

# The Japanese Journal of PHYCOLOGY

## CONTENTS

Orlando Necchi Júnior, Rejane Maira Góes and Marília Ribeiro Dip: Phenology of <i>Compsopogon coeruleus</i> (BALBIS) MONTAGNE (Compsopogonaceae, Rhodophyta) and evaluation of taxonomic characters of the genus.....	1
Isao Inouye, Xiaoming Zhang, Mizuko Enomoto and Mitsuo Chihara: Cell structure of an unusual chrysophyte <i>Phaeaster pascheri</i> with particular emphasis on the flagellar apparatus architecture .....	11
Kunshan Gao: Seasonal variation of photosynthetic capacity in <i>Sargassum horneri</i> .....	25
Richard E. Norris: A critique on the taxonomy of an important agarophyte, <i>Gelidium amansii</i> .....	35
Stein Fredriksen, Sung-Min Boo and Jan Rueness: Photoperiodism and life history of <i>Psilothallia dentata</i> (OKAMURA) KYLIN (Ceramiaceae, Rhodophyta) in culture .....	43
Hideaki Achiha and Hideo Iwasaki: Growth characteristics of the toxic dinoflagellate, <i>Alexandrium tamarense</i> .....	51
Tetsu Hirata, Kazuhiro Sakamoto, Satoshi Tada and Yasutsugu Yokohama: Transplantation of <i>Eisenia bicyclis</i> and <i>Ecklonia cava</i> plants to artificial substrate with adhesive .....	61



### Note

Hitoshi Iizumi, Hiroyuki Nakahara and Isamu Umezaki: Nitrogen fixing blue-green algae at a coral reef .....	69
Shoji Kawashima: Drifting records of alien species of the Laminariales (5). <i>Laminaria dentigera</i> KJELLM. and <i>Laminaria platymeris</i> DE LA PYLAIE .....	71
Kazutosi Nisizawa: A record of the attendance at the XIII International Seaweed Symposium held in Canada .....	74
Yusho Aruga: Korea-Japan Symposium on Phycology, 22-25 November 1989, in Seoul, Korea .....	76



Obituary .....	79
Announcement .....	82
The XIVth Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology (program and abstracts) .....	83
Japan Science Council News .....	103

## 日 本 藻 類 学 会

日本藻類学会は1952年に設立され、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物「藻類」を年4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。

庶務および会計に関する通信は、602 京都市上京区下立売通小川東入 日本藻類学会宛に、また「藻類」への原稿の送付は 108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学 有賀祐勝気付 日本藻類学会編集委員会宛にされたい。

### The Japanese Society of Phycology

The Japanese Society of Phycology, founded in 1952, is open to all who are interested in any aspect of phycology. Either individuals or organizations may become members of the Society. The Japanese Journal of Phycology (SÔRUI) is published quarterly and distributed to members free of charge.

Inquiries and other information regarding the society should be addressed to **The Japanese Society of Phycology, Shimotachiuri Ogawa Higashi, Kamikyoku, Kyoto, 602 Japan.** The annual dues (1990) for overseas members are 7,000 Yen (Send the remittance to The Japanese Society of Phycology at the above address).

Manuscript for publication should be submitted directly to the Editor-in-Chief, **Prof. Y. Aruga, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.**

#### 1989-1990年役員

会 長：小林 弘（東京学芸大学）  
庶務幹事：片山 舒康（東京学芸大学）  
会計幹事：真山 茂樹（東京学芸大学）  
評 議 員：

秋山 優（島根大学）  
有賀 祐勝（東京水産大学）  
鯨坂 哲朗（京都大学）  
千原 光雄（筑波大学）  
原 慶明（筑波大学）  
岩崎 英雄（三重大大学）  
増田 道夫（北海道大学）  
三浦 昭雄（東京水産大学）  
野沢 治治（鹿児島大学）  
小河 久朗（東北大学）  
大森 長朗（山陽学園短期大学）  
奥田 武男（九州大学）  
舘脇 正和（北海道大学）  
坪 由宏（神戸大学）  
渡辺 信（国立公害研究所）  
横浜 康継（筑波大学）

#### 編集委員会：

委 員 長：有賀 祐勝（東京水産大学）  
幹 事：能登谷正浩（東京水産大学）  
実行委員：堀 輝三（筑波大学）  
田中 次郎（国立科学博物館）  
横浜 康継（筑波大学）  
委 員：榎本 幸人（神戸大学）  
石川依久子（大阪大学）  
加藤 哲也（京都大学）  
鬼頭 鈞（西海区水産研究所）  
野田 宏行（三重大大学）  
奥田 武男（九州大学）  
舘脇 正和（北海道大学）  
渡辺 信（国立公害研究所）  
藪 薫（北海道大学）  
吉田 忠生（北海道大学）

#### Officers for 1989-1990

**President:** Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University)  
**Secretary:** Nobuyasu KATAYAMA (Tokyo Gakugei University)  
**Treasurer:** Shigeki MAYAMA (Tokyo Gakugei University)

#### Members of Executive Council:

Masaru AKIYAMA (Shimane University)  
Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)  
Tetsuro AJISAKA (Kyoto University)  
Mitsuo CHIHARA (University of Tsukuba)  
Yoshiaki HARA (University of Tsukuba)  
Hideo IWASAKI (Mie University)  
Michio MASUDA (Hokkaido University)  
Akio MIURA (Tokyo University of Fisheries)  
Koji NOZAWA (Kagoshima University)  
Hisao OGAWA (Tohoku University)  
Takeo OHMORI (Sanyo Gakuen Junior College)  
Takeo OKUDA (Kyushu University)  
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)  
Yoshihiro Tsubo (Kobe University)  
Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies)  
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)

#### Editorial Board:

Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries), Editor-in-Chief  
Masahiro NOTOYA (Tokyo University of Fisheries), Secretary  
Terumitsu HORI (University of Tsukuba), Associate Editor  
Jiro TANAKA (National Science Museum), Associate Editor  
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba), Associate Editor  
Sachio ENOMOTO (Kobe University)  
Ikuko SHIHARA-ISHIKAWA (Osaka University)  
Tetzuya KATO (Kyoto University)  
Hitoshi KITO (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory)  
Hiroyuki NODA (Mie University)  
Takeo OKUDA (Kyushu University)  
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)  
Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies)  
Hiroshi YABU (Hokkaido University)  
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

## Phenology of *Compsopogon coeruleus* (BALBIS) MONTAGNE (Compsopogonaceae, Rhodophyta) and evaluation of taxonomic characters of the genus

Orlando NECCHI Júnior\*, Rejane Maira GÓES and Marícia Ribeiro DIP

Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, Departamento de Botânica, Caixa Postal 136, 15001-São José do Rio Preto, SP, Brasil

NECCHI, O. Jr., GÓES, R. M. and DIP, M. R. 1990. Phenology of *Compsopogon coeruleus* (BALBIS) MONTAGNE (Compsopogonaceae, Rhodophyta) and evaluation of taxonomic characters of the genus. Jpn. J. Phycol. 38: 1-10.

Phenology of *C. coeruleus* was studied monthly in a third order stream in São Paulo State, southeastern Brazil, from December 1987 to December 1988. All currently employed characters of *Compsopogon* were evaluated and related to stream variables (temperature and current velocity) and local rainfall. Plant height and diameter and size of monosporangia and cortical cells varied significantly throughout the year and between summer (January to March) and winter (July to September). Plant height and diameter were negatively correlated with current velocity and temperature, whereas size of monosporangia and cortical cells were positively correlated with one another. Number of erect branches on the basal system was dependent on the type of basal system and positively correlated with current velocity. Percentage of plants with basal disc and that of plants without basal system was positively and negatively correlated with current velocity, respectively. Rainfall altering seasonal stream current velocity was the key factor controlling phenology of *C. coeruleus*. The variability of taxonomic characters extends to the limits of most species presently recognized within the genus. The difficulties in defining reliable features for species identification and in establishing well defined circumscription for the species of *Compsopogon* were evident.

*Key Index Words:* Brazil—*Compsopogon coeruleus*—phenology—Rhodophyta—taxonomy.

The genus *Compsopogon* MONTAGNE is classified in the family Compsopogonaceae, whose members are characterized by possessing a row of axial cells surrounded by a cortex of variable number of layers (BOLD and WYNNE 1985, BOURRELLY 1985) and monospore formation by means of a curved wall (KRISHNAMURTHY 1962). The allied genus *Compsopogonopsis* is also classified in this family and differs from *Compsopogon* in the way of cortex formation (KRISHNAMURTHY 1962). Detailed generic descriptions are found in KRISHNAMURTHY (1962), BOLD and WYNNE (1985) and BOURRELLY (1985). *Compsopogon* was monographed by KRISHNAMURTHY (1962) who recognized six species. Later, five new species were described: *C. argentinensis* (PUJALS 1967), *C. lusitanicus* (REIS 1977), *C. occidentalis* (TRACANA 1980), *C. cor-*

*ticrassus* (CHIHARA and NAKAMURA 1980) and *C. prolificus* (YADAVA and KUMANO 1985). The more important taxonomic features for species delineation are: type of basal system, size of plant, branches, cells and monosporangia, number of cortical layers and of erect branches on the basal system (KRISHNAMURTHY 1962, BOURRELLY 1985).

According to KRISHNAMURTHY (1962) *C. coeruleus*, the type species of the genus, is the most widespread of the genus and presents the widest range of taxonomic characters. Variability of *Compsopogon* characters has been confirmed by authors who worked with specimens grown in culture. NICHOLS (1964) demonstrated the great variability of some characters used to distinguish species such as basal system, monospore, branching, spore germination and young plantlets, and that they are not of taxonomic value. SHYAM and SARMA (1980) studied specimens of *Com-*

\* Author to whom correspondence is to be addressed.



*psopogon* combining characteristics of *C. coeruleus*, *C. corinaldii* and *C. hookeri* in culture. Their study provided evidence that the morphological characters employed for specific delimitation within the genus are highly flexible and unreliable as taxonomic criteria. They stated that on the basis of cultural observations most of the earlier described species in the literature may probably be ecophenes of one and the same alga. NICHOLS (1964) and SHYAM and SARMA (1980) pointed out that if such wide variation occurs within the relatively restricted conditions of the laboratory its occurrence in nature, where the conditions are more diverse, must be considered. Inconsistencies in the infrageneric classification system of *Compsopogon* have been demonstrated (ENTWISLE and KRAFT 1984, NECCHI 1989), especially as to definition of taxonomic criterions for species identification. Some authors (ENTWISLE and KRAFT 1984, NECCHI 1989) have supported the view of SHYAM and SARMA (1980) on ecophenes.

No detailed study on phenology of *Compsopogon* species has been carried out. This investigation was undertaken with the purpose of studying the phenology of *C. coeruleus* and to evaluate the usefulness of the taxonomic characters currently employed for species identification within the genus.

## Material and Methods

Phenology of *C. coeruleus* was investigated monthly in a third order stream (STRAHLER 1957) from October 1987 through October 1988. The stream (Córrego da Piedade) is situated in São José do Rio Preto, São Paulo State, southeastern Brazil (20°49'S, 49°27'W). Field work was conducted in a stream reach of 10 m, where the species population developed profusely. Plants were predominantly epiphytic on submerged roots of marginal vegetation and fixed on sticks and, to a lesser extent, epilithic on stones in the stream bed.

Two stream variables were determined: water temperature and current velocity.

Temperature was taken at the midpoint of the reach with a mercury thermometer. Surface current velocity was determined by measuring the time required for a fishing float to travel along the 10 m reach. Five measures were taken and the mean calculated. In addition, local rainfall values were obtained from Regional Agricultural Division, Agricultural Secretary of São Paulo State.

A representative sample was monthly collected by hand at successive 1 m transects along the reach and immediately transported to the laboratory where 20 plants were casually chosen from the sample and preserved in a 4% formaldehyde : distilled water solution for study. The remaining part of the sample was taken to estimate the dry weight. Along the study period a total of 260 plants were examined. Voucher specimens were lodged at the Herbarium of Botany Institute, São Paulo (SP).

All characters referred to by KRISHNAMURTHY (1962) and BOURRELLY (1985) were analysed: morphological (type of basal system, shape of monosporangia and cortical cells), morphometric (plant height and diameter, size of monosporangia, cortical cells, axial cells and uniseriate branch cells and width of disc holdfast) and meristic (number of cortical layers and of erect branches on the basal system). Two measures of plant diameter were taken: one at the basal (largest) and other at the apical (smallest) portion. Twenty measures of monosporangia

Table 1. Seasonal values of temperature and current velocity in the stream studied and local rainfall from December 1987 to December 1988.

Season	Temperature (°C)	Current velocity (cm s <sup>-1</sup> )	Total rainfall (mm)
Summer	22–26.5 24.3 ± 1.7*	70–83 82.0 ± 5.3*	720
Fall	19–22 20.5 ± 1.5	73.5–83 72.7 ± 9.5	135
Winter	18.5–21 19.7 ± 1.2	30.8–45 43.7 ± 12.1	0
Spring	21–25 23.8 ± 1.9	33–75.5 53.7 ± 18.8	280

\* Mean ± standard deviation (n=3).



and cortical cells were taken for each plant, ten at the basal and ten at the apical portion of the plant. We considered the longest axis of these structures since they are irregularly shaped. Width and length of axial cells were measured in the same way as for plant diameter, while for uniseriate filament cells one measure was made near the corticated portion and other near the apex. For observations of axial cells or cortical layers, free hand cross or longitudinal sections were made, when necessary, using razor blades. During the course of the study more than 11,000 measurements or countings were taken.

For obtaining dry weight samples were dried at 85°C to constant weight. Results were expressed as weight (g) per unit area (m<sup>2</sup>), based on a gross estimate of the area sampled.

Descriptive statistics (mean and standard deviation) were calculated for the results obtained, as well as analysis of variance (ANOVA—one way) and Pearson's moment product correlation coefficient (SOKAL and ROHLF 1981). Tests were conducted with the computer program APP-STAT (Statistical Package for Apple II Computers) (ANONYMOUS 1985), using an Apple IIe micro-computer.

## Results

### Phenology

Water temperature ranged from 18.5°C (August) to 26.5°C (December 1988) with a yearly mean of 22.7°C. Seasonally, temperature was maximal during summer (seasonal mean of 24.3°C) and minimal in winter (19.7°C) (Table 1). Current velocity ranged from 30.8 cm s<sup>-1</sup> (September) to 83 cm s<sup>-1</sup> (March), with yearly mean of 56.2 cm s<sup>-1</sup>. Seasonal mean was maximal during summer (82 cm s<sup>-1</sup>) and minimal in winter (43.7 cm s<sup>-1</sup>) (Table 1). Current velocity was positively correlated with rainfall ( $r=0.65$ ,  $p<0.05$ ); values of spring were closer to the ones of winter, corresponding to the dry season (late fall to early spring with 205 mm of rainfall), whereas velocities of fall were closer to the ones of summer, coinciding

with the rainy season (late spring to early fall with 930 mm of rainfall) (Table 1). In contrast, values of temperature during spring were closer to the ones of summer, while those of fall were closer to the winter temperatures. Local rainfall ranged from 0 in winter (July to September) to 219 mm (February) with a yearly total of 1135 mm (Table 1).

Plant height varied significantly during the study period ( $F=54.22$ ,  $p<0.001$ ) and between the two most clearly distinct seasons (summer—January to March—and winter—July to September) ( $F=39.27$ ,  $p<0.001$ ). Height was minimal in December 1987 ( $2.7 \pm 1.9$  cm, monthly mean  $\pm$  standard deviation) and maximal in July ( $32.5 \pm 11$  cm) (Fig. 13). Among the stream variables analysed, height was negatively correlated with current velocity ( $r=-0.78$ ,  $p<0.01$ ) and temperature ( $r=-0.79$ ,  $p<0.01$ ).

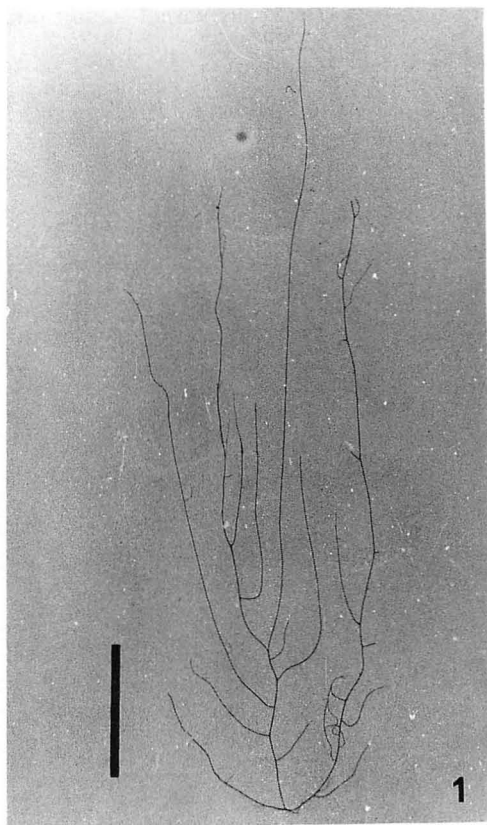


Fig. 1. Habit of a dried small plant of *Compsopogon coeruleus* (June). Scale bar = 2 cm.

Height was positively correlated with percentage of plants without basal system ( $r=0.86$ ,  $p<0.001$ ) and diameter ( $r=0.83$ ,  $p<0.001$ ) and negatively with percentage of plants with basal disc ( $r=-0.86$ ,  $p<0.001$ ).

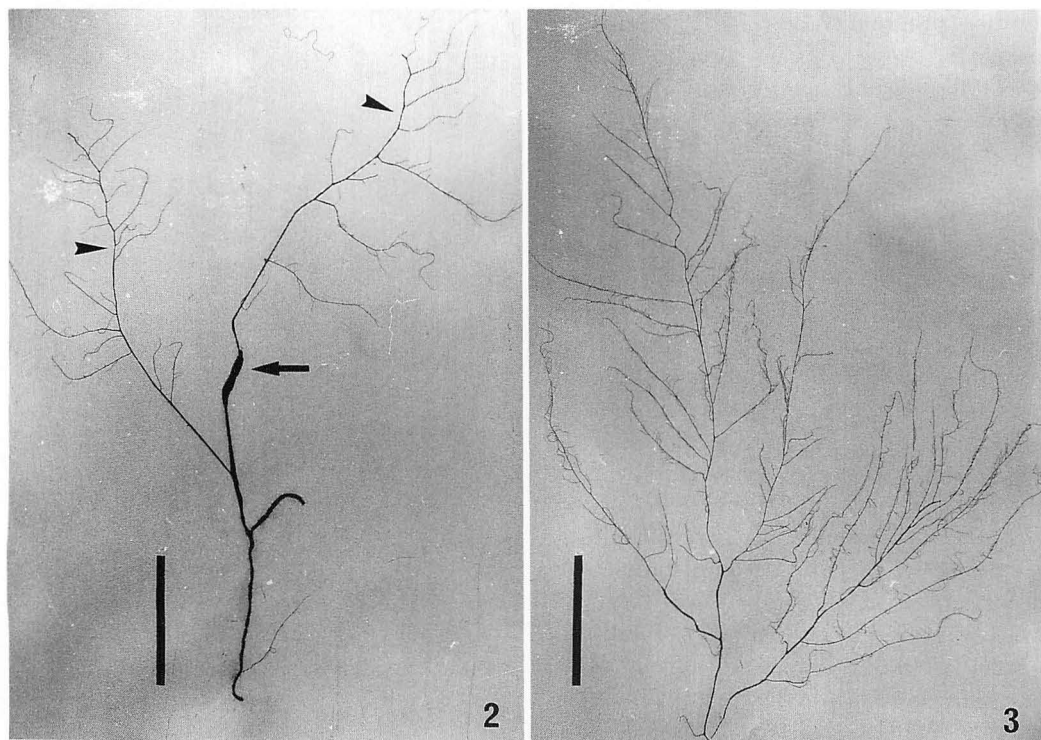
Plant diameter varied significantly throughout the year ( $F=8.82$ ,  $p<0.001$ ) and between summer and winter ( $F=7.09$ ,  $p<0.001$ ). Monthly mean diameter was minimal in December 1987 ( $116\pm57.8\ \mu\text{m}$ ) and maximal in September ( $882\pm850\ \mu\text{m}$ ) (Fig. 13). As regards stream variables plant diameter correlated negatively with current velocity ( $r=-0.83$ ,  $p<0.01$ ) and temperature ( $r=-0.61$ ,  $p<0.05$ ). Diameter correlated positively with percentage of plants without basal system ( $r=0.84$ ,  $p<0.001$ ) and height ( $r=0.83$ ,  $p<0.001$ ) and negatively with percentage of plants with basal disc ( $r=-0.83$ ,  $p<0.001$ ).

Length of cortical cells varied significantly

during the entire study period ( $F=14.32$ ,  $p<0.001$ ) and between summer and winter ( $F=5.34$ ,  $p<0.001$ ). Monthly mean length was minimal in September ( $21.2\pm2.5\ \mu\text{m}$ ) and maximal in April ( $27.5\pm2.9\ \mu\text{m}$ ) (Fig. 13). There was no correlation between length of cortical cells and current velocity or temperature. A positive correlation was found between cortical cell and monosporangia length ( $r=0.59$ ,  $p<0.05$ ).

Monosporangia length varied significantly throughout the year ( $F=4.81$ ,  $p<0.001$ ) and between summer and winter ( $F=4.84$ ,  $p<0.001$ ) with a minimum monthly mean in September ( $14.6\pm1.2\ \mu\text{m}$ ) and maximum in March ( $16.4\pm1.7\ \mu\text{m}$ ) (Fig. 14). There was no correlation between monosporangia length and stream variables, but a positive correlation was verified with cortical cell length ( $r=0.59$ ,  $p<0.05$ ).

Number of erect branches was dependent on the type of basal system: plants fixed by

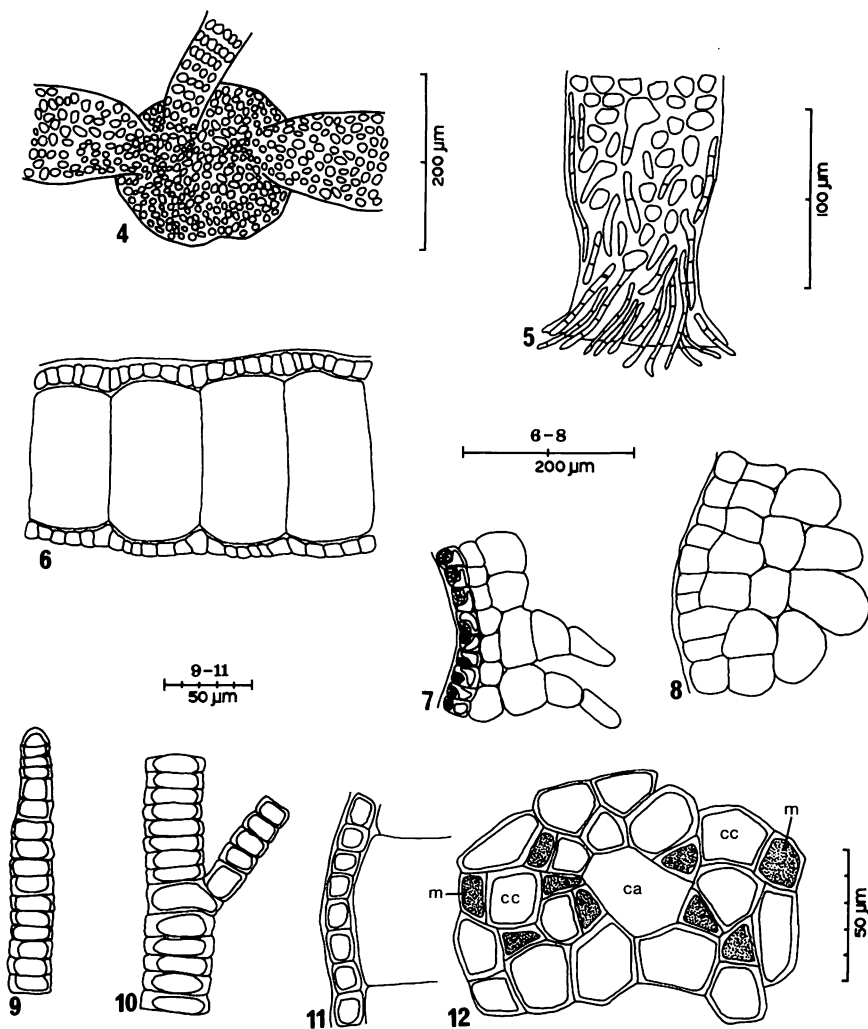


Figs. 2 & 3. *Compsopogon coeruleus*. Habit of dried plants. 2. Large plant with saccate (arrow) and normal (arrowheads) portions (July). 3. Large plant (July). Scale bars = 5 cm.

rhizoids had always a single erect branch, whereas those fixed by basal disc always had more than one erect branch. This character was positively correlated with current velocity ( $r=0.90$ ,  $p<0.001$ ) and also with percentage of plants with basal disc ( $r=0.75$ ,  $p<0.01$ ) and negatively with percentage of plants without basal system ( $r=-0.67$ ,  $p<0.05$ ), height ( $r=-0.61$ ,  $p<0.05$ ) and diameter

( $r=-0.59$ ,  $p<0.05$ ).

Type of basal system was highly variable throughout the study period. The proportion of plants fixed by basal disc was high (45–85%) from December through June, low (0–25%) from July to October and high again (65–75%) in November and December. Plants without basal system were absent from December to April, fluctuated in their propor-



Figs. 4–12. *Compsopogon coeruleus*. 4. Basal disc with three erect branches (February). 5. Basal portion with rhizoids (June). 6. Longitudinal section of a small plant showing axial cells and one cortical layer (February). 7. Cross section of a saccate plant showing monosporangia on outer cortical layer and short filaments growing towards the inner part of the thallus (September). 8. Cross section of a saccate plant showing three to four-layered cortex (July). 9. Apical portion of a uniseriate branch (February). 10. Basal portion (near cortication) of a uniseriate branch (February). 11. Longitudinal section of a small plant with one-layered cortex (February). 12. Surface cortex view of a saccate plant showing cortical cells (cc), monosporangia (m) and a cavity (ca) among the cortical cells (July).



Table 2. Taxonomic characters of *Compsopogon* species referred to in the literature and of the specimens presently studied. Data from the protologues and KRISHNAMURTHY (1962).

6

Necchi, O. Jr., Góes, R. M. and Dip, M. R.

Species	Height (cm)	Basal system	Erect branches number	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Cortical cells size ( $\mu\text{m}$ )	Cortical layers number	Monosporangia size ( $\mu\text{m}$ )	Microsporangia	Spine-like branches	Axial cell size ( $\mu\text{m}$ )	Uniseriate branch size ( $\mu\text{m}$ )
<i>C. coeruleus</i> (BALBIS) MONTAGNE 1846	20–40	rhizoids	1	up to 2000	16–48 × 9–20	$\geq 1$	20–22	8–9 $\mu\text{m}$	(–)	100 × 48	16–26 × 9–19
<i>C. hookeri</i> MONTAGNE 1846	> 50	rhizoids	1	up to 2000	18–24 × 12–18	$\geq 1$	13–18	(–)	(–)	—	14–22 × 8–10
<i>C. aeruginosus</i> (J. AGARDH) KÜTZING 1849	$\pm 20$	—	1–2	up to 500	19–32 × 9–19	1–2	9–13	(–)	(+)	—	19–28 × 6–16
<i>C. corinaldii</i> (MENECHINI) KÜTZING 1849	< 5	basal disc 64–78 $\mu\text{m}$	few	$\pm 200$	12–22 × 9–12	1	9–13	(–)	(–)	—	12–26 × 9–19
<i>C. chalybeus</i> KÜTZING 1849	5–10	basal disc 64–100 $\mu\text{m}$	2–4	—	16–28 × 12–19	1	12–16	(–)	(–)	—	32–38 × 16–22
<i>C. iyengarii</i> KRISHNAMURTHY 1957	up to 20	basal disc 450 $\mu\text{m}$	several	120–250	8–24 × 8–16	$\geq 1$	12–15	(–)	(–)	—	12–16 × 6–10
<i>C. argentinensis</i> PUJALS 1967	up to 26	disc rhizoids	1–6	up to 1200	10–30 × 13–46	1–3	10–23	(–)	(–)	56–85 × 30–36	13–36 × 3.3–22
<i>C. lusitanicus</i> REIS 1977	30–32	disc rhizoids	1–7	300–950	—	2–3	(–)	8–10 $\mu\text{m}$	(–)	30–255 × 180–225	30–35
<i>C. occidentalis</i> TRACANNA 1980	38	disc rhizoids	1 to several	up to 1450	13–58 × 10–45	1–3	10–18	(–)	(–)	20–530 × 23–450	—
<i>C. corticrassus</i> CHIHARA and NAKAMURA 1980	50–80	basal disc	several	2000–3000	14–36 × 7–20	3–4(–5)	16–22	(–)	(–)	—	—
<i>C. prolificus</i> YADAVA and KUMANO 1983	up to 42	disc rhizoids	1–2	up to 200	16–30 × 6–16	1–3	15–20	10–18 $\mu\text{m}$	(–)	44–50 × 58–70	—
Specimens studied	0.5–68	disc rhizoids	1–38	30–3000 (– 10000)	7.5–55	1–4	7.5–27.5	(–)	(–)	(10–)50–330 × (5–)20–320	10–55(–165) × 3–15(–17.5)

tion from May to October (10–90%) and represented a small fraction of the population in November and December (10–15%). Proportion of plants fixed by rhizoids was relatively stable from December to May (15–25%), alternated with those without basal system from June to October (10–55%) and was stable in November and December (15–20%). Plants without basal system were found more abundantly in times of low current velocity (July to September) and a negative correlation was observed between percentage of plants without basal system and that variable ( $r = -0.88$ ,  $p < 0.01$ ). In contrast, percentage of plants with basal disc was positively correlated with current velocity ( $r = 0.98$ ,  $p < 0.001$ ).

Dry weight ranged from  $0.051 \text{ g m}^{-2}$  (December 1988) to  $5.519 \text{ g m}^{-2}$  (August) with a yearly mean of  $1.172 \pm 1.716 \text{ g m}^{-2}$  (Fig. 14). There was a positive correlation of dry weight with plant height ( $r = 0.81$ ,  $p < 0.001$ ) and diameter ( $r = 0.94$ ,  $p < 0.001$ ). Among stream variables dry weight was negatively correlated with temperature ( $r = -0.70$ ,  $p < 0.05$ ) and current velocity ( $r = -0.74$ ,  $p < 0.01$ ).

In general, we observed low values of dry weight ( $0.051\text{--}1.228 \text{ g m}^{-2}$ ) (Fig. 14), small plants (monthly mean 2.7–14.7 cm high, 116–202  $\mu\text{m}$  in diameter) (Fig. 1), with one, rarely two cortical layers (Figs. 6 & 11) and relatively few monosporangia from October to June (spring to fall); high values of dry weight ( $2.033\text{--}5.519 \text{ g m}^{-2}$ ), large plants (22.8–32.5 cm high, 524–882  $\mu\text{m}$  in diameter) (Fig. 3), with (1–)2–4 cortical layers (Fig. 8) and monosporangia covering corticated portions of the plants (Fig. 12) were found from July to September (winter). In addition, saccate plants (Figs. 2, 7 & 12) were encountered in winter. They were formed by degeneration of axial cells in old and large plants.

#### *Taxonomic characters*

The range of each character analysed for the population of *C. coeruleus* is summarized in Table 2. Monosporangia (Figs. 12 & 14) were the only reproductive structures observed.

They were very variable in shape, being round, elliptical, ovoid, fusiform or irregularly polygonal (triangular to hexangular) in surface view. Cortical cells (Fig. 12) were irregularly polygonal or round, ranging from triangular to hexangular. Two morphological characters observed in the *C. coeruleus* population were never reported for the genus. Some short filaments growing towards the inner portion of the thallus were observed in some saccate plants of *Compsopogon* (Fig. 7). They are probably related to mechanical sustentation of the thallus, since these plants do not have axial cells. Some cavities situated among the cortical cells (Fig. 12) were often observed on the surface of saccate plants, which presumably resulted from release of contiguous monosporangia.

#### Discussion

Phenology of *C. coeruleus* in the stream studied was greatly influenced by current velocity and water temperature. Variation of characters such as plant height and diameter, type of basal system and number of erect branches on the basal system were highly and negatively correlated with current velocity. This observation could be considered in terms of mechanical adaptation of the thallus of *Compsopogon* to avoid effects provoked by high current velocities. SHEATH and HAMBROOK (1988) found that the value of breaking stress of the *Compsopogon* thallus was one of the highest among freshwater red algae. They classified *Compsopogon* as a semi-erect, non mucilaginous filamentous form, which was accepted as more resistant to mechanical stress of flow than crustose, tufts or mucilaginous filamentous forms. Values of current velocities reported by them for *C. chalybeus* (14–59, mean of  $36 \text{ cm s}^{-1}$ ) are comparatively lower than the present ones, however, our yearly mean fits within their values. They proposed that freshwater red algae have evolved different mechanisms to exist in moderate flow and suggested that the constant flow of stream environments has been a major evolutionary influence in deter-

mining thallus form of freshwater red algae. The strategy exhibited by the population of *C. coeruleus* is presumably an adaptation to current velocity: a small plant fixed by basal disc and with numerous erect filaments is supposedly more adapted to live under higher current velocities than a large plant fixed by rhizoids and with a single erect filament.

According to SHEATH (1984) most freshwater red algae exhibit maximum biomass and growth in the period from late fall to early summer in temperate regions. Our results of dry weight, plant height and diameter essentially agree with his statement but revealed a shorter period of maximum growth (winter). SHEATH and HAMBROOK (1988) pointed out that seasonal occurrence of freshwater rhodophytes in tropical regions is related to precipitation, in contrast with temperate regions where precipitation is not as seasonally related to rhodophyte occurrence. The present information reinforces this idea. In summary, rainfall altering seasonal stream current velocity is the key factor controlling phenology of *C. coeruleus* in the stream studied.

Temperature influences latitude, altitude and drainage basin distribution, as well as seasonality of freshwater red algae (SHEATH 1984). *Compsopogon* is accepted as dominantly tropical or subtropical with occurrence at low altitudes. KREMER (1983) found that *Compsopogon hookeri* had the highest photosynthetic rates at 30 to 35°C. Paradoxically, dry weight, plant height and diameter (and presumably growth) here reported were negatively correlated with temperature, though water temperatures were relatively high throughout the year. In addition, during winter a higher proportion of plants were old (indicated mainly by the great quantity of monosporangia) than the ones of summer, whose population consisted essentially of young plants.

The variability of morphologic, morphometric and meristic characters exhibited by the population of *C. coeruleus* practically embraces the limits of most species of the genus. SHYAM and SARMA (1980) com-

mented that *C. coeruleus*, *C. hookeri* and *C. corinaldii* come close to one another and it appears that *C. hookeri* is a more robust and well developed form, while *C. corinaldii* seems to be a juvenile or developmental stage of *C. coeruleus*. They concluded that there seems to be justification to merge *C. hookeri* and *C. corinaldii* in *C. coeruleus*. They raised the hypothesis that most species are probably ecophenes of the same alga. Following this view, *C. argentinensis*, *C. lusitanicus*, *C. occidentalis*, *C. corticrassus* and *C. prolificus* can be included in the group of well developed, large and more robust forms, while *C. chalybeus*, *C. aeruginosus* and *C. iyengarii* are identifiable with young or developmental stages of *C. coeruleus*.

KRISHNAMURTHY (1962) based his in-

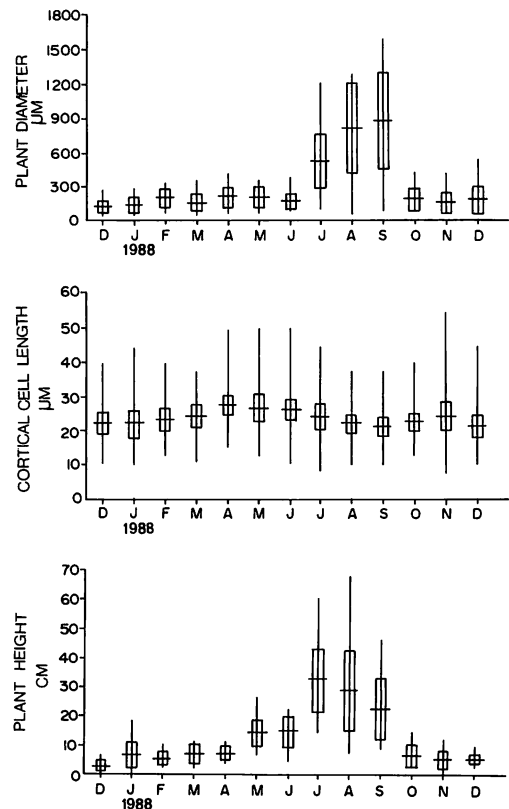


Fig. 13. Variation (mean, standard deviation, minimum and maximum values) in plant height, plant diameter and cortical cell length of *Compsopogon coeruleus* from December 1987 to December 1988.



frageneric system heavily on type of basal system, number of erect branches on basal system and plant dimensions (height and diameter). NICHOLS (1964) demonstrated the great plasticity of type of basal system, which is related to substrate and cultural conditions. Number of erect branches on the basal

system was found to be related to and as variable as the type of basal system. It is shown here to be unreliable for species identification. SHYAM and SARMA (1980) found that the length and thickness of the mature plants were quite variable in nature as well as in cultures and, therefore, of no taxonomic value. ENTWISLE and KRAFT (1984) and NECCHI (1989) had difficulties in identifying, respectively, Australian and Brazilian specimens of *Compsopogon* and showed inconsistencies in Krishnamurthy's system. CHIHARA and NAKAMURA (1980) and R. SETO (pers. comm.) regard shape and size of cortical cells, number of cortical layers and size of monosporangia as important characters for species delineation. In the present study these characters were very variable or seasonally related. However, they could be retained as useful criteria if well defined limits among species could be established. NICHOLS (1964) and SHYAM and SARMA (1980) pointed out that if a wide variation was found in relatively restricted culture conditions a wider plasticity would be expected in nature where the conditions are more variable. The present findings are in complete agreement with this supposition and reinforce the recent tendency (SHYAM and SARMA 1980, ENTWISLE and KRAFT 1984, NECCHI 1989) of a drastic reduction of the number of species accepted within the genus. In addition, specimens collected at different times could be identified with distinct species on the basis of the currently accepted criteria.

In this study the difficulties in recognizing reliable features for species identification and in establishing well defined circumscription for the species within the genus were clear. We suggest a review of the infrageneric taxonomy of *Compsopogon* in the light of the new information originating from culture and field studies.

### Acknowledgements

This study was partially funded by a Research Grant of CNPq (300379/86-2) to ONJ. The authors are grateful to Dr.

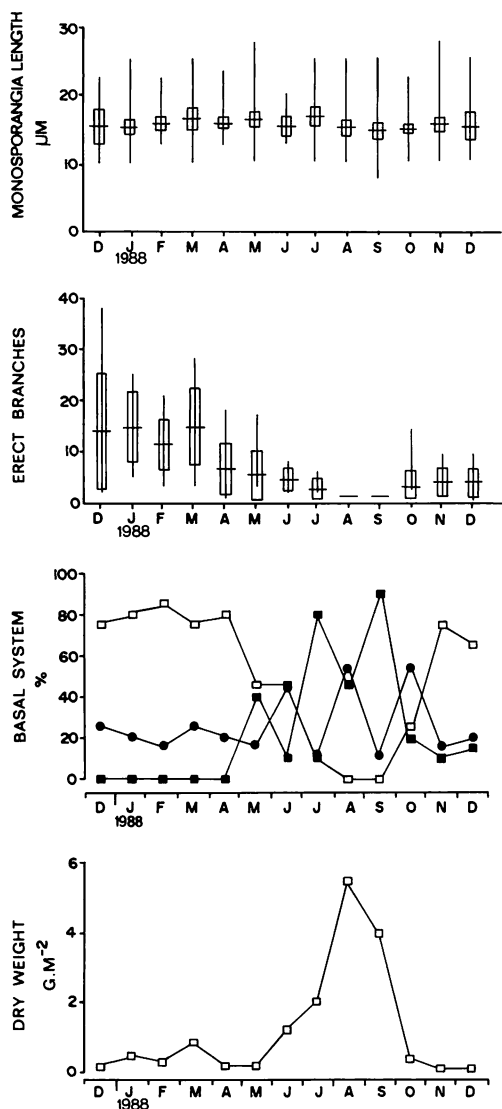


Fig. 14. Variation (mean, standard deviation, minimum and maximum values) in monosporangia length, number of erect branches on the basal system, percentage of the types of basal system (● rhizoids; □ disc-shaped holdfast; ■ without basal system) and dry weight of *Compsopogon coeruleus* from December 1987 to December 1988.

Robert G. SHEATH, University of Rhode Island, and Dr. James R. COLEMAN, UNESP, for the critical reading of the manuscript and valuable suggestions; to Ms. Maria Helena CARABOLANTE and Soraia Fernandes RODRIGUES for the preparation, respectively, of the photographs and the plates of illustration.

## References

- ANONYMOUS 1985. APP-STAT, Statistical Package for Apple II Computers (release 1.1). Statsoft, Tulsa.
- BOLD, H. C. and WYNNE, M. C. 1985. Introduction to the algae, structure and reproduction (2nd ed.). Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- BOURRELLY, P. 1985. Les algues d'eau douce, initiation à la systématique, 3: les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines (Deuxième ed.). Editions N. Boubée et Cie, Paris.
- CHIHARA, M. and NAKAMURA, T. 1980. *Compsopogon corticirassus*, a new species of fresh water red algae (Compsopogonaceae, Rhodophyta). J. Jap. Bot. 55: 136-144.
- ENTWISLE, T. J. and KRAFT, G. T. 1984. Survey of freshwater red algae (Rhodophyta) of southeastern Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 35: 213-259.
- KREMER, B. P. 1983. Untersuchungen zur Ökophysiologie einiger Süßwasserrotalgen. Decheniana 136: 31-42.
- KRISHNAMURTHY, V. 1962. The morphology and taxonomy of the genus *Compsopogon* MONT. J. Linn. Soc. (Bot.) 58: 207-222.
- NECCHI, O. Jr. 1989. Rhodophyta de água doce do Estado de São Paulo: levantamento taxonômico. Bolm Bot. 11: 11-69.
- NICHOLS, H. W. 1964. Culture and developmental morphology of *Compsopogon coeruleus*. Am. J. Bot. 51: 180-188.
- PUJALS, C. 1967. Presencia en la Argentina del genero *Compsopogon* (Rhodophycophyta, Bangiophyceae). Comun. Mus. argent. Cienc. nat., ser. Hidrobiol. 1: 47-53.
- REIS, M. P. 1977. Novidades ficológicas para a Ria de Aveiro. Bol. Soc. broteria. 51: 91-106.
- SHEATH, R. G. 1984. The biology of freshwater red algae. p. 89-157. In: F. E. ROUND and D. J. CHAPMAN (eds.), Progress in phycological research, 3. Biopress, Bristol.
- SHEATH, R. G. and HAMBROOK, J. A. 1988. Mechanical adaptations to flow in freshwater red algae. J. Phycol. 24: 107-111.
- SHYAM, R. and SARMA, Y. S. R. K. 1980. Cultural observations on the morphology, reproduction and cytology of a freshwater red alga *Compsopogon* MONT. from India. Nova Hedwigia 32: 745-767.
- SOKAL, R. R. and ROHLF, F. J. 1981. Biometry. W. H. Freeman, New York.
- STRAHLER, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Union 38: 913-920.
- TRACANNA, B. C. 1980. Contribucion al conocimiento de las algas del noroeste argentino, 2. *Compsopogon occidentalis* sp. nov. (Rhodophyta). Lilloa 35: 35-37.
- YADAVA, R. and KUMANO, S. 1985. *Compsopogon prolificus*, sp. nov. (Compsopogonaceae, Rhodophyta) from Allahabad, Uttar Pradesh in India. Jap. J. Phycol. 33: 13-20.

O. NECCHI, Jr. · R. M. GÓES · M. R. DIP : *Compsopogon coeruleus* (BALBIS) MONTAGNE

(紅藻オオイシソウ科)の季節的变化とオオイシソウ属の分類形質の評価

*Compsopogon coeruleus* の季節的变化をブラジル南東部のサンパウロ州の1河川で1987年12月～1988年12月に調査した。現在用いられているこの属の全ての分類形質について、水温・流速・降水量との関連を調べた。藻体の長さと直径、単胞子嚢と皮層細胞の大きさは1年を通してかなり変化し、夏(1月～3月)と冬(7月～9月)とで明確な差が認められた。藻体の長さと直径は流速と水温にたいして負の相関をもち、単胞子嚢と皮層細胞の大きさは互いに正の相関を示した。基部の直立枝は基部の型に依存し、流速と正の相関を示した。盤状基部をもつ藻体の割合および基部系をもたない藻体の割合は、流速とそれぞれ正および負の相関を示した。河川の流速を季節的に変える降水量は、本種の季節的变化を制御している主要因であることが明らかになった。分類形質の変動範囲は、現在この属に含まれている大部分の種の両極端にまで及んでいる。この属の種の同定に使える有効な形質を決めることおよびこの属の種を明確に定義することは、極めて困難である。(Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, Departamento de Botânica, Caixa Postal 136, 15001-São José do Rio Preto, SP, Brasil)

## Cell structure of an unusual chrysophyte *Phaeaster pascheri* with particular emphasis on the flagellar apparatus architecture

Isao INOUE, Xiaoming ZHANG, Mizuko ENOMOTO and Mitsuo CHIHARA

*Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan*

INOUE, I., ZHANG, X., ENOMOTO, M. and CHIHARA, M. 1990. Cell structure of an unusual chrysophyte *Phaeaster pascheri* with particular emphasis on the flagellar apparatus architecture. Jpn. J. Phycol. 38: 11–24.

*Phaeaster pascheri* SCHERFFEL was examined with the fluorescent and electron microscopes. Chloroplast lacks both girdle lamella and genophore, and chloroplast DNA is of scattered or strand-like. The short flagellum is bulbous and situated in the flagellar pocket to which the eyespot is closely associated. The eyespot is disposed at the tip of a particular process arising from the base of star-shaped chloroplast. Configuration of basal bodies, flagella and microtubular flagellar roots is unusual. Both the long and short flagella extend towards the swimming direction, anterior direction, forming an acute angle of ca. 45°. This is interpreted as that rotation of basal bodies and associated roots may have occurred in the evolution of the chrysophytes. Two microtubular roots associated with the long flagellum extend anteriorly just beneath the bottom of the flagellar groove. One of these, three stranded root showing clockwise path, is responsible for organization of microtubules, and cytoskeletal microtubules are seen arising from this root and extend up along the flagellar groove. Two microtubular roots associated with the short flagellum extend also anteriorly along the mouth of the flagellar pocket. Observation of serial sections showed that mitochondrion is single and ring-shaped.

*Key Index Words:* absolute configuration—chloroplast DNA—Chrysocapsaceae—Chrysophyceae—flagellar apparatus—*Phaeaster pascheri*.

HIBBERD (1976) described the class Chrysophyceae by illustrating motile cell organization. The components of chrysophyte cells were reviewed later by PIENAAR (1980) and KRISTIANSEN (1986), in which the same cell organization as Hibberd's was emphasized as a basic form of chrysophyte cells. HIBBERD (1986) in a discussion on some algal groups such as prymnesiophytes, silicoflagellates, pedinellids and choanoflagellates as well as some aberrant chrysophyte-allied genera such as *Olisthodiscus* and *Bicosoea* suggested that removal of these algae leaves a well-defined natural group. ANDERSEN (1987) who recently established the Synurophyceae for silica scale-bearing chrysophytes such as *Synura* and *Mallomonas* described the Chrysophyceae *sensu stricto* using various features including morphology, chemical composition and life cycle. The Chrysophyceae

now seems to be a clear-cut taxon; it is a very diverse algal group however, and contains algae of various life forms such as flagellate, palmelloid, coccoid, amoeboid, plasmodial, sarcinoid, filamentous and parenchymatous. To understand natural affinities between taxa in such a diverse group, detailed studies on motile cell organization would be very useful. The taxonomic relevance of the flagellar apparatus ultrastructure has been emphasized for green algae (for bibliography see e.g. MATTOX and STEWART 1984). In the chromophytes, brown algae and some allied algae have been studied from this point of view (e.g. MOESTRUP 1982, O'KELLEY and FLOYD 1985). In contrast, few studies have focused on the flagellar apparatus of the chrysophytes, and *Poterioochromonas* (SCHNEPP *et al.* 1977) and *Hibberdia magna* (ANDERSEN, 1989) are the only species for which structure of the flagellar apparatus has been revealed in



enough detail. Information is too limited to understand natural affinities and taxonomic relationships between various taxa in the chrysophytes, and many more taxa should be investigated.

*Phaeaster pascheri* SCHERFFEL is a unique alga in the class by its very compressed cell body and its star-shaped chloroplast (BELCHER 1969). This is a palmelloidal colony-forming chrysophyte and is generally accommodated in the Chrysocapsaceae, an assemblage of palmelloidal or gloeocystoidal chrysophytes which produce *Chromulina*-type motile cells (BOURRELLY 1957, 1968, STARMACH, 1985). Since its original description, the general features of colonial and motile forms of this alga have been studied by BELCHER (1969) and BELCHER and SWALE (1971). However, cell organization, including the flagellar apparatus, has not been described in enough detail to allow comparison with other chrysophyte algae. In this paper we will describe features of motile cells of *P. pascheri* which have not been mentioned before. Then, based on comparison of available data for other chrysophytes, we will discuss the taxonomic relevance of several features, especially of the flagellar apparatus in the Chrysophyceae.

## Material and Methods

**Culture:** Motile and palmelloidal cells of *Phaeaster pascheri* were obtained from mud sample collected from Shishizuka pond in Tsuchiura, Ibaraki Prefecture, Japan on 14 April 1987. They were isolated by micropipettes and cultured in AF-6 medium (KATO 1981) modified by the addition of 5 mg/l  $\text{NaSiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  and 5 ml soil extract to 1 l of medium. The cultures were maintained at 15°C and a 12 : 12 LD cycle at 3,000 lux provided by white fluorescent tubes.

**Fluorescent microscopy:** Autofluorescence of chlorophyll was observed to define morphology of the chloroplast. For observation of chloroplast DNA, 0.5 ml of cell suspension was mixed with solution containing 1.25% glutaraldehyde and 4',6-diamidino-2-phenyl-

indole (DAPI) (12 µg/ml) prepared in NS buffer (KUROIWA *et al.* 1981). Cells were then crushed on the cover slide and viewed with a fluorescence microscope (Olympus BHS-RFK) under UV excitation.

