

# The Japanese Journal of PHYCOLOGY

Continues Bull. Jap. Soc. Phycol.

## CONTENTS

<b>Makoto Mizuno:</b> Taxonomic study on <i>Berkeleya obtusa</i> (GREV.) GRUNOW (Bacillariophyceae) from Hokkaido, Japan . . . . .	175
<b>Terumitsu Hori, Takaaki Kobara and Mitsuo Chihara:</b> Electron microscope observations on <i>Pseudodichotomosiphon constrictus</i> with special reference to the systematic position of the genus . . . . .	183
<b>Hiromu Kobayasi and Masahiko Idei:</b> <i>Fragilaria pseudogaillonii</i> sp. nov., a freshwater pennate diatom from Japanese river . . . . .	193
<b>Masahiro Notoya:</b> Life history of <i>Campylaeophora hypnaeoides</i> J. AGARDH (Ceramiaceae, Rhodophyta) in culture and environmental regulation of reproduction . . . . .	201
. . . . . (in Japanese)	201
<b>Masakazu Tatewaki and Makoto Mizuno:</b> Growth inhibition by germanium dioxide in various algae, especially in brown algae . . . . . (in Japanese)	205
<b>Munenao Kurogi:</b> On the scientific name of "Numehanori", a delesseriacean red alga . . . . . (in Japanese)	213
Review	
<b>Terumitsu Hori:</b> Ultrastructure of cell division in the eucaryotic algae exclusive of green algae . . . . . (in Japanese)	217
<b>Tadao Yoshida:</b> Distribution of <i>Streblonema aecidioides</i> around Japan and its host . . . . . (in Japanese)	182
<b>Seibin Arasaki:</b> Dr. Kiyoshi FUJIKAWA (1890-1978) in memoriam . . . . .	230
Book Review . . . . .	192
Announcement . . . . .	233

## 日本藻類学会

日本藻類学会は昭和28年に設立され、藻学に関心を持ち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物「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3,000円(学生は半額)を前納するものとする。団体会員の会費は4,000円、賛助会員の会費は1口10,000円とする。

原稿の送付、会費の納入その他学会に関する通信は 060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学部植物学教室 日本藻類学会宛(振替小樽16142)とされたい。

### The Japanese Society of Phycology

The Japanese Society of Phycology, founded in 1953, 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 (1979) for overseas members are Yen 4,000 (send the remittance in Japanese Yen by "International postal money order" to the Society or "Bankers transfer by air mail" to the Bank of Tokyo, Sapporo Branch, account No. 081-216852 Oodori Nishi-3, Sapporo, 060 JAPAN).

Manuscript and other correspondences should be addressed to the **Japanese Society of Phycology, c/o Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan.**

#### 昭和54, 55年度役員

会 長: 黒木 宗尚(北海道大学)  
庶務幹事: 増田 道夫(北海道大学)  
          岩本 康三(東京水産大学)  
会計幹事: 山田 家正(小樽商科大学)  
評 議 員:  
          有賀 祐勝(東京水産大学)  
          千原 光雄(筑波大学)  
          広瀬 弘幸(神戸大学)  
          岩崎 英雄(三重大学)  
          川嶋 昭二(道立函館水産試験場)  
          喜田和四郎(三重大学)  
          鬼頭 鈞(東北区水産研究所)  
          小林 弘(東京学芸大学)  
          松井 敏夫(農林省水産大学校)  
          右田 清治(長崎大学)  
          大森 長朗(山陽学園短期大学)  
          館脇 正和(北海道大学)  
          坪 由宏(神戸大学)  
          山岸 高旺(日本大学)

#### 編集委員会:

委員長 吉田 忠生(北海道大学)  
幹 事 太田 雅隆(北海道大学)  
      " 吉田 明子  
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)  
      " 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)  
      " 西沢 一俊(日本大学)

#### Officers for 1979-1980

President: Munenao KUROGI (Hokkaido University)  
Secretary: Michio MASUDA (Hokkaido University)  
          Kozo IWAMOTO (Tokyo Univ. of Fisheries)  
Treasurer: Iemasa YAMADA (Otaru Univ. of Commerce)

#### Members of Executive Council:

Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)  
Mitsuo CHIHARA (University of Tsukuba)  
Hiroyuki HIROSE (Kobe University)  
Hideo IWASAKI (Mie University)  
Shoji KAWASHIMA (Hokkaido Hakodate Fish. Exp. Station)  
Washiro KIDA (Mie University)  
Hitoshi KITO (Tohoku Reg. Fish. Res. Laboratory)  
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University)  
Toshio MATSUI (Shimonoseki University of Fisheries)  
Seiji MIGITA (Nagasaki University)  
Takeo OHMORI (Sanyo Gakuen Junior College)  
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)  
Yoshihiro TSUBO (Kobe University)  
Takaaki YAMAGISHI (Nihon University)

#### Editorial Board:

Tadao YOSHIDA (Hokkaido University), Editor-in-Chief  
Masataka OHTA (Hokkaido University), Secretary  
Meiko YOSHIDA, Secretary  
Masaru AKIYAMA (Shimane University)  
Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)  
Mitsuo CHIHARA (University of Tsukuba)  
Terumitsu HORI (University of Tsukuba)  
Kozo IWASA (Osaka University)  
Hideo IWASAKI (Mie University)  
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University)  
Tomitaro MASAKI (Hokkaido University)  
Seiji MIGITA (Nagasaki University)  
Kazutosi NISIZAWA (Nihon University)

**Taxonomic study on *Berkeleya obtusa* (GREV.)  
GRUNOW (Bacillariophyceae) from  
Hokkaido, Japan**

Makoto MIZUNO

MIZUNO, M. 1979. Taxonomic study on *Berkeleya obtusa* (GREV.) GRUNOW (Bacillariophyceae) from Hokkaido, Japan. Jap. J. Phycol. 27: 175-181.

*Berkeleya obtusa* (GREV.) GRUN. collected from Otaru and Muroran, Hokkaido, was studied morphologically and ecologically. Discussion was made on the taxonomy of this species based on morphological and ecological differences between this species and *B. rutilans* (TRENT.) GRUN.

*Makoto Mizuno, The Institute of Algological Research, Faculty of Science, Hokkaido University, Muroran, 051 Japan.*

During the study of marine littoral diatoms at Oshoro, Hokkaido, the author collected a tube-dwelling diatom having a long central area in December 1973. This diatom was different from *Berkeleya rutilans* (TRENT.) GRUNOW in the tube and valve morphologies and was identified as *B. obtusa* (GREV.) GRUN.

This paper deals with morphological and ecological investigations on *B. obtusa* from two localities in Japan and discussed differences between *B. obtusa* and *B. rutilans*.

#### Materials and Methods

Materials were collected monthly from May 1973 to April 1974 (except November) at Kabuto-iwa, Oshoro, Otaru City facing the Sea of Japan and in December 1975 at Charatsunai, Muroran City facing the North Pacific Ocean. These samples preserved in 3% formalin seawater were used for observations on tube and valve morphologies. A part of each sample was cleaned by hot concentrated nitric acid and distilled water, and was mounted in Pleurax for the observation of valve structures. The valve length and the distance between the central raphe endings were measured

on 50 or more valves in each sample by screw micrometer. The number of striae in the middle part of 50 valves was counted in each sample. For scanning electron microscopy, the acid-treated material collected in Dec. 1973 was used. This was examined using a JXA-50 A X-ray micro-analyzer (Japan Electron Optics Lab. Co., Ltd.).

#### Results

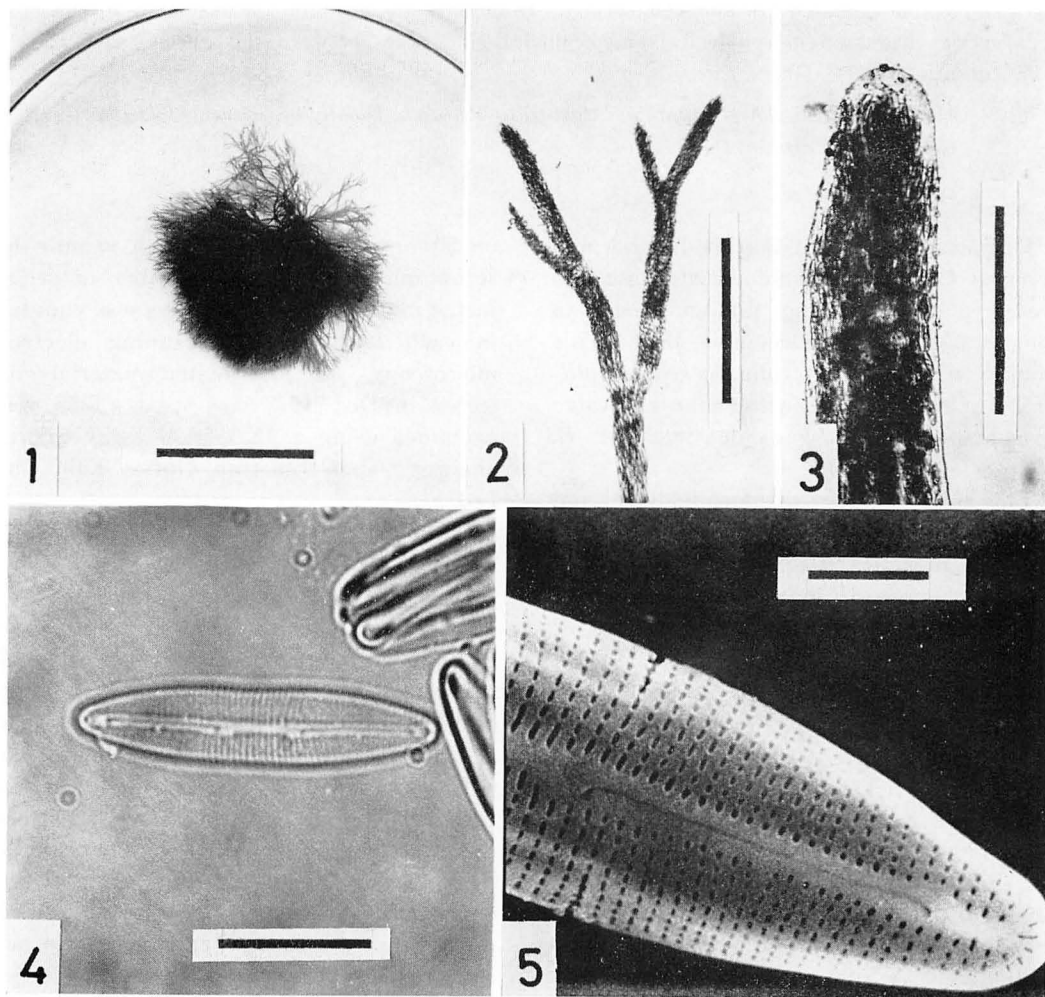
The colonies of this diatom were found epiphytically on *Sargassum confusum*, *S. thunbergii* and *Rhodomela larix* and epizoically on sea mussels in the littoral zone at Oshoro, but at Charatsunai they grew only on seaweeds in the middle-lower littoral zone. This zone was lower than that of *B. rutilans* growing in the upper-middle littoral zone. The colonies grew abundantly from winter to spring, but in April they abruptly decreased and they were not collected in summer and autumn.

The colony was richly branched tuft (Fig. 1) attaining a length of 5 cm and was dark brown in color in fresh materials. A vast number of cells forming the colony was closely packed in files in gelatinous

tubes (Figs. 2, 3). Diameter of gelatinous tubes ranged from  $100\ \mu\text{m}$  to  $500\ \mu\text{m}$  at the middle portion of the tube and the range from  $170\ \mu\text{m}$  to  $250\ \mu\text{m}$  was frequently observed. The tube usually branched dichotomously (Fig. 2) and the apices terminated abruptly (Fig. 3). The surface of the gelatinous tube was smooth and the texture of the tube was elastic. There were no seasonal and geographical variations in the tube morphology.

Valves were linear with cuneate ends to narrowly elliptical (Figs. 4, 6). The valves

measured  $17\text{--}36\ \mu\text{m}$  in length and  $5\text{--}7\ \mu\text{m}$  in width. By light microscopy, axial area expanded in the same direction at the portions of the central raphe endings and resulted in asymmetry (Figs. 4, 6). Scanning electron micrograph of the outer surface showed that the central raphe endings curved to the expanded axial area and also the polar raphe endings curved to the same side (Fig. 5). The central area was elongated in the axial direction (Figs. 4, 6). The ratio value of the distance between the central raphe endings to the



Figs. 1-5. *Berkeleya obtusa* (GREV.) GRUN.

1. A colony. Scale 2 cm.
2. Light micrograph showing the branching of the tube. Scale 1 mm.
3. Light micrograph showing the apex of the tube. Scale  $200\ \mu\text{m}$ .
4. Light micrograph of valve view. Scale  $10\ \mu\text{m}$ .
5. Scanning electron micrograph of outer surface of the valve. Scale  $2\ \mu\text{m}$ .

valve length was shown in Fig. 7. As a result of the comparisons between the material of Dec. 1973 and other samples, the ratio values of other samples approximately accorded with that of the material of Dec. 1973. The ratio values (percentage) of each class of the valve length were as follows; 14–23% in 20  $\mu\text{m}$  valve length, 18–27% in 25  $\mu\text{m}$ , 26–35% in 31  $\mu\text{m}$ , and 31–36% in

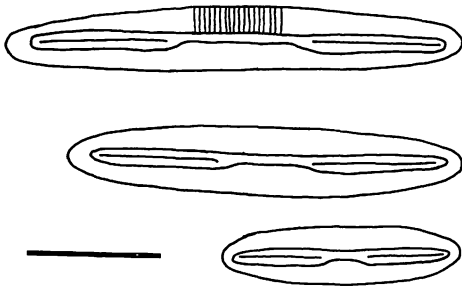


Fig. 6. Camera lucida drawings of cleaned valves of *Berkeleya obtusa*. Scale 10  $\mu\text{m}$ .

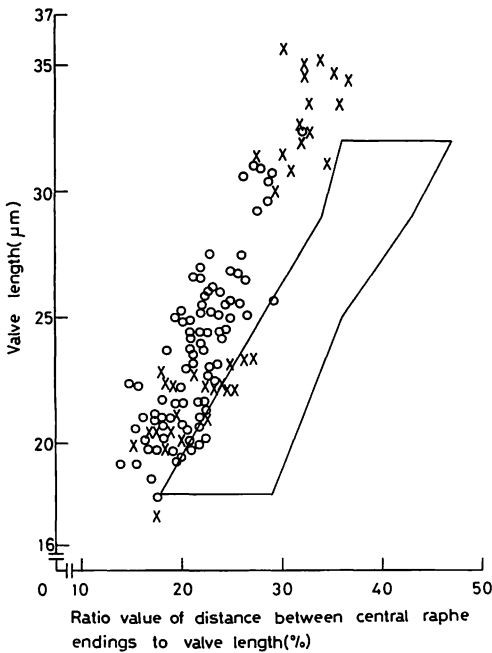


Fig. 7. Correlation between the valve length and the ratio value of the distance between the central raphe endings to the valve length of *Berkeleya obtusa* collected at Oshoro, in Dec. 1973 (O) and at Charatsunai, in Dec. 1975 (X). The area surrounded by solid lines shows that of *B. rutilans* (MIZUNO 1977).

35  $\mu\text{m}$ . The ratio value increased in proportion to the valve length. As shown in Fig. 7, the ratio values of this species were distinct from that of *Berkeleya rutilans* from Japan (MIZUNO 1977). In the same class of valve length, the ratio value of this species was smaller than that of *B. rutilans*.

The valve was finely striated (Fig. 4). The striation density was 24–32 in 10  $\mu\text{m}$  in the middle of the valve and 26–32 striae were frequently observed. By scanning electron micrograph, the striae composed of small pores which arranged transversely except the end where the striae arranged radiately over the end (Fig. 5). The pore transversely elongated on either side of the central area (Fig. 5). There was no seasonal and geographical variation in valve morphology.

### Discussion

*Schizonema obtusum* GREV. was transferred by GRUNOW (1880) to the genus *Berkeleya* GREV. emend. GRUN. on the basis of tube-dwelling habit and *Amphipleura*-like structure. According to GRUNOW (1880), *B. obtusa* has obtusely ended frustule, sparingly and dichotomously branched tube, and extremely large tube diameter (150–350  $\mu\text{m}$ ) than that of *B. rutilans*. VAN HEURCK's figure (1880–81, Pl. 16, fig. 16) of *B. obtusa* shows that the valve has narrowly elliptical form, 30.7  $\mu\text{m}$  long, 6  $\mu\text{m}$  wide, the distance between the central raphe endings of 9.8  $\mu\text{m}$  (31.9% of valve length) and the striae of 26–28 in 10  $\mu\text{m}$ . SMITH (1856, p. 78, Pl. 58, fig. 368) reported *Schizonema obtusum* (= *B. obtusa*) as follows; "Frond filiform, sparingly branched; apices abrupt; frustules exceedingly numerous, in irregular files; valves elliptical. Length of frond 1 inch (2.54 cm). Length of frustule 0.0011 inch (28  $\mu\text{m}$ ). Breadth of valve 0.00025 inch (6.4  $\mu\text{m}$ )." The tube diameter measured from his figure is 200–400  $\mu\text{m}$ . In comparison with two authors' descriptions and figures and the results obtained in the present study, this diatom from

Oshoro and Charatsunai is identified as *B. obtusa*.

This diatom occurs from winter to spring. MIZUNO (1977) reported that *B. rutilans* grew throughout the year except for warmer months at Oshoro. At Charatsunai where a wide tidal range occurs, the growing zone of this diatom is lower than that of *B. rutilans*. SMITH (1856) reported that *B. obtusa* grew epiphytically on algae. At Oshoro, this diatom grows not only epiphytically on seaweeds, but also epizoically on sea mussels. Some workers observed *B. rutilans* growing on rock, concrete, sea mussel and seaweeds (SMITH 1856; ALEEM

1950; HENDEY 1964; MIZUNO 1977). *B. obtusa* and *B. rutilans* show ecological differences in seasonal occurrence, growing zone and substrate (Table 1).

In the present study, it has shown that the ratio values of the distance between the central raphe endings to the valve length of *B. obtusa* is smaller than that of *B. rutilans* (MIZUNO 1977) in the same class of the valve length (Fig. 7). According to the figure given by VAN HEURCK (1880-81, Pl. 16, fig. 16), the ratio value of *B. obtusa* is distributed in the range of that of *B. obtusa* from Japan (Fig. 8). On the other hand, according to the figure given by VAN

Table 1. Diagnostic characters of *Berkeleya rutilans* and *B. obtusa*

Characters	<i>B. rutilans</i>	<i>B. obtusa</i>
Gelatinous tube diameter ( $\mu\text{m}$ )	10-80 <sup>a)</sup> 11-183 <sup>b)</sup>	150-350 <sup>a)</sup> 200-400 <sup>c)</sup> 100-500 <sup>d)</sup>
Mode of branching	irregular <sup>b)</sup>	sparingly dichotomous <sup>a)</sup> dichotomous <sup>d)</sup>
Shape of tube tip	pointed <sup>b)</sup>	terminated abruptly <sup>c),d)</sup>
Tube texture	rigid <sup>b)</sup>	elastic <sup>d)</sup>
Valve size ( $\mu\text{m}$ )	18-35 $\times$ 4-6 <sup>e)</sup> 12-38 $\times$ 3-6 <sup>b)</sup>	17-36 $\times$ 5-7 <sup>d)</sup>
Ratio value of distance between central raphe endings to valve length	large <sup>b)</sup>	small <sup>d)</sup>
Striae number in 10 $\mu\text{m}$	27 <sup>e)</sup> , 24-36 <sup>b)</sup>	24-32 <sup>d)</sup>
Outer raphe ending	curved <sup>e)</sup>	curved <sup>d)</sup>
Pores on either side of central area	elongated <sup>e)</sup>	elongated <sup>d)</sup>
Occurrence	Oct.-Jul. <sup>b)</sup>	Dec.-Apr. <sup>d)</sup>
Growing zone	upper-middle littoral zone <sup>b)</sup>	middle-lower littoral zone <sup>d)</sup>
Substrate	rock, concrete, algae, sea mussel <sup>b),c),f),g)</sup>	algae <sup>c)</sup> algae, sea mussel <sup>d)</sup>

a) GRUNOW 1880, b) MIZUNO 1977, c) SMITH 1856, d) MIZUNO, present study, e) COX 1975, f) HENDEY 1964, g) ALEEM 1950.

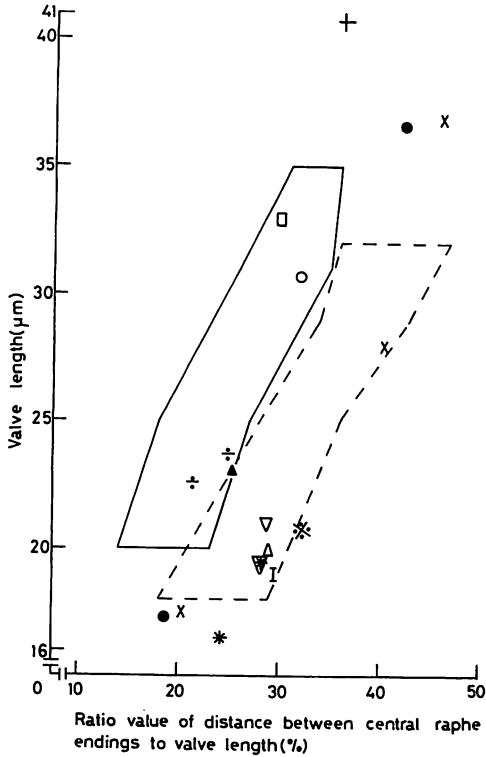


Fig. 8. Correlation between the valve length and the ratio value of the distance between the central raphe endings to the valve length measured from references. (○): *Berkeleya obtusa* (VAN HEURCK 1880-81, Pl. 16, fig. 16), (●): *B. dillwynii* (VAN HEURCK l.c., Pl. 16, fig. 15), (×): *B. obtusa* var. *adriatica* (VAN HEURCK l.c., Pl. 16, figs. 17, 18), (□): *B. rutilans* var. *obtusa* (PERAGALLO and PERAGALLO 1897, Pl. 7, fig. 16), (+): *B. rutilans* (PERAGALLO and PERAGALLO l.c., Pl. 7, fig. 11), (△): *B. rutilans* var. *adriatica* (PERAGALLO and PERAGALLO l.c., Pl. 7, fig. 14), (▲): *B. rutilans* var. *adriatica* (PERAGALLO and PERAGALLO l.c., Pl. 7, fig. 15), (✱): *Amphipleura rutilans* (HUSTEDT 1937, fig. 1093-a, -b), (▽): *A. rutilans* var. *obtusa* (HUSTEDT l.c., fig. 1093-c, -d), (÷): *A. rutilans* (ALEEM 1949, fig. 1-A, -B), (I): *A. rutilans* var. *obtusa* (ALEEM l.c., fig. 1-C) and (✱): *B. rutilans* (COX 1975, fig. 8). The area surrounded by solid lines shows the correlation of *B. obtusa* in this study and the area surrounded by dotted lines shows that of *B. rutilans* from Japan (MIZUNO 1977).

HEURCK (1880-81), the ratio values of *B. dillwynii* (AG.) GRUN. (Pl. 16, fig. 15) (= *B. rutilans* by COX, 1975) are distributed in the extent of that of *B. rutilans* from Japan (Fig. 8). From the above descriptions and observations, some differences are recognizable between *B. obtusa* and *B. rutilans* in valve width and the ratio value of the distance between the central raphe endings to the valve length in the same class of the valve length (Table 1).

The author measured the ratio values of the distance between the central raphe endings to the valve length from the figures drawn by some workers and those are shown in Fig. 8. As shown in Fig. 8, those of *Berkeleya rutilans* (PERAGALLO and PERAGALLO 1897, Pl. 7, fig. 11), *B. rutilans* var. *obtusa* (PERAGALLO and PERAGALLO 1897, Pl. 7, fig. 16), *B. rutilans* var. *adriatica* (PERAGALLO and PERAGALLO 1897, Pl. 7, fig. 15) and *Amphipleura rutilans* (ALEEM 1949, fig. 1A, B) are distributed in the same range or in the extent of that of *B. obtusa* from Japan. On the other hand, the ratio values of *B. obtusa* var. *adriatica*\* (VAN HEURCK 1880-81, Pl. 16, figs. 17, 18), *B. rutilans* var. *adriatica* (PERAGALLO and PERAGALLO 1897, Pl. 7, fig. 14), *B. rutilans* (COX 1975, fig. 8), *A. rutilans* (HUSTEDT 1937, fig. 1093-a, -b) and *A. rutilans* var. *obtusa* (HUSTEDT 1937, fig. 1093-c, -d; ALEEM 1949, fig. 1-C) are distributed in the same range or in the extent of that of *B. rutilans* from Japan.

CLEVE (1894) treated *B. obtusa* as a synonym of *Amphipleura rutilans* because of the similar values of the valve dimension and the relative fork length to the valve length. Subsequent workers have not given careful consideration to the correlation between the valve length and the distance between the central raphe endings. Moreover, GRUNOW (1880) reported in the description of the section *Monema* that valve shape varied from narrowly elliptical to

\* GRUNOW (1880) used the specific epithet *rutilans*. On the other hand, the specific epithet *obtusa* was used in Synopsis des diatomées de Belgique (VAN HEURCK 1880-81). The specific epithet *obtusa* is adopted in this study.

lanceolate with decreasing valve length even in the same sample, and he suggested that the shape of valve had little importance as taxonomic criterion. However, HUSTEDT (1937) attached importance to the shape of valve for classification of variety of *A. rutilans* and treated the diatom showing lanceolate-form with obtuse ends as *A. rutilans* var. *obtusa*, and he placed *B. obtusa* as a synonym of *A. rutilans* var. *obtusa*. That is to say, it seems that *B. obtusa* and *B. rutilans* would be confused.

When CLEVE (1894) transferred the members of the genus *Berkeleya* into the genus *Amphipleura*, he ignored the tube morphology for classification and he treated *B. obtusa* as a synonym of *A. rutilans*. Subsequent workers followed CLEVE's opinion and they rarely reported the tube morphology. In SMITH's figures (1856), however, colonies of *Schizonema obtusum* (= *B. obtusa*) and *S. dillwynii* (= *B. rutilans*) are distinguished each other on the basis of feature of colony, the tube diameter and the shape of the tube apices. GRUNOW (1880) reported that the tube of *B. rutilans* (containing numerous varieties) has 10–80  $\mu\text{m}$  diameter, no dichotomous branching, and length of up to 40 cm. MIZUNO (1977) reported that the tube of *B. rutilans* from Japan has 11–183  $\mu\text{m}$  diameter, no dichotomous branching, and length of up to 5 cm. Judging from the figures and descriptions on the tube morphology, *B. obtusa* clearly differs from *B. rutilans*. The tube morphology of *B. obtusa* from Japan accorded with the figure and the descriptions given by SMITH and GRUNOW, and there was no seasonal and geographical variation. Compared with the tube morphologies of *B. obtusa* and *B. rutilans*, it is reconfirmed that there are differences between them in tube diameter, mode of branching, shape of the tube apices and texture of the tube materials (Table 1), and that the tube morphology is important for the classification of them.

In morphological and ecological comparisons between *B. obtusa* and *B. rutilans*, the former is similar to the latter in valve

length, striation density and ultrastructures of the valve, but is different in tube morphology, valve width, the ratio value of the distance between the central raphe endings to the valve length in the same class of the valve length, seasonal occurrence, growing zone and substrate. Recently, COX (1975) treated *B. obtusa* as a synonym of *B. rutilans*. From the above mentioned differences, however, it is concluded that *B. obtusa* and *B. rutilans* belong to distinct taxa at the specific level.

GRUNOW (1880) reported that the tube of *B. obtusa* var. *adriatica* has 20–50  $\mu\text{m}$  diameter, no dichotomous branching, length of up to 60 cm. From the tube morphology and the ratio value of the distance between the central raphe endings to the valve length, it seems that *B. obtusa* var. *adriatica* is a synonym of *B. rutilans*.

The author wishes to express his thanks to Prof. Y. SAKAI of Hokkaido University, for reading and commenting on the manuscript, to Prof. M. KUROGI of Hokkaido University, Prof. S. IWAKI of Fuji Women's College, and Dr. T. IORIYA of Tokyo University of Fisheries, for considerable help during the literature search and to Mr. K. SIMADA of Muroran Institute of Technology, for help in operating the scanning electron microscope.

#### References

- ALEEM, A. A. 1949. Distribution and ecology of marine littoral diatoms. *Bot. Notiser* **102**: 414–440.
- ALEEM, A. A. 1950. Distribution and ecology of British marine littoral diatoms. *Ecology* **38**: 75–106.
- CLEVE, P. T. 1894. Synopsis of the naviculoid diatoms. *K. Sv. Vet.-Akad. Handl.* **26**: 1–194.
- COX, E. J. 1975. Further studies on the genus *Berkeleya* GREV. *Br. phycol. J.* **10**: 205–217.
- GRUNOW, A. 1880. Vorläufige Bemerkungen zu einer systematischen Anordnung der *Schizonema*- und *Berkeleya*-Arten, mit Bezug auf die in VAN HEURCK's Diatomeenflora von Belgien veröffentlichten Abbildungen der



- Frusteln auf Tafel XV, XVI und XVII. Bot. Centralblatt No. 49/50, 1585-1598.
- HENDEY, N. I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms). HMSO, London.
- HUSTEDT, F. 1937. Die Kieselalgen. In RABENHORST's Kryptogamen Flora. Vol. VII. 2 Teil. p. 577-736. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- MIZUNO, M. 1977. On the tube-dwelling diatom *Berkeleya rutilans* (TRENTEPOHL) GRUN. Bull. Jap. Soc. Phycol. 25: 143-149.
- PERAGALLO, H. and PERAGALLO, M. 1897. Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. Atlas Pl. 1-24. M. J. Tempère, Grez-sur-Loing.
- SMITH, W. 1856. A synopsis of the British diatomaceae. Vol. II. J. v. Voorst, London.
- VAN HEURCK, H. 1880-81. Synopsis des diatomées de Belgique. Atlas. Pl. 1-132, privately publ., Anvers.

水野 真：北海道産 *Berkeleya obtusa* (GREV.)

