

# 藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôru)

第45卷 第2号 1997年7月10日



日本藻類学会

THE JAPANESE SOCIETY OF PHYCOLOGY

## 日本藻類学会

日本藻類学会は1952年に設立され、藻学に関心を持ち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物 *Phycological Research* (英文誌) を年4回、「藻類」(和文誌) を年3回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費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 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 鳥根県松江市西川津町1060 鳥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 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@bio.hokudai.ac.jp)

英文誌 *Phycological Research* への投稿: 〒657 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

学会事務局の電話番号が変わりました:0423-29-7524

---

会 長: 石川依久子 (東京学芸大学)

庶務幹事: 真山茂樹 (東京学芸大学)

庶務幹事: 大谷修司 (鳥根大学) (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)

市村輝宜 (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)

白岩善博 (新潟大学)

月館潤一 (東北水産研究所)

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: 鯉坂哲郎 (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 (基礎生物学研究所)

南雲 保 (日本歯科大学)

佐藤輝夫 (札幌清田高校)

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22回大会（下田）案内

### 大会・懇親会会場

下田東急ホテル（下田市5-12-1）

筑波大学下田臨海実験センターと鍋田湾を見下ろせる丘の上にあります。

### 日程

平成10年3月25日（水）：編集委員会・評議委員会

平成10年3月26日（木）：口頭発表・総会・懇親会

平成10年3月27日（金）：口頭発表・展示発表

平成10年3月28日（土）：磯採集・海中林観察

磯採集：下田に12年間在籍された千原光雄先生に鍋田湾の磯を案内していただき、おしぼ標本を作製します。定員10名。

海中林観察：下田臨海実験センター職員の案内で、スノーケリングによる鍋田湾内のアラメ・カジメ群落の観察を行います。スノーケリング用具・ウエットスーツ・ウェイト等は貸出し可能。定員約10名。

### 宿泊

会場となる下田東急ホテルには大会参加者が格安料金を宿泊できるようお願いしてあります。料金については大会の詳細とともに次号でお知らせします。磯採集・海中林観察参加者は3月27日から29日まで下田臨海実験センター宿泊棟に泊まります。

### 世話人

〒415 静岡県下田市5-10-1

筑波大学下田臨海実験センター

横濱康継・青木優和

Tel. 0558-22-6605（横濱）、0558-22-1317（青木）

Fax. 0558-22-0346

e-mail : aoki@kurofune.shimoda.tsukuba.ac.jp



## 過栄養湖茨戸湖（北海道）の浮游性藻類の 遷移に対する温度の影響

高野敬志<sup>1</sup>・日野修次<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立衛生研究所（060 札幌市北区北 19 条西 12 丁目）

<sup>2</sup>山形大学理学部物質生命化学科（990 山形市小白川町 1 丁目 4-12）

Takano, K. and Hino, S. 1997. Effect of temperature on the succession of planktonic algae in hypertrophic Lake Barato, Hokkaido. Jpn. J. Phycol.(Sôru) 45:89-93.

The effect of temperature on the succession of planktonic algae was examined from 1988 to 1994 in hypertrophic Lake Barato, central Hokkaido, Japan. A blue-green algal bloom appeared in the summer of 1988 and 1989 but did not appear from 1990 to 1993. Annual difference was found in monthly average temperature from May to August ( $p < 0.01$ ). The average temperatures in May 1990 and 1991 (11.75 and 11.95 °C) were higher than those in May 1988 and 1989 (10.32 and 10.07 °C). Such high temperature might promote diatom growth and cause a lack of orthophosphate ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) in May and June 1990 and 1991. The phosphorus shortage might be the reason of the absence of blue-green algal bloom in summer of 1990 and 1991. The temperatures in July and August 1993 (17.46 and 18.62 °C) were significantly lower than in other years, while the temperatures in 1994 (20.52 and 23.05 °C) were significantly higher than in other years. The summer blue-green algal bloom was observed in 1994. In these years, the occurrence or absence of blooms may have been determined by summer temperatures.

*Key index words: Blue-green algal bloom-diatoms-phosphorus shortage-temperature.*

<sup>1</sup>Hokkaido Institute of Public Health, Kita-ku Kita-19 Nishi-12, Sapporo 060, Japan

<sup>2</sup>Faculty of Science, Department of Material and Biological Chemistry, Yamagata University, Kozirakawa 1-4-12, Yamagata 990, Japan

### 緒言

温帯地域の浅い富栄養湖における浮游性藻類の季節的遷移は、貧栄養湖や中栄養湖と共通の春と秋のケイ藻のブルームに加えて、夏のラン藻のブルームの形成に特徴づけられる（坂本, 1976）。人間活動の影響を受けやすい湖においては、過剰な窒素、リンが湖内に流入し、ラン藻が大量発生して水の華と呼ばれる現象が起きるようになった。一方で近年、琵琶湖と霞ヶ浦において水の華を形成するラン藻種の変化、あるいは水の華の消失が観察されている（Takamura *et al.* 1992; Nakanishi *et al.* 1992）。この原因として栄養塩、特にリンと窒素の存在比の変化が推定されているが（Takamura *et al.* 1992）、日照時間などの物理的な要因の影響が大きいことも同時に示唆されている（Nakanishi *et al.* 1992）。

茨戸湖は石狩川の河口付近に位置する三日月湖であり、全国各地に存在する三日月湖と同様、非常に富栄養化が進んだ湖である。この湖においても、ラン藻による水の華の消失という現象が観察された。茨戸湖では1980年代の夏に *Microcystis aeruginosa* などのラン藻が優占種となり、湖水面に濃密な水の華が形成されていた（Hino and Tada 1985; Hino 1991, 1992）。その後、1990年以降、突然夏のラン藻の現存量が減少して水の華の形成が起こらなくなり、直接的な原因としてリン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）濃度の低下が推定された（Takano and Hino 1994）。更に、ラン藻の成長の抑制には間接的にケイ藻の現存量の増加が関連していることが示唆されたが、このような浮游性藻類相の変化の根底には栄養塩類の問題に加えて、物理的な環境要因の影響が関わっていることも十分に考えられる。本報告では1988

年から1994年までの7年間の茨戸湖の調査に基づいて、藻類の変遷に対する決定要因を明らかにすることを目的とし、特に気温変動に注目して統計的解析を行った結果について考察した。すなわち、気温変動と、藻類の現存量または優占藻類の変化との関連、同時に栄養塩 (PO<sub>4</sub>-P) 濃度の変動との関連について考察を行った。

材料と方法

調査地点を図1に示す。この地点は水深が3mと浅く、流入河川、海水の侵入の影響をほとんど受けない。茨戸湖の中では特にクロロフィルa (Chl-a) 濃度が高く (中村ら1975; 日野・青井1983; 橘ら1996)、藻類の個体数密度が高いことが示唆されている。試料採取は月一度の間隔で行った (1月と3月を除く)。カラム式採水器 (直径4.4cm, 長さ2m) により、表面から水深2mまでの区間を採水した。なお、ここで示すChl-a濃度、栄養塩の濃度および優占浮游藻類種の季節変化は、Takano and Hino (1994, 1996) によった。また、年ごとの月平均気温は、日本気象協会北海道支部 (1988~1994) によった。1988年から1994年までの各月の平均気温の変動は、次元分散分析により評価し、更に有意差のあった月に関してはフィッシャーの最小有意差法を用いて各年の平均気温の多群比較を試みた。

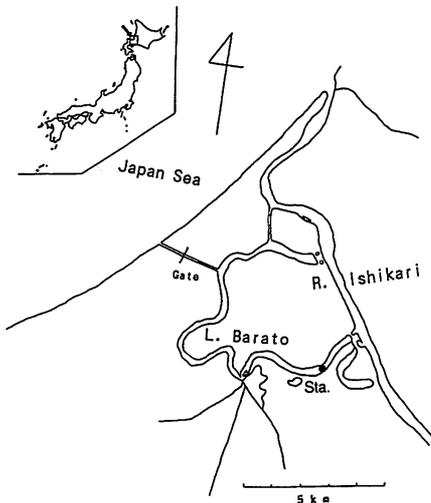


Fig. 1. Map of L. Barato and sampling station (●).

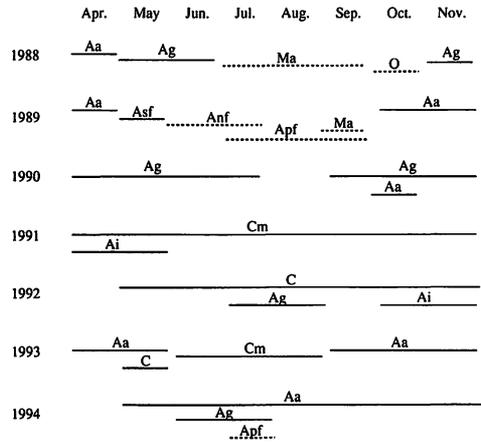


Fig. 2. Dominant planktonic algal species in L. Barato from 1988 to 1994. The dominating periods of the algae are indicated by lines. Solid lines, diatom species; broken lines, blue-green algal species. Abbreviations to species: Aa, *Auracoseira ambigua*; Ag, *Auracoseira granulata*; Ai, *Auracoseira italica*; Anf, *Anabaena flos-aquae*; Apf, *Aphanizomenon flos-aquae*; Asf, *Asterionella formosa*; Cm, *Cyclotella meneghiniana*; C, *Cyclotella* spp.; Ma, *Microcystis aeruginosa*; O, *Oscillatoria* sp..

結果および考察

1988年から1994年までの浮游性藻類の優占種の季節変化を図2に示す。1988年および1989年は、7月から9月までラン藻種の *Microcystis aeruginosa* や *Aphanizomenon flos-aquae* が優占して、湖水面に濃密な水の華の形成が認められた。1990年から1993年は、同時期のラン藻の現存量が著しく低下し、水の華の形成が認められなくなり、入れ替わってケイ藻種 (1990年は *Auracoseira granulata* (= *Melosira granulata*), 1991, 1993年は *Cyclotella meneghiniana*, 1992年は *A. granulata* と *Cyclotella* spp. が優占した。1994年の7, 8月は *Auracoseira ambigua* (= *Melosira ambigua*) と *A. granulata* が優占したと同時に、*Apha. flos-aquae* の現存量が増加して薄い水の華の形成が認められた。

4月から8月までの月平均気温の経年変動と、1988年から1994年までの各月の平均気温の差について分散分析検定を行った結果を図3に示す。図中のFの値は分散分析検定の検定統計量を表し、大きな値ほど変動が大きいことを示す。有意水準1% (p<0.01) および5

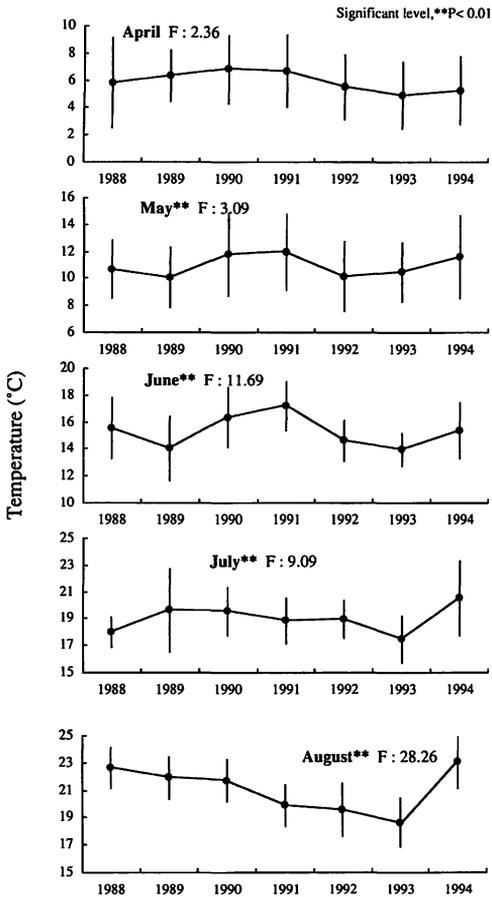


Fig. 3. Annual change in average monthly temperature from April to August. The variations in the average temperature from 1988 to 1994 were tested by one-way ANOVA for each month. The bars represent standard deviation.

% ( $p < 0.05$ ) で検定した結果、4月を除く全ての月において年間の平均気温の値に  $p < 0.01$  で有意差が認められたが、4月は  $p < 0.05$  で有意差は認められなかった。F値から考えて、平均気温の年変動は特に8月が大きく、次いで6月、7月、5月の順に大きいことが明らかとなった。

フィッシャーの最小有意差法による5月から8月までの月平均気温の年別の多群比較 ( $p < 0.05$ ) を図4に示す。1990、1991年の5、6月の平均気温は調査年の同時期のそれらと比較して、高い気温の年のグループに含まれた。1990年と1991年の5月の平均気温はそれぞ

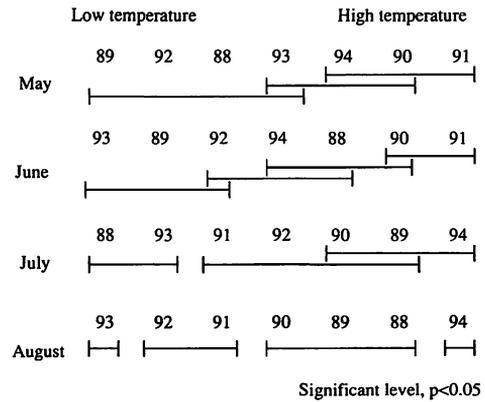


Fig. 4. Multiple comparison of the average monthly temperatures by Fisher's least significant difference. The significance among the years ( $p < 0.05$ ) is indicated by the distinction using bars.

れ 11.75、11.95°C であり、ラン藻による水の華が観察された 1988 年と 1989 年の 5 月の平均気温 (それぞれ 10.32、10.07°C) よりも高く、有意差が認められた。また、1990 年の 6 月の平均気温は 17.21°C であり、1988 年 6 月の平均気温 15.50°C との比較では有意差がないが、1989 年 6 月の平均気温 14.02°C との比較では有意差が認められた。1991 年の 6 月の平均気温は 17.21°C であり、1988 年と 1989 年のそれらよりも高く、有意差が認められた。

1988 年から 1994 年までの Chl-a 濃度と  $PO_4$ -P 濃度の季節的变化を図 5 に示す。1990 年以降の Chl-a 濃度の 4 月から 5 月への増加量は、1988、1989 年のそれらよりも大きく (t 検定、 $p < 0.001$ )、同時に  $PO_4$ -P 濃度の減少量も大きくなっている (t 検定、 $p < 0.05$ )。各年の 5 月の平均気温と 4 月から 5 月にかけての Chl-a 濃度の増加量の間に順位相関が認められた ( $\rho = 0.87$ ,  $n = 7$ ,  $p < 0.05$ )。一方、5 月の平均気温と 4 月から 5 月にかけての  $PO_4$ -P 濃度の減少量の間には相関は認められなかったが、これは 5 月の  $PO_4$ -P 濃度が 4 月の濃度に影響され、特に 1991 年と 1992 年の 4 月の  $PO_4$ -P 濃度が低いために 4 月から 5 月にかけての減少量が過少に見積られたことに原因すると考えられる。Takano and Hino (1994) は 1990 年から 1992 年までの夏のラン藻の現存量の減少は、5、6月に著しく増加したケイ藻によって  $PO_4$ -P が消費されたことが原因であると推定している。今回の結果から、5月に気温が高い場合には、この時期のケイ藻の成長が促進されることによって、

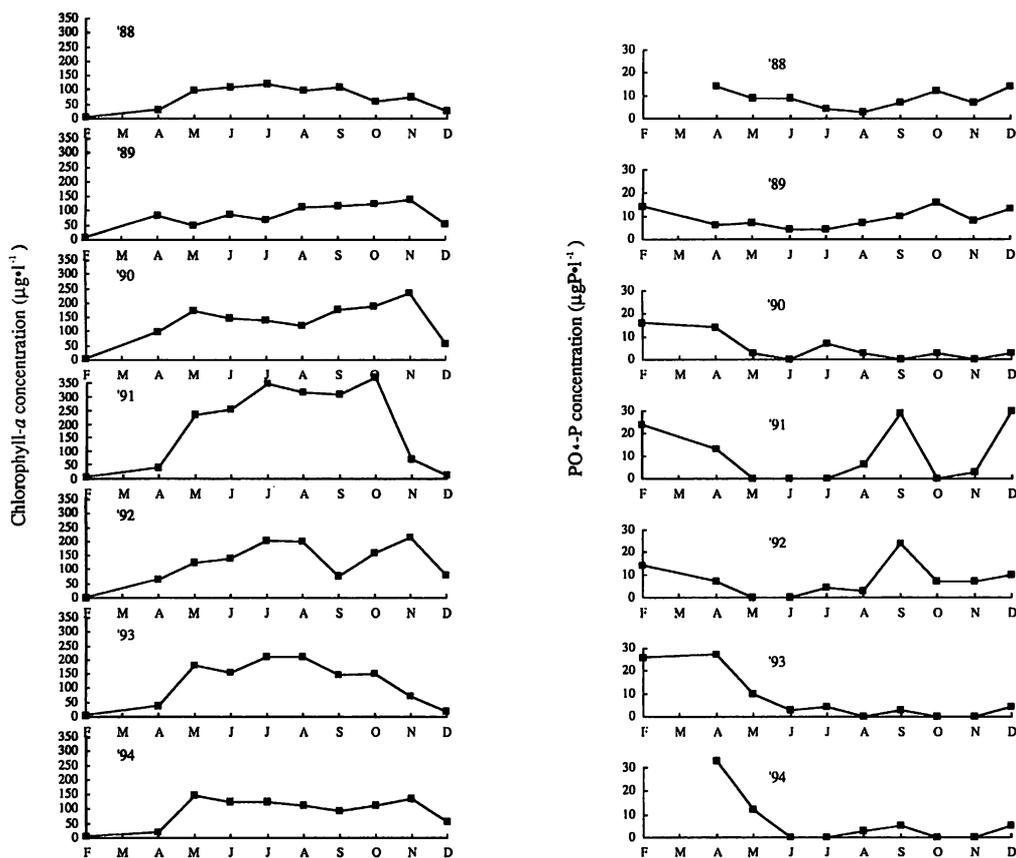


Fig. 5. Seasonal changes in chlorophyll-a and PO<sub>4</sub>-P concentrations in L. Barato from 1988 to 1994.

PO<sub>4</sub>-Pが欠乏することの主原因となり、結果的にラン藻の成長が抑制されたと推定できる。

1991年から1993年までの7、8月は、他の年と比較して気温が低くなる傾向にあった。特に1993年の平均気温はそれぞれ17.46°Cであり、1988年の7月を除いた他の年の同月の平均気温よりも低く、有意差が認められた ( $p < 0.05$ , 図3, 4)。一方で、1994年の7、8月の平均気温はそれぞれ20.52, 23.05°Cであり、1989, 1990年の7月を除いた他の年の同月の平均気温よりも高く、有意差が認められた ( $p < 0.05$ , 図3, 4)。1993年の夏のラン藻の現存量が少なかったことに対し、1994年の7月は、1980年代に出現した水の華よりも規模が小さいものであったが、*Aphanizomenon flos-aquae* による水の華が出現した。従って、このような著しい夏の気温の高低により、ラン藻の成長が大きく影響さ

れたと考えられる。

湖沼において、藻類にとって制限となる可能性のある元素は、リンの他に窒素、ケイ素が通常考えられる。茨戸湖では無機態の窒素、特に硝酸態窒素濃度が一年を通じて高く、制限要因になるとは考えられない (Hino and Tada 1985; Takano and Hino 1994)。また、ケイ素はラン藻にとって必要な栄養塩ではなく、一般の湖沼ではラン藻の成長の制限要因となるとは考えられない。また微量元素、特に鉄が藻類の成長に対して制限要因となる可能性が指摘されている。しかし、茨戸湖では、鉄濃度が高く (通常の場合、溶存鉄として数百 µg·l<sup>-1</sup> 存在する。三上, 私信), またキレートとなるフミン質などの有機物が多く存在する。このような状態において藻類の成長が制限される可能性は低いと考えられる (Bayer et al. 1987)。

今回の調査において、5月の高い気温と藻類（ほとんどがケイ藻）の現存量に相関が認められた。一方、Neale *et al.* (1991) は春のケイ藻 (*Asterionella formosa*) のブルーム開始時において、ケイ藻の個体数およびChl-a濃度の増加は光の条件によって影響されることを報告している。春のケイ藻のブルーム開始時には栄養塩濃度が高く、ケイ藻の成長が栄養塩による制限をうけるとは考えられないため、光や温度の物理的な要因がケイ藻の現存量の決定に大きく影響するものと思われる。しかしながら、今回の茨戸湖の調査では、光の強さや日照時間を調べておらず、それらの藻類種への影響は評価できない。

ラン藻の水の華の形成にはケイ藻が成長しはじめる時期である4月の $PO_4\text{-P}$ 濃度も関係していると思われる。1992年の5月のChl-a濃度は1988、1989年を除いた他の年のそれらよりも低く、ケイ藻の現存量が1990、1991年ほど高くなかったことを示唆している。しかしながら、1992年の4月の $PO_4\text{-P}$ 濃度が $7\ \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ と低く外部からの大きな供給源がないことから、ケイ藻の利用に伴って5、6月にリンが欠乏しラン藻の成長が抑制されたと考えられる(図5)。一方、1993、1994年は4月の $PO_4\text{-P}$ 濃度がそれぞれ27、 $33\ \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ と他の年よりも $10\ \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 以上高く、また、5月にも $PO_4\text{-P}$ が残存していることから、ラン藻が比較的成長しやすい条件であったと思われる。このような4月の $PO_4\text{-P}$ 濃度の高低は冬期間の枯死生物の分解、および春の雪解けに伴う外界からの流入負荷に影響されると考えられるが、実際にどのような条件によって影響を受けるのかは今後の調査課題である。

#### 引用文献

- Bayer, G. L., Gillam, A. H. and Trick, C. 1987. Iron chelation and uptake. p. 415-436. In: Fay, P. and Van Baalen, C. (eds.) *The Cyanobacteria*. Elsevier, Amsterdam.
- Hino, S. 1991. Characterization of several types of lake in Hokkaido, Japan: situations of eutrophication and phytoplankton biomass in Lake Barato, Lake Akan, and Lake Shikaribetu. In: M. Aizaki and H. Tachibana (eds.), *Limnological comparison of characteristics of water quality in Chinese and Japanese lakes*, p. 123-140. Proc. Symp. Hokkaido Univ. "Limnological Comparison of Chinese and Japanese Eutrophic Lakes".
- Hino, S. 1992. The physiological state of the phytoplankton community of three types of lakes as estimated by its adenylate energy charge. *Hydrobiologia*. 230: 179-192.
- 日野修次・青井孝夫 1983. 茨戸川の水質変化について—特に1978年～1982年の水質変化—。北海道公害防止研究所報. 10: 142-146.
- Hino, S. and Tada, S. 1985. Seasonal changes of nutrients, chlorophyll-a, and organic matter concentrations in highly eutrophic Lake Barato, Japan. *Jpn. J. Limnol.* 46: 268-278.
- 中村俊男・安藤和夫・青井孝夫 1975. 富栄養化に関する研究 2. 茨戸川の富栄養化と藻類について。北海道公害防止研究所報. 1: 157-170.
- Nakanishi N., Miyajima, T., Nakano, S. and Tezuka, Y. 1992. Studies on occurrence of *Anabaena* and *Microcystis* blooms in Akanoi Bay of the south basin of Lake Biwa, with special attention to nutrient levels. *Ann. Rept. Interdiscipl. Res. Inst. Environ. Sci.* 11: 67-75.
- Neale, P. J., Talling, J. F., Heaney, S. I., Reynolds, C. S. and Lund, J. W. G. 1991. Log time series from the English Lake District: Irradiance-dependent phytoplankton dynamics during the spring maximum. *Limnol. Oceanogr.* 36: 751-760.
- 日本気象協会北海道支部. 1988～1994. 北海道の気象. No. 4～No. 8.
- 坂本充. 1976. 生態遷移 II. 共立出版, 東京.
- 橋治国・吉田邦伸・井上隆信. 1996. 都市近郊湖沼(茨戸湖)における栄養塩の形態と藻類増殖. 水環境学会誌 19: 132-139.
- Takamura, N., Otsuki, A., Aizaki, M. and Nojiri, Y. 1992. Phytoplankton species shift accompanied by transition from nitrogen dependence to phosphorus dependence of primary production in Lake Kasumigaura, Japan. *Arch. Hydrobiol.* 124: 129-148.
- Takano, K. and Hino, S. 1994. What caused the summer replacement of dominant planktonic algae in Lake Barato? *Jpn. J. Limnol.* 55: 279-286.
- Takano, K. and Hino, S. 1996. The effect of silicon concentration on replacement of dominant diatom species in a silicate-rich lake. *Jpn. J. Limnol.* 57: 153-162.

(Received Jun. 12 1996, Accepted Mar. 31 1997)



## 広島湾産有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の増殖に及ぼす 水温、塩分及び光強度の影響

山本民次・樽谷賢治

広島大学生物生産学部 〒739 東広島市鏡山1-4-4

Effects of Temperature, Salinity and Irradiance on the Growth of Toxic Dinoflagellate *Alexandrium tamarense* isolated from Hiroshima Bay, Japan. Jpn. J. Phycol.(Sôru) 45: 95-101.

Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* isolated from Hiroshima Bay, Japan were investigated. The ranges of temperature and salinity in which *A. tamarense* was able to grow were 10-20°C and 15-35 ‰, and these values were in accordance with those observed *in situ*. However, the growth was suppressed by low salinity at all temperature examined. The optimum temperature and salinity for the growth of this Hiroshima Bay strain, 15°C and 30 ‰, were also in accordance with those observed *in situ* when high cell density of this species was found. The irradiance-growth curve obtained at 15°C and 30 ‰ was described as  $\mu=0.23(1-76.0)/(1-75.8)$ , showing the maximum growth rate of 0.23 d<sup>-1</sup> and half-saturation constant of 76.2 μE·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>. The irradiance-growth curve also implicated that the Hiroshima Bay strain does not grow below the irradiance of 76.0 μE·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> at 15°C and 30 ‰.

*Key Index Words:* *Alexandrium tamarense* - growth - irradiance - salinity - temperature

Tamiji Yamamoto and Kenji Tarutani: Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima 739, Japan

*Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech は温帯を中心とした世界各地の沿岸域に広く分布し、麻痺性貝毒を産生する有毒プランクトンの一種として知られている。近年、本種をはじめとする有毒プランクトンによる貝類の毒化は、世界的規模で拡大の傾向にある (Anderson 1989, Hallgraeff 1993)。我が国においても例外ではなく、1992年春にはこれまで貝毒の発生が報告されていなかった広島湾で本種によるマガキおよびアサリの大規模な毒化が起り、貝類生産、特にマガキの関連産業に甚大な被害をもたらした (広島県 1993)。その後、毎年、二枚貝類の蓄積毒量が厚生省の定めた規制値 (4μg<sup>-1</sup>) を超えており、貝毒の発生には恒常化の兆しが見られる (広島県 1993, 1994, 1995)。広島湾では、全国生産量の約7割を占めるマガキの養殖が古くから行われていることから、このような貝毒の発生は、出荷規制に伴う直接的な被害はもちろんのこと、商品イメージの低下という点からも広島

県下の水産業に深刻な影響を及ぼしている。

*A. tamarense* の増殖機構を解明するためには、その生理的特性を明らかにすることが必要となる。本種の生理的特性に関する実験報告はこれまでいくつかなされているが (Prakash 1967, Watras *et al.* 1982, 石丸 1985, 阿知波・岩崎 1990, 山本ほか 1995)、株の違いによって、その生理的特性も異なると考えられるため (Gallagher 1982)、ここでは広島湾における本種の発生・増殖機構の解明という観点から、同湾から採取した株を用いて実験を行った。

一般的に現場海域での植物プランクトンの増殖には、水温、塩分、光強度、潮流、風などの物理的要因、栄養塩濃度などの化学的要因、他の生物による捕食などの生物的要因など、様々な要因が複雑に関係している。本研究では、これらのうち、水温、塩分および光強度の違いが広島湾産 *A. tamarense* の増殖に及ぼす影響を実験的に明らかにすることを目的とした。また、

同様の方法で得られた三河湾産株での結果との差異についても検討した。

#### 材料および方法

実験に用いた *A. tamarensis* は高山晴義氏 (広島県水産試験場) が 1992 年に広島湾から採取, 分離した株 (ATHS92) を譲り受け, ピペット洗浄法 (西澤・千原 1979) と対数増殖期の植え継ぎを繰り返してバクテリアによる汚染を最小限に抑えたクローン株である。培地にはケイ酸塩を除いた f/2 培地 (Guillard 1975) 100 ml に対し 50 mg の割合で Tris を加え, 希 HCl で pH を 8.2 に調整したものをメンブランフィルター (ポアサイズ 0.22  $\mu\text{m}$ , Millipore, タイプ GS) でろ過滅菌して使用した。

培養容器には, ネジ口試験管 (13  $\times$  100mm, Pyrex 製) を用いた。実験に使用したガラス器具類は全て十分に洗浄し, 自然乾燥させた後, オートクレーブ滅菌 (121 $^{\circ}\text{C}$ , 20分) あるいは乾熱滅菌 (170 $^{\circ}\text{C}$ , 3時間) を施してから使用した。

#### 増殖に及ぼす水温と塩分の影響

培養実験温度は 5, 10, 15, 20, 25 $^{\circ}\text{C}$  の 5 段階, 塩分は 10, 15, 20, 25, 30, 32, 35% の 7 段階とし, これらを組み合わせて 35 通りの設定で実験を行った。

培養株を上記の実験条件に馴致させるため以下の継代培養を行った。まず, 水温 15 $^{\circ}\text{C}$ , 塩分 35%, 光強度 150  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 明暗周期 12L:12D (明期は 6:00 ~ 18:00) で培養したものを 0.2 ml ずつを, 塩分 25, 30, 32, 35% の培地 4 ml に接種した。これらの増殖を確認した後, さらに, 塩分 25% のものを 0.2 ml ずつを 10, 15, 20% の培地 4 ml へ接種した。また, 水温を 15 $^{\circ}\text{C}$  から 1 ~ 2 $^{\circ}\text{C}$  ずつ上昇あるいは下降させ, その都度増殖を確認しながら, 10 $^{\circ}\text{C}$  と 20 $^{\circ}\text{C}$  に馴致させた。10 $^{\circ}\text{C}$  から 5 $^{\circ}\text{C}$  へ, 20 $^{\circ}\text{C}$  から 25 $^{\circ}\text{C}$  へ移行する際には, 約 7 日間かけて目的の温度条件にした。

以上の操作を前培養とし, 次に前培養と同じ水温, 塩分に調整した f/2 培地を 4 ml ずつ分注した 3 本のネジ口試験管に前培養を 0.1 ml ずつ接種し (接種細胞密度は 10 ~ 50 cells ml $^{-1}$ ), 前培養と同じ水温, 塩分, 光強度で本培養を行った。

本研究では, *in vivo* クロロフィル蛍光を測定することで *A. tamarensis* の増殖を評価することとした。この方法は, 大量のサンプルを迅速かつ簡便に処理することが可能であり, 試験管のふたを開けることによるコンタミネーションの恐れが無いという利点がある

(Brand *et al.* 1981)。*in vivo* クロロフィル蛍光値は, 1 日おきに定時 (11:30) に, サンプルを約 15 分間遮光後, 攪拌してから蛍光光度計 (Turner Designs 社製 Model 10) を用いて測定した。

比増殖速度は, 対数増殖期に相当する少なくとも 5 つの測定値について次式に最小自乗法を適用して算出した。

$$\mu = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{F_1}{F_0} \quad (1),$$

