

# The Japanese Journal of PHYCOLOGY

## CONTENTS

<b>John M. Huisman:</b> <i>Ditria expleta</i> (Rhodophyta: Rhodomelaceae) a new red algal species from Western Australia .....	1
<b>Tadao Yoshida and Hideo Mikami:</b> Observations on <i>Vanvoorstia spectabilis</i> Harvey and <i>V. coccinea</i> Harvey (Delesseriaceae, Rhodophyta) from southern Japan .....	11
<b>Takeo Horiguchi and Richard N. Pienaar:</b> <i>Gymnodinium natalense</i> sp. nov. (Dinophyceae), a new tide pool dinoflagellate from South Africa .....	21
<b>Satoshi Senzaki and Takeo Horiguchi:</b> A taxonomic survey of freshwater dinoflagellates of Nagano Prefecture, Japan .....	29
<b>Tadao Yoshida:</b> Three new species of <i>Sargassum</i> (Sargassaceae, Phaeophyta) from Japan .....	43
<b>Danilo B. Largo, Masao Ohno and Alan T. Critchley:</b> Seasonal changes in the growth and reproduction of <i>Sargassum polycystum</i> C. Ag. and <i>Sargassum siliquosum</i> J. Ag. (Sargassaceae, Fucales) from Liloan, Cebu, in Central Philippines .....	53
<b>Murray T. Brown and Miles D. Lamare:</b> The distribution of <i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringer within Timaru harbour, New Zealand .....	63
<b>Nobuyasu Katayama, Tetsu Hirata, Akira Kurashima, Akihiro Dasai and Yasutsugu Yokohama:</b> A simplified procedure for qualitative analysis of photosynthetic pigments from algal materials.....(in Japanese)	71
◆◆◆	
Notes	
<b>Shoji Kawashima:</b> Drifting records of alien species of the Laminariales (7) <i>Arthrothamnus kurilensis</i> Ruprecht.....(in Japanese)	79
◆◆◆	
Review	
<b>Akio Miura and Masaru Ohme-Takagi:</b> Mendelian inheritance of pigmentation mutant types in <i>Porphyra yezoensis</i> (Bangiaceae, Rhodophyta) .....(in Japanese)	83
◆◆◆	
Miscellanea	
Abstracts of the Symposium of the Japanese Society of Phycology .....(in Japanese)	103
Obituary .....	109
Book Reviews .....	111
Announcement .....	115
The XVIIIth Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology (program and abstracts) .....	119
Japan Science Council News .....	145

## 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 (1993) 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.**

#### 1993-1994年役員

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

鯨坂 哲朗（京都大学）  
千原 光雄（日本赤十字看護大学）  
榎本 幸人（神戸大学）  
原 慶明（筑波大学）  
井上 勲（筑波大学）  
喜田和四郎（三重大学）  
右田 清治（熊本県水産研究センター）  
大野 正夫（高知大学）  
岡崎 恵視（東京学芸大学）  
奥田 武男（九州大学）  
田中 次郎（東京水産大学）  
谷口 和也（東北区水産研究所）  
秋山 優  
山本 弘敏（北海道大学）  
横浜 康継（筑波大学）  
吉田 忠生（北海道大学）

#### 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：片山 舒康（東京学芸大学）  
川井 浩史（神戸大学）  
前川 行幸（三重大学）  
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）  
藤田 雄二（長崎大学）  
堀 輝三（筑波大学）  
井上 勲（筑波大学）  
加藤 哲也（京都大学）  
喜田和四郎（三重大学）  
小林 弘（東京珪藻研究所）  
大野 正夫（高知大学）  
舘脇 正和（北海道大学）  
都築 幹夫（東京大学）  
横浜 康継（筑波大学）  
吉田 忠生（北海道大学）

#### Officers for 1993-1994

**President:** Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)  
**Secretary:** Hiroo SATOH (Tokyo University of Fisheries)  
**Treasurer:** Masahiro NOTOYA (Tokyo University of Fisheries)

#### Members of Executive Council:

Tetsuro AJISAKA (Kyoto University)  
Mitsuo CHIHARA (The Japanese Red Cross College of Nursing)  
Sachito ENOMOTO (Kobe University)  
Yoshiaki HARA (University of Tsukuba)  
Isao INOUE (University of Tsukuba)  
Washiro KIDA (Mie University)  
Seiji MIGHTA (Kumamoto Fisheries Research Center)  
Masao OHNO (Kochi University)  
Megumi OKAZAKI (Tokyo Gakugei University)  
Takeo OKUDA (Kyushu University)  
Jiro TANAKA (Tokyo University of Fisheries)  
Kazuya TANIGUCHI (Tohoku National Fisheries Research Institute)  
Masaru AKIYAMA  
Hirotohi YAMAMOTO (Hokkaido University)  
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)  
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

#### Editorial Board:

Ikuko SHIHIRA-ISHIKAWA (Tokyo Gakugei University), Editor-in-Chief  
Shigeki MAYAMA (Tokyo Gakugei University), Secretary  
Nobuyasu KATAYAMA (Tokyo Gakugei University), Associate Editor  
Hiroshi KAWAI (Kobe University), Associate Editor  
Miyuki MAEGAWA (Mie University), 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)  
Yuji FUJITA (Nagasaki University)  
Terumitsu HORI (University of Tsukuba)  
Isao INOUE (University of Tsukuba)  
Tetzuya KATO (Kyoto University)  
Washiro KIDA (Mie University)  
Hiromu KOBAYASHI (Tokyo Diatom Institute)  
Masao OHNO (Kochi University)  
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)  
Mikio TSUZUKI (University of Tokyo)  
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)  
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

## *Ditria expleta* (Rhodophyta: Rhodomelaceae) a new red algal species from Western Australia

John M. Huisman

*School of Biological and Environmental Sciences, Murdoch University, Murdoch, Western Australia, 6150, Australia*

Huisman, J. M. 1994. *Ditria expleta* (Rhodophyta: Rhodomelaceae) a new red algal species from Western Australia. Jpn. J. Phycol. 42: 1-9.

*Ditria expleta* sp. nov. (Rhodophyta: Rhodomelaceae) is described from Western Australia, where it occurs epiphytically on the fronds of *Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley. Main axes and vegetative lateral branches are prostrate and dorsi-ventral, with five pericentral cells. Cells of the ventral pericentral siphon (which is aligned adjacent to the substratum) produce digitate holdfasts. Branch initials arise exogenously from each segment and are arranged in a spiral pattern with a 1/5 divergence between successive initials. The dorsal branch initial remains dormant, while the remainder produce lateral branches that lie flush with the substratum. The resultant thallus has a pattern of alternating pairs of lateral branches, with every fifth segment naked except for the dormant branch initial. Cytocarps are borne terminally on determinate lateral branches. Spermatangia arise on reduced branchlets near the apices of lateral branches. Tetrahedrally-divided tetrasporangia are produced in linear series of up to 10 sporangia in terminal portions of determinate lateral branches. *Ditria expleta* differs from the previously described species of the genus in the production of branches from both of the lateral branch initials. In *Ditria reptans* and *Ditria zonaricola* the ventral lateral initial remains dormant, with the resultant branching pattern that of alternating single branches. *Ditria* is included in the tribe Polysiphonieae. A comparison of the mode of branch formation in *Ditria expleta* with that found in the superficially similar *Dipterosiphonia* and *Herposiphonia* suggests that the latter two genera are incorrectly placed in the Polysiphonieae and should be transferred to a resurrected Herposiphonieae.

*Key Index Words:* algae—Australia—Dipterosiphonia—Ditria—Ditria expleta sp. nov.—Herposiphonia—Rhodomelaceae—Rhodophyta—taxonomy.

The red algal genus *Ditria* was established by Hollenberg (1967) for a prostrate rhodomelaceous plant from Hawaii. *Ditria reptans* Hollenberg was characterised by the production of determinate lateral branches in a regular sequence in which the branches were separated by alternating intervals of 2 and 3 segments. This branching pattern was described in greater detail by Yoshida & Yoshida (1983) when adding a second species (*D. zonaricola* (Okamura) Yoshida & Yoshida) to the genus, and they also described the previously unknown reproductive structures. In the two known species of *Ditria* the production of branch initials is in a spiral sequence in which only the more dorsal of the lateral initials develops into a branch, the rest remaining dormant (occasionally the dorsal initial

will produce a trichoblast). The resultant branching pattern is repeated every five segments. In a single sequence two lateral branches will be produced, separated from each other by a dormant dorsal branch initial and from subsequent lateral branches by two dormant ventral branch initials. The present paper adds a third species from materials collected in Western Australia. The new species differs in the production of additional branches from the lateral initials, resulting in a five segment sequence that includes four lateral branches arranged in alternating pairs and a single naked segment bearing only the dormant dorsal branch initial.

## Materials and Methods

All specimens examined were preserved in approximately 4% formalin/seawater. Portions of plants for microscopical examination were mounted directly on slides in a solution of 1% aniline blue, 50% 'Karo' corn syrup (CPC International) and 49% water. Pressed specimens are lodged in the herbarium of the School of Biological and Environmental Sciences, Murdoch University, with isotypes distributed to PERTH, MELU, and NSW (abbreviations follow Holmgren *et al.*, 1990).

## Observations

### *Ditria expleta* Huisman sp. nov.

Plantae dorsiventralia prostratae axibus ecorticatis ad substratum per rhizoidiis digitatis affixae, axibus cum cellulis quinque pericentralibus. Ramulorum initia spiralter 1/5-divergentia producentia, initio dorsali laterali non-dividenti sed initiis caeteris ramos lateralia determinatos producentia. Axes principales et rami indeterminati laterales 5-110  $\mu\text{m}$  diametro, ramis lateralibus determinatis simplicibus et pro longitudine 15-20 segmentis et 40-60  $\mu\text{m}$  diametro. Cystocarpia terminalia in ramis determinatis lateralibus. Ramuli spermatangiales lanceolati 180-300  $\mu\text{m}$  longi et 34-45  $\mu\text{m}$  diametro, ramorum lateralium determinatorum in apice portati. Tetrasporangia tetrahedraliter divisa, 60-100  $\mu\text{m}$  diametro, ramorum lateralium determinatorum partibus distalibus sporangia maturescentia deinceps in series lineares cum usque ad 10 sporangiis.

Prostrate, dorsiventral plants with ecorticate axes attached to the substatum by digitate rhizoids. Axes with five pericentral cells. Branch initials produced in a spiral sequence with a one fifth divergence; dorsal lateral initial remaining undivided, the remainder producing determinate or indeterminate lateral branches. Diameter of main axes and indeterminate lateral branches 50-110  $\mu\text{m}$ . Determinate lateral branches simple, 15-20 segments in length, with a di-

ameter of 40-60  $\mu\text{m}$ . Cytocarps terminal on determinate lateral branches. Spermatangial branchlets lanceolate, 180-300  $\mu\text{m} \times 34-45 \mu\text{m}$ , borne on the distal ends of determinate lateral branches. Tetrasporangia tetrahedrally-divided, 60-110  $\mu\text{m}$  in diameter, in linear series of up to ten successively maturing sporangia in the distal portions of determinate lateral branches.

**Holotype:** Goss Passage, adjacent to Beacon Island, Wallabi Group, Houtman Abrolhos. Epiphytic on *Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley at 15 m depth. (J. M. Huisman, 13.vii.1993; Murdoch HA 313a) (Fig. 1).

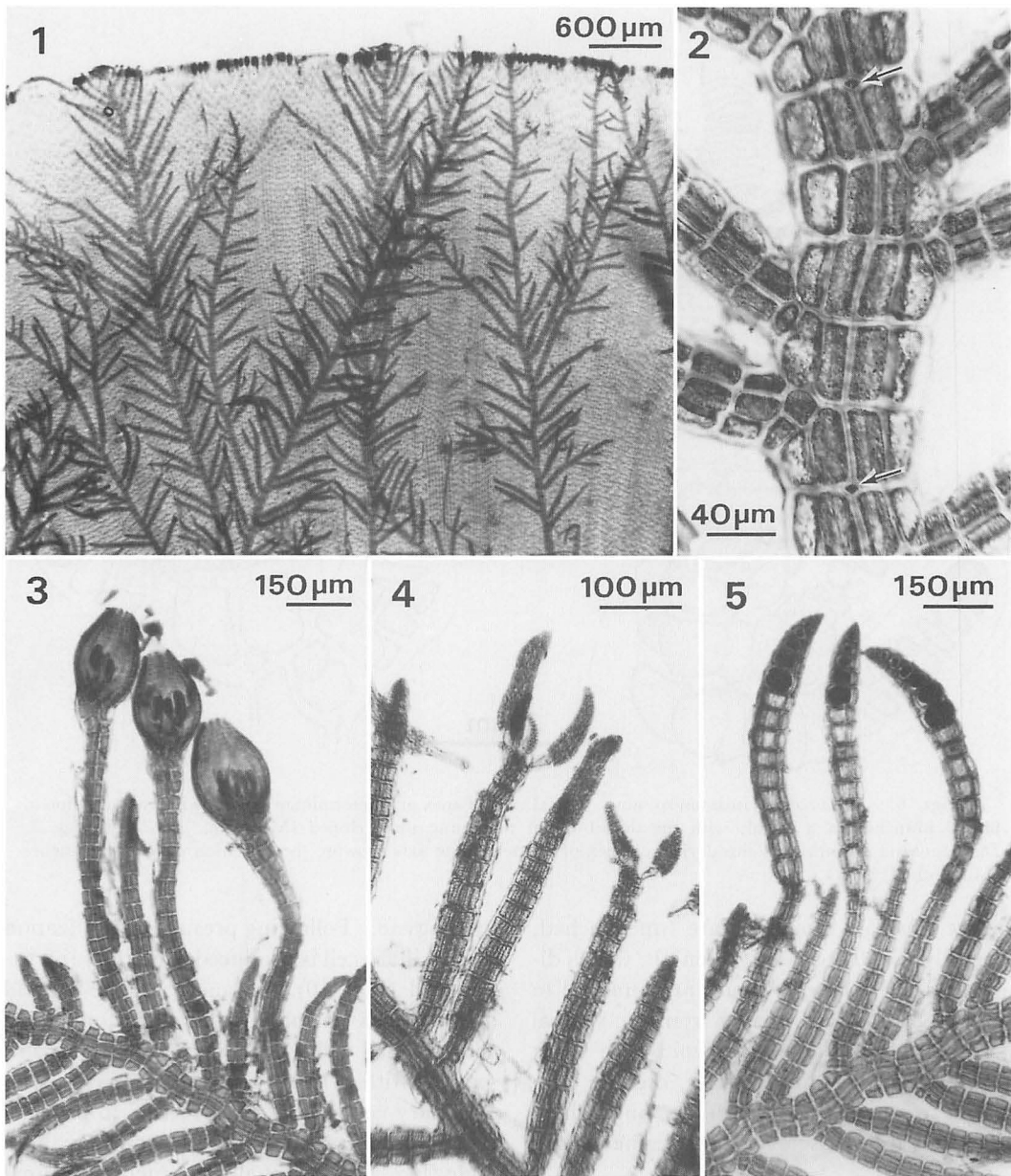
**Etymology:** The name 'expleta' is latin for 'complete' and is in reference to the additional lateral branches produced by the new species.

**Habitat and Distribution:** Thalli are apparently restricted to the fronds of *Lobophora variegata*, where they are found mainly on the upper surface, with apices often curling around the margins of the host (Fig. 1). Collections have been made from several locations in the Houtman Abrolhos and from Rottneest Island.

**Specimens examined:** Jackson I., Pelsaert Group, Houtman Abrolhos. On *Lobophora variegata* (J. M. Huisman, 14.x.1990; Murdoch HA 311; 30.ix.1991; Murdoch HA 312). Off Charlotte Point, Rottneest Island. On *Lobophora variegata* (J. M. Huisman, 20.xii.1992; Murdoch JH 271).

