

The Japanese Journal of PHYCOLOGY

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| Timothy J. Entwisle and Orlando Necchi Jr.: Phylogenetic systematics of the freshwater red algal order Batrachospermales | 1 |
| Donald F. Kapraun and J. Craig Bailey: Karyology and cytophotometric estimation of nuclear DNA variation in seven species of Ulvales (Chlorophyta) | 13 |
| Yasutsugu Yokohama, Tetsu Hirata, Taku Misonou, Jiro Tanaka and Hiroyuki Yokochi: Distribution of green light-harvesting pigments, siphonaxanthin and siphonein, and their precursors in marine green algae | 25 |
| Makoto Mizuno: Influence of salinity on the growth of marine and estuarine benthic diatoms | 33 |
| Isao Tsutsui and Masao Ohno: Growth, maturation and seasonal changes in morphological characteristics of <i>Ecklonia kurome</i> at Shirahama, Wakayama Prefecture.....(in Japanese) | 39 |
| ◆◆◆ | |
| Notes | |
| Taiju Kitayama and Tadao Yoshida: First report of <i>Phaeophila dendroides</i> (P. Crouan et H. Crouan) Batters (Ulvophyceae, Chlorophyta) from Japan | 47 |
| Hiroshi Yabu, Norishige Yotsukura and Tsuyoshi Sasaki: Chromosome number in <i>Chorda filum</i> (L.) Lamour. (Laminariales, Phaeophyta) | 51 |
| Masahiro Notoya and Yusho Aruga: Tissue culture of parthenogenetic and normal young sporophytes of <i>Ecklonia cava</i> Kjellman (Laminariales, Phaeophyta) | 53 |
| Jin Hamada: Proposal of Japanese names for Conjugatophyceae and the origins of scientific names | 57 |
| ◆◆◆ | |
| Miscellanea | |
| Makoto M. Watanabe, Kiyoshi N. Satake, Tomiji Hagiwara, Sachiko Ono and Kenichi Aizawa: NIES-Collection—The Microbial culture collection at the National Institute for Environmental Studies | 61 |
| Book Reviews | 83 |
| Announcement | 85 |
| The XVIth Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology (program and abstracts) | 87 |
| Japan Science Council News | 109 |

日 本 藻 類 学 会

日本藻類学会は1952年に設立され、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物「藻類」を年4回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費7,000円（学生は5,000円）を前納するものとする。団体会員の会費は12,000円、賛助会員の会費は1口20,000円とする。

庶務および会計に関する通信は、602 京都市上京区下立売通小川東入 日本藻類学会宛に、また「藻類」への原稿の送付は 184 小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸大学生物学教室内 日本藻類学会編集委員会宛にされたい。

The Japanese Society of Phycology

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

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

Manuscript for publication should be submitted directly to the Editor-in-Chief, **Prof. I. Shihira-Ishikawa, Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo, 184 Japan.**

1991-1992年役員

会 長：有賀 祐勝（東京水産大学）
庶務幹事：庵谷 晃（東京水産大学）
会計幹事：能登谷正浩（東京水産大学）
評 議 員：

榎本 幸人（神戸大学）
福島 博（東京女子体育大学）
井上 勲（筑波大学）
石川依久子（東京学芸大学）
岩崎 英雄（三重大学）
香村 真徳（琉球大学）
喜田和四郎（三重大学）
増田 道夫（北海道大学）
右田 清治
中原 紘之（京都大学）
大野 正夫（高知大学）
小河 久朗（北里大学）
館脇 正和（北海道大学）
月館 潤一（南西海区水産研究所）
渡辺 信（国立環境研究所）
山岸 高旺（日本大学）

編集委員会：

委員 長：石川依久子（東京学芸大学）
幹 事：真山 茂樹（東京学芸大学）
実行委員：原 慶明（筑波大学）
岡崎 恵視（東京学芸大学）
渡辺 信（国立環境研究所）
委 員：千原 光雄（日本赤十字看護大学）
堀 輝三（筑波大学）
加藤 哲也（京都大学）
小林 弘（東京珪藻研究所）
三浦 昭雄（東京水産大学）
大野 正夫（高知大学）
大森 正之（東京大学）
館脇 正和（北海道大学）
横浜 康継（筑波大学）
吉田 忠生（北海道大学）

Officers for 1991-1992

President: Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)
Secretary: Teru IORIYA (Tokyo University of Fisheries)
Treasurer: Masahiro NOTOYA (Tokyo University of Fisheries)

Members of Executive Council:

Sachito ENOMOTO (Kobe University)
Hiroshi FUKUSHIMA (Tokyo Women's College of Physical Education)
Isao INOUE (University of Tsukuba)
Ikuko SHIHIRA-ISHIKAWA (Tokyo Gakugei University)
Hideo IWASAKI (Mie University)
Shintoku KAMURA (University of the Ryukyus)
Washiro KIDA (Mie University)
Michio MASUDA (Hokkaido University)
Seiji MIGITA
Hiroyuki NAKAHARA (Kyoto University)
Masao OHNO (Kochi University)
Hisao OGAWA (Kitazato University)
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)
Jun-ichi TSUKIDATE (Nansei National Fisheries Research Institute)
Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies)
Takaaki YAMAGISHI (Nippon University)

Editorial Board:

Ikuko SHIHIRA-ISHIKAWA (Tokyo Gakugei University), Editor-in-Chief
Shigeki MAYAMA (Tokyo Gakugei University), Secretary
Yoshiaki HARA (University of Tsukuba), Associate Editor
Megumi OKAZAKI (Tokyo Gakugei University), Associate Editor
Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies), Associate Editor
Mitsuo CHIHARA (The Japanese Red Cross College of Nursing)
Terumitsu HORI (University of Tsukuba)
Tetzuya KATO (Kyoto University)
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Diatom Institute)
Akio MIURA (Tokyo University of Fisheries)
Masao OHNO (Kochi University)
Masayuki OHMORI (University of Tokyo)
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

Phylogenetic systematics of the freshwater red algal order Batrachospermales

Timothy J. Entwisle* and Orlando Necchi Jr.**

*National Herbarium of Victoria, Birdwood Ave, South Yarra, Victoria 3141, Australia.

**Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Botânica, Caixa Postal 136, 15001—São José do Rio Preto, SP, Brasil.

Entwisle, T. J. and Necchi, O. Jr. 1992. Phylogenetic systematics of the freshwater red algal order Batrachospermales. Jpn. J. Phycol. 40: 1-13.

The order Batrachospermales is a well-defined, almost certainly monophyletic group. The five constituent genera have been arranged in three families: the Batrachospermaceae (including *Batrachospermum* sensu Necchi & Entwisle), the Lemaneaceae (*Lemanea*, *Psilosiphon*) and the Thoreaceae (*Nemalionopsis*, *Thorea*). Our cladistic analyses of the five genera support the current familial arrangement, although further information about the reproductive morphologies of *Psilosiphon*, *Nemalionopsis* and *Thorea*, and a better understanding of the relationships of Batrachospermales to the other Rhodophyta (i.e. what is its sister group?) are needed to verify this result. A key is provided to the currently accepted families and genera in the Batrachospermales on the basis of vegetative characters.

Key Index Words: Batrachospermum—Batrachospermales—cladistics—classification—freshwater—Lemanea—Nemalionopsis—phylogenetics—Psilosiphon—Thorea.

The Batrachospermales is a clearly delimited order with at least two good synapomorphies—a heterotrichous life-history without tetrasporic meiosis, and pit-connections with an enlarged outer cap-layer (the latter possibly, but unlikely, to be homologous with the pit-connections of the Corallinales). Members of this order also have discoid to laminate chloroplasts, determinate lateral filaments in prominent phase, no auxillary cells and are known only from freshwater habitats (Sheath 1984).

The Batrachospermales includes three families, Batrachospermaceae, Lemaneaceae and Thoreaceae, which until recently (Pueschel and Cole 1982) were included in Nemaliales. The Batrachospermaceae and Lemaneaceae have always formed a tight knit group due to their uniaxial construction and distinctive life history. The genus *Thorea*, placed in the Thoreaceae, has recently been shown to have a similar life history to that found in the Batrachospermaceae and Lemaneaceae (Yoshizaki 1986; Necchi

1987a). So, in spite of the multiaxial construction of the Thoreaceae, the three families seem to be closely related and monophyletic.

Phylogenetic (or cladistic) analysis has not been a widely used tool for studying relationships in the red algae (Gabrielson and Garbary 1987), but it is proving to be a useful companion for both the older morphological approaches and the newer biochemical techniques of modern systematics (Lindstrom 1988). We believe cladistics reasoning is desirable for the study of pattern among living organisms.

Our recent subjugation (Necchi and Entwisle 1990) of four Batrachospermacean genera (*Batrachospermum*, *Nothocladus*, *Sirodotia* and *Tuomeya*) into one (*Batrachospermum*), the discovery of sexual reproduction in *Thorea* (Yoshizaki 1986, Necchi 1987a), and the description of the new genus *Psilosiphon* (Entwisle 1989) makes a reassessment of the relationships between the genera in Batrachospermales and an evaluation of the current familial classification opportune.

Table 1. Comparative features of genera in the Batrachospermales and Liagoraceae.

| Character | <i>Batrachospermum</i> ¹ ROTH | <i>Lemanea</i> BORY | <i>Nemalionopsis</i> SKUJA | <i>Psilosiphon</i> ENTWISLE | <i>Thorea</i> BORY emend. NECCHI | Liagoraceae |
|--|--|--|--|---|---|---|
| Information (other sources as indicated) | NECCHI & ENTWISLE (1990); and unpubl. observations | ATKINSON (1890); FRITSCH (1935); MULLAHY (1952) | SWALE (1963); HOWARD & PARKER (1979) | ENTWISLE (1989); and unpubl. observations | BISCHOFF (1965); YOSHIZAKI (1986); NECCHI (1987a) | FRITSCH (1935); BOLD & WYNNE (1985); KRAFT (1989) |
| No. of species | c. 150 | 20 | 1 | 1 | 12 | — |
| Distribution throughout the world | Tropical to temperate, widespread | Temperate, northern hemisphere ² | Tropical to temperate, northern hemisphere | Temperate, south-eastern Australia | Tropical to temperate, widespread | Tropical to temperate [marine] |
| Morphology of diploid stage of life history | Prostrate crust or erect tufts (VON STOSCH & THEIL 1979; BALAKRISHNAN & CHAUGULE 1980) | Prostrate crust & in some species also erect tufts | Prostrate crust | Prostrate crust and some erect tufts | Prostrate crust and erect tufts | Free-living diploid phase erect tufts |
| Number of axial filaments in prominent phase | 1 | 1 | >1 | 1 | >1 | >1 |
| Thallus apex pseudo-parenchymatous? | No | Yes | No | Yes | No | No |
| Axial filaments sheathed by rhizoidal filaments? | Yes | Yes or no | No | No | No | ?No |
| Number of periaxial cells cut off axial cell if thallus uniaxial | 4-7 | 4 | Not applicable | 4 | Not applicable | Not applicable |
| Interlaced medullary filaments present? | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Outer cortical cells forming cohesive outer rind? | No ³ | Yes | No | Yes | No | No |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------|---|-----------|----------------------|-------------------------------------|
| Number of plastids/cell | 1-3 | 4-10 | several | > 6 | several | 1 |
| Plastid shape | Discoid | Discoid | Discoid (HARA & CHIHARA 1974) or laminate | Discoid | Laminate | Laminate, reticulate, or stellate |
| Diameter of thylakoids (nm) (BERGFELD 1970; THIRB & BENSON-EVANS 1983; BISCHOFF 1965; and unpubl. observations) | 35-80 | c. 14-17 | Not known | c. 14 | c. 12 | ? |
| Propagation by adventitious plantlets? | No | No | No | Yes | No | No |
| Ability to produce monosporangia? | Some species | No | No ⁵ | Not known | No ⁵ | ?No |
| Spermatangia arising from specialized filaments? | No | Yes | Not known | Not known | No | In three genera |
| Spermatangia in superficial sori? | No | Yes | Not known | Not known | No | No |
| Shape of spermatangia | Spherical to obovoid | Oblong to ellipsoid | Not known | Not known | Ellipsoid to Obovoid | Ellipsoid to obovoid |
| Carpogonial branch accessory? | No | Yes | Not known | Not known | No | In seven genera |
| Number of cells in carpogonial branch | 1-30 | 3-10 | Not known | Not known | 1-2 | usually 3 or 4 |
| Trichogyne inflated? | Yes | No | Not known | Not known | No | No |
| Trichogyne persisting after fertilization? | Yes | No | Not known | Not known | No | No |
| First gonimoblast initial cut from fertilized carpogonium | Longitudinal, or rarely transverse (see KUMANO & RATNASABAPATHY 1982) | Oblique distal | Not known | Not known | Oblique distal | Transverse, oblique or longitudinal |

Table 1. Continued.

| | No ⁴ | Yes | Not known | Not known | No | In nine genera |
|--|----------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| Fusion cell in primary gonimoblast? | | | | | | |
| Gonimoblast filament growth | Limited, unlimited or both | Limited | Not known | Not known | Unlimited | Limited or unlimited |
| Cells of gonimoblast forming carposporangia | Terminal | Nearly all | Not known | Not known | Terminal | Terminal or chains of terminal cells |
| Spore germination | Unipolar | Bipolar | Not known | Not known | Unipolar | ?unipolar |
| Effect of MgCl ₂ on alcian blue staining (SHEATH & COLE 1990) | Elimination, same or less | Elimination | Same | Not known | Same | Not known |

¹ *Batrachospermum* includes *Notholadus* Skuja, *Sirodotia* Kylin and *Tuomeya* Harvey (see Necchi & Entwisle 1990).

² There is only one literature record of the genus from the southern hemisphere (KLEERKOPER 1955) and two additional herbarium specimens, both from Argentina (JOHN BLUM pers. comm. and observations of the second author).

³ *Batrachospermum americanum* (Harvey) Necchi & Entwisle (previously *Tuomeya americana* Harvey) has a more cohesive outer cortex than most species of *Batrachospermum*, but it is not separated from the medullary region as is found in *Lemanea* and *Psilosphon*.

⁴ Report of a fusion cell in *Tuomeya* by Webster (1958) has yet to be confirmed.

⁵ Structures described as 'monosporangia' in these genera are probably misinterpreted spermatangia or carposporangia (Yoshizaki 1986, Necchi 1987a). The real occurrence of monosporangia in Thorea and Nemaionopsis has yet to be confirmed in light of the new information concerning sexual reproduction.

This higher level phylogeny can then be used to examine the pattern of relationships within these genera and families.

Methods

Character data matrices obtained from published and original observations were run through both PAUP (Swofford 1990) and Henning 86 (Farris 1988) programs using exhaustive search options. In the data matrix (Table 2), a code of 9 indicates that the character was either inapplicable, unreported or known to be both present and absent in the taxon (polymorphic). Characters coded as 9 were not used for that particular taxon in the cladistic analyses. The shortest trees were rooted by either: (1) using Liagoraceae as an outgroup, or (2) by hypothesizing plesiomorphic states in selected characters and using Lundberg rooting (see Discussion for rationale behind these alternatives).

Results

From a compilation of 25 comparative features derived from published descriptions and our own observations (Table 1) we extracted 18 characters suitable for cladistic analysis (Table 2). The following features could not be adequately tabulated but require some explanation:

a) Tubular lamellae in chloroplasts were suggested by Hara and Chihara (1974) to be characteristic of the Batrachospermaceae, but Sheath et al. (1979) have shown that their formation is more likely to be environmentally and developmentally controlled in a range of taxa.

b) The life history features suggested by Von Stosch and Theil (1979) and Balakrishnan and Chaugule (1980) are not yet well enough documented (Sheath 1984) to be used in this analysis, but may eventually proved a means of producing a more natural classification.

c) The absence of phycobilisomes in scanning electron micrographs was considered by Bergfeld (1970) to be characteristic of

Batrachospermum, but Duckett and Peel (1978) argue that it is not clear whether the absence of phycobilisomes from some species is 'a real taxonomic feature or merely the result of poor fixation'.

d) Chromosome number has not yet been documented for enough taxa (Sheath 1984, Cole 1990) but may eventually prove to be a powerful tool for phylogenetic analysis.

e) The position of the 'elimination cells' after occurrence of meiosis in early stages of gametophytic development (Magne 1967, Balakrishnan and Chaugule 1975, 1980, Von Stosch and Theil 1979, Necchi 1987b) may also hold promise of a good character in future, but still require further documentation.

f) Although the cell walls of Batrachospermales seem to be distinguished from those of the marine red algae by their production of an acidic rather than sulfated polysaccharides, the comparison of a few *Batrachospermum* species and *Lemanea annulata* Kützing has shown some generic (or familial) differences in cell wall composition may exist (Gretz *et al.* 1991).

g) The long hair-like filaments that characterize *Thorea* are certainly not analogous with the hairs found in many species of *Batrachospermum*. The difficulty in scoring this character in genera other than *Thorea* and *Nemalionopsis* necessitated our leaving it out of the table. Nevertheless, it remains a useful diagnostic character within the Thoreaceae.

Comparative features and characters scored

Eighteen features were considered suitable for inclusion in the cladistic character set (Table 2). The rationale for coding and (in some cases) *a priori* polarizing of these characters is outlined below. Probable autapomorphies have been included in the analysis since polarity of characters is somewhat nebulous (and apparent autapomorphs may well be plesiomorphic states in terms of global parsimony).

1 Gametophyte uniaxial (1) or multiaxial (0).

NOTES: A cladistic analysis of the Dumontieae (Rhodophyta) by Lindstrom (1988) resulted in the multiaxial condition being considered plesiomorphic for that group. This character was polarized *a priori* concordant with that result.

2 Thallus apex pseudoparenchymatous (1) or not (0).

NOTES: The early development at the thallus apex of *Lemanea* and *Psilosiphon* is quite distinctive and unlike that found in the other genera (although *Batrachospermum puiggarianum* is superficially similar). Not polarized.

3 Axial filaments sheathed by rhizoidal filaments (1) or not (0).

NOTES: Presumably an autapomorph for *Psilosiphon*. Not polarized.

4 Number of periaxial cells cut off axial cell

Table 2. Data matrix of Batrachospermales used in cladistic analyses. The presence of an * beneath the character number indicates that the zero score was assumed to be plesiomorphic for the Lundberg rooting.

| Taxa | Characters | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|---|---|----|----|---|---|----|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|
| | 1* | 2 | 3 | 4* | 5* | 6 | 7 | 8* | 9 | 0 | 1* | 2* | 3* | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Ingroup | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAT | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 0 | 1 | 9 |
| LEM | 1 | 1 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| NEM | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 0 |
| PSI | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| THO | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Outgroup | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LIA | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 9 | 1 | 0 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

(if thallus uniaxial) always 4 (1) or variable 4-7 (0).

NOTES: A fixed number of periaxial cells could be considered homologous to what occurs in the Rhodomelaceae (Ceramiaceae), a highly derived group of red algae (Gabrielson and Garbary 1987). Polarized with fixed number apomorphic.

5 Outer cortical cells forming cohesive outer rind (1) or not (0).

NOTES: A cohesive outer rind is likely to be derived feature since it is difficult to imagine how it could proceed an open fascicle structure in evolutionary terms. Polarized with cohesive outer rind apomorphic.

6 Number of plastids per cell: 1-3 (0) or >4 (1).

NOTES: Not polarized.

7 Plastids discoid (1) or laminate (0).

NOTES: Not polarized.

8 Propagation by adventitious plantlets (1) or not (0).

NOTES: Adventitious plantlets appear to be unique to the genus *Psilosiphon*. Such propagules are also found in the Ceramiaceae, but are not necessarily homologous. The production of adventitious plantlets is treated as an apomorphic character.

9 Spermatangia on specialized filaments (1) or not (0).

NOTES: This feature needs to be further evaluated, particularly in the genus *Batrachospermum*, where species in a number of sections are described as having specialized spermatangial filaments (but presumably not homologous with those described from *Lemanea*). Not polarized.

10 Spermatangia in superficial sori (1) or distributed throughout whorl (0).

NOTES: Likely apomorphy for *Lemanea* (or Lemaneaceae). Not polarized.

11 Carpogonial branches accessory (1) or

not (0).

NOTES: Lindstrom (1988) regarded the more advanced taxa of Dumontiaceae as having a strongly recurved (accessory) carpogonial branch, as did Kraft (1989) in the Liagoraceae. We have polarized this character likewise.

12 Number of cells in carpogonial branches: constant or little variable (1) or highly variable (0).

NOTES: Kraft (1989) found a major disjunction between those genera with low and relatively consistent numbers of cells in carpogonial branches, and those with higher, more indeterminate, numbers. A similar split can be used in the Batrachospermales. The latter state was considered by Kraft (1989) to be plesiomorphic, and this polarization is followed here.

13 Trichogyne inflated and persistent (1) or not (0).

NOTES: Sheath (1984) pointed out that the occurrence of inflated and persistent trichogynes is a feature of the life history of most species of the Batrachospermales and that it appears to be an adaptation for growth in the unidirectional flow of rivers and streams (the larger and more persistent surface area could enhance the probability of spermatangial contact). As a unique evolutionary novelty among the Rhodophyta, the inflated and persistent trichogyne is considered to be an apomorphy.

14 Fusion cell in primary gonimoblast present (1) or absent (0).

NOTES: Not polarized.

15 Gonimoblast filaments growth at least partly unlimited (0) or entirely limited (1).

NOTES: The continuum between loosely constructed carposporophytes and compact gonimoblasts is paralleled in the Liagoraceae (Kraft 1989). Not polarized.

16 Carposporangia single terminal cell (1) or in chains (0).

NOTES: Pairs of chains of carposporangia are reported from only two genera of the Liagoraceae, but arise in parallel in the cladograms illustrated by Kraft (1989). Not polarized.

17 Spore germination unipolar (1) or bipolar (0).

NOTES: Although included in the analysis, more material needs to be examined to confirm the consistency of this character. Not polarized.

18 $MgCl_2$ when added to alcian blue staining eliminating or reducing staining (1) or having no effect (0).

NOTES: Extremely variable within *Batrachospermum sensu lat.* and may provide a useful phylogenetic marker within that genus (Sheath and Cole 1990). Not polarized.

The other features tabulated (Table 1) were not used in the cladistic analysis for the following reasons.

(a) Morphology of diploid stage of life history: no suitable disjunctions found.

(b) Interlaced medullary filaments present or absent: the medullary filaments in *Psilosiphon* are not homologous with those of *Thorea* and *Nemalionopsis* since they develop in very different ways (the latter two genera are multiaxial while the medullary filaments of *Psilosiphon* are derived from the periaxial filaments of a single axial filament).

(c) Diameter of thylakoids: more specimens and species of each genus need to be examined.

(d) Monosporangia present or absent: variable within *Batrachospermum* and uncertain in *Thorea* and *Nemalionopsis* (see note 5 of Table 1).

(e) Spermatangial shape: no clear disjunction found.

(f) Orientation of first gonimoblast initial: no clear disjunction found and more information needed to properly assess.

Cladograms

Using either Liagoraceae as an outgroup,

or by polarizing selected characters, we obtained three equally parsimonious trees (Figs. 1, 2). The node giving rise to *Batrachospermum*, *Lemanea* and *Psilosiphon* was always well resolved, as was the nested node of *Lemanea* and *Psilosiphon*. There is insufficient evidence to decide between the three alternative arrangements for *Thorea*, *Nemalionopsis* and the *Batrachospermum-Lemanea-Psilosiphon* node: *Thorea* and *Nemalionopsis* together could be either monophyletic or paraphyletic.

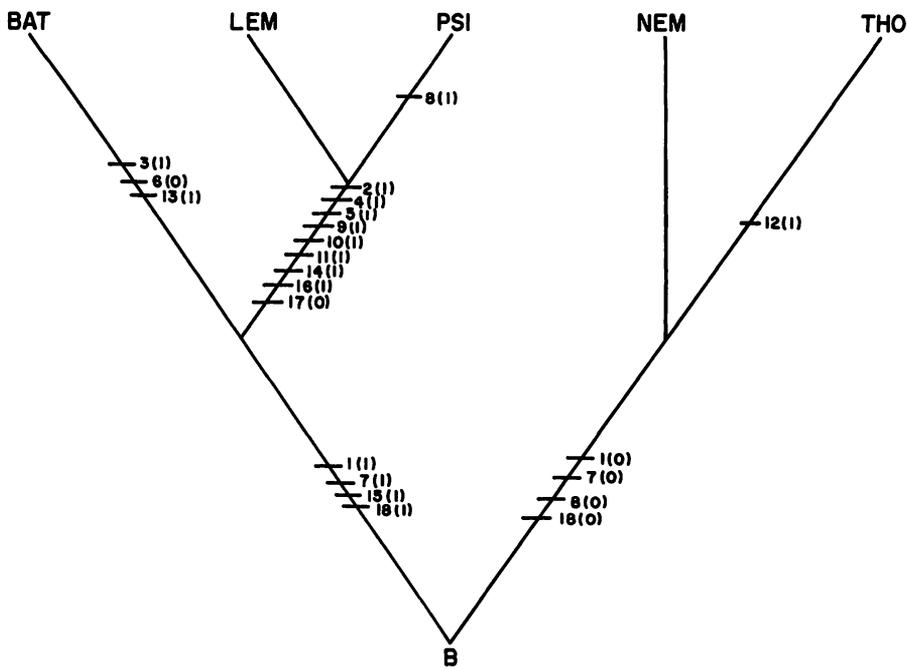
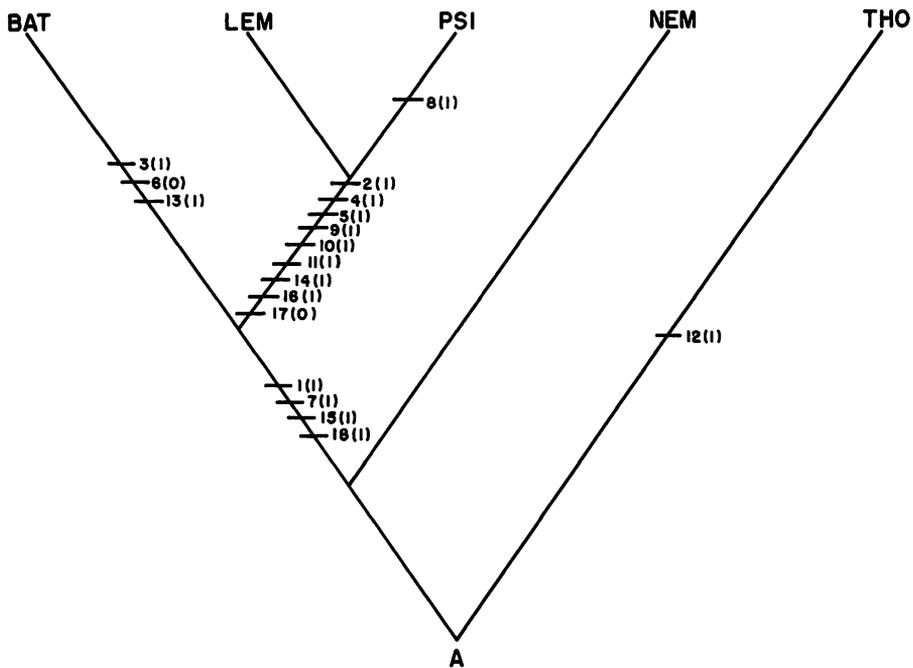
The node shared by the Batrachospermaceae (*Batrachospermum*) and the Lemaneaaceae (*Lemanea* and *Psilosiphon*) is defined by at least one apparently reliable synapomorphy [uniaxial gametophytes (character 1)], the Lemaneaaceae node by two [pseudoparenchymatous thallus apex (2), cohesive outer rind (5)] and the Batrachospermaceae node by one [only 1-3 plastids per cell (6); although if Liagoraceae included as outgroup, this character is a homoplasy]. All other characters supporting these nodes are either unknown in one or more taxa or vary within a taxon.

If a multiaxial gametophyte is considered plesiomorphic to a uniaxial gametophyte, the node supporting the Thoreaceae is poorly supported. More information is needed about sexual reproduction in *Nemalionopsis* before this part of the cladogram can be resolved. From the information we have to date, it appears that *Nemalionopsis* and *Thorea* have either evolved separately or together, but that other genera in the Batrachospermales share a distinct common ancestry.

Discussion

Polarity of Characters

The Batrachospermales are described by Gabrielson and Garbary (1986 p. 357, 1987 p. 134) as 'clearly a monophyletic order', due the characteristic life history (*Lemanea* type) with absence of tetrasporangia and their restriction to freshwater. In addition, the presence of an enlarged outer cap layer on the pit plug is found only in Batrachospermales, Corallinales and some species of Acrochetiales (Pueschel 1989). This combi-



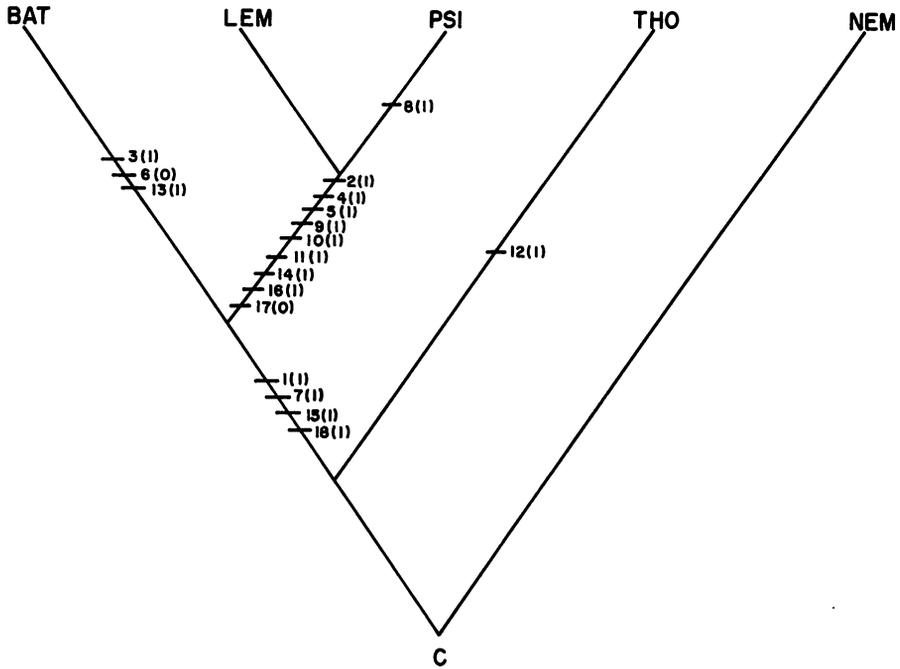


Fig. 1. Three equally parsimonious cladograms (A, B and C) using Lundberg rooting based on assumed plesiomorphic states of characters 1, 4, 5, 8, 11-13. CI=1.0. BAT=*Batrachospermum*; LEM=*Lemanea*; NEM=*Nemalionopsis*; PSI=*Psilosiphon*; THO=*Thorea*. Unbounded numbers refer to characters and numbers in parentheses refer to character states as listed in Table 2.

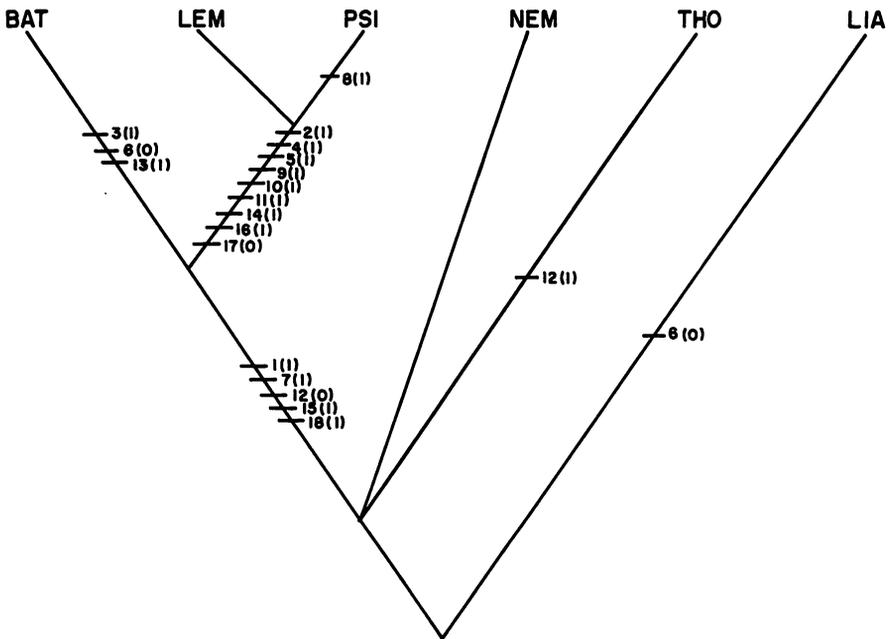


Fig. 2. Consensus tree using Liagoraceae as an outgroup. CI=0.9. BAT=*Batrachospermum*; LEM=*Lemanea*; LIA=*Liagoraceae*; NEM=*Nemalionopsis*; PSI=*Psilosiphon*; THO=*Thorea*. Unbounded numbers refer to characters and numbers in parentheses refer to character states as listed in Table 2. The tree above the Liagoraceae node is the same as the consensus tree derived from the cladograms in Fig. 1.

nation of characters in a Florideophycean group of algae make *Batrachospermales* a well-defined entity almost certainly derived from a common ancestor.

However, there is little published information to help in the choice of a sister group for the *Batrachospermales*. Until recently (Pueschel and Cole 1982), the families *Batrachospermaceae*, *Lemaneaceae* and *Thoreaceae* were placed in the *Nemaliales*, but Gabrielson and Garbary (1987 p. 134) conclude that from their cladistic analysis of Rhodophycean orders, 'there is no clear evidence that *Batrachospermales* and *Nemaliales* shared a common ancestry...'. In spite of this, in their search for an ancestral red alga, Gabrielson *et al.* (1985) reproduced a series of cladograms grouping *Nemaliales* and *Batrachospermales* together as a monophyletic group. Closer inspection, however, reveals that the two characters responsible for the shared branch are unlikely to be reliable.

Firstly, the coding of *Batrachospermales* as having only unipolar spore germination is incorrect (in both Gabrielson and Garbary 1987 and Gabrielson *et al.* 1985), as carpospore germination in *Lemanea* are reportedly bipolar (Atkinson 1890; Mullahy 1952). In this respect *Batrachospermales* is not the same as *Nemaliales* which apparently always has unipolar germination of spores. The second character, the presence of an empty spore mode of germination, is described by Gabrielson and Garbary (1987 p. 134) as a highly homoplastic character and not one upon which to base a sound phylogenetic tree. It must also be stressed that Gabrielson *et al.* (1985) conclude that the relationships between all Florideophycidean orders are unresolved in that analysis.

The *Corallinales* share only a single pit plug character (the presence of a dome-like outer cap layer) with *Batrachospermales* and in all other respects are highly divergent (Gabrielson and Garbary 1987). There is also no evidence to suggest that the pit plug structure found in the two orders are homologous, and the apparent absence of a 'cap membrane' in the *Corallinales* (Pueschel 1987) indi-

cates a fundamental difference. The existing cladistic analyses, therefore, do little to provide a suitable outgroup for *Batrachospermales*. We chose *Liagoraceae* as an outgroup since it is more likely to be a monophyletic group than the whole of the *Nemaliales* (Kraft 1989), and it has more vegetative and reproductive features in common with the *Batrachospermales* than any other Floridiophycidean group. However, because there is no evidence to suggest that the *Liagoraceae* are a sister group of *Batrachospermales*, out scoring of plesiomorphic characters may have resulted in a tree that is not globally parsimonious.

An alternative view is that *Batrachospermalean* algae evolved in isolation from an *Acrochaetialean*-like progenitor as suggested by Mori (1975) for *Batrachospermum*, all similarities between the upright cladome of *Batrachospermalean* and that of other Floridiophycidean algae have arisen by parallelism. The unique life history mode and requirement for freshwater of *Batrachospermalean* algae support such a view, implying that outgroup analysis would only result in a globally parsimonious tree if the *Acrochaetiales* were used as the sister-group. Kumano (1979) considers that on the basis of phycoerythrin absorption spectra (type IV = β -phycoerythrin), *Batrachospermales* are more closely related to the *Acrochaetiales* than the *Nemaliales*.

Due to the simple vegetative structure of *Acrochaetialean* algae, however, there are insufficient common and shared characters which can be scored for both the *Acrochaetiales* and the *Batrachospermales*. It is for this reason, and those mentioned above, that we chose the *Liagoraceae* in spite of some misgivings about the homology of characters between it and *Batrachospermales*. As alternative means of rooting our cladogram we, like Kraft (1989), used hypothesised plesiomorphic states in certain characters using informal outgroup comparisons (see characters scored).

Phylogenetic Relationships

The relationships explicated here are not novel; on the contrary, they reiterate what phycologists have long presumed (e.g. Kylin 1956, Bourrelly 1985). Our hypothesized phylogeny does not contradict the existing familial structure of Thoreaceae (*Thorea* and *Nemalionopsis*), Batrachospermaceae (*Batrachospermum*) and Lemaneaceae (*Lemanea* and *Psilosiphon*), and it strongly supports the circumscription of the latter two families which together form a monophyletic group. Lemaneaceae and Batrachospermaceae are therefore hypothesized as sister groups, a result which will facilitate the study of relationships within those two families. There is a critical lack of information concerning reproductive morphology in all but *Batrachospermum* and *Lemanea*, and the confirmation, refutation or refinement of our proposed phylogeny will depend on further investigations upon members of the smaller Batrachospermalean genera.

The families and genera recognized in this paper can be identified solely on the basis of vegetative characters, as outlined in the following key.

Key to the families and genera of Batrachospermales

- 1 Gametophyte uniaxial 2
- 1 Gametophyte multiaxial (Thoreaceae) 4
 - 2 Thallus apex not pseudoparenchymatous; outer cortical cells not forming cohesive outer rind (Batrachospermaceae) *Batrachospermum*
 - 2 Thallus apex pseudoparenchymatous; outer cortical cells forming cohesive outer rind separated from the axial filament (Lemaneaceae) 3
- 3 Thallus without any regular macroscopic nodes and internodes; outer rows of cortical cells nearly uniform in size and shape *Psilosiphon*
- 3 Thallus with regular macroscopic nodes; outer rows of cortical cells differentiated from large swollen inner cells to smaller superficial cells *Lemanea*
 - 4 Thallus with long hair-like filaments arising from periphery *Thorea*

- 4 Thallus without long hairs protruding from periphery *Nemalionopsis*

References

- Atkinson, G. F. 1890. Monograph of the Lemaneaceae of the United States. *Ann. Bot.* 4: 177-229, pl. 7-9.
- Balakrishnan, M. S. and Chaugule, B. B. 1975. "Elimination cells" in the Batrachospermaceae. *Curr. Sci.* 44: 436-437.
- Balakrishnan, M. S. and Chaugule, B. B. 1980. Cytology and life history of *Batrachospermum mahabaleshwarensis* Balakrishnan et Chaugule. *Cryptogam. Algal.* 1: 83-97.
- Bergfeld, R. 1970. Die Feinstruktur und Entwicklung der Plastiden einiger Süßwasser-Rotalgen. *Cytobiologie* 1: 411-419.
- Bischoff, H. W. 1965. *Thorea rieki* sp. nov. and related species. *J. Phycol.* 1: 111-117.
- Bold, H. C. and Wynne, M. J. 1985. Introduction to the Algae. Structure and Reproduction. 2nd Ed. xvi-720 pp., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J..
- Bourrelly, P. 1985. Les algues d'eau douce, initiation à la Systematique, 3. Algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines (Rev. Ed.). N. Boubée, Paris.
- Cole, K. M. 1990. Chromosomes. p. 73-101. In: K. M. Cole & R. G. Sheath (eds.), Biology of the red algae. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Ducket, J. G. and Peel, M. C. 1978. Transmission electron microscopy of the Rhodophyta. p. 157-204. In: D. E. G. Irvine and J. H. Price (eds.), Modern Approaches to the Taxonomy of Red and Brown Algae. Academic Press, London.
- Entwisle, T. J. 1989. *Psilosiphon scoparium* gen. et sp. nov. (Lemaneaceae), a new red alga from south-eastern Australian streams. *Phycologia* 28: 469-475.
- Fritsch, F. E. 1935. The structure and reproduction of the algae. Vol. 1. xvii-791 pp., Cambridge University Press, Cambridge.
- Farris, J. S. 1988. Henning 86, Version 1.5. Computer program distributed by Robert Raven, Queensland Museum, South Brisbane, Australia.
- Gabrielson, P. W., Garbary, D. J. and Scagel, R. F. 1985. The nature of the ancestral red alga: inferences from a cladistic analysis. *Biosystems* 18: 335-346.
- Gabrielson, P. W. and Garbary, D. J. 1986. Systematics of red algae (Rhodophyta). *CRC Crit. Rev. Plant Sci.* 3: 325-366.
- Gabrielson, P. W. and Garbary, D. J. 1987. A cladistic analysis of Rhodophyta: Florideophycidean orders. *Br. phycol. J.* 22: 125-138.
- Gretz, M. R., Sommerfeld, M. R., Athey, R. V. and Aronson, J. M. 1991. Chemical composition of the cell walls of the freshwater red alga *Lemanea annulata* (Batrachospermales). *J. Phycol.* 27: 232-240.

- Hara, Y. and Chihara, M. 1974. Comparative studies on the chloroplast ultrastructure in the Rhodophyta with special reference to their taxonomic significance. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, sect. B* 15: 209-235.
- Howard, R. V. and Parker, B. C. 1979. *Nemalionopsis shawii* forma *caroliniana* (forma nov.) (Rhodophyta: Nemaliales) from the southeastern United States. *Phycologia* 18: 330-337.
- Kleerekoper, H. 1955. Limnological observations in north eastern Rio Grande do Sul, Brazil. *Arch. Hydrobiol. Plankt.* 50: 553-567.
- Kraft, G. T. 1989. *Cylindroxis rotundatus* gen. et sp. nov. and its generic relationships within the Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta). *Phycologia* 28: 275-304.
- Kumano, S. 1979. Studies on the taxonomy and the phylogenetic relationships of the Batrachospermaceae of Japan and Malaysia. Ph. D. Thesis, Hokkaido University, Sapporo.
- Kumano, S. and Ratnasapathy, M. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia. III. Development of carposporophytes of *Batrachospermum cayennense* Montagne, *B. beraense* Kumano and *B. hypogynum* Kumano et Ratnasapathy. *Bot. Mag. Tokyo.* 95: 219-228.
- Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. CWK Gleerups, Lund.
- Lindstrom, S. C. 1988. The Dumontieae: a resurrected tribe of red algae (Dumontiaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 27: 89-102.
- Magne, F. 1967. Sur le déveulement et le lieu de la méiose chez le Lémanécées (Rhodophycées, Nemaliales). *C. R. Acad. Sc. Paris, ser. D* 265: 670-673.
- Mori, M. 1975. Studies on the genus *Batrachospermum* in Japan. *Jap. J. Bot.* 20: 461-485.
- Mullahy, J. H. 1952. The morphology and cytology of *Lemanea australis* Atk. *Bull. Torrey Bot. Club* 79: 471-484.
- Necchi, O. Jr. 1987a. Sexual reproduction in *Thorea* Bory (Rhodophyta, Thoreaceae). *Jap. J. Phycol.* 35: 106-112.
- Necchi, O. Jr. 1987b. Studies on the freshwater Rhodophyta of Brazil-3: *Batrachospermum brasiliense* sp. nov. from the State of São Paulo, southern Brazil. *Rev. Bras. Biol.* 47: 441-446.
- Necchi, O. Jr. and Entwisle, T. J. 1990. A reappraisal of generic and subgeneric classification in the Batrachospermaceae (Rhodophyta). *Phycologia* 29: 478-488.
- Pueschel, C. M. 1987. Absence of cap membrane as a characteristic of pit plugs of some red algal orders. *J. Phycol.* 23: 150-156.
- Pueschel, C. M. 1989. An expanded survey of the ultrastructure of red algal pit plugs. *J. Phycol.* 25: 625-636.
- Pueschel, C. M. and Cole, K. M. 1982. Rhodophycean pit plugs: an ultrastructural survey with taxonomic implications. *Am. J. Bot.* 69: 703-720.
- Sheath, R. G. 1984. The biology of freshwater red algae. p. 89-158. In: F. E. Round and D. J. Chapman (eds.), *Progress in Phycological Research*, 3. Biopress, Bristol.
- Sheath, R. G. and Cole, K. M. 1990. Differential alcian blue staining in freshwater Rhodophyta. *Br. Phycol. J.* 25: 281-285.
- Sheath, R. G., Hellebust, J. A. and Sawa, T. 1979. Effects of low light and darkness on structural transformations in plastids of the Rhodophyta. *Phycologia* 18: 1-12.
- Von Stosch, H. A. and Theil, G. 1979. A new mode of life history in the freshwater red alga genus *Batrachospermum*. *Am. J. Bot.* 66: 105-107.
- Swale, E. M. F. 1963. Notes on the morphology and anatomy of *Thorea ramosissima* Bory. *J. Linn. Soc. (Bot.)* 58: 429-435.
- Swofford, D. L. 1990. PAUP: Phylogenetic Analysis Using Parsimony, Version 3.0. Computer program distributed by the Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois, USA.
- Thirb, H. H. and Benson-Evans, K. 1983. Ultrastructure of the freshwater alga *Lemanea* Bory. Analysis of juvenile and photosynthetic vegetative filament cells. *Nova Hedwigia* 38: 583-602.
- Webster, R. N. 1958. The life history of the freshwater red alga *Tuomeya fluviatilis* Harv. *Butler Univ. Bot. Stud.* 13: 141-149.
- Yoshizaki, M. 1986. The morphology and reproduction of *Thorea okadae* (Rhodophyta). *Phycologia* 25: 476-481.

T. J. Entwisle* and O. Necchi Jr.** : 淡水産紅藻カワモヅク目の系統解析

カワモヅク目は単系的な藻群で良く整理され、最近ではカワモヅク科：カワモヅク（著者らの定義による）、レマネア科：*Lemanea*, *Psilosiphon*, チスジノリ科：オキチモヅク, チスジノリの3科5属で構成される体系が受け入れられている。我々の行なったこれら5属の分岐分類学的な解析はこの体系を支持するが、この結果を立証するためにはさらに *Psilosiphon*, オキチモヅクおよびチスジノリの有性生殖器官の形態に関する情報と紅藻植物門のどの目と類縁を持つか（姉妹分類群は何か？）の理解が必要である。ここではカワモヅク目の科と属に対し、栄養成長に関わる形質に基づいたkeyを与えた。（*National Herbarium of Victoria, Birdwood Ave, South Yarra, Victoria 3141, Australia. **Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Botânica, Caixa, Postal 136, 15001—São José do Rio Preto, SP, Brasil）

Karyology and cytophotometric estimation of nuclear DNA variation in seven species of Ulvales (Chlorophyta)

Donald F. Kapraun and J. Craig Bailey

Center for Marine Science Research, University of North Carolina, 7205 Wrightsville Avenue, Wilmington, North Carolina 28403 U.S.A.

Kapraun, D. F. and Bailey, J. C. 1992. Karyology and cytophotometric estimation of nuclear DNA variation in seven species of Ulvales (Chlorophyta). Jpn. J. Phycol. 40: 15–26.

Chromosome complements of $1N=8-12$ are reported for seven species of Ulvales (Chlorophyta) from coastal North Carolina. Microspectrophotometry with the DNA-localizing fluorochrome hydroethidine is used to estimate nuclear genome sizes. Incorporation of fluorescence values for the angiosperm *Antirrhinum majus* L. and the green alga *Cladophora albida* (Hudson) Kuetzing with known 2C DNA contents permitted quantification of I_f values for the Ulvales. In the seven species examined, 2C DNA contents range from 0.6–1.0 pg. The absence of a positive correlation between estimated genome size and $1N$ chromosome complement excludes the possibility that speciation has resulted exclusively from loss or gain of chromosomes and associated genome. Evidence in support of fusion/translocation processes is discussed.

Key Index Words: Cytogenetics—DNA quantification—microspectrophotometry—Ulvales.

Comparative studies of ultrastructural features in both vegetative and motile cells have shown the order Ulvales, as circumscribed by Bliding (1963, 1968), to be a heterogeneous assemblage (Hori 1973, Swanson and Floyd 1978, O'Kelly and Floyd 1983, Stuessy *et al.* 1983). Consequently, several genera have been transferred to the Ulotrichales *sensu* Kornmann (1964) or to the Ulvacean family Kornmanniaceae (Hori 1973, O'Kelly *et al.* 1984, Golden and Cole 1986). *Blidingia*, *Enteromorpha* and *Ulva* have been retained in the Ulvaceae on the basis of a large number of shared ultrastructural features (Golden and Cole 1986).

Chromosome numbers for species in the Ulvaceae suggest a basic haploid complement of $N=10$, with numbers of $N=5-13$ reported (Yabu and Tokida 1960, Gayral 1967, Kapraun 1970, Rhyne 1973, Sarma 1970, 1982, 1983). This aneuploid series could have resulted from non-disjunction and subsequent chromosome loss or gain (Freshwater *et al.* 1990). However, reported variations in chromosome size and karyotype asymmetry in species of *Ulva* and *Enteromorpha* (Niizeki

1957, Sarma and Chaudhary 1975) are consistent with an alternate explanation. Specifically, centric fusion and/or fission as well as translocations could have produced these changes in chromosome numbers. Whereas non-disjunction would be accompanied by nuclear genome size changes, centric fusion/fission could have occurred with little or no change in the total amount of nuclear DNA. Unfortunately, no quantitative data are available for nuclear genome sizes in any species of the Ulvaceae. Consequently, the karyological processes which have accompanied speciation in these green algae remain speculative.

The present investigation was initiated to obtain karyotype information for species of *Blidingia*, *Enteromorpha* and *Ulva* representative of the Ulvaceae in coastal North Carolina (Kapraun 1984). In addition, estimates of nuclear genome sizes were obtained by cytophotometry to elucidate karyological processes which may have accompanied speciation in these entities.

Materials and Methods

Source of Specimens

Seven species of Ulvaceae were collected from southeastern North Carolina, January through March, 1990: *Blidingia marginata* (J. Ag.) P. Dangeard, *Blidingia minima* (Naeg. ex Kuetz.) Bliding, *Enteromorpha clathrata* (Roth) Greville, *Enteromorpha linza* (L.) J. Agardh, *Enteromorpha prolifera* (O. F. Muell.) J. Agardh, *Ulva curvata* (Kuetz.) DeToni and *Ulva fasciata* Delile. Habitat descriptions and location map are available elsewhere (Kapuraun 1984).