**Electron microscopy:** Material for sectioning was fixed in a mixture of 1% glutaraldehyde, 0.5% osmium tetroxide in 0.1 M cacodylate buffer containing 0.1 M saccharose (pH 6.8) at 4°C for 2 hours. The fixative was prepared just before the fixation was undertaken. After dehydration in a graded ethanol series, followed by a transfer to propylene oxide, the cells were embedded in resin (SPURR 1969). Thin sections cut with a diamond knife were double stained with 2% aqueous uranyl acetate and Reynolds' lead citrate (REYNOLDS 1963) and viewed with a JEOL 100CXII transmission electron microscope.

## Results

**General features:** Illustrations of the motile cell of *Phaeaster pascheri* are given in Fig. 1, by which the general cell organization obtained from our observations can be understood. Light micrographs (Figs. 2, 3) are also helpful. In side view, the cell is heart-shaped, and one flagellum emerges from the convex side of the cell (Figs. 1a, 2), where there is a flagellar groove (Fig. 1b). The cell is elliptical in plane view (Figs. 1b, 3). The organization of the cell is not typical for the chrysophytes, and requires designation of cell orientation for description. The position of the cell where a visible flagellum arises is similar to that of brown algae and a raphidophyte *Olisthodiscus luteus* and is thus designated as the ventral side, and the opposite as the dorsal side, as it is usually called in these algae (O'KELLY and FLOYD 1984, HARA *et al.* 1985). The direction to which the flagellum extends and the cell swims is designated as anterior and the opposite as posterior. Lateral sides are called right and left sides. These orientations are indicated in Figs. 1a and b.

Fig. 4 is a section cut in a plane parallel to

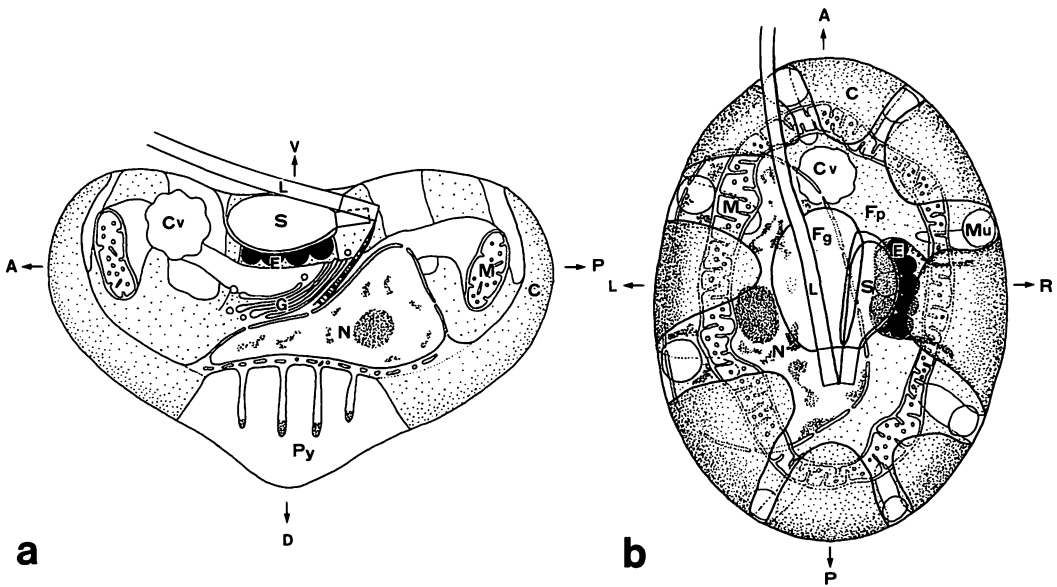


Fig. 1. Diagrammatic representation of the cell in which the general cell organization is shown. a. Half cell viewed from left side of the cell. Both the long and short flagella extend anteriorly. b. Cell viewed from ventral side. Note that the chloroplast is lobed ventrally and a special process is in contact with the flagellar pocket where the short flagellum is ensheathed. Note also the single ring-shaped mitochondrion. Illustrations not to scale. **Abbreviations used in figures:** 1, 2, 3, 4: microtubular roots R1, R2, R3 and R4; A: anterior basal body; A with arrow: anterior direction of the cell; C: chloroplast; Cv: contractile vacuole; Cb: connecting band; cMT: cytoskeletal microtubules; D: dorsal direction of the cell; E: eyespot; Fg: flagellar groove; Fp: flagellar pocket; G: Golgi body; L: long flagellum; L with arrow: left direction of the cell; M: mitochondrion; Mu: mucocyst; N: nucleus; P: posterior basal body; P with arrow: posterior direction of the cell; Py: pyrenoid; R with arrow: right direction of the cell; Rh: rhizoplast; S: short flagellum.

the anterior-posterior axis and perpendicular to the dorsi-ventral axis. Fig. 6 is a similar section but cut through the dorsi-ventral axis. Fig. 7 is cut in a plane parallel to the left-right axis and the dorsi-ventral axis. These sections give a three-dimensional image of the cell organization including organelle configurations illustrated in Fig. 1. The ring-shaped mitochondrial profile in Fig. 1b was based on serial sections of whole cells which are not shown here.

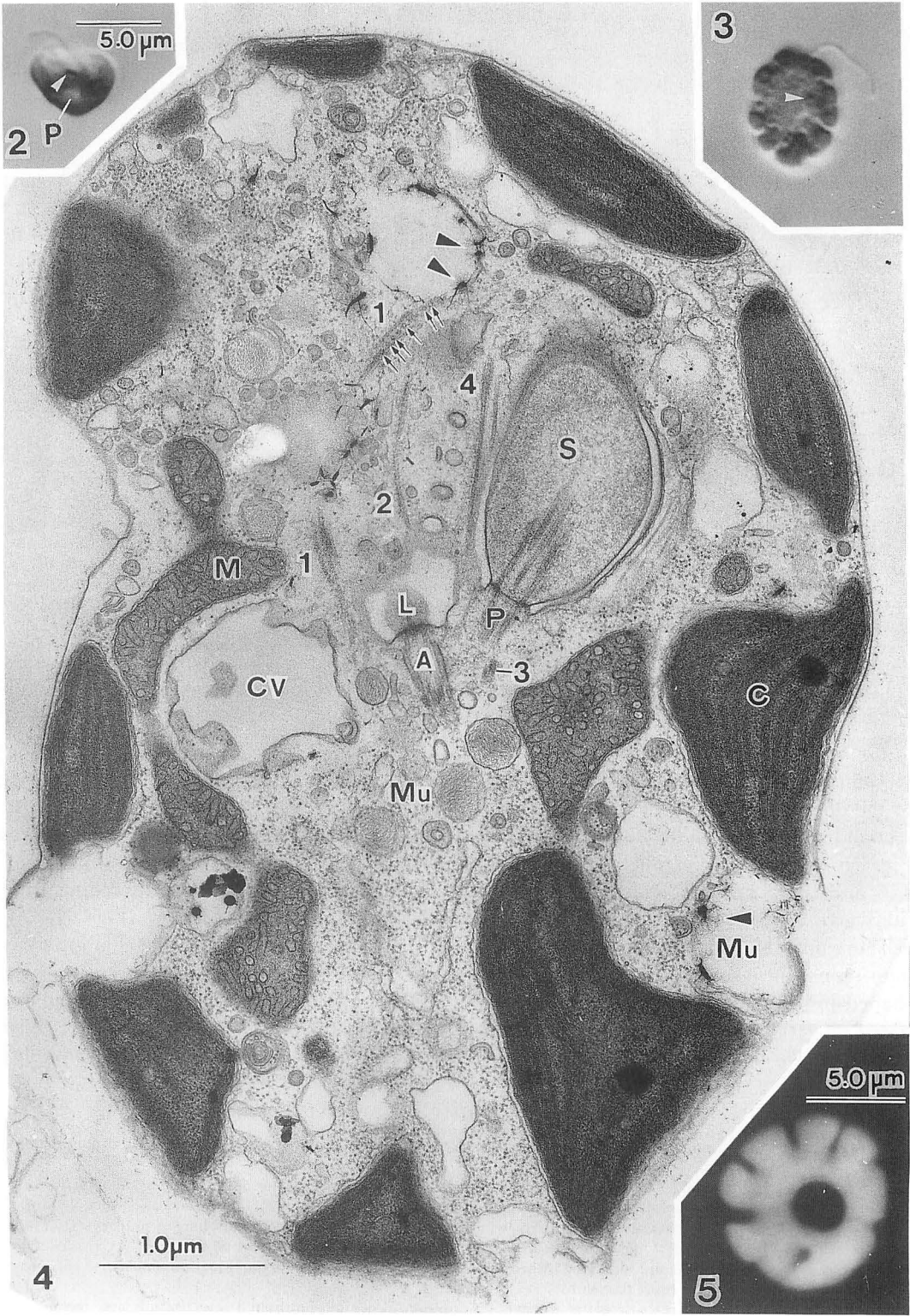
There is a shallow groove with a flat bottom (Fig. 7), the flagellar groove, at the ventral side of the cell from where a long flagellum emerges anteriorly (Figs. 4, 6, 17–22). Many coated pits and vesicles are scattered near the plasmalemma of this region (Figs. 18–20, 28). At the right side of the flagellar groove is a pocket, called the flagellar pocket, in which another hidden flagellum, the short flagellum, is accommodated (Figs. 4, 7, 14–24). The mouth of the flagellar pocket is a narrow slit,

(p. 14)

Figs. 2 and 3. Light micrographs of the cell viewed from left (2) and ventral (3) sides (same magnifications). Arrowheads indicate eyespots.

Fig. 4. Longitudinal section of the cell cut parallel to the anterior-posterior axis and perpendicular to the dorsi-ventral axis. Peripherally located chloroplast lobes, mitochondrial profiles, contractile vacuole and mucocysts with or without content are seen. Arrowheads indicate fibrous material in discharged mucocysts. The long and short flagella, their basal bodies and associated four microtubular roots are seen. Cytoskeletal microtubules arising from R1 are indicated by arrows. Note that no indication of the transitional helix is visible in the transition region of the short flagellum.

Fig. 5. Fluorescence microscopy of the cell. Autofluorescence of chlorophyll directly indicates the morphology of the chloroplast. It is star-shaped and the pyrenoid region is seen as a black space at the center.





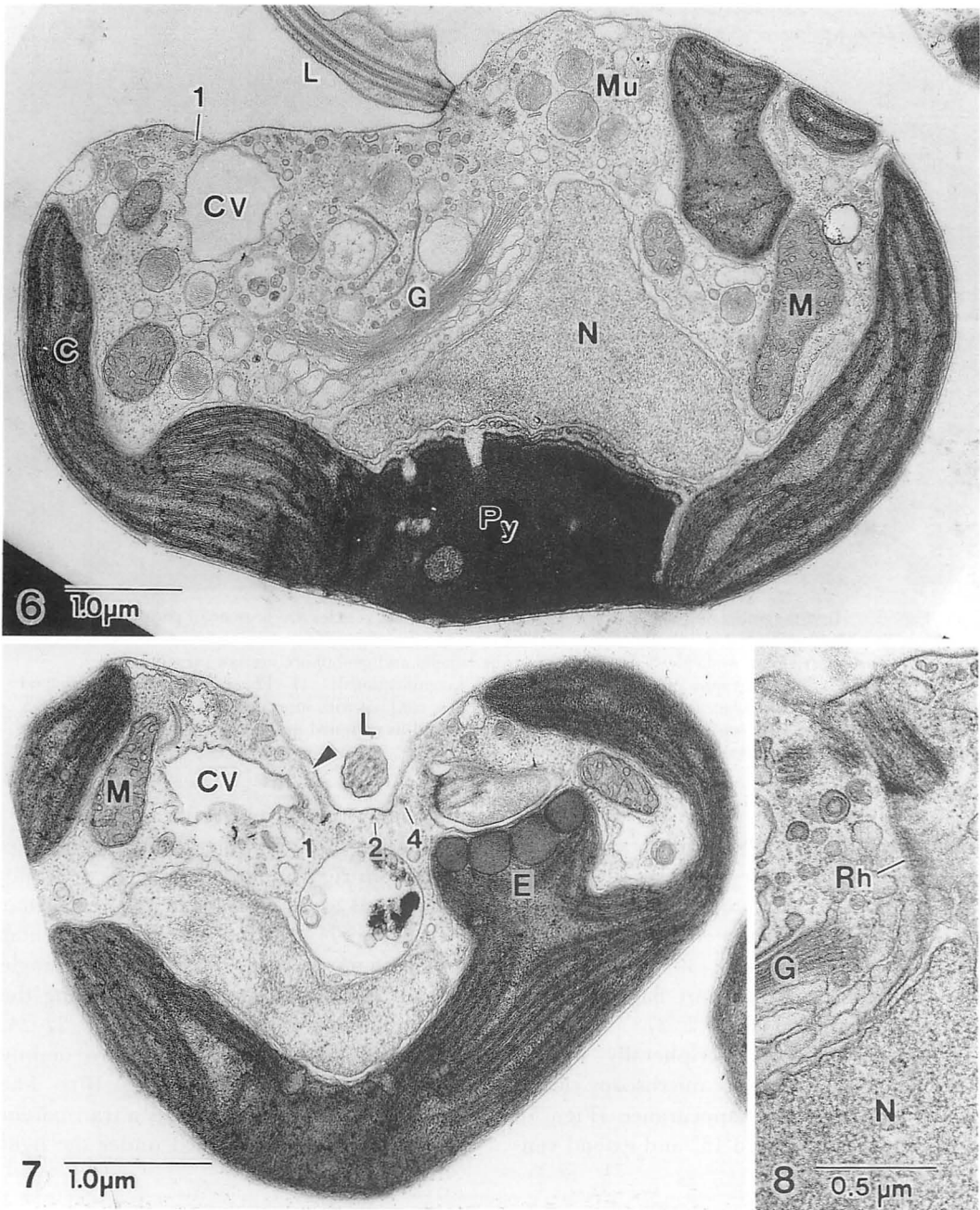


Fig. 6. A cell cut parallel to the anterior-posterior axis and dorsi-ventral axis of the cell. The long flagellum is obliquely arising from the cell. Transitional helix gyres are visible. The chloroplast is cup-shaped, and at the base is a pyrenoid with tubular grooves penetrated from the ventral side. The nucleus is in contact with the pyrenoid region and its outer membrane is continuous with the chloroplast endoplasmic reticulum. Golgi body is situated at the anterior side of the nucleus. Contractile vacuole, R1, mucocysts and mitochondrial profiles are also visible.

Fig. 7. A cell cut parallel to the dorsi-ventral axis and left-right axis of the cell. Flagellar groove with flat bottom, and transverse sections of three microtubular roots are visible. Cytoskeletal microtubules (arrowhead) arise from R1. The short flagellum is ensheathed in the flagellar pocket to which a process of the chloroplast with conspicuous eyespot is attached.

Fig. 8. A striated root, rhizoplast, connects the basal body complex and the nucleus.

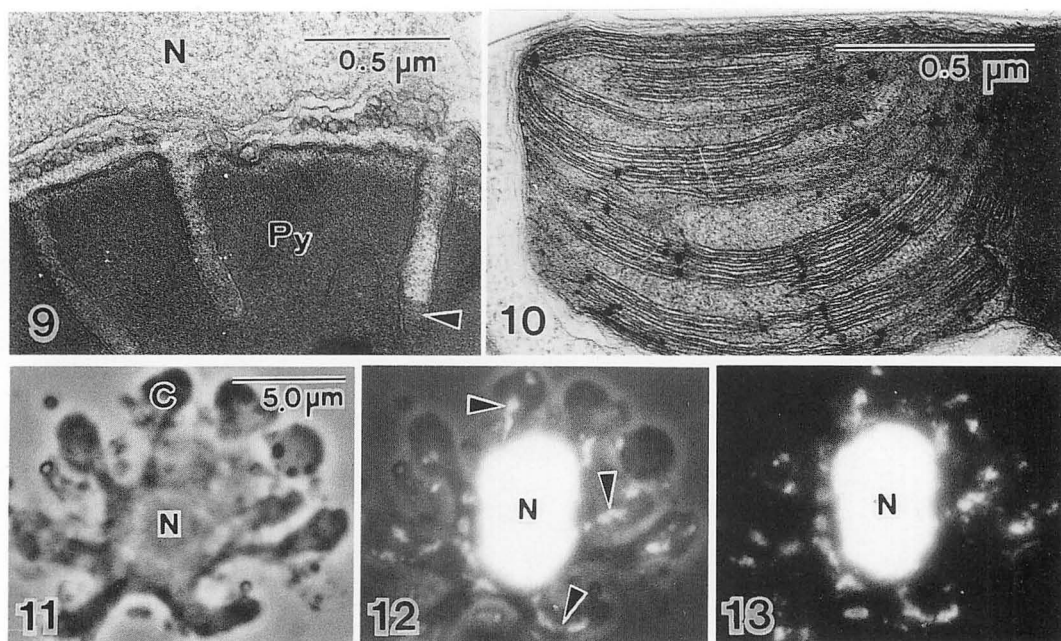


Fig. 9. High-magnification of the pyrenoid region. Numerous vesicles are present in periplastidal space. Note electron dense material in tubular groove of the pyrenoid (arrowhead).

Fig. 10. Part of chloroplast. Note that both girdle lamella and genophore are not present.

Figs. 11–13. Micrographs of a crushed cell (same magnifications). 11. Phase contrast. Star-shaped chloroplast and the centrally located nucleus are seen. 12. Phase contrast with superimposed fluorescence of DNA stained with DAPI. Chloroplast nucleoids are scattered or strand-like aligned in the lobes (arrowheads) and not ring-shaped. 13. Fluorescence only.

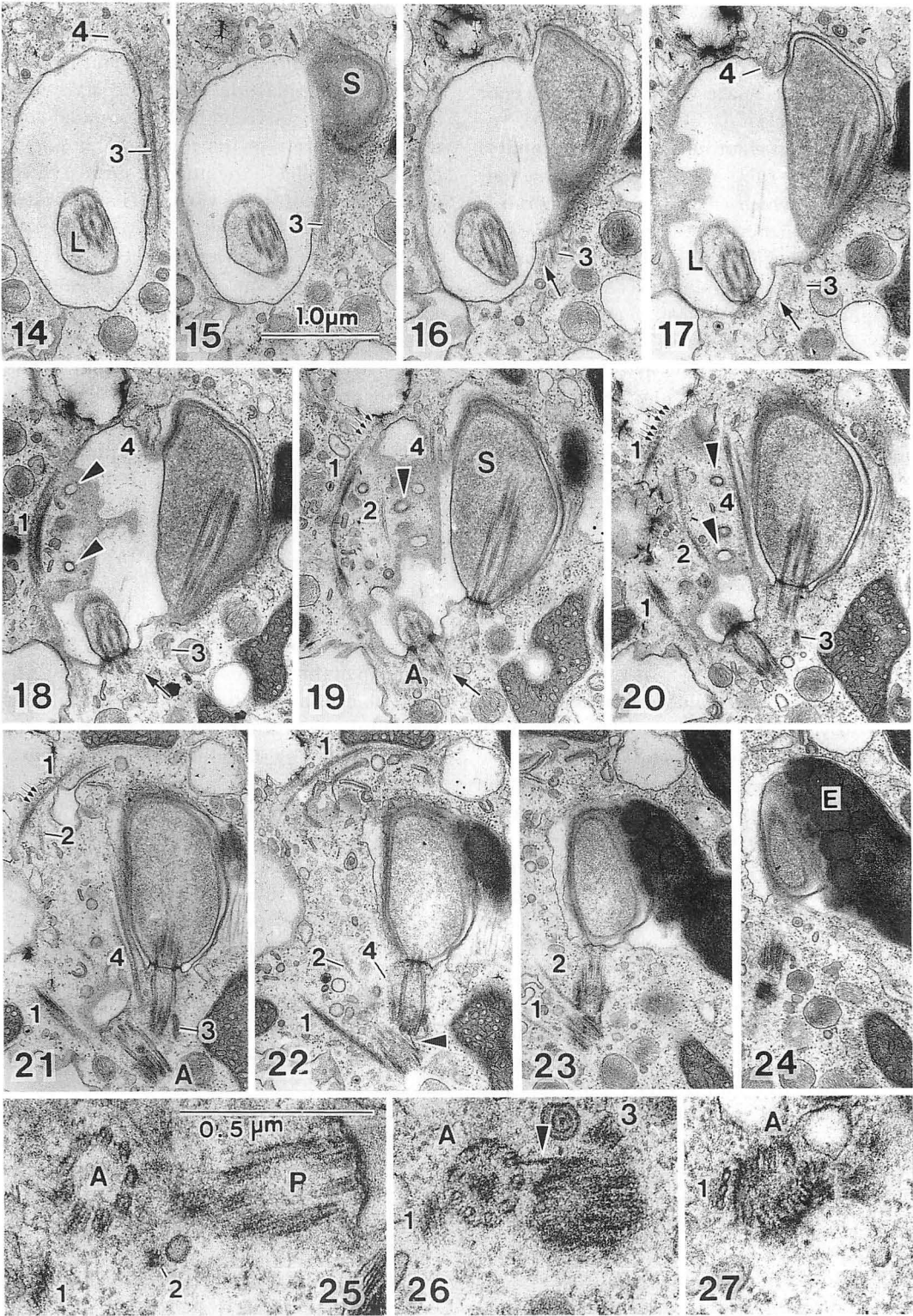
ca. 200–300 nm wide (Figs. 30, 31). The short flagellum is bulbous and ca. 1  $\mu$ m in diam. so that it never emerges outside the flagellar pocket; this, together with a conspicuous eyespot situated close to the flagellum (Figs. 7, 22–24, 30, 31), makes it difficult to observe the short flagellum with the light microscope (Figs. 2, 3).

The chloroplast is peripherally located (Figs. 6, 7). Fluorescence microscopy clearly shows its star-shaped appearance (Fig. 5). Lobes are variable, 6 to 13, and extend ven-

trally along the periphery of the cell (Figs. 3, 4). Beside these peripheral lobes, a process arises from right inner side extends ventrally and reaches to the dorsal side of the flagellar pocket (Fig. 7). At the tip of this particular process is an eyespot comprising of a single layer of pigmented globules juxtaposing the contour of the flagellar pocket (Figs. 7, 22–24, 30, 31). Chloroplast lamellae are mainly made up of three thylakoids (Fig. 10). The dorsal side of the chloroplast is a transparent region that can be observed under the light

Figs. 14–24. Consecutive serial sections of the flagellar apparatus cut from the ventral towards dorsal side of the cell. Orientation of the flagella, basal bodies and microtubular roots can be traced. Note that these basal bodies are interlinked by a proximally located connecting band (Fig. 22 arrowhead). Association of the short flagellum with eyespot is also seen. Large arrows in 16–19 indicate one of R3 microtubules extending and in contact with the anterior basal body. Cytoskeletal microtubules arising from R1 are indicated by small arrows in 19–21. There are coated pits or vesicles scattered around the flagellar groove (arrowheads in 18–20). Magnifications the same as Fig. 15.

Figs. 25–27. Three of a series of serial sections of the anterior and posterior basal bodies. Micrographs are printed as to be viewed from the posterior side of the cell. Path of R1 and the connecting band (arrowhead) are shown. R1 is made up of three stranded microtubules at its proximal end (Fig. 27). Profiles of R2 (Fig. 25) and R3 (Fig. 27) are also visible. Magnifications the same as Fig. 25.



microscope (Fig. 2). This is a pyrenoid (Fig. 6) as has previously been demonstrated by BELCHER and SWALE (1971), and is seen as a black circular space when autofluorescence of the chloroplast is observed (Fig. 5), indicating lack of chlorophyll. The pyrenoid is penetrated by tubular grooves from the ventral side, in which electron dense material is deposited, but never penetrated or traversed by thylakoids (Figs. 6, 9). The girdle lamella and ring-like chloroplast DNA region, the genophore, both typical features of the chrysophytes (GIBBS *et al.* 1974, COLEMAN 1985), have never been observed in *P. pascheri* (Figs. 4, 10). Lack of the genophore was confirmed using DAPI-stained material. Figures 11–13 are micrographs of a crushed cell, in phase contrast, phase contrast plus superimposed fluorescence of DAPI and fluorescence only. These figures indicate that the chloroplast DNA does not form a ring-shaped profile but is scattered in the lobes. The fluorescence of DAPI in the chloroplast is often seen as slender strands parallel to the lobes (Fig. 12).

The space between chloroplast lobes are occupied by vesicles (Fig. 4). The content of these almost empty vesicles may have dissolved away during preparation for electron microscopy. However, some vesicles contain residue of a fibrous material (Fig. 4) that seems to be of the same nature as that in small vesicles scattered around the Golgi body (Figs. 4, 6). These vesicles are thus called here as mucocysts. This suggests their common origin from Golgi body. These contents may be released outside the cell and contribute to form mucilaginous material in which cells are embedded in the palmelloidal stage. BELCHER and SWALE (1967) reported that a dominant stage of *P. pascheri* in culture and also in nature is palmelloidal stage, and it is also true in our strain of *P. pascheri*. The fibrous vesicles described in *P. pascheri* by BELCHER and SWALE (1971) may be of the same nature.

The nucleus is situated ventrally to the pyrenoid and its outer membrane is continuous with the outer membrane of the

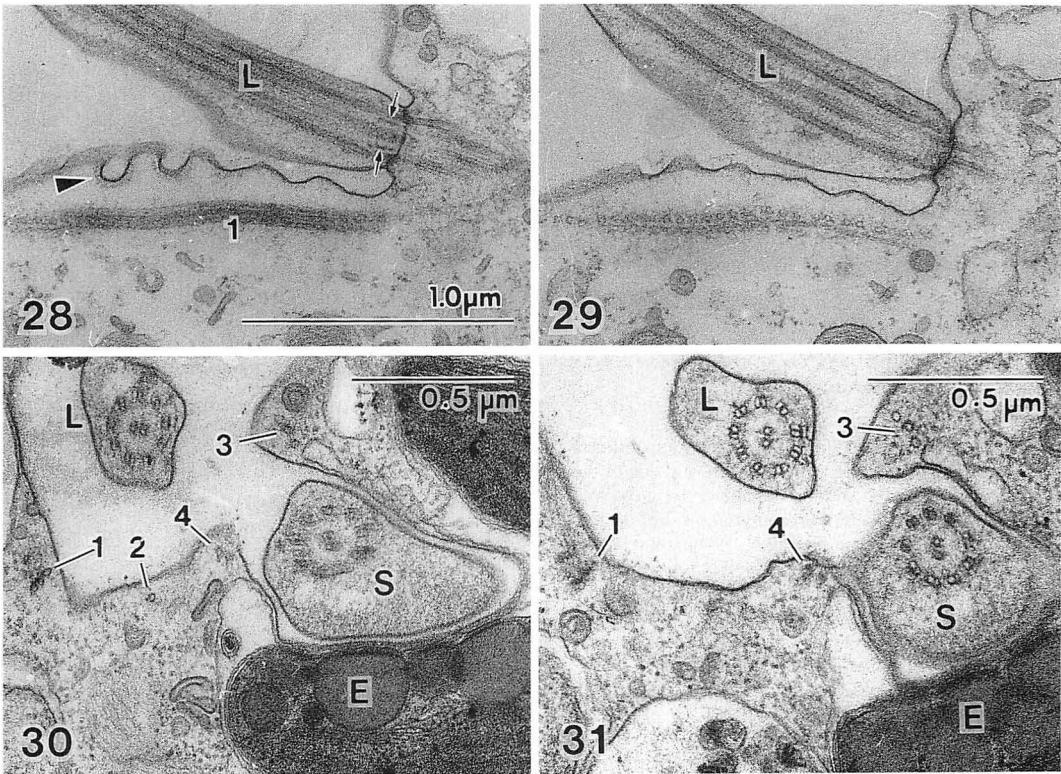
chloroplast endoplasmic reticulum (ER) (Figs. 6, 9). There are many ER profiles between the nucleus and pyrenoid, and we suggest that a periplastidal ER forms a network in this region. A Golgi body is situated ventral and anterior to the nucleus aligning its cisternae parallel to the nuclear surface (Figs. 6, 8). The contractile vacuole is also located in this region (Figs. 4, 6, 7), often at the left anterior side of the nucleus, however, its position is not constant. In sections such as Figs. 4, 6 and 7, several mitochondrial profiles are seen. However, serial sections (not demonstrated) confirmed that it is single and ring-shaped, and is situated on the inner side of the chloroplast, as illustrated in Fig. 1b.

**Flagella and basal body complex:** The long and short flagella are situated in definite positions against each other. The long flagellum arises in the flagellar groove oblique to the ventral surface of the cell (Figs. 6, 28, 29) and extends anteriorly. It is coated by rows of mastigonemes (not illustrated). In its transition region, the transitional helix is made up of three gyres (Figs. 6, 28, 29). The short flagellum is situated right to the long flagellum, also anteriorly, lying about 45° against the long flagellum in ventral view (Figs. 4, 14–24). It is bulbous and contains a normal nine-plus-two axoneme (Figs. 30, 31) as well as electron dense material surrounding the axoneme (Figs. 16–24). This dense material is presumably flavin-like material and responsible for autofluorescence of the short flagellum, a feature widely distributed in chlorophyll *a*- and *c*-containing algae (KAWAI 1988, COLEMAN 1988, KAWAI and INOUE 1989). No transitional helix has been observed in its transitional region (see Figs. 19–22).

Although orientation is different, the long and short flagella are obviously homologous to the anterior and posterior flagella of typical chrysophytes such as *Ochromonas* so that, in the following descriptions, basal bodies associated with the long and short flagella of *P. pascheri* are called anterior basal body and posterior basal body, respectively.

Two basal bodies are arranged to make an





Figs. 28–29. Two of a series of serial sections cut through the long flagellum and proximal part of R1 (same magnifications). Transitional helix gyre (arrows) and three aligned microtubules of R1 (Fig. 28) and associated cytoskeletal microtubules (Fig. 29) are shown. Coated pit (arrowhead) is also visible.

Figs. 30–31. Two similar sections cut parallel to the dorsi-ventral and left-right axis of the cell. Four microtubular roots are seen along the surface of the flagellar groove and the flagellar pocket. The number of microtubules comprising roots is three for R1, single for R2 (Fig. 30), and two for R4 and three for R3 (Fig. 31). The eyespot closely associated with the short flagellum is also clear in these micrographs.

angle of about  $45^\circ$  in ventral view (Fig. 23). The proximal end of the posterior basal body faces the right lateral side of the anterior basal body (Figs. 21–23). Proximally the basal bodies are interlinked by a slender non-striated connecting band (Figs. 22, 26) and no other connecting structure has been observed. The connecting band links the ventral part of the posterior basal body and ventral-right part of the anterior basal body (Fig. 26).

A fibrous cross-banded root, the rhizoplast, arises from the proximal end of the basal bodies and descends down to and along the anterior side of the nucleus (Fig. 8). It is slender and easily overlooked.

Each basal body has two associated microtubular roots, termed R1 and R2 for those associated with the anterior basal body

and R3 and R4 for those associated with the posterior basal body. R1 is a three-stranded microtubular root (Figs. 7, 27, 30). It arises from the left side of the anterior basal body (Figs. 22–23, 27), and extends anteriorly first going down dorsally and then parallel to the cell contour of the left bottom margin of the flagellar groove (Figs. 18–23, 28, 29). This root has a clockwise path when viewed from the ventral side (Figs. 4, 18–23). Cytoplasmic microtubules arise from R1 (Figs. 4, 19–21, 29), extend up along the flagellar groove and terminate in a short distance of about  $0.5 \mu\text{m}$  (Fig. 7). This indicates that R1 carries a microtubule organizing center (MTOC). The microtubular root, R2, arises from the right-dorsal side of the anterior basal body (Figs. 23, 25). It is a



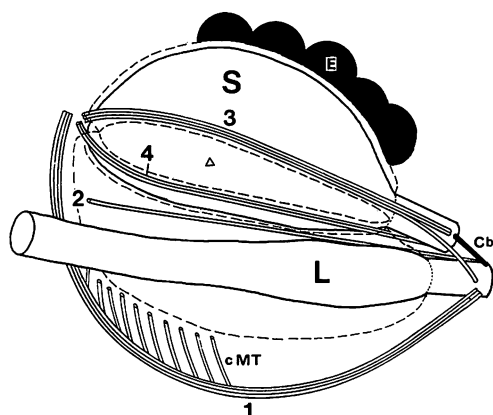


Fig. 32. Diagram of the flagellar apparatus of *Phaeaster pascheri* viewed from left anterior side of the cell. Two flagella and basal bodies are arranged making an acute angle and four microtubular roots extend in an anterior direction. Note that R1 is responsible for microtubule organization and there is only a proximally located connecting band and no distally located connecting fiber. Associated eyespot is shown. Flagellar groove and flagellar pocket are drawn by broken lines. Mouth of the flagellar pocket is indicated by triangle. Illustration not to scale.

single microtubule (Fig. 30) and extends anteriorly beneath the basal body and then just beneath the bottom of the flagellar groove (Figs. 19–23). It terminates inside the region surrounded by R1's path (Fig. 19).

R3 comprises of three microtubules (Fig. 31). It arises from the right-ventral side of the posterior basal body (Figs. 21–22), but proximally one of the component microtubules extends and makes contact with the anterior basal body at its ventral side (Figs. 16–19). Distally, R3 extends anteriorly along the ventral side of the mouth of the flagellar pocket (Figs. 14, 15, 30, 31). R4 is a two-stranded root (Figs. 14, 20). It arises from the left side of the proximal end of the posterior basal body (Fig. 22) and extends anteriorly along the dorsal side of the mouth of the flagellar pocket (Figs. 20, 21, 30, 31). It extends up towards the ventral surface along the anterior end of the mouth and terminates there (Figs. 14–18). It almost attaches to R3 (Fig. 14) so that R3 and R4 together make a long flattened loop along the contour of the flagellar pocket. The flagellar

apparatus is illustrated in Fig. 32.

## Discussion

The cell of *Phaeaster pascheri* is characterized by the following features: 1) dorsi-ventrally compressed cell body, 2) highly differentiated chloroplast morphology, 3) lack of girdle lamella, 4) scattered or strand-like chloroplast DNA and lack of the ring-like genophore, 5) short flagellum embedded in the flagellar pocket, 6) anteriorly oriented anterior basal body which makes an angle of about  $45^\circ$  against the posterior basal body in the ventral view, and 7) anteriorly extended microtubular roots of the short flagellum. All these characteristics are distinct from typical chrysophyte cell organization.

The lack of the girdle lamella and ring-shaped genophore has been found in some other chrysophytes such as *Rhizochromulina marina* HIBBERD et CHRETIENNOT-DINET (HIBBERD and CHRETIENNOT-DINET 1979), *Chrysamoeba radians* KLEBS (HIBBERD 1971), *Saccochrysis pyriformis* KORSH. (ANDERSEN 1986) as well as two silica-scaled genera, *Chrysosphaerella* and *Spiniferomonas* (*Chromophysomonas*) (PREISIG and HIBBERD 1983). In these algae, peculiar characteristics not typical for the chrysophytes were found such as rhizopodia (*Rhizochromulina*, *Chrysamoeba*), two flagella arranged at a rather acute angle (*Chrysamoeba* see Fig. 17 in HIBBERD 1971) and scales covering the cell surface (*Chrysosphaerella*).

The flagellar pocket is not common in the chrysophytes, but a groove which ensheathes the short flagellum has been found in some species such as *Chromulina psammobia* (ROUILLER and FAURE-FREMIET 1958), *Chromulina placentula* (BELCHER and SWALE 1976) and *Microglana butcheri* (COUTE and PREISIG 1981). These algae also possess unusual features, e.g. a highly differentiated striated fibrous root, a pseudocaryophore (*C. psammobia*, see Fig. 9 in ROUILLER and FAURE-FREMIET 1958, *M. butcheri*, COUTE and PREISIG 1981) and a dorsi-ventrally compressed cell (*C. placentula*).

The lack of the girdle lamella and genophore and presence of the flagellar pocket observed in *P. pascheri* are advanced features in the evolution of the chrysophytes, because they are associated with other unusual features mentioned above.

Orientation of the short flagellum, basal bodies and roots in *P. pascheri* is most unusual, when we compare it with previously published data for other chrysophyte genera. ANDERSEN (1987, 1989) summarized the flagellar apparatus of the Chrysophyceae, and incorporating some other features which were not mentioned by ANDERSEN, we characterize it as follows and illustrated in Fig. 33 together with that of *P. pascheri* for convenience. 1) The long flagellum arises from the cell at an angle of about  $90^\circ$  against the cell surface so that it is seen more or less in transverse section in the view shown in Fig. 33a. 2) The short flagellum is disposed parallel to the cell surface making an angle of about  $90^\circ$  against the long flagellum. 3) The connecting devices to interlink basal bodies are two proximally located bands. A distal fiber, which is common in many other groups of algae, has never been reported. 4) One of microtubular roots, R1, associated with the long flagellum extends anteriorly and bends clockwise. Cytoskeletal microtubules arise from this

root, indicating the presence of an associated MTOC. 5) R2, another root associated with the long flagellum, extends straight for a rather short distance compared to R1. 6) R3 and R4 arise from the short flagellum, and extend away from the anterior basal body and bend respectively counterclockwise and clockwise, joining each other and forming a loop. The eyespot underlies roots. The flagellar apparatus possessing these features is termed here as *Ochromonas*-type, because they are mainly based on studies on *Ochromonas* (BOUCK and BROWN 1973, ZHANG unpublished data) and *Ochromonas*-allied genus, *Poterioochromonas* (SCHNEPF *et al.* 1977).

When we compare Figs. 33a and b, there are clear homologous relationships of basal bodies and microtubular roots, though orientation of basal bodies and roots is different. Homologous structures between these flagellar apparatuses are labelled by the same letters or numbers. It is conceivable that *Phaeaster*-type flagellar apparatus is assigned distal to *Ochromonas*-type flagellar apparatus in chrysophyte phylogenetic tree, because *Phaeaster* has advanced features such as lack of genophore and girdle lamella and possession of the flagellar pocket. The following events may have occurred in the *Ochromonas*-type flagellar apparatus, giving rise to the *Phaeaster*-

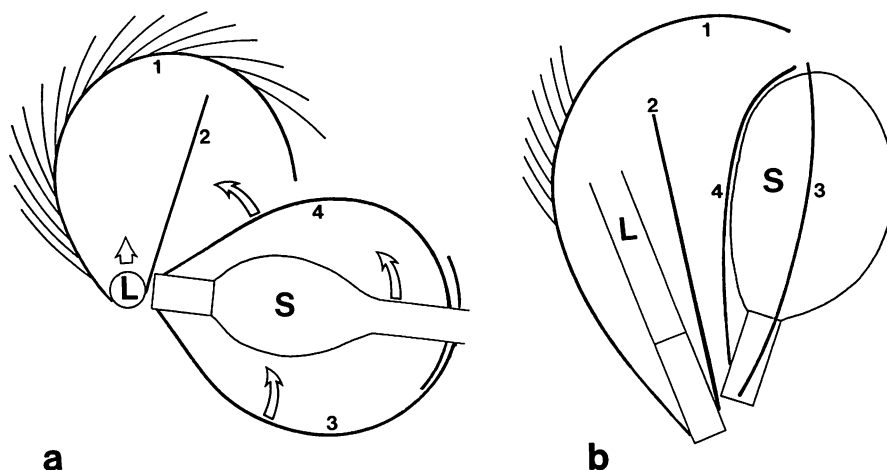


Fig. 33. Schematic illustrations of the flagellar apparatuses of *Ochromonas*-type (a) and *Phaeaster pascheri* (b). *Ochromonas*-type flagellar apparatus may have given rise to *Phaeaster*-type flagellar apparatus by rotation of the long and short flagella with associated microtubular roots (arrows). Illustration not to scale.

type flagellar apparatus. 1) The anterior basal body rotated anteriorly with its proximal end as a fulcrum, resulting in its distal end being oriented anteriorly. 2) The short flagellum with associated microtubular roots rotated counterclockwise in the plane illustrated in Fig. 33, resulting in all of them directing towards the anterior end of the cell.

Cell organization and the flagellar apparatus of *P. pascheri* are highly specialized, and we suggest that this alga has evolved into a very specialized direction. The characteristics described here may serve to understand its taxonomic and phylogenetic position; however, our knowledge of chrysophyte algae as a whole is too limited and at this time it is difficult to determine its precise position in the class. Thus it will remain until more information on many other genera becomes available.

Finally, some differences between observations of *P. pascheri* made by BELCHER and SWALE (1971) and ours should be commented on. These are scales covering the cell surface, the long flagellum widened into a bilateral wing at the base, and rhizopodia around the flagellar groove. All of these were reported by BELCHER and SWALE (1971) but never been observed in our strain. Of these, scales of *P. pascheri* could be artifactual because no clear indication of scales was given. Only in their Fig. 15 (BELCHER and SWALE 1971, p. 167), are scales shown in section. These scales seem to be situated just above the chloroplast membrane and no plasmalemma is observed in this figure. We therefore suggest that these scales are part of the plasmalemma broken down into small pieces (compare well preserved plasmalemma in their Fig. 12 and "scales" in their Fig. 15). The bilateral wing of the long flagellum and rhizopodia were clearly shown by these phycologists and are undoubtedly their natural features. In our strain, the basal part of the long flagellum is swollen and wide (Fig. 31) but never clearly forms a wing. These structures may or may not be variable in culture conditions, the cell cycle or in stages of the life cycle such as motile and palmelloidal

stages. We have not detected these features in our strain in either motile or palmelloidal stages (not illustrated) and in specimens fixed at different times. Most of the other features are identical between our strain of *P. pascheri* and that of BELCHER and SWALE (1971). These features could thus be strain differences, but at present should remain as an unsolved taxonomic problem.

### Acknowledgements

We are grateful to Dr. Robert W. RIDGE, University of Tsukuba, who kindly corrected grammatical errors and syntax of the manuscript. This study was financially supported in part by Grant-in-Aid for Scientific Research (No. 62304006) from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.

### References

- ANDERSEN, R. A. 1986. Some new observations on *Sacochrysis pyriformis* KORSH. emend. ANDERSEN (Chrysophyceae). p. 107–118. In J. KRISTIANSEN and R. A. ANDERSEN [Eds.] Chrysophytes: Aspects and problems. Cambridge Univ. Press.
- ANDERSEN, R. A. 1987. Synurophyceae classis nov., a new class of algae. Amer. J. Bot. 74: 337–353.
- ANDERSEN, R. A. 1989. Absolute orientation of the flagellar apparatus of *Hibberdia magna* comb. nov. (Chrysophyceae). Nord. J. Bot. 8: 653–669.
- BELCHER, J. H. 1969. A re-examination of *Phaeaster pascheri* SCHERFFEL in culture. Br. phycol. J. 4: 191–197.
- BELCHER, J. H. and SWALE, E. M. F. 1971. The microanatomy of *Phaeaster pascheri* SCHERFFEL (Chrysophyceae). Br. phycol. J. 6: 157–169.
- BELCHER, J. H. and SWALE, E. M. F. 1967. *Chromulina placentula* sp. nov. (Chrysophyceae), a freshwater nanoplankton flagellate. Br. phycol. Bull. 3: 257–267.
- BOUCK, G. B. and BROWN, D. L. 1973. Microtubule biogenesis and cell shape in *Ochromonas* I. The distribution of cytoplasmic and mitotic microtubules. J. Cell Biol. 56: 340–359.
- BOURRELLY, P. 1957. Recherches sur les Chrysophycées. Morphologie, phylogénie, systématique. Rev. Algol. Mém. Hors-Sér. 1: 1–412.
- BOURRELLY, P. 1968. Les Algues d'Eau Douce. Tome 2. Les Algues Jaunes et Brunes. p. 1–348. Boubée, Paris.
- COLEMAN, A. W. 1985. Diversity of plastid DNA configuration among classes of eukaryote algae. J.

- Phycol. 21: 1–16.
- COLEMAN, A. W. 1988. The autofluorescent flagellum: a new phylogenetic enigma. *J. Phycol.* 24: 118–120.
- COUTE, A. and PREISIG, H. R. 1981. Sur l'ultrastructure de *Microglena butcheri* BELCHER (Chrysophyceae, Ochromonadales, Synuraceae) et sur sa position systématique. *Protistologica* 17: 464–477.
- GIBBS, S. P., CHENG, D. and SLANKIS, T. 1974. The chloroplast nucleoid in *Ochromonas danica*. *J. Cell Sci.* 16: 557–577.
- HARA, Y., INOUE, I. and CHIHARA, M. 1985. Morphology and ultrastructure of *Olisthodiscus luteus* (Raphidophyceae) with special reference to the taxonomy. *Bot. Mag. Tokyo* 98: 251–262.
- HIBBERD, D. J. 1971. Observations on the cytology and ultrastructure of *Chrysamoeba radians* KLEBS (Chrysophyceae). *Br. phycol. J.* 6: 207–223.
- HIBBERD, D. J. 1976. The ultrastructure and taxonomy of the Chrysophyceae and Prymnesiophyceae (Haptophyceae): a survey with some new observations on the ultrastructure of the Chrysophyceae. *Bot. Linn. Soc.* 72: 55–80.
- HIBBERD, D. J. 1986. Ultrastructure of the Chrysophyceae—phylogenetic implications and taxonomy. p. 23–36. *In* J. KRISTIANSEN and R. A. ANDERSEN [Eds.] *Chrysophytes: Aspects and problems*. Cambridge Univ. Press.
- HIBBERD, D. J. and CHRETIENNOT-DINET, M.-J. 1979. The ultrastructure and taxonomy of *Rhizochromulina marina* gen. et sp. nov., an amoeboid marine chrysophyte. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 59: 173–193.
- KATO, S. 1981. Laboratory culture and morphology of *Colacium vesiculosum* EHRB. (Euglenophyceae). *Jpn. J. Phycol.* 30: 63–67. (in Japanese)
- KAWAI, H. 1988. A flavin-like autofluorescent substance in the posterior flagellum of golden and brown algae. *J. Phycol.* 24: 114–117.
- KAWAI, H. and INOUE, I. 1989. Flagellar autofluorescence in forty-four chlorophyll *c*-containing algae. *Phycologia* 28: 222–227.
- KRISTIANSEN, J. 1986. The ultrastructural bases of chrysophyte systematics and phylogeny. p. 149–211. *In* CRC Critical Reviews in Plant Sciences, vol. 4, Issue 2.
- KUROIWA, T., NISHIBAYASHI, S., KAWANO, S. and SUZUKI, T. 1981. Visualization of DNA in various phages by ethidium bromide epifluorescent microscopy. *Experimentia* 37: 969–970.
- MATTOX, K. R. and STEWART, K. D. 1984. Classification of the green algae: A concept based on comparative cytology. p. 29–72. *In* D. E. G. IRVINE and D. M. JOHN [Eds.] *Systematics of the green algae*. Academic Press, London.
- MOESTRUP, Ø. 1982. Flagellar structure in algae: a review, with new observations particularly on the Chrysophyceae, Phaeophyceae (Fucophyceae), Euglenophyceae and *Reckertia*. *Phycologia* 21: 427–528.
- O'KELLY, C. J. and FLOYD, G. L. 1984. The absolute configuration of the flagellar apparatus in zoospores from two species of Laminariales (Phaeophyceae). *Protoplasma* 123: 18–25.
- O'KELLY, C. J. and FLOYD, G. L. 1985. Absolute configuration analysis of the flagellar apparatus in *Giraudyopsis stelifera* (Chrysophyceae, Sarcinochrysidales) zoospores and its significance in the evolution of the Phaeophyceae. *Phycologia* 24: 263–274.
- PIENAAR, R. N. 1980. Chrysophytes. p. 213–242. *In* E. R. Cox [Ed.] *Developments in Marine Biology*, Vol. 2 *Phytoflagellates*. Elsevier North Holland, N.Y.
- PREISIG, H. R. and HIBBERD, D. J. 1983. Ultrastructure and taxonomy of *Paraphysomonas* (Chrysophyceae) and three related genera. *Nord. J. Bot.* 3: 695–723.
- REYNOLDS, E. S. 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biol.* 17: 208.
- ROUILLER, C. and FAURE-FREMIET, E. 1958. Structure fine d'un flagellé chrysomonadien: *Chromulina psammobia*. *Exp. Cell Res.* 14: 47–67.
- SCHNEPF, E., DEICHGRABER, G., RODERER, G. and HERTH, W. 1977. The flagellar root apparatus, the microtubular system and associated organelles in the chrysophycean flagellate, *Poterioochromonas malhamensis* PETERFI (syn. *Poteriochromonas stipitata* SCHERFFEL and *Ochromonas malhamensis* PRINGSHEIM). *Protoplasma* 92: 87–107.
- SPURR, A. R. 1969. A low-viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.* 26: 31–42.
- STARMACH, K. 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. p. 1–515. *In* Süßwasserflora. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

井上 勲・張 暁明・榎本瑞子・千原光雄：黄金色藻類 *Phaeaster pascheri* の  
細胞構造，特に鞭毛装置について

*Phaeaster pascheri* の細胞構造を蛍光顕微鏡および透過型電子顕微鏡を用いて調べた。葉緑体は星状で，ガードルラメラを欠くこと，核様体がリング状ではなく分散あるいは糸状である点で特殊なものである。短鞭毛は棍棒状で，鞭毛ポケットと呼ぶ細胞の窪みに収納されている。葉緑体から眼点を持つ裂片が伸張してこの鞭毛ポケットに密着している。鞭毛小体、鞭毛および4本の微小管性の鞭毛根の配列は特異なもので，すべて細胞の遊泳方向に伸びる。鞭毛小体は約45度の角度で配列する。このような配列は黄金色藻の鞭毛装置の進化において鞭毛小体と鞭毛根の回転が起こったと考えることで解釈できる。長鞭毛から前方に伸び時計回りに旋回する鞭毛根は骨格微小管の形成にあずかっている。ミトコンドリアは1個でリング状である。(305 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系)

## Seasonal variation of photosynthetic capacity in *Sargassum horneri*\*

Kunshan GAO

Kansai Environmental Engineering Center, 3–39, Nakazaki-nishi 2-chome, Kita-ku, Osaka, 530 Japan

Gao, K. 1990. Seasonal variations of photosynthetic capacity in *Sargassum horneri*. Jpn. J. Phycol. 38: 25–33.