### Vegetative structure

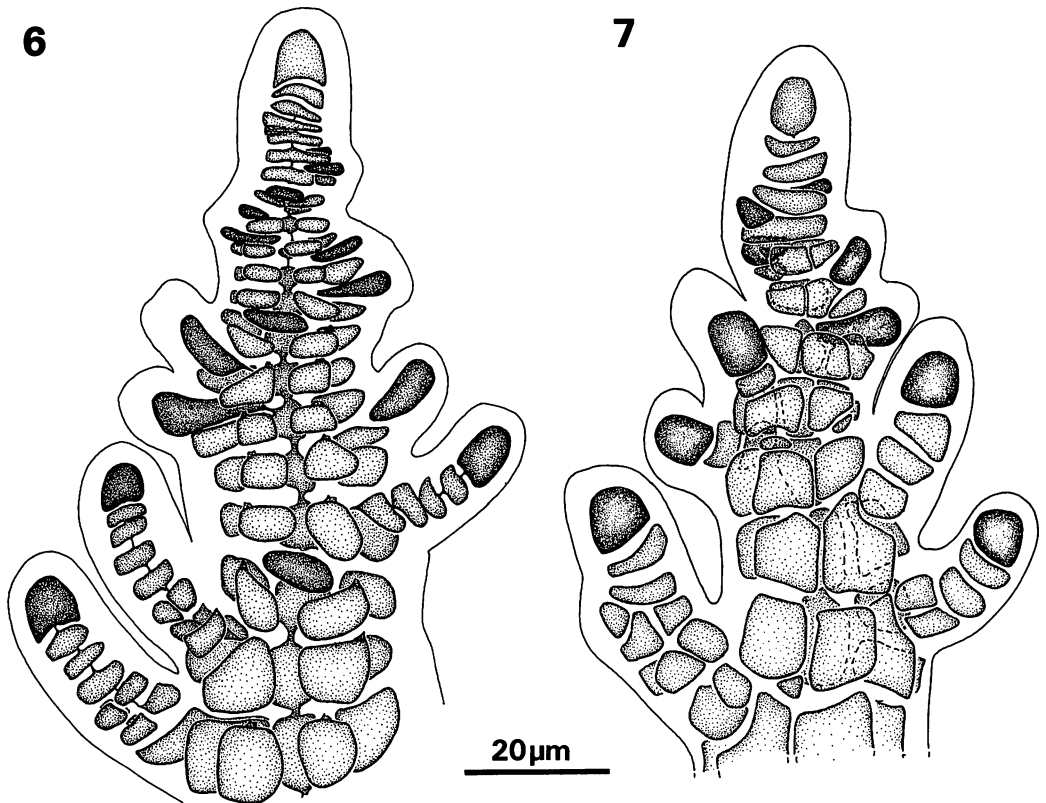
Plants minute, prostrate, with percurrent main axes. All axes are ecorticate and terete with five pericentral cells. Growth is via a prominent apical cell that divides slightly obliquely (Fig. 6). Branch initials are produced exogenously from each axial cell in a spiral sequence, with a one fifth divergence between subsequent initials (Fig. 6). Of the five branch initials, the dorsal initial remains dormant, with the remainder producing either indeterminate or determinate lateral branches. Despite the 1/5 divergence between the origin of adjacent branches, the prostrate nature of



Figs. 1–5. *Ditria expleta* Huisman sp. nov. Fig. 1. Plant from the type collection growing epiphytically on *Lobophora variegata* (Murdoch, HA 313). Fig. 2. Dorsal view of a mature indeterminate axis showing the sequence of production of lateral branches and dorsal primordia (arrows) (Murdoch, HA 311). Fig. 3. Cytocarps borne at the apices of determinate lateral branches (Murdoch, HA 312). Fig. 4. Spermatangial branches (Murdoch, HA 313). Fig. 5. Tetrasporangia arising in linear sequences near the apices of lateral branches (Murdoch, HA 313).

the thallus forces the lateral branches to remain horizontal and thus appear to occupy similar positions (Figs. 1, 2). The resultant branching pattern is a regular sequence of alternating pairs of branches (Fig. 2), with ev-

ery fifth segment naked (i.e. the segment bearing the undivided dorsal branch initial). Diameter of main axes 50–110  $\mu\text{m}$ , with L/B of segments 0.1–1.3. Indeterminate lateral branches are identical to main axes. Deter-



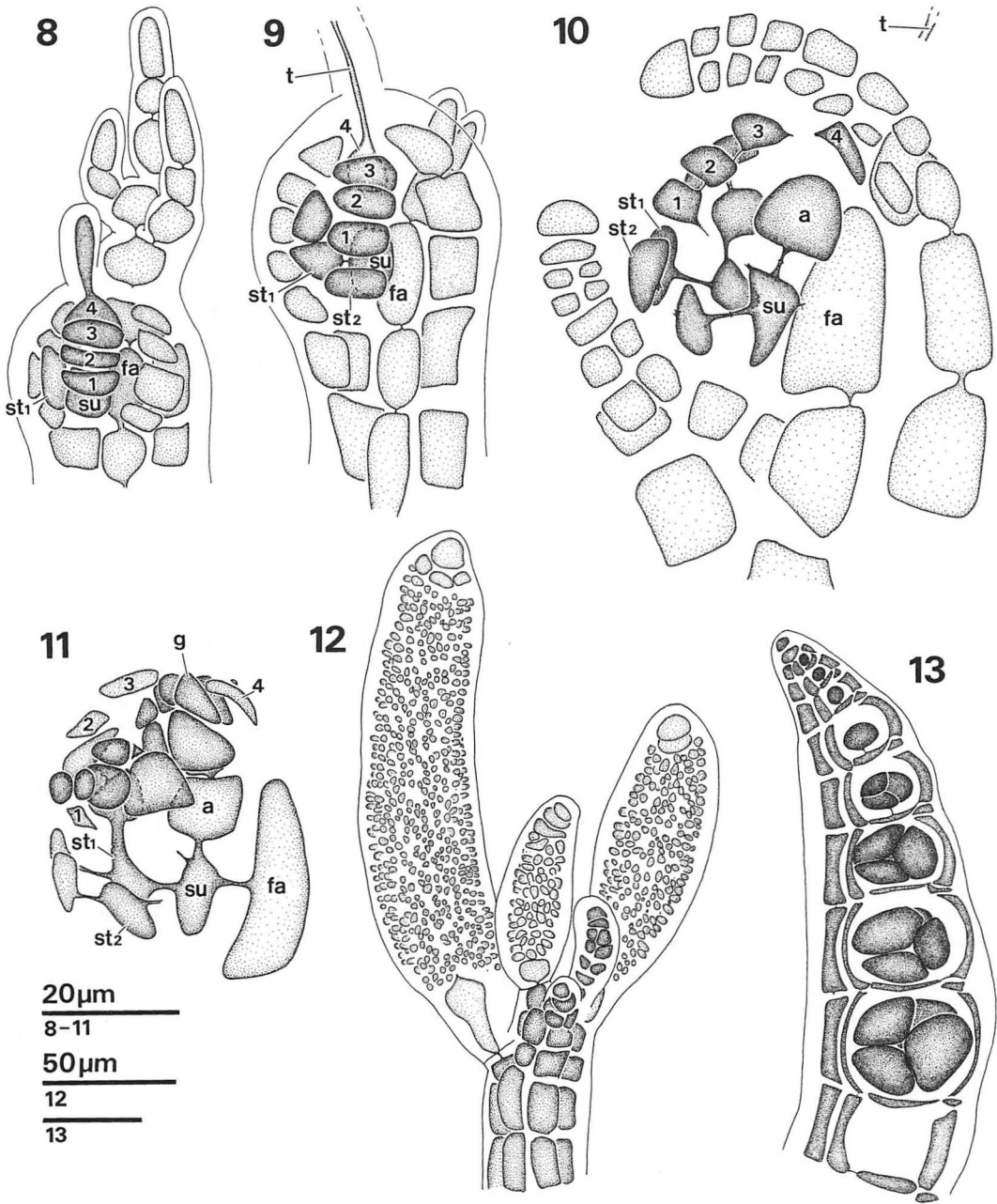
Figs. 6. *Ditra expleta* Huisman sp. nov. Dorsal view of apex of indeterminate axis showing the initiation of lateral branches in a spiral, with the dorsal initial remaining undeveloped (Murdoch, JH 271). Fig. 7. *Dipterosiphonia dendritica*. Ventral view of apex of indeterminate axis showing the initiation of lateral branches (Murdoch, JH 272).

minate lateral branches are unbranched, generally 15–20 segments in length, with a diameter of 40–60  $\mu\text{m}$ . Thalli are attached to the host by rhizoids arising from the ventral pericentral cell. These rhizoids are short with a branched, multicellular, digitate pad. Their frequency is irregular, but where numerous they arise every 2–4 segments.

#### Carpogonial branch and cytocarp

Carpogonial branches arise near the apices of determinate lateral branches. Usually two trichoblasts are produced near the apex, with the most distal becoming fertile (Fig. 8). One of the pericentral cells on the epibasal cell becomes fertile and produces a four-celled carpogonial branch and two sterile branches (of one and two cells length) (Fig. 9). The carpogonial branch is curved with a terminal

trichogyne. Following presumed fertilization an auxiliary cell is produced from the supporting cell (Fig. 10). Transfer of the diploid nucleus was not observed, but on one occasion a small cell was seen in a position compatible with it being a connecting cell. The auxiliary cell divides transversely to produce 1–2 gonimoblast initials, which continue to divide (Fig. 11), eventually producing terminal carposporangia. During this process all of the cells of the two sterile branches on the supporting cell divide once to produce an additional cell, resulting in a two-celled branch and a three-celled branch with a lateral cell on the basal cell (Figs. 9–11). The connections between these cells widen during gonimoblast development and the cells apparently lose their contents, suggesting a nutritive function. The carpogonial branch gradually



Figs. 8-13. *Ditria expleta* Huisman sp. nov. Fig. 8. Developing carpogonial branch (Murdoch, HA 312). Fig. 9. Mature, four-celled carpogonial branch with sterile branches borne on the supporting cell (Murdoch, HA 312). Fig. 10. Initiation of the auxiliary cell from the supporting cell (Murdoch, HA 312). Fig. 11. Detail of gonimoblast initiation (Murdoch, HA 312). Fig. 12. Spermatangial branches (Murdoch, HA 313). Fig. 13. Optical section of tetrasporangial bearing branch, showing developing and mature sporangia (Murdoch, HA 313). Abbreviations: a=auxiliary cell; fa=fertile axial cell; g=gonimoblast; st1, st2, sterile branches on supporting cell; su=supporting cell; t=trichogyne; 1,2,3,4=cells of the carpogonial branch.

withers. Prior to gonimoblast initiation the carpogonial branch is curved around the auxiliary cells, with the trichogyne emerging in an apical position (Fig. 9). The constituent cells remain in this position, and the developing gonimoblast causes the branch to stretch before it is eventually lost. Remnants of the carpogonial branch can often be seen bordering the developing gonimoblast (Fig. 11), with the remains of the trichogyne projecting laterally from the pericarp (Fig. 10). The pericarp develops from pericentral cells surrounding the fertile axial cell, and the ostiole forms opposite the position of the supporting and auxiliary cells. In the mature cystocarp the auxiliary and supporting cells have merged to form a fusion cell that subtends the gonimoblast. Mature cystocarps are spherical to slightly ovoid, terminal on determinate lateral branches (Fig. 3).

### Spermatangia

Spermatangial branchlets occur in clusters of up to six branchlets from the distal ends of determinate lateral branches (Figs. 4, 12). The branchlets arise in place of lateral branches (or primordia) and are initially monosiphonous and unbranched. Mature spermatangial branchlets have 11-14 axial cells and pericentral cells are produced from all cells with the exception of the basal, suprabasal, apical, and (often) subapical cells. The pericentral cells divide several times to become spermatangial mother cells, which in turn produce superficial spermatangia. Mature spermatangial branchlets are lanceolate in outline, measuring  $180\text{--}3000 \times 35\text{--}45 \mu\text{m}$ .

### Tetrasporangia

Tetrasporangia occur in linear series of up to ten successively maturing sporangia in the distal portions of determinate lateral branches (Fig. 5). Initially the fertile pericentral cell divides to cut off two cover cells which take on the appearance of normal pericentral cells. A third cover cell is produced laterally from the fertile pericentral cell and remains small with the appearance of a dormant branch initial.

The sporangial initial arises on the distal side of the fertile pericentral cell and divides tetrahedrally. Mature sporangia are spherical to slightly flattened (Fig. 13) and measure  $60\text{--}100 \mu\text{m}$  in diameter, markedly distending the bearing branch (Fig. 5).

### Discussion

The genus *Ditria* includes prostrate, dorsoventral species with five pericentral cells and branch initials produced on every segment in a spiral sequence. As shown by Yoshida & Yoshida (1983), the arrangement of the pericentral cells is such that a single pericentral siphon lies immediately adjacent to the substratum. Attachment rhizoids arise from this line of cells. *Ditria expleta* displays all of these features and is clearly a member of the genus. In *D. reptans* (the type species) and *D. zonicicola*, however, the dorsal branch initial and the ventral lateral branch initials remain dormant, with only the dorsal lateral branch initials growing out to produce branches. The resultant branching sequence (in dorsal view) is therefore: right dorsal lateral branch, 'bare' segment (i.e., the segment bearing the dormant dorsal initial), left dorsal lateral branch, two 'bare' segments (i.e. the segments bearing the dormant ventral lateral initials). Occasionally the dorsal branch initial produces a trichoblast, and the sequence is repeated every five segments. The pattern was clearly described by Yoshida & Yoshida (1983) and has also been seen in eastern Australian material<sup>1</sup>. In *D. expleta*, however, the ventral lateral initials also produce branches, resulting in a branching sequence of: right dorsal lateral branch, 'bare' segment, left dorsal lateral branch, left ventral lateral branch, right ventral lateral branch (Fig. 2). Only the dorsal branch initials are suppressed in *D. expleta*, and they have never been observed to produce trichoblasts.

Clearly such a branching pattern has arisen

<sup>1</sup> Epiphytic on *Lobophora variegata* at 1-2 m depth, Ned's Beach Channel, Lord Howe Island, N. S. W. (G. T. Kraft & A. J. K. Millar, 19.xii. 1986; MELU, A040314).



from the suppression of certain lateral branches due to the adoption of a prostrate habit. In *Ditria expleta* the pairs of lateral branches can be both determinate or indeterminate, or a mixture. Where there is a mixture, the indeterminate lateral branches commonly (although not always) arise from the ventral lateral initial, with the result being that the position of the indeterminate branch varies from being the distal member of a pair to the proximal member of a pair, depending on the side of the thallus from which the branches are produced. This pattern would appear to be a response to the adoption of a prostrate habit, as it is the branches adjacent to the substratum that become indeterminate, while those more dorsal in origin remain determinate. Although this suggests that *Ditria* is derived from an erect, spirally organised thallus, it is interesting to note that the direction of the spiral in indeterminate lateral branches changes depending on the side of the thallus from which they originate (also described for *D. zonaricola* by Yoshida & Yoshida, 1983). It is difficult to imagine that such a change is merely the result of the adoption of a prostrate habit, and is perhaps indicative of more substantial morphological changes.

The tribe Polysiphonieae was characterized by Hommersand (1963, p. 340) as including plants with "lateral branch initials"... "arranged in a spiral". *Ditria* clearly displays such a branching pattern and can be comfortably placed in the tribe. Of the other prostrate rhodomelaceae included in the Polysiphonieae, *Ditria expleta* shows remarkable similarities to the genus *Dipterosiphonia* Falkenberg, especially the type species *D. dendritica* (C. Agardh) Falkenberg. Both produce five pericentral cells and alternating pairs of lateral branches in a regular sequence. On closer examination, however, it can be seen that the similarities are superficial. In *Dipterosiphonia*, two pericentral siphons lie adjacent to the substratum and produce attachment rhizoids, an inversion of the situation found in *Ditria*. While *Dipterosiphonia* is generally included in the tribe Polysiphonieae (e.g. Hommersand, 1963; Schneider & Walde, 1992) an examina-

tion of its apical development suggests that such a placement is incorrect. As was pointed out by Yoshida & Yoshida (1983), branch initials in *Dipterosiphonia* do not arise in a spiral pattern. In *Dipterosiphonia dendritica* (Falkenberg, 1901; Yoshida & Yoshida, 1983; Schneider, 1975; pers. obs. on Western Australian material<sup>2</sup>, Fig. 7) lateral branches are initiated on every segment and are arranged in alternating pairs, with the distal member of each pair forming an indeterminate branch and the proximal member remaining determinate (the sequence is reversed in *D. reversa* Schneider). Although one branch of each pair is displaced relative to the other, their initiation does not follow a spiral sequence (Yoshida & Yoshida, 1983, and pers. obs., Fig. 7). The proximal branch of each pair is always displaced dorsally relative to the distal branch (in *D. dendritica* at least), which means that either the direction of rotation changes between successive pairs of branches, or the degree of rotation between successive branches follows the sequence: 1/5, 2/5, 4/5, 3/5. Clearly the former cannot be considered to be spiral and the latter is highly unlikely. Obviously this arrangement of alternating pairs of lateral branches is not homologous to that found in *Ditria expleta*, and the two taxa have arrived at a similar branching pattern via different methods. Schneider & Walde (1992) also examined the branching pattern of several closely related dorsi-ventral Rhodomelaceae and concluded (as did Hommersand (1963) before them) that the dorsi-ventral Rhodomelaceae are derived from a number of different ancestors. Although they believed that *Dipterosiphonia* was spiral, they concluded from other features that the genus probably arose from a distichously branched ancestor, and that the Polysiphonieae represents the "independent development of a minimum of two radially organized lines". From the results of the present study and that of Yoshida and Yoshida (1983), however, it is

<sup>2</sup> Epiphytic on *Amphibolis antarctica* (Labillardiere) Sonder & Ascherson ex Ascherson, Eglinton Rocks, Ocean Reef. From 2 m depth (*T. Bell*, 28.i. 1993; Murdoch JH 272).

clear that *Dipterosiphonia* is not in fact spiral. This feature alone is sufficient to exclude the genus from the Polysiphonieae.

A similar situation can be seen in *Herposiphonia* Nägeli, where the branch initials arise in a regular, but not spiral, sequence. *Herposiphonia* produces a sequence of branches that includes alternating ventrally directed indeterminate branches separated by three dorsally directed determinate branches. The second of the three determinate branches is displaced relative to the others, which arise in a line. Most of the branching is therefore dorsal in origin and much of the thallus is unilateral. Clearly *Herposiphonia* must also be excluded from the tribe Polysiphonieae as defined by Hommersand (1963). In the past *Dipterosiphonia* and *Herposiphonia* have been included in the "*Herposiphonia*-Gruppe" by Kylin (1956) and the tribe Herposiphonieae by Scagel (1953). Hommersand (1963) subsumed the Herposiphonieae into the Polysiphonieae, based on the belief that all of the included genera displayed spirally arranged branch initials, but perhaps it is time to reconsider the tribe. *Herposiphonia* and *Dipterosiphonia* appear to be closely related, despite some differences in their branching patterns. The initiation of lateral branches in *Herposiphonia* is similar to that found in *Dipterosiphonia* but with the intercalation of two additional determinate branches per sequence. Schneider & Walde (1992) suggested that the line of evolution including *Dipterosiphonia* and *Herposiphonia* possibly arose from a distichous ancestor, perhaps during the separation of (and intermediate between) the distichous Pterosiphonieae and the spiral Polysiphonieae. Several authors have acknowledged the presence of an "evolutionary continuum between the *Pterosiphonia* and *Polysiphonia* levels of organization" (Kraft & Wynne, 1992) and the intermediate nature of *Herposiphonia* and *Dipterosiphonia* supports this. It is clear, however, that the two genera can no longer be maintained in the Polysiphonieae *sensu stricto*, nor are they compatible with the distichously-branched Pterosiphonieae. The evidence presented here and that of Schneider & Walde

(1992) suggest that *Herposiphonia* and *Dipterosiphonia* should be placed in a resurrected Herposiphonieae. While the Herposiphonieae can be separated from the Polysiphonieae on the basis of apical development, the production of vegetative trichoblasts and the displacement (although not spiral) of lateral branches in both *Herposiphonia* and *Dipterosiphonia* suggests a close relationship between the two tribes, perhaps more so than with the Pterosiphonieae.