GRUNOW (珪藻綱) の分類学的研究

北海道の小樽と室蘭から得られた *Berkeleya obtusa* (GREV.) GRUN. について形態的・生態的研究を行った。この種を *B. rutilans* (TRENT.) GRUN. と比較すると、殻・粘質管の構造と生態に差異がみられ、*B. obtusa* と *B. rutilans* とは異なる分類群である事を確認した。(051 室蘭市母恋南町 1-13 北海道大学理学部附属海藻研究施設)

吉田忠生：ワカメヤドリミドロ (新称) の分布と宿主 Tadao YOSHIDA: Distribution of *Streblonema aecidioides* around Japan and its host

秋山 (1977) は東北地方の養殖ワカメの「やどりみどろ病」を報告した。この病害はワカメ葉体の処々に暗褐色の円形の斑ができるもので、この斑紋はふつう直径 10 mm 以下であるが、時に 15~20 mm となって中心部のワカメ葉体組織が抜け落ちて孔があくこともあるので、ワカメの商品価値を低下させる。その後 YOSHIDA and AKIYAMA (1979) はこれがワカメヤドリミドロ (新称) *Streblonema aecidioides* (ROSEN- VINGE) FOSLIE の寄生によって引き起されていることを示した。この時はこの種が福島県以北のみに分布すると述べた。この種の原因地がグリーンランドで宿

主が *Laminaria groenlandica* であることから、比較的北方性の種であると考えていた。各地で注意していると、福島県よりも南の地域でも、ワカメの古くなった個体には、しばしばこの種の寄生が見られることがわかった。また宿主もワカメだけでなく、同属のヒロメも宿主となっている。これまでに確認した産地を挙げると、北海道ノサップ岬 (スジメ); 岩手県大船渡 (ワカメ); 宮城県江ノ島および松島湾 (ワカメ); 福島県いわき市 (ワカメ); 三重県御座 (ワカメ, ヒロメ); 高知県須崎 (ヒロメ); 長崎県野母崎 (ワカメ); 山口県青海島 (ワカメ); 北海道忍路 (ワカメ, スジメ) である。これを図示すると Fig. 1 のようになり、殆んど日本全域に広く分布すると思われる。宿主の範囲もヨーロッパでの *Laminaria groenlandica*, *L. longicruris*, *L. saccharina*, *L. digitata*, アメリカにおける *Hedophyllum sessile* と異なり、日本ではスジメ *Costaria costata*, ワカメ *Undaria pinnatifida*, ヒロメ *Undaria undarioides* で寄生を確認した。ホンメコンブやアントクメでは見られなかった。

スジメでは本種の寄生によって顕著な病斑を作ることはない。ワカメ、ヒロメの自生の葉体では末端部近くに円形の斑として寄生が認められる。しかし養殖ワカメの葉体にみられる様なはっきりした暗褐色斑となったり、その部分が崩壊して孔があいたりすることはまだ見ていない。この様な差がどうして生ずるのか興味あるところである。(060 札幌市北区北 10 条西 8 丁目 北海道大学理学部植物学教室)

引用文献

- 秋山和夫 1977. ワカメの「やどりみどろ病」(予報). 東北水研研究報告 (37): 39-40.  
YOSHIDA, T. and AKIYAMA, K. 1979. *Streblonema* (Phaeophyceae) infection in the frond of cultivated *Undaria* (Phaeophyceae). Proc. Intl. Seaweed Symp. 9: 219-223.

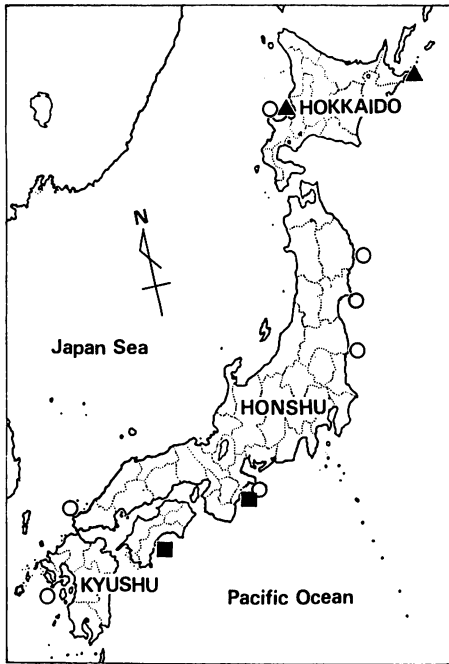


Fig. 1. Distribution of *Streblonema aecidioides* in Japan. Host species are shown by different symbols:  $\blacktriangle$  *Costaria costata*,  $\circ$  *Undaria pinnatifida*, and  $\blacksquare$  *U. undarioides*.

**Electron microscope observations on *Pseudodichotomosiphon constrictus* with special reference to the systematic position of the genus<sup>1)</sup>**

Terumitsu HORI, Takaaki KOBARA  
and Mitsuo CHIHARA

HORI, T., KOBARA, T. and CHIHARA, M. 1979. Electron microscope observations on *Pseudodichotomosiphon constrictus* with special reference to the systematic position of the genus. Jap. J. Phycol. 27: 183-191.

The chloroplasts in the multinucleate, vegetative cell of *Pseudodichotomosiphon constrictus* has the following three ultrastructural characteristics which are thought to be useful for elucidating the systematic position of this alga; 1) three-thylakoid bands, 2) no reduction of thylakoid number per band in the pyrenoid matrix, 3) presence of superimposed layer of chloroplast endoplasmic reticulum. On the basis of these characters in addition to its gross morphology, *P. constrictus* is considered as a member of the Xanthophyceae.

*Terumitsu Hori, Takaaki Kobara and Mitsuo Chihara, Institute of Biological Sciences, The University of Tsukuba, Sakura-mura, Ibaraki-ken, 300-31 Japan.*

*Pseudodichotomosiphon*, a monotypic genus of siphonous algae, with the type species, *P. constrictus* (called as *P. constricta*), was established by YAMADA (1934) on the basis of specimens collected in Okinawa. This species was originally described by the same author (1932) as a member of the genus *Vaucheria*. Main characters used by YAMADA (1934) for separating it from *Vaucheria* are: 1) the presence of constrictions in places of the frond, 2) the possession of a rhizoidal part at the base, and 3) dichotomous ramification. However, the systematic position of the genus has been problematical. In agreement with YAMADA (1934) many taxonomists have placed the genus in the Codiales (sensu lato) of the Chlorophyceae (OKAMURA 1936, TSENG 1936, FRITSCH 1935, FOTT 1971, HIROSE 1972), whereas others had doubts about YAMADA's treatment and placed it in the Vaucheriaceae of the Xanthophyceae (LUTHER 1953, SEGAWA 1956, SEGAWA and KAMURA 1960,

YAMAGISHI 1964). Nevertheless, no one has obtained the critical information needed to determine the systematic affinity of this genus.

The present paper constitutes the first of a series of the studies on *Pseudodichotomosiphon constrictus* and presents the result of our investigation on vegetative cell ultrastructure, together with some remarks regarding its systematic position.

### Materials and Methods

Specimens used in the present study were originally collected by one of us (TK) at Minami-hama, Okinawa, in March, 1978, (Fig. 1) and were maintained in PROVASOLI's enriched seawater (prepared according to McLACHLAN 1973) at 20°C, 14-10 h photoperiod, using cool-white fluorescent illumination (ca. 2500-3000 lux).

Vegetative axes were fixed at room temperature for 4 hours in 4% glutaraldehyde

1) This work was partly supported by Grant-in-Aid for Scientific Research (#248015, to T.H.) from the Ministry of Education.

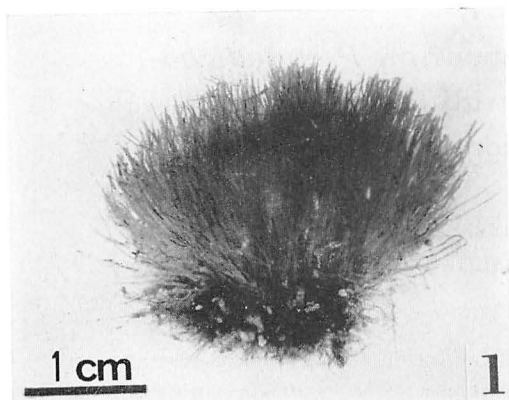


Fig. 1. *Pseudodichotomosiphon constrictus* from Okinawa.

in 0.1 M phosphate buffer at pH 7.0 containing 0.27 M sucrose. Following fixation in glutaraldehyde, the sucrose was gradually decreased by one-third step reductions in successive changes of the buffer (at least 30 minutes for each step). Postfixation was carried out using 2% osmium tetroxide in the same buffer for 5 hours. Details for dehydration processes and embedding procedure in the resin was previously described (HORI and ENOMOTO 1978).

Thin sections were made by LKB ultratome III, using glass knives and stained with REYNOLDS' lead citrate for 12 minutes (REYNOLDS 1963), and viewed in an Hitachi HU-12A electron microscope.

## Results

Longitudinal section of the siphonous, multinucleate vegetative thallus shows the cell organization in *P. constrictus* (Fig. 2). The nuclei, scattered throughout the cell, are ovoid or circular in profile, measuring 1.5–2.5  $\mu\text{m}$  in diameter, with a nucleolus composed of granular aggregates (Fig. 8). Chloroplasts are either rod-shaped or elliptical in profile both in thin longitudinal section (Fig. 2) and the light microscope (Fig. 3). In cross section, generally the chloroplasts look like the spatula (Figs. 4, 10). The enlarged pyrenoid portion contains a finely granular matrix which is in low density and has 7–8 lamellar bands each

consisting of three thylakoids (Figs. 2, 4, 5, 10). This end of the chloroplast is usually directed toward the central vacuole (Fig. 4). The distance between the chloroplast envelope and the outermost layer of a thylakoid band in the pyrenoid region is up to 50 nm, whereas that between two adjacent bands ranges between 200 to 300 nm. These bands converge at the proximal end of the pyrenoid matrix immediately beneath the chloroplast envelope; the tips of the thylakoids meet there and adhere tightly with one another, but do not attach directly to the chloroplast envelope (Fig. 5, arrow). Two or three bands terminate within the pyrenoid matrix (Figs. 5, 10). In some cases two bands cohere for a short distance in the pyrenoid matrix. The thylakoid bands in the pyrenoid region are continuous with those of chloroplast proper and extend in parallel configuration through the entire length of a chloroplast (Figs. 4, 10). In the chloroplast proper, however, there are usually two more bands than in the pyrenoid matrix (Figs. 4, 10). The interband space in the chloroplast proper is narrower (20–60 nm) than in the pyrenoid region. Interthylakoid spaces in a band are very uniform throughout the entire length of a chloroplast (Fig. 6). The switching of thylakoids from one band to another and the fusion of two bands for a short distance are the features seen often in the chloroplast proper.

Thylakoid bands become indistinct near the distal region of chloroplast. Although the ultrastructural details have not been clearly determined yet, it is seen from Figs. 4, 6 and 10 that thylakoid membranes abruptly disappear in profile near the very distal region of the chloroplast. However, it is not true in another section; in Fig. 7, the thylakoid bands are clearly seen even at the very distal part while they are indistinct in the proximal region. On the basis of this evidence we presume that thylakoid membranes might shift their orientation by approximately 90°.

Osmiophilic granules are situated between thylakoid bands throughout the chlo-

roplast (Figs. 2, 4, 10), but usually at or near the transition zone from the pyrenoid area to the chloroplast proper (Figs. 4, 10). In some cases, they are also found in the central part or near the distal margin of pyrenoid. Any other kind of synthetic products was not found in the chloroplasts.

The chloroplast envelope is composed of two membranes (Figs. 5, 10). The chloroplast is always surrounded with a superimposed layer of endoplasmic reticulum (chloroplast-ER) (Figs. 5, 10). In the space between the Ch-ER and the chloroplast envelope along the pyrenoid region, there is a third membranaceous element which is ER-like structure. The ground substance and the membrane of this structure seem very similar in electron density to their surrounding material, so that it is not easy to identify the profile of this structure from the membranes of Ch-ER and chloroplast envelope (Figs. 5, 10). Direct association of this cisterna with Ch-ER or the outer membrane of the chloroplast envelope was not detected. The outer membrane of Ch-ER is, as seen in Figs. 8, 9, the extension of the outer nuclear membrane. One to several connecting points (Fig. 9) often occur between a nucleus and chloroplast because of fusion between the Ch-ER and nuclear envelope. Intermembrane space of the chloroplast envelope is very regular over the entire chloroplast surface and it is narrower than that of Ch-ER or that of thylakoid. Ch-ER is closely bordered to the chloroplast envelope around the chloroplast proper (Figs. 6, 10), but is separated by a space from the envelope around the pyrenoid (Fig. 10).

## Discussion

Recent studies on algal taxa from the viewpoints of ultrastructure as well as biochemistry of photosynthetic pigments have shown great similarities. Indeed, it is possible to determine the organisms' systematic position at high taxonomic ranks, such as division (phylum) or class, if we refer exclusively to such informa-

tion (cf. MASSALSKI and LEEDALE 1969, HIBBERD and LEEDALE 1971, HIBBERD 1976, EDWARD 1976). In the following discussion, we will compare several ultrastructural features of *Pseudodichotomosiphon constrictus* with those of certain related taxa.

The present study has revealed at least the following three features on the chloroplast structure to be useful for elucidating the systematic position of *P. constrictus*; 1) the chloroplast has typical three-thylakoid bands, 2) no reduction of thylakoid number occurs in pyrenoid region relative to the chloroplast proper, and 3) the chloroplast is encircled by the extension of the outer nuclear membrane. These characteristics of the chloroplast would reveal that *P. constrictus* has some characters shared with the Xanthophyceae and Chrysophyceae, all belonging to the Chromophyta. Of these two classes, the latter is not known to accommodate such a taxon as having multinucleate and siphonous algae, such as *Vaucheria*.

The present study also reveals further differences between *P. constrictus* and most members of the Xanthophyceae, though they are not major.

The profile of a chloroplast in this alga is prominent in its peculiar morphology. As far as we know, such a shape of chloroplast has not been observed in any Xanthophycean algae.

Peripheral thylakoid has often been received as characteristic feature of the Xanthophyceae (e.g. DODGE 1973). Indeed, it has been found in most of the species ever having been examined in the Xanthophyceae, including certain species of *Vaucheria* (DESCOMPS 1963 b, OTT and BROWN 1974, MARCHANT 1972) and *Tribonema* (LEFORT 1962, FALK and KLEINIG 1968), *Botrydium granulatum* (FALK 1967) and *Mischococcus sphaerocephalus* (HIBBERD and LEEDALE 1971). However, there are two species known to have no such a thylakoid in this class: *Bumilleria sicula* (MASSALSKI and LEEDALE 1969) and *Bumilleriopsis filiformis* (HIBBERD and LEEDALE 1971). The present alga also lacks a peripheral thylakoid in the chloro-

plasts. This is the third record of a chloroplast without peripheral thylakoid known thus far in the xanthophycean algae.

The pyrenoids of *P. constrictus* are traversed by parallel three-thylakoid bands. This feature is in disagreement with that of *Vaucheria*. In *Vaucheria*, the thylakoid bands are not in parallel, but irregularly traversing through within the pyrenoid matrix (DESCOMPS 1963 a, b), or pyrenoid is a projecting type free of thylakoid (MARCHANT 1971).

Taking into consideration the similarities of gross morphology and essential features of cell components, it would be more natural to place *Pseudodichotomosiphon constrictus* in the Xanthophyceae of the Chromophyta, treating the genus as the autonomous taxon and classifying it next to the genus *Vaucheria*. This conclusion is also supported by our another work on the pigment analysis of *P. constrictus* (YOKOHAMA *et al.* in prep.), which will be described in the separating paper.

We wish to express our thanks to Dr. John A. WEST, University of California, Berkeley, for his invaluable criticism and reading the manuscript and Department of Biology, Toho University, Narashino, for the use of electron microscope.

## References

- DESCOMPS, S. 1963 a. Contribution à l'étude infrastructurale des *Vaucheries* (Xanthophycées, Chromophytes). C. R. Acad. Sc. Paris **256**: 1333-1335.
- DESCOMPS, S. 1963 b. Observations sur l'infrastructure de l'enveloppe des chloroplastes de *Vaucheria* (Xanthophycées). C. R. Acad. Sc. Paris **257**: 727-729.
- DODGE, J. D. 1973. The fine structure of algal cells. Academic Press, London & New York.
- EDWARDS, P. 1976. A classification of plants into higher taxa based on cytological and biochemical criteria. Taxon **25**: 529-542.
- FALK, H. 1967. Zum Feinbau von *Botrydium granulatum* GREV. (Xanthophyceae). Arch. Mikrobiol. **58**: 212-227.
- FALK, H. and KLEINIG, H. 1968. Feinbau und Carotinoide von *Tribonema* (Xanthophyceae). Arch. Mikrobiol. **61**: 347-362.
- FOTT, B. 1971. Algenkunde. Gustav Fischer, Stuttgart.
- FRITSCH, F. E. 1935. The structure and reproduction of the algae. Vol. 1, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- HIBBERD, D. J. 1976. The ultrastructure and taxonomy of the Chrysophyceae and Prymnesiophyceae (Haptophyceae): a survey with some new observations on the ultrastructure of the Chrysophyceae. Bot. J. Linn. Soc. **72**: 55-80.
- HIBBERD, D. J. and LEEDALE, G. F. 1971. Cytology and ultrastructure of the Xanthophyceae. II. The zoospore and vegetative cell of coccoid forms, with special reference to *Ophiocytium majus* NAEGELI. Br. phycol. J. **6**: 1-23.
- HIROSE, H. 1972. General phycology. Uchida Rokakuho, Tokyo.
- HORI, T. and ENOMOTO, S. 1978. Electron microscope observations on the nuclear division in *Valonia ventricosa* (Chlorophyceae, Siphonocladales). Phycologia **17**: 133-142.
- LEFORT, M. 1962. Contribution à l'étude infra-microscopique du *Tribonema aequale* (PASCHE). C. R. Acad. Sc. Paris **254**: 3022-3024.
- LUTHER, H. 1953. *Vaucheria scheleicheri* DE WILD. neu für Nordeuropa. Mem. Soc. Fauna Flora Fennica **28**: 32-40.
- MARCHANT, H. J. 1972. Pyrenoids of *Vaucheria woroniniana* HEERING. Br. phycol. J. **7**: 81-84.
- MASSALSKI, A. and LEEDALE, G. F. 1969. Cytology and ultrastructure of the Xanthophyceae. I. Comparative morphology of the zoospores of *Bumilleria sicula* BORZI and *Tribonema vulgare* PASCHER. Br. phycol. J. **4**: 159-180.
- MCLACHLAN, J. 1973. Growth media—marine. In J. STEIN (ed.) Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- OKAMURA, K. 1936. Nippon Kaiso-shi. Uchida Rokakuho, Tokyo.
- OTT, D. W. and BROWN, Jr. R. M. 1974. Developmental cytology of the genus *Vaucheria* II. Sporogenesis in *V. fontinalis* (L.) CHRI-

- STENSEN. Br. phycol. J. 9: 333-351.
- REYNOLDS, E. S. 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. J. Cell Biol. 17: 208-212.
- SEGAWA, S. 1956. Colored illustrations of the seaweeds of Japan. Hoiku-sha, Osaka.
- SEGAWA, S. and KAMURA, S. 1960. Marine flora of Ryukyu Islands. Extent. Serv., Univ. Ryukyus.
- TSENG, C. K. 1936. Studies of the marine Chlorophyceae from Hainan. Amoy Mar. Biol. Bull. 1: 129-200.
- YAMADA, Y. 1932. Note on some Japanese algae III. J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. 5. 1: 109-123.
- YAMADA, Y. 1934. The marine Chlorophyceae from Ryukyu. J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. 5. 3: 33-88.
- YAMAGISHI, T. 1964. Observation on some siphonous algae collected from Okinawa. J. Jap. Bot. 39: 82-90.
- YOKOHAMA, Y., KOBARA, T. and CHIHARA, M. (in prep.) Plastid pigments of *Pseudodichotomosiphon constrictus* with special reference to the systematic position of the genus.

堀 輝三・高原隆明・千原光雄：クビレミドロの微細構造と  
分類上の位置について

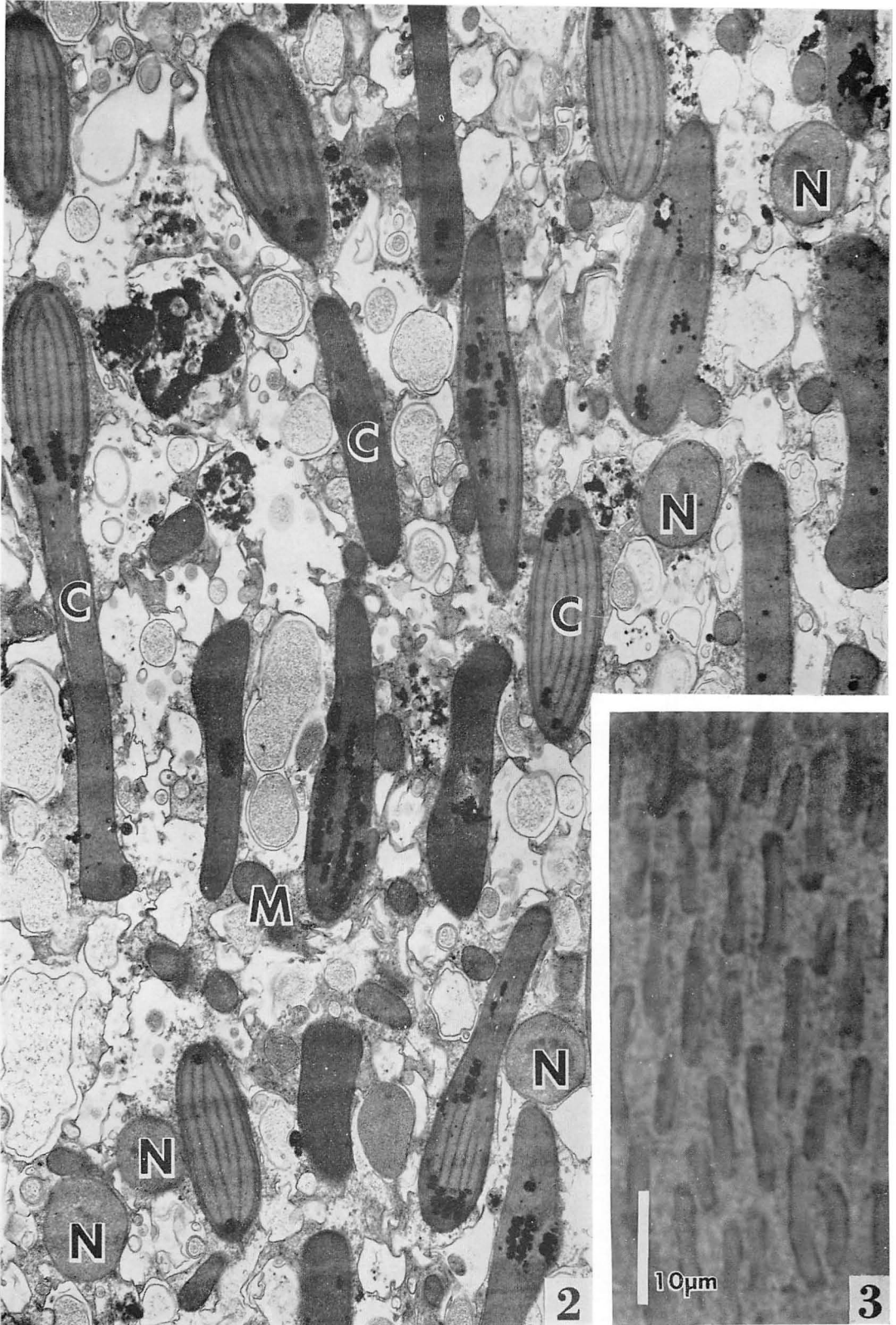
本研究によって、クビレミドロ (*Pseudodichotomosiphon constrictus*) の葉緑体が、1) 3枚のチラコイドよりなるバンドをもつ、2) ピレノイド域内において1バンド当りのチラコイド数は減少しない、3) 葉緑体-ERを有する、等の微細構造的特徴を示すことが明らかになった。これらの特徴は黄緑藻で知られたそれと基本的に一致する。(300-31 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1, 筑波大学生物科学系)

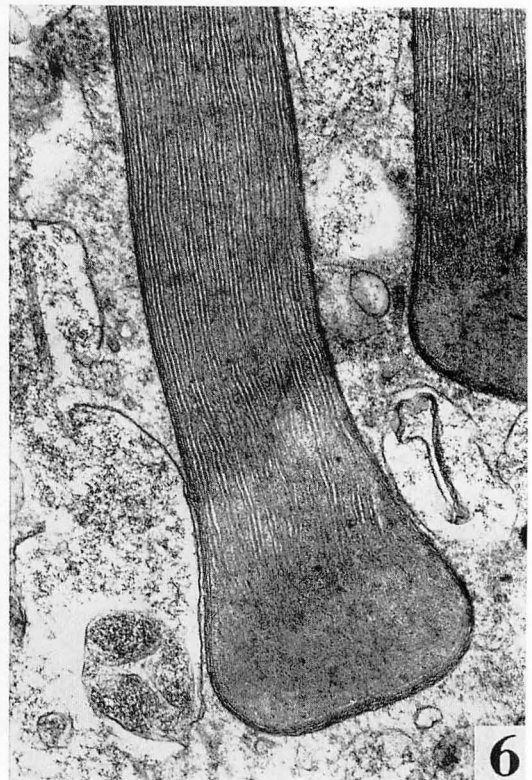
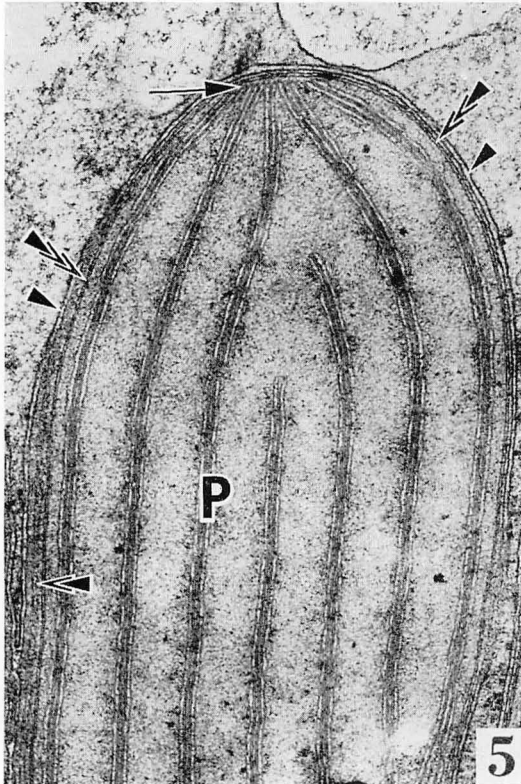
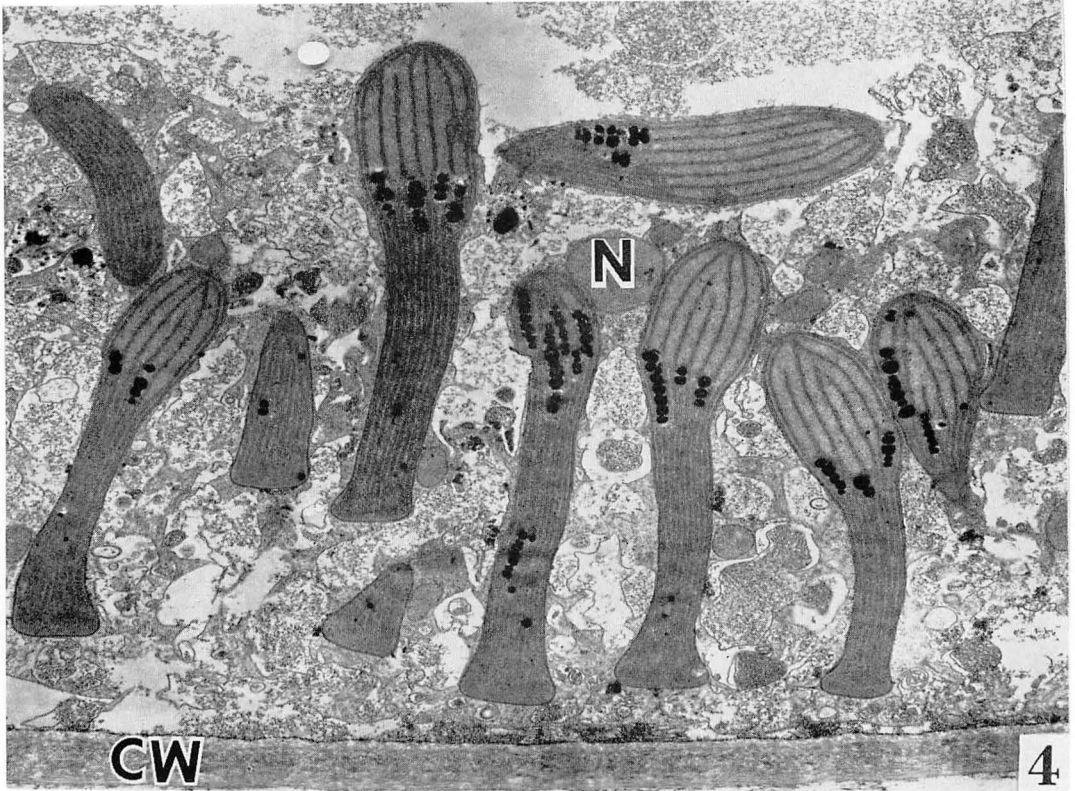
- Fig. 2. Longitudinal section of the siphonous frond showing cell organization.  $\times 7000$ .
- Fig. 3. Light micrograph of chloroplast viewed from frond surface.
- Fig. 4. Cross section of the frond showing peculiar profiles of chloroplasts. The proximal portion of chloroplast with a bulging pyrenoid is directed toward the central vacuole and the distal, grip-end like portion are against the cell wall. In chloroplasts many spherical granules with high electron density are prominent at or near the distal region of the pyrenoid matrix and in the chloroplast proper.  $\times 7100$ .
- Fig. 5. Proximal portion of pyrenoid showing that convergence of thylakoid-bands in a row at a most proximal point of chloroplast (arrow). Seven bands, each consisting of three thylakoids, are separated by a certain distance all over the band, and two of which terminate before reaching a proximal point. Outside the double membraned chloroplast envelope (triple arrowhead) is a superimposed chloroplast-ER (single arrowhead), and in the place between them tubular elements are present (double arrowhead).  $\times 32500$ .
- Fig. 6. Part of distal portion of chloroplast through which eight or nine three-thylakoid bands run. In the more distal end thylakoid bands become indistinct probably because of shift of thylakoid orientation.  $\times 26500$ .
- Fig. 7. In contrast to Fig. 6 the individuality of thylakoid membranes is clearly seen at the most distal end, but those at the proximal portion are indistinct.  $\times 36300$ .
- Fig. 8. Outer membrane of the nuclear envelope is continuous with that of Ch-ER (arrow).  $\times 23000$ .

