

The Japanese Journal of PHYCOLOGY

CONTENTS

Akira Harada and Takaaki Yamagishi: Mitosis in <i>Spirogyra</i> (Chlorophyceae)	1
Akira Harada and Takaaki Yamagishi: Meiosis in <i>Spirogyra</i> (Chlorophyceae)	10
Shigeru Kumano and M. Ratnasabapathy: Studies on freshwater red algae of Malaysia IV. <i>Batrachospermum bakarensis</i> , sp. nov. from Sungai Bakar, Kelantan, West Malaysia	19
Shigeru Kumano: Studies on freshwater red algae of Malaysia V. Early development of carposporophytes of <i>Batrachospermum cylindrocellulare</i> KUMANO and <i>B. tortuosum</i> KUMANO	24
Kazuyuki Miyaji: The life history study on a sporophytic form of <i>Spongomorpha-Acrosiphonia</i> complex (Acrosiphoniales, Chlorophyta), <i>Codiolum petrocelidis</i> KUCKUCK from Northern Japan	(in Japanese) 29
Toshinobu Terawaki, Koji Nozawa and Iwao Shinmura: Studies on morphogenesis in the early stages of <i>Sargassum</i> (Phaeophyceae, Fucales). VI. <i>Sargassum asymmetricum</i>	(in Japanese) 32
Shogo Arai and Akemi Arai: Effects of grazing on algal succession I.	(in Japanese) 43
Teru Ioriya, Masayuki Watanabe and Masaru Haga: Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 1. Distribution and standing crop	(in Japanese) 52
Masayuki Watanabe, Masaru Haga and Teru Ioriya: Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 2. Notes on blue-green algae	(in Japanese) 60
Masaru Haga, Teru Ioriya and Masayuki Watanabe: Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 3. Notes on chrysomonads	(in Japanese) 65
Review	
Tomitaro Masaki: Crustose coralline algae	(in Japanese) 71
◆ . ◆	
Book review	86
◆ . ◆	
Proceedings of the 8th Annual Meetings of the Japanese Society of Phycology	87

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 108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学植物学教室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 (1984) 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 Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4 chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

昭和58, 59年度役員

会 長: 岩本 康三 (東京水産大学)
庶務幹事: 今野 敏徳 (東京水産大学)
会計幹事: 高原 隆明 (専修大学)
評 議 員:

秋山 和夫 (東北区水産研究所)
秋山 優 (島根大学)
有賀 祐勝 (東京水産大学)
千原 光雄 (筑波大学)
堀 輝三 (筑波大学)
市村 輝宜 (東京大学)
岩井 寿夫 (三重大学)
巖佐 耕三 (大阪大学)
西澤 一俊 (日本大学)
野沢 治治 (鹿児島大学)
奥田 武男 (九州大学)
阪井 勇志雄 (北海道大学)
谷口 森俊 (三重大学)
月舘 潤一 (南西海区水産研究所)
梅崎 勇 (京都大学)
山本 弘敏 (北海道大学)

編集委員会:

委員長 三浦 昭雄 (東京水産大学)
幹 事 庵谷 晃 (東京水産大学)
委 員 秋山 優 (島根大学)
" 有賀 祐勝 (東京水産大学)
" 千原 光雄 (筑波大学)
" 堀 輝三 (筑波大学)
" 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 1983-1984

President: Kozo IWAMOTO (Tokyo Univ. of Fisheries)
Secretary: Toshinori KONNO (Tokyo Univ. of Fisheries)
Treasurer: Takaaki KOBARA (Senshu University)

Members of Executive Council:

Kazuo AKIYAMA (Tohoku Reg. Fish. Res. Laboratory)
Masaru AKIYAMA (Shimane University)
Yusho ARUGA (Tokyo Univ. of Fisheries)
Mitsuo CHIHARA (University of Tsukuba)
Terumitsu HORI (University of Tsukuba)
Terunobu ICHIMURA (University of Tokyo)
Toshio IWAI (Mie University)
Kozo IWASA (Osaka University)
Kazutosi NISIZAWA (Nihon University)
Koji NOZAWA (Kagoshima University)
Takeo OKUDA (Kyushu University)
Yoshio SAKAI (Hokkaido University)
Moritoshi TANIGUCHI (Mie University)
Junichi TSUKIDATE (Nansei Reg. Fish. Res. Laboratory)
Isamu UMEZAKI (Kyoto University)
Hirotohi YAMAMOTO (Hokkaido University)

Editorial Board:

Akiō MIURA (Tokyo Univ. of Fisheries), Editor-in-chief
Teru IORIYA (Tokyo Univ. of Fisheries), Secretary
Masaru AKIYAMA (Shimane University)
Yusho ARUGA (Tokyo Univ. of Fisheries)
Mitsuo CHIHARA (University of Tsukuba)
Terumitsu HORI (University of Tsukuba)
Kozo IWASA (Osaka University)
Hideo IWASAKI (Mie University)
Munenao KUROGI (Hokkaido University)
Hiromu KOBAYASHI (Tokyo Gakugei University)
Tomitaro MASAKI (Hokkaido University)
Seiji MIGHTA (Nagasaki University)
Kazutosi NISIZAWA (Nihon University)
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

Mitosis in *Spirogyra* (Chlorophyceae)

Akira HARADA* and Takaaki YAMAGISHI**

**Seiyu Senior High School, Chizuka, Yao-City, Osaka, 581 Japan.*

***Biological Laboratory, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University, Kamzino, Fujisawa, Kanagawa, 252 Japan.*

HARADA, A. and YAMAGISHI, T. 1984. Mitosis in *Spirogyra* (Chlorophyceae) Jap. J. Phycol. 32: 1-9.

Mitosis in three species of *Spirogyra*, *S. crassa*, *S. crassa* X and *S. hunanensis*, was observed. The chromosome numbers of *S. crassa* and *S. crassa* X were 12 and 6 respectively, and *S. hunanensis* had four chromosomes. The chromocenters and nucleoli, the origin and formation of the chromosomes, the nucleolar substance, the nucleolar organizing chromosomes, the parallel separation of chromatids, the stickiness of chromosomes and cytokinesis were observed during the mitotic cycle.

Key Index Words: Chlorophyceae; chromocenter; chromosome; cytokinesis; mitosis; N.O. chromosome; nucleolar substance; parallel separation of chromosome; sticky chromosomes; *Spirogyra*.

WISSELINGH (1900) observed mitotic division in *Spirogyra* and mentioned that chromosomes are derived partly from the nucleolus and partly from the karyoplasm. Since then, special attention has been paid to the origin of the chromosomes and differing opinions regarding this point have been presented by various workers (DORAISWAMI 1946).

GEITLER (1930) and DORAISWAMI (1946) investigated the process of mitotic division and suggested that the chromosomes are derived solely from the karyoplasm and noted the existence of the nucleolar substance. WISSELINGH (1900), GEITLER (1930) and GODWARD (1950) mentioned the existence of nucleolar organizing chromosomes. GODWARD (1954) also observed bipartition of the chromosomes using the iron alum acetocarmine method (GODWARD 1948). GODWARD (1956), GODWARD and NEWNHAM (1965) published cytotaxonomical studies of *Spirogyra*. FOWKE and PICKETT-HEAPS (1969, 1969a) reported the ultrastructural observations of cell division.

In Japan, cytological investigation of *Spirogyra* was conducted by SUEMATSU (1936), OURA (1935), UEDA (1956) and TA-

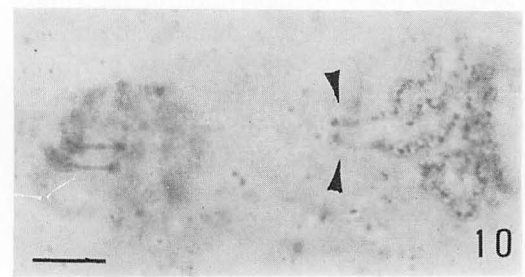
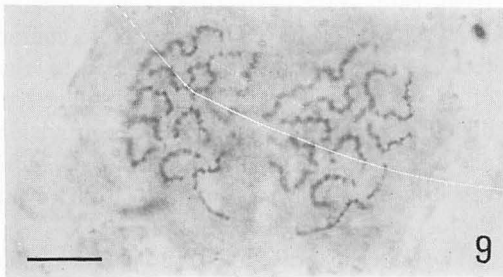
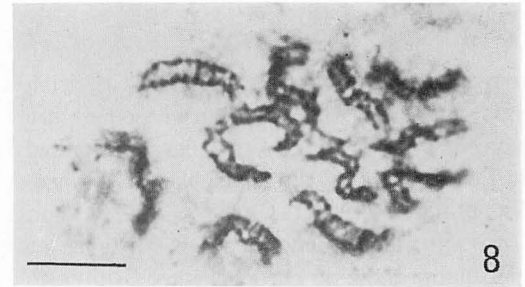
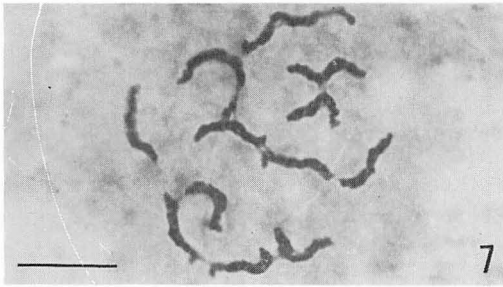
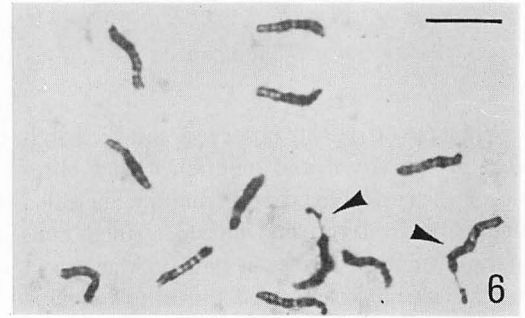
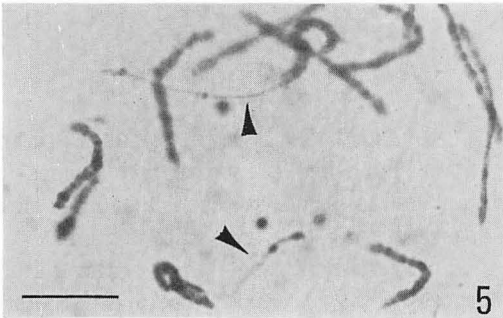
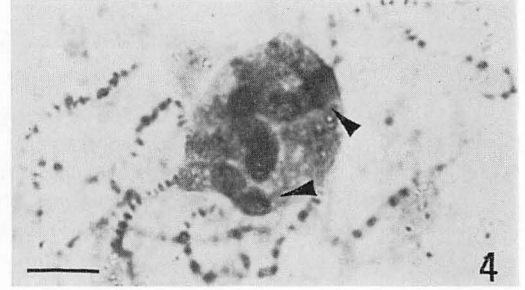
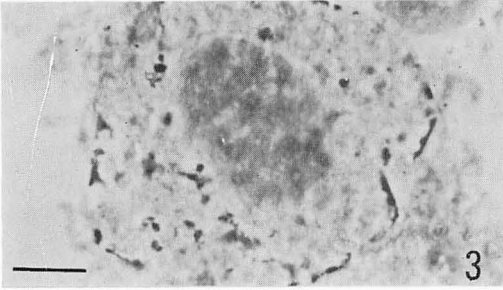
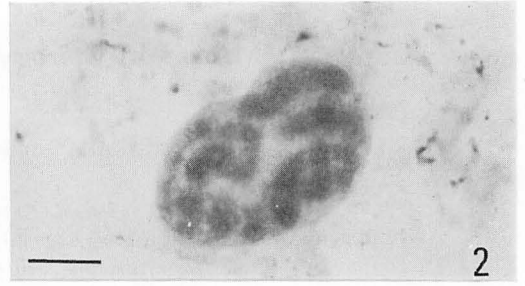
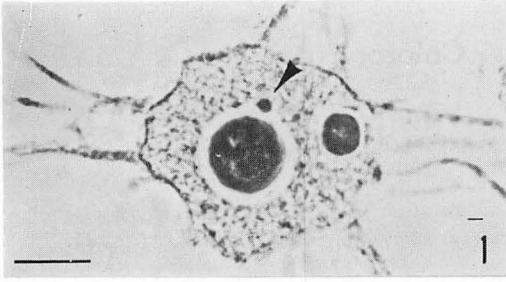
TSUNO and IYAMA (1971). TATSUNO and IYAMA published a report on the chromosome numbers of some species, including three species having only two chromosomes.

However, many questions on the mitotic process in *Spirogyra* remain, and in the present paper, mitosis in three species, *Spirogyra crassa* Kütz., *S. crassa* X and *S. hunanensis* Jao, is described.

Materials and Methods

Fertile filaments of *S. crassa* were collected from rice fields of Shigisan, Nara Prefecture, in November, 1968, and from January to November, 1969. *S. crassa* X was collected from Yata, Nara Prefecture, from November 1971 till May 1972. The taxonomic characteristics of this material are similar to that of *S. crassa*, except for the smaller cell dimensions, and this material was provisionally designated as *S. crassa* X. *S. hunanensis* was collected from a pond in Fujii, Nara Prefecture, in August, 1971.

The materials were fixed with acetic-alcohol (1 : 3) mixture. By mixing the two fluids



immediately before use, this fixative gave good results during staining. The fixed materials were stored in the same solution, and kept in a freezer box. Fixation was made at intervals of an hour throughout a twenty-four hour period, and the most abundant mitotic material was generally obtained from sunset to midnight.

For observation, the modified WITTMANN'S (1965) method was employed, and serial treatments were carried on the slide as follows:

1) The fixative was absorbed from the material by filter paper, and the remaining alcohol was evaporated by heating.

2) The material was pretreated with 1 N HCl, and one drop of 1-4 iron alum 45% acetic acid.

3) Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate was added to the material. This solution was made by thoroughly mixing 2.0 gm of haematoxylin, 0.5 gm of iron alum and 20 gm of chloral hydrate in 50 ml of 45% acetic acid. This mixture used immediately after melting, and gave clear chromatic results. Furthermore, the staining ability was retained for a long time.

4) Then, the material was heated, and squashed with a cover glass. By heating, the chromosomes were sharply stained and the cytoplasm became transparent.

Observations.

1) *Spirogyra crassa* KÜTZING (n=12)

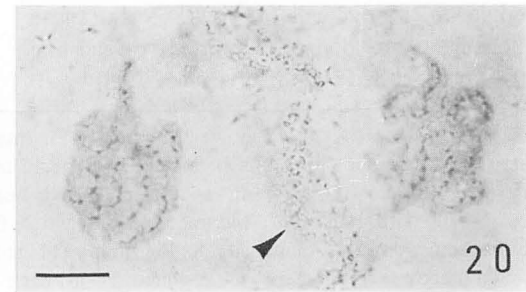
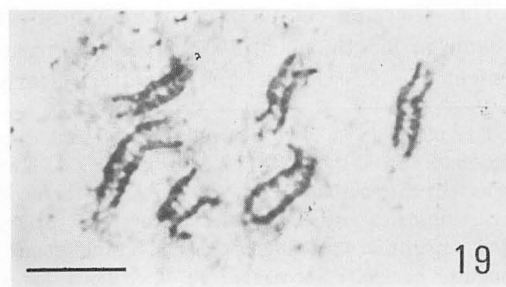
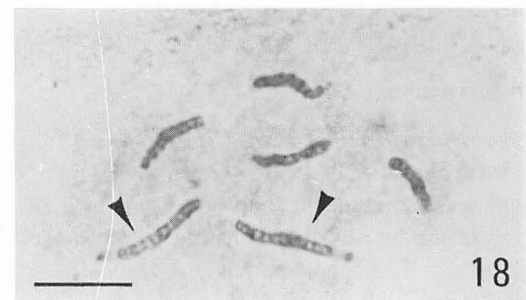
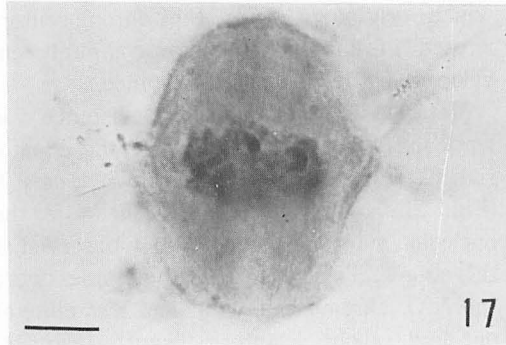
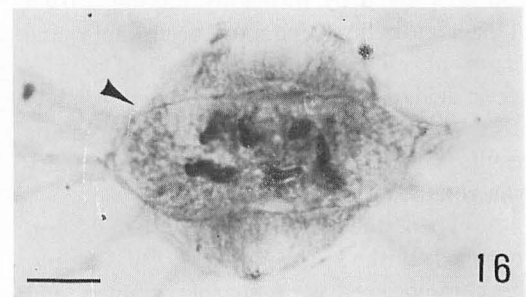
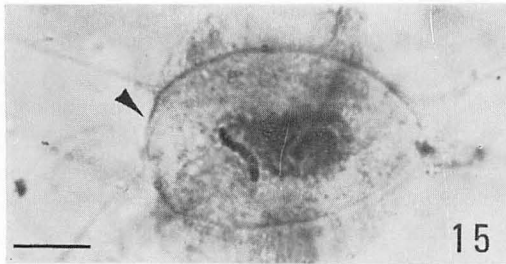
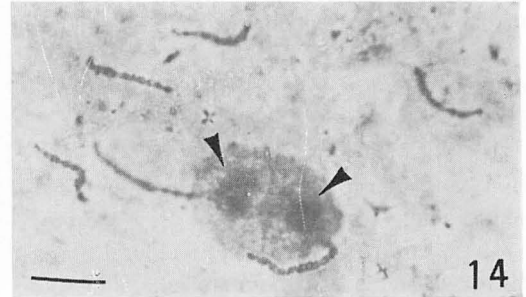
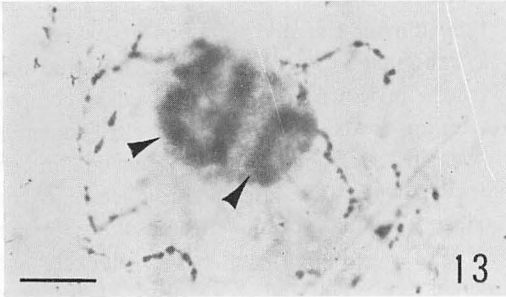
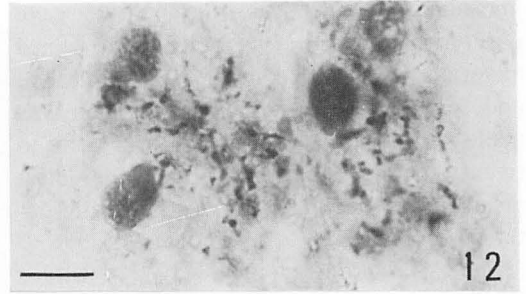
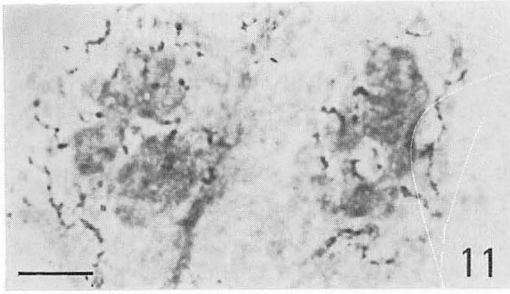
Interphase: The nucleus was lenticular, and was surrounded by cytoplasm, which spread out in all directions as cytoplasmic strands. The nucleus had one, sometimes two, large nucleoli which were seen as bright bodies in living cells (Fig. 1). In these nucleoli, two densely stained thread-like structures, called organizer tracks (GODWARD

1950) were clearly observed (Figs. 2, 3 and 4). When two nucleoli existed in a nucleus, each nucleolus had a single organizer track. Many irregular thread- or rod-shaped chromocenters were seen in the karyoplasm (Fig. 3). Near the nucleolus, there was one or two small spherical bodies which were as densely stained as the nucleolus, and had been termed Nebenkörper by GEITLER (1930) (Fig. 1). However, no activity of these bodies at any time during the division was observed.

Prophase: At this stage, the organizer tracks in the nucleolus appeared as compact winding cords (Fig. 4). Many chromocenters linearly arranged were observed in the karyoplasm. Then, the chromocenters condensed gradually and chromosomes formed (Fig. 4). At mid-prophase, twelve chromosomes were counted. Two of these were nucleolar organizing chromosomes (N.O. chromosome, GODWARD 1950) that connected with each of nucleolar-organizing region (N.O. region, GODWARD 1950) in the nucleolus and a satellite ahead of the nucleolus (Fig. 5). At late prophase, the nucleolus changed into a deeply stained substance, called the nucleolar substance (GEITLER 1935), and the two N.O. chromosomes and the ten other chromosomes which originated from the chromocenters located in karyoplasm were completely enveloped in the nucleolar substance.

Metaphase: The nucleolar substance was lenticular in shape and located in the equatorial plate of the nucleus as in *S. crassa* X (Fig. 21). Twelve chromosomes in the nucleolar substance were clearly observed at this stage. Two of these chromosomes were the N.O. chromosomes and had a satellite at one end, about 12 μm in length (Fig. 6). The other ten chromosomes were almost the same in length, about 10 μm . By pretreatment with 1 N HCl, a banding pattern clearly

Figs. 1-10. *Spirogyra crassa* (n=12) 1-3. Interphase nucleus: 1. Two nucleoli and Nebenkörper (arrow); 2. Organizer tracks in a nucleolus; 3. Chromocenters in karyoplasm; 4-5. Prophase: 4. Two organizer tracks (arrows) in a nucleolus and bead-shaped chromosomes; 5. N.O. regions (arrows) pretreated with HCl; 6-7. Metaphase: 6. Two N.O. chromosomes with a satellite (arrow); 7. Sticky chromosomes; 8-10. Anaphase: 8. Beginning of parallel separation and ladder shaped chromosomes; 9. Symmetric arrangement of chromatids in each daughter nucleolar substance; 10. Two horn-shaped N.O. chromosomes (arrows). (Scale bars=10 μm).



appeared on the chromosomes of this stage, and the number of bands on each chromosome was nearly constant (Fig. 6). Some of the chromosomes in metaphase showed some stickiness, and were connected with one another by a sticky substance at the end or side (Fig. 7).

Anaphase: In early anaphase, the lenticular nucleolar substance began to separate parallel to the equatorial plate of the nucleus. Twelve chromatids embedded in this substance were thus moved to the opposite poles. As a result of the separation of the nucleolar substance into two round shaped disks, all of the chromosomes began to separate in parallel. Then the densely stained portions of each chromosome began to stretch and all the chromosomes assumed a ladder shape (Fig. 8). As the satellite of the N.O. chromosomes separated later than the other parts, it was often seen as two trails or horn-like processes between the two nucleolar substance (Figs. 9 and 10). The twelve chromatids in each nucleolar substance disk was assumed to have a symmetric position (Fig. 9).

Telophase: The chromatids that reached each pole became fragments or rod-shaped chromocenters. The daughter nucleolar substances changed from a round to a spongy form and then to irregular shaped masses. At the end of telophase, one or two nucleoli occurred in each daughter nucleus (Figs. 11 and 12).

Cytokinesis: At late prophase, a ring consisting of minute granules appeared inside the cell wall at the middle of the cell. The ring was identified as two circles of granules which were unstainable and were not affected by heating (Figs. 20, 21 and 26). After nuclear division, the granular ring developed centripetally into a cell plate, and chloroplasts and cytoplasm were divided into two cells

by the plate.

2) *Spirogyra crassa* X (n=6)

At the beginning of prophase, the nucleus and the nucleolus began to swell up, and the organizer track in the nucleolus gradually became loose and short (Fig. 13). At midprophase, the chromocenters connected to each other and formed six bead-shaped chromosomes. Two of these chromosomes were the N.O. chromosomes (Fig. 14). The nucleolar substance was formed as in *S. crassa* (Fig. 21). The spindle was organized at four corners of the nucleus (Figs. 15 and 16). The barrel-shaped spindle developed gradually and was finally completed at late prophase (Fig. 17).

In metaphase, the two N.O. chromosomes were about 12 μm in length and the other four were the same shape and about 8 μm in length (Fig. 18). On the chromosomes, banding pattern was clearly observed.

At early anaphase, in strongly squashed preparations, by bipartition of the chromosomes, the densely stained bands stretched, and two parallel chromatids showed a ladder shape (Fig. 19). At a later stage, these chromatids separated from each other, but the satellite of the N.O. chromosomes separated later, as observed in *S. crassa* (Fig. 20). Finally, a new cross wall was formed in the same way as that in *S. crassa*.

3) *Spirogyra hunanensis* Jao (n=4)

At the beginning of prophase, about 20 dot-shaped chromocenters were observed in the karyoplasm (Fig. 22). The chromocenters gradually joined with each other and formed four bead-like chromosomes. Two of these were connected at their terminals in the nucleoli (Fig. 23). In metaphase, four chromosomes embedded in the nucleolar substance lined up on the equatorial plate. All four chromosomes were rod-shaped and 5-6 μm in

Figs. 11-12. *Spirogyra crassa* (n=12) 11-12. Telophase: 11. Fragmented chromosomes; 12. Newly formed nucleoli.

Figs. 13-20. *Spirogyra crassa* X (n=6) 13-16. Prophase: 13-14. Two organizer tracks (arrows) and six bead-shaped chromosomes; 15-16. Spindle formation and nuclear membrane (arrow); 17-18. Metaphase: 17. Spindle and chromosomes enveloped with nucleolar substance; 18. Two N.O. chromosomes (arrows); 19-20. Anaphase: 19. Parallel separation of chromosomes showing ladder-shape; 20. Two daughter nuclei and dictyosomes (arrow). (Scale bars=10 μm).

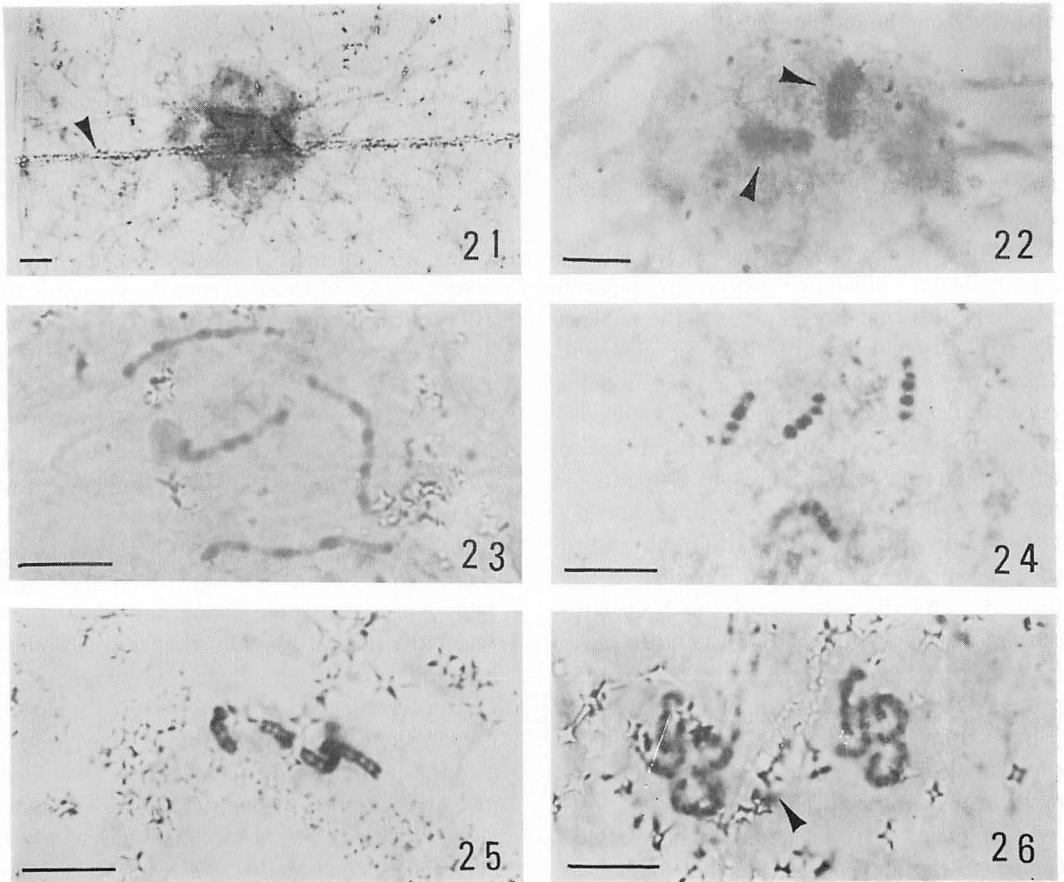


Fig. 21. *Spirogyra crassa* X. 21. Metaphase. Six chromosomes embedded in nucleolar substance and dictyosomes (arrow).

Figs. 22-26. *Spirogyra hunanensis* ($n=4$) 22-23. Prophase: 22. Two organizer tracks (arrow) and chromocenters; 23. Four bead-shaped chromosomes; 24-25. Metaphase: 24. Four chromosomes having bands; 25. Parallel separation of chromosomes; 26. Anaphase: 26. Symmetric arrangement of chromatids and dictyosomes (arrow). (Scale bars= $10\ \mu\text{m}$).

length. The two N.O. chromosomes had a satellite at their tips. Each chromosome had clear bands (Figs. 24 and 25). At anaphase, the nucleolar substance enclosing four chromosomes split transversally into two. On the chromatids of this stage, the same banding pattern characterized metaphase chromosomes was observed (Fig. 26).

Discussion

Through the present study on three species, *S. crassa*, *S. crassa* X and *S. hunanensis*, a general mitotic cycle of *Spirogyra* can be shown in diagramatic form (Fig. 27).

Densely stained chromocenters and nucleoli in interphase nuclei are prominent features of *Spirogyra*. GODWARD (1956) mentioned that the nature of the chromocenter was regarded as a feature of cytotaxonomical significance in *Spirogyra*. However, various forms of chromocenters, thread- or dot-shaped, were observed in each of the three species investigated, and of the other species used for chromosome observation (HARADA and YAMAGISHI, in preparation). Thus, a clear specificity of the chromocenters can not be recognized. GODWARD (1950, 1956) suggested that the number of nucleoli and the organizer tracks in each nucleus was related with the

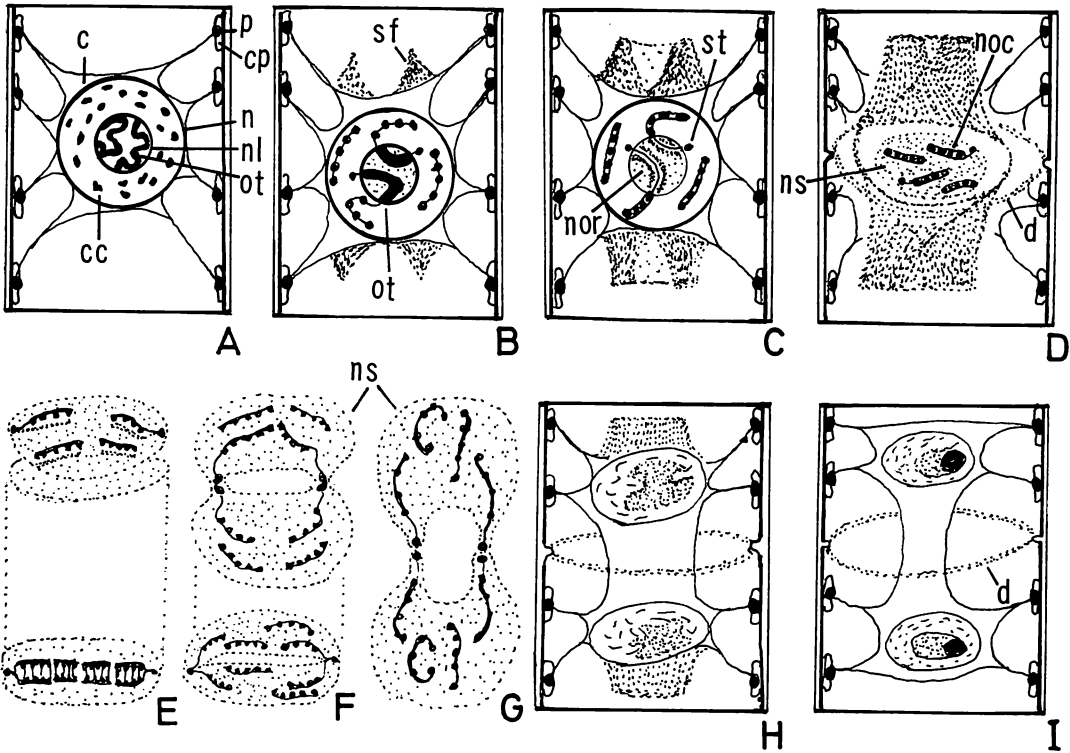


Fig. 27. Diagram showing mitosis in *Spirogyra*. A. Interphase; B-C. Prophase; D. Metaphase; E-G. Anaphase. bipartition of chromosomes enclosed with the nucleolar substance; H-I. Telophase. (c: cytoplasm, p: pyrenoid, cp: chloroplast, n: nucleus, nl: nucleolus, cc: chromocenter, ot: organizer track, sf: spindle fiber, ns: nucleolar substance, st: satellite, nor: nucleolar organizing region, noc: nucleolar organizing chromosome, d: dictyosome).

number of the N.O. chromosomes. Through the observation of the three species, it is confirmed that the number of the nucleoli coincides with the number of the organizer tracks.

GEITLER (1930, 1935) and DORAISWAMI (1946) reported that all of the chromosomes originated from the karyoplasm in *Spirogyra*. However, it was observed that all of the chromosomes except the N.O. chromosomes were formed from the linearly arranged bead-like chromocenters in the karyoplasm, as mentioned by WISSELINGH (1900) and GODWARD (1954). The banding pattern (Figs. 6, 18 and 24) in the chromosomes at metaphase became clear in pretreated preparation by 1N HCl. The number of the bands in each chromosome in metaphase is constant in three species investigated. More-

over, it was confirmed that the number of bands on each of the four chromosomes is equivalent to the numbers of chromocenters appeared in early prophase in *S. hunanensis* (Figs. 23 and 24).

GEITLER (1935) first described the nucleolar substance in *Spirogyra*. DORAISWAMI (1946) also suggested that the nucleolus changed into a substance, called the granular homogeneous substance, in midprophase. In *Sirogonium* (Zygnemataceae), a similar substance was also reported by WELLS (1969) and HARADA (1981). GODWARD (1953) traced the relationship of the nucleolus and the nucleolar substance in *S. crassa*. Figures 14-16 show that the nucleolus completely loses its sharp outline, then changes into the nucleolar substance. During late prophase, all the chromosomes are completely embedded inside the

nucleolar substance. This substance scatters and changes its original form in the squashed preparation of mid, and late prophase, and it remains only around the N.O. regions (Fig. 5), as GODWARD mentioned.

WISSELINGH (1900) and GEITLER (1930) observed the N.O. chromosomes in some species of *Spirogyra*. GODWARD (1950, 1953) illustrated a gradual emergence of the organizer tracks and development of the N.O. chromosomes in *S. crassa*. Throughout this investigation from early prophase to metaphase in the three species, it is demonstrated that the process of N.O. chromosome formation agrees with GODWARD's observations. Moreover, the existence of the N.O. regions in the nucleolus was ascertained by the pretreatment with 1 N HCl, which decreased the staining ability of the nucleolus (Fig. 5). GEITLER (1930) and GODWARD (1953) reported the existence of a satellite of the N.O. chromosome which projected from the nucleolar substance. In this study, the satellite at metaphase was observed as a horn-shaped projection. Moreover, it was confirmed that the satellite does not slough off and is completely enclosed in the nucleolar substance (Figs. 6 and 18).

GEITLER (1930) first mentioned the parallel separation of chromosomes in *S. crassa*, and he attributed this to the fluidity of the spindle and the rigidity of the chromosomes. GODWARD (1954) considered that the separation of the chromatids was due to the fact that the chromosomes had polycentric or diffuse centromeres instead of a localized centromere. The barrel-shaped spindle and the parallel separation of the chromosomes are observed in the three species used in this study, as has been reported by the previous workers. When the chromatids separate in parallel and move to opposite poles, the chromatids hold the same position and the same shape in each daughter nucleolar substance in polar view (Figs. 9, 20 and 26). This phenomenon may mean that the chromosome itself does not divide into two chromatids, but that the parallel separation of the chromosomes may be due to the separation of the

nucleolar substance itself.

Sometimes chromosomes in metaphase are connected to one another with sticky threads at the terminals or the sides. At anaphase, each chromosome shows a ladder shaped chromatic figure at the beginning of separation (Figs. 8 and 19). GEITLER (1930) first observed the stickiness between the chromosomes in *S. crassa*. Moreover, GODWARD (1950, 1953, 1954) mentioned that the sticky matrix was the nucleolar substance itself. By the staining method used in this study, the chromosomes are distinguishable from the nucleolar substance or nucleolus by their staining ability. After pretreatment with 1 N HCl, the staining ability of the chromosomes decreases in contrast to the nucleolar substance, which is never stained. By this method, chromatic strands or sticky threads between the chromatids and the chromosomes are stained in the same degree as the chromosomes. Judging from the staining ability, it is considered that the sticky threads and sticky substance are composed the same substance as the chromosomes.

WISSELINGH (1902) observed that the spindle did not develop to extend to the karyoplasm through the nuclear membrane in *S. setiformis*. The spindle formation was also investigated in detail by GEITLER (1930, 1935) and DORAISWAMI (1946). Spindle formation was observed in *S. crassa* X (Figs. 15, 16 and 17) in material stained but not squashed, because the spindle loses its structure in squashed preparations. The process of spindle formation is similar to that described by GEITLER (1930) for *S. crassa*.

Cells which entered into division always had a circle of minute granules (Figs. 20, 21 and 26), called dictyosomes (WELLS 1969), at the area where the new wall is formed. These organelles were also observed in *Sirogonium* by HARADA (1981), and in *Zygonema* by HARADA and YAMAGISHI (1980).

References

- DORAISWAMI, S. 1946. Nuclear division in *Spirogyra*. J. Indian Bot. Soc. 25: 19-36.

- FOWKE, L.C. and PICKETT-HEAPS, J.D. 1969. Cell division in *Spirogyra* I. Mitosis. *J. Phycol.* 5: 240-259.
- FOWKE, L.C. and PICKETT-HEAPS, J.D. 1969a. Cell division in *Spirogyra* II. Cytokinesis. *J. Phycol.* 5: 273-281.
- GEITLER, L. 1930. Über die Kernteilung von *Spirogyra*. *Arch. Protistenk.* 71: 79-100.
- GEITLER, L. 1935. Neue Untersuchung über die Mitosis von *Spirogyra*. *Arch. Protistenk.* 85: 10-19.
- GODWARD, M.B.E. 1948. The iron alum acetocarmine method for algae. *Nature* 161: 203.
- GODWARD, M.B.E. 1950. On the nucleolus and nucleolar-organizing chromosomes in *Spirogyra*. *Ann. Bot.* 14: 39-53.
- GODWARD, M.B.E. 1953. Geitler's nucleolar substance in *Spirogyra*. *Ann. Bot.* 17: 403-415.
- GODWARD, M.B.E. 1954. The diffuse centromere or polycentric chromosomes in *Spirogyra*. *Ann. Bot.* 18: 143-156.
- GODWARD, M.B.E. 1956. Cytotaxonomy of *Spirogyra* I. *S. submargaritata*, *S. subechinata* and *S. britannica*. *J. Linn. Soc. Bot. London* 55: 532-546.
- GODWARD, M.B.E. and NEWNAHAM, R.E. 1965. Cytotaxonomy of *Spirogyra* II. *S. neglecta* (Hass.) Kütz., *S. punctulata* Jao, *S. majuscula* (Kütz.) Czurda emend., *S. ellipsospora* Transeau, and *S. porticallis* (Müll.) Cleve. *J. Linn. Soc. Bot. London* 59: 99-110.
- HARADA, A. 1981. Cytological studies on *Sirogonium* (Chlorophyceae) I. Mitosis in *Sirogonium sticticum* and *S. melanosporum*. *Jap. J. Phycol.* 29: 23-29.
- HARADA, A. and YAMAGISHI, T. 1980. Cytological studies on *Zygnema* (Chlorophyceae) I. Mitosis. *Jap. J. Phycol.* 28: 233-240 (in Japanese).
- OURA, G. 1935. On the mitosis of *Spirogyra* with special reference to the nucleolar organization and nucleolar organizing chromosome. *Cytologia* 18: 297-304.
- SUEMATSU, S. 1936. Karyological study of *Spirogyra* by means of nuclear-reaction. *Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku.* 3: 35-40.
- TATSUNO, S. and IYAMA, I. 1971. Cytological studies on *Spirogyra*. I. *Cytologia* 36: 86-92.
- UEDA, K. 1956. Structure of plant cells with special reference to lower plants. I. Mitosis in *Spirogyra setiformis*. *Cytologia* 21: 384-390.
- WELLS, C. 1969. Cytology of the green alga *Sirogonium*. Ph. D. Thesis, Arizona Univ.
- WISSELINGH, C. 1900. Über Kernteilung bei *Spirogyra*. *Flora* 87: 355-377.
- WISSELINGH, C. 1902. Untersuchung über *Spirogyra*. *Bot. Zeitg.* 60: 115-138.
- WITTMANN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain Technol.* 40: 161-163.

原田 彰*・山岸高旺**：アオミドロ属（緑藻類）の体細胞分裂

奈良県下の水田、池から採集したアオミドロ属の3種を材料として、糸状体細胞にみられる体細胞分裂の経過を調べた。その中で、静止核の仁内構造、前期での仁内構造の変化に伴う仁形成染色体と仁物質の形成、核質内での染色体の形成過程が観察された。また前期の仁形成染色体が塩酸処理で観察された。中期の染色体が平行に分離し、染色体相互の形態を維持したまま後期の染色分体を生じ、遅れて分離する付随体の部分が突出した形を示すが、これらは仁物質に包まれたままであることが観察された。*S. crassa* は12, *S. crassa* X は6, *S. hunanensis* は4個の染色体数を持ち、3種ともそのうち2個は仁形成染色体である。(*581 八尾市千塚 102大阪府立清友高校, **252 藤沢市亀井野 日本大学農獣医学部)

Meiosis in *Spirogyra* (Chlorophyceae)

Akira HARADA* and Takaaki YAMAGISHI**

**Seiyu Senior High School, Chizuka, Yao-City, Osaka, 581 Japan*

** *Biological Laboratory, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University, Kameino, Fujisawa, Kanagawa, 252 Japan*

HARADA, A. and YAMAGISHI, T. 1984. Meiosis in *Spirogyra* (Chlorophyceae) Jap. J. Phycol. 32: 10-18.

Meiosis in four species of *Spirogyra*, *S. crassa*, *S. crassa* X, *S. hunanensis* and *S. lacustris*, was investigated. The time of occurrence of meiosis, the pairing of homologous chromosomes in young zygospores, the bivalents which formed in each conjugated nucleus, nucleolar organizing chromosomes, sticky chromosomes, parallel separation of chromosomes, and abortion of three nuclei were observed.

Key Index Words: meiosis; pairing of homologous chromosomes; bivalent formation; chromosome; N.O. chromosome; sticky chromosome; *Spirogyra*; *Chlorophyceae*.

Meiosis in *Spirogyra* has been reported previously by only a few workers, KARSTEN (1908), TRÖNDLE (1911) and GODWARD (1961), but these reports have dealt with only part of meiotic division. In the present study, the entire meiotic cycle in four species, *Spirogyra crassa* Kützing, *S. crassa* X, *S. hunanensis* Jao and *S. lacustris* Czurda, is presented.

Materials and Methods

S. crassa, *S. crassa* X and *S. hunanensis* were collected from various rice fields or ponds in Nara Prefecture. The places and dates of collection were the same to the materials used for our previous observation on mitosis (HARADA and YAMAGISHI 1984). Fertile filaments of *S. lacustris* were collected from a rice field in Ikebe, Nara Prefecture, in August, 1975.

Materials were fixed with acetic-alcohol (1:3) mixture. For observation of the meiotic cycle, the zygospores were isolated from fixed filaments. Then, the contents of the zygospore were squashed on slides. Then,

the zygospores were pretreated and stained using the same methods as reported for observations of the mitotic process (HARADA and YAMAGISHI 1984).

Observations

1) *Spirogyra crassa* Kützing (n=12)

Zygospore formation and meiosis: A zygospore was formed in a female cell. The zygospore wall immediately after conjugation was thin and soft. Inside the young zygospore, the remainders of the chloroplast were seen as light green coloured contents. Shortly after formation of zygospore, the green colour of the zygospore faded away, and oil drops accumulated. The zygospore wall became gradually hard and thick, and finally developed characteristic ornamentation on the surface. Meiosis began early in the green zygospore and was already finished when the zygospore wall fully ripened.

The fusion of two gametangial nuclei: In the young zygospore, the two nuclei which originated from the gametes stayed in contact with each other without fusion, and the

nuclear membrane remained intact. It was very difficult to stain the nucleus at this stage, and moreover, the nucleolus was not as distinct as the interphase nucleolus in the mitotic cycle (Fig. 1). In the karyoplasm, a densely stained amorphous substance and short thread-like bodies were observed (Fig. 1).

The first division. Prophase: In early prophase, the nucleoli in each of the contacting two nuclei enlarged gradually and stained homogeneously. Many stained thread-like bodies were observed in the karyoplasm. This stage seemed to be leptotene. Meanwhile, the many thread-like bodies which consist of granular chromatins began to form a line and constructed chromonemata. This stage was considered to be pachytene (Figs. 2 and 3). These granular chromatins on the thread-like body condensed gradually and formed twelve chromosomes in which two were the nucleolar organizing chromosomes (N.O. chromosome, GODWARD 1950) (Fig. 4). In each nucleus, homologous chromosomes, including two N.O. chromosomes paired in parallel and formed six bivalents (Fig. 5). In this stage, which seemed to be diplotene, densely stained chromatins arranging on each chromosome were clearly observed (Figs. 4 and 5). The bivalents at this stage were seen as two groups and gathered around each nucleolus of the two contacted nuclei (Fig. 6). The N.O. chromosomes attached to densely stained regions in the nucleolus at one end (Fig. 5).

The thread-like structure in the nucleolus during mitotic division, illustrated by GODWARD (1950), was not observed, and only a stained portion was recognized in the nucleus.

At late diplotene, each chromosome contracted. The terminal of the bivalents appeared to separate into four chromatids, and almost all of the bivalents seemed to consist of two parallel homologous chromosomes (Fig. 7). Chiasma was not observed. At this stage, the membrane of the two conjugated nuclei, which were still in contact with each other, disappeared and the two nuclei fused into one. At diakinesis the bivalents began

to move to the equatorial plate of the cell, and the nucleoli attached to the N.O. chromosomes became invisible (Fig. 8).

Metaphase: Each of the twelve bivalents on the equatorial plate consisted of four chromatids, was either 0 shaped or quadrangular which were connected at both ends and separated in the middle (Figs. 8 and 9). The nucleolar substance that enveloped all the chromosomes at metaphase in mitosis could not be recognized.

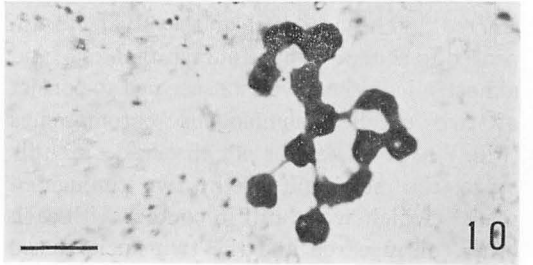
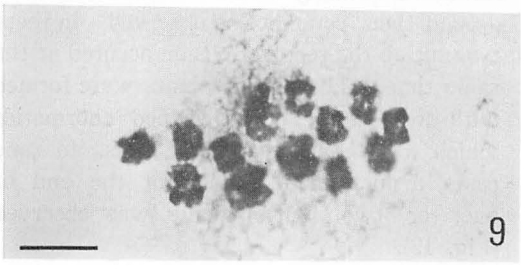
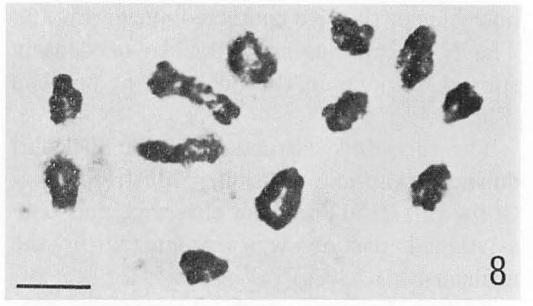
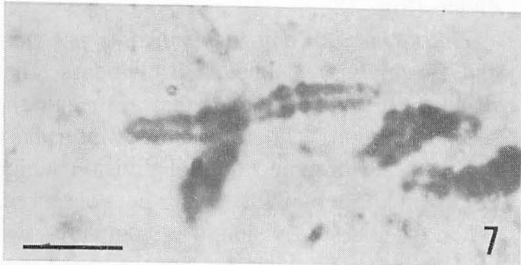
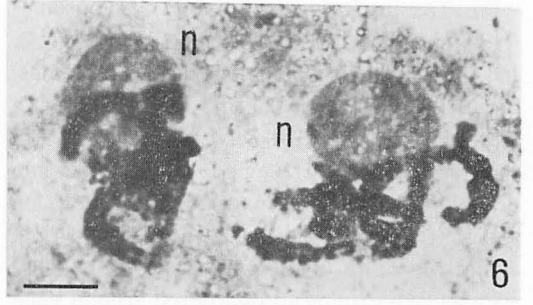
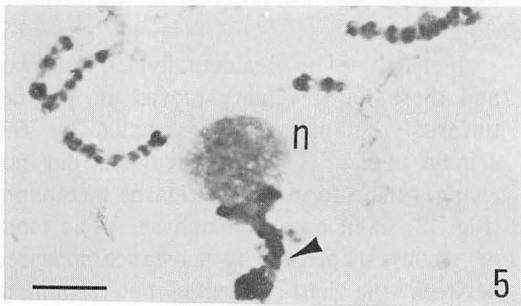
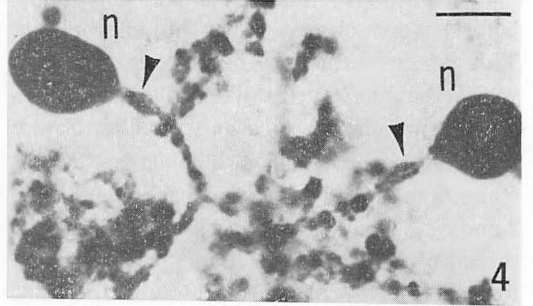
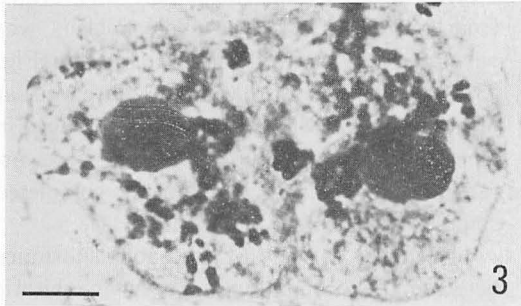
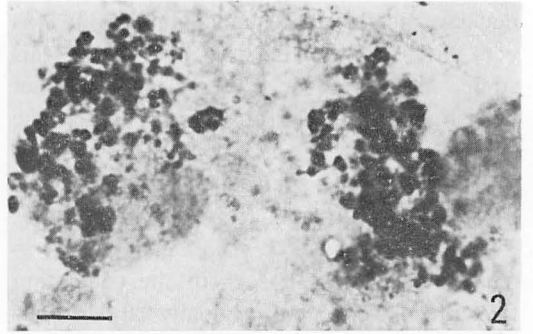
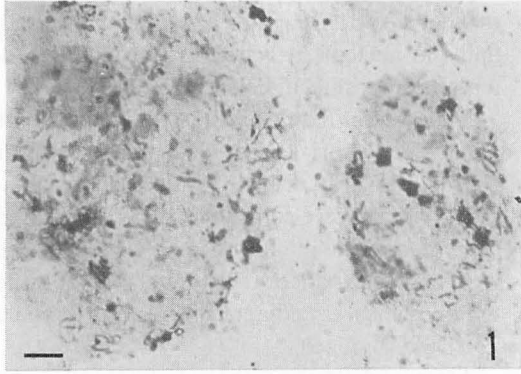
After a short time, the spindle was formed from both poles and the whole nucleus was enveloped as observed in *S. humanensis* (Fig. 23). Spindle fibers that were observed at prophase in mitosis could not be observed in meiosis. When all the bivalents were arranged at the equatorial plate, the completed spindle had a barrel shape (Fig. 11).

The sticky thread-like stainable substance between the chromosomes, seen in mitotic metaphase, was also observed on the bivalents (Fig. 10).

Anaphase: The bivalents divided into two, and these half-bivalents moved in parallel towards the poles, being pulled by the spindle fibers. The half-bivalents did not change their form or position at metaphase (Fig. 13), as in mitotic anaphase. The tooth or woolly shaped sticky substance appeared between the half-bivalents that began to divide (Fig. 12).

The second division. Interphase, prophase and metaphase: The half-bivalents that reached to each pole immediately began the second division. Therefore, the interphase between the first and second division which occurs in higher plants was not observed. When the first division was complete, two nuclei were distinguishable, but the membrane around them could not be observed. In these two nuclei, the second division occurred at the same time. The half-bivalents were formed with two parallel or 0 shaped chromatids which were connected at the ends. In some cases, a nucleolus-like body at the end of one, or two half-bivalents was observed (Fig. 13).

Anaphase: At second anaphase, these



chromatids divided in parallel in the same way as at first metaphase. As a result of the second division, four nuclei were formed. The twelve chromatids in each of four nuclei remained in the same shape and arrangement in polar view (Fig. 14).

Telophase: The chromatids gradually became fuzzy and broke down, and then changed into many short irregular fragments. At the same time, the nuclear membrane appeared. Two or more globular or irregular shaped nucleoli were reformed in each nucleus, but finally they became one or two in number. On the other hand, individual chromatids changed to rod-shaped or thread-like chromatins scattered in the karyoplasm (Fig. 15).

Degeneration of three nuclei: Only one nucleus of the four nuclei which formed in telophase had one or sometimes two large nucleoli and many thread-like chromatins. The other three nuclei changed to densely stained irregular bodies and finally disappeared (Fig. 16).

The fully matured zygospores had a hard and coloured wall, and only one large nucleus with many short zigzag thread-like chromatins, and one or two large nucleoli. Moreover, one or two small globular bodies, called Nebenkörper (GEITLER 1930), were observed together with the nucleolus (Fig. 17).

In the dormant zygospore, the nucleus had no thread-like chromatins, and showed a rather homogenous condition. The nucleoli also stained homogeneously and contained no structure, as had appeared in mitotic interphase.

Germination of the zygospore: At germination, the zygospore wall split and only one new cell appeared. In it one nucleus and one clearly stained nucleolus were found. Then the cell began to divide. The basal cell elongated, but did not divide further. Another top cell divided repeatedly and the

filaments elongated, but there was no synchronous division.

2) *Spirogyra crassa* X (n=6)

This species showed a process similar to that of *S. crassa* mentioned above, except having smaller and fewer chromosomes.