### Acknowledgements

I would like to thank Professor Michael Wynne (University of Michigan) for advice. Richard Cowan (Western Australian Herbarium) kindly provided the Latin translation. Financial support was provided by an A.R.C. 'Australian Research Fellowship'.

### References

- Falkenberg, P. 1901. Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monographie 26: xvi + 754. Berlin.
- Hollenberg, G. J. 1967. New genera in the Rhodomelaceae from the central Pacific. Bull. So. Calif. Acad. Sci. 66: 201-221.
- Holmgren, P. K., Holmgren, N. H. and Barnett, L. C. 1990. Index Herbariorum. Part I.: The Herbaria of the World. 8th edn. International Association for Plant Taxonomy, New York Botanical Garden, Bronx, New York, x + 693 pp.
- Hommersand, M. H. 1963. The morphology and classification of some Ceramiaceae and Rhodomelaceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 35: 165-366.
- Kraft, G. T. and Wynne, M. J. 1992. *Heterostroma nereidiis* gen. et sp. nov. (Rhodophyta), a dorsiventral rhodomelaceous marine alga from Western Australia. Phycologia 31: 16-36.
- Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. CWK Gleerups, Lund. xv + 673 pp.
- Scagel, R. F. 1953. A morphological study of some dorsiventral Rhodomelaceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 37: 1-108.
- Schneider, C. W. (1975). North Carolina Marine Algae. VI. Some Ceramiales (Rhodophyta), including a new species of *Dipterosiphonia*. J. Phycol. 111: 391-396.
- Schneider, C. W. and Walde, R. E. 1992. L-system computer simulations of branching divergence in some dorsiventral members of the tribe Poly-

siphoniae (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 31: 581-590.  
Yoshida, T. and Yoshida, M. 1983. Observations on  
*Ditria zonaricola* (Okamura) comb. nov. based on

*Herpocteros zonaricola* Okamura (Rhodophyta,  
Rhodomelaceae). *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.,*  
*Ser. V.* 13: 39-48.

**John M. Huisman : 西オーストラリア産シノブゴケ属の一新種 *Ditria expleta* (紅藻, フジマツモ科)**

*Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley の着生する紅藻 *Ditria expleta* (紅藻・フジマツモ科) を新種として記載した。主軸と側生する栄養的な枝はほふくし、背腹性を持ち、5個の周心細胞を有する。基物と近接して配列する腹部の周心管の細胞は掌状の付着器を生ずる。分枝のイニシャルはそれぞれの分節から外生的に生じ、隣合うイニシャルの間で5分の1の開度で螺旋状のパターンを描いて形成される。背側の枝のイニシャルは休止状態にとどまり、一方そのほかのイニシャルは基物と同じ平面に配列する側枝に発達する。その結果生じる葉状体は互生する側枝を生じ、5番目毎の分節は休止状態にある背部の枝のイニシャルを除いて裸である。嚢果は有限成長の側枝に頂生する。造精器嚢は側枝の付近の退化した小枝に形成される。4面体の四分孢子嚢は有限成長の枝の上に10個程度まで線状に頂生する。*Ditria expleta* は本属のこれまでに記載されている種とは側枝のイニシャルの両側から枝を形成する点において異なる。*Ditria reptans* と *D. zonaricola* (シノブグサ) では腹部の枝のイニシャルは休止状態にとどまり、その結果1つおきに枝を生じる分枝のパターンをもたらす。*Ditria* はイトグサ族に含まれる。*Ditria expleta* と表面上類似する *Dipterosiphonia*, *Herposiphonia* を分枝形成過程において比較すると、これらの属がイトグサ族に含められていることが不適切であり、復活したヒメゴケ族に含めるべきであることが明らかになる。(School of Biological and Environmental Sciences, Murdoch University, Murdoch, Western Australia, 6150, Australia).

(Received September 6, 1993; Accepted October 9, 1993)



## Observations on *Vanvoorstia spectabilis* Harvey and *V. coccinea* Harvey (Delesseriaceae, Rhodophyta) from southern Japan

Tadao Yoshida\* and Hideo Mikami\*\*

\*Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

\*\*Sapporo University, Nishioka 3-7-3-1, Sapporo, 062 Japan

Yoshida, T. and Mikami, H. 1994. Observations on *Vanvoorstia spectabilis* Harvey and *V. coccinea* Harvey (Delesseriaceae, Rhodophyta) from southern Japan. Jpn. J. Phycol. 42: 11–20.

The differences between *Vanvoorstia spectabilis* Harvey and *V. coccinea* Harvey (Delesseriaceae, Rhodophyta) were verified on Japanese materials. *V. spectabilis* has uncorticated blades consisted of smaller cells and tetrasporangial bladelets with 4 tetrasporangia in each segment, while in *V. coccinea* blades are corticated and tetrasporangial bladelets are terete and 5 tetrasporangia are produced in each segment. *V. spectabilis* is distributed in Yaeyama district of Okinawa Prefecture. The distribution range of *V. coccinea* is Okinawa Island to Kyushu and the Pacific coast of Honshu to Izu Islands.

*Key Index Words:* Delesseriaceae, Distribution, Morphology, Rhodophyta, *Vanvoorstia coccinea*, *Vanvoorstia spectabilis*, Taxonomy.

*Vanvoorstia* Harvey, a genus of the Delesseriaceae, is characterized by its intricate net-forming structure, with 2 species originally reported from Srilanka (Ceylon): *V. spectabilis* Harvey (1854: 144) and *V. coccinea* Harvey ex J. Agardh (1863: 1271). The third species, *V. bennetiana* (Harvey) Papenfuss, is known only from its type collection and morphological detail is yet unknown at present (Miller & Kraft, 1993). The genus has wide distribution range from Indian Ocean to warmer parts of Pacific Ocean through Indonesia.

Okamura (1900) reported a species of *Vanvoorstia* from Kashiwajima, Kochi Prefecture and identified it as *V. spectabilis*. He (1916) applied a name *Implicaria reticulata* Heydrich to the same species, but later he (1936) used again the name *V. spectabilis*, placing *Implicaria* as its synonym. After the detailed study on two species of *Vanvoorstia* by Papenfuss (1937), clarifying the difference between *V. spectabilis* and *V. coccinea*, Segawa (1939) reexamined the materials from Izu Ooshima and Hachijyo Islands on the Pacific coast of central Honshu. He observed in his materials corticated blades and terete tetrasporangial stichidia-like bladelets characteristic to *V. coc-*

*cinea*, and proposed to use this name for the Japanese plants. We noticed that another species of *Vanvoorstia* in the collections from Yaeyama district of Okinawa Prefecture, south Japan. Closer examination revealed that this species is attributable to *V. spectabilis*. New informations are given here on morphology of female structures in these two species.

### Materials and Methods

Following specimens deposited in the herbarium of the Faculty of Science, Hokkaido University (SAP), as well as the fresh materials collected by the authors, were used for this study.

#### *Vanvoorstia spectabilis* Harvey

Specimens examined: Miyakojima Island, Okinawa Pref., Oct. 1, 1984. Leg. Y. Nakajima. SAP slide. Miyakojima Island, Okinawa Pref., Apr. 10, 1935. Leg. T. Tanaka, SAP 058952,3. Ishigaki Island, Okinawa Pref., Apr. 13, 1935. Leg. T. Tanaka, SAP 058951. Kuroshima Island, Okinawa Pref., June 4, 1992. Leg. T. Waji-

ma, SAP 057853. Kerama, Okinawa Pref., no date, anonymous, SAP 059145.

*Vanvoorstia coccinea* Harvey

Specimens examined: Ooshima Island, Tokyo Pref., July 2, 1935. Leg. S. Segawa, SAP 031058. Hachijyo-jima, Tokyo Pref., July, 1930. Leg. Matsumoto, SAP 059157. Shirahama, Wakayama Pref., Apr. 7, 1957. Leg. T. Yamamoto, SAP 041978. Muroto, Kochi Pref., Mar. 30, 1930. Leg. K. Oshima, SAP 059158. Shimizu, Kochi Pref., June 20, 1954. Leg. I. Umezaki, SAP 035132. Kashiwajima, Kochi Pref., no date, anonymous, SAP herb. Okamura. Hyuga, Miyazaki Pref., no date, SAP 059148. Nomozaki, Nagasaki Pref., Apr. 28, 1977. Leg. T. Yotsui, SAP 035137. Tomioka, Kumamoto Pref., May 5, 1958. Leg. T. Yoshida, SAP 049906. Koshikijima Island, Kagoshima Pref., Aug. 1923. Leg. Y. Yamada, SAP 027175. Okinoerabu Island, Kagoshima Pref., July 26, 1979. Leg. M. Baba, SAP 056146. Henoko, Okinawa Pref., Mar. 9, 1990. Leg. T. Yoshida, SAP 055138-40. Ginoza, Okinawa Pref., Mar. 28, 1955. Leg. I. Nakata, SAP 045818.

Small pieces of the thallus were mounted in glycerin on a glass slide after soaking in water and being stained with aqueous aniline blue. Sections were made by hand with a razor blade.

## Observations

*Vanvoorstia spectabilis*

Thallus (Fig. 1) is composed of several orders of blades. Long blades produce daughter blades from alternate central cells on the dorsal side. Short blades of next order are formed in a similar manner and they anastomose at their apices with the ventral surface of a blade to form a net-work.

Growth of the blades takes place by the activity of an apical cell dividing with transverse wall (Fig. 2). No intercalary cell division occurs in the cells of the first order. Apical cells of 2nd and 3rd order cell rows reach the margin. Margin of the blade is entire (Figs. 3,

6). The blades of all orders are uncorticated except midrib. Central cells or first order cells cut off ventral and dorsal pericentral cells after lateral pericentral cells are formed. Ventral pericentral cells are usually larger than dorsal ones. Alternate segments of central cells cut off a second pericentral cell on the dorsal surface. This second pericentral cell is the daughter blade primordium (dbp) to initiate daughter blades (Fig. 4). The daughter blade primordium soon divides to form initial cell ( $i_2$ ) and basal segments ( $seg_1$ ), which cuts off initial ( $i_2$ ) of the second order cell row of the daughter blade (Fig. 3). Distal cells of short blades elongate forming filamentous cells (el) to prepare anastomosis (Fig. 3). Fig. 6 shows the disposition of 3 daughter blades produced acropetally. In Fig. 5, 4 orders of blades are illustrated in an optical longitudinal section.

Procarp is not observed in the materials at hand. Mature plants were collected in April. Cystocarps are developed on small bladelets of ultimate order. Apices of fertile bladelets are free from anastomosis. Cystocarps are spherical in shape, about 1 mm in diameter, and emergent from the mesh when fully grown up. In mature cystocarp (Fig. 9), a fusion cell is located at the base of gonimoblasts. Carposporangia are formed singly, terminal on the gonimoblast filaments. Carpostome is not protruded.

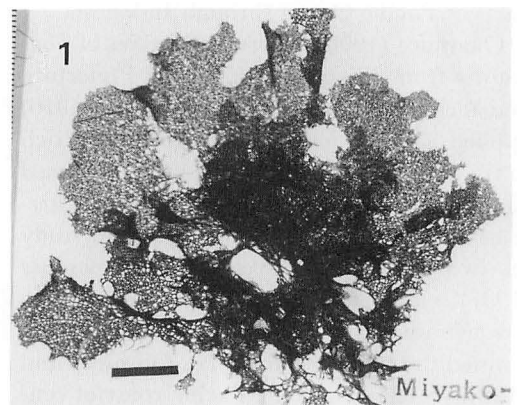
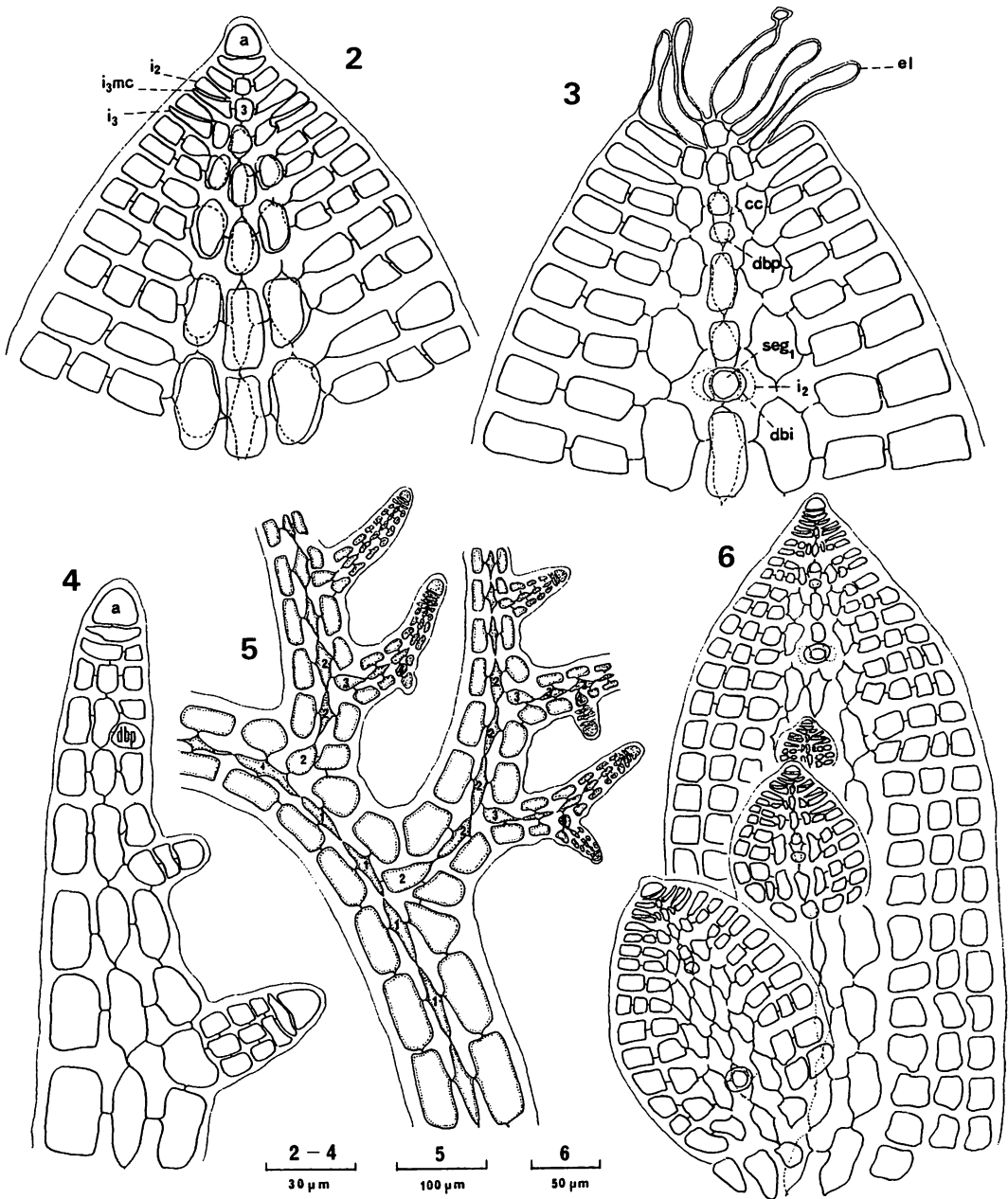
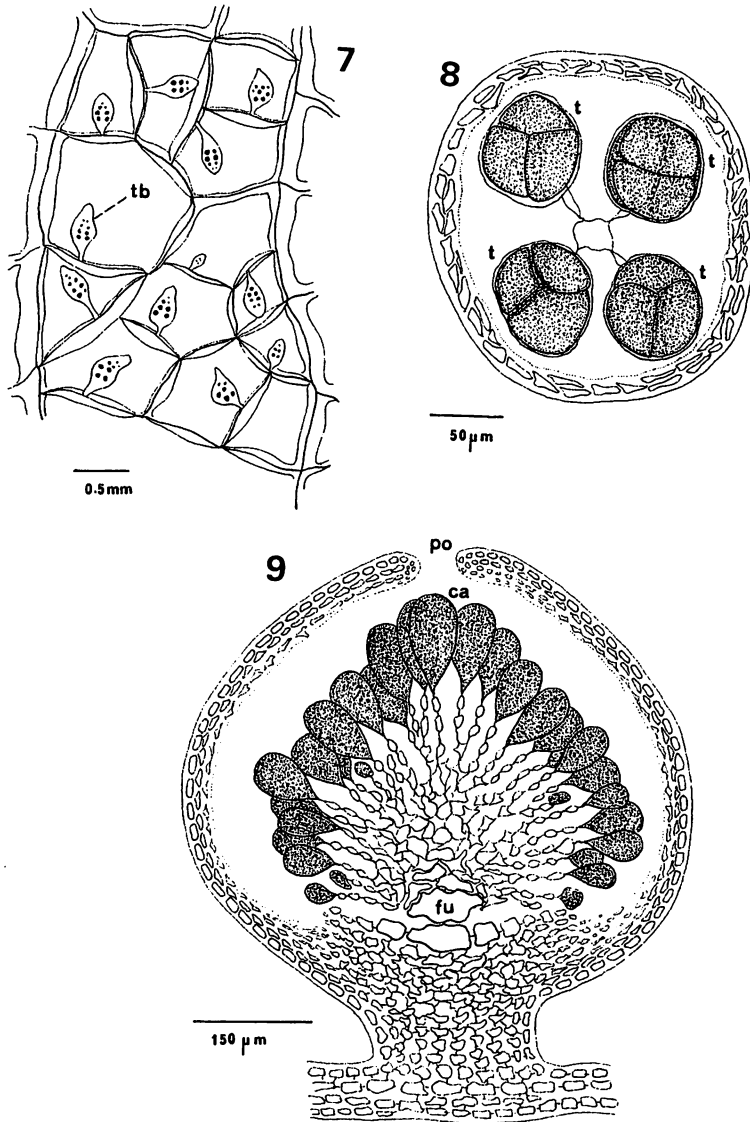


Fig. 1. *Vanvoorstia spectabilis* Harvey. A specimen collected at Miyakojima, Okinawa Pref., Apr. 10, 1935. Leg. T. Tanaka. SAP 058952.



