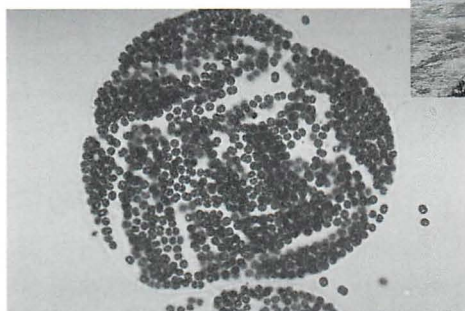
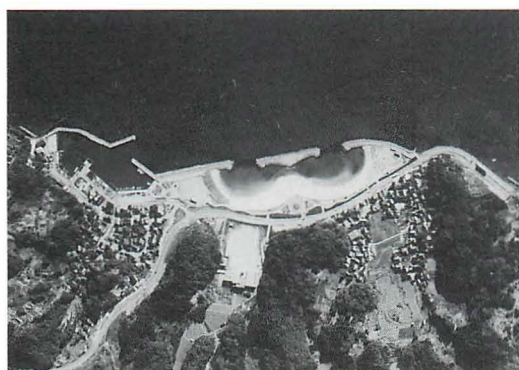


藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôrui)

第46巻 第3号 1998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、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物 *Phycological Research* (英文誌) を年4回、「藻類」(和文誌) を年3回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費7,000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12,000円、賛助会員の会費は1口20,000円とする。

問い合わせ、連絡先：(庶務) 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸大学生物学教室 真山茂樹(TEL 0423-29-7524 (FAX 兼用), e-mail mayama@u-gakugei.ac.jp), (会計) 〒108-0075 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学藻類学研究室 田中次郎(TEL & FAX 03-5463-0526, e-mail jtanaka@tokyo-u-fish.ac.jp), (入退会、住所変更、会費) 〒690-8504 島根県松江市西川津町1060 島根大学教育学部生物 大谷修司(TEL 0852-32-6306(FAX 兼用), e-mail ohtanish@edu.shimane-u.ac.jp)

和文誌「藻類」への投稿：〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻 堀口健雄 (TEL 011-706-2738, FAX 011-746-1512, e-mail horig@sci.hokudai.ac.jp)

英文誌 *Phycological Research* への投稿：〒657-0013 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学内海域機能教育研究センター 川井浩史(TEL 078-803-0552, FAX 078-803-0488, e-mail kawai@kobe-u.ac.jp)

1997-1998 年役員

会 長：石川依久子 (海洋バイオテクノロジー研究所)

庶務幹事：真山茂樹 (東京学芸大学)

庶務幹事：大谷修司 (島根大学) (会員事務担当)

庶務幹事：出井雅彦 (文教大学) (渉外担当)

会計幹事：田中次郎 (東京水産大学)

評 議 員：有賀祐勝 (東京水産大学)

中原紘之 (京都大学)

藤田善彦 (福井県立大学)

藤田雄二 (長崎大学)

市村輝宣 (北海道大学)

井上 勲 (筑波大学)

川口栄男 (九州大学)

川井浩史 (神戸大学)

前川行幸 (三重大学)

増田道夫 (北海道大学)

中野武登 (広島大学)

野崎久義 (東京大学)

奥田一雄 (高知大学)

嵯峨直恆 (東海大学)

月館潤一 (東北区水産研究所)

渡辺 信 (国立環境研究所)

吉崎 誠 (東邦大学)

和文誌編集委員会

委 員 長：堀口健雄 (北海道大学)

実行委員：鯉坂哲朗 (京都大学)

藤田大介 (富山県水産試験場)

飯間雅文 (長崎大学)

出井雅彦 (文教大学)

井上 勲 (筑波大学)

北山太樹 (国立科学博物館)

峯 一朗 (高知大学)

村上明男 (神戸大学)

南雲 保 (日本歯科大学)

佐藤輝夫 (札幌清田高校)

洲崎敏伸 (神戸大学)

委 員：藤田雄二 (長崎大学)

堀 輝三 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

片岡博尚 (東北大学)

大野正夫 (高知大学)

岡崎恵視 (東京学芸大学)

高村典子 (国立環境研究所)

渡辺 信 (国立環境研究所)

横浜康継 (筑波大学)

日本藻類学会第23回大会 山形・1999年3月 第2回案内

日本藻類学会第23回大会を下記の通りに開催致します。ふるってご参加下さるよう、ご案内致します。

1. 日程

平成11年3月27日(土) 編集委員会・評議員会
平成11年3月28日(日) 公開講演会・口頭発表
平成11年3月29日(月) 口頭発表・特別シンポジウム・総会
平成11年3月30日(火) 口頭発表・エキスカッション(4月1日まで)

2. 会場

山形大学(小白川キャンパス)教養教育棟2号館(大会)・理学部先端科学実験棟大講義室(講演会)・大学会館生協食堂(懇親会)等

3. 費用

大会参加費 6,000円(学生4,000円)
懇親会費 6,000円(学生4,000円)

4. 参加・発表申込

- (1)参加者は発表の有無または共同発表の有無に関わらず各自本誌綴じ込みの参加申込票に必要事項を記入の上、下記の大会準備委員会宛に申込んで下さい。
- (2)発表される方(演者のみ)は発表要旨の原稿を締切期日までに大会準備委員会宛にお送り下さい。発表日時を電子メールでお知らせしますので、電子メール・アドレスをお持ちでない方は返信用官製ハガキ(宛名記入)を同封して下さい。
- (3)参加費用は本誌綴じ込みの郵便為替用紙を使って送金して下さい。
- (4)参加申込票の送付と参加諸費用の送金は1999年1月10日(必着)、発表要旨原稿送付の締切は1月25日(必着)です。
- (5)送金先は「郵便振替口座：日本藻類学会第23回大会準備委員会 口座番号：02210-8-82182」です。

5. 大会準備委員会

大会会長 高橋永治(前山形大学教授)
準備係 山形大学理学部生物学科(原慶明, 菱沼佑ほか)
連絡先 990-8560 山形市小白川町1-4-12 山形大学理学部生物学科内
日本藻類学会第23回大会準備委員会
電話：023-628-4610(原)または4615(菱沼)
FAX：023-628-4625
e-mail：hara@sci.kj.yamagata-u.ac.jp
送金先 郵便振替口座番号 02210-8-82182
日本藻類学会第23回大会準備委員会

6. 評議員会・編集委員会

評議員会および編集委員会は教養教育1号館2階第1会議室（地図参照）で開催致します。

編集委員会：1999年3月27日（土）15：00－16：30

評議員会：1999年3月27日（土）16：30－18：00

7. 発表・大会企画

山形大学の会場施設でポスター会場を確保するのが難しく、全て口頭発表となります。また、大会開催日前後に開催するワークショップや関連集会も大会準備のスタッフが不足しており、大会準備委員会の企画は見合わせました。規模・内容に依っては場所の提供が可能ですので、企画提案がありましたらこれからでもお申し付け下さい。なお、大会企画として以下の公開講演会（山形大学理学部共催）・特別シンポジウムおよびエクスカーショ（雪上藻探索会）を開催いたします。

8. 公開講演会と特別シンポジウム

(1)公開講演会を企画致しました。演題は「山形県が生んだ2人の偉大な藻類学者」とし、「アメリカの学者達が選んだ今世紀を代表する藻類学者，山内繁雄」：千原光雄氏（千葉県立博物館館長・筑波大学名誉教授）と「藻類の卵の植物発生学を開拓した藻類学者，中沢信午」安部守氏（山形大学名誉教授）です。公開講演会と同時に、山形県海藻に関する展示「山形県海藻，身近な海藻（食用を中心として）」（池原宏二氏および山形県水産試験場の協力を仰ぎます）と山形県産海藻のおしば展および海藻goodsの即売（横浜康継・斉藤宗勝両氏の協力を仰ぎます）を同時に開催する予定です。

(2)特別シンポジウム「花の遺伝子からみた藻類，藻類からみた生物の世界」を大会2日目に開催致します。演者と講演題目は以下の通りです。

長谷部光泰氏（基礎生物学研究所）：「花はどうしてできたのか？花の進化を探る」

中山剛氏（筑波大学・生物科学系）：「藻類とは何？いま広がる原生生物の世界」

会期中の特別シンポジウムですが、一般にも公開致します。

9. エクスカーション（雪上藻・温泉藻探索会）

(1)雪上藻・温泉藻探索会と題し、スキーの上級者である藻類学会会員をインストラクターとして初心者を対象にスキー教室を企画しました。

(2)場所は山形蔵王，中央グレンデ他，期日は3月30日大会終了直後から4月1日午前中まで，定員は申し込み先着15名です。費用は2泊（食事付き）で約13,000円，当日徴収いたします（傷害保険，リフト券貸しスキー代金は別）。

(3)申し込みは「エクスカーション参加申し込み」とし，氏名，所属を明記し，e-mailで山形大学大学院理学研究科，岩滝光儀宛（sk494@kdw.kj.yamagata-u.ac.jp）にしてください。詳細は別途参加者に連絡いたします。

10. 交通

会場の山形大学（小白川キャンパス）はJR山形駅から徒歩25分です。（地図参照）。関東地区からは山形新幹線（東京駅から約2時間半）が，関西地区（大阪，関西空港），東海地区（名古屋空港）と北海道地区（千歳空港）からは空路で山形空港（庄内空港は不便です）が便利です。山形空港から山形市内まで接続バスで約30分です。その他の遠距離の地区からは空路の乗継ぎで山形空港か仙台空港（山形市内までバス乗継ぎで3時間）が比較的便利です。新潟，仙台，酒田，東京からの長距離バスもあります。車では山形自動車道の山形蔵王インターから山形大学まで約5分です。但し，構内に駐車場を確保することはできません。

11. 天候

積雪はほとんどありませんが，降雪は珍しくありません。気温も氷点下近くになることがあります。足周りや防寒衣類の準備をお勧めします。

12. 宿泊

会場または駅まで徒歩で容易に行き来できるホテル・旅館を山形大学生協・トラベルカウンターが斡旋してくれます。是非御利用下さい。添付の宿泊申込案内に従い、宿泊申込票で直接生協トラベルカウンターに申込して下さい。大会準備委員会では受け付けませんので、お間違いないようご注意下さい。

13. 発表形式

- ・一般講演はすべて口頭発表です。
- ・発表は12分、質疑応答は3分です（1鈴10分、2鈴12分、3鈴15分）。
- ・35mm 映写スライドとOHPを準備し、同時映写ができるようにいたします。
- ・スライドは予め図1のように演者氏名、発表番号（大会プログラム参照）、映写順／総枚数、手前上を示す赤マークを記入しておいてください。
- ・繰り返し使用するスライドは必要回数分用意して下さい。
- ・スライドの受け渡しは各会場付近に設けますスライド受付で行ってください。
- ・OHPには人はずきませんので、投影・操作は各自で行ってください。

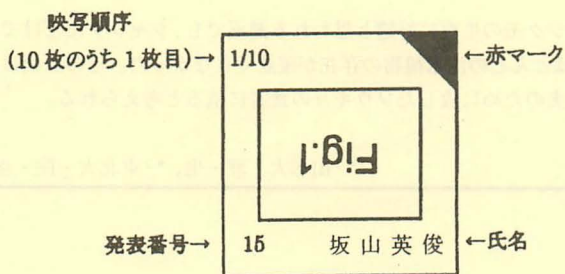


図1. 使用スライド記入例

14. 発表要旨原稿の作成要領

- ・原稿はワープロを使用し、黒字で鮮明に印字して下さい。
- ・原稿はB5用紙を用い、縦150mm、横100mmの範囲（外枠はつけない）に収めて下さい。
- ・演者氏名、演題、要旨本文、所属の順に構成し、1行目は左から12.6mm空けてから印字して下さい。この空白部に発表番号が入ります。
- ・共著の場合、演者氏名の前に○を付して下さい。また、共著者の所属が異なる場合は各著者名の右上に*印と数字を付し、所属の項目でそれらを区別して下さい。
- ・句読点は「，（コンマ）」と「。」を使用して下さい。但し、英文原稿はこの限りではありません。
- ・学名はイタリックで表示するか、下線を付して下さい。
- ・所属は（ ）でくくり、規定の範囲の最下段に印字して下さい。
- ・原稿は2/3に縮小します。縮小後も判読できるよう配慮して下さい。
- ・オフセット印刷しますので、著者校正はありません。
- ・原稿は折曲げずに、台紙を入れて郵送して下さい。
- ・公開講演会と特別シンポジウムの発表要旨は別途演者に連絡いたします。

環境および生物多様性保全の視点から、山形県下に点在する全ての湖沼を対象として、シャジクモの分布とそれらの生育状況を調査

シャジクモの生育に好適と思われる湖沼でも、シャジクモだけでなく、ほとんどの沈水植物の存在が確認できなかった。その原因は水草除去のために放したソウギョの食害に依ると考えられる。

(*¹山形大・理・生、*²東北大・院・生)

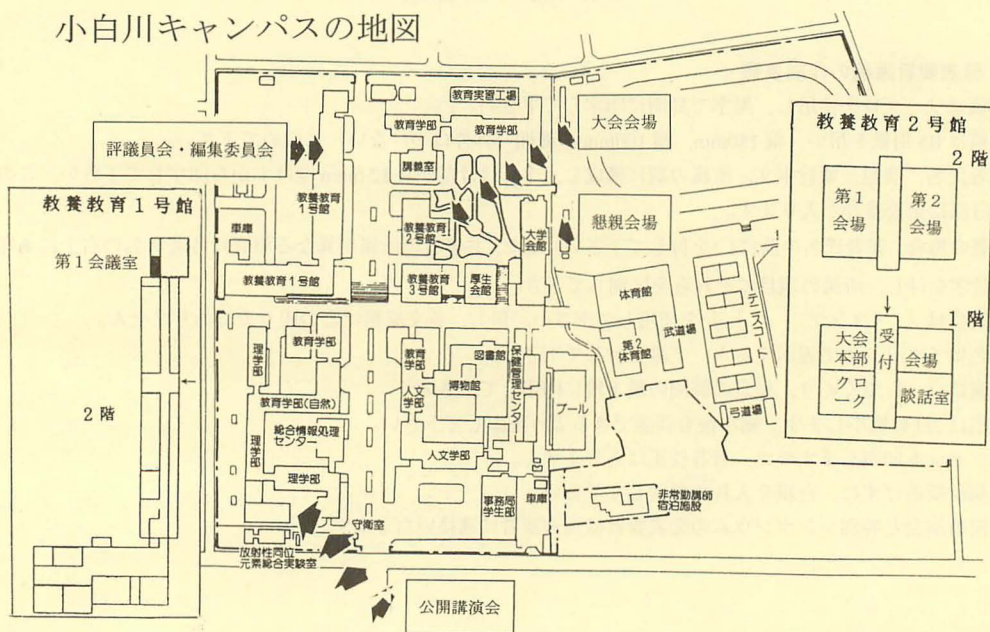
評議員会 執行委員会

教育学部

教育実習工場

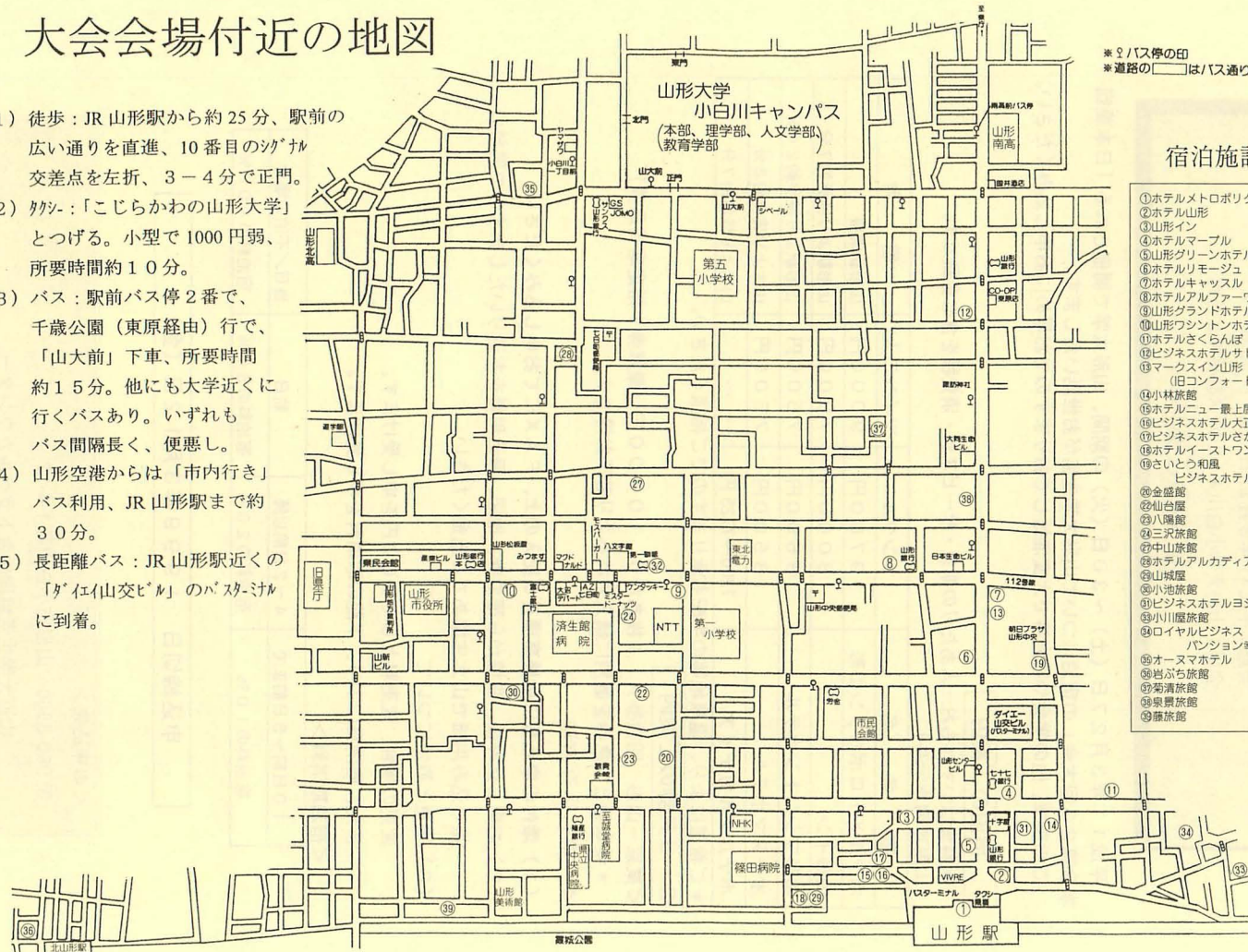
大会会場

教養教育2号館



大会会場付近の地図

- 1) 徒歩：JR 山形駅から約 25 分、駅前の広い通りを直進、10 番目のシガナル交差点を左折、3 - 4 分で正門。
- 2) タクシ：「こじらかわの山形大学」とつげる。小型で 1000 円弱、所要時間約 10 分。
- 3) バス：駅前バス停 2 番で、千歳公園（東原経由）行で、「山大前」下車、所要時間約 15 分。他にも大学近くに行くバスあり。いずれもバス間隔長く、便悪し。
- 4) 山形空港からは「市内行き」バス利用、JR 山形駅まで約 30 分。
- 5) 長距離バス：JR 山形駅近くの「ダイエー山交ビル」のバスターミナルに到着。



宿泊施設

- ① ホテルメトロポリタン
- ② ホテル山形
- ③ 山形イン
- ④ ホテルマーブル
- ⑤ 山形グリーンホテル
- ⑥ ホテルリモージュ
- ⑦ ホテルキャッスル
- ⑧ ホテルアルファウン山形
- ⑨ 山形グランドホテル
- ⑩ 山形ワシントンホテル
- ⑪ ホテルさくらんぼ
- ⑫ ビジネスホテルサトー
- ⑬ マークスイン山形 (旧コンフォートイン)
- ⑭ 小林旅館
- ⑮ ホテルニュー最上屋
- ⑯ ビジネスホテル大正館
- ⑰ ビジネスホテルさかいや
- ⑱ ホテルイーストワウン
- ⑲ さいと和風ビジネスホテル
- ⑳ 金盛館
- ㉑ 仙台屋
- ㉒ 八陣館
- ㉓ 三沢旅館
- ㉔ 中山旅館
- ㉕ ホテルアルカディア
- ㉖ 山城屋
- ㉗ 小池旅館
- ㉘ ビジネスホテルヨシダ
- ㉙ 小川屋旅館
- ㉚ ロイヤルビジネスバンシヨン幸町
- ㉛ オースマホテル
- ㉜ 岩ぶち旅館
- ㉝ 菊清旅館
- ㉞ 泉泉旅館
- ㉟ 藤旅館

日本藻類学会第23回大会

会期：平成11年3月27日（土）～30日（火）

会場：山形大学小白川キャンパス教養棟2号館

宿泊のご案内

平成11年3月27日（土）～30日（火）の期間、山形大学で開催される「日本藻類学会第23回大会」の宿泊について山形大学生協がお世話いたします。

この時季、他の学会や観光等で大変混雑しておりますのでお早めにお申し込みください。

1 宿泊のご案内

* 料金はいずれもお一人あたりの朝食・サービス料・消費税を含む金額です。

【山形市内ホテル】

宿 舎 名	シングル	ツイン二人	備 考
ホテルメトロポリタン山形	9700円	9000円	山形駅隣接
山形イン	8000円	7000円	山形駅より徒歩約7分
山形ワシントンホテル	8500円	7500円	山形駅より徒歩約20分
オーヌマホテル	8500円	7500円	山大より徒歩約3分
ホテルアルカディア	7200～7725円	———	山大より徒歩約7分

* ご希望により、温泉地等の手配も承りますのでご相談ください。

2 JR券のご案内

<東京ー山形 回数券> 1枚あたり 10600円（乗車券＋指定席特急券）

* 乗車券と特急券を個別に購入されるより若干お得です。

4 申し込み方法

（1）添付の申込書に必要事項をご記入の上、FAXにてお申し込みください。

（2）お申し込み後、生協から宿泊券、地図、振込用紙をお送りいたしますので同封の振り込み用紙で山大生協あてご送金ください。

（3）変更・取消について

変更の場合、変更料として200円を申し受けます。

また、取消日により、下記の取消料を申し受けます。

<宿泊取消料>

10日前～5日前まで	4～2日前以降	前日	当日／不泊の場合
宿泊料の10%	宿泊料の20%	宿泊料の50%	宿泊料の100%

申込締切日 1999年3月12日（金）

<お申込先>

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12

山形大学生協同組合トラベルカウンター

TEL 023-641-8661 FAX 023-632-3518

（営業時間：9時30分～17時 *土曜・日曜・祝日はお休みとなります）

日本藻類学会第23回大会参加申込票

整理番号

発表番号

(フリガナ)

氏 名：

所 属：

連絡先住所：

電 話：

FAX：

電子メール：

参加形態（該当する番号を○で囲んで下さい）

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

以下は発表する演者のみ記入して下さい。2つ以上発表する方は、この申込票をコピーして追加提出して下さい。

研究材料：1. 淡水藻 2. 海産藻 3. その他

研究分野：1. 分類・種分化 2. 系統・進化 3. 生態・植生 4. 遺伝

5. 形態・構造 6. 細胞・微細構造 7. 発生・分化

8. 分子生物 9. 生理・生体物質 10. 光合成 11. 代謝・酵素

12. その他

演 題：

氏 名（所属）（共著者のいる場合は発表者氏名の前に○を付して下さい）：

送金内訳（該当する番号を○で囲み、送金合計を算出して下さい）：

1. 大会参加費 6,000円

2. 大会参加費 4,000円（学生）

3. 懇親会費 6,000円

4. 懇親会費 4,000円（学生）

送金合計

円

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12 山形大学理学部生物学科内

日本藻類学会第23回大会準備委員会

（送付前に必ず本票のコピーをお取りください。）

（整理番号と発表番号の枠は大会準備委員会が使用致します。）

日本藻類学会第23回大会 宿泊・JR券申込書 受付: /

代表者のお名前 (年齢: 男・女) (フリガナ)	勤務先名
勤務先 TEL () -	勤務先 FAX () -
自 宅 TEL () - FAX () -	E-mail
ご案内送付先 〒 () (自宅・勤務先 *該当する方を○で囲む)	備考

<宿泊>

NO	宿泊者氏名・性別・年齢	部屋タイプ	宿泊日*希望日を○で囲む
1	(男・女)	S・TW・()	3/26・3/27・3/28・3/29
2	(男・女)	S・TW・()	3/26・3/27・3/28・3/29
3	(男・女)	S・TW・()	3/26・3/27・3/28・3/29
希望の宿舎: (第一希望)		(第二希望)	

希望の部屋タイプを○印で囲む (S:シングル TW:ツイン)

<JR券>

回数券ご利用の場合 東京ー山形 回数券 () 枚

回数券利用で指定ご希望の場合は「特急券・急行券記入欄」に希望の列車名をご記入ください。

* 回数券以外のご利用の場合は下記の乗車区間にご記入ください。

乗車日	乗 車 区 間	枚 数
	-	一般 (枚) ・ 学割 (枚)
	-	一般 (枚) ・ 学割 (枚)

* 特急券・急行券記入欄

乗車日	乗 車 区 間・列 車 名	枚数	備 考 *希望のものを○で囲む
	- (号)		自由・普通指定・グリーン／禁煙・喫煙
	- (号)		自由・普通指定・グリーン／禁煙・喫煙
	- (号)		自由・普通指定・グリーン／禁煙・喫煙
	- (号)		自由・普通指定・グリーン／禁煙・喫煙

博多湾に生育するアオサ 2 型の生殖的隔離について

平岡雅規¹・大野正夫²・川口栄男³¹ マリン・グリーンス株式会社 (799-3125 愛媛県伊予市森 728)² 高知大学海洋生物教育研究センター (781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻 194)³ 九州大学農学部水産学第二教室 (812-0053 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1)

M. Hiraoka¹, M. Ohno² and S. Kawaguchi³: A note on the reproductive isolation of two types of *Ulva* (Chlorophyta) growing in Hakata Bay. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 46: 161-165.

Two types of *Ulva* are found in the Hakata Bay, Fukuoka Prefecture, Japan. One type has large and thin thallus, being numerous found as floating thallus deep inside the bay and becoming a "nuisance alga". The other type with smaller and thicker thallus than the former grows attached to exposed rocks on the wavy shore, showing typical *Ulva pertusa* Kjellman. Although some researchers regard that floating *Ulva* are derived from thallus pieces of *U. pertusa*, the relationship between the two types of *Ulva* has still remained unresolved. In this study, crossing experiments between the floating type of *Ulva* and *U. pertusa* from Hakata Bay were carried out using the punching method, which can induce the reproductive maturation within several days by excision of small thallus tissue. In *U. pertusa* the reproductive maturation was induced in more than 90% of excised disks within three days, whereas in the floating *Ulva* maturation was induced in only about 10% of the disks within 5 days. No copulation between male and female gametes from the two entities occurred, while fertilization within each of them was successful. These results strongly suggest that the floating type of *Ulva* belongs to a different taxon from *U. pertusa*.

Key Index Words: crossing experiment-Hakata Bay-induced maturation-nuisance alga -punching method-*Ulva pertusa*

¹Marine Greens Co., Ltd., 728 Mori, Iyo, Ehime 799-3125, Japan

²Uda Marine Biological Institute Kochi University, Usa, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

³Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-0053, Japan

近年、日本各地でアオサの異常繁殖が問題になっている。この異常繁殖するアオサは浮遊して存在するため、日本沿岸に極めて普遍的に生育する *Ulva pertusa* Kjellman (アナアオサ) の藻体断片が栄養成長したものと考えられてきた。しかし、アナアオサと浮遊型アオサは次の点で異なる。生態的にアナアオサが岩礁帯の潮間帯中部域に繁茂するのに対し、異常繁殖するアオサは内湾の干潟や砂礫帯に浮遊して存在する。また、形態的にはアナアオサ藻体は比較的厚く円形に伸長するのに対し、後者の浮遊型アオサは長方形の藻体が多く、薄くて裂けやすい不定形に伸長し、大型のものは1m以上にもなる。浮遊型アオサは、フィリピン、インドなど熱帯海域の沿岸で濃密に繁茂している *U. lactuca* (Silva et al.1996, p.745-748) と形態や生態的特性が酷似しているため、*U. lactuca* の種名をあてることが考えられている (大野 1997)。一方、右田 (1985) が大村湾産アナアオサについて報告したように、形態的

に相違があるものの、浮遊型アオサはアナアオサの変異体とする考え方もあり、両者の関係については不明な点も多い。

博多湾では初夏から秋にかけて湾内の砂礫帯に浮遊型アオサが大量に増殖する。一方、博多湾の湾口から湾中央部にかけての岩礁地帯にはアナアオサが生育する。今回、それらの典型的な形態を示す2型のアオサを博多湾の湾口岩礁帯と湾内の砂礫帯から採集し、実験室内で成熟誘導を試み、さらに交雑実験を行った。

1997年8月28日、博多湾内の砂礫地帯 (Fig. 1・A) の浮遊型アオサ5個体と博多湾口の岩礁 (Fig. 1・B) に固着していたアナアオサ5個体を採集し実験室に持ち帰った。Fig. 2に示すように、浮遊型アオサは不定形でところどころ裂開し、藻体の厚さは極めて薄く (Fig. 3) 淡緑色であった。一方、岩礁に固着していたアナアオサは扇状で厚みがあり (Fig. 4)、体色も濃緑色であった。持ち帰ったアオサは付着物を取り除き、ポン

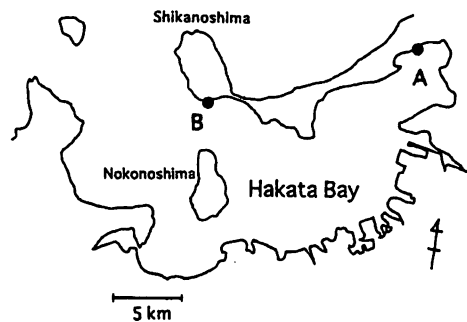


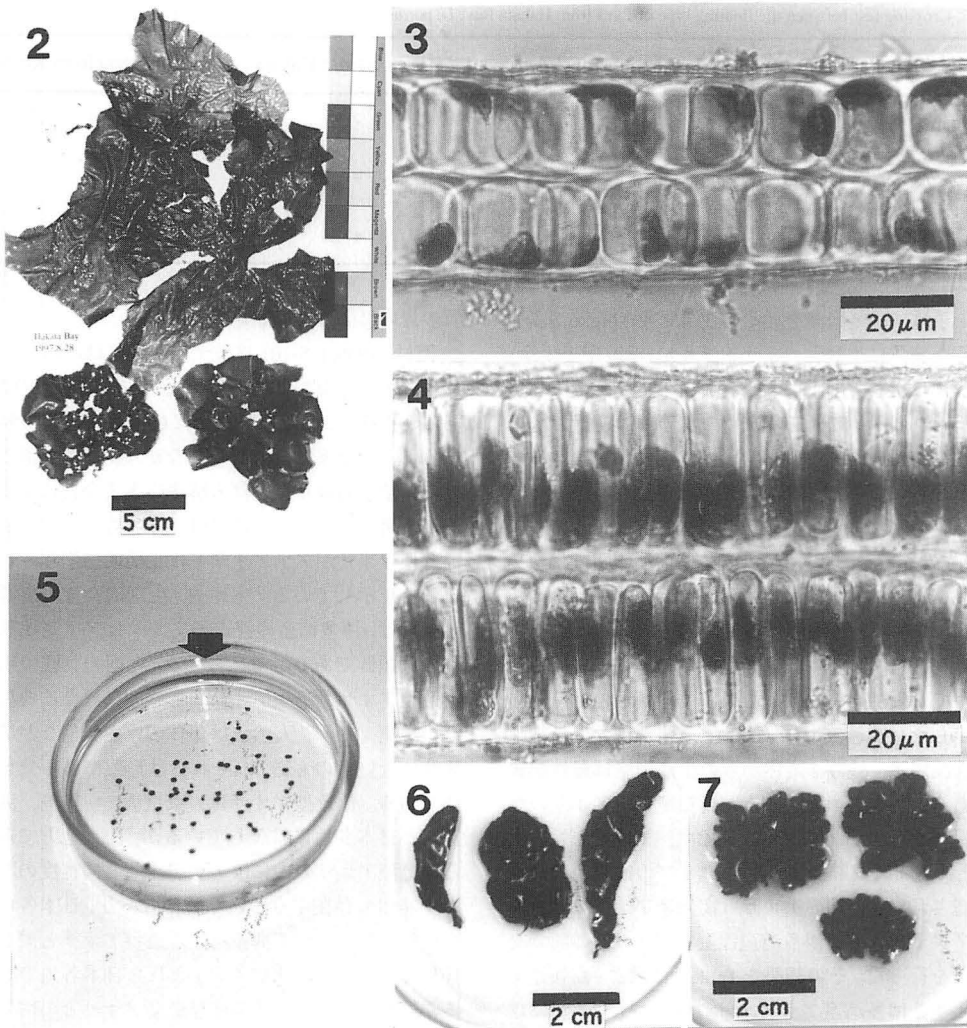
Fig. 1. Map of Hakata Bay. The floating type of *Ulva* was collected from location A, and *U. pertusa* was collected from location B.

ブでくみ上げた循環海水中（約 20℃）で維持した。数日後、藻体の細断化による成熟誘導（Hiraoka and Enomoto 1998）を試みた。この方法は、直径数 mm の口径をもつコルクボーラーでアナオサ藻体をディスク状に切り出し培養することで数日のうちに藻体ディスクに生殖細胞の形成を誘導できる。浮遊型アオサ 5 個体（サンプル番号 1 から 5）とアナオサ 5 個体（サンプル番号 6 から 10）のそれぞれの縁辺部分から直径 1.5mm の藻体ディスクを正午にコルクボーラーで 50 枚づつ切り出し、滅菌海水でよく洗浄した。50 枚の藻体

ディスクは PES 培地 20ml で静置培養した。培養条件は、白色蛍光灯 1000lux，明期／暗期＝12 時間／12 時間，明期は 6 時から 18 時，温度は 20℃に設定した。培地交換は毎日，正午に行い，同時に藻体ディスクを観察し成熟率を記録した。成熟が起こり生殖細胞を形成したディスクから，正午までに生殖細胞の放出が起こった。成熟率は，生殖細胞が形成，放出されたディスクの枚数（成熟ディスク数）を数え，切り出されたディスクの枚数（50 枚）に対する割合（％）で表わした。ディスク全体が成熟する場合が多く観察されたが，1 ディスクが部分的に成熟した場合には，3 分の 1 または 3 分の 2 のどちらか近い成熟割合に分類し，3 分の 1 または 3 分の 2 を成熟ディスク数に加えた。また，部分的に成熟した場合，自然条件下で観察される成熟と同様に未成熟部と成熟部の境界が明瞭であった。次にこの 2 型のアオサの雌雄配偶体株を確立するために，サンプル 4（浮遊型アオサ）とサンプル 7（アナオサ）から得られた 4 本鞭毛の生殖細胞（遊走子）を培養した。それぞれの遊走子は 20 ml PES 培地入りのガラスシャーレ（幅 9 cm，高さ 1.5 cm）に播種し，上記培養条件下で培養した。PES 培地は 1-2 週間毎に交換した。3 ヶ月後，5-10 mm に生長した 10 藻体を PES 培地 250 ml を入れた三角フラスコに移し，上記培養条件で通気

Table 1. The degree of reproductive maturation in each 50 disks (1.5 mm, diam.) from 5 thalli of floating type of *Ulva* and of *U. pertusa* collected from different locations of Hakata Bay, 10 days after punching.