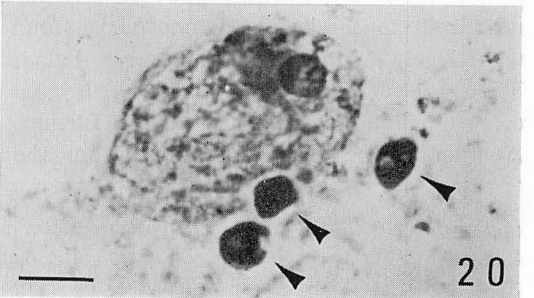
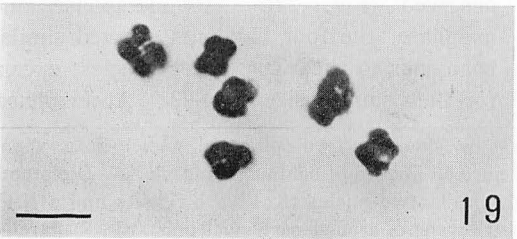
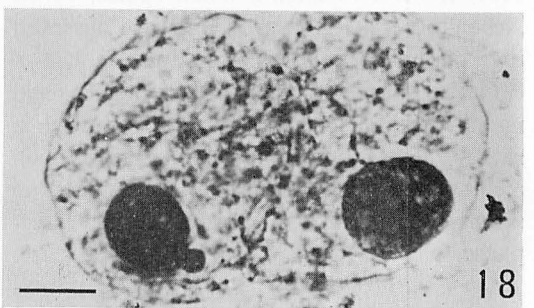
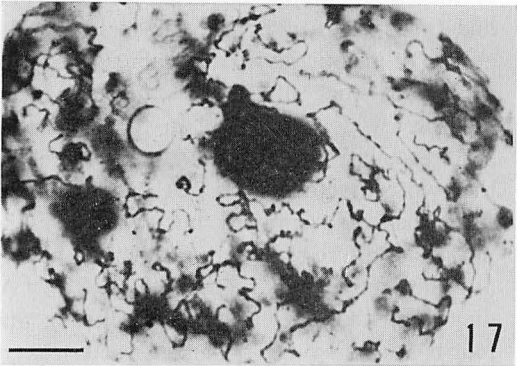
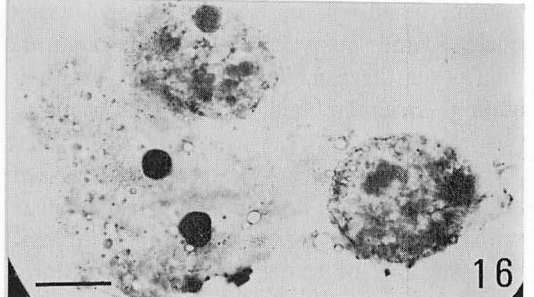
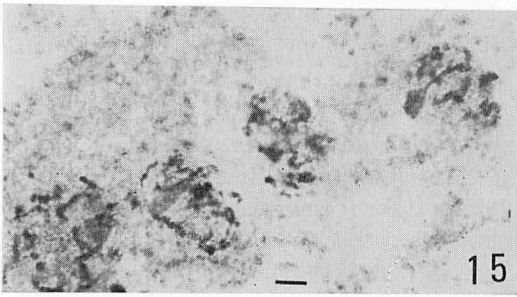
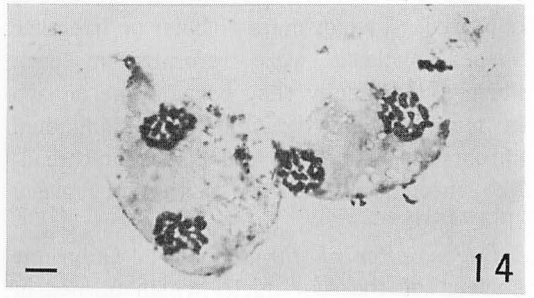
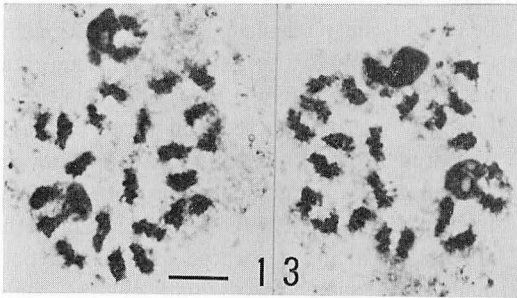
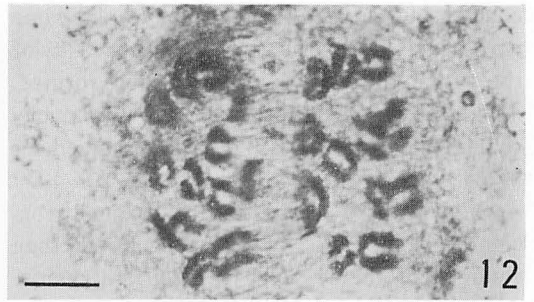
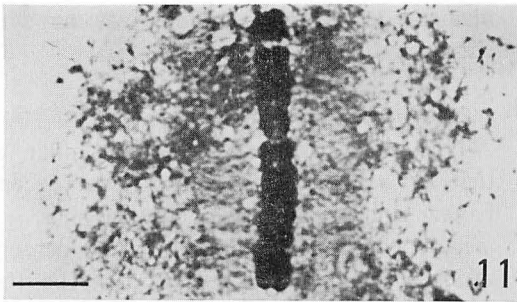
In prophase of the first division, a densely stained region that was assumed to be the organizer track (Fig. 18), as in mitosis, appeared in the nucleolus, but the relationship of this region to the N.O. chromosome was not observed clearly. At diakinesis, each bivalent was contracted and three bivalents appeared in each nucleus. Six bivalents arranged at the equatorial plate were observed in metaphase (Fig. 19). At anaphase, the six half-bivalents separated towards the both poles. In some cases, one of the half-bivalents had a nucleolus-like body at its end. The process of the abortion of three nuclei was similar to that in *S. crassa* (Fig. 20).

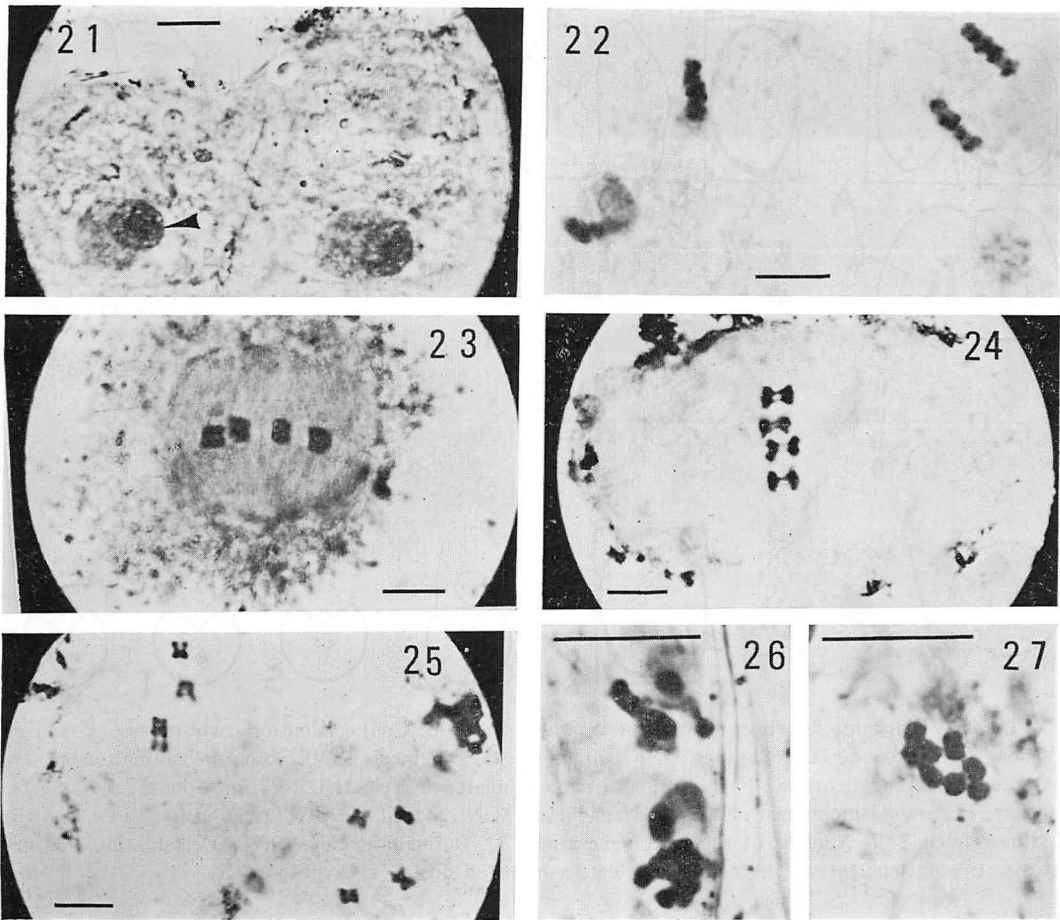
3) *Spirogyra hunanensis* Jao (n=4)

This species had four chromosomes and size of each was smaller than that of the two other species observed. Therefore, it was difficult to clearly observe the relationship of the N.O. chromosomes to the nucleolus and the process of bivalent formation. The outline of meiotic division of this species was similar to that of the two other species studied.

At prophase of the first division, each of the two contacted nuclei in the young zygospore had a prominent nucleolus. In the nucleolus, there was a large globule having an inner reticular structure (Fig. 21). At diplotene, the nuclei became indistinct and four bivalents having a banded pattern were observed (Fig. 22). At metaphase and anaphase, the four bivalents showed similar behaviour to the two former species, except for their smaller size (Fig. 23). At anaphase,

Figs. 1-10. *Spirogyra crassa* (n=12) 1-10: First division. 1. Two contacted nuclei in a young zygospore; 2-3. Pachytene; Granular chromatins and nucleoli in each of contacted nuclei; 4-7. Diplotene: 4. bivalents, N.O. chromosomes (arrows) and nucleoli (n) in two nuclei; 5. Five bivalents and a N.O. chromosome (arrow) in one nucleus; 6. Two groups of bivalents around each nucleolus (n); 7. Parallel structure of bivalents; 8. Diakinesis; 9-10. Metaphase: 10. Sticky chromosomes. (Scale bars=10 μ m).





Figs. 21-25. *Spirogyra hunanensis* ($n=4$) 21. Leptotene. Two contacted nuclei and reticular structure in nucleoli (arrow); 22. Diplotene. Four bivalents; 23. First metaphase. Spindle and chromosomes; 24. First anaphase; 25. Second metaphase.

Figs. 26-27. *Spirogyra lacustris* ($n=8$) 26. Diakinesis; 27. First metaphase. (Scale bars= $10\ \mu\text{m}$).

sticky chromosomal fibers connecting the separated half-bivalents were observed (Fig. 24). The fibers were also observed at anaphase of the second division (Fig. 25). After the second division, in the daughter nuclei, two, or rarely four, nucleoli were observed.

4) *Spirogyra lacustris* Czurda ($n=8$)

The behaviour of the nucleolus and chro-

mosomes in the first division in this species was similar to that of the former three species. At diplotene, in each of the two connected nuclei, one N.O. chromosome and three other chromosomes gathered around the nucleolus (Fig. 26). At first metaphase, the eight bivalents arranged on the equatorial plate consisted of two short rod-shaped chromosomes (Fig. 27).

Figs. 11-16. *Spirogyra crassa*. 11-12: First division; 11. Metaphase: A barrel-shaped spindle; 12. Anaphase; 13-16. Second division: 13. Metaphase; 14. Anaphase; 15. Four nuclei after meiosis; 16. Two aborted nuclei.

Figs. 17-20. *Spirogyra crassa* X ($n=6$) 17. Leptotene; 18. Chromatids arranged in a line and nucleoli in two contacted nuclei; 19. First metaphase; 20. Three aborted nuclei (arrows). (Scale bars= $10\ \mu\text{m}$).

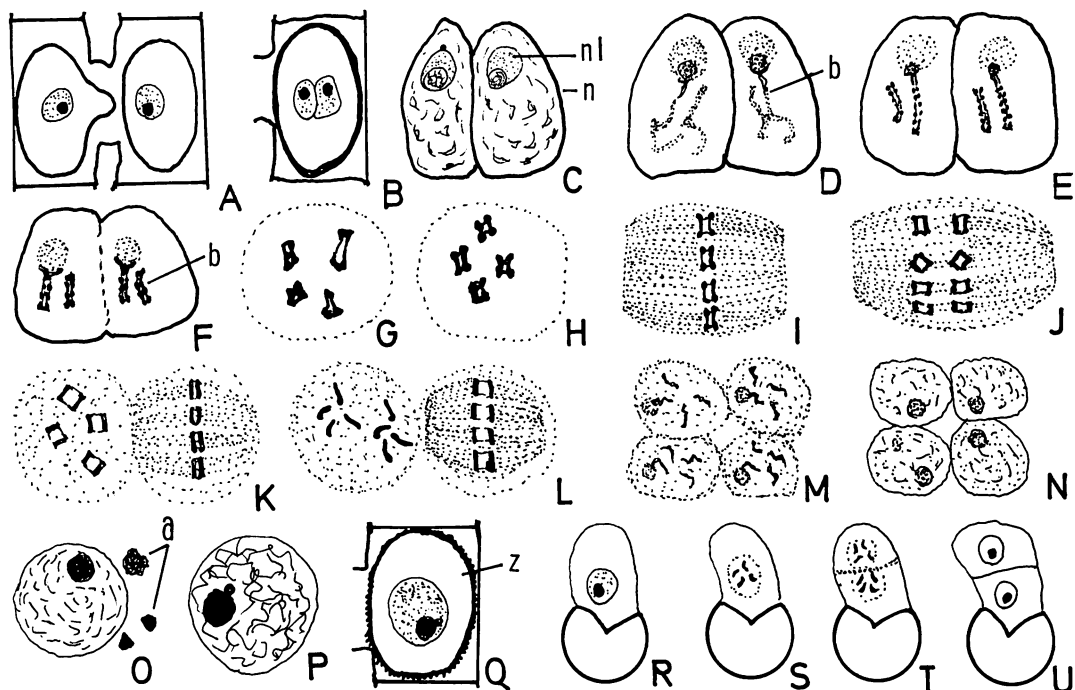


Fig. 28. Diagram showing meiosis in *Spirogyra*. A-B. Conjugation of two nuclei; C-J. First division; C. Leptoene; D. Pachytene; E-F. Diplotene; G. Diakinesis; C-E. Bivalent formation in two contacted gametangial nuclei; F-H. Fusion of two conjugated nuclei; H-I. First metaphase; J-N. Second division; K. Second metaphase; L. Second anaphase; M-N. Tetrad, newly formed nucleoli; O. Abortion of three nuclei; P. Nucleus of the next generation; Q. Dormant nucleus; R-U. Germination and first mitosis. (n: nucleus, nl: nucleolus, b: bivalent, a: aborted nuclei, z: zygospore).

Discussion

The meiotic cycle of *Spirogyra* observed during this study is diagrammatically shown in Figure 28.

From observation of meiosis in four species of *Spirogyra*, the most prominent feature is the pairing of homologous chromosomes. After the conjugation of two gametangial cells, the two nuclei still remain in contact with each other without fusion in the young zygospore (Figs. 3, 18 and 21). During first prophase, the pairing of chromosomes occurs in each nucleus (Figs. 4 and 5). The first observation of meiosis in *S. jugaris* was by KARSTEN (1908). He reported that the chromosomes paired at first metaphase, but he did not mention the continued contact of two nuclei nor bivalent formation in each nucleus. TRÖNDLE (1911) reported the process of meiosis in three species of *Spirogyra*. He observ-

ed, in *S. neglecta*, that the pairing of chromosome occurred in each of the two contacted nuclei. However, he stated that such a pairing might occur probably for some artificial effect.

The pairing of chromosomes before fusion of two nuclei has been confirmed in four species studied. In *S. crassa* X and *S. hunanensis*, which have smaller number of chromosomes, the process of bivalent formation was clearly observed in each nucleus. This pairing of the homologous chromosomes in each nucleus originated from two gametangial cells has not been reported for any haplont plants. However it seems to be common in *Spirogyra*. Moreover, a similar feature has been previously observed in two species of *Sirogonium* at first prophase in meiosis (HARADA and YAMAGISHI 1981).

Bivalent formation in *Spirogyra* can be explained as the following: considering the

example of *S. crassa* X ($n=6$), the two N.O. chromosomes and four ordinary chromosomes (autosomes) appear in pachtene, then the three bivalents occur in each nucleus in the diplotene stage, It is thought that the six chromosomes are composed of three homologous pairs, The authors conclude that the chromosome composition in the nucleus of *Spirogyra* is actually diploid, not haploid. Therefore, the bivalents that are arranged on the equatorial plate in first metaphase have a different origin from those of higher plants.

GODWARD (1961) mentioned chiasmata at the formation of bivalents, but in diplotene and diakinesis, chiasmata could not be observed. The paired chromosomes of each bivalent are parallel and they reach maximum contraction at first metaphase.

The existence of N.O. chromosomes in the mitotic cycle were reported by WISSELINGH (1900), GEITLER (1930) and GODWARD (1950). However, there is no report of the N.O. chromosomes in meiosis. Regarding the chromosome formation in the meiotic cycle, KARSTEN (1908) mentioned that the chromosomes originated from the nucleolus in the zygospore, and TRÖNDLE (1911) observed the existence of the nucleolus, but did not mention the relationship between the nucleolus and the chromosomes. GODWARD (1961) paid special attention to the behaviour of the nucleolus in both mitosis and meiosis. However, she could not clearly trace it in the meiotic cycle.

In this study, the relationship between the N.O. chromosomes and the nucleolus is confirmed for the first time, through observation of first prophase and second metaphase in meiosis. In *S. crassa* ($n=12$), there are two N.O. chromosomes in each conjugated nucleus. At diplotene, these two chromosomes, forming a bivalent, are attached terminally to the nucleolus (Figs. 4 and 5). It is difficult to distinguish the N.O. chromosomes from the other chromosomes at first metaphase. In second metaphase, nucleolus-like bodies were observed at the terminal of two half-bivalents. It is suggested that the nucleolus

is reformed at the terminal of the N.O. chromosome.

GODWARD (1961) observed the stainable woolly-shaped or fiber-like threads between, or around the separating half-bivalents at late diakinesis and first anaphase, and she mentioned that these stainable structure were derived from the stickiness of the nucleolar substance enclosing the chromosomes. KUSANAGI (1962) also observed similar stainable fibers in *Luzula* (Juncaceae) which appeared on the chromosomes at anaphase of the first division.

During prophase of the first division, each chromosome was observed as a clear outline, somewhat rigid, and such a woolly structure was not observed. At first metaphase and anaphase, the fiber-shaped threads between the chromosomes and dividing chromatids were observed (Figs. 8, 9, 12 and 13). As mentioned in the previous paper (HARADA and YAMAGISHI 1984), the sticky substance is considered to be homogeneous with the chromosomes from the view point of staining ability.

TRÖNDLE (1911) first reported that *S. calospora* and *S. longata* had diploid chromosomes at first metaphase, and four nuclei having haploid chromosomes were formed in the second division, and the three of them aborted and only one developed. From observation of four species, the process of the abortion of three nuclei agrees well with that noted by TRÖNDLE.

KARSTEN (1908) mentioned that the meiosis occurred at the time of the germination of zygospores. TRÖNDLE stated that the meiosis completed at about the same time as the maturation of zygospores. Moreover, GODWARD (1961) observed that the meiosis finished a week after conjugation. In all four species investigated in this study, however, meiosis was observed in young zygospores, and finished before the maturation of the zygospores. Only one nucleus was usually observed in the matured zygospores laying dormant.

References

- GEITLER, L. 1930. Über die Kernteilung von *Spirogyra*. Arch, Protistenk. 85: 10-19.
- GODWARD, M. B. E. 1950. On the nucleolus and nucleolar organizing chromosomes in *Spirogyra*. Ann. Bot. 14: 39-53.
- GODWARD, M. B. E. 1961. Meiosis in *Spirogyra crassa*. Heredity 16: 53-62.
- HARADA, A. and YAMAGISHI, T. 1981. Cytological studies on *Sirogonium* 2. Meiosis in *S. melanosporum* and *S. sticticum*. Jap. J. Phycol. 29: 157-162.
- HARADA, A. and YAMAGISHI, T. 1984. Mitosis in *Spirogyra*. (Chlorophyceae). Jap. J. Phycol. 32: 1-9.
- KARSTEN, G. 1908. Die Entwicklung der Zygoten von *Spirogyra jugalis* Kütz. Flora 99: 1-11.
- KUSANAGI, A. 1967. On the behaviour of the nucleoleolus in cell division, with special reference to the relationship between the nucleolus and cytological characteristics in *Luzula*. Jap. Journ. Bot. 19: 387-418.
- TRÖNDLE, A. 1911. Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von *Spirogyra*. Zeitschr. Bot. 3: 593-619.
- WISSELINGH, C. 1900. Über Kernteilung bei *Spirogyra*. Flora 87: 355-377.

原田 彰*・山岸高旺**：アオミドロ属（緑藻類）の減数分裂

奈良県下の水田、池から採集したアオミドロ属4種を材料として、接合胞子内での減数分裂の経過を調べた。接合した雌雄両配偶子の核は若い接合胞子内では接着したままの状態第1分裂前期を経過する。すなわち接着した両核内で別々に相同染色体が対合して二価染色体を形成する。このことはそれぞれの核内の2個の仁形成体が対合し、仁に接している部分が離れていることでも確かめられた。減数分裂の経過からアオミドロ属の糸状体細胞の核相は n ではなく $2n$ と見なされるのではないかと考えられる。分裂終了後3核は退化する。この時期には接合胞子膜は完熟していることからアオミドロ属の減数分裂は接合直後にはじまり、接合胞子の完熟時には終わっているといえる。（*581 八尾市千塚 102 大阪府立清友高校，**252 藤沢市亀井野 日本大学農獣医学部）

**Studies on freshwater red algae of Malaysia IV.
Batrachospermum bakarensense, sp. nov. from Sungai
Bakar, Kelantan, West Malaysia**

Shigeru KUMANO* and M. RATNASABAPATHY**

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

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

KUMANO, S. and RATNASABAPATHY, M. 1984. Studies on freshwater red algae of Malaysia IV. *Batrachospermum baharensense*, sp. nov. from Sungai Bakar, Kelantan, West Malaysia. Jap. J. Phycol. 32: 19-23.

The present paper deals with a part of collections of freshwater red algae from Sungai Bakar, Kelantan, West Malaysia. A new species, *Batrachospermum bakarensense* (Rhodophyta, Nemalionales) is described here. This species may belong to the section *Viridia* and differs from others in this group, in having a slightly curved carpoogonium-bearing branch with short bracts issuing unilaterally.

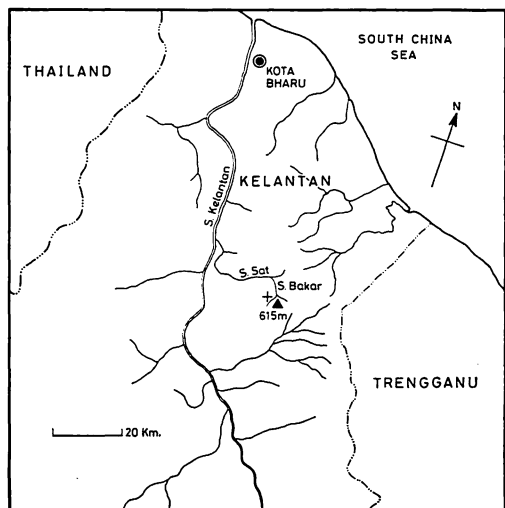
Key Index Words: *Batrachospermum bakarensense* sp. nov.; freshwater Rhodophyta; Malaysia; taxonomy.

The wide distribution and diversity of the freshwater red algal flora of South-East Asia has been shown (KUMANO 1980), and the genus *Batrachospermum* is well known from Malaysia (RATNASABAPATHY 1974, 1981, 1982, KUMANO 1978, RATNASABAPATHY and KUMANO 1982a, 1982b, KUMANO and RATNASABAPATHY 1982), northern Australia (BAILY 1895) and Papua New Guinea (KUMANO and JOHNSTONE 1983, KUMANO 1983, KUMANO and WATANABE 1983). The present authors report here on a new species of *Batrachospermum* collected from Sungai Bakar, Kelantan, West Malaysia.

Location and Habitat

Sungai Bakar, lying between latitude 5°41' and 5°45'N, longitude 102°14' and 102°17'E in the state of Kelantan flows generally in a northwesterly direction through mostly primary forest-covered hills of the Hutan Simpan Ulu Sat before discharging into the Sungai Kelantan via Sungai Sat (Map 1).

Bukit Bakar, the highest hill in the area, is about 615 m above mean sea level. Recent disturbances of the forest and the stream by human activities are noticeable. The stream is subject to seasonal fluctuations in water



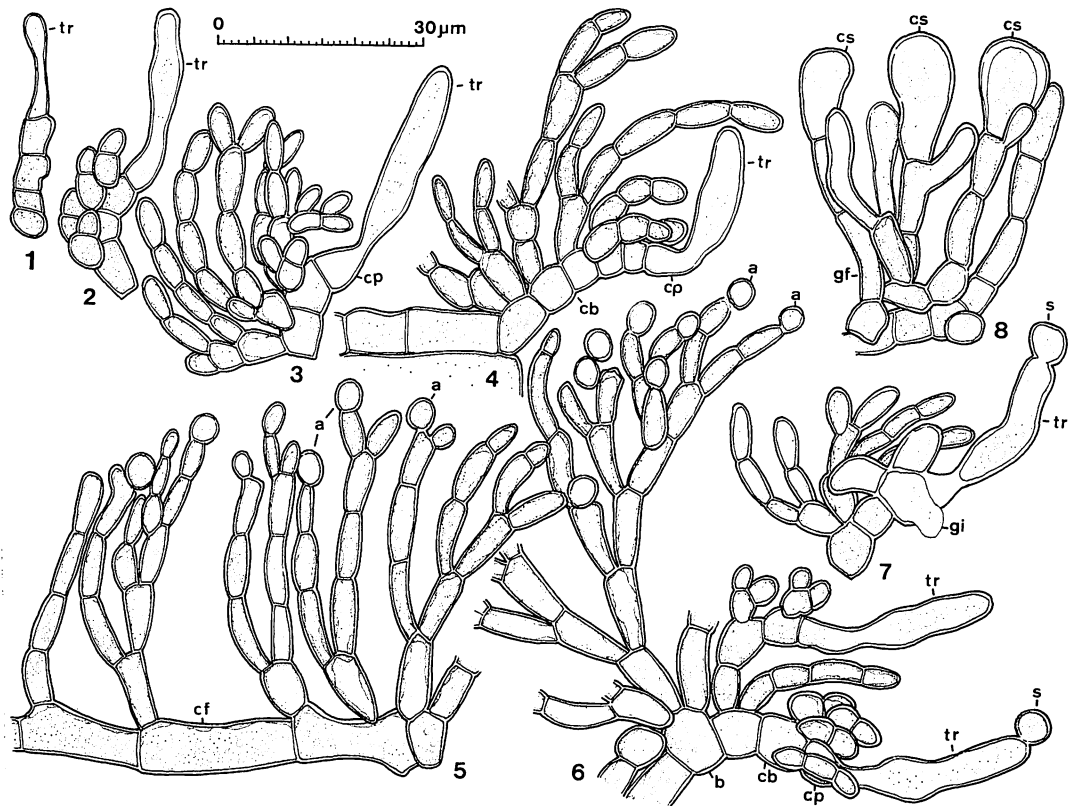
Map 1. The collecting site of *Batrachospermum bakarensense*.

level and an inspection of the stream banks showed that during rainy monsoonal months the level may rise to a metre or more in the vicinity of the Forest Department Nursery located about 0.8 km below the site of collection of the alga. The stream bed varies in structure, consisting of granitic rocks, stones or sand, of riffles and some rock pools and cascades. At the time of collecting of the alga in the afternoon, the water was 5-35 cm deep, very clear, its temperature 26-27°C and pH 6.5.

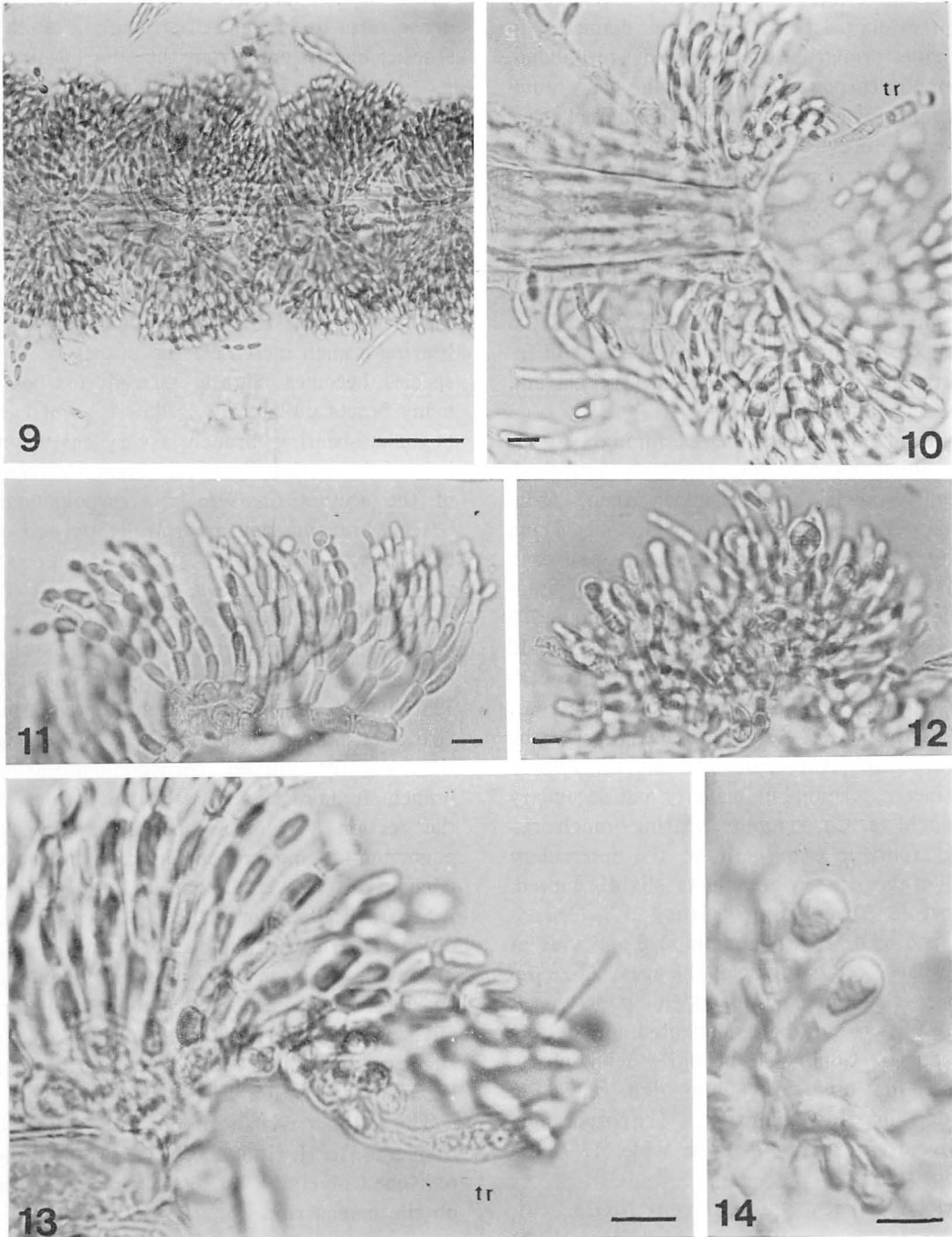
Discription of the Species

Batrachospermum bakarensense KUMANO et RANTASABAPATHY, sp. nov. (Figs. 1-8, 9-14)

Frons monoica, ca. 1.5 cm alta, 70-300 μm crassa, plus minisve regulariter ramosa, parum mucosa, atrovirens. Cellulae axiales cylindricae, 15-40 μm crassae, 40-130 μm longae. Verticilli doliiformes, in parte vetustiore frondis contigui. Ramuli primarii abundanter ramificentes, ex 7-9 cellulis constantes; cellulae fasciculorum fusiformes, 10-12 μm longae; pili nuli. Fila corticalia bene evoluta. Ramuli secundarii numerosi, ex 5-7 cellis



Figs. 1-8. *Batrachospermum bakarensense* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. 1. A carpogonium-bearing branch with a young carpogonium; 2. An early stage in the development of the carpogonium-bearing branch; 3-4. A slightly curved carpogonium-bearing branch, showing bracts unilaterally issued and club-shaped trichogynes indistinctly stalked; 5. Antheridia terminal on the primary and secondary branchlets; 6. A part of thallus showing antheridia terminal on the primary branchlets and two carpogonium-bearing branches, one of which has developed as a lateral of the other; 7. An early stage in the development of gonimoblast filaments; 8. Carposporangia terminal on gonimoblast filaments. (a: antheridium, b: basal cell of primary branchlets, cb: carpogonium-bearing branch, cf: cortical filament, cp: carpogonium, cs: carposporangium, gi: gonimoblast initial, gf: gonimoblast filament, s: spermatium, tr: trichogyne).



Figs. 9-14. *Batrachospermum bakarense* KUMANO et RATNASABAPATHY, sp. nov. 9. Structure of whorls; 10, 13. A part of thallus showing an axial cell, primary branchlets and a carpo-gonium-bearing branch with a fertilized carpo-gonium; 11. Antheridia terminal on secondary branchlets; 12, 14. Carposporangia terminal on gonimoblast filaments. (Scale: 100 μm for Fig. 9, 10 μm for figs. 10-14) (tr: trichogyne).

constantes, totum internodium obtengentes. Antheridia globosa, ca. $4\ \mu\text{m}$ diametro, in ramulis primariis et secundariis terminalia. Ramulis carpogoniferi e cellulis basi ramulorum primariorum vel e cellulis intercalaribus orientes, breves, 12–30 μm longi, ex cellulis 2–5 doliiformibus constantes, parum curvati; carpogonium basi 4–6 μm crassum, apice 4–6 μm crassum, 23–36 μm longum; trichogyne claviformis, indistincte pedicellata. Bracteae numerosae, elongatae, unilateriter evolutae. Gonimoblasti singuli, semiglobosi, ca. 60 μm alti, ca. 90 μm crassi, in centro verticilli inserti. Carposporangia obovoidea vel clavata, 7–10 μm longa.

Frond monoecious, ca. 1.5 cm high, 70–300 μm wide, more or less regularly branched, slightly mucilaginous, blackish green. Axial cells cylindrical, 15–40 μm wide, 40–130 μm long. Whorls barrel-shaped, touching each other in older part of frond. Primary branchlets abundantly branched, consisting of 7–9 cell stories; cells of fascicles fusiform, 10–12 μm long; hairs none. Cortical filaments well-developed. Secondary branchlets numerous, consisting of 5–7 cell-stories, covering all the internodes. Antheridia globosa, ca. $4\ \mu\text{m}$ in diameter, terminal on primary and secondary branchlets. Carpogonium-bearing branch arising from the basal cell and the intercalary cell of the primary branchlets, slightly curved, short, 12–30 μm long, consisting of 2–5 barrel-shaped cells; carpogonium 4–6 μm wide at the base, 4–6 μm wide at the apex, 23–36 μm long; trichogyne clubshaped, indistinctly stalked. Bracts numerous, elongated, unilaterally produced. Gonimoblast single, semiglobose, ca. 60 μm high, ca. 60 μm high, ca. 90 μm wide, inserted centrally. Carposporangia obovoid or clavate, 7–10 μm wide, 13–18 μm long.

Holotype: RATNASABAPATHY No. 13, 3/VI, 1982, Herbarium of Faculty of Science, Kobe University. Isotype: RATNASABAPATHY No. 3, 3/VI, 1982, Herbarium of Department of Botany, University of Malaya.

Type Locality: Sungai Bakar, Kelantan, West Malaysia.

Distribution: This species is gregarious,

localized, and epilithic; grows attached as dense tufts to submerged stream rocks and stones; known only from the type locality.

Discussion

Batrachospermom bakareense may be assigned to the section *Viridia*, primarily on the basis of the short carpogonium-bearing branch composed of 2–5 barrel-shaped cells and of the club-shaped trichogyne. As the number of cells comprising a carpogonium-bearing branch increases, the branch of this species becomes slightly curved and bears many bracts unilaterally. This type of carpogonium-bearing branch is very characteristic of the section *Contorta*. Some members of the section *Contorta* have carpogonium-bearing branches that are spirally twisted or bent like a hook (SKUJA 1938). Some taxa such as *Batrachospermum tortuosum* and *B. tortuosum* var. *majus* whose carpogonium-bearing branches are only curved have also been assigned to this section (KUMANO 1978, 1982, 1983). *B. bakareense* resembles the latter two taxa of the section *Contorta* in having the slightly curved carpogonium-bearing branch, it more closely resembles species of the section *Viridia* in having a short carpogonium-bearing branch and a club-shaped trichogyne. Hence, the present authors place it here in the section *Viridia*. *B. bakareense* differs from other taxa of the section *Viridia* in having a slightly curved carpogonium-bearing branch with bracts produced unilaterally. The characteristics of *B. bakareense* suggest that there are close relationships between the section *Viridia* and *Contorta*.

The authors wish to express their sincere thanks to Dr. H. HIROSE, Professor Emeritus of Kobe University, for his critical comments on the manuscript.

References

- BAILY, F. M. 1895. Contribution to Queensland flora. Queensland freshwater algae. Qld Dept. Agric. Bot. Bull. 11: 7–69.
KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae

- from West Malaysia. Bot. Mag. Tokyo 91: 97-107.
- KUMANO, S. 1980. On the distribution of some freshwater red algae in Japan and Southeast Asia. Proceedings of the First Workshop for the Promotion of Limnology in Developing Countries, 1980, Kyoto, pp. 3-6.
- KUMANO, S. 1982. Four taxa of the section *Moniliformia*, *Hybrida* and *Setacea* of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Nemalionales) from temperate Japan. Jap. J. Phycol. 30: 289-296.
- KUMANO, S. 1983. Studies on freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea II. *Batrachospermum woiwapense*, sp. nov. from the Papuan highlands. Jap. J. Phycol. 31: 76-80.
- KUMANO, S. and JOHNSTONE, I. M. 1983. Studies on freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea I. *Batrachospermum nova-guineense*, sp. nov. from the Papuan lowlands. Jap. J. Phycol. 31: 65-70.
- KUMANO, S. and RATNASABAPATHY, M. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia III. Development of carposporophytes of *Batrachospermum cayennense* MONTAGNE, *B. beraense* KUMANO and *B. hypogynum* KUMANO et RATNASABAPATHY. Bot. Mag. Tokyo 95: 219-228.
- KUMANO, S. and WATANABE, M. 1983. Two new varieties of *Batrachospermum* (Rhodophyta) from Mt. Albert Edward, Papua New Guinea. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, ser. B, 9: 85-94.
- RATNASABAPATHY, M. 1974. Present status of algal taxonomy in Malaysia-Problems and opportunities. Second International Symposium on Taxonomy of Algae. Centre for Advanced Study in Botany, University of Madras. Abstract. p. 24.
- RATNASABAPATHY, M. 1981. New or noteworthy Phodophyceae from Malaysia. Inter Botany Department Seminars, UKM & UM, Kuala Lumpur, 19 October 1981, Abstract. pp. 5-6.
- RATNASABAPATHY, M. 1982. Freshwater Rhodophyta in Malaysia: Some aspect of their taxonomy, distribution and conservation. Fifth Malaysian Microbiology Symposium, 1-2 October 1982, Kuala Lumpur. Abstract. pp. 44-45.
- RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982a. Studies on freshwater red algae of Malaysia I. Some taxa of the genera *Batrachospermum*, *Ballia* and *Caloglossa* from Pulau Tioman, West Malaysia. Jap. J. Phycol. 30: 15-22.
- RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982b. Studies on freshwater red algae of Malaysia II. Three species of *Batrachospermum* from Sungai Gombak and Sungai Pusu, Selangor, West Malaysia. Jap. J. Phycol. 30: 119-124.
- SKUJA, H. 1938. Die Süßwasserrhodophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Arch. f. Hydrobiologie. suppl. Bd. 15: 603-636.

熊野 茂*・M. ラトナサバパティ**： マレーシア産淡水産紅藻 IV. 西マレーシア，ケランタン州
バカール川の *Batrachospermum bakareense* sp. nov.

タイ国との国境近くのケランタン河の小支流バカール川から、カワモヅク属グリディア節の1新種 *Batrachospermum bakareense* が記載された。本種の造果器をつける枝は片側のみに側枝をもち僅かに彎曲する。本節の他の種から本種を特徴づけるこの形質から、本種はグリディア節とコントルタ節との密接な類縁関係を示す中間型と推察される。(*657 神戸市灘区六甲台 神戸大学理学部生物学教室, **マレーシア クアラ・ルンブール マラヤ大学植物学教室)

**Studies on freshwater red algae of Malaysia V.
Early development of carposporophytes of *Batrachospermum
cylindrocellulare* KUMANO and *B. tortuosum* KUMANO**

Shigeru KUMANO

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

KUMANO, S. 1984. Studies on freshwater red algae of Malaysia V. Early development of carposporophytes of *Batrachospermum cylindrocellulare* KUMANO and *B. tortuosum* KUMANO. Jap. J. Phycol. 32 : 24-28.

Observations on the early development of the carposporophytes of *Batrachospermum cylindrocellulare* and *B. tortuosum* are presented. The carpogonium-bearing branch of *B. cylindrocellulare* is relatively short and is not provided with bracts in the early stage of development so that its differentiation from the vegetative fascicles is remarkable. The carpogonium-bearing branch of *B. tortuosum* becomes curved strongly in the progress of its development. The trichogyne of this species is formed asymmetrically and falls sideways on the terminal cell of the carpogonium-bearing branch.

Key Index Words : *Batrachospermum cylindrocellulare* ; *Batrachospermum tortuosum* ; *carposporophytes development* ; *Malaysia*.

The degree of differentiation of the carpogonium-bearing branch from the vegetative fascicles varies from species to species in the genus *Batrachospermum*. KUMANO et al. (1970) emphasized that the more highly the carpogonium-bearing branch is differentiated, the shorter is its length. Thus, for example, the section *Aristatae* is characterized by the possession of a long carpogonium-bearing branch whilst the section *Contorta* is characterized in having a twisted carpogonium-bearing branch. KUMANO (1978) described *Batrachospermum cylindrocellulare* and *B. tortuosum* from West Malaysia, and he assigned the former to the section *Moniliformia* and the latter to the section *Contorta*. This paper deals with the early development of the carposporophytes of the above two

species in detail from the point of view of phylogeny.

Materials used in the Present Study

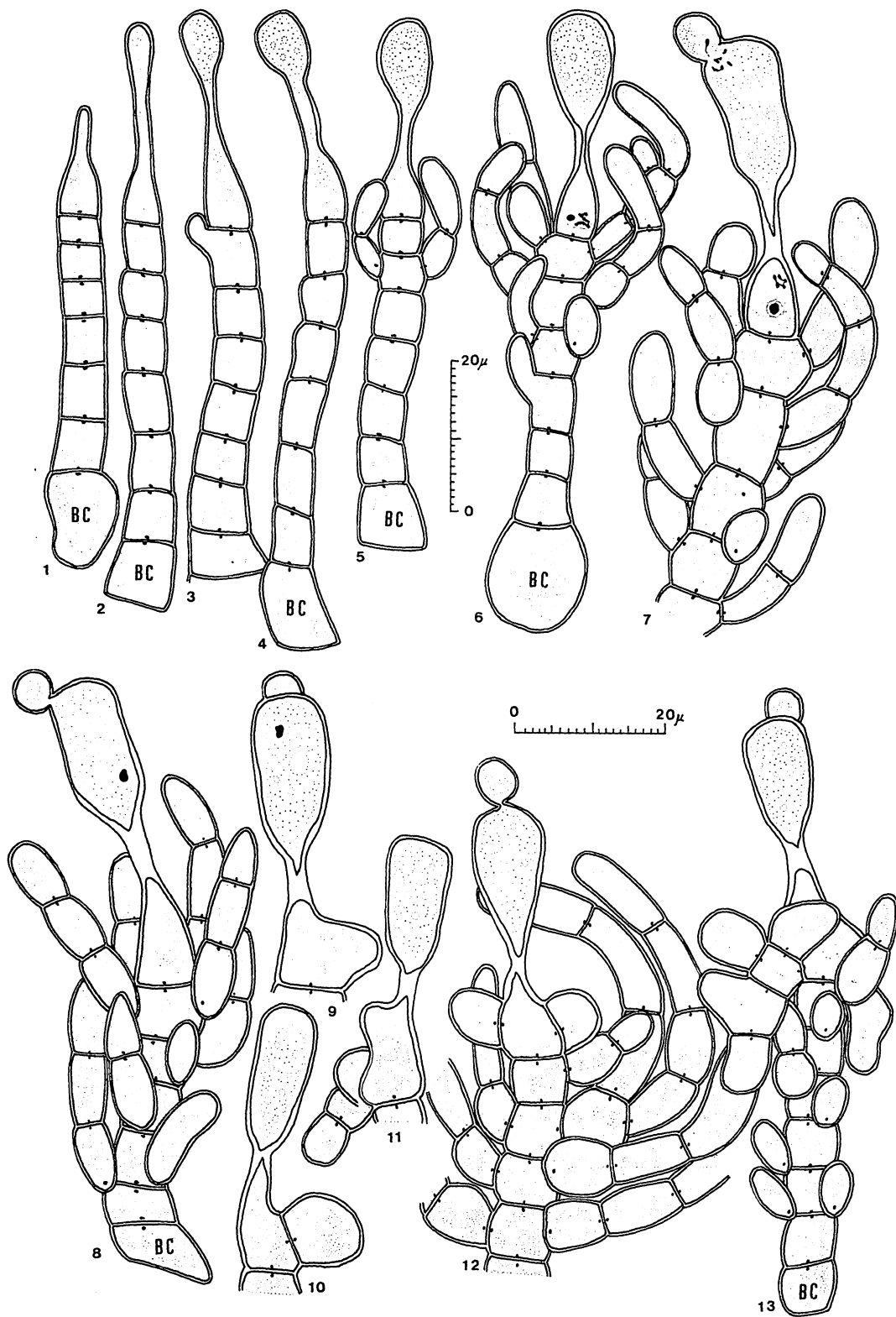
Materials used in the present study were collected from Fort Iskandar in Tasik Bera, Pahang, Malaysia by the author on 16th April, 1971 (*B. cylindrocellulare*) and 12th July, 1971 (*B. tortuosum*). Specimens have been deposited in the Herbarium of the Faculty of Science, Kobe University.

Observations

1. *Batrachospermum cylindrocellulare* KUMANO Fig. 1. (1-13).

The carpogonium-bearing branch of this

Fig. 1. *Batrachospermum cylindrocellulare* KUMANO 1-4. The early stage in the development of carpogonium-bearing branches without bracts; 5-6. Carpogonium-bearing branches showing mature carpogonia with spatula-shaped trichogynes; 7-8. Carpogonium-bearing branches showing fertilized carpogonia with spatula-shaped trichogynes and bracts; 9-13. The early stages in the development of gonimoblast initials and gonimoblast filaments. (BC: basal cell of the whorl).



species arises from the basal cell of the whorl, consists of 6-8 barrel-shaped cells, and, in the early stage of the development, has no bracts. The differentiation of the carpogonium-bearing branch from the vegetative fascicles is very remarkable. The terminal portion of the carpogonium sticks out, becomes a rod shaped initial of the trichogyne and finally gives rise to an ovoid or spatula shaped trichogyne with a long stalk (Fig. 1. 1-6). After fertilization, the basal portion of the carpogonium extends a lateral outgrowth and cuts off the first initial of the gonimoblast filament, then on the opposite side of the carpogonium a further initial is produced in the same manner (Fig. 1. 8-13). The well-developed carpogonium-bearing branch is shorter than the vegetative fascicles of the whorl and is provided with numerous long bracts embracing the gonimoblasts, which are inserted in the middle of the whorl.

2. *Batrachospermum tortuosum* KUMANO
Fig. 2. (1-19).

The carpogonium-bearing branch of this species consists of 3-4 somewhat disc-shaped cells and arises from the basal cell of the whorls. In the process of development, the carpogonium-bearing branch becomes curved strongly to one side. The side portion of the carpogonium protrudes and develops into a cylindrical initial of the trichogyne (Fig. 2. 3-4), thus the trichogyne becomes to be formed asymmetrically. This situation is very different from the other species of *Batrachospermum* in that the trichogyne is formed asymmetrically and falls sideways on the terminal cell of the carpogonium-bearing branch. A well-developed trichogyne often bends at the basal portion at an angle of 90° or more (Fig. 2. 9-13, 15). As the trichogyne bends, the carpogonium-bearing branch twists spirally because its cells elongate on one side

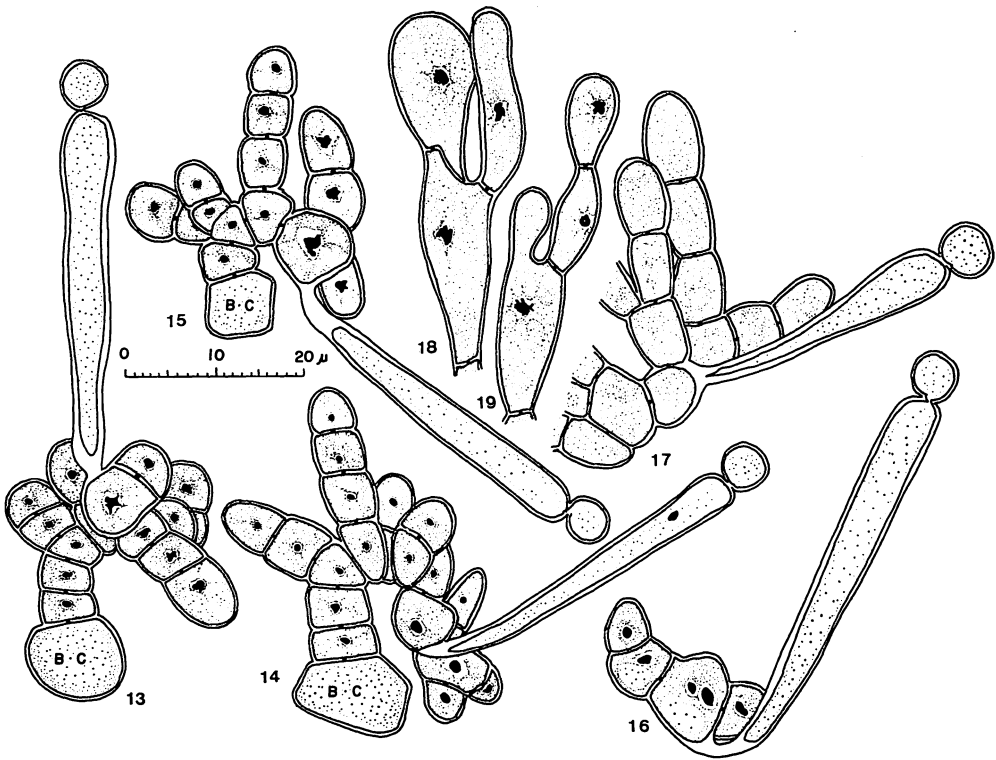
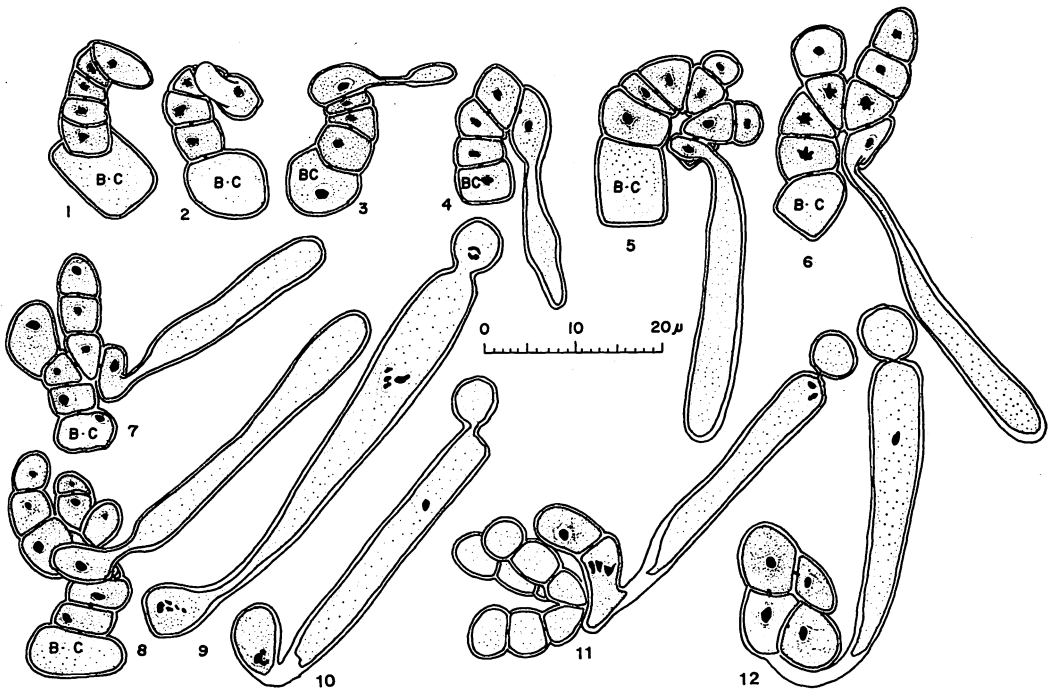
only, thus becoming triangular in shape as observed in longitudinal view. As a result of the above mentioned development, the terminal portion of the trichogyne faces outward of the whorl. After fertilization, the manner of the development of the gonimoblast is the same as those of other species of *Batrachospermum* (Fig. 2. 10-16). The gonimoblast grows out into radially branched filaments (Fig. 2. 17, 19) and forms a big hemispherical gonimoblast inserted centrally in the whorl.

Discussion

Among the taxa having the long carpogonium-bearing branches, the section *Moniliformia* is regarded as a primitive one and the section *Aristatae* as an advanced one. KUMANO and RATNASABAPATHY (1982) pointed out that *Batrachospermum beraense* is a primitive form among the species in the section *Aristatae*, because its trichogyne is not so large, the carpogonium-bearing branch consists of 7-11 barrel-shaped cells and is less differentiated, and the 2-3 gonimoblasts are scattered within the whorl, whereas *B. cayennense* also of this section is considered as an advanced form because its carpogonium-bearing branch is very long, consisting of 9-14 cells, its differentiation from the vegetative branchlets is clearly recognizable, and its cells are very different from those of the vegetative branchlets in the size and the shape. In *B. cylindrocellulare*, assigned to the section *Moniliformia*, the carpogonium-bearing branch consists of 5-8 barrel-shaped cells, however, in its early stage of development, it is similar to that of *B. cayennense*. Therefore, *B. cylindrocellulare* is here regarded as an intermediate form between the sections *Moniliformia* and *Aristatae*.

The section *Contorta* is characterized in

Fig. 2. *Batrachospermum tortuosum* KUMANO 1-2. Very early stages in the development of carpogonium-bearing branches; 3-4. The early stages in the development of carpogonium-bearing branch, showing cylindrical trichogynes formed asymmetrically; 5-8. Strongly curved carpogonium-bearing branches and mature carpogonia with trichogynes often bent at the basal portions; 9-10. Fertilized carpogonia; 11-17. The early stages in the development of gonimoblast filaments; 18-19. Carposporangia development terminal on gonimoblast filaments. (BC: basal cell of the whorl).



having a twisted carpogonium-bearing branch, whose length varies from species to species. Some taxa such as *B. tortuosum* and *B. tortuosum* var. *majus*, whose carpogonium-bearing branch is also curved, have been assigned to this section by KUMANO (1978, 1982). As pointed out above, this condition is very different from the taxa belonging to the section *Viridia* in that the trichogyne of *B. tortuosum* is formed asymmetrically and falls sideways on the terminal cells of the carpogonium-bearing branch. Recently, KUMANO and RATNASABAPATHY (1984) described *B. bakarensis* as a new species from West Malaysia, which resembles the above-mentioned two taxa belonging to the section *Contorta* in having the slightly curved carpogonium-bearing branch. However, they pointed out that *B. bakarensis* closely resembles those species belonging to the section *Viridia* in having a short carpogonium-bearing branch and a club-shaped trichogyne. Therefore, some taxa such as *B. tortuosum* and *B. bakarensis* may be regarded as the intermediate forms between the sections *Contorta* and *Viridia*. Further collections and studies of hitherto unencountered new species of *Batrachospermum* from the relatively unexplored areas such as South-east Asia could substantiate this point of view.