ここで,

$\mu$ : 比増殖速度 ( $\text{d}^{-1}$ ),

$F_0$ : 対数増殖初期の *in vivo* クロロフィル蛍光値 (相対値),

$F_1$ : 対数増殖終期の *in vivo* クロロフィル蛍光値 (相対値),

$D_1$ : 対数増殖の期間 ( $\text{d}$ ),

である。データは triplicate で得られるため, それらの平均値を採用した。ただし, それぞれの設定条件下で行った triplicate の実験のうち, 明らかに増殖の様子の異なったものは計算から除外した。

#### 増殖に及ぼす光強度の影響

ネジ口試験管 3 本に f/2 培地を 4 ml ずつ分注し, これに光強度 150  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 明暗周期 12L:12D (明期は 6:00 ~ 18:00), 水温 15 $^{\circ}\text{C}$ , 塩分 35%, pH 8.2 で 7 日間前培養して対数増殖中の *A. tamarensis* を 0.1 ml ずつ接種した (接種細胞密度は 10 ~ 50 cells ml $^{-1}$ )。これらを黒色あるいは白色のメッシュで覆うことで, 光強度を 11, 35, 50, 76, 89, 124, 152, 204, 244, 301  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  の 10 段階に調節し, triplicate で実験を行った。これらの光強度の設定は, 光量子計 (スフェリカル光量子センサー LI-188B, Li-Cor 社) に同じメッシュをかぶせて培養機内で測定し, 試験管を置く位置を定めることでおこなった。培養期間中は, 毎日 1 回攪拌し, 1 日おきに定時 (10:30) に *in vivo* クロロフィル蛍光を測定した。*in vivo* クロロフィル蛍光の測定および比増殖速度の算出は上記の水温と塩分に関する実験と同様の方法で行った。

比増殖速度と光強度との関係については, Lederman and Tett (1981) の直角双曲線モデルを改変した次式を適用し, 非線形最小自乗法で近似して各パラメータを求めた。

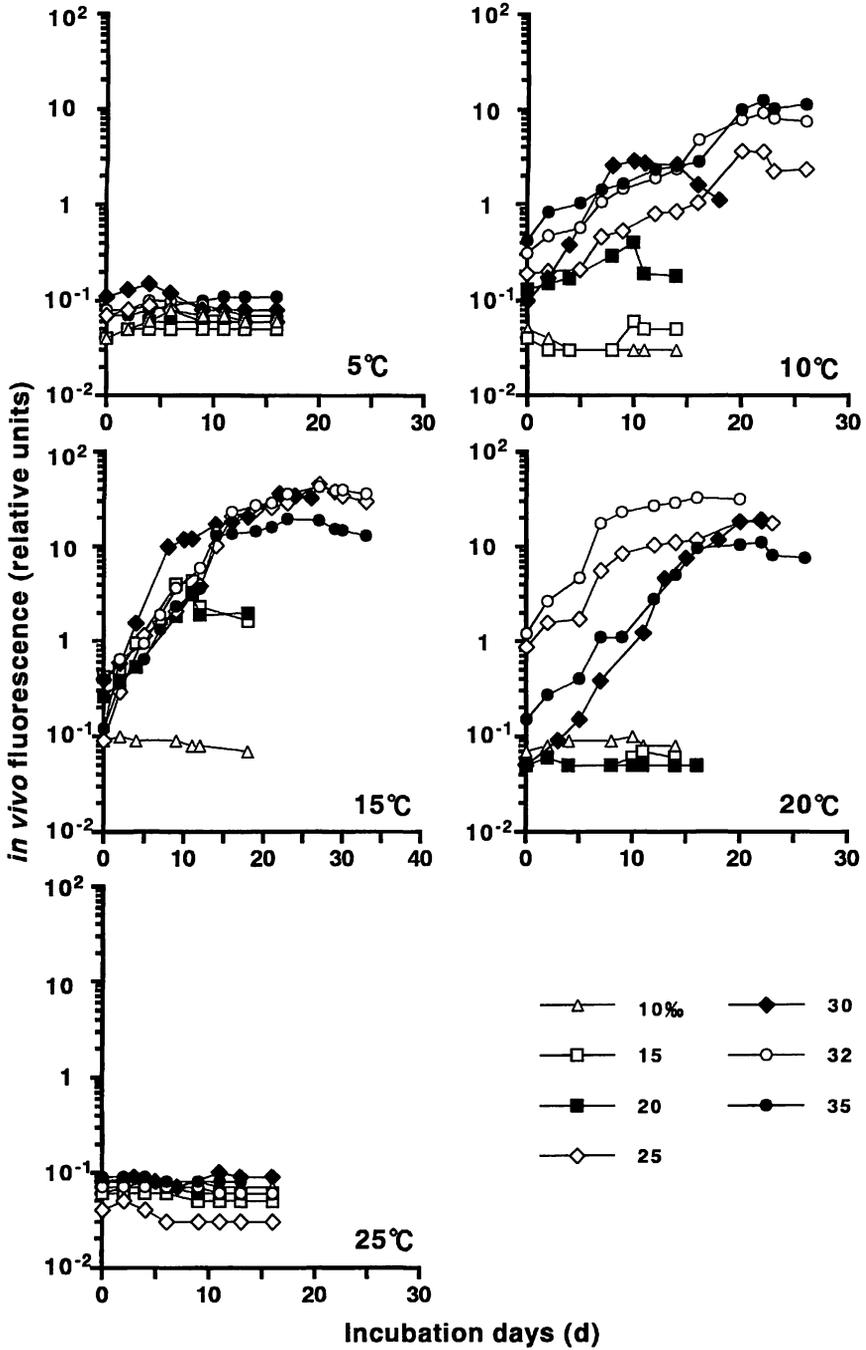


Fig. 1. Growth curves of *A. tamarensis* grown at various temperature and salinity combinations. Each symbol represents the average of duplicate or triplicate data. pH 8.2, 150  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  and 12L:12D.

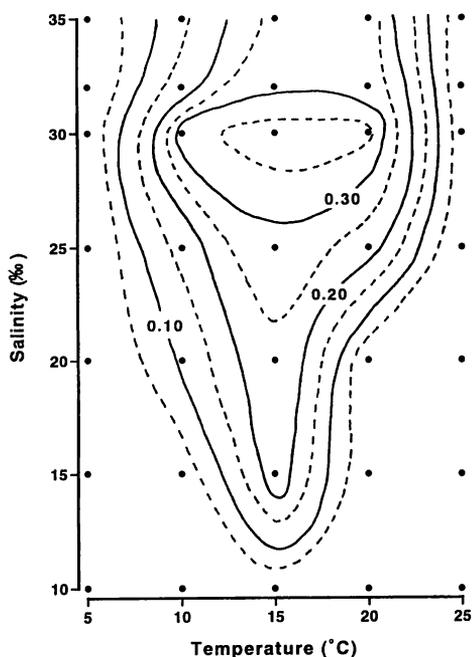


Fig. 2. Contour plots of specific growth rate ( $d^{-1}$ ) of *A. tamarensis*, Hiroshima Bay strain, at various temperature and salinity combinations. Calculation was made for the exponential growth phase in the batch culture incubation (see Fig. 1). pH 8.2,  $150 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$  and 12L:12D.

$$\mu = \mu_m \frac{I - I_0}{(K_s - I_0) + (I - I_0)} \quad (2),$$

ここで、

- $\mu$ : 比増殖速度 ( $d^{-1}$ ),
- $I$ : 光強度 ( $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ),
- $I_0$ : 補償光量 ( $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ),
- $\mu_m$ : 最大比増殖速度 ( $d^{-1}$ ),
- $K_s$ :  $\mu_m/2$  を与える光強度 ( $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ),

である。

## 結果

### 増殖に及ぼす水温と塩分の影響

塩分の違いによる *A. tamarensis* の増殖曲線をそれぞれの温度について Fig. 1 に示した。5°C では、いずれの

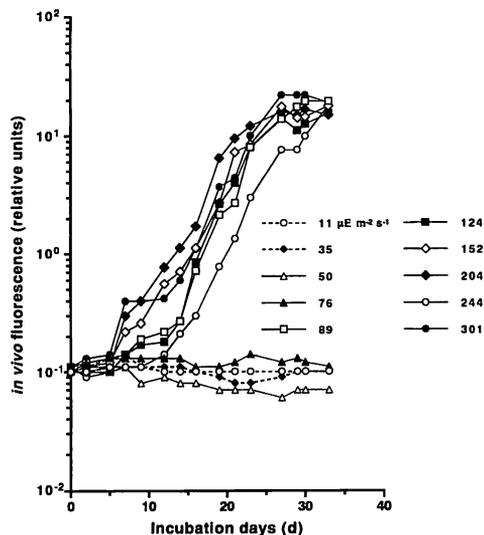


Fig. 3. Growth curves of *A. tamarensis*, Hiroshima Bay strain, grown at various light intensities. 15°C, 35‰ and pH 8.2.

塩分においても全く増殖がみられなかった。10°C でも、塩分 10 および 15 ‰ では増殖が認められなかった。20 ~ 35 ‰ での比増殖速度は 0.11 ~ 0.33  $d^{-1}$  の範囲にあった。15°C では 10 ‰ でのみ増殖が見られず、15 ~ 35 ‰ では比増殖速度 0.23 ~ 0.38  $d^{-1}$  と比較的高い値を示した。20°C では 25 ~ 35 ‰ で増殖が認められ、比増殖速度は 0.22 ~ 0.35  $d^{-1}$  であった。25°C では、いずれの塩分においても増殖は観察されなかった。

以上の水温と塩分との組み合わせに対する比増殖速度の違いを Fig. 2 にまとめた。最大増殖速度 0.38  $d^{-1}$  を与えた水温と塩分の組み合わせは、15°C, 30 ‰ であった。また、10°C では 20 ‰ 以上で増殖が可能であったが、15°C の場合と比べると、いずれの塩分においてもその比増殖速度が有意に低下した ( $t$  検定,  $p < 0.05$ )。一方、20°C の場合、高塩分域での比増殖速度は 15°C の場合とほぼ等しかったが、増殖可能な塩分範囲が 25 ~ 35 ‰ に縮小した。

### 増殖に及ぼす光強度の影響

各光強度における増殖曲線を Fig. 3 に示した。本種は光強度  $76 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$  以下の弱光条件下では増殖できなかった。増殖は光強度  $89 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$  以上で認められ、 $89 \sim 301 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$  での比増殖速度は 0.22 ~ 0.25  $d^{-1}$  とほぼ等しく、これらの値の間に統計的に有意な差は見られなかった ( $t$  検定,  $p < 0.05$ )。比増殖速度と光強度

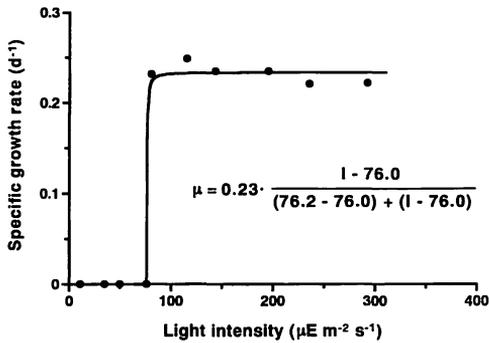


Fig. 4. Specific growth rate of *A. tamarensis*, Hiroshima Bay strain, as a function of light intensities. 15°C, 35‰ and pH 8.2.

との関係を直角双曲線モデル (式2) に当てはめたところ,  $\mu_m$  は 0.23 d<sup>-1</sup>,  $K_s$ ,  $I_0$  はそれぞれ 76.2 および 76.0  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  であった (Fig. 4)。

考察

今回の実験結果から, 広島湾産 *A. tamarensis* は水温 10 ~ 20°C, 塩分 15 ~ 35‰ の範囲で増殖可能であり, また, 最大比増殖速度を与える水温と塩分の組み合わせは, 15°C, 30‰ であった (Fig. 2)。本種が最も高密度に分布する海域である広島湾呉港奥部で 1995 年 2 ~ 5 月にモニタリング調査を行った結果では (樽谷 1997), 4 月中旬から 5 月初旬にかけて 10 cells ml<sup>-1</sup> 以上出現し, この間の水温は 13 ~ 15°C, 塩分は 28 ~ 32‰ であった。このことから, 今回の実験で得られた最適水温・塩分は現場海域での観測結果とよく一致している。

植物プランクトンの生理的特性は, 同一種であっても株の違いによって差異が見られることが指摘されている (Gallagher 1982)。*A. tamarensis* の増殖は, 大船渡湾産の株では水温 10 ~ 18°C, 塩分 32‰ (阿知波・岩崎 1990), 北米東海岸産の株では 11 ~ 22°C, 30.5‰ (Anderson et al. 1984, White 1978) で活発であるという今回の実験結果と類似した報告がある一方で, 最適水温については台湾産の株で 28°C (Su et al. 1993), 最適塩分については北米東海岸産の株で 15 ~ 23‰ (Prakash 1967) との報告例もある。

我々は先に三河湾産株と同様の検討を行ったが (山本ら 1995), 両株間においてもその増殖応答に若干の相違が認められた。三河湾産株の特徴は, 低水温 (5°C) でも高塩分域ではわずかではあるが増殖が可能であったことと, 水温が 20°C になると比増殖速度が急激に低

下するという点にあった。逆に広島湾産株は 5°C では全く増殖が認められなかったのに対し, 20°C では高塩分域で最適水温である 15°C の場合に匹敵するような高い比増殖速度が得られた。このように広島湾産株は三河湾産株に比べ, その増殖至適水温域が若干高温域にある。三河湾では本種の出現が認められ始める 2 月上旬に水温は 5 ~ 6°C であるが (山本ら 1995), 広島湾の最低水温は 9 ~ 10°C 程度であり (橋本 1986), 三河湾ほど低下しない。また, 本種が消滅する時期の現場水温は, 三河湾では約 19°C (山本ら 1995), 広島湾では 17°C 程度である (広島湾で同種による貝毒の被害が見られるようになった 1992 ~ 1994 年の平均; 樽谷, 1997)。高温域の広島湾のデータについては蓄積が少ないので議論の対象からははずすと, 今回得られた実験結果は現場の水温状況と良い一致を示したといえる。

今回の実験で得られた補償光量  $I_0$  は 76.0  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  と高く, 広島湾産 *A. tamarensis* が活発な増殖を行うにはかなり高い光強度を必要とすることが明らかとなった。海産植物プランクトンの補償光量は, 数種の ice algae で報告されている 0.2  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (Cota 1985) から *Amphidinium carteri* の 160  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (Jitts et al. 1964) まで種によって大きく変動する。*A. tamarensis* の補償光量に関しては, Gloucester 研究所 (Massachusetts, U.S.A.) によって分離された株で 35  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (Langdon 1987), 三河湾産株で 45  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (山本ら 1995) の値が報告されており, 比較的高い光強度を必要とするという点で今回の実験結果と類似している。

ここで, 運動性のある植物プランクトンの補償光量を正確に求めることの技術的な困難さについて少し断っておきたい。通常, 容器の材質が何であれ, 容器壁面による吸収により光は減衰するが, 逆に, 容器壁面が曲面であることによって集光され, 内部に光強度の高い場所が局所的に生じる場合もある。鞭毛藻のように運動性のある藻類の培養はスターラーなどで攪拌すると巧く行かないことが経験的に分かっているので, 基本的には静置培養が行われる。このため, 鞭毛藻は容器内の光条件の良好な空間に集合してしまうことがあり, 静置期間中にしばしば見られる微細パッチはこのためと思われる。今回は口径の小さい試験管を用いたため, 容器内部の光強度の分布を測定することはできなかったが, ある程度の不均一性があったであろうことは否定できない。ただし, 口径の大きな容器を用いて内部の光強度の微細分布を測定できたとしても, 静置培養中の鞭毛藻の微細パッチの形成は避けられない。さらに, 実験を最低でも triplicate で行いたい

場合には、培養装置(恒温器)の限られたスペースの中では試験管のような小容量の容器を用いざるを得ない。著者らが知る限り、容器内での光強度の微細分布に関する報告はなされていないが、運動性のある植物プランクトンの培養においては今後検討すべき重要な問題であろう。

今回の実験設定では最高約 $300 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ の光条件を与えたが、強光阻害は見られなかった。広島における4月の太陽光の全放射強度は $847 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であり(理科年表 1994)、海表面での反射などによる消失分を15%、さらにその50%が光合成有効波長として海水中に透過すると考えると(パーソンズ・高橋 1974)、海表面下の光強度は $360 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ となる。ただし、この値は晴天・曇天の別を考慮していないので、さらに小さい値が予想される。したがって、広島湾産 *A. tamarense* は海表面付近においても、強光阻害は生じていない可能性が高い。ただし、今回の光強度に関する実験では水温は $15^\circ\text{C}$ で増殖にとって至適であったが、塩分はやや高め(35%)の設定であったので、得られた $\mu_m$ は $0.23 \text{ d}^{-1}$ と、水温、塩分ともに至適な条件で得られた $\mu_m=0.38 \text{ d}^{-1}$ より小さかった。このことは、現場での本種の増殖を考える場合、光増殖の関係を水温と塩分の関数としてとらえる必要があることを示唆している。

*A. tamarense* は生活史のある時期に休眠シストを形成することが知られており、このシストが本種の発生や消滅に重要な役割を果たしているといわれている(Anderson and Wall 1978, Anderson et al. 1983, Anderson et al. 1984)。山口ら(1995)は広島湾において、本種シストの水平・鉛直分布について調査を行い、シストの高密度分布域と栄養細胞の分布とが極めて良く一致していること、また、一部の海域では $1,000 \text{ cysts cm}^{-3}$ を超える高い密度で本種シストが存在していることを明らかにした。広島湾における本種シストの発芽生理についてはまだ十分に解明されていないが、仮にこれらのシストがすべて発芽し、広島湾奥部の約10 m程度の水深の水柱に放出されるとすると、 $1,000 \text{ cells l}^{-1}$ 以上となる。実際に水中で観察される最高細胞密度はさらに1~2桁高い場合が通常であるので(広島県 1995)、今回の研究で明らかとなったように、発芽後の遊泳細胞の分裂速度に影響を与える水温、塩分及び光強度などの環境要因は広島湾における本種の発生・増殖機構を明らかにするうえで重要となる。また、遊泳細胞の集積・分散に関係する風や潮汐などの物理的要因や、本種が増殖のための栄養源として利用すると考えられ

る溶存態の無機・有機各種物質の濃度などの化学的要因といった他の環境要因についてもさらに検討を進める必要がある。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり終始御指導、有益なご助言を戴いた広島大学生物生産学部教授松田 治博士と橋本俊也助手に謹んで感謝致します。また、実験に用いた *A. tamarense* 広島湾株(ATHS92)を快く提供下さり、さまざまな情報を提供戴いた広島県水産試験場の高山晴義氏に心から感謝いたします。

#### 引用文献

- Anderson, D. M. 1989. Toxic algal blooms and red tides: a global perspective. p. 11-16. In: Okaichi, T., Anderson, D. M. and Nemoto, T. (eds.) Red Tides. Elsevier, New York.
- Anderson, D. M., Chisholm, S. W. and Watras, C. J. 1983. Importance of life cycle events in the population dynamics of *Gonyaulax tamarensis*. Mar. Biol. 76: 179-189.
- Anderson, D. M., Kulis, D. M. and Binder, B. J. 1984. Sexuality and cyst formation in the dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*: Cyst yield in batch cultures. J. Phycol. 20: 418-425.
- Anderson, D. M. and Wall, D. 1978. Potential importance of benthic cysts of *Gonyaulax tamarensis* and *G. excavata* in initiating toxic dinoflagellate blooms. J. Phycol. 14: 224-234.
- 阿知波英明・岩崎英雄 1990. 有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の増殖特性. 藻類 38: 51-59.
- Brand, L. E., Guillard, R. R. L. and Murphy, L. S. 1981. A method for the rapid and precise determination of acclimated phytoplankton reproduction rates. J. Plankton Res. 3: 193-201.
- Cota, G. F. 1985. Photoadaptation of high Arctic ice algae. Nature 315: 219-222.
- Gallagher, J. C. 1982. Physiological variation and electrophoretic banding patterns of genetically different seasonal populations of *Skeletonema costatum* (Bacillariophyceae). J. Phycol. 18: 148-162.
- Guillard, R. R. L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. p. 29-60. In: Smith, W. L. and Chanley, M. H. (eds.) Culture of Marine Invertebrate Animals. Plenum Press, New York.
- Hallegraeff, G. M. 1993. A review of harmful algal blooms

- and their apparent global increase. *Phycologia* 32: 79-99.
- 橋本俊将 1986. 広島県の海況の概要. 広島水試研報 16: 45-68.
- 広島県 1993. 平成4年度赤潮貝毒監視事業報告書(貝毒調査事業). 6pp.
- 広島県 1994. 平成5年度赤潮貝毒監視事業報告書(貝毒調査事業). 7pp.
- 広島県 1995. 平成6年度赤潮貝毒監視事業報告書(貝毒調査事業). 5pp.
- 石丸 隆 1985. II. 貝毒プランクトンの生物学, 4. 増殖と環境要因. p. 40-46. 福代康夫(編) 貝毒プランクトン—生物学と生態学. 恒星社厚生閣, 東京.
- Jitts, H. R., McAllister, C. D., Stephans, K. and Strickland, J. D. H. 1964. The cell division rates of some marine phytoplankters as a function of light and temperature. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 21: 139-157.
- Langdon, C. 1987. On the causes of interspecific differences in the growth-irradiance relationship for phytoplankton. Part I. A comparative study of the growth-irradiance relationship of three marine phytoplankton species: *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus luteus* and *Gonyaulax tamarensis*. *J. Plankton Res.* 9: 459-482.
- Lederman, T. C. and Tett, P. 1981. Problems in modeling the photosynthesis-light relationship for phytoplankton. *Bot. Mar.* 24: 125-134.
- パーソンズ, T. R. ·高橋正征 1974. 生物海洋学. 市村俊英(訳), 三省堂, 東京.
- Prakash, A. 1967. Growth and toxicity of a marine dinoflagellate, *Gonyaulax tamarensis*. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 24: 1589-1606.
- 理科年表 1994. 気象部, p. 191-417. 国立天文台(編), 丸善, 東京.
- Su, H. M., Chiang, Y. M. and Liao, I. C. 1993. Role of temperature, salinity and ammonia on the occurrence of the Taiwanese strain of *Alexandrium tamarensis*. p. 837-842. In: Smayda, T. J. and Shimizu, Y. (eds.) *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Elsevier, Amsterdam.
- 樽谷賢治 1997. 有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarensis* の増殖機構に関する生理生態学的研究. 広島大学生物圏科学研究科博士論文, 119 pp.
- Watras, C. J., Chisholm, S. W. and Anderson, D. M. 1982. Regulation of growth in an estuarine clone of *Gonyaulax tamarensis* Lebour: Salinity-dependent temperature responses. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 62: 25-37.
- White, A. W. 1978. Salinity effects on growth and toxin content of *Gonyaulax excavata*, a marine dinoflagellate causing paralytic shellfish poisoning. *J. Phycol.* 14: 475-479.
- 山口峰生·板倉 茂·今井一郎 1995. 広島湾海底泥における有毒鞭毛藻 *Alexandrium tamarensis* および *Alexandrium catenella* シストの現存量と水平・鉛直分布. *日水誌* 61: 700-706.
- 山本民次·吉津祐子·樽谷賢治 1995. 三河湾産有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarensis* の増殖に及ぼす水温, 塩分及び光強度の影響. *藻類* 43: 91-98.

(Received May 1 1996, Accepted May 8 1997)





## 酵素活性測定法

### - 光合成 CO<sub>2</sub> 固定およびグリコール酸経路関連酵素 -

鈴木健策

農林水産省東北農業試験場生理生態研究室 〒020-01 岩手県盛岡市下厨川字赤平4

Kensaku Suzuki 1997. Measurement of enzyme activities related to photosynthetic carbon assimilation and glycolate pathway. Jpn. J. Phycol.(Sôrui) 45:103 -110.

Assay procedures to measure enzyme activities related to photosynthetic carbon assimilation and glycolate metabolism are described for the use of crude extract from microalgae. The procedures and tips for crude extract are introduced first, followed by the assay methods for the enzymes related to carbon assimilation, such as carbonic anhydrase, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase, and phosphoenolpyruvate carboxykinase. The enzymes described here that are related to glycolate metabolism include phosphoglycolate phosphatase, glycolate oxidizing enzymes, catalase and hydroxypyruvate reductase.

*Key index words: carbonic anhydrase - glycolate oxidizing enzymes - phosphoglycolate phosphatase - phosphoenolphosphate carboxykinase - photorespiration - photosynthesis - ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (rubisco)*

Kensaku Suzuki: Laboratory of Plant Eco-Physiology, Tohoku National Agricultural Experiment Station, Shimo-Kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-01, Japan

#### 1. はじめに

藻類は多様な生物集団であり、酵素一つとってもその性質は種によってかなり異なる場合が多い。同一の反応が全く別の酵素により触媒されていることもある。したがって一般的によく使われている酵素測定法であっても、その藻で初めて測定する場合には、至適pH、基質・コファクター濃度くらいは確認しておく必要があることはいうまでもない。

また、藻類に限らないが光合成に関与する酵素には不安定なものが多いので、細胞破碎から酵素活性測定直前までの一連の作業を4℃以下で行うのが普通である。しかし凍結保存により失活する酵素もあり、時には低温保存により失活する酵素もある。したがって高い活性を得ようと思ったら保存など考えずに、しかるべき保護剤、安定化剤等を添加することで活性低下を最小限に留めながら、できる限り短時間のうちに活性測定までもっていく必要がある。それに活性測定まで

の時間が十分に短くできれば低温にしなくてもすむ場合もある。いずれにしても文献等の方法で試みた後の最適化が重要である。ここでは光合成や光呼吸に関わるいくつかの酵素活性を粗酵素抽出液で測定する方法と注意点について、できる限り微細藻類を用いた例に基づいて紹介したい。

#### 2. 酵素の抽出

##### 2-1. 抽出用緩衝液の組成・添加物

細胞を破碎すると、酵素は著しく希釈され、かつ、それまで細胞内で隔離されていた様々な物質と混在することになり、分解を受けたり、失活したりする可能性がある。安定化因子や活性化因子と解離してしまう可能性も大きい。また、緩衝液の成分がかえって酵素活性低下の要因になってしまうこともある。そこで目的とする酵素にあわせて、細胞破碎後にできるだけ高い活性を維持できるよう抽出用緩衝液を工夫する必要

がある。

安定なpHは酵素により異なり、反応の至適pHと一致するとは限らないが、光合成関連の酵素の場合、葉緑体内に近いとされるpH7.5から8.0で抽出することが多い。また、抽出によりpHが大きく変わってしまわないよう、十分な緩衝作用を持たせる必要がある。Tris（シグマ社ではTRIZMA）やGood緩衝剤から目的のpHに適したものを選び（シグマ社のカタログの「BIOLOGICAL BUFFERS」や同仁総合カタログの「グッド緩衝剤」を参照）、藻類の場合最初は100 mM以上の濃度で使用するのが無難である。しかし活性や安定性が緩衝剤の種類によって左右される場合もあるので注意を要する。

蛋白質分解酵素の阻害剤としては1 mMのPMSFを加えることが多い。しかし本当に蛋白質分解酵素による分解が問題となる場合は、これでは不十分とされている。そこでさらに、5 mM  $\epsilon$ -amino-n-caproic acid, 1 mM benzimidazole, 10 mM EDTA- $\text{Na}_2$ 等を添加することもある。牛血清アルブミン（BSA）等の添加も効果があり、目的酵素の安定化にも役立つ場合がある。

ポリフェノール等を多量に含む藻類では酵素の不活化、アミノ基の酸化、SH基の酸化やそれらによる酵素の不活性化が起こりやすい。この場合、窒素気流化での抽出、ポリフェノールオキシダーゼ阻害剤としてKCNやジエチルジチオカルバミン酸ナトリウムの添加、還元剤としてアスコルビン酸ナトリウム、2-メルカプトエタノール（2-ME）またはジチオスレイトール（DTT）等の添加、ポリフェノール吸着剤としてポリビニルピロリドン（PVP）またはポリクラールATの添加等、あるいはその組合せを試みる（猪川1979）。

また酵素の安定化に基質やコファクターを添加することもある。特に二価カチオンをEDTA等のキレート剤と共に添加することが多い。酵素がSH酵素の場合は通常DTTや2-MEをSH基の保護剤として加える。安定化のためにグリセロール（たとえば20%）を入れることもある。

## 2-2. 細胞の破碎

酵素活性を測定する場合、通常は藻類細胞を破碎し酵素を抽出する作業が必要になる。微細藻類でよく使われる方法には、超音波破碎による方法、フレンチプレス等を用いる方法、ガラスビーズを用いる方法、界面活性剤を用いる方法等がある。

超音波破碎法：微細藻類の細胞破碎で最も簡便で効果的なのがこの方法である。いろいろなタイプの

プローブ（液中に超音波エネルギーを放射、集中させる部分）があるが、10ml以下であればマイクロチップ式プローブを使用する。細胞壁のない藻ならほんの数秒で充分である。細胞壁があっても、例えばクラミドモナスの細胞懸濁液5 mlを氷冷しながら島津USP-300でパルス処理（0.2秒-ON, 1.8秒-OFF）した場合、5～15分で完全に破碎できる。壊れにくい材料の場合は界面活性剤を併用こともあるが泡が出すぎると破碎効率が低下する。その時は消泡シリコンの少しついたガラス棒などを泡にふれさせるとよい。

圧力破碎法：細胞内外に急激な圧力変化を生じさせることで生体膜を破裂させる方法である。物理的に圧力をかけるフレンチプレスと、窒素ガス等で圧力をかけるパル細胞破碎器（Parr Press, Parr社）等がある。後者の方が取り扱いが簡単で安価である。また前者は内部の液の攪拌が困難であるが、後者は圧力をかけたまま氷冷・攪拌ができ、細胞の沈降等を気にせず長時間の処理もできる。この方法は、等張液中でマイルドに用いることで、葉緑体などオルガネラの単離によく利用されているが、低張液中で何度か繰り返し行えば粗酵素抽出液を得る方法としても効果的な場合がある。細胞壁のない藻や、クラミドモナスのように比較的こわれやすい藻の破碎に適している。

ガラスビーズ衝撃法：紅藻の*Porphyridium*などは超音波や圧力変化では破碎が困難であるが、ガラスビーズ法を用いることで効果的に破碎することができる。専用の装置も市販されているが、特別な装置がなくても次の要領で行えばよい。等量のガラスビーズ（0.5mm径が一般的）と細胞懸濁液を試験管（またはマイクロチューブ）に入れ氷冷する。温度があまり上がらないように注意しながら試験管ミキサーで激しく振とうする。時々顕微鏡下で破碎状況を確認しながら振とうと氷冷を繰り返す。十分に破碎したところで混合液を遠心濾過する。または試験管を氷の中に静置し、ガラスビーズが沈殿した後の上清を遠心分離または濾過する。

その他の抽出法として、凍結融解法、トルエン等を用いた自己消化法、アセトン粉末法等があり（猪川1979）、また細胞壁のない藻類では、界面活性剤や浸透圧差による細胞膜破壊も有効である。

## 2-3. 粗酵素抽出液の調整

通常は、細胞破碎後ただちに高速冷却遠心分離機（例えば20,000 $\times$ g, 20 min）などで上清と沈殿に分画する。特にきちんと沈殿を分離したいときは超遠心分離

機（例えば 150,000xg, 30 min）を用いる。光合成 CO<sub>2</sub> 固定や光呼吸に關与する酵素はほとんどが上清になるので、普通はこれを粗酵素抽出液とするが、疑わしい場合や活性が両方の画分にある場合は、遠心分離せずに破碎後の懸濁液を粗酵素液とし、できるだけ速やかに酵素活性を測定する。