		Reproductive maturation rate (%)						
		Days after excision of thallus disks						Total
<i>Ulva</i> type	Sample no.	1	2	3	4	5	10	
Floating type of <i>Ulva</i>	1	0	0	0	11	4	0	15
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	4	0	0	4
	4	0	0	0	15	0	0	15
	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. pertusa</i>	6	0	4	96	-	-	-	100
	7	0	100	-	-	-	-	100
	8	0	52	48	-	-	-	100
	9	0	63	27	5	2	0	97
	10	0	23	76	0	1	-	100



Figs 2-7. 2. Two types of *Ulva* thalli collected from Hakata Bay. The biggest thallus is the floating type. The other small thalli are *U. pertusa*. 3. Cross-section in the apical region of the floating type of *Ulva*. 4. Cross-section in the apical region of *U. pertusa*. 5. Release of *Ulva* gametes induced by punching of thallus. Arrow shows the cloud of gametes gathering to the light. 6. Thalli of the floating type of *Ulva* cultured from zoospores. 7. Thalli of *U. pertusa* cultured from zoospores.

培養を行った。PES培地は3-4日毎に交換した。交雑実験を行うために、3-5 cmに生長した藻体4個体ずつをそれぞれの三角フラスコから取り出し上記と同じ方法で直径0.9 mmの藻体ディスクを切り出し、成熟誘導を試みた。また同時に、実験室で維持、培養されている高知県横浪半島産アナアオサの雌雄配偶体もディスクを切り出し、成熟誘導を行った。すべての交雑実験は配偶子放出直後、正の走光性により集合した配偶子を用いた。

博多湾で採集した浮遊型アオサ5個体とアナアオサ

5個体の細断法による成熟誘導の結果をTable 1に示す。また、藻体ディスクが成熟し、生殖細胞を放出した様子をFig. 5に示す。サンプル6と9は2本鞭毛の生殖細胞、サンプル1, 3, 4, 7, 8及び10は4本鞭毛の生殖細胞を放出した。浮遊型アオサは4日もしくは5日目に10%前後の成熟が見られた程度で成熟はまれにしか起こらなかったが、博多湾口で採集されたアナアオサ5個体からの藻体ディスクは切り出されてから3日でほとんどすべて成熟した。

成熟誘導され、放出された2型のアオサのそれぞれ

Table 2. Crossing test between the floating type of *Ulva* from Hakata Bay, *U. pertusa* from Hakata Bay and from Kochi.

♂	♀	Floating type of <i>Ulva</i>	<i>U. pertusa</i> from Hakata	<i>U. pertusa</i> from Kochi
Floating type of <i>Ulva</i>		+	-	-
<i>U. pertusa</i> from Hakata		-	+	+
<i>U. pertusa</i> from Kochi		-	+	+

の遊走子は、通気培養を始めて3週間後、Fig. 6,7に示すような藻体に生長した。サンプル4（浮遊型アオサ）の培養体は縦長で長方形型に近い形態（Fig. 6）を示し、サンプル7（アナアオサ）の培養体は扇状で縁辺部が波打つ形態（Fig. 7）を示した。サンプル4の4培養藻体からの藻体ディスクは切り出されてから3日後に3藻体からのディスクの一部（50枚中2～5ディスク）に成熟が起こり2本鞭毛の生殖細胞を放出した。交雑実験により、2藻体からの生殖細胞が雄性配偶子、残り1藻体からの生殖細胞は雌性配偶子であると判別された。サンプル7の4培養藻体からのディスクは切り出されてから3日ですべて成熟し、2本鞭毛の生殖細胞を放出した。交雑実験により、2藻体からの生殖細胞は雄性配偶子、残り2藻体からの生殖細胞は雌性配偶子であると判別された。また、高知産アナアオサの雌雄配偶体からのディスクも3日ですべて成熟した。次に、それら交雑実験により同じタイプの雌雄間で交雑が確認された3種類のアオサ（高知産アナアオサ、博多湾産アナアオサ、博多湾産浮遊型アオサ）の間で交雑試験を行った。その結果をTable 2に示す。高知産アナアオサと博多湾産アナアオサ（サンプル7）では雌雄配偶子の間で接合が確認されたが、博多産浮遊型アオサ（サンプル4）の雌雄配偶子は高知産アナアオサの雌雄配偶子とも博多産アナアオサの雌雄配偶子とも接合しなかった。以上の実験で、接合が起こり形成された接合子は正常に発芽した。

自然条件下ではアナアオサは潮汐に応じ周期的に縁辺部の成熟を繰り返し藻体を数10 cmの大きさに保っている。一方、浮遊型アオサは1 m以上の大きな藻体にまで生長し、成熟はほとんど観察されない。Table 1に示した細断法による成熟誘導の結果は、2型のアオサの生理特性をよく反映していると考えられる。2型のアオサの培養体も、採集された藻体と同様に、アナアオサでは成熟が起こりやすく、浮遊型アオサでは成熟が起こりにくかった。細断法による成熟誘導に対する2型の成熟率の違い（成熟のしやすさ）は遺伝的形

質の違いによるものと思われる。

岡村（1936, p.8-10）はアナアオサには波静かな内湾に生育する浮遊型と岩礁帯に生育する固着型の2型があると指摘し、浮遊型アオサに*Ulva lactuca*の種名を当てることを提案した。しかしながら、この2型のアオサの分類学的取り扱いは未解決のまま今日に至っている。今回の交雑試験の結果は、博多湾で異常繁殖する浮遊型アオサがアナアオサとは生殖的に隔離されていることを示している。生態的、生理的な違いを考えあわせれば、博多湾産の浮遊型アオサはアナアオサとは別の分類群であると考えられる。今回の実験で用いた浮遊型アオサはアナアオサと形態的に異なる典型的なものを選んだが、天然には藻体の厚さ、色などアナアオサに近いものもあり、それらは形態による分類は困難である。浮遊型アオサは、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海など日本各地に繁茂しているが、関東地方で見られる浮遊型アオサの中にはアナアオサと同程度の厚さを示す藻体も存在するという情報もあり、日本各地の浮遊型アオサがすべて博多湾産浮遊型アオサと同じ分類群に属するとは考えにくい。これら日本各地で繁茂する浮遊型アオサと博多湾産浮遊型アオサとの関係については今後の調査を待たねばならない。

アオサ属は形態的な分類形質が乏しい上、形態変異が大きいため、従来の標本による分類は不可能であると指摘されてきた（Bliding 1963, Koeman and Hoek 1981）。今回の交雑実験では、容易に成熟を誘導できる藻体の細断化法を用いた。この方法を用いれば、形態的に異なるアオサ群間の交雑実験が行え、それらの群間の関係に関する知見が得られると期待される。

引用文献

Bliding, C. 1963. A critical survey of European taxa in Ulvales. Part 1. *Capsosiphon*, *Percursaria*, *Blidingia*, *Enteromorpha*. Op. Bot. 8: 1-160
Hiraoka, M. and Enomoto, S. 1998. The induction of reproductive cell formation of *Ulva pertusa* (Ulvales,

- Ulvophyceae). Phycol. Res. 46 (in press).
- Koeman, R. P. T. & Hoek, C. van den 1981. The taxonomy of *Ulva* (Chlorophyceae) in the Netherlands. Br. Phycol. J. 16: 9-53
- 右田清治 1985. 大村産アナアオサの不稔性変異種. 長崎大学水産学部研究報告 57: 33-37
- 大野正夫 1997. 日本各地に異常繁殖するアオサ類. 第1回マリンバイオテクノロジー学会大会講演要旨集 p.43.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- Silva P. C., Basson P. W. and Moe R. L. 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. University of California Press, Ltd. London, England.
- (Received May 8 1998, Accepted July 15 1998)

海洋生物におよぼす紫外線の影響 その 4. ダルスが放出した紫外線吸収物質

矢部和夫¹・牧野 愛²・鈴木 稔²

¹北海道東海大学工学部海洋開発工学科(005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1)

²北海道大学大学院地球環境科学研究科物質環境科学専攻(060-0813 札幌市北区北10条西5丁目)

K. Yabe¹, M. Makino² and M. Suzuki²: The influence of ultraviolet irradiation on marine organisms.

4. The secretion of UV-absorbing substances from *Palmaria palmata*. Jpn. J. Phycol. (Sôrui) 46: 167-172.

UV-irradiation induced secretion of UV-absorbing substances from living frond of most red algae into seawater. These substances from red algae might defend the other organisms in coastal ecosystems from UV radiation. One of these substances from *Palmaria palmata* was purified by using repeated active carbon column chromatography. ¹H-NMR (D₂O) spectrum of this substance was the same as that of a mycosporine-like amino acid "palythine" from *Chondrus yendoi*.

Key Index Words : *Palmaria palmata*-red algae-UV-absorbing substance-palythine

¹Department of Marine Sciences and Technology, School of Engineering, Hokkaido Tokai University, Sapporo, Hokkaido 005-8601 Japan.

²Division of Material Science, Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0813 Japan.

クロロフルオロカーボン等による成層圏オゾン層の破壊が現実となり、このため成層圏オゾン層の変動にリンクした太陽紫外放射の地表への到達、特にUV-Bの増加およびそれに伴う生物への悪影響が出始めている(Sivalingam and Nishizawa 1990, Karentz *et al.* 1991, Karentz 1992, 1994a)。また、太陽からの紫外線の海洋の生態系にあたえる影響に対する海洋生物の耐性機構については、Karentz(1994-b)によってまとめられている。地表に到達する波長別紫外域日射観測業務は、1990年1月1日から気象庁観測部高層課オゾン層解析室において開始された(伊藤ら1991)。また1990年10月からは、太陽紫外UV-B放射計の開発により(Furusawa *et al.* 1990)、屋外連続測定も可能となった。さらに、佐々木(1996)の理論計算では、現在のオゾン全量の320DUを基準とした場合、290nm付近のUV-B放射は、オゾンが10%減少すると3倍に、20%減少すると約10倍に増加すると推算されている。海水中に透過する紫外線の測定は、近年測定機器の開発により正確な測定が行わ

れるようになった。1997年8月に北海道厚岸湾内での測定で、空中紫外線量を100%とした場合、水深1mにおける305, 320, 340, 380nmの紫外線量はそれぞれ8.63, 41.0, 48.7, 68.4%であった(斉藤, 私信)。我々は、このような自然の光環境の中において、沿岸の生態系が維持されるためには何らかの化学物質が太陽の紫外線をカットするフィルターの役割をしているのではないかと考え、各種海藻類に健康線ランプからの紫外線を照射してみた。その結果、紅藻類では光合成活性の低下に伴って320から360nm付近に吸収極大を有する紫外線吸収物質を放出する種類が多く存在することを認めた(矢部ら1997)。海洋生物に存在するこれらの紫外線吸収物質に関する化学的な研究は、1950年代の終わり頃からはじまった。その本体の化学的追究が行われ、抽出・精製・単離の方法、さらにその化学構造等については、1980年代に入り各種機器分析により多数決定された。これらの紫外線吸収物質は紫外域の310nmから360nmに吸収極大を有する一連の化合物で、サンゴ

(Shibata 1969), 無脊椎動物(Ito and Hirata 1977, Takano *et al.* 1978a, 1978b, Karentz *et al.* 1991), 魚卵(Patrick and Peter 1980), 紅藻類(辻野・斉藤 1961, Tsujino *et al.* 1978, 1980, 矢部ら 1980, 1987, 1988)等の海洋生物中に10数種類あまり存在することが明らかにされた。これらの物質は, cyclohexenone 環の側鎖にアミノ酸が結合した形の一連の紫外線吸収物質mycosporine-like amino acids (Favre-Bonvin *et al.* 1976, Arpin *et al.* 1977)であることが明らかにされた。Mycosporine-like amino acidsは水溶性の物質で, 紫外域の310nmから360nmに吸収極大を有するという事は, UV-BやUV-Aの波長域と同じ波長領域である。しかし, これらの物質の細胞中の存在位置, 前駆体, 代謝等についてはこれまで何も分かっていない。また, これらの物質と太陽の紫外線との関係についての生態学的研究は, 近年盛んに行われるようになってきた。本実験では, 紫外線照射により忍路産の紅藻ダルスが放出した紫外線吸収物質を活性炭を使用して精製し, 各種の方法により主成分の同定を試みた。

材料と方法

試料

1996年10月から1997年3月にかけて北海道小樽市忍路湾内で採取したダルス(*Palmaria palmata*)を使用した。採取した藻体を, 滅菌した人工海水で繰り返し洗浄して付着物を取り除いた後, 10℃の恒温室内で通気した状態で保ち, 直ちに実験に供した。

人工海水

マリンアートフォーミュラ(千寿製薬製)を使用し, オートクレイブで120℃で40分滅菌したものを, 恒温室内で10℃まで冷却して使用した。

紫外線照射

藻体の湿重量50g当たり1lの人工海水を加えた容器に藻体が十分に水に浸るようにした後, 落下細菌その他の汚染を避けるため市販のポリ塩化ビニリデンシートで覆い, 直上20 cm位置からToshiba健康線ランプ(FL-20E)1本および白色蛍光灯2本の光(80 mmol・m⁻²・s⁻¹)を照射した。この条件では1時間当たりのDUVの値は約350 Jm⁻²となる。海水中に放出される紫外線吸収物質の測定は上記の条件で2時間照射を行った後に, 直ちに海藻類が浸っていた海水の400-200 nmの吸光度を測定した。この時点でDUVの値は札幌における日積算値の最大値の約700 Jm⁻²の値となる。さらに, 12時間10℃の暗所に放置した後に再び紫外線吸収物質の測

Palmaria palmata

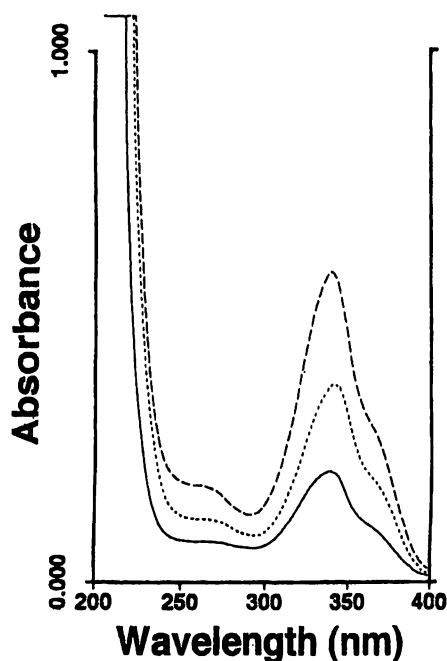


Fig. 1 UV-absorbing spectra of seawater (1l) in which algal frond (50g wet wt.) was cultured and irradiated with UV-A, B for 1 hour (350 Jm⁻²), 2 hours (700 Jm⁻²), 3 hours (1050 Jm⁻²).

— 1 hour (350 Jm⁻²)
 --- 2 hours (700 Jm⁻²)
 - · - 3 hours (1050 Jm⁻²)

定を行った。同じ条件でToshiba健康線ランプの光のみを照射しないものをコントロールとした。

照射光の紫外域のスペクトル分布はスペクトルラジオメーター PGD-25C(日本分光製)を用いて測定した。また, 被検海水の紫外部の吸収スペクトルは日立 U-3210 型スペクトロフォトメーターを用い, 波長 400-200 nm 間の吸光度を測定した。

活性炭クロマトグラフィー

活性炭(和光純薬製)をガラスカラム(30X250 mm)に充填して用いた。放出された紫外線吸収物質を含む3lの海水を30gの活性炭を通過させ, 紫外線吸収物質を吸着させた。流出液中の塩素イオンを硝酸銀反応で, また同じく糖類をフェノール-硫酸反応(阿武・瀬野 1963)で測定し, 両者が検出されなくなるまで十分に水洗いを行った。紫外線吸収物質の溶出には60%メタノールを用いた。回収した溶出液のうち320 nmに吸収

極大を有するフラクションのみを集め、減圧40℃以下で濃縮した。以上の操作を数回行って集めた試料を、再び活性炭カラムクロマトグラフィーによって分画し、紫外線吸収物質を精製した。

ペーパークロマトグラフィー

ろ紙はADVANTECのNo.50を使用し、(A) *n*-ブタノール：エタノール：水（9：1：10, v/v）、(B) *n*-ブタノール：酢酸：水（4：1：5, v/v）、(C) イソプロピルアルコール：水（8：2, v/v）、を溶媒とし上昇法で展開した。ペーパー上の紫外線吸収物質のスポットの位置の確認は、健康線ランプ(FL-20E)とフィルター(UVD-25)を使用した紫外線照射(辻野ら 1979)で行った。また、ペーパー上のアミノ酸の確認は0.25%ニンヒドリンの60%アセトン溶液による呈色反応で行った。

アミノ酸の分析

試料を封管中6N-HCl、105-110℃で24時間加水分解した。その後、標準試料(味の素製)を用いて、ペーパークロマトグラムで検討した。

核磁気共鳴スペクトル

試料をD₂Oに溶かし、内部基準にアセトンを用いてJEOLJNM-EX-400(400 MHz)で¹H-NMRを測定した。

DUV 値

生物に与える各波長別の影響度を表わす作用スペクトルには気象庁の採用しているACGIH(米国政府衛生学者会議)のDamagingUV (DUV)値を用いた。基準とした紫外線量は、気象庁が発表している札幌における

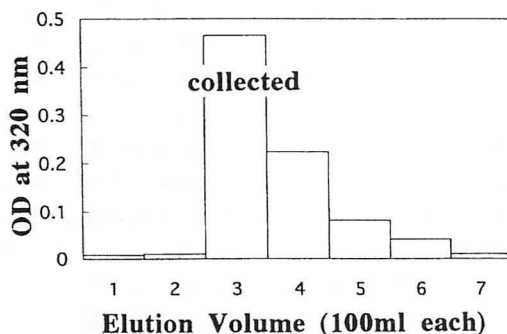


Fig.2 UV-absorption spectra of 60% MeOH fraction which were eluted from active carbon. The numbers show the fraction of 60% MeOH, respectively.

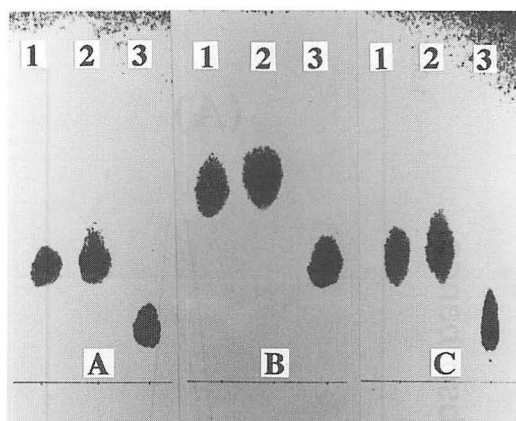


Fig.3 Paper partition chromatogram.

1. palythine from *Chondrus yendoii*
 2. UV-absorbing substance from *Palmaria palmata*
 3. shinorine from *Chondrus yendoii*
- Solvent (v/v): (A) BuOH : EtOH : H₂O = 9 : 1 : 10
 (B) BuOH : AcOH : H₂O = 4 : 1 : 5
 (C) isopropanol : H₂O = 8 : 2
- Development: Ascending
 Detected light source: FL-20E+UVD-25

DUV値の日積算値の最大値である700 Jm⁻²とした。使用した健康線ランプの波長別エネルギーを測定し、この波長別エネルギーに、DamagingUVの作用スペクトルの荷重をかけて波長積分し、DUVのエネルギー値を求めた。本実験で照射した紫外線量はDUV値700 Jm⁻²とした。

結果と考察

今回の実験では、札幌におけるDUVの日積算値の最大値の紫外線量を健康線ランプを用いて、紅藻ダルスに照射し、ダルスから放出される紫外線吸収物質の種類と量の検討を試みた。Fig.1に健康線ランプの照射時間によるダルスから放出される紫外線吸収物質の変化をスペクトル図で示した。1時間、2時間、3時間と照射時間が長くなると、紫外線吸収物質の放出量が多くなることが認められた。はじめに、2時間紫外線照射後12時間後までに海水中に放出された紫外線吸収物質の精製・単離を目指した。藻体50gから海水11中に放出された紫外線吸収物質の量を、320 nmに吸収極大を有するエゾツノマタ(*Chondrus yendoii*)のpalythineの分子吸光係数(log_e=4.55)から概算すると、その濃度は約0.02 mMとなることが分かった。

次に、健康線ランプからの紫外線、即ち人工光源からのUV-Bの照射によって、多くの紅藻類から放出さ

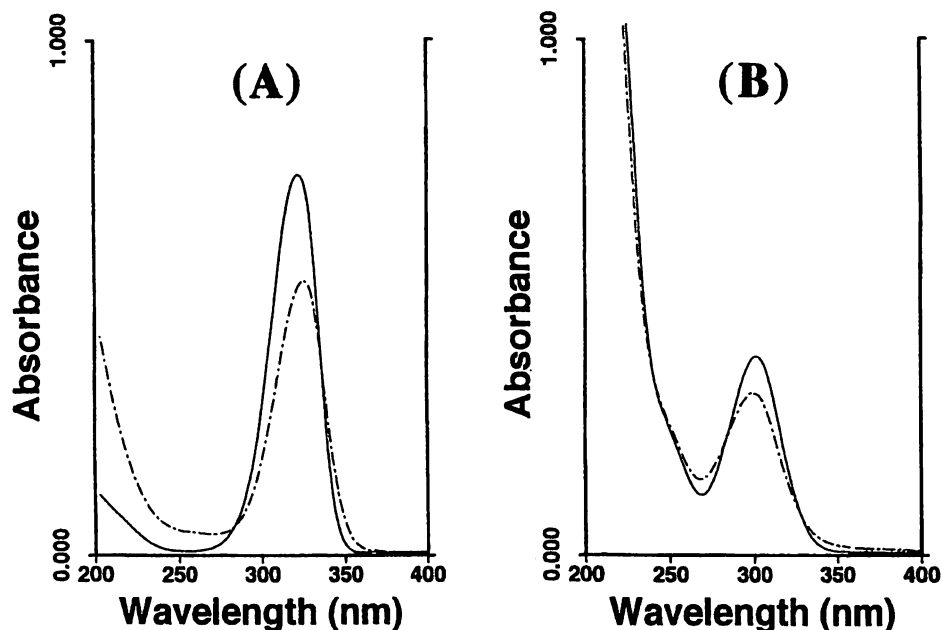


Fig.4 UV-absorbing spectra of palythine ($\lambda_{\max}$ 320 nm) and its derivative ($\lambda_{\max}$ 297 nm) which were isolated from *Chondrus yendoii* and UV-absorbing substance and its derivative from *Palmaria palmata*.

———— *Chondrus yendoii*.
 - - - - - *Palmaria palmata*.

れた紫外線吸収物質はペーパークロマトグラフィーのスポットの確認で数種あることが分かった。また、ダルスが海中に放出した紫外線吸収物質の示す吸収極大の位置は340 nm 付近にあり、さらにダルスは数種類の紫外線吸収物質を同時に放出していることをペーパークロマトグラフィーで確認した。そこで、ダルスが海水中に放出した紫外線吸収物質を、活性炭を用いたカラムクロマトグラフィーを繰り返し行って精製した。紫外線吸収物質は活性炭から60%メタノールで溶出された。この溶出された60%メタノールフラクションの溶出図をFig.2に示した。活性炭でのクロマトグラフィーを繰り返し行った結果、320 nm 付近に吸収極大を有するフラクションは、ペーパー上で単一となったので、標準としてエゾツノマタから結晶として単離したpalythineとshinorineを用いて、3種の溶媒でペーパークロマトグラフィーを行った。その結果、主成分と思われる紫外線吸収物質はpalythineと同じ位置に移動することが確認された(Fig.3)。またこの物質は、1%の水酸化ナトリウム水溶液中に1時間、40℃で放置するときに吸収極大の位置が297 nmに移動した(Fig.4)。これはエゾツノマタのpalythineをアルカリ性溶液中に放置したとき、glycineとaminocyclohexenoneが β -diketone

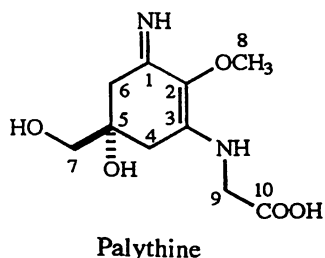
り(Tsujino *et al.* 1978)、これはIto and Hirata (1977)がMycosporine-Glyを水中で加熱してglycineと不安定な β -diketoneを得た反応と同じと考えられる。ダルスから単離した紫外線吸収物質を6 N HClで加水分解した後のアミノ酸はglycineのみが確認された。

さらに、この物質の化学構造の確認のために $^1\text{H-NMR}$ の測定を行った。その結果、 δ 2.62と2.65にcyclohexenone環上のメチレンプロトンが各々 $J=17.6\text{Hz}$ で2H分ABquartetに、 δ 3.46に3H分メトキシル基のシグナルがsingletに、 δ 3.39と3.85に2H分それぞれヒドロキシメチレン基、およびカルボキシル基と窒素原子に挟まれたメチレン基のsingletが観察された。これらのシグナルの値をすでに化学構造が決定されている標準として用いたエゾツノマタのpalythineの値と比較したところ、両者は良く一致した(Table 1)。これらの結果より、ダルスから放出された紫外線吸収物質の主成分の一つはpalythineであることが明らかになった。今後さらに、精製・単離の方法を改良することによりダルスより放出される他の紫外線吸収物質を単離することができるものと思われる。palythineは約30年前に紅藻類(Tsujino *et al.* 1978)ばかりではなく、イワスナギンキャク(Takano *et al.* 1978)からも分離されているが、そ

Table 1 ¹H-NMR data (400MHz) and chemical structure of palythine from *Chondrus yendoi* and UV-absorbing substance from *Palmaria palmata*.

<i>Chondrus yendoi</i>		<i>Palmaria palmata</i>
C	δ	δ
1		
2		
3		
4	2.62(2H, AB q, J=17.6)	2.62(2H, AB q, J=17.6)
5		
6	2.64(2H, AB q, J=17.6)	2.65(2H, AB q, J=17.6)
7	3.39(2H, s)	3.39(2H, s)
8	3.47(3H, s)	3.46(3H, s)
9	3.85(2H, s)	3.85(2H, s)
10		

Measured in D₂O; int. stand. acetone (2.05ppm)



の生態的役割については、いまだに良く理解されていない。

今回の結果を生態学的に見ると、紅藻類に紫外線を照射することによって紫外線吸収物質mycosporine-like amino acidsの放出が行われるということは、310 から360 nmに吸収極大を有する数種類の紫外線吸収物質を放出することにより紅藻類は自らおよび自らの周りの沿岸域の生態系を太陽の紫外線、特にUV-B, A から守るフィルターとして保護しているのではないかと考えられる。しかし、現場の海水中での紫外線吸収物質の分布や濃度に関する調査は行っていないので、これらの予想は今後の課題として残されている。

謝辞

本研究を行うに当たり、適切な御助言をいただいた東海大学総合科学技術研究所・佐々木政子教授に心より御礼申し上げます。

引用文献

- Arpin N., Favre-Bonvin J. and Thevend S.1977. Structure de la mycosporine 2, nouvelle molecule, isolee de Botrytis cinera. Tetrahedron Letters No.10, 819-820 .
- 阿武喜美子・瀬野信子 1963. 糖類の分離, 分析. 実験化学講座 23 丸善, 東京, pp. 433.
- Favre-Bonvin, J., Arpin N.and Brevard N.1976. Structure de la mycosporine(P-310). Can. J. Chem. 54, 1105-1113.
- Furusawa, Y., Suzuki, K. and Sasaki, M. 1990. Biological and Dosimeters for Monitoring Solar UV-B Light. J. RADIAT. RES. 31:189-206.
- 伊藤朋之・上野丈夫・梶原良一・下道正則・上窪哲郎・伊藤真人・小林正人 1991. 地上到達紫外線量の監

視技術の開発 ―オゾン層変化に伴う地上到達紫外線量の変化のスペクトル観測による評価― Journal of Meteorological Research Vol.43, No.5.

Ito, S. and Hirata, Y.1977. Isolation and Structure of Mycosporine from The Zonithid Palythoa tuberculosa. Tetrahedron Letters No.28, 2429-2430.

Karentz, D.1992. Prevention of Ultraviolet Radiation Damage in Antarctic Marine Invertebrates.

Stratospheric Ozone Depletion/UV-B Radiation in the Biosphere:Global Environmental Change, Vol.18:175-180.

Karentz, D.1994-a. Impact of UV-B radiation on pelagic freshwater ecosystems: Report of working group on bacteria and phytoplankton. Advances in Limnology 43: 31-69.

Karentz, D.1994-b. Ultraviolet Tolerance Mechanisms in Antarctic Marine Organisms. Antarctic Research Series. Volume 62, 93-110.

Karentz, D., McEuen, F.S., Land, M. C.and Dunlap, W.C. 1991. Survey of mycosporine-like amino acids compounds in Antarctic marine organisms : potential protection from ultraviolet exposure. Marine Biology 108:157-166.

Kobayashi, J., Nakamura, H. and Hirata, Y.1981. Isolation and structure of a UV-absorbing substance 337 from the ascidian *Halocynthia Roretzi*. Tetrahedron Letters No.22, 3001-3002.

Patrick, T. G. and Peter, A. P. 1980. Gadusol, A Metabolite from fish eggs. Tetrahedron Letters No.21, 4043-4044.

佐々木政子 1996. 光環境と UV. 照明学会誌 80(1):18-23.

Shibata, K.1969. Pigments and a UV-absorbing substance

- in corals and a blue-green algae living in the Great Barrie Reef. *Plant and Cell Physiol.* 10:325-335.
- Sivalingam, P.M. and Nishizawa, K.1990. Ozone hole and its correlation with the characteristic UV-absorbing substance in marine algae. *Jpn. J. Phycol.* 38:365-370.
- Takano, S., Uemura D. and Hirata Y.1978a. Isolation and structure of a new amino acid, palythine, from the zoanthid *Palythoa tuberculosa*. *Tetrahedron Letters* No.26, 2299-2300.
- Takano, S., Uemura D. and Hirata Y.1978b. Isolation and structure of two new amino acid, palythinol and palythene, from the zoanthid *Palythoa tuberculosa*. *Tetrahedron Letters* No.49, 4909-4912.
- Tsujino, I., Yabe, K., Sekikawa I. and Hamanaka N.1978. Isolation and structure of a mycosporine from the red alga *Chondrus yendoi*. *Tetrahedron Letters* No.16, 1401-1402.
- Tsujino, I., Yabe, K. and Sekikawa I.1980. Isolation and structure of a new amino acid, shinorine, from the red alga *Chondrus yendoi*. *Bot. Mar.* 18 : 65-68 .
- 辻野勇・斉藤恒行 1961. 海藻の特殊成分の研究 I. 紅藻に特有な紫外線吸収物質の存在について. 北大水産彙報 12 (1), 49-58.
- 辻野勇・矢部和夫・櫻井正俊 1979. 紅藻に存在する 358 nm 付近の吸収物質(Z成分)について. 北大水産彙報 30(1), 100-108.
- 矢部和夫・関川勲・辻野勇 1980. 紅藻カレキグサより 333-334 nm 吸収物質(Y物質)の単離とその化学構造. 北教大紀要 30, 271-278.
- 矢部和夫・関川勲・辻野勇 1987. 紅藻フクロフノリより 333-334 nm 吸収物質 shinorine の単離とその化学構造. 北教大紀要 38(1)11-15 .
- 矢部和夫・関川勲・辻野勇 1988. 海藻の特殊成分の研究 XIX: フジマツモ Y 成分の誘導体 日本水産学会講演要旨集 p.209.
- 矢部和夫・牧野愛・鈴木稔 1997. 海洋生物におよぼす紫外線の影響 2. 紫外線が潮間帯産海藻の光合成および紫外線吸収物質放出に与える影響. 藻類 45: 157-162.