Fixation and Karyotype analysis

Field collected material was cleaned and placed in enriched seawater medium (Freshwater and Kapuraun 1986). Fronds with discolored distal portions indicative of sporulation (Kapuraun 1970) were transferred to petri dishes lined with glass coverslips onto which biflagellate swimmers readily settled (Hinson and Kapuraun 1991). In the Ulvaceae, both gametes and zoospores can be biflagellate (Bliding 1963, 1968, Kapuraun 1970). Consequently, the neutral term "swimmers" is used in this communication for biflagellate motile reproductive cells. Reproductive fronds were fixed at 24:00 and swimmers within 4 hr after attachment to coverslips, in 3:1 absolute ethanol-glacial acetic acid and stored in 70% ETOH. Fixed material for karyotype analysis was transferred to distilled water for 15 min, soaked in 1 N HCL for 4-5 min, and then stained with aceto-orcein as previously described (Kapuraun and Martin 1987), or with hydroethidine as detailed below. Karyotypes were prepared by viewing 35 mm Kodak Plus-X film with a 48X microfiche reader and tracing the projected images (Kapuraun and Freshwater 1987).

Fixed material for measurement of nuclear DNA was treated as follows: 1) coverslips with attached swimmers were emersed in distilled water for 15 min, 2) soaked in phosphate buffered saline (Polysciences # 8828) for 15 min, 3) stained 1-2 min in hydroethidine (Polysciences, Warrington, PA), and 4)

returned to PBS and refrigerated for 24 hr prior to examination.

Determination of nuclear DNA

Microspectrophotometric data for an angiosperm, snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) with a 2 C DNA content of 3.2 picograms (Bennet and Smith 1976, Leutwiler *et al.* 1984) and the green seaweed *Cladophora albida* (Huds.) Kuetzing with a 2 C DNA content of 0.8 pg (Bot *et al.* 1989a, Kapuraun and Dutcher 1991) were used to quantify fluorescence intensity (I_f) values for specimens of the Ulvaceae. Proportionality of nuclear staining between the angiosperm and *Cladophora* specimens has been demonstrated (Kapuraun and Dutcher 1991). Angiosperm seeds were germinated and root tips fixed and stained with hydroethidine as previously described (Kapuraun and Dutcher 1991). Released swimmers from *C. albida* were allowed to settle on glass coverslips and then placed in fixative as described above. *Cladophora* material following aceto-orcein staining revealed a haploid chromosome complement of $1N=12$ (Kapuraun and Gargiulo 1987). Consequently, it was assumed that swimmers had DNA contents corresponding to 1C and 2C haploid nuclei (Hinson and Kapuraun 1991).

Fluorescence intensity (I_f) values of 1C nuclei of *C. albida* and 2C nuclei of *Antirrhinum majus* were determined (Fig. 11) and plotted against their known DNA contents (Kapuraun *et al.* 1991) to derive a standard line (Fig. 12). DNA contents for isolates of the Ulvaceae were extrapolated by plotting their I_f values of G1- and G2-phase nuclei along this I_f /DNA slope.

Instrumentation and methodology for cytophotometry and I_f data analysis have been described previously (Kapuraun and Shipley 1990, Kapuraun *et al.* 1991).

Observations and Discussion

Identification of Specimens

Members of the Ulvaceae are characterized by poorly marked interspecific distinctions and numerous intermediate forms. Much of

the taxonomic confusion in this group is probably the result of reliance on criteria such as frond size and color, and degree and pattern of branching which are too variable to be reliable (Bliding 1963, 1968, Kapraun 1984, Koeman 1985). In the present study, identifications were based on features considered to have taxonomic significance including pyrenoid number, cell size and dimension in surface and section views.

Karyology

Use of DNA-localizing fluorochromes and epifluorescence for karyological studies can pose special photomicrographic difficulties. Lightly stained material fluoresces too faintly to produce a clear photographic image, while over-stained specimens result in a fluorescent blush, distorting the actual size of chromosomes. Consequently, absolute size comparisons between specimens stained at different times should be avoided. Despite these potential problems, chromosomes visualized following hydroethidine staining typically appear less condensed than with aceto-orcein or aceto-carmine (Kapraun *et al.* 1988, Kapraun and Shipley 1990). Thus, constrictions indicative of centromeric regions can often be identified, and relative chromosome sizes in individual preparations more accurately determined with DNA-localizing fluorochromes.

Chromosome numbers for the seven species examined in this investigation are listed in Table 1. Apparently, this is the first published report of karyological data for *Blidingia marginata* and *B. minima*. Present results for *Enteromorpha* and *Ulva* species are in general agreement with previously published data (Kapraun 1970, Rhyne 1973, Sarma and Chaudhary 1975). However, chromosome numbers differing from these have been reported for Japanese populations of *Enteromorpha linza* (Niizeki 1957) and *Ulva fasciata* (Migita and Fujita 1987).

Both species of *Blidingia* are characterized by $1N=8$ (Figs. 1 & 2), with early metaphase chromosomes arranged in a circle (Fig. 1). No size difference was apparent among these

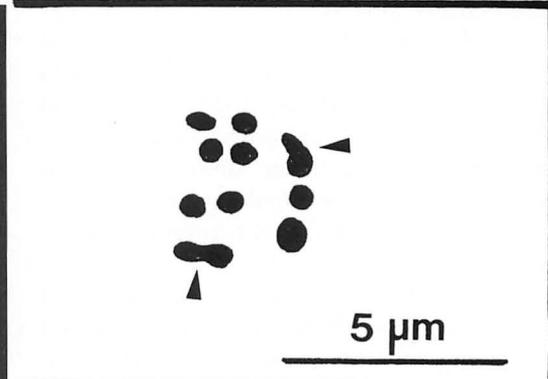
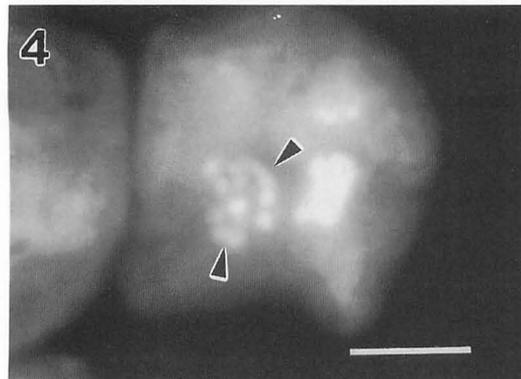
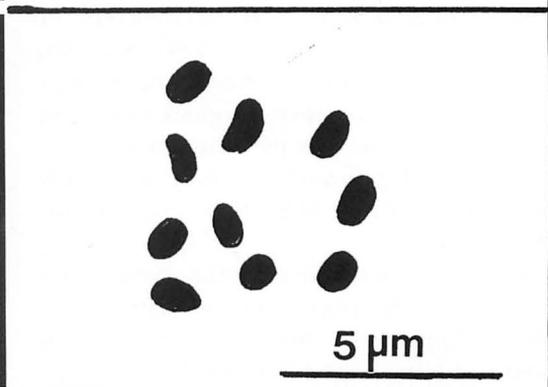
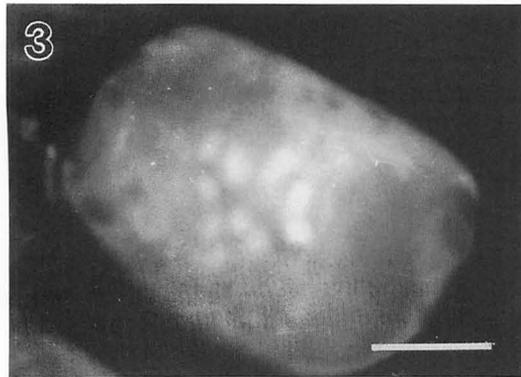
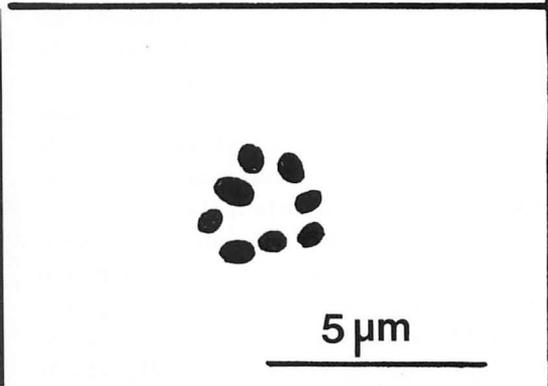
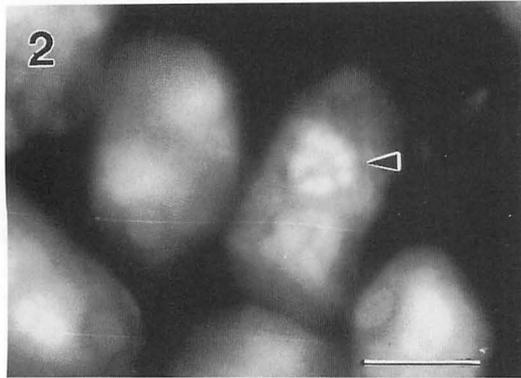
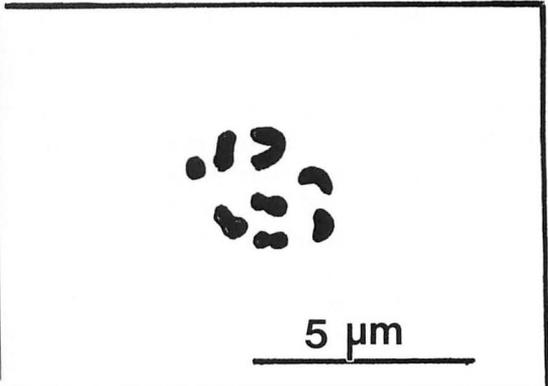
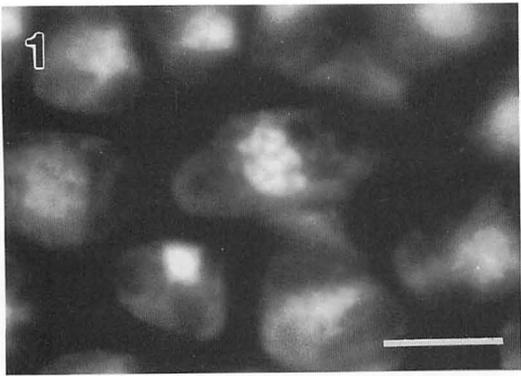
highly condensed chromosomes. The three species of *Enteromorpha* have haploid chromosome complements of $1N=10$ (Fig. 8). In *E. clathrata* (Fig. 3) and *E. prolifera* (Fig. 5), karyotypes show a gradual decrease from large to small chromosomes (Fig. 8). In *E. linza* (Fig. 4), the two larger chromosomes with strongly constricted centromeric regions (Fig. 8), can become dissociated in thinly squashed preparations, suggesting the presence of twelve chromosomes. In *U. fasciata*, the haploid chromosome complement of $1N=10$ (Fig. 7) is characterized by four larger, submetacentric chromosomes and an asymmetric karyotype (Fig. 8).

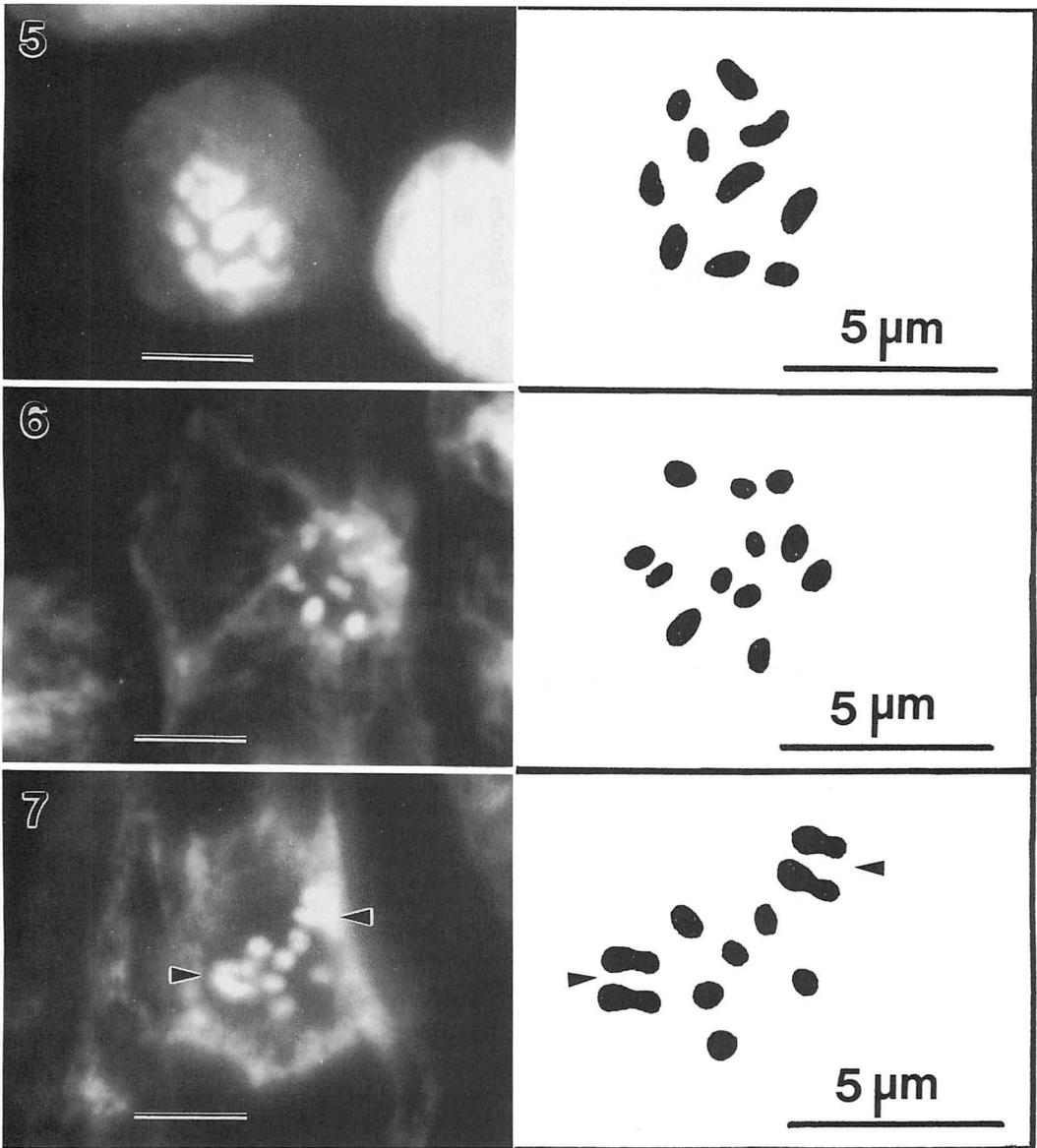
Thus, the karyotypes of both *Blidingia* species as well as those of *Enteromorpha clathrata* and *E. prolifera*, show a uniform gradation from large to small chromosomes (Fig. 8), and can be characterized as asymmetric and unspecialized (Jackson 1971). In contrast, the karyotypes of *Enteromorpha linza* and *Ulva fasciata* with their marked difference between large and small chromosomes and the presence of submetacentrics (Fig. 8), can be characterized as asymmetric and specialized (Jackson 1971).

Chromosome numbers in the Ulvaceae suggest a basic haploid complement of $N=10$ (Fig. 9). However, reports of a haploid chromosome complement of $N=5$ (Gayral 1967), haploid meiosis (Hoxmark and Norby 1974) and pairing of homologous chromosomes during mitosis in haploid nuclei (Fig. 7) provide evidence that $N=5$ may be the basic chromosome number in the Ulvaceae, and that most extant species have a polyploid origin.

DNA cytofluorometry

Microspectrophotometry has been used previously with the marine green algae to estimate relative DNA contents (Eckhart and Schnetter 1984, Schnetter *et al.* 1984, Eckhart and Schnetter 1986, Kapraun *et al.* 1988, Calderón-Saenz and Schnetter 1989, Beutlich *et al.* 1990, Bodenbender and Schnetter 1990) and to quantify their nuclear genomes (Spring *et al.* 1978, Schnetter *et al.* 1981, Kapraun and Shipley 1990, Hinson and





Figs. 1-7. Haploid mitotic nuclei in seven species of Ulvaceae following hydroethidine staining. Scale bar on photographs = 5 μm .

1. *Blidingia marginata* with 1 N=8.
2. *Blidingia minima* with 1 N=8. Note late prophase circle of chromosomes in top nucleus.
3. *Enteromorpha clathrata* with 1 N=10.
4. *Enteromorpha linza* after initiation of sporulation. Note presence of two chromosomes with pronounced centromeric regions (arrows) in nucleus on left with 1 N=10.
5. *Enteromorpha prolifera* with 1 N=10.
6. *Ulva curvata* with 1 N=12.
7. *Ulva fasciata* with 1 N=10. Note presumed homologous pairing (arrows).

Kapraun 1991).

In the present study, initial observations made with vegetative cells following

hydroethidine staining indicated unacceptable levels of fluorescence from extra-nuclear DNA, especially that associated with the

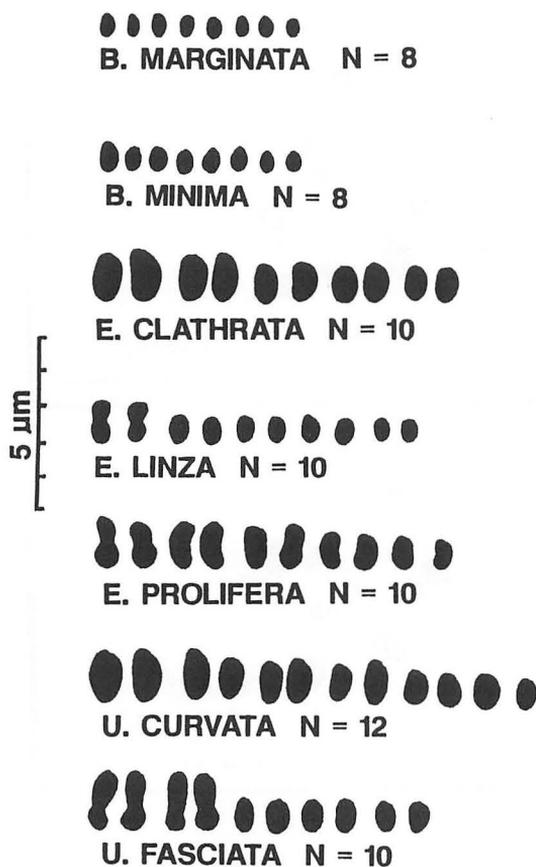


Fig. 8. Typical karyotypes for seven species of Ulvaceae representing chromosomes in haploid mitotic nuclei.

large, cup-shaped chloroplast, which obscured the parietal nucleus. Use of swimmers which have a central nucleus distinct from the small chloroplast (Fig. 10) was found to greatly reduce extra-nuclear fluorescence. However, significant variation of I_f peaks among periodic fixations of *Enteromorpha linza* and *Ulva curvata* swimmers suggested that different stages in the S-phase (DNA synthesis) of the nuclear cycle were being observed. Subsequently, I_f observations were restricted to swimmers fixed within 4 hr of release which consistently had estimated DNA values closely approximating half the G2-phase (2C DNA levels) obtained from vegetative cells (Table 2).

Conditions necessary for use of microspectrophotometry (I_f data) to estimate nuclear

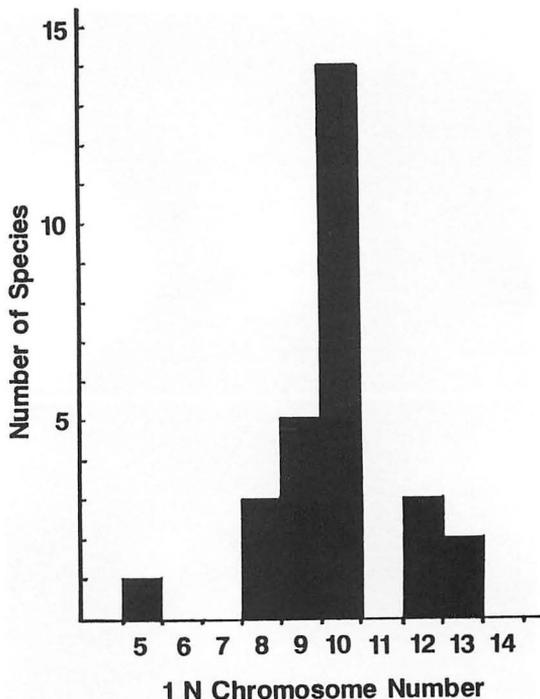


Fig. 9. Haploid chromosome complements reported in species of Ulvaceae: *Blidingia*, *Enteromorpha* and *Ulva*. Data from present study, Yabu and Tokida 1960, Yabu and Park 1968, Kapraun 1970, Rhyne 1973, Hoxmark and Nordby 1974, Sarma 1982.

DNA contents are detailed elsewhere (Bennet and Smith 1976, Kapraun and Shipley 1990). Previously, *Antirrhinum majus* and *Cladophora albida* were found to give proportionality between observed I_f values and

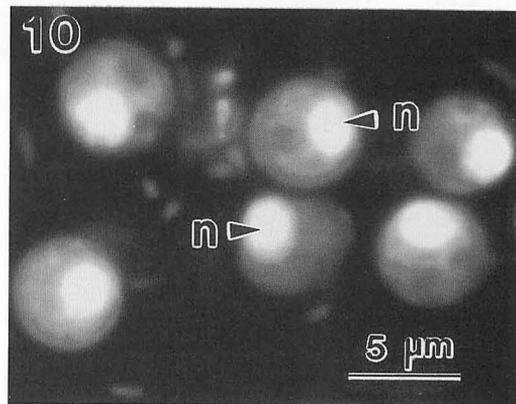


Fig. 10. Settled swimmers of *Ulva fasciata* following hydroethidine staining. n = nucleus.

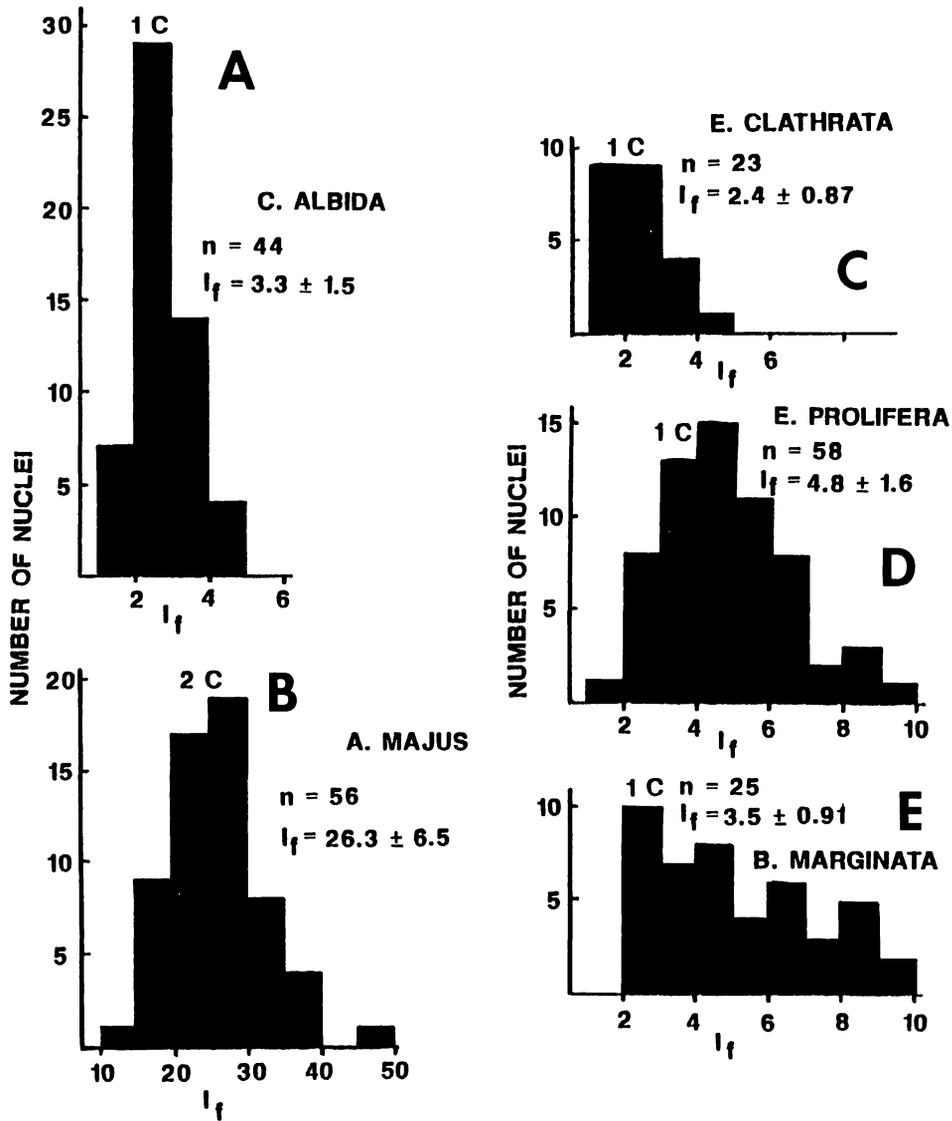


Fig. 11. Comparison of frequency distributions of relative DNA values for nuclei after hydroethidine staining. n =number of nuclei used to calculate C levels (Kapaun and Shipley 1990), I_f =fluorescence intensity mean \pm SD. *Cladophora albida* (A) and *Antirrhinum majus* (B) were used as standards for *E. clathrata* (C), *E. prolifera* (D) and *B. marginata* (E).

known DNA contents (Kapaun and Shipley 1990, Kapaun and Dutcher 1991), and were used in the present investigation to derive a standard line (Fig. 12). The *Antirrhinum* served as a standard for DNA quantification, and the North Carolina isolate of *Cladophora albida* was used to confirm the proportionality of staining between the angiosperm and green algal samples.

Comparison of I_f values for the Ulvaceae species (Fig. 11) permitted extrapolation of their DNA contents (Fig. 12). Genome size (pg) estimates for 1 C and 2 C nuclei from all observations are listed in Table 2 and summarized in Table 1. The standard deviation (SD) for most observations was less than 0.1 pg, and seldom exceeded 0.2 pg. Mean 2 C nuclear DNA levels for all experiments

Table 1. Comparison of haploid chromosome numbers and genome sizes for seven species of Ulvaceae. Genome size estimates are based on observed I_f values for 1 C and 2 C nuclei and on calculation of the mean 2 C genome size from these I_f data ($2\text{ C genome} = \frac{2(1\text{ C}) + 2\text{ C}}{2}$). Mean chromosome size was calculated from genome size (pg)/1 N chromosome number.

| Species | Chromosome number (1 N) | Genome size estimates (pg) | | | Mean chromosome size (pg/chromosome) |
|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|----------------|--------------------------------------|
| | | 1 C | Observed 2 C | Calculated 2 C | |
| <i>Blidingia marginata</i> | 8 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.10 |
| <i>Blidingia minima</i> | 8 | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 0.10 |
| <i>Enteromorpha clathrata</i> | 10 | 0.3 | — | 0.6 | 0.06 |
| <i>Enteromorpha linza</i> | 10 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.06 |
| <i>Enteromorpha prolifera</i> | 10 | 0.5 | 0.9 | 1.0 | 0.10 |
| <i>Ulva curvata</i> | 12 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0.05 |
| <i>Ulva fasciata</i> | 10 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.06 |

(Table 1) indicate a genome size of 0.6-1.0 pg for the seven species of Ulvaceae observed. These derived nuclear DNA contents are within the range of values reported for multinucleate green algae: *Cladophora*=0.3-0.8 pg (Bot *et al.* 1989a, 1989b), *Chaetomor-*

pha=0.2-0.6 pg (Hinson and Kapaun 1991), *Bryopsis*=0.7-1.0 pg (Kapaun and Shipley 1990) and *Acetabularia*=1.8 pg (Spring *et al.* 1978) and slightly larger than nuclear genome sizes for unicellular (uninucleate) green algae: *Chlamydomonas*=0.3 pg and

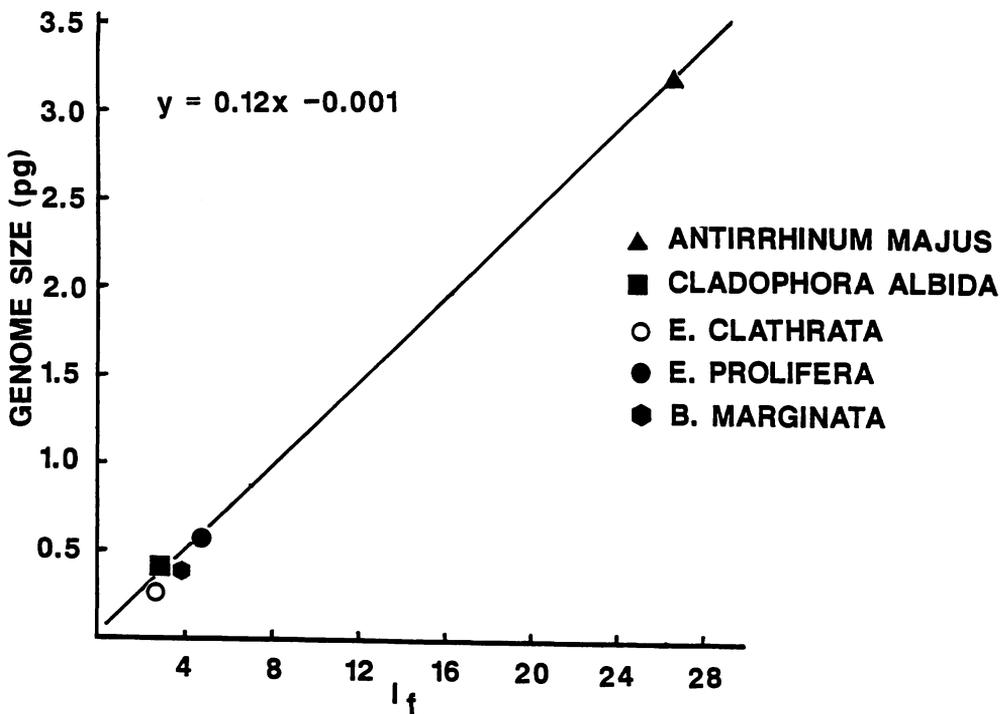


Fig. 12. Fluorescence intensity (I_f) values for *Antirrhinum* 2 C nuclei (\blacktriangle) and *Cladophora* (\blacksquare) 1 C nuclei plotted against their known DNA contents (Bennett and Smith 1976, Leutwiler *et al.* 1984, Bot *et al.* 1989, Kapaun and Dutcher 1991) to derive a standard line. DNA contents for 1 C nuclei in *E. clathrata* (\circ), *E. prolifera* (\bullet) and *B. marginata* (\blacklozenge) are extrapolated from their I_f values.

Table 2. Genome size (pg) for 1 C (G1-phase) and 2 C (G2-phase) nuclei for seven species of Ulvaceae. Data standardized to the 2 C DNA level of *Antirrhinum majus* (3.2 pg). Mean \pm standard deviation is given for each sample. n=number of nuclei observed in each sample.

| Species | n | 1 C | 2 C |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Blidingia marginata</i> | 31 | 0.48 \pm .07 | |
| | 37 | 0.44 \pm .07 | |
| | 38 | 0.33 \pm .12 | |
| | 6 | | 0.72 \pm .04 |
| | 31 | 0.27 \pm .05 | |
| | 13 | | 0.78 \pm .10 |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | \bar{X} =0.39 | \bar{X} =0.75 |
| <i>Blidingia minima</i> | 17 | | 0.87 \pm .10 |
| | 11 | 0.48 \pm 0.0 | |
| | 39 | 0.44 \pm .10 | |
| | 32 | 0.43 \pm .10 | |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | \bar{X} =0.43 | \bar{X} =0.87 |
| <i>Enteromorpha clathrata</i> | 23 | 0.29 \pm .10 | |
| | 10 | 0.30 \pm .02 | |
| | 35 | 0.33 \pm .26 | |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | \bar{X} =0.31 | |
| <i>Enteromorpha linza</i> | 58 | 0.29 \pm .12 | |
| | 50 | 0.29 \pm .08 | |
| | 49 | 0.26 \pm .07 | |
| | 50 | 0.31 \pm .09 | |
| | 50 | 0.33 \pm .13 | |
| | 50 | 0.33 \pm .13 | |
| | 26 | | 0.58 \pm .11 |
| 26 | 0.26 \pm .08 | | |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | \bar{X} =0.30 | \bar{X} =0.58 |
| <i>Enteromorpha prolifera</i> | 42 | 0.58 \pm .15 | |
| | 11 | | 0.18 \pm 1.3 |
| | 47 | 0.40 \pm .11 | |
| | 59 | 0.43 \pm .06 | |
| | 18 | | 1.10 \pm .06 |
| | 35 | 0.36 \pm .06 | |
| 58 | 0.58 \pm .20 | | |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | \bar{X} =0.47 | \bar{X} =1.09 |
| <i>Ulva curvata</i> | 30 | 0.42 \pm .06 | |
| | 22 | | 0.76 \pm .05 |
| | 25 | 0.39 \pm .07 | |
| | 10 | | 0.73 \pm .06 |
| | 35 | 0.28 \pm .06 | |
| | 43 | 0.37 \pm .08 | |
| 47 | 0.36 \pm .08 | | |
| 50 | | 0.70 \pm .12 | |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | \bar{X} =0.36 | \bar{X} =0.73 |
| <i>Ulva fasciata</i> | 50 | | 0.57 \pm 0.1 |
| | 37 | 0.25 \pm 0.0 | |
| | | <hr/> | <hr/> |
| | | 0.25 | 0.57 |

Polytoma=0.2 pg (Spring *et al.* 1978).

The three genera represented in this study do not appear to be characterized by a unique genome size (Table 1). It is perhaps noteworthy that the intraspecific range of genome sizes observed in *Enteromorpha* (0.6-1.0 pg) exceeds the intergeneric range for *Ulva* and *Blidingia*. Results of the present study indicate no correlation between nuclear DNA contents and 1 N chromosome numbers (Fig. 13). For example, the three species with 1 N=10 exhibit a greater range of genome sizes than found between species with N=8 and N=12. These data appear to exclude the possibility that speciation has been accompanied exclusively by loss or gain of chromosomes (and associated genome). In such cases, a positive correlation is predicted between chromosome number and genome size (Stucky and Jackson 1975, Ohri *et al.* 1981). In the present study, linear regression analysis of pg/chromosome (mean chromosome size) implies an inverse relationship between genome size and chromosome complement (Fig. 14). These observations are consistent with currently understood mechanisms such as translocations and centric fusion and/or fission which produce independent changes in chromosome numbers and nuclear DNA contents (Pichersky 1990).

A recent investigation of nuclear DNA base pair compositions (mol % G+C) of nuclear genomes in some Ulvales (Freshwater *et al.* 1990) provides indirect evidence of fusion/fission events in the evolution of these algae. Results indicate G+C values of 36-54% for nine species of *Blidingia*, *Enteromorpha* and *Ulva*. This relatively wide range of base pair compositions as well as the range of chromosome numbers reported for these genera (Fig. 9) are consistent with large-scale translocation events and differential loss or gain of centromere associated genome (Freshwater *et al.* 1990). It is perhaps noteworthy that chromosome numbers less than 10 are nearly twice as common as numbers greater than 10, suggesting that chromosome fusions are more easily tolerated than chromosome fissions.

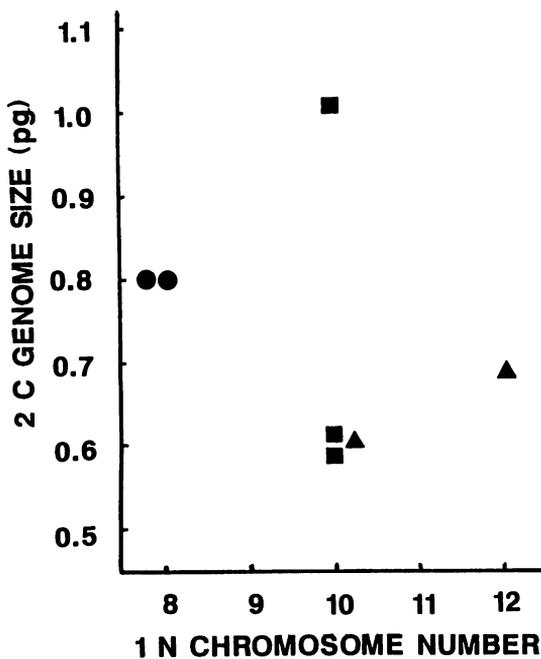


Fig. 13. Comparison of 2 C DNA contents and 1 N chromosome numbers for seven species of Ulvaceae. *Blidingia* (●), *Enteromorpha* (■) and *Ulva* (▲).

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge financial support for this research from the National Science Foundation (BSR-RUI88-17846), the North Carolina Center for Biotechnology (NCBC9010-IDG-1001) and the Cottrell Foundation (C-2546). Contribution number 40 from the Center for Marine Science Research, UNC-Wilmington.

References

- Bennett, M. D. and Smith, J. B. 1976. Nuclear DNA amounts in Angiosperms. *Philos. Trans. R. Soc. (London) B*. **274**: 227-274.
- Beutlich, A., Borstelmann, B., Reddemann, R., Speckenbach, K. and Schnetter, R. 1990. Notes on the life histories of *Boergesenia* and *Valonia* (Siphonocladales, Chlorophyta). *Hydrobiologia* **204/205**: 425-434.
- Bliding, C. 1963. A critical survey of European taxa in the Ulvales. Part I. *Caprosiphon*, *Percursaria*, *Blidingia*, *Enteromorpha*. *Opera Bot.* **8**: 1-160.
- Bliding, C. 1968. A critical survey of European taxa in Ulvales, II. *Ulva*, *Ulvaria*, *Monostroma*, *Kormmannia*.

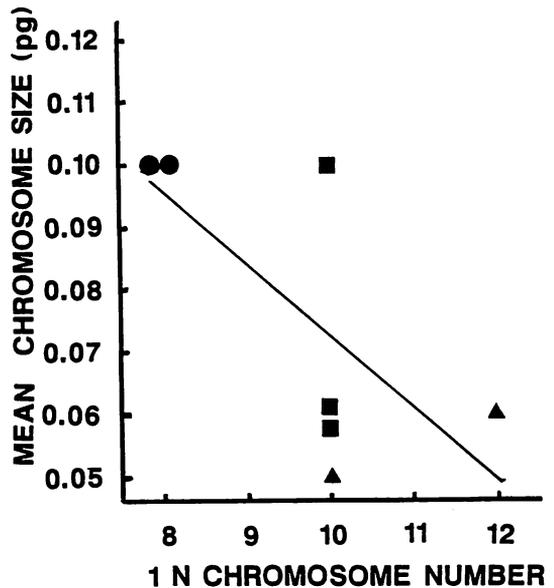


Fig. 14. Relationship of 1 N chromosome number to the mean size of chromosomes (2 C DNA content (pg)/chromosome number) for seven species of Ulvaceae. $Y = -0.0129X + 0.201$. *Blidingia* (●), *Enteromorpha* (■) and *Ulva* (▲).

Bot. Notiser. **121**: 535-629.

- Bodenbender, S. and Schnetter, R. 1990. Nuclear behavior during the life cycles of *Chaetomorpha*, *Ernodesmis* and *Struvea* (Ulvophyceae, Chlorophyta) under culture conditions. *Crypt. Bot.* **1**: 340-354.
- Bot, P. V. M., Stam, W. T., Boele-Bos, S. A., van den Hoek, C. and van Delden, W. 1989a. Biogeographic and phylogenetic studies in three North Atlantic species of *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) using DNA-DNA hybridization. *Phycologia* **28**: 159-168.
- Bot, P. V. M., Holton, R. W., Stam, W. T. and Hoek, C. van den. 1989b. Molecular divergence between North Atlantic and Indo-West Pacific *Cladophora albidula* (Cladophorales, Chlorophyta) isolates as indicated by DNA-DNA hybridization. *Mar. Biol.* **102**: 307-313.
- Calderón-Sáenz, E. and Schnetter, R. 1989. Life cycle and morphology of *Bryopsisidella ostreobiformis* spec. nov. (Bryopsisidaceae, Chlorophyta) from the Mediterranean, under culture conditions, with comments on the phylogeny of the *Bryopsis/Derbesia* complex. *Botanica Acta* **102**: 249-260.
- Eckhart, R. and Schnetter, R. 1984. Failure of karyogamy after gamete mating in *Derbesia tenuissima*. *Naturwissenschaften* **71**: 640-641.
- Eckhart, R. and Schnetter, R. 1986. Nuclear behavior during the life cycle of *Derbesia* (Chlorophyceae). *Br. phycol. J.* **21**: 287-295.
- Freshwater, D. W. and Kapraun, D. F. 1986. Field, culture and cytological studies of *Porphyra carolinensis*

- Coll et Cox (Bangiales, Rhodophyta) from North Carolina. *Jap. J. Phycol.* **43**: 251-262.
- Freshwater, D. W., Dutcher, J. A., Kapraun, D. F. and Sizemore, R. K. 1990. Variation in nuclear DNA base composition (mol % G+C) in three orders of marine green algae. *Hydrobiologia* **204/205**: 167-172.
- Gayral, P. 1967. Mise au point sur les Ulvacées (Chlorophycées) particulièrement sur les résultats de leur étude en laboratoire. *Botaniste* **50**: 205-251.
- Golden, L. and Cole, K. M. 1986. Studies of the green alga *Kornmannia* (Kornmanniaceae fam. nov., Ulotrichales) in British Columbia. *Jap. J. Phycol.* **34**: 263-274.
- Hinson, T. K. and Kapraun, D. F. 1991. Karyology and nuclear DNA quantification of four species of *Chaetomorpha* (Cladophorales, Chlorophyta) from the western Atlantic. *Helgoländ. wiss. Meeresunters.* **45**: (in press)
- Hori, T. 1973. Comparative studies of pyrenoid ultrastructure in algae of the *Monostroma* complex. *J. Phycol.* **9**: 190-199.
- Hoxmark, R. C. and Norby, Ø. 1974. Haploid meiosis as a regular phenomenon in the age cycle of *Ulva mutabilis*. *Hereditas* **76**: 239-250.
- Jackson, R. C. 1971. The karyotype in systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **2**: 327-368.
- Kapraun, D. F. 1970. Field and cultural studies of *Ulva* and *Enteromorpha* in the vicinity of Port Aransas, Texas. *Cont. Mar. Sci. Univ. Tex.* **15**: 205-285.
- Kapraun, D. F. 1984. An illustrated guide to the benthic marine algae of coastal North Carolina. II. Chlorophyta and Phaeophyta. *Bibl. Phycol., Vaduz* **58**: 1-173.
- Kapraun, D. F. and Dutcher, J. A. 1991. Cytophotometric estimation of inter- and intraspecific nuclear DNA content variation in *Gracilaria* and *Gracilariopsis* (Gracilariales, Rhodophyta) *Bot Mar.* **34**: 139-144.
- Kapraun, D. F. and Freshwater, W. D. 1987. Karyological studies of five species in the genus *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) from the North Atlantic and Mediterranean. *Phycologia* **26**: 82-87.
- Kapraun, D. F. and Gargiulo, G. M. 1987. Karyological studies of four species of *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) from coastal North Carolina. *Ital. J. Bot.* **121**: 1-26.
- Kapraun, D. F. and Martin, D. J. 1987. Karyological studies of three species of *Codium* (Codiales, Chlorophyta) from coastal North Carolina. *Phycologia* **26**: 228-234.
- Kapraun, D. F. and Shipley, M. J. 1990. Karyology and nuclear DNA quantification in *Bryopsis* (Codiales, Chlorophyta) from North Carolina, U.S.A. *Phycologia* **29**: 443-453.
- Kapraun, D. F., Gargiulo, G. M. and Tripodi, G. 1988. Nuclear DNA and karyotype variation in species of *Codium* (Codiales, Chlorophyta) from the North Atlantic. *Phycologia* **27**: 273-282.
- Kapraun, D. F., Hinson, T. K. and Lemus, A. J. 1991. Karyological and cytophotometric estimation of inter- and intraspecific nuclear DNA variation in four species of *Porphyra* (Rhodophyta). *Phycologia* **30**: 458-466.
- Kornmann, P. 1964. Über *Monostroma bulbosum* (Roth) Thuret und *M. oxyspermum* (Kuetz.) Doty. *Helgoländ. wiss. Meeresunters.* **11**: 13-21.
- Koeman, R. 1985. The taxonomy of *Ulva* Linnaeus, 1753, and *Enteromorpha* Link, 1820, (Chlorophyceae) in the Netherlands. Published Ph. D. Thesis, University of Groningen, The Netherlands, 201 pp.
- Leutwiler, L. S., Hough-Evans, B. R. and Meyerowitz, E. M. 1984. The DNA of *Arabidopsis thaliana*. *Mol. Gen. Genet.* **194**: 15-23.
- Migita, S. and Fujita, Y. 1987. The life history of *Ulva fasciata* Delile (Chlorophyceae, Ulvales) in culture. *Jap. J. Phycol.* **35**: 226-230.
- Niizeki, S. 1957. Cytological study of swarmer formation in *Enteromorpha linza*. *Natl. Sci. Report. Ochanomizu Univ.* **8**: 45-51.
- Ohri, D., Nazeer, M. A. and Pal, M. 1981. Cytophotometric estimation of nuclear DNA in some ornamentals. *Nucleus* **24**: 39-42.
- O'Kelly, C. J. and Floyd, G. L. 1983. The flagellar apparatus of *Entocladia viridis* motile cells and the taxonomic position of the resurrected family Ulvellaceae (Ulvales, Chlorophyta). *J. Phycol.* **19**: 153-164.
- O'Kelly, C. J., Floyd, G. L. and Dube, M. A. 1984. The fine structure of motile cells in the genera *Ulvaria* and *Monostroma*, with special reference to the taxonomic position of *Monostroma oxyspermum* (Ulvothyceae, Chlorophyta). *Pl. Syst. Evol.* **144**: 179-199.
- Pichersky, E. 1990. Nomad DNA-A model for movement and duplication of DNA sequences in plant genomes. *Plant Mol. Biol.* **15**: 437-448.
- Rhyne, C. 1973. Field and experimental studies on the systematics and ecology of *Ulva curvata* and *Ulva rotundata*. UNC-Sea Grant Publ. 73-09. 123 pp.
- Sarma, Y. S. R. K. 1970. Contributions to the karyology of the Ulotrichales, V. *Enteromorpha* Link. *Phykos* **9**: 29-35.
- Sarma, Y. S. R. K. 1982. Chromosome numbers in algae. *Nucleus* **25**: 66-108.
- Sarma, Y. S. R. K. 1983. Agal Karyology and Evolutionary Trends. pp. 177-224. In Sharma, A. K. and Sharma, A. [Eds.] *Chromosomes in Evolution of Eukaryotic Groups*. vol. I. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Sarma, Y. S. R. K. and Chaudhary, B. R. 1975. An investigation on the cytology of *Ulva fasciata* Delile. *Bot. Mar.* **18**: 179-181.
- Schnetter, R., Mohr, B., Bula-Meyer, G. and Seibold, G. 1981. Ecology, life history and nucleus DNA contents of *Derbesia tenuissima* from the Caribbean coast of Columbia. pp. 357-362. In Levring, T. [Ed.] *Xth International Seaweed Symposium*.

- Walter de Gruyter & Co., Berlin.
- Schnetter, R., Ruckelshausen, U. and Seibold, G. 1984. Mikrospektralphotometrische Untersuchungen über den Entwicklungszyklus von *Ernodesmis verticillata* (Kützting) Børgesen (Siphonocladales, Chlorophyceae). Cryptogamie, Algologie 5: 73-78.
- Spring, H., Grierson, D., Hemleber, V., Stöhr, M., Krohne, G., Stadler, J. and Franke, W. 1978. DNA contents and numbers of nuclei and pre-rRNA-genes in nuclei of gametes and vegetative cells of *Acetabularia mediterranea*. Exp. Cell Res. 114: 203-215.
- Stuessy, C. L., Floyd, G. L. and O'Kelly, C. J. 1983. Fine structure of the zoospores of an *Enteromorpha* species (Ulvales, Chlorophyta) collected from fresh water. Br. phycol. J. 18: 249-257.
- Stucky, J. and Jackson, R. C. 1975. DNA content of seven species of Asteraceae and its significance to theories of chromosome evolution in the tribe. Amer. J. Bot. 62: 509-518.
- Swanson, J. A. and Floyd, G. L. 1978. Fine structure of the zoospores and thallus of *Blidingia minima*. Trans. Am. microsc. Soc. 97: 549-558.
- Yabu, H. and Tokida, J. 1960. Nuclear and cell divisions in zoospore formation of *Ulva pertusa* Kjellm. Bot. Mag. Tokyo 73: 182-185.

Donald F. Kapraun · J. Craig Bailey : アオサ目 (緑色植物門) の 7 種における核型分析と 顕微測光による核 DNA の変動

ノースカロライナの海岸から採集したアオサ目 (緑色植物門) の 7 種は、染色体数が $N=8-12$ であった。DNA に特異的に結合する蛍光物質プロクローム ハイドロエチヂンを用いた顕微分光測定法により、核のゲノムの大きさを測った。被子植物 *Antirrhinum majus* L. (キンギョソウ) と緑藻 *Cladophora albida* (Hudson) Kuetzing の既知の 2C DNA 量に対して取り込まれた蛍光量 (I_f) から、アオサ目で測定した I_f 値を DNA 量に換算した。調べた 7 種において、2C DNA 量は 0.6-1.0 pg であった。測定したゲノムの大きさと 1N 染色体数との間には正の相関が無く、これはアオサ目の種分化が染色体の消失や獲得および結合によって生じた可能性を否定する。染色体の融合と転移の過程によるものであることを指示する証拠を示し考察を行なった。(Center for Marine Science Research, University of North Carolina, 7205 Wrightsville Avenue, Wilmington, North Carolina 28403 U.S.A.)

