ目藻類の形態

背中が藻類で覆われたカメは一般に“蓑ガメ”と呼ばれているが、蓑ガメの甲羅に着生する藻類の詳細については知見が少ない。淡水産のカメの背甲に着生する藻類は緑藻シオグサ目ジュズモ属 *Chaetomorpha* の一種として記載されたが、その後新属バシクラディア属 *Basidcladia* に移された。しかし本藻類の所属についてはシオグサ属 *Cladophora* とする見解もあり、いまだ統一されていない。1998 年 8 月に徳島県阿波町の池で採集されたクサガメの背甲に本藻類が着生していたので、この藻類の形態的特徴について明らかにするため、光学顕微鏡、電子顕微鏡およびレーザー顕微鏡を用いて観察を行った。その結果、藻体は細胞が単列に繋がった糸状体で、基部でのみ分枝し、細胞の直径は 33-45 μm、細胞の長さは直径の 3-6 倍であり、細胞内には多数の核が見られた。ピレノイドは細胞周辺部の比較的小さい葉緑体には含まれておらず、細胞中央部の比較的大きい葉緑体にも含まれており、微細構造は複雑多裂型であった。これまでに観察されているシオグサ科藻類は葉緑体の形態とピレノイドの位置の違いから 7 つの型に分けられているが、本藻類はその中の 1 つで円盤状の葉緑体が細胞内に密に存在し、細胞中央部の葉緑体にはのみピレノイドが見られるタイプであった。本藻類と同様の型の葉緑体を持つシオグサ科藻類にはマリモ *Cl. aegagropila* とミゾジュズモ *Cl. okamurai* とがあり、ミゾジュズモについてはピレノイドの微細構造も本藻類と同様であった。

(*東海大・先端センター、**愛知学泉大・コミュニティ、***東水大・藻類)

A 2 ○石川依久子*・南雲 保**：アオサの粘着物質は水中接着剤になりうるか？

アオサの遊走細胞は、室内培養においてガラス面のみならずビニールや木片などあらゆる基物に付着し、発芽することから、アオサの遊走細胞が遊泳中に分泌する粘着物質を水中糊として開発できないかと考え、その可能性を検討した。実験には、東京湾および駿河湾のアナアオサを用い、放出後の遊走細胞の付着力を経時的に調べ、分泌される粘着物質の形状を SEM および TEM で観察した。すべての大型海藻は仮根の接着部に堅固な付着物質を保有するが、今回、アオサの遊走細胞に着目した理由は次のような利点によるものである。1. アオサの遊走細胞は放出後約 10 時間で大量の粘着物質を体表にまとうので、室内培養でこの物質を採取することができる。2. アオサの遊走細胞は、抗生物質存在下でも粘着物質を分泌するので、無菌の粘着物質を得ることができる。3. アオサ藻体は、ほぼ一年中採集可能で成熟する。4. アオサの大量発生は港湾の汚染をもたらし、近年深刻な公害問題となっているが水中接着剤の開発はこの有効利用として意義がある。

(*東邦大学・**日本歯科大学)

A 4 ○神谷充伸*・J. A. West**・G. C. Zuccarello***・川井浩史*：アメリカ東岸に生育する *Caloglossa intermedia* sp. nov. (イギス目コノハノリ科) の形態、生殖親和性および分子系統学的解析

アメリカ東岸に生育するアヤギヌ属藻群の形態を詳しく調査した。節部の細胞列数は *C. monosticha* に最も似ていたが、仮根の形成位置や細胞あたりの仮根数を比較すると、むしろ *C. lepreurii* に近いことがわかった。交配実験を行ったところ、本藻は *C. continua*, *C. lepreurii*, *C. monosticha*, *C. postiae* のいずれとも生殖反応を示さなかった。一方、ジョージアとサウスカロライナから採集された本藻の間では、F₂ 胞子体形成まで確認された。Rubisco 遺伝子のスベーパーおよびその周辺領域の DNA 塩基配列を比較すると、異なる集団から採集された本藻 3 株はすべて同じ塩基配列を示し、他種にはみられない 33bp の欠失が確認された。この分子データをもとに系統樹を構築したところ、本藻は *C. lepreurii* と高い確率で姉妹群を形成した。また、アヤギヌ属の中で、仮根の形成位置に関して平行進化が起こったことが示された。以上のことから、本藻はアヤギヌ属のどの種とも明確に異なるため、新種 *C. intermedia* sp. nov. として記載を行った。今回の結果は、本藻が *C. lepreurii* と *C. monosticha* を繋ぐ進化上のミッシングリンクである可能性を示唆している。(*神戸大・内海城センター、**メルボルン大学、***ニューサウスウェールズ大学)

A 5 ○加藤亜記・増田道夫：殻状紅藻フチトリベニ科 Rhodophysemataceae (Palmariales) の4種の比較研究

殻状紅藻フチトリベニ科の形態観察から示唆される種内分類群の実体を明らかにするため、分子系統解析を行った。ITS1, ITS2, *rbcl* の塩基配列を用い、最大節約法、近隣結合法、最尤法で系統樹を構築した。

フチトリベニ *Rhodophysemia georgii* は海草のアマモなどに着生し、有性生殖器官を欠いている。また、紅藻のアカバギナンソウなどに着生し、有性生殖する変種モツキフチトリベニ var. *fucicola* が報告されている。演者らは採集した標本や培養藻体から、モツキフチトリベニの有性生殖は確認できたが、フチトリベニでは確認できなかった。

ベニゴロモ *Pseudorhododiscus nipponicus* は海草のサガモに特異的に着生するが、ホンダワラ類に着生する小型の個体群が見い出された。両者は四分孢子嚢の柄細胞の形が異なり、室嚢では同所的に生育して、ともに有性生殖を行っている。

いずれの系統樹でもフチトリベニとモツキフチトリベニ、サガモとホンダワラ類に着生するベニゴロモ属の個体群はそれぞれほぼ100%のブートストラップ値で2つのクレードに分かれ、両者間の塩基置換率はクレード内に比べて明らかに高かった。これらの結果から、モツキフチトリベニを *Rhodophysemia fucicola* として扱う。また、ベニゴロモ属の2個体群をそれぞれ独立した種であると認め、ホンダワラ類に着生する個体群を新種モクゲシウ *Pseudorhododiscus sargassicolus* として扱う。

(北大・理・生物科学)

A 7 ○長谷川和清・田中次郎：ウラボシヤハズ (褐藻, アミジグサ目) の生殖器官の形態

ウラボシヤハズ *Dictyopteris polypodioides* (De Candolle) Lamouroux (1809) はヤハズグサ属のタイプ種であるが、その生殖器官の詳細な報告例は皆無である。本種の四分孢子体と雌雄配偶体が、1999年8月にイタリアの地中海沿岸サルディーニヤ島で採集された。成熟藻体は孢子体が大部分であり、配偶体は雌雄ともにわずかであった。

四分孢子嚢、生卵器、造精器は藻体の両面に形成される。四分孢子嚢群は楕円形の輪郭で、中肋に沿う毛叢を取り囲み、異なる発達段階の孢子嚢が混在する。よく発達したものは直径119 μm × 高さ132 μm (平均, 以下同) で、基部に1~3個の柄細胞がある。生卵器は単独で、あるいはほぼ同じ発達段階の数個から約50個が密集して生卵器群をなし、藻体羽状部の幅の約2/3にわたり幅広く散在する。特に毛叢周辺には、より大きな生卵器群が形成される。よく発達したものは50 μm × 79 μm で、基部に1個の柄細胞がある。造精器は、中肋両側の不規則な輪郭の造精器群内に密集する。造精器群は、周囲を1~3列の中性細胞に取り囲まれ、2層の細胞層からなる羽状部の両面に形成されることがある。観察した造精器は29 μm × 50 μm で、基部に1~2個の柄細胞がある。

以上の生殖器官の観察結果を、同属の日本産のシワヤハズとヘラヤハズ、オーストラリア産の *D. australis* と比較した。

(東水大・藻類)

A 6 ○阿部剛史*・増田道夫**・Phang Siew Moi***：イギリス紅藻 *Anotrichium celianum* の独立性について

キヌゲグサ属 *Anotrichium* (Naegeli, 1862) は、Baldock (1976) による豪州産カザシグサ連のモノグラフ以降、独立した属として広く認められるようになった。今回検討する *A. celianum* Abbott et Norris は1993年にハワイから記載された種で、四分孢子嚢の特徴が、*A. tenue* (C. Agardh) Naegeli では柄細胞の向軸側に位置する非対称形であるのに対し、*A. celianum* のそれは柄細胞の頂端に位置する対称形であるとして区別されたものである。しかし、Cormaci et al. (1994) は、タイプである地中海産 *A. tenue* の四分孢子嚢はそもそも対称形であり、非対称形の豪州産 *A. tenue sensu Baldock* は *A. secundum* (Harvey ex J. Agardh) Furnari に当たること、そのため *A. celianum* は *A. tenue* のシノニムであることを主張し、現在 Abbott (1999) もこの見解を受け入れている。

我々は1995年から1999年にかけて数度にわたり、マレーシア沿岸で海藻の採集・調査を行った。採集されたキヌゲグサ属植物の多くは直立軸が全く分枝しないが、一部の個体群は直立軸が頻繁に偽二分枝する。前者は典型的な *A. tenue* の特徴と一致するが、後者の特徴は *A. celianum* に見られるものである。Abbott はこの特徴をハワイ産個体群の地理的変異であると考えていたようであるが、マレーシアには両方の個体群がほぼ同所的に生育することが明らかになった。よって我々は、*A. celianum* は *A. tenue* とは別種であり、その相違点は四分孢子嚢の位置ではなく直立軸における分枝の有無であることを報告する。

(*北大・総合博物館, **北大・理, ***マラヤ大・高等研究院)

A 8 ○寺脇利信*・吉川浩二*・吉田吾郎*・内村真之*・新井章吾²：広島湾における大型海藻類の水平・垂直分布様式

広島湾は、瀬戸内海の中でも閉鎖的な湾で、湾奥部から湾口部にかけて、多種多様な環境条件の勾配が存在するが、大型海藻類の水平・垂直分布様式が明らかにされていない。広島湾の奥部から湾口部にかけての南東方向の調査測線に沿って、本土の大野町及び島嶼部の南東面に5調査地点を選定した。1998年12月、各調査地点の岩礁域において、D.L.基準水深+2mから深所へ、より物理的に安定な着生基盤を選定し、水深別の海藻類の被度を測定した。縦軸に水深、横軸に大野町の調査地点を起点(0 km)とした他の調査地点までの直線距離をとり、被度の等値線を結んだ。なお、底質は、岩、石〜礫、砂泥に3類型化した。

今回は、被度50%以上が記録された7種の主に大型海藻類について報告する。アナオササは、湾奥部・大野の潮間帯(+1m付近)の岩上が分布の中心であった。マクサは、湾奥部・大野から厳島の潮間帯(0 ~ +1m)の岩上が分布の中心であった。ヒジキは、湾奥部・阿多田島から湾口部・屋代島の潮間帯(+1m付近)の岩上が分布の中心であった。アカモクは、湾奥部・厳島から湾奥部・柱島の0m付近の岩と石〜礫の境界が分布の中心であった。ノコギリモクは、湾奥部・阿多田島の-1 ~ -2mの石〜礫上が分布の中心で、柱島、湾口部・屋代島へも広がっていた。フサイワズタは、湾奥部・阿多田島の-5 ~ -6mの石〜礫上〜砂泥上が分布の中心で、柱島では潮間帯の岩上にも見られた。クロメは、湾口部・屋代島の-3 ~ -9mの石〜礫上が分布の中心で、湾奥部・柱島、阿多田島へも広がっていた。(*瀬戸内水研, **海藻類研)

A 9 ○松本正喜* 田中和弘** 松村知明*: 神奈川県油壺湾におけるアラメ・カジメの生産量と垂直分布

●神奈川県三浦市の油壺湾において、アラメ群落内とカジメ群落内に50cm×50cmの方形枠を設置し、1997年11月から1999年4月までの期間に9回の観察を行い、アラメおよびカジメの藻体数、茎・主葉・側葉各部の長さ、側葉増加数、成熟状況を追跡観察し、季節による生長や年間生産量を推定した。●アラメ群落における年間生産量は、乾燥重量で約5.3kg/m²と推定された。またカジメ群落における年間生産量は約2.5kg/m²と推定された。それぞれの成熟期間は、アラメでは11月～3月でありカジメでは5月～11月であった。アラメの幼藻体は2月～5月に多く出現し、カジメでは11月～4月の期間に多く出現した。カジメの茎長伸長速度はアラメよりも大きな値を示した。●1998年8月、9月、11月に測点周辺における大型褐藻類を中心とした垂直分布を調査した。油壺湾では、上部からヒジキ、イソモク、アラメ、カジメの順に優占種が変化した。油壺湾内の検潮所で実測された最低水位（建設省国土地理院測地観測センターによる）を基準とすると、アラメが優占する水深は0.1m～0.5mであった。0.5m以深においては徐々にカジメが増加し、水深1.0m以下ではカジメが優占するようになった。比較的浅所に出現するカジメの着生基盤から生長帯までの長さは、最も潮位が低下したときの水深よりも概ね短かった。干潮時に露出する場所に出現したアラメは生残するのに対し、カジメは枯死してゆくことが観察された。●これらの観察結果より、油壺湾におけるアラメ・カジメの垂直分布は、幼藻体の出現時期および伸長速度の差異や、干出によるカジメ生育への制限などの要因によって形成されていることが示唆された。（*日本エヌ・ユー・エス（株） **（株）海洋リサーチ）

A 11 本多 正樹：カジメの光・温度・窒素濃度－生産力モデル

演者は、これまでにカジメ群落生産力を光と温度で関数化してきた（本多1996. 藻類 44: 149-158）。このモデルを発展させ、栄養塩濃度影響も再現できるようにすることは生態学的に意義が有ろう。カジメの光合成係数について、1) Φ_T は無機態窒素濃度（ $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ の和、以下窒素濃度）に影響される一方、 Ψ_T , Ω_T は影響されなかった、2) 窒素濃度 $0.5 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 以下で培養した場合、 Φ_T は4.6% d^{-1} 低下した、3) 窒素濃度 $0.5 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 以下で馴致後、窒素濃度 $2.5\sim 6.1 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 条件で培養した場合、 Φ_T の初期増大率は45% d^{-1} であったなどの実験結果を基に、 Φ_T 変化速度に対する窒素濃度影響の関数化を試みた（次式）。

$$\frac{\partial \Phi_T}{\partial t} = \left\{ \frac{0.018[N-0.45]}{(0.85-0.45)+[N-0.45]} \cdot \frac{1.125 \cdot \frac{1.29 \cdot 10^9 e^{-4.80/17T}}{1+e^{\frac{1.20 \cdot 10^{-4} (6.78 \cdot 10^2 T - 2.04 \cdot 10^4)/T}} - \Phi_T}}{1.125 \cdot \frac{1.29 \cdot 10^9 e^{-4.80/17T}}{1+e^{\frac{1.20 \cdot 10^{-4} (6.78 \cdot 10^2 T - 2.04 \cdot 10^4)/T}} - \Phi_T}} - 0.002 \right\} \Phi_T$$

ここに、 Φ_T ：温度T(K)における Φ ($\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$)、N：無機態窒素濃度 ($\mu\text{g-atN l}^{-1}$)。

上式から、窒素濃度に対して定常状態にある Φ_T は、 $3 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ で、 Φ_T 最大値（窒素濃度に制限を受けない場合の Φ_T 値）の98%と計算され、 $3 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 以上ではカジメの光合成が窒素濃度ほとんど制限されないと考えられた。本多(1996)のモデルおよびデータを用いて、 Φ_T を変化させた場合の1988年10月15日から230日間の積算生産力計算結果を解析した結果、 Φ_T 値を2%小さくした場合には、積算生産力の低下が4%にとどまり、 Φ_T 値を4%小さくした場合には、積算生産力が10%低下すると計算された。そして Φ_T 値が Φ_T 最大値の96%となる窒素濃度は上式から約 $1.6 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ と計算された。

（電中研）

A 10 本多 正樹：カジメの光合成能に対する窒素濃度の影響

1998年2～5月に神奈川県横須賀市秋谷地先海域から採集したカジメを約5km離れた電中研横須賀研究所に運び、小田和湾から取水した海水かけ流しのFRP水槽（約 1.5 m^3 ）で培養した。このカジメ6個体の側葉からコルクボーラーで直径16mmの葉片を2枚ずつ切り出し、一方は無機態窒素濃度（ $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ の和、以下窒素濃度） $0.5 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 以下の海水、もう一方は約 $15 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ （硝酸ナトリウムで $\text{NO}_3\text{-N}$ を調整）の海水を注水しながら培養し（光量約 $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ 、明暗周期12:12時間、温度約20℃）、19～34日後に光合成実験に供した。実験に供する前日に、葉片を直径12.8mmのコルクボーラーで切り出し、実験に用いた葉片の大きさを一定にした。同じ個体の同じ側葉から切り出した2枚の葉片を、低窒素濃度海水で培養した葉片の光合成能は高窒素濃度海水で培養したものに比べ低かった。得られたデータを基に非線形最小二乗法により、各窒素濃度条件での光合成係数 Φ_T , Ψ_T , Ω_T （本多1996. 藻類 44: 149-158）を求め、いずれの係数が窒素濃度に影響されるか解析した。その結果、 Φ_T は窒素濃度による有為差が認められたのに対し、 Ψ_T , Ω_T には差が認められなかった。

次に1999年5月にカジメ4個体の側葉から、葉片を6枚ずつ計24枚を切り出し、窒素濃度 $0.5 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 以下で培養した。培養開始後1～35日後に光合成実験に供した。その結果、 Φ_T は時間の経過と共に低下し、その低下率は4.6% d^{-1} と計算された。

アクリル水槽（約 0.3 m^3 ）中で低窒素濃度に馴致し、光合成能が低下したカジメ3個体の側葉から1999年4月に、葉片を4枚ずつ計12枚を切り出し、窒素濃度 $2.5\sim 6.1 \mu\text{g-atN l}^{-1}$ 条件で培養した。培養開始後1～4日後に光合成実験に供した。その結果、 Φ_T は時間の経過と共に増大し、その増大率は45% d^{-1} と計算された。（電中研）

A 12 ○坂西芳彦*・鈴木健吾**・宇田川 徹*・飯泉 仁*・山本正昭*：北海道東部太平洋沿岸海域の水中光量子量の季節変化について

（目的）漸深帯に生育する海藻の生理生態学研究において、光環境の把握は重要な研究項目のひとつである。しかしながら海藻群落が形成されるような沿岸海域の光環境に関するデータは断片的なものが多く、サンプリング頻度が高くかつ長期にわたるものは極めて少ない。そこで本研究では、ナガコンブやガッガラコンブの群落が形成される北海道東部太平洋沿岸海域で周年にわたり水中光量子量を調べた。また、水中光量子量とコンブ目藻類の光合成特性に関するデータから弱光下におけるコンブ目藻類の光合成特性についても検討した。

（方法）釧路市桂窓の北海道水産研究所の屋上で、地上の光量子量を連続的に測定した。2～3日おきに水産研究所に近い漁港突堤先端付近の海域で、地上と種々の水深における光量子量を同時に測定し、水深と相対光量子量との関係を求め、地上の光量子量と潮位の変動データとを併せて水中光量子量を求めた。（結果）釧路市周辺海域の水深2m（基本水準面を0mとしたときの水深）の積算光量子量は6月では $9.5 \text{ E/m}^2/\text{day}$ 、12月では $1.3 \text{ E/m}^2/\text{day}$ であった。これらのデータをもとに群落内のナガコンブ藻体を受ける平均的な光条件での1日あたりの純光合成量を計算したところ、その至適温度は生育現場の水温に近いことが明らかになった。

本研究は、農林水産省の環境研究「森林、海洋等におけるCO₂収支の評価の高度化」の一環として行われた。

（*水産庁・北水研、**（財）環境科学技術研究所）

A 13 ○栗原 暁・野呂忠秀：マレーシア西海岸におけるホンダワラ属の分布について

マレー半島に分布する褐藻ホンダワラ属については、これまで Phang (1984), Ahmad Ismail (1995) などの報告があり、鯨坂 (1998) も当学会で12種発表している。演者らも1998年から1999年に同国西海岸のホンダワラ属藻類を採集する機会を得た。期間中に調査した地点は北から、Pinang島、Pangkor島、Sembilan島、Morib、Port Dickson、Umbai 沖合いの Besar島・Dodol島・Nangka島・Undan島、Batu Pahat、Kukup および Pisang島である。

