

The Japanese Journal of PHYCOLOGY

CONTENTS

- Sachito Enomoto, Terumitsu Hori and Kazuo Okuda:** Culture studies of *Dictyosphaeria* (Chlorophyceae, Siphonocladales) II. Morphological analysis of segregative cell division in *Dictyosphaeria cavernosa* 103
- Toshio Yotsui:** The life cycle of *Tinocladia crassa* (SURINGAR) KYLIN (Phaeophyta, Chordariales) without a haploid gametophyte from Kuchinotsu, Kyushu, Japan 113
- M. Ratnasabapathy and Shigeru Kumano:** Studies on freshwater red algae of Malaysia II, Three species of *Batrachospermum* from Sungai Gombak and Sungai Pusu, Selangor, West Malaysia 119
- Yukimasa Ohno, Michio Masuda and Munenao Kurogi:** Reproductive phenology of *Gigartina pacifica-ochotensis* and *Petrocelis* (Rhodophyta) in Oshoro Bay, Hokkaido 125
- Keiji Matsuyama, Eiji Abe and Takashi Kaneko:** Seasonal variation in the components of *Laminaria religiosa* at Oshoro Bay, Hokkaido (in Japanese) 134
- Hiromu Kobayasi and Michiko Nozawa:** Fine structure of the fresh water centric diatom *Aulacosira italica* (EHR.) SIM. (in Japanese) 139
- Fusayuki Kanda:** A new form of *Cladophora sauteri* from Lake Toro in the Kushiro moor, Hokkaido (in Japanese) 147
- Takeo Ohmori and Junko Hashida:** An analysis of tetraspore development in *Dictyopteris divaricata* VII. Effects of colchicine on tetraspore development. (in Japanese) 155



Notes

- Isamu Umezaki:** Comments on F. DROUET's classification of the blue-green algae 159
- Hiroshi Kawai, Mitsuru Marui and Munenao Kurogi:** Comparative measurement of water movement with a hemispherical block of plaster 161
- Isao Inouye and Takeo Horiguchi:** Notes on microalgae in Japan (6) 154
- Kazutosi Nisizawa:** A short visit to China (1) 163
- Book review 138, 164
- Announcement 165

日本藻類学会

日本藻類学会は昭和27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5,000円（学生は3,500円）を前納するものとする。団体会員の会費は8,000円、賛助会員の会費は1口20,000円とする。

入会、退会、会費の納入および住所変更等についての通信は 113 東京都文京区弥生 2-4-16「学会センタービル内」日本学会事務センター宛に、原稿の送付およびバックナンバー等については 305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1 筑波大学生物科学系内日本藻類学会宛にされたい。

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. The annual dues (1981) for overseas members are 6,000 Yen (send the remittance to the Business Center for Academic Societies Japan, 4-16, Yayoi 2-chome, Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan).

Manuscript for the Journal should be addressed to the Japanese Society of Phycology, c/o Institute of Biological Sciences, The University of Tsukuba, Sakura-mura, Ibaraki-ken, 305 Japan.

昭和56, 57年度役員

会 長：千原 光雄（筑波大学）
庶務幹事：原 慶明（筑波大学）
横浜 康継（筑波大学）
会計幹事：田中 次郎（筑波大学）
評 議 員：
秋山 優（島根大学）
広瀬 弘幸（神戸大学）
加崎 英男（東邦大学）
喜田和四郎（三重大学）
小林 弘（東京学芸大学）
右田 清治（長崎大学）
三浦 昭雄（東京水産大学）
中沢 信午（山形大学）
西澤 一俊（日本大学）
大森 長朗（山陽学園短期大学）
奥田 武男（九州大学）
阪井與志雄（北海道大学）
谷口 森俊（三重大学）
館脇 正和（北海道大学）
梅崎 勇（京都大学）
山岸 高旺（日本大学）

編集委員会：

委員長 堀 輝三（筑波大学）
幹 事 渡辺 真之（国立科学博物館）
委 員 秋山 優（島根大学）
" 有賀 祐勝（東京水産大学）
" 巖佐 耕三（大阪大学）
" 岩崎 英雄（三重大学）
" 黒木 宗尚（北海道大学）
" 小林 弘（東京学芸大学）
" 正置富太郎（北海道大学）
" 右田 清治（長崎大学）
" 西澤 一俊（日本大学）
" 吉田 忠生（北海道大学）

Officers for 1981-1982

President: Mitsuo CHIHARA (Univ. of Tsukuba)
Secretary: Yoshiaki HARA (Univ. of Tsukuba)
Yasutsugu YOKOHAMA (Univ. of Tsukuba)
Treasurer: Jiro TANAKA (Univ. of Tsukuba)

Members of Executive Council:

Masaru AKIYAMA (Shimane University)
Hiroyuki HIROSE (Kobe University)
Hideo KASAKI (Toho University)
Washiro KIDA (Mie University)
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University)
Seiji MIGITA (Nagasaki University)
Akio MIURA (Tokyo University of Fisheries)
Shingo NAKAZAWA (Yamagata University)
Kazutosi NISIZAWA (Nihon University)
Takeo OHMORI (Sanyo Gakuen Junior College)
Takeo OKUDA (Kyusyu University)
Yoshio SAKAI (Hokkaido University)
Moritoshi TANIGUCHI (Mie University)
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)
Isamu UMEZAKI (Kyoto University)
Takaaki YAMAGISHI (Nihon University)

Editorial Board:

Terumitsu HORI (Univ. of Tsukuba), Editor-in-Chief
Masayuki WATANABE (National Science Museum), Secretary
Masaru AKIYAMA (Shimane University)
Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)
Kozo IWASA (Osaka University)
Hideo IWASAKI (Mie University)
Munenao KUROGI (Hokkaido University)
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University)
Tomitaro MASAKI (Hokkaido University)
Seiji MIGITA (Nagasaki University)
Kazutosi NISIZAWA (Nihon University)
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

Culture studies of *Dictyosphaeria* (Chlorophyceae, Siphonocladales)

II. Morphological analysis of segregative cell division in *Dictyosphaeria cavernosa*^{1,2)}

Sachito ENOMOTO*, Terumitsu HORI**, and Kazuo OKUDA***³⁾

* Marine Biological Station, Faculty of Science, Kobe University, Iwaya, Hyogo-ken, 656-24 Japan. ** Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Sakura-mura, Ibaraki, 305 Japan. *** Institute of Algological Research, Faculty of Science, Hokkaido University, Muroran, Hokkaido, 051 Japan.

ENOMOTO, S., HORI, T. and OKUDA, K. 1982. Culture studies of *Dictyosphaeria* (Chlorophyceae, Siphonocladales) II. Morphological analysis of segregative cell division in *Dictyosphaeria cavernosa*. Jap. J. Phycol. 30: 103-112.

The entire process of "segregative cell division" characteristic of the siphonocladalean algae was followed in the laboratory cultured material of the coenocytic marine green alga *Dictyosphaeria cavernosa*.

Cell divisions both in the unicellular vesicles and the multicellular thalli were fundamentally the same, except for the number of daughter cells formed and pattern of their distribution in the mother cell.

When the unicellular primary vesicles were exposed to conditions of 14 hr L: 10 hr D (the lights are on at 0500 and off at 1900), 1000-2500 lux and 23°C, in PES, the cell division usually took place about 6 hr after the onset of the dark period and finished by the next morning (about 0700). At first the protoplasm of each vesicle broke down into small granular pieces, which then fused with one another to construct a network. In the following stage, the network broke down again into many spherical protoplasmic masses that synthesized new cell walls, as they increased rapidly in volume. By evening (about 1700), they became nearly twice in diameter.

Under continuous light the primary vesicle continued enlarging without cell division. However, if they were transferred to a light-dark cycle within about 10 days, normal cell division was induced within a few days.

Preliminary observations on the ultrastructure of the secondary vesicles are also presented.

Key Index Words: Chlorophyceae; coenocyte; *Dictyosphaeria cavernosa*; segregative cell division; Siphonocladales.

In 1905 BOERGESEN recorded and illustrated for the first time the distinct process

- 1) This work was supported by Grant-in-Aid No. 248015 and No. 534028 from the Scientific Research Fund of the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.
- 2) Contribution No. 5 from the Marine Biological Station, Kobe Univ.
- 3) Present address: Department of Biology, Faculty of Science, Kochi University, Kochi, 780 Japan.

of cell division in the coenocytic marine green alga *Siphonocladus tropicus*. According to him "the whole protoplasts with nuclei and chromatophores are divided into a number of small clumps, which are soon surrounded by a membrane and grow larger filling out the whole lumen of the mother cell, which in this way becomes divided into a number of small cells". Later, he detected this mode of cell division in some allied genera *Dictyosphaeria*, *Struwea*,

Chamaedoris, *Cladophoropsis* and *Boodlea* (BOERGESEN 1912, 1913). For this mode of vegetative cell division he coined the term "segregative cell division" (BOERGESEN 1913). After BOERGESEN (1912, 1913), segregative cell division in *Dictyosphaeria* was observed by ARNOLDI (1913) and EGEROD (1952).

Since then, many phycologists have confirmed this unique process of cell division and have discussed its biological and systematic significance for a long time without further investigation of the whole process.

In the previous paper on the life history of *D. cavernosa* (ENOMOTO and OKUDA 1981), we briefly mentioned this mode of division. The present paper includes the whole process of cell division both in unicellular and multicellular germlings which originated from zoospores, zygotes and both sexes of parthenogametes of *D. cavernosa*.

Materials and Methods

Vegetative plants of *Dictyosphaeria cavernosa* collected at Amami Island, southwestern Japan, during March and June of 1976–1980, were cultured in filtered-autoclaved sea water under 23–25°C, 1000–2500 lux, 14–16 hr L: 10–8 hr D. Although this light intensity is lower than these plants received in the field, plants normally produced reproductive cells, which grew into new plants under this light condition in the laboratory. For prevention of the luxuriant growth of algal epiphytes no nutrients were added. About one month after initiation of the cultures, zoospores, male and female gametes were obtained from separate plants, and zoospores, zygotes and male and female parthenogametes were cultured under two different conditions: (1) 16: 8 hr, 25°C and (2) 14: 10 hr, 23°C (see ENOMOTO and OKUDA 1981). For unialgal cultures, PROVASOLI'S ES-medium (PES) (prepared according to MCLACHLAN 1973) was used to facilitate the growth of the germlings. All germlings were maintained under 1000–2500 lux.

About 80–90 days after the establishment of a unialgal culture, all germlings developed

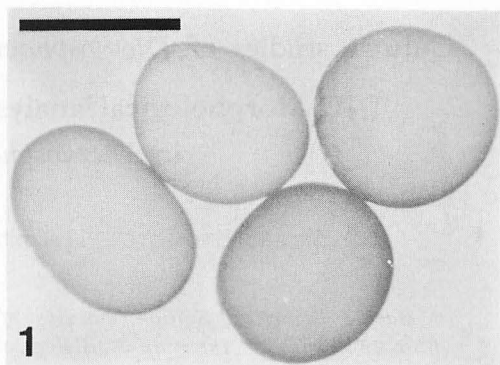


Fig. 1. *Dictyosphaeria cavernosa*. Zoospore-derived unicellular vesicles cultured for 90 days. Scale: 3 mm.

into unicellular spherical vesicles (3–5 mm in diam.) (Figs. 1, 2). These vesicles were set under two different photoperiodic conditions: (A) 14: 10 hr (0500–1900 light period; 1900–0500 dark period) and (B) 24: 0 hr (continuous light illumination). All other conditions were as follows, temperature: 23°C; light intensity: 1000–2500 lux; and population density: 10 vesicles/150 ml of the fresh medium of PES in glass vessel (60 mm diam., 90 mm depth).

Light microscopy: For microscope observation 3–4 vesicles in which an impending division was expected were transferred into a flat vessel (24×40×8 mm, 6 ml of PES) just before the inset of the dark period. According to our preliminary experiments (unpubl. data), the total increase in number of vesicles which had undergone to the first segregative cell division amounted within 3–5 days to 95% of all vesicles, so we used such vesicles as not yet started division at 4th–5th day after transfer. This vessel was put on the mechanical stage of a microscope and then kept under the dark condition (23°C). For stepwise observations 12–13 times of brief illuminations (2–3 min/a observation) were given.

Electron microscopy: Procedures for electron microscopy are identical to those described earlier in detail (Hori and Enomoto 1978).

Observations

Cell division under a light-dark cycle condition: The present observation described two successive events of the segregative divisions occurring both in unicellular and multicellular plants. Since the process of both divisions is fundamentally identical, the description depends on the first division in an unicellular vesicle. The first cell division usually occurred after midnight (0100–0130 about 6 hr after the inset of the dark period) between 3–5 days after the unicellular vesicles were placed under culture condition (A).

The impending division was recognized by a change in aggregation of protoplasm, because the protoplasm just after the onset of darkness was still homogeneously distributed in a thin layer along the entire inner surface of the cell (Figs. 2, 26). The protoplasm divided into numerous nearly equally sized units (Fig. 3). This compartmentalization of protoplasm started at one end of a cell and expanded over the entire cell within 5–10 min. After 10–30 min, they aggregated with one another becoming larger polygonal discoid masses (Figs. 4, 5). After 30–60 min, these aggregations fused further becoming larger irregularly shaped masses (Fig. 6). About 2 hr after the initiation of division, the larger masses absorbed adjacent smaller masses, constructing a protoplasmic network (Fig. 7), and soon, the contour of the network became clearer (Fig. 8). After about 2.5 hr, the protoplasts of the network condensed more, resulting in enlarging the diameter of the network meshes (Fig. 9). Protoplasmic condensation continued for 30 minutes more breaking the network apart at some points (Fig. 10), and finally segregating into irregularly shaped masses (Fig. 11). Breakdown process of the network during this stage proceeded rapidly (Figs. 12, 13), but each mass was connected to the other masses with fine strands (Figs. 13, 20 arrows).

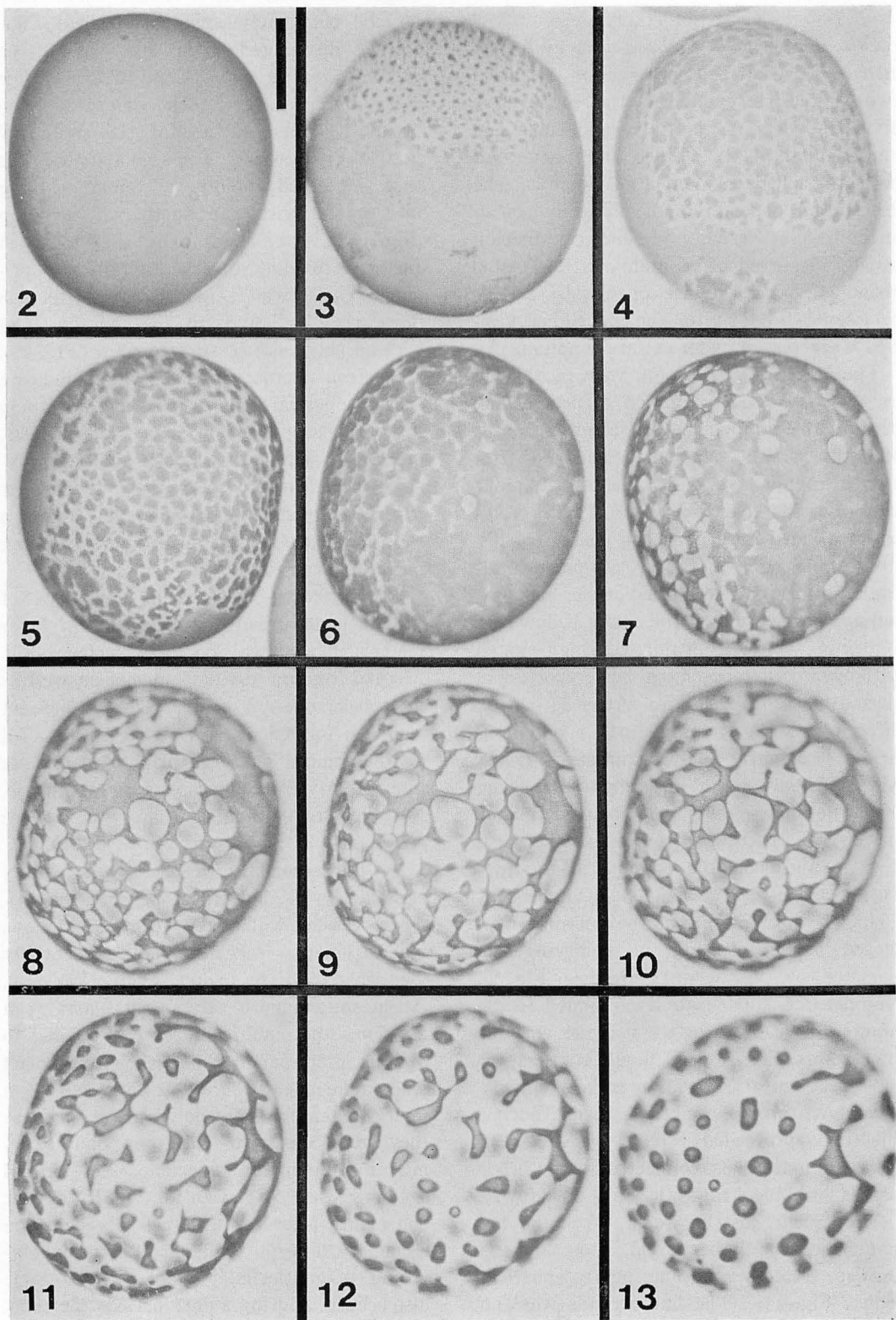
After 3.5 hr, just before or after the beginning of the light period, most of the segregated masses became nearly spherical bodies (Fig. 14). The fine strands were no

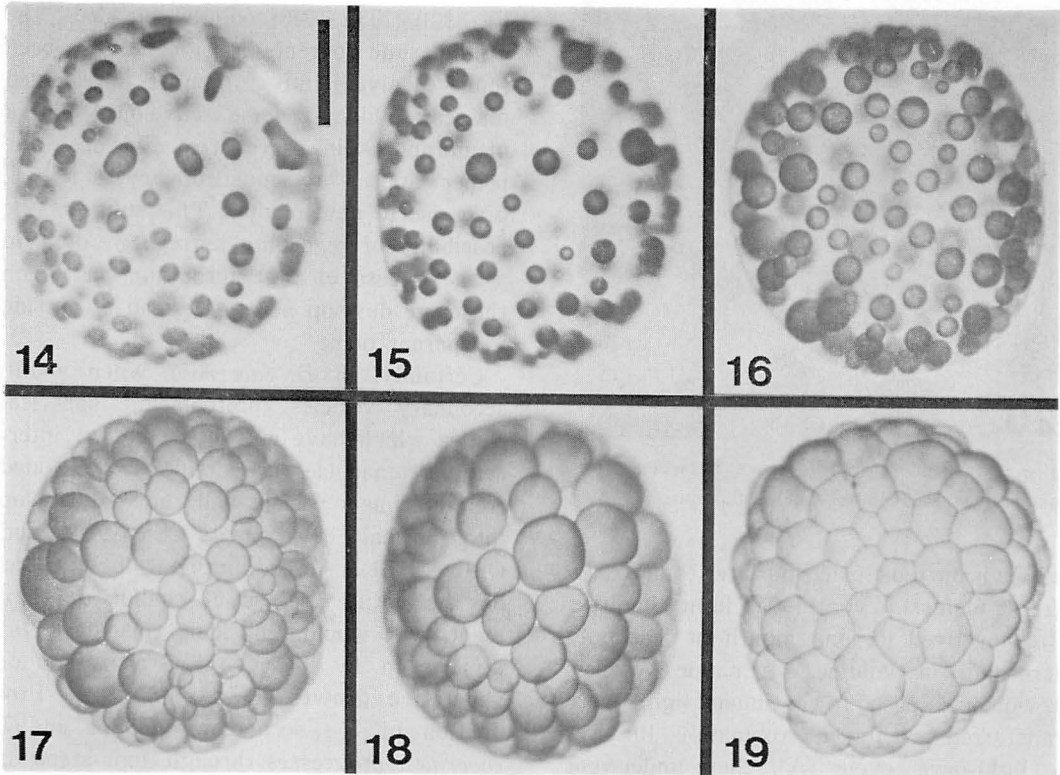
longer detected. After about 5.5 hr they became completely spherical bodies (Figs. 15, 27), distributed in a layer along the primary vesicle wall (Figs. 16, 27). After about 6–8 hr, a new cell wall was seen around the cell surface of the secondary vesicle (Figs. 16, 28). The secondary vesicles then increased rapidly in volume coming into contact with one another by evening (Fig. 17). After about 20 hr, they enlarged further, crowding together within the primary vesicle wall (Figs. 18, 29). After 2–3 days they adhered to one another and became polygonal in surface view (Fig. 19).

Electron microscopic observations indicate that a spherical body at the stage shown in Fig. 14 is occupied by many chloroplasts, interphase and dividing nuclei, and variously-sized vacuoles with or without their inner contents (Figs. 21, 22). A new cell wall and a central vacuole are not formed yet. Dividing nuclei are centric.

The secondary vesicles at the stage of Fig. 15 have already secreted a thin layer material of cell wall on their surface (Fig. 23) and contain dividing nuclei as well as interphase one. A central vacuole has not yet been formed even at this stage. All dividing nuclei observed in both stages are interestingly either in prophase or metaphase. No other stages of nuclei later than these are found.

As the secondary vesicles were closely arranged in a single layer beneath the primary vesicle wall, they formed a hollow, monostromatic saccate plant essentially identical with an adult plant (Fig. 30). About one month after the first cell division, the multicellular unit grew to 5–8 mm diam. and finally the parent cell wall broke open (Fig. 30). Each cell of a multicellular plant did not disperse, because they were connected with one another by minute intercellular tenaculæ (see Figs. 44–46 in ENOMOTO and OKUDA 1981). About one month after the first cell division, the secondary division occurred in all cells composing a multicellular plant (Fig. 24). It also occurred during a dark period. Tertiary





Figs. 2-19. The entire process of protoplasmic changes with the passage of time during the first segregative cell division in a primary vesicle of *D. cavernosa*. All photographs were taken for a single vesicle, though some of them appear different from one another. 2. Unicellular vesicle just before division (0100); 3. Initiation of division, numerous small granular protoplasmic units formed on one side of a cell (0130); 4. Progression of granular unit formation (0140); 5. Granular unit aggregated with one another to become larger discoidal masses (0150); 6. Discoidal masses fused with each other (0230); 7. Masses fused with adjacent masses to form a network (0330); 8. Contour of network becoming clearer (0350); 9. Network condensed and the meshes enlarged (0400); 10. Network broken apart at various spots (0410); 11. Network broken down into a number of irregularly-shaped masses (0425); 12. Protoplasmic masses forming spheres (0430); 13. Segregated spherical protoplasmic masses (0440); 14. Protoplasmic masses nearly spherical, fine strands already disappeared (0450); 15. Spherical protoplasmic masses formed cell walls and became secondary vesicles (0700); 16. Nearly 100 secondary vesicles formed in a primary vesicle (1000); 17. Secondary vesicles enlarged and came into contact with one another (1730); 18. Secondary vesicles increased their volume, crowding together within a primary vesicle (2030); 19. A saccate young plant, secondary vesicles adhering to adjacent ones, becoming polygonally shaped vesicles in surface view, after 3 days. Scale: (Figs. 2-19)=1 mm.

vesicles in a secondary vesicle were fewer in number than in the secondary vesicles in the primary vesicle (Fig. 25). Since the protoplasm of the secondary vesicles were densely distributed at the sides facing the outer surface of the secondary vesicle wall (Fig. 31), the tertiary vesicles were conspicuously located at this side in a single layer

as shown Fig. 25 and Fig. 32. Therefore, as the thalli grew into adult plants, they still remained monostromatic saccate structures (Fig. 33).

Cell division under continuous light: As described above, when single vesicles were exposed to light-dark cycle condition (A),

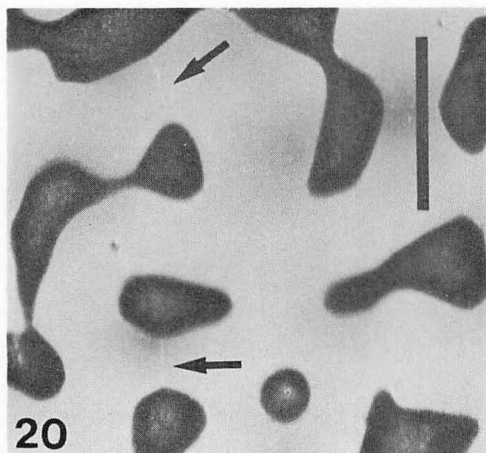


Fig. 20. Fine strands (arrows) between protoplasmic masses (0430). Scale: 0.5 mm.

cell division took place no later than 5 days after transfer. In continuous light condition (B), they lived for one month or less only increasing in volume. If single vesicles, previously exposed to continuous light, were transferred within approximately 10 days to light-dark cycle (A), they underwent normal cell division within 9 days, but abnormal divisions, that is, formation of several (usually 5-8) irregularly-shaped, variously-sized, larger masses (or clumps) of protoplasm, occurred in 50% of the vesicles. When exposed to continuous light, they grew to 8-10 mm vesicles in diameter after one month. Abnormal protoplasmic masses also synthesized new cell walls. The other vesicles remained in the unicellular state under continuous light for 45 days, but during this period their chloroplasts gradually changed from dark green to yellow-green and white-yellow-green, finally bleached white, resulting in the death of the vesicles.

Discussion

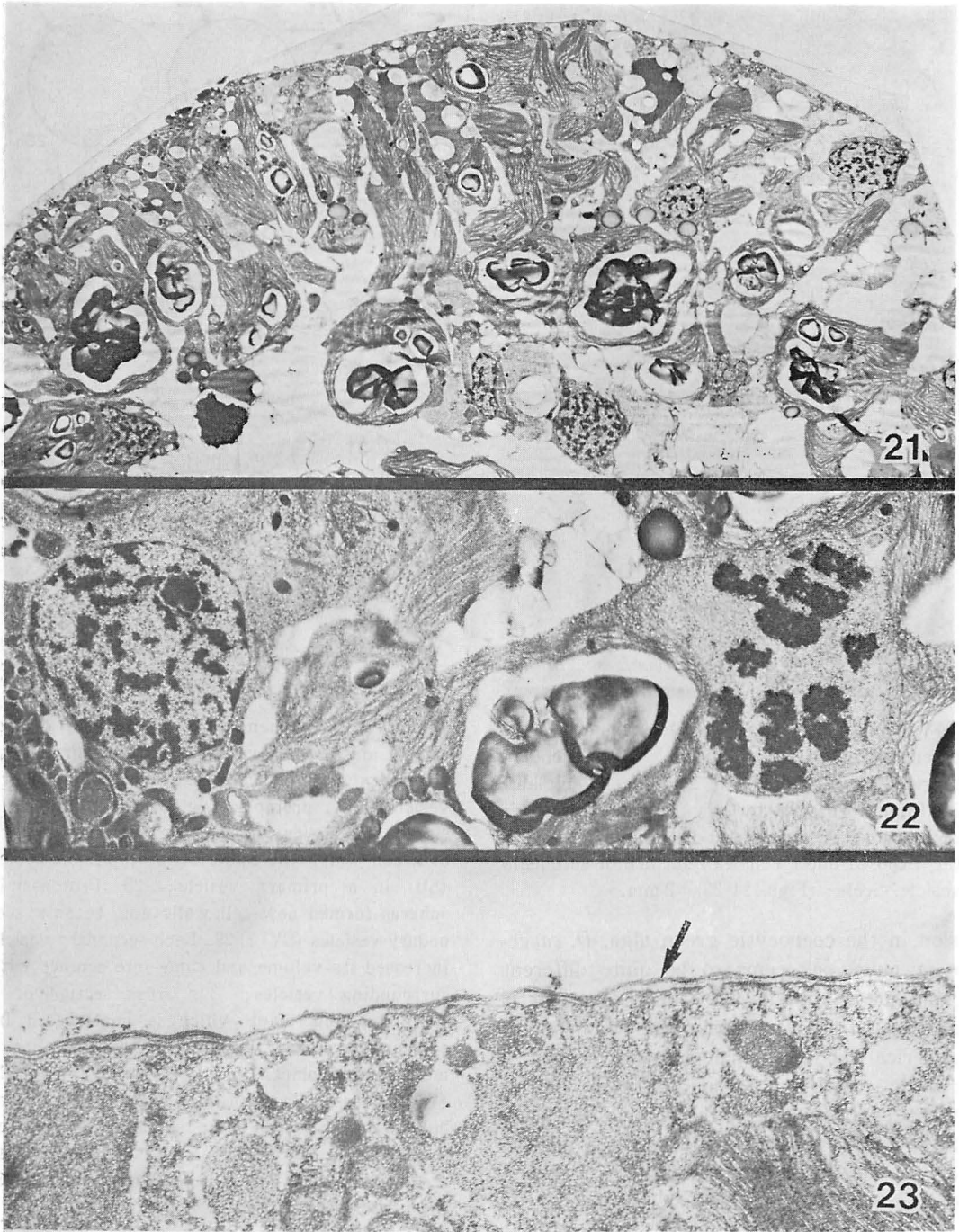
Since segregative cell division was observed by BOERGESEN (1905), several authors (BOERGESEN 1912, 1913; ARNOLDI 1913; EGEROD 1952) have described only the final features of the division. They also discussed the biological significance and validity of

this feature as a systematic criterion. FRITSCH (1935, 1946) pointed out that "the protoplasmic contents of segment have been found to divide into a number of rounded masses, which become enveloped by a membrane as in segregative division. The bodies appear to constitute cysts which give rise to new plants. This suggests the possibility of regarding segregative division as a process of cyst formation, in which the cysts develop *in situ*, instead of outside the parent plant".

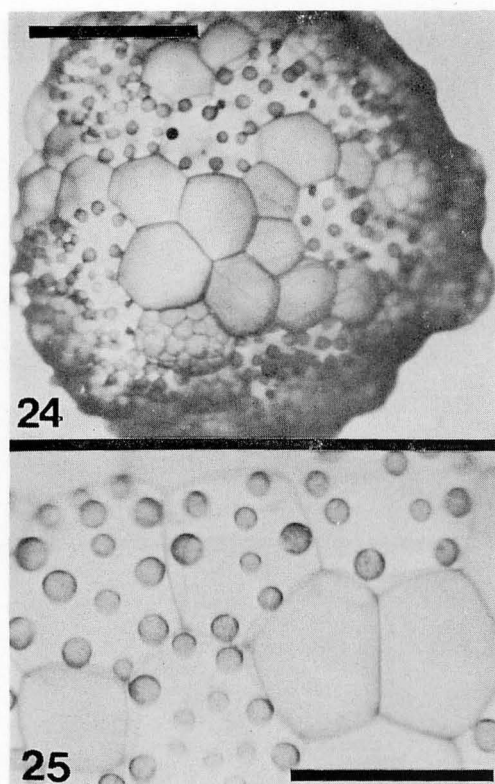
Certainly, in *D. cavernosa*, when young secondary vesicles (protoplasmic spherical bodies which have not yet developed intercellular tenaculæ) are artificially excluded from a primary vesicle wall, they did develop into normal new plants (ENOMOTO and OKUDA 1981). According to our observations on the entire process of thallus development, we would consider this mode of division in *D. cavernosa* as "a method of vegetative growth" (EGEROD 1952). Production of the secondary vesicles in *D. cavernosa* progresses through four steps, 1) protoplasts divided into numerous small protoplasmic masses, 2) each fuses with another resulting in a protoplasmic network, 3) the network breaks down into many spherical bodies, and 4) each body synthesizes a new cell wall and becomes a secondary vesicle.

The protoplasmic network also appears during process of artificially induced aplanospore formation in *Boergesenia forbesii*. However, the network in this alga is formed directly by aggregation of protoplasm which was distributed in a thin layer (ENOMOTO and HIROSE 1972). The protoplasm of *D. cavernosa* does not segregate directly into the network leading to spherical bodies.

Recent electron microscopical studies revealed that nuclear division in uninucleate green algae is generally followed by cytokinesis (see PICKETT-HEAPS 1975). In some algae the cytokinetic cleavage furrows precociously appear even before prophase (LØVLIE and BRATEN 1970; MATTOX and STEWART 1974). The segregative cell divi-



Figs. 21-23. Electron micrographs showing subcellular structure of the nearly-formed secondary sphere in primary vesicles of *D. cavernosa*. 21. Part of a sphere corresponding to that of Fig. 14. $\times 2000$; 22. Interphase (left) and metaphase (right) nuclei seen in another portion of the same sphere of Fig. 21. $\times 6000$; 23. Part of a sphere corresponding to that of Fig. 15, showing a thin layer of wall material (arrow) secreted on the surface. $\times 18000$.

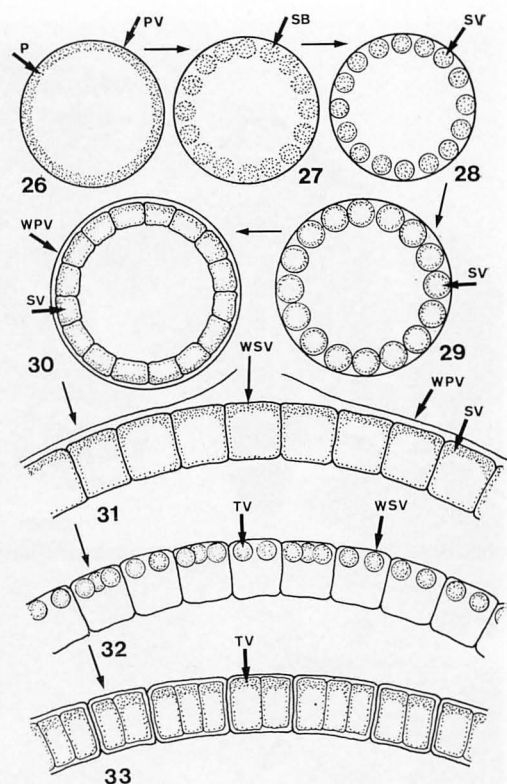


Figs. 24-25. Tertiary vesicles formed in the parent plant of *D. cavernosa*. 24. Secondary segregative cell division in a multicellular plant; 25. Eight to fifteen tertiary vesicles formed in each secondary vesicle and distributed just below the exposed outer cell wall surface of secondary vesicle. Scale: (Figs. 24-25) = 2 mm.

sion in the coenocytic green alga, *D. cavernosa*, however, seems to be quite different from them. In this alga the protoplasm is segregated simultaneously into a number of spherical bodies when a cell reaches a certain volume. Although these newly-formed spheres contain many dividing nuclei, there is no direct evidence that nuclear division is in concord with the progression of segregative cytoplasmic division.

Rather, that protoplasmic spheres just before or after the completion of segregative division contain interphase, prophase or metaphase nuclei probably indicates that the onset of their division might start near the end of the cytoplasmic division.