The author wishes to express his sincere thanks to Dr. H. HIROSE, Professor Emeritus

of Kobe University, for his critical comments on the manuscript. Grateful acknowledgment is expressed to Associate Professor M. RATNASABAPATHY of University of Malaya, for his constructive criticism of the manuscript.

References

- KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae from West Malaysia. *Bot. Mag. Tokyo* 91: 87-107.
- KUMANO, S. 1982. Two taxa of the section *Contorta* of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Nemalionales) from Iriomote Jima and Ishigaki Jima, subtropical Japan. *Jap. J. Phycol.* 30: 289-296.
- KUMANO, S. and RATNASABAPATHY, M. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia III. Development of carporophytes of *Batrachospermum cayennense* MONTAGNE, *B. beraense* KUMANO and *B. hypogynum* KUMANO et RATNASABAPATHY. *Bot. Mag. Tokyo* 95: 219-228.
- KUMANO, S. and RATNASABAPATHY, M. 1984. Studies on freshwater red algae of Malaysia IV. *Batrachospermum bakarensis*, sp. nov. from Sungai Baka, Kelantan, West Malaysia. *Jap. J. Phycol.* 32: 19-23.
- KUMANO, S., SETO, R. and HIROSE, H. 1970. On the development of the carposporophytes in several species of the *Batrachospermaceae*, with special reference to their phylogenetic relations. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 18: 116-120. (in Japanese).

熊野 茂: マレーシア産淡水産紅藻 V. *Batrachospermum cylindrocellulare*
KUMANO および *B. tortuosum* KUMANO の果胞子体の初期発達

Batrachospermum cylindrosellare の造果器をつける枝は比較的短かく栄養(輪生)枝からの分化は顕著である。その発達の初期には側枝を具えていない点で *B. cayennense* に似ている。この点などから判断して *B. cylindrocellulare* はモノリフォヒミア節とアリストタエ節を繋ぐ中間型と推察される。*B. tortuosum* の造果器をつける枝は短い、発達が進むにつれて強く彎曲すると受精毛が不相称的に生じる点でコントルタ節に属すると考えている。本種や棍棒形の受精毛を具え、造果器をつける枝が僅かに彎曲する *B. bakarensis* などの種が、コントルタ節とヴィリディア節を繋ぐ中間型であると推察される。(657 神戸市灘区六甲台 神戸大学理学部生物学教室)

緑藻モツレグサ類における孢子体世代の一型,
Codiolum petrocelidis KUCKUCK の生活史^{1),2)}

宮 地 和 幸

東邦大学理学部生物学教室 (274 千葉県船橋市三山 2-2-1)

MIYAJI, K. 1984. The life history study on a sporophytic form of *Spongomorpha-Acrosiphonia* complex (Acrosiphoniales, Chlorophyta), *Codiolum petrocelidis* KUCKUCK from Northern Japan. Jap. J. Phycol. 32: 29-36.

The development of zoospores from *Codiolum petrocelidis* KUCKUCK, which grew in *Petrocelis* sp. collected at Rausu in eastern Hokkaido, was investigated in culture. Immature plants of *C. petrocelidis* were isolated into unialgal culture and kept in freezer incubators illuminated with cool-white fluorescent lamps (1,000-4,000 lux) at 5°C, 14: 10 and 8: 16. The plants became fertile in both the conditions and produced pear shaped quadriflagellate zoospores after one to two months in culture. The zoospores germinated and grew into either prostrate pseudoparenchymatous discs or prostrate filaments. Erect filaments developed from both the type of germlings at 5°C, 14: 10 and 8: 16 two weeks and three weeks after germination. These plants were detached from the substrate and cultured individually in separate dishes at 5°C, 14: 10. They were branched repeatedly, reached a length of 3-4 cm and became fertile two months after transfer. The fertile plants produced biflagellate gametes which were tear-drop in shape, 6-8 μm × 2-3 μm. This alga was dioecious and formed isogametes. The zygotes issued a germination tubes into which most of the cytoplasm flowed. The tubular projection then elongated and became differentiated into a broader distal portion and a narrower proximal portion. Thereafter, the distal portion gradually increased in volume and became obovate or globular with stalk like the field *Codiolum*. The proximal portion was extended in length and septated. The cultured sporophytes did not become fertile, although they had been cultured under long day and short day at 5°C, 10°C and long day at 15°C for five months. Unfused gametes showed two developmental patterns. The majority of gametes germinated into sporophytes which were similar in morphology to the sporophytes derived from zygotes and produced quadriflagellate swimmers at 5°C, 14: 10 and 8: 16 three months after germination. A few gametes germinated and grew directly into gametophytes. The gametophytes derived from zoospores of *C. petrocelidis* are identified as *Spongomorpha saxatilis* (RUPRECHT) COLLINS by having erect filaments, 130-150 μm broad, acute apical cells and no hooked branches.

Key Index Words: life history; heteromorphic life cycle; Acrosiphoniales; *Codiolum petrocelidis*; *Spongomorpha*; *Acrosiphonia*; *Spongomorpha saxatilis*.

Kazuyuki Miyaji, Department of Biology, Faculty of Science, Toho University, 2-2-1 Miyama, Funabashi, 274 Japan.

Codiolum petrocelidis KUCKUCK は単細胞囊状の緑藻で、殼状紅藻 *Petrocelis* 属の植物に内生する。この *C. petrocelidis* は枝分れした単列糸状の緑藻 *Spongomorpha* (モツレグサ) 属の1種, *S. coalita* (Ruprecht) COLLINS の孢子体であると FAN (1959)

によって報告されて以来 *Acrosiphonia spinescens* や *S. aeruginosa* の孢子体でもあることが報告されている (JÓNSSON, S. 1958, 1959, 1962, KORNMANN 1961, 1964)。

筆者は日本産の *C. petrocelidis* の遊走子の培養実験をおこなった。その結果、日本産の *C. petrocelidis* からは上記3種と異なる *Spongomorpha* 属の1種 *S.*

1) 黒木宗尚教授退官記念論文。

2) 文部省科学研究費補助金 No. 254229 による。

saxatilis (トゲナシモツレグサ) と思われるものが発達し、さらにこれに配偶子が形成されたので、その配偶子と接合子の培養結果について述べる。

材料と方法

Codiolum の培養と遊走子の培養：本実験に用いた材料は1975年6月27日と1976年8月25日北海道目梨郡羅臼町ガゼ岩で採集した *Petrocelis* sp. に内生していたものである。この *Codiolum petrocelidis* の内生している *Petrocelis* の組織片をシャーレ (直径9 cm) に数個ずつ入れて培養し、成熟させて遊走子を放出させた。遊走子の発芽体は直立糸を形成した後、1個体ずつ腰高シャーレ (100 ml) に移植し、培養を続けた。

Codiolum と遊走子の培養温度と照明時間は5°C長日 (14: 10) と5°C短日 (8: 16) の条件でおこなった。照明は白色蛍光灯を用い、照度 1,000-4,000 lux, 培地は PES 培地を使用した。珪藻の増殖抑制のために酸化ゲルマニウム 0.5 mg/ml を数滴バスマールピペットで添加した。

配偶子の培養と接合子の培養：*Codiolum* 遊走子から発達した個体は糸状の配偶体となり配偶子を放出した。配偶子は正の走光性を示したので、その走光性を利用してピペットで吸い上げ、スライドガラス上に滴下して付着させた。それを腰高シャーレ (200 ml) に入れ培養した。

配偶子は同一個体から放出させた配偶子の間では接合せず、雌雄異株の性質を示した。

雌性及び雄性の配偶子液を同一のシャーレに入れて接合させた。接合子は配偶子とは逆に負の走光性を示したので、それを利用して接合子をピペットで吸い上げ、スライドガラス上に滴下し付着させ腰高シャーレで培養した。配偶子と接合子の培養は温度と照明を5°C長日 (14: 10), 5°C短日 (8: 16), 10°C長日 (14: 10), 10°C短日 (10: 14), 15°C長日 (16: 8) の5条件で行い、その他条件は *Codiolum* の遊走子培養の場合と同じであった。

配偶体の核の染色は酢酸鉄ヘマトキシリン抱水クロラル (Aceto-iron haematoxylin-chloral-hydrate) 液を使用した (WITTMANN 1965, YABU & TOKIDA 1966)。

結 果

Codiolum の形態；*Codiolum petrocelidis* は *Petrocelis* sp. の組織内の遊離糸中に内生していた (Fig. 1c)。 *C. petrocelidis* は卵形ないし長楕円形 (Fig. 1a-c) を示し、時には球形のものもあった。体の大きさは6月と8月の材料とで、8月の方が若干大きかった。8月の個体では柄を含まない楕円体の長径75-125 μm , 短径 17-68 μm (平均 96.3 μm × 48.0 μm) であった。

ほとんどの個体に柄が存在し、その柄の長さは個体により異なり、長いもので 65 μm で、短いものでは突起程度であった。柄は円柱状となり、若干柄の先端に向かって細くなっていた。柄は一様に *Petrocelis* の内層方向に向いていた (Fig. 1a, c)。柄の表面にはしわのような凹凸が見られた。

葉緑体は多数のピレノイドを持つ多孔側壁性である (Fig. 1a)。葉緑体が体の上部に分布し、下部は空胞状態になることがあった。時には澱粉粒が多数見られ、葉緑体の形態が分らなくなることがあった。

遊走子形成とその発達：5°C長・短日の条件で培養したものは6月と8月の材料とも、*Codiolum* は1~2ヶ月で成熟した。

Codiolum に形成された胞子は4本鞭毛の遊走子で、洋梨形をなし、1個のピレノイドと眼点を有し、大きさは 6-8 μm × 3-5 μm であった。

遊走子は弱い正の走光性を示す。遊走子は数分間遊泳後、基物に付着し円形となる。鞭毛はすぐに消失するが、眼点は1~2日間残っている。円形になった時点での遊走子の直径は 5-7.5 μm であった (Fig. 1d)。付着した遊走子は徐々に大きくなり、ピレノイドが明確になる (Fig. 1e)。ピレノイドが2個になると (Fig. 1f), 2細胞に分裂する (Fig. 1g)。その後、発芽体は分裂を繰り返す、不規則な盤状の偽柔組織状匍匐体 (Fig. 1h-j) あるいは極く一部匍匐糸を形成する。匍匐体の細胞は最初、長方形で 10-15 μm の太さがあるが (Fig. 1e-h), 細胞数が増すとともに細胞は大きくなり、ピレノイドも2個以上の数になる (Fig. 1i)。

5°C長日では 12-15日 で匍匐体の細胞がほぼ 5~6細胞になると直立糸を形成したが (Fig. 1l), 一部には1~2細胞で、または10細胞以上になってから直立糸を形成することがあった。5°C短日では5°C長日より生長が遅く、20日から25日で10細胞以上の匍匐体に直立糸が形成されるものが多かった (Fig. 1k)。また5°C短日の方が長日より匍匐体がよく発達し大き

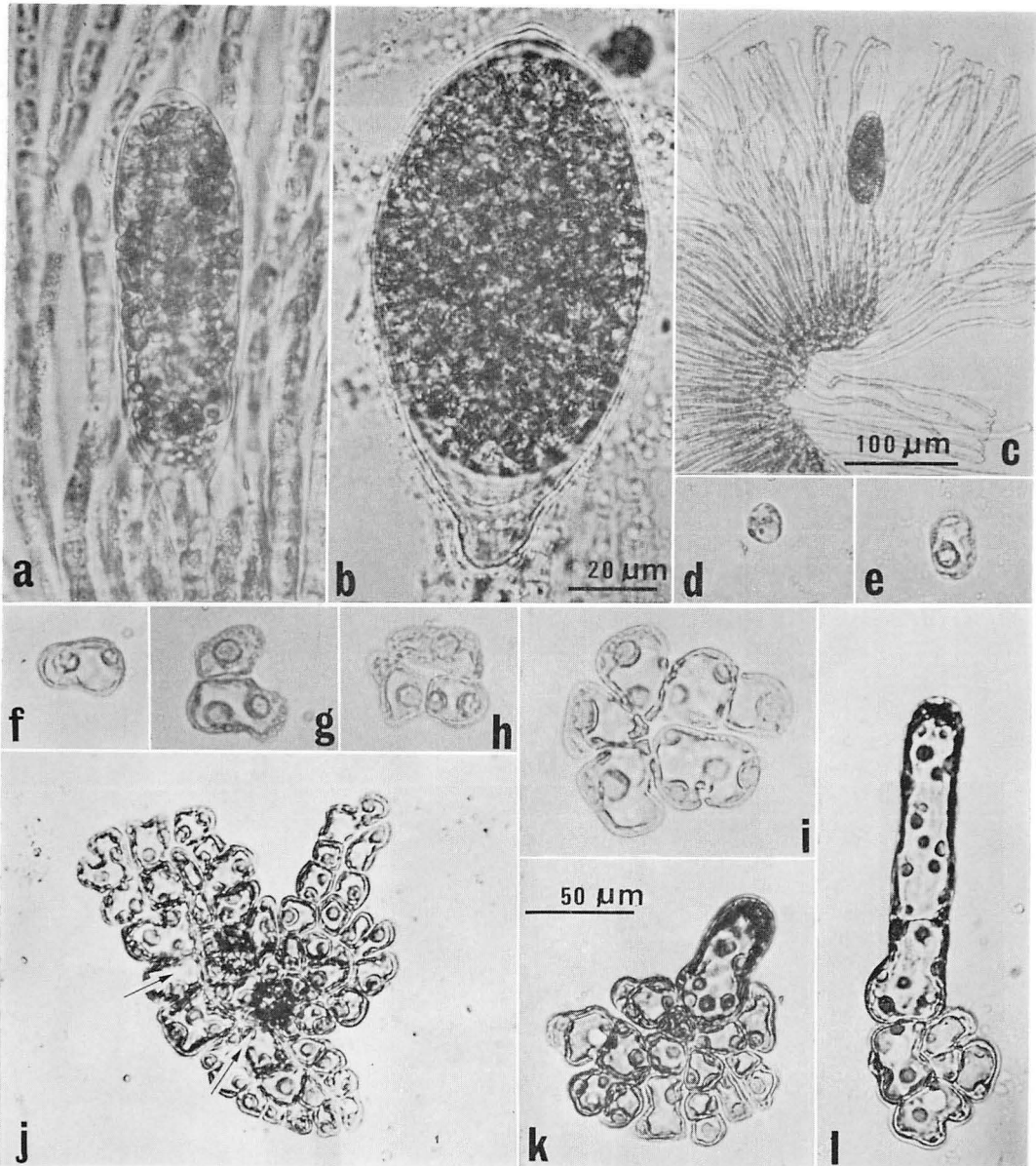


Fig. 1. Vegetative plants of *Codiolum petrocelidis*. Vegetative cells of *Codiolum petrocelidis* (a, c) embedded in perithallus of *Petrocelis* and fertile cell (b) after cultured at 5°C, 8: 16 for fifty days, and development of zoospores of *Codiolum petrocelidis* in the culture at 5°C, 14: 10 (1) and 8: 16 (d-k). d, settled zoospore; e-f., one cell stage with one or two polypyramidal pyrenoids; g-i, two cells or more celled prostrate discs; j, two initials of erect filaments (arrows) originated from a prostrate disc; k, initial of erect filament developed from a prostrate disc; l, erect filament developed from a 5-celled prostrate disc. (Scale in b applies to a and d-i. Scale in k applies also to j and l).

くなる傾向が見られた (Fig. 1j)。

直立糸が最も良く生長するのは 5°C 長日であった。分離後約 2 ヶ月で直立糸は約 3-4 cm の体長になった (Fig. 2a)。直立糸は規則的に分枝することがなく、不規則に多数の枝が形成された。枝の先端は最初、鈍頭で長い (Fig. 2b) 徐々に短くなり、とがった状態になった (Fig. 2c)。しかし、カギ状にはならなかった (Fig. 2c)。生長した藻体の各部分の太さは基部で 60-90 μm (Fig. 2d)、中部の主枝で 100-170 μm (130-150 μm) あり、側枝は 80-130 μm であった。

細胞は多核で多孔円筒形の葉緑体を有し、ピレノイドはポリピラミダル型である (Fig. 2e)。

5°C 長日では分離後、1 ヶ月から 2 ヶ月の間に直立糸の細胞が成熟し、生殖細胞を形成し始めた (Fig. 2f, g)。成熟細胞は非連続的に形成されるが (Fig. 2f, g)、徐々に連続して (Fig. 2h)、仮根細胞や下部の細胞を除いて、大半の栄養細胞で成熟する。成熟細胞の長さは幅の 0.5-2 倍あり (Fig. 2f-h)、成熟細胞には大きな弁を持った放出孔が形成され (Fig. 2h)、遊走細胞を放出する。

遊走細胞は 2 本の鞭毛を有する配偶子であること、

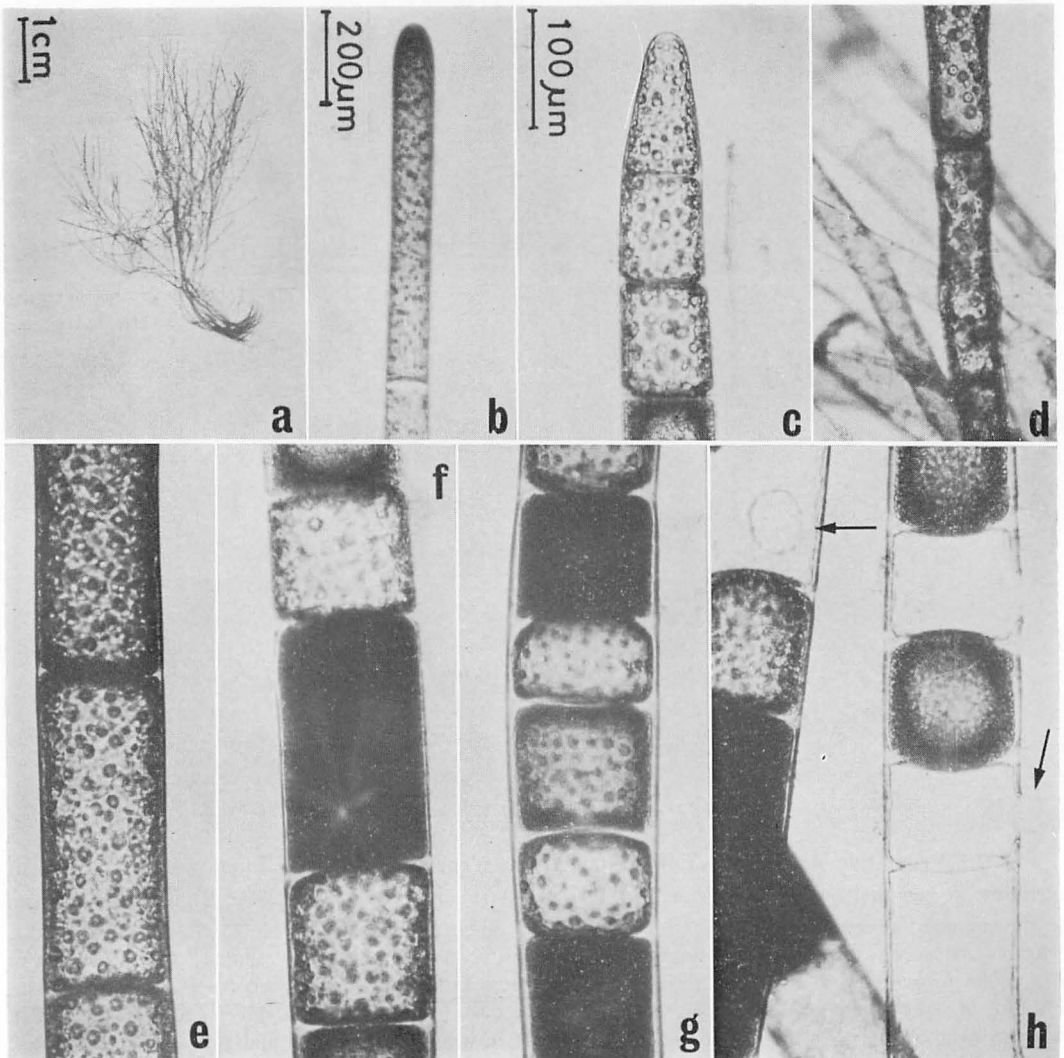


Fig. 2. Gametophyte developed from zoospore of *Codiolum petrocelidis*. a, habit of adult plant; b, obtuse apical cell in early stage; c, acute apical cell in later stage; d, basal portion; e, vegetative cells of middle portion; f, long gametangium; g, short gametangia; h, emptied gametangia with circular pores and lid (arrows). (scale in c applies also to d-h).

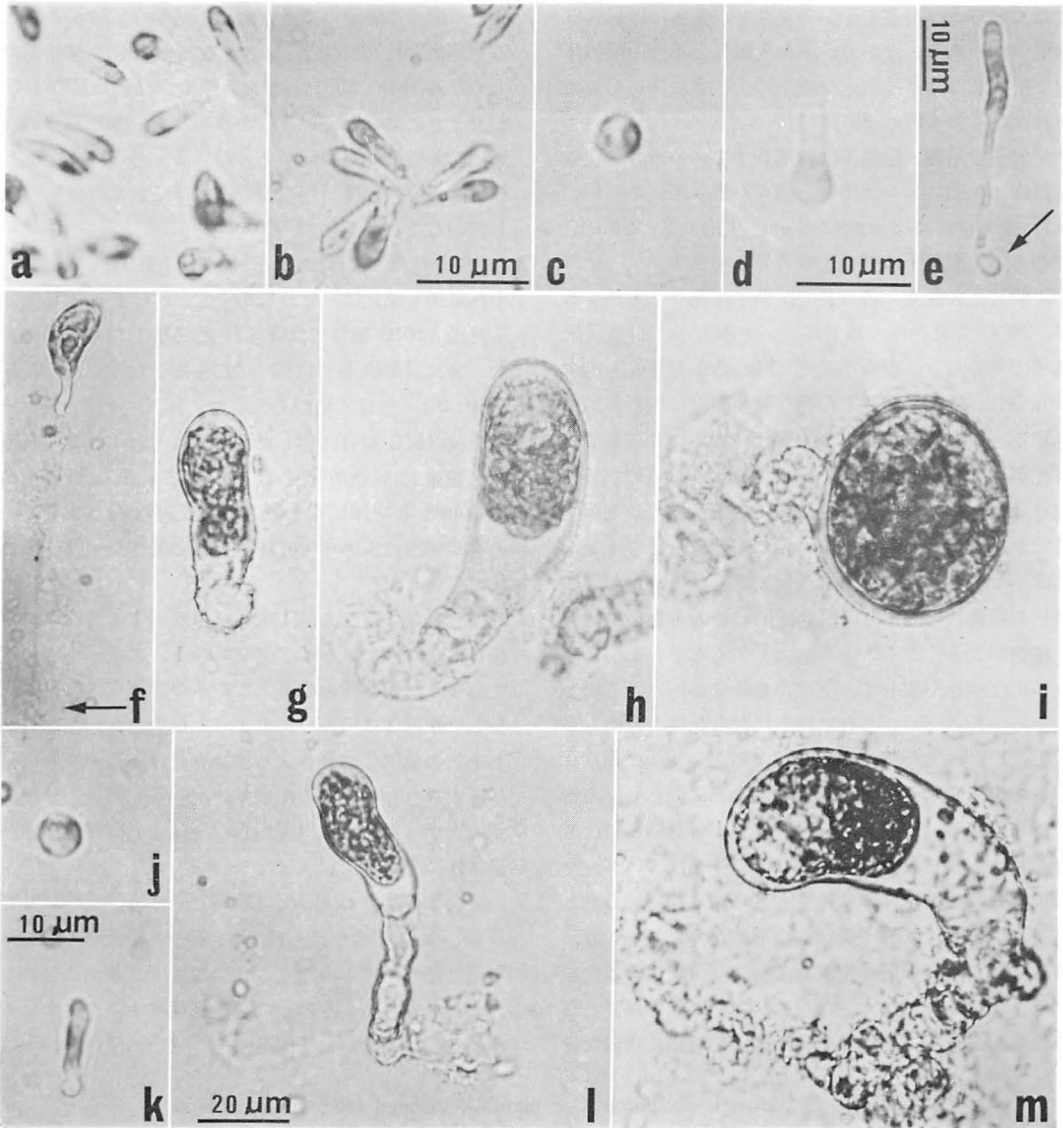


Fig. 3. *Codiolum petrocelidis*. Parthenogenetical development of gametes (c-i) and development of zygotes (j-m) from gametophytes of *C. petrocelidis* cultured at 10°C, 14: $\overline{10}$ (d-g, j-l), 15°C, 16: $\overline{8}$ (h), 5°C 14: $\overline{10}$ (m) and 5°C, 8: $\overline{16}$ from h (i). (Arrows in e, f indicate marks of circular original gamete.) a, gametes; b, copulation of gametes; c, settled gamete; d, 2-day old germling issuing a tube; e, 7-day old germling, differentiated into a broader distal portion (vesicle) and a narrow proximal portion (germination tube); f, 14-day old grmling; g, 1-month old plant; h, 2-month old plant, with a stalk showing chloroplast being unevenly distributed in the upper portion; i, 5-month old fertile plant grown at 15°C, 16: $\overline{8}$ for 2 months and then transferred to 5°C, 14: $\overline{10}$; j, settled zygote; k, 2-day old germling, most of cytoplasm flows into a germination tube; l, 1-month old plant, with a septated germination tube; m, 4-month old plant showing chloroplast being unevenly distributed in the upper portion. (Scale in b applies also to a. Scale in d applies also to c. Scale in k applies also to j. Scale in l applies also to f-i and m).

また *Codiolum* の遊走子から発芽した藻体は雌雄異株の配偶体であることが分かった。雌性と雄性の配偶体及び配偶子の間には形態や細胞の大きさに違いが認められなかった (Fig. 3b)。

配偶子の培養：配偶子は涙滴形で1個のカップ状の葉緑体に1個のピレノイドと眼点を持っている (Fig. 3a)。大きさは $6-8 \mu\text{m} \times 2-3 \mu\text{m}$ (平均 $6.8 \times 2.3 \mu\text{m}$) であった。配偶子は強い正の走光性を示す。

実験した各温度、各日長で配偶子は発芽し生長するが、 10°C 長日条件の培養についてみると、附着後配偶子は丸くなり、眼点が消え (Fig. 3c) 発芽管を出す (Fig. 3d)。続いて伸長した発芽管の先端に原形質が移動する。原形質の存在する先端部は太くなり、基部には配偶子の丸くなった空の細胞がみられる (Fig. 3e)。太くなった先端部は初め棍棒状で、下部の方は細胞壁でできた細い柄が存在する (Fig. 3e, f)。その後先端部は Table 1 に示す通り徐々に大きくなり、倒卵形や楕円形の嚢状となる (Fig. 3g, h)。そして細い柄は嚢状細胞が大きくなるとともに太く長くなる。しかし、なかには柄を形成せず、下部の細胞壁が厚くなる場合もある (Fig. 3h)。まれに球形になった場合は柄も形成しないし、また細胞壁も厚くならない (Fig. 3i)。2ヵ月頃から嚢状部にある葉緑体は上部に偏在し、澱粉粒が多くなる (Fig. 3h)。発芽して1ヵ月頃までは温度が高く、長日条件の方が嚢状部の生長はよいが、それ以降になると、どの条件でも変らなくなる。しかし日長条件によって若干嚢状部の形態が変化しており、長日条件では倒卵形や楕円形で柄の部分は短い傾向があり、短日条件では大きな棍棒状で柄の部分が長くなる傾向があった。発芽体の後半部は初め細く透明な管

状で、所々に隔壁のような節や不透明な部分がみられる (Fig. 3e)。嚢状部が大きくなるとともに管状部は太くなる (Fig. 3h, i)。またその太さは嚢状部の形状や大きさに対応しているばかりでなく、嚢状部の柄の形状にも対応する傾向があった。2ヵ月以降になると管状部の下半部は (培養初期に形成された部分) 消失していることがあった。

10°C 長日ではほぼ4ヵ月後には生長はとまったが、それ以後も成熟は見られなかった。 5°C 長・短日で3ヵ月後、 10°C 短日では5ヵ月後成熟したものがあつた。また 15°C 長日で2ヵ月培養した後 5°C 長日 (Fig. 3i)、短日で培養したもの、 10°C 長日で3ヵ月培養後、 5°C 短日に移したものではそれぞれ3ヵ月後、2ヵ月後に成熟がみられた。成熟体からは天然の *Codiolum* と同様に4本鞭毛の遊走細胞を放出し、その遊走細胞は *Codiolum* の遊走子と同様に糸状の配偶体に生長した。

単為発芽体のうち、1例であるが、1ヵ月過ぎた頃から植えつけたスライドガラスの1枚に数個体の糸状で分枝した配偶体の生長しているのが観察された。生長した配偶体は母藻と同じような形態となった。しかし糸状の配偶体に発達する単為発芽体は極くまれにしかならぬ。この配偶体は配偶子を形成し、配偶子の大半は単為的に母藻からの配偶子と同様に単細胞嚢状体に発達した。

接合子の培養：接合子は異株間の配偶子の間で (Fig. 3b)。接合子は両性の配偶子で融合し1つの洋梨形となり、4本の鞭毛の状態泳ぎ、基物に附着してから丸くなる。その後の発達過程や生長の度合は配偶子の場合とまったく同じであり (Fig. 3j-m)、配偶

Table 1. Growth of sporophytic plants developed from gametes and zygotes when cultured at 10°C , 14: 10.

Culture times (days)	Gametes	Zygotes
	Size of vesicle portion in μm (long diam. \times short diam.)	Size of vesicle portion in μm (long diam. \times short diam.)
Ten days		50-70 \times 5-10* (60 \times 7)
Fourteen days	16-28 \times 10-15 (22 \times 11)	
Twenty one days	20-30 \times 18-23 (23 \times 20)	18-30 \times 12-18 (22 \times 15)
Thirty days	20-50 \times 13-23 (38 \times 19)	30-50 \times 15-20 (37 \times 17)
Sixty days	38-70 \times 15-33 (46 \times 23)	46-64 \times 18

* Size of whole plants including germination tube. numerals in parentheses are means.

子の発達と区別出来なかった (Table 1)。接合子から発達した胞子体は自然から採集した *C. petrocelidis* に似た形態になったが (Fig. 3m), 5°C, 10°C で5ヵ月以上培養を続けたが、成熟しなかった。

考 察

羅臼で採集した *Codiolum petrocelidies* の遊走子は発芽して、分枝した単列糸状体であるモツレグサ (*Spongomorpha-Acrosiphonia*) 類の藻体になり、それに配偶子が形成され、雌雄異株で配偶子は接合して、再び *Codiolum* になった。現在まで研究された *C. petrocelidis* の生活史と同様に (FAN 1959, JÓNSSON 1958, 1959, 1962, KORNMANN 1961, 1964), 日本産の *C. petrocelidis* もモツレグサ類 (*Spongomorpha-Acrosiphonia*) の胞子体であることを明らかにすることが出来た。

発達した配偶体は多核体であった。現在, *Spongomorpha* と *Acrosiphonia* は単核か多核かによるのみ区別されている。この定義に従えば、羅臼の *C. petrocelidis* から発達した配偶体は *Acrosiphonia* に属する。しかし本来 *Spongomorpha* も *Acrosiphonia* も KÜTZING (1843) と AGARDH (1846) によってそれぞれ異なる特徴にもとづき *Conferva* より独立した属であるが、2つの属には単核の種も多核の種も含まれていた。その後、WILLE (1899, 1900) は上記形質により、再分類したが、まだ正式な形で2つの属を訂正していない。今後植物命名規約に従って両属の関係を再訂正する必要がある。本論文では両属を区別しないでモツレグサ類 (*Spongomorpha-Acrosiphonia*) として取り扱った。

発達した配偶体 *Spongomorpha-Acrosiphonia* の形態的特徴をあげると、1) かぎ状の小枝がない。2) 小枝の先端が細くなる。3) 直立糸の太さが 80-150 μm である。現在、北海道沿岸から報告されたかぎ状小枝のないモツレグサ類は4種2変種あり、カタモツレグサ (*S. duriuscula* var. *cartilaginea*)、ホソモツレグサ (*S. duriuscula* var. *tenuis*)、キタミモツレグサ (*S. breviarticulata*)、トゲナンモツレグサ (*S. saxatilis*)、*S. arcta* である (YENDO 1915 山田・田中 1944, SAKAI 1954)。上記の特徴からみて、今回発芽したモツレグサはトゲナンモツレグサ *S. saxatilis* (RUPRECHT) COLLINS と推定された (SETCHELL and GARDNER 1920, NAGAI 1940, TOKIDA 1954, SAKAI 1954, SCAGEL 1966)。正確な同定を期するた

めに *C. petrocelidis* が生育していた所と同じ場所で採集したトゲナンモツレグサの藻体の小枝から単藻培養した培養個体と比較したが、両者の配偶体及び得られた胞子体はともにその形態に差異が認められなかった。また両者の配偶体から得られた配偶子間で交雑実験を行ったところ、接合子が形成され、発芽した (宮地・未発表)。この結果から羅臼の *C. petrocelidis* から発芽したモツレグサはトゲナンモツレグサ *S. saxatilis* と同定した。

今まで報告されている *C. petrocelidis* から発達したモツレグサ類は *S. coalita* (FAN 1959), *S. aeruginosa* (KORNNANNA 1961, 1964), そして *Acrosiphonia spinescens* (JÓNSSON 1958, 1959, 1962) の3種であり、それらの種以外の *S. saxatilis* もモツレグサ類の胞子体の一つ *Codiolum* になることが明らかにされた。宮地・黒木 (1976) は厚岸で採集した *Chlorochytrium inclusum* から *S. heterocladia*, *S. spiralis* そして *S. duriuscula* 3種のモツレグサ類が発達したことをすでに報告しており、日本に生育するモツレグサ類のうち少なくとも4種が胞子体世代に単細胞囊状になることも分かった。

多核体であるモツレグサ類のなかで胞子体世代に単細胞囊状になるのは現在まで *A. spinescens* (JÓNSSON 1958, 1959, 1962) と *S. coalita* (FAN 1959, HUDSON 1974) の2種しか知られていない。しかし、筆者らが自然から採集した *Cod. petrocelidis* と *Chl. inclusum* の生活史の研究から4種のモツレグサ類の発生が観察され、それらはすべて多核体であった。多核体のモツレグサ類には4つの生活環のパターンがあるが (KORNMANN 1971), 多くの多核体のモツレグサ類は胞子体世代に単細胞囊状になることが明らかになった。

羅臼で採集した *Codiolum petrocelidis* の形態は従来 KUCKUCK 1894, H. JÓNSSON 1903, SETCHELL and GARDNER 1920, S. JÓNSSON 1958, 1962, FAN 1959, KORNMANN 1961, 1964, SCAGEL 1966 等によって報告されているものと基本的に一致する。FAN (1959) は従来からいわれている柄に続いて管状部の存在を述べているが、今回の培養実験によって、これは発芽管の伸長したものが残っていたと推察された。

S. JÓNSSON (1962) によるとフランス・ロスコフ産の *C. petrocelidis* の生活史は季節によって異なり、春に成熟した *C. petrocelidis* からの遊走子は再び単細胞囊状の *Codiolum* となり、秋から冬に成熟した遊走子は *A. spinescens* になると報告しているが、羅臼産の *C. petrocelidis* から6月と8月に採集した

Codiolum の遊走子が再び単細胞嚢状になることはなかった。また他の研究者の *C. petrocelidis* の研究でも、再び単細胞嚢状になる生活史の報告はない。

終りに、終始この研究にあたって、御指導いただき、また本稿の御校閲を賜った北海道学黒木宗尚教授に厚く御礼を申し上げる。また、材料を提供していただき、*Petrocelis* に関する情報や要約の御校閲を賜った北海道大学増田道夫博士に感謝の意を表します。

引用文献

- AGARDH, J.G. 1846. *Anadema*, ett nytt slägtet bland Algerne. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. 1-16.
- FAN, K.C. 1959. Studies on the histories of marine algae I. *Codiolum petrocelidis* and *Spongomorpha coalita*. Bull. Torrey Bot. Club 86: 1-12.
- HUDSON, M. 1974. Field, culture and ultrastructural studies on green alga, *Acrosiphonia* in the Puget Sound region. Ph. D. Thesis. University of Washington.
- JÓNSSON, H. 1903. The marine algae of Iceland, III. Chlorophyceae. Bot. Tidskr. 25: 337-377.
- JÓNSSON, S. 1958. Sur la structure cellulaire et la reproduction de *Codiolum petrocelidis* KUCKUCK., algue verte unicellulaire endophyte. C. R. Acad. Sci., Paris 247: 325-328.
- JÓNSSON, S. 1959. L'existence de l'alternance hétéromorphe générations entre l'*Acrosiphonia spinescens* KJELLM. et le *Codiolum petrocelidis* KUCK. C. R. Acad. Sci. Paris 248: 835-837.
- JÓNSSON, S. 1962. Recherches sur des Cladophoracées marines (structure, reproduction, cycles comparés, conséquences systématiques). Ann. Sci. Nat. Bot., (Ser. 12), 3: 25-230.
- KORNMAN, P. 1961. Ueber *Spongomorpha lanosa* und ihre Sporophytenformen. Helgoländer wiss. Meeresunters. 7: 195-205.
- KORNMAN, P. 1964. Zur Biologie von *Spongomorpha aeruginosa* (LINNAEUS) VAN DEN HOEK. Helgoländer wiss. Meeresunters. 11: 200-208.
- KORNMAN, P. 1970. Phylogenetische Beziehungen in der Grunalgengattung *Acrosiphonia*. Helgoländer wiss. Meeresunters., 21: 292-304.
- KORNMAN, P. 1972. Les sporophytes vivant en endophyte quelques *Acrosiphoniacées* et leurs rapports biologiques et taxonomique. Soc. bot. Fr. Mémoires: 75-86.
- KUCKUCK, P. 1894. Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland. Wiss. Meeresunters. Helgoland. N. F. 1: 225-263.
- KUTZING, F.T. 1843. Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. i-xxxii+1-458. pl. 1-80. Leipzig.
- 宮地和幸・黒木宗尚 1976. 緑藻のいわゆるミドリウズミモ (*Chlorochytrium inclusum*) の遊走子の発達について. 藻類 24: 121-129.
- NAGAI, M. 1940. Marine algae of the Kurile Islands, I. J. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ. 46: 1-138. pl. 1-3.
- SAKAI, Y. 1954. On some species of *Spongomorpha* from Hokkaido. Japan. Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci., Hokkaido Univ. 4: 63-82.
- SCAGEL, R.F. 1966. Marine algae of British Columbia and Northern Washington, Part I; Nat. Mus. Can. Bull. No. 207, Biol. ser. No. 74, i-viii+1-257. pl. 149.
- TOKIDA, J. 1954. The marine algae of southern Saghalien. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 4: 1-264. pl. 1-15.
- WILLE, N. 1899. Meddelelser om sein Under-søgelse angaaende Cellekjaernes Forhold hos Slaegten *Acrosiphonia* (J. AG.) KJELLM. Bot. Not., p. 281. Lund.
- WILLE, N. 1900. Die Zellkerne bei *Acrosiphonia* (J. AG.) KJELLM. Bot. centralb., 81: 238-239.
- WITTMAN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for ceromosome staining. Stain Technol. 40: 161-163.
- 山田幸男・田中 剛 1944. 知床半島北見国沿岸海藻調査報告. 北水試月報 1(3): 165-171.
- YABU, H. and TOKIDA, J. 1966. Application of Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate method to chromosome staining in marine algae. Bot. Mag. Tokyo 79: 381-382.
- YENDO, K. 1915. Notes on algae new to Japan III. Bot. Mag. Tokyo 29: 99-117.

ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究—VI カタワモク¹⁾

寺脇利信*・野沢治治**・新村 巖***

* 電力中央研究所生物研究所水域部 (270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646)

** 鹿児島大学水産学部 (890 鹿児島市下荒田 4-50-20)

*** 鹿児島県水産試験場生物部 (892 鹿児島市錦江町 11-40)

TERAWAKI, T.* NOZAWA, K.** and SHINMURA, I.*** 1984. Studies on morphogenesis in the early stages of *Sargassum* (*Phaeophyceae*, *Fucales*). VI. *Sargassum asymmetricum*. Jap. J. Phycol. 32: 31-42.

This paper deals with morphogenesis in the early stages of *Sargassum asymmetricum* cultured in the sea. Embryo developed the first primary leaf which was subcylindrical in shape. When the plant attained about 1 cm long, primary leaf became broad linear in shape with clear midrib and undulate margin. When the total length of plant reached about 3 cm, primary leaf was furcate to alternate-pinnately divided with sharply dentate to serrate margin. The primary leaves were arranged spirally on the stem, and the older ones fell off successively. When the plant attained about 5 cm long, it developed the main branch in spiral arrangement at the top of the stem. Many divided spines were formed on the main branch. The leaf on the main branch was similar in shape to that primarily formed on the stem. When the plant grew about 20 cm long, lateral branch and vesicle were observed on the main branch.

Key Index Words: *Fucales*; *growth*; *morphogenesis*; *Phaeophyceae*; *Sargassum*; *Sargassum asymmetricum*.

Aquatic Biology Department, Biology Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, 1646 Abiko, Chiba, 270-11 Japan*; *Laboratory of Marine botany, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima, 890 Japan*; ****Biology Department, Kagoshima Prefectural Fisheries Experimental Station, 11-40 Kinko-cho, Kagoshima, 892 Japan*.

褐藻・ホンダワラ類には、初期形態形成の過程において、幼胚から単条の初期葉が数枚、続いて分裂する初期葉が数枚らせん葉序で形成された後に、主枝が茎上にらせん配列で形成され、以後は主枝の伸長が旺盛となる種類がみられる。それらの中でマメタワラ *Sargassum piluliferum* (TURNER) C. AGARDH (寺脇ら 1982) およびヤツマタモク *S. patens* C. AGARDH (寺脇ら 1983a) では主枝に形成される葉が分裂し、その形態が初期葉と類似する。フタエモク *S. dupli-catum* J. AGARDH (寺脇ら 1983c) およびコブクロモク *S. crispifolium* YAMADA (寺脇ら 1983d) では、主枝に形成される葉が単条で、種としての特徴的な形態を示し、初期葉とは大きく異なっている。一方、アカモク *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH (寺脇ら 1) 本論文は寺脇の鹿児島大学大学院修士論文の一部である。

1983b) の様に茎が大きく伸長し続け、主枝が茎先端から形成されることはなく、葉腋から側枝のみが形成されるなどの特異性を示す種類もみられる。今回は、*Eusargassum* 亜属に分類されているカタワモク *S. asymmetricum* YAMADA について報告する。

材料と方法

培養方法および観察方法は前報 (寺脇ら 1982) と同じ要領で行なった。

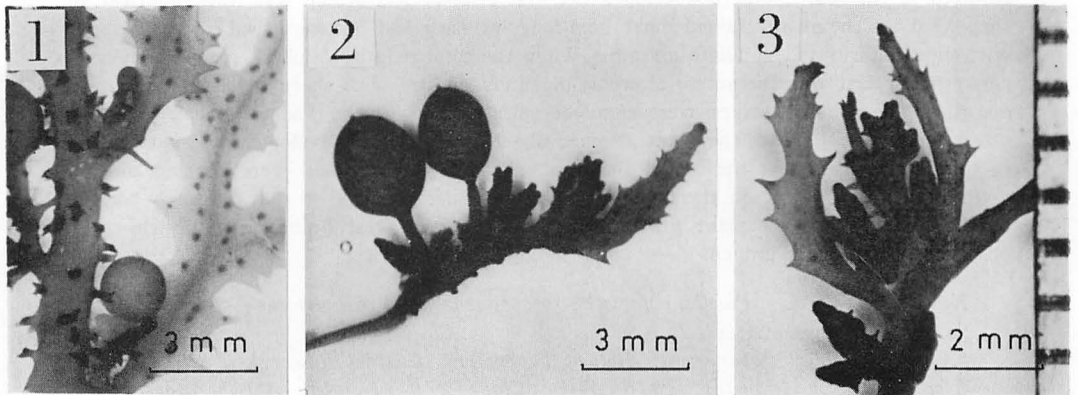
母藻は昭和54年7月6日に、薩摩半島南部の坊津町久志漁港内に漂っていた寄り藻の中から採集したカタワモクで、多数の生殖器床を備えていた。採集した母藻を大型クーラーで保冷し、鹿児島県水産試験場へ持ち帰り、水槽内で流水培養を行なった。7月12日に、母藻の生殖器床表面に幼胚が付着しているのが認めら

れた。翌13日、幼胚を集め、ピペットで養殖網へ播きつけた後、4トン水槽で育苗し、8月10日（採苗後28日）その養殖網を坊津町久志地先へ沖出しして、海中養殖を開始した。

結 果

母藻の特徴：母藻は全長約70 cmに達し、黄褐色で、付着器は小さな盤状である。付着器から1本の直立する円柱状の茎を生じ、その頂端部から数本の主枝を各方向へ発出する。主枝は太さ2~3 mmの円柱状で、やや扁平し、0.5~2 cm間隔で葉および主枝同様の側枝を互生する。主枝の表面には先端の分岐する小

刺が密生している (Fig. 1)。葉は線形ないし長楕円形で、単条または又状ないし互生羽状に分裂し、長さ3 cm、裂片の幅3 mmに達し、短柄を有し、紙質ないし薄い膜質で、基部が不均齊、先端部が鋭いものから鈍頭のものまであり、縁辺に鋸歯を具えている。中肋は明らかに通り、中肋に沿って毛巢が散在する。気胞は長さ6 mmに達する球形ないし卵形で、気胞自身の長さとはほぼ等しい扁平した柄を有し、円頭であるが、稀に微突頭を有し、生殖器床と混在する場合もみられる (Fig. 2)。雌雄同株で、同一生殖器床内に雌雄両生殖器床が観察され (androgynous)、生殖器床は長さ2 mmに達し、数回分岐し、円柱状で、表面に凹凸があり、小刺を具えている (Fig. 3)。



Figs. 1-3. *Sargassum asymmetricum*. 1. A main branch with divided spines and mucous vesicles; 2. Vesicles mucronate at apices mixed with receptacles; 3. Receptacles.

培養経過：採苗後の培養経過を Fig. 4 に示した。幼胚は楕円形ないし卵形で (Fig. 5)、30個体平均の大きさが $184(\pm 18) \times 144(\pm 12) \mu\text{m}$ であった。採苗5日後には、幼胚から8本の第1次仮根が伸出していた (Fig. 6)。採苗後のタンク内育苗は、施設の制約等もあって、光、温度、流量等に関して、必ずしも適正条件を満たしたものではなかったが、10日後0.5 mm、20日後2.5 mmに達した。8月10日の沖出し後には順調な生長を示し、9月下旬に約1 cmに達した。その後、葉体の損傷や減少、生長停滞が認められ、魚類による食害と推察されたため、11月9日に瀬々串漁場へ移植した。移植後には生長を回復したが、9~11月に得られた試料では先端の切れた不完全なものが多かった。翌年6~7月に最大約30 cmに達し、7月下旬以降、主枝は生殖器床を形成せずに基部を残して流失し、一方、若い主枝の萌出が認められ、2年目の生長期に入った。

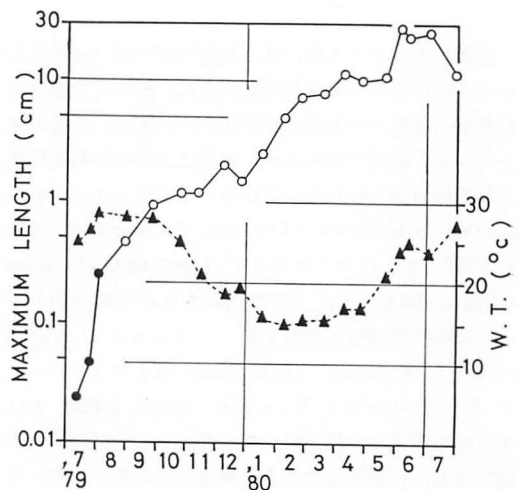


Fig. 4. Growth of *Sargassum asymmetricum*. ●-●: cultured in the tank, ○-○: cultured in the sea, ▲-▲: water temperature.

観察結果: 生長経過における長さ別の形態の特徴は、概略以下の通りであった。

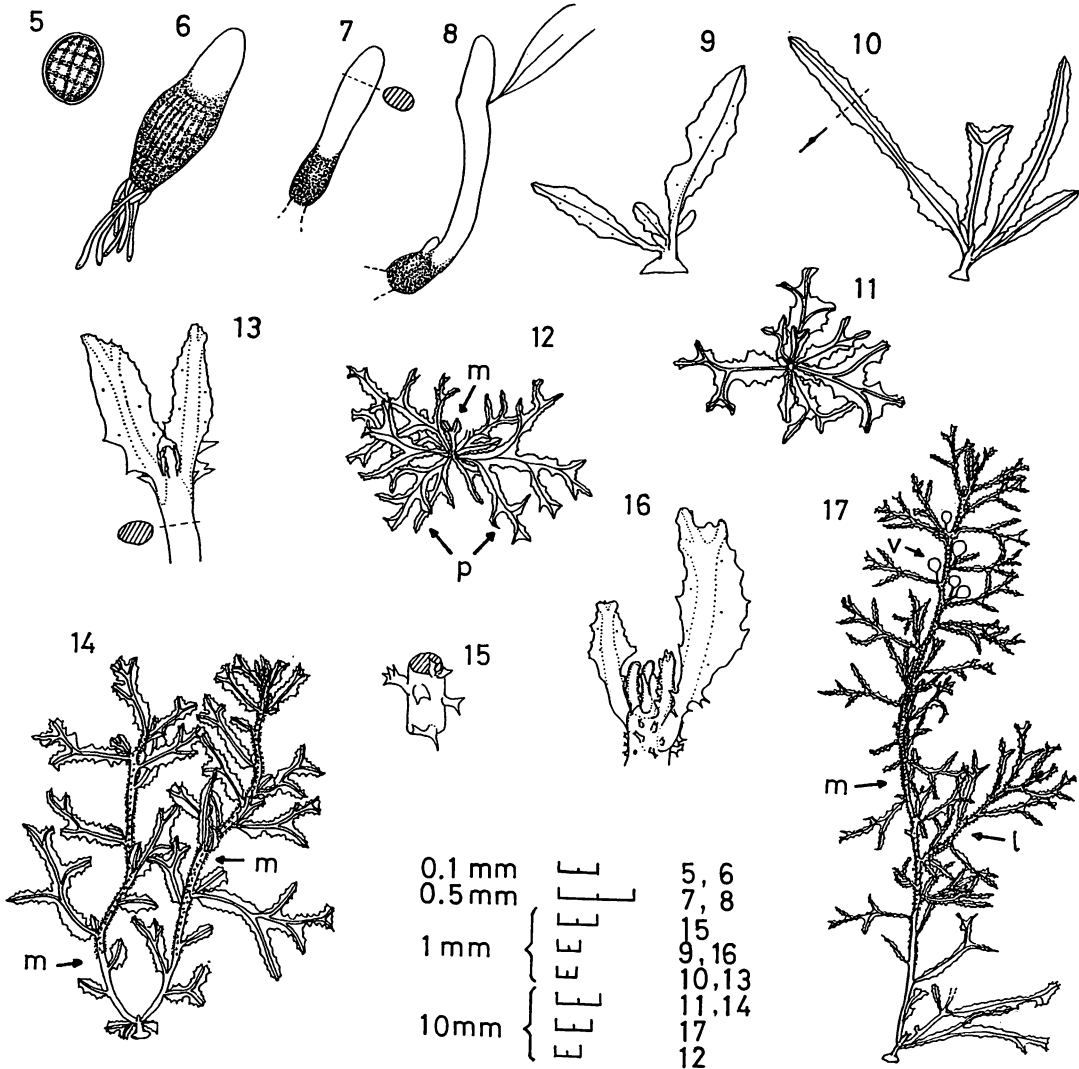
全長約 1 mm: 第 1 初期葉の形態は、やや扁圧した円柱形で、葉幅が 0.2 mm 程度であった (Figs. 7, 18)。

全長 2~3 mm: 第 1 初期葉はタンク内育苗中に葉幅が 0.4~0.6 mm と広くなり、扁圧さを増し、狭いへら形を示すものもみられた。しかし、養殖網を冲出

した際には、第 1 初期葉が葉幅 0.2~0.3 mm のやや扁圧した円柱形を示し、第 2 初期葉が形成され始めているものもみられた (Figs. 8, 19)。

以後、次々と線形で単条の初期葉が形成され、それらは中肋が明らかであった。

全長約 1 cm: 初期葉は単条で、最大幅約 1.5 mm の広線形を呈し、中肋と毛葉が明らかで、縁辺が波状



Figs. 5-17. Morphogenesis of *Sargassum asymmetricum*. 5. Embryo detached from receptacle; 6. Five days old plant after sowing; 7. After 15 days, development of first primary leaf; 8. After 25 days, first primary leaf and bud of second one; 9. After 74 days, plant with broad linear primary leaves; 10. After 122 days, development of divided primary leaves; 11. After 165 days, plant with primary leaves divided dichotomously to pinnately; 12. After 209 days, development of main branch; 13. Apex of young main branch; 14. After 269 days, plant with two main branches; 15. Main branch with divided spines; 16. Apex of main branch with leaf buds and spines; 17. After 328 days, development of vesicles and lateral branches. Lateral branch (l); main branch (m); primary leaf (p); vesicle (v).