### 3. CO<sub>2</sub> 固定関連酵素

#### 3-1. カーボニックアンヒドラーゼ (CA)

溶存 CO<sub>2</sub> と HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の平衡反応を促進するはたらきをするこの酵素は、ルビスコへの CO<sub>2</sub> 供給で重要な役割を果たしている。活性測定法としては、pH 変化を測定する方法とマススペクトロメーターを用いる方法がある。後者の方が高感度でより正確な結果が得られるが装置が高価で一般的でないので、ここでは pH メーターを用いて pH 変化を測定する方法 (Spalding and Ogren 1982, Suzuki and Spalding 1989) について説明する。なおこの方法は微細藻類全般に幅広く用いられている。

活性測定手順：氷冷したミニバイアルまたは試験管中に 0-100  $\mu$ l の酵素液と氷冷した 25 mM ベロナール緩衝液を加え 3 ml とする。マグネティックスターラー上の小容器中に立てて氷冷する。液中に微小 pH 電極を注意深く挿入し、攪拌子の回転と記録計の紙送りを開始する。pH が安定していることを確認した後、2 ml の氷冷 CO<sub>2</sub> 飽和水を手早く加え、pH の低下を記録する。

酵素液：クラミドモナス細胞表層の CA 活性の測定では、細胞を遠心分離で集め、ベロナール緩衝液 (25 mM) で一度洗い、再懸濁したものを酵素液とする (細胞は 50 から 100 倍に濃縮)。全 CA 活性の測定では、その懸濁液を超音波等で破碎 (界面活性剤を加えてもよい) した懸濁液をそのまま酵素液とするか、0.25% の NP-40 または Triton X-100 で 10 分間 37°C で処理したものをを用いる。

ベロナール緩衝液：市販の調整済のベロナール緩衝液 (pH 8.6, 0.05M) を用いるとよい。ベロナール (バルビタール) は向精神薬であるが、市販の調整済緩衝液は法的規制の対象とはならない。

氷冷 CO<sub>2</sub> 飽和水：三角フラスコに純水を入れ、氷冷しながら CO<sub>2</sub> ガスを通気し 2 時間以上たってから使用する。

活性：1 unit = t<sub>0</sub>/t<sub>c</sub>-1 (所定の pH 変化に要する時間を半分にする酵素量) として表す。ここで t<sub>0</sub> は酵素なし、t<sub>c</sub> は酵素添加時、それぞれ pH が 8.3 から 7.3 まで低下するのにかかる時間である。

なお一般的には酵素活性はタンパク質 1 mg 当たりで表すことが多いが、光合成活性との比較を考えるとクロロフィル 1 mg 当たりで表すほうが便利である (例えば CA なら unit · (mg Chl)<sup>-1</sup>, ルビスコなら  $\mu$ mol · (mg Chl)<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>)。また、色素の定量が難しい藻類では充てん細胞体積 (packed cell volume) などを用いることもある。クロロフィルの抽出と定量については三室 (1996) に詳しいが、クラミドモナスなどの場合は Spreitzer により簡便化された方法がよく使われる (Harris 1989)。クリプト藻や珪藻などクロロフィル a と c を持つ藻類についても簡便法がある (Suzuki and Ikawa 1984)。

#### 3-2. リブローズ-1,5-二リン酸カルボキシラーゼ / オキシゲナーゼ (ルビスコ)

光合成で最も重要な酵素で、CO<sub>2</sub> とリブローズ-1,5-二リン酸 (RuBP) から 2 分子の 3-ホスホグリセリン酸 (3-PGA) を生成する (カルボキシラーゼ反応) が、O<sub>2</sub> とも反応し 3-PGA とホスホグリコール酸を一分子ずつ生成する (オキシゲナーゼ反応)。オキシゲナーゼ反応は光呼吸の最初の反応として知られている。この二つの反応では CO<sub>2</sub> と O<sub>2</sub> がそれぞれ互いに拮抗的に働く。

##### 3-2-1. カルボキシラーゼ活性

粗酵素抽出液のカルボキシラーゼ活性の測定には <sup>14</sup>C CO<sub>2</sub> 固定の測定が最適である (表 1, 2)。緩衝液等の調整は CO<sub>2</sub>-free 水を用いて行う (佐藤ら 1997)。

全活性測定前には MgCl<sub>2</sub> と NaHCO<sub>3</sub> を含む緩衝液で平衡化した Sephadex G-25 (PD-10, ファルマシアバイオテク社) などに粗酵素液を通し十分に活性化することが望ましいが、反応液に十分な濃度の MgCl<sub>2</sub> と NaHCO<sub>3</sub> が含まれるなら 10 分間ブレインキュベートするだけでもよい (Suzuki and Ikawa 1993)。

藻体内での活性化状態を調べるには、藻体を液体窒素で急速冷却、CO<sub>2</sub> を含まない緩衝液中で手早く抽出、

表 1. Rubisco 抽出用緩衝液の一例 (クラミドモナスの場合)。

	組成	濃度
2.5 ml	Bicine/KOH, pH 8.0, 200 mM	100 mM
0.5 ml	MgCl <sub>2</sub> , 200 mM	20 mM
0.5 ml	NaHCO <sub>3</sub> , 200 mM	10 mM
0.5 ml	DTT, 50 mM	5 mM
1.0 ml	water	
0.125 ml	PMSF, 40 mM in isopropanol	1 mM

表2. RuBPカルボキシラーゼ活性測定時の反応液。反応の直線性を確認するため、異なる反応時間で何点か測定する。

添加量	原液	最終濃度
875 $\mu$ l	Bicine/MgCl <sub>2</sub> /KOH *, CO <sub>2</sub> -free	
50 $\mu$ l	NaH <sup>14</sup> CO <sub>3</sub> , 400 mM	20 mM
5 $\mu$ l	carbonic anhydrase, 2 $\mu$ g / ml, CO <sub>2</sub> -free	10 ng
50 $\mu$ l	enzyme **	
----- (CO <sub>2</sub> -freeのN <sub>2</sub> ガスで通気、25°Cで約5分) -----		
20 $\mu$ l	RuBP, CO <sub>2</sub> -free	2 mM
----- (反応、25°Cで1分以内) -----		
50 $\mu$ l	acetic acid	

\* Bicine/KOH, pH 8.0, 100 mM, containing 10 mM MgCl<sub>2</sub>

\*\* 10 mM NaH<sup>12</sup>CO<sub>3</sub>を含む(表1)。

その一部を基質を含む反応液に加え30秒間反応させるとよい(横田, 1994)。

RuBPは溶液で保存するとキシルロース-1,5-二リン酸(XuBP)等の阻害物質を生じる可能性があるのですが、原則として溶液での保存は避けたほうがよい。また、市販のRuBP中にもこれらの阻害物質が含まれているおそれがある。しかし粗酵素抽出液中の活性を測る程度で詳細なキネティクス等を調べるのであれば市販品(Sigma 0878)で充分である。いったん溶かしてしまったRuBPも、使いきることのできる分量ずつに小分けして-30°C以下で保存すれば6週間は安定なので目的によっては使用可能である。

### 3-2-2. オキシゲナーゼ活性

感度は高くないが、オキシゲナーゼ活性はRuBPに依存した酸素の消費として酸素電極で光合成測定(和田野 1996, 佐藤ら 1997)と同様に測定できる(表3)。

### 3-2-3. カルボキシラーゼ, オキシゲナーゼ両活性の

表3. 酸素電極によるRuBPオキシゲナーゼ活性測定時の反応液。

添加量	原液	最終濃度
925 $\mu$ l	Bicine/MgCl <sub>2</sub> /KOH *, CO <sub>2</sub> -free	
5 $\mu$ l	carbonic anhydrase, 2 $\mu$ g / ml, CO <sub>2</sub> -free	10 ng
50 $\mu$ l	rubisco preparation	150 $\mu$ g相当
----- 平衡化 (25°C・約5分) -----		
20 $\mu$ l	RuBP, CO <sub>2</sub> -free	2 mM

\* Bicine/KOH, pH 8.0, 100 mM, containing 10 mM MgCl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>-freeの純水で調製し、使用直前までCO<sub>2</sub>-freeの空気を通気しておく。

### 同時測定

分子ふるい(HiLoad 16/60 Superdex 200pg, ファルマシアバイオテク社)などである程度精製した酵素の場合は放射性同位体を用いなくても、任意のCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>濃度の気体と平衡状態で反応させ、陰イオン交換液体クロマトグラフィにより3-PGAとホスホグリコール酸を定量することで両活性の同時測定とCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>相対特異性の評価ができる(Uemura *et al.* 1996)。ただし高感度かつ高精度の装置が必要なため、あまり一般的ではない。同様の測定は、酸素電極でのオキシゲナーゼ活性測定の後に3-PGAを酵素的に定量(次項を参照)することでもできるが、精度や感度には若干問題がある。CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>相対特異性は藻類群によりかなり異なり、緑藻やラン藻などでは高等植物より低いのに対し、紅藻、ラフィド藻、珪藻などではかえって高いことが最近わかっている(Read and Tabita 1994, Uemura *et al.* 1996)。

### 3-3. ホスホグリセロキナーゼ (PGK)

ルビスコの両活性により生成する3-PGAを、ATPを用いて1,3-ビスホスホグリセリン酸(1,3-bisPGA)にする。活性は、グリセロールアルデヒド三リン酸デヒドロゲナーゼ(GAPDH)と共役させることでNADHの酸化(340nmの吸光度の減少)として測定できる(Macioszek *et al.* 1990)。酵素液として市販のPGKを用いることにより3-PGAの定量に応用できる(Stitt *et al.* 1989)。

### 3-4. グリセロールアルデヒド三リン酸デヒドロゲナーゼ (GAPDH)

細胞質局在のGAPDHはNADHを要求するが、葉緑体のものはNADPHを要求し、PGK活性により生成する1,3-bisPGAからグリセロールアルデヒド三リン酸(GAP)を生成する。実際にはPGKに結合した1,3-bisPGAを基質としているらしい。PGK測定用反応液中のGAPDHをPGKに代えることで活性を測定できる(Anderson *et al.* 1995)。

### 3-5. トリオースリン酸イソメラーゼ (TPI)

GAPとジヒドロキシアセトンリン酸(DHAP)の変換を行う。活性測定はGAPを基質とし、グリセロール-1-リン酸脱水素酵素と共役させることでNADHの酸化(340nmの吸光度の減少)として測定できる(Anderson and Advani 1970)。

### 3-6. アルドラーゼ

DHAPとGAPからフルクトース-1,6-二リン酸(FBP)を生成する反応を可逆的に触媒する酵素で、カルビン回路でも解糖系でも重要な役割を持つ酵素である。

FBPを基質としたとき生成するトリオースリン酸を、ヒドラジンの反応を利用して測る方法と、グリセロール-1-リン酸脱水素酵素と共役させNADHの酸化(340nmの吸光度の減少)を測る方法の二通りの分光光学的方法で比較的簡単に測定できる(猪川 1979)。

### 3-7. フルクトース-1,6-ジホスファターゼ (FBPase)

カルビン回路に関与するものと解糖系に関与するものの少なくとも2種類が知られている。高等植物では、カルビン回路に関与する酵素は光により著しく活性化されることで有名であるが、藻類ではよく分かっていない。遊離するリン酸を比色定量する方法と、ヘキソースリン酸イソメラーゼ、グルコース-6-リン酸脱水素酵素と共役させ、NADPHの生成を測定する方法がある(猪川 1979)。全活性を求める時は測定前に、100 mM DTT, 2 mM FBP, 10 mM MgCl<sub>2</sub>を含む緩衝液(Harbinson *et al.*, 1990)で10分間程度活性化を行う。

### 3-8. ホスホエノールピルビン酸カルボキシキナーゼ (PEPCK)

この酵素はホスホエノールピルビン酸カルボキシラーゼ (PEPCase)と同様、ホスホエノールピルビン酸 (PEP)とHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>からオキサロ酢酸 (OAA)を作るが、同時にATPも作る(動物等ではGTP)。いずれもC<sub>4</sub>植物の光合成ではルビスコにCO<sub>2</sub>を供給するために重要な酵素である。C<sub>3</sub>植物では光合成へのCO<sub>2</sub>供給とは関係はないとされ、PEPCaseはTCA回路の補充反応に、PEPCKは逆反応で糖新生に関わるとされている。しかし藻類では必ずしもそうではないらしい。褐藻や珪藻ではPEPCaseではなく、PEPCKがPEPのb-カルボキシル化反応を行っていると考えられる。特に褐藻ではこのPEPCK活性が非常に高く、その活性由来とされる「光合成によらない」CO<sub>2</sub>固定活性も著しく高い(Akagawa *et al.*, 1972a, Kremer and Küppers 1977)。この高いCO<sub>2</sub>「暗」固定は、光合成の律速条件下、特に弱光下での無機炭素の利用とATP供給に役立っている可能性がある。

測定にはNaH<sup>14</sup>CO<sub>3</sub>を用いる方法が最適であるが、リンゴ酸脱水素酵素と共役させNADHの酸化を340 nmの吸光度の減少で測る方法もある(Akagawa *et al.*, 1972b, Kremer and Küppers 1977)。ここでは褐藻や珪藻におけるPEPCKの測定法を紹介する(表4)。な

表4. PEP carboxykinase活性測定の反応液組成。

添加量	原液	最終濃度
0.25 ml	Tris/HCl, pH 7.6, 0.5 M	125 mM
0.1 ml	NaHCO <sub>3</sub> , 200 mM	20 mM
0.1 ml	ADP, 100 mM	10 mM
0.1 ml	MnCl <sub>2</sub> , 100 mM	10 mM
0.1 ml	NADH, 2 mM	0.2 mM
0.05 ml	malate dehydrogenase	12.5 units/ml
0.2 ml	crude extract	
-----25°Cで5分間-----		
0.1 ml	PEP, 20 mM	2 mM

\* NADHの原液は緩衝液(中性)に溶かす。反応は340nmの吸光度の減少速度を測定(2分以内)。

お、PEPCaseの測定は、ADPを除きMnCl<sub>2</sub>をMgCl<sub>2</sub>に置き換えればよい。基質特異性、コファクター、親和性等は藻類によって異なる可能性があるので藻ごとに調べる必要がある。

<sup>14</sup>Cを用いた測定ではCO<sub>2</sub>-freeの緩衝液を用い、NaHCO<sub>3</sub>をNaH<sup>14</sup>CO<sub>3</sub>(20μCi/ml)に代え、反応開始5分後に50μlの酢酸で未反応のNaH<sup>14</sup>CO<sub>3</sub>を除去し、残存する<sup>14</sup>C量を測定する。またルビスコ活性測定の場合と同様、汚染防止の注意が必要である。

## 4. 光呼吸関連酵素

### 4-1. ホスホグリコール酸ホスファターゼ (PGPase)

この酵素は光呼吸で最初に生成されるホスホグリコール酸を脱リン酸してグリコール酸にする。ホスホグリコール酸はカルビンサイクル中のトリオースリン酸イソメラーゼの強力な阻害だが、通常は充分に高い活性のPGPaseによってただちに分解されると信じられている。活性測定は遊離する無機リン酸の定量により行う(Ames 1966)。酵素液の添加で反応開始し、5分後に反応液0.3 mlを直接Ames混液(後出)0.7 mlに加え、そのまま呈色反応を行う。45°Cで20分間(または37°Cで1時間)反応させた後一旦ただちに氷冷し、820 nm (750 nmでもよい)の吸光度を測定する。ただし、反応は全て1.5 ml マイクロチューブ内で行うとよい。ガラス試験管(13 x 100 mm)を使う場合は反応時に溶出する珪酸量の違いからリン酸測定に誤差を生じるので、異なる種類の試験管を混ぜて使用しない。また洗浄にリン酸系の洗剤を使ってはいけない。

この方法は非常に感度が高く、測定に用いる酵素量が少量ですむので通常は除タンパク操作は行わない。しかし酵素活性が著しく低いと粗酵素液中の不安定なリン酸化合物の分解により正しい測定値が得られない

表5. クラミドモナスのPGPase活性測定用反応液の組成 (高感度検出用)。

添加量	原液	最終濃度
100μl	Mes/BTP*, pH 8.3, 50mM	20mM
25μl	MgCl <sub>2</sub> , 50mM	5mM
30μl	phosphoglycolate, 40mM	4mM
95μl	water	
-----25°Cで5分間-----		
50μl	enzyme*	
-----25°Cで5分間-----		
200μl	perchloric acid, 12.5%	5%

\* 50 mM MesをBTP (BIS-TRIS-PROPANE) でpH 8.3に合わせたもの (抽出用緩衝液に20 mM MES-KOH, pH6.3, 5 mM MgCl<sub>2</sub>, 1 mM PMSFを用いた場合)。

ことがある。そのような場合は酵素反応の停止を過塩素酸で行い(表5), ただちに氷冷する。そして遠心分離後の上清400 μlを取り1000 μlのAmes混液とよく混ぜ, 上記の呈色反応を行う (Suzuki *et al.* 1990)。

Ames混液はA液(10%アスコルビン酸)とB液(0.42%モリブデン酸アンモニウムを含む1N硫酸)を1:6の比率で混合したもので, 実験当日に調整し氷冷しておく。A液は約1カ月冷蔵保存可能, B液は室温で安定である (Ames 1966)。

#### 4.2. グリコール酸を酸化する酵素

グリコール酸代謝能力は藻類により著しく異なる。グリコール酸代謝能力の小さい藻ではこの過程がグリコール酸代謝の律速となっていることが多く, 過剰に生成したグリコール酸は細胞外に放出される。藻類で

表6. グリコール酸を酸化する酵素の活性測定用反応液 (Nelson and Tolbert 1970)。

添加量	原液	最終濃度
(in thunberg cuvette)		
2000 μl	DCPIP, 0.15 mM in pyrophosphate/Na, pH 8.5, 0.1 M	(12 mM) (20 mM)
50 μl	FMN, 5 mM	0.1 mM
50 μl	Triton X-100, 5%	0.1%
100 μl	water	
200 μl	enzyme	
-----N <sub>2</sub> に置換後・25°Cで5分間-----		
(in side arm)		
100μl	glycolate-Na, 0.5 M *	8 mM

\* glycolate-Naの代わりにD-lactate-LiとL-lactate-Liについて基質特異性を調べる時は最終濃度が20mMとなるように加える。

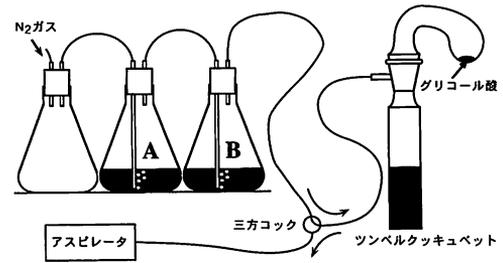


図1. グリコール酸酸化酵素活性測定用反応液の酸素除去ポンプによる吸引と窒素ガスによるフラッシュを10回繰り返すことで, ツンベルクキュベット内を完全に窒素に置換した後, side armのグリコール酸と反応溶液を混合し, DCPIPの還元由来する600nmの吸光度の減少速度から酵素活性を求める。AはFieser's solutionで, 20gのKOHを100mlの水に溶かし, そこに2gのsodium anthraquinone β-sulfonateと15gのNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>を加えたもの。Bは酢酸鉛飽和液で, Fieser's solutionから発生するH<sub>2</sub>Sを除く。

はこの過程を触媒する酵素としてペロキシソーム局在性のglycolate oxidase (GOX)とミトコンドリア局在性のglycolate dehydrogenase (GDH)が知られており多くの場合そのいずれかをもっているが, 渦鞭毛藻のように活性の検出されていない藻類もある (Suzuki *et al.* 1991)。その分布は系統進化と密接な関係があるのみならず, 関連酵素の有無や細胞内分布の違いと関係があり, 環境適応能力とも関係がありそうである。

GOXとGDHは, ツンベルクキュベットを用いて無酸素条件で2,6-dichlorophenolindophenol (DCPIP, 600 nm)を還元させる(図1, 表6)か, glyoxylate phenylhydrazone (324 nm)を形成させ吸光度変化をすることで測定できる (Nelson and Tolbert 1970)。2 mM KCN添加によりほとんど阻害されなければGOX, ほぼ完全に阻害されるならGDHとしてはほぼ間違いのない (Suzuki *et al.* 1991)。また, 基質として20 mMのD型とL型の乳酸リチウムを与えたときD型の方が活性が高ければGDH, 低ければGOXという基準も併せて使われるが, 粗酵素抽出液の場合は必ずしも一致しない。GOXのみの検出は, グリコール酸依存のO<sub>2</sub>消費を酸素電極で測定 (Suzuki *et al.* 1991)するか, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>生成を分光光学的に測定 (Iwamoto *et al.* 1996)するとよい。基質親和性等は藻類によりかなり異なる場合があるので注意を要する (Suzuki *et al.* 1991)。

#### 4.3. カタラーゼ

ペロキシソーム内でグリコール酸オキシダーゼ活性

により生成する H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解し細胞を障害から守るのに必須の酵素であるが、グリコール酸デヒドロゲナーゼを持つ藻類にも高いカタラーゼ活性を持つものがある (Suzuki *et al.* 1991)。活性測定には、O<sub>2</sub> 生成を酸素電極で検出するか H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消費を吸光度変化で検出する (Suzuki *et al.* 1991)。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消費の測定にはシグマ社のカタログの catalase の項を参考にするとよい。

4-4. その他の光呼吸関連酵素

グリコール酸がグリオキシル酸に酸化された後の代謝経路については、藻類ではまだ不明な点が多い。多くの藻類はいわゆるグリコール酸経路を持っていると思われ、グリオキシル酸からアミノ基転移酵素 (serine-glyoxylate aminotransferase と考えられる) でグリシン、グリシン脱炭酸酵素とセリンヒドロキシメチル転移酵素によりセリン、アミノ基転移酵素 (serine-glyoxylate aminotransferase と考えられる) によりヒドロキシピルビン酸、ヒドロキシピルビン酸還元酵素 (HPR) によりグリセリン酸、グリセリン酸キナーゼにより 3-PGA を生成しカルビン回路で利用されるはずである。しかし珪藻や渦鞭毛藻等では、グリオキシル酸からグリオキシル酸カルボリガーゼでタートロニックセミアルデヒド、タートロニックセミアルデヒド還元酵素でグリセリン酸を生成するという、グリシンを経ない別の 3-PGA 生成経路が知られている。HPR 活性が全く検出されず、この経路のみの機能が示唆される藻もある (Gross *et al.* 1985)。高等植物の HPR には、ペロキシソームに局在し NADH 依存型の HPR-1 (グリコール酸代謝に関与) と、細胞質に局在し NADPH 依存型の HPR-2 (生理的機能不明) が知られているが、黄緑色藻の

*Bumilleriopsis* ではそのいずれの活性も全く検出されず、上述の別経路の機能を示唆する一連の酵素活性が検出されている (Gross *et al.* 1985)。

謝辞

貴重な助言をいただいた奈良先端科学技術大学院大学の横田明穂博士には、この場を借りてお礼を申し上げます。

参考文献

Akagawa, H., Ikawa, T. and Nisizawa, K. 1972a. <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-fixation in marine algae with special reference to the dark-fixation in brown algae. *Botanica Marina* 15: 126-132.

Akagawa, H., Ikawa, T. and Nisizawa, K. 1972b. The enzyme system for the entrance of <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> in the dark CO<sub>2</sub>-fixation of brown algae. *Plant Cell Physiol.* 13: 999-1016.

Ames, B.N. 1966. Assay of inorganic phosphate, total phosphate and phosphatases. *Method Enzymol.* 8: 115-118.

Anderson, L.E. and Advani, V.R. 1970. Chloroplast and cytoplasmic enzymes: Three distinct isoenzymes associated with the reductive pentose phosphate cycle. *Plant Physiol.* 45: 583-585.

Anderson, L.E., Goldhaber-Gordon, I.M., Li, D., Tang, X., Xiang, M. and Prakash, N. 1995. Enzyme-enzyme interaction in the chloroplast: Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, triose phosphate isomerase and aldolase. *Planta* 196: 245-255.

Gross, W., Winkler, U. and Stabenau, H. 1985. Characterization of peroxisomes in the alga *Bumilleriopsis filiformis*. *Plant Physiol.* 77: 296-299.

Harbinson, J., Genty, B. and Foyer, C.H. 1990. Relationship between photosynthetic electron transport and stromal enzyme activity in pea leaves. *Plant Physiol.* 94: 545-553.

Harris, E.H. 1989. The *Chlamydomonas* source book. Academic Press, Inc., San Diego.

Husic, D.W., Tolbert, N. E.. 1987. NADH:hydroxypyruvate reductase and NADPH:glyoxylate reductase in algae: Partial purification and characterization from *Chlamydomonas reinhardtii*. *Arch. Biochem. Biophys.* 252:396-408.

猪川倫好 1979. 炭素代謝酵素の抽出と測定 p508-548. 西

表 7. クラミドモナスの NADH 依存性 HPR (HPR-1) 活性測定用反応液 \* (Husic and Tolbert 1987)。

添加量	原液	最終濃度
500 μl	K-phosphate, pH 6.2 or 7.0, 200mM	100 mM
100 μl	NADH, 2mM **	0.2 mM
100 μl	water	
100 μl	hydroxypyruvate-Li, 20mM	2.0 mM
-----25°Cで5分間-----		
200 μl	enzyme	

\* NADPH 依存性 HPR (HPR-2) 活性を測定する場合は、コファクターを NADPH に代えると共に基質濃度 (0.5~2.5 mM) を変えて比較する。またシュウ酸が高等植物では HPR-2 の特異的阻害剤である (Kleczkowski *et al.* 1991) ことが参考になる。

\*\* NAD(P)H は緩衝液 (中性) に溶かす。

- 澤一俊・千原光雄(編)藻類研究法, 共立出版, 東京.
- Iwamoto, K., Suzuki, K., and Ikawa, T. 1996. Purification and characterization of glycolate oxidase from the brown alga *Spatoglossum pacificum* (Phaeophyta). *Journal of Phycology* 32: 790-798.
- Kleczkowski, L.A., Randall, D.D., and Edwards, G.E. 1991. Oxalate as a potent and selective inhibitor of spinach (*Spinacia oleracea*) leaf NADPH-dependent hydroxypyruvate reductase. *Biochem. J.* 276: 125-127.
- Kremer, B.P. and Küppers, U. 1977. Carboxylating enzymes and pathway of photosynthetic carbon assimilation in different marine algae - Evidence for the C<sub>4</sub>-pathway? *Planta* 133: 191-196.
- Macioszek, J., Anderson, J.B. and Anderson, L.E. 1990. Isolation of chloroplast phosphoglycerate kinase. *Plant Physiol.* 94: 291-296.
- 三室守・村上明男 1996. 光合成色素と光化学系反応中心の定量法. 藻類 44: 9-18.
- Read, B.A. and Tabita, F.R. 1994. High substrate specificity factor ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase from eukaryotic marine algae and properties of recombinant cyanobacterial rubisco containing "algal" residue modifications. *Arch. Biochem. Biophys.* 312: 210-218.
- 佐藤朗・小林寛・白岩善博 1997. 光合成キネティクス研究法—微細藻類の光合成による"CO<sub>2</sub>"の利用および固定特性の解析—. 藻類 45: 21-28.
- Stitt, M., Lilley, R.M., Gerhardt, R. and Heldt, H.W. 1989. Metabolite levels in specific cells and subcellular compartments of plant leaves. *Methods Enzymol.* 174: 518-552.
- Suzuki, K., Ikawa, T. 1984. Effect of oxygen on photosynthetic <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fixation in *Chroomonas* sp. (Cryptophyta) I. Some characteristics of the oxygen effect. *Plant Cell Physiol.* 25: 367-375.
- Suzuki, K., Ikawa, T. 1993. Oxygen enhancement of photosynthetic <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri*. *Jpn. J. Phycol.* 41: 19-28.
- Suzuki, K., Iwamoto, K., Yokoyama, S. and Ikawa, T. 1991. Glycolate oxidizing enzymes in algae. *J. Phycol.* 27: 492-498.
- Suzuki, K. and Spalding, M.H. 1989. Adaptation of *Chlamydomonas reinhardtii* high-CO<sub>2</sub>-requiring mutants to limiting-CO<sub>2</sub>. *Plant Physiol.* 90: 1195-1200.
- Suzuki, K., Marek, L.F. and Spalding, M.H. 1990. A photorespiratory mutant of *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* 93: 231-237.
- Uemura, K., Suzuki, Y., Shikanai, T., Wadano, A., Jensen, R.G., Chmara, W. and Yokota, A. 1996. A rapid and sensitive method for determination of relative specificity of RuBisCO from various species by anion-exchange chromatography. *Plant Cell Physiol.* 37: 325-331.
- 横田明穂 1994. リブローズビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ (RuBisCO). p125-139. 井上祥平・泉井桂・田中晃二(編)二酸化炭素-化学・生化学・環境-. (現代化学・増刊 25), 東京化学同人, 東京.
- 和田野晃 1996. 光合成における炭酸ガス固定と酸素発生量の相関および酸素電極測定法. 藻類 44: 109-114.



## 研究技術紹介

### 海中造林のための接着剤を用いたカジメ藻体の移植

平田徹<sup>1</sup>・青木優和<sup>2</sup>・倉島彰<sup>3</sup>・植田一二三<sup>2</sup>  
・土屋泰孝<sup>2</sup>・佐藤寿彦<sup>2</sup>・横濱康繼<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山梨大学教育学部 (400 山梨県甲府市武田 4-4-37)

<sup>2</sup>筑波大学下田臨海実験センター (415 静岡県下田市 5-10-1)

<sup>3</sup>三重大学生物資源学部 (514 三重県津市上浜町 1515)

Tetsu Hirata, Masakazu Aoki, Akira Kurashima, Hajime Ueda, Yasutaka Tsuchiya, Toshihiko Satou and Yasutsugu Yokohama 1997: Transplantation of *Ecklonia cava* plants with adhesive for marine afforestation. Jpn. J. Phycol. (Sôri) 45: 111-115.

A method for transplantation of young *Ecklonia cava* plants to natural substrate was developed. A plant was attached to a piece of slate with 'Aron Alpha GEL-10' and the slate piece was attached to substrate underwater with 'Konishi Bond E380'. Interrelation between adequate size of slate plate and size of plant was examined.

*Key Index Words:* adhesive - *Ecklonia cava* - marine afforestation - transplantation

Tetsu Hirata<sup>1</sup>, Masakazu Aoki<sup>2</sup>, Akira Kurashima<sup>3</sup>, Hajime Ueda<sup>2</sup>, Yasutaka Tsuchiya<sup>2</sup>, Toshihiko Satou<sup>2</sup> and Yasutsugu Yokohama<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Faculty of Education, Yamanashi University, 4-4-37 Takeda, Koufu, Yamanashi 400, Japan, <sup>2</sup>Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, 5-10-1 Shimoda, Shizuoka 415, Japan and <sup>3</sup>Faculty of Bioresources, Mie University, 1515 Kamihama, Tsu, Mie 514, Japan.