Figs. 2-6. *Vanvoorstia spectabilis*. 2-3. Dorsal surface of a long blade, showing the origin of daughter blades. a, apical cell; cc, central cell; dbp, daughter blade primordium; dbi, daughter blade initials; el, elongation of the distal cells;  $i_2$ ,  $i_3$ , secondary and tertiary initials;  $i_3$  mc, mother cell of tertiary initial; seg<sub>1</sub>, basal segment of daughter blade; 3, third segment from apex. 4. Optical median longitudinal section of a long blade. 5. Optical median longitudinal section of four different orders (1-4) of the blades. 6. Dorsal surface of a long blade with daughter blades.



Figs. 7-9. *Vanvoorstia spectabilis*. 7. Portion of thallus bearing tetrasporangial bladelets (tb). 8. Cross section of tetrasporangial bladelet. t, tetrasporangium. 9. Median longitudinal section of an almost mature cystocarp. ca, carpospores; fu, fusion cell; po, aperture of cystocarp.

The short blades of ultimate orders are transformed into tetrasporangial bladelets, which are free at the apical part without forming anastomose with other blades (Fig. 7). In the early stage of development, the bladelets are slightly compressed, then they become thick and nearly terete in cross section (Fig. 8). Four tetrasporangia are produced in each segment, one from the dorsal, ventral and lateral pericentral cells.

#### *Vanvoorstia coccinea*

Thallus (Fig. 10), measuring up to 30 cm or more in diameter, is fine network constructed from several orders of blades. Mesh of the network becomes coarse when well grown up.

Apical organization and the mode of formation of network is similar to those of *V. spectabilis*, though the size of cells constructing the blade is nearly twice larger than the latter species. An apical cell divides with transverse



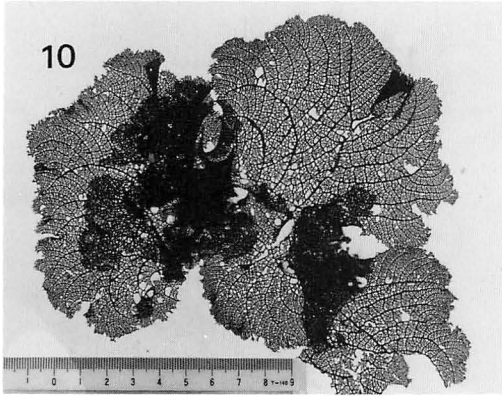


Fig. 10. *Vanvoorstia coccinea* Harvey. A specimen from Shirahama, Wakayama Pref., Apr. 6, 1957. Leg. Y. Tsuji. SAP 058996.

wall to form the cell row of the first order, in which no intercalary cell division takes place. Cells of the first order give rise to lateral pericentral cells that issue cell rows of second order, then in turn third order. Apical cells of the second and third order cell rows reach the margin. Rarely no third order cell row is produced (Fig. 11). Ventral and dorsal pericentral cells (dpc) are cut off from the cells of central cells. Primary cells of the blade give rise to cortical cells (corte), and the blade become thickened with cortication (Fig. 15). Alternate central cells produce second dorsal pericentral cells from proximal part. This second dorsal pericentral cell is the primordium of daughter blade, and soon divides into basal segment (seg<sub>1</sub>) and initial cell (dbi) of the daughter blade (Fig. 11, 13). The mode of net formation is the same as in *V. spectabilis*. Fig. 13 is an optical median longitudinal section showing daughter blade initial (dbi) and basal segment (seg<sub>1</sub>). Fig. 14 illustrates a case in development of successive order of blades forming net structure in the optical median section of through central cells.

Mature materials were collected at Okinawa Island in March. Procarps are formed on the dorsal side of midrib of ultimate order bladelets. The procarp is composed of a 4-celled carpogonial branch and 2 groups of sterile cells on a supporting cell (Fig. 16). In the carpogonial branch, cb<sub>2</sub> is the largest and

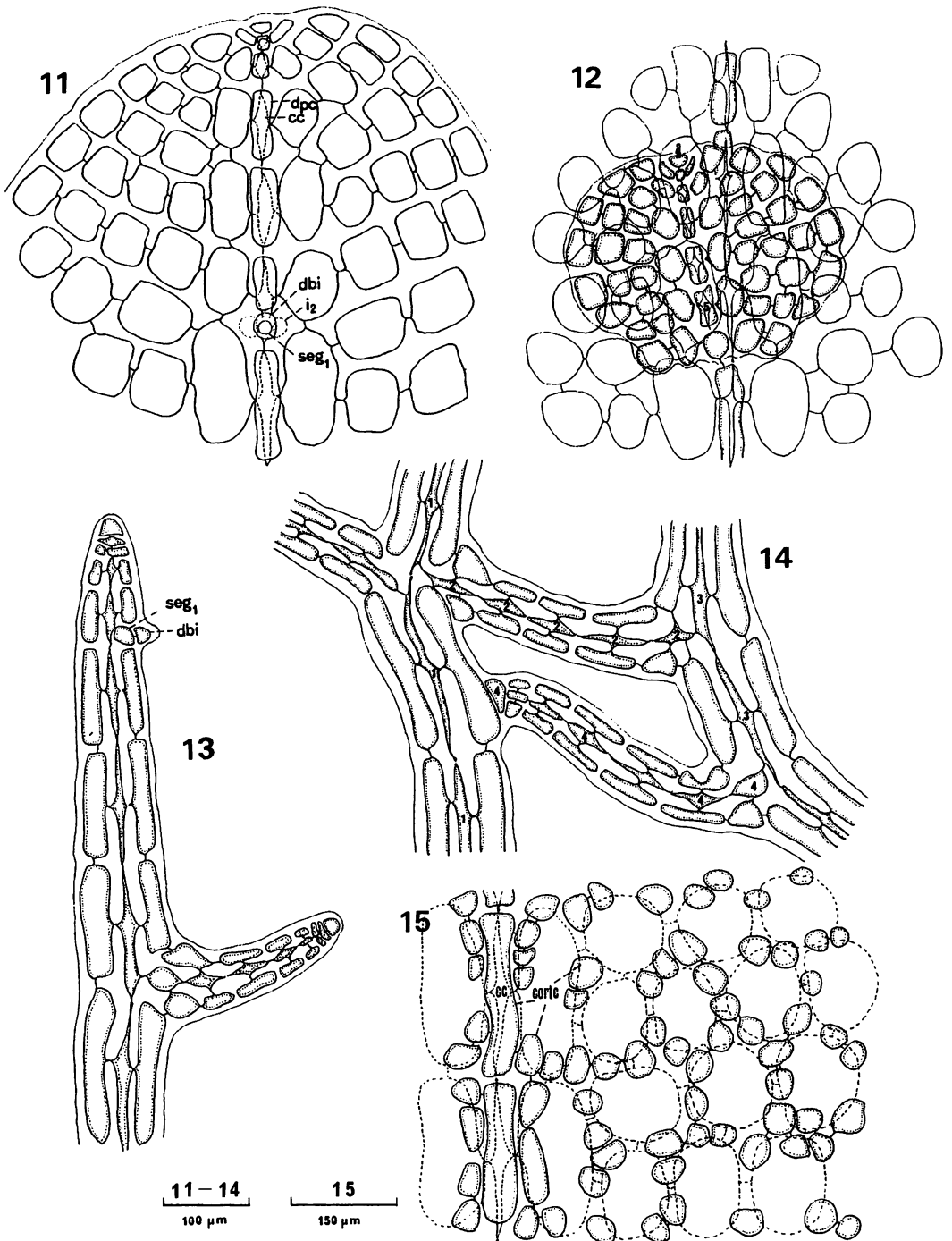
cb<sub>3</sub> is the smallest in size. First group of sterile cell divides into 2 cells before fertilization while second sterile cell remain undivided. Fig. 17 shows young cystocarp with short gonimoblast filaments (gon) growing from the auxiliary cell. Carposporangia are formed singly, terminal on the gonimoblast as seen in Figs. 18 and 19. In mature cystocarp, a large fusion cell (fu) is formed at the base of gonimoblasts. Cystocarps are spherical in shape. The apical part of the cystocarp is free from anastomosis and emergent from the mesh when mature. Carpostome is not protruded as in *V. spectabilis*.

Tetrasporangial bladelets are transformed from bladelets of ultimate order. They are terete even in early stage of development and have no wings. Fig. 21 is a longitudinal section including central cell, showing lateral pericentral cells (lpc) which give rise to a tetrasporangium in each segment. Dorsal surface view is shown in Fig. 22. Here, both of 2 dorsal pericentral cell (dpc) cuts off a tetrasporangium at each segment. From the ventral side (Fig. 23), a ventral pericentral cell (vpc) at each segment is seen with a tetrasporangium. In cross section of tetrasporangial bladelet (Fig. 24), five tetrasporangia are observed at each segment. They are composed of 2 on lateral pericentral cells, 2 on dorsal pericentral cells and one on ventral pericentral cell.

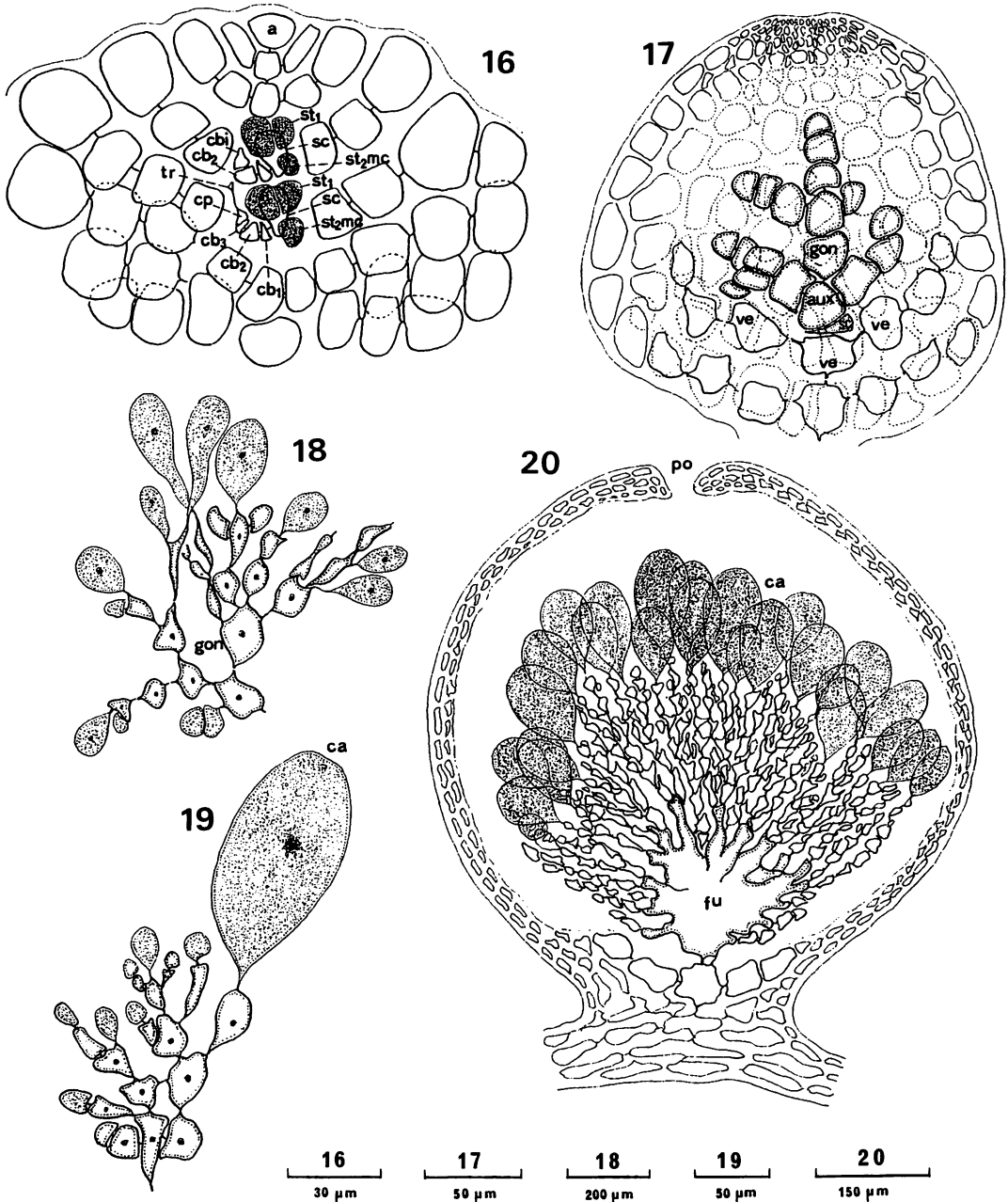
### Remarks

Papenfuss (1937) gave a detailed description on the development of procarp and young cystocarp in *V. spectabilis*. We observed mature cystocarp in this species. Female reproductive structure was first given here for *V. coccinea*. Procarp structure is of a type with a carpogonial branch and 2 groups of sterile cells on a supporting cell, common in the family.

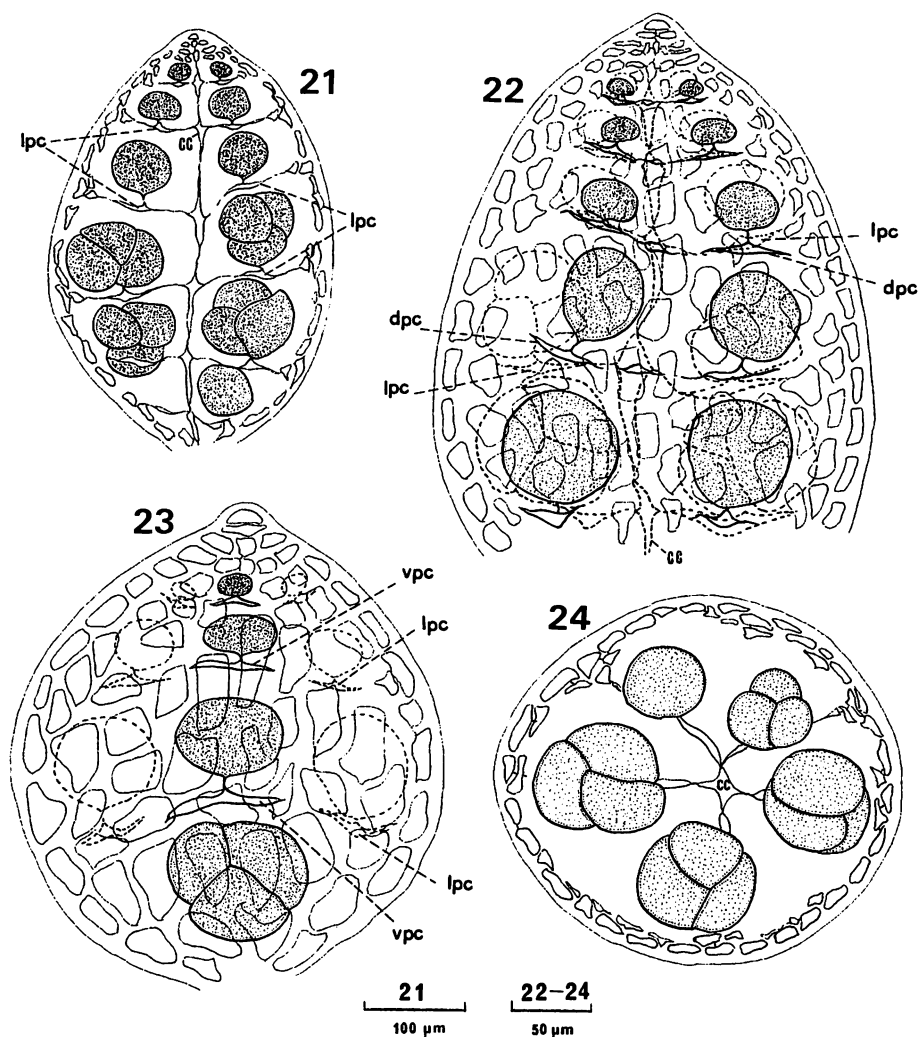
Tetrasporangial bladelets in *V. spectabilis* are slightly compressed at an early stage and become nearly terete without wings as shown in a figure given by Papenfuss (1937, fig. 55). His fig. 56 is much similar with our



Figs. 11-15. *Vanvoorstia coccinea*. 11-12. Dorsal surface of a long blade, showing the origin of daughter blades. For abbreviation see Figs. 2-6. 13. Optical median longitudinal section of a long blade. 14. Optical median longitudinal section of four different orders (1-4) of the blades. 15. Dorsal surface of blade, showing the mode of cortication. cortc, cortical cells.



Figs. 16–20. *Vanvoorstia coccinea*. 16. Dorsal surface of a blade, showing the procarp.  $cb_1$ – $3$ , first, second and third cells of carpogonial branch;  $cb_i$ , carpogonial branch initial;  $cp$ , carpogonium;  $sc$ , supporting cell;  $st_1$ , first group of sterile cells;  $st_2 mc$ , mother cell of second group of sterile cells;  $tr$ , trichogyne. 17. Young cystocarp.  $aux$ , auxiliary cell;  $gon$ , gonimoblast;  $sc$ , supporting cell;  $ve$ , vegetative cells. 18–19. Gonimoblasts with terminal carposporangia. 20. Median longitudinal section of an almost mature cystocarp.  $ca$ , carpospores;  $fu$ , fusion cell;  $po$ , aperture of cystocarp.



Figs. 21–24. *Vanvoorstia coccinea*. 21. Optical median longitudinal section of a tetrasporangia-bearing bladelet. cc, central cell; lpc, lateral pericentral cells. 22. Dorsal surface of a tetrasporangia-bearing bladelet. dpc, dorsal pericentral cells. 23. Ventral surface of a tetrasporangia-bearing bladelet. vpc, ventral pericentral cells. 24. Cross section of tetrasporangia-bearing bladelet, showing five tetrasporangia.

materials at hand.

Segawa (1939) noted 4–6 tetrasporangia in each segment in *V. coccinea*. We observed 5 tetrasporangia in a segment in our materials.