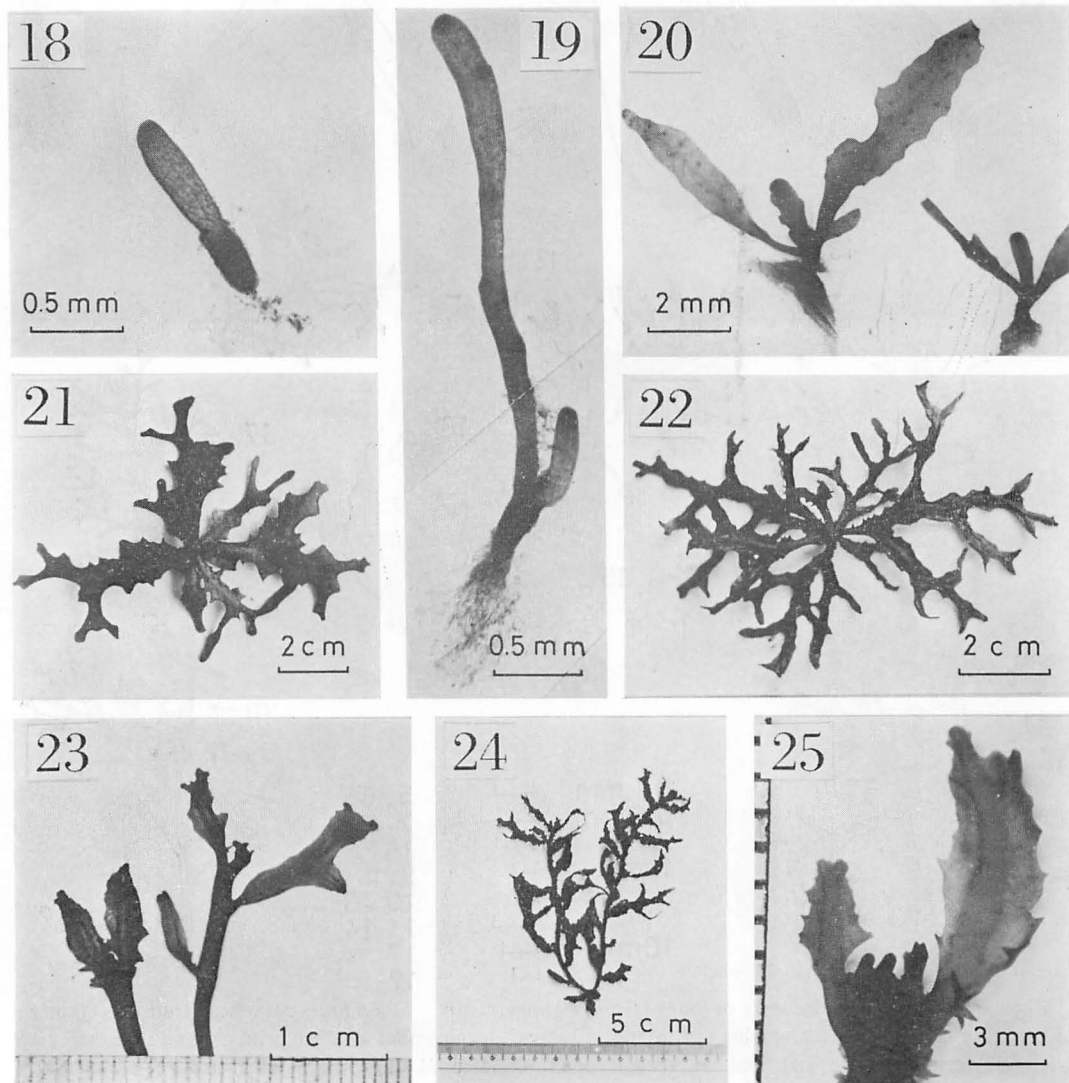
を呈していた (Figs. 9, 20)。

全長約 2 cm: 初期葉は、縁辺が鋭い波状を呈し、1~2回又状に分裂するものもみられるようになり、中肋が隆起して葉の先端まで達していた (Fig. 10)。

全長約 3 cm: 初期葉は又状ないし互生羽状に分裂し、裂片の最大幅 4~5 mm で、縁辺が鋭い歯状ないし鋸歯状を呈していた (Figs. 11, 21)。単条の初期葉が茎下部のものから順次脱落し、分裂する初期葉が茎の先端から形成され、それらの配列はらせん状であり、

最高 7~8 枚が一個体上にみられた。

全長約 5 cm: 初期葉は長さ 4~5 cm で互生羽状ないし複羽状に分裂し、裂片の最大幅 5 mm 程度で、縁辺の歯状ないし鋸歯が一層鋭くなっていた (Figs. 12, 22)。茎の先端から主枝が形成され、主枝はやや扁圧した円柱状で、先端に葉を備えており、初期葉とは容易に区別できた (Figs. 13, 23)。葉は縁辺が波状ないし歯状を呈し、隆起する中肋が明らかに先端まで達していた。



Figs. 18-25. Morphogenesis of *Sargassum asymmetricum*. 18. After 15 days, development of first primary leaf; 19. After 25 days, first primary leaf and bud of second one; 20. After 74 days, plant with broad linear primary leaves; 21. After 165 days, plant with primary laves divided dichotomously topinately; 22. After 209 days, development of main branch; 23. Young main branch; 24. After 269 days, plant with two main branches; 25. Apex of main branch with leaf buds and spines.

全長約 10 cm: 初期葉は 1~2 枚残っており、先端が弱り、切れているものが多かった (Figs. 14, 24)。主枝は 2~3 条形成されており、直径 2~3 mm の円柱状で、表面には、先端が分岐する小刺 (Fig. 15) が主枝上方へ向かう程密生し、主枝先端には葉芽が形成されていた (Figs. 16, 25)。葉は互生し、基部の不斉なものも多く、単条のものから又状ないし互生羽状に分裂するものまでみられ、紙質ないし薄い膜質で、縁辺には鋭歯を備えており、形態が主枝形成時の初期葉と酷似していた。

全長 20~30 cm: 初期葉がほとんど脱落し果て、茎の高さが 5 mm 程度に達し、3~4 条の主枝が形成されているものが多かった (Fig. 17)。葉腋から気胞が形成され、側枝も伸長していた。気胞は球形で円頭となるが、若い気胞では微突頭がみられ、柄がほぼ円柱状で刺を備えていた。側枝は主枝上部と同形であり、形成され始めると急速に伸長するものようであった。

以上のように、全長約 20 cm 以上のものは、今回観察されなかった生殖器床を除けば、母藻の有する形質を表わしていた。一方、付着器は、他種と同様に、多数の仮根が密に束状ないし塊状に癒合して形成されていた。本種の付着器は盤状であるが、薄いために養殖網の撚糸の輪郭が付着器の表面ごしに認められるものもみられ、全長 20~30 cm の試料では、着生基質の 4.2 mm ロープをほぼ 1/3 周していた。

考 察

本研究で用いた母藻は、形態および生殖器床の特徴ともにカタワモク (山田 1942) とよく一致した。特に、主枝が円柱状であり、気胞が円頭で微突頭を有するものもあり、気胞と生殖器床とが混在する場合も認められたなどの点から、母藻をカタワモクと同定した。しかし、山田 (1942) によると、キレバモク *S. alternato-pinnatum* YAMADA はカタワモクと近縁な種で外見も酷似し、更に *S. polyporum* MONTAGNE も互いに近縁のもので、広く各地の標本を多数蒐集研究する際には、少数の種に合一されるかも知れないとされている。

本種の胚発生、および、その後の形態形成に関する報告は見当たらないようであるが、本研究によりその概要を明らかにすることができた。すなわち、本種の初期形態形成の特徴はほぼ次のようにまとめられる。

本種の放出卵については今回観察できなかったが、幼胚の大きさからみて、従来知られているホンダワラ

属植物の放出卵の中では比較的小型である (猪野 1947)。また、第 1 次仮根数も 8 本であった。

幼胚から形成された第 1 初期葉は、全長 1~2 mm の間は円柱形で、タンク 内育苗期間中に葉幅が 0.4~0.6 mm と広くなったものもみられたが、養殖網を冲出した後は再び葉幅 0.2~0.3 mm の扁平した円柱形となっていた。同様の変化がヤツマタモクの第 1 初期葉にもみられた (寺脇ら 1983a)。それらが生長経過における普遍的性質であるのか、環境の変化によるものであるのか分らなかった。その後形成される初期葉の形態は、単条の線形であるが次第に葉幅が広くなり、全長 2~3 cm に達すると分裂するものになり、全長 4~5 cm で互生羽状ないし複羽状となる。また、葉縁の鋭い鋸歯ならびに隆起する明瞭な中肋が、前報の 5 種 (寺脇ら 1982; 寺脇ら 1983a, b, c, d) に較べ強く現われるようである。これら初期葉はらせん葉序を示して形成され、生長に伴って順次脱落していき、全長 20 cm に達したものではほとんどみられなくなり、茎が次第に形成されていく。

全長 4~5 cm に達するころから、茎の先端には初期葉に代って主枝が形成され始める。主枝に形成される葉は互生し、縁辺には鋸歯を備えており、形態的に主枝形成時の初期葉と酷似している。全長 20 cm に達すると、気胞や側枝が観察され、成体の形態的特徴を現わしてくる。主枝の形成後には主枝の伸長が旺盛となり、茎の伸長は極めて緩慢となる。全長 20~30 cm に達した個体の茎の高さは 1 cm 以下である。また、本研究においては、発生 1 年目での成熟現象は観察されなかったが、今後、更に検討する必要があると思われる。

本種の初期形態形成の過程、すなわち、第 1 初期葉がやや扁平した円柱形であること、その後、単条または分裂する初期葉が茎上にらせん葉序で数枚形成されてから主枝が形成されること、主枝に形成される葉が互生し、大きさ、形態とも初期葉と類似していること、および、主枝形成後には茎の伸長が緩慢となることなどの一連の過程が、*Phyllotricha* 亜属に分類されているマメタワラ (寺脇ら 1982) のそれと極めて類似する傾向を示している。一方、本種と同じ *Eusargassum* 亜属に分類されているフタエモク (寺脇ら 1983c) およびコブクロモク (寺脇ら 1983d) では、分裂する初期葉の形成までは本種と同様の過程を示すものの、主枝に形成される葉が単条で、初期葉と異なった形態となる点等の差異が明らかとなった。

終りに、御校閲をいただいた北海道大学理学部助教

授吉田忠生博士に厚くお礼を申し上げる。また、本研究の発表に際し御配慮をいただいた電力中央研究所生物研究所長中村宏博士および同水域部長下茂 繁博士に謝意を表す。

引用文献

猪野俊平 1947. 海藻の発生。北隆館。東京。
寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1982. ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究—I マメタワラ。藻

類 30: 305-310.
寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983a. 同上—II ヤツマタモク。藻類 31: 38-43.
寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983b. 同上—III アカモク。藻類 31: 97-101.
寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983c. 同上—IV フタエモク。藻類 31: 190-195.
寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983d. 同上—V コブクロモク。藻類 31: 196-201.
山田幸男 1942. 南日本産ほんだわら 属の種類に就て(3)。植研 18: 553-562.

海藻の遷移に及ぼす採食の影響 I¹⁾

新井章吾*・新井朱美**

* (株) 海藻研究所 (108 東京都港区港南 5-1-15)

** 東京水産大学植物学教室 (108 東京都港区港南 4-5-7)

ARAI, S. and ARAI, A. 1984. Effects of grazing on algal succession I. Jap. J. Phycol. 32: 43-51.

The effects of grazing by small snails, *Nerita albicilla*, on algal succession were assessed in four artificial tide pools (75 cm(L) × 25 cm(W) × 75 cm(D) each) on a lower intertidal rocky shore at Kominato, Chiba Prefecture, monthly from June 1979 until June 1980. Snails with a density of 0, 50, 150 and 300 individuals were kept in the tide pools respectively after the pools were completely cleaned and covered with stainless-steel screens. The coverage and number of algae were recorded.

In the tide pool without snails, attached diatoms initially colonized abundantly within the first month and *Enteromorpha intestinalis* dominated in the second month; then *Ulva conglobata* dominated in the fourth month, and finally in the sixth month and later such perennials as Sargassaceans, *Padina arborescens* and Corallinaceans were dominant. In the tide pool with 50 snails, the coverage of attached diatoms and *E. intestinalis* was lower than that in the tide pool without snails; however, the coverage of *U. conglobata*, Sargassaceans and *P. arborescens* was almost the same as that in the tide pool without snails. In the tide pool with 150 snails, attached diatoms and *E. intestinalis* were scarcely observed. As most of *U. conglobata*, Sargassaceans and *P. arborescens* were probably eaten while they were sporelings and germlings, the coverage of these algae in this tide pool was lower than half that in the tide pool without snails; Melobesioideans, however, showed the highest cover percentage all the time. Similarly Melobesioideans dominated all the time in the tide pool with 300 snails; but the coverage of Melobesioideans in this tide pool was lower than that in the tide pool with 150 snails probably due to the excessive grazing by the snails.

Key Index Words: algae; grazing; *Nerita albicilla*; succession; tide pool.

Shogo Arai, Marine Algae Research Co., Ltd., Konan 5-1-15, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan; Akemi Arai, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

潮間帯の海藻群落の遷移に関する研究は、WILSON (1925) を始めとして HATTON (1932), KITCHING (1937), REES (1940), 片田・松井 (1953, 1954), MURRAY and LITTLER (1978) ら多くの研究者によって行われてきた。しかし、これまでの遷移に関する研究の多くは、藻食動物が遷移の過程に及ぼす影響を考慮せず、植物同士の光、栄養、基質、流動等をめぐる種間関係に重点をおいている。

近年 JONES (1946), DAYTON (1975), NICOTRI

(1977), VANCE (1979) らは藻食動物が海藻植生に及ぼす影響を報告しているが、それらの研究は海藻群落から藻食動物を排除したり、逆に付加した場合に二次的に起こる植生変化を追跡したものが多く、一次遷移に及ぼす藻食動物の影響にはほとんど注意が払われていない。

本研究は潮間帯にある人工タイドプールに網をはり藻食動物を人為的にとじこめるとともに他の大型藻食動物の侵入を防ぐことによって、タイドプール内の一次遷移に及ぼす藻食動物の影響を探ったものである。

1) 本論文は新井章吾の東京水産大学大学院修士論文の一部である。

実験場所と実験方法

実験は千葉県安房小湊 (Fig. 1) の東京水産大学小湊実験場地先の岩礁に作られた4つの人工タイドプール* で行われた。

タイドプールは平均水面より少し低い潮間帯下部のほぼ水平な岩盤にあり、各タイドプールの大きさは縦横75 cm、深さ 25 cm で、側面は正しく東西南北に向けられている。各タイドプール間の距離は 50 cm である (Fig. 2)。

タイドプール周辺の岩盤上では、ヒジキ、ウミトランノオ、ボタンアオサなどが混生し、裸面の部分もあった。周囲に点在するタイドプールにはピリヒバ、マオウカノテなどの有節石灰藻が優占し、マメタワラ、ヤツマタモクなどのホンダワラ類も生育していた。この岩盤上での主な藻食動物はウノアソガイ、ヨメガカサガイなどのカサガイ類と、スガイ、アマオブネガイ、クボガイなどの巻貝類であった。タイドプール内に普通に存在し、同じ大きさの個体を多量に入手しやすいことからアマオブネガイ *Nerita albicilla* を実験に用いた。実験期間は1979年6月から1980年6月までであった。

1979年6月に4つの人工タイドプール内の固着性動物植物を平たがねとワイヤーブラシで削り取り、残ったものを全て塩酸で死滅させた。アマオブネガイはでき

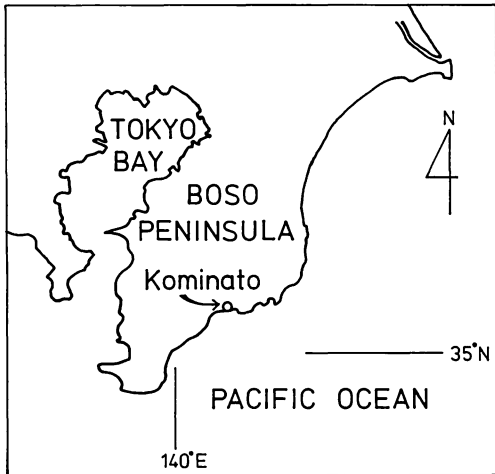


Fig. 1. Map showing the study site at Kominato, Chiba Prefecture.

* 東京水産大学今野敏徳氏がかつて「遷移系列におよぼす出発季節の影響」の研究のため掘られたものである (片田・今野 1977)。

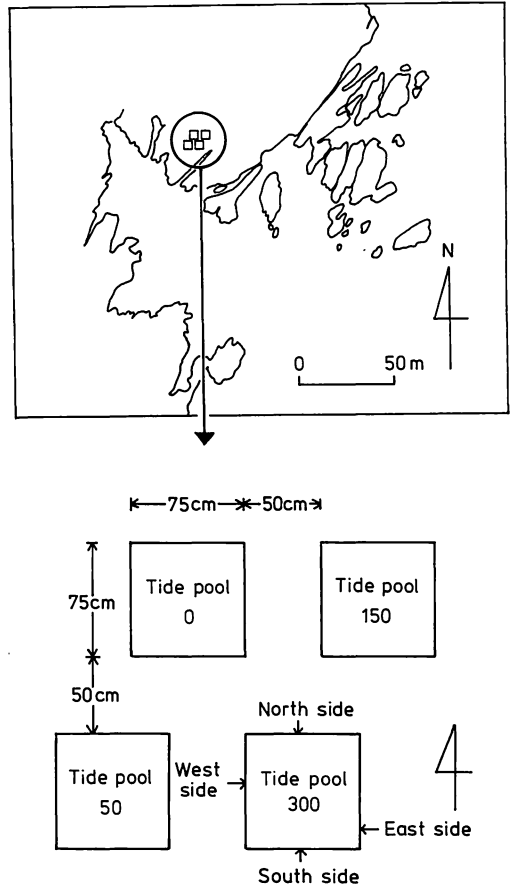


Fig. 2. The plane figure showing arrangement of four tide pools used in the present study.

るだけ大きさを揃え、殻径平均 24 mm (S.D. 1.42 mm) のものを選んだ。それらを3つのタイドプールにそれぞれ 50 個体、150 個体、300 個体入れた。アマオブネガイの個体数を一定に保ち、また、他の大型藻食動物の侵入を防ぐために長径 11 mm、短径 9 mm の亀甲網目状のステンレス網を張った枠をかぶせて固定した。網目の大きさはアマオブネガイと他の大型藻食動物が通れず、光条件からみて海藻の生長に支障を与えないと思われるものを選んだ。残る1つのタイドプールには貝を入れないまま同じ網をかぶせた。以後、アマオブネガイの投入個体数に応じて、それぞれのタイドプールをプール 0、50、150、300 と呼ぶ。

タイドプール内で観察された海藻の被度と、数えられるものについてはその個体数を毎月1回調査した。被度の調査は底面においては中央の 50×50 cm、側面については中央の 25×50 cm の部分を対象とし、それぞれの海藻がコードラート内に占める垂直投影面積の

割合で被度を示した。側面はタイドプールの東側にある面を東面と称し、以下同様に西、南、北面と称する。また、網目の大きさより小さい藻食動物がタイドプール内に侵入できるので、それらの個体数も計数した。調査ごとに死亡した数だけアマオブネガイを補充し、網についた動植物を取り除くため2ヶ月に1度網を塩酸で洗った。

結 果

1. 海藻の出現種数

タイドプールには実験期間中に緑藻7種、褐藻18種、紅藻47種が出現した。珪藻類は数種類出現したが、これらはまとめて付着珪藻として取り扱った。

それぞれのタイドプールにおける海藻の種数をFig. 3に示した。海藻の種数は1980年2月頃に最大となり、その後減少した。緑藻の種数は各タイドプール間でほとんど差がなかった。褐藻の種数は実験期間中プール50で最も多く、プール0, 150, 300の順に少なくなっていた。紅藻の種数は、明瞭な傾向は認められないがプール300でやや少なかった。

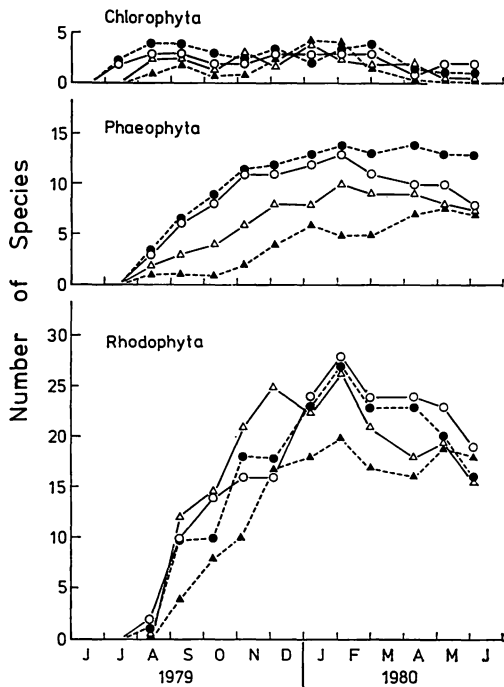


Fig. 3. The number of species of algae recorded monthly in each tide pool from June 1979 until June 1980. ○ Tide pool 0; ● Tide pool 50; △ Tide pool 150; ▲ Tide pool 300.

2. 侵入した藻食動物数

実験期間中にタイドプールに侵入した藻食動物はカサガイ類 Limpets が4種、スガイ、アマオブネガイなどの前鰓亜綱 Prosobranchia (カサガイ類を除く) が10種、アメフランなどの後鰓亜綱 Opisthobranchia が6種、ヒザラガイなどの多板綱 Polyplacophora が2種、ウニ綱 Echinoides が5種であった。これらの藻食動物の個体数の変化をFig. 4に示した。カサガイ類はプール150, 300に多く侵入したが、プール50では少なくプール0には全く侵入しなかった。その他の藻食動物の侵入状況については各タイドプール間で顕著な差異は認められなかった。

3. 海藻の個体数

個体数の計数が容易にでき、いずれかのタイドプールで10個体以上となった海藻についてその個体数をTable 1に示した。1979年6月及び7月は記録すべき海藻が認められなかった。8月には記録されたが個体数は数えていない。算定の対象となる種が出現するのは9月以後であった。

ウミウチワ *Padina arborescens*, ヤツマタモク *Sargassum patens*, ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* の個体数は、どの時点でもプール0で最も多く、プール50, 150, 300の順に減少していた。この3種の海藻は近接する天然タイドプールにも普通に生育し

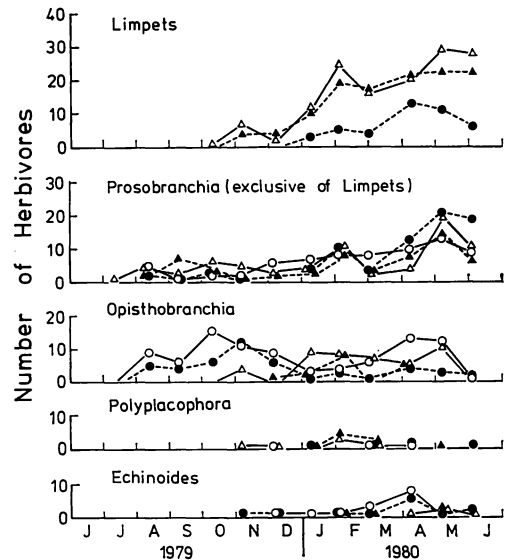


Fig. 4. The number of herbivores invaded each tide pool, recorded monthly from June 1979 until June 1980. Symbols as in Fig. 3.

Table 1. The number of algal individuals observed monthly in each tide pool from June 1979 until June 1980. Tide pool 0, without snails; Tide pool 50, with 50 snails; Tide pool 150, with 150 snails; Tide pool 300, with 300 snails.

	1979					1980					
	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
<i>Padina arborescens</i>											
Tide pool 0			32	33	52	45	43	41	40	36	35
50			8	16	35	26	28	26	25	21	19
150			1	3	6	7	7	8	8	8	8
300					1	2	2	2	3	2	2
<i>Eisenia bicyclis</i>											
Tide pool 0						2	7	3	1		
50						1	9	10	4	4	1
150						14	16	34	8	13	12
300						9	24	43	35	40	37
<i>Hizikia fusiformis</i>											
Tide pool 0			25	63	67	25	25	12	6	5	5
50			39	55	65	22	20	15	10	9	11
150			2	2	2	2	2	2	2	2	2
300											
<i>Sargassum patens</i>											
Tide pool 0	+	33	59	90	82	76	72	71	71	64	68
50	+	32	25	33	35	33	34	34	33	32	34
150	+	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
300											
<i>Sargassum thunbergii</i>											
Tide pool 0	+	142	288	940	292	146	138	201	120	146	120
50	+	129	100	243	276	84	102	96	105	99	59
150	+	7	7	22	29	20	23	36	31	45	32
300	+	2	1	1	3	2	6	3	11	18	14
<i>Sargassum muticum</i>											
Tide pool 0				3	2	2	1	1	1	1	1
50		2	2	8	3	3	3	3	3	3	3
150											
300									5	16	36
<i>Gelidium amansii</i>											
Tide pool 0			1		1	6	6	4	6	5	5
50		1	2	4	4	3	2	5	6	5	4
150		12	35	44	56	61	59	63	65	98	60
300		2	10	17	25	27	28	28	41	40	36
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>											
Tide pool 0						1	1	1	3	2	2
50											
150		1	8	14	14	14	13	10	13	13	13
300			2	2	2	4	7	8	7	6	7
<i>Grateloupia sparsa</i>											
Tide pool 0										1	2
50										1	
150		1	7	5	5	9	10	9	8	10	12
300							6	5	11	17	17
<i>Grateloupia imbricata</i>											
Tide pool 0		15	2	2	1	4	6	2	2	5	5
50						1	1			2	
150		1	4	17	15	12	13	15	13	13	14
300						2	4	7	8	7	9

+, Species recorded but not counted.

ていた。

これとは逆に、アラメ *Eisenia bicyclis* の個体数は出現初期を除きプール 300 から 0 にかけて順に少なくなっていた。多年生紅藻のマクサ *Gelidium amansii*, タンパノリ *Pachymeniopsis elliptica*, ヒヂリメン *Grateloupia sparsa*, サクラノリ *Grateloupia imbricata* はプール 150 で最も多く、次いでプール 300 が多く、プール 0 及び 50 での出現は少なかった。

タマハキモク *Sargassum muticum* (吉田 1978) は 1979 年中にはプール 0 と 50 にのみ出現したが、1980 年 4 月からプール 300 でかなり多くの幼体が観察された。

4. 海藻の被度

タイドプール底面における海藻被度の変化を Fig. 5 に、側面におけるそれを Fig. 6 に示した。ここでは、各面で 20% 以上を占めたことがあり、遷移相の主な構成種であると考えられる種類の被度百分率 (cover percentage) を示した。ただし、ヒジキ、マメタワラ、ヤツマタモクなど 9 種のホンダワラ科植物 Sargassaceans については全種の被度の合計値を用いた。ホンダワラ科植物の被度が 100% を超える場合があるのはこのためである。同様にサンゴモ垂科植物 Corallinoideans はピリヒバ、マオウカニノテなど 6 種の被度の合計である。

底面：プール 0 において 1 ヶ月以内に付着珪藻 attached diatoms が全面を被ったが、次の月には付着珪藻が減少し、ボウアオノリ *Enteromorpha intestinalis* が 96% の被度となった。8 月に出現したホンダワラ科植物は急速に生長して 10 月には優占種となった。ホンダワラ科植物のうち最も被度の高かったのはヤツマタモクで、1980 年 12 月には被度 85% となり、この月のホンダワラ科植物の被度合計の 70% 以上を占めていた。ウミウチワは最初ホンダワラ科植物の下草群落であったが、ホンダワラ科植物が流失した 1980 年 5 月に優占種となった。

プール 50 における付着珪藻の被度は 85% で、プール 0 に比べてやや低く、次の月にはシオグサ属の一種 *Cladophora* sp. が優占し、ボウアオノリの被度は最高 30% であった。遷移系列は、シオグサ属の一種を除けばプール 0 と 50 はよく似ていて、付着珪藻からボウアオノリ、ホンダワラ科植物・ウミウチワへと移行した。ホンダワラ科植物の被度がプール 0 より高いのは、プール 0 ではヤツマタモク以外のホンダワラ科植物の

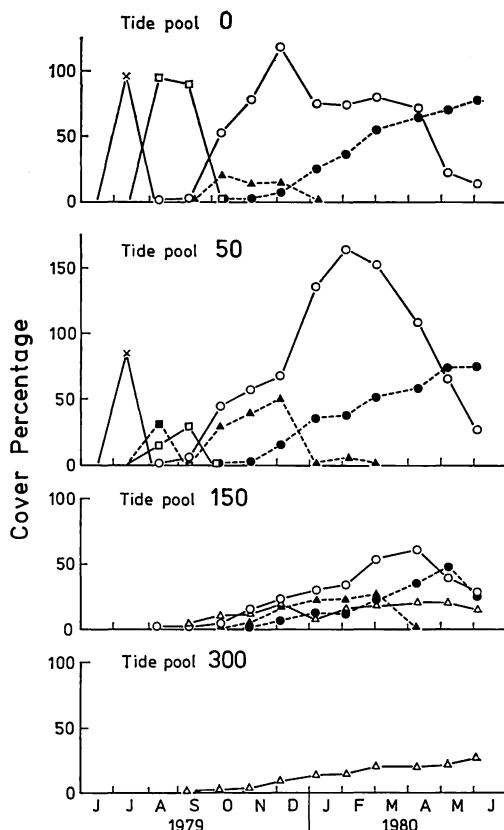


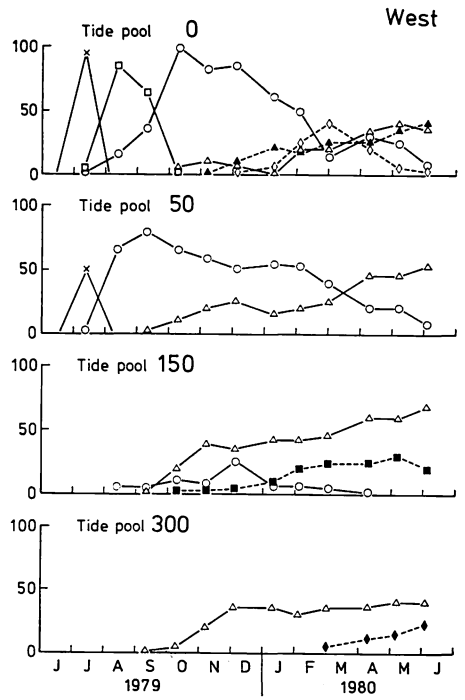
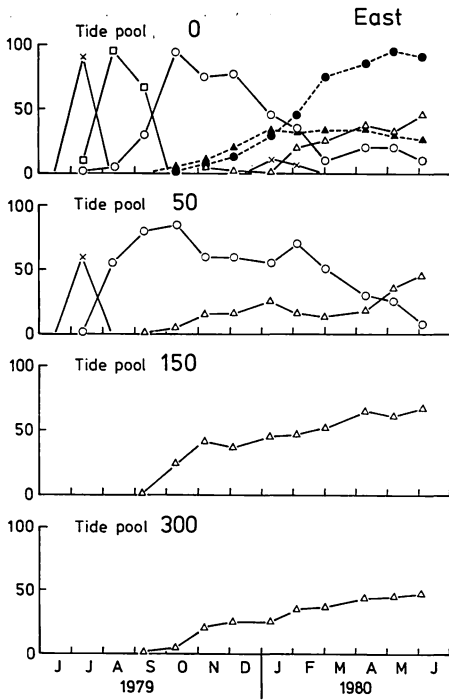
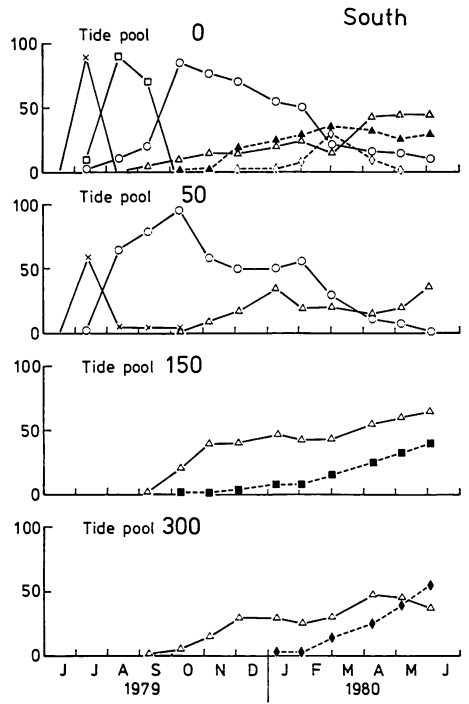
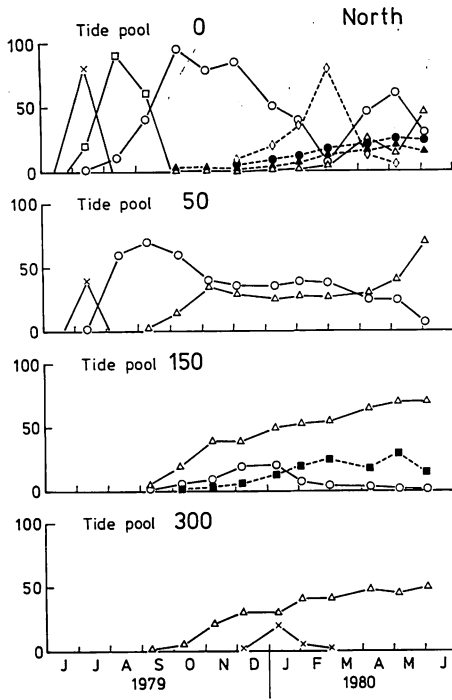
Fig. 5. Cover percentage of abundant algae on the bottom of each tide pool. × attached diatoms; □ *Enteromorpha intestinalis*; ■ *Cladophora* sp.; ● *Padina arborescens*; ○ Sargassaceans; △ Melobesioideans; ▲ *Centroceros clavulatum*.

被度が低かったのに比べ、プール 50 ではヤツマタモクのほかにもタマハキモクの被度が高かったためである。

また、プール 0, 50 とともにサビ垂科植物 Melobesioideans の被度は 20% を越えなかった。

プール 0, 50 に比べて、プール 150, 300 では付着珪藻、ボウアオノリなどの短命海藻からなる遷移初期の海藻が欠落していた。ホンダワラ科植物やウミウチワの被度はプール 150 においてプール 0 および 50 の半分以下で、プール 300 においては 5% 未満であった。しかし、プール 0, 50 で少なかったサビ垂科植物の被度は 20% 以上であった。

側面：プール 0 の側面では、東西南北いずれの面においても削除後 1 ヶ月以内に付着珪藻が、2 ヶ月目にはボウアオノリが優占した。底面に多く着生したホン



ダワラ科植物は側面ではほとんど見られず、ポウアオノリの次にはボタンアオサ *Ulva conglobata* が出現した。その後の遷移は側面の向きによって異なっていた。東面ではウミウチワが50%以上の被度となり、実験終了時まで優占していたが、その他の面では少なかった。サンゴモ亜科植物は周囲の天然タイドプールでの優占種だが、20%以上の被度となったのはこのプールだけであった。

プール50においては、いずれの面でも付着珪藻の被度が60%を越えなかった。ポウアオノリの被度は1%以下で、削除後2ヶ月目からボタンアオサが優占した。

プール150, 300では底面と同様に、付着珪藻、ポウアオノリ、ボタンアオサなどの遷移初期の海藻が非常に少なく、サビ亜科植物の被度が1979年秋から急に高くなり、ほとんどの調査時において最も高い被度となった。

サビ亜科植物の被度はプール150で最も高く、次いでプール300, 50, 0の順に低くなっていた。

プール150ではマクサ、ヒヂリメン、タンバノリなど多年生紅藻の被度が高く、プール150西面、およびプール300西面と南面でアラメの被度が高かった。

考 察

浅海岩礁域で行われた遷移に関する研究の多くは、一次遷移が珪藻類、アオノリ類のような迅速に生長して短命に終わる海藻類から、よりゆっくりと生長する一年生海藻へと進み、最後には多年生海藻になることを示している (NORTHGRAFT 1948, FAHEY and DOTY 1949, 片田 1963, DAYTON 1971, 1975, FOSTER 1975, EMERSON and ZEDLER 1978)。本研究では、プール0における遷移は付着珪藻に始まり、ポウアオノリからボタンアオサへ、さらにホンダワラ科植物・ウミウチワ・サンゴモ亜科植物といった多年生海藻へと進み、既往の遷移の研究結果と似ていた。プール0に比べ、プール50では付着珪藻・ポウアオノリといった遷移初期の短命海藻の被度が低かった。しかし、ボタンアオサ、ホンダワラ科植物、ウミウチワなどの被度は高く、遷移系列はプール0と大差なかった。

すべてのタイドプールは網によってアマオブネガイ程度以上の大きさの藻食動物の侵入が防がれているが、Fig. 4に示したように多くのカサガイ類やアメフラン

類などの藻食動物が侵入した。これら小型藻食動物の侵入数はカサガイ類を除けば、各プール間で顕著な差異がみられず、自然の密度に近いと思われる。カサガイ類の個体数はアマオブネガイの採食圧の高いプールに多く、各プールの採食圧の順序を逆転させることはなかった。また、本実験開始の1年前にも1度当タイドプール内の生物を除去してあり、その後1年間の観察中にこの岩盤上では比較的大型のアマオブネガイ・スガイなどの藻食動物が、1つのタイドプールに10個体以上いることは極めてまれであった。これらのことから、この岩盤における自然状態での採食圧はプール0と50の間にあると思われる。

DAYTON (1975), SOUSA (1979) は潮間帯下部で遷移の研究を行い、自然密度ではカサガイ類のような小型軟体動物が遷移の進行に長期にわたる影響をもつことはほとんどなかったと報告している。これらの藻食動物は主に孢子・発芽体や小型でやわらかい海藻を採食し、遷移初期の種を除去するのに重要な役割を果たしているが、大型の海藻は生長によって藻食動物の採食活動からのがれてしまう (JONES 1946, DAYTON 1975, LUBCHENCHO 1978, SOUSA 1979)。

プール50の採食圧は自然状態よりやや高いものと思われるが、この密度ではボタンアオサ、ホンダワラ科植物、ウミウチワなど比較的大型の海藻は、その孢子、発芽体がアマオブネガイに食べつくされる前に、採食されない大きさにまで生長することができる。プール50におけるホンダワラ科植物、ウミウチワの個体数はプール0の約半分であったが、プールを被うには十分な量であった。1つのタイドプールの面積 1.3 m² にアマオブネガイ50個の採食圧は、遷移初期の海藻を除けばほとんど影響ないものと考えられる。

しかし、プール150, 300では付着珪藻、ポウアオノリなどの遷移初期の海藻やボタンアオサの被度が非常に低かった。ホンダワラ科植物、ウミウチワの被度はプール150の底面において60%以下であり、プール300の底面及び両プールの側面では15%を越えることはなかった。代わりにサビ亜科植物が最も高い被度となり、いわゆる磯焼け状態を示していた。ここではアマオブネガイがあまりに高密度となっているため、多くの海藻は孢子・発芽体のうちに採食されてしまうと考えられる。

Fig. 6. Cover percentage of abundant algae on the north, south, east and west sides of each tide pool. × attached diatoms; □ *Enteromorpha intestinalis*; ○ *Ulva conglobata*; ● *Padina arborescens*; ◇ *Hydroclathrus clathratus*; ◆ *Eisenia bicyclis*; ■ *Gelidium amansii*; △ Melobesioideans; ▲ Corallinoideans.

FORSTER (1959), VANCE (1979) は本実験のアマオブネガイの場合と同様、ウニの採食区では非採食区に比べて直立海藻が少なく、サビ亜科植物が多くなることを報告している。しかし、そのサビ亜科植物もプール150より300において少なく、採食圧が高くなりすぎるとサビ亜科植物さえも制限されることが示された。ただし、プール150, 300においてマクサ、サクラノリなどの多年生紅藻やアラメがプール0, 50より多く出現しているが、その理由は明らかでない。

通常、小湊実験場地先の潮間帯中部から下部に至る岩盤上ではアマオブネガイのような小型軟体動物が海藻植生を制御しているように見受けられず、プール150及び300のような状態になることはない。ニューイングランドの潮間帯下部において実験を行った LUBCHENCO and MENGE (1978) は、本実験と同様にカサガイ類とウニが潜在的にトチャカ *Chondrus crispus* を抑制しうるが、通常大きな影響を与えるほど多くは存在していないことを報告している。しかし、潮間帯中部から上部にかけてはカサガイ類やタマキビガイが (JONES 1946, CASTENHOLZ 1961, SOUTHWARD 1964), 漸深帯においてはウニが (LEIGHTON *et al.* 1965, VANCE 1979), 海藻植生に大きな影響を与えることが報告されている。

以上述べたように、潮間帯中部以深の通常の採食圧のもとでは、一次遷移は短命海藻から多年生海藻へと徐々に進行し、採食圧が少し高くなっても遷移初期の短命海藻が減少するだけで遷移系列は変わらない。直立する短命海藻・多年生海藻ともに少なく、サビ亜科植物が優占し、遷移系列が全く異なるのは採食圧がかなり高くなった場合である。また、さらに採食圧が高まるとサビ亜科植物の入植も制限されて裸面の部分が多くなることがわかった。

本研究を行うにあたり、タイドプールの使用を許可されたうえ有益な御助言をいただいた東京水産大学今野敏徳氏に厚く御礼申し上げる。御指導と御校閲を賜った東京水産大学名誉教授片田実博士、本論文を作成するにあたり有益な御助言をいただいた東京水産大学助教授有賀祐勝博士に深謝申し上げます。また、調査に際し多大の便宜を与えて下さった東京水産大学小湊実験場の職員の方々に謝意を表す。

引用文献

CASTENHOLZ, R. W. 1961. The effect of grazing

on marine littoral diatom populations. *Ecol.* 42: 783-794.

DAYTON, P. K. 1971. Competition, disturbance, and community organization: The provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.* 41: 351-389.

DAYTON, P. K. 1975. Experimental evaluation of ecological dominance in a rocky intertidal algal community. *Ecol. Monogr.* 45: 137-159.

EMERSON, S. E. and ZEDLER, J. B. 1978. Recolonization of intertidal algae: An experimental study. *Mar. Biol.* 44: 315-324.

FAHEY, E. M. and DOTY, M. S. 1949. Pioneer colonization on intertidal transects. *Biol. Bull.* 97: 238-239.

FORSTER, G. R. 1959. The ecology of *Echinus esculentus* L. Quantitative distribution and rate of feeding. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 38: 361-367.

FOSTER, M. S. 1975. Algal succession in a *Macrocystis pyrifera* forest. *Mar. Biol.* 32: 313-329.

HATTON, H. 1932. Quelques observations sur le repeuplement en *Fucus vesiculosus* des surfaces rocheuses dénudées. *Bull. Lab. marit. Mus. Hist. nat. St-Servan* 9: 1-6.

JONES, N. S. 1946. Browsing of *Patella*. *Nature* 158: 557-558.

片田 実 1963. 海藻の生活形と遷移. *日水誌* 29: 798-808.

片田 実・松井敏夫 1953. 潮間帯植被の垂直分布と遷移に関する研究 I. *植物生態学会報* 3: 17-23.

片田 実・松井敏夫 1954. 潮間帯植被の垂直分布と遷移に関する研究 II. 有節石灰藻群落削除後の遷移-I. *植物生態学会報* 3: 153-157.

片田 実・今野敏徳 1977. 浅海岩礁植生の遷移 p. 100-118. 沼田 真編. 群落の遷移とその機構. 朝倉書店.

KITCHING, J. A. 1937. Studies in sublittoral ecology. II. Recolonization at the upper margin of the sublittoral region; with a note on the denudation of *Laminaria* forest by storms. *J. Ecol.* 25: 482-495.

LEIGHTON, D. L., JONES, L. G. and NORTH, W. J. 1965. Ecological relationships between giant kelp and sea urchins in Southern California. p. 141-153. *In* E. G. YOUNG and McLACHLAN, L. L. (ed.), *Proc. 5th Int. Seaweed Symp., Halifax.*

LUBCHENCO, J. 1978. Plant species diversity in a marine intertidal community: Importance of herbivore food preference and algal competitive abilities. *Amer. Nat.* 112: 23-39.

LUBCHENCO, J. and MENGE, B. A. 1978. Community development and persistence in a low rocky

- intertidal zone. Ecol. Monogr. 48: 67-94.
- MURRAY, S. N. and LITTLER, M. M. 1978. Patterns of algal succession in a perturbed marine intertidal community. J. Phycol. 14: 506-512.
- NICOTRI, M. E. 1977. Grazing effects of four marine intertidal herbivores on the microflora. Ecol. 58: 1020-1032.
- NORTHCRAFT, R. D. 1948. Marine algal colonization on the Monterey Peninsula, California. Am. J. Bot. 35: 396-404.
- REES, T. K. 1940. Algal colonization at Mumbles Head. J. Ecol. 28: 403-437.
- SOUSA, W. P. 1979. Experimental investigations of disturbance and ecological succession in a rocky intertidal algal community. Ecol. Monogr. 49: 227-254.
- SOUTHWARD, A. J. 1964. Limpet grazing and the control of vegetation on rocky shores. p. 265-273. In CRISP, D. J. (ed.), Grazing in Terrestrial and Marine Environments. Blackwell Sci. Pub., Oxford, England.
- VANCE, R. R. 1979. Effects of grazing by the sea urchin, *Centrostephanus coronatus*, on prey community composition. Ecol. 60: 537-546.
- WILSON, O. T. 1925. Some experimental observations of marine algal successions. Ecol. 6: 303-311.
- 吉田忠生 1978. *Sargassum kjellmanianum* と *S. miyabei* (褐藻, ホンダワラ科) の選定基準標本. 藻類 26: 121-124.

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 毎日札幌会館内
- 阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔
- 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
- 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
- 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
-

札内川上流の藻類 1. 分布と現存量^{1),2)}

庵谷 晃*・渡辺真之**・芳賀 卓***

* 東京水産大学水産植物学教室 (108 東京都港区港南 4-5-7)

** 国立科学博物館植物研究部 (305 茨城県新治郡桜村天久保 4-1-1)

*** 北海道教育大学岩見沢分校生物学教室 (064 岩見沢市緑が丘 2-34-1)

IORIYA, T., WATANABE, M. and HAGA, M. 1984. Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 1. Distribution and standing crop. Jap. J. Phycol. 32: 52-59.

A survey was made on the sessile algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River, Hokkaido. In this paper 79 taxa are listed. A summary of the taxa is as follows: 49 taxa of Bacillariophyceae, 17 taxa of Cyanophyceae, 10 taxa of Chlorophyceae, two taxa of Chrysophyceae and one taxon of Rhodophyceae. Among them, *Achnanthes linearis*, *Cymbella minuta*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Fragilaria vaucheriae*, *Chamaesiphon minutus*, *Homoeothrix janthina*, *Phormidium autumnale*, *Ulothrix zonata*, *Hydrurus foetidus* and *Phaeodermatium rivulare* are widely distributed in this area.

The standing crop of the sessile algal community was measured by means of chlorophyll *a* method. The annual mean value of chlorophyll *a* content of organisms on the river bed was 19 mg/m². So far studied, the definite rhythm was not observed in the seasonal changes of chlorophyll *a* content of those on the river bed of this area.

Key Index Words: chlorophyll *a*; distribution; Hokkaido; mountain streams; sessile algae; standing crop.

Teru Ioriya, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan; Masayuki Watanabe, Department of Botany, National Science Museum, Sakura-mura, Ibaraki, 305 Japan; Masaru Haga, Biological Laboratory, Iwamizawa College, Hokkaido University of Education, Iwamizawa, 068 Japan.

札内川は、日高山系第二の高峰であるカムイエクウチカウシ山や札内岳などを源流に十勝川へ合流する、本山系の代表的な河川の一つである。この山域の藻類についての研究は山岸 (1972) によるものだけであり、河川上流域の付着藻類についての報告は全くない。これは、本山脈の山容が一般にけわしく、川は急流であり登山道がほとんど整備されていないため、調査が困難であることに原因がある。筆者らは、1981年9月から1983年11月までの間に、札内川上流域で数回の採集を行い若干の知見を得たので報告する。

1) 黒木宗尚教授退官記念論文

2) 北海道産淡水藻類ノート。5. (Notes on freshwater algae from Hokkaido. 5.)

1. 採集地点の概況と調査方法

採集地点 (Station)

採集地点は Fig. 1 に示した10ヶ所である。

Stn. 1 (ピョウタンの滝上) 最下流の採集地点である。ピョウタンの滝から100m上流で、開けた明るい沢であり、溪流形態はBb型(可児1978による。以下溪流形態は全て可児による)である。この採集地点までは、積雪期においても自動車で入れることもある。

Stn. 2 (トムラウシ合流上) トムラウシ合流から約1km上流で砂防ダムの約150m下にあたる明るく開けた場所である。溪流形態はBb型である。

Stn. 3 (コイカクシュサツナイ合流) コイカクシュ

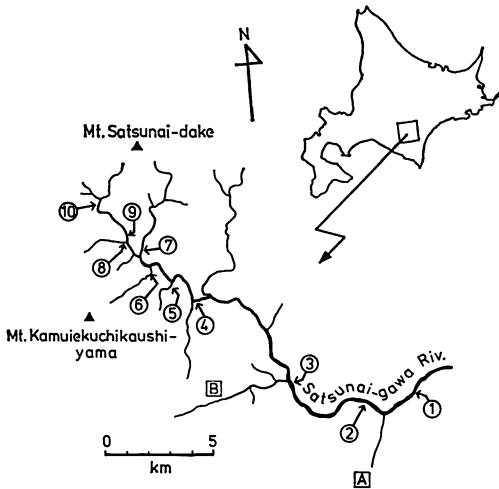


Fig. 1. Locations of sampling stations (1-10) in the mountain streams of the Satsunai-gawa River. A: Tomuraushi-zawa stream; B: Koikakushusatsunai-zawa stream.

サツナイ沢合流点から約 50 m 下流で明るく開けた場所である。溪流形態は Aa—Bb 推移型である。

Stn. 4 (七の沢合流) 七の沢合流点から約 150 m 下流で広く明るい沢である。溪流形態は Aa—Bb 推移型である。この採集地点までは自動車道があるが、これより上流へは車道も登山道もない。

Stn. 5 (仲の沢) 仲の沢合流点から仲の沢を 500 m 遡った地点で狭くやや暗い場所である。溪流形態は Aa 型である。

Stn. 6 (八の沢) 八の沢を、八の沢合流点から 1000 m 遡った地点で狭いが明るい場所である。溪流形態は Aa 型である。

Stn. 7 (記念沢) 記念沢を、記念沢合流点から 300 m 遡った地点でやや広く明るい場所である。溪流形態は Aa—Bb 推移型である。

Stn. 8 (九の沢) 九の沢を、九の沢合流点から 50 m 遡った地点で、樹木が沢の上をおおい狭く非常に暗い地点である。溪流形態は Aa 型である。

Stn. 9 (九の沢上) 札内川を九の沢合流点から 1200 m 遡った地点で、狭いが明るい。溪流形態は Aa 型である。

Stn. 10 (十の沢下) 十の沢合流点から約 80 m 下流で明るい沢である。溪流形態は Aa 型である。

すべての採集地点で川床は大小の岩や礫からなっており、砂や泥であることはなかった。水温は測定時刻により 4°C 前後のひらきがあるものの一般に低く、

3 月には 0.3—1.1°C、7 月でも 9.0—14.5°C であった。年間を通じて 15°C 近くとなる期間は非常に短いと思われる。

調査方法

採集地点の、川岸から 1 m 以上離れた川床から、直径約 20 cm 大の礫をとり、その上面に 5 cm 平方の付着物を現存量測定用に残し、それ以外のものをブラシにより洗い落して採集した。その他に採集地点周辺数十メートルの川床、川岸、飛沫のかかる岩上などから目につくものを採集し、原則として採集直後に、グルタルアルデヒドにより固定し、実験室に持ち帰り常法により検鏡した。種を同定後、それぞれの種の出現状況を、少ない (+) 多い (++) 非常に多い (###) の 3 段階に判定した。現存量は前記の礫上に残した 5 cm 平方中の付着物をブラシで洗い落とし、グラスファイバーフィルター (Whatman GF/C) 上に吸引付着させ、それを低温暗黒の状態で行実験室に持ち帰り、クロロフィル α 量を測定した。抽出・試算は SCOR-UNESCO (1964) 法によった。

調査時期

1981年 9 月 16 日, 1982年 3 月 18 日—19 日, 7 月 21 日, 1983年 3 月 31 日, 7 月 28 日—29 日, 11 月 9 日の合計 6 回であるが、天候や積雪状態により 6 回の採集が行われていない地点もある。特に Stn. 5 (仲の沢) から上流の地点では 1983 年 7 月に 1 回調査したのみである (Table 1)。

2. 結果と考察

前述の各採集地点で採集した資料中に見出された藻類を Table 1 に示した。表中では、珪藻類、藍藻類、緑藻類、黄色鞭毛藻類、紅藻類に分け、各群内の属・種はアルファベット順に列記したが、珪藻類についてはさらにいくつかの群に分けて記した。同定した藻類の大部分は日本各地から知られているものであるが、稀産種、日本新産種と考えられるもの、あるいは優占的に出現した種については別稿とした (渡辺他 1984, 芳賀他 1984)。

全出現分類群数は、珪藻類 49、藍藻類 17、緑藻類 10、黄色鞭毛藻類 2、紅藻類 1 の合計 79 分類群であった。いくつかの未同定種が残されているとはいえ、この出現分類群数は一調査地域の数としては多くはない。出現分類群数が比較的に少ないのは栄養塩が乏しく環境

Table 1. Algal standing crop (chlorophyll *a* mg/m²), sampling time (year-month) and species identified and their relative abundance in river bed of the Satsunai-gawa River mountain streams.

Station number Sampling time (year-month) Standing crop (chl. <i>a</i> mg/m ²)	1						2					3					4				5	6	7	8	9	10	
	'81-9 4	'82-3 17	'82-7 17	'83-3 31	'83-7 18	'83-11 27	'81-9 5	'82-3 28	'82-7 49	'83-7 24	'83-11 43	'81-9 7	'82-3 4	'82-7 7	'83-7 19	'83-11 16	'81-9 10	'82-7 5	'83-7 14	'83-11 15	7	17	'83-7 23	45	23	18	
BACILLARIOPHYCEAE																											
CENTRALES																											
<i>Melosira italica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
PENNALES																											
Araphidineae																											
<i>Diatoma hiemale</i> var. <i>mesodon</i>	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. tenue</i> var. <i>elongatum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. vulgare</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. vaucheriae</i> var. <i>capitata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hannaea arcus</i>	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra incisa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. rumpens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. ulna</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tabellaria flocculosa</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Raphidioideneae																											
<i>Eunotia pectinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. rostellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. sudetica</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoraphidineae																											
<i>Achnanthes lanceolata</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. linearis</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. marginulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biraphidineae																											

Table 1. (continued)

Station number Sampling time (year-month)	1					2					3					4				5	6	7	8	9	10	
	'81-9	'82-3	'82-7	'83-3	'83-7	'83-11	'81-9	'82-3	'82-7	'83-7	'83-11	'81-9	'82-3	'82-7	'83-7	'83-11	'81-9	'82-7	'83-7	'83-11						
<i>Amphore ovalis</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+
<i>Cymbella minuta</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>C. naviculiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. proxima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>C. sinuata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. turgidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis elliptica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>capitata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>F. rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema abbreviatum</i>	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>G. intricatum</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>G. olivaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
<i>G. parvulum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. subclavatum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. tenellum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>G. truncatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>N. graciloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. halophila</i> f. <i>tenuirostris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. muralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. seminulum</i> var. <i>hustedtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>N. tripunctata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Nitzschia</i> sp.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia rupestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Surirella linearis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Surirella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-

Table 1. (continued)

Station number Sampling time (year month)	1					2					3					4				5	6	7	8	9	10		
	'81-9	'82-3	'82-7	'83-3	'83-7	'83-11	'81-9	'82-3	'82-7	'83-7	'83-11	'81-9	'82-3	'82-7	'83-7	'83-11	'81-9	'82-7	'83-7	'83-11	'83-7						
CYANOPHYCEAE																											
<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Chamaesiphon confervicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	#	-	-
<i>C. minutus</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	#	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Clastidium setigerum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Coleodesmium wrangelii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	#	-	#	#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Cyanophanon mirabile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Homoeothrix janthina</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-
<i>Lyngbya allorgei</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. kuetzingii</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria kuetzingiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>O. subbrevis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatria</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium autumnale</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	#	-	#	#	-
<i>P. corium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>P. mucicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. subtruncatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudoanabaena catenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHLOROPHYCEAE																											
<i>Closterium tumidum</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Draparnaldia glomerata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microspora pachyderma</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spipogyra</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix zonata</i>	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-

Table 1. (continued)

Station number Sampling time (year-month)	1			2			3			4			5 6 7 '83-7			8 9 10				
	'81-9	'82-3	'82-7	'83-3	'83-7	'83-11	'81-9	'82-3	'82-7	'83-3	'83-7	'83-11	'81-9	'82-7	'83-11	'83-7	'83-11	'83-7	'83-11	
CHRYSTOPHYCEAE																				
<i>Hydrurus foetidus</i>																				
<i>Phaeodermatinm rivulare</i>																				
RHODOPHYCEAE																				
<i>Chantransia</i> sp.																				

The relative degree of abundance of each species was indicated by +=few, +=many and #=# a great many.