Photosynthesis on a dry weight basis was measured with a differential gas-volumeter in *Sargassum horneri* to see its seasonal changes. Photosynthetic activity in leaves of *S. horneri* showed two peaks a year, one in November and the other in March. The seasonal pattern of photosynthesis was similar to that reported for growth of this species. Net photosynthetic rates of the upper leaves were higher than those of the lower leaves in all months except June, when the plants became mature. In June, net photosynthetic rate in the lower leaves was higher than that in the upper ones. An adaptive shift of net photosynthetic response to temperature was observed with a decline in seawater temperature from July to December. Besides temperature, growth stage and nutrient conditions in the sea also accounted for considerable seasonal photosynthetic variability.

**Key Index Words:** *Phaeophyta*—photosynthesis—respiration—*Sargassum horneri*.

*Sargassum* plants were reported to show different photosynthetic characteristics among different parts (GAO and UMEZAKI 1988a, b, 1989a). Diurnal photosynthesis of *S. thunbergii* and *S. horneri* was found to show higher morning rate and afternoon depression on fine days (GAO and UMEZAKI 1989b, c, GAO 1989). However, little is known about seasonal variation in photosynthesis of *Sargassum* plants (PRINCE 1980).

Rapid growth of several *Sargassum* species has been reported to occur primarily during periods of low water temperatures (TSUDA 1971, CARPENTER and COX 1974, DE WREEDE 1976, UMEZAKI 1984). It was suggested that optimal growth of tropical seaweeds should occur primarily in winter (MATHIESON and DAWES 1974). However, PRINCE and O'NEAL (1979) showed that growth of *S. pteropleuron* was rapid during the period of maximum water temperature in summer. PRINCE (1980) reported that a significant decline in photosynthetic rates of *S. pteropleuron* coincided with senescence of the annual axis and the declining water

temperatures of winter. KILAR and HANISAK (1988) reported seasonal patterns of morphological variability in *S. polyceratum*.

*S. horneri*, an annual species, is distributed on the coasts of both the Sea of Japan and the Pacific Ocean throughout the Archipelago of Japan, and is one of the most common species around Japan. It grows on rocks at low tide level or at depths of 1 to 5 m, and rarely 10 m. The thallus often reaches several meters in length. *S. horneri* matures in spring, and disintegrates after the maturation period; then juveniles germinated from fertilized eggs appear. It has been used as a food or a vegetable from old times, and even now harvested plants are sold in some local places in Japan (IKEHARA 1987).

Knowledge of seasonal photosynthetic variations is fundamental to understanding seasonal patterns of growth of photosynthetic plants and to explaining their ecological characteristics. The objective of this study was to determine the seasonal variation of photosynthesis in *S. horneri*. Further, I wished to confirm the differences in photosynthetic capacity between the upper and lower leaves of this species examined by GAO and UMEZAKI (1988a, b).

\* Dedicated to the memory of the late Dr. Boudewijn H. BRINKHUIS, who kindly read and edited the manuscript.



## Materials and Methods

Water and atmospheric temperatures were measured daily at 10 o'clock in the morning at the Fisheries Research Station of Kyoto University, which is located at the seaside of Maizuru Bay, one of the branch bays of Wakasa Bay by the Sea of Japan. Figure 1 shows mean monthly atmospheric and surface seawater temperatures. Experiments were carried out from 1987 to 1988 at the station. Samples of *Sargassum horneri* were collected at the seaside within the station.

*S. horneri* locally matures in May, and decays after maturation. Juveniles germinated from fertilized eggs appear (visible to the naked eye) in July. In July and August, plants were juvenile, about 1 to 3 cm long, and whole plants were used for photosynthetic and dark respiratory measurements. In other months, leaves of the apical and the basal portions were used for the measurements. The fifth to seventh leaves from the apex were designated as the upper (apical) leaves and the leaves (the nearest ones to the holdfast) from basal portion of the plant were designated as the lower (basal) leaves.

Photosynthetic and respiratory measurements were carried out with a differential gas-volumeter 'Productmeter' as reported by YOKOHAMA *et al.* (1986). Photosynthesis and respiration were measured at 20°C (near the yearly average water temperature in the sea). Photosynthesis and respiration versus temperature curves were deter-

mined from 7 to 39°C in July, October and December. Photosynthesis was measured at  $600 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , at which it was almost saturated (GAO and UMEZAKI 1988b).

Chlorophylls were determined by freezing samples at  $-20^\circ\text{C}$ , grinding in a mortar with quartz sand, extracting with 90% acetone, and filtering through absorbent cotton with 90% acetone. The absorbances of the acetone extract were measured at 750, 664, 630 nm with a spectrophotometer (Hitachi Ltd., Model 100-2). The concentrations of chlorophylls *a* and *c* were calculated by the formulae of JEFFREY and HUMPHREY (1975). Data were analyzed using Student's *t*-test to ascertain statistical significance.

## Results

Net photosynthetic rate of juvenile *Sargassum horneri* was lower in August compared to July (Fig. 2A). Rates of the upper leaves increased to reach a maximum in November, showing highest values in October, November and December. Photosynthetic rates then decreased in January and February, being less than half the rate in November, again increased in March, and finally decreased from April to June. Net photosynthetic rates of the lower leaves were lower than those of the upper leaves in all months except in June when the plants became mature. In June, net photosynthetic rate was higher in the lower leaves than in the upper leaves. Net photosynthetic rates in the lower leaves were higher in November, February and March compared to the other months, and did not fluctuate as greatly as in the upper leaves (Fig. 2A).

Dark respiratory rates of the upper leaves reached a maximum in November, decreased until May, and then increased in June (Fig. 2B). Dark respiratory rates in the lower leaves were lower compared to those in the upper leaves in all the months except in May, when rates were similar in the upper and lower leaves. Dark respiratory rates of the lower leaves did not fluctuate as greatly as those of the upper leaves (Fig. 2B).

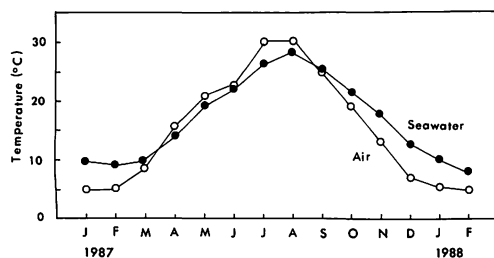


Fig. 1. Seasonal changes of monthly mean atmospheric and surface seawater temperature at the study locality (from Fisheries Research Station of Kyoto University).

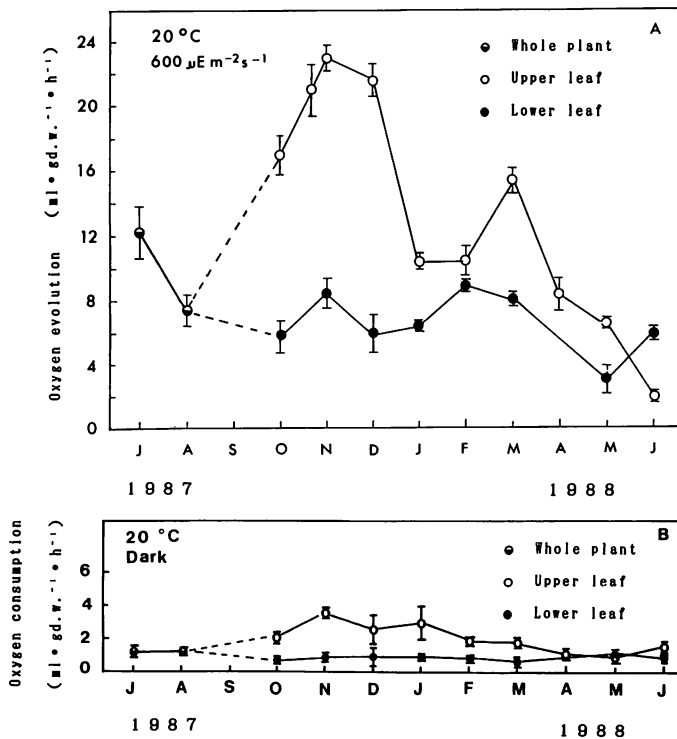


Fig. 2. Seasonal variations of net photosynthesis (A) and dark respiration (B) in the upper and lower leaves of *S. horneri*. The data are the means  $\pm$  S.E. of 3 to 12 samples.

Dry weight to fresh weight (d.w./f.w.) ratio of the upper leaves was lowest in October, November and December, when net photosynthetic and dark respiratory rates were highest. The ratio was significantly higher ( $P < 0.01$ ) in the lower leaves than in the upper leaves in all the months (Fig. 3).

Comparing the seasonal variations of photosynthesis and dark respiration of the upper leaves, it is easy to see that higher

photosynthetic rates coincided with higher dark respiratory rates. As indicated in Figure 4, net photosynthesis increased linearly with increase in dark respiration. Such a linear relationship was statistically significant ( $P < 0.001$ ).

Figure 5 shows net photosynthesis and dark respiration versus temperature curves of *S. horneri* obtained in July (A), October (B) and December (C). Net photosynthesis in July,

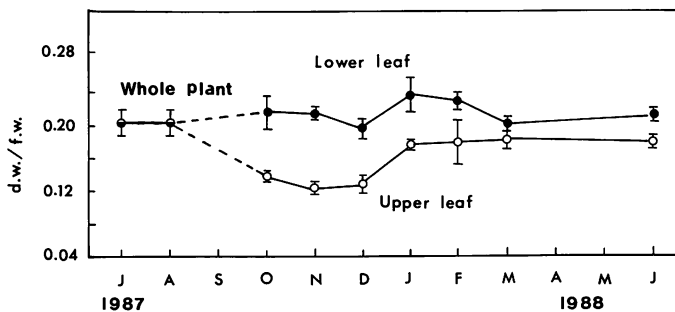


Fig. 3. Seasonal variations of dry weight to fresh weight ratios (d.w./f.w.) of the upper and lower leaves of *S. horneri*. The data are the means  $\pm$  S.E. of 3 to 12 samples.

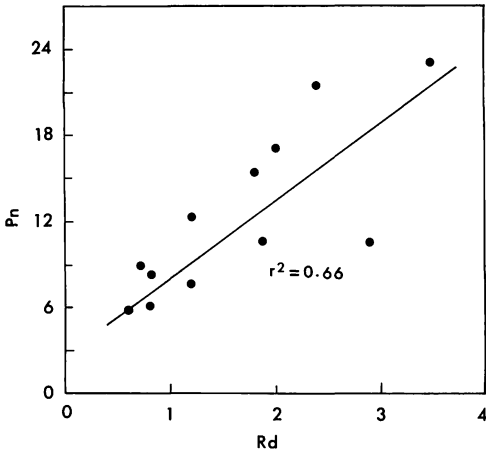


Fig. 4. Relationship between net photosynthesis (Pn, at  $600 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) and dark respiration (Rd) of the upper leaves of *S. horneri*. Photosynthetic or respiratory rates are expressed in  $\text{ml O}_2 \text{ g(d.w.)}^{-1}\text{h}^{-1}$ , measured at  $20^\circ\text{C}$ .

increased to reach a maximum at about  $29^\circ\text{C}$  and then decreased with an increase in temperature. Net photosynthetic rates at  $39^\circ\text{C}$  were negative. Dark respiration increased almost linearly with an increase in temperature to  $33^\circ\text{C}$  and then increased abruptly at  $39^\circ\text{C}$ . Net photosynthesis in October increased to reach a maximum at about  $27^\circ\text{C}$  and then decreased rapidly with an increase in temperature. Dark respiration increased linearly from  $7$  to  $27^\circ\text{C}$  and showed abrupt increases at  $33$  and  $39^\circ\text{C}$ . Net photosynthesis in December increased to reach a maximum at about  $25^\circ\text{C}$  and then decreased with increase in temperature. Net photosynthesis of the lower leaves showed trend similar to that of the upper leaves, only with a photosynthetic maximum at a higher temperature,  $27^\circ\text{C}$ . Dark respiration of the upper and the lower leaves increased almost linearly with an increase in temperature to  $33^\circ\text{C}$  and increased abruptly at  $39^\circ\text{C}$ . Net photosynthetic rates of the upper leaves were much higher than those of the lower leaves at all the temperature levels investigated except at  $39^\circ\text{C}$ . Net photosynthetic rates were higher in the lower leaves than in the upper leaves at  $39^\circ\text{C}$ . Dark respiratory rates of the lower leaves were lower compared with those

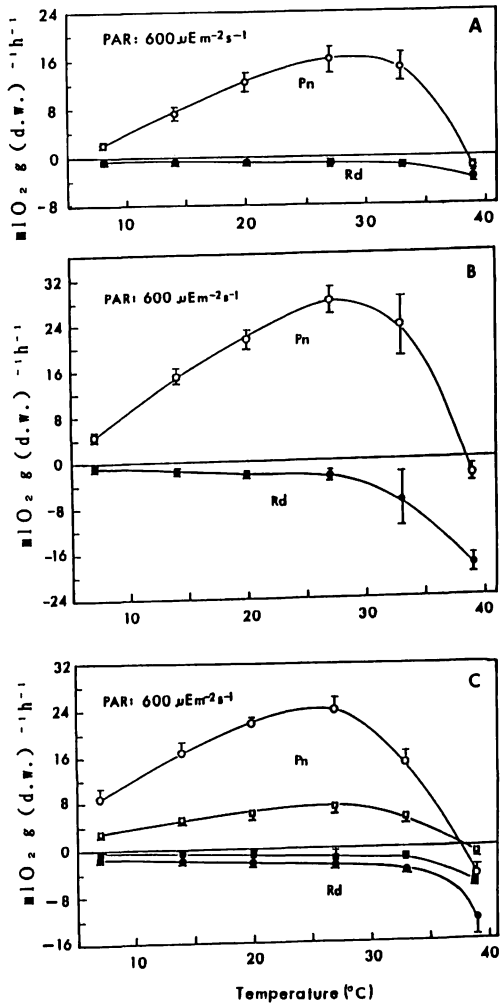


Fig. 5. Net photosynthesis (Pn) and dark respiration (Rd) versus temperature curves of the upper ( $\circ$ ,  $\bullet$ ) and lower ( $\square$ ,  $\blacksquare$ ) leaves of *S. horneri* in July (A), October (B) and December (C). The data are the means  $\pm$  S.E. of 5 to 16 samples.

of the upper leaves at all of the investigated temperatures.

Relative (taking maximum as 100) net photosynthesis and dark respiration versus temperature curves were compared among different months (Fig. 6). Net photosynthetic response to temperature showed higher values in the order of July, October and December at suboptimal temperature range ( $7$ – $25^\circ\text{C}$ ) (Fig. 6A). That is, net photosynthesis was reduced at lower temperatures in warmer months, while photosynthetic rate in colder

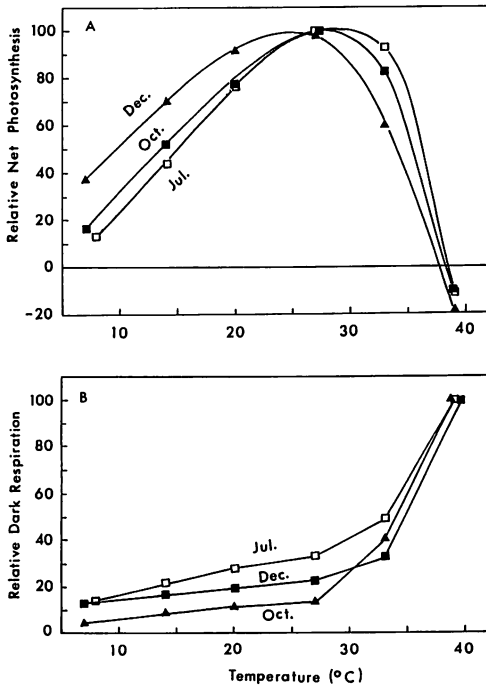


Fig. 6. Comparisons of relative net photosynthesis (A) and dark respiration (B) versus temperature curves of the upper leaves of *S. horneri* in different months.

months was higher at lower temperatures. Optimum temperatures for photosynthesis were at 29°C in July, 27°C in October and 25°C in December, indicating a shift with declining seawater temperature. At higher

temperatures above the optimum, photosynthesis was reduced faster in December, intermediate in October and slower in July. That is, net photosynthesis was reduced faster in colder months and slower in warmer months at higher temperatures. Relative dark respiration rates were higher in July compared to those in October and December, and higher in December than in October below 30°C (Fig. 6B).  $Q_{10}$  was about 1.8 in July and October, and 1.4 in December.

Net photosynthetic and dark respiratory rates at monthly mean seawater temperatures of *S. horneri* were estimated by conversion of the rates at 20°C to the rates at monthly mean seawater temperatures (Fig. 1) by taking into account the relative photosynthesis and respiration versus temperature curves (Fig. 6). Estimated net photosynthetic rates of *S. horneri* reached a maximum in October and November, decreased until February, increased in March, and finally decreased until June (Fig. 7, Pn). Dark respiratory rates of the upper leaves were also highest in November and were lower in April and May than in other months (Fig. 7, Rd). In June, when plants were decaying, dark respiratory rate increased to be equivalent to net photosynthetic rates. Net photosynthetic rates of the lower leaves were highest in November, decreased from December to May, and then

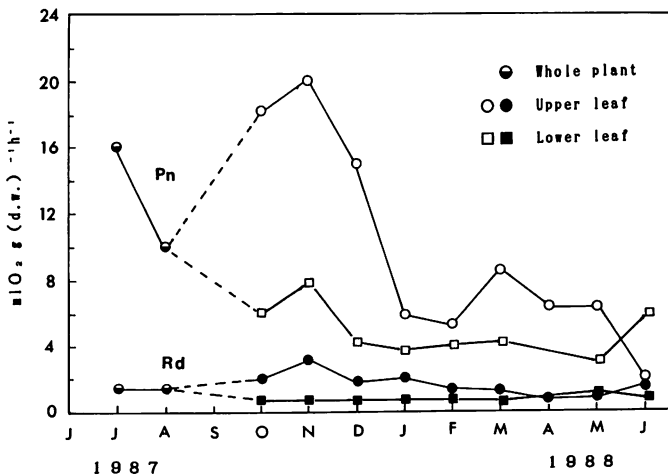


Fig. 7. Seasonal variations of net photosynthesis (Pn) and dark respiration (Rd) of the upper and lower leaves of *S. horneri* at monthly mean seawater temperature.

Table 1. Chlorophyll contents (mg/g f.w.) and *c/a* ratio of the upper and the lower leaves of *Sargassum horneri* in different months. Means of 1 to 3 measurements.

	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	June
Upper leaves							
Chl. <i>a</i>	0.812	0.816	0.844	1.271	1.201	1.388	0.199
Chl. <i>c</i>	0.112	0.114	0.116	0.162	0.143	0.142	0.044
Chl. <i>c/a</i>	0.138	0.140	0.137	0.127	0.119	0.102	0.221
Lower leaves							
Chl. <i>a</i>	1.396	1.448	1.270	1.350	1.589	1.570	0.746
Chl. <i>c</i>	0.238	0.239	0.206	0.224	0.251	0.247	0.123
Chl. <i>c/a</i>	0.170	0.165	0.162	0.166	0.158	0.157	0.165

increased in June (Fig. 7, Pn). Dark respiration showed higher values in May and June, during and after maturation period (Fig. 7, Rd). Both net photosynthesis and dark respiration of the upper leaves at ambient temperatures in the sea were higher than those of the lower leaves in all the months except in June, when net photosynthetic rate of the lower leaves exceeded that of the upper leaves.

Table 1 indicates chlorophyll contents of the upper and the lower leaves of *S. horneri* in different months. Chlorophylls *a* and *c* contents of the upper leaves were highest in January, February and March. Chlorophyll contents of both the lower and the upper leaves were lowest in June. Chlorophylls *a* and *c* contents, and *c* to *a* ratios were higher in the lower leaves than in the upper leaves in all the months.

Discussion

Photosynthetic activity of leaves of *Sargassum horneri* showed two peaks in a year, one in November and the other in March. UMEZAKI (1984) reported that the daily increase in dry weight and in length of main axis showed two peaks, one in December to January and the other in February to March. Thus, the peaks for photosynthetic activity in the present study almost corresponded to the peaks for growth reported by UMEZAKI (1984). PRINCE (1980) reported that seasonal pattern of photosynthesis was similar to that for growth in *S. pteropleuron*. After becoming mature, *S. horneri* plants

almost ceased growth (UMEZAKI, 1984). This can be due to lower net photosynthetic rate and higher dark respiratory rate at this period, as shown in the present study.

GAO and UMEZAKI (1989a) reported that photosynthesis increased with a decrease in d.w./f.w. ratio in *S. thunbergii*. In the present study, net photosynthetic rate of the upper leaves of *S. horneri* decreased while d.w./f.w. ratio increased from December to January and February. Net photosynthetic rate was higher in the upper leaves than in the lower leaves, with d.w./f.w. ratio lower in the former than in the latter. The decline in photosynthesis in the leaves of *S. horneri* coincided with senescence of the leaves, as previously reported (UMEZAKI and GAO 1988b).

Receptacles accounted for nearly 70% fresh weight of a *S. horneri* plant, and showed much lower light-saturated net photosynthesis in June (GAO 1989). In the present study, light-saturated net photosynthetic rate of the upper leaves was equivalent to dark respiratory rate in June. Thus, daily net production of an individual plant of this species might approach zero or become negative in this month. Reduced photosynthetic rate was correlated with reduced chlorophyll contents of the species in June (GAO and UMEZAKI 1988a). In the present study, chlorophyll contents decreased faster in the upper than in the lower leaves when the plant became mature, so that net photosynthetic rate on a dry weight basis of the lower leaves exceeded that of the upper leaves in June.

Seasonal variability of the photosynthesis-temperature relationship was studied by ARUGA (1965a) in natural freshwater phytoplankton communities. He reported that the optimum temperature for photosynthesis adjusted in an adaptive fashion; the higher the temperature of the environment, the higher the optimum temperature for photosynthesis. ARUGA (1965b) also found an adaptive shift in the photosynthesis-temperature relationship in *Chlorella ellipsoidea* cultured at different temperatures. In the present study, the monthly mean seawater temperatures were 26.5, 21.5 and 12.5°C in July, October and December, respectively, when the photosynthesis-temperature curves were determined. Optimum temperature for photosynthesis in *S. horneri* was 29, 27 and 25°C in July, October and December, respectively. Net photosynthetic rate was higher at lower temperatures and was lower at higher temperatures in colder months as compared with warmer months. These results of *S. horneri* in the present study are similar to those reported by ARUGA (1965a, b) for phytoplankton. In studies on 4 species of green algae, 7 species of brown algae and 4 species of red algae, YOKOHAMA (1973) reported that the optimum temperature for photosynthesis was higher in summer than in winter. This is also similar to the results of the present study. Such an adaptive shift in optimum temperature through a year has been also shown in gametophyte development, growth and reproduction in *Laminaria saccharina* (LEE and BRINKHUIS 1988).

HONDA and OKUDA (1989) reported that the upper leaves of both vernal and autumnal *S. horneri* showed highest light-saturated photosynthetic rates in autumn. The present study gave the results of vernal *S. horneri* similar to those reported by the above authors. The possible reasons for the seasonal variation of photosynthetic capacity in this species are conclusively discussed as follows.

Seasonal changes in temperature may greatly contribute to seasonal changes in photosynthesis of *S. horneri*. However, lower photosyn-

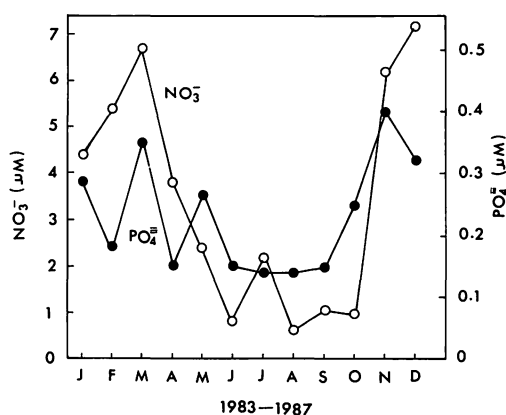


Fig. 8. Seasonal variations of mean nitrate and phosphate concentrations in seawater at Nagahama, Maizuru Bay (data by Dr. H. NAKAHARA).

thetic rates were found in juvenile plants in August and in plants after becoming mature in June, so that different growth stages seem to have different photosynthetic rates. KILAR and HANISAK (1988) reported that patterns of leaf development, senescence and loss caused pronounced seasonal changes in leaf length-width ratios in *S. polyceratum*. Seasonal changes in morphological characteristics of the leaves of *S. horneri* may give differences in photosynthesis. On the other hand, seasonal changes in nutrient conditions in the sea may also influence photosynthetic variability in a year. It was found that photosynthetic activity and chlorophyll contents of *S. thunbergii* depended significantly on nutrient conditions in the sea (GAO and NAKAHARA, in press). LAPOINTE (1986) demonstrated that diurnal photosynthetic rates in pelagic *Sargassum* species, *S. natans* and *S. fluitans* increased with PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> enrichment. At the present locality, nitrate and phosphate concentrations were highest in November and March (Fig. 8), when the photosynthetic rate of *S. horneri* was highest. Therefore, nutrient conditions in the sea can also be an important parameter in consideration of the seasonal variability in photosynthesis of *S. horneri*.

#### Acknowledgements

The author would like to thank Dr. H.



NAKAHARA for providing the data of nitrate and phosphate concentrations in seawater at the study locality. The work was carried out with supervisory advice of Dr. I. UMEZAKI and Professor Y. ARUGA, and was completed as a part of the thesis for the degree of Doctor of Philosophy at Kyoto University.

## References

- ARUGA, Y. 1965a. Ecological studies of photosynthesis and matter production of phytoplankton I. Seasonal changes in photosynthesis of natural phytoplankton. *Bot. Mag. Tokyo* **78**: 280–288.
- ARUGA, Y. 1965b. Ecological studies of photosynthesis and matter production of phytoplankton II. Photosynthesis of algae in relation to light intensity and temperature. *Bot. Mag. Tokyo* **78**: 360–365.
- CARPENTER, E. J. and COX, J. L. 1974. Production of pelagic *Sargassum* and a blue-green epiphyte in the western Sargasso Sea. *Limnol. Oceanogr.* **19**: 429–436.
- DE WREEDE, R. E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. *Phycologia* **15**: 175–184.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1988a. Comparative photosynthetic capacities of the leaves of upper and lower parts of *Sargassum* plants. *Bot. Mar.* **31**: 231–236.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1988b. Comparative studies on the photosynthesis of *Sargassum horneri*. Abstract, 3rd Internat. Phycol. Congress, August 14–20, Melbourne, Australia.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989a. Comparative studies of photosynthesis in different parts of *Sargassum thunbergii*. *Jpn. J. Phycol.* **37**: 7–16.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989b. Studies on diurnal photosynthetic performance of *Sargassum thunbergii* I. Changes in photosynthesis under natural sunlight. *Jpn. J. Phycol.* **37**: 89–98.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989c. Studies on diurnal photosynthetic performance of *Sargassum thunbergii* II. Explanation of diurnal photosynthesis patterns from examination in the laboratory. *Jpn. J. Phycol.* **37**: 99–104.
- GAO, K. 1989. Studies on photosynthesis of *Sargassum* plants. Doctoral thesis, Kyoto University. 320 pp.
- GAO, K. and NAKAHARA, H. (in press) Effects of nutrients on photosynthesis of *Sargassum thunbergii*. *Bot. Mar.*
- germling development and seasonal changes in photosynthetic rates of autumnal *Sargassum horneri*. *Jpn. J. Phycol.* **37**: 53–59.
- IKEHARA, K. 1987. *Sargassum* (*Sargassum fulvellum* and *S. horneri*) as a food in the coast of Japan Sea. *Jap. J. Phycol.* **35**: 233–244.
- JEFFEREY, S. W. and HUMPHREY, G. F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, *c*<sub>1</sub> and *c*<sub>2</sub>, in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pl.* **167**: 191–194.
- KILAR, J. A. and HANISAK, M. D. 1988. Seasonal patterns of morphological variability in *Sargassum polyceratum* (Phaeophyta). *J. Phycol.* **24**: 467–473.
- LAPOINTE, B. E. 1986. Phosphorus-limited photosynthesis and growth of *Sargassum natans* and *Sargassum fluitans* (Phaeophyceae) in the western North Atlantic. *Deep-Sea Research* **33**: 391–399.
- LEE, J. A. and BRINKHUIS, B. H. 1988. Seasonal light and temperature interaction effects on development of *Laminaria saccharina* (Phaeophyta) gametophyte and juvenile sporophytes. *J. Phycol.* **24**: 181–191.
- MATHIESON, A. C. and DAWES, C. J. 1974. Ecological studies of Floridean *Eucheuma* (Rhodophyta, Gigartinales). Photosynthesis and respiration. *Bull. Mar. Sci.* **24**: 274–285.
- PRINCE, J. S. and O'NEAL, S. W. 1979. The ecology of *Sargassum pteropleuron* GRUNOW (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. I. Growth, reproduction and population structure. *Phycologia* **18**: 109–114.
- PRINCE, J. S. 1980. The ecology of *Sargassum pteropleuron* GRUNOW (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. II. Seasonal photosynthesis and respiration of *S. pteropleuron* and comparison of its phenology with that of *S. polyceratum* MONTAGNE. *Phycologia* **19**: 190–193.
- TSUDA, R. T. 1971. Morphological, zonal, and seasonal studies of two species of *Sargassum* on the reefs of Guam. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **7**: 40–44.
- UMEZAKI, I. 1984. Ecological studies of *Sargassum horneri* (TURNER) C. AGARDH in Obama Bay, Japan Sea. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **50**: 1193–1200.
- YOKOHAMA, Y. 1973. A comparative study on photosynthesis-temperature relationships and their seasonal changes in marine benthic algae. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **58**: 463–472.
- YOKOHAMA, Y., KATAYAMA, N. and FURUYA, K. 1986. An improved type of 'Productmeter', a differential gas-volumeter, and its application to measuring photosynthesis of seaweeds. *Jap. J. Phycol.* **34**: 37–42. (in Japanese with English summary)

### 高 坤山：アカモクの光合成の季節変動

アカモクの光合成の季節変動を差動式検容計（プロダクトメーター）を用いて調べた。乾燥重量当りの光飽和光合成速度は10月と3月にピークを示した。このような光合成の季節パターンは、すでに報告されているアカモクの生長の季節パターンとほぼ一致した。光飽和光合成速度は6月を除くすべての月において上部の葉の方が下部のものより高かった。藻体が成熟した6月には下部の葉の光飽和光合成速度は上部のものより高かった。また、7月から12月にかけて水温変化に対応した光合成反応の適応的なシフトが認められた。アカモクの光合成の季節変動は温度以外に生育段階及び海水の栄養塩条件にも影響されることが考えられる。（530 大阪市北区中崎西2丁目3番39号 関西総合環境センター）



## A critique on the taxonomy of an important agarophyte, *Gelidium amansii*\*

Richard E. NORRIS

National Botanic Institute, Kirstenbosch, Private Bag X7, Claremont, Cape Town, South Africa 7735

NORRIS, R. E. 1990. A critique on the taxonomy of an important agarophyte, *Gelidium amansii*. Jpn. J. Phycol. 38: 35–42.

Originally described by Lamouroux from specimens collected in Madagascar and Mauritius, *Gelidium amansii* is also found in South Africa and on the eastern Asian coast. Not having been found again in Mauritius, a well collected area, the designation of Mauritius as its type locality may be an error. Recent collections in Madagascar also have not uncovered additional specimens of this species, and there may be an error in the entire original designation of the type locality by Lamouroux. The type specimen of *G. amansii* is a sterile plant having size and structural differences from the South African plants. The type specimen is also different from Japanese specimens identified as *G. amansii*. It is recommended that three different species are represented in this study, *G. amansii* possibly from Madagascar, *G. elegans* from eastern Asia and a new species, *G. abbottiorum*, from South Africa.

*Key Index Words:* agarophytes—eastern Africa—economically important seaweeds—Gelidiales—Gelidium—Japan—Rhodophyceae.

*Fucus amansii* was described by LAMOUROUX (1805) from specimens collected 'in insulae Franciae et Madagascar oris'. LAMOUROUX (1813) transferred this species to *Gelidium*. Two varieties were illustrated by LAMOUROUX (1805), one having many pseudodichotomous to pinnate branches (Fig. 1) and the other, a thallus fragment, with a more sparse but similar branching pattern. The branches in LAMOUROUX's figures appear to be flexuous, sub-terete in sectional view, and branch tips are gradually tapered to a sharp point. The axis is compressed, according to LAMOUROUX's description, at least in proximal regions. LAMOUROUX's original specimens were examined, described and photographed by SEGI (1959) who found no reproductive branches on them, contrary to LAMOUROUX's figures. This discrepancy cannot be explained at this time. Plants similar to *G. amansii* were not collected in Mauritius in the thorough study made on that flora by

BØRGESEN (1943), and it is possible, therefore, that the type specimen of this species is from Madagascar. Marine algal collections from Madagascar, however, are sparse and I have found no specimens similar to LAMOUROUX's in a few collections from there that were available for me to examine. The possibility exists, therefore, that a mistake was made in designating the locality of the original specimens used and illustrated by LAMOUROUX.

Plants identified as *G. amansii* also are recorded on the east coast of South Africa (DAY 1969, SEAGRIEF 1984), and in Japan (KÜTZING 1868, OKAMURA 1913–1915), China (TSENG 1983, SANTELICES 1988), and the Philippines (SILVA *et al.* 1987). Using plants collected mostly in Japan, SANTELICES and STEWART (1985) and SANTELICES (1988) described *G. amansii* and compared it with other Pacific species of *Gelidium* without mentioning the fact that it also occurs on the South African coast. SANTELICES (1988) compared the type illustrations of *G. amansii* with plants from eastern Asia and reviewed similar

\* The contents of this manuscript were presented as an oral paper at the XIIIth International Seaweed Symposium, Vancouver, in August 1989.

studies made by SEGI and AKATSUKA. Plants known as *G. amansii* in Natal have been compared with two other large *Gelidium* species from the southeastern African coast by NORRIS *et al.* (1987).

In my present investigation on the marine benthic algal flora of Natal, I have made a study of this species in southeastern Africa and compared it with the type specimen of *G. amansii* as well as with specimens assigned that name from Japan.

### Materials and Methods

The following dried herbarium specimens were used in this study and are deposited in the designated herbaria: International Indian Ocean Expedition collections made in Natal by G. F. PAPENFUSS and R. F. SCAGEL (UC & UBC): PR-XXIX-53, Mission Rocks, north of St. Lucia (22-IX-1962); PR-XXX-32, Richards Bay (24-XI-1962); PR-XXXI-49, St. Lucia Lighthouse (24-XI-1962); PR-XX-XIII-9, Chakas Rock (26-XI-1962); PR-XXX-IV-33, Reunion Rocks (27-XI-1962); PR-XXXV-14, St. Michaels-on-the-Sea (28-XI-1962); PR-XXXVI-53, Shelley Beach, north of Uvongo (29-XI-1962); recent collections made in the 1980's by various collectors at several localities in Natal from Cape Vidal, northern Natal to Palm Beach, near the Tran-

skei border, SAM 100323-100341 (liquid preserved pieces of thalli, in the SAM collections, were examined for many of these specimens). The Japanese specimens studied were all collected by Dr. I AKATSUKA in 1981 and are from Emi, Tiba-ken (SAM 100367-100376), Dôgasima, Izu Peninsula (SAM 100362-100366), Hamazima, Mie-ken (SAM 100356-100361), Takahama, Noto Peninsula (SAM 100349-100355), Kônamî, Noto Peninsula (SAM 100346-100348), and Senkaku Bay, Sado Is., Niigata-ken (SAM 100342-100345).

Only photographs of the entire holotype specimen of *Gelidium amansii*, which is in the Lamouroux herbarium (CN), were examined, but fragments of the type specimen were found in UC and these were used for observing details of the structure of that species.

For investigations with the microscope, pieces of herbarium specimens were sectioned while the thallus was dry and the sections then soaked in freshwater and mounted in corn syrup medium containing aqueous aniline blue stain.

### Observations

Thalli from Natal (Figs. 2, 3, 7) and Japan (Figs. 4, 6), when compared with the type specimen of *Gelidium amansii* (Figs. 1, 5), have

Table 1. Characters distinguishing *G. amansii* from three localities.

Character	Madagascar	Natal	Japan
Mature axes	Cylindrical to compressed	Compressed	Compressed to flattened
Branching pattern	Subdichotomous, mostly secondary	Pinnate, mostly tertiary	Pinnate, tertiary and quaternary
Branching near base	Common	Rare	Common
Angle of branching with axis	Acute	Mostly perpendicular	Acute
Branch tips	Gradually attenuate	Abruptly attenuate	Some gradually & others abruptly attenuate
Secondary branches	Straight	Often reflexed	Straight
Distance between secondary branchlets	1-3 mm	1-3 mm	1 mm
Tetrasporangial branches	Apiculate, up to 1 mm broad, short stalks, not geniculate	Spatulate, up to 1 mm broad, with long stalks, sometimes geniculate	Spatulate, up to 800 $\mu$ m broad, long stalks, usually geniculate

few characters in common (Table 1). The thalli from Natal and Japan are pinnately branched whereas the type specimen of *G. amansii* has subdichotomous branching with a few pinnate branches. Ultimate branches of the type specimen of *G. amansii* are narrower than those in the Natal collections and they attenuate to a much finer tip than in most of the Japanese or Natalian plants. Sections of the axis of Madagascan *G. amansii* reveal that it is only slightly compressed (up to approx. 1 mm thick), whereas the axis and some branches of the Japanese plants are slightly to strongly flattened and expanded (up to 2 mm broad and 350  $\mu$ m thick). Axes in the Natal plants are up to 1 mm broad, cylindrical to distinctly compressed (up to 600  $\mu$ m thick), but never as flat nor expanded as they are in the older parts of Japanese thalli.

Branching of the Madagascar plant as well as those from Japan occur near the base of the thalli, but the Natal plants often produce a

long unbranched axis before the first lateral branch is formed, and, as a result, the mature thalli of the Natal plants have no or few pinnae in the proximal quarter to one-third of the axis. This area is well branched in both the Madagascar and Japanese forms.

The Natal thalli have many long branches directed at right angles from the axis, the long sterile branches often having few to no branchlets of the second order (Fig. 3). Third and fourth order branching in the Natal plants occurs but is relatively uncommon in many plants and usually develops only when thalli become reproductive (Figs. 2, 3, 7). Third order branching in the Madagascar plants (Figs. 1, 5) is rare, but it, as well as fourth order branching, is common in the Japanese plants (Figs. 4, 6). Branches in the Japanese plants are much closer together (approximately 1 mm apart) than in either the Madagascan or Natalian plants (approximately 1–3 mm apart) (Figs. 5–7). Ultimate branches

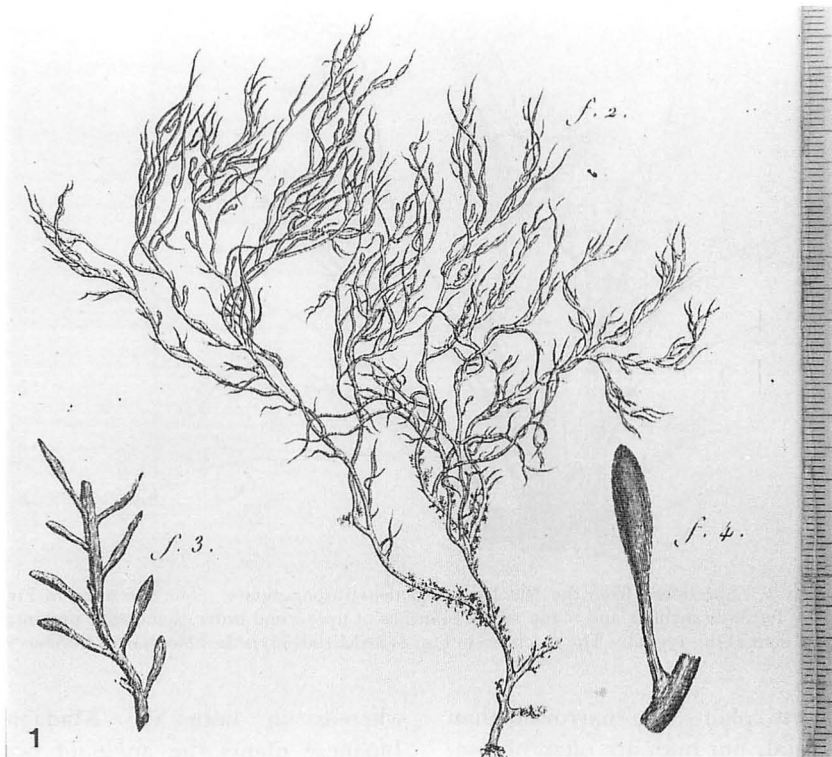
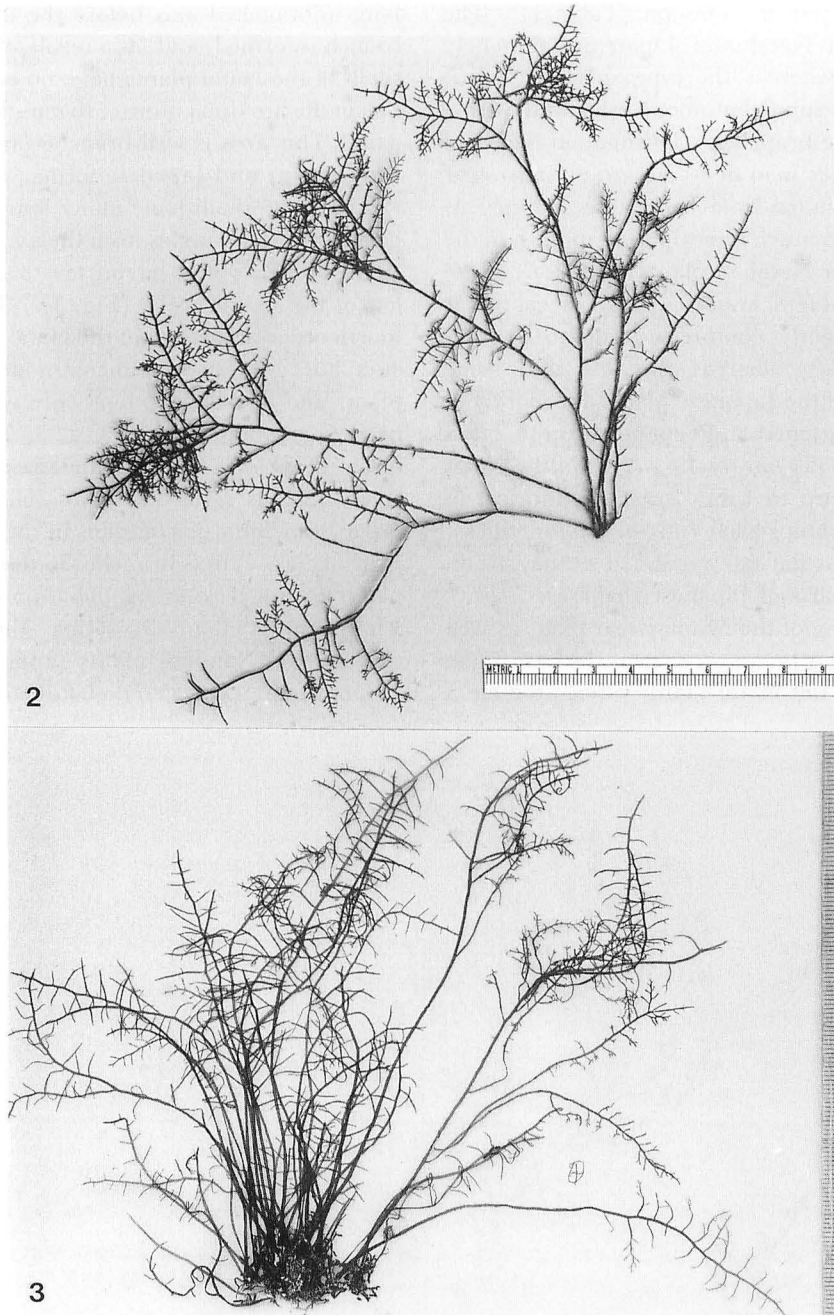


Fig. 1. Drawing of the type specimen of *Gelidium amansii* as published by LAMOUROUX (1805), Pl. 26 (the specimen in LAMOUROUX's Fig. 2 was estimated to be approximately 15 cm tall).





Figs. 2 and 3. Specimens from the Natal coast, both tetrasporangiate. The specimen in Fig. 3 (SAM 100323) has few fertile branchlets and many sterile branches of the second order, some with proximal reflexing typical for specimens of this region. The specimen in Fig. 2 (SAM 100135) is the holotype for *Gelidium abbottiorum*.

of the Japanese plants are narrower than those from Natal, but both are often obtuse. The angle of primary branches to the axis is often close to  $90^\circ$  in the Natal specimens,

whereas in both the Madagascar and Japanese plants the angle of branching is always more acute (Figs. 5, 6). Secondary sterile branch tips on the Natal thalli are often

directed proximally, the lax branches being a unique and distinctive character for plants from this region (Figs. 2, 3).

Tetrasporangia-bearing parts of branchlets in the Natalian and Japanese specimens often have long stalks (up to 4 mm long) (Figs. 8, 9), whereas these regions on Madagascan specimens are on shorter stalks (f.3 & f.4 within Fig. 1). The breadth of fertile parts of tetrasporangial branchlets is distinctly narrower in the Japanese plants (up to approximately 800  $\mu\text{m}$  broad) than in plants from the other two regions (up to approximately 1 mm broad). Natalian tetrasporangial branchlets have broadly obtuse apices whereas the branchlet tips in the

specimens from the other regions often are acute. Fertile branchlets of Japanese plants usually are geniculate and sometimes such branchlets are also geniculate in Natalian specimens. Fertile branchlets are not geniculate in the type specimen of *G. amansii* (f.3 & f.4 in Fig. 1).

The position of rhizines in branches is sometimes used to distinguish species of *Gelidium*, and rhizine in third order branches was a character used to separate *G. capense* from *G. amansii* and *G. pteridifolium* in southern Africa according to NORRIS *et al.* (1987). The rhizines of second and third order branches in the Natalian, Japanese and Madagascar specimens assigned to *G. aman-*

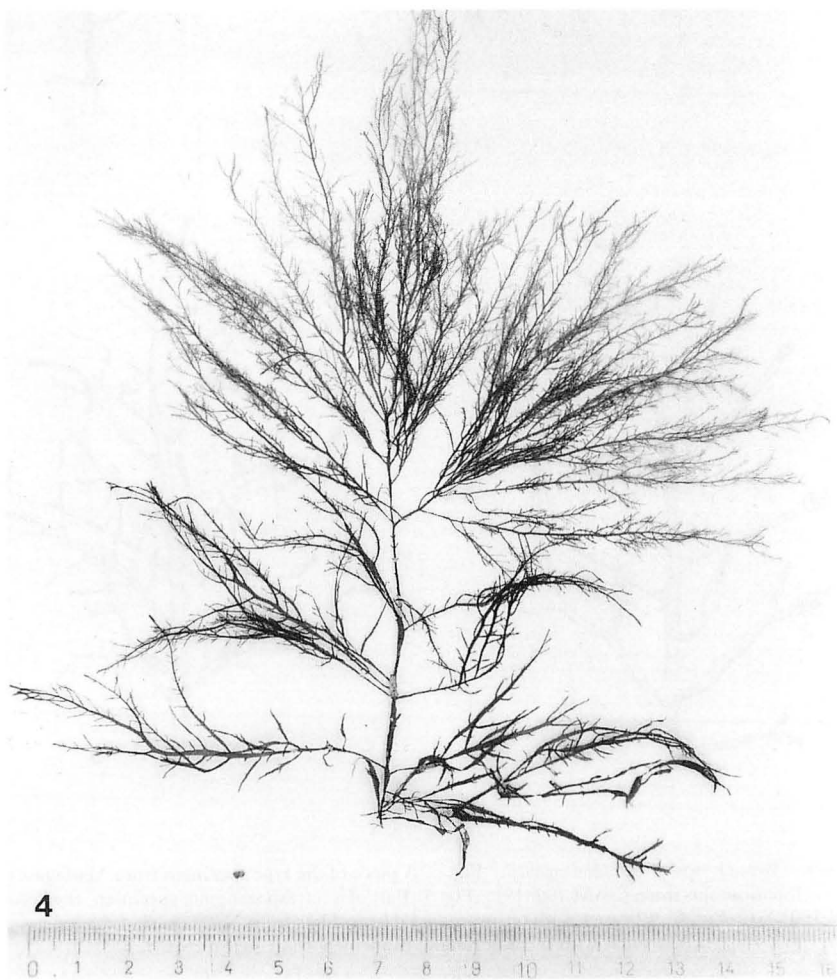
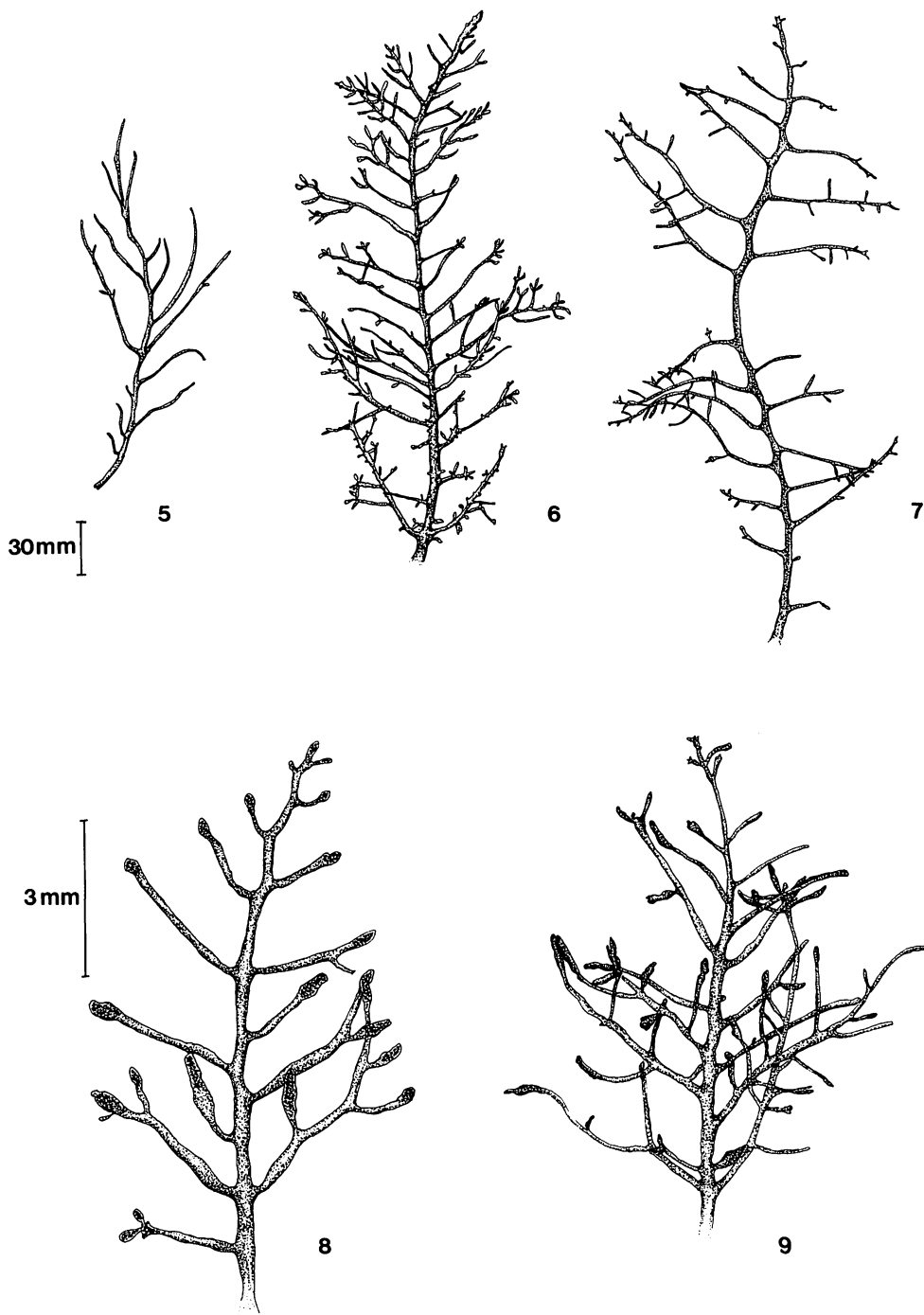


Fig. 4. A specimen from Takahama, Noto Peninsula, Japan legit I. Akatsuka (SAM 100349).



