

藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôru)

第54巻 第3号 2006年11月10日



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、藻学に関心を持ち、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) 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学内海域環境教育研究センター

羽生田岳昭 Tel 078-803-5781 Fax 078-803-5781 E-mail hanyut@kobe-u.ac.jp

(会員事務担当: 入退会, 住所変更, 会費) 〒917-0003 小浜市学園町1-1 福井県立大学生物資源学部海洋生物資源学科

神谷充伸 Tel 0770-52-9606 Fax 0770-52-6003 E-mail mkamiya@fpu.ac.jp

(海外担当) 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理学部生物学科

石田健一郎 Tel 076-264-5705 Fax 076-264-5976 E-mail ishida@kenroku.kanazawa-u.ac.jp

(広報担当) 〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学先端科学技術共同研究センター

嶋田 智 Tel 011-706-3581 Fax 011-726-3476 E-mail sshimada@sci.hokudai.ac.jp

(会計) 〒658-8501 神戸市東灘区岡本8-9-1 甲南大学理工学部生物学科

本多大輔 Tel 078-435-2515 Fax 078-435-2515 E-mail dhonda@konan-u.ac.jp

和文誌「藻類」への投稿: 〒305-0005 つくば市天久保4-1-1 国立科学博物館植物研究部

北山太樹 Tel 029-853-8975 Fax 029-853-8401 E-mail kitayama@kahaku.go.jp

英文誌 *Phycological Research* への投稿: 〒780-8520 高知市曙町2-5-1 高知大学理学部自然環境学科

奥田一雄 Tel & Fax 088-844-8314 E-mail okuda@cc.kochi-u.ac.jp

日本藻類学会ホームページ <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsp/Welcome.htm>

2005-2006 年役員

会長: 川井浩史 (神戸大学)

庶務幹事: 羽生田岳昭 (神戸大学)

庶務幹事: 神谷充伸 (福井県立大学) (会員事務担当)

庶務幹事: 石田健一郎 (金沢大学) (海外担当)

庶務幹事: 嶋田 智 (北海道大学) (広報担当)

会計幹事: 本多大輔 (甲南大学)

評議員: 鯉坂哲朗 (京都大学)

出井雅彦 (文教大学)

井上 勲 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

大城 香 (福井県立大学)

奥田一雄 (高知大学)

梶原忠彦 (山口大学)

川口栄男 (九州大学)

倉島 彰 (三重大学)

嵯峨直恆 (北海道大学)

南雲 保 (日本歯科大学)

野呂忠秀 (鹿児島大学)

原 慶明 (山形大学)

藤田大介 (東京海洋大学)

堀口健雄 (北海道大学)

前川行幸 (三重大学)

吉崎 誠 (東邦大学)

和文誌編集委員会

委員長: 北山太樹 (国立科学博物館)

副委員長: 中山 剛 (筑波大学)

実行委員: 出井雅彦 (文教大学)

大野正夫 (高知大学)

長田敬五 (日本歯科大学)

神谷充伸 (福井県立大学)

倉島 彰 (三重大学)

洲崎敏伸 (神戸大学)

瀧下清貴 (海洋研究開発機構)

田中次郎 (東京海洋大学)

寺脇利信 (水産総合研究センター)

長里千香子 (北海道大学)

南雲 保 (日本歯科大学)

新山優子

前川行幸 (三重大学)

村上明男 (神戸大学)

委員長: 井上 勲 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

岡崎恵視 (東京学芸大学)

片岡博尚 (東北大学)

藤田雄二 (長崎大学)

堀口健雄 (北海道大学)

横浜康継 (志津川町自然環境活用センター)

渡邊 信 (筑波大学)

日本藻類学会第31回大会のお知らせ

—神戸・2007—

1. 日程

2007年3月23日(金): 編集委員会・評議員会

3月24日(土): 口頭発表・ポスター発表・

総会・懇親会

3月25日(日): 口頭発表・ポスター発表・

藻類学最前線ワークショップ

[参考] 第19回国際海藻シンポジウム(19th ISS)が2007年3月26日-31日の日程で神戸国際会議場(神戸市ポートアイランド)で開催されます。詳細については http://www.h4.dion.ne.jp/~jsaweb/iss2007/iss19_secondcir_jap.pdf をご参照ください。

2. 会場(図1)

大会: 神戸大学理学部(神戸大学六甲台地区 文理農キャンパス)

懇親会: 神戸大学生協 LANS BOX(神戸大学六甲台地区 文理農キャンパス)

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

3. 参加費

大会参加費: 5,000円(学生3,000円)

懇親会費: 6,000円(学生4,000円)

4. 参加および発表申し込み

- (1) 大会参加者は発表の有無または共同発表者の有無に関わらず、参加申込票に必要事項を記入し、電子メールまたは郵送にてお申し込み下さい。参加申込票は藻類学会のホームページ(<http://www.soc.nii.ac.jp/jsp/Welcome.htm>)からダウンロードし、所定の事項を記入し、添付書類として送信するか(宛先 jsp@port.kobe-u.ac.jp)、本誌綴じ込みの参加申込票に必要事項を記入し、郵送またはFAXにて下記の大会実行委員会へお送り下さい。
- (2) 研究発表される方(演者のみ)は、下記の要領で発表要旨の原稿を大会実行委員会宛にお送り下さい。会場およびプログラム上の制約から、大会実行委員会の判断でポスター発表への変更を依頼する場合があります。その場合はご協力をお願いします。
- (3) 大会参加費、懇親会費は本誌綴じ込みまたは郵便局備え付けの郵便振替用紙を使って送金してください。振込先: 日本藻類学会第31回大会実行委員会
口座番号: 00940-5-224458
- (4) 参加申込票の送付および送金の締切は2007年1月15日(月)[必着]、発表要旨原稿送付の締切は1月24日(水)[必着]です。

5. 参加申込票の送付先(郵送、FAXの場合)

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

神戸大学内海域環境教育研究センター内

日本藻類学会第31回大会実行委員会 宛

Fax: 078-803-5781

6. 編集委員会および評議員会

編集委員会: 2007年3月23日(金) 15:00 - 16:30

評議員会: 同 16:30 - 18:00

会場: 神戸大学理学部C棟C-509

(神戸市灘区六甲台町1-1)

連絡先 Phone/Fax: 078-803-5781 (川井・羽生田)

7. 「藻類学最前線ワークショップ」(全体世話人: 石田健一郎・河地正伸)

藻類学に関わる最新の知見や技術を学会内外からいち早く導入し、会員の研究および知識のレベルアップを図るとともに、学会から社会や他研究分野へ向けて藻類学に関する情報を発信すること目的として、大会期間中に会員を対象としたワークショップを開催します。ふるってご参加ください。

日時: 2007年3月25日(日) 夕方から夜にかけて約2時間半の予定(詳細な時間は大会の詳細なプログラムが確定後速やかにお知らせします)。

コース: 今回は以下の2コースを並行して実施します。参加は日本藻類学会員に限りません。

ワークショップA「最新! 分子系統解析法」(講義形式)

世話人: 稲垣祐司(筑波大学)

講師: 稲垣祐司, 坂口美亜子(筑波大学・生命環境科学)

内容: 分子系統解析は藻類学や原生生物学には不可欠のテクニックです。しかし、コンピューター画面をクリックするだけでは、正確な系統推定を行うことはできません。本ワークショップでは、分子系統解析におけるアーティファクトの実例をもとに、解析中にどのような点に配慮すべきかを解説します。

ワークショップB「DNAを用いた藻類の集団解析 - 海藻・アオコ・赤潮研究の最前線 -」(シンポジウム形式)

世話人: 河地正伸(国立環境研)

講師: 田辺雄彦(国立環境研・生物圏環境研究領域), 上井進也(神戸大・内海域セ), 長井敏(瀬戸内海区水研・赤潮環境部)

内容: 扱う研究材料と集団解析に用いた分子マーカーは三者三様ですが、多数の検体と詳細な解析データをもとに

得られた興味深い研究成果についてご紹介いただきます。

8. 問い合わせ先

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

神戸大学内海域環境教育研究センター内

日本藻類学会第 31 回大会実行委員会

川井浩史, 洲崎敏伸, 三村徹郎, 本多大輔, 羽生田岳昭,
田辺祥子

E-mail: jsp@port.kobe-u.ac.jp

Phone/Fax : 078-803-5781 (川井・羽生田)

9. 会場までの交通・宿泊

神戸大学理学部は神戸市の東側（大阪と神戸の間）に位置する六甲台地区の文理農学部キャンパスにあります。最寄りの駅は阪急「六甲」または JR「六甲道」で、何れの駅からも神戸市バス 3 6 系統「鶴甲団地」or「鶴甲 2 丁目止り」行きが利用できます (<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/54/020/time/kei036.htm>)。阪急「六甲」からは徒歩 10-15 分（ずっと登りです）です。このバスは多くの便は阪神電車「阪神御影」が発着ですので、やや時間はかかりますが阪神電車を利用することも可能です。なお神戸へは東京方面から新幹線利用の場合、「新神戸」で下車するよりは「新大阪」で下車し、JR 在来線（快速）を利用し、「六甲道」を経由する方が便利な場合があります（「新神戸」からの神戸市バス 2 系統は神戸大学のキャンパスを通らずに「阪急六甲」へ向かいます）。航空機利用の場合は、神戸空港または伊丹空港（大阪国際空港）が便利です。なお、神戸大学への交通案内と文理農学部キャンパス内の地図は、神戸大学ホームページ内のアクセス・キャンパスマップ (<http://www.kobe-u.ac.jp/info/access/rokko/bun-ri-nou.htm>) に掲載されていますので、ご参照下さい。

大会実行委員会では宿泊施設のお世話はできませんので、各自で手配をお願い致します。大学の周辺にはほとんどホテルがないため、三宮周辺が便利です。

10. 発表要旨原稿の作成要領と原稿送付方法

お送りいただいた発表要旨は実行委員会と編集委員会においてフォーマットなどの修正を行い、要旨集および和文誌「藻類」に掲載します。このため、原稿は MS-WORD または rtf（リッチテキスト）形式の電子ファイルでのみ受け付けます。次の宛先まで電子メールの添付ファイルか、CD に保存して郵便でお送りください。その際、必ず同時に要旨原稿のプリントアウトを FAX または郵送でお送りください。

- ・原稿の文字数は講演題目、発表者氏名、所属、本文を含めて最大 700 文字（全角）とします。大幅に超えた場合、要旨集に掲載できない場合があります。
- ・原稿は A4 の用紙を縦に使用してプリントアウトしてく

ださい。ただし、プリントアウト原稿はそのまま印刷に用いるのではなく、打ち出し見本として使用します。

- ・フォントは全角文字（2 バイト文字）については、明朝体 12 ポイントを、英字（1 バイト文字）は Times または Times New Roman（12 ポイント）を使用してください。文字化けを避けるため、日本語変換ソフトに依存する 2 バイト特殊文字（例：①, II, °C）は使用しないでください。
- ・演者名、演題、本文、所属の順に書いて下さい。
- ・共著の場合は演者の前に○をつけて下さい。また、所属が異なるときは各著者名の後に * 印を付し、所属の項目でそれらを区別して下さい。
- ・和文原稿の場合、「,」（コンマ）と「。」を使用して下さい。
- ・学名はイタリックで表示して下さい。
- ・所属は（ ）でくくり、最下段に位置するように書いて下さい。
- ・著者校正はありませんので、十分なチェックを行った上で投稿をお願いします。

印刷原稿送付先：

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

神戸大学内海域環境教育研究センター内

日本藻類学会第 31 回大会実行委員会宛

E-mail: jsp@port.kobe-u.ac.jp Fax: 078-803-5781

11. 発表形式

(1) 口頭発表

- ・発表 12 分、質疑応答 3 分です。
- ・発表はデジタルプロジェクターまたは OHP が使用できます。

(2) ポスター発表

- ・ポスターは、縦 160 cm、横 80 cm 以下の大ききで作成して下さい。貼り付け用のピンまたはテープは大会実行委員会で準備します。
- ・ポスターの上部には発表番号、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。
- ・文字や図表の大ききは、少し離れた場所からでも判読できるように調整して下さい。
- ・3 月 24 日 12:30 頃までに所定の場所に掲示して下さい。また 3 月 25 日 15:00-17:30 の間に撤収して下さい。
- ・ポスター集中討論は、3 月 24 日午後と 3 月 25 日午前の 2 回行う予定です。

12. その他

日本藻類学会第 31 回大会関連の情報は、随時、日本藻類学会ホームページに掲載します。

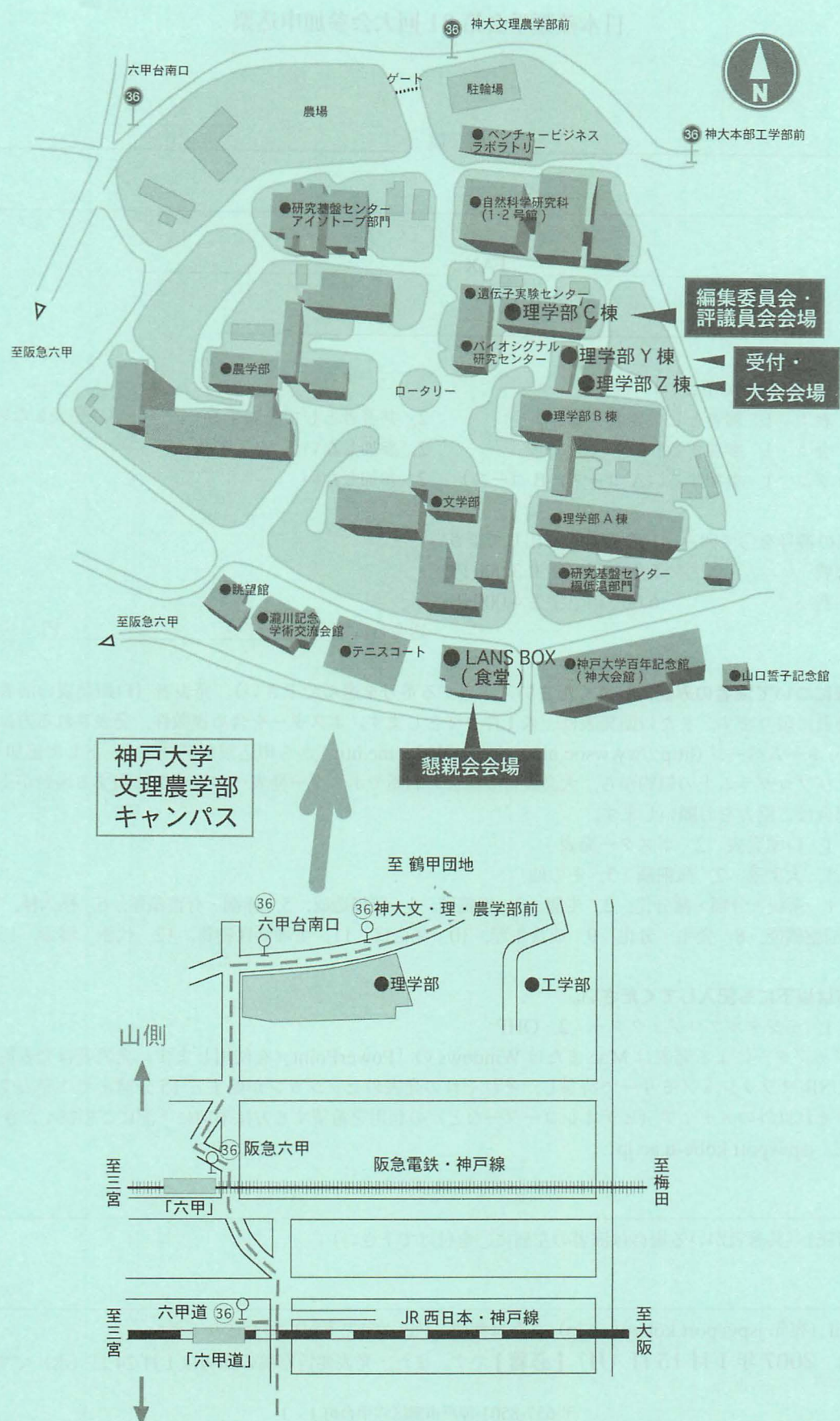


図1 会場

日本藻類学会第31回大会参加申込票

(フリガナ)

氏 名：_____ 所 属：_____

連絡先住所：〒_____

電 話：_____ FAX：_____

電子メールのアドレス：_____

参加形態 (番号を○で囲んで下さい)

- | | | | |
|----------|------------------------|---------------|----------|
| 研 究 発 表： | 1. 演者として発表する | 2. 共著者として発表する | 3. 発表しない |
| 懇 親 会： | 1. 参加する | 2. 参加しない | |
| ワークショップ： | 1. 参加する (A コース, B コース) | 2. 参加しない | |

送金内訳 (該当の番号を○で囲み、送金合計を算出して下さい)

- | | |
|----------|----------------------|
| 1. 大会参加費 | 5,000 円 (学生 3,000 円) |
| 2. 懇親会費 | 6,000 円 (学生 4,000 円) |

送金合計額 _____ 円

以下は研究発表について演者のみ記入してください (該当する番号を選んで下さい)。発表者 (口頭発表の演者、ポスターの第一著者) は会員に限ります。また口頭発表は一人1件までとします。ポスターを含め複数件、発表される方は、この申込票をコピーするか、ホームページ (<http://www.soc.nii.ac.jp/jsp/Welcome.htm>) から申込票をダウンロードして追加してください。なお、会場およびプログラム上の制約から、大会実行委員会の判断でポスター発表への変更を依頼する場合は生じるかもしれません。その場合はご協力をお願いします。

発表形式： 1. 口頭発表 2. ポスター発表

研究材料： 1. 大型藻 2. 微細藻 3. その他

研究分野： 1. 系統・分類・種分化, 2. 生態, 3. 増養殖, 4. 藻場造成, 5. 赤潮・有害藻類, 6. 移入種, 7. 細胞構造・細胞機能, 8. 発生・分化, 9. 成長生理, 10. 光合成, 11. 生理活性物質, 12. 代謝・酵素, 13. その他

口頭発表する方は以下にも記入してください。

発表方法： 1. デジタルプロジェクター 2. OHP

デジタルプロジェクターによる発表は Mac または Windows の「PowerPoint」を使用します。発表者は発表内容の電子ファイルを CD か USB フラッシュメモリーで持参し、それぞれの発表のセッションが始まる 15 分前までに発表受付で担当者に渡して下さい。それ以外のメディア (ビデオレコーダーなど) の利用を希望する方は事前にご相談ください。

問い合わせ先： jsp@port.kobe-u.ac.jp

演題： _____

発表者氏名 (所属) (共著者がいる場合は演者の左肩に○を付けて下さい)： _____

申込票は E-mail (宛先 jsp@port.kobe-u.ac.jp) または郵便、Fax (宛先下記) でお送り下さい。

参加締め切りは 2007 年 1 月 15 日 (月) **[必着]** です。また、発表要旨原稿の締切は 1 月 24 日 (水) です。

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1
神戸大学内海域環境教育研究センター内
日本藻類学会第31回大会実行委員会
Fax: 078-803-5781

東京湾多摩川河口干潟における絶滅危惧種アサクサノリ（紅藻）の生育状況とその形態

菊地則雄¹・二羽恭介²

¹ 千葉県立中央博物館分館海の博物館（〒299-5242 千葉県勝浦市吉尾 123）

² 兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター（〒674-0093 兵庫県明石市二見町南二見 22-2）

Norio Kikuchi¹ and Kyosuke Niwa²: Habitat and morphology of the endangered species *Porphyra tenera* (Bangiales, Rhodophyta) at the estuary of Tamagawa River in Tokyo Bay. Jpn. J. Phycol. (Sôrui) 54: 149-156, November 10, 2006

Small populations of *Porphyra* sp. were found growing at the estuary of Tamagawa River in Tokyo Bay in February 2004 and 2005. The *Porphyra* blades were growing on the basal portion of *Phragmites australis* stems and on oyster shells at the estuary. In 2004 only three blades were found at Haneda side while about 50 blades at Kawasaki side, whereas in 2005 about 100 blades were found at Kawasaki side, suggesting that these natural populations were extremely endangered at this locality. Sample blades were collected for morphological observations and PCR-RFLP analyses. Two conchocelis strains were established from a sample blade collected at Haneda side and from that collected at Kawasaki side, respectively. Based on the detailed macro- and microscopic morphological observations carried out using laboratory-cultured blades from the conchocelis strains, it was concluded that the *Porphyra* blades grown at the estuary were *P. tenera*, one of the endangered species in Japan, even though the appearance of spermatangial sori portions on cultured blades was similar to that of *P. yezoensis*. Results of the PCR-RFLP analyses of the chloroplast RuBisCo spacer region and the nuclear ITS region using a blade collected at Kawasaki side and the two conchocelis strains consistently supported the above conclusion.

Key Index Words: endangered species, morphology, PCR-RFLP, *Porphyra tenera*, Rhodophyta, Tokyo Bay

¹Coastal Branch of Natural History Museum and Institute, Chiba, Yoshio 123, Katsuura, Chiba, 299-5242 Japan

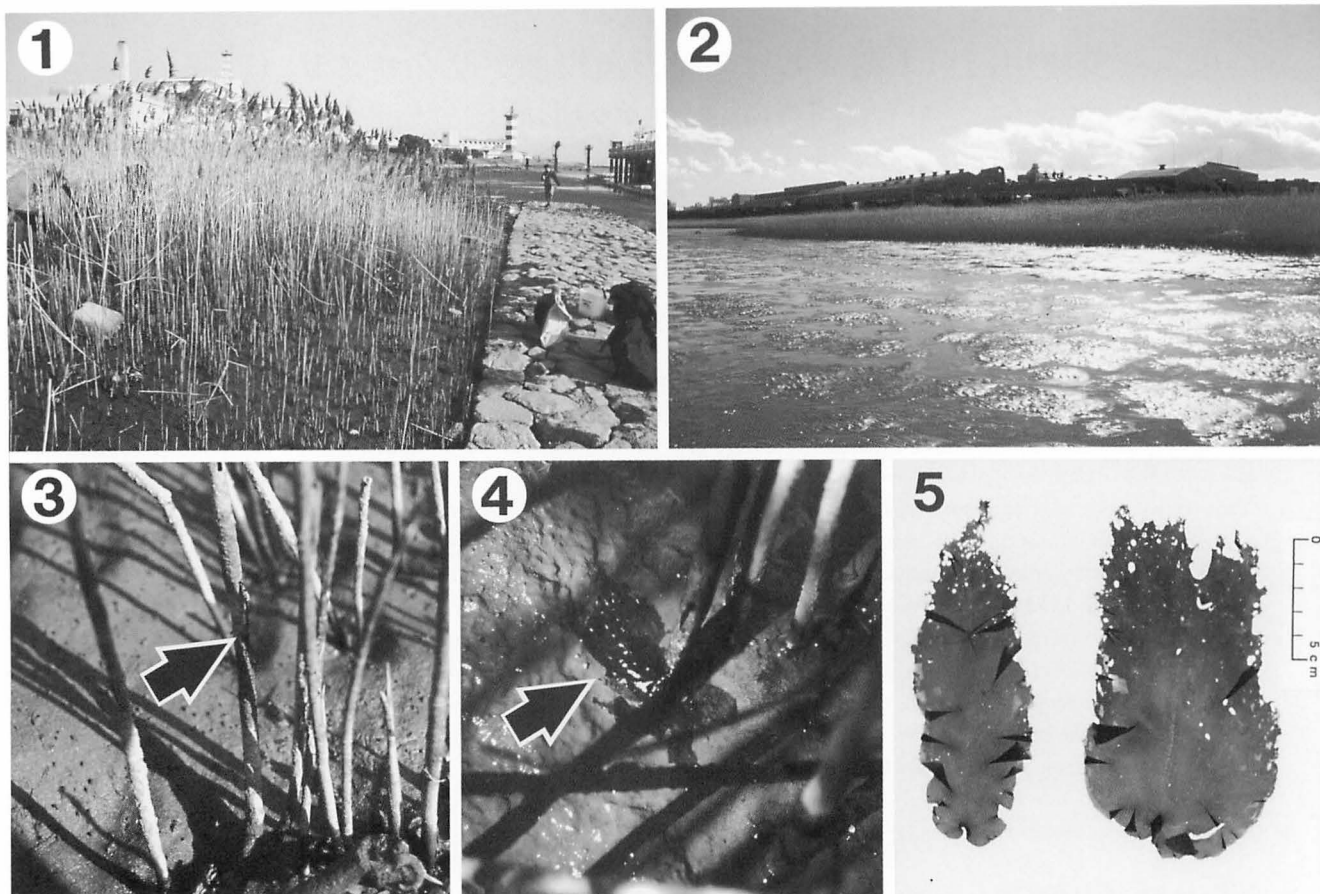
²Fisheries Technology Institute, Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, Minami-Futami 22-2, Futami-cho, Akashi, Hyogo, 674-0093 Japan

江戸時代から海苔養殖の対象種として日本各地で養殖されてきた紅藻アマノリ属のアサクサノリ *Porphyra tenera* Kjellman は、1950 年代から養殖の対象種が同属の北方系種であるスサビノリ *P. yezoensis* Ueda に変更されていくとともに養殖されなくなってきた（Miura 1988）。さらにその生育地である内湾の干潟の多くが埋め立てられたことなどにより、その野生個体群は姿を消していき（吉田ら 1999）、現在では、環境省により絶滅危惧 I 類に（環境庁 2000）、水産庁により絶滅危惧種に（水産庁 1998）リストアップされ、絶滅の恐れの高い種のひとつと判断されている。近年の調査では、その生育地として全国で約 10 カ所が知られているにすぎない（菊地ら 2002, Kunimoto *et al.* 2003）。海苔養殖の発祥地とされている東京湾（宮下 2003）では、1950 年代以降、アサクサノリの生育情報はほとんどなく、わずかに千葉県の浦安、木更津、富津で生育が報告されているのみである（Miyata & Kikuchi 1997）。しかし、その後の調査ではこれらの地でもアサクサノリの生育は確認されておらず、その他の場所からも生育の報告はない。

一方、アサクサノリとスサビノリの形態については、殖田（1932）、Tanaka（1952）、黒木（1961）、福原（1968）、Miura（1984）、三浦（1994）が報告しているものの、両種

の形態は非常に似ているため一般にその見分けは困難であり、近年では DNA 分析から両種を判別する方法も研究されている（Kunimoto *et al.* 1999, Niwa *et al.* 2005a）。しかし、これらの報告の中でも、詳細な形態観察と DNA 分析が行われているのは熊本県河浦産のアサクサノリについてのみである（Niwa *et al.* 2005a）。アサクサノリとスサビノリを形態的に見分けることの難しさは、専門家以外による両種の同定を困難にし、絶滅危惧種であるアサクサノリの生育状況調査やその保全の推進に支障をきたしており、これを解決するためには、両種の各地の個体群における形態的多様性、生態的多様性、さらに遺伝的多様性について情報を蓄積し、両種の差異を明確にすることが必要と考えられる。

著者らは、東京都と神奈川県の間を流れ東京湾奥に注ぐ多摩川の河口域を 2004 年 2 月と 2005 年 2 月に調査し、干潟に生育するヨシ *Phragmites australis* (Cav.) Trin. et Steud. やカキの貝殻上にアマノリ属の一種の生育を確認した。この周辺では、1962 年に東京都側の漁業協同組合が漁業権を放棄し、また 1973 年に神奈川県側の川崎漁業協同組合が解散してからは、全く海苔養殖は行われておらず（東京都内湾漁業興亡史刊行会 1971, 川崎市市民ミュージアム 1995）、アマノリの生育状況調査が行われたという報告もない。生育地



Figs 1-5. Habitats and specimens of *Porphyra* sp. at the estuary of Tamagawa River in Tokyo Bay. 1. Habitat at Haneda, Tokyo, on 11 February 2004. There were small populations of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. et Steud, and a few *Porphyra* blades attached on their stems near the base. 2. Habitat at Kawasaki, Kanagawa Prefecture, on 23 February 2004. There were large populations of *Ph. australis*, and *Porphyra* blades attached on their stems near the base. 3. A *Porphyra* blade (arrow) attached on *Ph. australis* stem at Haneda. 4. *Porphyra* blades (arrow) attached on *Ph. australis* stem at Kawasaki. 5. Specimens of *Porphyra* collected at Kawasaki on 23 February 2004.