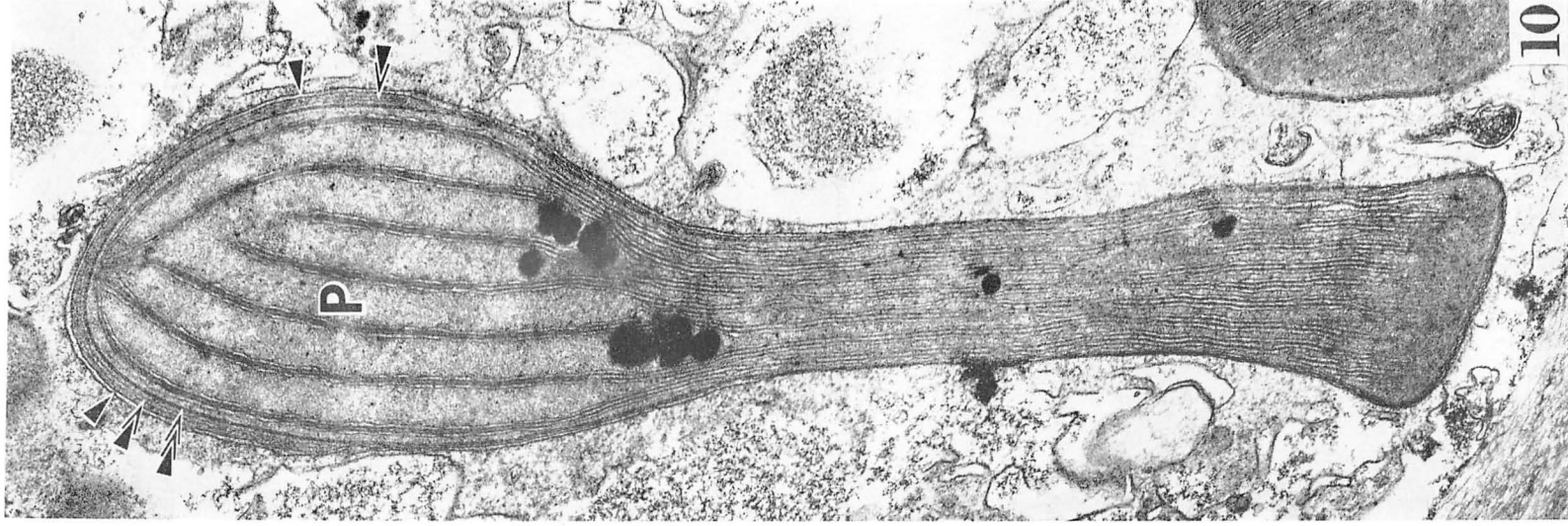
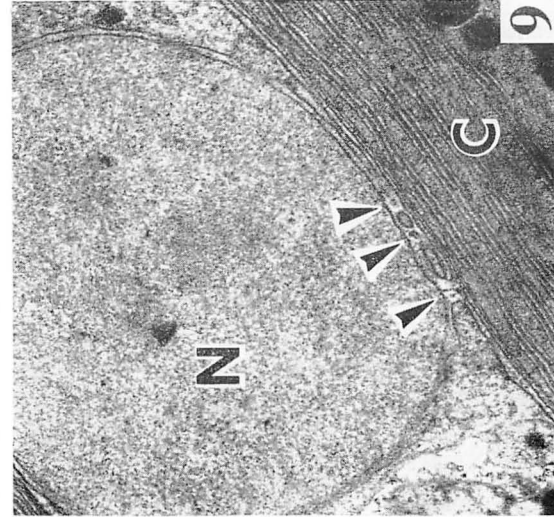
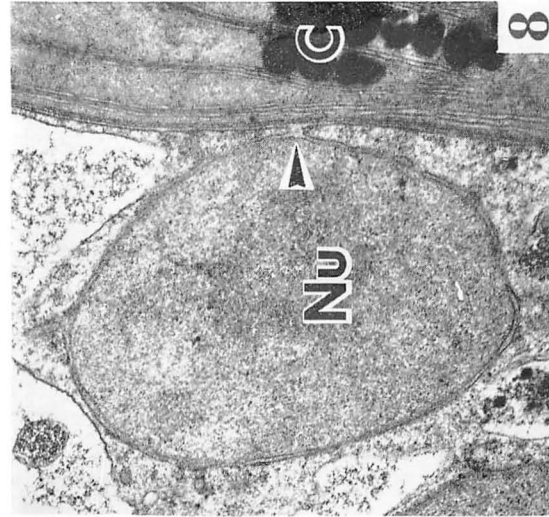
- Fig. 9. Several connecting points between the chloroplast envelope and Ch-ER (arrows) and localized patches containing cytoplasm are seen.  $\times 32700$ .
- Fig. 10. Cross section of a chloroplast. A superimposed Ch-ER (single arrowhead) completely surrounds the chloroplast envelope (triple arrowhead) and between them a tubular-like elements (double arrowhead) lies, especially around the pyrenoid area. Around the chloroplast proper, Ch-ER is tightly adressed to the chloroplast envelope.  $\times 23900$ .

Abbreviations; C, chloroplast; CW, cell wall; M, mitochondrion; N, nucleus; Nu, nucleolus; P, pyrenoid.









.....  
**新 刊 紹 介**  
 .....

MACKEY, B. E. and TAYLOR, A. R.: *Chondrus crispus and carrageenan, a bibliography (1972-1978)*. Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science Vol. 29, Part 3. pp. 237-312. 1979.

大西洋における重要な有用海藻である *Chondrus crispus* については、その生物学的な面だけでなく、それから抽出された carrageenan について化学・薬学・医学領域での研究も広汎に進められている。*Chondrus* の生物学・生化学的な面に関しては、既に HARVEY, M. J. and MCLACHLAN, J. の編集による *Chondrus crispus* という題のシンポジウム記録が Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science, volume 27, supplement として 1973 年に出版されている (藻類 21 巻 114 頁参照)。この出版物の中に Evelyn M. CAMPBELL の編集によって Bibliography of *Chondrus crispus* STACKHOUSE という題の文献集が含められており、その時までの生物学・化学関係の論文が集められている。その後 1978 年までに発表された関係論文を集録した文献集が上記のものである。今回はその収録範囲を拡げて、薬学・医学まで実に広範囲の論文をリストしてある。日本の雑誌も「藻類」は勿論のこと「応用薬理」、「日本農芸化学会誌」、「食品衛生学雑誌」といった雑誌の日本語論文も含まれていることからその範囲がうかがえよう。76 頁で約 1,500 のタイトルが載せられてあって、各方面の研究者に参考となる点が多いと思われる。下記のとこに申込みば入手することができる。価格 \$15.00。 (吉田 忠生)

Nova Scotian Institute of Science, Science Library, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 4J3

KRAUSS, R. W. (ed.) **The Marine Plant Biomass of the Pacific Northwest Coast: A Potential Economic Resource**. 397 pp. Oregon State University Press. U. S. \$16.60 (incl. pstg.). 1977.

近年、欧米をはじめとして、世界各地で人類のための未利用資源として海藻が注目されてきている。そのあるものは海中または屋内での増養殖実験が盛んに実施されてきている。本書はそのような状況に応じて開催されたシンポジウムから産み出された。

内容は 21 章にわかれ、海藻増養殖および海洋学関係を主体としている。付随的に、地質・地形、海水の性質、藻体成分と応用、海洋土木工学、漁業のための海面・海底の占有 (もちろん北米太平洋岸の) の法律論の章が設けられている。

中心的に扱われている、海藻増殖と生物量の各章で比較的くわしく論述されている属は次のようである：  
*Chondrus, Eucheuma, Gracilaria, Gigartina, Iridaea, Macrocystis, Neoagardhiella*。

私自身の興味をひかれたのは、DOTY 教授による太平洋諸島での *Eucheuma* 養殖の導入の紹介であった。我国の水産植物研究者には、系統的に海藻増養殖の研究を続けている例が多いとはいえないのが残念である。伝統を發展させたいものである。

本書全体を通して、邦人の業績の引用は多く見られる。タイプライター原稿の写真製版法による印刷のためか、いくつかの図で細線が途切れて見にくいものがある。学名に限って言えば、誤綴が散見されるほかに、索引に漏れているものが少なくない。

なお、個人注文の宛先は：

Oregon State University Press, Oregon State University, 101 Waldo Hall, Corvallis, Oregon 97331, U. S. A.

郵便外為で前払い制であった。

(赤塚伊三武)

***Fragilaria pseudogailonii* sp. nov., a freshwater  
pennate diatom from Japanese river**

Hiromu KOBAYASI and Masahiko IDEI

KOBAYASI, H. and IDEI, M. 1979. *Fragilaria pseudogailonii* sp. nov., a freshwater pennate diatom from Japanese river. Jap. J. Phycol. 27 : 193-199.

A new diatom, *Fragilaria pseudogailonii* is described as new to Fragilariaceae based on the specimens collected from Chikugogawa river, Fukuoka Pref., Kyushu Island. It forms band-shaped colonies composed of 8-10, up to 20 cells. Valves are long and linear, with slightly attenuate ends, being 220-410  $\mu\text{m}$  in length and 8-10  $\mu\text{m}$  in width. Striae are parallel throughout most of the valve but slightly radiate at the ends. Striae are 7-9 in 10  $\mu\text{m}$ . Examinations with scanning electron microscope revealed that adjacent valves were united to one another by interlocking marginal spines characteristic to the genus *Fragilaria*.

*Hiromu Kobayasi and Masahiko Idei, Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Koganei-shi, Tokyo, 184 Japan.*

In the materials collected on 15th October 1977 by Dr. K. OOSHIMA of the Nihon University and Mr. T. NAGUMO of the Nippon Dental University from the middle stretch of the Chikugogawa river at Komorino-Town of Kurume-City, Fukuoka Prefecture, Kyushu Island, considerable amount of band-shaped colonies composed of long and linear cells were found. When the frustule structure of this diatom was examined by using light and electron microscopes after isolation of the colonies and cleaning of them by sulfuric acid, it became apparent that the diatom was a member of *Fragilaria* and a hitherto non-described species of the genus.

Although the genus *Fragilaria* is closely related to the genus *Synedra* and as pointed by PATRICK and REIMER (1966) these two genera may be united in future, both genera have been accepted by modern diatomists (HUSTEDT 1932, HENDEY 1964, PATRICK and REIMER 1966). Under natural conditions, species of the genus *Fragilaria* form band-shaped colonies, whereas species of the genus *Synedra* may be solitary or occur in rosette-like colonies.

The diatom, for which we proposed the name *Fragilaria pseudogailonii*, clearly forms the colonies characteristic to the genus *Fragilaria* (Figs. 4, 5). In the present paper, terminology proposed by VON STOSCH (1975) and by the working party in Kiel (ANON. 1975) was used.

#### **Materials and Methods**

Samples were collected from several localities of Chikugogawa river, Fukuoka Prefecture, 15th October 1977. Using PRINGSHEIM's pipette-washing method, solitary and colony forming diatoms were separately isolated from one of the natural scraped off materials collected from Komorino Town of Kurume City. Each of two materials was treated with sulfuric acid and potassium nitrate to remove organic matter, and then washed in distilled water. These materials were used for the light microscopical (LM) and scanning electron microscopical (SEM) observations. Likewise materials which were not treated with acid were observed with LM and SEM. The materials for LM were mounted with

pleurax. The materials for SEM were prepared by air drying on a glass coverslip and then affixed to a metal stub. They were coated with gold using Comtec CSC Sputer Coater and viewed with Nihondenshi JSM-U3 at 25 kV or Comtec CSM-501 at 30 kV.

## Results and Discussion

Colonies and a valve which were mechanically separated from a colony by means of a needle under light microscope are shown in Figs. 1-5. Most of the colonies were composed of 8-10 cells and the longest ones were composed of about twenty or up to thirty cells. However, among these colonies, solitary cells were rarely found. Therefore, these solitary cells were isolated and cleaned for the comparative study using light and scanning electron microscopes. SEM micrographs of the solitary cells are shown in Fig. 7. We could not find any differences between the valves forming colonies and the valves of solitary cells except the existence of interlocking marginal spines of the adjacent valves (Figs. 11-13).

As emphasized by HOAGLAND and ROSOWSKI (1978) main characteristics for *Fragilaria*, e.g. interlocking marginal spines, apical pore fields on the mantles of the valve ends, and labiate processes at the valve ends, were all detected in the present specimens.

Valves of *F. pseudogaillonii* were long and linear, with slightly attenuate and rounded ends, and were 220-410  $\mu\text{m}$  long and 8-10  $\mu\text{m}$  wide. A jelly pore was found at each end of the valves. Axial area was

narrow, linear and central area was not present.

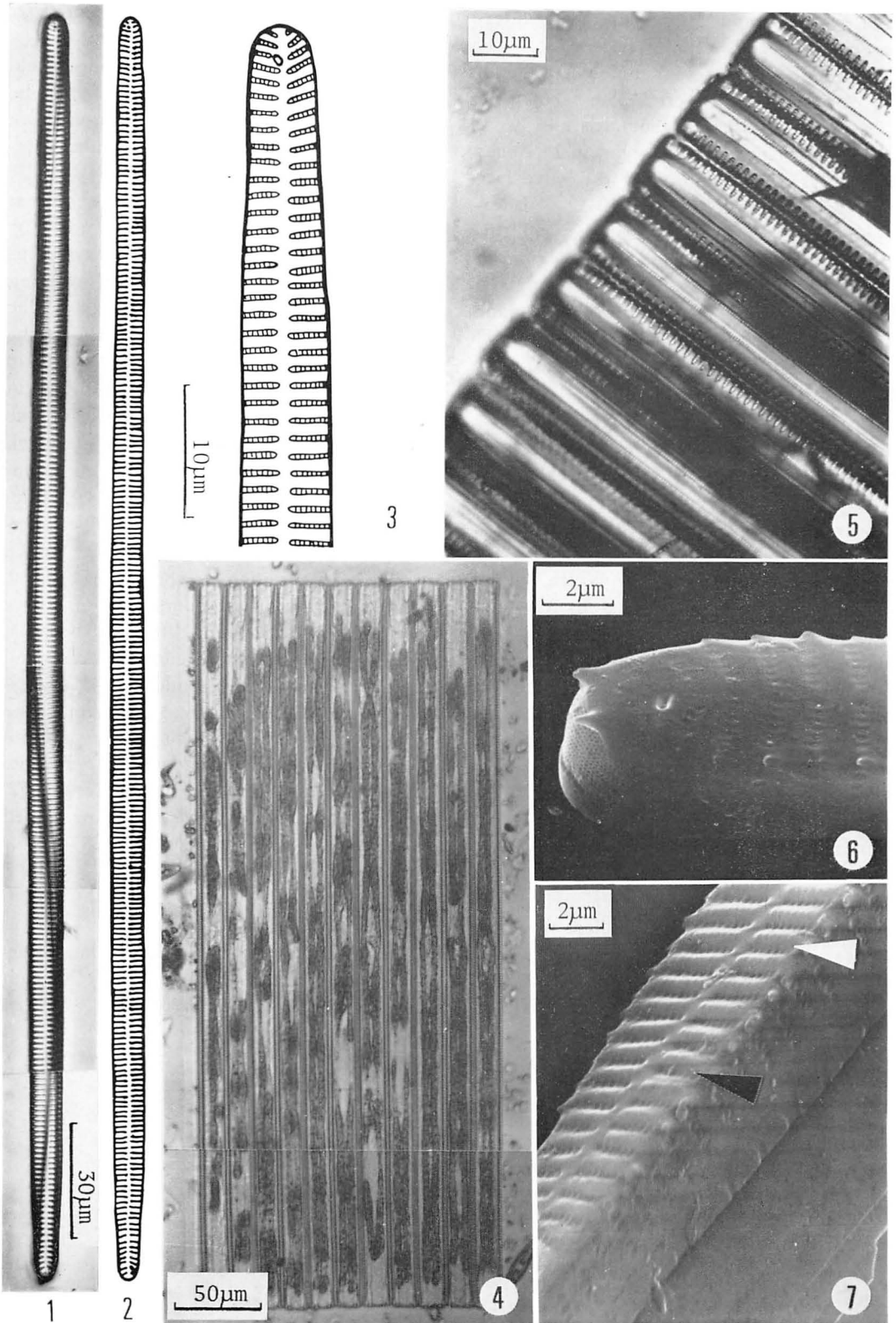
Most species of the genus *Fragilaria* have short valves. However, *F. ungeriana* GRUN. and *F. longissima* HUST. have long valves, being 62-120  $\mu\text{m}$  in length and 8-9  $\mu\text{m}$  in width in the former (DE TONI 1892), and 187-203  $\mu\text{m}$  in length and 5.5  $\mu\text{m}$  in width in the latter (measuring HUSTEDT's Figures 1913). SCHOEMAN (1973) also gives the valve dimensions of 65-135  $\mu\text{m}$  in length and 6.5-7.5  $\mu\text{m}$  in width to the South-African specimens of *F. ungeriana*. It is obvious from these descriptions that the valves of *F. ungeriana* are shorter than that of *F. pseudogaillonii* and are clearly distinguishable by its wedge-shaped valve apices and presence of the central area. On the other hand, *F. longissima* which was described from Victoria Lake by HUSTEDT (1913) is also clearly distinguished by its broad pseudoraphe (axial area), strongly attenuated valve ends, shorter valve length and denser striae.

In addition to the two *Fragilaria* species mentioned above, *Synedra gaillonii* (BORY) EHR. and *S. ulna* var. *obtusa* V. H. are quite akin to *F. pseudogaillonii* especially in their valve shapes. However, *S. gaillonii* is distinguished by its nature of living in brackish to marine water and *S. ulna* var. *obtusa* is also distinguished by its broader ends and presence of the central area.

Each stria consisted of a single row of poroid areolae and continued across the valve face and down the valve mantle (Figs. 6, 7, 13). Striae were parallel throughout most of the valve, however, they were slightly radiate near the ends (Figs. 6, 8) and the striae on both sides of the axial

Figs. 1-7. *Fragilaria pseudogaillonii* sp. nov.

1. Photomicrograph of holotype specimen. LM  $\times 600$ .
2. Figure of holotype specimen.  $\times 600$ .
3. Detail of valve end.  $\times 2000$ .
4. Band-shape colony showing two plate-like chloroplasts in a cell. LM  $\times 270$ .
5. Detail of chain showing striation and interlocking portion of girdle side. LM  $\times 1000$ .
6. Valve end in oblique view showing two terminal spines, external opening of labiate process, eroded marginal spines, striae and apical pore field on valve mantle. SEM  $\times 5600$ .
7. Valve surface showing opposite (white arrow) and alternate (black arrow) arrangement of striae. Uncleaned frustule. SEM  $\times 4200$ .



area were arranged oppositely or alternately with each other (Fig. 7).

Although the marginal spines of the end-valves were usually eroded as shown in Figs. 6, 8 and 10, adjacent frustules were united by interlocking marginal spines arising from the junction of the valve face and valve mantle (Figs. 10-13). Interlocking marginal spines similar to this diatom have been reported for *F. construens* (EHR.) GRUN. (HELMCKE & KRIEGER 1962), for *F. construens*, *F. virescens* RALFS and *F. pinnata* EHR. (GASSE 1970) and for *F. capucina* var. *mesolepta* RABH. (HOAGLAND & ROSOWSKI 1978).

Frustules forming colonies usually came apart at their girdle regions by the acid treatment (Figs. 10, 11). When mechanically separated by a needle under microscope, however, interlocking marginal spines were completely destroyed at their stalks leaving their bases (Figs. 12, 13). In nature, similar mechanical separation caused by the current action of the running water may have been easily occurred. In the case of this diatom, mechanical separation is likely the reason of the erosion of marginal spines of both end-valves of the colonies and the valves of the solitary cells. We could neither find separating cells as seen in the colony of *Melosira* nor valves without spines in the colonies of *F. pseudogaillonii* so far as observed.

On the contrary to the interlocking marginal spines of *Fragilaria*, there were no spines on the adjacent valves of *Synedra ulna* (NITZ.) EHR. observed (Fig. 14) as well as on the valves of *S. tabulata* (AG.) KUETZ.

(HASLE 1974) and for *S. ulna* (HELMCKE *et al.* 1977, OKUNO 1964).

Each apex had an apical pore field (HASLE 1974) and two spines (Fig. 6). The apical pore field was located on the valve mantle and its porelli were regularly arranged in longitudinal rows.

A single well developed labiate process appeared at both internal valve ends (Fig. 9). It had short stalk and its two lips were slightly apart. Its external opening was looked like a deep hole (Fig. 8). The labiate process is a common feature of the Fragilariaceae and as listed by HOAGLAND & ROSOWSKI (1978), it has been found in every genus examined to date. On the other hand, the genus *Semiorbis* of which transference from Fragilariaceae to Eunotiaceae was proposed by MOSS *et al.* (1978) and KOBAYASI & NAGUMO (1978) bears neither labiate process nor apical pore field.

The girdle region is shown in Fig. 10. The cingulum was composed of three bands. The first band, the valvocopula, underlapped the mantle edge. The second and third bands also underlapped successively the bands proximal to them. The girdle region of *F. pseudogaillonii* is quite similar to that of *Gomphonema parvulum* (KUETZ.) GRUN. reported by DAWSON (1972) and *F. capucina* var. *mesolepta* examined by HOAGLAND & ROSOWSKI (1978).

#### *Fragilaria pseudogaillonii* sp. nov.

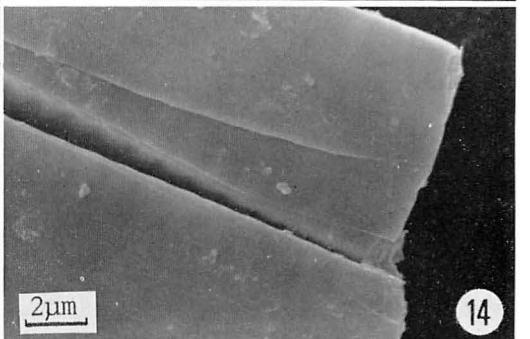
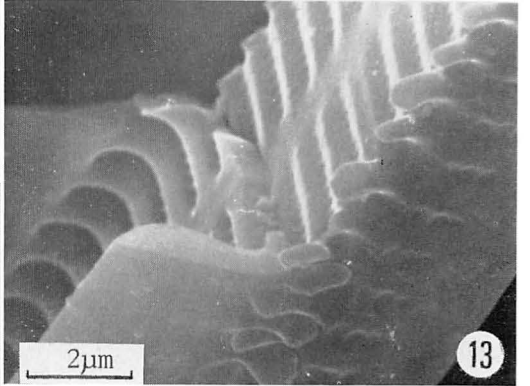
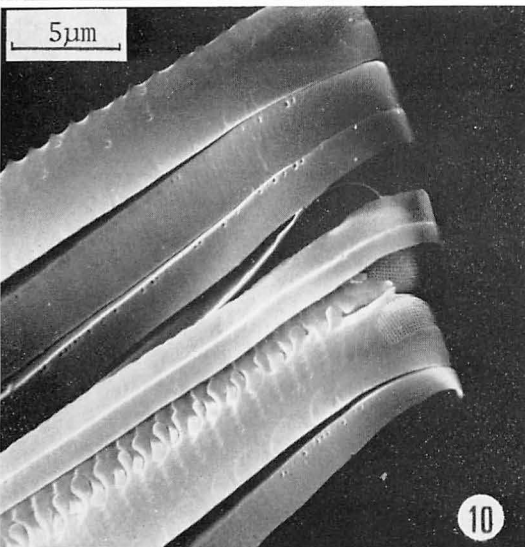
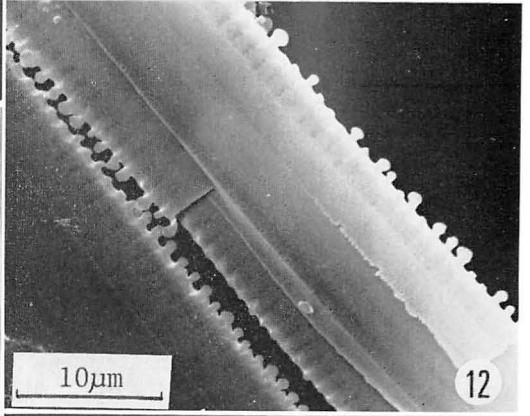
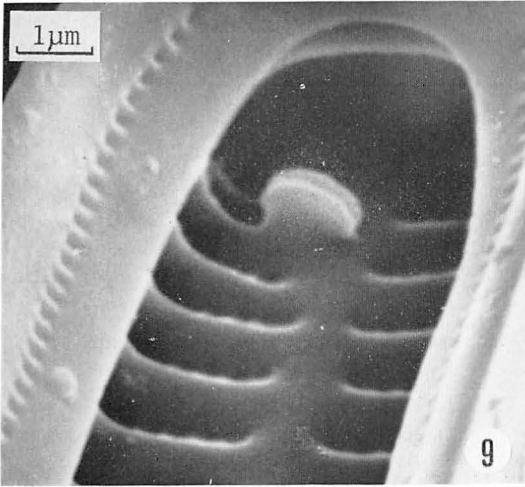
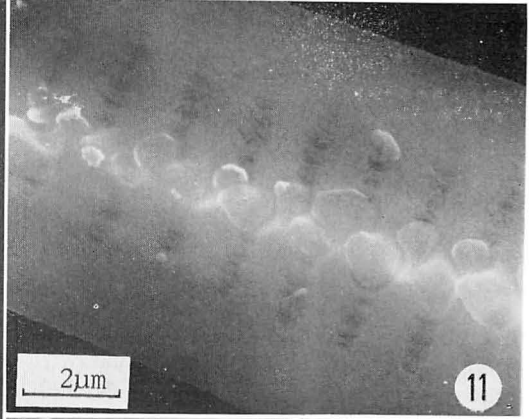
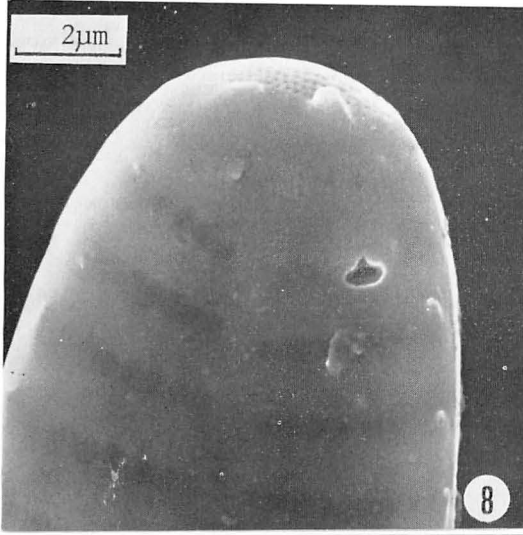
Cellulae duobus chloroplastis laminiformibus et in catenas 8-10, raro 20 cellularum conjuncta vel rarissime solitariae. Valvae

Figs. 8-13. *Fragilaria pseudogaillonii* sp. nov.

8. Valve end showing external opening of labiate process. SEM  $\times 7000$ .
9. Internal valve end showing labiate process with two lips. SEM  $\times 10000$ .
10. Frustule end in oblique view showing valvocopula and two pleurae. SEM  $\times 2800$ .
11. Interlocking marginal spines of adjacent valves. SEM  $\times 6300$ .
12. Mechanically divided interlocking portion showing disappeared spatulated spine heads. SEM  $\times 1900$ .
13. Interlocking marginal spines arising from junction of valve face and mantle, connection of adjacent valves and inner furrows of striae continuing from valve face to valve mantle. SEM  $\times 7000$ .

Fig. 14. *Synedra ulna* (NITZ.) EHR. Uncleaned frustules without marginal spines. SEM  $\times 4200$ .





lineare, apicibus leviter attenuatis et rotundatis, 220–410  $\mu\text{m}$  longae, 8–10  $\mu\text{m}$  latae, poris gelatino distincto in quoque apice. Area axialis angusta et linearis sine area centrali. Striae transapicales penitus paralleles, leviter radiantes ad apices versus, 7–9 in 10  $\mu\text{m}$ , distincte punctatae, 24–28 in 10  $\mu\text{m}$ .

Cells with two plate-like chloroplasts and connected in chains of 8–10, rarely 20 cells or very rarely solitary. Valves linear with slightly attenuated and rounded ends, 220–410  $\mu\text{m}$  long, 8–10  $\mu\text{m}$  wide, and with one distinct jelly pore (labiate process) at each end of the valves. Axial area narrow, linear, without central area. Transapical striae parallel throughout most of the valve, near the ends slightly radiate, 7–9 in 10  $\mu\text{m}$ , distinctly punctate, 24–28 in 10  $\mu\text{m}$ .

Holotype: H. K. T-71 in coll. H. KOBAYASI

Iconotype: Figs. 1–3, photomicrograph and figures of the holotype specimen.

Type locality Chikugogawa river at Komorino-Town, Kurume City, Fukuoka-Prefecture, Kyushu-Island.

### Acknowledgements

We should like to express our hearty thanks to Dr. K. OOSHIMA of Nihon University and Mr. T. NAGUMO of the Nippon Dental University collected the materials from the Chikugogawa river, Kyushu Island.

### References

- Anonymous. 1975. Proposals for a standardization of diatom terminology and diagnoses. *Nova Hedwigia Beih.* 53: 323–354.
- DAWSON, P. A. 1972. Observations on the structure of some forms of *Gomphonema parvulum* KUETZ. 1. *Br. phycol. J.* 7: 255–271.
- DE TONI, G. B. 1892. *Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum* vol. 2. Bacillarieae sect. 2. Pseudoraphideae. *Typis Seminarii, Patavii.*
- GASSE, F. 1970. Ultrastructure et organisation coloniale de la diatomée *Fragilaria construens* (EHR.) GRUN. révélée par le microscope électronique à balayage. *C. R. Acad. Sc. Paris* 271 D: 1975–1977.
- HASLE, G. R. 1974. The mucilage pore of pennate diatoms. *Nova Hedwigia Beih.* 45: 167–194.
- HELMCKE, J. -G. & KRIEGER, W. 1962. Diatomeenschalen im elektronenmikroskopischen Bild. part 2. *pl.* 141. J. Cramer, Weinheim.
- HELMCKE, J.-G., KRIEGER, W. & GERLOFF, J. 1977. Diatomeenschalen im elektronenmikroskopischen Bild. part 10. *pl.* 935. J. Cramer, Vaduz.
- HENDEY, N. I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal Water. part 5. Bacillariophyceae (Diatoms). London.
- HOAGLAND, K. D. & ROSOWSKI, J. R. 1978. Valve and band morphology of some freshwater diatoms. I. *Fragilaria capucina* var. *mesolepta*. *J. Phycol.* 14: 479–485.
- HUSTEDT, F. 1913. In A. SCHMIDT. Atlas der Diatomaceenkunde *pl.* 298. R. Reissland, Leipzig.
- HUSTEDT, F. 1932. Die Kieselalgen Deutschlands Österreichs und der Schweiz. In RABENHORST [ed.], *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* 7(2): 1–845. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- KOBAYASI, H. & NAGUMO, T. 1978. On the fine structure of the pennate diatom *Semiorbis hemicyclus* (EHR.) PATR. *Jap. J. Phycol.* 26: 171–175.
- MOSS, M. O., GIBBS, G. & GRAY, V. 1978. The presence of a raphe in *Semiorbis hemicyclus* (EHRENB.) R. PATR. In R. SIMONSEN [ed.], *Bacillaria* 1: 137–150. J. Cramer, Lehre
- OKUNO, H. 1964. Fossil diatoms. In HELMCKE J. -G. & KRIEGER, W. [ed.] *Diatomeenschalen im elektronenmikroskopischen Bild.* part 5. *pl.* 460, 461. J. Cramer, Weinheim.
- PATRICK, R. & REIMER, C. W. 1966. The diatoms of the United States. I. *Mongr. Acad. Nat. Sci. Philad.* no. 13. Philadelphia.
- SCHOEMAN, F. R. 1973. A systematical and ecological study of the diatom flora of

Lesotho with special reference to the water quality. V & R Printers, Pretoria.

ogy of the diatom girdle. Nova Hedwigia Beih. 53: 1-28.