Distribution of green light-harvesting pigments, siphonaxanthin and siphonein, and their precursors in marine green algae

Yasutsugu Yokohama*, Tetsu Hirata*, Taku Misonou**, Jiro Tanaka***
and Hiroyuki Yokochi****

*Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shimoda, Shizuoka, 415 Japan

**Institute of Biology, Faculty of Education, Yamanashi University, Kofu, Yamanashi, 400 Japan

***Department of Botany, National Science Museum, Hyakunincho 3-23-1, Shinjuku-ku, Tokyo, 160 Japan

****Iriomote Marine Research Station, Tokai University, Sakiyama, Taketomi-cho, Yaeyama-gun, Okinawa, 907-15 Japan

Yokohama, Y., Hirata, T., Misonou, T., Tanaka, J. and Yokochi, H. 1992. Distribution of green light-harvesting pigments, siphonaxanthin and siphonein, and their precursors in marine green algae. Jpn. J. Phycol. 40: 27–33.

The distribution of green light-harvesting pigments, siphonaxanthin and siphonein, and their precursors, lutein and loroxanthin, was investigated in about 40 species of marine benthic green algae collected from various habitats. Among the members of the Ulvales, Cladophorales and Siphonocladales a large amount of lutein was detected only in shallow-water species, whereas a large amount of loroxanthin or siphonaxanthin was in deep-water species. In the eusiphonean orders, Codiales, Derbesiales and Caulerpales, siphonaxanthin and siphonein were detected in all species, and a small amount of lutein or loroxanthin was present in some species collected from shallow waters. In *Dichotomosiphon tuberosus*, the only species studied belonging to the Dichotomosiphonales, collected from sunny site in fresh-water, considerable amounts of lutein, loroxanthin and siphonein were detected. The results implies that the eusiphonean orders originated in deep waters. The fact that some species of the Caulerpales were found on sand at depths exceeding 30 m suggests that the caulerpalean algae common on sand in shallow lagoon have come from sand in deep waters.

The pigment composition of the eusiphonean algae, as well as the life style of the caulerpalean algae on sand, may be in the most ancestral condition among green algae since the Chlorophyta is concluded to have appeared about one thousand million years ago a time when strong ultraviolet rays at a lethal level penetrated 5 to 10 m into seawater.

Key Index Words: Caulerpales—Cladophorales—Codiales—Derbesiales—Dichotomosiphonales—loroxanthin—lutein—siphonaxanthin—siphonein—Siphonocladales—Ulvales.

Siphonaxanthin and its ester, siphonein, have been found in a number of siphonous green algae (Strain 1951, 1965, Jeffrey 1965, Kleinig and Egger 1967, Kleinig 1969). It was reported by Kleinig (1969) that both siphonaxanthin and siphonein were present in all species examined of the three eusiphonean orders, Codiales, Derbesiales and Caulerpales, whereas in a fourth order Dichotomosiphonales, only siphonein was present, and in some species of the orders Cladophorales and Siphonocladales, only

siphonaxanthin was present. He regarded this specific pigment distribution as an aid in the classification of the siphonous green algae.

However, Yokohama and his colleagues have reported that siphonaxanthin is characteristic of most deep-water green algae, and that siphonaxanthin and siphonein function as photosynthetic pigments harvesting green light which prevails in deep waters (Kageyama *et al.* 1977, Yokohama *et al.* 1977, Kageyama and Yokohama 1978). The function of siphonaxanthin was further confirmed by Anderson (1983) who isolated a light-harvesting siphonaxanthin-chlorophyll *a/b*-protein complex from a *Codium* species.

Yokohama (1981a) examined the distribution of siphonaxanthin and siphonein in about 50 species of marine green algae with special reference to their habitats. It was confirmed that in all species of the eusiphonean orders examined, siphonaxanthin and/or siphonein was present. In the other orders, the distribution of siphonaxanthin was restricted within species found in deep or shaded sites.

As pointed out by Yokohama (1981a, 1981b, 1982), the fact that all the members of the eusiphonean orders have siphonaxanthin and/or siphonein implies that they originated in deep waters, and in fact, many species of the eusiphonean orders were collected by trawling from the depths of 50 m or more (Ueda and Okada 1938). Although many species of these orders inhabit sunny sites in shallow waters, the amount of siphonaxanthin and its ester, contained in them, is so small that these pigments seem to be relics. It is very interesting that most members of the Caulerpales have well developed fibrous rhizoids which anchors them on unstable sand. Many species of this order can be found in calm lagoons surrounded by reefs. Their original habitat may be a sandy place in deep calm waters.

The present authors have searched for species of Caulerpales inhabiting sand in deep waters. In the spring of 1988, six species of Caulerpales and one of Codiales were found on sand at depths over 30 m in the southernmost part of Japan. In the present paper, the distribution of siphonaxanthin, siphonein and their precursors, lutein and loroxanthin, in marine green algae, including those algae collected from sand in deep waters, is reported.

Materials and Methods

Most species of Caulerpales and Dichotomosiphonales and some species of other orders were collected at the Yaeyama Islands, in the southern part of Japan. Seven species (*Codium* sp., *Caulerpa filicoides*, *C. lentilifera*, *C. subserrata*, *Udotea javensis*, *Tydemania expeditionis* and *Halimeda opuntia* f. *opuntia*)

were collected from sand at depths of 34 or 37 m in Amitori Bay, Iriomote Island in Yaeyama Islands. Some of these are shown in Fig. 1.

Most species of orders other than Caulerpales and Dichotomosiphonales were collected at Shimoda in Central Japan. Collected thalli were soaked in a large volume of seawater and transported to the Shimoda Marine Research Center, where pigment extraction was undertaken. Species collected at the Yaeyama Islands were transported frozen.

Both fresh and frozen material was extracted with cold methanol which was subsequently mixed with a nearly equal volume of diethylether. Pigments were transferred to the ether layer by shaking with a 10% sodium chloride solution. After repeated washing, with 10% sodium chloride, the ether layer was evaporated under reduced pressure and residue was redissolved in a small volume of ether.

Chromatography of the pigments was carried out on thin-layer plates of Kieselgel 60 (Merck). A mixture of petroleum ether 30°-60° and acetone (7 : 3, v/v) was used as the developing solvent. Each of xanthophylls and chlorophyll *a* was eluted by a solvent from thin-layer chromatogram under a stream of nitrogen. The solvent for xanthophylls was ethanol and that for chlorophyll *a* was diethylether.

Absorbances of pigments were measured at their absorption maxima by a Shimadzu UV-3000 spectrophotometer with eluates from the thin-layer chromatograms for each species, and their quantities were calculated using the following molar absorption coefficients: 91.0 for chlorophyll *a*, 145.0 for lutein, 103.0 for loroxanthin and 69.7 for siphonaxanthin. For the absorption coefficient for siphonein, the value of siphonaxanthin was tentatively used as that of siphonein is unknown. Although the molar ratio of each xanthophyll to chlorophyll *a* was calculated using these values, that of chlorophyll *b* to chlorophyll *a* was calculated from absorbances of the pigment mixture in ether, at 642.5 nm and 660 nm, using the equation of Comar and

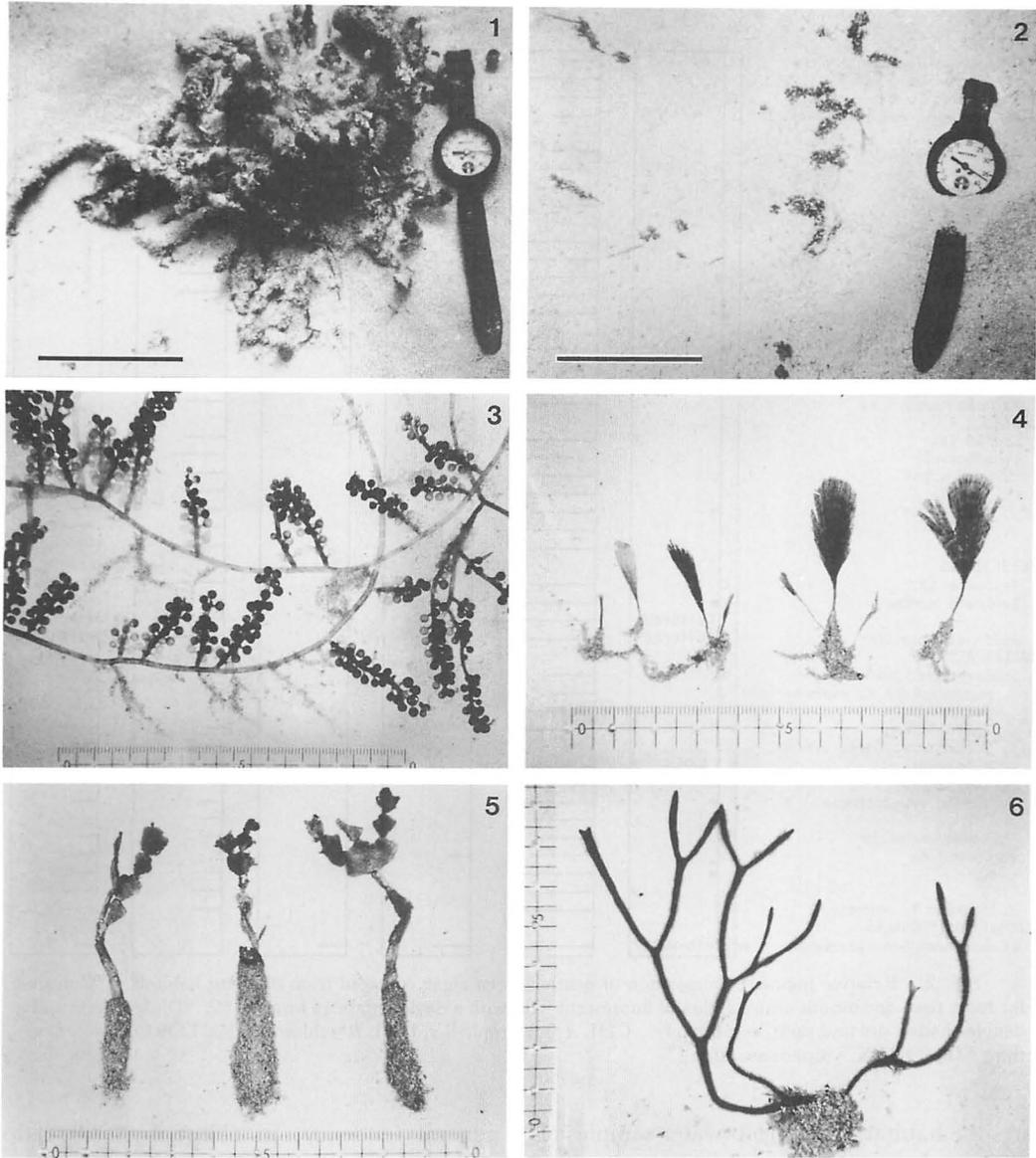


Fig. 1. Green algae of the eusiphonacean orders from sand at depths over 30 m off Amitori of Iriomote Island in Okinawa Prefecture. 1, *Tydemania expeditionis* on sand at 34 m; 2, *Caulerpa lentillifera* on sand at 37 m; 3-6, *C. lentillifera*, *Udotea javensis*, *Halimeda opuntia* and *Codium* sp. respectively collected from sand at 37 m. Bar in 1, 2=15 cm; minimum division of scale in 3-6=1 mm.

Zsheile (1942) and their molecular weights.

Results

Fig. 2 shows the molar ratios of the xanthophylls to chlorophyll *a*, determined in about 40 species of green algae collected from

different habitats. The ratio of chlorophyll *b* to chlorophyll *a* is also shown, since it is closely correlated with the light field of the habitat (Yokohama 1973, Yokohama *et al.* 1977, Kageyama and Yokohama 1978, Yokohama and Misonou 1980).

As can be seen in the column which indi-

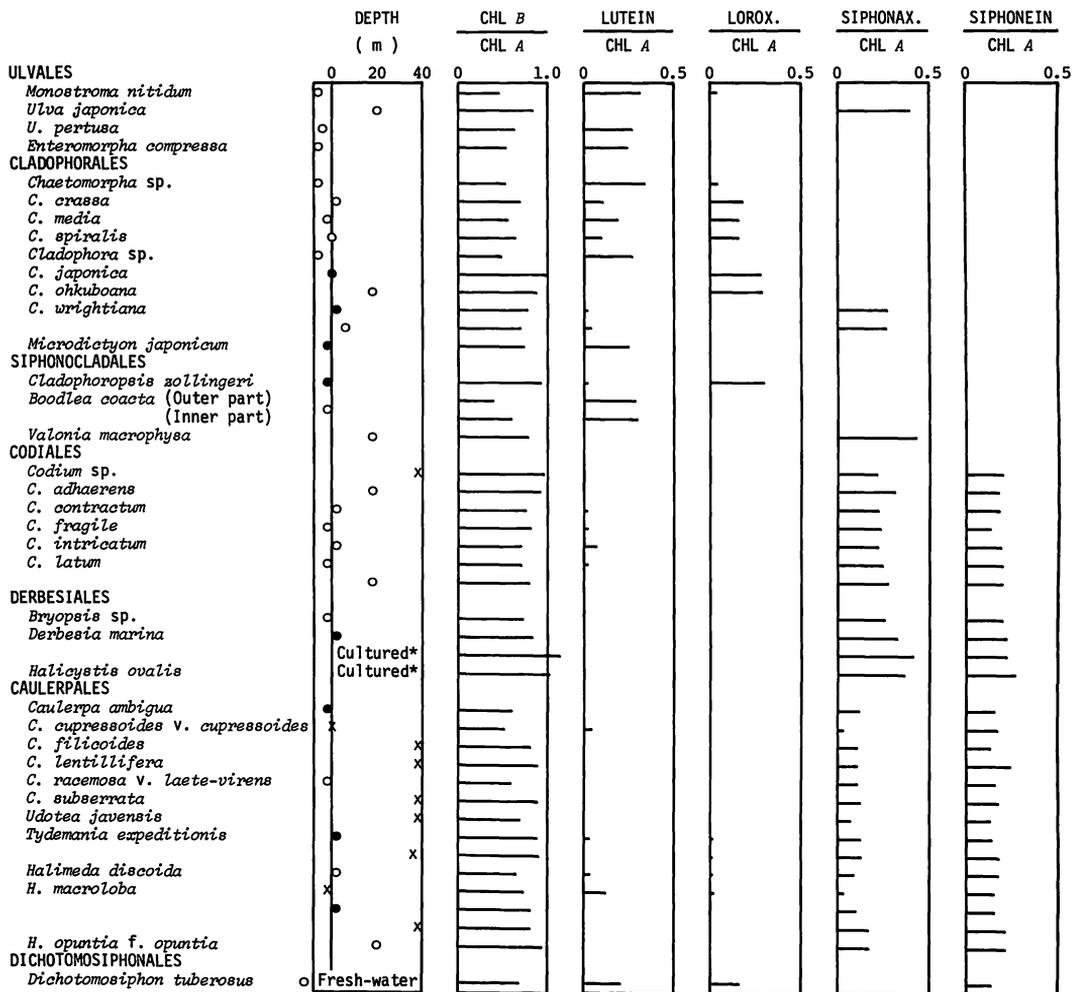


Fig. 2. Relative pigment composition of benthic green algae collected from different habitats. *Cultured for more than one month under 2 klux of fluorescent light with a daylength of 14 hr at 20 °C. Closed circle and x denote shaded site and sand, respectively. CHL A = chlorophyll a; CHL B = chlorophyll b; LOROX. = loroxanthin; SIPHONAX. = siphonaxanthin.

cates the habitat, some deep-water samples of the eusiphoncean orders grow on sand. Among these *Codium* sp. is especially remarkable. It was collected from sand at a depth of 37 m and had delicate fibrous rhizoids as shown in Fig. 1-6. All other species of *Codium*, including deep-water ones, have sucker-shaped rhizoids and grow on rocks. *Tydemania expeditionis* is also an interesting species. It was collected from sand at 34 m depth, as shown in Fig. 1-1, while in shallow water it occurs on rocks or dead coral.

The second column of Fig. 2 indicates a

general tendency, in chlorophyll *b/a* ratio, that samples collected from deeper or shaded sites have higher components of chlorophyll *b*. The other columns indicate that the distribution of xanthophylls is clearly correlated with habitat in the upper three orders, the Ulvales, Cladophorales and Siphonocladales. In these orders, the green light-harvesting pigment, siphonaxanthin, is found in algae inhabiting deep or shaded sites, while lutein, the precursor of siphonaxanthin, is found in algae inhabiting sunny sites in shallow water, although a trace amount of lutein was

Table 1. Distribution of xanthophylls in the seven orders of green algae.

| Order | Habitat | Lutein | Loroxanthin | Siphonaxanthin | Siphonein |
|---------------------|---------------|------------|-------------|----------------|-----------|
| Ulvales | Sun | + | Trace or - | - | - |
| Cladophorales | Deep or Shade | Trace or - | + | | |
| Siphonocladales | | | | - | + |
| Codiales | Sun | Trace or - | Trace or - | + | + |
| Derbesiales | Deep or Shade | - | - | | |
| Caulerpales | | | | | |
| Dichotomosiphonales | Sun | + | + | - | + |

detected in a deep-water species, *Cladophora wrightiana*, which contained a large amount of siphonaxanthin.

From these results it is clear that deep-water species contain a large amount of siphonaxanthin and shallow-water species contain a large amount of lutein. However, there are some deep-water species lacking siphonaxanthin and containing a large amount of loroxanthin, the intermediate product from lutein to siphonaxanthin. These also lacked lutein. There are some shallow-water species containing both lutein and loroxanthin. The total amount of lutein and loroxanthin in these species seems equivalent to that of lutein, loroxanthin or siphonaxanthin in the other species. The molar ratios of these pigments to chlorophyll *a* are around 0.3.

Microdictyon japonicum collected from a shaded site is the exceptional species that contained a large amount of lutein regardless of habitat. However, it had a ratio of chlorophyll *b* to chlorophyll *a* equivalent to other species collected from deep or shaded sites.

Although in the upper three orders (Fig. 2), siphonaxanthin is restricted to algae inhabiting deep water or shaded shallow sites, the distribution of this pigment and its ester, siphonein, is apparently not correlated with habitat in the lower four orders. Both pigments are present in all members of Codiales, Derbesiales and Caulerpales regardless of habitat, and siphonein is present in *Dichotomosiphon tuberosus* collected from a sunny site in fresh-water. Lutein and loro-

xanthin are present in some members of these orders inhabiting sunny sites in shallow waters. However, the amounts of these pigments are very small in species other than *Dichotomosiphon tuberosus*.

Green algae cited in this study can be divided into three groups as shown in Table 1, according to the correlation between pigment composition and habitat. The first consists of the Ulvales, Cladophorales and Siphonocladales; the second and third are of the eusiphonous orders, the Codiales, Derbesiales, Caulerpales (second group) and Dichotomosiphonales (third group). *Dichotomosiphon tuberosus*, which is the only species studied belonging to the Dichotomosiphonales, is unique among the eusiphonous orders in inhabiting fresh-water and having a large amount of lutein and loroxanthin, while lacking siphonaxanthin.

Discussion

It is clearly shown that the distribution of the green light-harvesting pigment, siphonaxanthin, has an ecological significance in the Ulvales, Cladophorales and Siphonocladales, as indicated in the upper half of Fig. 2, while in the eusiphonous orders, the distribution of this pigment and another green light-harvesting pigment, siphonein, seems taxonomically significant. The fact that all members of the eusiphonous orders have the green light-harvesting pigment(s) implies that these groups of green algae originated in deep waters. In fact, seven species of these orders are found

on sand at depths exceeding 30 m. Six belong to the Caulerpales. This suggests that the caulerpalean algae in shallow water, most of which are common on sand in lagoons, have come from sand in deep waters.

A surprising fact is that a member of the Codiales, *Codium* sp., inhabits sand at a depth of 37 m. It has fibrous rhizoids which enable it to grow on sand, while all other species of Codiales, including deep-water species, have sucker-shaped rhizoids and inhabit rocks. The occurrence of *Codium* sp. on sand in the deep water might indicate the primitive life style of the Codiales.

In the Cladophorales and Siphonocladales there are unique algae lacking siphonaxanthin, despite of their inhabiting deep or shaded sites. They have a large amount of loroxanthin, the direct precursor or siphonaxanthin. It is remarkable that lutein, the precursor of loroxanthin, is nearly or completely absent in deep-water species while is abundant in shallow-water species having neither loroxanthin nor siphonaxanthin. O'Kelly (1982), who analyzed the chloroplast pigments of the marine chaetophoracean and chaetosiphonacean algae, noticed that species having siphonaxanthin, but lacking lutein, are restricted to deeper water habitats. Lutein seems essential to some shallow-water green algae, as pointed out by Yokohama (1981b, 1982). It was suggested by Yokohama (1983) that this xanthophyll might protect the photosynthetic apparatus from short wavelength or ultraviolet light prevailing in shallow sunny sites.

Yokohama (1981b, 1982, 1983) suggested that deep-water species having loroxanthin instead of siphonaxanthin might have originated from deep-water species with siphonaxanthin, by failing to oxidize loroxanthin into siphonaxanthin. In the same fashion, shallow-water species with lutein might have originated from deep-water species with loroxanthin or siphonaxanthin.

It is reasonable to regard the ancestor of green algae as a deep-water alga possessing green light-harvesting pigment(s): Barghoorn and Schopf (1965) concluded that the Chlo-

rophyta appeared about one thousand million years ago, a time when strong ultraviolet rays at a lethal level probably penetrated 5 to 10 m into seawater (Barkner and Marshall 1965).

From the systematic viewpoint, it is also accepted that the ancestral green alga might have possessed siphonaxanthin. Ricketts (1970, 1971) reported that this pigment is widely distributed in scaly green monads, regarded by Stewart and Mattox (1978) as the nearest extant relatives of the ancestral green alga. Therefore, O'Kelly (1982) regarded the presence of siphonaxanthin as the ancestral condition, and Anderson (1983) regarded this xanthophyll as an evolutionary relic in some Chlorophyta.

The pigment composition of eusiphonacean algae, as well as the life style of caulerpalean algae on sand, may be in the most ancestral condition among green algae.

Acknowledgment

We wish to thank Dr. J. E. N. Veron, Australian Institute of Marine Science, for his reading of the manuscript.

References

- Anderson, J. M. 1983. Chlorophyll-protein complexes of a *Codium* species, including a light-harvesting siphonaxanthin-chlorophyll *a/b*-protein complex, an evolutionary relic of some Chlorophyta. *Biochim. Biophys. Acta* **724**: 370-380.
- Barghoorn, E. S. and Schopf, J. W. 1965. Microorganisms from the late Precambrian of Central Australia. *Science, N.Y.* **150**: 337-339.
- Barkner, L. V. and Marshall, L. C. 1965. On the origin and rise of oxygen concentration in the earth's atmosphere. *J. Atmos. Sci.* **22**: 225-261.
- Comar, C. L. and Zscheile, F. P. 1942. Analysis of plant extracts for chlorophylls *a* and *b* by a photoelectric spectrophotometric method. *Plant Physiol.* **17**: 198-201.
- Jeffrey, S. W. 1965. Pigment composition of Siphonales algae in the brain coral *Favia*. *Biol. Bull.* **135**: 141-148.
- Kageyama, A. and Yokohama, Y. 1978. The function of siphonin in a siphonous green alga *Dichotomisiphon tuberosus*. *Jap. J. Phycol.* **26**: 151-155.
- Kageyama, A., Yokohama, Y., Shimura, S. and Ikawa, T. 1977. An efficient excitation energy transfer from a carotenoid, siphonaxanthin to chlorophyll *a*

- observed in a deep-water species of chlorophycean seaweed. *Plant & Cell Physiol.* **18**: 477-480.
- Kleinig, H. 1969. Carotenoids of siphonous green algae: A chemotaxonomical study. *J. Phycol.* **5**: 281-284.
- Kleinig, H. and Egger, K. 1967. Zur Struktur von Siphonaxanthin und Siphonein, den Hauptcarotinoiden siphonaler Grünalgen. *Phytochem.* **6**: 1681-1686.
- O'Kelly, C. J. 1982. Chloroplast pigments in selected marine Chaetophoraceae and Chaetosiphonaceae (Chlorophyta): The occurrence and significance of siphonaxanthin. *Bot. Mar.* **25**: 133-137.
- Ricketts, T. R. 1970. The pigments of the Prasinophyceae and related organisms. *Phytochemistry.* **9**: 1835-1842.
- Ricketts, T. R. 1971. Identification of xanthophylls KI and KIS of the Prasinophyceae as siphonein and siphonaxanthin. *Phytochemistry.* **10**: 161-164.
- Stewart, K. D. and Mattox, K. R. 1978. Structural evolution in the flagellated cells of green algae and land plants. *Biosystems* **10**: 145-152.
- Strain, H. H. 1951. The pigment of algae. p. 243-262. *In* G. M. Smith [ed.] *Manual of Phycology*. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass.
- Strain, H. H. 1965. Chloroplast pigments and the classification of some siphonalean green algae of Australia. *Biol. Bull.* **129**: 366-370.
- Ueda, S. and Okada, Y. 1938. Studies on the vegetation of the marine algae in the seas of Japan, with special reference to the depth of the growing-zone. *Bull. Jap. Sci. Fish.* **7**: 229-236.
- Yokohama, Y. 1973. Photosynthetic properties of marine benthic green algae from different depths in the coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **21**: 70-75.
- Yokohama, Y. 1981a. Distribution of the green light-absorbing pigments siphonaxanthin and siphonein in marine green algae. *Bot. Mar.* **24**: 637-640.
- Yokohama, Y. 1981b. Green light-absorbing pigments in marine green algae, their ecological and systematic significance. *Jap. J. Phycol.* **29**: 209-222.
- Yokohama, Y. 1982. Distribution of lutein and its derivatives in marine green algae. *Jap. J. Phycol.* **30**: 311-317.
- Yokohama, Y. 1983. A xanthophyll characteristic of deep-water green algae lacking siphonaxanthin. *Bot. Mar.* **26**: 45-48.
- Yokohama, Y. and Misonou, T. 1980. Chlorophyll *a*: *b* ratios in marine benthic green algae. *Jap. J. Phycol.* **28**: 219-223.
- Yokohama, Y., Kageyama, A., Ikawa, T. and Shimura, S. 1977. A carotenoid characteristic of chlorophycean seaweeds living in deep coastal waters. *Bot. Mar.* **20**: 433-436.

横浜康継*・平田 徹*・御園生 拓**・田中次郎***・横地洋之****：海産緑藻における
緑色光捕獲色素 siphonaxanthin および siphonein とそれらの前駆物質の分布

種々の環境から得た約40種の海産底生緑藻について緑色光捕獲色素とそれらの前駆物質の分布を調べた結果、緑色光捕獲色素がクダモ類中の調べた種すべてに含有されていることが明らかとなった。この事実はクダモ類すなわちミル目・ツクノイト目・イワヅタ目・チョウチンミドロ目が深所起源であることを示唆している。クダモ類は浅所にもかなり分布し、とくにイワヅタ目中の多くの種は浅いが波静かな礁湖底の砂上という特異な環境に生育しているが、同一種あるいは近縁種が深度30mを超す砂質の海底に見出されることから、これらの藻群の本来の生育地は深所の砂地と考えられる。緑藻は約10億年前に出現したとされていることから、始源緑藻は強い紫外線の到達しない深所に生育していたと考えられるが、深所に卓越する緑色光を捕獲する色素を含有し静かな砂上に定着しているクダモ類は、始源緑藻に最も近い特徴を具えているものとみなせよう。(*415 下田市5-10-1 筑波大学下田臨海実験センター, **400 甲府市武田 山梨大学教育学部生物学教室, ***160 東京都新宿区百人町2-23-1 国立科学博物館植物研究部, ****907-15 沖縄県八重山郡竹富町崎山 東海大学海洋研究所西表分室)

Influence of salinity on the growth of marine and estuarine benthic diatoms

Makoto Mizuno

Department of Bioproduction, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri, Hokkaido 099-24, Japan

Mizuno, M. 1992. Influence of salinity on the growth of marine and estuarine benthic diatoms. Jpn. J. Phycol. 40: 35–39.

Growth responses to salinity were investigated in twenty-one marine and estuarine benthic diatoms. Estuarine diatoms tended to tolerate a wider salinity range than marine diatoms. Most marine diatoms did not grow or their growth rate was reduced to less than a half of the maximum in the media with a salinity of 15‰ or less, although an optimum salinity and a suitable salinity range were not uniform. Growth responses to salinity in marine benthic diatoms examined here were little different from those in planktonic diatoms called typically marine species. Four of six estuarine diatoms were euryhaline but other two grew well only in a narrow range from 15 to 29‰ S. Growth response of the latter suggested that salinity was an important factor in their distribution.

Key Index Words: benthic diatoms—estuarine—growth—marine—salinity.

Salinity is one of factors limiting the distribution of algae. Growth responses to salinity have been studied in a number of marine and estuarine diatoms (Guillard and Ryther 1962, Guillard 1963, Lewin and Guillard 1963, Williams 1964, Paasche 1975, Eppley 1977). In general, estuarine benthic and planktonic diatoms tend to be euryhaline, while marine planktonic species are stenohaline (Eppley 1977). Since the information about growth responses to salinity in marine benthic diatoms is limited, it is unclear whether or not they are stenohaline. The salinity in the marine littoral zone where marine benthic diatoms live is variable, which is not the case in the open sea. In the intertidal zone rain and desiccation at low tide cause a low and high salinity, respectively. The present study reports the growth response of 21 marine and estuarine diatoms at various salinities.

Materials and Methods

Twenty-one clonal diatoms were examined. Two clonal axenic diatoms were added to 19 diatoms of my previous paper (Mizuno 1991). One was *Fragilaria fasciculata* (Ag.) L.-

Bert. var. *fasciculata* collected from Lake Komuke-ko, Mombetsu, Hokkaido and another was *Navicula directa* (W. Sm.) Ralfs in Pritchard var. *directa* collected from Minamigaoka, Mombetsu. All were benthic pennate diatoms except *Coscinodiscus* sp. which is centric and seems to be planktonic habit.

Seawater concentrated by heating at 70–80°C or diluted with distilled water was enriched in the same way as modified BSW-2 (Mizuno 1989). Chlorinities of the media were measured by titration with AgNO₃. Salinity (S) was estimated by the following equation (Japan Meteorological Agency 1970):

$$\text{Salinity (‰)} = 1.80655 \times \text{Chlorinity (‰)}$$

The salinities of experimental media ranged from 7 to 43‰ S. The stock culture was grown in media of various salinities for 4–16 days under experimental conditions prior to initiation of the experiment. The experiments were carried out at 18°C using a 16 : 8 h LD cycle. The photon flux density was 180 μE · m⁻² · s⁻¹. After preculture, cells were inoculated into media with the same salinity and were cultured under the experimental conditions. Each experiment was run in

triplicate. Some diatoms stick to the culture vessel wall or grow in a gelatinous sheet. Consequently, to obtain a good estimate of algal abundance, cells were freed from culture vessel wall or from the gelatinous sheet with 0.2–0.5 ml of HNO₃ and heat. Three tubes were prepared per replicate, and these tubes were acid-treated as growth progressed.

The cells in 0.01–0.04 ml of algal suspension were counted using a ruled counting plate under a light microscope. The growth rate in exponential growth phase was calculated by the following equation:

$$\mu = (\ln N_t - \ln N_0) / t,$$

where N_t and N_0 are the cell number at times t and zero, respectively, and μ is the growth rate (day⁻¹) (Guillard 1973).

Statistical analyses followed Sokal and Rohlf (1973).

Results

Mean growth rates (μ ; day⁻¹) of 21 diatoms at various salinities were shown in Table 1. In the present study, the salinity where the maximum growth rate occurred was considered as an optimum salinity. Furthermore, the salinity range where the growth rate being not significantly different from the maximum growth rate ($P > 0.05$; by a posterior comparison of one-way ANOVA) occurred was considered as a suitable salinity range.

Marine diatoms. Fifteen diatoms were examined. Optimum salinity of each diatom was different from diatom to diatom and ranged from 24 to 39‰ S. Suitable salinity range of each diatom was different from diatom to diatom as well as the optimum salinity. A wide suitable range of 20‰ S was observed in *Gyrosigma prolongatum* var. *closterioides*, *Navicula complanatula* and *Navicula directa* var. *cuneata*. On the other hand, a narrow suitable range of 5‰ S was observed in *Coscinodiscus* sp. and Muroran strain of *Pleurosigma intermedium* var. *nubecula*. The lower limit of the suitable salinity range was 19–20 or 24‰ S in most diatoms examined. Most diatoms did not grow or their growth

rate was reduced to less than a half of the maximum at 15‰ S or less. Growth rate at 38–39‰ S was significantly smaller than the maximum ($P < 0.05$) in a half of diatoms examined, although two diatoms (*Amphora* sp. and *Navicula* sp.) grew optimally at this salinity level. In *Pleurosigma intermedium* var. *nubecula*, different growth responses were observed in two strains collected from different localities.

Estuarine diatoms. Six diatoms were examined. Optimum salinity of each diatom occurred between 15–24‰ S. A wide suitable salinity range was observed in *Achnanthes brevipes* var. *intermedia*, *Fragilaria fasciculata* var. *fasciculata*, *Navicula cryptocephala* var. *cryptocephala* and *Surirella ovata*. *Navicula elegans* and *Pleurosigma elongatum* showed a narrow suitable salinity range and a poor growth at 7–8‰ S and 33–34‰ S which is the same strength as a natural seawater, or more.

Discussion

The present study has demonstrated that there are diatoms with various optimum salinities and suitable salinity ranges in the marine littoral zone and in the estuarine region, and shown that estuarine diatoms tend to tolerate a wider salinity range than marine diatoms, as Eppley (1977) pointed out. Although marine benthic diatoms in the present study were not uniform in the optimum salinity and the suitable salinity range, most of them were suppressed to grow at 15‰ S or less and grew well at more than 19–20‰ S or more than 24‰ S. Furthermore, their growth reduced at a higher salinity than that of a natural seawater in a half of them. Ohgai and his colleagues showed that four marine benthic diatoms were suppressed to grow below 9‰ of chlorinity (16‰ S) and grew well in the range from 11 to 18‰ Cl (20–33‰ S) (Ohgai et al. 1984, Ohgai et al. 1984). There is not much difference in growth response to salinity between the present diatoms and the diatoms reported by Ohgai and his colleagues.

Oceanic planktonic clone (13-1) of *Cyclotella nana* (now named *Thalassiosira pseudonana*) iso-

Table 1. Mean growth rate (μ ; day⁻¹) and SD (in parentheses) of diatoms in media of various salinities at 18°C and a 16:8 h LD cycle with 180 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1\text{a}}$.

| Diatom | Salinity (‰) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----|
| | 7-8 | 15 | 19-20 | 24 | 29 | 33-34 | 38-39 | | 43 |
| Marine diatom | | | | | | | | | |
| <i>Amphora</i> sp. (MIZ-13) | — | — | 0.44 (0.02) | 0.55 (0.04) | 0.61 (0.07) | 0.67 (0.08) | 0.74 (0.04) | 0.66 (0.06) | |
| <i>Caloneis linearis</i> (Grun.) Boyer (MIZ-16) | NG ^b | NG | 0.28 (0.02) | 0.37 (0.04) | 0.43 (0.01) | 0.41 (0.04) | 0.31 (0.03) | — | |
| <i>Coscinodiscus</i> sp. (MIZ-27) | — | NG | 0.86 (0.02) | 1.46 (0.01) | 1.40 (0.02) | 1.21 (0.08) | 1.05 (0.04) | — | |
| <i>Gyrosigma prolongatum</i> var. <i>closterioides</i> Grun. (MIZ-29) | NG | NG | 0.86 (0.12) | 0.99 (0.03) | 1.03 (0.09) | 1.06 (0.03) | 0.99 (0.02) | — | |
| <i>Gyrosigma tenuissimum</i> (W. Sm.) Cl. var. <i>tenuissimum</i> (MIZ-26) | NG | NG | 0.58 (0.03) | 0.68 (0.06) | 0.73 (0.02) | 0.73 (0.05) | 0.53 (0.02) | — | |
| <i>Licmophora abbreviata</i> var. <i>pappeana</i> (Grun.) Hust. (MIZ-22) | NG | NG | NG | 0.97 (0.04) | 0.97 (0.02) | 1.04 (0.02) | 0.85 (0.02) | — | |
| <i>Licmophora gracilis</i> var. <i>anglica</i> (Kütz.) Perag. (MIZ-3) | — | — | 0.33 (0.05) | 0.82 (0.05) | 1.18 (0.01) | 1.12 (0.04) | 1.08 (0.01) | 0.86 (0.01) | |
| <i>Navicula complanatulula</i> Hust. (MIZ-11) | — | 0.17 (0.20) | 1.00 (0.05) | 1.07 (0.12) | 0.76 (0.07) | 0.84 (0.10) | 0.81 (0.15) | — | |
| <i>Navicula directa</i> (W. Sm.) Ralfs in Pritchard var. <i>directa</i> (MIZ-20) ^c | NG | NG | 0.12 (0.03) | 0.34 (0.01) | 0.49 (0.04) | 0.50 ^d (0.01) | 0.32 ^d (0.07) | — | |
| <i>Navicula directa</i> var. <i>cuneata</i> Östr. (MIZ-14) | — | 0.68 (0.15) | 1.24 (0.06) | 1.24 (0.02) | 1.40 (0.02) | 1.33 (0.06) | 1.18 (0.01) | — | |
| <i>Navicula</i> sp. (MIZ-21) ^d | — | NG | 0.08 (0) | 0.62 (0.05) | 0.64 (0.03) | 0.68 (0.01) | 0.68 (0) | — | |
| <i>Nitzschia bilobata</i> var. <i>minor</i> Grun. (MIZ-24) | NG | 0.78 (0.03) | 1.16 (0.07) | 1.21 (0.03) | 1.27 (0.08) | 1.15 (0.13) | 0.88 (0.08) | — | |
| <i>Nitzschia</i> sp. (MIZ-23) | — | NG | NG | 0.31 (0.07) | 0.52 (0.10) | 0.53 (0.09) | 0.42 (0.11) | — | |
| <i>Pleurosigma intermedium</i> var. <i>nubecula</i> W. Sm. (Muroran) (MIZ-15) | — | 0.23 (0.04) | 0.48 (0.02) | 0.52 (0) | 0.39 (0.02) | 0.35 (0.02) | 0.34 (0.05) | — | |
| <i>Pleurosigma intermedium</i> var. <i>nubecula</i> W. Sm. (Mombetsu) (MIZ-28) ^d | — | NG | 0.25 (0.02) | 0.51 (0.03) | 0.51 (0.01) | 0.44 (0.02) | 0.28 (0.04) | — | |
| Estuarine diatom | | | | | | | | | |
| <i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kütz.) Cl. (MIZ-32-1) | 0.73 (0.17) | 1.15 (0.04) | 1.08 (0.14) | 1.06 (0.11) | 1.01 (0.22) | 0.98 (0.06) | 0.98 (0.09) | — | |
| <i>Fragilaria fasciculata</i> (Ag.) L.-Bert. var. <i>fasciculata</i> (MIZ-30) | NG | 1.00 (0.04) | 1.09 (0.02) | 0.97 (0.03) | 1.02 (0.02) | 1.01 (0.02) | 0.95 (0.04) | — | |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kütz. var. <i>cryptocephala</i> (MIZ-33) | 0.77 (0.02) | 0.83 (0.08) | 0.90 (0.02) | 0.90 (0.06) | 0.88 (0.06) | 0.87 (0.09) | 0.73 (0.04) | — | |
| <i>Navicula elegans</i> W. Sm. (MIZ-34) | 0.10 (0.03) | 0.23 (0.01) | 0.28 (0.05) | 0.23 (0.01) | 0.23 (0.01) | 0.11 (0.01) | NG | — | |
| <i>Pleurosigma elongatum</i> W. Sm. (MIZ-36) | NG | 0.25 (0.01) | 0.25 (0.01) | 0.22 (0.04) | 0.17 ^d (0.04) | 0.03 ^d (0) | 0.07 (0.05) | — | |
| <i>Surirella ovata</i> Kütz. (xenic) (MIZ-35) | 1.22 (0.07) | 1.37 (0.10) | 1.37 (0.06) | 1.33 (0.05) | 1.19 (0.05) | 1.13 (0.01) | 1.17 (0.06) | — | |

^a Mean of 3 replicates. A double underline shows the maximum and a single underline shows the value which is not significantly different from the maximum ($P > 0.05$, by a posterior comparison of one-way ANOVA).

^b No growth in pre- or experimental culture.

^c Temperature dropped to 14°C during the culture experiment.

^d N=2.

lated from Sargasso Sea did not even survive at salinities below half-strength seawater (17‰ S, when a natural seawater is 34‰ S) and grew well only in media above 24‰ S (Guillard and Ryther 1962, Lewin and Guillard 1963). The similar growth response to salinity was observed in planktonic diatoms examined by Ryther (1954) and Kain and Fogg (1958), which were called "typically marine species" by Lewin and Guillard (1963), and other oceanic planktonic diatoms (Guillard 1963). It is found that the growth response to salinity of marine benthic diatoms is not much different from that of planktonic diatoms called typically marine species.

It is probable that on a heavily rainy day the littoral zone are exposed to the salinity of 15‰ S where most of the present marine diatoms are suppressed to grow (Edelstein and McLachlan 1975, Mizuno 1984). Fischer (1963) reported that 50% of cells of the marine littoral diatom *Gyrosigma balticum* died within 2 hours after transferring to 0.4 strength natural seawater (14‰ S, when a natural seawater is 34‰ S). Exposure to a low salinity (14‰ S) for one hour per day completely suppressed the growth of the marine tube-dwelling diatom (Mizuno 1989). A low salinity occurring inshore will damage the marine benthic diatoms which live there. There is a probability of a higher salinity than that of a natural seawater occurring in the upper-supra littoral zone (Edelstein and McLachlan 1975, Mizuno 1984). The present study has shown that a half of marine diatoms examined was suppressed to grow at 38–39‰ S. A high salinity in the upper-supra littoral zone will prevent these diatoms from growing there.

Most estuarine diatoms are known to be euryhaline (Guillard and Ryther 1962, Williams 1964, Admiraal 1977, Eppley 1977). Four of six estuarine diatoms examined here were euryhaline. On the other hand, it is confirmed by the culture experiments that there are diatoms with stenohaline character in estuarine ones (*Thalassiosira baltica* and *Skeletonema subsalsum* in Paasche 1975). Two of the present estuarine diatoms showed the similar behavior to the stenohaline estuarine diatoms of Paasche

(1975) and grew well only in a narrow range from 15 to 29‰ S. Since the growth of these diatoms was strongly suppressed in the salinity of a natural seawater, they will be unable to immigrate to the marine region. Salinity below 15‰ S damaging them is likely to occur in the estuarine region. The salinity may be an important factor in the distribution of these diatoms.

Acknowledgments

I thank the National Institute for Environmental Studies for support and Prof. R. W. Holmes of the University of California for critically reviewing the draft of the manuscript. I also thank anonymous reviewers for valuable comments.

References

- Admiraal, W. 1977. Salinity tolerance of benthic estuarine diatoms as tested with a rapid polarographic measurement of photosynthesis. *Mar. Biol. (Berl.)* 39: 11–18.
- Edelstein, T. and McLachlan, J. 1975. Autecology of *Fucus distichus* ssp. *distichus* (Phaeophyceae: Fucales) in Nova Scotia, Canada. *Mar. Biol. (Berl.)* 30: 305–324.
- Eppley, R. W. 1977. The growth and culture of diatoms. p. 24–64. *In* D. Werner (ed.), *The biology of diatoms*. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Fischer, H. 1963. Zur osmotischen Resistenz von Diatomeen der Gezeitenzone. *Protoplasma* 57: 344–353.
- Guillard, R. R. L. 1963. Organic sources of the nitrogen for marine centric diatoms. p. 93–104. *In* C. H. Oppenheimer (ed.), *Symposium on Marine Microbiology*. C. C. Thomas Publ., Springfield.
- Guillard, R. R. L. 1973. Division rates. p. 289–311. *In* J. R. Stein (ed.), *Handbook of Phycological Methods*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Guillard, R. R. L. and Ryther, J. H. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. *Can. J. Microbiol.* 8: 229–239.
- Japan Meteorological Agency 1970. *Kaiyokansokushishin*. Oceanogr. Soc. Jap., Tokyo. (in Japanese).
- Kain, J. M. and Fogg, G. E. 1958. Studies on the growth of marine phytoplankton I. *Asterionella japonica* Gran. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 37: 397–413.
- Lewin, J. and Guillard, R. R. L. 1963. Diatoms. *Ann. Rev. Microbiol.* 17: 373–417.
- Mizuno, M. 1984. Environment at the front shore of

- the Institute of Algological Research of Hokkaido University. Sci. Pap. Inst. Algal. Res. Fac. Sci., Hokkaido Univ. 7: 263-292.
- Mizuno, M. 1989. Autecological studies on the marine tube-dwelling diatom *Berkeleya obtusa* (Grev.) Grunow. Sci. Pap. Inst. Algal. Res. Fac. Sci., Hokkaido Univ. 8: 63-115+4 pls.
- Mizuno, M. 1991. Influence of cell volume on the growth and size reduction of marine and estuarine diatoms. J. Phycol. 27: 473-478.
- Ohgai, M., Matsui, T. and Ishida, Y. 1984. The effect of the environmental factors on the growth of two attached diatoms, *Melosira nummuloides* (Dillwyn) Agardh and *Achnanthes longipes* Agardh, *in vitro*. J. Simonoseki Univ. Fish. 32: 83-89. (in Japanese).
- Ohgai, M., Tsukahara, H., Matsui, T. and Nakajima, K. 1984. The effect of the environmental factors on the growth of two epiphytic diatoms *Licmophora abbreviata* Agardh and *L. paradoxa* (Lyngbye) Agardh *in vitro*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50: 1157-1163. (in Japanese).
- Paasche, E. 1975. The influence of salinity on the growth of some plankton diatoms from brackish water. Norw. J. Bot. 22: 209-215.
- Ryther, J. H. 1954. The ecology of phytoplankton blooms in Moriches Bay and Great South Bay, Long Island, New York. Biol. Bull. 106: 198-209.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. 1973. Introduction to Biostatistics, translated into Japanese by K. Fujii. Kyoritsu Shuppan, Tokyo.
- Williams, R. B. 1964. Division rates of salt marsh diatoms in relation to salinity and cell size. Ecology 45: 877-880.

水野 真：海産及び河口産底生珪藻の増殖におよぼす塩分濃度の影響

21株の海産及び河口産底生珪藻の塩分濃度に対する増殖特性を室内培養実験によって調べた。河口産珪藻は海産珪藻より広い塩分濃度範囲に耐える傾向が認められた。海産珪藻各株の最適濃度と増殖に好適な濃度範囲は一樣ではなかったが、多くのものは15‰以下の塩分濃度で増殖しなかったり、最高増殖速度の1/2以下の速さでしか増殖しなかった。今回調べた海産底生珪藻の塩分濃度に対する増殖特性は海産プランクトン珪藻の中で典型的な海産種とみなされているものほとんど差はみられなかった。河口産珪藻のうち4株は広塩性を示したが、他の2株は15‰から29‰の狭い範囲でのみよく増殖した。塩分濃度が後者の分布を規定する重要な要因となることを示唆した。(099-24 網走市字八坂196 東京農業大学生物産業学部生物生産学科)

和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化

筒井 功・大野正夫

高地大学海洋生物教育研究センター (781-11 高知県土佐市宇佐町尻194)

Tsutsui, I. and Ohno, M. 1992. Growth, maturation and seasonal changes in morphological characteristics of *Ecklonia kurome* at Shirahama, Wakayama Prefecture. Jpn. J. Phycol. 40: 41–48.

A study on the growth, maturation and seasonal changes in morphological characteristics of *Ecklonia kurome* was carried out at Shirahama, the type locality, from April 1990 to January 1991. In this locality, plants grow on the rocks at 3–6 m depth.

Plants attained maximum length (mean 77.6 cm) in spring and minimum length (mean 48.9 cm) in autumn. Formation of zoosporangial sori began in spring and about 70% of individuals formed sori in autumn.

Thickness of central lamina became maximum (mean 3.9 mm) in winter. Primary pinnae were lanceolate in spring, summer and winter. Many secondary pinnae were observed in winter. Primary pinnae were more or less rugose in spring and summer, but not in autumn. On the other hand, primary pinnae without rugae were observed on upper part of the plants in winter. On marginal portion of primary pinnae, sharp serration, blunt serration and double serration were observed in all seasons.

Key Index Words: *Ecklonia kurome*—growth—Laminariales—maturation—morphological characteristics—Phaeophyta.