や葉状体の外観から、この種はアサクサノリである可能性が高いと考えられたので、その保全を図るための基礎的知見を得る目的で生育状況を調査するとともに、確実な同定を行う目的で詳細な形態観察と DNA 分析を行った。その結果、既知のアサクサノリとは形態的に異なる点が認められたものの、本藻はアサクサノリであると判断されたので報告する。

材料と方法

生育状況調査は、多摩川の河口近く (35° 32' N, 139° 45' E 付近) の、東京都側の川岸 (東京都大田区羽田空港、以下羽田側) で 2004 年 2 月 11 日と 2005 年 2 月 14 日に、対岸の神奈川県側の川岸 (神奈川県川崎市川崎区殿町、以下川崎側) で 2004 年 2 月 23 日と 2005 年 2 月 14 日に行った。両岸に広がる干潟において、流木、石、コンクリートや捨て石の護岸、干潟に生えるヨシの根元などを目視観察した。また調査時に水温と塩分を記録した。採集個体数が少なかったため、詳細な形態観察には野外で採集した葉状体から得られた糸状体培養株由来の葉状体を用いた。採集したアマノリ属の

葉状体から放出された接合胞子を実体顕微鏡下でパスツールピペットを用いて採取し、それを滅菌海水を入れたシャーレに移すことで洗浄し、スライドガラス上に滅菌海水ごと滴下して付着させ、糸状体を得た。形態観察には、2004 年 2 月 11 日に羽田側で採集した葉状体 1 個体から得られた糸状体培養株 (UM-T11) および 2004 年 2 月 23 日に川崎側で採集した葉状体 1 個体から得られた糸状体培養株 (UM-T14) 由来の葉状体を用いた。それぞれの糸状体から殻胞子を得て、それを温度 10-15°C、光周期 10L:14D、光量 40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の条件下で培養して葉状体を成熟させ、その形態を光学顕微鏡下で観察した。培養には Grund 改変培地 (Brown *et al.* 1977) を用い、1 週間ごとに交換した。

アサクサノリとナラワササビノリ *P. yezoensis* f. *narawaensis* Miura との判別が可能な、葉緑体 DNA および核 rDNA を用いた PCR-RFLP 分析 (Niwa *et al.* 2005a, 2005b) を行った。2004 年 2 月 23 日に川崎側で採集した葉状体を、半乾燥状態でただちに兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターに送付し、DNA を抽出するまで

Table 1. Morphological features of blades of *Porphyra* in this study, *P. tenera* and *P. yezoensis*.

	this study	<i>P. tenera</i> *	<i>P. yezoensis</i> *
Blades	monostromatic	monostromatic	monostromatic
Margin of blades	entire	entire	entire
Shape of blades	linear, lanceolate, ovate	round, ovate, elliptic, oblanceolate, linear	round, ovate, elliptic, oblanceolate, large linear
Thickness of vegetative portion	24-32 μm	14-35 μm	25-52 μm
Shape of vegetative cells in sectional view	round	round or rectangular	rectangular or quadrate
Chloroplast	single stellate	single stellate	single stellate
Sex type	monoecious	androdioecious, monoecious	monoecious, trioecious
Spermatangial portion in surface view	gradational marginal streaks, micro- or macroscopic patches, large streak-form patches, scattered among the carpogonia	marginal streaks, micro- or macroscopic patches scattered among the carpogonia	small or large streak-form patches
Division formula of spermatangia	max. 64(a/4,b/4,c/4)	64(a/4,b/4,c/4) occasionally 128(a/4,b/4,c/8)	32-256(a/4,b/2-4,c/4-16)
Carpogonia	round, elliptic	round, elliptic, ovate	elliptic, spindle-shaped
Trichogynes	inconspicuous or conspicuous	inconspicuous or conspicuous	conspicuous
Division formula of zygotosporangia	max. 8(a/2,b/2,c/2)	4-8(a/2,b/1-2,c/2) rarely 16(a/2,b/2,c/4)	4(a/1,b/1,c/4) 4-16(a/2,b/1-2,c/2-4)

* Referred to Ueda (1932), Tanaka (1952), Kurogi (1961), Fukuhara (1968) & Miura (1984, 1994)

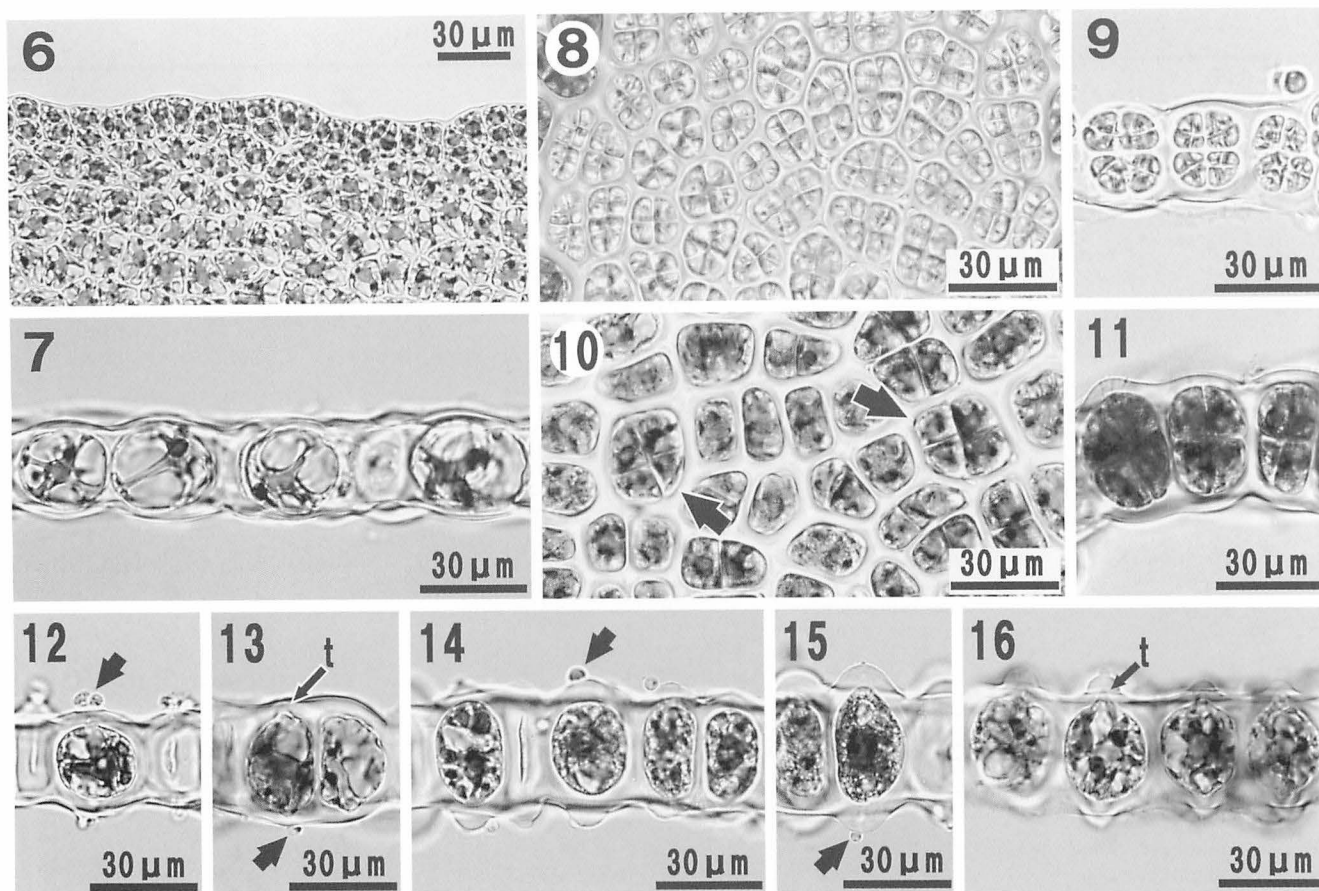
冷凍庫 (-20°C) で保管した。また、糸状体培養株 UM-T11 と UM-T14 も兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターに送付した。葉状体および糸状体からの DNA 抽出はそれぞれ Niwa *et al.* (2005a) と Niwa & Aruga (2003) の方法に従い、全 DNA を抽出した。PCR で葉緑体 DNA の RuBisCo スペーサー領域と核 rDNA の ITS 領域をそれぞれ増幅し、RuBisCo スペーサー領域については *Bsp*1286 I と *Mun* I, ITS 領域については *Dra* I と *Hae* III で制限酵素処理をして、PCR-RFLP 分析を行った。なお、すでに形態観察と DNA 分析とを組み合わせで同定されている熊本県河浦産のアサクサノリ純系株 HGT-1 およびナラワスサビノリの純系株 HG-4 (Niwa *et al.* 2005a) も比較のため PCR-RFLP 分析に用いた。

結果

生育状況

多摩川河口近くの両岸には小規模ながら河口干潟が広がっており、羽田側にはごく小規模の、川崎側にはところどころ途切れながら数 km にわたってヨシの群落が見られた。2004 年 2 月 11 日には、羽田側の小規模なヨシ群落 (Fig. 1) 中のヨシ 2 本の根元近くの茎の上に、合計わずか 3 個体のアマノリ属葉状体の着生が認められ (Fig. 3), 2004 年 2 月

23 日には川崎側のヨシの群落 (Fig. 2) でヨシの根元近くの茎の上に約 50 個体の葉状体の着生が認められた (Fig. 4)。2005 年 2 月 14 日の調査では、羽田側では葉状体の生育は認められず、川崎側で約 100 個体の葉状体の生育が認められた。この日はヨシの茎以外に干潟上に生息するカキの殻の上にも葉状体が着生していた。羽田側のヨシの群落は、羽田空港南岸の護岸の内側にごく小規模に形成されているのみであった (Fig. 1) のに対し、川崎側では、着生場所より約 2 km 上流に位置する大師橋の上流域から、途切れながら続いていた。しかし、川崎側で葉状体が生育していたのは、羽田側のヨシ群落の対岸付近の幅 300 m 前後のヨシ群落 (Fig. 2) のみであった。その他、干潟に流れ着いている葉状体も見られた。調査時の表面水の温度は、10-11°C、塩分は 15-20 psu であった。2004 年 2 月 11 日には羽田側で 2 個体、2004 年 2 月 23 日には川崎側で約 15 個体、2005 年 2 月 14 日には川崎側で約 20 個体の葉状体を採集した。採集した葉状体は、長さ 10-20 cm、幅 2-9 cm で、披針形、楕円形、卵形をしており、基部は円形から心臓形をしていた。色はやや緑がかった褐色から薄い褐色であった (Fig. 5)。顕微鏡下で形態を観察したところ、葉状体は 1 層細胞で、1 細胞に星状の葉緑体が 1 個あり、栄養細胞部分の厚さは 27-32 μm 、縁辺部に鋸歯はなく、雌雄同株であり、精子嚢と接合胞子嚢は葉状体上に混在して



Figs 6-16. Morphology of blades of two *Porphyra* strains UM-T11 (established from a *Porphyra* blade collected at Haneda on 11 February 2004) and UM-T14 (established from a *Porphyra* blade collected at Kawasaki on 23 February 2004) cultured at 10-15°C and $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ under 10L:14D photoperiod. 6. Marginal portion of UM-T11, showing microscopic entire margin. 7. Transverse section of vegetative part (24-32 μm in thick) of UM-T11, showing round cells. 8. Spermatangial portion in surface view of UM-T11, showing spermatangia composed of 16 spermatia (a/4,b/4) in maximum. 9. Spermatangial portion in sectional view of UM-T11, showing spermatangia composed of 4 layers (c/4) in maximum. 10. Zygotosporangial portion in surface view of UM-T11. Arrows indicate zygotosporangia composed of 4 zygotospores (a/2,b/2) in maximum. 11. Zygotosporangial portion in sectional view of UM-T11, showing zygotosporangia composed of 2 layers (c/2) in maximum. 12-16. Carpegonial portion in sectional view at various ages in culture. Arrows indicate spermatia attached to the surface of blades. 12. Round carpegonium of UM-T11 after 10 weeks, having no trichogyne. 13. Elliptic carpegonia of UM-T11 after 12 weeks, showing short obtuse trichogyne (t). 14. Round or elliptic carpegonia of UM-T14 after 12 weeks, having no trichogyne. 15. Elliptic carpegonia of UM-T14 after 12 weeks, having no trichogyne. 16. Elliptic carpegonia of UM-T14 after 13 weeks, showing short acuminate trichogyne (t).

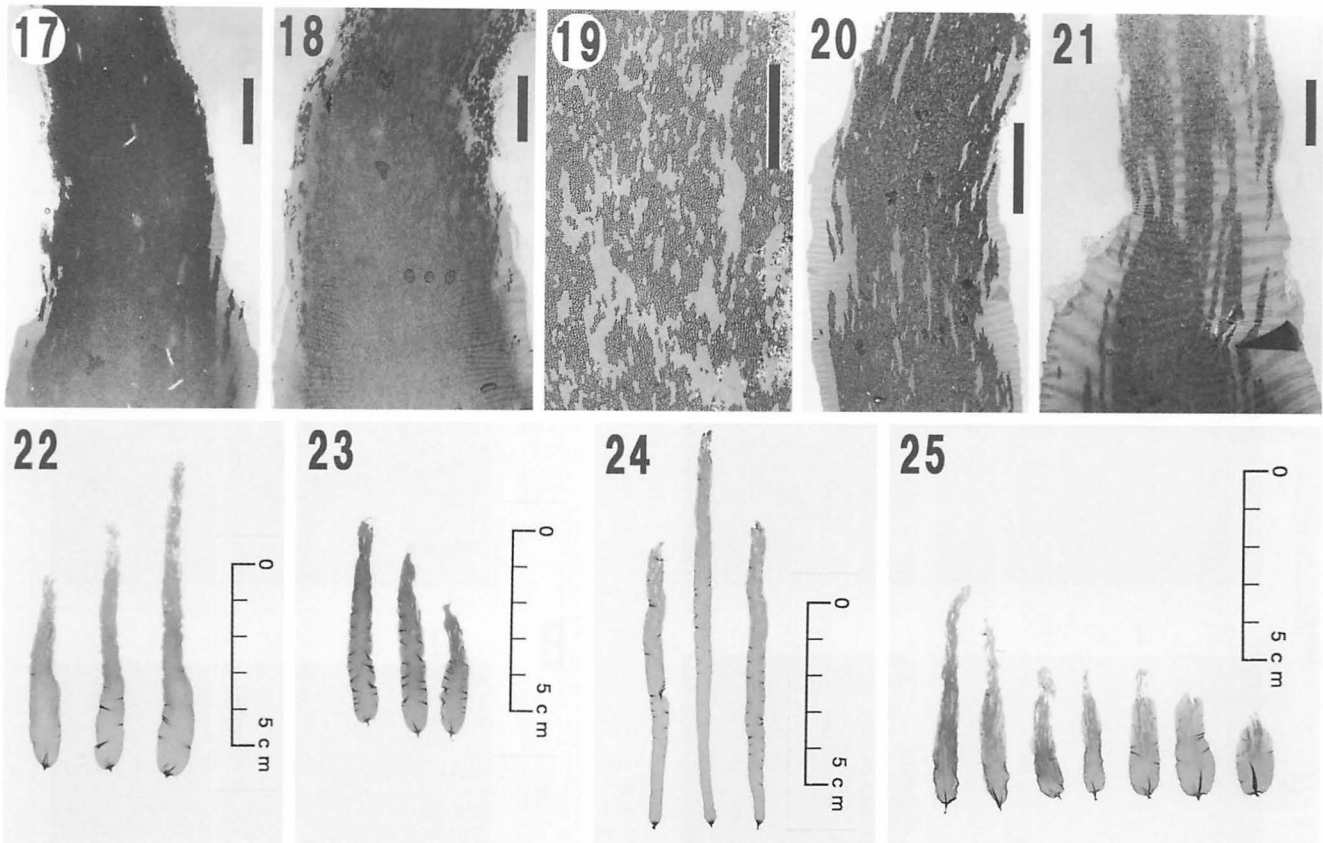
いた。雌雄生殖細胞の分裂表式については、2 個体のみ調べ、精子嚢で 64(a/4,b/4,c/4)、接合胞子嚢で 8(a/2,b/2,c/2) が認められた。

培養葉状体の形態

糸状体培養株 UM-T11 および UM-T14 をそれぞれ 25°C、光量 $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期 10L:14D 下に置いたところ殻胞子嚢が形成され、それを 15°C、光量 $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期 10L:14D 下に移して通気培養したところ、1 週間以内に多数の殻胞子の放出が認められた。殻胞子をクレモナ糸に付着させ、同条件下で培養したところ、原胞子を放出しながら成長し、約 2 ヶ月で同一葉状体上に雌雄生殖細胞の形成が認められた。精子嚢と接合胞子嚢は葉状体上に混在していた。

雌雄成熟葉状体の形態観察を行い、Table 1 に示す結果を得た。葉状体は、1 層細胞で、栄養細胞部分の厚さは 24-32 μm 、栄養細胞は断面観で円形をしており、1 細胞に星状の葉緑体が 1 個あった (Fig. 7)。縁辺部に鋸歯はなかった (Fig. 6)。雌雄同株で、精子嚢は最大で 64 個の精子に分裂し、分裂表式は 64(a/4,b/4,c/4) であった (Figs 8, 9)。接合胞子嚢は最大で 8 個の接合胞子に分裂し、分裂表式は 8(a/2,b/2,c/2) であった (Figs 10, 11)。精子嚢、接合胞子嚢ともに最大の分裂数になる以前にも、精子と接合胞子は放出され、接合胞子では、最大分裂数以前に放出されたものも正常に発芽して糸状体に成長した。

造果器と思われる細胞 (Figs 12-16) は、葉状体断面観で円形ないし楕円形であった。葉状体の雌雄成熟初期から中期



Figs 17-25. Blades of two *Porphyra* strains UM-T11 and UM-T14 cultured at 10-15°C and $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ under 10L:14D photoperiod. 17-21. Spermatangial sori in surface view at various ages in culture. 17. UM-T11 after 10 weeks, showing marginal streaks and microscopic patches. 18. UM-T14 after 9 weeks, showing gradational marginal streaks and micro- and macroscopic patches. 19. Upper portion of a blade of UM-T14 after 9 weeks, showing microscopic patches. 20. UM-T14 after 10 weeks, showing marginal streaks and micro- and macroscopic patches. 21. UM-T14 after 12 weeks, showing large streak-form patches. 22-25. Mature blades at various ages in culture. 22. UM-T11 after 10 weeks, having marginal streaks and microscopic patches of spermatangial sori. 23. UM-T11 after 12 weeks, having marginal streaks and microscopic patches of spermatangial sori. 24. UM-T14 after 9 weeks, having gradational marginal streaks and micro- and macroscopic patches of spermatangial sori. 25. UM-T14 after 12 weeks, having large streak-form patches of spermatangial sori. Scale bar: 2 mm in Figs 17, 18, 20, 21; 1 mm in Fig. 19.

にかけては、造果器には受精毛が見られないものが多い (Figs 12, 14, 15), その後、鈍形の受精毛が見られるようになった (Fig. 13, t). UM-T14 では成熟が進むと、鋭形の受精毛を持った造果器が少数見られた (Fig. 16, t). 造果器部分の体表面には、受精毛が見られても見られなくても精子が付着し、造果器との間に受精管と思われる糸のような線が見られた (Figs 12, 14, 15)。

精子嚢斑は、葉状体の雌雄成熟初期から中期にかけては、縁辺部に沿ってやや縦方向に長く形成され (Figs 17, 18, 20), その周辺や先端付近には細かい不定形の小精子嚢斑も認められた (Figs 18-20)。葉状体成熟末期には、スサビノリの特徴に似た大きめで縦長の縞状の精子嚢斑が多数入った (Fig. 21)。UM-T11 と UM-T14 の葉状体の精子嚢斑を比較すると、UM-T14 のものの方が縞状の大きな斑が多数できていた (Fig. 21)。

成熟葉状体は、長さ 11 cm, 幅 1.3 cm に達し、その外形

は線形、基部はくさび形で、雌雄の成熟が進むと披針形から卵形になり、基部は円形から心臓形となった (Figs 22-25)。色彩は、全体的にやや灰色がかった、またはやや緑色がかかった褐色であり、付着器付近が濃い緑色を呈することはなかった。

PCR-RFLP 分析による DNA 多型

葉緑体 DNA の RuBisCo スペース領域および核 rDNA の ITS 領域を用いた PCR-RFLP 分析の結果、川崎産葉状体の電気泳動像は熊本県河浦で採集されたアサクサノリの純系株 HGT-1 のものと全て一致し、ナラワスサビノリの純系株 HG-4 のものとは異なっていた (Fig. 26)。糸状体 UM-T11 (羽田産葉状体由来) と糸状体 UM-T14 (川崎産葉状体由来) の電気泳動像はいずれも全てアサクサノリ純系株 HGT-1 のものと一致した (Fig. 27)。

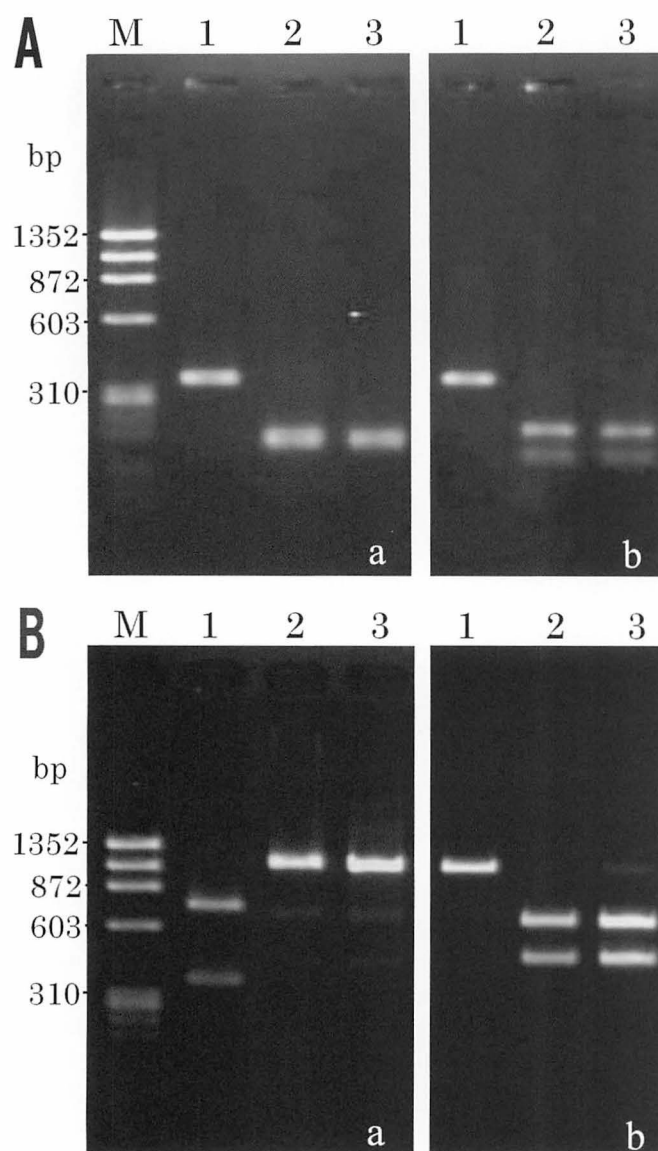


Fig. 26. PCR-RFLP profiles of RuBisCo spacer regions (A) and ITS regions (B) from a *Porphyra* blade collected at Kawasaki on 23 February 2004, and from conchocelis of *P. tenera* HGT-1 and *P. yezoensis* f. *narawaensis* HG-4. (A) Profiles digested by *Bsp*1286 I (Lanes a1-3) and *Mun* I (Lanes b1-3). (B) Profiles digested by *Dra* I (Lanes a1-3) and *Hae* III (Lanes b1-3). Lanes a1 and b1, *P. yezoensis* f. *narawaensis* HG-4; Lanes a2 and b2, *P. tenera* HGT-1; Lanes a3 and b3, *Porphyra* blade collected at Kawasaki. M shows the molecular weight marker.

考察

形態観察から、本藻はヒトエアマノリ亜属の一種であり、葉状体は縁辺に鋸歯がなく、雌雄同株であること、外形が卵形、披針形あるいは線形であること、栄養細胞部分の厚さ、精子嚢および接合胞子嚢の分裂表式などが明らかにされ (Table 1)、また、培養において葉状体期に原胞子の放出が見られることがわかった。これらの結果を、日本産アマノ

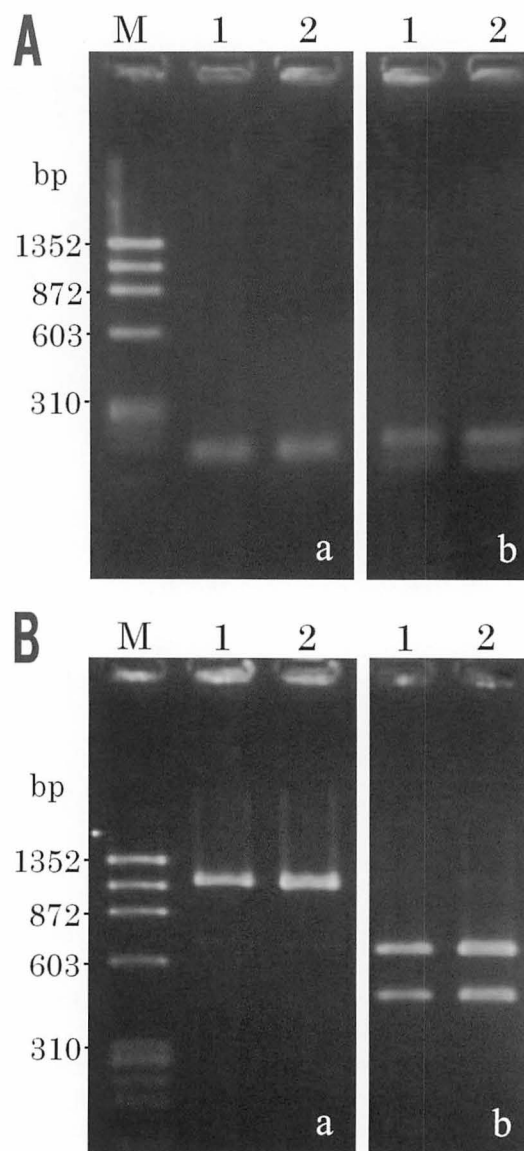


Fig. 27. PCR-RFLP profiles of RuBisCo spacer regions (A) and ITS regions (B) from conchocelis of two *Porphyra* strains UM-T11 and UM-T14. (A) Profiles digested by *Bsp*1286 I (Lanes a1-2) and *Mun* I (Lanes b1-2). (B) Profiles digested by *Dra* I (Lanes a1-2) and *Hae* III (Lanes b1-2). Lanes a1 and b1, UM-T11; Lanes a2 and b2, UM-T14. M shows the molecular weight marker.

リ属各種と比較して、本藻はアサクサノリまたはスサビノリである可能性が考えられた。そこで本藻の形態観察結果をこれまで報告されてきたアサクサノリとスサビノリの観察結果 (殖田 1932, Tanaka 1952, 黒木 1961, 福原 1968, Miura 1984, 三浦 1994) と比較した (Table 1)。その結果、本藻の栄養細胞部分の厚さが 24-32 μm 、断面観における栄養細胞の形状が円形、造果器が円形もしくは楕円形で、受精毛が見られない場合と鈍形まれに鋭形の受精毛が見られる場合とがあること、精子嚢の分裂表式が最大で 64(a/4,b/4,c/4)で、接合胞子嚢の分裂表式が最大で 8(a/2,b/2,c/2)であることな

ど、スサビノリの特徴とは必ずしも一致しないが、アサクサノリの特徴とは全て良く一致した。

しかし、本藻の精子嚢斑の形状は、アサクサノリに関するこれまでの報告と異なっていた。精子嚢斑の形状について、三浦 (1994) は條状または点状を示すがアサクサノリではその大きさが不揃いであるのに対してスサビノリでは揃っていると述べている。また、黒木 (1961) は、アサクサノリでは精子嚢斑は細長い斑を形成するものの、内湾で養殖されたものでは顕著でなく、また雌部には必ず小区画の精子嚢斑が介在して時に飛白状になり、スサビノリでは雌部の間に縁辺に対して斜めにあるいは縦に走る斑として介在し、また精子嚢斑が細く短く介在して飛白状になることもあると報告し、福原 (1968) は、アサクサノリでは雌雄斑は小さな飛白状を呈し、あるいは雄が体の周辺部に形成されるとし、スサビノリでは生殖斑は大きな縞状をなしていると報告している。本研究で観察した葉状体では、雌雄成熟初期には、大きくやや縦方向に長い斑か細かく大きさは不揃いの不定形の斑が見られ、成熟が進むに従い大きく縦に長い縞状の斑が形成された (Figs 17-21)。このような大きく縦長の縞状の精子嚢斑はこれまでアサクサノリでは報告されておらず、スサビノリのものと良く似ていた。

大きく縦に長い縞状の精子嚢斑が形成された体を詳しく観察したところ、精子嚢および接合胞子嚢の c 分裂の分裂数は、よく成熟した体でも最大で精子嚢では 4 まで、接合胞子嚢では 2 までであり (Figs 9, 11)、多くの報告 (殖田 1932, Tanaka 1952, 福原 1968, Miura 1984, 三浦 1994) で精子嚢の c 分裂数は 8、接合胞子嚢のそれは 4 になるとされているスサビノリとは異なっていた。なお、黒木 (1961) は、アサクサノリの天然藻体の観察で、生育末期には、それぞれ 8 と 4 になる個体が見られることを記述し、三浦 (1994) は、スサビノリの接合胞子嚢の c 分裂において 4 に分裂する際には、その分裂面が体表面に対して斜向し、アサクサノリでは斜向しないと述べている。しかし、本研究では c 分裂で 4 に分裂した接合胞子嚢は観察されなかったため、この点については確認できなかった。また、葉状体断面観で造果器の形態を見ると、その大部分は、スサビノリの特徴とされる著しく細長い紡錘形で受精毛様突起は明瞭で突出している (三浦 1994) こととは一致せず、断面観では楕円形ないし円形であり、鈍形または鋭形の受精毛があるもの、またはないものがあつた (Figs 12-16)。黒木 (1961) や三浦 (1994) のアサクサノリの観察でも同様の造果器が観察されている。受精毛が鋭形で突出している造果器 (Fig. 16) は、成熟が進むとごく少数見られた。しかし、同じ藻体の別の部位を見ると楕円形で受精毛がないか受精毛が鈍形でやや突出している造果器が見られた。以上のように、精子嚢斑の形状以外の形態的特徴のほとんどは、本藻がアサクサノリであることを示していた。

アサクサノリとスサビノリの一品種であるナラワスサビノリは、形態的には類似しているものの、葉緑体 DNA の RuBisCo スペーサー領域および核 rDNA の ITS 領域を用

いた PCR-RFLP 分析によって明確に区別されることが明らかにされている (Niwa *et al.* 2005a, 2005b)。そこで、DNA 分析による種判別を試みたところ、本藻の電気泳動像は、RuBisCo スペーサー領域および rDNA の ITS 領域ともに、熊本県河浦で採集されたアサクサノリの純系株 HGT-1 (Niwa *et al.* 2005a) と一致しており、ナラワスサビノリの純系株 HG-4 とは異なっていた (Fig. 27)。従って、DNA 分析の結果からは、本藻はアサクサノリであると明確に判断できた。以上のように、本藻は、精子嚢斑の形状などスサビノリに似た点が見られたものの、その他の多くの形態的特徴や DNA 分析から、明確にアサクサノリであると判断できる。

本研究で観察されたアサクサノリの精子嚢斑の形状は、これまで多くの報告でアサクサノリとスサビノリとで違いがあるとされてきた形質にも、個体群によってはよく似た特徴を持つ場合があることを示している。一方、本研究では、多くの個体や様々な部位を詳細に調べてみると、その他の形質のほとんどはアサクサノリの特徴を示していた。従って、アサクサノリとスサビノリを形態面から同定する場合には、ある形質の特徴のみで早急に判断せずに、雌雄生殖細胞の形成された個体なるべく多く得て、少なくとも Table 1 に示した形質を多数の個体や 1 個体の多数の部位について観察するとともに、生育場所などの生態的特徴も含めて総合的に判断することが必要であると考えられる。

アサクサノリの葉状体は雌雄同株または雄性異株であるとされる (黒木 1961, 福原 1968, 三浦 1994)。しかし、本研究では、天然藻体および培養藻体に雄性異株の体は認められず、全て雌雄同株であつた。これは、熊本県河浦産 HGT-1 株の培養結果と一致する (Niwa *et al.* 2005a)。雄性異株の葉状体の有無については、今後、天然藻体の観察も含めて検討が必要である。

多摩川河口付近は、かつて遠浅の干潟が広がりノリ養殖場として栄えた場所である。しかし、1950 年代以後埋め立てや漁場環境の悪化が進み、東京都では 1962 年 (昭和 37 年) に漁業権が放棄され、神奈川県川崎市では 1973 年 (昭和 48 年) に川崎漁業協同組合が解散してからは、その付近で海苔養殖は全く行われていない (東京都内湾漁業興亡史刊行会 1971, 川崎市市民ミュージアム 1995)。従って、本藻はその頃の生残個体に由来するものと思われる。東京都や神奈川県の東京湾地先には明治時代からノリのヒビや種網の移植が行われており、千葉県の東京湾沿岸からのものが多いものの、その他に宮城県万石浦や塩釜湾、福島県松川浦や神奈川県川崎市の東京湾沿岸南部などからも移植されている (宮下 1970, 東京都内湾漁業興亡史刊行会 1971)。アサクサノリの各地の個体群の形態的な差異について比較検討した報告はなく、本研究の観察結果からは、本個体群がもともとの地域に生育していたものか、それとも別の地域から移植されたアサクサノリに由来するものか、移植されたものであるならばどの地域のものか等は判断できない。しかし、最近では、各地のアサクサノリ間で DNA を比較すると、核 rDNA の ITS 領域

などの塩基配列に少しずつ違いがあることが認められている (Kunimoto *et al.* 2003, Niwa *et al.* 2005b)。従って、本研究で対象とした多摩川河口域の個体群の由来を明確にするためには、今後、各地の個体群についての詳細な形態観察と DNA 分析を行う必要がある。

本研究で確認された多摩川河口域のアサクサノリは、ヨシ群落の広がりと比較してその生育場所はごく局所に限られており、しかもせいぜい 100 個体レベルの個体群であり、東京湾以外の生育地と比べてもその量はごくわずかであった。従って、本生育地でのアサクサノリの絶滅の可能性は非常に高いものと考えられる。東京湾では、Miyata & Kikuchi (1997) の報告以後、アサクサノリの生育は報告されておらず、著者の一人である菊地の近年の東京湾における調査でも他に生育地は見つかっていない。海苔養殖発祥の地とされる東京湾のアサクサノリ個体群の絶滅を防ぐためには、今後、生育地周辺の環境の変化などに十分な注意を払うとともに、何らかの保護対策を講じる必要がある。また、本研究で得られた糸状体培養株を確実に保存していくことも重要である。

謝辞

本稿を読んで下さり、有益なご助言をいただいた北海道大学の吉田忠生名誉教授と東京水産大学の有賀祐勝名誉教授に深謝する。また、生育調査にご協力いただいた浦安市郷土博物館の島村嘉一氏と特定非営利活動法人盤州里海の会の金萬智男氏に感謝する。

引用文献

- Brown, V., Ducker, S. C. & Rowan, K. S. 1977. The effect of orthophosphate concentration on the growth of articulated coralline algae (Rhodophyta). *Phycologia* 16: 125-131.
- 福原英司 1968. 北海道近海産アマノリ属の分類学的ならびに生態学的研究. 北海道区水産研究所研究報告 34: 40-99.
- 環境庁編 2000. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック 9 植物 II (維管束植物以外). 財団法人自然環境研究センター. 東京.
- 川崎市市民ミュージアム 1995. 海と人生—川崎で海苔が採れた頃—. 川崎市市民ミュージアム, 川崎.
- 菊地則雄・吉田忠生・吉永一男 2002. 絶滅が危惧される紅藻アマノリ属植物数種の生育状況. *エコソフィア* 9: 112-117.
- Kunimoto, M., Kito, H., Yamamoto, Y., Cheney, D. P., Kaminishi, Y. & Mizukami, Y. 1999. Discrimination of *Porphyra* species

- based on small subunit ribosomal RNA gene sequence. *J. Appl. Phycol.* 11: 203-209.
- Kunimoto, M., Kito, H., Mizukami, Y., Murase, N. & Levine, I. 2003. Molecular features of a defined genetic marker for the determination of the *Porphyra tenera* lineage. *J. Appl. Phycol.* 15: 337-343.
- 黒木宗尚 1961. 養殖アマノリの種類とその生活史. 東北水産研究報告 18: 1-115.
- Miura, A. 1984. A new variety and a new form of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) from Japan: *Porphyra tenera* Kjellman var. *tamatsuensis* Miura, var. nov. and *P. yezoensis* Ueda form. *narawaensis* Miura, form. nov. *J. Tokyo Univ. Fish.* 71: 1-37.
- Miura, A. 1988. Taxonomic studies of *Porphyra* species cultivated in Japan, referring to their transition to the cultivated variety. *J. Tokyo Univ. Fish.* 75: 311-325.
- 三浦昭雄 1994. アサクサノリ. p. 664-672. 水産庁 (編) 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (I). 水産庁, 東京.
- 宮下 章 1970. 海苔の歴史. 全国海苔問屋協同組合連合会, 東京.
- 宮下 章 2003. 海苔. ものとなりの文化史 111. 法政大学出版局, 東京.
- Miyata, M. & Kikuchi, N. 1997. Taxonomic study of *Bangia* and *Porphyra* (Bangiaceae, Rhodophyta) from Boso Peninsula. *Natural History Research, Special Issue* 3: 1946.
- Niwa, K. & Aruga, Y. 2003. Rapid DNA extraction from conchocelis and ITS-1 rDNA sequences of seven strains of cultivated *Porphyra yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta). *J. Appl. Phycol.* 15: 29-35.
- Niwa, K., Kikuchi, N. & Aruga, Y. 2005a. Morphological and molecular analysis of the endangered species *Porphyra tenera* (Bangiales, Rhodophyta). *J. Phycol.* 41: 294-304.
- Niwa, K., Kobiyama, A. & Aruga, Y. 2005b. Confirmation of cultivated *Porphyra tenera* (Bangiales, Rhodophyta) by polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism analyses of the plastid and nuclear DNA. *Phycol. Res.* 53: 296-302.
- 水産庁編 1998. 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック. 日本水産資源保護協会, 東京.
- Tanaka, T. 1952. The systematic study of the Japanese Protofloridae. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 2: 1-92.
- 東京都内湾漁業興亡史刊行会 1971. 東京都内湾漁業興亡史. 東京都内湾漁業興亡史刊行会, 東京.
- 殖田三郎 1932. 日本産あまのり属ノ分類学的研究. 水産講習所研究報告 28(1): 1-45.
- 吉田忠生・菊地則雄・吉永一男 1999. アサクサノリの野生個体群. *藻類* 47: 119-122.