VON STOSCH, H. A. 1975. An amended terminol-

小林 弘・出井雅彦：淡水産羽状目ケイソウの一新種

*Fragilaria pseudogaillonii*

福岡県筑後川から採集された標本に基づき *Fragilaria* 科の新種として, *Fragilaria pseudogaillonii* を記載した。この種は普通 8~10 細胞, 多くて 20 細胞からなる帯状群体を作る。殻は長く, 線形で, わずかに細くなった殻端をもち, 殻長 220~410  $\mu\text{m}$ , 殻幅 8~10  $\mu\text{m}$  である。条線は 10  $\mu\text{m}$  中に 7~9 本あり, 殻端近くでわずかに放射状になるほかは, ほとんど平行である。走査電顕による観察によって, 隣り合った殻は *Fragilaria* 属に特徴的な interlocking marginal spines によって互いに結合していることがわかった。(184 小金井市貫井北町 4-1-1 東京学芸大学生物学教室)

## 国 際 会 議 案 内

### ◎ 第10回国際海藻学会議 Xth International Seaweed Symposium

第10回国際海藻学会議は International Seaweed Association の主催で1980年8月11日から15日まで Sweden の Göteborg において開催されます。今回は海藻の利用に関係した藻類学、生態学、化学、工学などの分野に関する論文を中心とすることになっており、論文数が多い場合には poster form へ廻されることもあり得るということです。

論文 abstract の締切りは1980年1月31日、Registration form は4月1日となっています。2回目サーキュラー、申込用紙等は下記に連絡して下さい。

Secretariat,  
Xth International Seaweed Symposium  
University of Göteborg, Marine Botanical Institute  
Carl Skottsbergs Gata 22, S-413 19 GÖTEBORG, SWEDEN

### ◎ International Phycological Society Meeting

上記の会が1980年8月19日から22日まで Scotland の University of Glasgow で開催されます。詳細は下記へ連絡して下さい。

Dr. A. D. Boney  
Department of Botany, The University, Glasgow, G12 8QQ, Scotland

### ◎ 第13回国際植物学会議 XIII International Botanical Congress

1981年8月21日から28日までオーストラリアの Sydney で開催されるこの会議に関しては、すでに藻類 26(4): 184 に紹介されておりますが、詳しい資料を欲しい方は下記に御連絡下さい。

Dr. W. J. Cram  
13th I. B. C.  
University of Sydney, N. S. W. 2006. Australia

#### 賛 助 会 員

社団法人北海道水産資源技術開発協会 060 札幌市中央区北4西6 毎日札幌会館内  
海藻資源開発株式会社 160 東京都新宿区新宿1-29-8 財団法人公衆衛生ビル内  
協和醸酵工業株式会社農水産開発室 100 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル  
全国海苔貝類協同組合連合会 108 東京都港区高輪2-16-5  
K.K. 白寿保健科学研究所・原 昭邦 173 東京都板橋区大山東町32-17  
浜野顕微鏡商店 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 186 東京都国立市谷保1796  
山本海苔研究所 143 東京都大田区大森東5-2-12  
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 田方郡葦山町四日町227-1  
全漁連海苔藻類養殖研究センター 440 豊橋市吉田町69-6  
神協産業株式会社 742-15 熊毛郡田布施町波野962-1  
秋山 茂商店 150 東京都渋谷区神宮前1-21-9

## 紅藻エゴノリの培養における生活史と成熟条件

能登谷正浩

北海道大学水産学部水産植物学講座 (041 函館市港町3丁目1番1号)

NOTOYA, M. 1979. Life history of *Campylaeophora hypnaeoides* J. AGARDH (Ceramiaceae, Rhodophyta) in culture and environmental regulation of reproduction. Jap. J. Phycol. 27: 201-204.

The life-history of *Campylaeophora hypnaeoides* J. AGARDH has been completed in laboratory cultures starting from tetraspores of a specimen which drifted on the shore at Tachimachi-misaki, Hakodate on August 25, 1978. The cultures were incubated at 20°C with a photoperiod 12:12 LD at light intensities of 200-4,000 lux. Modified Grund medium was used for all cultures. Tetraspores gave rise to gametophytes with mature male and female reproductive organs, 250  $\mu$ m high, after 12 days growth. Mature cystocarps were discernible on 28 day-old female plants which attained a height of 1.5 mm on the 10th day after incubation, and tetraspores were liberated a few days later.

To determine the effect of environmental factors on growth and reproduction in more detail, the experiments were carried out using tetraspores and carpospores which were released from plants grown in cultures. These spores were incubated under a variety of temperatures combined with various light intensities at a photoperiod 12:12 LD for 30 days. Gametophytes derived from tetraspores attained the highest length (110.6 mm) at 20°C, 8,000 lux and tetrasporophytes resulted from carpospores attained the highest length (325.4 mm) at 20°C, 2,000 lux. Male plants became mature at 10-25°C, 500-8,000 lux and cystocarps were formed in both conditions, 20°C, 1,000-8,000 lux and 25°C, 2,000 lux. On the other hand, sporulation began at 25°C, 1,000-8,000 lux after 10 days growth and tetraspores were discharged two days later.

As a result, the life-history of the present species is concluded to consist of triphasic alternation of generations. In culture, male and female plants are morphologically similar and far smaller in length than sporophytes.

Masahiro Notoya, Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido, 041 Japan.

紅藻エゴノリ (*Campylaeophora hypnaeoides* J. AGARDH) は函館市立待岬では夏期に成熟した四分胞子体を極く普通に見ることはできるが、有性体は年間を通してほとんど見当らない。NAKAMURA (1965) は天然における有性体は四分胞子体より可成り小さく鉤状に屈曲する枝を持たないことを報告している。

筆者は立待岬で採集した四分胞子体から得られた胞子を培養したところ、生活史は2カ月以内の短期間で完結し、四分胞子体、有性体は共に長さ1~2 mmの矮小体のうちから成熟した。また培養で得られた四分胞子、果胞子についてそれらの生長および成熟におよ

ぼす照度と温度の影響について調べたところ、嚢果の形成と放出された果胞子の発芽には20°C, 2,000 luxが最適で、果胞子は25°C, 4,000 luxで速やかに生長して胞子体になり四分胞子嚢を形成し、四分胞子は20°C, 8,000 luxでよく生長して有性体になった。以下にこれらの詳細について報告する。

### 材料と方法

実験材料には1978年8月25日に函館市立待岬に打ち揚げられた四分胞子体を用いた。藻体は枯死した部分が所々に見られたが、十分成熟した四分胞子嚢を多

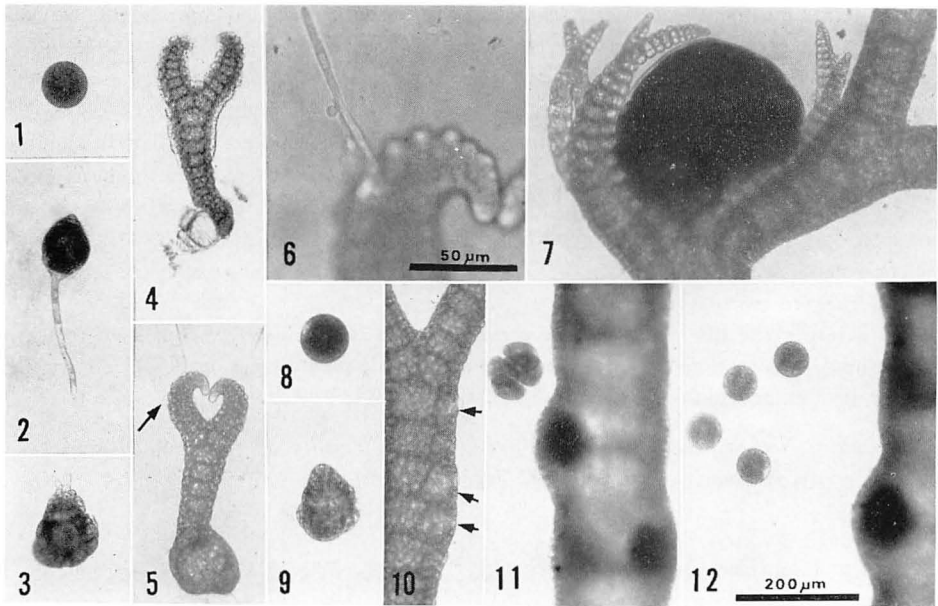
数有する小枝を選んでその一部を切りとり、実験に供した。まず藻体の表面を濾紙で軽くふいて、夾雑物を取り除き、滅菌海水中で数回洗浄した後、別に用意した滅菌海水を満したシャーレの中に入れて胞子の放出を試みた。胞子が放出されると直ちにマイクロペットで吸い取り、清浄な滅菌海水中に移した。この操作を数回繰り返して最後にスライドガラス上に付着させ、口径5 cmのシャーレにスライドガラスを一枚ずつ入れ単藻培養を行った。

培養は20°C, 2,000~4,000 lux, 1日12時間照明で行い生活史の完結をはかった。更に生長および成熟におよぼす温度、照度の影響を調べるために、培養によって得られた四分胞子、果胞子をそれぞれ5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C および 500 lux, 1,000 lux, 2,000 lux, 4,000 lux, 8,000 lux の条件を組み合わせ、1日12時間照明のもとで三洋 SHR-100 M 型恒温器を用いて実験を行った。培養液はいずれの場合も GRUND 改変培地 (MCLACHLAN 1973) を用いて10

日目毎にその全量を換水した。

### 結果と考察

天然の藻体から放出された四分胞子は直径57~70  $\mu\text{m}$ , 平均63.5  $\mu\text{m}$  で色素体は濃密で暗紅色を呈し、球形である (Fig. 1)。胞子は放出後約12時間で基質のスライドガラス上に付着し、2日後には発生が始まり、3~4日目には仮根が伸長するものと (Fig. 2), 仮根を発生することなく、塊状のまま分裂が進む発芽体の2型が見られたが、後者の発生を示すものが多く観察された (Fig. 3)。4日後には直立体の伸長が見られ、毛状細胞も認められる。四分胞子は放出後12日目では高さ250  $\mu\text{m}$  に達し、成熟した雄性体 (Fig. 4) と胎原列枝を有し、受精毛が認められる雌性体となった (Figs. 5, 6)。雌性体は28日後には高さ1.5 mm になってほとんどの藻体上に成熟した囊果の形成が見られ (Fig. 7), 性比は1:1を示した。次に囊果を有する体を別の容器に移したところ、その翌日、果胞子 (直径62~66



Figs. 1-7. Successive stages in germination of tetraspore of *Campylocephora hypnaeoides*; culture condition, 20°C, 12:12 LD, 2,000 lux.

1. Liberated tetraspore. 2. Three-day-old plant with rhizoid. 3. Four-day-old plant, without rhizoid. 4. Twelve-day-old mature male gametophyte. 5. Female gametophyte, showing trichogyne (arrow). 6. Enlargement of a part of female gametophyte, showing trichogyne. 7. Sixteen-day-old carposporophyte, showing mature cystocarp.

Figs. 8-12. Successive stages in germination of carpospore of *C. hypnaeoides*; culture condition, 20°C, 12:12 LD, 2,000 lux.

8. Liberated carpospore. 9. Four-day-old plant. 10. Young tetrasporophyte, showing tetrasporangia in an early developmental stage (arrows). 11-12. Eighteen-day-old mature tetrasporophyte and discharged tetraspores. Figs. 1-5 & 7-11, scale as in Fig. 12.

$\mu\text{m}$ , 平均  $64.7 \mu\text{m}$ ) が得られた (Fig. 8)。これらの果胞子の発生は四分胞子の場合と全く同様に進み, 胞子放出後 12 日目には高さが 1 mm になり, 主軸の皮層中に四分胞子嚢が形成され始めた (Fig. 10)。四分胞子嚢は 16 日目に成熟しているものが認められ, 18 日目には藻体は更に生長して高さ 1.5 mm に達して胞子の放出が行われた (Figs. 11, 12)。この胞子は天然の四分胞子体から得られたものと全く差異がなかった。

次に培養によって得られた四分胞子, 果胞子を種々の温度および照度のもとで培養し, 30 日間経過した後には発芽体の生長および成熟について観察し, その結果を Figs. 13, 14 に示した。

四分胞子の発芽体 (Fig. 13) は  $5^\circ\text{C}$  ではいかなる照度でも直立体とならず塊状のまま, 成熟した有性体は得られなかった。これらの発芽体を 30 日後に  $20^\circ\text{C}$ , 2,000 lux の条件に移して更に 30 日間培養を続けたところ直立体となり, 成熟した雌雄の両配偶体に生長した。10~ $20^\circ\text{C}$  では温度および照度が高くなるほど生長がよく,  $20^\circ\text{C}$ , 8,000 lux で最も大きな藻体となった。また,  $25^\circ\text{C}$  では 2,000 lux が最適であるが, 4,000 lux では生長が抑制され, 8,000 lux に至っては全て枯死した。雌性体は 10~ $25^\circ\text{C}$  で成熟し, 嚢果は  $20^\circ\text{C}$ , 1,000~8,000 lux および  $25^\circ\text{C}$ , 2,000 lux において形成されたが, 中でも  $20^\circ\text{C}$ , 2,000 lux で藻体当り最高 5 個

の嚢果を生じた。 $30^\circ\text{C}$  では各照度とも胞子の発生は見られず全て枯死してしまった。発芽体の色彩は一般に高温, 強照度になるに従って赤色がうすれて黄色になる傾向が見られた。

果胞子の発芽体 (Fig. 14) は  $5^\circ\text{C}$  では 4,000~8,000 lux でわずかに直立体が見られたが, それ以下の照度では四分胞子の場合と同様に塊状のままであった。10~ $25^\circ\text{C}$  では四分胞子よりも生長が速く, ハネソコで観察された結果 (能登谷ら 1978) と同様の傾向が得られた。発芽体は各温度とも 2,000~4,000 lux で生長がよく, 中でも  $20^\circ\text{C}$ , 2,000 lux のもとで最も大きな藻体となった。四分胞子嚢の成熟は  $25^\circ\text{C}$  で最も早くから見られ, 1,000~8,000 lux では発芽後 10 日目に成熟し, 12 日目には胞子が放出された。 $20^\circ\text{C}$  では同じく 1,000~8,000 lux で 20 日目に成熟したが 500 lux では 30 日目に至っても未熟のままであった。しかし, より低温の  $15^\circ\text{C}$  では 50 日目になって 2,000~8,000 lux で成熟した。 $10^\circ\text{C}$  では 3 カ月間培養を継続したが, 藻体は可成りの生長が見られたにもかかわらず四分胞子嚢の成熟は観察されなかった。また,  $30^\circ\text{C}$  ではいかなる照度でも生育しなかった。体色は四分胞子発芽体と同様に高温, 強照度ほど黄色となった。

以上によりエゴノリの四分胞子は  $20^\circ\text{C}$ , 2,000 lux, 1 日 12 時間照明で培養すると雌雄両配偶体になり, 発

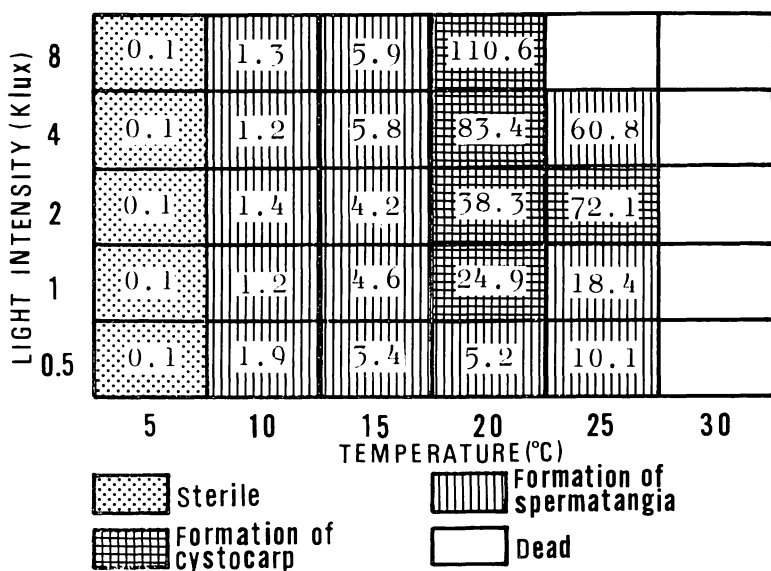


Fig. 13. Influence of temperature and light intensity on growth and gametogenesis in tetraspore germination of *Campylaeophora hypnaeoides* after 30 days incubation with a photoperiod 12:12 LD. Numerals represent the maximum growth in length (mm) in each culture.

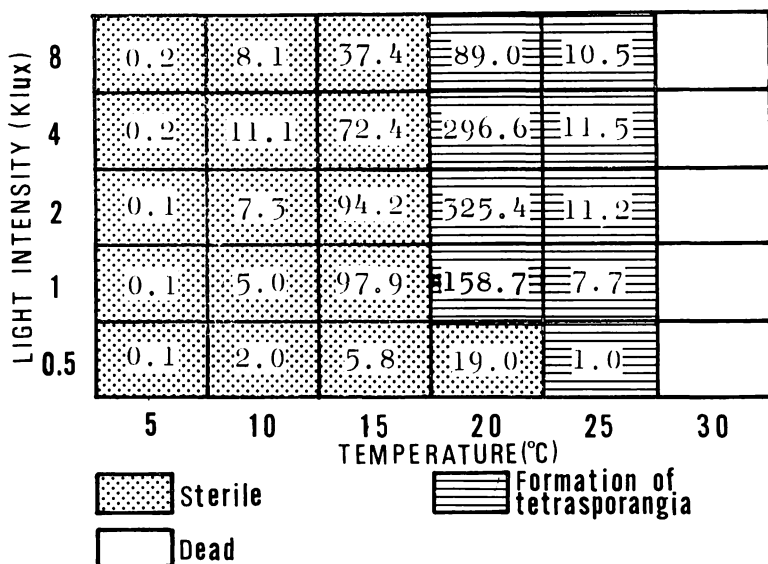


Fig. 14. Influence of temperature and light intensity on growth and sporulation in carpospore germination of *Campyloephora hypnaeoides* after 30 days incubation with a photoperiod 12:12 LD. Numerals represent the maximum growth in length (mm) in each culture.

芽後 12 日目には長さ 250  $\mu\text{m}$  に達して成熟し, 28 日目には果胞子を放出する。更に, これら果胞子は発芽して胞子体になり 18 日目に高さ 1.5 mm になって四分胞子を放出し, 約 1 カ月半の短期間で生活史が完結する。また 1 カ月後には照度 500~8,000 lux の間では四分胞子, 果胞子ともに 5~25°C で発芽して生育するが, 30°C ではいずれも枯死することが判った。更に雄性体は同上の照度の範囲では 10~25°C で成熟し, 嚢果の形成は 1,000~8,000 lux, 20~25°C で見られ, 雄性体が先に成熟する。天然に於いても同じ現象が見られるものと考えられる。また四分胞子体の成熟は同じく 500~8,000 lux では 20~25°C の範囲で見られる。

培養で得られた有性体, 四分胞子体を 3 カ月後に比較すると, 20°C, 2,000 lux では雄性体よりも大きな嚢果体でも高さは 10 cm 未満であるのに反して, 四分胞子体は 100 cm にも達し, 有性体の方が遥かに小さく, 天然の場合 (NAKAMURA 1965) と同様の結果を得た。また, 鉤状に屈曲する枝は天然では有性体で報告されていない (NAKAMURA 1965) が, 培養では四分胞子体, 有性体共に体長 3~4 cm 以上で見られる。しかし, 有性体の方が形成数が極めて少なく明瞭でない。また通気培養によって藻体を動かしたもののの方が静置した

ものよりも鉤の湾曲する度合いが大きかった。

エゴノリの生活史は既に天然でも知られているとうり (NAKAMURA 1965), 胞子体, 有性体, 果胞子体の 3 つの世代からなり, 有性体は雌雄異株で, 両配偶体は同形同大であるが, 胞子体の方が有性体よりも遥かに大きいこと, 並びに世代の交代が行われることが培養によっても確められた。

本稿の校閲と御指導をいただいた北海道大学水産学部教授正置富太郎博士に感謝の意を表します。

#### 引用文献

- MCLACHLAN, J. 1973. Growth media-marine. p. 25-57. In J. R. STEIN (ed.) Handbook of Phycological Methods. Cambridge University Press, New York.
- NAKAMURA, Y. 1965. Species of the genera *Ceramium* and *Campyloephora*, especially those of northern Japan. Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Fac. Sci., Hokkaido Univ. 5: 119-180.
- 能登谷正浩・須田昌宏・斎藤 謙 1978. ハネソウの胞子発生と生活史. 北大水産彙報 29: 1-6.



## 藻類各種, 特に褐藻に対する二酸化 ゲルマニウムの生長阻害\*

館脇正和・水野 真

北海道大学理学部海藻研究施設 (051 室蘭市母恋南町 1-13)

TATEWAKI, M. and MIZUNO, M. 1979. Growth inhibition by germanium dioxide in various algae, especially in brown algae. Jap. J. Phycol. 27: 205-212.

Germanium dioxide has been commonly employed by many investigators as a diatom-eliminating agent for seaweed cultures. In fact, many species of diatoms are eliminated in 2-week-old culture by the addition of 1~5 mg/l GeO<sub>2</sub> to the medium, except a few species. However, this germanium dioxide at more than 2.5~5 mg/l also inhibits the growth of all species of brown algae examined, although not that of other species belonging to the Chlorophyceae, Rhodophyceae, Dinophyceae, Haptophyceae and Chrysophyceae, excepting *Peridinium* sp. (Dinophyceae).

It is currently known that germanium inhibits silicon-uptake in diatoms, but in brown algae a germanium toxicity is not effective on the silicon-metabolism, because they do not require silicon for the growth. At present the only possible saying is that germanium dioxide should not be used to remove diatoms in brown algal cultures.

Masakazu Tatewaki and Makoto Mizuno, the Institute of Algological Research,  
Faculty of Science, Hokkaido University, Muroran, Hokkaido, 051 Japan.

最近、海藻類の培養で粗培養から単種培養を得る過程において、除珪藻剤として二酸化ゲルマニウム (GeO<sub>2</sub>) を培地 (培養液) に添加する方法が、多くの研究者によって採用されている。その添加量は、一般に培地 1 l 当り GeO<sub>2</sub> 5~10 mg が適当であるとされている。しかし、MCLACHLAN *et al.* (1971) は、ヒバマタ属 4 種類の培養で、5 mg/l 以上の高濃度の GeO<sub>2</sub> は、胚発芽体の頂部から壊死を起こさせることを見出し、さらに未発表資料として他の褐藻類も生長が抑制されることを述べている。このことから CHAPMAN (1973) は、GeO<sub>2</sub> の添加量は 0.5 mg/l で充分であるとしている。また、切田 (1970) は、スサビノリの糸状体培養において、除珪藻剤の GeO<sub>2</sub> の阻害効果を調べ、GeO<sub>2</sub> 30 mg/l で糸状体は阻害されて褪色するが、1~20 mg/l の濃度範囲では安全であり、珪藻の駆除効果としては 1~5 mg/l で充分であると報告している。

本実験では、除珪藻剤としての GeO<sub>2</sub> の阻害濃度、つまり、珪藻各種に対してそれらの生長を抑制し、再

び増殖が起らないための濃度を明らかにすると共に、海藻類各種の生長に対する GeO<sub>2</sub> の影響について確かめた。また、数種類の微細藻類についても実験を行った。その結果、材料として用いられた藻類のうちで、褐藻類のすべての種類が GeO<sub>2</sub> 2.5~5 mg/l 以上の添加量で、著しく生長を阻害されることが明らかにされたので報告する。

### 材料と方法

実験に用いられた海藻類の多くは、館脇の培養保存藻株を利用し、切片からの培養によった。ただし、ヒバマタ *Fucus evanescens*, エゾイシゲ *Pelvetia wrightii*, ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* の受精卵や、ヘラリュウモン *Dumontia simplex* とダルス *Palmaria palmata* の四分孢子からの培養は、天然で採集した藻体から得られたものを用いた。珪藻類はすべて水野の培養保存藻株を用いた。比較実験のための渦鞭毛藻 3 種類は、内田卓志博士の培養藻株を、

\* 本研究は文部省科学研究費 (No. 448018) による研究の一部である。

ハプト藻および黄金藻の各種は、PROVASOLI 博士の保存藻株を用いた。

培養は主として、14°C、14時間照明の条件で行われたが、種類によって10°C、10時間照明 (*Laminaria*, *Desmarestia*, *Petalonia*, *Dumontia*, *Palmaria*), 10°C、14時間照明 (*Scytosiphon*), 20°C、連続照明 (*Peridinium*, *Prorocentrum*) などの条件でも行われた。培地には補強海水 PES, PESI 液を用いたが、珪酸代謝との関連性を確かめるために、ASP<sub>12</sub> NTA-Base の人工海水も用いられた。また、珪藻の培養には、PES 液に Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O 20 mg/ℓ を加えたものを用いた。培養ガラス器具は主として、ねじ口試験管 (1.8×13.5 cm, 10 ml 入り) と腰高シャーレ (6.5×

8 cm, 180 ml 入り) を用いた。

GeO<sub>2</sub> の原溶液は、1N NaOH 200 ml を 1 ℓ ビーカーに入れ、加熱し煮沸させて、その中に GeO<sub>2</sub> (和光純薬, 特級) 500 mg を加え瞬間的に溶かし、若干冷却させてから 1N HCl を徐々に加えて、pH 8.0 に調整し、純水を加えて最終的に 500 ml とし、1 ml=1 mg GeO<sub>2</sub> 溶液を作った。

## 結 果

### 1) 珪藻類各種における GeO<sub>2</sub> の阻害濃度

Table 1 に示した通り、一般に 0.5~1 mg/ℓ の GeO<sub>2</sub> 濃度で生長は止まることがわかる。

次に、これらの種類がそれぞれ増殖しなくなる

Table 1. Effect of germanium dioxide on growth of diatoms. Growths after 14 days are shown in relative growth unit (%) to control (PES medium without GeO<sub>2</sub>)

Species	mg GeO <sub>2</sub> /ℓ				
	0.1	0.5	1	5	10
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	99	5	0.6	0.6	0.6
<i>Chaetoceros simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	2	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Gomphonema kamtschaticum</i>	94	1	0.8	0.8	0.8
<i>Licmophora gracilis</i> var. <i>anglica</i>	92	1	1	0.5	0.4
<i>Licmophora tenuis</i>	7	1	0.6	0.4	0.4
<i>Licmophora</i> sp.	94	2	0.5	0.5	0.5
<i>Melosira nummuloides</i>	81	11	3	3	3
<i>Navicula</i> sp. No. 1	6	1	1	1	1
<i>Navicula</i> sp. No. 2	98	2	0.5	0.5	0.5
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	99	87	33	4	2

Table 2. Growth recovery of various diatoms inhibited by different concentrations of GeO<sub>2</sub> for 2 weeks (from 1 month-old-cultures grown in GeO<sub>2</sub>-free media)

Species	mg GeO <sub>2</sub> /ℓ					
	0	0.1	0.5	1	5	10
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	+	+	+	—	—	—
<i>Chaetoceros simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	+	+	+	+	—	—
<i>Gomphonema kamtschaticum</i>	+	+	—	—	—	—
<i>Licmophora gracilis</i> var. <i>anglica</i>	+	+	+	+	+	—
<i>Licmophora tenuis</i>	+	+	—	—	—	—
<i>Licmophora</i> sp.	+	+	—	—	—	—
<i>Melosira nummuloides</i>	+	+	+	—	—	—
<i>Navicula</i> sp. No. 1	+	—	—	—	—	—
<i>Navicula</i> sp. No. 2	+	+	+	—	—	—
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	+	+	+	+	+	+

+ : growth observed and — : growth not observed.

GeO<sub>2</sub> の濃度で、果して死滅あるいは増殖不能となり、除去できるかどうかを試験した。この場合は、GeO<sub>2</sub> を添加した培地で2週間培養後、GeO<sub>2</sub> 無添加の培地に戻して1箇月培養し、再増殖の有無を観察した。

その結果は、Table 2 に示した通りである。

多くの種類は、GeO<sub>2</sub> 1 mg/ℓ で除去できるが、種類によってはやはり5 mg/ℓ 以上が必要になってくる。*Phaeodactylum* が混入した場合は、10~20 mg/ℓ でも除去できず、30 mg/ℓ 以上の濃度の GeO<sub>2</sub> を添加しなければならない。ただし、本実験では GeO<sub>2</sub> を添加した培地に2週間培養しただけで打ち切ったが、培養期間を長くすることによって、珪藻各種を除去できる GeO<sub>2</sub> 濃度は若干変わってくる。

## 2) 海藻類およびその他の藻類に対する GeO<sub>2</sub> の影響

除珪藻剤としての GeO<sub>2</sub> は、珪藻以外の藻類に対して生長阻害作用がないかどうかを調べた。その結果は、Table 3 に示した通りである（このほかに緑藻 *Ulothrix*, *Percursaria*, *Enteromorpha*, *Capsosiphon*, *Bryopsis*, 紅藻 *Bangia*, *Ceramium*, *Polysiphonia*, などの各種類についても実験したが、阻害作用が認められなかったので記載を省略した）。

この結果を見ると、褐藻類のみが、1~2種類を除いて1~2.5 mg/ℓ 前後の GeO<sub>2</sub> 濃度から生長が抑制され、すべての種類が5 mg/ℓ 以上で著しい生長阻害を受けることが明らかである。

マコンブ *Laminaria japonica* の場合は、雌雄両配

Table 3. Effects of germanium dioxide on growth of algae belonging to various classes (from 1- or 2-month-old cultures)

Species	mg GeO <sub>2</sub> /ℓ		
	1-2.5	5-10	20-30
Chlorophyceae			
<i>Monostroma angicava</i>	—	—	—
<i>Ulva pertusa</i>	—	—	—
Phaeophyceae			
<i>Pilayella littoralis</i>	干	+	+
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	干	+	+
<i>Sphacelaria radicans</i>	—	+	+
<i>Desmarestia viridis</i>	+	+	+
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	干	+	+
<i>Petalonia fascia</i>	干	+	+
<i>P. zosterifolia</i>	+	+	+
<i>Laminaria japonica</i>	+	+	+
<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	+
<i>Fucus evanescens</i>	干	+	+
<i>Pelvetia wrightii</i>	—	+	+
<i>Sargassum thunbergii</i>	干	+	+
Rhodophyceae			
<i>Dumontia simplex</i>	—	—	干?
<i>Palmaria palmata</i>	—	—	—
<i>Antithamnion glanduliferum</i>	—	—	干?
<i>Antithamnion</i> sp.	—	—	干?
Dinophyceae			
<i>Gonyaulax catenella</i> (F.)	—	—	—
<i>Peridinium</i> sp.	—	干	+
<i>Prorocentrum micans</i>	—	—	—
Haptophyceae			
<i>Coccolithus</i> sp.	—	—	—
Chrysophyceae			
<i>Pavlova gyrams</i>	—	—	—

— : not inhibitory, 干 : slightly inhibitory, + : inhibitory, + : very inhibitory.