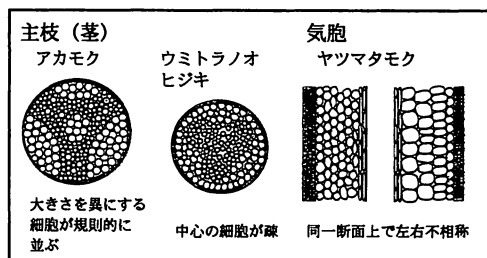
その結果、マレーシア西海岸で最も大きなホンダワラ藻場は Negeri Sembilan 州の Port Dickson にあり、*S. baccularia* が優先し、他には *S. binderi*, *S. siliquosum* が見られた。また Melaka 州 Umbai の沖にある島々にも *S. binderi* と *S. polycystum* の藻場が見られた。前述の報告によれば上記2地点の他に Pisang 島で生育の報告がある。例えば Pinang 島北部の Batu Ferringhi 浜は *S. stolonifolium* のタイプ産地であるが、我々の過去の調査を含め、季節を変えた3回の調査でも本種は採集されなかった。マラッカ海峡ではシルトの堆積が原因と思われるホンダワラ藻場の衰退がこれまでに報告されている。今回の調査からは本海域の透明度の著しい低下も原因のひとつではないかと考察された。(鹿児島大・水産)

A 14 ○島袋寛盛、野呂忠秀：南日本産ホンダワラ類の組織形態

褐藻ホンダワラ類の外部形態に関しては多くの研究があるが、その内部構造についてはほとんど報告されていない。そこで、その組織構造を比較形態学的に調べた。

1998年5-6月に鹿児島湾内で採集したヤツタモク、アカモク、エンドウモク、ウミトラノオ、ヒジキの葉、主枝(茎)、気泡、生殖器床を10%ホルマリンで固定し定法に従ってパラフィン包埋し、プレパラート切片を光学顕微鏡で観察した。

ホンダワラ類の組織は原形質のつまった一層の表皮細胞で覆われていた。この表皮細胞の幅には種により違いがあった。内部組織に関してはヒジキ以外の付着器で軸状の細胞が確認された。また以下の部位で特徴的な構造が認められ、ホンダワラ類研究に際して、興味深い知見となることが示唆された。



(鹿児島大・水産)

A 15 ○羽生田岳昭*・新井章吾*・植田邦彦*：日本産イワツタ属の系統および*rbcl*遺伝子イントロンの分布

イワツタ属(アオサ綱イワツタ目イワツタ科)は、約70の種および100以上の種以下の分類群を含む大きなグループである。この属の種レベルの分類は、主に葉体の形態や有性生殖様式を基に行われている。しかし、イワツタ属の器官には多くの中間的な形態が認められており、こうした点が種の境界をあいまいにしておき、分類学的な混乱を招いている。属内の系統関係に関しては、Calvert et al. (1976) により、葉緑体の微細構造に基づいた考察が行われているが、分子データを用いたイワツタ属全体の系統解析は未だ行われていない。また、我々は昨年、イワツタ属の複数種の*rbcl*遺伝子にイントロンが存在することを発見している。そこで本研究では、主に日本産イワツタ属を対象に、核のITS領域と葉緑体の*rbcl*遺伝子領域を用いた系統解析を行った。また、*rbcl*遺伝子イントロンの有無を明らかにし、イントロンの獲得および欠失過程の考察を行った。

その結果、今回用いた分類群の中では、フサイワツタが最も原始的であり、キザミツタとヘライワツタが最も派生的であることが明らかになった。これは、Calvert et al.の考察と一致する。しかし、ヘライワツタと同様に派生的だと考えられていたイチイワツタやタカノハツタはフサイワツタの次に分岐していた。そして、日本産イワツタ属11分類群のうち、4分類群(イチイワツタ、センナリツタ、タカノハツタ、フサイワツタ)にのみイントロンが見られた。これらのイントロンは、挿入位置や塩基配列の相同性などから、共通の起源をもつと推測された。また、イントロンの有無と系統解析から、*rbcl*遺伝子イントロンの存在がイワツタ属の祖先的形質である可能性が示唆された。

(*金沢大学・理・生物, ** (株) 海藻研究所)

A 16 ○上井進也・小亀一弘・増田道夫：日本産褐藻ヒルナミクラ(*Elachista taeniaeformis*)の分類について

Elachista taeniaeformis および本種に形態的に類似したナミクラ属数種の分類について、形態観察および分子系統学的手法を用いて検討を行った。*Elachista taeniaeformis*, *E. crassa*, および *E. flaccida* は基部が急激に細くなっている同化系をもつ。今回日本各地からこのような同化系を持つ藻体を採集し、形態観察および培養実験を行った結果、これらの種を識別する形質として用いられてきた同化系のサイズの違いや褐藻毛の有無といった形質には幅の広い変異が観察された。また、同化系の形態の違いをもとに記載された *E. sadoensis* の同化系のサイズは今回集められた標本の変異の中に含まれた。

日本産ナミクラ属のリボソーム DNA の ITS2 領域の塩基配列に基づく分子系統樹では *E. taeniaeformis* 様の同化系をもつ個体群は一つのクレードにまとまり、このクレード内での分岐順序は決定できなかった。

結論として *E. crassa* と *E. sadoensis* は *E. taeniaeformis* のシノニムであると考えられる。日本で *E. flaccida* と同定されてきた種も *E. taeniaeformis* と同種だと考えるが、大西洋の *E. flaccida* と *E. taeniaeformis* とが同種かどうかの判断には大西洋の標本の観察が必要である。また、*E. vellosa* もこのクレードに含まれたが、*E. vellosa* と *E. taeniaeformis* の間には同化系のサイズに明確な違いがあるため、*E. vellosa* は独立した種として扱うべきであると考えられる。(北海道大学・理学研究科・生物科学)

A 17 小亀一弘：褐藻ワタモ (*Colpomenia bullosa*) の自然下の胞子体について

褐藻ワタモはカヤモノリ科に属し、大形の配偶体と小型で盤状の胞子体による異形世代交代を行う。この生活史は、培養下ですでに明らかにされているが、自然下での胞子体はこれまで報告がなかった。今回、北海道の小樽市忍路と室蘭市から配偶体と胞子体を採集し、培養下での形態比較と核リボソーム RNA 遺伝子 ITS2 領域の DNA 塩基配列から、ワタモの胞子体を同定した。

ワタモの胞子体は、低潮線付近の岩や石上に生育し、直径 1~5mm の盤状で、体は基物をほう細胞糸とそれから斜めに立ち上がる細胞糸からなり、側糸を伴う単子嚢と棍棒状のアスコシストを形成する。このような盤状の褐藻はこれまで報告がない。また、これらの形態的特徴は培養下においても観察された。ITS2 の DNA 塩基配列については、配偶体からの培養株と胞子体からの培養株 3 株ずつにおいて決定した。配偶体と胞子体で完全に一致する配列もあったが、全体のアラインメントにおいて 5 つの位置で塩基の変異が見られた。

(北大・理・生物科学)

A 18 OValérie Stiger, Takeo Horiguchi, Tadao Yoshida and Michio Masuda: Revision of the systematic position of some species of Sargassaceae (Fucales, Phaeophyceae) based on ITS-2 sequences comparisons

Sequences from the ribosomal DNA internal transcribed spacer (ITS-2) were compared among species of the genus *Sargassum*, representing different subgenera and sections to assess the taxonomic relationships within this genus. Phylogenetic trees were constructed using parsimony, maximum likelihood and neighbour-joining methods, with *Myagropsis myagroides* used as outgroup.

The resulting phylogeny showed that the subgenus *Bactrophycus* is composed of three sections: *Teretia*, *Spongocarpus* and *Halochloa/Repentia*. The section *Phyllocystis* should be excluded from the subgenus *Bactrophycus* and included within the subgenus *Sargassum*. The result strongly suggests that *Hizikia fusiformis* should be transferred to the genus *Sargassum*, near the section *Teretia* of the subgenus *Bactrophycus*. Likewise, the two species *S. yendoii* and *S. piluliferum*, included in the subgenus *Phyllotrichia* should be transferred to the subgenus *Sargassum*, near the section *Malacocarpicae*. Finally, our result showed that *S. patens*, included within the subgenus *Schizophycus* is a member of the subgenus *Sargassum*, near the section *Acanthocarpicae*.

In relation with our molecular results, the problem of section designation within the subgenus *Sargassum* is discussed. Moreover, ITS-2 sequences from some species were conservative, showing that ITS-2 has not evolved at a sufficient rate to resolve the history of some *Sargassum* species. Nevertheless its use remains important at the subgenus and section levels.

(Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo 060-0810 Japan)

A 19 ○松山和世*・山崎 悟**・下村謙悟**・嵯峨直恒*：ウシケノリ目（紅色植物門）の SSU rDNA に基づく分子系統学的解析

紅色植物門ウシケノリ目 (Bangiales) は配偶体世代が円筒状のウシケノリ属 (*Bangia*) と葉状のアマノリ属 (*Porphyra*) から構成されている。近年、ウシケノリ目の分子系統に関する研究が行われるようになり、ウシケノリ属とアマノリ属は多系統である可能性が示唆されている。本研究ではウシケノリ目藻類の系統を明らかにするため、我々が配列を決定した 10 種と、これまでに登録されているウシケノリ目の SSU rDNA の塩基配列を基に系統樹の構築を試みた。その結果、近隣結合法、最大節約法、最尤法で構築した系統樹はいずれも大きく 3 つのクレードを示し、クレード 1, 3 はウシケノリ属とアマノリ属から成り、クレード 2 はウシケノリ属のみから成り、ウシケノリ属とアマノリ属は複数のクレードに分かれた。また比較的古くに分岐したと考えられるクレード 1 は大西洋産のウシケノリ属とアマノリ属から成っていた。日本産ウシケノリ属は北アメリカ西岸の太平洋産ウシケノリ属と同じクレード 2 に含まれていた。これまで近縁とされていたアサクサノリ *P. tenera* とスサビノリ *P. yezoensis* に加え、フタツボシ亜属のオオノリ *P. onoi* とマルバアサクサノリ *P. kuniedai*, *P. leucosticta* がクレードをつくり、クレード 3 に含まれた。また、クレード 1 に含まれる *P. purpurea* と *P. umbilicalls* はかなり古くに分岐した近縁種である可能性が示された。

(*東海大・先端センター、**東海大院・海洋)

A 20 ○嵯峨直恒*・松山和世*・山崎 悟**・下村謙悟**：ウシケノリ目（紅色植物門）の SSU rDNA に基づく系統樹から見た形質の進化

紅色植物門ウシケノリ目 (Bangiales) の仲間は潮間帯に着生する藻類で、世界中に広く分布する。本目は 1 科 2 属を有し、数種のウシケノリ属 (*Bangia*) そして 130 種以上のアマノリ属 (*Porphyra*) の仲間が知られている。本目の仲間は配偶体世代にシリンダー状またはシート状の構造を持つ形態的に単純な藻類である。これらは配偶体の基本的形状によりウシケノリ属とアマノリ属に分けられ、また、アマノリ属は細胞層の数、細胞あたりの色素体の数に基づいて、ヒトエアマノリ亜属 (*Porphyra*)、フタツボシアマノリ亜属 (*Diplastidia*)、フタエアマノリ亜属 (*Diploderma*) の 3 つの亜属に分けられている。我々は、松山らにより作成された SSU rDNA の塩基配列に基づいたウシケノリ目の系統樹 (本学会大会口頭発表) に対して諸形質をトレースすることにより、形質の進化について検討した。その結果、ほとんどの形質はホモプラシーであった。とくに、本目の系統を考える際、これまで有用と思われていた配偶体の形状、配偶体を構成する細胞層数、鋸歯の存在の有無などの体細胞の形質情報はホモプラシーであることが示された。一方、配偶体・胞子体の両世代における単胞子・殻胞子などの無性生殖器官の有無や、配偶体世代の造果器・造精器などの有性生殖器官配置パターンなどの生殖細胞の形質情報は、クレード内のグループをまとめる共有派生形質を示すものがあった。 (*東海大・先端センター、**東海大院・海洋)

A 21 ○下村謙悟*・山本 敏**・原山重明*
*・嵯峨直恆***:ウシケノリ目(紅色植物門)の
分子系統解析における新規分子マーカーII型DNAトポ
イソメラーゼの可能性

紅色植物門ウシケノリ目の分子系統解析に用いられてきた分子種には, SSU rDNA, ITS, *rbcL*, *rbcS*, RUBISCOスペーサーなどがある。分子系統解析では特定の系統関係を考察する際には, 複数の分子種を用いた考察が望ましいと考えられる。

ウシケノリ目を含め紅色植物門の種または属間の系統解析ではSSU rDNAや*rbcL*などに頼るところが大きかったが, 多様な紅色植物門の分子系統解析を行うためには分子系統解析に用いることのできる分子が更に必要と考えられる。我々はこのような新規分子種としてII型DNAトポイソメラーゼ遺伝子の単離を試み, その分子系統学的可能性についての検討を行った。

本研究の結果, アサクサノリ, ウシケノリ, オオノノリ, スサビノリ, マルバアマノリからのII型DNAトポイソメラーゼ遺伝子の単離に成功した。また, II型DNAトポイソメラーゼ遺伝子は少なくともSSU rDNAよりも早い進化速度を有し, 分子系統解析のマーカーとして有効である可能性が示唆された。

(*東海大院海洋・生物, **海洋バイオ研, ***東海大・先端センター)

A 23 ○金聖浩*¹・神谷充伸*²・川井浩史*²:
褐藻ナガマツモとヒモナガマツモの分類について

北半球の冷水域に広く分布する褐藻ナガマツモ *Chordaria flagelliformis* (ナガマツモ目)には Kjellman (1877) によりいくつかの品種が記載されており, 本邦からは典型的なナガマツモのほかヒモナガマツモ *f. chordaeiformis*, マバラナガマツモ *f. ramusculifera* が報告されている。このうち前二者が生育する北海道厚岸においては, 両者は分枝の数, 生育場所, 季節的消長, 培養下での生活史などで異なることが示されている(川井 1982 日本植物学会大会発表)。

今回, 北海道, カムチャッカ, ベーリング海, ヨーロッパのナガマツモ, ヒモナガマツモにつきrRNA遺伝子のITS及びIGS領域, *rbcL*遺伝子による分子系統学的解析を行った結果, ナガマツモは分子系統上は2つのグループに分かれ, 1つは分枝の多い典型的なナガマツモに, もう1つはヒモナガマツモに相当する; 後者は太平洋にだけ見られ, 大西洋で採集され形態上 *f. chordaeiformis* と同定されたものも前者のグループに含まれることが示された。以上の結果から, 本邦のヒモナガマツモは典型的なナガマツモと種レベルで異なり, また Kjellman により記載された *f. chordaeiformis* はナガマツモの生態型である可能性が示唆された。

(*¹ 神戸大・内海域, *² 神戸大・自然科学)

A 22 ○佐々木秀明*¹・小亀一弘*²・川井浩史*³:
分子系統からみた褐藻イワヒゲ属, キタイワヒゲ属
の分類について

褐藻イワヒゲ類(イワヒゲ *Myelophycus simplex*, ウツロイワヒゲ *Myel. cava*, キタイワヒゲ *Melanosiphon intestinalis*) ははじめナガマツモ目に含められていたが, 藻体が柔組織を持つことから現在はウイキョウモ目へ移されている。一方, イワヒゲは同型の世代交代を示す点で上記の何れの目とも異なるが, 細胞内にピレノイドをもつ1個の葉緑体を含み, ホルモシレンを性フェロモンとするなどカヤモノリ目との類縁もみられる(Kawai *et al.* 1994 ほか)。また最近の分子系統学の結果からはこれらの目がいずれも近縁であり, 広義のシオミドロ目として扱う考え方も示されている。

このような分類上の問題を明らかにするため, 上記3種につきrRNA遺伝子の介在領域(ITS1, -2)および25Sの一部, *rbcL*遺伝子のDNA塩基配列を用いて分子系統解析を行った。その結果, カヤモノリ目は広義のシオミドロ目の中で単系統群となり, イワヒゲ類はカヤモノリ目のクレードの中に含まれた。このため, イワヒゲ類はカヤモノリ目に帰属させるのが妥当であると考えられる。(*¹ 神戸大・自然科学, *² 北大・理・

生物科学, 神戸大・内海域*³)

A 24 ○川井浩史*¹・前場峻輔*¹・佐々木秀明*¹・
奥田一雄*²・池恩燮*²・Eric C. Henry*³: 新しい
海産糸状藻 *Schizocladia* (黄色植物門) について

イタリア, ナポリにおいて採集された, 未記載の海産糸状藻につき形態, 生活史, 微細構造, 光合成色素組成, 分子系統上の位置につき調べた。その結果, この藻はこれまでに知られている何れの系統群にも属さない黄色植物の新分類群であることが明らかになった。

藻体は偽分枝的に分枝し, 良く成長している細胞では直径3-5μmで, 1-2個の壁面性で黄色の葉緑体を含む。葉緑体にはガートルメラ, リング状のDNAがあり, クロロフィルa, cとフコキサンチンを含む。細胞壁はアルギン酸を含むが, 原形質連絡はない。10℃-25℃程度の範囲で成長し, 成熟すると細胞が丸くなるとともに細胞質が凝縮し, 遊泳細胞を生ずる。この際, 一旦多核状態になった後に数個の遊泳細胞を生じることもある。遊泳細胞は6-9x5-6.5μmで, 側生する不等長の2鞭毛を持ち, 眼点・後鞭毛の膨らみ構造を持つ。鞭毛には基部のらせん構造がみられる。18rDNA, *rbcL*遺伝子による分子系統学的解析では, 黄色植物に含まれるが既知の網には属さず, 黄緑色藻またはファエオタムニオン藻と褐藻の間から分岐する。

(*¹ 神戸大・内海域, *² 高知大・理, *³ Oregon State Univ.)

A 25 ○内村真之*・Olivier DECAMP*・内田卓志*・寺脇利信*・佐藤征弥**・金丸芳**：イワツタ類のアレロパシーに関する研究

藻類の他生物への生育の抑制や、促進的な作用のある物質（アレロケミカル）の同定および有効利用の可能性を探るために、その脂溶性物質が有力視されているイワツタ類とバクテリア、植物プランクトン等他生物との間のアレロパシーを調べた。

対象としたイワツタは、沖縄を除く日本沿岸浅海域に広く分布するフサイワツタ (*Caulerpa okamurae*)、沖縄産ビャクシンツタ (*Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium* f. *amicorum*)、愛媛県伊方産クロキツタ (*Caulerpa scalpelliformis* var. *scalpelliformis*) 及び、熱帯産と思われるイチイツタ (*Caulerpa taxifolia*) をサンプルとし、それらを水抽出した。また、フサイワツタについてはアレロケミカル含有量の年間変動をみるために、広島湾阿多田島で季節別にサンプリングを行った。

これらの抽出液を大腸菌 (*Escherichia coli* IF013500)、黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus* IF013276)、3種類の海産バクテリア (*Listonella anguillarum*, *Vibrio harveyi*, *Vibrio alginolyticus* subsp. *Alginolyticus*) 及び、赤潮渦鞭毛藻の一種 (*Heterocapsa circularisquama*) の増殖に対する影響を調べた。

その結果、①大腸菌と黄色ブドウ球菌には、すべてのイワツタの抽出液で増殖の阻害がみられ、中でも効果の強いものでは殺菌作用がみられた。②3種類の海産バクテリアでは種特異性がみられ、活性が高まった種とまったく影響のみられなかった種とに分かれた。③*H. circularisquama* では、クロキツタとイチイツタの抽出液では増殖阻害がみられたが、フサイワツタではまったく影響はみられなかった。

(*瀬戸内水研, **徳島大学・総合科学)

A 27 影山純子*・滝上真知子**・橋本昭司**・○長島秀行*：微細藻類に対するガンマ線照射の影響

放射線の一種であるガンマ線は医療用に利用される他に、人工的に突然変異を起したり、強い照射では致死効果をもたらすことから、植物の品種改良や殺菌などに利用されている。しかし、藻類に対する影響についての研究は比較的少ない。そこで、緑藻、紅藻数種に対するガンマ線照射の影響について調査した。

培養した藻類は高崎原子力研究所においてコバルト 60 によるガンマ線照射を行った後、実験室に持ち帰り光合成酸素発生活性と生育曲線を求めた。その結果、緑藻 *Dunaliella tertiolecta* C-524 株の光合成活性は 1000 Gy (Gy) までの照射では未照射の 50% になったが、緑藻 *Chlamydomonas reihardtii* C-9 株、*Chlorella sorokiniana* C-133 株、紅藻 *Galdieria sulphuraria* M-8 株はほとんど影響を受けなかった。*Chlorella vulgaris* C-135 株の光合成活性はガンマ線照射により明らかに促進された。これらの藻類の 10 日後における生育を見ると、*D. tertiolecta* が 200Gy の照射で既に生育できなくなっていたが、他の藻類では生育可能であった。500Gy 以上の照射では全ての藻類でほとんど生育できなかった。これらの結果から、藻類に与えるガンマ線の効果について考察する。

(*東京理科大学・理, **高崎原子力研究所)