Figs. 5–9. Branch tips of *Gelidium amansii*. Fig. 5. A piece of the type specimen from Madagascar. Fig. 6. Branch from a Japanese specimen (SAM 100349). Fig. 7. Part of a tetrasporangiate specimen, the holotype, from Natal (SAM 100135). Fig. 8. A branch with tetrasporangial branchlets from Natal (part of the holotype specimen of *G. abbottiorum*). Fig. 9. A branch with tetrasporangial branchlets from Japan (SAM 100349).

*sii*, however, are all located mostly in the inner cortex. This character must be used with caution and recognized as generally unreliable in separating species of *Gelidium* (SANTELICES and STEWART 1985).

## Conclusions

The characters exhibited by plants known as *Gelidium amansii* from the three areas, Madagascar, Natal and Japan, are consistently distinct from one another and it is recommended that three different species be recognized for these specimens. The Madagascar entity, being the type specimen of *G. amansii*, retains that epithet. *Gelidium amansii* as known in Japan is closely related to *G. pacificum* OKAMURA (1913–15) in habit as well as occurring in nearby habitats. SUTO (1954) considered *G. pacificum* to be much the same as Japanese *G. amansii* and AKATSUKA (1982) as well as SANTELICES (1988) came to a similar conclusion, pointing out the existence of many intermediate forms. I recommend that the epithet, *G. amansii*, be abandoned for the Japanese plants, as well as those from China and the Philippines, and the plants from that region be known as *G. elegans* KÜTZING (1868), a name assigned to synonymy of *G. amansii* (LAMOUROUX) LAMOUROUX by OKAMURA (1934), as a form of *G. amansii*, and that *G. pacificum* OKAMURA be designated a synonym of *G. elegans*.

The Natal *G. amansii* has a form different from the Madagascar type specimen of *G. amansii* as well as *G. amansii* of Japan. It is hereby proposed, therefore, that the southeast African plants previously known as *G. amansii* be given a new name, *G. abbottiorum* sp. nov. The new species epithet honours a unique couple who, both together and separately, have made many significant contributions to the advancement of marine phycology: Professor Isabella Abbott of the University of Hawaii, Honolulu, and her late husband, Dr. Donald P. Abbott, Emeritus Professor at the Hopkins Marine Station of Stanford University. *Gelidium abbottiorum* R. E. NORRIS sp. nov.

Rami erecti usque ad 300 mm longi, toti;

axis usque ad 1 mm latus, 600  $\mu$ m crassus; ramificantes plerumque in dimidio distali usque ad trientem distalem axis, ramosi usque ad quater pinnatim ubi fecundi; rami secundarii plerumque perpendiculares ad axem et saepe recurvati proximaliter et 1–3 mm distantes. Ramuli tetrasporangiferi varie formati, sed saepe elongati spathulati; ramuli fecundi aliquando geniculati. Holotypus speciminis (Tab. 3): SAM 100135, tetrasporophytum lectum e littore interaestuali Widenham, Natal, a Dr. A. CRITCHLEY (9-III-1986) (Nat 3768).

Erect branches up to 300 mm long, entire; axis up to 1 mm broad, 600  $\mu$ m thick; branching mostly in the distal one-half to one-third of the axis, up to four times pinnately branched when fertile; secondary branches usually at a right angle to the axis and often proximally recurved and from 1–3 mm apart. Tetrasporangiate branchlets of variable shapes, but often elongate spathulate; fertile branchlets sometimes geniculate. Holotype specimen (Fig. 2): SAM 100135, a tetrasporophyte collected intertidally at Widenham, Natal, by Dr. A. CRITCHLEY (9-III-1986) (Nat 3768).

## Acknowledgements

Support for my studies on the Natal benthic algae is provided by the CSIR, Pretoria. Collectors of specimens used in this study are especially thanked, particularly Dr. Alan CRITCHLEY and Dr. Isamu AKATSUKA. The staff of the Universitetets Botaniska Museum, Lund, Sweden, is thanked for allowing me to examine pertinent specimens and to photocopy the Lamouroux publications concerned. The fragment of the type specimen of *Gelidium amansii* was borrowed from the University of California, Berkeley, Herbarium where it was filed without a number. I thank Dr. Paul C. SILVA for permission to borrow this specimen as well as the cited specimens collected by Papenfuss and Scagel on the International Indian Ocean Expedition, 1962. I am also grateful to Dr. SILVA and Dr. Isabella ABBOTT for kindly providing

copies of pertinent references.

## References

- AKATSUKA, I. 1982. Preliminary observations and literature analysis of morphological variability in some Japanese species of *Gelidium* (Gelidiaceae, Rhodophyta) and an evaluation of criteria used in their discrimination. *Nova Hedwigia* 36: 759–774.
- BØRGESSEN, F. 1943. Some marine algae from Mauritius, III: Rhodophyceae, Part 2: Gelidiales, Cryptonemiales, Gigartinales. *Kongel. Danske Vidensk. Selsk., Biol. Meddel.* 19(1): 1–85.
- DAY, J. H. 1969. A guide to marine life on South African shores. iii+300 pp. Balkema, Cape Town.
- KÜTZING, F. T. 1868. *Tabulae phycologicae*. Volume XVIII, [iv]+35 pp. 100 pls. Nordhausen.
- LAMOUROUX, J. V. F. 1805. *Dissertations sur plusieurs espèces de Fucus*. xxiv+83 pp. Agen.
- LAMOUROUX, J. V. F. 1813. Essai sur les genres de la famille des thalassiphytes non articulées. *Ann. Mus. Nation. d'Hist. Natur. [Paris]*, 20: 21–47, 115–139, 267–293.
- NORRIS, R. E., HOMMERSAND, M. H. and FREDERICQ, S. 1987. *Gelidium pteridifolium* (Rhodophyceae), a new species from Natal and the eastern Cape. *S. Afr. J. Bot.* 53: 375–380.
- OKAMURA, K. 1913–1915. *Icones of Japanese Algae*. Vol. III, 218 pp., pls CI–CL. Tokyo.
- OKAMURA, K. 1934. On *Gelidium* and *Pterocladia* of Japan. *J. Fish. Inst. (Tokyo Fish. Univ.)* 29: 47–67.
- SANTELICES, B. 1988. Descriptions of Chinese and Taiwanese species of Gelidiales. p. 93–108. *In* I. A. ABBOTT [ed.], *Taxonomy of Economic Seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species*. Vol. II. Calif. Sea Grant College Program, La Jolla.
- SANTELICES, B. and STEWART, J. G. 1985. Pacific species of *Gelidium* LAMOUROUX and other Gelidiales (Rhodophyta), with keys and descriptions to the common or economically important species. p. 17–32. *In* I. A. ABBOTT and J. N. NORRIS [eds.], *Taxonomy of Economic Seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species*. Calif. Sea Grant College Program, La Jolla.
- SEAGRIEF, S. C. 1984. A catalogue of South African green, brown and red marine algae. *Mem. Bot. Surv. S. Africa* no. 47: vi+72.
- SEGI, T. 1959. On the type specimens of *Porphyra tenera* KJELLMAN and *Gelidium amansii* LAMOUROUX. *Rep. Fac. Fisheries, Prefectural Univ. Mie* 3: 251–255.
- SILVA, P. C., MEÑEZ, E. G. and MOE, R. L. 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. *Smithsonian Contrib. Mar. Sci.* no. 27: iv+179 pp.
- SUTO, S. 1954. *Tengusa no zôshoku*. Suisan Zôshoku Sôsho No. 8: 53+4 pp. of corrections. Tokyo. (The agar seaweed, “Tengusa”—harvesting and propagating its resources.) (Not seen, cited from AKATSUKA 1982).
- TSENG, C. K. (ed.) 1983. *Common seaweeds of China*. x+316 pp. Science Press, Beijing.

## R. E. NORRIS : 重要寒天原藻マクサの分類に関する論評

紅藻マクサ *Gelidium amansii* は、もともとマダガスカルとモーリシャスで採集された標本について LAMOUROUX によって記載されたものであるが、南アフリカおよび東アジア沿岸にも見られる。海藻採集がよく行われている地域であるモーリシャスではその後再び採集されていないので、モーリシャスをマクサの基準産地とするのは誤りであろう。また、マダガスカルにおける近年のいくつかの採集でもマクサの標本は得られていないので、LAMOUROUX による基準産地の原記載全体に誤りがあると思われる。マクサの基準標本は不稔個体で、南アフリカ産の藻体とは大きさと形態が異っており、マクサと同定されている日本産の標本とも異なる。本研究で示される3つの異なる種、すなわち、恐らくマダガスカル産とされるマクサ *G. amansii*, 東アジア産の *G. elegans*, および南アフリカ産の *G. abbottiorum* (新種)、の区別を提唱する。(National Botanic Institute, Kirstenbosch, Private Bag X7, Claremont, Cape Town, South Africa 7735)



## Photoperiodism and life history of *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN (Ceramiaceae, Rhodophyta) in culture

Stein FREDRIKSEN<sup>1</sup>, Sung-Min BOO<sup>2</sup> and Jan RUENESS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Marine Botany, University of Oslo, P.O. Box 1069 Blindern, N-0316 Oslo 3, Norway

<sup>2</sup>Department of Biology, Chungnam National University, Daejeon 301-764, Korea

FREDRIKSEN, S., BOO, S. M. and RUENESS, J. 1990. Photoperiodism and life history of *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN (Ceramiaceae, Rhodophyta) in culture. Jpn. J. Phycol. 38: 43–49.

The red alga *Psilothallia dentata* (Okamura) Kylin from Korea was studied in culture under different light : dark cycles (8 : 16, 8 : 7 : 1 : 8, 16 : 8, 24 : 0) and photon flux densities (180, 90, 60  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) at 17°C. A *Polysiphonia* type of life history was demonstrated. Tetrasporogenesis was under photoperiodic control and the tetraspores were only produced under short-day conditions. More than 10 short-day cycles were necessary for induction, and interruption of the dark period by a one hour night-break did not inhibit the formation of tetraspores. Gametophytes exhibited no photoperiodic responses. Growth was best under the longest photoperiods and the lowest photon flux densities tested. This is the first culture study of a species of *Psilothallia*.

**Key Index Words:** growth—life history—photoperiodism—*Psilothallia dentata*—Rhodophyta.

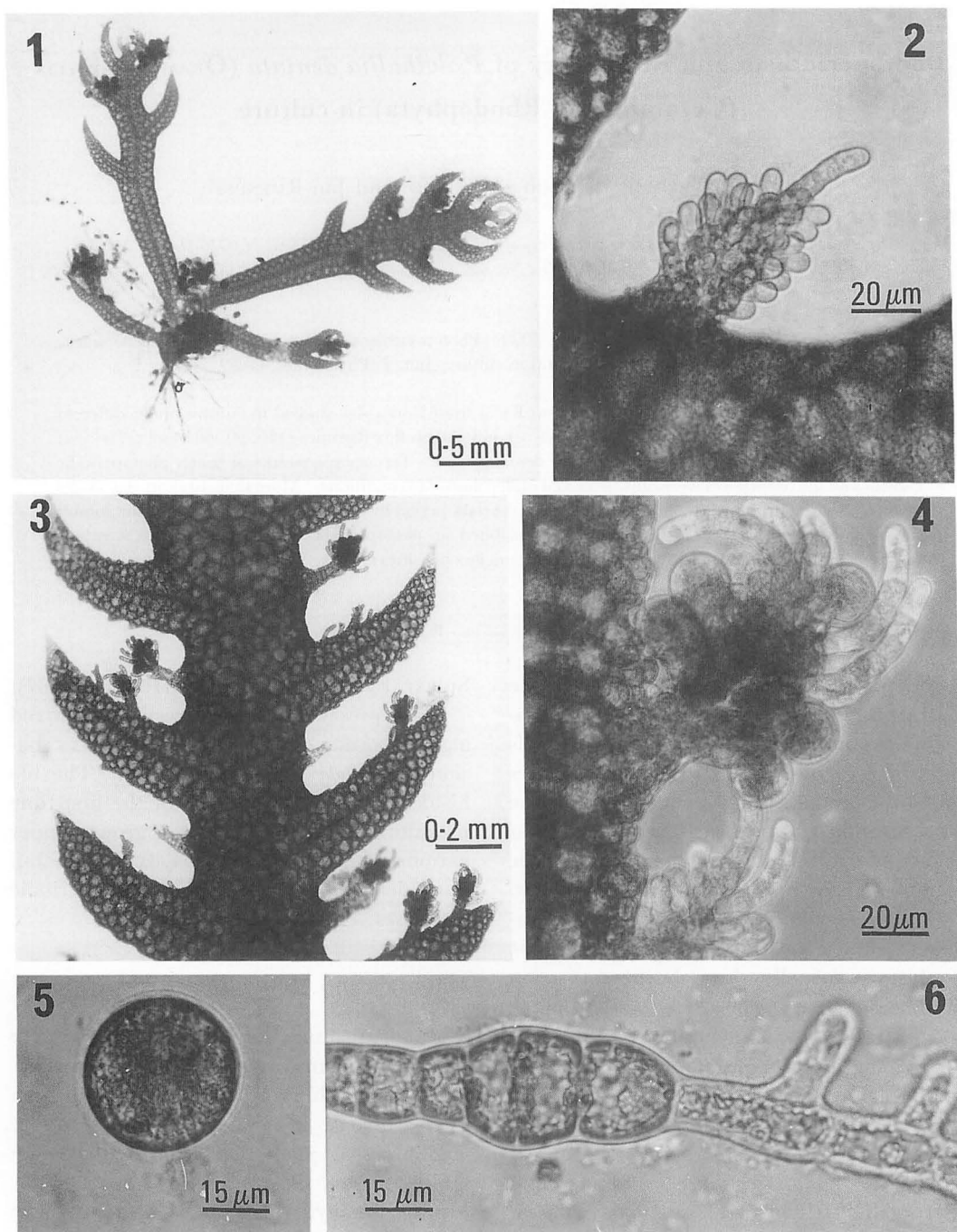
Photoperiodism could be defined as “the control of some aspect of a life cycle by the timing of light and darkness” (DRING 1984). It is important to distinguish between responses due to the amount of light and responses due to its duration. In the last 10 years numerous reports of algal species showing photoperiodic responses have been published (see DRING 1984 for review). Most of the responses involve a change of phase in a heteromorphic life history, usually through the formation and release either of spores by the sporophyte or gametes by the gametophyte generation. So far only two of the reported responses are to long-day regimes (TEN HOOPEN *et al.* 1983, HUTH 1979), all others are short-day responses. A genuine photoperiodic response should be all or nothing, and a night interrupted by a light-break should have the same effect as a long day. Although night-breaks have been shown to be effective in most of the short-day responses tested, this criterion should not be regarded as absolutely diagnostic of a genuine photoperiodic response (DRING 1988), as demonstrated in *Acrosymphyton purpuriferum* (J. AGARDH)

SJOEST. by BREEMAN and TEN HOOPEN (1987).

In the present study we investigated the red alga *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN (basionym: *Ptilota dentata* OKAMURA). The life history has been completed for the first time in culture, and the alga was grown under various regimes of photoperiods and photon flux densities to test for photoperiodic responses.

### Materials and Methods

Unialgal cultures of *Psilothallia dentata* were established from carposporophytic plants collected from fishing nets near Kangreung, on the east coast of Korea, in August 1986. Reproductive plants were brought to the University of Oslo, Norway, Section for Marine Botany, where the experiments were carried out. Carposporelings were grown in polystyrene Petri dishes containing 25 ml enriched seawater medium (IMR/2, EPPLEY *et al.* 1967) at 17°C and under a 16 : 8 light : dark photoperiod. When the carposporelings reached a length of about 1–2 mm, they were transferred to the following

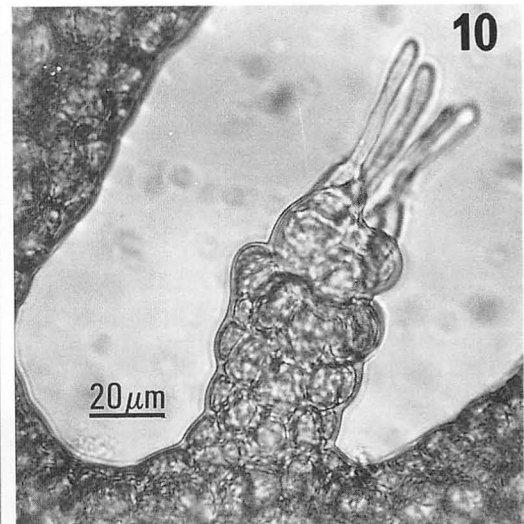
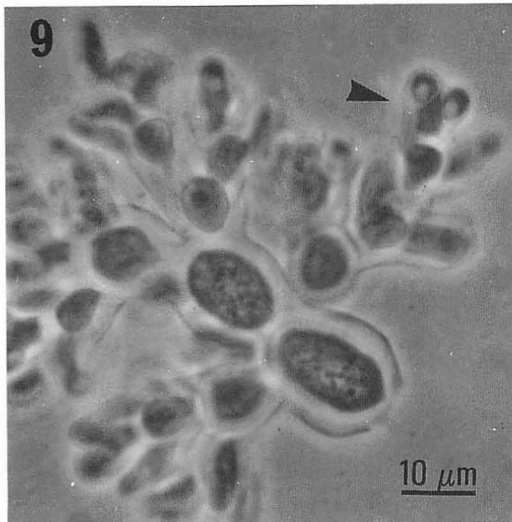
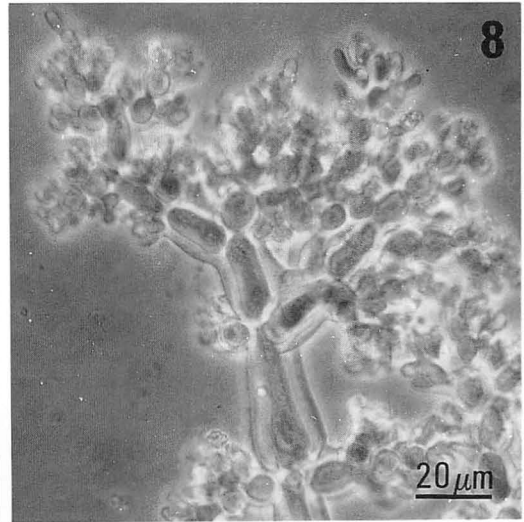
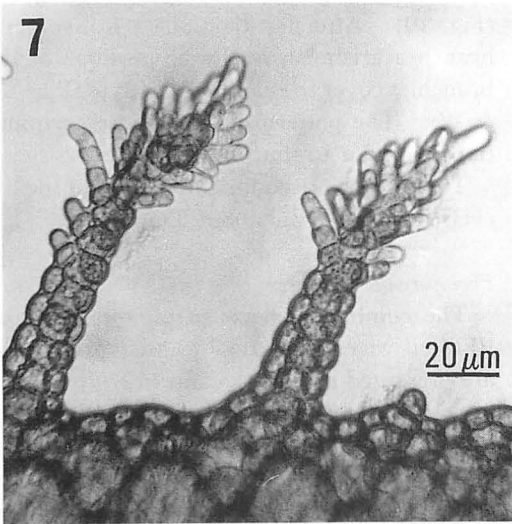


Figs. 1-6. *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN.

Fig. 1. Habit of fertile tetrasporophyte after two months in culture under short-day conditions (8 : 16). Fig. 2. Early stage in the formation of tetrasporangial branchlet. Fig. 3. Mature tetrasporophyte showing the position of fertile branchlets. Fig. 4. Detail of mature tetrasporangia surrounded by colourless, sterile filaments. Fig. 5. Newly settled tetraspore. Fig. 6. Bipolar germination of tetrasporeling.

regimes of photoperiod and photon flux density (PFD): short day (SD) 8:16, short day with night break (NB) (8:7:1:8), long day (LD) 16:8, and continuous light (CL) 24:0. For each daylength, three different photon flux densities (PFD) were tested: 180, 90 and 60  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Light was provided by Philips fluorescent tubes (TL E 32W/33 and TL E 40W/33) and was measured with a QLS-100 Laboratory Quantum Scalar irradiance meter with a spherical quantum sensor measuring photosynthetically active radiation (PAR).

Three parallel dishes, each containing 5 carposporelings, were kept under each culture regime. During the experiment, which lasted for two months, medium was changed every fourth day and the plants were examined in a dissecting microscope to check the development of reproductive structures. The



Figs. 7–10. *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN.

Fig. 7. Early stage in the development of spermatangial branchlets. Fig. 8. Mature spermatangial branchlet showing one row of axial cells with budding side branches. Fig. 9. Detail of spermatangial branch system showing that one spermatangial mother cell gives rise to two spermatangia (arrow). Fig. 10. Female branchlet prior to fertilization, bearing a group of four carpogonial branches surmounting the apex.

length of the main axis of each of the 180 experimental plants was measured after two months in culture.

After the formation of tetrasporangia and release of tetraspores, tetrasporelings were isolated into separate dishes and incubated under short days and long days at 17°C and a PFD of  $90 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . These plants produced dioecious gametophytes, and carposporophyte development occurred following fertilization. Carpospores were again isolated and grown into mature tetrasporophytes. Thus the complete life cycle was accomplished in culture.

## Results

### *Reproduction and life history in culture*

The first sign of the maturation of tetrasporophytes is the formation of special fertile branchlets in an adaxial position on the lateral branches of limited growth, or on the side of the main axis between laterals (Figs. 1–4). The branchlets consist of colourless sterile filaments surrounding the tetrahedrally divided sporangia (Fig. 4). Tetraspores have a diameter of  $35\text{--}40 \mu\text{m}$  (Fig. 5) and germinate in a bipolar manner typical of the

Ceramiales (Fig. 6).

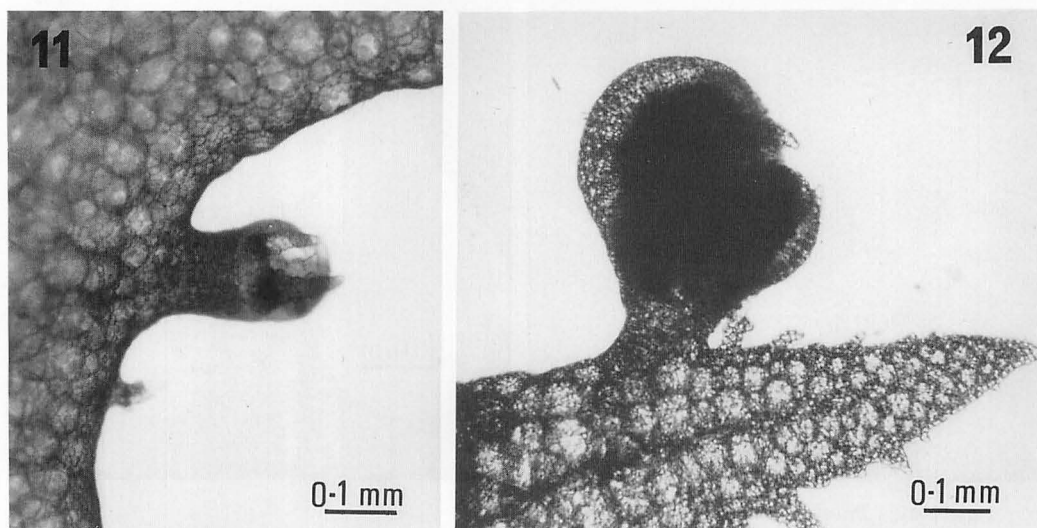
Spermatangial structures are formed terminally on special branchlets (Fig. 7) and consist of densely branched, monosiphonous shoots (Fig. 8), on which the spermatangia are formed in an apical position (Fig. 9).

The female reproductive structures are borne on special branchlets in a similar position to the tetrasporangial and male branchlets. Carpogonial branches occur in groups surmounting apices of the branchlets and with two to four protruding trichogynes (Fig. 10). After fertilization, 4–6 involucrel branches arising from lower portions of the branchlet cover the carposporophyte (Figs. 11 & 12). The pattern of carpospore germination is similar to that of tetraspores.

The time required for completion of the life cycle in culture was about 5 months.

### *Photoperiodic responses*

The combined effects of photoperiod and PFD on vegetative growth and reproduction are presented in Figs. 13 and 14. Vegetative growth was determined as the mean length of ca. 15 tetrasporophytes (started from carpospores) after two months of growth under each regime. As seen in Fig. 13 the longest



Figs. 11 and 12. *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN.

Fig. 11. Young cystocarp showing developing involucrel branches. Fig. 12. Mature cystocarp covered by involucrel branches.

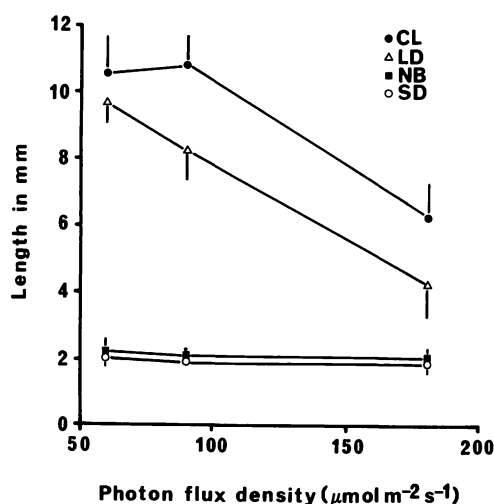


Fig. 13. *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN. Mean length of tetrasporophytes (vertical bars indicate SD,  $n=15$ ) grown for two months under various combinations of photon flux density and light: dark cycles. CL, continuous light; LD, long day (16 : 8); NB, night break (8 : 7 : 1 : 8); SD, short day (8 : 16).

plants were found at the lowest PFD under the longest daylight regimes (16 : 8 and continuous light). The plants grown at high irradiances ( $180 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) under a short-day regime (8 : 16) receive the same daily quantum dose as the plants grown under continuous light at the lowest irradiance ( $60 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). However, the vegetative growth under the two conditions differs significantly, being much less under a short-day regime.

Tetrasporangia were formed only under short-day conditions and were never observed under a long-day regime or in continuous light (Fig. 14). Interruption of the long night by a light break of one hour did not prevent the formation of tetrasporangia. A minimum of 10–14 short-day cycles was required for the induction of tetrasporogenesis. Plants transferred to non-inductive conditions after a period of about 2 weeks under short days formed tetrasporangia within a month. Plants not more than 2 mm long produced tetrasporangia under a short-day regime, while plants more than 12 mm remained vegetative under a long-day regime. Tetraspores incubated under various day-

			Photoperiod (light:dark)
14 T $n=14$	14 T $n=14$	13 T $n=13$	8 : 16 (SD)
13 T $n=13$	15 T $n=15$	15 T $n=15$	8 : 7 : 1 : 8 (NB)
0 T $n=15$	0 T $n=15$	0 T $n=15$	16 : 8 (LD)
0 T $n=14$	0 T $n=14$	0 T $n=13$	24 : 0 (CL)
180	90	60	
Photon flux density ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )			

Fig. 14. *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN. The number of fertile tetrasporophytes (T) produced under each combination of photon flux density and photoperiod. Initial number of plants was 15 under each condition, and  $n$  is number of plants surviving after two months in culture.

length regimes produced mature gametophytes both under a short-day regime and in continuous light.

#### Field data

In Korea *Psilothallia dentata* is apparently a rare species. It has been collected on the eastern coast near Kangreung as an epiphyte on *Pachyarthron cretaceum* (POSTELS et RUPRECHT) MANZA at a depth of 18 m (Kim *et al.* 1983). The material used in the present study was collected in the same area in August and cultures were started from carpospores. Five specimens were recorded at the same site in September, four of them being tetrasporophytes and one a female plant bearing carposporophytes. The specimen bearing carposporophytes was 5.2 cm high, and the tetrasporophytes were from 1.7 to 4.7 cm high. In April and May the next year males, females and tetrasporophytes were recorded. The dimensions of 25 tetrasporangia were measured and the average was  $60.5 \pm 4.8 \times 57.7 \pm 4.8 \mu\text{m}$ .

## Discussion

Growth in *Psilothallia dentata* appears to be light-saturated at low light intensities ( $\text{PFD} < 100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), which fits with its occurrence in relatively deep water. Vegetative growth was much less in plants growing under short-day conditions than under long-day conditions and in continuous light. Even though the daily quantum dose was the same, vegetative growth was less under short-day conditions and regimes with a night break than under long-day conditions at the lowest PFD. There is a negative correlation between the formation of tetrasporangia and vegetative growth. Apparently the induction of tetrasporangia leads to a shift in allocation of photosynthetic surplus to reproductive, rather than vegetative processes.

Photoperiodic responses have been reported for a number of algal species during the last ten years (DRING 1984, 1988). Most of the responses involve a change of phase in a heteromorphic life history, in red algae usually through the induction of tetrasporogenesis by a short-day regime. There are only a few examples in which the photoperiodic response occurs in algae with isomorphic generations (GUIRY and CUNNINGHAM 1984, MAGGS and GUIRY 1982, RIETEMA and BREEMAN 1982, KAIN 1987). KAIN (1987) demonstrated in field and laboratory experiments with *Delesseria sanguinea* (HUDS.) LAMOUR. that both gametogenesis and tetraspore production are under photoperiodic control. This is the only species in the Ceramiales for which photoperiodic responses have been demonstrated before the present study of *Psilothallia*. In *Delesseria sanguinea* there is a pronounced seasonality, and the environmental triggers and timing of the changes between vegetative and reproductive processes seem to be well adapted to the ecological conditions. In *Psilothallia dentata* we have too few field observations to suggest a possible ecological adaptation behind the short day response observed in culture.

The interruption of the long dark period by

a short night-break of light may inhibit the short-day response. This response has been used as a test for genuine photoperiodic responses (VINCE-PRUE 1975). In *Psilothallia dentata* a night break was not effective, and in this respect its response was similar to that reported for *Audouinella purpurea* (LIGHTF.) WOELKERL. (DRING and WEST 1983) and *Acrosymphyton purpuriferum* (J. AGARDH) SJOEST. (BREEMAN and TEN HOOPEN 1987). However, as pointed out by DRING (1988) this criterion should not be regarded as an absolute diagnostic for photoperiodic responses.

Another characteristic of genuine photoperiodic responses is induction (RIETEMA 1982). Plants transferred from inductive to non-inductive daylengths will remain in the induced state for some time after return to non-inductive conditions. In *Psilothallia dentata* we demonstrated that 10–14 short-day cycles were required to induce tetrasporangium formation and the plants remained induced when placed in continuous light. We therefore conclude that tetrasporogenesis in *P. dentata* is caused by light period and not by light quantity, and hence that this is an example of a photoperiodic response.

## Acknowledgements

This work was carried out at the Marine Botany Section, University of Oslo, Norway and funded by a post doctoral fellowship to S. M. Boo from the Korean Science and Engineering Foundation. We would like to thank Professor I. K. LEE, Department of Botany, Seoul National University, for his helpful advice and discussions.

## References

- BREEMAN, A.M. and TEN HOOPEN, A. 1987. The mechanism of daylength perception in the red alga *Acrosymphyton purpuriferum*. *J. Phycol.* **23**: 36–42.
- DRING, M. J. 1984. Photoperiodism and phycology. p. 159–192. In ROUND, F. and CHAPMAN, D. J. (eds.), *Progress in Phycological Research*, 3. Biopress, Bristol.
- DRING, M. J. 1988. Photocontrol of development in

- algae. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39: 157-174.
- DRING, M. J. and WEST, J. A. 1983. Photoperiodic control of tetrasporangium formation in the red alga *Rhodochorton purpureum*. Planta 159: 143-150.
- EPPLEY, R. W., HOLMES, R. W. and STRICKLAND, J. D. H. 1967. Sinking rates of marine phytoplankton measured with a fluorometer. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1: 191-208.
- GUIRY, M. D. and CUNNINGHAM, E. M. 1984. Photoperiodic and temperature responses in the reproduction of northeastern Atlantic *Gigartina acicularis* (Rhodophyta: Gigartinales). Phycologia 23: 357-367.
- HUTH, K. 1979. Einfluss von Tageslänge und Beleuchtungsstärke auf den Generationswechsel bei *Batrachospermum moniliforme*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 92: 467-472.
- KAIN, J. M. 1987. Photoperiod and temperature as triggers in the seasonality of *Delesseria sanguinea*. Helgol. Meeresunters. 41: 355-370.
- KIM, H. S., LEE, I. K., KOH, C. H., KIM, I. H., SUH, Y. B. and SUNG, N. 1983. Studies on the marine benthic communities in the inter- and subtidal zones. I. Analysis of benthic community structures at Aninjin, east coast of Korea. Proc. Coll. Natr. Sci. SNU 8: 71-108.
- MAGGS, C. A. and GUIRY, M. D. 1982. Morphology, phenology and photoperiodism in *Halymenia latifolia* Kütz. (Rhodophyta) from Ireland. Bot. Mar. 25: 589-599.
- RIETEMA, H. 1982. Effects of photoperiod and temperature on macrothallus initiation in *Dumontia contorta*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 187-196.
- RIETEMA, H. and BREEMAN, A. M. 1982. The regulation of the life history of *Dumontia contorta* in comparison to that of several other Dumontiaceae (Rhodophyta). Bot. Mar. 25: 569-576.
- TEN HOOPEN, A., BOS, S. and BREEMAN, A. M. 1983. Photoperiodic response in formation of gametangia of the long-day plant *Sphacelaria rigidula* (Phaeophyceae). Mar. Ecol. Prog. Ser. 13: 285-289.
- VINCE-PRUE, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill, London. 444 pp.

S. FREDRIKSEN<sup>1</sup> · S.-M. BOO<sup>2</sup> · J. RUENESS<sup>1</sup> : 培養によるベニヒバ  
(紅藻イギス科)の光周性と生活史の研究

韓国で採集した紅藻ベニヒバ *Psilothallia dentata* (OKAMURA) KYLIN を種々の光周期 (8:16, 8:7:1:8, 16:8, 24:0) および光強度 (180, 90, 60  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) の下で 17°C で培養した結果, *Polysiphonia* 型の生活史をもつことが示された。四分孢子形成は光周期によって制御されており, 四分孢子は短日条件下のみで形成された。四分孢子形成の誘導には10回以上の短日サイクルを必要とし, 暗期中に1時間光中断を行っても四分孢子の形成は阻害されなかった。配偶体は光周期には反応しなかった。成長は, 実験を行った最も長い明期と最も低い光強度の下で最も良好であった。本研究はベニヒバ属の1種で行われた最初の培養による研究である。(<sup>1</sup>Department of Biology, Marine Botany, University of Oslo, P.O. Box 1069 Blindern, N-0316 Oslo, Norway; <sup>2</sup>Department of Biology, Chungnam National University, Daejeon 301-764, Korea)





## 有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の増殖特性

阿知波英明\*・岩崎英雄

三重大学水産学部 (514 三重県津市江戸橋2-80)

ACHIHA, H. and IWASAKI, H. 1990. Growth characteristics of the toxic dinoflagellate, *Alexandrium tamarense*. Jpn. J. Phycol. 38: 51-59.

An axenic clone of the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* (= *Protogonyaulax tamarensis*) was obtained from a seawater sample collected from Ofunato Bay, Iwate Prefecture, northern coast of Japan. The lag phase in fresh medium was shortened by increasing inoculum size and presence of bacteria. The growth was markedly promoted by addition of the filtrate from lag phase culture. Optimal temperature for growth was 10-18°C. The organism preferred higher salinity compared with other neritic red tide flagellates. The optimal salinity was 32‰ S. *A. tamarense* grew moderately well at pH 8.1-8.3. Nitrate, ammonium salt, urea and glycine were utilized as N sources and both inorganic and organic phosphates were utilized as P sources. The highest growth was obtained at high concentrations (> 10 mg/l) of Na<sub>2</sub>-glycerophosphate. The growth was stimulated with organic substances such as uracil, guanine and hypoxanthine. Chelated iron, manganese and NTA promoted the growth. *A. tamarense* needed only vitamin B<sub>12</sub> for growth. The critical concentration was about 6 ng/l. Enrichment of the seawater (Ise Bay) with nitrate and phosphate enhanced the growth. Moreover, the addition of amino-acids or NTA or trace metal mixture to the enriched seawater greatly increased the growth. It is probable, therefore, chelate substances and trace metals play a significant role in blooming of the organism in Ise Bay.

*Key Index Words:* *Alexandrium*—*bioassay*—*growth physiology*—*toxic dinoflagellate*.

*Alexandrium tamarense* (= *Protogonyaulax tamarensis*) は麻ひ性貝毒 (PSP) の原因プランクトンの一種で、とくに毒性が強いことで知られている。この属のプランクトンは増殖に不適当な時期をシストとして過ごし、このシストも毒性を持つといわれる (DALE *et al.* 1978)。近年、日本沿岸海域においても同属の生物による PSP 発生が増加しており、現在 *Alexandrium* による貝毒の対策が緊急の重要な課題となっている。

*Alexandrium* の発生については、シストがそのタネとなり、温度が発芽に重要な役割を果たすことが知られている (ANDERSON and MOREL 1979, ANDERSON 1980)。しかし、本種の発生後の増殖についてはあまり知られていない。その中で本種の生理的要求についてはすでにいくつかの報告 (PRAKASH 1967, PRAKASH and

RASHID 1968, YENTSCH *et al.* 1975, WHITE 1978) が見られるが、その全貌についてはまだ十分に解明されていない。さらに、同じ種類でも生育環境により生理的性質に差が見られることが珪藻類で指摘されている (GUILLARD and RYTHER 1962)。そこで、本研究では岩手県大船渡産の *A. tamarense* を用い、本種の適水温、塩分耐性、pH 耐性、窒素源、リン源、微量金属要求、ビタミン要求、および増殖に及ぼす有機物ならびにキレート物質の影響について実験、検討を行なった。

### 材 料

本実験には、1981年8月岩手県大船渡湾で福代により採集、分離された *A. tamarense* OF815 の単一種培養株を用い、ビベット洗浄法 (岩崎 1967) によって得られた無菌のクローン株が使用された。塩分、pH 耐性に関する実験は、単一種培養で、その他の実験は無菌培養で行なわれた。

培養実験には、20×125 mm の Pyrex 製のスクリーキャップ付き試験管とテフロン製のキャップを使

\* 現住所：愛知県水産試験場尾張分場 (470-34 愛知県知多郡南知多町豊浜豊浦2-1)

Present address: Aichi Prefecture Fisheries Experiment Station Owari Branch, 2-1, Toyoura, Toyohama, Minamichita-cho, Chita-gun, Aichi, 470-34 Japan

用した。なお、ガラス器具類は、油脂系粉石鹼で洗浄後、エチレンジアミン 4 酢酸塩 (EDTA) 0.05% 液に一昼夜浸漬し、蒸留水でよく洗浄した後、250°C で 1 時間焼いてから使用した。この蒸留水は、活性炭、イオン交換樹脂処理後、ガラス製の蒸留器 (ヤマト Autostill WAG28 型) で蒸留されたものである。

培養液には、予備実験に基づき、塩分耐性試験には栄養添加海水 SWII (IWASAKI 1961, Table 1) を、その他の試験には人工海水 ASP<sub>2</sub>NM (岩崎 1971, Table 1) を使用し、それぞれ 1 分間、20 分間高圧滅菌後に使用した。細菌検査培地としては、ST3 (IWASAKI 1965) の液体および半固体培地を使用した。

塩分耐性試験には、基本海水に伊勢湾の海水 (27.3‰S) を用いた。これを 70°C で加熱して塩分を 34‰S に濃縮した濃縮海水と、再蒸留水に SWII の処方に従い栄養塩を添加した蒸留水の両者を、種々の割合で混合して所定の塩分とした。

pH 試験では、生物の培養によって pH が変動するが、変動は小さいため、ここでは培養中の pH 変動は考慮せずに、高圧滅菌後の pH で表示した。

窒素要求試験には、硝酸ナトリウム、塩化アンモニウム、尿素、グリシン、グルタミン酸およびアスパラギン酸を用い、1 μg~500 mg N/l の濃度での実験を設定した。

リン要求試験には、グリセリン酸ナトリウム、リン酸第 2 カリウム、アデニール酸、グアニル酸を用い、10 μg~30 mg P/l の濃度で行なった。

ビタミン要求については、ビタミン B<sub>12</sub>、ビオチン、チアミンの 3 種類について検討し、さらにその相互作用についても試験した。

微量金属に関する実験では、キレート鉄およびキレートマンガンを使用した。ここでは、テフロン製のビーカーやスターラーなどを用いて、微量金属汚染を最小限にとどめるようにした。

有機物の増殖に対する影響試験には、プリン類としてアデニン、グアニン、キサンチン、ヒポキサンチン、

Table 1. Composition (w/v) of culture media.

	SWII (modified)	ASP <sub>2</sub> NM (modified)
Filtered seawater	1,000 ml	
Distilled water		1,000 ml
NaCl		25 g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O		5 g
KCl		600 mg
Ca (as Cl <sup>-</sup> )		100 mg
NaNO <sub>3</sub>		50 mg
KNO <sub>3</sub>	72.2 mg	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	4.5 mg	
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>		5 mg
Na <sub>2</sub> glycerophosphate	10.5 mg	
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O		150 mg
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		30 mg
Fe (as Fe-EDTA)	0.5 mg	0.3 mg
PII metals*		10 ml
S2 metals**		10 ml
Vitamin mixture I***	10 ml	10 ml
NTA		100 mg
TRIS	1 g	1 g
pH	7.9	8.1

\* One ml of PII metals contains; Na<sub>2</sub>-EDTA 1 mg, B (as H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) 0.2 mg, Fe (as Cl<sup>-</sup>) 10 μg, Mn (as Cl<sup>-</sup>) 40 μg, Zn (as Cl<sup>-</sup>) 5 μg, Co (as Cl<sup>-</sup>) 1 μg.

\*\* One ml of S2 metals contains; Mo (as Na<sup>+</sup>) 50 μg, Br (as K<sup>+</sup>) 1 mg, Sr (as Cl<sup>-</sup>) 200 μg, Rb (as Cl<sup>-</sup>) 20 μg, Li (as Cl<sup>-</sup>) 20 μg, I (as K<sup>+</sup>) 1 μg.

\*\*\* One ml of Vitamin mixture I contains; Vitamin B<sub>12</sub> 0.02 μg, biotin 0.1 μg, thiamine HCl 10 μg.

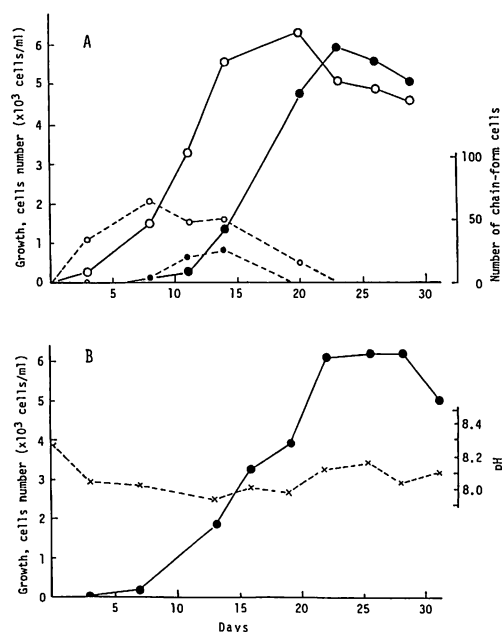


Fig. 1. Growth curves of *Alexandrium tamarense* with different size of inoculum. A: 125 cells inoculated into 10 ml of the medium (●); 990 cells inoculated into 10 ml (○) in unialgal culture. B: 420 cells inoculated into 10 ml in axenic culture. Circles and broken lines show the cell number of chain-form.

ピリミジン類としてシトシン、チミン、ウラシル、メチルシトシンをおのおの 100  $\mu\text{g/l}$ , 1 mg/l 添加して実験を行なった。また、その他の物質として、HY-case, デオキシリボ核酸 (DNA), ショ糖, 土壌抽出物および炭素源としての C-source mix-II を使用し、その影響について検討した。

本種の増殖にとり、腐植物質が重要視されている (PRAKASH 1967, PRAKASH and RASHID 1968, YENTSCH *et al.* 1975) が、ここでは、エチレンジアミン 4 酢酸塩 (EDTA) とニトリロ 3 酢酸塩 (NTA) の 2 種類のキレート物質の直接的作用を知る目的で実験が行なわれた。培養液には pH 緩衝剤としてキレート作用をもつトリスハイドロオキシメチルアミノメタン (TRIS) を 1 g/l 含んでいるが、実験は TRIS を含んだ状態で実施された。

なお、窒素、リン、ビタミンおよび微量元素などの要求実験では、生物を各試験物質欠乏の培養液で増殖させ、それぞれの物質について飢餓状態に近いものを接種材料として用いた。培養は 15°C, 明暗 12:12 時間, 3,000~4,000 lux で行ない、対数増殖期の後半に計数して 3 本の平均値から増殖量を求めた。

## 結果および考察

### 1. 増殖特性

#### 接種量, 接種材料と誘導期

単一種培養における接種量の違いによる増殖曲線の変化についてみると、Fig. 1-A に示されるように、接

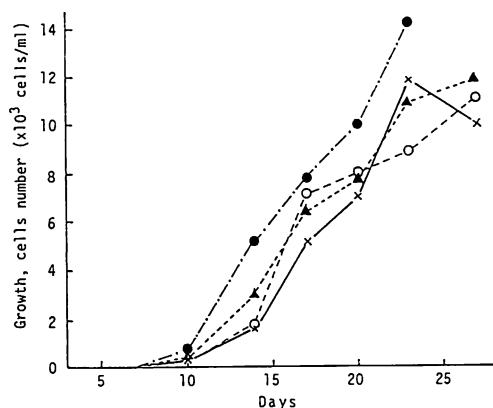


Fig. 2. Growth of *A. tamarense* with addition of filtrates from different growth phase. ×, control; ●, lag phase (after 8 days from inoculation); ○, exponential growth phase (after 22 days); ▲, death phase (after 37 days).

種量が少ないと誘導期は長く、増殖曲線の立ち上がりは遅れた。

接種量が少ない時の“遅れ”の存在については、すでに SPENCER (1954) が *Nitzschia closterium* の培養実験で指摘しているが、本種の場合も同様の“遅れ”がみられ、珪藻に比べるとこの誘導期はかなり長いことがわかる。

一方、連鎖細胞数は対数増殖期の初めまでは増加したが、対数増殖期の途中から減少し、定常期にはまったくみられなくなった。

#### 細胞代謝物の増殖に及ぼす影響

本種の各増殖段階における培養濾液の添加と増殖との関係を Fig. 2 に示す。本実験では、培養 8 日後 (誘導期後期), 22 日後 (対数増殖期中期) および 37 日後 (死滅期) の培養液を 0.4  $\mu\text{m}$  のミリポアフィルターで無菌的に濾過し、滅菌後の新培養液 10 ml に各 0.5 ml ずつ添加して増殖が試験された。

この実験結果は、本種は自己の増殖を助長する細胞代謝物 (autostimulate substances) を細胞外に分泌し、とくに誘導期で著しいことを示している。このことは本種は増殖を始めると、連鎖反応的に増えやすくなることを示唆しており、本種の大増殖にとって重要な意味をもつものと考えられる。

### 2. 水温と増殖

本実験においては、10, 15, 20 および 25°C における増殖量が調べられた。その結果を Fig. 3 に示す。本種は比較的低温を好み、15°C でもっとも増殖がよく、

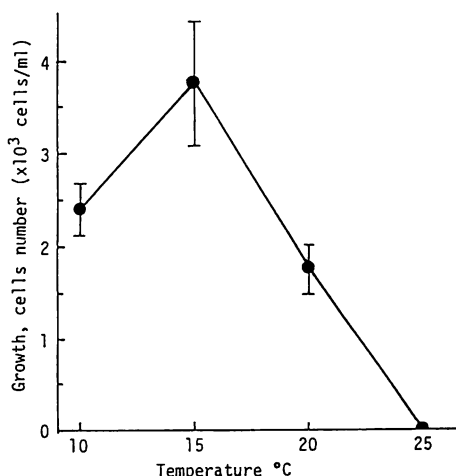


Fig. 3. Growth of *A. tamarense* at different temperatures (after 21 days).