偶体の糸状切片を混ぜ合せて培養し、低温短日処理をすると、2週間前後で多数の孢子体が形成されてくる。この孢子体形成について観察したが、 $\text{GeO}_2$  0.5 mg/l から孢子体の発芽率は減少する傾向を示し、1~2.5 mg/l で孢子体の生長も抑制される。5 mg/l では卵と精子形成は僅かながらみられるが、同調しないため孢子体は形成されず、10 mg/l 以上では配偶体の糸状体もほとんど伸長しなくなる (Figs. 1~3)。これはワカメ *Undaria pinnatifida* やケウルシグサ *Desmarestia viridis* の配偶体の培養でも同じであった。

ピラエラ *Pilayella littoralis* やシオミドロ *Ectocarpus siliculosus* のような単列糸状性の種類も、 $\text{GeO}_2$  1~2.5 mg/l から生長が抑制され、5 mg/l からは直立糸状体の形成はほとんどみられなくなる (Fig. 4)。

カヤモノリ *Scytosiphon lomentaria* の場合は、配偶子を単為発生させて低温下で培養すると、匍匐糸状体および盤状体となり、2週間前後で多数の円柱状葉 (配偶体) が直立してくるが、 $\text{GeO}_2$  1~2.5 mg/l で盤状体は形成されなくなり、直立葉の形成も減少し、その伸長も抑制される。5 mg/l で小さな匍匐糸状体となり、直立葉の形成は稀である。20 mg/l では匍匐糸状体の伸長も著しく阻害されて、不規則な形の数十細胞の塊にとどまる (Figs. 5~8)。セイヨウハバノリ *Petalonia fascia* やホソバセイヨウハバノリ *Petalonia zosterifolia* なども、ほぼ同様な生長阻害を受ける。

ヒバマタ *Fucus evanescens* の受精卵からの発芽体では、 $\text{GeO}_2$  5 mg/l で頂部から崩壊し始める (2.5 mg/l

でも長期間培養を続けると崩壊してくる)。また、仮根の形成も抑制される。20~30 mg/l では受精卵は不規則な細胞分裂を繰り返すのみで、不定形の細胞塊となり、仮根の形成もほとんどみられなくなる (Figs. 9~13)。ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* の受精卵の発芽体も、ほぼ同様に阻害されるが、エゾイシゲ *Pelvetia wrightii* の場合は若干抵抗性が強いようである。

以上のように、褐藻類は形態的にみても著しい損傷を受けるが、しかし、いずれの場合も、従来除珪藻剤として用いられてきた  $\text{GeO}_2$  5~10 mg/l の濃度で生長を阻害されても、 $\text{GeO}_2$  無添加の培地に戻してやると、生長はかなり遅れるが回復してくることが多い。たとえば、ヒバマタの胚発芽体のように頂部が崩壊したものは、その部分が下部から修復されてくるか、その基部から新しい発芽体が再生される (Figs. 14, 15)。20~30 mg/l で1~2箇月培養を続けたものは、この濃度で死滅しないが、普通の培地に戻してもいじけた矮小体にとどまることが多いし、回復してくる場合も長期間の培養を必要とする。

これらの褐藻類に比べて、緑藻類や紅藻類は、高濃度でもほとんど生長を阻害されることがない。ただ、 $\text{GeO}_2$  20~30 mg/l でフタツガサネ属 *Antithamnion* spp. では、褪色現象が比較的早く現れてきたし、ヘラリュウモン *Dumontia simplex* で盤状体からの直立葉の形成が遅れる傾向がみられたが、形態的な損傷は認められなかった。

Figs. 1-3. *Laminaria japonica*, from 2-month-old culture.

1. Many sporophytes produced on gametophytes, grown in control medium.
2. Dwarf sporophytes produced on gametophytes at 2.5 mg/l  $\text{GeO}_2$ .
3. Short filamentous gametophytes at 20 mg/l  $\text{GeO}_2$ .

Fig. 4. *Pilayella littoralis*, from 2-month-old culture at various concentrations of  $\text{GeO}_2$  (mg/l). a, control; b, 0.1 mg; c, 0.25 mg; d, 0.5 mg; e, 1 mg; f, 2.5 mg; g, 5 mg; h, 10 mg; i, 20 mg; j, 30 mg.

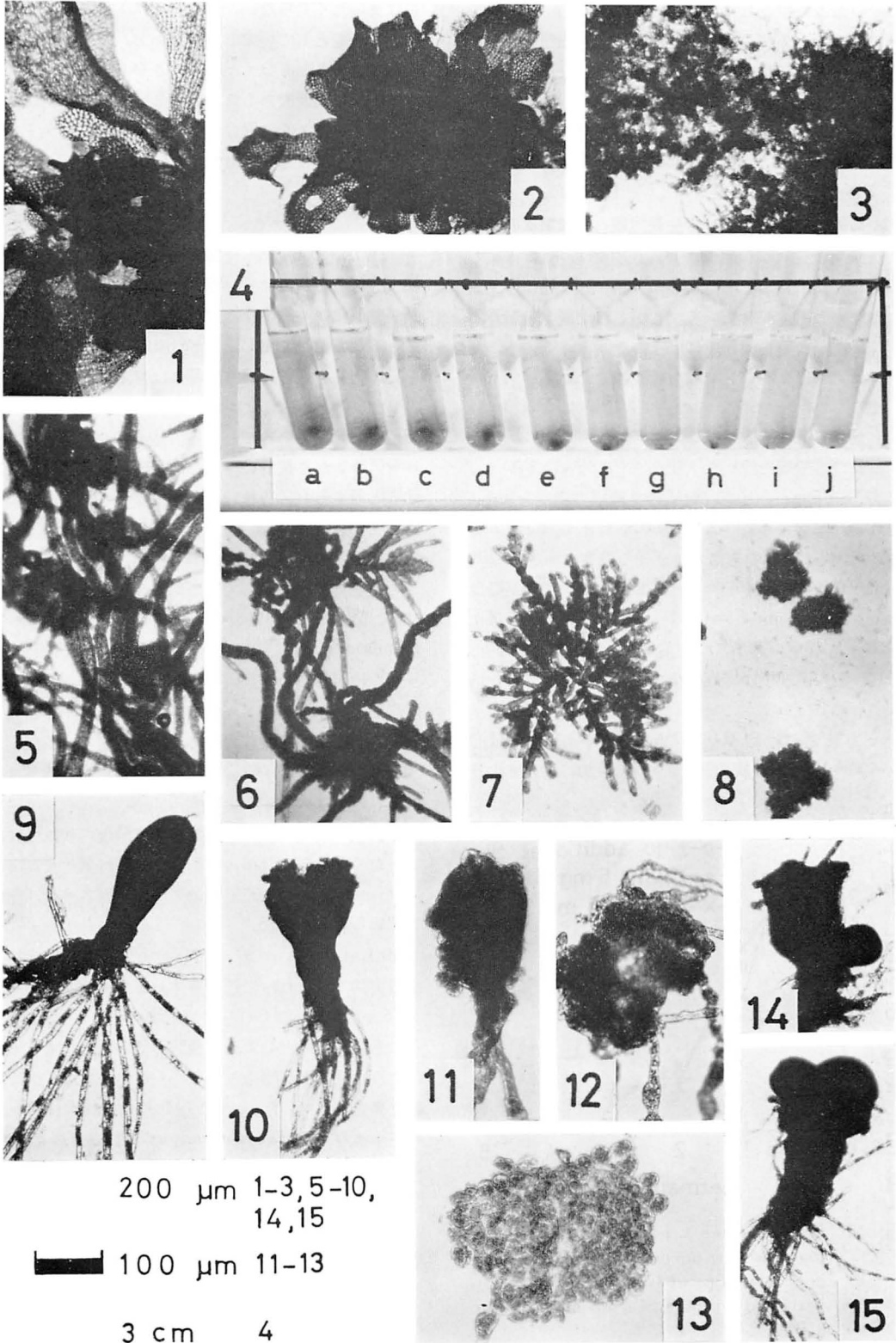
Figs. 5-8. *Scytosiphon lomentaria*, from 1-month-old culture.

5. Many cylindrical thalli produced on crusts, grown in control medium.
6. A few cylindrical thalli produced on a crust and prostrate filaments, at 2.5 mg/l  $\text{GeO}_2$ .
7. Short prostrate filaments without erect cylindrical thalli, at 10 mg/l  $\text{GeO}_2$ .
8. Small masses containing very short filaments, at 20 mg/l  $\text{GeO}_2$ .

Figs. 9-13. *Fucus evanescens*, from 25-day-old culture.

9. Embryo grown in control medium.
10. Embryo at 5 mg/l  $\text{GeO}_2$ , induced apical necrosis (breaking).
11. Embryo at 10 mg/l  $\text{GeO}_2$ .
- 12, 13. Breaking embryos at 30 mg/l  $\text{GeO}_2$ .

Figs. 14-15. *Fucus evanescens*. Growth recovery of 1-month-old embryos transferred to  $\text{GeO}_2$ -free medium, after inhibition at 10 mg/l  $\text{GeO}_2$  for 25 days.



その他の藻類として、渦鞭毛藻、ハプト藻、黄金藻についての  $\text{GeO}_2$  の影響は、実験に用いた種類数が少ないので明確な判断はできないが、著しい生長阻害は認められなかった。ただ、渦鞭毛藻の中で *Peridinium* sp. がその生育細胞数において、 $\text{GeO}_2$  0~2.5 mg/l に比べて 5 mg/l で 60%、10 mg/l で 40%、20~30 mg/l で 20% 台に減少して行くことが注目された。

### 3) 褐藻における $\text{GeO}_2$ の生長阻害と珪酸塩との関係

珪藻類の生長に及ぼす  $\text{GeO}_2$  の阻害作用は、主としてその必須栄養素である珪酸の代謝が競合的に抑制されるためと考えられている。しかし、珪酸塩を栄養として要求しない褐藻類ではどうかを、カヤモノリ、ケウルシグサとヒバマタについて実験した。

そのうち、カヤモノリについての結果は、Fig. 16 に示した通りである。

これは珪酸塩を除いた人工海水 (ASP<sub>12</sub> NTA) に、珪素 (Si) 5 mg/l と 20 mg/l の 2 段階の濃度を加え、それぞれにゲルマニウム (Ge) 0.5, 1, 2, 3, 5 mg/l を加えているが、Si の有無およびその濃度にかかわらず、いずれも Ge 1 mg/l ( $\equiv \text{GeO}_2$  1.45 mg/l) で生長量は半減し、Ge 3 mg/l ( $\equiv \text{GeO}_2$  4.35 mg/l) では、単に 1~3 mm 程度の僅かな直立葉が見られるだけとなり、それ以上の濃度では、直立葉はまったく形成されないことを示している。

一方珪素は、Si 0.1~10 mg/l ( $\equiv \text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  1~100 mg/l) の濃度範囲で、Si 無添加の場合と生長

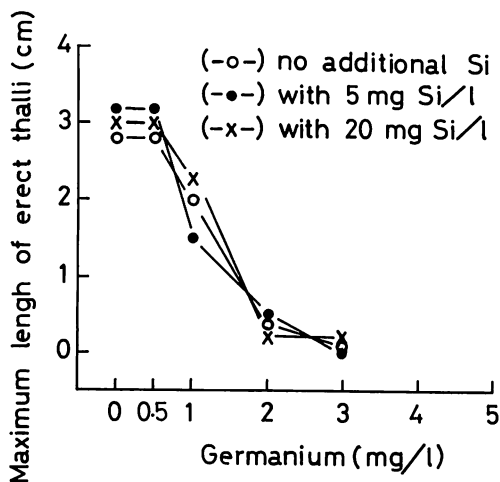


Fig. 16. Growth after 1 month of *Scytosiphon lomentaria* in media containing various concentrations of Germanium (as  $\text{GeO}_2$ ) with and without Silicon (as  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ).

量はまったく変わらない。このことは、カヤモノリは珪酸を栄養塩として要求していないし、また、高濃度で阻害されることもなく、ゲルマニウムの毒性は珪素の存在とは無関係であることを示している。

このカヤモノリの場合と同様の結果が、ケウルシグサとヒバマタでも得られた。

### 考 察

LEWIN (1966) は、珪藻類の必須要素として珪酸の要求性を明らかにする一連の研究において、珪藻の生長が二酸化ゲルマニウム ( $\text{GeO}_2$ ) によって著しく阻害されることを見出し、WERNER (1966) もこの事実を見出し、他の緑藻や藍藻には無毒であることを報告した。それ以来、ゲルマニウムと珪素とが化学的に類似した元素であることから、珪藻類の珪酸代謝にゲルマニウムが拮抗的に作用し、珪酸の取り込みを阻害すると考えられ、各種珪藻に対するゲルマニウムの生長阻害効果は、Ge と Si のモル比によって表わされている。確かに珪藻では、珪酸の量によってゲルマニウムの阻害効果が異なってくるのは事実である (LEWIN 1966, WERNER 1966, 1967 a, 1977, WERNER & PETERSEN 1973)。しかし、他の藻類の中で、特に褐藻類だけが著しい生長阻害を受けるということは、珪酸代謝とは無関係なゲルマニウムの毒性作用を示唆している。褐藻類には珪素を体内に蓄積している種類が知られているが、栄養塩としてそれを要求する例は報告されていない。

本実験でも、カヤモノリなどで珪酸塩の要求性は、まったく認められなかったし、また、珪素の量によってゲルマニウムの生長阻害効果が現われる濃度の変動は認められなかった。

MCLACHLAN *et al.* (1971) はヒバマタ属 4 種類の培養実験で、それらの胚発芽体および成体の頂端部分が、5 mg/l 以上の  $\text{GeO}_2$  濃度で壊死を起こすこと、さらに未発表資料として、褐藻類の他の種類でも  $\text{GeO}_2$  による生長阻害が認められることを述べているが、詳細は発表されていない。また、MCLACHLAN (1977) はヒバマタの 1 種 *Fucus edentatus* の胚発芽体の栄養要求の研究から、珪酸の要求性がまったくないことを明らかにし、 $\text{GeO}_2$  の毒性は珪酸代謝と無関係ではないかという疑問を述べている。この問題は今後さらに多くの種類を対象にして検討しなければならないが、本実験から褐藻類はその体構造、世代の違いなどにかかわらず、いずれも 2.5~5 mg/l 以上の  $\text{GeO}_2$  濃度によって著しく生長が阻害されることが明らかにされた。<sup>5</sup>

さて、 $\text{GeO}_2$  によって珪藻類が阻害されるのは、珪酸の代謝系ばかりでなく、クロロフィルの合成、クロロプラスト中の酵素の生合成の阻害も知られ、さらに高等植物のクロロフィル阻害の例も報告されている (WERNER 1967 a, b)。ここで、珪藻類と褐藻類について色素系を中心に共通点を考察してみると、クロロフィル  $a, c$  を持つこと、そのほかにカロチンとして  $\beta$ -カロチンを持ち、キサントフィルとしてジアトキサンチン、ジアジノキサンチン、フィコキサンチンなどを持っていることが挙げられる (MEEKS 1974, GOODWIN 1974, 巖佐 1976)。しかし、これらの色素は黄金藻とも共通し、渦鞭毛藻やハプト藻とも類似点が多い。ただし、現在まだ報告されている例は少ないが、クロロフィル  $c$  について、Chl.  $c_1$  と Chl.  $c_2$  の両方を持っているのは、珪藻類、褐藻類として黄金藻類に属する種類で知られている (JEFFREY 1969, 1972)。本実験で用いられた黄金藻の *Pavlova gyraus* は  $\text{GeO}_2$  の影響をまったく受けていない。しかし JEFFREY *et al.* (1975) によると渦鞭毛藻に属する種類の多くは、Chl.  $c_2$  だけを持ち、カロチノイドとしてペリジニンを持っているが、*Peridinium* や *Exuviella* の種類では、Chl.  $c_1$  と Chl.  $c_2$  の両方を持ち、カロチノイドもフィコキサンチンである。本実験で用いられた *Peridinium* sp. についての色素系の分析はされていないが、高濃度の  $\text{GeO}_2$  (20~30 mg/l) によって生育細胞数が対照の 1/5 に抑制されることから、ゲルマニウムによる生長阻害は、特に Chl.  $c_1$  と Chl.  $c_2$  を持つ種類に共通しているのではないかと考えられる。

本実験は  $\text{GeO}_2$  の阻害効果について、形態と生長量を主体として観察しただけであり、また、文献による色素系の分析資料も充分でないので、Chl.  $c_1$  と Chl.  $c_2$  を持つという共通点からのみ考察することは危険であると思われる。しかし、これらの共通点について、クロロフィルの成分分析やクロロプラストの電顕による観察、栄養実験などを通じて、 $\text{GeO}_2$  の珪酸代謝阻害とは異なった毒性について、今後明らかにされる可能性があると思われる。

また、本実験から、除珪藻剤として  $\text{GeO}_2$  を海藻類の培養に用いる場合は、珪藻類の多くの種類に対して  $\text{GeO}_2$  1~5 mg/l の濃度で十分に効果があることが明らかにされた。さらに紅藻類や緑藻類の培養では、必要に応じて従来通り 5~10 mg/l の濃度で培地に添加しても差し支えないと思われる。しかし、褐藻の培養には 1 mg/l の濃度までで、高濃度でしかも長期間の使用は避けるべきであることが明らかにされた。そのた

め *Phaeodactylum* のような  $\text{GeO}_2$  に抵抗力のある種類が培養に混入した場合は、ピペットなどを用いた機械的な洗浄法によって除去すべきであろう。

終りに本稿の御校閲を戴いた北海道大学、阪井與志雄教授、研究材料として培養藻株を提供された内田卓志博士とハスキンス研究所の PROVASOLI 博士、文献をお送り戴いた東京大学、市村輝宜博士に厚く御礼申し上げる。

#### 引用文献

- CHAPMAN, A. R. O. 1973. Methods for macroscopic algae. p. 88-104. In J. R. STEIN (ed.) Handbook of phycological methods. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOODWIN, T. W. 1974. Carotenoids and bilioproteins. p. 176-205. In W. D. P. STEWART (ed.) Algal physiology and biochemistry. Blackwell Sci. Pub., London.
- 巖佐耕三 1976. 珪藻の生物学. 東京大学出版会, 東京.
- JEFFREY, S. W. 1969. Properties of two spectrally different components in chlorophyll  $c$  preparations. Biochim. biophys. Acta 177: 456-467.
- JEFFREY, S. W. 1972. Preparation and some properties of crystalline chlorophyll  $c_1$  and  $c_2$  from marine algae. Biochim. biophys. Acta 279: 15-33.
- JEFFREY, S. W., SIELICKI, M. S. and HAXO, F. T. 1975. Chloroplast pigment patterns in dinoflagellates. J. Phycol. 11: 374-384.
- 切田正憲 1970. 除珪藻剤酸化ゲルマニウムがスサビノリ free-living 糸状体の生育におよぼす影響. 藻類 18: 167-170.
- LEWIN, J. C. 1966. Silicon metabolism in diatoms. V. Germanium dioxide, a specific inhibitor of diatom growth. Phycologia 6: 1-12.
- MCLACHLAN, J. 1977. Effects of nutrients on growth and development of embryos of *Fucus edentatus* PYL. (Phaeophyceae, Fucales). Phycologia 16: 329-338.
- MCLACHLAN, J., CHEN, L. C.-M. and EDELSTEIN, T. 1971. The culture of four species of *Fucus* under laboratory conditions. Can. J. Bot. 49: 1463-1469.
- MEEKS, J. C. 1974. Chlorophylls. p. 161-175. In W. D. P. STEWART (ed.) Algal physiology and

- biochemistry. Blackwell Sci. Pub., London.
- WERNER, D. 1966. Die Kieselsäure im Stoffwechsel von *Cyclotella cryptica* REIMANN, LEWIN und GUILLARD. Arch. Mikrobiol. 55: 278-308.
- WERNER, D. 1967 a. Hemmung der Chlorophyllsynthese und der NADP<sup>+</sup>-abhängigen Glycerinaldehyd-3-Phosphat-Dehydrogenase durch Germaniumsäure bei *Cyclotella cryptica*. Arch. Mikrobiol. 57: 51-60.
- WERNER, D. 1967 b. Untersuchungen über die Rolle der Kieselsäure in der Entwicklung höherer Pflanzen. I. Analyse des Hemmung durch Germaniumsäure. Planta 76: 25-36.
- WERNER, D. 1977. Silicate metabolism. p. 110-149. In D. WERNER (ed.) The biology of diatoms. Blackwell Sci. Pub., London.
- WERNER, D. and PETERSEN, M. 1973. Traceruntersuchungen mit <sup>71</sup>Germanium im Silikatstoffwechsel von Diatomeen. Z. Pfl. Physiol. 70: 54-65.



## 紅藻コノハノリ科ヌメハノリの学名について

黒木 宗尚

北海道大学理学部植物学教室 (060 札幌市北区北 10 西 8)

KUROGI, M. 1979. On the scientific name of "Numehanori", a delesseriacean red alga. Jap. J. Phycol. 27: 213-215.

A delesseriacean red alga, "Numehanori" in Japanese, distributed in Hokkaido and northern Honshu was first described by HARVEY from Hakodate as *Delesseria serrulata* HARVEY (1856). Later, the alga was renamed as *Delesseria violacea* by J. AGARDH (1872) and combined with *Apoglossum* as *A. violaceum* by J. AGARDH (1898). In Japan the name of *A. violaceum* (HARV.) J. AGARDH was used for the alga by OKAMURA (1902, 1908) and YENDO (1911). OKAMURA (1936) changed the author name as *Delesseria violacea* (HARV.) KYLIN without citing the literature, and subsequent authors in Japan have used this name. Nomenclatural investigation of the papers concerned revealed that the correct name of "Numehanori" is *Delesseria serrulata* HARVEY and at least the specific epithet "*serrulata*" should not be changed. The author name, KYLIN, seems to have been mistaken by OKAMURA in preparing his manuscript of "Nihon Kaisoshi" (1936).

Munenao Kurogi, Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan.

ヌメハノリは北海道西岸, 室蘭以西の北海道南岸, 本州東北太平洋岸及び朝鮮半島北東岸に分布する紅藻コノハノリ科の綺麗な海藻である。この海藻の学名は我が国では *Delesseria violacea* (HARV.) KYLIN として通用してきた。

一昨年, 南オーストラリアの Adelaide 大学の H. B. S. WOMERSLEY 教授から手紙が来て, *Delesseria serrulata* HARVEY が 1856 年に日本の函館から記載され, 同じ *D. serrulata* が同じ HARVEY によって 1858 年にオーストラリアの東岸からも報告され, 現在オーストラリアのものは *Hypoglossum serrulatum* (HARV.) J. AGARDH として知られている。この HARVEY の *Delesseria serrulata* は日本では今でも認められているのか, という問合せがあった。日本の函館から報告された *D. serrulata* とオーストラリアの *D. serrulata* (= *Hypoglossum serrulatum*) が果して同じものであるか, 命名上の問題はどうかになっているかとの疑問を持ったのであろう。

日本の函館から報告されたこの *D. serrulata* HARVEY は, M. C. PERRY 提督の率いる艦隊が日本に来た時 (1852~1854) に, S. W. WILLIAMS 氏と J.

MORROW 博士によって採集された植物を Harvard 大学の A. GRAY 教授が中心になって調べ, その中で藻類の調査をアイルランドの Dublin 大学の HARVEY 教授に依頼し, HARVEY は下田と函館で採集された 22 種を明らかにして 1856 年に報告したが, *D. serrulata* はその中の一つで, 新種として報告されたものである。

### 我が国の学者による *D. serrulata* の取り扱い

HARVEY の報告後, 先ず岡村 (1902) は日本藻類名彙の初版 p. 50 に *Apoglossum violaceum* (HARV.) J. AGARDH を記載し, その異名として *Delesseria serrulata* HARVEY をあげ, これにヌメハノリの和名を与えている。1908 年には日本藻類図譜 1 巻 7 号, 図版 31 に, このヌメハノリ *A. violaceum* を図示し, *Delesseria serrulata* の外に *D. violacea* J. AGARDH をも異名としている。遠藤 (1911) もヌメハノリを *Apoglossum violaceum* として図示している。更に岡村 (1936) は日本海藻誌でヌメハノリの学名を *Delesseria violacea* (HARV.) KYLIN とし, その異名に前記の *Apoglossum violaceum* (HARV.) J.

AGARDH をあげている。以後我が国の藻類学者は疑うことなくこの学名を使用してきたのである。

ここで疑問に思えるのは、ヌメハノリが *Delesseria* 属, *Apoglossum* 属のいずれに属するかの問題は別として、HARVEY の種小名 *serrulata* が用いられず J. AGARDH の *violacea* が何故用いられているのか、ヌメハノリに対して HARVEY の *serrulata* 以前に J. AGARDH の *violacea* が発表されているのか、またヌメハノリは HARVEY の *Delesseria serrulata* と果して同じものであるか、更に現在我が国で用いられている *D. violacea* (HARV.) KYLIN の KYLIN はこの命名にどんな役割をしているのかということである。

#### 外国の学者による *D. serrulata* の取り扱い

前に述べたように、HARVEY が函館から *Delesseria serrulata* を発表したのは 1856 年である。次いで KÜTZING が 1869 年に HARVEY が見た標本に基づいて *D. serrulata* を図示・記載している。これはヌメハノリに間違いないと思われるものである。J. AGARDH (1872, p. 57) は *Delesseria harveyana* (J. AG. mscr.) を記し、異名として *D. serrata* HARV. Alg. austr. exs. no. 277, nec POST. et RUPR.; *D. serrulata* HARV. Phyc. austr. tab. 59 をあげ、p. 58 に *D. violacea* (J. AG. mscr.) を記し、その異名として *D. serrulata* HARV. in PERRYs exp. to Japan Bot. append. p. 331 (nec Phyc. austr.) をあげている。即ち HARVEY が報告した *D. serrulata* に対してオーストラリアのものには *D. harveyana*、日本のものには *D. violacea* という名を与えている。日本の *D. serrulata* とオーストラリアの *D. serrulata* は違うものであるという考えに基づくものである。J. AGARDH は 1876 年の論文でも HARVEY の *D. serrulata* に対して同様な取り扱いをしている。ただ *D. violacea* には *D. serrulata* in KÜTZ. Tab. Phyc. vol. XIX, Tab. 12 を異名の中に加えている。

この J. AGARDH の取り扱いについて、発表年のおそいオーストラリアの "*D. serrulata*" (1858) に日本の *D. serrulata* とは違うとして *D. harveyana* の学名を新しく与えることは良いとして、日本の *D. serrulata* (1856) に改めて *D. violacea* の名を与えることは現在の国際植物命名規約では許されていない。

J. AGARDH は更に、1898 年の論文でオーストラリアの "*D. serrulata*" を p. 186 に *Hypoglossum*

*serrulatum* とし、日本の "*D. serrulata*" を *Apoglossum violaceum* として記載している。これで、これまでオーストラリアでは *Hypoglossum serrulatum* (HARV.) J. AGARDH の学名が、また我が国では岡村 (1902, 1908)、遠藤 (1911) が *Apoglossum violaceum* (HARV.) J. AGARDH の学名を使用した所以がわかる。しかし国際植物命名規約からみた場合属名は別として、種小名の取り扱い、命名者の取り扱いには問題があるわけである。

次に岡村 (1936) の日本海藻誌以後我が国で用いられてきた *Delesseria violacea* (HARV.) KYLIN の KYLIN がどこでこのヌメハノリの命名に関与しているかは分らない。KYLIN (1924) の有名なコノハノリ科の研究がある。この中で日本に "*Delesseria serrulata* (HARV.) KÜTZ. Tab. Phyc. 19, Taf. 12" があること、これは J. AGARDH によって *D. violacea* (Epicr., S. 492) とされ、後に *Apoglossum violaceum* (Sp. Alg. III: 3 S. 193) とされ、*Delesseria serrulata* HARV. Phyc. Austr. Taf. 59 ではないと述べているが、KYLIN がヌメハノリの命名に関与した文献はみつからない。吉田 (1977) も命名者としての KYLIN に疑問を持ちヌメハノリの学名は *D. violacea* J. AGARDH であるとしている。学名の新結合者名としての KYLIN は岡村 (1936) の単純なミスであったのだろうか。

#### 結 論

以上の文献調査結果から、ヌメハノリが *Delesseria* 属に属するかどうかの問題は三上 (1972) によって提起されているが、ヌメハノリが *D. serrulata* HARVEY (1856) と同じものだとすれば、そうとしか思われないのであるが、命名規約上からはヌメハノリに対しては *Delesseria serrulata* HARVEY の学名が用いられなければならない。今後ヌメハノリの所属が変更されることがあっても種小名の "*serrulata*" は変えられない。

なおこのヌメハノリの命名上の問題について、WOMERSLEY 教授は Berkeley の California 大学の SILVA 博士にも相談したらしく、SILVA 博士も日本のヌメハノリの学名は *Delesseria serrulata* HARVEY が正しいと言っていること、またそのタイプ標本は Farlow Herbarium in Cambridge, Massachusetts にあることを後に連絡してくれた。

## 引用文献

- AGARDH, J. G. 1872. Bidrag till Florideernes Systematik. Lunds Univ. Årsskr. 8: 1-60.
- AGARDH, J. G. 1876. Species genera et ordines algarum 3(1), Epicrisis systematis floridearum. Leipzig.
- AGARDH, J. G. 1898. Species genera et ordines algarum 3(3), De dispositione Delesseriarum. Lund.
- DE TONI, J. B. 1900. Sylloge algarum 4(2). Patavii.
- HARVEY, W. H. 1856. Algae in A. GRAY, List of dried plants collected in Japan by S. Wells WILLIAMS, esq., and Dr. James MORROW. Mém. Amer. Acad., Art and Sci. 2: 331-332.
- HARVEY, W. H. 1858. Phycologia australica I. London.
- KÜTZING, F. T. 1869. Tabulae Phycologicae, Bd. 19. Nordhausen.
- KYLIN, H. 1924. Studien über die Delesseriaceen. Lunds Univ. Årsskr. N. F. 2, 20(6): 1-111.
- 三上日出夫 1972. スメハノリ *Delesseria violacea* (HARVEY) KYLIN について. 藻類 20: 54-58.
- 岡村金太郎 1902. 日本藻類名彙. 敬業社, 東京.
- 岡村金太郎 1908. 日本藻類図譜 1(7). 東京.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- 遠藤吉三郎 1911. 海産植物学. 博文館, 東京.
- 吉田忠生 1977. 学名の変更. 瀬川宗吉, 原色日本海藻図鑑 補遺: 151-167. 保育社, 大阪.