#### 1) はじめに

本州の太平洋沿岸には褐藻コンブ科の多年生植物アラメおよびカジメの群落が発達しているが、海中林とも呼ばれるこれらの群落の高い生産性(吉田 1970, Yokohama *et al.* 1987)にアワビ・サザエ・ウニなどの漁獲は支えられている。しかし伊豆地方などでは磯焼けと呼ばれる海中林の衰退や消失が頻発し、地元の漁業従事者に深刻な打撃を与えてきた。このように古くから知られている磯焼けは偶発的な黒潮の接近による水温上昇に起因するものとみなすことができる(河尻ら 1981, 倉島ら 1996)。一方近年各地で発生するようになった藻場や海中林の消失も磯焼けと称されているが、その事例の多くは原因不明のままである(環境庁自然保護局 1994)。

黒潮接近による磯焼けは、海況が変われば回復する可能性がある。また原因不明とされる磯焼けの多くは、発生水域の分布状況から、海水の濁度増加に伴う光量不足が最大の原因と考えられるが、もしそうであれば、その根本的対策は水質改善以外にないことになる。しかし黒潮接近による磯焼けの場合でも、海況回復後の海中林の完全な復元には 10 年以上を要することがあるという(河尻ら 1981)。まして水質汚濁による磯焼けの場合は、水質が改善の方向へ向かっても岩礁上に沈積した浮泥が長く残ることなどから、海中林の復元にはより長期間を要することになる。それゆえ対症療法的と言える海中造林も、海況や水質が回復傾向にある時期に実施すれば、海中林の復元を加速する効果が期待できる。しかし根を土壌に張って生育する陸上の樹木と異なって体の下端を岩面に付着させて生育する海藻の場合、樹木の苗に相当する若年個体を移植することはほとんど不可能であった。そのため海中造林は微細な生殖細胞あるいは採苗した種糸から出発

筑波大学下田臨海実験センター業績 No. 610. 本技術の開発と試験のための費用の一部はアムウェイネチャーセンター環境基金より提供された。

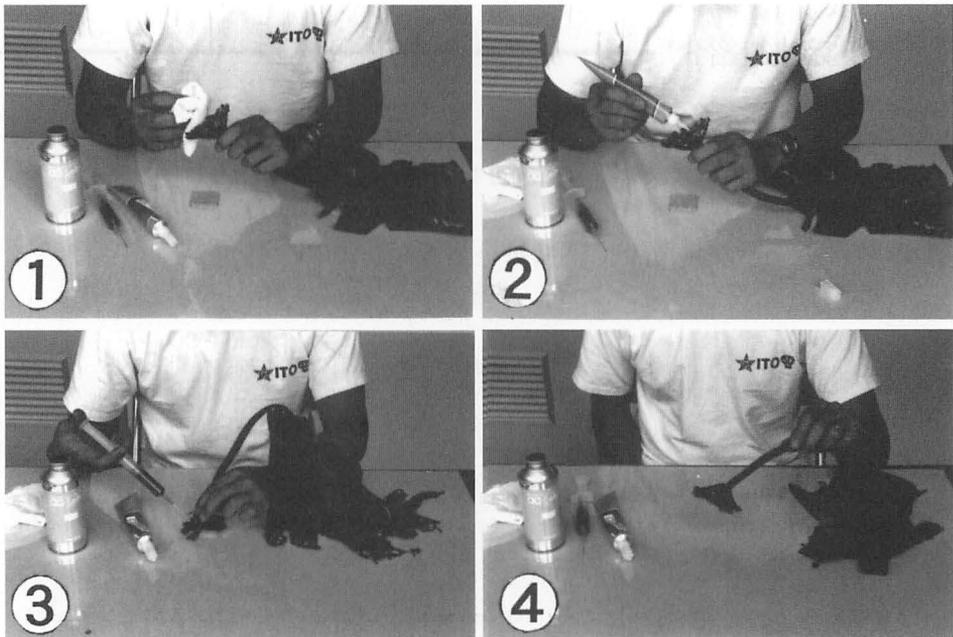


図1. カジメ藻体のスレート板への接着法 1:カジメの仮根部に付着した海水をペーパータオル等で拭き取る。2:アロンアルファ GEL-10 を仮根部の古い部分に塗る。3:仮根部をスレート板に圧着しつつ硬化剤 AA・セッターを滴下する。4:スレート板に固定された藻体。

せざるを得なかったが、そのような方式では、萌芽期から当歳期までの間に植食動物の摂食圧の吸収を図ることが必要となる (谷口 1990)。

筆者らは、仮根部を瞬間接着剤でコンクリート板などに固定したアラメやカジメの若年個体を屋外流海水槽中で培養したところ、新たに萌出した仮根部が約1ヶ月で基盤に活着することを確認できた (平田ら 1990)。しかし瞬間接着剤は陸上でしか使用できないため、この方法は海中に投入する直前の人工基盤にしか応用できない。そこで若年個体を海中の岩礁上に直接移植するために、瞬間接着剤で藻体の固定されたスレート板を水中用接着剤で海中の岩盤に固定するという方法を考え、実際に試行したところ、実海底への応用が可能なのと判断されるに至った。本稿ではその方法の詳細とともに藻体のサイズに対するスレート板の適正なサイズを求めるための試験の結果を記すことにする。

## 2) スレート板への藻体の接着法

カジメの藻体を固定するスレート板としては、厚さはすべて 4 mm で 1 辺それぞれ 2.5 cm, 3.5 cm, 4.5 cm および 6 cm の 4 種のサイズのものを用意した。カジメ

の藻体は静岡県下田市の鍋田湾内の水深約 5 m の岩礁上に発達したカジメ群落から採集した。その総数は 200 個体ほどとなり、それらのうちの 112 個体が実験に使用されたが、最小のものは生重量にして 7 g、最大のもの 620 g であった。

採集された藻体はまず筑波大学下田臨海実験センター内の流海水槽に入れた後、仮根部の形状がスレート板への接着に適したものを選んで用いた。瞬間接着剤としては平田ら (1990) と同様に東亜合成化学株式会社のアロンアルファ GEL - 10 を専用の硬化剤 AA・セッターとともに用いた。接着に先立って、藻体仮根部に付着した海水をペーパータオル等で拭き取り、周辺部にみられる萌出直後の仮根を避けるように仮根部の中心付近に接着剤を塗った後、その部分をスレート板に圧着しつつ、注射器で AA・セッターを滴下すると、ゼリー状だった接着剤が瞬時に硬化して、仮根部は完全にスレート板へ付着する (図 1)。

## 3) 海中基盤への固定法

カジメ藻体の固定されたスレート板の海中基盤への固定には、Sakai *et al.* (1989) がサンゴの移植に用いたコニシ株式会社のボンド E380 を利用した。これは主

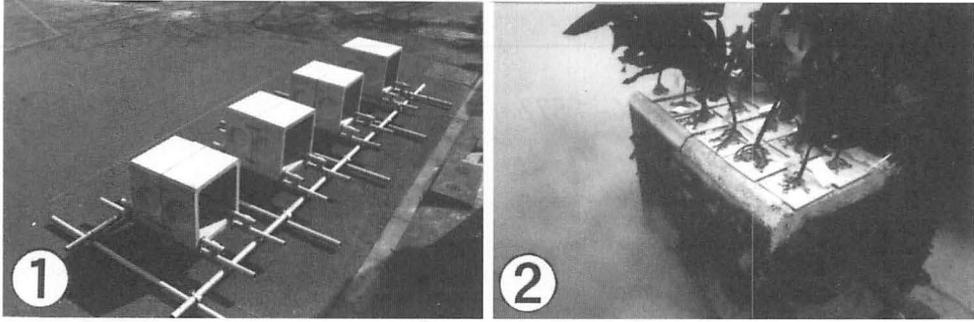


図2. 1: カジメの移植テストのために海中に設置するコンクリート台。 2: 海中に設置されたコンクリート台に移植されたカジメ藻体。

剤 (E380A) と硬化剤 (E380B) からなるが、両者を混合すると、はじめ粘土状であったものが数時間でかなり硬くなり、24 時間後には石のようになる。そのため、スレート板を海中の基盤へ接着してから数時間の間は藻体の揺れによる接着面の剥離が起きやすいが、一定のスレート板サイズに対して藻体のサイズが増すほどその可能性は大となる。そこでスレート板のサイズごとに剥離を生じない最大限の藻体サイズを知る目的で、一辺 2.5 cm, 3.5 cm, 4.5 cm および 6 cm のそれ

ぞれのサイズのスレート板に対して生重量 7g から 213 g までの 18 個体, 57 g から 366 g までの 23 個体, 70 g から 454 g までの 39 個体および 28 g から 620 g までの 32 個体をそれぞれ用い、1 枚のスレート板に 1 個体ずつ瞬間接着剤で固定した。

スレート板にカジメ個体を固定した試料はすべて流水水槽内に一晚保管した後、海中の人工基盤の上面の水平部分に固定した。人工基盤は側壁の高さ 0.3 m, 開口部 0.5 m x 0.5 m の排水コンクリート柵を 2 個合わせ

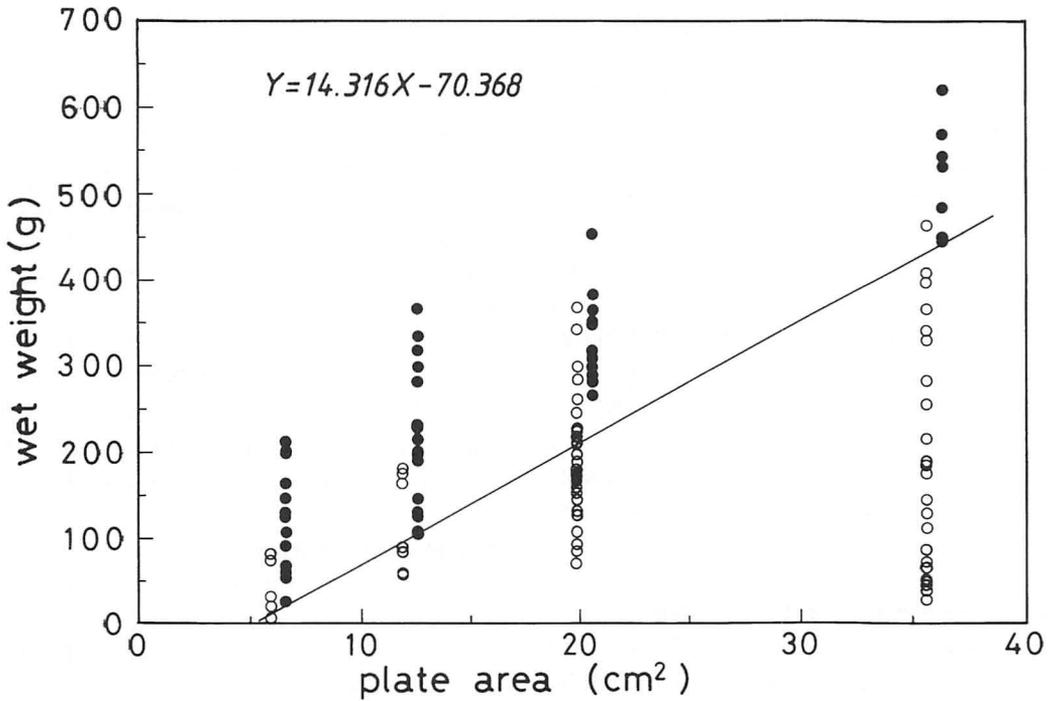


図3. カジメ移植の成否に対するスレート板サイズと藻体生重量との相関関係。カジメ藻体の固定されたスレート板を水深 11.5 m のコンクリート板にコンシボンドで接着してから 24 時間後の結果。白丸は固定、黒丸は剥離を示す。

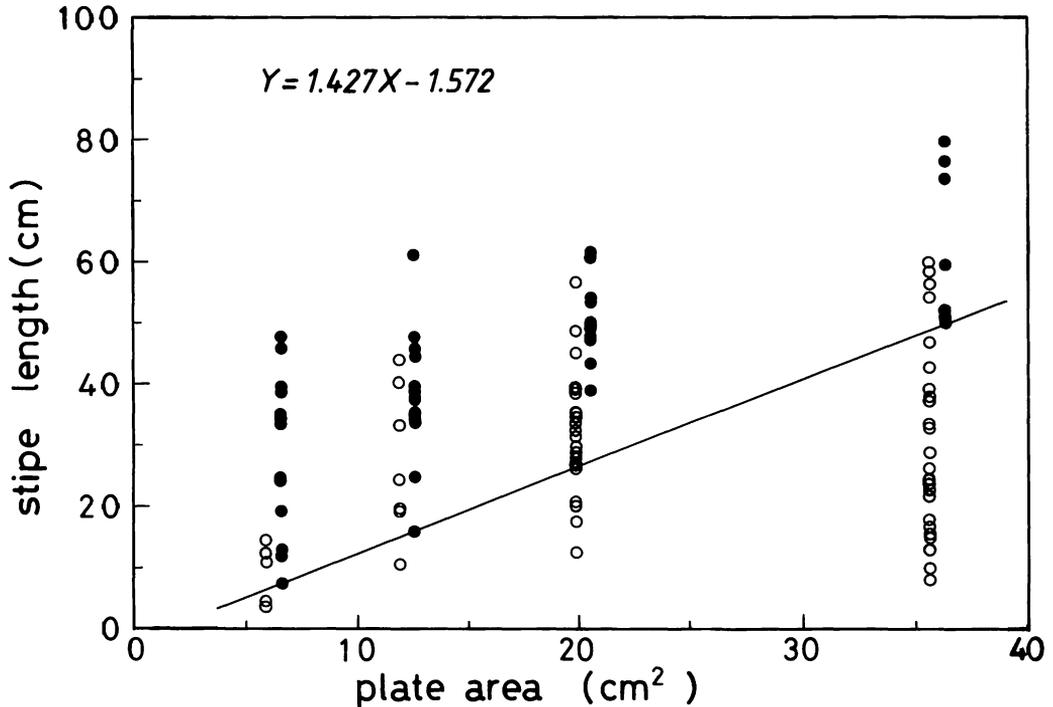


図4. カジメ移植の成否に対するスレート板サイズと藻体の莖状部長との相関関係。以下は図3に同じ。

たものを横にして海底に固定した(図2)。その結果0.5 m x 0.6 mの長方形のコンクリート板が海底から0.5 mの位置に水平に設置されたことになるが、これを設置した海底の水深は平均海面下約12 mのため、コンクリート板までの水深は約11.5 mとなる。流海水に一晩保管された試料は、海水に浸した状態で人工基盤の設置された位置まで船で運び、籠に移してすべて海底へ下ろした後、ポンドE380の主剤と硬化剤を混合して適当な大きさの団子状の塊にしたものをザルに並べて海底へ下ろし、ポンドの塊をコンクリート板上に置き、そこへスレート板の裏を押しつけるようにして試料をコンクリート板上に固定した。なお試験は海況が波高1 m以下とみなされる比較的静穏な日を選び数回に分けて実施した。

#### 4) スレート板サイズと藻体サイズの関係

カジメ藻体の固定されたスレート板を海中のコンクリート板へ接着してから24時間後にスレート板のコンクリート板への固着の成否を試料ごとに調べ、スレート板面積を横軸に藻体生重量を縦軸に固着の成否を白丸(固着)および黒丸(剥離)で示したものが、図

3のグラフである。スレート板サイズが大となるほど大型藻体を用いた試料での成功率は高まると言えるが、ほぼ確実に成功する藻体生重量の範囲は、スレート板サイズ2.5 cm x 2.5 cm, 3.5 cm x 3.5 cm, 4.5 cm x 4.5 cm および6 cm x 6 cm に対して、それぞれ約25, 100, 250 および450 g までとみなされる。また実際の作業にあたって藻体サイズを表す尺度として生重量より計測しやすい莖状部の長さを採用して作製したグラフを図4に示した。この場合ほぼ確実に成功する莖状部長の範囲は、スレート板サイズ2.5 cm x 2.5 cm, 3.5 cm x 3.5 cm, 4.5 cm x 4.5 cm および6 cm x 6 cm に対して、それぞれ約10, 20, 40 および55 cm とみなせる。

#### 5) 移植実施上の留意事項

本稿では比較的静穏な海況下でまた水深12 m近くの海底で実施された試験の結果を紹介したが、海況と水深によって結果は異なったものとなるはずである。より荒れた海況下あるいはより浅い海底でカジメ藻体の移植を行う場合は、同一サイズの藻体に対してより大きなサイズのスレート板を用いる必要がある。また実際にカジメ藻体を用いて海中植林を行う場合は季節

を選ぶ必要がある。多年生であるカジメは年々藻体重量を増すが、莖状部では1年分の生長が冬から春までの間にみられる(平田ら未発表)。上体を支えるべき仮根部でもこの時期に古い仮根の上部に新しい仮根が萌出する。スレート板に仮根部を固定するための瞬間接着剤の保持力はあまり長期間は持続しないので、その保持力の失われる前に新生した仮根がスレート板あるいは周辺の基盤に付着することが可能となるように、移植は秋から初春までの期間に実施しなければならない。移植を実施する水域については、環境とくに光と水温について調査しておく必要がある。ある密度のカジメ群落の復元を想定した場合、群落内のそれぞれの葉面が単位面積当たりで1日に受ける積算光量が日補償積算光量(倉島他1996)以上でなければ、想定された群落は成立し得ない。日補償積算光量は温度の上昇につれて増大するため、水温の把握も必要となる。

#### 6) おわりに

瞬間接着剤と水中用接着剤とを用いたカジメ藻体の移植法は、海底に設置した人工基盤上での試験から実海域での実施へ移行しつつあるところであるが、今後磯焼け水域での海中林復元に役立つことができれば幸いである。

カジメ苗の採取、海中人工基盤あるいは海底への移植等にはかなりの人数による潜水作業が必要であったが、南伊豆海洋生物研究会のプロジェクト「伊豆半島の海中の森の保護と復元」に参加の会員有志の協力を得た。また同会のプロジェクトには、アムウェイ・ネー

チャーセンターから環境基金の提供を受けた。南伊豆海洋生物研究会会員有志およびアムウェイ・ネーチャーセンターに深く感謝する次第である。

#### 参考文献

- 平田徹・坂本和弘・多田諭・横濱康繼 1990. 接着剤を用いたアラメ・カジメ個体の人工基盤への移植. 藻類 38:61-67.
- 環境庁自然保護局 1994. 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書 第2巻 藻場. 財団法人海中公園センター, 東京.
- 河尻正博・佐々木正・影山佳之 1981. 下田市田牛地先における磯焼け現象とアワビ資源の変動. 静岡県水産試験場研究報告 15: 19-30.
- 倉島彰・横濱康繼・有賀祐勝 1996. 褐藻アラメ・カジメの生理特性. 藻類 44: 87-94.
- Sakai, K., Nishihira, M., Kakinuma, Y. and Song, J. I. 1989. A short-term field experiment on the effect of siltation on survival and growth of transplanted *Pocillopora damicornis* Branchlets. *Galaxea* 8:143-156.
- 谷口和也 1990. アラメ群落の構造と海中林造成. 沿岸海洋研究ノート 27:167-175.
- Yokohama, Y., Tanaka, J. and Chihara, M. 1987. Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula of the Pacific coast of Japan. *Bot. Mag. Tokyo* 100:129-141.
- 吉田忠生 1970. アラメの物質生産に関する2,3の知見. 東北区水産研究所報告. 30:107-112.





## 川口栄男・上ノ菌雅子：福岡周辺海藻採集地案内

長崎大学の飯間氏による長崎周辺の採集地案内(本誌44巻1号)の続編ということで、本稿では福岡周辺の採集地を紹介する。

福岡県は九州北岸の筑前海、有明海、および瀬戸内海側の豊前海の三つの海に囲まれているが、ここでは筆者らが比較的好く調査を行っている九州北岸の採集地に絞ることとする(図1)。いずれの採集地とも九州大学のある福岡市東部より車で1時間もあれば行ける所であるが、注意すべき点は、日本海側といっても九州北岸まで来ると東シナ海の影響が強くなり、潮位差がかなり大きくなることである。春の大潮時には干満の差が2mを越えるので、特に磯採集を行う場合は事前に潮位の確認が必要である。

#### 1. 津屋崎海岸(九大箱崎キャンパスより車で約40分、私鉄電車で約1時間)

福岡市の北に位置する津屋崎町には九大農学部の付属水産実験所があり(図2)、主に有用魚種の増養殖に関連した研究が行われている。実験所は学外からの宿泊利用も可能なので海藻の研究者も大いに利用されたいと思う。

水産実験所から徒歩で20-30分のところに海藻類が豊富に生育する岩場がある(図3, 4)。この津屋崎海岸は水産学科の3年生が毎年3月に5日間程この実験所に泊りこんで海藻の実習を行うことや、筆者らの研究室の主要フィールドの一つということもあって、海藻類や魚類に関して福岡周辺では最もよく調べられている場所である。残念ながら海藻相に関して公表された資料は今の所ないが、近年、九州国際空港の有力候補地として津屋崎沖が挙げられていることもあり、筆者らの教室に蓄積されているデータを近い将来何らかの形で公表する必要があると考えている。

九州北岸は基本的に砂浜で、その所々に岩場が点在する。津屋崎海岸も大きな砂浜から岬状に岩場が突

出する地形となっている。筆者らがよく調査を行う恋の浦やソネの鼻は、比較的平坦に岩盤がひろがり採集しやすいところである。毎年の海藻実習やその他の調査で得られた資料に基づき以下に代表的な出現種をまとめる。

緑藻類：ヒトエグサ、アナアオサ、ウスバアオノリを含むアオノリ類、シオグサ類、ミル、ハネモ、フサイワツタなど。

褐藻類：シオミドロ類、クロガシラ類、アミジグサ、フクリンアミジ、コモングサ、シワヤハズ、ヘラヤハズ、ウミウチワ、ウスユキウチワ、コナウミウチワ、シワノカワ、ネバリモ、クロモ、フトモズク、モズク、イシゲ、イロロ、ケウルシグサ、ハバモドキ、イワヒゲ、フクロノリ、カヤモノリ、ワタモ、カゴメノリ、ハバノリ、クロメ、アラメ、ワカメ、ジョロモク、ヒジキ、ヤツタモク、フシスジモク、トゲモク、イソモク、タマハハキモク、アカモク、ノコギリモク、ヨレモク、ホンダワラ、ウミトラノオ、アキヨレモク、マメタワラ、ヤナギモク、ナラサモ、エゾノネジモク、スギモクなど。この他に打ち上げで、ケヤリ、タバコグサなども稀に得られる。

紅藻類：アマノリ類、カモガシラノリ、ベニモズク、カギノリ、マクサ、オバクサ、ヒメテングサ、ヨレクサ、イソウメモドキ、ナミノハナ、ウスカワカニノテ、ビリヒバ、ムカデノリ、キョウノヒモ、サクラノリ、フダラク、マツノリ、ハナフノリ、フクロフノリ、ユカリ、ホソバミリン、イバラノリ、カギイバラノリ、オゴノリ、カバノリ、オキツノリ、ツノマタ、ワツナギソウ、フシツナギ、コスジフシツナギ、タオヤギソウ、エゴノリ、ケイギス、ハネイギス、カギウスバノリ、アヤニシキ、ダジア類、ショウジョウケノリを含むイトグサ類、ヤナギノリ、ユナ、コザネモ、イソムラサキ、シマダジア、クロソゾ、ミツデソゾ、マギレソゾ、コブソゾ、ハネソゾ、ジャバラノリ、イトフジマツなど。打ち上げではヒビロード、エナシカリメニア、ユルジギヌ、トサカノリ、ミリンなど。

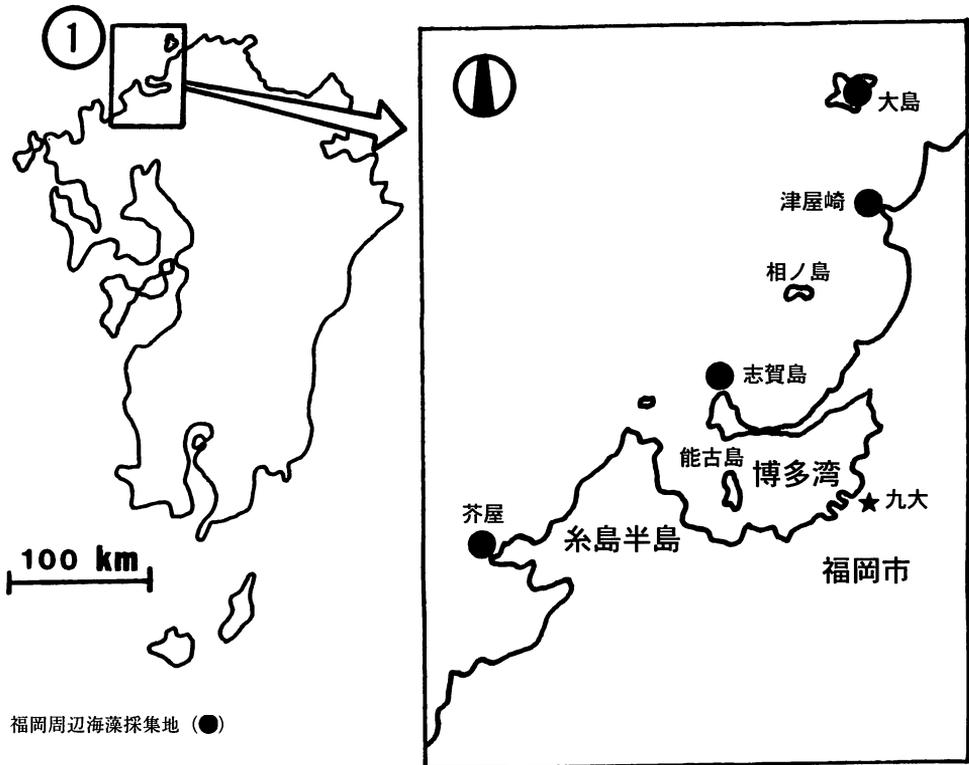


図1. 福岡周辺海藻採集地 (●)

## 2. 博多湾周辺 (車で30-40分、バスで1時間程度)

博多湾周辺で海藻を採集する場合、湾内と湾外ではかなり様相が異なることをまず言っておきたい。

博多湾の外側になる志賀島の北部から東部にかけては連続した岩礁地帯で、ほぼ津屋崎海岸と同様の藻類植生がみられる。採集には最北部の勝馬付近(図5)が大きな平磯となっており最適であろう。

一方、大都市福岡をひかえる半閉鎖的な博多湾内はかなり富栄養化していると考えられる。というのも、近年、湾最奥部の和白周辺ではアオサ類の増殖が顕著にみられ、それらが打ち上げられ腐敗することにより、景観的にも衛生的にも問題が生じてきているからである。筆者らの教室では、ここ数年来、アオサ類を中心に博多湾における海藻類の生態調査に着手しており、昨年是一年間にわたり植生の調査も行った。その結果の詳細は今年中に公表する予定であるが、概略を述べれば、湾全体では約100種の付着藻類の生育が確認され、湾口に近い部分では種数が比較的多いものの(約70種)、湾中央部では半減し(ほぼ30種)、湾奥では専らアオサ類のみが優占した。この生育種数の違いは地形的な差というより富栄養化との関連が強いと筆

者らは考えている。ちなみに、福岡市環境局環境保全部が発行している「平成7年版福岡市の環境」によれば、博多湾東部海域でのCOD値は周年2.0-6.0mg/lの範囲にあり、環境目標(B類型、COD75% 3mg/l以下)の達成に至っていないとしている。博多湾藻類植生調査で明らかになったもう一つの点は、湾内では大型褐藻類の生育種数も量も減少し、「藻場」といってよいような大型海藻類群落はほとんど存在しないことである。

このように博多湾は海藻類にとってはあまり好ましくない環境のようだが、中にはハネモの一種やタマハハキモク、あるいはウラボソのように、むしろ湾内に多数の生育が認められる種もある。博多湾の海藻類については筆者らの研究室で今後も研究を継続していくつもりである。

## 3. その他

その他の採集地点として、多少福岡市内からは遠くなるが、3箇所挙げておく。

まず、大島。ここは、地図にも示したように、かなり大きな島であり、周囲はほぼ全体が岩礁地帯となっ

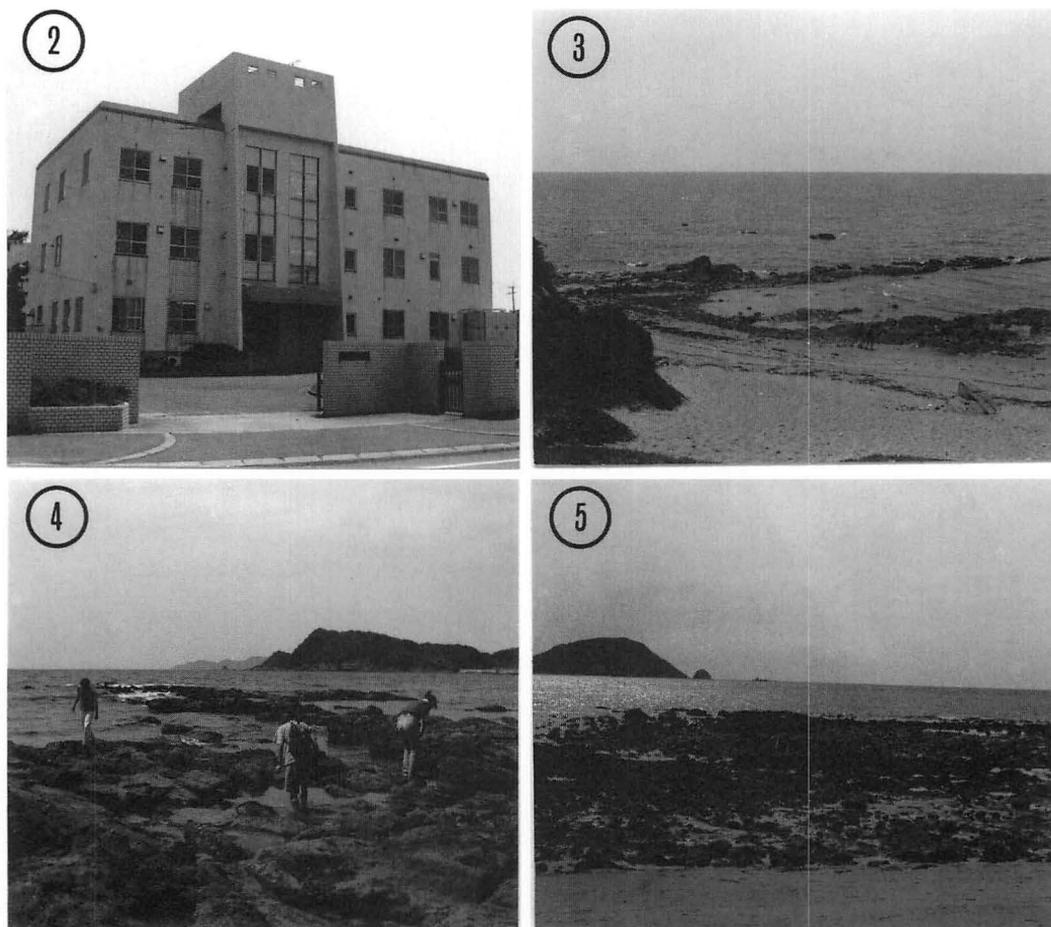


図2. 水産実験所，図3・4. 津屋崎海岸，図5. 勝馬（志賀島北部）

ている。対岸の神湊からフェリーで15分である。フェリーの便数は比較的多いが、島内をまわるバスはないので移動はタクシーが必要となる。海藻植生は津屋崎とほぼ同様だが、津屋崎には出現しない種も若干みられる。

次に、糸島半島の西端にあたる芥屋。糸島半島は全体にわたって転石の磯が多いが、この芥屋は平磯となっていて採集がしやすく、海藻の生育も多い地点である。

最後に、隣の佐賀県で1箇所挙げるとすれば、波戸岬が磯も大きく採集しやすい場所である。ここは海中展望塔もある公園となっていて、休日は家族連れで賑わう所である。

以上、福岡周辺の採集地を紹介した。参考になれば幸いである。尚、水産実験所の利用については、直接実験所への施設利用の申し込みと、九大農学部庶務掛への宿泊利用の申し込みの両方が必要となるので、利用をお考えの方はまず問い合わせることをお勧めする。