Before this unique division in the coeno-



Figs. 26-33. Schemata of distribution of secondary and tertiary vesicles and their growth in *D. cavernosa*. 26. Undivided unicellular primary vesicle (PV), protoplasm (P) distributed in a single thin layer along the entire inner surface of a cell wall; 27. Spherical protoplasmic bodies (SB) in a primary vesicle; 28. Protoplasmic spheres formed new cell walls and became secondary vesicles (SV); 29. Each secondary vesicle increased its volume and came into contact with surrounding vesicles; 30. Cross section of a saccate young plant which is constructed by adjacent secondary vesicles; 31. A part of a multicellular plant. Wall of primary vesicle (WPV) burst. Protoplasm was distributed just below the exposed outer surfaces of wall of secondary vesicles (WSV); 32. Distribution of tertiary vesicles (TV) in secondary vesicles; 33. Growth of tertiary vesicles in a plant.

cytes is characterized, cytological studies will be necessary more in detail.

JÓNSSON (1965) considered that the difference between the segregative division and *Cladophora*-type division in which the septum is formed centripetally is regulated by

relative abundance of protoplasm in the cell at the moment of the division, because he observed these two types of divisions in different portions of a thallus of *Anadyomene stellata*. We can not follow his opinion, for only centripetal division was observed in all cells of *Anadyomene wrightii* (ENOMOTO and HIROSE 1970) and *Microdictyon okamura* (ENOMOTO and HIROSE 1971). We believe that the ratio of protoplasmic quantity either to cell volume or to cell-sap volume induces the segregative cell division. In all the siphonocladalean algae undergoing the segregative cell division, cells composing a thallus are occupied by a large central vacuole, always appressing the cytoplasm in a thin layer against the cell wall. Therefore, this thin layer of protoplasm may bring about the segregative cell division.

In *D. cavernosa*, the protoplasmic network is formed both in production of secondary vesicle for vegetative growth and in formation of reproductive cells in fertile cells. Both processes are very similar, but they are easily distinguished by the following features: 1) during swarmer formation the protoplasts change their color from green to yellowish green, 2) several protoplasmic dense aggregations are formed in a fertile cell, 3) ostioles for swarmer discharge are formed in the cell wall of a fertile cell (HORI and ENOMOTO 1978; ENOMOTO and OKUDA 1981), and 4) the network during a vegetative growth division appears only during a dark period, whereas the network formation leading to reproductive cells in a fertile cell is not always restricted to a dark period (ENOMOTO and OKUDA 1981).

Present observations suggest that cell division requires a dark period, for several hours at least each day, and that continuous light or lacking of darkness inhibits cell division. However, once division has begun, several short periods of illumination do not inhibit the normal progression of division. Further studies on the relationship between cell division and light conditions (intensity, quality, photoperiod etc.) will provide a better understanding of segregative cell

division. The systematic significance of the division will be discussed in a subsequent article.

Acknowledgement

The authors would like to express their sincere thanks to Professor JOHN A. WEST, Department of Botany, University of California, Berkeley, for his kind criticism and helpful advice about the manuscript.

References

- ARNOLDI, W.M. 1913. Bau des Thalloms von *Dictyosphaeria*. Flora 105: 144-161.
- BOERGESSEN, F. 1905. Contributions à la connaissance du genre *Siphonocladus* SCHMITZ. Overs. K. Dansk. Vidensk. Selsk. Forhandl. 1905: 259-291.
- BOERGESSEN, F. 1912. Some Chlorophyceae from the Danish West Indies. II. Bot. Tidsskr. 32: 241-273.
- BOERGESSEN, F. 1913. The marine algae of the Danish West Indies. Part I. Chlorophyceae. Dansk Bot. Arkiv. 1(4): 1-158.
- EGEROD, L.E. 1952. An analysis of the siphonous Chlorophycophyta with special reference to the Siphonocladales, Siphonales, and Dasycladales of Hawaii. Univ. Calif. Publ. Bot. 25(5): 325-454.
- ENOMOTO, S. and HIROSE, H. 1970. On the life-history of *Anadyomene wrightii* with special reference to the reproduction, development, and cytological sequences. Bot. Mag. Tokyo 83: 270-280.
- ENOMOTO, S. and HIROSE, H. 1971. On the septum formation of *Microdictyon okamura* SETCHELL. Bull. Jap. Soc. Phycol. 19: 90-93.
- ENOMOTO, S. and HIROSE, H. 1972. Culture studies on artificially induced aplanospores and their development in the marine alga *Boergesenia forbesii* (HARVEY) FELDMANN (Chlorophyceae, Siphonocladales). Phycologia 11: 119-122.
- ENOMOTO, S. and OKUDA, K. 1981. Culture studies of *Dictyosphaeria* (Chlorophyceae, Siphonocladales). I. Life history and morphogenesis of *Dictyosphaeria cavernosa*. Jap. J. Phycol. 29: 225-236.
- FRITSCH, F.E. 1935. The structure and reproduction of the algae. Vol. 1. Cambridge Univ.

- Press, London.
- FRITSCH, F.E. 1946. The status of the Siphonocladales. J. Indian Bot. Soc. M.O.P. IYENGAR Commemoration Vol.: 29-48.
- HORI, T. and ENOMOTO, S. 1978. Developmental cytology of *Dictyosphaeria cavernosa*. I. Light and electron microscope observations on cytoplasmic cleavage in zooid formation. Bot. Mar. 21: 401-408.
- JÓNSSON, S. 1965. La validité et la délimitation de l'ordre des Siphonocladales. Trav. Déd. Luci. Plant. Masson & Cie, Paris. pp. 391-406.
- LØVLIE, A. and BRATEN, T. 1970. On mitosis in the multicellular algae *Ulva mutabilis* FØYN. J. Cell Sci. 6: 109-129.
- MATTOX, K.R. and STEWART, K.D. 1974. A comparative study of cell division in *Trichosarcina polymorpha* and *Pseudendoclonium basiliense* (Chlorophyceae). J. Phycol. 10: 447-456.
- McLACHLAN, J. 1973. Growth media-marine. p. 25-51. In J.R. STEIN [ed.], Handbook of phycological methods. Cambridge Univ. Press, London.
- PICKETT-HEAPS, J.D. 1975. Green algae. Sinauer Associates, Inc., Publ. Massachusetts.

榎本幸人・堀 輝三*・奥田一雄**：暖海産緑藻キッコウグサ (*Dictyosphaeria cavernosa*) の
分割細胞分裂 (segregative cell division) について

奄美大島産のキッコウグサから得た単藻培養体において分割細胞分裂の全過程を観察した。分裂は 14 hr L/10 hr D (05:00-19:00 明期, 19:00-05:00 暗期), 1000-2500 lux, 23°C の条件下で深夜 (1時頃) に始まり朝 (7時頃) までには完了する。母細胞内壁に沿って均一に単一薄層状に分布していた核, 葉緑体, ミトコンドリア, その他の原形質は, まずそれらを含む無数の顆粒状の小塊に分裂し, ついで互いに融合し, より大きな板状塊となり, それらがさらに互いに融合して網状塊となる。原形質の凝集により網状分布は各所で分断され, ほぼ同大の多数の原形質塊に分離する。原形質塊は球形化し, 細胞壁を新生して娘細胞となる。連続照光下では細胞は未分裂のまま生長を続ける。10日後この未分裂の細胞を上記の明暗条件に移すと数日以内に正常な分裂が起る。

(656-24 兵庫県津名郡淡路町岩屋, 神戸大学理学部臨海実験所; *305 茨城県新治郡桜村天王台1-1-1, 筑波大学生物科学系; **051 北海道室蘭市母恋南町, 北海道大学理学部海藻研究施設)

**The life cycle of *Tinocladia crassa* (SURINGAR) KYLIN
(Phaeophyta, Chordariales) without a haploid gametophyte
from Kuchinotsu, Kyushu, Japan**

Toshio YOTSUI

*Aquaculture Research Laboratory, Nagasaki Prefectural Institute
of Fisheries, Nomozaki-Cho, Nagasaki, 851-05 Japan.*

YOTSUI, T. 1982. The life cycle of *Tinocladia crassa* (SURINGAR) KYLIN (Phaeophyta, Chordariales) without a haploid gametophyte from Kuchinotsu, Kyushu, Japan. Jap. J. Phycol. 30: 113-118.

The life cycle and cytology of a strain of *Tinocladia crassa* growing at Kuchinotsu, Nagasaki Prefecture, Japan, was investigated in culture. Biflagellate zoospores liberated from unilocular sporangia of macroscopic plants from the natural habitat developed directly, without fusion, into sporophytic plants identical to the mother plants. The chromosome number of both macroscopic plants in nature and cultured germlings of zoospores from unilocular sporangia was found to be about $2n=24$. It is thought that meiosis failed to occur in the unilocular sporangia and that the strain of *T. crassa* at Kuchinotsu has no haploid phase in its life cycle.

Key Index Words: Chordariales; development; life cycle; cytology; Phaeophyta; *Tinocladia crassa*.

Tinocladia crassa (SURINGAR) KYLIN is one of the edible brown algae of Japan. It is distributed widely in the warm temperature regions. ARASAKI (1941) investigated the life cycle of this alga using material collected at Ise Bay, Mie Prefecture and Mikawa Bay, Aichi Prefecture. According to him, *T. crassa* has an alternation of heteromorphic generations, with a microscopic gametophyte and a macroscopic sporophyte. YOTSUI (1978) confirmed the same life cycle using *T. crassa* collected at Nomozaki, Nagasaki Prefecture. However, a similar culture study using material growing at Kuchinotsu and some other localities of the north western coast of Kyushu showed another type of life cycle without a haploid gametophyte. In the present paper, this type of life cycle in *T. crassa* is reported.

Materials and Methods

Macroscopic *Tinocladia* plants were collected in May 1979, at Kuchinotsu on the southern end of the Shimabara Peninsula where the plants grew on stones from 0 to 1 meter below the low tide mark. Material was also collected at Nomozaki and Sasebo, Nagasaki Prefecture, and Nishinoura, Fukuoka Prefecture (Fig. 1), for comparison of the life cycle. In the laboratory about ten mature plants were selected and each was put into a small glass vessel containing sterilized sea water and placed in the light. Within a few hours, zoospores were liberated from unilocular sporangia and swam to the darker side of the vessel. The liberated zoospores were rinsed several times with sterilized sea water and allowed to settle on a small glass plate. The zoospores liberated from one individual were cultured in a vessel.

Culture were carried out under the following two conditions; a) in a culture cabinet

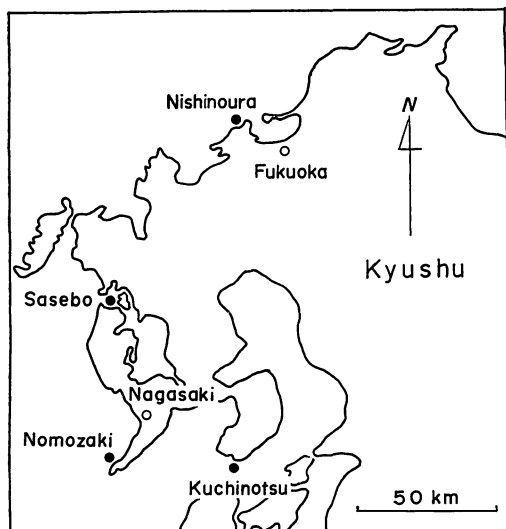


Fig. 1. A map of north-west Kyushu showing the collection sites (solid circle) of *Tinocladia crassa*.

kept at 12–14°C and illuminated with fluorescent lamps of 4000 lux light intensity for 10 hours a day; b) in a room of the labor-

atory exposed to ambient temperature ranging from 22°C to 30°C, and the illumination kept at 3000 lux in early summer and at 500 lux in mid summer. The culture medium used was Schreiber's solution enriched with modified PI solution (FUJITA 1965).

For chromosome counts, the aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate method (WITTMAN 1965) was employed.

Results

Mature *Tinocladia* plants in nature bore only unilocular sporangia on the basal cells of assimilating filaments from mid April (Fig. 3A). Cultures of zoospores from unilocular sporangia were started early in May, 1979. The development of the zoospores from Kuchinotsu plants was as follows. The unilocular sporangia liberated biflagellate zoospores ($6.5\sim 8.0\times 3.0\sim 4.0\text{ }\mu\text{m}$ in size) having a single chloroplast and an eyespot (Figs. 2A, 3B). They settled down on the substratum in a few hours and became spher-

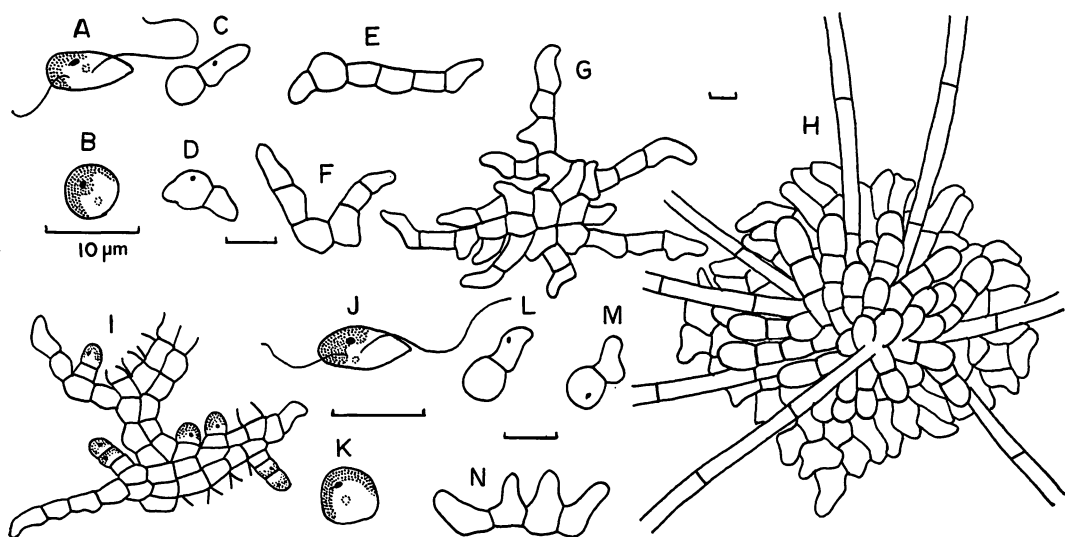


Fig. 2. Development of zoospores from *Tinocladia crassa* collected at Kuchinotsu. A–H, culture at low temperature; I–M, culture at high temperature. A. Zoospore from unilocular sporangia; B. Settled zoospore; C–G. Germination and early developmental stage of the zoospore; H. Formation of hairs and erect assimilators; I. Formation of plurilocular sporangia on the sporangia at high temperature; J. Zoospore from plurilocular sporangia; K. Settled zoospore; L–N. Early developmental stage of zoospore from plurilocular sporangia.

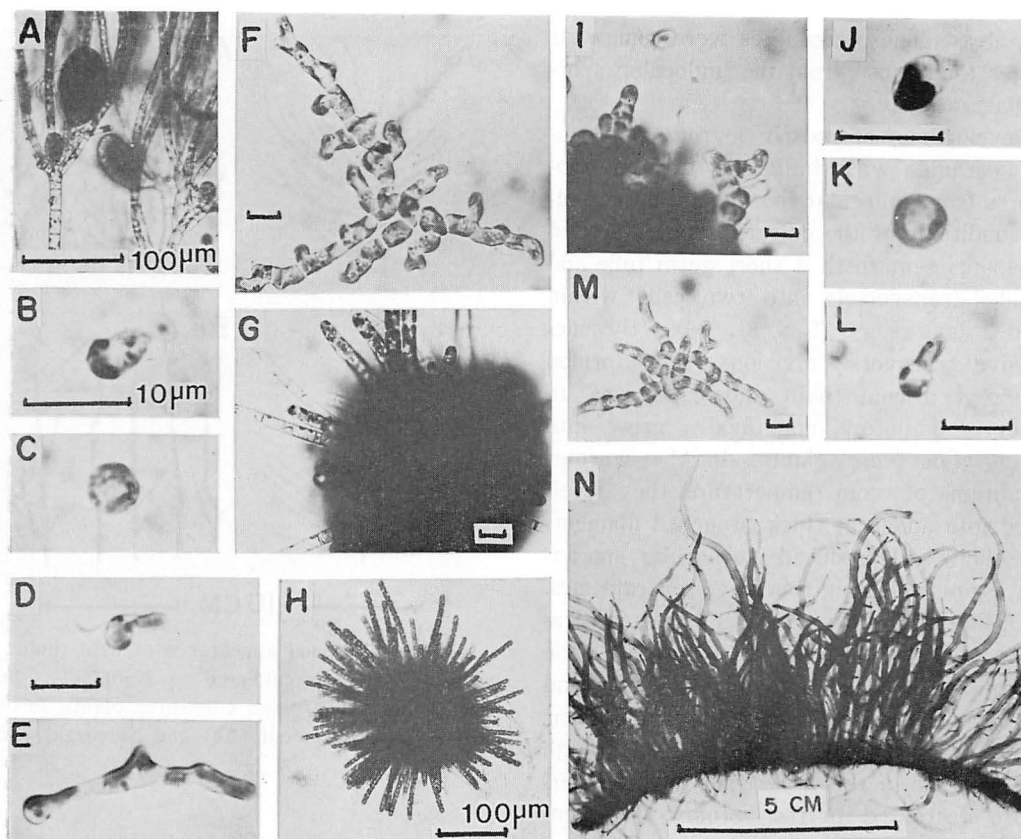


Fig. 3. Development of zoospores from *Tinocladia crassa* collected at Kuchinotsu. A-H, Culture at low temperature; I-M, Culture at high temperature; N. Cultivation in the sea. A. unilocular sporangia on the macroscopic thalli in nature; B. Zoospore from unilocular sporangia; C. Settled zoospore; D-F. Germination and early developmental stage of the zoospore; G.H. Formation of erect assimilators; I. Formation of plurilocular sporangia on the sporeling of zoospore at high temperature; J. Zoospore from plurilocular sporangia; K. Settled zoospore; L.M. Germination and early developmental stage of the zoospore; N. Macroscopic *Tinocladia* thalli growing on synthetic string.

ical (Figs. 2B, 3C). At this stage they measured 4.0 to 6.0 μm (average 4.9 μm) in diameter. In the cooler conditions of the culture cabinet, they sent forth a short germ tube and divided transversely into two cells within 1 or 2 days (Figs. 2C, D, 3D). By successive transverse cell divisions, the germlings continued to grow in length and branched thickly in the horizontal direction and formed colorless hairs (Figs. 2E-G, 3E, F). In 2 or 3 weeks, the germlings became creeping discs which formed a series of erect assimilators in the central areas and within 2 months they developed into young *Tinocladia* plants reaching up to 2 mm in

height (Figs. 2H, 3G, H). Development of the zoospores liberated from other material examined showed the same results.

On the other hand, in the high room temperatures, the germlings of zoospores did not form erect assimilators and remained as adherent thick branched filamentous thalli. These creeping filamentous thalli frequently bore plurilocular sporangia (Figs. 2I, 3I). The plurilocular sporangia liberated biflagellate zoospores having a single chloroplast and an eyespot (Figs. 2J, 3J). They settled down in a few hours, with no sign of fusion, and at this stage they measured 4.5 to 6.5 μm (average 5.5 μm) in diameter (Figs.

2K, 3K). These zoospores were somewhat larger than those from the unilocular sporangia.

Development of zoospores from plurilocular sporangia was similar to that of zoospores from unilocular sporangia. In the cooler conditions of the culture cabinet, settled zoospores sent forth a short germ tube and divided transversely into two cells within 1 to 2 days (Figs. 2L-N, 3L, M). By successive transverse divisions, they formed adherent discoid thalli and gave rise to erect assimilators and finally grew into young *Tinocladia* plants. In the warmer conditions of room temperature, they developed into adherent thick branched filamentous thalli and produced plurilocular sporangia again, repeating this stage several times.

During mid summer, under high temperatures of above 28°C in the laboratory, the germlings of zoospores from unilocular and plurilocular sporangia ceased to grow. Their cells became spherical and passed through the summer in this state. As room temperature decreased in the autumn, the germlings began to grow again and produced plurilocular sporangia and released zoospores which grew directly into young *Tinocladia* plants. After removal of the germlings to the sea on a synthetic string, they grew to adult macroscopic thalli (Fig. 3N).

The same mode of development of zoospores from unilocular sporangia was observed in culture experiments using material collected at Sasebo and Nishinoura.

On the other hand, as previously reported (YOTSUI 1978), regarding the material collected at Nomozaki, zoospores from unilocular sporangia developed into adherent discoid thalli in the early stages in a similar manner to those of the Kuchinotsu plants. Later, the germlings did not produce erect assimilators, but continued to grow as adherent branched thalli and formed plurilocular gametangia. The plurilocular gametangia released gametes and they fused to form zygotes. The zygotes germinated into adherent discoid thalli and produced erect assimilators in the early stage, developing

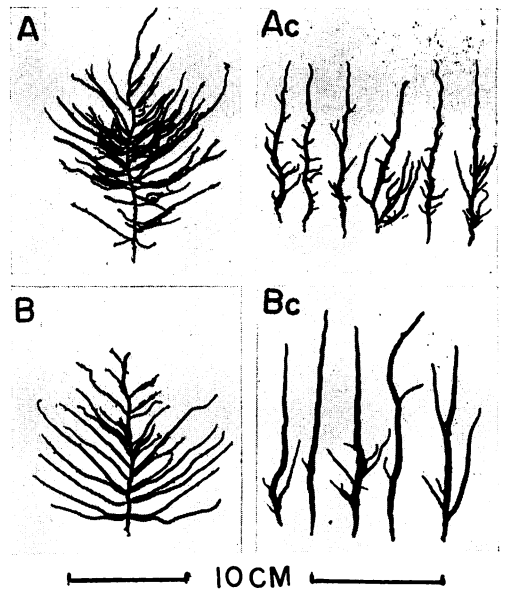


Fig. 4. External appearance of field thalli of *Tinocladia crassa* collected at Kuchinotsu (A) and Nomozaki (B), and cultivated plants derived from the Kuchinotsu (Ac) and Nomozaki (Bc) field thalli.

finally into young *Tinocladia* plants.

The external appearance of field material from Kuchinotsu seemed more slender and thickly branched than the Nomozaki material, and the same difference in the morphology also appeared in cultured plants derived from Kuchinotsu and Nomozaki field thalli (Fig. 4).

Cytological observations on the chromosome number were carried out on the cells of macroscopic thalli from nature and on those of the cultured germlings of zoospores from unilocular sporangia. As far as could be ascertained, the chromosome number of macroscopic thalli in nature was about 24 (2n) in the plants from Kuchinotsu, Nomozaki (Fig. 5A, C) and the other two localities. In the germlings of zoospores from unilocular sporangia, the chromosome number was about 24 (2n) in Kuchinotsu (Fig. 5B), Sasebo and Nishinoura plants, but it was about 12 (n) in Nomozaki plants (Fig. 5D). The chromosome number of the germlings of zoospores from unilocular sporangia of No-

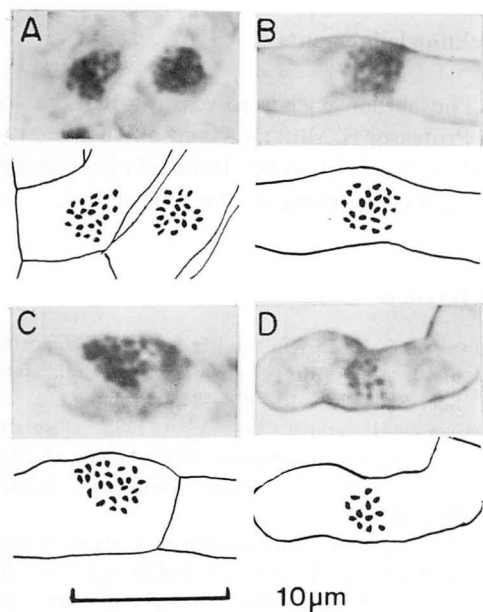


Fig. 5. Chromosomes of *Tinocladia crassa*. A. Macroscopic field thalli from Kuchinotsu (a chromosome number 20 or 21 was counted); B. Germling of zoospore from unilocular sporangia of Kuchinotsu (22); C. Macroscopic field thalli from Nomozaki (24); D. Germling of zoospore from unilocular sporangia of Nomozaki (12).

mozaki plants was reduced to about half of that of macroscopic thalli in nature. On the other hand, in the plants from Kuchinotsu and the other two localities the chromosome number was the same for both macroscopic thalli in nature and the cultured germlings of zoospores from unilocular sporangia.

Discussion

ARASAKI (1941) studied the life cycle of *Tinocladia crassa* collected at Ise Bay, Mie Prefecture, and Mikawa Bay, Aichi Prefecture, and found that zoospores from unilocular sporangia germinated into adherent, thickly branched gametophytes. These gametophytes produced plurilocular gametangia which released gametes. The gametes conjugated isogamously to form zygotes and the zygotes gave rise to *Tinocladia* plants. YOTSUI (1978) observed the same develop-

mental pattern using material collected at Nomozaki, Nagasaki Prefecture.

In the present study, *T. crassa* collected at Kuchinotsu and two other localities showed a different type of life cycle, in that zoospores from unilocular sporangia grew directly into sporophytic plants without passing through a gametophyte generation. In unfavorable warmer conditions, the thalli remained adherent branched filamentous forms producing plurilocular sporangia and giving rise to plethysmothalli which produced several successive generations. Similar development of sporophytes in unfavorable culture conditions has been reported for *Nemacystus decipiens* (MIGITA and YOTSUI 1972) and *Cladosiphon okamuranus* (SHINMURA 1977).

The development of zoospores from unilocular sporangia directly into sporophytic plants was also reported for a few related species. KORNMAN (1962) reported that zoospores from unilocular sporangia of *Chordaria flagelliformis* developed directly into *Chordaria* plants. However cytological evidence of such an alternation was not provided. BLACKLER and KATPITIA (1963) reported

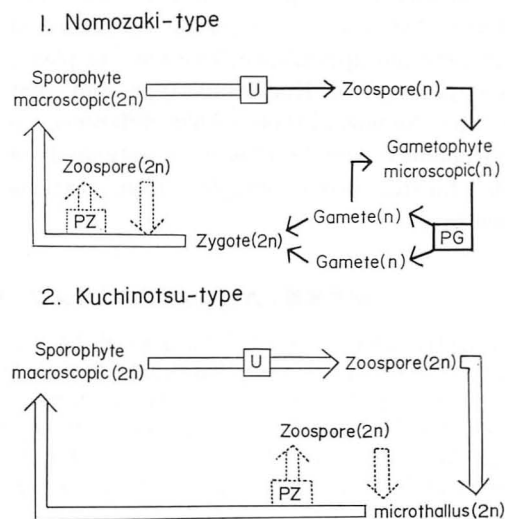


Fig. 6. Diagram showing the two types of life cycle of *Tinocladia crassa*.

U: unilocular sporangium, PG: plurilocular gametangium, PZ: plurilocular sporangium.

that zoospores from unilocular sporangia of *Elachista fucicola* developed into sporophytes and mentioned the probability of the plants being haploid.

In the case of *T. crassa* collected at Kuchinotsu and two other localities, both the germlings of the zoospores from unilocular sporangia and macroscopic plants from the field had the same number of chromosomes and are thought to be the diploid phase. Here the gametophyte generation is eliminated from the life cycle. On the other hand, in the case of *T. crassa* collected at Nomozaki, the germlings of the zoospores from unilocular sporangia became haploid gametophytes, and it is thought that the meiosis occurs in the unilocular sporangia on the macroscopic sporophytes.

From the present and the previous studies (YOTSUI 1978), it is clear that *T. crassa* has two types of life cycle; one is a heteromorphic alternation between microscopic gametophytes, and macroscopic sporophytes, as seen in the Nomozaki population (Nomozaki-type) and the other is a type of cycle with only a diploid sporophyte, as seen in the population from Kuchinotsu and two other localities (Kuchinotsu-type) (Fig. 6).

Comparison of specimens from the field shows that there is a slight difference in the external appearance between the plants belonging to the Kuchinotsu-type and that of the Nomozaki-type. This difference in morphology will be closely investigated in the future, using samples from various localities.

Acknowledgements

The author wishes to express his thanks to Professor S. MIGITA, Nagasaki University and to Dr. T. YOSHIDA, Hokkaido University, for critical reading of the manuscript.

References

- ARASAKI, S. 1941. On the life-history of *Tinocladia crassa* (SURINGAR) KYLIN. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 10: 178-184. (in Japanese)
- BLACKLER, H. and KATPITIA, A. 1963. Observations on the life-history and cytology of *Elachista fucicola*. Trans. Bot. Soc. Edinb. 39: 392-395.
- FUJITA, T. 1965. Comparison of culture media. pp. 68-104 In TAMIYA, H. and WATANABE, A. (ed.) Sorui-Jikkenho, Nankodo, Tokyo. (in Japanese)
- KORNMAN, P. 1962. Die Entwicklung von *Chordaria flagelliformis*. Helgol. Wiss. Meeresunters. 8: 276-279.
- MIGITA, S. and YOTSUI, T. 1972. Fundamental studies on the propagation of *Nemacystus decipiens*-1. On the life cycle of *Nemacystus decipiens*. Bull. Fac. Fish. Nagasaki. Univ. No. 34, 51-62. (in Japanese)
- SHINMURA, I. 1977. Life-history of *Cladosiphon okamuranus* TOKIDA from southern Japan. Bull. Jap. Soc. Phycol., 25, Suppl. (Mem. Iss. YAMADA): 55-60.
- WITTMAN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. Stain Tech. 40: 161-164.
- YOTSUI, T. 1978. On the life cycle of an edible brown alga, *Tinocladia crassa*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44: 861-867. (in Japanese)

四井敏雄：九州ロノ津産フトモズク（褐藻類ナガマツモ目）の配偶体のない生活環

長崎県ロノ津産フトモズクの生活環を室内培養によって調べた。天然の大型藻体は生殖器官として単子嚢を形成する。これから放出される遊走子は着生後直ちに発芽して仮盤状の発芽体となる。この発芽体は、低温下では直立同化糸を形成して直接フトモズク体に生育するが、高温下では仮盤状のまま生長して複子嚢を形成し、その遊走子は再び仮盤状の体になる発生を繰り返す。染色体数は、天然の大型藻体、単子嚢の遊走子発芽体とも $2n =$ 約24が数えられた。ロノ津産フトモズクは配偶体世代をもたず、複相の孢子体世代のみをもち、同様の生活環は長崎県佐世保湾、福岡県西ノ浦産のものでも認められた。(851-05 長崎県西彼杵郡野母崎町 長崎県水産試験場増養殖研究所)

Studies on freshwater red algae of Malaysia II. Three species of *Batrachospermum* from Sungai Gombak and Sungai Pusu, Selangor, West Malaysia

M. RATNASABAPATHY* and Shigeru KUMANO**

* *Department of Botany, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.*

** *Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, Rokko-dai,
Nada-ku, Kobe, 657 Japan*

RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia II. Four taxa of Batrachospermaceae from Sungai Gombak and Sungai Pusu, Selangor, West Malaysia. Jap. J. Phycol. 30: 119-124.

The present paper deals with a part of the collection of freshwater red algae from Sungai Gombak and Sungai Pusu. Three species of *Batrachospermum* are described here as new taxa. *Batrachospermum gombakense* differs from the taxa belonging to the section *Turficola* in having a very short carpogonium bearing branch consisting of only one or two cells. *B. hirosei* differs from *B. intortum* Jao in the size and shape of the trichogyne and in the absence of monosporangia. *B. hypogynum* differs from *B. breutelii* in having rosette like hypogynous cells.

Key Index Words: *Batrachospermum gombakense*, *sp. nov.*; *Batrachospermum hirosei*, *sp. nov.*; *Batrachospermum hypogynum*, *sp. nov.*; *Malaysia*; *Rhodophyta*; *Taxonomy*.

The water chemistry and biology of Sungai Gombak were briefly reported by NORRIS and CHARLTON (1962). BISHOP (1973) provided a comprehensive treatment of the limnology and biology of the river, including the description of the freshwater algae especially in the main river. RATNASABAPATHY collected algal species, including those identified in the samples supplied by BISHOP, for the use of students attending field courses. This handout formed the basis of his publication of 1975, which included species of *Auduinella*, *Batrachospermum*, *Hildbrandtia* and *Ballia*. KUMANO (1978), who was exploring Tasik Bera, the largest natural lake in Malaysia from 1970-1973, under the Joint Malaysia-Japan Project of Scientific Investigation into Freshwater Lakes of Malaysia as a contribution to IBP, extended his field investigations to the Gombak River and reported on *Ballia pinnulata*, *Batrachosper-*

mum vagum and *Caloglossa ogasawaraensis* var. *latifolia*. RATNASABAPATHY and SETO (1981) have described *Thorea clavata* from a tributary of the river.

Batrachospermum described here were collected from tributaries of Sungai Gombak, namely, one close to the Field Studies Centre of University of Malaya named here the Field Studies Centre tributary and another Sungai Pusu (Fig. 1). At the time of collecting the samples in the morning the water temperature and pH at the Field Studies Centre tributary and Sungai Pusu were 23.0-24.5°C, pH 6.2-7.1 and 25.4-26.0°C, pH 6.5-6.9 respectively.

Description of species

1. *Batrachospermum gombakense* KUMANO et RATNASABAPATHY, *sp. nov.* (Fig. 2)

Frons dioica, 1-2 cm alta, 200-400 µm cras-

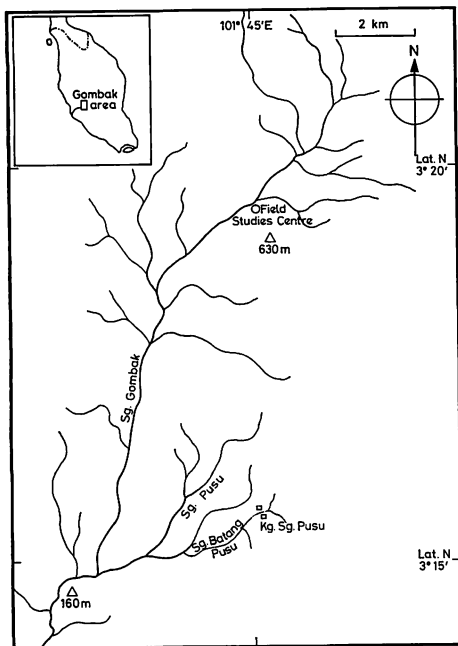


Fig. 1. Map showing Gombak River (Sungai Gombak) and its tributaries.

sa, plus minusve dichotome ramosa, parum mucosa, viridia. Cellulae axiales cylindricae, 10-40 μm crassae, 40-100 μm longae. Verticilli contigui et plus minusve compressi. Ramuli primarii unilateraliter ramificantes, ex 9-15 cellulis constantes; cellulae fasciculorum cylindricae vel doliiformes, 5-7 μm crassa, 5-10 μm longae; pili nuli. Fila corticalia bene evoluta. Ramuli secundarii numerosi, totum internodium obtegentes. Antheridia globosa, 4-8 μm crassa in diametro, in ramulis lateralibus vel ramulis abbreviatis terminalia. Ramuli carpogoniferi e cellulis basi ramulorum primariorum orientes, ex cellulis 1-2 hexagonis constantes; carpogonium basi 3-5 μm crassum, apice 10-15 μm crassum, 40-50 μm longum; trichogyne indistincte pedicellata, obconico-clavaeformis. Bracteae e cellulis 1-2 hexagonis orientes. Gonimoblasti singli, elliptici, magni, 140-210 μm crassi, 185-330 μm longi, in centro verticilli inserti. Carposporangia obovoidea, 8-11 μm crassa, 20-25 μm longa.