25°C ではまったく増殖しなかった。

一般に、温度は生物の生活に大きな役割を果たしている。本種の場合も、水温は増殖の主要な要因といわれ (NEEDLER 1949, PRAKASH 1967, YENTSCH *et al.* 1975), また、シストの発芽は水温に大きく左右されるといわれる (ANDERSON and MOREL 1979, ANDERSON 1980)。今回の実験の結果、本株の増殖に最適な水温は 10~18°C であり、外国産の種類 (IWASAKI 1979) とほぼ共通している。しかし、天然では大増殖は 7~17°C の時に多く観察されており、15°C 以下の低水温時での大増殖は、水温以外の要因が関与していることが考えられる。

### 3. 塩分と増殖

実験結果を Fig. 4 に示す。本種は、塩分32%付近でもっともよく増殖し、10%以下になると増殖はほとんどみられなくなる。

本種は天然海域では塩分27.0~34.8%の範囲で出現している。この値は、YENTSCH *et al.* (1975), PRAKASH (1967) の実験結果による好適塩分とは必ずしも一致しないが、今回の実験結果および WHITE (1978) の結果とはよく一致している。これら最適塩分の違いは株による差と考えられる。

### 4. pH と増殖

予備実験において、本種は狭 pH 性であり、pH 8.3 付近でよく増殖することがわかったので、この付近の pH を中心に実験を行なった。結果は Fig. 5 に示したように pH 8.2~8.5 で増殖がもっともよく、pH 7.9 では最高増殖量の1/2以下、また、pH 8.9 では増殖量は1/10以下となり、pH 6.9 では増殖はまったくみられ

ず細胞は死滅した。このように本種は比較的高い pH でよい成長を示した。

### 5. 窒素源と増殖

本種は、実験を行なった6種類の窒素化合物をいずれも窒素源として利用した (Table 2)。窒素源としては硝酸態窒素が相対的にすぐれ、次いでアンモニア態窒素、尿素などで比較的よく増殖したが、増殖は  $\text{NH}_4\text{-N}$  では 100  $\mu\text{g N/l}$ 、尿素で 1 mg  $\text{N/l}$  をピークに、それ以上の濃度では漸減した。これに対して、有機窒素化合物では実験を行なった 10 mg  $\text{N/l}$  まで、硝酸態窒素では 500 mg  $\text{N/l}$  でも増殖阻害はみられなかった。一般に、本種の窒素源およびその濃度に対する反応は鈍く、特徴的な増殖反応はみられなかった。

### 6. リン源と増殖

各種リン酸源の各濃度における *A. tamarensis* の増殖を Table 3 に示す。最高の増殖はグリセロリン酸の 10 mg  $\text{P/l}$  以上の濃度で得られたが、沿岸、内湾海域における濃度 (無機リンの場合、東京湾では 31~155  $\mu\text{g P/l}$ 、伊勢湾では 31  $\mu\text{g P/l}$  以下、また、全リンの場合、前者では 50~102  $\mu\text{g P/l}$ 、後者では 34~53  $\mu\text{g P/l}$  (西條 1985)) でも増殖がみられた。

本種はリン酸の細胞内貯蔵が少ないためか、リン酸欠乏の培養液での2回の植え継ぎ (約5~6世代) で死滅している。計算によると、正常な細胞は外部からリン酸の補給がないと、1細胞から32~64細胞以上には増殖できないことを示している。

PRAKASH and RASHID (1968) はリン源として、グリセロリン酸ナトリウムを用いて培養実験を行い、13  $\mu\text{g}$ ~1.3 g  $\text{P/l}$  の間で増殖に変動はみられなかったと報

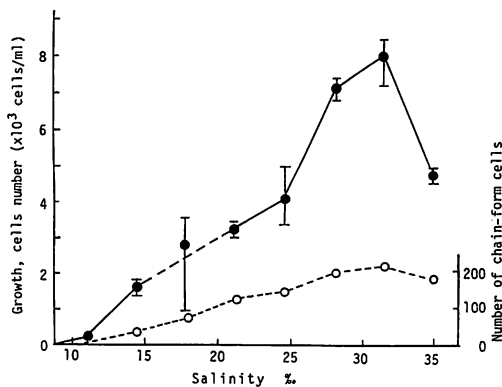


Fig. 4. Growth of *A. tamarensis* at various salinities in unialgal culture (after 20 days).

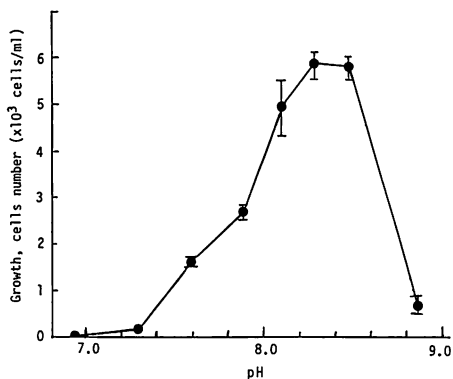


Fig. 5. Effect of pH on the growth of *A. tamarensis* in unialgal culture (after 18 days).

Table 2. Growth of *A. tamarense* with different nitrogen sources and concentrations (after 22 days).

Weight/l	Growth, number of cells/ml					
	NH <sub>4</sub> Cl	NaNO <sub>3</sub>	Urea	Glycine	Gultamic acid	L-Asparagine
None added	380	380	380	380	380	380
1 $\mu$ g	400	390	450	—	—	—
10 $\mu$ g	520	710	350	660	260	410
100 $\mu$ g	840	1080	640	530	570	340
1 mg	590	970	1010	680	410	430
3 mg	—	—	590	—	—	—
10 mg	0	960	430	810	490	480
30 mg	—	—	0	—	—	—
100 mg	—	1050	—	—	—	—
500 mg	—	1120	—	—	—	—

告している。本実験では、10 mg P/l 以上ではよく増殖したが、3 mg P/l 以下では増殖が悪く、彼らの結果とは異なった結果が得られた。

#### 7. 鉄およびマンガンと増殖

キレート鉄とキレートマンガンを除いた培養液で17日間予備培養した生物を、キレート鉄とキレートマンガン種々の濃度を含む培養液に接種して実験を行なった。結果を Table 4 に示す。

Table 4 にみられるように、*A. tamarense* は、キレート鉄の添加によって22日間で最高2.4倍の増殖を、また、キレートマンガンの添加では約2倍量の増殖を示した。とくに、1~10  $\mu$ g/l 程度の低濃度で増殖促進作用がみられることは注目に値する。本実験では、実験

器具にはテフロン製品を用いているが、試薬、培養容器などからの微量な金属汚染は避けられなかったものと思われる。

GLOVER (1978) は、メイン沿岸において本種の増殖と海水中的鉄濃度との間に強い相関がみられたことを報告しているが、本実験の結果とも符合している。

#### 8. 有機物の影響

プリン、ピリミジン類の添加による *A. tamarense* の増殖量を Table 5 に示す。Table 5 にみられるように、本種は、グアニン (1.0 mg/l)、ヒポキサンチン (0.1 mg/l)、ウラシル (1.0 mg/l) などによって増殖が促進され、18日間に無添加のものに比べ3~4倍量の増殖を示した。

これに対して、プリン、ピリミジン類以外の有機物 (Table 6) では、その添加によって若干の増殖量の増加はみられたが、陸土壌抽出液を除いて、とくに増殖

Table 3. Growth of *A. tamarense* with different phosphorus sources and concentrations (after 22 days).

Weight/l	Growth, number of cells/ml			
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> -glycero-phosphate	Adenylic acid	Guanylic acid
None added	0	0	0	0
10 $\mu$ g	—	290	—	—
30 $\mu$ g	—	—	110	1,500
100 $\mu$ g	2,710	530	—	—
300 $\mu$ g	—	500	580	1,050
1 mg	4,500	2,100	—	1,520
3 mg	—	2,370	2,920	—
10 mg	6,010	13,140	—	2,460
30 mg	3,400	13,700	850	—

Table 4. Effect of iron and manganese on the growth of *A. tamarense* in ASP<sub>2</sub>NM (after 22 days).

Weight/l	Growth, number of cells/ml	
	Fe-EDTA	Mn-EDTA
None added	3,680	4,700
1 $\mu$ g	3,600	8,830
5 $\mu$ g	—	5,640
10 $\mu$ g	8,870	—
100 $\mu$ g	7,940	9,070
500 $\mu$ g	6,240	—
1 mg	—	6,100

Table 5. Growth response of *A. tamarens* to purines and pyrimidines (after 18 days).

Substances	Concentrations mg/l	Growth, number of cells/ml
None added		1,060
Adenine	0.1	1,300
	1.0	1,790
Guanine	0.1	1,720
	1.0	3,200
Xanthine	0.1	1,150
	1.0	1,480
Hypoxanthine	0.1	2,970
	1.0	2,490
Cytosine	0.1	1,100
	1.0	1,580
Thymine	1.0	1,210
Uracil	0.1	1,840
	1.0	4,050
Methylcytosine	0.1	1,740
	1.0	1,220

の促進効果はみられなかった。

#### 9. キレート物質の影響

キレート物質として  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  (10 mg/l) に NTA を種々の濃度に加えた場合と NTA のみの場合の増殖量を Fig. 6 に示す。この図から明らかのように、本種は

Table 6. Growth response of *A. tamarens* to organic substances (after 15 days).

Substances	Concentrations	Growth, number of cells/ml
None added		5,800
Hy-case	10 mg/l	6,410
	50 mg/l	5,700
DNA	0.1 mg/l	6,740
	1.0 mg/l	6,550
	10 mg/l	5,150
Sucrose	0.1 mg/l	6,840
	1.0 mg/l	5,450
C-source mix. II*	0.1 ml/l	6,840
	1.0 ml/l	6,820
	10 ml/l	6,170
Soil extract (land)	1.0 ml/l	6,240
	10 ml/l	8,200

\* One ml contains: glycine 1 mg, DL-alanine 1 mg, L-asparagine 1 mg, Na-acetate 2 mg, glucose 2 mg, L-glutamic acid 2 mg.

NTA の添加によって増殖が促進され、とくに 10 mg/l 以上の高濃度域で著しかった。

鞭毛藻類の増殖に対するキレート物質の重要性については多くの研究者によって指摘されており、本種についても、PRAKASH (1967), PRAKASH and RASHID (1968), YENTSCH *et al.* (1975) などにより、天然のキレーターである腐植物質やアミノ酸などによる増殖促進作用が報告されている。YENTSCH *et al.* (1975) は、濾過海水に NTA を加えて増殖促進効果をみているが、それによると、本種の増殖は NTA 10 mg/l の添加で促進されたが、50 mg/l では増殖が阻害されたといわれる。本実験では EDTA は増殖をそれほど刺激しなかったが、NTA の添加による増殖促進作用は著しく、300 mg/l の濃度でも阻害作用はみられなかった。これは、本実験が人工海水を基本液として用いているのに対して、彼らは天然海水を基本液として使用したことによる違いと考えられる。

このように、本種の増殖に対してキレート物質が大きく関与しており、その作用機構については明らかではないものの、キレート物質の河川からの流入や底泥からの補給により本種の増殖が促進される可能性はきわめて強いと考えられる。

#### 10. ビタミン要求

本実験には、この生物をビタミン欠除の培養液で15日間ずつ2回予備培養を行なったものを使用した。これをビタミン  $\text{B}_{12}$ 、チアミン、ピオチンおよびその組合せを含む培養液に接種し、20日間培養した場合の *A. tamarens* の増殖量を Table 7 に、ビタミン  $\text{B}_{12}$  の濃

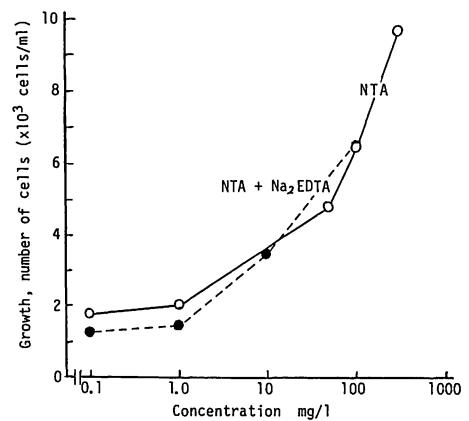
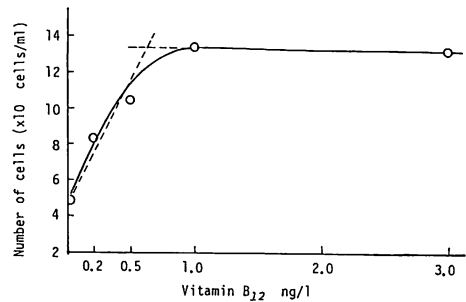


Fig. 6. Effect of NTA and EDTA on the growth of *A. tamarens*. Basal medium contains TRIS 1 mg/l, and the growth was 1,600 cells/ml.

Table 7. Growth response of *A. tamarense* to vitamin B<sub>12</sub>, biotin and thiamine (after 20 days).

	Growth, number of cells/ml
None added	3,700
Vitamin B <sub>12</sub> (10 ng/l)	13,130
Biotin (1 µg/l)	0
Thiamine (100 µg/l)	3,740
Vitamin B <sub>12</sub> (10 ng/l) + Thiamine (100 µg/l)	6,110
Biotin (1 µg/l) + Thiamine (100 µg/l)	2,380
Vitamin B <sub>12</sub> + Biotin + Thiamine	6,720

Fig. 7. Growth response of *A. tamarense* to vitamin B<sub>12</sub> (after 22 days).

度を変えて22日間培養した場合の増殖量を Fig. 7 に示す。

Table 7 にみられるように、*A. tamarense* はビタミン B<sub>12</sub> 10 ng/l の存在によって約3.5倍量増殖した。これに対してビオチンの単独添加の場合には増殖は全くみられず、他のビタミンとの組合せでも増殖阻害的に作用した。一方、チアミンの添加によってはとくに影響はみられなかったが、B<sub>12</sub> との組合せでは増殖阻害的に

作用した。本種の増殖にはビタミン B<sub>12</sub> 6 ng/l 付近に臨界点がみられたが、B<sub>12</sub> が本種の増殖に必須の要素であるか否かについては確認できなかった。

YENTSCH *et al.* (1975) は本種のビタミン要求については16種のビタミンを用いて培養実験を行なったが、これらのビタミンは増殖に影響はなく、ビタミン類は本種の増殖に対して本質的な意味をもたないとしている。一方、PRAKASH (1967) によれば、B<sub>12</sub> とチアミン

Table 8. Growth of *A. tamarense* in Ise Bay seawater enriched with various nutrients (after 22 days).

	Growth, number of cells/ml
Filtered seawater	810
+ NaNO <sub>3</sub> (50 mg/l)	770
+ Na <sub>2</sub> glycerophosphate (50 mg/l)	2,200
+ PII metals (10 ml/l)	890
+ S2 metals (10 ml/l)	840
+ NTA (100 mg/l)	850
+ Vitamin mix. I (10 ml/l)	1,170
+ C-source mix. II (1 ml/l)	1,060
+ Hy-case (50 mg/l)	3,710
+ Filtrate of culture medium* (50 ml/l)	2,170
+ NaNO <sub>3</sub> (50 mg/l) + Na <sub>2</sub> glycerophosphate (50 mg/l)	3,310
+ N + P + Vit. mix. I (10 ml/l)	3,790
+ N + P + C-source mix. II (1 ml/l)	7,230
+ N + P + Hy-case (50 mg/l)	3,360
+ N + P + Filtrate of culture medium* (50 ml/l)	3,440
+ N + P + NTA (100 mg/l)	7,120
+ N + P + PII metals (10 ml/l)	10,410
+ N + P + S2 metals (10 ml/l)	3,930
+ N + P + NTA + PII metals	7,790
+ N + P + NTA + S2 metals	3,870

\* The filtrate of medium in which the organism grew axenically.



の組合せで増殖は促進されたといわれる。本実験では  $B_{12}$  の単独添加により増殖が大きく刺激されたが、さらにチアミンを添加しても増殖促進効果はみられず、むしろ阻害的な効果がみうけられた。このように、本種のビタミン要求に対しては異なった結果が得られている。これは彼らの実験が栄養添加海水を基本培養液とした混菌培養であったことに起因するものと考えられる。MULLIGAN (1975) によれば、海水中の主要なビタミンはバクテリアに起因するといわれ、混菌状態である単一種培養によるビタミン要求実験は大きな問題を含んでいる。しかし、本実験においてもビタミン欠乏培養液での2回の継代培養(約11~12世代)後でさえ、約 3000 cells/ml に増殖し、本種のビタミン要求性はきわめて少量であることが示された。

#### 11. 各種栄養物質の相対的効果

以上の実験をふまえ、天然環境における各種栄養物質の *A. tamarensis* の増殖に対する相対的な影響度、換言すると、伊勢湾では、本種は外部からどのような栄養物資の添加もしくは供給によってよく増殖するかについて検討するための実験が行なわれた。本実験では、伊勢湾海水(三重県伊勢市沖で採水, 29.0‰S)を 70°C で加熱後、グラスファイバー濾紙(Whatman GF/F)で濾過したものに TRIS 1 g/l を加えたものを基本液として用い、各種の栄養物質を Table 8 に示すように添加して培養を行なった。

本種は無添加の伊勢湾海水でも 800 cells/ml にまで増殖した。伊勢湾海水に窒素(硝酸ナトリウム 50 mg/l)を添加した場合、増殖促進はみられなかったが、リン(グリセロリン酸ナトリウム 50 mg/l)の添加で増殖は2.7倍にも促進された。基本海水に NTA (100 mg/l), PII metals (10 ml/l), S2 metals (10 ml/l) をそれぞれ単独に添加しても増殖に影響は認められなかった。しかし、濾過海水に Vitamin mix. I を 10 ml/l 加えると増殖は無添加の約1.5倍となり、HY-case 50 mg/l の添加により約4.6倍量の増殖を示し、リン添加以上の増殖刺激効果がみられた。培養濾液の添加(誘導期の濾液 50 ml/l)でも無添加の約2.7倍にも増殖した。窒素とリンの添加では無添加の約4倍、さらに、窒素とリンに Vitamin mix. I を加えても増殖量は窒素とリンの添加に比べてわずかに増加(無添加の4.7倍量)したにとどまったが、窒素、リンに C-source mix. II (1 ml/l) を加えると、窒素とリン同時添加の場合よりさらに2.2倍も増殖した。また、窒素とリンに、NTA または PII metals を加えることによって増殖は著しく促

進された。すなわち、前者で窒素とリン添加の約2.2倍、後者で約3.1倍の増殖を示した。つまり、濾過海水に窒素、リン、PII metals を加えることにより、無添加の場合に比べて約13倍にも増殖量が増大した。

以上の結果から、伊勢湾海域に存在するシストが温度要因により発芽したときに、リンやキレート物質、微量金属類が添加されると *A. tamarensis* の増殖は促進され、また、増殖による自己代謝物がさらに増殖を刺激することが示された。

#### 謝 辞

本研究をまとめるに当たり、実験材料の供与を受けた東京大学農学部の福代康夫博士に深く感謝する。

#### 文 献

- ANDERSON, D. M. 1980. Effects of temperature conditioning on development and germination of *Gonyaulax tamarensis* (Dinophyceae) hypnozygotes. *J. Phycol.* **16**: 166-172.
- ANDERSON, D. M. and MOREL, F. M. M. 1979. The seeding of two red tide blooms by the germination of benthic *Gonyaulax tamarensis* hypocysts. *Est. Coast. Mar. Sci.* **8**: 279-293.
- DALE, B., YENTSCH, C. M. and HURST, J. W. 1978. Toxicity in resting cysts of red-tide dinoflagellate *Gonyaulax excavata* from deeper water coastal sediments. *Science* **201**: 1223-1225.
- GLOVER, H. E. 1978. Iron in Maine coastal waters: seasonal variation and its apparent correlation with a dinoflagellate bloom. *Limnol. Oceanogr.* **23**: 534-537.
- GUILLARD, R. R. L. and RYTHER, J. H. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I *Cyclotella nana* HUSTEDT and *Detonula confervacea* (CLEVE). *Can. J. Microbiol.* **8**: 229-239.
- IWASAKI, H. 1961. The life-cycle of *Porphyra tenera* in vitro. *Biol. Bull.* **121**: 173-187.
- IWASAKI, H. 1965. Nutritional studies of the edible seaweed *Porphyra tenera* I. The influence of different  $B_{12}$  analogues, plant hormones, purines, and pyrimidines on the growth of *Conchocelis*. *Plant Cell Physiol.* **6**: 325-336.
- 岩崎英雄 1967. 微細藻類の分離と培養. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 岩崎英雄 1971. 赤潮鞭毛藻に関する研究—VI. 1970年備後灘に出現した *Eutreptiella* sp. と *Exuviaella* sp. について. 日本海洋学会誌 **27**: 152-157.
- IWASAKI, H. 1979. Physiological ecology of red tide flagellates. p. 357-393. In M. LEVANDOWSKY and S. H. HUNTER (ed.), *Biochemistry and Physiology of Protozoa*, vol. 1. Academic Press, New York.

- MULLIGAN, H. F. 1975. Oceanographic factors associated with New England red tide blooms. p. 23-40. In V. R. LoCICERO (ed.), Proc. 1st Internat. Conf. Toxic Dinoflagellate Blooms. Mass. Sci. Technol. Found., Wakefield.
- NEEDLER, A. B. 1949. Paralytic shellfish poisoning and *Gonyaulax tamarensis*. J. Fish. Res. Bd. Canada 7: 490-504.
- PRAKASH, A. 1967. Growth and toxicity of a marine dinoflagellate, *Gonyaulax tamarensis*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24: 1589-1606.
- PRAKASH, A. and RASHID, M. A. 1968. Influence of humic substance on the growth of marine phytoplankton: Dinoflagellates. Limnol. Oceanogr. 13: 598-606.
- 西條八束 1985. 1. 水質, III化学, 第13章伊勢湾・三河湾. p. 528-539. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会(編), 日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会, 東京.
- SPENCER, C. P. 1954. Studies on the culture of a marine diatom. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 33: 265-290.
- 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.
- YENTSCH, C. M., COLE, E. J. and SALVAGGIO, M. G. 1975. Some of the growth characteristics of *Gonyaulax tamarensis* isolated from the Gulf of Maine. p. 163-180. In V. R. LoCICERO (ed.), Proc. 1st Internat. Conf. Toxic Dinoflagellate Blooms. Mass. Sci. Technol. Found., Wakefield.



## 接着剤を用いたアラメ・カジメ個体の人工基盤への移植\*

平田 徹<sup>1</sup>・坂本和弘<sup>2</sup>・多田 諭<sup>2</sup>・横浜康継<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生物科学系 (305 茨城県つくば市天王台)

<sup>2</sup>東京都葛西臨海水族園 (132 東京都江戸川区臨海町6)

<sup>3</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)

HIRATA, T., SAKAMOTO, K., TADA, S. and YOKOHAMA, Y. 1990. Transplantation of *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava* plants to artificial substrate with adhesive. Jpn. J. Phycol. 38: 61-67.

Many programs of kelp forest restoration have been in progress in Japan. In most of them, embryonic or juvenile plants of the Laminariales and Fucales were transplanted to artificial substrate. However, they often failed to establish due to grazing by fishes or invertebrates in their earlier stage. In the present study, it was tried to transplant adult kelps to artificial substrate with adhesive since grown-up plants might be resistant to the grazing. 'Aron Alpha' GEL-10 (Toagoseikagaku Co., Ltd.) was chosen out of adhesives on the market and used with 'AA-Setter' (Toagoseikagaku Co., Ltd.). Juvenile *Eisenia bicyclis* plants and adult *Ecklonia cava* plants were attached to concrete plates and cultured outdoors in a running seawater pool. They favorably grew and new haptera attached to substrate by themselves about 20 days after the transplantation.

**Key Index Words:** adhesive—*Ecklonia cava*—*Eisenia bicyclis*—kelp forest restoration—seaweeds—transplantation.

Tetsu Hirata, Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

Kazuhiro Sakamoto and Satoshi Tada, Tokyo Sea Life Park, Rinkai-cho, Edogawa-ku, Tokyo, 132 Japan

Yasutsugu Yokohama, Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shimoda, Shizuoka, 415 Japan

海中林あるいはガラ藻場と呼ばれる大型褐藻の群落は、陸上の温帯林をしのぐほどの高い年純生産量をもつことが、吉田(1970)、谷口・山田(1978)、YOKOHAMA *et al.* (1987) によって推定されており、海洋における生物的環境としてきわめて重要な存在とみなされる。しかし我が国の近年における海水汚濁や沿岸環境の物理的破壊の進行は、これらの海藻群落の荒廃を加速しつつあり、海洋環境保全および水産資源保護の両面において深刻な問題になっている。

このような状況に対応し、各地の水産試験研究機関では、海中林やガラ藻場の復元あるいは拡大のための、コンブ科植物あるいはホンダワラ科植物の移植が試みられている(山口県内海水産試験場 1974、中久ら 1977, 1978, 1979a, b、瀬戸口 1978、菊地ら 1979、静岡県水産試験場伊豆分場 1980, 1981, 1983, 1984、秋山・谷口 1982, 1983、大野ら 1983、新村 1983、山内

1983、竹本ら 1984、谷口ら 1984, 1985, 1986、YAMAUCHI 1984、吉川・月舘 1984、河本ら 1985, 1986、吉川 1985, 1986, 1987、山本ら 1986)。しかし、それらの多くは、海底に設置した人工基盤に、投入した成熟藻体からの遊走子や幼胚を着生させるか、採苗した種糸を巻きつけるか、あるいは種網を海中に設置するという方法を採用しているために、初期における藻食動物の食害による個体の減耗率が著しく高く、食害対策が最大の課題として残されている。それゆえ、ある段階まで生長した藻体を移植できれば、食害は緩和され、成功率は高まるものと予想されるが、その可能性が、静岡県水産試験場伊豆分場(1980)および大野ら(1983)によって示された。移植の対象としてはカジメの成体が用いられ、その仮根部を建築用ブロックへゴムバンドなどで固定するという方法が採用されたが、1月ほどで仮根の新生部がブロックへ固着したということである。

大野ら(1983)の試験海域では、なおブダイによる食害への対策が必要であったが、場所と時期を選べば、

\* 下田臨海実験センター業績 No. 499. 本研究のための費用の一部は東京動物園協会より提供された。

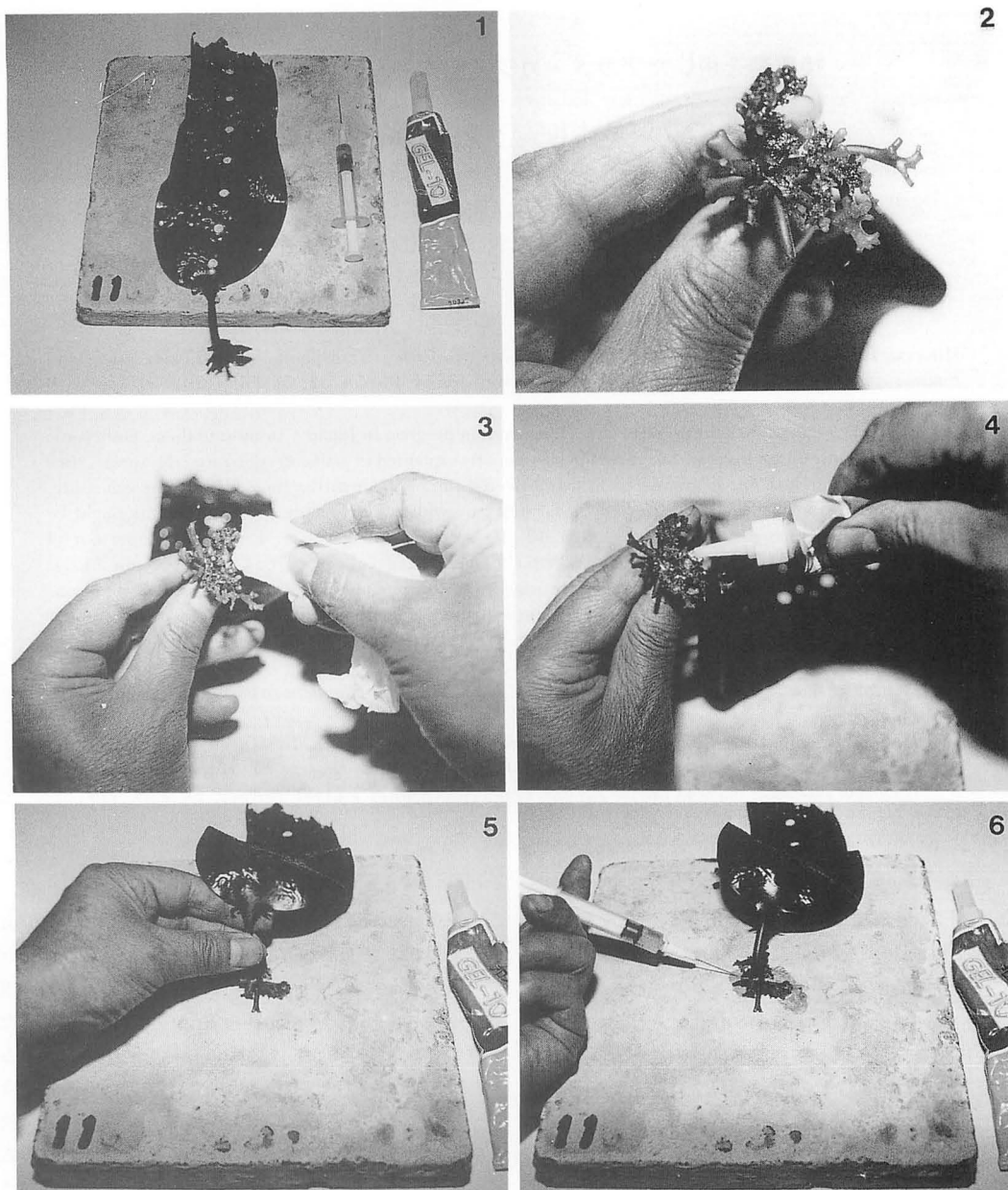
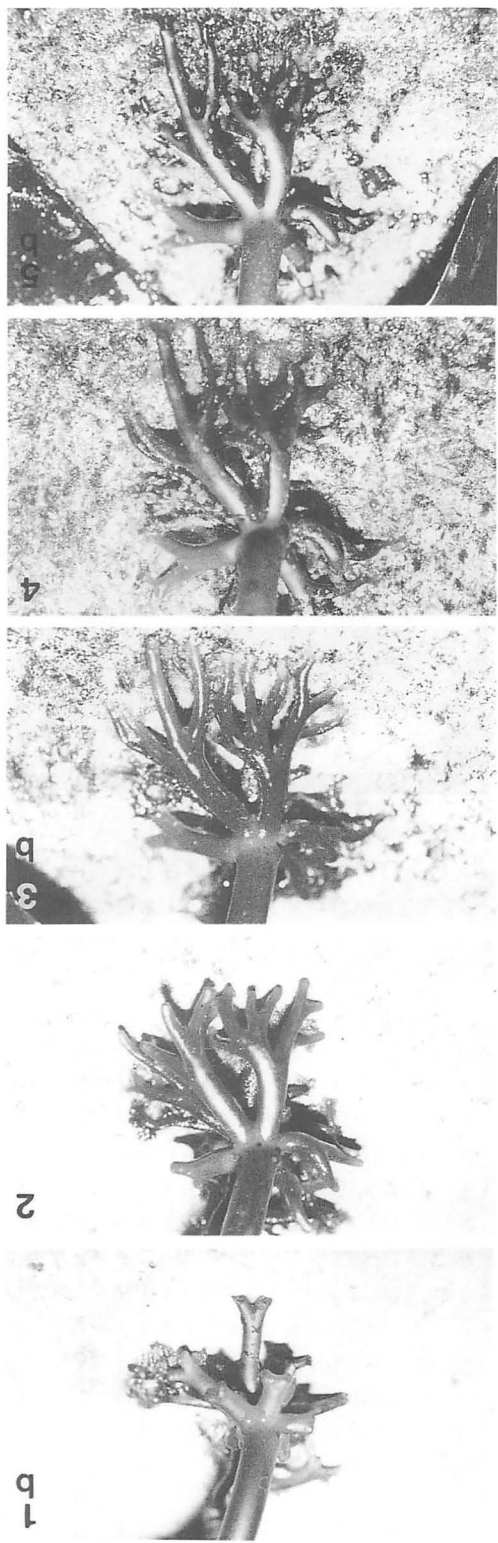
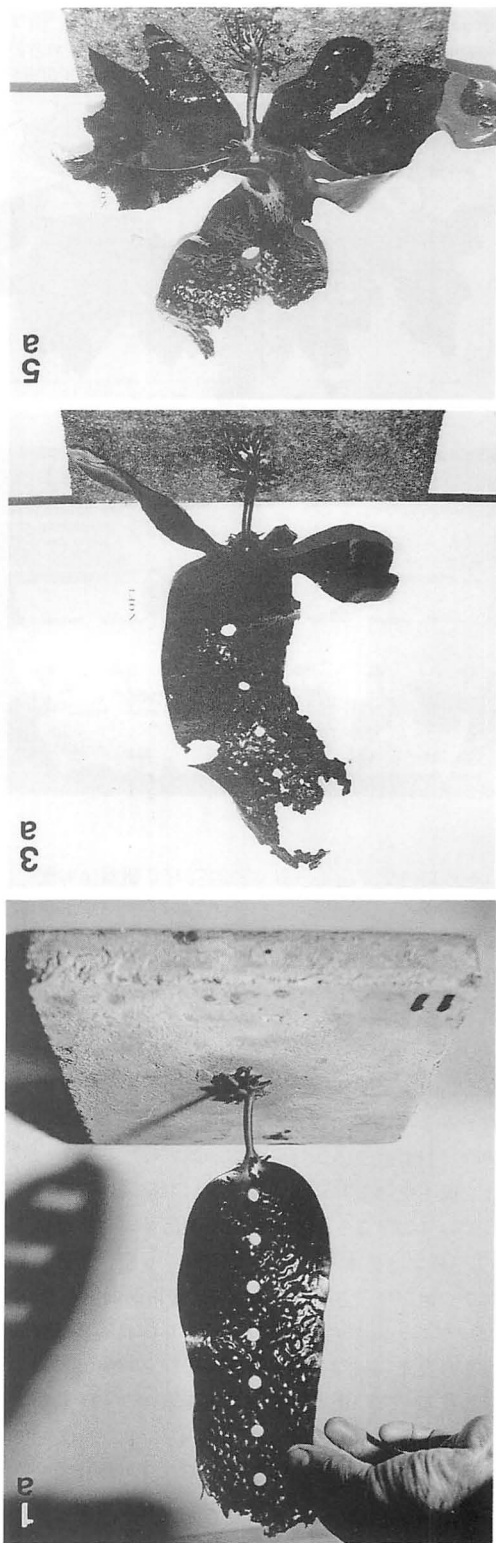


Fig. 1. The procedure of transplantation. Photo 1 shows a juvenile *Eisenia bicyclis* plant, a tube of adhesive (Aron Alpha GEL-10), an injector containing AA-Setter and a concrete plate (20 cm  $\times$  20 cm  $\times$  2.5 cm). Photo 2 shows the holdfast of the plant. After the holdfast was wiped with tissue paper (Photo 3), a small volume of adhesive was applied on it (Photo 4). Then, the plant was put on the concrete plate (Photo 5), and a few drops of the Setter were applied (Photo 6).

Fig. 2. Growth of a juvenile *Eisenia bicyclis* plant attached to a concrete plate. In the blade of the plant seven small holes were punched at intervals of 2.5 cm before the transplantation on June 6, 1989. The plant and its holdfast on June 6 are shown in two photographs (Photo 1a and b). Photos 2, 3, 4 and 5 show the holdfast on June 23, the plant and its holdfast on July 7, the holdfast on July 23 and the plant and its holdfast on August 8, respectively.



Transplantation of *Eisenia* and *Ecklonia* plants

成藻体の移植は海中林造成のための有効な手段になりうるものと期待できる。

一方、海洋生物についての啓蒙を目的とした水族館では、海洋の一次生産者である海藻の展示が企画される傾向にあり、展示水槽内での藻湯・海中林の再現が大きな課題となっている。東京都葛西臨海水族園においても、アラメ・カジメ海中林の再現が企画され、その手段として、成藻体の擬岩ピースへの接着剤による固定が試みられることになった。予備試験として、藻体の仮根部をコンクリート板等へ接着した後、筑波大学下田臨海実験センターの屋外流水水槽内に置き、藻体の生長および仮根の伸長と基盤への附着状態等を追跡したところ、良好な結果が得られたので、この方法が海中林造成の有力な手段の一つになりうるものと考え、ここに報告する。

#### 材料および方法

移植に用いた藻体は、カジメの場合は1989年3月20日に伊豆下田の水深約 5 m で採集された成体である

が、アラメの場合は同年6月8日および11日に低潮線附近で採集された幼体である。

人工基盤としては、1辺 20 cm の正方形で厚さ 2.5 cm のコンクリート板および各辺 19 cm および 39 cm で厚さ 12 cm の建築用ブロックを用いた。接着剤としては、10種ほどの市販品を試験したが、東亜合成化学工業株式会社のゼリー状接着剤アロンアルファ GEL-10 を専用の硬化剤 AA・セッターとともに用いるのが最も目的に適うと判断されたので、本研究においては、この接着剤に専用硬化剤を併用することにした。

仮根部の接着は、Fig. 1 に示されている手順にしたがって行なった。図中に示されている藻体は、1989年6月8日に採集し、ただちに移植に用いたアラメ幼体である。まず仮根部に附着している海水をティッシュペーパーで拭ってから、仮根の新しい部分を損なわないように、中心近くの古い部分に接着剤を塗布し、コンクリート板に圧着してから、注射器を用いて硬化剤を滴下すると、瞬時にして板根部分はコンクリート板に固着する。

藻体の移植されたコンクリート板あるいはブロック

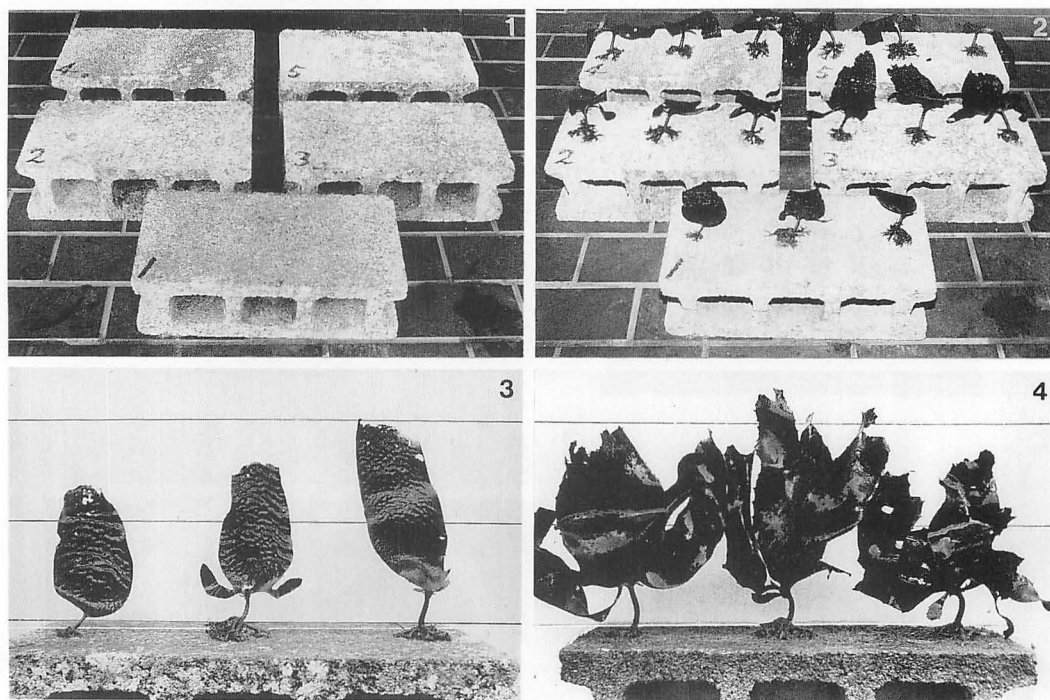
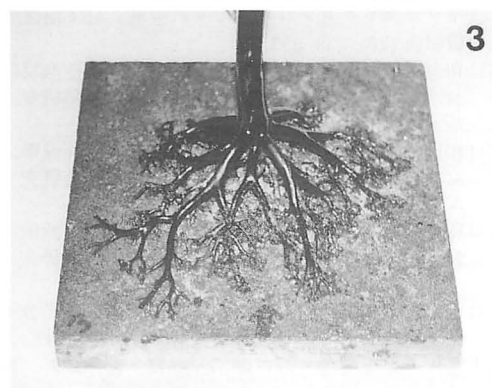
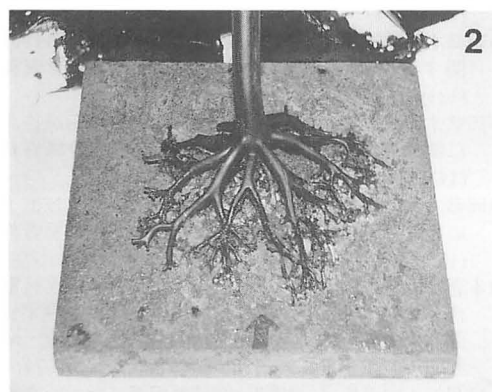
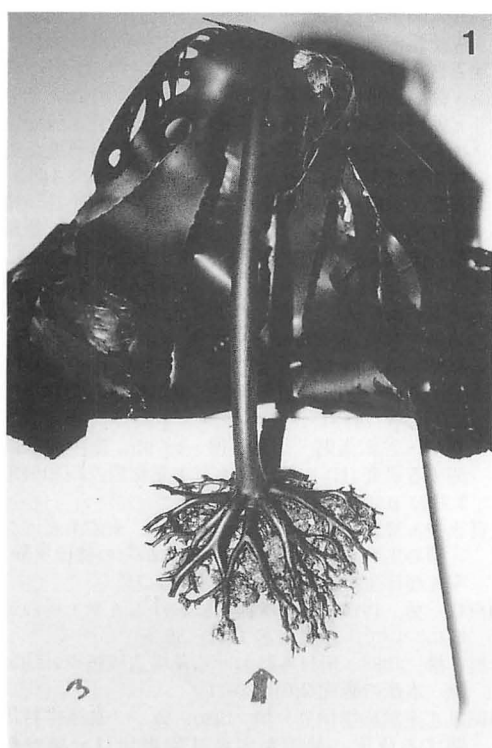


Fig. 3. Juvenile *Eisenia bicyclis* plants transplanted to building blocks and their growth after transplantation. Photo 1 shows the building blocks, on each of which three plants were transplanted as shown in Photo 2. Photos 3 and 4 show three plants just after transplantation on June 10, 1989 and the same plants three months after that (September 10), respectively.



は、ただちに屋外流水水槽に移されたが、アラメの場合は直射日光のあたる場所の水深約 0.5 m の位置に、またカジメの場合は直射日光のあたらない場所の水深約 1 m の位置に置いて、半月あるいは 1 月ごとに、藻体とくに仮根部の生長を観察した。

藻体は移植時およびその後の観察時ごとに水槽から引きあげられ、15～20 分間ほど空気にさらされたが、そのために生じたと思われる障害は認められなかった。

## 結 果

1989 年 6 月 8 日に採集されコンクリート板に移植されたアラメ幼体 (Fig. 1) は、屋外流水水槽内で順調に生育し、半月で仮根の新生部分の先端は基盤に達し、1 月後には吸盤状にひろがって基盤に附着していた (Fig. 2)。一方、葉状部の一次葉は、等間隔に開けた孔の上昇の様子から、基部附近で生長を続けていることは明らかであるが、それをしのぐ速度で先端部の脱落が起こるために、全長は短くなると同時に、二次葉の顕著な生長が起こり、2 月後には大型の二次葉 2 対を有する個体となった。また茎状部は、はじめ長さ 27 mm であったが、2 月後には 32 mm になった。

1989 年 6 月 10 日に採集されたアラメ幼体は、5 個の建築用ブロックのそれぞれに 3 個体ずつ移植された (Fig. 3)。これらも屋外流水水槽で順調に生育し、いずれも 1 月後までに仮根が自力で附着した。図には最も小型の 3 個体の移植時と 3 月後の状態が示されている。

カジメは中型成体 3 個体が、1989 年 3 月 20 日に採集され、それぞれ 1 枚のコンクリート板に移植された。いずれも屋外流水水槽内で順調に生育したが、図 (Fig. 4) には、はじめ茎状部の長さ 23 cm、長さ 10 cm 以上の側葉 10 対をつけていた個体が示されている。この個体は、2 月後には茎状部の長さが 27 cm、側葉は 14 対となり、また仮根も 1 月後には自力で基盤に附着し、2 月後には仮根の先端が最大で 5 cm 程度伸長していた。

Fig. 4. An adult *Ecklonia cava* plant transplanted to a concrete plate and the growth of its holdfast after transplantation. Photo 1 shows the plant just after transplantation on March 20, 1989. Photos 2 and 3 show its holdfast on April 20 and May 19, respectively.



## 考 察

移植後の藻体は屋外流水水槽という人工環境に置かれたが、常時新鮮な海水がかなりの速度で流れているために、藻体は自然に近い環境に置かれていたと言える。それゆえ、本研究で得られた結果は、自然の海底で得られるものに近いものと言えよう。

アラメおよびカジメのいずれにおいても、移植後1月で仮根新生部の基盤への固着が確認されたが、このような仮根の自力による基盤への附着は約20日で起こるものと考えられる。しかし秋まで続けられた観察から、両種のいずれでも、夏には仮根部の新生頻度の低下することが認められたので、基盤に接着された仮根が自力で附着するまでの期間は季節によって異なる可能性がある。

本研究で使用した屋外流水水槽には藻食動物としてはムラサキウニが生息していたが、カジメ成体の仮根新生部のごく一部に食害を受けた程度であった。アラメおよびカジメの成体を移植しても、自然の海底では、大野ら(1983)の報告のように食害を受ける懸念は残されているが、場所、時期および規模などによって、食害の程度は異なるであろう。

移植の規模が大きいほど食害は緩和されるものと考えられるが、藻体の確保、運搬、作業時間等により、その規模は制約を受けるであろう。しかし過度の乾燥を避ければ、カジメでも少くとも5時間空気にさらされても障害を受けないことが確認されている(横浜、未発表)。それゆえ、かなり大型のコンクリートブロックに多数の藻体を空気中で接着するという方法によって、かなり大規模な海中林の造成を実現することも可能と思われる。

## 文 献

- 秋山和夫・谷口和也 1982. 適地の選定と育成種苗の定着. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和56年度 I-6 課題研究成績報告書. p. 25-29.
- 秋山和夫・谷口和也 1983. 適地の選定と育成種苗の定着. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和57年度 I-6 課題研究成績報告書. p. 29-34.
- 河本良彦・宮後富博・岩本哲二 1985. 人工種苗による藻場造成. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和59年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 49-67.
- 河本良彦・宮後富博・岩本哲二 1986. 人工種苗による藻場造成. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和60年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 39-53.
- 菊地省吾・浮 永久・秋山和夫・鬼頭 鈞・菅野 尚・佐藤重勝・桜井喜十郎・鈴木 博 1979. アワビ餌料藻類の造林技術開発に関する研究. 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究. 農林水産技術会議事務局研究成果(116): 129-189.
- 中久喜昭・宮崎一誠・田原恒男・城 泰彦・小島 博・松岡正義 1977. 磯焼け地の藻場造成試験. 徳島県水試事業報告書(昭和52年3月). p. 138-145.
- 中久喜昭・谷本尚則・小島 博・松岡正義 1978. 磯焼け地の藻場造成試験. 徳島県水試事業報告(昭和53年3月). p. 233-238.
- 中久喜昭・谷本尚則・小島 博 1979a. 海中造林に関する研究(I). 徳島県水試事業報告(昭和54年3月). p. 74-81.
- 中久喜昭・谷本尚則・小島 博 1979b. 海中造林に関する研究(II). 徳島県水試事業報告(昭和54年3月). p. 82-86.
- 大野正夫・笠原 均・井本善次 1983. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究Ⅱ, 成体からの移植実験. 宇佐海洋生物センター研報 5: 65-75.
- 瀬戸口 勇 1978. 磯焼け漁場におけるガラモ場の造成について. 水産土木 15(1): 59-61.
- 新村 巖 1983. 南日本における藻場造成技術と問題点. 水産の研究 2(6): 67-71.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1980. カジメ群落維持に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料(122): 1-14.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1981. カジメ群落維持に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料(124): 1-13.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1983. カジメ群落域拡大に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料(143): 1-14.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1984. カジメ群落域拡大に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料(153): 1-19.
- 竹本憲治郎・高山繁昭・吉岡貞範・河本良彦・宮後富博 1984. 人工種苗による藻場造成. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和58年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 51-74.
- 谷口和也・山田税正 1978. 能登飯田湾における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 日本海区水研報告(29): 239-253.
- 谷口和也・原 素之・秋山和夫 1984. 内海性漁場における造林技術. 大型別枠研究 有用海藻研究グループ58年度レポート. p. 1-6.
- 谷口和也・原 素之・秋山和夫 1985. 内海性漁場における造林技術. 大型別枠研究 有用海藻研究グループ59年度レポート. p. 1-10.
- 谷口和也・原 素之・秋山和夫 1986. 内海性漁場における造林技術. 大型別枠研究 有用海藻研究グループ60年度レポート. p. 1-9.
- 山口県内海水産試験場 1974. 人工種苗によるアカモク藻場造成について. 栽培技研 3(1): 133-142.
- 山本秀一・児玉理彦・野口雄二・綿貫 啓 1986. 相模湾西部海域におけるカジメ場造成試験. 水産土

- 木 23(1): 13-18.
- 山内幸児 1983. 人工藻場造成に関する研究-V, ヤツマタモクの種苗移植による人工藻場造成試験. 兵庫県立水産試験場研究報告 (22): 66-77.
- YAMAUCHI, K. 1984. The formation of *Sargassum* beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH and *S. muticum* (YENDO) FENSHOLT. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50: 1115-1123.
- YOKOHAMA, Y., TANAKA, J. and CHIHARA, M. 1987. Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan. Bot. Mag. Tokyo 100: 107-112.
- 吉田忠生 1970. アラメの物質生産に関する 2, 3 の知見. 東北水研研報 (30): 107-112.
- 吉川浩二 1985. ホンダワラ藻場造成に関する研究-I. ヤツマタモク親藻移植による藻場造成. 南西水研報 (18): 15-23.
- 吉川浩二 1986. ホンダワラ藻場造成に関する研究-II. 人工採苗した幼体の移植と成熟親藻投入によるホンダワラ類の成長. 南西水研報 (20): 137-146.
- 吉川浩二 1987. ホンダワラ藻場造成に関する研究-III. 幼体集積法によるヤツマタモク群落の形成. 南西水研報 (21): 25-35.
- 吉川浩二・月舘潤一 1984. 人工基質投入による藻場の拡大. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和58年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 75-89.



**Hitoshi IIZUMI, Hiroyuki NAKAHARA and Isamu UMEZAKI:**  
**Nitrogen fixing blue-green algae at a coral reef**

*Key Index Words:* acetylene reduction—blue-green algae—coral reef—cyanobacteria—nitrogen fixation.