(Received July 15 1998, Accepted Sept. 11 1998)

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

アルギン酸の利用と産業の
国際的展望

笠原文善

君津化学工業(株)

1. はじめに

アルギン酸は、コンブ、ワカメに代表される褐藻類から抽出される多糖類であり、含有量は乾燥藻体の30～60%を占めるコンブやワカメの主成分ともいえる天然の食物繊維である。1881～1883年に英国のStanfordにより初めて単離され、藻類の総称である“Algae”から命名された“Alginic Acid”は、わが国でも古い文献では海藻酸、昆布酸、Tang酸（Tangは、英語でコンブの意）などとも訳されており、中国では今日でも正式名称「海藻酸」である。

アルギン酸は直鎖状のポリウロン酸で、各ウロン酸ユニットが有するカルボキシル基はイオン交換性を持つ。そのため藻体中では海水に含まれるさまざまな金属イオンと塩を形成し、緩やかなゼリー状態で細胞間隙を満たしている。波に揉まれ、海中を揺らめきながら成長する海藻のしなやかさは、このアルギン酸が持つ独特な物性によるものといわれている。

単離命名されてから一世紀が経過し、その構造と物性および精製法や利用法に関する研究成果は膨大な量にのぼり、応用分野は極めて多岐にわたっている（表1）。一方で、新たな利用法に関する報告も依然として極めて多い、まさに古くて新しい魅力的な機能性天然高分子である。

2. 原料海藻

アルギン酸の原料となる海藻は、われわれの食卓でなじみの深いコンブ、ワカメ、ヒジキなどが属する褐藻類であるが、この中には生長力が旺盛で全長60mにも達する巨大海藻や、海底への付着根が直径2mもあり、1日に60cmも生長するものがあるなど、工業原料として適した種類がいくつかある。

実際の工業原料としては、(1)含有量が多く (2)単一種で大量に繁茂し (3)採取が容易で (4)輸送手段が

整っており (5)乾燥に適した気候条件であることなど、多くの条件を満たす必要がある。また、資源保護の観点から再生可能な範囲での大量採取に限定される。こうした諸条件を満足する天然原料としては

◎南米チリの *Lessonia*◎米国西海岸の *Macrocystis*（通称ジャイアントケルブ）◎南アフリカの *Ecklonia*◎豪タスマニアの *Durvillaea*◎北欧の *Ascophyllum*, *Laminaria hypoborea*, *Laminaria digitata*

などが主なものである。

なかでも南米チリの *Lessonia* は、日本国内のみならず世界中のアルギン酸メーカーが利用している有用な原料海藻である。チリは南米大陸の西岸に位置し、南北に細長く伸びたかたちの国で、南太平洋に面した長大な海岸線を持つ。その沖を流れる冷たいフンボルト海流の影響で、海岸には *Lessonia* をはじめとする巨大海藻が群生しており、海藻資源の面からは非常に恵まれた国と言える。海藻の刈り取りは法律で禁じられており、採取は漂着物の収集に限られているが、それだけで年間3万5千t超（乾物）輸出して余りあるということからも、チリの資源の豊かさをうかがうことができる。

引き上げられた海藻は、雨の少ない乾燥した気候によって、短時間で天日乾燥することができ、これらを分別、加工、流通するルートも確立しているなど、アルギン酸の原料ソースとしては申し分ない条件を備えている。

昨年、太平洋の赤道付近に大規模なエル・ニーニョ現象が発生し、世界的に注目されたことは記憶に新しい。アルギン酸工業においてはチリ沿岸の海藻に対する影響が危惧されたが、現在までのところ特に採取量の減少などは見られず、大きな被害は現れていない。過去、1982年に発生したエル・ニーニョでは広範囲にわたって海藻が大量に枯死するという深刻な被害が出たことがあるが、今回のエル・ニーニョでは幸いにして暖水塊がチリ沿岸に到達せず、海藻の生態に影響を与えることなく終息したようである。

一方中国山東省、遼寧省沿岸では、コンブの養殖が

表1. アルギン酸の主な用途

キミツアルギン (アルギン酸ナトリウム)	食品用用途	増粘安定剤（アイスクリーム、フィリング、トッピング等） でんぷん組織安定老化防止 ゲル化剤（フルーツゼリー、球形ゼリー、フカヒレ状食品、 オニオンリング成型基剤、魚卵状食品） 健康食品
	医薬用用途	X線造影剤用安定剤、歯科印象剤基剤、湿布薬基剤、 消化管粘膜保護剤
	飼料用用途	飼料粘結剤、ペットフード用粘結剤
	化粧品用途	化粧品原料基準記載品
	工業用用途	繊維用捺染糊剤、溶接棒添加剤、土木用汚泥凝集剤 水処理用高分子凝集沈降剤（日本水道規格1号品） 製紙用サイジング剤（感圧紙、紙力増強） 農薬（タバコモザイク病薬）、マイクロカプセル基剤 人工種子、液体肥料
キミツアシッド (アルギン酸)	食品用用途	麵質改良剤 増粘安定剤、ゲル化剤、増粘剤 (アルカリ塩と併用) 健康食品
	医薬用用途	錠剤崩壊剤
キミロイド (アルキル酸プロピレン グリコールエステル)	食品用用途	増粘安定剤（アイスクリーム、シャーベット、オレンジドリンク、シロップ） 増粘剤（ジャム、スープ、ケチャップ、ソース、たれ） 乳化安定剤（乳酸菌飲料、ドリンクヨーグルト、ドレッシング、 マヨネーズ、マーガリン、チーズ） ビール用泡沫安定剤 麵質改良剤（麵、パスタ）
	医薬用用途	X線造影剤用安定剤
	化粧品用途	化粧品原料基準記載品

主な機能

○増粘	○保湿	○分散安定	○でんぷん老化防止
○ゲル化	○麵質改良	○フィルム形成	○乳化安定
○イオン交換	○凝集フロック形成		

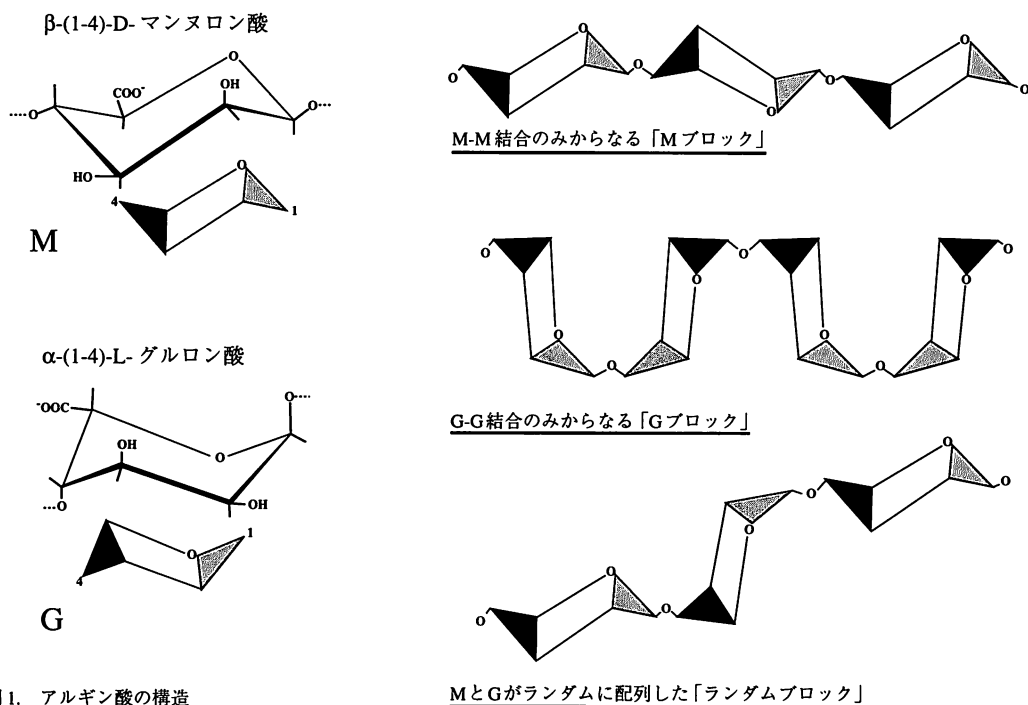


図1. アルギン酸の構造

盛んに行われている。年間に約30万トンのコンブが生産され、そのうち10～12万tがアルギン酸の原料として使用されており、供給源として大きな役割を果たしている（残りの約18～20万トンは、食用として消費される）。養殖された海藻がアルギン酸の原料として使われる非常に珍しいケースであるが、コスト的には決して有利とはいえない状況のようで、近年チリからの輸入海藻への依存度を急速に高めている。

3. 製法

アルギン酸およびその塩類の抽出精製のための各プロセスは、すべてアルギン酸のもつカルボキシル基に対するイオン交換反応である。

藻体中でアルギン酸は、海水に含まれるさまざまな金属イオンと塩を形成し、水に不溶性のゼリー状態となっている。これは、 Ca_2^+ イオンに代表される2価以上の陽イオンによって部分的にイオン架橋されているためである。

実際の生産プロセスでは、まず乾燥原料を解砕し、水洗した後、希酸で膨潤させる。これは、酸性下で金属イオンによる架橋を解き、藻体を軟化させ抽出を容易にするためである。家庭でも昆布の煮物をつくる時

には、水とともに少量の酢を加えると水だけの時より実に軟らかく煮ることができる。ほとんどの昆布加工食品の調理プロセスには酢への浸漬が不可欠であるが、これと同じ原理である。

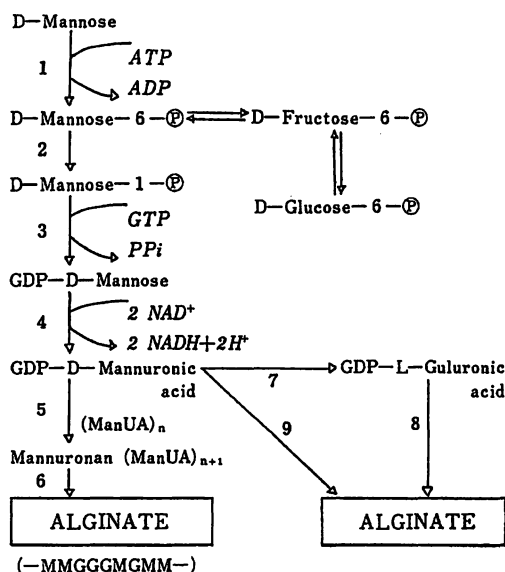
次に、アルカリ性下で加熱し、アルギン酸を水溶性の塩として抽出、分離、濾過し、透明なアルギン酸ナトリウム水溶液を得る。これに再び酸を加えることにより水不溶性の遊離アルギン酸が凝固析出し、純アルギン酸として回収される。

以上が、すべてのアルギン酸関連製品に共通するプロセスで、以降、乾燥製粉すればアルギン酸となり、目的に応じて各種の塩あるいはエステルへと変換される。

工業的なプロセスでの収率は、原料にもよるが、乾燥原料に対し概ね20～30%程度である。

4. 化学構造

アルギン酸は、D-マンヌロン酸（M）と、L-グルロン酸（G）の2種のウロン酸から構成される直鎖状多糖で、図1に示した3種のブロックが共存するブロックコポリマーである。Mブロックのグリコシッド結合は、*equatorial-equatorial* で平たんなりボン状、Gブ



1. グルコキナーゼ, 2. ホスホマンノミターゼ,
3. GDP-マンノシルトランスフェラーゼ, 4. GDP-マンノースデヒドロゲナーゼ, 5. ポリマンヌロネートシンターゼ, 6. ポリマンヌロネートC5-エピメラーゼ, 7. GDP-マンヌロネート5-イソメラーゼ, 8. ポリグルロネートシンターゼ, 9. 未知酵素

図2. アルギン酸の生合成経路の推定図

ロックのそれは, axial-axial でバックル型のリボン構造をとる。

また, MおよびGの生合成と, ポリマーとしてのアルギン酸の生成については, Larsenにより図2のように推定されている。

主経路は, マンノース→マンヌロン酸→ポリマンヌロン酸→アルギン酸であり, C5-エピメラーゼがポリマーレベルでM→G変換を行うことが明らかにされている。アルギン酸に含まれるMとGの量的比率と配列のしかたは, アルギン酸の性質, 特にゲル化能力とゲル強度に大きな影響を及ぼす。また, このM/G比は海藻の種類や部位によって異なり, 生育場所や季節による影響を受けることが知られている。

図3と図4は, 養殖コンブにおける葉の生長と, M/G比の季節変動を測定したものであるが, 6, 7, 8月の生長期にはMが増大し, 葉が枯れ始める9月からMが減少に転じている。明らかに生合成の活発な季節にはMの比率が多くなっていることが判る。

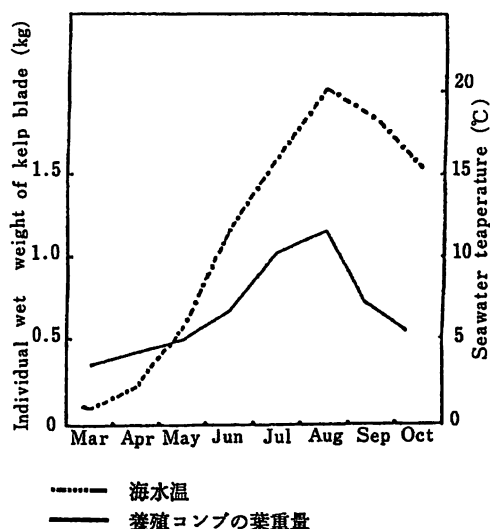


図3. 海水温と養殖コンブの葉重量の季節変動

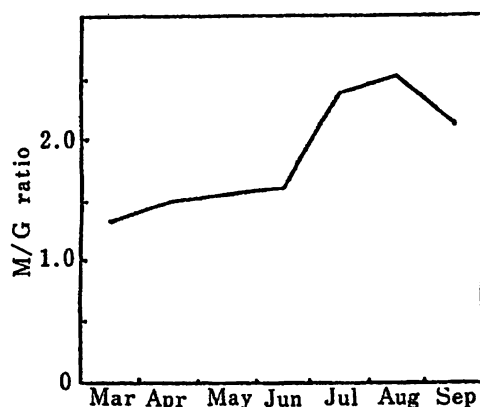


図4. 養殖コンブから抽出したアルギン酸のM/G比の季節変動

表2は, 各種原藻のM/G比を測定したものであるが, 同一種であっても生長期の最中に刈り取られたものと, 漂着したものではM/G比は大きく異なることが予想され, 製造上でM/G比をコントロールする場合には採集時期を含め慎重な対応が求められる。

5. アルギン酸塩の性質

アルギン酸塩水溶液の最大の特徴は, カルボキシル基と対をなす陽イオンの種類によって物性が著しく変化することである。滑らかで高い粘性を示す水溶液から, しつかりとしたゲル構造まで, アルギン酸塩の物性はイオン交換により速やかに変化する。

アルギン酸ナトリウム水溶液の流動性は, 多糖類

表2. 各種原料海藻のM/G比

海 藻	M%	G%	M/G比
<i>Lessonia nigrescens</i>	57	43	1.3
<i>Lessonia flavicans</i>	34	66	0.5
<i>Macrocystis pyrifera</i>	64	36	1.8
<i>Ecklonia maxima</i>	63	37	1.7
<i>Laminaria japonica</i>	69	31	2.2
<i>Laminaria hyperborea</i> (茎)	38	62	0.6
<i>Laminaria hyperborea</i> (葉)	55	45	1.2
<i>Laminaria digitata</i>	54	46	1.2
<i>Durvillea antarctica</i>	69	31	2.2
<i>Durvillea potatorum</i>	70	30	2.3
<i>Ascophyllum nodosum</i>	66	34	1.9

(CMC など化学修飾された物も含めて) の中で最もニュートン流動に近く、繊維業界では、浸透性と脱糊性(ノリ落ち)が抜群に良い糊剤として綿、レーヨン、ウール、シルクなど天然繊維のプリントには欠かせないものとなっている。

また、少量の Ca_2^+ イオンが存在するとチクソトロピックな挙動を示し、その流動性は Ca_2^+ イオンの量の調整によりコントロール可能で、増粘、分散安定、保形、ゼリー形成、フィルム形成、凝集剤などとして優れた効果を発揮する。

アルギン酸塩水溶液のこのようなダイナミックな性状変化は、他の増粘剤では得られない特徴である。それは下記のファクターに起因すると思われる。

- (1)主鎖は完全な直鎖で、分岐がない。
- (2)各ウロン酸ユニットに1個ずつカルボキシル基があり、マイナス電荷が均一。
(化学修飾で導入した多糖類では未反応部分が残る、均一性に欠ける。)
- (3)カルボキシル基がC-5位に直結しており、解離しやすくイオン交換能が高い。

要するに、リニアな高分子鎖が均一にマイナス電荷を帯び、静電相互反発しているわけである。そして、二価以上の陽イオンの仲立ちがあれば極めて鋭敏に反応し、即座にネットワークを形成する。そして、このネットワークによるゲルは、イオン架橋のため加熱や凍結融解といった熱履歴にほとんど影響を受けないといった特長をそなえている。

アルギン酸塩の Ca_2^+ イオンによるゾルーゲル転移

機構は、バックル型のリボン状をしたGブロック鎖どうしが Ca_2^+ イオンを抱き込んで卵のケースに似た“Egg box Junction”を形成することによる。したがって、Mの比率の高いHigh-Mタイプのアルギン酸塩からは柔軟なゲルが、Gの比率の高いHigh-Gタイプのアルギン酸塩からはゲル強度の高い剛直なゲルが得られる。両者をブレンドしてゲル強度を調節することもできる。

6. アルギン酸工業の現状と展望

アルギン酸の総需要は、世界で約3.5万t/年と推定される。主な生産拠点の数を国別に見ると、イギリス1、アメリカ1、フランス2、ノルウェー1、日本2、チリ1、および中国に大小15工場程度となっている。過去5年間で、カナダ、イギリス、日本で各1工場が閉鎖された。中国においては最盛期(’90年頃)50余を数えていたので、競争激化による淘汰と、規模の上位集約が進んでいる。

総需要の約60%は、繊維、溶接棒、製紙などの工業用途が占める。これは、カラギーナン、寒天など、他の海藻多糖類にはない特徴であろう。これら工業用途においては、中国製品が圧倒的なシェアを持つ。中国は、1.5~1.8万t/年と、世界一のアルギン酸生産量を誇り、その約半分が輸出され、残りは国内で繊維と食品用途に利用されている。中国内食品用途は、約4千t/年の需要といわれるが、主力は中国料理の定番であるフカヒレ、クラゲのイミテーション用であり、急速な伸長ぶりである。今後の最も有望なマーケットであろう。

欧米を中心とした世界の食品分野における需要は大きく、1.5万t/年程度は食品および医薬品用途で消費される。

一方、わが日本の総需要はせいぜい2,500t/年程度と低調であり、中でも食品用途は400t/年程度と極めて利用度が低い。これは、わが国における食品衛生法の上での、アルギン酸の位置づけに大きく起因する。アルギン酸塩類は、海藻からの抽出物であるにもかかわらず、食品衛生法の上では化学的合成品に分類され、長い間「合成糊料」という表示の義務を負わされてきた。これが消費者の拒否反応を呼び、活躍の場を奪われてしまったのである。

平成7年5月の食品衛生法一部改正により、今は諸外国と同様に天然、合成の別なく添加物として一本化されている。これにより、最近ではあらためて新鮮な素材として取りあげられることも多くなり、アルギン

酸の利用は再び活発化しつつある。新しい食品開発の場で、改めてその実力が試され、せめて欧米並に広範に利用されることを願っている。

西澤一俊 1992. 海藻の化学とその応用。富士経済付属
阿部研究所編研究報告 No.55 (第 1 回トロンハイム
集会講演要旨 1991. I)

参考文献

(101-0047 東京都千代田区内神田 2-15-4)

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

寒天の開発と市場動向

井上 修

伊那食品工業（株）

はじめに

最近の食品を取り巻く環境は厳しいものがあり、ISOやHACCPに、又は環境対策に日々を追われている方も多いと思われます。寒天も取り巻く環境の変化で新しい時代に入り、時代のニーズにあった変化を見せはじめています。特に最近、物の安全性が論じられるようになり、寒天の持つ乾物としての400年、ところてんとしての1000年、海藻としての2000年という歴史の長さが何よりの安全性の証明といわれるようになりました。

食の開発は、安全で、美味で、体に良いものという三原則があると聞いておりますが、最近の寒天の引き合いの多さはこんな背景があるのかもしれませんが。最近のエピソードの一つに、寒天に抗ガン作用ありというのがあります。寒天を分解したアガロオリゴ糖が、

細胞のアポトーシスを引き起こし、ガン抑制作用を示すことが発表され(1998年7月：糖質学会)反響を呼びました。従来の食物繊維としてのガン抑制効果は報告されていましたが、新しい切り口での寒天の有効性を示す貴重な資料だといえます。長い歴史の食経験に裏付けされていた寒天の安全性と有効性に科学的なデータが加わってきています。

1. 寒天の性質

1.1 寒天の原料

寒天の原料はテングサ科(Gelidiaceae)やオゴノリ科(Gracilariaceae)などの紅藻類であり、寒天はそれらの細胞壁に存在する多糖類である。熱水により抽出され、得られた抽出物は熱可逆性で、冷やせばゲルを形成する。これらのゲルの融点は90℃前後、凝固点は40℃前後に分布しており、この大きなヒステリシス（市販の寒天では1.5%濃度の水溶液で40℃～60℃）と、強いゲル化能力（1.5%濃度 30g/cm²～2500g/cm² 日寒水式）が様々な用途に使われている大きな理由である。

1.2 寒天の製造方法

寒天の製造法は図1に示すように、寒天ゲルの脱水方法により、圧搾脱水法と冷凍法の2つに大きく分け

（圧搾脱水法）



（冷凍法）

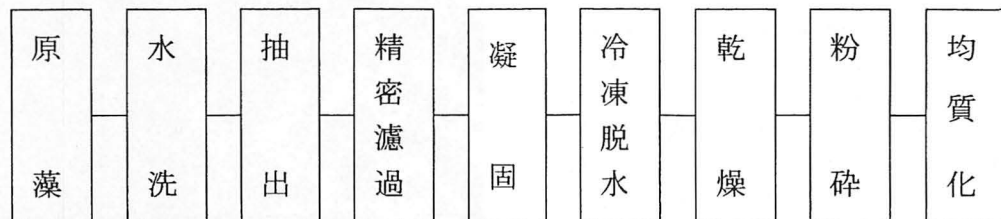


図1. 寒天の製造工程

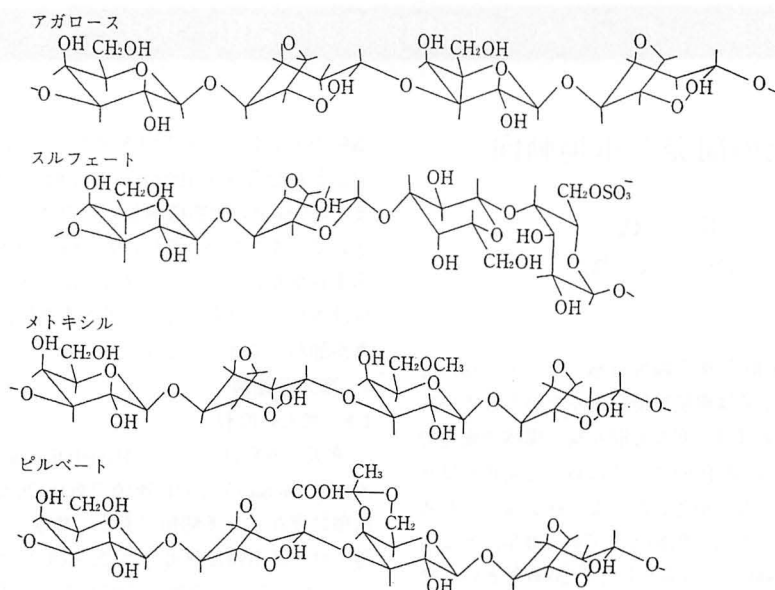


図2. アガロースとアガロペクチンの構造

ることが出来る。この2つの方法は、原料海藻や製造条件などにより使い分けられている。また寒天製造では、天然物である海藻から一定の品質の寒天を得るために、海藻のブレンド(草割という)が行われる。これらの草割や製造方法が、それぞれのメーカーが長年培ってきた技術やノウハウの積み重ねであることは言うまでもない。特に最近製造方法に長足の進歩があり、今までの常識を越える新しい寒天が生み出されている。

I: ゲルの融点が高い(沸騰 20分)高融点寒天
II: 低分子で曳糸性がなく、チキソトロピックなウルトラ寒天

III: 70℃～90℃で完全溶解する即溶性寒天

IV: 低強度で高粘性を持つ超高粘性寒天

最近開発されたこれらの寒天で更に用途が拡大しつつある。

1.3 寒天の組成

寒天の構成成分は図2に示すように、ガラクトースを基本骨格とする多糖類である。その主成分は「アガロース」と呼ばれる中性でゲル化力の強い部分と、「アガロペクチン」と呼ばれイオン性でゲル化力の弱い部分に分けられる。アガロースの骨格構造を利用した、DNA鑑定は良く知られるところであり、遺伝子組み替え、遺伝子治療へと、伝統食品の用途は益々広がっている。

1.4 寒天のゲル強度と分子量

寒天ゲルは、日寒水式と呼ばれる方法で測定される。これは寒天濃度1.5%の水ゲルの強度を測定したもので、「ゼリー強度」として表される。一般に市販されている粉末寒天は、ゼリー強度 400～900g/cm²、角寒天は 250～350g/cm²、糸寒天は 350～550g/cm²である。弊社では特殊な製造方法により、ゼリー強度 30～2500g/cm²という幅広い範囲で多種多様なタイプの寒天を作ることが可能になった。写真1はゲル強度の異なる寒天の電子顕微鏡写真であるが、ゼリー強度の高低と、分子の長短と絡み合いが、関連している事が良く分かる。

寒天の分子量を測定すると、図3の様な分布を示す。弊社の低強度寒天であるウルトラ寒天「AX-100」(ゼ

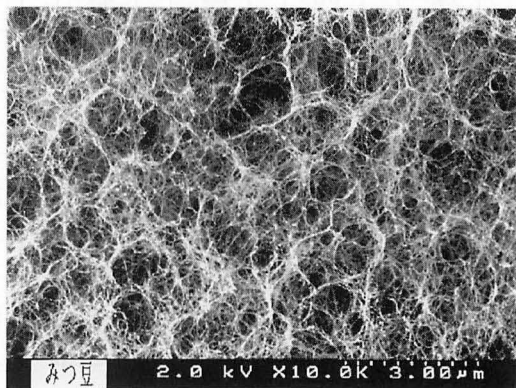


写真1. 寒天の電子顕微鏡写真

表1. 寒天の用途と使用濃度

用 途	濃 度(%)
餡	0.07 - 0.2
水羊羹	0.3 - 0.5
練り羊羹	1.0 - 1.2
アイシング	0.2 - 0.4
デザートゼリー	0.2 - 0.5
ドリンクゼリー	0.1 - 0.3
プリン	0.1 - 0.3
アイスクリーム	0.05 - 0.2
ヨーグルト	0.05 - 0.3
ところてん	0.8 - 1.0
みつ豆	0.8 - 1.2
杏仁豆腐	0.8 - 1.2
佃煮	0.1 - 0.3

リー強度 $100\text{g}/\text{cm}^2$) は約 8 万、一般グレードの「S-7」(ゼリー強度 $750\text{g}/\text{cm}^2$) は約 30 万、みつ豆用の「M-10」(ゼリー強度 $1000\text{g}/\text{cm}^2$) は約 40 万の分子量を持ち、ゼリー強度と分子量がほぼ比例関係にあるのが良く分かる。また、同じゼリー強度 ($1000\text{g}/\text{cm}^2$) でもトコロテン用の「T-1」とみつ豆用の「M-10」では分子量に大きな差がある。これは同じゼリー強度でも粘弾性がある方が、分子量が大きくなる傾向にあることを示している。

ところが、最近開発された伊那寒天「大和」は、トコロテン用の「T-1」より大きな分子量を持ちながら、ゼリー強度は半分以下である。この性質により伊那寒天「大和」は今までに無い大変特徴のある食感を有する。

2. 寒天の用途

多様化している寒天の用途の中でも、その安全性より、薬の嚥下補助の基材とか、DDS 用のカプセルとか、保水力を活かした化粧品とか、従来無かった分野での利用・検討が始まっている。フレーバーリリースを活かした高齢者用介護食、ゲルの可逆性と精密な印象能力を活かした歯科印象剤は更に浸透しつつある。

以下、最近開発された特殊な寒天の用途について論じてみたい(寒天の用途と使用濃度に関しては表1を参照のこと)。

2.1 超高粘弾性寒天「大和」

伊那寒天「大和」は、従来の寒天のみずみずしくて味立ちの良い特徴を生かしながら、非常にソフトで滑

かな、例えるならゼラチンの様な食感となる。先にも述べたが、これは低ゼリー強度でかつ高い粘弾性を有するために可能になった。この特徴を生かした、いくつかの用途を紹介する。

○プリン

市販されているプリン、カスタードプリン等は別にしても通常ゼラチン、デンプンなどを主体に増粘多糖類が配合されている。ところが最近、店頭で見られるあっさりとした口溶けの良いプリンには寒天が配合されていることがある。これは寒天がもつフレーバーリリースの良さで、あっさりとしていながらもリッチな風味を演出することができるためである。また、寒天を使用した時にはゼラチン、デンプンのべたつきが抑えられる。

伊那寒天「大和」は粘弾性があり低濃度で使用できるため、あっさりとしていて風味が良く、更に大変口溶けの良いプリンができる。

○ゼリー

フルーツゼリーに代表されるゼリー類には通常カラギナンを中心とした増粘多糖類が使われることが多い。普通の寒天を使用すると、味立ちは大変良いが、テクスチャーの面で好みが変われるところがあった。ところが伊那寒天「大和」を使用してゼリーを作ると味立ちは良いのに、ソフトで滑らかな、さっぱりとしたテクスチャーとなる。そして果汁やコーヒー、紅茶に含まれる塩類によって食感が変化しないというのも寒天の利点である。

○水羊羹

夏の風物詩とも言える水羊羹には、寒天が無くてはならない存在であるが、さっぱりとした食べ口ゆえに、製造時に餡が沈殿してしまうという問題もある。通常、沈殿を防止するためにデンプンや増粘剤を使うこともあるが、かえって寒天の持つみずみずしさが損なわれてしまう。しかし、伊那寒天「大和」を使用するとその適度な粘性のために餡の沈殿を防止することが可能である。

○みつ豆、杏仁豆腐

通常、みつ豆や杏仁豆腐には寒天が使われる。最近、これらの食感も、柔らかく滑らかなテクスチャーが好まれるようになった。そのような場合に伊那寒天「大和」を使用すると、あっさりとした食べ口はそのままに、大変柔らかくソフトなテクスチャーに仕上がる。また、殺菌などを考慮した場合に、従来の寒天と変わらない融点を示すことも大きな特徴となっている。

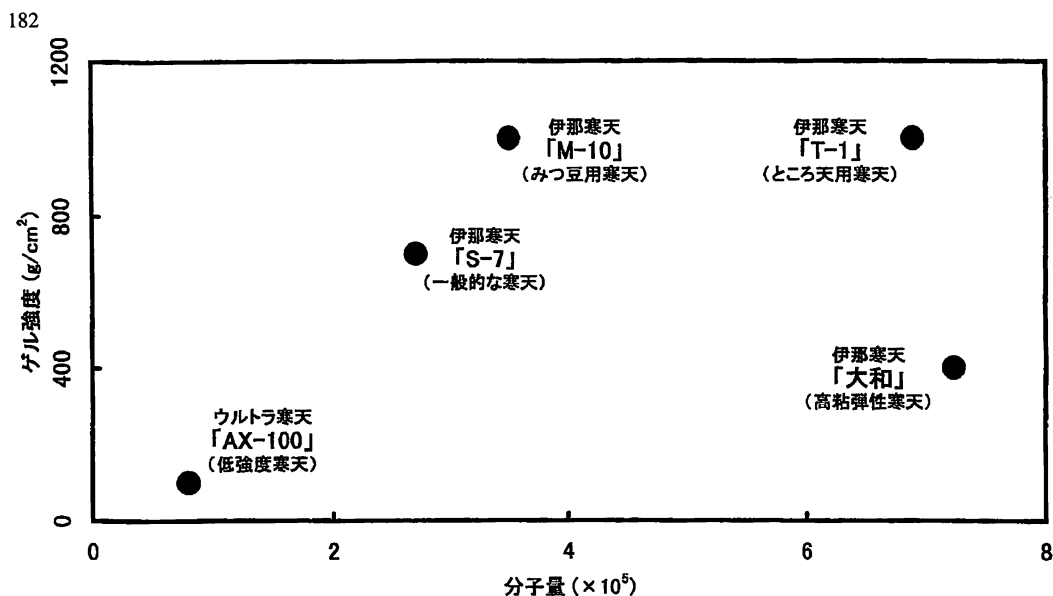


図3. 寒天の分子量とゲル強度

2.2 低強度寒天「ウルトラ寒天」

従来の寒天は、水や食品を“強く凝固させる”という目的で使われることが多かった。しかし、最近の消費者の嗜好はソフトなテクスチャーを好む傾向にある。そこで開発されたのが「ウルトラ寒天」である。先に述べた日寒水式でも測定できない低強度の寒天である。物をしっかりと固めることは寒天にとっては重要な役割であるが、逆にこの「固まらない寒天」が開発されたことにより、既存の寒天では得られなかったさまざまな特性が、より多くの加工食品に利用できるようになった。以下、いくつかの用途を紹介する。

○ペースト状食品

「ウルトラ寒天」は、一度固めたゲルをミキサー等の攪拌により容易にペースト状にすることが出来る。このペーストは特有のボディー感を持ち、ドレッシング等の脂肪代替品としても検討されている。また、蜂蜜など垂れやすく扱いにくい物を、「ウルトラ寒天」を使って固めることにより、スムーズに塗り伸ばせるようになる。こうして出来た蜂蜜のペーストは、曳糸性が無く、大変味立ちが良い。「固まらない寒天」となってもフレーバーリリースの良さは従来の寒天と全く変わらない。

○ヨーグルト

普通市販されているハードタイプのヨーグルトには、寒天とゼラチンが併用されている。最近ヨーグルトも多様化してきて、スタードタイプのヨーグルトも増えてきた。通常、スタードタイプのヨーグルトの安

定剤にはLMペクチンやデンプンが使用されるが、ウルトラ寒天を併用することにより、糊状感の少ないクリーミーなテクスチャーをもつヨーグルトを作ることが出来る。

○パン

パンに「ウルトラ寒天」を添加すると、加水量を増やすことが可能となりさらに歩留まりが向上する。また、しっとりとしたパンに焼き上がり、老化も遅くなる。これは「ウルトラ寒天」が固まらない特性を持っているために、そのゲル化力がパン生地に影響を及ぼさない事と、従来の寒天同様に大きな保水力を有しているためである。

○澱粉の老化防止

寒天を酵素処理し、低分子化してオリゴ糖レベルまで分解⁴⁾するとデンプンの老化防止に効果があるという報告⁵⁾がある。「ウルトラ寒天」はそこまで低分子化されていないが、蒸し物や焼き物又は、蜜漬けした道明寺に添加するとデンプンの老化が抑制される傾向にある。

○たれ類

「ウルトラ寒天」は中性域での耐熱性、耐酸性に優れ、そしてデンプン老化がないためにレトルト食品の増粘剤にデンプンと併用して利用されている。また従来の、たれの増粘剤でよく使われるキサンタンガムやグァーガムの食感改良や、曳糸性の防止にも使われている。

2.3 即溶性寒天

これまで寒天は、溶解するとき必ず沸騰が必要であった。ところがこの「即溶性寒天」⁶⁾は溶解性に優れ、加熱沸騰させずに80℃までの加温で溶解可能である。この「即溶性寒天」は、ゾル状態から直接脱水されることにより分子上ランダムコイルのままで粉末化された寒天であり、分子配交してダブルヘリックス鎖の複雑な絡み合いをしている^{7), 8)}。従来の寒天とは溶解性の面で大きく異なる。

○餅

餅粉を使い、餅や求肥を作るときには、機械へ付着しやすいなど作業性の面が問題となることがある。また求肥では、そのボディーの弱さから作業効率が悪くなることがある。そのような時に餅粉に「即溶性寒天」を混合してから使用すると、剥離性が向上し、さらに、食感に影響を与えない程度のボディーを付与することが可能である。これは「即溶性寒天」が、餅粉との共存下でも溶解可能なためである。また、寒天のもつゲル化力、保水力が餅粉のボディー形成に関与しているためである。

○冷菓

「即溶性寒天」の中で「UP-6」というタイプがある。これは乳蛋白安定機能を持った特殊な寒天で、アイスクリームやラクトアイスの安定剤として他の増粘剤と併用して使用される。この寒天を使うことによりメルト

ダウン耐性に優れ、ヒートショックに強い冷菓を作ることが出来る。

おわりに

従来、寒天はその“強いゲル化力”による独特の食感ばかりが強調されてきた。しかし、新しい食感や機能を持った寒天が開発されたことにより、食品素材としてこれまで思いもよらなかった用途での利用が増えている。“寒天は固めるためだけの素材”という既成概念にとらわれず、これらの寒天を新たな商品の開発にお役立て戴ければと考えている。

引用文献

- 1)徳田廣,大野正夫,小河久郎 1987. 海洋資源養殖学, 緑書房 P55
 - 2)中野愛子 1944. 寒天・アルジネート連合印象法, クインテッセンス出版
 - 3)伊那食品工業株式会社, 寒天の知識 No.4.
 - 4)Araki, C. 1953. Bull.Chem.Soc.Japan, 29: 534.
 - 5)高橋武雄 1951 海藻工業, 産業図, p. 50.
 - 6)Guiseley, K. B. 1970. Carbohydr.Res. 13: 247.
 - 7)小島正明 1992. New Food Industry, 34: 17-18.
 - 8)Hayashi, A., Kinoshita, K.and M.Kuwano 1977. Polymer J. 9: 219.
 - 9)Tako, M.1992. New Food Industry 34: 71.
- (162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町 574)

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

カラギーナンの市場の変遷と
最近の動向

岩元 勝昭

(マリン・サイエンス株式会社)

はしがき

カラギーナンは、紅藻のキリンサイ、ツノマタ類やスギノリ類などから抽出される粘性の高い酸性多糖類である。カラギーナンはカップ型からラムダ型までの物性の相違とゲル強度の特性によりゼリー菓子、アイスクリーム、ミルク、ハム、ソーセージなど安定剤、接合剤、分離防止剤としての食品分野から化粧品、歯磨き製品、医薬品のカプセルなど幅広く利用されている。日本のカラギーナン輸入量を表1に示す。

カラギーナンの工業的製造は、1937年にツノマタを使って始まり、第2次世界大戦の時に、日本からの寒天の輸入が途絶えていたために、寒天の代用にカラギーナンが使われるようになり利用分野を広げた。カラギーナン利用の増大が始まったのは、1950年代からである。今回は、製造や利用分野については概略にとどめて、カラギーナンの市場は劇的な変化をしているカラギーナン・メーカーの最近の動向について述べる。

1. カラギーナン製造業界の変遷

カラギーナンの原料産出と製造業界の変遷は、1950年より3段階に分けられ、会社の設立と操業から3つのグループ群に分ける事ができる。1950年代よりカラギーナンの大量生産に入ったのは、北米のFMCマリンコロイド社と欧州のGENUベクチン社、SKWバイオ社のカラギーナンメーカーである。これらの会社は第1グループ群である。この時代の原料はカナダやヨーロッパ沿岸の大西洋岸に繁茂するツノマタ *Chondrus crispus* を主原料とし、アルコール沈殿による精製カラギーナンを製造していた。主用途としては、蛋白・反応性と粘性を利用した、プリン、アイスクリーム、チョコレートミルク飲料、歯磨きペーストなどであった。