Frond dioecious, 1-2 cm high, 200-400 μm wide, more or less dichotomously branched,

not very mucilaginous, green. Axial cells cylindrical, 10-40 μm wide, 40-100 μm long. Whorls touching each other, more or less compressed. Primary branchlets unilaterally branching, consisting of 9-15 cell-stories; cells of fascicles cylindrical or barrel-shaped, 5-7 μm wide, 5-10 μm long; hairs none. Cortical filaments well-developed. Secondary branchlets numerous, covering all the internodes. Antheridia globose, 4-8 μm in diameter, terminal on lateral branchlets or on shortened branchlets. Carpogonium bearing branch arising from the basal cell of a primary branchlet, consisting of 1-2 hexagonal cells; carpogonium 3-5 μm wide at the base, 10-15 μm wide at the apex, 40-50 μm long; trichogyne inversed conical or club-shaped, indistinctly stalked. Bracts arising from 1-2 hexagonal cells. Gonimoblast single, elliptical, big, 140-210 μm wide, 185-330 μm long, inserted centrally. Carposporangia obovoid, 8-11 μm wide, 20-25 μm long.

Holotype: Sungai Gombak, Selangor, Malaysia (RATNASABAPATHY No. 1220, 31/V 1976, Private Herbarium, Department of Botany, University of Malaya). Isotype: (RATNASABAPATHY No. 1221, 31/V 1976, Herbarium of Faculty of Science, Kobe University).

Habitat: Attached to large submerged rocks or boulders, 10-25 cm below the surface of clear stream waters which flow through reserved forest.

Distribution: Known from the type locality only.

SIRODOT (1884) assigned *B. vagum* (ROTH) AG. with ten varieties, *B. dimorphum* KÜTZING and *B. bambusinum* BORY to the section *Turficola* of *Batrachospermum*. ISRAELSON (1942) reported three species of this section from Sweden, viz., *B. vagum* (ROTH) AG., *B. vogesiacum* T.G. SCHULTZ and *B. globosporum* ISRAELSON. JAO (1941) described *B. sinense* JAO as a new member to this section and SKUJA (1968) also described *B. vagum* (ROTH) AG. var. *periplocum* SKUJA belonging to this section. *B. gombakense* KUMANO et RATNASABAPATHY belongs to this section based on the nature of the

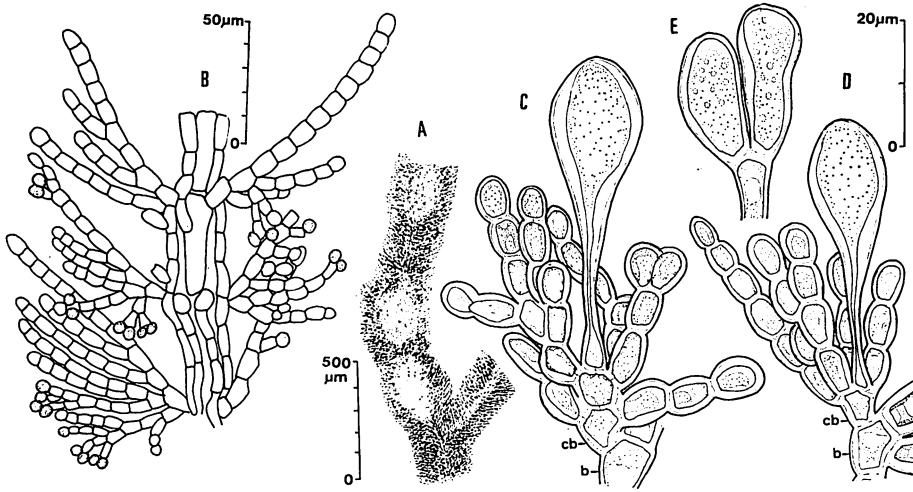


Fig. 2. *Botrychium gombakense* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. A. A part of frond with confluent whorls and gonimoblasts inserted centrally; B. Structure of whorls with antheridia; C. A carpogonium and a carpogonium bearing branch consisting of two cells (cb); D. A carpogonium bearing branch consisting of only one cell (cb), arising from the basal cell (b) of primary branchlets; E. Carposporangia.

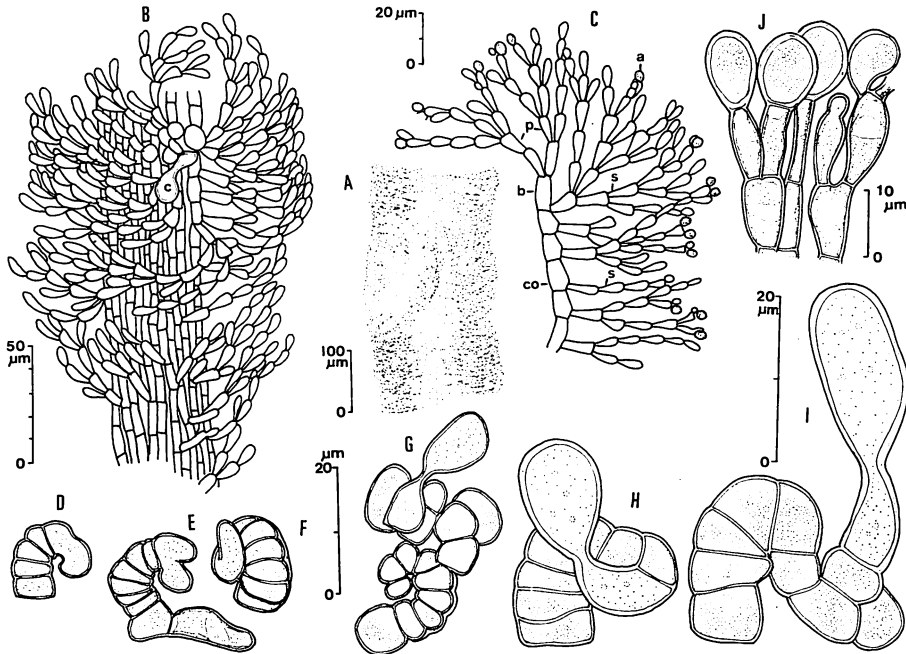


Fig. 3. *Botrychium hirosei* RATNASABAPATHY et KUMANO, sp. nov. A. A part of frond with confluent whorls and a gonimoblast inserted centrally; B. Structure of whorls showing primary and secondary branchlets, well-developed cortical filaments and carpogonium (c); C. A part of a whorl showing a basal cell (b) of primary branchlets (p), a cortical filament (co), secondary branchlets (s) and antheridia (a); D-I. Development of twisted carpogonium bearing branch; J. Carposporangia.

trichogyne that is indistinctly stalked and conically inversed and has a single large gonimoblast inserted centrally. But *B. gombakense* differs from the above mentioned taxa in having a very short carpogonium-bearing branch consisting of only one or two hexagonal cells, from which many bracts arise.

2. *Batrachospermum hirosei* RATNASABAPATHY et KUMANO, sp. nov. (Fig. 3)

Frons monoica, 1-3 cm alta, 100-220 μm crassa, plus minusve irregulariter ramosa, valde mucosa, viridis vel fusca. Callulae axiales cylindricae, 15-30 μm crassae, 100-190 μm longae. Verticilli pyriformes, in parte vetustiore frondis obconici vel contigui. Ramuli primarii abundanter ramificantes, ex 6-8 cellulis constantes; cellulae fasciculorum fusiformes vel ovoideae, 4-5 μm crassae, 4-14 μm longae; pili nuli. Fila corticalia bene evoluta. Ramuli secundarii numerosi, totum internodium obtegentes. Antheridia globosa, 3-5 μm diametro, in ramulis primariis et secundariis terminalia. Ramuli carpogoniferi e cellulis basi ramulorum primariorum orientes, longi, ex cellulis 6-13 doliiformibus constantes, valde tortuosi; carpogonium basi 4-10 μm crassum, apice 7-10 μm crassum, 19-35 μm longum; trichogyne ellipsoidea vel irregulariter spatulata, distincte pedicellata. Bractee breves. Gonimoblasti singli, globosi vel semiglobosi, magni 110-200 μm crassi, 100-140 μm alti, in centro verticilli inserti. Carposporangia obovoidea vel globosa, 7-8 μm crassa, 8-15 μm longa.

Frond monoecious, 1-3 cm high, 100-220 μm wide, more or less irregularly branched, very mucilaginous, green or brown. Axial cells cylindrical, 15-30 μm wide, 100-190 μm long. Whorls pear-shaped, in an aged frond inversed conical or touching each other. Primary branchlets abundantly branching, consisting of 6-8 cell-stories; cells of fascicles fusiform or ovoid, 4-5 μm wide, 4-14 μm long; hairs none. Cortical filaments well developed. Secondary branchlets numerous, covering all the internodes. Antheridia globose, 3-5 μm in diameter, terminal on primary and secondary branchlets. Carpo-

gonium bearing branch arising from the basal cell of a primary branchlet, long, consisting of 6-13 barrel-shaped cells, strongly twisted; carpogonium 4-10 μm wide at the base, 7-10 μm wide at the apex, 19-35 μm long; trichogyne ellipsoidal or irregularly spatula-shaped, distinctly stalked. Bracts short. Gonimoblast single, globular or semiglobular, large, 110-200 μm wide, 100-140 μm high, inserted centrally. Carposporangia obovoid or globose, 7-8 μm wide, 8-15 μm long.

Holotype: Sungai Pusu, Selangor, Malaysia (RATNASABAPATHY No. 1201 b, 2/VI 1979, Private Herbarium, Department of Botany, University of Malaya). Isotype: (RATNASABAPATHY No. 1201 b, 2/VI 1979, Herbarium of Faculty of Science, Kobe University).

Habitat: Attached to sides of submerged rock about 10 cm below the surface of clear, quiet and shaded pool waters of Sungai Batang Pusu near Kampung Sungai Pusu.

Distribution: Known from the type locality only.

Batrachospermum hirosei resembles *B. intortum* JAO (1941) which belongs to the section *Contorta* in having a strongly twisted carponium bearing branch, but differs in the size and the shape of the trichogyne, in having confluent whorls due to the development of the secondary branchlets and in the absence of monosporangia. This species is named in honour of Dr. Hiroyuki HIROSE, Professor Emeritus of Kobe University for his scholarly and dedicated service to physiological advancement and his help and continued interest in our studies on freshwater red algae.

3. *Batrachospermum hypogynum* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. (Fig. 4)

Frons monoica, 3-7 cm alta, 300-570 μm crassa, plus minusve irregulariter ramosa, valde mucosa, brunnea vel vinacea. Cellulae axiales cylindricae, 30-90 μm crassae, 150-380 μm longae. Verticilli vel distantes et ellipsoidei, vel contigui et plus minusve compressi. Ramuli primarii abundanter, vel plus minusve unilateraliter ramificantes, ex

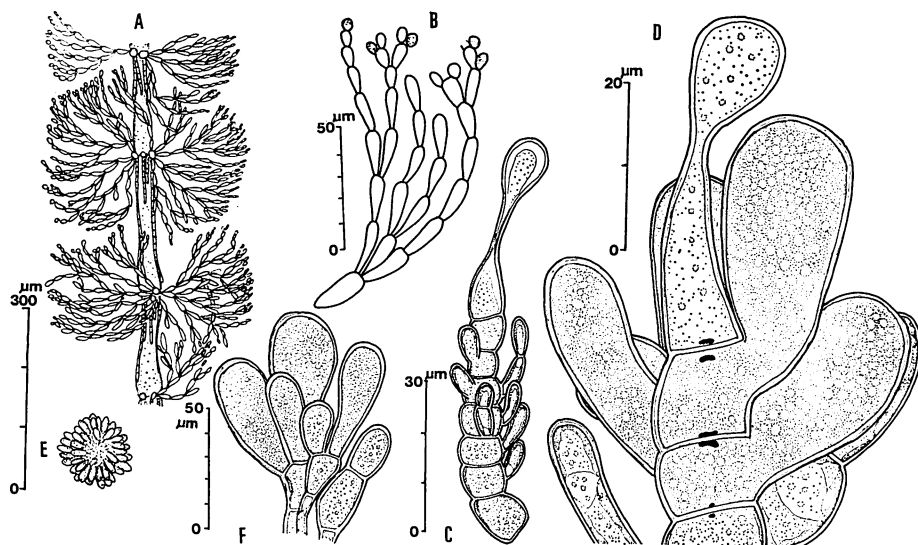


Fig. 4. *Batrachospermum hypogynum* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. A. Structure of whorls; B. Primary branchlets with antheridia; C. A young carpogonium bearing branch; D. Terminal portion of a carpogonium bearing branch with hypogynous cells; E. A gonimoblast; F. Carposporangia formed terminally on gonimoblast filaments.

8-11 cellulis constantes; cellulae inferiores fasciculorum arcuato-clavaeformes, 5-7 μm crassae, 17-23 μm longae, cellulae superiores fusiformes vel ellipsoideae, 3-5 μm crassae, 6-10 μm longae; pili nuli. Ramuli secundarii rari. Antheridia ovoidea vel globosa, 4-6 μm diametro, in ramulis primariis terminalis vel lateralibus. Ramuli carpogoniferi e cellulis basi ramulorum primariorum orientes, 40-70 μm longi, ex cellulis 5-9 doliiformibus constantes; carpogonium basi 8-10 μm crassum, apice 10-13 μm crassum, 40-45 μm longum; trichogyne indistincte pedicellata, urniformis. Cellulae hypogynae rosulatae, lateraliter prolatae, magnae. Bracteae inferiores numerosae, elongatae. Gonimoblasti singuli, globosi, 100-200 μm diametro, in peripheria verticilli exserti. Carposporangia magna, obovoidea vel clavata, 18-35 μm cressa, 50-65 μm longa.

Frond monoecious, 3-7 cm high, 300-570 μm wide, more or less irregularly branched, strongly mucilaginous, deep brown or wine-colour. Axial cells cylindrical, 30-90 μm wide, 150-380 μm long. Whorls distant and ellipsoidal, or touching each other and more

or less compressed. Primary branchlets abundantly or more or less unilaterally branched, consisting of 8-11 cell-stories; lower cells of fascicles arcuate-club-shaped, 5-7 μm wide, 17-23 μm long, upper cells fusiform or ellipsoidal, 3-5 μm wide, 6-10 μm long; hairs none. Secondary branchlets rare. Antheridia ovoid or globose, 4-6 μm in diameter, terminal or lateral on primary branchlets. Carpogonium bearing branch arising from the basal cell of a primary branchlet, 40-70 μm long, consisting of 5-9 barrel-shaped cells; carpogonium 8-10 μm wide at the base, 10-13 μm wide at the apex, 40-45 μm long; trichogyne indistinctly stalked, urn-shaped. Hypogynous cells in rosette, laterally elongated, large. Lower bracts numerous, elongated. Gonimoblast single, globular, 100-200 μm in diameter, extended from the periphery of a whorl. Carposporangia big, obovoid or clavate, 18-35 μm wide, 50-65 μm long.

Holotype: Sungai Pusu, Selangor, Malaysia (RATNASABAPATHY No. 1201, 2/VI 1979, Private Herbarium, Department of Botany, University of Malaya). Isotype: (RATNASABAPATHY No. 1202, 2/VI 1979, Private Herbarium, Department of Botany, University of Malaya).

BAPATHY No. 1201, 2/VI 1979, Herbarium of Faculty of Science, Kobe University).

Habitat: Attached to submerged stones up to 15 cm below the surface of clear, swift, shaded waters of a small creek, about 30–45 cm wide, of Sungai Batang Pusu near Kampung Sungai Pusu.

Distribution: Known from the type locality and Sungai Air Terjun, Pulau Langkawi, Malaysia.

Batrachospermum hypogynum resembles *B. breutelli* RABENHORST which belongs to the section *Aristatae* in general appearance, but differs in having the rosette like hypogynous cell and having large carporangia but not forming tetrasporangia. In *B. hypogynum*, a nutritive hypogynous cell of the carpogonium bearing branch becomes enlarged laterally and produces protuberances upwards in a rosette. After fertilization, the protoplasmic connection among the carpogonium, the hypogynous cells and the underlying cells is especially pronounced. The carpospores of this species often germinate within obovoid or clavate carposporangia, and initiate an uniseriate creeping filament as reported in the other taxa of *Batrachospermum*.

Acknowledgements

We wish to express our grateful thanks to the University of Malaya for the generous providing the field and laboratory facilities, and to Dr. Hiroyuki HIROSE, Professor Emeritus of Kobe University for many useful discussions, constant encouragement and critical comments on our manuscript.

References

- BISHOP, J.E. 1973. Limnology of a small Malaysian River, Sungai Gombak. W. Junk, The Hague.
- ISRAELSON, G. 1942. The freshwater Florideae of Sweden. Symb. Bot. Upsal. 6: 1–134.
- JAO, Ch. Ch. 1941. Studies on the freshwater algae of Chian. VIII. A preliminary account of the Chinese freshwater Rhodophyceae. Sinensia 12: 245–290.
- KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae from West Malaysia. Bot. Mag. Tokyo 91: 97–107.
- NORRIS, R.C. and CHARLTON, J.I. 1962. A chemical and biological survey of the Sunagi Gombak. Government Printers, Kuala Lumpur.
- RATNASABAPATHY, M. 1970. Freshwater algae of the Gombak River. Field handout mineo, 5 pp.
- RATNASABAPATHY, M. 1975. Preliminary observations on Gombak river algae at the Field Studies Centre, University of Malaya. Phytos 14: 15–23.
- RATNASABAPATHY, M. and SETO, R. Investigation on two species of *Thorea* Bory (Rhodophyta) found in West Malaysia. Phytos (in press)
- RATNASABAPATHY, M. and SETO, R. 1981. *Thorea prowsei*, sp. nov. and *Thorea clavata*, sp. nov. (Rhodophyta, Nemaliales) from West Malaysia. Jap. J. Phycol. 29: 243–250.
- SIRODOT, S. 1884. Les Batrachospermes. Librairie de l'Académie de Médecine, Paris.
- SKUJA, H. 1933. Untersuchungen über die Rhodophyceen des Süßwassers. III. Arch. Protistenk. 80: 357–366.
- SKUJA, H. 1968. Eigentümliche morphologische Anpassung eines *Batrachospermum* gegen mechanische Schädigung in fließendem Wasser. Österr. Bot. Z. 116: 55–64.
- STARMACH, K. 1977. Phaeophyta and Rhodophyta. In Flora Słodkowodna Polski 14. Polska Akademia Nauk, Warszawa.

M. ラトナサバパティ*・熊野 茂**: マレーシア産淡水産紅藻 II. 西マレーシア, ゴンバ川およびプス川のカワモヅク属の3種

首都クアラ・ Lumpur 近郊のゴンバ川とその支流からカワモヅク属の3新種を報告する。*Batrachospermum gombakense* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. はカワモヅク属の *Turfocola* 節に属するが、他の種とは1～2細胞からなる非常に短い造果器をつける枝をもつ点で区別できる。*B. hirosei* RATNASABAPATHY et KUMANO, sp. nov. は *B. intortum* JAO に似るが、受精毛の形と大きさおよび単胞子を持たぬ点異なる。*B. hypogynum* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. はカワモヅク属のどの種ともロゼット状の器下細胞をもつ点で区別できる。(*マレーシア クアラ・ Lumpur マラヤ大学植物学教室, **657 神戸市灘区六甲台 神戸大学理学部生物学教室)

Reproductive phenology of *Gigartina pacifica-ochotensis* and *Petrocelis* (Rhodophyta) in Oshoro Bay, Hokkaido*

Yukimasa OHNO**, Michio MASUDA and Munenao KUROGI

Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University,
Sapporo, 060 Japan

OHNO, Y., MASUDA, M. and KUROGI, M. 1982. Reproductive phenology of *Gigartina pacifica-ochotensis* and *Petrocelis* (Rhodophyta) in Oshoro Bay, Hokkaido. Jap. J. Phycol. 30: 125-133.

The seasonality of reproduction in *Gigartina pacifica-ochotensis* and *Petrocelis* sp. in Oshoro Bay, western coast of Hokkaido in Japan was investigated. *Gigartina* plants with mature cystocarps were found throughout the year. Nearly all of the carpospores cultured (65 isolates of 66 isolates) from the *Gigartina* gave rise to basal discs with upright *Gigartina* blades that reproduced by putative apomixis and only 1 isolate grew into *Petrocelis* crusts. The results of carpospore cultures from periodic sampling of individually tagged plants indicated that all the plants investigated were consistent in reproductive type. *Petrocelis* crusts showed a clear seasonal pattern in reproduction. Tetrasporangial primordia appeared during mid-October and early November. Mature tetrasporangia were found from late November to early February, occasionally mid-April. Cultured tetraspores from *Petrocelis* gave rise to dioecious *Gigartina* plants. The female plants produced cystocarps only in the presence of male plants with spermatia, and not in their absence.

Key Index Words: *Gigartina*; *Gigartinaceae*; *G. ochotensis*; *G. pacifica*; *life history*; *Mastocarpus*; *Petrocelis*; *phenology*; *reproduction*; *Rhodophyta*.

The species of *Gigartina* subgenus *Mastocarpus* possess both sexual and putatively apomictic life histories (WEST 1972, CHEN *et al.* 1974, POLANSHEK and WEST 1975, 1977, MASUDA and UCHIDA 1976, WEST *et al.* 1977, RUENESS 1978, WEST *et al.* 1978, DION and DELÉPINE 1979, MASUDA and KUROGI 1981). The sexual life history involves the alternation of foliose dioecious gametophytes (*Gigartina*) with a crustose tetrasporophyte (*Petrocelis*), whereas the putatively apomictic life history involves only cystocarpic plants.

The relationship of the sexual and apomictic plants has not been resolved.

This study was undertaken to investigate: (1) the seasonality of reproduction in both sexual and apomictic *Gigartina* and in *Petrocelis*, and (2) whether seasonal changes between sexual and apomictic reproduction occur in the same plant. The investigation took place in Oshoro Bay, western coast of Hokkaido, where the reproduction of individually tagged plants was closely followed. The results of our investigation of reproductive phenology in *Gigartina* and *Petrocelis* are presented in this paper. The detailed results of the culture experiments will be presented in a separate paper together with information on other *Gigartina* and *Petrocelis* populations growing in northern Japan.

* This study was supported by the Japan-U.S. Cooperative Science Program, the Japan Society for the Promotion of Science.

** Present address: The Shin-Nippon Meteorology & Oceanography Co. LTD., 14-5, Tamagawa 3-Chome, Setagayaku, Tokyo, 158 Japan.

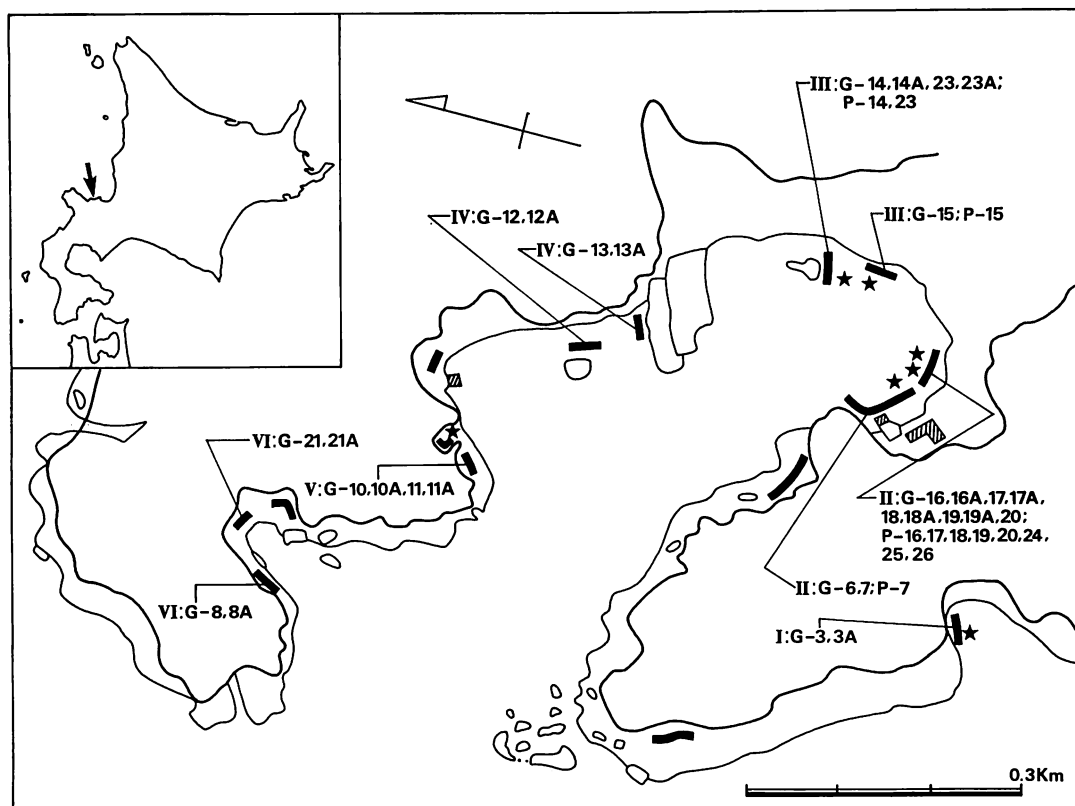


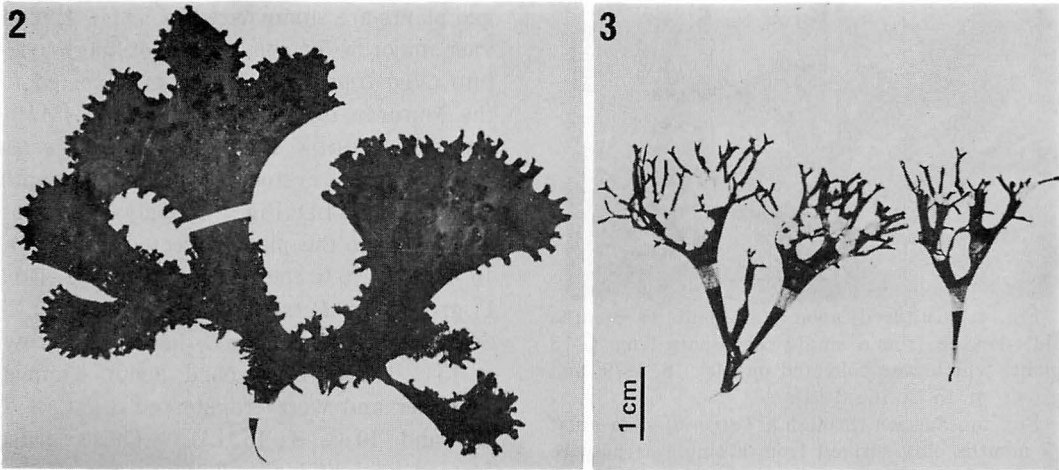
Fig. 1. Map of Oshoro Bay, showing horizontal distribution of *Gigartina pacifica-ochotensis* and *Petrocelis*, collection sites and individually tagged plant number. I-VI, collection sites; ■, *Gigartina*; ★, *Petrocelis*; arabic numerals, initially tagged plant number; numerals immediately followed by A, newly tagged plants in the course of investigation.

Materials and Methods

Field investigations on the distribution of *Gigartina* and *Petrocelis* in Oshoro Bay ($43^{\circ}13'N$, $140^{\circ}51'E$) were undertaken in April 1979 and the survey sites were recorded on a map (Fig. 1). There are two types of *Gigartina* populations; those (I, II, III and V) associated with *Petrocelis* crusts and those (IV and VI) not associated with the crusts. In the six populations 17 plants of *Gigartina* and 9 plants of *Petrocelis* were individually tagged. Each plant was marked with a nail hammered into rock near the plant and then tagged with colored tape. Three more *Petrocelis* plants were added to the survey after December 1979. However, of 17 individually tagged *Gigartina* plants, only 3

plants (G-6, G-7 and G-20 in Table 1) were traced throughout the study. The others were lost by various disturbances. After a plant loss, another plant growing near the missing plant was tagged anew (Fig. 1, Table 1). One or two blades of the *Gigartina* plants and a piece of the *Petrocelis* crusts were sampled monthly or twice a month and reproductive structures were examined from April 1979 to March 1980. When spores were released, laboratory culture experiments were initiated to ascertain the fate of the sporelings.

Unialgal cultures were established as follows. Fertile *Gigartina* blades or *Petrocelis* crusts were cleaned by Kimwipes and washed in sterile seawater. From August 1979 *Gigartina* blades were surface sterilized



Figs. 2-3. Herbarium specimens of *Gigartina*. 2. G-8 plant (*G. pacifica* form) collected on June 15, 1979. 3. G-11A plant (*G. ochotensis* form) collected on January 10, 1980. Scale in Fig. 3 applies also to Fig. 2.

in 2% NaOCl/sterile seawater for 1-2 min, and rinsed 1 min in sterile seawater. Liberated spores were inoculated into several drops of PES culture medium on slide glasses placed on the bottom of Petri dishes (90 mm×20 mm) using finely-drawn glass capillary pipettes. The Petri dishes were then placed under culture conditions. The spores attached to the slide glasses 24-48 hr after inoculation, at which point about 50 ml of medium were introduced into the Petri dishes. After 7 days, the slides were transferred to individual glass storage jars (65 mm×80 mm) containing 200 ml of medium. One ml of 0.1% GeO_2 solution was added to cultures contaminated with diatoms (WEST 1972). The cultures were placed in freezer-incubators (2000-3000 lux) at 15 C, 16:8 LD (light-dark cycle), 10 C, 16:8 LD, 10 C, 8:16 LD and 5 C, 8:16 LD. The culture medium was changed monthly.

Observations

Gigartina

Gigartina grows on rocks in sheltered places in Oshoro Bay (Fig. 1). Plants with cystocarpic papillae were present throughout the year, but plants with spermatangial sori were never observed. Two forms of

plants with cystocarpic papillae could be distinguished. The plants with papillae both on the blade surface and margin (*G. pacifica* form) luxuriated in summer and decreased in number in winter (Fig. 2). On the other hand, the plants with papillae only on blade margins (*G. ochotensis* form) predominated in winter and diminished in summer (Fig. 3). However, it was frequently observed that both forms arose from the same basal disc at the same time. Both forms reached a maximum height (5-7 cm) in summer. *Gigartina pacifica* KJELLM. and *G. ochotensis* (RUPR.) RUPR. have been reported in Oshoro Bay (TOKIDA and MASAKI 1959). However, our field observations indicate that the aforementioned two forms can not be distinguished at the species level. At present we are unable to assess the influence of environmental factors on the position of cystocarpic papillae of *Gigartina*. The taxonomic relationship of *G. pacifica* and *G. ochotensis* will be discussed in another paper on the basis of hybridization experiments.

Carpospore liberation occurred throughout the year in the Oshore *Gigartina* populations, although not all plants traced continued to release carpospores. The results of culture experiments with carpospores from periodic sampling of individually tag-

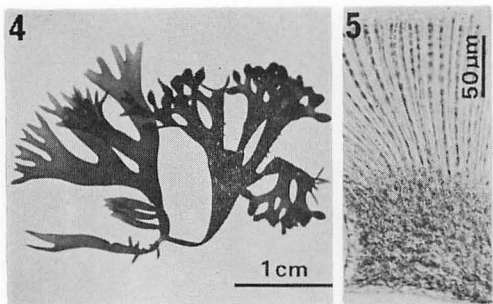


Fig. 4. Cultured apomictic plant (8 months old) derived from a single carpospore from G-13 plant, which was collected on May 16, 1979, and grown at 15 C, 16: 8 LD.