Hitoshi Iizumi, Otsuchi Marine Research Center, Ocean Research Institute, University of Tokyo, Akahama, Otsuchi, Iwate, 028–11 Japan

Hiroyuki Nakahara, Fishery Research Station, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Maizuru, Kyoto, 625 Japan (Present address: Laboratory of Fishery Resources, Department of Tropical Agriculture, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan)

Isamu Umezaki, Laboratory of Fishery Resources, Department of Tropical Agriculture, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan

Nitrogen fixation is a likely major source of nitrogen at tropical marine ecosystems which show high productivity at ambient low concentrations of nitrogenous nutrients. Previous investigations revealed that some blue-green algae (cyanobacteria) actively fix dinitrogen at coral reefs (MAGUE and HOLM-HANSEN 1975, WIEBE *et al.* 1975, POTTS and WHITTON 1977, POTTS 1980). It is observed that mats or turfs of blue-green algae cover a wide area of exposed surfaces such as coral debris or sediments. Organic production by these blue-green algae seems to be important for other organisms which cannot fix nitrogen.

At a tropical coral reef of Ponape (7°N 158°15'E), several turfs were collected from various parts of the reef and investigated for their nitrogen fixing ability.

Algal turfs were collected by divers. Each sample was rinsed with seawater and divided into two portions, one of which was fixed by formaldehyde for later microscopic observation. The other portion was used for nitrogen fixation assay by an acetylene reduction technique. Samples were put separately in incubation chambers (volume: 80 or 230 ml) together with HA Millipore filtered seawater (50 or 100 ml). Acetylene was injected to give the final concentration of ca. 20%, and the rest being air. Incubation was conducted in an outdoor flowing seawater bath (temperature: 28–30°C) under natural light conditions. At intervals, gas was sampled from the headspace of the chamber and acetylene and ethylene concentrations

were analyzed with a flame ionization gas chromatograph equipped with a 3 mm × 2 m column containing Chromosorb 104. Total nitrogen content of the sample used for acetylene reduction assay was measured by a CHN analyzer after drying at 80°C.

Single species of blue-green alga was found to form most of the turf communities collected from different parts of the reef. Many of them reduced acetylene (Table 1), irrespective of whether blue-green algae had heterocysts (*Dichothrix fucicola* and *Hormothamion entermorphoides*) or not. The one which did not show active acetylene reduction was a turf of *Lyngbya majuscula* (DILLW.) HARVEY mixed with *Microchaete vitiensis* ASKENASY, *Lyngbya nordgardhii* WILLE and *Nodularia sphaerocarpa* (BORN. et FLAH.) ELENKIN. Out of six communities of blue-green algae which reduced acetylene, four were new to the record of the activity in the field; *Dichothrix fucicola*, *Symploca hydroides*, *Hydrocoleum cantharidosmum* and *H. lyngbyaceum*. The highest rate was obtained by a community of a heterocystous alga, *Dichothrix fucicola* mixed with a small amount of *Spirulina subsalsa* OERSTED. It is not certain whether the activity was solely due to *D. fucicola* or not. Though nitrogen fixing bacteria other than blue-green algae attaching to the turfs could not be excluded, acetylene reducing activity was likely due to the blue-green algae which were the main constituent of the turf communities.

Acetylene reduction rates were comparable

Table 1. Acetylene reduction of blue-green algae communities at a coral reef.

Sample No.	Dominant species	nmol C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> mgN <sup>-1</sup> hr <sup>-1</sup>	
		Day*	Night*
# 1	<i>Dichothrix fucicola</i> (KUETZ.) BORN. et FLAH. with <i>Spirulina subsalsa</i> OERSTED	220	30
# 2	<i>Symploca hydroides</i> KUETZ.	30	0
# 3	<i>Hormothamnion entermorphoides</i> GRUNOW	90	0
# 4	<i>Hydrocoleum lyngbyaceum</i> KUETZ.	100	190
# 5	<i>Hydrocoleum cantharidosmum</i> (MONT.) GOMOT.	50	0
# 6	<i>Hydrocoleum cantharidosmum</i> (MONT.) GOMOT.	110	0

\* Acetylene reduction was measured under natural light conditions. Rates in the day and at night were measured during 0715-2030 and 2030-0715, respectively.

to those recorded for other blue-green algae at tropical reefs (0.53–220 nmol C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> mgN<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>, MAGUE and HOLM-HANSEN 1975; 4–18 nmol C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> mgN<sup>-1</sup>hr<sup>-1</sup>, POTTS and WHITTON 1977). It is not possible from our data to estimate ecological significance of nitrogen fixation at the study site. However, considering the coverage of turfs or mats of blue-green algae on various surfaces at the reef, it is suggested that the turf-forming blue-green algae play an important role in nutrient budget.

This work was conducted on Hakuho-Maru cruise KH-88-1, and supported by the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.

## References

- MAGUE, T. H. and HOLM-HANSEN, O. 1975. Nitrogen fixation on a coral reef. *Phycologia* 14: 87–92.
- POTTS, M. 1980. Blue-green algae (Cyanophyta) in marine coastal environments of the Sinai Peninsula; distribution, zonation, stratification and taxonomic diversity. *Phycologia* 19: 60–73.
- POTTS, M. and WHITTON, B. M. 1977. Nitrogen fixation by blue-green algal communities in the intertidal zone of the lagoon Aldabra Atoll. *Oecologia* 27: 275–283.
- WIEBE, W. J., JOHANNES, R. E. and WEBB, K. L. 1975. Nitrogen fixation in a coral reef community. *Science* 188: 257–259.

## 飯泉 仁<sup>1</sup>・中原紘之<sup>2</sup>・梅崎 勇<sup>3</sup>：珊瑚礁における窒素固定藍藻

ミクロネシア共和国ボナベ島の珊瑚礁で採集したマットを形成する藍藻について、その窒素固定活性（アセチレン還元活性）を測定した。活性は 30–220 nmol C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> mgN<sup>-1</sup>hr<sup>-1</sup> の範囲であった。野外で採取された試料について、窒素固定能を持つことが初めて確認された藍藻が 4 種見つかった。<sup>1</sup>028–11 岩手県上閉伊郡大槌町赤浜 2–106–1, 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター；<sup>2</sup>625 京都府舞鶴市長浜, 京都大学農学部附属水産実験所, 現在 京都大学大学院農学研究科熱帯農学専攻；<sup>3</sup>606 京都市左京区北白川追分町, 京都大学大学院農学研究科熱帯農学専攻

## 川嶋昭二：外国産コンブ目植物の漂着記録（5） クマデコンブとチシマゴヘイコンブについて\*

Shoji KAWASHIMA: Drifting records of alien species of the Laminariales (5).

*Laminaria dentigera* Kjellm. and *Laminaria platymeris* De la Pylaie\*

**Key Index Words:** drifting records—*Laminaria dentigera*—*Laminaria platymeris*—Phaeophyta—seaweeds.

Shoji Kawashima, Hiyoishi-cho 4-29-15, Hakodate, Hokkaido, 041 Japan

### (5) *Laminaria dentigera* Kjellman クマデコンブ

*Laminaria dentigera* は1889年に Kjellman がベーリング海のコマンドル諸島中のベーリング島から報告した掌状葉を持つ種 (digitate species) で、今日ではアラスカ湾東部から中部千島のウルップ島に至る北太平洋一帯に知られ (Nagai 1940, Druehl 1970), またサハリン島南西岸 (Tokida 1954) や北東部沿岸 (Vozzhinskaya 1964) からも記録されている。

著者がクマデコンブ *L. dentigera* と同定した漂着標本 (Fig. 1) は1983年10月23日に網走市ニツ岩から1 km ほど能取岬寄りの岩場で、多量の寄り藻の中から発見したものである。

葉体は葉の先がかなりすり切れたり、根もわずかしが残っていなかったが、全体としてまだ新鮮であり、色素も抜けた部分がなくて、漂流期間がそれほど長くはなかったことを思わせた。詳しく調べてみると、根は長さ 1-1.3 cm ほどで2-3回分岐した繊維状根が4本残っているだけで、そのほかは流失した時に付け根からちぎれたと思われる跡が見られた。

茎は長さ 16 cm, ほとんど全長にわたり円柱状で、直径 8 mm ほどあり、上端部でわずかに細まり、かつ扁平するだけで、上下の太さにも目立った差が見られない。また、質は柔軟、かつ弾力性に富む。横断面で表層直下に1列のやや不規則な長楕円形、紡錘形で、 $150 \times 50 \mu\text{m}$  から、時には  $300 \times 70 \mu\text{m}$  にも達する大きな粘液腔道が密に並ぶのが観察される。

葉はほとんど基部まで深く切れこんだ3枚の裂葉に分かれ、そのうち中央の1葉はさらに2回くり返して分かれ、先端まで残っている葉片は長さ 56 cm, 幅 5.3 cm ある。左右の2葉はいずれも基部から 25-35

cm ほどの所からすり切れたように切断されているが、幅は 10 cm ほどあって、おそらく葉長は相当に大きいものであったと想像される。葉の基部は Fig. 1 に示した写真では円く見えるが、これは乾燥標本作製の時に裂け目が少し広がったためで、生体の時はやや広くさび状であった。また、裂葉の縁辺は裂け目の跡がそのまま残ってざらざらしている。裂葉のかなりの部分は失われているが、おそらく全形は倒卵形または長楕円形のような形であったと考えられる。横断面では外皮層中に円形で、直径  $50 \mu\text{m}$  ほどの比較的小さい粘液腔道が1列に並ぶ。葉体の色は濃い褐色がかかったオリーブ色である。

上に挙げたこの漂着海藻の特徴には注目すべき点はいくつかある。まず、内部構造として、茎と葉の粘液腔道の大きさと形が著しく異なり、前者は非常に大きく細長いのに、後者は小さくて円い。このような粘液腔道を持つ digitate species については、すでに前報 (川嶋 1988) で述べたように、わが国の北方海域ではクマデコンブ、チシマゴヘイコンブ *L. platymeris* およびホソパチャセンコンブ *L. taeniata* の3種がある。ただ、このほかに外部形態の特徴として茎が長く、しかもほとんど全長にわたって円柱状で、扁平にならないこと、および葉の裂け目がいつまでも修復されずにざらざらしていることなどの諸点を考慮すると、この海藻は上記3種の中で最もクマデコンブに適合すると言える (Miyabe and Nagai 1932, Nagai 1940)。また、遠藤 (1911) の「海産植物学」の第95図に示されている「くまでこんぶ」の図と比較すると漂着海藻は多少若いように見えるが葉の形態などは非常に良く似ている。

この漂着物がさきに挙げた分布域のどの地方から由来したものかはもちろん確証はないが、ただ発見場所がオホーツク海沿岸の網走であること、多少の破損はあるものの全体として新鮮で、ほとんど色素が抜けた

\* 黒木宗尚博士追悼論文 Dedicated to the memory of the late Dr. Munenao KUROGI (1921-1988), Professor Emeritus of Hokkaido University.



Fig. 1. *Laminaria dentigera* Kjellman cast ashore near Hutatsu-iwa, Abashiri, Okhotsk Sea coast of Hokkaido. Collected on October 23, 1983, by S. KAWASHIMA.



Fig. 2. *Laminaria platymeris* DE LA PYLAIE cast ashore at Kiritappu, Hamanaka, eastern Pacific coast of Hokkaido. Collected on April 15, 1972, by S. KAWASHIMA.

ような部分もないことなどからみると、著者がすでに報告したオニワカメ（川嶋 1986）やエナガオニコンプ（川嶋 1987）と同じようにサハリン島南西端のクリリオン（西能登呂）岬附近から流れ着いたと考えるのが最も自然であろう。日本海から宗谷海峡を通してオホーツク海に抜けた対馬暖流は宗谷暖流と名を変じ、北海道沿岸に沿って沖合20カイリほどの間を流速1～1.5ノットの速さで流れると言う（小笠原 1985）。これに従って単純計算すると、クリリオン岬から網走まで約280 kmはわずか1週間足らずの最短漂流日数で到達できることになる。このほかに、サハリン島北東部沿岸に分布するとされる本種が、東カラフト海流に乗って運ばれて来た可能性も否定できない。冬季にオホーツク海北部のアムール川河口付近で発達した海氷が、この海流によってサハリン東岸を南下し北海道沿岸に接岸することを考えれば、沖合を漂流する大型海藻もその時の風次第では北海道の海岸に打ち上げられるチャンスはあると言えよう。ただ、サハリン島の *L. dentigera* に関する具体的な生物学的情報が非常に少なく、ここに紹介する漂着葉体の特徴を比較検討できる文献もないのは残念である。

#### (6) *Laminaria platymeris* DE LA PYLAIE チシマゴヘイコンブ

*Laminaria platymeris* は1829年に DE LA PYLAIE が記載した比較的古い digitate species の1種で、type locality はカナダ北大西洋沿岸のニューファウンドランド地方である。その後、北極海を含む北大西洋と北太平洋の一带からこれに類似する数種が記載されたが、SETCHELL (in SETCHELL and GARDNER 1925) はこれらの種類には互を区別すべき確実な特徴がないとし、これらを DE LA PYLAIE (1829) の *L. platymeris* に統合した。このように北極海を中心とした両大洋に分布するとされる本種は地域によって特徴に多少の差があって同定はかなり難しいものであると言えるようである。

宮部 (1902) が南千島のエトロフ島から得て、チシマゴヘイコンブと名付けたものは、当初、*L. ruprechtii* (ARESCH.) DE TONI に当てられていたが、後には SETCHELL の考えに従って *L. platymeris* に改められている (MIYABE and NAGAI 1932)。

さて、ここに示した漂着物 (Fig. 2) は1972年4月15日、著者が北海道東部太平洋沿岸の浜中町霧多布、湯沸（とうふつ）の海岸において打ち上げられたものを発見したものである。発見時は砂に半ば埋まりながら

もかなり乾燥した状態であった。

根は茎の下端 2.5 cm ほどの部分から20本あまり密集してやや縦列的に出、根元で直径 3 mm ほどあり、2~3 回分岐するが、先端の細い部分はほとんど切れて長さ 1.5-2.5 cm くらいしかない。根全体の大きさは直径 5-6 cm であるが、生時はずっと大きくてかなり強固であったと思われる。

茎は硬くて弾力性があり、長さ 31 cm、基部は円柱状で直径約 12 mm あり、上部に向かって細くなり、かつ次第に扁平し、上端近くで長径 5 mm、短径 3 mm ほどになり、急に広がって葉に連なる。横断面において表層の直下に密に並んだ長楕円形で大きさ 110-200×30-50  $\mu\text{m}$  ほどの大きな粘液腔道を有する。

葉は平滑、基部は円く、次第に上部に広がって全形は楕円状をなし、葉長は約 65 cm、葉幅は 26 cm ある。葉はほとんど基部近くまで縦に4裂し、各裂葉はさらに小葉片に分裂して掌状を呈する。裂葉の幅は 3.5-5 cm ほどあり小葉片は次第に細くなり先端はやや尖鋭となる。粘液腔道は外皮層中に多少密に1列に並び、直径 30-45  $\mu\text{m}$  ほどの円形をなす。

この漂着物も茎が長く、葉が比較的多くの裂葉に分かれて葉幅が広い点で前項のクマデコンブに非常に良く似ている。茎と葉における粘液腔道の形と大きさの特徴もまた両種共通している。ただ、漂着物の茎は基部の約3分の1は円柱状であるが、それより上に移るにつれてわずかずつ扁平し、上端ではほとんど扁平になる。このような特徴はクマデコンブのそれがほとんど全長にわたって円柱状であることと大きく異なる点である。このような茎の特徴を手掛りにして種を検索すると、この漂着物は MIYABE and NAGAI (1932) に記述されているチシマゴヘイコンブ *L. platymeris* によく一致する。

チシマゴヘイコンブの千島列島における南限はエトロフ島で北海道から比較的近いところまで生育していると言える。他方、このコンブはサハリン島その他のオホーツク海北部一帯からは発見の記録がない。漂着物の発見された浜中町の地理的位置から見ると、このコンブはエトロフ島など千島列島中の生育地から、列島沿いに北海道沿岸に南下してくる道東沿岸流(小笠原 1985)によって運ばれて来たものと考えられる。

チシマゴヘイコンブの従来の漂着記録としては1981年7月4日に浜中町藻散布(もちりっぶ)にオニワカ

メヤゴヘイコンブと一緒に漂着したことを報じた北海道新聞の記事がある(7月6日付)。これらの漂着物は北海道立釧路水産試験場に保存されていたが、1987年7月に著者が同場で調べた時には残念ながら本種の標本のみは発見できず、どのような葉体か確認することはできなかった。今のところ、ここに紹介した以外の記録はないように思われる。

文献のお世話をいただいたカリフォルニア大学バークレー校 John A. WEST 博士にお礼申し上げる。

## 文 献

- DE LA PYLAIE, A. J. M. B. 1829. Flore de l'île de Terre-Neuve et des île Saint Pierre et Micon. Paris. p. 1-128.
- DRUEHL, L. D. 1970. The pattern of Laminariales distribution in the northeast Pacific. *Phycologia* 9: 237-247.
- 川嶋昭二 1986. 外国産コンブ目植物の漂着記録 (2) オニワカメについて. *藻類* 34: 332-333.
- 川嶋昭二 1987. 外国産コンブ目植物の漂着記録 (3) エナガオニコンブについて. *藻類* 35: 231-232.
- 川嶋昭二 1988. 外国産コンブ目植物の漂着記録 (4) チシマサツマタコンブについて. *藻類* 36: 55-56.
- KJELLMAN, F. R. 1889. Om Beringhafvets Algflora. Kongl. Svenska Vet. Akad. Hand. 23(8): 1-58.
- 宮部金吾 1902. 昆布科. p. 1-60. 北海道水産調査報告, 巻之三, 昆布採取業. 北海道殖民部水産課.
- MIYABE, K. and NAGAI, M. 1932. On *Hedophyllum Bongardianum* (Post. et Rupr.) YENDO and five species of *Laminaria* from the North Kuriles. *Tras. Sapporo Nat. Hist. Soc.* 12(4): 194-204.
- NAGAI, M. 1940. Marine algae of the Kurile Islands I. *Jour. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ.* 46(1): 1-137.
- 小笠原淳一 1985. 北海道近海の海洋構造について. p. 2-8. 育てる漁業 (150). 北海道栽培漁業振興公社.
- SETCHELL, W. A. and GARDNER, N. L. 1925. The marine algae of the Pacific coast of North America, III. Meranophyceae. Univ. Calif. Press. p. 387-898.
- TOKIDA, J. 1954. The marine algae of southern Saghalien. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 2(1): 1-264.
- VOZZINSKAYA, V. B. 1964. Macrophytes of the Sakhalin Sea coast (translated and published by U. S. Naval Oceanographic Office, Washington, D.C., 1969). p. 1-139.
- 遠藤吉三郎 1911. 海産植物学. 博文館, 東京.



## 西澤一俊：第13回国際海藻シンポジウム見聞記

### Kazutosi NISIZAWA: A record of the attendance at the XIII International Seaweed Symposium held in Canada

第13回国際海藻シンポジウム (XIII ISS) は、1989年8月13日から同18日まで6日間にわたり、カナダの Vancouver 市の British Columbia 大学で行われた。この国際会議は、筆者が以前にも本誌に紹介したように、海藻（設立当初は主にマクロ藻）に関する利用研究が主軸をなし、それに関連する基礎および応用の研究につき、各国の研究者が3年に一度会合し、業績発表を行い、討論し、また発表を希望しない者にもできるだけ多数参加してもらうよう広く呼びかけ、その回に出席した人はすべて次のシンポジウムが行われるまで ISS の正会員とした。一方では、この会の運営や開催に積極的に関心をもつ10人前後の、各国から依頼選出された、国際諮問委員会 (International Advisory Committee, IAC) の委員が全体の世話をし、委員会の運営は、委員長と事務局を係を中心に、主にシンポジウム開催期間中に委員会の責任で行ってきたが、寄付金集めのことなどもあり、第9回 ISS (Santa Barbara) の頃から IAC が主体となって作った国際海藻協会 (International Seaweed Association, ISA) に一応全体会議の指導性を持たせることになった。

歴史的にみると、1952年夏にスコットランドの Edinburgh で第1回 ISS が開かれて以来、適当な国々で順番に3年に一回ということで開催され、日本では1971年の夏に札幌市で開かれた。今回はその13回目の催しという訳である。日本の委員は今回は筆者と東京水産大学の有賀祐勝教授の2人であったが、筆者は既に3回にわたって委員を務めたので、今回で辞任した。

委員会は会期中頻繁に行われ、ある時は研究発表の始まる前に1時間も協議し、夜も研究発表終了後ほとんど毎日のように行われ、ある時には昼食をしながら話し合ったこともあった。

今回は特に問題が多かった。ノルウェーの A. Jensen 教授の後を受けてカナダの J. McLachlan 教授が委員長になって運営されたが、次の委員長の選出と開催国の決定に大分時間がかかったし、また、第9回 ISS (Santa Barbara) の時アメリカが主になって ISS より広い藻 (algae) 全体を対象とした国際学会を作る

べきで、そうすれば ISS もその一部となり、藻類研究のまとまった国際学会がやれるという考えの下に、International Phycological Congress (IPC) を作り、1983年に Newfoundland で始めて以来、これも3年毎に開催され、1994年には中国で第5回 IPC を行う予定までに進行している。ISS の方は相変わらず続けているので、ISS と IPC の両方に参加する人は2年続けて国際学会に出席しなくてはならない羽目になる。そこで、IPC が5回目 (1994)以降4年おきに、ISS は14回目 (1992)以降4年おきに開催すれば、恒久的に2年おきにいずれかが開催され、出席者にも便利になるという考え方があり、特にハワイ大学の Doty 教授は強い意見だが、ISS 側では、37年もの歴史があり、それが4年おきになると間が長過ぎるので、従来通りで良いという意見も強く、まだ合意に至っていない。

ISS の次回第14回は1992年フランスの Brittany の Brest と St. Malo の大学で行う予定に決まり、その次はとにかくチリーで行う予定となった。McLachlan 委員長の後任はチリーの B. Santelices 教授と決まった。また、IAC 委員の任期は基本的には9年間にしようということになった。

今回の講演件数は約210、ポスター発表は約25 (日本における海藻製品の展示も含む)、特別講演1 (Donald Renn: 海藻多糖を中心に生物工学で行う DNA 変換の原理の平易な解説) であった。昼間のミニシンポジウム (カッコ内は Convener) として、微細藻 (E. Laws)、養殖 (C. Yarish)、分類 (C. Bird)、生物活性物質 (Y. Shimizu)、プロトプラスト (D. Cheney)、黄金色藻 (P. Harrison) などの6件が行われた。夜の部は筆者には不明。閉会式においては、研究利用面や運営などに功績のあった人々の表彰なども行われた。

全体の出席者数は、正確には筆者には不明であるが、400名近くはあったと思う。日本からは、同伴者を除いても約40名の人が参加した。第9回の Santa Barbara や第11回の青島大会に次ぐ大勢の海外遠征ということになろう。そのうち半数に近い方々の研究発表があった。

会期中の中日の水曜日は休講で、ビクトリア見物、Vancouver 北海岸とライ鳥山、市内観光、船旅行、Royal Hudson 蒸気機関車 Squamish 旅行（筆者はこれに参加）、徹夜の海藻採集など多種多様の小旅行が催された。また、2 回ほど行われた夜の大宴会もあった。

一つは市内にある科学博物館様の建物で行われたが、何といても最後の夜の大学キャンパスの外れにある海に面した人類学博物館の裏庭で行われた鮭のバーベキューや民族踊りを混じえた夕食会は印象的であった。

（176 東京都練馬区向山3-10-4）

有賀祐勝：韓日藻類学シンポジウム（1989年11月22-25日）

Y. ARUGA: Korea-Japan Symposium on Phycology,  
22-25 November 1989, in Seoul, Korea

韓国藻類学会と日本藻類学会との協力で標記シンポジウムが韓国ソウルで開催された。参加者は、日本からは21名（同伴者を除く）、韓国からは61名であった。日本からの参加者は大部分の人が11月22日にソウルに到着し、会場となった Hotel Lotte World で同日夕方までに登録を済ませた。19時からは同ホテルで夕食会があり、日韓両国の藻類研究者のなごやかな交流が始まった。

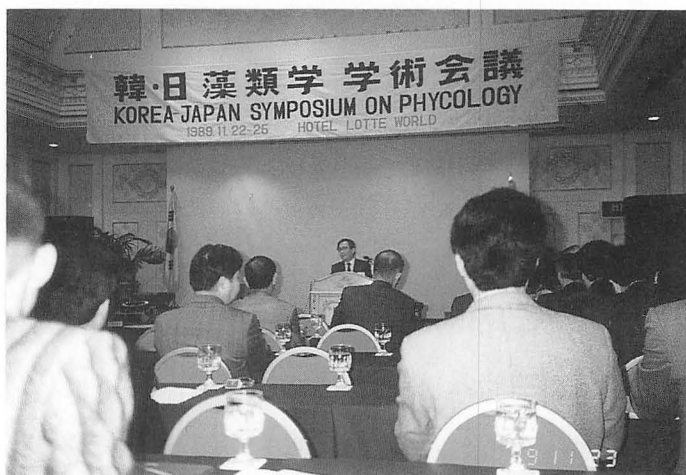
11月23日には、9時から開会式が行われ、Jun CHUNG 韓国藻類学会会長および小林弘日本藻類学会会長の挨拶があった。引続き9時20分から学術研究発表に入り、両国の参加者が交代で座長を務めながら、(1) Brown algae: Taxonomy, cultivation and ecology, (2) Vertical distribution and adaptation, (3) General taxonomy of algae の3セッションがコーヒープレイクと昼食などをはさみながら進行し、研究発表と活発な討論が行われた。また、同日夜には、「若手研究者」を中心とした非公式の集まりがもたれた。私は参加できなかったが、韓国語、日本語、英語を交えた熱っぽい交流が遅くまで続けられたとのことである。

11月24日は、やはり9時から研究発表が始まり、(4) Taxonomy and ecology of microalgae, (5) Culture

technique, (6) Utilization of algae, (7) Red algae: Morphology and life histories の4セッションがあり、コーヒープレイクと昼食などをはさんで前日と同様に発表に続いて熱心な討論が行われた。結局、2日間にわたって、後に示すような31題の研究発表があった。

研究発表終了後、本シンポジウムに関する総合討論が行われ、種々の意見交換があったが、今後もこのようなシンポジウムを継続して開催したいとの意向が強く述べられた。結局、毎年開催というのは大変であろうから2年または3年に1回くらいを目途に、次回は日本での開催を検討することになった。

2日間の研究発表の日程を無事に終り、19時から閉会式を兼ねた夕食会が韓国植物学会の御好意で催された。コンビーナーとして本シンポジウムの世話を仰せつかったソウル大学の In Kyu LEE 教授と私が閉会の挨拶を行ない、私は特に韓国の参加者の皆さん、本シンポジウムの実現のために多大の労をとられた In Kyu LEE 教授ならびに Jun CHUNG 会長、とりわけ In Kyu LEE 教授のもとでシンポジウムの準備と運営に協力された方々に対し心からの感謝を表明するとともに、本シンポジウムに対して援助をおしめなかった Lotte Group; Ministry of Education, Korea; Korea



Opening of the Korea-Japan Symposium on Phycology.

Science and Engineering Foundation などにも感謝の意を表した。韓国の皆さんの心づくしの料理とアルコールを味わいながら、参加者の歓談は続いた。

11月25日には、本シンポジウム計画の当初に予定されていたエクスカージョンができなくなったので、Lotte World 中にある民俗村を案内してもらい、韓国の人々の生活や習慣の歴史について説明を受け、正午近くで解散となった。日本からの参加者は一部の人を除き同日午後の飛行機で帰国した。

本シンポジウムは、日韓両国の藻類研究者が初めて一堂に会して行われたものであり、両国藻類学界の歴史に残るものとなるであろう。両国からの参加者が第三国の言葉である英語を共通語としてシンポジウムを進めなければならないことは奇妙であり、また不幸でもあると思われるが、近接した隣国でありながら、このような交流の機会をもてなかった過去を反省し、今後引き続き学術交流が行われて両国の藻類学界が発展することを期待したい。これは、何も韓国だけを対象とした問題ではなく、広くその他の近隣諸国を対象としても言えることであろう。

#### 研究発表者および標題 (\*は招待発表)

- \*T. YOSHIDA: Taxonomy of *Sargassum* (Discussion by S. A. Yoo)
- \*Y. P. LEE: Taxonomy of Elachistaceae (Discussion by T. YOSHIDA)
- S. KIRIHARA, M. NOTOYA and Y. ARUGA: Cultivation of *Laminaria japonica* at Hachinohe, Aomori Prefecture
- \*I. K. CHUNG and J. A. LEE: Heavy metals in seaweeds (Discussion by ARUGA)
- \*Y. YOKOHAMA: Vertical distribution and photosynthetic pigments of marine green algae (Discussion by Y. H. KIM)
- N. KATAYAMA and M. SAITOH: The influence of temperature shift on the photosynthesis of two marine macro-benthic algae, *Cladophora densa* and *C. opaca*
- M. MAEGAWA: Vertical distribution and light adaptation of red algae
- \*C. H. KOH, N. SUNG, I. AHN and S.-H. OH: Algal zonation and seasonality in the subtidal area at Ohori, east coast of Korea (Discussion by Y. YOKOHAMA)
- M. NOTOYA and Y. ARUGA: Vertical distribution of several species of macroalgae (Phaeophyta) along the coasts of Aomori Prefecture
- Y. H. KIM and T. A. NORTON: Combined effects of salinity and temperature upon the germination and early growth of *Fucus ceranoides* L. in culture
- I. SHIHARA-ISHIKAWA: Spatial and temporal organization of micro-tubules in the cyst formation of *Acetabularia caliculus* QUOY et GAIMARD
- S. TAKESHITA, T. NAKANO and Z. IWATSUKI: Taxonomic studies on phycobionts (lichen algae) in Japan
- T. NAKANO and S. HANDA: Taxonomic studies on corticolous algae in Japan
- Y. S. OH and I. K. LEE: Some taxonomic characters of *Cladophora gracilis* and *C. stimpsonii* (Cladophorales, Chlorophyta) from Korea
- N. SAGA: Biotechnology in marine algae
- \*Y. K. CHANG: Taxonomic study of *Scenedesmus* (Discussion by H. KOBAYASI)
- J. H. LEE: The diatom genus *Roperia*: *R. jinhaensis* sp. nov. from Korean waters
- K. KATOH: Succession of diatom assemblage in Lake Tairo-ike, Miyakejima Island
- M. IDEI and M. CHIHARA: Laboratory culture and observation of sexual reproduction in *Melosira*
- \*H. KOBAYASI and S. MAYAMA: Evaluation of water quality by diatoms (Discussion by K. LEE)
- S. H. KANG: Diatom species composition and abundance in water column assemblages from five drill sites in Prydz Bay, Antarctica, Ocean Drilling Program Leg 119: Distributional patterns
- \*M. TATEWAKI: A simple method of seaweed axenic culture (Discussion by S. M. BOO)
- S. YOO, S. PAE and S. H. KIM: A new dialysis culture technique for ecotoxicological assay
- \*A. MIURA and J.-A. SHIN: Cross-breeding in cultivars of *Porphyra yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta) — A preliminary report (Discussion by J. R. KIM)
- M. OKAZAKI: Alginic acid in red algae
- S. A. YOO and K. S. LEE: Structure, localization and metabolism of PHB and poly-P in blue-green algal cells
- S. KUMANO: Freshwater species of the genus *Ballia* (Rhodophyta)
- Y. HARA, T. IKAWA and M. CHIHARA: A taxonomic study of *Porphyridium* and related algae (Porphyridiales, Rhodophyta)
- \*G. H. KIM and I. K. LEE: Unusual life history of *Antithamnion sparsum* TOKIDA and *Platythamnion yezoense* INAGAKI in culture (Discussion by Y. HARA)
- H. S. KIM and I. K. LEE: The red algal genus *Gymnophycus* (Ceramiales, Ceramiales) from Korea
- H. Y. YUN and J. A. WEST: Comparative studies on the culture and hybridization of *Polysiphonia acuminata* from California and *P. japonica* var. *japonica* from Korea



Participants of the Korea-Japan Symposium on Phycology.

#### 日本からの参加者

有賀祐勝, 原 慶明, 出井雅彦, 石川依久子, 伊藤寛, 片山舒康, 加藤和弘, 桐原慎二, 小林 弘, 熊野茂, 前川行幸, 三浦昭雄, 中野武登, 能登谷正浩, 岡崎恵視, 嵯峨直恒, 申 宗岩, 竹下俊治, 館脇正和, 横浜康継, 吉田忠生

#### 韓国の参加者

Sun Sook ANN, Sung Min BOO, Yoon Kyung CHANG, Se-Uk CHEON, Do Sung CHOI, Ho Sung CHUNG, Ik Kyo CHUNG, Jun CHUNG, Mi Sook HWANG, Bang-Ook JUN, Sung-Ho KANG, Chong Wook KIM, Do Han KIM, Eun-ah KIM, Gwang Hoon KIM, Hak Gyoon KIM, Hyung Geun KIM, Hyung-Seop KIM, Kwang Yong KIM, Jee

Hwan KIM, Jong In KIM, Joong-Rae KIM, Mikyong KIM, Young Hwan KIM, Suk-hyn KIM, Shin Za KO, Chul-Hwan KOH, Nam Pyo KOH, Hae Bok LEE, In Kyu LEE, Jae Wan LEE, Jin Ae LEE, Jin Hwan LEE, Jong-Hwa LEE, Jung Ho LEE, Kisung LEE, Ki Wan LEE, Kyung LEE, Mun-Ho LEE, San Kun LEE, Wook Jae LEE, Yong Pil LEE, Byong Geon OH, Sang-Hee OH, Yoon Sik OH, Sejin PAE, Hae-Kyung PARK, Seon Hong PARK, Yeon Suk PARK, Jae Keun RYU, Dong Ju SEO, Hyun Chool SHIN, Woong Ghi SHIN, Young-chul YANG, Jong Su YOO, Kwang-Il YOO, Jong Su YOO, Sinjae YOO, Soon-Ae YOO, Ha Yong YOON, Tai Sup YOON

(アルファベット順)

徳田 廣\*・小河久朗\*\*・福代康夫\*:

新崎盛敏先生のご逝去を悼む

Hiroshi TOKUDA\*, HISAO OGAWA\*\* and Yasuwo FUKUYO\*:

Seibin ARASAKI (1912–1989) in memory



東京大学名誉教授農学博士新崎盛敏先生は、平成元年10月26日早朝、肝不全のためご逝去されました。享年77才でした。ここに深く哀悼の意を表します。

先生は明治45年5月28日沖縄県に生れ、沖縄県師範学校付属小学校、沖縄県立第一中学校、第七高等学校造士館理科甲類を経て、東京帝国大学農学部水産学科をご卒業後、直ちに財団法人三井海洋生物研究所研究員を半年にわたり嘱託され、昭和11年9月東京帝国大学助手に任ぜられて農学部付属水産実験所に勤務されました。昭和23年11月東京大学助教授に補され、農学部勤務され、昭和39年4月同教授に就任し、水産海洋学講座を担当されました。昭和48年4月停年により退官され、同年5月東京大学名誉教授の称号を授与されました。同年4月からは、日本大学農獣医学部教授に就任され、昭和54年3月に退職されました。すなわち、40有余年の永きにわたり、国立・私立の両大学において、水産植物学、水産海洋学、水産生物学などの分野において、研究と教育にご尽力されました。

東京大学在職中に、東北大学、静岡大学、神戸大学、日本大学などの講師も併任あるいは嘱託されましたが、学内にあっては学科主任、課程主任、農学部付属水産実験所長をはじめ各種の委員を歴任され、大学の運営に尽されました。学外では、日本学術会議、文部省、通産省、科学技術庁などの各委員および講師、日本水産学会年会大会委員長、日本海難防止協会水質汚染対策委員会会長として、学術の発展に尽すとともに、科学行政の振興に大きく貢献されました。また、学識経験者と民間会社とによる研究グループ・海藻魚礁研究会会長に在任中でありました。

先生は、水産植物の養殖、発生、生理、生態の研究において、数多くの優れた業績をあげられましたが、なかでも、学位論文となりました「アサクサノリの腐敗病に関する研究」(昭和22年)は、わが国特有のアマノリ養殖において、従来より大きな障害となっていた病害を解明された研究であり、その後のご研究と相まって、水産植物病理学という新たな学問分野を世界に先駆けて創設されました。また水産植物分類学においても造詣の深いひとりであり、アオサ科、ウシケノリ科をはじめ、先生の故郷沖縄に多く生育するカサノリ科の分類には一家言をお持ちでした。

先生は、このような深い学識に加え、高潔なご人格も兼ね備えられ、学問研究に専心されながらも、人間味溢れる恩情をもって後進の指導にあたられました。先生のご薫陶を受けた弟子はわが国のみに留まらず、海外からの研究者、学生にまで及び、彼らは今広く世界で活躍しております。また海外の藻類学者との交際も多く、なかでもドイツの Fritz Gessner 博士、アメリカの Luigi Provasoli 博士、同 Maxwell S. Doty 博士らとはご家族ぐるみのお付き合いをされておりました。かくのごとく、先生には永年にわたり優れた研究業績をあげられるとともに、幾多の有為な人材を育成され、学会、教育界、さらには産業界の発展に尽力されました。そのご功績に対し、ご命日の平成元年10月26日付にて正四位に叙せられ、勲三等瑞宝章をおくられました。

終りに先生の研究業績の概要を紹介し、心よりご冥福をお祈り致します。

(\*113 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学農学部水産学科, \*\*980 仙台市堤通兩宮町1-1 東北大学農学部水産学科)

## 研究業績概要

### I 著 書

1. 新崎盛敏他 (共著): 水産学集成. 東京大学出版会. 1957.
2. 新崎盛敏: 原色日本海藻検索図鑑. 北隆館. 1964.
3. S. ARASAKI (共著): Cultures and Collections of Algae. Japan. Soc. Plant Physiol. 1966.
4. 新崎盛敏 (共著): 東大公開講座「うみ」. 東京大学出版会. 1972.
5. 新崎盛敏 (共著): のりの病気. 恒星社厚生閣. 1973.
6. 新崎盛敏・堀越増興・菊池泰二: 海藻・ベントス. 東海大学出版会. 1976.
7. 新崎盛敏・新崎輝子 (共著): 海藻のはなし. 東海大学出版会. 1978.
8. S. ARASAKI and T. ARASAKI: Vegetables from the Sea. Japan Publication Inc. 1983.

### II 論 文

1. 新崎盛敏: スジノリの生活史に就いて (予報). 植物学雑誌 51. 1937.
2. 新崎盛敏: 緑藻ホソエガサの発生, 生長に及ぼす光の影響に関する二, 三の実験. 水産学会報 8(3/4). 1941.
3. 新崎盛敏: フトモズク *Tinocladia crassa* (OKAMURA) KYLIN の生活史に就いて. 日本水産学会誌 10. 1941.
4. 新崎盛敏: ホソエガサの生活史に就いて. 植物学雑誌 56. 1942.
5. 新崎盛敏: イロロ *Ishige foliacea* OKAMURA の生活史に就いて. 植物学雑誌 57. 1943.
6. 新崎盛敏: アオサ科及びヒトエグサ科植物の胞子の発芽に就いて. 生物 1(5-6). 1946.
7. 國枝 溥・新崎盛敏: セイヨウハバノリ及びハバモドキの生活史. 生物 2(6). 1947.
8. 新崎盛敏: アサクサノリの腐敗病に関する研究. 日本水産学会誌 13. 1947.
9. 新崎盛敏: ニセモズク, クロモ及びシワノカワ

の生活史に就いて. 生物 3. 1948.

10. 新崎盛敏: アサクサノリの腐敗病に関する研究. 日本水産学会誌 13. 1947.
11. 新崎盛敏: 伊勢・三河湾産フクロフノリの生態学的研究 (I). 日本水産学会誌 13. 1948.
12. 新崎盛敏: ウイキョウモ *Dictyosiphon foeniculaceus* の生活史とその系統的関係について. 植物学雑誌 62. 1949.
13. 新崎盛敏: 伊勢・三河湾産フクロフノリの生態学的研究 (II). 日本水産学会誌 14. 1949.
14. 新崎盛敏: 伊勢・三河湾のヒトエグサに就いて. 日本水産学会誌 15. 1949.
15. 新崎盛敏: アマモ, コアマモの生態 (I). 日本水産学会誌 15(10). 1950.
16. 新崎盛敏: アマモ, コアマモの生態 (II). 日本水産学会誌 16(2). 1950.
17. H. KUNIEDA and S. ARASAKI: On the *Eisenia* found in Japan. 7th Pacific Sci. Congr. 5. 1953.
18. 新崎盛敏: 海藻胞子の発芽, 生育に及ぼす光の影響に関する二, 三の実験. 日本水産学会誌 19(4). 1953.
19. 新崎盛敏・野沢治治: サメズグサの生活史とその分類上の位置について. 藻類 1(1). 1953.
20. 新崎盛敏: アラメについて. 藻類 1(2). 1953.
21. 新崎盛敏: マリモの球団形成と繁殖に関する観察. 科学 23(2). 1953.
22. 新崎盛敏: アサクサノリの生活史. 科学 24(2). 1954.
23. 新崎盛敏: アサクサノリの科学的栽培. 科学 24(2). 1954.
24. 新崎盛敏: アサクサノリの病害とその対策. 植物防疫 10. 1956.
25. 新崎盛敏・藤山虎也・斉藤雄之助: アサクサノリ胞子の付着と海況について. 日本水産学会誌 22(3). 1956.
26. 新崎盛敏: アサクサノリの品種別と育種. 水産増殖 4(4). 1957.
27. 新崎盛敏: アオノリ類駆除と病気に対する問題点. 水産増殖 4(4). 1957.
28. 新崎盛敏・野沢治治・三宅 真: 病原性水生糸状菌の生理生態に関する研究—I. 日本水産学会誌 23(9). 1958.
29. 新崎盛敏・野沢治治・三宅 真: 病原性水生糸状菌の生理生態に関する研究—II. 日本水産学会誌 23(10). 1958.

30. 新崎盛敏・野沢治治：除藻剤 Delrad について。日本水産学会誌 23(10). 1958.
31. 新崎盛敏：海藻類の生育と水温 (I). 水産増殖 5(4). 1958.
32. 新崎盛敏：海藻類の生育と水温 (II). 水産増殖 6(2). 1958.
33. S. ARASAKI and I. SHIHARA: Variability of morphological structure and mode of reproduction in *Enteromorpha linza*. Japan. J. Bot. 17(1). 1959.
34. 新崎盛敏：アサキサノリの生活史。遺伝 13(2). 1959.
35. 新崎盛敏：アマノリ類に寄生する壺状菌について。日本水産学会誌 26. 1960.
36. 新崎盛敏・井上見男・河内康伸：ノリの病害、特に1959年漁期東京湾奥部でみられた癌腫病・壺状菌病について。日本水産学会誌 26. 1960.
37. 新崎盛敏：アサキサノリの人口養殖に関する研究 III. ノリ赤腐れ病について。農電研究所報告 3. 1962.
38. 新崎盛敏：緑藻カサノリ *Dasycladales* の生物学。海洋科学 8. 1966.
39. 徐 明德・徳田 廣・新崎盛敏：潮間帯藻類の光合成リズムに関する 2, 3 の実験特にウスバアオノリについて。日本プランクトン研究連絡会報 松江博士記念号. 1967.
40. M. OHNO and S. ARASAKI: Pigments in spores and thallus of *Ulva pertusa*. Inf. Bull. Plankt. Japan, Comm. No. of Dr. Y. MATSUE. 1967.
41. S. ARASAKI, K. AKINO and T. TOMIYAMA: A comparison of some physiological aspects in a marine *Pythium* on the host and on the artificial medium. Bull. Misaki Marine Biol. Inst. Kyoto Univ. 12. 1968.
42. 大野正夫・新崎盛敏：海藻類胞子に対する暗処理の検討。藻類 17(1). 1969.
43. 新崎盛敏：海中公園と海藻景観。沿岸海洋研究ノート 8(1). 1970.
44. 新崎盛敏：ノリ養殖技術と沿岸海洋学の接点、特に近年のノリ作柄とノリ場環境からみて。沿岸海洋研究ノート 10(1). 1972.
45. 池森雅彦・新崎盛敏：海藻の光合成色素 I. 緑藻類と海草類に含まれるクロロフィルとカロチノイドの二次元ペーパークロマトグラフィーによる分離。藻類 25(2). 1977.
46. 徳田 廣・新崎盛敏：石油汚染が海洋生物に及ぼす影響の基礎的研究—I. 流出油乳化剤の植物プランクトンに対する致死作用。日本水産学会誌 43(1). 1977.
47. 田島迪生・池森雅彦・新崎盛敏：アワビに含まれる餌料藻起源の色素—I. 緑藻類を餌料としたアワビの貝殻に含まれる色素の分析。日本水産学会誌 46(4). 1980.
48. 田島迪生・池森雅彦・新崎盛敏：アワビに含まれる餌料藻起源の色素—II. アワビの各器官に含まれる色素の特性。日本水産学会誌 46(5). 1980.
49. 佐野 修・池森雅彦・新崎盛敏：ホソエガサの能登半島における分布と生態。藻類 29(1). 1981.
50. S. ARASAKI: A comparison of the phenology of intertidal *Porphyra* on the coast of Japan and western North America. Proc. 8th Int. Seaweed Symp. 1981.
51. 新崎盛敏：物語日中昆布史 1, 2. 水産の研究 2. 1983.
52. S. ARASAKI: A new aspect of *Ulva* vegetation along the Japanese coast. Hydrobiologia 116/117. 1984.
53. 新崎盛敏：アラメ, カジメ。海洋科学 186. 1985.