In accordance with Okamura (1936) and Segawa (1939), we agree that the genus *Implicaria* Heydrich is synonymous with *Vanvoorstia*. As for species, however, it is difficult to conclude whether *I. reticulata* is conspecific with *V. spectabilis* or *V. coccinea*. Heydrich (1902) described his species basing on the specimens from Kerama Island, Lochoo

(Okinawa Prefecture). Sizes of tetrasporangia (40  $\mu$ m) and tetrasporangial stichidia (170  $\times$  250  $\mu$ m) given by Heydrich is nearing those of our materials of *V. spectabilis*. As shown above, our specimen from Kerama Island (SAP 059145) is referable to *V. spectabilis*.

Distribution of these 2 species of *Vanvoorstia* is shown in Fig. 25, compiled from the specimens deposited in SAP. *V. spectabilis* is distributed from Kerama Island to the west in Miyako, Ishigaki and Kuroshima islands.

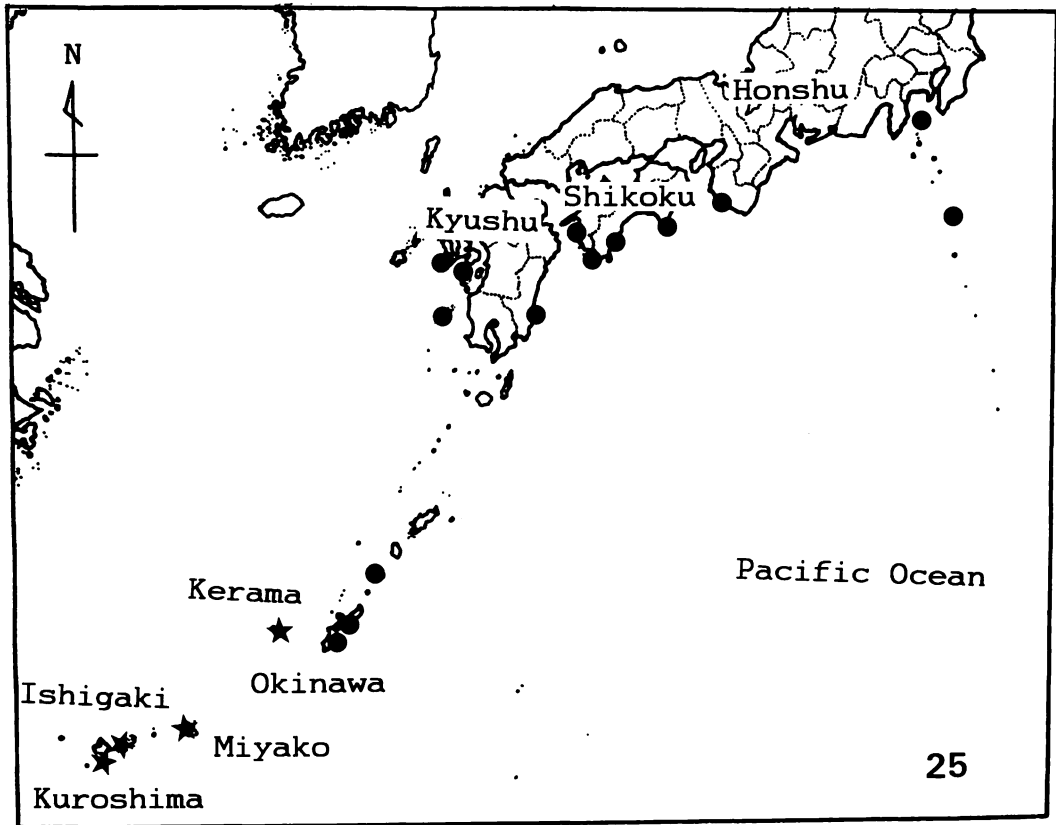


Fig. 25. Distribution of *Vanvoorstia* on the coast of Japan, as compiled from the specimens in SAP. Black circle: *V. coccinea*, Star: *V. spectabilis*.

This species was also recorded in the Philippines (Silva *et al.*, 1987). *V. coccinea*, on the other hand, from Okinawa Island to Ooshima, Tokyo Pref.

**Acknowledgements**

We acknowledge with sincere thanks hearty cooperation of Prof. S. Kamura, the University of Ryukyus, in collecting the materials at Okinawa. Thanks are due to Mr. K. Kogame, Hokkaido University, for his assistance in photography.

**References**

Agardh, J. G. 1863. Species, genera et ordines algarum 2(3): 701-1291. Lund.  
 Harvey, W. H. 1854. Short characters of three new algae from the shores of Ceylon. J. Bot. (Hooker)

6: 143-145.  
 Heydrich, F. 1902. *Implicaria*, ein neues Genus der Delesseriaceen. Ber. deut. bot. Ges. 20: 479-483.  
 Miller, A. J. K. and Kraft, G. T. 1993. Catalogue of marine and freshwater red algae (Rhodophyta) of New South Wales, including Lord Howe Island, South-western Pacific. Aust. Syst. Bot. 6:1-90.  
 Okamura, K. 1900. 'Kaisogaku hanron,' Keigyosha, Tokyo. (in Japanese).  
 Okamura, K. 1916. 'Nippon sorui meii' ed. 2. Seibido, Tokyo. (in Japanese).  
 Okamura, K. 1936. 'Nippon kaiso shi'. Uchida-Rokakuho, Tokyo. (in Japanese).  
 Papenfuss, G. F. 1937. The structure and reproduction of *Claudea multifida*, *Vanvoorstia spectabilis*, and *Vanvoorstia coccinea*. Symb. Bot. Upsal. 2(4): 1-66.  
 Segawa, S. 1939. On the structure of "Karagoromo". Shokubutsu oyobi Dobutsu 7: 1692-1696. (in Japanese).  
 Silva, P. C., Meñez, E. G. and Moe, R. L. 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. Smith. Contr. Mar. Sci. 27: 1-179.

吉田忠生・三上日出夫：ヒメカラゴロモ（新称）*Vanvoorstia spectabilis* と  
カラゴロモ *V. coccinea*（紅藻コノハノリ科）の形態について

これまで日本産のカラゴロモ属植物はカラゴロモ *Vanvoorstia coccinea* のみであるとされてきた。沖縄県八重山地方の宮古島、石垣島などの標本は葉片に皮層が形成されず、細胞は小形で、また四分孢子嚢は各節に4個ずつ形成されるなど、*V. spectabilis* の特徴を持っていることが明らかとなった。この種類にヒメカラゴロモの和名を与えることにする。両種について嚢果形成過程も観察した。カラゴロモは伊豆大島から沖縄本島までの間に分布し、ヒメカラゴロモは慶良間諸島から西に分布することがわかった。（060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学研究科生物科学専攻，062 札幌市豊平区3条7丁目 札幌大学）

(Received September 22, 1993; Accepted November 9, 1993)

## *Gymnodinium natalense* sp. nov. (Dinophyceae), a new tide pool dinoflagellate from South Africa

Takeo Horiguchi\* and Richard N. Pienaar\*\*

\*Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo 060 Japan

\*\*Department of Botany, University of the Witwatersrand, Private Bag 3, P. O. Wits 2050 Republic of South Africa

Horiguchi, T. and Pienaar, R. N. 1994. *Gymnodinium natalense* sp. nov. (Dinophyceae), a new tide pool dinoflagellate from South Africa. Jpn. J. Phycol. 42: 21–28.

A new dinoflagellate, *Gymnodinium natalense* Horiguchi et Pienaar (Gymnodiniales, Dinophyceae) is described from a tide pool at Amanzimtoti, Natal south coast, South Africa. The organism possesses typical dinoflagellate organization. The epicone is conical, while the hypocone is almost trapezoidal with a moderate depression at the antapex. The cingulum is left-handed, well excavated and is displaced 1/2–1/1 of its own width. The sulcus is short, deep and reaches antapex. The chloroplast is single, green to yellowish-brown and is connected to the pyrenoid which is located in the epicone. The dinokaryotic nucleus is ovoidal and is located in the upper part of the hypocone or in the center of the cell. The eyespot is rectangular in ventral view, C-shaped in apical view and bright red in color. It is extraplastidial and possesses unique ultrastructural features. It is composed of several layers which contain many regularly arranged rectangular crystalline structures. No trichocyst has been observed, although the bottle shaped mucocysts have been observed in the peripheral region of the cell. Only the asexual reproduction has been observed. Two motile cells are formed within the parental amphiesma by binary fission.

*Key Index Words:* Dinophyceae—*Gymnodinium natalense* sp. nov.—Gymnodiniales—South Africa—taxonomy—tide pool.

Some dinoflagellates are known to inhabit tide pools and produce dense blooms under favorite conditions (Hirano 1967; Horiguchi and Chihara, 1983; Horiguchi and Chihara, 1987; Lombard and Capon, 1971; Taylor, 1983). During the course of our studies on tide pool and sand-dwelling dinoflagellates of the Natal coast, South Africa, we often encountered such dinoflagellates. The dinoflagellate we describe in this paper is one of them. It is a small unarmored dinoflagellate and produces dense bloom in tide pools in summer. It is also characterized by an eyespot with unusual ultrastructure. Since the eyespot possesses many unusual features, it deserves detailed description and therefore, the ultrastructure and ontogeny of the eyespot will be published elsewhere (Horiguchi and Pienaar, 1994).

### Materials and Methods

The organism used in this study was collected from a tide pool at Amanzimtoti, Natal south coast, South Africa on 18 August 1986. At the time of collection, the dinoflagellate produced dense bloom in the tide pool.

For transmission electron microscopy, the cells were processed as described before (Pienaar and Aken, 1985) and for scanning electron microscopy, the same technique which was employed for *Scrippsiella arenicola* Horiguchi and Pienaar (1988) was used. When the samples were fixed for transmission electron microscopy, most of the cells were in the non-motile stage and therefore, the cells in sections were often observed to be enclosed by the pellicular layer of the parental amphiesma. Observations were made using a JEOL 100CX transmission electron microscope and a HITACHI S-570 scanning electron microscope.

## Description

Class: Dinophyceae Fritch  
 Order: Gymnodiniales Lemmermann  
 Family: Gymnodiniaceae Lankester

### *Gymnodinium natalense* Horiguchi et Pienaar, sp. nov.

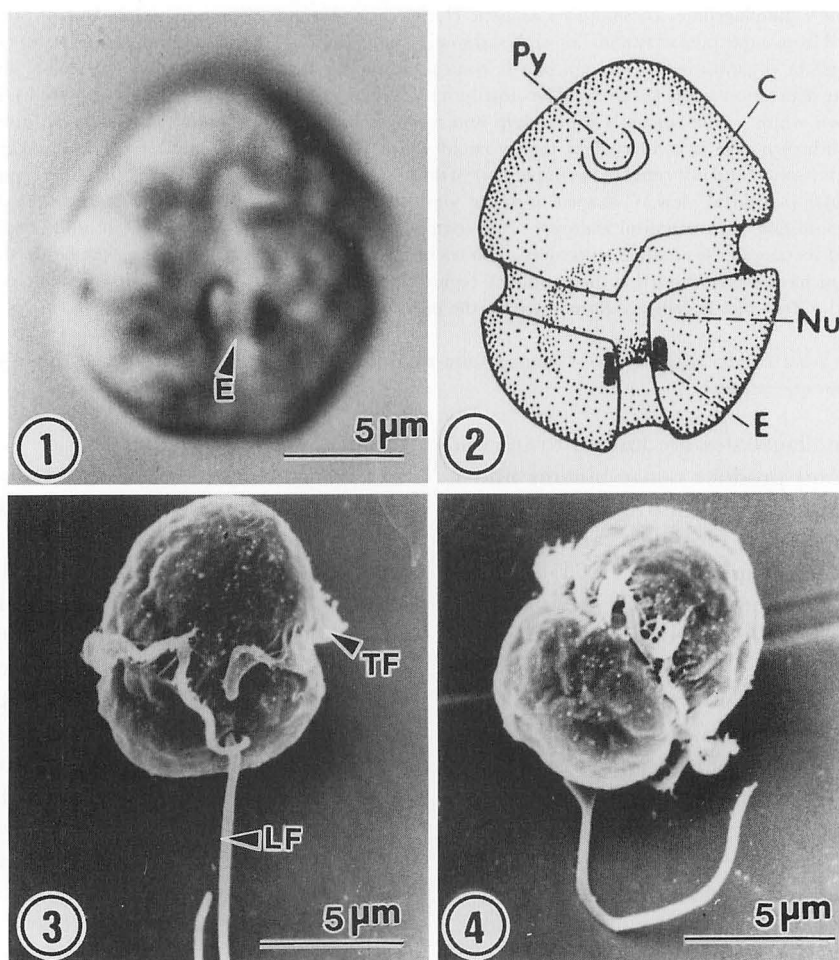
Cellula ex epicono et hypocono constans, 14.4–18.0  $\mu\text{m}$  longa, 9.9–12.6  $\mu\text{m}$  lata; epiconus conicus; hypoconus fere trapezoides cum moderate depresso antapice; cingulum bene excavatus, 1/2–1/1-plo latitudine cinguli

descendens; sulcus brevis, profundus, ad antapicem attingens; nucleus dinokaryotics, ovoideus, in supero parte hypoconi vel medio cellula situs; chloroplastus viridis vel lutei-brunneus, in peripharia situs; pyrenoides sphaerica, per vaginam amylosum obiecta, saepe partim in chloroplasto inclusa; stigma rectangulare a ventre visus, C-forme a apice visus, in sulco situm; planta marina.

Holotype: Figure 2.

Type locality: Amanzimtoti, Natal south coast, Republic of South Africa.

Cell consisting of epicone and hypocone,



Figs. 1–4. *Gymnodinium natalense* Horiguchi et Pienaar, sp. nov. Fig. 1. Light micrograph showing live cell. Fig. 2. Line drawing, showing ventral side of the cell (Holotype). Fig. 3. SEM. Ventral view. Fig. 4. SEM. Dorsal view.

Abbreviations used in the figures (1–13). Ac: accumulation body; C: chloroplast, CM: cytoplasmic membrane; E: eyespot, LF: longitudinal flagellum, M: mucocyst; Nu: nucleus, OM: outer membrane; OPM: outer plate membrane; P: pellicle; Py: pyrenoid; S: starch grain; TF: transverse flagellum



14.0–18.0  $\mu\text{m}$  in length, 9.9–12.6  $\mu\text{m}$  in width; epicone conical; hypocone trapezoidal with moderately depressed antapex; cingulum well excavated, displaced 1/2–1/1 of its own width; sulcus short, deep, reaching antapex; nucleus dinokaryotic, ovoidal, located in upper part of hypocone or middle of cell; chloroplast green or yellowish brown, peripherally situated; pyrenoid spherical, surrounded by starch sheath, partially embedded in chloroplast; eyespot rectangular in ventral view, C-form in apical view, situated at sulcus; organism marine.

### Observations

The epicone and the hypocone are almost same size when viewed from the dorsal side (Fig. 4). The epicone is conical, while the hypocone is almost trapezoidal with moderate depression at the antapex (Figs. 1, 2). The cingulum is left-handed, well excavated, relatively wide, about 1/5–1/4 of the cell length and is displaced about 1/2–1/1 of its own width. The sulcus is short, deep and reaches to the antapex, but does not invade into the epicone (Fig. 2). The SEM photograph (Fig. 3) reveals that the transverse and the longitudinal flagella emerge from the different pores. The distance between these two pores is about 1.3  $\mu\text{m}$ . The transverse flagellum shows typical semihelical nature (Figs. 3, 4). No peduncle has been observed.

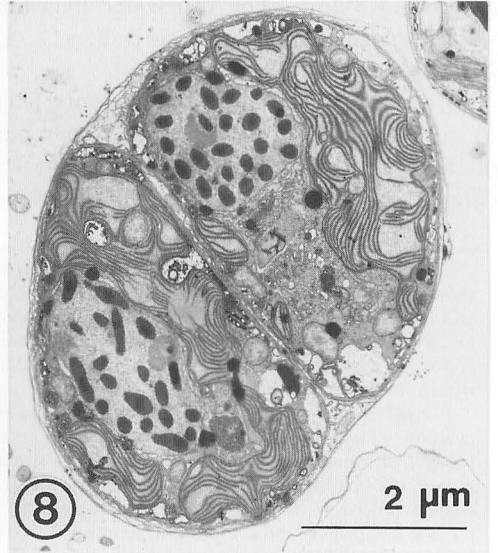
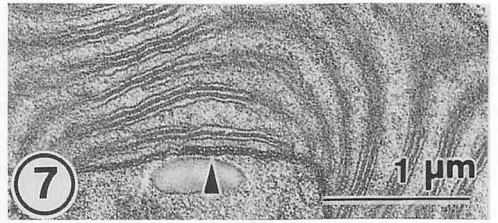
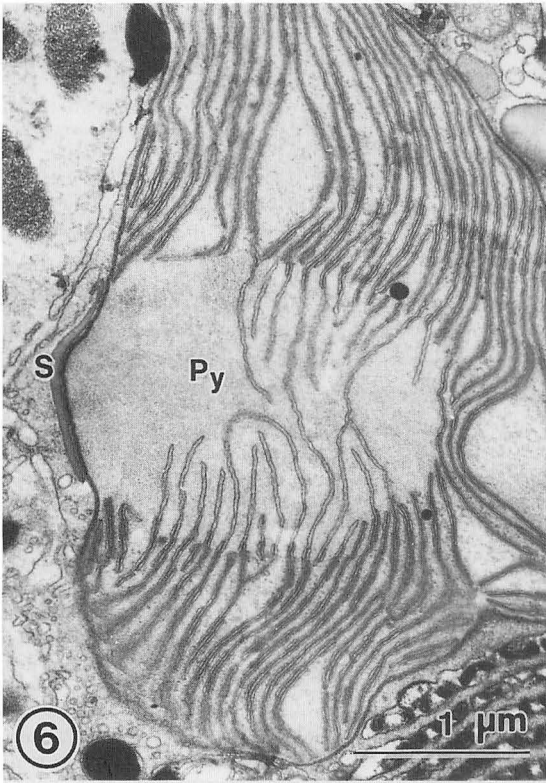
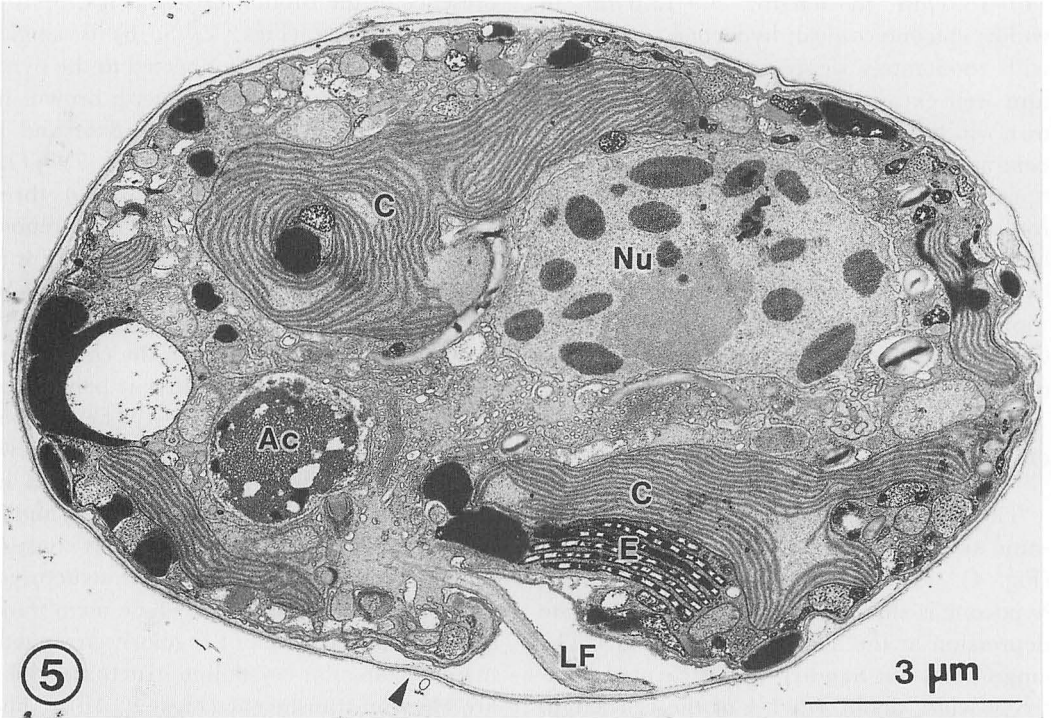
The nucleus is typical of dinokaryotic (Fig. 5). It is ovoidal and is located upper part of the hypocone or in the center of the cell (Fig. 2). The mitochondrial profiles reveal