Fig. 5. Section through a *Petrocelis*-like crust (7 months old) derived from a single carpospore from G-16 plant, which was collected on October 16, 1979, and grown at 15 C, 16: 8 LD.

ged plants are summarized in Table 1. The vast majority of the carposporelings grew into *Gigartina* plants again as reported for the Muroran isolate of *G. ochotensis* (MASUDA and UCHIDA 1976). These *Gigartina* plants formed cystocarps after 6-9 months at 15 C, 16: 8 LD (Fig. 4). Only one isolate derived from the plant collected on October 16, 1979 (G-16 in the II population, see Table 1) grew into *Petrocelis*-like crusts (Fig. 5). Seven-month-old *Petrocelis*-like crusts grown at 15 C, 16: 8 LD reached about 6 mm in diameter and were transferred to 5 C, 8: 16 LD and 10 C, 8: 16 LD. These crusts formed upright blades 6 months after transfer. Sections of the crusts showed no signs

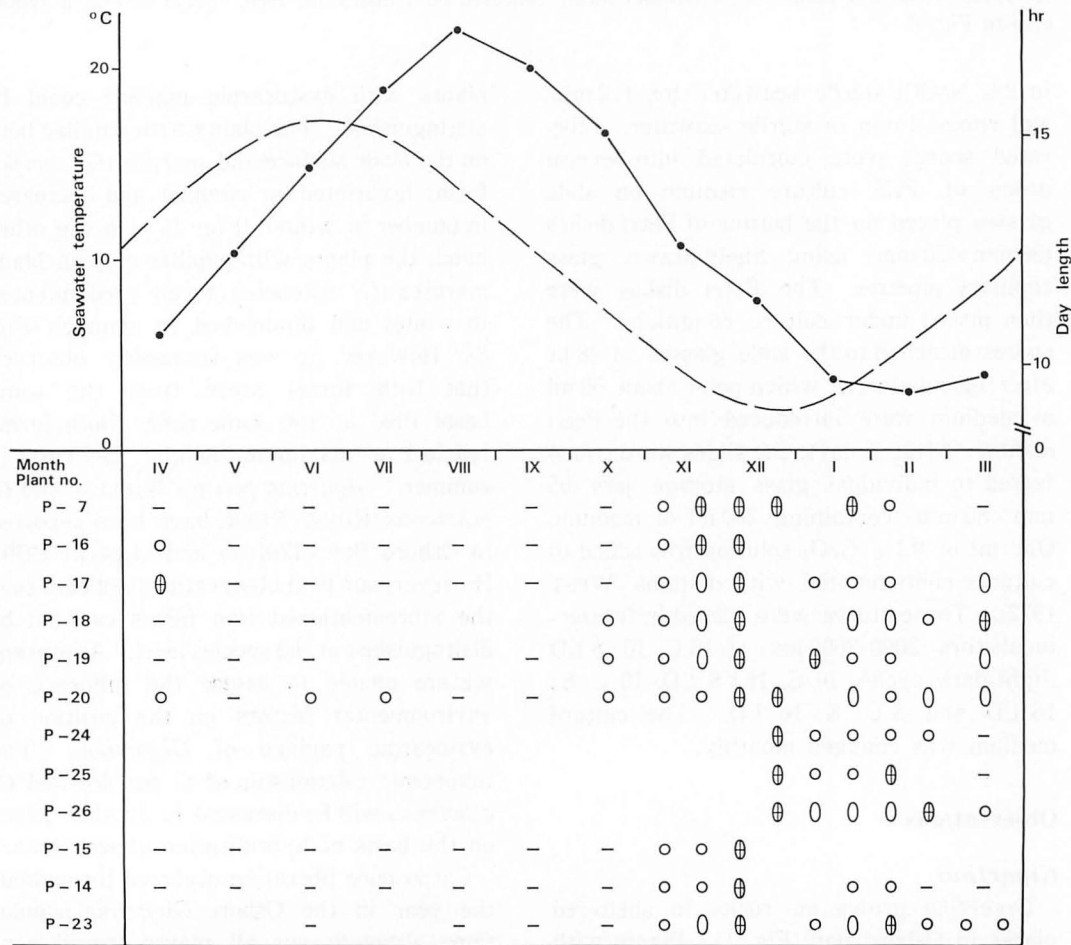
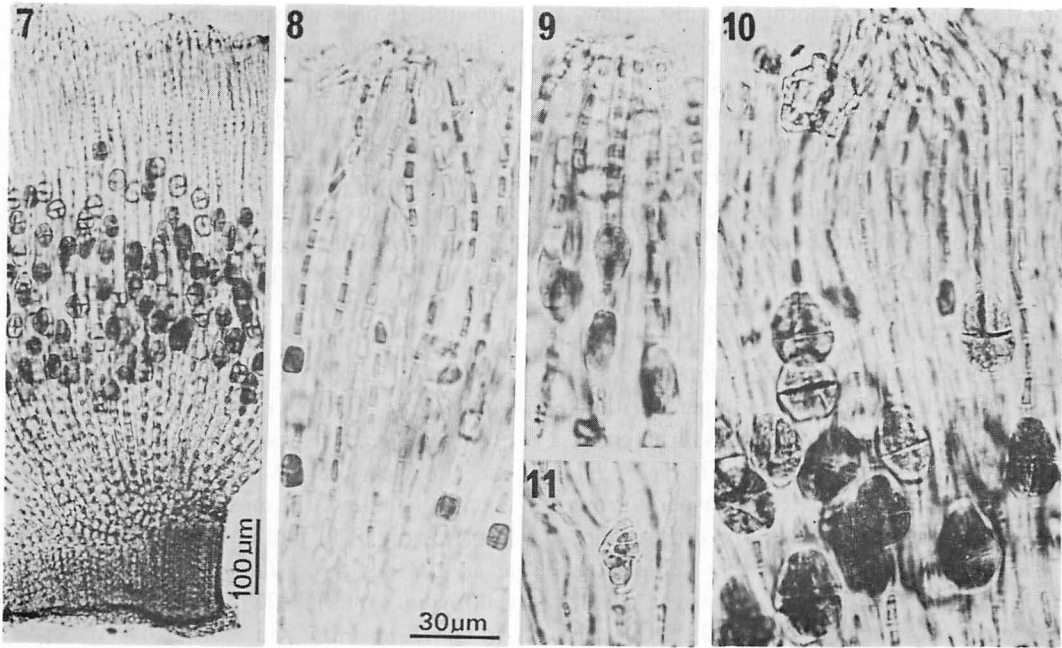


Fig. 6. Summary of reproductive phenology of individually tagged *Petrocelis* plants from April 1979 to March 1980 correlated to average monthly surface seawater temperature (solid line) and day length (dashed line). ○, tetrasporangial primordia (see Fig. 8); 0, young undivided tetrasporangia (see Fig. 9); ⊕, mature tetrasporangia (see Fig. 10); -, no reproductive structures; blank, no sampling.



Figs. 7-11. Sections through *Petrocelis* crusts. 7. Non-tagged plant collected on December 13, 1979. Note that the hypothallium is incomplete; 8. P-19 plant collected on November 10, 1979, showing tetrasporangial primordia; 9. P-20 plant collected on January 23, 1980, showing young undivided tetrasporangia; 10. P-19 plant collected on December 13, 1979, showing mature tetrasporangia; 11. P-7 plant collected on February 9, 1980, showing a tetrasporangium germinating *in situ*. Scale in Fig. 8 applies also to Figs. 9-11.

of tetrasporangia. We are uncertain whether *in situ* germination occurred in these crusts. Five-month-old blades were shifted to 15 C, 16:8 LD. None of the blades reaching up to 2 cm in length has produced any reproductive structures as of May 1981.

We also cultured 11 isolates derived from 11 non-tagged *Gigartina* plants, which were in association with *Petrocelis* crusts, during the study. All the carposporelings grew into *Gigartina* plants that reproduced by carpospores.

Petrocelis

Petrocelis plants also grow in sheltered places in Oshoro Bay (Fig. 1). Tetrasporangial primordia which were deeply pigmented, single and intercalary on perithallium filaments appeared during mid-October and early November (Figs. 6, 8). Tetrasporangia became mature after late November

and in all the *Petrocelis* crusts examined the sporangia reached maturity in December (Figs. 6, 10). Mature cruciate tetrasporangia measured 18-28 μm in diameter and 25-38 μm in length (Fig. 10) and released tetraspores averaging 19 μm (15-25 μm) in diameter. From January to March new tetrasporangial primordia and young undivided sporangia (Fig. 9) appeared in other sori, but the number of mature sporangia diminished. Only the P-17 plant in the II population (see Fig. 1) formed a few mature sporangia in mid-April. From January to April tetrasporangia germinated *in situ* frequently (Fig. 11). This might indicate that tetraspore liberation came toward the end. No upright thalli were found on the *Petrocelis* crusts of which tetrasporangia germinated *in situ*. From May to September no tetrasporangial primordia were present except in the P-20 plant in the II population. This plant bore a few tetrasporangial primordia in June and

bore the numerous primordia in July. However, mature sporangia were not detected from August to November (Fig. 6).

Fertile *Petrocelis* crusts were 4–15 cm in diameter and yellowish brown to dark reddish brown in color. The crusts ranged from 300 μm to 1100 μm in thickness in the soral portion. They consisted of three tissue layers: a densely cellular hypothallium of 100–380 μm in thickness, a reticulate lower perithallium of 80–400 μm in thickness formed by secondary pit connections between the vertical filaments and an upper perithallium of 120–500 μm in thickness composed of loosely coherent filaments (Fig. 7).

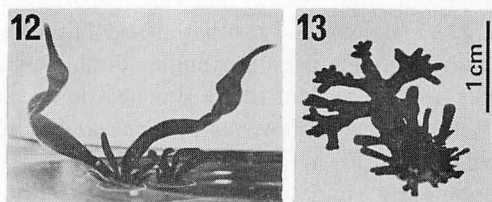
Culture experiments with tetraspores from individually tagged *Petrocelis* crusts were started on December 14, 1979 (2 isolates from the P-17 and P-18 plants at the II population), December 15, 1979 (1 isolate from the P-23 plant at the III population), December 19, 1979 (4 isolates from the P-20, P-24, P-25 and P-26 plants at the II population) and February 10, 1980 (1 isolate from the P-23 plant). The tetraspores germinated in culture and grew into discoid thalli. After 2 months, upright thalli arose from those discs which reached 800–900 μm in diameter at 15 C, 16: 8 LD. The upright thalli grew into dioecious *Gigartina* blades which reached reproductive maturity after 6 months (Figs. 12, 13). Mature cystocarps appeared in female gametophytes 50 days after starting mixed cultures of female and male plants,

although female plants established in single culture did not produce cystocarps. They released viable carpospores which gave rise to crustose thalli with anatomical characteristics of the parent *Petrocelis*. These crusts have reached up to 3 mm in diameter and 300 μm in thickness at 10 C, 16: 8 LD and 6 mm in diameter and 350 μm in thickness at 15 C, 16: 8 LD as of May 1981.

Discussion

Gigartina plants in Oshoro Bay form cystocarps and release carpospores throughout the year as do *G. stellata* (STACKH.) BATT. in New Hampshire (HEHRE and MATHIESON 1970) and in Nova Scotia (CHEN *et al.* 1974), *G. papillata* (C. AG.) J. AG. in California (WEST 1972) and *G. jardinii* J. AG. (= *G. agardhii*) in California (WEST *et al.* 1978). The results of culture of these carpospores indicate that the vast majority of the sporelings reproduce by putative apomixis. Sixty-five of 66 isolates derived from 25 individually tagged plants and 11 non-tagged plants reproduced by apomixis and only 1 isolate reproduced sexually. Thus, apomictic *Gigartina* plants predominate in Oshoro Bay. However, it is curious that the sexual *Gigartina* plants are few in number in spite of the occurrence of its sporophytic *Petrocelis* crust. Although *Petrocelis* crusts in Oshoro Bay are not common, we have cultured carpospores from *Gigartina* plants associated with the crusts.

WEST *et al.* (1978), who first attempted to culture *Gigartina* carpospores and blade tips from periodic sampling of individually tagged plants, reported that most plants of *G. jardinii* were consistent and predictable in the nature of their reproduction, but one plant produced carpospores giving rise to both *Petrocelis*-like crusts and discs with blades at the same time. Furthermore, they reported that the blade tips formed procarpic papillae at one time and cystocarpic papillae were produced at another time. The results of our carpospore cultures from periodic



Figs. 12–13. Cultured gametophytes derived from single tetraspores of field collected *Petrocelis*. 12. Male gametophyte (6 months old) from P-18 plant, which was collected on December 13, 1979, and grown at 15 C, 16: 8 LD; 13. Female gametophyte (6 months old) from P-26 plant, which was collected on December 19, 1979, and grown at 15 C, 16: 8 LD. Scale in Fig. 13 applies also to Fig. 12.

Table 1. Summary of reproductive phenology of individually tagged *Gigartina* plants from April 1979 to March 1980 and of their carpospore cultures. +, carpospores released; -, carpospores not released; v, vegetative; G, carposporelings giving rise to basal discs with *Gigartina* blades; P, carposporelings growing into *Petrocelis* crusts; blank, no sampling.

Month Plant no.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
G-3	+				-	-*						
G-3A								+	G	G	-	
G-6	+		+	+	G	-*	v		G	G	G	
G-7	+		+	+	-	-*		G	G	G	+	G
G-16	v	v	v	-	-	-*	P					
G-16A								+				
G-17	v		v	+	G	-*						
G-17A							G					
G-18	v		G	+	+	-*						
G-18A							G	G	v	v		
G-19	v	v		+	-	-*						
G-19A										v	+	G
G-20	-	-		+	-	-*	+	G	G	G	G	G
G-15	G	+	+	+	+	-*						
G-14	+	G	-	+		-*						
G-14A								v	-	G	G	
G-23	v	v			+	-*	+					
G-23A									G	G	G	G
G-13	+	G		-		-*	G	G				
G-13A									G	G	G	G
G-12	-		-	-								
G-12A							-	G	G	G	G	G
G-21	v	+	G	-	-	v						
G-21A							v	-				
G-8	G	G	G	+		-*						
G-8A									-	-		
G-11	v		G	+	+	-*	G	G				
G-11A									G	G	G	
G-10	G		+	+	+	-*						
G-10A							v	-	G	G		

* Carpospore liberation may have been inhibited by a high concentration of NaOCl in seawater.

sampling of individually tagged plants indicate that all the plants investigated are consistent in reproductive type. However, we did not culture all the carpospores liberated and moreover, we were unable to obtain viable carpospores from

the plants collected in September 1979 because of strong surface sterilization by NaOCl seawater solution (Table 1).

Our periodic examination of *Petrocelis* crusts in Oshoro Bay indicate that the crusts show a clear seasonal reproductive

pattern (Fig. 6). This may correlate with day length and seawater temperature. The formation of tetrasporangial primordia began during mid-October and early November, when the day length was about 10–11 hr and the seawater temperature was about 10–16 C. Tetrasporangia reach maturity from late November to early February (sometimes to April) when the day length was about 9–10 hr and the seawater temperature was about 3–8 C. FUNANO (1972) reported the occurrence of tetrasporangia in unidentified species of *Petrocelis* at Muroran, south coast of Hokkaido in Japan, from December to February. In describing *Petrocelis franciscana* (= *P. middendorffii*) from California, GARDNER (1917) stated that the crusts bear the tetrasporangia during December, January and February. HEHRE and MATHIESON (1970) reported the reproductive periodicity of *P. middendorffii* in New Hampshire. Its tetrasporangia are present from October to June. In laboratory culture experiments, *P. middendorffii* became reproductive at 10–12 C, 8: 16 LD (POLANSHEK and WEST 1975) or 15 C, 8: 16 LD (POLANSHEK and WEST 1977), and *Petrocelis* crusts derived from carpospores of *Gigartina ochotensis* reached reproductive maturity at 5 C, 8: 16 LD (MASUDA and KUROGI 1981). Thus, the tetrasporogenesis of *Petrocelis* may be induced by short days and relatively low temperatures. Several *Petrocelis* crusts derived from cultured *Gigartina* were shifted to 10 C, 8: 16 LD and 5 C, 8: 16 LD in May 1981 for further investigation.

Three species of *Petrocelis* with intercalary solitary tetrasporangia are known: *P. cruenta* J. AG., type species, *P. middendorffii* (RUPR.) KJELLM. and *P. ascendens* DAWSON. *P. cruenta* is the naturally occurring tetrasporophyte of *Gigartina stellata* (WEST *et al.* 1977) and *P. middendorffii* is that of *G. papillata* (POLANSHEK and WEST 1977). Oshoro *Petrocelis* crusts examined are similar to both *P. middendorffii* and *P. cruenta*. According to WEST *et al.* (1977), these two algae may be distinguished by hypothallium

thickness. In specimens of *P. middendorffii*, overall thallus thickness ranges from 250 μm to 1100 μm , the hypothallium constituting less than a quarter of the total thickness of the crust, whereas in specimens of *P. cruenta* thallus thickness is 700–800 μm , the hypothallium constituting approximately half of the total crust thickness (WEST *et al.* 1977). In Oshoro specimens total crust thickness is 300–1100 μm and the hypothallium constitutes one-fourth to four-tenths of the total thickness of the crust. At present we are unable to determine the specific status of *Petrocelis* found in Oshoro Bay.

Acknowledgements

We wish to express our sincere thanks to Professor John A. WEST, University of California, Berkeley, for his criticism of the manuscript and helpful suggestions. We are grateful to Mr. Kazuro SHINTA, Oshoro Marine Biological Station, Hokkaido University, for his help in collecting materials.

References

- CHEN, L. C.-M., EDELSTEIN, T. and McLACHLAN, J. 1974. The life history of *Gigartina stellata* (STACKH.) BATT. (Rhodophyceae, Gigartinales) in culture. *Phycologia* 13: 287–294.
- DION, P. and DELÉPINE, R. 1979. Cycles de développement de *Gigartina stellata* et *Petrocelis cruenta* (Rhodophyceae, Gigartinales) étudiés in situ, à Roscoff. *Rev. Algol.*, N. S. 14: 327–341.
- FUNANO, T. 1972. *Petrocelis* sp. from Muroran. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 20: 72–74.
- GARDNER, N. L. 1917. New Pacific coast marine algae. I. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 6: 377–416.
- HEHRE, E. J. and MATHIESON, A. C. 1970. Investigations of New England marine algae. III. Composition, seasonal occurrence and reproductive periodicity of the marine Rhodophyceae in New Hampshire. *Rhodora* 72: 194–239.
- MASUDA, M. and UCHIDA, T. 1976. On the life history of *Gigartina ochotensis* (RUPR.) RUPR. from Muroran, Hokkaido. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 24: 41–47.
- MASUDA, M. and KUROGI, M. 1981. The life history of *Gigartina ochotensis* (RUPRECHT)

- RUPRECHT (Rhodophyta) in culture. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. V (Botany) 12: 165-171.
- POLANSHEK, A. R. and WEST, J. A. 1975. Culture and hybridization studies on *Petrocelis* (Rhodophyta) from Alaska and California. J. Phycol. 11: 434-439.
- POLANSHEK, A. R. and WEST, J. A. 1977. Culture and hybridization studies on *Gigartina papillata* (Rhodophyta). J. Phycol. 13: 141-149.
- RUENESS, J. 1978. A note on development and reproduction in *Gigartina stellata* (Rhodophyceae, Gigartinales) from Norway. Br. phycol. J. 13: 87-90.
- TOKIDA, J. and MASAKI, T. 1959. A list of marine algae collected in the vicinity of Oshoro Marine Biological Station, at Oshoro, Hokkaido, Japan. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 10: 173-195.
- WEST, J. A. 1972. The life history of *Petrocelis franciscana*. Br. phycol. J. 7: 299-308.
- WEST, J. A., POLANSHEK, A. R. and GUIRY, M. D. 1977. The life history in culture of *Petrocelis cruenta* J. Agardh (Rhodophyta) from Ireland. Br. phycol. J. 12: 45-53.
- WEST, J. A., POLANSHEK, A. R. and SHEVLIN, D. E. 1978. Field and culture studies on *Gigartina agardhii* (Rhodophyta). J. Phycol. 14: 416-426.

大野幸正*・増田道夫・黒木宗尚：忍路湾における紅藻イボノリーホソイボノリと *Petrocelis* の生殖季節

イボノリーホソイボノリと *Petrocelis* の生殖季節を、標識を付けた個体を1年間追跡調査して明らかにした。イボノリーホソイボノリにおいては形成される果胞子の発芽体が *Petrocelis* になるか、あるいは再びイボノリーホソイボノリの個体になるかを、*Petrocelis* においてはその四分胞子の発芽体の正体を確認するために、得られた胞子からの培養実験を行なった。イボノリーホソイボノリでは成熟した嚢果が1年中みられた。同一個体が周年果胞子の放出を続けることは確認されなかったが、調査した個体のいずれかが常に果胞子を放出し、個体群全体としては周年果胞子放出がみられた。培養した66藻株のうち65藻株が無配生殖を行なう個体に生長し、わずか1藻株が *Petrocelis* になった。また同一個体において、無配生殖と有性生殖の季節的転換はみられなかった。*Petrocelis* では生殖季節に明瞭な周期性が認められた。四分胞子嚢原基は10月中旬～11月上旬に形成され始め、完熟した四分胞子嚢は11月下旬～2月上旬に多くみられた。四分胞子の発芽体は雌雄異株のイボノリーホソイボノリの個体に生長した。(060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学部植物学教室 *現住所：158 東京都世田谷区玉川3丁目14-5 新日本気象海洋株式会社)

忍路湾産ホソメコンブの化学成分の季節変化

松山恵二・阿部英治・金子 孝

北海道立中央水産試験場 (046 北海道余市郡余市町浜中町238)

MATSUYAMA, K., ABE, E., and KANEKO, T. 1982. Seasonal variation of chemical components of *Laminaria religiosa* at Oshoro Bay, Hokkaido. Jap. J. Phycol. 30: 134-138.

The seasonal variation in the contents of ash, total nitrogen, total carbon and calorific values in *Laminaria religiosa* MIYABE from Oshoro Bay, Hokkaido were investigated. Ash content in dry fronds was at a maximum (32-40%) in April and at a minimum (ca 20%) in September, total nitrogen was at a maximum (ca 3%) in March to April and at a minimum (ca 0.5%) in July. Total carbon was at a maximum (34%) in October and at a minimum (26-29%) in May. The ratio of total carbon to total nitrogen in thalli collected from 0-1.2 meter depth attained a maximum (ca 25) in October and a minimum (ca 9.5) in March to April and that from 1.2-3.4 meter depth attained a maximum (45-65) in July and a minimum (10-14) in April to May. The calorific values were at a maximum (3.27-3.43 kcal) in September and at a minimum (2.69-2.81 kcal) in April to May.

Key Index Words: ash; calorific values; *Laminaria religiosa*; *Phaeophyta*; seasonal variation. total-C; total-N.

Keiji Matsuyama, Eiji Abe and Takashi Kaneko, Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, 238 Hamanaka, Yoichi, Hokkaido, 046 Japan.

コンブ属植物の葉状体内成分の季節変化に関しては、マコンブ *Laminaria japonica* とミツイシコンブ *L. angustata* (横山・三本菅 1970, 横山ほか 1980), ホソメコンブ *L. religiosa* (福原・黒田 1951, 横山・三本菅 1979, 横山ほか 1980), *L. cloustoni* (BLACK 1948 a), *L. digitata* (BLACK 1948 b), *L. saccharina* (BLACK 1948 c), *L. hyperborea* (KAIN 1971 参照), *L. longicruris* (CHAPMAN and CRAIGIE 1977, 1978) を用いて, また熱量に関しては *L. complanata*, *L. saccharina*, *L. setchellii* (PAINE and VADAS 1969), *L. digitata*, *L. longicruris* (MANN 1972) を用いて研究した報告がある。

しかし, 藻体内代謝や物質循環に重要な窒素量と炭素量の季節変化に関してはほとんど調べられていない。筆者らは今回ホソメコンブの灰分, 全窒素量, 全炭素量および熱量の季節変化を調べ, 2, 3 の興味ある結果を得たのでここに報告する。

材料と方法

調査は1976年3月, 5月, 7月, 9月, 10月, 11月の6回, 1977年4月と7月の2回, 計8回行った。材料として用いたホソメコンブは忍路湾の湾口部西側 (Fig. 1) の斜面に帯状に設定した4区, 即ちa区 (水深+0.5-0 m), b区 (0-1.2 m), c区 (1.2-2.3 m), d区 (2.3-3.4 m) から坪刈によって採取し, 20個体について葉長, 葉幅を測定し BA* を算出した。さらにそのうちから5ないし10個体を80°C 48時間以上乾燥した後, 灰分, 全窒素, 全炭素および熱量を測定した。しかし, 1976年3月のa, c, d区と1977年4月のd区では個体が小さかったため測定を行わなかった。灰分は LARSEN (1978) の方法により, 400°C で恒量になるまで燃焼し測定した。全窒素および全炭素の測定には YANACO MT-500 を, 熱量の測定には島津製作所製, 熱研式自動ポンプ熱量計 CA-3p を用いた。

* BA (Blade Area) = 葉長 × 葉幅

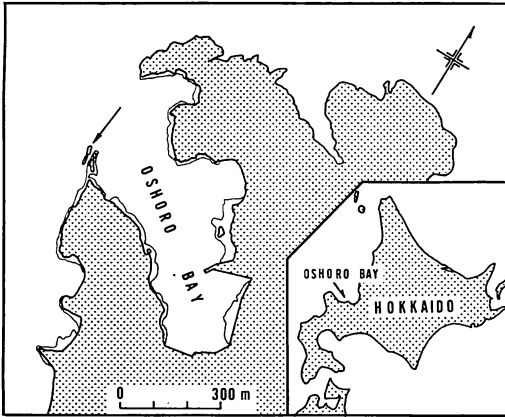


Fig. 1. Map of Oshoro Bay, arrow indicates location of sampling site.

結果および考察

1. 灰分の季節変化

乾燥重量および湿重量当りの葉状体灰分の季節変化を Fig. 2 に示す。すなわち、水深による灰分の季節変化の差は少なく、湿重量当りの灰分の季節変化ではどの区も同様の値がみられる。また葉状体乾燥重量当りの灰分では、b, c 区においては共に春以後に減少し 9 月以後に増加する傾向を示した。福原・黒田 (1951) は、余市産のホソメコンブについて、1950 年の 4 月から 7 月まで毎月の無機成分変化を調査し、4 月および 5 月には約 30% にも高くなるが、以後急速に減少し 7 月には約 19% になったことを報告している。今回の結果では、この福原・黒田 (1951) による数値より常に約 10% 高いが、春から夏までの変化に関しては傾向が

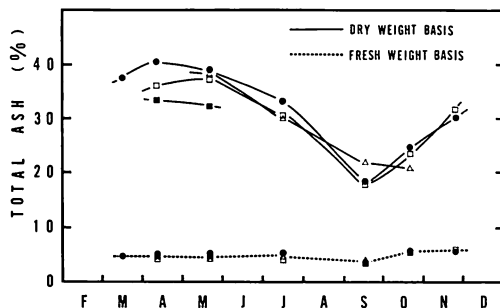


Fig. 2. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in total ash by means of dry and fresh weight at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

よく一致した。また、外国産の種類では *L. hyperborea* (KAIN 1971 参照), *L. cloustoni* (BLACK 1948 a), *L. digitata* (BLACK 1948 b), *L. saccharina* (BLACK 1948 c) で灰分の季節変化が詳細に調べられており、それらの結果によると、いずれも春に極大となり秋に極小となっている。今回の結果でも乾燥重量当りの灰分は、BA の増加量 (Fig. 3) が最大である 3 月から 5 月にかけて極大となり、成熟の始まる 9 月に極小となった。*L. hyperborea* の乾燥重量当りの灰分は 5 月に極大となり、9 月に極小となる (KAIN 1971 参照)。この種では、5 月に葉面積の増加量が最大となり (LÜNING 1971), 9 月に成熟が始まる (KAIN 1975) と報告されており、今回のホソメコンブの結果と極めてよく類似している。この様に灰分の変化は発育段階と共に大きく変化することが推測される。

2. 全窒素量と全炭素量の季節変化

Fig. 4 に見られるように、葉状体の全窒素の含有量は各区とも 3 月と 4 月に約 3% のところで最も高い値となり、以後 7 月までは減少し、b 区ではその後 12 月まではほぼ一定の値を示し、c, d 区では 7 月以後増加し b 区とほぼ同水準となった。生育水深による葉状体内の全窒素量は 7 月を除き大きな差は認められず、7 月は b, c, d 区の順に含有量が減る傾向が認められた。

全炭素量は 5 月に極小値 (26-28%) となり、その後は 7 月まで急速に 7 月以後は緩やかに増加して 10 月に最大値 (33%) を示した (Fig. 4)。

筆者らの全窒素量の季節変化は BLACK (1948 a, b,

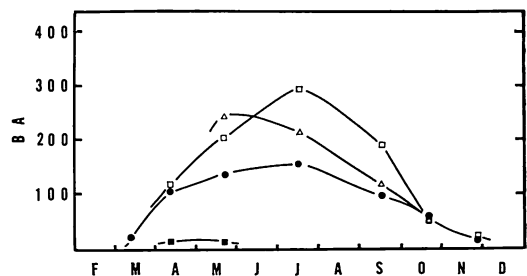


Fig. 3. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in BA* at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

* BA (blade Area) = Blade length \times Blade width

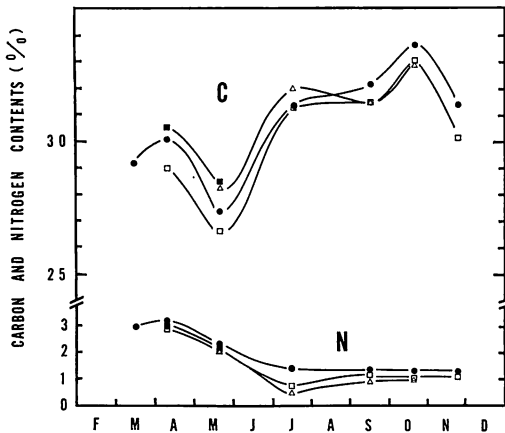


Fig. 4. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in total nitrogen and total carbon contents of dry matter at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

c), 福原・黒田 (1951), KAIN (1971 参照) によるコンブ属植物の粗蛋白量の変化とはほぼ同一傾向を示した。7 月には生育水深により葉体内の全窒素量に大きな差が現われたが、これに類する既往の報告はない。ただ CHAPMAN and CRAIGIE (1977) はカナダのノバスコシア州で水深 6, 9, 18m の 3 個所を選び海水中に溶存する無機態窒素量とそこに生育する *L. longicruris* の生長や藻体内の窒素量の変化を測定し、体内の有機態窒素量は浅所 (6 m および 9 m) の個体では 3 月に極大となり、その後は 9 月まで減少するが、深所 (18 m) の個体では季節変化が少ないことを明らかにし、このことは深所では浅所に比較し海水中の無機態窒素量がそれほど減少しないことを反映していると推察し、さらに藻体内の硝酸態窒素は 7 月以後 10 月まではほとんど存在しないことを報告している。また、横山ほか (1980) は、硝酸態窒素以外の無機態窒素は養殖ホソメコンブでは検出されなかったことを報告しており、また横山・三本菅 (1979) は同じ養殖ホソメコンブで、藻体内の硝酸態窒素は 3 月に多く、6 月にほぼなくなることを報告している。今回の結果の全窒素量の 7 月以後の変化は前述の報告から推測してほぼ有機態窒素量の変化と考えられ、浅い b 区で変化が少なく、深いほど変化が大きかった。忍路湾の湾口部付近の海水中の無機態窒素量は一般に表層で春に高く (約 10 μ M Total-N) なるほかは全体に低く、また水深による差も少ない (渡辺智視氏私信)。今回の調査地点は浅く波浪による攪拌の影響を大きく受けるため、水深

の差による海水中の無機態窒素量の差は少ないと推察され、今回の調査の結果で、生育水深により葉体内の全窒素量に差が現われたのは海水中の無機態窒素量だけでなく波浪の影響や光条件に依存しているものと考えられる。

筆者らの得た全炭素量の季節変化のうち 5 月以降は BLACK (1948 a, b, c), CHAPMAN and CRAIGIE (1978), KAIN (1971 参照), 福原・黒田 (1951), 横山ほか (1980) が調べたコンブ属植物でのマンニトール量およびラミナラン量の変化と良く一致した。西沢 (1977) によれば、マンニトールおよびラミナランはそれぞれ光合成産物、貯蔵性多糖であることから、5 月以後光合成が活発になることが推測された。一方、アルギン酸もマンニトールおよびラミナラン同様本属植物には多量に含まれている。BLACK (1948 a, b, c) および KAIN (1971 参照) は多年性のコンブ属植物を用いて研究した結果、晩冬から春にかけてはマンニトールおよびラミナランが減少し、この時期にアルギン酸が極大値をとることを報告している。福原・黒田 (1951) は 1 年性である本種のアルギン酸量について 4 月から 7 月まで毎月調べた結果、4 月末から 5 月末にかけて急減すると報告している。本試験の結果 3 月および 4 月に全炭素量が多かったのはアルギン酸量による影響が大きいと思われる。

年間を通じた全炭素量と全窒素量の比率 (C/N) は Fig. 5 のようになる。ホソメコンブの生育に適した b 区では他の場所に比べ、C/N は低く、4 月以後 7

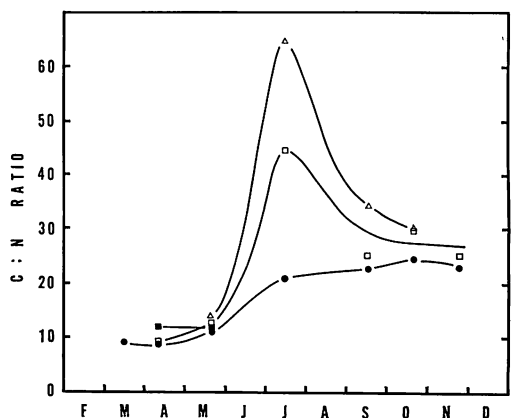


Fig. 5. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in total-C: total-N ratios at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

月まで緩やかに上昇し、7月以後ほぼ一定の値(21—25)を示した。一方、c区およびd区では7月に極めて高い値となり9月には減少した。

3. 熱量の季節変化

乾燥重量当りの熱量 (Fig. 6) は、b区で3月に2.95 kcal、4月から5月にかけて極小(2.69—2.81 kcal)となり、以後増加して9月に極大(3.27—3.43 kcal)となった。生育水深による差はあまり見られなかった。MANN (1972) はカナダ産コンブ属3種を用いて熱量を調べたところ、場所、時期、種についての差はほとんど認められないと述べている。しかし、本試験では熱量の季節変化は大きく、成熟の始まる9月

に極めて高い値を示した。

b区のコソメコンブについて、灰分を無機物とみなし湿重量当りの有機物と無機物、さらに全窒素量に6.25を掛けて粗蛋白質を求めそれらの季節変化をFig. 7に示した。これからも明らかなように、生長期には粗蛋白質は最高2.4%に達し、また成熟期には炭素同化物の量が最も多くなる。これに対して、無機物量は大きな変化はないが成熟の始まる9月に減少することがわかった。

したがって今後コソメコンブの藻体内の全窒素量中の有機態窒素が占める割合やその季節変化、炭素および窒素同化がどのような条件で促進されるか等の生理作用を調べる必要がある。またコソメコンブ以外の海藻についても全炭素量、全窒素量および熱量を調べ、湾内における海藻類の生産力を明らかにし、植食性動物への物質循環を知ることが今後の重要な課題であると考え。

謝 辞

本稿の御校閲を戴いた北海道大学水産学部 鮫 照 助教授に深く感謝するとともに、本研究に際し種々便宜を計って下さった北海道立中央水産試験場増殖部長田澤伸雄博士、北海道大学忍路臨海実験所信太郎氏に、また水質に関する貴重な知見を御教示下さった北海道立中央水産試験場渡辺智視氏に感謝の意を表する。

引用文献

- BLACK, W.A.P. 1948a. Seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. Part I. *Laminaria cloustoni*. J. Soc. Chem. Ind. 67: 165-168.
- BLACK, W.A.P. 1948b. Seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. Part II. *Laminaria digitata*. J. Soc. Chem. Ind. 67: 169-172.
- BLACK, W.A.P. 1948c. Seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. Part III. *Laminaria saccharina* and *Saccorhiza bulbosa*. J. Soc. Chem. Ind. 67: 172-176.
- CHAPMAN, A.R.O. and J.S. CRAIGIE 1977. Seasonal growth in *Laminaria longicruris*: Relations with dissolved inorganic nutrients and internal reserves of nitrogen. Mar. Biol. 40: 197-205.

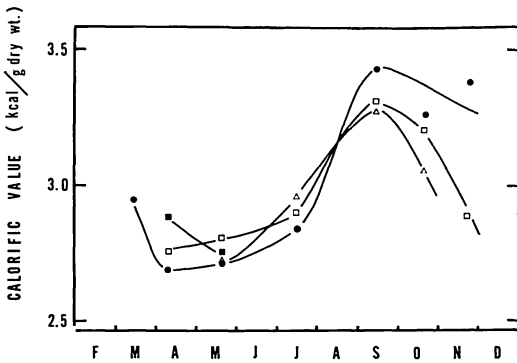


Fig. 6. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in calorific values of dry matter at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

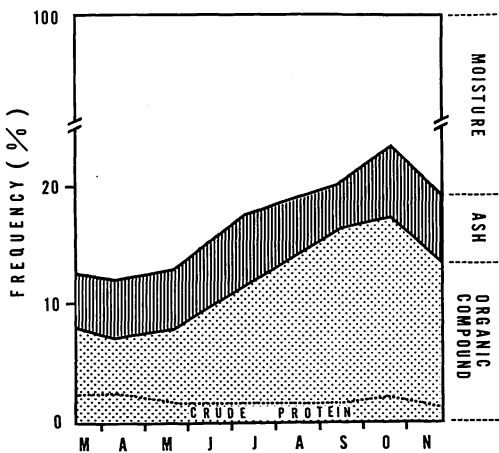


Fig. 7. *Laminaria religiosa*. Diagram showing the relative proportion(%) of each component at 0-1.2 m zone.