1980年代よりフィリピン、インドネシアなどの熱帯海域に養殖されているキリンサイ類を主原料とし、アルカリ処理後の海藻を粉碎したクルード型、別称：Semi-refineあるいはPNG (Philippine Natural Grade) とプレス脱水型の精製カラギーナンの製造が始まり、第2グループ群の民族系資本による Shemberg 社、Marcel 社、MCPI 社の操業が始まった。原料は *Eucheuma cottoni* と *E. spinosum* であった。現在、この2種の学名は *Kappaphycus alvarezii* と *Eucheuma denticuratum* になったが、業界では、旧学名からコットニー、スピノサムとそれぞれ呼んでいる。主用途としてクルードタイプは、ペットフード、畜肉製品に主に使用され、プレス脱水タイプは、透明デザートゼリー(カップ・ポーションタイプ)などに使われた。

1995年代より南米のチリ、アルゼンチン産の *Gigartina* 属を原料とし、クルード型と寒天会社のプレ

表1. 日本のカラギーナンの輸入実績の推移

輸入国	1995年度 (kg)	1996年度 (kg)	1997年度 (kg)	1998年度 (1-6月) (kg)
韓国	269,530	250,440	234,310	162,520
フィリピン	345,000	229,403	281,360	84,200
デンマーク	513,650	374,800	498,696	246,380
フランス	182,635	171,775	185,505	117,520
アメリカ合衆国	393,529	414,753	382,589	179,150
インドネシア	119,529	223,420	117,220	9,380
チリ	78,000	41,800	2,250	
スペイン	31,400	12,000	38,000	1,000
合計	1,933,404	1,718,391	1,739,930	800,150

ス脱水型精製カラギーナンの製造が Algas Marinas社、Cobra社、Gelymar社での創業が始まった。このグループは第3グループ群と言える。

*Gigartina*を原料にしたカラギーナンはラムダ型カラギーナンを多く含んでおり、プリン、アイスクリーム、チョコレートなどへの用途拡大を進めたと思われる。

1980年代の熱帯域からの原料を用いたカラギーナンの用途が拡大した第2群会社の10年間は、第1群（ソノマタ原料）カラギーナンの用途への浸食と新規需要への拡販の時代であった。この争いは、FDA/WHO/EECのキリンサイ原料・カラギーナンの使用認証により、決定的に第2群が圧勝すると思われた。確かに多くのユーザーは第2群会社の製品を優先的に採用する時代となり、世界的にペットフード（缶詰）、畜肉製品（ハム・ソーセージ）への利用が採用され新規カラギーナン需要を拡大させた。

2. 1997年以後の第2群のカラギーナン業界

1997年9月以降のタイ国のパーツの暴落が発端となって、東南アジアでの自国通貨の暴落により、特に

フィリピンの民族系海藻工業会社の資金繰りが困難になり経営不振が深刻となっており会社倒産の危機説が噂されている。

もともと、東南アジア諸国は自国通貨と米国ドルとベッグ (linkage)政策を取ってきた。また、これらの国々の企業経営者は華僑が多い。そのために、彼らは原則として自己資本では事業を始めず、借り入れ金で創業し操業することが主流である。これは何らかの混乱・争乱などが発生した時に逃げ出すことを原則にしている。昨今のインドネシアでの暴動で、華僑は逃げ足が早かったことが、多くを暗示している。平常時は利益は海外に逃避させ、会社は常時赤字・借り入れ過剰にして運営されている。従って、今回のIMF危機では借入金は自国通貨換算では膨大な借用拡大となり、また、高金利（フィリピンなどでは年利25%）で、通常の会社運営は不可能になる。このようなことはフィリピンのすべての海藻関連企業に起きており、今後フィリピンでのカラギーナンメーカーの破綻・整理が行なわれ、新たな創業が再び起こる事が考えられる。フィリピンでの最大のカラギーナンメーカーのS社の

表2. 1996年度フィリピン輸出実績

Name	Material (\$650) ²⁾	SRC (\$6,000) ²⁾	Carrageenan (\$10,000) ²⁾	Total (M/T)	Amount ¹⁾ (\$)
Shemberg Corp.	3,162トン	6,312トン	1,332トン	38,228	53,247,300
Marcel Trading	5,072	4,989	230	28,672	35,530,800
Marine Colloid	1,969	4,581		22,582	28,765,850
Phil. Sanofi Bio			690	3,450	6,900,000
Biocon Phils		750		3,375	4,500,000
MCPI Corp.		705		3,170	4,260,000
Vincent Wee	6,478			6,478	4,210,700
Genu Products	596	355		2,192	2,517,400
Adam Omar	3,328			3,328	2,163,200
Manuel Loy	3,304			3,304	2,147,600
King Agro.		276		1,242	1,656,000
Geltech Hayco		233		1,051	1,398,000
Rico Phils		78		347	468,000
D&T International		15		69	90,000
E&S Gum Re.	63			63	40,950
Total	23,972	18,294	2,252		147,865,800
Raw material equivalent ³⁾	23,972	82,318	11,260	117,551	

1) 表中のAmount（金額）はその当時の市場価格を想定して計算したもの

2) トン当たりの単価（\$）を示す

3) Raw material EquivalentとはSRC（Semi-Refine Carrageenan）とCarrageenan（精製）を製造するに使用したRaw materialを算出して出した値（原料換算はSRC1kg当たり原料4.5kg、Carrageenanでは5kg必要として計算されている）。Source: SIAP, 1997

現況は借入金 70 億円が 14 銀行にあった。それに対して販売年商が 53 億円程度であり明らかにオーバーローンとなっていた。しかもメイン銀行の Citi Bank、2 位の BPI が撤収を決め、3 位の Far East Bank を中心に残り 12 銀行で取りあえず \$ 500,000 の融資と 4 カ月の支払い猶予を得て、根本的な対応策の検討中である。いずれにしても第 2 群のフィリピンのカラギーナン製造業界、特に民族系会社は厳しい状況である。なお、1996 年度のフィリン各業界の輸出実績は表 2 に示す。1997 年度の輸出実績はまだ出ていないが、かなりの減産が予想される。

3. 第 3 グループ群の現況

東南アジアの経済不振は、南米の海藻工業界、特にチリの寒天メーカーにも多大に影響を与えることになった。チリからの東南アジアへの寒天輸出量は年間 600～800 トンであった。しかし、東南アジア諸国の寒天輸入禁止はチリの寒天会社への大打撃となり、カラギーナンの平行生産を復活させることになった。このことも南米が第 3 グループ群としてのカラギーナン生産地となりつつある起因となった。従来はこれらの国々は、カラギーナン用の原料を第 1 グループ群への輸出国として甘んじていた。現在、チリ、アルゼンチン、ブラジル、ペルーには 8 社のカラギーナン会社があり、生産能力は表 3 に示すように 6,000 トンとなっている。南米の主要原料は *Gigartina* 属 (*G. skottsbergii*, *G. stellata*, *G. canaliculata*, *G. pistillata*) と *Iridia* 属である。そのためにラムダー rich の蛋白反応性に優れている。これは第 1 群会社の製品に対抗しうるクルード型カラギーナンの状態で安く販売を拡大を図ることが可能である。将来南米各国のカラギーナンの生産拡大は第 1 群メーカーの動向を左右することになると推測される。

4. 将来への展望

アジアの経済混乱のなかにあって韓国では、MSC

表 3. チリ国カラギーナン輸出実績 (1997 年度)

メーカー名	輸出数量 (トン)	単価 (\$/kgFOB)
GELYMAR	900	8.94
DANISCO	1,160	7.07
ALGAS MARINAS	30	6.18
COBRA	10	9.05
合計	2,100	

CO.,LTD (旧称：明新化成工業株式会社) が、唯一好調な生産を維持している。現在 120 トン/月産のカラギーナン生産を続けている。最近の韓国の経済混乱は、同社にとって「追い風」となっている。同社はさらに糸寒天の製造も行なっており、3,500 坪の敷地と生産能力 250 トン/月産をする世界最大の糸寒天メーカーになった。

フィリピンの民族系カラギーナン・メーカーの不振がある一方、最近、原産産出地域に新たなカラギーナン・寒天のメーカーが出現しつつある。これは第一群の米国、ヨーロッパ系の大手メーカーが原料産出国に生産工場の移設を進めている。フィリピンのセブ島へ米国の大手メーカー FMC が原料確保ならびに一次処理としてのアルカリ処理工場を持ち、また、デンマークの GENU 社が 2,000 トン/年間のプレス脱水タイプの精製カラギーナン工場を建設するという情報もある。

近い将来、第 4 群として新しいカラギーナン・寒天生産地が発生してくる可能性がある。それは東南アジアの汽水域での水産物 (エビ・魚類) 養殖池でオゴノリ *Gracilaria* とキリンサイ *Kappaphycus* などの混合養殖 (共生養殖) として生産される海藻が増大してくることが予想されるからである。すでにタイやマレーシアでは、大量に輸入されてきた寒天による外貨の損失をくい止める政策がとられつつある。エビ養殖池ではエビの種苗とカットされた *Gracilaria* とを同時に入れている。そうすることにより海藻がエビなどの隠れ家 (鳥害防止)・排泄物と過剰摂餌分の吸収分解が行なわれている。すでにオゴノリは実績が台湾・タイであるが、最近、高知大学の犬野先生らは、ベトナムでキリンサイをエビ養殖池で養殖が可能である試験を成功させている。かつ、従来のラグーン域での養殖よりも成長が良いことを報告している。このことは、国の政策もあり、今後、エビ、魚類の養殖池を持つ国々に於いて寒

表 4. カラギーナン・メーカーの海外移転

会社名	場所	生産品
FMC マリンコロイド	セブ島	Treat Chip
Genu ベクチン	セブ島	プレス脱水精製カラギーナン (2,000 トン)
Sanfi Bio	マニラ	プレス脱水精製カラギーナン (800 トン)
MRC	スラバヤ	Treat Chip
中央化成	スラバヤ	プレス脱水精製カラギーナン (800 トン)/SRC

天・カラギーナン産業が勃興する可能性を示唆している。

以上のことから、まさに現在、カラギーナン・寒天などの海藻業界は、未曾有の大転換期の時代と言える。カラギーナンの消費は、将来、発展途上国と特にアジア地域での新規需要増大が大いに期待できる。このことから、さらに新たな地域に、新たなカラギーナン・メーカーが創業するであろう。いずれにしても当分の間、カラギーナン業界の激動を注視・注目せざるを得ない。

5. まとめ

1. 従来のカラギーナンの2産出地域（北米・欧州，東南アジア）に新たな産出地域（南米）が出現した。今後，3産出地域での覇権争いが激しくなるであろう。
2. カラギーナンの主流はクルード（Semi-refine）型となっている。精製カラギーナンは特殊な用途（透明デザートゼリーなど）並びに特定ユーザー向け

となる。日本はその典型的マーケットとなる。理由はPL法・HACCPなどの規制に準拠せざる得ないためである。

3. 東南アジア諸国の経済的破綻が寒天のチリからの輸入を止め、世界の寒天の貿易量の激減を招いている。このことがチリ寒天会社のカラギーナン平行生産開始の起因となった。
4. 欧州での畜肉製品へのカラギーナン利用が公式の許可が1998年、本年初頭になり、世界のカラギーナンの需要は更に拡大する。
5. 今後，第1群カラギーナンメーカーが減産していくと思われる。これらのメーカーは，クルード型タイプあるいはプレス脱水型精製カラギーナンメーカーへと変換していくと思われる。
6. 近い将来，主として東南アジアにおいて，エビ，魚類の養殖池での副生産物として生産される海藻を原料として新しいカラギーナン・寒天メーカーの勃興が考えられる。

（101-0031 東京都千代田区東神田 1-11-7-1013）

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

微細藻類からの有用資源開発

島松秀典

元・大日本インキ化学工業 KK

はじめに

昨今は、宇宙への関心の高まりと共に、太陽系惑星としての水惑星・地球の歴史にも多大の興味が寄せられている。46億年前に誕生したとされる地球星に最初に出現した生物が光合成細菌とらん藻と呼ばれる微細藻の一種で、これが35億年前とされている。これらの光合成活動によって酸素が産生され、これにより、唯一、地球惑星にのみ現在の我々人類や種々の動植物が生を受けている事はもはや常識となっている。

人類と藻類の関わりは深いのであるが3万種を超えと言われる藻類の積極的な利用についてはごく限られたものであった。その中であって特に日本における藻類利用の歴史は古く、海産性藻類を中心として、褐藻の昆布、ワカメ、紅藻の海苔、緑藻ではアオノリ、アオサ等、又らん藻に属する水前寺海苔などが食料として利用されてきた。一方、世界に目を向けるとらん藻の一種である螺旋微細藻スピルリナが食用としての古い歴史を持ち、アフリカのチャドやエチオピア等のアルカリ塩湖に自生するスピルリナが古くから現地の人々の食用として、特に貴重な蛋白資源として利用されてきた事が知られており、同じくアメリカ大陸のメキシコ Texcoco 湖に自生するスピルリナが16世紀に Aztec 民族により食されていた事が記録に残されている。

本稿の主題である微細藻類の積極的利用・量産化については未だその歴史は浅く高々40～50年と新しい未開の分野と言えよう。しかし、この間に光合成機作の解明をはじめ、各種の巾広い藻類利用の基礎的研究や開発など目覚ましい進展を遂げており、地球の地下エネルギー資源の有限が叫ばれる中であって無限の太陽エネルギーの有効利用を背景に、今後益々大きな夢を抱かせる分野になるであろう事に疑いはないであろう。本稿では特に微細藻類に限りそれらの開発の現状と課題について簡単に紹介したい。

1. 微細藻類利用の歴史

微細藻類を産業として量産化する検討が本格化したのは第二次大戦中ドイツに於ける緑藻 *Chlorella* や珪藻 *Nitzschia* についての研究が端緒とされている。この主な背景は世界の急激な人口増加に対応する食料生産にあり、精力的な研究が継続され1970年代には *Chlorella* より分離回収が容易な *Scenedesmus* についてもタイ国 Kasetsart 大との共同研究などとして行われたが、いずれも実用化には至らなかった。戦後、日本でも *Chlorella* についてその基礎研究、実用化研究が着々と積重ねられ、1960年代には日本、台湾などでその量産化に成功し、1970年代には大きな市場へと拡大したが、その市場は健康食品としてほとんど日本に限られたものであった。

米国に於いても1940年代後半より *Chlorella* 等についての検討が進められたが、その後、微細藻類についての研究の方向は食料生産ではなく廃水処理への応用などへと展開され、これと併行して1950～60年代は海洋農場計画として海産性大型藻類を海洋で生産し、藻体より燃料生産を行うという計画も推進された。しかし、その後1980年代に入り微細藻類の開発へと再びその重点が移されている。らん藻スピルリナについては1960年代に J. Leonard や G. Clement らによりアフリカのアルカリ塩湖に自生する高蛋白藻として紹介され、1970年代に入りフランスの IFP がメキシコ国営 Sosa Texcoco 社でスピルリナの量産化を具体化し、一時、米国市場で特異な Diet 食品として話題を集めた。その後、日本、タイ、米国、台湾、イスラエルなどで人工池による量産化が次々と具体化され、主に、健康食品として世界市場に展開された。

イスラエルでは1970年代に Dead Sea (死海) で採取された鞭毛藻類 *Dunaliella* が glycerol と β -carotene を蓄積する事に着目し、その基礎研究が行われ、その後、 β -carotene 生産を目的にしてイスラエル、米国 (カリフォルニア、ハワイ)、オーストラリアなどで量産が行われるようになった。

これらの量産化推進に当たっては各々の培養技術に関する基礎研究の進展と共に培養装置 (人工池や攪拌装置など) の開発や微細藻類における難点であった培養液からの藻体の分離回収技術の開発なども大きな進展と貢献を見せた。

1980年代に入ると研究対象とする微細藻類も多岐に亘り、また、単に藻体成分の利用のみでなく藻類の持つ幅広い機能を利用する研究など飛躍的な展開を見せている。

2. 微細藻類の量産

現時点、微細藻類の中で工業的規模として量産されているものは *Chlorella*, *Spirulina*, *Dunaliella*, *Haematococcus* など限られている。以下にそれらの概要を示す。

Chlorella

細胞大きさは数ミクロンから10ミクロン程度の球形単細胞緑藻で、増殖における至適のpHは中性付近にあり好適温度は20～30℃の中温性である。その量産計画は日本でも第二次大戦後、食料や蛋白資源として始められたのであるが種々の栄養的・薬理的效果より栄養補助食品・健康食品として日本市場を中心に展開が計られた。量産に当たっては速い増殖速度を目的に炭素源として酢酸を利用する mixotrophic 又は hexotrophic な培養法が通常採られ、培養池の多くは円形開放浅池でアームを回転させる攪拌装置を備えている。一部には閉鎖系のタンク培養も行われている。培養法としては雑藻、雑菌の汚染を避ける為、連続ではなく、回分培養が主流である。培養液からの藻体の回収には遠心分離機が通常用いられ、更に噴霧乾燥機などで乾燥粉末を得る。また、クロレラはその性質として細胞膜が硬く、健康食品を目的とする時、その消化性に難がある為、細胞膜を破碎する工程が組込まれている。主な生産者は日本ではクロレラ工業やサンクロレラなど、台湾では台湾緑藻、青洲緑藻、東海緑藻、遠東緑藻などで生産地としては日本、台湾、インドネシア、中国など東南アジアに限られている、主な市場は日本で、その用途は健康食品が主流であるが各種食品への添加剤、農業における生育調節剤や藻体肥料、畜産・水産養殖の飼料用添加剤、更には医薬品・化粧品への添加剤など広範な応用展開も計られている。

Spirulina

炭酸ソーダ塩の強アルカリ環境でのみ生育する多細胞らん藻で、直列に連なる各細胞間の隔壁が明瞭であることから分類学上は *Arthrospira* とすべきであるが一般的な通称として *Spirulina* と呼ばれている。この *Spirulina* もらん藻の一種として30億年以上もの以前より地球上に出現し変異を起こすこともなく、現存しているとされ、アフリカ大陸のチャド、エチオピア、マダガスカルやアメリカ大陸のメキシコやペルーなどの

アルカリ塩湖に自生している。増殖に好適な温度は25～40℃と熱帯性で、藻体形状はコイル状で長さ300～500ミクロン程度の大型のものが量産には採用されている。

この *Spirulina* の量産に先鞭をつけたのはフランス IFP 技術によるメキシコ Sosa 社で地下から汲み上げるソーダ塩水を利用し、広大な半人工池により過去年産400トンもの生産を行ったが現在は事情により生産を行っていない。メキシコに続きイスラエル Koor's 社、大日本インキ化学の技術によるタイ Siam Algae 社と米国 Earthrise Farms、台湾では青洲緑藻、南方樹脂など、更にはハワイ Cyanotech 社などが次々と *Spirulina* の量産を始め、最近ではインド・マドラスの Parry Agro 社や中国各地でも生産が行われるようになり、世界の総生産量は年間3000トンにも達する規模となっている。

メキシコを除くほとんどの生産工場は *Chlorella* とは異なり、方形ないしは Race way 回遊方式の浅池に水車型攪拌機を備えた開放形培養池で増殖を行い、培養液は多量のソーダ塩を含む為 recycle 使用される連続培養方式が採用され、炭素源としては炭酸ガスが使用される所謂 autotrophic な方式が通常である、培養液よりの藻体の回収は藻体サイズの大きさより濾過分離による方法が一般的である。*Spirulina* の用途としての主役は健康食品であるが、らん藻特有の青色色素 phycocyanin を抽出精製した食品用青色色素や豊富且つ特異な carotenoids を利用する養魚や家畜用の飼料添加剤としても展開されている。

この *Spirulina* についてはアフリカ各地のソーダ塩湖の有効利用と該地での栄養失調や飢餓からの救済手段の一つとして FAO をはじめとする国連の各機関も強い関心を示しており、また、NASA (米国航空宇宙局) では今後の長期宇宙滞在に対処するため閉鎖系生命維持システム (CELSS) に *Spirulina* を組込んだ検討が続けている。

Dunaliella

高い耐塩性を持つ熱帯性の藻で一對の鞭毛を持つ緑藻であるが高塩・栄養源欠・高温などの過酷な条件下で glycerol や β -carotene を藻体中に産生することから天然 β -carotene の生産手段として量産が行われている。人工池に水車形の攪拌機を備えた開放型の Race way 培養池で生産を行っているのがイスラエルの日本企業・日健総本社と現在は Amway の傘下となった米国カリフォルニアの元の Microbio Resources 社の二社で、一方オーストラリアでは Betatene (ベタテン) 社が Whyalla で Western Biotechnology 社が Hutt Lagoon で各々海浜に

広大な半天然培養池を設け、海水を効果的に利用し生産を行っている。最近ではインドの Parry Agro 社でも人工池による生産を始めている、商品としては β -carotene を含有する乾燥藻体や β -carotene を抽出し植物油に懸濁した油状品などが市場に出されている。この *Dunaliella* より生産される β -carotene の競争相手は合成法による β -carotene であるが合成品が all-trans 型であるのに対し、*Dunaliella* 由来のものは 9-cis, 13-cis などの cis-型を含み、その吸収性の優位を持って健康食品としての展開を行う一方、食品用天然着色料や養魚・畜産向けの飼料添加剤などとしても販路が展開されている。

Haematococcus

二本の鞭毛を持ち 40～50 ミクロンの大きさの緑藻で増殖至適 pH は中性ないしは弱アルカリ、至適温度は 25℃ 付近であるが、特殊なストレス環境を与えると xanthophyll 系の色素である astaxanthin を産生する。この色素は年々拡大する養殖漁業、中でも特にサケ・マスなどの色揚げに不可欠の為、非常に大きな市場が期待されている、astaxanthin は合成品も上市されており、他方、*Phaffia* 酵母やオキアミなどよりも得られるが藻類由来の天然 astaxanthin には多大の関心が集っている。

故に、このテーマについては多くの研究機関やプロジェクトで具体化の検討が行われているが、藻体の増殖から色素産生までの間に種々の汚染などの問題を生じ易く、特殊な培養技術や培養装置としての閉鎖系システムの開発など新たな工夫が要求されている。

現在、*Haematococcus* による astaxanthin の量産はハワイの Cyanotech 社によってのみ行われており、商品としては 2% 程度の astaxanthin を含有する乾燥藻体として市場に出されている。天然 astaxanthin には大きな市場が控えている事もあり、今後、この量産は益々多くの関心を集めるであろうと思われる。

その他

微細藻類の利用の中で異色であったのは、米国・オレゴン州の Upper Klamath Lake に毎年水の華として発生する *Aphanizomenon* が健康食品として 10 年以上の間、米国でかなりの市場を持っていた。しかし、数年前に雑藻汚染の問題からその姿を消した。

なお、日本市場で健康食品などとして販売されている *Chlorella*, *Spirulina*, *Dunaliella* などの安全性については日本健康食品協会 (JHFA) による自主規格が各々整備されており、この基準は今や世界的にも通用するものとなっている。

3. 微細藻類産業のポテンシャル

微細藻類の中で量産化、企業化に至ったものは未だ限られたものであるが今後の可能性についてはより巾広い多くの優れた研究・知見が積重ねられており、近い将来、これらの可能性が次々と具体化されることが期待される。現在までに報告された主なものを表 1 に列挙する。

4. 微細藻類量産における課題

微細藻類の量産における基本的な問題は藻体が微細であることから培養過程における雑菌や雑藻による汚染であり、これらは致命傷ともなりかねない。如何なる場合でも純粋単一藻の培養系が維持される技術が必要とし、これ無しには製品の安全性を含み量産化は成立しないであろう。現在までに実用化されている *Spirulina* や *Dunaliella* は通常とは極度に異なる特殊な環境で生育する事から汚染の危険が軽減されていると言えよう。*Chlorella* の場合は mixo 又は hexotrophic な系で、より速い増殖速度を得ることで汚染の最小化を可能にしているであろう。従って、これら特殊な性格を持たない藻類の量産化には開放系での純粋培養は困難を伴うことから、昨今は、種々の閉鎖系の培養装置いわゆる bioreactor が考案されつつあるが、未だ実用化されたものはないのが実状である。

今一つの問題は藻類は植物であり、原則として光合成により増殖する為、細菌や酵母菌などに比しても、その増殖速度が格段に遅いことにある。その上、培養液の藻体濃度が低い為その分離回収には大量の液量処理を必要とし、併せて、食品又はそれに準ずる衛生管理も当然要求される事から量産を行う為には相当の設備投資も必要とされて来た。換言すれば、生産コストが必ずしも安くないのが現状であろう。それ故、*Chlorella* や *Spirulina* 更には *Dunaliella* においても、その市場は一般の食品や飼料としてではなく、高付加価値を引出す様々の努力を払い、より高い価格が受け入れられる健康食品市場など特殊な市場への志向を余儀なくされているとも言えよう。今後とも、コストダウンは微細藻類がより広く、より大きな市場へと展開する為の重要な鍵ともなるであろう。

微細藻類産業が今後益々発展する為には、その安全性や環境への対応を考慮し、如何に汚染のない単一藻培養系を確保するかの確かな技術と、生産効率を考慮し如何に安価に生産出来るかの工夫が重要と思われる。この為には天然の池や湖、更には海洋をもっと利用する事は出来ないだろうか。もっと人工的でなくエ

表 1. 微細藻類利用の可能性

目 的	市 場	微細藻の種
食品・補助食品	栄養	<i>Chlorella, Spirulina, Aphanizomenon</i>
飼料(水産養殖)	魚の色揚げ 餌 (二枚貝, ワムシ)	<i>Spirulina, Haematococcus</i> <i>Chaetoceros, Tetraselmis, Isochrysis,</i> <i>Nannochloris</i>
脂質・脂肪酸	EPA, DHA ステロール, ワックス	<i>Porphyridium, Schizochytrium</i> <i>Chlorella</i>
着色料	カロテノイド, キサントフィル クロロフィル フィコビリタンパク質	<i>Dunaliella, Spirulina Haematococcus</i> <i>Spirulina, Porphyridium</i>
酵素	ATP, SOD, 制限酵素	
ポリマー	タンパク質 多糖類	<i>Porphyridium</i>
薬学	抗生物質, 免疫賦活, 診断薬, 毒	<i>Chlorella, Spirulina</i>
燃料	水素 メタン 炭化水素	<i>Chlamydomonas, Anabaena</i> <i>Botryococcus</i>
農業	PGA (植物生長因子) 肥料 (窒素固定) 土壌改良剤 殺虫剤	<i>Chlorella</i> <i>Anabaena, Nostoc</i> <i>Anabaena</i>
水質浄化	BOD - 酸化池 重金属吸収	<i>Chlorella, Spirulina</i>
CO ₂ 固定	CO ₂ 削減	Diatoms, Haptophytes
宇宙	CELSS ¹⁾ , BLSS ²⁾	<i>Spirulina, Chlorella</i>

1) CELSS: Controlled Ecological Life Support System

2) BLSS: Biological Life Support System

コロジカルな技術が使えないだろうか。又逆に、遺伝子技術などにより種々の問題の解決が出来ないだろうかなど、今後の研究と工夫に期待するところは大きい。

おわりに

現時点では、微細藻類の利用はごく一部が実用化さ

れているに過ぎないが、当該分野は多大の可能性を秘めた未開拓の宝の山であり、太陽エネルギーの有効利用の観点からも今後の大いなる展開が期待されるところである。

(264-0032 千葉市若葉区みつわ台 5-1-72)

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

海外の海藻資源の開拓と
日本での利用角谷 清
(角谷株式会社)

はじめに

当社は、1923年、角谷商店として創業し75年間の歴史を経ている。海藻の輸入は、1958年より寒天原藻であるテングサ（業界では天草、寒天原藻になるテングサ属の総称とする）とオゴノリ（業界ではおご草、寒天原藻となるオゴノリ属の総称）より始まり、1963年頃よりアルギン酸ソーダーの原料である *Ecklonia*, *Lessonia* の輸入へと拡大し、その後、寒天の関連商品であるカラギナンの原藻不足でその原料である紅藻類の *Gigartina*, *Chondrus crispus* などの輸入へと進展して当社の一大主流商品へと発展していった。さらにその後、*Gigartina* はトサカノリの代用として、いわゆる「*r*とさかもどき」として利用することになり、従来海藻工業用の原料のみであった海藻の輸入は、食用海藻の分野にも進出することになった。今回は当社の海藻輸入の歴史にふれながら、各論的に関係海藻について述べてたい。

1. 寒天原藻（テングサ、オゴノリ）について

第二次大戦以前は、寒天は日本及び韓国の特産品（但しメキシコを除く）と思われていたが、戦時中に日本より寒天の供給が止まって、寒天の欠乏に困惑した連合軍側はヨーロッパ各地でテングサ類の存在を調査した結果、スペイン、ポルトガル、及びモロッコに若干量テングサ類が存在することが確認され、それぞれの地で寒天の製造が開始されることになった。

ヨーロッパ

スペイン、ポルトガル、モロッコの国々で、テングサの生産量があることが明らかになり、ポルトガル及びモロッコでは相当量のテングサが輸出されるようになった。当社が1958年よりテングサの輸入を開始したのは、国内テングサの価格高騰に悩む寒天メーカーのために少しでも安い原料を供給したいと思ったからであった。たまたま、原藻輸入の自由化を夢見てい

た筆者は、通産省当局へ働きかけ、1953年頃よりテングサをAA品目に指定してもらっていたことも情勢の展開ともに輸入を促進できた原因である。当時の担当者Y氏の英断に感謝したい。テングサの補助原料であったオゴノリは、戦後、原藻の化学処理技術の発達により強いジェリー強度を得られることと価格の安さことから、ヨーロッパ海域でも調査されたが、あまり良質な原藻がなかった。

次にヨーロッパ産テングサの生産状況について述べるとスペイン、ポルトガル、モロッコの国は共に約2,000—3,000トンの生産量があり、現在の日本及び韓国におけるテングサ生産量をかなり上回っており、世界の最大のテングサ生産海域と言える。スペインのテングサは寄り草（打ち上げ海藻）であり、ポルトガル、モロッコのテングサは採り草（採取される海藻）が主である。スペインのテングサは、ポルトガル、モロッコのものより品質が多少劣り、生産量が年によってばらつきが多い欠点がある。3国の中でもモロッコ産のテングサが、最も生産量が安定しており品質もやや優れている。ヨーロッパ海域ではこの3地域以外にトルコに若干のオゴノリ類があり、エジプト沿岸からのテングサが少量、日本に輸入されているが、品質的には少し劣る。デンマークには寒天（デンマーク寒天）の原料であった *Furcellaria* が相当量採取されていたが、乱獲がたたって大幅に生産量が減少し、現在デンマークの寒天メーカーはカナダ産の *Furcellaria* に頼っている状態である。*Furcellaria* からできる寒天は、テングサ寒天とカラゲナンの中間的物性であるが、日本には輸入されることはほとんどない。

南米

南米ではチリ、アルゼンチン、ブラジル、ペルーの国々でオゴノリの生産がある。特にチリ産のオゴノリは極めて生産量が多く、オゴノリ養殖も盛んで、年間の生産量は25,000トンに達していると言われている。かつては日本へ大量に輸出され、最大時には10,000トンにも達した。その後、円高の進行で、日本での寒天の生産が減少した結果、オゴノリの需要が大幅に減少し、それでも、1997年の輸入量は1,397トンを示している。近年、チリでは国内での寒天製造が盛んになり、ほとんどの国内のオゴノリ生産量を消費し、日本にかわって世界中に寒天を輸出するようになった。チ

リにおけるテングサの生産量はだいたい500トン前後と思われる。品質は特殊な物性をもっていて悪くはないが、生産コストが割合に高いのが欠点である。チリのテングサの輸出の歴史はオゴノリよりも2年くらい早く1958年には、すでに日本に輸出されていた。そのパイオニアは当社であった。アルゼンチンの寒天原藻はほとんどChubut州で生産されるオゴノリ類である。粘着性の強い物性を持ち、ところてん用原藻、あるいは角寒天用原藻として好適であると評価が高い。年間、1,500トン以上の生産量があるが、作柄の豊凶の差が著しいのが欠点である。豊作の年には500－600トンを日本向けに輸出が可能である。1960年の開発当時には1,500トン以上の輸出があったが、その後著しい不作の年が3年間あってユーザーに迷惑をかけたこともあり作柄のばらつきが多いのが欠点である。ブラジルの寒天原藻の生産は比較的歴史が浅く、1972年頃より始まっている。長い海岸線をもつ大国であるが、オゴノリの産地はだいたい北東部のリオグランデノルテ州とセアラ州に限られている。潜在的生産量はかなり大きく2,000トンぐらいの採取の可能性があるが、やや作柄にばらつきがあるのが欠点である。品質的にもチリ、アルゼンチン産に比べて特色が乏しく、また、乾燥過程で傷みやすい欠点もある。かつてブラジルから1,000トン以上の日本向け輸出があったが、日本の寒天製造が減少したこともあり、現在では生産量は微々たるものにとどまっている。ただし、アルゼンチン、チリと同様に現地での寒天製造が行なわれているので、小規模ではあるが採集されたものの大半の量は現地で消費されている。ブラジルにはテングサも繁茂しており、品質も良いが生産量は少量であり、コストも高いためので現在では日本向け輸出は行なわれていない。ペルーではオゴノリ類の生産がかつて行なわれており、日本向けにも少量の輸出があったが品質も良くないので、微々たるものにとどまった。ペルーの海藻の調査はあまり十分とはいえず、潜在的生産量もあまり多くないと思われる。以上の4カ国以外の南米諸国にも多少のオゴノリとテングサの繁茂は確認されているが、量的には少なく商業ベースにはのらないと思われる。

中米

メキシコでは、珍しくインドネシアのオゴノリと共に戦前に日本向け輸出が行なわれた実績がある。筆者はメキシコのテングサには深く興味を持ち、しばしば産地を訪れているが、しかし残念ながら生産量はあまり多くなくせいぜい100トン止まりの生産である。品

質は美しい糊のでる特色があるが、米国に近いせいもあって価格が比較的高いのが欠点である。現在は、国内に寒天メーカーがあり、米国向けにコンスタントに寒天を輸出しているのではしばしば集荷にじゃまに入るといふ欠点があり、またここ独特の雑藻が付着しやすい欠点がある。潜在生産量は大きく、年間2,000トンを越えると思われるのでモロッコ、スペイン、ポルトガルに匹敵するテングサの大きな供給国である。メキシコのオゴノリはテングサに比べて生産量は少ない。まだ未開発の地域もあって今後詳しく調査すべきである。寒天の品質的物性もあまり知られていない地域であるので、なお研究が必要である。

アジア地域

日本・韓国・北朝鮮・中国の東アジアをはじめとして台湾、フィリピン、ベトナム、タイ、マレーシア、インドネシア、インドなどの南アジア地域にわたってテングサとオゴノリが分布している。

中国

中国北部の山東省にテングサがあり、昔から採取されていて500-600トンの生産量があると思われる。年間100トンぐらいは日本に向けて輸出されている。近年品質はかなり改良されたが乾燥も不十分なので一級品とはいえないが、粘度の強い特徴を持っている。価格的には本来は安いものではあるが、何かチャンスがあるとすぐ値上げをはかるのがユーザーとしては信頼でき難いという欠点がある。中国のオゴノリは海南島にみられ、細い独特のオゴノリであり、本来の寒天に用いられている *Gracilaria verrucosa* とはやや異なるが、どうにか市場に耐えられる品質である。オゴノリ養殖も行なわれており1,000トン近い生産量があるが、品質の関係で日本にはあまり多く輸入されていない。最近では、広東省、福建省の一部で、寒天メーカーとタイアップしてオゴノリ類の養殖はかなり盛んになっているが、品質は天然産オゴノリと異なることはなく良質である。数量的にも数100トン生産されていると思われるが、日本への輸出はほとんどなさそうである。中国南部では食用のササビノリを利用して寒天製造の技術が開発されており、製造された寒天は日本向けに若干輸出されている。