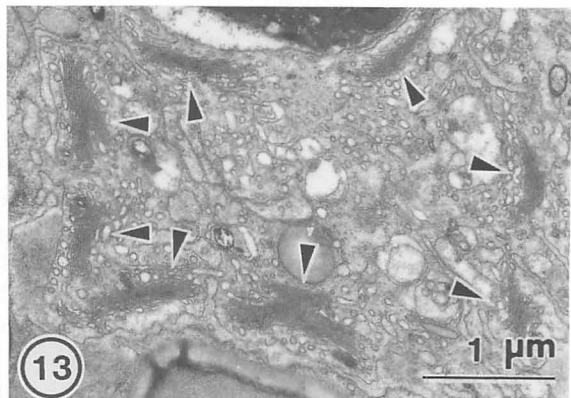
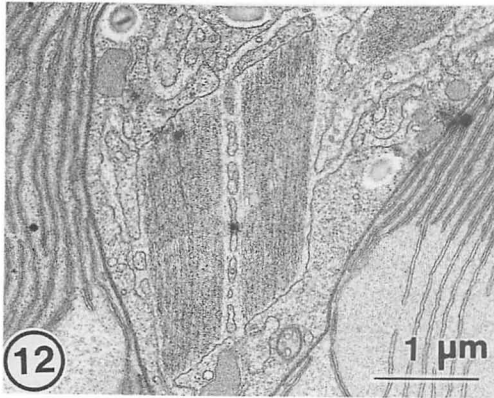
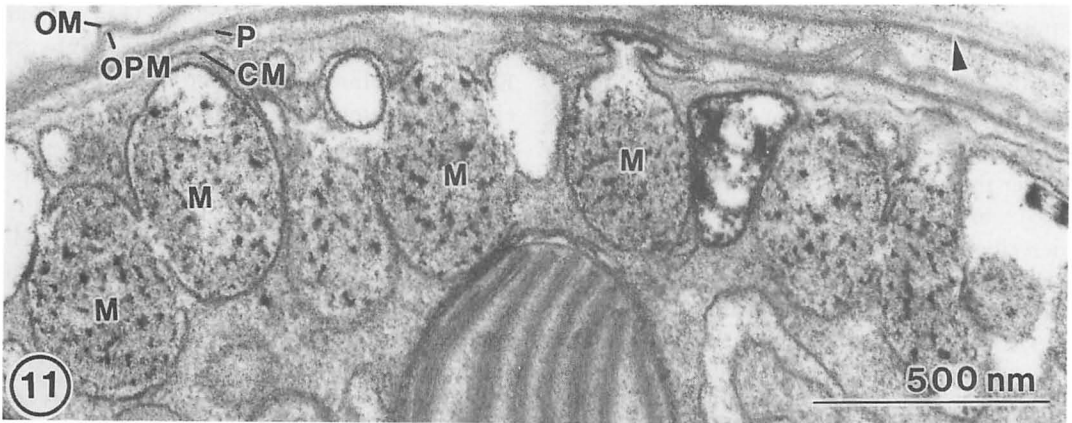
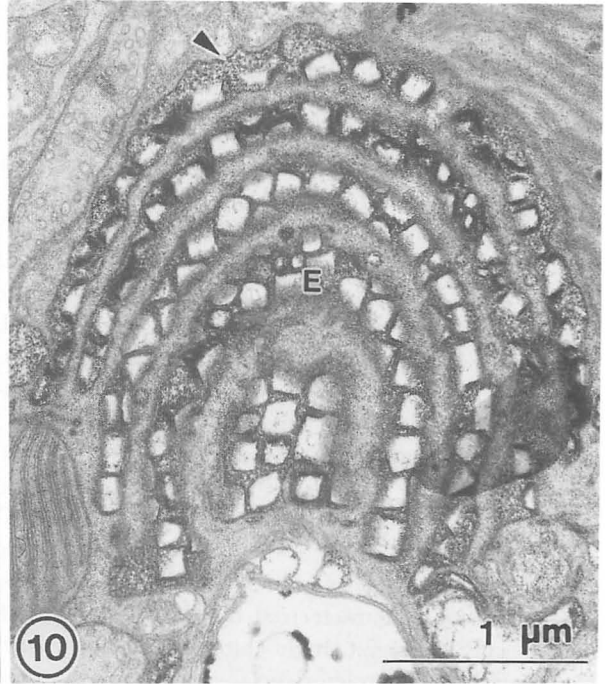
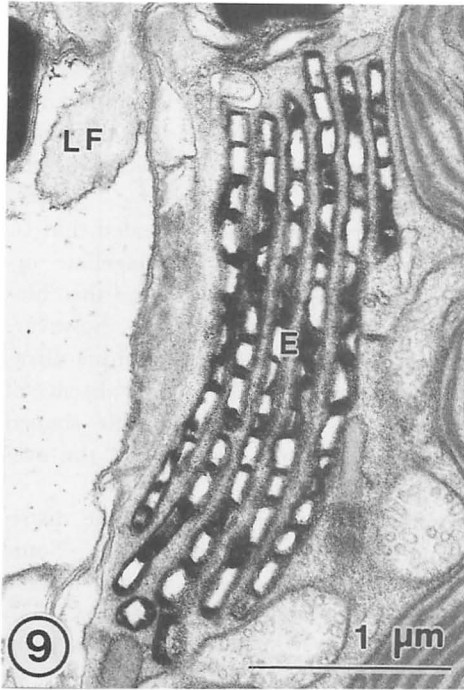
presence of the tubular cristae (Figs. 5, 10). The chloroplast (Figs. 2, 5, 6) is single, peripherally arranged, connected to the pyrenoid and is green to yellowish-brown in color. It is typical of dinoflagellate and is bounded by a triple membrane (Fig. 7). The lamella typically consists of two to three appressed thylakoids (Fig. 7). The pyrenoid (Figs. 2, 6) is single, spherical, partially surrounded by starch sheaths and is located in the epicone. The pyrenoid matrix is partly, or often mostly, embedded in the chloroplast (Fig. 6). The pyrenoid matrix is penetrated by single thylakoids (Fig. 6). The eyespot (Figs. 1, 2) is rectangular in ventral view, C-shaped in apical view and bright red in color. It is extraplastidial (Figs. 9, 10) and is situated at the sulcus (Figs. 1, 2). It consists of several layers of the crystalline structures. Each layer is enclosed by a single membrane (Fig. 10) and consists of regularly arranged, many rectangular crystalline structures which are electron-translucent (Figs. 9, 10). The dictyosomes are arranged in the circular manner in the center of the cytoplasm (Fig. 13). The fine fibers which are thought to be the flagellar hairs have been observed in the endoplasmic reticulum (Fig. 12). The amphiesma consists of, from outside to the cytoplasm, the outer membrane, the outer plate membrane, the pellicle and the cytoplasmic membrane (Fig. 11). No thecal plates have been observed. Although the trichocysts are absent, the trichocyst-like structures have been observed in the peripheral region of the cell (Fig. 11). They are thought to be the mucocyst. The mucocysts

---

Figs. 5–8. *Gymnodinium natalense* Horiguchi et Pienaar, sp. nov. Fig. 5. Longitudinal section of a cell, showing general arrangement of the organelles. Note that the cell is fully developed motile cell prior to release and is still enclosed by the parental amphiesma (arrowhead). Fig. 6. Detail of the chloroplast and the pyrenoid. Fig. 7. Close up of the chloroplast, showing triple membrane chloroplast envelope and lamellae consisting of three appressed thylakoids. Fig. 8. Nonmotile cell containing two daughter cells. Note that cell division takes place within the parental amphiesma.

Figs. 9–13. *Gymnodinium natalense* Horiguchi et Pienaar, sp. nov. Fig. 9. Longitudinal section through the eyespot. The eyespot consists of six layers of crystalline structures. Fig. 10. Tangential section through the eyespot, showing many rectangular crystalline structures. Note that the crystalline layer is enclosed by a single membrane (arrowhead). The mitochondrial profile (upper left corner) reveals tubular cristae. Fig. 11. Bottle-shaped mucocysts and detail of the amphiesma. The amphiesma consists of outer membrane, outer plate membrane, pellicle and cytoplasmic membrane. Arrowhead indicates pellicular layer of the parental amphiesma. Fig. 12. Flagellar hair produced in ER. Fig. 13. Dictyosomes which are arranged in a circular manner in almost center of cell (arrowheads).





are single membrane-bounded, bottle-like in shape and contain moderately electron-dense fibrous material with scattered dark dot-like materials (Fig. 11). The accumulation body has often been observed somewhere in the cytoplasm (Fig. 5).

Only asexual reproduction has been observed. *G. natalense* alternates motile stage with nonmotile stage in its cell cycle. The nonmotile cell is spherical to ovoidal and neither the cingulum or the sulcus is visible. Cell division is confined to the nonmotile phase and is accomplished by the binary fission of the protoplast within the parental amphisma (Fig. 8), resulting in the formation of two motile cells.

## Discussion

*G. natalense* is characterized by small size, peripherally arranged single chloroplast with a pyrenoid and characteristic C-shaped eyespot. Because of the cell shape and its unarmored nature, it is evident that the species belongs to the genus *Gymnodinium* of the order Gymnodiniales. Many of the species in the genus *Gymnodinium* are relatively large, viz. larger than 50  $\mu\text{m}$  and small forms (20  $\mu\text{m}$  or less) are relatively rare. Among the described species, the following species have somewhat similar cell shape and cell size to the present species: *G. albulum* Lindemann (1928), *G. arcticum* Wulff (1916), *G. cassiei* Norris (1961), *G. halophilum* Biecheler (1952), *G. incoloratum* Conrad et Kufferath (1954), *G. lacustre* Schiller (1933), *G. pyrenoidosum* Horiguchi et Chihara (1987) and *G. simplex* (Lohmann) Koffoid et Swezy (1921). However, *G. natalense* can be distinguished from these species for the following reasons: *G. albulum* possesses no eyespot, *G. arcticum* has many chloroplasts whose shape is distinctly elliptical, *G. cassiei* has nucleus located in the epicone and has chloroplasts with numerous pointed arms that radiate from a center located in the hypocone, *G. halophilum* also possesses a nucleus in the epicone and apical groove called an "acrobase" (Biecheler, 1952), *G. incoloratum* has no chloroplast, *G.*

*lacustre* possesses a narrow sulcus which does not reach antapex, *G. pyrenoidosum* possesses different type of eyespot and *G. simplex* has four chloroplasts. Based on the differences described above, it is obvious that this dinoflagellate belongs to a new species of the genus *Gymnodinium*.

The ultrastructural study revealed that *G. natalense* possesses typical dinoflagellate organelles, including the nucleus and the chloroplast. It should be pointed out, however, that *G. natalense* possesses a few unique ultrastructural features. These include absence of the trichocysts, possession of bottle shaped mucocysts and unique structure of the eyespot.

The trichocyst is ejectile organelle distributed in the majority of dinoflagellates. Some dinoflagellates are, however, known to lack trichocysts. These include *Prorocentrum cassibicum* (Woloszynska) Dodge (unpublished observation), *Dinophysis acuminata* Claparede et Lachmann, *D. fortii* Pavillard (Lucas and Vesik 1990), *Actiniscus pentasterias* (Ehrenberg) Ehrenberg (Hansen 1993) and the present species. It is interesting to note that all of these five species which lack trichocysts possess mucocysts, although the structure and shape of the mucocysts of each species are slightly different from each other. These dinoflagellates belong to the taxonomically distant groups and therefore, the absence of trichocysts and the gain of mucocysts seem to be the result of parallel evolution.

The eyespot of *G. natalense* possesses very unique ultrastructural features. It is extraplantidial and is composed of several layers of crystalline structures. This type of eyespot has never been reported for any other groups of algae, including dinoflagellates (see Horiguchi and Pienaar 1994). It is of great interest to investigate the eyespot of various species of the dinoflagellates in order to elucidate whether *G. natalense* is truly an only dinoflagellate which possesses this type of unique eyespot or not.

The mode of cell division of *G. natalense* is similar to those of other tide pool bloom-forming dinoflagellates, such as *Gymnodinium*

*pyrenoidosum* (Horiguchi and Chihara 1987) and *Scrippsiella hexapraeicingula* (Horiguchi and Chihara 1983).

### Acknowledgements

The authors wish to thank members of the EM-Unit of University of the Witwatersrand for their assistance. This work was completed while the senior author (T. H.) was holding a Post Doctoral Fellowship at Department of Botany, University of the Witwatersrand. We are also indebted to the Foundation for Research Development of the CSIR for financial assistance.

### References

- Biecheler, B. 1952. Recherches sur les péridiniens. Bull. Biol. Suppl. 36: 1-149.
- Conrad, W. and Kufferath, H. 1954. Recherches sur les eaux saumâtres des environs de Lilloo. II Partie descriptive. Algues et Protistes.—Considérations écologiques. Mém. Inst. Sci. nat. Belg. 127: 1-346.
- Hansen, G. 1993. Light and electron microscopical observations of the dinoflagellate *Actiniscus pentasterias* (Dinophyceae). J. Phycol. 29: 486-499.
- Hirano, R. 1967. Mechanism of development of red tide in estuarine waters. Inform. Bull. Planktol. Japan, Commemoration Number of Dr. Y. Matue, pp. 25-29 (in Japanese).
- Horiguchi, T. and Chihara, M. 1983. *Scrippsiella hexapraeicingula* sp. nov. (Dinophyceae), a tide pool dinoflagellate from the Northwest Pacific. Bot. Mag. Tokyo 96: 351-358.
- Horiguchi, T. and Chihara, M. 1987. Life cycle, behavior and morphology of a new tide pool dinoflagellate, *Gymnodinium pyrenoidosum* sp. nov. (Gymnodiniales, Pyrrophyta). Bot. Mag. Tokyo 101: 255-265.
- Horiguchi, T. and Pienaar, R. N. 1988. Ultrastructure of a new sand-dwelling dinoflagellate, *Scrippsiella arenicola* sp. nov. J. Phycol. 24: 426-438.
- Horiguchi, T. and Pienaar, R. N. 1994. Ultrastructure and ontogeny of a new type of eyespot in dinoflagellates. Protoplasma (submitted).
- Kofoid, C. A. and Swezy, O. 1921. The free-living unarmored Dinoflagellata. Mem. Univ. Calif. 5: 1-562.
- Lindemann, E. 1928. Neue Peridinee. Hedwigia 68: 291-296.
- Lombard, E. H. and Capon, B. 1971. Observations on the tidepool ecology and behavior of *Peridinium gregarium*. J. Phycol. 7: 188-194.
- Lucas, I. A. N. and Vesik, M. 1990. The fine structure of two photosynthetic species of *Dinophysis* (Dinophysiales, Dinophyceae). J. Phycol. 26: 345-357.
- Norris, R. E. 1961. Observations on phytoplankton organisms collected on the N.Z.O.I. Pacific cruise, September 1958. N.Z.L. Sci. 4: 162-188.
- Pienaar, R. N. and Aken, M. E. 1985. The ultrastructure of *Pyramimonas pseudoparkeae* sp. nov. (Prasinophyceae) from South Africa. J. Phycol. 16: 73-80.
- Schiller, J. 1933. Dinoflagellatae. In Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, vol. 5, Part 3, No. 1, pp. 1-617. Akad. Verlagsges., Leipzig.
- Taylor, F. J. R. 1983. Possible free-living *Symbiodinium microadriaticum* (Dinophyceae) in tide pools in Southern Thailand. Endocytobiology 2: 1009-1014.
- Wulff, A. 1916. Über die Kleinplankton der Barentssee. Wess. Meeresunters. Kiel, N.F. 13: Abt. Helgoland, Heft 1.