九州大学農学部付属水産実験所：宗像郡津屋崎町津屋崎 2506 tel: 0940-52-0163

農学部庶務掛：福岡市東区箱崎6-10-1 tel: 092-642-2802

(九州大学農学部水産学第二教室 〒 812 福岡市東区箱崎 6-10-1)



# 鶴岡英作：愛媛県のクロキズタ

クロキズタ *Caulerpa scalpelliformis* (R.Brown) Ag. var. *intermedia* (Decsn.) Weber van Bosse はイワズタ科に属し、茎状部は転石・小石まじりの砂地上をはい、長く薄い葉状部を上方にだす。葉状部のへりには鋸歯状のきれこみが規則正しく並び、長さも10~30 cmにまで成長するので、同科のなかでも容易に他種と区別することができる。

岡村 (1921) は明治43年 (1910) 9月29日に島根県隠岐島黒木御所跡の近くで一種の緑藻を採集し、クロキズタと命名した。そしてこれまでインド洋で知られていた *Caulerpa scalpelliformis* var. *denticulata* に当てた。分布的にも特異であるとして、国の天然記念物に指定されている (千原 1980, 1981)。さらに岡村 (1936) は愛媛県西宇和郡川之石小島 (1928年) を採集地として追加した。その後、野村 (1957) が愛媛県西宇和郡伊方町仁田之浜の海岸で昭和29年5月4日に発見する

まで、クロキズタの記録はなかった。野村 (1959) は高知県沖の島で昭和33, 34年にクロキズタが採集されたことを報告した。その後、愛媛県伊方町では昭和50年に本藻を町の天然記念物に指定したが、台風によって仁田之浜地先のものが失われた。しかし、仁田之浜漁港内のものがわずかに残り、これを伊方町と地元漁業者が保護に努めていた。

Tanaka (1965) は奄美大島からクロキズタによく似た種類を発見し、変種のレベルでの検討をして、島根県や愛媛県のは var. *intermedia* であり、奄美大島の標本が var. *denticulata* に当てられるとして、この変種にアマミノクロキズタの和名を与えた。

今回、筆者の調査により、前述の伊方町仁田之浜漁港を含めて3箇所でクロキズタの生息が確認できたので報告する。

1997年1月15日の調査では、愛媛県伊方町大浜沖

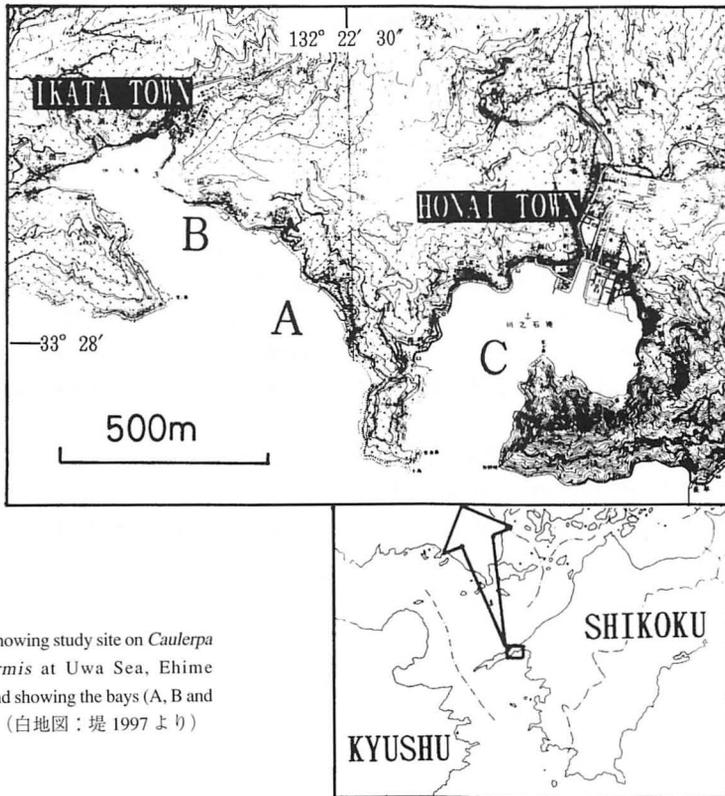


Fig. 1. Map showing study site on *Caulerpa scalpelliformis* at Uwa Sea, Ehime Prefecture, and showing the bays (A, B and C) explored. (白地図：堤 1997 より)

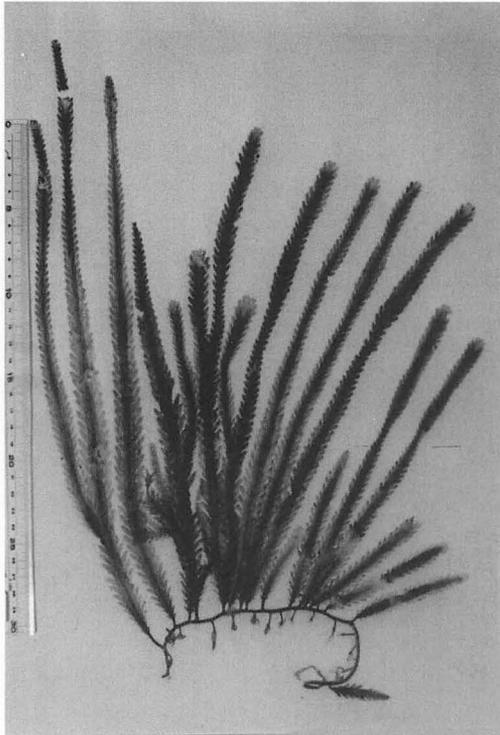


Fig. 2. *Caulerpa scalpelliformis* (R. Brown) Ag. var. *intermedia* (Decsn.) Weber van Bosse collected at Ikata Town in spring.

100 m (Fig.1-A) の海底 (水深約 3m) で採集した。砂地上の直径 10 cm 足らずの転石上に匍匐しており、葉状部の長さが最大で 5 cm、幅は最大で 11 mm と小型であった。

また 1997 年 1 月 24 日の調査では、愛媛県伊方町仁田之浜漁港内 (Fig.1-B) の砂地上に横たわる船舶係留用のロープおよび周囲の海底 (水深約 3 m) に匍匐し、港内のいたるところに 2 m ~ 3 m 四方のマット状の群落を形成していた。こちらは葉状部の長さが最大で 15 cm、幅は最大で 15 mm であった。

さらに 1997 年 3 月 10 日の潜水調査では、愛媛県保内町川之石松が鼻周辺の砂浜沖 10 m ~ 50 m (Fig.1-C) の海底 (水深約 2 m ~ 4 m) に、沖合 5 m ~ 15 m、海

岸線に沿って 20 m ~ 100 m の群落を数カ所確認した。こちらは葉状部の長さが最大で 18 cm、幅は最大で 18 mm であった。また同調査では、前述の仁田之浜漁港内 (水深約 3 m) の個体が葉状部の長さが最大で 36 cm、幅は最大で 21 mm に成長していることを確認した。(Fig.2)

今回の調査で、愛媛県内の 3 箇所でクロキズタの生息が確認された。さらに、周辺地域においてもクロキズタを過去に見たことがあるという地元の漁業関係者が複数いることから、今後も調査を継続し、本種の分布を確認する必要がある。

最後にこの場を借りて、寒中潜水して調査に協力していただいた潜水士黒田君氏、ならびに情報を提供していただいたワーク伊方・檜尾博一氏、医師小川文一郎氏、伊方町教育委員会は澤邦久氏、さらに本稿へのご助言をいただいた北海道大学名誉教授の吉田忠生博士に心よりお礼を申し上げる。

#### 参考文献

- 千原光雄 1980. 天然記念物の藻類, 植物と自然14(7): 41-47
- 千原光雄 1981. 学研生物図鑑「海藻」, 学習研究社, 東京.
- 野村義弘 1957. クロキズタ *Caulerpa scalpelliformis* (R. Brown) Ag. var. *denticulata* (Decsn.) Weber van Bosse の一産地. 藻類 5: 25.
- 野村義弘. 1959. クロキズタ *Caulerpa scalpelliformis* (R. Brown) Ag. var. *denticulata* (Decsn.) Weber van Bosse の新産地. 藻類 7: 27-28.
- 岡村金太郎. 1921. 日本藻類図譜 4, 丸善, 東京.
- 岡村金太郎. 1936. 日本海藻誌, 内田老鶴圃, 東京.
- Tanaka, T. 1965. Studies on some marine algae from Southern Japan VL. Mem. Fac. Lit. Kagoshima Univ. 14: 52-71.
- 堤愼一 1997. かべにはって使える大判・日本白地図, 教育書籍. 東京.

(国立大洲青年の家 〒795 愛媛県大洲市北只 1086)

## 二宮早由子：野村義広氏により保存されたクロキヅタ

仕事を兼ねて、筆者は20年近く、愛媛県西宇和郡伊方町の海藻の生育調査を行っている。最近のこの伊方町でのクロキヅタ再発見のニュースを聞き、野村義広という研究者によってこの海藻が保存されていることを紹介しようと思った。

数年前の夏、北海道大学理学部の標本庫を訪れる機会があり、野村義広氏が伊方町で採集された標本が数多く所蔵されているのに気付いた。標本総数は約163点で、未同定種を含めて79種が所蔵されている。これらの標本は種の同定依頼のために、当時在籍しておられた山田幸男教授に送られたとのことである(山田1956)。野村氏は、クロキヅタの新生息地に関する報告などを「藻類」に発表されており(野村 1957, 1958, 1959)、藻類学会への貢献は少なくない。ここに、愛媛県伊方町の熱心な植物研究者野村義広氏の略歴を紹介し、氏とクロキヅタとの関わりについて紹介する。

本稿をまとめるにあたって、朝子夫人とご子息の野村安孝氏からお伺いした話と、後述する氏の句集「クロキヅタ」を参考にさせていただいた。

## 野村義広氏 略歴

- 明治31年(1897) 愛媛県西宇和郡三瓶町和泉に生まれる。
- 大正6年(1917) 愛媛県立農業技術員養成所、農業普及員として勤務。
- 大正12年(1923) 愛媛県内の中学校、高校の教員として勤務。
- 昭和29年(1954) 伊方中学校退職。同年、伊方仁田之浜海中で自生『クロキヅタ』を、また、出石寺付近で『トゲヤマルリソウ』を発見、報告。
- 昭和34年(1959) 日本シダの会に標本を送付提出。また、八幡浜地方の植物方言を詳細に調査報告する。同年、四国南西部沖の島付近に『クロキヅタ』の自生場所のあることを発見(野村 1959)。
- 昭和35年(1960) 『愛媛県におけるタマシダ自生地の北限』『シモツケヌリトラノオの新生地』を発表。
- 昭和37年(1962) 国立科学博物館の第26回おしぼ展に出品、以来計6回出品。
- 昭和39年(1964) 愛媛県鹿野川ダムで四国産の新記

録である『コバノチョウセンエノキ』を発見、報告。

昭和45年(1970) 伊方町湊浦の自宅にて逝去。享年73歳。

氏は牧野富太郎博士、山田幸男博士、京都大学、東京大学に数々の植物標本を送られていた。北大に寄贈された標本から推定すると、海藻の採集を始められたのは1952年頃からと思われる。氏は主に宇和海から佐田岬にかけて精力的にご自身で調査され、厳寒のころも夜遅くまで標本を作成されておられたとのことである(夫人談)。婦人が心配すると、『わからないものはどんどん先生に送って調べて戴くから、少しも苦勞とは思わない。こういう人間が各地にいることが大切だ』と話しておられたとのことである。

クロキヅタの貴重な生育地の保護に強い関心を持たれておられたことが、高知県沖ノ島からの該種の報告原稿に添付された日本藻類学会宛の手紙(昭和34年6月6日付)から推察される。以下に原文のまま引用する。「伊方町仁田之浜海岸のクロキヅタは今年になり更に北方へ百米蔓延し目下仁田之浜海岸線六百米にわたり蔓延し、最低潮線三十糎より(海水面上一尺位出る)最低潮線下二米(またはそれ以下)の岩礁又は石上に群生(群生箇所十一箇所)し、葉状体体高七糎より大なるもの二十七糎にもなり、盛に生育してをり、現在の状態であれば絶滅することは先づないだらうと考えられます。御報知申し上げます。」野村氏の手紙は



図1. 伊方町湊浦の係留ロープに付着繁茂するクロキヅタ(水中写真)。

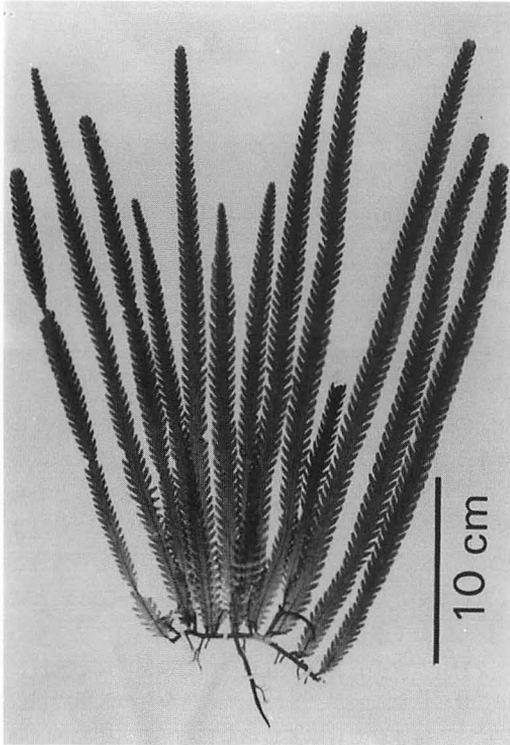


図2. クロキヅタの標本写真。

投稿原稿に添えて送付された乾燥標本と共に、北大理学部標本庫に保管されている (SAP 028259)。

筆者はクロキヅタを見るために伊方町湊浦の漁港へ行った。そこで故野村氏の教え子だった漁師さんたちにお会いし、昔話をいろいろ伺ったが、貴重な海藻であると教えられ、石に結び付けては海中に投入し、繁殖させて、今でも非常に大切にしているということであった。港の中の海底にはこの海藻がたくさん繁茂し、一部は船を係留するロープに付いて水中に浮いた

状態で繁茂していた(Fig.1)。また、町役場にはおしぼ標本が展示してあり、大切に保管されていた。

野村氏は野村螺岳泉としても知られる俳人であり、著名な詩人高橋新吉氏の詩碑と並んで伊方明治公園に氏の句碑が建立されている。また、朝子夫人によって編まれた氏の句集「クロキヅタ」は1983年に出版されている。

クロキヅタに限らず野村氏が伊方町で丹念に調査され、作成された標本は実際の研究に有効に活用されており(Yoshida 1983)、今後の海藻の種属誌の研究にも大いに貢献し続けることであろう。氏の努力によって長年大切に保存生育されている、伊方町のクロキヅタの標本写真(Fig.2)を掲載し、貴重な生育地が急激な環境変化によって失われることのないよう祈りたい。

終わりに、標本の同定には吉田忠生博士に、資料提供等には増田道夫博士にご助言、ご協力いただきました。お礼申し上げます。

#### 参考文献

- 野村義広 1957. クロキヅタ *Caulerpa scalepelliformis* (R. Brown) Ag. var. *denticulata* (Decsn.) Weber van Bosse の一産地. 藻類 5:25.
- 野村義広 1958. 愛媛県に於けるイソスギナ・クロキヅタ・シマソゾの北限自生地について. 藻類 6:107.
- 野村義広 1959. クロキヅタ *Caulerpa scalepelliformis* (R. Brown) Ag. var. *denticulata* (Decsn.) Weber van Bosse の新産地. 藻類 7: 97-98.
- 山田幸男 1956. シマソゾ (*Laurencia amabilis* Yamada) の新産地. 藻類 4: 97-98.
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany) 13: 99-246.
- ((株) 東京久栄 〒333 川口市芝鶴ヶ丸 6906-10)

## 藤田大介：ナホトカ号の事故で流出した重油の沿岸漂着と海藻 II — 石川県でのその後 —

石川県では、春を迎えても重油の回収作業が綿々と続けられた。回収は、漁獲物への風評被害が懸念されたため、油処理剤は用いられず、もっぱら人海戦術で行われた。なお、環境への配慮から、油を微粒子化して飛散させる高圧ポンプ類についても、使用は極力押さえられた。当初、気の遠くなるような除去が想定されていたが、県内は勿論、県外からも多数のボランティアの参加や自衛隊の出動があり、地道な除去作業が続けられ、事態は比較的早く收拾することができた。しかし、重油の除去は過酷な労働で、気分が悪くなったり怪我をしたりした人が続出したほか、犠牲者も出たことは忘れてはならない。

事故から2カ月後、羽咋市など、一部の沿岸市町では、再漂着も収まり除去も進んだことから、一次終息宣言が出された。全県的な油災の区切りとなったのは、4月27日に重油漂着18市町で一斉に行われた「ビーチリカバリー県民運動」の海岸清掃で、翌28日には県災害対策本部も解散された。その後、5月に入り、能登半島沖合に浮かぶ舳倉島や七つ島などについて、海女らによる仕上げの回収が行われた。5月22日、県の油流出環境影響調査委員会は、3月までの水質・底質、生物調査の結果から、油の分解・拡散が進み、動植物への影響も少なくなっていることを報告した。6月に入り、水産庁も、日本海の水の幸に重油の影響は殆ど認められないという内容の中間報告を発表した。

夏の観光シーズンを前に、県沿岸の景観はほぼ原状回復した。4月下旬には、海で生まれた稚アユの河川遡上が認められた。渚のドライブウエー（千里浜）には車の賑わいが戻り、海水浴場についても安全宣言が出され、珠洲市では、揚げ浜式塩田での塩作りも例年通り行われた。しかし、門前町の琴が浜では「泣き砂」の砂粒が重油で汚れたために音を出さなくなったと言われており、今後、岩の隙間などに残った重油が気温の上昇に伴い溶け出すことも懸念されており、遺恨は多く残されている。

地元の研究者の議論や活動も活発となり、C重油由来の発ガン性物質、重油分解細菌などの話題が新聞紙上によく登場した。また、いくつか自主的な研究グループが組織され、中・長期を想定した海洋生物モニタリングや生物検定についても、現在、積極的に取り組まれている。しかし、大学研究者間のトラブル（発表

内容の新規性に対する疑問、「売名行為」であるとの誹謗中傷）が新聞紙上で話題となったことがあり、研究者の人間性や社会問題への取り組み態度、マスコミの研究報道姿勢について、改めて考えさせられる場面もあった。

生物関係では、海鳥と海藻が話題に上がることが多かった。海鳥については、貴重な繁殖地へ重油漂着状況や油まみれになった鳥の写真をよく目にした。繁殖地の七つ島では、本土沿岸と比べて1万倍以上の重油分解細菌が出現しているということで、これについては、海鳥の糞による栄養供給効果も考えられており、海藻の研究者として大いに関心を抱いた。

前号で述べた海藻との係わりうち、ホンダワラ類については、その後、ほとんど話題にならなかった。一方、岩ノリについては、富来町福浦で予想被害が800万円と報じられたほか、他の地区においても油漂着後に採取された岩ノリ出荷は取りやめとなった。岩ノリについては、来年以降のノリ胞子の着生をほう助する目的で、コンクリート製の擬似岩礁の設置が提案された。これは、自然岩礁の起伏を型取りしたもので、材質の「エコ・コンクリート」は通常よりもアルカリ性が弱いということである。4月下旬、舳倉島に渡った輪島市の漁業関係者らは、油で汚れたツルアラメ（地元でカジメと呼ばれる）などの海藻を処分した。5月に入り、ワカメ収穫の最盛期を迎えたが、生育は順調、品質も上々と報じられた。

私が個人的に何度か相談を受けたのは、潮間帯に生育する海藻の白化現象と重油漂着との関係であった。潮間帯の白化現象については、詳細な継続観察が行われたり深浅移植などの実験が行われたりした例はないが、春の大潮の頃、恐らく、干出期間が長くなったり低温・低塩分水に晒されたりすることが原因で、潮間帯のポリヒバなどの有節サンゴモが漂白したように白くなるとともに、カタノリやシオグサなど、他の海藻も枯死する現象である。この現象はほぼ毎春認められているものであるが、これと重油被害域との識別が困難であるということであった。日頃の海藻群落の構造や変動パターンを把握しておくことがいかに大切なか、改めて思い知らされた事件であった。

（金沢市三社町 3-18-301）

## 藤田大介：水産試験場研究報告の藻類関係論文リスト (1991～1995年)

藻類を扱っている研究機関や教育機関は全国に数多くある。水産試験場もその1つで、奈良県を除く各都道府県に少なくとも1つは設置されており、そのうちの多くが自前の研究報告を刊行している。機関の性質上、扱っている藻類は沿岸または内水面の分類群に限られ、管轄域の環境や生産を意識した生態や技術に関する研究が圧倒的に多い。また、行政機関であるために、県庁の所轄課や他の機関との人事交流、事業のたらい回し、多重業務などの問題を抱えており、思うように研究成果がまとめられなかったり、門外漢が担当となったり、時には政治的な配慮から公表を制限されるような場合もある。また、研究報告と一口に言っても、内容はもちろん、編集方針、体裁、審査体制、発行回数、サーキュレーション、事業報告や年報との重複性などは大きく異なる。しかし、多くの水産試験場は数十年、古い場合には百年の歴史があって津々浦々の貴重なデータが積み重ねられており、各地域の情報源として、まず目を向ける価値がある。そこで、最近(1991～1995年)の各都道府県の水産試験場研究報告の中から藻類関係の論文を拾い出してリストとして紹介し、会員の便宜を図ることにした。1996年分以降については、年に1回くらいの頻度で紹介していきたい。

このリストには、藻類(及びその他の水生植物)自身を扱った論文のほか、藻類の生育環境や動物との関係などを扱った論文も含めてあるが、藻類が論文の中で重きを成していないもの(例えば、動物飼育実験の餌料としてのみ用いられている場合)については割愛した。なお、研究報告が発刊されていない水産試験場においても、事業報告、年報、ニュースなどに貴重な資料が掲載されていることを申し添えておく。また、複写依頼などは受けかねるので、JICSTや図書館などの複写サービスをご利用いただきたい。

### 北海道立水産試験場研究報告

- 1991 36:19-38 名畑進一：北海道後志沿岸の海藻
- 1992 38:1-14 名畑進一・阿部英治・垣内政宏：北海道南西部大成町の磯焼け
- 1993 40:21-29 吾妻行雄・中多章文・松山恵二：キタムラサキウニのホソメコンブに対する摂餌と同化
- 1993 43:25-35 名畑進一・阿部英治・垣内政宏：寿都町磯谷の2年生コンブの生態と種苗移植実験

### 北海道立水産孵化場研究報告

- 1995 49:17-23 浅見大樹・今田和史・安富亮平・伊沢敏穂：北海道能取湖における植物プランクトンと栄養塩の周年サイクル

### 茨城県水産試験場研究報告

- 1992 30:93-100 岩崎 順：麻痺性貝毒プランクトン *Alexandrium catenella* の増殖に及ぼす水温・塩分およびPHの影響
- 1992 30:109-113 高島葉二・児玉正碩：異なる餌料藻種、餌料濃度による二枚貝の飼育試験と濾水量の変動
- 1992 31:23-28 高島葉二・児玉正碩・柳田洋一・川野辺誠：微小藻類5種の培養試験と二枚貝に対する餌料価値

### 茨城県内水面水産試験場研究報告

- 1991 27:28-48 浜田篤信・河崎 正・外岡健夫・喜多 明：霞ヶ浦の水生植物帯の生態学的検討
- 1991 27:73-88 浜田篤信・河崎 正・外岡健夫・喜多 明：霞ヶ浦抽水植物帯の水質特性
- 1991 27:89-97 浜田篤信・河崎 正・外岡健夫・喜多 明：霞ヶ浦抽水植物帯の脱窒について
- 1991 27:124-134 柳田洋一：単細胞緑藻 *Scenedesmus quadricauda* の大規模培養と淡水産ワムシに対する餌料としての有効性について
- 1991 27:135-166 川前政幸：フナ・コイの産卵場としての水生植物帯の機能について
- 1992 28:124-127 柳田洋一：微小緑藻 *Scenedesmus quadricauda* を用いた除草剤の影響評価法
- 1995 31:36-48 松原尚人・外岡健夫：霞ヶ浦・北浦における水生植物帯の現状について
- 1995 31:55-65 佐々木道也・外岡健夫：霞ヶ浦・北浦における *Phormidium* の増殖について

- 1995 31:83-91 岩崎 順：涸沼・那珂川河口域に発生する赤潮（総説）
- 栃木県水産試験場研究報告
- 1994 38:3-12 中村智幸・田中和明：鬼怒川推計川治ダムにおける水質ならびにプランクトンの季節変化と年変化
- 埼玉県水産試験場研究報告
- 1991 50:55-62 鈴木邦雄・田崎志郎・野村博・田中繁雄：大血川に自生するカワノリについて
- 1994 53:61-66 大友芳成・鈴木邦雄・高野昌宏：カワノリの移植試験
- 千葉県水産試験場研究報告
- 1992 50:37-43 土屋 仁：ノリのフリーリビング糸状体の凍結保存について-Ⅱ凍害防御剤と凍結方法について
- 1992 50:45-51 古畑和哉：東京湾における植物プランクトン量と水質5項目に関する多変量解析の試み
- 1994 52:27-30 土屋 仁：ノリのフリーリビング糸状体の凍結保存について-Ⅲ液体窒素による凍結保存について
- 1994 52:65-78 古畑和哉・兼子昭夫：1989年秋季から1990年春季までの東京湾における植物プランクトンの現存量および種の変化と環境
- 神奈川県淡水試験場報告
- 1993 29:38-40 勝呂尚之：ベヘレイ仔魚飼育水中へのクロレラの添加効果
- 新潟県内水面水産試験場調査研究報告
- 1993 19:9-16 兵藤則行・大久保久直：加治川における抽水植物群落の水深、流速、照度、底質
- 富山県水産試験場研究報告
- 1991 3:1-6 藤田大介・岩瀬洋一郎・坂田完三：サングモ類も海産腹足類に対する摂餌刺激物質を含有している（英文）
- 1995 6:1-15 藤田大介・湯口能生夫：富山県朝日町宮崎沿岸の海藻
- 静岡県水産試験場研究報告
- 1992 27:33-40 花井孝之・長谷川 仁・長谷川雅俊・野田浩之・野中敬八：浜名湖における *Gymnodinium nagasakiense* 赤潮の発生状況について
- 1995 30:17-21 石田孝行・阿久津哲也・鳥澤一矢：付着珪藻4種がメガイアワビ幼生に対する変態誘起効果および初期稚貝の成長に及ぼす効果
- 愛知研水産試験場研究報告
- 1993 1:59-62 伏屋 満：養殖ノリの葉体基部の発達に及ぼす付着密度の影響
- 1993 1:63-72 井野川仲男・石田基雄・黒田伸郎・蒲原 聡・岡田 元：夏季の三河湾における窒素の収支－PONを3区分する試み－
- 1995 2:1-5 大澤 博・山田 智：イソクリシスのミルクガイ初期稚貝に対する餌料価値
- 1995 2:7-15 坂口泰治・石田基雄・井野川仲男・向井良吉・黒田伸郎：希釈法を用いた三河湾における微小動物プランクトンの摂食量の測定
- 1995 2:17-32 阿知波英明：知多半島沿岸域の環境特性－季節変動と年変動－
- 1995 2:51-53 石田基雄・坂口泰治・奥村正直・山田靖治・石川直久・大島泰克：三河湾で発生した *Alexandrium affine* の赤潮について
- 滋賀県水産試験場研究報告
- 1995 44:1-517 山中治ほか：昭和54年～平成3年度琵琶湖におけるウログレナ赤潮調査事業報告集
- 和歌山県水産増殖試験場報告
- 1991 22:18-19 木村 創：褐藻クロメの組織培養
- 1992 23:18-20 木村 創：褐藻カジメの組織培養
- 1993 24:17-21 木村 創：養殖ヒロメの沖出し時期と成長
- 1993 25:17-19 木村 創：ヒロメ幼芽の沖出し時期の検討
- 1994 26:12-16 木村 創：養殖ヒロメにおける魚類の捕食

1995 27:8-11 木村 創：下芳様湾におけるヒロメ、アントクメの繁茂状況について

1995 27:29-34 木村 創：ヒロメの組織培養方法の検討

#### 京都府立海洋センター研究報告

1993 16:43-49 西岡純・和田洋蔵・今西裕一：久美浜湾における *Gymnodinium catenatum* (DINOPHYCEAE)の出現について