---

## 学名の有効出版に関する申し合せ<sup>1)</sup> (日本植物分類学会 1978 年 9 月 28 日)

日本植物分類学会は学名の有効な出版をはかるため昭和 26 年「国内有効出版物に関する植物分類学会の申し合せ」を行い、善処を申し合せたが、その後の研究活動や出版事情の進展に対応するため昭和 53 年「命名に関する委員会」(原 寛一委員長, 安藤久次, 大橋広好, 井上 浩, 岩槻邦男, 金井弘夫, 小林 弘, 里見信生, 清水建美, 千原光雄, 椿 啓介, 中池敏之)を設けて検討を行い、昭和 52 年 10 月, 53 年 4 月, 53 年 9 月の総会およびその間の日本植物分類学会ニュースなどで原案を会員にはかり、修正を行った結果、以下の「植物命名についての基本理念」および「国内有効出版物に関する申し合せ」を採択した。この申し合せは、新しい学名を発表する場合の国際植物命名規約第 29-31 条にある有効出版 (effective publication) に関するものであって、新学名を含まない論文や記事の出版、地方における雑誌の発行などについてはその自由を少しも束縛するものではなく、また発表者の資格などについても全く規制するものではない。

なお、この申し合せを実行する場合には、国内の問題としてばかりでなく、広く国際的見地から考えるべきであって、たとえば他国において同様な出版物に新学名が発表された際にわれわれが被った不便と障害とを合わせ考える必要がある。

### I. 植物命名についての基本理念

植物分類学の研究活動は国の内外において目ざましいものがあり、多くの成果があげられている。国内だけに限ってみても、こうした専門的な研究の進展がある一方で、一般の人々の植物分類学への関心の高まりも最近では驚くほどである。このような傾向は、植物分類学の発展のためには誠によるこばしいことではあるが、その反面、植物名の分類学的な取扱いの上で、不注意や誤解による誤りや混乱が時に見られるのは残念なことである。

植物の学名の取り扱い、いうまでもなく、世界各国の研究者の間の共通理解の上でなされなければならない。このために学名の使用に際しては、国際植物命名規約 International Code of Botanical Nomenclature に従うべきことは当然である。この命名規約の基本的精神は、植物の名称 (学名) について、命名ならびに発表上の混乱や誤解の生ずるのを防止することにある。したがって少くとも新学名の発表を行う際はもとより、学名を分類学的に取扱う場合には常に国際植物命名規約を参照し、学名の命名発表と選択・使用に手落ちのないようにすることが研究者自身の責任であり、モラルの問題であると考えべきである。

学名は植物分類学のみならず広く生物学における情

1) 日本植物分類学会命名に関する委員会によって採択された学名の有効出版に関する申し合せを委員会からの要請により全文をここに掲載します (編集委員会)

報伝達に際して最も基本となるものである。我が国における分類学的研究の成果が国際的に正しく受け入れられるためにも、学名の取り扱いについていたずらな混乱や誤解をさけるように努力する必要がある。

## II. 国内有効出版物に関する申し合せ

日本植物分類学会は上に述べた基本理念にもとづき、今後は下記のような出版物、印刷物には一切新学名を発表しないようにすることを申し合せる。

### (1) 一般的科学雑誌及び一般的性質の単行本

〔例〕 科学(岩波), 生物科学, 採集と飼育, 自然, 自然科学と博物館, ガーデンライフ, 各種の辞典

### (2) それぞれの分野の専門誌ではあるが、新学名を含む原著論文を発表するには適当でないもの

〔例〕 陸水学雑誌, 第四紀研究, 日本林学会誌

### (3) 植物学分野であっても新学名を含む原著論文を載せることを目的としない出版物

〔例〕 各種の種子目録, 学会講演要旨, 日本植物分類学会会報, 日本蘚苔類学会会報, 植物と自然

### (4) 非売品, 地方的にかたよって配布されるもの, 国外への配布のきわめて少ないもの

〔例〕 各種の自然環境調査報告, 学位論文審査のために配布する印刷物, 科学研究費成果報告書, 兵庫生物・野草などの各種同好会誌, 校友会誌

### (5) 印刷形式が有効出版物として不適当なもの

- a 騰写版によるもの
- b 顔料を用いた油性印刷インクによらないもの

〔例〕 電子コピー, カーボンコピー, 青写真, デュプロ, 写真など

### c 手書き原稿を原版としたもの

#### 註1.

どんな出版物にでも新学名を説明上使用することは差し支えないが、その新学名は有効な出版物に正式に発表されてからはじめて命名規約上正当なものと認められるので、発表者はこの趣旨にそった処置をとることがのぞましい。

例えば「前原勘次郎：南肥植物誌」は地方フロラの代表的著作として高く評価される出版物であるが、専門の見地や国外への配布の点から考えると新学名を発表するには不適当な出版物であるので、そこに含まれている新学名はそれらが「植物分類地理」に再録された時にはじめて有効に出版されたものと見なされている。

#### 註2.

学位論文審査のために配布する印刷物, 科学研究費成果報告書, 学会講演要旨などに含まれる新学名は、それがしかるべき専門誌に、あるいは単行本に国際植物命名規約にかなった形式で出版された時をもってはじめて有効と見なされる。

#### 註3.

植物分類学専門でない準定期出版物に新学名を発表した場合には、できるだけそれを周知させるような方法を取り、又別刷を国内外の主要研究機関や関係専門分野の研究者へ配布することがのぞましい。

〔例〕 大学紀要, 研究所報告, 演習林報告

総 説

真核性藻類における細胞分裂の微細構造\*

堀 輝 三

筑波大学生物科学系 (300-31 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1)

HORI, T. 1979. Ultrastructure of cell division in the eucaryotic algae exclusive of green algae. Jap. J. Phycol. 27: 217-229.

Recent ultrastructural studies on cell division have shown that there are a wide range of variations in organization and behaviour of mitotic and cytokinetic apparatus. For example, animal cells generally, and some green plant cells have centrioles involved in the spindle apparatus, while many other plant cells do not. In certain groups of organisms the spindle body may be enclosed during division by the nuclear envelope, but this membrane breaks down before division in others. These features of the mitotic and cytokinetic structure appear characteristic of certain groups of algae and may have phylogenetic significance. This article briefly reviews types of spindle structure displayed by eucaryotic algae sofar investigated, exclusive of green algae.

*Terumitsu Hori, Institute of Biological Sciences, The University of Tsukuba, Sakuramura, Ibaraki-ken, 300-31 Japan.*

細胞の起源が単一であったにせよ、多起源であったにせよ、成立した細胞が単一代で消滅してしまうような時期がしばらく続いたのか、あるいは進化の圧力が作用して次世代の細胞をつくる機構をすぐに獲得したのかは不明である。しかし、いずれにしても細胞(あるいは原始生物)が結局は細胞増殖の機構を早晚獲得したことは自明である。細胞分裂は遺伝性を支配する物質の等量分配という過程(即ち核分裂)と、その遺伝物質の高度な構成体である核をとりまく細胞質の分裂の二つの過程が組み合わさった現象である。この二つの機能の獲得によって今日の多細胞生物の基礎ができあがったと考えられる。従って、核(物質)分裂の機構、細胞質の分裂の機構というのは細胞のもつ構造と機能の中でも最も原始的なものの一つであろうと推察される。しかもこれら二つの機構の基本は、獲得した時より現在に至るまで、非常に保守的であったと考えられている(PICKETT-HEAPS 1975 a, 1976)。しかし、詳細な点においてはこの二つの過程にはそれぞれ

変異がみられ、その変異が現存の生物の分類学的なグループの特徴にもなっているように見える。例えば菌類の各グループは信頼できる分類学的指標になる紡錘体構造を示す。この小論では、今日までの研究で明らかになった真核性藻類にみられる細胞分裂の様式をレビューし、その多様性を明らかにする。但し、紙面の制約により、緑色藻類(プラシノ藻、緑藻)については別の機会に譲ることとした。

### 1. 紅藻類 (Rhodophyceae)

細胞分裂が詳細に調べられているのは、*Membranoptera platyphylla* (MCDONALD 1972) 唯一種であるが、*Polysiphonia harveyi* (SCOTT *et al.* 1977), *Porphyridium* spp. (BRONCHART & DEMOULIN 1977, 左貝 1978, SCHORNSTEIN & SCOTT 1978) などでも補助的な知見が得られている。ここでは *M. platyphylla* の細胞分裂に関する知見を中心にして述べる。

\* This work was partly supported by Grant-in-Aid for Scientific Research (#248015) from the Ministry of Education, Japan.

前期には両極に対した部分の核包膜にへこみが生じ、その中に中心子ではなく、polar ring (PR) が1個現れる (Fig. 1 a) (MCDONALD 1972, SCOTT *et al.* 1977)。またこの近辺に核外微小管 (microtubule, 以下 MT と記す) が増えはじめ、核膜孔が各極に集中しはじめる。PR は長径 190 nm, 短径 160 nm, 深さ約 70 nm のほぼシリンダー構造である。核外 MT はこの構造体に収斂しているように見える。中期以降のこの構造体の行方は不明である (SCOTT *et al.* 1977)。

中期紡錘体は核内に形成され、その極には複数の核包膜の不連続 [核膜孔とは異なる核膜不連続で、極膜開放 (polar fenestrae, polar openings) と呼ぶ] がみられる。そこを通過して紡錘体 MT が細胞質にまで伸びているのがみられる。核包膜は完全なままである (Fig. 1 b)。染色体の分離開始とともに、核自体と連続紡錘糸 (極と極とを結ぶ MT のこと) が伸長する。一方動原体系 (染色体上にある動原体と極とを結ぶ MT のこと) は短縮する (Fig. 1 c)。終期の終り頃には伸長した核包膜の中央近辺に緊縮が起こり始める。緊縮がさらに進行すると核包膜は切れ、ここに2個の娘核が形成される。この切断点近辺には液胞が現れており娘核の間に割り込むように侵入して、2核を互いに引き離す役割を演ずるようである (Fig. 1 d)。

終期完了後すぐに細胞膜と細胞壁の同時的突出による分割溝が求心的に進入し始めて細胞質分裂が開始される (Fig. 1 e) (GANTT & CONTI 1965, MCDONALD 1972, 左貝 1978)。細胞質分裂域にはこれに関わると思われる MT 系は見い出されていない。

現在までに調べられた紅藻植物の細胞分裂に関わる共通した特徴は、1. 極膜開放の存在、2. 分裂中、核包膜は完全である、3. したがって核内紡錘体である、4. 極構造体は PR か (MCDONALD 1972, SCOTT *et al.* 1977)、ミクロボディ-様顆粒を近接させる何らかの不定構造体である (BRONCHART & DEMOULIN 1977, SCHORNSTEIN & SCOTT 1978)。よって、鞭毛基部 (flagellar base または basal body, 以下 BB と記す) に転換する中心子 (centriole) はこの植物には存在しない。

紅藻は、生活史の中では完全に鞭毛期を欠きながら、全てのメンバーが恐らく常に棲水性の生活をするので鞭毛期をもたなかったのか、あるいは後世になって失ったのか、進化史上非常に興味あるグループである。しかし、紅藻が中心子をもたないものの正常な紡錘体と MT 系とをもっていることから、現在の他の藻類群が派生してきたと考えられるおおむねの進化系

列において [中心子/鞭毛系] が進化する以前に既に紅藻類は枝分れしていたのであろうと考えられている (PICKETT-HEAPS 1974, 1976)。

## 2. ハプト藻類 (Prymnesiophyceae)

ハプトネマと呼ばれる鞭毛様の付属物を有するこの類の細胞分裂の微細構造については、*Prymnesium parvum* について報告があるだけである (MANTON 1964)。この類は CHRISTENSEN (1962) が次に述べる黄金色藻類から分離独立させたグループである。核分裂開始の徴候は、細胞小器官 (葉緑体, ミトコンドリア) の分裂完了と BB 近くから伸び出る MT 繊維の増大である (Fig. 2 a)。紡錘体は複製して分れた2組の BB を結ぶ線に平行に配置するが、BB 自体が極に位置を占めるわけではない。極構造体としてははっきりした器官は認められないものの、両極の近傍には BB と1個のゴルジ体が存在する (Fig. 2 b)。紡錘体形成には上記の MT が参加するようである。中期は明白な中期核板の形成によって認識することができる (Fig. 2 b)。さらに核包膜の完全な崩壊、染色体間を通り抜ける多数の紡錘体糸の存在によっても知ることができる。これらの MT は、紡錘体の二カ所の終末点に存在する実体ははっきりしない極に向かって収斂している。

この生物の中間期の細胞構成の特徴は、核包膜の外膜が伸びていわゆる葉緑体-ER (chloroplast-ER, cER) となって葉緑体全体を囲むことである (Fig. 2 a)。核分裂における核包膜の崩壊時に、この cER がどのような挙動をとるかが興味の一つであるが、他の藻 (3, 4 を参照) と同じように、cER 自体には目につくような変化が起こらない。後期の特徴は細胞の伸長である。染色体群も両極に分れ、紡錘体 MT が長く伸びている。動原体は確認されていない。紡錘体表面はその輪郭づけをするかのように長いミトコンドリア、長い核包膜断片、ER 等によって取り囲まれている (Fig. 2 c)。形成された二つの娘核を包む新核包膜の再構築は極側から始まる。これには分裂以前の核包膜の断片もかなり使われるようである。もう一方の側はずっと後まで開放されたままになっている。しかし、最終的にはその開放部も新生核包膜の環状緊縮状閉鎖によって娘核間に残っていた紡錘糸 (束) をちぎり切る (Fig. 2 d)。動原体の分化は認められていない。

細胞質の分裂は細胞膜の陥入による分割溝形成で遂行される (Fig. 2 d)。cER と核包膜の連続性の再生は、細胞が中期に戻った時に両者の合着によって起こるら

しいが、詳しくはこの藻についてはわかっていない。

### 3. 黄金色藻類 (Chrysophyceae)

この類では *Ochromonas danica* (SLANKIS & GIBBS 1972) で詳しく調べられている。この生物の中間期細胞構成は前述の *Prymnesium* と同様核外膜と cER が連続している。核分裂に先立って2個の片葉よりなる1個の葉緑体が分裂を完了し、2本の不等鞭毛をそれぞれ複製する (Fig. 3a)。中間期細胞に1個存在するゴルジー体が分裂して2個になり核分裂前期に入る。この時点で核包膜は破れるが、2個の娘葉緑体の cER は無傷のままである。従って中・後期を通じて、各娘葉緑体は破損のない cER サックの中に包みこまれたままになっている。2組の BB はリゾプラスト (rhizoplast, BB から細胞内部へ伸びる、斑様をもった平たいあるいは太った繊維束構造) とゴルジー体を伴って広がりつつある細胞の表層を互いに離れて行く。同時に各 BB の近傍からは核の背腹両側を包むように新たに合成された MT が多数出現する (Fig. 3a)。BB に面した側の複数の場所で核包膜の部分的な破れが現れる。核包膜が漸次分解し、核外にあった MT が核域内へ入って行き、紡錘体を形成する。2個のリゾプラストが紡錘体極に位置し、その外側にそれぞれゴルジー体を伴う (Fig. 3b)。中期で既にリゾプラストは複製した長鞭毛とも連絡をもっている。紡錘糸のあるものは極と極を直接結んでいるが、他は極と染色体とを結んでいる。しかし動原体の分化は見られない。核包膜は完全に崩壊してしまう (Fig. 3b)。後期の間にそれぞれの染色体組は両極に移動する。2組の分離しつつある染色体の間では中間紡錘体系 (interzonal MT) の顕著な伸長が起る (Fig. 3c)。したがって極間の距離は中期の約2倍にも達するという。後期の後半になると、各染色体組は葉緑体を包む ER 包膜の一部に接するように移動する (Fig. 3c)。これは娘核が cER を新核包膜の一部として利用し、新合成膜を合わせて完全な核包膜を再構築する (Fig. 3d) ための挙動と思われる。終期には2個の娘核は以前よりは互いに接近した位置に戻っている。

細胞質の分裂は、2組の鞭毛セット間を細胞膜が縦方向に環状緊縮するやり方で行う (Fig. 3e)。前述のものも含めて、この藻の場合にも細胞質分裂の分裂溝近辺には何らの MT 系も出現しない。

*Prymnesium* と *Ochromonas* との有糸分裂はよく似ている。1個の極ゴルジー体を有し、葉緑体は全て核分裂の前に分裂を完了し、核包膜も前期の終わりに

は崩壊する。また両者ともに BB は極自体には位置しない、等の共通性がある。ところが *Ochromonas* では紡錘体 MT はリゾプラストに収斂するが *Prymnesium* はこのリゾプラストを有さず、紡錘体は細胞質側に位置する不明瞭な極の中で終える。紡錘体形成の先駆体としてリゾプラストを利用する藻はプラシノ藻 (Prasinophyceae) で知られている。

### 4. クリプト藻類 (Cryptophyceae)

*Chroomonas salina* (OAKLEY 1978, OAKLEY & DODGE 1973, 1976), *Cryptomonas* sp. (OAKLEY 1978, OAKLEY & BISALPUTRA 1977) で調べられているが、互いによく似ている。

単細胞性中間期細胞では、細胞後端に核があり、前端部から鞭毛が出ている。この鞭毛の BB から核の方へ多数の MT が伸びている (Fig. 4a)。細胞が分裂期に入った証拠は、先ず BB の複製とこれから伸びる MT の増加である。この間、鞭毛はちぎれず機能を保有し続ける。次いで核が細胞前方へ移動し、細胞は短くかつ丸くなる。2組の BB 装置は互いに離れ (Fig. 4b)、核包膜も破れ始める。そしてその破れを通じて、BB から伸びていた MT が BB から離れて核質の中へ入り込み紡錘体を形成する。中期には長方形の核板が形成される (Fig. 4c)。ここで特に注目しなければならない点は、中期以降も含めて如何なる時期にも染色体の個性が連続切片法によっても確認されなかったことである。既に光顕によるこの群の生物の染色体数の報告がなされているが、この事と上記の観察との違いをどう解釈したらよいか今後検討を要する問題である。

形態的に分化していない動原体を有すると思われる大きなクロマチン塊には多数のトンネルがあいており、極と極とを結ぶ1~4本の MT がそこを通っている (Fig. 4c)。紡錘体は紡錘形というよりむしろ長方形であるところに特徴がある。BB は決して極の位置を占めないが、クロマチン塊の外側が紡錘体の縁にある (Fig. 4c)。2個のクロマチン集塊が極の方へ移動しても、染色体一極間の距離は実質的には変わらないという。従って紡錘体全体が伸びていることになる [中期に 3.2  $\mu\text{m}$  あった紡錘体の長さが後期には 4.0~4.5  $\mu\text{m}$  に伸びている]。終期にはクロマチンは分裂の間中葉緑体の周囲に残ったままになっていた cER に近づき (Fig. 4d)、これが娘核包膜の一部となり、その反対側、つまりもう一方の娘核に面している側に新膜が形成される。

娘核包膜が完成すると同時に、cER と核包膜の連続性も再構築される。この間に細胞表層被覆物である periplast が細胞後方から溝状陥入を開始し、徐々に細胞全体にわたって広がり、環状に緊縮して細胞質の分裂を遂行する (Fig. 4 e)。この開始は中期にでも起こることがある。細胞質分裂域にはこれに関与すると思われるいかなる MT 系も存在しない。しかし娘核形成直後、両者の中間域には多数の MT が束状になって残っており、動物細胞の mid-body に似る。

クリプト藻の分裂機構がいかなる意味において興味を持たれるかという点、この藻の系統学的な位置が不安定で、紅藻類、渦鞭毛藻と類縁が強いといわれることがあったり、あるいは全ての藻類の祖先であるとも考えられる (LEE 1972) ことがあるため、どの生物群とより多くの共通性を有するかが興味をもたれるわけである。ところが明らかになった分裂機構は紅藻類とも渦鞭毛藻とも共通するところは少なかった。また他の藻類のどれよりも特に原始的であると考えられる性質も見い出されない。

##### 5. 渦鞭毛藻類 (Dinophyceae)

この生物では、われわれが“有糸分裂”と定義している染色体の行動に関する一般概念からは大きくはずれた分裂が行われている (DODGE 1971, KUBAI &

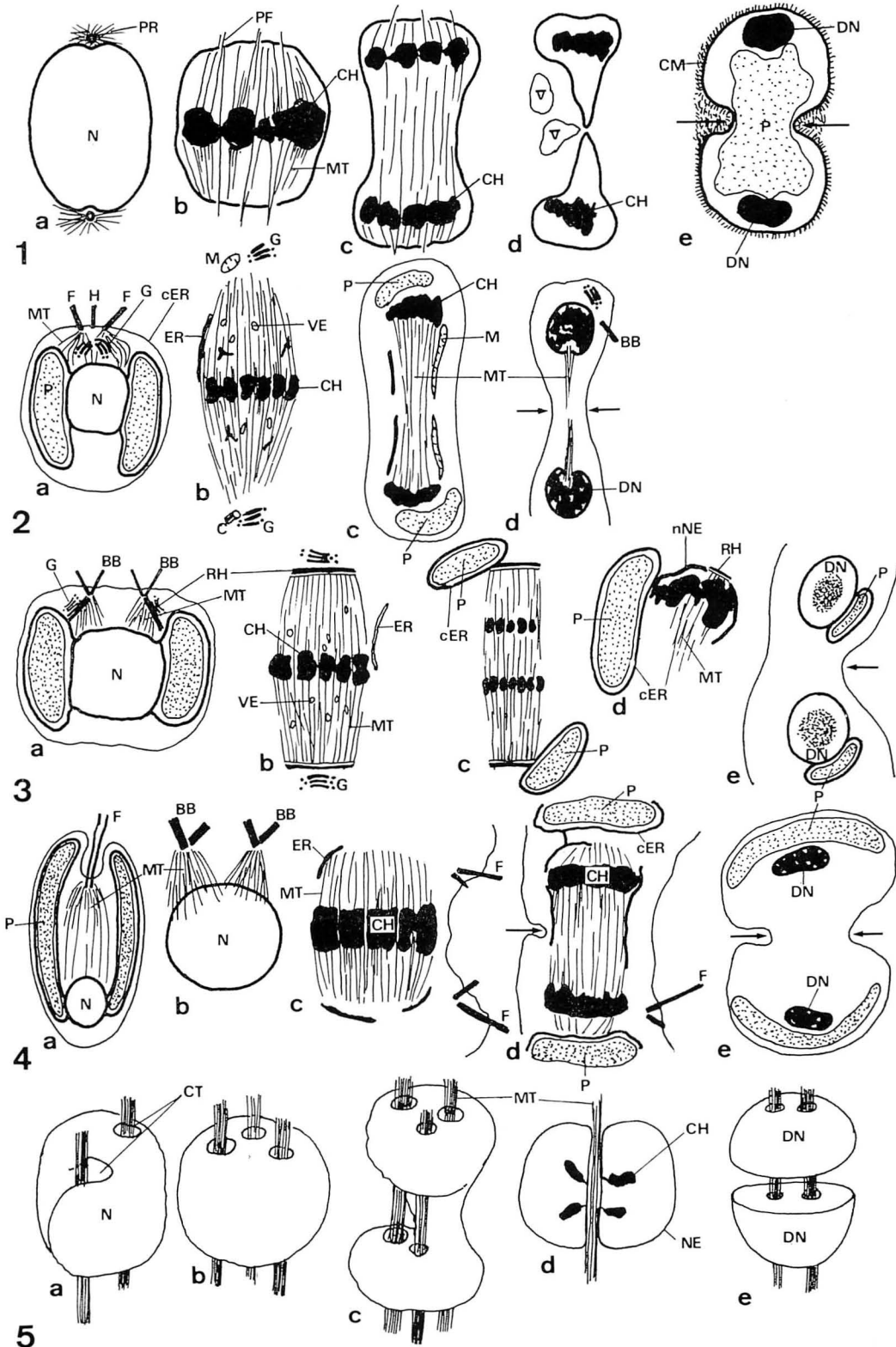
RIS 1969, LEADBEATER & DODGE 1967, OAKLEY & DODGE 1974, RIS & KUBAI 1974, SIEBERT & WEST 1974, SOYER 1971, TIPPIT & PICKETT-HEAPS 1976)。

核分裂時に細胞質性の MT 束が核の外に現われ、それが核の中心部に向かってめり込んでゆき、最終的には核を完全に突き抜ける何個 (8~15) かの互いに平行に走る細胞質トンネルにわかれる (Fig. 5 a, b)。自由生活する渦鞭毛藻の *Cryptocodinium cohnii* (= *Gyrodinium cohnii*) で、これら MT を含んだ細胞質トンネル形成過程の程が詳しく連続切片で調べられている (KUBAI & RIS 1969)。このトンネルは娘核が形成されるまで存続する。そしてこのトンネル内の MT には長さの変化はみられず、核包膜の破損も起らない。MT 束のいずれの端にも中心子はみられず、MT 束相互が一点に収斂することもない (Fig. 5 c)。染色体は細胞質トンネルに面した核包膜の部分にだけ付着する (Fig. 5 d)。核包膜の中にある動原体が MT と染色体の連結の伸だちをする (OAKLEY & DODGE 1974)。中期核板を形成する染色体の行動は起こらないので、古典的な意味の中期は存在しないと考えられる。従って分裂中期を同定することは難しい。トンネルに対して垂直の方向に核包膜の緊縮が起こり、何個かのトンネルがこの緊縮部に開放することが起こる (Fig. 5 c)。この時

Figs. 1-10. A diagrammatic summary of mitosis and cytokinesis in various eucaryotic algal groups. Fig. 1. Rhodophyceae. a: prophase; b: metaphase; c: late anaphase; d: late telophase (deduced from MCDONALD, 1972); e: cytokinesis (deduced from GANTT & CONTI, 1965). Fig. 2. Prymnesiophyceae. a: interphase and early prophase; b: metaphase; c: anaphase; d: telophase and cytokinesis (deduced from MANTON, 1964). Fig. 3. Chrysophyceae. a: prophase; b: metaphase; c: mid-anaphase; d: late anaphase; e: telophase and cytokinesis (deduced from SLANKIS & GIBBS, 1972). Fig. 4. Cryptophyceae. a: interphase cell; b: prophase; c: metaphase; d: anaphase-telophase; e: telophase and cytokinesis (deduced from OAKLEY & DODGE, 1973, 1976; OAKLEY & BISALPUTRA, 1977; OAKLEY, 1978). Fig. 5. Dinophyceae. a, b: early division nucleus; c: mid-division nucleus; d: diagrammatic figure of longitudinal section through one lobe of the late division nucleus; e: formation of daughter nuclei (deduced from KUBAI and RIS, 1969).

Note: BB, flagellar base, basal body; C, centriole; cER, chloroplast-ER; CH, chromosome; CM, cell membrane; CP, centriolar plaque; CT, cytoplasmic channel; CW, cell wall; DN, daughter nucleus; ER, endoplasmic reticulum; F, flagellum; G, golgi-body; H, haptonema; HS, half spindle; IS, interzonal spindle; M, mitochondrion; MT, microtubule; N, nucleus; NE, nuclear envelope; nNE, newly synthesized nuclear envelope; NO, nucleolus; oEN, mother nuclear envelope; P, chloroplast; PF, polar fenestrae, polar opening; PPC, persistent polar complex; PR, polar ring; RH, rhizoplast; V, vacuole; VE, vesicle. Arrows in the figures indicate the direction of cleavage furrow.