に多様性を欠いた山間溪流の特徴といえよう。特に最上流の、大小の滝だけからなる Stn. 10 では、珪藻類が11種見出されたのみであった。谷がやや広くなり、滝、早瀬、淵、溜りなどやや多様な環境をもつ Stn. 7, 3 それに1 では出現分類群数はそれぞれ32, 40, 33とやや多く、また、珪藻類以外に藍藻類や緑藻類などもみられた (Table 2)。

すべての採集地点に出現した種は、珪藻類の *Diatoma vulgare*, *Fragilaria vaucheriae*, *Achnanthes linearis*, *Cymbella minuta* の4種であり、*C. minuta* 以外の3種は量的にも多く見られ、この流域を特徴づけている種と言える。また10採集地点中7地点以上に出現した種は、珪藻類の *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Amphora ovaris*, *Tabellaria flocculosa* 黄色鞭毛藻類の *Hydrurus foetidus*, *Phaeodermatium rivulare*, 藍藻類の *Homoeothrix jahthina* の6種で、量的にも多く出現したものは *D. hiemale* var. *mesodon*, *H. foetidus*, *P. rivulare* の3種でありこれらもまたこの流域を特徴づけている種と言える。10採集地点26回の調査中量とは関係なく広くかつ回数多く出現した種は、先に述べたもの他に、藍藻類の *Chamaesiphon minutus*, *Clastidium setigerum* 緑藻類の *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* sp. *Closterium tumidum* であって、これらもまたこの流域を特徴づけている種と言えよう。1採集地点にのみ出現しかつ量的にも多く見られたものは、Stn. 3の藍藻類 *Cyanophanon mirabile* と *Phormidium subtruncatum* の2種だけであり、その他に単一の採集地点にのみ出現した種は量的に少なく偶発的に出現した可能性も考えられる。

以上のこの流域に優勢に出現した種を他の山間溪流と比較してみると、日高山系の額平川 (山岸1972) との共通種は、緑藻類の *Ulothrix zonata*, 黄色鞭毛藻類の *Hydrurus foetidus* の2種のみ、本州中部の荒川上流域 (小林1962) との共通種は珪藻類の *Cymbella minuta*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, 藍藻類の *Chamaesiphon minutus*, 黄色鞭毛藻類の *Hydrurus foetidus* の4種、福島県長瀬川上流域 (岩本・庵谷1979b) との共通種は、珪藻類の *Fragilaria vaucheriae*, 黄色鞭毛藻類の *H. foetidus* の2種のみであった。又、ヨーロッパの山間溪流 (KANN 1978) との優占的に出現したものの共通種は黄色鞭毛藻類の *H. foetidus*, *P. rivulare* の2種のみであった。このように、いくつかの山間溪流全てに共通する優占種は非常に少なく、藻類群落の構成は地域によりそれぞれ

Table 2. The number of algal taxa identified in each station of the Satsui-gawa River mountain streams.

Station number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BACILLARIOPHYCEAE	21	16	21	17	9	8	28	13	8	11
CYANOPHYCEAE	5	6	10	4	1	7	3	6	2	0
CHLOROPHYCEAE	5	5	6	6	0	1	1	0	1	0
CHRYSTOPHYCEAE	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0
RHODOPHYCEAE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Total number of taxa	33	30	40	29	12	18	32	21	13	11

異なっており、山間溪流としての一定の型を述べることは今のところ困難なようである。

クロロフィル *a* 量で表わした現存量を Table 1 に示した。すべての採集地点についてのデータがある1983年7月の結果を Fig. 2 に、数回のデータにより季節変化を知ることのできる、Stn. 1—4 の例を Fig. 3 に示した。Stn. 2, 7, 8 および9では夏に現存量が多く、クロロフィル *a* 量はいずれも 20 mg/m^2 をこえている (Fig. 2)。しかしこれらの採集地点で優勢に出現した種はそれぞれ異っていた。すなわち、上流に位置する Stn. 7—9 のうち、Stn. 8 と9では黄色鞭毛藻類の *H. foetidus* と *P. rivulare* の他に数種の藍藻類が多く認められたが、Stn. 7ではこれら黄色鞭毛藻類の2種は見られず珪藻類と緑藻類 (*Draparnaldia glomerata*) が多く出現した。下流の Stn. 2では緑藻類の *U. zonata* と *Spirogyra* sp. それに珪藻類の数が大量に出現し現存量に寄与していた。

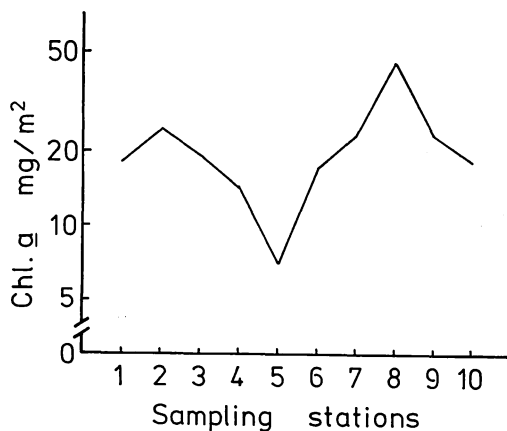


Fig. 2. Algal standing crop in the river bed of the Satsunai-gawa River mountain streams in July, 1983.

このことから、札内川の夏季では、溪流形態、流速、水温、日照などの環境の違いのため、場所により出現種は異なるが、クロロフィル *a* 量で表わす上流と下流の現存量は差が少ないと考えられる。

また現存量の季節的な変化 (Fig. 3) は、各採集地点とも秋に少なく初冬に多いという共通点が見られるものの、顕著な季節変化はない結果が得られた。これは荒川上流域 (KOBAYASI 1961, TOMINAGA and ICHIMURA 1966)、多摩川上流域 (岩本・庵谷 1979a)、長瀬川上流域 (岩本・庵谷 1979b) での共通した傾向、すなわち、夏少なく ($9-200 \text{ mg chl. a/m}^2$) 冬は夏の2.5倍ないし10倍 ($100-500 \text{ mg chl. a/m}^2$) の現存量になるという季節変化とは異なっている。

1983年7月の全採集地点のクロロフィル *a* 量の平均値は 21 mg/m^2 、全調査 (26回) の平均値は 19 mg/

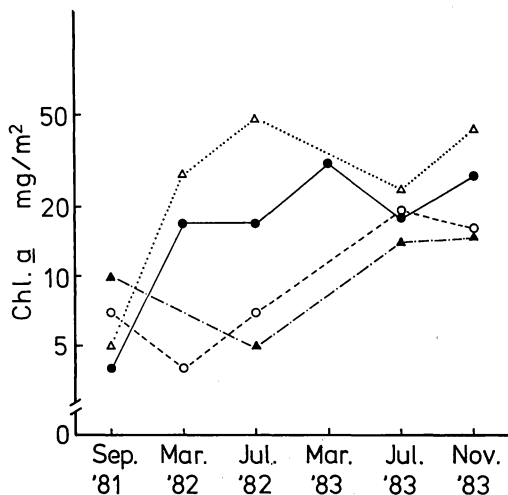


Fig. 3. Changes of standing crop at four stations in the Satsunai-gawa River mountain streams. ● = station 1; △ = station 2; ○ = station 3; ▲ = station 4.

m²であった。これは荒川上流域の平均値 25 mg/m² (KOBAYASI 1961) や長瀬川上流域の平均値 26 mg/m² (岩本・庵谷 1979b) に近く、多摩川上流域の平均値 73 mg/m² (岩本・庵谷 1979a) と比較するとかなり少ない。これは、この札内川上流域がこれら本州の山間溪流よりもはるかに水温が低く、また人為的な影響も少ないことによると思われるが、この流域の特徴を知るためには、さらに詳細な観察が必要であろう。

この調査に終始ご協力いただいた、北海道開発協会常務理事中尾務氏、同協会建設調査部中尾勝哉氏、前田絹子氏、沢田千寿子氏、北海道栽培漁業振興公社藤田和夫氏らに感謝の意を表します。

引用文献

- 芳賀 卓・庵谷 晃・渡辺真之 1984. 札内川上流の藻類 3. 黄色鞭毛藻類。藻類 32: 65-70.
- 岩本康三・庵谷 晃 1979a. 水生植物。270-307, 多摩地域の自然の保護と回復に関する調査研究, 東京都総務局.
- 岩本康三・庵谷 晃 1979b. 長瀬川水系の藻類植生とその現存量。福島県内水面水試研報 3: 135-143.
- 可児藤吉 1978. 溪流棲昆虫の生態。3-91, 可児藤吉全集, 思索社, 東京.
- KANN, E. 1978. Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. Arch. Hydrobiol. Suppl. (Monograph. Beitr.) 53: 405-643.
- KOBAYASI, H. 1961. Chlorophyll content in sessile algal community of Japanese mountain river. Bot. Mag. Tokyo 74: 228-235.
- 小林 弘 1962. 荒川産珪藻類。秩父自然科学博物館研報 (11): 33-40.
- SCOR-UNESCO W. G. 17 1966. Determination of photosynthetic pigments. Unesco Monogr. Oceanogr. Methodol. 1: 9-18.
- TOMINAGA, H. and ICHIMURA, S. 1966. Ecological studies on the organic matter production in a mountain river ecosystem. Bot. Mag. Tokyo 79: 815-829.
- 渡辺真之・芳賀 卓・庵谷 晃 1984. 札内川上流の藻類 2. 藍藻類。藻類 32: 60-64.
- 山岸高旺 1972. 日高山系幌尻岳周辺地域の淡水藻。国立科博専報 (5): 163-172, pls. 2-3.

札内川上流の藻類 2. 藍藻類^{1), 2)}

渡辺真之*・芳賀 卓**・庵谷 晃***

* 国立科学博物館植物研究部 (305 茨城県新治郡桜村天久保 4-1-1)

** 北海道教育大学岩見沢分校生物学教室 (064 岩見沢市緑が丘 2-34-1)

*** 東京水産大学水産植物学教室 (108 東京都港区港南 4-5-7)

WATANABE, M., HAGA, M. and IORIYA, T. 1984. Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 2. Notes on blue-green algae. Jap. J. Phycol. 32: 60-64.

Seven species of the blue-green algae from the mountain streams of the Satsunai-gawa River in Hokkaido are enumerated. Among them *Clastidium setigerum*, *Coleodesmium wrangelii* and *Cyanophanon mirabile* are newly added to the Japanese flora. Five species, *Chamaesiphon confervicola*, *Ch. minutus*, *Coleodesmium wrangelii*, *Homoeothrix janthina* and *Phormidium autumnale* were relatively abundant in the surveyed area.

Key Index Words: blue-green algae; *Chamaesiphon confervicola*; *Ch. minutus*; *Clastidium setigerum*; *Coleodesmium wrangelii*; *Cyanophanon mirabile*; Hokkaido; *Homoeothrix janthina*; mountain streams; *Phormidium autumnale*; taxonomy. Masayuki Watanabe, Department of Botany, National Science Museum, Sakuramura, Ibaraki, 305 Japan; Masaru Haga, Biological Laboratory, Iwamizawa College, Hokkaido University of Education, Iwamizawa, 068 Japan; Teru Ioriya, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

北海道の日高山系、札内川上流の本流と支流から1981年9月、1982年3月、7月、1983年3月、7月、11月に採集された藻の試料中に17分類群の藍藻が認められた。それらの内日本新産の3種 *Clastidium setigerum*, *Cyanophanon mirabile*, *Coleodesmium wrangelii* と比較的多量に現われた4種を記載報告する。全藍藻の目録と産地の詳細については前報(庵谷他1984)を参照されたい。標本はグルタルアルデヒドで固定され、国立科学博物館筑波実験植物園に保管されている。

1. *Chamaesiphon confervicola* A. BRAUN

(Fig. 1 h, i)

藻体は棍棒状、真直ないし湾曲する、頂部の幅 4-

5.5 μm 、長さ 70 μm に達する。鞘を除く細胞の幅は頂部で3-4 μm 、基部で約2 μm 。鞘は薄く、厚さ1 μm 以下、無色。外生胞子は頂部に1ないし多数形成される。

Coleodesmium wrangelii の体上に多数着生するのが観察された (Fig. 1 h, i)。流水中の岩石上にもしばしばみられた。

2. *Chamaesiphon minutus* (ROSTAFINSKI)

LEMMERMANN (Fig. 2 a, b)

藻体は短い円筒形ないし円筒形に近い卵形、幅 3-4 μm 、長さは幅の約 1.5 倍。鞘はひじょうに薄く、無色、認められない場合も多い。外生胞子は頂部に 1-(2) 個形成される。

Coleodesmium wrangelii の体上に多数着生するのが観察された (Fig. 2 a, b)。流水中の岩石上にも生育する。

1) 黒木宗尚教授退官記念論文

2) 北海道産淡水藻類ノート, 6. (Notes on freshwater algae from Hokkaido. 6.)

3. *Clastidium setigerum* KIRCHNER

(Fig. 2 c, d, Fig. 3 c, d)

藻体は基部で他物に着生する、単細胞、円筒形ないし長卵形で両端で細まる、幅 2-4.5 μm 、長さ 4-10 μm 、頂部においてより強く細まり頂端に粘質の長い毛をもつ。時に無色の薄い鞘が認められる (Fig. 3 c)。

流水中の石の表面に珪藻, *Chamaesiphon*, *Homoeothrix*, *Phaeodermatium* などと共に生育する。*Spirogyra* の体上にも少数付着するが見られた (Fig. 2 c)。本種は我が国においても広く分布していると思われるが、頂端の毛が見過され他の藻と見誤られて、記録されなかったのであろう。

4. *Coleodesmium wrangelii* (AGARDH) BORZI

(Fig. 1 a-g)

藻体は暗緑色ないし青緑色または黄褐色をおび叢生する。1ないし数本のトリコームがひとつの鞘に納って糸状体を形成する。糸状体は偽分枝をする。トリコーム 1本の時の糸状体の幅は 17-28 μm 、2本の時約 30 μm 、3本の時約 30-44 μm 、6本の時約 50 μm 。鞘は無色ないし黄褐色、厚さ 2-6-(8) μm で明瞭、しばしば層構造を示し、糸状体の先端近くで波打つ。偽分枝には *Tolypothrix* 属の藻のように異質細胞から出発する場合 (Fig. 1 c) と、*Plectonema* 属などの藻のように異質細胞なしに起る場合 (Fig. 1 e) とがある。また *Scytonema* 属の藻に見られるような対になる偽分枝も稀に起る。細胞は短い樽形ないし短い円筒形、時に中央に向かってくぼむ。藻体上部のトリコームには樽形の細胞が多く、短い円筒形の細胞は藻体の中部と下部に見られることが多い。樽形の細胞の幅は 9.5-12 μm 、長さは 3-4.5 μm 。短い円筒形の細胞の幅は 8-10 μm 、長さは 5-8 μm 。トリコームの先端の細胞は半球形 (Fig. 1 g)、幅 10-13.5 μm 、長さ 6-11 μm で他より大きいことが多い。異質細胞はトリコームの基部に位置し、卵形ないし球形で栄養細胞に接する側が截形になることが多く、幅 10-13.5-(16.5) μm 、長さ 11-17 μm 。アキネートは認められなかった。

コイカクシュサツナイ沢合流下の岩の水面辺り、波の当る所に暗緑色の大きな集団を形成して生育していた。その他、本流上流の何箇所かで岩上に数 mm の斑点状の集団を作っているのも見られた。

札内川の藻はとりあえず *C. wrangelii* と同定されたが、過去に本種として記載された藻との間にはいく

つかの相違点がある。即ち、トリコームの幅において札内川の藻は既知のそれより大きい。札内川の材料ではトリコーム先端部の幅が少し大きくなることが多く (Fig. 1 g)、他方 GEITLER (1932) や STARMACH (1966) が引用している FRÉMY (1927) の図では、トリコームは先に向って多少細まって見える。

C. swazilandicum WELSH は本種と似ているが、トリコームの幅 (9.5-11.3 μm) が大きく、細胞の幅に対する長さの割合 (約 1/2-2/3) も大きいなどの点で本種 (GEITLER 1932 によれば、トリコームの幅は 9-10 μm 、細胞の幅に対する長さの割合は約 1/3) と異なるという (WELSH 1962)。また South West Africa から新種として記載された *C. scottianum* はトリコームの幅において本種と一致するが、細胞の幅に対する長さの割合は大きく (約 1/2-2/3)、偽分枝の起る回数が少ないなどの点で本種と異なるという (WELSH 1965)。

このように従来資料で比べる限り、札内川の藻は *C. wrangelii* *C. swazilandicum*, *C. scottianum* の形態学的特徴を合わせ持っているので、上記各々の種に同定される藻をさらに詳しく観察し、分類学的再検討を加える必要がある。

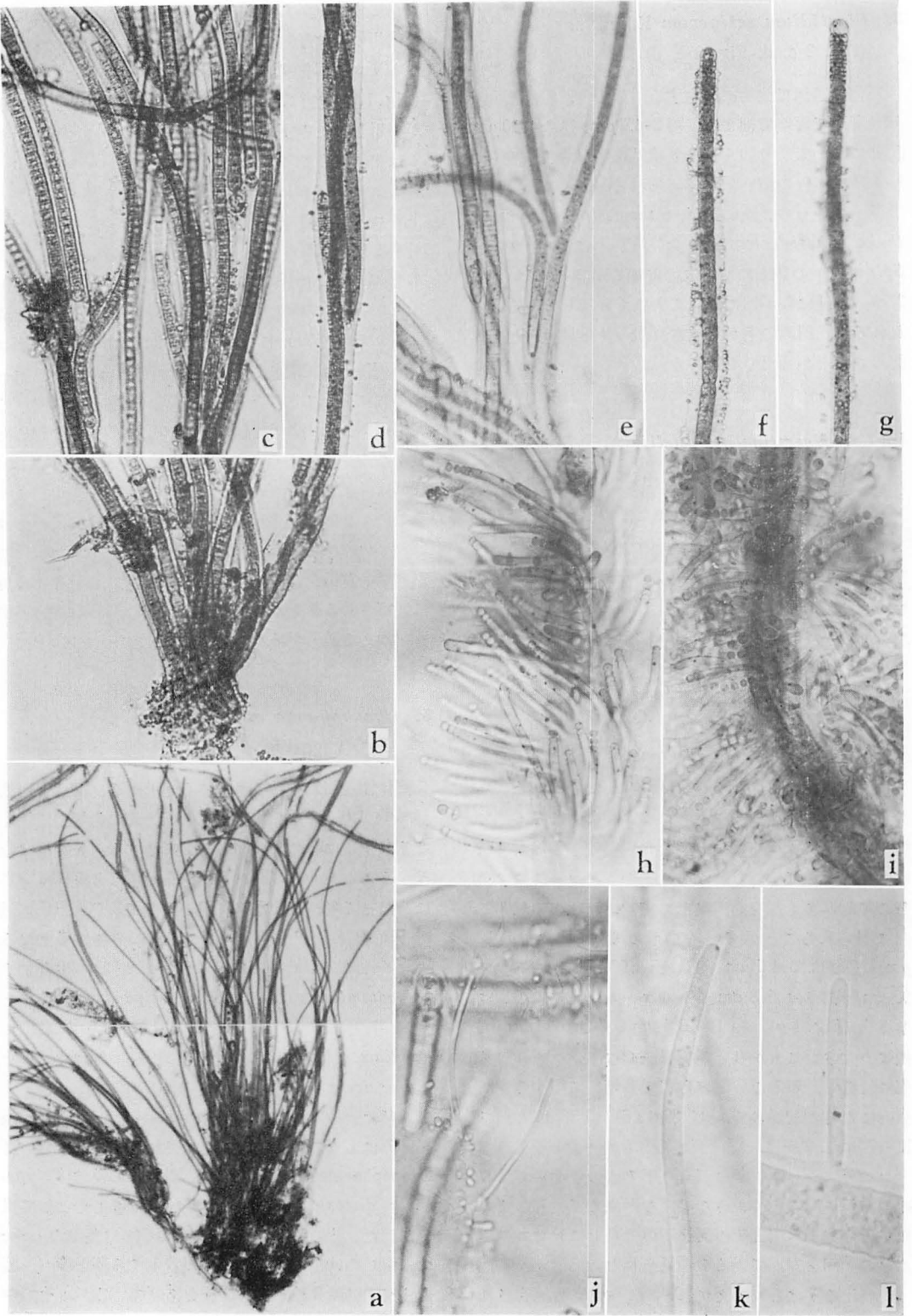
5. *Cyanophanon mirabile* GEITLER

(Fig. 1 j-l, Fig. 3 e, f)

藻体は基部で他物に着生する、単細胞、細長い円筒形、幅 1.6-3.1 μm 、両端は丸く、時に先端部で細くなる。長さは時に 100 μm 以上に達する。先端部は分枝することがある (Fig. 3 f)。成熟すると藻体は全長にわたって幅の約 1.5-(2) 倍の長さでくびれ (Fig. 1 k, Fig. 3 e)、それらはやがて多数の外生胞子となる。

コイカクシュサツナイ沢合流下の岩上に生育する *Coleodesmium* の体上に *Chamaesiphon minutus* と共に着生していた。また 9 の沢の急流中の *Coleodesmium* の体上に多量に着生する *Chamaesiphon confervicola* と共に生育するのが見られた。

本種はオーストリアの溪流の材料をもとに GEITLER (1955) によって新種として記載され、同時に新しい目 *Cyanophanales* が設立された。最初この藻は *Tolypothrix distorta* var. *penicillata* の着生藻として報告された。その後 FRIEDMANN (1964) は英国の Lake District の河川において本種の着生する藻を調べ、藍藻 4 種、紅藻 2 種、緑藻 2 種をあげているが、その中に *Coleodesmium* は含まれていない。



6. *Homoeothrix janthina* (BORNET and FLAHAULT) STARMACH (Fig. 3 a, b)

藻体は分枝しない1本の糸状体よりなり、基部で他物に着生する。トリコームは全長にわたって同じ幅を示す場合と、基部において多少大きく、先端に向って次第に細くなり長い毛になる場合とがある、幅 1.5-2 μm 、毛の部分で約 1 μm 、隔壁部で多少くびれる場合がある。隔壁はやや厚い。細胞の長さは幅の 1/3-1 倍、毛の部分では幅の数倍ないし10倍。鞘は薄く無色。

流水中の岩石に *Chamaesiphon*, *Clastidium*, *Phaeodermatium* などと共に着生する。調査域に広く生育するのが認められた。

渡辺 (1968) は本種と同定される藻が本州と北海道の20余の河川に多量に存在すること、そしてそれが我が国の河川において広く分布している可能性があること

述べている。広瀬・平野 (1977) は日本淡水藻図鑑において、渡辺の報告した藻を *Homoeothrix varians* として扱った。KOMÁREK and KANN (1973) は欧州と合衆国から集められた多数の標本を調べ、*Homoeothrix* 属の分類と生態の両面からの詳細な研究報告を著わした。その中で *H. janthina* と *H. varians* の関係について次のような趣旨を述べている。“トリコームの幅は *H. janthina* において (1)-1.2-2-(2.3) μm 、*H. varians* において 2-3.5 μm 。細胞の形は前者でほぼ正方形、後者では円盤形で長さは幅の約 1/2、稀に正方形。主な着生基質は前者において非石灰質岩 (Silikatgestein)、後者において石灰岩 (Kalk)。”ここでは KOMÁREK らの考えに従って同定した。山岳河川の特性を生物学的見地から検討する時、*Homoeothrix* 属の種レベルでの分類が重要な点となる。日本の河川に生育する同属の藻のさらに詳しい分類学的、生態学

Fig. 1. Blue-green algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River. a-g. *Coleodesmium wrangelii*; h-i. *Chamaesiphon confervicola*; j-l. *Cyanophanon mirabile*. a ($\times 40$), b-g ($\times 200$), h-j ($\times 400$), k, l ($\times 1000$).

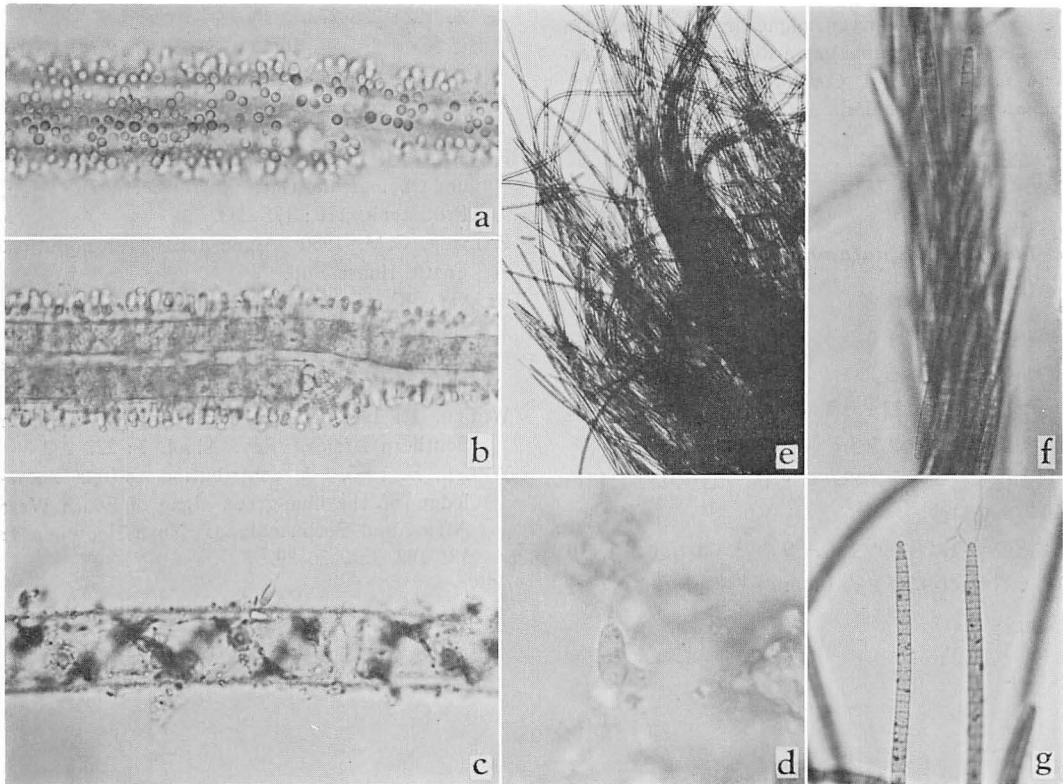


Fig. 2. Blue-green algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River. a, b. *Chamaesiphon minutus*; c, d. *Clastidium setigerum*; e-g. *Phormidium autumnale*. a-c ($\times 400$), d ($\times 1000$), e ($\times 100$), f, g ($\times 400$).

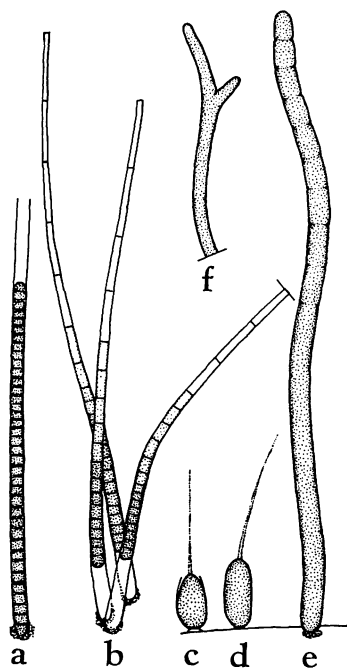


Fig. 3. Blue-green algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River. a, b. *Homoeothrix janthina*; c, d. *Clastidium setigerum*; e, f. *Cyanophanon mirabile*. a-f ($\times 1000$).

的調査が望まれる。

7. *Phormidium autumnale* (AGARDH) GOMONT (Fig. 2 e-g)

藻体は多数からまり合うトリコームよりなり、暗緑色の皮膜を形成する。トリコームは青緑色、幅 4.8-5.6 μm 、先端部で細まり先端の細胞は半円形ないし鈍円錐形のカリプトラをもつ。隔壁部にくびれはなく、隔壁部に果粒がならぶ場合がある。細胞の長さは幅の 1/4-2/3-(1) 倍。

本流の 9 の沢合流の上流、9 の沢、8 の沢の急流中にある岩の表面に厚さ約 1 mm の皮膜を形成していた。

強い黴臭を示す。

本種は従来汚濁水の指標種とされている（例えば PALMER 1980）。しかし今回のように清澄な山間溪流に多く出現したところから見ると汚濁水の指標種とすることには問題がある。さらに詳しい分類学的ならびに生態学的調査が必要であるが、とりあえず本種を広適応性種とみなすべきと考える。

引用文献

- FRÉMY, P. 1927. Les Scytonémacées de la France. Rev. Algol. 2(3-4): 258-279, pl. 3-8, 3(1-2): 55-98, pl. 3-15.
- FRIEDMANN, I. 1964. Contributions to the knowledge of *Cyanophanon mirabile* GEITLER. Brit. Phycol. Bull. 2(5): 369-387.
- GEITLER, L. 1932. Cyanophyceae. Rabenhorst's Kryptogamenflora 14: 1-1196.
- GEITLER, L. 1955. Lebensweise, Fortpflanzung und Wachstumsvorgänge bei *Cyanophanon mirabile*, n. gen., n. sp., einem merkwürdigen Blaualgen-ähnlichen Organismus. Österr. Bot. Z. 102: 235-272.
- 広瀬弘幸・平野 実 1977. 藍藻綱。広瀬・山岸編日本淡水藻図鑑 1: 1-151.
- 庵谷 晃・渡辺真之・芳賀 卓 1984. 札内川上流の藻類 1. 分布と現存量。藻類 32: 52-59.
- KOMÁREK, J. and KANN, E. 1973. Zur Taxonomie und Ökologie der Gattung *Homoeothrix*. Arch. Protistenk. 115: 173-233.
- PALMER, C. M. 1980. Algae and water pollution. Castle House Pub.
- STARMACH, K. 1966. Cyanophyta. In: Flora slodkow. Polski, 2: 1-807.
- 渡辺仁治 1968. 大和吉野川の藍藻。陸水学雑誌 29: 159-167.
- WELSH, H. 1962. Some new Cyanophytes from Southern Africa. Rev. Algol. 3: 227-233.
- WELSH, H. 1965. A contribution to our knowledge of the blue-green algae of South West Africa and Bechuanaland. Nova Hedwigia 9: 131-162, tab. 36-39.

札内川上流の藻類 3. 黄色鞭毛藻類^{1), 2)}

芳賀 卓*・庵谷 晃**・渡辺真之***

* 北海道教育大学岩見沢分校生物学教室 (068 岩見沢市緑が丘 2-34-1)

** 東京水産大学水産植物学教室 (108 東京都港区港南 4-5-7)

*** 国立科学博物館植物研究部 (305 茨城県新治郡桜村天久保 4-1-1)

HAGA, M., IORIYA, T. and WATANABE, M. 1984. Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 3. Notes on Chrysoomonads. Jap. J. Phycol. 32: 65-70.

Observations were made on two species of Chrysophyceae, *Phaeodermatium rivulare* HANSG. and *Hydrurus foetidus* (VILL.) TREV. collected from the mountain streams of the Satsunai-gawa River.

The former is described as a newly found species to Japan. The latter has ellipsoid cells with a long flagellum-like pseudopodium, which metamorphose into zoospores, in amorphous gelatinous colonies. It also has cysts with a characteristic encircling wing that was described by HOVASSE et JOYON, born at tips of thalli composed of branched tubular gelatinous stalks.

Key Index Words: Chrysophyceae; *Phaeodermatium rivulare*; Hokkaido; *Hydrurus foetidus*; morphology; mountain streams.

Masaru Haga, Biological Laboratory, Iwamizawa College, Hokkaido University of Education, Iwamizawa, 068 Japan; Teru Ioriya, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan; Masayuki Watanabe, Department of Botany, National Science Museum, Sakura-mura, Ibaraki, 305 Japan.

前報 (渡辺他 1984) の藍藻類に引続き、本稿では 1981年9月から1983年11月まで6回にわたって北海道日高山系札内川上流から得られた試料中の黄色鞭毛藻を取上げ、日本新産種である *Phaeodermatium rivulare* HANSG. および二、三の興味ある観察結果の得られたミズオ *Hydrurus foetidus* (VILL.) TREV. について述べることにしたい。これらの種については1983年3月30日にピョウタンの滝上 (Stn. 1.) から得られた試料を生体のまま冷蔵し、採集後3日間にわたって検鏡観察した結果を主としたが、また補助的には他のグルタルアルデヒド固定した試料によるところもある。なお、これらの藻の札内川における分布と採集地については前々報 (庵谷他1984) に述べられている。

- 1) 黒木宗尚教授退官記念論文
- 2) 北海道産淡水藻類ノート. 7. (Notes on freshwater algae from Hokkaido. 7.)

1. *Phaeodermatium rivulare* HANSGIRG (Fig. 1 a-c)

藻体は石礫または砂粒上に殻皮状に付着し、円形に近いかまたは不規則な外形を示し、直径はおよそ40-200 μm ある。藻体が密生するときは個々の境界が不明瞭になり、全体として褐色の肉眼的小斑をなす。一般に藻体中央部は2-3層、縁辺部では1層の柔組織状の細胞層からなるが、若く小さな体では1層のみである (Fig. 1 a, b)。

細胞は多角形、縁辺部のはまるみを帯び、かつ外側にむかってやや長くなり、直径およそ4.7-8 μm 、1(-2)個の大きな板状側壁性の色素体と、1-2(-3)個の顕著なクリソラミナリン粒、およびいくつかの微細な顆粒を含む。ピレノイドは存在しない (Fig. 1 c)。

札内川上流域に広く分布し、夏季にも見られたが特

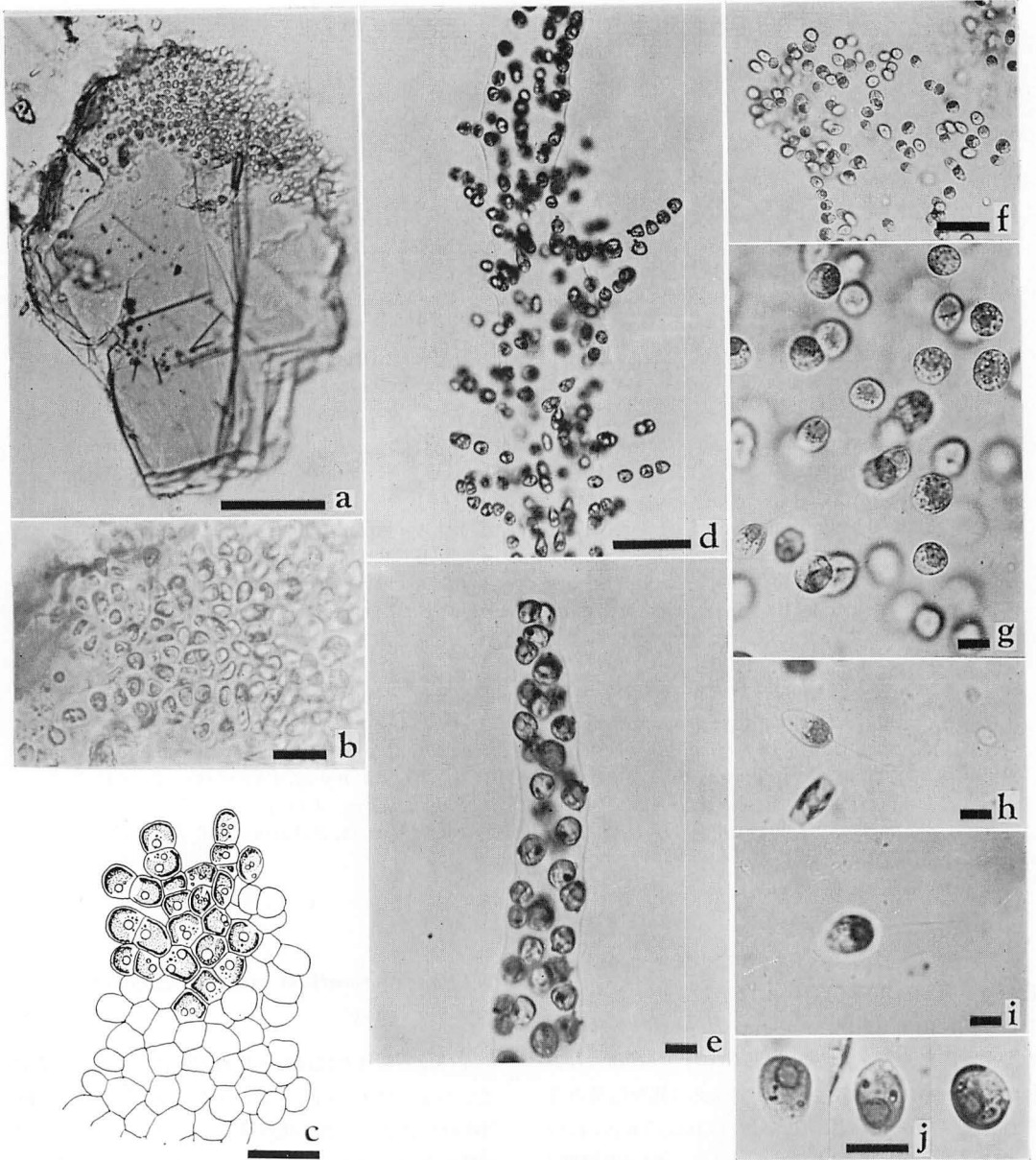


Fig. 1. *Phaeodermatium rivulare* (a-c) and *Hydrurus foetidus* (d-j). a. Thallus encrusting on a grain of sand; b. Portion of a thallus; c. Portion of a thallus showing cells with single parietal chromatophore and chrysolaminarin granules; d. Upper portion of a typical thallus; e. Apex of a typical thallus; f. Portion of an amorphous colony; g. Cells with a thread-like pseudopodium in an amorphous colony; h. Cell with a pseudopodium, a chromatophore with a pyrenoid, and a short flagellum (slightly visible); i. A sharply turned pseudopodium about the middle of the length (see Fig. 1h); j. Cells without a pseudopodium and a flagellum. (Scale bar in a, d, and f=50 μ m, in b-c, e, g-i=10 μ m).

に早春（3月）に多かった。石礫上からかき取られた試料中、特に砂粒上に付着するものがよく目につく。

PASCHER (1925) は本種の体の構造と生長の詳細を明らかにし、また、本体のほか *Gloeoecystis* 状ないし *Palmella* 状の体となることがあることを示した。さらに GEITLER (1927) は遊走子および包囊の形成について詳しい報告を行った。札内川の調査では本体以外のこれらのものについては、これまでのところ観察できなかった。

2. ミズオ *Hydrurus foetidus* (VILLARS)

TREVISIAN (Fig. 1 d-j, Fig. 2 a-x)

藻体は水中の岩石・礫上に付着し、水流になびくよく枝分れした黒褐色の長大な寒天質の叢をつくる。この藻体の分枝の先端に近い部分では、寒天質基質中に球形、楕円体形、卵形、または洋梨形などの、大きさ $6.5-10.3 \mu\text{m} \times 6.0-9.2 \mu\text{m}$ の細胞が数多く埋め込まれている (Fig. 1 d, e)。これらは細胞内の構造も含め、従来の文献から本種の典型的藻体とみなすことができる。

このような典型的藻体とともに石礫上に付着し、厚さ $2-4 \text{ mm}$ で 1 cm に満たぬ広がりをもつ、淡褐色で比較的固い無定形の寒天質体がいくつか得られた。この寒天質体の基質は均質無色でその大部分に楕円体ないし球に近い形の細胞が埋め込まれて集落をなしている (Fig. 1 f, g)。これらの細胞は細胞壁をもたぬ原形質体で、大きさは $11-18.5 \mu\text{m} \times 8-13 \mu\text{m}$ 、長さは幅の $1-1.9$ 倍ある。細胞の寒天質体の表面側には、大きな茶褐色の特殊な半球状ないし杯状の色素体 1 個がある。この色素体外面には、その頂部を通る 1 本の溝状の凹部が縦に走り、通常両側下端に向かって溝が広がり、その末端では色素体が切れ込みをもつようにみえることが多い (Fig. 2 m)。また稀にはこの溝がさらにもう 1 本あって、そのような細胞の光学的横断面は Fig. 1 n のように見える。このような色素体の形態は既に MACK (1953) により、ミズオの典型的藻体の細胞について観察されているものとほとんど同じである。細胞の色素体を含まぬ側には、色素体に隣接して核と思われる円い空白部分があり、それ以外の部分には多数の小顆粒が散在し、さらに $1-5$ 個のクリソラミナリンの小球が存在する場合がある。また縁辺部にはミズオの特徴の 1 つである $3-6$ 個の収縮胞がある。

これらの細胞は色素体側の頂部から基質の外方に向かって一見して鞭毛のように見える糸状の偽足を伸ばし

ている (Fig. 1 g, h Fig. 2 m)。この偽足は長さおよそ $30-50 \mu\text{m}$ で、ほとんど真直またはゆるやかに曲っているが、時には急激に折曲り、その屈曲部で扁平となっていることもある (Fig. 1 i)。さらに通常これと反対側の頂部から 1 本の鞭毛が出ており、その長さは短く痕跡的なものから細胞長の半分程度までであり、運動性には乏しい。これらと共に稀には偽足と鞭毛のいずれか、またはこれら両者を欠くもの (Fig. 1 j)、あるいは鞭毛の位置に短い偽足を生ずるものも見出された。

ミズオにはこのような無定形の寒天質体をつくる時期があり、このものから典型的藻体が形成されてゆくとされる (KANN 1978)。しかしこの無定形の体の中の細胞がほぼ一様に外側にむかって長い鞭毛状の偽足を出している状態の記録は、これまでに見当たらないようである。このような斉一性は、この状態が偶発的に生じたものではなく、ミズオの生活にかなり深いかわりのある形であることを示唆するものと思われる。

寒天質体中、とりわけ採集の翌日ないし翌々日のものでは、色素体を含まぬ側の原形質が著しく流動性を増した細胞 (Fig. 2 a) および壺状ないし逆円錐形に近い形の細胞が目立つようになった (Fig. 2 b, c, o, p)。これらの逆円錐形類似の細胞の大きさは、球形ないし楕円体形の細胞のその範囲に含まれるが、長さが幅の $1.4-1.5$ 倍とやや細長い。これらのものの原形質は色素体を含まぬ側でアメーバ状に変化しやすく、一部分は $1-2$ 本の細長く変形しやすい偽足となっているものもある。そして同時にその側から出ている体長の $1-1.5$ 倍の 1 本の鞭毛をゆるやかに動かしている。いっぽう色素体側は壺の基部のように、または円錐の先のように細くなり、やや鈍頭に、または時に小柄状に突出して終るが、さらにこの先端に小さな糸状偽足をつけているものもある。

このような円錐形類似の細胞のうち、鞭毛を生ずる面に鞭毛を中心としてほぼ等間隔に突出した偽足を発達させたもの (Fig. 2 d, q) は、四面体型に近い独特の形で知られるミズオの遊走子 (LAGERHEIM 1888, KLEBS 1893, HOVASSE et JOYON 1960, ETTL 1968) とほとんど変るところはない。これらの既知の例は典型的藻体および分岐する管状寒天質柄をもつ体に形成されたものであるが、HOVASSE et JOYON (1960) は無定形寒天質体からも典型的な遊走子が多量に生ずると述べている。われわれの材料では遊走子は基本的に無定形寒天質体中の細胞と同様の色素体をもち、ピレノイドも明瞭である。収縮胞は $2-3(-4)$ 個あり、眼点

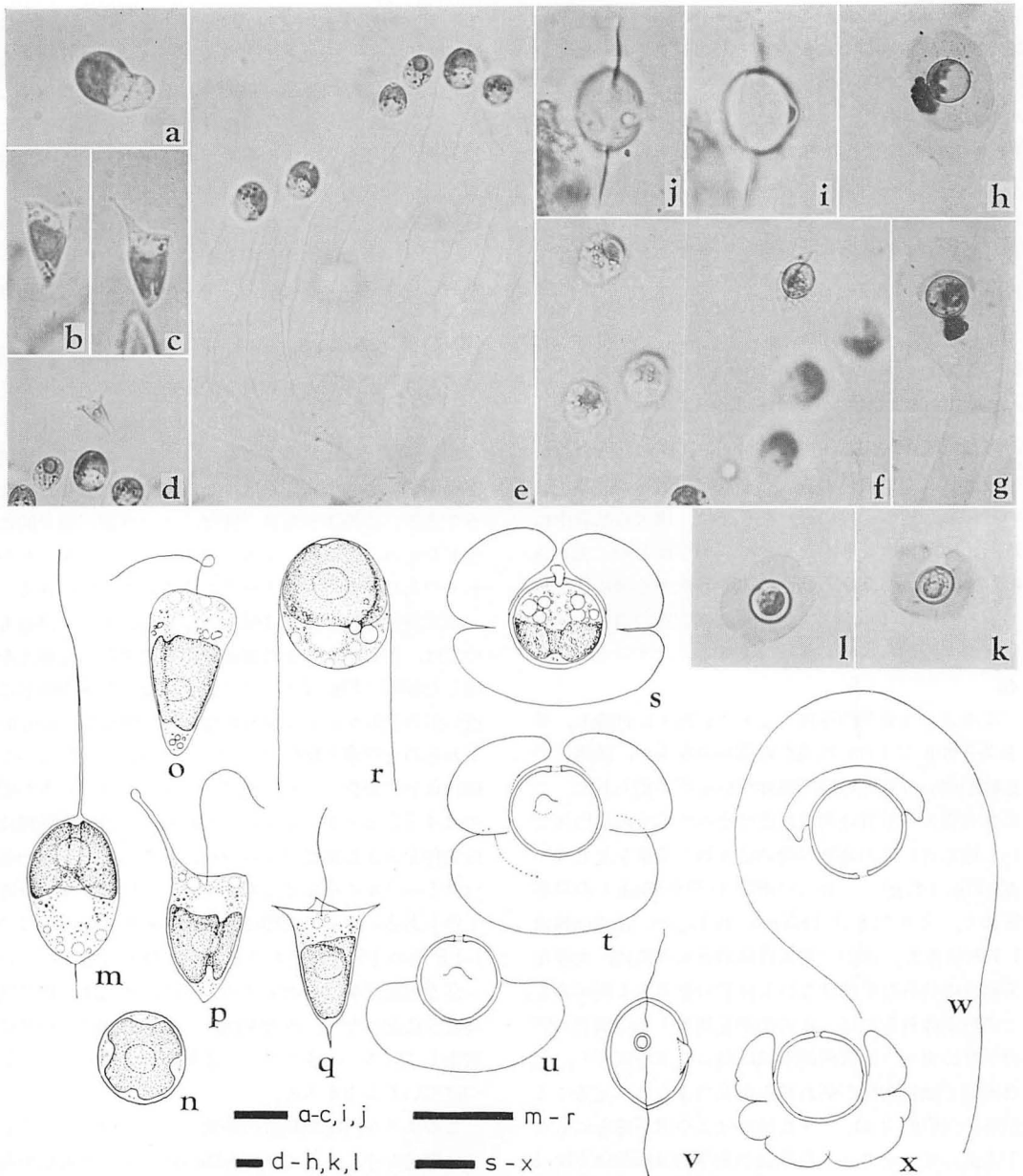


Fig. 2. *Hydrurus foetidus*. a. Cells in an amorphous colony showing active metaboly at the colorless portion of the protoplast; b-c. Cells assuming obovoid or obconical shape, bearing a flagellum and pseudopodia; d. Typical zoospore; e. Thallus consists of branched tubular gelatinous stalks with ellipsoid cells; f. Cells transforming into cysts at swollen apices of gelatinous stalks; g. Cysts with a narrow undeveloped wing stained with methyl violet; h. Cyst with a complete wing stained with methyl violet; i. Apical view of a cyst, focus on a protuberance of the wall; j. Apical view of a cyst, focus on a pore; k-l. Side views of cysts, with a well developed wing stained with methyl violet; m. Showing a long pseudopodium, a short flagellum, a special hemispheric chromatophore with a pyrenoid, and several contractile vacuoles (see Fig. 1 f, g); n. Optical cross section of a cell, showing a chromatophore with indentations; o-p. Cells assuming obovoid or obconical shape, bearing a flagellum and pseudopodia (see Fig. 2 b-c); q. Typical zoospore (see Fig. 2 d); r. Cell in a gelatinous stalk (see Fig. 2 e); s-t. Side views of cysts (see Fig. 2 k-l); u. Cyst with a wing rounding only about a half, the rest of wing possibly lost through breakage; v. Apical view of a cyst (see Fig. 2 i-j); w. Cyst with a narrow undeveloped wing (see Fig. 2 g, x); x. Cyst with a developing wing. (Scale bar=10 μ m).

は存在しない。この細胞はゆるやかに鞭毛を回旋させ、体を小刻みに律動させつつゆっくりと移動する。遊走子の形はよく知られた四面体型のほか、もっと多様な偽足をもった、またはそれらを欠いた形態のものもわれわれは観察している。このことは遊走子細胞の形がかなり変化しやすい (metabolic である) ことを示している。札内川の材料では細胞がまるみを帯びている間は鞭毛はあまり動かず、円錐形類似の形をとるようになったもの、あるいは鞭毛側によく発達した偽足をもつようになったもので鞭毛が機能的となる傾向が認められた。

無定形の寒天質体の中には、これまでに述べたもののほか、ETTL (1968) が記載したような、叉状に分岐した管状の寒天質の柄と、その分枝の先端部分に含まれる細胞からなる藻体が存在していた (Fig. 2 e)。これらの体は高さおよそ 40-350 μm 、寒天質柄は無色透明で直径およそ 12-18 μm 、基部では 25 μm に達する場合もあり、ふつう 2-4 回分岐するが、時には枝分れのない小さなものもある。この小さな体は遊走子の発芽によって生ずるとされる幼体 (KLEBS 1893) とよく似ている。

細胞は細胞壁をもたぬ原形質体で、一般にそれぞれの分枝寒天質柄の上端部分に縦にならんで 1-2(-4) 個あり、時には柄の中ほどにも間をおいて縦に 3-4 個が存在する。また上端部分には稀に縦分裂中の細胞および分裂後間もない横に並んだ 2 細胞も見出される。細胞は楕円体形ないし卵形、大きさは 12-20 μm \times 10-17.5 μm 、長さは幅の 1.2-1.5 倍。細胞の構造は偽足や鞭毛をもっていない点を別とすれば無定形寒天質体中の細胞によく似ているが、クリソラミナリン粒は大きくて目立つものが多い (Fig. 2 r)。

このような藻体ではしばしば包囊が観察された。包囊あるいは包囊を形成しつつある細胞は、管状寒天質柄の分枝の各先端に 1 個ずつあり、その先端が分泌された寒天質によって著しくまるく膨大していることによって直ちに目わけられる (Fig. 2 f-h)。包囊は実はこの体ばかりでなく、先に述べた無定形寒天質体の細胞群中にも数多く存在しているが、これは既に HOVASSE et JOYON (1960) も述べていることである。

包囊はほとんど球に近い楕円体がわずかに偏圧されていくらか凸レンズ状になった形をしており、長径 11.6-15.3 μm 、短径 11.4-15.2 μm 、厚さおよそ 12 μm 、長径は短径の (0.9-)1.02-1.1 倍ある。

包囊壁には黄色鞭毛藻に特徴的な孔と栓、および本種独特の翼を備えており、また壁面上の 1 個所に部分

的隆起が認められる。孔と栓を真上から見ると、包囊はいくらか凸レンズ状の楕円形に見え、翼はやや歪はあるがおおむねその長軸を通る平面上にあって、孔はおよそその中心にあたる。そして翼をはさんでどちらかの側の球面上に角状にみえる隆起がある (Fig. 2 i, j, u)。

この長軸を通る平面 (即ち翼の形成面) に対し垂直な方向から見ると、包囊の輪郭はほぼ円形に近い楕円形で、孔はほぼ楕円とその短軸との 1 交点付近にあり、その側面を見せている。

翼は長軸に関して孔の反対側から円周に沿って包囊を取囲むように存在し、いったん包囊の長軸との交点付近で切れ込みが入るが、再び孔にむかって包囊を抱く腕のように伸び、その両端は孔付近にまで到達して相接近して終る。そして包囊壁の隆起はおおむね楕円の中央付近に存在する (Fig. 2 h, k, l, s, t)。なお、翼は極めて微弱なためそのままでは観察しにくかったが、チオニンまたはメチルバイオレットによる染色によってその構造を知ることができた。

このようなミズオの包囊の形態は、古くから知られ受入れられている、包囊を半周する翼をもつ形のもの (LEGERHEIM 1888, KLEBS 1893, MACK 1953, BOURRELLY 1968, pl. 11, figs. 6, 7, FOTT 1971, pp. 101-102) とは異っている。この形のものもわれわれの材料の中に稀に見出すことができたが、何らかの外力によって孔に近い部分の翼が脱落したもののように見受けられた (Fig. 2 u)。包囊をほぼ一周する翼をもつ形ものは HOVASSE et JOYON (1960) によって報告されており、札内川のものはこれに一致する。

翼の発達過程についても HOVASSE et JOYON (1960) の記述をほぼ再確認することができた。即ち翼の形成面に対し垂直方向からみた時、まず孔と反対側に半周に満たぬ長さにわたって狭い翼が形成され (Fig. 2 g, w)、次いでその翼の両端から孔の方向にむかう翼の形成と、既に存在した翼の拡大が進み (Fig. 2 x)、そして両側から孔の上部まで翼が伸長した時その発達が止み、既に述べた形をとるようになる (Fig. 2 h, k, l, s, t)。しかしここでは彼等の観察した翼の生長をもたらす縁辺の珪質の小泡を認めるには至らなかった。

HOVASSE et JOYON (1960) はミズオの無定形寒天質体とそれに生ずる典型的な遊走子および包囊の観察にもとづき、その群体の細胞が *Phaeodermatium* のそれに一致するとして、*Phaeodermatium* を設けることの妥当性を疑問視した。また BOURRELLY (1968, p. 44) は同様の理由と、*Hydrurus* と *Phaeodermatium*

が同一の場所に生育することから、それらが1つの藻の生活環の相異なる時期にあたるのではないかと推測した。これに対し GEITLER (1971, p. 517 脚注) は細胞構造と細胞の大きさをもとに両者は別々のものであると批判している。われわれには HOVASSE et JOYON (1960) の無定形寒天質体の細胞、遊走子および包囊についての記述は、彼等の典型的藻体についてのそれらの観察の精緻さとは異なり、やや具体性に欠けるように思われる。

既に述べたように札内川のミズオについてはその包囊の翼は、HOVASSE et JOYON (1960) の表現に従えば“土星の環”のように包囊をほぼ一周して取巻いており、古くから知られ、かつ *Phaeodermatium rivulare* の包囊 (GEITLER 1927) によく似た翼が半周する形のものではない。また遊走子についても、われわれが観察したミズオの無定形寒天質体からのものは、色素体にすべて明瞭なピレノイドを含み、いっぽう *Phaeodermatium* の遊走子の色素体は側壁性でピレノイドを欠くとされている (GEITLER 1927, 1967)。このように札内川の試料でわれわれが観察し得たかぎりでは、ミズオの遊走子および包囊は、*Phaeodermatium* のそれらの既知の形態とは、外形の類似性は認められるが、それぞれ異なった特徴をもつと言えよう。

引用文献

- BOURRELLY, P. 1968. Les Algues d'eau douce II. Les Algues jaunes et brunes. N. Boubée. Paris.
- ETTL, H. 1968. Ein Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Tirols. Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 56: 177-354.
- FOTT, B. 1971. Algenkunde. 2. Aufl. G. Fischer. Stuttgart.
- GEITLER, L. 1927. Die Schwärmer und Kieselcysten von *Phaeodermatium rivulare*. Arch. Protok. 58: 272-280.
- GEITLER, L. 1967. *Gloeo-chrysis apyrenigera* n. sp. und der Chromatophor von *Phaeodermatium*. Österr. Bot. Zeitschr. 114: 115-118.
- GEITLER, L. 1971. Weitere Untersuchungen über ein Massenvorkommen von *Chrysocapsella granifera* im Lunzer Untersee mit Zonenbildung. Arch. Hydrobiol. 68: 516-518.
- HOVASSE, R. et JOYON, L. 1960. Contribution à l'étude de la Chrysomonadine *Hydrurus foetidus*. Rev. Algol. n.s. 5: 66-83. Pl. 6-9.
- 庵谷 晃・渡辺真之・芳賀 卓 1984. 札内川上流の藻類 1. 分布と現存量。藻類 32: 52-59.
- KANN, F. 1978. Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. Arch. Hydrobiol. Suppl. 53: 405-643.
- KLEBS, G. 1893. Flagellatenstudien. II. Zeitschr. Wiss. Zool. 55: 353-445. Taf. 17-18.
- LAGERHEIM, G. 1888. Zur Entwicklungsgeschichte des *Hydrurus*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 6: 73-85.
- MACK, B. 1953. Untersuchungen an Chrysophyceen IV. Zur Kenntnis von *Hydrurus foetidus*. Österr. Bot. Zeitschr. 100: 579-582.
- PASCHER, A. 1925. Die braune Algenreihe der Chrysophyceen. Arch. Protok. 52: 489-564.
- 渡辺真之・芳賀 卓・庵谷 晃 1984. 札内川上流の藻類 2. 藍藻類。藻類 32: 60-64.