## — 学 会 録 事 —

### 1. 韓日藻類学シンポジウム

1989年11月22日～25日、韓国ソウル市のホテル・ロッテワールドで開催された。韓国の参加者は61名、

日本からは22名（同伴者を除く）が参加した。詳細は本号76ページ参照。

## — 会 員 移 動 —

### 新 人 会

## 住 所 変 更

## 退 会

岡部作一（神奈川県）

## お 知 ら せ

第4回国際藻類学会 (Fourth International Phycolological Congress) は、1991年8月4-10日に米国ノースカロライナ州の Duke University で開催されます。参加申込締切は1991年2月1日ですが、詳細はセカンドサーキュラーで知らされます。セカンドサーキュラー

をもらうためには本年4月15日までに予備登録をする必要があります。予備登録の用紙と若干の情報がりますので、必要な方は御連絡ください。

（東京水産大学 有賀祐勝）

会 告

日本藻類学会第14回大会プログラム  
(1990)

学会会長 小林 弘

大会会長 坪 由 宏

会 期 1990年3月29日(木)～3月30日(金)  
会 場 神戸大学教養部

## 日本藻類学会第14回大会プログラム

## 第1日目(3月29日)

9:05 大会会長挨拶 坪 由 宏

## 講 演(午前の部)

- 9:15 (1) 日本産ホソバセイヨウハバノリ (*Petalonia zosterifolia*) について  
○小亀一弘・川井浩史(北大・理・植)
- 9:30 (2) 下北半島における褐藻ムチモ(ムチモ目)の配偶体の性比について  
○北山太樹・川井浩史・吉田忠生(北大・理・植)
- 9:45 (3) 日本産褐藻ウスバオオギ(*Syringodermatales*)の分類と生活史  
○川井浩史\*・山田家正\*\*(\*北大・理・植, \*\*小樽商大・一般教育・生物)
- 10:00 (4) 褐藻・アラメとカジメ胞子体の初期形態形成  
寺脇利信(電力中央研究所)
- 10:15 (5) 褐色カジメの子嚢斑形成について  
○倉島 彰\*・横山康継\*\*・有賀祐勝\*(\*東水大・藻類, \*\*筑波大・下田臨海)
- 10:30 (6) 海藻数種からのプロトプラスト分離の試み  
○桑野和可・有賀祐勝(東水大・藻類)
- 10:45 (7) ネコアシコンブ(コンブ目)の葉の形態  
川嶋昭二
- 11:00 (8) 青森県大間産マコンブの天然および移植藻体の生長  
○能登谷正浩\*・桐原慎二\*\*・有賀祐勝\*(\*東水大・藻類, \*\*青森県水産増殖センター)
- 11:15 (9) 富山湾深層水によるコンブ栽培試験  
藤田大介(富山県水試)
- 11:30 (10) ポリアミンの分布からみた温泉藻イデユコゴメの系統  
○長島秀行\*・浜名康栄\*\*・福田育二郎\*(\*東京理科大, \*\*群馬大医療短大)
- 11:45 (11) 藍藻 *Microcystis aeruginosa* (s. lat.) の酵素多型と、その分類学的意義  
○加藤辰己\*・渡辺真利代\*\*・渡辺眞之\*(\*国立科学博物館, \*\*都立衛研)
- 12:00~13:00 (休 憩)

## 講 演(午後の部)

- 13:00 (12) 緑藻アオアオサにおける酵素多型の分類学的解析  
○土井考爾・原 慶明・千原光雄(筑波大・生物)
- 13:15 (13) 恵比寿島(静岡県下田市)におけるアナアオサ(*Ulva pertusa*)の形態変異  
○神谷充伸・土井考爾・原 慶明(筑波大・生物)
- 13:30 (14) 長崎産ボタンアオサの異なる2型の発生タイプと生活史について  
○飯間雅文・右田清治(長崎大・水産)
- 13:45 (15) 高知県下四万十川のスジアオノリに関する冬ノリと春ノリの生態的特性  
○渡辺里香・大野正夫(高知大・海洋生物センター)
- 14:00 (16) アイノコイトモ及び数種の水草による藍藻類 *Anabaena cylindrica* に対するアレロパシー作用  
○綿貫知彦・貝瀬利一(神奈川県衛研)
- 14:15 (17) ネパール産の緑藻, *Astrephomene* (アストレフォメネ科) と *Pyrobotrys* (スポンデロモルム科) について  
野崎久義(慶応義塾高)

- 14 : 30 (18) ブナ林の樹皮着生藻類  
○半田信司\*・中野武登\*\* (\*広島県衛連, \*\*廣大・理・植)
- 14 : 45 (19) 地衣類ノルマンゴケ (*Normandina pulchella*) から分離された共生藻  
○竹下俊治・中野武登・岩月善之助 (廣大・理・植)
- 15 : 00 (20) 津久井湖における植物プランクトンの季節的消長  
○斉藤昭二\*・有賀祐勝\*\* (\*神奈川県水道局, \*\*東水大・藻類)
- 15 : 15 (21) 中国総合養魚池での植物プランクトンの動態 (予報)  
○高村典子\*・叶 林\*\*・洪 放\*\*・三浦泰蔵\*\*\* (\*国立公害研, \*\*上海水産大, \*\*\*京大)
- 15 : 30 (22) ミカズキモ交配群の住みわけに關与する環境要因—pH とカルシウム濃度  
○笠井文絵\*・市村輝宜\*\* (\*国立公害研, \*\*東大・応微研)
- 15 : 45 (23) 緑藻ミル属にみられる光合成色素系の可塑性  
○御園生 拓\*・前川行幸\*\*・横浜康継\*\*\* (\*山梨大・生物, \*\*三重大・生物資源, \*\*\*筑波大・下田臨海)
- 16 : 00 (24) タイドプールに生育するアナアオサにおける光合成の温度順化  
○片山舒康\*・佐藤弘典\*・横浜康継\*\* (\*東京学大・生物, \*\*筑波大・下田臨海)
- 16 : 15 (25) 紅藻の垂直分布と紫外線の関係  
○国枝昌代・前川行幸・喜田和四郎 (三重大・生物資源)
- 16 : 30~16 : 45 (休 憩)
- 16 : 45~17 : 45 (総 会)
- 18 : 30~20 : 00 (懇親会: 神戸大学生協 LANS BOX)

## 第 2 日目 ( 3 月 30 日 )

### 講 演 (午前部)

- 9 : 00 (26) 高知県須崎湾に生育するアントクメの季節的消長  
○筒井 功・大野正夫 (高知大・海洋生物センター)
- 9 : 15 (27) フィリピン, パラワン島に産するオゴノリ属に関する生態的考察  
○Christine A. Orosco\*・山本弘敏\*\*・大野正夫\* (\*高知大・海洋生物センター, \*\*北大・水産)
- 9 : 30 (28) 潮間帯の渦鞭毛藻類〜アンフィディニウム属数種について〜  
○堀口健雄\*・R. N. Pienaar\*\* (\*信州大・教育, \*\*ウィットバータースランド大)
- 9 : 45 (29) 日本新産黄金色藻サルシノクリシス目 3 属の観察  
○本多大輔・井上 勲・千原光雄 (筑波大・生物)
- 10 : 00 (30) *Mesostigma viride* (Prasinophyceae) の細胞分裂と細胞小器官配置  
○堀 輝三・井上 勲 (筑波大・生物)
- 10 : 15 (31) プラシノ藻 *Prasinopapilla* (新属) の細胞構造と分類・系統上の位置  
○井上 勲・河地正伸・千原光雄 (筑波大・生物)
- 10 : 30 (32) 褐藻コモングサ属の新種, アツバコモングサ (仮称) の形態  
田中次郎 (国立科学博物館・植)
- 10 : 45 (33) 南西諸島で採集された褐藻類ホンダワラ亜属の一種について  
○鯉坂哲朗\*・J. キラー\*\* (\*京大・農, \*\*モート海洋研究所)
- 11 : 00 (34) 南九州産カタワモクとキレバモク (褐藻綱, ホンダワラ属) の分類  
○野呂忠秀・南波 聡 (鹿児島大・水産)

- 11:15 (35) アキヨレモク (褐藻, ホンダワラ科) の一新変種  
梶村光男 (島根大・理・臨海)
- 11:30 (36) ウスイロモク, フシスジモク, フシイトモクの付着器の形態について  
○新井章吾\*・種倉俊之\*\*・吉田忠生\*\*\* (\*海藻研, \*\*東海アクアノーツ, \*\*\*北大・理・植)

11:45~12:15

## 展 示 講 演

- (37) 海産及び汽水産底生珪藻の増殖に及ぼす塩分濃度の影響  
水野 真 (東京農大・生物産業・水圏資源)
- (38) モンテカルロ法による海藻群落内光環境のシミュレーションモデル  
前川行幸 (三重大・生物資源)
- (39) 北海道羽幌町における漁場造成用構造物の実海域調査(1) 魚礁に付着した海藻について  
矢部和夫 (北海道東海大)
- (40) 褐藻マツモ (*Anelipes japonicus*) の性フェロモンについて  
Müller, D. G.\*・○川井浩史\*\*・Stache, B.\*・Fölster, E.\*・Boland, W.\*\*\* (\*西独コンスタンツ大・生物, \*\*北大・理・植, \*\*\*西独カールスルーエ大・化学)

12:15~13:15 (休 憩)

## 講 演 (午後の部)

- 13:15 (41) スサビノリの室内培養による自殖率の推定  
○申 宗岩・三浦昭雄 (東水大・藻類)
- 13:30 (42) 室蘭産紅藻ダルス (*Palmaria palmata*) の生活史  
○舘脇正和・G. V. Deshmukhe (北大・理・海藻研)
- 13:45 (43) 日本産有節サンゴモ, エゾシコロ属の分類学的再検討  
○宮田昌彦\*・馬場将輔\*\*・秋岡英承\*\*\*・H. W. ジョハンセン\*\*\*\*・正置富太郎 (\*千葉中央博・植, \*\*海生研, \*\*\*北海道教大・函館・生物, \*\*\*\*クラーク大)
- 14:00 (44) 紅藻コノハノリ科クシノハウスベニについての観察  
○吉田忠生\*・三上日出夫\*\* (\*北大・理・植, \*\*札幌大)
- 14:15 (45) 日本新産寄生紅藻 *Leachiella pacifica* KUGRENS (コレオラックス科, カクレイト目)  
○松本正喜\*・吉田忠生\*\* (\*日本エヌ・ユー・エス, \*\*北大・理・植)
- 14:30 (46) 日本新産紅藻 *Titanoderma tessellatum* の形態について  
○馬場将輔\*・秋岡英承\*\*・正置富太郎 (\*海生研, \*\*北海道教大・函館・生物)
- 14:45 (47) ペルム紀カサノリ科石灰藻化石 *Eogoniolina* ENDO (1953) の再検討  
猪郷久治 (東学大・地学)
- 15:00 (48) 相模湖 (神奈川県) の付着藻類植生  
○栗原美香\*・小林艶子\*・福島 博\*\*・大塚晴江\*\*\* (\*横浜市大, \*\*東女体大, \*\*\*神奈川公衛試)
- 15:15 (49) 花水川 (神奈川県) の付着藻類植生  
○大沢啓志\*・小林艶子\*・福島 博\*\*・大塚晴江\*\*\* (\*横浜市大, \*\*東女体大, \*\*\*神奈川公衛試)
- 15:30 (50) 酒匂川 (神奈川県) の付着藻類植生  
○坂元忠明\*・小林艶子\*・福島 博\*\*・大塚晴江\*\*\* (\*横浜市大, \*\*東女体大, \*\*\*神奈川公衛試)
- 15:45 (51) *Cymbella lata* GRUN. の形態変異  
○鈴木康人\*・小林艶子\*・福島 博\*\* (\*横浜市大, \*\*東女体大)

- 16 : 00 (52) *Achnanthes stauroneioides* BOURRELLY et MANGUIN の形態変異  
 ○福島 博\*・小林艶子\*\*・大塚晴江\*\*\* (\*東女体大, \*\*横浜市大, \*\*\*神奈川公衛試)
- 16 : 15 (53) 原始縦溝類珪藻におけるベリゾニウムの構造とその系統学的考察  
 真山茂樹\*・小林 弘\*\* (\*東学大・生物, \*\*東京珪藻研)
- 16 : 30 (54) 特殊な胞紋構造をもつクチビルケイソウ属の2種について  
 ○小林 弘・小原一基・吉田 稔 (東京珪藻研)
- 16 : 45 (55) 中心目珪藻 *Actinocyclus* 属1種の有性生殖  
 ○出井雅彦・千原光雄 (筑波大・生物)

編集委員会 : 3月28日 14 : 00~15 : 30 教養部中会議室 (E棟3階)

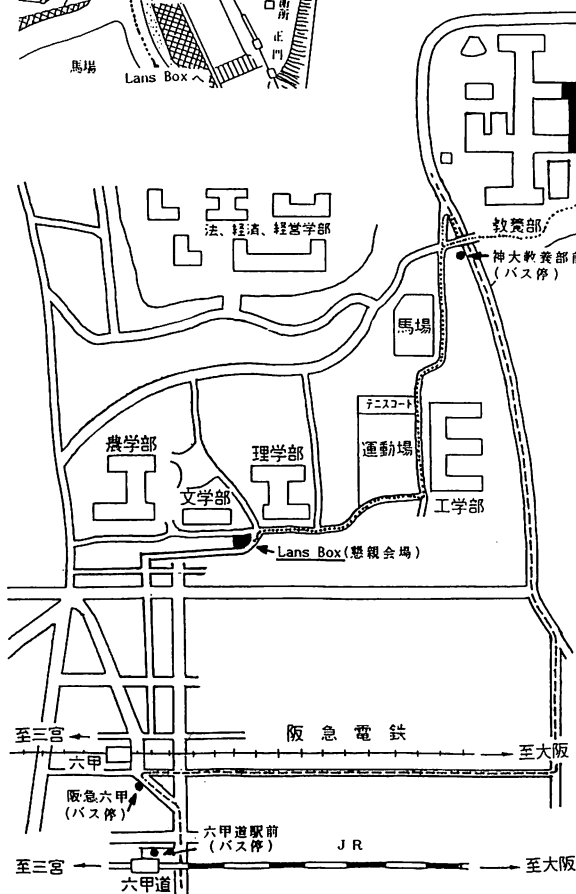
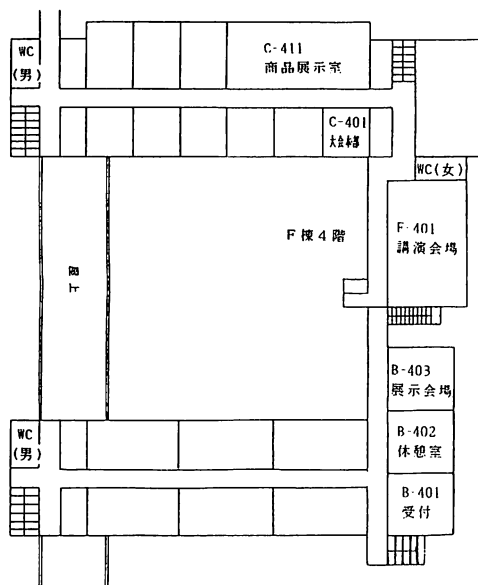
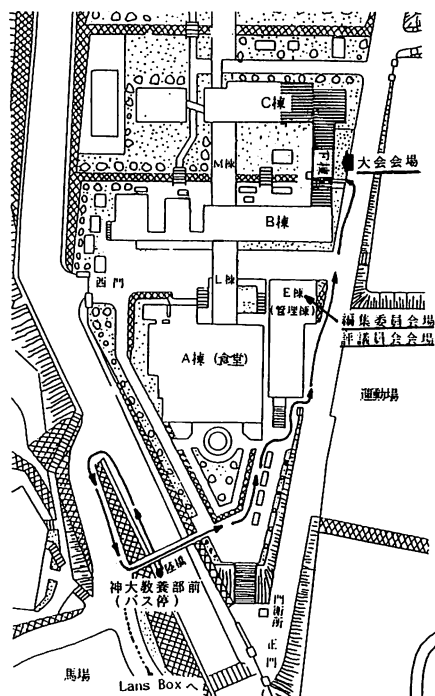
評議員会 : 3月28日 15 : 30~17 : 30 教養部中会議室 (E棟3階)

ワークショップ (海藻採集会) : 3月30日 17 : 15 大会受付前集合, 3月30日~4月2日

## 会 場 案 内

〒657 神戸市灘区鶴甲 1-2-1 神戸大学教養部F棟4階

問合せ先： 078-881-1212 内線 6261 (坪)



## ○会場までの交通案内：

- 1) JR六甲道駅（普通、快速は停車しますが、新快速は停車しません）：北側（山側）広場の市バス(16)「六甲ケーブル下」行きのりばから乗車（約20分、180円）、「神大教養部前」で下車して下さい。
- 2) 阪急六甲駅（普通、急行は停車しますが、特急は停車しません）：踏切りを南側（海側）に渡り、市バス(16)「六甲ケーブル下」行きのりばから乗車（約15分、180円）、「神大教養部前」で下車して下さい。

○大会会場案内：市バス「神大教養部前」下車、地図の矢印に従い、陸橋を渡り、教養部キャンパスに入り、F棟東側の階段を利用して、4階まで昇って下さい。

○懇親会会場案内：懇親会会場の LANS BOX は、教養部キャンパスから少し離れた文理工学部キャンパス（徒歩約10分）にあります。当日、係が案内します。不便をお掛け致しますが、LANS BOXからは、神戸から大阪にかけての市街港湾の展望が見事です。LANS BOXから、地図に示した坂道を下り、阪急六甲駅まで、徒歩約10分です。

## 日本藻類学会第14回大会講演要旨

- (1) ○小亀一弘・川井浩史：日本産ホソバセイヨウハバノリ(*Petalonia zosterifolia*)について

*Petalonia zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze (褐藻カヤモノリ科) は、平たく帯状の葉体がそう生する種類で、北大西洋・北太平洋岸に生育している。本種に関する問題として、複子嚢間に側糸をもたない *complanate Scytosiphon* との類似性がある。また、本種の培養において、その *microthallus* は、糸状であり同じカヤモノリ科のカヤモノリやセイヨウハバノリの *microthallus* のような殻状体は得られていない。Fletcher (1981) は、本種と近縁と考えられる *Petalonia filiformis* の培養において、単子嚢を形成する糸状の *microthallus* を報告し、また、*Compsonema saxicolum* が、*P. filiformis* の *microthallus* phase であることを指摘している。今回、日本産 *P. zosterifolia* について、形態学的観察と室内培養を行った。形態学的観察結果は過去の記載 (Rosenvinge & Lund 1947, Clayton 1981, Fletcher 1987) とほぼ一致した。室内培養において (5-20°C の長日 (16:8)・短日 (8:16) 条件, PE SI medium), 直立体上の複子嚢からの遊走細胞は、糸状の *microthallus* に発達し、直立体を形成した。直立体は、低温・短日条件でより発達した。また、直立体とともに単子嚢を形成する *microthallus* が得られた。単子嚢からの遊走細胞の発達は、複子嚢からの遊走細胞の発達と同様であった。*microthallus* は、殻状体を形成することはなかった。ある培養株では、直立体上に複子嚢とともに単子嚢が形成された。有性生殖は観察されなかった。(北大・理・植物)

- (2) ○北山太樹・川井浩史・吉田忠生：下北半島における褐藻ムチモ (ムチモ目) の配偶体の性比について

青森県大間町沿岸の数地点よりムチモ (*Cutleria cylindrica*) の配偶体を探取し、その自然下での性比を調査するとともに受精率、培養下での生活史型の比較を行った。その結果、大間町では雌：雄がほぼ 1：1 であるのに対し、そこから約 1 km 離れた割石崎では 3：2 となり、さらに 2 km 隔たった根田内崎では 99% 以上が雌性体であることが明らかになった。これらの藻体は、複子嚢より異型の動配偶子を放出し、大間町の雄性配偶子 (大♂) は大間町の雌性配偶子 (大♀) と根田内崎の雌性配偶子 (根♀) のどちらにも性誘引された。しかし、自然藻体及び培養藻体由来の雌雄配偶子の受精率は大♀×大♂が 61-96% であるのに比べ、根♀×大♂は 0-25% とかなり低かった。また、培養実験による観察では、大♀と根♀の以後の発生に違いが認められた。即ち、大♀は単為発生すると大♀×大♂の接合子と同様に 1-数 mm の殻状体になり、10-20°C で表面に配偶体において見られるものとは異なる複子嚢を形成して中性の遊走細胞を放出した。この遊走細胞は再び殻状体をつくり、20°C で多列形成的な直立糸状体を形成した。一方、根♀は 5-20°C において、直接的に直立糸状体を形成し、10、15°C で成熟して雌性配偶子を放出した。以上の観察より、根田内崎付近のムチモ群落においては、大間町付近の配偶体とは生殖的に隔離された、直接型の生活史を有する雌性の配偶体が優占しているものと考えられる。(北大・理・植物)

- (3) ○川井浩史\*・山田家正\*\*：日本産褐藻ウスバオオギ (*Syringodermatales*) の分類と生活史

松永・山田 (1974) は利尻島より *Syringoderma* 属の一種ウスバオオギを報告し、*S. australe* と同定した。しかし、今回成熟藻体の観察、培養、タイプ標本との比較を行った結果、本藻は北太平洋東岸から報告されている *S. abyssicola* と同定すべきであると結論した。本藻は漸深帯に生育し、春に出現、冬に成熟する一年藻で、藻体は一層の円い糸状の細胞が互いに癒合して形成され高さ 2 cm 程度の薄い扇形をなし、しばしば体表面と平行に隔壁を生じ、下面には仮根を生ずる。体表面に側糸に混って単子嚢を形成し、不動の胞子を放出する。栄養藻体の頂端細胞から培養を行った結果、分枝した細胞系が平面状に癒合することで扇形の藻体を形成し、低温短日条件で単子嚢を形成する。単子嚢の内容物は細胞質分裂後、単子嚢内部で細胞壁を形成した後放出され、多くは単子嚢壁や藻体表面に付着する。これらの細胞は内部に 4 個の遊走細胞を形成し放出する。遊走細胞の接合は確認していないが、遊走細胞をつくる細胞は退化した配偶体、遊走細胞は配偶子と考えられる。配偶子または接合子は発芽後再び分枝した糸状藻体に発達し生活史を完結する。(※ 北大・理・植物、\*\* 小樽商大・一般教育・生物)

- (4) 寺脇利信：褐藻・アラメとカジメ胞子体の初期形態形成

三浦半島西岸には、浅所にアラメ *Eisenia bicyclis* が、深所にカジメ *Ecklonia cava* が群落を形成しており、この近縁な両種については、生態調査および海域実験等の実施に当たって、幼胞子体の識別が極めて困難である。そこで、正確に識別するための基礎的な知見を得ることを目的として、種別に採苗し、屋外水槽内で生育させ、生育旺盛な個体を採集して、形態を観察した結果について、おおまかな全長別に報告する。

全長 15 cm 程度までは、両種とも表面の平滑な単葉であり、外部形態における種別の特徴を見だせなかった。全長 20 cm 程度から、単葉のまま、アラメで葉面の皺が、一方、カジメで茎の伸長が顕著になった。全長 30 cm 程度から、両種とも側葉が形成され始めたが、先端部の流失が顕著となり、全長としては減少した。全長では 20 cm 程度であるが、发育段階が進み、伸長した側葉を有するアラメでは、葉部の成長点付近が内側に巻き始め、カジメより茎が短く、葉面の皺および側葉の基部のくびれが明瞭であった。

(電中研・我孫子・水理)



- (5) ○倉島彰\*・横浜康継\*\*・有賀祐勝\*：褐藻カジメの子嚢斑形成について

静岡県下田の鍋田湾に生育するカジメの子嚢斑形成について、年齢、時期、大きさによる違いを明らかにするため、子嚢斑面積、側葉面積、莖長および莖径の測定を行った。その結果、年齢によって成熟期、成熟率、子嚢斑面積に違いが見られた。3歳以上の個体では4月に成熟個体が見られ、6-10月にはすべての個体が成熟した。2歳の個体では6月から成熟し始め、8-10月にはほとんどの個体が成熟した。1歳の個体では8月から成熟個体が見られた。0歳の個体では12月に始めて成熟個体が見られた。子嚢斑面積は年齢が高い個体ほど大きく、各年齢の個体とも10月に最大になり、その側葉面積に占める割合は、4歳の個体では平均約32%、3歳の個体では31%、2歳の個体では26%、1歳の個体では4%に達した。また、莖長、莖径、葉面積が大きい個体から先に成熟する傾向が見られた。以上のことから、鍋田湾における3歳以上のカジメの成熟期は4-10月であり、成熟には年齢や個体の大きさが関係していると考えられた。

(\* 東水大・藻類, \*\*筑波大・下田臨海実験センター)

- (6) ○桑野和可・有賀祐勝：海藻数種からのプロトプラスト分離の試み

コトジツノマタ、マクサおよびアラメのプロトプラストの分離を試みた。使用した酵素類は、(1)アメフラシアセトンパウダー、(2)アワビアセトンパウダー、(3)セルラーゼオノズカ R-10、(4)単離したコトジツノマタ分解菌、マクサ分解菌およびアラメ分解菌の粗酵素であり、これらを単独もしくは混合し、さらに浸透圧調整剤として0.8Mマンニトールまたはソルビトールを加えて酵素液とし、各藻体を処理した。その結果、コトジツノマタについては、コトジツノマタ分解菌の粗酵素とセルラーゼオノズカ R-10を混合した酵素液によって、 $10^6$ 個/g(湿重)以上のプロトプラストが分離された。マクサについては、使用したいずれの酵素液によってもプロトプラストは分離されなかった。アラメについては、セルラーゼオノズカ R-10とアラメ分解菌の粗酵素にアメフラシアセトンパウダーまたはアワビアセトンパウダーを混合した酵素液によって、 $10^6$ 個/g(湿重)以上のプロトプラストが分離された。

(東水大・藻類)

- (7) 川嶋昭二：ネコアシコンブ(コンブ目)の葉の形態

演者は昨年(第13回本大会)において、チシマネコアシコンブ(*Arthrothamnus kurilensis*)の1年目と2年目の葉は倒披針状で、上部は数葉の裂片に分かれた掌状葉をなし、3年目に至り初めて細長い帯状の葉に変わるものがあると述べた。また、ネコアシコンブ(*A. bifidus*)の葉にもこのような形態変化が起こる可能性を示した(藻類37, p. 73)。

その後、演者は1989年6月22日、北海道厚岸町大黒島東側の干潮線付近において採集したネコアシコンブの1、2年目葉体の葉はいずれも長披針状または長楕円状で、それらの中には先端の方が2、3裂するものがあり、今まで北海道沿岸の水深5m以深の主な生育帯から知られてきた線状、帯状の葉とは明らかに異なることを知った。また、採集された葉体はいずれも60cm以下で小さく、叉状をなす茎や付着器は余り発達せず、異常な形態を示すものがあった。ネコアシコンブの葉のこのような変化は恐らく生育水深の大きな差によって生ずるものであろう。

(函館市日吉町4-29-15)

- (8) ○能登谷正浩\*・桐原慎二\*\*・有賀祐勝\*：青森県大間産マコンブの天然および移植藻体の生長

大間沿岸海域のマコンブについて1988年5月から1989年3月まで、ほぼ1か月に1回、水深5mと20mに育成する藻体を採集し、葉体の各部を測定し、消長を調べた。また、一年目藻体を大間および小泊沿岸の養成施設に5月に移植し、その後毎月それぞれの生長または末枯れを比較した。その結果、水深5mと20mに育成する天然の藻体では、深所の藻体の方が大型であり、いずれの水深でも一年目藻体は7月に、二年目藻体は3-5月に最大となった。末枯れにより藻体が最小となるのは一年目藻体、二年目藻体共に10-11月であり、二年目藻体では11月以降付着器から流失した。大間と小泊に移植養成(水深3-8m)した一年目藻体は、小泊では生長量より末枯れ量がかなり大きく、葉長は次第に減少し、11月には葉部の全てが流失したが、大間では調査期間の2月末まで流失することなく残った。これは小泊沿岸の水温が大間のそれに比較して8-9月には4-5℃、10-2月には2-3℃高いことによるものと推察された。

(\* 東水大・藻類, \*\*青森県水産増殖センター)

## (9) 藤田大介：富山湾深層水によるコンブ栽培試験

富山県はコンブの消費量が多く、1世帯あたりの年間消費支出金額は全国1位であるが、コンブ属は自生していない。最近のように天然にコンブが分布していない本州の温暖な地方でもコンブ養殖が行われるようになっており、新潟、神奈川、兵庫、長崎の各県で報告がある。演者は1989年7月24日から8月21日にかけて富山湾水見市脇沖(距岸4.2km、水深300m)の洋上設置型深層水利用装置「豊洋」に水槽を設置し、汲み上げ直後の深層水(水深210m、約6℃)を用いて天然光下でマコンブ幼体(函館産)の流水栽培試験を行った。その結果、いずれの藻体にも先枯れが見られず、全長で平均270(最高443)mm、葉幅で平均57(最高72)mm生長した。日間生長量は全長では平均9.6(最高15.2)mm/day、葉幅では平均2.0(最高2.6)mm/dayであった。比較のために「豊洋」の北1.4km地点(水深約5m、25-27℃)に網籠を垂下しマコンブ幼体を吊り下げて同期間観察を行ったが、付着根を残して枯れた。深層水は水質恒常性、低温、富栄養及び清浄の4つの特性を有し、寒流系であるコンブの栽培、特に温暖な地方で問題になる越夏には極めて有効と考えられる。(富山水試)

## (10) ○長島秀行\*・浜名康栄\*\*・福田育二郎\*：ポリアミンの分布からみた温泉藻イデユコゴメの系統

酸性温泉に生育するイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* は R K 型 (R K-1 型) と M 型 (M-8 型) があり、M 型は別種 *Galdieria sulphuraria* と考えられる。共に紅藻類とされているが、その系統については諸説がある。そこで、イデユコゴメの細胞構造の他に、低分子炭水化物や脂肪酸組成から化学分類学的に検討を続けてきた。今回はポリアミンの組成からイデユコゴメの株による相違と系統について考察する。ポリアミン類は生体に普遍的な物質で、細胞核やリボソームに存在し、タンパク質や核酸合成系に関与している。材料は過塩素酸で抽出し、陽イオン交換樹脂カラムの高速液体クロマトグラフィー (HPLC) とガスクロマトグラフィー (GC) により分析した。その結果、イデユコゴメ R K 型はブトレッシン (C4、アミノ基に結合する炭素数を示す。以下同じ)、スベルミジン (C3C4)、スベルミン (C3C4C3) を含み、紅藻子ノリモ *Porphyridium* によく類似していた。それに対し、イデユコゴメ M 型はこれらのポリアミンの他に、ジアミノプロパン (C3)、ノルスベルミジン (C3C3)、ノルスベルミン (C3C3C3) を含み、どの分類群とも異なるパターンを示した。

(\*東京理科大学、\*\*群馬大医療短大)

(11) ○加藤辰己\*・渡辺真利代\*\*・渡辺真之\*：藍藻 *Microcystis aeruginosa* (s. lat.) の酵素多型と、その分類学的意義

*Microcystis aeruginosa* (s. lat.) は代表的なアオコ形成藍藻として知られるが、形態的な変異が著しいため、種の範囲についてすら定説がないなど分類学的に未解決な状態にある。そこで本種の分類学的再検討を行うことを目的として、全国各地から収集した19株について、酵素多型 (IDH など4酵素の遺伝子型) を調査・解析した。

その結果、本種には少なくとも S 型 (smaller cell type) と L 型 (larger cell type) の2型が認められ、両者の間では遺伝的分化が相当に進んでいることが明らかとなった。さらに、2型のうち L 型は遺伝的にも形態的にも比較の変異性が低く、ひとつの独立した分類群と見なし得ると考えられるのに対し、S 型はかなり多型的で heterogeneous なグループである可能性が高いことが示唆された。今後は、特に後者についてのさらに詳細な研究が必要であろう。

(\* 国立科学博物館、\*\* 都立衛生研究所)

## (12) ○上井 考爾・原 慶明・千原 光雄：緑藻アオサにおける酵素多型の分類学的解析

静岡県下田市恵比須島には、葉状体基部が柄のように細く伸びた特徴的な形態を有する、エツキアオサと仮称するアオサと、典型的な外部形態を有するアナアオサが生育する。これらの個体による形態変異についてアイソザイムの泳動パターンを分析・比較し、それらの遺伝的背景を調査した。その結果、両者の泳動パターンに差異は認められなかった。また、両者の配偶子は接合し、発芽することを観察した。

山口県宇部市から北海道新冠町に至る全国15カ所のアナアオサについてそれらの外部形態・アイソザイム泳動パターンの比較も行った。形態変異の有無にかかわらず、調査したほとんどの個体の泳動パターンは恵比須島のもと同じであったが、青森県八戸市蕪島産の集団の一部は(形態的には典型的なアナアオサ)、他のアナアオサと異なる泳動パターンを示した。

一方、茨城県大洗海岸産のナガアオサ *U. arasakii* のアイソザイムを分析した結果、アナアオサとは異なる泳動パターンが認められた。そのパターンは八戸産アナアオサにみられたパターンとも異なっていた。

エツキアオサとアナアオサの形態的差異は、生殖的隔離及び泳動パターンの差がみられないことから、①少なくとも種間の分化ではない。②種内分化の可能性は残るが、別の要因に依拠するものと考えられよう。

アナアオサは多様な形態を示すが、種としてのまとまりを持ち、その中で何らかの遺伝的分化が起こっている可能性が示唆された。(筑波大・生物)

- (13) ○神谷 充伸・土井 考爾・原 慶明：恵比須島（静岡県下田市）におけるアナオサ（*Ulva pertusa*）の形態変異

恵比須島には、根元が柄のように細長く、先端が団扇状に広がる、典型的なアナオサとは外部形態の異なるアオサの集団が見られる。このアオサ（エツキアオサと仮称）がアナオサとどのような分類学的関係にあるか検討する目的で、同島のアオサの形態変異と生育分布を調査した。その結果、(1)アナオサが同島全体に分布しているのに対し、エツキアオサの集団は同島南東部にのみ分布している (2)エツキアオサとアナオサは混在している (3)エツキアオサの形態変異はアナオサと連続的であり、根元付近の糸状細胞の発達もそれに伴って変化する、ということがわかった。

さらに、エツキアオサとアナオサの交雑実験で両者の配偶子は接合し、発芽すること、同時に進めているアイソザイムを用いた分子分類学的解析の結果では両者のザイモグラムに違いは見つからないこと、恵比須島の他に、大洗海岸（大洗町）、荒島（志津川町）、種差海岸（八戸市）にもエツキアオサによく似た形態を示すアオサがみられ、どの集団も比較的波の強く当たる場所に生育していることなどを確認した。

以上の結果から、エツキアオサの形態変異は遺伝的な要因によるものと考えられ、むしろ生態的な要因によって誘導される可能性が強いと推察できる。（筑波大 生物科学系）

- (14) ○飯間雅文・右田清治：長崎産ボタンアオサの異なる2型の発生タイプと生活史について

緑藻ボタンアオサ *Ulva conglobata* Kjellman は、日本各地沿岸の潮間帯上部の岩上に生育する海藻であり、牡丹の花のような形状からその名がある。

長崎県各地産のボタンアオサの発生と生活史を室内培養で調べたところ、初期発生に以下の異なる2型があることがわかった。1) 発芽体は1層の中空管状体に発生した後、上部から接着して扁平となり2層の葉状体となる。2) 発芽体は1層の中空管状体に発生した後、上部からラッパ状に開口し2層の葉状体となる。これらはいずれも、従来のボタンアオサの発生の報告（Yoshida 1965）とは異なる発生タイプである。これらは採集地、採集時期により2型にわかれたが、同じ発生タイプが数世代繰り返された。

生活史に関しては、4鞭毛遊走子のみによる無性生殖の繰り返しが報告されているが、また2鞭毛配偶子による有性生殖の存在も知られている。長崎産の本種は、いずれの発生タイプの株も4鞭毛遊走子と2鞭毛配偶子が確認され、規則的な同型世代交代を示した。無性生殖の繰り返しはみられなかった。（長崎大・水産）

- (15) ○渡辺里香・大野正夫：高知県下四万十川のスジアオノリに関する冬ノリと春ノリの生態的特性

緑藻のスジアオノリ (*Enteromorpha prolifera*) は多季節性であり、周年にわたって藻体は出現しているが、漁業者によって採取されるのは12月～1月（冬ノリ）と4月～5月（春ノリ）の短い期間である。春ノリの繁茂期は冬ノリと比べて短く、年により収穫がほとんどない時もある。筆者らは、両シーズン中にスジアオノリの生育域において全域調査を行った。その結果、冬ノリは大潮干出時に干出する浅所、春ノリは干出することのない深所に最適繁茂層があることがわかった。藻体の長さは春ノリの方が長い、現存量やクロロフィルa量は冬ノリの方が多かった。また、冬期はスジアオノリの生育層にカヤモノリ、春期にはムカデノリが多くみられた。生育域の環境は冬ノリシーズンで、水温 10.6 ～ 19.6℃、塩分 0.01 ～ 33.51、春ノリシーズンで、水温 17.8 ～ 18.3℃、塩分 0.25 ～ 31.60 であった。また、冬ノリは河口より約 7.0km上流の浅所に生育し、春ノリは約 5.5kmまでの深所に生育範囲が狭くなっていた。これは、冬期の塩分上昇による影響と思われる。（高知大・海洋生物センター）

- (16) ○綿貫知彦・貝瀬利一：アイノコイトモおよび数種の水草による藍藻類 *Anabaena cylindrica* に対するアレロパシー作用

ある種の植物が産生する化学物質を介して、他種の発芽や成長などが直接または間接に害あるいは益を受け、その結果、引き起こされた現象をAllelopathic effects と呼んでいる。

水域では *Eleocharis coloradoensis* は他種の水生植物にAllelopathic effectsを示し、*E. microcarpa* から藍藻類の成長阻害を示す不飽和脂肪酸が見い出されている。また、*Chara globularis* からは珪藻類 *Nitzschia palea* に阻害作用を示す、含硫化合物が報告されている。

ここでは、アイノコイトモ (*Potamogeton orientalis*) および数種の水草について80%エタノールを用いて抽出を行い、さらに酸性・塩基性・中性画分を得、水溶性画分と合わせて藍藻類 (*Anabaena cylindrica* IAM M-1) に対する増殖阻害の様子をペーパーディスク法により検討したので報告する。

（神奈川県衛生研究所）

- (17) 野崎久義：ネパール産の緑藻，*Astrephomene*（アストレフォメネ科）と *Pyrobotrys*（スポンヂロモルム科）について

1988年のネパールヒマラヤ調査で採取された土壌サンプルから以下の二種が分離培養された。

*Astrephomene*: 32, 64または128細胞が集合した球状の群体で、後端に2または4個の非生殖細胞をもつ。各原形質はゼラチン状の被鞘につつまれており、被鞘は正面から見ると互いに密着して角状をなし、被鞘間にすき間はない。葉緑体は大きな杯状で、ピレノイドは見えない。以上の形質から、本藻を *A. gubernaculifera* と同定した。なお、この株はホモトリックの有性生殖を示した。

*Pyrobotrys*: 嫌氣的純粋培養法によりクローン株を確立した。本藻は日本産の *Pyrobotrys* (Nozaki 1986) と異なり、グルタミン酸を培地中に添加しないと増殖しなかった。群体は房状で、16または8細胞性であった。群体の後方の細胞に、後端を突出させる傾向があった。以上の特徴は *P. casinoensis* に似るが、本藻の方がその突出の程度が小さい点と後方の細胞に大きな眼点をもつ点とで異なる。（慶応義塾高等学校）

- (18) ○半田信司\*・中野武登\*\*：ブナ林の樹皮着生藻類

演者らは、樹皮着生藻類の分離培養による観察を進めており、これまで広島県内の森林において若干の報告を行ってきた。今回、北海道根北峠、標津町及び新潟県朝日村のブナ林から得た8試料について樹皮着生藻を調査し、黄緑藻1属1種、緑藻13属18種を見出したので報告する。

藻類の分離に際しては、樹皮試料をB B M液体培地で約1ヵ月間培養を行い、スプレー法により藻株を分離し、観察を行った。

最も高頻度に出現した種は *Stichococcus bacillaris* で、次いで *Pseudococcomyxa simplex*, *Chlorella emersonii* が多くみられた。

日本新産種は、*Coccomyxa gloeobotrydiformis*、樹皮着生藻としてはじめて観察されたのは、*Bracteacoccus minor*, *Neochloris alveolaris*, *Trebouxia glomerata*, *Coccomyxa gloeobotrydiformis* であった。

(\* 広島県衛連, \*\* 広大・理・植)

- (19) ○竹下俊治・中野武登・岩月善之助：地衣類ノルマンゴケ (*Normandina pulchella*) から分離された共生藻

ノルマンゴケ (*Normandina pulchella*) は、直径1~2 mmの非常に小さな鱗片状の地衣類で、蘚類や他の地衣類と混生、あるいは岩上に着生し、北半球に広く分布している。ノルマンゴケ属の地衣類は、世界で本種しか報告されていない。本研究では、地衣類コフキハナビラゴケ (*Pannaria canopsea*) 上に着生しているノルマンゴケから共生藻を分離・培養し、分類学的検討を行なった。その結果、*Nannochloris normandinae* が認められた。*N. normandinae* は単細胞性の緑藻類で、細胞は  $3 \times 5 \mu\text{m}$  の桿状~長円形、寒天鞘を持たず、無性生殖は細胞の長軸に垂直な2分裂によって行なわれる。この2分裂によって生じる娘細胞が自生胞子に相当するかどうかについては、さらに詳細な検討が必要である。また、有性生殖は観察されなかった。ノルマンゴケの共生藻は、Tschermak-Woess (1981) により、やはり *Nannochloris normandinae* が報告されている。なお、*Nannochloris normandinae* は日本新産である。（広島大・理・植）

- (20) ○斉藤昭二\*・有賀祐勝\*\*：津久井湖における植物プランクトンの季節的消長

相模湖直下に位置する津久井湖において、1976~1988年に毎週1回、堰堤表層でクロロフィルa (Chl. a) 量と植物プランクトンの種別個体数を、'79~'80年には毎月2回、栄養塩 ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{PO}_4$ -P,  $\text{NO}_3$ -N) を加えて鉛直分布を調査した。植物プランクトン発生量が多い時期は、Chl. a 量と栄養塩の鉛直分布の特徴に基づき3つに分けられた。すなわち、1) Chl. a 量が15m層付近より上で多く、栄養塩が全層で均一的な3~4月、2) 上層を通過すると考えられる流入水によって補給された栄養塩を利用して珪藻が増加するため、0~6m層にChl. a 量が多い5~6月、3) 0~3m層および6~15m層にChl. a 量が多く、6m層より上で栄養塩の低下状態が続く7~8月である。以上の区別は水塊の鉛直的交換の季節変化を反映していることが、水温と  $\text{SiO}_2$  の鉛直分布の季節変化から示唆され、相模湖の場合と著しく異なる。各時期の優占種は、1) *Asterionella* を主とする珪藻、2) *Fragilaria*, 3) *Staurastrum* および、上層では *Microcystis*、中層では *Synedra* および *Welosira* の場合が多かった。

(\* 神奈川県水道局、東水大・藻類, \*\* 東水大・藻類)

- (21) ○高村典子\*・叶 林\*\*・洪 放\*\*・三浦泰蔵\*\*\*：中国綜合養魚池での植物プランクトンの動態（予報）

中国には古くから綜合養魚という養漁法があり、水草や貝などを池に投入し、鯉科の魚を混養し高い生産をあげている。高生産は経験的に得られたものでその機構は明かでなく、この機構の解明が研究チームの目的である。今回対象とした養魚池（56m x 88m x 2.5m）は上海市郊外の定山湖畔にあり、定山湖で採取した水草を1500 kg/日投入し、これらを直接利用するソウギョ、ブショウギョ以外にプランクトン食のハクレン、コクレン、その他にコイ、フナが混養されている。

演者は1989年9月に文部省国際学術研究により、上海水産大学に滞在し本池で、(1)植物プランクトンの一次生産量の日変化、(2)HPLCによる植物プランクトンと植食魚の糞のChlorophyll量の測定、(3)植食魚の糞の光合成活性の測定、(4)picoplanktonを含む植物プランクトンのサイズ別現存量と光合成量の測定を行った。本講演では以上の結果から本養魚池の植物プランクトンの動態について考察する。

（\*国立公害研，\*\*上海水産大，\*\*\*京都大）

- (22) ○笠井文絵\*・市村輝宣\*\*：ミカヅキモ交配群の住わけに關与する環境要因-pHとカルシウム濃度

ミカヅキモ *Closterium ehrenbergii* 複合体の交配群 A, Bは温帯～亜熱帯に同所に分布し、同様の増殖最適温度を持つ。一方、A, B群が近接して分布する所では、A群が発芽した土壌のpHは低く、B群の方は高いという傾向がみられた。そこで、pH(6.5～8.5)とCa濃度(0.1～100mg/l)の栄養増殖に及ぼす影響を調べた。B群はどの株もpH8.5まで直線的に増殖量が増し、明らかに高いpHを好むことが示された。A群はpH7.5～8付近に最適pHのピークがある株と8.5まで増加する株があり、B群ほど顕著でないにしろどちらかという高いpHを好むことが示された。近接して生息したA, B群の株を混合して培養し、細胞数を比較すると、低pHではA群が、高pHではB群がそれぞれ他群の細胞数をしのぎ、pHが両群の住わけに關与していることが示唆された。しかし離れて生息した株を混合した場合には必ずしもそうはならず、どのpHでもA群の細胞数がB群をしのいだ。またA群は低Ca濃度(2.5mg/l以下)でもよく増殖したのに対して、B群はあまり、或は全く増殖しなかった。両群とも高濃度での阻害は見られなかった。（\*国立公害研，\*\*東大・応微研）

- (23) ○御園生 拓\*・前川 行幸\*\*・横浜 康継\*\*\*：緑藻ミル属にみられる光合成色素系の可塑性

緑藻には生育深度または生育光環境が厳密に決まっているものが多い。これは主に、水深または陽地・陰地の違いによる光の量と質に起因すると考えられる。しかし一方では、一般に藻類の光合成色素系はその生育光環境の影響を強く受けることが知られている。このような、光に対する色素系の適応能力は藻の生態戦略上たいへん重要な意味を持つだろう。そこで、環境条件に対応した光合成色素系の可塑性の性質、範囲などを明らかにするために、浅所・陽地産のミルおよび深所産のタマミルを材料として移植実験を行った。すなわち、採集した藻体を水深 0m～15m まで 5m ごとに海中で培養し、1ヶ月にわたりそのクロロフィルとカロテノイドの含有量の変化を追跡した。

0m 区においてタマミルは2週間目に消失したが、クロロフィル a/b 比はどの実験区においてもほぼ一定であった。したがって、ミル属の光に対する生態戦略にとっては、光補足系よりもむしろ光化学系を光から保護する系が重要であることが考えられる。

（\*山梨大・生物，\*\*三重大・生物資源，\*\*\*筑波大・下田）

- (24) ○片山舒康\*・佐藤弘典\*・横浜康継\*\*：タイドプールに生育するアナアオサにおける光合成の温度順化

伊豆半島下田鍋田湾のタイドプールに生育するアナアオサの10℃～40℃における光合成速度を、(1)低温から高温へと5℃ずつ温度を上げて測定する方法、(2)海水温から高温側と低温側にそれぞれ5℃ずつ温度を変えて測定する方法、(3)海水温から直接測定温度に移して測定する方法で、プロダクトメーターを用いて調べたところ、得られた光合成-温度曲線に差が生じた。方法(1)によって得られた曲線は、方法(3)によって得られた曲線より高温側にその活性のピークを持っていた。また、方法(2)によって得られた曲線は、方法(3)によって得られた曲線に比べ、低温域・高温域ともに光合成速度が高かった。これらの相違は、方法(1)と方法(3)において各温度での測定に要する時間内に起こる藻体の温度順化によるものと思われた。

さらに、高温域におけるこの短時間の温度順化は、強光下で促進され、30分以内に高温耐性を高めることがわかった。

（\*東京学芸大・生物，\*\*筑波大・臨海実験センター）

(25) ○国枝昌代・前川行幸・喜田和四郎：紅藻の垂直分布と紫外線の関係

紅藻の垂直分布特性を考える上で、水中の光環境は重要な要因の一つである。本発表では、紫外線に注目し、紫外線が紅藻の光合成活性に及ぼす影響と紫外線吸収物質との関連について報告する。

三重県志摩半島沿岸の浅所及び、水深25~30mの深所から紅藻を採集し、太陽光下で一定時間流水水中に入れておいたところ、深所産では光合成活性は急激に低下したのに対して、浅所産では著しい低下はみられなかった。次に、紫外域のみをカットするアクリル板をかけて流水水中に置いておいたものでは、浅所産、深所産とも直射光下のものよりも光合成活性の低下は小さかった。

浅所及び深所から採集された約40種の紅藻について紫外線吸収物質の分布を調べたところ、浅所産では多量に含まれていたのに対し、深所産では殆ど、もしくは全く含まれていなかった。

以上のことから、紫外線は紅藻の垂直分布を規制する重要な要因の一つであり、紫外線吸収物質は多量の紫外線から藻体を保護する働きがあると考えられる。  
(三重大・生物資源)

(26) 筒井 功・大野正夫：高知県須崎湾に生育するアントクメの季節的消長

アントクメ (*Eckloniopsis radicata*) は、太平洋沿岸中・南部から南西諸島に分布する暖海性の一年生コンブ科植物とされているが、その生態については報告がほとんどない。筆者らは、土佐湾中央の須崎湾に生育するアントクメの生長と成熟について、一部の個体にマーキングを行い、2年間にわたって調査した。

アントクメは外海に面した水深3mから15mの岩礁上に生育していた。タマゴ型をしたアントクメの幼体は12月中旬から観察され、最も多くの個体が出現したのは水温が約16℃になる1月下旬であった。アントクメの伸長期において、最低水温(約15℃)を示す2月下旬に最大日間伸長率 6.1%/日を示し、3月上旬頃より葉状部にアントクメ特有のシワが目立つようになった。伸長は6月上旬(約23℃)までみられ、最大体長は51.3cmであった。子囊斑の形成は7月下旬から8月下旬にかけて観察され、周辺に生育するワカメやヒロメより遅かった。すべての個体の葉状部は9月上旬までに消失したが、付着部の残存は12月中旬まで確認でき、翌年の1月上旬に消失した。

(高知大・海洋生物センター)

(27) ○Christine A. Orosco\*・山本弘敏\*\*・大野正夫\*：フィリピン、パラワン島に産するオゴノリ属に関する生態的考察

フィリピンのパラワン島は北方は東シナ海、南方はスルー海に面し、サンゴ礁を多く持つ。パラワン島のオゴノリの生態的調査は、1988年1月に、ほぼ島を4区分した4定点で行われた。オゴノリ属の多くは、リーフの中の砂泥域やサンゴ体上に多くみられた。採取された種類は、*Gracilaria eucheumoides*, *G. salicornia*, *G. coronopifolia*, *G. arcuata*の4種類であった。パラワン島では *G. coronopifolia* が広く分布して、全ての区域で確認された。*G. salicornia*, *G. coronopifolia* の2種は2区域で、*G. arcuata*は1区域でみられ量的にも少なかった。オゴノリ属が優占する群落は、繁茂被度が高く、最高 2.83kg 湿/m<sup>2</sup>の値を示した。砂泥域のオゴノリ群落は高い現存量を示し、サンゴ体上の群落は低い現存量を示した。また、オゴノリ群落には他の海藻も混在しているが、その割合は8~26%と比較的少ない傾向がみられた。

(\*高知大・海洋生物センター、\*\*北海道大・水産)

(28) ○堀口健雄\*・R.N.Pienaar\*\*：潮間帯の渦鞭毛藻類へアンフィディニウム属数種について

渦鞭毛藻類には、海岸の砂浜やタイドプールに特異的に生息する種類が知られる。しかしながら、それらの渦鞭毛藻類の細胞構造などに関する知見は、はなはだ不十分である。今回はこれらの渦鞭毛藻類の中で、ギムノディニウム目のアンフィディニウム属に属する5種類、すなわち *Amphidinium semilunatum*, *A. cf. latum*, *A. britannicum*, *A. krebsii* それに未記載の *Amphidinium* sp. を取り上げる。これらは横溝が細胞前端付近に位置するという細胞外形の特徴から同じ属に属するが、その栄養摂取方法や細胞構造はそれぞれ異なる。*A. semilunatum* は摂食栄養をおこない、他の渦鞭毛藻などを細胞内に取り込み消化する。また、*A. cf. latum* は特異的にクリプト藻類を1~3個取り込み、内部共生体とする。複数のクリプト藻を取り込んだ場合、これらが違う属に属する種類である場合がある。一方、他の3種類は独自の葉緑体を持ち、光合成をおこなうが、これらの葉緑体の形態は互いに異なっている。

(\*信州大・教育、\*\*ウィットバータスランド大)

- (29) ○本多 大輔・井上 勲・千原 光雄：日本新産  
黄金色藻サルシノクリシス目3属の観察

サルシノクリシス目は1977年にGayralとBillardによって設立された海産黄金色藻の一群である。現在12属20種ほどが知られているが、日本だけでなく世界的にも報告例は少ない。演者らは南西諸島で採集した砂から、本藻群に属するいくつかの藻を分離し、培養株を確立した。これらは葉緑体、ピレノイド、眼点、群体の形成様式、細胞を取り囲む寒天質の形態などに注目することによって、*Sarcinochrysis*、*Pulvinaria*、*Chrysoderma*と同定することができた。これら3属の日本沿岸からの報告は初めてである。この藻群の遊走細胞は他の黄金色藻とは異なり、鞭毛が側方から生じる。また*Sarcinochrysis*と*Pulvinaria*について電子顕微鏡による予備的な観察を行った結果、いずれもピレノイドは突出型であること、さらに*Sarcinochrysis*の遊走細胞では多くの黄金色藻に見られる鞭毛基部のらせん構造を欠いていることが確認された。これらの性質は褐藻でも知られており興味深い。

(筑波大・生物科学系)

- (30) ○堀 輝三・井上 勲：*Mesostigma viride*  
(Prasinophyceae)の細胞分裂と細胞小器官配置

二本鞭毛ブラシノ藻の*Mesostigma viride*の細胞分裂過程を微細構造学的に解析した。本種は高等陸上植物を生み出した進化系列Charophyceaeを特徴づける形質の一つである鞭毛基部装置構成要素として多層構造体(MLS)を2個もち、さらにもう一つの系統群(Ulvophyceae, Chlorophyceae等)を特徴づける交叉型根系をも併せもつことが最近示され、緑色植物各系統群の共通祖先に近い生物として注目されている生物である。本研究において細胞分裂過程を調べたところ、核分裂は中期から後期にかけてほぼ開放型紡錘体様式で進行し、中期から始まる細胞膜の環状収縮(furrowing)によって細胞質分割の行われることがわかった。ファイコプラストその他の分割関与微小管系の出現はみられなかった。一般に単細胞性藻類の栄養期における細胞構成、即ち細胞小器官の細胞内配置は種に一定のように見える。非対称的な細胞構成をもつ生物において、細胞分裂の結果できる娘細胞においてどのような機構で器官配置の一定性が保証されているかは興味ある問題である。今まで全く注目されることのなかったこの問題について、本種で得られた結果に基づいて考察を加えた。