期には染色体はそれぞれの極の方へ分布している。細いブリッジで連なった2個の娘核に分かれた分裂後半でも、それぞれトンネルは保持されている。MT束も両娘核部の相対するトンネルの中を突き抜けている。やがて完全な2個の娘核が形成され (Fig. 5 e), トンネルもまもなく消失する。細胞質の分裂は theca と細胞膜の同時陥入によって遂行される (KUBAI & RIS 1969)。

寄生性の *Syndinium* sp. に関する研究結果は (RIS & KUBAI 1974), さらに興味ある知見を提供した。この生物では中心子と動原体, そして両方をつなぐ MT が常に存在する。中心子対は長・短2個からなり, それぞれはさらに小さい前駆中心子を付属している。双中心子は核包膜が盃状に陥入してできたポケットの中にあり, 核外 MT の収斂点として働く。4個の中心子にはこの生物の4本の染色体がそれぞれ対合するという。核分裂が始まると, 中心子対間に MT が伸長する。それによって, 2組の双中心子は核表面を, 核膜ポケットをラッセル状に広げながら離れて行き, だんだん核の中へ沈み込んでゆき, 遂に膜の融合を起こして1本の細胞質トンネルを形成する。この途中でも中心子と動原体とを結ぶ MT の長さは変化がなく, 中心子対の分離が染色体の分離を同調的に行うわけである。従ってこの染色体系は染色体を極に結びつける役を負っているだけである。分裂後半の経過は, *C. cohnii* の場合とほぼ同じである。この生物においては染色体移動の原動力は中心子間に発達する MT の伸長と解される。要するに機械的に異なる2種類の MT の存在が認識できるわけである。*Syndinium* sp. の染色体の化学組成は, 他の渦鞭毛藻のそれとは異なる。典型的な渦鞭毛藻の染色体はタンパク質を含まない巨大な DNA 螺旋である。これに対し, *Syndinium* の染色体は塩基性タンパクを含む。従ってその形態も, 他の渦鞭毛藻のものとは大いに異なる。

渦鞭毛藻の核分裂機構は〔核包膜伸長+MT〕と考えられる。これは原核状態から真核状態への移行の初期に行われた機構であると推察される (KUBAI 1975, PICKETT-HEAPS 1975 b)。何故なら, 現存の原核生物においては, 遺伝物質の分配機構の主体は膜の伸長であり (KUBAI & RIS 1969), 紡錘装置を含む全ての種類の MT が存在しない。一方, 高等な真核生物では MT が染色体移動の主役である。このように渦鞭毛藻類の有糸分裂は原核・真核両生物の性質を兼ね備えているわけである。さらに, この生物の中間期核は真の核包膜に包まれていながら (真核性) その中の染色体は原核生物的なタンパクを含まない裸の DNA 織

維だけからなっている (原核性)。このように渦鞭毛藻の核は種々の点で, 原核・真核両生物の性質を備えていることから, “mesocaryotic” (中核性) といわれ (DODGE 1966) 他の藻類群からは非常に孤立したグループと考えられている。

## 6. 珪藻類 (Bacillariophyceae)

中心目珪藻 *Lithodesmium* (MANTON *et al.* 1969 a, b, 1970 a, b), *Melosira varians* (TIPPIT *et al.* 1975), 羽状目珪藻 *Fragilaria* (TIPPIT *et al.* 1978), *Diatoma vulgare* (PICKETT-HEAPS *et al.* 1975), *Surirella ovalis* (TIPPIT & PICKETT-HEAPS 1977), *Pinnularia* (PICKETT-HEAPS *et al.* 1978 a, b) で詳細に研究されている。細胞においては種ごとの変異がみられるが, そのことと, それぞれの種の珪藻群内における分類との一致はみられない。ここでは *M. varians* (TIPPIT *et al.* 1975) に関する研究を中心に, 珪藻類の細胞分裂を要約してみることにする。電顕的な観察の中には, 1896年に既に LAUTERBORN が光顕的に観察して発表したことと一致する点が多く含まれている。分裂過程の説明に先立って, 珪藻の核分裂で特有に見られる構造を簡単に説明しておく必要がある。1. 中間期核の近くには, 特異な構造体があり, それは MT と連絡している。他の珪藻で centrosome, polar body, spindle precursor 等々と呼ばれているものと相同のものであろう。*M. varians*, *D. vulgare* ではこの構造体は前回の核分裂の紡錘体極に位置しており, 中間期の間にその位置は変わらないようである。この構造は PPC (persistent polar complex) と呼ばれ, 細胞極の間に形態の大幅な変化を示す。例えば前期には極で輪郭のはっきりした盤状体になる。2. 紡錘体極間を走る特異な MT セットを中軸紡錘体 (central spindle, CS) と呼ぶ。中期にはこの CS は2個の極の歯状構造である半紡錘体 (half-spindle, HS) からなり, 赤道面で互いに会合する。5~10% の MT は極と極を直接結んでいるものと思われ, 他の大部分は赤道面を少し越えたところまで伸びている MT, 残りの MT の一方の端は極に接し, 他端は CS の横の方へ放射している。HS の MT が真中辺で互いに交差し重なり合う部分を “重なり領域” (overlapping region) という。

中間期の間 PPC は小さい球状器官で円錐体形の核の先端に位置する。PPC から核に接するように MT が伸びている。前期になると PPC が2個の盤状構造に分裂する。それらは互いに傾いていて, 長さをまし

ながら成長する。同時にその間に MT が発達し、その長さ、数ともに増大する (Fig. 6 a, b)。構成 MT は相互に平行であり、増殖を続けてやがて CS に成長して行く。CS の長さが増すにつれて盤状体も互いに分離する。この時は未だ CS は核包膜の陥窪部の中で成長を続ける完全な核外でのできごとである (Fig. 6 a)。やがて陥入部の内部で核の中へ入っていくための更に深い陥入が起こり、結局核包膜は崩壊して CS は核の中へ入る (Fig. 6 b)。前期、CS が核内のクロマチンへ沈み込んでいく頃にはその両端の盤状 PPC<sub>s</sub> 間の距離は核の径よりもさらに広がっており、じきにクロマチンが CS をとり囲む (中期) (Fig. 6 c)。後期の前半は観察できなかったが、後半になると HS は互いに離れ、クロマチンは極近くに移動する。後期の紡錘体は将来の分割溝に対して必ず垂直に配位している。後期後半でも動原体、染色体の個性性は識別できない。しかしクロマチン塊に侵入する多数の極からの MT が見られる。そしてこれらは後期に明らかに短縮する。終期の前半までにはクロマチンは PPC の周りにまで移動する (Fig. 6 d)。もちろん CS の重なり領域の MT は僅少になっている。細胞質分割の前に両 PPC<sub>s</sub> は CS から離れる。核包膜が再構築されるにつれて、PPC は娘核の外側にとどまり、細胞質分割完了後に中間期の形態に戻る。

細胞質分割は細胞質に向かって 1 個の幅広い細胞膜の U 字形陥入という形で後期に始まる (Fig. 6 d)。その後、この U 字形の底部から内部に向かってより細い分割溝が細胞中心に向かって環状に発達し、CS を切断して細胞質の分割を完了する (Fig. 6 e)。

珪藻の紡錘体形成様式は非常に広範囲の生物にみられるそれに似ている。前期紡錘体が核外に形成される典型的な一例であるが、他に菌類、原生動物、藻類、いくつかの哺乳類細胞などでも知られている (KUBAI 1975)。これらに共通することは、核の外側で 2 個の分離しつつある MT 合成中心体の間に成長した MT が核内へ侵入することである。核分裂時に核包膜がほぼ完全に崩壊するいわゆる開放型紡錘体においても、また紡錘体極に極膜開放をもつか、あるいは核包膜が部分的な破損を生ずる半閉鎖型紡錘体においても、MT 形成中心 (microtubule organizing centre, MTOC) (PICKETT-HEAPS 1969) は本質的には核の外にあると考えられるので、紡錘体の形成は核の外で始まるといえる。そして後ほど形成中の紡錘体が核域へ進入していくことになる。ところが渦鞭毛藻のように同じ核外紡錘体でありながら核膜の崩壊が起こらず、従っ

て MT は決して核質中には入らない場合もある。

## 7. ミドリムシ類 (Euglenophyceae)

*Euglena gracilis* (LEEDALE 1968), *E. gracilis* var. *gracilis* (PICKETT-HEAPS & WEIK 1977), *E. gracilis* strain Z. (GILLOT & TRIEMER 1978), *Phacus longicaudus* (PICKETT-HEAPS & WEIK 1977), *Astasia longa* (CHALY & LAFONTAINE 1977) 等を材料にした研究が 1977~1978 年にかけて集中的に発表された。これらの内容を比較してみると、相異点はいくつか見られる。それらを詳しく述べるスペースがないのでここでは省略するが、必要に応じて読者は後にあげた文献に当たって頂きたい。ここでは *E. gracilis* var. *gracilis* (PICKETT-HEAPS & WEIK 1977) と *E. gracilis* strain Z (GILLOT & TRIEMER 1978) の研究を中心に述べる。

核分裂前期に先立って、鞭毛が切れる場合 (PICKETT-HEAPS & WEIK 1977) とそうでない場合 (GILLOT & TRIEMER 1978) との違いはあっても、BB の複製完了が分裂の前提条件である。核はこの BB の方へ移動し、reservoir に近接並列して伸長する (Fig. 7 a)。BB と連絡していた大多数の MT が消えて核内に MT が多数増殖してくる (Fig. 7 b)。それと共に巨大な仁が伸長し始め、それに MT が連絡するようになる。但し仁には動原体らしきものは見られない。極域に極膜開放らしきものを見ることはなかった。中期の核はほぼ丸形であるが (Fig. 7 b)、これ以降大きく形態変化を起こす。中期の認定は難しい。それは染色体の輪郭がはなはだ不鮮明になるからである。しかし赤道面上に配列するようである。仁は大きく伸びて、極から極まで達する (Fig. 7 c)。染色体上には層状構造の動原体が見られ、それに MT が連絡している。核は半月形あるいは楕円形であるが、極の核包膜陥入が特異的に見られる。しかし紡錘糸の終末点には具体的な極構造体は存在しない (Fig. 7 c)。核膜は完全である。染色体の移動につれて核と仁は亜鈴型に変化する。核と BB の近接は認められるが、BB が極の位置を占めることはなく、分離中の二つの染色体群の横に位置する。BB から核の極面に向かって繊維性の物質 (あるいはリゾプラスト, *Phacus*) が伸びていることは確認されている。染色体が極に近づいた時点で核は典型的な亜鈴型を呈し、娘核の間の中間紡錘体 (interzonal spindle, IS) に MT が多数残る (Fig. 7 d)。最終的には各娘核は IS との連絡部でちぎり切れる。これはハプト藻でみられた方式とほぼ同じである。

細胞質の分裂は核に密接している各 reservoir の間を細胞表層が分割溝状に細胞前方から進入する。この領域に MT の存在は知られていない。

分類学上特異な位置を占めるユーグレナ類の起源・進化について、最近活発な論議が行われている (GIBBS 1978, STEWART & MATTOX 1975)。細胞学的にも以前から典型的な分裂とは違った特異な有糸分裂が行われるものと考えられていた。例えば、核内に MT は存在はするけれどもそれは極の方向を示す骨格的な役割だけであって、染色体 MT はなく、染色体は自律的に移動するといわれていた (LEEDALE 1968)。ところが最近の報告によれば、基本的にはユーグレナの有糸分裂も他の多くの藻類のものと同じであるといえる。即ち正常な紡錘体の形成、閉鎖型分裂、動原体の存在等が認められる。

#### 8. ラフィド藻類 (Raphidophyceae = Chloromonadophyceae)

*Vacuolaria virescens* で調べられている (HEYWOOD 1978)。この藻は裸の単細胞といわれ2本の鞭毛を有する。有糸分裂開始直前の細胞では、BB から核を覆うように MT が放射状に配列している (Fig. 8 a)。前期核には極膜開放が生じ、そこを通過して MT が核質へ入り込む。中期には典型的な核板が形成される (Fig. 8 b)。動原体は一応分化しているようであるが (HEYWOOD & GODWARD 1972)、確実ではない。核包膜は破れないが、赤道面あるいは極近くで細胞質側に向かって核包膜の折りたたみ突出が特徴的にみられる (Fig. 8 b)。後期には他の時期に比べると染色体が相当不鮮明になる。この時期の最も顕著な特徴は、核内の極とそれに面した染色体群の表層との間に多数の小胞が出現することである。これらは後に融合して新娘核の核包膜形成に参加する。後期が進むにつれて染色体は離れていくが、依然として親核包膜に包まれている。やがてこの核包膜も極と IS 域のところで崩

壊し始める (Fig. 8 c)。最終的には、娘核の核包膜は染色体群の極に面した側と赤道板に面した側が新生膜によって、染色体の両横側は親核包膜の一部を再使用する形で完成する (Fig. 8 c)。この生物では核分裂を通して各極に存在する構造体は中心体あるいはその機能相同体ではなく、1個のゴルジ体と収縮胞である (Fig. 8 c)。

細胞質の分裂は、2個の娘核の間に分割溝が割って入る形で進行する。有糸分裂完了後4時間くらいまでに起こるとされているが (HEYWOOD 1968)、その詳細については未発表である。

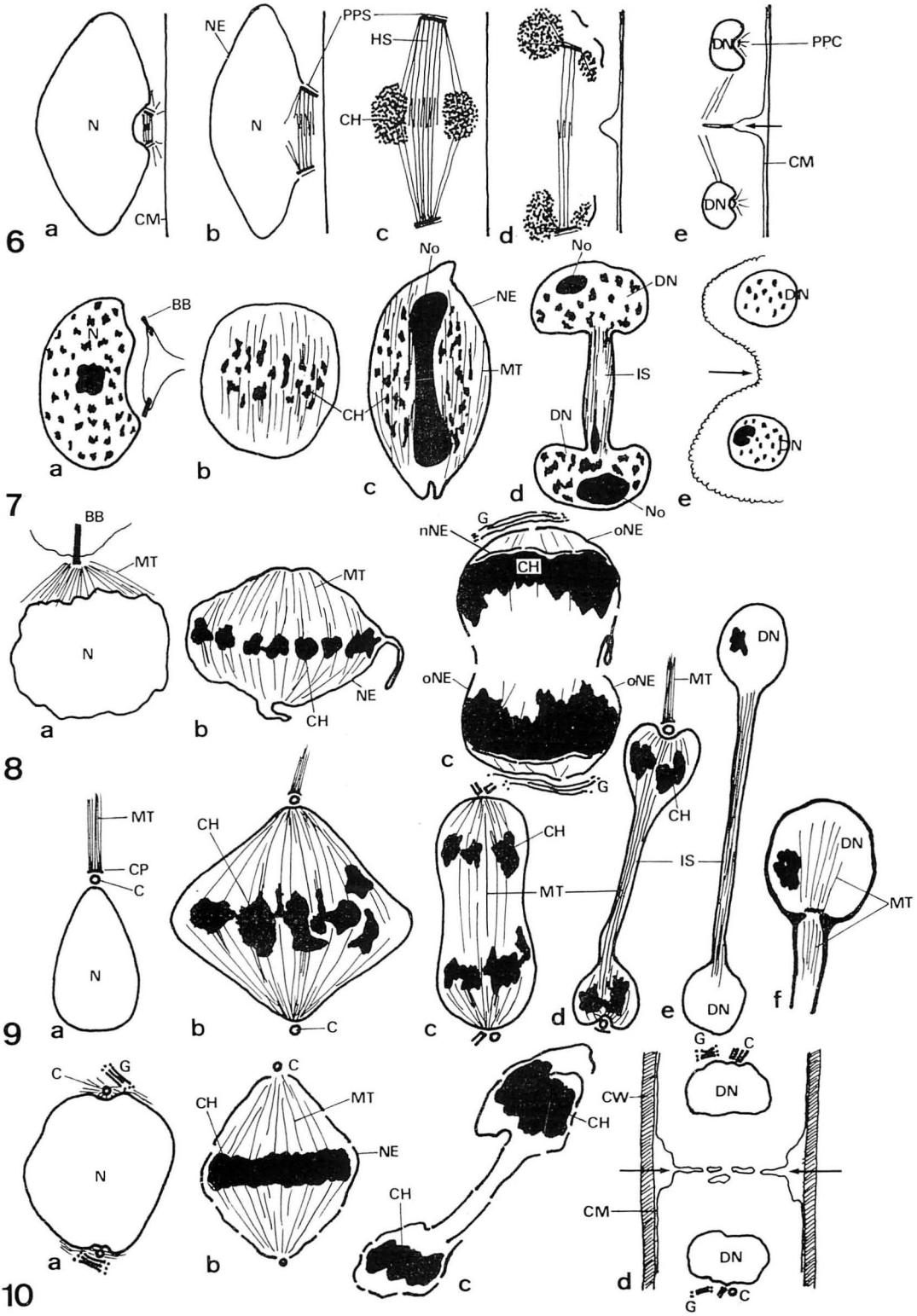
#### 9. 黄緑藻類 (Xanthophyceae)

この類の有糸分裂は嚢状多核藻 *Vaucheria litorea* で注意深く研究されている (OTT & BROWN 1972)。中間期核の特徴は、核の一方の端に1組の中心子が常に存在し、その外側を取りまいて電子密度の高いプレート (centriolar plaque, CP) があり、そこから細胞質に向かって10~20本の MT が伸びている (Fig. 9 a)。但しこの特徴が全ての *Vaucheria* 種に共通しているかどうかは不明である。何故なら、現在までに発表された *Vaucheria* の EM 写真の中に、他の著者によってこの点が指摘されたさがないからである。さらに *V. litorea* の特徴として、他の *Vaucheria* や黄緑藻に一般的に知られる cER がこの藻では見られない。

前期は同定が最も難しいステージである。双中心子の1個が他極へ移動する。この後に紡錘体の形成、仁の断片化が起こる。中期には分裂軸に垂直な赤道面軸の径がやや大きい紡錘形となった核 (Fig. 9 b) の中に連続糸、染色体糸を備えた染色体がみられるが、動原体はないとされている。各極には1個の中心子があり、細胞質 MT はまだ CP と連絡を保っている (Fig. 9 b)。連続糸が伸長して核が伸長する。後期が進むにつれて完全な核包膜が赤道面で少々収縮し始め

Fig. 6. Bacillariophyceae. a: prophase; b: prometaphase; c: metaphase; d: telophase; e: cytokinesis (deduced from TIPPIT *et al.*, 1975). Fig. 7. Euglenophyceae. a: prophase; b: metaphase; c: anaphase; d: telophase; e: cytokinesis (deduced from PICKETT-HEAPS & WEIK, 1977; GILLOTT & TRIEMER, 1978). Fig. 8. Raphidophyceae. a: preprophase; b: metaphase; c: telophase (deduced from HEYWOOD, 1978). Fig. 9. Xanthophyceae. a: interphase; b: metaphase; c: early anaphase; d: late anaphase; e: early telophase; f: telophase (deduced from OTT & BROWN, 1972). Fig. 10. Phaeophyceae. a: prophase; b: metaphase; c: telophase; d: cytokinesis (deduced from MARKEY & WILCE, 1975).

For abbreviations, see p. 220.



る (Fig. 9 c)。染色体の確認は比較的難しいようである。染色物質の分離は染色体系の短縮よりもむしろ連続系の伸長のように見える。中心子の複製がこの時期までに完了して各極には2個の中心子がみられる (Fig. 9 c)。さらに極域の分離が進むと、娘核の間は極端に細長い管状の IS (長さ  $5 \mu\text{m}$ , 幅  $0.2 \mu\text{m}$ ) となる (Fig. 9 d, e)。このような形態変化を起こす力は、核膜の柔軟な伸長力と、それを促す連続系の伸長によるものらしい。従って連続系によって押し離された染色物質を含む娘核の極域部だけが、その力に抗するかのようにならねばならず、娘核は切片面でハート形に変形する (Fig. 9 d)。後期の終了とともに染色体系は消失し、核内膜が陥入して IS を切り放す (Fig. 9 f)。

この藻の紡錘体は完全閉鎖型であり、それを構成する MT の合成中心は、中心子を極にもちながらもそれは機能せず、それに対面した核内に存在する無構造物質のようである。中心子の周囲の CP から伸びる MT と核内の MT との連絡もみられないので、この細胞質 MT の役割は不明である。以上の核分裂は栄養期細胞においてのものであり、細胞質分裂は伴わない。

閉鎖型紡錘体 (closed spindle) といわれるものの中には、分裂中いかなる程度においても核包膜の開放がみられない完全閉鎖型タイプと、核内で紡錘体をつくるため核外性の MT が、あるいはある程度まで形成された未熟紡錘体が核内へ移動するための特別な極域膜開放が形成されるタイプと二つ含まれている。クロロフィル a, b を含む藻類 (ミドリムシ類を除く) 以外でこの完全閉鎖型タイプが見いだされたのが恐らく *V. litorea* が最初の例であろうとされていた (OTT & BROWN 1972)。しかし渦鞭毛藻で、あるいはその後ミドリムシ類でも報告された。しかし、*Vaucheria* が後二者と大きく異なる点は、この藻が常に中心子を極に保有していることと、栄養期は非鞭毛世代であるということである。極に中心子を常存させながら、紡錘体形成には何ら直接的な関与を示さない。また後期以降の異常とも思える長い IS の形成は、嚢状多核緑藻や一部の菌類と共通する性質であり、栄養期藻体が多核であるという共通点とともに興味ある核の挙動である。

## 10. 褐藻類 (Phaeophyceae)

この類については8属10種について細胞分裂に関わる何らかの情報が得られているが、*Pylaiella littoralis* (MARKEY & WILCE 1975) の細胞分裂の微

細構造が詳細に調べられているので、この種に関する知見を中心にして褐藻類の細胞分裂を概観してみることにする。

*P. littoralis* の配偶子複子嚢の中期核の周囲には一組の中心子が存在するが、アミジグサ目の4種について調べた結果では1個の中心子が存在するのみで、複製して2個になった後も一方の極にのみ存在するとされている (NEUSHUL & DAHL 1972)。*Ascophyllum* (RAWLENCE 1973)、*Fucus vesiculosus* (BRAWLEY *et al.* 1977) でも各極に1組ずつ報告されている。*Chorda* の孢子嚢で細胞質分裂が起こる前の多核状態の時期には1組ずつの中心子がみられる (TOTH 1974)。従って褐藻細胞における核分裂は中心子を付帯し、各極に1組ずつ配置されていると見るのが妥当であろう。中心子は極に当る近辺の核膜の陥没ポケットの中に入り込んでいることが多い。中心子から放射状に伸びる MT が見られるが、核の中へは入らない (Fig. 10 a)。また前期には2組の双中心子間を結ぶ MT が見られる。従ってこれらは一種の星状糸とみることができる。MT は中心子の周囲にある電子密度の高い物質から伸びているようで、中心子自身から伸び出ているのではない。中期頃から種による大きな相違が目立ってくる。*P. littoralis* では、核は紡錘形になり、赤道面に染色体が並ぶ。極膜開放が明瞭に見られる。紡錘形の形態を保ちながらも核包膜は各所で破損が生じている (Fig. 10 b)。核外 MT はもはや存在せず核内紡錘体が形成される。動原体はみられていない。

アミジグサ目 (NEUSHUL & DAHL 1972)、*F. serratus* (BERKALOFF & ROUSSEAU 1979) でも極膜開放が現れる。一方 *F. vesiculosus* では核分裂中核包膜は崩壊するという (BRAWLEY *et al.* 1977)。ところが同じ *F. vesiculosus* を観察した BOUCK (1970) の写真は、極膜開放以外は核包膜は分裂中はほぼ完全であることを示しており、*F. serratus* でも同じ観察がなされている (BERKALOFF & ROUSSEAU 1969)。問題は残るが、BRAWLEY *et al.* (1977) の観察ステージは *F. vesiculosus* の栄養細胞であり、BOUCK (1977)、BERKALOFF & ROUSSEAU (1979) のそれは同じ種であるが精子母細胞であるため、この違いが出たのかもしれない (BRAWLEY *et al.* 1977)。後期になるにつれて、クロマチンは極へ移動するが、この時期の経過は早くその観察は難しい。クロマチンがそれぞれの娘核部に達しても両者は本質的には核包膜で包まれた様相をとる (Fig. 10 c)。しかし随所で核包膜切

断が見られる。娘核間のIS内にはMTは存在しない。ISをはさむように液胞系が発達してくる。ISの最終的な切り放し様式は不明である。

細胞質分裂の始まりに当って、娘核は多数の液胞と小胞群によってわけられている。この液胞域にミトコンドリア、ERを含んだ細胞質が進入し、細胞膜が分割のために溝状に細胞の両側から環状求心的に進入を開始する (Fig. 10 d)。進入度は等しくなく、多くの場合一方の分割溝が他方よりも深く入り込む傾向がある。時には片側からしか入らない場合もあるという。新しい隔膜の一部は、部分的には小胞の融合によっても補充されるように見える。分割溝進入が起こっている所に少数のMTが時にみられるが、ほんの僅かである。結局、*Pylaiella* の細胞質の分割は細胞膜の形成によって分割を完了し、その後、新細胞壁の形成が始まる。新壁の形成は求心的ではないが、さりとて明確な遠心性でもなく、壁物質のほぼ一様な沈着で肥厚するようである。

このように褐藻類の細胞分裂における核包膜の挙動と細胞質の機構は一樣ではない。*P. littoralis* において求心的に形成される分割膜が、*Ascophyllum* においては小胞や液胞が、部分的に形成された分割膜と融合して遠心的な拡張を示すという (RAWLENE 1973)。求心的な膜溝形成による細胞質分裂は最も原始的な機構であり、高等陸上植物に似た小胞付加による遠心的な成長は進んだ様式であると一般に考えられている (PICKETT-HEAPS 1972)。従って、この様式の違いは上記2藻類の褐藻内における分類学上の位置の違いと対応しているように見受けられるが、*Ascophyllum* と同じ目 (order) に属する *F. vesiculosus* は求心的な小胞融合による分割が優占的ではあるが (BRAWLEY *et al.* 1977)、ある程度まで両方のタイプの機構を使用する。*Chorda* もまた求心的であるといわれている (TOTH 1974)。今後もっと多くの種類について詳細な比較研究が必要である。

ここで取り上げた分類群の記述順位には特に意図したものはない。稿を終えるにあたって、本小論の草稿に対して批判と助言を下された原慶明博士 (筑波大学生物科学系) に感謝の意を表す。

#### 引用文献

BERKALOFF, C. and ROUSSEAU, B. 1979. Ultrastructure of male gametogenesis in *Fucus serratus* (Phaeophyceae). *J. Phycol.* **15**: 163-

173.

BOUCK, G. B. 1970. In "Phylogenetic aspects of nuclear cytology in the algae". (by LEEDALE, G. F.), In: *Phylogenesis and morphogenesis in the algae*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **175** (J. F. FREDERICK and R. M. KLEIN, eds.), pp. 429-453.

BRAWLEY, S. H., QUATRANO, R. S. and WETHERBEE, R. 1977. Fine-structural studies of the gametes and embryo of *Fucus vesiculosus* L. (Phaeophyceae). III. Cytokinesis and the multicellular embryo. *J. Cell Sci.* **24**: 275-294.

BRONCHART, R. and DEMOULIN, V. 1977. Unusual mitosis in the red alga *Porphyridium purpureum*. *Nature* **268**: 80-81.

CHALY, N., LORD, A. and LAFONTAINE, J. G. 1977. A light- and electron-microscope study of nuclear structure throughout the cell cycle in the euglenoid *Astasia longa* (JAHN). *J. Cell Sci.* **27**: 23-45.

CHRISTENSEN, T. 1962. Alger. In "Botanik", (eds. T. W. BÖCHER, M. LANGE and T. SØRENSEN), Munksgaard, Copenhagen. 178pp.

DODGE, J. D. 1966. The Dinophyceae. In "The chromosomes of the algae". (ed. M. B. E. GODWARD), pp. 96-115, Edward Arnold Ltd., London.

DODGE, J. D. 1971. A dinoflagellate with both a mesocaryotic and a eucaryotic nucleus. I. Fine structure of the nuclei. *Protoplasma* **73**: 145-157.

FULLER, M. S. 1976. Mitosis in fungi. *Int. Rev. Cytol.* **45**: 113-155.

GANTT, E. and CONTI, S. F. 1965. The ultrastructure of *Porphyridium cruentum*. *J. Cell Biol.* **26**: 365-381.

GIBBS, S. P. 1978. The chloroplasts of *Euglena* may have evolved from symbiotic green algae. *Can. J. Bot.* **56**: 2883-2889.

GILLOTT, M. A. and TRIEMER, R. E. 1978. The ultrastructure of cell division in *Euglena gracilis*. *J. Cell Sci.* **31**: 25-35.

HEYWOOD, P. 1968. Studies on the Chloromonads. Ph. D. Thesis, Univ. of London.

HEYWOOD, P. 1978. Ultrastructure of mitosis in the chloromonadophycean algae *Vacuolaria virescens*. *J. Cell Sci.* **31**: 37-51.

HEYWOOD, P. and GODWARD, M. B. E. 1972.

- Centromeric organization in the chloromonadophycean alga *Vacuolaria virescens*. *Chromosoma* **39**: 333-339.
- KUBAI, D. F. 1975. The evolution of the mitotic spindle. *Int. Rev. Cytol.* **43**: 167-227.
- KUBAI, D. F. and RIS, H. 1969. Division in the dinoflagellate *Gyrodinium cohnii* (SCHILLER). A new type of nuclear reproduction. *J. Cell Biol.* **40**: 508-528.
- LEADBEATER, B. and DODGE, J. D. 1967. An electron microscope study of nuclear and cell division in a dinoflagellate. *Arch. Mikrobiol.* **57**: 239-254.
- LEE, R. E. 1972. Origin of plastids and the phylogeny of the algae. *Nature* **237**: 44-46.
- LEEDALE, G. F. 1968. The nucleus in *Euglena*. In *The Biology of Euglena*, Vol. 1, (ed. D. E. BUETOW). Academic Press, New York, pp. 185-243.
- MANTON, I. 1964. Observations with the electron microscope on the division cycle in the flagellate *Prymnesium parvum* CARTER. *J. Roy. Micro. Soc.* **83**: 317-325.
- MANTON, I., KOWALLIK, K. and VON STOSCH, H. A. 1969 a. Observations on the fine structure and development of the spindle at mitosis and meiosis in a marine centric diatom (*Lithodesmium undulatum*). I. Preliminary survey of mitosis in spermatogonia. *J. Microscopy.* **89**: 295-320.
- MANTON, I., KOWALLIK, K. and VON STOSCH, H. A. 1969 b. Observations on the fine structure and development of the spindle at mitosis and meiosis in a marine centric diatom (*Lithodesmium undulatum*). II. The early meiotic stages in male gametogenesis. *J. Cell Sci.* **5**: 271-298.
- MANTON, I., KOWALLIK, K. and VON STOSCH, H. A. 1970 a. Observations on the fine structure and development of the spindle at mitosis and meiosis in a marine centric diatom (*Lithodesmium undulatum*). III. The later stages of meiosis I in male gametogenesis. *J. Cell Sci.* **6**: 131-157.
- MANTON, I., KOWALLIK, K. and VON STOSCH, H. A. 1970 b. Observations on the fine structure and development of the spindle at mitosis and meiosis in a marine centric diatom (*Lithodesmium undulatum*). IV. The second meiotic division and conclusion. *J. Cell Sci.* **7**: 407-443.
- MARKEY, D. R. and WILCE, R. T. 1975. The ultrastructure of reproduction in the brown alga *Pylaiella littoralis*. I. Mitosis and cytokinesis in the plurilocular gametangia. *Protoplasma* **85**: 219-241.
- MCDONALD, K. L. 1972. The ultrastructure of mitosis in the marine red alga *Membranoptera platyphylla*. *J. Phycol.* **8**: 156-166.
- NEUSHUL, M. and DAHL, A. L. 1972. Ultrastructural studies of brown algal nuclei. *Amer. J. Bot.* **59**: 401-410.
- OAKLEY, B. R. 1978. Mitotic spindle formation in *Cryptomonas* and *Chroomonas* (Cryptophyceae). *Protoplasma* **95**: 333-346.
- OAKLEY, B. R. and BISALPUTRA, T. 1977. Mitosis and cell division in *Cryptomonas* (Cryptophyceae). *Can. J. Bot.* **55**: 2789-2800.
- OAKLEY, B. R. and DODGE, J. D. 1973. Mitosis in the Cryptophyceae. *Nature* **244**: 521-522.
- OAKLEY, B. R. and DODGE, J. D. 1974. Kinetochores associated with the nuclear envelope in the mitosis of a dinoflagellate. *J. Cell Biol.* **63**: 322-325.
- OAKLEY, B. R. and DODGE, J. D. 1976. The ultrastructure of mitosis in *Chroomonas salina* (Cryptophyceae). *Protoplasma* **88**: 241-254.
- OTT, D. W. and BROWN, Jr. R. M. 1972. Light and electron microscopical observations on mitosis in *Vaucheria litorea* HOFMAN ex AGARDH. *Br. phycol. J.* **7**: 361-374.
- PICKETT-HEAPS, J. D. 1969. The evolution of the mitotic apparatus: an attempt at comparative ultrastructural cytology in dividing plant cells. *Cytobios* **1**: 257-280.
- PICKETT-HEAPS, J. D. 1972. Variation in mitosis and cytokinesis in plant cells: its significance in the phylogeny and evolution of ultrastructural systems. *Cytobios* **5**: 59-77.
- PICKETT-HEAPS, J. D. 1974. The evolution of mitosis and the eucaryotic condition. *Bio-Systems* **6**: 37-48.
- PICKETT-HEAPS, J. D. 1975 a. Green algae: structure, reproduction and evolution in selected genera. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.
- PICKETT-HEAPS, J. D. 1975 b. Aspects of spindle



- evolution. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **253**: 352-361.
- PICKETT-HEAPS, J. D. 1976. Cell division in eucaryotic algae. *BioScience* **26**: 445-450.
- PICKETT-HEAPS, J. D. and WEIK, K. L. 1977. Cell division in *Euglena* and *Phacus*. I. Mitosis. In *Mechanisms and control of cell division* (ed. T. L. ROST and E. M. GIFFORD, Jr.), Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 308-336.
- PICKETT-HEAPS, J. D., McDONALD, K. L. and TIPPIT, D. H. 1975. Cell division in the pennate diatom *Diatoma vulgare*. *Protoplasma* **86**: 205-242.
- PICKETT-HEAPS, J. D., TIPPIT, D. H. and ANDREOZZI, J. 1978 a. Cell division in the pennate diatom *Pinnularia*. I. Early stages of mitosis. *J. Biol. Cellulaire (Paris)* **33**: 71-78.
- PICKETT-HEAPS, J. D., TIPPIT, D. H. and ANDREOZZI, J. 1978 b. Cell division in the pennate diatom *Pinnularia*. II. Late stages of mitosis. *J. Biol. Cellulaire* **33**: 79-84.
- RAWLENCE, D. J. 1973. Some aspects of the ultrastructure of *Ascophyllum nodosum* (L.) LE JOLIS (Phaeophyceae, Fucales) including observations on cell plate formation. *Phycologia* **12**: 17-28.
- RIS, H. and KUBAI, D. F. 1974. An unusual mitotic mechanism in the parasitic protozoan *Syndinium* sp. *J. Cell Biol.* **60**: 702-720.
- RYTER, A. 1968. Association of the nucleus and the membrane of bacteria: a morphological study. *Bact. Rev.* **32**: 39-54.
- 左貝アイコ 1978. チノリモの細胞分裂の電子顕微鏡的研究. 日本植物学会第43回大会講演要旨 p. 139.
- SCHORNSTEIN, K. and SCOTT, J. 1978. Ultrastructure of cell division in *Porphyridium*. *J. Phycol.* **14** (Suppl.): 30.
- SCOTT, J., SCHORNSTEIN, K. and THOMAS, J. 1977. Ultrastructure of cell division in *Polysiphonia*. *J. Phycol.* **13** (Suppl.): 61.
- SIEBERT, A. E. and WEST, J. A. 1974. The fine structure of the parasitic dinoflagellate *Haplozoon axiothellae*. *Protoplasma* **81**: 17-35.
- SLANKIS, T. and GIBBS, S. P. 1972. The fine structure of mitosis and cell division in the chrysophycean alga *Ochromonas danica*. *J. Phycol.* **8**: 243-256.
- SOMMER, J. R. and BLUM, J. J. 1965. Cell division in *Astasia longa*. *Exptl. Cell Reser.* **39**: 504-527.
- SOYER, M.-O. 1971. Structure du noyau des *Blastodinium* (Dinoflagellés parasites). Division et condensation chromatique. *Chromosoma* **33**: 70-114.
- STEWART, K. D. and MATTOX, K. R. 1975. Comparative cytology, evolution and classification of the green algae with some consideration of the origin of other organisms with chlorophylls a and b. *Bot. Rev.* **41**: 104-135.
- TIPPIT, D. H. and PICKETT-HEAPS, J. D. 1976. Apparent amitosis in the binucleate dinoflagellate *Peridinium balticum*. *J. Cell Sci.* **21**: 273-289.
- TIPPIT, D. H. and PICKETT-HEAPS, J. D. 1977. Mitosis in the pennate diatom *Surirella ovalis*. *J. Cell Biol.* **73**: 705-727.
- TIPPIT, D. H., McDONALD, K. L. and PICKETT-HEAPS, J. D. 1975. Cell division in the centric diatom *Melosira varians*. *Cytobiologie* **12**: 52-73.
- TIPPIT, D. H., SCHULZ, D. and PICKETT-HEAPS, J. D. 1978. Analysis of the distribution of spindle microtubules in the diatom *Fragilaria*. *J. Cell Biol.* **79**: 737-763.
- TOTH, R. 1974. Sporangial structure and zoosporogenesis in *Chorda tomentosa* (Laminariales). *J. Phycol.* **10**: 170-185.