Isao Tsutsui and Masao Ohno, Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho Tosa, Kochi, 781-11 Japan

クロメ *Ecklonia kurome* は中央葉中央部が薄く、側葉にしわが形成され、老成体の茎中央部が実質であることから、カジメ *E. cava* と区別して記載された (岡村 1927)。その後、岡村 (1936) はクロメの基本種の他に3品種を記載した。本種はさまざまな形態の11枚の標本を基に種が設立され (吉田・寺脇 1990)、このことから、クロメは種が記載された時点で、すでに形態変異の幅が広い種であると認識されていた。

近年、海中林の重要性が指摘されるようになり、藻場造成の立場からアラメ・カジメ類の生理的・生態的研究が数多く行なわれるようになった。ところが山口県の日本海沿岸において藻体の上半分のみしわがあるカジメ類の生育 (松井ら1981) や、土佐湾での小型でしわが不明瞭なカジメ類の生育 (大野・石川 1982) などが報告され、カジメとクロメの区別の困難な場合があることが指摘されている。そこで、吉田・寺脇 (1990) はクロメの基準となる選定基準標本を指定した。しかし、クロメの形態に関する報告は少なく、十分に整理されていない。地域によるさまざまな形態を比較し、その変異の範囲を明らかにするためには、同一海域におけるクロメの季節的形態変異を明確にする

必要がある。筆者らはクロメの形態変異に関する基本的知見を得るため、クロメの選定基準標本が採集された和歌山県白浜町地先で、形態の季節的变化に関する調査を行なった。また、それらに影響を与えると考えられる成長および成熟に関しても観察した。

材料と方法

吉田・寺脇 (1990) によれば、クロメの選定基準標本が採集されたのは、和歌山県白浜町瀬戸鉛山 (せとかなやま) である。1990年4月18日に瀬戸鉛山地先の海域を潜水調査した結果、クロメの生育はみられなかった。このため、調査は近くの田辺湾湾口部 (京都大学瀬戸臨海実験所地先) に生育するクロメ群落で行なった (Fig. 1)。クロメは離岸距離約70~100 m、水深3~6 mの砂地の中にある転石および岩上に生育していた。特に水深4~5 mに密生した群落を形成していた。

調査は1990年4月から1991年1月にかけて各季節に1回ずつ、すなわち1990年4月20日 (春季)、1990年7月30日 (夏季)、1990年10月31日 (秋季)、1990年1

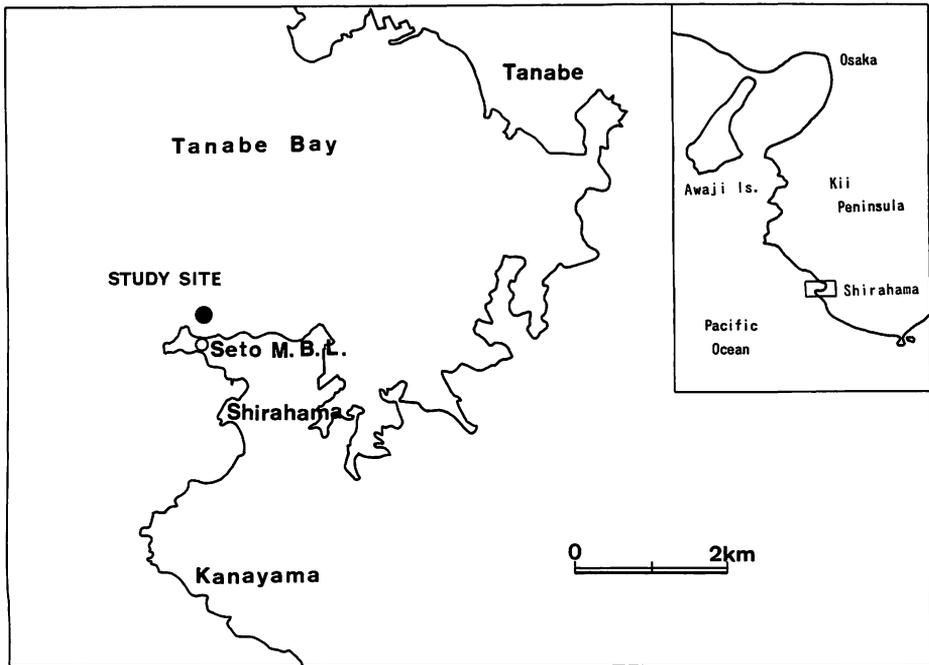


Fig. 1. Map showing study site on *E. kurome* at Shirahama, Kii Peninsula.

月22日 (冬季) の計4回行なった。採集時にはクロメ群落を広く観察した後、3年令以上の茎が太く長く、中央葉および側葉が長い大型のクロメを約25個体採集した。採集したクロメは実験室に持ち帰り、形の整ったもの20個体を選び測定に使用した。厚さはノギスを使用し0.1 mm 単位まで測定した。

カジメ類において、藻体各部の名称は研究者によってさまざまな用語が使用されている。そして、その見

解が統一されていないのが現状である。本研究では、藻体各部位の名称は従来からカジメ類に関する多くの報告に使用された名称を用いた (Fig. 2)。

茎径：付着器直上部の直径

茎長：付着器直上部から茎葉移行部までの長さ

体長：付着器直上部から側葉を絞った先端までの藻体最長の長さ

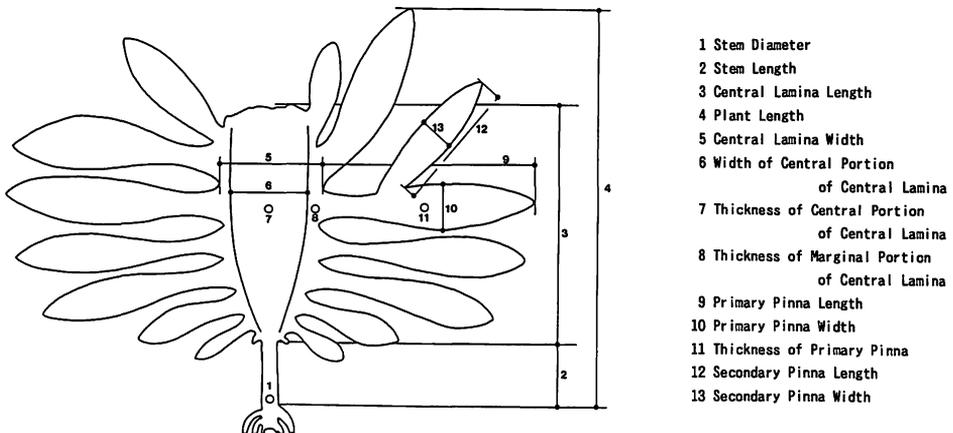


Fig. 2. Diagrammatic illustration of measured parts for morphological study on *E. kurome*.

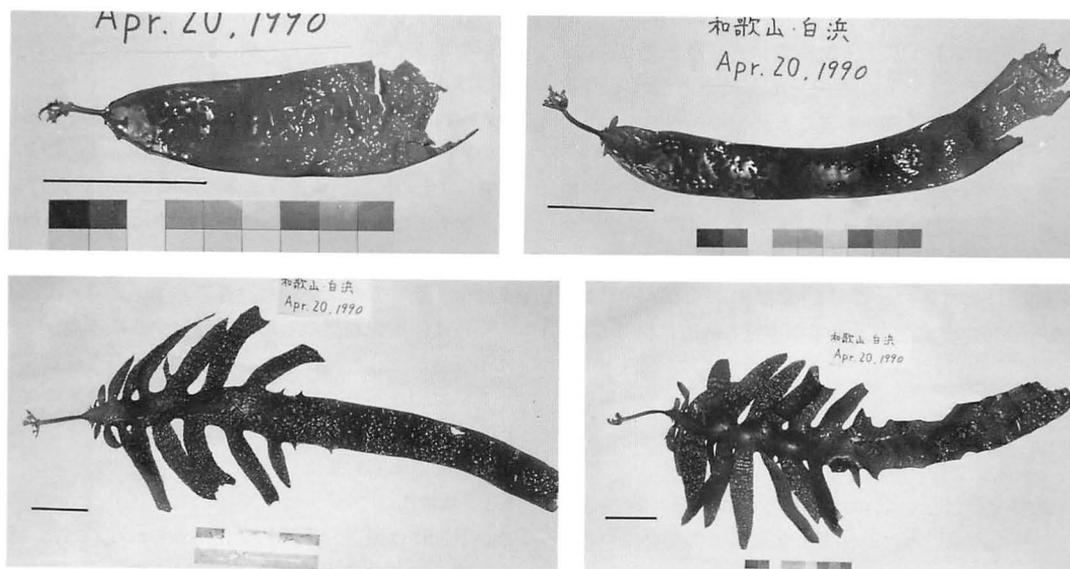


Fig. 3. Changes of young plants of *E. kurome* collected on April 20, 1990. All the scales represent 10 cm.

中央葉長：茎葉移行部から中央葉先端部までの長さ

中央葉幅：最大1次側葉の基部から対称に位置する側葉の基部までの長さ

中央部の中央葉幅：中央葉幅のうち、中央部の比較的厚い部分の幅

中央部の中央葉厚：茎葉移行部より10 cm以上離れた中央葉中央部の厚さ

れた中央葉中央部の厚さ

縁辺部の中央葉幅：中央葉縁辺部の厚さ

最大1次側葉長：中央葉から出る側葉を1次側葉とし、最も長い1次側葉（最大1次側葉）の基部から先端部の長さ

最大1次側葉幅：最大1次側葉の最も広い幅

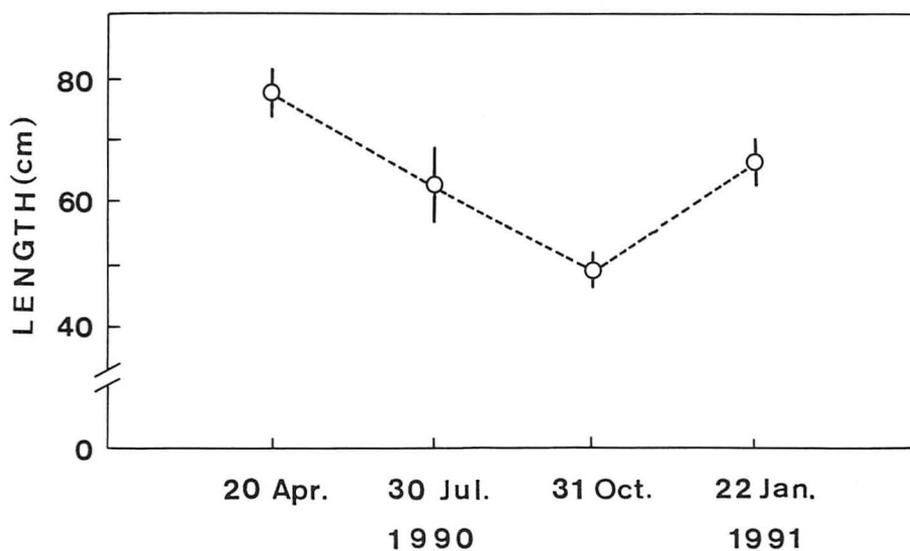


Fig. 4. Seasonal changes in mean plant length with 95% confidence limits in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama.

最大1次側葉の厚さ：最大1次側葉の厚さ

2次側葉長：最大1次側葉に形成される2cm以上の突起を2次側葉とし、その基部から先端部までの長さ

2次側葉幅：2次側葉の幅

側葉の形に関しては、川嶋 (1987) が国際植物分類学会により制定されたチャートをコンブ類の葉形に合うように改変しているので、それに従った。

測定した個体の一部は腊葉標本にし (SAP054742, SAP054761~3)、北海道大学標本室 (SAP) に保管した。

結 果

1. 藻体の成長と成熟

側葉を持たない幼体は冬季と春季に多く観察された。特に春季では、幼体や1年未満で側葉を持つ若い個体など、さまざまな成長段階のクロメがみられた (Fig. 3)。側葉は体長が20 cm以上の個体に形成されていた。

成体の体長は春季に最も大きくなり平均77.6 cmで最大個体は約91 cmに達した (Fig. 4, 5)。秋季には体

長が最も小さくなり平均48.9 cmで、藻体上にはコケムシやゴカイ類、アオノリ類、無節石灰藻などの付着が観察された。

春季において、子のう斑形成率 (子のう斑を形成している個体数の採集25個体に対する割合) は15%で、80 cm以上の比較的大きな個体に形成されていた (Fig. 6)。夏季になると50%の個体が、秋季には70%の個体が子のう斑を形成していた。冬季では、子のう斑の形成は全く観察できなかった。春季および夏季では、子のう斑は側葉先端部のしわの凹部を中心にスポット状に形成された。これに対し、秋季では子のう斑どうしが互いにつながり、斑紋状を呈した。形成位置は側葉から中央葉にまで広がっていた。

2. 形態の季節的変化

2-1 茎状部

茎状部には顕著な季節的変化がみられなかった。測定した全80個体の平均径は1.28 cmで、平均茎長は17.0 cmであった (Table 1)。茎の横断面は付着器直上部および中央部・上部いずれにおいても実質であった。

2-2 中央葉

中央葉は周年にわたり中央部と縁辺部に明瞭に区別

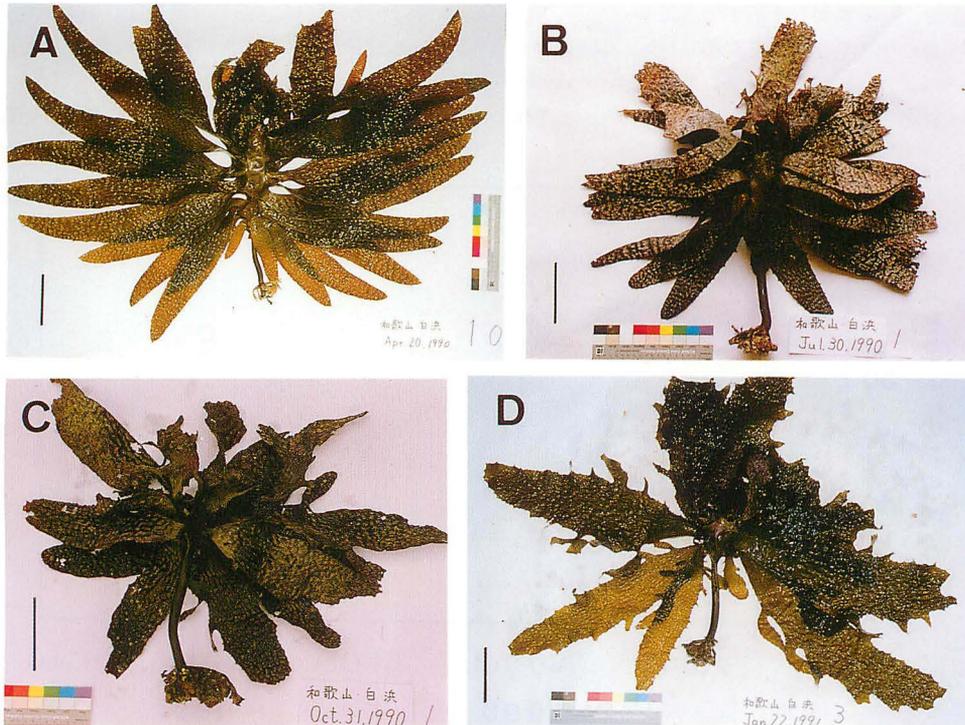


Fig. 5. Body shape of *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, spring; B, summer; C, autumn; D, winter. All the scales represent 10 cm.

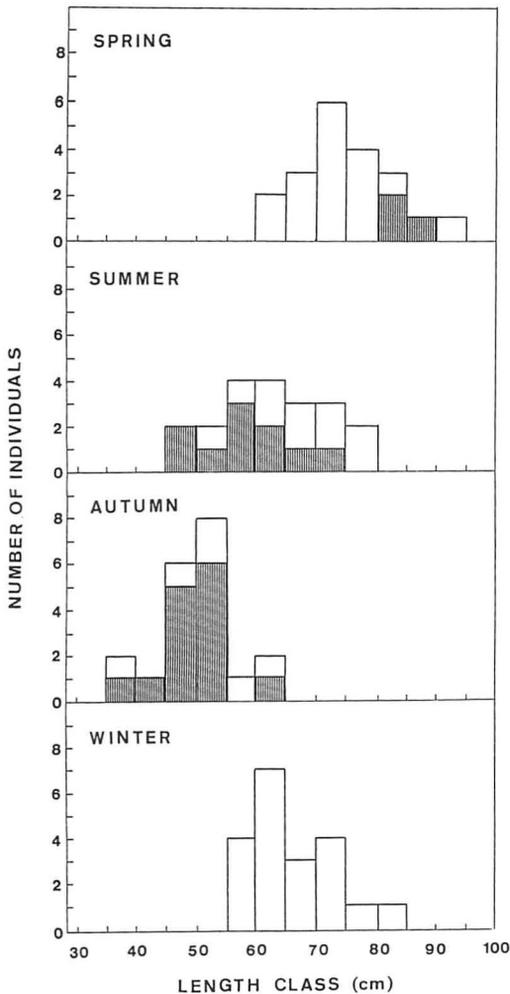


Fig. 6. Reproductive periodicity of *E. kurome* based on numbers of mature plants from April 1990 to January 1991 at Shirahama. ▨, plants with sorus; □, plants without sorus.

できた。中央部は中央葉幅の40%~50%を占める細長い平面を呈した。

中央葉長は藻体の先枯れ現象のため季節的变化がみられ、夏季に最大となり平均21.2 cm、冬季に最小の平均8.5 cmとなった。一方、中央葉幅には周年に

Table 1. Stem size of *E. kurome* collected at Shirahama from April 1990 to January 1991.

| | Maximum | Minimum | Mean | S.E.* |
|----------|---------|---------|-------|-------|
| Length | 35.5 | 10.2 | 17.03 | 0.483 |
| Diameter | 1.54 | 1.04 | 1.28 | 0.015 |

* Standard error

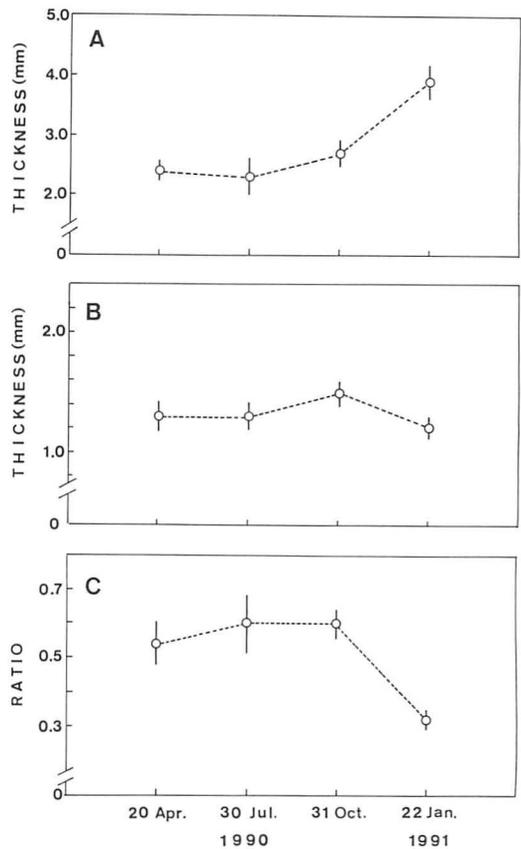


Fig. 7. Seasonal changes in mean thickness of central portion (A) and marginal portion (B), and ratio of those of central laminae (C) with 95% confidence limits in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama.

わたって顕著な差がみられず、10 cm から12 cm の範囲で变化した。

中央部の中央葉厚は春季および夏季で、平均2.4 mm となり、秋季では平均2.7 mm、冬季では厚く平均3.9 mm であった (Fig. 7)。これに対し、縁辺部の中央葉厚は季節的な変化が顕著ではなかった。縁辺部の中央葉厚の中央部の中央葉厚に対する割合は、春季および夏季・秋季では約0.6であったのに対し、冬季では約0.3となりその差が大きくなった。

2-3 側葉

春季において、最大1次側葉は中央葉の中部から上部にかけて形成された。最大1次側葉長の平均は42.7 cm、最大1次側葉幅の平均は9.4 cmで、年間を通じて最も大きくなった (Fig. 8)。葉形は披針形を呈した (Fig. 9)。最大1次側葉厚は0.4 mm で比較的薄く、葉質はしなやかであった。一方、中央葉の成長部

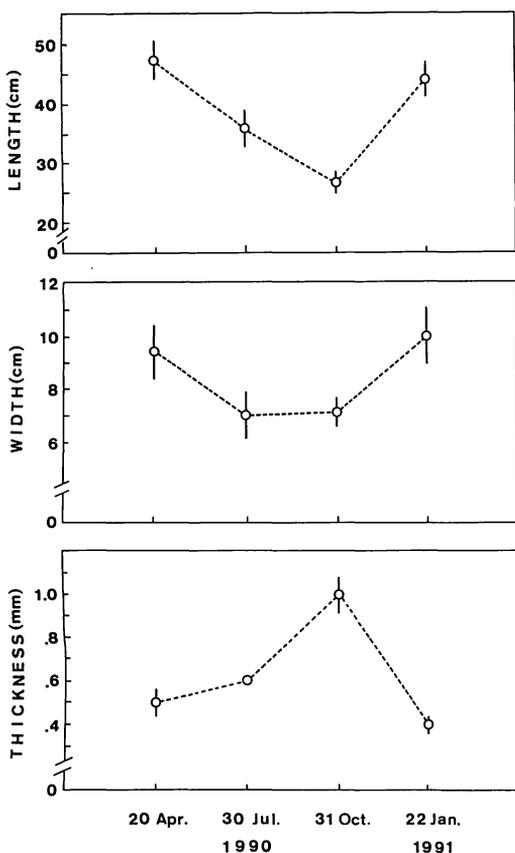


Fig. 8. Seasonal changes in mean length, width and thickness of primary pinnae with 95% confidence limits in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama.

付近に形成される新葉は非常に細い長楕円形あるいは線形で、櫛歯状側葉も観察された。夏季では、中央葉上部の側葉に先枯れがみられるようになったため、中央葉中部に形成される先枯れない側葉が最大1次側葉となった。最大1次側葉長および幅は共に減少し、それぞれ平均35.8 cm および7.0 cm であった。葉形は披針形を呈した。中央葉下部の成長部付近に形成される側葉が楕円形を呈し、櫛歯状側葉が観察されなかった点で春季とは異なっていた。秋季には、最大1次側葉は中央葉上部に形成された。側葉先端部には先枯れ現象が観察され、最大1次側葉長は平均26.6 cm まで減少し年間最小となった。しかし、幅は夏季と変化がなかった。このため、幅の長さに対する割合は増加し、結果として葉形は楕円形を呈した。秋季の最大1次側葉厚は平均0.6 mm で春季および夏季より厚くなり、葉質は硬くなった。中央葉中部には先枯れない

小型の披針形を呈する側葉がみられた。中央葉下部の成長部付近に形成される側葉は夏季と同様楕円形で櫛歯状側葉も観察されなかった。冬季における最大1次側葉長は平均44.0 cm、最大1次側葉幅は平均10.0 cm で、葉形は披針形を呈し春季の側葉と類似していた。しかし、最大1次側葉が中央葉中部に形成されること、ならびに葉縁がやや波状を呈する点で春季とは異なっていた。成長部付近には春季と同じく線形および櫛歯状の側葉が観察された。

第二次側葉は春季および夏季・秋季では約50%の個体にみられたのに対し、冬季に多く観察され約90%の個体が第二次側葉を形成した。

側葉の葉縁は全縁あるいは鋸歯を有し、鋸歯は鋭頭および鈍頭・重鋸歯などさまざまな形態がみられた (Fig. 10)。同一個体内でも異なる形態の鋸歯をもち、形成される位置や季節には統一性がなかった。

2-4 しわ

中央葉中央部にはしわが形成されることはなく、縁辺部ではその上部に粗いしわが周年にわたり観察された。側葉では、春季および夏季では明瞭で密なしわが観察されたのに対し (Fig. 11)、秋季ではしわとしわの幅が広くなりやや不明瞭になった。さらに、冬季ではしわの全くない側葉が上部に形成された。しかし、周年にわたりしわが藻体からすべてなくなることはなかった。

考 察

吉田・寺脇 (1990) によって指定された選定基準標本 SAP Herb. Okamura は、1911年7月に岡村により採集されたものである。この標本の形態は本研究で対象とした成体 (3年以上の個体) とは中央葉が比較的細く長いなどの点で異なり、むしろ春季に観察された若い個体 (Fig. 3D) と類似している。調査海域のクロメ群落内には、選定基準標本と類似した形態の成体は生育していなかったことや採集された季節などから、選定基準標本は1年未満の若い個体で先枯れ現象がやや進行した状態ではないかと推察された。

白浜産クロメにおいて、体長は春季に最大となり、秋季に最小となった。この結果は長崎県産クロメ (西川・吉田1978) および千葉県館山産クロメ (寺脇・川崎1990) の季節的変化とほぼ一致した。子のう斑の形成時期は春季から秋季であったが、夏季から秋季にかけて子のう斑を形成する館山産クロメと比較すると、成熟期間が長かった。

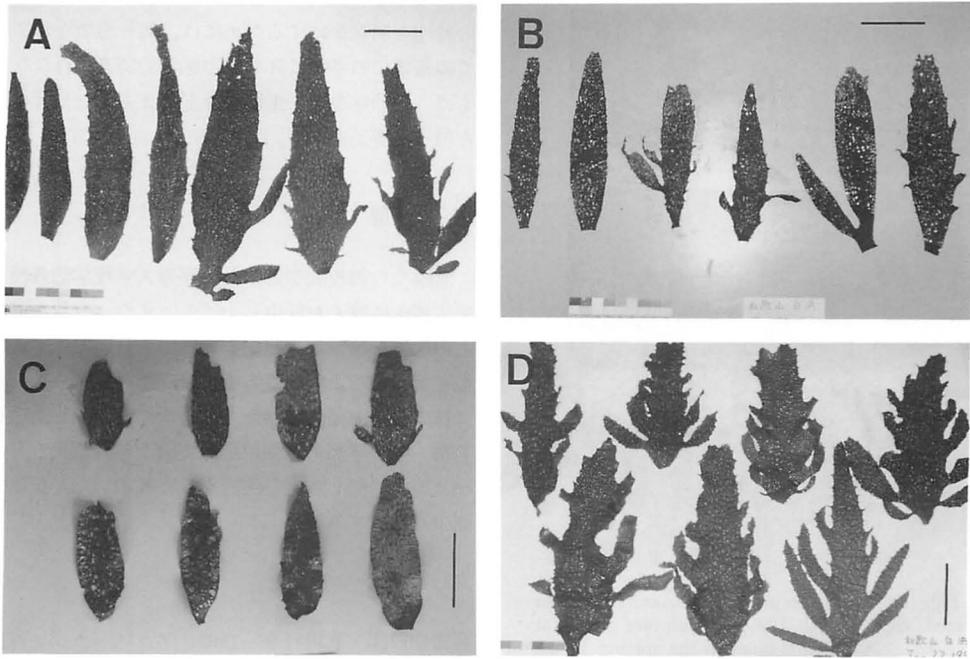


Fig. 9. Primary pinnae of *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, spring; B, summer; C, autumn; D, winter. All the scales represent 10 cm.

中央葉厚はカジメとクロメを識別する上で区別点の1つとなっている。カジメの中央葉は厚く3~5 mmであるのに対し、クロメでは2~3 mmで比較的薄く、さらに中央部と縁辺部の厚さの差がほとんどないことが報告されている(岡村1936)。白浜産クロメでは中央部の中央葉厚には季節的变化がみられ、春季から秋季にかけては従来の報告と一致したが、冬季には約

4 mmまで肥厚し、カジメと同程度まで厚くなった。また、周年にわたり中央部と縁辺部の厚さには差がみられた。一般にコンブ類では、伸長停滞期に身入れ現象が起ることが知られているが、白浜産クロメでは、中央葉で伸長期にあたる冬季に、側葉では伸長停滞期にあたる秋季に厚さが最も厚くなり、藻体の部位によって肥厚期が異なることが明らかとなった。

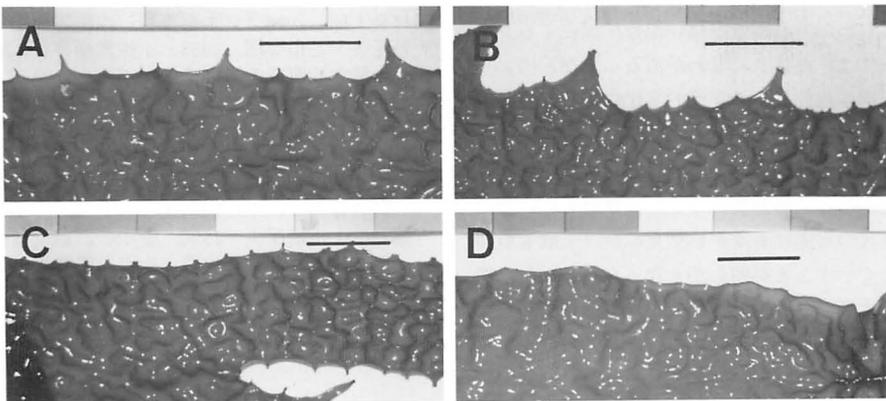


Fig. 10. Marginal portion of primary pinnae in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, sharp serration; B, double serration; C, blunt serration; D, entire. All the scales represent 2.5 cm.

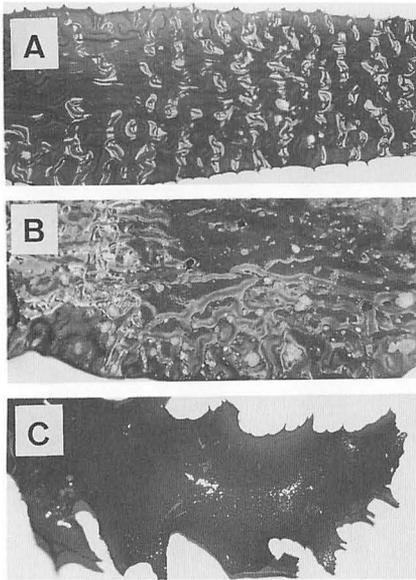


Fig. 11. Ruga on primary pinnae of *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, distinct ruga in the spring; B, indistinct ruga in the autumn; C, no ruga in the winter.

クロメのしわの形状や程度に関しては、地域により差があることが知られている(松井ら1981;大野・石川1982)。また、寺脇・後藤(1988)は小田和湾産アラメのしわの強弱が季節的に変化し、秋季にしわのない側葉が観察されたと報告している。白浜産クロメにおいても、側葉に形成されるしわの状態が季節的に変化した。冬季の新旧葉の境に形成される側葉にしわがないことから、新生が再開された直後の急激な伸長の結果ではないかと推察された。また、従来知られていた藻体上にしわがある部分とない部分が混在するカジメ類については、藻体上にしわがあることなどによりクロメと同定され、しわの季節的な変化によるものと思われた。

本研究では、クロメ群落内の一般的な形態の成体に関して、その季節的な形態変化について検討した。その結果、クロメの形態は春季から初夏にかけて最も形態的特徴をよく示すことが明らかとなった。しかし、カジメ類では水深の深い所では茎長が比較的長くなるなど生育環境により形態が変化することが知られており(喜田・前川1982, 1983; 大野・石川1982), 白浜産ク

ロメでもその傾向がみられた。今後、クロメのもつ種々の特性を明らかにするためには、同一海域ならびに多くの海域でのさらに詳しい形態学的調査を行なうとともに、生態学および生理学などさまざまな分野の情報を得る必要がある。

謝 辞

本論文の御校閲を賜った北海道大学理学部教授吉田忠生博士に厚くお礼申し上げる。また、有益な御助言と御配慮を頂いた南紀生物同好会会長山本虎夫氏、有益な御助言を頂いた電力中央研究所寺脇利信氏ならびに株式会社海藻研究所新井章吾氏に深謝申し上げる。京都大学理学部付属瀬戸臨海実験所の教職員の方々には、採集に際し多大な便宜を与えて頂いた。記して感謝の意を表する。

文 献

- 喜田和四郎・前川行幸 1982. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-I. 志摩半島御座岬周辺における群落の分布と構造. 三重大・水産実験所研報 3: 41-54.
- 喜田和四郎・前川行幸 1983. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-II. 熊野灘沿岸各地における群落の分布と構造. 三重大・水産実験所研報 10: 57-69.
- 川嶋昭二 1987. 日本産コンブ類の分類と分布(6). 海洋と生物 9: 190-193.
- 松井敏夫・大貝政治・大内俊彦・角田信孝・中村達夫 1981. 山口県日本海沿岸中部域における海藻群落. 水産大学校研究報告 32: 91-113.
- 西川 博・吉田範秋 1978. 人口採苗クロメ・アラメの生長と養成について. 水産増殖 26: 6-15.
- 岡村金太郎 1927. 日本藻類図譜. 5: 135-157.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- 大野正夫・石川美樹 1982. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究 I. 群落の周年変化. 高知大・海洋生物研報 4: 59-73.
- 寺脇利信・後藤 弘 1988. 海中林造成に関する基礎的検討 第1報 三浦半島小田和湾におけるアラメ葉部の季節的な変化と根の生長. 電力中央研究所研究報告: U87056 1-23.
- 寺脇利信・川崎保夫 1990. 海中砂漠緑化技術の開発 第3報 クロメの生長と生育制限要因. 電力中央研究所研究報告: U90044 1-23.
- 吉田忠生・寺脇利信 1990. 褐藻クロメのタイプ標本. 藻類 38: 187-188.

Taiju Kitayama and Tadao Yoshida: First report of *Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters (Ulvophyceae, Chlorophyta) from Japan

Key Index Words: Chlorophyta—distribution—endophyte—epiphyte—*Phaeophila dendroides*—*Phaeophilaceae*—*Phaeophilales*—*Ulvophyceae*.

Taiju Kitayama and Tadao Yoshida, Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

A microscopic alga referable to *Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters (Phaeophilaceae, Phaeophilales, Ulvophyceae) was collected as endophytes in *Hyalosiphonia caespitosa* Okamura at Sai, Aomori Pref. on 17 May 1988 (coll. T. Kitayama) and as epiphytes on *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützinger at Kasumi, Hyogo Pref. on 2 August 1990 (coll. S. Enomoto). The thalli of *P. dendroides* are green in color and composed of branched uniseriate filaments (Fig. 1). Those cells are cylindrical or irregular in shape, 35–110 μm in length and 13–45 μm in diameter. Each cell contains a parietal chloroplast with many pyrenoids. Setae (3–9 μm in diameter) are twisted. The morphology of vegetative thalli agrees well with the previous reports of the species (O'Kelly and Yarish 1980, Correa *et al.* 1988).

Phaeophila dendroides is a cosmopolitan species, but this is the first report from the western coast of the Pacific Ocean. Although this species has a chaetophoraceous appearance, it is more closely related to the Ulvaceae (Ulvales, Ulvophyceae) in the structure of its characteristically twisted setae etc., according to O'Kelly and Floyd (1984). Recently Chappell *et al.* (1990) proposed the new order Phaeophilales and family Phaeophilaceae because of its unique flagellar apparatus provided with six microtubular rootlets and single-lobed terminal caps, and unique zoosporangia whose mother cells became multinucleate in the early developmental stage (O'Kelly and Yarish 1980). At present only a single species is recognized in

the order.

In order to observe reproductive cells, unialgal cultures were established from the vegetative cells of the thalli collected at Kasumi, using Provasoli's ES medium (Provasoli 1968). Culture conditions used

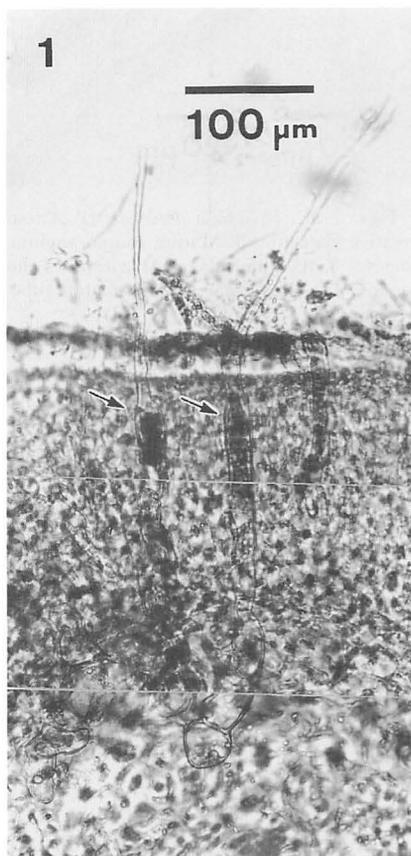
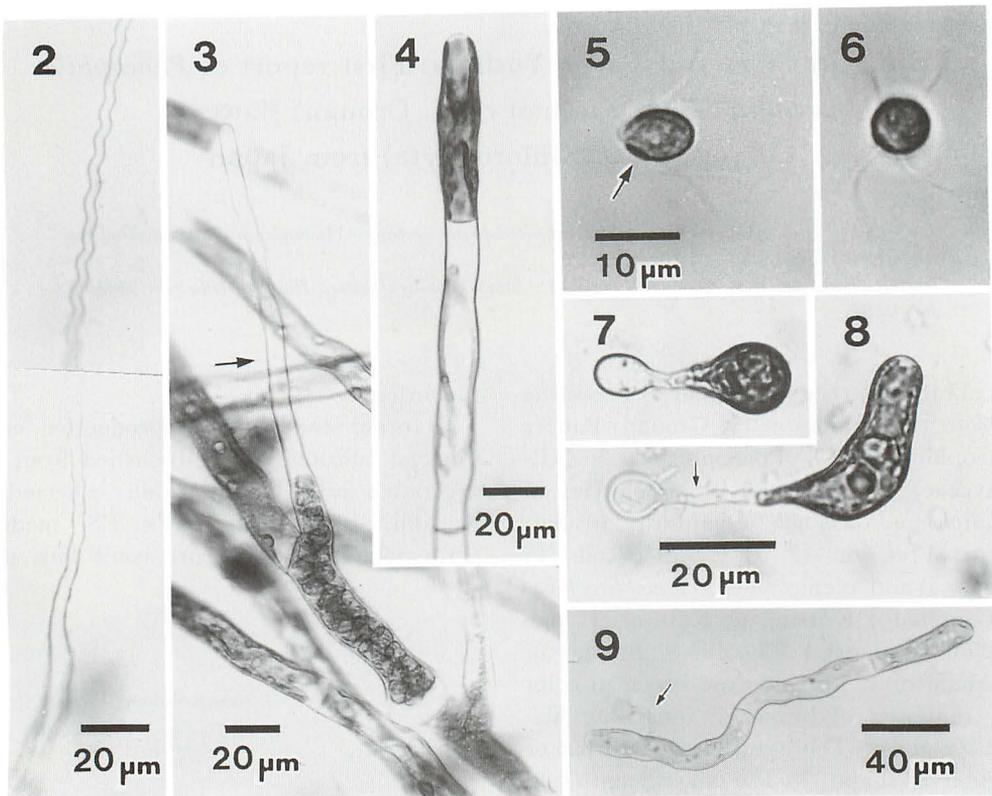


Fig. 1. *Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters from nature (arrows), endophytic in *Hyalosiphonia caespitosa* Okamura.



Figs. 2-9. *Phacophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters in culture at 20°C. 2. Seta on the vegetative filament. 3. Mature zoosporangium with a long exit tube (arrow). 4. Terminal portion of vegetative filament. 5, 6. Quadriflagellate zoospores showing a stigma (arrow). 7-9. Various stages of germination of zoospores with a long, narrow germination tube (arrows). Scales in Fig. 5 and Fig. 8 apply also to Fig. 6 and Fig. 7 respectively.

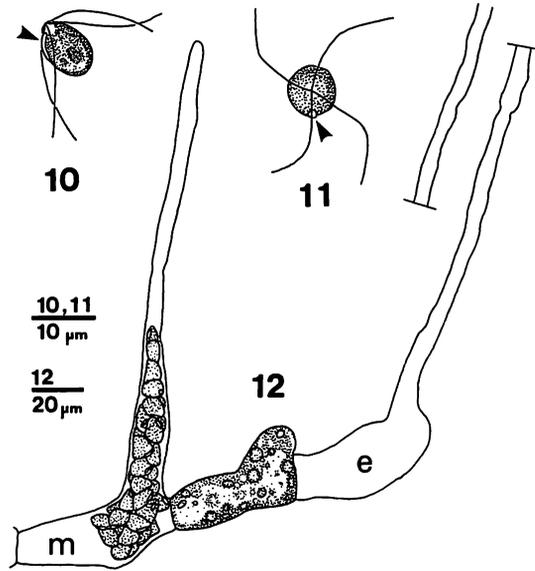
were 5°C, 10°C, 15°C and 20°C, under white fluorescent light of about $30 \mu\text{Mm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (10°C) or $50 \mu\text{Mm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (5°C, 15°C and 20°C), L : D = 16 : 8 h, photoregime.

The initial filaments grew well at 10°C, 15°C and especially 20°C, however, they did not elongate at 5°C. Vegetative cells in culture were narrow cylindrical, rather straight, 10-27 μm in diameter and 44-200 μm in length, containing a parietal chloroplast with 6-24 pyrenoids. The chloroplasts in the terminal cells are relatively large (Fig. 4). The cells often had a twisted seta (3-5 μm in diameter) (Fig. 2). Each vegetative cell could form a thick protuberance and then it transformed into zoosporangium at 10°C, 15°C and 20°C (Figs. 3, 12). The sporangia were cylindrical, straight or often bent, 15-30 μm

in diameter, having a long exit tube. They contained 22-58 zoospores. The zoospores (5-7 μm × 9-12 μm) possessed four flagella and a chloroplast with a prominent stigma (Figs. 5, 6, 10, 11). They were released through the exit tube and swam showing positive phototaxis. After the attachment to the substratum, the spore became rounded and then extended a narrow germination tube giving rise to a new vegetative filament (Figs. 7, 8, 9). Our culture results agreed well with those of the previous reports (O'Kelly and Yarish 1980, Correa *et al.* 1988).

Acknowledgments

We wish to express our sincere thanks to Dr. S. Enomoto, Marine Biological Station,



Figs. 10–12. *Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters in culture at 20°C. 10, 11. Quadriflagellate zoospores showing a stigma (arrowheads). 12. Mature zoosporangium (m) and empty zoosporangium (e).

Faculty of Science, Kobe University for collecting the material. We thank Mr. K. Miyagi, Sai Fisheries Cooperative Association for facilities for collecting the materials.

References

- Chappell, D. F., O'Kelly, C. J., Wilcox, L. W. and Floyd, G. L. 1990. Zoospore flagellar apparatus architecture and the taxonomic position of *Phaeophila dendroides* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Phycologia* 29: 515–523.
- Correa, J. A., Nielsen, R. and Grund, D. W. 1988. Endophytic algae of *Chondrus crispus* (Rhodophyta). II. *Acrochaete heteroclada* sp. nov., *A. operculata* sp. nov. and *Phaeophila dendroides* (Chlorophyta). *J. Phycol.* 24: 528–539.
- O'Kelly, C. J. and Floyd, G. L. 1984. Correlations among patterns of sporangial structure and development, life histories, and ultrastructural features in the Ulvophyceae. In: *Systematics of the Green Algae* (Ed. by D. E. G. Irvine and D. M. John) pp. 121–156. Academic Press, New York.
- O'Kelly, C. J. and Yarish, C. 1980. Observations on marine Chaetophoraceae (Chlorophyta). I. Sporangial ontogeny in the type species of *Entocladia* and *Phaeophila*. *J. Phycol.* 16: 549–558.
- Provasoli, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae. In: *Culture and Collections of Algae* (Ed. by A. Watanabe and A. Hattori), Proceedings of the United States–Japan Conference, Hakone, Japanese Society of Plant Physiologists, Kyoto, Japan, pp. 63–75.

北山太樹・吉田忠生：日本新産緑藻 *Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters

青森県佐井で採取された紅藻イソウメドキ *Hyalosiphonia caespitosa* Okamura に内生していた緑藻と兵庫県香住において採取されたカシラザキ *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützinger に着生していた緑藻を *Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters (Phaeophilaceae, Phaeophilales, Ulvophyceae) と同定した。本種は世界的に分布が知られているが、太平洋西岸からの報告はこれが初めてである。藻体は主に円柱状の細胞からなる単列糸状体で、大部分の細胞から換れた剛毛が出ている。各細胞は一個の側壁性の葉緑体を含み、これには多数のピレノイドが見られる。生殖細胞を観察するため、香住の株から得られた栄養細胞を 5–20°C の長日条件で培養した結果、10°C, 15°C, 20°C で成長、成熟して、長い放出管を持った孢子嚢を形成し、4 鞭毛の遊走子が放出された。遊走子は基物に付着後、間接糸状型の発芽をして、母藻と同様の糸状体に発生した。(060 札幌市北区北10条西 8 丁目 北海道大学理学部植物学教室)

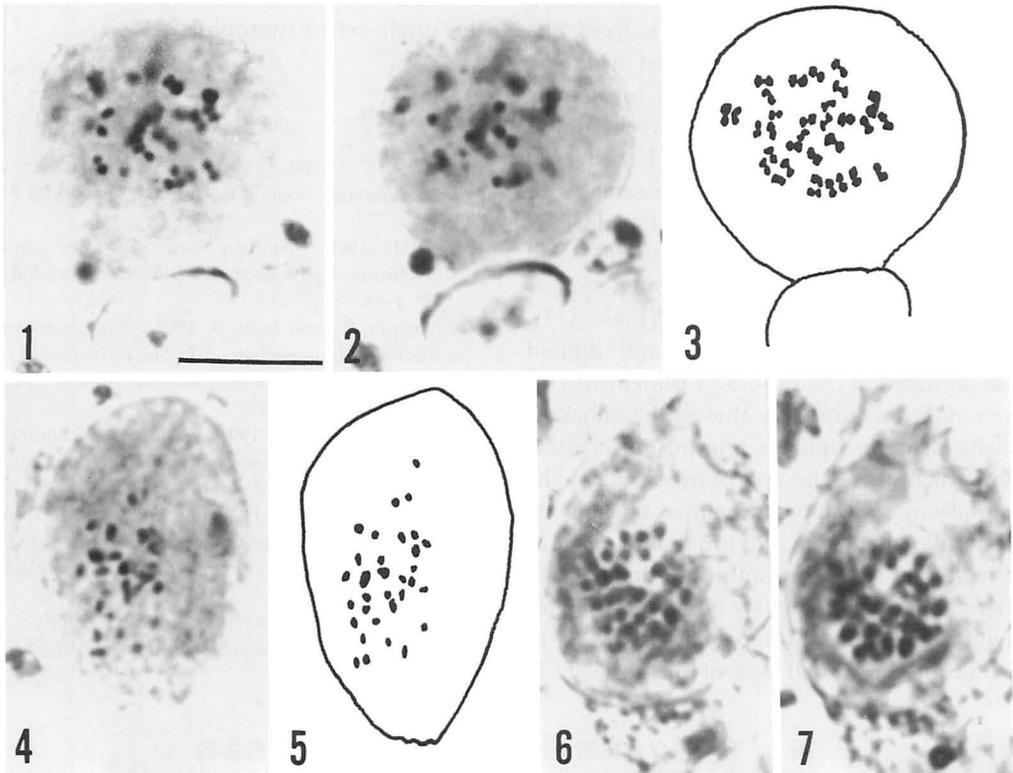
Hiroshi Yabu, Norishige Yotsukura and Tsuyoshi Sasaki: Chromosome number in *Chorda filum* (L.) Lamour. (Laminariales, Phaeophyta)

Key Index Words: chromosome number—*Chorda filum*—*Laminariales*.

Hiroshi Yabu, Norishige Yotsukura and Tsuyoshi Sasaki, Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041 Japan

For *Chorda filum* (L.) Lamour., a common species of Laminariales in the summer season on the shores in the northern hemisphere, the chromosome numbers have hitherto been reported by three investigators, viz., Kylin (1918), Nishibayashi and Inoh (1961) and Evans (1965), as shown in Table 1. The senior author of the present study has preliminarily attempted for years to examine the chromosome number of this species, using

the cytological methods employed by those investigators. Those methods, however, did not offer satisfactory dividing nuclei to be able to decide its exact chromosome number. In the recent cytological study on the species of *Laminaria*, Yabu and Yasui (1991) easily obtained sufficient metaphase nuclei for chromosome counts in one- or two-celled sporophytes, using aceto-alcohol (1 : 3) for fixing and aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate



Figs. 1-7. Metaphase chromosomes in the one-celled sporophytes of *Chorda filum* (L.) Lamour. Bar: 10 μ m. All figures are in the same scale.

1. A sporophyte cell with 32 chromosomes in dumb-bell shape. 2. The same sporophyte as shown in Fig. 1, at different focus level. 3. Camera-lucida drawing of the same sporophyte as shown in Fig. 1. 4. A sporophyte with 32 chromosomes in granular shape. 5. Camera-lucida drawing of the same sporophyte as shown in Fig. 4. 6. A sporophyte with c. 60 chromosomes. 7. The same sporophyte as shown in Fig. 6, at different focus level.

Table 1. Data of previous and present cytological investigations for Chromosome number of *Chorda filum*.

| Investigator and locality of material | Chromosome number | Method |
|--|--|--|
| Kylin (1918) Sweden | n=c. 20 in sporogenesis 2n=40 in meristematic portion | classical sectioned method, using strong Flemming's solution for fixing and iron-haematoxylin for staining |
| Nishibayashi and Inoh (1961) Seto Inland Sea, Japan | n=c. 30 in sporogenesis | classical sectioned method, using Abe's solution for fixing and iron-haematoxylin for staining |
| Evans (1965) Anglesey, England | n=c. 28 in sporogenesis and female gametophytes 2n=c. 56 in young sporophytes | squash method, using mainly, aceto-alcohol for fixing and acetocarmine for staining |
| Present study Moheji, Hokkaido, Japan | n=32 in single-celled sporophytes | aceto-alcohol for fixing and aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for staining |

(Wittmann 1965) for staining. This study was undertaken to observe the clear features of chromosomes in the cells of such juvenile sporophytes with this procedure.

The material dealt with in this description was obtained on June 25, 1991, at Moheji near Hakodate, Hokkaido. We fixed the sporophytes which were produced from the liberated zoospores derived from the female gametophytes cultured for two weeks under conditions, 10°C, 2,500 Lux, 12 L and 12 D photoperiod in the filtered seawater with 0.01% SLP (Squid Liver Protein Powder) extract (Yabu et al. 1984). Eighty single-celled sporophytes we observed exhibited 32 or c. 30, and c. 60 chromosomes (Figs. 1-7). These sporophytes in haploid and diploid state occurred at the ratio 5 : 1 under this culture condition, probably due to the adherent density of gametophytes relating to fertilization. In both of the sporophytes, all of the chromosomes all appeared either as elements in granular shape of c. 0.8 μm diameter, or as elements in slender dumb-bell shape of c. 1.0 μm length. Frequency of the sporophytes having either the chromosomes in shape of granule or dumb-bell was at the ratio 2 : 1.

The reason for the occurrence of the chromosomes as those two types of elements at such ratio is left to elucidate in our future studies. In a temporal conclusion, the chromosome number of *Ch. filum* was determined to be n=32 from the above chromosome counts in the single-celled sporophytes.

References

- Evans, L. V. 1965. Cytological studies in the Laminariales. Ann. Bot., Lond. 29, no. 116: 541-562.
- Kylin, H. 1918. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Phaeophyceen. Svensk. bot. Tidskr. 12: 1-64.
- Nishibayashi, T. and Inoh, S. 1961. Morphogenetical studies on Laminariales. VI. The formation of zoospores in *Chorda filum* (L.) Lamour. Biol. J. Okayama Univ. 7: 126-132.
- Yabu, H. and Yasui, H. 1991. Chromosome number in four species of *Laminaria* (Phaeophyta). Jpn. J. Phycol. 39: 185-187.
- Yabu, H., Yasui, H. and Takamoto, M. 1984. *Undaria* gametophytes in culture with SLP (Squid Liver Protein Powder) extract. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 35, 195-200.
- Wittmann, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. Stain Tech. 40, 161-164.

藪 熙・四ツ倉典滋・佐々木剛：褐藻ツルモの染色体数

褐藻ツルモの染色体数は現在迄に Kylin (1918) が n=約20, 2n=40, 西林と猪野 (1961) が n=約30, Evans (1965) が n=約28, 2n=56 と報告している。本種の染色体数を確かめるため函館市外茂辺地で採集した材料を用いて培養し、そこに生じた1細胞期の幼芽胞子体を酢酸・アルコール (1:3) で固定し、酢酸・鉄・ヘマトキシリンで染色を行った。その結果、幼芽胞子体内で観察した中期核分裂像から、染色体数は n=32 と結論された。(041 函館市港町3丁目1-1 北海道大学水産学部水産植物講座)

Masahiro Notoya and Yusho Aruga: Tissue culture of parthenogenetic and normal young sporophytes of *Ecklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta)

Key Index Words: *Ecklonia cava*—Laminariales—parthenogenetic sporophyte—Phaeophyta—tissue culture—young sporophyte.