1994 17:72-79 道家章生・宗清正廣・辻秀二・井谷匡志：京都府の海藻－I 舞鶴湾の海藻分布

1995 18:22-27 道家章生・宗清正廣・辻秀二・井谷匡志：京都府の海藻－II 宮津湾の海藻分布

1995 18:28-33 道家章生・宗清正廣・辻秀二・井谷匡志：京都府の海藻－III 若狭湾西部海域におけるホンダワラ類の成熟期

#### 兵庫県立水産試験場研究報告

1991 29:17-23 谷田圭亮・増田恵一：プロトプラストを選抜育種に用いた養殖ノリ形質の固定化

1991 29:25-29 増田恵一・谷田圭亮：日本海西部沿岸域におけるアマノリ類の分布

1991 29:31-40 反田實・眞鍋武彦：主成分分析によるクロロフィル分布の解析

1991 29:51-52 谷田圭亮・西田一豊・増田恵一：アメフラシ粗酵素を用いた養殖ノリプロトプラストの作出

1992 30:37-47 増田恵一・谷田圭亮・山内幸児：明石海峡周辺のノリ養殖漁場における環境と生産の特性

1992 30:49-53 谷田圭亮・増田恵一：プロトプラストを利用した養殖ノリ選抜品種の養殖試験

1992 30:55-58 谷田圭亮・増田恵一：養殖ノリプロトプラストの基質に対する付着能

1992 30:65-66 谷田圭亮・増田恵一・西田一豊：アメフラシ粗酵素により作出した養殖ノリプロトプラストの生長と生残

1994 31:25-30 原田和弘・中本幸一・山本強・金尾博和・杉野雅彦：濃縮ナンノクロロプシスの保存と再培養

1994 31:31-40 谷田圭亮・増田恵一：バイオプラスチック製ノリ養殖網を用いた野外養殖試験

1994 31:41-46 谷田圭亮・増田恵一・高瀬博文：兵庫県明石浦地先ノリ養殖漁場におけるバリカン症の発生要因について

1994 31:47-52 谷田圭亮・増田恵一：養殖ノリの葉緑体DNA抽出方法の検討

1994 31:53-58 増田恵一・谷田圭亮：アマノリ葉緑体および糸状体のアイソザイムについて

1994 31:63-64 谷田圭亮・増田恵一：プロトプラスト培養系を利用した養殖ノリ色素変異体の固定（短報）

1994 31:79-89 谷田圭亮・増田恵一・高瀬博文・西田一豊・小西好：1992年度ノリ漁期において兵庫県下で広範囲に発生した「穴あき症」について

1995 32:9-17 長井敏・宮原一隆・堀豊：1994-1995年冬期播磨灘に大量発生した *Thalassiosira* sp. について

1995 32:27-36 増田恵一・水田章：各種プラスチック繊維上でのノリ葉体の付着状況について

#### 岡山県水産試験場研究報告

1994 9:22-28 草加耕司・泉川晃一：赤穂市地先養殖漁場におけるノリ芽流失調査（1993年）

1994 9:111-113 岩本俊樹・藤沢邦康・草加耕司：岡山県のノリ養殖場の溶存態無機窒素の分布（平成5年度）

#### 広島県水産試験場研究報告

1994 18:27-34 楠木豊・平田貞郎：3種の微細藻類のカキへの餌料価値

#### 山口県内海水産試験場報告

1992 21:62-70 山本 翠・今井 厚・吉岡定範：山口湾ノリ浮き流し漁場におけるバリカン症試験－I

1993 22:95-99 山本 翠・今井 厚・金井大成：山口湾ノリ浮き流し漁場におけるバリカン症試験－II

1993 22:149-153 馬場俊典・桧山節久・池田武彦・桃山和夫：1991年度夏季の徳山湾におけるギムノディニウム赤潮の発生について

1993 22:154-160 桧山節久・馬場俊典・桃山和夫・池田武彦：1991年の夏季に山口県内海東部海域に発生したギムノディニウム赤潮について

1994 24:22-25 馬場俊典・桧山節久・池田武彦・桃山和夫：貝毒に関する報告－4 仙崎湾における貝毒原因プランクトンの出現と養殖カキの毒化について

## 山口県外海水産試験場報告

1995 25:30-34 角田信孝・水津洋志・由良野範義：アカウニに対する褐藻類3種の餌料価値

## 香川県赤潮研究所研究報告(1992/4)

1992 4:1-90 吉松定昭：瀬戸内海における赤潮生物，特に渦鞭毛藻類 *Alexandrium* 属2種、ラフィド藻類3種の生活史に関する研究

## 福岡県水産海洋技術センター研究報告

(福岡県福岡水産試験場研究報告) \*

1991 17:33-38 伊藤輝昭・恵崎 撰：磯漁場における海藻生産量に関する研究－II－ 岩屋地先におけるツルアラメ群落の年齢構造と生産量について－

(福岡県豊前水産試験場研究報告) \*\*

1992 3:67-71 上妻智行・瀧口克己・藤本敏昭：ナマコ漁場周辺域における環境特性について

1992 3:151-158 吉田幹英・神菌真人・石田雅俊：1989年夏季の豊前海における *Chattonella* spp. の出現状況

1992 3:159-166 寺田和夫・神菌真人・吉田幹英：周防灘西部（豊前海）における基礎生産について（第II報）

1993 4:143-144 徳田眞孝・神菌真人・吉田幹英：1990年冬期に福岡県豊前海で発生した赤変カキについて（短報）

1993 4:159-167 上妻智行・藤本敏昭：福岡県豊前海ののり養殖業を取り巻く諸環境について－I 生産構造の変化と生産特性について

1993 4:169-173 吉田幹英・神菌真人・寺田和夫：豊前海の赤潮発生状況について（第XVII報）

1993 4:175-179 吉田幹英・神菌真人・石田雅俊：豊前海の赤潮発生状況について（第XVIII報）

1993 4:181-184 吉田幹英・神菌真人：プランクトンの出現状況からみた豊前海の海域特性

1994 5:145-153 上妻智行・藤本敏昭：福岡県豊前海ののり養殖業を取り巻く諸環境について－I のり養殖漁家経営の実態

1994 5:163-167 江藤拓也・神菌真人・吉田幹英・荒田敏生：豊前海の赤潮発生状況について（第XIX報）

(福岡県有明水産試験場研究業務報告) \*\*\*

1992 H2:1-7 半田亮司・池田伸義・岩渕光伸・福永 剛・山下輝昌：ノリ養殖の漁場環境及び生産変動に関する調査

1992 H2:9-25 岩渕光伸・福永 剛：ノリのプロトプラスト単離細胞及び組織片の培養による優良株クローン種苗化技術開発研究 (V)

1992 H2:27-31 半田亮司：有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長

1992 H2:33-60 半田亮司・岩渕光伸・福永 剛・池田伸義・山下輝昌：高品質ノリ生産技術の開発に関する研究 (I)

1992 H2:61-63 福永 剛・半田亮司・山下輝昌：直接蛍光抗体法を応用したスミノリ症予察手法について

1992 H2:115-120 本田一三・半田亮司・山本千裕：赤潮貝毒監視調査事業

1992 H2:157-164 山本千裕・切田正憲・本田一三：珪藻赤潮の出現とその環境要因に関する研究

1992 H2:165-173 本田一三・切田正憲・山本千裕：大牟田地先ノリ漁場の環境特性調査

1992 H2:175-178 山本千裕・切田正憲・本田一三：平成2年度赤潮発生状況について

(福岡県水産海洋技術センター研究報告) ←\* . \*\* . \*\*\*

1993 1:171-184 山下輝昌：乾ノリのくもり及びスミノリ症とノリ葉体の硬さとの関係

1993 1:185-189 福永 剛・半田亮司・山下輝昌：ノリの細菌性病原体の直接蛍光抗体法による識別

1993 1:217-232 半田亮司・山下輝昌：有明海福岡地先のノリ養殖における秋芽生産の変動要因について

1993 3:1-68 切田正憲：有明海におけるノリ生産の安定化に関する研究

1994 2:85-86 岩渕光伸・福永 剛：ノリプロトプラストの再生に及ぼすストレプトマイシンの影響

1994 2:135-141 半田亮司・岩渕光伸・福永 剛・本田一三・山下輝昌：1992年度有明海福岡県地先ノリ養殖における特異な色落ち現象

1994 2:143-146 田中義典・本田清一郎・金澤孝弘：福岡湾における新種の浮遊珪藻 *Nitzschia multistriata* sp.nov.

## の出現

1995 4:57-58 岩淵光伸：スサビノリのプロトプラスト再生個体中に見られた色彩変異体

1995 4:59-62 半田亮司・藤井直幹：乾ノリ製品中の全遊離アミノ酸溶出量の変化

## 佐賀県有明水産振興センター研究報告

(佐賀県有明水産試験場研究報告)

1991 13:43-50 野田進治・大隈 斉・古賀秀昭：1990年夏季に佐賀県有明海で発生したシャトネラ赤潮－I－発生状況－

1991 13:51-56 古賀秀昭・吉本宗央：1990年夏季に佐賀県有明海で発生したシャトネラ赤潮－II－魚介類への死試験－

1991 13:101-105 川村嘉応・北嶋博卿・小澄千尋・山下康夫：六角川河口沖合定点における微細環境－II－海水中の重金属数種と底泥中のC、N及びILの変動について－

1991 13:107-112 川村嘉応・北嶋博卿：六角川河口沖合定点における細環境－III－1980～1983年、海水中における細菌数の変化およびノリ養殖との関係－

1992 14:49-56 川村嘉応：スミノリ症に関する研究－II－スミノリ症の発生に及ぼす2、3の環境要因－

1992 14:57-64 青戸 泉・馬場浴文・北嶋博卿：ゲル包埋によるノリのプロトプラスト、単離細胞の通気培養と再生

1992 14:65-79 青戸 泉・川村嘉応・北嶋博卿：ノリのプロトプラスト、単離細胞を利用した採苗について (佐賀県有明水産振興センター研究報告) ←\*

1993 15:61-70 千々波行典・川村嘉応・大隈 斉・白島 勲：1991年度西・南部ノリ養殖漁場で育苗期から発生した色落ちと幼芽の異形化

1994 16:25-27 山口忠則：ナラフスサビノリのプロトプラスト・単離細胞に及ぼす塩分濃度の影響

1994 16:29-98 川村嘉応：養殖ノリのスミノリ病に関する研究

## 佐賀県栽培漁業センター研究報告

1993 2:1-11 伊藤史郎・川原逸朗：マナマコの付着珪藻いた飼育による大量生産 (予報)

1993 2:65-70 真崎邦彦・野口弘三：アカウニ稚ウニの餌料別、水音別飼育実験

1993 2:77-79 野口弘三・川原逸朗：バフンウニ稚ウニ期の餌料について

1994 3:15-17 伊藤史郎・川原逸朗：マナマコの養成餌料に関する研究

1994 3:39-50 伊藤史郎・川原逸朗：マナマコ浮遊幼生の飼育餌料に関する研究

1995 4:111-112 伊藤史郎・森勇一郎・野口弘三：エゾアワビ人工種苗の成長と成熟に及ぼす餌料の影響 (短報)

1995 4:115-116 川原逸朗・伊藤史郎・丸山 功：4種人工餌料の稚マナコ (7mm) に対する餌料価値 (短報)

## 長崎県水産試験場研究報告

1993 19:37-44 北川安彦・宮原治郎・轟木重敏：1992年夏季の橘湾における植物プランクトンと *Chattonella antiqua* の消長

1993 19:45-51 松村靖治・高木将愛：ガザミ種苗生産における浮遊珪藻 *Chaetoceros calcitrans* の添加効果

1994 20:67-71 四井敏雄・前迫信彦：大村湾において1993年春にみられたヤツマタモク *Sargassum patens* の生育異常について

1994 20:73-77 四井敏雄・前迫信彦・新山 洋：対馬沿岸における磯焼けについて

1994 20:79-84 峯 邦宏・清野輝男・四井敏雄・古原和明・渡辺孝裕：五島沿岸におけるトサカノリの生育水深と共存海藻

## 熊本県水産研究センター研究報告

1992 2:47-50 木村 修：トサカノリの種苗生産に関する研究 トサカノリの採苗と室内培養の試み



## 北山 太樹：新手の微細藻類展示 - 滋賀県立琵琶湖博物館の場合 -

地球上至るところに居ながらなかなか関心を持ってもらえないのが藻類の辛いところである。6500万年前に絶滅している恐竜の学名をそらんじる小学生は沢山いても近所の川や池や貯水槽に棲んでいる小さな生き物のことを知っている小学生はそう多くない。博物館はこうした状況を常日頃憂えているわけだが、では博物館での藻類の待遇は良いのかというと、これが実は小学生の場合と大差がない。この国ではおそらく発掘されている以上に多くの恐竜を最奇りの博物館で見ることができるが、藻類の展示のある博物館は大変少ない。あっても入館者用のパンフレットに載らない程扱いが小さい。ことに微細な藻類にいたっては稀有といってもよいだろう。しかし、地球環境を考えるにせよ生物多様性を語るにせよ、博物館で取り上げるべきなのは本当は恐竜ではなくて藻類なのではないだろうか。そんなことを考えて企画を練っていたところ、思わぬ所でユニークで素敵な微細藻類の展示に遭遇した。ここで紹介して、博物館における藻類の可能性を探る本シリーズの助走としたい。

5月14日、筆者は館の展示施設施行調査の名目で滋賀県立琵琶湖博物館の展示を視察する機会に恵まれた。この館は10年という準備期間を経て1996年10月20日に満を持して開館した、できたてのほやほやだがすでに高い完成度を持つ博物館である。琵琶湖を素材にし、「湖と人間」という館の規模の割にかなり絞り込んだテーマを主軸に総合的な展示を展開することによって独自性を出しているのが特色である。特にC展示室「湖の環境と人々の暮らし」と題された円形のフロアは、琵琶湖の生物相についての生態展示と民俗学的な展示を混在させて、湖における人間の生活環境を立体的に表現しており、圧巻である。

さて藻類であるが、淡水生物としてシャジク藻類の標本くらいはあるかも知れないというのが入館前の筆者の予想だったので、「ミクロの世界」というブースで微細藻類の展示に出くわした時はちょっと驚いた。入口に「一滴の琵琶湖の水の中には、目に見えない小さな生き物がたくさんすんでいます。この不思議なミクロの世界を探検してみましょう」とある。2m位の高さの暗室の通路に沿って7つの小展示があり、

琵琶湖にみられる代表的なプランクトンをいろいろな工夫を凝らして見せている。「植物プランクトン」と題されたコーナーの前に立ってみる。子供の頭の高さくらいのところに四角い窓があって、闇の中で何やらほんわり緑色に光るものがゆっくり回転しながら浮かんでいるが見える。クンショウモ（緑藻類）である（図1）。水底を表現するためか真下に小石が2個置かれている。シュールな絵のような不思議な雰囲気漂っている。手を伸ばしても触れない。数秒で別なものに変わる。黄色の粒が集まったものがやはり回転している。なんだか分からないので解説用の写真を見ると、シヌラ（シヌラ藻類）だと分かる（図2）。このほかにも、オオヒゲマワリ（緑藻類）、イケツノオビムシ（渦鞭毛藻類）、オビケイソウ（珪藻類）、アナベナ（藍藻類）など、多彩な藻類のラインナップとなっている。藻類を扱ったこのような手法の展示をこれまで筆者は見たことも聞いたこともなく、驚嘆させられた。

この展示について、琵琶湖博物館の研究員でこの展示の製作を担当した芳賀裕樹氏にお話をうかがった。藻類の映像は浮き上がって見えるけれど、この展示装置に使われている映像そのものは特殊なものではない。

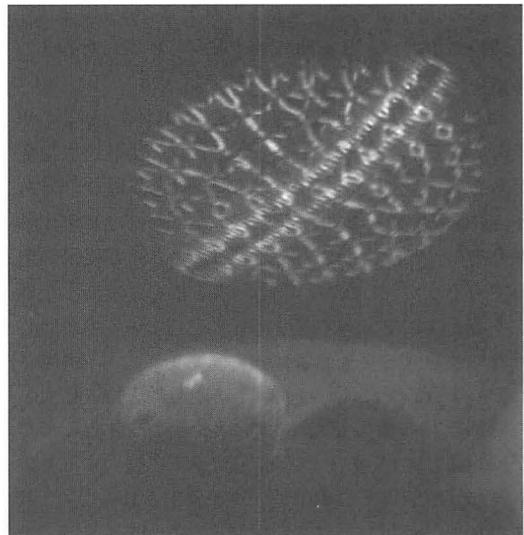


図1. 「植物プランクトン」展示のD-vision映像。クンショウモとオビケイソウが重なって見えている。

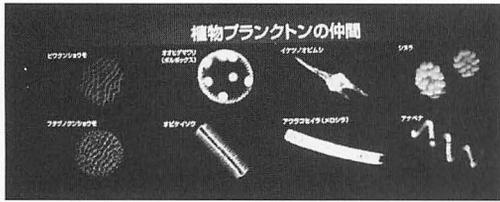


図2. 「植物プランクトン」展示の解説プレート

芳賀氏の言葉をお借りすれば、「ニセ3D」である。原理は簡単である。といっても筆者は当初理解できなかったので展示業者に図を書いて貰った(図3)。生きている藻体を位相差顕微鏡に据え付けたカメラで撮影したビデオ映像を下方のモニターから凹面鏡に投影させる。すると凹面鏡の少し手前に立体感のある虚像が結像するのである。この原理自体はD-visionと呼ばれているもので、展示以外にもアーケードゲーム機などで応用されている。特殊なフィルムを用いるホログラフィーや2つのレンズを使用するステレオ映像とくらべるとD-visionははるかに簡単に装置の製作が容易である。ただし、本当の立体ではないので像が歪みやずいという欠点がある。たとえば、球形のオオヒゲマワリが歪むと楕円形になってしまい、まったく別の生き物に見えてしまう。藻体だけを浮かび上がらせるために、芳賀氏は暗視野で撮影を行っている。というのは、明視野で撮られた映像を使うとモニター画面の輪郭が映るからである。また、ミジンコなどの動物プランクトンは動きがあるので普通に撮っても面白い(確かに、目の前でピクピクと身じろぐミジンコは不気味ですらある)が、植物プランクトンは動きが少ないので、顕微鏡の上でカメラを回転させながら撮影したそうである。

微細藻類の展示を難しくしているのはやはりそのサイズである。肉眼で見ることのできない小さな生物をどうやって見てもらうか。これが結構問題なのである。顕微鏡で撮影した写真をパネルにしたりビデオ映像をモニターで上映する、といったところが従来の定石であろうか。しかし、こうした手法だけで展示を構成すると学校や家庭で本やテレビを見ているのと同じ行為の繰り返しを来館者に強いることになり、退屈させてしまう。また、実物の数十倍から数千倍に拡大した微細藻類の模型を展示しているところもある。だが、顕微鏡サイズのを肉眼サイズに拡大すると顕微鏡の分解能以下のディテールが要求されるため、表面がツルツルした不自然な模型になりがちである。光顕像だけに頼っている現在の技術ではまだまだレプリ

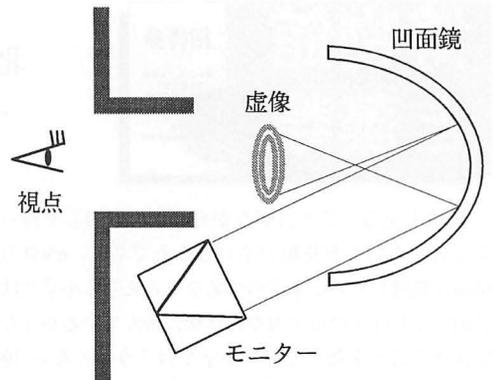


図3. D-visionの原理(株式会社乃村工藝社織田恒一郎氏が描いてくれた図をもとに作成)

カやミニチュアのようにはいかないようである。あとは直接顕微鏡を覗いて生きた試料を見てもらう参加体験型展示があるが、普及教育上の効果を持つ反面、多くの試料と時間と人手を必要とするのが難点である。D-visionの原理を応用した、琵琶湖博物館の「ミクロの世界」は比較的製作が簡単な展示装置でありながらあたかも顕微鏡を使わずに生きている試料を覗き見ているかのような臨場感を来館者に与えることに成功している。微細藻類の取っつきにくさを解消する魅力的な手法である。

(国立科学博物館 〒305 つくば市天久保4丁目1-1)

#### 【滋賀県立琵琶湖博物館】

所在地：〒525 滋賀県草津市下物町1091番地, TEL: 0775-68-4811 (代), FAX: 0775-68-4850 (代), 0775-68-4844 (ファックス案内サービス), インターネットホームページ: <http://www.lbm.go.jp/>, 交通: JR 琵琶湖線草津駅西口から近江鉄道バス「烏丸半島」行きに乗り「琵琶湖博物館前」で下車(約22分), 開館時間: 9:30~17:00(入館は16:30まで), 休館日: 毎週月曜日・休日の翌日(土・日の場合は開館)・年始年末(12月28日~1月4日), 入館料: 大人500円, 高校生・大学生400円, 小学生・中学生250円。

この企画では、藻類を展示している博物館、水族館、植物園などを紹介していきます。藻類のユニークな展示・普及教育・標本管理などを行っている国内外の機関について会員からの情報をお待ちしております。

## 中野武登：日本藻類学会第21回大会（東広島）を振り返って

日本藻類学会第21回大会は、1997年3月27、28日の2日間、東広島市にある広島大学理学部で開催された。東広島市は、広島市から東方へ約40 Km離れているため、参加される会員の方々の交通の便や宿泊設備のことを考えて、最初は、広島市内で会場を借りて開催しようと準備委員会のメンバーで情報集めを行った。しかし、会場借用の経費もさることながら、大会当日の会場設営、アルバイト学生の方々の東広島市からの移動が困難であること、また大会運営の際に発生するトラブルに即座に対応できるか否かなど、様々な条件を考慮して広島大学理学部で開催することになった。それと共に、広島大学は、バブル崩壊後の統合移転となり、長い年月をかけてやっと1997年3月で、予定されていた移転が完了したこともあって、東広島キャンパスの様子も皆様に見て頂きたいという気持ちもあった。そのために、参加された皆様には、交通や宿舎の面で、ご迷惑をお掛けしたことをお詫びしたい。また、講演会場などが、理学部の講義室の配置の関係上、かなり散在しており、それぞれの会場を、探されるのに苦勞をおかけしたことと思う。

これまでの大会でも開催された例があったが、今回も、大会の初日の午前中を一般公開のシンポジウムとした。これは、社会に開かれた大学としての使命を念頭において、一般の方々にも、藻類を身近なもの、大切なものとして認識してもらうことを目的とした。タイトルは、「地球環境と藻類」とし、5名の先生方に話題提供をお願いした。お一人の持ち時間が少なく、充分なお話ができず不満足であったと反省しているが、



公開シンポジウム

一般の方々の参加も意外と多く、会場には、150～160名の聴衆で埋まり、一応成功であったと考える。一般の参加者から、「これまで藻類には、あまり興味がなかったけど、地球にとっては大切なものですね」という声も聞かれた。



研究発表会場にて

講演数は、27日の午後と28日の午前・午後、それぞれ2会場に分散して丁度良い数が申し込まれた。大会参加申し込みは、締切日まで100人程度であったが、予想外に当日参加が多く、結局178名の参加者となった。諸々の不便さの場所での大会としては、多数の皆様が参加された。不便さもかえりみず参加頂いた皆様に感謝したい。今回の大会では、外国の研究者が9名参加されたと共に若手の研究者の方々が多く参加され、藻類学における先端的な発表をされたことも、今後の藻類学会の発展にとって喜ばしいことである。今後の大会では、先端的な研究と共に過去の学問と考えられがちな、地道な分類学や形態学などの研究も多数発表されることを望む。特に若い研究者に、このような分野の研究をされる方が少しでも多くなることを期待したい。

懇親会は、東広島市にある、結婚式場を会場として、立席パーティ形式で行った。充分広い部屋を予約しておいたので、それほど混み合うこともなくゆっくり歓談して頂けたと思う。懇親会では、石川依久子学会長の挨拶のあと、以前から藻類学会の会員として活躍され、現在、広島県立広島女子大学学長の今堀宏三先生、東広島市長、教育長にお出で頂き、それぞれの立場からお話を頂いた。今堀学長は、若い頃の広島での研究



懇親会でのひとこま

の思いで話しなど、市長と教育長は、環境問題についてそれぞれ藻類によせる期待を話された。また、広島大学の理学部長は、都合で欠席されたが、藻類学会開催に寄せたメッセージを頂き披露した。

その後、東広島市は、以前西条町と呼ばれていて、灘と並ぶ酒都であるので、西条のみならず日本全国でも有名な「賀茂鶴」で鏡開きを行い、藻類学会の長老である加崎英男先生の音頭で乾杯をして、宴となった。懇親会を企画するにあたり、いつも気になるのが、料理と飲み物の量であるが、皆さんお互いの話しに花が咲いたのか、料理も飲み物も余り気味になり、企画し

た者としては安堵した。来年の下田臨海実験所での再会を誓い、吉田忠生先生の閉会の乾杯で懇親会の幕を閉じた。

会期中に、科学機器の展示や書籍の注文販売、絵葉書やCDの藻類写真集、オリジナルTシャツなどの展示販売を行ったが、人気のあった物もあり、あまり注目されない物もあり様々であった。絵葉書などは、すでにこれまでの大会でも展示販売されており、可能であれば、新しい企画のものが作成されると注目を集めるのではないかと思った。また、高価な書籍などは、注文したいが、今年の予算では無理があるので断念された企業や官庁関係の方々の声が多かった。このようなことを考えると、展示は毎年継続していくと良いと思う。

東広島大会は、大学当局の理解と学生諸君の協力により、比較的スムーズに運営でき感謝している。公開シンポジウムに後援を頂いた諸機関、運営経費の点でご援助頂いた方々に厚くお礼申し上げる。なお、大会運営経費は健全会計であったことを報告する。

最初にも記したが、不便な田舎での学会に多数の方が参加され、準備委員会として厚くお礼申し上げたい。

(広島大学理学部 〒739 東広島市鏡山 1-3-1)

## 谷 昌也：日本藻類学会第21回大会宮島エクスカージョン参加記

1997年3月27日から東広島市の広島大学理学部で開催された日本藻類学会第21回大会に先立ち、前日の26日にエクスカージョン「南西海区水産研究所見学および宮島周辺島めぐり」が行われました。参加者は案内役の半田信司さん（広島県環境保健協会）、内田卓志さん（南西海区水産研究所）を含め、垣田浩孝さん（四国工業技術研究所）、坪田博美さん（広島大学大学院）、山本錡子先生（明治大学）、吉田忠生先生、谷昌也（北海道大学）の7人のこぢんまりとした会でしたが、少人数で楽しいツアーになりました（図1）。



図1. 船上にて（厳島神社正面の海上）

午前8時半、南西海区水産研究所で待つ内田さんのぞく6人は、研究所に最寄りのJR大野浦駅に集合しました。雨が降るといふ予報でしたが、薄日の差す良い天気となりました。まず、タクシーに分乗して南西水研に向かいました。研究所では研究テーマの紹介がされ、その後、所内の充実した実験施設や屋外の実験水槽などを見学しました（図2）。そのあと、船着き場より広島大学付属宮島自然植物実験所の向井さんの操縦するボートで宮島へと向かいました。10分ほど走ると厳島神社の鳥居が見えてきました。船から見る神社は美しく、海からの訪問を前提にして作られているのがわかります。船はどんどん近づいていき、とうとう鳥居の下をくぐり抜けてしまいました。以前干潮時にそこまで歩いて行ったことがあるのですが、海上から見る鳥居は格別でした。厳島神社の右手奥より上陸した我々は歩いて宮島観光に向かいました。しばらく歩くと鹿の御出迎えがあり、町の方へと進みました。平日と言えども三月末。かなりの数の観光客が来ていま



図2. 南西海区水産研究所の野外実験水槽にて

す。少し奥の方にはいると観光客の数も減り、町も少々古い佇まいになりました。この一画にあるお店で昼食となりました。ここは、宮島でも老舗の一つで、宮島で捕れる地物のあなごを使ったあなご飯を美味しくいただきました。案内をして下さった半田さんは宮島のご出身で、このお店もそうですが、宮島の穴場情報や、歴史や自然についても詳しく説明して下さいました。

昼食のあとは山道散歩です。弥山の登山口から安芸の名将毛利元就の厳島合戦の要所となった要害山まで歩きました。宮島は私の住む北海道の寒々しい亜寒帯の山林と違い、常緑の広葉樹が覆い、花々がすでに咲いていました。今年はずっとより桜は遅く、花はまだ咲いていませんでしたが、シキミやアセビなどの白い花が満開でした。ここでは1月から順々に色々な花が咲き続けているそうです。

散歩のあとは紅葉饅頭の店でひと休みのあとに厳島



図3. 厳島神社の干潟で海藻を観察

神社を見学しました。海は干潮の時間になっていて、先ほど船でくぐり抜けた鳥居のところまで引いていました。潮が引いたあとにはアオサなど数種類の海藻が取り残されていました。最近、厳島神社では干潮になると大量に押し寄せたアオサが打ち上げられ問題になっていますが、氏子の方々が毎日清掃しているということです。近年宮島周辺ではアマモ場が減少する一方で、アオサの生育が著しくなっているようです。

また、ヒジキやワカメは最近になって瀬戸内海でよく見かけるようになったのですが、地元の宮島では採って食べる習慣がないそうです。普段の食卓にはヒジキやワカメはでてくるそうですが、生きているワカ

メを見慣れていない人たちにとっては、磯に生育しているワカメがわからないのでしょうか。採っていく人たちはもっぱら外部の人達だそうです。

最後に小雨の降る中、宮島の周囲をぐるりと時計回りに一周して、各入り江に見えるお社や、毛利軍が上陸した包ヶ浦、周辺の島々、コンビナート群、午前中に訪問した水産研究所などを海から眺めたあと、対岸の宮島口で解散となりました。少し期待していた海藻採集は次第に強く降りだした雨で出来なかったものの、宮島の自然と文化にふれた楽しい一日になりました。

(北海道大学大学院理学研究科)

## 寺田竜太:第7回有用藻類の分類に関する国際研究会に参加して

第7回有用藻類の分類に関する国際研究会(7th International Workshop on Taxonomy of Economic Seaweeds)は1997年5月12日から16日までの5日間、国際的保養地として有名なタイのプーケット島にあるプーケット海洋生物研究センター(Phuket Marine Biological Center, 通称プーケット水族館)で行われた。

この時期のプーケットはモンスーン到来の季節にさしかかるころだが、今年は雨期が遅れており雨は時折降る程度だった。そのため晴天の日など日中37-8℃に達し、また湿度が非常に高いため、エアコンを欠かせない非常に蒸し暑い日々だった。また赤道に近いため5月は日中太陽がほぼ真上に位置し、自分の影がほとんどなくなるのが北海道に住む私には印象的だった。

今回のワークショップは *Sargassum*, *Gelidium*, *Halymenia*, *Gracilaria* の分科会で構成され、全体の参加者は25名だった。Carifornia Sea Grant Program の J. Sullivan 先生と Convener の I. Abbott 先生(University of Hawaii)の他に遠方からは A. Millar 先生(オーストラリア, Royal Botanic Garden), B. Stantelices 先生(チリ, Universidad Católica de Chile), D. Rodoriguez 先生(Universidad auton. Mexico)が出席された。アジア諸国からは C. K. Tseng 先生, Xia Bangmei 先生, Lu Baoren

先生(いずれも中国科学院海洋研究所), Put O. Ang, Jr. 先生(Chinese University of Hong Kong), Phang Siew-Moi 先生(University of Malaysia), Nguyen Hun Dinh 先生と Nang Hyunh Quang 先生(National Center for Scientific Research of Vietnam)が出席された。開催国であるタイからは Chair of Arrangements である K. Lewmanomont 先生, A. Chirapart 先生, C. Spanvanid 先生(いずれも Kasetsart University), S. Intasuwana 先生夫妻(Thaksin University), R. Ruanghuay 先生(Prince of Songkla University)の計6名の方々が出席された。日本関係者は、吉田忠生先生(北海道大学), 大野正夫先生(高知大学), 川口栄男先生(九州大学), 野呂忠秀先生(鹿児島大学), 鯉坂哲朗先生(京都大学), Grung Grevo Soleman 氏(高知大学), そして私の計7名だった。

日本人グループ間の交流はホテル(コンドミニウム)の部屋が相部屋だったこともあり、非常に密で有益だった。また先生方はいずれも海外慣れした方ばかりで、国際的な研究会に初参加の私にとってはワークショップ以外の場(部屋での休息や食事など)で様々なお話を伺うことが出来たのも非常に貴重な経験であった。

ワークショップは、初日(12日)午前9時より開会式



ワークショップ参加者による記念撮影, 5月13日ブロンテツ岬にて

がおこなわれ、Abbott先生やLewmanomont先生他による挨拶とセンターの紹介後、参加者が一名ずつ紹介された。その後は各分科会に別れ、それぞれのスケジュールに従って最終日(16日)まで熱のこもった討論が続いた。私の所属する*Gracilaria*グループでは、大野先生による司会の下、まずChirapart先生からタイの*Gracilaria*に関して紹介があり、次に参加者の自己紹介と持参した標本の説明の後、それらの標本の同定や幾つかの話題に関して討論するといった形式で進行した。*Sargassum*グループでは、吉田先生、野呂先生、鯨坂先生を中心に進行し、初日は各自の標本の紹介が行われ、その後はタイやマレーシアのリスト等、テーマを絞って熱のこもった討論が行われた。*Halymenia*グループでは、川口先生が中心になり、分類に用いることのできる形質の検索を目的に標本の観察が行われた。*Gelidium*グループではB. Stantelices先生を中心に進められた。研究会の前半はそれぞれの分科会での討論が中心だったが、後半になると多少時間的余裕が生まれ、他の分科会の様子を覗いたり、個別に熱心な討論が行われていた。私も下手な英語だったが*Gracilaria*グループの先生方だけでなく他のグループの先生方と討論することができた。

特に*Gracilaria*の分類に関する有名な論文を多く執筆されているAbbott先生やXia Bangmei先生に直接お話を伺えたことは貴重であり良い思い出となった。

研究会は、ブーケット海洋生物研究センターの2階の会議室でおこなわれた。タイは湿度が非常に高く各自が持参した標本の状態が心配されたが、会場は冷房が完備されて快適であり、また生物顕微鏡や実体顕微鏡が十数台用意され、加えてビデオモニターや写真撮影装置なども設置されており、観察機器も比較的充実した状態だった(欲を言えば標本を撮影する複写台があればより充実したと思う)。