インドネシア

戦前はいわゆるマカツサルオゴの名で、オゴノリ類の日本向け輸出が行なわれていた。インドネシアの多くの島ではオゴノリ類の生産量は極めて多く、ゆうに数1000トンを超える量と思われ日本向けにも年間かなりの輸出の実績がある。ただし現在、インドネシア

では寒天の国内需要が大きく寒天製造も著しく増加しているため、生産されたオゴノリの大半は現地で寒天製造に消費されている。なお、余談ではあるが寒天の英語名である Agar は、元来、インドネシア語の Agar-Agar で、ところてんに使われている海藻という意味であり、オゴノリ以外のイグスその他の海藻も含まれた総称である。インドネシアではオゴノリ類以外の寒天原藻のテングサは主にシマテングサ属のものである。テングサの生産量もインドネシアではかなり多く、日本向けに古くから輸出されている。やや特殊な物性があり、一部のメーカーには喜ばれているが、熱帯国の常としてスコールが多く乾燥に難点があるのが残念である。また、品質管理全般にばらつきが多く大量に輸入することは難しい。いづれにしてもインドネシア全体の寒天原藻の生産はかなり多く、総量ではチリにつぐものと思われる。

フィリピン

この国もインドネシアにつぐ大きな島しょ国でオゴノリ、テングサともかなりの生産量があるが、近年この国はカラゲナン原藻のキリンサイの一大生産国として世界に冠たるカラギーナン王国になり、寒天原藻の生産はやや影が薄くなっている。これにはオゴノリ、テングサともやや品質的にも劣るということも原因している。しかし、かつてチリオゴノリの価格が著しく高騰した時に、フィリピン産オゴノリが救援投手の役割を果たして、日本の寒天メーカーの危機を救ってくれたことも忘れてはならない。品質は劣るが、かなりの潜在的生産量があることを示している。

南アジア

タイ・マレーシア、ベトナムいずれもオゴノリは若干存在し、一部現地で寒天製造に使われているが、品質的にあまり良質でないので日本向けの輸出は散発的に行なわれた。ベトナムのオゴノリは今後の開発如何で発展の可能性はある。インド、スリランカにも若干のテングサ、オゴノリは繁茂するがインドでは原藻類の輸出禁止で、現地の寒天製造に消費されている。スリランカのオゴノリは、時々、少量が日本向け輸出されているが、散発的である。ここのオゴノリには雑藻の問題がある。

アフリカ

アフリカ大陸の寒天原藻は、すでにモロッコからエジプト海域までをヨーロッパ地区に含めて論じてきたが、アフリカ大陸では南端の南アフリカ共和国、マダガスカルにおいてオゴノリとテングサのまとまった生産量がある。南アフリカ（ナミビアを含む）産のオゴ

ノリは日本向け輸入の歴史は古く、チリとほとんど同じ頃に始まっており、数量的にも1,000トンを超える量となった。近年は種々の事情により相当に生産量は減ったが、なおかなりの輸出実績がある。品質は安定しておりオゴノリの供給国としては、チリ、アルゼンチンと並ぶと言える。主産地はケープタウン中心のケープ州、ナミビアである。南アフリカにはこのほかにテングサの生産もあり、日本のオニクサに似た *Gelidium pristoides* の生産があり、少量であるがコンスタントに日本向けに輸出されている。マダガスカルには日本のヒラクサに似たテングサがあり、年間数100トン日本向けに輸出されているが、一部の寒天メーカーの独占的輸入となっている。特殊なゼリー物性をもつものと推測されている。

オセアニア

オーストラリア・ニュージーランドの両国こはオゴノリ、テングサの生産はあるが、集荷組織がなかなか発達せず、輸出がまだみるべきものでないのが残念である。オーストラリアの海藻にはかなり良質のオゴノリの生育が散見されているが、この2国は海藻を採取することは規制されているので商業化するのは困難である。ただ学問的の海藻研究は盛んで国際海藻学会の有名なメンバーである先生方も何人かおられる。人口が少なく人件費も高いので、海藻の一般的な輸出は難しいと思われる。

北米

北米の西海岸にはテングサはかなり存在するが、人件費の問題で寒天海藻の商業化は困難である。カナダの東海岸には大量の海藻があり集荷もされているが、寒天海藻の存在は極めて微々たるものである。大半は *Ascophyllum* と *Chondrus crispus*、*Furcellaria* などである。なお、ロシアのサガレンに伊谷草と呼ばれる特殊な寒天原藻が存在している。

以上で概略的であるが、世界の寒天海藻の状況を考察したが、まだまだ調査研究すべき場所もあり、筆者の今後の残されたエネルギーをそちらの方に注ぎたいと思っている。

2. アルギン酸ソーダの原料海藻

日本におけるアルギン酸ソーダに関する商品の歴史は第二次大戦の終結直後くらいよりスタートしており、一説には占領軍の薦めもあって製造を始めたとも言われている。むろん当初は日本産の昆布を原料として、製造を始めたのであるが、次第に昆布の価格が高騰しメーカーの採算が苦しくなってきた、1964年頃よ

り南アフリカの*Ecklonia maxima*のひきあいが入り、筆者は早速それを取り上げてメーカーにテストを依頼し、OKを得て以来、南アフリカより*Ecklonia*の輸入に踏み切った。南アフリカでの商社は寒天原藻の商社と同一であったので商談は円滑に進んで年間1,000トン近い輸入実績を上げるのに長くはかからなかった。当初は昆布に比べて価格はかなり安く、品質も多少ばらつきがあってもだいたい良好であったので輸入は伸びた。1970年にはメーカーと共に現地に渡航して*Ecklonia*の採取の現況をつぶさに視察研究した。そして潜在生産力の大きさを知ることができた。しかし、1970年頃より日本の買い付け量が2,500トンを越えるにつれて現地での買い付け競争も激化し価格が高騰し、乾燥その他の面での低下が顕著になった。この頃より日本側メーカーの*Ecklonia*に対する依存度は相当高いものとなっており原藻の高騰による製造コストの不採算を生じて我々も頭を痛めていた時、1975年、チリより*Lessonia*の引き合いが寄せられサンプルをテストしたところ良質であることがわかり、かつ、価格も*Ecklonia*よりも安く、メーカーと共に我々は喜んだ。その頃筆者はチリへ飛び、*Lessonia*の生産状況を視察した。当時、筆者はチリより大量にオゴノリを買い付けている最中であったので彼地に腰を落ちつけることが可能であったので、新商品*Lessonia*の開発にゆっくり取り組むことができたのは幸いであった。当時、オゴノリはほとんど地理の中部以南で生産されていたが*Lessonia*は褐藻類であるので、フンボルト海流が陸地に接近している南緯30度以北が主産地であり、その集荷のためには細長いチリ国を南船北馬の格好でサンチャゴを中心として北へ1800キロのイキーケまで、南は同じく1,500キロあるポルトモン、さらに南のチロエ島に飛ぶという状態でよく動いたものであった。筆者はまだ55歳前後の元気な時であったので激しい移動はそれほど苦にならなかった。こうしてチリからの*Lessonia*の輸入は、1980年頃まで急増して、南アフリカの*Ecklonia*をはるかに凌ぐ数字になった。こうして*Lessonia*の輸入は多少の品質のトフブルはあっても、大体、順風漫步の状態で急速に伸び、かたわらチリ産の*Durvillaea*, *Macrocystis*などのアルギン酸含有海藻を試験的に輸入して研究することもできた。ただ好事魔多しとはよく言ったもので、我々の行く手に突如として思わぬ魔物が現われた。それは今ではよく知られている、南米の海水温度が上昇するエルニーニョであった。この現象は筆者はよくペルーを訪れていて、ある程度の知識があったのであるが、まさかチリ海岸

にも発生するとは思ってなかった。*Lessonia*の日本向け輸出が始まって7年目の1982年より3年にかけてペルー、チリにわたって襲ったエルニーニョ現象はアントファガスタ以北の*Lessonia*主産地に甚大な被害を与えたのである。このエルニーニョはメキシコの太平洋岸にも及びアメリカの大手アルギン酸メーカーKELCO社が独占的に採集していたメキシコ産*Macrocystis*に大きな損害を与え、同社を慌てさせた大異変であった。当時、すでにチリ産*Lessonia*の依存度の高かった日本のアルギン酸メーカーのために、筆者はチリ北部海岸をかけずり廻った苦しい経験であった。このことは筆者のアルギン酸原藻に関する知識を深めさせてくれた。時あたかも1997-98年はまた大規模なエルニーニョが発生して世界中に大きな被害を与えている。今回のエルニーニョの規模は1982年の時より大きい、チリの*Lessonia*に対する影響は小さいという意外な結果をもたらしている。この事実から天然現象の実体というものは人間の知識でははかり知ることのできないパラティイがあるということがわかった。エルニーニョはこうして1982年と1997年という15年周期で起っており、次はまた15か10年後に起こると言われているが正確に予想することはできない。いずれにしても海藻・特に*Lessonia*、その他アルギン酸原藻に大きな影響がでる可能性があるので警戒せねはならない。アルギン酸含有海藻は*Lessonia*, *Ecklonia*以外にも*Durvillaea*, *Macrocystis*, ホンダワラ等があり、産地もチリ、南アフリカ、メキシコ以外にもあるが日本向けの輸入はあまりない。ホンダワラはフィリピンに多いがアルギン酸の収率が低く現地で小規模のアルギン酸製造に使われている程度である。昆布類は中国で大規模に養殖されて、アルギン酸製造に使われているが、日本への輸出はない。将来輸入規制が撤廃されると、輸入の可能性はあるが、品質のこはあまり良品質とは言えないようである。ノルウェーで相当量生産される*Ascophyllum*は良質のアルギン酸原藻であるが、価格が高いため日本向けの輸出はアルギン用ではなくもっぱら肥料や飼料用である。カナダにも同じ*Ascophyllum*が大量に生産されているが、日本向けの輸入はやはり肥料、飼料用である。しかし、この分野の用途で、これらの海藻の消費量は着実に増加しつつある。

3. カラギーナン用海藻

カラギーナンの製造は第二次大戦のかなり前より開拓されておりアイリッシュモスの名前で寒天の代用補

完剤として*Chondrus crispus*などを原料として次第に地盤を確保していった。寒天に比べて原藻の多様性があり大企業による大量生産が行なわれるようになり飛躍的に発展した。カラギーナンはカップバー・ラムダ・イオタの3種類のカラゲナンがあり、原藻はそれぞれ異なるご共通の種もある。カラギーナンが大規模生産に成功したのは、フィリピンにおけるキリンサイの大量養殖が成功したからである。今やキリンサイ養殖はフィリピン以外にインドネシアでも大量養殖が成功しており、フィジーなどの南太平洋諸島、中国の海南島、タンザニアのザンジバル島等でもかなりの規模の養殖が行なわれている。我が国は寒天生産の歴史が古く、また、生産量も多いため、その代用補完剤であるカラギーナンの利用はかなり遅れ、カラギーナン製造も欧米よりも遅れ、近年、公害規制が厳しくなったので日本のからぎーなんメーカーは生産工場の主力をフィリピン、インドネシア等の外国に移さざるをえなくなり、また、カラギーナン先進国（アメリカ、デンマーク・フランス）より1,000トン近いカラギーナン製品の輸入が行なわれている。カラギーナンの原藻は現在、キリンサイ類が断然多いが、*Chondrus crispus*, *Iridaea*, *Gigartina*などとカラゲナン原藻の種類が豊富である。しかし価格の安く生産の安定感のあるキリンサイの主要量が圧倒的に大きい。このカラギーナン原藻の生産力の大きさがカラギーナン生産の増大を容易にしていると思われる。

4. 食用海藻

序論でも述べたように筆者が、今、力を注いでいるものに食用海藻の開発がある。特に健康食品としての海藻サラダの普及と共に主原料のワカメ以外の各種海藻は、主にその価格の安さによって輸入海藻に頼ることになった。特にサラダに色着けとなるスギノリ（赤、緑の海藻）は輸入*Gigartina*に依存している。筆者がこの仕事に着目したのはすでに20年前になるが*Gigartina*

が赤色に変わるのを利用して、海藻サラダにトサカノリの代用品として、いわゆる「とさかもどき」として使用することに成功し、ユーザー（加工業者）の緊密な協力を得て海藻サラダの普及と共にチリより*Gigartina*の輸入は飛躍的に増加した。数年前より一部の業者（韓国を含む）の法外な原藻の高値買いによって供給源がかなり荒らされたがユーザーの協力を得てなんとかチリ以外の供給源を確保して狂乱相場の弊害より逃れてこの仕事の正当な発展を続けることができた。一時的に大ブームとなったこの商売も、ちょうどバブル経済の崩壊と軸を同じくしてブームが去ったものの一定の固定需要を日本市場で獲得することができた。今後も固定した一定の需要は継続するものと思われる。今後、海藻の使用は広い意味での食用としてもっと市場に進出することを図らねばならない。また、すでに一部兆侯のでている美容目的、あるいは栄養目的への進出も努力せねばならないと考えている。海藻の種類も*Gigartina*以外のツノマタ、ダルス、ヒバマタなどの海藻の使用も図りたく思っている。日本は元来、海藻を食品として使用する最大の市場であり、オゴノリを石灰処理して刺身のつまにして使用するなどの歴史も長いので安い外国海藻に対する需要はさらに大幅に増大すると思われる。

結び

以上、当社の海藻とのかかわり合いについて詳しく論じてきたが、筆者としては長らく寒天、アルギン、カラギーナン、食用としての海外海藻の輸入に努力してきたが、さらに美容、栄養関係への一層の発展を図り、また使用する海藻の範囲を一層拡大してスペシャリストとしての生涯、努力を続けたいと思っている。できればいつまでも海藻を見続ける楽しい世界を駆け回る旅をしたいものである。

(650-0031 神戸市中央区東町 123-1 貿易ビル内)



藤田大介：富山湾

富山湾は海岸線（＝富山県沿岸）約100kmの小さな湾である。我が国の日本海側に面する湾としては最も深く、最深部は水深1,000 mを超える。表層は対馬暖流系水、水深300 m以深は日本海固有水（深層水と呼んでいる）で占められ、沿岸域（特に湾奥部）の表層は河川水の影響を強く受ける。富山湾はよく不思議の海と言われる。アイガメ（壺状の深い海谷）、シラエビ、ホタルイカ、埋没林、蟹気楼、寄り回り波および鯨起こし（冬の雷）を「富山湾の七不思議」ということがあるが、いずれも地形や海況と密接な関係がある。地図で見ると、富山湾の海岸線は単調な弧を描いており、海藻相にはあまり期待を持たれないかもしれない。しかし、実際には、岩礁あり、転石あり、急傾斜の地形あり、低塩分水が卓越する区域あり、意外に海

藻の種類は豊富である。富山湾の海藻については「富山湾海藻誌」（大島 1952）が詳しい。また、それ以降1988年以前に報告された海藻の種類については藤田・泉（1989）が目録としてまとめているが、近年、新たに約20種が見つかり、合計300種ほどの海藻が知られている。著者は、調査例の少ない県東部を中心に海藻の植生を調べており、朝日町と黒部市については既に概略を報告している（藤田・湯口 1995、藤田 1996）。湾内の海藻の採集地は、藤田（1994）が簡単に紹介しているが、ここでは、現地の様子や交通の便も含め、改めて紹介したい。

沿岸の状況

図1に示したように、富山県では9市町が富山湾に面しているが、日本有数の浸食海岸で、護岸や離岸堤が発達しており、自然の状態が保たれていないところ、あるいは海岸まで降りて行けない場所も多い。天然の藻場は湾奥部の新湊市と富山市を除く7市町の沿岸に、つまり、東西に分かれた形で分布している。このうち、岩盤が発達しているのは県西部の氷見市と高岡市、県東部の朝日町の3市町の沿岸で、あまり知られていないが、上記3市町沿岸の岩盤地帯には、暗礁、島、離れ岩もある（藤田 1993）。これ以外の4市町（滑川市～入善町）の沿岸には転石地帯が点在する。転石地帯はいずれも神通川や黒部川などの大河川の影響下にあり、海域が静穏な時には海岸線付近の塩分が著しく低下し、躍層が生じる。また、降雨の後は濁りが著しくなる。沿岸の水温は冬に10℃、夏に30℃前後となる。春先は雪解け水が流れ込むために最も水温が低く、河川水の影響が強いところでは7℃前後まで下がる。干満の差は小さく、40cm以下である。採集の注意としては、冬の寄り回り波を挙げることができる。これは日本海北部に低気圧が位置する時、富山湾に到達した波が岸の近くで突如として高波となり、沿岸（特に県東部）を襲うもので、防波堤や離岸堤の釣り人な

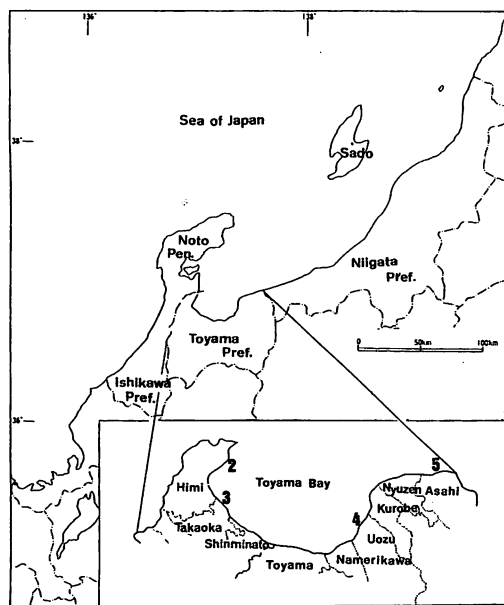


図1 富山湾の位置と市町村区分。2～5は図2～5の位置を示す。



図2 氷見市灘浦海岸(左側が北)

どがよく犠牲になる。この記事を書いている期間にも、離岸堤で釣り人が亡くなった。

藻場の分布

湾の東西にある岩盤地帯はいずれも海中林(ガラモ場)となっており、ホンダワラ類とカジメ属2種(クロメ・ツルアラメ)の海藻で構成される。海中林を構成するホンダワラ類をはじめ、海藻の種類数は圧倒的に西部(特に氷見市沿岸)の方が多く、大島(1952)、本田(1969)、Honda and Noda(1970)など、富山湾における先駆的な海藻の研究では殆どこの海域で採集が行われている。特に、氷見市姿沖約1kmに浮かぶ蛇が島の周辺は最も種類数が豊富で、主にこの海域で採集が行われたHonda and Noda(1970)の海藻目録には186種が含まれている。アマモ属の海草が繁茂するアマモ場は氷見市沿岸に限られる。海中林もアマモ場も概ね水深15m以浅に分布限界がある。これに対して、湾東部の朝日町沿岸の岩礁地帯では、種類数は100余種と少ないが、点在する離れ岩を中心に、水深25m付近までクロメなどの生育が確認されている(藤田・湯口1995)。

湾東部(滑川市～入善町)の転石地帯ではテングサなどで構成される小型海藻群落为主である。小型海藻群落は、滑川市や魚津市の沿岸では水深10m(距岸100～300m)、入善町沿岸では水深20m(距岸700m)付近まで分布する。小型海藻群落の沖側にも転石が続いていることが多いが、無節サンゴモ以外の海藻は極端に少ないことが多い。

磯採集が可能な場所

磯採集が可能な自然海岸は、湾西部では氷見市の灘浦海岸、高岡市の雨晴海岸、湾東部では魚津市の青島海岸、朝日町の宮崎海岸などである。

灘浦海岸は高岡駅(J R北陸本線)または氷見駅(J



図3 高岡市雨晴海岸(左側が北) ドーナツ状に見えているのは鎌岩という暗礁。

R氷見線)から加越能バス(灘浦海岸行き)が出ている。海岸線を眺めながら、阿尾、藪田など、気に入ったところで降りるのもよい。特に気兼ねなく採集できるとすれば、図2に示した小境のCCZ(写真中央の石積み護岸で囲まれた海水浴場)や大境漁港(写真左側)で、付近には魚介料理のおいしい民宿が立ち並んでおり、公衆便所や水道もある。大境漁港では、アオノリ類、アナアオサ、フサイワズタ、ミル、カヤモノリ、フクロノリ、セイヨウハバノリ、クロメ、アミジグサ、シワヤハズ、ホンダワラ類、アマノリ類、マクサ、フダラク、シラモ、ホソユカリ、イバラノリ、トゲイギス、クロソゾなどで、50余種が採集できる(Fujita et al. 1990)。珍しいものとしては紅藻ヨレミグサ属の種類が採れたことがある。この漁港は港内にアマモ、防波堤にクロメ、ホンダワラ類、あるいはテングサ類が生育しており、船揚げ用の斜路では、アオノリ、フダラクなどの帯状分布が認められ、海が多少荒れても種々の海藻を採集することができるので、教育実習にも適している。

雨晴海岸(図3)は、写真左端に写っている雨晴駅



図4 魚津市青島海岸(左斜め上が北)



図5 朝日町宮崎漁港周辺（上側が北）

（J R氷見線）で下車するとすぐ目の前である。駅から南側に歩き、義経岩（写真中央よりやや右側の線路沿いの岩）や女岩（写真右端）の周辺に広がる岩盤で採集できるが、この海域は近年砂が堆積する傾向にあり、種類数はあまり期待できない。

魚津市沿岸（図4）では写真中央に写っている魚津駅（J R北陸本線）から徒歩約15分で海岸に出る。採集は適当な場所で階段護岸を降りて行かうか、もう少し東側に歩いて船揚げ用の斜路（写真右端）や離岸堤の切れ目などで海に入ることも可能である。長靴や胴長で入れる水深帯は河川水の影響で塩分が著しく低く、アナアオサ、タマジズモ、キョウノヒモ、ムカデノリ、カタノリ、ベニスナゴ、ツノマタなど、低塩分に強い海藻を採集することができる。

朝日町の宮崎海岸（図5）は、越中宮崎駅（J R北陸本線）から徒歩15分で行ける。宮崎漁港とその西側の転石地帯では、これまでに掲げてきた種類のほか、ツヤナシシオグサやクボミシゴロモなどを含め、60余種が採集できる（藤田・湯口 1995）。

このほか、自然海岸ではないが、交通の便が良い採集地としては、新湊漁港（新湊市）や岩瀬漁港（富山市）の斜路、生地海岸の護岸（黒部市）などが挙げられる。それぞれ、新湊市役所前駅（加越能鉄道）、岩瀬浜駅（J R富山港線）、生地駅（J R北陸本線）から徒歩10分以内で行ける。

興味深い海藻

北陸ならではの海藻と言えば、ホソエガサ（能登半島内浦が主産地）、ツルアラメ（基準産地：石川県輪島市）、ホソナガベニハノリ（基準産地：石川県羽咋市）などであろう。ホソエガサは氷見市の水深4～12mの砂岩質岩盤または砂泥域に生育している。ツルアラメは、入善町、氷見市などで局所的に大群落を形成して

いるほか、魚津市～入善町のジャングルジム魚礁でも頂面を覆う。ホソナガベニハノリは入善町沖（水深約10m）に多く、アヤニシキやコザネモとともに大群落を成している。

このほか、比較的珍しいものとしては、カシラザキ、ケヤリ、フタエオオギ、ウスイロモクなどが多産するところもあり、近年は、オトヒメモズク、ヒメヒシブクロ、スジコノリ、ハリプチロン属（有節サンゴモ）、コブエンジイシモなども見つかった。このように、興味深い海藻は漸深帯の方が圧倒的に多いが、富山県沿岸は全面的に潜水禁止となっているので、県の特別採捕許可または地元漁協の了解がないと潜水採集はできない。富山県には大学の臨海実験所がなく、漸深帯の採集については、当面は富山県水産試験場（所在地：滑川市高塚364、連絡先：TEL:0764-75-0036, FAX: 0764-75-8116）に問い合わせただけであれば良いと思う。採集者の希望通りには添えないが、関連調査の予定があれば同行していただくことが可能な場合もある。但し、特殊成分の分析などを目的とした海藻の大量採取の依頼に対しては基本にお断りしている。

引用文献

- 藤田大介 1993. 富山湾の名前のついた暗礁・島・離れ岩. 富水試だより, 58: 11-14.
- 藤田大介 1994. 富山の海藻. p.1-30. 藤田大介・濱田仁・渡辺信（編）. 富山の藻類, 富山県水産試験場, 富山.
- 藤田大介 1996. 黒部市生地沿岸の海藻, サザエ及びキタムラサキウニ. 富山水試研報, 8, 11-19.
- 藤田大介・泉治夫 1989. 富山県沿岸産海藻目録. 富山水試研報, 1: 33-49.
- 藤田大介・湯口能生夫 1995. 富山県朝日町宮崎沿岸の海藻. 富山水試研報, 6, 1-15.
- Fujita, D., Okada, H. and Sakata, K. 1990. The importance of some marine red algae inhabiting fishing-port waterbreak vertical surface as natural food for juvenile horned turban *Turbo (Batillus) cornutus*. Bull. Toyama Pre. Fish. Exp. Stn. 2: 41-51.
- 本田幸子 1969. 富山湾の海藻について. 藻類 17: 104-108.
- Honda, S. and Noda, M. 1992. On the marine algae of Toyama Bay in the Japan Sea. Sci. Rep. Niigata Univ. ser. D (Biol.) 7: 1-25.
- 大島勝太郎 1952. 富山湾海藻誌. 大東出版文化協会, 東京. 196pp.

（936-8536 滑川市高塚 364 富山県水産試験場）



筒井 功：ミクロネシア連邦コスラエ島* - 人々の暮らし，藻場の消長 -

太平洋の大海原に散らばり、大きな地図でなければ点にもならないようなミクロネシア連邦の島々。そのひとつであるコスラエ島で、1991年12月から1994年5月まで、青年海外協力隊員としてタカセガイの増養殖事業に関わりました。ここでは、ホームステイしながら見たコスラエ島の人々の暮らしぶりや、余暇を利用して調査したホンダワラ類の消長についての結果を、簡単に紹介したいと思います。

ミクロネシア連邦

地理的区分によるミクロネシアは、中西部太平洋に浮かぶマリアナ、カロリン、マーシャルの三諸島を指します。この地域の中の赤道より北、ペラウ共和国とグアム島、そしてビキニ環礁のあるマーシャル諸島共和国とに囲まれた範囲が、ミクロネシア連邦です。この国はヤップ、チューク、ポンベイ、コスラエの四州からなり、600ほどの島々があります。1986年、戦後から続いたアメリカによる国連信託統治から自由連合協定（ミクロネシア連邦は15年間の経済援助を保証され、アメリカは軍事使用权を得ました）を結び、国家としての道を歩み始めました。

コスラエ島

コスラエ州は連邦四州のなかで、最も東に位置します。他の三州が、本島と多くの離島からなるのに対し、コスラエ州にはコスラエ本島（5° N, 163° E）と、いくつかの付属島があるだけで、離島はありません。ミクロネシア連邦の首都パリキールのあるポンベイ島から南東に約600km、ジェット機で約一時間の距離です。直径十数キロメートルの三角形をした島には、5つの集落が海岸沿いに点在します。人口は約7,000人といわれていますが、そのうち1～2割程度がコスラエ島外で働くなどしているの、島は人かげまばらなのんびりとした雰囲気があります。

コスラエの気候は熱帯性で、毎月の平均気温は約26～27℃です。また外洋の水温も、太平洋のまっただなかにあるため一年中ほとんど変化がなく、およそ29℃の値を示しました。島の中心にそびえる629mの最高峰フィンコール山をはじめ500mをこえる山々は上昇

* コスラエ語ではsrの発音はシュと発音されるため、本来Kosraeを「コシャエ」とカタカナ表記すべきなのですが、日本語の地図などではコスラエと紹介されている場合が多いので、ここではコスラエの方を使用しました。

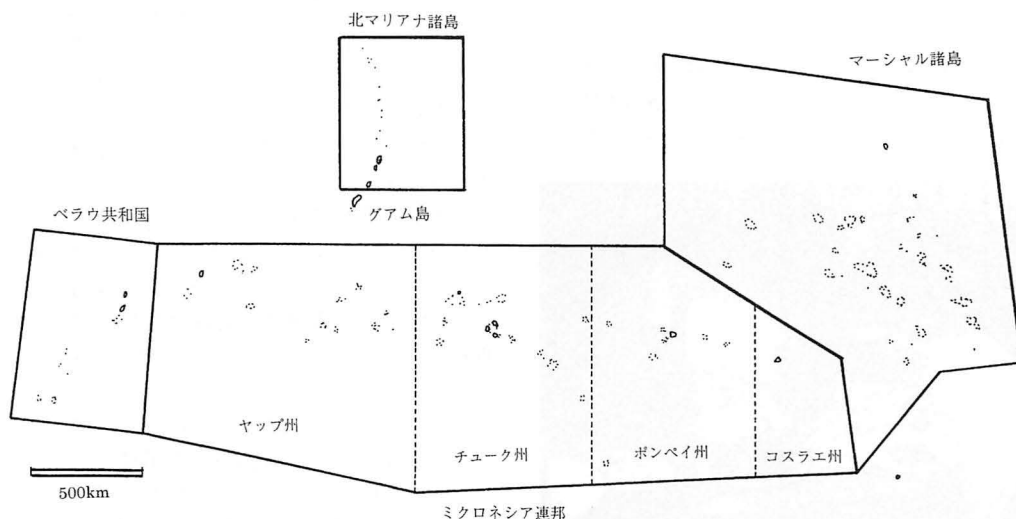


図1：ミクロネシアとミクロネシア連邦

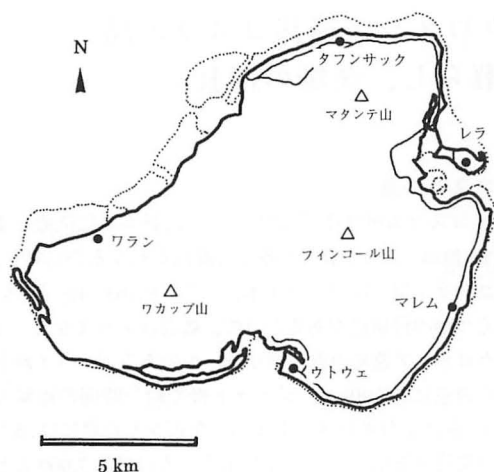


図2：コスラエ島

気流を引き起こし、雨季乾季の区別なく、年間約5,000～6,000mmの豊富な降水をもたらします。10～5月の間、北東からの貿易風が強く吹くため、島の北側に発達するリーフには3mほどの大波が常に打ち寄せています。一方、6～9月には貿易風が弱まるので、リーフへの波はうそのように穏やかになってしまいます。島の北東から北西にかけては岸から数百メートル沖合いにリーフが発達し、特にレラ島と本島との間のイノーは、島の人々が小魚などの日常の食料を得る重要な場所となっているのです。一方、島の南側にはリーフがなく、岸から50メートルも沖合いにむけて泳げば、底が見えないくらいの急傾斜で、小さな島ながら、様々な海岸形態がみられるのがコスラエの特徴です。

またコスラエは、非常に海岸生物の調査を行いやすい島であるといえるでしょう。それは、外洋に面したリーフに歩いてアプローチできる島が、各州本島の中では、コスラエだけしかないからです。さらにヤップ

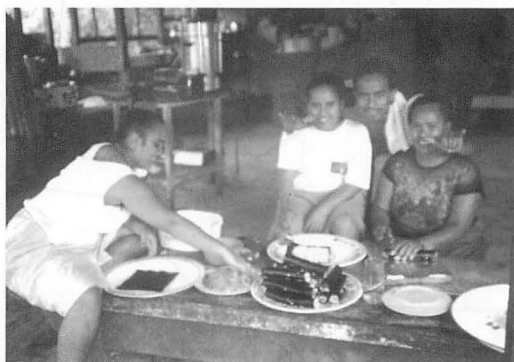


図3：「シュシ」作り



図4：草地を整地し、手作り水槽の設置準備

州のような酋長制が残っているところだと、酋長などの許可なくどこでも勝手に足を踏み入れることができないのですが、コスラエには基督教の影響から、このような伝統的権威がほとんど残っておらず、近くの住民に一声かけておく気遣いさえ怠らなければ、好きなところでいつでも調査ができます。

日本とのつながり

ミクロネシアの島々は、太平洋戦争当時、日本の占領下にあったため、60才以上のお年寄りの多くは片言の日本語を話します。また、当時の日本から持ち込まれ、現地語であるコスラエ語に取り込まれた日本語も数多くあり、中でも「ソーユ」（醤油：日本からの輸入品）や「サシミ」（刺身：日本と同様、生の切り身）などは、現在のミクロネシアの生活には欠かすことができないものになっています。また、クリスマスや客人をもてなすためのパーティーで必ず出されるものに、「シュシ」（寿司）があります。ハムや漬け物を板ノリで巻いたもので、鉄火巻やカップ巻きの具が入れ替わったものを想像していただけると良いでしょう。アマノリ類はコスラエには生育しないので、板ノリは日本からの輸入品を使っていました。コスラエの人々はカツオやマグロの刺身を好んで食べるので、キハダマグロが釣れたときに鉄火巻を作ってみたことがありました。よろこんでもらえるのだらうと少々期待していたのですが、協力隊仲間以外、現地の人々には不評で、彼らにとって「シュシ」の具は、やはりハムと漬け物でなければならないようです。

人名にもキミエさんやノダさん、アキラさんなど、日本の名前が多く見られます。筆者はシグラー家にホームステイしていたので、「イサオ・シグラー」というように姓名を変えて使ったほうが、コスラエでは通じやすかったのですが、これと全く同名の男性が少し



図5：リーフで魚介類の採集

離れた集落に住んでいました。

外貨獲得の手段として期待される海洋資源

アメリカからの経済援助が保証されている2001年までに、経済的自立を果たすことが、ミクロネシア連邦の大きな目標です。外貨獲得の手段としての、海洋資源の可能性には大きな期待がかけられており、特に沿岸の魚介類の利用には積極的でした。レラ島と本島を結ぶ海上道路の一角に、National Aquaculture Center (NAC)があり、シャコガイ類の蓄養・養殖試験、稚貝の生産・放流を主な事業として展開しています。スタッフはDirector以下、技師や事務を合わせ総勢5名に、オーストラリア人専門家1名です。筆者はKosrae State Marine Resources Division(MRD)という州政府海洋資源課の所属でしたが、そこには十分な施設がなかったため、NACとの協同プロジェクトでタカセガイの増養殖事業を企画しました。NACの一角を借りて整地し、NAC、MRDのメンバーとともに、コスラエの環境にあった種苗生産方法の確立や、資源管理・稚貝放流のための天然親貝・稚貝の生態調査などに携わりました。種苗生産にあたっては、できるだけ低予算で、また高温多雨であるというコスラエの環境にあった方法を開発することに心がけました。スタッフと試行錯誤の上、バケツと手作り水槽でもなんとか種苗を作り続けられたと思います。

また海藻類の可能性ということも検討しましたが、今から10年ほど前、アメリカのpeace coop(平和部隊)によって、キリンサイ類を試験的に養殖した結果、アイゴなどの魚類による食害が大きく断念したという話をMRDのスタッフから聞きました。隣のポンペイ州でもキリンサイの養殖は試験的に実施したとのことでしたが、やはり食害が大きく、断念したとのことでした。