(Received September 20, 2005; Accepted September 1, 2006)

長崎県薄香湾における有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* 3 種の 出現状況と増殖特性

山砥稔文¹・坂口昌生¹・岩滝光儀²・松岡数充²

¹ 長崎県総合水産試験場 (〒 851-2213 長崎県長崎市多以良町 1551-4)

² 長崎大学環東シナ海海洋環境資源研究センター (〒 851-2213 長崎県長崎市多以良町 1551-7)

Toshifumi Yamatogi¹, Masao Sakaguti¹, Mitsunori Iwataki² and Kazumi Matsuoka²: Occurrence and growth characteristics of three harmful raphidophytes, *Chattonella ovata*, *C. antiqua* and *C. marina* in Usuka Bay, west Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôri) 54: 157-164, November 10, 2006

Three harmful red tide causative raphidophytes *Chattonella ovata* Y. Hara et Chihara, *Chattonella antiqua* (Hada) Ono, and *Chattonella marina* (Subrahmanyam) Y. Hara et Chihara occurred in Usuka Bay, Japan in 2005. The growth characteristics of these three clonal cultures were examined in 60 different conditions combined with temperature (10-32.5°C) and salinity (16-36 psu) under a light intensity of 80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *C. ovata* reproduced within 10-32.5°C and 16-36 psu, and the maximum growth rate was 1.09 day⁻¹ at 30°C and 28 psu. *C. antiqua* reproduced within 12.5-32.5°C and 16-36 psu, and the maximum growth rate was 1.15 day⁻¹ at 30°C and 24 psu. *C. marina* reproduced within 10-32.5°C and 16-36 psu, and the maximum growth rate was 0.87 day⁻¹ at 30°C and 28 psu. Their growths are characterized by euryhaline. Compared with growth conditions previously reported, they showed the tendency to tolerate relatively lower temperature. These results suggest that three flagellates cause red tides during warm seasons in Usuka Bay.

Key Index Words: harmful raphidophyte, *Chattonella*, monitoring of red tides, growth rate, Usuka Bay

¹Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, 1551-4 Taira, Nagasaki, Nagasaki, 851-2213 Japan

²Institute for East China Sea Research, Nagasaki University, 1551-7 Taira, Nagasaki, Nagasaki, 851-2213 Japan

海産ラフィド藻 *Chattonella*, 特に *Chattonella antiqua* (Hada) Ono と *Chattonella marina* (Subrahmanyam) Y. Hara et Chihara は大規模な赤潮を形成し、養殖魚類の大量斃死を引き起こす原因生物として知られている。西日本における *Chattonella* 赤潮による漁業被害は世界最大規模であり、現在も続いている (水産庁九州漁業調整事務所 2006, 今井 2000a, Imai *et al.* 2006)。一方、これら *Chattonella* 属 2 種とは細胞外形および発達した液胞の存在により識別できる *C. ovata* Y. Hara et Chihara は (Fig. 1), 瀬戸内海等における出現は確認されていたものの、この種が優占する赤潮は確認されていなかった。従って、これまでこの種を有害種として認識することはなかった (原 1990, Hara *et al.* 1994)。しかし、2004 年夏季に瀬戸内海のほぼ全域で *C. ovata* による赤潮が発生し、養殖ヒラメ、マダイ、ハマチに金額として約 2 億円の被害をもたらした (水産庁瀬戸内海区漁業調整事務所 2005)。同種は本邦では瀬戸内海播磨灘と鹿児島湾に出現すること (今井・伊藤 1985, 吉松・小野 1986, Hara *et al.* 1994) や *C. antiqua*, *C. marina* と混合して出現することが多いこと (吉松 2006) が知られるが、詳細な出現状況や生育分布域等に関する情報は極めて少ない (原・千原 1987, 原 1990)。長崎県沿岸域では、過去に *C. antiqua* と *C. marina* による赤潮が発生し、それに伴う漁業被害も報告されているが、*C. ovata* の出現も赤潮も未確認であっ

た (長崎県水産試験場 1979-1997, 長崎県総合水産試験場 1998-2005a)。

これらの赤潮による漁業被害を防止するためにはそれぞれの出現状況や増殖特性等、基本的な情報を把握することが重要である。特に、*C. ovata* については、出現や赤潮発生事例が少なく、あらかじめ出現状況や増殖特性を把握しておくことが漁業被害を未然に防止するのに有効と考えられる。

これらの *Chattonella* の出現は全国第 2 位の海面養殖業生産額のある長崎県にとって脅威である。2004 年と 2005 年には、福岡県豊前市沿岸域 (瀬戸内海周防灘) で、*C. ovata* の出現が確認されており (江藤・長本 2006, 独立行政法人水産総合研究センター 2005), 分布の拡大が懸念されていた。このような特定赤潮種の天然における増殖の要因を知るためには、培養株を用いた室内実験により、その種の基本的増殖条件を明らかにすることが必須である。

一般的に植物プランクトンの増殖特性は海域ごとに差異があると考えられており (山本・樽谷 1997, Watanabe *et al.* 1982, 山砥ら 2006), *Chattonella* 属の種類でもそれらの基本的増殖特性を海域ごとに把握する必要がある。

本研究では、長崎県沿岸域で魚類養殖が行われている海域を中心に、特にこれまで *C. antiqua* と *C. marina* の出現と赤潮発生が確認されている海域において、*C. ovata*, *C. antiqua* および *C. marina* の出現動態を把握するための分布調査を実

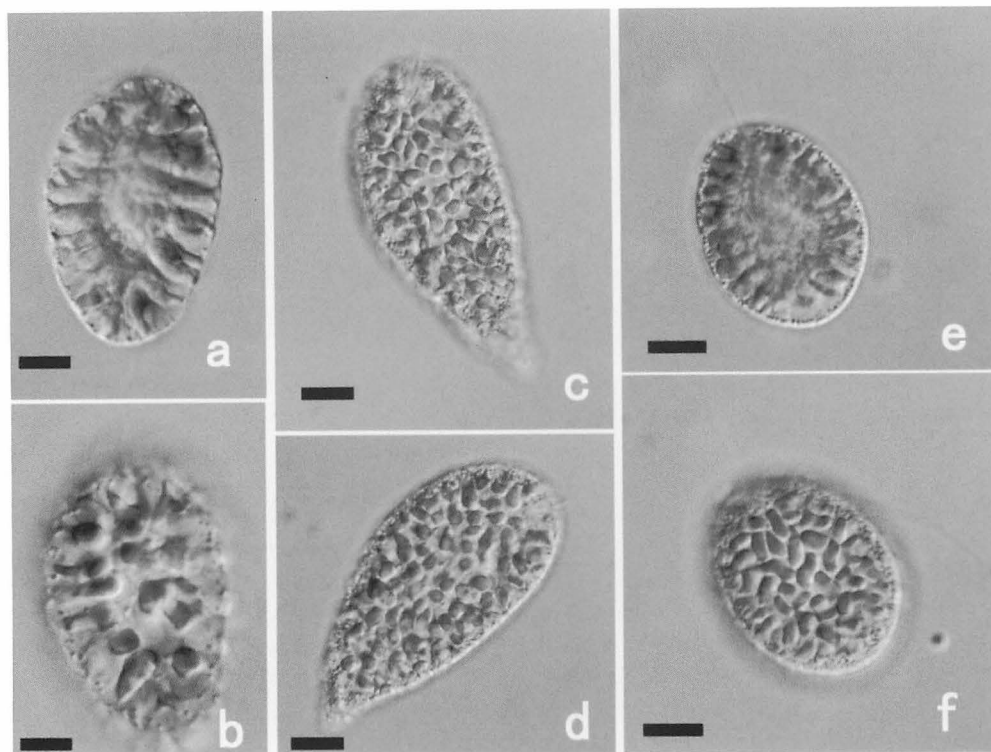


Fig. 1. Light microscopic photographs of three species of *Chattonella* collected from Usuka Bay. a, b: *C. ovata* (05U3 strain); c, d: *C. antiqua* (04U1 strain); e, f: *C. marina* (05U1 strain). Scale bar = 10 μ m.

施するとともに、薄香湾で分離した培養株を用い、それらの増殖に及ぼす水温と塩分の影響について室内実験を行ったので、報告する。

材料と方法

Chattonella 3 種の分布調査

現場調査は2005年4月-2006年3月に、長崎県平戸島の薄香湾、伊万里湾、大村湾、橘湾、有明海、対馬の浅茅湾、三浦湾、五島列島の奈摩湾、青方湾、計9海域に設定した定点（計39定点）で、有明海、伊万里湾は夏季（6-9月）、他の7海域は周年、概ね月1回の頻度で遊泳細胞の出現密度を調べた（Fig. 2）。試水は原則として水深2m層で採取し、必要に応じて0.5, 5, 10m層、およびB-1m（海底面上1m）層でも採取した。採取した試水中の細胞数の計数は、当日から翌日までに研究室で行った。有明海、伊万里湾のサンプルは、生海水（1×3mL）中の細胞数を、他の7海域のサンプルは、各層毎の試水（0.2-1L）をセルロースアセテートフィルター（東洋ろ紙社製、 ϕ 8 μ m）によって常圧濃縮後（濃縮率は約100-500倍）、全量の細胞数を計数した。採水時には各層における水温と塩分を現場用多項目水質計 Quanta（Hydrolab 社製）により測定した。

供試株と培地

実験に用いた *C. ovata* 05U3 株、*C. marina* 05U1 株はいずれも薄香湾内の海水から2005年9月に分離確立した。*C. antiqua* 04U1 株は2004年3月に採取した海底泥中のシストを発芽させ、得られた遊泳細胞から分離確立した。以上3株はいずれもピペット洗浄法（今井 2000b）によってクローン株とした（Fig. 1）。これら3株の細菌検査は実施していないが、培

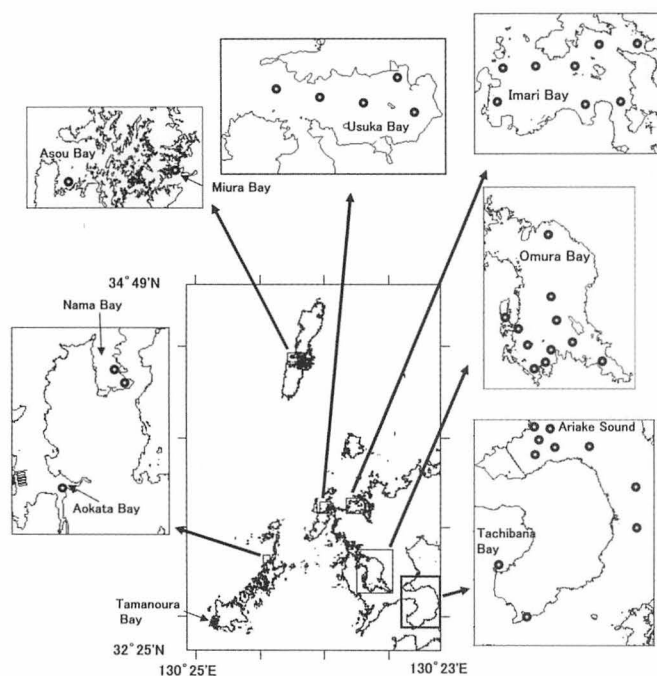


Fig. 2. Maps showing sampling stations (•) of coastal waters in Nagasaki Prefecture.

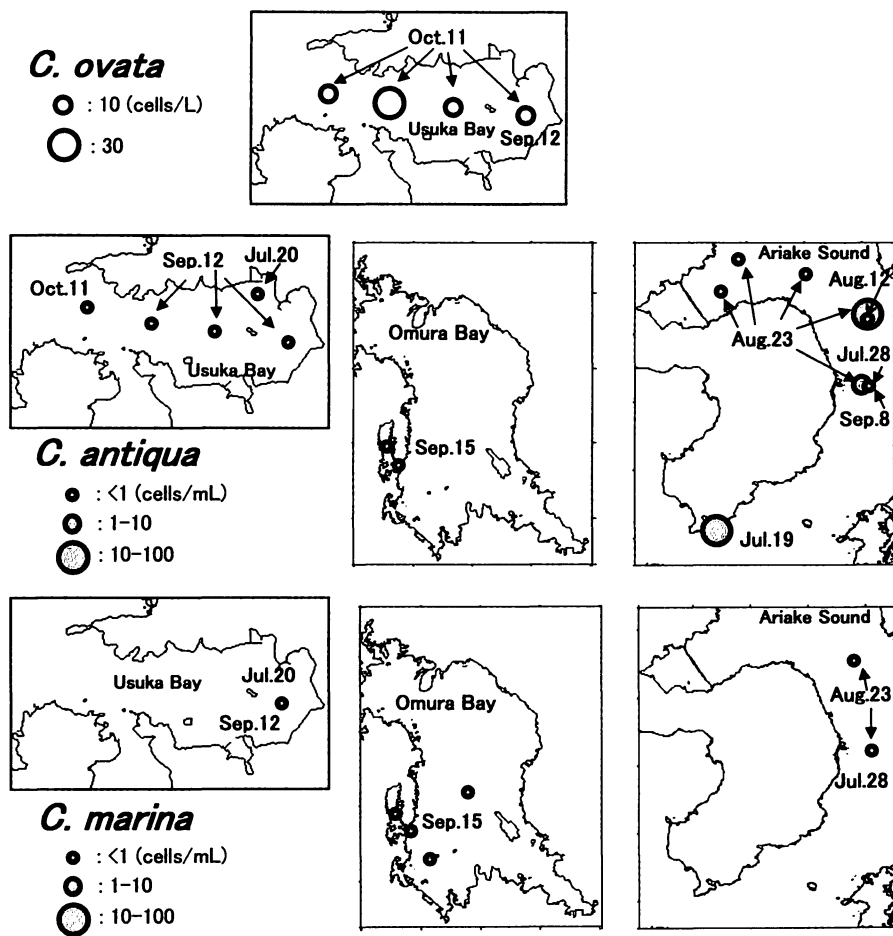


Fig. 3. Maps showing the maximum cell densities and distributions of three species of *Chattonella* in each sampling station of Nagasaki Prefecture in 2005.

養実験終了時、培養液の白濁は認められなかったことから、バクテリアによる汚染は最小限に抑えられたと判断した。供試株の保存および実験培地には ESM (岡市ら 1982) を用いた。

増殖に及ぼす水温と塩分の影響

増殖実験は水温を 10, 12.5, 15, 17.5, 20, 22.5, 25, 27.5, 30, 32.5°C の 10 段階、塩分を 16, 20, 24, 28, 32, 36 psu の 6 段階の組み合わせ、計 60 通りで実施した。塩分の調整は 1999 年 3 月に五島列島西沖約 60 km (32° 55.5'N, 128° 15.5'E) で採取した表層水を GF/C ガラス繊維濾紙でろ過したものを基本海水 (塩分 34.2 psu) とし、これを超純水で希釈、あるいは 50°C の恒温器を用いた加温濃縮によって行った。ESM 添加による培地の塩分変化は極めて僅少であることを確認した。実験は試験管 (φ 15 × 150 mm) に培地を 5 mL 入れ、オートクレーブ滅菌 (120°C, 20 min) 後に、対数増殖期後期まで前培養した藻体を 100 cells mL⁻¹ の密度になるように実験培地へ接種し、3 本立てで、光強度 80 μmol m⁻² s⁻¹, 14 時間明 10 時間暗の明暗サイクルの条件下で行った。なお、この前培養は水温を 17.5, 22.5, 27.5°C のいずれかで、塩分は 28 psu で行った。それぞれの実験の温

度条件への馴化は 1 日に 1-2.5°C ずつ上昇あるいは下降させて行い、0-2 日目までの 3 日間を要した。細胞の計数は実験開始後、2 日おきに培養液の一部を採取しプランクトン計数板を用いて行った。計数結果を片対数グラフにプロットし、対数増殖期の直線部分に基づき、最小二乗法により比増殖速度 (μ) を求めた。 μ は内的自然増加率 (day⁻¹) を表す。また、定常期の最高細胞密度と初期細胞密度の差を最終細胞収量 (cells mL⁻¹) とした。なお、室内実験で得られた増殖特性と、薄香湾および近隣水域 (大村湾以北) におけるこれらの発生状況および発生環境との関係を検討するため、長崎県の各水産業普及指導センター (県央、県北、上五島、対馬) および総合水産試験場によって実施された現場赤潮調査 (長崎県水産試験場 1979-1997, 長崎県水産試験場 1992-1997, 長崎県総合水産試験場 1998-2005a, b) で得られたデータの一部を利用した。

結果

Chattonella 3 種の出現状況

調査期間中、*Chattonella* 3 種の出現は 2005 年の 7 月から 10 月の間に限られた (Fig. 3)。*C. ovata* は薄香湾では 9 月

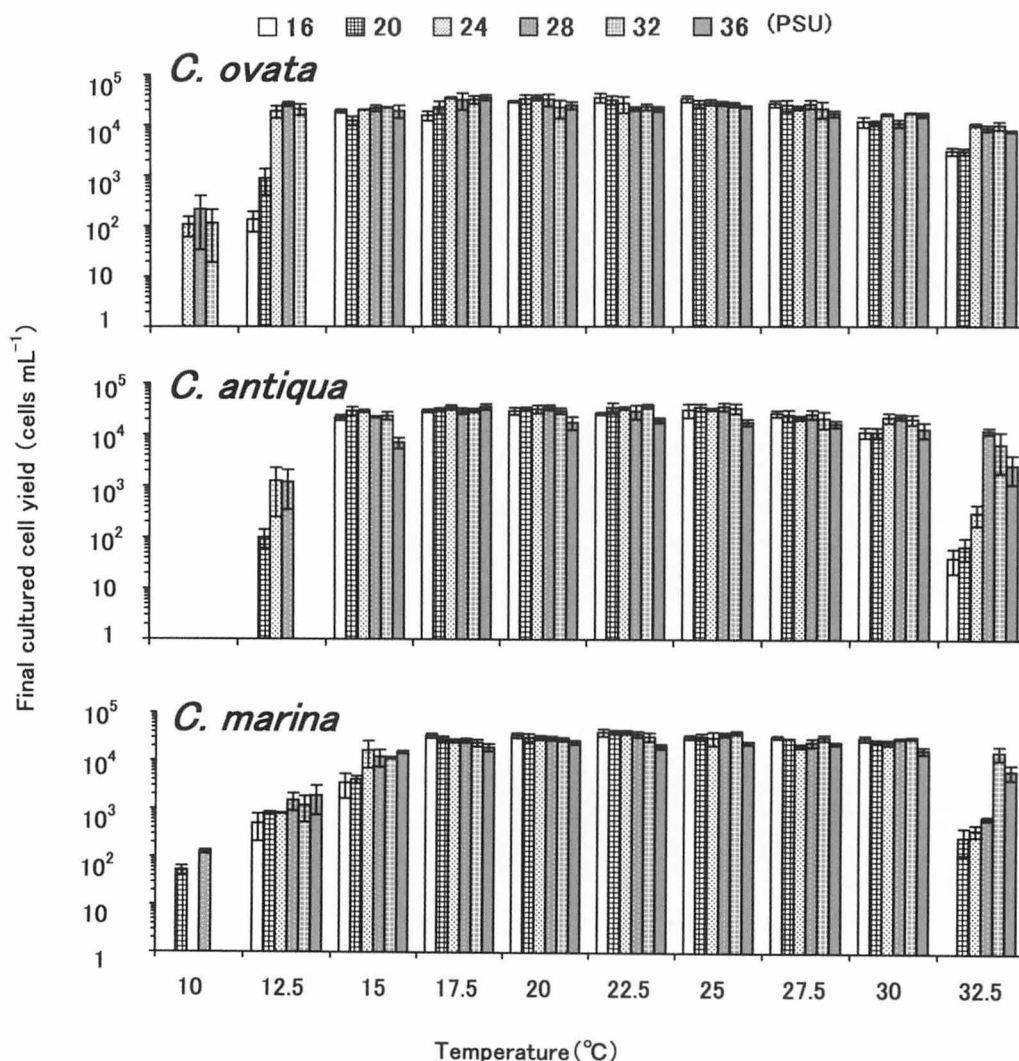


Fig. 4. Final cultured cell yields of three species of *Chattonella* at different temperature and salinity combinations. Vertical bars: standard deviations.

12日に0.01 cells mL⁻¹, 10月11日に0.01-0.03 cells mL⁻¹出現した。*C. antiqua*は薄香湾では7月20日に0.10 cells mL⁻¹, 9月12日に0.02-0.03 cells mL⁻¹, 10月11日に0.01 cells mL⁻¹, 大村湾では9月15日に0.01-0.27 cells mL⁻¹, 有明海では7月19日に40.7 cells mL⁻¹, 7月28日に0.7 cells mL⁻¹, 8月12日に0.3 cells mL⁻¹, 8月23日に0.3-27.7 cells mL⁻¹, 9月8日に0.3 cells mL⁻¹出現した。7月19日に*C. antiqua*が40.7 cells mL⁻¹出現した有明海では湾口部の口之津地先で養殖ブリ77尾が斃死した。五島水産業普及指導センターからの情報によれば, これまで報告のなかった五島列島玉之浦湾で*C. antiqua*が7月下旬に0.3-0.5 cells mL⁻¹出現していた。*C. marina*は薄香湾では7月20日に0.10 cells mL⁻¹, 9月12日に0.01 cells mL⁻¹, 大村湾では9月15日に0.02-0.22 cells mL⁻¹, 有明海では7月28日に0.3 cells mL⁻¹, 8月23日に0.3-0.7 cells mL⁻¹出現した。

培養株を用いた増殖に及ぼす水温と塩分の影響解析

実験を行った各水温・塩分条件における*Chattonella* 3株の最終細胞収量をFig. 4に, 比増殖速度をFig. 5に示す。*C. ovata*は, 10°Cでは24-32 psuで増殖し, 最終細胞収量は107-213 cells mL⁻¹, 比増殖速度は0.07-0.08 day⁻¹であった。また, 比増殖速度が0以下となる塩分は16-22 psuと34-36 psuであった。12.5-32.5°Cではすべての塩分条件下で増殖が認められ, 得られた最終細胞収量は133-34.2 × 10³ cells mL⁻¹, 比増殖速度は0.10-1.09 day⁻¹の範囲にあった。最大比増殖速度(1.09 day⁻¹)は, 30°C, 28 psuの条件で得られた。*C. antiqua*は10°Cではすべての塩分条件下で増殖しなかった。12.5°Cでは, 20-28 psuで増殖し, 最終細胞収量は100-1.25 × 10³ cells mL⁻¹, 比増殖速度は0.08-0.14 day⁻¹であった。また, 比増殖速度が0以下となる塩分は16 psuと30-36 psuであった。15-32.5°Cではすべての塩分条件下で増殖し, 最終細胞収量は40-35.3 × 10³ cells mL⁻¹, 比

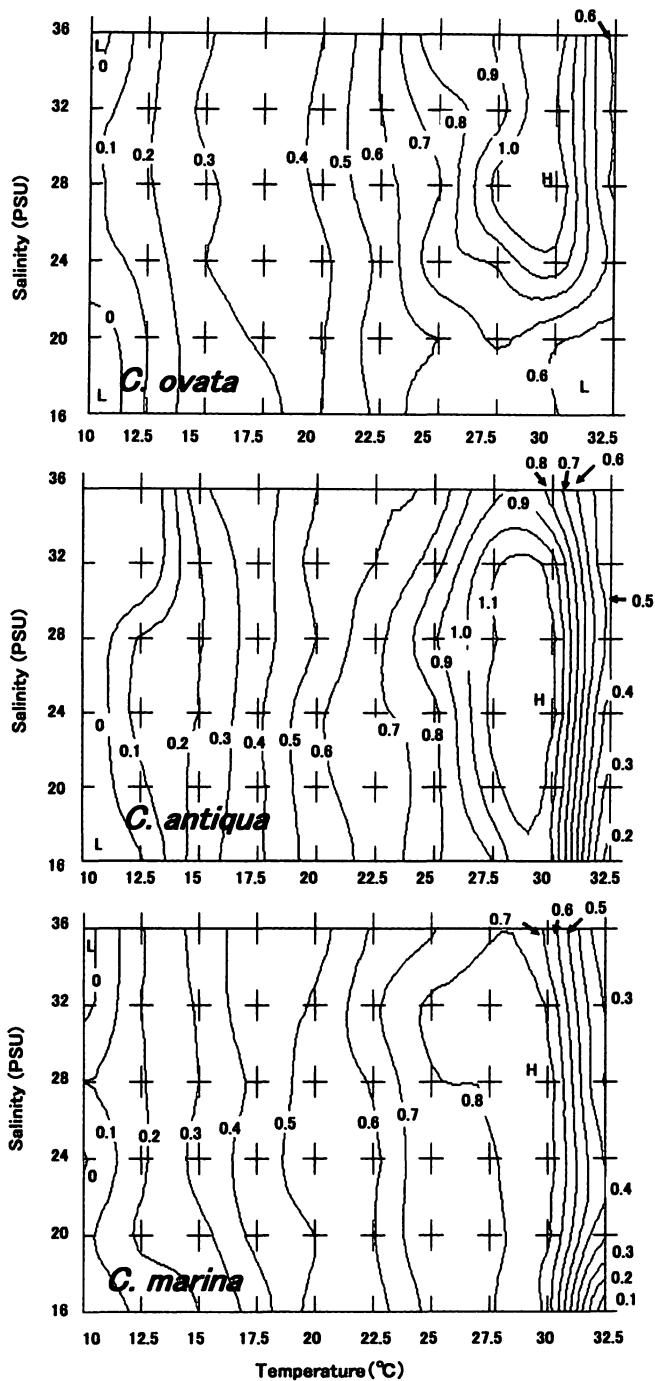


Fig. 5. Growth rates (day⁻¹) of three species of *Chattonella* under various conditions combined with temperature and salinity.

増殖速度は 0.14-1.15 day⁻¹ の範囲にあった。最大比増殖速度 (1.15 day⁻¹) は、30°C、24 psu の条件で得られた。*C. marina* は、10°C では 20 と 28 psu で増殖し、最終細胞収量は 53-127 cells mL⁻¹、比増殖速度は 0.09-0.10 day⁻¹ であった。また、比増殖速度が 0 以下となる塩分は 16 と 24 psu と 31-36 psu であった。12.5-30°C ではすべての塩分条件下で増

殖し、最終細胞収量は 493-39.8 × 10³ cells mL⁻¹、比増殖速度は 0.12-0.87 day⁻¹ の範囲にあった。32.5°C では 20-36 psu で増殖し、最終細胞収量は 267-15.6 × 10³ cells mL⁻¹、比増殖速度は 0.23-0.39 day⁻¹ であった。また、比増殖速度が 0 以下となる塩分は 16 psu であった。最大比増殖速度 (0.87 day⁻¹) は、30°C、28 psu の条件で得られた。

考察

Chattonella 3 種の出現状況

瀬戸内海および鹿児島湾以外ではこれまで報告のなかった *C. ovata* の生育が、今回の調査で薄香湾でも確認できた。*C. antiqua* と *C. marina* については薄香湾、大村湾、有明海での出現を再確認した。また、薄香湾で 9 月に、瀬戸内海での観察結果 (吉松 2006) と同様に、*C. ovata*、*C. antiqua* と *C. marina* が混在して出現することを確認した。さらに、五島列島では報告のなかった *C. antiqua* が玉之浦湾に出現していることがわかった。従って、今後、これらの海域および近隣水域における *Chattonella* の出現や赤潮発生のモニタリングを強化する必要がある。

被害を与える細胞密度までの増殖環境

室内実験で増殖した水温範囲は、*C. ovata* が 10-32.5°C、*C. antiqua* が 12.5-32.5°C、*C. marina* が 10-32.5°C、塩分範囲はいずれも 16-36 psu であったことから、これら 3 種は広い温度・塩分範囲において増殖可能な生理的特性を有していることが明らかとなった。

C. ovata 培養株が魚類を斃死させる細胞密度は、マダイで 4.1 × 10³-6.8 × 10³ cells mL⁻¹、マアジで 5.4 × 10³ cells mL⁻¹、ハマチで 2.8 × 10³ cells mL⁻¹ と指摘されている (Hiroishi et al. 2005)。また、*C. ovata* の赤潮海水 (およそ 300 cells mL⁻¹) を用いた暴露実験で、ヒラメが斃死したとされる (独立行政法人水産総合研究センター 2004、高辻ら 2005)。*C. antiqua* および *C. marina* が養殖ハマチを斃死させる細胞密度は 300 cells mL⁻¹ 以上とされる (代田 1988)。今回の室内実験で最終細胞収量が 300 cells mL⁻¹ 以上得られた水温は、3 種とも 12.5-32.5°C であった。本研究における分布調査時の養殖ブリを斃死させた *C. antiqua* の細胞密度は 40.7 cells mL⁻¹ であった (長崎県総合水産試験場 2006a)。室内実験で *C. antiqua* の最終細胞収量が 40.7 cells mL⁻¹ 以上得られたのは 12.5-32.5°C であった。また、*C. marina* がアサリの生残に影響を及ぼす細胞密度は 2.5 × 10⁴ cells mL⁻¹ とされる (Kim et al. 2004)。室内実験で *C. marina* の最終細胞収量が 2.5 × 10⁴ cells mL⁻¹ 以上得られたのは 17.5-30°C であった。従って、*Chattonella* 3 種は広い温度範囲で、魚類の斃死あるいは貝類の生残に影響を及ぼす細胞密度まで増殖することが可能といえる。また、薄香湾における周年の表層水温は 12.3-27.6°C の範囲であり (長崎県総合水産試験場 2005)、薄香湾では *Chattonella* 3 種はほぼ年間を通じて、漁業被害を誘引する細胞密度まで増殖可能とも指摘できる。

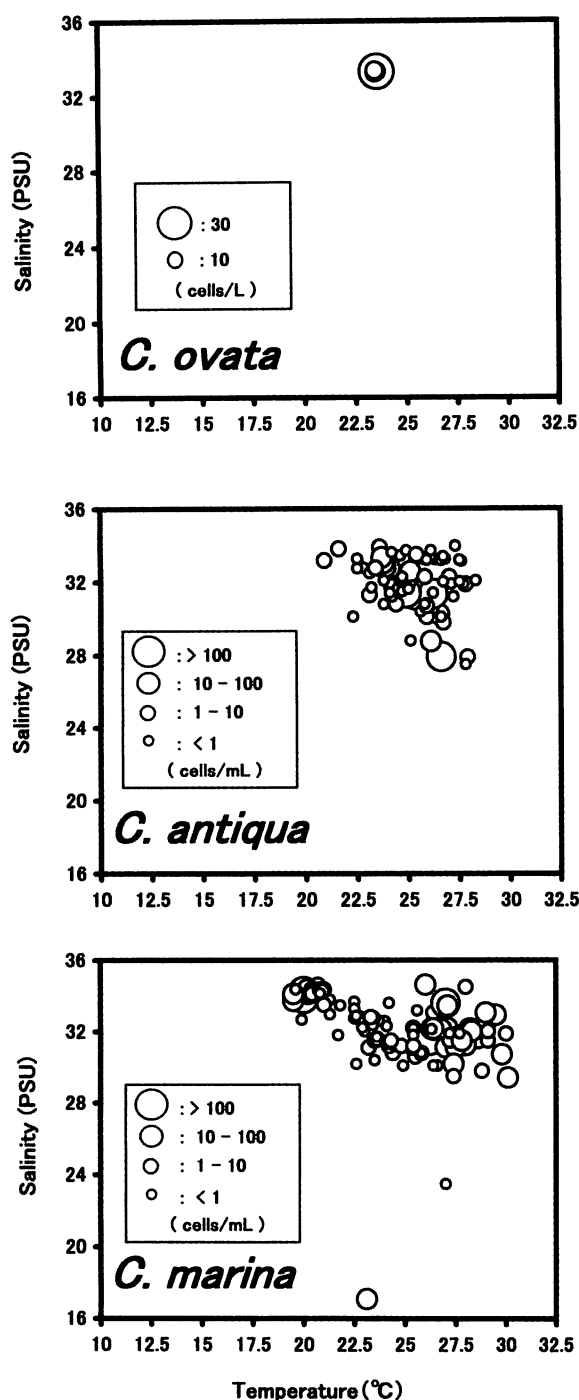


Fig. 6. Growth relationships between temperatures and salinities of three species of *Chattonella* collected from Usuka Bay and adjacent sea in 1990-2005.