新崎盛敏：富士川溍先生の追憶 Seibin ARASAKI: Dr. Kiyosi FUJIKAWA  
(1890-1978) in memoriam



元広島大学教授富士川溍博士は昨昭和53年9月13日に逝去された。その一周忌も過ぎたけれども、ここに生前のご功績中、特にノリ養殖に関する基礎的ならびに技術的な諸問題に科学的解明を与えられた開拓者としてのご功績をたたえるとともに、先生のお人柄の一端をご紹介します、追悼の意を表したい。

今の多くの会員の方々には富士川溍の名は馴染の少ないことだろう（溍の正しい読み方はキヨシ。先生はよく“世の中には不注意者、あわて者がいるね、ノリと月とを混同してニカワと読んだり書いてくる人がいるよ”と笑っておられた）。しかし、昭和初期から15、16年までの海藻学界では、「朝鮮海苔の生理に関する研究」の一連の報文、また「海藻の化学」の著者として分類学形態学の面に主眼をおく方々が殆んどであった当時、異色の研究者として注目されていた。

富士川先生は広島県のご出身で、明治23年(1890)のお生れ。県立福山中学、第二高等学校(何れも旧制)を経て東大農学部水産学科に入学され、大正6年(1917)にそこを卒業された。在学中は水産化学研究室において奥田譲先生(農芸化学者・後に九州大学教授・同学長)の御指導を仰ぎ、以後生涯奥田先生に師事された。卒業後も2ヶ年ばかり大学の研究室に残っておられたが、大正8年に当時の朝鮮総督府に職を得られた。

当初は殖産局勤務で、やがて釜山に新設の水産試験場勤務に転ぜられた。同試験場は当時、研究設備・研

究費また研究スタッフがそこの大学・専門学校以上であるとして定評ある所だった。富士川先生はその製造係の研究室で、水産物の冷凍・冷蔵の技術確立のため多方面の研究をされたし、その他寒天製造法の改良にも基礎的問題から検討を加えて顕著な成果をあげられた。

総督府水産試験場在勤中のお仕事で最も注目すべきものは、何といても一連の「朝鮮海苔の生理に関する研究」と、その成果をふまえての養殖技術の指導をされて、朝鮮・今日の韓国でのノリ養殖業の基礎確立をなされたご功績であろう(もっともノリ養殖技術の確立には他にも当時の全羅南道水産試験場長の金子政之助技師のご貢献も見落す訳に行かぬが)。40~50年後の今日の眼でみると、先生の報文なども“何だ常識ではないか、”というような読み方をする人が多いかも知れない。実は、その常識になるようにする基盤を築いたのが富士川先生だった、と言える場合がノリ学、ノリ養殖においては多い。

上述のように、富士川先生のバックグラウンドは化学であり、終生の恩師奥田譲先生をはじめ同窓の大谷武夫博士、またご親戚には古典的名著「日本医学史」の著者富士川游が、母系の伯父、従兄弟には「植物生理学」の著者、北大教授であられた坂村徹理博や九大医学部の生理学教授をされた方などが居られた。先生ご自身“ノリの研究では、坂村に相談したり、その意見をとり入れてやっていた”といわれたことがあった程だから、ノリの生き方に対する先生の見方が、当時のノリ学者、ノリ技術者、業者の意表を超えることばかり、といっても過言ではなかった状況が首肯できよう。一例をあげると、当時のノリ学界は、大先達の岡村金太郎先生は別として、殆んどの関係者が、国内養殖場での経験・立て浜(垂直式)上でのノリの着生・生育についての観察研究から“付着層は海底上何尺何寸、また胞子着生の条件は水温何℃、海水比重1.0何”という風がいい、その何・何の数値はどこにでも通用するということを考えていた。一方、朝鮮の周囲には、遠浅の海岸しかも広い広い海岸が多く、潮差も4~8mというように極めて大きいから、国内式の立て浜や養殖条件では干出過多のためにノリが育たない。その代り良くしなうような性状にした割竹の立て浜を使ってノリ養殖をやっていた。これにヒントを得て、割り竹

を横に並べた筈の子ひびを水平に張る方式を先生が考案された。その張りの高さ、浸水あるいは干出の時間長を異にする多角的実験の結果から“筈の張り高（付着層）は海底上あるいは水深何尺何寸とするよりも干出時間何時間何分という表現法が良い”また“好適な水温や海水比重は、朝鮮産ノリは国内産ノリより高いところにあるから、別種ではないか？”というような異説を先生が出されるので、国内の方々は対応に困ってしまうことが多かった。それにしても、現場での実測、室内の諸実験により、また体長、重量などの単純な機械的計測だけでなく、化学的手法によって光合成能、呼吸能などのノリ生体の活力測定をはじめ、ノリ体や製品海苔の化学成分分析を行って生育条件の検討、照射する光の強弱や色調の相異によるノリ培養体の体色や光合成能の変化、冷凍ノリ体の研究、等々とに角、ノリの生き方を諸方面から追究し、目新しい見解を続々と報ぜられた。それらの多くは、当時の海藻学界に新風を吹き込んだだけではなく、応用面でも、ご自身の現場指導によって朝鮮沿岸でのノリ養殖の大発展を来させる成果をあげた。それで、ノリ養殖試験の創始基地たる忠清南道大也島には“富士川瀧公頌徳記念碑”が建ち、総督府からは朝鮮文化功労賞を授与され、また日本農学会賞を授与された。

当時の朝鮮総督府水試の慣例として、ある年度内の試験研究の結果発表は4年遅れるという調子だったので、発表ずみは昭和11年度までであり、その後もいろいろな研究を続けられ興味多い成果があげられた由だが、整理中で未発表のままに昭和20年8月15日の終戦を迎えたので、これらは将来も日の目をみずじまいだろうという。とに角終戦で多くの邦人が釜山を引揚げた後でも、同国政府に留められて従前通りに水産の試験研究面の指導を委嘱されていた。3年後にやっと許されて帰国された由で、その頃が現在の広島大学水畜産学部創設の前夜時代であったので、その前身である青年師範学校に奉職された。昭和25年水畜産学部が創設されるや教授となられて水産学科水産化学研究室を開設して昭和33年に退官されるまで学生教育・研究指導にはげられた。その間、矢張り朝鮮時代のノリ養殖のことが忘れられず、ご着任直後から福山市郊外の水呑漁業組合の委託を受けて同地先におけるノリ養殖業を成功させるべく、大学の箕島水産実験所に長期宿泊されて、自ら水理・海況の観測研究をされた。こうして現地にあつた新式筈を考案され、原藻の貯蔵、乾燥方法なども含めて、採苗→育成→製造までの一貫したノリ業を手づから指導されて、同地区のノリ業発

展の基礎を築かれた。なお同じようなことは、岡山・広島・愛媛の諸県下の未開拓地でも行われ、瀬戸内海諸地区での今日のノリ養殖発展の基盤をつくられた。なお退官前の昭和30年前後は丁度コンコセリスによる人工採苗の黎明期で、コンコセリスの培養条件などについては未解明のところが多く私が主任研究者となって研究班をつくり文部省の総合研究費次いで農林省の応用研究費を貰ってその解明を急いでいた時代であった。先生にもその班員として協力していただき、独自の視角からの実験を行い有効な成果をあげていただいた。ご退官になるや、福岡県水産増殖事務嘱託として福岡市に転居された。その開設に尽力された大牟田の海苔人工採苗所が開所されるとそこに起居されることが多くなり、後進若者達への実地指導、新採苗装置の考案などに精根を傾けられ、福岡県の有明海ノリ養殖が今日の隆盛をみるまでもり立てられた。なお、ここ10年ばかりは、先生のご熱心さ、水産物全般にわたる博識・多才振りにはれ込んで、日本一の海苔問屋小浅商事の主人が先生を所長に迎えて研究所を創立したので、そこの所員の指導とご自分の意の向く面の研究に精進されて、87歳というご高齢にもかかわらず若者をしのぐ意気込み、元気さでおられた。聞くところによると、先生はまた、広島市内にある比治山女子短期大学でも食品科学の授業・実験をここ10余年担当されて、週の半々を福岡と広島とで過しておられ、全く超人的なご活躍をされていたという。

実際に使いものになる研究成果を沢山あげておられたけれどもこれらを報文にするという意欲の少なかつた、不言実行を地で行く式のご性格の先生であった。幸い遺児のご長男龍郎氏も、近年は先生のとをつがれてノリや諸海藻の生化学的研究に精進しておられる。同氏もバックグラウンドの広い方であるから、ご尊父同様、海藻類の研究面に新風を吹き入れて下さることであろう。

富士川瀧先生のご冥福を祈りつつ、筆をおきたい。  
(175 東京都板橋区徳丸 3-33-5)

#### 業績目録（海藻関係のみ）

- 朝鮮海苔の生理に関する研究（第一報）. 朝鮮総督府水産試験場年報 3.
- 1931 朝鮮海苔の生理に関する研究（第二報）. 朝鮮総督府水産試験場年報 4.
- 1932 朝鮮海苔の生理に関する研究（第三報）. 朝鮮総督府水産試験場年報 5: 32-125.
- 1934 乾海苔の色とクロロフィル量との関係. 日水会

誌 2: 159-161 (柏田研一と共著).  
 1935 朝鮮産アサクサノリの沃度に就て. 日水会誌 239-241 (北山 修と共著).  
 —— 海藻の化学. 厚生閣, 東京 (大谷武夫と共著).  
 1936 朝鮮海苔の生理に関する研究 (第四報). 朝鮮総督府水産試験場年報 7: 1-135.

1937 朝鮮海苔の生理に関する研究 (第五報). 朝鮮総督府水産試験場年報 8: 1-131.  
 朝鮮海苔の生理に関する研究 (第六報). 朝鮮総督府水産試験場年報 9.  
 1957 ノリの人工採苗と天然採苗. 水産増殖 4(4): 10-14.

## 学 会 録 事

### I. 評議員会

昭和54年10月1日(15:00~19:00) 広島大学 大学会館第3集会室にて開催された。

出席者 会長: 黒木宗尚。評議員: 大森長朗, 小林弘, 千原光雄, 坪 由宏, 松井敏夫, 山岸高旺。幹事: 増田道夫, 山田家正。

54年度総会に提出する報告事項, 議題について審議がなされた。審議内容は次項の総会報告と重複するので, 次項で報告する。ここでは第3回春季大会の会計報告がなされ, 審議の結果承認されたことだけを記す。

### II. 昭和54年度総会

昭和54年10月2日(17:00~18:00) 広島大学 大学会館大集会室にて開かれた。会長挨拶のあと, 議長に大森長朗氏(山陽学園短大)が選出され, 審議に入った。

#### 1. 報告事項

(1) 庶務関係 ① 会員状況 (54.8.31現在) 各誉会員1名, 普通会員482名, 学生会員46名, 団体会員40件, 賛助会員13件(14口), 外国会員65名(定期販売50冊, 交換・寄贈 国内5件, 外国12件)。② 会員

表-1 昭和53年度決算報告

日本藻類学会

収 入 の 部 (円)	支 出 の 部 (円)
会 費 1,986,362	印 刷 費 2,277,610
〔国内 561件 1,749,150〕	〔26巻1~4号, 別刷〕
〔国外 76件 237,212〕	〔選挙関係〕
バックナンバー売上金 470,600	発 送 費 136,530
別 刷 代 206,512	〔26巻1~4号〕
論文頁超過負担金 151,000	〔選挙関係〕
預 金 利 子 48,144	通 信 費 31,260
山田博士追悼号刊行委員会より返金 50,000	編 集 費 21,090
コンプ論文集刊行委員会より寄付 25,353	庶 務 費 321,680
	〔事務用品, 販売雑誌〕
	〔郵送料, 事務整理補助〕
春季大会要旨・プログラム代 (春季大会会計より) 39,400	送換金手数料 4,160
	謝 金 50,000
	幹 事 手 当 70,000
	春季大会運営補助金 60,000
	春季大会要旨・プログラム代 39,400
小 計 2,977,371	小 計 3,011,730
前年度繰越金 1,251,459	残 額 1,217,100
合 計 4,228,830	合 計 4,228,830

昭和54年1月20日

本決算書は適正なものと認める。

日本藻類学会 会長 西 沢 一 俊 ㊟

会計監事 岩 本 康 三 ㊟

会計監事 徳 田 廣 ㊟

表一 山田幸男博士記念事業基金特別会計決算報告

日本藻類学会

取 入 の 部 (円)		支 出 の 部 (円)	
山田博士追悼号刊行事業残金	496,026	次年度へ繰越	558,239
寄 付 金	10,000		
追悼号売上金	52,213		
合 計	558,239	合 計	558,239

昭和 54 年 1 月 20 日

日本藻類学会 会長 西 沢 一 俊 ㊟

本決算書は適正なものと認める。

会 計 監 事 岩 本 康 三 ㊟

会 計 監 事 徳 田 廣 ㊟

表一 会費改正額及びバックナンバー販売価格改正額 (昭和 55 年度より実施)

	現 行			改 正 案	
	円	円		円	円
会 費					
普通 会 員	3,000	4,000	学 生 会 員	1,500	2,500
外 国 会 員	4,000	5,000	団 体 会 員	4,000	5,000
賛 助 会 員	10,000	15,000			
バックナンバー (単価)					
会 員 国 内	750	1,000	国 外	1,000	1,250
非会員 国 内	1,500	1,500	国 外	1,800	1,800
インデックス					
会 員 国 内					
1-10	1,000	1,000	国 外	1,500	1,500
11-20	1,500	1,500		2,000	2,000
非会員国内					
1-10	1,500	1,500	国 外	2,000	2,000
11-20	2,000	2,000		2,500	2,500
非会員予約講読料	1,500	1,500			

移動については会誌 27: 62, 112-114, 229-230 に掲載  
ずみ。③ 事業報告 a. 54 年 1 月に学会事務局が東京  
学芸大より北大理学部に移転した。b. 第 3 回春季大  
会が 54 年 4 月 1 日東京水産大にて開催された。④ そ  
の他 文部省科学研究費補助金研究成果刊行費<学術  
定期刊行物>の 54 年度申請は前事務局の下で行われ  
たが、不採択となったので、改めて 55 年度申請する。

(2) 評議員関係 54 年 4 月 1 日に東京水産大におい  
て開かれた(詳細は会誌 27: 111 に掲載報告ずみ)。

(3) 編集関係 54 年 3 月 31 日に東京水産大で編集  
委員会が開かれた(会誌 27: 111-112 に掲載報告ず

み)。投稿規定が一部改正されて英文と共に会誌 27:  
171-172 に掲載された。

## 2. 議 題

(1) 53 年度会計決算報告・同監査報告 53 年度決  
算については 54 年 1 月 20 日 会計監事岩本康三氏と  
徳田廣氏の監査を受け、別表-1, 2 の通り報告承認さ  
れた。

(2) 54 年度会計中間報告 54 年 1 月 1 日から 8 月  
31 日の分について中間報告がなされ、承認された。

(3) 55 年度事業計画案 ① 第 4 回春季大会は 55 年  
3 月 31 日~4 月 1 日に東京水産大において開催する。

詳細については会誌 27: 173 に掲載済み。② 総会 55 年度は春季大会開催時、4 月 1 日に東京水産大で開催することが承認された。③ 会長並びに評議員選挙期日については 55 年度総会で決定される旨諒承された。④ 秋の集会・懇親会 日本植物学会第 45 回大会開催時(仙台)に懇親会を主体とした集会を行う。詳細は来年度総会時に決定する。

(4) 会計監事として川端清策氏(道都大)と三上日出夫氏(札幌大)が選出された。

(5) 会費・バックナンバー販売価格改正及び関連の会則改正の件 近時物価高騰のため学会の事業費がかさみ、現行会費では 55 年度の学会運営が困難であること、また近い将来会員名簿、索引等の印刷が予定されているため、その財源確保の必要があること等の説明が幹事により行われた。慎重審議の結果、会費及びバックナンバー販売価格改正が承認された(表-3)。このことに伴う会則の改正も下記の通り承認された。

昭 54 年度総会での審議・承認事項と関連の会則改正(下線部)

第 8 条 普通会員は毎年会費 4,000 円(学生は 2,500 円)を……略……。外国会員の会費は 5,000 円とする。団体会員の会費は 5,000 円とする。賛助会員の会費は 1 口 15,000 円とする。

付則 第 5 条 会員がバックナンバーを求めるときは各号 1,000 円とし、……略。

付則第 6 条 本会則は昭和 55 年月 1 日 1 より改正施行する。

(6) 昭和 55 年度予算案 上記会費改正に基づく 55 年度予算案(表-4)が提出、審議され承認された(註参照)。

(7) 山田幸男博士記念事業基金の件 本基金による事業についての検討が評議員会で行われており、来年度総会において具体案が提出される旨の報告があった。事業を行う場合基金の充実を計る必要があり、そのために学会出版物「日米科学セミナー記録」と「コンプレックス」の販売代金を本会計から昭和 54 年度より繰入れることが提案され、承認された。なお、山田

表-4 昭和 55 年度予算案

日本藻類学会

収	入 (円)	支	出 (円)
会 費	2,420,000	印 刷 費	2,880,000
普通会員 480 名		28 巻 1~4 号 254 万 (各 50 頁+超過頁)	
学生 // 46 名		別 刷 19 万 (学会負担分 3 万を 含む)	
外国 // 56 名		春季大会プログラム・講演要旨 15 万	
団体 // 40 件		発 送 費	150,000
賛助 // 14 口		通 信 費	60,000
定期販売 50 セット	300,000	編 集 費	95,000
バックナンバー売上金	400,000	通 信 費 65,000	
別 刷 代	160,000	論文審査料 30,000 (30 件×1,000 円)	
論文頁数超過負担金	140,000	庶 務 費 (事務補助を含む)	120,000
預 金 利 子	25,000	送換金手数料	10,000
広 告 代	80,000	幹 事 手 当 (6 名×12,000)	72,000
		春季大会運営補助	40,000
		幹事旅費補助	50,000
		(総会出席 札幌-東京)	
		選挙費用 (印刷・通信)	60,000
小 計	3,525,000	小 計	3,537,000
前年度繰越金	1,020,000	予 備 費	1,008,000
合 計	4,545,000	合 計	4,545,000

先生追悼号の販売をより促進することが確認された。

[註] 本予算案は上記山田基金に学会出版物販売代金(昭和54年8月31日現在, 82,500円)を繰入れることが決定されたため, 54年度繰越金に変更が生じ総会において修正提案, 審議の上承認されたものである。

### III. 懇親会

総会に引続いて懇親会が同じ大集会室で開かれた。75名の参加者があり盛会であった。なお, 54年度の評議員会, 総会及び懇親会の開催に当って, 会場の設営, 会の運営などについてご配慮いただいた日本植物学会第44回大会委員長鈴木兵二氏, および本学会員中野武登氏に対し, 心からお礼申し上げる。

総会・懇親会出席者: 秋山 優, 鯨坂哲朗, 有賀祐勝, 安藤一男, 池森雅彦, 石川依久子, 糸野 洋,

井上 勲, 岐佐耕三, 植木洋子, 上山 敏, 梅崎 勇, 榎本幸人, 大島海一, 大野正夫, 大森長朗, 岡崎恵視, 奥田武男, 奥田敏統, 奥田弘枝, 長田敬吾, 加藤久美子, 加藤光雄, 川端清策, 木村憲司, 国藤恭正, 熊野茂, 黒木宗尚, 小林艶子, 小林 弘, 斎藤捷一, 斎藤実, 阪井與志雄, 嵯峨直恒, 佐野 修, 鈴木兵二, 瀬戸良三, 造力武彦, 高橋永治, 建 武, 田中次郎, 谷口森俊, 千原光雄, 坪 由宏, 坪井 悟, 津村孝平, 寺尾きみ子, 出井雅彦, 中沢信午, 中野武登, 中村優子, 中村義輝, 南雲 保, 西浦宏明, 西澤一俊, クール・バック, 原 慶明, 坂東忠司, 半田信司, 廣瀬弘幸, 福島 博, 藤井美奈子, 舟橋説往, 堀口健雄, 本羽泰正, 増田道夫, 三浦昭雄, 宮地和幸, J・E・メリル, 本村泰三, ジルセ道子 山岡-矢野, 山岸高旺, 山田家正, 吉崎 誠, 吉武嵯紀子。

### 新 入 会

住 所 変 更

退 会 川北四郎 (神奈川県) 倉田洋二 (東京都) 東田 脩 (香川県)

本会会員清水弘文氏は去る昭和54年7月4日逝去されました。  
謹んで哀悼の意を表します。

日 本 藻 類 学 会



**To Overseas Members**

It was agreed at the October 1979 Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology that, as a result of an increase in the per unit cost of the Journal, membership dues would have to be increased from 1980. The new rate is 5,000 Japanese Yen. (4,000 Yen for 1979)



# 日本藻類学会入会申込書

氏 名

(団体名)

ローマ字名

自宅住所

〒  
Tel

勤務先

〒  
Tel

雑誌送り先

自宅

勤務先 (希望の方に○をつけて下さい)

紹介者

..... きりとり線 .....

- ▽ 楷書でわかりやすくお書き下さい。
- ▽ ローマ字は姓を先に名を後にして省略せず記入して下さい。綴り方は何式でも結構です。
- ▽ 団体で入会される場合はその所在地をご記入下さい。
- ▽ 学生の方は勤務先の欄に学校名と所在地をご記入下さい。
- ▽ 本会会員の紹介で申込まれる方は、その紹介者名をご記入下さい。
- ▽ この申込書と同時に入会年度の会費(年額 4,000 円・学生会費は 2,500 円)を下の振替用紙でお払込み下さい。なお振替で払込みの場合は特に領収書を差上げませんので、郵便局の受領証を大切に保管して下さい。
- ▽ 入会申込書の受付通知は、入会年度発行の雑誌送付をもってかえますからご承知下さい。

(For Japanese members only)

日本藻類学会への会費納入はこの振替用紙を御利用下さい

昭和 55 年度より会費が改正されて

普通会費 4,000 円

学生会費 2,500 円

団体会費 5,000 円

となります 会費は前納制となっておりますので至急お送り下さい

新入会の方は通信欄の新入会の項に○印をつけ 上記入会申込書も別に必ずお送り下さい

この欄は、加入者あての通信にお使いください。

通 信 欄		
昭和	年度	普通会費 学生会費 団体会費
氏名		
学生会員は指導教官の署名・印		
㊟		
勤務先・住所などの変更のときはこの欄を御利用下さい		

**JAPANESE SOCIETY OF PHYCOLOGY**  
**Application for Membership**

Date \_\_\_\_\_

NAME \_\_\_\_\_

ADDRESS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

POSITION \_\_\_\_\_

INTEREST IN PHYCOLOGY \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Membership dues for 1980 are yen (¥) 5,000.

SIGNATURE \_\_\_\_\_

PAYMENT SHOULD BE SENT IN JAPANESE YEN BY :

\* International Postal Money Order to the Office of the Japanese Society of Phycology, c/o Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 JAPAN, or

\*\* Bankers Transfer by Air Mail to the Bank of Tokyo, Sapporo Branch, Account No. 081-216852, Oodori Nishi-3, Sapporo, 060 JAPAN.

(If paying by cheque in dollars, please add U. S. \$ 5.00 to cover collection charges).

各票の※印欄は、払込人において記入してください。

払 込 通 知 票									
※	口座番号	小 樽	十	万	千	百	十	番	
			1	6	1	4	2		
※	加入者名	日本藻類学会							
	金 額	億	千	百	十	万	千	百	十
※									
※	払込人住所氏名 (郵便番号)								
	備 考	受付局日附印							

文字は正確明りように、数字はアラビア数字を使ってお書きください。

記載事項を訂正した場合は、その箇所に証印してください。各票の記載事項にまちがいのないことをお確かめください。

払 込 票									
※	口座番号	小 樽	十	万	千	百	十	番	
			1	6	1	4	2		
※	加入者名	日本藻類学会							
	金 額	億	千	百	十	万	千	百	十
※									
※	払込人住所氏名								
	料 金	払 込	み	特	殊	受付局日附印			
	備 考	円	円	円	円				

( 郵 政 省 )

( 郵 政 省 )

## 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。

1. 「藻類」バックナンバー 価格、会員は各号750円、非会員には各号1,500円。欠号：1巻1-2号，5巻1号，6巻2，3号，7巻1-3号，8巻1-3号，9巻1-3号。
2. 「藻類」索引 1-10巻，価格，会員1,000円，非会員1,500円。11-20巻，会員1,500円，非会員2,000円。
3. 山田幸男先生追悼号 藻類25巻増補，1977。A5版，xxviii+418頁。山田先生の遺影・経歴・業績一覧・追悼文及び内外の藻類学者より寄稿された論文50編（英文26，和文24）を掲載。価格5,500円（含送料）。
4. 日米科学セミナー記録 Contributions to the systematics of the benthic marine algae of the North Pacific. I. A. ABBOTT・黒木宗尚共編，1972。B5版，xiv+280頁，6図版。昭和46年8月に札幌で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（含送料）。
5. 北海道周辺のコンブ類と最近の増養殖学的研究 1977。B5版，65頁。昭和49年9月，札幌で行われた日本藻類学会主催「コンブに関する講演会」の記録。4論文と討論の要旨。価格700円（含送料）。

### Publications of the Society

Inquiries concerning copies of the following publications should be sent to the Japanese Society of Phycology, c/o Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan.

1. Back numbers of the Japanese Journal of Phycology (Vols. 1-25, Bulletin of Japanese Society of Phycology). Price, 1,000 Yen per issue for members, or 2,000 Yen per issue for non member. Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 5, No. 1; Vol. 6, Nos. 2, 3; Vol. 7, Nos. 1-3; Vol. 8, Nos. 1-3; Vol. 9, Nos. 1-3.
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.
3. A Memorial Issue Honouring the late Professor Yukio YAMADA (Supplement to Volume 25, the Bulletin of Japanese Society of Phycology). 1977, xxviii+418 pages. This issue includes 50 articles (26 in English, 24 in Japanese with English summary) on phycology, with photographs and list of publications of the late Professor Yukio YAMADA. Price, 6,000 Yen. (incl. postage, surface mail)
4. Contributions to the Systematics of the Benthic Marine Algae of the North Pacific. Edited by I. A. ABBOTT and M. KUROGI. 1972, xiv+280 pages, 6 plates. Twenty papers followed by discussions are included, which were presented in the U.S.-Japan Seminar on the North Pacific benthic marine algae, held in Sapporo, Japan, August 13-16, 1971. Price 4,000 Yen. (incl. postage, surface mail)
5. Recent Studies on the Cultivation of *Laminaria* in Hokkaido (in Japanese). 1977, 65 pages. Four papers followed by discussions are included, which were presented in a symposium on *Laminaria*, sponsored by the Society, held in Sapporo, September 1974. Price 700 Yen. (incl. postage, surface mail)

昭和54年12月5日 印刷  
昭和54年12月10日 発行

編集兼発行者

吉 田 忠 生

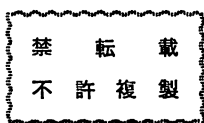
〒060 札幌市北区北10条西8丁目  
北海道大学理学部植物学教室内

© 1979 Japanese Society of Phycology

印 刷 所

文 栄 堂 印 刷 所

札幌市中央区北3条東7丁目342



発 行 所

日 本 藻 類 学 会

〒060 札幌市北区北10条西8丁目  
北海道大学理学部植物学教室内  
振 替 小 樽 1 6 1 4 2

Printed by BUNYEIDO PRINTING CO.

# 藻類

## 目次

水野 真：北海道産 <i>Berkeleya obtusa</i> (GREV.) GRUNOW (珪藻綱) の分類学的研究 …… (英文) 175	175
堀 輝三・高原隆明・千原光雄：クビレミドロの微細構造と分類上の位置について …… (英文) 183	183
小林 弘・出井雅彦：淡水産羽状目ケイソウの一新種 <i>Fragilaria pseudogaillonii</i> …… (英文) 193	193
能登谷正浩：紅藻エゴノリの培養における生活史と成熟条件 …… 201	201
館脇正和・水野 真：藻類各種，特に褐藻に対する二酸化ゲルマニウムの生長阻害 …… 205	205
黒木宗尚：紅藻コノハノリ科ヌメハノリの学名について …… 213	213
総説	
堀 輝三：真核性藻類における細胞分裂の微細構造 …… 217	217
吉田忠生：ワカメヤドリミドロ(新称)の分布と宿主 …… 182	182
新崎盛敏：富士川瀧先生の追憶 …… 230	230
新刊紹介 …… 192	192
学会録事 …… 233	233