A 26 矢部 和夫：初期発生期のダルスに与える UV-B の影響と紫外線吸収物質 palythine の作用について

目的：紅藻ダルスの初期発生期に与える紫外線 UV-B の影響を札幌における UV-B 日積算値の月平均値の Damaging UV (DUV) 最大値 0.7 kJ m^{-2} を基準とした条件で調べ、その後、紫外線吸収物質 palythine を用いてダルスの生育阻害防御率を調べた。

方法：HPLC でダルスに UV-B を照射したときに放出する紫外線吸収物質を調べた。次に、スライドガラス上の紅藻ダルスの胞子、盤状体、幼胞子体を一定量の海水に入れ、直上 20 cm の位置から健康線ランプ (Toshiba FL-20E) および白色蛍光灯の光を照射した。紫外線照射後、2ヶ月培養した後スライドガラス上の幼胞子体を無作為に選んだ部分から 100 mm^2 あたりでかき取って生産量を測定した。同じ条件で、palythine を 0.00, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 mM で溶解した海水を使用して紫外線照射した後、2ヶ月培養して palythine の作用を調べた。

結果：ダルスは palythine, shinorine, porphyra-334, mycosporine-glycine を放出することが明らかになった。紫外線照射後、2ヶ月培養した後、スライドガラス上の幼胞子体の生産量をそれぞれの値について Control の値との差をもとめ Control の値で除し 100 を乗じて初期発生期の阻害率とした。さらに、palythine の作用については、ダルスの胞子および盤状体の palythine 濃度 0.00 mM における阻害率と各濃度における阻害率とから阻害防御率を求めた。その結果、palythine が紫外線 UV-B によるダルスの胞子および盤状体の生育阻害を防御する可能性を示唆するものと考えている。

(北海道東海大・工・海洋開発工)

A 28 ○森田晃央・倉島彰・前川行幸：ワカメ及びヒロメ配偶体の生長と成熟におよぼす水温の影響

ワカメは日本の暖流系コンブ目の代表的な種で、寒流の影響が強い一部を除く九州から北海道に至る全沿岸域に生育している。一方、ヒロメはワカメと比較して水温のやや高い沿岸域に生育していることから、これら 2 種の分布域を限定する要因として水温が考えられてきた。そこで本研究では、まず両種の配偶体を様々な温度条件下で培養することにより、配偶体の生長及び成熟から、水温と分布域の関連性を明らかにしようと試みた。

培養は光強度 $50 \mu\text{E m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、水温 10-20℃ の 5℃ 間隔及び 20-30℃ の 1℃ 間隔の条件下で 6 日間行った。生長倍率は、培養開始時の配偶体の面積を 100% として、1 日おきに面積を測定し生長を評価した。成熟率は 50-100 個体の雌性配偶体の中で卵を形成した個体の割合とした。

配偶体の生長に最適な水温は、ワカメ及びヒロメ共に 20℃ であり、また生育限界も共に 28℃ であった。一方、配偶体の成熟適温はワカメが 10-20℃ であったのに対し、ヒロメは 15-25℃ であった。これは、ヒロメの成熟がワカメより高温に適応していることを示し、水温が分布域を限定する一要因であることを示唆していた。

(三重大・生物資源)

A 29 ○森田 哲生・金 南吉・能登谷 正浩：韓国統営産アサクサノリの生活史と無配生殖

アサクサノリの生活史について既に幾つかの報告があり、葉状体は原胞子の他に受精によって形成される接合胞子の放出が知られている。韓国統営産アサクサノリでは、これらの他に無配胞子生殖が認められた。接合胞子は温度 5, 10, 15, 20, 25, 30℃, 光量 $40 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 光周期 14L:10D と 10L:14D を組み合わせた条件下で培養した。培養液には Grund 改変培地を用いて 3 日目毎に換水した。糸状体は 20℃, 14L:10D で早く生長し, 10–25℃ で成熟して殻胞子嚢を形成するが, 20℃ で最も多数の殻胞子嚢枝を形成した。20℃ 下の殻胞子発芽体は培養 3 週間後、葉長約 2 mm の幼葉となり、原胞子が放出されたが、それらの発芽体には 2 極性の葉状発芽体と 1 極性の糸状発芽体の 2 通りが認められた。葉状体からの接合胞子の放出は、20℃ 下では 5 週間の培養期間を必要とし、葉長約 15 mm の葉状体に認められるため、糸状体へ発芽した胞子は無配胞子と見なされた。無配胞子体を 25℃ 下で培養を続けたところ、3 週間後に殻胞子嚢を形成して殻胞子を放出した。この殻胞子は発芽して正常な葉状体となった。クロノリ、ウシケノリと同様に本種にも無配生殖によるサイクルが明らかになった。

(東水大・応用藻類学)

A 31 ○Raikar, S. V. and Y. Fujita Callus induction and thallus regeneration in the red algae *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta)

Axenic explants (4–5 mm) were inoculated on agar media which were supplemented with different auxins and cytokinins. Explants inoculated on ASP_6F_2 supplemented with plant growth regulators IAA and BAP at a concentration of 0.05 and 0.01 mg/l respectively enhanced the callus induction. The callus originated from the cortical cells, was a disorganized mass of cells and was reddish-brown in pigmentation. Results from tests of different nitrogen and carbohydrate compounds on the growth of callus showed that ASP_6F_2 medium supplemented with asparagine (0.1 mM) and glucose (10 mM), together with plant growth regulators IAA (0.05 mg/l) and BAP (0.01 mg/l) was suitable for subculture. Regeneration of plantlets was achieved in enriched seawater media (ES and PES) but not in artificial seawater media (ASP_6F_2 and $\text{ASP}_{12}\text{NTA}$).

Graduate School of Marine Science and Engineering,
Algal culture laboratory, Nagasaki University.

A 30 Uppalapati, S. R.*・藤田 雄二**：Initial events in the colonization of *Porphyra* by *Pythium porphyrae*

The initial events in zoospore germination and infection of cultivated *P. yezoensis* T-14 by *Py. porphyrae* were studied using a combination of epifluorescence-, scanning- and electron microscopy. The initial events in the colonization of *Porphyra* following initial contact with the host surface by the zoospores (infection agents for *Py. porphyrae*) involved, loss of motility → loss of the flagella and characteristic shape of the zoospore → encystment and cyst wall formation → cyst germination and appressorium formation followed by host invasion. In situ observations of zoospore encystment and appressorium formation on *P. yezoensis* T-14 thallus segments modified to remove surface galactans; in vitro observations on films formed by purified porphyran has confirmed porphyran in inducing signal that trigger encystment, and the 6-O substituted sulfate in appressorium formation. GLC and ^{13}C -NMR analysis of these purified porphyrans showed a typical porphyran type structure, a hybrid polymer with repeating units of agarose and agarose precursor units in 1:1 ratio. Non-cultivated species of *P. tenuipedalis* have displayed resistance to *Pythium* infections. Structural differences in porphyran on susceptible *P. yezoensis* T-14 and resistant *P. tenuipedalis* suggested biological role porphyran in pathogenesis and resistance.

(*長崎大・海洋, **長崎大・水産)

B 1 ○中野武登*・林 勝彦**・長谷川啓介**： ハワイ・オアフ島の土壤藻類

海底火山の噴火によって形成された海洋島であるハワイ諸島において分類学的見地から土壤藻類の研究を詳細に行った例はほとんど無い。本研究では、この特殊な環境下にあるハワイ諸島の土壤藻類の実態を解明すると共に有用微細藻類の検索を行うことを目的とした。本研究では、ハワイ諸島のオアフ島の 5 地域において各地点のさまざまな環境を考慮し、総計 210 地点の土壤試料を採取し、BBM 寒天平板培地上で分離作業を行った。出現した微細藻類の種の同定は、コロニーの直接観察、単藻培養、無菌培養細胞の観察によって行った。その結果、藍藻類（シアノバクテリア）、緑藻類、真性眼点藻類、黄色藻類など総計 37 種の土壤藻類の存在を確認した。また、これまでに世界から一度しか報告されていない種である緑藻類の *Gloeosphaeridium firmum* (ユーゴスラビア)、*Coccobotrys verrucariae* (南極) などの稀産種も多く出現した。土壤の pH は、一部の試料を除いて弱酸性か中性であったためか種数としては緑藻類が最も多く、次いで藍藻類であった。有用微細藻類の検索に関する研究は、現在続行中である。

(*広島工業大学・環境, ** (株) 日健総本社)

B2 ○堀口健雄*・久保文靖**・三芳由希子*：海岸地下 水脈の渦鞭毛藻類の多様性

海岸の砂浜の波打ち際から20メートルほど陸地側（表面の砂はサラサラである）の地点を掘ってみる。1メートル強も掘ると水がしみだしてくるが、この海岸の地下水脈は陸地からの淡水と海水がダイナミックに拮抗する場所らしい。このような塩分濃度的には不安定な、地下の暗黒世界にも多様な渦鞭毛藻類が生息する。1993年から1994年および1997年から1999年の2期にわたり北海道石狩海岸でこれらの渦鞭毛藻類の多様性の実体と出現種の分布パターン、季節変化を調べた。その結果、*Amphidinium*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Katodinium*, *Roscoffia*, *Sinophysis* などに属する28種の従属栄養性の渦鞭毛藻類の存在を確認することができた。これらの中にはいわゆる砂地性の渦鞭毛藻類としてすでに報告されているものもあったが、未記載種も含まれていた。

分布・季節変化の調査は1997年4月から翌年7月まで毎月おこなった。分布パターンの調査は、陸地側の基準点から海岸に向かって5メートル間隔で穴を掘り、しみだした海水中の種組成を調べるといった方法によった。一般に海岸に近い塩分濃度の高い地点で出現種数が多かったが、低塩分濃度の採集ポイントでも6-8種の渦鞭毛藻の出現が確認できた場合もあった。一方、出現種の季節変化では高水温の夏期にやや種数が少ない傾向があったものの、多くの種は年間を通して出現する傾向が見られた。

（北大・院理・生物科学，*丸子北小）

B4 ○金田美奈子*・石田健一郎**・原慶明*** ：多核アメーバ相を生活環に持つクロララクニオン 藻の一種（グアム島産）について

クロララクニオン植物はクロロフィルa,bを持ち、4重の膜で覆われた葉緑体と、ヌクレオモルフ（二次共生によって取り込まれた葉緑体の起源となる真核藻類の核が退化した小器官）を持つ、海産の単細胞藻の一群である。グアム島の珊瑚礁湖底の砂サンプルから、大きさ約15 μmの緑色でアメーバ状細胞のクロララクニオン藻、一種を単離培養した。

培養下では、本藻は単核のアメーバ状細胞が分裂を繰り返す単純な生活環である。しかし培養齢が進むなど、培養条件が変わると、大きさが約32 μmに達する大きな多核のアメーバ状細胞が出現する。それらはその後分泌した粘質物の中で徐々に球形化し、ほとんどが球状細胞となってコロニーを形成する。

ヌクレオモルフはピレノイド基部にあり、ピレノイドには管状膜構造の陥入が観られることから、ギムノクロラ属に属する種であることを確認した。しかし、同島で以前に単離した基準種の *Gymnochlorella stellata* と形態的特徴は酷似するが、細胞壁のない多核のステージを生活環にもつ点で異なる。

（*山大・院・理工，**British Columbia大・植物，***山大・理・生）

B3 ○瀧下清貴・青井研・内田有恒： 従属栄養性渦鞭毛藻 *Oxyrrhis marina* のSSU rDNAのクローニ ングおよび渦鞭毛藻類由来SSU rDNAの系統樹再構築

従属栄養性渦鞭毛藻 *Oxyrrhis marina* 由来SSU rDNAをPCR法によってクローニングし、その塩基配列を決定した。そして *O. marina* を含めた45種の渦鞭毛藻類のSSU rDNA塩基配列をもとに近隣結合法による系統樹の作成を行った。その際、遺伝距離算出法として、Kimura 2-parameter法に加え、substitution rate calibration法（塩基の個々の座位における置換率を考慮した進化距離推定法）も用いた。Kimura 2-parameter法を用いた系統解析では、*Amphidinium* 属が *O. marina* を含めた葉緑体を持たない渦鞭毛藻類4種とクラスターを形成したのに対し、substitution rate calibration法を用いた系統解析では、*Amphidinium* 属はゴニオラックス目の渦鞭毛藻類とクラスターを形成し、葉緑体を持たない渦鞭毛藻類の系統は単独で系統樹の根元から分岐した。比較的枝長の長い *Amphidinium* 属と葉緑体を持たない渦鞭毛藻類の系統は、Kimura 2-parameter法による系統樹では、'long branch attraction phenomenon' と呼ばれるartifactを起こしていることが予想され、したがってこのartifactを是正することが可能な後者の解析法に基づく系統樹のトポロジーがより信頼性の高いことが示唆された。substitution rate calibration法を用いた系統樹では、葉緑体を持たない種の系統は、葉緑体（主要カロテノイドとしてペリディニンを持つタイプ）を保有するどの種よりも早く分岐したことから、渦鞭毛藻類は元来は従属栄養性であり、後からペリディンタイプの葉緑体を獲得したことが示唆された。

（京都大学・農・応用生物）

B5 ○中澤敦・野崎久義：培養株の比較形態に基づく単細胞性緑藻類 *Vitreochlamys*（ボルボックス目）の種レベルにおける分類学的研究

Vitreochlamys Batko は単細胞性の淡水緑藻で、不正な異名として *Sphaerellopsis* Korshikov がある。本属は *Chlamydomonas* 属に類似した細胞構造を有しているが、膨潤した細胞壁が原形質体を取り囲んでいるのが特徴である。現在までに20種以上が記載されており（Ettl 1983），その細胞壁の特徴は、寒天状の基質構造を有する *Volvox* 等の群体性のボルボックス目、及びヨツメモ目に共通する興味深い生物であるが、その種レベルの分類は立ち遅れている。即ち、光学顕微鏡レベルでの観察に基づいた種レベルの記載分類学的研究が殆どであり、近年の本属における分類学的研究としては、1~2種が個々に培養され、光学顕微鏡レベルの観察が行われたという報告しかない（Batko 1970, *Acta Mycologica* 2: 407; Pringsheim 1961, *Arch. Mikrobiol.* 40: 336; Ettl 1963, *Nova Hedwigia* 5: 255; Nakazawa & Nozaki 2000, *J. Jpn. Bot. in press*）。

今回日本、ドイツ、チェコ/スロバキアより採集された *Vitreochlamys* 属9代表株を用い、種の認識を中心に、同一培養条件下での光学顕微鏡と電子顕微鏡による形態観察を行った。その結果、安定した種レベルでの識別形質が明らかとなり、9代表株は6種、*V. fluvialis*, *V. gloeocystiformis*, *V. ordinata*, *V. nekassovii*, *V. aulata*, 新種 *V. pinguis* に分類された。また *rbcl* 遺伝子を用いた系統解析の結果、*V. pinguis* は形態的に類似した *V. aulata* の、チェコ/スロバキア産と日本産の4株が構成する単系統群と明らかに分離し、両種を独立種として認識する妥当性が支持された。

（東京大学・大学院理学系・生物）

B 6 〇野崎久義・三沢計治：葉緑体コード複数遺伝子から推測した群体性緑藻 *Astrephomene* (ボルボックス目) の系統的位置

Astrephomene Pocock (1954, Trans. Roy. Soc. S. Afr.) は有機物質の多い淡水域に生息する緑藻で、ボルボックス科 (Volvocaceae) の様な球状の群体をもつが、群体形成時に反転 (Inversion) をしないので独自のアストレフォメネ科 (Astrephomenaceae) が Pocock (1954) により提唱されている。これまでに *A. gubernaculifera* Pocock (1954) と *A. perforata* Nozaki (1983, J. Jpn. Bot.) が記載されている。最近我々は、*Astrephomene* の群体の微細構造が *Gonium* 属と類似するので両属の一つのゴニウム科 (Goniaceae) に分類することを提唱し (Nozaki & Kuroiwa 1992, Phycologia)、形態的形質の分岐系統学的解析は4細胞性の *Tetrabaena* と *Basichlamys* を除いた本科の単系統性を支持した (Nozaki & Ito 1994, J. Phycol.)。ところが、群体性ボルボックス目の最近の分子系統学的解析では、*rbcL* と *atpB* の両遺伝子、合計2256塩基対を用いても *Astrephomene* 属の系統的位置は不確定であった (Nozaki et al. 1999, J. Phycol.)。

今回、葉緑体コード *psaA* 遺伝子1491塩基対、*psaB* 遺伝子1494塩基対、*psbC* 遺伝子780塩基対を *rbcL-atpB* 遺伝子に付加した計6021塩基対に基づく47 OTUs の分子系統学的研究を実施した。その中で、*Astrephomene* 2種のこれらの遺伝子のコドンの3番目の塩基は本属以外の内群間のものに比べて置換率が極めて高く飽和しており、系統学的情報に欠陥があることが判明した。従って、コドンの3番目の塩基を排除した系統解析を行い、*Astrephomene* 2種と *Gonium* 5種が単系統であると、NJ と ML の比較的高いブートストラップ値で示唆された。(東京大学・大学院理学系・生物)

B 8 〇栗山あすか¹・真山茂樹¹・高橋 修²・南雲保³・藤原祥子⁴・都筑幹夫⁴：放散虫から単離した共生珪藻 *Minutocellus polymorphus* の形態および分子による系統学的解析

原生動物である放散虫には、渦鞭毛藻、ハプト藻、ブラシノ藻、黄金色藻が共生していることが知られている。また、同じ有毛根足虫門に属する有孔虫の細胞内には珪藻も共生するが、それらは宿主内では珪藻の特徴である被殻を形成せず、宿主から単離し培養することにより、初めて被殻を形成する (Lee et al. 1979)。

演者らは沖縄県瀬底島沖にて放散虫を採集し、細胞内に共生する藻類の単離、培養を行った。その結果、*Sphaerococcus fuscus* Meyen から単離した藻が被殻を形成した。被殻は円筒形で、殻直径1.5~4.4 μm、貫軸長3~6 μm、2枚の葉緑体を持っていた。培養した個体はいたいへん矮小化していたが、電子顕微鏡観察により、胞紋が輪形師板で覆われること、退化した眼域と思われる構造があること、異極性の管状突起を持つことなどがわかり、本種を中心珪藻の *Minutocellus polymorphus* (Hargr. et Guil.) Hastle et al. (1983) と同定した。彼女らは被殻の形態により *Minutocellus* 他数属を *Cymatosira* 科へ帰属させているが、本研究では18S rDNAの解析により、この妥当性を検討した。得られた分子系統樹では *Minutocellus*, *Cymatosira*, *Papiliocellulus* は単系統群をなしており、本種の *Cymatosira* 科への帰属は分子からも支持された。

(¹東学大・生物、²東学大・地学、³日歯大・生物、⁴東薬大・生命)

B 7 〇大西啓介^{*}・森田詠子^{**}・野崎久義^{*}：ビレノイドを欠く単細胞性緑藻 *Chloromonas* 近縁群における *rbcL* 遺伝子の特異的進化

Chloromonas と *Chlamydomonas* は共にボルボックス目に所属し、*Chloromonas* は葉緑体中にビレノイドをもたないという形態的特徴をもつ。*Chlamydomonas* の“典型的な”ビレノイドは葉緑体中でデンプン粒に囲まれて存在し、ビレノイド基質には RuBisCo が高濃度に凝縮されている。最近我々は *Chloromonas* と *Chlamydomonas* 数種から構成されている近縁な11株からなる系統群 (クロロモナス系統群) の葉緑体を調査し、これらの株が“典型的な”ビレノイドをもつもの (4株)、変形したビレノイドをもつもの (2株)、ビレノイドをもたないもの (5株) から構成されていることを明らかにした。さらにこれらの株のビレノイドにおける形態的多様性が CO₂ 濃縮機構と相関していることが推測された (Morita et al. 1999, Planta)。近縁な生物間にもこの様な大きなビレノイド形態の差異があり、しかも RuBisCo がビレノイドの主成分であることから、RuBisCo のサブユニットをコードしている *rbcL* 遺伝子にも特異的な変化が起きているのではないかと考えられ、予備的に18S rRNA 遺伝子と *rbcL* 遺伝子のコードするアミノ酸の置換を比較したところ、*Chloromonas* 系統群内の *rbcL* 遺伝子のコードするタンパク質のアミノ酸の置換が上昇していることが示唆された。

今回、クロロモナス系統群の葉緑体コードの *atpB* 遺伝子1128塩基対を決定し、これと *rbcL* 遺伝子 (Morita et al. 1999) とを比較した。その結果、*rbcL* 遺伝子のコードするアミノ酸配列の置換が *atpB* 遺伝子のコードするものと比較してクロロモナス系統群内で上昇していることが示唆された。したがってクロロモナス系統群内における *rbcL* タンパク質中のアミノ酸の高い置換率は葉緑体ゲノムがコードするタンパク質遺伝子の本系統群内の一般的特性に起因していないことが考えられる。以上のような *rbcL* 遺伝子の特異的進化がクロロモナス系統群の中におけるビレノイドの変形、消失に何らかの関係があると考察される。