総説

無 節 サ ン ゴ モ

正置富太郎

北海道大学水産学部 (041 函館市港町 3-1-1)

MASAKI, T. 1984. Crustose coralline algae. Jap. J. Phycol. 32: 71-85.

The crustose coralline algae of Japan are reviewed with emphasis on taxonomy, structure, reproduction, ecology and practical issues. The taxonomy is summarized historically but not comprehensively from the 1800's to the present. These algae exhibit a variety of forms which often are useless in distinguishing the taxa. Anatomical features, however, are taxonomically pertinent and data on, for example, the arrangement of vegetative cells, heterocyst distribution, and cell fusion characteristics, are useful. Some anatomical features are illustrated for the Japanese species. The unusual reproductive features, namely, the hermaphroditic conceptacles in *Lithothamnium japonicum* and the cruciate tetrasporangial divisions in *Sporolithon schmidtii*, are illustrated.

It is well known that crustose coralline algae are important constituents of reefs in tropical seas and that they form extensive beds in arctic areas. A species closely related to *Lithothamnium australe* is a conspicuous reef-builder on the west coast of Kyūshū in southern Japan.

The geographic and vertical distributions of species off Hokkaido in northern Japan are discussed in relation to water temperatures as influenced by currents. Off the southwest coast of Hokkaido the rocky sea bottom is covered by extensive populations of crustose coralline algae, especially *Lithophyllum yessoense*, and the fleshy algae have mostly disappeared. In Japan this phenomenon has been known as "Isoyake" since the beginning of this century and its occurrence is concomitant with a lowered production of sea urchins, economically valuable molluscs, and useful seaweeds. *Lithophyllum yessoense* has been shown to slough off outer epithelial cells and discard anything attached to its surface. What causes "Isoyake" is not certain yet, but the antifouling mechanism of this coralline as well as the grazing activities of sea urchins probably contributes significantly to the barren aspect of the areas.

Key Index Words: crustose coralline algae; ecology; "Isoyake" phenomenon; reproduction; Rhodophyceae; structure; taxonomy.

Tomitaro Masaki, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, 041 Japan.

石灰藻は体内に炭酸石灰が沈積する海藻の総称であり、藻類の多くの植物門にまたがって存在する。主なものは円石藻、カサノリ、ウミウチワ、サンゴモ科植物などがあるが、紅藻サンゴモ科以外はいずれも種数が少ない。石灰藻は又、化石として出現し古生代から現世に至っているが、サンゴモ科植物は中世代白亜紀になって初めて出土している。現生の石灰藻のうち最も広く分布しているのはサンゴモ科植物であり、世界中至るところで潮間帯から数十米、時には百米以上の深さまで生育している。サンゴモ科植物は有節サンゴ

モと無節サンゴモからなり、有節サンゴモは炭酸石灰を欠く膝節の存在によって無節サンゴモと区別されている。サンゴモ類は形態の変化も多く、著しく炭酸石灰が沈積するため、研究をするには手間がかかり不明な点が少ない。それでも有節サンゴモは羽状の美しい枝振りもあって親しみもてるが、無節サンゴモでは外形に特徴が少なく、時には岩肌に生じる錆の様にならず汚れた感じさえする。実際にサビ属 *Melobesia* と呼ばれる仲間もあってとかく敬遠され勝ちである。しかし、浅海の動植物の減産を招く磯焼け現象

との関連 (正置・秋岡 1980) やこの生物の遺蹟が化石として出現することと石油の埋蔵が関係あると考えられる (LITTLER 1972) など、決して現代の生活に無縁なものではない。本稿では無節サンゴモを少しでも理解してもらうため、これまでの多くの人々による研究の一部を紹介し、如何に変化に富んだ興味のある性質を有するものであるかを総述し、併せて水産との関係についてふれてみたい。

分 類

無節サンゴモに関する研究の歴史的経過は FOSLIE (1929) LITTLER (1972), ADEY and McINTYRE (1973), JOHANSEN (1981) 等が詳述しているが、その大略は次の如くである。

この植物は古くから知られていたが、植物学者がこれを取り上げるまでは、鉱物の1種や動物サンゴと考えた時代もあった。初めて植物として扱ったのは PHILIPPI (1837) で、その際にイシモ属 *Lithothamnium* とイシゴロモ属 *Lithophyllum* の2属を記載し、専ら外形のみで区別し、直立分枝体をイシモ属、殻状体をイシゴロモ属とした。その後、DECAISNE (1842), HARVEY (1847) 及び KÜTZING (1849) と研究がつづいたが、ARESCHOUG (1852) に至ってサンゴモ目を有節サンゴモ *Corallineae* と無節サンゴモ *Melobesiaeae* に分けた。又、SOLMS-LAUBACH (1881) は無節サンゴモの分類の形質として生殖器官を用いることの可能性を示した。これはナポリ産のイシゴロモ属とサビ属の関係を調べた結果に基いたものである。ROTHPLETZ (1891) は化石標本を調べ、四分胞子嚢の性質の差異によってムカシイシモ属 *Archaeolithothamnium*, イシモ属 *Lithothamnium*, イシゴロモ属 *Lithothamniscum* の3群に分け、生殖器官の性質を分類の基準とした。この様に無節サンゴモの知識は少しずつではあるが着実に積み重ねて来たが、前世紀の終りから今世紀のはじめにかけて、HEYDRICH (1897-1911) と FOSLIE (1890-1929) が研究を著しく押し進めたことはまことに瞠目に値するものがある。この2人は意見の一致があまりなかったが、お互いに交流をもって多くの新しい事実を世に明らかにし、その結果分類について HEYDRICH は紆余曲折を経て、最終的には嚢果の発達を重要な形質と考え、FOSLIE は四分胞子嚢の性質を主とし、嚢果や組織の解剖学的所見を加味した考えを示した。現在では FOSLIE の方が高い評価を得て一般に受け入れられている。FOSLIE のタ

イブ標本は現在ではノルウェー国トロンヘイム市の博物館に所蔵されているが、ADEY (1970) はすべての所蔵標本を再検討して現代の分類基準で整理した。FOSLIE (1900, 1901, 1905, 1906a, 1906b, 1907, 1908, 1909) は又、日本産の種も記載しているので、筆者もこれらのタイプ標本についての詳しい解剖図を公表すべく準備中である。

一方、LEMOINE (1911) は組織の相違のみで分類を試みることを提案し、イシモ型、イシゴロモ型、サビ型の3つに大別した。これは現生のものに適用するには難があるが、化石種を扱う分野では大変歓迎された。最近になってこれまでの分類体系を新しい観点から見直す提案がいくつかあるが、形質の選択如何によっては内容が大きく変わり、サンゴモ科植物の分類の難しさを示している。ここに2つの例を紹介すると、CABIUCH (1972) は体組織に重点をおき、細胞癒合と第2次連絡孔の有無及び無性生殖器巢が単孔か多孔かによって有節サンゴモと無節サンゴモを区別することなく5亜科に分け、亜科を更に膝節の有無によって細分した。又、JOHANSEN (1969) と JOHANSEN and SILVA (1978) は膝節の有無によって有節サンゴモと無節サンゴモを区別し、更に無性生殖器巢の単孔・多孔と第2次連絡孔の有無、その他の性質によって無節サンゴモを4亜科、有節サンゴモを3亜科、計7亜科とした。

このほか GARBARY (1978), GARBARY and SCAGEL (1979) は走査電子顕微鏡を用いて体表面の微細構造を比較し、サンゴモ科植物の種を区別することを試み、無節サンゴモではキタイシモ属数種 *Clathromorphum* spp. の差異を明らかにした。MASAKI *et al.* (1984) も同様な方法で北海道産無節サンゴモのエゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense* FOSL., ヒライボ *Lithophyllum okamurai* FOSL., ミヤベオコシ *Lithothamnium japonicum* FOSL., イシノミモドキ属の1種 *Neogoniolithon* sp. の4種を微細構造によって区別した。又、SILVA and JOHANSEN (1982) はサンゴモ科植物が他の紅藻類と著しく異なるいくつかの特徴をあげ、例えば炭酸石灰の含有、介生生長、第1次連絡孔の構造、生殖器官の性質などによってサンゴモ目とすることを提案している。

以上のほか、多くの種の記載が各地でなされた。その主なものとして、ガラバゴス諸島及びパナマ湾 (LEMOINE 1929), フランス及び北アフリカ (HAMEL *et al.* 1952), 北米太平洋岸 (MASON 1953, DAWSON 1960), 北大西洋亜寒帯海域及び英国 (ADEY

1964, 1965, 1966a, b, ADEY and ADEY 1973), 日本 (MASAKI 1968) 及びグアム (GORDON *et al.* 1976) などがある。

内部組織

無節サンゴモは外部形態が環境の影響を受け易く、同一種でも殻状から疣状突起になり更に樹枝状に分岐するものまであって、種の同定は外形のみでは困難な場合が屢々あるが、内部構造は属や種によって特徴があり区別が付き易い。この植物は他の紅藻類と異って細胞壁に存在する多量の炭酸石灰のため非常に固く、調べるのには特別な工夫が必要である。藻体の断面を調べるのには乾燥標本を割って光学顕微鏡の落射照明装置や走査電子顕微鏡 (Figs. 1, 2) で観察出来るが、詳細な構造は固定脱灰して永久プレパラートを作るのが最も良い方法である。体組織は細胞列糸から成るが、いずれの場合も表層 *epithallium*, 中層 *perithallium*, 基層 *hypothallium* から構成されている。表層は1~数層の細胞からなるが時には10数層に及ぶ場合もある (Figs. 3, 4)。又、細胞の形も三角, 四角, 楕円などがあり属や種によって一定の性質を示すものが多い

(Figs. 4, 5)。中層は藻体の大部分を占めるが、エダウチイモ属 *Mesophyllum* や薄い種ではあまり発達しないものもある。中層の最上端の細胞は分裂細胞で、介生生長を行って新しい組織の形成に与っている。この性質は紅藻類ではコノハノリ科に知られるだけである (DIXON 1973)。

アナアキイシモ属 *Porolithon* やイシノミモドキ属 *Neogoniolithon* の中層には異形細胞が存在する。これは元来毛生細胞であり、毛は早落性のため認めづらいことが多いが、周囲の体細胞よりも大きいため判別が容易である (Figs. 10, 11)。異形細胞は単独か、横又は縦に数個が一列に並び、周りの組織が発達すると共に深く埋在する。その機能は不明であるが、出現の頻度が藻体の発育過程や環境にも大いに関係があることが他の紅藻類でも議論されている (DIXON 1973)。実際に無節サンゴモでは毛生細胞の有無が属を分ける基準になっているが、同一種でも出現に差がある場合もあるので、今後更にその性質をよく検討する必要がある。

基層は1~数層の場合が多く、属によって一定の性質を示すものがある (Figs. 7, 8)。例えばエダウチイシモ属では扇状であり (Fig. 6), ノリマキ属 *Dermato-*

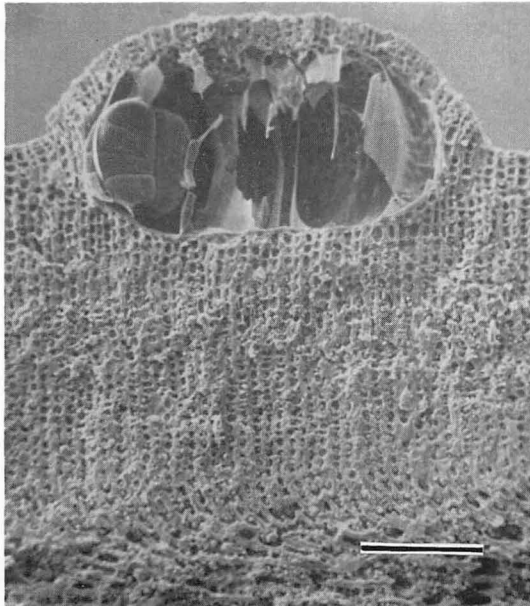


Fig. 1

Fig. 1. Scanning electron micrograph of vertical section through a crust of *Mesophyllum* sp., showing a prominent tetrasporangial conceptacle and vegetative portion. Bar=100 μ m.

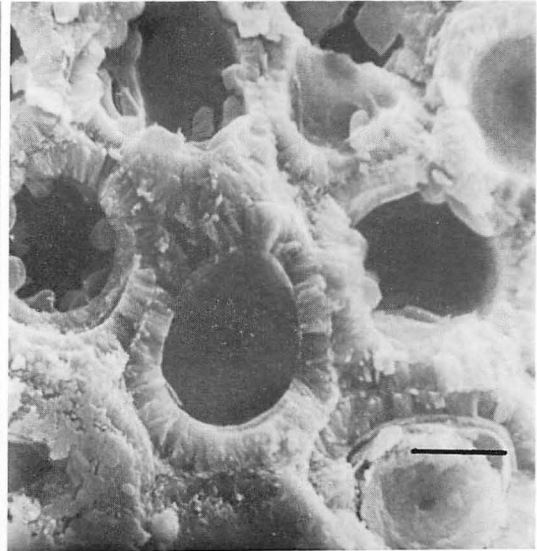
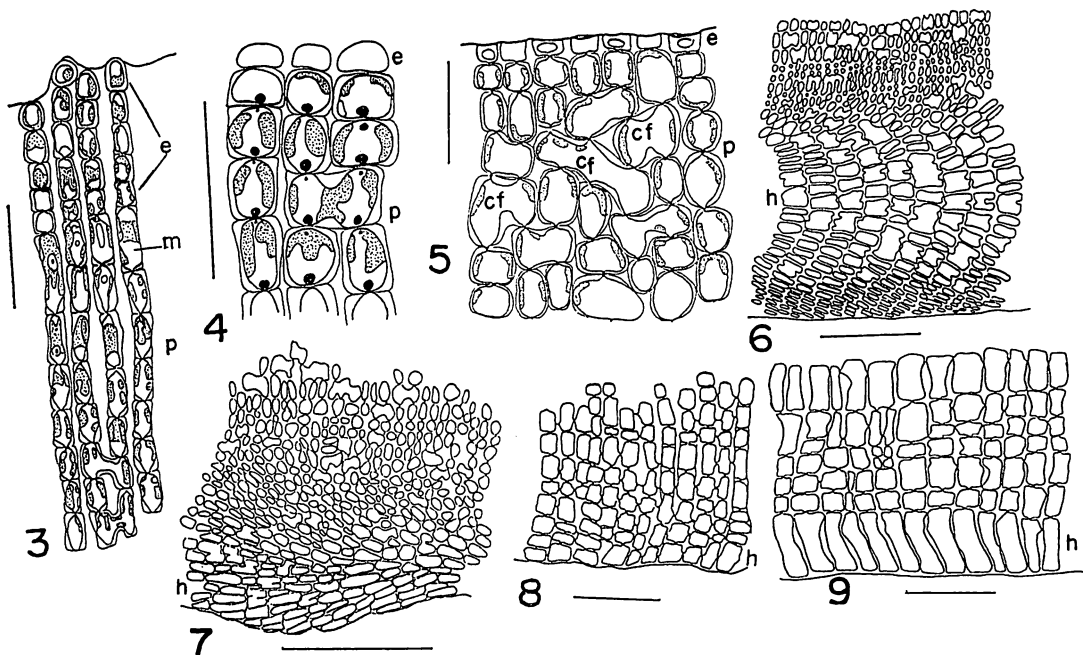


Fig. 2

Fig. 2. Enlargement of a part of Fig. 1, showing deposition of CaCO₃. Bar=5 μ m.

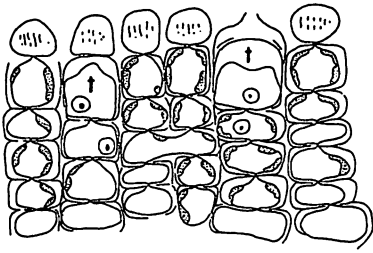


Figs. 3-9. Structure of coralline algae. 3. Multilayered epithallium (e) and upper part of perithallium (p) in *Clathromorphum compactum*, showing meristem (m). Bar=20 μ m; 4. Single-layered epithallium (e) and upper part of perithallium (p) in *Leptophytum laeve*. Bar=20 μ m; 5. Single-layered epithallium (e) and upper part of perithallium (p) in *Lithothamnium japonicum*, showing frequent cell-fusions (cf). Bar=20 μ m; 6. Coaxial hypothallium (h) in *Mesophyllum nitidum*. Bar=100 μ m; 7. Multilayered hypothallium (h) in *Lithothamnium japonicum*. Bar=500 μ m; 8. Part of vertical section through a crust of *Lithophyllum yessoense*, showing isodiametric, single-layered hypothallium (h). Bar=50 μ m; 9. Part of vertical section through a crust of *Dermatolithon tumidulum*, showing palisade-like hypothallium (h). Bar=50 μ m.

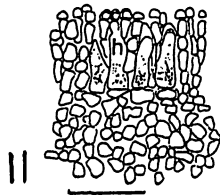
lithon では1層の細胞が基質に対して斜めに柵状に並ぶ (Fig. 9)。又、基層の厚さは同一種でも時には変化する。例えばミヤベオコンの様に基層の厚さを調節し乍ら縁辺部を基質から部分的に遊離させ、凹凸の激しい岩面でも旺盛に被いながら藻体を拡張してゆく種もある (Fig. 7)。

中層と基層では隣接する細胞間には第2次連絡孔か細胞癒合があり、CABIOCH (1972) がムカンイシモ属で両者が混在していることを報じている以外は、いずれか一つの性質のみを有し、属を区別する特徴になっている (Fig. 5)。

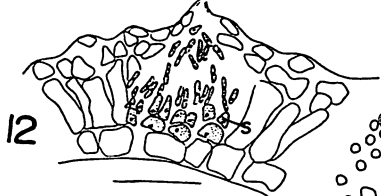
Figs. 10-20. Reproductive organs of coralline algae. 10. Two trichocytes (t) of *Neogoniolithon* sp. Bar=20 μ m; 11. Horizontal heterocysts (h) of *Porolithon boergesenii*. Bar=50 μ m; 12. Male conceptacle in *Fosliella lejolisii*, showing short spermatangial mother cells (s). Bar=20 μ m; 13. Male conceptacle in *Clathromorphum compactum*, showing column-like spermatangial mother cells (s). Bar=50 μ m; 14. Hermaphroditic conceptacle in *Lithothamnium japonicum*, showing dendroid system of spermatangial mother cells (s) and procarp (c). Bar=50 μ m; 15. Detail of spermatangial mother cells in dendroid system shown in Fig. 14. Bar=10 μ m; 16. Procarpic conceptacle in *Clathromorphum compactum*. Bar=50 μ m; 17. Cystocarpic conceptacle in *Leptophytum laeve*, showing discontinuous fusion cells (fc). Bar=100 μ m; 18. Cystocarpic conceptacle in *Neogoniolithon* sp., showing coherent fusion cell (fc). Bar=20 μ m; 19. Asexual conceptacle in *Fosliella paschalis*, showing zonately divided tetrasporangia. Bar=50 μ m; 20. Asexual conceptacle in *Sporolithon schmidtii*, showing cruciately divided tetrasporangia. Bar=50 μ m. (Figs. 11, 12 and 19, MASAKI 1968)



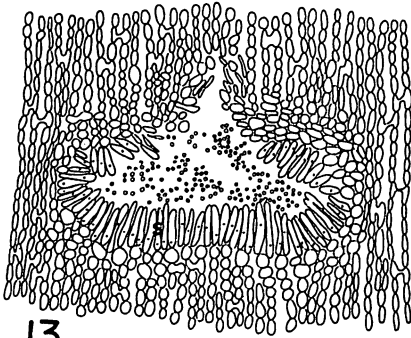
10



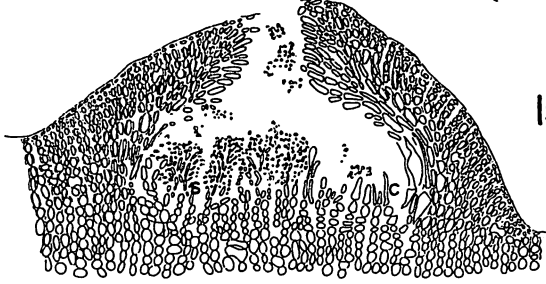
11



12



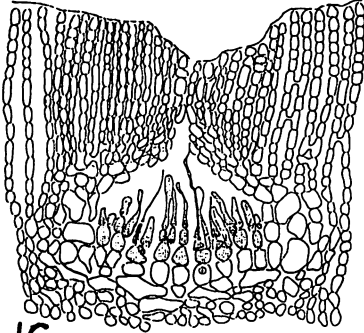
13



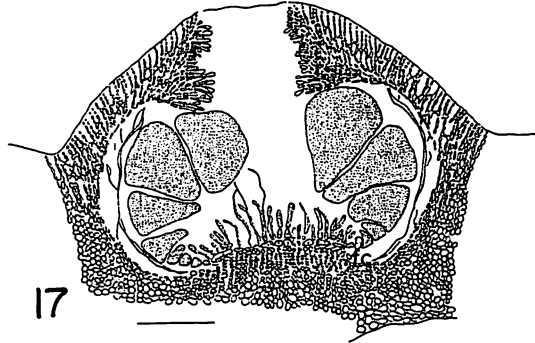
14



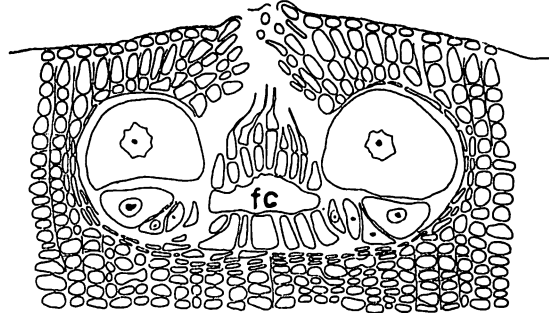
15



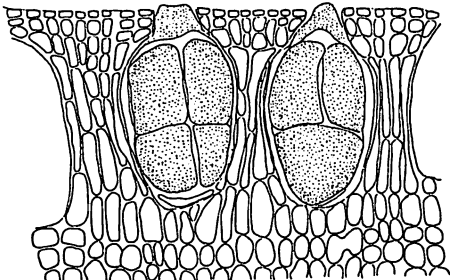
16



17



18



20



19

生殖器官

繁殖は極く少数の種で栄養体の分離や伸長によるものもあるが、生殖器官を形成して行うのが普通である。生殖器官はすべて生殖器巢の中に生じる。生殖器巢の原基は中層上端の分裂細胞か更に深部に位置する細胞に由来し、キタイシモ属では前者にあたり、*Phymatolithon* 属や *Leptophytum* 属では後者である (ADEY 1965, 1966a)。生殖器巢は発達して屋根を形成するが、屋根は扁平なものや隆起又は陥入するものなど変化に富み、隆起する場合はその程度も様々で半円球や三角錐状を呈するものもあって、それらの形状は種によって異なる (Figs. 17, 19)。

無性生殖器巢は単孔と多孔があり、無性孢子嚢は時には二分孢子嚢の場合もあるが、層状分裂する四分孢子嚢が普通である (Fig. 19)。しかし、ムカシシモ属では十字様に分裂する (Fig. 20)。核は四分孢子では1個ずつあるが二分孢子では単核と二核の二通り知られている。SUNESON (1950) は二分孢子嚢形成の際の細胞学的研究を行い、二核の場合は減数分裂、単核ではアポメイオシスを行うことを明らかにしたが、今後更によく調べる必要がある。

配偶体は一般に雌雄異株であるが、雌雄同株のことも珍しくない。有性生殖器巢は常に単孔である。雌雄同株の場合は雌雄両性生殖器がそれぞれ別の生殖器巢に生ずるが、稀れではあるが雌雄同巢のものもある (Fig. 14)。

雄性生殖器は精子器を形成する母細胞に3型があり、普通に見かけるものは極く短いものである (Fig. 12) が、イシモ属、キタイシモ属、エダウチイシモ属などでは長い棒状や樹枝状をしている (Figs. 13, 14, 15)。これらの母細胞は生殖器巢の底部に限らず側面を被う場合も屢々ある。

雌雄生殖器は生殖器巢の底部に集合プロカルブ (KYLIN 1956) となって配列している。これらのプロカルブは支持細胞とこれから生ずる1~3個の胎原列枝が一単位となる。それぞれの胎原列枝は受精毛を先端に有する造果器と1個の器下細胞からなるが、生殖器巢の周辺部はプロカルブの未発達のものが多い (Fig. 16)。受精後、多くの種では支持細胞が全部連続して一大癒合細胞を作るが、中には癒合は一部にとどまって連続しないものもある (Figs. 17, 18)。いずれにしても支持細胞は助細胞の役目をすると考えられ、造果糸は癒合細胞の周辺部や上面から生じ、先端は果孢子嚢になる。しかし、LEBEDNIK (1977) は少

なくともキタイシモ属、サビ属、エダウチイシモ属ではプロカルブは存在せず、周辺部にある未発達の雌性器官の一部のみが助細胞の役目を果しているとの意見を述べている。

生態

無節サンゴモは海中の有光層の範囲では基質さえあれば生育が可能である。その点では光が垂直分布の主たる要因であり、又、水温は地理的分布に大きな影響を与えている。実際この植物は寒帯から熱帯に至るまでの沿岸では普通に見ることが出来る。更に造礁に関係するものとしてもよく知られている (ADEY 1973)。所謂 *Lithothamnium-bank* と呼ばれるものを初めて報告したのは FOSLIE (1895) であり、礁はノルウェーの海岸に約 3 km の範囲に広がり、形態も大きさも非常に異なっている数種で構成されていた。又、WEBER-van BOSSE and FOSLIE (1904) によると、唯一種から出来ている礁が北極海のノバヤゼムリア島とスピッツベルゲン島 (*Lithothamnium glaciale* KJELLM.) 及びアイスランドとノルウェー北部 (*Lithothamnium ungeri* KJELLM.) に存在し、一方熱帯ではチモール島の近くの Haingsisi 島に大きな礁があって、これが主に *Lithothamnium erubescens* FOSL. f. *haingsisina* A. WEBER-VAN BOSSE et FOSL. からなっている。

無節サンゴモはサンゴ礁の造成に寄与していることは周知の事実である。無節サンゴモがサンゴ礁の外縁部を厚く被っているためその部分は *Lithothamnium-ridge* (又は-rim) と呼ばれている。構成種が *Porolithon onkodes* (HEYDR.) FOSL. のことが多く、その様なところを *Porolithon-rim* とする提案があった (WORMERSLEY and BAILEY 1969) が、他の種で構成されている場合もあるので特定の名前をつけず単に Algal-ridge と呼んでいる (ADEY 1973)。

日本では熊本県有明海湯島の水深 10 m の海底に *Lithothamnium australe* (FOSL.) FOSL. に似た種から成る礁があり、通称マサゴ原と称しているが、その上にワカメが生育している (瀬川 1954)。又、長崎県島原半島有馬町の原城跡南方約 300 m 沖合にある長さ 800~1000 m の浅瀬は白州と呼び無節サンゴモの一種から出来ている (右田私信)。そのほか青森県東津軽郡三厩湾にはイボイシモ *Lithothamnium intermedium* KJELLM. やその他数種が礁を形成し、その上に付着しているマコンブの根と無節サンゴモの

小枝が絡み合っている (MASAKI and TOKIDA 1963)。

無節サンゴモの植物地理学的研究は ADEY (1964, 1965, 1966b, 1968, 1971, 1973) によってメイン湾を含む北大西洋北西部, アイスランド, ノルウェー, 英国など広範な海域にわたって沿岸各地でスキューパー潜水により大量の標本を採取し, それらに基いて各調査地点での垂直分布を明らかにした。同様な研究は北海道の沿岸でも行った (ADEY *et al.* 1976, 秋岡・正置未発表)。無節サンゴモの分布が如何に水温と光に左右されるかを北海道を例にとって述べてみる。北海

道の海況は北から寒流の親潮が南下し, 南から対馬暖流が北上する。又, 対馬暖流の一部が分流となって宗谷暖流及び津軽暖流となり, 寒暖流の影響が極めて短い距離の間で交錯する世界でもあまり例のない特有な海洋構造を呈している (Figs. 21, 22)。そのため水温も変化に富み, 釧路から根室半島までの東岸は冬期 0°C 近くから夏期 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ の間にあって, この沿岸は広大な北太平洋の亜寒帯海域の南端に位置している。そこから南西に約 500 km 離れた津軽海峡は完全に暖流海域となり年間の水温は最低約 6°C から最高約 24°C と上昇する。又, エリモ岬以西の太平洋岸は暖流と寒流の混合海域となり, 無節サンゴモの植物相も急激に変化する海況に伴って興味ある様相を示す。寒流海域である道東の沿岸には, 浅所にキタイシモ *Clathromorphum circumscriptum* (STROM.) FOSL. とイシモ属の一種 (*Lithothamnium lemoineae* ADEY の近似種), やや深所にはアナアキキタイシモ *Clathromorphum compactum* (KJELLM.) FOSL., 15 m 以深では *Lithothamnium glaciale* KJELLM. と *Leptophytum laeve* (STROM.) FOSL. が見られ, イシモ属の一種を除いた 4 種はいずれも典型的な亜寒帯種で, 種の構成は北大西洋亜寒帯海域の場合と同じである。エリモ岬以西の極く浅所では亜寒帯種は全く姿を消すが, 代って温帯種のエゾイシゴロモとイシノミドキ属の一種が優占種となる。しかし, 深所には寒流の影響があるため亜寒帯種がひきつづき見られる (Fig. 24)。

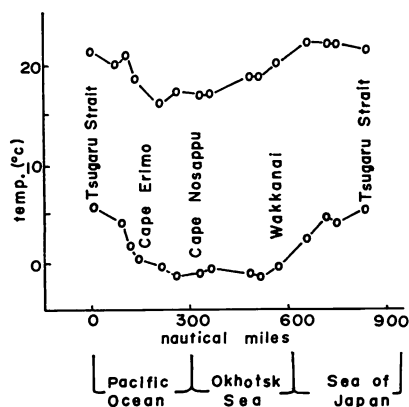


Fig. 21. Winter (bottom) and summer (top) mean sea surface temperatures (August, February) on the Hokkaido coast (ADEY *et al.* 1976).

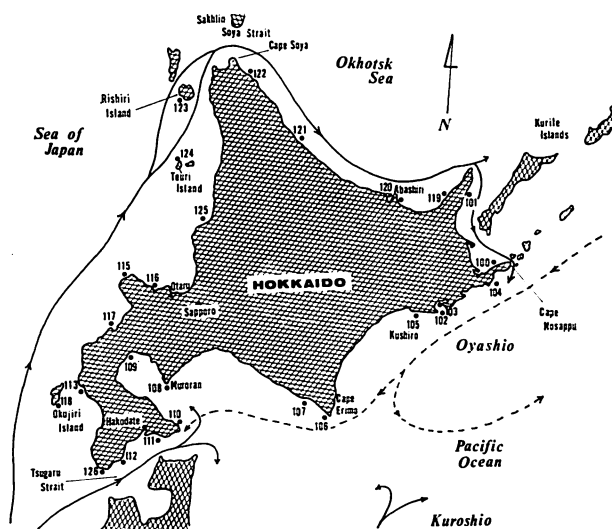


Fig. 22. Map of Hokkaido showing transect stations and the positions of the major ocean currents (ADEY *et al.* 1976).

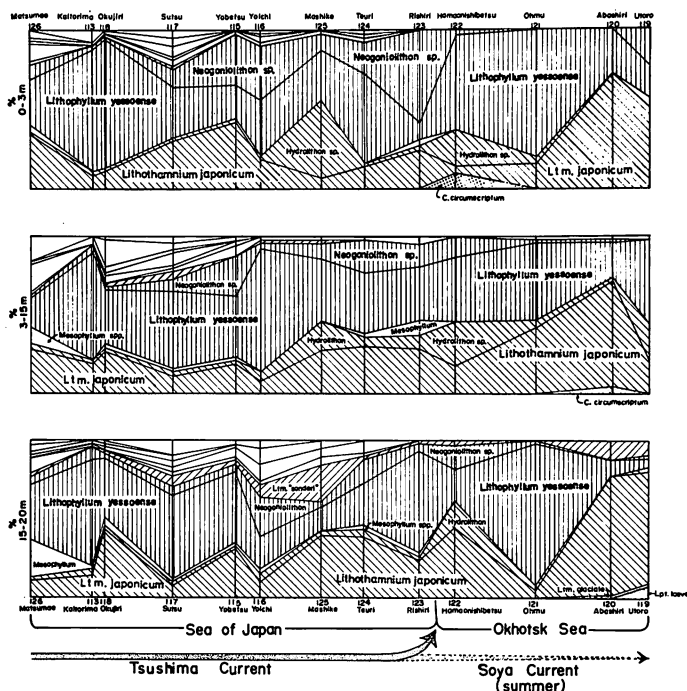


Fig. 23. Area coverage of crustose coralline species in Hokkaido along the coasts of Pacific Ocean and a part of Okhotsk Sea, as a function of geographic location, ocean currents and depth.

cold water species-subarctic;
 } warm water species- { cold temperate
 } } warm temperate

キタイシモだけはエリモ岬以西で分布が途切れているのに津軽海峡東口の尻岸内町の潮間帯下部に出現する(川端 1959)。ADEY (1973) は低潮線下浅所に生育する亜寒帯種のキタイシモが低温、低照度で成熟することを確め、地理的分布を検討してこの種の生存には最低水温が 2~3°C 以下であることが必要と考えた。この種が海峡東口に見られるのは局地的に低温のためと推察出来る。一方、オホーツク海は冬期には全沿岸が流水で埋まり、水温も 0°C、又はそれ以下になるが、夏期には宗谷暖流が南下し 20°C 又はそれ以上に達し、無節サンゴの植物相も根室半島を境にして劇的に変わり、亜寒帯種は減少して温帯種が優占する。しかし、同じ温帯種でもエリモ岬以西とは異ってやや冷たい海域に適応するミヤベオコシとコブイシ属の一種 *Hydrolithon* sp. が主となる。この様なオホーツク海の夏期の高水温は、宗谷暖流の勢力が強まって流入する量が多くなるのと日射で暖まる結果と考えるが、深層には冬の寒冷な海水がそのまま残留しているためか、昭和47年8月の観測では羅臼で表面水温が 15~18°C であったのに、電気測温計で水深 30 m の海底の水温

を測定したところ 2°C であった。これは他の海域には見られない特徴であり、亜寒帯種のキタイシモが少量ながらもオホーツク海全沿岸に分布しているのも頷ける。宗谷海峡をまわって日本海に入ると対馬暖流域になるので、冬期の最低水温は 3~5°C、夏期の最高水温は 19~23°C と暖かくなり、南部に近づくに従って高温となる。そのため亜寒帯種は存在せず、ミヤベオコシも減少の傾向となり、エゾイシゴロモが目立つようになる (Fig. 23)。北海道のサンゴモ類の植物相の中で特記すべきものはシズクイシゴロモ *Ezo epiyessoense* ADEY, MASAKI et AKIOKA の存在である。この種はエゾイシゴロモの上に白い斑点となって着生しているが、実は組織の一部がエゾイシゴロモの体内に入り込んでいる寄生種である。分布は道東の一部を除いて全道に拡っている (ADEY et al. 1974)。

無節サンゴモと磯焼け現象

無節サンゴモはわが国では古くから磯焼け現象と関係あるものとして注目を集めて来た。「磯焼け」と言

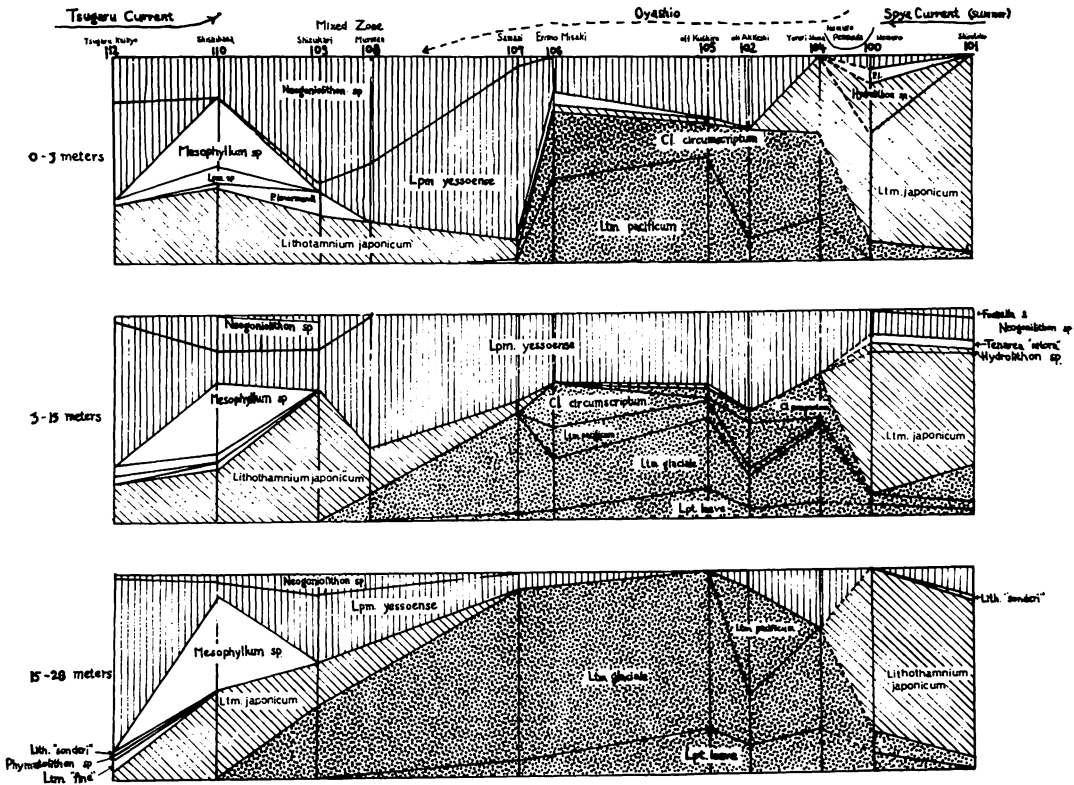


Fig. 24. Area coverage of crustose coralline species in Hokkaido along the coasts of Okhotsk Sea and Sea of Japan, as a function of geographic locatin, ocean currents and depth. (ADEY *et al.* 1976).

cold water species-subarctic;
 warm water species-
 cold temperate
 warm temperate

うのは昔から伊豆東岸の漁民の間で言われていた言葉で「磯枯れ」とも言っていた（遠藤 1902）。この現象が生じると特別な沿岸の一地域に限ってそこに生育する海藻の一部又は全部が枯死流失し、海底は不毛の状態になり、有用海藻は勿論、それを食べているウニ、アワビ、サザエ等の底棲動物のほか、藻場の喪失と共に磯魚の生産が減少して漁村が経済的に貧困に陥る。この現象の原因は海況の変化によるものと考えられて来たが、多くの調査研究があるにも拘らず詳しいことは不明のままである。遠藤（1902）はこの現象を初めて記述し、伊豆東岸の被害地を視察して潮間帯の海藻はあまり影響をうけていないが、低潮線より下部ではサンゴモ科とホンダワラ科の植物のみが繁茂し、他の海藻で残存しているものは僅少であることを指摘している。更に、このことから両科の植物は磯焼けの原因となる勢力に耐える力が強いと考え、これらの植物の生理学的性質を調べる必要があることを強調し、併せて、両植物の全国の沿岸での分布状態や生育の環境条

件を知り、磯焼けの被害のあった地方のものと比較してこの現象を考察すべきであるとの意見を述べている。磯焼けは青森県下北半島でも発生し、調査に赴いた岡村・田子（1951）は被害地の海底が無節サンゴモで被われ、それが死んで白くなっていることに触れている。その後、同県津軽海峡沿岸でもコンブやワカメが減産したので OHMI（1951）はその原因を調べ、昭和4年に駒ヶ岳噴火の際の降灰のためであることを明らかにした。その際に海藻の増殖対策を提案したが、同時に海底の基質を一面を被っている無節サンゴモがコンブなどの着生を妨げていると考え、これらサンゴモ類の生態学的研究特に結実の時期を明らかにすべきであるとの意見を述べている。更に田村（1951）は磯焼けについて論じ、少なくとも津軽海峡付近では無節サンゴモの旺盛な繁殖がその原因であることを強調し、磯焼対策の一つとして無節サンゴモの生活史、生理学及び生態学的研究を促進することを説いている。以上の様な経過から無節サンゴモの繁茂は磯焼けの単なる一つの

現象に過ぎなかったが、次第に両者の関係は密接なものと考えられる様になり、遂には主要な原因の一つに挙げられるに至った。又、サンゴモ類は磯焼けに関連した水産用語として単に石灰藻と呼ばれているが、殆どの場合は無節サンゴモを指すことが多い。山田(1953, 1955)は「沿岸に於ける水産物増産を阻害する石灰藻繁殖防止」と言う課題のもとに、全国的に研究班を組織し3年間にわたって調査研究を行った。そ

の内容は(1)石灰藻蔓延の実態調査, (2)投石及び岩面搔破等による調査, (3)その他の生態学的研究, (4)石灰藻の種名査定, (5)石灰藻体内への石灰沈着機構に関する化学的研究の諸項目があり、多くのすぐれた成果を得ることが出来た。そのうちの一部をここに紹介すると、まずサンゴモ類が蔓延して有用海藻の生育を阻害すると思われるもののうち、北海道特に室蘭では無節サンゴモが潮間帯下部から水深6~7mにわたって極めて

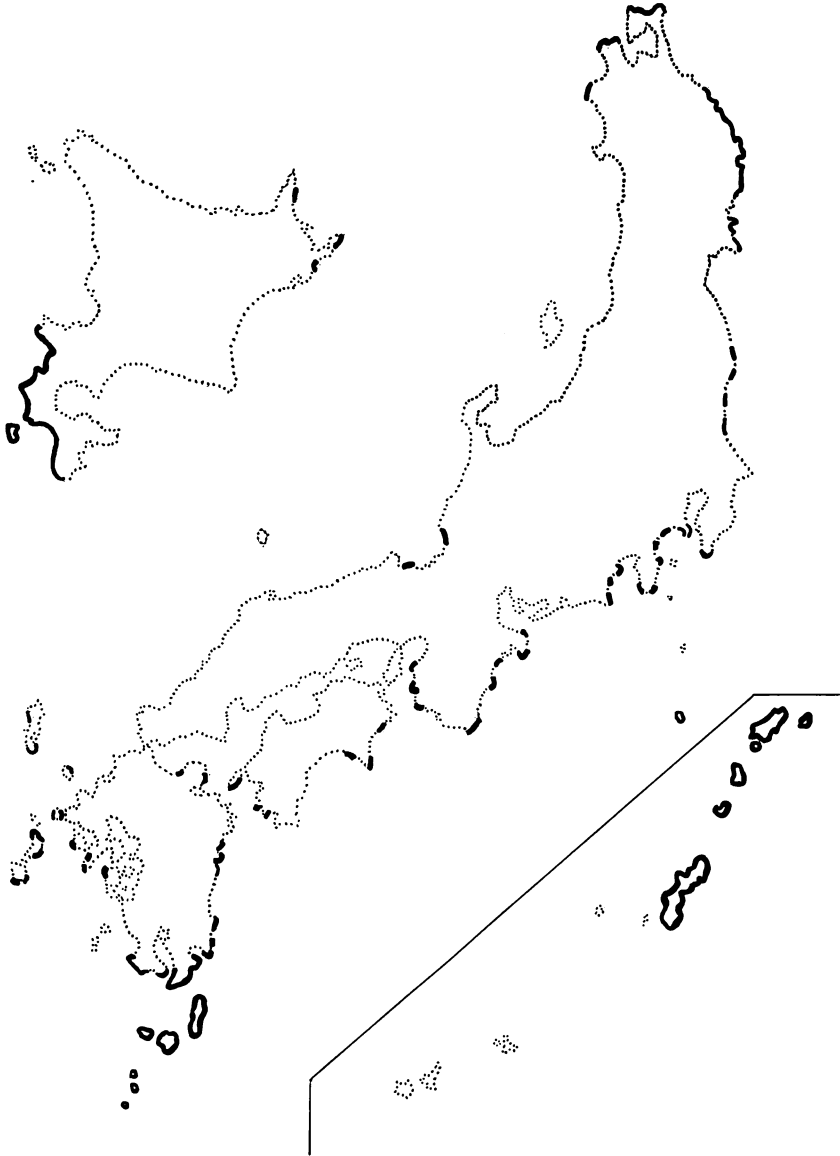


Fig. 25. Map of Japan showing "Isoyake" areas represented by solid lines. (Fisheries Agency 1981).

多量に繁茂し、晩秋から冬期にかけて沿岸一帯が無節サンゴモに被われた景観を呈するに至る。このほか本州太平洋沿岸各地でテングサ、ワカメ、アラメ、カジメ等の繁殖に害を及ぼしている報告があるが、静岡県下田での観察ではイボモカサ属 *Fosliella* の様に1層のうすい無節サンゴモの上にはテングサの胞子がよく付着するが、サビ属の様に2層以上厚くなると胞子の付着はよくなかった。又、厚くて表面が滑らかなものや旺盛な生育をするイシゴロモ属やアナアキイシモ属の表面にはテングサ類の直立体は見られなかった。この様に生きている無節サンゴモに他の海藻の胞子が付着出来なかったことは注目に値する観察であることが後日判った。

一方サンゴモ類の蔓延が有用海藻の繁殖を阻害しているとは思われない事実もいくつか挙げられている。北海道では日高沿岸その他で無節サンゴモの上にコンブが極めて普通に観察出来た。又、下関市吉見湾内ではテングサの幼体が匍匐して無節サンゴモ上は勿論のこと裸石面にも拡り、統計的には前者の方が多いと言う事実が判った。更に鹿児島県種子島ではヒラクサが岩盤上の無節サンゴモ上に生育していた。

次に無節サンゴモの繁殖に重要な役割をもっている生殖時期、胞子の散布及び発生についてそれぞれ報告があり、そのうちのいくつかは後日論文として公けになっている。まず下田ではサンゴモ類の生殖時期が明らかになった。CHIHARA (1974) は無節サンゴモの生殖周期についてヒライボとノリマキ *Dermatolithon tumidulum* FOSL. では夏期に胞子形成があり、エダウチイシモ *Mesophyllum erubescens* (FOSL.) LEMOINE では夏期以外は周年成熟することから、一般に無節サンゴモの生殖周期はイシゴロモ属とイシモ属を中心とする二つのグループに大別出来ると考えた。

サンゴモ類の胞子の散布について尾形(1952, 1953a) は伊豆半島南端で分散の状態を調べ、胞子の数はサンゴモ類の群落から垂直的には海面に近づくに従って少なくなるが、水平方向に到達する距離は内湾では外海の場合よりも遠いと言う結果を得た。又、サンゴモ類胞子の岩面付着を調べるため硝子を用いて実験を行ったところ粗大な凹凸をもったダイヤ硝子の方が磨硝子よりも付着数が多いことを確かめ、基質表面の状態との関係を明らかにした(尾形 1953b)。

発生については、胞子が基質に付着するとやがて原胞子内で特有な分割を始める。その結果を CHIHARA (1974) は無節サンゴモ10属21種について研究し、初期発生の大部分はカニノテ型とピリヒバ型に属するが、

そのほかの発生型も数例あることを示した。

以上多くの諸性質について短期間にも拘らず、かなりの知識をもち得たが、石灰藻の繁殖防止である初期の目的を果すことが出来なかった。

これとは別に能登谷 (1974, 1976a, 1976b, 1978) は函館付近の無節サンゴモ7属24種2品種について胞子の分割様式を観察し、千原と同じ結果を得たが、新しい発生型を加えて10型を区別した。又、胞子発生に及ぼす照度、温度、塩分濃度、pH との関係を示す6属8種1品種について調べた。

しかしながら磯焼けは海況の変化やウニなどの底棲動物の食害が原因とする研究結果もいくつかある(BREEN and MANN 1976; 菊地ら 1979; KITO *et al.* 1980; 河尻ら 1981)。菅野 (1976) は海藻群落の極相は二つあって、一つはコンブに代表される海藻の林であるが、他の一つは環境の変化に伴って磯焼けとなり、コンブその他の海藻が消失して無節サンゴモのみが顕著となった状態である。あとの極相がその後環境が回復してもコンブの極相に遷移しないのはウニやアワビなどの藻食動物が幼芽を食べ尽すためであると考えた。

近年は磯焼けが全国各地で生じ大きな被害をもたらしているので水産庁 (1981) は磯焼けの発生地を調べ、原因、規模、漁業に与える影響や対策などをまとめた (Fig. 25)。それによると磯焼けが広い範囲にわたって発生しているのは青森県の津軽海峡に面した沿岸と岩手県全沿岸及び北海道の南西部である。特に北海道の日本海沿岸南部は磯焼けの被害が著しく、海底は無節サンゴモで被い尽されていると言っても過言ではない。しかし、潜水してよく観察するとそれらの無節サンゴモは殻状種が殆んどで、そのうちの74%はエゾイシゴロモである (NORO *et al.* 1983) (Fig. 26)。無節サンゴモが単なる大型海藻の下草にすぎないとすると、大型海藻の消失と共に水流や光などが変わるためやがて枯死するはずであるのに、無節サンゴモは磯焼けの海底にあっても元気に生きつづけ、藻体の表面は常に滑らかであり、殆んど他の海藻が付着して汚れていることがない。そこでエゾイシゴロモを実験室に持ち帰り、マコンブの遊走子を播種してその発生過程を走査電子顕微鏡で観察したところ、2週間余りでコンブの配偶体は成熟することなくエゾイシゴロモの表面から殆んど脱落してしまった。この実験と平行してエゾイシゴロモの枯死体やスライドガラス及び岩石の破片を基質として用い、マコンブの遊走子の発芽を観察したところ、いずれも約3ヶ月後には幼芽(胞子体)が基質の上に密生した(正置ら 1981)。これはエゾイ

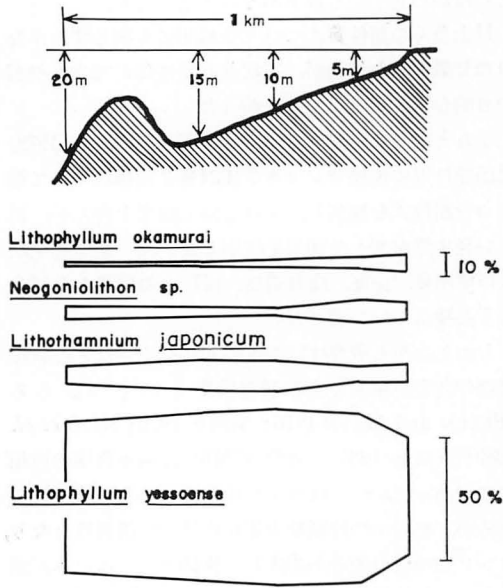


Fig. 26. Relative abundance (area coverage) of crustose coralline algae extending across the Kaitorima (113) and about 1 km off the shore: uppermost illustration is a bottom profile (NORO *et al.* 1983).

シゴロモが付着生物排除機構を有するためと考える。この機構は他の海藻でも報告があり、*Ascophyllum nodosum* (L.) Le JOL. (SIEBURTH and TOOTLE 1981, FILION-MYKLEBUST and NORTON 1981), *Halidrys siliquosa* (L.) LYNGB. (MOSS 1982), *Chondrus crispus* (L.) STACKH. (SIEBURTH and TOOTLE 1981) では表皮細胞やクチャクラが剥れ、付着生物や汚染物質を取り除く役目を果たしている。そこでエゾイシゴロモの付着生物排除機構を明らかにするため藻体表面を走査電顕で観察したところ、表層の剝離をはっきり確かめることが出来た (Fig. 27)。無節サンゴモの表層が剝落する現象は ADEY (1965) と SUNESON (1982) がそれぞれキタイシモ属2種とノリマキ属1種でふれているが、詳細は憶測の域を出なかった。ところが、エゾイシゴロモの断面をパラフィン切片で調べて見ると、中層上端の分裂組織から次々と表層細胞が作られて、表層が一定の厚さ以上に達すると外側の古い細胞が剥れ落ちてゆく過程がはっきりと理解出来た (MASAKI *et al.* 1984)。このことから、エゾイシゴロモは他の海藻の胞子が付着しても排除してしまうことが判ったが、恐らく他の無節サンゴモでも同様な性質を有するものと考えられる。海況が好転し

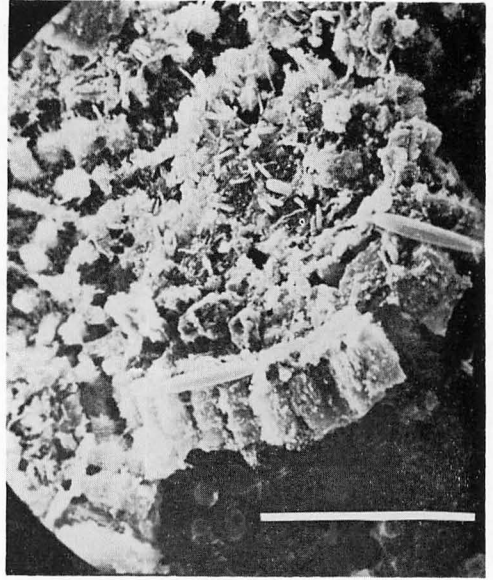


Fig. 27. Scanning electron micrograph of crust surface of *Lithophyllum yessoense*, showing epithelial shedding. Bar=50 μ m.

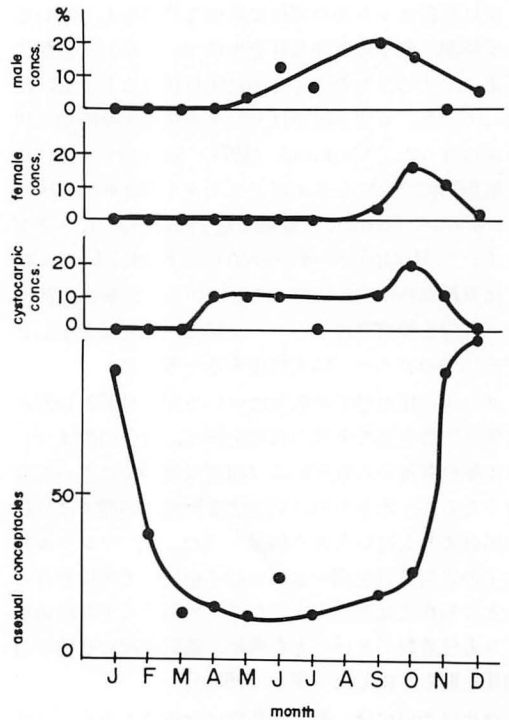


Fig. 28. Yearly reproductive cycle of *Lithophyllum yessoense*, showing epithelial shedding (NORO *et al.* 1983).