- CHAPMAN, A.R.O. and J.S. CRAIGIE 1978. Seasonal growth in *Laminaria longicuris*: Relations with reserve carbohydrate storage and production. Mar. Biol. 46: 209-213.
- 福原忠信・黒田久仁男 1951. 余市産ホソメ昆布成分の季節的变化。北水試月報 8: 7-13.
- KAIN, J.M. 1971. Synopsis of biological data on *Laminaria hyperborea*. In FAO Fish. Synopsis no. 87. FAO, Rome.
- KAIN, J.M. 1975. The biology of *Laminaria hyperborea* VII. Reproduction of the sporophytes. J. mar. biol. Ass. U.K. 55: 567-582.
- LARSEN, B. 1978. Brown seaweeds: Analysis of ash, fiber, iodine, and mannitol, 181-188. In J.A. HELLEBUST and J.S. CRAIGIE (ed.), Handbook of phycological methods. Physiological and biochemical methods. Cambridge Univ. Press, London.
- LÜNING, K. 1971. Seasonal growth of *Laminaria hyperborea* under recorded underwater light conditions near Helgoland, 347-361. In D.J. CRIPS(ed.), Proceedings of the 4th European Marine Biology Symposium. Cambridge Univ. Press, London.
- MANN, K.H. 1972. Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic Coast of Canada. I Zonation and biomass of seaweeds. Mar. Biol. 12: 1-10.
- 西沢一俊 1977. 多糖類, 430-464. In 林孝三(編) 核酸と生合成産物. 裳華房 東京.
- PAINE, R.T. and R.L. VADAS. 1969. Calorific values of benthic marine algae and their postulated relation to invertebrate food preference. Mar. Biol. 4: 79-86.
- 横山雅仁・三本菅善昭 1979. 促成コンブ葉体内における硝酸態窒素の時期的変化。北水研報告 44: 67-72.
- 横山雅仁・三本菅善昭・鳥居茂樹 1980. 促成コンブ各種成分の消長と生育過程との関係。北水研報告 45: 43-50.

新刊紹介

—— 南アフリカ産海藻の図譜二題 ——

我国での出版数に比して、外国で出版される海藻の図鑑あるいは検索図譜は少い。とくに着色図鑑についてそうである。最近、海藻分布上注目される南アフリカ共和国 (RSA) の海藻図譜を二種類入手したので紹介する。

1) SEAGRIEF, S.C. 1967. **The Seaweeds of the Tsitsikama Coastal National Park.** National Parks Board of the Republic of South Africa 発行。A5 版, 147 pp. 売価表示なし。非売品?

著者自身による肉筆着色図が右ページに、対応する左ページにはその説明が与えられ、すべての文章ページの左コラムは英語、右コラムはアフリカーズ語で記される。各図版にはスケールが添えてある。本書は南アフリカ共和国で最初に出版されたこの種のガイドブックだそうである。分布地として記載された地名は地図一葉にまとめられてある。掲載された種は普通に見られるものなので多くなく、緑藻12種、褐藻11, 紅藻33, 石灰藻8である。石灰藻が別章となっているのは珍しい。俗名も少数であるが索引にあげられている。幾つかの誤った学名が見られる。1例は *Gelidium amanzii* OKAM であって、これは *Gelidium amansii* LAMOUROUX が正しい。本種の種小名の語源として MANZA, a botanist を挙げているが、これは誤りで、LAMOUROUX によれば M. de SAINT-AMANS に献名されたものである。命名者名の誤りの由来は推定し難いが岡村 (1934) による本種の新定義の発表と関係しているかも知れない。南アフリカでは他にも上記の誤った学名を用いた文献 (例えば L. F. JACKSON 1976) がある、誤綴の孫引きが重なっているように思われる。掲載図の外形は付着部も含めて良く描けているが、部分図或いは検鏡図は与えられていない。種名の決定されていないものが14もあり、これは全掲載種の20%を占める。この事実は南アフリカ共和国の海藻分類学が発展中であることを意味するのかも知れない。なお著者の所属は Botany Department, Rhodes University, GRAHMSTOWN, R. S. A.

2) SIMONS, R.H. 1976. **Seaweeds of Southern Africa: Guide Lines for Their Study and Identification.** Fish. Bull. S. Afr. 7. 113 pp, B5.

図は線画であるが、検鏡図も多数挿入されている。すべての種は二又式検索法に従って配列されている。学名から命名者名が削られているので不便場合がある。著者はケープタウンの水産研究所で、利用についても記述している。それによれば、南アフリカで寒天原藻として多量に生育する種は *Gracilaria verrucosa* で、*Gelidium* は比較的に量が少い。日本のノリ養殖にも触れている。南アフリカの園芸家や作物栽培者は *Ecklonia maxima* を肥料として用いているという。分布論は具体的で詳しい。地理的分布の記述で重要なのは、掲載された種のほとんどは Cape Agulhas の東または西側のどちらか一方にのみ生育するとの事実である。この岬は分布の障壁とはなっていないので、著者はこの極端な分布区分の第一の決定要因を水温に求めている。つまり南アフリカの西岸(寒流域)と東岸(暖流域)の間には明瞭な等温線境界があって、その区別は一年を通じてほとんど変化しないことによると考察している。他方 Cape Agulhas と Cape of Good Hope の間の海域は寒暖両流の混合域であって、水温は非常に変異するが、総じて Agulhas 暖流域よりも低い傾向にあるという。垂直分布論では、潮間帯の帯状分布(模式図2枚付)及びタイド・プールのそれについて、具体例をあげて述べている。世界における南アフリカの海藻分布の論議も一項を割いて行っている。なお検索部の後には形態と成長、生活史と生殖、分類表、術語解説及び分類群の索引があり、文献は53あげられている。世界でも海藻の生育種数の多いことで知られる我国と南アフリカの海藻の生態学的分布の比較のためには上記2書は手元に置く価値があると考えられる。

(赤塚伊三武)

淡水産中心類ケイソウ *Aulacosira italica* (EHR.) SIM. の微細構造について

小林 弘・野沢美智子

東京学芸大学生物学教室 (184 小金井市貫井北町4-1-1)

KOBAYASI, H. and NOZAWA, M. 1982. Fine structure of the fresh water centric diatom *Aulacosira italica* (EHR.) SIM. Jap. J. Phycol. 30: 139-146.

Aulacosira italica (EHR.) SIM. is very rare in Japan. It was found only from two localities, Ryugakubo pond and Oze-numa pond, by the present authors and the material collected from the former was mainly examined using scanning electron microscopy.

The marked curvature of the valves leaves a large gap or pseudosulcus, however, to which the basal thickened parts of the spines protruded from the adjacent valves fit with each other. The separation valves with different type of spines were not found. The valve appeared to be pseudoloculate with poroid areolae with a cribrum supported by stick-like costae projecting from the margin of the loculus to the inside and open to the outside. Each loculus is an oblong elliptic cylinder in shape and is expanded longitudinally towards the surface in one third of the wall thickness.

The girdle is composed of six to nine open bands, a valvocopulae, four to seven copulae and a pleura. These three types of bands were different in the arrangement of fine pores, the presence or absence of ligula and their length.

Key Index Words: *Aulacosira italica*; *Melosira italica*; centric diatom; SEM fine structure.

Hiromu Kobayasi and Michiko Nozawa, Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Koganei-shi, Tokyo, 184 Japan.

Aulacosira 属は1848年に THWAITES によって *Melosira crenulata* をタイプ種として設立されたものであるが, *M. crenulata* は EHRENBURG によって1841年に, また *M. italica* も同じく EHRENBURG によって1838年に命名されており, 今日ではこの2種は同一分類群とされているので, より古参の *M. italica* が正名となっている。したがって *Aulacosira* 属のタイプ種も *A. italica* ということになる。

本邦では *A. ambigua* (GRUN.) SIM. がより普遍的で, *A. italica* (EHR.) SIM. は非常に少ない。しかし, 小林・野沢 (1981) からわかるように, *A. ambigua* には光学顕微鏡レベルで指摘されてきたような殻壁の溝はなく個体によっては HUSTEDT (1930) が描いている *M. italica* の図と全く同じに見えるため, 本邦での *M. italica* が出現したとする記録は非常に多い (福島 1958)。おそらく HUSTEDT (1930) も *A. ambigua* を描いて, *A. italica* の図としたのではないかと思われるが, より古い GRUNOW (in VAN HEURCK 1882) の *M. crenulata* または *M. crenulata* var. *italica* の名称で描かれている図およ

び MÜLLER (1906) の図を見ると, *A. italica* の特徴がはっきりと読み取れる。

走査電子顕微鏡 (SEM) による観察は, MILLER (1969) と CRAWFORD (1975) によって行われているが, MILLER が見ているのは *A. italica* ではなく, その変種 var. *valida* である。CRAWFORD は栄養殻と初生殻について5枚の写真を提示し, *A. ambigua* と対比して条線がほとんど直線的であることを指摘しているが, 殻帯については触れていない。

筆者らは, 本邦産の個体を SEM を用いてより詳細に観察を行い, 胞紋および殻帯の構造についても若干の知見を得たので報告する。なお, 被殻各部の用語については, ROSS *et al.* (1979) に従った。

材料と方法

用いた試料は, 新潟県竜ヶ窪 (47.7.11, プラントン) および群馬県尾瀬沼 (53.5.3, 底泥) の2地点から採集したものである。光顕用プレパラートおよび SEM のための試料の処理は小林・野沢 (1981) の方

法に従ったが、群体と殻帯の観察のためには酸処理を施さない固定試料を蒸留水で洗浄して用いた。SEM は日本電子 JSM-25S および JSM-F15 を用いた。

結果と考察

A. italica は本邦では稀産で、竜ヶ窪および尾瀬沼以外では平野 (1975) の報文にそれらしき写真を見る (pl. 1. f. 10, 15) のみであるが、竜ヶ窪の試料には多量の個体が含まれていたため、観察はおもに竜ヶ窪産のものについて行なった。

光顕による観察結果：殻径は 9–18 μm 、殻高は 9–17.5 μm で、殻套面 (valve mantle) の点紋列は貫殻軸に対してほとんど平行か、またはわずかに傾きをもつが直線的であり (Figs. 1–3, 5), 10 μm 幅に16–22本、点紋列を構成する点紋は 10 μm 幅に12–16個を数えた。これらの計測値は MÜLLER (1906) の記述ともよく一致した。Eukitt を用いて封入した像 (Fig. 4) では、殻壁は比較的薄く一様で、偽輪溝 (pseudosulcus) は深く切れ込むが、輪溝 (sulcus) は浅く尖頭状に切れ込んで見え、その内側には横輪 (ring-costa) と呼べるほどの肥厚した構造は見られない。殻の結合部の棘は先広で長く (Fig. 5)、殻どうしはこの棘によって緊密に接続している (Figs. 1, 3–5)。このようなタイプが EHRENBURG (1838) によって、*Gallionella italica* として命名されたものである。なかには、殻面どうしが離れているものも見られたが (Fig. 2)、こうしたタイプに対して EHRENBURG (1841) は *Gallionella crenulata* なる別名を与えた。殻面は円形で、中心部は無紋であるが、縁辺部には短かくて密に配列する点紋列が放射状に見られる (Fig. 6)。これらの特徴は、HUSTEDT (1930) の記述 (図ではなく) とはよく一致した。また、FOGED (1974)、GASSE (1980) に見られる写真はまぎれもなくこの種類のものである。

SEM による観察結果：被殻は円筒形 (Figs. 7, 9, 11)、殻面は円形かつ平坦・無紋で殻肩に丈夫な棘列を持ち (Fig. 9)、この棘と棘の結合によって互いに緊密に接着し合い長い群体をつくる。棘どうしの結合は強く、酸処理を行うと頸部 (hals) で分離し、隣り合う2殻ずつの単位で観察されることになる (Figs. 7, 8)。

殻壁はほぼ全殻にわたって 0.8 μm の厚みを持ち、わずかに肥厚した半円形の切り口をもつ横輪によって補強されている。殻套には胞紋列が見られるが、殻肩

から頸部まではほぼ直線的に走り、殻肩では棘の基部を穿孔している (Fig. 9)。

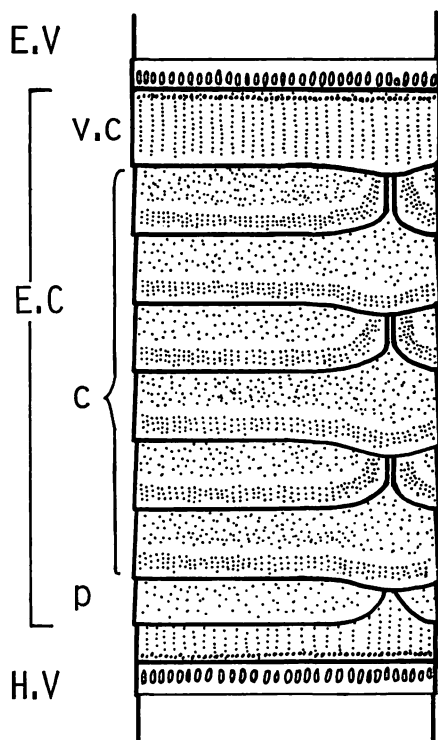
横輪は中実で (Fig. 13)、*A. ambigua* で見られたような管状構造 (小林・野沢 1981) は見当たらなかった。また、唇状突起 (rabiate process) は *A. ambigua* 同様、横輪の殻面側の斜面上に1殻について1個の割合で見られた (Figs. 13, 15)。大きさは 0.5 μm ほどで、中央部に1本のスリットをもつ。しかし、この唇状突起の殻表面への開口は、どの個体にも見られなかった。

棘は、強く傾斜した殻肩の部分 (Fig. 9 矢印) と殻面の境界部から、胞紋列3–5本あたり1本の割合で突出している。ROEMER and ROSOWSKI (1980) は *M. roeseana* RABH. の殻套部に見られる構造を “Step” と呼んでいるが、*A. italica* の傾斜もこれに相当するものと思われる。棘は交互に組み合い、太い基部は隣りの殻の殻肩の傾斜部と隙間をつくらずに密着し (Fig. 8)、扁平に伸びた先端部は横方向に拡張し隣り合う棘と平面で接着して1本の帯となって殻を取り巻いている (Fig. 10)。また、棘の基部の表面には 5–10個ほどの顆粒 (granule) が付着している。*A. granulata* (DILLW.) SIM. (FLORIN 1970)、*A. baikalensis* (K. MEYER) SIM. (CRAWFORD 1979)、*A. ambigua* (GRUN.) SIM. (小林・野沢 1981) では、浅く二裂した先広の棘がジッパー状に組み合う方式であるが、*A. italica* では、棘どうしの組み合いで貫殻軸方向の結合が保たれているとは思われない。この方向の結合にはかなりの余裕があり、隣り合う殻の殻面どうしの接着 (Fig. 8 黒矢印) がゆるんだ時 (Fig. 11)、ようやく棘先端の拡張部で噛み合うしくみになっている。しかし拡張部は厚みがなく弱いので、自然の水中ではこのような状態はそう長く続かず、やがて拡張部が壊れて分離するものと思われる。CLEVE-EULER (1951) は、この種類に先細の棘のみをもつ分離殻 (separation value) は存在しないと記しているが、我々の調べたところでも分離殻は見つからなかった。分離殻の欠如と、上述のような棘による結合のほずれやすい構造との間には、何らかの関係があるものと思われる。なお、棘は中実で (Fig. 9)、殻の内側から見た場合もその基部に孔は見あたらない (Fig. 8)。

胞紋は外壁に向かって開口する偽小箱 (pseudoloculus) である。殻壁厚の内側2/3ほどが貫殻軸方向に伸びた長楕円筒で、その外側がより貫殻軸方向に広がってロート状となっている (Figs. 12, 14)。したがって、外表面における胞口 (foramen) は円筒部分の

長径の約2倍の長径をもち、短径 $0.4\ \mu\text{m}$ ・長径 $0.4\text{--}0.6\ \mu\text{m}$ ほどであった。胞紋の底には胞紋を横切って数本の棒状体があり、その内側を師板 (velum) が裏打ちしているが、これを殻内面から見ると、ドーム状に盛り上がった構造になっている (Fig. 13)。同様の構造は、*A. granulata* についての OKUNO (1964) の透過電子顕微鏡 (TEM) による研究および FLORIN (1970) の SEM による研究に見られ、また、*A. ambigua* もこれに酷似した構造をもっていることが判明している (小林・野沢 1981)。しかし、*A. granulata* および *A. ambigua* のそれとは、輪状の支持体が見られない点で異なっている。胞紋列をつくる胞紋の間隔は不揃いである。また、胞紋は殻套端の頸部には存在しない。

殻帯の内側には新しい姉妹殻 (sibling valve) ができるので、その部分に母殻の殻帯が残り、群体全体では殻帯に覆われている部分とそうでない部分が交互に、または時には連続して現われる (Fig. 11)。半殻帯 (cinglum) は 6-9 枚の帯節 (band or segment) からできているが、帯節上に見られる模様の違いから、接殻帯節 (valvocopula)、中間帯節 (copula)、連結帯節 (pleura or connecting band) の 3 つに区分できる。接殻帯節は開放型で (Fig. 16)、縫合部 (suture) は段をつくって薄くなって殻の頸部を裏打ちしており、その末端部はより薄くなって糸状に分かれ、それが 3-7 本集まって束になる (Fig. 19)。また、頸部の縁辺の線状の隆起 (Fig. 18 黒矢印) と向き合う位置に小さな丸い突起の列をもつ。中間帯節はどれも小舌 (ligula) をもつ開放型で (Fig. 17)、小舌の部分は先にできた帯節の開放部を塞ぐ役目をしている。中間帯節の縫合部の構造は接殻帯節とはほとんど同じであるが、縁辺部で束の外側のものほど短いので全体として三角形になるという違いが見られた (Fig. 20)。末端の連結帯節は通常 1 枚あり、これも開放型である。それぞれの帯節上には微小孔が一定の模様をつくって配列しているが、その様式も三者の間で多少の相異が見られた (Text-fig. 1)。すなわち、接殻帯節上には貫殻軸に平行に走る条線が見られ、 $1\ \mu\text{m}$ 幅に 5-6 本あり、条線を構成する微小孔の数は $1\ \mu\text{m}$ 幅に約 10 個見られる。中間帯節では、殻から離れた先端部と殻に近い基部の間のより先端に近い部分に無紋帯があり (Fig. 18)、これを境にして微小孔の配列が異なっている。先端部では条線が形成され、 $1\ \mu\text{m}$ 幅に 9-10 本あり、その条線を構成する微小孔は $1\ \mu\text{m}$ 幅に約 10 個見られた (Fig. 18 白矢印)。一方、基部側では微小孔は不



Text fig. 1. Diagrammatic illustration of a girdle of *Aulacosira italica*. Epicinglum has eight bands, while in hypocinglum only valvocopula can be seen. The dimension of each component is modified so as to see simply the distinction between three band types. E.V=epivalve, H.V=hypovalve, E.C=epicinglum, v.c=valvocopula, c=copula, p=pleura.

規則な配列をなし、各微小孔の間隔も粗い。連結帯節には無紋帯はなく、帯節の幅も $1.5\ \mu\text{m}$ ほどで微小孔は不規則な配列をしている。帯節の構造に関しては、すでに *Melosira varians* C.A. AG. (CRAWFORD 1971), *M. roeseana* RABH. (ROEMER and ROSOWSKI 1980) について詳細な研究が行われているが、これらに *A. italica* のものを加えて比較したところ、外形・微小孔の存在・縫合部の束状構造・半殻帯の形成様式などでは大きな相異は見られなかった。わずかに、*M. varians* では、帯節上の微小孔が明瞭な点紋列をつくる点で相異が見られる。

上述のように、外殻 (epivalve) の半殻帯は表面からの観察が可能であるが、内殻 (hypovalve) の半殻帯はたいてい前者の内側に重なって形成されているので (Fig. 21)、その枚数・構成帯節の微細構造は観察

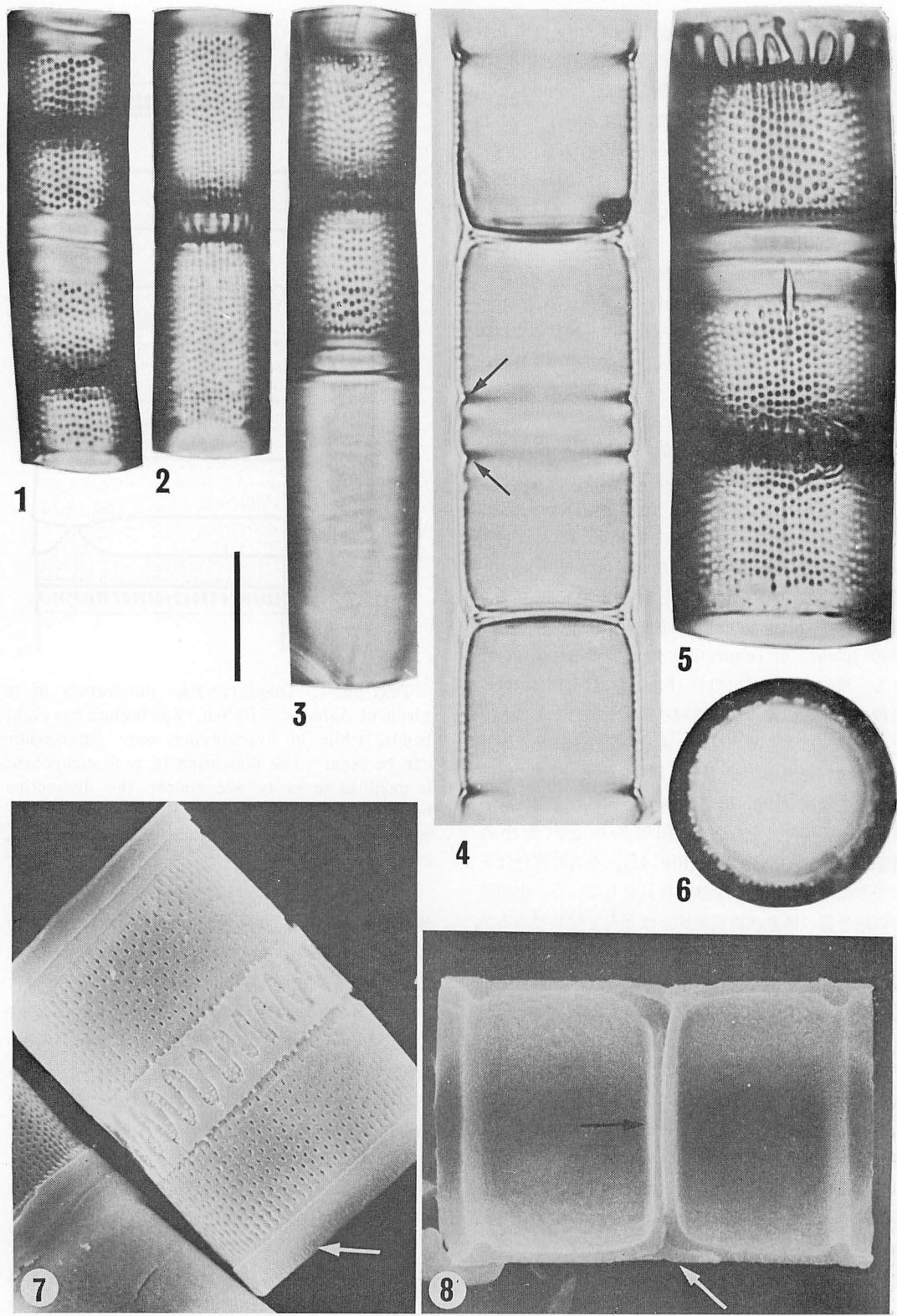


Fig. 1-8.

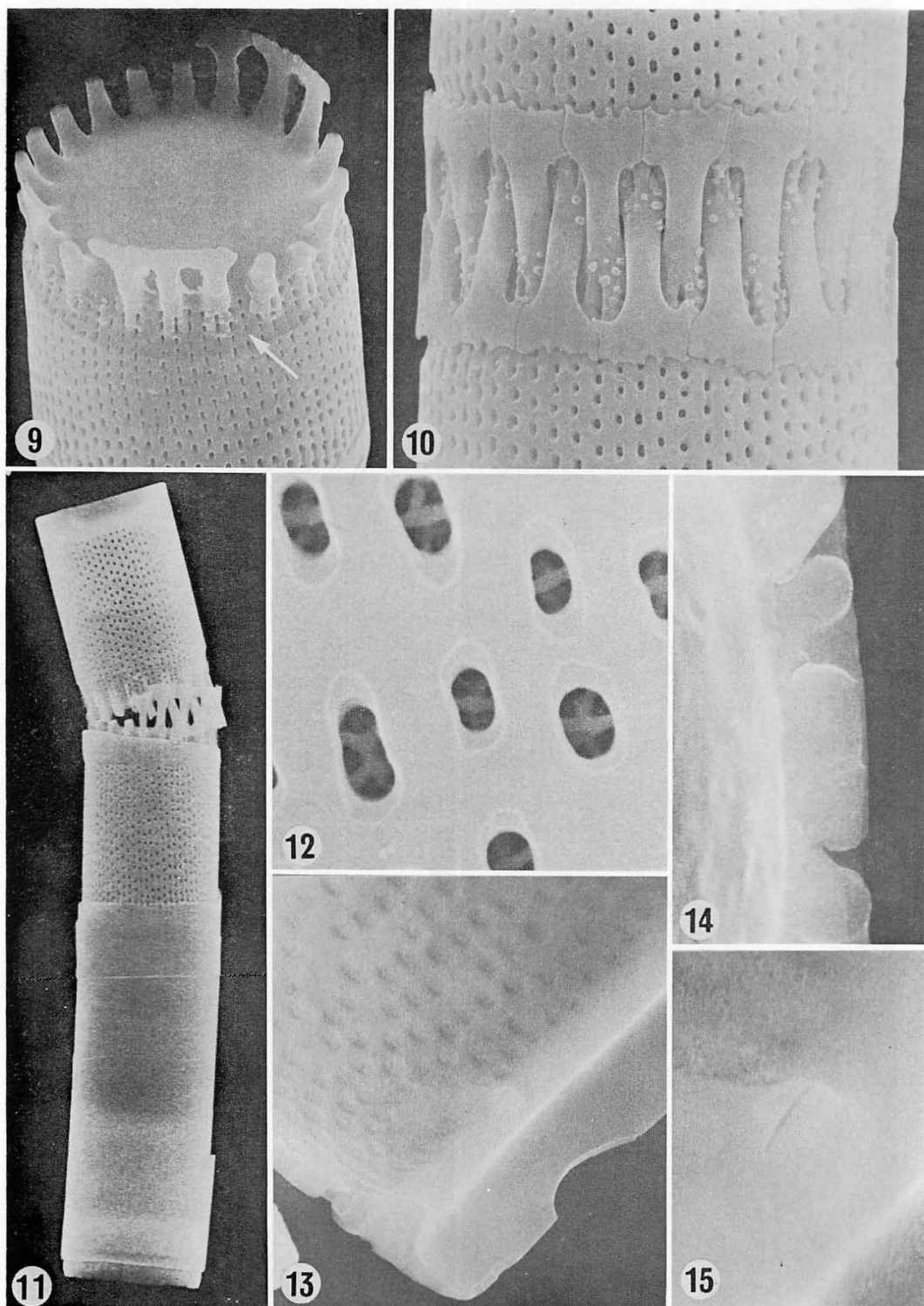


Fig. 9-15.

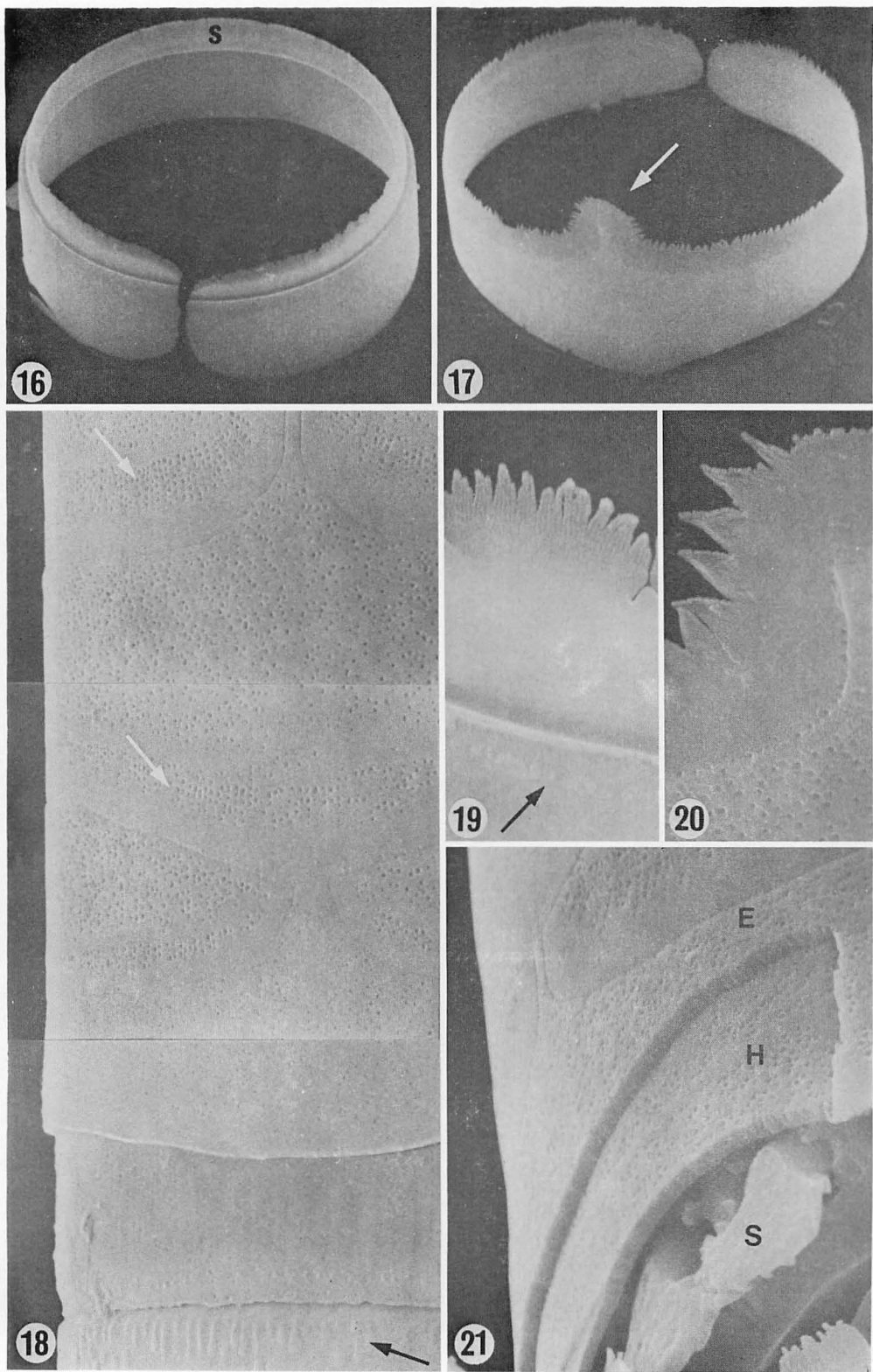


Fig. 16-21.

できなかった。しかし、VON STOSCH (1951) に見られるように、次の分裂では、この重なり合う半殻帯がずれて貫殻軸方向に離れ、母殻の半殻帯をおののの外殻帯として、その内側にまた新しい姉妹殻の内殻帯がつくられていく。したがって、どの外殻帯もかつて一度は内殻帯として形成されたものであり、構造に関してはどちらも全く同じと考えてよいものである。

謝 辞

本研究に際し、竜ヶ窪の試料を提供下さった、日本歯科大学の南雲保氏に深く感謝申し上げる。

References

- CLEVE-EULER, A. 1951. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. K. Sv. Vet. Acad. Handl. 2: 1-163.
- CRAWFORD, R. M. 1971. The fine structure of the frustule of *Melosira varians* C. A. AGARDH. Br. phycol. J. 6: 175-186.
- CRAWFORD, R. M. 1975. The frustule of the initial cells of some species of the diatom genus *Melosira* C. AG. Nova Hedw. Beih. 53: 37-55.
- CRAWFORD, R. M. 1979. Filament formation in

Figs. 1-6. Light micrographs showing the variation in breadth and in length of the valves of *Aulacosira italica*. Scale=10 μ m. 1. Filament consisting of short valves which are connecting tightly with each other, mounted in Pleurax; 2. Two loosely connected sibling valves with longer height than and nearly same breadth as Fig. 1; 3. Two sibling valves of which lower one has a girdle showing band traces; 4. Mid-focused filament mounted in Eukitt showing shallow sulci (arrows) without prominent ring-costa; 5. Broader filament showing marked spines of the top valve; 6. Valve face showing short marginal striae.

Figs. 7, 8. Scanning electron micrographs showing a pair of sibling valves of *A. italica*. 7. Two sibling valves linked by large interlocking spines with several granules on each basal surface. Hyaline hairs and a row of linear granules on its abvalvar edge (arrow) are visible. $\times 2000$; 8. Inside view of two sibling valves fractured along the pervalvar axis showing solid ring-costae, contact of two valve faces (black arrow) and pseudosulcus filled with the thick basal parts of the interlocking spines (white arrow). $\times 2000$.

Figs 9-15. Scanning electron micrographs showing fine structure of *A. italica*. 9. Oblique view of valve showing interlocking spines located on the junction of the valve face and mantle. Mantle slopes toward the face forming obtuse angle on which the rows of areolae are continuous (arrow). $\times 3800$; 10. Detail of interlocking spines whose tops expand transversely and on the basal surfaces several granules are visible. $\times 6500$; 11. Two pairs of sibling valves, one covered by girdle and the other without it. $\times 2000$; 12. Detail of each areola on the valve mantle with basal frame work composed of the stick-like costae across it. Loculus gradually expands outwards, foramen is about two times longitudinally wider than the inside diameter of the cribrum. $\times 40000$; 13. Inside view of fractured valve mantle showing raised cribra closing loculi and one labiate process placed on a inside slope of the ring-costa. $\times 8000$; 14. Fractured valve mantle through loculi in profile. Frame work composed of stick-like costae appear to be attached by cribra. $\times 16000$; 15. Detail of labiate process. Lips and longitudinal slit are visible. $\times 30000$.