(^{*}東京大学・理学部・生物、^{**}国立感染症研究所)

B 9 〇笠井文絵¹・D. D. ティエン²・N. K. ソン³・M. R. マルチネス-ゴス⁴・A. マハカン⁵・渡辺信¹：東南アジア産 *Closterium ehrenbergii* (Chlorophyta, Charophyceae) の交配群

微細藻類はコスモポリタンといわれているが、実際に交配可能な生物学的種の分布はほとんど知られていない。接合藻 *C. ehrenbergii* は12以上の交配群 (生物学的種) からなり、同じ交配群では自由に交配するが異なった交配群は互いに生殖的に隔離されていることが知られている。これらの交配群の内、主として水田や小さな池などの浅い水系に生息するグループは比較的狭い分布域をもつと考えられてきた。しかし、各交配群の分布は、日本国内については沖縄地方を中心によく調べられているが、東南アジアについてはほとんど調べられていない。*C. ehrenbergii* をベトナム、インドネシア、フィリピン、タイで採取したサンプルから分離し、それらの交配群の決定を試みた。交配群の決定は最終的には F₁ の生存率によったが、栄養細胞のサイズ測定、既知の各交配群の代表株との交配も行い、それらの結果も参考にした。ベトナムでは、河川、水田など4ヶ所のサンプルから *C. ehrenbergii* を分離した。その内、1ヶ所のクローンは、交配群 C の代表株との F₁ が高い生存率を示し、交配群 B および H との F₁ は生存しなかった。また、他の3ヶ所のクローンは交配群 H との F₁ が高い生存率を示し、H 群であることがわかった。栄養細胞の形態はそれぞれ対応する既知の交配群の形態と類似していた。

(¹国立環境研究所、²ベトナム国立大学、³ベトナム国立自然科学技術センター、⁴フィリピン大学、⁵タイ科学技術研究所)

B 10 福島博*・小林艶子*・吉武佐紀子** :
Half Moon Island (南極) の彩雪藻

南極 South Shetland Islands の小島 Half Moon Island (62°28'S : 59°54'W) で、1999 年 1 月 24 日に採集した緑雪 6, 赤雪 4, 褐色雪 3 の計 13 試料の藻類フロラについて報告する。

優占的な種は緑雪では *Chlamydomonas antarctica* (motile cell) と *Phormidium fragile* あるいは *Phormidium pristleyi* か、*C. antarctica* で、赤雪は *C. antarctica* (none motile cell) で、褐色雪は *C. antarctica* (none motile cell) の場合が多く、これに *Cryocystis brevispina* が加わることがある。

緑雪の藻類現存量は $527 \sim 6015 \times 10^3$ 細胞、赤雪は $25 \sim 460 \times 10^3$ 、褐色雪は $122 \sim 3539 \times 10^3$ で、一般に緑雪の現存量が多く、次いで褐色雪、赤雪の順である。

南極で良く発達した彩雪が見られるのはペンギンルッカリーの近くであるが、今回採集した彩雪の近くにヒゲペンギンの大きいルッカリーがある。Kol (1968) は南極の彩雪で *Stichococcus bacillaris* が普遍的に出現することを報告しているが、演者らが過去に調査したビーターマン島では全く出現せず、本研究でも 1 試料で僅かに見出しただけである。

(*藻類研究所, **湘南短期大学)

B 12 ○岡本典子*・南雲 保**・井上 勲* : 紅藻フクロツナギに内在する新種珪藻

大型藻を生育場所とする藻類には着生 (epiphytic) のものや細胞間隙または細胞内に入り込む内生 (endophytic) のものなどさまざまなタイプがある。珪藻の場合、着生のものはよく知られているが、内生のものは報告例がほとんどない。

演者らは 1997 年 4 月、静岡県下田市田牛の打ち上げで得られた紅藻フクロツナギ *Coelarthrum opuntia* の藻体中、一部の節間部内の粘質で満たされた腔所に、珪藻が生育しているのを見出した。光学顕微鏡による予備的な観察から、これらの珪藻群集は単一種からなると判断された。

そこで光学顕微鏡及び電子顕微鏡を用いた観察をもとに同定を試みた。その結果、(1)被殻が S 字形であること、(2)条線が長短軸に平行に配列すること、および(3)2 個の板状の葉緑体が殻縁に沿って配置することから、本藻は *Gyrosigma* 属の珪藻であることがわかった。類似種として *G. tenuissimum* var. *angustissima* が記載されているが、条線密度が異なる (横方向の条線密度が *G. tenuissimum* var. *angustissima* で 21-24 本/10 μ m であるのに対して、本藻では 44 本/10 μ m である) 点や生育場所が特殊であることから、本藻はそれとは異なる新種である可能性が高い。

なお、東京都新島村式根島地鉦に生育するフクロツナギにも、同様の珪藻が見出され、観察の結果、田牛産のものと同一種であると判断された。

(*筑波大学・生物, **日本歯科大学・生物)

B 11 ○高野敬志*・五十嵐聖貴** : 北海道茨戸湖の懸濁態ケイ素濃度とケイ藻種組成の変化

茨戸湖はケイ素含量が多い湖であるが、生息する浮游性ケイ藻の現存量が大きいため、溶存反応性ケイ素 (SRSi) 濃度が低下し、ケイ藻の成長に対してケイ素が制限要因となる可能性がある。ケイ藻の現存量の変化に対するケイ素の影響を把握するため、1998, 99 年の 4~7 月にかけて溶存態および懸濁態のケイ素濃度、ケイ藻種の現存量等を調べた。SRSi および溶存反応性リン濃度は 4, 5 月に同時に減少し始めて落ち込み、ケイ素は 6 月、リンは 5 月に成長の制限要因になる可能性が認められた。ケイ藻の現存量が増加する 5, 6 月は、ケイ藻体積当りの懸濁態ケイ素濃度 (PSi:V) が低下し、この時期に *Cyclotella* を中心とした円盤型ケイ藻が優占した。6 月後半からケイ藻の現存量が低下するが、PSi:V は増加し、同時に *Melosira* 種の全体のケイ藻現存量に対する占有率が高くなった。2 年間の比較では、99 年の方が、ケイ藻の現存量の衰退が早い時期で起こり、懸濁態の元素比の中で、ケイ素 : リン比が、ケイ藻の現存量の減少と同時に減少した。このことから、99 年のケイ藻現存量の衰退の原因はケイ素の利用性がある程度関わっていると考えられた。

(*北海道衛生研, **北海道環境研)

B 13 ○鈴木秀和*・南雲保**・田中次郎*** : 海産羽状珪藻 *Cocconeis heteroidea* Hantzsch の殻微細構造

演者らは、現在本邦産の海産コメツブケイソウ属 (*Cocconeis*) について従来の光学顕微鏡 (LM) に加え、電子顕微鏡 (SEM, TEM) を使用して、特に殻の微細構造に着目し、分類学的見地から研究を進めている。今回は徳島県鳴門市で採集したフサイワズタ (*Caulerpa okamurae*) に着生した *C. heteroidea* を縦溝殻と無縦溝殻に分離して、LM および SEM と TEM で観察した。

縦溝殻：縦溝は顕著な S 字状をなし、殻の外側では中心域と殻端域ともに広がって終わる。縦溝の内側の溝は狭く盛り上がった軸域にあり、中心域では殻縁部方向に曲がって終わり、殻端側では細長く狭い鉤状に曲がった蝸牛舌状をなす。条線は 1 列の小さな円形の胞紋からなる。接殻帯片は開放型で鋸歯状突起はない。

無縦溝殻：条線は 2~5 列の長胞からなる。殻の内面には長胞の殻内への小孔状の開口がある。その小孔列は無紋域に沿った 3~4 列の曲線および殻縁部に沿った楕円形をなす。接殻帯片は開放型で幅広く鋸歯状突起はない。帯片は開放型で接殻帯片に比べ幅が狭く小舌がある。

(*青山学院高, **日歯大・生物, ***東水大・資源育成)

B 14 ○小林敦*・南雲保**・田中次郎*: 中心目珪藻 *Chrysanthemodiscus floreatus* について

海産中心目珪藻 *Chrysanthemodiscus floreatus* は Mann(1925)によって初めて記載された、現生の珪藻では珍しく 1 属 1 種である。本種は鎖状群体を形成し、潮間帯の海藻上に着生する。本種の採集記録は少なく、生態や被殻の微細構造についての知見は乏しい。今回は 1999 年 10 月に東京都三宅島産の緑藻アオノリ類 (*Enteromorpha* sp.) の幼体上に着生していた本種を採集し、光学顕微鏡および電子顕微鏡を用いて観察を行ったので、結果を報告する。

被殻は粘液によって互いに連結し、群体を形成していた。被殻を構成する殻壁は非常に薄く、そのすぐ内側に一層の膜がみられた。中心域の小室の間には短い棘がみられたが、それ以外は被殻の内外いずれにも突起類や眼域、偽眼域は確認できなかった。また帯片はいずれも閉鎖型であった。小室の構造は帯片と殻では異なっていた。帯片では方形に近い楕円で小室の両側から突起が張り出すのに対し、殻では放射方向に長く、ところどころに突起がみられた。

本種は Simonsen(1979)によればピドゥルフィア科に属しているが、同科に含まれる他の属が備えている特徴を備えておらず、本種の分類上の位置づけについては今後さらなる研究の必要性が示唆された。

(*東京水産大学・資源育成, **日本歯科大学・生物)

B 16 ○湯浅健・奥田一雄: ミドリゲ目緑藻キッコウグサの分割細胞分裂における原形質の運動機構

昨年の日本藻類学会山形大会で発表したように、キッコウグサの分割細胞分裂にはアクチンフィラメント (AF) が深く関与している。今回は、分割細胞分裂における原形質の運動様式及び AF の挙動についてさらに詳細な結果を得たので報告する。また、分割細胞分裂とマガタモモにおける不動胞子形成を比較し、両者の類似点と相違点を明らかにする。

キッコウグサの分割細胞分裂の多くは、Ⅰ. 原形質の凝集→Ⅱ. 原形質の分断→Ⅲ. 原形質の弛緩→Ⅳ. 原形質の網状配列→Ⅴ. 原形質の球形化、の 5 つの段階を経て完了する (G 型)。この他に、Ⅰ. 原形質の分断→Ⅱ. 網状配列→Ⅲ. 球形化の 3 段階で進行する様式 (S 型)、およびⅠ. 原形質の凝集→Ⅱ. 分断で進行が停止し、その後原形質が弛緩しながら融合して未分裂細胞の状態に戻る様式 (R 型) が存在した。G 型の AF の挙動は、Ⅰ: 束になった放射状分布; Ⅱ: 原形質塊を繋ぐ束状分布; Ⅲ: 束状 AF の消失とリング状の AF の出現; Ⅳ: 網目の穴の周囲を取り囲む束状分布; Ⅴ: 長い束状分布と網目状分布、であった。これに対して S 型では、AF はⅠ→Ⅱの段階で分断した原形質を取り囲むように渦を巻いて束状に分布したが、Ⅱ→Ⅲの段階では G 型のⅣ→Ⅴと同様の挙動を示した。R 型では、ⅠとⅡの AF の挙動は G 型と同様であるが、その後、網目状の分布に変化した。キッコウグサでは、細胞の傷害による新たな AF の誘導および不動胞子形成は見られなかった。以上のこと、マガタモモにおける AF の挙動との比較から分割細胞分裂における原形質の運動機構を考察した。(高知大学・理・生物)

B 15 ○幡野恭子・山田雪: アミミドロの遊走子接着部に局在する分子の解析

緑藻アミミドロ (*Hydrodictyon reticulatum*) は円筒形の細胞が主として六角形の網目状に連結した群体である。網目の一辺に相当する栄養細胞内で数百個の遊走子が形成され、六角形の網目状に配列した後、接着してこの群体が形づくられる。遊走子の破碎液を抗原としてモノクローナル抗体を作製し、網状群体形成時に遊走子の接着部分に局在する分子を認識する抗体を得た。イムノブロット解析では、この抗体に認識される分子は、遊走子形成初期のピレノイドが見られなくなる時期から群体形成 1 日後まで発現していた。抗原分子はまず栄養細胞の原形質領域および原形質領域分割後の遊走子表面に粒状に分布し、遊走子が動きだすと細胞表面に均一に観察された。さらに遊走子が多面体に形を変えると他の遊走子との接触部位に分布しはじめ、やがて遊走子の接着部分に局在した。群体形成後はしだいに細胞表面に均一に分布した。マウスの腹水より IgG を精製し、それを遊走子を含む培養液に添加して、網状群体形成への影響について解析した。

(京都大学・総合人間・自然環境)

B 17 °峯一朗*・奥田一雄*・Diedrik Menzel**: 緑藻カサノリにおける poly(A)⁺ RNA の局在

カサノリ類 (*Acetabularia*, *Polyphysa* など) の栄養体は直立する主軸、輪生枝と仮根からなり、1 個の一次核が仮根部に存在する単核巨大細胞である。栄養成長は主軸の継続的な先端成長と断続的な輪生枝形成を含み、両者とも主軸の先端部で起こる。従来から、カサノリの成長に必要な因子 (Morphogen) が先端に局在することが予想されてきた。現在では、Morphogen の実体は mRNA (poly(A)⁺ RNA) であり、一次核で合成された後、仮根部から先端部に移動して蓄積すると考えられているが、まだその局在の形態学的観察はなされていない。本研究では、Oligo d(T) をプローブとした蛍光 in situ hybridization 法により、カサノリ類の栄養細胞における poly(A)⁺ RNA の細胞内局在を調べた。

主軸の先端部には poly(A)⁺ RNA の存在を示す強い蛍光が観察された。主軸側面では、主軸の長軸方向に伸びるすじ状の蛍光分布が多数観察された。一方、生細胞の主軸側面では、原形質流動体 (headed streaming band; HSB) が主軸長軸方向に配列するアクチン繊維に沿って移動するのが観察される。これらのことから、今回観察されたすじ状に分布する poly(A)⁺ RNA が HSB に対応し、カサノリの成長に必要な mRNA の運搬に関与することが示唆された。

(*高知大・理・自然環境, **ボン大学 植物学研究所)

B 18 柴垣里加子・関田諭子・奥田一雄：黄緑藻フウセンモの一種のセルロース合成酵素複合体の構造

セルロースミクロフィブリル(CMF)は原形質膜上のセルロース合成酵素複合体 (terminal complex= TC) によって合成される。今までに構造の異なる複数のタイプのTCが見つけられ、同じ系統群に属する植物種は同じタイプのTCを持つことが明らかになってきた。黄緑藻では、フシナシミドロ属 (*Vaucheria*) の一種が斜め階段状に配列する顆粒からなるTCを持ち、リボン状のCMFを合成するという報告があるが、その他の黄緑藻のTCの構造は全く調べられていない。本研究では、黄緑藻フウセンモ属の一種 (*Botrydium stoloniferum*) において、CMFの形態をネガティブ染色と電子回折によって観察し、TCの構造をフリーズフラクチャー法によって明らかにした。フウセンモとフシナシミドロの間で両者のCMF形態とTC構造を比較した。

フウセンモのCMFは、厚さ約3-9nm、幅約3-35nmの扁平なリボン状の形態を呈した。フウセンモのTCは、以下の特徴を持っていた。①TCは原形質膜PF面にのみ存在する。②顆粒の列がCMFの軌跡に対して斜め方向 ($134 \pm 1^\circ$) をなして複数斜め階段状に配列する。③CMFは斜めに傾いたサブユニット列の後方先端から発する。④TCの幅は平均45nmで長さの平均は80nm。⑤TCの幅が23-68nmの間で変化する。⑥顆粒列の長さが変化する。

以上の結果から、フウセンモがリボン状のCMFを合成すること、および斜め階段状構造のTCを持つことはフシナシミドロと一致する。しかし、フウセンモのCMFはフシナシミドロより厚さの変動が大きく、幅の変動が小さい。フウセンモのTCの幅と長さはフシナシミドロより小さい。また、TCの長軸側の両末端から1-2番目の顆粒列の長さが他の顆粒列の約1/2であることもフウセンモのTC構造の特徴である。(高知大学・理・自然環境)

B 20 〇長里千香子・本村泰三・市村輝宜：褐藻ヒバマタ目数種における卵形成、並びに核の退化

褐藻ヒバマタ目の卵形成では、造卵器となる母細胞の核がまず減数分裂によって4核となり、それぞれの核が分裂して8核を含んだ細胞を形成する。その後、ヒバマタ (*Fucus distichus*) ではそのまま8個の卵を形成するが、他の属では1部の核が消失し、エソイシゲ (*Silvetia babingtonii*) では2個、ウガノモク (*Cystoseira hakodatensis*) とフシスジモク (*Sargassum confusum*) では1個の卵を形成する。フシスジモクでは受精後に精子核と融合できなかった7核が消失するが、エソイシゲでは6核、ウガノモクでは7核が卵の成熟過程で細胞質外に捨てられると報告されてきた。本研究ではエソイシゲ、ウガノモク、フシスジモクの卵形成、並びに核の退化について電子顕微鏡と蛍光顕微鏡を用いて観察を行った。その結果、エソイシゲでは造卵器中に形成された2個の卵の間に6核が捨てられ、それらには核膜も認識されず、殆ど核の形態を持たないほど退化していた。ウガノモクでは外に放出される7核は卵核に比較してやや凝縮しているが、核膜、並びに核小体が観察された。これらの核は、それぞれ中心子1個とミトコンドリアと共に細胞壁に包まれた小型の細胞として放出されることが明らかになった。フシスジモクでは精子核と融合した核が分裂期に入り、染色体が観察される時、核融合をしなかった7核でも同時に染色体が観察された。これら7核は接合子が2細胞になる時にはさらに凝縮し小さくなっていった。(北海道大・理・海藻研)

B 19 〇関口 弘志・守屋真由美・井上 勲 無色ベディネラ類 (黄色植物) における葉緑体の退化

黄色藻類のうち、核膜から生じる3つ組の微小管を有する藻群はディクチオカ藻綱と呼ばれる。ベディネラ類は、放射相称の体制を持ち、細胞後端に柄を有する一群で、葉緑体を有し光合成を行うものと光合成能を欠く従属栄養性のものが存在する。近年の18S rDNA 分子系統解析から、無色ベディネラ類は葉緑体を持つ生物が光合成能を二次的に失った生物であると考えられている。一般に、光合成能を二次的に失った藻類は葉緑体の痕跡的な構造 (ロイコプラスト) を有するが、無色ベディネラ類はこれを完全に欠く希有な生物であるとされている。今回、無色ベディネラ類の一種である *Pteridomonas* とベディネラ類に近縁のアメーバ状生物 *Ciliophrys* を用いて、この見解の妥当性を検証した。

Pteridomonas の微細構造を詳細に調査した結果、核に隣接し膜に覆われたロイコプラスト様の構造が認められた。更にPCR法により、葉緑体コードの遺伝子である *rbcL* を有することが明らかになった。*Ciliophrys* でも同様に *rbcL* を有することが確認された。以上は、無色ベディネラ類が光合成能を二次的に失った生物であることを示す初めての証拠であり、分子系統の研究から示唆されていた進化過程を支持するものである。(筑波大・生物)

B 21 〇吉川伸哉*1、長里千香子*1、本村泰三*1、市村輝宜*1、村上明男*2、川井浩史*2：褐藻植物の配偶子核におけるクロマチン凝縮について

卵生殖を行う動物では精子の形成過程で、精核のクロマチン凝縮に伴いヒストンタンパク質がプロタミンや精核特異的な塩基性タンパク質などに置換されることが知られている。褐藻類においても同形、異形配偶子接合と卵生殖で雌性配偶子核の形態を比較した時、卵生殖において精核のクロマチン凝縮が顕著となる。そこで同形配偶子接合を行うマツモ (*Anelipes japonicus*) の雌雄配偶子と卵生殖を行うウガノモク (*Cystoseira hakodatensis*) の精子から抽出した塩基性タンパク質を電気泳動法や、アミノ酸分析、N末端アミノ酸配列分析を用いて調べた。マツモではリンカーヒストン (ヒストン H1 様タンパク質) と思われる位置に1種類のタンパク質、コアヒストンと思われる位置にヒストンの H3, H2A, H2B, H4 と推測される4種類のタンパク質がみられた。ウガノモクではリンカーヒストンに該当すると思われる位置に分子量の異なる2種類のタンパク質がみられ、コアヒストンに該当する部分ではヒストンの H4 がほとんど検出されない点でマツモと異なっていた。このことは、同じヒバマタ目のフシスジモク (*Sargassum confusum*) の精核でも観察できたため、卵生殖を行うヒバマタ目植物の精核における共通した特徴であると考えられる。

(*1 北大・理・海藻研、*2 神戸大・内海域)

B 22 ○川嶋昭二*・名畑進一**：2本の葉体が融合したように見えるコンブの奇形について

コンブ類の奇形葉体の成因には、おそらく障害などの物理的作用によると推測できるものと、全く分からない不思議な形態のものがある。ここでは後者の例として、あたかも一平面上で2本のコンブがほぼ直角、ないし一方が斜め前方からぶつかりY字型に融合したように見える奇形体6例について紹介する。