また片隅には飲料水やコーヒー・紅茶の他、常にタイの代表的な茶菓子(中には海藻を使ったものもあった)が用意されていた。

昼食はセンター一階のテラスで美しいアングマン海を眺めながらタイ料理の日替わりバイキングだった。これがまた大変スパイシーな辛さで食欲を増進しとても美味しかった。また、初日の夜にはReception dinnerが浜辺で海に沈む夕日を眺めながら催されたが、その際の料理もムードもとてもすばらしかった。2日目(13日)はワークショップ終了後、夕方から参加者全員が参加してバスで簡単な観光をした。夕食は各自でということだったので、日本人グループはPa Tong Beachに

ある屋台で食事をした。前日と変わってワイルドで、いかにもアジア的な雰囲気でもここもまたよかった。ここで私は生まれて初めて果物の王様と呼ばれるドリアンを食べたのだが、その悪名高い臭いには参ってしまった(味は美味しいのだが)。但し、果物の女王と呼ばれるマンゴスチンはさっぱりとした上品な味で大変美味しくいただいた。また希望者は、Lewmanomont先生のはからいでタイ独特のダンスショーを見ることができ、非常によい社会勉強ができた。

3日目(14日)は漁業パトロール船(400t程度)を借り切ってクルーズ&採集会がおこなわれた。近くの島まで船で行き、ダイビングで海藻採集を試みたが、残念ながらオゴノリ類を採集することは出来なかった。しかし天候も良く、船上での昼食(タイ料理のバイキングで今日はカニ食べ放題!)もすばらしくのんびりしたクルーズを楽しんだ。

後半の二日(15・16日)は再び熱のこもった討論が行われ、最終日には今回のワークショップの成果についての報告会があった。ここで報告された内容は後日論文としてTaxonomy of Economic Seaweeds vol.VIIに投稿することが義務づけられている。またこの夜は、Farewell dinnerが市内のホテルでなごやかな雰囲気で開催された。多くの先生方から大会が成功裏に幕を下ろすことについて感謝の意を表すスピーチがあり、私もそれを聞きながら料理に箸を(スプーンを)運んでいたのだが、突然スピーチを指名された。冷や汗をかきながらなんとか無難に終えたのだが、今度はカラオケを歌えとの指名がきてしまった。マッテマシタとその場で思いついた坂本九の「スキヤキ」を歌ったのだが、がらになく緊張して日本語の歌詞が全くでたためになってしまった。野呂先生に助けていただいてその場を乗り切ったのだが、日本の先生方には冷や汗をかかせてしまったようで、思い出しては私も冷や汗をかいている次第である。

以上取り留めもなく書いてしまったが、ワークショップが特にトラブルもなく、終始なごやかに、楽しく、そして真剣におこなわれたことを感じていただければ幸いである。このような充実した環境の下で研究会が行われたことに関してSullivan先生とAbbott先生に感謝すると共にLewmanomont先生やChirapart先生ら大会運営事務局の方々の細やかな配慮に感謝する次第である。

(北海道大学水産学部 〒041北海道函館市港町3丁目1-1)

## 金井塚 恭裕:第3回藻類学春の学校参加記 (1997年3月29日～3月31日)

1997年3月27日～28日、日本藻類学会第21回大会が広島大学で開催されました。翌29日から31日まで、神戸大学内海域機能教育研究センターにおいて「大型藻類の分類、実験材料としての利用のための基礎技術」というテーマで第3回藻類学春のワークショップが行われました。私は、昨年春筑波大学で行われた第2回ワークショップ「藻類学における電子顕微鏡技術の初歩」に参加させていただき、大変勉強になったので今回も参加させていただきましました。講師の先生から、今回のワークショップ参加記の依頼がありましたので、その内容を中心に紹介します。

3月29日午前10時頃から、川井先生を中心に講師の先生方によるガイダンスのあと、参加者の簡単な自己紹介が行われました。ここで丁寧でわかりやすく作られたテキスト及び資料をいただきました。テキストは23ページに及ぶもので、内容は褐藻類の分類と同定、紅藻類の分類と同定、海藻一般の観察および培養方法、緑藻類の観察および培養方法、褐藻類の観察および培養方法、紅藻類の観察および培養方法、写真撮影および現像方法、核DNA量の顕微蛍光測定のそれぞれの項目について、担当の先生方が分担して執筆されているものでした。前回(第2回)のときもそうでしたが、実際に研究されている先生方が直接書かれた大変貴重なテキストだと思います。

そしていきなり実習から始まりしました。10:15-11:15、奥田先生の指導で、緑藻ハネモドキ *Trichosolen hainanensis* の配偶子形成の誘導です。奥田先生の説明のあと、この実習に用いるために2週間ほど前から明暗周期を調節して培養してあったハネモドキに基部を実際にハサミで切ります。それをピペットで吸い込んで、新鮮な培地を入れてある試験管内に移します。このとき、普通のPES培地及びやや低いサリニティーの培地の2通りのもので誘導を行いました。この試験管を高温、高照度条件のインキュベータ内に置き時間をおきます。どうなるのか楽しみです。

引き続き11:20-12:05に、川井先生から藻類の系統と分類についての概論の講義がありました。歴史的な背景をふまえ、最近の考え方をわかりやすく丁寧に説明していただきました。この後12:15-12:35に、実習に使用するための準備として、神谷先生の指導で顕微鏡を組み立てました。このセンターの顕微鏡はかなり

昔のものでしたが、これまでの使用者の使い方も多く、きちんと保管されており新品と変わりませんでした。組み立て終わり、昼食となりました。

午後は培養液の調製からです。13:30-15:15、培養液の調製の目的や方法について峯先生から説明を受けたあと、実際にPES培地の調製を行いました。講師の先生を含め、何人かの方が、日頃行っているお互いの方法を紹介しあいました。16:00-16:10にゲルマニウムの添加の実際を峯先生が演示して下さいました。続いての16:10-16:50は、奥田先生から緑藻の分類についての講義でした。緑藻の系統を見るための指標の話から始まり、3つの系統の特徴を、ユーモアをまじえたお話でわかりやすく説明していただきました。16:50-18:00には、引き続き奥田先生による緑藻類の観察及び培養方法についての講義でした。培養の目的、今回実習で用いているハネモドキについての生活史、配偶子形成の誘導条件、タイミング制御、制御機構、配偶子囊の雌雄性機構について、先生のこれまでの深い研究成果に感服しました。また、論文の別刷もいただきました。個人的なことですが、私は近縁種のハネモ *Bryopsis* の仲間を大学の卒業研究で材料にしましたので、興味があります。特に、配偶子形成を自分の見たい時刻に誘導できるということ大変興味を持ちました。長年研究をされてきた先生の経験に基づいたこうしたお話は、簡単に聞けるものではないので、あらためて参加してよかったと感じました。講義後、買い物と夕食のため外出しました。

夕食からもどり、20:20-23:10は参加者の研究紹介と



写真1. 顕微鏡による緑藻ハネモドキの配偶子形成の変化の様子の観察

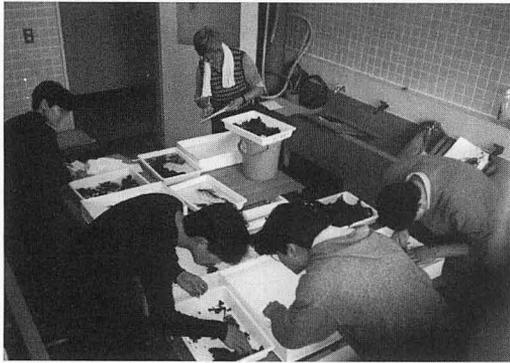


写真2. 海藻標本の作製

討論が行われました。参加の学生8名の研究内容が順に発表され、それに対する真剣な討論にあつという間に時間がたってしまいました。いろいろ分野の話が短時間のうちに聞くことができ、有意義な時間でした。私の発表に対しても、材料や方法について適切な助言をいただき、ありがたいことでした。このあと懇親会が夜更けまで行われました。

2日目の30日は、好天で、朝食後近くの大磯海岸へ採集にでかけました。潮はあまりひいていなかったのですが、結構な種類が採れました。川井先生はタンクを背負って潜って深いところの海藻を採集して下さいました。センターへもどり、11:50-12:15にハネモドキの配偶子形成の変化の様子の観察(写真1)を行い、12:30から採集してきた海藻の同定及び標本作りを行いました。標本は乾燥機にかけました。(写真2)

13:55-15:05は紅藻類の分類について神谷先生から説明があり、15:05-15:45には紅藻類の組織の観察を行いました。17:10-18:30には、峯先生、神谷先生、川井先生から組織観察しながら、染色や蛍光顕微鏡についての説明がありました。夕食(外食)後、20:45-21:05にハネモドキの配偶子形成の変化の様子の観察を行いました。配偶子囊には色の変化が見られ、明日には放出がおこるだろうと奥田先生から説明がありました。21:10-23:00には川井先生、峯先生の指導で、泳いでいる遊走子や配偶子を単離して培養ための実習や生きたまま鞭毛の動きを止めて観察するためスライドガラス上の寒天中に包埋する方法の実習を行いました。23:05-0:15に昨日行えなかったオブザーバーの方の研究紹介と討論があり、その後懇親会が行われました、

3日目の31日の10:15-12:05は実習でハネモドキの観察でした。色の異なる配偶子囊から配偶子が放出されるようすは、圧巻でした。放出と配偶子の運動の

ようすの観察には時間の経過を忘れてしまうほどでした。12:05-12:50には、川井先生から褐藻類の分類と同定の講義、12:50-13:30は褐藻類(カヤモノリ、クロモ、カジメ、コモングサ)の組織の観察、14:00-14:45は峯先生の核DNA量の顕微蛍光測光について説明があり、14:45-16:05は、参加者を3つの班にわけ順番に峯先生の指導で顕微測光実習、同時に並行して褐藻類の組織の観察が行われました。API染色の美しい蛍光は印象的でした。最後に記念写真(写真3)を撮影し、後かたづけをして解散となりました。この日はセンター長の榎本先生が退官される日で、この後打ち上げ及び榎本先生の送別パーティが行われるとのことでした。私はこの日のうちに東京へもどらなければならず、残念ながら参加できませんでしたが、盛大に行われたこと



写真3. 参加者による記念撮影

と思います。

最後に、今回の企画から運営まで全般にわたり、参加者のために大変便宜をはかっていただいた講師の先生方、関係の方々へ心より感謝申し上げます。

参加者氏名(五十音順): 大山温美(三重大・生物資源M2)、金井塚恭裕(東京学芸大・生物M2)、佐々木秀明(神戸大・自然科学M1)、寺田竜太(北大・水産D3)、原朋之(神戸大・自然科学M1)、保科亮(山形大・理M1)、松山和世(東京水産大・藻類D3)、村岡大祐(北大・水産D3)

オブザーバー: 菊池則雄(千葉中央博)、増地矢恵子(東大・先端研)

講師: 奥田一雄(高知大・理)、神谷充伸(神戸大・内海域センター)、川井浩史(神戸大・内海域センター)、峯一朗(高知大・理)

(〒158 東京都世田谷区上野毛1-18-24)

Curt M. Pueschel<sup>\*</sup>・Derek W. Keats<sup>\*\*</sup> : *Lithophyllum neoatalayense* (サンゴモ目, 紅色植物門) における藻体深部の脱落と上皮の再生の微細構造

透過型電子顕微鏡を用いた *Lithophyllum neoatalayense* Masaki の研究により, 本藻は2通りの方法で藻体表面から細胞を脱落させていることが明らかになった。上皮は内側に配列する1層の始原細胞から生じる2から4個の細胞列から形成されていた。上皮細胞列の末端の細胞は藻体表面に最も近接しているが, そこではこれまで他の石灰藻で報告されているような老化と剥離が見られた。それに加えてより深い部位から藻体の脱落が起こった。石灰藻ではこの現象が他にもう1種においてだけ知られているが, その過程では藻体表層から深さ40-50 μmにわたり一様に細胞の死が起こった。病原体や機械的な損傷の形跡は認められなかった。細胞が死んだ部分には, 上皮層, 始原細胞層とその直下にある数層の皮層細胞が含まれていた。壊死した部分の周辺部にある生きている細胞と死んだ細胞を連結するピットプラグは, 生き残った細胞が沈着させた壁物質により封じられていたが, 壊死した部分の内部ではピットプラグが封入された形跡は見られなかった。最も外側にある生き残った細胞は新しい始原細胞となり, 分裂して新しい上皮細胞を形成した。上皮細胞の再生は死んだ細胞の厚い層が剥がれ落ちる前に起こった。*L. neoatalayense* において藻体の深い部位から上皮細胞と始原細胞の剥離が起こり, 皮層細胞からの藻体再生が可能であることは, 始原細胞の保護が上皮細胞の重要な機能であるという仮定を否定するものである。(\*Department of Biology, State University of New York at Binghamton, Binghamton, New York 13902-6000, USA, \*\*Botany Department, University of the Western Cape, P. Bag X17, Bellville 7535, South Africa)

川口栄男: 日本産ムカデノリ科 (スギノリ目, 紅色植物門) に関する分類ノートIII。 *Pachymeniopsis* Yamada in Kawabata は *Grateloupia* C. Agardh のシノニムである

紅藻 *Pachymeniopsis* 属の分類学的位置について, タイプ種である *Pachymeniopsis lanceolata* (Okamura) Yamada in Kawabata (= *Aeodes lanceolata* Okamura) の形態観察に基づく検討を行なった。*Pachymeniopsis* を関連する *Aeodes* や *Grateloupia* と区別するのに用いられた特徴は, 一群体群中でさえ大きく変異し, *P. lanceolata* は *Grateloupia* に含めるのが最も妥当であると判断した。本属の他の2種, *P. yendoi* と *P. elliptica* はシノニムであり, 同じく *Grateloupia* に含めるのが最も妥当である。*Pachymeniopsis* は *Grateloupia* のシノニムであると結論した。*P. lanceolata* を *Grateloupia* に移して *Grateloupia lanceolata* (Okamura) Kawaguchi の新組み合わせを提唱した。また, *Pachymeniopsis yendoi* をシノニムとする *Grateloupia elliptica* Holmes の復活を提唱した。(812福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学農学部水産学科)

Paul C. Silva<sup>\*</sup>・吉田忠生<sup>\*\*</sup>・寫田智<sup>\*\*</sup> : 岡村によって記載されたミル属 (ハネモ目, 緑色植物門) 数種のタイプ指定

岡村によって記載されたミル属6種のうち *Codium coactum*, *Codium intricatum*, *Codium pugniforme*, *Codium saccatum*, *Codium subtubulosum* の選定基準標本, および *Codium barbatum* の正基準標本を図示する。*Codium spongiosum* Harvey と区別できない *C. pugniforme* を除く5種は現在認められている。また, *C. subtubulosum* はこれより以前に記載された *Codium divaricatum* Holmes と同一種であるとした岡村によって廃棄されたが, *C. divaricatum* (C. Agardh) Biasoletto が優先するために, 本種の学名として *C. subtubulosum* が使用されるべきである。(\*Herbarium, University of California, Berkeley, California 94720-2465, USA, \*\*060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)

Xuecheng Zhang<sup>\*</sup>・Eric Brammer<sup>\*\*</sup>・Marianne Pedersén<sup>\*\*\*</sup>・Xiuging Fei<sup>\*\*\*\*</sup> : 量子密度と波長スペクトル特性が *Porphyra yezoensis* (ウシケノリ目, 紅色植物門) の光合成と呼吸に与える影響

光量子密度と波長スペクトルの特性が海産紅藻 *Porphyra yezoensis* Ueda の光合成と呼吸に与える影響について光分配装置を用いた比較研究が行なわれた。光合成有効放射の各波長帯の光を照射したときに起こる光合成反応の強さを、光利用効率 (light utilization efficiency ; LUE) で表した結果、白色 > 緑色 > 赤色 > 青色の序列が得られた。LUE の差異はコンコセリス世代と配偶体世代との間や、本藻の異なる株の間でも見い出された。照明前・照明後の光補償や光飽和、呼吸、光呼吸に関しても測定と比較が行なわれた。光の照射と光合成能、および天然における環境条件の関係を考察する。(\*College of Marine Life Sciences, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, People's Republic of China, \*\*Illuminova AB, Box 23051, S-75023, Uppsala, Sweden, \*\*\*Department of Physiological Botany, Uppsala University, S-75236, Uppsala, Sweden, \*\*\*\*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Quindao 266071, People's Republic of China)

Orlando Necchi Jr : ブラジル南東、サンパウロ州の4つの川におけるカワモズク (カワモズク目、紅色植物門) 集団の微小生息環境と植物体制

7つのカワモズク集団 (4つの *Batrachospermum delicatulum* (= *Sirodotia delicatula*), 1つの *B. macrosporum*, 2つの「シャントランシア」期) の微小生息環境と植物体制を、物理的変動 (流速, 深度, 光強度, 基質) による影響を含め、ブラジル南東のサンパウロ州の4つの川において解析した。*B. delicatulum* と「シャントランシア」期の集団はかなり多様な微小生息環境にみられ、おそらくブラジルの川において地域的、季節的に幅広く出現する一因となっていると考えられる。次に示す結果は枝の再配列が流速に対する適応機構である可能性を示唆している: 1) *B. macrosporum* (大型の粘液質体制であるため枝の再配列はほとんど不可能と思われる) は *B. delicatulum* よりも低流速域で生育していた; 2) 高流速域 (>60 cm s<sup>-1</sup>) の個体群では緻密な藻体しか見られなかったのに対して、低流速域 (<40 cm s<sup>-1</sup>) での緻密な藻体の割合は53-77%であった; 3) 低流速域の個体群では藻体長と節間長との間に正の相関が見られ、高流速域 (132 cm s<sup>-1</sup>) の個体群では負の相関が見られた; 4) 高流速域の個体群では流速に対して藻体直径と節間長が負の相関を示した。本研究は主に雌雄異株の個体群を対象にしており、*B. delicatulum* は *B. macrosporum* よりも高い頻度で受精していることが明らかになった。雌雄異株種の受精率が高いことの補足的な解釈として、雌雄の個体が小さな個体群内で混じり合うために外部交配が成立するということが挙げられる (Universidade Estadual Paulista, Botany Department, C.P. 136, 15001-970, S. José Rio Preto, SP, Brazil)

市村輝宜 : ネパールに於けるミカヅキモ (鼓藻目、緑色植物門) の自然集団

1982年10月から12月にかけてネパールにおいてミカヅキモ *Closterium ehrenbergii* Meneghini ex Ralfs 種複合体のいくつかの自然集団を採集し、その場の水温とpHを記録した。これらの自然集団より分離培養したクローンを、交配群既知の標準株と交配実験した結果、これらの自然集団はH, I, J, Mの4交配群から成ることが解った。交配群HとMは平滑な細胞壁の接合胞子、交配群IとJは小孔模様を持った細胞壁の接合胞子を形成する。いくつかの自然集団には交配群を決定できないものが含まれていた。今回の調査集団には、性的和合性、接合胞子形成、発芽などの有性生殖に関与する遺伝子に関して、以前に報告したネパール、特に土壤サンプルからの自然集団と比較しかなり多くの有害変異が蓄積している個体が含まれていた。遺伝解析の結果、その1つは *zym* (*zygote maturation-defective mutation*) であることが解った。上記の理由として、今回の調査集団は大きな湖と周辺の池において長期にわたって無性生殖のみを続けていたか、或いは水田などで他の個体が有性生殖し休眠接合胞子と成った後も、何らかの理由で無性生殖を続けていた残存個体群であると考えられる。微細藻類の種分化の問題と関連して、有性生殖に関与する遺伝子の変異の意義について考察した。(051室蘭市母恋南町1丁目13番地 北海道大学理学部附属海藻研究施設)

Kunshan Gao · Wenqing Hua : *Sargassum horneri* (ヒバマタ目、褐藻植物門) の *in situ* 生長速度

太陽光の減衰と温度の低下の影響を検討するために、日本の舞鶴湾の海中における褐藻 *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh の相対的生長速度が夏から冬にかけて調べられた。太陽からの光照射と水温において大きな減少があったにもかかわらず、夏と冬の間には有意な相違は認められなかった。相対的生長速度の平均は一日あたり4.6%であったが、これはすでに本種で報告されている光合成による一日の純生産量に相当する。(Institute of Energy and Environmental Science, Science Center, Shantou University, Shantou, Guangdong, People's Republic of China)



## 学会・シンポジウム情報



1997年7月21-25日: 10th International Congress of Protozoology (ICOP-10)

University of Sydney, Australia. Professor D.J. Patterson, School of Biological Sciences, Zoology A08, University of Sydney, Sydney, NSW 2006, Australia. Tel:(61) 2 351 2438, Fax:(61) 2 351 4119, e-mail: paddy@extro.ucc.su.oz.au

1997年8月10-16日: 第6回国際藻類学会議 6th International Phycological Congress Leiden, The Netherlands (43巻1号)

1997年9月22-29日: International Marine Biotechnology Conference, Sorrento, Paestum, Capo Rizzuto, Otranto, Pugnochiuso - Italy.

Topics: 1. Marine Organisms as Biological Models in Marine Biotechnology, 2. Natural and Cultural Marine Resources in Marine Biotechnology, 3. Marine Biotechnologic Interactions, 4. Social-Economic and Regulatory Aspects of Marine Biotechnology. 連絡先: IMBC '97, Attn. Ms. Dpmatella Capone, Stazione Zoologica 'Anton Dohrn', Villa Comunale I-80121 Naples, Italy, Tel. +39 -(0)81-5833215, Fax. +39 -(0)81-7641355, e-mail: imbc@alpha.szn.it

1997年10月29日-30日: 第1回海洋深層水利用研究会全国集会 ボルファートとやま, 連絡先: 〒936 富山県滑川市高塚364 富山県水産試験場 藤田大介, Tel: 0764-75-0036, Fax:0764-75-8116, e-mail: d-fujita@nsknet.or.jp

1997年11月8日: 藻類談話会(神戸大) (詳しくは次ページの案内をご覧ください。)

1998年3月26日-27日: 日本藻類学会第22回大会(下田) (詳しくは本号の案内をご覧ください。)

1998年4月12日-17日: 第16回国際海藻会議 The 16th International Seaweed Symposium, Cebu City, Philippines. Full paper and poster presentations are invited on all aspects of seaweed research and utilization, including, but not limited to: applications, molecular biology, chemical ecology, community ecology, taxonomy, chemistry, physiology, resource management, biogeography, pollution, diseases, microalgae, aquaculture. Those wishing to organize special sessions or topics, please contact immediately the organizers. 連絡先: Dr. Gavino Trono, Jr., Marine Science Institute, University of the Philippines, 1101 Diliman, Q.C., Philippines. Fax. (+63-2) 921-5967; 922-3958 e-mail:

trono@msi.upd.edu.ph

1998年5月10日-30日: 第7回植物プランクトンコース Seventh Advanced Phytoplankton Course, Taxonomy and Systematics. (詳しくは次ページ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>

## Seventh Advanced Phytoplankton Course Taxonomy and Systematics

上記のコースがイタリア、ナポリ郊外の Vico Equense で 1998 年 5 月 10-30 日に開かれます。珪藻、渦鞭毛藻、円石藻およびその他の鞭毛藻など海洋植物プランクトンを、光学顕微鏡によって同定する訓練が主題です。特に有害なブルームを形成する種に重点が置かれます。定員は 20 名で、修士・博士取得者あるいは相当の経験を有するものが対象になります。参加費用・応募方法・応募用紙は以下の WWW アドレスにあります。応募の締め切りは 1997 年 10 月 15 日、採否は同 12 月 15 日までに決まります。問い合わせは下の Marino 博士か古谷 研 (furuya@fs.a.u-tokyo.ac.jp, 03-3812-2111 内線 5293) まで。

<http://www.szn.it/~phyto98/phytocourse.html>

Dr. Donato Marino, Marine Botany Laboratory, Stazione Zoologica 'A. Dorn', Villa Comunale 80121, Naples, Italy  
e-mail: phyto98@alpha.szn.it

### 1997 年度藻類談話会のお知らせ

藻類談話会は藻類を研究材料とする幅広い分野の研究者の集まりで、西日本を中心に講演会や研究交流を行っています。今年度は以下の通り講演会を企画しています。ふるってご参加くださいますようお願い申し上げます。

日時：1997 年 11 月 8 日（土）13:00 - 16:30

場所：神戸大学 瀧川記念学術交流会館（神戸市灘区六甲台町 1-1）

講演予定

楠見武徳（徳島大・薬）：大型藻類の生理を司る化学物質

大濱 武（生命誌研究館）：藻類のミトコンドリア遺伝暗号変異から見た系統関係

幡野恭子（京大・総合人間）：アミミドロ遊走子の網状群体形成

中原紘之（京大・農）・川井浩史（神戸大・内海域）：ナホトカ号重油流出事故による海藻類への影響、その後

参加費：500 円（通信費など）

談話会終了後、同会館の食堂ホールで懇親会が予定されています。談話会および懇親会の参加希望者は下記の宛先までご連絡願います（当日参加も可）。申し込みされた方には後日、詳細についてお知らせいたします。

参加申し込み・問い合わせ先

〒606-01 京都市左京区吉田二本松町

京都大学総合人間学部自然環境学科

幡野 恭子

TEL : 075-753-6854 FAX : 075-753-6864

e-mail : hatano@gaia.h.kyoto-u.ac.jp

### 多核細胞研究会（仮称）設立のご案内

新しい研究会を発足します。会員を募ります。

1 枚の閉じた膜系によって外界と区切られた微小な空間内に、生命活動に必要な装置がそろい、1 個の核によってエネルギー代謝から増殖にいたるすべての機能が時間的・空間的に見事に制御されているという意味で、細胞は生命活動の最小単位といえましょう。

でも、私たちの周りのすべての生物の中で、まったく同じ仕組が働いているのでしょうか。私たちは、1 つの細胞の中に多くの核を含む多核細胞が生物の系統のあちこちに存在することを知っています。藻類や菌類では多核体 (coenocyte) とよばれ、有性生殖時などを除いて、生活環のほとんどすべてを多核体で過ごすものが少なくありません。生活環の限られた時期やあ

る器官だけが多核細胞というものもあります。また、シャジクモ (*Chara*) 節間細胞のように、amitotic な核分裂がみられるものもありますが、共通することは、核が分裂するとき細胞の分裂を伴わないことです。それらの多くはいわゆる巨大細胞を形作っているのです。大きくて扱いやすいため、細胞生理学で格好のモデル細胞として使われてきました。

しかし、これまで、どうして多核の状態が維持されるのか、それらは細胞質分裂に関する遺伝子を失っているのだろうか、といった疑問が問われたことはありませんでした。多核細胞の起源は一つでなく、多源的に進化してきたのだろうか？多核であることと巨大であることに、どのような因果関係と、生態的有利性があったのだろうか？核間距離、分裂時期はどのように制御されているのだろうか。核分裂の他の部位への波及はあるのか？あたかも並列制御コンピューターのように、細胞機能を多くの核が分担して行っているのだろうか？置かれた部位に依存した核の機能分化はあるのか？形の変化が、次の遺伝子発現にフィードバックすることはないのか？などといった疑問が沸々と湧いてきます。

こうした疑問に答える術を私たちはまだもっていませんが、最近、藻類多核細胞を扱っているいくつかのグループで、多核細胞体制そのものを研究対象としようという機運が生まれてきました。蛍光顕微鏡を使って細胞骨格や核の動態を観察することから、いくつかの注目すべき成果が生まれています。紅藻カザシグサ (*Griffithsia*) の多核細胞の分裂時に見られるアクチンリングはまるで分裂途中の動物細胞を見るようです。緑藻モツレグサ (*Acrosiphonia*) では、核が将来の分裂面に輪状に集り、同調的に分裂しますが、個々の核の分裂面は細胞の分裂面とは一致していません。真性粘菌 *Physarum* の変形体が、光によって一定量の核を含む小片に仕切られるという不思議な現象も見つかってきました。黄色植物フシナシミドロ (*Vaucheria*) の一部を青色光で照らすと、照射域に葉緑体が集合し、やがて、照射域の中央から枝が発生しますが、枝の誘導には、葉緑体を含む原形質の照射域への集合と、そこでの細胞壁溶解酵素などの新たな合成が必須のようです。

分子生物学でモデル生物として使われている酵母や *Arabidopsis* で見つかった現象や仕組みが、他の生物で常に共通である保証はありません。多核細胞の存在理由は単細胞や多細胞生物の研究からは解けません、逆

に、多核細胞の研究の中から細胞性生物でこれまで見過ごされてきた重要な発見がもたらされる可能性はおおいにあります。

そこで、提案します。今こそ、藻類多核細胞、真性粘菌、卵菌類などの多核細胞研究者が中心となって研究会という場を作り、さまざまな視点から議論して、互いの持てる技術、装置、頭を結集して、新しい研究を創っていかうではありませんか。

もちろん、単細胞や多細胞生物を扱っている方でも、この趣旨に賛同される方ならどなたでも参加できます。普通の細胞を扱っていても、見方を変えることにより、新しい地平が見えてきましょう。私たちは、あるいは細胞生態学という新しい研究分野の誕生に立ち会っているのかもしれない。

最低10年間活発に研究できる若手の結集をとくに期待します。始めは、手弁当で活動を開始し、軌道に乗れば、基盤研究や重点研究を申請し、シンポジウムなどを企画したいと思います。また、電子メールやインターネットを通じて、国際的な交流活動も考えましょう。この研究会の運営はdemocratic anarchyを基本とします。会員は平等で、どこにも特権は存在しません。入会希望、ご意見、ご提案等は下記にご連絡下さい。会の名称や性格付けなど、詳しいことはまだ決定していません。東邦大学での植物学会会場で、9月18日(木)に、「藻類を材料とする研究者の集い」と合同の関連集会をもちます。これをこの研究会の最初の集会とします。詳しくは今後の生物科学ニュースの記事をご覧ください。

片岡 博尚 (Kataoka, Hironao)

東北大学遺伝生態研究センター 980 仙台市青葉区片平 2-1-1

電話 022-217-5710; Fax 022-263-9845;

e-mail: kataoka@ige.tohoku.ac.jp

あるいは、

本村 泰三 (Motomura, Taizo)

北海道大学理学部付属海藻研究施設 051 北海道室蘭市母恋南町 1-13

電話 0143-22-2846; Fax 0143-22-4135;

e-mail: motomura@s3.hines.hokudai.ac.jp

(片岡博尚 東北大学遺伝生態研究センター)

## 書評 新刊 紹介



海の動きと海洋汚染

原島省・切刀正行共著 裳華房刊

181 ページ

定価 1,500 円 1997

本書は、現代の海洋汚染問題という切り口から、海洋の果たす役割や海洋で見出される様々な現象のメカニズムについてわかりやすく解説したものである。海洋モニタリングとモデル化の実際や海洋問題に対する行政の現状など幅広い領域についても取り上げられており、本書を読むことで海洋に関わる問題を総合的に知ることができると思う。植物プランクトンと海洋環境との関わり合いについても随所で取り上げられているので、広い視点から藻類を見直す意味でも藻類研究者に一読をお奨めしたい本である。

まず第1章では、実際にどのような海洋汚染が問題とされているのかを紹介している。難分解性化学物質、重金属汚染、有機スズ化合物汚染、原油汚染、プラスチック汚染といった様々な汚染物質について、歴史的経緯や問題点が概説されている。実に多様な汚染が海洋で見出され、今後地球環境に深刻な影響を与える可能性のあることを指摘する問題提起の章となっている。

海洋汚染の現状を知り、それに対する対策を講じるには、海洋そのものについての理解を深めることが必要といえるだろう。第2章から第4章では、海洋と密接に関連した地球規模の環境変動やその基礎となるメカニズムについて、そして海水中の微生物の動態や海の熱帯雨林ともいえるサンゴ礁の働きについて、様々な研究成果が紹介されている。最新のトピックスが明解な図とともに盛り込まれている。例えば、現場の植物プランクトンの増殖因子としての鉄の重要性を説いたマーチンの鉄制限仮説や植物プランクトンの生産するDMSPというイオウ化合物の硫黄循環における役割など、論文でしかお目にかからないような海洋学の新しい知見が紹介されており、興味深く読み通すことが