Figs. 16-21. Scanning electron micrographs showing fine structure of girdle of *A. italica*. 16. Valvocopula showing the suture (s) which is clearly thinner than the rest. $\times 3700$; 17. Copula with ligula (arrow) on advalvar edge opposite to the open end of the band. Note the fringe at the end of the suture. $\times 3700$; 18. Detail of bands surface with fine pores. Three copulae and one pleura of the epicinglum and one valvocopula of the hypocinglum are visible. Copula composed of the two porous areas divided by inner poreless narrow band-shaped area. Abvalvar one has pore rows vertical to band edge (white arrows) but advalvar one has pores scattered at random. Rows of pores on the valvocopula are parallel to the pervalvar axis. Note a row of linear granules near the mantle edge (black arrow). $\times 12000$; 19. Detail of fascicles forming fringe of the pars interior and a row of small granules (black arrow) near the advalvar edge of the pars exterior of the valvocopula. $\times 27500$; 20. Detail of triangular fascicles forming fringe of the copula. $\times 21700$; 21. Fractured girdle showing two layers of epicinglum (E) and hypocinglum (H) which are penetrated by small pores. Note the terminal expanding parts of the interlocking spines (S) of a sibling valve covered by the two layers of epicinglum and hypocinglum. $\times 15800$.

- the diatom genera *Melosira* C. AG. and *Paralia* HEIB. Nova Hedw. Beih. 64: 121-133.
- EHRENBERG, C.G. 1838. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. Leopold Voss, Leipzig.
- EHRENBERG, C. G. 1841. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. Abh. könig. Akad. Wiss. Berlin Theil 1. 1841: 291-445.
- FLORIN, M. B. 1970. The fine structure of some pelagic fresh water diatom species under the scanning electron microscope. I. Sv. Bot. Tidskr. 64(1): 51-68.
- FOGED, N. 1974. Freshwater diatoms in Iceland. Bibliotheca Phycologica no. 15. J. Cramer, Vaduz.
- 福島 博 1957. 日本淡水藻類目録 海産藍藻及び化石珪藻を含む 5. 横浜市立大学紀要 ser. C-20. 1957(82): 1-54.
- GASSE, F. 1980. Les diatomées lacustres plio-pléistocènes du Gadeb (Ethiopie). Systématique, paléoécologie, biostratigraphie. Revue Algologique, Paris.
- 平野 実 1975. 八甲田山の珪藻。梅花短期大学紀要 24: 99-110.
- HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta. In PASCHER, A. [ed.], Süßwasser-Flora Mitteleuropas. ed. 2. no. 10. Gustav Fischer Jena.
- 小林 弘・野沢美智子 1981. 淡水産中心類ケイソウ *Aulacosira ambigua* (GRUN.) SIM. の微細構造について。藻類 29: 121-128.
- MILLER, U. 1969. Fossil diatoms under the scanning electron microscope. A preliminary report. Sver. geol. Unders. Afh. ser. C. 1969 (642): 1-65.
- MÜLLER, O. 1906. Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. Jahrb. Wiss. Bot. 43: 49-88.
- OKUNO, H. 1964. Fossil Diatoms. In HELMCKE, J. G. and KRIEGER, W. [ed.], Distomeenschaalen im elektronenmikroskopischen Bild. part 5. pl. 414. J. Cramer, Weinheim.
- ROEMER, S. C. and ROSOWSKI, J. R. 1980. Valve and band morphology of some freshwater diatoms. III. Pre- and post-auxospore frustules and the initial cell of *Melosira roeseana*. J. Phycol. 16: 399-411.
- ROSS, R., COX, E. J., KARAYEVA, N. I., MANN, D. G., PADDOCK, T. B. B., SIMONSEN, R. and SIMS, P. A. 1979. An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. Nova Hedw. Beih. 64: 513-533.
- VAN HEURCK, H. 1882. Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. Ducaju et Cie., Anvers.
- VON STOSCH, H. A. 1951. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an zentrischen Diatomeen I. Die Auxosporenbildung von *Melosira varians*. Arch. Mikrobiol. 16: 101-135.

釧路湿原の塘路湖におけるマリモの一新品種

神 田 房 行

北海道教育大学釧路分校生物学教室 (085 北海道釧路市城山 1-15-55)

KANDA, F. 1982. A new form of *Cladophora sauteri* from Lake Toro in the Kushiro moor, Hokkaido. Jap. J. Phycol. 30: 147-153.

Lake Toro, which lies about 20 km north-east of Kushiro, is 7 m deep and covers 6.2 km². Most plants of the alga grow on gravel or stones. Others form free floating aggregations on the bottom of the lake, and their individual filaments also attach to coarse sand grains or shells. Individual filaments are 0.2-2.0 cm long, branched densely. Many adventitious rhizoids are alternate, sometimes opposite, composed of cylindrical or sometimes slightly clavate segments. The diameter of the cells of branches of the alga growing on stones is (30-)40-60(-80) μ m and that of free floating aggregations is (30-)50-70(-100) μ m. The ratio of length to diameter of the cells of the alga growing on stones and free floating aggregations is (2-)4-10(-14) and (2-)6-10(-12), respectively. Branchlets are composed of cylindrical segments. The diameter of the cells of branchlets of the alga growing on stones is (30-)40-50(-70) μ m and that of free floating aggregations is (30-)40-60(-70) μ m. The ratio of length to diameter of the alga growing on stones and free floating aggregations is (4-)6-12(-14) and (4-)6-12(-20), respectively.

The present alga is well allied to *Cladophora sauteri* (NEES) KÜTZING f. *sauteri* in many points but it differs chiefly from the other forms of *Cl. sauteri* in its saxicolous habit by adventitious rhizoids. This alga resembles *Cladophora okadae* SAKAI et YOSHIDA f. *crassa* SAKAI in attaching to stones, but differs from it by the shape and dimension of the segments.

According to the above mentioned characters, *Cladophora sauteri* (NEES) KÜTZING f. *toroensis* f. nov. is proposed as a new form based on specimens from Lake Toro in the Kushiro moor, eastern Hokkaido.

Key Index Words: Chlorophyta; *Cladophora sauteri*; *Cladophora in Japan*; fresh water alga; lake ball; Marimo; Kushiro moor; Lake Toro.

Fusayuki Kanda, Biological Laboratory, Kushiro College, Hokkaido University of Education, Kushiro, 085 Japan.

我国にはマリモ様藻を産する湖沼が10湖沼程あり(廣瀬・山岸ら 1977), 阿寒湖のマリモと同種, 同品種のマリモ (*Cladophora sauteri* (NEES) KÜTZING f. *sauteri*) を産する湖沼もいくつかある。その中で, 阿寒湖のマリモについては SAKAI (1952, 1964) による詳しい記載があり, シラルトロ湖と達古武沼のマリモについては筆者が以前に詳しく報告した(神田 1979a, b, 1980)。SAKAI (1964) によれば, さらにもう一つ, 釧路湿原内の塘路湖も, 藻の形態についての記載はないが, マリモ (*Cladophora sauteri* f. *sauteri*) の産地とされている。一方, 菅野 (1934) はこの湖の藻を *Aegagropila sauteri* f. *profunda*

としてマリモ (*Cl. sauteri* f. *sauteri*) とは別品種として扱っており, さらに, 廣瀬・山岸編による日本淡水藻図鑑 (1977) でも, 詳しい記載はないが, *Cladophora sauteri* f. *profunda* をこれに当て, トロマリモなる新和名を与え, 別品種として扱っている。

筆者は1979年と1980年に塘路湖からマリモ様藻を採取し, 形態の詳しい観察を行なったのでその結果を報告する。

調査地の概要と藻の採取

塘路湖は北海道東部, 釧路市の北東約20 km の地点

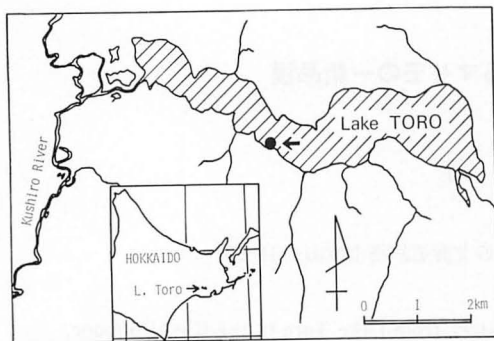


Fig. 1. Maps showing the locality of Lake Toro and the collection site (arrow).

にあり、面積6.2 km²、周囲18 km、最大水深7 mの、東西に6.5 km、南北に2.5 kmと東西に細長い湖である (Fig. 1)。塘路湖への水は、東部のアレキナイ川やオモシロソベツ川等から流入し、西部の釧路川に流出している。ここは釧路湿原の東北部にあたり、釧路湿原中最大の湖である。

1979年6月～1980年10月にかけて、塘路湖のマリモ様藻の採取を行った。採取は塘路湖の数地点から行なったが、その中でも比較的多量に取ることができたのが、Fig. 1の矢印で示した地点で、本報告の記載のための藻は1980年10月30日にここで採取されたものである。採取方法は、湖岸の浅い所では直接手で、又、

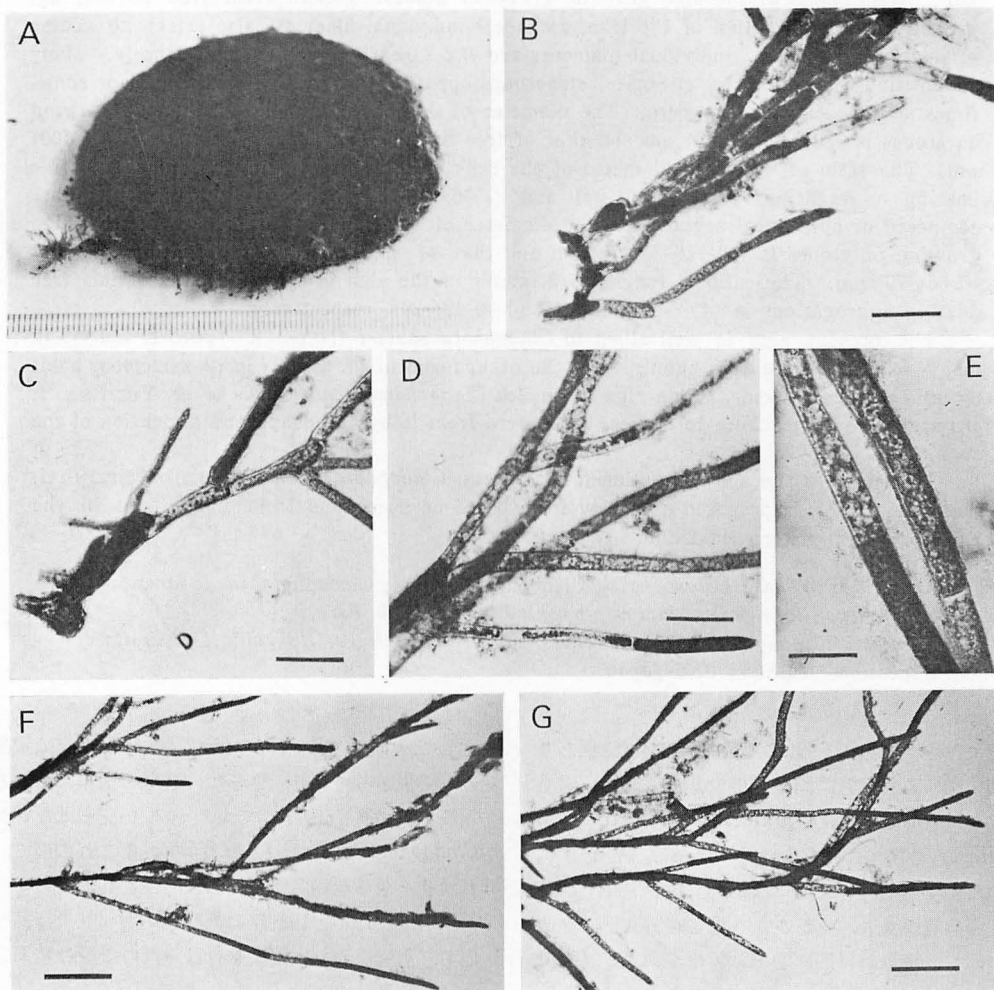


Fig. 2. A. *Cladophora sauteri* f. *toroensis* growing on a stone collected from the bottom of Lake Toro; B—C. Lower portion of filaments (scale, 200 μ m); D. Middle portion of a filament, showing branching manner (scale, 200 μ m); E. Cylindrical cells (scale, 100 μ m); F. Middle and upper portions of a filament (scale, 500 μ m); G. Upper portion of a filament (scale 500 μ m).

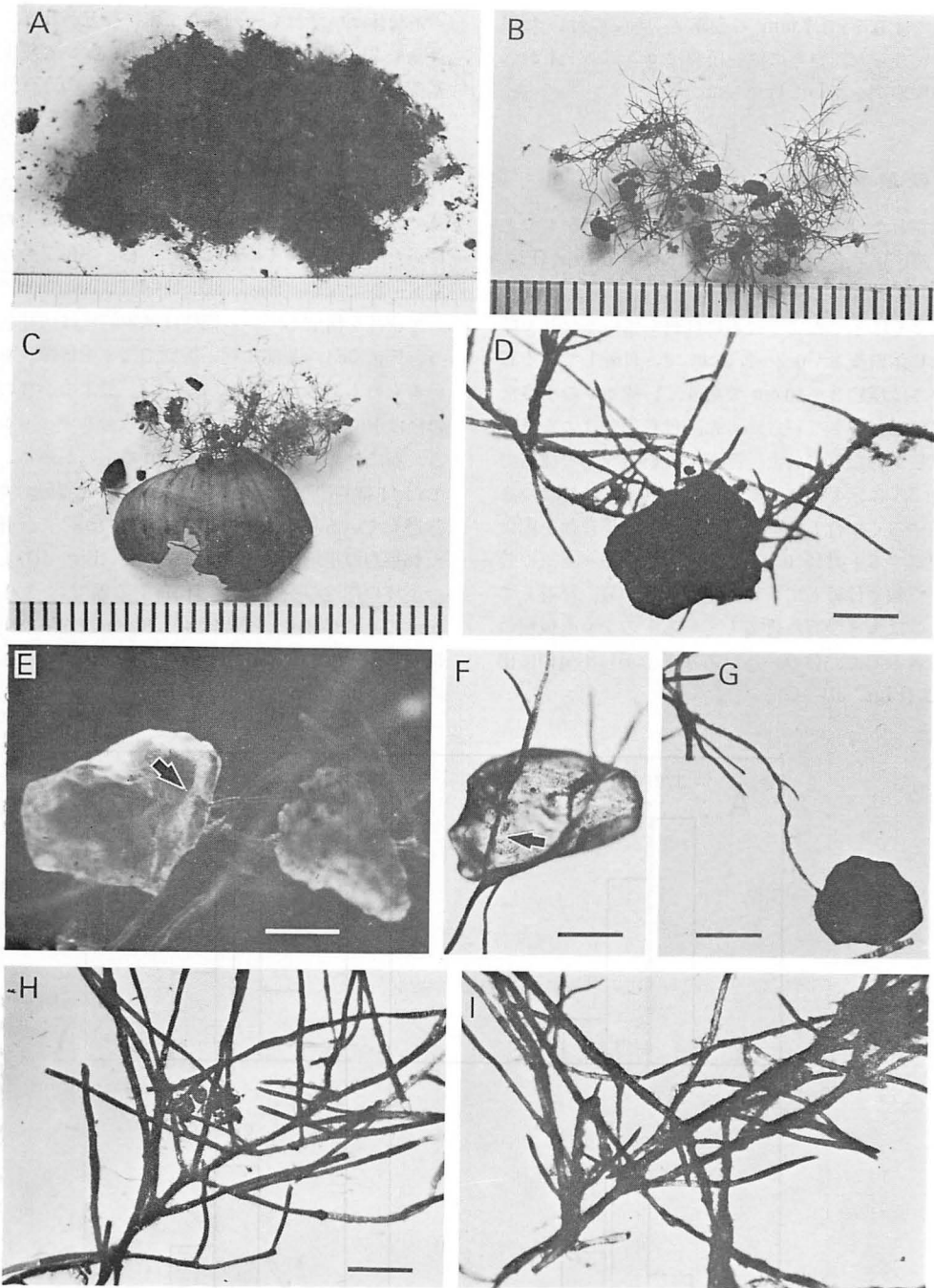


Fig. 3. A. Free floating aggregation of filaments of *Cladophora sauteri* f. *toroensis* from Lake Toro; B—C. Attaching manner of filaments to gravel or a shell; D—G. Filaments attaching to gravel (arrows indicate rhizoids; scale, 500 μ m); H—I. Branching manner of filaments (scale, 500 μ m).

深い所では 0.7×0.7 mm の金属メッシュの付いた採取網で行なった。さらに深い所ではゴムボート上から上記の採取網を用いて行なった。

形態の観察

採取されたマリモ様藻は石に付着しているものと (Fig. 2), 糸状体が集合して浮遊しているもの (Fig. 3) とがあった。

Fig. 2A に示したように石に付着しているマリモ様藻は糸状体の長さが $0.2-2.0$ cm で、付着している石の大きさは径約 $3-10$ cm であり、 $1-2$ cm の小さな石には殆ど付着していなかった。付着部分はよく発達した仮根からなっていた。浮遊しているマリモ様藻では Fig. 3A に示したように、 $0.2-1.0$ cm の長さの糸状体がゆるく集合していた。さらにこの集合体を顕微鏡で観察すると直径 $0.2-2$ mm の粗砂やタニシの殻に仮根で強く付着していた (Figs. 3B-G)。浮遊しているものは大きな石に付着しているものよりも仮根の発達が著しく、体のいろいろな部分から不規則に出ていた (Figs. 3D-G)。

糸状体はいずれも一列細胞で密に枝分かれしている (Figs. 2F-I)。分枝のし方は互生あるいは扁生で、基部ではまれに対生の場合もある (Fig. 2C)。最末の小枝は $1-9$ 細胞であり、小枝のない枝の先端の細胞数は $2-7$ であった。枝と主軸とのなす角度は、石に付着しているものでは鋭角で (Figs. 2D, F-G), 基部では直角に近い場合もある。浮遊しているものは粗砂がたくさん付いているために、枝と主軸とのなす角度も一様でない (Figs. 3D, H-I)。

糸状体を構成している細胞は基本的には円柱状であり (Fig. 2E), 基部に近い細胞ではやや棍棒状をしているものもあった (Figs. 2B-C)。最末の小枝の細胞の径は Figs. 4C-D に示したような分布パターンとなり、石に付着の藻では $40-50 \mu\text{m}$ のものが多く、計測した 44 細胞の平均は $46.0 \mu\text{m}$ であった (Fig. 4C)。浮遊している藻では $40-60 \mu\text{m}$ のものが多く、計測した 46 細胞の平均は $49.9 \mu\text{m}$ であった (Fig. 4D)。最末の小枝の細胞の長さは、石に付着の藻では $300-500 \mu\text{m}$ のものが多く、平均は $404.9 \mu\text{m}$ であった (Fig. 5C)。浮遊している藻では $400-500 \mu\text{m}$ のものが多く、平均は $440.1 \mu\text{m}$ であった (Fig. 5D)。Fig. 6 に示

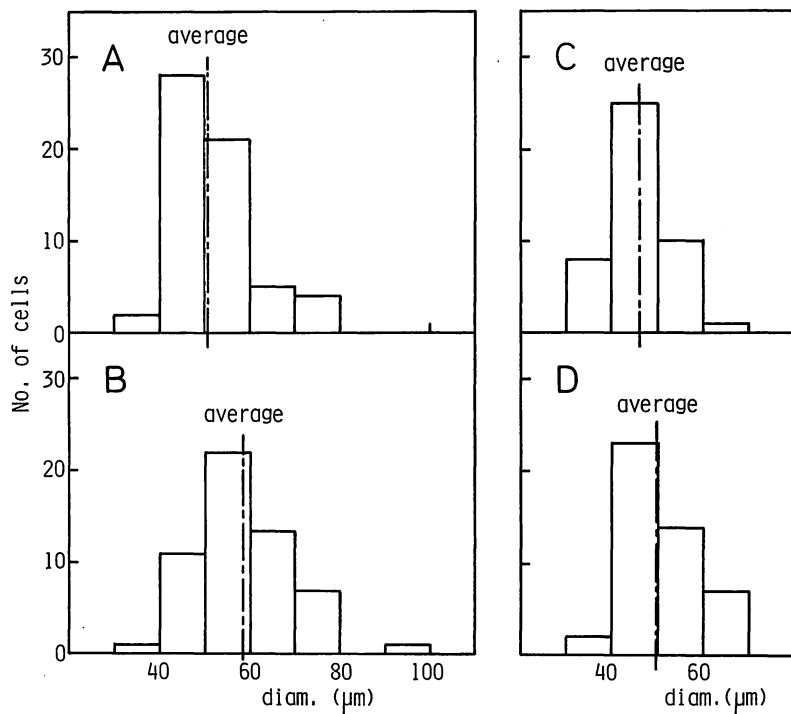


Fig. 4. Distribution in diameter of filaments of the alga from Lake Toro: A. Cells of branches of the alga growing on stones; B. Cells of branches of the free floating alga; C. Cells of branchlets of the alga growing on stones; D. Cells of branchlets of the free floating alga.

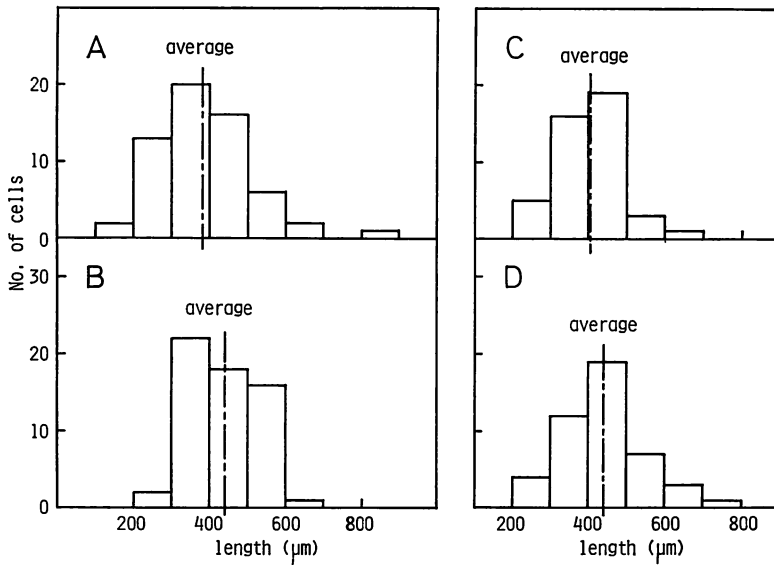


Fig. 5. Distribution in length of cells: A. Cells of branches of the alga growing on stones; B. Cells of branches of the free floating alga; C. Cells of branchlets of the alga growing on stones; D. Cells of branchlets of the free floating alga.

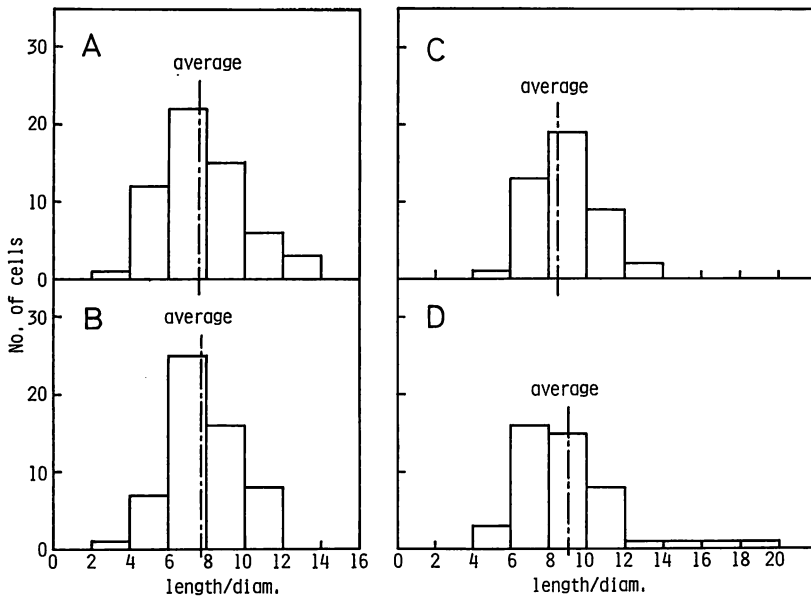


Fig. 6. Distribution in the ratio of length to diameter of cells: A. Cells of branches of the alga growing on stones; B. Cells of branches of the free floating alga; C. Cells of branchlets of the alga growing on stones; D. Cells of branchlets of the free floating alga.

したように、最末の小枝のそれぞれの細胞の長さとの比は石に付着のもので6—12のものが多く、平均は8.7であった (Fig. 6C)。浮遊している藻でも6—12のものが多く、平均は9.1であった。

最末の小枝を除く枝の細胞の径は、石に付着している藻では Fig. 4A に示したような分布をしており、40—60 μm のものが多く、57細胞の平均は50.4 μm で、最末の小枝の値よりやや大きかった。浮遊している藻では50—70 μm のものが多く、58細胞の平均は58.4 μm で、最末の小枝の値より大きかった (Fig. 4B)。これらの枝の細胞の長さは、石に付着の藻では Fig. 5A に示したような分布をしており、200—500 μm のものが多く、平均で380.7 μm であった。浮遊している藻では300—600 μm のものが多く、平均で440.0 μm であった (Fig. 5B)。枝の細胞の長さとの比は Figs. 6A—B のようなパターンとなり、平均は石に付着の藻も、浮遊しているものも同じで、7.7であった。また最末の小枝に比べ、それらを除く小枝の値は平均で1.0から1.4小さく、最末の小枝の方がより細長い傾向があった。

上記のように塘路湖のマリモ様藻は、糸状体を構成する細胞の径や長さ、長さとの比などが阿寒湖、シラルトロ湖、達古武沼のマリモ (*Cl. sauteri* f. *sauteri*) と変った所はみられない。しかし、観察された全ての藻が、非常に小さな石も含めて、石に仮根で付着している。これはこれまでに報告されている阿寒湖のマリモの記載にもみられないし、筆者が以前に調査したシラルトロ湖や達古武沼のマリモでも観察されなかった点である。また、塘路湖の全域に亘る調査でも (神田 未発表)、採取されたものはいずれも大きな石に付着しているか、浮遊性で非常に小さな石に付着しているものであった。このような特徴から、塘路湖産の藻を新品種とし、和名としては日本淡水藻図鑑で採用されているトロマリモを用いることとした。

Cladophora sauteri (NEES) KÜTZING f. *toroensis* KANDA, f. nov.

Frondibus ca. 0.2–2 cm altis, caespitosis in saxis vel formatis pilis natantibus; rhizoideis adventibus numerosis affixis in saxis glareisve; segmentis ramulorum cylindricis, raro leviter clavatis, (30–) 40–70(–100) μm in diam., (2–) 4–10(–14)-plo diametro longioribus; segmentis ramulorum et ramulorum ultimum cylindricis, (30–) 40–60(–70) μm in diam., (4–) 6–12(–20)-plo diametro longioribus.

Jap. name: Toro-marimo

Type loc.: Lake Toro, Hokkaido (October 30, 1980, F. KANDA)

考 察

菅野 (1934) は BRAND (1902, 1906) や HEERING (1921) らの分類に従い、淡水湖沼産のマリモ様藻を *Cladophora* 属から独立させ *Aegagropila* 属とし、その論文の中で塘路湖のマリモ様藻を *Aegagropila sauteri* f. *profunda* (BRAND) HEERING として阿寒湖のマリモとは別品種とした。その根拠は、塘路湖の藻は糸状体細胞は阿寒湖のものとは何等変らないが、不規則塊状の集団で始原的遊離集団形態で静水環境生活をするというものである。また、日本淡水藻図鑑 (1977) でも、球体の形がくずれやすいことを根拠として同様に別品種として扱い *Cladophora sauteri* f. *profunda* (BRAND) HEERING としている。しかしながら密な球形集団になるかどうかは外的環境要因によることがいくつかの報告で示唆されており、阪井 (1952) や黒木ら (1976) は阿寒湖のマリモの生態を詳しく調べ、マリモの芝生状のものとビロード状の球形集団はそれぞれ独立したものではなく移行形がいろいろと存在することや、阿寒湖に存在するマリモでさえ量的には糸状体～不規則な塊状の集団が多いことを報告している。さらに山田・阪井 (1961) や中沢・阿部 (1973) は実験的にマリモが球形集団化することを示し、球形集団化には波動や湖底の地形などの物理的な要因が大きいことを示した。これらのことから塘路湖のマリモ様藻に、球形集団にならないことをもって別品種とし、品種名として f. *profunda* をあてることは妥当ではないと考えられる。

塘路湖の付近には同じ釧路湿原内に、シラルトロ湖と達古武沼があり、いずれの湖沼にもマリモ (*Cl. sauteri* f. *sauteri*) が存在する (神田 1979a, 1980)。これらの湖沼のマリモも糸状体集団中に1 mm前後の非常に小さな石を含んでいることがあるが、いずれも簡単に洗い流すことができ、仮根で付着してはいない。また、数 cm の石に付着しているものもみつからない。従って、石に仮根で付着するという性質は塘路湖の藻に固有の性質であると考えられる。この点に関しては阿寒湖の場合にも同様の例がある。すなわち、阪井・榎本 (1960) によれば、阿寒湖には *Cl. sauteri* f. *sauteri* の他に仮根による石に付着性のマリモ様藻が存在し、細胞の形態もマリモの様な円柱状ではなく、

棍棒状をしているために別種の *Cl. minima* f. *crassa* SAKAI として報告されている (SAKAI 1964)。これらのことから、塘路湖のマリモ様藻をマリモ (*Cladophora sauteri* f. *sauteri*) や、*Cl. sauteri* f. *profunda* とは別品種とし、新たな品種 f. *toroensis* を設けてここに記載した。

引用文献

- BRAND, F. 1902. Die *Cladophora*-Aegagropilen des Süßwassers. *Hedwigia* 41: 34-71.
- BRAND, F. 1906. Über *Cladophora crispata* und die Sektion Aegagropila. *Hedwigia* 45: 241-259.
- HEERING, W. 1921. Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 7. Chlorophyceae IV, p. 57. Jena.
- 廣瀬弘幸・山岸高旺編 1977. 日本淡水藻図鑑. 内田老鶴園新社 東京.
- 神田房行 1979 a. シラルトロ湖のマリモについて. 藻類 27: 39-44.
- 神田房行 1979 b, シラルトロ湖における マリモの分布. 藻類 27: 149-152.
- 神田房行 1980. 達古武沼における マリモの分布と形態. 藻類 28: 123-127.
- 菅野利助 1934. 日本産マリモの研究, 主として其球形集団に就て. 日本誌 2: 217-228.
- 黒木宗尚・山田家正・吉田忠生 1976. マリモの分布, 形状と生息量. 黒木宗尚編, 特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境: 1-21. 阿寒町.
- 中沢信午・阿部守 1973. 藻類の人工球化. 藻類 21: 53-56.
- 阪井與志雄 1952. マリモの形態. 館脇操編, マリモ調査報告: 57-66. マリモ専門委員会.
- SAKAI, Y. 1964. The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. *Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Fac. Sci., Hokkaido Univ.* 5: 1-104.
- 阪井與志雄・榎本幸人 1960. 小石に着生するマリモ属植物の附着器官. 藻類 8: 117-123.
- 山田幸男・阪井與志雄 1961. マリモの球形集団形成に関する一実験. 藻類 9: 73-75.

賛助会員

- 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北4西6 毎日杉幌会館内
- 阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒阿寒群町字阿寒湖畔
- 海藻資源開発株式会社 160 東京都新宿区新宿1-29-8 財団法人公衆衛生ビル内
- 協和醗酵工業株式会社 バイオ事業本部 バイオ開発部 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
- K. K. 白壽保健科学研究所・原 昭 邦 173 東京都板橋区大山東町32-17
- 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
- 山本海苔研究所 143 東京都大田区大森東5-2-12
- 秋山 茂商店 150 東京都渋谷区神宮前1-21-9
- 弘学出版株式会社 森田悦郎 214 川崎市多摩区生田8580-61
- 永田克己 410-21 静岡県田方郡菰山町四日町227-1
- 全漁連海苔海藻類養殖研究センター 440 豊橋市吉田町69-6
- 神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1
- 有限会社 シロク商会 260 千葉県春日1-12-9-103

井上 勲・堀口健雄：微細藻類ノート (6). *Pyramimonas* aff. *amyliifera* CONRAD (プラシノ藻) Isao INOUE and Takeo HORIGUCHI: Notes on microalgae in Japan (6). *Pyramimonas* aff. *amyliifera* CONRAD (Prasinophyceae).

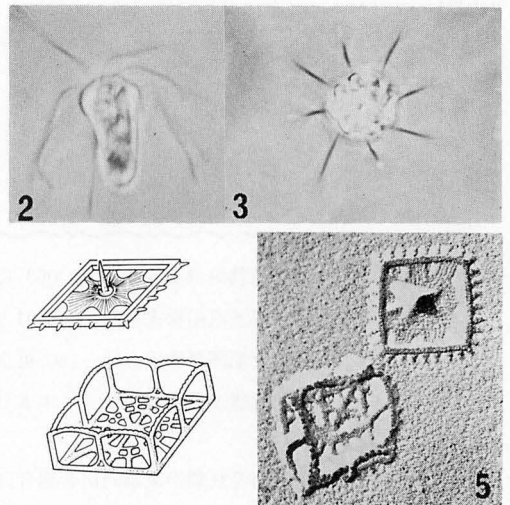
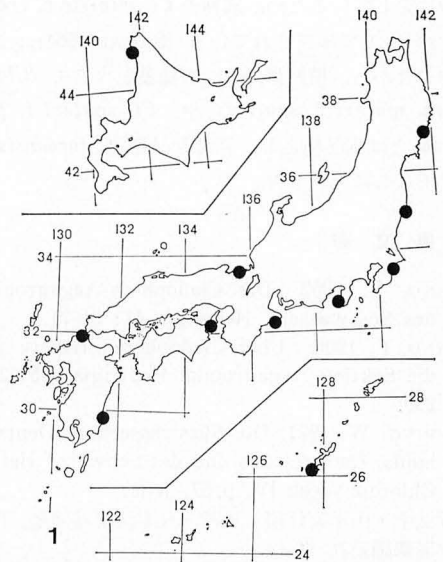
Pyramimonas amyliifera CONRAD (1939) は電子顕微鏡レベルの研究も MANTON (1969) や PENNICK (1978) により行われており、本属の中で最もよく調べられている種の一つである。わが国でも、光学顕微鏡でこの種と同定できる藻が広範囲にわたって見つかる (図1)。この藻は図2に示す形態で、大きさは $13.5-20.5 \times 11.0-15.0 \mu\text{m}$ で、前端から後端にかけて8個の稜線がある。特にこの稜線は前端部で明瞭で、正面観は丸みをおびた八角形を呈する。鞭毛は8本 (まれに4本または16本) で、前端的鞭毛溝から放射状にのびる。葉緑体は一個あり、細胞前端では8枚の片葉に分れる。ピレノイドは後端にあるが、ピレノイドデンプンは光顕では顕著ではない。眼点は1個で細胞の前端寄りにある。運動は *Pyramimonas* 特有ともいべきもので、唐突に停止したり泳いだりする。しばしばスライドまたはカバーガラスに鞭毛で付着するので正面観の観察は容易である (図3)。筆者らは日本各地からこの *P. amyliifera* と同定される藻を採集し、この属の種の特徴の一つとされる鱗片構造の観察を行った。その結果この藻の体表外層鱗片は中央に突起のある盤状のもの (図4, 5) で、ヨーロッパ産 *P. amyliifera* の冠状のそれとは著しく異なっていることが明らかになった。しかし、中層鱗片 (図4, 5) については両者の間には差異は認められない。日本産の藻と同じ鱗片をもつ藻は北米および南アフリカでも採集されており (R.E. NORRIS, および R.N. PIENAAR 私信), この藻の分布域の広いことが推定される。なお, PARKE and GREEN (1976 in PARKE and DIXON) によると, BUTCHER (1959) が記載した *Asteromonas propulsa* (= *A. propulsum*) は *P. amyliifera* のシノニムであるという。

最近, PENNICK *et al.* (1978) が *Pyramimonas orientalis* 群で明らかにして以来, 光顕レベルで同種とされながら, 鱗片の形態に差異のあるものが *Pyramimonas* には, 知られており, このような藻には種小名の前に *affinis* (= *aff.*) を付加して表記するのが慣習化されている (例えば MANTON *et al.* 1963, NORRIS and PIENAAR 1978)。ここでの表記法はそれらに従った。このような藻の分類上の取り扱いは今後の課題である。

Pyramimonas aff. *amyliifera* はわが国の河口や港湾域でごく普通にみられる。安達 (1972) が記録した *Asteromonas propulsum* はおそらく同じ藻であり, 赤潮を形成することが知られている。この藻の分離・培養は極めて容易であるが, 増殖が最大に達すると急激に死滅する傾向があるので藻株の維持には注意を要する。

引用文献

安達六郎 1972. J. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 9:



上: 外層鱗片 下: 中層鱗片

9-145.