比増殖速度と現場出現環境

1990-2005年に薄香湾および近隣海域で *C. ovata*, *C. antiqua* および *C. marina* が出現した際の水温、塩分値を Fig. 6 に示す。 *C. ovata* 出現時の水温は 23.5-23.6°C、塩分は 32.96-33.38 psu であり、室内実験で比増殖速度が 0.7 day⁻¹ 以上となる水温、塩分の範囲内にあった。瀬戸内海の

播磨灘では、 *C. ovata* は水温 15.8-31.3°C、塩分 18.4-33.02 psu (本田ら 2005)、広島湾では水温 24.9-29.3°C、塩分 22.8-31.2 psu (高辻ら 2005) の範囲での出現が確認されている。このように薄香湾と播磨灘において *C. ovata* が出現する水温と塩分の範囲はほぼ重複していることが分かった。ただし、薄香湾では、播磨灘や広島湾で *C. ovata* の出現がみられたような至適増殖環境 (比増殖速度 1.0 day⁻¹ 以上を示す水温 27.5-30°C、塩分 24-36 psu) になっても同種は観察されなかった。 *C. antiqua* 出現時の現場水温は 21.0-28.3°C、塩分は 27.50-33.95 psu であり、室内実験で比増殖速度が 0.5 day⁻¹ 以上となる水温、塩分の範囲内にあった。 *C. antiqua* が 100 cells mL⁻¹ 以上出現したときの現場水温は 24.9-26.6°C、塩分は 27.9-31.40 psu にあり、室内実験で得た比増殖速度が 0.8 day⁻¹ 以上になるときの水温と塩分の範囲にほぼ一致する。このことから *C. antiqua* は 25°C 付近の高水温条件下で、短期間のうちに高密度に増殖する特性をもつといえる。 *C. marina* 出現時の現場水温は 19.5-30.1°C、塩分は 17.10-34.63 psu であり、室内実験で比増殖速度が 0.5 day⁻¹ 以上となるときの水温、塩分の範囲とほぼ同じであった。 *C. marina* が 100 cells mL⁻¹ 以上出現した時の水温は 20.0-27.0°C、塩分は 31.5-34.24 psu にあり、 *C. marina* は *C. antiqua* に比べ、高水温側の広い塩分範囲で高密度増殖する特性を有しているといえる。

これらのことより、 *Chattonella* 3 種の最適水温・塩分特性を比較すると、培養実験結果からは、3 種に共通して高水温・広塩分条件で最適増殖をすることが判明した。現場出現環境からは、 *C. antiqua* は 25-27.0°C、 *C. marina* は 20-30°C、塩分は両種とも 28-34 psu 程度で多く出現する傾向がみられることが明らかとなった。また、 *Chattonella* 3 種の出現が最適増殖環境 (30°C) であまり観察されていないのは、薄香湾および近隣海域における夏季最高水温期の表層平均水温が、薄香湾 27.6°C (山低ら 2005)、伊万里湾 27.5°C、大村湾 28.4°C (長崎県総合水産試験場 2006b) であるためと考えられる。

水温に対する増殖応答—他海域産株との比較

C. ovata 広島湾産株は 15-32.5°C で増殖し、最適増殖は 25-30°C と報告されている (山口ら 2005)。これに対して薄香湾産株は、最大比増殖速度は 30°C と広島湾産株と同程度で得られたが、10-32.5°C で増殖し、低水温でも増殖できることから、広島湾産株よりも低水温に対する耐性がやや大きい傾向がみられた。

C. antiqua 播磨灘産株 (Nakamura & Watanabe 1983) は 15-28°C で増殖、25°C で最大増殖速度を示し、10°C および 31°C では増殖できないという。大阪湾産株では、20-30°C で増殖し、27°C 以上では増殖量の減少がみられ、11°C 以下で増殖できないとされ (矢持 1984)、山口ら (1991) によれば、15-30°C で増殖、最適増殖は 25°C、10°C 以下で増殖不可能と報告されている。諫早湾産株は 15-32.5°C で増殖し、最大

比増殖速度は 30℃であるという（山砥ら 2006）。これに対して薄香湾産株は 12.5-32.5℃で増殖し、最大比増殖速度は 30℃で得られたことから、諫早湾産株と同様に高水温に対する耐性が大きく、他海域産株よりも低水温に対する耐性がやや大きい傾向を示している。

C. marina 大阪湾産株は 21-30℃で好適増殖、31℃で増殖量減少、13℃以下で増殖できないと報告されている（矢持 1984）。周防灘産株は 15-30℃で増殖、最適増殖は 25℃、10℃以下で増殖せず（山口ら 1991）、鹿児島湾産株は 17.5-27.5℃で増殖、適温は 22.5℃、15℃あるいは 30℃でほとんど増殖がみられないと報告されている（野沢 1984）。諫早湾産株は 12.5-32.5℃で増殖し、最大比増殖速度は 30℃で得られた（山砥ら 2006）。それに対して薄香湾産株は 10-32.5℃で増殖し、最大比増殖速度は 30℃で得られたことから、諫早湾産株と同様に高水温に対する耐性が大きく、他海域産株よりも低水温に対する耐性がやや大きい傾向が示唆された。以上のように、薄香湾産の *Chattonella* 3 株は共通して比較的に高い水温でよく増殖し、低い水温に対する耐性が大きいと特徴づけられる。

Chattonella 3 種の越冬様式

室内実験で、比増殖速度が 0 以下となる水温・塩分条件は、*C. ovata* が 10℃の 16-22 psu と 34-36 psu、*C. antiqua* が 10℃の 16-36 psu および 12.5℃の 16 psu と 30-36 psu、*C. marina* が 10℃の 16 と 24 psu と 31-36 psu である。これらの条件下では、これら 3 種は増殖できないことを意味している。薄香湾の周年の平均水温・塩分範囲は、12.3-27.6℃、32.52-34.99 psu である（長崎県総合水産試験場 2005）。従って、薄香湾では、12.5℃の 16-36 psu で増殖する *C. ovata* と *C. marina* は遊泳細胞の状態では越冬可能と考えられるが、12.5℃の 30-36 psu で増殖しない *C. antiqua* は遊泳細胞の状態では越冬できないと指摘できる。薄香湾では、*C. antiqua* のシストの存在が報告されている（長崎県総合水産試験場 2005）。今井（1990）は播磨灘の海底泥調査により、*C. ovata*、*C. antiqua* および *C. marina* のシストの存在を確認している。今後は、薄香湾における *Chattonella* 3 種の越冬様式について詳細な調査研究をしなければならない。同時に、薄香湾およびその周辺海域の養殖漁場ではこれら 3 種を含めた有害藻類の出現や赤潮発生のモニタリングを周年実施し、漁業被害防止を図る必要がある。

謝辞

本研究における現場調査に際して、ご協力頂いた長崎県各水産業普及指導センターの山口 忠氏、鎌田正幸氏（現長崎県総合水産試験場）、若杉隆信氏、杉原志貴氏、浦 賢二郎氏（現長崎県水産部水産振興課）にお礼申し上げます。また、情報提供頂いた北原 茂氏および舩田大作氏にも感謝申し上げます。

引用文献

- 独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 2004. 漁場環境保全関係試験研究推進会議. 赤潮・貝毒部会議事要録: 3.
- 独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 2005. 漁場環境保全関係試験研究推進会議. 赤潮・貝毒部会議事要録: 10-15.
- 江藤拓也・長本 篤 2006. 赤潮等被害防止対策事業調査一周防灘広域共同調査一. p. 270-274. 平成 16 年度事業報告. 福岡県水産海洋技術センター. 福岡.
- 原 慶明 1990. ラフィド藻（緑色鞭毛藻）綱ラフィドモナス目ヴァキュオリア科. p. 340-341. 福代康夫・高野秀明・千原光雄・松岡数充（編）日本の赤潮生物—写真と解説—. 内田老鶴圃. 東京.
- 原 慶明・千原光雄 1987. ラフィド藻. p. 544-566. 日本資源保護協会（編）赤潮生物研究指針. 秀和. 東京.
- Hara, Y., Doi, K. & Chihara, M. 1994. Four new species of *Chattonella* (Raphidophyceae, Chromophyta) from Japan. *Jpn. J. Phycol.* 42: 407-420.
- Hiroishi, S., Okada, H., Imai, I. & Yoshida T. 2005. High toxicity of the novel bloom-forming species *Chattonella ovata* (Raphidophyceae) to cultured fish. *Harmful Algae*. 4: 783-787.
- 本田 恵二・吉松定昭・大山 憲一 2005. 有害プランクトン *Chattonella ovata* の香川県海域における出現動向. 平成 16 年度日本藻類学会第 29 回大会講演要旨: 112.
- 今井一郎 1990. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* のシストに関する生理生態学的研究. 南西水研研報 23: 63-166.
- 今井一郎 2000a. ラフィド藻赤潮の発生機構と予知. p. 29-70. 石田祐三郎・本城凡夫・福代康夫・今井一郎（編）「有害・有毒赤潮の発生と予知・防除」水産資源保護協会. 恒星社厚生閣. 東京.
- 今井一郎 2000b. 赤潮微細藻類の計数と無菌培養法. p. 85-90. 石田祐三郎・杉田治男（編）「海洋環境アセスメントのための微生物実験法」. 恒星社厚生閣. 東京.
- 今井一郎・伊藤克彦 1985. 1984 年 4 月、播磨灘における海底泥中の *Chattonella* 耐久細胞分布. 南西水研研報 19: 43-52.
- Imai, I., Yamaguchi, M. & Hori, Y. 2006. Eutrophication and occurrences of harmful algal blooms in the Seto Inland Sea, Japan. *Plankton Benthos Res.* 2: 71-84.
- Kim, D., Kumamoto, O., Lee, K., Kuroda, A., Fujii, A., Ishimatsu, A. & Oda, T. 2004. Deleterious effect of *Chattonella marina* on short-necked clam (*Ruditapes philippinarum*); possible involvement of reactive oxygen species. *J. Plankton Res.* 26: 967-971.
- Nakamura, Y. & Watanabe M. M. 1983. Growth characteristics of *Chattonella antiqua* (Raphidophyceae) Part 1. Effects of temperature, salinity, light intensity and pH on growth. *J. Oceanogr. Soc. Jpn.* 39: 110-114.
- 長崎県総合水産試験場 1998-2005a. 赤潮プランクトン等監視調査事業報告書—I—長崎県下における赤潮の発生状況—. 長崎県総合水産試験場. 長崎.
- 長崎県総合水産試験場 1998-2005b. 長崎県総合水産試験場事業報告. 長崎県総合水産試験場. 長崎.
- 長崎県総合水産試験場 2005. 長崎県総合水産試験場事業報告: 139-142. 長崎県総合水産試験場. 長崎.
- 長崎県総合水産試験場 2006a. 赤潮プランクトン等監視調査事業報告書—I—長崎県下における赤潮の発生状況—. 45-46. 長崎県総合水産試験場. 長崎.
- 長崎県総合水産試験場 2006b. 赤潮プランクトン等監視調査事業報告書—II—資料集—. 3-14. 長崎県総合水産試験場. 長崎.
- 長崎県水産試験場 1979-1997. 赤潮プランクトン等監視調査事業報告書—I—長崎県下における赤潮の発生状況—. 長崎県水産試

- 験場, 長崎.
 長崎県水産試験場 1992-1997. 長崎県水産試験場事業報告, 長崎県水産試験場, 長崎.
 野沢治治 1984. 鹿児島湾における赤潮生物の生理特性に関する研究, p. 139-152, 「大規模赤潮の形成及び赤潮被害抑止に関する研究」5 年間の研究成果, 水産庁, 東京.
 岡市友利・西尾幸郎・今富幸也 1982. 有毒プランクトン研究法, p. 26, 「有毒プランクトン—発生・作用機構・毒成分」(日本水産学会編) 水産学シリーズ 42, 恒星社厚生閣, 東京.
 代田昭彦 1988. 赤潮研究の現状と課題—④, 水産の研究 7(5): 36-42.
 水産庁九州漁業調整事務所 2006. 九州海域の赤潮: 34-53, 水産庁九州漁業調整事務所, 福岡.
 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所 2005. 瀬戸内海の赤潮: 9, 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所, 広島.
 高辻英之・飯田悦左・高山晴義 2005. 2004 年に広島県沿岸で発生した *Chattonella ovata*, 広島水試研報 23: 19-22.
 Watanabe, M. M., Nakamura, Y., Yamochi, S. & Mori, S. 1982. Effects of physico-chemical factors and nutrients on the growth of *Heterosigma akashiwo* Hada from Osaka Bay, Japan. Jpn. J. Phycol. 30: 279-288.
 山口晴生・坂本節子・山口峰生 2005. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella ovata* の増殖に及ぼす水温および塩分の影響, 平成 16 年度日本水産学会春季大会講演要旨集: 258.
 山口峰生・今井一郎・本城凡夫 1991. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella antiqua* と *C. marina* の増殖に及ぼす水温, 塩分および光強度の影響, 日水誌 57(7): 95-96.
 山本民次・樽谷賢治 1997. 広島湾産有害渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の増殖に及ぼす水温, 塩分及び光強度の影響, 藻類 45: 95-101.
 山砥稔文・坂口昌生・岩滝光儀・松岡数充 2005. 長崎県薄香湾における有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* の出現密度の季節変化と増殖特性, 藻類 53: 229-235.
 山砥稔文・坂口昌生・岩滝光儀・松岡数充 2006. 諫早湾に出現する有害赤潮鞭毛藻 4 種の増殖に及ぼす水温, 塩分の影響, 日水誌 72(2): 160-168.
 矢持 進 1984. 大阪湾に出現する赤潮鞭毛藻 6 種の増殖に及ぼす水温の影響, 日本プランクトン学会報 34: 15-22.
 吉松定昭 2006. 香川の赤潮生物 (第 3 版): 7, 香川県魚類養殖業赤潮対策本部, 香川.
 吉松定昭・小野知足 1986. 播磨灘南部での赤潮生物および鞭毛藻類の季節的消長, 香川赤潮研報 2: 1-42.

(Received August 7, 2006; Accepted October 2, 2006)

舢倉島の露出海岸と遮蔽海岸における海藻の垂直分布と帯状構造

藤田大介¹・新井章吾²・村瀬 昇³・東出幸真⁴

¹ 東京海洋大学 (〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7)

² 株式会社海藻研究所 (〒811-0114 福岡県粕屋郡新宮湊坂 3-9-4)

³ 水産大学校 (〒759-6595 山口県下関市長門本町 2-7-1)

⁴ のと海洋ふれあいセンター (〒927-0552 石川県珠洲郡内浦町越坂 3-47)

Daisuke Fujita¹, Shogo Arai², Noboru Murase³ and Yukimasa Higashide⁴: Vertical distribution and zonation of marine algae on the exposed and sheltered coasts at Hegura Island in Sea of Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôrui) 54: 165-171

Vertical distribution and zonation of marine algae were studied for the first time on exposed and sheltered rocky coasts in a small island, Hegura (N37°51' E137°55', 0.55 km² in area), located off 48 km north of Noto Peninsula, Sea of Japan, in July 2003. On the exposed coast, the vegetation along a belt transect (160 m × 1 m, 0-15.6 m in depth) was comprised of 45 species and 3 taxa and divided into four zones dominated by *Sargassum nigrifolium*, articulated corallines and *Ecklonia stolonifera* & encrusting corallines without and with subdomination by *Sargassum* spp., respectively. The characteristic exposed features were the occurrence of *S. yezoense* in the uppermost zone and *S. hemiphyllum* in the third zone as well as the coexistence of densely covered encrusting corallines and freshly algae in deeper zones. On the sheltered coast (in port), the vegetation along a belt transect (35 m × 1 m, 0-5.3 m in depth) was comprised of 41 species (and 1 taxon) and divided into three zones dominated by *Enteromorpha intestinales*, *S. micracanthum* & *Pachydictyon coriaceum* and *E. stolonifera* & *Sargassum* spp., respectively. Among the identified species, only 18 species were common in total of 68 species.

Key Index Words: diversity, *Ecklonia* bed, Hegura Island, marine algae, Sargassum forest, Sea of Japan, vertical distribution, zonation

¹Tokyo University of Marine Science & Technology, 4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-8477 Japan

²Marine Algae Research Co. Ltd., 3-9-4, Minatozaka, Shingu, Kasuya, Fukuoka, 811-0114 Japan

³National Fisheries University, 2-7-1, Nagatohonmachi, Shimonoseki, Yamaguchi, 759-6595 Japan

⁴Noto Marine Center, 3-47, Osaka, Uchiura, Ishikawa, 927-0552 Japan

舢倉島は、能登半島の北端から約48 km離れた平坦な島で、古くから寒天原藻エゴノリの産地(岡村 1922, 市村・安田 1926)や海女によるアワビ漁(北國新聞社編集局 1986)で知られている。この島は、日本海における海藻の分布を考える上で非常に興味深い位置にあるため、古くから多くの研究者が訪れており、海藻相については、市村・安田(1940)、今堀(1955)、今堀・瀬嵐(1955a, b)、舟橋(1967)、池森・田島(2002)などにより知見が集積されているが、まだ未解明の部分も多い。舢倉島周辺の藻場の面積は420 ha(環境庁 1994)とされているが、海藻の植生に関しては、海岸数箇所において海面付近の植生(新本 1973)が簡単に記されているほか、アワビ漁場がツルアラメ *Ecklonia stolonifera* Okamura を主体とする群落であること(町中・高橋 1971)が知られているに過ぎない。著者らは、先に能登半島内浦(富山湾)側の蛇が島で実施した方法(藤田ら 2004)を踏襲し、海藻の垂直分布の一端を明らかにしたので報告する。

材料と方法

舢倉島(石川県輪島市海士町)は、N37°51' E137°55'に位置し、面積0.55 km²、周囲5.1 kmである。著者らは2003年

7月7-8日に同島を訪れ、露出海岸は北東部の離れ岩、遮蔽海岸は漁港内の各1カ所で海藻の垂直分布調査を行った。島の位置、周辺の地形および調査地点をFig. 1に示した。島の沿

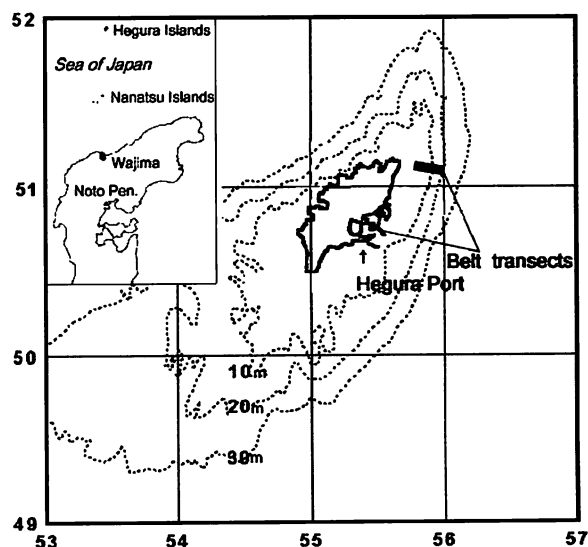


Fig. 1. Location of Hegura Island and two belt transects. Contours are drawn at intervals of 10 m in depth.

Table 1. Marine algal species and their coverages (%) along a belt transect on an exposed coast in Hegura Island.

Zone number	1	2	3	4	5	6	7
Distance (m)	0.0	2	13	22	34	93	124
Depth (m)	0.0	2.3	5.0	7.7	8.7	10.9	12.2
<i>Nemalion vermiculare</i>	+						
<i>Sargassum yezoense</i>	10						
<i>Sargassum nigrifolium</i>	50						
<i>Plocamium telfairei</i>	+						
<i>Dilophus okamurai</i>	30	+					
<i>Laurencia</i> sp.	20	+					
<i>Amphiroa zonata</i>	5	40					
<i>Corallina pilulifera</i>	30	40	+	+	+	+	+
Encrusting brown algae	20	+	+	5	+	+	+
<i>Padina japonica</i>	+						
<i>Sphacelaria</i> sp.	+						
<i>Laurencia okamurai</i>	+						
<i>Dictyota prolifera</i>	+						
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	+						
<i>Leathesia difformis</i>	+						
<i>Amphiroa valonioides</i>	10						
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	+						
<i>Champia parvula</i>	+						
<i>Sargassum siliquastrum</i>	+						
<i>Sargassum fulvellum</i>	+						
<i>Dictyota dicotoma</i>	+						
<i>Pachydictyon coriaceum</i>	+	+					
<i>Mesophyllum cystocarpideum</i>	+	+					
<i>Lithophyllum okamurai</i>	+	+					
<i>Sporolithon</i> sp.	+	+					
<i>Sargassum piluliferum</i>	5	+	+				
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	+			+			
<i>Colpomenia sinuosa</i>	+	+		+	+		
<i>Sargassum patens</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sargassum ringgoldianum</i>	+	+	5	30	5	+	
<i>Sargassum macrocarpum</i>	+	+	10	20	20	50	
<i>Ecklonia stolonifera</i>	+	80	+	20	65	25	
<i>Cladophora</i> sp.			+	30	+	+	+
<i>Cladophora sakaki</i>	+						+
<i>Cladophora japonica</i>	+						+
Encrusting coralline algae	30	80	70	80	80	70	
<i>Marginisporum crassissimum</i>	5	20	+	10	25	10	
<i>Amphiroa anceps</i>	+	5		+	10	+	
<i>Jania nipponicum</i>	+			+	+	+	
Ceramiales sp.	+						+
<i>Portieria hornemannii</i>	+						+
<i>Peyssonnetia</i> spp.	+	+	5	5	5	20	
<i>Amphiroa misakiensis</i>			+				
<i>Alatocladia modesta</i>				+	5	+	
<i>Predaea japonica</i>				+	+	+	
<i>Plocamium cartilagineum</i>				+		+	
<i>Derbesia</i> sp.							+
<i>Kallymenia</i> sp.							+
Total number of species (taxa)	9	37	18	12	16	15	21
H'(Shannon-wiener function)	2.12	2.94	1.75	1.65	1.95	1.90	2.10

+ : less than 5 % in coverage.

岸は礫の散在する岩盤で、離れ岩は島の北東岸から約 200 m 離れており、周辺は起伏に富んでいた。露出海岸では、海面付近の植生の上端から水深 15.6 m に至るまでの延長 160 m、遮蔽海岸では防波堤の内側から港の中央に向かって砂泥底に至るまでの延長 35 m にプラスチック製巻尺を伸ばして調査線とし、幅 1 m の範囲で被度を判読した。なお、調査線上では 160 m 以上も岩礁が続いていたが、起伏に富んでいたため、大きな暗礁の手前で止めた。相観の区分、出現種と被度の観察方法およびデータ処理は藤田ら (2004) と同様の方法で行った。なお、海底基質の区分は藤田ら (2003) に従って、岩盤、岩塊、大礫、中礫、小礫、砂、泥の 7 区分を用い、漁港内ではこれにコンクリートを加えた。本調査で採集した海藻の主要標本はのと海洋ふれあいセンターに保管されている。

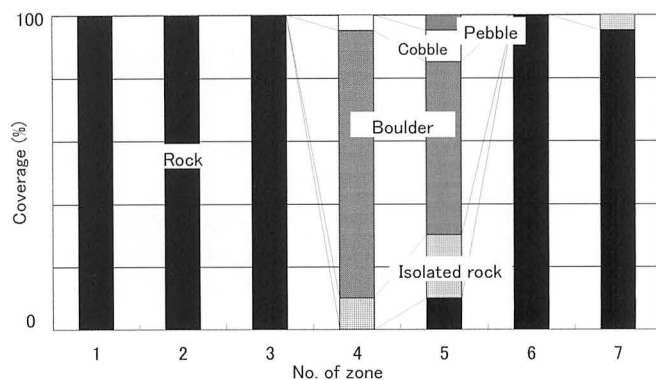


Fig. 2. Coverage (%) of bottom characters in zones recognized by a diver's scene division (with naked eyes, Table 1) along a belt transect on the exposed coast in Hegura Island.

結果

露出海岸の植生

露出海岸の調査線では、海中の目視により調査線の基点から終点までの間 (全長 160 m) を離岸距離 2 m, 13 m, 22 m, 34 m, 93 m および 124 m の 6 地点で区分し、7 つのゾーンを認めた。各ゾーンの海藻出現種と被度をそれぞれ Table 1、海底基質の割合を Fig. 2 に示し、以下に調査線上の各区分の状況を述べる。

第 1 ゾーン (離岸距離 0 ~ 2 m, 水深 0 ~ 2.3 m)、第 2 ゾーン (離岸距離 2 ~ 13 m, 水深 2.3 ~ 5.0 m) および第 3 ゾーン (離岸距離 13 ~ 22 m, 水深 5.0 ~ 7.7 m) は岩の斜面で、順に、ナラサモ *Sargassum nigrifolium* Yendo, 有節サンゴモ類、ツルアラメが優占していた (Table 1)。第 4 ゾーン (離岸距離 22 ~ 34 m, 水深 7.7 ~ 8.8 m) と第 5 ゾーン (離岸距離 34 ~ 93 m, 水深 8.8 ~ 10.9 m) は巨礫帯で無節サンゴモが優占していたが、前者ではシオグサ属 *Cladophora* sp., 後者ではヤナギモク *Sargassum ringgoldianum* ssp. *coreanum* (J.Agardh) Yoshida やノコギリモク *Sargassum macrocarpum* C.Agardh などのホンダワラ類がこれに次いだ。第 6 ゾーン (離岸距離 93 ~ 124 m, 水深 10.9 ~ 12.2 m) では再び岩盤が露出し、無節サンゴモとツルアラメが優占していた。第 7 ゾーン (離岸距離 124 ~ 160 m, 水深 12.2 ~ 15.6 m) は岩塊帯で、無節サンゴモ類とノコギリモクが優占していた。

調査線上では、緑藻 4 種、褐藻 19 種 1 分類群、紅藻 22 種 2 分類群、合計 45 種 3 分類群が識別できた (Table 1)。被度

Table 2. Coefficients of communities in seven zones on an exposed coast shown in Table 1.

Zone 1	1						
Zone 2	0.12	1					
Zone 3	0.08	0.41	1				
Zone 4	0.11	0.29	0.58	1			
Zone 5	0.09	0.29	0.55	0.56	1		
Zone 6	0.09	0.33	0.60	0.65	0.94	1	
Zone 7	0.07	0.35	0.41	0.43	0.68	0.64	1
Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	

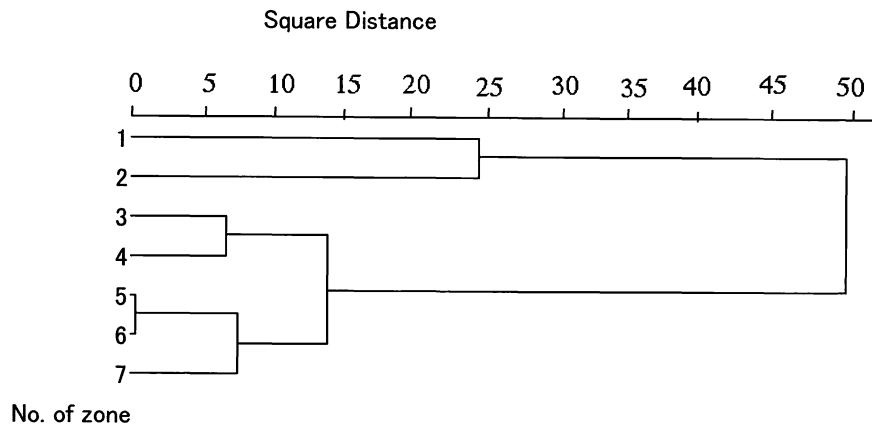


Fig. 3. Dendrogram constructed from cluster analysis (Ward method) of 'coefficients of communities' of seven zones (Table 1) on the exposed coast in Hegura Island.

5%以上が記録された種は16種2分類群で、被度50%以上の高い値を示したのは、無節サンゴモ類(70～80%)、ナラサモ(50%)、ノコギリモク(50%)、ツルアラメ(65～80%)の3種1分類群であった。林冠を形成する大型褐藻類のうち、ホンダワラ類(6種合計)は第1ゾーン(60%)、第5ゾーン(55.5%)、第7ゾーン(55%)、同じくツルアラメは第3ゾーン(80%)と第6ゾーンで(65%)で高い被度を示した。

ゾーン別の海藻の種数は、第1ゾーンが8種1分類群で最少、第2ゾーンが35種2分類群で最多であった(Table 1)。各ゾーンの多様性指数(Table 1の最下段)は、第2ゾーンが極大値2.9を示したのを除き、1.8～2.1の値を示し、岸沖方向の距離(水深)との関係は特に認められなかった。

海藻の種・分類群のうち、全ゾーンで確認されたのはピリ

ヒバ *Corallina pilulifera* Postels et Ruprecht と殻状褐藻の1種1分類群だけであった。逆に、1ゾーンのみで確認された海藻は18種を数え、内訳は第2ゾーンの12種が最も多く、以下、第1ゾーンの4種(ナラサモやエゾノネジモク *Sargassum yezoense* (Yamada) Yoshida et Konno など)、第7ゾーンの2種の順であった。

各ゾーン間の類似度指数(Table 2)を用いてデンドログラム(Fig. 3)を作成した結果、第3～第4ゾーン、第5～第7ゾーンがそれぞれグループを成し、第1と第2ゾーンが離れていた。これらを踏まえて本調査線の群落を離岸距離2 m、13 mの3カ所で4つのゾーンに再区分した。各ゾーンの概要をTable 3に示す。第Iゾーン(離岸距離0～2 m、水深0～2.3 m)はナラサモが優占する岩盤帯、第IIゾーン(離

Table 3. Characteristics of four zones reorganized from Table 1 and Fig. 3 along a belt transect on the exposed coast in Hegura Island.