堀口健雄\*・R. N. Pienaar\*\*：南アフリカのタイドプールから採集された  
渦鞭毛藻の一新種 *Gymnodinium natalense* (渦鞭毛藻綱) について

南アフリカ、ナタール地方南部のアマンチムトーティのタイドプールから新種の渦鞭毛藻 *Gymnodinium natalense* (渦鞭毛藻綱, ギムノディニウム目) を記載した。本種は典型的な渦鞭毛藻の外部形態を呈する。上殻は円錐形で、下殻はほぼ台形、後端にややくぼみをもつ。横溝は左巻きで深く、溝の幅のおよそ 1/2-1/1 の分のずれを生じる。縦溝は短い深く、細胞後端に達する。葉緑体は1個で緑色または黄褐色を呈し、ピレノイドに結合している。ピレノイドは上殻中に位置する。渦鞭毛藻核は楕円形で、下殻上部または細胞中央に存在する。明るい赤色の眼点は正面観では長方形、頂面観ではC字型を呈する。眼点は葉緑体とは独立して存在し、特徴的な微細構造をもつ。すなわち、規則正しく並んだ多数の直方体の結晶様構造から成る、いくつかの層から出来ている。トリコシスト(毛胞)は見られないが、細胞周辺部にはびん型のムーコシスト(粘液胞)が観察される。本種では無性生殖のみが観察された。すなわち細胞分裂は、親の細胞の細胞外被中で細胞質が2分裂し2個の遊走細胞を形成するという様式を示す>(\*060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学研究科生物科学専攻, \*\* Department of Botany, University of the Witwatersrand, Private Bag 3, P. O. Wits, 2050 Republic of South Africa)

(Received July 16, 1993; Accepted December 17, 1993)

## A Taxonomic Survey of Freshwater Dinoflagellates of Nagano Prefecture, Japan

Satoshi Senzaki\* and Takeo Horiguchi\*\*<sup>1</sup>

\*Faculty of Education, Shinshu University, Nagano, 380 Japan

\*\*Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

Senzaki, S. and Horiguchi, T. 1994. A taxonomic survey of freshwater Dinoflagellates of Nagano Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. 42: 29–42.

Twenty eight species of freshwater dinoflagellates were collected from various lakes, water reservoirs and ponds of Nagano Prefecture, Japan, and morphology of these dinoflagellates was studied by means of light and scanning electron microscopy. Special effort was made to discover and investigate as many unarmored species as possible, since the freshwater unarmored dinoflagellates are poorly known in Japan. Of 28 species, 13 species were confirmed to be newly recorded taxa to Japanese dinoflagellate flora and short descriptions were given for these species with photomicrographs and/or line drawing. Other species were also recorded either by photomicrographs or line drawings. Of the species examined, 12 species were found to belong to the genus *Gymnodinium*, 10 species belong to *Peridinium* and two species belong to *Katodinium* and four species belong to the genera *Amphidinium*, *Gyrodinium*, *Woloszynskia* and *Ceratium*.

*Key Index Words:* Armored dinoflagellates—Dinophyceae—Freshwater dinoflagellates—Unarmored dinoflagellates—Taxonomy

There have been several taxonomic or floristic studies on freshwater dinoflagellates in Japan (e.g. Akiyama 1956; Hada 1943; Imamura and Fukuyo 1990; Toriumi 1964; Tsumura 1977). It must be pointed out, however, little extensive taxonomic works have been made on freshwater unarmored (naked) dinoflagellates in Japan and our knowledge on this group, therefore, is still limited. For example, recently published "An Illustrated Guide to Freshwater Zooplankton in Japan" (Mizuno and Takahashi 1991) includes only 12 species of unarmored dinoflagellates (described as protozoa), three species of *Amphidinium* and nine species of *Gymnodinium*, and the number is relatively low when compared with the number of species (43 spp. as members of Gymnodiniaceae) included in Süßwasser Flora von Mittel Europe (Popovský and Pfister 1990). The difference between species numbers recorded for Japan and for Europe seems simply reflect-

ing lack of extensive taxonomic survey of freshwater unarmored dinoflagellates in Japan.

We have undertaken a taxonomic survey of freshwater dinoflagellates, including both armored and unarmored species, of Nagano Prefecture, Japan. Although we have studied both armored and unarmored species, special effort was made to discover as many unarmored species as possible. In this paper, we present the list of 28 species of freshwater dinoflagellates, of which 18 species are unarmored species, collected from various lakes, water reservoirs and small ponds of Nagano Prefecture, Japan. Photomicrographs and/or line drawings for each species are also presented.

### Materials and Methods

Collecting localities are listed in Table 1 and Fig. 45. The number is assigned to each locality (Table 1 and Fig. 45) and these numbers are used for distribution records. Collections were made during April 1992 and De-

<sup>1</sup> Request for reprints: Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

Table 1. Sampling localities and distribution of freshwater dinoflagellates in Nagano Prefecture. Number in parenthesis represents altitude of each locality.

Site no.	Locality (altitude)	Dinoflagellates
1	Lake Nojiri (650 m), Shinano Town	Ghel, Kmaz, Ppen, Pumb, Cera
2	Kagami-ike Pond (1200 m), Togakushi Village	Amph, Pvol, Pwil
3	Kotoriga-ike Pond (1220 m), Togakushi Vil.	Pumb, Pvol, Pwil
4	Lake Reizenj (860 m), Mure Vil.	Pber, Pumb
5	Small water reservoir (700 m), Mure Vil.	Gaer, Gtho, Pber, Pumb
6	Small water reservoir (700 m), Mure Vil.	Gaer, Gwaw
7	Nekomata-ike Pond (910 m), Nagano City	Gacc, Gaer, Gube, Pelp, Pvol, Cera
8	Kitago-oike Pond (930 m), Nagano City	Pelp
9	Yanagisawa-ike Pond (1040 m), Nagano C.	Pwil
10	Kami-ichinokura-ike Pond (1040 m), Nagano C.	Gube, Plom, Pumb, Pvol, Cear
11	Shimo-ichinokura-ike Pond (1020 m), Nagano C.	Pwil
12	Wakatuski-oike Pond (520 m), Nagano C.	Gacc, Gyro, Pber, Pelp, Ppal, Cera
13	Kanetsukido-ike Pond (480 m), Nagano C.	Gsp 2, Gyro, Pber, Pbpip, Plom, Ppal, Ppen, Pumb, Pvol
14	Jinguji-ike Pond (360 m), Nagano C.	Gsp. 2, Pber
15	yamanokami-ike Pond (450 m), Nagano C.	Pumb
16	Tokuma-ike Pond (400 m), Nagano C.	Cera
17	Sansai-ike Pond (350 m), Nagano C.	Pber
18	Harano-ike Pond (360 m), Nagano C.	Cera
19	Kanne-ike Pond (360 m), Nagano C.	Pber
20	Tatumi-ike Pond (370 m), Nagano C.	Gacc, Gaus, Pber, Pvol, Cera
21	Chidoriga-ike Pond (400 m), Nagano C.	Pumb
22	Pond in Shinshu Univ. (400 m), Nagano C.	Gube
23	Kohanami-ike Pond (800 m), Ohoka Vil.	Cera
24	Ohanami-ike Pond (880 m), Ohoka Vil.	Gaer, Gube
25	Ashinuma-ike Pond (870 m), Ohoka Vil.	Gaer, Glac, Gsp. 2, Wolo, Pber, Pumb
26	Ashinuma (870 m), Ohoka Vil.	Gaer, Glac, Gube, Gsp. 2, Pber, Pumb
27	Shirakaba-ike (1170 m), Ohoka Vil.	Gsp. 1, Pumb
28	Hijiri-ike Pond (1170 m), Ohoka Vil.	Pelp, Pumb
29	Lake nakatuna (1230 m), Ohoka Vil.	Cera
30	Onuma (1120 m), Ohoka Vil.	Gaer, Gube, Pgat, Ppen, Pumb, Pvol, Cera
31	Lake Hijiri (950 m), Ohoka Vil.	Gaer, Gube, Pgat, Pumb, Cera
32	Chikuma Kogen-oike Pond (840 m), Ohoka Vil.	Gaer, Gube, Pumb, Pvol, Cera
33	Lake Aoki (820 m), Ohomachi City	Glim, Cera
34	Lake Nakatuna (820 m), Ohomachi C.	Gsp. 1, Pbpip, Pumb, Cera
35	Lake Kizaki (760 m), Ohomachi C.	Pbpip, Pelp
36	Tamizo-ike Pond (750 m), Matumoto C.	Pber
37	Okada-ike Pond (700 m), Matumoto C.	Gsp. 2, Kwol
38	Siokura-ike Pond (700 m), Matumoto C.	Pber
39	Moat of Matumoto Casle (579 m), Matumoto C.	Gsp. 1
40	Kosibu Water reservoir (600 m), Nakagawa vil.	Gacc, Gube, Pbpip, Pelp
41	matukawa Water reservoir (700 m), Matukawa T.	Pbpip
42	Kosaka Wate reservoir (800 m), Saku City	Gaer
43	Tokoji-ike Pond (530 m), Ueda C.	Pelp
44	Tearai-ike Pond (530 m), Ueda C.	Gacc
45	Shin-ike Pond (480 m), Ueda C.	Pumb
46	Shitakui-ike Pond (530 m), Ueda C.	Pelp
47	Suga-ike Pond (1260 m), Yamanouchi Town	Ppen
48	Naga-ike Pond (1570 m), Yamanouchi T.	Gfus, Pumb
49	Hasu-ike Pond (1500 m), Yamanouchi T.	Gfus, Pumb
50	Shijuhachi-ike Pond (1880 m), Yamanouchi T.	Wolo, Pumb

Abbreviations used in Table 1. Amph: *Amphidinium elenkinii*, Gacc: *Gymnodinium accuminatum*, Gaer: *G. aeruginosum*, Gaus: *G. austriacum*, Gfus: *G. fuscum*, Ghel: *G. helveticum*, Glac: *G. laestre*, Glim: *G. limitatum*, Gtho: *G. thomasi*, Gube: *G. uberimum*, Gwaw: *G. wauricae*, Gsp. 1: *Gymnodinium* sp. 1, Gsp. 2: *Gymnodinium* sp. 2, Gyro: *Gyrodinium hyalinum*, Kmaz: *Katodinium mazuricum*, Kwol: *k. woloszynskae*, Wolo: *Woloszynskia neglecta*, Pber: *Peridinium berolinense*, Pbpip: *P. bipes*, Pelp: *P. elpatiewsky*, Pgat: *P. gatunense*, Plom: *P. lomnickii*, Ppal: *P. palatinum*, Ppen: *P. penardiforme*, Pumb: *P. umbonatum*, Pvol: *P. volzii*, Pwil: *P. willii*, Cera: *Ceratium hirundinella*



cember 1992. Samples were collected with a plankton net and examined live using compound microscope. Alternatively, 250 ml of water was collected and centrifuged in order to concentrate cells and they were examined live. For observing unarmored species, it is essential to examine live materials, for these dinoflagellates are sensitive to fixatives and quickly lose their original shape.

For scanning electron microscopy, cells were picked up individually by capillary pipette and rinsed in distilled water several times and naturally dried on cover slip. The cover slip was, then, mounted on a specimen holder and coated with gold. Observations were made using a JEOL T-20 scanning electron microscope.

## Results

The freshwater dinoflagellates found in our survey are listed below. For the species which have been found in Japan for the first time (new record), short descriptions are given. For all the species, either photomicrographs and/or line drawings are presented. Distribution of each dinoflagellate is also given in the text (only the numbers are cited) as well as in Table 1. Only the main references are given for each species.

### Dinophyceae Fritsch

#### Gymnodiniales Lemmermann

#### Gymnodiniaceae Lankester

*Amphidinium elenkinii* Skvorcov 1925. (Figs. 2, 19)

Huber-Pestalozzi p. 104 Fig. 78 (1968), Popovský and Pfiester p. 90 Fig. 63 (1990), Schiller p. 288 Fig. 278 (1933)

Cell seems somewhat pentagonal with rounded corners in ventral view. Antapical portion of the cell is notched by distal end of the sulcus. Hypocone is twice as long as epicone. Cingulum is wide and deeply excavated, encircling the cell without displacement. Sulcus is also wide and reaches antapex. Neither chloroplast or eyespot is present. A spherical pale yellowish colored globules of about 4  $\mu\text{m}$  in diameter was sometimes

observed in the epicone.

Dimensions: 12.0  $\times$  12.0  $\mu\text{m}$

Distribution: 3 (new to Japan)

*Gymnodinium accuminatum* Christen 1954. (Figs. 6, 23)

Popovský and Pfiester p. 100 Fig. 75 (1990)

Cell is almost spheroidal, although sometimes width is greater than length. Cingulum is well excavated and slightly left-handed. Sulcus is narrow, invading into halfway of epicone and not reaching antapex. Chloroplasts are many, yellowish brown, rod-shaped and radially arranged. Eyespot is present. Nucleus is located in hypocone.

Dimensions: 23.5–27.5  $\times$  25.0  $\mu\text{m}$

Distribution: 7, 12, 20, 40, 44 (new to Japan)

Our specimen is in good agreement with that of Christen's original description, except shape of the epicone. The epicone is moderately rounded in the former, while the epicone is pointed in the latter species. However, based on the overall similarity, such as cell size, shape and arrangement of the chloroplast and presence of the eyespot, we identified our species as *G. accuminatum*.

*Gymnodinium aeruginosum* Stein 1883. (Figs. 11, 18)

Huber-Pestalozzi p. 127 Fig. 99 (1968), Kofoed and Swezy p. 183 Fig. X, 25 (1921), Popovský and Pfiester p. 100 Fig. 776 (1990), Schiller p. 327 Fig. 330 (1933)

Dimensions: 28.5–38.5  $\times$  18.0–31.0  $\mu\text{m}$

Distribution: 5, 6, 7, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 42

*Gymnodinium austriacum* Schiller 1933. (Figs. 5, 22)

Huber-Pestalozzi p. 142 Fig. 124 (1968), Popovský and Pfiester p. 100 Fig. 76 (1990), Schiller p. 336 Fig. 340 (1933)

Cell is ellipsoidal, slightly dorsoventrally flattened. Epicone is hemi-spheroidal, while hypocone is trapezoidal. Cingulum is wide, about 1/8 of cell length and is displaced about 1/2 of its own width. Sulcus is narrower than cingulum, invading into epicone and reaching antapex. Neither chloroplast or eyespot is present. Nucleus is ovoidal and is located in epicone. Yellowish food vacuole is sometimes observed in hypocone.

Dimensions: 20.0–25.0 × 17.0–20.0 μm

Distribution: 20 (new to Japan)

*Gymnodinium fuscum* (Ehrenberg) Stein 1878. (Fig. 12)

Huber-Pestalozzi p. 117 Fig. 87 (1968), Ling, Croome and Tyler p. 113 Figs. 2, 84 (1989), Kofoid and Swezy p. 210 Fig. X, 19 (1921), Popovský and Pfister p. 105 Figs. 83, 84 (1990), Prescott p. 426 Pl. 89 Fig. 23 (1962), Schiller p. 359 (1933)

Dimensions: 42.5–43.8 × 30.0–35.0 μm

Distribution: 48, 49.

*Gymnodinium helveticum* Penard 1891. (Figs. 13, 29)

Huber-Pestalozzi p. 139 Fig. 121 (1968), Kofoid and Swezy p. 219 Fig. Y, 11 (1921), Popovský and Pfister p. 107 Figs. 85, 86 (1990), Schiller p. 368 Fig. 374 (1933)

Cell is relatively large and wedge-shaped. Epicone is dome-shaped with a knob-like protrusion at apex, while hypocone is conical with a pointed antapex. The hypocone is larger than the epicone. Cingulum is broad, well excavated and with little displacement. Sulcus is narrow and not reaching the antapex. Many rod-shaped refractive bodies are scattered throughout cytoplasm. Neither chloroplasts or eyespot is present. Nucleus is located in the epicone.

Dimensions: 47.5–55.0 × 25.0–30.0 μm

Distribution: 1. (new to Japan)

This relatively large dinoflagellate possesses characteristic cell shape and, therefore, unmistakable. The dinoflagellate was found in the samples collected at depth of 15 m from the surface of the Lake Nojiri.

*Gymnodinium lacustre* Schiller 1933. (Figs. 4, 21)

Huber-Pestalozzi p. 137 Fig. 118 (1968), Popovský and Pfister p. 110 Fig. 89 (1990), Schiller p. 374 Fig. 383 (1933)

Cell is ovoidal in ventral view and slightly dorsoventrally flattened. The epicone is hemi-spheroidal, while hypocone is hemi-spheroidal with a flattened antapex. The hypocone is larger than the epicone. Cingulum is well excavated with little displacement. Sulcus is narrow, extending up to 4/5 of the epicone and reaching the antapex. Chloroplasts are many, yellowish brown, discoidal and peripherally arranged. Eyespot is elongated and is located at the sulcus. Nucleus is situated in the middle of the cell.

Dimensions: 13.5 × 11.0 μm

Distribution: 25, 26 (new to Japan)

*Gymnodinium limitatum* Skuja 1933. (Figs. 1, 18)

Javornicky p. 58, Fig. 12 (1965)

Cell is ovoidal and dorsoventrally compressed. Hypocone is larger than epicone. Cingulum is deeply excavated, slightly left-handed. Sulcus is narrow, reaching antapex and invades into epicone, as well. Chloroplasts are 10–20 in number, yellowish brown, elliptical, about 5 μm in length and arranged radially. Nucleus is ovoidal and occupies most part of the epicone. No stigma is present. Many small rod-shaped granules are arranged radially along the peripheral region of the cell.

Dimensions: 25.0–35.0 × 18.0–25.0 μm

Distribution; 33 (new to Japan)

*Gymnodinium thomasi* Christen 1959. (Figs. 3, 20)

Popovský and Pfister p. 114 Fig. 95 (1990)

Cell is egg-shaped, slightly compressed dorsoventrally. Both epicone and hypocone are hemi-spheroidal and almost equal in length. Cingulum is wide and slightly left-handed. Sulcus is narrower than the cingulum, not invades into the epicone and does not reach antapex. Chloroplasts are 10–20 in number, clubshaped, yellowish brown and they are mostly located in the hypocone and arranged like a bunch of bananas or almost radially. Most part of the epicone is occupied by a spherical nucleus. No eyespot is present.