- BUTCHER, R.W. 1959. Fish. Invest. 74 pp.
 CONRAD, W. 1939. Bull. Mus. Nat. Hist. Berg. 15, No. 42.
 MANTON, I. 1966. J. Cell Sci. 1: 429-438.
 MANTON, I., Oates, K. & Parke, M. 1963. J. mar. biol. Ass. U.K. 43: 225-238.
 NORRIS, R.E. & PIENAAR, R.N. 1978. Phycologia. 17: 225-238.
 PARKE, M. & GREEN, J.C. 1976. J. mar. Ass. U.K. 56: 527-594.
 PENNICK, N.C. 1978. Arch. Protistenk. 120: 142-147.
 PENNICK, N.C., CLARKE, J. & BELHER, J.H. 1978. Arch. Protistenk. 120: 304-311.

(筑波大 生物)

エゾヤハズの四分孢子発生機構の解析 VII.

四分孢子発生におよぼすコルヒチンの影響

大森長朗・橋田順子

山陽学園短期大学 (703 岡山市平井 1-14-1)

OHMORI, T. and HASHIDA, J. 1982. An analysis of tetraspore development in *Dictyopteris divaricata* VII. Effects of colchicine on tetraspore development. Jap. J. Phycol. 30: 155-158.

Tetraspores of *Dictyopteris divaricata* were cultured in seawater solutions of colchicine at various concentrations. In solution at a concentration higher than 0.2%, most of the spores (more than 80.7%) died. At concentration of 0.05%, germination rate was markedly lower. At concentration of 0.001-0.05%, spores formed thick and giant rhizoids. Diameter of the giant rhizoids was about 1.7 times as large as that of the normal. Thickness of the giant rhizoid was almost constant at any concentration of colchicine of 0.001-0.05%. Colchicine at 0.005% completely inhibited formation of the segmentation wall of germlings.

When cultured under continuous unilateral illumination with colchicine, more than 80% of the spores developed rhizoid away from the light source. Therefore, it is presumed that colchicine is effectless for photopolarization.

Key Index Words: colchicine; *Dictyopteris divaricata*; giant rhizoid; morphogenesis; Phaeophyta; photopolarization; tetraspore development

Takeo Ohmori and Junko Hashida, Sanyo Gakuen Junior College, Hirai, Okayama, 703 Japan.

海藻に対するコルヒチンの効果は褐藻類に属する *Fucus* (ABE 1969, QUATRANO 1973, BRAWLEY and QUATRANO 1979) や *Pelvetia* (安部 1978) の受精卵および緑藻類に属する *Acetabularia* (WERZ 1969) について調べられている。

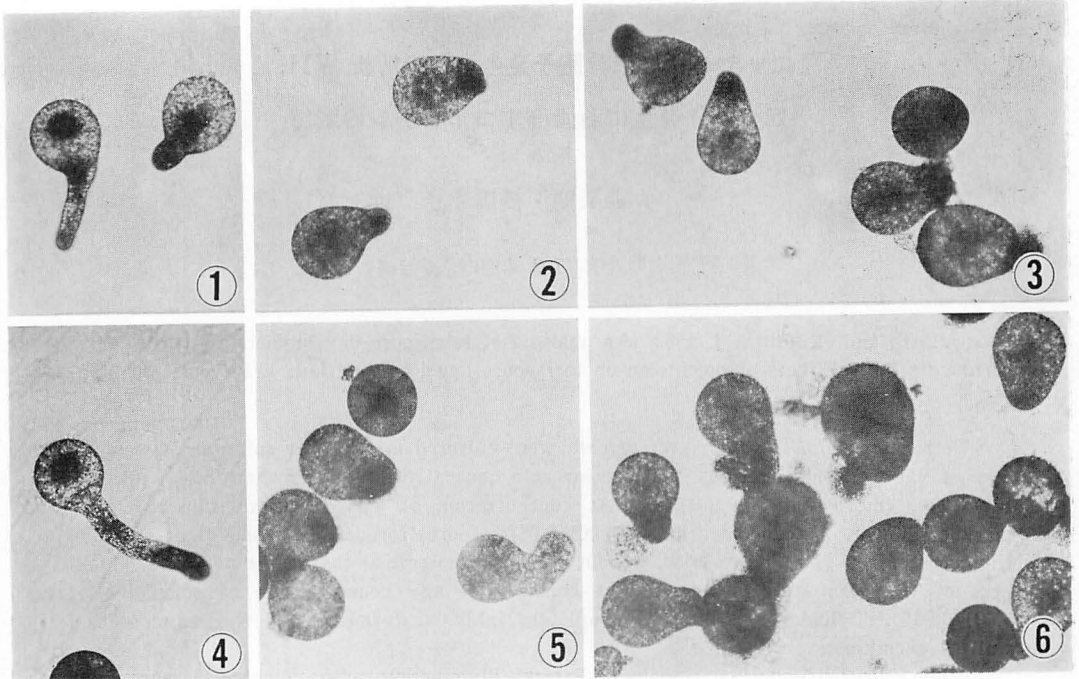
ABE (1969) は *Fucus evanescens* の受精卵を 50 ppm のコルヒチン海水溶液で培養すると仮根の分化はみられるがそれ以上の進展はみられないことを報告している。QUATRANO (1973) は *Fucus distichus* の受精卵を 1 mg/ml の濃度のコルヒチンで培養した結果、仮根形成に遅れを生じないし、一方照射による仮根の定位または極性軸の固定にはコルヒチンは影響しないことを明らかにしている。さらに安部 (1978) は *Pelvetia wrightii* の受精卵をコルヒチンで培養すると仮根の分化は遅れるが photopolarization には影響をおよぼさないことを報告している。*Acetabularia* ではコルヒチンにより cap の形成が強く阻害されることが知られている (WERZ 1969)。

本研究ではエゾヤハズ *Dictyopteris divaricata* の

四分孢子をコルヒチン海水溶液で培養したところ巨大仮根を生じたのでその結果を報告する。

材料と方法

本研究では、1981年6月1日および6月30日に岡山県玉野市渋川において採集されたエゾヤハズ (*Dictyopteris divaricata*) の四分孢子を用いて実験を行った。採集後、藻体を一晚暗所に放置し、翌日濾過海水を満たした大型シャーレに浸して四分孢子を放出させた。3時間以内に放出された四分孢子を遠沈して集め、実験に用いた。0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2 および 0.5% のコルヒチンを含む海水溶液を作り、この中で孢子を培養した。次にコルヒチンからの回復を調べるため、最初 0.001, 0.005, 0.01 および 0.05% のコルヒチンを含む海水溶液で培養し、培養開始後 3, 17.5, 25 および 67時間それぞれ経過した後に培養液を濾過海水に取りかえて培養を続けた。以上の実験では光は自然光で培養温度は $17.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であった。



Figs. 1-6. Stages in the development of tetraspores in *Dictyopteris divaricata*.

1. 45 hr in seawater. 2. 45 hr in 0.005% colchicine.
3. 45 hr in 0.01% colchicine. 4. 72 hr in seawater.
- 5, 6. 72 hr in 0.01% colchicine.

光による仮根の定位 (photopolarization) にコルヒチンがどのような影響を与えるのかを調べるために、0.005 および 0.01% のコルヒチンを含む海水溶液中で培養した四分胞子に光を一方から照射し、培養 5 日後に仮根の伸出方向を測定した。光源には 15W の白色蛍光灯を用いて 1000 lux の光を与えた。培養はすべて小型シャーレ (径 6 cm) を使用し、培養液は各シャーレに 7 ml ずつ入れられた。

結 果

仮根形成におよぼすコルヒチンの影響: コルヒチン海水溶液中でエゾヤハズの四分胞子を培養した場合、0.01% の濃度では 82.3% の胞子が生き残り、0.1% では 66.4% の胞子が生き残った。濃度 0.2~0.5% では 80.7% 以上の胞子が死滅した。

培養 3 日後、濾過海水中では 45.8% の胞子が発芽したが、濃度 0.01% のコルヒチン溶液中では発芽率 35.6%、濃度 0.05~0.2% では発芽率 11.4~4.7% と、濃度が高くなるにしたがって発芽率は低くなった。培養 5 日後では、濾過海水中では 62.4% の胞子が発芽

したが、0.01% のコルヒチン溶液中では発芽率は 6.4% 増加したに過ぎず、0.05% 以上の濃度では発芽率の増加はみられずそれ以後の仮根の伸長も観察されなかった。

0.001~0.05% の濃度で培養した場合には、生じた仮根は正常のものに比べて著しく太くなっているのが観察された (Figs. 1~6)。濾過海水中ではこのような巨大仮根は 8.3% しかみられなかった。0.001, 0.005 および 0.01% とコルヒチンの濃度が高くなるにしたがって、巨大仮根の形成率も 18.2, 32.3 および 55.7% と高くなった (Table 1)。

仮根の太さを測定したところ、正常な仮根は $33 \pm 5 \mu\text{m}$ の太さであるのに対し、0.01% のコルヒチン海水溶液中で培養した場合の巨大仮根の太さは $56 \pm 7 \mu\text{m}$ と正常の約 1.7 倍になっていた。コルヒチンの濃度が 0.005 および 0.001% の場合も、生じた巨大仮根の太さは 0.01% の場合とほぼ同じであった (Table 2)。巨大仮根を生じるようなコルヒチン濃度では、仮根の生長は抑制された。

photopolarization におよぼす影響: 0.005 および 0.01% コルヒチン海水溶液中で四分胞子を培養し、これ

Table 1. Formation of giant rhizoids in tetraspore germlings cultured with colchicine for 5 days.

	Sea water	Colchicine concentration (%)			
		0.001	0.005	0.01	0.05
Number of germlings	120	126	102	106	10
Giant rhizoid(%)	8.3	18.2	32.3	55.7	50.0

Table 2. Average diameter of giant rhizoids in culture with colchicine for 3 days.

	Sea water (normal rhizoids)	Colchicine concentration (%)		
		0.001	0.005	0.01
Number	30	19	30	30
Diameter(μm)	33±5*	54±7	55±7	56±7

* Standard deviation

Table 3. Inhibition of segmentation wall formation in tetraspore germlings cultured with colchicine for 5 days.

	Sea water	Colchicine concentration(%)		
		0.001	0.005	0.01
Number of germlings	118	127	118	108
Germling with segmentation wall(%)	61.0	50.4	0.0	0.0

に一方から白色蛍光灯で 1000 lux の光を連続照射した。培養 5 日後に観察したところ、濾過海水では94%の胞子が反光源側に仮根を伸出していた。0.005 および0.01% コルヒチン海水溶液中では、それぞれ80および82%の胞子が反光源側に仮根を伸出しており、コ

ルヒチンは胞子の光による仮根伸出の定位(photopolarization)に影響をおよぼしていないことがわかった。

分割壁形成におよぼすコルヒチンの影響: 培養 4 日後の観察では、仮根を形成することなしに胞子細胞が分裂するという apolar な発芽体は、濾過海水中では 5.6%, 0.001% のコルヒチン海水溶液中では 5.2% 存在したが、0.005% 以上の濃度では全く存在しなかった。さらに培養 6 日後仮根を生じた発芽体のうち、濾過海水中では 61.0%, 0.001% のコルヒチン海水溶液中では 50.4% のものが分割壁を形成したが、0.005% 以上の濃度では全く分割壁は形成されなかった (Table 3)。0.005% 以上の濃度のコルヒチンは完全に胞子細胞の分割を阻害している。

コルヒチン海水溶液から正常海水に移した場合の発生の回復: 0.01% コルヒチン海水溶液で 3, 17.5, 25 および 67 時間それぞれ培養した後に、胞子を濾過海水にもどして培養を続けた。3, 17.5, および 25 時間後に濾過海水にもどして培養を行なったものは、最初から濾過海水で培養したものと同程度の発芽率を示した。67 時間後に濾過海水にもどしたものは発芽率は低く、連続コルヒチン培養の場合に近い値を示した (Table 4)。コルヒチン処理を行なうと巨大仮根を生じるが、この場合コルヒチン処理の時間が短いほど巨大仮根の形成率は低くなった。これはコルヒチン海水溶液から濾過海水にもどした場合、遅れて発芽してきたものの仮根が正常仮根を伸出するためであろうと思われる。0.01% コルヒチン海水溶液中で培養した場合は分割壁は全く形成されないが、3, 17.5 および 25 時間後に濾過海水にもどして培養を行なうと、57.4~67.1% のものに分割壁が形成されて、最初から濾過海水で培養したものと同程度の分割壁形成率を示した。この場合、分割壁の入る方向は仮根の伸出方向に対して直角であり正常なものと同じであった。巨大仮根を生じたものでも、

Table 4. Recovery induced by transferring the germlings to sea water after culture with 0.01% colchicine. Germlings were counted after culture for 140 hr.

	Germination rate (%)	Giant rhizoid (%)	Segmentation wall (%)
Sea water (SW)	62.4	8.3	62.2
3 hr Colchicine → SW	75.2	14.3	57.4
17.5 hr Colchicine → SW	70.9	16.2	62.2
25 hr Colchicine → SW	59.8	20.8	67.1
67 hr Colchicine → SW	44.4	28.2	38.2
Colchicine	42.0	55.7	0.0

分割壁は正常に形成された。

これらのことからコルヒチン処理が培養開始後25時間以内の時には、コルヒチンによる胞子発芽や分割壁形成の抑制は可逆的であることがわかった。

考 察

エゾヤハズの四分胞子をコルヒチン海水溶液で培養すると、濃度0.2%以上では80%以上の胞子が死滅した。0.05%以上の濃度では、仮根突起は形成されるが分割壁は形成されなかった。さらにその後の仮根の伸長も観察されなかった。また、コルヒチン処理はphotopolarizationに影響を与えないことが明らかになった。これらの結果は *Fucus* (ABE 1969, QUATRANO 1973) および *Pelvetia* (安部 1978) の受精卵での結果と一致している。

数種のシダの胞子をコルヒチンを含む液で培養すると、仮根に対してはコルヒチンの著しい影響は見られないが、原糸体の細胞が球形に異常肥大して決して糸状に生長しないことを NAKAZAWA (1968) は報告している。エゾヤハズの四分胞子では、0.001~0.05%の濃度のコルヒチン海水溶液で巨大仮根の形成が観察された。巨大仮根を生じた場合、その太さはコルヒチンの濃度に関係なく一定であったが、巨大仮根の形成率は濃度が高くなるほど高くなった。コルヒチンはチューブリンと呼ばれるタンパク質と特異的に結合する働きがある。この為、コルヒチンはチューブリンが単位となって構成されている微小管の形成に影響をおよぼし、この結果巨大仮根が生じたと考えられる。コルヒチンにより分割壁の形成が抑制されるのは、微小管からなる紡錘糸の形成が阻害されるためであろう。中

沢 (1969) は *Fucus* の受精卵を KI 海水溶液で培養すると巨大仮根が形成されることを報告している。エゾヤハズの四分胞子では KCl および KBr 海水溶液により巨大仮根が形成されることを大森・末村(1977)が報告している。これらの場合の巨大仮根と、今回コルヒチン処理によって生じた巨大仮根の形成のメカニズムが同じであるかどうかは今後の研究にまたなければならぬ。

引 用 文 献

- ABE, M. 1969. Rhizoid differentiation under low temperature condition in *Fucus* eggs. Bot. Mag. Tokyo 82: 53-55.
- 安部 守 1978. エゾイシゲ 卵の極性発現について。日本植物学会第43回大会研究発表記録 p. 74.
- BRAWLEY, S.H. and QUATRANO, R.S. 1979. Effects of microtubule inhibitors on pronuclear migration and embryogenesis in *Fucus distichus* (Phaeophyta). J. Phycol. 15: 266-272.
- NAKAZAWA, S. 1968. Growth patterns of fern gametophytes with colchicine and sulfhydryl groups. Bot. Mag. Tokyo 81: 575-581.
- 中沢信午 1969. Fucales ノート (5). 藻類 17: 122-125.
- 大森長朗・末村枝利子 1977. エゾヤハズの四分胞子発生機構の解析Ⅲ KCl, KBr による仮根の分岐。山陽学園短期大学研究論集 8: 47-50.
- QUATRANO, R.S. 1973. Separation of processes associated with differentiation of two-celled *Fucus* embryos. Develop. Biol. 30: 209-213.
- WERZ, G. 1969. Wirkungen von Colchicin auf die Morphogenese von *Acetabularia*. Protoplasma 67: 67-78.

梅崎 勇: F. DROUET の藍藻類分類への批評 Isamu UMEZAKI: Comments
on F. DROUET's classification of the blue-green algae

藍藻類は細菌類と同じく原核生物であって、全地球上に広く分布し、そのほとんどの環境に生育している。その体制は極めて簡単であるが、環境によってその外部形態の一部が変わるといわれている。細菌類は分離と培養技術が進歩していて、その外部形態よりはむしろ生化学的特性による分類が確立している。ところが、藍藻類は培養が容易でないで、せいぜい生の標本をみる程度で、液浸固定標本または腊葉標本を用いて採集時の形態を観察することによって分類が行われてきた。そのため、新分類群(属・種)が無限に増加してきたといえる。

そこで、DROUET and DAILY と DROUET が30年間に亘って全世界の腊葉庫の基準標本の検査と、全世界の腊葉庫および彼自身、さらに藍藻研究者から寄せられた莫大な量の標本の検査をし、あるものは生きた標本の観察をし、または簡単な室内培養(あるものは栄養塩を添加し、または光照射をして)を行って全藍藻類の分類の再検討を行った(文献参照せよ)。なお、小球体目の論文(1956)に先立って、その要約(1952)を発表し、1957年にはその補遺と訂正を出した。また、ユレモ科の論文(1968)より以前にユレモ科2種の生育型について発表し(1962, 1963)、その後の連鎖体目分類の基本的な考えをしめした。

DROUET は、藍藻類は現在まで考えてきたように多数の分類群(属・種)が存在するのではなくて、種は環境によって種々な生育型(ecophenes)をしめすものと考えた。そして、現在まで記載された多数の種は、彼の認めた限られた種の生育型であって、その異名として扱った。例えば、GOMONT (1892) が独立の種とした *Microcoleus vaginatus*, *Hydrocoleum homoeotricum*, *Lyngbya aerugineo-caerulea*, *Phormidium autumnale*, *Oscillatoria amoena*, および *Phormidium incrustatum*, *P. toficola*, *P. umbricatum* はいずれも DROUET の *Microcoleus vaginatus* (VAUCH.) GOMONT の土壌生育型、水生または一時水生生育型および石灰生育型であって、その異名種とした。それ故、該種は生育環境によって鞘内のトリコームの本数、鞘の有無、鞘の層状、その色が変わるといふ。また、今までにユレモ科およびネンジュモ科の糸状体の偽分岐と考えられたものは、鞘の存在とその状態によって形成されたりされなかったりするが、ス

チゴネマ科の分岐はトリコームの垂直な面で細胞分割が起って生ずるもので、内的因子による真の分岐と考えた。このような理由から、原形質体(小球体目では細胞、連鎖体目ではトリコームとその細胞)がもつ内的性質に由来する特性のみを、藍藻類の主な分類形質と考えた。例えば、小球体目のクロオコックス科の属の分類は植物体の形、細胞の分割面とその分割前の形状を、同科の *Anacystis* の種の分類は細胞内の偽空胞の有無、水の華の形成の有無、細胞の形状とその大きさ等によっている。また、連鎖体目ユレモ科ユレモ属の種の分類形質はトリコームの端部の形状、トリコーム端部細胞の形状、細胞の長さ(直径と長さとの比)、偽空胞の有無、水の華の形成の有無等である。

ただし、彼が用いた分類は必ずしも納得のいくものではない。例えば、クロオコックス科の *Anacystis*, カマエシフォン科の *Entophysalis*, およびネンジュモ科の *Calothrix* の各属にはいずれも海産種と淡水産の存在を認めているが、汽水産のものをいづれに入れてよいのだろうか。一方、ネンジュモ科の *Scytonema hofmannii* (*Hofmannii* として) およびユレモ科の *Schizothrix calcicola* は全地球上のほとんどの環境に生育するという広い適応性をもつ種としている。また、ユレモ科の *Schizothrix* はトリコームの直径が $3.5\ \mu\text{m}$ までのものを *S. calcicola* に、 $4-65\ \mu\text{m}$ のものを *S. mexicana* としている。前者のトリコームの直径の変異は小さいが、後者では大きい変異を認めている。

各論文の総論で植物体、原形質体(小球体目では単細胞、連鎖体目ではトリコームとその細胞)、細胞およびトリコームを取り巻く粘質物(連鎖体目では鞘)の特性について、最近の研究を参考にして分類形質としての基本的な考えを述べている。次いで、標本の検鏡法と保存法、分類法(基準種、異名の配列の仕方など)について記述している。科および属にはそれぞれの基準属および基準種、その原論文が書かれ、異名を発表年代順に列挙してある。同じく種には基準種名とその基準標本、続いて発表年代順に異名種が挙げられている。基準標本が検査できなかった場合は、その原記載をタイプとして扱い、これも発表年代順に載せてある。種ごとに多数の研究した標本を国別に整理してある。分類群(科、属、種)の特性の記載(ラテン語

と英語の併記)がしてあり、そのノートもある。研究された基準標本、その他の研究した標本の保管場所(腊葉庫および個人標本も)は記号(1956, p. 9をみよ)でしめされている。

小球体目の論文(1956)には原標本の写真図版が載せられているが、連鎖体目の論文(1968, 1973, 1978, 1981)には原標本のスケッチ画がやや模式化されて図版としてある。各論文には *Nomina excludenda* の項が設けられ、その中には藍藻以外の多くの生物(他の藻類, 細菌, 菌類, 花粉, 動物)が同定されているので、是非みる必要がある。各論文の巻末には索引があるので、本書と今までの分類群との関係を知るのに便利である。最終論文(1981)には全研究の要約が多くのページをさいて書いてある。再び目, 科, 属, 種の記載と、それぞれの検索表がある。また、種ごとにその特徴をしめす墨入れの図がつくられている。この要約は、この一連の論文を理解するのに、また本書を利用し活用するのによい。この要約によると、藍藻綱(Myxophyceae)は2目[Chroococcales(小球体目), Hormogonales(連鎖体目)]に分類され、小球体目は Chroococcaceae [*Coccochioris* (4種), *Anacystis* (7), *Johannesbaptistia* (1), *Agmenellum* (2), *Microchlois* (1), *Gomphosphaeria* (3)], Chamaesiphonaceae [*Entophysalis* (5)]と Clasiaceae [*Clastidium* (1), *Stichosiphon* (1)]に、連鎖体目は Oscillatoriaceae [*Spirulina* (1), *Schizothrix* (7), *Porphyrosiphon* (5), *Oscillatoria* (6), *Arthrospira* (2), *Microcoleus* (3)], Nostocaceae [*Scytonema* (1), *Loefgrenia* (1)](1973年には *Raphidiopsis* として), *Calothrix* (2), *Nostoc* (2), *Anabaena* (2)]および Stigonemataceae [*Stigonema* (2), *Brachytrichia* (1), *Mastigocoleus* (1), *Nostochopsis* (1)]に分類されている。この中で、*Anabaena* (アナベナ属)が *Anabaena* となり、*Brachytrichia quoyi* (アイミドリ)が *B. Quojii* (種名は小文字にした方がよい)と変更されている。連鎖体目名の Hormogonales は Nostocales [*Nostoc* GEOFFR. (ex LINNAEUS 1753)]とした方がよい。また、今までに親しまれた科名(Rivulariaceae, Scytonemataceae)および属名(*Lyngbya*, *Mastigocladus*, *Microcystis*, *Phormidium*, *Plectonema*, *Rivularia*, *Trichodesmium*)が消えて異名となっている。

この一連の論文は BORNET and FLAHAULT (1886-

1888) および GOMONT (1892) 以来続いた藍藻類分類の概念を一変せしめたものである。また、この論文は、余りにも大胆で、数千に及ぶ種を極端に縮少(62種にした)してしまったために批判も多く、この分類を採用しない研究者が多い。しかし、この論文を契機として、生態および培養による研究、さらには生化学的手法によって藍藻類の分類を再検討しようとする研究が多くなりつつある。近い将来、藍藻類の種の問題が解決されるだろうし、DROUET の論文も再評価されるかも知れない。

引用文献

- BORNET, E. and FLAHAULT, C. 1886-1888. Revision des Nostocacées hétérocystées. I-IV. I. Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 3: 323-381(1886); II, ibid. 4: 343-373(1886); III. ibid. 5: 51-129(1887); IV. ibid. 7: 177-262(1888).
- DROUET, F. and DAILY, W.A. 1951. A synopsis of the coccoid Myxophyceae. Butler Univ. Bot. Stud. 10: 220-223.
- DROUET, F. and DAILY, W.A. 1956. Revision of the coccoid Myxophyceae. Ibid. 12: 1-218.
- DROUET, F. and DAILY, W.A. 1957. Additions and corrections. Trans. Amer. Micros. Soc. 71: 219-222.
- DROUET, F. 1962. GOMONT's ecophenes of the blue-green alga, *Microcoleus vaginatus* (Oscillatoriaceae). Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 114: 191-205.
- DROUET, F. 1963. Ecophenes of *Schizothrix caliccola* (Oscillatoriaceae). Ibid. 115: 261-281.
- DROUET, F. 1968. Revision of the Oscillatoriaceae. Monograph 15. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, pp. 1-370, Philadelphia.
- DROUET, F. 1973. Revision of the Nostocaceae with cylindrical trichomes. pp. 1-292, Hafner Press., New York & London.
- DROUET, F. 1978. Revision of the Nostocaceae with constricted trichomes. Beih. Nova Hedwigia, 57: 1-258, Cramer.
- DROUET, F. 1981. Revision of the Stigonemataceae with a summary of the classification of the blue-green algae. Beih. Nova Hedwigia, 61: 1-221. Cramer.
- GOMONT, M. 1892. Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées). Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 15: 263-368, pls. 1-4; Ibid. 16: 91-264, pls. 1-7.

(京都大学農学研究科熱帯農学専攻)

川井浩史・丸伊 満・黒木宗尚：半球形石膏による海水流動度合の比較

Hiroshi KAWAI, Mitsuru MARUI and Munenao KUROGI: Comparative measurement of water movement with a hemispherical block of plaster

波や潮汐による水の動きは海藻の水平・垂直分布やその形態に大きな影響をおよぼすと考えられる。そのため、その水の動きを定量化もしくは指標化してとらえようとする試みがなされ、これまでにいくつかの方法が紹介されている。筆者らはそれらのうちの1つである Doty (1971) の石膏による方法に注目し、この方法を改良した装置を用いて水の動きの強さの比較に良い結果を得ている。

まず Doty (1971) の石膏による方法というのは、焼石膏を水に溶かし型に入れてかためたものを測定地点の海中に固定し、一定時間に水の動きによって削り取られた石膏の量を重量で比較し、それぞれの地点での水の動きを相対的に把握するというものである。この方法は装置が比較的安価に作れ、また操作しやすい点、水の動きを積算されたものとして比較できる点などですぐれている。しかし、強い波のあたる潮間帯での使用には石膏の減少が速すぎることや固定の強度上問題があると考えられる。そこで筆者らは石膏の形・大きさを変える、石膏を固定するための接着法を変える、岩への固定法を工夫する等の改良を行なった。

この装置(図1)は本体部分の石膏と石膏を接着する塩化ビニール板(もしくはアクリル板)、本体を支持する合板とボルト・ナット、及び岩に固定するためのナイロントープ(ナイロン製編みひも)、ゴムひもから構成される。本体部分の石膏は市販の焼石膏(丸石石膏 K. K. 製) 280 g に純水 160 ml を加えて溶かし、直径16 cm の半球形の平底ボウル(メラミン樹脂製)に流しこんでかためたものであり、この石膏を適

当な大きさの塩化ビニール板(2 mm 厚)に接着する。接着は湿った状態のまま合成ゴム系の接着剤(ボンド G17 コニシ K. K. 製)で行なう。また岩への固定の際、石膏がはがれぬ様支持板として上記の塩化ビニール板と同じ大きさに切った合板(10 mm 厚)をあて、四隅に穴をあけボルト・ナット(もしくは蝶ネジ)でナイロントープ(編みひも)とともに固定する。さらにこのナイロントープの中にゴムひもの環(タイヤの古チューブを利用)を通し、このゴムひもにより測定地点の支点(岩に打ったコンクリートくぎ等)に固定・設置する。設置前後の重量測定は本体部分を水道水中に10分間静置した後、紙タオル等で水滴を除いた状態(湿重量)で行なう。オープン等で乾燥させた状態(乾重量)で行なった方がより正確であると考えられるが、塩化ビニール板に接着したままでは乾燥させられない上、乾燥・加熱により石膏がこわれやすくなる可能性があるため、湿重量によった。また、塩化ビニール板のかわりに 5 mm 厚程度のアクリル板を使用すると支持板は不要であるが、この場合石膏がいくぶんはがれやすくなる。

この方法では水の動きの強さが2倍であれば石膏の減少量も2倍になるといった単純な比例関係はないが、いくつかの地点について相対的な比較を行なう上では有効である。実際の測定にあたっては、地点の数だけ装置を用意し各地点においてほぼ同時に設置・回収する必要がある。また設置時間は、潮間帯のかかなり波の強い地点で一昼夜程度、あまり波のあたらない漸深帯などで一週間程度が適当である。

以下に本装置の使用の一例として、1981年6月30日から7月1日にかけて厚岸で行なった実験の結果を示す。装置は本体部分に塩化ビニール板を用いたものとアクリル板を用いたものの両方を使用し、重量測定は本体部分について行なった。そのため本体重量に大きな違いがみられるが、石膏部分の重量はいずれも約450 g であった。装置は岩に打った4本のコンクリートくぎを支点とし、ほぼ水平になる様に設置した。設置した高さはこの調査をある特定の種の生育環境を知る目的で行なったため、地点により異なり、低潮線付近から+70 cm までであった。設置時間は6月30日

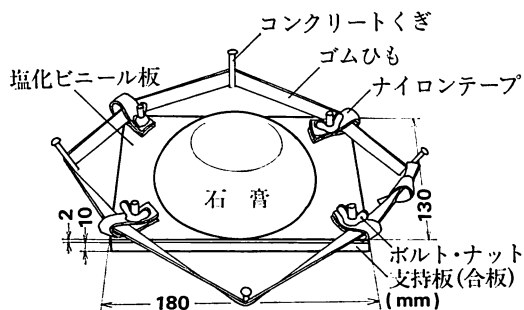


図 1. 装置外観

地 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	対 照
高 さ (低 潮 線 上 cm)	+50	+70	+70	± 0	± 0	+10	+20	+30	+30	—
冠 水 時 間 (計 算 値 hr.)	ca 18	ca 17	ca 17	24	24	ca 23	ca 21	ca 20	ca 20	24
設 置 前 本 体 重 量 (g)	500 ¹⁾	510 ¹⁾	490 ¹⁾	600 ²⁾	610 ²⁾	610 ²⁾	595 ²⁾	595 ²⁾	600 ²⁾	505 ¹⁾
設 置 後 本 体 重 量 (g)	370	405	390	520	550	555	545	545	560	500
減 少 量 (g)	130	105	100	80	60	55	50	50	40	5

1) 塩化ビニール板使用, 2) アクリル板使用

表1. 厚岸・アイカッ岬周辺における海水流動度合比較調査の結果 (1981年6月30日—7月1日)

8: 00~7月1日8: 00の約24時間で、設置地点の計算上の冠水時間は17~24時間であるが、実際には波の影響を受けない露出時間は地点1~3では2~3時間、地点6~9では1~2時間であった。地点4、5では

全く露出することはなかった。また静止海水中での石膏の溶出量を知るため、海水中に24時間静置したものを対照として示した。重量測定は上皿バネ測りにより、計測誤差は±6gである。

測定地点の概況を述べると (図2)、厚岸のアイカッ岬の周辺はその地形から南西方向からの波の影響を受けることが多い。地点1~4は岬の先端で波の影響を強く受ける。中でも地点1~3は岩盤の上にあたり特に強い影響を受けるが地点4は少し保護されている。地点5~9はわずかに湾状になっているほか低潮時には露出する岩が散在し、コンブ類が密生するため波の影響はかなり弱められる。

(表1)に測定の結果を示すが、得られた結果は測定地点の地形から予想される水の動きの強さ、主観的な波の強さとよく一致した。

引 用 文 献

DORY, M. S. 1971. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. Bot. Mar. 14: 32-35.