Zone	I	II	III	IV
Zone of scene division*	1	2	3, 4	5, 6, 7
Distance from shoreline (m)	0-2	2-13	13-34	34-160
Depth (m)	0.0-2.3	2.3-5.0	5.0-8.7	8.7-15.6
Dominant bottom type(s)	Rock	Rock	Rock, boulder	Rock, boulder
Total number of algal species	9	37	19	22
Number of species endemic to each zone	4	12	1	5
Dominant canopy-forming algae**	<i>S. yezoense</i>	—	<i>E. stolonifera</i>	<i>E. stolonifera</i> <i>S. macrocarpum</i> <i>S. ringgoldianum</i>
Major non-canopy algae**	<i>D. okamurae</i> <i>C. pilulifera</i> Encrusting brown algae	<i>A. zonata</i> <i>C. pilulifera</i> Encrusting coralline algae	Encrusting coralline algae <i>Cladophora</i> sp. <i>M. crassissimum</i>	Encrusting coralline algae <i>M. crassissimum</i> <i>Peyssonnelia</i> spp.

*: See Table 1, **: > 20% in maximum coverage

Table 4. Marine algal species and their coverages (%) along a belt transect on a sheltered coast in Hegura Island.

Zone number	1	2	3	4	5	6	7	
Distance (m)	0.0	4.0	5.5	7.2	11.5	16.0	21.0	35.0
Depth (m)	0.0	0.0	0.7	2.2	3.4	5.3	4.8	4.4
<i>Caulacanthus okamurae</i>	+							
<i>Enteromorpha intestinales</i>	95							
<i>Dasya</i> sp.		+						
<i>Ceramium</i> sp.		5						
<i>Pachydictyon coriaceum</i>		5	40					
<i>Asparagopsis taxiformis</i>		+		+	10			
<i>Lobophora</i> sp.		+	5	+	10	20	+	
<i>Colpomenia sinuosa</i>		+	+	+	+	+	+	
Encrusting coralline algae	20	25	40	40	30	30	20	
<i>Corallina pilulifera</i>	20	+	+	+	+	20	+	
<i>Codium fragile</i>		+					+	+
<i>Dilophus okamurae</i>	30			+		5	10	
<i>Amphiroa zonata</i>	+	25	20	5	+	+	5	
<i>Sargassum micracanthus</i>	70	10	25	+	+	+	+	
<i>Mesophyllum cystocarpideum</i>		+						
<i>Padina crassa</i>		+						
<i>Peyssonnelia</i> sp.		+	+	5	+	+	+	
<i>Dictyopteris undulata</i>		+	+	+	+	+	+	
<i>Ecklonia stolonifera</i>		+	40	+	+	+	+	
<i>Acrosolium venulosum</i>			+					
<i>Sphaerotrichia divaricata</i>			+	+				
<i>Chorda filum</i>			+	+				
<i>Sargassum ringgoldianum</i>			+	+			+	
<i>Myagropsis myagroides</i>			+	+	20	5		
<i>Sargassum pilulifera</i>			+	10	5	5		
<i>Crouania attenuata</i>			5	20			+	
<i>Gelidium elegans</i>			+	+	+	+	+	
<i>Placium telfairiae</i>			+		+	+	+	
<i>Sargassum patens</i>			+	+			+	
<i>Padina arborescens</i>				+	+			
<i>Sargassum macrocarpum</i>				+			+	
<i>Corallina officinalis</i>				+	5		+	
<i>Symphycloadia marchantioides</i>					+	+	+	
<i>Chondrus nipponicus</i>						+	+	
<i>Pterocladella tenuis</i>						+	+	
<i>Gracilaria textorii</i>						+	+	
<i>Cladophora</i> sp.						+	+	
<i>Codium arabicum</i>							+	
<i>Placium cartilagineum</i>							+	
<i>Grateloupia asiatica</i>							+	
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>							+	
<i>Padina japonica</i>							+	
Total number of species (taxa)	2	12	12	21	22	22	30	
H'(Shannon-wiener function)	0.12	2.00	1.99	2.4	2.62	2.59	3.24	

+: less than 5 % in coverage.

岸距離 2 ~ 13m, 水深 2.3 ~ 5.0 m) は有節サンゴモが優占する岩盤帯, 第Ⅲゾーン (離岸距離 13 ~ 34 m, 水深 5.0 ~ 8.7 m) と第Ⅳゾーン (離岸距離 34 ~ 160 m, 水深 8.7 ~ 15.6 m) はツルアラメと無節サンゴモが優占し, 後者ではこれにノコギリモクまたはヤナギモクが混生する帯とみなされた。

なお, 第Ⅳゾーンのツルアラメ群落 1 地点 (離岸距離 150 m, 水深 12 m) において 50 × 50 cm の坪刈調査を行ったところ, ツルアラメは最大藻長 600 mm, 密度 248 本 / m², 乾燥重量 1,792 g / m²であった。

遮蔽海岸の植生

遮蔽海岸の調査線では, 海中の目視により調査線の基点から終点までの間 (全長 35 m) を離岸距離 4 m, 5.5 m, 7.2 m, 11.5 m, 16 m および 21 m の 6 地点で区分し, 7 つのゾーンを認めた。各ゾーンの海藻出現種の被度を Table 4, 海底基質の割合を Fig. 4 に示し, 以下に調査船における各区分の状況を述べる。

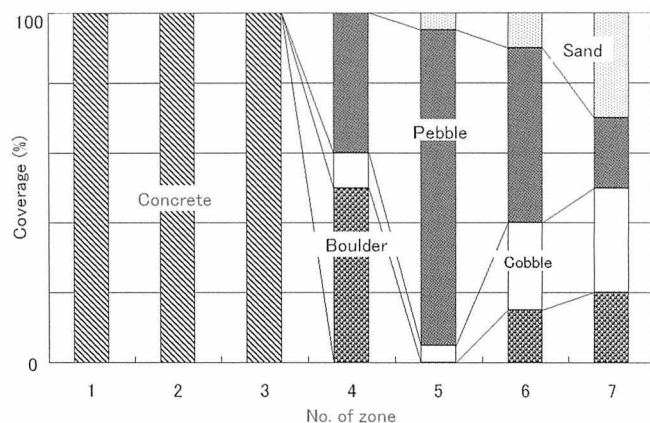


Fig. 4. Coverage (%) of bottom characters in zones recognized by a diver's scene division (with naked eyes, Table 4) along a belt transect on the sheltered coast in Hegura Island.

第 1 ゾーン (離岸距離 0 ~ 4 m, 水深 0 m), 第 2 ゾーン (離岸距離 4 ~ 5.5 m, 水深 0 ~ 0.7 m) および第 3 ゾーン (離岸距離 5.5 ~ 7.2 m, 水深 0.7 ~ 2.2 m) は防波堤基部のコンクリートで, 第 1 ゾーンではボウアオノリ *Enteromorpha intestinales* (Linnaeus) Link, 第 2 ゾーンではトゲモク *Sargassum micracanthum* (Kützinger) Yendo が優占し, 第 3 ゾーンではサナダグサ *Pachydictyon coriaceum* (Holmes) Okamura が比較的多かった (Table 2)。以下の 4 ゾーンは礫帯であるが, 港の中央に向かって砂の割合が大きくなっていった。第 4 ゾーン (離岸距離 7.2 ~ 11.5 m, 水深 2.2 ~ 3.4 m) は小礫の混じる巨礫帯で, ツルアラメと無節サンゴモが優占していた。第 5 ゾーン (離岸距離 11.5 ~ 16.0 m, 水深 3.4 ~ 5.3 m) は小礫帯で, 港内の調査線上では最も深くなり, 無節サンゴモのほかにヨツノサデ *Crouania attenuata* (C.Agardh) J.Agardh が目立った。離岸距離 16m 以降は港の中央に向かって再び浅くなり, 第 6 ゾーン (離岸距離 16 ~ 21 m, 水深 5.3 ~ 4.8 m) は小礫・大礫帯で, 無節サンゴモのほかにハイオオギ属 1 種 *Zonaria* sp. やビリヒバが目立ち, 第 7 ゾーン (離岸距離 21 ~ 35 m, 水深 4.8 ~ 4.4 m) は巨礫, 大礫, 小礫, 砂が入り混じり, 後述のように港内の 7 ゾーンの中では最も海藻の種類が豊富であった。

調査線上で識別できたのは, 緑藻 4 種, 褐藻 17 種, 紅藻 20 種 1 分類群, 合計 41 種 1 分類群であった (Table 4)。ゾー

Table 5. Coefficients of communities in seven zones on the sheltered coast shown in Table 4.

Zone 1	1						
Zone 2	0.00	1					
Zone 3	0.00	0.41	1				
Zone 4	0.00	0.32	0.38	1			
Zone 5	0.00	0.29	0.36	0.72	1		
Zone 6	0.00	0.31	0.39	0.48	0.52	1	
Zone 7	0.00	0.24	0.27	0.50	0.68	0.53	1
Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	

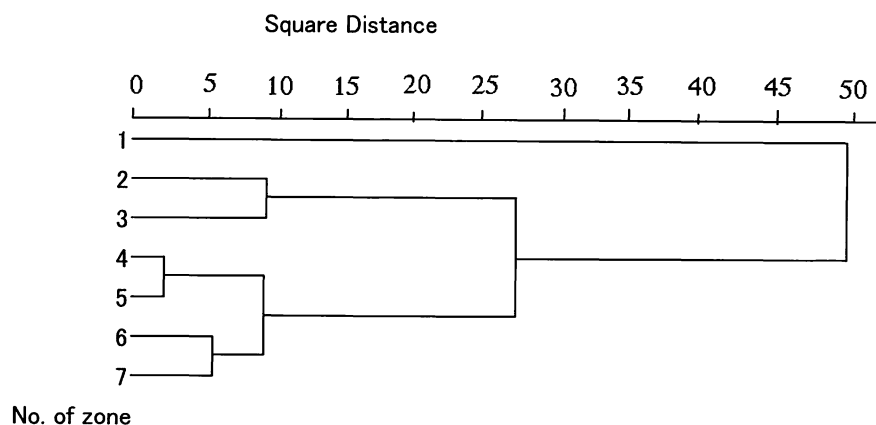


Fig. 5. Dendrogram constructed from cluster analysis (Ward method) of 'coefficients of communities' of seven zones (Table 4) on the sheltered coast in Hegura Island.

ン内被度が5%以上で出現した種類は14種1分類群で、被度50%以上の高い値を示したのは、ボウアオノリ(95%)とトゲモク(70%)の2種だけであった。

ゾーン別の海藻の種数は第1ゾーンで最も少なく2種、第7ゾーンで最も多く29種1分類群を記録した(Table 4)。また、各ゾーンの多様性指数(Table 4の最下段)は0.1~3.2の値を示し、概ね沖に向かって大きくなる傾向を示した。

海藻の種・分類群ごとに出現ゾーン数を調べたところ、7つのゾーンすべてで確認された種類はなく、1つのゾーンだけで確認された海藻は12種を数えた。この12種は、第1、第2、第3、第4、第7の各ゾーンで確認され、被度50%以上の高い被度を示した海藻(先述の3種1分類群)では第

1ゾーンのボウアオノリだけが該当する。

各ゾーン間の類似度指数(Table 5)を用いてデンドログラム(Fig. 5)を作成した結果、第2と第3ゾーン、第4から第7ゾーンがそれぞれグループを成し、第1ゾーンが大きく離れていた。この結果を踏まえて本調査線の群落を離岸距離4 m, 7.2 mの2カ所で3つのゾーンに再区分した。各ゾーンの概要をTable 6に示す。第Iゾーン(離岸距離0~4 m, 水深0 m)はボウアオノリが優占するコンクリートブロック、第IIゾーン(離岸距離4~7.2 m, 水深0~2.2 m)はトゲモクやサナダグサが優占するコンクリートブロック、第IIIゾーン(離岸距離7.2~35 m, 水深2.2~5.3 m)はツルアラメやホンダワラ類が混成する礫帯とみなされた。

Table 6. Characteristics of three zones reorganized from Table 4 and Fig. 5 along a belt transect on the sheltered coast in Hegura Island.

Zone	I	II	III
Zone of scene division*	1	2, 3	4, 5, 6, 7
Distance from shoreline (m)	0-4	4-7.2	7.2-35
Depth (m)	0.0	0.0-2.2	2.2-5.3
Dominant bottom type(s)	Concrete pavement	Concrete pavement	Pebble, boulder, cobble, sand
Total number of algal species	2	17	35
Number of species endemic to each zone	2	5	23
Dominant canopy-forming algae**	—	<i>S. micracanthum</i>	<i>E. stolonifera</i> <i>S. micracanthum</i> <i>M. myagloides</i>
Major non-canopy algae**	<i>E. intestinales</i>	<i>P. coriaceum</i> <i>D. okamurae</i> <i>A. zonata</i> <i>C. pilulifera</i> Encrusting coralline algae	Encrusting coralline algae <i>A. taxiformis</i> <i>C. pilulifera</i> <i>C. attenuata</i>

*: See Table 2, **: > 20% in maximum coverage

考察

今回、海藻植生の調査例に限られている舳倉島において、離れ岩と港内、すなわち、露出海岸と遮蔽海岸の2カ所で垂直分布の一端を明らかにすることができた。

まず、露出海岸（島の北東部に位置する離れ岩の沖側）では、本島で初めてエゾノネジモクの群落を見つけることができた。舳倉島では外海性のホンダワラ類としてナラサモが既に報告されていた（今堀・瀬嵐 1955, 舟橋 1967）。しかし、エゾノネジモクは、能登半島周辺海域では、これまでに内浦町（Kajimura 1978）と七つ島の一つ荒三子島および門前町（佐野 1986）でのみ知られており、半島先端部一帯の岩礁域に広く認められるナラサモよりも分布域が狭く、最も外海性の強い区域に限られる（新井ら 1996）。したがって、今回調査を行った離れ岩の沖側は、周辺海域の中でも相当厳しい波浪条件にあることが推察される。なお、この離れ岩の沖側では、調査範囲の主要な海底基質は岩盤、岩塊および巨礫で、波浪に対して安定性が高いことから、基質間の植生の違いは特に認められなかった。波浪条件が厳しいことは、エゾノネジモクやナラサモ以外にも、通常は海面付近に限られるイソモクが深く、しかも幅広い水深帯（水深 2.3～8.7 m）に産すること、ノコギリモクが水深 10 m 以深で優占することなどからも窺うことができる。このようなイソモクやノコギリモクの産状は佐野（1986）による大島（能登半島沖、七ツ島の一つ）の調査例とも一致しており、能登半島周辺の外海域では典型的な植生パターンと考えられる。

露出海岸の植生で認められたもう一つの大きな特徴は、無節サンゴモの被度が極めて高いこと、また、それにもかかわらず、少なくとも調査範囲において無節サンゴモ以外の海藻も豊富に生育していることである。今回、無節サンゴモについては、水中での種の即断が容易なクサノカキ *Mesophyllum cystocarpideum* (Foslie) Adey, ヒライボ *Lithophyllum okamurae* Foslie およびコブエンジイシモ属 1 種 *Sporolithon* sp. の 3 種以外を一群としてまとめたが、その中ではオニハスイシモ *Porolithon orbiculatum* Masaki が最も目立った。これらの種類はこれまでに能登半島周辺でごく普通に認められている（藤田 1996, 2001, 藤田ら 1998, 2003, 2004）。無節サンゴモ類の被度は、比較的静穏な富山湾側の蛇が島（藤田ら 2004）では 5-50%（9 ゾーンの平均は約 30%）、舳倉島の遮蔽海岸（本調査）では 0-40%（無節サンゴモが全く認められなかった最上位のアオノリ帯を除く 6 ゾーンの平均は約 30%）で、露出海岸で得られた被度 30-80%（7 ゾーンの平均は約 60%）は約 2 倍に達していた。日本海沿岸における無節サンゴモの被度の調査例は少なく、優占種をはじめ、構成種も大きく異なるが、舳倉島の露出海岸における被度は同じく日本海に面する北海道南西岸の磯焼け地帯（87.7%、藤田 1989）に次ぐ値であった。一般に、無節サンゴモ類は、波浪、漂砂、ウニなど植食動物のグレージング、低照度、高水温などに強いと考えられている（Steneck 1986）が、今回の調査範囲では顕著な漂砂やウニなどは認めら

れず、先に述べたように波浪の影響が大きいことから、この類の繁殖を助長しているのも波浪である可能性が極めて高い。

以上の露出海岸に対して、遮蔽海岸（港内）は、外洋の真中に位置しながらも大きく様相が異なることがわかった。今回の調査では露出海岸において植生の下限まで調べられていないが、遮蔽海岸の調査線に出現した海藻（41 種）のうち、露出海岸の調査線に出現した海藻（45 種）との共通種は 18 種で、遮蔽海岸の調査線出現種の 44%（両調査線出現種合計 68 種の 26%）に留まった。ここで、両調査線（幅はいずれも 1m）の長さの違いを考慮し、遮蔽海岸調査線（全長 35 m）とほぼ等しい離岸距離の露出域調査線（第 1～第 4 ゾーン＝第 I～III ゾーン、全長 34 m）について調査線 1 m 当たりの出現種数を比べてみると、それぞれ 1.2 種/m, 1.3 種/m となり、大差はない。また、この範囲では両調査線の水深帯（露出海岸：0～5.5 m, 遮蔽海岸：0～5.3 m）も差は小さく、いずれの場合もこの範囲に多様性指数が最も高いゾーン（露出海岸：第 2 ゾーン, 遮蔽海岸：第 5 ゾーン）が含まれている。それにもかかわらず、両調査線の間で優占種や種組成が大きく異なることから、人工的な遮蔽域（港）の形成によって島全体の海藻相の多様性が高められている可能性が考えられる。ただし、港内最上部で優占していたアオノリについては、新本（1973）が島の周囲の 6 カ所中 4 カ所でこれを認め、岩礁の岸側で普通に生えているとしていることから、元来、港内以外にも多少分布していたようである。

本研究では、出現海藻の類似度指数に基づき、露出海岸でナラサモ帯、有節サンゴモ帯、ツルアラメ帯、遮蔽海岸でアオノリ帯、トゲモク帯などを認めることができたが、新本（1973）は岩礁の外側の海面付近にはカヤモノリ帯が発達し、ノリやテングサが島の北側に多く生えるとの情報を記している。したがって、舳倉島のような孤島においても、方角や微地形、あるいは季節によって様相の異なる群落が認められる可能性が高い。また、今回、露出海岸においても、深所側の群落限界は確認できておらず、今後の調査が待たれる。しかし、冒頭にも述べた通り、舳倉島周辺の藻場は 420 ha（島の面積の約 7 倍、単純計算でおおよそ 2 km 四方）にも及ぶことから、その全貌を明らかにするためには相当大掛かりな調査が必要である。

謝辞

本調査は重要湿地 500 調査の一環として行われた。調査の機会を与えられた環境省、国際湿地保全連合日本委員会および輪島漁業協同組合の関係各位、調査にご協力いただいた石川県水産総合センターの大慶則之氏、民宿つかさの方々、潜水作業の労を惜しまれなかった塚田行人の各氏に対し、この場を借りて厚くお礼を申し上げる。

引用文献

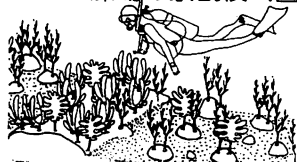
新井章吾・筒井 功・寺脇利信 1996. 能登半島に生育するホンダワラ類の概要と生態的視点を背景とした検索表. のと海洋ふれあ

- いセンター研究報告: 27-16.
- 藤田大介 1989. 北海道大成町の磯焼け地帯の海藻の分布. 南紀生物 31: 109-114.
- 藤田大介 1996. 富山湾の無節サンゴモとその群落. 日本海ブロック試験研究集録 33: 63-70.
- 藤田大介 2001. 富山県沿岸産海藻目録 (2001 年改訂版). 富山県水試研報 13: 1-18.
- 藤田大介・筒井 功・佐野 修 1998. 石川県能登半島沿岸産海藻目録. のと海洋ふれあいセンター研報告 4: 27-44.
- 藤田大介・新井章吾・村瀬 昇・長谷川和清・田中次郎 2004. 富山湾西部蛇が島のガラモ場の垂直分布と帯状構造. 藻類 52: 149-155.
- 藤田大介・新井章吾・村瀬 昇・田中次郎・渡辺孝夫・小善圭一・松村 航・長谷川和清・千村貴子・佐々木美貴・松井香里 2003. 氷見市蛇が島周辺のガラモ場の垂直分布, 生産構造および葉上動物相. 富山県水試研報 14: 43-60.
- 舟橋説往 1967. 能登臨海実験所付近の海藻. 能登臨海実験所年報 7: 15-36.
- 北國新聞社編集局 1986. 能登舩倉の海びと. 北國出版社. 金沢.
- 市村 塘・安田作次郎 1926. えごのり. 石川県天然記念物調査報告 2: 58-62.
- 市村 塘・安田作次郎 1940. 海藻類. 石川県天然記念物調査報告 12: 35-57.
- 池森貴彦・田島迪生 2002. 石川県で採集した海藻と海産顕花植物. 石川県水産総合センター研究報告 3: 1-11.
- 今堀宏三 1955. 能登地方海藻目録 (1). 北陸の植物 4(1): 21-23.
- 今堀宏三・瀬嵐哲夫 1955a. 能登地方海藻目録 (2). 北陸の植物 4(2): 40-42.
- 今堀宏三・瀬嵐哲夫 1955b. 能登地方海藻目録 (3). 北陸の植物 4(4): 69-73.
- Kajimura, M. 1978. Note on the marine algal flora in the middle part of the Japan Sea coast of Honshu I. Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta. Mem. Fac. Sci. Shimane, Univ., 12: 91-115.
- 環境庁自然保護局 1994. 第 4 回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書 第 2 巻 藻場. 財団法人海中公園センター. 東京.
- 町中 茂・高橋稔彦 1971. 舩倉島周辺海域におけるアワビ漁場の環境とその分布について. 石川県水試資料 64: 1-19.
- 岡村金太郎 1922. 趣味から見た海藻と人生. 内田老鶴圃. 東京.
- 佐野 修 1986. セツ島の海藻群落—南岸と湾内部. pp. 105-121. 石川県環境部 (編) 舩倉島・セツ島の自然. 石川県.
- 新本和勇 1973. 輪島市の海藻分布について. pp. 270-282. 輪島市史第 5 巻自然環境資料. 輪島市.
- Steneck, R. S. 1986. The ecology of coralline algal crusts: convergent patterns and adaptative strategies. Annual Review of Ecology and Systematics, 17: 273-303.

(Received 20 June 2005; Accepted 1 September 2006)

シリーズ

藻場の景観模式図

寺脇利信¹・新井章吾²: 22. 富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロック

はじめに

本シリーズは早くも開始後8年目を迎えた。本シリーズでは、第1回が、富山県氷見市の岩礁域の藻場の紹介であり、水深7～9 mにおいて、砂面からの比高0.1 mでツルアラメ *Ecklonia stolonifera* Okamura とホンダワラ *Sargassum fulvellum* (Turner) C. Agardh などが混生し、比高0.2 mでツルアラメがほぼ純群落を形成し、比高0.6 mでツルアラメに多年生ホンダワラ類のノコギリモク *S. macrocarpum* C. Agardh などが混生し、比高0.9 mで優占種がツルアラメからノコギリモクに逆転した(寺脇・新井 1999)。第1回がやや深所の岩礁域の藻場であったのに対して、今回は、再び氷見市の海岸について報告するが、浅所の人工基質の藻場である。

浅所の人工基質の藻場について、本シリーズでは、北海道大学厚岸臨海実験所の地先のコンブ類(寺脇・新井 2001)、宮崎県門川湾乙島地先のカジメ(寺脇・新井 2002)、神奈川県横須賀市芦名地先のアラメ *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell, カジメ *Ecklonia cava* Kjellman in Kjellman et Petersen, ヨレモクモドキ *S. yamamotoi* Yoshida (寺脇・新井 2004)、愛媛県八幡浜市沖・三王島地先のクロメ *Ecklonia kurome* Okamura およびホンダワラ類(寺脇・新井 2005)について報告した。防波堤、消波ブロック等で構築される海

岸構造物は、用いられる人工基質が工業規格品としての形状と材質の統一性を備えている上に、基本的に30年確率の大きさの波浪に耐えるようにつくられていることから、物理的な安定性を有している。

以上のことなどから、人工基質は、海藻の生育を制限する特定の要因について、配置や向き等の組み合わせによって、様々な水深、方位および海面等に対する基面の傾斜角度等の実験的条件を備えており、水温、栄養塩および海水流動などが同様と見なせる狭い範囲での調査に基づく実験生態学的な研究を進める上で、有利な観察場所である。

22. 富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロック

現地の概要と方法

富山県氷見市小境地先(図1)は、富山湾の北西部、能登半島の東岸に位置し、海岸域にはガラモ場やアマモ場が発達している。氷見市阿尾地先から石川県境にかけてノコギリモクやヤツマタモク *S. patens* C. Agardh などの十数種のホンダワラ類がつくるガラモ場は、県内最大の藻場であり(藤田ら 1994)、その周囲にマクサ群落やツルアラメ等の海中林が点在している。なお、本調査場所である小境海岸は、CCZ(コースタル・コミュニティ・ゾーン)計画によって平成4年に完成した人工海岸である。

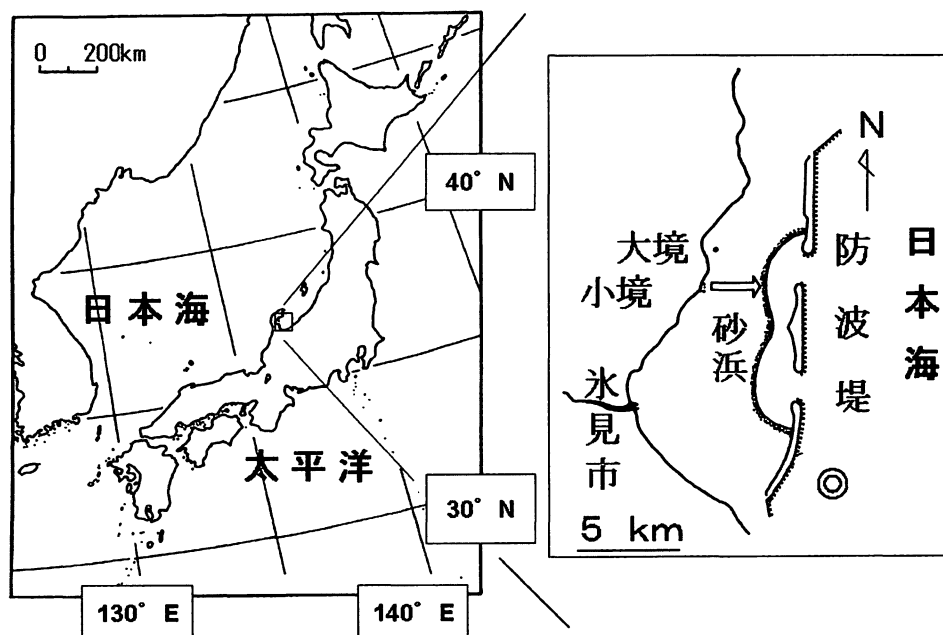


図1 富山県氷見市小境海岸施設の概略位置

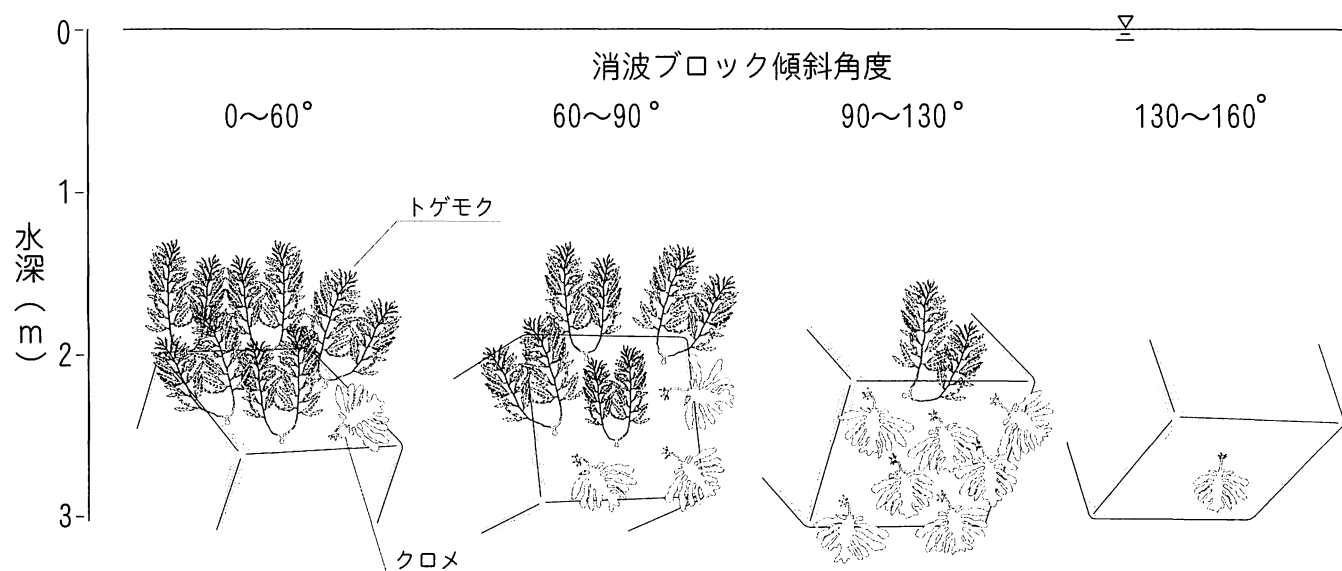


図2 富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロックにおける藻場の景観模式図 (1993年6月)

1993年6月4日に、SCUBA潜水により、氷見市小境海岸施設において、海藻類の生育状況を広く観察した。続いて、沖側（東向き面）に設置された消波ブロック群の中で水深2～3mで砂面からの比高が2m以上の数カ所において、ブロック基質表面の海面に対する傾斜角度が様々に異なる観察面を選定し、陸上用のスランートルールで基質表面の傾斜角度を測定後、一辺50cmの方形枠を用い、大型多年生褐藻類であるトゲモクおよびクロメの被度を観察した。

結果

富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロックにおける藻場の景観模式図を図2に、着生面の水面に対する傾斜角度と海藻の被度の関係を図3に示す。

基質表面の傾斜角度 60°以下：多年生ホンダワラ類のトゲ

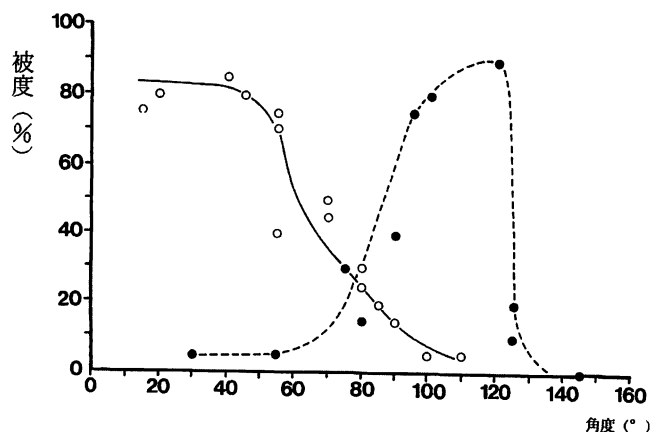


図3 氷見市小境海岸施設の消波ブロックにおける着生面の傾斜角度と海藻被度の関係 (○：トゲモク；●クロメ)

モクが、おおむね被度80%ほどで優占した (図4)。

基質表面の傾斜角度 60°～90°：傾斜角度30°からみられ始めたアラメ・カジメ類のクロメとトゲモクとの混生状態が、両種とも被度10～50%で拮抗する段階から、クロメ優占 (被度80%) へと入れ替わった (図5)。

基質表面の傾斜角度 90°～130°：クロメの被度は、傾斜角度120°まで80～90%であったが、傾斜角度120°以上では急激に低下し10%となった。トゲモクは、被度が傾斜角度110°まで急激に低下し5%となり、傾斜角度120°ではみられなかった。

基質表面の傾斜角度 130°～160°：トゲモクおよびクロメの両種ともみられなかった。

まとめ

1993年6月4日に、富山県氷見市小境海岸施設の砂地海底から2m以上離れた水深2～3mの消波ブロックにおいて、基質表面の傾斜角度60°以下では多年生ホンダワラ類のトゲモクが優占し、60°～90°でクロメの優占へ入れ替わり、90°～130°でクロメの被度が最大となった後に急減し、130°以上では両種ともみられなかった。

注目点

富山県氷見市小境地先の砂地海底から2m以上離れた水深2～3mの消波ブロック表面の傾斜角度60°以下では多年生ホンダワラ類のトゲモクが優占し、60°～90°でクロメの優占へ入れ替わり、90°～130°でクロメの被度が最大となった後に急減し、130°以上では両種ともみられなかった。

本州日本海中部沿岸の岩礁域において、藻場をつくる大型褐藻類の優占種は、水深が深くなるに従い、ホンダワラ類数種からアラメ・カジメ類のクロメへ変化する (今野1984)。



図4 氷見市小境海岸施設の消波ブロックにおける藻場（基質表面の傾斜角度 60°以下）



図5 氷見市小境海岸施設の消波ブロックにおける藻場（基質表面の傾斜角度 60～90°）

一方、本州太平洋中部沿岸の岩礁域において、藻場をつくる大型褐藻類の優占種は、水深が深くなるに従い、ホンダワラ類数種からアラメそしてカジメへ変化する（今野・中嶋 1980）。神奈川県横須賀市の岩礁域のカジメ群落において、実験的にカジメを除去し続けるとホンダワラ属のヨレモクモドキ群落が形成され、カジメ藻体に覆われることによる光量の減衰が生じない場合には、ホンダワラ属がより深所まで生育可能なことが知られている（寺脇・新井 2000）。さらに、岩礁域の海藻類を含む固着生物の分布に及ぼす岩面傾斜度の影響について、水深 4.5～6.5 m では、水平面から 120°の逆傾斜面まで圧倒的に海藻が優勢で、特に大型海藻では逆傾斜面への分布の広がり度合いにホンダワラ類からアラメ・カジメ類への序列が認められる（今野 1985）。

以上のことなどから、本地点では大型海藻の分布に及ぼす岩面傾斜度の影響（今野 1985）への理解が人工基質においても基本的に支持されると考えられる。加えて、傾斜角度が 90°（垂直面）より大きい基質では、表面の光量が減衰することの影響によりトゲモクからクロメへの優占種の変化がもたらされているとみられることから、特に基質表面の光量についての計測等の実施と合わせた解析により、有益な知見が得られると考えられる。

謝辞

潜水観察にご協力いただいた富山県水産試験場（当時）の藤田大介博士（現；東京海洋大学助教授）、観察地点の確保にご協力いただいた氷見市漁業協同組合の皆様、そして、本模式図を描いてくださった（株）海中景観研究所の新井良一

氏に感謝する。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。本稿の作成にあたり有益なご教示をいただいた富山県水産試験場の松村 航博士に深く謝意を表する。

文献

- 藤田大介・濱田 仁・渡辺 信 1994. 富山の藻類. I 富山の海藻：2-30.
- 今野敏徳・中嶋 泰 1980. 丹後半島五色浜周辺（京都府網野町海中公園候補地）の海藻植生について、海中公園センター報告 69：23-52.
- 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：1-390.
- 今野敏徳 1985. 漸深帯固着生物の分布に及ぼす岩面傾斜度の影響. 東京水産大研報 72：99-109.
- 寺脇利信・新井章吾 1999. 藻場の景観模式図 1. 富山県氷見市宇波地先. 藻類 47：147-149.
- 寺脇利信・新井章吾 2000. 藻場の景観模式図 3. 神奈川県横須賀市秋谷・尾ヶ島地先. 藻類 48：33-36.
- 寺脇利信・新井章吾 2001. 藻場の景観模式図 6. 北海道厚岸町・北海道大学厚岸臨海実験所地先. 藻類 49：11-13.
- 寺脇利信・新井章吾 2002. 藻場の景観模式図 9. 宮崎県門川湾乙島地先. 藻類 50：21-23.
- 寺脇利信・新井章吾 2004. 藻場の景観模式図 17. 神奈川県横須賀市芦名地先の離岸堤. 藻類 52：157-159.
- 寺脇利信・新井章吾 2005. 藻場の景観模式図 18. 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロック. 藻類 53：15-18.