ても磯焼けの海底に海藻が戻って来ないのは底棲動物が幼芽を食べてしまうほかに、海底を被っている無節サンゴモが海藻の胞子の着生には不安定な基質であることも原因の一つに挙げることが出来る。又、エゾイシゴロモは四分胞子の形成を秋から冬に行う (NORO *et al.* 1983) (Fig. 28)。この時期には一般に海藻が凋落するので、そのためにこの種が旺盛に繁茂出来るのかも知れない。更にコンブの遊走子の放出する時期とも重なるので、この様なことが海底の不毛に関連している可能性もある。今後研究がすすむと無節サンゴモの磯焼けの海底での役割が尚一層ははっきりするものと考えられる。

終りに、本稿の校閲を頂いた東京水産大学岩本康三教授に深謝する。又、草稿を作るに際し、種々協力下さった北海道教育大学函館分校岡英助教授、英文の添削をしていただいたクラーク大学H.W. JOHANSEN博士及び写真の焼付けその他でお世話になった北大水産学部藤田大介氏にお礼を申し上げる。

引用文献

- ABEY, W. H. 1964. The genus *Phymatolithophon* in the Gulf of Maine. *Hydrobiologia* 24: 377-420.
- ADEY, W. H. 1965. The genus *Clathromorphum* (Corallinaceae) in the Gulf of Maine. *Hydrobiologia* 26: 539-573.
- ADEY, W. H. 1966a. The genera *Lithothamnium*, *Leptophytum* (nov. gen.) and *Phymatolithon* in the Gulf of Maine. *Hydrobiologia* 28: 321-370.
- ADEY, W. H. 1966b. Distribution of saxicolous crustose corallines in the northwestern North Atlantic. *J. Phycol.* 2: 49-54.
- ADEY, W. H. 1968. The distribution of crustose corallines on the Icelandic coast. *Sci. Islandica* (anniversary volume 1968), 16-25.
- ADEY, W. H. 1970. A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1970 (1): 1-46.
- ADEY, W. H. 1971. The sublittoral distribution of crustose corallines on the Norwegian coast. *Sarsia* 46: 41-58.
- ADEY, W. H. 1973. Temperature control of reproduction and productivity in a subarctic coralline alga. *Phycologia* 12: 111-118.
- ADEY, W. H. and ADEY, P. J. 1973. Studies on the biosystematics and ecology of the epilithic crustose Corallinaceae of the British Isles. *Br. phycol. J.* 8: 343-407.
- ADEY, W. H., MASAKI, T. and AKIOKA, H. 1974. *Ezo epiyessoense*, a new parasitic genus and species of Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Phycologia* 13: 329-344.
- ADEY, W. H., MASAKI, T. and AKIOKA, H. 1976. The distribution of crustose corallines in eastern Hokkaido and the biogeographic relationships of the flora. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 26: 303-313.
- ADEY, W. H. and MACINTYRE, I. G. 1973. Crustose coralline algae: a re-evaluation in the geological sciences. *Bull. Geol. Soc. Am.* 84: 883-904.
- ARESCHOUG, J. E. 1852. Ordo XII. Corallineae. *In* J. Agardh, *Species Genera et Ordines Algarum* Vol. 2, Gleerup, Lund, 506-576.
- BREEN, P. A. and MANN, K. H. 1976. Changing lobster abundance and the destruction of kelp beds by sea urchins. *Mar. Biol.* 34: 137-142.
- CABIOCH, J. 1972. Étude sur les Corallinacées. II. La morphogenèse; conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cah. Biol. Mar.* 13: 137-288.
- CHIHARA, M. 1974. The significance of reproductive and spore germination characteristics to the systematics of the Corallinaceae: non-articulated coralline algae. *J. Phycol.* 10: 266-274.
- DAWSON, E. Y. 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pacific Naturalist* 2: 1-125.
- DECAISNE, J. 1842. Essais sur une classification des algues et des polypiers calcifères de Lamouroux. *Ann. Sci. Nat. Bot., sér. 2*, 17: 297-380.
- DIXON, P. S. 1973. *The Biology of the Rhodophyta*. 285p. Hafner Press, Macmillan, New York.
- FILION MYKLEBUST, C. and NORTON, T. A. 1981. Epidermis shedding in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. and its ecological significance. *Mar. Biol. Letters* 2: 45-51.
- FOSLIE, M. H. 1895. The Norwegian forms of *Lithothamnium*. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1894, 1-180.
- FOSLIE, M. H. 1900. Five new calcareous algae. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1900 (3): 1-6.
- FOSLIE, M. H. 1901. New forms of *Lithothamnium*. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1901 (3): 1-6.
- FOSLIE, M. H. 1905. New *Lithothamnium* and systematical remarks. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1905 (5): 1-9.
- FOSLIE, M. H. 1906a. Den botanisk samling II. *K. Norske Vidensk. Selsk. Aarsber.* 1905, 1-8.
- FOSLIE, M. H. 1906b. Algologiske notiser II. *K.*

- Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1906 (2) : 1-28.
- FOSLIE, M. H. 1907. Algologiske notiser III. K. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1906 (8) : 1-34.
- FOSLIE, M. H. 1908. Nye kalkalger. K. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1908 (12) : 1-9.
- FOSLIE, M. H. 1909. Algologiske notiser VI. K. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1909 (2) : 1-63.
- FOSLIE, M. H. 1929. Contributions to a monograph of the Lithothamnia. Edited by H. Printz, 60p., Trondheim.
- GARBARY, D. J. 1978. An introduction to the scanning electron microscopy of red algae. In Irvine, D. E. G. & Price, J. H. (ed.). Modern Approaches to the Taxonomy of Red and Brown Algae, Systematics Association Special Vol. 10, Academic Press, New York, 205-221.
- GARBARY, D. J. and SCAGEL, R. F. 1979. Scanning electron microscopy of *Clathromorphum* spp. (Corallinaceae, Rhodophyta). Proc. Microscopical Society of Canada 6 : 14-15.
- GORDON, G. D., MASAKI, T. and AKIOKA, H. 1976. Floristic and distributional account of the common crustose coralline algae on Guam. Micronesica 12 : 247-277.
- HAMEL, G. et LENOINE MARIE 1952. Corallinacées de France et d'Afrique du nord. Arch. Mus. natn. Hist. nat., sér. 7, 1 : 1-136.
- HARVEY, W. H. 1847. Nereis australis or algae of southern ocean. 124p. London.
- JOHANSEN, H. W. 1969. Morphology and systematics of coralline algae with special references to *Calliarthron*. Univ. Calif. Pub. Bot. 49 : 1-78.
- JOHANSEN, H. W. 1981. Coralline algae, a first synthesis. 239p. CRC Press, Boca Raton.
- JOHANSEN, H. W. and SILVA, P. C. 1978. Janieae and Lithotricheae: two new tribes of articulated Corallinaceae (Rhodophyta). Phycologia 17 : 413-417.
- 菅野 尚 1976. 海藻群落の造成. つくる漁業 163-169.
- 川端清策 1959. 北海道渡島国北海道学芸大学生物教育尻岸内臨海実験所付近産海藻目録 (第1報). 北海道学芸大学紀要 (第2部) 10 : 285-296.
- 河尻正博・佐々木 正・影山佳之 1981. 下田市田牛先における磯焼け現象とアワビ資源の変動. 静岡水試研報 (15) : 19-30.
- 菊地省吾・浮 永久・秋山和夫・鬼頭 釣 1979. アワビ餌料藻類の造林技術開発に関する研究. 浅海における増養殖漁場の開発に関する総合研究研究成果 116 : 129-189.
- KITO, H., KIKUCHI, S. and UKI, N. 1980. Seaweed as nutrition for seabed marine life technology for artificial marine forests. Proc. Intern. Symp. of Coastal Pacific Marine Life 55-66.
- KÜTZING, F. T. 1849. Species algarum. 922p. Leipzig.
- KYLIN, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. 673p. Lund.
- LEBEDNIK, P. A. 1977. Postfertilization development in *Clathromorphum*, *Melobesia* and *Mesophyllum* with comments on the evolution of Corallinaceae and the Cryptonemiales (Rhodophyta). Phycologia 16 : 379-406.
- LEMOINE, MARIE 1911. Structure anatomique des Mélobésiées. Application à la classification. Ann. Inst. Oceanogr. 2 : 1-213.
- LEMOINE, MARIE 1929. Le Corallinacées de l'Archipel des Galapagos et du Golfe de Panama. Arch. Mus. Hist. nat., Paris 6 : 37-86.
- LITTLER, M. M. 1972. The crustose Corallinaceae. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 10 : 311-347.
- MASAKI, T. 1968. Studies on the Melobesioideae of Japan. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 16 : 1-80.
- 正置富太郎・秋岡英承 1980. 北海道に於ける磯焼けの現状について. 育てる漁業研究会 1-19.
- 正置富太郎・藤田大介・秋岡英承 1981. エゾイシゴロモ (紅藻サンゴモ科) 上におけるマコソブの発芽について. 北大水産研究彙報 32 : 349-356.
- MASAKI, T., FUJITA, D. and HAGEN, N. T. 1984. The surface ultrastructure and epithallium shedding of crustose coralline algae in an "Isoyake" area of southwestern Hokkaido, Japan. Proc. 11th Intern. Seaweed Symp. (in press).
- MASAKI, T. and TOKIDA, J. 1963. Studies on the Melobesioideae of Japan, VI. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 14 : 1-6.
- MASON, LUCILE R. 1953. The crustacean coralline algae of the Pacific coast of the United State, Canada and Alaska. Calif. Univ., Publ. Bot. 26 : 313-390.
- MOSS, B. L. 1982. The control of epiphytes by *Halidrys siliquosa* (L.) Lyngb. (Phaeophyta, Cystoseiraceae). Phycologia 21 : 185-191.
- NORO, T., MASAKI, T. and AKIOKA, H. 1983. Sublittoral distribution and reproductive periodicity of crustose coralline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales) in southern Hokkaido, Japan. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 34 : 1-10.
- 能登谷正浩 1974. 無節サンゴモ, ヒメゴロモ, ノリマキモドキおよびノリマキの胞子発生. 藻類 22 : 47-51.
- 能登谷正浩 1976a. 無節サンゴモ数種の胞子発生. 北大水産研究彙報 26 : 314-320.
- 能登谷正浩 1976b. 種々の培養条件下における無節サンゴモ3種の初期発生 (予報). 藻類 24 : 137-

142.

- 能登谷正浩 1978. 無節サンゴモ数種の発生学的研究。北海道大学水産学研究科 水産学博士学位論文
- OHMI, H. 1951. Studies on *Isoyake* or "Decrease of seaweeds" along the coast of northern Japan. Bull. Fac. Fish., Hokkido Univ. 2: 109-117.
- 尾形英二 1952. 海中におけるサンゴモ胞子の分布。植物生態学会報 2: 104-107.
- 尾形英二 1953a. 海中におけるサンゴモ胞子の分布—続報。植物生態学会報 3: 60-64.
- 尾形英二 1953b. 紅藻胞子の岩面付着に関する 2, 3 の実験。植物生態学会報 3: 128-134.
- 岡村金太郎・田子勝弥 1915. 青森県下北郡磯焼調査。青森県内務部 1-16.
- PHILIPPI, P. 1837. Beweis, dass die Nulliporen Pflanzen sind. Arch. Naturg. 3: 387-393.
- ROTHPLETZ, A. 1891. Fossile kalkalgen aus den Familien der diaceen und der rallineen. Z. Dtsch Geol. Ges. 43: 295-322.
- 瀬川宗吉 1954. 珊瑚藻。藻類 2: 33-39.
- SIEBURTH, MCN. and TOOTLE, J.L. 1981. Seasonality of microbial fouling on *Ascophyllum nodosum* (L.) LEJOL., *Fucus vesiculosus* L., *Polysiphonia lanosa* (L.) TANDAY and *Chondrus crispus* STACKH. J. Phycol. 17: 57-64.
- SILVA, P. C. and JOHANSEN, H.W. 1982. Reappraisal of the order Corallinales (Rhodophyceae). Abstracts of 1st. International Phycological Congress.
- SOLMS-LAUBACH, H. 1881. Die Corallinalgen des Golfes von Neapel und der Angrenzenden Meeres-Abschnitte. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel. Leipzig Monogr. 1-64.
- 水産庁研究部研究課 1981. 海中構築物周辺の水産生物の資源生態に関する事前研究報告書 (海藻関係)。1-78.
- SUNESON, S. 1950. The cytology of the bispore formation in two species of *Lithophyllum* and the significance of the bispores in the Corallinaceae. Bot. Not. 1950, 429-450.
- SUNESON, S. 1982. The culture of bisporangial plants of *Dermatolithon litorale* (SUNESON) HAMEL et LEMOINE (Rhodophyta, Corallinaceae). Br. phycol. J. 17: 107-116.
- 田村 正 1951. 磯焼対策の重要性。北水試月報 8: 28-36.
- WEBER-van BOSSE, A. and FOSLIE, M.H. 1904. The Corallinaceae of the Siboga-Expedition. Siboga-Expeditie 61: 1-110.
- WOMERSLEY, H. B. S. and BAILEY, A. 1969. The marine algae of the Solomon Islands and their place in biotic reefs. Phil. Trans. Roy. Soc. B 255: 433-442.
- 山田幸男 1953, 1955. 沿岸に於ける水産生物増産を阻害する石灰藻の繁殖防止の研究。農林漁業技研費補助金による試験結果報告 (謄写).
- 遠藤吉三郎 1902. 海藻磯焼調査報告。水産調査報告 12: 1-33.

 新刊紹介

PRUD'HOMME VAN REINE, W. F.: **A taxonomic revision of the European Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyceae).** Leiden Botanical Series, vol. 6, 293 pp. E. J. Brill, Leiden. 1982. (Gld. 120.00)

クロガシラ目は褐藻類のうちによく纏った群である。この群に関する分類学的研究として、SAUVAGEAU (1900-1914) 以後の最も重要なものがここで紹介する PRUD'HOMME VAN REINE の仕事であろう。Leiden の Rijksherbarium に勤務する著者は最近10年以上にわたってこの群の研究を進めており、ヨーロッパ産のクロガシラ科について纏めたのがこの著書である。

簡単な研究史に続いて、クロガシラ目の定義と、この目の形態学的な特徴とそれを表現する術語の解説、生活史の記述がある。分類群を区別する特徴についての論議の後、クロガシラ科について属、亜属、節のレベルの分類系を論じている。クロガシラ科には *Sphacella* とクロガシラ属 *Sphacelaria* の2属のみを認め、*Battersia* と *Disphacella* をクロガシラ属に含め、この属を亜属に細分している。即ち、直立する栄養枝のない *Battersia* 亜属、直立する枝の分裂様式が periclinal type の *Pseudochaetopteris* 亜属、分裂様式が radial type で胚芽枝 propagule を

作らない *Sphacelaria* 亜属と、propagule を作る *Propagulifera* 亜属である。

ヨーロッパ産として *Sphacella* 属1種 (*S. subtilissima*)、*Sphacelaria* 属16種 (*Sphacelania* 亜属: *S. reticulata*, *S. radicans*, *S. caespitula*, *S. nana*. *Pseudochaetopteris* 亜属: *S. plumosa*, *S. plumigera*, *S. arctica*, *S. racemosa*. *Battersia* 亜属: *S. mirabilis*. *Propagulifera* 亜属: *S. tribuloides*, *S. brachygonia*, *S. plumula*, *S. rigidula*, *S. fusca*, *S. cirrosa*. 所属不明: *S. sympodiocarpa*) を認め、各論においてはそれぞれの種について命名に関すること、種の記載、標本に基く分布範囲を詳述している。更に命名に関する問題点、形態に関する知見、生態についてのノートと、いくつかの種については単藻培養を行った結果を述べ、生殖と生活史、類縁についても触れている、660に及ぶ線画と6枚の写真図版は明瞭で理解を助けてくれる。最後には用語についての説明も加えてある。

本書で取扱われているのはヨーロッパ産の種のみであるとはいえ、これだけの詳細な知見は日本沿岸の種を再検討する際に必須の文献といえる。

(北大理植 吉田忠生)

会 告

日本藻類学会第8回春季大会プログラム
(1984)

学会会長 岩 本 康 三

大会会長 加 崎 英 男

会 期 昭和59年3月31日(土)~4月1日(日)
会 場 東京学芸大学新3号館

日本藻類学会第8回春季大会プログラム

第1日目(3月31日)

8:50 大会会長挨拶 加 崎 英 男

講 演 (午前の部)

- 9:00 (1) *Volvulina steinii* (緑藻・オオヒゲマワリ目) の栄養細胞におけるピレノイドの退化・消失について
○野崎久義*・原 慶明**・加崎英男*** (*慶応高, **筑波大・生物系, ***東邦大・理・生)
- 9:15 (2) 淡水産緑藻 *Cladophora glomerata* の分類学的考察
○新山優子・黒木宗尚 (北大・環境)
- 9:30 (3) 淡水紅藻 *Sirodotia suecica* の嚢果形成過程について
○吉崎 誠 (東邦大・理・生)
- 9:45 (4) マルバグサ *Halymenia rotunda* Okamura の分類学的位置について
○川口栄男・黒木宗尚 (北大・理・植)
- 10:00 (5) エゾヤハズの放出四分胞子母細胞の発生について
○橋田順子・大森長朗 (山陽学園短大・生)
- 10:15 (6) 青森県田野沢におけるツルアラメの季節的消長
野登谷正浩 (青森県水産増殖センター)
- 10:30 (7) 円石藻 (ハプト藻) の一種から単離された2種の Ca^{2+} 結合物質について
○本多素子・岡崎恵視・古谷庫造 (東学大・生)
- 10:45 (8) オオハネモ (*Bryopsis maxima*) 細胞壁キシランの微細化学構造と類縁藻類の細胞壁多糖の性質
○福士由紀子*・前田昌徹*・大津留修** (*埼玉大・理・生化, **科警研)

展 示 講 演 (展示説明は 12:05~14:00 まで行われます)

- 11:00 (9) オオハネモのピレノイド蛋白質の微小成分について
○佐藤浩之・岡田光正・中山克己 (東邦大・理・生)
- 11:05 (10) オオハネモのクロロフィル蛋白質複合体のカロチノイド組成
○板垣 正・中山克己・岡田光正 (東邦大・理・生)
- 11:10 (11) 日本海流出河川上流のカワノリの分布2
○伊藤市郎*・橋本達夫**・五十嵐秀男** (*群馬県立中央高, **群馬県立伊勢崎女子高)
- 11:15 (12) *Navicula goeppertiana* と同定できる本邦産のケイソウ群
○沢田明美・小林 弘 (東学大・生)
- 11:20 (13) 珪藻 *Denticula* 属について
後藤敏一 (近大・教養・生)
- 11:25 (14) タイプ標本に基づいて同定した本邦産 *Gomphonema sphaerophorum* Ehr. とこれに近似した分類群について
○上山 敏*・小林 弘** (*都立松ヶ谷高, **東学大・生)
- 11:30 (15) *Caloneis liber* var. *umbilicata* (Grun.) Cl の微細構造について
○長田敬五*・小林 弘** (*日本歯科大・新潟・生, **東学大・生)
- 11:35 (16) *Diploneis* 属ケイソウの2新種
○出井雅彦・小林 弘 (東学大・生)

- 11:40 (17) *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Müller と同定できる分類群にみられる多様性について
○田中俊二・小林 弘 (東学大・生)
- 11:45 (18) *Nitzschia* 属の小形の分類群に見られる胞紋の微細構造の比較
○須永 智・小林 弘 (東学大・生)
- 11:50 (19) *Cocconeis placentula* Ehr. の変種群の比較
○小林秀明・小林 弘 (東学大・生)
- 11:55 (20) *Synedra* Subg. *Eusynedra* の *Fragilaria* への移動に関する一考察
○真山茂樹*・小林 弘*・宮坂裕子** (*東学大・生, **八王子市横山一小)
- 12:00 (21) 異なる温度で培養されたシオグサ属の一種 (*Cladophora* sp.) の光合成—温度曲線
○片山舒康*・徳永裕子**・古谷庫造**・横浜康継*** (*東学大・生, **東学大・理教, ***筑波大・下田臨海センター)

講 演 (午後の部)

- 14:00 (22) *Bryopsis maxima* のセリンプロティナーゼインヒビターのアフィニティクロマトによる精製
○野津一見*・楠見武徳*・柿澤 寛*・渡辺恒雄** (*筑波大・天然物化学, **国立公害研・生理・生化)
- 14:15 (23) カサノリ (*Acetabularia ryukyuensis*) の柄の石灰化機構について
○良方一賀・岡崎恵視・古谷庫造 (東学大・生)
- 14:30 (24) ホソエガサの“核小体サイクル”
石川依久子 (阪大・教養・生物)
- 14:45 (25) 炭酸カルシウム結晶成長に及ぼすアルギン酸の影響
○和田徳雄*・岡崎恵視**・古谷庫造** (*都立雪谷高, **東学大・生)
- 15:00 (26) 神戸市塩屋海岸におけるナノプランクトン群集の季節消長
○原 成光・高橋永治 (神戸大・自然科学)
- 15:15 (27) ブラシノ藻綱プロスペルマ科の遊走細胞の観察, 特に鞭毛装置構造について
○井上 勲・堀 輝三・千原光雄 (筑波大・生物系)
- 15:30 (28) カイガラアマノリの糸状体から直接生ずる葉状体幼芽にみられる原形質連絡
○馬 家海・三浦昭雄 (東水大)
- 15:45 (29) 二三の南日本産有節サンゴモの分類学的研究
ビタヤ スリマノーパス (鹿児島大・理・生)
- 16:00 (30) フィリピン産 *Eucheuma spinosum* の野外・実内培養による生理生態的考察
○大野正夫*・P. S. パンディ*・O. P. マイヤー** (高知大・海洋生物センター, **インド海塩・海洋化学中央研)
- 16:15 (31) 土佐湾トゲモクの生態学的研究
大野正夫・○本多正樹 (高知大・海洋生物センター)
- 16:30 (32) 三浦半島小田和湾におけるホンダワラ類5種の生長, 成熟について
○寺脇利信・飯塚貞二・川崎保夫 (電中研・生)

総 会 (17:00~18:00)

懇 親 会 (第2むさしのホール2階, 18:00~20:30)

第2日目 (4月1日)

講 演 (午前の部)

- 9:00 (33) 珪藻遺骸からみた北海道釧路遠矢川における完新世海退時の古環境
○居平昌士・熊野 茂 (神戸大・理・生)

- 9:15 (34) 北海道オホーツク海沿岸常呂町における珪藻遺骸群集の変遷
○浜野庸子・熊野 茂 (神戸大・理・生)
- 9:30 (35) モカサの培養
○藤田大介・正置富太郎 (北大・水産)
- 9:45 (36) 日本産紅藻サンゴモ亜科・カニノテ亜科の垂直分布について
○宮田昌彦・正置富太郎 (北大・水産)
- 10:00 (37) 藍藻ヒゲモ科2種の形態変化に及ぼす栄養の影響
○鈴木三喜・正置富太郎 (北大・水産)
- 10:15 (38) 九州地方の酸性温泉におけるイデユコゴメの分布と生態
○長島秀行*・黒岩常祥**・福田育二郎* (*東京理大・理・生, **基生研)
- 10:30 (39) 海産渦鞭毛藻, 有柄渦鞭毛藻目 (Dinococcales) の1種の培養による生活史と分類の研究
○堀口健雄・千原光雄 (筑波大・生物系)
- 10:45 (40) 陸土植物の生産する物質に対する土壤藻類のアレロパシー現象
○秋山 優*・金本 晶** (*島根大・教育・生, **島根県・三隅中)
- 11:00 (41) 野外における微細藻類溶解微生物の測定
○山本裕子・柴崎将人 (明大・農)
- 11:15 (42) 中国産淡水紅藻類アヤギヌ属の1変種 *Caloglossa lepriurii* (Mont.) J. Ag. var. *angusta* Jao の栄養器官について
○瀬戸良三*・熊野 茂** (*神戸女学院高, **神戸大・理・生)
- 11:30 (43) 中国産淡水紅藻カワモヅク属2種の生殖器官について
○熊野 茂*・瀬戸良三** (*神戸大・理・生, **神戸女学院高)
- 11:45 (44) 微細藻類の凍結保存法の検討Ⅰ. 各種微細藻類の凍結と融解後の生存について
○渡辺 信*・笠井文絵*・樋渡武彦**・須田彰一郎**・根井外喜男*** (*国立公害研, **日本NUS株, ***東日本学園大)
- 12:00 (45) 微細藻類の凍結保存法の検討Ⅱ. *Scenedesmus obliquus* の凍結条件と融解後の増殖について
○樋渡武彦*・笠井文絵**・渡辺 信**・根井外喜男*** (*日本NUS株, **国立公害研, ***東日本学園大)
- 12:15~13:00 昼 休 み

講 演 (午後の部)

- 13:00 (46) 置石における付着ケイソウ, 数える個数の問題点
西村太美子 (兵庫県公害研)
- 13:15 (47) 広島県・太田川における付着珪藻類相の主成分分析による解析
○半田信司*・中野武登** (*広島県衛連, **広島大・理・植)
- 13:30 (48) 緑藻類 *Dictyochloropsis* の1新種について
○井鷲裕司・中野武登・安藤久次 (広島大・理・植)
- 13:45 (49) 緑藻 *Pediastrum simplex* の増殖と形態形成に及ぼす Cu^{2+} の影響
○由利 彰*・渡辺 信**・菅原 淳** (*東邦大・理・生, **国立公害研)
- 14:00 (50) トゲミカヅキモの細胞分裂及び接合の様式について
○市村輝宜*・笠井文絵** (*東大・応微研, **国立公害研)
- 14:15 (51) チリモ類 *Netrium digitus* の接合子発芽に関する観察
○大谷修司・中野武登 (広島大・理・植)
- 14:30 (52) 高知県東部海域における藻場の分布と現存量について
○石川美樹*・上原邦弘**・篠原英一郎** (*西日本科学, **高知県水産)

14:45 (53) クロアワビ稚貝の飼育用波板上における付着藻類群集の経時的変化

○鈴木秀和・庵谷晃・岩本康三（東水大・植）

編集委員会

3月31日 12:10~13:00 20周年記念館

評議委員会

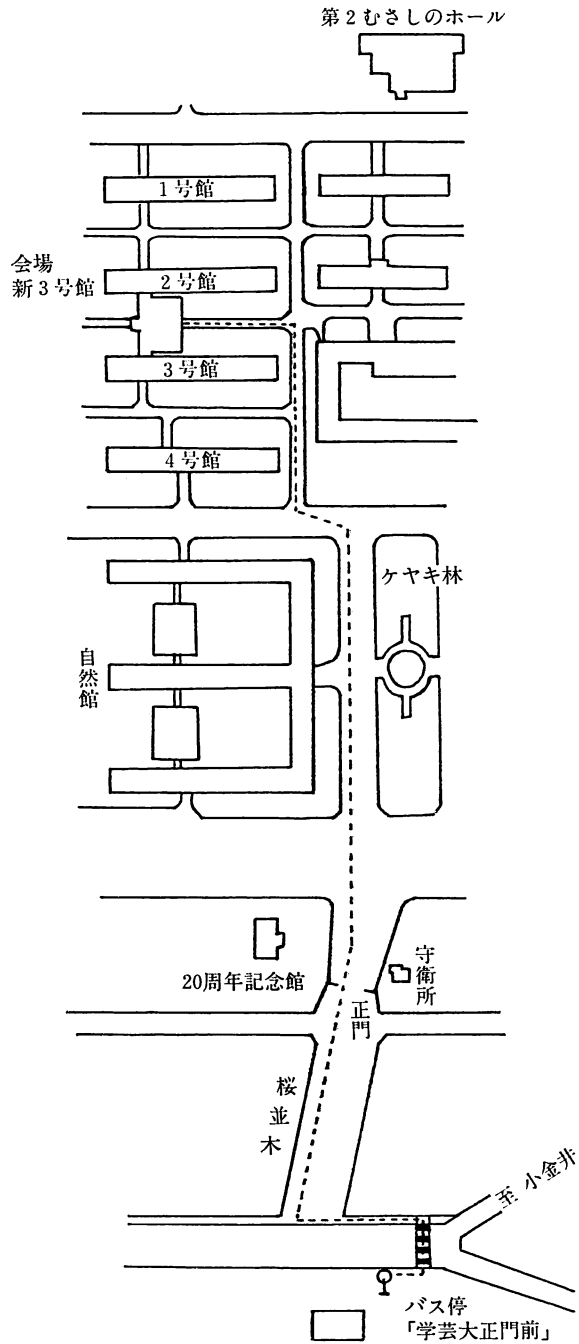
3月31日 13:00~14:00 20周年記念館

座長

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| (1)~(2): 市村 輝宜 (東大・応微研) | (35)~(36): 千原 光雄 (筑波大・生物科学系) |
| (3)~(4): 正置富太郎 (北大・水産) | (37)~(38): 石川依久子 (阪大・教養・生物) |
| (5)~(6): 田中 次郎 (国立科博) | (39)~(41): 小林 弘 (東学大・生物) |
| (7)~(8): 長島 秀行 (東京理科大・理・生物) | (42)~(43): 糸野 洋 (鹿児島大・理・生物) |
| (22)~(23): 前田 昌徹 (埼玉大・理・生化) | (44)~(45): 原 慶明 (筑波大・生物科学系) |
| (24)~(25): 渡辺 恒雄 (国立公害研・生理・生化) | (46)~(47): 安藤 一男 (埼玉県立豊岡高) |
| (26)~(27): 秋山 優 (鳥根大・教育・生物) | (48)~(49): 渡辺 信 (国立公害研) |
| (28)~(29): 吉田 忠生 (北大・理・植物) | (50)~(51): 山岸 高旺 (日大・農獣・生物) |
| (30)~(32): 今野 敏徳 (東水大) | (52)~(53): 大野 正夫 (高知大・海洋生物センター) |
| (33)~(34): 南雲 保 (日本歯科大・生物) | |

●会場案内

会場：184 東京都小金井市貫井北町4-1-1
東京学芸大学・新3号館
問合せ先：0423-25-2111 内 2667・2672



●交通

国電中央線「武蔵小金井」下車，北口改札口を出て左側の乗場で京王バス「小平団地行」に乗り，「学芸大正門前」で下車（約10分，120円）。

日本藻類学会第8回大会講演要旨

(1) ○野崎久義*・原慶明**・加崎英男***：
Volvulina steinii (緑藻・オオヒゲマワリ目)の
栄養細胞におけるピレノイドの退化・消失について

演者らはすでに *Volvulina steinii* の栄養細胞におけるピレノイドの出現・発達の過程を培養齢ごとに光顕・電顕で詳査し、その結果を報告した(日本藻類学会第6回大会)。本藻のピレノイドは一定の培養条件下では培養齢とともに *de novo* に出現・発達してくることが確認された。ピレノイドはまず基質部だけがコップ型葉緑体の縁に出現し、その後デンプン殻が基質部を取り巻くように現われ、増大する。さらにピレノイド基質に管状溝が侵入し、成熟した形態となる。また、このピレノイドの出現・発達が娘群体形成を経ても経なくても起こることが群体数の計測と ROSOWSKI & HOSHAW (1970) の染色法で確かめられた。

一方、本藻を新しい培地に接種すると娘群体形成を経なくてもピレノイドが退化・消失していくことが光顕レベルで確認されている。今回はこの *V. steinii* のピレノイドの退化・消失の過程を培養齢に従って電顕形態的に詳査した。光顕的には成熟したピレノイドは接種後24時間以内に退化・消失するが、電顕的には、24時間後にも極端に退化したピレノイドを保持しているか、娘群体を形成してピレノイドを消失していくことが判明した。ここでは成熟したピレノイドのこれら2種類の退化・消失の過程と、未成熟なピレノイドの状態の藻を接種した場合のピレノイドの動態について紹介する。

(*慶応義塾高, **筑波大・生物科学系, ***東邦大・理・生物)

(2) ○新山優子・黒木宗尚:淡水産緑藻 *Cladophora glomerata* の分類学的考察

演者らは日本の淡水産 *Cladophora* 属の分類学的研究を行ってきた。そのうち、マリモ様藻以外の北海道の河川や湖の岸辺に生育する種類について調査した結果を報告する。これらは季節的にまた生育地によってかなりの形態的变化が見られるが、全て *Cladophora glomerata* であるとの結論に達した。また、従来日本で *C. crispata* とされていたものは、*C. glomerata* の一品種とするべきである。*C. fracta* については今後の研究が必要である。

C. glomerata の生長過程は以下のようにまとめら

れる。春に生長を始める。求頂的生長をし、分枝は偽叉状で3~5回程度行なわれる。藻体上部で特に分枝が発達し、扇状の小枝群を形成する。初夏あるいは秋にも小枝の一部が遊走子嚢となる。遊走子は洋梨型、2鞭毛である。遊走子放出後または老化した藻体の小枝は脱落し、分枝が疎となる。生長後期の形態は生育地によって異なる。水の動きの少ない湖岸では老化した藻体は基部を残して浮遊する。この時の形態は従来 *C. crispata* とされていたものに対応する。河川では再度求頂的に分枝する場合と、介生的生長が加わり糸状体の所々に小枝群を持つ網状の大型の藻体となる場合がある。また分枝がほとんどない糸状の藻体も見られる。(北海道大学大学院環境科学研究科)

(3) ○吉崎 誠:淡水紅藻 *Sirodotia suecica* の
嚢果形成過程について

ユタカカワモヅク属 *Sirodotia* は真正紅藻類ウミゾウメン目カワモヅク科の一員とされ、造果器が左右非相称であることと、拡散型不定形の嚢果をもつことにより他の属から区別される。ウミゾウメン目植物は果孢子体形成に際して受精した造果器より直接造胞糸を放出し、助細胞をもたない植物群である。ところが、演者は昨年(1997)の日本藻類学会第7回大会で青森県下北半島の小河川で採集したユタカカワモヅク属の特徴を満足する植物の嚢果形成過程において、受精した造果器から生じた連絡糸が輪生枝や皮層糸の細胞と方々で癒合しながら伸長したことを観察し、この特徴によりこの植物はスギノリ目ヌメリグサ科に所属させることが自然であることを報告した。

今回、滋賀県滋賀郡八雲ヶ原で採集した *S. suecica* の観察結果は次のようである。中軸型体構造をもち、3~6細胞列からなる屈曲した造果枝を生じ、造果器をのぞく造果枝の各細胞からは短かい側生枝を生じる。造果枝の一部は側方に突出して左右非相称形となる。受精後造果器より2~5本の連絡糸を生じる。造胞糸は輪生枝の間をぬい、中軸細胞に沿って伸長し、輪生枝の細胞や皮層糸の細胞と方々で癒合し、やがて体の生長方向にほぼ直角に小枝を生じ、果孢子嚢を生じる。この結果、ユタカカワモヅク属の他の種においてもこのような隔合細胞形成が予想され、ユタカカワモヅク属はヌメリグサ科に所属することがより自然であると考えられる。(東邦大・理・生)

(4) ○川口栄男・黒木宗尚：マルバグサ *Halymenia rotunda* Okamura の分類学的位置について

マルバグサ *Halymenia rotunda* (Halymeniaceae, Cryptonemiales) は、日本の中部太平洋岸及び九州西岸で報告のある比較的稀な深所の紅藻である。本種を最初に記載したのは岡村 (1930) であり、この時は *Erythrymenia obovata* Schmitz (Rhodymeniales) としてであった。しかし、本種は、その体の構造、生殖器官の形状からして明らかにムカデノリ科 Halymeniaceae (= Grateloupiaceae) に属しており、岡村は後に (1936)、Kylin (1931, p. 13) の見解：岡村の *Erythrymenia obovata* は、その図から判断するに Grateloupiaceae に属し、多分 *Halymenia* の種であろう、に従って *Halymenia* 属の新種として上記の学名を与えた。しかしながら、この Kylin の見解は単に岡村の図及びその説明に基づいたものであり、本種の所属に関しては疑問が残されていた。

演者は、伊豆半島弓ヶ浜及び神奈川県七里ヶ浜において打ち上げにより得られた雌性体、四分胞子体を検討し、以下の点からみて本種は *Halymenia* 属よりむしろ *Cryptonemia* 属に含めるのが妥当であるという結論に達した。(1)体は薄く (160-280 μm)、粘滑ではなくむしろセルロイド質である。(2)皮層も4-6層とすく、髄中にはよく光を屈折する filament が通常の髄糸に混じる。(3)助細胞 ampulla は Chiang (1970) の言う *Cryptonemia* 型である。

(北大・理・植)

(5) ○橋田順子・大森長朗：エゾヤハズの放出四分胞子母細胞の発生について

アミジグサ科の植物の四分胞子母細胞が、四分胞子にまで成熟することなく未成熟のまま放出され、発生することはいくつかの種で知られている。今回、エゾヤハズ (*Dictyopteris divaricata*) の放出四分胞子母細胞を濾過海水で培養し、発生を観察した。発芽の様式には2つの型がみられた。1つは四分胞子の発芽と同じく、まず仮根を伸出しその後、分割壁が形成された。第2の型は、最初に分割壁が形成されて数細胞に分かれた後、周辺の1-2の細胞から仮根を伸出してきた。四分胞子は通常1本の仮根を形成するが、放出四分胞子母細胞の場合は仮根を2本形成するものが12.4%もあった。この場合、体の両側からそれぞれ1本ずつ仮根を伸出するものと、一方の側から2本そろって伸出するものの2つのタイプがあった。培養後4日

ぐらいに放出四分胞子母細胞は直立苗を形成するが、その数も1つの発芽体あたり1-5と多かった。放出四分胞子母細胞を一方から光を照射して培養すると、1本の仮根をもつものでは反光源側に仮根を伸出するものが多かった。2本の仮根をもつ場合、そのうちの約半数のものでは2本の仮根は一方の極からそろって反光源側に伸出した。残りの半数は、2本の仮根をそれぞれ体の両側から入射光と直角の方向に伸出していた。(山陽学園短大・生)

(6) ○能登谷正浩：青森県田野沢におけるツルアラメの季節的消長

ツルアラメによる海中林造成のための基礎的知見を得るため、1982年2月から1年間、水深5mと20mの群落におおる藻体について季節的消長を調べた。

採集された藻体のうち、大形の葉体10個体について、葉長、葉幅、茎長を調べた結果、葉長は2-5月に最大約60cm、11月に最小約30cmとなり、葉幅は5-7月に最大約12cm、2月に最小約8cmであった。茎長は5月に最も短かく、後次第に伸長して2月に最長となった。これら各部位の値は水深5mと20mにおける葉体の比較では、ほぼ周年にわたって20mの葉体の方が大きい値を示した。しかし、現存量は水深5mで最大3.6kg/m² (湿重量)を示し、周年にわたって20mにおけるその約2倍の生育量が認められた。再生葉の形成は10-11月に見られ、この時期は新しい仮根の発出時期でもあった。子囊斑形成の時期は両水深ともに11月に認められた。仮根からの栄養繁殖による幼葉の発出は周年を通して観察された。遊走子由来と考えられる幼葉についてはほとんど採集することができなかった。(青森県水産増殖センター)

(7) ○本多素子・岡崎恵視・古谷庫造：円石藻 (ハプト藻) の一種から単離された2種の Ca^{2+} 結合物質について

De Jong ら (1976) は円石藻 *Emiliania huxleyi* のココリス (CaCO_3 を沈着した殻) 中には、 Ca^{2+} を特異的に結合する特殊な含ウロン酸多糖が存在することを発見し、ココリスの石灰化機構との密接な関連を推定した。

岡崎ら (第6回春季大会, 1982) は円石藻 *Cricosphaera roscoffensis* var. *haptonemofera* を用い、既にその EDTA 可溶画分中に高い Ca^{2+} 結合能をもつ2種の含ウロン酸物質 (A, B) が存在することを報告した。今回、演者らはその問題の物質 A, B を単

にカロチンが多く他のカロチノイドは主に LHCP に含有されていた。各 LHCP についてみると、シホナインは各 LHCP に様な分布を示したがシホナキサンチンの分布には大きなかたよが見られ、特にシホナキサンチンの70%を含有するバンドにカロチンが含まれないことなど LHCP 間でもカロチノイドの分布に差異が見られた。

近縁の緑藻についてクロロフィル蛋白質複合体の泳動パターンと色素組成について調べ、比較検討を行っている。
(東邦大・理・生)

(11) ○伊藤市郎*・橋本達夫**・五十嵐秀男**：日本海流出河川上流のカワノリの分布 2

わが国におけるカワノリ *Prasiola japonica* YATABE の分布については、古くから栃木県塩原(那珂川一筋川)を北限とし、熊本県五箇荘(球摩川)を南限とする太平洋に注ぐ河川の上流にみられ、唯一の例外として長野県抜井川にみられるとされている。抜井川のカワノリは浅川末三氏が1938年に発見(未発表)、白倉盛男氏が1950年に抜井川を含み南佐久地方の3河川で報告している。その後、故小林一雄氏と伊藤らが1970年に抜井川の石堂橋付近で確認して報告した。そして8岩に着生するカワノリを観察しつづけて1982年に再報告したが、白倉氏の記述と分布地点が異なるやに思われ、1983年秋再三再四調査したところ石堂橋の上・下流およそ1.5kmの間で合計71岩に着生分布することを確認した。

日本海に流出する抜井川にカワノリが分布することの意義について小林氏は移植説の立場をとっていた。報告者らは絶滅したことを報じた(1982年)抜井川以外の2河川にもかつて分布した事実と抜井川での観察などから移植説を一応保留して、今後、抜井川での観察と一度絶滅したと報じた河川の上下流の再調査、そのほかの河川の調査をするなかで、南佐久地方におけるカワノリ分布の意義を考えてみたいと思っている。今回は、とりあえず抜井川のカワノリ分布地点の具体的位置を示すことにした。

(*群馬・中央高, **群馬・伊勢崎女高)

(12) ○澤田明美・小林弘：*Navicula goeppertiana* (Bleish) H. L. Smith と同定できる本邦産のケイソウ群

Navicula mutica var. *goeppertiana* は、汽水にも淡水にも出現し、類似する種類として、*N. peguana* (Grun.) Hust., *N. mobiliensis* Boyer var. *minor* Patr., *N. mutica* Kuetz. などがある。これらの種類

は、同時によく出現するため、識別するのは困難である。Lange-Bertalot (1978) は *N. mutica* var. *goeppertiana* を、*N. mutica* と比べて、構造上の違いから、独立した種として扱っている。

演者らは、本邦産 *N. mutica* var. *goeppertiana* 及び形態的に類似する *N. peguana*, *N. sp.*, *N. mobiliensis* var. *minor*, *N. mutica* と同定できる個体群の光顕及び電顕による観察をもとに、比較検討を行った。

その結果、*N. peguana* 及び *N. sp.* は、*N. goeppertiana* とは殻形に違いが見られるが、微細構造はよく似ているため、1つの種としてまとめてよいと思われる。そして、これらは、*N. mutica* とは raphe の中心側末端の曲り方に加え、遊離点の裏側の構造に違いが見られたので、*N. goeppertiana* として、独立した種類と考えられる。
(東学大・生)

(13) ○後藤敏一：珪藻 *Denticula* 属について

SEM による観察で *Denticula tenuis* KÜTZ. var. *crassula* (NAEG. ex KÜTZ.) W. & G. S. WEST の上帯殻(epicingulum)は接蓋帯片(valvocopula)と2~3の連結帯片(pleura)よりなり、接蓋帯片は2分されている(bisegmented valvocopula)ことが明らかになった。さらに横帯(crossbar)、痕跡的な隔壁(septum), および類隔壁板(septum-like plate)の存在が確認された。SIMONSEN (1979) は従来の *Denticula* 属を2つの分類群、つまり海産でほとんどが化石種の *Denticulopsis* 属、淡水、汽水産の *Denticula* 属に分類し、両者を Nitzschiaceae に所属させた。しかし、一方の *Denticula* 属も接蓋帯片の形態、中心孔の有無、蓋殻の小室の構造、分布、等を総合すると少なくとも2つの異なった系統を含むことが示唆される。つまり、1つは *Epithemia* 属との関連性が高い、スマトラおよびその周辺に分布する分類群と、*Nitzschia* 属との関連性が高い、ヨーロッパ、アメリカ、アジア等に分布する分類群の2系統である。しかし、その立証には特に前者の蓋殻の微細構造に関する研究が必要である。(近畿大・教養・生物)

(14) ○上山 敏*・小林 弘**：タイプ標本に基づいて同定した本邦産 *Gomphonema sphaerophorum* Ehr. とこれに近似した分類群について

G. sphaerophorum は Ehrenberg (1854) によって米国ナイアガラより記載された分類群である。演者の一人小林は、東ドイツの BHU で Ehrenberg のタ

イブスライドを観察する機会を得ることができ、若干の知見を得たので報告したいと思う。

演者らの研究では、従来 *G. sphaerophorum* とされてきた分類群は、光学顕微鏡レベルで大きく次の2つのタイプに分類できることが明らかになった。第1のタイプは、殻の首が細く、殻頭が小さいタイプであり、第2のタイプは殻の首が太く、殻頭の大きなタイプである。これら2つのタイプと Ehrenberg のタイプスライドより得た個体を比較したところ、前者とよく一致することが明らかとなった。そこで演者らは、宮城県の大沼から得た第1のタイプの殻と、河口湖より得た第2のタイプの殻を電子顕微鏡を用いて微細構造の比較検討を行なった。その結果、殻表面の条線を構成する点紋が前者は馬蹄型であるのに対し、後者はスリットであること、殻内面の条線は前者では stub が発達するのに対し、後者ではまったく見られないなど大きな違いが明らかとなった。

これらのことから、第2のタイプは *G. sphaerophorum* とは別の分類群として扱うのが適当ではないかと思われる。

(*都立松が谷高校, **東学大・生物)

(15) ○長田敬五*・小林 弘** : *Caloneis liber* var. *umbilicata* (Grun.) Cl. の微細構造について

Caloneis 属は1894年 P. T. Cleve によって設立された属で、条線が点紋ではないこと、また、条線が殻の大部分で平行に走り、殻端近くで放射状になること、1~数本の縦走線が見られることなどがその特徴として挙げられている。しかしながら、これらの特徴は多少とも *Pinnularia* 属、*Naviculae Laevistriatae* 節と共通するものであるため、実際にはその区別がむずかしく、これらが分けられるべきか、または統合されるべきかについて、電顕等による詳細かつ広範囲の研究が望まれているのが現状である。

演者らは、北海道尾岱沼の底泥から *C. liber* var. *umbilicata* を分離培養することができ、殻構造と細胞質の構造について観察を行うことができたので報告する。

C. liber var. *umbilicata* の条線は外側を4列の胞紋列で閉され、内側に1個の小きな開口をもつ長胞からなり、*Pinnularia* 属と共通していること、また、長胞内へはミトコンドリアが入り込んでいて、この点でも *Pinnularia* 属と共通すること、半殻帯は1列の小孔列をもつ1枚の open band でできていることなどが明らかとなった。

(*日歯大・新潟・生, **東学大・生)

(16) ○出井雅彦・小林 弘 : *Diploneis* 属ケイソウの2新種

Diploneis aokiensis sp. nov. は青木湖の底泥試料より見出したものである。殻は縦長の楕円形で、殻長25—35 μ m、殻幅11.5—16 μ mであった。縦走管は広く、縦溝に沿ってほぼ平行に走り、この部分にのみ明瞭な点紋が見られるのがこの種の大きな特徴である。条線は10 μ m中に8—9本で、条線を構成する点紋は不明瞭である。光顕観察でもこの種は、類似する種が見あたらないほど特徴的な形態をもっているが、SEM観察によってもそれを確かめることができた。特に殻外表面の小孔は、その大きさ、形、配列のいずれの面でも不規則であった。

D. linearifera sp. nov. は山中湖底泥試料中より見出したもので、Skvortzow が琵琶湖から記載した *D. ovalis* var. *bipunctata* Skv. と非常に類似した種である。殻長26—48 μ m、殻幅17.5—26.5 μ mであった。条線は細かな二重点紋列から成り、10 μ m中に11—13本で、点紋は10 μ m中に22個みられた。SEM観察から *D. ovalis* var. *bipunctata* との違いが明らかになった。*D. linearifera* には殻縁と縦走管の外表面に線状の刻紋が不規則に見られたが、*D. ovalis* var. *bipunctata* にはこのような刻紋が見られなかった。また、横走肋骨の形態および長胞の内壁の位置にも違いが見られた。(東学大・生)

(17) ○田中俊二・小林 弘 : *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Müller と同定できる分類群の多様性について

Rhopalodia gibberula は主に淡水の止水に出現するが、汽水、流水でも出現が報告されている。また形態的な変異の幅も大きく、多くの変種が記載されている。今回観察した分類群は全てこの変異の範囲内のもので、*R. gibberula* と同定した。今回の観察には、父島の河川、西表島の河川、伊豆の水田、アフリカ・ケニヤのルドルフ湖の4地点より得られた試料を用いた。光顕観察では父島産と西表島産の個体群が他よりやや大型であることや、点紋のあらしさに違いがみられた。さらに電顕観察では以下のような相異点がみられた。

父島・西表島産：殻外表面には甌穴状の凹みがみられ、その底に数個の胞紋をとじる Flap がある。殻内表面では胞紋の丸い開口が2列に並び、肋骨はおおよ

そ1本おきに Canal によって中断される。

伊豆産：殻外表面には小孔列が横走し、その間に棘状の突起が平行に並ぶ。内表面には胞紋をとじる Flap が2, 3列並び、肋骨は中央の1, 2本のみが Canal の大きな開口によって中断されるが、他の部分では開口は肋骨間に開き、肋骨は中断されない。

アフリカ産：胞紋を閉じる Flap は、このタイプのみ外側に見られた。内表面では胞紋の丸い開口が2列に並び、肋骨の通り方は伊豆産と同じであった。

(東学大・生)

(18) ○須永 智・小林 弘：*Nitzschia* 属の小形の分類群に見られる胞紋の微細構造の比較

Nitzschia 属の section *lanceolatae* に属するケイソウは、どれもその section 名が示すように披針形、または線状披針形をしている。光顕観察では、これらのケイソウの条線は次の3タイプに分かれる。(1)条線が約40本/10 μ m以上でわずかに観察できるか、またはできない種類 (e. g. *N. palea*, *N. paleacea*, *N. archibaldii* etc.)。 (2)条線が20—30本/10 μ m前後で、かなりはっきりと観察できる種類 (e. g. *N. frustulum*, *N. hantzschiana*, *N. acidoclinata*, *N. romana* etc.)。 (3)条線が約20本/10 μ m以下で明瞭な点紋状に観察できる種類 (e. g. *N. amphibia*. etc.)。以上3タイプの条線を SEM, TEM で観察したところ、以下の結果を得た。(1)タイプの種類の条線を構成する胞紋構造は、胞紋を閉じるケイ酸質の薄皮が殻表面に位置し、その小孔の配列は、Mann (1980) の提唱する (以下これに従う) regular scatter (規則的散在型) であった。(2)のタイプの胞紋の薄皮は殻面よりわずかに落ち込んで位置し、その小孔の配列は、hexagonal array (六角整列) であった。(3)のタイプの胞紋の薄皮は Volate と hymenate との複合型で、その小孔の配列は hexagonal array であった。

(東学大・生)

(19) ○小林秀明・小林 弘：*Cocconeis placentula* Ehr. の変種群の比較

演者らは *Cocconeis placentula* Ehr. の変種群について電子顕微鏡による観察と培養による比較分類学を行っており、珪藻学会(1983)では var. *placentula* var. *pseudolineata* var. *euglypta* の3変種群について、主に無縦溝殻の形態の特徴を報告した。その後も各地から採集を試みたところ、殻縁部で胞紋の間隔が開き、縦方向に大きく波打つ var. *lineata* と同定できる個体群を得ることができた。以上4変種群すべ

てについて1個体ずつ釣り出し、それぞれについて縦溝殻と無縦溝殻を分離し光顕、電顕による比較を行ったので、その結果について報告する。

今回の観察結果では、変種群すべてにおいて縦溝殻では大きな差異がないこと、また無縦溝殻でも胞紋の長軸の長短及び胞紋の間隔、および縦方向での配列以外には目立った差異がないこと、Holmes (1982) が *Cocconeis* 属を識別する形質として挙げている接殻帯環の形態においても大きな違いはみられなかった。

(東学大・生)

(20) ○真山茂樹*・小林 弘*・宮坂裕子**：*Synedra* subg. *Eusynedra* の *Fragilaria* への移動に関する一考察

近年 Round(1979) は電顕観察に基づき、*Synedra* の特徴として結合針の完全なる欠除を指摘し、従来疑問視されてきた *Fragilaria* 属との近縁関係を否定した。これに対し、殻面観で比べると全く同じものが幾組も *Synedra* と *Fragilaria* の両属に見られることに注目した Lange-Bertalot (1980) は、結合針の有無はこの2属を分ける評価基準にならないとし、*Synedra* の亜属 *Eusynedra* に属するほとんど全ての種を *Fragilaria* 属へ移動させた。

演者らは結合針を持つ *S. ulna* を本邦の河川上流部から得たが、この結合針は、結合針を持つ *F. ungeriana* とそれを欠く *S. ulna* の中間的な、発達の不完全なものであった。次に帯状群体を形成する *F. crotonensis* を観察した結果、殻中央では逆三角形の結合針のかみ合いが見られたが、結合部から遠ざかるにしたがい、それは退化していた。この種をクローン培養した結果、様々な変異の中に、単独の個体になってしまう *S. rumpens* 様のものが出現した。また小林・出井 (1979) は *S. gaillonii* に対して *F. pseudogaillonii* を記載している。以上のような幾つかの事実から考えると、Lange-Bertalot の見解は妥当なものと考えてよいように思われる。

(*東学大・生物, **八王子市横山一小)

(21) ○片山舒康*・徳永裕子**・古谷庫造**・横浜康継***：異なる温度で培養されたシオゲサ属の一種 (*Cladophora* sp.) の光合成—温度曲線

タイドプールに生育する海藻は、光合成温度特性が低潮線や漸深帯に生育する海藻と異なっており、35℃以上の温度でも活発に光合成をするという報告がある。これは、海藻の生育環境 (特に温度) と関連があるよ

うに思われる。今回、我々はタイドプール性の海藻であるシオグサ属の一種を実験室内で培養することができたので、培養温度を変えて光合成—温度特性に及ぼす生育温度の影響を調べてみた。

材料は下田市鍋田湾の高位のタイドプールから1個体だけ採集し、約3ヶ月間30℃の人工海水（ジャマリンS）で培養し、増殖させた。これを異なる温度（15, 25, 30, 35℃）の人工海水に移して約2ヶ月間培養したのち、それぞれの藻体について15~40℃における光合成速度を測定した。

15℃で培養した藻体は高温で培養した藻体に比べ、高温域での光合成速度が著しく低かった。また、高温（30, 35℃）で培養したものは、40℃においても活発に光合成を行った。この結果は、光合成—温度特性が藻体の生育環境によって変化することを示唆している。

尚、光合成の測定には、改良を加えて操作の容易になったプロダクトメーターを用いた。

(*東学大・生, **東学大・理教, ***筑波大・臨海センター)

(22) ○野津一見¹*・楠見武徳*・柿澤 寛*・渡辺恒雄** : *Bryopsis maxima* のセリンプロテイナーゼインヒビターのアフィニティークロマトによる精製

癌細胞表面に制癌物質を高濃度に付着させる癌治療法を開発することを目的とし、その第一段階として、癌細胞の Proteinase (Plasmin type) に対する特異的な阻害物質 (Proteinase inhibitor) を海洋生物から探索する。

緑藻オオハネモ (*Bryopsis maxima*) は、1982年5月、川尻海岸にて採取した。オオハネモ 1.6kg に蒸留水 2l を加え、ホモゲナイザーを用いて磨砕し、ガーゼ濾過、遠心分離によって、水に不溶なものを除去した。最終濃度が6%になるよう HClO₄ を添加し 6 N KOH で中和した後、析出した KClO₄ を遠心分離によって除去し、この上清に 70% 飽和になるよう (NH₄)₂SO₄ を加えた。塩析した蛋白は遠心分離によって集め、水 24ml に溶かして粗抽出液とした。粗抽出液 12ml を Ultrogel AcA54 を用いてゲル濾過し、最も阻害活性の強かった画分を、Oxirane-acrylic-beads-Trypsin カラムを用いて Affinity chromatography を行い 10m M HCl で溶出される Proteinase inhibitor を得た。Plasmin 阻害活性は、ヒト Plasmin 100μl、緩衝液 800μl、試料 50μl を混合し、2 m M Val-Leu-Lys-pNA 50μl を基質として加え、遊離する p-ニトロアニリン量を 405 nm 吸光度を測定すること

によって求めた。Plasmin が1分間当たり 1μM の p-ニトロアニリンを遊離するとき、これを IPU (One unit of plasmin activity) とし 2 PU の Plasmin を 50% 阻害するとき、これを 1 plasmin 阻害活性単位 (1PIU : One unit of plasmin inhibitory activity) とした。蛋白の定量は、Coomassie Brilliant Blue G-250 を用いた。Bradford の蛋白定量法によって行った。粗抽出液の約 1,000 倍まで精製された inhibitor の分子量は約 45,000 と推定された。