(北大・理・植)

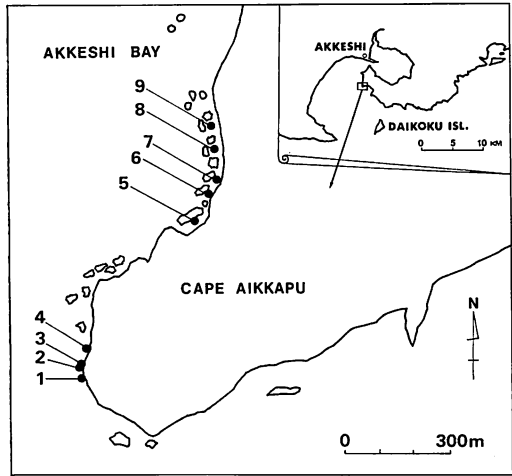


図2. 厚岸・アイカッ岬周辺および調査地点

西澤一俊：中国を訪ねて (1) Kazutosi NISIZAWA: A short visit to China (1)

先般本誌に千原光雄教授が、北京、青島、武漢などにある中国科学院所属の研究施設を訪問された記事を載せられた。しかしその中には化学や生化学的な分野に関することは余り見られなかったので、その補充の意味で、私が見てきたことを簡単に紹介したい。

実は私は、千原氏などのお勧めもあり、主として青島海洋研究所を訪ね、養殖コンブの状況やその利用状況を視察したいと思い、日本学術振興会に相談した結果、昨年の晩秋に約2週間ほど中国に滞在する機会を得た。

中国というのは中華人民共和国の略称であることは言うまでもないが、日中交流が密接化したとは云え、アメリカなどのように簡単には訪問できない。多少の面倒な先方との手続きがいる。北京に着いたのは10月26日の午後である。ここには2泊して、その間には中国ご自慢の万里長城や故宮など見物させて貰ったほかに、科学院付属の植物研究所も訪ねたが、ここでは私の専門とする分野の研究に出逢わなかった。

寝台車に約18時間揺られて青島へ着いた時、私の文献知人である海洋研究所の呉超元副所長、紀明侯化学部長および曹崇信渉外部員の3人が出迎えてくれて助った。私を招待してくれた責任者の所長の曾呈圭教授は、その日の夕方北京から帰島する予定だということであった。着いた28日は紀氏の案内で海洋研の標本室や内部の大体の所を見学したが、標本室というよりは標本館はなかなか立派で、陳列してある標本も多く、中国の北から南に亘る海洋生物を具に見ることができた。3mぐらいいあるかと思われる中国海苔(*Porphyra haitanensis*)の標本は珍しかった。

翌朝北京から帰島した曾所長が、海洋研のすぐ隣にある私のホテル(滙泉賓館)に紀氏、曾氏などと共に訪ねてこられ、そこで青島滞在中の私の具体的な予定事項を打ち合わせた。その日の夜は曾教授(72才だというが、まだ現役で元気)夫妻の招待で数人の所員の人達と晩餐を共にした。

青島での私のノルマは、30日午後2時からの“人の健康からみた海藻”と、11月1日午前8時半からの“アルギン酸の化学”と、翌2日午前8時半からの“海藻の光合成産物の生化学”を講演することであった。随分と仰々しい題目で、われながら物凄い大家になってしまったような錯覚を感じ、恥しかった。小さな部屋で、15~30名が集っており、日本語も英語も達者な

紀氏が通訳をしてくれたが、相手は英語は幾らかできる人もいたが、日本語はほとんど理解できない人が多かった。しかし、専門の人が多かったので、私にも参考になる質問など受けることができた。

この講演以外は自由時間であったが、私のホテルは青島の離れの海岸縁であったし、バスなどの便もなさそうであり、夜の青島や買物など自由にするのは困難な状況であった。しかし、時々紀氏が車であちらこちらを案内してくれて、国营の土産店、夜は中国の国技のような雑技(曲芸と奇術)見物、元将介石の住んでいたという黄海路のドライブなど。海洋研の裏側の海がコンブの養殖場であり、中国全体では年産27.5万トン(1979)と云われているので、日本の生産額の約9倍である。養殖面積は1.5ヘクタール。私の訪ねた時期は、生憎刈入れのあとで、現場は見ることができなかった。中国で養殖しているコンブは *Laminaria japonica* である。中国では海苔も養殖しており、北方の海では *Porphyra yezoensis*、南方では *P. haitanensis* である。日本と同じく、昔宗の時代(西暦960年頃)にすでに食用にしていたという記録がある。一昨年のデータだが、3400ヘクタールから7200トンの生産額(内南部が90%、北部が10%)というから、日本の約1/4以下ではある。コンブの方は綱に吊す懸垂式を採用しているが、海苔の場合には半浮動式が利用されている。

青島海洋研究所の化学部には数名ほどの人がおり、アルギン酸、フコイダンを始めとして、マンニトール、沃素など広く化学的な研究をしているが、研究設備などは日本の中級の研究室なみのようだ。生理学部は副所長の呉氏が主任で、光合成に伴う炭酸固定やマンニトールの生合成などに興味があるとのこと、私共のこれに関連した昔の仕事のことなど褒めてくれた。2日午後2時半から、最初の予定以外に総合討論の時間を設けさせられて、少数の人ではあったが話し合った。その時話題になった主なものを挙げておく。1) アルギン酸保存の際の安定性、2) 最も合理的な M/G 比の測定法、3) M/G 比測定を GLC で行う場合の試料の前処理方法の検討、4) 北里大学の山本一郎教授のコンブ成分の抗ガン性が中国の新聞にも出たので、それらに関する話、5) 海藻工業上の問題点(特に日本の場合)、6) コンブや海苔養殖に関する理想的な方法、7) 海藻 RuDP カルボキシラーゼのこと、8)

海藻酵素の不安定な原因やフェノール性物質の除去法など、9) 海藻にある酸素吸収物質、10) 海藻成分の一般的な抗ガン性および抗潰瘍性物質、11) 海苔養殖時初期における害藻（アオサやアオノリ）駆除にクエン酸剤を利用することの可否、など。

海洋研のほかに、青島には山東海洋学院や黄海水産研究所、第二海水養場などがあるので、これらを見学した。山東海洋学院については、千原氏がすでに報告

されているが、ここでもちょっと触れて置きたい。1958年創立され、ちょうど日本の水産大学によく似ている。毎年卒業する300人以上の学生のうち5~7%は海外に留学させており、1982年度には日本に対して4名の割当てがあるという。対象として、東京大学、東京水産大学、東海大学、筑波大学などを考えている。（東京教育大学名誉教授）

新 刊 紹 介

海藻の生物学—細胞、個体、個体群、群落

A. R. O. CHAPMANN 著 千原光雄 訳 181頁 共立出版 1,400円

従来の海藻の教科書は分類を中心としたものが殆んどで、体のしくみや生態を主としたものは多くない。以前は浜辺に立って海藻を眺めても不思議に思えることが多く、それをたずねるすべもなかったが、近年の学問の進歩で海藻についてもこれまで疑問に思っていた点がいろいろ判り、その方面の知識も豊かになって来た。「海藻の生物学」は最新のこの様な興味ある研究をもとに海藻の生きるしくみや生態を綜説したもので著者の大学に於ける講義にもとづいている。学生や勉学を志す者にとっては海藻の概念を把握するには適している書物である。原著は134頁で割合に頁数が少ないので、内容が圧縮されていて初学者には難解なところもあるが、千原光雄氏の邦訳は術語も極めて適訳で、文章も平易なので専門外の者でも理解が容易である。思わず読破して海藻の新しい知識を学び得た喜びにひたることが出来る。

本書は4部から成り、内容は海藻を最小単位の細胞から個体、個体群、群落の順にまとめている。第1部は細胞の構造と機能について述べ、まず細胞壁、鞭毛、葉緑体、ピレノイド、眼点、核などの微細構造を示し、石灰化についても若干ふれている。又、海藻は栄養物質を吸収する場合これをイオンの形で細胞内にとり込む機構のあることや、光合成によって細胞内で栄養を作るしくみについて記している。次に細胞が生長するのは細胞内部の膨圧に関連があることや微細管の働きによって細胞が形を整え得ることに言及し、更に細胞の分化を緑藻カサノリの研究で説明している。第2部は細胞の集合体である海藻の個体の構造と機能及び生殖のそれぞれを3つの章にまとめて、最初是多細胞からなる海藻の生育形を5つあげ、最も単純な糸状体と比較的体制が簡単な管状体及び異型糸状体、更に進んだ偽柔組織並びに柔組織を有する藻体を挿図と共に解説し、藻体の生長方法の概説も加えている。次に生理的機能の面からみたくつかの項目をあげ、まず生育形は周囲の水の動きによく適応した形態であって、栄養塩のとり込みにより有利な状態を保っていること、光に対して海藻が反応するものとしては光合成色素をあげることが出来るが、これ以外の色素でも光に反応するものがあること、及び物質の輸送についてはコンブの研究を引用していくつかあげている。更に海藻の形態形成を左右する要因にはホルモンやそのほかの物質の存在を示す研究を紹介しているが、海藻でのこの分野が遅れていることを指摘している。最後に生殖は栄養繁殖や無性及び有性生殖の区別のあること、及び生殖に影響を及ぼす要因としてホルモン、環境要因、内在リズムがあること、更に生活史での最近の興味ある例をいくつかあげている。第3部では個体群を取り扱っているが、この分野の研究は学問的には勿論産業上でも重要であるにも拘らず余りすんでいない現状なので今後の発展に期待しているとの希望をのべているが、ここでは個体群の中での個体の増減を調べる方法と個体群の中における遺伝子の行動についての研究を引用している。第4部は複数の個体群から成る海藻群落の構造とその成因についてのべている。その中で沿岸での群落の研究方法をあげているが、いずれも陸上植物でのやり方を適用したもので、そのまま海藻の生態を研究するには問題があるとの意見を加えている。又、潮間帯の海藻帯状構造は潮汐や塩分濃度などの非生物的要因に対する海藻それぞれの種の生理的耐性の限度によって作られると言う説と生物間の相互作用が成因の主役を演じているとの2つの考えを示し、遷移と極相についてもふれている。巻末には166の参考文献をあげているが、そのうち1970年以降のものが90以上あり、本書が1978年に書いたと言うことを考えれば新知識に満ちており、学問の現状を知るうえでも役に立つものと思ひ、一読をおすすめする。

（正置富太郎）

—学 会 録 事—

1. 日本藻類学会第6回大会と日本藻類学会30周年記念講演会

昭和57年3月31日と4月1日の両日、筑波大学第2学群において、第6回大会が開催された。大会に先だつ3月30日には日本藻類学会30周年記念事業の一つとして記念講演会が筑波大学生命科学委員会との共催で同大学学生会館ホールで行われた。

大会は当日受付を含め、125名の参加があり、55題の講演（一般講演51題、うちポスター展示11題、シンポジウム4題）が行われた。

記念講演会は「日本における藻類学の進歩」と題し、中村義輝、廣瀬弘幸、西澤一俊、新崎盛敏の4氏による講演と山本海苔研究所の提供による映画「アサクサノリ」の上映が行われた。記念講演会には本学会員および一般来聴者約150名が参加した。

大会第一日目、一般講演終了後、昭和57年度総会と日本藻類学会30周年記念祝賀会が行われた。祝賀会は会長の挨拶に続く廣瀬弘幸氏の乾杯の音頭で始まり、新崎盛敏氏の閉会の挨拶の終るまでの2時間余、106名の出席者で賑わった。祝賀会々場入口では参加者全員に藻類がデザインされた笠間焼茶碗が30周年を記念して配布された。

記念講演会を共催して下さった筑波大学生命科学委員会と、大会、総会および祝賀会の開催に配慮をいただいた筑波大学生物科学系長市村俊英教授と大悟法滋講師に感謝申し上げる。

大会参加者：赤塚伊三武、秋岡英承、秋山 優、吾妻行雄、新崎輝子、新崎盛敏、有賀祐勝、安藤一男、井浦宏司、猪川倫好、井口数彦、石川依久子、市村輝宜、出井雅彦、出口真、伊藤市郎、巖佐耕三、岩崎英雄、内山茂、梅崎 勇、大島海一、太田雅隆、大谷修司、大野正夫、大葉英雄、大房 剛、大森長朗、岡崎恵視、岡部作一、小河久朗、奥田武男、奥田弘枝、長田敬五、長船哲斎、垣内政宏、笠井文絵、加崎英男、梶村光男、片田 実、片山 徹、加藤君雄、金子 孝、川嶋昭二、喜田和四郎、熊野 茂、黒木宗尚、後藤道美、小林艶子、小林 弘、小杉英一、今野敏徳、斉藤棲一、斎藤 実、阪井與志雄、崎山妙子、佐藤郷美、猿渡厚史、志村直美、新原義昭、須永 智、角田修次、瀬戸良三、造力武彦、高野秀昭、高橋宗弘、館脇正和、田中次郎、田中美智子、谷口和也、千葉尚二、千原光雄、寺尾公子、寺脇利信、鳥海三郎、中沢信午、長島秀行、中庭正人、中野武登、中村義輝、南雲 保、並

木岳志、西澤一俊、野崎久義、野田光蔵、Nils T. HAGEN、橋田順子、長谷川由雄、畑野智司、服部 彩、馬場将輔、林田文郎、原 慶明、坂東忠司、平山知子、廣瀬弘幸、福島 博、藤井修平、藤田大介、藤原秀一、舟橋説往、堀 輝三、堀口健雄、前川行幸、正置富太郎、松江和則、松山恵二、真山茂樹、丸山 晃、萬谷司郎、三浦昭雄、水沢政雄、宮地和幸、森 通保、山岸高旺、山田家正、藪 熙、横浜康継、吉崎 誠、吉田忠生、吉武佐紀子、吉松定昭、渡辺恒雄、渡辺信、渡辺真之、渡辺途子、

2. 評議員会報告

3月30日、記念講演会終了後（18：30～20：30）筑波研修センターで評議員会が開催され、昭和57年度総会に提出される報告事項および議題等について審議があった。審議内容は後述の昭和57年度総会の項を参照されたい。

出席者：千原光雄会長、秋山 優、梅崎 勇、大森長朗、奥田武雄、加崎英雄、喜田和四郎、小林 弘、阪井與志雄、館脇正和、中沢信午、西澤一俊、廣瀬弘幸、三浦昭雄、山岸高旺各評議員、田中次郎、原 慶明、横浜康継各幹事、堀輝三編集委員長。

3. 編集委員会報告

評議員会に先だち、3月30日（17：00～18：00）筑波大学学生会館小会議室で編集委員会が開催された。その内容は評議員会で審議され、総会で報告されたので、総会の項に詳しい。

出席者：千原光雄会長、堀 輝三編集委員長、秋山優、巖佐耕三、岩崎英雄、黒木宗尚、小林 弘、西澤一俊、正置富太郎、吉田忠生各編集委員、渡辺真之編集幹事。

4. 昭和57年度総会

昭和57年3月31日、筑波大学における日本藻類学会第6回大会第1日目（17：00～18：00）に総会が開催された。千原会長の挨拶のあと、議長に小林 弘氏（東学大・教育）を選出した。報告事項と審議事項は下記のようなものである。

I. 報告事項

1. 庶務関係

(1)会員状況（57年3月現在）名誉会員2名。普通会員493名。学生会員65名。団体会員42名。賛助会員13

名。外国会員70名。(2)昭和56年度文部省科学研究費補助金「研究成果刊行費」74万円を受けた。また引き続き57年度の申請を行った。(3)日本学会事務センターに学会事務の一部を委託する契約が57年度も締結された。(4)日本植物学会100周年記念大会開催時(東京, 9月28日から)に秋季集会(講演会と懇親会)を行う計画である。(5)昭和57年度中に次期会長および評議員の選挙が行われる。

2. 会計関係

(1)会費納入状況は外国会員(約60%の納入率)以外は大変順調で90%を越える納入率である。(2)昭和56年度一般会計, 山田基金決算報告は昭和57年1月18日, 猪川倫好(筑波大・生物科学系)および渡辺 信(国立公害研)の両監事により適正であることが認められた。

3. 編集関係

昭和57年3月までの学会誌の発行状況と投稿論文数について報告があった。昭和56年度に発行された29巻1~4号は総頁数288頁, 掲載論文36件, 広告16頁(19件)であった。30巻1号は102頁, 9論文で3月10日に発行された。現在30巻2号掲載予定論文と未審査論文を含め27編(欧文15編, 和文12編)が編集委員の手許にある。なお30巻1号より印刷部数が1100部(従来は900部)に変更になった。

4. 評議員会関係

日本藻類学会30周年記念事業の内容と進行状況および同事業の募金委員会発足の経緯と募金状況が報告された。

II. 審議事項

1. 昭和56年度一般会計決算報告・同監査報告。昭和56年度一般会計決算報告は表-1のとおりで, 承認された。

2. 昭和56年度山田幸男博士記念事業特別会計決算報告・同監査報告。同決算報告は表-2のとおりで, 承認された。

3. 昭和57年度一般会計予算案

会費値上げしない場合の予算案と会費を値上げした場合の予算案(表-3)とが報告され, 審議の後, 後者が承認された。

4. 会費値上げ案

表-4のとおり会費の値上げ案が提示され, 昭和57年度より同案を実施することが承認された。

5. 日本学会事務センターへの委託業務内容の一部変更

従来学会事務局で行って来た国内, 国外の定期講読

の業務を昭和57年度より同センターに委託することが承認された。

6. 編集関係

(1)印刷頁利用の方法の変更。従来定められていた奇数頁おこしの編集のワクをはずし偶数頁おこしも可能とすることが承認された。(2)別刷表紙の変更。別刷表紙は窓付を使用していたが廃止して, 以前の様式の表紙にすることが承認された。(3)速報論文の扱い方。2頁以内の速報論文を受付けることが承認された。但し1頁当たり1万円(超過頁負担金に相当)の頁負担金を申し受ける。

7. 昭和57, 58年度事業計画。

以下のことが承認された。(1)昭和57年9月28日より国立教育会館で開催される日本植物学会100周年記念大会の折に秋季集会(講演会, 懇親会)を開く。演者, 世話人は未定である。(2)昭和57年9月10日までに会長および評議員の改選を行う。開票立会人を吉崎誠氏(東邦大・理・生)と高橋正征氏(筑波大・生物科学系)に依頼する。(3)昭和58年度日本藻類学会第7回大会は, 北海道大学付属海藻研究施設長阪井興志雄氏の申し出により, 7月下旬頃に室蘭市で開催する。

8. 西澤一俊先生名誉会員推薦の件。

元会長の西澤一俊先生は満70歳を迎えられ, 本学会名誉会員に推薦された。

9. 日本藻類学会30周年記念事業の件。

本会の創立30周年を記念して以下の事業の実施が承認された。(1)筑波大学生物科学系内に日本藻類学会30周年記念事業委員会を設置する。委員長は会長の千原光雄とする。(2)募金委員会を発足させ, 会員から選ばれた104名を募金委員とし, 委員長を黒木宗尚前会長とする。(3)記念講演会を昭和57年3月30日, 筑波大学学生会館ホールで開催する。(4)「藻類」30巻4号を記念増大号とし, 上記記念講演会の内容と日本藻類学会30年の歴史および記念号にふさわしい記事を掲載する。(5)「藻類」21巻1号から30巻4号までの索引を作成する。(6)日本藻類学会第6回大会2日目(4月1日)に若手, 中堅研究者によるシンポジウム「海中の植物群落—その解析的アプローチ」を開催する。(7)記念事業経費予算の100万円を目標に1口5千円で, 会員および会員以外からの寄付を募る。募金期間は57年3月から10月末日までとする。

なお総会終了後, 千原光雄委員長からより具体的な記念事業計画の説明と黒木宗尚募金委員長の就任の挨拶があった。

表-1 昭和56年度 一般会計決算報告 (56. 1. 1～56. 12. 31) 日本藻類学会

収 入 の 部 (円)			支 出 の 部 (円)	
会 費		2, 531, 708	印 刷 費	3, 837, 299
〔普通会員 475件〕	1, 828, 000		〔印刷代(29巻1～4号, 春季大会プログラム)〕	
〔学生会員 62〕	155, 000		〔別刷代〕	
〔団体会員 24〕	129, 950		学会事務センター扱い分	1, 088, 830
〔外国会員 45〕	223, 758		〔初年度経費, 業務委託費〕	
〔賛助会員 13〕	195, 000		〔会誌発送費, 請求書発送費〕	
販 売	742, 100		〔コピー代他〕	
〔定期(80件)〕	475, 500		発 送 費	95, 230
〔バックナンバー〕	266, 600		〔会誌発送, 札幌一筑波移転費〕	
別 刷 代 (30件)	542, 524		編 集 費	220, 450
広 告 代 (10件)	221, 550		〔論文審査料, 英文校閲謝礼〕	
春季大会プログラム代	20, 000		〔編集整理補助, 通信費〕	
預 金 利 子	26, 795		庶 務 費	216, 827
文部省刊行助成金	740, 000		〔事務用品費, 会議費〕	
			〔雑印刷費, 事務整理補助〕	
			送換金手数料	4, 850
			春季大会運営補助	60, 000
			幹事手当	72, 000
			幹事交通費補助	14, 540
小 計	4, 824, 677		小 計	5, 610, 026
前年度繰越金	1, 594, 095		予備費(次年度へ繰越)	808, 746
合 計	6, 418, 772		合 計	6, 418, 772

昭和57年 1月18日	日本藻類学会 会 長 千 原 光 雄 ㊞
	日本藻類学会 会計幹事 田 中 次 郎 ㊞
本決算報告は適正であることを認める。	日本藻類学会 会計監事 渡 辺 信 ㊞
昭和57年 1月18日	日本藻類学会 会計監事 猪 川 倫 好 ㊞

表-2 昭和56年度 山田幸男博士記念事業基金特別会計決算報告 (56. 1. 1～56. 12. 31) 日本藻類学会

収 入 の 部 (円)		支 出 の 部 (円)	
学会出版物売上金	38, 150		
〔山田追悼号〕	32, 350		
〔コンプ論文集〕	2, 800		
〔日米セミナー記録〕	3, 000		
預金利子	50, 961		0
小 計	89, 111	小 計	0
前年度繰越金	1, 006, 396	次年度繰越金	1, 095, 507
合 計	1, 095, 507	合 計	1, 095, 507

昭和57年 1月18日	日本藻類学会 会 長 千 原 光 雄 ㊞
	日本藻類学会 会計幹事 田 中 次 郎 ㊞
本決算報告は適正であることを認める。	日本藻類学会 会計監事 渡 辺 信 ㊞
昭和57年 1月18日	日本藻類学会 会計監事 猪 川 倫 好 ㊞

表-3 昭和57年度一般会計予算案 日本薬理学会

収 入		支 出	
会 費	3,504,000	印 刷 費	4,060,000
（普通会員（475）	2,375,000	〔印刷代	3,460,000
学生会員（70）	245,000	別刷代	600,000
外国会員（42）	252,000	学会事務センター業務委託費	1,074,000
団体会員（44）	352,000	発 送 費	45,000
賛助会員（14）	280,000	編 集 費	272,000
販 売	900,000	〔論文審査料	65,000
（定期講読	560,000	英文校閲料	75,000
バックナンバー	340,000	通 信 費	60,000
別 刷 代	600,000	編集補助費	72,000
超過頁負担金	320,000	庶 務 費	180,000
広 告 代	320,000	〔事務用品費	52,000
利 子	40,000	会 議 費	48,000
文部省刊行助成金	740,000	事務整理補助費	36,000
		通信・雑印刷費	44,000
		幹 事 手 当	90,000
		幹事旅費補助	15,000
		春季大会補助	60,000
		選 挙 費 用	80,000
小 計	6,424,000	小 計	5,876,000
前年度繰越金	808,746	予 備 費	1,356,746
合 計	7,232,746	合 計	7,232,746

表-4 会費改正額およびバックナンバー販売価格改正額

現 行 改 正 額			現 行 改 正 額		
会費					
普通会員	4,000 ^円	5,000 ^円	学生会員	2,500 ^円	3,500 ^円
外国会員	5,000	6,000	団体会員	5,000	8,000
賛助会員	15,000	20,000			
バックナンバー（1号）					
会員国内	1,000 ^円	1,250 ^円	国 外	1,250 ^円	1,500 ^円
非会員国内	1,500	2,000	国 外	1,800	2,500
インデックス					
会員国内					
1～10巻	1,000 ^円	1,000 ^円	国 外	1,500 ^円	1,500 ^円
11～20巻	1,500	1,500		2,000	2,000
非会員国内					
1～10巻	1,500 ^円	1,500 ^円	国 外	2,000 ^円	2,000 ^円
11～20巻	2,000	2,000		2,500	2,500
非会員予約購読料					
単価（1号）	1,500 ^円	2,000 ^円			
年間国内（1巻）		8,000	年間国外（1巻）		\$48

日本藻類学会第6回春季大会（57.3.31～4.1）会計報告
日本藻類学会 春季大会準備委員会

収 入 の 部 (円)				支 出 の 部 (円)	
大会参加費			282,000	印刷代	30,500
〔予約申込 2,000円 96件			192,000〕	〔プログラム別刷代	20,000〕
〔当日申込 2,500円 36件			90,000〕	〔振替用紙印刷	10,500〕
祝賀会参加費	(101件)		202,000	学会会場費	17,176
寄付	(3件)		60,000	アルバイト代	232,290
学会補助金			60,000	祝賀会会食代	240,000
				雑費	56,321
				学会補助金返却金	27,713
合 計			604,000	合 計	604,000

昭和57年4月5日 日本藻類学会会計幹事 田 中 次 郎 ㊞

日本藻類学会 30 周年記念事業募金委員会

昭和56年10月5日の評議員会および昭和56年11月10日の持回り評議員会における審議の結果前項に記述のように、日本藻類学会 30 周年記念事業が実施されることになった。これに伴い同記念事業委員会（委員長千原光雄）が設置され、また事業の財政措置に対応するために募金委員会が昭和57年3月1日に発足した。募金委員長には黒木宗尚前会長が就任し、委員には下記の方々の就任をみた。募金目標額は約 100 万円、募金期間は昭和57年3月1日～同年10月31日、申込先は日本藻類学会30周年記念事業委員会 振替 宇都宮 4-6598である。なお募金によって得た金額は主として「藻類」の記念増大号の出版費等に使用の予定である。

秋山 優	秋山 和夫	安達 六郎	新崎 盛敏	有賀 祐勝
安藤 一男	庵谷 晃	猪川 倫好	市村 輝宜	伊藤 市郎
糸野 洋	今田 克	今堀 宏三	入来 義彦	敵佐 耕三
岩崎 英雄	岩本 康三	梅崎 勇	梅林 脩	榎本 幸人
大野 正夫	大房 剛	大森 長朗	岡崎 恵視	小河 久朗
奥田 武男	小野 知足	梶村 光男	片田 実	加崎 英男
加藤 君雄	香村 真徳	川嶋 昭二	川端 清策	喜田和四郎
鬼頭 鈞	楠元 守	黒木 宗尚	熊野 茂	小林 艶子
小林 弘	斉藤 英三	斉藤雄之助	斉藤 譲	阪井與志雄
新村 敬	須藤 俊造	瀬戸 良三	造力 武彦	高野 秀昭
高橋 永治	田沢 伸雄	館脇 正和	田中 剛	谷口 森俊
千原 光雄	辻 寧昭	坪 由宏	津村 孝平	寺本賢一郎
徳田 廣	中沢 信午	中庭 正人	中野 武登	中村 義輝
西澤 一俊	西浜 雄二	野沢 治治	野田 光蔵	芳賀 卓
長谷川由雄	林田 文郎	原 慶明	原口 和夫	廣瀬 弘幸
福島 博	福田育二郎	福代 康夫	藤山 虎也	船野 隆
舟橋 説往	古谷 庫造	堀 輝三	前田 昌徹	正置富太郎
増田 道夫	松井 敏夫	三浦 昭雄	三上日出夫	右田 清治
宮田 益忠	飯 熙	山岸 高旺	山田 家正	山田 信夫
横浜 康継	吉崎 誠	吉田 啓正	吉田 忠生	四井 敏雄
渡辺 信	渡辺 恒雄	渡辺 信	渡辺 真之	

募 金 委 員 会 か ら の お 知 ら せ

昭和57年4月末日までに御寄付下さった方の御芳名は下記の通りです。

日本藻類学会30周年記念事業寄付者名簿

4月28日現在

秋山優 安達六郎 新崎輝子 有賀祐勝 安藤一男
 EM資材 石川依久子 石橋勇人 市村輝宜 伊藤市
 郎 今津達夫 今堀宏三 巖佐耕三 岩崎英雄 梅崎
 勇 梅林脩 大内三郎 大田啓一 大野正夫 大葉英
 雄 大房剛 大森長朗 岡崎恵視 岡部作一 奥田一
 雄 奥田弘枝 遠部卓 海洋生物環境研究所 笠原和
 男 梶村光男 片田実 加藤君雄 加藤光秋 金網善
 恭 神谷平 川嶋昭二 川端清策 神田智之 協和醗
 酵工業(株) バイオ開発部 清末忠人 楠元守 熊野茂
 神戸市立須磨水族館 小林艶子 小林弘 小村精一
 斎藤俊一 斎藤実 斎藤譲 阪井與志雄 佐藤忠勇
 静岡県水試・山田信夫 新村巖 瀬戸良三 造力武彦
 大日本インキ化学工業(株) 生物化学事業部・浜田三郎

高木勝行 高橋永治 高橋正征 タカラゲン(株) 下田
 工業 田沢伸雄 舘脇正和 田中次郎 田中剛 千葉
 尚二 千原光雄 月館真理雄 出口眞 寺本賢一郎
 電力中央研究所・寺脇利信 東京久栄(株) トーマス
 科学器械(株) 時田郇 徳田廣 中沢信午 長島秀行
 南雲保 西澤一俊 日本海難防止協会 野沢治治 野
 田光蔵 白寿保健科学研究所(株) 長谷川由雄 原慶
 明 博屋商行(株) 福島博 福代康夫 藤田隆夫 藤
 田征晴 藤山虎也 舟橋説往 北海道栽培漁業振興公
 社・菊池健三 堀口万吉 堀輝三 正置富太郎 増田
 道夫 松井敏夫 町田益己 丸山晃 三浦昭雄 三上
 日出夫 水沢政雄 水谷善彌 ミツワ理化学工業(株)
 宮地和幸 宮地重遠 森宏枝 森通保 藪熙 山岸高
 旺 山本海苔研究所 横浜康継 吉崎誠 吉田忠生
 渡辺信 渡辺信 渡辺仁治 渡辺真之

(50音順, 敬称略)

日本藻類学会

講演会・懇親会のお知らせ

本学会では日本植物学会第47回百周年記念大会の関連集会として、講演会・懇親会を下記の通り開催しますのでご出席戴きたくご案内申し上げます。

1. 日 時： 昭和57年9月28日（火）17：30～20：30
2. 場 所： 国立教育会館 6階 中会議室（B会場）
3. 演 題： (1) ヨーロッパの珪藻のタイプ標本について
(小林 弘氏，東京学芸大学教育学部生物学教室)
(2) ケンブリッジ・カルチャー・センターを訪門して
(原 慶明氏，筑波大学・生物科学系)
4. 懇親会費： 1,500円

なお準備の都合上ご出席される方は下記宛9月20日までにお申し込み下さるようお願い申し上げます。懇親会費は当日、植物学会大会受付にて申し受けます。

〒252 藤沢市亀井野1866
日本大学農獣医学部教養
大島海一氏宛
(TEL 0466-81-6241)

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、会員は各号1,250円、非会員には各号2,000円、欠号：1巻1-2号、5巻1号、6巻1-3号、7巻1-3号、8巻1-3号、9巻1-3号。
2. 「藻類」索引 1-10巻、価格、会員1,000円、非会員1,500円。11-20巻、会員1,500円、非会員2,000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5,500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3,000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、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700円。

Publications of the Society

Inquiries concerning copies of the following publications should be sent to the Japanese Society of Phycology, c/o Institute of Biological Sciences, The University of Tsukuba, Sakura-mura, Ibaraki-ken, 305 Japan.

1. Back numbers of the Japanese Journal of Phycology (Vols. 1-28, Bulletin of Japanese Society of Phycology). Price, 1,250 Yen per issue for members, or 1,800 Yen per issue for non member. Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 5, No. 1-2; Vol. 6, Nos. 1-3; Vol. 7, Nos. 1-3; Vol. 8, Nos. 1-3; Vol. 9, Nos. 1-3. (incl. postage, surface mail)
2. Index of the Bulletin of Japanese Society of Phycology. Vol. 1 (1953)-Vol. 10 (1962), Price 1,500 Yen for member, 2,000 Yen for non member, Vol. 11 (1963)-Vol. 20 (1972). Price 2,000 Yen for member, 2,500 Yen for non member. (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. Price, 6,000 Yen. (incl. postage, surface mail)
4. Contributions 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. Price 4,000 Yen. (incl. postage, surface mail)
5. Recent Studies on the Cultivation of *Laminaria* in Hokkaido (in Japanese). 1977, 65 pages. Four papers followed by discussions are included, which were presented in a symposium on *Laminaria*, sponsored by the Society, held in Sapporo, September 1974. Price 700 Yen. (incl. postage, surface mail)

昭和57年6月15日 印刷
昭和57年6月20日 発行

©1982 Japanese Society of Phycology

禁 転 載
不 許 複 製

編集兼発行者

堀 輝 三

〒305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1
筑波大学生物科学系内

印刷所

学術図書印刷株式会社

〒176 東京都練馬区豊玉北2丁目13番地

発行所

日本藻類学会

〒305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1
筑波大学生物科学系内
振替 口座 8-4887

Printed by GAKUJUTSU TOSHO Printing Co.

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金(研究成果刊行費)による。

藻 類

目 次

榎本幸人・堀 輝三・奥田一雄：暖海産緑藻キッコウグサ (<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>) の分割細胞分裂 (segregative cell division) について…………… (英文)	103
四井敏雄：九州口ノ津産フトモズク (褐藻類ナガマツモ目) の配偶体のない生活環…………… (英文)	113
M. ラトナサバパティール・熊野 茂：マレー シア産淡水産紅藻 II. 西マレーシア, ゴン バ川およびブス川のカワモヅク属の 3 種…………… (英文)	119
大野幸正・増田道夫・黒木宗尚：忍路湾における紅藻イボノリーホソイボノリと <i>Petrocelis</i> の生殖季節…………… (英文)	125
松山恵二・阿部英治・金子 孝：忍路湾産ホソメコンブの化学成分の季節変化……………	134
小林 弘・野沢美智子：淡水産中心類ケイソウ <i>Aulacosira italica</i> (EHR.) SIM. の微細構造 について……………	139
神田房行：釧路湿原の塘路湖におけるマリモの一新品種……………	147
大森長朗・橋田順子：エゾヤハズの四分胞子発生機構の解析 VII. 四分胞子発生におよぼす コルヒチンの影響……………	155



ノ ー ト

梅崎 勇：F. DROUET の藍藻類分類への批評……………	159
川井浩史・伊 丸 満・黒木宗尚：半球形石膏による海水流動度合の比較……………	161
井上 勲・堀口健雄：微細藻類ノート (6)……………	154
西澤一俊：中国を訪ねて (1)……………	163
新刊紹介……………	138, 164
学会録事……………	165