(¹ 〒220-6115 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-3-3 クイーンズタワー B 15 階（独）水産総合研究センター、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



内藤佳奈子：海洋微細藻類に果たす微量鉄の役割 －赤潮発生から地球環境問題まで－

微細藻類と微量鉄

鉄 (Fe) は全ての生物にとって増殖や生存における必須元素であり、特に、電子伝達、酸素代謝、窒素 (硝酸塩・亜硝酸塩) 同化、DNA 合成、RNA 合成、およびクロロフィル合成に対して不可欠な役割を果たしている。地殻を構成する元素の中で、Fe は O, Si, Al について 4 番目に多く存在するが、pH 8 付近の環境水中では難溶性の水酸化物を形成するため、コロイド態、粒子態の割合が高くなる。そのため、古くから、土壌、淡水、海洋などの環境では、生物が利用可能な溶存態の Fe 濃度は極めて低く、生物にとっての Fe 不足が指摘されてきた。しかし、Fe は実験環境 (周囲の空気や埃)、試薬、器具などから容易に混入 (コンタミネーション) するため、採水された環境水中の Fe 濃度の測定値は非常に高く、Fe 不足論を支持するものではなかった。水域環境下において、Fe が一次生産の制限因子の一つである可能性が見直され、微細藻類の増殖に対する微量 Fe の重要性が注目されるようになったのは、コンタミネーションを最小限にとどめるクリーン技術や高感度な分析法が開発され、海水中の真の Fe 濃度に近い値を測定できるようになった 1980 年代以降のことである。一般に外洋域における微細藻類は、大気中の黄砂などのエアロゾル (浮遊微粒子) の降下により、微量栄養源として Fe を得ている。しかし、栄養塩が高濃度であるにも関わらずクロロフィル量が少ない (High Nutrient Low Chlorophyll, HNLC) 海域であるアラスカ湾への大気からの Fe 供給量が低いことから、Martin らは Fe 制限の可能性について、鉄 (Fe in HNO_3) 添加培養実験により検討した⁽¹⁾。その結果、Fe 添加によるクロロフィル量の増加と栄養塩濃度の減少が確認され、高栄養塩海域で Fe 不足が微細藻類の増殖を制限していると説いた。また、海洋生物の光合成能を刺激する Fe の有用性が、大気中の CO_2 濃度変化と関連しており、地球の気候変動に影響を与えると論じた。これらの説が Martin の鉄仮説である。その後、生態系への影響を考慮した HNLC 海域 (東部赤道太平洋、南極海、西部北太平洋、東部北太平洋) への鉄 (FeSO_4 酸性海水) 散布実験が行われ、Fe 供給による微細藻類の増殖と表面海水の CO_2 分圧の減少が観測された。これらの実験により、Fe 不足が微細藻類の増殖に対して制限因子であることは実証されたといえ、最近のアラスカ湾海域における鉄散布実験では、珪藻に加え円石藻の増殖が確認され、種組成の変化も追跡されている⁽²⁾。しかし、人為的 Fe 添加による自然サイクルへの影響、 CO_2 吸収後の固定炭素の行方などは明らかでなく、今後の大きな課題とされている。一方、海水中の Fe スペシエーション (化学形態別定量) や、Fe 有用性を左右する有機配位子の回収

および検出に関する分析技術は、ここ 10 年で大きく進展しており^(3,4)、海洋における Fe の分布や挙動の解明が期待される。ところが、天然海水中の微細藻類が利用する Fe のみを分けて測定することは出来ず、微細藻類による Fe 取り込みメカニズムに関しては不明である。そこで、種々の微細藻類の Fe 利用能を解明するためには、水溶液中の Fe の化学形態を把握できる化学組成が明らかな人工海水をベースとした合成培地での無菌培養実験による検討が有力な手段となる。無菌条件下において微量の Fe 濃度を制御しながら藻類を扱う難しさ、人工合成培地による培養の困難さから、現在、真核微細藻類による Fe 取り込み機構に関しては、一端が明らかにされているにすぎない。

真核微細藻類による鉄取り込み機構

海洋微細藻類にとっての Fe の有用性は、水域による供給形態、濃度の違い、熱および光化学的变化、自然水中における様々な化学種との化学反応による変化、そして、生物の種類による多様な取り込み機構によって極めて複雑なものになっている。

鉄不足環境下に生息する多くの生物は、様々な Fe 取り込みの機構を発達させてきた。多くの原核生物 (細菌類やシアノバクテリア)、真菌類および高等植物は、Fe を細胞内に取り込むために大量のシデロホアを生産する^(5,6)。シデロホアとは、3 価の Fe との高い錯生成能を持つ有機配位子である (図 1)。上記の生物群は、この Fe 輸送配位子であるシデロホアを用いて、直接利用できない Fe 種との結合および配位子交換反応を行うことで、Fe シデロホア錯体を生成し、細胞内へと Fe を取り込むメカニズムを有する。微細藻類に関して、Hutchins らは珪藻 *Thalassiosira weissflogii*, *Skeletonema costatum* と藍藻 *Synechococcus* 属の 2 種による実験から、真核生物は四座配位子であるポルフィリンと結合した Fe を優先的に利用する Fe 還元酵素システム (高等植物の Fe 取り込み戦略 I と類似) に依拠しており、原核生物は六座配位子であるシデロホアを介して、細胞表面に存在するシデロホアレセプターにより Fe シデロホア錯体を取り込む (高等植物の Fe 取り込み戦略 II と類似) のではないかと指摘している⁽⁷⁾。

一方、Trick らは渦鞭毛藻の *Prorocentrum* 属 5 種、珪藻 *Thalassiosira pseudonana*, 緑藻 *Dunaliella tertiolecta* から生産された Fe(III) リガンド (Iron-complexing ligands) を検出した⁽⁸⁾。最近の報告では、クリーン技術と合わせて、Chrome azurol S (CAS) assay 法の改良、吸着カソーディックストリップングボルタンメトリー (ACSV) の導

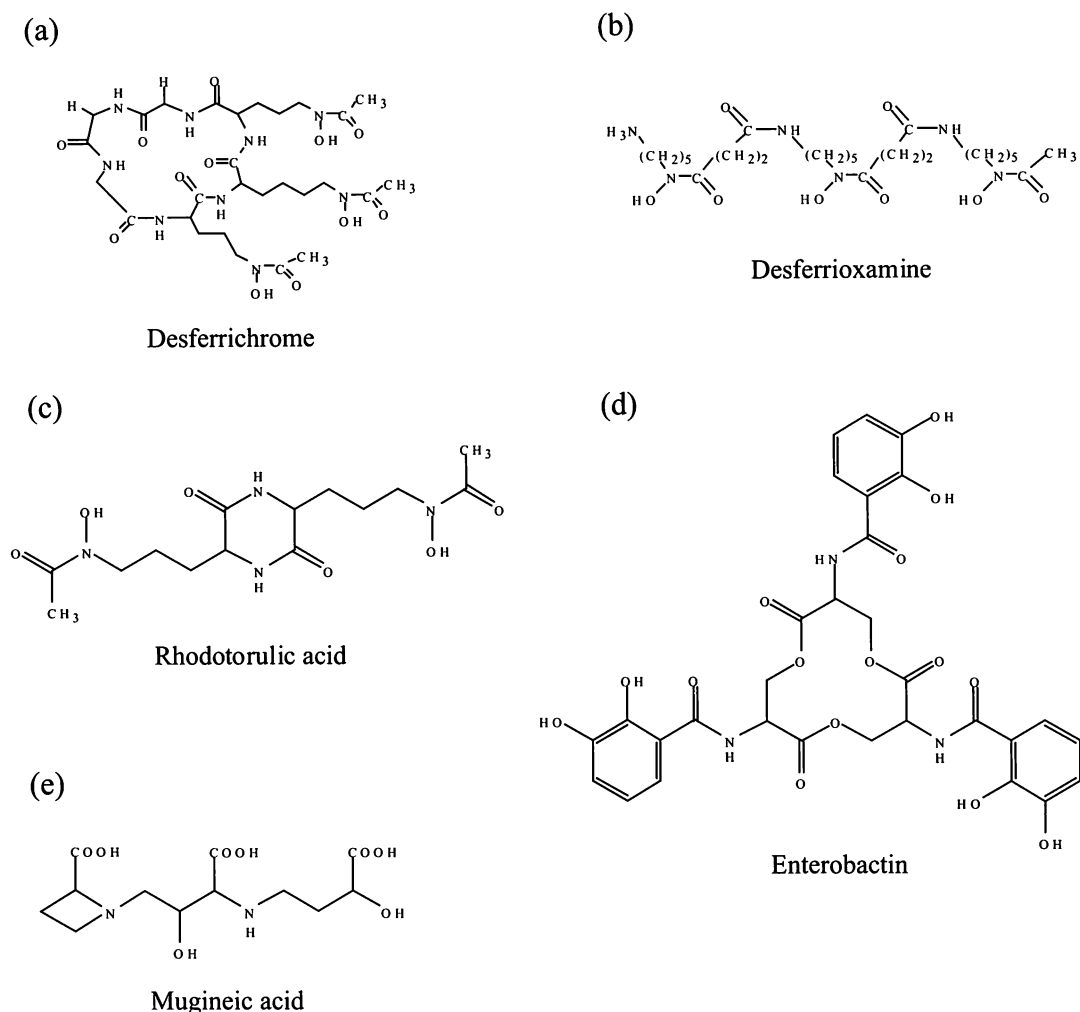


図1 代表的なシデロホアの構造式。(a) Desferrichrome (菌類シデロホア, ヒドロキサメート型), (b) Desferrioxamine (細菌シデロホア, ヒドロキサメート型), (c) Rhodotorulic acid (菌類シデロホア, ヒドロキサメート型), (d) Enterobactin (大腸菌シデロホア, カテコール型), (e) Mugineic acid (イネ科植物シデロホア)。

入により, 緑藻 *Closterium aciculare*, *Oltmannsiellopsis viridis*, *Scenedesmus incrassatulus*, ラフィド藻 *Chattonella antiqua*, *Heterosigma akashiwo*, クリプト藻 *Rhodomonas ovalis*, ハプト藻 *Emiliania huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica* についても, Fe(III) リガンドを生産することが示唆された⁽⁹⁻¹²⁾。これらの Fe(III) リガンドについては, 構造および Fe 取り込みに対する機能は明らかにされておらず, シデロホアであるか否かは定かでない。だが, 鉄不足条件下における各藻種の増殖とリガンド濃度との関係は示されており^(8, 10-12), シデロホアである可能性も考えられる。真核微細藻類による Fe 取り込み機構に関しては, 藻類の種レベルあるいは属レベルで異なる可能性がある。環境水中の Fe スペシエーションに影響を及ぼす, これら Fe(III) リガンドの構造解析および特性の解明が望まれる。

近年, 我々の研究グループは, 海産赤潮藻 17 種に対して良好な増殖を得られる人工合成培地 (IHN 培地) を開発した⁽¹³⁾。この培地を Fe 利用能に関して検討できるよう, 緩

衝剤および金属キレーターについて改変し (改変 IHN 培地), CAS assay 法を実施したところ, 16 種の真核微細藻類 (ラフィド藻 6 種, 渦鞭毛藻 3 種, 緑藻 1 種, クリプト藻 1 種, 珪藻 2 種, ユーグレナ藻 1 種, ハプト藻 2 種) による Fe(III) リガンドの生産が確認できた。海洋微細藻類による Fe 要求量は, 藻種 (特に沿岸種と外洋種), 細胞サイズにより異なるので⁽¹⁴⁾, Fe 取り込み機構を解明するためには, 数多くの藻種におけるデータの蓄積が必要である。それゆえに, 長年に渡って広範な海洋微細藻種の培養に適する人工合成培地の開発が試みられてきた。しかし, これまでに創案された人工合成培地では, 海洋微細藻類の多くは増殖不可能であり, Fe 取り込みに関する報告例は数種 (主に珪藻) に限られていた⁽¹⁴⁾。培地中の化学形態が把握でき, 多種の海洋微細藻類の無菌培養が可能な人工合成培地の登場は画期的であり, Fe をはじめとする栄養要求性の検討に極めて有効であることから, 真核微細藻類による Fe の取り込み機構および Fe 不足環境下における適応戦略に対する研究において, 今後の飛

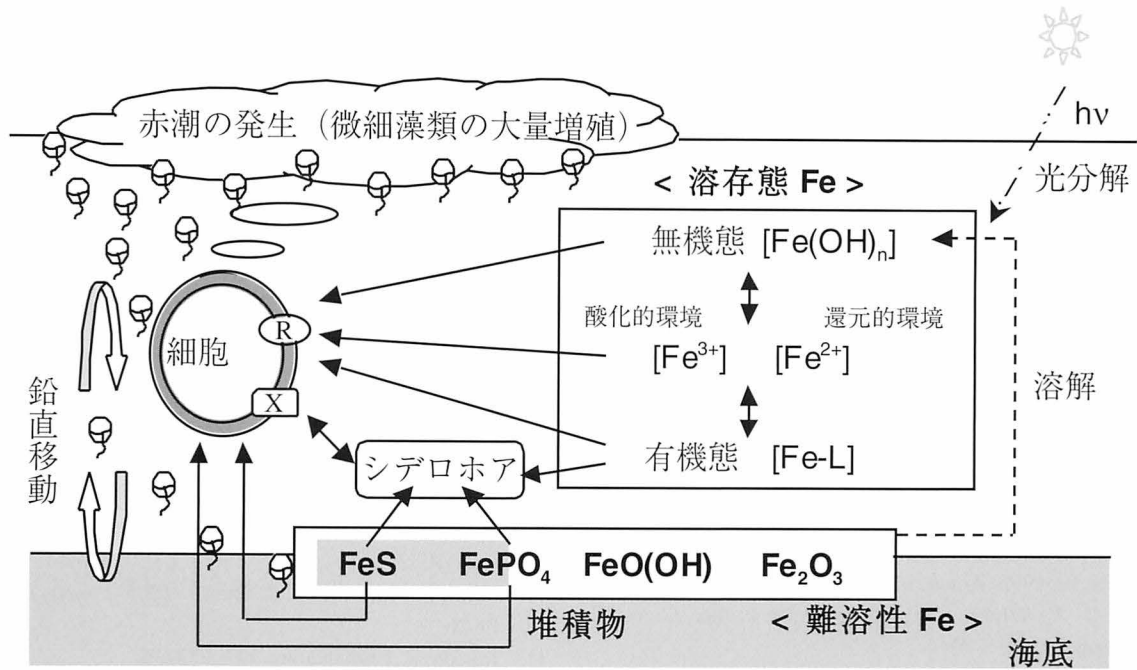


図2 海水中の Fe 取り込みと赤潮発生メカニズム. L, 有機配位子; R, 鉄還元酵素; X, シデロホアレセプター.

躍的な進展が期待できる。

赤潮発生と鉄との関係

赤潮は、微細藻類の増殖に好適な環境、一般に富栄養化した沿岸水域において発生し、著しく高い密度まで増殖した結果生じる海の着色現象である。1970年代からの赤潮藻類に対する生理、生態、生活史および水域の環境条件についての研究成果により、その発生機構の解明が進んでいる。河川からの流入や、雨水、堆積物の溶解などによって一時的な Fe の大量供給が起こり、赤潮藻類の大量発生に影響を及ぼす可能性がある。最近の報告では、ブルーム（微細藻類の大量発生）中の Fe スペシエーションをサイズ別に測定することにより、各 Fe 濃度とブルームとの関係が示されている⁽¹⁵⁾。しかし、これらの供給された Fe の赤潮藻類による取り込みメカニズムについては不明である。赤潮が頻繁に発生している沿岸域では、全 Fe 濃度および懸濁態（コロイド態＋粒子態）Fe 濃度が高く、また、海水中の溶存態 Fe の 99 % 以上が有機配位子と結合した有機 Fe 錯体であることが明らかにされている^(3,16)。

改変 IHN 培地を用いた 14 種の赤潮原因藻類による Fe 添加培養実験では、難溶性の FeS が、クリプト藻 *Rhodomonas ovalis*、渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama*、*Karenia mikimotoi* の増殖に利用された。さらに、難溶性の FePO₄ が、これら 3 藻種に加えて、ラフィド藻 *H. akashiwo*、渦鞭毛藻 *Heterocapsa triquetra*、珪藻 *Ditylum brightwellii* の増殖に利用されることが確認できた⁽¹⁷⁾。難溶性 Fe を利用したこれらの赤潮藻は鉛直移動できる生態戦略を有する種が多

いことから、底層水中もしくは海底堆積物表面に存在する難溶性 Fe が大量増殖に重大な役割を果たしていると推定できる。また、有機配位子（サリチル酸（SA）、クエン酸（CA）および EDTA）を用いて、有機 Fe 錯体の増殖に対する影響を検討した。その結果、Fe 添加のみ（培地中で Fe(OH)₂⁺、Fe(OH)₃、Fe(OH)₄⁺ として溶存）と比較した場合、サリチル酸存在下（Fe(SA)₂⁻ として溶存）において、緑藻 *O. viridis* およびハプト藻 *Cricosphaera roscoffensis* の増殖促進が確認でき、クエン酸存在下（Fe₂(OH)₂(CA)₂²⁻ として溶存）においては、ラフィド藻 *H. akashiwo*、渦鞭毛藻 *H. triquetra*、ユーグレナ藻 *Eutreptiella gymnastica*、ハプト藻 *C. roscoffensis* の増殖促進が見られた⁽¹⁸⁾。EDTA 添加（主に FeOHEDTA²⁻ として溶存）では、ラフィド藻の *Chattonella antiqua*、*C. marina*、*C. ovata*、*C. verruculosa*、*Fibrocapsa japonica*、*H. akashiwo*、渦鞭毛藻 *H. triquetra*、*K. mikimotoi*、ユーグレナ藻 *E. gymnastica*、ハプト藻 *C. roscoffensis* の増殖促進が示された⁽¹⁸⁾。さらに、各キレート培地中で Fe 濃度に対して有機配位子濃度の割合を変化させた場合（Fe 錯体および他の金属錯体の占有率が変化）、赤潮藻の最大増殖量だけでなく増殖速度の変化が認められた⁽¹⁸⁾。これらの結果から、多くの赤潮藻類は有機態 Fe を増殖に利用し、その増殖は有機配位子の種類だけではなく、配位子濃度による金属スペシエーションの変化からも影響を受けることが示された。これらはいずれも、沿岸海水中で Fe と錯生成する有機物の存在が、赤潮発生と大きく関与していることを示唆している。現在までの研究結果と海水中の Fe の化学形態から Fe を通し

た赤潮藻の増殖メカニズムは図2のように考えられる。

赤潮形成には、その大量増殖を支えるだけの栄養塩の供給が必要である。武田はFe-EDTA添加により、珧藻 (*Chaetoceros* spp. が優占種) による栄養塩 (珧酸塩 / 硝酸塩, 珧酸塩 / リン酸塩) 消費比率が変化することを示している⁽¹⁹⁾。赤潮藻類の増殖におけるFeと栄養塩との関係についても興味深いところであり、取り組まなければならない大きな課題である。

参考文献

- (1) Martin, J. H. & Fitzwater, S. E. 1988. *Nature* 331: 341-343.
- (2) Boyd, P. W., Strzepek, R., Takeda, S. *et al.* 2005. *Limnol. Oceanogr.* 50: 1872-1886.
- (3) Rue, E. L. & Bruland, K. W. 1995. *Mar. Chem.* 50: 117-138.
- (4) Macrellis, H. M., Trick, C. G., Rue, E. L., Smith, G. & Bruland, K. W. 2001. *Mar. Chem.* 76: 175-187.
- (5) Guerinot, M. L. 1994. *Annu. Rev. Microbiol.* 48: 743-772.
- (6) Wilhelm, S. W. 1995. *Aquat. Microb. Ecol.* 9: 295-303.
- (7) Hutchins, D. A., Witter, A. E., Butler, A. & Luther, G. W. III 1999. *Nature* 400: 858-861.
- (8) Trick, C. G., Andersen, R. J., Price, N. M., Gillam, A. & Harrison, P. J. 1983. *Mar. Biol.* 75: 9-17.
- (9) Benderliev, K. M. & Ivanova, N. I. 1994. *Planta* 193: 163-166.
- (10) Boye, M. & van den Berg, C. M. G. 2000. *Mar. Chem.* 70: 277-287.
- (11) Hasegawa, H., Matsui, M., Suzuki, M., Naito, K., Ueda, K. & Sohrin, Y. 2001. *Anal. Sci.* 17: 209-211.
- (12) Naito, K., Suzuki, M., Matsui, M. & Imai, I. 2004. *Phycologia* 43: 632-634.
- (13) Imai, I., Hatano, M. & Naito, K. 2004. *Plankt. Biol. Ecol.* 51: 95-102.
- (14) Sunda, W. G., Price, N. M. & Morel, F. M. M. 2005. p. 35-63. In: Andersen, R.A. (ed.) *Algal Culturing Techniques*. Academic Press, New York.
- (15) Gobler, C. J., Donat, J. R., Consolvo, J. A. III & Sañudo-Wilhelmy, S. A. 2002. *Mar. Chem.* 77: 71-89.
- (16) Gledhill, M. & van den Berg, C. M. G. 1994. *Mar. Chem.* 47: 41-54.
- (17) Naito, K., Matsui, M. & Imai, I. 2005. *Harmful Algae* 4: 1021-1032.
- (18) Naito, K., Matsui, M. & Imai, I. 2005. *Plankt. Biol. Ecol.* 52: 14-26.
- (19) Takeda, S. 1998. *Nature* 393: 774-777.

(京都大学)

West, J. A.¹・Zuccarello, G. C.²・Hommersand, M.³・Karsten, U.⁴・Görs, S.⁴: 新組み合わせ *Bostrychia radicata* (*Rhodomelaceae*, *Rhodophyta*) の観察

Jone A. West, Giuseppe C. Zuccarello, Max Hommersand, Ulf Karsten and Solvig Görs: Observations on *Bostrychia radicata* comb. nov. (*Rhodomelaceae*, *Rhodophyta*)

Rhodomelaceae の中で、「周辺細胞が横に分裂して 2 もしくはそれ以上の列細胞になり、ピットコネクションは下の細胞と軸細胞の間で残されている」という形態的特徴は、*Bostrychia* と *Rhodolachne* の 2 属のみが共有する。*Rhodolachne radicata* は *Bostrychia* が通常生育するマングローブから報告されている。今回インド洋-太平洋から、*Rhodolachne radicata* に類似する多くの個体を採集した。マレーシアとニューカレドニアの株で、自家和合性の両性配偶体を持つイトグサ型有性生殖生活史がみられた。ニューカレドニアの株は単性の配偶体もみられた。ニューサウスウェールズ（オーストラリア）の株では、四分孢子による無性生殖が繰り返された。タイの株では、雄と混合の四分孢子体が繰り返す：四分孢子嚢スティチディアに雄の精子嚢群が付き、雌の生殖器官はない。西部オーストラリアとマダガスカル株は成熟しなかった。*rbcL* とリボソーム RNA ラージサブユニット遺伝子の配列に基づく、これらはすべて、*Bostrychia* に属する。低分子量炭水化物解析では、*digeneaside* が全ての株で高レベルに検出された。糖ヘキシトールの 1 種で *Bostrychia* のオスモライトであるソルビトールが全ての株で検出された。ただし、マダガスカルとニューカレドニアの株は非常に少なかった。分子、低分子量炭水化物および形態学的証拠から、*Rhodolachne radicata* は *Bostrychia* に属すると考えられ、*Bostrychia radicata* (Itono) West, Zuccarello and Hommersand に新組み合わせした。(¹School of Botany, University of Melbourne, ²School of Biological Sciences, Victoria University of Wellington, ³Department of Biology, University of North Carolina, ⁴Institute of Biological Sciences-Applied Ecology, University of Rostock)

Wilson, S. M.・Pickett-Heaps, J. D.・West, J. A.: 単細胞紅藻 *Glaucosphaera vacuolata* の小胞輸送と細胞骨格

Sarah M. Wilson, Jeremy D. Pickett-Heaps and Jone A. West: Vesicle transport and the cytoskeleton in the unicellular red alga *Glaucosphaera vacuolata*

単細胞紅藻 *Glaucosphaera vacuolata* では、小胞が絶えず核周辺領域から細胞外へ輸送される。この現象をタイムラプスビデオ顕微鏡で記録した。この細胞内運動の調節

機構はわからないが、細胞骨格が関与していると考ええる。*Glaucosphaera* に微小管とアクチンフィラメントが配置されていることが蛍光抗体でわかった。微小管は放射状に核周辺から細胞外縁に広がり、アクチンフィラメントは運動性小胞の周りに存在している。この配置パターンから、この微小管とアクチンフィラメント両方とも、小胞輸送に関わっていると考えられる。しかし、この考えは確かではない、なぜならば厚い粘着性の壁成分があり、細胞骨格阻害剤がいりこまないからだ。小胞輸送のビデオクリップは <http://www.cytographics.com/> でみることができる。(School of Botany, University of Melbourne)

Dyck, L. J.・De Wree, R. E.: 大型海藻類 *Mazzaella splendens* (*Gigartinales*, *Rhodophyta*) の個体群密度の季節的および空間的パターン

Leonard James Dyck and Robert E. De Wree: Seasonal and spatial patterns of population density in the marine macroalga *Mazzaella splendens* (*Gigartinales*, *Rhodophyta*)

大きな空間での個体数の推移というものは、多くの研究者が様々な場所で何度も繰り返し行われている調査で扱われている特別な種類の地域個体群に関する研究によって、見通しができるようになる。北アメリカ西海岸の *Mazzaella splendens* は、そのような種類である。1960 年代から現在までの本種の地域個体数に関する総合的な研究により、多くの天然個体群にみられる共通するパターンが発見されている。個体群密度は、配偶体世代も孢子体世代も夏に高くなり、冬に低くなる。季節変化の規模は、波にさらされる場所ほど減少する。波が避けられる場所では、夏は半数世代（配偶体）、冬は倍数世代（孢子体）が優占する。この季節による世代の交代は、波にさらされる場所ほど倍数世代（孢子体）が優占する。個体群密度の変化は、多年生の基部外皮の出現と消失が主に関わっており、別の世代の個体が入り込むと言うよりは、この基部から藻体が作られるか、消失するかにかかっている。このパターンの一般性を調べるため、Barkley の Second Beach において波にさらされる場所と波が避けられる場所で密度の季節変化を調査した。その結果、波が避けられる場所で季節変動が大きかった。このことは、共通パターンと同じであった。波が避けられる場所で夏に半数世代（配偶体）が優占し、波にさらされる場所で夏に倍数世代（孢子体）が優占することも共通パターンと類似した。個体群密度の変化が、別の世代の個体が入り込むより基部外皮の出現と消失が主に関わっていることも、以前の研究でみられたことと同じであった。しかし、Barkley の Second Beach の波が避けられる場所では、季節による世代優占度の交代が 3 年連

続でみられなかった。この季節による世代優占度の交代は生育地域の状況に依存し、天然個体群に共通してみられるものではないことが明らかになった。(Department of Botany, University of British Columbia)

Kim, M.¹・Abbott, I. A.² : ハワイ産 *Polysiphonia* の分類学的ノート, *Neosiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) への移動

Myung-Sook Kim and Isabella A. Abbott: Taxonomic tones on Hawaiian *Polysiphonia*, with transfer to *Neosiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta)

タイプ標本とその他採集品を詳細に観察し、ハワイ産 *Polysiphonia* の 5 種を *Neosiphonia* として認識した: *Neosiphonia apiculata* (Hollenberg) Masuda et Kogame, *Neosiphonia beaudettei* (Hollenberg) M. S. Kim et Abbott 新組み合わせ, *Neosiphonia hawaiiensis* (Hollenberg) M. S. Kim et Abbott 新組み合わせ, *Neosiphonia profunda* (Hollenberg) M. S. Kim et Abbott 新組み合わせ, および *Neosiphonia rubrorhiza* (Hollenberg) M. S. Kim et Abbott 新組み合わせ。これら 5 種は、皮層があり、側枝始原細胞と毛状糸が連続して形成され、仮根系は交差する壁により周辺細胞から離れ、3 細胞性造果枝を形成する (*N. beaudettei* と *N. rubrorhiza* にはみられない)、精子嚢枝は毛状糸の第一枝に形成され、四分孢子嚢はらせん状に配列する。いくつかの種類ではいくつかの形質が利用できなかったが、それ以外の形質の組み合わせは *Neosiphonia* に独特のものである。(Research Institute for Basic Sciences, Pusan National University,²Department of Botany, University of Hawai'i)