(1) 今日知られている奇形体(文献と新発見例)
マコンブ 1例 恵山町尻岸内(川端1959)
マコンブ 2例 恵山町尻岸内(坂野1963)
ナガコンブ 1例 釧路市桂恋(名畑1990)
ホソメコンブ 1例 乙部町(名畑1990)
養殖マコンブ 1例 恵山町尻岸内(新発見)
(なお、ミツイシコンブについて恵山町尻岸内から未確認の情報がある)

(2) 考察：(a) マコンブが多いが、他種にもあることから、全種類で起こる可能性がある。(b) 天然物に限らず養殖物にも起こる。(c) 恵山町尻岸内に多いのは偶然か、それとも奇形を生む地域性があるのか。(d) 融合部は少なくとも外見上異常が認められない。(e) すべて流れ藻か漁業者の採取品で、実際の生育状態は全く不明である。また、基部に付着器がないものは、損傷や採取時の切断か、または本来の姿かも不明である。(f) 一般に、奇形体の発見は全くの偶然であり、入手したときには既に何らかの損傷を受けていたり、発見者の記憶が極めてあいまいで、実態の正確な把握が困難である。その生態と形態形成に関する地道な研究が俟たれる。

(* 函館市, ** 釧路水試)

B 24 ○道家章生・藤原正夢・久田哲二：京都府沿岸におけるコンブ科海藻の分布—竹野地先のアラメについて

本州西部日本海沿岸に分布するコンブ科海藻として、山口県から鳥取県沿岸に分布するアラメが知られている。一方、京都府沿岸のコンブ科海藻としてはこれまで漁業者がアラメと呼称するクロメと冠島にツルアラメの分布が確認されている。1998年8月に日本海に面する竹野漁港周辺海域に調査ラインを設け、アラメの分布の確認と分布実態について検討したので報告する。

アラメは主に水深0-4m帯に分布しており、水深6m以深には出現しなかった。その分布密度は漁港周辺で高く、漁港から離れるにしたがい急激に低下し、その傾向は東方向より西方向で顕著であった。成体と幼体の密度には正の相関がみられ、成体密度が5本/以上で幼体の密度が増加する傾向がみられた。水深帯別の茎長組成では、各水深帯とも6-10cmの個体が多く、水深帯による差は明確ではなかった。アラメとクロメが出現する調査ラインでは、クロメは水深2m以深に分布していた。アラメの分布密度が高い調査ラインでは、クロメの分布密度が低い傾向がみられた。

(京都府立海洋センター)

B 23 ○名畑進一*・多田匡秀**・瀧谷明朗**：利尻島の天然コンブ減産に関する海水温の影響

リシリコンブの主生産地は利尻島と礼文島および稚内で、これら3地の生産量はリシリコンブ全体の約90%を占めている。なかでも利尻島での生産が最も多く、昭和10-40年代には全体の約40%を占め、平均生産量は1,270tであった。しかし、近年は減産傾向が著しく、平成元年~9年の天然コンブの平均生産量は160tに落ち込んでいる。

現在、北海道西岸の日本海沿岸では磯焼け地帯が拡大していて、この原因は海水温が比較的高く推移していることとキタムラサキウニの海藻に対する摂餌圧の増大と考えられている。これらのことからコンブの生産量と海水温との関係を検討した。

その結果、利尻島では前年の1月から3月の冬季水温が低く経過し、漁獲当年の4月から7月の水温が低い年に豊漁となる傾向が見られた。しかし、平成に入ってから冬季水温は、昭和20-30年代に比較すると1-2℃ほど高く推移していた。

さらに、北海道内の主な地域の天然コンブ生産量と水温について検討したところ、冬季水温が高いところほど生産量の減少や変動係数が大きい傾向がみられた。

(*道釧路水試, **道稚内水試)

B 25 ○藤田大介：富山湾沿岸域におけるテングサの漁業と群落の衰退

富山湾の湾奥域ではホンダワラ類やカジメ類の海中林が形成されず小型海藻群落が発達しており、マクサはその代表種である。本種は多年生で、小型直立海藻の中では特異な存在といえる。湾内一帯は日本海側随一のマクサ産地であったが、1980年以降、湾東部から順次漁業が衰退している。近年は魚介類の産卵・保育場、放流漁場としてマクサ群落の重要性が再認識されており、その衰退も元来いわれていた磯焼け現象と関連し、興味深い。

演者は滑川市地先の礫斜面(造成漁場を含む)に広がるマクサ群落で約10年間潜水調査を行ってきた。1990年には汀線~距岸250m(水深0-11m)の範囲でマクサが分布していたが、1991年と1998年の2回にわたり岸側に向かって約34m後退した。主要動物分布調査やコンクリート礁へのキタムラサキウニ移植試験からは植食動物の摂餌も懸念されたが、1994年のウニ大量へい死後も植生は回復せず、投石等の植生調査、マクサ深浅移植試験、光環境調査等の結果から、濁り物質の増加による光条件の悪化/浮泥の堆積が原因と考えられた。なお、隣接する魚津市では、水深3m付近でも退色が観察されている。(富山県水産試験場)

B 26 池原宏二：日本の流れ藻から採集された *Sargassum* 亜属

ホンダワラ科 *Sargassum* 亜属は太平洋やインド洋の熱帯・亜熱帯を中心に広く、日本では伊豆半島及び五島列島南部より南の海域で 19 種が分布している (吉田 1986・1998)。

これまで筆者が流れ藻から採集した *Sargassum* 亜属は 9 種 + 2 spp 種、既往の知見では 6 種、合計 12 種である。

流れ藻の *Sargassum* 亜属は鹿児島県南部～相模湾、豊後水道、紀伊水道、大阪湾など黒潮の影響の強い海域に多くの種類がみられる。

種類別にみると太平洋中部以南に分布するトサカモク、イレバモク、コブクロモク、マジリモク、エンドウモクのうち、前 2 者は土佐湾、豊後水道、紀伊水道、大阪湾に、後 3 者は土佐湾から相模湾の流れ藻にみられる。エンドウモクは他に瀬戸内海、九州、日本海の粟島以南に分布するが、瀬戸内海及び日本海では石狩湾以南の流れ藻にみられる。日本海では他に鳥取県でマジリモクが 1 個体採集されたにすぎない。

四国、九州に分布するフクレミモクとツクシモクは日本南部、土佐湾、豊後水道など生育地周辺の流れ藻にみられる。

九州以南に分布するフタエモクは土佐湾、和歌山県、静岡県清水市の流れ藻に、四国に分布するフタエヒラギモクと南西諸島に分布するコバモクは清水市の打ち上げ海藻にみられ、これらはかなり漂流している考えられる。(遠洋水研)

B 28 ○吉井幸恵・高市真一・井上 勲：ブラシノ藻 *Pterospermata cristatum* に存在する新規カロテノイド

緑色植物の多くは、光合成アンテナ色素として働く主要カロテノイドとしてルテインを含有している。これに対し、アオサ藻綱シオグサ目の一部とイワツタ目の多くの種では、シホナキサンテンとそれに脂肪酸 (C12:1) が結合したシホナキサンテン (C12:1) エステルが存在することが知られている。また最近、緑色植物の中でも原始的なブラシノ藻綱ピラミナス目の *Pyramimonas amyliifera* では C-6' に水酸基のついた 6'-OH-シホナキサンテン (C12:1) エステルの存在が報告された。このように緑色植物にはシホナキサンテンとその派生物質 (シホナキサンテンシリーズ) を持つ生物が知られてきたが、その分布や機能などは明らかでない。

今回、演者は緑色植物の原始的な藻類に存在するカロテノイドを調べるために、同じくブラシノ藻綱ピラミナス目に属する *Pterospermata cristatum* のカロテノイド組成を HPLC で調べ、精製して質量分析などで同定した。その結果、6'-OH-シホナキサンテン (C14:1) エステルとシホナキサンテン (C14:1) エステルが主成分で、結合している脂肪酸は C14:1 のみであった。これらは、従来知られているシホナキサンテンやロキサンテンのエステルが C12:1 のみであることと対照的であり、新しいカロテノイドである。他に 9'-シス・ネオキサンテン、ピオラキサンテンがあり、ルテインはなかった。

今回の結果は、緑色植物の初期進化において多様なカロテノイドの獲得があったことを示唆する。また、ブラシノ藻が持つシホナキサンテンシリーズやブラシノキサンテンなどはルテインより長波長光を吸収することから、緑色植物の初期進化は青緑色光が多い環境でおきた可能性が考えられる。
(筑波大学・生物、*日本医大・生物)

B 27 池原宏二：日本の食用海藻の種類と収穫量

1951 年度から農林省統計調査部は都道府県別に海面漁業漁獲統計を調査し、海藻ではわかめ類、こんぶ類、てんぐさ類、ふのり類など複数種を一まとめに報告している。

この他に、各県の統計情報事務所では重要な海藻類を地方設定海藻にさざめ、独自に報告している。問題は他県の情報が得られないため、どの地方で、どのような海藻が、どれだけ収穫されているのか不明である。

1956～1994 年の全国の地方設定海藻について調査し、緑藻ではヒトエグサなど 7 種、褐藻ではヒジキなど 15 種、紅藻ではオゴノリなど 27 種が報告されている。この結果、日本で 60 種の海藻の統計がある。ヒトエグサは沖縄県で 1962～1994 年に 10～470 トン、スジアオノリは岡山県で 1956～1965 年に 3～140 トンであったが、1969～1994 年に 1,000～2,500 トンに増加した。チガイソは北海道で 1956～1977 年に 140～930 トンあったが、1987～1994 年に 1～33 トンに減少した。ヒジキは 1973～1994 年に長崎県など 5～7 県で 3,400～11,800 トン、ウップルイノリは日本海の数県で数 10～百数 10 トン、トサカノリは東京と鹿児島県で 1978～1994 年に 250～1,100 トン、オゴノリは熊本県で 1971～1994 年に 2～35,900 トン収穫し、年による変動が非常に大きい。最近ではふりかけ海苔や海藻サラダとして利用する海藻の収穫が増えている。(遠洋水産研究所)

B 29 ○岩本浩二・小幡年弘・白岩善博：円石藻 *Emiliania huxleyi* における硝酸還元酵素の精製と性質

円石藻は、大規模なブルームを形成するなど海洋で巨大なバイオマスを占めることが知られている。この大量発生メカニズムは明らかにされていないが、光合成による炭素および窒素の高い固定活性に支えられていると考えられている。そこで、本研究では、窒素固定機能を解析するために、円石藻の代表種の一つである *Emiliania huxleyi* を用い、窒素固定系の律速酵素である硝酸還元酵素 (NR; EC 1.6.6.1) を単離・精製し、その酵素学的諸性質を明らかにすることで、円石藻の増殖における窒素取り込みに関する基礎的知見を集積した。

通気培養により培養した藻体を遠心により収穫した後、フレンチプレスで破砕し、粗抽出液を得た。本酵素の精製は Blue Sepharose によるアフィニティークロマトグラフィー、Mono-Q による陰イオン交換クロマトグラフィー、および Superdex 200 HR によるゲルろ過により行った。その結果、本酵素は SDS-PAGE 上で単一のバンドを示すまで精製された。ゲルろ過により本酵素の native form は約 500 kD、SDS-PAGE によりサブユニットは 85 kD と推定された。硝酸および NADH に対する Km 値はそれぞれ 355 μM、54 μM であった。また、最適 pH は 8.0 であり、SH 酵素の阻害剤の *p*-chloromercuribenzoate および *N*-ethylmaleimide、ヘム鉄を含む酵素の阻害剤である KCN および NaCN、鉄のキレーターである *o*-phenanthroline により本酵素の活性は著しく阻害された。これらの酵素学的諸性質、特に native form およびサブユニットの分子量から、本酵素は陸上植物などに存在する NR とは異なる特有の構造を有していると考えられる。(筑波大学・生物)

B 30 ○佐藤征弥・平地義伸・向井真弓・小山保夫：
ブラシノ藻類及びハプト藻類の細胞内チオール
の定量

多くの生物種において細胞中にはグルタチオンやシステインなどフリーのSH基を持つ低分子(nonprotein thiol)が豊富に存在し、それらが解毒や酸化ストレスの解消に関与している。しかし、微細藻類におけるnonprotein thiolの含量はほとんど調べられていない。そこで、今回ブラシノ藻類*Tetraselmis tetraethela*、ハプト藻類*Pleurochrysis carterae*, *Isochrysis* sp, *Pavlova* spを用いて、グルタチオン及びシステインの含量を測定した。また、それぞれの分子の細胞内での酸化還元状態を調べるために還元型グルタチオン(GSH)、酸化型グルタチオン(GSSG)、システイン、シスチンとして定量した。全ての種は23℃においてF培地で培養し、対数増殖期の後期に細胞からnonprotein thiolを抽出した。

測定の結果、細胞容積から換算した細胞内濃度が最も高かったのは*Tetraselmis*であり、GSH: 1.2 mM, GSSG: 0.19 mM, システイン: 8.2 mM, シスチン: 1.9 mMであった。一方、最も濃度の低かった*Pleurochrysis*では、それぞれ0.05 mM, 0.14 mM, 0.66 mM, 1.0 mMであった。さらに、細胞内濃度の高い生物種ほど還元型分子の占める割合が高いことが分かり、nonprotein thiolと酸化ストレスの因果関係を示唆する興味深い結果となった。(徳島大学・総合科学)

B 31 ○樋口遼男^{*1}・近藤洋一^{*2}・酒井昌幸^{*3}・野崎久義^{*4}・渡辺 信^{*5}・久保田昌利^{*1}・加崎英男^{*6}・生育環境の復元により野尻湖内での再生の可能性が見えはじめた車軸藻ホシツリモ

ホシツリモ(*Nitellopsis obsuta*)は野尻湖ではホシツリモの放流により全滅し、他の分布地でも確認されないため、国内の自然界で絶滅したと推定されている。我々は実験用に保存培養されていた野尻湖産ホシツリモ株を用い、野尻湖内での再生を目標に'95年から生育条件等の検討を開始し、'99年には良好な生育が観察されたので、これまでの検討の経過を報告する。

'95年に野尻湖内水深4.5m地点で、網目10cmのツリモ防護柵を設置して植栽区とし、ホシツリモの仮根及び地上部の節を植え込んだ。発芽したホシツリモは15cm程度まで生長するが、暫くすると倒伏し、消滅した。倒伏の原因として藻体が付着微生物に覆われ、光合成が妨げられることが考えられ、微生物を除去する小動物との共存が重要と推定された。小動物を捕食するブラッガイ等が多量に分布する野尻湖では、水中林の設置、沈水植物の植栽、ホシツリモの密植等を行うことにより、小動物の隠れ場所が形成されるため、ホシツリモの生長に一応の効果は認められた。

この植栽区はツリモ以外の動物は自由に出入り出来る構造であり、コイ成魚は通常はホシツリモを食害しないため、その排除は考慮していなかった。しかし'97年夏季にホシツリモを食害するの目撃され、実験条件下では食害であることが明らかになった。

そこで'98年には網目8mmの防護柵内にホシツリモを植え込んだところ、内部に小動物が住み着き、ホシツリモは40cmまで成長したが、その後、内部で大きく生長したツリモが「E」が脱出できず、ホシツリモを切断・枯死させた。'99年には植栽区内の沈水植物セコウガ群落は区内の約70%を占めるまで生長したので、これに隣接して網目25mmの植栽区を新たに設置しホシツリモを植えたところ、最大60cmまで生長し、小規模な群落を形成した。この植栽区では小動物がセコウガ群落から自由に出入りし、ブラッガイ・コイ成魚は侵入出来ない構造である。'99年の好結果は、小動物が豊富であったホシツリモ絶滅前に近い生育環境を復元したことによると推定された。(*¹長野県衛生公研、*²野尻湖ホシツリモ、*³野尻湖水草復元研究会、*⁴東京大学、*⁵国立環境研、*⁶都立大)

P 1 宮地和幸:緑藻シオグサ科植物ミゾジュズモの葉緑体

演者は1993年以来シオグサ科植物のビレノイドの形態について調べてきた。更に、最近ではビレノイドだけでなく、葉緑体の形態についても興味を持って詳細な観察を行っている。最近の成果の一つとして、ミゾジュズモの興味ある葉緑体の形態について報告したい。

ミゾジュズモは殖田(1932)によって関東各所の側溝や井戸に生育する淡水産ジュズモ属の新種として報告された。その後、広瀬(1954)によって、その有性生殖や生活環の一部が明らかにされた。これまで葉緑体やビレノイドの形態について殆ど記述がない。演者は既に1995年の高知大会でミゾジュズモのビレノイドがポリピラミダルトタイプであること。また、カイゴロモのそれとよく似ていることを報告した。

ミゾジュズモの1個の葉緑体は基本的に楕円体あるいは紡錘体形で、それらが細胞表面に集中して、規則的に隙間なく、敷き詰められている。それは縦断面から見ると紡錘形の葉緑体が縦に整然と並んだ状態になって見える。表面より下部に位置する葉緑体は長くヒモのようにのびたり、四方が角張ったり、形が不定型となり、全体に散らばっている。ビレノイドは細胞表面の葉緑体にはほとんど存在せず、それより下の層にある葉緑体に存在し、全体に広く分布している。一個の葉緑体の形態は従来のシオグサ科植物の葉緑体と同じである。唯、細胞全体を構成する葉緑体群の形態が、従来の報告されているシオグサ科植物のそれと異なっている。大抵のシオグサ科植物の細胞は楕円体状の葉緑体が網目のようにつながり、細胞内部は充分な広さの液泡が点在する形態となる。ところが、ミゾジュズモの細胞は細胞表面に葉緑体が緻密に分布し、大きな液泡の存在がなく、小さな液泡が泡の様に集合して、葉緑体の間に点在するというユニークな構造となっている(東邦大・理・生物)。

P 2 ○平岡雅規^{*1}・高田智^{*2}・芹澤如比古^{*3}・大野正夫^{*4}：
再考「エツキアオサ」—エツキアオサには2つの分類群が含まれている。—

エツキアオサはKamaya et al. (1993)によってアナアオサが著しく形態変異したものとして報告された。この記述に基づき、報告された採集場所(恵比須島)からエツキアオサを採集した。サンプルは藻体縁辺部分を直径1.2ミリのディスクに細断し培養する人為的成熟誘導法(Punching method, Hiraoka & Enomoto 1998)を使って同調的に生殖細胞を形成、放出させアナアオサと交雑実験を行った。同時に生殖細胞の形態および走光性を観察した。さらに交雑実験を行ったサンプルのrDNAの塩基配列(ITS1領域)を比較した。

交雑実験から、同所に生育していたエツキアオサはアナアオサと交雑する株としない株の2つの分類群が含まれることがわかった。交雑する株の2本鞭毛生殖細胞(配偶子)はアナアオサの雌雄配偶子と同様の強い正の走光性を示したが、交雑しない株の2本鞭毛生殖細胞は新鮮な海水中では走光性が負であった。この生殖細胞から培養した藻体も同じ性質を持つ生殖細胞を放出した。さらに、この生殖細胞は比較的大きいことから、生殖細胞が単独で発芽、成長し、新しい藻体を造る無性生殖型生活史を持つと考えられた。また、塩基配列の比較では、アナアオサと交雑する株はアナアオサと一致し、交雑しない株はそれらと27.3%異なった。この結果は交雑実験の結果を支持する。

Kamaya et al. (1993)の交雑表には、エツキアオサにはアナアオサと交雑しない株も存在することが示されているが、それについては「雌雄どちらにも接合しないアオサがあったが、接合能力の低下もしくは実験条件の違いから生じるものなのかははっきりしない。」と説明されている。そのような交雑結果が得られたのは採集されたエツキアオサに2つの分類群が混在していたからではないだろうか。

(*¹(株)海藻研究所、*²北大・理・生物科学、*³東水大・藻類、*⁴高知大・海生セ)

P 3 ○宮村新一*・坂牛真司*・南雲 保**・堀 輝三* : ナガアオサ雌雄配偶子の接合方向と眼点の位置関係

アオサ藻綱ナガアオサの雌雄配偶子はともに涙滴形で前方に2本の鞭毛をもつ。雄配偶子は雌配偶子に比べてわずかに小形であるが、ともに眼点を持ち正の走光性を示す。雌雄配偶子を混合すると直ちに配偶子集合を形成し接合する。アオサ属の雌雄配偶子は眼点と同じ側にある鞭毛基部直下の接合装置で細胞融合が行われると考えられているが、ナガアオサの雌雄配偶子について電解放射型走査電顕などを用いて調べた結果、接合方向と眼点の位置関係に雌雄の違いが見られたので報告する。