Masahiro Notoya and Yusho Aruga, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, 108 Japan

Large blades of field materials have usually been used for tissue cultures of Laminariales seaweeds. Techniques of sterilization of explants and the results of cultures were reported by Fries (1980), Fang *et al.* (1983), Saga and Sakai (1983), Yan (1984), Lee (1985), Polne-Fuller *et al.* (1986), Polne-Fuller and Gíbor (1987), Notoya (1988), Heather *et al.* (1989) and Notoya and Aruga (1989, 1990).

This paper reports the results of tissue cultures of explants from parthenogenetic and normal young sporophytes of *Ecklonia cava* Kjellman cultured xenically in laboratory.

Male and female gametophytes of *E. cava* were separately cultured at 20°C under a photoperiod of 10 L : 14 D illuminated by cool white fluorescent lamps at 10–30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Parthenogenetic sporophytes were obtained in separate cultures of female gametophytes, whereas normal sporophytes were obtained by fertilization in culture of female gametophytes after being mixed with male gametophytes.

After 16 days parthenogenetic sporophytes grew to 3–5 mm long and callus-like mass of cells were found at the tip of the parthenogenetic sporophyte (Fig. 1A, arrowhead, and B). The cells were very similar to the callus-like cells in tissue cultures from field materials of *Ecklonia cava* (Notoya and Aruga 1989), *Eisenia bicyclis* (Notoya and Aruga 1990) and other species of Laminariales (Lee 1985, Polne-Fuller *et al.*, 1986, Polne-Fuller and Gíbor 1987). They were unpigmented and spherical, and bigger than the sporophyte cells. A clump of the cells was separated from the parthenosporophyte and

cultured in the liquid medium (PESI) at 15°C and 300–320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. After two weeks, the clump multiplied and some of the cells became gradually pigmented to pale yellow (Fig. 1C). During the next two weeks, these cells became more pigmented to become brownish and after transverse cell divisions they looked like they were in an early stage of the sporophyte development (Fig. 1D, arrowheads). These pigmented cells developed to blade-like plantlets of irregular shape within 6 weeks after inoculation of the callus-like cells.

In the experiments with normal sporophytes, blades of 3–5 mm long were used which were obtained by fertilization in co-culture of female and male gametophytes for a month under the same conditions as for the gametophyte stock culture.

Rectangular blade tissue fragments of 1–2 mm long were excised from the normal young sporophyte. These fragments were cultured in plastic Petri dishes with the liquid medium at 15°C and 300–320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. In 4-day-old culture, newly regenerated callus-like cells were observed on cut margins of the excised tissue (Fig. 1E). The regenerated cells were white in color with only a little pigmentation. One-cell-layered blades developed from the regenerated cells. On the other hand, multi-cell-layered blades developed from the regenerated callus-like clump. After a week in culture, they grew up to about 200 μm high on the cut margin of multi-cell-layered fragment of the original blade (Fig. 1F). Then, a part of the regenerated callus-like clump was separated from the original

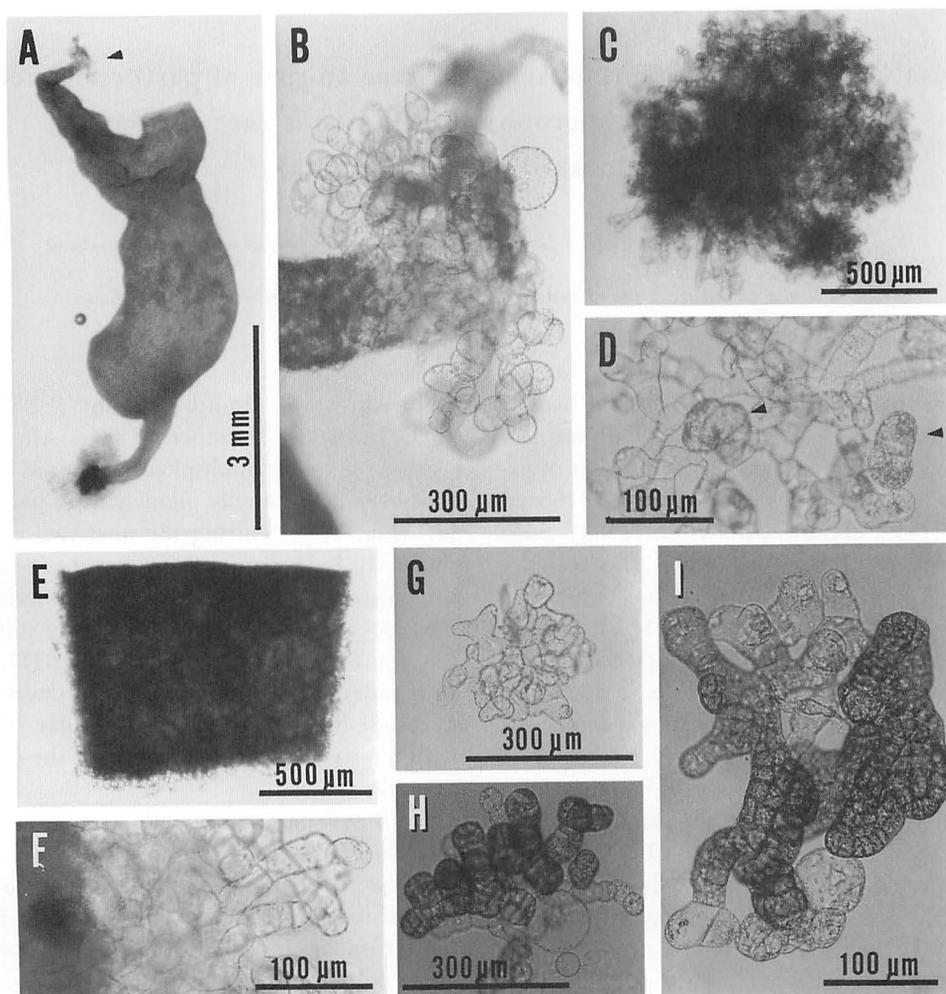


Fig. 1. Tissue culture of parthenogenetic sporophyte (A–D) and normal young sporophyte (E–I) of *Ecklonia cava* Kjellman. (A) Callus-like cells (arrowheads) developed at the tip of the parthenogenetic sporophyte from a female gametophyte. (B) Enlargement of callus-like cells developed on the parthenogenetic sporophyte. (C) A clump of callus-like cells cultured at 15°C and 300–320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ in the liquid medium. (D) Initial stage of blade-like plantlet (arrowheads) after transverse cell divisions. (E) A blade fragment from a normal young sporophyte cultured for four days. Regenerated cells appeared from the cut edge. (F) In one-week-old culture, the callus-like cells were seen growing at the cut edge of the blade fragment. (G) A clump of the callus-like cells separated from the sporophyte. (H) In two-week-old culture, the clump of callus-like cells differentiated to a new blade-like plantlet. (I) A more developed irregular plantlet.

sporophyte fragments and cultured under the same conditions (Fig. 1G). In about a week, some cells of the callus-like clump became colored from faint yellow to brown, and in some of these cells transverse divisions were observed similar to the initial stage in the development of the sporophyte (Fig. 1G). Irregular sporophyte-like plantlets were formed from these cells in a week (Fig. 1H & I).

In this experiment, the excised tissues from normal as well as from parthenogenetic young sporophytes produced the callus-like cells. Their growth rate was very fast as compared with that of the excised tissue from large natural material. In general, it takes about one year or more for tissues from natural material to differentiate to sporophytic plantlets, whereas for tissues from cultured young sporophytes it

takes only 1-1.5 months to develop to the sporophytic plantlets. The regeneration ability of cultured young sporophyte tissues would be useful for micropropagation of this species.

Although the sporophytic plantlets obtained from parthenogenetic tissues were not cytologically examined, it is clear that callus-like cells from the excised tissues differentiated directly to the sporophytic plantlet without formation of male and female gametophytes. These results were the same as those in tissue cultures from large natural materials of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* (Notoya and Aruga 1989, 1990).

Unpigmented cells of the callus-like tissue became pigmented and differentiated to the sporophytic plantlet at a high light intensity of $300-320 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ in the same manner as in the tissue culture of *Eisenia bicyclis* (Notoya and Aruga 1990). Thus, the high light intensity seems to be an important factor for differentiation of unpigmented callus cells to pigmented cells.

References

- Fang, Z., Yan, Z. and Wang, Z. 1983. Some preliminary observations on tissue culture in *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Kexue Tongbao* 28: 247-249.
- Fries, L. 1980. Axenic tissue cultures from the sporophytes of *Laminaria digitata* and *Laminaria hyperborea* (Phaeophyta). *J. Phycol.* 16: 475-477.
- Heather, J. L., McComb, J. A. and Borowitzka, M. A. 1989. Tissue culture of *Ecklonia radiata* (Phaeophyceae, Laminariales): effects on growth of light, organic carbon source and vitamins. *J. Appl. Phycol.* 1: 105-112.
- Lee, T. 1985. Aposporous gametophyte formation in stipe explants from *Laminaria saccharina* (Phaeophyta). *Bot. Mar.* 28: 179-185.
- Notoya, M. 1988. Tissue culture from the explant of *Ecklonia stolonifera* Okamura (Phaeophyta, Laminariales). *Jpn. J. Phycol.* 36: 175-177.
- Notoya, M. and Aruga, Y. 1989. Tissue culture from the explant of *Ecklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta). *Jpn. J. Phycol.* 37: 302-304.
- Notoya, M. and Aruga, Y. 1990. Tissue culture from the explant of stipe of *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell (Laminariales, Phaeophyta). *Jpn. J. Phycol.* 38: 387-390.
- Polne-Fuller, M., Saga, N. and Gibor, A. 1986. Algal cell, callus, and tissue cultures and selection of algal strains. *Nova Hedwigia* 83 (Beih.): 30-36.
- Polne-Fuller, M. and Gibor, A. 1987. Calluses and callus-like growth in seaweeds: induction and culture. *Hydrobiologia* 151/152: 131-138.
- Saga, N. and Sakai, Y. 1983. Axenic tissue culture and callus formation of the marine brown alga *Laminaria angustata*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 49: 1561-1563.
- Yan, Z. 1984. Studies on tissue culture of *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 11: 314-316.

能登谷正浩・有賀祐勝：カジメの単為発生体および幼孢子体からの組織培養

カジメの雌配偶体からの単為発生体(葉長3-5 mm)を培養していたところ、葉状体先端部に色素体の少ないカルス様細胞塊を形成した藻体が認められた。このカルス様細胞塊を分離・培養した結果、6週間後には一部の細胞に色素体の増加が認められ、急速に細胞分裂を繰り返して不定形の葉状体へと分化した。また、雌雄配偶体を用いて受精させ、生じた幼孢子体(葉長3-5 mm)の葉状部を切断して0.5-1 mmの長方形葉片とし、培養すると、葉片の切断面から色素体の少ない細胞が生じて次第にカルス様細胞塊を形成した。このカルス様細胞塊を分離・培養したところ、不定形の葉状体へと分化した。これらの組織培養に要した期間は4-6週間で、天然の大型の藻体から組織培養した場合に比べて非常に速く葉状体へ分化させることができた。従って、このような微小藻体を用いる組織培養はコンブ目植物のクローン増殖に有効であると考えられる。(108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学藻類学研究室)

濱田 仁：接合藻の和名の提唱と学名の由来について

Jin Hamada: Proposal of Japanese names for Conjugatophyceae and the origins of scientific names

Key Index Words: Conjugatophyceae—Desmids—Japanese name—Scientific name—Zygnematales.

Jin Hamada, Department of Community Medicine, Faculty of Medicine, Toyama Medical and Pharmaceutical University, Sugitani, Toyama 930-01 Japan

微細藻類の名前については一般には学名があるのみで、各々の国の言葉で名前が付いている藻は非常に限られている。例えば、著者が興味を持っている接合藻についても、一部のものにしか和名が与えられていない。欧米諸国の場合、学名、即ちラテン語、またはラテン語化したギリシャ語と、各国言語との間には密接な関係があり、その藻の形態や性質などを思い浮かべるのに大きな不便はないと思われる。しかし日本語の場合、ラテン語は本質的に異なった言語であり、学名からその藻についてのイメージを抱くことはほとんど不可能に近い。藻類学を、専門の学者だけでなく、一般人にも少しでも理解して貰い、普及させるには、和名が是非必要と思う。例えば著者の場合、比較的簡単に採集できる *Netrium* について一般人に話すと、必ず和名は何ですかと聞かれる。

そこで、接合藻の中の主なものについて、属の新称 25 と種の新称 1 を以下に提唱したい。本稿では、和名が既に発表されているものについても、命名者や由来が分かるものは便宜の為にまとめた。また学名の属名の意味を記した。特に野外で比較的良好に観察出来るものについては、種名の解説も試みた。

ところで、普通和名というのは時代や地方で変わり、学名のように原則として一度命名したら変更出来ない、という規則はない。新称の中のあるものは、やや上品さに欠けるかもしれない。しかしその類は、既に使われている和名の中にも散見されるようであるし、むしろ、そういう名前の方が親しみやすく覚えやすい場合が多いようである。本稿における和名も断定的、固定的なものではないので、より上品にその藻の形態や性質を表し、親しみやすい名があったり、また誤りがあれば教えて頂きたい。何はともあれ、本稿がきっかけとなって、藻に対して親しみを感じて下さる方が、少しでも増すことを願っている。

Actinotaenium (フグリモ, 新称): 細胞の形がフグリ

(擧丸) に似ている。学名の *Actinotaenium* は、ギリシャ語の *aktinos* (放射状の光) と *taenium* (帯) から。葉緑体の形状から付けられたと思われる。種名の *cucurbita* はメロンのような、*obcuneatum* はクサビ状になる。

Closterium (ミカヅキモ): 細胞の形が三日月形であるところから。しかし属全体では必ずしも三日月形の種類ばかりではない。ちなみに中国語では新月藻という。和名の命名は松村 (1897) 以前という (日本淡水藻図鑑, 1977)。*Closterium* はギリシャ語の *Kloster* (紡錘) から。*acerosum* は尖った、針のような、*angustatum* は細い、*closterioides* はミカヅキモ属に似た (Ralfs, 1848 では *Penium* 属)、*cynthia* は *Cynthus* の女、即ち貞操と狩猟の女神 *Diana* のこと、*dianae* は女神 *Diana* から。*ehrenbergii* は 19 世紀ドイツの植物 (藻類) 学者、*Ehrenberg* から。*gracile* はほっそりした、優美な、*intermedium* は中間の、*leibleinii* は 19 世紀初めの藻類学者 *Leiblein* から。*lineatum* は線状の印のついた、*lunula* は半月の、*moniliferum* は 1 列のビーズ、またはネックレスのような。和名のミカヅキモはそもそもこの *C. moniliferum* に付けられた (松村, 1897, 1904, 日本淡水藻図鑑, 1977 による)。*navicula* は舟形の、*parvulum* は非常に小さい、*pritchardianum* は錐 (きり) の、*ralfsii* は 19 世紀英国の藻類学者 *Ralfs* から。*rostratum* はくちばしのある、又は長く真っ直で堅い尖端の意。*striolatum* はわずかに縞のある (*C. striolatum* の和名はスジミカヅキモ、松村 (1897, 1904)、*venus* はローマの美の女神から。

Cosmarium (ツヅミモ): 細胞の形が鼓形をしている。和名は松村 (1897) またはそれ以前。*Cosmarium* はギリシャ語の *cosmina* (装飾) から。細胞壁の表面には多くの装飾を伴った孔がある。*decoratum* は気品のある、*obtusatum* は丸い、尖らない、*punc-*

tulum の puncta は穴のある表面。
 Cosmocladium (イトフグリモ, 新称): フグリモが糸状につながっているところから命名。Cosmocladium の Cosmo はラテン語で美しい, cladium は枝(のある)。constrictum はラテン語で細でくくる, 結ぶ。
 Cylindrocystis (フタバシモ, 新称): 星形の葉緑体が2個あるので命名。学名の cylindrocystis は, ギリシャ語の kylin-dros (円筒) と kystis (水胞, 浮き袋) から。brebissonii の Brebisson は有名なフランスの藻類学者の名前。jenneri は, Ralfs の著書「英国産のツヅミモ類, 1848」の見事な図を描いた Jenner に因む。
 Debarya (ホネオリ, 新称): ヒザオリ亜科に属し, 接合過程がホシミドロモドキと同じ性質を持つ(山岸, 1977)ので, ヒザオリモドキとしたかったが, 学名の意味から Mougeotiopsis にヒザオリモドキが取られた。形態からと, 命名に骨折したので命名。Debarya はフランスの藻類学者 deBary に因む。本邦未産であるが(山岸, 1977), 骨を折れば本邦からも見つかるかもしれないという期待も込めたい。
 Desmidium (チリモ): 命名者, 命名年, 名前の意味などは不詳。コウガイチリモが1900年の命名なので, チリモはそれ以前と推定される。広辞苑(岩波), 大辞林(三省堂)では塵藻となっており, 塵を連想させるが, つながった細胞が回転しており, 非常に綺麗な糸状藻である。縮れた, という意味を表す「ちりちり」からではないかと思う。山岸(私信)によれば, 鼓を打つ時, 三味線に入れる合の拍子の言葉の「チリタッタ」からではないかという。つまり, ツヅミは既にツヅミモに付けられたので, 鼓につきもののチリタッタからチリモと命名されたとのことである。Desmidium はギリシャ語の desmos (結び付けるもの, 又はぎざな)に由来。apto は備える, gonum は角度のある。swartzii は, 人名(Swartz)から。
 Docidium (ウネリマクラ, 新称): 横から見た枕が, 小波を打った形。本藻は始めナミマクラとしたが(濱田, 1990), 既に海産褐藻の Elachista fucicola に与えられていたので変更。Docidium はギリシャ語の dokidion (小さい棒)から。undulatum は波打った, うねるの意のラテン語。
 Euastrum (イボマタモ, 新称): 細胞の形態が, 疣だらけの股のようである。学名は Euastrum。ギリシャ語の eu (本当の)と astron (星)の合成。種名

の ansatum はラテン語で柄のある。oblongum はやや長い, 楕円形の。verrucosum は疣(いぼ)の, 疣だらけの。

Gonatozygon (ケズネモ): 市村(1973)によれば, 「私の仲間のひとり, Gonatozygon のことをケズネモと呼んだ。上品ではないが, 特徴を良く表現していると思う」とある。Gonatozygon は, ギリシャ語の goneia (角度のある)と zygo (つながった)から。細胞が曲がりながらつながっている様子からと思われる。種名の brebissonii は Cylindrocystis の項を参照。monotaenium は mono (1つの)と taenium (帯)から。

Haplotaenium (ヒトツオビコウガイ): コウガイチリモ属から別れた新属(坂東, 1988)。葉緑体が中心に1本あるところから命名。Haplotaenium は1本の帯の意味。minutum はラテン語で大変小さな, rectum は真っ直な。

Hyalotheca (シラタキミドロ, 新称): 糸状に連なった藻がシラタキのような寒天質で包まれているので命名。hyalotheca はギリシャ語の hyalos (無色)と theca (容器又は包み)から。dissiliens は飛び散る, mucosa は粘液の。

Mesotaenium (サヤマメモ, 新称): 形が莢豆に似ているので命名。Mesotaenium は, ギリシャ語の mesos (中央)と taenia (帯)から。

Micrasterias (アワセオオギ, 新称): 既に藻類研究法(1979)には, クンシヨウチリモの名がある。しかし, 形が扇子を2個合わせた種が多い上, クンシヨウモやチリモは和名として既にあり, まぎらわしいのでアワセオオギとした。Micrasterias はギリシャ語の micros (小さい)と astron (星)から。種名の apiculata は短く太い尖りのある。ceylanica はセイロン(国名)の, decemdentata は10の歯のある, notata は印を付けた(英語の note)。pinnatifida は羽毛(pinna)のように(fidus)裂けた, thomasiana は人名(Thomas)から, truncata は切断された。

Mougeotia (ヒザオリ): 有性生殖で接合子を作る際, 膝を折ったように曲がることから付けられたという。岡村(1902)にはなく, 岡村(1916)には見える。Mougeotia は, 19世紀の藻類学者 A. Mougeot に因む。scalaris はラテン語で梯子の。M. scalaris は, 斎田(1910)により, ハシゴモと命名されている。virescens はラテン語で淡緑色の。

Mougeotiella (ステゴヒザオリ, 新称): ヒザオリに似ており, しかも接合の際, 細胞の一部は配偶子に

ならず、細胞質残滓（ざんさい）として配偶子形成に関与せず捨てられる（山岸，1977）ので命名。

Mougeotiella は Mougeotia（ヒザオリ），ella は小さいことを示す接尾辞。sphaerocarpa の sphaero は球形の，carpa は果実，即ち接合子。

Mougeotiopsis（ヒザオリモドキ，新称）：Mougeotiopsis は Mougeotia の外観を持ったと言う意味。ヒザオリ亜科に属し，接合過程がホシミドロ，アオミドロと同じ性質を持つ（山岸，1977）ところから命名。

Neozygonema（ステゴホシミドロ，新称）：ホシミドロに似ており，しかも接合過程が，ステゴヒザオリと同じ（山岸，1977）ところから命名。Neo はギリシャ語の Neos（新しい）から。

Netrium（ハタヒモ，新称）：細胞の外形が機（ハタ）を織るときの子（ヒ）に似ているので命名したが，もともと Netrium はギリシャ語で，機織の子を意味する Netron からであった。digitus はラテン語で指。interruptum は，ラテン語で散らばった，まばらな。

Penium（タテブエモ，新称）：細胞の形が縦笛に似ている所から命名。Penium はラテン語の penna（ペン，羽）からと思われる。cylindrus は筒，margaritaceum は真珠状の，phymatosporum の phymato は腫瘍またはふくらみ，sporum は孢子。silvae-nigrae は黒い森，spinospermum は刺のある実，spirostriolatum は螺旋形でわずかに縞の入った。

Pleurotaenium（コウガイチリモ）：細胞の形が，歌麿などの浮世絵の美人女性が髪飾りに挿している棒状の笄（こうがい）に似ているところから。但し，旧仮名遣いで，「かうがいちりも」とある（大野，1900）。Pleurotaenium はギリシャ語で複数の帯。葉緑体が多くあり，細胞壁の周囲に分布しているところから。ehrenbergii は Closterium の項を参照。nodosum は節のある，顕著につながった，特に P. nodosum をコブコウガイチリモ（新称）とする。trabecula はラテン語で小さな柱。

Roya（ナギナタモ，新称）：細胞の形が長刀（なぎなた）に似ている。Roya は藻類学者の J. Roy から。anglica はイギリスの，cambrica はウェールズの。

Sirocladium（ジカヒザオリ，新称）：ヒザオリ亜科に属する。Siro はギリシャ語の seira（series，連続）cladium はラテン語で枝（のある）。

Sirogonium（スジミドロ，新称）：アオミドロに似ているが，葉緑体が縦に筋の入った形から命名。Sirogonium は，ギリシャ語の seira と gon（生殖質

の構造）を合わせたもの。sticticum は，ラテン語でスポットのある。

Sphaeroszma（カギトマキミドロ，新称）：イトマキミドロに似た細胞が，鍵に似た突起で連なるので命名。Sphaeroszma は，ギリシャ語の sphaero（球形の）から。szma は不明。aubertianum は，19世紀の植物生理学者の Aubert からと思われる。granulata は粒状の。

Spinoclosterium（トゲミカツキモ）：ミカツキモに似ているが，細胞の両端に刺がある。Spinoclosterium は刺のあるミカツキモの意。日本淡水藻類図鑑（1977）に出ている。cuspidatum はラテン語で突然細くなる，短く固い尖端。

Spirogyra（アオミドロ）：青味泥（岩波，広辞苑）。ミドロは血みどろ等のみどろ，または緑が転じたものとも思われる。アオミドロの名は大野直枝（1899），松村（1897，1904）に見えるという（旧仮名遣いでは，あをみどろ）。Spirogyra は，ギリシャ語の speira（コイル，とぐろに巻いた物，螺旋形の）と gyros（からみ合わせる，前後に曲がっている）の合成形で，その葉緑体の形態から，種名の fluviatilis はラテン語で川や小川に生えている。gracilis は細い，優美な，S. gracilis の和名はヒメアオミドロ（斎田，1910）。micropunctata の micro は小さな，punctata は表面があばたのような。yunnanensis の Yunnan はラテン語で中国の雲南，…ensis は…産の。

Spirotaenia（ネジモ，新称）：葉緑体がネジのように巻いているので命名。Spirotaenia はギリシャ語の speira（螺旋状の）と taenia（帯）から，erythrocephala の erythro は赤い，cephala は頭，condensata は，ラテン語で一緒に込み合った。oblonga はラテン語で先端が丸く楕円形の。obscura は黒い，暗いまたは不明瞭な。

Spondylosium（イトマキミドロ，新称）：糸状に連なった細胞の1個は糸巻きに似ているところから命名。Spondylosium はギリシャ語の spondylus（二枚貝）から。細胞が二枚貝に似ている。moniliforme は，一列のビーズ，またはネックレス状の，leutke-muelleri は19世紀末～20世紀初めの藻類学者，J. Lütke-müller から。

Staurastrum（ホシガタモ）：細胞全体が星型をしている。新称のつもりでいたが（濱田，1990），既にこの和名は広瀬（1959）に見える。この属はかなり大きく，様々な形態のものが含まれている。

Staurastrum はギリシャ語の stauron (十字又は交叉) と astron (星) の合成。aculeatum はラテン語で刺すような, armigerum は武器を持った。cerastes はツノヘビ, controversum は争いの, furcigerum はさすまたを持ったの意か? japonicum は日本の, ornatum は飾られた, 立派な。subsaltans は塩基性塩。

Temnogametum (ニセヒザオリ, 新称): ヒザオリ亜科に属し, ニセアオミドロと同様の性質を持つ (山岸, 1977) ので命名。Temnogametum はギリシャ語の temno (切断, 通過) と gametum (配偶子) の合成形。boreale はラテン語で, 北の。

Temnogyra (ニセアオミドロ, 新称): 山岸 (1977) によれば, アオミドロ亜科に属し, ニセヒザオリ同様, 不稔細胞と接合管を生ずるので命名。Temnogyra はギリシャ語の temno と gyros (絡み合わせる) の合成形。punctata は Spirogyra を参照。

Tetmemorus (カメガンシラモ, 新称): 亀頭に似ているので命名。亀頭は音読みしない方が上品(?)。Tetmemorus の morus は桑。laevis は滑らかな。

Triploceras (オニノカナボウ): 細胞の形態から命名された。水野 (1964) に見える。学名の Triploceras はギリシャ語の triploos (3倍の) と ceras (角または角状の突起) に由来。gracile は Closterium の項を参照。

Xanthidium (トゲツヅミモ, 新称): トゲのあるツヅミモ状の形態から命名。Xanthidium はギリシャ語の xanthi (黄色) から, dium は空。apiculatum は短く, 太い尖りのある。

Zygnema (ホシミドロ): 1個の細胞に2個ある葉緑体の形が星形をしている。ホシミドロの名は既に岡村 (1902) に出ている。遠藤吉三郎 (年代不詳) により, ホシガタミドロと呼ばれ, 川村 (1918) でも使われたという (山岸, 私信)。Zygnema はギリシャ語の zygon (軛, くびき) と nema (糸) との合成形で, その葉緑体の形態から。peliosporum の pelios は生命のある, porum は孔とか穴。

Zygnemopsis (ホシミドロモドキ): ホシミドロ亜科に属し, 接合過程はヒザオリモドキと同じなので命名された (山岸, 1967)。また, 水野 (1964) はニセホシミドロとしている。学名の Zygnemopsis は Zygnema のような形をした, quadrata は四面の。

Zygonium (ベツホンミドロ, 新称): ホシミドロに似ているが, 接合過程が少し別なので命名。Zygonium はギリシャ語の zygo (つながった) と goneia (角度のある) からと思われる。ericetorum は灌木の1種ヒースの生えた荒野の。

なお, 本稿は濱田 (1990) を元にした。

謝 辞

日本赤十字看護大学の千原光雄先生と日本大学農獣医学部の山岸高旺先生からは, 多くの御親切な御教示を戴いた。心から感謝の気持ちを表したい。

文 献

- 秋山 優・広瀬弘幸・山岸高旺・平野 實 1997. 緑藻綱. 275-759. 広瀬弘幸・山岸高旺編 日本淡水藻図鑑. 内田老鶴圃新社. 東京.
- 坂東忠司 1988. Haploetaenium, a new genus separated from Pleurotaenium (Desmidiaceae, Chlorophyta). Journ. Jap. Bot. 63: 169-178.
- 千原光雄 1997. 藻類の分類. 701-728. 西沢一俊・千原光雄編 藻類研究法. 共立出版. 東京.
- 濱田 仁 1990. 接合藻の生物学. pp 264 (自費出版).
- 市村輝宜 1973. 微細藻類の培養に関するあれこれ (5). -ミカヅキモ その1-遺伝 27(3): 64-68.
- 川村多実次 1918. 日本淡水生物学 (上巻). 裳華房. 東京.
- 松村任三 1897. 植物名彙. 3版.
- 松村任三 1904. 帝国植物名鑑. 東京.
- 水野壽彦 1964. 日本淡水プランクトン図鑑. 保育社. 大阪.
- 大野直枝 1899. あをみどろの一種に於ける接合の異例. 植雑 13: 212-214.
- 大野直枝 1900. かうがいちりも. 松村任三, 三好学編, 新撰日本植物図説, 下等陰花類部 1(9): 43.
- 岡村金太郎 1902. 日本藻類名彙. 敬業社. 東京.
- 岡村金太郎 1916. 日本藻類名彙. 第2版. pp 362. 成美堂書店. 東京.
- Ralfs, John 1848. The British Desmidiaceae. Reeve, Benham and Reeve. London.
- 斎田功太郎 1910. 内外普通植物誌, 下等植物篇. 大日本図書. 東京.
- 山岸高旺 1967. 日本産のテムノギラ属, ホシミドロモドキ属およびヂゴゴニウム属について. 日大農獣医. 教養. 紀要 2: 26-34.
- 山岸高旺 1977. 淡水藻図鑑. 内田老鶴圃新社. 東京.
- (930-01 富山市杉谷2630 富山医科薬科大学医学部)

Makoto M. Watanabe, Kiyoshi N. Satake, Tomiji Hagiwara, Sachiko Ono and Kenichi Aizawa: NIES-Collection- The Microbial Culture Collection at The National Institute For Environmental Studies

Makoto M. Watanabe, Kiyoshi N. Satake, Tomiji Hagiwara, Sachiko Ono* and Kenichi Aizawa*, The National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan*

The Microbial Culture Collection at the National Institute for Environmental Studies (NIES-Collection) was founded at 1983 as the first collection center of environmental organisms.

Although microalgae, bacteria and protozoa related to environmental problems will be preserved in this collection in the future, microalgae associated with water pollution and cleaning have been collected and preserved the most actively as the first step. The specific name, source, conditions of cultivation and preservation, purity, morphological and physiological characteristics, and environmental characteristics, of all the strains collected have been reexamined, and the revised data processed using a personal computer.

The first list of microalgae maintained in the NIES-Collection (Watanabe and Kasai 1985) offered 262 strains, together with the examples of NIES-Collection facilities, organization and fundamental pattern of research. Since then, as the result of our studies on many strains isolated by us and given by colleagues, a considerable number of new algal strains have been added and the supplementary lists (Watanabe and Kasai 1986, 1987), the second list (Watanabe and Kasai 1988) and the third list (Watanabe and Satake 1991) published. The total numbers of strains of algae in the NIES-Collection are now 510, most of which were originally isolated by phycologists in Japan during the last thirty years.

* Present address: Environmental Research Center, Co., Ltd., 3533-39 Kurihara, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan.

We list all the strains of microalgae preserved in the NIES-Collection together with their data on source and culture state.

Ordering and Distribution of Strains

The distribution of the strains is made through the Global Environmental Forum (GEF). All the strains are available to any academically and commercially interested individuals and organizations. Anyone who uses a strain in a paper which is subsequently published, is requested to give the full number of the strain, e.g. NIES-251, and send a reprint to the GEF. In order to prevent trouble, confusion, or difficulty in the collection, accumulation and processing of strain information and data, the distribution of any strain to a third party is strictly prohibited.

All orders for strains must be requested by letter. Orders should specify both the species name and its strain number. The address is:

Global Environmental Forum
c/o The National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan

Deliveries usually can be made within 3-4 weeks following receipt of the order, with an invoice indicating the number of cultures and the total charges (domestic individuals and organizations, ¥6,000 each; foreign ones, ¥8,000 each) and a Strain Receipt Form. The charge is made to cover the cost of production, packing, postage, etc. Upon

receipt of a strain, the Strain Receipt Form should be completed and returned to the GEF within the period designated by the GEF. If any culture is received in a non-viable, impure or atypical condition, the client is urged to inform the GEF. The unsatisfactory cultures are replaced with no fee if reported within the period designated. The GEF does not assume responsibility for loss or deterioration of cultures due to strikes or delay in customs of the recipient country.

Deposition of Strains

Investigators using newly-isolated algal strains in their researches are invited to send their strains to the Collection at any time they may have no objection to their distribution to other workers according to the above rules. The decision to accept the deposit of a strain is made by Committee for Evaluating Microbial Culture Strains composed of both microbiologists from this institute and authorities from other organizations. A strain for deposit in the NIES-Collection should fit the following criteria: 1) the source of the strain and the specific name should be established, though strains which have been used in a number of studies may be accepted even if only the generic name is known, 2) it should be a stable clonal strain in axenic or unialgal state, and 3) as a rule, deposited strains are available to the general public. At the discretion of Committee for Evaluating Microbial Culture Strains, some microalgae may be accepted for deposit, even if they did not meet the above criteria.

Prospective depositors should not send live material to the NIES-Collection in the first instance. Deposits must be made by applying first to the NIES-Collection which will furnish the relevant form.

Explanatory Notes to the List of Strains

The strains are listed by genus and species in alphabetical order. Strains under the same species are given in the order of their strain numbers. The number assigned to a

strain remains the same, regardless of any change in nomenclature. The strain number should be used with initials "NIES-". A detailed example of a strain description is presented below.

Achnanthes minutissima Kützing¹; freshwater²
71³ Kosaka River, Akita⁴, 1983⁵; axenic,
clonal⁶; *isol.* A. Yuri⁷

- 1) Scientific name with author (s)
- 2) Habitat
- 3) Strain number. The number should be used with the collection initials "NIES-", e.g. NIES-71
- 4) Collection site
- 5) Collection date
- 6) State of the strain
- 7) Isolator

LIST OF STRAINS

Achnanthes lanceolata Brébisson; freshwater
406 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai

Achnanthes longipes Agardh; marine
330 Kawazu, Shizuoka, 1985; unialgal,
clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Achnanthes minutissima Kützing; freshwater
71 Kosaka River, Akita, 1983; axenic,
clonal; *isol.* A. Yuri
407 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
408 Ashio, Gunma, 1987; clonal; *isol.* F.
Kasai
409 Ashio, Gunma, 1987; clonal; *isol.* F.
Kasai
410 Watarase River, Gunma, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
411 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
412 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
413 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
414 Ooe River (Ozegahara), Fukushima,
1987; unialgal; *isol.* F. Kasai

- Achnanthes minutissima* Kobayashi et Mayama var. *saprophila*; freshwater
372 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1985; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Actinastrum hantzschii* Lagerheim; freshwater
415 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Amphidinium britannicum* (Herdman) Lebour; marine
405 Hasaki, Ibaraki, 1987; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Amphidinium carterae* Hulburt; marine
331 Iriomote Isl., Okinawa, 1986; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Anabaena affinis* Lemmermann; freshwater
40 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Anabaena circinalis* Rabenhorst; freshwater
41 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Anabaena cylindrica* Lemmermann; freshwater
19 axenic
- Anabaena flos-aquae* Brébisson ex Bornet et Flahault f. *flos-aquae*; freshwater
73 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
74 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
75 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Anabaena solitaria* Klebahn f. *solitaria*; freshwater
80 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Anabaena spiroides* Klebahn; freshwater
76 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Anabaena spiroides* f. *crassa* (Lemmermann) Elenkin; freshwater
78 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Anabaena spiroides* Klebahn f. *spiroides*; freshwater
77 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
79 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
263 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Anabaena variabilis* Kützing; freshwater
23 unialgal
- Anabaenopsis circularis* (G. S. West) Woloszynska et Miller; freshwater
21 unialgal; *isol.* A. Watanabe
- Aphanizomenon flos-aquae* f. *gracile* (Lemmermann) Elenkin; freshwater
81 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Aphanocapsa montana* Cramer; freshwater
416 Nikko, Tochigi, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Asterionella glacialis* Castracane; marine
265 Matoya Bay, Mie, 1984; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
417 Maizuru Bay, Kyoto, 1985; unialgal, clonal; *isol.* C. E. Riquelme
- Astrephomene gubernaculifera* Pocock; freshwater
418 Kaisei, Kanagawa, 1981; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
419 Kaisei, Kanagawa, 1981; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
- Aulosira laxa* Kirchner; freshwater
50 Pusa, India; unialgal; *isol.* G. S. Venkataraman
- Brachiomonas submarina* Bohlin; marine, brackish

375 Hachinohe Harbor, Aomori, 1986;
axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Cachonina niei Loeblich III; marine

420 Iriomote Isl., Okinawa, 1986; axenic,
clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Calothrix brevissima G. S. West; freshwater

22 Parao Isl., 1941; unialgal; *isol.* A.
Watanabe

Calothrix crustacea Thuret; marine

266 Oshoro Bay, Hokkaido, 1972;
unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe

Calothrix parasitica (Chauvin) Thuret;
marine

267 Oshoro Bay, Hokkaido, 1972;
unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe

334 Oshoro Bay, Hokkaido, 1973;
unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe

Calothrix scopulorum (Weber et Mohr)
Agardh; marine

268 Oshoro Bay, Hokkaido, 1972;
unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe

Carteria crucifera Korschikov in Pascher;
freshwater

421 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; axenic,
clonal; *isol.* S. Suda

Carteria inversa (Korschikov) Bourrelly;
freshwater

422 Tsukuba, Ibaraki, 1982; axenic,
clonal; *isol.* F. Kasai
423 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983;
unialgal, clonal; *isol.* M. Erata
424 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* S. Suda

Carteria klebsii (Dangeard) France;
freshwater

426 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* S. Suda

Carteria multifilis (Fresenius) Dill; freshwater

427 Kashiwa, Chiba, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* M. M. Watanabe

Carteria obtusa Dill; freshwater

428 Kashiwa, Chiba, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* M. M. Watanabe

429 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; axenic,
clonal; *isol.* S. Suda

430 Kashiwa, Chiba, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* M. M. Watanabe

431 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; axenic,
clonal; *isol.* S. Suda

Carteria radiosa Korschikov; freshwater

432 Tsukuba, Ibaraki, 1985; axenic,
clonal; *isol.* S. Suda

Ceratium hirundinella (O. F. Müller)

Schrank; brackish, freshwater

376 Lake Hinuma, Ibaraki, 1986;
unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe

Chaetoceros debile Cleve; marine

270 Hachinohe Harbor, Aomori, 1985;
unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Chaetoceros sociale Lauder; marine

377 Shitaru Harbor, Shizuoka, 1985;
unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Chamaesiphon polymorphus Geitler;
freshwater

433 Lake Mashu, Hokkaido, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai

Chamaesiphon subglobosus Lemmermann;
freshwater

434 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai

Characium maximum S. Watanabe; soil

154 Sasebo, Nagasaki, 1975; unialgal; *isol.*
S. Watanabe

Characium polymorphum Printz; freshwater

436 between Ghorepani and Billethadi,
Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T.
Ichimura

Chattonella antiqua (Hada) Ono; marine

1 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1978;
axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe

- 2 Osaka Bay, Osaka, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yamochi
- 83 Off Hiketa, Seto Inland Sea, 1977; axenic, clonal; *isol.* C. Ono
- 84 Off Hiketa, Seto Inland Sea, 1972; axenic, clonal; *isol.* T. Okaichi
- 85 Shodo Isl., Kagawa, 1978; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 86 Uranouchi Bay, Kochi, 1980; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 113 Naoshima Isl., Kagawa, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 114 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 161 axenic, clonal
- Chattonella marina* (Subrahmanyam) Hara et Chihara; marine
- 3 Osaka Bay, Osaka, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yamochi
- 14 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 115 Kinko Bay, Kagoshima, 1978; axenic, clonal; *isol.* Aramaki & Yoshimatsu
- 116 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1981; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 117 Naoshima Isl., Kagawa, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 118 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- 121 Kagoshima Bay, Kagoshima, 1982; axenic, clonal; *isol.* T. Aramaki
- Chlamydomonas augustae* S. Watanabe var. *ellipsoidea*; soil
- 158 Sumatra, Indonesia, 1979; axenic, clonal; *isol.* S. Watanabe
- Chlamydomonas fasciata* Ettl; freshwater
- 437 Tsukuba, Ibaraki, 1984; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Chlamydomonas monadina* Stein var. *monadina*; freshwater
- 438 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Chlamydomonas monticola* S. Watanabe; soil
- 157 Mt. Shiroumadake, Nagano, 1980; axenic, clonal; *isol.* S. Watanabe
- Chlamydomonas neglecta* Korschikov in Pascher; freshwater
- 439 Tsukuba, Ibaraki, 1984; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Chlamydomonas parkeae* Ettl; marine
- 440 Izumi Bay, Nagasaki, 1986; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- 441 Hachinohe Harbor, Aomori, 1985; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Chlamydomonas pulsatilla* Wollenweber; freshwater
- 122 Muroran, Hokkaido, 1966; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Chlorella pyrenoidosa* Chick; freshwater
- 226 axenic, clonal
- Chlorella vulgaris* Beijerinck; freshwater
- 227 axenic; *isol.* A. Watanabe
- Chlorogonium metamorphum* Skuja; freshwater
- 123 Niseko, Hokkaido, 1964; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 446 Tsuchiura, Ibaraki, 1985; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Chloromonas insignis* (Anachin) Gerloff et Ettl; freshwater
- 447 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Chlorosarcinopsis caeca* S. Watanabe; soil
- 160 Tottori, 1972; unialgal; *isol.* S. Watanabe
- Chlorosarcinopsis delicata* S. Watanabe; soil
- 153 Kyoto, Kyoto, 1975; axenic, clonal; *isol.* S. Watanabe
- Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs; freshwater
- 124 Daramshara, Nepal, 1965; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 125 Rukumkot, Nepal, 1965; axenic,

- clonal; *isol.* T. Ichimura
126 Muna, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
127 Sapporo, Hokkaido, axenic, clonal; *isol.* Y. Nishihama
448 axenic, clonal
- Closterium aciculare*** W. et G. S. West
 var. *subpronum*; freshwater
258 Lake Biwa, Shiga, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
259 Lake Biwa, Shiga, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
260 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Closterium calosporum*** Wittrock
 var. *calosporum*; freshwater
271 Vermont, U.S.A.; unialgal, clonal; *isol.* P. W. Cook
- Closterium calosporum*** var. *galiciense*
 Gutwinski; freshwater
128 Ibaraki, axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
162 Ibaraki, unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
163 Ginama, Okinawa, 1973; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
164 Ginama, Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
165 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
166 Kagawacho, Kagawa, 1974; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
167 Kagawacho, Kagawa, 1974; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
168 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium calosporum*** var. *himalayense* M. Watanabe; freshwater
169 Shewaden, Nepal, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
170 Suke, Nepal, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
171 Suke, Nepal, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
336 Suke, Nepal, 1972; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Closterium ehrenbergii*** Meneghini ex Ralfs; freshwater
228 Ebina, Kanagawa, 1975; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
229 Ebina, Kanagawa, 1975; axenic; *isol.* T. Ichimura
- Closterium gracile*** Brébisson ex Ralfs; freshwater
179 Kathmandu, Nepal, 1968; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
180 Kathmandu, Nepal, 1968; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium incurvum*** Brébisson; freshwater
181 Dhorpatan, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
337 Nawakot, Nepal, 1965; unialgal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium moniliferum*** (Bory) Ehrenberg ex Ralfs var. *moniliferum*; freshwater
172 unialgal
173 Kitaadachigun, Saitama, 1969; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
174 Ghorepani, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium moniliferum*** var. *submoniliferum* (Woronichin) Krieger; freshwater
182 Kitaadachigun, Saitama, 1969; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
183 Kitaadachigun, Saitama, 1969; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium navicula*** (Brébisson) Lütkenmüller; freshwater
175 Chingkhola, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
176 Ghorepani, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
177 Billethadi, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
178 Shewaden, Nepal, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Closterium peracerosum-strigosum-littorale***

- complex; freshwater
- 51 Katsuta, Ibaraki, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe, 1974
- 52 Katsuta, Ibaraki, 1974; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 53 Katsuta, Ibaraki, 1974; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 54 Katsuta, Ibaraki, 1974; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 55 Katsuta, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 56 Katsuta, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 57 Katsuta, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe, 1975
- 58 Mito, Ibaraki, 1975; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 59 Mito, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 60 Mito, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 61 Mito, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 62 Katsuta, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 63 Katsuta, Ibaraki, 1975; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 64 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 65 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 66 Piuthan, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 67 Damchan, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 68 Damchan, Nepal, 1965; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 69 Lake Teganuma, Chiba, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 70 Lake Teganuma, Chiba, 1974; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 261 Katsuta, Ibaraki, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- 262 Piuthan, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium pleurodermatum* West et West; freshwater
- 449 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium praelongum* var. *brevius* Nordstedt; freshwater
- 450 Nawakot, Nepal, 1965; axenic; *isol.* T. Ichimura
- 451 Billethadi, Nepal, 1965; mixed; *isol.* T. Ichimura
- Closterium pusillum* var. *maius* Raciborski; freshwater
- 185 Billethadi, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium rostratum* var. *subrostratum* Krieger; freshwater
- 338 Kathmandu, Nepal, 1968; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium selenastrum* M. Watanabe; freshwater
- 339 Mt. Yonaha, Okinawa, 1972; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 340 Mt. Yonaha, Okinawa, 1972; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium spinosporum* var. *crassum* M. Watanabe; freshwater
- 186 Lake Akan, Hokkaido, 1973; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
- 187 Mt. Yonaha, Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 341 Mt. Yonaha, Okinawa, 1972; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium spinosporum* var. *malaysiense* M. Watanabe; freshwater
- 188 Penang, Malaysia, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- 189 Penang, Malaysia, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Closterium spinosporum* var. *ryukyense* M. Watanabe; freshwater
- 191 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 192 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- 193 Iriomote Isl., Okinawa, 1973;

- unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium spinosporum* Hodgetts
var. *spinosporum*; freshwater
194 Tsukudemura, Aichi, 1972; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
195 Tsukudemura, Aichi, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
196 Tsukudemura, Aichi, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
197 Tsukudemura, Aichi, 1972; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Closterium tumidum* Johnson
198 Billethadi, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium venus* Kützing ex Ralfs; freshwater
199 Kathmandu, Nepal, 1968; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Closterium wallichii* Turner; freshwater
200 Kitaadachigun, Saitama, 1969; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
201 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
202 Ghasa, Nepal, 1965; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Coelastrum astroideum* De Notaris; freshwater
129 Lake Shoji, Yamanashi, 1981; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
130 Lake Shoji, Yamanashi, 1981; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
244 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
342 Lake Kawaguchi, Yamanashi, 1981; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Coelastrum morus* W. et G. S. West; freshwater
231 Hachijo Isl., Tokyo, 1984; axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Coelastrum proboscideum* Bohlin; freshwater
131 Near Tukcha, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn; freshwater
132 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn var. *reticulatum*; freshwater
245 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Coolia monotis* Meunier; marine
343 Hachijo Isl., Tokyo, 1984; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Coscinodiscus granii* Gough; marine
273 Hachinohe Harbor, Aomori, 1985; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Cosmarium contractum* Kirchner; freshwater
133 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Cosmarium hians* Borge; freshwater
452 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
- Cosmocladium constrictum* (Archer) Archer; freshwater
248 Lake Biwa, Shiga, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Cricosphaera roscoffensis* (Dangeard) Gayral et Fresnel; marine
8 Osaka Bay, Osaka, 1978; axenic, clonal; *isol.* S. Yamochi
- Cryptomonas ovata* Ehrenberg; freshwater
274 Tsuchiura, Ibaraki, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
275 Tsuchiura, Ibaraki, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- Cryptomonas platyuris* Skuja; freshwater
276 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
344 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- Cryptomonas rostratiformis* Skuja; freshwater

- 277 Hongo, Hiroshima, 1983; unialgal, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 278 Hongo, Hiroshima, 1983; unialgal, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 345 Sugadaira, Nagano, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- Cryptomonas tetrapirenoidosa* Skuja; freshwater
- 279 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 280 Sugadaira, Nagano, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 281 Minamiizu, Shizuoka, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 282 Tsuchiura, Ibaraki, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 346 Sugadaira, Nagano, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 347 Minamiizu, Shizuoka, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- 348 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. Ishimitsu
- Cyanidium caldarium* (Tilden) Geitler; hot spring
- 250 unialgal
- Cyanophora paradoxa* Korschikoff
- 547 axenic; *isol.* E. Pringsheim
- Cylindrocystis brebissonii* Meneghini
var. *brebissonii*; freshwater
- 349 Lake Onuma, Hokkaido, 1967; axenic, clonal; *isol.* M. Haga
- Dictyochloropsis irregularis* Nakano et Isagi; aerial
- 378 Akkeshi, Hokkaido, 1982; unialgal; *isol.* Y. Isagi
- Dictyosphaerium pulchellum* Wood; freshwater
- 453 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1988; unialgal, clonal; *isol.* T. Yanai
- Dimorphococcus lunatus* A. Brown; freshwater
- 134 Ozegahara, Gunma, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- 135 Tsuchiura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Dinobryon divergens* Imhof; freshwater
- 284 Lake Biwa, Shiga, 1983; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow et Heurck; marine
- 350 Shimoda, Shizuoka, 1985; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Docidium undulatum* Bailey var. *undulatum*; freshwater
- 285 Oze, Fukushima, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Draparnaldia plumosa* (Vaucher) Agardh; freshwater
- 454 Shirai River, Sapporo, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Echinospaeridium nordstedtii*
Lemmermann; freshwater
- 137 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Eremosphaera gigas* (Archer) Fott et Kalina; freshwater
- 379 Shinobugaoka, Osaka, 1968; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Eremosphaera viridis* De Bary; freshwater
- 380 Oze, Fukushima, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Errerella bornhemiensis* Conrad; freshwater
- 455 Between Ghorepani and Billethadi, Nepal, 1965; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Eudorina elegans* Ehrenberg; freshwater
- 351 Lake Biwa, Shiga, 1983; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Eudorina elegans* Ehrenberg var. *elegans*; freshwater
- 456 Chiyodaku, Tokyo, 1977; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki

- 457 Chiyodaku, Tokyo, 1977; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
- Eudorina elegans* var. *synoica* (Ehrenberg) Goldstein; freshwater
458 Midoriku, Yokohama, Kanagawa, 1980; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
- Eudorina illinoisensis* (Kofoid) Pascher; freshwater
459 Nakaharaku, Kawasaki, Kanagawa, 1984; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
460 Nakaharaku, Kawasaki, Kanagawa, 1984; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
- Euglena clara* Skuja; freshwater
253 Higashiyata River, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Euglena gracilis* Klebs; freshwater
47 axenic, clonal
48 axenic, clonal
- Euglena gracilis* var. *bacillaris* Pringsheim; freshwater
49 axenic, clonal
- Euglena mutabilis* Schmitz; freshwater
286 Takatori River, Ibaraki, 1984; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kützing) Rabenhorst; freshwater
461 Mt. Tsukuba, Ibaraki, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Eunotia serra* Ehrenberg var. *serra*; freshwater
352 Tsukiyono, Gunma, 1985; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Eutreptiella gymnastica* Throndsen; marine
381 Yashima Bay, Kagawa, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Fibrocapsa japonica* Toriumi et Takano; marine
136 Tsuda Bay, Kagawa, 1978; axenic, clonal; *isol.* K. Yuki
- 462 Hasaki, Ibaraki, 1987; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Fragilaria capucina* Desmazières; freshwater
391 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1985; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Gephyrocapsa oceanica* Kamptner; marine
353 Tsushima, Nagasaki, 1986; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Glenodiniopsis uliginosa* (Schilling) Woloszynska; freshwater
463 Shizukuishi, Iwate, 1984; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Gloeomonas lateperforata* (Skuja) Ettl; freshwater
464 Tsukuba, Ibaraki, 1982; axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Gomphonema gracile* Ehrenberg var. *gracile*; freshwater
465 Ashio, Gunma, 1987; clonal; *isol.* F. Kasai
- Gomphonema parvulum* Kützing var. *parvulum*; freshwater
466 Shirai River, Sapporo, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
467 Shirai River, Sapporo, 1987; *isol.* F. Kasai
- Gonatozygon brebissonii* De Bary; freshwater
138 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; axenic, clonal
139 Lake Shoji, Yamanashi, 1981; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Gonatozygon monotaenium* De Bary; freshwater
247 Tsukiyono, Gunma, 1984; axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
287 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Gonium pectorale* Müller var. *pectorale*; freshwater
468 Kohokuku, Yokohama, Kanagawa,

- 1979; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
469 Kohokuku, Yokohama, Kanagawa, 1979; axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
- Gonium viridistellatum* M. Watanabe; freshwater
288 Okinawa, Okinawa, 1973; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
289 Okinawa, Okinawa, 1973; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
290 Okinawa, Okinawa, 1973; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Gymnodinium breve* Davis; marine
140 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1979; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Gymnodinium fuscum* Stein; freshwater
470 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Gymnodinium nagasakiense* Takayama et Adachi; marine
249 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1980; axenic, clonal; *isol.* K. Yuki
- Gymnodinium sanguineum* Hirasaka; marine
11 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1979; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
141 Uchinomi Bay, Kagawa, 1979; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Gyrodinium falcatum* Kofoid et Swezy; marine
142 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1981; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Gyrodinium instriatum* Freudenthal et Lee; marine
143 Shodo Isl., Kagawa, 1978; axenic, clonal; *isol.* K. Yuki
354 Shimoda Harbor, Shizuoka, 1985; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Haematococcus pluvialis* Flotow; freshwater
144 Sapporo, Hokkaido, 1964; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Hafniomonas montana* (Geitler) Ettl et Moestrup; freshwater
257 Tsukuba, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Hemidinium nasutum* Stein; freshwater
471 Tsuchiura, Ibaraki, 1987; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Heterocapsa pygmaea* Loeblich, Schmidt et Sherley; marine
472 Kashiwazaki, Niigata, 1986; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
473 Izuhara, Nagasaki, 1986; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Heterocapsa triquetra* Stein; marine
7 Osaka Bay, Osaka, 1981; axenic, clonal; *isol.* S. Yamochi
235 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Heterosigma akashiwo* (Hada) Hada; marine
4 Fukuyama Bay, Hiroshima, 1966; axenic, clonal; *isol.* H. Iwasaki *et al.*
5 Gokasho Bay, Mie, 1966; axenic, clonal; *isol.* H. Iwasaki *et al.*
6 Osaka Bay, Osaka, 1979; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
9 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
10 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
145 Nomaie, Kagoshima, 1978; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
146 Shido Bay, Kagawa, 1978; axenic, clonal; *isol.* K. Yuki
293 Onagawa Bay, Miyagi, 1984; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brébisson ex Ralfs; freshwater
147 Nagatoro, Saitama, 1969; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
148 Nagatoro, Saitama, 1969; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
149 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
150 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1975; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura

Hyalotheca dissiliens var. *dissiliens* f.
tridentula (Nordstedt) Boldt; freshwater
294 Tsukuba, Ibaraki, 1982; unialgal,
clonal; *isol.* F. Kasai

Hydrodictyon reticulatum (Lagerheim)
Lagerheim; freshwater
295 Kitakawachigun, Osaka, 1968;
unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura

Katodinium rotundatum (Lohmann)
Loeblich; marine
356 Hachinohe Harbor, Aomori, 1985;
axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Lagerheimia ciliata (Lagerheim) Chodat;
freshwater
382 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai

Leptocylindrus danicus Cleve; marine
383 Mera Harbor, Shizuoka, 1985;
unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi

Lobomonas monstrosa Korschikov;
freshwater
474 Iwaki, Fukushima, 1984; unialgal,
clonal; *isol.* S. Suda

Melosira ambigua (Grunow) O. Müller;
freshwater
20 Tsuchiura, Ibaraki, 1983; axenic,
clonal; *isol.* F. Kasai

Melosira granulata var. *angustissima* O.
Müller; freshwater
332 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* F. Kasai

Melosira granulata var. *angustissima* f.
spiralis Hustedt; freshwater
333 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* T. Hiwatari

Merismopedia tenuissima Lemmermann;
freshwater
230 Tsukuba, Ibaraki, 1984; unialgal,
clonal; *isol.* F. Kasai

Mesostigma viride Lauterborn; freshwater
296 Mitsukaido, Ibaraki, 1985; unialgal,
clonal; *isol.* S. Suda
475 Mitsukaido, Ibaraki, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* S. Suda
476 Mitsukaido, Ibaraki, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* S. Suda
477 Mitsukaido, Ibaraki, 1986; unialgal,
clonal; *isol.* S. Suda

Micractinium pusillum Fresenius; freshwater
151 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* F. Kasai

Micrasterias crux-melitensis (Ehrenberg)
Hassall ex Ralfs; freshwater
152 Kathmandu, Nepal, 1968; unialgal,
clonal; *isol.* T. Ichimura

Micrasterias foliacea Bailey ex Ralfs var.
foliacea; freshwater
297 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983;
unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai

Microcystis aeruginosa Kützing f. *aeruginosa*;
freshwater
44 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974;
axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
87 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
axenic, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
88 Lake Kawaguchi, Yamanashi, 1981;
unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
89 Lake Kawaguchi, Yamanashi, 1981;
axenic, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
90 Lake Kawaguchi, Yamanashi, 1981;
unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
91 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
99 Lake Suwa, Nagano, 1982; unialgal,
clonal; *isol.* M. H. Watanabe
100 Lake Suwa, Nagano, 1982; unialgal,
clonal; *isol.* M. H. Watanabe
101 Lake Suwa, Nagano, 1982; unialgal,
clonal; *isol.* M. Watanabe
298 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
299 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1979;
unialgal, clonal; *isol.* N. Takamura

- Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae* (Wittrock) Elenkin; freshwater
 98 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 478 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1977; unialgal; *isol.* O. Yagi
- Microcystis elabens* var. *minor* Nygaard; freshwater
 42 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Microcystis holsatica* Lemmermann; freshwater
 43 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1974; unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Microcystis viridis* (A. Brown) Lemmermann; freshwater
 102 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 103 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Microcystis wesenbergii* Komárek; freshwater
 104 Chiyodaku, Tokyo, 1982; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 105 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 106 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 107 Lake Kawaguchi, Yamanashi, 1981; axenic, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 108 Lake Suwa, Nagano, 1982; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 109 Lake Yogo, Shiga, 1982; unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 110 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
 111 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1978; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
 112 Lake Suwa, Nagano, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Microthamnion kutzingianum* Nägeli; freshwater
 479 Toyohira River, Sapporo, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Monomastix minuta* Skuja; freshwater
 255 Tsuchiura, Ibaraki, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
 256 Oze, Gunma, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Monoraphidium circinale* (Nygaard) Nygaard; freshwater
 480 Tsuchiura, Ibaraki, 1983; mixed; *isol.* S. Suda
- Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová; freshwater
 384 Lake Unagiike, Kagoshima, 1985; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová; freshwater
 385 Urizura, Ibaraki, 1984; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Myxosarsina burmensis* Skuja; freshwater
 481 Mt. Tsukuba, Ibaraki, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Nephroselmis* aff. *rotunda*; marine
 482 Ieshima Isls., Hyogo, 1984; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Nephroselmis astigmatica* Inouye et Pienaar; marine
 252 Tateyama Harbor, Chiba, 1983; axenic, clonal; *isol.* I. Inouye
- Nephroselmis olivacea* Stein; freshwater
 483 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
 484 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; axenic, clonal; *isol.* S. Suda
 485 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Nephroselmis viridis* Inouye; marine
 486 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Nitzschia longissima* var. *reversa* Grunow; marine
 358 Kawazu, Shizuoka, 1985; unialgal,

- clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith;
freshwater
487 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
488 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
489 Ashio, Gunma, 1987; clonal; *isol.* F.
Kasai
- Nostoc commune* Vaucher; freshwater
24 Kurobe Valley, Toyama; unialgal;
isol. A. Watanabe
38 Marble Point; unialgal; *isol.* O.
Holm-Hansen
- Nostoc linckia* (Roth) Bornet et Flahault;
freshwater
25 Kagoshima, Kagoshima; unialgal;
isol. M. Ishikawa
- Nostoc linckia* var. *arvense* C.B.Rao;
freshwater
28 Kagoshima, Kagoshima; unialgal;
isol. M. Ishikawa
- Nostoc minutum* Desmazières; freshwater
26 Ishigaki Isl., Okinawa; unialgal; *isol.*
M. Ishikawa
29 Ishigaki Isl., Okinawa; unialgal; *isol.*
M. Ishikawa
- Oedogonium obesum* (Wittrock) Hirn;
freshwater
203 axenic, clonal; *isol.* E. Saito
- Olisthodiscus luteus* Carter; marine
15 Tamano, Okayama, Seto Inland Sea;
axenic, clonal; *isol.* I. Inouye
- Oltmannsiellopsis unicellularis* Inouye et
Chihara; marine
359 Ieshima Isls., Hyogo, 1984; axenic,
clonal; *isol.* S. Suda
- Oltmannsiellopsis viridis* (Hargraves et
Steele) Chihara et Inouye; marine
360 Onagawa Bay, Miyagi, 1984; axenic,
clonal; *isol.* S. Suda
- Oscillatoria agardhii* Gomont; freshwater
204 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* S. Suda
205 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Oscillatoria amphibia* Agardh; marine
361 Asaji Bay, Nagasaki, 1985; unialgal,
clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Oscillatoria animalis* Agardh; freshwater
206 unialgal; *isol.* F. Murano
- Oscillatoria laetevirens* (Crouan) Gomont;
freshwater
31 Kawaji, Tochigi; unialgal; *isol.* M.
Ishikawa
- Oscillatoria limnetica* Lemmermann;
freshwater
36 Nakano, Tokyo; unialgal; *isol.* F.
Murano
- Oscillatoria raciborskii* Woloszyńska;
freshwater
207 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Oscillatoria rosea* Utermohl; marine
208 Asaji Bay, Nagasaki, 1983; unialgal,
clonal; *isol.* Y. Ichimura
- Oscillatoria tenuis* Agardh; freshwater
33 Setagaya, Tokyo; unialgal; *isol.* M.
Ishikawa
- Oxyrrhis marina* Dujardin; marine
494 Hachinohe, Aomori, 1988; mixed;
isol. T. Sawaguchi
- Pandorina morum* (Müller) Bory; freshwater
242 Lake Ozenuma, Fukushima, 1983;
axenic, clonal; *isol.* S. Suda
243 Lake Ozenuma, Fukushima, 1983;
axenic, clonal; *isol.* S. Suda
362 Lake Ozenuma, Fukushima, 1983;
axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Pediastrum angulosum* (Ehrenberg) ex

- Meneghini var. *angulosum*; freshwater
 300 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983;
 unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini;
 freshwater
 209 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
 axenic, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 301 Lake Shoji, Yamanashi, 1981;
 unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Pediastrum duplex* Meyen; freshwater
 212 Lake Kawaguchi, Yamanashi, 1981;
 unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
- Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex*;
 freshwater
 210 Tsukuba, Ibaraki, 1983; axenic,
 clonal; *isol.* A. Yuri
 213 Tsukuba, Ibaraki, 1983; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Hiwatari
- Pediastrum duplex* var. *gracillimum* W. et
 G. S. West; freshwater
 211 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
 214 Tsukuba, Ibaraki, 1983; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Hiwatari
- Pediastrum simplex* Meyen; freshwater
 215 Lake Biwa, Shiga, 1982; axenic,
 clonal; *isol.* M. H. Watanabe
 302 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs;
 freshwater
 216 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
 unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
- Pedinomonas minor* Korschikov; freshwater
 363 Tsukuba, Ibaraki, 1984; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Penium margaritaceum* (Ehrenberg) ex
 Brébisson; freshwater
 217 Rumalbhara, Nepal, 1965; axenic,
 clonal; *isol.* T. Ichimura
 303 Tsukiyono, Gunma, 1984; axenic,
 clonal; *isol.* F. Kasai
- Peridinium bipes* f. *globosum* Lindemann;
 freshwater
 495 Lake Onogawa, Fukushima, 1985;
 unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Peridinium bipes* f. *occultatum* (Lindemann)
 Lefèvre; freshwater
 364 Lake Unagiike, Kagoshima, 1985;
 axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
 496 Isobe, Mie, 1986; unialgal, clonal;
isol. T. Sawaguchi
 497 Lake Kizaki, Nagano, 1988; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Peridinium cunningtonii* Lemmermann;
 freshwater
 498 Shiogama, Miyagi, 1988; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Peridinium inconspicuum* subsp. *remotum*
 (Lefèvre) Lefèvre; freshwater
 499 Iwai, Ibaraki, 1985; unialgal, clonal;
isol. T. Sawaguchi
- Peridinium penardiforme* Lindemann;
 freshwater
 386 Kochi, Kochi, 1982; unialgal; *isol.* S.
 Yoshimatsu
- Peridinium polonicum* Woloszynska;
 freshwater
 500 Shiogama, Miyagi, 1988; axenic,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Peridinium volzii* Lemmermann; freshwater
 365 Ajiro, Iwate, 1984; axenic, clonal;
isol. T. Sawaguchi
 501 Tsuchiura, Ibaraki, 1986; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Peridinium wierzejskii* Woloszynska;
 freshwater
 502 Tsuchiura, Ibaraki, 1985; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Peridinium willei* Huitfeldt-Kaas; freshwater
 304 Tsukiyono, Gunma, 1984; axenic,

- clonal; *isol.* T. Sawaguchi
366 Tsuchiura, Ibaraki, 1985; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Phacus agilis* Skuja; freshwater
387 Kashiwa, Chiba, 1986; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim; marine
388 Hachijo Isl., Tokyo, 1984; unialgal; *isol.* T. Sawaguchi
- Phormidium foveolarum* Gomont; freshwater
32 Lake Shirakaba, Nagano; unialgal; *isol.* M. Ishikawa
34 Sendai, Miyagi; unialgal; *isol.* M. Ishikawa
- Phormidium foveolarum* Gomont; freshwater
503 Mt. Tsukuba, Ibaraki, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
504 Miyata River, Ibaraki, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
505 Watarase River, Gunma, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Phormidium jenkelianum* G. Schmid; freshwater
506 Watarase River, Gunma, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
507 Watarase River, Gunma, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Phormidium luridum* (Kützing) Gomont; freshwater
508 Takatori River, Ibaraki, 1984; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Phormidium molle* Gomont; freshwater
509 Watarase River, Gunma, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Phormidium mucicola* Huber-Pestalozzi et Naum; freshwater
510 Mt. Tsukuba, Ibaraki, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Phormidium ramosum* Boye-Petersen; freshwater
305 Takatori River, Ibaraki, 1984; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
511 Watarase River, Gunma, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont; freshwater
30 Akita, Akita; unialgal; *isol.* M. Ishikawa
512 Nagoya, Aichi, 1981; axenic; *isol.* N. Yamada
- Pinnularia acrosphaeria* W. Smith var. *acrosphaeria*; freshwater
367 Tsukiyono, Gunma, 1984; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Pinnularia gentilis* (Donkin) Cleve; freshwater
368 Tsukiyono, Gunma, 1985; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Pinnularia gibba* Ehrenberg; freshwater
513 Shirai River, Sapporo, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Planktonema lauterbornii* Schmidle; freshwater
514 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1988; axenic, clonal; *isol.* Y. Niiyama
- Plectonema radiosum* (Schiederm.) Gomont; freshwater
515 Nikko, Tochigi, 1987; unialgal; *isol.* F. Kasai
- Pleurotaenium cylindricum* var. *stuhlmanni* (Hieronymus) Krieger; freshwater
306 Niimi, Okayama, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Pleurotaenium ehrenbergii* var. *curtum* Krieger; freshwater
307 Nakagun, Wakayama, 1969; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
308 Nakagun, Wakayama, 1969; axenic, clonal; *isol.* T. Ichimura
311 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura

- Pleurotaenium ehrenbergii* (Brébisson) De Bary var. *ehrenbergii*; freshwater
 309 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
 310 Iriomote Isl., Okinawa, 1973; unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Pleurotaenium nodosum* (Bailey) Lundell var. *nodosum*; freshwater
 312 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Pleurotaenium ovatum* Nordstedt; freshwater
 313 Niimi, Okayama, 1983; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Polydriopsis spinulosa* (Schmidle) Schmidle; freshwater
 232 Tsukuba, Ibaraki, 1984; unialgal, clonal; *isol.* F. Kasai
- Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich III; marine
 516 Hachinohe, Aomori, 1988; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Prorocentrum dentatum* Stein; marine
 314 Hiuchi-Nada, Seto Inland Sea, 1979; unialgal, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Prorocentrum gracile* Schütt; marine
 315 Harima-Nada, Seto Inland Sea; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge; marine
 517 Lake Obuchinuma, Aomori, 1987; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Prorocentrum mexicanum* Osorio Tafall; marine
 317 Harima-Nada, Seto Inland Sea; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Prorocentrum micans* Ehrenberg; marine
 12 Osaka Bay, Osaka, 1981; axenic, clonal; *isol.* S. Yamochi
 218 Yashima Bay, Kagawa, 1978; axenic, clonal; *isol.* K. Yuki
 316 Matoya Bay, Mie, 1984; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller; marine
 237 Osaka Bay, Osaka, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
 238 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Prorocentrum triestinum* Schiller; marine
 13 Osaka Bay, Osaka, 1982; axenic, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
 219 Nomi Bay, Kochi, 1980; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Protoceratium reticulatum* (Claparède et Lachmann) Bütschli; marine
 318 Matoya Bay, Mie, 1984; axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
 319 Naoshima Isl., Kagawa, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Protogonyaulax affinis* Inoue et Fukuyo; marine
 518 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1980; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
- Protogonyaulax catenella* (Whedon et Kofoid) Taylor; marine
 220 Tsuda Bay, Kagawa, 1980; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
 519 Owase Bay, Mie; axenic, clonal; *isol.* T. Okaichi
 520 Hachinohe Harbor, Aomori, 1988; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Protogonyaulax tamarensis* (Lebour) Taylor; marine
 239 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1982; axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
 521 Hachinohe, Aomori, 1988; unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Pseudocarteria mucosa* (Korschikov) Ettl; freshwater
 522 Izumi, Miyagi, 1985; unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
 523 Higashiyata River, Ibaraki, 1983;

- unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
524 Izumi, Miyagi, 1985; unialgal, clonal;
isol. S. Suda
- Pseudopleurococcus printzii* var. *longissimus*
 S. Watanabe; soil
159 Kyoto, 1975; unialgal; *isol.* S.
 Watanabe
- Pterosperma cristatum* Schiller; marine
221 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Pyramimonas* aff. *amylifera*; marine
251 Yashima Bay, Kagawa, 1982; axenic,
 clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
320 Onagawa Bay, Miyagi, 1984; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Pyramimonas parkeae* Norris et Pearson;
 marine
254 Hachijo Isl., Tokyo, 1984; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Pyramimonas tetraarhynchus* Schmarda;
 freshwater
525 Sapporo, Hokkaido, 1986; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall et Dale;
 marine
222 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1981;
 axenic, clonal; *isol.* S. Yoshimatsu
321 Matoya Bay, Mie, 1984; axenic,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Scenedesmus acuminatus* var. *tetradesmoides*
 G. M. Smith; freshwater
92 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* T. Hiwatari
- Scenedesmus acutus* Meyen; freshwater
94 Kosaka River, Akita, 1983; axenic,
 clonal; *isol.* A. Yuri
95 Tsukuba, Ibaraki, 1983; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
120 Tsukuba, Ibaraki, 1983; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing;
 freshwater
93 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
119 Ozegahara, Gunma, 1983; unialgal,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson
 sensu Chodat; freshwater
96 Lake Shoji, Yamanashi, 1981; axenic,
 clonal; *isol.* M. Watanabe
- Scenedesmus serratus* (Corda) Bohlin;
 freshwater
97 Lake Shoji, Yamanashi, 1981;
 unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Schroederia setigera* (Schröder)
 Lemmermann; freshwater
246 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Scrippsiella precaria* Montresor et Zingone;
 marine
526 Hachinohe, Aomori, 1988; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III;
 marine
369 Hachinohe Harbor, Aomori, 1985;
 axenic, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Selenastrum capricornutum* Printz; freshwater
35 axenic, clonal
- Skeletonema costatum* (Greville) Cleve;
 marine
16 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1982;
 unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
17 Harima-Nada, Seto Inland Sea, 1983;
 unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
223 Shodo Isl., Kagawa, 1979; unialgal,
 clonal; K. Yuki
323 Off Kishiwada, Osaka Bay, 1985;
 axenic, clonal; *isol.* S. Yamochi
324 Off Kobe, Osaka Bay, 1985; axenic;
isol. S. Yamochi
- Spinoclosterium cuspidatum* (Bailey) Hirano;

- freshwater
325 Higashihiroshima, Hiroshima, 1983;
 unialgal, clonal; *isol.* T. Ichimura
- Spirulina platensis* (Nordstedt) Geitler; salt
 water
39 Lake Chad, Chad; axenic, clonal
46 Lake Texcoco, Mexico; axenic, clonal
- Spirulina platensis* (Nordstedt) Geitler;
 freshwater
45 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1975;
 unialgal, clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Spirulina subsalsa* Oersted; freshwater
27 axenic, clonal
- Spirulina subsalsa* Oersted; marine
527 Shikabe, Hokkaido, 1976; unialgal,
 clonal; *isol.* M. M. Watanabe
- Staurastrum dejectum* (Brébisson) Ralfs;
 freshwater
224 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981;
 unialgal, clonal; *isol.* M. Watanabe
- Staurastrum inconspicuum* Nordstedt;
 freshwater
390 Oze, Gunma, 1983; unialgal, clonal;
isol. F. Kasai
- Staurastrum paradoxum* Meyen; freshwater
528 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1982;
 unialgal, clonal; *isol.* M. H. Watanabe
- Stephanopyxis palmeriana* (Greville) Grunow;
 marine
327 Hachijo Isl., Tokyo, 1984; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Stichococcus bacillaris* Nägeli; freshwater
529 Watarase River, Gunma, 1987;
 unialgal; *isol.* F. Kasai
530 Watarase River, Gunma, 1987;
 unialgal; *isol.* F. Kasai
- Stigeoclonium aestivale* (Hazen) Collins;
 freshwater
531 Miyata River, Ibaraki, 1987;
 unialgal; *isol.* F. Kasai
- Stigeoclonium fasciculare* Kützing
 var. *fasciculare*; freshwater
532 Lake Mashu, Hokkaido, 1987; clonal;
isol. F. Kasai
- Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg var. *ulna*;
 freshwater
370 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1985;
 unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Synura peterusonii* Korschikov; freshwater
233 Higashiyata River, Ibaraki, 1983;
 axenic, clonal; *isol.* S. Suda
- Synura spinosa* Korschikov; freshwater
234 Tsuchiura, Ibaraki, 1983; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing;
 freshwater
225 Oze, Fukushima, 1983; unialgal,
 clonal; *isol.* M. M. Watanabe
371 Tsuchiura, Ibaraki, 1985; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Tetracystis chlorococcoides* (Korschikov)
 S. Watanabe; soil
155 Mt. Eboshidake, Nagasaki, 1975;
 axenic, clonal; *isol.* S. Watanabe
- Tetraedron incus* (Teiling) G. M. Smith;
 freshwater
392 Tsukuba, Ibaraki, 1984; unialgal,
 clonal; *isol.* F. Kasai
- Tetraselmis cordiformis* (Carter) Stein;
 freshwater
18 Oniishi, Gunma, 1980; axenic,
 clonal; *isol.* M. M. Watanabe
533 Mitsukaido, Ibaraki, 1985; axenic,
 clonal; *isol.* S. Suda
- Thalassionema nitzschioides* (Grunow)
 Hustedt; marine
534 Matoya Bay, Mie, 1984; unialgal,
 clonal; *isol.* T. Sawaguchi

- Thalassiosira pacifica* Gran et Angst; marine
535 Hachinohe Harbor, Aomori, 1987;
unialgal, clonal; *isol.* T. Sawaguchi
- Tolypothrix tenuis* Kützing; freshwater
37 Borneo; unialgal; *isol.* A. Watanabe
- Treubaria triappendiculata* Bernard;
freshwater
394 Lake Kasumigaura, Ibaraki, 1983;
axenic, clonal; *isol.* F. Kasai
- Ulothrix variabilis* Kützing; freshwater
329 Takatori River, Ibaraki, 1984;
unialgal, clonal; *isol.* S. Suda
- Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kützing;
freshwater
536 Hitachi, Ibaraki, 1987; unialgal; *isol.*
F. Kasai
537 Shirai River, Sapporo, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
- Urnella terrestris* Playfair; soil
156 Pokhara, Nepal, 1975; axenic, clonal;
isol. S. Watanabe
- Uroglena americana* Calkins; freshwater
395 Lake Biwa, Shiga, 1978; monoxenic;
isol. Y. Ishida
- Uronema confervicolum* Lagerheim;
freshwater
538 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
- Uronema gigas* Vischer; freshwater
539 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
540 Miyata River, Ibaraki, 1987;
unialgal; *isol.* F. Kasai
- Volvox aureus* Ehrenberg; freshwater
241 Nagatoro, Saitama, 1969; unialgal,
clonal; *isol.* T. Ichimura
396 Koshokugun, Nagano, 1983;
unialgal; Y. Ogasawara
- Volvox aureus* Ehrenberg var. *aureus*;
freshwater
541 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981;
axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
542 Lake Yamanaka, Yamanashi, 1981;
axenic, clonal; *isol.* H. Nozaki
- Volvox carteri* Stein; freshwater
397 Ichinomiya, Aichi, 1983; unialgal,
clonal; *isol.* Y. Ogasawara
398 Ichinomiya, Aichi, 1983; unialgal,
clonal; *isol.* Y. Ogasawara
- Volvox prolificus* Iyengar; freshwater
543 unialgal, clonal; *isol.* Y. Ogasawara
- Volvox tertius* Meyer; freshwater
544 Kisofukushima, Nagano, 1986;
unialgal; *isol.* Y. Ogasawara
- Volvolina steinii* Playfair; freshwater
545 Hayama, Kanagawa, 1980; axenic,
clonal; *isol.* H. Nozaki
546 Hayama, Kanagawa, 1980; axenic,
clonal; *isol.* H. Nozaki

Acknowledgement

Sincere thanks are expressed to all the members of the Committee for Evaluating Microbial Culture Strains devoted to the evaluation of microalgal strains for deposit, and their numerous considerations and suggestions for this publication.

References

- Watanabe, M. M. and F. Kasai. 1985. NIES-Collection List of Strains First Edition 1985 Microalgae. Microbial Culture Collection, The National Institute for Environmental Studies, Tsukuba.
- . 1986. Supplement to NIES-Collection List of Strains First Edition 1985 Microalgae. Microbial Culture Collection, The National Institute for Environmental Studies, Tsukuba.
- . 1987. Second Supplement to NIES-Collection List of Strains First Edition 1985 Microalgae. Microbial Culture Collection, The National Institute for Environmental Studies, Tsukuba.
- . 1988. NIES-Collection List of Strains Second Edition 1988 Microalgae and Protozoa. Microbial Culture Collection, The National Institute for En-

vironmental Studies, Tsukuba.
Watanabe, M. M. and K. N. Satake. 1991. NIES-Collection List of Strains Third Edition 1991 Micro-

algae and Protozoa. Microbial Culture Collection, The National Institute for Environmental Studies, Tsukuba.

渡辺 信・佐竹 潔・萩原富司・小野幸子・相沢賢一：NIES コレクションー
国立環境研究所微生物系統保存施設

国立環境研究所微生物系統保存施設で保存されている微細藻類510株について、それらの分譲条件・方法及び寄託条件・方法と共に、各々の種名、株番号、採集地、採集年、株の状態及び分離者名を掲載した。(305 茨城県つくば市小野川16-2 国立環境研究所生物圏環境部環境微生物研究室／微生物系統保存施設)

 新 刊 紹 介

水野寿彦・高橋永治編：日本淡水動物プランクトン検索図説 i-xix+532 pp. 1991.

東海大学出版会 15,450円

1977年に「日本淡水藻図鑑」(内田老鶴圃新社)が出て淡水藻の種名が調べ易くなった。これで日本の淡水藻分類学のアルファ段階は一応完了したと見る向きもあった。事実、幾つかの藻群は先輩諸学者の努力によりその段階に達し、上記の図鑑で同定できるようになった。しかし、池や沼の中から取り出した一握りの落葉や枯枝の絞り汁の培養から出現した藻類の中には見当さえつかないものが沢山あることも事実である。当時の我が国ではアルファ分類学の入口にも達していない藻群があったということになろう。このことは鞭毛をもって泳ぐ藻群に特に当てはまる。このなかまは昔は Flagellata と呼ばれ、「動く」ことから動物として扱われ、植物として市民権を得たのは前世紀の後半から今世紀初頭にかけてであり、現在でも動物学では原生動物門の一綱として扱われる。微小である、細胞がこわれ易い、観察がしにくいなどの理由から鞭毛藻類の研究はおろそかにされる傾向にあったが、最近、培養法の改良や電子顕微鏡技術の進歩からこの藻群の研究が容易となり、知見は急速に蓄積しつつある。とは言っても本格的な研究の歴史は浅い。この辺の事情について本書は「研究分野によっては、未だ発表の時期ではないとの意見もあったが、現在わかっている所までを整理して、今後の発展のための土台を築くということで執筆作業が開始され……」と序文で述べている。

本書は本文487頁と文献及び索引45頁より成り、前半365頁を動物に、残りの122頁を鞭毛藻類に割り当てている。鞭毛藻類は、多くの動物学の分類体系に見るように、植物性鞭毛虫綱(Class Phytomastigophora)一綱として扱われ、目(Order)の階級で下記の8藻群、計364種が記述される(カッコ内は種類数と執筆者)。

なお藻類の部の編者は高橋永治博士(山形大学理学部教授)である。1. クリプト藻類(9, 原 慶明・恵良田真由美) 2. 渦鞭毛藻類(56, 安達六郎), 3. ミドリムシ藻類(125, 加藤季夫), 4. 黄金色藻類(106, 高橋永治), 5. ラフィド藻類(5, 庵谷 晃), 6. プリムネシウム藻類(ハプト藻類 2, 高橋永治), 7. ボルボックス類(58, 野崎久義), 8. プランノ藻類(3, 野崎久義)。それぞれの分類群では、まず目(Order-植物分類学では綱 class の階級で扱われる藻群)の分類概説、次いで科、属、種についての記述があり、さらに種について、また必要に応じて属についても、検索が図解入りで示される。この図解検索が本書の大きな特色の一つで、事実、視覚による検索は特徴をとらえにくい微小な鞭毛藻類を調べるのに重宝である。試しに学生に採集・培養試料を調べてもらったところ、大方のものについてよく同定した。本書と前述の淡水藻図鑑とを併せて使うことにより、日本の淡水藻は遙かに多くの種についての同定が比較的容易に出来るようになった。本書の刊行が我が国の藻学や陸水学の発展に大きく寄与することは確かであり、編者と執筆者の努力を多とする次第である。一言つけ加えるならば、本書のような図鑑では、検索表は分類群によっては意味がなく、初心者にはむしろ混乱を引き起こすことがあり、アルファ分類学がある程度の段階に達した分類群で初めて有効であるという点である。本書は増補・改訂の際にこの点の考慮が望まれる。なお、検索図も含め、電頭による図にはその旨の説明の挿入が読者には親切であろう。

鞭毛藻の生物学が急速な進展を見せつつある今日、そしてまた水圏の環境問題が強く叫ばれている今日、本書刊行の意義は大きく、多くの人々の座右の書となることが望まれる。

(日本赤十字看護大学 千原光雄)

 新 刊 紹 介

徳田 廣・川嶋昭二・大野正夫・小河久朗 (編)

図鑑 海藻の生態と藻礁

ix+198頁, 緑書房, 1991, 14,800円

本書は、海藻資源養殖学 (緑書房, 1987)の著者、徳田 廣, 大野正夫, 小河久朗及び日本産コンブ類図鑑 (北日本海洋センター, 1989)の編・著者川嶋昭二の海藻の生態学及び増殖学の第一人者である4氏によって編集され、海藻魚礁研究会員として活躍中の編集者4氏を含む15氏が執筆者となり、実際潜水して海藻の生態、生きた海藻、または現場で増養殖の研究を行っている秋岡英承氏他23氏からの写真及び資料の提供をうけて完成されたものである。

本書は、海中の海藻の生態のカラー写真と、藻場造成のためのコンクリートブロック (藻礁) の実施状態及びその効果をカラー写真をもとに解説した2章からできていて、日本の海洋生物資源学に例のない解説書である。

外国での海藻の生態図鑑については、Waaland, J. R. (1977), Christianson, I. G., Clayton, M. N. & Allender, B. M. (eds.) (1981) 及び Gayral, P. & Cosson, J. (1986) の3書が私の手元にあるが、本書は海藻及び海産種子植物の生態写真としては、それらに優るすぐれた写真を載せている。

1. 海藻の生態の章では、日本の周辺を5海域 (さらに1-4細分海区) に分け、それぞれの海域に出現する有用種を主に、特徴的な海藻及び海産種子植物の生態写真を各頁に2種または1種づつ載せ、その総数は247種で、種毎に種名、分類群 [緑, 褐, 紅藻, 草 (種子植物) の別], 分布, 底質, 群落の大小, 他藻との混生状態, 形態特性, 体色, 手触り, 成熟期, 雌雄性, 用途, 寿命など種の特性を総合的に記述している。生態写真のうち、海中で青白い蛍光を放つヒラワツナギソウ, ウスバワツナギソウ, アヤニシキ, 海中に群生し漂うオニコンブ, リンリコンブ, マコンブ, 干潮

時のマツモ, エツツノマタ, マツノリの群落の写真は見事なものである。この章の所どころに、海藻養殖アラカルトとして養殖種 (アオノリ, モヅク, キリンサイ, アマノリ, ヒトエグサ, ワカメ, コンブ) と海藻コロイド (寒天など) の8項が挿入され、それぞれの歴史, 養殖地, 養殖風景, 養殖法, その製品, 資材について写真と記述で明快に解説している。

2. 藻礁の章では、磯焼けや海藻の着生の貧弱な海域 (冠砂地, 砂泥地, 砂礫地) での藻場造成, サザエ, アワビ, イセエビなどの生息地の確保と藻場造成, または消波堤, 離岸堤などの人工構造物など、藻礁の種類毎の造成地の実施状況の概要 (海藻の着生, 植生と現存量の経年変化, 魚介類の侵入と生息) を記述し、写真と図表で、その効果を平易に説明している。

最後に、藻礁の小史 (4頁), 藻礁の一覧表 (4頁), 植物名索引 (和名, 学名, 分類群 (緑, 褐, 紅藻, 草の別)) (9頁) と事項索引 (2頁) がある。

本書は、藻場造成を実施する際の造成地の海藻 (種類, 植生) の生態を知り、藻礁を効果的にする築磯の手引書である。水産試験場, 漁業協同組合, 漁業者, 自治体の水産担当者, 海藻磯根資源企業関係者に推薦したい良書である。また、海洋生物資源学の研究者及び学生諸君に、海藻生態学及び藻場造成の基礎的な教科書として利用していただき、将来この研究と一層の発展に役立てていただきたい。陸上では緑化運動が活発で、環境問題が大きくクローズアップされているが、海への汚染が年々進み、沿岸の海藻群落が貧弱となり、延いては沿岸魚介類の漁獲の減少となっている。ところが、海または海の緑化への関心が余りにも少なく、将来が心配されている。本書から知られる如く、藻場造成への努力が細々とされているが、沿岸藻場を増やし、豊かな海造りへ、一般大衆が関心を寄せていただくことが、また本書出版の目的でもある。

(福井県小浜市飯盛128-6 梅崎 勇)

— 学 会 録 事 —

— 会 員 移 動 —
新 入 会

住 所 変 更

訃 報

本会会員 加藤 孝氏は去る1991年4月10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

退 会

小林照則 (北海道), 小達和子, 瀧 憲司 (宮城県), 長谷栄二 (東京都), 榊原正樹 (千葉県), 久賀俊彦 (愛知県), 遠藤光次郎, 辻 圭子 (滋賀県), 加藤 孝, 上田隆敏 (兵庫県), 竹本 勲 (岡山県)

正 誤 表 Errata

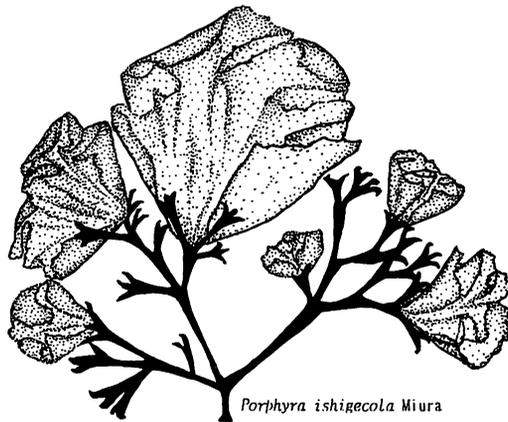
(第39巻 1-4号, Vol. 39 No. 1-4)

| | 誤 incorrect | 正 correct |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| No. 1 Front cover (contents), L. 5 | red <i>Porphyra</i> | red alga <i>Porphyra</i> |
| p. 217 L. 4 | Jpn. J. Phycol. 30 | Jpn. J. Phycol. 39 |
| p. 271 Left, L. 6 | 分解される。 | 未分解有機物として沈殿する。 |
| p. 295 Left, L. 1 | 阪井興志雄 | 阪井興志雄 |
| p. 369 Right, L. 18 | Leteral | Lateral |

会 告

日本藻類学会第16回大会プログラム
(1992)

学会会長 有賀 祐 勝
大会会長 三 浦 昭 雄



Porphyra ishigeicola Miura

The XVith Annual Meeting of the
Japanese Society of Phycology
March 27 - 31, 1992
Tokyo Univ. of Fish.

会 期 1992年3月27日(金)～3月31日(火)
会 場 東京水産大学 講義棟

日本藻類学会第16回大会プログラム

第1日目(3月30日)

8:50 大会会長挨拶 三浦昭雄

講演(午前の部)

- 9:00 (1) 青森県白糠産紅藻ヒナノリ属の一種の培養
○能登谷正浩・有賀祐勝(東水大・藻類)
- 9:15 (2) 江ノ島産アルバアマノリの培養
能登谷正浩*・○松雄雅志*・有賀祐勝*・三浦昭雄**(*東水大・藻類, **東水大・藻類
増殖)
- 9:30 (3) 江ノ島産ヤブレアマノリの生長と成熟に及ぼす温度, 照度, 日長の影響
能登谷正浩*・○菊池則雄*・有賀祐勝*・三浦昭雄**(*東水大・藻類, **東水大・藻類
増殖)
- 9:45 (4) 褐藻エゾブクロの生活史, 及び somatic diploidization について
○Deshmukhe, G. V.・館脇正和(北大・理・海藻研)
- 10:00 (5) セイヨウハバノリ(褐藻, カヤモノリ目)の生活史について
小亀一弘(北大・理・植物)
- 10:15 (6) コンプ目の孢子体初期発生と分裂組織形成
○小亀安代・川井浩史(北大・理・植物)
- 10:30 (7) 管状緑藻アツキイトゲ属 *Pedobesia* の細い細胞糸をもつ種の分類
○高原隆明*・千原光雄**(*専修大・商, **日赤看護大)
- 10:45 (8) 褐藻クロガンラ目 *Sphacelaria sessilis* Takamatsu と *S. pyriformis* Noda の正体
○北山太樹・吉田忠生(北大・理・植物)
- 11:00 (9) 沖縄本島辺野古で採集されたホンダワラ類の一種について
鯨坂哲朗(京大・農・熱帯農学)
- 11:15 (10) ダジツフォニア属(新称)(紅藻, ダジア科)の1新種
梶村光男(島根大・理・臨)
- 11:30 (11) 紅藻キクソゾとミツデソゾの形態学的並びに成分分類学的研究
○増田道夫*・鈴木 稔**・鈴木輝明**(*北大・理・植物, **北大・理・化学)
- 11:45 (12) 千葉県におけるオオイシソウ属植物の分類と分布
吉崎 誠(東邦大・理・生物)
- 12:00~13:00 (昼休み)

講演(午後の部)

13:00~13:30

特別講演

Developing new model systems in algal cell biology: the flagellate algal cell

Dr. M. Melkonian (Botanisches Institut, Universität zu Köln, F.R.G.)

- 13 : 30 (13) オーストラリア北東部のマングローブ河川域より分離したラフィド藻の1種について
○堀口健雄*・原 慶明** (*信州大・教育, **筑波大・生物科学系)
- 13 : 45 (14) 地衣類の共生藻, 緑藻 *Trebouxia* 属の一新種
○猪股秀一・中野武登・岩月善之助 (広島大・理・植物)
- 14 : 00 (15) 痲状地衣 *Megalospora sulphurata* Meyen var. *sulphurata* から分離された共生藻
○飯田高明・中野武登・岩月善之助 (広島大・理・植物)
- 14 : 15 (16) カサノリのかさの造形
石川依久子・○広部真理子・箕輪一幸 (東京学芸大・生物)
- 14 : 30 (17) 北海道産コンブ類の生活型と形態の特徴
佐々木茂 (函館水試・増殖・海藻)
- 14 : 45 (18) 北海道厚岸産オニコンブ *Laminaria diabolica* Miyabe (コンブ目) の形態変異について
川嶋昭二 (函館市)
- 15 : 00 (19) ミツイシコンブ遊走子形成の形態観察, 特に微小管骨格の動態
本村泰三 (北大・理・海藻研)
- 15 : 15 (20) シワヤハズ (アミジグサ目, 褐藻) の生殖器官の形態
田中次郎*・福田礼子** (*国立科博・植物, **山梨大・教育)
- 15 : 30 (21) 川崎市産の緑藻 *Characiochloris* sp. の形態と生活史
野崎久義 (慶応義塾高校)
- 15 : 45 (22) 嚢状緑藻キッコウグサ *Dictyosphaeria cavernosa* の特異な染色体分離法
堀 輝三*・榎本幸人** (*筑波大・生物科学系, **神戸大・理・生物)
- 16 : 00 (23) 地衣類共生藻 *Trebouxia* 葉緑体にみられるピレノイド・核様体複合体
○宮村新一・堀 輝三 (筑波大・生物科学系)
- 16 : 15 (24) 灰色藻, *Cyanophora tetracyanea* Korschikov の形態と微細構造
○須田彰一郎*・渡辺 信** (*日本ロシユ研, **国立環境研)
- 16 : 30 (25) 4本鞭毛をもつハプト藻の細胞構造の観察と分類
○河地正伸・井上 勲 (筑波大・生物科学系)
- 16 : 45 (26) 接合藻数種の生活史と核 DNA 量の変動
○坂東忠司*・木津さおり** (*京都教育大・生物, **松下ソフトリサーチ)
- 17 : 10~18 : 00 (総 会)
- 18 : 00~20 : 00 (懇親会) 於 : 大学会館食堂

第2日目 (3月31日)

講 演 (午前の部)

- 9 : 00 (27) 潮間帯海藻の垂直分布と温度特性
○杉山篤志・前川行幸・喜田和四郎 (三重大・生物資源)
- 9 : 15 (28) 駿河湾における潮間帯海藻群落の Zonation について
林田文郎 (東海大・海洋)
- 9 : 30 (29) 越喜来湾のエゾノネジモクの生態について
○小河久朗・川口祥子・藤川義一・南 憲生 (北里大・水産)
- 9 : 45 (30) イワノリ類の分布に及ぼす沖縄島地形と冬期季節風および日照度の関係
当真 武 (沖縄県水試)

- 10:00 (31) 北海道南部のサンゴモ属 turf の構造と環境が動物相に及ぼす影響について
○秋岡英承*・馬場将輔**・正置富太郎***・H. W. ショハンセン**** (*北教大・函館
・生物, **海生研, ***北大・水産・植物, ****クラーク大・生物)
- 10:15 (32) 磯焼けについて
藤田大介 (富山県水試)
- 10:30 (33) 気生藻類群落の季節変化
○半田信司*・中野武登** (*広島県衛連, **広島大・理・植物)
- 10:45 (34) ジャジクモ類の微細藻類プランクトンに対するアレロパシー効果
秋山 優 (島根大・教育・生物)
- 11:00 (35) 環境汚染指標生物としてのミカヅキモ (*Closterium ehrenbergii*) の有用性について
濱田 仁 (富山医薬大・医)
- 11:15 (36) 福田川河口 (神戸市) における珪藻遺骸群集の遷移
○熊野 茂*・西海将雄*・奥泉 剛*・佐藤裕司** (*神戸大・理・生物, **兵庫県人と
自然博物館準備室)
- 11:30 (37) 褐藻カヤモノリにおける rDNA の一次構造の解析
○藤井哲也・加藤敦之・川井浩史 (北大・理・植物)
- 11:45 (38) 16S リボソーム RNA (rRNA) 塩基配列から緑藻ハネモ属の系統解析を試みる
○御園生拓・瀬戸真美子 (山梨大・教育・生物)
- 12:00~13:00 (昼休み)

講 演 (午後の部)

- 13:00~13:30 展 示 講 演
- (39) 髪菜 *Nostoc flagelliforme* (藍藻) の生育地と生育状況
有賀祐勝 (東水大・藻類)
- (40) カワノリの新産地
○横井 敬*・庵谷 晃** (*元東水大・資源維持, **東水大・藻類)
- (41) 緑藻, カエトフォラ目, *Dilabiflum* の一新種
○中野武登・飯田高明・岩月善之助 (広島大・理・植物)
- (42) カジメ海中林の生産力推定モデル
○前川行幸・杉山篤志・喜田和四郎 (三重大・生物資源)
- (43) 紅藻オゴノリ類の高 CO₂ 条件下での培養
○高 坤山*・有賀祐勝**・浅田浩二***・石原利章****・赤野 徹****・清原正高****
(*関西総合環境センター, **東水大・藻類, ***京大, ****関西電力)
- (44) 初等中等教育段階における藻類の扱われかたの問題点
○片山舒康・皆川富美 (東京学芸大・生物)
-
- 13:30 (45) スサビノリの紫色型色素変異体の遺伝分析
○二羽恭介*・申 宗岩**・三浦昭雄**・有賀祐勝* (*東水大・藻類, **東水大・藻類
増殖)
- 13:45 (46) 紅藻スサビノリのプロトプラストの培養
○駒崎 健・有賀祐勝 (東水大・藻類)
- 14:00 (47) コンブ目植物配偶体の凍結保存の試み
○坂西芳彦*・嵯峨直恒** (*水産庁・北水研, **東海大・海洋)

- 14 : 15 (48) 寒海性コブ目植物の光合成—温度特性について
坂西芳彦 (水産庁・北水研)
- 14 : 30 (49) ナンブワカメの糸状体と孢子体における光合成—温度特性の違い
○斎藤宗勝*・片山舒康**・横浜康継*** (*盛岡大短大, **東京学芸大・生物, ***筑波大・下田臨海実)
- 14 : 45 (50) 南極産緑藻の温度適応 I. 光合成活性と耐凍性
○長島秀行*・小西 徹**・権田武彦* (*東京理科大, **日本油脂)
- 15 : 00 (51) 岩手県湯川温泉より分離した 2 種の藍藻の形態と耐熱性
○萩原富司*・渡辺 信** (*環境研究センター, **国立環境研)
- 15 : 15 (52) ハプト藻 *Gephyrocapsa oceanica* による CO₂ 固定
○樋渡武彦*・澤口友宏*・徳田 廣*・高 坤山**・岡崎恵視***・石原利章****・赤野徹****・清原正高**** (*日本エヌ・ユー・エス, **関西総合環境センター, ***東京学芸大・生物, ****関西電力)
- 15 : 30 (53) 円石藻 (ハプト植物門) の光合成におけるカーボニックアンヒドラーゼの役割
○岡崎恵視・有賀秀二・岡村好子 (東京学芸大・生物)
- 15 : 45 (54) *Dunaliella* の溶解酵素に関する研究
○島中芳郎*・小林 修・東原昌孝・檜山圭一郎 (大阪市工研)
- 16 : 00 (55) 紅藻孢子の自家着生阻害物質 (アレロケミカル) についての検索
○館脇正和*・鈴木 稔** (*北大・理・海藻研, **北大・理・環境化学)
- 16 : 15 (56) ラン藻 *Microcystis* 属 3 株の脂肪酸組成について
○池谷和則*・山本鎔子*・渡辺真之** (*明治大・農・農化, **国立科博)
- 16 : 30 (57) 接合藻の増殖に及ぼす洗剤の影響
○吉田智成*・坂東忠司**・桐山卓也**・山下 真*** (*京都府立菟道高, **京都教育大・生物, ***神戸市立雲中小)
- 16 : 45 (58) 羽状ケイ藻 *Synedra rumpens* var. *familiaris* の形態変異 (2)
○栗原美香*・小林艶子*・福島 博**・藤田晴江*** (*横浜市大・生物, **東女体大, ***神奈川公衛試)

編集委員会 : 3月29日 (日) 15 : 00~16 : 00 資源育成学科会議室

評議員会 : 3月29日 (日) 16 : 00~17 : 00 資源育成学科会議室

ワークショップ (海苔栽培業見学会) : 3月27日 (金) 現地集合

3月27日~3月28日

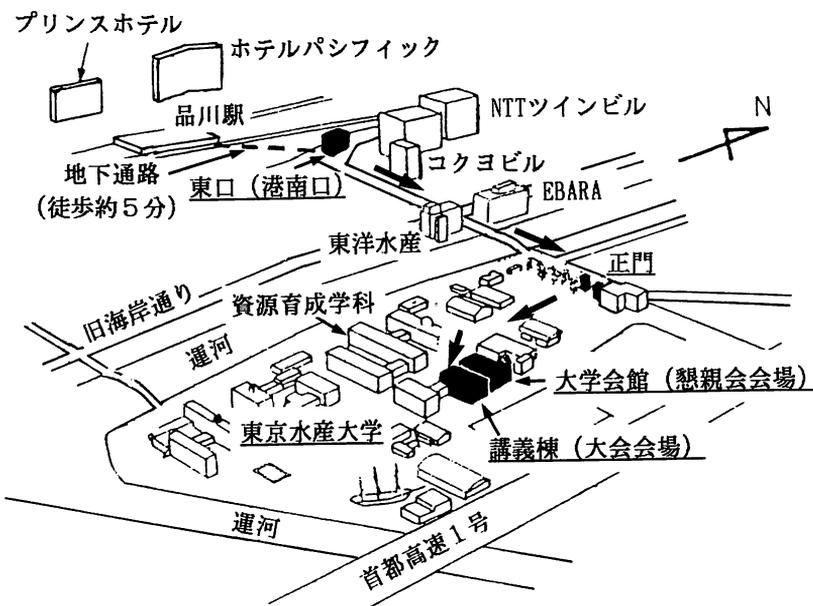
注 意

- 受付 講義棟3階で、3月30日(月)午前8時30分から行います。当日の参加申込みも受け付けます。
- 一般講演 1講演15分(1鈴10分, 2鈴12分, 討議3分)です。時間は厳守して下さい。進行に関しては、進行係の指示に従って下さい。スライド(作成要領は会誌39巻4号を参照)は、会場入口のスライド受付に講演開始30分前までに提出し、講演終了後は各自忘れずにお持ち帰り下さい。
- 展示講演 展示説明は、3月31日午後1時から午後1時30分まで行います。展示物(作成要領は会誌39巻4号を参照)の貼付けは30日午前中をお願いします。
- 懇親会 懇親会は、3月30日(月)午後6時から大学会館(会場の北隣)で行います。大会当日の参加申込みは若干余裕がありますので、大会受付まで早めにお申し出下さい。

問合わせ先：108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学資源育成学科
 日本藻類学会第16回大会準備委員会
 電話 03(3471)1251 内線 437 (大葉), FAX 03(3474)2165

会場案内図

会場：108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学 講義棟3階



交通：JR線・京浜急行線品川駅下車，同駅東口（港南口）から東へ徒歩約15分。

日本藻類学会第16回大会講演要旨

特別講演

Melkonian, M.: Developing new model systems in algal cell biology: the flagellate algal cell

The lecture will review strategies employed to develop new model systems for algal cell biology using flagellate green algal cells. In particular the model systems used in our laboratory to address questions about the structure, function and development of the cytoskeleton, analysis of phototaxis, and Golgi function during biosynthesis of scales will be presented and discussed in detail. To serve as a model system an organism needs to fulfill certain requirements including: reproducible rapid growth; at least partial synchronization of the cell cycle and/or synchronization of the cellular process under study; possibilities to dissect the cellular process using all possible methods including biochemical, and molecular analysis; and reconstitution of cellular functions in vitro using different levels of subcellular complexity.