(*筑波大・天化, **国立公害研・生理生化, 1 第1化学)

(23) ○良方一賀・岡崎恵視・古谷庫造 : カサノリ (*Acetabularia ryukyuensis*) の柄の石灰化機構について

岡崎らは、室内培養したホソエガサの柄の石灰化部位を電子顕微鏡で観察し、肥厚した細胞壁中でのみ石灰化が進行すること、またその際に細胞質内から分泌される特殊な Ca 結合物質 (結晶誘導物質) が石灰化を誘導するという知見を得た (日本植物学会第47回大会, 1982)。

今回演者は、自然に生育しているカサノリの柄について実験を行った。その結果、

- (1) カサノリとホソエガサの石灰化過程はまったく同じであり、その石灰化部位には結晶誘導物質が観察された。
- (2) CaCO₃ 結晶は、ホソエガサと同様にすべてアラゴナイト型であった。
- (3) 酸 (2NHCl), アルカリ (3% Na₂CO₃) 及びクロロホルム・メタノール (2 : 1) 混液の3種の抽出画分について、それぞれ Ca 結合能を検討したところ、クロロホルム・メタノール混液抽出画分中のみ Ca 結合物質の存在が認められた。
- (4) 石灰化のごく初期の部位ではスダン黒Bによる染色がみられ、脂質の存在が暗示された。
- (5) X線マイクロアナライザーによる元素分析から、石灰化の激しい部位で磷 (P) が検出された。

以上の結果は、上記した結晶誘導物質が、Ca 結合能を有するリン脂質であることを強く示唆する。

(東学大・生)

(24) ○石川依久子 : ホソエガサの“核小体サイクル”

ホソエガサ *Acetabularia calyculus* の生活環を通して蛍光顕微鏡下に核挙動の変遷を追うと、染色体の

行動と同時に、顕著な形態変化をともなう核小体(仁)の消長に注目させられる。核小体は接合子の発芽直後には、一次核染色体の部分的増幅によって核当り2ケのrDNA凝集塊として認められるが藻体の成長とともに核中央部にできるマトリックス中にrDNA糸としてひろがる。マトリックス-rDNAは漸次増大し、巨大一次核(直径100 μ)内ではその容積の80%を占めるようになる。蛇行した巨大な核小体は大量のリボソームRNAを産生して巨大細胞である複相世代の成長分化を支えるが、減数分裂の開始とともに退化し消滅する。減数分裂の結果生じた二次核は分裂しながらカサに移動するが核小体は発達しない。しかし、カサの中でのシスト及び配偶子形成にあたっては、繰り返しおこなわれる核分裂の期間毎に球形の核小体が形成される。最後の分裂でつくられる配偶子には核小体が認められない。

二次核内に再び核小体が発達することから、カサの中では二次核支配のタンパク合成が推測され、単相世代としての独立性が認識される。また両世代をつなぐ過程である移動期の二次核や配偶子では核小体の発達は見られない。(阪大・教養・生物)

(25) ○和田徳雄*・岡崎恵視**・古谷庫造**：炭酸カルシウム結晶成長に及ぼすアルギン酸の影響

CaCO₃の同質多像形には常温常圧で安定な calcite と不安定な vaterite, aragonite がある。また、結晶形成時に共存するイオンあるいは有機物がこの多形に大きく影響していることが知られている。今回、紅藻オオソコロより単離したアルギン酸のCaCO₃成長に及ぼす効果を調べるためにゲル法を用いて実験を行った。ゲルはメタケイ酸ナトリウムを用い、このゲルの両端よりCa²⁺、CO₃²⁻を拡散させてCaCO₃を合成した。この時アルギン酸はあらかじめゲル中に入れた。その結果、(1)ゲル中にアルギン酸を入れない場合：多形の生成率は Calcite (20%), vaterite (75%), aragonite (5%)であった。(2)ゲル中にアルギン酸を入れた場合：微量で、生成するCaCO₃を100% Calcite にし、結晶を変形させた。(3)ゲル中にアルギン酸を入れ、反応溶液中にMg²⁺を入れた場合：Mg²⁺は aragonite の生成を容易にするイオンで、濃度を aragonite が100%生成するように定め、ゲル中のアルギン酸の量を増加すると、aragonite の生成率が減少し、逆に calcite の生成率が増加し、ある量以上になると、100% calcite になる。このときの calcite は変形し、X線分析では Mg rich calcite でなかつ

た。以上のことから、アルギン酸は calcite の生成を容易にしていることがわかった。この事実は、オオソコロが calcite を沈着する石灰藻であることから考えて興味深い。(*都・雪谷高, **東学大・生)

(26) ○原 成光・高橋永治：神戸市塩屋海岸におけるナノプランクトン群集の季節消長

神戸市塩屋海岸における、表面海水中植物性ナノプランクトンの、季節消長(1979年5月—1980年12月)について報告する。

塩屋海岸からは、黄金色藻綱、ラフィド藻綱、プリムネシオ藻綱、珪藻綱、渦鞭毛藻綱、クリプト藻綱、緑虫藻綱、プレシノ藻綱、そして緑藻綱に属する個体が観察された。これらのうち、珪藻綱が最優占し、総細胞数のほぼ90%を占めた。次いで渦鞭毛藻綱、クリプト藻綱、プラシノ藻綱が優占的だった。黄金色藻綱、プリムネシオ藻綱、ラフィド藻綱は、亜優占的だった。

総細胞数は、57,000-cells/ml(1980年8月)から、5cells/ml(1980年12月)まで変化したが、冬期に比較的少数であった事を除き、他の時期は、大きな増減をくり返し、特に季節的变化と云うべきものは見られなかった。分類群別には、冬期、珪藻綱、渦鞭毛藻綱が減少したのに対し、クリプト藻綱、プラシノ藻綱、プリムネシオ藻綱は減少せず、これらの群の相対的重要性が増加した。ラフィド藻綱は、夏と秋に散発的に細胞数の増加が見られた。緑虫綱は主として夏期に、細胞数が増加した。(神戸大・自然科学)

(27) ○井上 勲・堀 輝三・千原光雄：プラシノ藻綱Pterosperma科の遊走細胞の観察、特に鞭毛装置構造について

Pterosperma科三種 (*Pterosperma cristatum*, *Pachysphaera paucispinosa*, 属不明の一種 *Pterosperma/Pachysphaera zoid* と仮称) の遊走細胞の微細構造を観察した。これらは以下の特徴を共有している。1)細胞は腎臓形で4本の長い鞭毛をもつ。2)体表と鞭毛表面はそれぞれ形態の異なる二種の鱗片に被われる。3)鱗片放出溝は円柱状に発達している。4)トリコソストをもつ。5)鞭毛は細胞長軸に対し斜め前方に伸びる。6)鞭毛遷移帯はらせん繊維構造を有する。7)鞭毛基底体は並行に配列する。8)基底体結合繊維は有紋または無紋で、前者の一つは直方体である。9)鞭毛根系はリゾプラストと五つの微小管根からなる。リゾプラスト後端には発達した球状のミクロボディがある。微小管性鞭毛根の一つは10—12本の一列に並

んだ微小管からなり、鱗片放出溝の開口部と連絡している。他の一つは多数の微小管からなり、細胞膜に沿って放射状に広がる。さらに残りの三つは2—4本の微小管からなり、核膜に沿って伸長する。

以上の特徴を他のブラシノ藻と比較し、形質の評価を試みた。プレテロスペルマ科は、鞭毛鱗片が *Pyramimonas*, *Halosphaera*, *Mamiella* と、また体表鱗片が *Mantoniella*, *Mamiella* と類似しているが、他の形質、特に鞭毛装置構造は独特のもので、他のブラシノ藻との類似性はほとんど認められない。この藻群は他のどのグループとも類縁の薄い、極めて独立性の高い分類群と考えられる。(筑波大・生物)

(28) ○馬 家海・三浦昭雄：カイガラアマンノリの糸状体から直接生ずる葉状体幼芽にみられる原形質連絡

カイガラアマンノリ (*Porphyra tenuipedalis*) はアマンノリ属の他の種類の生活環と異なり、糸状体から直接葉状体が発育することを特徴としている。演者らは糸状体から直接発育する葉状体幼芽に原形質連絡が存在することを発見した。

カイガラアマンノリのフリー糸状体は15℃、10:14 hr. L:D, 6,000—7,000 lux の短日低温条件下で送気培養し、糸状体から葉状体を直接発芽させた。発芽後、1—10数細胞期までカルノアの酢酸・アルコール液で固定を続け、その材料を Wittmann 氏液で染色の後観察に供した。

従来アマンノリ属にみられる原形質連絡は糸状体の糸条細胞と殻胞子嚢の胞子嚢細胞の間で認められている。カイガラアマンノリのフリー糸状体から生じた発芽体幼芽では1, 2, 3細胞からなる単列細胞の発芽体の細胞間に原形質連絡が確認された、この原形質連絡は発芽体が生長して、4細胞以上の単列細胞体になると消失した。以上の結果からカイガラアマンノリの1—3細胞期の発芽体幼芽は他種アマンノリの殻胞子嚢の段階に相当し、4細胞期以後の発芽体が葉状体へと変成していくものと推測される。(東水大)

(29) ヴィタヤ スリマノーパス：二三の南日本産有節サンゴモの分類学的研究

南日本産の *Cheilosporum jungermannioides* Ruprecht in Areschoug は体構造と生殖器の構造が形態学的に属の記載と異なっている。節部上部の髓層細胞と節間部の髓層細胞はまっすぐなかわりに曲がっている。更に四分胞子の生殖器巣は辺生であると同様

に軸性起源である。これらの分類学的特徴は *Alatocladia* (Yendo) Johansen に類似している。しかしながら、生殖器巣に形成された四分胞子嚢の数から判断すると、この種は *Alatocladia* が属する Corallineae よりむしろ Janieae の分類群に属するといえる。これらのことから南日本産の *C. jungermannioides* として考えられてきた種は新属することが考えられる。

Amphiroa Lamouroux (emend. Weber van Bosse) (7種) の節間部の構造の研究によると、この属が2つのグループに分けられることが判明した。グループⅠは二次的連絡がなく、節間部を構成する細胞層の数は一定である。一方、グループⅡは二次的連絡があり、節間部を構成する細胞層の数も一定でない。今後更に数多くの種の節間部の構造についての詳細な研究をすすめることにより *Amphiroa* を二亜属に分ける可能性があると考えられる。(鹿大・理・生)

(30) ○大野正夫*, P. S. パンディ*・O. P. マイヤー**：フィリピン産 *Eucheuma spinosum* の野外・室内培養による生理生態的考察

フィリピンで養殖が行われている *Eucheuma spinosum* を高知県浦の内湾内で1982年6月より翌年1月までカゴに入れて養殖を行ない、また室内培養により適応温度、照度、照射時間について考察を行なった。野外実験の結果では夏期水温が27—29℃の時に最も生長が良く、1週間当りおよそ30%の湿重量増加がみられた。秋期水温の低下とともに生長は悪くなり、10月中旬に果胞子形成がみられた。

しかし果胞子形成した個体は少なく、生長が続いた。水温が20℃以下になると生長はほとんどとまり、17℃以下になった12月初旬から葉体は緑色になり、15℃以下になった1月に野外での実験試料は死滅した。

室内培養の結果では、24—27℃で最も生長が良く健全な葉体であった。最適照度は3,000—4,000 lux であり6,000 lux ではいくぶん生長が遅れた。野外で養殖していた材料を10月中旬、照射時間をかえて培養すると8, 12, 16時間照射/日で、胞子嚢形成がみられたが8, 12時間照射/日がより多く嚢果形成がみられた。この種は室内の静置培養条件でかなり密度を高くしても健全に生育した。

(*高知大・海生センター、**インド海塩・海洋化中央研)

(31) 大野正夫・○本多正樹：土佐湾トゲモクの生態

学的研究

1982年10月より翌年12月まで、土佐湾横浪半島においてトゲモクの周年変化を調べた。今回の調査ではトゲモク群落を減少させないように、またなるべく群落全体の形態を知ることが目的とし、一地点の採集面積を小さくし、多くの地点で採集を行った。調査方法は、隔週、沖出し200mのロープに沿って10mごとに21地点について0.25m²内のトゲモクを採集し、その主枝長、主枝先端の有無、湿重量および生殖器床の有無を記録した。この結果、土佐湾のトゲモクは多年生であり新葉体は2月頃出て徐々に生長した。生殖器床は10月より形成し、11月から12月にかけて卵放出をすることがわかった。土佐湾のトゲモク群落は水深2~4m付近で生育が最も良く、12月に最大に生長し、最大主枝長は90.4cm、水深10mまでの最大平均体長は16.2cm、平均単位面積当たりの現存量は1,107.4wet g/m²であった。またトゲモク群落と石灰藻との関係については、岩礁上に石灰藻が存在する場合、トゲモク群落の拡大に影響を与えているものの絶対的排斥には至らないと思われた。(高知大・海生センター)

(32) ○寺脇利信・飯塚貞二・川崎保夫：三浦半島小田和湾におけるホンダワラ類5種の生長、成熟について

電源立地点周辺におけるガラモ場造成への基礎的知見を得るため、小田和湾湾奥部(定点1)および湾口部(定点2)において、1983年1~12月の1年間、1ヶ月に1~2回、大型ないし中型の個体約10試料を採集し、全長、湿重量を測定後、成熟(生殖器床の有無)および藻体の枯死流失の状態について観察した。ヒジキ(湾口部)は5月に約80cm(200g)に達して成熟し、7月まで主枝の枯死流失が続き、8月以降に若い主枝の伸長が始まった。アカモク(湾奥部)は1月に約3m(200g)に達して成熟し、4月まで枯死流失が続いたが、3月頃から観察されていた発芽体が10月以降急速に伸長した。オオバモク(湾口部)は6月に約1m(1kg)に達して成熟し、8~10月に主枝の枯死流失が、12月以降に若い主枝の伸長が認められた。ウミトラノオ(湾奥部)は5月に約30cm(30g)に達して成熟し、7~10月に主枝の流失が認められたが、その間も若い主枝が次々と伸長しているようであった。タマハハキモクは両定点間での相違が認められた。すなわち、湾奥部では5月(30cm, 30g)および11月(60cm, 60g)に成熟し、その後主枝の枯死流失が続き、4月および8月から若い主枝の伸長が始まった。

一方、湾口部では1月に約1m(100g)に達して成熟し、4~6月に主枝の枯死流失が、8月以降に若い主枝の伸長が認められた。(電中研・生物)

(33) ○居平昌士・熊野 茂：珪藻遺骸からみた北海道釧路遠矢川における完新世海退時の古環境

1983年10月、釧路遠矢川河畔で採取した堆積物(長さ8.25mのコアサンプル)について珪藻分析を行なった。

分析の結果、-2.25m~-0.55mでは*Rhabdonema arcuatum*(海)、*Coscinodiscus*属(海)が優占する。ここでは、海水棲種と海水-汽水棲種があわせて80%近く産出する。また、-2.30m~-1.55mで海棲二枚貝の破片がみついている。-0.55m~+0.70mでは*Nitzschia granulata*(海)と*Cocconeis scutellum*(海-汽水)、*Synedra affinis* var. *obtusa*(海-汽水)が優占し、海が浅くなり、やがて汽水になったことを示している。+0.95m~+1.20mで*Achnanthes* sp.が優占した後、*Melosira italica*が、全体の70%以上と異常に優占する。さらに、その上部(+1.70m~5.20m)では、全体を通じて*Achnanthes lanceolata*(淡)が優占あるいは多数出現する。他に、*Synedra ulna*(淡)、*Hantzschia amphioxys* f. *capitata*(淡)、*Meridion circulare* var. *constricta*(淡)などが優占する。また、淡水棲種と淡水-汽水棲種が、+0.95m付近で全体の50%に達し、+1.45m以上では、ずっと95%以上を占め、淡水化が進んだことを示している。

(神戸大・理・生)

(34) ○浜野庸子・熊野 茂：北海道オホーツク海沿岸常呂町における珪藻遺骸群集の変遷

北海道常呂・ライトコロ河畔において採取された深さ11mに及ぶサンプルについて珪藻分析を試みた。

サンプル下部においては*Thalassionema nitzschioides*(海)や、*Nitzschia littoralis*(汽)が優占し、海水棲種、汽水棲種合せて全体の7割を越える。-9mから-5mにかけては淡水棲種及び淡・汽水棲種が約半数を占め、*Achnanthes lanceolata*(淡)などが優占する。-4m以浅ではより一層淡水棲種及び淡・汽水棲種が増加し、優占種として*Achnanthes lanceolata*(淡)、*Diatoma hiemale*(淡)、*Melosira italica*(淡・汽)があげられる。最上部では*Tabellaria fenestrata*(淡)や*Navicula radiosa*(淡)が優占し、海水棲種はほとんど出現しない。

全体に変化はなだらかであり、急激な淡水、海水棲

種の交代は見られなかった。

但し、-2 mにおいて *Cocconeis scutellum* (海・汽) に代表される海水棲種、汽水棲種の急な増加はその層準での層相の変化や、-2.19 mで海棲二枚貝が発見された事と対応している。

海、汽、淡水棲種が平行して出現するなだらかな珪藻遺骸群集の変遷から、サンプリング地点は感潮河川の影響をよく受けた地域であると推定される。

(神戸大・理・生)

(35) ○藤田大介・正置富太郎：モカサの培養

モカサはスガモヤアマモの葉上に着生する無節サンゴモで本州太平洋岸及び北海道沿岸に広く分布する。演者らは1983年4月に函館市志海苔で採集した成熟個体から果胞子を採取し、15℃、2,000 lux 及び 4,000 lux、14:10 LD の長日条件のもとで Grund 改変培地を用いて培養した。培養開始20日目頃から生殖器果を形成し、44日目以降数回にわたって四分胞子の放出が見られた。この四分胞子をひきつづき培養したところ雄性配偶体及び雌性配偶体となり92日目に至って後者より果胞子の放出が観察され、無節サンゴモ類では初めて培養によって生活史を完結することが出来た。初期発生の経過は千原(1974)、能登谷(1978)の観察結果と一致し、今回新たに毛生細胞が介生的に生じることが表面観により明らかになった。従来モカサには毛生細胞の存在が知られなかったために *Heterodermma zostericola* Foslie として扱われてきたが、最近 Chamberlain (1983) はこの属名に対して *Pneophyllum* Kützinger を用いることを提唱している。その際にこの属の特徴として初期発生の過程において原胞子内分割により生じた中心細胞が8個で構成されること及び毛生細胞が介生的に生じることの2点をあげ *Fosliella* 属と区別している。本培養結果からモカサは上述の性質を有することが明らかになった。

(北大・水産)

(36) ○宮田昌彦・正置富太郎：日本産紅藻サンゴモ亜科・カキノテ亜科の垂直分布について

正置ら(1982)は、日本産有節サンゴモ10属35種の地理的分布を示し、分布を左右する主な要因として水温を考えた。しかし、当分類群の垂直分布と環境要因についての報告は少ない。演者らは、種個体群に固有な生活様式の比較が種分化の考察に重要と考える。そこで1980年から3年間、函館近郊と本州太平洋沿岸中部に各々5つの調査地を決め、サンゴモ亜科9属15種、

カキノテ亜科1属3種についてその垂直分布と波浪・潮汐・基質などの生育環境を調べた。その結果、ヤハズシコロ属・イソキリ属は低潮線下の波の弱い岩上に生育し、エゾシコロ属とオオシコロ属は低潮線に接する波の強い漸深帯の岩上を占め、モサズキ属は低潮線下の波の弱い漸深帯の岩上に見られるものと、ホンダワラ類の体上にもみ生育するものがある。更にヘリトリカキノテ属は漸深帯の波の弱い岩上に生育し、サビモドキ属は低潮線に接する波の強い潮間帯下部に限って見られ、カキノテ属は低潮線下の波の弱い岩上に分布することがわかった。

この結果は、有節サンゴモがすみわけをしている可能性を示す。このほか15地点に於ける観察結果を加えて考察し、各属の垂直分布の範囲についての知見を述べる。

(北大・水産)

(37) ○鈴木三喜・正置富太郎：藍藻ヒゲモ科2種の形態変化に及ぼす栄養の影響

演者らはさきに北海道渡島管内臼尻に生育する紅藻ウミゾウメンに内生する藍藻 *Calothrix parasitica* の宿主内での異質細胞の出現率と、単離してグルコース添加培地で培養した場合、トリコームが短くなることを明らかにした。本研究では同じ場所に生育する単生の *Rivularia nitida* も用いてトリコーム細胞から分化する異質細胞、毛及び連鎖体の形成と培地中に添加された栄養との関係について調べた。*C. parasitica* の異質細胞出現率は内生状態では71.2%であったが、宿主から単離して改変 ASP 培地から窒素を除いて培養すると64.5%、これに窒素源として NO_3^- を添加すると39.1%、 NH_4^+ を加えると30.7%に減少した。一方 *R. nitida* ではいずれも70~80%で培地による変化は殆んどなかった。毛の形成は改変 ASP 培地又はそれにグルコースを添加して培養した場合、*C. parasitica* では抑制されたが *R. nitida* では顕著な影響は観察できなかった。また、上述の培養実験に於いてグルコースの存在は *C. parasitica* では連鎖体の形成を促し、乾重量も8日間の培養でグルコースを含まない培地のそれに較べ約1.5倍となった。しかし *R. nitida* では連鎖体を殆んど形成しなかった。以上により内生種の *C. parasitica* は単生の *R. nitida* に較べて、グルコースの存在に敏感に反応すると考えられた。

(北大・水産)

(38) ○長島秀行*・黒岩常祥**・福田育二郎*：九州地方の酸性温泉におけるイデユコゴメの分布と生態

イデユコゴメ *Cyanidium caldarium* は単細胞の真核藻で青緑色を示し、直径2~4 μm のRK-1型と3~8 μm のM-8型の2型があり、後者は別属と考えられている。東北地方の13ヶ所の温泉を調べたところによると、そのうち6ヶ所の酸性温泉にイデユコゴメRK-1型が、2ヶ所からはさらにM-8型が混在しているのが認められた(1983年、日本藻類学会大会)。そこで、今回、九州の大分県、熊本県、長崎県下の15ヶ所の天然温泉より温泉藻を採集し、実験室内でイデユコゴメの分離及び培養を試みた。その結果、別府温泉・かまど地獄、同金龍地獄、同明礬温泉、阿蘇湯ノ谷温泉、阿蘇地獄温泉、雲仙温泉地獄からはイデユコゴメと思われる青緑色の単細胞藻が得られた。これらの生育場所は35~55 $^{\circ}\text{C}$ 、pH1.2~3.6の範囲内の酸性温泉中、あるいは噴気孔付近であり、中性、弱アルカリ性温泉中には認められなかった。蛍光色素で染色後、紫外光で励起させて蛍光顕微鏡で観察すると、細胞核のほか葉緑体ヌクレオイド(DNAを含む核様体)の存在が認められた。ヌクレオイドの形態はイデユコゴメの2つの型で異なることを既に報告しているので、今回は得られた各試料について比較検討した結果を報告する。(東理大・理・生、**基生研)

(39) ○堀口健雄・千原光雄：海産渦鞭毛藻、有柄渦鞭毛藻目(Dinococcales)の1種の培養による生活史と分類の研究

渦鞭毛綱の目の階級の分類は単・多細胞、遊泳性・不動性、寄生性の有無などに基づいている。今回取り上げる渦鞭毛藻は単細胞性で、生活環の大部分を着生して過ごすことから有柄渦鞭毛藻目(Dinococcales)の1種と考えられる。材料は沖縄県西表島、星砂の浜海岸の砂中より分離・培養された。

細胞は楕円形~長方形で、背腹に偏平、腹面で基質に付着する。細胞全体はshellと呼ぶ時計皿状の厚い壁に覆われる。shellの表面には多数の短い棘が規則正しく配列する。葉緑体は多数で楕円形を呈する。核は渦鞭毛藻特有の核で上錐中に位置する。電子顕微鏡観察により、本藻の細胞外被は外側のshellと内側の膜系の2層より成ることが判明した。shellは繊維状物質により構成され、棘の部分は中空である。数枚の膜系より成る内層は基本的には他の渦鞭毛藻のそれと同一である。

増殖はshell中で細胞質が2分裂して2個の遊走子を形成することによる。放出された遊走子は典型的なgymnodinioid swarmerで、数十分~数時間遊泳の

後、基質に付着し、shellを形成し不動相に戻る。

本藻は外部形態と生活史の様式から有柄渦鞭毛藻目の一員であると判断されるが、現在まで棘状のshellをもつものは知られていないので新属新種として扱うのが妥当であると結論する。

(筑波大・生物科学系)

(40) ○秋山 優*・金本 晶**：陸上植物の生産する物質に対する土壤藻類のアレロパシー現象

生物の相互作用 coaction のひとつとして、ある植物の生産する物質が、他の植物の成長を阻害する allelopathie 現象が知られている。この現象は、バクテリアに対する菌類の場合是一般的に抗生作用として知られ、また高等植物相互の場合には、このような物質が植生の構造や遷移に大きな役割を演ずることなどが知られている(Muller, 1966; Rice, 1968)。また、これら高等植物のアレロパシーに関与する物質としては、ユグロン、トランス桂皮酸、その他テルペン類などがあることが知られている。

今回演者達は、これら高等植物に由来する代表的なアレロパシー物質であるユグロン、トランス桂皮酸、クロロゲン、ピロガロールなどの、土壤藻類特に緑藻および黄緑藻の成長におよぼす効果について検討したところ、いずれも顕著な成長阻害効果のあることを認めた。また、さらに地衣成分として広範に分布するウスニン酸、イタコン酸などの地衣酸も、土壤藻類の成長に対する顕著な成長阻害効果があることを認めたので、その生態学的な意義についても言及する。

(*島根大・教・生、**島根・三隅中)

(41) ○山本鎔子・柴崎将人：野外における微細藻類溶解微生物量の測定

湖沼・河川水、底泥中の微細藻類溶解微生物のフローラを把握するには、寒天重層法が有効であることを先に示した。しかし、この方法は、宿主、もしくは、被捕食者となる藻類を多量に必要とすること、また、使用する藻が寒天上で十分に生育できることが前提である。野外で発生する微細藻類の中には、液体培養はできて寒天上では容易に生育できない株が多く、同株を溶解する微生物群の調査にこの寒天重層法は不向きである。

MNP法は、従来から細菌の計数によく用いられる方法の一つであるが、今回は、この方法に従い溶解微生物を計数し、寒天重層法から得た値と比較した。餌となる藻には、寒天上でもよく生育できる *Anabaena*

cylindrica, *Anacystis nidulans* を用い、あらかじめ単離した溶解微生物の中、アメーバと細菌を用い、直接、寒天重層、MNP の各方法に従い計数を行った。さらに、MNP 法に従い寒天^上では培養が容易でない藻株を用い野外試料の計数を行った。

(明大・農)

(42) ○瀬戸良三*・熊野 茂**：中国産淡水紅藻類
アヤギヌ属の1変種 *Caloglossa leprieurii* (Mont.)
J. Ag. var. *angusta* Jao の栄養器官について

今回(1983)中国科学院水生生物研究所の Chin-Chih Jao 教授より提供された *Caloglossa leprieurii* var. *angusta* (鶴鳩菜窄变种) の基準標本を詳細に観察し、次のようなことを再確認し、若干の知見を得たので報告する。

藻体は、高さ2cm、乾燥標本は紅紫色を呈し、房状、クッション状である。葉状枝は、叉状分枝であるが、往々一方が成長せず偽叉状分枝になり、節部はわずかにくびれるか、あるいは全くくびれない。二次葉状枝は、外生的に発出し、稀に中肋から内生的に発出する。したがって、葉状枝は節部でロゼット状にならず、一般に直線的に伸びていく。各葉状枝は腹側に向かって弓形になり、長さ3~6.5mm、幅0.5~0.8mm、栄養細胞の配列は一層で、規則正しく、1中心細胞当り3~4列、3rd order は7個の細胞からなる。仮根は主として葉状枝の節部腹側から発生して付着する。生殖器官はみられなかった。産地：中国四川省、北碚、嘉陵江。
(*神戸女学院高, **神戸大・生)

(43) ○熊野 茂*・瀬戸良三**：中国産淡水紅藻類
ワモツク属2種の生殖器官について

今回演者は、中国科学院水生生物研究所の饒欽止教授より提供を受けたワモツク属の2種 *Batrachospermum intortum* Jao および *B. sinense* Jao の基準標本を詳細に観察し、生殖器官について若干の知見を再確認したので報告する。

1. *Batrachospermum intortum* Jao (中国名、絞紐串珠藻)。産地：四川省巴県竜居寺、泉からの流水、柳の根に着生。1940年1月9日採集。造果器をつける枝は多少コイル状に巻き、輪生枝基部細胞および輪生枝の先端近くの細胞より発出する。多数の単胞子が輪生枝の先端および受精前の造果器をつける枝に形成される。受精後形成される造胞糸は造果器の下方の細胞から発出し、造果器からは発出ししないと Jao (1941) は述べているが、今回の観察では造果器からも発出

しているのを認めた。造胞糸は屢々不綫である。

2. *Batrachospermum sinense* Jao (中国名、中貨串珠藻)。産地：四川省北碚黃桷樹の南方の山間溪流、岩に着生。1940年2月25日採集。造果器をつける枝は4~8コの樽形細胞よりなり、輪生枝基部細胞から発出する。若い受精毛はくさび形であるが、受精後上部は扁平な逆西洋梨形に発達するので、観察する方向によって様々な形に見える。この点が本種の主要な特長であると Jao(1941)は述べている。

(*神戸大・生, **神戸女学院高)

(44) ○渡辺 信*・笠井文絵*・樋渡武彦**・須田彰一郎**・根井外喜男***：微細藻類の凍結保存法の検討 I。各種微細藻類の凍結と融解後の生存について

微細藻類を系統的に保存する上で重要な点は生物の形態的、生理的、遺伝的性質を変化させることなしに保存することである。近年、微細藻類を液体窒素中(-196℃)で保存する凍結保存法の研究が行われているが、この方法では、生物のもつ種々の性質を変化させることなしに長期間保存できることや、継代培養法に比べ時間、労力の点で省力化できることなど多くの利点をもつ。反面、生物によっては低温に対して感受性が高く生存できない種類も存在するなどの問題も残されている。

本講演では、微細藻類の凍結保存法の検討として各種微細藻類の凍結条件と融解後の生存について得られた知見を報告する。凍結条件としては、冷却速度の調節が可能なプログラム・フリーザーを用いて、二段階凍結法(1℃/minの速度で-40℃まで冷却、その後液体窒素に入れる)と急速凍結法(直接液体窒素に入れる)との比較を行い、また凍結保護剤としてジメチルスルホキシド(DMSO)の有効性を検討した。この結果、微細藻類の生存について、急速凍結より二段階凍結の方が良好であること及びDMSOの有効性が確認された。これまで、緑藻 Chlorococcales 9種、Zygnematales 1種、Volvocales 2種、藍藻 Chroococcales 1種4株、Nostocales 2種2株の凍結・融解後の生存が確認された。

(*国立公害研, **日本NUS研, ***東日本学園大)

(45) ○樋渡武彦*・笠井文絵**・渡辺 信**・根井外喜男***：微細藻類の凍結保存法の検討 II。 *Scenedesmus obliquus* の凍結条件と融解後の増殖について

微細藻類を長期的かつその性質を変化させずに保存するための方法として、近年、液体窒素中（-196℃）で保存する凍結保存法の研究が行われている。

演者らはこれまで微細藻類の凍結保存法研究として各種微細藻類の凍結・融解後の生存試験を行ってきた。本講演では生存が確認された種類のうち *Scenedesmus obliquus* についてその最適凍結保存条件を検討し、凍結保存期間、2日と80日間の試料について凍結条件と融解後の増殖との関係で得られた結果を報告する。凍結条件として3種類の凍結保護剤（DMSO, グリセリン, PVP（ポリビニルピロリドン））と種類の冷却法（二段階凍結と急速凍結）を用いた。

凍結条件と融解後の増殖パターンとの関係について対数期の増殖速度と定常期の細胞密度は各条件とも大きな差はないが、誘導期の長さは保護剤間と冷却法間で差異がみられた。すなわち DMSO が最も短く、次いでグリセリン, PVP の順となり、また二段階凍結の方が急速凍結法よりも短い傾向にあった。

(*日本NUS株), **国立公害研, ***東日本学園大)

(46) ○西村太美子：置石における付着ケイソウ、数える個数の問題点

付着ケイソウは生物学的水質判定によく利用されている。しかし、水質を評価する場合いろいろな問題点も残されており、採集法や計数法にも検討を要する点がある。

今回、演者は、有機汚染の程度が異なる3地点に、よく水洗した掌大の自然隙を設置し、これらの隙に付着したケイソウを用いて、数える個数と出現 taxa 数の関係、数える個数の違いによる各種指数並びに水質判定結果の変動、隙の違いによる各種指数の変動等について検討を行なった。その結果若干の知見を得たので報告する。
(兵庫県公害研)

(47) ○半田信司*・中野武登**：広島県・太田川における付着珪藻類の主成分分析による解析

広島県の太田川中流域（本流域8地点、支流1地点）において、1982年1月から10月まで4回、付着珪藻類の調査を行った。採集された試料は酸処理を行った後、付着珪藻類の組成を調査し、出現した種について、優占種とその他の種の2段階に区別して評価した。調査結果は、多変量解析の一手法である主成分分析法を用いて解析し、季節変化、調査地点間の類似性等について検討を行った。

その結果、本地域の付着珪藻類の組成は、まず冬・

春型と夏・秋型の2グループに分けられた。冬・春型を特徴づける種は *Synedra rumpens* var. *meneghiniana* であり、夏・秋型は、*Gomphonema helveticum*, *Achnanthes subhudsonis* 等であった。さらに冬と春は、それぞれ *Melosira varians* と *Asterionella formosa* 等によって区別された。

次に、各季節について主成分分析を行った結果、支流、ダムの放流水の影響を受けている地点、その他の地点に分けられ、各々を特徴づける種が抽出された。特に支流は、本流域と顕著に異った種組成であった。また放流水（ダム）の影響を受けている地点は、*Asterionella formosa*, *Cyclotella stelligera* 等の止水性種によって特徴づけられていた。

(*広島県衛連, **広島大・理・植)

(48) ○井鷲裕司・中野武登・安藤久次：緑藻類 *Dictyochloropsis* の1新種について

Dictyochloropsis (Chlorococcales, Chlorophyta) は、Geitler (1966) により設立された属であり、今日までに *D. splendida* (Geitler, 1966) と *D. symbiotica* (Tschermak-Woess, 1980) の2種が報告されている。

本属の藻は核を細胞の中心に1個持ち、これを取り囲むようにして三次元的に連絡した葉緑体が細胞の周辺部に存在する。葉緑体はピレノイドを欠く。

今回報告する藻は、北海道厚岸郡厚岸町の樹上より分離されたものであり、既知の2種とは以下の点で識別され、新種であると考えられる。

D. splendida, *D. symbiotica* の2種は、いずれも細胞は球形あるいは、やや楕円形で、成熟した細胞の大きさは前者が30~40μm、後者が20μm程度であるが、本新種は細胞の形が、楕円形、洋梨形、腎臓形と変化に富み、大きさは、25×15μm程度であった。

ところで Geitler (1966) は *D. splendida* を気生藻として報告しているが Tschermak-Woess (1978) はこの種が地衣類 *Chaenotheca brunneola* の共生藻となっていることを観察している。また *D. symbiotica* は Tschermak-Woess (1980) によって地衣類 *Chaenothecopsis consociata* の共生藻として報告されている。

以上のような経過から今回報告する新種も地衣類の共生藻として生存している可能性は大きいものと考えられる。
(広島大・理・植物)

(49) ○由利 彰*・渡辺 信**・菅原 淳**：緑藻

Pediastrum simplex の増殖と形態形成に及ぼす Cu^{2+} の影響

水界に流入、集積している Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 等の有害汚染物質が水界生態系に及ぼす影響を及ぼすか、その標準的な影響評価方法の確立は現在の環境保全分野での重要な課題となっている。これらの汚染物質の影響は第一に、水界の主要な第一次生産のいない手である藻類の増殖、形態形成及び種組成にあらわれるであろう。本講演では、近年の水界の汚染の進行に伴い奇形が多くなったとの報告がある緑藻、*Pediastrum simplex* を研究対象とし、純粋培養下でその増殖と形態形成に及ぼす Cu^{2+} の影響を観察した結果について報告する。実験にあたり、 Cu^{2+} 添加培地として $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を基本培地中に直接加えたものと、EDTA によりキレートされたものの2種類を用いた。

1) 増殖への影響： Cu^{2+} 直接添加培地では、 Cu^{2+} 濃度 $10\mu\text{M}$ 以上で明らかな阻害がおこるのに対して、キレート態 Cu^{2+} の添加培地では $100\mu\text{M}$ までの間で阻害がおこらなかった。

2) 形態形成への影響：本種の無性生殖は、定数群体を形成する各細胞で遊走子形成→遊走子配列→幼定数群体形成という過程で行われる。 Cu^{2+} の直接添加では、形成される定数群体に奇形が多くみられ、高濃度になるにつれ個々の細胞の球形化と色調の変化があらわれた。更に遊走子形成開始時間の延長と遊走子の運動鈍化も観察された。なお、キレート態 Cu^{2+} の添加では、このような影響は観察されなかった。

(*東邦大・理・生物, **国立公害研)

(50) ○市村輝宜*・笠井文絵**：トゲミカヅキモの細胞分裂及び接合の様式について

稀産のデスマッド、トゲミカヅキモ *Spinoclosterium cuspidatum* は、三日月型の栄養細胞の両先端に特異な棘を有することによってミカヅキモ属とは区別され、独立の属として分類されている1属1種の興味ある藻である。しかし、これまでに培養による研究もなく、有性生殖はもちろん栄養細胞の分裂増殖の仕方すら知られていない。本藻を広島市東広島下見の池より採取する機会に恵まれ、ホモタリックの無菌クローンを得た。

細胞分裂の様式は、基本的にはミカヅキモ属と同じであった。しかし、核分裂に先立って、粒状の物質を含んだ薄い褐色の粘質物よりなるドーナツ状の輪が濃緑色の細胞の中央部の細胞壁の外側に形成され、この粘質物は細胞分裂後も新生する半細胞壁のまわりを

囲み、半細胞が完全に形成されるまで残っていた。細胞分裂後の2個の娘細胞がミカヅキモでは縦に並ぶのに対して、トゲミカヅキモでは横に並ぶのは上記の粘質物の存在のためと思われる。

接合の様式は、デスマッドではあまり例のない異形接合であり、アオミドロ、ホンミドロ等の糸状接合藻類で広く知られているタイプと似ていた。しかし、雌雄の配偶子のうの形状及び接合管を取り囲んでいる粒状粘質物よりなる網目状の袋の存在は、本藻に特異な点であった。 (*東大・応微研, **国立公害研)

(51) ○大谷修司・中野武登：チリモ類 *Netrium digitus* の接合子発芽に関する観察

野外より採集された *Netrium digitus* var. *digitus* の接合子の発芽及び減数分裂について観察を行ったので報告する。材料は広島県北部の山間部の湿地から1983年11月に採集された。発芽条件は 20°C 、2,000 lux、12時間明暗周期とし、培地は市村(1974)のCA培地を用いた。減数分裂は、アルコール・酢酸(3:1)混液で固定し、Wittmann(1965)の方法で染色を行い観察した。

1) 発芽過程：発芽条件下に数日間放置すると接合子の内部は緑化し、4個の葉緑体が観察されるようになった。その後、接合子の殻が破け vesicle が放出された。vesicle は Biebel(1964)の報告と同様に、接合子より大きく、内部に多量の油滴や、でん粉粒を有し、2個の gone は互いにほぼ直角に位置していた。その後、Vesicle はいったん収縮するが再び体積を増し、2個の gone は急速に成長し vesicle から放出された。

2) 減数分裂：発芽直前の接合子の核は、Kasai & Ichimura(1983)の *Closterium ehrenbergii* の場合と同様に融合しないままで存在しており、発芽直後の vesicle において、metaphase I から telophase II の段階が観察された。gone の周囲に細胞壁が形成された時期には、すでに各々の gone に2個ずつの核が分配され、そのうちの1個が凝縮しているのが観察された。(廣大・理・植)

(52) ○石川美樹*・上原邦弘*・篠原英一郎**：高知県東部海域における藻場の分布と現存量について

土佐湾は黒潮の影響をうけ、暖海域の植生を呈し生態的に興味もたれている海域である。なかでも室戸東部海域は、クロメ、アントクメ、ホンダワラ類・天草などからなる藻場が良く発達している。そこでこの海域の藻場分布状況を調査し、さらに藻場の冬期と夏

期の現存量の比較を行なった。調査は1983年2月および7月に行ない、50cm方形枠をライン上に数個設定し、潜水による目視観察と坪刈を行なった。当海域の主要種の生育帯は、クロメは潮下帯より10m、アントクメは2~7m、ネジモクは低潮帯付近から5m以浅、トゲモクはネジモク生育帯の下層から7mまで、天草は水深25mまで生育していた。これらの種の分布域は、底質の状態で差がみられた。各々の藻場内の海藻の現存量は、2月の調査よりも7月の調査の時の方が高い値を示した。

これはテングサ類、アントクメなどの現存量の減少が夏期にみられなかったことに原因すると思われた。この海域の藻場面積はおよそ2,200haであり海藻の現存量は、クロメ7,484トン、ホンダワラ類11,269トン、テングサ類3,894トン、その他の海藻23,653トン、総計46,300トン(湿重量)と推定された。

(*西日本科学, **高知県・水産)

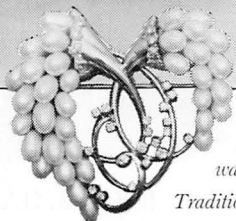
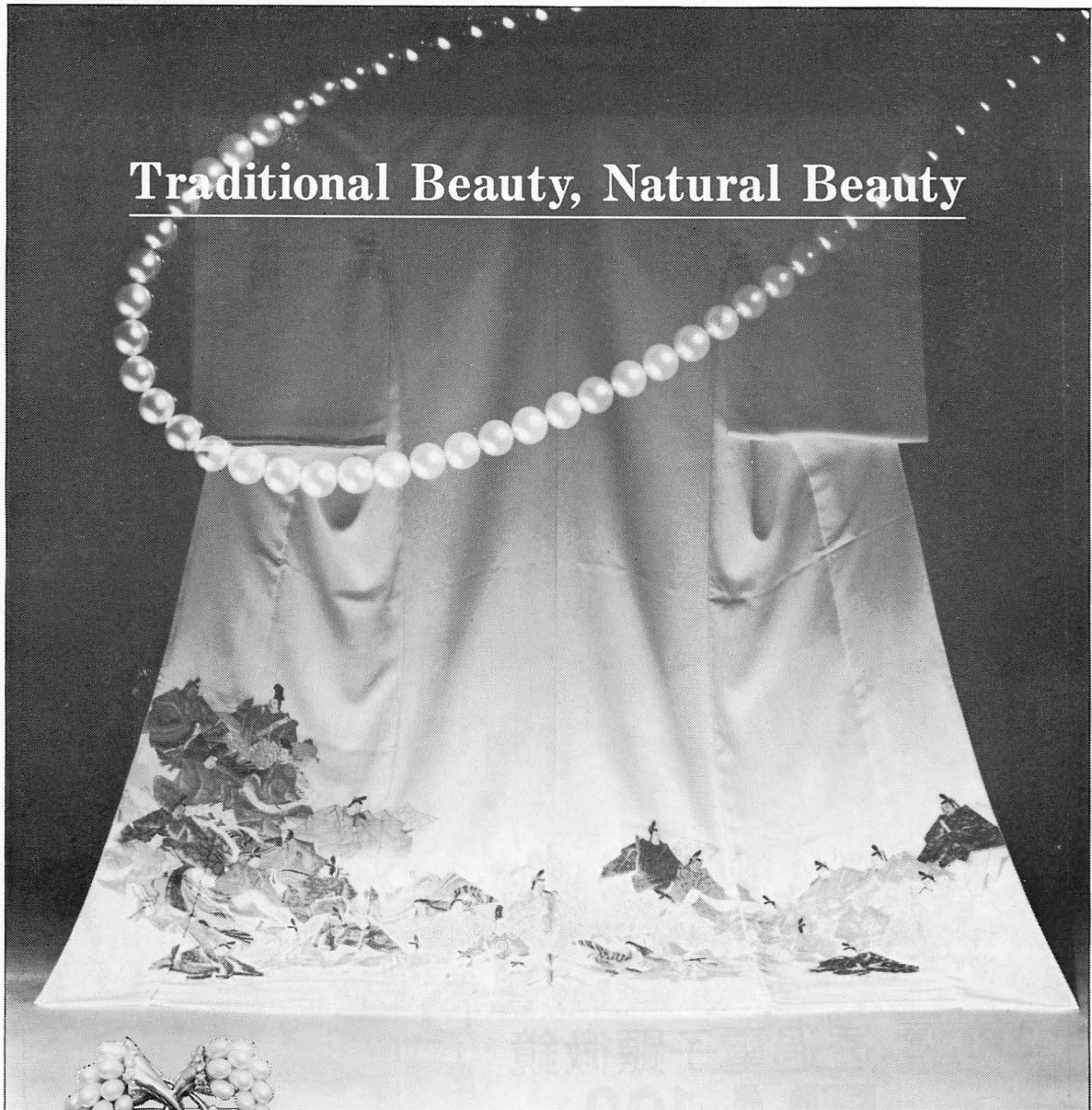
(53) ○鈴木秀和・庵谷 晃・岩本康三：クロアワビ稚貝の飼育用波板上における付着藻類群集の経時的変化

演者らは先に宮城県かき研究所においてエゾアワビ稚貝の飼育用波板上における一次藻類群集と二次藻類群集という分類概念を明確にし、また同様のことが千葉県坂田実験場におけるクロアワビ稚貝の飼育用波板上においても適用されうるということを報告した(日本藻類学会第7回大会口頭発表)。

今回は二次藻類群集の形成要因に関する詳細な知見を得るために、再度坂田実験場においてクロアワビ稚貝を用いて行なった実験の結果を報告する。

波板上には、*Navicula britannica*, *Nitzschia closterium*, *N. pseudohybrida*, *Bacillaria paxillifer* が一次藻類群集を形成した。アワビ稚貝の採食によって、これらの種は減少、消失し、*Cocconeis dirupta*, *C. scutellum* var. *scutellum*, *C. scutellum* var. *ornata* が優占する二次藻類群集を形成した。しかし、二次藻類である盤状の微細付着藻類(*Myrionema* spp. や *Ulvella* sp.) が観察されなかった点が、かき研究所の場合と異なっている。また5日毎にスポンジで波板上の付着藻類をこすり落とした場合は、稚貝を付着させた場合のように一次藻類が急減、消失せず、二次藻類も優占することはなかった。(東水大・植)

Traditional Beauty, Natural Beauty



Modern science and technology may advance rapidly, but there are still things in life worth waiting for. A kimono, painstakingly and exquisitely crafted by hand in delicate hues. Or pearls.

Traditional beauty and natural beauty are created by time. In our frenetic age,

Tasaki Shinju treasures beauty nurtured by time. Ageless, contemporary beauty has its origins in time, is a lasting glory.

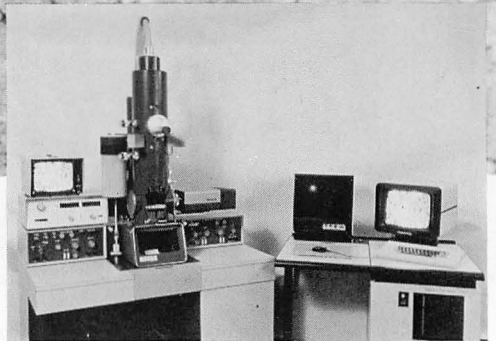
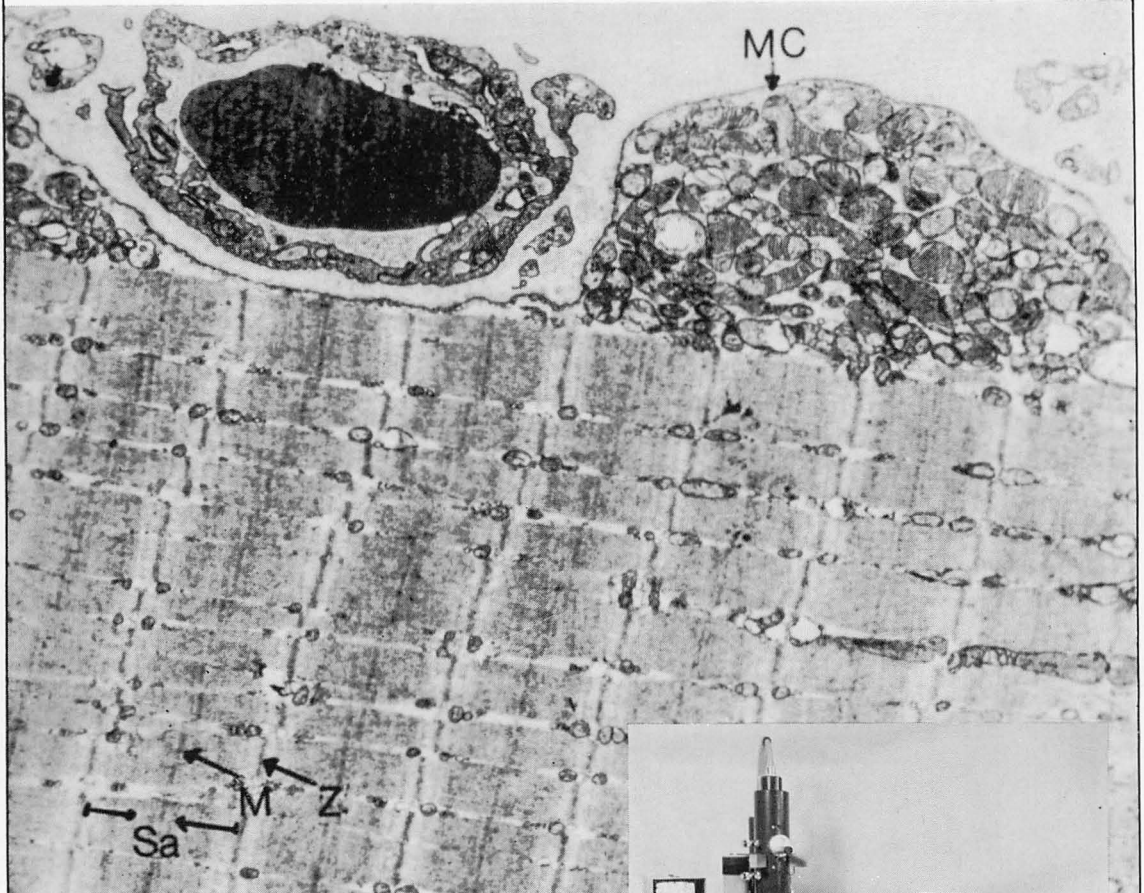
Tasaki Shinju ensures these principles live on in every pearl. We can wait.



田崎真珠
TASAKI SHINJU

SAPPORO, SENDAI, TOKYO, CHIBA, NARITA, YOKOHAMA,
NAGOYA, KYOTO, OSAKA, KOBE, HIROSHIMA, FUKUOKA,
KITA-KYUSHU, NAGASAKI, HONG KONG, SINGAPORE.
HEAD OFFICE / 6-3-2, Minatojimanakamachi, Chuo-ku, Kobe,
Japan. TEL.(078)302-3321

電顕の新しいコンセプト ツァイスから



ZEISS
West Germany

透過電子顕微鏡 EM 109

イオンゲッターポンプ:IGP

ユニークなオイルフリーポンプシステム。試料をコンタミネーションから守ります。

トランスファイバーオプティック撮影:TFP

ユニークな完全真空外自動撮影装置。

微少線量フォーカス:MDF

ユニークな自動フォーカスシステムで、試料の損傷が避けられます。

- 分解能/格子間:3.44Å
- 倍率/150倍から400,000倍
(16段階)
- 発展性として、TV、SEM/
EDX、画像解析装置がと
りつけられます。

カール ツァイス株式会社
器械部 EM課

本社/〒160 東京都新宿区本塩町22番地 ☎(03) 355-0331代
 大阪営業所/〒542 大阪市南区南船場2-2-11 南船場ビル ☎(06) 262-0128代
 名古屋営業所/〒461 名古屋市東区代官町35-16 第一富士ビル ☎(052)931-6811代
 福岡営業所/〒810 福岡市中央区赤坂1-15-27 赤坂ハイツ ☎(092)713-7821代
 仙台営業所/〒980 仙台市木町通り1-8-18 田村ビル ☎(0222)25-7531代

学 会 出 版 物

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

1. 「藻類」バックナンバー 価格、会員各号1,250円、非会員各号2,000円、30巻4号(創立30周年記念増大号、1-30巻索引付)のみ会員3,750円、非会員5,000円、欠号：1巻1-2号、4巻1, 3号、5巻1-2号、6-9巻全号。
2. 「藻類」索引 1-10巻、価格、会員1,000円、非会員1,500円。11-20巻、会員1,500円、非会員2,000円。創立30周年記念「藻類」索引、1-30巻、会員2,500円、非会員3,000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. 北海道周辺のコンプ類と最近の増養殖学的研究 1977。B 5版, 65頁。昭和49年9月に札幌で行なわれた日本藻類学会主催「コンプに関する講演会」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 Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4 chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

1. Back numbers of the Japanese Journal of Phycology (Vols. 1-28, Bulletin of Japanese Society of Phycology). Price, 1,500 Yen per issue for member, or 2,500 Yen per issue for non member, price of Vol. 30, No. 4 (30th Anniversary Issue), with cumulative index (Vol. 1-30), 4,500 Yen for member, or 6,000 Yen for non member. Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 4, Nos. 1, 3; Vol. 5, Nos. 1-2; Vol. 6-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. Vol. 1 (1953)-Vol. 30 (1982). Price 3,000 Yen for member, 3,500 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. ¥ 6,000 (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. ¥ 4,000 (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. ¥ 700 (incl. postage, surface mail).

昭和59年3月10日 印刷
昭和59年3月20日 発行

©1984 Japanese Society of Phycology

禁 転 載
不 許 複 製

編集兼発行者

三 浦 昭 雄

〒108 東京都港区港南4-5-7
東京水産大学 植物学教室内

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

〒108 東京都港区港南4-5-7
東京水産大学 植物学教室内
振 替 東京 4 1 3 9 1 7 6

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

原田 彰・山岸高旺：アオミドロ属（緑藻類）の体細胞分裂……………（英文）	1
原田 彰・山岸高旺：アオミドロ属（緑藻類）の減数分裂……………（英文）	10
熊野 茂・M. ラトナサバパティ：マレーシア産淡水産紅藻 IV. 西マレーシア、ケラン タン州バカール川の <i>Batrachospermum bakarensis</i> sp. nov.……………（英文）	19
熊野 茂：マレーシア産淡水産紅藻 V. <i>Batrachospermum cylindrocellulare</i> KUMANO および <i>B. tortuosum</i> KUMANO の果孢子体の初期発達……………（英文）	24
宮地和幸：緑藻モツレグサ類における孢子体世代の一型, <i>Codium petrocelidis</i> KUCKUCK の生活史……………	29
寺脇利信・野沢治治・新村 巖：ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究—VI—カタワ モク……………	37
新井章吾・新井朱美：海藻の遷移に及ぼす採食の影響 I……………	43
庵谷 晃・渡辺真之・芳賀 卓：札幌川上流の藻類 1. 分布と現存量……………	52
渡辺真之・芳賀 卓・庵谷 晃：札幌川上流の藻類 2. 藍藻類……………	60
芳賀 卓・庵谷 晃・渡辺真之：札幌川上流の藻類 3. 黄色鞭毛藻類……………	65
総 説	
正置富太郎：無節サンゴモ……………	71
◆ ◆ ◆	
新刊紹介……………	86
◆ ◆ ◆	
日本藻類学会第 8 回大会講演要旨……………	87