雌雄配偶子ともに眼点は細胞表層から突出し、その表面から脂質顆粒の配列が認められる。雌配偶子の眼点は雄配偶子の眼点より大きく、そのため4本鞭毛の動接合子での雌雄眼点の区別が可能である。雌雄配偶子を混合すると、雌配偶子は眼点と同じ側で接合するが、雄配偶子は眼点と反対側で接合する。細胞融合が進むと雌雄配偶子の眼点は接近し、動接合子では雌雄の眼点が細胞体の同じ側に並列する。

(*筑波大・生物科学系、**日本歯科大)

P 5 ○寺脇利信^{*1}・内村真之^{*1}・玉置 仁^{*2}・新井章吾^{*3} : 屋外水槽での海藻類栽培法とアマモ、イワズタ類の生長

海藻類の生態を解明する上で、日常的に生残や生長の観察を続けることが重要と考え、屋外水槽での栽培方法の改良に取り組んでいる。1995年8月、小型アルテミア飼育用水槽に浜砂を敷いた。注水ホースの出口を浜砂中に置き、水槽底から湧き出した海水を排水管上部からオーバーフローさせ、浮泥の沈積を防いだ。藻食性の小型巻貝(コシダカガンガサ等)を水槽に投入し、附着珪藻類の繁殖を抑制し、園芸用寒冷紗と黒色ビニルシートで、水槽底への到達光量を調整した。1997年6月には、2t容FRP水槽を上述と同様に設定した。運転開始後には、人為的な環境の攪乱を避けるため、一度も水槽の壁面を掃除せず、海藻類の栽培を続けた。昨年の本大会以降の様子を、アマモ、イワズタ類の生長で示す。

1998年6月に、アマモの花枝10本を、2t水槽に吊した。99年1月~4月に、花枝から落下した種子起源のアマモ発芽体10株が確認された。アマモは、99年8月に、最大草丈0.8m、32株に達した後、やや衰退し、10月には最大草丈0.4m、21株まで減少した。アマモは、再び、草丈と株数を増大させ2000年1月では、最大草丈0.7m、38株となった。広島湾の阿多田島産フサイワズタ藻体を98年12月に、愛媛県伊方漁港地先産クロキズタ藻体を1999年5月に、水槽に投入したところ、水槽底、壁面、煉瓦などに着生し、生長している。(*¹瀬戸内水研、*²広島大、*³(株)海藻研)

P 4 ○傳法 隆, Hendrayanti, D., 市村 輝宜 : ミカヅキモの種分化の分子系統学的解析

Closterium calosporum complex は、ミカヅキモの中で棘で覆われた接合胞子を形成するグループであり、従来栄養細胞の形が比較的強く湾曲していること、平滑な細胞壁を持つこと、頂端に粘質多糖類を分泌する孔を持つこと、及びガードルバンドがないことにより特徴づけられてきた。最近 Watanabe (1979) は、*C. calosporum* complex のいろいろな産地の株を一定条件下人工合成培地で培養し、生殖様式や頂端の形の他に、細胞の長さ、幅及び湾曲度などの定量的形質を計測することによって、このグループを3種7変種に再分類している。今回我々は、これらの培養株を用い、核rDNAのSmall subunit (SSU) 領域、SSU内に存在する1506 Group I intron 領域、SSUと5.8S rDNAの間に介在するInternal transcribed spacer-1 (ITS-1) 領域、5.8S rDNAとLarge subunit (LSU)の間に介在するITS-2領域、及びLSU領域の塩基配列並びに二次構造を解析し、これらの遺伝子領域の分子進化のパターンから*C. calosporum* complexの種、変種間の類縁関係を考察した。

(北海道大学理学部附属海藻研究施設)

P 6 ○松尾 嘉英* :

マキヒトエの形態形成に関する微生物群の探索

大型緑藻マキヒトエは無菌下・合成培地中で葉状形態をうしない単細胞化するが、さらにこの単細胞化したマキヒトエにある種の高産菌や、紅藻、褐藻の抽出物を添加すると元の葉状形態に回復することが知られている¹。自然界においても海藻表面などに生息する微生物などがこのような活性を提供していると考え、大型藻由来などの微生物群を広くスクリーニングし、16SrDNA, gyrB配列により分子系統解析を進めている。マキヒトエは館脇らにより確立された無菌株*Monosrtoma oxyspermum* (Kutz.) Doty: Strain MK-001をもちい、ASP7培地中で大型藻由来のバクテリアを再感染させ葉状形態に成長するかどうか試験を行った。その結果、*Cytophaga* sp.を中心とした菌群に活性が見られ、活性の強いものはマキヒトエに対して遊走子の放出も誘導することが明らかとなった。また、活性菌はアオサやヒトエグサ表面からより高い確率で得られることが明らかとなった。

¹ 1983, M. Tatewaki, L. Provasoli and I. J.

Pintner; *J. Phycol.*, 19, 409.

(*海洋バイオ研・清水)

P7 ○松尾 嘉英*:

マキヒトエの形態形成関連遺伝子の探索

大型緑藻マキヒトエは無菌下・合成培地中では単細胞の形態をとるがある種の微生物を再感染させると元の葉形態に回復する。つまり、無菌化では葉形態をとるために必要な遺伝子が発現しておらず、活性菌の影響でこれらの遺伝子の発現が誘導されると考えられる。そこで、どの様な遺伝子群が活性菌に誘導されるのかを検討するために蛍光ディフュレンシャルディスプレイ法の適用を試みた。

マキヒトエをMTPで培養し、そこに形態形成誘導活性を持つ *Cytophaga* BUP7 を感染させた。一定時間培養したのち細胞を回収する操作により感染時間の異なるマキヒトエを調製した。それぞれのサンプルから Total RNA を抽出し、3種の蛍光ラベルしたオリゴdTプライマーで逆転写反応後、得られたcDNAを10merプライマーでPCR増幅し反応産物の電気泳動パターンを比較した。比較するサンプル数が少ない場合、日較差・明暗周期に関係すると思われるバンドが発現差のあるバンドとして検出されてしまうが、複数日にわたり同じパターンで細胞を回収して比較することにより、より明瞭なフィンガープリントが得られるようになった。

(*海洋バイオ研・清水)

P8 ○坂山英俊*・原 慶明**:

東北・北海道地方におけるシャジクモ類の生育分布

シャジクモ類は我が国では4属74種類が報告されている。近年、関東地方を中心にシャジクモ類の生育地はその周辺での開発や水質汚染などにより急激に減少しており、1997年に環境庁が公開した『植物版レッドリスト』には74種類のうち絶滅種または絶滅危惧種として30種類がリストアップされている。そのため、シャジクモ類の現在の生育・分布状況を明らかにしておくことは緊急の課題といえる。

演者らはこれまで東北地方を中心にシャジクモ類の調査を実施してきた。今回は北海道地区を調査対象に含めた調査の予報である。同調査地域からシャジクモ属3種類(シャジクモ、カタシャジクモ、ヒメカタシャジクモ)とフラスコモ属9種類(ヒメフラスコモ、ハデフラスコモ、オトメフラスコモ、ホンフサフラスコモ、ミノフサフラスコモ、ナガホノフラスコモ、ホソバフラスコモ、キヌフラスコモ、フタマタフラスコモ)の生育が確認できた。

東北・北海道地方に生育するシャジクモ類はそれらの生育状況を見る限り、比較的大きな湖や沼では危機的状況下にある一方、池・水田など小さな生育地では種類の違いも考慮しなければならないが、外的要因に作用されず健全な状態にあるとの感触を得た。しかし、自然状態が良く保全されている同地域といえども、シャジクモ類の生育できる環境の保全対策を早急に考えておく必要があろう。

今後さらに調査地を増やし継続的に情報を蓄積していく計画である。

(*山形大学・院・理工, **山形大学・理・生)

P9 ○芹澤如比古*・横浜康雄**・有賀祐勝***・田中次郎* : 産地の異なるカジメの移植後の生長

褐藻コンブ科のカジメ *Ecklonia cava* Kjellman は日本の中南部沿岸域に生育する大型多年生の海藻であり、海中林と呼ばれる密な群落を形成して沿岸部における水産や生態系に重要な役割を果たしている。本種のうち高知県の土佐湾手結地先に生育するものは小型(莖長50 cm以下)であり、静岡県伊豆下田の鍋田湾に生育するものは大型(莖長80-150 cm)であることが報告されている。

本研究では土佐湾の小型カジメを鍋田湾に移植した場合にどうなるかを明らかにするため、1995年11月に両湾で採集したカジメの幼体(側葉が5 cm程度の0歳と推定される個体)を鍋田湾の水深9 mの海底に設置したコンクリートブロック(50×60×54 cm)4基の上に移植し、藻体各部位の計測を1997年10月までの2年間にわたって毎月現場で行い、生長を比較した。移植したカジメの莖部の長さと同直径は双方とも冬季から初春にかけては急速に増大したが、夏季から秋季にかけてはほとんど変わらなかった。中央葉長は側葉の伸長に伴って減少傾向を示した。藻長(莖長+中央葉長)は冬季から春季には増大し、夏季から秋季には減少する傾向が見られた。2年間で鍋田湾産カジメは41.6 cm(莖長25.6 cm, 中央葉長16 cm)に達したが、土佐湾産カジメは16.6 cm(莖長11.1 cm, 中央葉長5.5 cm)となるにとどまった。土佐湾産カジメの幼体を大型カジメが生育する鍋田湾に移植しても大型にならないことが明らかになった。

(*東水大・藻類, **志津川町自然ゼ, ***東農大)

P10 ○倉島彰*・川嶋之雄**・下和田学***・前川行幸*: 三重県錦湾におけるカジメ群落の生産力の季節変化

演者らは、カジメ群落の構造と群落内光環境の特徴に着目して、群落の生産力推定のための数学モデルを作成し、1998年度日本藻類学会において発表した。今回、水深の異なるカジメ群落において、生産力の季節変化を解析することができたので報告する。

1998年8月から1999年6月にかけて、三重県錦湾内の水深8mのカジメ群落、水深7mおよび15mのカジメ藻礁を対象として、調査研究を行なった。それぞれの群落について群落の吸光係数および海水の吸光係数を測定し、さらに15, 20, 25℃および現場水温における葉片の光合成速度を測定した。これらのデータをもとに、数学モデルを用いて解析を行なった。その結果、生産力は2-6月にかけて高く、天然群落では5-6 g d.w. m⁻² day⁻¹、水深7mおよび15mの藻礁ではそれぞれ4-5, 1-2 g d.w. m⁻² day⁻¹であった。これに対し、生産力は8-10月に最低となり、それぞれ約1.0, 2.3, 0.2 g d.w. m⁻² day⁻¹であった。従って、水深15mの藻礁は生育の限界水深に近いと考えられた。

(*三重大・生物資源, **日本エヌ・ユー・エス,

***中部電力)

P 11 ○寺田竜太*・馬場将輔**・山本弘敏***:日本新産オゴノリ属藻類 *Gracilaria firma* Chang et Xia (ナンカイオゴノリ, 新称)の形態と分類

Gracilaria firma (紅藻綱オゴノリ目)は中国南部, ベトナム, マレーシア, タイ沿岸の潮間帯下部から漸深帯に生育し, 食用および寒天原藻として有用な海藻である。今回, 1999年11月に沖縄県で本種の生育を確認したことから, 日本新産種として形態と種の特徴について報告する。

本種は沖縄本島東岸, 金武町並里の潮間帯下部のサンゴ片や転石上にクビレオゴノリ *G. blodgettii* と共に生育していた。体は円柱状で10cmに達し, 分枝, 末端枝の基部が著しく括れ, 全体に薄緑色を呈する。囊果中の造胞糸 (Gonimoblast) は小形の細胞で構成され, 造胞糸と果皮を連絡する横断糸 (Traversing filament) は存在するが数は少ない。雄性生殖器官は深い壺型 (Verrucosa-type) を呈する。本種は枝の基部が著しく括れる点でクビレオゴノリに似るが, 上述の体色と雌雄生殖器官の形態で明らかに異なる。

以上, 当標本の特徴は原記載 (基準産地: 中国広東省雷州半島徐聞) と一致し, 我が国がこれまでに観察したベトナム産・マレーシア産の標本とも一致することから *G. firma* と同定し, 和名をナンカイオゴノリとすることを提案する。本種は基準産地以北で採集された記録はなく, 沖縄本島は分布の北限と言える。

(*高知県海洋深層水研, **財海洋生物環境研, ***北大水産学部)

P 13 ○森田 哲生・正木 綾・能登谷 正浩: 紅藻ヒメゴケ属 3 種の生殖器官と生長と成熟に及ぼす温度の影響

日本産ヒメゴケ属にはこれまで5種が報告されている。イワヒメゴケ除く他の種では, 配偶体または胞子体などいずれかの生殖器官はまだ報告されていない。千葉県館山市沖の島でヒメゴケとクロヒメゴケを, 静岡県河津菰蒲沢でクモノスヒメゴケ採集し, それぞれの四分胞子を培養したところ, 生活史を完結させることができた。培養は温度 5, 10, 15, 20, 25, 30℃, 光量 60-80 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 光周期 14L:10D と 10L:14D を組み合わせた 12 条件下で培養した。培養液には Grund 改変培地を用いて 3 日目毎に換水した。いずれの種も 2 ヶ月以内に生活史を完結させることができ, 基本的にイトグサ型を示した。培養下の雄性生殖器官や囊果を観察した結果, 精子囊枝の形成位置は頂生と側生とが見られ, 囊果の形状は壺状, 球形, 紡錘形などの違いが見られた。クモノスヒメゴケ, クロヒメゴケ, ヒメゴケの生育温度範囲はそれぞれ 15-30℃, 10-30℃, 10-25℃であったが, 生長や成熟はいずれも 25℃で最も速かった。成熟の温度範囲はそれぞれ 25℃, 20-30℃, 15-25℃と種によってやや異なっていた。 (東水大・応用藻類学)

P 12 ○森田 哲生・能登谷 正浩: 紅藻クモノスヒメゴケの精子囊枝形成温度と生活史

紅藻類には, 種々の生殖器官を混生する種がこれまで幾つか知られている。静岡県河津菰蒲沢で採集したクモノスヒメゴケは 30℃の下でのみ四分胞子体および雌性体上に精子囊枝を形成した。この精子の受精能とその後の生殖サイクルを観察した。

培養は温度 5, 10, 15, 20, 25, 30℃, 光量 60-80 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 光周期 14L:10D と 10L:14D を組み合わせた 12 条件下で行なった。培養液は Grund 改変培地を用いて 3 日目毎に換水した。

藻体は胞子体も配偶体ともに 25℃, 80 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 14L:10D の下で最も速く生長して成熟体が得られ, 約 6 週間で生活史が完結した。しかし, 30℃の下で培養した四分胞子体および雌性体には, それぞれ胞子囊を持つ短条の先端の毛状枝とともに, プロカルブが形成されずに短条の先端に精子囊枝が形成された。この四分胞子体からは 25℃下で胞子を放出し, 正常に発芽した。四分胞子体上の精子囊枝を雌性体と同一容器で培養した結果, やや歪な囊果が形成された。この囊果から放出された果胞子は正常に発芽して四分胞子体となった。 (東水大・応用藻類学)

P 14 馬場 将輔: 紅藻エンジイシモ属の日本新産種 *Sporolithon episporum* (Howe) Dawson の形態について

S. episporum (ヒナエンジイシモ, 新称) はパナマ運河地帯が基準産地で, これまでにインドネシア, 南アフリカから報告されている。沖縄島の米須 (1996年9月), 石垣島の米原 (1999年3月) において本種に同定される藻体を採集できたので, その形態と生殖器官の構造を報告する。

本種はタイドプール壁面, 礫地の水深 1~2 m の岩やサンゴ片の上に生育する。藻体は殻皮状, いぼ状, こぶ状で, 幅 2~4 cm になる。こぶは直径 2~4 mm, 高さ 2~5 mm になり先端は鈍頭である。藻体は一組織性からなり, 髄層の発達が悪く 5~8 層からなる。皮層は良く発達し, 皮層の細胞間には 2 次的原形質連絡が普通にみられ, 細胞の融合は極めて少ない。

四分胞子囊斑は不規則に体表面に広がり, 幅 2~5 mm になる。四分胞子囊は十字状に分割し, 長さ 49~73 μm , 直径 20~37 μm , 側糸は 4~6 細胞からなる。古い四分胞子囊斑は剥離するために皮層に残らない。本種の配偶体は初めて採集された。雌雄同株。雄性生殖器官は内径 52~104 μm , 樹枝状の精子囊が巢内の底面から屋根の内側に広がる。雌性生殖器官は内径 50~86 μm , 果胞子囊生殖器官は内径 88~183 μm , 巢内底面の所々に不連続で小さな融合細胞が生じ, その上面に 1, 2 細胞からなる造胞糸が発達する。果胞子囊は長さ 56~82 μm , 直径 12~31 μm , 雌雄の生殖器官は剥離せずに皮層に残る。

(財) 海洋生物環境研究所

P 15 ○御園生拓*・齋藤順子**・時友裕紀子**・井上行夫*・堀裕和*・桜井彪*：紅藻スサビノリ生態戦略における紫外線吸収物質の役割

紅藻スサビノリの紫外線吸収物質(UVAS; Ultraviolet absorbing substance)は、335 nm付近の紫外光を特異的に高い効率で吸収する。我々はこの物質が藻の生態に関わっていると考え、その生理的意義を調べている。

現在までに、この物質が紫外線によるチミン塩基の光ダイマー形成を抑制することが明らかになっているが、今回はT-Tジヌクレオチドに対するUVASの保護効果について報告する。300 nm以下のUV-C領域を主とするD₂光源によって形成されたT<T光ダイマーをHPLCによって定量したところ、塩基単体の場合とは異なり、UVASに顕著な抑制効果は見られなかった。オリゴヌクレオチドを用いた場合には分子間の相互作用の機序が異なっているのかもしれないが、定量法を含め今後の詳細な検討が必要である。

次に、UVASが吸収したエネルギーの動態を主に光合成との関連について調べた。スサビノリから得たクロロフィル・カロテノイド80% EtOH溶液およびフィコビリリン水溶液にUVASを加え、クロロフィルおよびフィコエリスリンの蛍光に対するUVASの影響を測った。また、同様にスサビノリ生体の蛍光分析も行ったところ、いずれの場合にもUVAS-光合成色素系間にエネルギーの転移があるという証拠は得られなかった。一方、エキシマレーザーを用いた熱レンズ法分析の結果、UVASに吸収されたエネルギーのほとんどは、光ではなく熱に変換されていることが示され、この物質が光合成の補助色素である可能性はほとんどないことがわかった。

(*山梨大・工, **山梨大・教育人間科学)

P 17 ○金井塚恭裕*・藤岡久美子*・片山舒康*³：義務教育終了時の生徒の藻類に関する知識・理解

現行の学習指導要領にそって学習した生徒の、義務教育を終了する時点での、生物に関する知識・理解を知るために、全国から無作為に抽出した14の中学校と新宿区落合中学校の3年生を対象にして1997年2月～3月に調査紙による調査を行った。回答数は1569名であった。調査結果の中から、主として藻類に関連する内容について、今回報告する。

回答者の多くは、植物と聞いて連想するものとして、「光合成」及びそれに関連することがらと「緑」を挙げていた。光合成を行っている生物については、「植物」が最も多く、ついで「葉緑体を持つもの」と「緑色植物」であった。主に教科書に取り上げられている藻類をどの程度知っているかをみると、回答者の多くがアオノリ、ヒジキ、コンブ、ワカメを知っていたが、ほとんどの回答者はアナアオサ、テングサ、トサカノリを知らなかった。ケイソウは約半数の回答者が知っていた。知っていると回答した者にその色と光合成をするかどうかを答えさせたところ、回答者の多くは緑藻以外の藻類の生の色を正しく回答できなかった。ヒジキ以外の藻類については、いずれも緑色という回答が最も多かった。また、黒色という回答が90%以上あったヒジキについて、それが光合成を行っているところとされている回答者は半数強(全回答者の約47%)であった。

(*新宿区落合中, **北区富士見中, ³東京学芸大・生)

P 16 ○アリシア ベルググローブ・青木優和：イボツノマタの分散能について

イボツノマタ *Chondrus verrucosus* は周年繁殖を行い、その果胞子と四分胞子はともに大型(直径約20μm)で不動である。野外での本種の分散能を検討するために、伊豆半島南東部に位置する下田市大浦湾内の離れ根である大黒根(通称 親子岩)上のイボツノマタ個体群について1999年5月から野外調査を行っている。

イボツノマタの胞子の放出タイミングを明らかにするために7月および12月の大潮時に最長連続30時間にわたって個体群周辺の海水を1時間毎に採水して検討した結果、胞子は干出時以外は常時放出されているが、その密度には日変化があり、最低低潮時後2時間以内に最も多く放出されることが分かった。