できる。全体を通していえることだが、本書では様々な専門用語が頻出する。しかし具体例を挙げた説明や我々の身近な現象に例えた説明など理解を助けるための工夫がなされており、容易に読みすすめることができる。

海洋環境のように複雑なシステムを解析するために、システムの動きを予測できるようなモデルを様々な仮定のもとで構築し、実際にモニタリングした結果と比較するという方法がとられているようである。それらの実際について第5章と第6章で紹介されている。人工衛星によるモニタリングや著者自身が行った民間のフェリー船による海洋観測、そして海洋汚染あるいは海洋環境変動を探るための分析法・計測法が、解析結果とともに紹介されている。またモデル化の方法や考え方に関しては、磯焼け現象とその原因が具体例として取り上げられている。これは特に海藻研究者には興味深い内容といえるかもしれない。

海洋の調査・研究は、ともすれば規模の大きな仕事になりがちだが、環境保全に関しては、日常生活での個人レベルの考え方や実践が重要であり基本となるだろう。最後の第7章では、海洋環境を保全するための対策技術、行政面からの国際的な取り組みと日本の取り組みについて紹介されており、我々一人一人の海とのつきあい方について考えさせられる章となっている。ここでこの章の終わりの著者らの言葉を引用したい。「・・・海は科学の楽しみを得られる絶好の場所です。潮の干満、サンゴ礁の多様さ、干潟やマングロープなどの沿岸性湿地の肥沃さにふれること、パーソナルコンピュータを使って海洋の変動のメカニズムに思いをはせることなどすべて個人としての探求のために開かれています。・・・」。地球環境の中で海洋の果たす役割と海洋のかかえる様々な問題について取り上げることで、著者らは我々一人一人に「海」とは何かを問いかけているようである。

本書の巻末には、個々の研究の参考文献の紹介に加えて、海洋関連の情報を載せたインターネットのホームページアドレスやパソコン通信のフォーラムが、簡単な内容紹介とともに付記されている。最新の情報を探するのに便利である。私自身も早速利用させていただいた。

河地正伸（海洋バイオテクノロジー研究所）

## 学 会 録 事

### 1. 日本藻類学会第21回大会

1997年3月26日～28日、広島大学理学部（東広島市）において第21回日本藻類学会大会を開催した。大会会長は中野武登氏（広島大学）で、一般講演は70題（うち展示発表は19題）におよんだ。

大会1日目にエクスカッション「南西海区水産研究所見学および宮島周辺島めぐり」がおこなわれた（詳細については本誌掲載の参加記を参照されたい）。大会2日目の午前中にはオーガナイザー濱田仁氏（富山医科薬科大）および中野武登氏（広島大）による公開シンポジウム「地球環境と藻類」がおこなわれ5名が講演した。また、午後からは一般講演をおこなったが、発表数が多かったため展示発表の会場を含め、計3会場を用いて発表がおこなわれた。夕刻、同会場で総会を開催した後、貸し切りバスにて東広島平安閣へ移動し懇親会をおこなった。懇親会はシャンデリア煌めく下、外国からの参加者7名が紹介され賑やかに、かつ国際色豊かにおこなわれた。大会の運営にあたっては、中野大会会長を始め、竹下俊治氏外多数の方々にご尽力いただいた。ここに記して厚く御礼申し上げます。

#### 第21回大会参加者名簿

青木優和、秋野秀樹、鯉坂哲朗、熱海美香、阿部英治、有富由香里、有賀祐勝、飯田高明、飯田勇次、飯間雅文、池原宏二、池本尚人、石井佐知子、石川依久子、石田健一郎、石本佳代、板倉茂、市村輝宜、伊藤泰二、伊藤律子、稲垣祐司、井上勲、今井一郎、今泉真知子、岩下演久、岩滝光儀、植田邦彦、宇佐美昭二、内田卓志、村上裕重、江端弘樹、江原恵、恵良田眞由美、大谷修司、大野正夫、大濱武、大森和子、大山温美、奥田一雄、垣田浩孝、加崎英男、片山舒康、片山裕行、金井塚恭裕、神谷充伸、唐木沢秀之、川井浩史、川口栄男、川嶋昭二、河地正伸、河邊博、河南恵、神田真治、菊地和夫、菊池則雄、北山太樹、金南吉、草薢真紀、熊野茂、倉島彰、栗原暁、小亀一弘、小林艶子、小林奈津子、小鷲繁実、近藤貴晴、齊藤順子、齋藤宗勝、阪本憲司、佐々木謙介、佐藤征弥、澤部かおり、重中義信、柴田涉、杉山孝一、Sutheewat, S., 須谷昌之、関口弘志、芹澤如比古、Song, L.Soleman, G. G., 高野敬志、高山晴義、瀧谷明朗、竹下俊治、竹中裕行、田中次郎、谷昌也、種倉俊之、樽谷賢治、千原光雄、辻

村茂男、都筑幹夫、網島優子、Triet, V. D., Day, J. G., 寺田竜太、寺脇利信、徳田拓士、長崎慶三、長里千香子、長島秀行、長島泰子、中嶋泰、中野武登、中原美保、中原紘之、中村恵理子、中山剛、名畑進一、野崎久義、能登谷正浩、野中満、野呂忠秀、花方信孝、馬場俊典、羽生田岳昭、濱田仁、林田文郎、原慶明、半田信司、樋口澄男、平岡雅規、廣田達也、福島博、藤田大介、藤原哲丘、藤原宗弘、保科亮、堀貫治、堀口健雄、堀輝三、本田俊雄、前川行幸、牧野愛、松永茂、松山和世、真山茂樹、真山なぎさ、三浦昭雄、水田浩之、三隅昌朗、御園生拓、三井薫、峯一朗、宮坂佳代子、宮崎勤、宮地和幸、宮下英明、宮村新一、宮本政秀、村岡大祐、村瀬昇、本村泰三、守屋真由美、山内信、山賀賢一、山岸高旺、山岸幸正、山口峰生、山下博和、山田信夫、山本民次、山本鎔子、柳宗秀、横田圭祐、横濱康繼、吉川浩二、吉崎誠、吉田忠生、吉田裕之、吉田雅範、吉永一男、李眞愛、Raikar, S., 渡辺佐知子、渡辺哲、渡辺信（以上178名）

### 2. 編集委員会・評議員会

3月26日に国民年金健康保養センターひがし広島2階会議室において英文誌編集委員会および和文誌編集委員会を合同で開催した。和文誌について堀口編集委員長より第44,45巻「藻類」の編集状況に関する報告があった。また、45巻2号以降の企画などについて、担当する編集実行委員と、その事項について紹介があった。また、英文誌に関しては川井編集長から「Phycological Research」の編集状況、投稿状況、新編集体制についての報告があった。来年度以降の出版契約に関し未だブラックウェル社から見積がないこと、また、ブラックウェルが昨今の急激な円安により採算が合わなくなったため、値上げ要求を示唆していること、さらに、思ったほど団体会員が増えていないため実益が乏しく、団体会員を増やす努力をしてほしいと言っていることが報告された。

評議員会を引き続き同会議室で開催した。1997年度総会に提出する報告事項・審議事項などに関しての審議を行った。内容に関しては総会の項を参照されたい。また、藻類学会の大会期日が他学会の大会期日と重なることについて、大会参加者を増やすためにも調整が必要であるとの強い意見が出されたが、これは懸案事項でもあり、今後は各委員が関係学会と連絡をとりながら改善するよう努力することとなった。編集委

員会・評議員会開催にあたっては中野武登氏を始めとする広島大学の関係者に変なお世話になった。記してお礼申し上げる。

編集委員会出席者：川井浩史，堀口健雄，鯉坂哲郎，今井一郎，藤田大介，飯間雅文，井上勲，北山大樹，堀輝三，峯一郎，本村泰三，渡辺信，横濱康継，（オブザーバー：石川依久子，真山茂樹，大谷修司）

評議員会出席者：石川依久子，大谷修司，田中次郎，真山茂樹，有賀祐勝，市村輝宣，井上勲，奥田一雄，川井浩史，川口栄男，中野武登，前川行幸，吉崎誠，渡辺誠，（オブザーバー：堀口健雄）

### 3. 1997 年度総会

1997年3月27日の講演終了後，同会場において総会を開催した。石川依久子会長の挨拶の後，山本民次氏（広島大学）を議長に選出し議事に入った。

#### 【報告事項】

##### ● 庶務関係

(1) 会員状況(1997年3月24日現在)：名誉会員2名，普通会員621名，学生会員64名，団体会員53名，賛助会員11名，外国会員98名(28カ国)，国内購読26件。(2) 1996年度文部省科学研究費刊行助成金「研究公開促進費」交付額は1,200,000円であった。(3) 第20回大会を1996年3月28日～29日東邦大学理学部にて開催した。(4) 評議員会を3月27日東京水産大学で，総会を3月28日東邦大学にて開催した。(5) 1996年10月9日に秋季シンポジウム「礁池におけるモズク類2種の生態と養殖」・「長崎県下における磯焼けとその回復のための技術的問題」を九州大学にて開催した。(6) 1997年度および1998年度の会長・評議員の選挙が行われ新役員が決定した。(7) 新編集長・新編集実行委員・新編集委員が選出・委嘱された。(8) 東京学芸大学の学会事務局の電話番号が4月から0423-29-7524に変更されるとのアナウンスがあった。

##### ● 会計関係

(1) 1996年12月31日現在の会費納入率は，普通会員95%，学生会員100%，賛助会員100%，団体会員81%，外国会員98%であった。(2) その他の事項に関しては審議事項参照のこと。

##### ● 編集関係

(1) 1996年度に発行した和文誌「藻類」第44巻1～3号は，総頁数191頁。内訳は掲載論文数3，短報0，総説1，研究技術3，記事12，その他雑録であった。(2) 1996年度に発行した英文誌「Phycological Research」第44巻1～4号は，総頁数218頁，掲載論文33（うち，外国からの投稿22）。

#### 【審議事項】

##### ● 庶務関係

(1) 1997年事業計画：1) 「アジア地域の微生物研究ネットワークに関するシンポジウム - 微細藻類の生理活性物質，毒性，多様性，系統分類及び系統保存 -」の共催，2) 第21回大会・評議員会・総会（広島大学）の開催，3) 和文誌「藻類」45巻1～3号の発行，4) 英文誌「Phycological Research」45巻1～4号の発行。(2) 秋季シンポジウムは総会時点では開催案がなかったが，「藻類」2号の記事に間に合う時点で開催希望があれば，その決定を持ち回り評議員会に委ねることが了承された。(3) 1998年～2000年の「Phycological Research」の出版契約を本年度中におこなわなければならないが，未だブラックウェルから具体的な金額が提示されていない。4月中旬までに具体的な金額が提示されるが昨今の円安の影響により相当額の値上げが予想される。その時点で対応が討議された結果，従来の契約金の30%～35%高ままでの場合は単年度の契約を結び，それ以上の値上げの場合は評議員会が対処することで了承された。(4) 植物分類学関連学会連絡会から共同名簿を作ることを提案があったが，藻類学会としては「藻類」紙上で名簿掲載希望者を募り，その人数分の分担金を学会が負担することで合意がなされた。(5) 今秋開催される植物分類学関連学会連絡会の合同シンポジウムの演者として，藻類学会からは井上勲氏にお願いすることになった。(6) 来年度の藻類学会大会は下田(3月26日～27日：下田東急ホテル)で，再来年度は山形で，それぞれ横濱康継氏および原慶明氏にお世話をお願いすることになった。(7) 学会賞の制定について：昨年度おこなわれたアンケート調査結果を基に学会賞と論文賞の2案が作られたが，本年度は以下の論文賞のみを制定・実施するにとどめ，学会賞については今後内容についてさらに検討していくことが了承された。

名称：日本藻類学会論文賞

趣旨：学会誌である「Phycological Research」および「藻類」に質の高い論文を発表した会員の貢献を讃えるために本賞を制定する。

授賞対象者：過去1年間における「Phycological Research」および「藻類」に投稿された原著論文で、本会会員によるもの（国籍は問わない）。

選考方法：前年の1年間に出版された「Phycological Research」および「藻類」に投稿された原著論文の中から編集委員（和英編集委員長、副編集長、編集実行委員および編集委員）および評議員による投票で決定する。投票に際しては、本賞の候補としてふさわしいと考えられる論文1編をノミネート出来る。得票数の多かった論文に本賞を授与する。ただし同数の場合には両者授賞とする。

賞：授賞者には賞状を授与する。財源は山田基金より拠出する。

当該年度に掲載されるすべての論文が授賞の対象となる。12月末、または1月初旬に会長が審査員（評議員および日本人の編集委員）に対し、授賞候補者の推薦（投票）を依頼する。推薦（投票）は審査員1名あたり1編とする。事務局は締切日（2月中旬）を待って開票し、最も得票の多かった論文を論文賞の授賞対象とする。決定した授賞者は編集委員会・評議員会での了承を得た上、総会の会場で発表される。その他、授賞者決定までの詳細な事項については事務局に一任された。(8) 英文誌編集の補佐として編集補助委員(Editorial Assistant)を新設することが了承され神谷充伸氏（神戸大）に委嘱された。(9) 学会員外に「藻類」の記事を依頼した場合、著者に対する礼として、別刷り50部を学会負担で差し上げることが了承された。(10) 「藻類」の紙質に関し、印刷屋から技術上の問題により従来のアート紙からコート紙に変更してほしいと要望があった。印刷された2つのサンプルには目に見える大きな違いはなく、費用も若干安くなることから、コート紙に変更することが了承された。(11) 本年3月に共催した「アジア地域の微生物研究ネットワークに関するシンポジウム」のプロシーディングスを「Phycological Research」の別冊として出版することが了承された。なお、経費はすべてシンポジウムが負担するものとし、通常の学会誌と同等の審査を経たうえで、受理されたものだけを掲載する。(12) 昨年の総会で提案された2005年に国際藻類学会大会を日本に誘致する事に関し、今後は藻類学に関連する他学会にも話をもちかけ、共催の形で誘致することが了承された。(13) 植物分類学関連学会連絡会および自然史学会連合へは、当面の間、学会庶務と田中次郎氏がそれぞれ藻類学会代表として出席することが確認された。(14) 別刷り価格表を実状にあったものに変更することが了承された。今回変更された価格表では200部程度の注文の場

合は以前の価格と変わりがなく、少量の部数ではより安く、また大量の部数では若干高くなる。(15) インターネット上に藻類学会のホームページ設置の要望が出され、事務局で検討することになった。

#### ●会計関係

(1) 1996年度一般会計決算報告および同監査報告は表-1の通り承認された。(2) 1996年度山田幸男博士記念事業特別会計の決算報告および同監査報告は表-2の通り承認された。(3) 1997年度一般会計および山田幸男博士記念事業特別会計の予算は表-3の通り承認された。(4) 1997-8年度の会計監事は、総会に先立ち開催された評議会で選ばれた岡崎恵視氏（東京学芸大）と片山舒康氏（東京学芸大学）が承認を受けた。

#### 4. 評議員の交代

本会評議員の榎本幸人氏（近畿地区）は都合により本年3月末日をもって評議員を辞退された。本会付則第4条により次点の中原紘之氏に近畿地区の評議員に就任していただいた。任期は残任期間である1998年12月31日までである。

#### 5. 植物分類学関連学会連絡会議

表記の第5回会合が1997年3月21日神奈川県立生命の星・地球博物館で開催された。藻類学会からは代表幹事の代理として川井浩史氏が出席した。他学会からは植物分類地理学会、種生物学会、日本植物分類学会、植物地理・分類学会、日本シダ学会の代表が出席した（地衣類研究会、日本菌学会、日本蘚苔類学会は欠席）。懸案の共同名簿に関しては、本年度中に作成の方向で進めることとし、参加を表明する学会は8月中旬に名簿をファイル形式で担当幹事に提出することになった。また、広報活動のため千葉大のサーバーに連絡会議のホームページを作成することになった。今秋の日本植物学会大会の会期中に、植物分類学関連学会連絡会で合同シンポジウム「種多様性の認識はどこまで進んだか」（世話人：植物分類地理学会の秋山弘之氏）を開催することになった。このシンポジウムの目的は、種の多様性がそれぞれの分類群でどこまで進んでいるのかについて、異なる生物材料を用いる研究者が共通認識をもつことにある。講演者は4名で動物学会から片倉晴雄氏、植物分類学会から伊藤元巳氏、菌類学会から杉山氏が予定されている。なお、藻類学会からは本年度総会の録事に記したように、井上勲氏に講演をお願いした。

表-1. 1996年度一般会計決算 (1996.1.1～1996.12.31)

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
会費	5,988,897	和文誌印刷・発送費	1,540,859
普通会員	4,074,000	印刷代	1,214,061
学生会員	320,000	別刷代	145,063
外国会員	529,897	発送費	181,735
団体会員	782,000	英文誌印刷・発送費	4,552,500
賛助会員	220,000	編集費	300,746
販売	413,500	編集補助費	60,000
定期購読	289,350	通信連絡費	200,164
バックナンバー	124,150	事務用品費	40,582
別刷代	89,550	庶務費	644,219
超過頁負担金	0	事務用品費	48,665
広告代	120,000	会議費	33,432
受取利息	2,500	通信・印刷費	279,595
文部省刊行助成金	1,200,000	諸雑費	282,527
英文誌還付金	45,953	幹事旅費補助	4,000
雑収入	4,532	事務補助	185,600
寄付金	6,000	20回大会補助費	120,000
		秋季シンポジウム補助費	50,000
小計	7,870,932	小計	7,397,924
前年度繰越金	6,847,239	次年度繰越金	7,320,247
合計	14,718,171	合計	14,718,171

一般会計貸借対照表 (1996.1.1～1996.12.31)

貸方 (円)		借方 (円)	
普通預金 (第一勧業, 京都)	2,541,049	未払金	543,980
普通預金 (第一勧業, 新宿)	1,322,701	前受会費	2,710,000
郵便振替貯金 (札幌)	2,129,125	借受金	222,000
郵便振替貯金 (新宿)	4,361,100	次期繰越金	7,320,247
現金 (事務局)	91,125	前期繰越金	6,847,239
現金 (筑波)	128,294	当期余剰金	473,008
未収金	222,833		
合計	10,796,227	合計	10,796,227

表-2. 1996年山田幸男博士記念事業特別基金会計決算 (1996.1.1～1996.12.31)

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
山田追悼号売上金	7,000		
コンプ類研究売上	1,000		
受取利息	44,398		
小計	52,398	小計	0
前年度繰越金	2,552,382	次期繰越金	2,574,780
合計	2,574,780	合計	2,574,780

山田幸男博士記念事業特別基金会貸借対照表 (1996.1.1 ~ 1996.12.31)

貸方 (円)		借方 (円)	
定期預金	1,900,000	次期繰越金	2,574,780
普通預金	667,368	前期繰越金	2,552,382
現金	412	当期余剰金	52,398
未収金	7,000		
合計	2,574,780	合計	2,574,780

日本藻類学会 1996 年度決算報告書に対し記名捺印する。

1997 年 2 月 20 日

会 長 吉田忠生 印  
 会計幹事 小亀一弘 印

決算書が適正であることを認める。

1997 年 2 月 20 日

会計監査 田澤伸雄 印  
 会計監査 工藤利彦 印

表 -3.1997 年度一般会計予算案 (1997.1.1 ~ 1997.12.31)

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
会費	5,450,400	和文誌印刷・発送費	1,970,000
普通会員	3,858,200	印刷代	1,500,000
学生会員	288,000	別刷代	250,000
外国会員	523,800	発送費	220,000
団体会員	572,400	英文誌印刷・発送代	4,500,000
賛助会員	198,000	編集費	450,000
販売	340,000	編集補助費	150,000
定期購読	270,000	通信連絡費	200,000
バックナンバー	70,000	事務用品費	100,000
別刷代	250,000	庶務費	490,000
超過頁負担金	0	事務用品費	50,000
広告代	120,000	会議費	40,000
受取利息	2,500	通信・印刷費	250,000
文部省刊行助成金	1,200,000	諸雑費	250,000
英文誌還付金	50,000	幹事旅費補助	40,000
雑収入	5,000	事務補助	150,000
寄付金	300,000	21回大会補助費	120,000
		自然史学会連合分担金	20,000
小計	7,717,900	小計	7,720,000
前年度繰越金	6,847,239	予備費	7,318,140
合計	15,038,140	合計	15,038,147

## 1997年度山田幸男博士記念事業特別基金会計予算案 (1997.1.1 ~ 1997.12.31)

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
受取利息	45,000		
小計	45,000	小計	0
前年度繰越金	2,574,780	予備費	2,619,780
合計	2,619,780	合計	2,619,780

-----  
 (学会録事続き)

## 6. 秋季シンポジウムについて

本年度3月の総会時点では秋季シンポジウム開催の申し出が無かったが、4月に入り有賀祐勝氏(東京水産大)より、国際海藻シンポジウムの開催者である国際海藻協会日本支部が今秋開催を企画しているシンポジウム「海藻の利用(仮題)」を藻類学会と共催したいとの申し出があった。総会の決議にしたがい、この件につき持ち回り評議員会をおこなった結果、賛成多数で同シンポジウムを藻類学会共催の秋季シンポジウムとすることに決定した。

今期の日本植物学会大会では口頭発表で使用できる機器はOHPのみとした。このことに関し、4月16日に日本植物分類学会会長の鈴木三男氏より、「今後の大会ではこれを前例とせずスライド映写による発表ができるよう大会開催地に配慮を求める」申し入れを植物分類学関連学会で共同でおこないたい旨の呼びかけがあった。時期を逸すると申し入れは来年になってしまうため、早急な回答の必要があり、持ち回り評議員会によりこの件を審議した。その結果、賛成12、反対1、未回答4となり、申し入れを共同でおこなうことを鈴木氏に回答した。

## 7. 植物学会大会でのスライド映写に関する申し入れについて

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



## 植物分類学関連学会の共同名簿について

植物分類学関連学会連絡会では異なる学会に所属する研究者間のより緊密な情報交換および連絡をおこなうため、希望学会による会員の共同名簿を作成することになりました。日本藻類学会としては本号の学会録事の中にも記されているように、希望者を募り、その会員を植物分類学関連学会の共同名簿に掲載することになりました。ついでには共同名簿に掲載を希望される会員の皆様は、下記様式の掲載情報をe-mailもしくは葉書にて学会事務局宛にお寄せください。締切は8月15日です。植物分類学関連学会の共同名簿に掲載を希望します。

氏名：藻類 太郎

ローマ字：Sorui Taro

称号：Mr. Dr. (片方の記入だけでも良い)

生年月日：1965/04/05

所属：藻類大学海藻学部プランクトン研究センター

所属住所：184 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

TEL:0423-29-7524

FAX:0423-29-7524

e-mail:sorui@u-sorui.ac.jp

所属学会：藻類, (分類, 植物・・・など短い名称で)

キーワード：緑藻, カサノリ, 藍藻

(研究・関心分野を3つほど)

= 名簿掲載情報の送り先 =

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

葉書：184 小金井市貫井北町 4-1-1 東京学芸大学生物学教室内 日本藻類学会

### 表紙写真



初めてクロキヅタの標本を見たときには、その葉状部の大きさ・迫力・美しさに感動したものである。この海藻の愛媛県における”近況”と、その保護に尽力された野村義広氏に関する紹介記事をお二人の会員の方が寄稿してくださった。ということで本号の表紙はこの美しい海藻に飾ってもらうことにした。写真は北大大学院理学研究科の標本室に保管されているもので、記事の筆者である二宮早由子氏が寄贈されたものである。

ところでお二人の著者の方はそれぞれクロキヅタ・クロキヅタと、異なった表記を用いられている。ここでは、著者の用法を尊重し、統一はしなかった。(T.H)

---

---

## 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 シロク商会（260 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 東京都港区高輪2-16-5）  
有限会社 浜野顕微鏡（113 東京都文京区本郷5-25-18）  
株式会社ヤクルト本社研究所（189 東京都国立市谷保1769）  
田崎真珠 株式会社 田崎海洋生物研究所（779-23 徳島県海部郡日和佐町外ノ牟井）  
神協産業 株式会社（742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1）  
理研食品 株式会社（985 宮城県多賀城市宮内2丁目5番60号）  
株式会社 白寿生科学研究所（351 朝霞市栄町3-3-7）  
三洋テクノマリン株式会社（103 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 東京都中央区銀座2-6-5）

---

---

### 新刊紹介（追加）

#### SEAWEED CULTIVATION AND MARINE RANCHING

Masao Ohno and Alan T. Critchley (eds) JICA（国際協力事業団）発行 151pp. 1997（再版）

本書は、1993年にJICAの水産分野の研修員のテキストとして出版された。内容は、海苔、コンブ、ワカメ、ヒトエグサ、モズクなど日本の海藻養殖とキリンサイ、オゴノリなど発展途上国での海藻養殖を、多くのカラー写真を入れて、生物学的視点と技術的視点の両面から説明している。また藻場や海草の造成法についても記述されている。本書は、市販された本ではないが、国内国外に実費で広く配布され、高い評価を得た。今なお、請求がJICAに届くが在庫がなくなり、再版の予算がつき出版された。再版は、ミズプリントなどと紙質・装丁を変えたので、初版より読みやすい。藻類研究者には再版を保存することを勧めたい。

JICAの許可を得て別予算で、増刷をしたので、希望者は、編者の大野正夫宛に、FAXなどで請求を戴ければ、実費（2,500円送料込み）で送付します。

FAX:0888-56-0425, Email:mohno@cc.kochi-u.ac.jp

（大野正夫 高知大学海洋生物教育研究センター）

日本藻類学会（入会申込・住所変更届）（○で囲んで下さい）

（コピーしてお使い下さい）

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：  普通会员 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 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、「海藻について的一般書を」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。

—A Photographic Guide—  
**Seaweeds of Japan**

●定価：本体14,563円(税別)

英文版も  
完成！

## 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

# 陸上植物の起源

—緑藻から緑色植物へ—

グラールハム 著

渡邊 信, 堀 輝三 共訳

A5判・376頁・本体価格4800円(税別)

1. 陸上植物の起源—はじめに— 2. シルル紀前期とオルドビス紀後期の環境 3. 陸上植物の初期進化へのアプローチ 4. シャジクモ藻綱 5. シャジクモ類の形態・生態・生理 6. シャジクモ藻綱と陸上植物のギャップ 7. 植物形態の進化: 細胞壁・細胞骨格・細胞質分裂・細胞間応答・組織形成 8. 植物の有性生殖の進化 9. 植物のシグナル伝達系・植物ホルモン・光形態形成・二次代謝の起源 10. 陸上植物の起源—まとめ—

# 藻類の生活史集成

堀 輝三 編

第1巻 緑色藻類 B5判・448頁(185種) 本体価格8000円(税別)

I(狭義の)緑藻綱 IIアオサ藻綱 III車軸藻綱 IV所属網不明群 Vブラシノ藻綱

第2巻 褐藻・紅藻類 B5判・424頁(171種) 本体価格8000円(税別)

I 褐藻綱 II 紅藻綱

第3巻 単細胞性・鞭毛藻類 B5判・400頁(146種) 本体価格7000円(税別)

I 渦鞭毛藻 II 黄金色藻綱 IIIシヌラ藻綱 IVハプト藻綱 Vクリプト藻綱 VIラフィド藻綱 VII真眼点藻綱 VIIIミドリムシ藻綱 IXクロララクニオン藻綱 X黄緑色藻綱 XI珪藻綱

# 日本の赤潮生物

—写真と解説—

福代・高野・千原・松岡 共編

B5判・430頁・本体価格13000円(税別)

収録種は、藍藻8種、クリプト藻2種、渦鞭毛藻7種、珪藻85種、ラフィド藻9種、黄金色藻6種、ハプト藻4種、ユーグレナ藻8種、ブラシノ藻5種、緑藻1種、原生動物2種の計200種。まず写真・図があり、続いて写真説明、和文記載、英文記載、文献が続き、1種見開き2頁にまとめる。写真は、それぞれの研究者が研究のために整理して秘蔵していたもの、および本書用として新たに制作したもの等から成る。和文記載は以下の特徴を順に記す。1.細胞の性状、外形と大きさ 2.細胞構造 3.生殖法、生活史 4.生態と分布 5.類似種との比較、分類学的位置、学名の変遷 6.その他

# 日本海藻誌

岡村金太郎 著

B5判・1000頁・本体価格30000円(税別)

日本の海藻学の先駆者が、ライフワークとして集大成。海藻学の全般が理解できると同時に、精密克明な解説と実地調査による体系的著述により、さらに発展への糸口も与える不朽の名著。

# 植物組織学

猪野俊平 著

B5判・727頁・本体価格18000円(税別)

植物組織学の定義・内容・発達史から研究方法、組織細胞、体制と組織へと詳述した植物組織学の決定版。詳細な本文と克明に描写した700余に上る挿図、82頁にわたる学術名・人名・学名・和名の4種の索引を備える。

近刊のお知らせ

## 原生生物の世界

細菌、藻類、菌類と原生動物の分類

丸山 晃 著

## 藻類多様性の生物学

千原高雄 編著

## 淡水藻類写真集 18巻

山岸高旺・秋山 優 編集

## 重版出来 日本淡水藻図鑑

廣瀬弘幸・山岸高旺 編集

B5判・960頁・本体価格38000円(税別)



内田老鶴圃

〒112 東京都文京区大塚3-34-3

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。

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

---

## 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。
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。

---

1997 年 7 月 5 日印刷

1997 年 7 月 10 日発行

© 1997 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 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@bio.hokudai.ac.jp

印刷所

北 大 印 刷

〒 060 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 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45巻 第2号 1997年7月10日

## 目次

日本藻類学会第22回大会(下田)案内	
高野敬志・日野修次: 過栄養湖茨戸湖(北海道)の浮遊性藻類の遷移に 対する温度の影響	89
山本民次・樽谷賢治: 広島湾産有毒渦鞭毛藻 <i>Alexandrium tamarense</i> の増殖に及ぼす 水温, 塩分及び光強度の影響	95
研究技術紹介 藻類の光合成研究法シリーズ5	103
鈴木健策: 酵素活性測定法 — 光合成 CO <sub>2</sub> 固定およびグリコール酸経路関連酵素 —	
研究技術紹介	
平田徹・青木優和・倉島彰・植田一二三・土屋泰孝・佐藤寿彦・横濱康繼: 海中造林のための接着剤を用いたカジメ藻体の移植	111
藻類採集地案内	
川口栄男・上ノ菌雅子: 福岡周辺海藻採集地案内	117
鶴岡英作: 愛媛県のクロキヅタ	121
二宮早由子: 野村義広氏により保存されたクロキヅタ	123
藤田大介: ナホトカ号の事故で流出した重油の沿岸漂着と海藻 II — 石川県でのその後 —	125
藤田大介: 水産試験場研究報告の藻類関係論文リスト (1991~1995)	126
博物館と藻類	
北山太樹: 新手の微細藻類展示—滋賀県立琵琶湖博物館の場合—	131
中野武登: 日本藻類学会第21回大会(東広島)を振り返って	133
谷 昌也: 日本藻類学会第21回大会宮島エクスカージョン参加記	135
寺田竜太: 第7回有用藻類の分類に関する国際研究会に参加して	137
金井塚恭裕: 第3回藻類学春の学校参加記(1997年3月29日~3月31日)	139
英文誌 Phycological Research 45巻1号掲載論文和文要旨	141
学会・シンポジウム情報	143
書評・新刊紹介	
河地正伸: 海の働きと海洋汚染(原島省・切刀正行共著)	146
学会録事	147