Lindstrom, S. C.¹・Hanic, L. A.¹・Golden, L.² : British Columbia の緑藻 *Percursaria dawsonii* (= *Blidingia dawsonii* comv. nov., Kornmanniaceae, Ulvales) の研究

Sandra C. Lindstrom, Louis A. Hanic and Larry Golden: Studies of the green alga *Percursaria dawsonii* (= *Blidingia dawsonii* comv. nov., Kornmanniaceae, Ulvales) in British Columbia

実体があまり良くわかっていない海産巻き貝に着生する *Percursaria dawsonii* を北アメリカ沿岸域から新たに採集し、培養しシーケンスした。遊走子、単為発生する配偶子および接合子は、胞子の細胞質が分裂細胞に移行する empty-spore germination を示し、匍匐枝様の発達により匍匐組織を形成する。初めの単列フィラメントは、この匍匐系から発出し密度の濃いカーペット状になる。これら直立枝は、まもなく基部は 2 列に、末端は多列になり、扁平状でよじれ藻体長 4/5 は 2 層になり、希に大型の個体で中空になる。これらの個体は末端で成熟し、4 本鞭毛の遊走子か 2 本鞭毛の同型配偶子を放出する。配偶体は雌雄異株で、胞子体と同型世代交代を繰り返す。配偶子は素早く動き、羽を持つ昆虫のように、しばしば不規則に端から端まで震動する。18S rRNA 遺伝子と ITS 配列との比較において、本種は *Kornmannia* 科の

Blidingia に含まれた。(1Department of Botany, University of British Columbia, 2Triple Island Lighthouse)

水野 真: 中心珪藻の卵形成と精子形成においてみられる減数分裂のパターンの進化

Makoto Mizuno: Evolution of meiotic patterns of oogenesis and spermatogenesis in centric diatoms

現生の中心珪藻の卵形成と精子形成においてみられる減数分裂にはいくつかのパターンが知られている。それらパターンの進化を最節約原理に基づき推定した。卵形成のパターンの中では、減数分裂の第 1 分裂では核分裂後に核の凝縮はなく、等分の細胞質分裂が起きるが、第 2 分裂においては核の凝縮が起き、細胞質分裂が起きず、結果として 2 つの卵細胞がつくられる type 1 と仮に名づけたパターンが最も原始的であると推定された。精子形成のパターンの中では、第 1、第 2 分裂とも核分裂後に核の凝縮はなく、等分の細胞質分裂が起き、結果として 4 つの精子細胞がつくられる 4-2 EC と仮に名づけたパターンが最も原始的であると推定された。今回得られた推定は、中心珪藻の中では、2 つあるいはそれ以上の極 (pole) が存在する殻を持つものが原始的であることを示唆する。(東京農業大学・生物産業・生物生産)

加藤祐介¹・小亀一弘¹・長里千香子²・本村泰三² : 同形配偶を行う褐藻カヤモノリ (*Scytosiphon lomentaria*) におけるミトコンドリアと葉緑体ゲノムの遺伝

Inheritance of mitochondrial and chloroplast genomes in the isogamous brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Phaeophyceae)

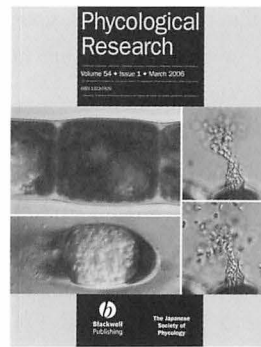
同形配偶をおこなう褐藻カヤモノリ *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link において、葉緑体とミトコンドリアの遺伝様式を蛍光顕微鏡観察とハプロタイプゲノムマーカーにより調べた。本種において接合子の発芽は方向性であり、藻体は発芽管の細胞から発達し、元の接合子の細胞は褐藻毛を形成する以外は発達しなかった。葉緑体の遺伝は、両親性で、両親由来の葉緑体が接合子の最初の細胞分裂で娘細胞に分配される仕方は偶然による: 母方か父方のどちらか一方の葉緑体が発芽管に移動し、残りの葉緑体は元の接合子の細胞に残った。それに対し、胞子体細胞のミトコンドリアゲノムは、雌配偶子からのみ由来した (母性遺伝)。これらの遺伝様式は、同形配偶を行う褐藻シオミドロ *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye のものと似ている。ミトコンドリアの母性遺伝は褐藻類において共通のようである。(1北大・院・理・生物科学, 2北大・北方生物圏フィールド科学センター)

West, J. A.¹・Klochkova, T. A.²・Kim, G.²・Goër, S. L.³ : *Bostrychia* や他の紅藻に感染するマダガスカル産の卵菌類 *Olpidiopsis* sp. : 宿主種の罹患性について

John A. West, Tatyana A. Klochkova, Gwang Hoon Kim and Susan Loiseaux-de Goër: *Olpidiopsis* sp., an oomycete from Madagascar that infects *Bostrychia* and other red algae: Host species susceptibility

マダガスカルで採集した卵菌類 *Olpidiopsis* sp. を宿主 *Bostrychia moritziana* と共に培養した。2本の不等鞭毛を持つ豆状の遊走子は、宿主の細胞壁に付着し、2日で宿主細胞は崩壊し、それぞれの感染細胞で合胞体を発達させる。遊走子は細胞を裂き、小さな栓を持つ放出管が形成される。感染から新たな遊走子の放出まで3日間である。感染は多列細胞、単列細胞、仮根および生殖細胞枝のスティチディアでも起こる。マイクロ波を施した死んだ細胞には感染しなかった。罹感性は種や生育地によって違いが見られた。マダガスカル産の *Bostrychia moritziana* と *Bostrychia radicans* は感染したが、マダガスカル産の *Bostrychia tenella* では1株は感染し、2株は感染しなかった。*Bostrychia radicans* ではマダガスカル、タイ、オーストラリアおよびニューカレドニアの株は感染したが、マレーシアの株は感染しなかった。メキシコとブラジルの *Bostrychia radicans* と、*Bostrychia flagellifera*, *Bostrychia montagnei*, *Bostrychia simpliciuscula*, *Bostrychia tenuissima*, *Stictosiphonia intrucata*, *Stictosiphonia tangatensis*, *Lophosiphonia* sp., *Neosiphonia* sp., および *Polysiphonia* spp. は感染しなかった。多くの非感染種では、細胞崩壊に続き、早急な傷修復が起こり、合胞体や胞子の発達は見られない。マダガスカル産の *Caloglossa lepieurii* は軸周辺細胞では細胞崩壊と傷修復が起こったが、側枝は死に傷修復が起こらず紫色になった。

Caloglossa ogasawaraensis と *Caloglossa postiae* は感染の前兆さえみられなかった。*Dasysiphonia chejuensis* は感染しなかった。驚くことに、*Porphyra pulchella* と *Porphyra suborbiculata* は、葉状期ではなく、コンコセリス期に感染した。*Porphyra tenella* と *Porphyra linearis* はコンコセリス期に感染し、葉状期はまだ調査していない。*Porphyra miniata* と *Porphyra dentata* はコンコセリス期には感染しなかった。*Bangia atropurpurea* の配偶体フィラメントは感染しなかった。他の紅藻、褐藻および緑藻は感染しなかった。タイムラプスビデオ顕微鏡で感染体の発達過程や胞子放出を観察した。(1School of Botany, University of Melbourne, 2Department of Biology, Kongju National University, 311 rue des Moguerou)



英文誌 54 巻 1 号表紙

紅藻 *Bostrychia moritziana* と *Porphyra pulchella* の細胞内で発達中の卵菌 *Olpidiopsis* sp. (フクロカビモドキ属の1種) の胞子嚢および遊走子の放出

Phycological Research

英文誌 54 巻 2 号掲載論文和文要旨

Garcia, M.: *Fragilaria obtusa* Hustedt の *Staurosira* Ehrenberg 属 (珪藻綱) への移行

Marinês Garcia: The transfer of *Fragilaria obtusa* Hustedt to the genus *Staurosira* Ehrenberg (Bacillariophyceae)

ランジャール湾 (リオ・グランデ・ド・サル州パトス湖) から採集した砂地サンプルを使い、報告例の少ない *Fragilaria obtusa* Hustedt の被殻の微細構造について詳細に観察を行った。その結果より、*F. obtusa* は *Staurosira obtusa* (Hustedt) Garcia として *Staurosira* Ehrenberg 属へ所属を移行させることを提唱する。この分類群は、内側にある師板によってふさがれた楕円状の胞紋からなる条線、数列の小孔によって形成される殻端小孔域、装飾のない帯片、幅広い接殻帯片、唇状突起をもたない、といった特徴を持っている。これは砂地性 *S. obtusa* のはじめての記載である。(Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Botânica)

阿部信一郎¹・木曾克祐²・片野 修¹・山本 聡³・南雲 保⁴・田中次郎⁵: 長野県千曲川における付着藻類群落の種類組成に及ぼす藻食魚 *Plecoglossus altivelis* の餌選択性の影響

Shin-ichiro Abe, Katsuhiro Kiso, Osamu Katano, Satoshi Yamamoto, Tamotsu Nagumo and Jiro Tanaka: Impacts of differential

consumption by the grazing fish, *Plecoglossus altivelis*, on the benthic algal composition in the Chikuma River, Japan

長野県千曲川において、付着藻類群落の種類組成に及ぼすアユ (*Plecoglossus altivelis*) の摂餌の影響を調査した。アユに頻繁に摂餌されていた群落とアユの摂餌跡のない群落の種類組成を比較した結果、頻繁に摂餌されていた群落では、珪藻および匍匐型糸状藍藻の現存量が減少し、直立型糸状藍藻が優占していた。次に、アユの餌選択性を調べるため、アユの消化管内容物とアユに摂餌されていた付着藻類群落の種類組成を比較した。その結果、匍匐型糸状藍藻については、消化管内容物に占める割合と摂餌されていた群落に占める割合の間に有意な差は認められなかった。一方、珪藻では、消化管内容物に占める割合が、摂餌されていた群落に占める割合に比べ大きかったのに対し、直立型糸状藍藻では小さくなっていた。この結果は、珪藻および匍匐型糸状藍藻に比べ、直立型糸状藍藻がアユに食べられ難いことを示している。アユの摂餌による直立型糸状藍藻の優占は、アユの餌選択性が関係しているものと考えられる。(1 中央水研, 2 西海区水研, 3 長野水試, 4 日本歯科大, 5 東京海洋大)

辻 彰洋¹・Williams, D. M.²: *Synedra rumpens* = *Fragilaria*

rumpens (珪藻綱) のタイプ標本観察

Akihiro Tuji and David M. Williams: Examination of the type material of *Synedra rumpens* = *Fragilaria rumpens*, Bacillariophyceae

Fragilaria rumpens (Kütz.) G.W.F. Carlson は、世界中の様々な湖沼から報告されている。しかしながら、本種は、*Fragilaria capucina* Desm. や *Fragilaria vaucheriae* (Kütz.) J.B. Petersen と類似しており、分類が混乱していた。この問題を解決するため、本論文では *Synedra rumpens* のタイプ観察を行うと共に、類似種との比較考察を行った。(1 国立科学博物館・植物研究部, 2 ロンドン自然史博物館・植物研究部)

Hernández-Chavarría, F.^{1,2}・Sittenfeld, A.^{1,3}: コスタリカ、リンコン・デ・ラ・ピエハ火山、'Pailas Fías' の高度岩内性微生物コンソーシアムに関する報告

Francisco Hernández-Chavarría and Ana Sittenfeld: Research note: Preliminary report on the extreme endolithic microbial consortium of 'Pailas Fías', 'Rincón de la Vieja' Volcano, Costa Rica

コスタリカ、グアナキャッスルにある「リンコン・デ・ラ・ピエハ火山国立公園」内にある火山の小川の岩石について調べたところ、表面より 2-3 mm 深部に、緑色を呈する層が存在することがわかった。走査型電子顕微鏡による解析の結果、シアニディウムによる薄い層があり、続いて珪藻の *Pinnularia* 属と球形、線形状のバクテリアの層が確認された。我々の知る限りでは、これは珪藻が優占する岩内性微生物コンソーシアムについてのはじめての記載であり、また、熱帯域にある火山の岩石から岩内生物が確認された最初の報告でもある。(1 Faculty of Microbiology, 2 Research Center of Microscopic Structures, 3 Research Center of Cellular and Molecular Biology, University of Costa Rica)

Carmona, J.¹・Montejano, G.¹・Necchi Jr., O.²: メキシコ中心部にある小川に生育する *Sirodotia huillensis* (紅藻, カワモヅク目) の配偶体と 'シャントランシア期' の生態学および形態学的特徴

Javier Carmona, Gustavo Montejano and Orlando Necchi Júnior: Ecology and morphological characterization of gametophyte and 'Chantransia' stages of *Sirodotia huillensis* (Batrachospermales, Rhodophyta) from a stream in central Mexico

メキシコの中心部を流れる石灰質土壌の小川に生育する *Sirodotia huillensis* の形態とフェノロジーについて調査を行った。水温は一定 (24-25°C) で、pH は中性からアルカリ性の値 (6.7-7.9)、カルシウムと硫酸が主要な構成イオンであった。配偶体世代の特徴は、明確な粘質層、フィコシアニンとフィコエリシンの割合における雌雄配偶体間での顕著な相違、大きな受精毛 (>60 μm) をもつ造果器の存在があげられた。3つの造果器が単一の支持細胞上に観察されることもしばしばあった。「シャントランシア期」の形態は、他のカワモヅク目での記載と類似していた。注目すべき点は、新しい配偶体の発生に関係する匍匐性糸状体からなるドーム状

の構造を形成することである。染色体数は輪生枝細胞、表層糸状細胞、ドーム状細胞で $n = 4$ 、造胞糸の細胞、「シャントランシア期」の糸状体で $2n = 8$ を示した。配偶体と「シャントランシア期」は流れが速く (60-170 cm/s) 暗い (33.1-121 μmol photons/m²/s) 流域に生育することが多かった。個体群は調査期間を通して変動し、「シャントランシア期」は雨季に最も多く見られるのに対して、配偶体は乾期に多く確認された。これらの結果は、雨量の変動とそれにもなう流速の変化を反映しているものと考えられる。この個体群が示す特徴は、流速に対して適応した結果ではないかと理解することができる。例えば、藻体の周辺の粘質層は損傷を回避するためと考えられ、また、長く豊富な受精毛と配偶体を形成するためのおびただしい量のドーム状構造の形成は、このような環境下でも受精を効率よく行うために発達したのではないかと考えられる。(1 Phycology Laboratory, A. P. 70-620, Faculty of Science, National Autonomous Univ., Mexico, 2 São Paulo State Univ., Zoology and Botany Department)

赤塚さと子¹・土金勇樹¹・福本亮平¹・藤伊 正¹・関本弘之²: ヒメミカヅキモ *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex の性フェロモンであるプロトプラスト放出誘導タンパク質 (PR-IP) の生理学的特徴

Satoko Akatsuka, Yuki Tsuchikane, Ryo-hei Fukumoto, Tadashi Fujii and Hiroyuki Sekimoto: Physiological characterization of the sex pheromone protoplast-release-inducing protein from the *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex (Charophyta)

単細胞接合藻ヒメミカヅキモ *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex は、+型、-型と呼ばれる接合型をもっており、両者を混合し有性生殖を誘起すると、粘液分泌、有性分裂、相補的な細胞同士のペア形成、プロトプラスト放出の一連の過程が起り、接合子形成に至る。

本研究において、ヒメミカヅキモの+型細胞から放出される性フェロモンであるプロトプラスト放出誘導タンパク質 (PR-IP) が、-型細胞のプロトプラスト放出を誘導するだけでなく、-型細胞からの粘液分泌も促進することが明らかになった。さらに、PR-IP により-型細胞の有性分裂が誘導されることも確認された。すなわち、PR-IP は、ヒメミカヅキモの有性生殖進行における3つの過程である粘液分泌、有性分裂、プロトプラスト放出を誘導もしくは促進することが示唆された。また、各過程の促進に必要な PR-IP の有効濃度は異なっており、接合過程の後半であるプロトプラスト放出ほど高濃度処理を必要とすることが明らかになった。これらの結果より、PR-IP は接合に関わる複数のステップを独立に促進する多機能な性フェロモンであり、有性生殖過程の進行に伴い、適切にそれぞれの過程を進行させていることが強く示唆された。(1 東洋大・院・生命科学, 2 日本女子大・理・物質生物)

Reimer, J. D.¹・瀧下清貴¹・小野修助²・丸山 正¹・塚原潤三³: *Zoanthus sansibaricus* (花虫綱: 六放射珊瑚亜綱)

に共生する *Symbiodinium* 属 (渦鞭毛藻綱) の緯度レベルおよびコロニー内レベルで見られた ITS-rDNA 配列の多様性

James D. Reimer, Kiyotaka Takishita, Shusuke Ono, Tadashi Maruyama and Junzo Tsukahara: Latitudinal and intracolony ITS-rDNA sequence variation in the symbiotic dinoflagellate genus *Symbiodinium* (Dinophyceae) in *Zoanthus sansibaricus* (Anthozoa: Hexacorallia)

本研究では、日本の緯度の異なる場所で採集されたマメスナギンチャク *Zoanthus sansibaricus* に共生する渦鞭毛藻類 *Symbiodinium* spp. 由来の internal transcribed spacer of ribosomal DNA (ITS-rDNA) の塩基配列を決定した。系統解析の結果、北側 (桜島と国分) の *Z. sansibaricus* は C1 タイプの *Symbiodinium* のみを有し、屋久島のものは C1 タイプと C15 タイプを有し、一番南側の奄美のものは A1 タイプと C1 タイプを有していることが確認された。このことから *Z. sansibaricus* と *Symbiodinium* との共生関係はフレキシブルであることが示された。一つの *Z. sansibaricus* コロニーは一つの subclade タイプだけの *Symbiodinium* を有していることが確認されたが、コロニー内のクローニングされた一つ一つの ITS-rDNA 配列を比べてみると小さな変異が多数見いだされた。また、一つの ITS-rDNA クローンでは ITS-2 と 28S rDNA の境界領域で、別のクローンでは 5.8S rDNA 領域内で大きな欠失も認められた。これらのコロニー内での塩基配列の多様性は、*Symbiodinium* ゲノム中に複数の ITS-rDNA コピーが存在していることに由来しているか、あるいは宿主内に極めて近縁な複数のタイプの *Symbiodinium* が存在していることに由来しているか、どちらかであると考えられる。(¹ 海洋研究開発機構, ² 都城東高校, ³ 鹿児島大学・理)

上森千尋¹・長里千香子¹・加藤敦之²・本村泰三¹: *Ochromonas danica* (不等毛植物門, 黄金色藻綱) のリゾプラストについての微細構造並びに免疫細胞学的研究

Chihiro Uemori, Chikako Nagasato, Atsushi Kato and Taizo Motomura: Ultrastructural and immunocytological studies on the rhizoplast in the chrysophycean alga *Ochromonas danica*

黄金色藻オクロモナス (*Ochromonas danica*) では核から鞭毛基底小体に向けて繊維状構造物であるリゾプラストが伸びている。細胞周期の間期では、リゾプラストは鞭毛基底小体から核とゴルジ体の間を通過して後方に向けて伸びているが、核分裂期になると鞭毛複製に伴って複製し、それぞれのリゾプラストは分裂極として機能する。本研究では、オクロモナスの核分裂、特にリゾプラストの挙動について電子顕微鏡と蛍光抗体法を用いて詳細に再調査した。核分裂中期には核膜は崩壊し、複製した鞭毛基底小体からのリゾプラストが核分裂極となり、紡錘体は樽型を呈した。抗チューブリン抗体、抗セントリン抗体、抗ガンマ-チューブリン抗体を用いた蛍光抗体法による観察では、セントリン分子は鞭毛基底小体に局在するのに対して、リゾプラストには微小管重合の機能を担うガンマ-チューブリンが局在した。以上の結果から、様々な

藻類においてリゾプラストとして形態学的に認識されてきた構造物が、分類群において構成タンパク質が異なる可能性を示した。(¹ 北大・北方フィールド, ² 北大・院理・生物科学)

Tronchin, E.^{1,2}・Samaai, T.³・Anderson, R. J.⁴・Bolton, J. J.¹: *Ptilophora* (紅藻, テングサ科) 属における海綿と海藻との関係
Enrico Tronchin, T. Samaai, R. J. Anderson and J. J. Bolton: Sponge-seaweed associations in species of *Ptilophora* (Gelidiaceae, Rhodophyta)

海藻 *Ptilophora* 属における海綿と海藻との関係はあまり知られていないことから、*Ptilophora* 属 17 種の 94 サンプルを対象にこの現象の詳細について調べた。その結果、2 種を除くすべての *Ptilophora* の種で、表層からの不定枝の形成が見られ、13 種に海綿の着生があることがわかった。偶発的に海綿の着生が生じることから、海綿着生には種特異性は存在しないことが示された。表面からの不定枝は、海綿の着生がないときにもしばしば起こることから、海綿の着生によって表面からの不定枝の形成が誘導されているのではないことがわかった。ただし、不定枝が形成されていると海綿の着生がよく見られることは、表面からの不定枝の存在と海綿の侵入には何らかの関係があることを示唆している。表層からの不定枝は藻類に着生した海綿を擁護しているように考えられ、海綿はおそらく藻類によって提供されたそのような生育場所をうまく活用しているといえる。そのような *Ptilophora* の構造と海綿の着生が関係しているようである。(¹Department of Botany, Univ. Cape Town, ³Council for Scientific and Industrial Research, ⁴Seaweed Research Unit, Marine and Coastal Management, ²Phycology Research Group, Univ. Ghent)

斉藤憲治・村岡大祐: ワカメ属 (褐藻, チガイソ科) のミトコンドリア大サブユニットリボソーム DNA: 構造的特性と系統解析への有用性

Kenji Saitoh and Daisuke Muraoka: *Undaria* mitochondrial large subunit ribosomal DNA (Phaeophyceae, Alariaceae): Structural properties and use for phylogenetic analysis

ワカメ属 2 種のミトコンドリア 23S リボソーム DNA の配列を決定し、他の褐藻類の配列と比較した。ワカメの 23S rDNA は 2707 bp で、rRNA 2 次構造モデルを当てはめると、そのうち 1290-1292 サイトがステム領域、残りがループ領域であった。アオワカメではこの領域の長さは 2708-2709 bp で、1290 サイトがステム領域であった。今回調べたワカメ 7 個体からは 3 タイプ、アオワカメ 4 個体からは 2 タイプの配列がみられた。最節約法でこれらの配列と褐藻類の既知の配列について系統解析をしたところ、ワカメ属 2 種のそれぞれは疑いなく単系統となった。これは rDNA 配列情報が褐藻類の種間または種内レベルでの系統解析に有用であることを示唆する。配列の変異を系統樹上に最節約的に割り当てたところ、423 回変異が起きたと推定され、そのうち 165 回

はRNA 2次構造のステム領域にマップされた。(独法水研セ・東北水研)

Millar, A. J. K.¹・Payri, C. E.² : 南太平洋ニューカレドニア、ラゴン・シュッド・ウエストにおける海産底性藻類の新記載
Alan J. K. Millar and Claude E. Payri: New records of marine benthic algae from the Lagon Sud-Ouest of New Caledonia, South Pacific

南太平洋にあるフランス領ニューカレドニアの海産藻類のフローラを調査するプロジェクトの一環として、ヌメア地域の調査が行われ、緑色植物門1種、褐藻植物綱(不等毛植物門)1種、紅色植物門39種、計41種の未記載の大型藻が見つかった。生物地理学的に興味深いところでは緑藻 *Rhipilia penicilloides* N'Yeurt et Keats (ニューカレドニアの東方、数1000 kmにあるフィジー諸島の固有種と記載されていた) と褐藻 *Cutleria mollis* Allender et Kraft (もともとはロード・ホーム島から数1000 km南方の範囲で記載) が新しく記載されたことである。紅藻 *Gloiophloea articulata* Weber-van Bosse は、1928年にインド洋西部のマスカリン諸島で記載されて以来はじめてニューカレドニア・ヌメア地域の海

峡で見つかった。広範囲で記載されているインド洋固有種 *Corynomorpha prismatica* (J. Agardh) J. Agardh は、今回の確認が最東端での報告例となる。*Dotyella hawaiiensis* (Doty et Wainwright) Womersley et Shepley は太平洋中央部以外での初めての記載となる。今回の調査は、これまでの信頼できるニューカレドニアにおける記載報告と比較すると、全種の総計(377)が12%増加する結果となった。(1¹Royal Botanic Gardens Sydney, 2²Laboratoire d'Ecologie Marine, Université de Polynésie Française)



54 巻 2 号表紙

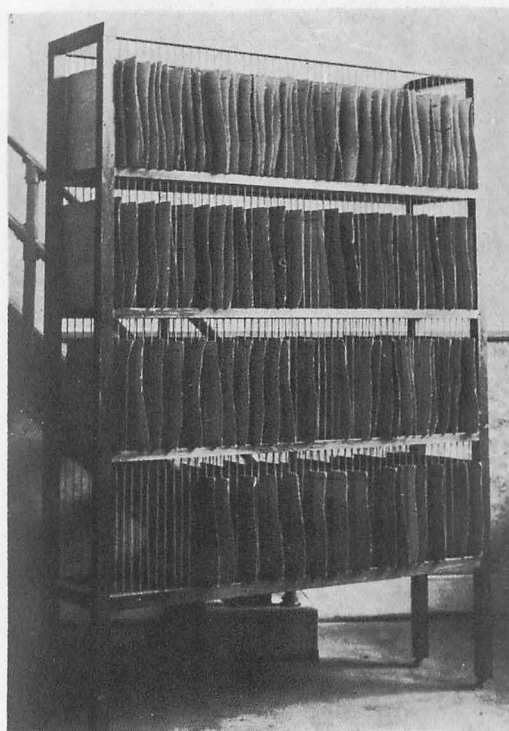
渦鞭毛藻 *Pyrocystis lunula* (Schütt)
Schütt における表層微小管の免疫
蛍光染色像 (撮影: 関田諭子)



山田式吸水紙乾燥装置 神田の古書店で『本
田久内植物採集と標本製作法』(本多正次・久
内清孝共著, 総合科学出版協会) という本を
みつけました。昭和6年に定価1円50銭で
出版されたものですが、植物の採集や標本に

関するこの手の指南書としては大変ユニークなことに、藻類も
しっかり取り上げています。吸水紙を乾燥するための棚につい
ても、「北海道帝国大学理学部植物学教室では、助教授山田幸男
氏の考案になる、右頁の寫眞に示す様な乾燥装置を採用して居
る。其の構造は高さ210 cm, 幅180 cm, 奥行45 cm 位の木
の枠を拵へ、これを4段に区切り・・・(中略)・・・価格は注
文して約20圓位、山田助教授が米國滞在中、加州大学の腊葉
庫で海藻標本製作用の吸水紙を乾燥する装置を見て、これに改
良を施した物だといふ。」(38頁)などと1頁を割いて懇切丁寧
に紹介しており、山田先生がいかに苦心して標本をつくられた
かが偲ばれます。段ボール板を挿入して風乾することにより吸
水紙と標本を同時に乾燥できるようになった今日ではお目にか
かれぬ代物で、こんな時代物の大装置がどこかにあるならば、
なんとか実物を見てみたいものだななどと思いながら写真を眺め
ていたら、「ああっ!」と思い出しました。私も北大にいた頃、
まさにこの装置を使って吸水紙を乾燥しておりました。随分お
世話になったのに、「腊葉用紙乾燥装置」という名があったとは
今日まで存じませんでした。北大総合博物館の阿部剛さん、も
し今も残っていましたら、是非とも歴史資料として保存してく
ださるよう、この場をお借りしてお願い申し上げます。(編)

圖 版 32



北大理学部植物学教室使用の腊葉用紙乾燥装置
(山田幸男氏寫眞)

学会録事

1. 2006 年度日本藻類学会第 2 回持ち回り評議員会報告

第 2 回持ち回り評議員会（平成 18 年 6 月 14-28 日）を開催し、次期会長候補者の推薦投票を行った（回答：評議員 17 名中 11 名）。投票結果に基づき得票者上位 7 名（申し合わせでは上位 5 名だが、5 位は 3 名が同票数であったため 7 名とした）につき学会事務局から推薦承諾の確認を行ったが、5 名の辞退があったため、候補者推薦の申し合わせ事項に従い、今回は評議員会としての候補者の推薦を見送ることとなった。

2. 2006 年度日本藻類学会第 3 回持ち回り評議員会報告

第 3 回持ち回り評議員会（平成 18 年 7 月 21-30 日）を開催し、会費長期未納会員の会員身分の取り扱いについて、会費未納のため連絡を停止して 5 年を経過した会員については、会員名簿から削除することが提案され、審議の上了承された（回答：17 名中 12 名）。

3. 日本藻類学会次期会長及び評議員選挙の結果について

次期会長・評議員選挙（任期：2007 年 1 月 1 日 -2008 年 12 月 31 日）を 2006 年 18 年 8 月 2 日から 9 月 4 日にかけて実施した。2006 年 9 月 6 日 17:30 より、神戸大学内海域環境教育研究センターにおいて、洲崎敏伸、山岸隆博両会員の立ち会いのもと開票を行った。その結果に基づき、各当選者の承諾を得て、以下の次期会長および評議員が選出された。

[会長選挙]

川井浩史（当選）；井上 勲（次点）

[評議員選挙]

北海道地区（定員 2 名）

嵯峨直恆（当選）、本村泰三（当選）；松山恵二（次点）

東北地区（定員 1 名）

原 慶明（当選）；横浜康継（次点）

関東地区（定員 3 名）

石田健一郎（当選）、白岩善博（当選）、河地正伸（当選）；
笠井文絵（次点）

東京地区（定員 2 名）

田中次郎（当選）、藤田大介（当選）；能登谷正浩（次点）

中部地区（定員 2 名）

倉島 彰（当選）、天野秀臣（当選）；御園生 拓（次点）

近畿地区（定員 2 名）

宮下英明（当選）、幡野恭子（当選）；坪 由宏（次点）

中国四国地区（定員 2 名）

大谷修司（当選）、半田信司（当選）；峯 一朗（次点）

九州地区（定員 2 名）

藤田雄二（当選）、野呂忠秀（当選）；松岡敷充（次点）

日本以外の地区（定員 2 名）

Akira F. Peters（当選）、Jeanine L. Olsen（当選）；Paul C. Silva（次点）

（敬称略）

4. 日本藻類学会研究奨励賞の募集について

現在 2006 年度の日本藻類学会研究奨励賞の募集を行っております。本賞は、藻類学の発展に積極的に寄与することを期待し、藻類学及びその関連分野において優れた研究成果をあげた若手研究者（おおむね 33 歳以下）を表彰するものです。学会のホームページ（<http://www.soc.nii.ac.jp/jsp/Welcome.htm>）に掲載されている本賞の募集案内を参照の上、多数の方々のご応募くださることを期待しています（応募締切日：平成 18 年 12 月 25 日（月）消印有効）。

提出先・問い合わせ先

〒 657-8501

神戸市灘区六甲台町 1-1

神戸大学内海域環境教育研究センター内

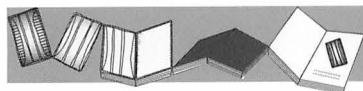
日本藻類学会事務局

Tel & Fax: (078)803-5781

E-mail: hanyut@kobe-u.ac.jp



2005 年度研究奨励賞受賞者の坂山英俊氏
（平成 18 年 3 月 27 日、鹿児島大学稲森会館。左上写真は授賞式の様子）



書評・新刊紹介

井上 勲 著

藻類 30 億年の自然史—藻類からみる生物進化

一昨年から、著者と会うたびに、藻類の専門家だけでなく他の分野の人にも読ませるような本を書いていることを聞かされてきた。途中の原稿をみせられたことがあるが、それをかいま見ただけでも面白そうだという印象をうけていた。2年の歳月を経て刊行された本書を著者から謹呈されたので、早速読んでみたら、すっからはまってしまい、460ページもある本書を2日で完読した。本書には、著者がこれまでの研究を通じて得られた知見を集大成したものと言うだけではすまない、発展的な思想がぎっしりつまっている。すなわち、本書において、著者は、約30億年という長い月日をかけて地球進化と地球環境形成ならびに生物進化上で重大な役割を果たしてきた藻類の壮大な物語を語りながら、彼の発展的な自然史観を示している。老の域に達した研究者には自分の歩んできた道を再点検させられ、再発憤して研究を進める勇氣と活力を与えられるだろうし、中堅や若い研究者にはこれからの藻類研究の道標となっていくであろう。