(筑波大・生物科学系)

- (31) ○井上 勲・河地正伸・千原光雄：ブラシノ藻  
*Prasinopapilla* (新属)の細胞構造と分類・系統上の位置

東京湾から4本鞭毛をもつ緑色の鞭毛藻を分離した。この藻は、ダイヤモンド形鱗片とカプトガニ形鞭毛鱗片などブラシノ藻特有の鱗片をもつ一方、細胞先端部に乳頭状突起(papilla)をもち、また鞭毛型運動による前方遊泳を行なうなど、他に類をみない特異な性質をも合わせて持っている。これらの特徴から本藻をブラシノ藻の新属新種であると判断し、*Prasinopapilla vacuolata*の名前を与えた。種小名の*vacuolata*は巨大な液胞をもつことによる。細胞は1個の壺状の葉緑体をもち、その内側に他の小器官が一定の様式で配列している。細胞を前端部からみたとき、核、ピレノイド、眼点は一方に偏在し、反対側に液胞が位置する。これらに対して鞭毛装置が一定の様式で配列している。交叉型鞭毛根と多層構造体(MLS)の双方が存在すること、および鱗片放出ダクトなど鞭毛装置のさまざまな要素の位置関係の比較から*Pyramimonas*、*Pterosperma*、*Halosphaera*などのブラシノ藻、さらにアオサ綱、シャジクモ綱との類縁関係が明らかになった。

(筑波大・生物科学系)

- (32) 田中次郎：褐藻コモングサ属の新種、アツバコ  
モングサ(仮称)の形態

伊豆半島東海岸で冬から夏にかけて採集されたアツバコモングサ(*Spathoglossum* sp.)はコモングサ(*S. pacificum*)と同様、潮下帯の砂場の岩上に生育するほか、コモングサの生育できない波の荒い場所にも良く生育する。藻体は幅1-1.5 cmでコモングサよりも狭いが、厚さは0.5 mmほどで多少厚くなる。またコモングサのように藻体に縦のシワができることはなく、表面は大変に滑らかである。春から夏にかけて生殖器官が形成される。精子の一群は表面観で500 μm x 200 μmほどの大変に不規則な形の斑点として観察される。断面でみると高さ約100 μmで、内層に向って形成されるため皮層の上に盛り上がることはない。4分孢子のうは体表面に密に散らばって形成される。断面でみると、高さ150 μm x 幅90 μmの長楕円形である。アツバコモングサの精子のうと4分孢子のうでみられる表層埋没型の形成様式は、コモングサを含めた他のアミジグサ科の生殖細胞群でみられる、表層が盛り上がって形成されるものとは大いに異なっている。

(国立科学博物館・植物)

- (33) ○鯉坂哲朗\*・J. KILLAR\*\*：南西諸島で採集された褐藻類ホンダワラ亜属の1種について

南西諸島で採集された褐藻類ホンダワラ亜属の1種は、マカオから記載された *Sargassum polyporum* Montagne と形態的に非常に似ている。本種は、盤状の付着器から複数の茎を出し、茎からさらに複数の主枝を長さ42cmまで伸ばす。主枝には刺が密生する。葉は線状、舌状、幅の狭い楕円形で、中—上部では1-7回互生羽状に分裂する。葉の大きさは、長さ1-5cm、幅3-10mmである。普通は波うつようにちぢれ、基部でのみ鋸歯がみられる。気胞は、長さ6.5mmまでの球形または卵形で、下部または柄の部分に鋸歯がみられる。生殖器托に刺はみられない。今まで日本からは分裂する葉をもつホンダワラ亜属の種としてキレバモク (= カタワモク) が報告されているが、本種に比べて葉の縁辺に沿って鋭い鋸歯をもつことと生殖器托に明瞭な刺をもつことで区別できる。さらに、本種に似た特徴をもつハワイ産の *Sargassum polyphyllum* J. Agardh やカリブ海産の *Sargassum polyceratum* Montagne と形態学的な形質について比較検討する。

(\*京大・農、\*\*モート海洋研究所)

- (34) ○野呂忠秀・南波 聡：南九州産カタワモクとキレバモク (褐藻綱、ホンダワラ属) の分類

鹿児島県と宮崎県には、主枝に刺のあるホンダワラが分布する。山田(1942)は、このうち宮崎県日向産で葉幅の広い種をキレバモク (*Sargassum alternato-pinnatum* Yamada) とし、鹿児島県内之浦や坊津産で葉幅の狭い種をカタワモク (*S. asymmetricum* Yamada) としたが、吉田(1989)は両種間に明瞭な差のないことを示唆した。演者らは、1987年から1988年にかけてカタワモクの生長に伴う形態の変化を、その原産地に近い鹿児島県志布志町夏井において比較した。その結果、本種は若い時に主枝の刺が密で葉幅の広いカタワモク型の形態を示すのに対し、老成した個体では主枝の刺が疎で葉幅も狭いキレバモク型に変化した。この形態変異は、波浪の影響や生育深度の差によっても生じた。また生殖器床は何れも集散状で、雌雄同一生殖器床 (雌雄異果) であった。さらにキレバモクとカタワモクの基準標本に見られる形態の変異は、何れも志布志産カタワモクの変異幅内に入った。従ってキレバモクとカタワモクは同一種であり、今後はキレバモク (*S. alternato-pinnatum* Yamada) を用いることをあらためて提唱したい。

(鹿児島大・水産)

- (35) 梶村光男：アキヨレモク (褐藻、ホンダワラ科) の一新変種

葉状体の高さは普通 0.5 - 1.5 mm。多年生付着器は円錐形。多年生主軸は円柱状乃至ほぼ円柱状で、又状に分岐し、直径 0.5 - 1 mm、長さ数cm。1年生主枝は主軸上に数本乃至多数互生し、基部以外は三角形で、鋭い稜線上に刺を有し、ねじれる。側枝は短く、多い。基部の葉は披針形でそり返り、上部の葉は披針形—線状で季節の形態変化が著しく、葉序は互で短柄を有する。毛叢は顕著である。気胞は洋梨形で、形態と数の季節の変化が著しく、頂端突起又は冠葉を有する。雌雄異株で、生殖器托は房状を為し、包葉を有する。雄性生殖器托はほぼ円柱状で、長さ約1.5 mm、直径約 1 mm で、雌性生殖器托は扁平し、長さ3 - 5 mm で幅 1.5 - 2 mm である。両性の生殖器托先端にくぼみを1個有し、成熟時期は7月下旬 - 9月下旬。

(島根大・理・臨海)

- (36) ○新井章吾\*・種倉俊之\*\*・吉田忠生\*\*\*：ウスイロモク、フシスジモク、フシイトモクの付着器の形態について

ウスイロモク、フシスジモク、フシイトモクは、盤状付着器、ふつう分枝しないやや扁平した茎、2列に互生的に生ずる主枝など基部形態が似ている (吉田1985)。3種とも日本海を中心に分布し、漂砂の影響の大きい岩盤などの比較的環境の不安定な場所に単一の群落をよく形成している。そのような場所で群落を維持するためには、スナビキモクと同様に付着器による栄養繁殖能があるのではないかと推測された。そこで、3種が同一地域に生育している新潟県柏崎市稚谷において、1985年8月にそれぞれの種の単一群落で30本づつ基部形態を観察した。

ウスイロモクでは22個体に最大27本、平均9本の幼体が付着器縁辺部から直接出ていた。一方、フシスジモクとフシイトモクでは付着器の縁辺部から直径約1 mmの円柱状の糸状突起が、前者15個体、後者22個体から出ていた。突起の長さは前者で最長8 mm平均5.8 mm、後者で最長6 mm平均4 mmであった。また、突起先端に生じた幼体の数は前者で最大7本平均3本、後者で最大28本平均13本であった。

(\* 鶴海藻研、\*\* 鶴東海アクアノーツ、\*\*\* 北大・理・植物)



- (37) ○水野 真：海産及び汽水産底生珪藻の増殖に及ぼす塩分濃度の影響

21株の海産及び汽水産底生珪藻の増殖速度に及ぼす塩分濃度の影響について調べた。

海産底生珪藻：大多数の株は塩分濃度（S）が15‰以下では増殖しないか、最高増殖速度の $\frac{1}{2}$ 以下に抑えられた。最高増殖速度が得られた塩分濃度と好適濃度範囲（最高増殖速度の80％以上の値が得られた塩分濃度範囲）の違いから、15株は6つのグループに区分できた。

汽水産底生珪藻：6株のうち4株は広塩性を示したが、他の2株は好適濃度範囲が狭く狭塩性を示した。  
（東京農大・生物産業・水圏資源）

- (38) 前川行幸：モンテカルロ法による海藻群落内光環境のシミュレーションモデル

海藻群落の生産生態学を考える上で最も重要な要因は群落内の光環境である。しかし、水中での光環境の測定は困難なこともあり、これまでほとんど行なわれてこなかった。そこでコンピュータを用いて、群落内光環境を推定するための二次元シミュレーションモデルを開発することができたので、ここに発表する。

モンテカルロ法によるシミュレーションは、乱数を用いて確率的に事象を解析する方法の一つであり、一般に解析が困難な問題に対して有効である。本モデルの理論的有効性を検証するため、葉群の配置はランダムとし、葉の角度を様々に変化させた群落について、群落内光環境をシミュレートしたところ、Monsi und Saeki(1953)の散光条件下における理論式とほぼ一致した。

本モデルは、葉群の配置、光及び葉の角度特性、海水や葉の吸光特性等を様々に変化させることにより、種々の海藻群落について、群落内光環境を解析することができる。  
（三重大・生物資源）

- (39) 矢部和夫：北海道羽幌町における漁場造成用構造物の実海域調査(1)魚礁に付着した海藻について

現在の漁業は200カイリ問題が固定化し、近海魚族の増養殖が必要となっている。そのためには人工魚礁や自然石の沈設、海洋牧場等の造成が必要であり、国や道はその実現に鋭意努力を傾注している。

北海道羽幌町において、かつての資源の豊富な海への再生を目指して、地域の未利用資源を活用した新型魚礁が開発された。新型魚礁は縦・横・高さ各2mの8m<sup>3</sup>の体積で重量は11トンで、コンクリートの基盤上の周囲にトドマツ、カラマツ等の間伐材を打ち込み、鉄板と四隅の鉄骨で丸太を固定し、その中に建築用材として不合格の酸化鉄の含有量の多い安山岩等を入れた構造物で、1988年11月29日に海中に設置された。

本魚礁は動植物プランクトンの付着、さらに海藻類の付着および魚類の蟄集等を目標とした。

1989年1月より調査を開始し11月までの間の6回の調査の結果、水深3mに設置した魚礁に3月にアオサやコンブが付着したのが確認された。その後魚礁は全面にコンブが付着した。

（北海道東海大学）

- (40) Müller, D.G.\*, ○川井浩史\*\*, Stache, B.\*, Fölster, E.\*, Boland, W.\*\*\*: 褐藻マツモ(*Anallipis japonicus*)の性フェロモンについて

マツモは北太平洋冷水域に分布し、大型の胞子体と雌雄異株の配偶体の間で同型の世代交代をする。配偶子はほぼ同形で、褐藻類に一般的な接合過程により有性生殖を行う。即ち先に基物に付着した雌性配偶子が分泌する性フェロモンに雄性配偶子が誘引され接合がおこる。褐藻類の性フェロモンはこれまで約10種類が同定されている。今回北海道厚岸産のマツモにつき閉鎖ループ式抽出装置により性フェロモンを抽出し、ガスクロマトグラフィー、マスマススペクトロメトリーにより分離、同定した。主要な成分はectocarpeneでそのほかhormosireneとdictyoteneが約2%含まれる。しかし既知の濃度の化学合成性フェロモンを用いた生物検定の結果、雄性配偶子はectocarpeneと比較しhormosireneに100倍も感受性が高いことが示された。従って相対的にはhormosireneの方が有効であるとも考えられ、マツモの配偶子性誘引においてはこれら2種類のフェロモンが作用していると考えられる。

（\*西独・コンスタンツ大・生物、\*\*北大・理・植、\*\*\*西独・カールスルーエ大・化学）

- (41) ○申 宗岩・三浦昭雄：スサビノリの室内培養による自殖率の推定

スサビノリの緑色型と赤色型の色素変異体は同一連鎖群に属する単一、劣性遺伝子支配の変異型である。緑色型と赤色型を交雑し、緑色型から果胞子をとって次代系状体を培養すれば自殖による系状体は緑色型を示し、他殖による系状体は、緑色型と赤色型の遺伝子の相補的な関係によって、野生型を示す。野生型と緑色型の全系状体数に対する緑色型系状体の比を求めれば自殖率が得られる。本学会第13回大会で、緑色型または赤色型と野生型、緑色型と赤色型の交雑の場合における推定自殖率を報告した。その場合の交雑は同一面積の葉片を1枚ずつもちいて行なわれたが、今回は緑色型と赤色型の葉片をもちいていずれかの色彩型葉片の枚数を変えた場合の自殖率の推定を行なってみた。緑色型の葉片を1枚とし、赤色型の葉片を1, 2, 4, 8, 16枚とし、緑色型葉片から果胞子をとった場合の自殖率はそれぞれ48.0~55.0, 32.6~34.5, 16.1~23.0, 11.9~13.1, 5.6~6.4(%)となり、減少した。緑色型葉片を1枚とし、赤色型葉片を1, 2, 4, 8, 16枚とし、赤色型葉片から果胞子をとった場合の自殖率はそれぞれ45.1~50.3, 67.6~69.3, 81.2~82.2, 90.8~91.7, 93.9~95.1(%)となり、増加した。

(東水大・藻類増殖)

- (42) ○舘脇正和・G.V. Deshmukhe：室蘭産紅藻ダルス (*Palmaria palmata*)の生活史

紅藻ダルスの胞子を培養し、受精過程及び発生・生活史について観察した。培養において四分胞子発芽体は、1:1の割合でそれぞれ雌及び雄配偶体に生長した。雌性発芽体は4-5日培養で、10-12細胞の盤状体で受精毛を形成し、成熟した雌配偶体となる。これに天然で得た雄性配偶体成葉からの精子を加えると、精子は受精毛に付着し、精子核は受精毛内を移動して卵細胞に入り、卵核と融合する。その結果、盤状体上の数個の受精卵細胞から、それぞれ複相の直立葉が発達する。6-7ヵ月培養で成葉(胞子体)になり四分胞子を形成した。減数分裂はこの胞子形成の第一分裂のときに起る。一方、雄性発芽体は盤状体から単相の直立葉を多数形成し、これらは3-4ヵ月で成葉(雄配偶体)に達し、不動精子を形成した。

(北海道大・理・海藻研)

- (43) \* 宮田昌彦\*\* 馬場将輔\*\*\* 秋岡英承\*\*\*\*  
H.W.ジョハンセン\*\*\*\*\* 正置富太郎：日本産有節サンゴモ、エゾシコロ属の分類学的再検討

エゾシコロ属(*Calliarthron* Manza, 1937)は、節間部の随層細胞が屈曲し配列が交錯する点で他のサンゴモ亜科の属と区別できる。日本産としては、エゾシコロ [*Calliarthron yessoense* (Yendo) Manza], ヤハズシコロ [*C. nodesutum* (Yendo) Manza], [*C. latissimum* (Yendo) Manza] が知られていた。そして、ヤハズシコロは生殖器果の起源が異なるので新属 [*Alatocladia* (Yendo) Johansen, 1969] に移された。また、エゾシコロ属とヤハズシコロ属に含まれる属は、太平洋東岸と西岸に明瞭に分かれて分布することが知られている。そこで種間の関係を明らかにする目的で分類学的な再検討をおこなった。

その結果、エゾシコロ属を屈曲した随層細胞をもつ分類群とし、辺生(随層起源)、側生(皮層起源)の生殖器果をもつエゾシコロ亜属と軸生(随層起源)、辺生(随層起源)の生殖器果をもつヤハズシコロ亜属に分け、*C. latissimum*を、ゾシコロ(*C. yessoense*)の一型と考え、エゾシコロ属4種について系統関係を推定した。

(\*千葉中央博・植物, \*\*海生研, \*\*\*北教大(函館)・生物, \*\*\*\*クラーク大学・植物)

- (44) ○吉田忠生\*・三上日出夫\*\*：紅藻コノハノリ科クシノハウスベニについての観察

クシノハウスベニ *Erythroglossum pulchrum* は山田により 1938 年に四分胞子体のみに基づいて記載された。その後採集記録がなかった。神奈川県葉山沖で新たに採集されたこの種の雌性体でプロカルブの構造を観察し、1個の支持細胞に1群の中性細胞と2組の造果枝を持つ *Polyneura* 型であることを明らかにした。またウスベニ属 *Sorella* Hollenberg のタイプ種である California 産の *S. delicatula* についても La Jolla で採集された標本について調べ、プロカルブが同様に *Polyneura* 型であることが分かった。四分胞子嚢群が中肋の上に作られることなどから、クシノハウスベニも *Erythroglossum* 属ではなく *Sorella* 属に含めるべきであると結論された。

(\*北大・理, \*\*札幌大学)

- (45) ○松本正喜\* 吉田忠生\*\*：日本新産寄生紅藻 Leachiella pacifica Kugrens (コレオコラクス科, カクレイト目)

北海道東部根室半島沿岸でイトグサ (Polysiphonia sp.) およびハネグサ (Pterosiphonia sp.) の体上に寄生している紅藻を採集した。この寄生藻は、枕状の外生部と宿主組織内に貫入する内生的な糸状体部分より成る。外生部は球形か半球形で乳白色を呈し、多くの場合直径は 1mm 以下である。宿主体内に貫入する糸状体は単列で、宿主細胞と二次的な原形質連絡を形成する。雌雄の配偶体と四分胞子体は同じ形態をとり、イトグサ型生活環を持つと考えられる。栄養体、造果枝、嚢果などの構造よりアメリカ大陸太平洋岸から報告されている Leachiella pacifica Kugrens (コレオコラクス科, カクレイト目) と同定した。

(\* 北海道大学, 現日本エヌ・ユー・エス (株))  
 \*\* 北海道大学)

- (46) ○馬場将輔\*・秋岡英承\*\*・正置富太郎：日本新産紅藻 Titanoderma tessellatum の形態について

Titanoderma tessellatum (Lemoine) Woelkerling, Chamberlain & Silva (ウズマキフチシロ, 新称) は、パナマ太平洋岸, ガラパゴス諸島, ハワイ諸島に分布し、藻体表面が渦巻模様を呈することにより、ほかの無節サンゴモ類と容易に識別できる。演者らは千葉県から高知県にかけての表日本中南部, 九州西岸, 隠岐および小笠原父島の 11カ所で本種を採集する事ができた。藻体は潮間帯のタイドプール内から漸深帯の岩上あるいは大型褐藻類の仮根上に生育する。これは太平洋西岸では初めての報告である。体の構造は柵状に配列する基層細胞とその上に生じる表層細胞からなり、層状に重なって渦巻模様の外観となり、直径 4 cm, 厚さ 1 mm に達する。今回雄性体が初めて発見され、精子嚢が生殖器巢底面のみに単純な形態で形成されることが明らかとなった。雌性体, 果胞子体及び四分胞子体の生殖器官の構造は、従来の観察結果に一致した。日本産 Titanoderma 属は本種を加え 5 種の生育が確認されている。(\* 関日本海生研, \*\* 北教大・函館)

- (47) 猪郷 久治\*：ベルム紀カサノリ科石灰藻化石 Eogoniolina Endo(1953)の再検討

Eogoniolina は、1953年遠藤隆次によって岐阜県大垣市赤坂石灰岩の Neoschwagerina craticulifera 帯より産出した Eogoniolina johnsoni を模式種として提唱された属である。遠藤は本属を Dasycladaceae に含めたが、1967年の論文で、Eogoniolina 属について Mizzia 属の疑いがあることを指摘した。ところがその結論は公表されないまま 1969年遠藤は他界してしまった。演者は、赤坂石灰岩産の Yabeina globosa と共存する Eogoniolina について大型薄片を作成して検討した結果これらの標本の正縦断面の多くは、稀に開口していない個体もあったがほとんどの thallus の先端部が開口していた。さらに興味ある事実として 2 個の thallus が結合した個体が発見された。これらの新発見から thallus がいくつも数珠状に連結し長く伸び、海底の泥に仮根のようなもので付着していたらしい。以上の考察から Eogoniolina 属は、Mizzia 属の Synonym で、ジュラ紀の Goniolina とは、系統的關係はないものと考えられる。

(\* 東京学芸大・地学教室)

- (48) ○栗原美香\*・小林艶子\*・福島博\*\*\* 大塚晴江\*\*\*：相模湖 (神奈川県) の付着藻類植生

神奈川県東北隅にある相模湖は相模川の最上流部にあるダム湖である。この湖の付着藻を 1989年 4月、8月、11月、1990年 1月の 4 回調査を行なった。調査地点は st. 1 境川橋、st. 2 秋川橋、st. 3 勝瀬橋右岸下、st. 4 勝瀬橋左岸下、st. 5 相模湖公園、st. 6 尾房の 6 地点である。環境要因として気温、水温、pH、BOD、COD、T-N、T-P の測定を行なった。付着藻の現存量、シャノンの多様性指数、優占種などの季節的变化について報告する。

(\* 横浜市立大学・\*\* 東京女子体育大学・\*\*\* 神奈川公衛試)

(49) ○大沢啓志\*・小林艶子\*・福島博\*\*・大塚晴江\*\*\*  
：花水川（神奈川県）の付着藻類植生

神奈川県のはば中央を南北に流れる花水川の付着藻を1989年2月、5月、8月、10月の4回調査を行なった。調査地点は本川ではst.1常磐橋、st.2中里橋、st.3土屋橋、st.4吾妻橋、st.7東雲橋、st.8花水橋の6地点で、支川ではst.5大根川末端部下の宮橋、st.6渋田川末端堀橋の2地点である。環境要因として気温、水温、pH、BOD、COD、T-N、T-Pの測定を行なった。付着藻の現存量、シャノンの多様性指数、優占種などの季節的变化について報告する。

(\*横浜市立大学・\*\*東京女子体育大学・\*\*\* 神奈川公衛試)

(51) ○鈴木康人\*・小林艶子\*・福島博\*\*  
*Cymbella lata* Grun. の形態変異

長野県戸隠高原種池で1989年7月に得た約400個体を演者らの定法で研究した結果を報告する。計測値は以下のようである。ケイ殻長 $28 \sim 53.5 \mu\text{m}$ 、平均値 $39.3 \mu\text{m}$ 。ケイ殻幅 $12.5 \sim 17 \mu\text{m}$ 、平均値 $14.5 \mu\text{m}$ 。ケイ殻中央部横条線密度( $10 \mu\text{m}$ 中本数)背側6~9本、平均値7.6本、腹側7~12本、平均値9.8本。ケイ殻先端部横条線密度、背側9~14本、平均値11.6本、腹側10~15本、平均値12.1本。

(\* 横浜市立大学・\*\* 東京女子体育大学)

(50) ○坂元忠明\*・小林艶子\*・福島博\*\*・大塚晴江\*\*\*  
：酒匂川（神奈川県）の付着藻類植生

神奈川県西部を流れる酒匂川の付着藻を1989年2月、5月、8月、10月の4回調査を行なった。調査地点はst.1鮎沢川末端部、st.2河内川末端部、st.4川音川末端部、st.6狩川末端部、及び酒匂川本川のst.3十文字橋、st.5報徳橋、st.7飯泉取水堰下、st.8酒匂橋の8地点である。環境要因として気温、水温、pH、BOD、COD、T-N、T-Pの測定を行なった。付着藻の現存量、シャノンの多様性指数、優占種などの季節的变化について報告する。

(\*横浜市立大学・\*\*東京女子体育大学・\*\*\* 神奈川公衛試)

(52) ○福島博\*・小林艶子\*\*・大塚晴江\*\*\*  
：*Achnanthes stauroneioides* Bourrelly et Manguin  
の形態変異

*Achnanthes stauroneioides* はBourrelly と Manguin がKerguelen で得られた標本によって命名された種である。南極産の藻類は僅かな標本の観察で結論づけられる傾向が特に強いので、シノニムが多くなる場合がある。アケボノ岩の試料に本種らしい個体を見出し、同一個体で背線殻と偽背線殻の両方を観察できたもの約80個体、背線殻または偽背線殻の片方だけのもの約350個体を演者らの定法に従って研究した結果を報告する。

(\* 東女体大・\*\* 横浜市大・\*\*\* 神奈川公衛試)

- (53) ○真山茂樹・小林 弘\*\*：原始縦溝類珪藻におけるペリゾニウムの構造とその系統学的考察

ペリゾニウムは、珪藻の有性生殖において形成される増大胞子の周囲を取り巻く、非常に薄い珪酸質の構造体である。この微細構造に関する報文はきわめて少なく、羽状目原始縦溝類における報文はいまだ無い。

原始縦溝類珪藻を培養し、有性生殖の誘導を試みたところ、*Eunotia multiplastidica* sp. nov. (標名)、*E. pectinalis* v. *minor* (Kuetz.) Grun., *E. tropica* Hust., *Actinella brasiliensis* Grun. の4分類群において増大胞子が形成された。これらのペリゾニウムは、共に胞紋構造をもつ横走環帯と縦走帯の2要素から成り立っていた。横走環帯はすべてオープンバンドであった。中央部に位置する第1横走環帯は幅が広く、その背側の胞紋配列は *Eunotia* では放射し、*Actinella* では同心円状であった。この配列様式は中心目珪藻に特徴的なものである。第1横走環帯のパターンセンターは、すでに報告されている中心目珪藻のものと、羽状目双縦溝類珪藻のものが融合したような、すなわち円形と直線のパターンセンターが融合した形状を示した。 (＊東学大・生物、\*\*東京珪藻研)

- (54) ○小林 弘・小原一基・吉田 稔：特殊な胞紋構造をもつクチビルケイソウ属の二種について。

一般にクチビルケイソウ属の種類の胞紋は単純な裂け目として存在し、他の多くの珪藻に見られるような胞紋を開きす薄皮はみられない。本邦に広く分布する *Cymbella japonica* Reich. と *C. leptoceros* (Ehr.) Kuetz. は共に目だって太い条線をもつ種類であるが、SEM によって調べたところ他の *Cymbella* の種類に見られない特殊な胞紋構造をもつことがわかった。

*C. japonica* の胞紋は縦長で幅の広い裂け目として存在し、その内側が王の字に似た裂け目をもつ薄皮でとざされ、また、条線の内側は深い溝、すなわち、長胞とよばれる構造になっている。また、背側と腹側共に条線を構成する胞紋の最も軸域側の1個はそれぞれ殻の縁に向かって、C の字を描くのもこの種の特徴といえる。

*C. leptoceros* の胞紋は殻の外側から見ると細長い単なる裂け目であるが、内側は広がり、側壁のまん中からこの広がりに向かって、へら状の突起が突き出すという変わった構造になっている。条線の内側が長胞構造になる点は前種と同じである。 (東京珪藻研)

- (55) ○出井雅彦・千原光雄：中心目珪藻 *Actinocyclus* 属1種の有性生殖

*Actinocyclus* は *Coscinodiscus* に類似するが、偽節 (pseudonodule) を持つことで区別される。これまでに本属に知られる種は全て海産であったが、演者等は青森県小川原湖の淡水域より *Actinocyclus* と同定できる個体群を得た。本種の有性生殖は、淡水培地で増殖させたのち、汽水培地 (塩分濃度7‰) に植え替えることによって誘起することができた。精子は1個の栄養細胞から8個形成されるが、この過程で全ての葉緑体と大部分の細胞質は精子に分配されず、残余体として捨てられる。精子は卵形からやや先の尖った楕円形で、葉緑体を持たず、長さ8-10  $\mu\text{m}$  である。先端から伸びる1本の鞭毛は長く、30  $\mu\text{m}$  以上である。卵は栄養細胞から直接減数分裂を経て1個形成される。卵細胞となるのは培養株中でも大形の細胞に限られ、例えば直径が26-48  $\mu\text{m}$  の細胞から成る株中で卵細胞に分化したのは、37  $\mu\text{m}$  以上の個体であった。受精後に形成される増大胞子は、球状で直径91-130  $\mu\text{m}$  で、表面は円形で周囲に細かな切れ込みを持った鱗片によって被われている。 (筑波大・生物科学系)

# 日本学術会議だより №.16

## 公開講演会盛会裡に終了

平成2年2月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は、平成元年度に主催の公開講演会を3回開催しました。今回の日本学術会議だよりでは、その公開講演会の概要に加えて、本会議が実施している国際的活動などについて、お知らせいたします。

### 日本学術会議主催公開講演会

本会議では、科学の向上発達を図り、行政、産業及び国民生活に科学を反映浸透させるという本会議の設置目的に沿うための活動の一環として、毎年、公開講演会を開催している。この講演会は、本会議会員が講師となり、学術的香気が高く、かつ、時宜にかなったテーマを選定して開催している。

今年度も3回の公開講演会を開催したので、その概要を以下に紹介する。

#### I. 公開講演会「人間は地球とともに生きられるか」

標記講演会は、去る平成元年10月27日（金）13時30分～17時に、本会議講堂で約280人の参加を得て開催された。

最初に、吉野正敏・第4部会員（筑波大学地球科学系教授）が、「地球の温暖化とその影響」と題して、大気中の二酸化炭素とフロン・メタンなどの増加による気温の上昇に伴う、農林水産業をはじめ人間の社会経済にもたらす大きな影響などについて述べた。

続いて、久馬一剛・第6部会員（京都大学農学部教授）が、「地球環境と農業のかかわり」と題して、人口の増加、消費水準の向上などが世界中で農業そのものの変貌を余儀なくしており、その中で土壌侵食や塩類化などによる生産力の退化（砂漠化）や、水質汚濁・土壌汚染などを引き起こしていることを指摘し、農業のあるべき姿について述べた。

最後に、藤井隆・第3部会員（名古屋大学経済学部教授）が、「地球環境の経営と人間社会の発展」と題して、地球環境の経営は、地球環境の科学的研究に加えて、人間社会の運行との相関についての研究が必要であることを指摘し、人間社会の持続的発展を考えていくための視点について述べた。

#### II. 公開講演会「“人権の歩み”から何を学ぶか—フランス人権宣言200年を記念して—」

標記講演会は、去る平成元年11月18日（土）13時30分～17時に、本会議講堂で約250人の参加を得て開催された。

最初に、弓削達・第1部会員（フェリス学院大学長）が、「“人権”以前の世界」と題して、人権思想のなかったギリシャ・ローマ時代における人権思想の萌芽とも言えるべきものについて、同時代の一哲学者の奴隷等をめぐる精神的苦闘を例にとりて述べた。

次いで、大石嘉一郎・第3部会員（明治学院大学経済学部教授）が、「近代日本の人権思想—自由民権運動の人権論を中心に—」と題して、主として、明治時代の自由民権運動における人権論について、その特徴、特徴の起因となった当時の社会的条件、それが与えた影響などについて述べた。

続いて、杉本大一郎・第4部会員（東京大学教養学部教授）が、「科学技術と人権」と題して、近年の著しい科学技術の発展によってもたらされた、広い意味での「人権と自由」の様々な様相について、それらの事情と問題点などについて述べた。

最後に、南博方・第2部会員（一橋大学法学部教授）が、「人権の進化と創造」と題して、現在までの人権の進化の跡を回顧するとともに、最近における人権立法や人権思想を紹介しながら、今日生成しつつある現代型の新しい人権について述べた。

#### III. 公開講演会「くらしと学問の近未来—これからのくらしと学問—」

標記講演会は、去る平成元年12月8日（金）13時～17時に、仙台市の勾当台会館で約70人の参加を得て開催された。

この講演会の開催に当たっては、東北大学、宮城県教育委員会、仙台市教育委員会、河北新報社の後援を受けた。

最初に、藤咲暹・第7部会員（東北大学名誉教授）が、「長寿社会の条件—長生きを支える医学と医療」と題して、健康を阻害する危険や長生きできるための条件を充足するには厳しい現実があることを指摘し、長生きを支える医学と医療にとっての問題点を指摘し、それらの解決策について述べた。

続いて、澤登俊雄・第2部会員（国学院大学法学部教授）が、「犯罪現象への多様な接近」と題して、犯罪抑止や犯罪者の社会復帰などのための施策の推進には犯罪や犯罪者をつくりあげていくプロセスの分析など多様な視点からの検討が不可欠であることなどについて述べた。

最後に、上飯坂實・第6部会員（東京農業大学農学部教授）が、「森とむらと都市の共生」と題して、健全な森林づくりのために都市の住民と山村の住民が連帯することは、新しい人間尺度の文化の創造につながることを、日本と外国との場合を対比させて述べた。

（なお、これらの講演会の講演要旨は、「日学双書」として、（財）日本学術協力財団から出版されます。）

## 地球環境問題における工学研究の 在り方について—第5部報告

このたび、本会議の第5部は、標記報告をとりまとめ、本会議運営審議会の承認を得て公表した。

### (要旨)

近年における人間活動の大規模化は、地球環境に急速な変化をもたらし、その変化が人類の生存基盤そのものさへも脅かすようになってきた。そのため、次の世紀に向けて人類が総力を上げて取り組むべき、極めて重要かつ緊急の課題として地球環境問題が広く国際的な関心を集めているのは周知のとおりである。

元来、この問題は、時間的にも空間的にも極めてスケールが大きく、かつ、気圏、水圏、地圏及び生物圏全体にわたる相互干渉の結果として現れるものだけに、対応策を選択するに当たって、従来とは異なった長期的、学術的かつ国際的視野に立ち、持続的に取り組む必要がある。また、局所的な現象に目を奪われた一時的な対応や規制ではなく、地球全体における持続的な発展という観点から、地球を一つのシステムとして捉え、自然環境と人間活動とをいかなる価値観に基づいて調和させていくべきかという視点から、総合的に取り組むべき問題である。

地球環境問題が人間活動の結果として現出したことを考えると、今なすべきことは、地球環境に配慮した健全な人間活動のために新しい工学的基準を導入するなどにより、人間活動と地球環境の調和に役立つ新しい学問領域を創出することである。

それは、地球環境と人間活動とを総合して一つのシステムとして捉え、そこにおける物質・エネルギー循環・エネルギー収支のあるべき姿を定量的に評価できる手法を開発し、人類が生存し得る新しい技術体系を構築する学問領域である。このような地球システムの工学を「地球システム工学」と呼ぶことにする。

このような新たな学問領域創出と新たな技術体系確立のためには、既往の学問分野からの協力により速やかに研究体制を構築する必要がある。このためには、当面、研究プロジェクトを設定することにより強力な研究推進を行う必要がある。我が国がかかる学問領域を率先して創造し、国内外の研究者とともに地球環境問題解決に取り組むことは、研究開発力、技術力に対する海外の期待というものを考えた時、我が国の責務と考えられる。

## 平成2年(1990年)度共同主催国際会議

本会議は、昭和28年以降おおむね4件の学術関係国際会議を関係学術研究団体と共同主催してきたが、平成2年(1990年)度には、2件増えて、次の6国際会議を開催する。

### ■国際土壌科学会議

開催期間 平成2年8月12日～18日  
開催場所 国立京都国際会館(京都市)  
参加者数 国外1,000人、国内500人、計1,500人  
共催団体 (社)日本土壌肥科学会

### ■第22回国際応用心理学会議

開催期間 平成2年7月22日～27日  
開催場所 国立京都国際会館(京都市)  
参加者数 国外450人、国内550人、計1,000人  
共催団体 日本心理学会

### ■第15回国際微生物学会議

開催期間 平成2年9月13日～22日  
開催場所 大阪城ホール外(大阪市)  
参加者数 国外2,000人、国内3,500人、計5,500人  
共催団体 日本微生物学会

### ■第11回国際数学連合総会及び第21回国際数学会議

開催期間 平成2年8月18日～29日  
開催場所 神戸国際会議場(神戸市)外  
参加者数 国外1,500人、国内2,000人、計3,500人  
共催団体 (社)日本数学会外6学会

### ■第11回国際神経病理学会議

開催期間 平成2年9月2日～8日  
開催場所 国立京都国際会館(京都市)  
参加者数 国外600人、国内900人、計1,500人  
共催団体 日本神経病理学会

### ■第5回国際生態学会議

開催期間 平成2年8月23日～30日  
開催場所 横浜プリンスホテル(横浜市)  
参加者数 国外900人、国内1,000人、計1,900人  
共催団体 日本生態学会

## 二国間学術交流事業

日本学術会議では、二国間学術交流事業として、毎年2つの代表団を外国に派遣し、各訪問国の科学者等と学術上の諸問題について意見交換を行って、相互理解の促進を図る事業を行っている。

平成元年度には、①10月25日から11月4日まで、イタリア及びスイスへ、渡邊格副会長以下5名の会員から成る代表団を、②12月4日から12日まで、インドへ、大石泰彦副会長以下6名の会員から成る代表団をそれぞれ派遣した。

イタリア及びスイス派遣代表団は、イタリアでは、イタリア学術研究会議、大学・科学技術研究省、ローマ大学、ローマ日本文化会館など、スイスでは、スイス学術会議、連邦内務省教育・科学局、スイス科学財団、ベルン大学、チューリッヒ大学などを訪問した。

各訪問先では、関係者との間で、それぞれの国の学術研究体制や科学技術政策などをめぐって意見交換が行われたが、特に、イタリアでは、研究行政の一本化を図るために、大学を文部省の管轄からはずして、大学・科学技術研究省を設置していることについて、また、スイスでは、連邦政府とともに、強い権限を持つ州政府が存在する同国の行政の仕組みと学術行政との関連について、それぞれ熱心に意見の交換がなされた。

インド派遣代表団は、インド国家科学アカデミー、科学産業研究会議、計画委員会、科学技術庁、ネルー大学、デリー大学、タタ基礎研究所などを訪問した。

各訪問先では、関係者との間で、科学技術振興方策及び両国間の今後の積極的な学術交流などをめぐって意見交換が行われ、また、政変の直後ということもあって、選挙の話から、経済力の向上、中産階級の躍進などの政治、経済の問題などについて熱心に意見の交換がなされた。

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(403)6291

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

有限会社 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103

協和醸酵工業株式会社研究開発本部商品開発部センター

100 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル

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

弘学出版株式会社 森田悦郎 214 川崎市多摩区南生田6-16-12

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



好評発売中

自然の中の藻類の「生きている姿」を知るために

# 藻類の生態

秋山 優・有賀祐勝 共編  
坂本 充・横浜康継

A5判 640頁  
価12800円

1 水界生態系における藻類の役割—有賀祐勝\* 2 水界環境と藻類の生理—藤田善彦\* 3 藻類の生活圏—秋山優\* 4 海洋植物プランクトンの生産生態—有賀祐勝\* 5 湖沼における植物プランクトンの生産と動態—坂本充\* 6 自然界における藻類の窒素代謝—和田英太郎\* 7 植物プランクトンの異常増殖—飯塚昭二\* 8 海藻の分布と環境要因—横浜康継\* 9 河川底生藻類の生態—小林弘\* 10 汽水域の藻類の生態—大野正夫\* 11 土壌藻類の生態—秋山優\* 12 海水中の藻類の生態—星合孝男\* 13 藻類と水界動物の相互作用—成田哲也\* 14 藻のバソジーン—山本鎔子\* 15 藻類の細胞外代謝生産物とその生態的役割—大和田紘一\* 16 藻類の生活史と生態—中原紘之\* 17 藻類群集の構造と多様性—宝月欣二 各章末に掲載の多数の文献は読者にとって貴重な資料となろう。

シートでみる種の同定・分類

## 淡水藻類写真集

Photomicrographs of the Fresh-water Algae

山岸高旺・秋山優編集

B5判・各100シート・ルーズリーフ式  
第1巻・第2巻 価4000円 送料各360円  
第3巻・第4巻 価5000円  
第5巻・第6巻・第7巻  
第8巻・第9巻 第1期10巻完結

自然に親しむ 本…本…本

—川崎 勉著— B6判・各価1300円—

### 世界の珍草奇木

—植物にみる生命の神秘—

### 世界の珍草奇木余話

—植物と花と人生と—

### 動物 101 話

### 動物雑話 101

渡辺弘之著

### 南の動物誌

B6判・価1300円

### 山歩きウォッチング

—自然の探索ノート—

柴田 治著 B6・価1300円

### ●山歩きアラカルト

—自然の探索ノート—

柴田 治著 B6・価1300円

好評書

### 日本の湖沼

鈴木静夫著 B6・価1300円

### ナマコとウニ

—民謡と酒のさかなの話—

大島廣著 B6・価980円

### 自然科学この人類の大ロマン

小島和子著 四六・価1600円

内田老鶴圃

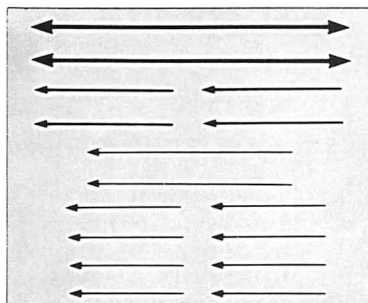
東京・文京区大塚3-34-3/Tel 03-945-6781 FAX 03-945-6782

価格は  
消費税抜きです

新製品ご案内!!

# レタリングシート (ブラック アンド ホワイト)

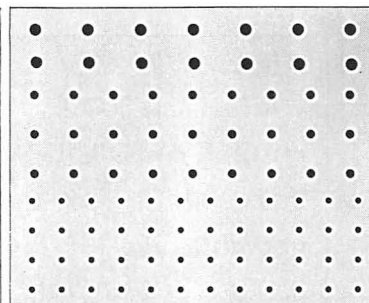
EMI NO.82014



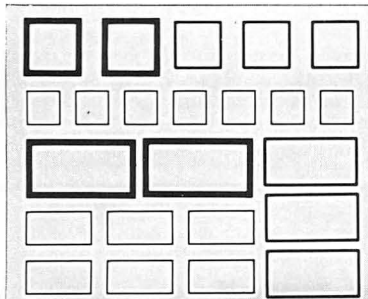
EMI NO.82016

μm μm μm  
μm μm μm  
μm μm μm μm  
μm μm μm μm

EMI NO.86626



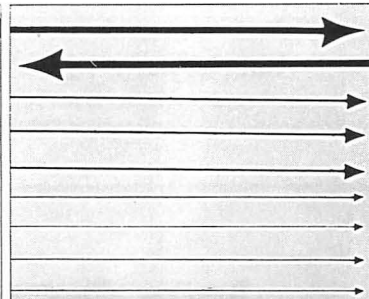
EMI NO.86627



EMI NO.86902

A B C μm μm nm nm  
A B C D μm μm nm nm  
A B C D E F G H  
μm μm μm μm μm  
nm nm nm nm nm  
A B C D E A B C D  
μm μm μm μm μm μm μm  
nm nm nm nm nm nm nm

EMI NO.86916



※レタリングシートの総合カタログが出来ました。下記の住所へカタログをご請求下さい。

## 西独製 精密ピンセット



①時計ピンセット

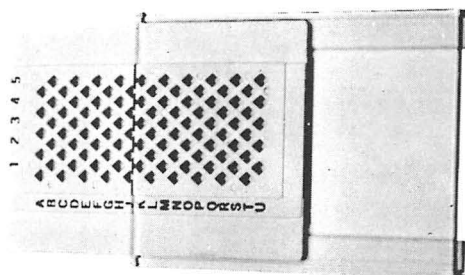
③5型変形ピンセット

②3Cピンセット

④SS型ピンセット

各1本: ¥2,200

## EMグリッドボックス



1個: ¥1,800

10個: ¥15,000



EM資材直販センター

〒274 千葉県船橋市三山5-6-1 TEL.0474(75)5783  
東京営業所: TEL.03(988)9906

海藻を総括的に論じた待望の書!!

# 海藻資源養殖学

徳田 廣 大野 正夫 小河 久朗 著  
(東京大学農学部) (高知大学農学部) (東北大学農学部)

B5判 上製 口絵4頁  
本文354頁 付・用語集

定価5,500円(送350円)

海藻の資源や養殖について初めて総括的に取揚げた待望の書。ノリを始めとする個々の海藻養殖の現状と将来展望から、藻場造成、利用法、海外での養殖、新しい海藻の養殖法、新品種形成の現状まで、実に幅広い観点から論じ尽した海藻入門の決定版。研究者・学生・養殖業者の熱い要望に応えて遂に刊行!!

## —— 主要目次 ——

I. 地球生態系と海藻 II. 海藻の生育環境 III. 海藻の利用 IV. 世界の海藻資源と生産量 V. 現在の海藻養殖 VI. 藻場造成 VII. 海外の海藻養殖の現状 VIII. 海藻養殖の将来と展望

〒171 東京都豊島区池袋2-14 池袋西口スカイビル  
販売03-590-4441(直) 振替/東京4-2758・6-80496

(株)緑書房

# 情報処理印刷

ワープロ・データベース フロッピー・磁気テープが印刷へ直結

## 中西印刷株式会社

取締役社長 中西 亮

京都本社 602 京都市上京区下立売通小川東入ル  
tel.075-441-3155 fax.075-441-3159  
東京連絡所 113 東京都文京区本郷一丁目21-5  
tel.東京03-815-7465

## 学 会 出 版 物

下記の出版物をご希望の方に頒布致しますので、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、非会員各号 3,000円、30巻4号(創立30周年記念増大号、1—30巻索引付)のみ会員 5,000円、非会員 7,000円、欠号: 1—2号、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. A 5 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. B 5 版, xiv + 280頁, 6 図版。昭和46年 8 月に札幌で開催さ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殖殖学的研究。1977. B 5 版, 65頁。昭和49年 9 月に札幌で行な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。

## Publications of the Society

Inquiries concerning copies of the following publications should be sent to the **Japanese Society of Phycology**, Shimotachiuri Ogawa Higashi, Kamikyoku, Kyoto, 602 Japan.

1. **Back numbers of the Japanese Journal of Phycology** (Vols. 1-28, Bulletin of Japanese Society of Phycology). Price, 2,000 Yen per issue for member, or 3,500 Yen per issue for nonmember; price of Vol. 30, No. 4 (30th Anniversary Issue), with cumulative index (Vols. 1-30), 6,000 Yen for member, or 7,500 Yen for nonmember (incl. postage, surface mail). Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 4, Nos. 1, 3; Vol. 5, Nos. 1-2; Vol. 6-Vol. 9, Nos. 1-3.
2. **Index of the Bulletin of Japanese Society of Phycology**. Vol. 1 (1953)-Vol. 10 (1962), Price 2,000 Yen for member, or 2,500 Yen for nonmember; Vol. 11 (1963)-Vol. 20 (1972), Price 3,000 Yen for member, or 4,000 Yen for nonmember. Vol. 1 (1953)-Vol. 30 (1982), Price 4,000 Yen for member, or 5,000 Yen for nonmember (incl. postage, surface mail).
3. **A Memorial Issue Honouring the late Professor Yukio Yamada** (Supplement to Volume 25, the Bulletin of Japanese Society of Phycology). 1977. xxviii + 418 pages. This issue includes 50 articles (26 in English, 24 in Japanese with English summary) on phycology, with photographs and list of publications of the late Professor Yukio YAMADA. 8,500 Yen (incl. postage, surface mail).
4. **Contribution to the Systematics of the Benthic Marine Algae of the North Pacific**. Edited by I. A. ABBOTT and M. KUROGI, 1972. xiv + 280 pages, 6 plates. Twenty papers followed by discussions are included, which were presented in the U.S.-Japan Seminar on the North Pacific Benthic Marine Algae, held in Sapporo, Japan, August 13-16, 1971. 5,000 Yen (incl. postage, surface mail).
5. **Recent Studies on the Cultivation of Laminaria in Hokkaido** (in Japanese). 1977. 65 pages. Four papers followed by discussion are included, which were presented in a symposium on *Laminaria*, sponsored by the Society, held in Sapporo, September 1977. 1,200 Yen (incl. postage, surface mail).

1990年3月5日 印刷

1990年3月10日 発行

©1990 Japanese Society of Phycology

禁 転 載  
不 許 複 製

編集兼発行

有 賀 祐 勝

〒108 東京都港区港南 4-5-7  
東京水産大学藻類学研究室  
Tel. 03-471-1251 内線 315

印 刷 所

中 西 印 刷 株 式 有 限 公 司

〒602 京都市上京区下立売通小川東入  
Tel. 075-441-3155

発 行 所

日 本 藻 類 学 会

〒602 京都市上京区下立売通小川東入  
Tel. 075-441-3155  
振替口座: 京都 1-50488

Printed by Nakanishi Printing Co., Ltd.

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」による。

Publication of The Japanese Journal of Phycology has been supported in part by a Grant-in-Aid for Publication of Scientific Research Result from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.



# 藻 類

## 目 次

O. Necchi Jr.・R. M. Góes・M. R. Dip: <i>Compsopogon coeruleus</i> (BALBIS) MONTAGNE (紅藻オオイシソウ科)の季節的变化とオオイシソウ属の分類形質の評価 .....	(英文)	1
井上 勲・張 曉明・榎本瑞子・千原光雄: 黄金色藻類 <i>Phaeaster pascheri</i> の細胞構 造, 特に鞭毛装置について .....	(英文)	11
高 坤山: アカモクの光合成の季節変動 .....	(英文)	25
R. E. Norris: 重要寒天原藻マクサの分類に関する評論 .....	(英文)	35
S. Fredriksen・S.-M. Boo・J. Ruess: 培養によるベニヒバ(紅藻イギス科)の 光周性と生活史の研究 .....	(英文)	43
阿知波英明・岩崎英雄: 有毒渦鞭毛藻 <i>Alexandrium tamarense</i> の増殖特性 .....		51
平田 徹・坂本和弘・多田 諭・横浜康継: 接着剤を用いたアラメ・カジメ個体の 人工基盤への移植 .....		61



## ノ ー ト

飯泉 仁・中原紘之・梅崎 勇: 珊瑚礁における窒素固定藍藻 .....	(英文)	69
川嶋昭二: 外国産コンブ目植物の漂着記録(5) クマデコンブとチシマゴヘイコン ブについて .....		71
西澤一俊: 第13回国際海藻シンポジウム見聞記 .....		74
有賀祐勝: 韓日藻類学シンポジウム(1989年11月22日~25日) .....		76



計 報 .....		79
学会録事 .....		82
日本藻類学会第14回大会(プログラム・講演要旨) .....		83
日本学会議だより .....		103