意外と少ない海産物の利用

コスラエに暮らしとても驚いたのは、島の人々が海に囲まれた生活をしていながら、食用として利用する沿岸海産物の種類が意外と少ないことでした。海のもので日常的に食卓に並ぶのは、カツオやマグロなどの外洋魚のほか、リーフで網や蛮刀、ヤスなどを使って採集した熱帯魚程度です。タコやシャコガイ類、アマオブネガイ類などの貝類は、たまたま見かけたときだけ捕まえてくる程度で、わざわざそれらを目的に漁に出かけることはほとんどないようです。また、地先に生えている海藻類も食卓に並ぶことは一度もありませんでしたし、マングローブガニやヤシガニなどはパーティーでしか見かけることはありません。

ある時、筆者がナマコの酢醤油漬けを、正体を明かさないうでホームステイ先の家族に食べさせてみたところ、皆「おいしい」と言っていたのに、正体を明かした瞬間、皆が気持ち悪がって吐き出したことがありました。日本人が食に関して寛容すぎるのか、あるいは手掴みでも小魚が捕れるようなコスラエの環境だから、人々は無理をして魚以外に手をつける必要がないのか、食べ物をめぐって意外な一面を見たような気がしました。

ホンダワラ類の消長



図6：ラッパモク群落でスピアフィッシングする青年



図7：リーフ内側のカサモク群落

ガラモ場は、島の北東から北西にかけてのリーフ付近に発達していました。常に外洋からの波が洗うようなリーフ外側の水深0.5～1.5メートルには、アツバモクやフタエモクの群落の他、イワズタ類がパッチ状に生育しています。それより深い場所では、サンゴの発達がよいので藻場はありませんが、イソノハナなどの紅藻が死んだサンゴの上などに生育していました。これに対し、リーフ内側では砕けた波が弱い流れとなって流入し、カサモクやラッパモクの群落が見られます。さらに、イノーの岸に近い場所では、外洋水が直接入ってこないため、砂と転石が混じりあっており、海草類やサボテンサ類、アミモユウなどが多く見られました。島の南側にはリーフが発達せず、岸からすぐに深くなっています。このためサンゴ類がよく発達しており、北側のようにホンダワラ類の藻場がありませんでした。

一般に、温帯域におけるホンダワラ類の生長や成熟は、水温や日長の変化と関係していると考えられています。しかしコスラエには、水温や日長の変化がほとんどありませんので、そこに生育しているホンダワラ類には、生長や成熟の周期があるのだろうか、もしあるとすれば何が要因となっているのかという疑問が頭に浮かびました。そこで、仕事の休みの日を利用して、ホンダワラ類の消長について調べてみたところ、カサモクやアツバモク、フタエモクとも伸長期と成熟期があることがわかりました。フタエモクを例にとると、平均主枝長は3月と9月の年2回極大を示し、3月には



図8：干潮時に撮影したリーフ外側のフタエモク群落

平均で約60cmまで達しました。生殖器床の形成は3月に始まり、5月以降、成熟した主枝は基部から流失し、かわって茎部の頂端付近から新たに発出する次代の主枝が伸長しました。これらの新しい主枝は8～10月にかけて比較的短い長さ(約10cm)で成熟した後、旧主枝と同様基部から流失しました。10月以降は、茎部の頂端付近からさらに新しい主枝が伸長しました。このように、ホンダワラ類にも消長が見られるという事実だけはわかりましたが、定規やコドラート、バランス程度の調査機材しかない島のことから、これ以上詳しく生長や成熟を促す要因が何であるかを解明することは出来ませんでした。しかし成熟の始まる時期が、貿易風の弱まる時期とほぼ一致しており、何らかの関係があるのではないかと気になっています。これらの結果は、現在とりまとめ中ですが、機会を作り、さらに詳しい調査をしたいと思っています。

また興味深いことに、ホンダワラ類だけに限らず天然のタカセガイにも、7～8月にGonad Indexが激減し、

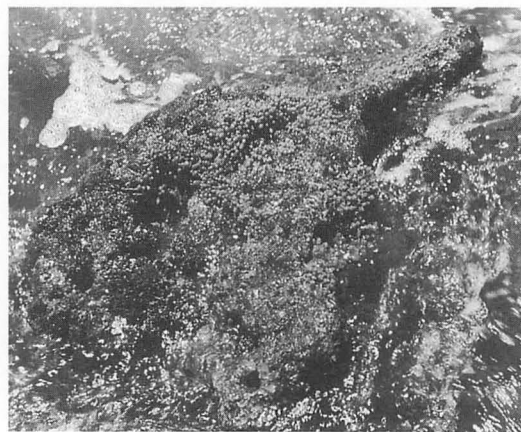


図9：リーフ付近のイワズタ類

放卵・放精期と考えられる現象がみられますし、マガキガイは1～6月にだけ、バイカナマコは2～5月にだけ地先に出現するなど、一見あまり変化のないような熱帯地方の海中環境でも、毎年の消長パターンがあることがわかりました。

総合的地域研究へ

青年海外協力隊というODA事業に関わったことで、海外技術協力の長所と短所の両面を、マスコミのフィルターを通すことなく実体験することが出来ました。多額の費用を投入し、先進国的発想の技術を移転する機会が多い現在の技術協力は、お金をかけている分、どのような環境でもある程度の成功はするでしょう。

しかし予算の少ない発展途上にある国々は、先進国の援助がない限り、事業を続けられないという例を多く見聞します。持続的な開発という言葉は最近よく耳にしますが、本当の意味で持続的であるためには、先進技術そのものの移転ではなく、現地の環境に寄り添いながら暮らしてきた人々の知識や習慣、文化、社会状況など、総合的な幅広い視野から技術そのものを検討、考慮するべきではないのかと強く感じます。また今後、理系・文系にこだわらない様々な視点から、海藻を材料に地域研究を行いたいと考えています。

(606-8501京都市左京区吉田下阿達町46 京都大学
アジア・アフリカ地域研究研究科)



川嶋昭二：コンブの生涯学習の場を目指して～えりも町郷土資料館・水産の館の場合～

北海道の背骨といわれる険しい山々が連なる日高山脈の南端がゆるやかな草原大地となり太平洋に沈み込んでいくところが観光客の人気を集めている襟裳岬である。この襟裳岬があるえりも町はJRのローカル線も達しない、人口6,500人ほどの小さな町であるが、300年以上の昔から昆布産所として開拓された歴史を持ち、ミツイシコンブを生産する日高支庁管内の中でも最大の生産地として知られている。町勢要覧(1997)によれば1996年の同町のコンブ生産は漁業総生産額61億円の42%、25億8千万円に達している。このようにコンブ漁業はえりも町最大の産業であるが、過疎化が進むなかで将来これを受け継ぐ青少年はもちろん、一般町民にも地元のコンブにもっと親しんでもらうなど、後継者育成のための生涯学習が検討されてきた。その活動の拠点が町の中心の役場や商店街に近い国道沿いにある「えりも町郷土資料館・水産の館」である。元来、これらの施設のうち「水産の館」は1981年にコンブとサケ、マスを中心にえりも町の水産業を紹介する水産振興センターとして開設されたが、1996年4月以来2年間にわたり展示内容を全面的に改修して今年4月に再開した。また、郷土資料館は1992年に「水産の館」と棟続きで新設され、水産以外の郷土資料の保存展示や学習活動が行われており、両者はえりも町教育委員会により一体の施設として運営されている。

新しい「水産の館」の展示は次の4項目に基づいて行われた。(1)えりも町を代表するコンブを中心テーマとし、さらに身の回りにあふれる自然と漁業を通してえりもの海の多様性を表現する。(2)対象を地元の人々、特に児童、生徒や昆布漁家とし、地域とのつながりを重視した教育機能を持たせる。(3)見るだけでなく、みずから体験し実感できる展示とする。(4)基本的展示物を厳選し、これを補う標本や資料を随時追加展示できるようにする。

新装成った館内に入ると、まず最初の展示室ではえりも町の海の自然と漁業をパネルと標本、模型などで学ぶ2つのコーナーがある。自然のコーナーは4テーマに分かれ、「磯へ行こう!」では磯で見られる海藻や

北海道大学大学院理学研究科、馬渡峻輔先生の研究室の院生諸君の協力による小動物標本とその観察方法、「海と山のつながり」では森と海の密接な結び付き、「海流と干満」では日本周辺の海流や水温分布、あるいは干満など海洋学の基礎を学び、最後に「えりもの海」では自分たちの海の年間の水温変化や海底地形、地質と主な魚種の漁場位置の関連が会得できる。また、漁業のコーナーでは「えりも町の漁業」としてサケ類をはじめ地先の主要漁業や「資源をふやす」ために地元で取り組んでいるウニ、ハタハタの種苗生産、放流事業が紹介されている。

さらに奥の展示室は本館の目玉であるコンブの学習室である。ここではまず「世界のコンブ」と「北日本のコンブ」の主な種類と分布が詳しく説明されており、特にカリフォルニアと北欧産のグリセリン標本が目玉を引く。しかし、何と言ってもこの展示室の圧巻は円形に湾曲した見上げるように高い壁面のケースに納められた北海道産の「ふるさとのコンブ」20種類36点のグリセリン標本である。これらは全道各地の水産技術普及指導所や漁業協同組合の協力により集められたもので、これほどの種類のコンブ標本が一堂に常時展

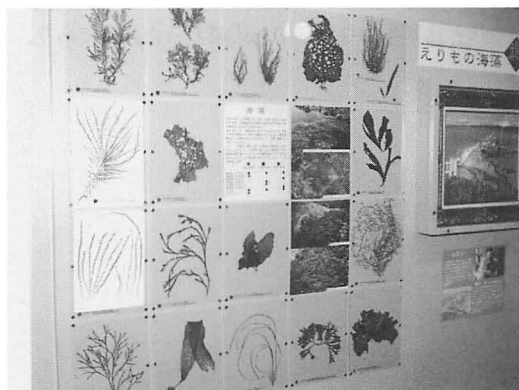


図1. 「えりもの海藻」。磯で見られる海藻のおしば標本。右端には襟裳岬の眺望を海藻で描いた「海藻絵」(渡辺勇さん作)が展示されている。



図2. 大壁面を飾る北海道産コンブのグリセリン標本と、ミツイシコンブの生活史を示すパネル（中央下）。

示されるのはこれが初めてのことである。特にこのうちミツイシコンブはえりも町沿岸の11地先と近隣の類似町、浦河町および静内町を代表する標本14点が集められていて、同じ種類でありながらこれだけの多様性があることに来館者はきっと驚かされることだろう。また、北海道大学理学部附属海藻研究施設の本村泰三先生の協力によるミツイシコンブの生活史パネルが置かれているが、胞子体の成長過程は幼体から成体まで実物標本で示されている。ミツイシコンブの採取から製品出荷に至る昆布漁業の様子や流通、利用面、あるいは漁場の磯掃除などの解説も地元の漁業協同組合や昆布漁家あるいは北海道内外の業界の協力によって写真や珍しいサンプルが陳列されていて楽しく学べるように工夫されている。

今回の展示改修で館内施設は格段に向上したが、まだそれらは基本的な整備が一応終わった段階であり、

今後も児童、生徒を対象とした触って学べる標本など身近な教材や、あるいは昆布漁業者の要望に応えられるような専門的資料の収集とそれらの検索、閲覧機能の整備など、地元と密着し教育的機能を果たすための一層の充実と工夫が必要である。

「水産の館」の最大の強みは目の前に海という大自然の恵みを持っている事である。この施設の運営について望むことは、日常活動のなかにこの広大な磯と昆布採りの人々が働く浜辺を学ぶ場として存分に取り入れて欲しいことである。そこには限られた展示室では飾りきれない無限の教材が満ちている。これらの教材を十分に活用するかどうか「水産の館」が目指すコンブと昆布漁業の生涯教育が本当に成果をあげるかどうかの分かれ目になるのではないだろうか。都会的生活や文化を基準にすれば決して恵まれているとはいえない難しい地方の小さな漁業の町、えりも町がこのような博物館を運営することは大変なことであろう。しかし、個性的なこの施設から独自のコンブ文化を町の人々に発信し、300年来の伝統的昆布漁業をしっかり守り育てて頂きたいものである。皆さんも襟裳岬に観光で訪れるときは「水産の館」にも忘れずに足を運んで下さい。

（昆布研究家 041-0841函館市日吉町4-29-15）

【えりも町郷土資料館・水産の館】

所在地：〒058-0203 北海道幌泉郡えりも町字新浜207、

TEL & FAX：01466-2-2410、

交通：苫小牧・様似間JR日高線、または札幌・浦河間高速バス（道南バス）、いずれもJRバスに乗り換え

「しゃくなげ公園」下車、開館時間：9:00～17:00、休館日：火曜日・祝日の翌日・12月30日～1月6日。

入館料：無料。



北山太樹：社会教育としての 海藻観察会 ～国立科学博物館の場合～

野外で行う観察会も博物館が行う重要な普及活動である。2002年度から実施が予定される学校の完全週五日制により、土日を選んで催される野外観察会も、将来さらに増強を求められることが予想される。博物館は小学生から高齢者までを対象としているので、観察会はすべての年齢層が同時にそれぞれに理解を深め、楽しめるものである必要がある。そのため博物館の海藻観察会は大学などの臨海実習とは少々趣が異なっている。例としてここでは国立科学博物館が平成10年8月8日に神奈川県稲村ヶ崎で行った観察会「稲村ヶ崎の海藻」を紹介したいと思う。

国立科学博物館では、関東地方で海藻観察に不適とされる6～8月の夏期をあえて選んでいる。海藻が豊富に見られるはずの春期の海岸は子供にとってはまだ寒く、梅雨が明けるまでは天候も崩れやすいからである。海岸での観察会は雨が降れば中止にせざるをえない。学生実習であれば悪天候もよい経験になるかもしれないが、小学生やご婦人には辛いだけである。また、一般的な生活をおくる人にとっては食用になる海藻を除外すれば、海水浴シーズンに出現する種こそがもっともなじみのある海藻であると思われる。たしかに夏の稲村ヶ崎海岸の海藻相は貧弱であるが、アナアオサ、ミル、フサイワツタ、ヘライワツタ、アラメ、カジメ、オオバモク、マクサ、ホソバノトサカモドキ、ユカリなど、図鑑にもよく出てくる海藻陣が出迎えてくれる。むしろ夏は初心者に適した季節といえるのではないだろうか。

観察会は採集会ではないので、海藻といえども磯に生えているものを採取して持ち帰ることは出来ない建前である。稲村ヶ崎においても海藻類の採取を禁止する漁協・県警の看板が立っている。このような糞味噌な警告に腹が立たないわけではないが、ルールを守ることも大切な教育であるので磯の海藻類はながめるだけにとどめている。海藻標本の作製は砂浜に打ち上げられた海藻を使用して現場で体験してもらう。各参加者が2枚ずつ作った標本を講師が持ち帰り、乾燥後ラミネートしたものを郵送する段取りである。今年の参加者には、北海道の渡辺勇氏（今号〇〇頁図1参照）



写真1:「アラメの子」森垣みつ代（神奈川県在住）作アラメ、ミル、ボタンアオサなどを使用。

を真似て「海藻絵コンクール」と称し、打ち上げられている海藻で絵画にも挑戦してもらった。海藻の特徴を活かして江ノ島、花、昆虫、顔などの力作が制作された（写真1）。近年、遊びとしてのビーチコーミング（beachcombing）がはやりはじめた一方で、海藻の美しさを紹介した名書「海藻おしぼ」（横浜康継・野田三千代1996）の出版があった。海藻を拾い集め、砂の上に絵を描くことは、すべての年齢層に可能で、海藻の形を楽しむ、海藻学における初等教育といえるかも知れない。また、こうした野外観察会は海藻にふれながら実は世代の異なる人たちがふれあう機会であることはいうまでもない。（国立科学博物館）

【国立科学博物館】

自然観察会についての問い合わせ・申し込み先：〒110-8718 東京都台東区上野公園7-20

国立科学博物館教育部企画課、TEL：03-5814-9875。その他の情報については本誌第46巻第1号35頁をご覧ください。

川井浩史："The Flagellates Symposium" 参加報告

"The Flagellates" と題した国際シンポジウムが1998年9月7日から10日にかけてイギリス・バーミンガム大学で行われた。このシンポジウムはイギリスのThe Systematics Associationの主催によるもので、藻類関係ではこれまでに緑色藻類、黄色植物、ハプト藻などを対象としたシンポジウムがほぼ3年ごとに開かれており、その成果はいずれもプロシーディングとして刊行されている。今回のシンポジウムのオーガナイザーである Barry S.C. Leadbeater 博士と John Green 博士によると、過去2回とデンマークとロシアにおいて、主として従属栄養(heterotrophic)の原生動物と鞭毛藻を中心としたシンポジウムを行ってきたが、今回は対象をひろげて光合成をするものも含めたとのことであった。そのため、病原・寄生性の原虫類から様々な藻類まで、また食物連鎖に関わる生態的な話から鞭毛や細胞の微細構造、分子系統までと極めて広範囲の話題について発表があり、また議論がなされた。ここでは会議の概要と、極めて個人的な感想ではあるが筆者が強い印象を受けた発表のいくつかについて報告したい。なお報告の最後に今回のシンポジウムの演題を再録するが、*のついた発表は招待講演であり、1年以内をめどに出版される予定のシンポジウムのプロシーディングに掲載されることになっている。

バーミンガムは日本の書店でならんだ観光ガイドブックではほとんど取り上げられてもない街であるが、国際空港をもつイギリス第2の都市で、鉄道を中心とする交通の要衝であり、また多くの見本市が行われる街である(らしい)。あまり観光の対象とならない理由は実際に行ってみてよくわかったが、もともと鉱工業が中心の産業都市で、しかも開発のために元々あった歴史的な建物などはほとんど壊したか、よそへ移してしまったらしい。しかし、バーミンガム大学は比較的新しい広いキャンパス(2km x 500mくらい)をもっており、緑にあふれたすばらしい環境の中にある。今回のシンポジウムはキャンパス中央にある人文科学系の建物を講演・ポスターの会場として行われ、また参加者はほぼ全員がキャンパスの北端にあるThe Chamberlain Hall とよばれる大きな宿泊施設に宿泊した。

参加者は13カ国から約70名であったが、残念ながら

ら日本(というよりアジア)からの参加者は、筆者のほかはポスドクでイギリスのサザンプトン大に滞在しておられる石垣哲治さんだけであった。会議は1つの会場だけをつかって(複数のセッションに分かれず)、1時間半程度講演があるとコーヒープレイクか昼食があるというスタイルで行われた。コーヒープレイクと昼食(サンドイッチなどの簡単なもの)はいずれもポスター発表(約20のポスターがあった)の会場の一部でおこなわれ(写真参照)、ゆっくりポスターをみて、また発表者と議論ができるようになっていた。これは場所や時間の活用という点でも極めて効率的であった。講演の後は、3日間の実質的な会期のうち、1日目の夜はBirmingham Sea-Life Centreという水族館(イギリスの中でチェーン展開しているらしい商業的な水族館で、唯一内陸部にあるもの)への訪問とそこでのディナー、2晩目はバーミンガム植物園 Birmingham Botanic Gardenでのレセプションとディナーと夜までぎっちりスケジュールが入っていた。水族館は体育館のようなドームの中に斜面がつくってあってその順路沿いに水槽があるという立体的な構造になっていて、そのところどころでワインが振る舞われ、ワインを片手に魚をみて歩くという趣向であった。また植物園もレセプションでは温室の中でシェリーが振る舞われ(写真参照)、温室の中をお酒を手に、花をみながら話をすることができた。この辺の優雅さ(?)はやはりイギリスならではの気がする。

肝心のシンポジウムは、講演は原生動物は門外漢の筆者にとっても興味深いものが多く、ずいぶんと勉強させてもらった。これは一つには講演の半数近くがブ



ポスター会場でのお茶。



バーミンガム植物園の温室でのレセプション。

ロシーディングへの執筆を前提とした、総説としての性格が強いものであったことにもよるが、この分野の研究が活発で多くの成果があがっていることも示しているのだろう。シンポジウムのイントロに相当する Leadbeater 氏の原生動物と鞭毛藻の研究の歴史についての総説は、これらの生物群に関わる研究・発見がいつどのようにしてなされそのときの世界はどういう時代であったかということを様々なスライドを交えて軽妙に紹介したものであった。ボルボックスやミドリムシなどの原生動物、また動物の精子の鞭毛から、最近しばしば話題に上る寄生性の原虫であるジラウディア *Giraudia* の鞭毛にいたるまで、17 世紀にすでにレーヴェンフックによって詳細なスケッチがなされていた、ということは恥ずかしながらこのとき初めて知った。また、Moestrup 氏の講演は、藻類・繊毛虫・トリパノソーマ類などの鞭毛を識別するためのユニバーサルな命名法を提唱しようというものであった。すなわち、真核生物はすべて基本的に 9+2 構造をもっており、これらの鞭毛については単系統であるにもかかわらず、それぞれの系統群でみられる複数の鞭毛の相同性がはっきりしないために、個々の鞭毛について別々の方法で名付けられている。そのための鞭毛基部構造の比較研究が困難であったが、多くの鞭毛が基本的に 1 対の鞭毛根をもち、また 2 本の鞭毛がある場合には鞭毛の分裂時に一旦、第一鞭毛とよばれるものを生じてから成熟して第二鞭毛を生じる。このことによりそれぞれの鞭毛藻での鞭毛の起源または性質をあきらかにすることができる。しかし、藻類の中でも渦鞭毛藻類で後鞭毛に鞭毛根がみられないことが、問題の解決を困難にしていたが、最近渦鞭毛藻でも鞭毛根が識別できる例が見つかったことから、ユニバーサルな鞭毛の識別ができるようになったそうである。これまでもまして藻類学と原生動物学との境目がわからなくなっ

ていく今(それはもうすでにないのかもしれない)、この報告は大きな意味を持っているだろう。そのほか、Roscoff の院生 Guillou さんらが発表したフランス沿岸から新たに見つかった直径 2 μ m 程度という非常に小さな不等毛類(同じ属の種を 2 種同時に報告しており、発表者たちはこの属をもとに Bilidiphyceae という新しい綱を提唱している)は彼らの分子系統学的解析によると珪藻類と近縁ということであり、非常に興味深かった。

口頭発表の演題

- *B.S.C. LEADBBATER & S. MCCIREADY: Historical Perspectives
- *J.A. RAVEN: The Flagellate Condition
- *Ø. MOESTRUP: The cytoskeleton: Ultrastructure and organization
- *J.L. SALISBURY: The cytoskeleton: Molecular aspects
- A.J. CALADO & Ø. MOESTRUP: General ultrastructure and reconstruction of the flagellar apparatus of *Peridiniopsis borgei* (Dinophyceae)
- R.N. PIENAAR: An unusual marine colonial member of the Pymnesiophyceae
- *M.E.J. HOLWILL & H.C. TAYLOR: Mechanisms of flagellar propulsion
- *P. BASTIN & K. GULL: The paraflagellar rod is a critical organelle for trypanosome motility
- *H. KAWAI & G. KREIMER: Sensory mechanisms: Light perception and taxes
- *J.R. BLAKE: Flagellar behaviour: A mathematician's perspective
- *B. BECKER: The cell surface of flagellates
- T. SCHULTZ, L.M. EGERTON-WARBURTON & R. WETHERBEE: Identification and characterization of a 41 kDa protein associated with the scales and bristles of *Mallomonas splendens*
- *H. ARNDT: Functional diversity of flagellates in aquatic ecosystems
- *M. SLEIGH: Trophic strategies among heterotrophic flagellates
- *J. LAYBOURN-PARRY & J. PARRY: Flagellates and the Microbial Loop
- H.L.J. JONES & H.C.J. GODFRAY: Unravelling the carbon supply and demand of a mixotrophic flagellate
- B. AUER & H. ARNDT: Heterotrophic flagellates in lakes of different trophic: Abundances, seasonal changes and species composition

- G. NOVARINO & A. WARREN: The ecological significance of groundwater flagellate populations
- D. DIETRICH & H. ARNDT: Benthic heterotrophic flagellates from King George Island, Antarctic Peninsula: abundance, biovolume and growth rates
- W.J. LEE & D.J. PATTERSON: What makes benthic flagellate communities different?
- J. IKAVALKO, H.A. THOMSEN, R. GRADINGER, H. MARCHANT & D. GARRISON: Nanoflagellate communities in sea ice in the Baltic Sea, the Arctic and the Antarctic
- *D.J. PATTERSON & W.J. LEE: The biogeography and diversity of free-living heterotrophic flagellates
- *L.K. MEDLIN, M. LANGE, B. EDVARSEN & A. LARSEN: Cosmopolitan flagellates and their genetic links
- J.D. DODGE: Biogeography of the planktonic dinoflagellate genus *Ceratium* in the NE Atlantic
- B. EDVARSEN: Genome size, ploidy and cell size in 17 species of Chrysochromulina (Prymnesiophyceae)
- GUILLOU, M.J. CHARRIERENOT-DINET, L. MEDLIN, S. LOISEAUX-DE GOËR & VAULOT, D.: A key picoplanktonic flagellate for diatom evolution.
- *G. BRUGEROLLE & M. MOLLER: Mitochondriate flagellates
- A. SIMPSON: Diversity and evolutionary significance of the excavate flagellates
- *K. VICKERMAN: Adaptations to parasitism
- W. GIBSON & L. BINGLE: Genetic exchange in trypanosomes
- W. GIBSON & J. STEVENS: Molecular evolution of trypanosomes
- *M.A. FARMER & W. MARSHALL DARLEY: Origin and loss of organelles in flagellates
- *S. A. KARPOV: Evolution of coverings and flagellar apparatuses in flagellates and other protists
- G.W. BEAKES & S.J. GLOCKLING: Ultrastructural evidence supporting the close phylogenetic affiliation of Haptoglossa, a genus of biflagellate nematode infecting flagellates (formerly included in the chromistan Oomycetes), with the 'protistan' Plasmodiophoromycetes
- C. MATZ, K. JÜRGENS & T. WAISSE: Morphological similarity meets genetic and physiological diversity: A comparison of three species of the nanoflagellate genus Spumella
- J.R. YOUNG, S. DAVIS, P.R. BOWN, L. CROS & S. MANN: Biomineralization modes in the Haptophyta and their phylogenetic significance
- *T. CAVALIER-SMITH: Flagellate megaevolution: The basis for eukaryote diversification

(657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学内海域機能教育研究センター)

増田道夫^{*}・小亀一弘^{*}・香村眞徳^{**}：フクレソゾ（紅色植物門、フジマツモ科）の分類学的ノート

海産紅藻フクレソゾ *Laurencia mariannensis* Yamada (イギス目、フジマツモ科)は、表面細胞間の二次的壁孔連絡、枝の先端部の表面細胞の突出、髄層細胞壁の半月状肥厚をもつ種の中で、以下の特徴によって区別される：色は薄いローズ・レッドで、軟らかい肉質の細い円柱状の軸（最大で直径 600 μ m）をもち、ゆるくもつれる匍匐枝を出す基部をもつ。さらに、表面細胞には 2 または 3 個、毛状枝細胞には 1 個のサクランボ小体をもつことも本種の特徴である。（^{*}060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目 北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻、^{**}903-0129 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 琉球大学理学部海洋自然科学科）

Ulf Karsten^{*}, Kevin D. Barrow^{**} and Robert J. King^{*}：着生性マングローブ紅藻ササバアヤギヌ（イギス目）におけるマンニトールの代謝：長期的野外研究

オーストラリア東部の暖温帯海域に生育する着生性の紅藻ササバアヤギヌ (*Caloglossa leprieurii* (Montagne) J. Agardh) のマンニトールと紅藻デンプンの濃度を 1 年間にわたって野外で調査した。気温と水温、日長時間、降雨量といった環境因子に関しても測定をおこなった。採集サンプル毎にマンニトールと紅藻デンプンの濃度は大変異なったが、季節的な変動は示さず、非生物的環境要因とも直接の相関は見出せなかった。非常時における呼吸基質としての貯蔵デンプンの役割について論議した。すべてのデータはササバアヤギヌの生産量とバイオマスは短期間の非生物的、生物的要因に影響され、季節の違いによってもたらされる環境変動の影響は受けないことを示している。これらに加えて、マンニトール回路に関与している 3 つの高度に特異的な酵素（マンニトール-1-リン酸脱水素酵素、マンニトール-1-リン酸化酵素、マンニトール脱水素酵素）と 1 つの非特異的酵素（ヘキソキナーゼ）の活性を 2 週間おきに無細胞抽出液において測定した。すべての酵素の活性は年間を通して大きく変動したが季節に対しても、お互いの関係に対しても明確な変遷パターンは示さなかった。本研究の結果から、ササバアヤギヌは季節変動予測型ではなく、季節変動対応型であると言える。（^{*}School of Biological Science, University of New South Wales, Sydney, New South Wales 2052, Australia, ^{**}School of Biochemistry and Molecular Genetics, University of New South Wales, Sydney, New South Wales 2052, Australia）

Isabella A. Abbott：中央太平洋産紅藻類についての新種及び新組み合わせ

紅藻類 5 属の 6 新種を記載する。新組み合わせ *Polyopes hakalauensis* についても報告する。これらはハワイ諸島の紅藻類に関する冊子の準備段階で遭遇した種類である。Halymeniales の中で、*Halymenia* の葉片状の藻体をもつ 2 種、*H. cromwellii* sp. nov. と *H. stipitata* sp. nov. は、2 番目の種が柄を有する点を含め、外形及び体構造の違いにより他の種とは区別される。*Halymenia hakalauensis* は *Polyopes* に移され *P. hakalauensis* (Tilden) Abbott となり、*P. hawaiiensis* はシノニムと考えられる。*Prionitis* の新種、*P. corymbifera* は散房状分枝様式を示し、ほぼ羽状から二叉状分枝を示す日本やカリフォルニアの種とは異なる。Gigartinales では、*Chondracanthus okamurae* Abbott は Okamura が認識していた *Gigartina*（現在の *Chondracanthus tenellus*）に含まれた 1 標本につけられた名であり、これは円柱状の軸を持ち、*C. tenellus* (Harvey) Hommersand は全体を通して扁平でありこれとは異なる。*Chondracanthus intermedius* (Suringar) Hommersand は *C. tenellus* のシノニムになる。ハワイにおける *C. tenellus* の存在はアジアからの新たな分布記録である。3 新種、*Ceramium tranquillum* Meneses (Cerameaceae)、*Dasya kristeniae* sp. nov. および *Dasya murrayana* Abbott & Millar (Dasyaceae) が Ceramiales に加えられる。*Ceramium tranquillum* の特徴は節部皮層帯の 3 ~ 5 倍の高さがある節間部、および節間部の直径を超えない節部皮層帯で、成熟期以外縁は平坦である。*Dasya kristeniae* はほとんど皮層を欠いた小さな着生藻で、四分孢子囊 stichidia は方形で先端は曲がるか傾き、嚢果は果皮のくびれより上部がフレア状に広がる果孔を持つ。*Dasya murrayana* は初め *Dasya iyengarii*

Boergesen と誤認されていたが、それらの藻体の再調査の結果それらが連続的な皮層を全体に持つことが示され、そして *Dasya iyengarii* は基部を除いてほとんど皮層を欠いている。*Dasya murrayana* は叢生し、主要な軸と同等のサイズの無限生長枝を持ち、体は岩の上に生育する、一方 *Dasya iyengarii* は叢生せず、無限生長枝は細く、着生藻である。(Department of Botany, University of Hawaii, 3190 Maile Way, Honolulu, HI96822 and Bishop Museum, PO Box 19000-A, Honolulu, HI 96817 USA)

Geoffrey W. Woolcott and Robert J. King：東オーストラリアの暖温帯に生育するアマノリ属とウシケノリ属（ウシケノリ科，紅色植物門）：形態と分子による研究

東オーストラリアの暖温帯水域には3種類のウシケノリ科植物しか生育していない事が形態的研究から確かめられた：すなわち *Bangia atropurpurea*, *Porphyra columbina* そして *Porphyra denticulata* である。ルビスコの大小サブユニット遺伝子的一部分とスパーサー領域のDNA塩基配列の解析結果もこれらアマノリ属2種に関する分類学的結論を支持するものであった。これら2種間にはかなりの塩基置換が見られ、一方地理的に離れた *P. columbina* 株間では強い遺伝的類似性が見られた。塩基配列の解析は地理的に離れたウシケノリの株間にも強い類似性が見られることを示したが、南半球の *B. atropurpurea* と北半球の本種の塩基配列が異なることからこの分類群の分類については再検討する必要がある。分子のデータはウシケノリ属とアマノリ属が同属と扱ってもよいくらい近縁であることを示している。(School of Biological Science, University of New South Wales, Sydney, New South Wales 2052, Australia)

Antonia Flores-Moya and José A. Fernández：潮間帯海藻セイヨウハバノリ（カヤモノリ目，褐藻植物門）の空中および水中における光合成における光と無機炭素の利用

潮間帯に生育する海藻セイヨウハバノリ *Petalonia fascia*(O.F.Müller)Kuntze（カヤモノリ目，褐藻植物門）の光合成能を、空気中と水中におけるみかけの光合成速度と光強度および無機炭素との関係から調べた。光利用に関して、水中における純光合成量は空気中（十分に含水処理した葉体）に較べて5.7倍であった。空気中と水中での光補償点は、それぞれ5.9と3.0 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。水中での飽和開始点パラメータと光合成効率 は空気中よりもそれぞれ77%と25%大きかった。暗呼吸の速度は浸漬条件に比較して露出条件の場合の方が1/3大きかった。これらのデータは、セイヨウハバノリの光に対する光合成の反応性が潮間帯種よりは漸深帯種に類似していることを示唆している。このことは、葉状部が生長する冬期間に葉状部が潮間帯で嵐や波の影響で継続的に浸漬状態になる事によっても説明される。さらに、光合成活性を保つ組織の最小限の水分含量は20%程度であった。水中での無機炭素濃度に対する純光合成能は空気中の1.5倍であった。自然条件で供給される無機炭素量から見れば、両環境状態ともに光合成は飽和状態であった。空気中での無機炭素に対する親和性ならびに無機炭素の伝導度は、水中よりも2桁高かった。しかし、藻体を浸漬した状態での光合成能が露出状態よりも高いことは、セイヨウハバノリが外部 HCO_3^- の同化能、あるいは CO_2 濃縮機構をもつことを示唆している。(Department of Plant Biology, Faculty of Sciences, University of Málaga, Campus de Teatinos s/n, E-29071 Málaga, Spain)

Eric Coppejans, Olivier De Clerck and Frederik Leliaert：パプアニューギニアに産する *Caulerpa sedoides* f. *geminata*（ミル目，緑色植物門）およびその他の *C. sedoides* の品種の再評価

Caulerpa sedoides f. *geminata* のタイプ標本の研究から、元々の記載と図は不正確で、それにより混乱が生じていたことが示された。タイプ標本と最近パプアニューギニアから採集された標本との比較をおこなった。正確により詳細な記載と図を掲載し、さらに他の対生の小枝をもつ種との比較をおこなった。*C. sedoides* の他の品種 (*f. crassicaulis*, *f. tasmanica*, *f. mixta*) に関しておよび本種の地理的分布についての論議をおこなった。(Laboratory of Botany, Department of Biology, Gent University, K.L.Ledeganckstraat, 35-9000 Gent, Belgium)