本書は、多種多様な形態をもつ藻類の写真を掲載した口絵の16プレートと11章の本文の構成からなる。第1章で著者は、様々な藻類の形や現象をとりあげ、藻類ってこんなに面白いものだということを示している。この章があることで、藻類には素人の方にもはいりやすくなっている。第2章では、著者は藻類と地球進化や地球環境の関わりを示している。内容をみると、鉄やチョークや石油の形成に関する藻類の役割、地球上の炭素循環、窒素循環、硫黄循環への藻類の役割、および藻類の生存戦略等についての解説にとどめており、地球進化・環境と藻類のよりダイナミックな関係については、3章、5章及び10章にゆだねることとなる。多分、著者は、地球と藻類のところをどのような構成にするか、相当に悩んだものと察するが、2章をこの程度にとどめたことで、読者にはその後の展開が非常にわかりやすくなったといえる。3章以降が藻類の進化の物語としての本論となる。著者は、3章で藻類という生物を生み出した初期の地球と生命の誕生について述べ、地球と生命の始まりをイメージとしてつかんでもらい、4章で地球環境を大きく変えた酸素発生型光合成を行うシアノバクテリア（藍藻類）の出現とその役割を述べたのち、非酸素発生系・酸素発生系と含む光合成反応系の多様さと進化についてわかりやすく解説し、さらに5章「真核生物・真核藻類の起源と進化」では、核とミトコンドリアの起源についての最新の仮説を紹介して真核生物のビックバン仮説へと筆をすすめ、その大部分を占めるプロティスタの重要性とその研究の必要性をつかませた上で、真核藻類の誕生・葉緑体の起源へとつなぐという、心憎いまでもの見事な筆の展開をしている。読者には、2章から5章までは、一気に読



東海大学出版会、
A5変型判、504
頁、2006年、定
価 3,990円（税
込）、ISBN
4-486-01644-0

んでいただくことを薦めたい。6章では、地球進化と生命進化からひとまず離れ、藻類の分類と生活環について基本的な特性を解説している。光合成色素、葉緑体、貯蔵物質、ミトコンドリア、鞭毛・基底小体・ハプトネマ、光受容装置、生活環の多様性、系統性と機能についての最新の知見をわかりやすく解説し、問題となっている点を紹介している。この章でひとまず、おだやかな解説内容で読者を安心させておいたのち、7章の「藻類の多様化をもたらしたもの」で、再び、藻類の（＝著者の）激しくダイナミックな側面を見せつける。「五界説の向こう側」「滅び行く核：ヌクレオモルフ」「さまよえる葉緑体」「進行する葉緑体強奪」「のどに刺さった骨モデル」「半藻半獣モデル」等の強烈な言葉が各小項目の見出しをかざり、最新の研究であきらかになってきた真核生物系統進化の姿を多くの読者に知らしめたいという著者の叫びが聞こえる章である。また、この章で、思う存分に雄叫びをあげておいて、次章（8章）で、真核生物・真核藻類の最新の系統的な姿をしめすという構成は、実に見事である。8章の内容は真核生物・真核藻類の系統についての多くの最新の説をレビューし、総合的にまとめ上げた非常に高度なレベルのものであり、著者の能力と努力に、深い敬意を表したい。五界説ではとらえきれない、真核生物・真核藻類のダイナミックでかつ複雑な系統進化の姿が示され、六界説あるいは八界説とする現在の分類体系が紹介されている。読者には、7章、8章で真核生物の複雑な構成の中で真核藻類を研究する学術的意義をつかむことができるだろう。9章では、藻類の進化の頂点にある陸上植物への進化の道を示した。鞭毛装置構造、基底小体の配列、細胞分裂様式、分子系統の研究成果に基づき、陸上植物にもっとも近縁と考えられるシャジク藻綱の特性から陸上植物 LUCA (last universal common ancestor) の姿を想定し、陸上へ進出に必要となる防御機構等の必要条件を示している。本来ならば、ここで、主要な本文は終わるの

が通常であるが、著者は10章で読者を四度（よたび）地球進化と藻類の関係に導く。まとめの章としているが、正確には地球史7大事件のうち藻類出現後の第3～6に焦点をあてて地球進化と藻類の関わりあいを解説した章である。特に、著者は、P T境界から現在にいたる2億5千万年の間の地球上でどんな事件が進行して現在の藻類世界と地球環境が形成されたかを再構築する、という試みにチャレンジしているが、ここで展開する論述の理解には、どうしてもこれまでの章で解説した知見が必要となる。著者は本書のこのような全体構成に読者がふりまわされるのではないかと懸念しているが、この構成であるがゆえに「藻類30億年の自然史」という本題をしっくりさせることができ、単なる藻類史ではないことが明確になっている。そして、それが故に、通常の教科書とちがって、一気に読むことができる書となっているといえる。

最終章の11章「ナチュラル・ヒストリー再び」で、藻類と原生生物の多様性研究が必要であり、その研究は丁度ダーウィンやウォーレスが大型の動植物の発見から斬新な進化説を提供していた時代に相当することを示している。藻類の研究には夢とロマンのみちた世界が大きく広がっていることがわかる。

環境分野で長い間研究を推進してきたことから、多くの分野の研究者とつきあっているが、生物学の他の分野の研究者はもちろんとし、地球科学、土木工学、原子力工学等幅広い分野の友人から本書を買って読んだという話をきくことが多い。著者が意図した多くの人に読ませる本を書くという目的は十分に達成していると言える。まだ本書を読んでいない方には是非購入し、しかも一気に読んでいただくことを薦める。

（筑波大学大学院生命環境科学研究科 渡邊 信）

藻類30億年の自然史

藻類からみる生物進化

井上 勲 著

A5変型判 504頁 定価3990円

本書は、藻類という生物がおおよそ30億年という時を刻み、様々な多様化を遂げてきたこと、そして地球と生命の進化に深く関わってきたことについての物語である。研究者から初学者まで「藻類」のすべてがわかる一冊である。



国立科学博物館叢書①

日本の博物図譜—十九世紀から現代まで

国立科学博物館 編

B5判 128頁 上製本 定価2730円

国立科学博物館主催の「企画展 日本の博物図譜—十九世紀から現代まで」（2001年10月6日～11月11日）の展示品である多くの博物図譜を紹介し、日本の博物図譜の系譜について解説する。博物図譜を描いた人たちにまつわるエピソードなども収録するとともに、国立科学博物館所蔵の博物図譜をはじめとして、初公開の多数の図譜が含まれており、自然史学や美術史の観点から見て大変貴重な資料となっている。

国立科学博物館叢書②

アンモナイト学—絶滅生物の知・形・美

国立科学博物館 編／重田康成 著

B5判 164頁 上製本 定価2100円

本書は国立科学博物館主催の特別企画展「化石の美と科学」（2001年12月4日～2002年2月17日）に合わせて企画・出版された。5つの章から構成され、アンモナイトの語源、殻の造り、進化、生物学、調べ方、採集方法などについて紹介する。

国立科学博物館叢書③

標本学—自然史標本の収集と管理

国立科学博物館 編

B5判 260頁 上製本 定価2940円

自然史標本の収集方法や保存・管理方法に関する総合的な手引き書。動物、植物、化石、古人骨、岩石・鉱物の専門家が標本に関する様々な課題を詳細に解説。自然史系博物館の学芸員や自然史を研究する人たちが、そして自然史に興味をもつ人たちにとって必携の書。

国立科学博物館叢書④

日本列島の自然史

国立科学博物館 編

B5判 352頁 上製本 定価2940円

国立科学博物館が日本列島の自然の実態を調べるために1967年～2001年までの35年にわたって取り組んできたプロジェクトである「日本列島の自然史科学的総合研究」の成果をまとめたもの。日本列島の多様な自然についての最新の見方・情報を広く一般に紹介する。

国立科学博物館叢書⑤

日本産鉱物型録

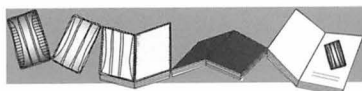
松原 聡、宮脇律郎 著

B5判 168頁 上製本 定価2520円

2006年、神戸にて開催される国際鉱物連合総会を記念して刊行された「日本産鉱物型録」。日本産鉱物1139種をアルファベット順に並べ、英名、理想化学式、和名、晶系、文献や分析値などの最新情報が加えられている。日本産新鉱物、稀産鉱物などには産地を記載。

東海大学出版会

〒257-0003 神奈川県秦野市南矢名3-10-35 東海大学同窓会館内 <http://www.press.tokai.ac.jp/>
Tel. 0463-79-3921 Fax. 0463-69-5087
表記の価格は税込みです。



書評・新刊紹介

宮道慎二・奥田 徹・井上 勲・後藤俊幸 他編

微生物の世界 The World of Microorganisms

写真集の命は言うまでも無いが写真の質である。私の専門に関係したところでも、外国で微細藻類の写真集が出版されたことがあるが、大抵は一個人の写真を集めたもので、そのせいかわざわざ質の高い写真までが含まれていることがある。本として出版するためにまとめた数の写真を用意しようとするために仕方の無いことでもあり、実際自分で微生物の写真を撮ってみるとわかるが、他人に自慢したくなるような、「これは！」と思える写真はそうそう撮れるものではない。しかるにこの写真集は、掲載されている 1005 枚のほとんどの写真の質が高いし、専門性を超えて微生物の美しさを芸術的に表現したものも多い。それは世界 16 カ国、240 名もの専門家がそれぞれ自信作と思う写真を提供したからなのであろう。最良のものを作りたいという思いのもとに、これだけの専門家に写真を依頼し、取りまとめた 1 冊の本として世に送り出された編集委員長の宮道慎二氏、そして編集委員諸氏の努力にまずは敬意を表したい。5 年の歳月がかかったというのも頷ける話である。編集者の微生物への熱い思いが伝わってくる 1 冊である。

そのカバーする範囲の広さも本書の大きな特徴である。本書で扱う「微生物」は、細菌類のみならず真核生物そしてウイルスにまで及んでいる。本書の構成を紹介しよう。第 I 部「原核生物」、第 II 部「菌類」、第 III 部「微細藻類」、第 IV 部「ウイルス」の 4 部構成である。各部の最初には要を得たグループの特徴と分類体系の解説がある。私たちに関係の深い、「微細藻類」の部では筑波大学の井上勲氏が解説を担当されている。原核生物では、「グラム陰性菌」「グラム陽性菌」「アクチノマイセス類」「極限環境微生物」という項目の下に各生物の写真が紹介される。生物そのものだけでなく、生育場所や培養の様子の写真もあつて、参考になるし楽しい。菌類の部は、「ツボカビ類・接合菌類」「子囊菌類」「担子菌類」「偽菌類など」という構成になっている。個人的には菌類というのは美しい生き物だと思っていたがそれを再認識させてくれ



筑波出版会、A4
判上製、230 頁
(オールカラー)、
定価 12,600 円
(税込)、ISBN
4-924753-56-4
C3645

る内容である。「微細藻類」の項では、ランソウ類（実は第 I 部のグラム陰性菌の項に、より多くの写真がある）、紅藻類、クリプト藻類、クロララクニオン藻類、緑藻類、不等毛藻類、ユーグレナ藻類、渦鞭毛藻類の姿が紹介される。それに引き続いて「その他の原生生物」として、襟鞭毛虫類、キネトプラスチダ類などのいわゆる原生動物として分類されてきた生物たちが紹介される。藻類学会員としては微細藻類が多様で美しいことは十分認識しているが、それでも本書を見てその思いはさらに強くなる。最後にウイルス。真の「生物」として認定されないこともある存在ではあるが、電子顕微鏡下で見る彼らの多様さはある種感動的である。

「微生物」はホットな研究対象である。生命の起源、生物進化、細胞進化、極限環境生物学など多くの研究領域は微生物ぬきには語れない。論文で名前だけは目にする生物の姿を本書の中に発見することも多いだろう。本書は微生物の多様な姿をそれぞれの専門家が高度な技術を駆使してベストな状態で私たちの前に提示してくれている。できるだけ多くの人の手元に置いて欲しい本である。そして是非とも「微生物の世界」を楽しんで欲しい。

(北海道大学大学院理学研究院 堀口健雄)

ご出版の予定をお持ちの会員へ

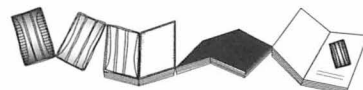
2006 年に出版された、もしくは来年の出版を予定されている御著書の情報をお寄せください。

必要事項：①書名、②著者名、③出版社、④サイズ、⑤頁数、⑥出版年、⑦定価（税込）、⑧ ISBN

情報提供先：〒305-0005 つくば市天久保 4-1-1 国立科学博物館植物研究部 北山太樹

「藻類書評・新刊紹介」係

Fax: 029-853-8401, E-mail: kitayama@kahaku.go.jp



会員異動・入会案内他

自動振替による会費納入のお願い

日本藻類学会会員各位

日本藻類学会・庶務幹事（会員担当） 神谷充伸

当学会はこれまで、会費納入方法につきましては郵便振替による振込みのみとなっており、毎年ご不便をおかけしてまいりましたが、2006年度より金融機関（銀行、信用金庫または郵便局の預貯金口座）からの自動振替が可能となりました。会員管理事務の効率化と経費削減につながりますので、ぜひ自動振替による会費納入をご検討いただきますよう宜しくお願い申し上げます。なお、事務手続き上、外国会員につきましては従来通りクレジットカードによる、また学生会員につきましては郵便振替による振込みのみとさせていただきますので、悪しからずご了承ください。ご不明の点等がありましたら、下記事務局までご連絡いただきますよう、よろしくお願い申し上げます。

【金融機関自動振替をご希望の方（普通会员・団体会員・賛助会員対象）】

和文誌「藻類」53巻2号に同封しました預金口座振替依頼書に、必要事項をお書き込みの上（銀行、信用金庫の場合は2ヶ所、郵便局の場合は1ヶ所忘れず捺印して下さい。依頼書をお持ちでない方は下記の連絡先までご請求願います。自動振替の引き落とし手数料は150円（税別）となっておりますが、自動振替の促進のため、新規申し込みの年次は学会の負担とさせていただきます。なお、2007年度の自動振替はすでに締め切っておりますので、2008年度からの適用となります。2006年度およびそれ以前の会費未納分につきましても、下記事務局までご連絡いただければ自動振替による振込が可能です。

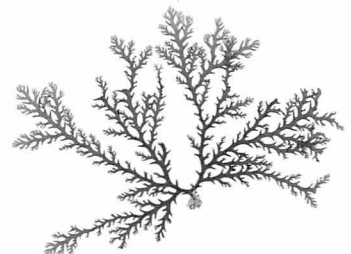
※ご注意：残額不足などの理由により、振替指定日にご指定の口座から振替できなかった場合は、後日郵便振替票をお送りしますので、お近くの郵便局で振込みをお願いいたします（振込み手数料をご負担下さい）。

【郵便局での振込みをご希望の方】

自動振替をお申し込みいただいた会員以外には、12月上旬に郵便振替票をお送りしますので、お近くの郵便局で振込みをお願いいたします（団体会員・賛助会員は銀行振込みでも結構です）。従来通り、振込み手数料をご負担下さい。

【お申込み・お問い合わせ先】

〒917-0003 福井県小浜市学園町1-1 福井県立大学 神谷充伸 宛
Tel & Fax : 0770-52-9606 E-mail: jsp@wwwsoc.nii.ac.jp



日本藻類学会の入会申込みについて

日本藻類学会に入会を希望される方は、学会ホームページ (<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsp/Welcome.htm>) の「入会案内」から入会申込書 (Microsoft Word ファイル) をダウンロードし、必要事項を記入の上、電子メールに添付して会員事務担当 (神谷充伸 jsp@wwwsoc.nii.ac.jp) まで送付してください。記入の際は同ホームページにアップしてあります記入例をご参照ください。ホームページをご覧いただけない方は、以下の項目をご記入の上、コピーして会員事務担当に郵送してください。該当する会員種別の年会費 (普通会员 8,000 円, 学生会員 5,000 円) は郵便振替でお支払いいただきますようお願いいたします。なお、普通会员に限り、2 年目以降は会費の自動振替がご利用できますので、ご希望の方は会員事務担当までご連絡ください。

- 入会申込書送付先 jsp@wwwsoc.nii.ac.jp
- 会 費 払 込 先 郵便振替 口座番号 : 01640-8-2747
加入者名 : 日本藻類学会

申し込み年月日 : 年 月 日
 入会希望年度 (新年度は 1 月から) : 年度
 氏名 (日本語) :
 氏名 (英語) :
 所属機関名 (日本語) :
 所属機関名 (英語) :
 所属住所 (日本語) : 〒
 所属住所 (英語) :
 所属電話 :
 所属 Fax :
 所属 E-mail :

- 自宅に会誌送付を希望される方は、以下の項目をご記入ください。

自宅住所 (日本語) : 〒
 自宅住所 (英語) :
 自宅電話 :
 自宅 Fax :
 自宅 E-mail :

- 以下の項目に関して、該当しない選択肢を消去してください。

【会員の種類】 ☐ 普通会员 (8,000 円) ☐ 学生会員 (5,000 円)

※学生会員の場合は、郵便振替用紙の通信欄に指導教官の署名をお願いします。

【会誌の送り先】 ☐ 所属先 ☐ 自宅

-
- ・会誌および名簿に公開を希望しない項目がありましたら、項目の先頭に「x」をご記入ください。
 - ・数字は半角で入力してください。

編集後記

今号こそは古の企画を復活させて誌面充実を果たさねばと思いながら、諸々の締切りに迫いまくられた挙げ句、時間切れ試合終了、否、編集終了となってしまう、反省しきりです。そんななか、前号の「遊藻子」欄にご登場いただいた新村巖先生から温かい励ましのお葉書をいただきました。山口愛果さんの参加記を 1 頁にまとめるための苦肉の策のコラムでしたが、無断掲載にもかかわらず「45 年の会員期間中でスター? なみのデビュー記事にすっかり感激しました」との御言葉に恐縮するとともに、次号への意欲がわらわらと湧いてまいりました。(編)

賛 助 会 員

北海道栽培漁業振興公社 (〒 060-0003 北海道札幌市中央区北 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 (〒 085-0467 北海道釧路市阿寒町阿寒湖温泉 1-5)

全国海苔貝類漁業協同組合連合会 (〒 273-0017 千葉県船橋市西浦 3-2-2)

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 2-5-60)

マイクロアルジェコーポレーション株式会社 (〒 500-8148 岐阜市曙町 4-15)

(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)

(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 38-1)

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)

共和コンクリート工業株式会社 (〒 060-0808 札幌市北区北 8 条西 3 丁目 28 札幌エルプラザ 11 階)

総合科学株式会社 (〒 540-0024 大阪市中央区南新町 1-4-8)

(株) 環境総合テクノス (〒 541-0052 大阪府大阪市中央区安土町 1-3-5)

表紙写真の説明

作品名：「クリスマスツリー」

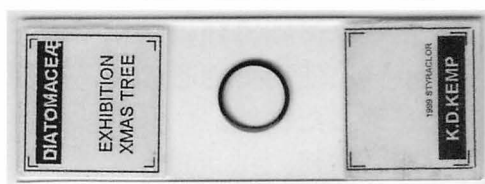
材 料：珪藻の被殻（約 100 個がスライドグラス上に配置されている。右上の写真）

制作者：Klaus D. Kemp（右下の写真）

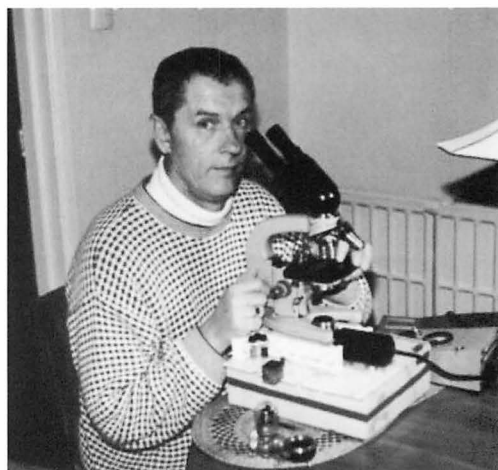
(Microfile Services, Blautannen, Wickham Way
East Brent, Somerset, England TA9 4JB)

特殊な極微遠隔操作装置を駆使し、これまで 500 点に及ぶ美しい珪藻アートを製作した珪藻職人。今回、右の肖像写真の使用許可をお願いしたところ、快諾とともに「市場参入が困難に思えるほどの日本の珪藻研究の優秀さとコレクターの多さに驚いている」とのコメントを頂いた。Kemp 氏の素晴らしい作品の数々は下記のウェブサイト "Microlife Services - Diatom Specialist" で鑑賞することができる：
<http://www.diatoms.co.uk/>

Front cover photo: "Xmas Tree", a microscopic Christmas tree constructed of ca. 100 diatom frustules. A diatom artist, Mr. Klaus D. Kemp, produced over five hundred of diatom art works with impact using his own special micromanipulator. You can see his beautiful micro-world in his web site: <http://www.diatoms.co.uk/>.



表紙作品のスライドグラス。10 年程前に浜野顕微鏡 (☎ 03-3811-4373) から購入したもの。



水域環境の総合コンサルタント



潮間帯生物調査



海浜植物調査



同定・分析



プランクトン調査



ベントス調査



河川生物調査



卵稚仔調査

FUDECO 芙蓉海洋開発株式会社

<http://www.fuyokaiyo.co.jp/>

本社: 〒111-0051 東京都台東区蔵前3-15-7 TEL:03-5820-1181 FAX:03-5820-1225

芝浦技術センター・三重センター・九州センター・北陸センター

北海道営業所・東北営業所・中部営業所・長崎営業所・沖縄営業所・有明事業所

海産微細藻類用培地

<特徴>

- ◎ 多彩な微細藻類に使用できる。
- ◎ 手軽に使用できるので、時間と労力の節約。
- ◎ 安定した性能。
- ◎ 高い増殖。
- ◎ 精製水に溶かすだけで、手軽に使用できる。

IMK 培地
は、多種多様な微細藻
類に使用可能な培地です。人
工海水 SP は、海水の成分が自
然に近い形で混合されており、
精製水に溶かすだけで使
用できます。

ダイゴ IMK 培地

100 L 用× 10 398-01333
1000 L 用× 1 392-01331

微細藻類に共通して使える培地です。
生育に必要な成分が含まれています。

ダイゴ人工海水 SP

1 L 用× 10 395-01343

海水 SP の成分が自然に近い形で混合
されています。

お客様のご要望に応じた培地も特注でお受け致します。

製造 日本製薬株式会社 ライフテック部
大阪府泉佐野市住吉町 2 6 番
〒598-8558 TEL 072-469-4622

販売 和光純薬工業株式会社
大阪府中央区道修町三丁目 1 番 2 号
〒541-0045 TEL 06-6203-3741
東京都中央区日本橋四丁目 5 番 1 3 号
〒103-0023 TEL 03-3270-8571

URL <http://www.nihon-pharm.co.jp/lifetech/>

事業所のご案内



ISEBU Service Station

お客様の多様な印刷・出版ニーズに迅速で
きめ細かいサービスを提供する営業
センター

〒305-0005 茨城県つくば市天久保2-11-20
Tel.029-851-2515 Fax.029-852-8501
ss@isebu.co.jp
営業時間:9:00~17:30



ISEBU Printing Station

最新鋭のデジタルワークフローでデザイン・
編集から印刷・製本までの一貫生産を行う
印刷工場

〒305-0812 茨城県つくば市東平塚389
Tel.029-856-4166 Fax.029-856-4147
ps@isebu.co.jp
営業時間:9:00~17:30



ISEBU Digital Station

「必要なときに必要な部数だけ」印刷する
オンデマンド印刷をはじめ、Web制作、
CD-R、電子出版など、マルチメディア
対応型のアンテナショップ

〒305-0003 茨城県つくば市桜2丁目53-3
Tel.029-850-6200 Fax.029-850-6601
ds@isebu.co.jp
営業時間:10:00~19:00

 **ISEBU**
株式会社 イセブ
www.isebu.co.jp/

Digital

デジタル・コミュニケーション・ワークフロー



私たちイセブは、筑波研究学園都市を中心とする
地域で培ったお客様との信頼関係を礎に、お客様
一人ひとりに最適な印刷ソリューションのご提案を
めざしています。高品位な学術書、論文集等にすぐれ
た編集ワークとクリエイティブなビジュアル提案が
可能なデザインワークを特長とする制作部門に、
フルデジタル化によるワークフローを構築。完成し
たデジタルデータをCTPシステムでダイレクトに
刷版出力することで、印刷・製本工程とあわせて迅速
な生産体制を確立し、高品質の印刷物をスピーディ
かつ低価格でご提供しています。

多様化する印刷・出版ニーズに
優れた瞬発力でお応えします



最新鋭の設備が約束する 確かな印刷技術革新

プリプレス&プレス・ワークフロー

私たちイセブでは、最新鋭の印刷設備をライン
ナップし、幅広い商品ニーズに高品質・短納期・
低コストでお応えしています。二〇〇三年には
ハイデルベルグ社製のスピードマスターを導入。
最先端のデジタル制御技術と卓越したオペレータ
による厳しいチェック体制が、つねにハイグレイ
ドな印刷品質をお約束します。また、個人ユーザー
による自分史や詩歌集、学術論文など、モノクロを
主体とする小ロットの印刷媒体には、デジタル
データから直接印刷するオンデマンド印刷や紙版
CTPでフレキシブルに対応しています。



Products

新刊

小林 弘 珪藻図鑑

H. Kobayashi's Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy

小林 弘 出井雅彦・真山茂樹 著 B5 判上製・総頁 596 頁・定価 35700 円
南雲 保・長田敬五

本書は、小社発行の「日本淡水藻図鑑」(1972) に所収されるべき珪藻の分類学の成書として長く刊行が待たれていた待望の書である。斯界の第一人者、故小林弘博士の名を冠する。プレートとその解説をはじめとし、特殊な用語が多く使われる珪藻の殻構造の解説を電顕写真や線画を添えて分かりやすく示した。分類体系には最新の研究成果を盛り込む。用語の英語、日本語、ラテン語の一覧表や、学名と和名の対照表などを付し読者の便宜を図った。

【内容目録】凡例／新分類群・新組み合わせ・新用語／収録分類群一覧／珪藻の殻構造と用語
／珪藻用語対照表／珪藻分類体系／和文解説／欧文解説と図版／属の学名・和名
対照表／引用文献／学名索引

淡水珪藻生態図鑑

群集解析に基づく汚濁指数 DA_{lpo}, pH 耐性能

渡辺 仁治 編著 浅井一視・大塚泰介 著 B5 判上製・総頁 784 頁・定価 34650 円
辻 彰洋・伯耆晶子

日本のみならず世界各地から約 1500 のサンプルを採集、膨大なサンプルの生態情報を処理検討し、約 1000 種の珪藻についてその結果を分かり易くまとめる。生態情報の妥当性を期するため、すべてのサンプルを統一条件下で採集し、好清水か好汚濁か＝きれいな水を好むのか、汚れた水を好むのか等を判断する環境指標としての珪藻群集の適性を、多くの図版で具体的に示す。

総論 珪藻研究の歴史／環境指標としての珪藻群集／湖沼、河川共通の水質汚濁指数 DA_{lpo}／珪藻の生活様式／試料の採集／試料の処理と検鏡／形態(種の同定に関わる特性要素) 写真編 I 中心目(Centrales)の分類 II 羽状目(Pennales)の分類 II A 無縦溝亜目(Araphidineae)の分類 II A ディアトマ科(Diatomaceae) II B 有縦溝亜目(Raphidineae)の分類 II B₁ ユーノチア科(Eunotiaceae) II B₂ アクナンテス科(Achnantheaceae) II B₃ ナビクラ科(Naviculaceae) II B₄ エピテミア科(Epithemiaceae) II B₄ ニチア科(Nitzschiaceae) II B₅ スリレラ科(Surirellaceae) 学名総索引 事項索引

日本淡水藻図鑑

廣瀬 弘幸 編集 B5 判上製・総頁 960 頁・定価 39900 円
山岸 高旺

創案以来 10 余年を費やして完成した労作。
斯学の権威がそれぞれの専門分野を担当し、網羅的にまとめた貴重な図鑑。

〔本書の特徴〕

・全巻にわたり原則として図を左ページに、それらの記載を右ページに配し、図と記載とが一見して対照できるように工夫配列。

・各綱について、その中の目・科・属の分類学的特徴を図などを用いて、わかりやすく説明し、詳細な検索表を付す。

・各属内の種の検索表には、図や記載のページを示し、また図や記載ページには検索表ページを付して、どちらからでも利用できる。

・種については図とそれぞれの特徴、国内の産地、世界的な分布を記し、特記すべき事項は備考として付す。

・随所に淡水藻の特別な種についての特徴、生殖法、または稀産種の産地、産状、分布、淡水藻の利用法、諸外国の著名な藻学者の小伝などをノートとして挿入。

・明治初期以来の日本淡水藻の分類学的研究を中心とする文献を網羅する。採集と研究法、略史も付した。

・巻末には学名、和名、術語の詳細な索引を付しているが、それらの記載ページ、検索表ページなどはそれぞれ字体を変えて示し、利用の便をはかっている。

表示の価格は税込定価(本体価格+5%)です。

〒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

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

各号、会員価格 1,750 円、非会員価格 3,000 円；30 巻 4 号（創立 30 周年記念増大号、1-30 巻索引付き）のみ会員価格 5,000 円、非会員価格 7,000 円；欠号 1-2 巻全号、4 巻 1, 3 号、5 巻 1, 2 号、6-9 巻全号。

2. 「藻類」索引

1-10 巻、会員価格 1,500 円、非会員価格 2,000 円；11-20 巻、会員価格 2,000 円、非会員価格 3,000 円；1-30 巻（創立 30 周年記念）、会員価格 3,000 円、非会員価格 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・追悼及び国内外の藻類学者より寄稿された論文 50 篇（英文 26 篇、和文 24 篇）を掲載。価格 7,000 円。

4. 日米科学セミナー記録

Contributions to the systematics of 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 篇の研究報告（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。

2006 年 11 月 5 日印刷

2006 年 11 月 10 日発行

© 2006 Japanese Society of Phycology

日 本 藻 類 学 会

編集兼発行者

北山太樹

〒 305-0005 つくば市天久保 4-1-1

国立科学博物館植物研究部

Tel 029-853-8975

Fax 029-853-8401

E-mail kitayama@kahaku.go.jp

禁 転 載
不 許 複 製

印 刷 所

株式会社イセブ

〒 305-0005 つくば市天久保 2-11-20

Tel 029-851-2515

Fax 029-852-8501

Printed by Isebu Inc.

発 行 所

日本藻類学会

〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

神戸大学内海域環境教育研究センター

Tel & Fax 078-803-5781

藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôrui)

第54巻 第3号 2006年11月10日

目次

日本藻類学会第31回大会のお知らせ

菊地則雄・二羽恭介 東京湾多摩川河口干潟における絶滅危惧種アサクサノリ（紅藻）の生育状況と
その形態 149

山砥稔文・坂口昌生・岩滝光儀・松岡数充 長崎県薄香湾における有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella*
3種の出現状況と増殖特性 157

藤田大介・新井章吾・村瀬昇・東出幸真 舳倉島の露出海岸と遮蔽海岸における海藻の垂直分布と
带状構造 165

藻場の景観模式図

寺脇利信・新井章吾：22. 富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロック 173

藻類学最前線

内藤佳奈子：海洋微細藻類に果たす微量鉄の役割 - 赤潮発生から地球環境問題まで - 177

英文誌 (Phycological Research) 54巻1号・2号掲載論文和文要旨 181

学会録事 187

書評・新刊紹介 188

会員異動・入会案内他 191