The cell biology of two model flagellates will be presented: 1) *Spermatozopsis similis* (a model for the structure, function and development of the cytoskeleton and for phototaxis), and 2) *Scherffelia dubia* (a model for Golgi function during scale biogenesis). The discovery of the organisms, their recognition as model systems, and the actual state of the art of the analysis of the respective cellular process will be reviewed. For the cytoskeleton emphasis is placed on the basal apparatus (centrin, assemblin), its structure, function and development during the cell cycle; for phototaxis emphasis is on the structure, function and the development of the eyespot apparatus and its molecular components; and for the Golgi function emphasis will be on the structure and biochemical composition of scales, on the isolation and biochemical characterization of the Golgi apparatus and on the mechanisms of transport of secretory products through the Golgi apparatus.

From the discussion it will be apparent that each algal taxon has peculiar aspects that can make it a model system for addressing important questions of contemporary biology. The main difficulties don't lie in the recognition of their interesting peculiarities but in making these amenable to sophisticated biochemical and molecular techniques for functional dissection.

(Botanisches Institut, Universität zu Köln, F.R.G.)

一般講演

(1) 能登谷正浩・有賀祐勝：青森県白糠産紅藻ヒナノリ属の一種の培養

青森県下北郡白糠の沿岸で得られたアナメの藻体上に生育していたヒナノリ属の一種を分離、培養して生活環を観察した。直立葉状体からは、単胞子や栄養細胞の放出、葉片の分離など3つの繁殖形態が認められた。放出された単胞子と栄養細胞の多くは、発芽して糸状に細胞が連なる体、盤状体、これら両者を合わせ持つ体に生長したが、稀に塊状体や直接葉状体へ生長するものも認められた。糸状体からは単胞子が放出され、再び糸状体や盤状体になった。盤状体は生長して、単胞子を放出するともに、中央部分から一層細胞の袋状の体が形成され、それが生長すると一部が破れ、直立葉状体となった。塊状の体からは単胞子が放出され、その発芽体は糸状体や盤状体から放出される単胞子と同様の経過をたどった。また、直接葉状体へ生長した発芽体は着生することなく生長して成熟した。温度(10-30℃)、照度(1-8 klux)、日長(14L:10D, 10L:14D)を組み合わせさせた培養条件下では、温度が25℃以上では生育できないこと、日長および照度に関係なく成熟すること、生長は15℃で最も速く、2か月間の通気培養で葉状体は約40mmに達すること、更に、本藻の生活環は *P. coccinea* var. *dawsonii* とほぼ同様であることなどが分った。(東水大・藻類)

(2) 能登谷正浩*・松尾雅志*・有賀祐勝*
三浦昭雄**：江ノ島産マルバアマノリの培養

神奈川県藤沢市江ノ島で得られたマルバアマノリから果胞子を得て、生活環と生長、成熟に及ぼす温度、照度、日長の影響を調べるため、糸状体は温度(10-30℃)、照度(1-8 klux)、日長(14L:10D, 10L:14D)を、葉状体は温度(10-25℃)、照度(4 klux)、日長(10L:14D)を組み合わせさせて培養した。糸状体は10-25℃で生育し、20℃の長日条件下で最も速かった。いずれの温度、日長でも、照度による生長の差は認められなかった。殻胞子嚢の形成は、日長に関係なく20及び25℃で見られ、特に25℃の短日条件下で最も速く、培養2週目から始まり、5週目には全ての糸状体に形成された。殻胞子嚢形成率は高照度ほど短期間に上昇した。糸状体の生長は殻胞子嚢の形成が始まる時期に遅くなる傾向が認められた。葉状体の生長と成熟は15℃で最も速く、5週目には葉長25mmに達して精子が、7週目には果胞子が形成された。20℃では7週目に葉長11mmに達して精子が形成された。単胞子の放出は15-25℃で葉長1mmに達する培養2週目から認められた。25℃では単胞子の放出により葉長2mm以上になることはなく、10週間の培養でも精子と果胞子の形成は認められなかった。10℃では培養10週目でも葉長約3mmにとどまり、精子と果胞子の形成は認められなかった。15及び20℃では、葉状体は天然のものより細長くなった。

(* 東水大・藻類, ** 東水大・藻類増殖)

(3) 能登谷正浩*・○菊地則雄*・有賀祐勝*・三浦昭雄**：江ノ島産ヤブレアマノリの生長と成熟に及ぼす温度、照度、日長の影響

ヤブレアマノリ *Porphyra lacerata* Miura の生長と成熟に及ぼす温度、照度、日長の影響を明らかにするため、神奈川県藤沢市江ノ島で得られた葉状体から果胞子を得て培養した。糸状体は温度(10~30°C)、照度(1~8klux)、日長(14L:10D, 10L:14D)を、葉状体は温度(10~30°C)、照度約4klux、日長(14L:10D, 10L:14D)を組み合わせた条件下で培養した。糸状体は10~25°Cで生育し、生長は20及び25°Cの長日で速かった。いずれの温度及び日長でも、照度による生長の差に一定の傾向は認められなかった。殻胞子嚢の形成は、日長に関係なく25°Cのみで認められ、短日では培養7週目に、長日では9週目に形成率100%に達した。葉状体の生育は10~25°Cで認められた。生長は15°Cの長日で最も速く、培養4週目には精子の形成が、5週目には果胞子の形成が認められた。15°Cの短日、10°Cの長日、10°Cの短日では、それぞれ7、9、12週目に精子及び果胞子の形成が認められた。20°Cでは日長に関係なく6週目に精子が形成されたが、果胞子の形成はごくわずかであった。25°Cではいずれの日長でも、精子及び果胞子の形成は認められなかった。単胞子の放出は、照度と日長に関係なく10~25°Cで認められ、高温ほど早く放出が始まり、長期間継続した。葉状体の外形は15~25°Cでは天然藻体とほぼ同様であったが、10°Cでは葉幅に対する葉長の比が大きくなった。
(* 東水大・藻類, **東水大・藻類増殖)

(4) oDeshmukhe G. V.・館脇正和：褐藻エゾブクロの生活史、及びsomatic diploidizationについて

複相・大形のエゾブクロ胞子体(MT)は主に褐藻ウガノモクの着生藻として知られている。減数分裂は単子嚢母細胞で起こり、unisporéは発芽して単相の微小糸状体(mt)となり、複子嚢を形成する。plurisporéは5、10、14、18°C。長・短日条件下では無性的にmtの世代を繰り返すが、5°C。中日条件にmtを移植すると性的分化、つまり褐藻類特有のフェロモン臭を出す+株と、出さない一株を生じた。有性生殖は観察できなかったが、両株のmtをそれぞれ10-14°Cに移すと、これらのplurisporéの多くの発芽体はmtとはならず、丸い液胞化した発芽体となり、単子嚢を形成するMTに発達した。

フィールドのMTと培養のMT、mtを顕微定量測光装置(OSP-1)を用いて、DAPI染色による核DNA量を測定すると、MT細胞は2C、mt細胞は1Cのレベルを示した。この結果はエゾブクロの染色体数(n=13-14、2n=26-28)と一致した。MT形成を誘導するsomatic diploidizationは、両株のplurisporéの単為的発生の発芽時に起こることがOSP-1によって明らかにされた。

(北大・理・海藻研)

(5) 小亀一弘：セイヨウハバノリ(褐藻、カヤモノリ目)の生活史について

セイヨウハバノリ *Petalonia fascia* の生活史についてはこれまでいくつかの研究報告があるが、有性生殖を扱ったものはない。今回、北海道忍路と青森県大間崎において有性生殖を行う本種を採取し、室内培養を行った。

本種は、雌雄異株で同型配偶であった。室内培養では、配偶体である直立体と胞子体である盤状体を基本的にもつ異型世代交代を示し、カヤモノリ目の典型的な生活史と同様であった。しかし今回の培養では、接合子から発達した盤状藻体にまれに直立体が生じ、その直立体は複子嚢を形成した。複子嚢から放出された遊走細胞は、無性的で、盤状体に発達し単子嚢を形成した。一つの単子嚢由来の遊走細胞から発達した藻体中に雌と雄の個体を確認した。フィールドの盤状体の形態観察及び室内培養も行った。単離した単子嚢から放出された遊走細胞は、発芽発達してセイヨウハバノリ様の直立体を生じ、それは複子嚢を形成した。一つの単子嚢に由来する直立体中に雌と雄が確認され、それらの配偶子はセイヨウハバノリの配偶子とよく融合した。
(北大・理・植物)

(6) ○小亀安代・川井浩史：コンブ目の胞子体初期発生と分裂組織形成

ニセツルモ科、ツルモ科、ファイラリア科はコンブ科、チガイソ科などに比べて配偶体や胞子体の形態などにおいて原始的な特徴を持っているが、ツルモ以外では胞子体の生長様式の詳細は明らかでなかった。そこでコンブ目のそれぞれの科の代表的な種につき、その初期発生様式の観察を行い、系統上の意味について考察した。

原始的なコンブ目の4属7種では、発生初期の単列の藻体が上部から多列形成的になるにつれ、基部付近の単列部分の細胞は小さな色素体と多数の小胞を含むようになる。その後この部分に、*Chorda tomentosa*を除き、表層・皮層・髄層から成る分裂組織が形成された。これに対してコンブ科、チガイソ科の種では、藻体基部付近に分裂活性の高い単列部分がみられず、全体が多列形成的になった後、葉状部と茎状部の移行帯に分裂組織を形成した。

(北大・理・植物)

- (7) 〇高原隆明*・千原光雄**：管状緑藻アシツキイトゲ属 *Pedobesia* の細い細胞糸をもつ種の分類

アシツキイトゲ属 *Pedobesia* には、細胞糸の太い *P. claviformis*, *P. lamourouxii* (アシツキフトイトゲ) の2種と、細胞糸の細い *P. feldmannii*, *P. ryukyuensis* (アシツキヒメイトゲ), *P. solieri* の3種の、合計5種が記載されている。我々 (Kobara & Chihara, 1984) や Paula & West (1986) が指摘したように、細い細胞糸をもつアシツキイトゲ属の種は形態的に極めてよく類似している。そこで、それらについて検討をおこなった。その結果、少なくとも *P. ryukyuensis* と A-bélard & Knoepffler (1986) が記載した *P. solieri* との間には本質的な違いがみられないことがわかった。彼らは *P. solieri* の遊走子嚢が“carafe”状のplugで仕切られることをこの種の著しい特徴としたが、同様な仕切りは下田および八丈島から得た *P. ryukyuensis* においてもみられた。さらに、我々は北大の吉田忠生先生のご厚意により *P. ryukyuensis* のタイプ標本 (*Derbesia ryukyuensis* のタイプ標本) を調査する機会を得て、タイプ標本にも“carafe”状のplugがみられることを確認した。 (*専修大・商, **日赤看護大)

- (8) 〇北山太樹・吉田忠生：褐藻クロガシラ目 *Sphacelaria sessilis* Takamatsu と *S. pyriformis* Noda の正体

Sphacelaria sessilis と *S. pyriformis* は単子嚢が洋梨形で柄細胞を持たない事を理由にそれぞれ高松 (1943), 野田 (1975) によって本邦より記載された。今回我々は新潟大学より借用した *S. pyriformis* の isotype を観察し、新知見を得たので報告する。

観察された isotype の藻体には様々な形成段階にある単子嚢様構造が認められた。この構造は無柄というよりは栄養細胞が外部に膨脹したもので、胞子の放出口は1~3個、放出後には内部に蜂の巣状の網構造が認められた。以上の観察から、この単子嚢様構造を鞭毛菌類ミズカビ目的一种 *Eurychasma dicksonii* の胞子嚢と同定した。この藻体に見られる胚芽枝は *S. yanadae* のものと同定されるので、*S. pyriformis* は *S. yanadae* の異名であると考えられる。高松の描いた *S. sessilis* の単子嚢は今回観察した *E. dicksonii* の胞子嚢とよく似ており、その胚芽枝は *S. rigidula* の特徴を有している。このことから、*S. sessilis* は *S. rigidula* の異名であることが予想される。

(北大・理・植物)

- (9) 鯨坂哲朗：沖縄本島辺野古で採集されたホンダワラ類の一種について

沖縄本島辺野古で採集されたホンダワラは、第3枝の先端の葉の形態や雄個体の舌状の生殖器官など特異的な形質をもつことで、他のホンダワラ類と区別され、新種と考えられる。

本藻体は、1989年9月23日に沖縄本島辺野古の平島沖で、沖縄水試の当真武氏により採集された。盤状の附着器から長さ1.2cmまでの円柱状の茎を出し、その先端付近で主枝を2-4本出す。主枝は、長さ58-84cmで、基部から少し上で幅5.5-8.2mm×厚さ1.8-2.0mmとかなり扁平な二稜形となり、同じく扁平な第2枝を規則正しく二列互生に生じる。主枝につく葉の大部分は脱落していたが、第2枝につく葉は、楕円形または披針形に近く、長さ6.8-46.8mm×幅2.4-12.5mm (平均30.8mm×7.6mm) で、長さ/幅は1.9-9.9 (平均4.2) であった。葉での分岐はなく、中肋は明瞭でほぼ先端まで通る。縁辺は、粗い鋸歯状突起 (17%) や細かい歯状突起 (38%)、または全縁 (46%) であった。ところが、第3枝の先端部につく葉では全く形態が異なり、楕円形に近い小さな全縁の葉で、長さ4.5-48.5mm×幅2.5-6.5mm (平均9.7mm×4.1mm) で、長さ/幅は1.3-4.6 (平均2.4) であった。気胞は、長さ2.4-14.5mm×短径2.2-11.0mm (平均8.5mm×6.5mm) の卵形または楕円形で、冠葉や微突起をもつものが多い。柄はほとんどが平たく葉状になるものが多い。雄株と雌雄同株の個体があり、雄生殖器は長さ2-8mm、幅1.5-5mm、厚さ0.5mmの舌状で、基部で1-2回分岐する。雌雄同株の生殖器は長さ4-5mm、幅0.6-1mmの円柱状で、3-4回分岐して総状になる。

(京大・農・熱帯農学)

- (10) 梶村光男：ダジシフォニア属 (新称) (紅藻, ダジア科) の1新種

葉状体は匍匐部と直立部とから成り、長さは0.5-3cm、密な互生的羽状を呈し、偽側枝は6回交叉状に分岐し、基部では多数の仮根が集合して盤状附着器となり、偽側枝先端寄りの数個細胞から不定仮根を生じ、主軸の幅は660μmに達し、皮層を有し、四分胞子のう托は偽側枝の第2-第4交叉状部の小枝の部位に単一に又は一対生じ、大きさは80-100×160-280μm、2-4個細胞から成る短柄を有し、約10個の成熟節間部を有し、四分胞子のうは直径20-30μmで三角錘状に分裂し、各四分胞子のうは2-4個の蓋細胞によって部分的に被われる。

(島根大・理・臨海)

- (11) ○増田道夫*・鈴木稔**・鈴木暉明**：紅藻キクソソとミツデソソの形態学的並びに成分分類学的研究

外部形態が類似して混同されやすい紅藻ソソ属 (*Laurencia*) の2種、キクソソ (*L. composita* Yamada) とミツデソソ (*L. okamurae* Yamada) の形態学的形質と二次代謝産物を、兩種の地理的分布域のほぼ全域にわたる個体群を対象にして調べた。兩種には匍匐枝、円柱状の明瞭な主軸、立体的分枝、皮層最外層細胞間に軸方向の二次的壁孔連絡、周心細胞起源で胞子嚢托軸に対して平行に配列する四分胞子嚢、卵形の嚢果等共通する特徴が多く見られる。顕微鏡的特徴では分枝縁式(キクソソでは各方向に、ミツデソソでは3方向に分枝)と半月状肥厚の有無(後者のみに存在)、巨視的特徴では藻体の色と質(前者は暗紫色で柔らかいに対し、後者は緑色を帯びた紫色または紫紅色でやや軟骨質)で識別される。二次代謝産物ではセスキテルペノイドの主成分が明瞭に異なり、キクソソは *pacifenol* と *prepacifenol*、ミツデソソは *laurinterol* を生成する。

(*北大・理・植物, **北大・理・化学)

- (12) 吉崎 誠：千葉県におけるオオイシソウ属植物の分類と分布

千葉県下30ヶ所で、オオイシソウ属植物を採集した。3種が出現するが、これらの種はいずれも若い藻体は青紫がかかった緑色で柔らかく、成長するにつれて、オゴノリ状となり、老成すると色合い、手触り、形態など老成したフトジュズモ状となる。外部形態から3種を区別することはむづかしく、よく成長した体の断面観から、皮層細胞が2~3層のものをオオイシソウ、3~6層のものをアツカワオオイシソウ、2~3層で皮層の内側にある細胞が中軸部に棍棒状にのびるものをインドオオイシソウと分類した。千葉県北部は北総台地とよばれる高さ10~20mの台地からなる。台地と台地にはさまれた谷あい場所は谷津と呼ばれる湿地で、ここに水田が作られて谷津田とよばれる北総地方独特の地形ができる。谷津田の間を流れ下る小川の水は一年中枯れることがない。千葉県におけるオオイシソウ属植物の多くは、このような谷津田の小川と、それに続く平野を流れる用水路に生育する。3種の分布域は、インドオオイシソウは木戸川に、アツカワオオイシソウは神崎川などと河川によって異なることがわかった。

(東邦大・理・生物)

- (13) ○堀口 健雄*・原 慶明**：オーストラリア北東部のマングローブ河川域より分離したラフィド藻の1種について

オーストラリア北東部、デイントリー川の河口付近のマングローブ域で採取した砂よりラフィド藻の1種を分離した。本藻は通常、不動の状態では多数の細胞が寒天質の基質に包まれ、雲状の集塊を形成する。培養条件下では明期の後半に遊走細胞の形成が多く見られる。典型的な遊走細胞は長円形で後端がやや細くなる。亜頂端から出る2本の鞭毛は1本は前方へ伸びる遊泳鞭毛、他は後方へ伸びる曳航鞭毛である。葉緑体は長円形で約20個、細胞質周辺に密に配列する。ピレノイドは各葉緑体に1個づつ存在し、基質にはチラコイドが入り込む。細胞表面には多数の小さな脂質顆粒が存在する。鞭毛装置にはライゾスタイルやライゾプラストなどが存在する。また、細胞後端には渦鞭毛藻類のプシュールに類似の構造があり、細胞外に開口する。本藻の細胞構造は、既知のラフィド藻のいずれの種類とも異なっており、シャットネラ亜科に属する新種と思われる。

(*信州大・教育, **筑波大・生物科学系)

- (14) ○猪股秀一・中野武登・岩月善之助：地衣類の共生藻、緑藻 *Trebouxia* 属の一新種

宮崎県綾町本庄川の河岸の岩上から採集した地衣、カチラリゴケ属の一種、*Catillaria* sp. の共生藻を分離・培養した結果、単細胞性の藻株が得られ、本種が緑藻 *Trebouxia* 属に属することを確認した。この藻株の栄養細胞は12-20×15-27 μm の洋梨型、または卵型で、葉緑体は放射状に深く切れ込み、中心にあるピレノイドはデンプン鞘に被われている。不動胞子、及び等長な2本の鞭毛を持つ遊走子により、無性生殖を行い、自生胞子は形成しない。有性生殖は観察されなかった。*Trebouxia* 属は、地衣の共生藻としてこれまでに27種が報告されている。これら27種の中で、洋梨型の栄養細胞を持つ種は *Trebouxia pyriformis* 一種のみであるが、この種のピレノイドはデンプン鞘を持たず、今回得られた藻株とは異なる。また、この藻株の成熟した栄養細胞は他の種に比べ著しく大きい。これらの特徴から、この藻株を新種として認め、*Trebouxia pyrenoidosa* と命名した。

(広島大・理・植)

(15) ○飯田高明・中野武登・岩月善之助：痲状地衣 Megalospora sulphurata Meyen var. sulphurata から分離された共生藻

痲状地衣クロコボシゴケ属 (Megalospora) は、熱帯から温帯にかけて生育し、世界で25種が知られ、日本では3種が確認されている。これまでにクロコボシゴケ属の2種から共生藻として緑藻 Dictyochloropsis symbiontica var. pauciautosporica が報告されている (Tschermak-Woess 1970)。本研究では、沖縄県産ヤマトクロコボシゴケ (M. sulphurata var. sulphurata) の共生藻を分離・培養し、分類学的研究を行った。その結果、クロコボシゴケ属の共生藻として Dictyochloropsis reticulata を新たに確認した。本種は単細胞性の緑藻で、栄養細胞は9-16 μmの球形であり、葉緑体は側壁性の網目状構造を有し、ピレノイドを欠く。有性生殖は確認されず、無性生殖は不動孢子、自生孢子、及び遊走子の形成による。本種の遊走子は互いに離れた2本の等長の鞭毛を持つ。尚、この遊走子は3時間以上の連続暗期を経て形成され、明期に入って1時間以内に放出されることが確認された。

(広島大・理・植)

(16) 石川依久子・○広部真理子・箕輪一幸：カサノリのかさの造形

カサノリは巨大単細胞体である。かさは規則正しく配列された同型同大の細胞隆起の集まりである。一個の細胞体が数十の同型同大の隆起を発達させる過程を走査型電顕と光顕(切片)を用いて探った。またそれらの隆起が同調的に発達して円盤状のかさを形成する仕組みを膨圧と原形質流動の二つの観点から追究した。カサノリ藻体は細胞質の90%以上が液胞で、かさの造形に当たって浸透圧調整をおこない膨圧を利用して細胞隆起を同調的に発達させるらしい。一方、細胞基質はオルガネラと共に薄い層をなして流動しているが、各々の隆起の付け根の小孔を一定速度で通過することによって各隆起の先端部に均等に物質供給を行なうとみられる。カサノリのかさの造形は、形態形成の通常概念と異なり細胞骨格に依存しない。カサノリは環境要因としての海水の浸透圧を巧みに利用して形態形成を行なうらしい。しかもこのように幾何学的に精巧な造形を行なう巨大細胞体は少ない。生物のかたちづくりの謎解きへのひとつのアプローチとしてカサノリは好適な材料と考える。(東京学芸大・生物)

(17) 佐々木 茂：北海道産コンブ類の生活型と形態の特徴

北海道沿岸には Laminaria japonica, L. religiosa, L. ochotensis, L. diabolica, Cymathere japonica, L. longissima, L. coriacea, L. angustata, Kiellmaniella crassifolia の産業種がある。

これらのうち前5種は対馬暖流、他は親潮寒流の影響する沿岸に分布する。これらは遊走子⇒配偶子⇒造胞体の基本生活を営むが、このうちの造胞体の寿命がホソメコンブ (L. religiosa) 1年、マコンブ (L. japonica)、リシリコンブ (L. ochotensis)、オニコブ (L. diabolica)、アツバズジコンブ (C. japonica) は2年。ナガコンブ (L. longissima)、ガツガラコンブ (L. coriacea)、ミツイシコンブ (L. angustata)、ガゴメ (K. crassifolia) は順調に育てば2年、物陰等で成長が抑制されれば、その期間寿命が伸びるものと思われる。寿命を制御する大きなものの一つは光と考えられ、2年寿命の種は下藻での生活はできないようである。また、自然界では同寿命、異寿命間での生活の場の占有競争は激しい。

形態的特徴の一つに再生期の外部形態で突き出し型 (N. B., D. B. の境目がくびれる) を示すものと示さないものがある。前者は寒流系種、後者は暖流系種に多い。

(函館水産試験場・増殖・海藻)

(18) 川嶋昭二：北海道厚岸産オニコブ Laminaria diabolica Miyabe (コンブ目) の形態変異について

厚岸湾内の北大理学部臨海実験所付近から湾口のアイカップ岬沿岸に生育するオニコブの2年目葉体の中には宮部(1902)が記載した典型的な種の特徴と言える茎が短く、葉の基部は円く、葉幅が30cmを越え、中帯部が明瞭で厚く、縁辺部は薄く波縮の著しい幅広型の他に、茎が長く、葉基部がくさび状で、葉幅は20cm未満、中帯部は不明瞭で、縁辺部の波縮も緩やかな細長型までいろいろの変異があり、私は現在これらをみな同一種として扱っている(川嶋1989)。

私はこれらの変異が胞子体期の何時頃から表われるか調査するため、1990年7月と'91年6月にこの沿岸で1年目葉体を採し、各地点から葉長がほぼ10-100cmの特徴の異なる2形のコンブを採集、比較した。その結果、1つは幅広で葉面に2列の凹凸紋が形成され、明らかに2年目の幅広型に通ずる。他の葉体は細長で凹凸紋は全く形成されず、縁辺の波縮もほとんどなく細長型になる可能性があるが、その結果如何では分類学的再検討も必要と考えるので更に調査して結論を出したい。(函館市日吉町 4-29-15)

(19) 本村泰三：ミツイシコンブ遊走子形成の形態観察、特に微小管骨格の動態

ミツイシコンブの遊走子形成を電子顕微鏡、微小管蛍光抗体法により観察したので報告する。

ミツイシコンブでは一つの単子嚢に32個の遊走子が形成される。単子嚢母細胞において減数分裂した後、4個の核は以後同調的に分裂し、32個の核が形成される。多核化した単子嚢内においても微小管(MTs)骨格は褐藻類で見られる栄養細胞のそれと大きな違いは無い。それぞれの核近傍に位置する一組みの中心子からMTsは放射状に伸び、隣接する他の中心子と連結し、全体としては格子状バスケットの外観を呈する。核分裂期にはMTsは紡錘体を形成し、細胞質に伸びるMTsは消失する。32核期になった段階で中心子は鞭毛基底小体に分化し、2本の鞭毛が伸長し始める。遊走子の前後の鞭毛は同時に伸長を開始するが、長短の区別は鞭毛伸長の早い時期にすでに確認できる。それと同時に中心子から細胞質にむけて放射状に伸びていたMTsは疎になり、かわって微小管鞭毛根が形成される。最後に細胞質分裂によって個々の遊走子が完成する。

(北大・理・海藻研)

(20) 〇田中次郎・福田礼子：シワヤハズ(アマミグサ目、褐藻)の生殖器官の形態

アマミグサ目のヤハズグサ属には配偶体が知られていない種類が多い。日本沿岸各地に生育するシワヤハズ *Dictyopteris undulata* Holmes でも、配偶体の形態は知られていなかった。今回日本海沿岸の石川県、および太平洋沿岸の静岡県において、秋に4分孢子体に混じって雌性配偶体、雄性配偶体が採集されたので、これらの生殖器官の形態を調べた。

4分孢子、卵、精子の各生殖斑は、藻体両面の中肋の両側に連なって形成される。形や大きさはほぼ同一で、幅 0.5 - 0.7 mm、長さ 1.0 - 1.5 mm の楕円形である。4分孢子のう斑と卵細胞斑は両方とも黒っぽく、肉眼では区別できない。精子のう斑は白いので容易に区別できる。4分孢子のう斑は生殖斑の中に密集してできる。これらは皮層より突出しており、ほぼ球形である。4分孢子のう斑は直径 80 - 100 μm、卵は約半分の 40 - 50 μm であり、その大きさで両者は区別できる。精子のう斑は大きな基部細胞上にでき、高さ 50 μm ほど皮層上に盛り上がる。

(*国立科学博物館・植物, **山梨大・教育)

(21) 野崎久義：川崎市産の緑藻 *Characiochloris* sp. の形態と生活史

Characiochloris は単細胞の付着性緑藻の一属で、Pascher (1927) が記載して以来、8種の報告があるが、日本からの報告は未だないものと思われる。本属は栄養細胞に多数の収縮胞と付着部位に偽鞭毛をもつ事の特徴としており、ヨツメモ目に分類されている。

演者は川崎市の水田の泥より、*Characiochloris* と同定される株を分離・クローン培養し、その形態と生活史を光学顕微鏡下で詳細に観察した。本藻の栄養細胞が紡錘形をしており、大きな葉緑体の中央に1個のピレノイドをもつ点は、*C. characiooides* Korshikov ex Pascher に似るが、細胞の後端部が乳頭状である点が異なる。細胞は成長すると、細胞壁の中で、100以上の遊走子を形成する。遊走子は等長二鞭毛型で、他物に付着し、栄養細胞に発達する。培養条件によっては、細胞壁の中に通常1個の休眠孢子を形成する。休眠孢子は球形で、滑らかな細胞壁をもち、成熟すると赤褐色を呈する。休眠孢子を発芽させると、4個の等長二鞭毛型の遊走子が細胞壁より遊出した。

(慶應義塾高校)

(22) 〇堀 輝三・榎本幸人：囊状緑藻キッコウグサ *Dictyosphaeria cavernosa* の特異な染色体分離法

真核細胞核分裂における染色体の分離は、動原体糸の短縮と非動原体糸の伸長による極の分離によるものと説明されている。キッコウグサの核分裂の過程を、連続切片一電顕法で調べたところ、この藻では中期以降も染色質は核内膜に付着しており、染色質移動に働く第一義的な力は核包膜の伸長・変形であると結論された。染色質は中期赤道面に中期核板として集まる(この時も、この後も個々の染色体性は認められないので、染色質という語を使う)。後期に、核は長楕円形に変わり、染色質は小塊となって核全体に分散する。しかし、それらは全て核内膜に接着していることが連続法で確かめられた。真核生物で一般的な染色体の同調的な極移動は、この藻ではみられない。動原体糸は存在するが、後期以降、極への有意な収縮がみられない。このことと、染色質の特異な非同調移動から考えて、紡錘糸はアンカーとしてのみ機能しているとおもはれる。このような染色体分離法はシオグサ目、ミドリゲ目植物に一般的な様式であると思われる。

(*筑波大・生物科学系, **神戸大・理・生物)

(23) ○宮村新一・堀 輝三 : 地衣類共生藻 Trebouxia 葉緑体にみられる ビレノイド・核様体複合体

藻類の葉緑体に存在するビレノイドは、光合成の炭酸固定に働く リブロース-1,5-ニリン酸カルボキシラーゼ(Rubisco)の存在場所と考えられている。われわれは、嚢状緑藻フサイワツタ、クビレツタ、フジノハツタ、嚢状黄緑色藻クビレミドロの葉緑体では葉緑体DNAが ビレノイド基質に局在するという特異な現象を見いだした。このようなビレノイドと核様体の会合がほかの緑藻でもみられるものであるかを明らかにするために、テクノビット包埋した試料の切片をDNA特異的蛍光色素DAPI染色による蛍光顕微鏡観察法により調べた。その結果、地衣類 Parmelia sp., Physcia sp. の共生藻 Trebouxia sp. において、葉緑体核様体が葉緑体中央にあるビレノイドのまわりをおおうように取り囲んでいるのが認められた。また、一部の核様体は、ビレノイドのまわりに放射状に分散していた。

(筑波大・生物科学系)

(24) ○須田彰一郎, 渡辺 信*: 灰色藻, Cyanophora tetracyanea Korschikov の形態と微細構造

Cyanophora 属には, C. paradoxa と C. tetracyanea とが記載されているが, 前者は培養株が得られ, 詳細な形態観察のみならず様々な研究がなされているのに対して, 後者は, Korschikov (1941) により初めて記載された他は, Skuja (1956) によりその存在が再確認されているだけで, その詳細な形態的特徴, 分類学的位置は不明のままである。

1987年1月, 茨城県水海道市のハス田の表層土壌サンプルから C. tetracyanea を分離培養することができた。

細胞は, 正面から見ると楕円形ないしは米粒型, 上方から見ると馬蹄形(U字型)で, 不等長の2本の鞭毛は, このへこみの上部から発出し, 鞭毛根に多層構造体(MLS)様の構造を2個持つ。青緑色をした色素体は4個で, 細胞中央部に核が存在する。ペリプラストは, 内側にプレート状構造を含み, ところどころ重なりあった偏平な袋からできている。大きさは, 縦8-11 μ m, 横5.5-7 μ m, 幅約3 μ mであった。これらの微細構造の特徴は, 基準種のそれに基本的に一致した。

(○日本ロシュ研究所, *国立環境研)

(25) ○河地正伸・井上 勲: 4本鞭毛をもつハプト藻の細胞構造の観察と分類

4本鞭毛をもつハプト藻を東京湾から採取した。4本鞭毛をもつ種はハプト藻およびその近縁の黄色植物では初めての記録である。ハプトネマは1本, 約30 μ mの長さで, コイル状に収縮する。2種類の鱗片をもち, その形態は Chrysochromulina ericina に類似する。またビレノイドの形態, オルガネラの配置はクリソクロムリナ属の多くの種と一致する。しかし本種は, 以下の点で C. ericina とは異なる。1) 細胞サイズ (C. ericina: 8 μ m, 本種: 18 μ mの細胞直径), 2) 刺状鱗片の長さ (C. ericina: 12 μ m, 本種: 8 μ m), 3) 食作用能力 (C. ericina はもつ, 本種はもたない)。

鞭毛装置構造: 4本の基底小体の配置は2本鞭毛をもつ他のハプト藻の基底小体複製直後のそれに類似している。結合繊維と微小管性鞭毛根は既知のクリソクロムリナのそれに比して複雑であり, しかもこれらは安定した配置を保っている。分裂時期の鞭毛の挙動を調査する必要があるが, 今回得られた結果から, 本種をクリソクロムリナ属の新種として記載するのが妥当と考えられる。

(筑波大・生物)

(26) ○坂東忠司*・木津さおり**: 接合藻数種の生活史と核DNA量の変動

従来, アオミドロやホシミドロに代表されるすべての接合藻は比較的単純な生活史を営んでおり, 栄養細胞と配偶子細胞の染色体数は等しく半数体であるとされてきた。しかし, Hamada(1985, 1987)は Closterium ehrenbergii の全生活史を通じて核DNA量の変化を詳細に調査し, 配偶子形成時に核DNA量が半減する事実をつきとめ, 従来の考えに疑問を投げた。

本研究では, C. ehrenbergii, Zygnema sp. および Spirogyra spp. (Sp-1~Sp-4) を用い, 無性生殖時と配偶子形成時における核DNA量の変動を調べた結果, Hamadaの報告が再確認され, 以下のことが明らかになった。① DNAの複製は暗期に入ってからおこなわれ, 次の明期までに細胞分裂は完了する。② いずれの場合も, 栄養細胞の核DNA量は配偶子細胞の1~5(平均値で2.3~2.9)倍量記録された。③ Sp-4の栄養細胞の核DNA量は配偶子細胞のちょうど2, 3, 4倍量に顕著なピークを持つことから, 倍数体の存在が推察される。

(* 京都教育大・生物, ** 松下ソフトリサーチ)

(27) ○杉山篤志・前川行幸・喜田和四郎：潮間帯海藻の垂直分布と温度特性

潮間帯には多種の海藻が生育しており、狭い範囲ではあるが明確な垂直分布が観察できる。これは、潮間帯では潮下帯に比べ温度や塩分濃度等の環境条件の違いが著しく、生育帯がそれぞれの種の適応範囲に制限されているためと考えられている。

本発表では高温に対する適応を検討するため、高さの異なるタイドプールより数種の材料を採取し、5°Cから47.5°Cまで低温側から5°Cまたは2.5°Cずつ順に水温を上げながら光合成速度と呼吸を測定し、それぞれのタイドプールの温度変化との関係を調べた。その結果、高潮線付近のタイドプールに生育する種は低潮線付近のものに比べ高水温に対して高い適応能力を持ち、その適応水温は生育環境の水温とほぼ一致していることがわかった。また、高水温に適応している種では光合成-温度、呼吸-温度曲線は単調なものではなく、高温側にエルボーもしくは二つのピークを持つような曲線になる現象がみられた。

(三重大・生物資源)

(28) 林田文郎：駿河湾における潮間帯海藻群落のZonationについて

本研究は、駿河湾における潮間帯海藻群落の植生やその垂直分布構造を明らかにする目的で、1979年と1980年の2ヶ年にわたり同湾内の相良、鯛ヶ島(焼津)、袖師(清水)、西浦(沼津)、土肥および田子の6地点において調査を実施した。調査は兩年とも4月から8月までの計5回にわたり各月の大潮時に行い、いずれの地点においても防波堤の垂直面における潮間帯海藻群落を対象とし、50cm四方で内部が10cm平方の小区画に分けられた鉄製の方形枠を垂直に吊し、分布上限から下限までの範囲にわたり、各小区画内に出現する海藻類の種類を調べ、一方では種類別の被度をペンファウンダーの方法により求めた。潮間帯における海藻類の種類数(5・6月)は、田子と相良では16種で最も多く、袖師では9種で最も少ない。被度は田子で最も高く、次いで土肥、相良の順に高く、西浦では最も低い値が得られた。垂直分布帯の上限は、波当たりが最も強い土肥と波当たりの弱い西浦との間に130cmの差異がみられた。種類数、被度および垂直分布帯の幅に関する知見を総合すると、田子において最もよく発達した帯状分布構造がみられた。一方、種数に基づき各地点間の親和係数を求めた結果、袖師-西浦間で66.7%を示し類似性が最も高いことがわかった。(東海大・海洋)

(29) ○小河久朗・川口祥子・藤川義一・南 憲生：越喜来湾のエゾノネジモクの生態について

エゾノネジモクは、宮城県牡鹿半島から北にかけての海岸の漸深帯の狭い範囲に密生し、この地域の主要な群落構成種である。本種の生長、成熟の特性を知るために岩手県越喜来湾において1991年4月から12月にかけて、1)生育密度、藻体長と重量、2)部位別の側枝数と長さ、形成間隔、3)成熟時期、部位別の生殖器官数等を測定した。その結果を報告する。

生育密度、藻体長、重量とも5月から急激に増加し、7月に最大値、 $1.0 \sim 1.6 \times 10^4$ 本/㎡、43cm、0.71g/本を示した。このような状態が藻体の枯れだす8月下旬まで続いた。側枝数は、藻体の下部では3~14本、中央部では3~16本、上部では4~34本、側枝の長さは下部では1cm、中央部では1~5cm、上部では1~2cm、側枝の形成間隔は、下部では0.5~2cm、中央部では0.4~1cm、上部では1~2cmだった。生殖器官は6月からみられた。その数は、下部では0~7個、中央部では40~260個、上部では90~500個と、上に行くほど増加した。(北里大・水産)

(30) 当真 武：イワノリ類の分布に及ぼす沖縄島地形と冬期季節風および日照度の関係

マルバアマノリ、ツクシアマノリなどのイワノリ類数種が沖縄諸島に混生しているが、それらの詳しい生態は知られていない。ここではそれを群集として扱った季節的消長と分布に及ぼすサンゴ礁を含む沖縄島地形、冬期季節風および日照度の影響について1990~91年に実施し、2~3の生態的知見を得た。イワノリ類は沖縄島の西海岸域の飛沫地帯のみに生育し、11月に発芽し3月にピークとなり、6月に消失した。礁縁からテトラポット群までの距離(A)の関係を見ると(A)が短い距離程高い位置まで分布した。この現象は激浪地の辺戸岬、残波岬、万座毛等においても観察されたが、その生育密度は一般に小さい。万座毛(高さ28m)崖下のすぐ前部にある離れ岩(高さ約2m)の上面部までコケモドキが密生していること、太陽南中高度と背後の崖高の関係から、ほぼ生育時期に当たる秋分~春分にかけて期間が日陰になる面が多く、日照度から見るとその生育環境は不適な位置を占めていると推定された。

一方、テトラポット群の飛沫帯は約34°Cの角度で築堤されているため日射量が充足されていると推定され、最大湿重量760g/㎡、最大帯幅70cmに達した。

(沖縄水試)

(31) ○秋岡英承*・馬場将輔**・正置富太郎***・H. W. ジョハンセン****: 北海道南部のサンゴモ属turfの構造と環境が動物相に及ぼす影響について

演者らは北海道南部の潮間帯のサンゴモ属turfで調査を行い、turfの構造と環境が動物相の変化に関連することを明らかにすることが出来た。方法は毎月5cm平方枠内の藻体を除いた後、0.5mm平方の網目上で濾別しその中から実体顕微鏡の下で約100分類群の動物を区別した。これらを有孔虫類、環形動物(含紐形動物・線虫類)、腹足類、斧足類、節足動物の5群と固着動物に大別して各Site毎に食性についても考察を行った。Site Aは外海に面して海水の流通もよく、各分類群が出現し、毎月の個体数は300~3,000であり、特にプランクトンを摂食するものが多かった。Site Bは低潮時に干出し、各分類群が存在するが、800~7,500個体と最も多く、藻食性と腐食性が主であった。これはturfの保水性がよく、堆積物が厚く沈積している為と考えられる。一方Site Cは外海から隔離した浅い日陰のタイドプールで腹足類が目立ち、個体数も400~1,500と最も少ない。(*北教大・函館・生物、**海生研、***北大・水産・植物、****クラーク大・生物)

(32) 藤田大介: 磯焼けについて

現在、全国各地で磯焼けが深刻化しており、1990年に水産庁が実施した聴取調査では全国沿岸39県のうち26県で磯焼けが発生しているとされている。日本では江戸時代の末期から磯焼けが知られており、1892年松原によって学界に紹介されて以来、現地視察報告、無節サンゴモ及びウニなどの関連生物を用いた諸実験が行われてきた。しかし、各地の磯焼けの発生や持続の原因は十分に解明されておらず、磯焼けの概念も混乱している。諸外国にも磯焼けの類例は多く、特に、ウニの摂食活動による海中林崩壊現象は極地方から熱帯サンゴ礁域まで、寒流域・暖流域を問わずに観察されている。今回は、最も研究の進んでいるウニ-海藻相互作用に関連する磯焼けについて、最近の研究の動向を紹介する。(富山県水産試験場)

(33) ○半田信司*・中野武登**: 気生藻類群落の季節変化

気生藻類は、陸上の基物表面にいくつかの特徴的な群落を形成している。演者らは広島市内の4種類の気生藻類群落について、その季節変化を調査した。その結果、以下のとおり気生藻類群落には顕著な季節変化がみられないことが確認された。

1) Apatococcus lobatus群落(街路樹のそえ木上に緑色のコロニーを形成): 年間を通じてほぼ単独群落のままであった。

2) Klebsormidium flaccidum群落(ユリノキ樹皮上に緑色の綿状のコロニーを形成): K. flaccidum, Chlorella属などの優占種に季節変化はみられなかった。

3) Chaetophora目の一種及びApatococcus lobatusの優占する群落(ケヤキ樹皮上): 優占種に季節変化はみられなかった。

4) Trocyscia aspera 及び Jaaigiella alpicolaの優占する群落(カキ樹皮上): 優占種をはじめ、常在的にみられる種が多かった。

(*広島県衛連, **広島大・理・植物)

(34) 秋山 優: シャジクモ類の微細藻類プランクトンに対するアレロパシー効果

シャジクモ類のアレロパシー効果としては、すでに体成分の水あるいはエタノール抽出物による抗菌作用(Su et al., 1973), さらにその体成分である含硫化合物による、底生性の珪藻 Nitzschia に対する光合成作用の阻害などが知られているが(Wium-Andersen et al., 1980, 82), 一方では生態的にはこのような現象についての否定的な報告もなされている(forsberg et al., 1990)。今回はこのような視点からの検討を試みた。

1) 生体からの抽出物によるPDテストでは、かなりのものが MeOH あるいはクロロフォルム画分に微細藻類の生長に対する阻害効果が認められ、その効果は種による異なった季節的消長を示す。2) 生育環境水について、オクタデシルシラン・カラムによる有効物質除去効果から、Harris 指数にして平均 18.7%(SD=7.3) 程度の阻害効果が認められ、特にメタノール画分をもちいたPDテストの結果とは高い相関が認められた。3) これら有効成分としては、官能基テストおよびGCMS分析の結果、大東産の親水性の物質としてはアミノ基をもった糖、加賀産の疎水性の物質は CH₂の鎖式構造をもった炭化水素系のものと推察される。

(島根大・教育・生物)

(35) ○濱田 仁：環境汚染指標生物としてのミカヅキモ (*Closterium ehrenbergii*) の有用性について

近年我々の周囲の水質環境は、重金属、農薬など様々な物質により汚染されている。そこで、これら環境汚染物質が、どれくらいの濃度になると人間にとっても有害かという事を、簡単にしかも早く知る事が必要となってきた。その為の指標生物としてミカヅキモを試してみたところ、ミカヅキモは富山県神通川流域のイタイタイ病の原因物質であるカドミウムでは 10^{-3} ppm、また熊本県の水俣病の原因物質である水銀では $3 \times 10^{-4} \sim 10^{-3}$ ppmで、増殖、接合子形成の異常を起こし、更にクロールアンフェニコールのような抗生物質でも、人間が影響を受ける濃度とほぼ同じ濃度で、増殖や接合子形成異常を起こす。このミカヅキモテストを、例えばゴルフ場でもよく用いられる殺菌剤のダコニール(クロロタロニル)で行ってみると、0.0017ppmで異常な接合子の形成が見られた。一方厚生省の水道水としての基準値は0.04ppm、環境庁の排水の規制値は0.4ppmとなっていて、これらの濃度ではミカヅキモが死に絶えるだけでなく、コイや金魚、ヒメダカも半数が2日以内に死ぬ濃度であり、人間への影響も甚だ懸念される事が分かった。(富山医薬大・医)

(36) ○熊野 茂・西海將雄・奥泉 剛・佐藤裕司：福田川河口(神戸市)における珪藻遺骸群集の遷移

1) 第1海産珪藻帯MD₁から遷移帯Tr₂への移行時期：本調査地では、C地点の標高+1.6mから採取した木片の¹⁴C年代値として6340 yr.B.P(木越, 1991)を得た。又、C地点の標高+1.9~+2.0mからアカホヤ火山灰が検出された(檀原, 1991)。これは約6300 yr.B.P.を示す(前田ら, 1982)。従って、本調査地における第1海産珪藻帯MD₁から遷移帯Tr₂への移行時期は、およそ6000年前であると考えられる。