今井一郎・金 武燦・長崎慶三・板倉 茂・石田祐三郎：日本の沿岸海域における赤潮ラフィド藻および殺藻微生物の動態と関係

1992年と1993年に、北部広島湾と播磨灘において、赤潮ラフィド藻2種 (*Chattonella antiqua* と *Heterosigma*

akashiwo) およびそれらに対する殺藻微生物の経時的密度変動を、マイクロプレートを用いたMPN法により調べた。播磨灘においては両年とも、両赤潮種共に1細胞 ml^{-1} 以下の低密度でしか出現せず、両者に対する各々の殺藻微生物数も2 ml^{-1} 以下の低密度でしか検出されなかった。広島湾においても、*C. antiqua* は1細胞 ml^{-1} 以下の低密度でしか観察されず、*C. antiqua* 殺藻微生物も低密度(3.4 ml^{-1} 以下)で推移した。一方 *H. akashiwo* は、両年共に広島湾奥部において6月に赤潮を形成した。*H. akashiwo* 殺藻微生物は *H. akashiwo* の個体群動態と密接に関連しており、*H. akashiwo* の増殖を追いかけて増加し、最大密度は *H. akashiwo* の赤潮が崩壊し始めた後に観察された。その高密度状態は赤潮の崩壊後、最低1週間以上維持され、その後減少に転じた。*C. antiqua* 殺藻微生物は、広島湾において *H. akashiwo* 赤潮が発生した両年共、一貫して密度が低かった。したがって、*H. akashiwo* 赤潮の発生と崩壊において殺藻微生物は種特異的な関係を持ち、北部広島湾のような沿岸海域において急速な赤潮の消滅に貢献しているものと考えられる。(*606-8502 京都市左京区来た白川追分町 京都大学大学院農学研究科応用生物科学専攻海洋微生物学講座, **739-0452 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5 水産庁南海区水産研究所赤潮環境部赤潮生物研究室, ***729-0292 広島県福山市学園町一番三蔵 福山大学工学部海洋生物工学科)

畠中芳郎・稲岡 心・小林 修・東原昌孝・檜山圭一郎：耐塩性緑藻 *Dunaliella parva* の細胞表層構造のリゾチームに対する感受性

surface coatと呼ばれている *Dunaliella parva* の細胞表層構造について、各種分析を行った。数種の細胞壁分解酵素での分解反応や電子顕微鏡による微細構造の解析により、蛋白質分解酵素だけでなくリゾチームに対しても感受性の糖蛋白質を含む、特別な細胞表層構造が *Dunaliella parva* には存在することが判明した。

この分解酵素感受性については、細胞の電気泳動的性質や酵素処理後に細胞外に溶出するグリセロールを定量することなどによっても確認された。また、免疫学的試験から、*Dunaliella parva* の細胞表層の糖蛋白質はペプチドグリカンと類似の構造であることが示唆された。(536-0025 大阪市城東区森ノ宮1-6-50 大阪市立工業研究所)

Phycological Research

英文誌 46巻2号サプリメント 掲載論文和文要旨

Aparat Mahakhant・Patcharee Padungwong・Vullapa Arunpairajana・Poonsook Atthasampunna：微細藻類抽出液を用いたやえなり種子に感染するカビ *Macrophomina phaseolina* の増殖制御

Calothrix sp. TISTR 8906の抽出液に含まれる抗カビ抗生物質の性質を植物感染カビに対する増殖阻害効果を指標に調べた。抗カビ抗生物質の産生の最適培地は窒素源-フリー BGA 培地の組成を変えて調整した。すなわち、窒素源-フリー BGA 培地に硝酸ナトリウムとリン酸二カリウムをそれぞれ1.5g/リットル添加し、塩化ナトリウムの添加量を30mg/リットルに削減し、培地の初期pHを7.0にした培地を調整した。本培地によって *Calothrix* の増殖、抗カビ活性および抗カビ物質の産生は窒素源-フリー BGA 培地の場合に比べてそれぞれ2.6倍、4倍および10倍に増加した。*Calothrix* の粗抽出を植物感染カビ *Macrophomina phaseolina* に感染した「やえなり」の種子(mung bean)に噴霧(250 mg/種子)した時のカビの増殖阻害効果は市販の抗カビ剤 mancozeb を同様に噴霧(200mg/種子)した時の阻害効果と実験室においてもポットを用いた実験においてもほぼ同じであることが確認された。(Bangkok MIRCEN, Thailand Institute of Scientific and Technological Research(TISTR), 196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand)

中川英紀^{*}・村田道雄^{*}・橘 和夫^{*}・柴田直義^{**}：ラジカルスカベンジャーおよび細胞毒性物質検索のための付着性渦鞭毛藻のスクリーニング

抗酸化物質／ラジカルスカベンジャーと細胞毒性物質を検索するために、研究室で培養した4種10株の付着性渦鞭毛藻の抽出物を調べた。抗酸化物質の測定はラット肝臓のミクロソーム脂質の Fe_3^{+} -nitrotri-acetic acid 複合体 (Fe_3^{+} -NTA)による酸化を行い、生成する過酸化脂質をチオバルビツール酸 (TBA)比色法でする方法を用いた。細

胞毒性活性はリンパ球細胞 P388 を用い、テトラゾリウム塩 (MTT) 法による生存細胞の割合から求めた。*Gymnodinium* sp. と *Gambierdiscus toxicus* の 2 株の抽出液から抗酸化活性が、*G. toxicus* の 2 株、*Coolia monotis* の 2 株と *Prorocentrum* sp の 1 株から細胞毒性活性が見いだされた。(*113-0033 文京区本郷 東京大学大学院理学研究科化学系, **228 神奈川県相模原 北里大学理学部生物科学科)

佐野友春^{*}・Jiawan He^{**}・Yongding Liu^{**}・彼谷邦光^{*}: 中国の淡水産藍藻類から単離された生理活性物質 1. トリブシン阻害物質

中国雲南省のディアンチ湖の水の華から分離した *Oscillatoria agardhii* の株からトリブシン阻害剤である Oscillapeptin D を単離した。本阻害剤の構造は化学分解および 2 次元 NMR によって解析し、3-amino-6-hydroxy-2-pepidone(Ahp)を含む環状デブシペプチドであることを明らかにした。(*305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所, **Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei, 430072 P.R.China)

Lirong Song^{*}・佐野友春^{**}・Renhui Li^{***}・渡邊 信^{**}・Yongding Liu^{*}・彼谷邦光^{**}: 異なった培養条件下における藍藻 *Microcystis viridis* のミクロシスチン産生

中国南西のディアンチ湖から有毒藍藻 *Microcystis viridis* を分離した。本株には 3 種類のミクロシスチンが含まれており、[Dha7]ミクロシスチン-RR が全ミクロシスチンの 70-80% を占めていた。ミクロシスチンの産生量や組成が光強度、栄養素、温度、pH、増殖の過程などどのような関係があるかを調べた。光強度と pH は他の要因よりミクロシスチンの産生に影響を与えた。25℃において、[Dha7]ミクロシスチン-RR が最も多く産生する条件は光強度 15mEs⁻¹m⁻², pH 7.0 または 9.2 であった。ミクロシスチンの産生と温度との間にはあまり相関は認められなかった。増殖過程では対数増殖期の間で最もミクロシスチンの産生量が多かった。栄養条件ではリンの欠乏より窒素の欠乏が *M. viridis* の増殖抑制やミクロシスチン産生抑制に作用した。(*Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei, 430072, P.R. China, **305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所, ***筑波大学生物科学系 つくば市天王台 1-1)

Aparat Mahakhant^{*}・佐野友春^{**}・Pannarat Ratanachot^{*}・Taksawan Tong-a-ram^{*}・Vishal C. Srivastava^{**}・渡邊 信^{**}・彼谷邦光^{**}: タイの淡水に発生す水の華からのミクロシスチンの検出

タイ国内の飲料水源 2 箇所とバンコック市内の池から水の華を採取し、藍藻毒であるミクロシスチンの含有量と組成を調べた。水の華を形成する藍藻の優占種は *Microcystis aeruginosa* またはプレウロカプサ目糸状藍藻であった。ミクロシスチンは乾燥した水の華 1g 当たり 0.7-0.8mg 含まれていた。主要なミクロシスチンは -RR, -LR およびそれらの幾何異性体であった。また、ミクロシスチン-YR, -LA, -ThtyrR, と -AR も同定された。新規ミクロシスチン同族体として分子内に L-2-amino-N-butyric acid を含むミクロシスチン-LBu をバンコック市内の池の水の華から同定した。(*Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 196 Phahonyothin Rd, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand, **305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所)

安野正之^{*}・菅谷芳夫^{**}・彼谷邦光^{**}・渡邊 信^{**}: *Moina macrocopa* に対する *Microcystis* 種の毒性の違い

Microcystis spp の 23 株の毒素 (ミクロシスチン) を分析し、それらの株の *Moina macrocopa* に対する毒性を調べた。大部分の株は毒素を含んでおり、23 株中の 5 株だけが無毒であった。しかし、8 株は 7 日間の観察でも *Moina macrocopa* に対して毒性を示さなかった。一方、毒素を多く含む株 *Moina macrocopa* に対して強い毒性を示し、6 時間の暴露で 50% が死亡した。しかし、毒素であるミクロシスチン自身が致死要因の主な原因ではないと思われた。ある株は高い濃度のミクロシスチンを含んでいるにもかかわらず *Moina macrocopa* に対して毒性を示さないことから、ミクロシスチンの毒性を引きだすある種の物質が存在していることが示唆された。無毒株の中には *M. macrocopa* の増殖に影響をあたえるものもあった。*Microcystis elabens* は無毒株であるが *M. macrocopa* に対して弱い毒性を示した。(*522 彦根市八坂 2500 滋賀県立大学環境科学部, **305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所)

稲森悠平^{*}・杉浦則夫^{**}・岩見徳雄^{*}・松村正利^{***}・広木幹也^{*}・渡邊 信^{*}: 捕食性微小動物と細菌類を組み合わせた有毒藻類 *Microcystis viridis* の分解特性

有毒藍藻類 *Microcystis* 属は、毒性物質ミクロキスチンを産成することが知られている。しかし、その生分解特性については明らかにされていない。このことから、汚濁湖沼水を効率的に浄化している生物処理プロセスの生物膜から分離した微小動物の貧毛類 *Aeolosoma hemprichi*、輪虫類 *Philodina erythrophthalma* および細菌類を組み合わせた回分実験により、*M. viridis* およびその有毒な代謝物質ミクロキスチン RR の捕食・分解特性を検討した。その結果、*M. viridis* は、2 種の微小動物 *A. hemprichi*、*P. erythrophthalma* により効果的に捕食・分解されたが、ミクロキスチン RR の低減化は、これらの微小動物と混合細菌が共存する系に比べ相対的に低かった。この毒性物質の分解は、微小動物・混合細菌共存系において、空気散気条件下で促進された。空気散気下の細菌は、他のどの条件よりもその溶出した毒性物質を迅速に分解し、初期濃度 $40\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 以上の毒性物質が 10 日で完全に分解された。さらに生物膜形成担体を充填した連続培養反応槽実験において、流入濃度 $9.74\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ レベルのものが、HRT12 時間以下で 94% も減少した。また、実際の生物膜法を活用した施設で $34.9\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ のミクロキスチン RR が短い滞留時間の 2 時間で分解され、実施設における短時間での HRT の処理効果は室内実験の結果と一致した。これらの結果より、*A. hemprichi* と *P. erythrophthalma* が生細胞 *M. viridis* の捕食・分解に貢献し、さらに溶出した毒性物質が空気散気条件下の細菌により効果的に分解されることが明らかとなった。(*305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所, **305-0006 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学農林工学系, ***305-0006 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学応用生物化学系)

大塚重人^{*}・須田彰一郎^{**}・Renhui Li^{***}・渡辺真之^{****}・小柳津広志^{*}・広木幹也^{*****}・Aparat Mahakhant^{*****}・Yongding Liu^{*****}・松本聡^{*}・渡邊 信^{***}

中華人民共和国とタイ国より単細胞、群体性藍藻 *Microcystis* の 4 株を分離した。それらの細胞集塊は灰褐色～暗褐色を示した。細胞はほぼ球形で、直径 $3.8\text{--}5.5\mu\text{m}$ で、ガス胞をもっていた。群体の形状は株毎に異なる点もあったが、不定形で伸長し、ふくらみをもつ網状群体を作る点などは共通であった。これらの特徴は *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. に大変類似していた。さらに、このうち 3 株は時として *Microcystis ichthyoblabe* Kütz. の特徴をも示し、他の 1 株は *Microcystis novacekii* (Kom.) Comp. の特徴をしばしば呈した。生細胞および抽出したフィコピリンタンパク質の吸収スペクトルを測定したところ、ピークは $560\text{--}570\text{ nm}$ に現れた。このピークはフィコエリスリンの吸収に相当するものである。*Microcystis* では今までフィコエリスリンが見つかったという報告が無いことから、これらの 4 株は既知の *Microcystis* とは区別され、あるいは種レベルで分類することも可能であると考えられた。フィコエリスリンの存在は緑色光が優占する水中環境においてこれらの生物に生存上有利さをもたらしているのかもしれない。(*113-0033 文京区本郷 東京大学, **305-0053 つくば市小野川 16-2 (財) 地球・人間環境フォーラム, ***305-0006 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学, ****305 つくば市天久保 4-1-1 国立科学博物館, *****305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所, *****Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 196 Phahonyothin Rd, Chatuchak, Bangkok 10900, *****Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Science, Wuhan, Hubei, 430072, P.R. China)

須田彰一郎^{*}・Yongding Liu^{**}・Jiawan He^{**}・Zhengyu Hu^{**}・広木幹也^{***}・渡邊 信^{***}: *Lyngbya hieronymusii* (ユレモ目、藍藻綱) の形態、生化学、生理学的特徴

中華人民共和国・内モンゴル自治区・ダライ湖より *Lyngbya* の一種を分離培養し単藻無菌培養株 CN4-3 株として確立した。糸状体は孤生、真直で時に多少屈曲するかもつれ、緩く集合する。糸状体は透明な鞘を持ちトリコームは極性が無く、偽分枝も持たない。鞘は約 $0.5\mu\text{m}$ の厚さで標準培養条件下で無着色、海水培地での培養下で黄色に着色するものが見られた。トリコームの接続部にくびれは無い。細胞中に多数のガス胞が分散する。トリコームの末端は円く時にカリプトラを持つ。隔壁部分の顆粒とカリプトラの有無は個々の糸状体の発達段階や環境条件の違いにより多様と考えられた。トリコームは緑褐色からオリーブ緑色、細胞の大きさは幅 $12.6\text{--}14.0\mu\text{m}$ 、長さ $1.7\text{--}2.6\mu\text{m}$ 。これらの特徴は *Lyngbya hieronymusii* Lemmermann var. *hieronymusii* と同様である。DNA の塩基組成は $49.14 \pm 0.34\text{ mol \%}$ 。脂肪酸組成は主要な 4 つの脂肪酸、 $14:0$ 、 $16:0$ 、 $18:2$ 、 $18:3a$ と少量の 6 つの脂肪酸、 $16:1^*$ 、

16:1cis, 16:2, 16:3, 18:0, 18:1 で構成され、グループ 2 (Kenyon *et al.* 1972; Murata *et al.* 1992) の特徴を示した。脂肪酸組成の 20% 以上を 14:0 が占め、この特徴はグループ 2 に含まれる他の糸状体藍藻で見つかっていない。藻体全体並びにフィコビル色素の吸収スペクトルからフィコエリスリンを含有することが判明した。培養株は 10℃ から 40℃ の範囲で増殖し、最適条件は 20℃ から 30℃ であった。異なる塩分濃度での培養では、標準培地(CT) から半海水培地(1.78%)で増殖が見られた。海水培地(3.58%)でも実験期間中の生存が確認された。これらの結果から *L. hieronymusii* var. *hieronymusii* はグループ 2 の脂肪酸組成の糸状体藍藻の中で特異な分類学的位置を占め、多様な環境に生息することが示唆された。(*305-0053 つくば市小野川 16-2, (財) 地球・人間環境フォーラム, **Wuhan 430062, P. R. China, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Science, ***305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所)

Hu Zhengyu^{*}・Liu Guoxiang^{**}・Zhang Xiaoming^{***}・Yongding Liu^{*}: 中国産ノイストン性コッコイド緑藻 *Nautococcus mammilatus* の光学顕微鏡と電子顕微鏡による観察

中華人民共和国湖北省から採集した稀にしか出現しないノイストン性のコッコイド緑藻 *Nautococcus mammilatus* Korschikov の培養株を光顕と電顕で観察した。電顕観察は主にピレノイドマトリックス周辺のキャップ形成とデンプン流の蓄積に関しておこなった。*Nautococcus* をクロロコックム目に所属させることに関する議論をおこなった。(*Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei, 430072 P.R. China, **Department of Life Science, Hubei University, Wuhan, Hubei, 430062 P.R. China, ***305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所)

野崎久義^{*}・L. Song^{**}・Y. Liu^{**}・広木幹也^{***}・渡邊 信^{***}: '*Eudorina* sp.' (オオヒゲマワリ科, 緑藻植物門) と標示されている中国産系統保存株の形態と DNA 塩基配列データに基づく分類学的再同定

中華人民共和国産の '*Eudorina* sp.' と標示されている中国科学アカデミー水生生物研究所、淡水藻類系統保存施設の保有株 (CCFA 646) を光学顕微鏡と電子顕微鏡レベルの観察と分子系統学的解析に基づき分類学的に再同定した。栄養群体は 16 または 32 細胞性で、楕円体状であり、各細胞のカップ状の葉緑体の底部には 1 個のピレノイドが観察された。無性生殖時には各娘群体は親細胞を包んでいた球形の透明な膜 (cellular envelope) の中で形成された。栄養群体を透過型電子顕微鏡で観察した結果、群体全体を包囲する 3 層の筋状の構造 (tripartite colonial boundary) の中で各細胞が密な繊維状の層 (cellular envelope) に包まれていた。これらの特徴は CCFA 646 が異形配偶の *Eudorina unicocca* G. M. Smith または同形配偶の *Yamagishiella unicocca* (Rayburn et Starr) Nozaki に同定される事を示唆したので、*rbcl* 遺伝子の塩基配列による系統解析でその分類学的位置を推定した。CCFA 646 と *Y. unicocca* NIES-578 の *rbcl* 遺伝子 1128 塩基対を決定し、既知の相同な *rbcl* 遺伝子データ (*Eudorina* 4 種 6 株と *Y. unicocca* 5 株並びに近縁緑藻 28 種) と共に系統樹を構築した。その結果、DNA 塩基配列データは高いブートストラップ確率で CCFA 646 と *Y. unicocca* 6 株が単系統群を形成し、*Eudorina*, *Pleodorina*, *Volvox* (sect. *Volvox* を除く) からなる単系統群の外側に位置していることが解析された。従って、CCFA 646 は *Y. unicocca* に分類された。本研究は *Yamagishiella* 属の中華人民共和国からの初めての報告である。(*113-0033 文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻, **Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, P. R. China, ***305-0053 つくば市小野川 16-2 国立環境研究所生物圏環境部)

渡邊 信^{*}・中川恵^{**}・片桐正幸^{**}・相沢賢一^{**}・広木幹也^{*}・野崎久義^{***}: 超低温アガロース混釈法による淡水産ピコプランクトン藍藻の無菌化について

本研究では日本の湖沼から分離されたピコプランクトン藍藻の 7 つの単藻株の無菌化を試みた。形態学的特徴、GC 含量、脂肪酸組成、及びキノン組成に基づく、これらはすべて *Synechococcus* group *sensu* Waterbury and Rippka (1989) の *Cyanobium* クラスタに分類され、*Cyanobium* クラスタの PCC 株 (パスツール・コレクション) と同様のフィコシアニンしか有しない青緑色株 (1 株: NIES-680) とフィコシアニン及びフィコエリスリン双方を有する赤色株 (6 株: NIES-715, 717, 718, 721, 722 及び 723) に分けられる。すべての株が 1.4% の超低温アガロース培地に混釈し、培養すると 1 ヶ月内に $12 \sim 20 \times 10^2$ c.f.u. mL⁻¹ の数でコロニーを形成した。これらのコロニーから派生したクローンの殆どは無菌検査により無菌化されえていることが確認された。前培養期間をのぞくと、この方

法で無菌化にいたるまでの期間は4～6週間であった。0.6%のアガロース培地に混釈した場合には、青緑色株(NIES-680)と赤色株3株(NIES-717,721,723)が1～2ヶ月でコロニーを形成した。しかし、コロニーの数は $1 \sim 2 \times 10^2$ c.f.u mL⁻¹で、超低温アガロースを使用した場合と比較すると極めて少ない数であった。また、青緑色株のみが無菌化することができた。0.6%アガロース培地上に塗抹した場合には、青緑色株のみが、 $10 \sim 15 \times 10^2$ c.f.u. mL⁻¹の数でコロニーを形成し、無菌化することができた。この方法では赤色株は全くコロニーを形成できなかった。超低温アガロースを使った混釈法は、プロプランクトン藍藻類の無菌株を得るために最も最適な方法であることがわかった。(*305-0053 つくば市小野川16-2 国立環境研究所, **305-0053 つくば市小野川16-2 (財)地球・人間環境フォーラム, ***113-0033 文京区本郷7-3-1 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻)

John G. Day^{*}・渡邊 信^{**}・Michael F. Turner^{***}:プロチスタ及びシアノバクテリア多様性の生息域外保全 — 1991～1997年におけるCCAPとNIESの共同研究について

CCAPと国立環境研究所(NIES)はそれぞれ英国及び日本における藻類系統保存機関である。1991年以来、両機関は藻類分類学、生物情報学、系統保存管理、微生物多様性保全、凍結保存、及び藍藻毒といった様々な課題で研究協力をおこなってきた。この中で凍結保存法の確立と藍藻株の分類が主要な共同研究課題として位置づけられていた。CCAPに保存されている藍藻株に再同定の結果については最新のCCAPのカタログのデータベースに反映された。藍藻類の分類研究は主に国立環境研究所においてなされた。また、今まで、プロチスタの凍結保存は、細胞内凍結がおこることにより極めて困難であるとされていた。凍結保存の共同研究では、*Tetraselmis suecica* (Kyllin) Butcherを準最適凍結条件下で凍結した場合、*Tetraselmis chui* Butcherを急速及び緩慢凍結条件下で凍結した場合、さらに有色と無色の*Euglena gracilis* Klebsを凍結した場合、のそれぞれの細胞内凍結過程の観察がなされた。このことにより最適凍結保存条件を確立するために必要な知見を得ることができた。これらの研究のほか、様々な藻類の分類や微細構造の研究がなされており、さらに多くの藍藻株について毒素生産のスクリーニングがなされた。(*Culture Collection of Algae and Protozoa, Institute of Freshwater Ecology, Windermere Laboratory, Far Sawrey, Ambleside, Cumbria, LA22 0LP, UK, **305-0053 つくば市小野川16-2 国立環境研究所, ***Culture Collection of Algae and Protozoa, Dunstaffnage Marine Laboratory, PO Box 3, Oban, Argyll, PA34 4AD, UK)

広木幹也^{*}・清水明^{*}・李仁輝^{**}・渡辺眞之^{***}・渡邊 信^{*}:*Anabaena* spp. (シアノバクテリア)の同定に役立つデータベースシステムの開発

浮遊性*Anabaena*類を形態に基づいて同定するためのデータベースシステムを設計した。システムは2つのデータベースファイル(サンプルデータベース、レファレンスデータベース)と3つのサブシステム(データ編集、相同性計算、同定サブシステム)から構成された。レファレンスデータベースファイルには19種の浮遊性*Anabaena*が26項目の形態的性質について登録された。試料株のサンプルデータベースはレファレンスファイルとの間で、個々の形質に応じた相似度の平均値(St)が計算された。試料株は最も高いSt値を示したレファレンス種と判定された。この同定システムの効果を試すために、既に同定されている*Anabaena*株について、このシステムを試した。各形質を同じ重要度で評価し同定する「非加重システム」では、供試株と予め同定されていたレファレンス種との間のSt値はいずれも0.76以上であったが、必ずしも最高値ではなかった。トリコームの形態およびアキネートの形態に重きをおいて同定する「加重システム」では供試株とあらかじめ同定されていたレファレンス種との間のSt値は最高値を示した。このシステムは*Anabaena*の種の同定に役立ち、また、異なった人がこのシステムを用いたときでも結果に個人差が生じないという利点がある。(*305-0053 つくば市小野川16-2 国立環境研究所, **305-0006 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学研究科, ***305-0005 つくば市天久保4-1-1 国立科学博物館植物研究部)

書評 新刊 紹介



新日本海藻誌

吉田忠生 著 内田老鶴圃刊

25+1,222 ページ

定価 46,000 円十税 1998

「新日本海藻誌」がついに出版された。北海道大学名誉教授吉田忠生博士の労作で、序、凡例、本文（緑藻綱、褐藻綱、紅藻綱）、引用文献、学名索引、和名索引を合わせ、総ページ 1,247 の大著である。

岡村金太郎先生の日本海藻誌は 1936 年に出版以来、日本の海藻を研究する人々の座右の書として広く使われてきたが、刊行後の 60 有余年の間に、新種や日本新産の種、学名に変更のあった種、あるいは分類上の所属が変わった種などが多数記録されたため、最近はかなりの知識と資料を持ち合わせている者でないと「岡村：海藻誌」は使いこなせないという状態になっていた。幸い、著者の吉田忠生博士は「岡村：海藻誌」以後に新たに加わった海藻や学名の変わった海藻などの全てを含めた海藻のリストを共同研究者らと作成し、1985 年以来、5 年毎に改訂版を本誌に発表して下さったので、私たちはさしたる予備知識や資料がなくても「岡村：海藻誌」を使い続けることが可能であった。しかし、新種の海藻がどのような特徴をもつのか、どのような理由で学名が変わったのか、分類上の所属が変わっているのはなぜか、等々を知ろうとすれば、それぞれ原論文に当たらなければならない。それには多大の時間と労力が必要である。「岡村：海藻誌」の増補改訂版ともいべき新しい日本海藻誌の刊行は誰もが待ち望むことであった。

著者の吉田博士は北海道大学に籍を置かれてより「新日本海藻誌」の作成を計画されたという。良く知られているように、北海道大学は創立以来海藻を専門とする学者が歴代の教授に多く、この方々が門下生と共に収集した海藻標本や資料は膨大な量に上り、また関係図書も豊富に揃っている。「新日本海藻誌」作成の場としてこれ以上の恵まれた環境はないといえる。吉田博士は日本産海藻の一種一種について文献を精査し、カードに必要事項、種の特徴、分布などを丹念に書き込む作業を続けられた。後にこの作業にはパソコンが用いられるようになったが、いずれにしても大変な努力であったことは想像に難くない。なお、このカード作りは全世界の海藻に関

する情報整理にも応用された。吉田博士が北海道大学に移られたのが 1968 年とのものであるので大著が私たちの目前に現れるまでに実に 30 年の歳月を要したことになる。「新日本海藻誌」の刊行は日本の藻学界にとっての快挙である。吉田博士の永年の労苦を多とし、「新日本海藻誌」の刊行を心から喜びたい。

本書は序文に始まり、学名に関する国際植物学命名規約を解説した凡例が続き、次の本文で緑藻綱 230 種、褐藻綱 308 種、紅藻綱 838 種の合計約 1,375 種が解説される。各綱では、綱の解説、目の検索；目の解説、科の検索；科の解説、属の検索；属の解説、種の検索、そして種の解説へと続く。綱、目、科、属には命名者名、記載年、記載文のページが記され、また目にはタイプの科名、科にはタイプの属名、属にはタイプの種名がそれぞれ記される。属名についてはどのような意味をもつかが解説される。種の記述は本書の根幹をなす部分で、種名、著者名、記載年、記載ページ、和名、シノニム（異名）と続き、さらにその種を引用した主な文献が挙げられ、また適宜解説図が挿入される。種の特徴の記述は最も行数を費やしている。そのあとにタイプ産地、タイプ標本の保存場所、地理的分布と続く。種により垂直分布の様子が記されるものもある。分類上の問題が特記されている種もある。引用文献は 67 ページに及び、1997 年までのものが網羅されている。

「日本産海藻類総覧」の副題からもわかるように、「新日本海藻誌」は日本産海藻の全ての種をまとめた同定用の書であると同時に日本の海藻の全貌を知る書でもあるので、海藻を調査研究をする人には不可欠の本である。海藻研究者の座右の書となるものであり、また広く大学や海藻に関わる調査・研究機関の図書館等に必備の本でもある。

もし本に対して注文をさせていただくなら、それは図についてである。印刷事情のゆえかと思われるが、図、特に標本写真の図が全体に小さい傾向にある。同定が主目的の本であるので、種の特徴がわかりやすいように大きくするか、特徴がでるように一部拡大などの工夫があると一層良かったと思う。もうひとつは形態用語の図解である。海藻の体構造や生殖器官には独特の用語が多く、文章だけでは専門家でも理解し難いものがある。残念なことに、海藻の形態・分類用語をわかりやすく解説した本はほとんどなく、あっても入手しにくい。事情が許すのであれば、後日、図を伴った用語解説の別冊の出版も考えられよう。一步進めて、海藻の教科書であればなお望ましい。「新日本海藻誌」に親しみを持つ読者が増えることはまず間違いのないと思う。

千原光雄（千葉県立中央博物館）

書評 新刊 紹介



淡水藻類写真集 第20巻

山岸高旺・秋山 優編 内田老鶴園刊

100 ページ

定価 7,000 円＋税 1998

淡水藻類写真集の第20巻が出た。第1巻の刊行が1984年であるので、14年の歳月をかけて20巻が完結したことになる。1ページ(図版)に1種収録され、1巻が100図版より成り、20巻で合計2,000図版、2,000種の淡水藻の顕微鏡写真図を掲載した写真集の刊行である。

この写真集1～20巻は淡水藻類の種の同定を主な目的として作られた本で、1ページ一杯の図版には、まず藻類1種の全体像の顕微鏡写真と分類上の特徴となる部分の拡大写真が示され、次いで必要に応じて電子顕微鏡写真や線画が添えられる。図の説明は英文で、種の記述は和文と英文でされている。収録された淡水藻類2,000種は293属に及び、分類群ごとの内訳は次のようである。藍藻綱41属74種、紅藻綱11属78種、黄色鞭毛藻綱(黄金色藻綱)15属75種、黄緑藻綱15属48種、渦鞭毛藻綱7属18種、緑虫藻綱12属320種、緑藻綱ジグネマ目(ホシミドリ目)41属974種、ジグネマ目以外150属410種、車軸藻綱1属3種。この数字は先に同じ出版社から出た日本淡水藻図鑑(1977)の197属2,308種に近く、わが国の湖沼、河川、池、水田等に普通に見られる淡水藻のほとんどを網羅している。淡水藻類の同定は車軸藻類やマリモ、カワノリなどを除くと、顕微鏡で観察して行うものがほとんどであり、写真は顕微鏡下に見えたそのままを写し出すので藻類の実態をとらえるのに効果的である。利用者はこの写真集1～20巻により、これまで以上にはかどった、そして、より確信のもてる淡水藻の同定が可能と思う。私はこの分野の初心者の方々と淡水藻の同定にこの写真集シリーズを使っているが、上述の日本淡水藻図鑑(1977)と併用することで一層の効果を挙げている。

2,000種にも上る多くの淡水藻類の顕微鏡写真を収録した同定用の本の出版は世界でも例を見ない。吉田忠生博士の新日本海藻誌の刊行と前後して山岸・秋山両博士による淡水藻類写真集全20巻の完結刊行を見た

1998年は日本藻学界にとって記念すべき年となった。編集に当たられた山岸、秋山両博士の努力を多とするとともに、採算を度外視して刊行に踏み切られたという出版社内田老鶴園に敬意を表したい。

最近、藻類の多様性が認識され、進化・系統の観点から藻類に注目する生物学者が増えてきた。また地球環境温暖化対策、污水处理対策等の環境問題、あるいは有用物質や生理活性物質の探索等との関連から藻類を研究しようとする人達も増えている。藻類研究の専門家だけでなく、広く藻類に興味をもち野外で実際に採集して藻類を同定し、研究したい人々にはぜひ座右に置きたい写真集である。ちなみに、既に刊行の本シリーズの各巻の価格は、1・2巻 各4,000円＋税、3～10巻 各5,000円＋税、11～19巻 各7,000円＋税である。

なお、珪藻類はこの写真集に含まれていない。珪藻類の同定用の本は近く同じ出版社から刊行予定とのことである。

千原光雄(千葉県立中央博物館)



淡水藻類写真集ガイドブックの表紙

淡水藻類写真集ガイドブック

山岸高旺著 内田老鶴圃刊

144 ページ

定価 3,800 円＋税 1998

「淡水藻類写真集 1～20 巻」(1984～1998)は、図版ができた種類の順に 1 ページに 1 種を次々と並べたルーブリーフ形式の構成であり、後に図版の右上に記述のコード番号の順に並べ変えることで、各図版は綱、目、科の分類順に整理されるようになっている。この「写真集」シリーズの難点の一つは、編集上の都合からと思われるが、収録された種類が所属する綱、目、科、属などがどのような特徴をもつのか、そしてその種や属は分類階級の上位の科や目などの中でどのようにして分類されているのか、検索表はどのようなものであるのかなどの解説が無いことである。このため、藻類の分類体系や各分類群の知識が十分でない人にとっては本シリーズの利用は必ずしも容易ではない。そこで、より多くの人々が容易に「写真集」を利用できるようにと編者の一人山岸博士が書き下ろされたのが本ガイドブックである。「写真集」の使い方や学名の解説等の導入部があり、その後に 6 章「写真による淡水藻類 12 綱の代表属」、7 章「体制と生育状況による代表的な属の分類」、8 章「写真集」に収録した属の写真と解説が続き、巻末に「収録の属・種の学名と和名(学

名の仮名読み)」が記される。6 章では 12 綱の代表的な属を 113 枚の写真図(少数は線画)で示し、7 章では、体制と生育状況に基づいて淡水藻類を 1 游泳性 a 被殻のない単細胞性、b 被殻をもつ単細胞性、c 群体性；2 浮游性 a 単細胞性、b 群体性；3 附着性 a 単細胞性、b 群体性；4 糸状性；5 紐状性；6 葉状性；7 囊状性・管状性に区分し、それぞれのグループの代表的な属を 94 枚の写真で紹介している。多様な体制をもち、異質な系統群から構成される淡水藻類の属や種の文字による検索は複雑で、理解も容易でない。そこで著者は上記のような写真で見る検索を考えたという。淡水藻の分類系を理解し、属の特徴を知り、写真集の利用を容易にするために、写真図による検索を繰り返し見ることを著者は奨めている。

なお、本書も含めて、「写真集」の和名は目、科、属のいずれも学名の仮名読みで、普通に使われる和名は時にカッコに入れられている程度である。初心者のためにはもっと和名が頻繁に出てきた方が良かったと思う。次もマイナーなことであるが、綱名や目名も黄色鞭毛藻類(黄金色藻類)やジグネマ目(ホシミドロ目)といったように、普通に使われている別名や和名をカッコに記すと初心者には有難かった。それはともかく、本ガイドブックは「写真集」と共に座右に備えると便利な本である。

千原光雄(千葉県立中央博物館)

新刊書

- ICONOGRAPHIA DIATOMOLOGICA: Annotated Diatom Micrographs. Ed. by Horst Lange Bertalot. Volume 06: Phytogeography - Diversity - Taxonomy. Lange -Bertalot, Horst and S. I. Genkal: Diatomeen aus Sibirien, I: Inseln im Arktischen Ozean (Yugorsky - Shar Strait) / Diatoms from Siberia, I: Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky - Shar Strait). 1998. approximately 1000 micrographs on 77 plates. Approx. 280 p. Hardcover. (ISBN3-87429-406-4) US \$113.00
- VERMA, B. N. (ED.): ADVANCES IN PHYCOLOGY. 1998. ILLUSTR. 392p.: US \$56.00 Twentyfive review articles on morphology, physiology, and ecology of algae. Includes modern lines of research, e.g. cytotaxonomy, allelopathy, microbiological biotechnology.
- ANAND, N. : INDIAN FRESHWATER MICROALGAE. 1998, 94 p., illustrated. US \$22.50
- HOLGER, T: THE DIATOM FLORA OF THE LAPTEV SEA (ARACTIC OCEAN). 170 p. 5 fig., 1 tab, 40 plates. (Bibliotheca Diatomologica 40) ISBN: 3-443-57031-3 about \$72.00
- MIKLAUSEN, A.J. THE BROWN ALGAL ORIGIN OF LAND PLANTS AND THE ALGAL ORIGIN OF LIFE ON EARTH AND IN THE UNIVERSE. 1998. 199 p., 20 pages of B&W photos. hardcover. US \$60.00