離れ根の個体群内の配偶体比率をソース個体群と比較するため、大黒根とそのソース個体群であるとみられる湾内岸側岸壁の個体群(大黒根個体群から約100-200m離れている)とで、レゾシノールアセタールテストを用いて配偶体と胞子体の判別を行った。7月後半から8月前半にかけて、個体群中の配偶体の比率は、離れ根個体群で82.3%、岸壁個体群で66.8%であった。しかしながら、岸壁上で他と隔離された藻体では配偶体と胞子体の比率がほぼ等しかった。9月後半の調査でも同様の結果が得られたが、岸壁個体群での比率は約60%にまで低下していた。以上よりイボツノマタの果胞子と四分胞子との間には分散能に差がある可能性が示唆された。

現在、海中の果胞子と四分胞子の判別法を探っている。今後は果胞子と四分胞子の分散能力の違いによって個体群中の配偶体の割合を説明しうるか否かについて検討を加えていく予定である。

(筑波大・下田臨海)

P 18 ○須谷昌之*・大谷修司¹：淡水産黄緑藻類 *Pseudostaurastrum enorme* (Ralfs) Chodat の無性生殖について

淡水産黄緑藻類の無性生殖に関する報告は少なく、演者らの知る限りでは *Pleurochloris* 科の *Pseudostaurastrum* 属に関しては知られていない。今回、淡水産黄緑藻類 *Pseudostaurastrum enorme* (Ralfs) Chodat のクローン培養株を、島根県の間部部の池より分離培養し、その無性生殖を観察したので報告する。

材料は1999年7月、大田市の三瓶山浮布池の表面水をポリ瓶に採取し、細胞をピペット洗浄法で分離し、CA培地に土壌抽出液を加えた培地で20℃、12時間、12時間の明暗周期で培養を行った。

本種の細胞の形は三角形、四角形または不規則形で細胞表面から不規則に13～17の突起が伸びる。その突起は基部から二又に分かれる場合と分かれぬ場合があり、それぞれの突起の先端は2または3に分かれる。分裂前の細胞の大きさは20μm～30μmで、分裂直後の自生胞子の大きさは15μm～21μmであった。葉緑体は側壁性で、数十有し、突起の部分には含まれていない。

無性生殖は、2～4個の自生胞子の形成により、まれに3個の場合がある。自生胞子の周囲には母細胞壁が薄く残っている。自生胞子の形成は暗期開始前後に起こっている。2～4個の自生胞子の形成は同じ科に属する *Vischeria*, *Polyedriella*, *Goniocloris*, *Polygonioclhoris* などの属で知られている。

(*島根県立大田高等学校, **島根大・教育・生物)

P 19 ○竹下俊治*・宇治淳美**・中西稔*・海岸の岩上着生地衣類 2 種の共生藻

本研究は、海岸に生育する地衣類の共生藻種を明らかにすることを目的として行ったものである。調査地は島根県江津市大崎鼻である。本調査地の飛沫帯以上の地衣類については、既に藻類学会第 23 回大会にて報告しており、今回は更に下方に着生する *Endocarpon* sp. および *Verrucaria* sp. の共生藻について検討した。その結果、*Endocarpon* sp. からは *Diplosphaera chodati* を、*Verrucaria* sp. からは *Dilabifilum arthopyreniae* を共生藻として確認した。*Diplosphaera chodati* は樹皮着生藻として報告されている他、ノルマンゴケ (*Normandina pulchella*) の共生藻としても分離されているが、海岸の地衣類から分離されたのは今回が初めてである。*Dilabifilum arthopyreniae* は海岸の岩上にも生育しており (Ihda et al. 1996)、*Verrucaria* sp. は、free-living の本種を共生藻として獲得していると考えられる。

本研究では更に、培地中の NaCl 濃度を変化させ、共生藻の形態的な変化を観察した。培地は BBM を基準とし、NaCl 濃度を 0.0025%、0.1%、1%、2%、3.5%、5%、10% にした。観察は培養開始後 5 日おきに行った。その結果、*Diplosphaera chodati* は、塩分濃度によって細胞の大きさや自生胞子嚢形成に違いが観察された。*Dilabifilum arthopyreniae* は、NaCl 濃度が 5% 以上では糸状体の細胞は死滅し、基部の細胞のみ生存していた。両種とも NaCl 濃度が 10% でも生存しており、高い塩分濃度耐性を示した。

(*広島大・学校教育, **竜王町立竜王小)

P 21 ○市原 嘉律彦, 木村 靖子, 松岡 大介, 東 哲司, 南森 隆司, 安田武司

ミドリムシ (*Euglena gracilis*) の SNF1 関連プロテインキナーゼの同定とその特徴

Euglena は光合成緑虫で、分類学的に動物・植物双方に位置する。最近の分子系統解析では原生動物のキネトプラスティダ類との近縁性が指摘されている。演者らは、この単細胞生物がどのような細胞情報伝達系の酵素プロテインキナーゼ遺伝子群を有しているか検索し、光合成生物としては最初に cAMP 依存性プロテインキナーゼを同定し、さらに、この生物が多様なプロテインキナーゼ遺伝子群を有するデータを得ている。今回、その中でも、酵母、動物、植物に広く存在が示されている SNF1 関連プロテインキナーゼ (SnRPK) の *Euglena* でのホモログ遺伝子の同定と特徴を報告する。演者らは既知のセリン・スレオニンプロテインキナーゼ遺伝子の触媒領域における保存性配列に基づくミックスプライマーを用い、*Euglena* から抽出した mRNA を鋳型とし RT-PCR を行った。キナーゼ断片を得たのでこれをプローブとして cDNA ライブラリースクリーニングを行い、二種の異なる SnRPK (ESnRPK1 及び 2) の全長配列を決定した。その触媒領域の推定アミノ酸配列に基づく相同性検索、系統樹解析などを行った。現在 SnRPK は SnRPK1, 2, 3 と三つのグループが知られている。クラミドモナスのそれは植物の SnRPK2 グループに比較的近縁であるのに対して *Euglena* のものは、植物タイプへの分子進化途上にあると推察されるもののこの生物に特有のものであることが示唆された。現在知られている SnRPK の分子進化過程とこれらの分子から見た *Euglena* の特色について議論する。

*Kiryama & Nanmori et al. FEBS Lett. 450, p95 1999

(神戸大院・自然科学研究科)

P 20 ○山崎 武央*・武田 宏**:
細胞内共生体 *Paramecium bursaria* における
藻特異性をもたらし宿主レクチンの探索

細胞内に多数の共生藻を有する繊毛虫 *Paramecium bursaria* における共生藻認識機構としてジッパー機構仮説がある。その機構にはガラクトースに結合するレクチン性因子 Algal Agglutinating Factor (AAF) が関与するとされている。しかし、この仮説に基づいて行った本研究において AAF 様活性は認められず、糖に対する結合特性の異なる *Paramecium bursaria* レクチン (PbL) が単離された。部分精製 PbL は単純な糖に結合せず、糖蛋白質や *Chlorella* ヘミセルロース、酵母マンナンなどの多糖に結合した。また、*Chlorella ellipsoidea* や *C. minutissima*, *C. zofingiensis* をほとんど凝集させず、*C. sorokiniana* や *C. vulgaris* を弱く凝集させ、*C. saccharophila* や *C. kessleri*, *P. bursaria* 共生藻を強く凝集させた。したがって *Paramecium bursaria* において PbL は藻を perialgal vacuole に固定する "のり" として共生成立に関与しており、藻の感染特異性を決定しているひとつの鍵かもしれない。

(*新潟大学・自然科学研, **新潟大・理・生物)

P 22 ○豊田 健介*・田中 次郎*・南雲 保** : 海産羽状珪藻
Achnanthes 属の分類学的研究

付着性の羽状目珪藻である *Achnanthes* 属は、海水、汽水、淡水に広く出現する。本属は、縦溝殻と無縦溝殻の 2 つの異なる上下殻からなり、帯面からみて「く」の字型に曲がることを特徴とする。本属で海産付着種として出現する *Achnanthes javanica* Grunow in Cleve et Grunow (1880) は、多くの変種や品種が含まれている。本種の原因には図や写真は無く、研究者によっては原記載と異なる形態の個体を報告しており、同定は困難であった。そこで、本研究では、1878 年に製作された本種の等価基準標本 (Cleve & Möller No. 147) を英国自然史博物館より借り出し、本種の形質を明らかにした。

この標本は、インドネシア (Java) の沿岸水域に生育していたと思われるナマコの胃の内容物をプレバートにしたものである。プレバート内に本種の他に複数の分類群が存在するが、プレバート内で観察された縦溝殻、無縦溝殻、帯片の 3 つの部分が原記載で述べられている形態的特長と一致することが判明した。これらの殻面は、その後の研究者により図や写真などで本種とされたオリブの実状の形態とは明らかに異なり、紡錘形である。この形態をもつ個体は本邦ではまだ報告が無い。

この結果、従来 *A. javanica* var. *javanica* とされてきた個体は新たに命名し直し、本種内で同時に記載された *A. javanica* var. *rhombica* Grunow などについても、再検討の必要がある。また、*A. javanica* var. *tenuistauros* (Mann) Meister や *A. javanica* f. *subconstricta* (Meister) Hustedt などの変種及び品種の分類学的扱いを変更する必要があると考える。

(*東水大・資源育成, **日歯大・生物)

P 23 ○南雲保*・鈴木秀和**：糸状群体を形成する
Nitzschia martiana (Ag.) V. H. の形態と分類学的研究

珪藻類はそれぞれの種類の生育環境や形態に応じた群体を作って生育している。特に海産珪藻類では放射状、糸状、叢状など多様な群体形態が知られている。過去においては珪藻類の分類に群体形態が取り入れられていた時期もあり、近年はそれらの分類と殻微細構造など最近の分類データとの連結も行われつつある。

この度熊本県天草の沿岸で採集した糸状群体を形成する海産珪藻について観察する機会を得た。長さ5cmにもおよぶこの群体は生育状態では、あたかもシオグサ（緑藻）やシオミドロ（褐藻）のように見える。しかし手にした感触やルーペによる観察によって糸状藻でないことが分かり、さらに光学顕微鏡観察を行ったところ、海産羽状珪藻 *Nitzschia martiana* (Ag.) V. H. と同定された。本種は大型で殻長は極めて長い、殻面の紋様は微細であるため、さらに電子顕微鏡による観察を行った。その結果、殻面にある管状縦溝全体が隆起すること、殻端裂溝の両側に特異的な胞紋があることなどの特徴が観察された。これらの特徴に基づくと、*Nitzschia martiana* (Ag.) V. H. と同定された本種は別属に帰属すべき必要性が示唆された。

(* 日歯大・生物, ** 青山学院高等部)

P 24 ○成田貴子*・真山茂樹*・河地正伸**：浮遊性有孔虫から単離・培養したペラゴ藻の分類

原生動物である有孔虫の細胞には、紅藻、緑藻、渦鞭毛藻など多様な藻類が共生することが知られている。演者らは、沖縄県瀬底島沖から採集した直径約300 μ mの浮遊性有孔虫 *Globigerina* sp. から共生藻を単離し、培養後、その分類を試みた。

培養細胞は単細胞性で、直径1.5~3 μ mの球形もしくは楕円形であり、緑がかった黄褐色の杯状葉緑体を1枚もっていた。葉緑体とミトコンドリアの微細構造は、不等毛植物に共通の特徴をもっていた。さらに、鞭毛を欠くこと、細胞膜の内側に並ぶ楕円形構造体が存在すること、ピレノイドを欠き、核様体と推定される部位が葉緑体内に散在していること、細胞膜の周りに繊維状の物質が放出され、成熟したものでは2層の外被を形成することがわかった。これらの形質は、鞭毛をもたないペラゴ藻 *Pelagococcus subviridis* のものとよく類似している。しかし18S rDNAの塩基配列により構築した系統樹では、いずれの方法（近隣結合法、最尤法、最大節約法）においても、鞭毛をもつペラゴ藻 *Pelagomonas calceolata* の姉妹種となった。

今後は、1)他の分子種を用いて系統学的解析を行うこと、2)培養条件を変化させることにより鞭毛細胞が発現するかどうかを確認すること、3)無鞭毛でありながら18S rDNAの塩基配列が *Pelagomonas calceolata* のものと同一である CCMP1145 株 (GenBank U40928) の微細構造を観察することなどにより、本共生藻の正しい系統学上の位置を決定したい。

(* 東学大・生物, ** 国立環境研)

P 25 本多大輔：海洋バイオテクノロジー研究所
が保有するストラメノバイルとクリプトモナ
ド株の分子系統的位置づけ

現在MBI微細藻類コレクションには約1,000株が系統保存されている。その中から、ストラメノバイル生物群の葉緑体を持ついわゆる不等毛藻類として識別されている11株、葉緑体をもたない3株、さらにクリプトモナド生物群の葉緑体を持ついわゆるクリプト藻類の3株、葉緑体をもたない6株、の計23株について、18S rRNA 遺伝子の DNA 配列を決定し、分子系統解析を行った。

ストラメノバイルの14株は、3株がベディネラ系統群、5株がペラゴ藻系統群、4株が狭義の黄金色藻系統群、2株がピコソエカ系統群に位置した。ベディネラ系統群のMBIC-11037株は同じく葉緑体を持たない *Pteridomonas danica*、*Ciliophrys infusionum* とは系統と異にし、ベディネラ系統群の中で、別個に3回の葉緑体の欠失が起こった可能性を示唆した。ペラゴ藻系統群の5株は、光学・電子顕微鏡レベルでは、いずれも *Sarcinochrysis marina* に類似していたが、MBIC-10434株は、*Pulvinaria* sp. と単系統群を形成し、他の4株も *S. marina* とは単系統群を形成せず、新しく認識される系統となった。

一方、クリプトモナドの9株のうち、南極近海から採取された葉緑体を持つ3株は、いずれも *Geminigera cryophila* と単系統群を形成した。葉緑体を持たない6株は、葉緑体を持つ単系統群と、葉緑体を持たない *Goniomonas truncata* の間から分岐する新たな系統群を形成した。

(海洋バイオ研・釜石)

P 26 ○熱海美香*・河地正伸**・宮下英明*：海産微細藻類の寒
天平板上での生育の検討

海洋バイオテクノロジー研究所(MBI)では、海洋環境から分離された微細藻類の系統保存を行っている。これらの藻類の寒天平板上での生育を確認することができれば、1)無菌化が容易となる、2)寒天斜面培地上での保存が可能となる、3)種鑑別度を減らすことができるなど、維持管理作業の軽減を図ることができる。そこで現在MBIに保存されている微細藻約100属700株について、寒天平板上での生育試験と生育した細胞の形態変化について検討した。

その結果、MBIに保存されている微細藻類の多くが、寒天平板上または寒天穿刺培養で生育可能であることがわかった。ハプト藻類とブラシノ藻類の一部には、寒天平板での生育が全く見られなかった。また一部の遊泳性の藻類では、寒天平板上で生育した細胞の形態が液体培地中の細胞と異なっていた。例えば、通常液体培地で維持されている遊泳性の藻類のラフィド藻の *Heterosigma* sp. や *Olisthodiscus luteus* は、寒天平板上と寒天穿刺培養で生育した。寒天平板上で生育した細胞は鞭毛をもたない不定形の細胞であったのに対して、穿刺培養された細胞は、液体培地中の細胞と同様な遊泳性の細胞であった。また、遊泳性の円石藻である *Calyptrosphaera sphaeroidea* では、寒天平板上で増殖した細胞表面に円石の形成が見られなかった。

多くの海産微細藻類が寒天平板上または寒天穿刺培養によって生育可能であることがわかった。同時に一部の遊泳性の藻類では、液体培地と寒天平板上で生育したそれぞれの細胞形態に違いが現れることがわかった。現在、寒天平板での生育が見られなかった藻類の新たな培養方法の検討と、液体/寒天平板の両培養条件下での細胞微細構造の変化について調査を進めているところである。

本研究開発は通産省工業技術院の「微生物資源利用基盤モデルの構築」の一貫として、新エネルギー・産業技術総合開発機構から依頼を受けて実施したものである。

(* 海洋バイオ研・釜石, ** 国立環境研)

P 27 ○宮下英明*、熱海美香*、河地正伸*、池本尚人*、
梶原康生**：海産微細藻類用培地の開発

海産(微細)藻類培養のための培養液組成は、多くの先人らによって考案・改良され、すでに数十にも及ぶ組成が提案されている。海洋バイオテクノロジー研究所(MBI)では、海洋を中心とする多様な含塩水環境から分離された微細藻類の保存を行っている。これらの保存株を分離・培養・維持管理する過程において、経験的に、IMK (Ikemoto, Miyashita, Kawachi; Improved and Modified K medium) 培地の汎用性が高いことが明らかになってきた。今回は IMK 培地の有用性について報告する。

IMK 培地は、K 培地 (Keller et al. 1987) と ESM 培地 (岡市ら 1982) をベースに考案された。K 培地は外洋性の微細藻類培養用に f/2 培地 (Guillard 1975) から改良された汎用性の高い優れた培地である。しかし、窒素源やリン酸源の含量が低いため、細胞濃度が高くなりにくい。一方、ESM 培地は、岡市らによって渦鞭毛藻類の保存や大量培養に用いられる培地として報告された。微量金属を天然海水に含まれるものに頼っているため、窒素とリン酸源の含量に比べ、金属イオンの供給律速となることがある。IMK 培地は、単純に両者を組み合わせた組成を有している。IMK 培地は、K 培地、ESM 培地、PES 培地、BG-11 海水培地等を用いて分離された海産微細藻類約 900 株のほとんどに用いることができた。しかし、これまで培養が難しいとされている *Prochlorococcus* や *Arkylochloris* 等の培養には用いることができなかった。パッチ培養による細胞濃度も ESM 培地単独の場合と同等もしくはそれ以上であった。

IMK 培地は K 培地と ESM 培地の両者の利点をもちあわせた、汎用的で、種々の培養実験、大量培養に利用可能な培地組成となっているものと考えられる。

(*海洋バイオ研・釜石、**日本製薬・ライフテック)

P 28 宮下英明：海洋バイオテクノロジー研究所が保有する
シアノバクテリア (ラン藻類) の分子系統関係

海洋バイオテクノロジー研究所(MBI)では、海洋を中心とする多様な環境から分離された微細藻類の保存を行っている。本研究では、MBI が保有するシアノバクテリアの多様性を明らかにすることを目的に、保存株の分子系統解析を行った。

まず、多くの保存株に従属栄養細菌が混入しているため、原核藻類の 16SrDNA 部分配列約 1.25Kbp を特異的に増幅するプライマーを設計した。これを用いて保存株約 120 株の 16SrDNA 部分配列を増幅し、配列決定して、分子系統解析を行った。

データベースから引用したデータに MBI 株のデータを入れて推定した系統関係は、Turner(1997)や Honda ら(1999)によってすでに報告されているシアノバクテリアの分子系統関係とほぼ一致した。この系統樹から、MBI のシアノバクテリアが、*Phormidium* に近い糸状のグループ、*Cyanobium* に近い単細胞のグループ、好塩環境から分離された単細胞/糸状のグループ、*Pleurocapsa* や *Synechococcus* PCC7002 に近い単細胞のグループの 4 つに大別できることがわかった。また、*Acaryochloris* 系統群のように特殊な系統群を形成するものもあった。一方、海洋に分布していることが知られている *Trichodesmium* や *Arthrospira* に近い株は保存されていなかった。

これらの結果は、MBI が保有しているシアノバクテリアコレクションが、含塩水環境に生息するシアノバクテリアの多様性と特異性を反映したものであることを示唆している。今後は分子系統解析において、特異な系統群を形成した株のキャラクタリゼーションを進め、MBI が保有しているシアノバクテリアコレクションの整備を継続する予定である。

本研究開発は通産省工業技術院の「微生物資源利用基盤モデルの構築」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構から依頼を受けて実施したものである。

(海洋バイオ研・釜石)

P 29 ○半田信司*・中野武登**・Valeria B. Itskovich***・
益田芳樹****：バイカル湖南西部の気生藻類

ロシアのバイカル湖南西部に位置するイルクーツクおよびリストビヤンカ周辺域において、気生藻類の調査を行った。

調査地域一帯の樹皮、岩、板やコンクリート構造物などには、日本でごく普通に見られるような気生藻類の肉眼的なコロニーは、ほとんど形成されていなかった。採取したサンプルは、湖岸付近の板やコンクリートなどの表面に見られた 5 サンプルで、これらを BBM 寒天平板培地でスプレー法により単藻培養を行い、種の同定を行った。

確認された気生藻類は *Klebsormidium flaccidum*, *Chlorella ellipsoidea* をはじめ十数種類であり、サンプルごとに見ると 3-6 種類と種類数は少なかった。出現種のほとんどは、気生藻類としてごく一般的に見られるものであったが、日本では普通にみられるスミレモ科の藻類や、木製の構造物などに高頻度で出現する *Apatococcus lobatus* は確認されなかった。このように、気生藻類の群落が貧弱なのは、寒冷で降水量の少ない気候的な要因が大きく関与しているものと思われる。

(*広島県環境保健協会、**広島工大・環境・環境情報、

Limnological Institute of RAS、*川崎医大・生物)