2) 3列の砂堆列の形成との関係：およそ7000年前から6000年前の約1000年間に存在する3つの遷移帯Tr₁₋₁, Tr₁₋₂, Tr₁₋₃が第1海産珪藻帯MD₁と交代する。上記の3つの遷移帯Tr₁₋₁, Tr₁₋₂, Tr₁₋₃の存在は、大阪湾と調査地とを隔離するように形成された3列の砂堆列による古環境の変遷を反映しているように思われる。

(神戸大・理・生物, 兵庫県人と自然博物館準備室)

(37) ○藤井哲也・加藤敦之・川井浩史：褐藻カヤモノリにおけるrDNAの一次構造の解析

褐藻類の系統分類への分子系統学的手法の導入を目的とする研究の一環として数種類の褐藻よりDNAの抽出を行い、その一部につきrDNA(リボソームRNA遺伝子)の一次構造の解析をおこなった。rDNAはすべての生物に存在し、また遺伝的変異の小さい構造遺伝子の部分と変異の大きい非構造遺伝子の部分を持つため、その解析は系統上遠い分類群と近い分類群のいずれについても有効な手法となると考えられる。

今回はおもに北海道において採集したコンブ目3種、カヤモノリ目3種の自然藻体よりDNAを抽出しセシウムクロライド遠心で精製したのち、ソラマメのrDNAをプローブとしたサザン法により解析をおこなった。また、より詳細な解析を行うためにカヤモノリ(*Scytosiphon lomentaria*)についてrDNAをクローン化した。このクローンは約8kbのrDNA反復単位を含んでおり、その一部につき塩基配列を決定し解析をおこなった。

(北大・理・植物)

(38) ○御園生 拓・瀬戸真美子：16SリボソームRNA(rRNA)塩基配列から緑藻ハネモ属の系統解析を試みる

近年の分子系統学の発展により、生体高分子の持つ情報を用いて各種生物の系統関係を解析することが比較的簡単にできるようになってきている。今回我々は他の生物群の系統解析にしばしば使われる、16SrRNAの部分塩基配列を比較することによって大型緑藻ハネモ属の系統を解析する試みを行った。逆転写酵素を利用したサンガー反応のプライマーには、3種の16SrRNAに特異的な保存配列を用い、計約500塩基を読んだ。ミナトハネモ(*Bryopsis* sp.)はハネモ(*B. plumosa*)よりもオオハネモ(*B. maxima*)と近縁であるという制限酵素断片長多型(RFLP)分析の結果が支持された。

この分子種は進化速度が遅く、陸上高等植物では属間でもほとんど差異がないことが知られている。しかしハネモ属内では違いがみられたことから、これらの種の分化は古い時期に起こったことが示唆された。また、特有のrRNA分子の2次構造がみられたことは大型緑藻の進化的な位置を考える上で重要な鍵情報となる。

(山梨大・教育・生物)

展示講演

(39) 有賀祐勝：髪菜 *Nostoc flagelliforme* (藍藻) の生育地と生育状況

藍藻の髪菜 (はっさい, ファーツァイ) *Nostoc flagelliforme* は中国産の食用藻類である。日本人で髪菜の生育地についてよく知っている人は皆無に近いと思われる。1991年7月, 中国寧夏回族自治区でその生育の現地を見る機会を与えられたので, その概要を報告する。

本種は, 中国内陸の乾燥した高地の荒原の土壌表面に生育しており, 一種の土壌藻 (terrestrial algae) である。極くわずかの丈の低い乾生植物がまばらに生育する乾燥した山の上の土の表面に, 非常にまばらに見られ, 水の供給は霧および極めてわずかの降雨に頼っているものと思われる。大量に採集して商品とするにはかなりの困難が伴うが, 高値で売れるので栽培技術の確立が強く望まれている。寧夏農学院の研究グループにより生態学的研究と室内培養が試みられており, また武漢の中国科学院水生生物研究所の研究グループにより生理生態学的研究が行われている。

(東京水産大)

(40) ○横井 敬*・庵谷 晃** : カワノリの新産地

日本特産の渓流性食用緑藻であるカワノリ *Prasiola japonica* は, Yatabe(1891)によって, 栃木県日光, 群馬県相生, 静岡県芝川などの標本に基づいて記載されたものである。その後, 多くの研究者によって, 1か所の例外 (日本海に注ぐ千曲川支流の抜井川) を除いて, 栃木県那珂川以西の太平洋や有明海に注ぐ河川の特定流域にのみ生息するという, 特異な分布を示すことが明らかにされている。

岩本(1984)によって, 65か所の産地が報じられているが, その後新たに分布を確認した場所を報告する。いずれも, 岩本(1984)により報告されている場所の近傍ではあるが, 現在までにカワノリの生息が報告されたことの無い次の5か所である。すなわち, 東京都青梅市御岳, 神奈川県秦野市布川, 大分県竹田市九重野, 大分県玖珠郡九重町山の神, 熊本県球磨郡五木村竹の川。

また, すでにカワノリが絶滅した可能性のある産地についても報告する。

(*元東水大・資源維持, **東水大・藻類)

(41) ○中野武登・飯田高明・岩月善之助: 緑藻、カエトフォラ目、*Dilabifilum* の一新種

三重県、御在所岳のコンクリート壁に付着していた緑藻のコロニーを採取・培養した結果、球形の細胞の連なった匍匐枝と糸状の直立枝を持ち、4本の鞭毛を持つ遊走子を形成する藻株が分離された。これらの特徴は、緑藻、カエトフォラ目、*Dilabifilum* 属と一致する。これまで本属の種として *D. arthopyreniae*、*D. incrustans*、*D. printzii* の3種が報告されている (Tschermak-Woess 1970)。今回得られた藻株を Johnson and John (1990) の記載と比較・検討した。その結果、この藻株は *D. arthopyreniae* に最も近縁であることが明らかになったが、この種より匍匐糸の幅が広い。また、この藻株は匍匐枝のみ細胞壁の肥厚が見られ、更にコロニーの中で遊走子嚢を蜜に形成する。これらの特徴から、この藻株は *Dilabifilum* 属の新種と認め、*Dilabifilum densesporallum* と命名した。

(広大・理・植)

(42) ○前川行幸・杉山篤志・喜田和四郎: カジメ海中林の生産力推定モデル

海中林の構造や生産力を規制するもっとも重要な要因は水中および海中林内の光環境である。そこで、カジメ海中林について、光環境と光合成活性を基礎にした、群落生産力を推定する数学モデルを提案する。本モデルに必要なパラメータ群は1) 日射量の日変化、2) 海中林が形成される水深、3) 海水および群落の吸光係数、4) 葉体の光合成-光曲線等である。この数学モデルについて、水深、群落や海水の消散係数をさまざまに変化させ、パーソナルコンピュータ上でシミュレーションを行い、これらの要因が群落の生産力に及ぼす影響について推定した。平均的な沿岸海水の消散係数を設定した場合、水深20m以深ではカジメ群落は成立し得ないとの結果を得た。これは、これまでの調査結果とよく一致していた。また、生産力の推定値は実測値ともよく一致し、本数学モデルの信頼性が確かめられた。カジメ群落の生産力や群落の形成に最も重大な影響を及ぼす要因は、濁りによる海水の消散係数の増大であることも明らかとなった。

(三重大・生物資源)

一般講演

- (43) ○高 坤山*・有賀 祐勝**・浅田 浩二**
石原 利章・赤野 徹・清原 正高***:
紅藻オゴノリ類の高CO₂条件下での培養

CO₂有効利用の可能性を探ること、並びにCO₂の生態学的影響を明らかにすることを目的として、異なるCO₂濃度下でオゴノリ類(*Gracilaria chilensis*, *Gracilaria* sp.)を培養し、その成長を比較した。藻体(長さ約20 cm)を350 ppm, 1000 ppmまたは1600 ppmのCO₂を含む空気を通気しながら20 °C, 300 μE m⁻²s⁻¹で培養し、その鮮重を測定した結果、高濃度のCO₂を通気したものほど成長がよいことが明らかになった。培養液のpHは、350, 1000, 1600 ppm CO₂のいずれの培養においても、時間とともに暗期には徐々に低下して最低値に達し、明期には急速に上昇して最高値に達するパターンを示した。また、高濃度のCO₂を通気したものほど、培養液中のDIC(溶存無機炭素)濃度が高く、藻体によるNO₃⁻の取り込み量が多いことが分かった。一方、DICを10 mMまで高めた海水中で両種の光合成速度がいずれも高まることが明らかになった。高濃度のCO₂によるオゴノリ類の成長促進は、培養液中の全無機炭酸濃度の高まりに伴う炭素・栄養塩の同化作用の増大によるものと考えられる。(*(株)関西総合環境センター, **東水大, ***京大, ****関西電力(株))

- (44) ○片山 舒康・皆川富美: 初等中等教育段階における藻類の扱われかたの問題点

高校生・大学生・一般人の藻類に関する知識は想像以上に乏しい。例えば、我々が調べた千名以上の普通科高校1年生の半数以上がホンダワラ・トサカノリ・アオサを知らず、半数以上の生徒が生物のヒジキは黒色、生のワカメは緑色と答えている。また、クロレラ・ヒジキ・モズクが光合成をすると答えた生徒は、半数以下であった。これは、小学校・中学校理科で藻類に関する学習が十分でないためと考えられる。そこで、学習指導要領が改訂されるごとく出版された小・中学校の理科教科書で、藻類の扱われかた調査してみた。

小学校の教科書では、昭和30年代まで海藻が扱われていたが、その後は水の中の小きな生物としてわずかな植物プランクトンを残すだけとなった。中学校の教科書では、藻類が最も頻繁に登場したのは昭和40年代で、現行の教科書では、海藻・プランクトンともにやや扱いが軽くなっている。最近改訂された学習指導要領に従えば、これまでよりも陸上の高等植物に偏った扱いとなる可能性が高い。学会としてなんらかの対応が必要ではなからうか。(東京学芸大・生物)

- (45) ○二羽恭介*・申宗岩**・三浦昭雄**・有賀祐勝* : スサビノリの紫色型色素変異体の遺伝分析

紅藻スサビノリでは、殻胞子の発芽時に減数分裂が起こり、4細胞期の発芽体は線状四分子に相当するので、色素変異体を用いた交雑実験により四分子分析が可能である。本研究では、スサビノリの紫色型色素変異体を野生型及び緑色型と交雑させ、遺伝分析を行った。紫色型と野生型を交雑させた場合、異型接合体F₁糸状体は野生型を示し、F₁葉状体では紫色型と野生型からなる区分状斑入りキメラが高頻度で生じた。このことから、紫色型は単一の劣性遺伝子の支配を受けていると推定される。また紫色型と緑色型を交雑させた場合、異型接合体F₁糸状体は野生型を示した。この糸状体は紫色型遺伝子と緑色型遺伝子が相補的に作用した2遺伝子雑種であると考えられる。この交雑におけるF₁葉状体では、紫色型と緑色型のほかに野生型と新しい色彩型を加えた4種類の色彩型からなる区分状斑入りキメラが高頻度で生じた。四分子分析の結果、両親型に比べて非両親型の個体数が若干少なかったが、紫色型と緑色型の遺伝子は異なる連鎖群に属することが示唆され、野生型と新しい色彩型は染色体間の組換えによって生じたものと考えられる。

(* 東水大・藻類, **東水大・藻類増殖)

- (46) ○駒崎健・有賀祐勝: 紅藻スサビノリのプロトプラストの培養

海洋細菌由来の粗酵素を用いてスサビノリ葉状体からプロトプラストを単離し、その培養条件を検討した。プロトプラストの再生率は葉齢により変化し、葉齢約40日の葉状体から単離したプロトプラストでは約2%であったのに対し、葉齢約70日の葉状体から単離したプロトプラストでは再生は認められなかった。酵素処理の際に用いる浸透圧調整剤には、マンニトール、ソルビトール、シュクロースが適しており、NaClを用いると再生率は低下した。培養液中の浸透圧調整剤の濃度は徐々に(0.2~0.1M day⁻¹)下げた方が再生率は高かった。マルチウェルプレート中で培養した際の細胞密度に関しては、低密度(26.5~265 細胞 cm⁻²)の場合より高密度(2650 細胞 cm⁻²)の場合の方が再生率は低かった。葉状体中央部から単離したプロトプラストを培養すると、多くは、細胞壁を再生した後、不規則に分裂し、仮根を形成し、更に分裂を繰り返して不定形の葉状体になった。この不定形の葉状体からは単胞子が放出され、この単胞子は発芽して葉状体になった。一方、葉状体の先端部付近から単離したプロトプラストを培養すると、多くは、殻胞子や単胞子と同様の分裂様式で葉状体になった。

(東水大・藻類)

(47) ○坂西芳彦*・嵯峨直恒**：コンブ目植物配偶体の凍結保存の試み

大型藻類では継代培養による系統保存が行われているが、このような方法にはいくつかの問題点があり、凍結保存法開発への期待が高まっている。緑藻と紅藻については液体窒素中での生存が確認されているものの、褐藻については極めて少ない。そこで、褐藻培養細胞の保存法に関する技術開発研究の一環として、コンブ目植物の配偶体培養細胞を凍害防御剤処理、予備凍結を経て、液体窒素中で凍結させ、融解後の細胞を調べた。

オニコンブ (*Laminaria diabolica*) の雌性配偶体培養細胞を凍害防御剤混液 (ジメチルスルフォキシド, ソルビトール) に懸濁させ、 -40°C までゆっくりと冷却 (発泡スチロール製の箱とディープフリーザーを併用) した後、液体窒素中に投入した。4日後に液体窒素から取り出し、 40°C の温水中で急速に解凍した。解凍後の細胞はエバンスブルー染色による生死判別を行い、生存率を求めた。細胞の生存率は低かったが、解凍後の細胞懸濁液を培養したところ、細胞の増殖を確認することができた。

(*水産庁・北水研, **東海大・海洋)

(48) 坂西芳彦：寒海性コンブ目植物の光合成-温度特性について

ナガコンブ (*Laminaria longissima*) は道東沿岸より千島列島に分布し、低潮線から漸深帯に濃密な群落を形成する。本種は産業的にも重要な種類であるが、その生理学的特性に関する知見はきわめて乏しい。今回は、ナガコンブの光合成-温度特性とその季節変化を調べた。

釧路市桂恋地先の岩礁地帯で、低潮線直下に生育するナガコンブを採集し、葉体よりコルクボーラーで打ち抜いた面積約 3 cm^2 のディスクを光合成測定用の試料とした。ろ過海水で満たした 100 ml の酸素びんにディスクを入れ、種々の温度条件の下でインキュベート、インキュベート前後の溶存酸素をウインクラ-法で定量し、その増加を光合成とした。

11~1月の測定では、光合成最適温度は $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ であった。

(水産庁・北水研)

(49) ○齋藤宗勝*・片山舒康**・横浜康継***
ナンブワカメの糸状体と孢子体における光合成-温度特性の違い

褐藻類の異形の世代交代を行なう種類では、有性世代と無性世代との間の生長・成熟に適する環境条件が異なっていると言われている。ワカメにおける遊走子の発芽体である糸状体と孢子体の場合も、これらが生育する水温や光の条件には明らかな違いがある。したがって両者の生理活性の面にも相違のあることが予想されることから、三陸で養殖されるナンブワカメの両世代における光合成と温度との関係を調べた。糸状体は 22°C 、 $1500\sim 20001\times$ 、 $12\text{L}-12\text{D}$ の条件下で室内培養されたものであり、孢子体は室内培養された糸状体由来する幼孢子体を天然の漁場で養殖したものである。その結果、糸状体の光合成最適温度は 27.5°C であり、孢子体では 22.5°C であった。また、この最適温度を中心として高い活性を示す温度範囲は糸状体のほうが狭かった。さらに、最適温度より低い温度域では糸状体の活性が相対的に低く、最適温度より高い温度である 30°C では高かった。

(*盛岡大短大, **東京学芸大・生物,

***筑波大下田臨海実験センター)

(50) ○長島秀行*・小西徹**・権田武彦*：南極産緑藻の温度適応 I. 光合成活性と耐凍性

南極大陸の湖沼周辺の土壌やコケ群落内には微細藻類が生育している。その温度環境は夏期は 20°C 以上上がるが、冬期は 10°C 数度にも下がり、生物にとって極めて厳しい環境となる。そこで南極産緑藻の耐凍性を調べることにより、低温環境に対する適応の機構を明らかにしようとした。材料は南極マアズバレーのマアズバレー湖周辺の湿土壌試料より分離したクローラ *Chlorella* sp. 82A株と、対照として温帯産クローラ *Chlorella pyrenoidosa* IAM C-28株を用いた。試料は「低温顕微鏡」の、温度制御された試料室にセットし、凍結・融解させたときの細胞形態の変化をビデオカメラで撮影し、さらに酸素計に移して 25°C における光合成活性を測定した。その結果、マアズ 20°C まで下げた後室温にもどしても、南極産クローラでは光合成活性を失わなかったが、温帯産ではほとんどその活性を失った。また、そのとき南極産クローラでは細胞の収縮はわずかであったが、温帯産では顕著であった。これらのことから、南極産クローラの耐凍性について考察する。

(*東京理科大, **日本油脂)

(51) ○萩原富司*・渡辺信**：岩手県湯川温泉より分離した2種の藍藻の形態と耐熱性

温泉にはいろいろな藍藻が生息することが知られているが、これらの藍藻についての成育温度範囲や、耐熱機構については未解決の部分が多い。演者らは1990年9月に岩手県の湯川温泉の河床から分離した2種の藍藻 *Fischerella maior*, *Placoma vesiculosa* の形態的特徴、微細構造、培養実験による成育温度範囲およびそれらの耐熱機構について調べたので報告する。

光学顕微鏡および電子顕微鏡による観察の結果、とくに *P. vesiculosa* についてはこれまで報告のなかった微細構造が明らかとなった。すなわち群生中心部の柔組織から縁辺部にかけて偽糸状体が発達し、細胞は堅固な粘質鞘に囲まれ、莢の中の豆のように配列していた。いろいろな温度で培養した結果、*F. maior* は40~50℃に、*P. vesiculosa* は40℃付近に最適温度を示した。また *F. maior* は60℃で10日間生存でき、この条件になると若い側枝の伸長が減少した。*P. vesiculosa* は65℃で2日間生存でき、この条件では細胞の間隔が広がり、大きさも不均等となった。このような耐熱性は蛋白質と脂肪酸の変化で説明されるといわれている。そこで30℃と50℃における藻体の蛋白質と脂肪酸を分析した結果、両種とも温度によって明らかな相違点が認められた。

(*環境研究センター、**国立環境研)

(52) ○樋渡武彦・澤口友宏・徳田 廣*・高 坤山**・岡崎恵祝***・石原利章・赤野 徹・清原正高***
*：ハプト藻 *Gephyrocapsa oceanica* によるCO₂固定

G. oceanica の石灰化によるCO₂固定を明らかにする目的で異なるCO₂濃度(0.036, 0.2, 0.5%)で6日間の培養試験を実施した(温度:20℃, 光強度:200 μmol photons/m²/s)。石灰化速度と増殖速度は0.036%が最も良く、次いで0.2%であった。0.5%では増殖しなかった。この時の0.2と0.5%のpHは1日目にしてそれぞれ8.2から7.5と7.2に低下した。増殖不良の原因としてpHの低下が考えられたので、次にpHを8.2にコントロールして同様の試験を行った。その結果、増殖速度は3者とも大きな違いは見られなかったが、石灰化速度は0.2と0.5%の方が0.036%に比べて2.5倍程高かった。このことはCO₂濃度が高いことにより、1個の細胞のサイズが増大し、表面積を増やし、石灰化量を高めたことを示すものであった。以上の結果から、pHをコントロールすることにより、高CO₂濃度で石灰化を促進させることが可能であることが判明した。

(*日本エヌ・ユー・エス(株)、**(株)関西総合環境センター、***東京学芸大学、****関西電力(株))

(53) ○岡崎恵祝・有賀秀二・岡村好子：円石藻(ハプト植物門)の光合成におけるカーボニックアンヒドラーゼの役割

海産の単細胞石灰藻である円石藻の *Pleurochrysis carterae* と *Emiliana huxleyi* の光合成におけるカーボニックアンヒドラーゼ(CA)の役割について研究した。その結果次の知見を得た。

(1) この二種の円石藻には細胞内にCA活性が検出され、その活性は淡水産の *Chlamydomonas reinhardtii* に見られる全CA活性の1/20~1/60であった。(2) これら円石藻の光合成(pH 8.2)では、光合成速度の1/2 V_{max}を得るHCO₃⁻濃度[K_m(HCO₃⁻)]は約1.5 mMで *C. reinhardtii* の約10倍であった。(3) 円石藻におけるこのK_m(HCO₃⁻)値はCAの特異的阻害剤であるアセタゾールアミドとエトキシゾールアミドによりさらに増大したが、その阻害はHCO₃⁻濃度の増加と共に減少した。(4) *P. carterae* の培養メEDIUM中の全炭酸濃度を通常のレベル(約2 mM)から低濃度レベル(約40 μM)に変えると、CA活性は増加した。その際、タンパク質合成阻害剤のサイクロヘキシミドを添加すると活性の増加は抑制された。これらの結果は、この二種の円石藻の光合成は高濃度の炭酸(約2 mM)に適応しているとは言え、淡水産微細藻類の場合と同様にCAが炭酸固定に重要な役割を演じていることを示している。

(東京学芸大・生物)

(54) ○畠中芳郎・小林修・東原昌孝・榎山圭一郎：
*Dunaliella*の溶解酵素に関する研究

*Dunaliella*の細胞融合を行うにあたり、細胞膜を露出させる必要がある。現在までにプロテアーゼ系の溶解酵素により、形態が変化することを発見しているが酵素による細胞の溶解を定量的に確認できなかった。

今回、*Dunaliella*が特異的に蓄積するグリセロールが酵素処理により細胞外に溶出することを利用し、酵素による細胞溶解の定量化に成功したので報告する。

方法としては、高張条件で培養した細胞を1 Mソルビトール溶液に懸濁し、各種酵素を加えて30℃、1時間反応させた後、反応液中のグリセロールを酵素法またはガスクロマトグラフィーで定量する。

以上行った結果、細胞形態の変化をひきおこす各種酵素で処理した場合、著量のグリセロールが細胞外に溶出し、定量的に測定が可能であることが判明した。今後、本方法を用い自己溶解酵素など、より緩やかな条件でプロトプラスト化を行える酵素の検索を行う予定である。

(大阪市工研)

(55) ○館脇正和* 鈴木稔**：紅藻胞子の自家着生阻害物質（アレロケミカル）についての検索

紅藻類の胞子は母藻（果胞子体・四分胞子体）から放出されると、沈降し、直ちに地物に着生し発芽を開始するとされている。しかし、多くの種類で、ペトリ皿の中で胞子を放出させた後、母藻をそのまま共存させておくと、胞子は底部に着生せず長時間浮遊していることが知られている。この現象から各種母藻浸出液を利用して、紅藻類の無菌培養のための胞子洗浄液が考案されたが(Tatewaki et al. 1989),その胞子着生阻害物質の一つとして、種々の紅藻のメタノール抽出物から単離される高度不飽和脂肪酸のイコサペインエン酸を選び、そのナトリウム塩と様々な種類の海藻浸出液と対比させながら、イトグサなどの胞子着生についてのアレロパシー活性を調べた。その結果、褐藻オキナワモズクから単離されたオクタデカテトラエン酸(Kakisawa et al. 1987)と同様に 2ppm 以上の濃度で著しい阻害作用が見られた。

(*北大・理・海藻研, **理・環境化学)

(56) ○池谷和則・山本裕子・渡辺真之*：ラン藻 *Microcystis* 属 3 株の脂肪酸組成について

富栄養化の進んだ湖沼では、夏期になると *Microcystis* 属によるアオコの発生が著しく、その悪臭や一部の種がもつ毒性で、この属への分類学的な関心も高まってきている。本報告では *Microcystis viridis*, *M. wesenbergii*, *M. elabens* の 3 株の脂肪酸組成について比較した。

M. viridis と *M. wesenbergii* の主要な脂肪酸は、C16:0で 全脂肪酸のうちの45-50mol%を占め、そのほかにC18:1, C18:2, C18:3, C18:4 の不飽和脂肪酸を含んでいた。一方、*M. elabens* ではC14:0, C16:0, C16:1がその主なもので、前述の2株のようなC18ポリ不飽和脂肪酸は殆ど含まれず、*Microcystis* 属よりは、C18のポリ不飽和脂肪酸を含まないという点で *Anacystis*, *Synechococcus* により近い脂肪酸組成であった。さらに、諏訪湖表層水から採取したアオコの脂肪酸組成についても分析し、アオコの主な構成種である *M. viridis* の組成とほぼ同じであることを確かめた。

(明大・農・農化・*国立科学博物館)

(57) ○吉田智成*・坂東忠司**・桐山卓也**・山下真***：接合藻の増殖に及ぼす洗剤の影響

これまで合成洗剤が水質や生物に与える影響については多くの報告がなされてきたが、水界生態系における生産者として重要な役割を担っている藻類への影響を見た報告は比較的少ない。ここでは、生活排水や数種類の市販の洗剤を用いて、接合藻（主に *Cylindrocapsa brevissonii*, 一部 *Closterium ehrenbergii*）の増殖に及ぼす影響を調査した。その結果、生活排水中には藻類の増殖を阻害するような物質が存在し、時間帯によって変化する影響の強さなどからその物質は洗剤成分である可能性が高いこと、洗剤の種類によって特有の形態をした異常細胞が出現する場合があること、洗剤を標準使用量で用いても強い阻害作用があり、石鹼よりも合成洗剤にその作用が著しく、しかも長く持続すること、土壌添加によって阻害作用が大きく軽減されることなどが確認された。さらに、藻種を使い分けることによって、試水そのものが生物に与える影響を微妙に判定できる可能性が示唆される。

(*京都府立筑道高, **京都教育大・生物, ***神戸市立雲中小)

(58) ○栗原美香*・小林純子*・福島博**・藤田晴江***
：羽状ケイ藻 *Synedra rupeps* var. *familiaris* の形態変異 (2)

本種の形態変異については河口湖岸の飲料について消費者ら(1991)が報告した。今回は米国 North Carolina 州, Durham にある Duke 大学構内で 1991 年 8 月にえた約 450 個体を調査したので、両者を比較して論じる。

両者の諸形質の頻度は次のようである。

(*横浜市大・生物, **東女体大, ***神奈川公商試)

Synedra rupeps Kütz. var. *familiaris* (Kütz.) Grun. 諸形質の頻度

| 形 質 | 頻 度 | | |
|----------------|----------------|---------|------|
| | 河口湖産 | デューク大学産 | |
| ケイ殻中央部のくびれ | 特に明瞭 | 30.5 | 21.9 |
| | 明瞭 | 58.0 | 59.6 |
| | 明瞭でない | 11.5 | 18.5 |
| 中央部より先端部までの両側縁 | ほぼまっすぐ | 11.2 | 14.6 |
| | 湾出する | 88.8 | 85.4 |
| ケイ殻の先端部の形 | 頭部状 | 74.0 | 84.8 |
| | くちばし状 | 26.0 | 5.7 |
| ケイ殻長 | 大...4.5 μm以上 | 6.7 | 3.5 |
| | 中...3.0-4.4 μm | 81.8 | 83.6 |
| | 小...2.9 μm以下 | 11.5 | 12.9 |
| ケイ殻幅 | 大...3.5 μm | 5.1 | 1.1 |
| | 中...3.0 μm | 70.2 | 89.6 |
| | 小...2.5 μm | 24.7 | 9.3 |

第15期活動計画決まる

平成3年11月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は、このたび開催した第113回総会において、第15期活動計画と新しい特別委員会の設置を決定しましたので、その概要をお知らせいたします。

日本学術会議総会における内閣官房長官挨拶

平成3年10月23日(水) 日本学術会議講堂

日本学術会議第113回総会に当たりまして、一言ご挨拶を申し上げます。

御承知の通り、日本学術会議は、我が国の科学者の内外に対する代表機関として、科学の向上発展を図り、行政、産業及び国民生活に科学を反映浸透させるという重大な責務を負っております。

21世紀に向けて、さらに調和のとれた真に豊かな国民生活を実現するためには、創造性豊かな科学技術は申すまでもなく、学術全般を一層発展させることが必要であります。また、我が国の国際的地位の向上に伴い、全地球的視点に立った我が国の国際的な貢献が強く求められております。

そこで、日本学術会術の皆様におかれましては、日本の科学研究の一層の進展のために、長期的かつ高い観点から議論を重ねていただくとともに、科学研究の分野において我が国がどのような国際的貢献をなすべきか等自然科学のみならず、人文・社会科学も含めた全学問的領域から総合的に検討していただき、建設的な御意見を積極的にお出しいただきたく、お諮りをいたします。

頂戴いたしました有意義な御意見につきましては、その実現に最大限の努力をいたしたいと考えております。

終わりに、日本学術会議の今後の御発展と、御出席の皆様方の御健勝を祈念いたしまして、私の挨拶といたします。

日本学術会議第113回総会報告

日本学術会議第113回総会(第15期・第2回)は、10月23日～25日の3日間開催された。

総会冒頭、官房長官の挨拶があった。(上掲)

近藤会長からの前回総会以降の経過報告に続いて、運営審議会附置委員会、部会、常置委員会、国際対応委員会の各委員長、部長からの報告があった。そして第15期日本学術会議の活動方針となる「第15期活動計画(申合わせ)」と「臨時(特別)委員会の設置について(申合わせ)」(別掲)の2件の提案があり、真剣な討議の後、一部修正をして、圧倒的多数の会員の賛成により可決した。この2件の提案内容は、前回の臨時総会で設置された第15期活動計画委員会

が審議を重ねて作成したものであり、またその間に2回の連合部会及び部会を開いて、各会員の意見を集約したものである。

総会2日目は、予定を急遽変更してSSC(超電導超大型粒子加速器)計画についての討議を行った。これは去る10月15日に運営審議会のメンバーに対し、米国大統領補佐官D・アレン・プロムリー博士が、SSC建設計画に関して日本の協力を求めるスピーチを行ったのに対して、第4部から総会討議資料が提出されたためである。中岬卓雄第4部長と伊達宗行会員が登壇し説明を行い質問等に答えた後討議に入った。午後も熱心な討議は続き政府に対して要望を提出することが採択された。

内閣官房長官挨拶の中で諮られた学術に関する国際対応については、第15期活動計画の中にも提唱されているが学術会議としては、今後、重要案件として審議することとした。

このほか、広報委員会、将来計画委員会も開催された。

総会3日目は、各常置委員会、各特別委員会(第1回会議)が開催された。

第15期活動計画

日本学術会議は、創設以来、科学者や学術研究団体との連携の下に、その目的・職務の遂行に努力し、我が国の学術研究体制の整備についての重要な勧告等を行い、研究所の設立などを含めて数々の業績を挙げてきた。また、数多くの国際学術団体との連携・協力、国際学術協力活動への参加など世界の学界と提携しつつ学術の進展に貢献してきた。しかしながら、創設後40有余年を迎えた現在、学術を取り巻く状況は、国際的にも国内的にも著しい変化を生じた。このような状況を踏まえて、第15期日本学術会議は、本会議の創設以来の基本的精神を引き続き堅持しながら、変動の激しい内外情報に対応して、なお一層の成果を挙げるべく努力する。

日本学術会議は、学術に関する重要事項を自主的に審議し、我が国の学術研究の在り方についての方策を立案し、学術研究の成果を行政、産業及び国民生活に反映浸透させることを使命としている。このため、会員の科学的知見を結集し、時代の要請に即応しつつ将来を見通し、以下の視

点から学術研究の一層の推進を図る。

人文・社会及び自然科学を網羅した日本学術会議は、学術的視野に立ち、学術研究団体を基盤とする科学者の代表機関であることを認識して、全科学者の参加と意見の集約を図らなければならない。さらに、本会議が集約した科学者の意見を速やかに政策の形成に反映させるようにすべきである。特に学術政策については、他の関係諸機関との連携を強化し、その実現を図る。

また、学術研究団体を基盤とする日本学術会議は、関係ある学術研究団体等から推薦された科学者を中心として構成される研究連絡委員会の重要性を認識し、その活動を強化するとともに、学術研究団体との連絡を密にし、研究基盤の強化を図り、高度化する学術の発展に貢献する。

我が国の科学者を内外に代表する機関である日本学術会議は、国際社会における我が国の地位の向上に照らし、海外諸国の期待と時代の要請にこたえて、学術の分野における国際貢献に積極的な役割を果たすべきである。

日本学術会議は、真理探究という基本理念に立脚し、国民とともに学術の在り方を考え、同時に学術の国際性を重視するものである。そのためには、学術の健全な発展に向けて、学問・思想の自由の尊重と研究の創意への十分な配慮の下に、長期的かつ大局的な視点に立ち、創造性豊かな研究の推進に努める。

科学が文化国家の基礎であるという確信に立ち、日本学術会議は、科学者の総意を代表してその精神を高揚したい。即ち、21世紀に向けて学術体制及び研究・開発の望ましい在り方を抜本的に検討し、我が国の学術政策に指針を与えることにより、国民の期待にこたえとともに、人類の福祉と世界の平和に貢献することを期するものである。

1. 重点目標

第15期活動計画の重点目標は、次のとおりとする。

(1) 人類の福祉・平和・地球環境の重視

今世紀において、科学・技術は長足の進歩を遂げたが、一方において、地球環境の悪化を始めとして、人類の将来を脅かすような事態が起こっている。さらに現在の世界は、激動の渦中であり、その影響は、学術の分野にも及んでいる。

今日の社会的現実が提起している問題を解決するには、直接に関係する研究だけでなく、広く諸科学が積極的に関与する必要がある。そのためには、多くの研究領域が、それぞれ独自に一層の深化を図るとともに、共同の努力を行い、研究の内容、学問体系の変革にまで進むべきである。人文・社会及び自然科学を包含する日本学術会議は、その特徴を生かして十分な審議を行い、人類の福祉・平和・地球環境を重視して、学術研究の進むべき方向を提示する。

(2) 基礎研究の推進

学術の研究は、人類の発展に不可欠であることは言をまたない。日本学術会議は、将来の学術の発展に向けて、各分野の基礎研究の推進に積極的に取り組むこととする。

また、学術の領域は広範多岐であり、基礎研究であれ応用研究であれ、それぞれの領域ごとに方法論も異なり、研究者の求めるものに大きな違いがあることを十分に考慮し、各分野の研究者の声を聞き、それぞれに適した育成策を講ずる必要がある。それと同時に、学術研究の動向に注目し、いわゆる学際的研究や学問の総合化に留意しつつ、諸科学の調和のとれた発展を目指すことが重要である。

以上のため、第13期においては学術研究動向、第14期においては学術研究環境に関する調査研究を行い、我が国の学術水準の国際比較やその発展を阻害する諸因子な

どを指摘した。今期においては、これらの調査結果を参考にしつつ、創造性の基礎となる個人の着想を重視し、かつ、国際的にみた学術研究の動向を見極め、独創的研究の強化策等を積極的に図る。さらに、国民生活の向上発展に資する学術の具体的方策を審議提言する。

(3) 学術研究の国際貢献の重視

学術研究は、本来、真理の探究を目指す知的活動であり、その成果は広く人類共通の資産として共有されるべきものである。したがって、学術の国際交流は、学術研究にとって本質的に重要であり、その在り方に常に関心を払う必要があることは言うまでもない。

さらに近年は、国際平和の推進や環境問題の解決等、いわゆる地球的あるいは国際的規模の課題について、我が国の研究を充実させつつ、広く世界の諸科学の発展を積極的に推進する必要があると増大している。また、発展途上国及び近隣諸国の学術振興のため、これら諸国の研究者に協力して、貢献策を立案することが強く要望されている。これらことから、我が国の科学者が今後積極的に国際貢献に取り組み、学術を人類の繁栄と世界の平和に役立てるため積極的な役割を果たすことが必要となりつつある。

以上のような状況から、本会議が築いてきた国際学術交流・協力の在り方についての諸原則と実績を基盤として、学術の国際交流・協力の飛躍的な拡充強化を図り、国際的寄与を格段に拡大することが極めて重要である。

2. 具体的課題(要旨)

次の課題を選定した。

- (1) 科学者の倫理と社会的責任
- (2) 学術研究の長期的展望
- (3) 研究基盤の強化と研究の活性化
- (4) 研究者の養成
- (5) 学術情報・資料の整備
- (6) 学術研究の国際交流・協力
- (7) 国際対応への積極的取り組み
- (8) 文化としての学術
- (9) 平和と安全
- (10) 死と医療
- (11) 生命科学と社会的諸問題
- (12) 人口・食糧・土地利用
- (13) 資源・エネルギーと地球環境
- (14) 巨大システムと人間

3. 具体的課題への対処及び臨時(特別)委員会設置について(省略)

注：国際対応委員会の扱いは常置委員会の並びとする

◇今回の総会決定により設置された特別委員会◇

- ・文化としての学術
- ・平和と安全
- ・死と医療
- ・生命科学と社会的諸問題
- ・人口・食糧・土地利用
- ・資源・エネルギーと地球環境
- ・巨大システムと人間

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

=====

賛助会員 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北3条西7丁目
北海道第二水産ビル4階
阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔
株式会社 シロク 260 千葉市春日1-12-9-103
協和醸酵工業株式会社研究開発本部商品開発部センター
100 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル
全国海苔貝類漁業協同組合連合会 108 東京都港区高輪2-16-5
有限会社 浜野顕微鏡 113 東京都文京区本郷5-25-18
株式会社ヤクルト本社研究所 189 東京都国立市谷保1769
弘学出版株式会社 森田悦郎 214 川崎市多摩区南生田6-16-12
田崎真珠株式会社田崎海洋生物研究所 779-23 徳島県海部郡日和佐町外ノ牟井
神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1
理研食品株式会社 985 宮城県多賀城市宮内2丁目5番60号
日本ロシュ株式会社 微生物部 247 鎌倉市梶原200

=====

日本の赤潮生物

— 写真と解説 —

福代康夫・高野秀昭 編
千原光雄・松岡数充

B5判(上製函入) 424頁
定価13,390円(〒360円)

赤潮の発生を防除するためには、赤潮の発生原因となる種をできるだけ正確に分類、同定することが必要である。本書は、主に日本近海および日本の海水域に出現する200種の赤潮生物を収録したものであり、その貴重な顕微鏡写真、録画、解説、文献等と共に、赤潮生物の分類・同定に必携の書である。本書のえとなった「赤潮生物シート」(水産庁1979~1984)は6年間にわたって集めたものを、今回改めて分類群別に編集し、近年の新知見を加えて現状にあう書とした。

〔特色〕収録種は、藍藻8種、クリプト藻2種、渦鞭毛藻70種、珪藻80種、ラフィド藻9種、黄金色藻6種、ハプト藻4種、ユーグレナ藻8種、プラシノ藻5種、緑藻1種原生動物2種の計200種。★1種見開き2頁にまとめられており、まず写真・図があり、続いて写真説明、和文記載、英文記載、文献が記述されている。★写真は研究者秘蔵のもの、および本書のために新しく製作した。★写真・図はA,B,C……と記号が付けられ、和文説明が記されている。★和文記載は以下の特徴が記されている。①細胞の性状、外形と大きさ ②細胞構造 ③生殖法、生活史 ④生態と分布 ⑤類似種との比較、分類学的位置、学名の変遷 ⑥その他(呈内容見本)

藻類の生態

秋山 優・有賀祐勝 共編
坂本 充・横浜康継

A5判(上製函入) 640頁
定価13,184円(〒410円)

1 水界生態系における藻類の役割—有賀祐勝* 2 水界環境と藻類の生理—藤田善彦* 3 藻類の生活圏—秋山優* 4 海洋植物プランクトンの生産生態—有賀祐勝* 5 湖沼における植物プランクトンの生産と動態—坂本充* 6 自然界における藻類の窒素代謝—和田英太郎* 7 植物プランクトンの異常増殖—飯塚昭二* 8 海藻の分布と環境要因—横浜康継* 9 河川底生藻類の生態—小林弘* 10 汽水域の藻類の生態—大野正夫* 11 土壌藻類の生態—秋山優* 12 海水中の藻類の生態—星合孝男* 13 藻類と水界動物の相互作用—成田哲也* 14 藻のパーソニ—山本谿子* 15 藻類の細胞外代謝生産物とその生態的役割—大和田紘一* 16 藻類の生活史と生態—中原紘之* 17 藻類群集の構造と多様性—宝月欣二

各章末に掲載の多数の文献は読者にとって貴重な資料となる。

シートでみる種の同定・分類

淡水藻類写真集

Photomicrographs of the Fresh-water Algae

山岸高旺・秋山優編集

B5判・各100シート・ルーズリーフ式
第1巻・第2巻 各4,120円 送料360円
第3巻~第10巻 各5,150円

日本淡水藻図鑑

廣瀬弘幸・山岸高旺編 日本ではじめて創られた本格的な図鑑。淡水藻類の研究者や水に関係する方々にとっては貴重な文献である。定価37,080円

植物組織学

猪野俊平著 植物組織学の定義・内容・発達史から研究方法を幅広く詳述した唯一の書。

定価15,450円

藻類学総説

廣瀬弘幸著 藻類の分類と形態を重点に置いて、克明な図により丁寧に解説する。定価10,300円

ナマコとウニ

— 民謡と酒のさかなの話 —
大島廣著 B6・定価1,009円

内田老鶴圃

東京・文京区大塚3-34-3 Tel 03-945-6781

FAX 03-945-6782

(価格は税込)

Seaweed Ecology & Algal Farming

図鑑 海藻の生態と藻礁

編者＝徳田 廣・川嶋昭二・大野正夫・小河久朗

本書は、天然の海で海藻がどのような姿で生えているのかをつぶさに見てとることの出来る海藻生態図鑑であると同時に、人為的に投入した藻礁に如何にして海藻を生やすか、を紹介した世界に例のない図鑑でもある。

生態編では、緑藻42種、褐藻72種、紅藻80種、海草6種の総計200種をオールカラーで紹介。藻礁編では、藻礁、すなわち藻場造成用人工礁の構造や沈設位置を図示し、海中での藻礁上の海藻の生育状態、あるいは動物の蜻集状態を経時的に撮影した82点に及ぶカラー写真で示した。

藻場造成にかかわる方々はもちろんのこと、海洋環境の保全に意欲と関心をお持ちの一般の方々にも、本書は幅広く受け入れられるであろう。

■B5判 上製 総ページ 198p
カラーページ 179p
定価 14800円(税込/送サービス)



緑書房

〒171 東京都豊島区池袋2-14-4
☎03-3590-4441

情報処理印刷

ワープロ・データベース フロッピー・磁気テープが印刷へ直結

中西印刷株式会社

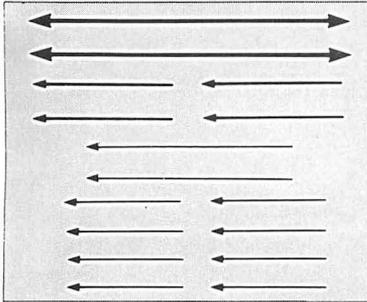
取締役社長 中西 亮

京都本社 602 京都市上京区下立売通小川東入ル
tel.075-441-3155 fax.075-441-3159
東京連絡所 113 東京都文京区本郷一丁目21-5
tel.東京03-3815-7465

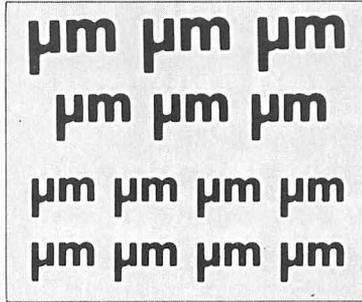
新製品ご案内!!

レタリングシート (ブラック アンド ホワイト)

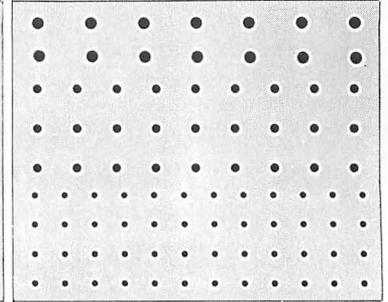
EMI NO. 82014



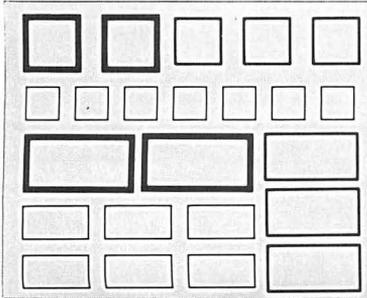
EMI NO. 82016



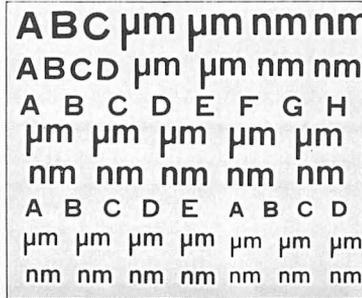
EMI NO. 86626



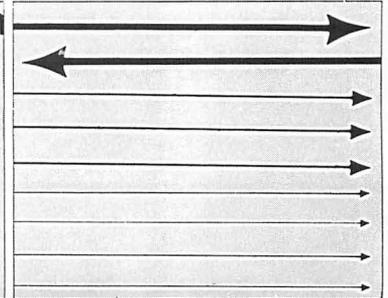
EMI NO. 86627



EMI NO. 86902

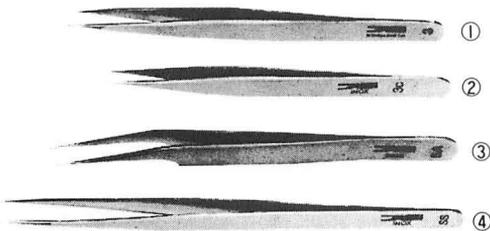


EMI NO. 86916



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

西独製 精密ピンセット

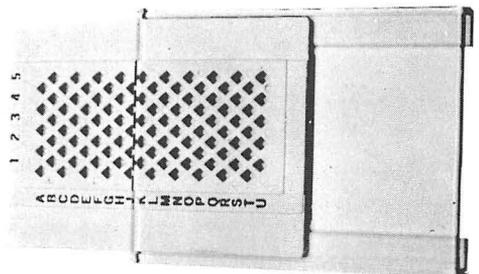


①時計ピンセット ③5型変形ピンセット

②3Cピンセット ④SS型ピンセット

各1本：¥2,200

EMグリッドボックス



1個：¥1,800 10個：¥15,000



EM資材直販センター

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

学会出版物

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

1. 「藻類」バックナンバー 価格、会員各号 1,750円、非会員各号 3,000円、30巻4号(創立30周年記念増大号、1—30巻索引付)のみ会員 5,000円、非会員 7,000円、欠号：1—2号、4巻1、3号、5巻1—2号、6—9巻全号。
2. 「藻類」索引 1—10巻、価格、会員 1,500円、非会員 2,000円、11—20巻、会員 2,000円、非会員 3,000円、創立30周年記念「藻類」索引、1—30巻、会員 3,000円、非会員 4,000円。
3. 山田幸男先生追悼号 藻類25巻増補. 1977. A 5版, xxviii + 418頁. 山田先生の遺影・経歴・業績一覧・追悼文及び内外の藻類学者より寄稿された論文50編(英文26, 和文24)を掲載, 価格 7,000円。
4. 日米科学セミナー記録 Contributions to the systematics of the benthic marine algae of the North Pacific. I. A. Abbott・黒木宗尚共編. 1972. B 5版, xiv + 280頁, 6図版. 昭和46年8月に札幌で開催された北太平洋産海藻に関する日米科学セミナーの記録で, 20編の研究報告(英文)を掲載. 価格 4,000円。
5. 北海道周辺のコンブ類と最近の増養殖学的研究. 1977. B 5版, 65頁. 昭和49年9月に札幌で行なわれた日本藻類学会主催「コンブに関する講演会」の記録. 4論文と討論の要旨. 価格 1,000円。

Publications of the Society

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

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

1992年3月5日 印刷

1992年3月10日 発行

©1991 Japanese Society of Phycology

禁 転 載
不 許 複 製

編集兼発行

石川 依久子

〒114 小金井市貫井北町 4-1-1
東京学芸大学生物学教室内
Tel. 0423-25-2111 内線 2665

印刷所

中西印刷株式会社

〒602 京都市上京区下立売通小川東入
Tel. 075-441-3155

発行所

日本藻類学会

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

Printed by Nakanishi Printing Co., Ltd.

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」による。

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

藻類

目次

| | | |
|---|------|----|
| Timothy J. Entwisle · Orlando Necchi Jr. : 淡水産紅藻カワモヅク目の系統解析 | (英文) | 1 |
| Donald F. Kapraun · J. Craig Bailey : アオサ目 (緑色植物門) の7種における核型 分析と顕微測光による核 DNA の変動 | (英文) | 13 |
| 横浜康継 · 平田 徹 · 御園生 拓 · 田中次郎 · 横地洋之 : 海産緑藻における緑色光 捕獲色素 siphonaxanthin および siphonein とそれらの前駆物質の分布 | (英文) | 25 |
| 水野 真 : 海産及び河口産底生珪藻の増殖におよぼす塩分濃度の影響 | (英文) | 33 |
| 筒井 功 · 大野正夫 : 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化 | | 39 |



ノート

| | | |
|---|------|----|
| 北山太樹 · 吉田忠生 : 日本新産緑藻 <i>Phaeophila dendroides</i> (P. Crouan et H. Crouan) Batters | (英文) | 47 |
| 籾 熙 · 四ツ倉典滋 · 佐々木 剛 : 褐藻ツルモの染色体数 | (英文) | 51 |
| 能登谷正浩 · 有賀祐勝 : カジメの単為発生体および幼孢子体からの組織培養 | (英文) | 53 |
| 濱田 仁 : 接合藻の和名の提唱と学名の由来について | | 57 |



雑 録

| | | |
|---|------|-----|
| 渡辺 信 · 佐竹 潔 · 萩原富司 · 小野幸子 · 相沢賢一 : NIES コレクション—国立 環境研究所微生物系統保存施設 | (英文) | 61 |
| 新刊紹介 | | 83 |
| 学会録事 | | 85 |
| 日本藻類学会第16回大会 (プログラム・講演要旨) | | 87 |
| 学術会議だより | | 109 |