書評 新刊 紹介



千葉県自然誌 本編4, 県史シリーズ 43

千葉県の植物1—細菌類・菌類・地衣類・藻類・コケ類

発行 千葉県 編集 財団法人千葉県史料研究財団

編集責任者 千原 光雄 835 ページ

頒布価格 9700 円 (税込み・送料別) 1998

近年、私はある植物の全国調査を行っていて、県市町村の教育委員会、文化財、環境関係の部署を訪ね、その区内の植物に関する情報の提供をお願いすることがしばしばあります。県レベルでも県全域にわたる情報を的確に短時間で与えられる準備があるところと、「そんなこと私たちが知る分けないでしょう!」といわんばかりな怪訝な顔をされるところもあり、対応の程度は様々です。また、町というレベルで、よくここまで行き届いた調査を実施し、それを立派な書誌に纏めていて、いつでも誰にでも情報が提供できる体制になっているところに出会うと、その地域の住民と行政者の生活文化の質の高さを感じます。そんな自治体に行き着くと、ほっとすると同時に一寸大袈裟な表現かもしれませんが、日本の文化面も漸く青年期を迎えつつあるのだとうれしくなります。経済活動では先進国の仲間と自称しつつも、文化面での活動に幼稚さのみられたこの数十年の日本で、以下に紹介するような地方誌が出版されたということは、その県の21世紀への遺産の引継ぎというだけでなく、地方文化の成熟の1つの表徴とみることができる。今後の日本におけるそうした活動の雛形になるのではないかと期待できます。

本書は、千葉県史シリーズ(全51巻)の中の、「千葉県の自然誌」(12巻)の1つとして編纂されたもので、県民を対象にシダ植物を除く千葉県下の全陰花植物群(ここでは広義に、細菌類、らん藻類、菌類、地衣類も含めて)の紹介をおこなっている。構成、記述は若い中・高校生から年輩の県民まで、全ての年齢層の人が容易に理解できるように配慮されている。

本文は、第1章:細菌、ウイルス(55頁)、第2章:菌類の生態(30頁)、第3章:菌類(地衣類を含む)(47頁)、第4章:藻類の生態(67頁)、第5章:藻類(396頁)、第6章:コケ類の生態(15頁)、第7章:コケ類(59頁)、事項索引、和名索引、学名索引、用語説明で

構成されている。第1,3,5,7章において、個々の種についての解説がなされている。この巻の中で、最も力が込められているのは藻類に関する第4,5章である。章の中を藻が棲息する生態域の違いによって、「陸と淡水の藻類」と「海の藻類」の2つにわけて説明しているのは、一般市民はもとより、藻類学を専門としていない研究者にも理解しやすい配慮である。

全体を通して、一般県民が理解しやすいようにとの配慮はその膨大な写真(しかもその大多数はカラー写真で、かつ殆どがこの本のために撮影したものを使う大変な努力が払われている;編集者と各著者の熱意に敬意を表したい)の数に先ず端的に表れている。約1600葉の鮮明な写真と、225の解説図、57の表がつかわれ、視覚的に理解できるようになっている。また、使用した活字の大きさも誰もが容易に読める配慮がなされている。

この巻で紹介されている種は数千を越えるとおもわれ、個々の種には解説と写真または図が付されているので、図鑑としても一級品なのである。大学の専門コースの学生にも、あるいは種々の環境行政に関わる方々にも充分参考資料となり、地方の植物誌とい枠を遥かに超えた、今まで見たことのない下等植物に関する充実した内容をふくむ本である。

このような素晴らしい本に、あえて二つほど注文を述べさせてもらいたい。このシリーズは図書館の書架に置かれる性格のものであるが、本巻はフィールドに持ち出されると一段と光り輝く本である。しかし、携帯するには重すぎる!書棚に置かれるだけでは価値は半減。もったいない!だから、2-3の分冊にならないか?この本が広く利用されるには、考慮に値するのではないだろうか。

約100数十種ほどについては記載だけで、写真がない。専門家にはあまりにもポピュラーな種(例えば、アラメ、ボウアオノリ)であっても、一般市民の立場で見れば、それらにも図または写真を付けてもらいたかったと思う。写真の無い生物にはとりつくしまがないからである。しかし、紙幅の制約もあることでしょうし、本書が県史という21世紀への文化の引継ぎを意図した企画であるので、記録という観点に立てば意義は十分にはたされている。

購入の方法:千葉県内の方は県内の書店で購入できる;県外の方は以下のところに申し込む:260-0013 千葉県中央区中央4-15-7 千葉県史料研究財団総務課(Tel 043-22-5100)。公費購入も受け付け。

堀 輝三(筑波大学生物科学系)

書評 新刊 紹介



ポピュラー・サイエンス

磯焼けを海中林へ 一岩礁生態系の世界—

谷口和也 著 裳華房刊

196 ページ

定価 1,600 円 + 税 1998

海中林は、単位面積あたりの生産量が地球上で最大の植生であると見積もられている。この海中林が何らかの原因で縮小すると、これを主要な漁場とする沿岸漁業は、大変な被害をこうむることになる。新聞等で「海の砂漠化」などと表現されることが多い、磯焼け現象である。本書は、著者の谷口氏が水産庁東北区水産研究所在籍当時になって進められた、海中林造成技術の開発を目的とする研究の成果を、一般向けにまとめたものである。

このように紹介すると退屈な技術書のように思われるかもしれないが、そうではない。技術を開発するためには対象を把握する科学的な知見が不可欠であるし、技術の開発過程と、その技術を応用する段階では、得られた科学的知見の妥当性が検証されるわけであるのだから、海中林造成技術の研究はそのまま、岩礁域の生態学的研究であるとも言える。本書の副題が「岩礁生態系の世界」とされているのはそのためであり、実際、本書を通読すれば、コンブ目褐藻群落を中心とする岩礁域のダイナミックな生態系の構造が、良く理解できることと思う。

本書はまず、歴史的経緯や海外の状況などを踏まえ、誤解の多い磯焼けの定義を明確にすることに、冒頭の一章を充てている。無節石灰藻が優占するサンゴモ平原自体は、世界中のどこかの岩礁海底でも、海中林分布下限以深で光が届くところであればごく普通に観察されるもので、不毛どころか多数の底棲動物が棲息し固有の生物群集を構成しており、単に人間にとって直接役立たない場所というだけにすぎない。磯焼けとは、沿岸岩礁域の海中林が衰退してサンゴモ平原が浅所まで拡大し、漁業被害が発生するという「産業的な現象」を指す用語として理解すべきものであるという著者の定義は、海中林とサンゴモ平原の関係を生態学的に解明し、磯焼けを解消する科学的な手法を開発することを可能にした、本書における重要な視点であろう。

続く第二章では磯焼けの原因を整理・検討しているの

だが、これを大きく自然の生態学的な要因と人為的な要因とに分けて考えている。前者の要因によるものは、それが数十年以上長期にわたり持続した場合であっても、いずれは回復して海中林が形成される可逆的なものであるのに対し、後者の要因によるものは、その要因が人為的に取り除かれない限り回復せず、最終的にはすべての生物を死滅させる不可逆的な過程をたどるものであるもので、これを、現象としては似ていても磯焼けとは本質的に異なる「磯荒れ」として区別する。

こうして対象となる現象を生態学的な遷移の一過程として明確に位置付けた上で、以下、第三章で磯焼けの持続要因、第四章で海中林の回復過程、第五章で海中林の維持機構というように順次論じられている。これらの章では、エゾイシゴロモの持つウニ幼生への変態誘起物質、フクリンアミジの持つエゾアワビ幼生への着底・変態阻害物質、フクリンアミジやアラメ・カジメの持つウニやアワビに対する摂食阻害物質などといった、岩礁域で展開されているいわば化学戦の様子が、検討を重ねて開発された厳密な生物活性試験法を用いた上で、興味深く解明されている。また、これらの防御物質を持たない大型一年生褐藻は、成長の速さと群落密度の高さで植食動物の摂食圧を吸収しているということにも、著者は注目する。

これらの知見を応用した、海中林造成の成功例が第六章では紹介されている。そしてこの成功は、漸深帯の海藻群落におけるサイクリック遷移の機構に関する、著者らの仮説が実証されたことをとも意味しているのである。この章で著者は、磯焼けの原因を森林伐採によるフルボ酸鉄の不足に求める松永教授の説や、イカゴロ海洋投棄の禁止による摂食圧の変化に求める藤田博士の説を強く批判している。前者はともかく後者などは、餌の供給で個体数が増えたところへ急に供給をやめれば摂食圧は高まるだろうから、磯焼けを引き起こす切掛としては納得できる説明だと評者は思うのだが、磯焼けの原因を単純な事象に拠らしめず、海況の変化等を含めた広い視野で把握すべきであるという点において、この説に著者は反発しているということなのだろう。

植食動物の生活史やヒパマツ目褐藻の海中林については未だ知見が乏しいそうだが、本書によりコンブ目褐藻の海中林の機構は、ほぼ明らかになったと言って良いだろう。これまで磯焼けに関して一般向けに推薦できる書籍が無く困った経験をお持ちのかたも多いと思うが、本書を読み、自信を持って推薦できるものがようやく登場したとの感を持った次第である。

阿部剛史（北海道大学大学院理学研究科）

真山茂樹："Phycological Research" 新学名登録のための 認定雑誌となる

国際植物命名規約のもとに2000年1月1日から施行される新学名の登録制度については、「藻類」46巻1号に吉田忠生前会長によってそのあらましが述べられたので、内容をご承知の会員も多いことと思われる。この制度が始まると、新分類群の名前、代替名、新組合せ、位置の変更の一覧表を国際植物分類学連合(International Association for Plant Taxonomy: IAPT)のWorld Wide Webのデータベースや2年ごとに発行されるリストまたはCD-ROMを通じて見る事が出来るようになり、学名と関わりを持つすべての関係者に利益が生じるものと思われる。

新学名の登録方法は1)認定された雑誌や定期刊行物で発表するか、2)それ以外の印刷物で発表した著者自身が登録センターに登録用紙と別刷りを送付するので明らかである。

日本藻類学会事務局では過去に多くの新学名が学会誌上で発表されてきたことを踏まえ、認定雑誌となるための申請作業をおこなってきたが、このほどベルリンにある国際植物分類学連合の事務局と Phycological Research を認定雑誌とする協定(Journal accreditation convention)を結んだ。協定は1)Phycological Researchは維管束植物および菌類以外の植物(化石を含む)のすべての新学名および新組合せに関し、IAPTの登録システムにおける認定資格を得る、2)日本藻類学会は

Phycological Research出版後、毎回直ちにベルリンにある IAPT の中央登録事務局に(もしくは、今後の同意において他の適当な住所に)航空便もしくは他の敏速な輸送方法で2冊を送付する、3)登録される新学名と新組合せを論文のアブストラクトに明白に列挙することにより、登録係がそれらを見つけることができるようにする。日本藻類学会は新しい植物の学名が明白に列挙されない場合、IAPTがそれを登録できないことを承諾する、4)日本藻類学会はIAPTにより適正に署名された協定書の写しの受領により、雑誌の認定資格を公言する権利を与えられる、の4項目からなっている。

日本藻類学会が協定を結んだことにより、今後 Phycological Research誌上において新学名や新組合せを発表する著者は、自らがIAPTに登録手続きをする煩雑さから開放されるわけである。ただし、上記協定項目にもあるように、アブストラクトに新学名、新組合せを明白に列挙しないと、いくら藻類学会が雑誌を登録事務局に送っても、それらが登録されない事態が起きてしまう。2000年からは登録された日とその学名の有効出版の日付となるので、登録されなかった場合は一大事となる。新学名、新組合せを Phycological Research で発表する著者は、それらのアブストラクトへの列挙を決して忘れることのないようにしたい。

(学会庶務幹事)

学会・シンポジウム情報

1999年6月22日-25日：第2回アジア太平洋藻類フォーラム

Second Asian Pacific Phycological Forum, The Chinese University of Hong Kong, Shatin, N.T. Hong Kong SAR, China (詳しくは45(3)号の案内をご覧ください)

1999年9月20日-26日：第2回ヨーロッパ藻学会議

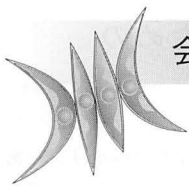
The Second European Phycological Congress (EPC 2), Montecatini Terme (Italy), 連絡先: Prof. Francesco Cinelli Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente - Università di Pisa Via A. Volta, 6; I-56126 Pisa, Italy

Tel: + 39 50 23054; Fax: + 39 50 49694, e-mail: cinelli@discat.unipi.it (The first circular will be mailed in May 1998.)

1999年9月26日-10月1日：第8回国際応用藻学会

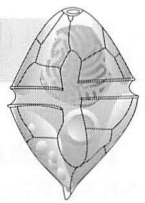
議 8th International Conference on Applied Algology (8th ICAA), Montecatini Terme (Italy), 連絡先: Prof. Mario Tredici, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari e Microbiologiche - Università di Firenze P.le delle Cascine, 27; I-50144 Firenze, Italy Tel: + 39 55 3288306; Fax: + 39 55 330431; e-mail: tredici@csma.fi.cnr.it

1999年8月1日-7日：第16回国際植物会議 XVI International Botanical Congress (St. Louis, U.S.A.), 連絡先: Secretary General, XVI IBC, c/o Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299, USA FAX: (01) 314-577-9589 or e-mail: ibc16@mobot.org, You may also consult the Web site for more detailed information and to register. The address is: <http://www.ibc99.org> (詳しくは45(3)号の案内をご覧ください)



会員のページ

このコーナーでは、会員の皆さんの役に立つ情報の提供をおこないたい
と思います。このコーナーに掲載ご希望の方は編集委員長まで。



海藻ビデオ頒布のお知らせとお願い

藻類学会企画委員会では、学会有志者のご協力を得て、一般向けの藻類啓蒙ビデオを作っています。去る3月に第一作目の「海苔（のり）」を、10月に第二作目の「寒天（かんてん）」を作りました。いずれも授業や集会の場などで気楽に使っていただけるように、極力わかりやすく、親しみやすいように工夫しました。



海苔の栽培

私たちは、日常の食卓で、加工された海藻に出会いますが、それらが海でどのように育ち、収穫され、そして加工されて食卓にとどくのか、ほとんど知りません。本ビデオでは、そのような過程を、そこに働く人々の姿を交えながら映像で解説し、「藻類」を身近なものとして理解してもらうように務めました。制作費の限界から、目標とする出来映えには至りませんでした。手作りの努力をかって下さる諸氏からは好評を得ています。

このたび、下記の要領で両ビデオを頒布いたしますので、是非ご利用下さいますようお願いいたします。売上金は、日本藻類学会に全額寄付いたしますので、学会誌の後援金としてご協力お願いいたします。

1. 「海苔（のり）」（15分）

2. 「寒天（かんてん）」（15分）

各々個別売り：VHS 2,000円， S-VHS 2,500円

同一テープに収録する場合は、VHS 3,500円， S-VHS 4,500円

送料別

公費の場合はお問い合わせください

申込先：

184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学生物学科 片山研究室内

日本藻類学会企画委員会

Fax: 0423-29-7518

E-mail: katayama@u-gakugei.ac.jp

問い合わせ：

石川依久子

Tel: 0543-66-9211 (MBI)

Fax: 0543-66-9256 (MBI)

Tel & Fax: 0424-89-3189 (自宅)



テングサの収穫

日本藻類学会企画委員会

石川依久子

公募

東京薬科大学生命科学部教員公募

募集人員：教授または助教授 1 名

専門分野：生態学など、巨視的な視点から生命科学の研究を行い、英語教育も担当できる方。

応募資格：博士の学位を有する方、またはそれに準ずる方で、年齢は 55 才位までが望ましい。

着任時期：1999 年 4 月（予定）

提出書類：(1) 履歴書（写真貼付）、(2) 研究業績リスト、(3) 主要研究業績の別刷りまたはコピー（10 編以内）、(4) 現在までの研究概要（2000 字以内）、(5) 今後の研究計画（1000 字以内）、(6) 教育に関する理念と抱負（1000 字以内）、(7) 推薦状 2 通または 本人について所見を求め得る方 2 名の連絡先。

書類は英文も可、その場合は指定された和文におおよそ相当する長さとする。

書類送付先：〒 192-0392 東京都八王子市堀之内 1432-1 東京薬科大学生命科学部長 大島泰郎

（応募書類在中と朱書き簡易書留にて郵送のこと）

応募期限：1999 年 1 月 30 日（土）（当日消印可）

問い合わせ先：環境分子生物学研究室 山形秀夫

Tel. 0426-76-7053, Fax. 0426-76-7081

E-mail: yamagata@ls.toyaku.ac.jp

訂正

「藻類」46 巻 2 号掲載論文「褐藻ナガコンブの光合成－温度特性について」（坂西・飯泉）に次の訂正があります。

105 ページ 左のカラム 13 行目

（誤）「の起点となっている一方で、藻体自体が重要な漁獲・・・」

（正）「の起点となっている一方で、重要な漁獲・・・」

締切日について

会員のページ（公募、各地の催し物のお知らせ、藻類グッズの販売など）、学会シンポジウム情報、書評・新刊紹介などのコーナーでは会員の皆さんからの積極的な情報提供・投稿を歓迎いたします。掲載号とそれぞれ直前の締切は以下のような関係になっていますので、投稿される際にはご注意下さい。また、書評・新刊紹介の場合には、重複を避けるために原稿執筆の前にあらかじめ編集委員長宛お申し出ください。

掲載号	原稿締切
1 号（3 月号）	1 月末日
2 号（7 月号）	5 月末日
3 号（11 月号）	9 月末日

原稿の長さによっては、締切を多少過ぎていても掲載可能な場合もありますので、まずは編集委員長にご相談ください。また、投稿に際しては「投稿案内」（46(2)に掲載）をご確認の上、それに従った形式でお願いいたします。

学 会 録 事

1. 国際植物分類学連合との雑誌認定協定の締結

2000年1月1日から国際植物命名規約のもとに実施される新学名、新組合せの登録制度に関し、Phycological Researchをその認定雑誌とすることの協定を8月4日に結んだ。これにより、Phycological Research誌上で協定に合致する方法で発表した新学名、新組合せは会員個人が登録することなく、国際植物分類学連合に登録されることになる。詳しくは本誌227頁を参照されたい。

2. 選挙結果について

1999年1月1日から2000年12月31日を任期とする次期会長・評議員の選挙が8月3日～9月4日の期間おこなわれた。9月10日に、本会の片山舒康会員、高亜輝会員の立ち会いのもと東京学芸大学生物学教室N112室において開票がおこなわれた。結果は以下のとおりである。

【会長選挙】堀 輝三（当選）；井上 勲・増田道夫（2位得票者：同票数）

次点者は持廻り評議員会の決定に従い、学会事務局が厳正なる抽選を行った結果増田会員となった。

【評議員選挙】

北海道地区 (2) 堀口健雄（当選）・市村輝宜（当選）；山本弘敏（次点）

東北地区 (1) 原 慶明（当選）；谷口和也（次点）

関東地区 (3) 井上 勲（当選）・吉崎 誠（当選）・白岩善博（当選）；出井雅彦（次点）

東京地区 (2) 有賀祐勝（当選）・真山茂樹（当選）；田中次郎（次点）

中部地区 (3) 前川行幸（当選）・嵯峨直恒（当選）・横浜康継（当選）；渡辺 信（次点）

近畿地区 (2) 鯉坂哲朗（当選）・中原紘之（当選）；榎本幸人（次点）

中国・四国地区 (2) 大野正夫（当選）・大谷修司（当選）；寺脇利信（次点）

九州地区 (2) 川口栄男（当選）・四井敏雄（当選）；飯間雅文（次点）

新 入 会

会 員 異 動

住所変更・勤務先変更・電話番号変更

会 員 異 動

名簿（平成10年版）の訂正

計 報

本会会員 田澤伸雄氏は去る1998年9月4日逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。

日本藻類学会

 賛助会員

北海道栽培漁業振興公社（060 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（085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔）

株式会社 シロク（260-0033 千葉市春日 1-12-9-103）

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

有限会社 浜野顕微鏡（113-0033 東京都文京区本郷 5-25-18）

株式会社ヤクルト本社研究所（186-8650 東京都国立市谷保 1769）

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

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

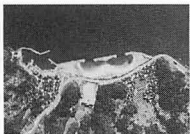
株式会社 白寿保健科学研究所（173-0014 板橋区大山東町 32-17）

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

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

（有）裕千堂葛西（038-3662 青森県北津軽郡板柳町大字板柳字土井 38-10）

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



表紙写真

今回の表紙には本号に掲載されている記事で使われている写真を使わせていただいた。左下の *Microcystis* の写真は、本号に Asian Network on Microbial Researches: Physiological Potency, Toxicology, Diversity, Systematics and Culture Collection of Microalgae というシンポジウムのプロシーディングスが掲載されていることにちなんで載せた。

左上：藤田大介氏「採集地案内」より

右：筒井 功氏「海外藻類事情」より

左下：渡邊 信氏（Algal PhotoCD より）

日本藻類学会（入会申込・住所変更届）（○で囲んで下さい）

（コピーしてお使い下さい）

199 年度より入会 19 年 月 日 申込み

氏 名 _____

★ Name _____
(Family name) (Given name)

所 属 機関名 _____

★ Institution _____

住所 〒 _____

★ Institutional Address _____

電話 _____ Fax _____ e-mail _____

自宅住所 〒 _____

★ Address _____

電話 _____ Fax _____ e-mail _____

★の項目は英語またはローマ字で必ずご記入ください。英文誌の送付に必要です。

以下の欄にチェックして下さい

会員の種類： ☐ 普通会員 7,000円 ☐ 学生会員 5,000円（学生会員の場合、指導教官の署名が必要です）

指導教官の署名： _____

会費納入方法： ☐ 同封 ☐ 郵便振替（できるだけ郵便振替をご利用下さい）

会誌の送り先 ☐ 所属機関（勤務先） ☐ 自宅

入会申込書・住所変更届 送付先：〒690-8504 島根県松江市西川津町 1060

島根大学教育学部生物

大谷修司 TEL 0852-32-6306（FAX 兼用）

e-mail: ohtanish@edu.shimane-u.ac.jp

会費払込先：郵便振替 口座番号 01320-4-48748 加入者名：日本藻類学会

学会事務局 使用欄	受付	名簿	発送リスト	入金確認	学会録事
--------------	----	----	-------	------	------

多彩な執筆陣による多角的な構成！
生態から利用までを網羅した、初の海藻読本！

緑 水産学叢書
第2弾！

21世紀の海藻資源

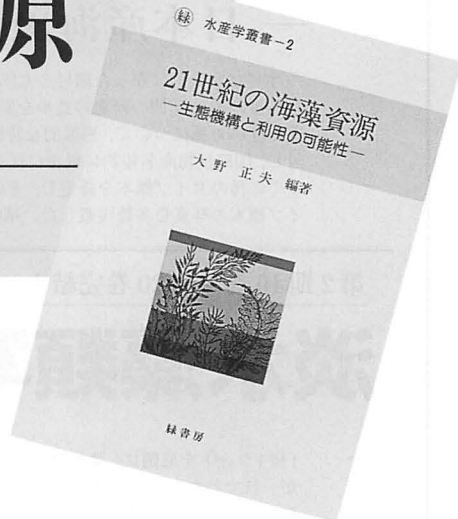
—生態機構と利用の可能性—

大野正夫 編著

●A 5判 280頁 ●定価：本体3,689円(税別)

「豊かな海」の立役者であるばかりでなく、次世代の素材として、いま産業界の最も熱い注目を集める海藻資源。健康、環境への関心の高まる中、「海藻についての一般書を」との声に応え、遂に初の海藻読本が登場！

生態、環境、健康、化学、工学、医療等の研究者が最新研究成果を分かりやすく解説。今まであまり光の当たらなかった多方面にわたる海藻の利用法を探る。海藻生産者、漁場造成・水圏環境保全関係者、応用化学・食品メーカー必読の書！



内容

藻場(寺脇利信)／流れ藻と寄り藻(新井章吾)／磯焼け(藤田大介)／国際化する海藻資源(大野正夫)／海藻と健康・栄養(辻 啓介)／伝統的食品の寒天と新しい素材のカラギナン(平瀬 進・大野正夫)／海藻パルプとアルギン酸繊維の“紙”(小林良生)／カンキツ類の生産と海藻資源(白石雅也)／飼料に利用される海藻(中川平介)／磯の香りと性フェロモン(梶原忠彦)／海藻から抽出されるレクチン—細胞を見分けるたんぱく質—(堀 貫治)／海藻から抗酸化性物質の生産(浪岡日左雄・松家伸吾)／海藻から抗菌性成分の探索(越智雅光)／海藻からの抗癌活性物質(山本一郎・丸山弘子)

図鑑 海藻の生態と藻礁

徳田 廣・川嶋昭二・大野正夫・小河久朗 編

●B 5判 198頁 ●定価：本体14,369円(税別)

本書は、天然の海で海藻がどのような姿で生えているのかをつぶさに見てとることの出来る海藻生態図鑑であると同時に、人為的に投入した藻礁に如何にして海藻を生やすか、を紹介した世界に例のない図鑑でもある。藻場造成にかかわる方々はもちろんのこと、海洋環境の保全に意欲と関心をお持ちの一般の方々にも、本書は幅広く受け入れられるであろう。

英文版も
完成！

—A Photographic Guide—
Seaweeds of Japan

●定価：本体14,563円(税別)

海藻資源養殖学

徳田 廣・大野正夫・小河久朗 編

●B 5判 354頁 ●定価：本体5,505円(税別)

海藻の資源や養殖から、藻場造成、利用法、海外での養殖等に至るまで、実に幅広い観点から初めて総括的に海藻を論じた、研究者・学生・養殖業者待望の書！！

内容

地球生態系と海藻／海藻の生育環境／海藻の利用／世界の海藻資源と生産量／現在の海藻養殖／藻場造成／海外の海藻養殖の現状／海藻養殖の将来と展望／むすび

■消費税は別途加算されます。

緑 書 房

〒171 東京都豊島区池袋2-14-4 池袋西口スカイビル8F
TEL 03(3590)4441(販売部) FAX 03(3590)4446

「日本海藻誌」以来 60 余年ぶりの大著

新日本海藻誌

— 日本産海藻類総覧 —

吉田 忠生 著

B5 判・総頁 1248 頁・本体価格 46000 円

本書は古典的になった岡村金太郎の歴史的な大著「日本海藻誌」(1936)を全面的に書き直したものである。「日本海藻誌」刊行以後の約 60 年間の研究の進歩を要約し、1997 年までの知見を盛り込んで、日本産として報告のある海藻(緑藻、褐藻、紅藻)約 1400 種について、形態的な特徴を現代の言葉で記載する。編集にあたっては、各種の学名を原典にさかのぼって検討し、国際植物命名規約に厳密に従って命名法上の正確さを期し、関連する文献を詳しく引用。また、命名規約に基づいて、多くの種のタイプ標本を確定し、その所在を明らかにするとともに、北海道大学、国立科学博物館などに所蔵されているタイプ標本の写真を多数掲載した。植物学・水産学の専門家のみならず、広く関係各方面に必携の書。

第 2 期 10 巻, 全 20 巻完結!

淡水藻類写真集

1 巻
～ 20 巻

山岸 高旺・秋山 優 編集

各巻 B5 判・216 頁・100 シート

1・2 巻 4000 円, 3～10 巻 5000 円, 11～20 巻 7000 円

1 種 1 シートを原則に、藻体像の顕微鏡写真・部分拡大写真に、走査型電顕写真・線画き詳細図を添えて、分類学的形質が一目でわかるように構成する。解説はすべて和英両文。種名と文献、藻体の性状と寸法、成育状況、細胞の構造、生殖法、生活史、生態分布、類似種との比較等を併記。

淡水藻類写真集ガイドブック

山岸高旺 著

B5 判・144 頁・本体価格 3800 円

多種多様な淡水藻類の全容を、「淡水藻類写真集」をもとに簡潔かつ利用しやすい形にまとめる。

近刊

淡水藻類入門 — 観察・研究 — (仮題)

山岸高旺 編著

「日本淡水藻図鑑」の編者である著者がまとめる、初心者・入門者のための書。多種多様な藻類群を、平易な言葉で誰にも分かるようよう、丁寧に解説する。Ⅰ編、Ⅱ編で形質と分類の概説を行い、Ⅲ編では各分野の専門家による具体的事例 20 編をあげ、実際にどのように観察・研究を進めたらよいかを理解できるように構成する。

Ⅰ 淡水藻類の形質／Ⅱ 淡水藻類の種類／Ⅲ 淡水藻類の観察と研究

藻類の生活史集成

堀 輝三 編

第 1 巻 緑色藻類 B5・448p (185 種) 8000 円

第 2 巻 褐藻・紅藻類 B5・424p (171 種) 8000 円

第 3 巻 単細胞性・鞭毛藻類 B5・400p (146 種) 7000 円

藻類多様性の生物学

千原光雄 編著

B5・400p・9000 円

藻類の今を見渡し、理解するための最速の書。斯界の第一人者により、藻学および周辺領域の膨大な知識の蓄積が整理され、新しい研究成果も取り入れられている。藻学を学ぶ方、またこの分野に興味のある方の新たなスタンダード。

陸上植物の起源

渡邊 信 共訳
堀 輝三

— 緑藻から緑色植物へ —

A5・376p・4800 円

最初に海で生まれた現生植物の祖先は、どのような進化をたどって陸上に進出したのか——。分子生物学、生化学、発生学、形態学などの成果にもとづく探求の書。海藻のような海産藻類からでなく、淡水域に生息した緑藻、特にシャジコモ類から派生したという推論をたて、陸上植物の出現した約五億年前の地球環境、DNA の構造、シャジコモ類の形態・生態・生理などを総合的に考察する。

日本淡水藻図鑑

廣瀬弘幸・山岸高旺 編集

B5・960p・38000 円

図鑑としての特性を最高度に発揮す為、図版は必ず左頁に、図版の説明は必ず右頁に組まれ、常に図と説明とが同時にみられるように工夫。また随所に総括的な解説や検索表を配し読者の便宜を図る。

日本の赤潮生物

福代・高野 共編
千原・松岡

— 写真と解説 —

B5・430p・13000 円

日本近海および日本の淡水域に出現する 200 種の赤潮生物を収録。赤潮生物の分類・同定に有効な一冊。

原生生物の世界

丸山 晃 著
丸山雪江 絵

細菌、藻類、菌類と原生動物の分類

B5・440p・28000 円

原生生物、すなわち細菌、藻類、菌類と原生動物の分類という壮大な世界を緻密な点描画とともに一巻に収めた類例のない書。

藻類の生態

秋山・有賀 共編
坂本・横浜

A5・640p・12800 円

日本海藻誌

岡村金太郎 著 B5・1000p・30000 円

表示の価格は本体価格ですので、別途消費税が加算されます。

〒112-0012 東京都文京区大塚 3-34-3

TEL 03-3945-6781 FAX 03-3945-6782

内田老鶴園

学 会 出 版 物

下記の出版物をご希望の方に頒布いたしますので、学会事務局までお申し込み下さい。(価格は送料を含む)

1. 「藻類」バックナンバー 価格、会員各号 1,750 円、非会員 3,000 円、30 巻号(創立 30 周年記念増大号、1-30 巻索引付き)のみ会員 5,000 円、非会員 7,000 円、欠号 1-2 巻、4 巻 1, 3 号、5 巻 1, 2 号、6-9 巻全号。
「藻類」バックナンバーの特別セット販売に関しては本誌記事をご覧ください。
2. 「藻類」索引 1-10 巻、価格 会員 1,500 円、非会員 2,000 円、11-20 巻、会員 2,000 円、非会員 3,000 円、創立 30 周年記念「藻類」索引、1-30 巻、会員 3,000 円、非会員 4,000 円。
3. 山田幸男先生追悼号 藻類 25 巻増補。1977. A5 版, xxviii+418 頁。山田先生の遺影、経歴・業績一覧・追悼文及び内外の藻類学者より寄稿された論文 50 編(英文 26, 和文 24)を掲載、価格 7,000 円。
4. 日米科学セミナー記録 Contributions to the systematics of the benthic marine algae of the North Pacific. I. A. Abbott・黒木宗尚共編。1972. B5 版. xiv+280 頁, 6 図版。昭和 46 年 8 月に札幌で行われた北太平洋産海藻に関する日米科学セミナーの記録で、20 編の研究報告(英文)を掲載。価格 4,000 円。
5. 北海道周辺のコンブ類と最近の増養殖学的研究 1977. B5 版, 65 頁。昭和 49 年 9 月に札幌で行われた日本藻類学会主催「コンブに関する講演会」の記録。4 論文と討論の要旨。価格 1,000 円。

1998 年 11 月 5 日印刷

1998 年 11 月 10 日発行

© 1998 Japanese Society of Phycology

日 本 藻 類 学 会

禁 転 載
不 許 複 製

Printed by Hokudai Insatsu

編集兼発行者

堀 口 健 雄

〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目

北海道大学大学院理学研究科

Tel. 011-706-2738

Fax. 011-746-1512

email. horig@sci.hokudai.ac.jp

印刷所

北 大 印 刷

〒060-0810 札幌市北区北 8 条西 7 丁目

Tel. 011-747-8886

Fax. 011-747-8807

発行所

日 本 藻 類 学 会

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学生物学教室内

Tel. 0423-29-7524 (Fax 兼用)

藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôrui)

第46巻 第3号 1998年11月10日

目次

日本藻類学会第23回大会(山形)案内

平岡雅規・大野正夫・川口栄男: 博多湾に生育するアオサ2型の生殖的隔離

について 161

矢部和夫・牧野 愛・鈴木 稔: 海洋生物におよぼす紫外線の影響 その4.

ダルスが放出した紫外線吸収物質 167

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

笠原文善: アルギン酸の利用と産業の国際的展望 173

井上 修: 寒天の開発と市場動向 179

岩元勝昭: カラギーナンの市場の変遷と最近の動向 185

島松秀典: 微細藻類からの有用資源開発 189

角谷 清: 海外の海藻資源の開拓と日本での利用 193

藻類採集地案内

藤田大介: 富山湾 199

海外藻類事情

筒井 功: ミクロネシア連邦コスラエ島—人々の暮らし, 藻場の消長— 203

博物館と藻類

川嶋昭二: コンブの生涯学習の場を目指して—えりも町郷土資料館—

水産の館の場 209

北山太樹: 社会教育としての海藻観察会—国立科学博物館の場合— 211

川井浩史: The Flagellates Symposium 参加報告 212

英文誌 Phycological Research 46巻2号掲載論文と文要旨 215

英文誌 Phycological Research 46巻2号サブリメント掲載論文と文要旨 217

書評・新刊紹介

千原光雄: 新日本海藻誌 (吉田忠生著) 222

千原光雄: 淡水藻類写真集 第20巻 (山岸高旺・秋山 優編) 223

千原光雄: 淡水藻類写真集ガイドブック (山岸高旺著) 224

堀 輝三: 千葉県其自然誌 (千葉県史料研究財団編) 225

阿部剛史: 磯焼けを海中林へ—岩礁生態系の世界— (谷口和也著) 226

真山茂樹: "Phycological Research" 新学名登録のための認定雑誌となる 227

学会・シンポジウム情報 227

会員のページ・学会録事 228