P 30 松岡数充・[○]林 正男・趙 賢珍：渦鞭毛
藻シスト群集変化からみた大村湾の環境

渦鞭毛藻群集の特徴は海水温、塩分、栄養塩濃度などの海域固有の水質とに関連が認められることから、海底堆積物中の渦鞭毛藻シスト分析が過去の堆積域の環境推定に適用可能であると示唆されており、とりわけこれまでに従属種のシスト群集と富栄養化とが深く関わっていることが報告されてきた。そこで本研究では大村湾堆積物中の渦鞭毛藻シストの分布調査を行った 1980~1981 年と 1998 年の結果と比較することによって、過去 18 年間で大村湾に生じた水質変化を明らかにすることを目的とした。

その結果、湾奥部で従属栄養種群である *Protoperidinioid* グループが他の地点と比べて最も増加していた。これは津水湾周辺の人口増加に伴う栄養塩の増加によって被捕食者である珪藻類やバクテリアの増殖を反映しており、その海域での富栄養化の進行によると推察した。

(長崎大学・水産学部 沿岸環境学研究室)

P 31 松岡敷充*・○加藤めぐみ**・谷村好洋***・
福澤仁之**：長崎県大村湾における珪藻の沈積・埋
没過程の解明

珪藻はその殻が堆積物中に化石として残されやすい
ため、過去の水域環境を示す指標として重要である。
しかしながら、珪藻化石の形成過程、つまりは珪藻の
生体が遺骸となって堆積物中の化石となるまでの過程
に対する検討は十分になされてこなかった。

そのため、本研究では珪藻の化石化過程を明らかに
するために、長崎県大村湾の湾奥部に位置する長与浦
においてセディメント・トラップを用いて捕集された
水柱沈降物試料、および海底表層堆積物試料に含まれ
る珪藻殻をそれぞれ定量的に計数して比較した。その
結果、水柱を沈降してきた珪藻遺骸のうち数%~10
数%のみが堆積物中に化石として残されることが明ら
かになった。また、化石となる珪藻殻の数量は珪藻の
各分類群ごとに異なることが示された。堆積物中の珪
藻化石から過去の水域環境を推定する際には、化石化
過程での個体数や群集組成の変化について考慮して、
珪藻殻から得られる情報を正しく解釈する必要がある。
(*長崎大・水産, **都立大・理, ***国立科博)

P 32 松永茂、堀輝三：ブラシノ藻 *Mesostigma* の
走光性；眼点退縮株が示す光に垂直な走光性について

走光性において眼点が果たす役割は、細胞内を通り抜けて光受容
体へ到達しようとする光を遮断し、細胞表面から射し込む光のみを光
受容体に効率よく感知させることにある。この際、眼点の光学的作用
として、干渉・反射・吸収などが考えられるが、これを検証しうる実
験的な根拠は未だ少ない。本研究では、鞭毛緑藻 *Mesostigma viride*
の眼点が退縮して吸収・反射活性を失った株と、明瞭な眼点を持つ株
とが示す走光性を比較・解析し、走光性における眼点の光学的効果の
解明と、光受容体の真の吸収スペクトルの推定を目指した。

まず有眼点株の眼点の吸収・反射スペクトルを調査したところ、
極大波長がそれぞれ 460nm、550nm で、吸収による遮蔽効果は反射
の約 5 倍であった。次に両株の走光性の作用スペクトルを
400-620nm の範囲で調査した。有眼点株は全波長域で正の走光性を
示し、その極大は 490nm、550nm に二つの山として現れた。一方眼
点退縮株は、緑色光域では入射光に垂直な向きに泳ぐ“垂直走光性”
を示し、その極大は 550nm のみに現れた。この株は青色光域では弱
いながら正の走光性を示し、その作用スペクトルは葉緑体の吸収ス
ペクトルと一致した。つまり青色光域では葉緑体による光の遮蔽がある
ため、正方向へ遊泳できたのである。

これらの結果は、少なくとも *Mesostigma* では、眼点の干渉や反
射よりも眼点・葉緑体による光の吸収が、正しい光の方向認識により
多く寄与することを示唆する。また光受容体の真の吸収極大は
550nm の一山のみで、この波長域では眼点・葉緑体による遮蔽が少
ないので遊泳方向に誤りが生じ、作用スペクトル上でのこの波長域の
QE 値は受容体の吸収に比べ小さくなると思われる。一方有眼点株で
490nm に現れるもう 1 つの作用スペクトルの極大は、眼点・葉緑体
による遮蔽が充分でかつ光受容体の吸光係数が比較的大きいため
に現れる見かけ上の極大であると考えられる。この 490nm 付近の極大
は *Chlamydomonas* など他の鞭毛緑藻でも報告されており、これま
で真の光受容体の吸収極大と考えられていた。これが *Mesostigma*
同様、見かけ上のものであるかどうかは今後検討を要する課題である。

(筑波大学 生物科学系)

P 33 ○岩滝光儀*・吉田 誠*・高山晴義*・福代康
夫*：有殻渦鞭毛藻 *Heterocapsa* 属の鱗片の形態変異

Heterocapsa 属は有殻渦鞭毛藻類の一群で、鎧板配列を
元に光合成種 11 種が記載されている。本属は有殻渦鞭毛
藻類の中で唯一、細胞最外層に有機鱗片を持つ事が知られ
ている。この鱗片は属の特徴であると共に、直径約 350nm
の網目模様を持つ基部には三角形や円形などの形態変異
があることから、種レベルの分類形質としても扱われるよ
うになっている。しかし記載時に鱗片の形態の明示された
H. rotundata、*H. circularisquama* 以外の種では鱗片を用い
た同定は困難となっている。

本研究では本邦沿岸とその近海に出現した *Heterocapsa*
属の鱗片をシャドーイング法とウラン染色法を用いた
TEM 観察を行い、鱗片の微細形態の比較を行った。その
結果、既報の(1)三角形の基部の鱗片 (*H. rotundata*、*H.*
triquetra)、(2)円形の基部の鱗片 (*H. circularisquama*、*H.*
sp. 香港産)の他に、(3)基部は(1)に似るが上部の装飾構造
の異なる鱗片 (*H. sp.* 東京湾産)が観察され、さらに(1)と
(2)の両タイプの鱗片を持つ藻 (*H. sp.* メルボルン産)も確
認された。今回は鱗片の形態と細胞外形の対応関係と示す
と共に、鱗片の種レベルの同定基準としての有用性につい
て検証する。(*東京大・農・水圏環境、*広島県水試、
*東京大・アジアセンター)

日本藻類学会（入会申込・住所変更届）（○で囲んで下さい）

（コピーしてお使い下さい）

入会者記入欄

2000 年度より入会

2000 年 月 日 申込み

氏 名

★ Name

(Family name)

(Given name)

所 属 機 関 名

★ Institution

住 所 〒

★ Institutional Address

電話 Fax e-mail

自宅住所 〒

★ Address

電話 Fax e-mail

★の項目は英語またはローマ字で必ずご記入ください。英文誌の送付に必要です。

以下の欄にチェックして下さい

会員の種類：☐ 普通会員 8,000円 ☐ 学生会員 5,000円（学生会員の場合、指導教官の署名が必要です）

指導教官の署名：

会費納入方法：☐ 同封 ☐ 郵便振替（できるだけ郵便振替をご利用下さい）

会誌の送り先 ☐ 所属機関（勤務先） ☐ 自宅

入会申込書・住所変更届 送付先：〒305-8572 つくば市天王台 1-1-1

筑波大学生物科学系

岩本浩二 TEL 0298-53-4908 FAX 0298-53-6614

e-mail: ivanov@anet.ne.jp

会費払込先：郵便振替 口座番号 00180-0-96775 加入者名：日本藻類学会

学会事務局
使用欄

受付

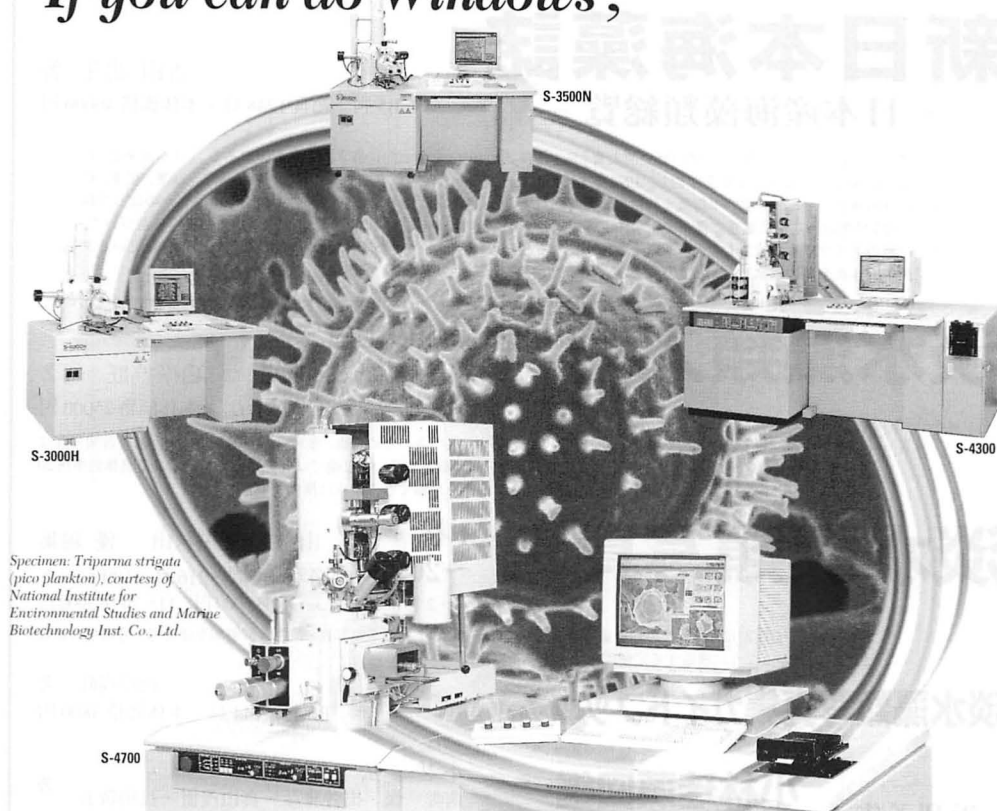
名簿

発送リスト

入金確認

学会録事

If you can do Windows[®],



Specimen: *Triparna strigata*
(pico plankton), courtesy of
National Institute for
Environmental Studies and Marine
Biotechnology Inst. Co., Ltd.

you can do this.

Hitachi has greatly improved the performance and capabilities of the modern Scanning Electron Microscope (SEM). Now they've done the same for the user interface. Call it simple, call it intuitive, call it Windows. The models shown here are the first in a continuing series that combines the well-known power and sophistication of Hitachi's finest SEM technologies with the speed and convenience of the familiar PC interface. Use the mouse, keyboard or on-screen controls for full interactive image acquisition and control. Manual controls are also provided for conventional

operation. Either way, selective or full automatic control helps you obtain outstanding results with comprehensive image storage, indexing and optional networking capabilities for sharing images throughout the laboratory or around the world.

Windows[®] Based PC-SEM

Cold Field Emission Scanning Electron Microscope

S-4700, S-4300

Scanning Electron Microscope

S-3500N/H, S-3000N/H

• Windows is a trademark of Microsoft Corporation, U.S.A.

HITACHI
Scientific Instruments

<http://www.hitachi.co.jp/Div/keisokuki>

For further information, please contact:

NISSEI SANGYO AMERICA, LTD.
755 Ravendale Dr., Mountain View, CA 94043, U.S.A. Tel: (650) 969-1100
NISSEI SANGYO CANADA, INC.
89 Galaxy Blvd., Suite 14, Rexdale, Ontario M9W 6A4, Canada Tel: (416) 675-5860
NISSEI SANGYO CO., LTD.
7 Iwanhoe Road, Hogwood Industrial Estate, Finchampstead, Berks. RG40 4QQ, U.K.
Tel: 118-9328632

NISSEI SANGYO GMBH (DEUTSCHLAND)
Berliner Str. 91, D-40880 Ratingen 1, Germany Tel: (2102) 453-151
NISSEI SANGYO (S) PTE. LTD.
3, Killiney Road, #07-05/09, Winsland House, Singapore 239519 Tel: 7375184
NISSEI SANGYO CO., LTD.
24-14, Nishishimbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8717, Japan Tel: (03) 3504-7111
HITACHI, LTD., Instrument
New Marunouchi Bldg., 5-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220, Japan Tel: (03) 3212-1111

新日本海藻誌

— 日本産海藻類総覧 —

吉田 忠生 著

B5判・総頁1248頁・本体価格46000円

本書は古典的になった岡村金太郎の歴史的大著「日本海藻誌」(1936)を全面的に書き直したものである。「日本海藻誌」刊行以後の約60年間の研究の進歩を要約し、1997年までの知見を盛り込んで、日本産として報告のある海藻(緑藻、褐藻、紅藻)約1400種について、形態的な特徴を現代の言葉で記載する。編集にあたっては、各種の学名を原典にさかのぼって検討し、国際植物命名規約に厳密に従って命名法上の正確さを期し、関連する文献を詳しく引用。また、命名規約に基づいて、多くの種のタイプ標本を確定し、その所在を明らかにするとともに、北海道大学、国立科学博物館などに所蔵されているタイプ標本の写真を多数掲載した。植物学・水産学の専門家のみならず、広く関係各方面に必携の書。

淡水藻類入門

淡水藻類の形質・
種類・観察と研究

山岸 高旺 編著

B5判・700頁(口絵カラー含む)・本体価格25000円

「日本淡水藻図鑑」の編者である著者がまとめる、初心者・入門者のための書。多種多様な藻類群を、平易な言葉で誰にも分かるよう、丁寧に解説する。Ⅰ編、Ⅱ編で形質と分類の概説を行い、Ⅲ編では各分野の専門家による具体的事例20編をあげ、実際にどのように観察・研究を進めたらよいかを理解できるように構成する。

淡水藻類写真集

1巻
～20巻

山岸 高旺・秋山 優 編集

各巻 B5判・216頁・100シート

1・2巻4000円、3～10巻5000円、11～20巻7000円

1種1シートを原則に、藻体像の顕微鏡写真・部分拡大写真に、走査型電顕写真・線画き詳細図を添えて、分類学的形質が一目でわかるように構成する。解説はすべて和英両文。

淡水藻類写真集ガイドブック

山岸高旺 著

B5判・144頁・本体価格3800円

近刊予告

小林珪藻図鑑

小林 弘

南雲 保・出井雅彦・真山茂樹・長田敬五 著

世界の淡水産紅藻

熊野 茂 著

藻類の生活史集成

堀 輝三 編

第1巻 緑色藻類 B5・448p(185種) 8000円

第2巻 褐藻・紅藻類 B5・424p(171種) 8000円

第3巻 単細胞性・鞭毛藻類 B5・400p(146種) 7000円

藻類多様性の生物学

千原光雄 編著

B5・400p・9000円

藻類の今を見渡し、理解するための最速の書。斯界の第一人者により、藻学および周辺領域の膨大な知識の蓄積が整理され、新しい研究成果も取り入れられている。藻学を学ぶ方、またこの分野に興味のある方の新たなスタンダード。

陸上植物の起源

渡邊 信 共訳

堀 輝三

—緑藻から緑色植物へ—

A5・376p・4800円

最初に海で生まれた現生植物の祖先は、どのような進化をたどって陸上に進出したのか——。分子生物学、生化学、発生学、形態学などの成果にもとづく探求の書。海藻のような海産藻類からでなく、淡水域に生息した緑藻、特にシャジクモ類から派生したという推論をたて、陸上植物の出現した約5億年前の地球環境、DNAの構造、シャジクモ類の形態・生態・生理などを総合的に考察する。

日本淡水藻図鑑

廣瀬弘幸・山岸高旺 編集

B5・960p・38000円

図鑑としての特性を最高度に発揮す為、図版は必ず左頁に、図版の説明は必ず右頁に組まれ、常に図と説明とが同時にみられるように工夫。また随所に総括的な解説や検索表を配し読者の便宜を図る。

日本の赤潮生物

福代・高野 共編

千原・松岡

—写真と解説—

B5・430p・13000円

日本近海および日本の淡水域に出現する200種の赤潮生物を収録。赤潮生物の分類・同定に有効な一冊。

原生生物の世界

丸山 晃 著

丸山雪江 絵

細菌、藻類、菌類と原生動物の分類

B5・440p・28000円

原生生物、すなわち細菌、藻類、菌類と原生動物の分類という壮大な世界を緻密な点描画とともに一巻に収めた類例のない書。

藻類の生態

秋山・有賀

坂本・横浜 共編

A5・640p・12800円

日本海藻誌

岡村金太郎 著 B5・1000p・30000円

表示の価格は本体価格ですので、別途消費税が加算されます。

〒112-0012 東京都文京区大塚 3-34-3

TEL 03-3945-6781 FAX 03-3945-6782

内田老鶴園

学 会 出 版 物

下記の出版物をご希望の方に頒布いたしますので、学会事務局までお申し込み下さい。(価格は送料を含む)

1. 「藻類」バックナンバー 価格、各号、会員 1,750 円、非会員 3,000 円；30 巻 4 号（創立 30 周年記念増大号，1-30 巻索引付き）のみ会員 5,000 円，非会員 7,000 円；欠号 1-2 巻，4 巻 1, 3 号，5 巻 1, 2 号，6-9 巻全号。「藻類」バックナンバーの特別セット販売に関しては本誌記事をご覧ください。
2. 「藻類」索引 1-10 巻，価格、会員 1,500 円，非会員 2,000 円；「藻類」索引 11-20 巻，価格会員 2,000 円，非会員 3,000 円，創立 30 周年記念「藻類」索引 1-30 巻，価格、会員 3,000 円，非会員 4,000 円。
3. 山田幸男先生追悼号 藻類 25 巻増補，1977，A5 版，xxviii + 418 頁。山田先生の遺影，経歴・業績一覧・追悼文及び内外の藻類学者より寄稿された論文 50 編（英文 26，和文 24）を掲載。価格 7,000 円。
4. 日米科学セミナー記録 Contributions to the systematics of the benthic marine algae of the North Pacific. I. A. Abbott・黒木宗尚共編，1972，B5 版，xiv + 280 頁，6 図版。昭和 46 年 8 月に札幌で行われた北太平洋産海藻に関する日米科学セミナーの記録で，20 編の研究報告（英文）を掲載。価格 4,000 円。
5. 北海道周辺のコンブ類と最近の増養殖学的研究 1977，B5 版，65 頁。昭和 49 年 9 月に札幌で行われた日本藻類学会主催「コンブに関する講演会」の記録。4 論文と討論の要旨。価格 1,000 円。

2000 年 3 月 5 日印刷

2000 年 3 月 10 日発行

© 2000 Japanese Society of Phycology

日 本 藻 類 学 会

禁 転 載
不 許 複 製

Printed by TOPRI

編集兼発行者 田 中 次 郎

〒 108-8477 港区港南 4 - 5 - 7

東京水産大学

Tel. & Fax. 03-5463-0526

e-mail jtanaka@tokyo-u-fish.ac.jp

印刷所

株式会社 東ブリ

〒144-0052 大田区蒲田 4 - 41 - 11

Tel. 03-3732-4155

Fax. 03-3730-8286

発行所

日 本 藻 類 学 会

〒 305-8572 つくば市天王台 1-1-1

筑波大学生物科学系内

Tel. 0298-53-4532

Fax. 0298-53-6614

藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôruì)

第48巻 第1号 2000年3月10日

目次

下村謙悟・山本 敏・原山重明・嵯峨直恆：紅色植物門ウシケノリ目の系統解析のための 新しい分子種II型DNAトポイソメラーゼ遺伝子 (TOP2) について……………	1
秋季シンポジウム(1999)「藻類の安全性と健康への効用」	
幹 渉：老化予防への海藻の効能……………	9
加藤郁乃進・佐川裕章：海藻食物繊維による癌リスク軽減……………	13
最終講義	
吉田忠生：私の海藻研究……………	21
海外藻類事情	
野呂忠秀：マレーシア — 海藻研究の現状と採集地案内 —……………	27
藻場の景観模式図	
寺脇利信・新井章吾：3. 神奈川県横須賀市秋谷沖・尾ヶ島地先……………	33
藻類学最前線	
石田健一郎：二次共生由来の葉緑体へのタンパク質輸送機構 — ユーグレナの場合 —……………	37
英文誌 Phycological Research 47巻3, 4号掲載論文和文要旨……………	39
学会・シンポジウム情報	
田中次郎：自然史学会連合ニュース……………	44
原 慶明：日本進化学会設立総会および記念大会「生物多様性シンポジウム」に 参加して……………	46
平岩呂子：1999年度藻類談話会参加報告……………	47
マリンバイテク香川2000……………	48
学会録事……………	49
日本藻類学会会則……………	55
和文誌「藻類」投稿案内……………	56
日本藻類学会第24回大会 (2000) 長崎 (プログラム・講演要旨)……………	59