Dimensions: 11.0–15.0 × 7.0–13.0 μm

Distribution: 5 (new to Japan)

*Gymnodinium uberrimum* (Allman) Kofoid et Swezy 1921. (Figs. 9, 26)

Huber-Pestalozzi p. 124 Fig. 97 (1968), Kofoid and Swezy p. 264 Fig. X, 9 (1921), Popovský and Pfister p. 116 Fig. 97 (1990), Schiller p. 422 Fig. 444 (1933)

Dimensions: 40.0–72.5 × 40.0–65 μm

Distribution: 7, 10, 22, 24, 26, 30, 31, 32, 40

*Gymnodinium wawrikae* Schiller 1955.

(Figs. 7, 24)

Popovský and Pfister p. 118 Fig. 99 (1990)

Cell is ovoidal or spherical in ventral view and dorsoventrally compressed. Epicone is dome-shaped, while hypocone is hemispheroidal with notched antapex. The hypocone is slightly shorter than the epicone. Cingulum is broad and slightly left-handed. Sulcus is as broad as the cingulum, reaching antapex and not invade into the epicone. Chloroplasts are many, yellowish brown, large, discoidal and peripherally arranged. Eyespot is large and conspicuous. Nucleus is located in the middle of the cell.

Dimensions:  $25.0 \times 22.5 \mu\text{m}$

Distribution: 6 (new to Japan)

***Gymnodinium* sp. 1** (Figs. 10, 27)

Cell is almost rounded in ventral view and more or less dorsoventrally compressed. Epicone is hemispherical, while hypocone is conical with pointed antapical end. Sometimes right side of the hypocone is moderately concaved. The epicone is slightly longer than the hypocone. Cingulum is deep, left-handed and descends its own width. Sulcus is narrower than the cingulum and does not invade into the epicone and reaches antapex. Chloroplasts are many, rod-shaped and radially arranged. Eyespot is asymmetrical in shape and slightly curves toward ventral side. Nucleus is ovoidal and is located in upper part of the hypcone.

Dimensions:  $37.0\text{--}40.0 \times 30.0\text{--}35.0 \mu\text{m}$

Distribution: 27, 34, 39

Of described species of freshwater gymnodinioids, *Gymnodinium caudatum* Prescott seems to be the closest relative of this species. Both species share the characteristics such as cell shape, shape, number and arrangement of the chloroplasts and presence of the eyespot. However, *G. caudatum* is 3 times as big as our species. Furthermore, the eyespot of *G. caudatum* is small and obscure (Prescott, 1944), while that of our species is large and distinctive. Therefore, we concluded that these two species are not conspecific. It may be a new species, but requires more detailed study.

***Gymnodinium* sp. 2** (Figs. 8, 25)

Cell is almost spherical and slightly dorsoventrally compressed. Antapical end of the cell is more or less pointed. Epicone and hypocone are almost equal in length. Cingulum is wide, slightly left-handed and displaces 1/2 to 1/1 of its own width. Sulcus is narrow and does not invade into the epicone. No chloroplasts or eyespot are present. Nucleus is slightly curved ovoidal and located in the hypocone. Spherical globules are scattered throughout cytoplasm.

Dimensions:  $25.0\text{--}33.0 \times 22.0\text{--}26.0 \mu\text{m}$

Localities: 13, 14, 25, 26, 37

The present species resembles *Gymnodinium hiemale* (Schiller) Popovský in overall morphology. It is, however, different from our species in having smaller size, viz.  $10\text{--}15 \times 9\text{--}12 \mu\text{m}$  (Popovský and Pfister 1991) and possession of flattened or rounded antapical end. This species might belong to a new species. More detailed study is, however, needed before final taxonomic conclusion is drawn.

***Gyrodinium hyalinum* (Schilling) Kofoid et Swezy** 1921. (Figs. 16, 32)

Huber-Pestalozzi p. 147 Fig. 131 (1968), Kofoid and Swezy p. 311 Fig. CC, 15 (1921), Popovský and Pfister p. 135 Fig. 128 (1990), Schiller p. 473 Fig. 503 (1933)

Cell is ovoidal or ellipsoidal, slightly dorsoventrally compressed and asymmetrical in ventral view. Epicone is dome-shaped, while hypocone is elongated dome-shaped and is notched by distal end of sulcus. Cingulum is broad, well excavated and greatly displaced. Sulcus is positioned on the right side of the cell and reaches antapex. No chloroplast is present. Eyespot is conspicuous and is located at where the sulcus and the cingulum meet. Semi-hyaline bodies of various sizes are present in the cytoplasm. Nucleus is usually located in the upper part of the hypocone.

Dimensions:  $25.0\text{--}32.5 \times 20.0\text{--}25.0 \mu\text{m}$

Distribution: 12, 13 (new to Japan)

Members of the genus *Gyrodinium* are mostly marine and only a few species have been known from freshwater habitats. Our species is in good agreement with *G. hyalinum* in

having no chloroplast, possession of the eyespot, overall morphology and cell size.

cf. *Katodinium mazuricum* Javornicky 1965. (Figs. 15, 31)

Popovský and Pfister p. 128 Fig. 113 (1990)

Cell is mushroom-shaped, slightly depressed dorsoventrally. Epicone is hemispherical or conical, while hypocone is hemispherical with a slightly pointed apices. The epicone is two times as long as the hypocone. Both cingulum and sulcus are not conspicuous and only the upper edge of the cingulum is recognizable. A single chloroplast is plate-like, yellowish brown and peripherally arranged. It is divided into two lobes, one extends into the epicone, while the other into the hypocone. Nucleus is slightly curved ellipsoidal and located in left side of the epicone. Sometimes reddish colored plate-like structure was observed in somewhere in the cytoplasm. No eyespot was observed.

Dimensions:  $12.0 \times 10.0 \mu\text{m}$

Distribution: 1 (new to Japan)

Our specimens well agree with the description of *K. mazuricum* (Javornicky, 1965), including cell size, overall morphology, position of nucleus and shape of chloroplast. The only discrepancy exists is presence of the eyespot in the latter species. The other possibly related species is *Gymnodinium triceratium* Skuja (1939). It is, however, different from our species in possession of one to five oval-shaped chloroplasts and position of nucleus. Although the eyespot does not exist in our specimens, we tentatively identified it as *K. mazuricum* based on overall similarities.

*Katodinium woloszynskae* (Schiller) Loeblich III 1965. (Figs. 14, 30)

Popovský and Pfister p. 133 Fig. 122 (1990)

Cell is ovoidal in ventral view and dorsiventrally compressed. Epicone is almost triangular in side view, while hypocone is hemispherical. Cingulum is deep and broad, slightly left-handed and displaced 1/2 to 1/1 of its own width. Sulcus is narrow, extending up to 2/3 of the epicone and reaching antapex. No chloroplast is present. Eyespot is

conspicuous and located at the sulcus. Nucleus is situated in the center of the cell. Many hyaline globules of various sizes are scattered in the cytoplasm. Sometimes, colored bodies (bright yellowish brown or red) are present.

Dimensions:  $17.5\text{--}22.5 \times 15.0\text{--}17.5 \mu\text{m}$

Distribution: 37 (new to Japan)

#### Family Lophodiniaceae Osorio-Tafall

*Woloszynskia neglecta* (Schilling) Thompson 1950. (Figs. 17a, b, 33)

Popovský and Pfister p. 141 Fig. 134 (1990)

Cell is ovoidal or spheroidal. Cingulum is broad and slightly left-handed. Right end of the cingulum is slightly narrower than that of left end. Sulcus is shallow and inconspicuous and seems to reach antapex. Upper edge of the cingulum and the left edge of the sulcus seem to be thickened. Cell is covered with many, small, thin, hexagonal plates. Chloroplasts are many, small, yellowish brown, discoidal and peripherally arranged. Eyespot is conspicuous and located at the sulcus. Nucleus is located in the lower part of the epicone.

Dimensions:  $27.5\text{--}31.0 \times 22.5\text{--}26 \mu\text{m}$

Distribution; 25, 50 (new to Japan)

#### Order Peridinales Haeckel

##### Family Peridiniaceae Ehrenberg

*Peridinium berlinense* Lemmermann 1900. (Fig. 34)

Huber-Pestalozzi p. 245 Fig. 268 (1968), Popovský and Pfister p. 199 Fig. 217 (1990), Schiller p. 111 Fig. 107 (1937)

Dimensions:  $27.0\text{--}30.0 \times 22.0\text{--}26.0 \mu\text{m}$

Distribution: 4, 5, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 25, 26, 36, 38

*Peridinium bipes* Stein 1883. (Fig. 35)

Bourelly p. 62 Pl. 8, Figs. 6-11 (1985), Huber-Pestalozzi p. 208 Fig. 201 (1968), Popovský and Pfister p. 172 Figs. 30, 179 (1990), Schiller p. 158 Fig. 156 (1937)

Dimensions:  $50.0\text{--}58.0 \times 45.0\text{--}54.0 \mu\text{m}$

Distribution: 13, 34, 35, 40, 41

*Peridinium elpatiewsky* (Ostenfeld) Lemmermann 1910. (Fig. 36)

Bourelly p. 68 Pl. 11, Figs. 1-6 (1985),  
Huber-Pestalozzi p. 237 Fig. 256 (1968),  
Popovský and Pfiester p. 190 Fig. 205 (1990),  
Schiller p. 115 Fig. 133 (1937)

Dimensions: 27.0-34.0 × 22.0-26.0 μm

Distribution: 7, 8, 12, 28, 35, 40, 43, 46

*Peridinium gatunense* Nygaard 1925. (Fig. 37)

Bourelly p. 60 Pl. 7, Figs. 6-11 (1985),  
Huber-Pestalozzi p. 202 Fig. 188 (1968),  
Popovský and Pfiester p. 168 (1990), Schiller  
p. 155 Fig. 155 (1937)

Dimensions: 36.0-40.0 × 35.0-40.0 μm

Distribution: 30, 31

*Peridinium lomnickii* Woloszynska 1916.  
(Fig. 38)

Bourelly p. 64 pl. 9, Figs. 7-10 (1985),  
Huber-Pestalozzi p. 215 Fig. 211 (1968),  
Popovský and Pfiester p. 176 Fig. 186 (1990)

Cell is ovoidal or almost spherical, not dorsoventrally flattened. Cell width is slightly broader than cell length. Cingulum is not displaced, wide, about 1/8 of cell length and shallow. Sulcus does not reach antapex. Thecal plate formula: pp, x, 4', 3a, 7", 6c, 4s, 5"', 2'''. Thecal plates are thin. Surface of thecal plates is covered with many, small wart-like projections. Chloroplasts are many, yellowish brown, ellipsoidal and are scattered throughout cytoplasm.

Dimensions: 27.0-45.0 × 26.0-40.0 μm

Distribution: 10, 13 (New to Japan)

*Peridinium palatinum* Lauterborn 1896.  
(Fig. 39)

Bourelly p. 62 Pl. 8, Figs. 1-5 (1985),  
Huber-Pestalozzi p. 205 Fig. 196 (1968),  
Popovský and Pfiester p. 170 Fig. 176 (1990)

Dimensions: 41.0-43.0 × 35.0-40.0 μm

Distribution: 12, 13

*Peridinium penardiforme* Lindemann 1918.  
(Fig. 40)

Huber-Pestalozzi p. 247 (1968), Popovský  
and Pfiester p. 197 Fig. 214 (1990), Schiller  
p. 113 Fig. 110 (1937)

Dimensions: 27.0-29.0 × 25.0-28.0 μm

Distribution: 1, 13, 30, 47

*Peridinium umbonatum* Stein 1883. (Fig. 41)

Huber-Pestalozzi p. 220 Fig. 218 (1968),

Ling, Croome and Tyler p. 117 Figs. 55-62,  
95-97 (1989), Popovský and Pfiester p. 183  
Fig. 220 (1990)

This species has the widest distribution among the dinoflagellates studied in this survey. We treated *Peridinium inconspicuum* Lemm. as synonym of this species, following Popovský and Pfiester (1990).

Dimensions: 27.0-33.0 × 24.0-30.0 μm

Distribution: 1, 3, 4, 5, 10, 13, 15, 21, 25,  
26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 45,  
48, 49, 50

*Peridinium volzii* Lemmermann 1905.

(Fig. 42)

Huber-Pestalozzi p. 195 Fig. 177 (1968),  
Ling, Croome and Tyler p. 117 Figs. 38-41,  
98-100 (1989), Schiller p. 147 Fig. 149 (1937)  
Distribution: 2, 3, 7, 10, 13, 20, 30, 32

*Peridinium willei* Huitfeldt-Kaas 1990.

(Fig. 43)

Huber-Pestalozzi p. 193 Fig. 176 (1968),  
Ling, Croome and Tyler p. 117 Figs. 43-46,  
91-94 (1989), Popovský and Pfiester p. 165  
Fig. 170 (1990), Schiller p. 146 Fig. 148  
(1937)

Dimensions: 45.0-50.0 × 45.0-50.0 μm

Distribution: 2, 3, 9, 11

#### Family Ceartiaceae Lindemann

##### *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller)

Schrank 1841. (Fig. 44)

Bourelly p. 86 Pl. 18, Figs. 1-10, Huber-Pestalozzi p. 260 Fig. 277 (1968), Popovský and Pfiester p. 207 Fig. 226 (1990), Both three-horned and two-horned types have been found. Cysts have also been found in several localities.

Dimensions: 148.0-250.0 × 35.5-49.0 μm

Distribution: 1, 7, 10, 13, 16, 18, 20, 23, 29,  
30, 32, 33, 34

Samples were collected from some 80 ponds and lakes and 50 of them contained dinoflagellates (Table 1 and Fig. 45) and we were able to find 13 species of dinoflagellates which are new record to the Japanese dinoflagellate flora. We have to point out, however, that we know little about seasonal variations of species composition of freshwater dinoflagellates

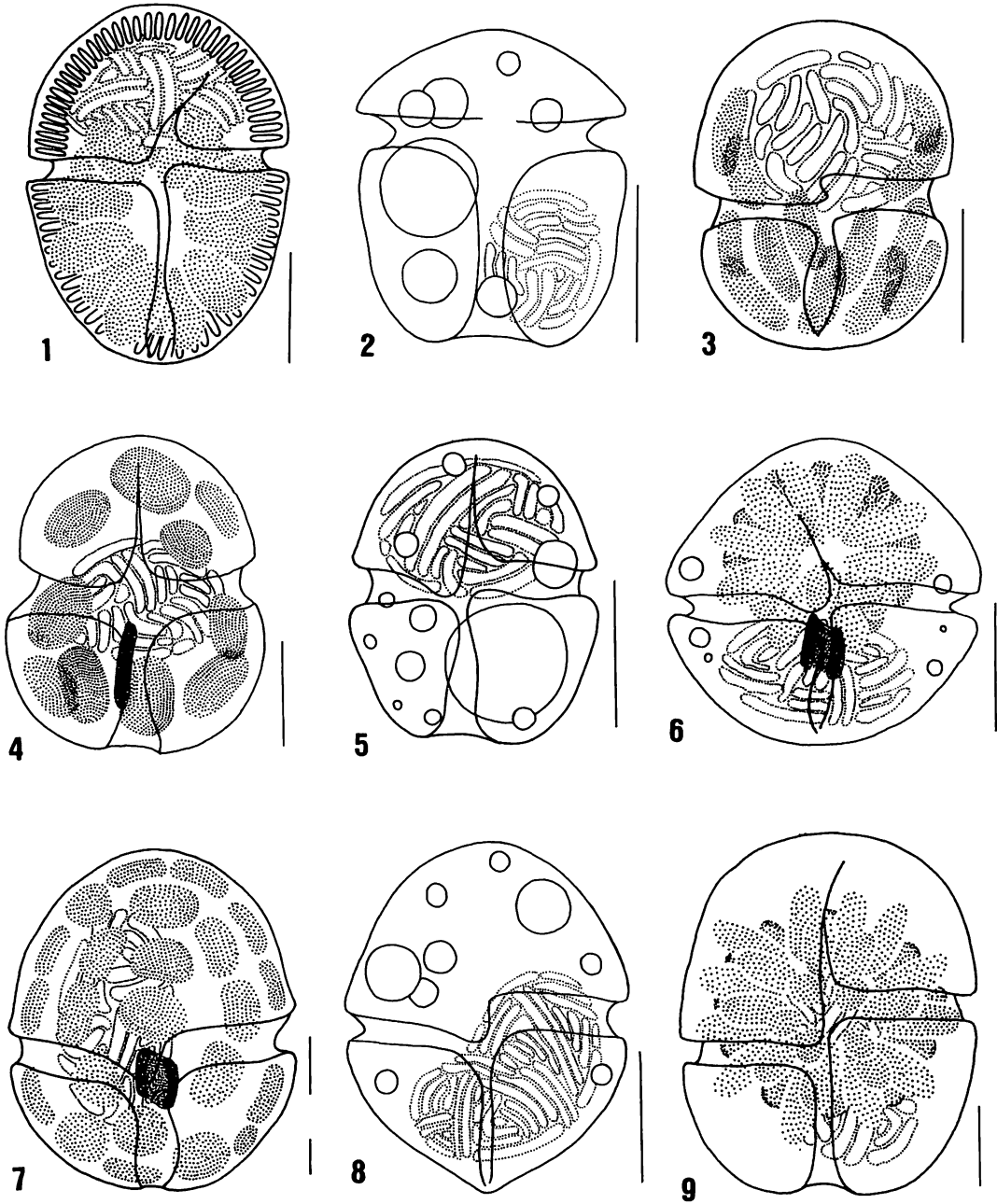
in our region. The result of our survey suggests that there are still many dinoflagellates to be discovered and to be recorded. It is certain that more extensive research, both geographically and seasonally, will expand our basic knowledge concerning freshwater dinoflagellates in Japan.

### Acknowledgement

The authors wish to thank members of the Laboratory of Plant Systematics, Shinshu University for their help in collecting some of the samples.

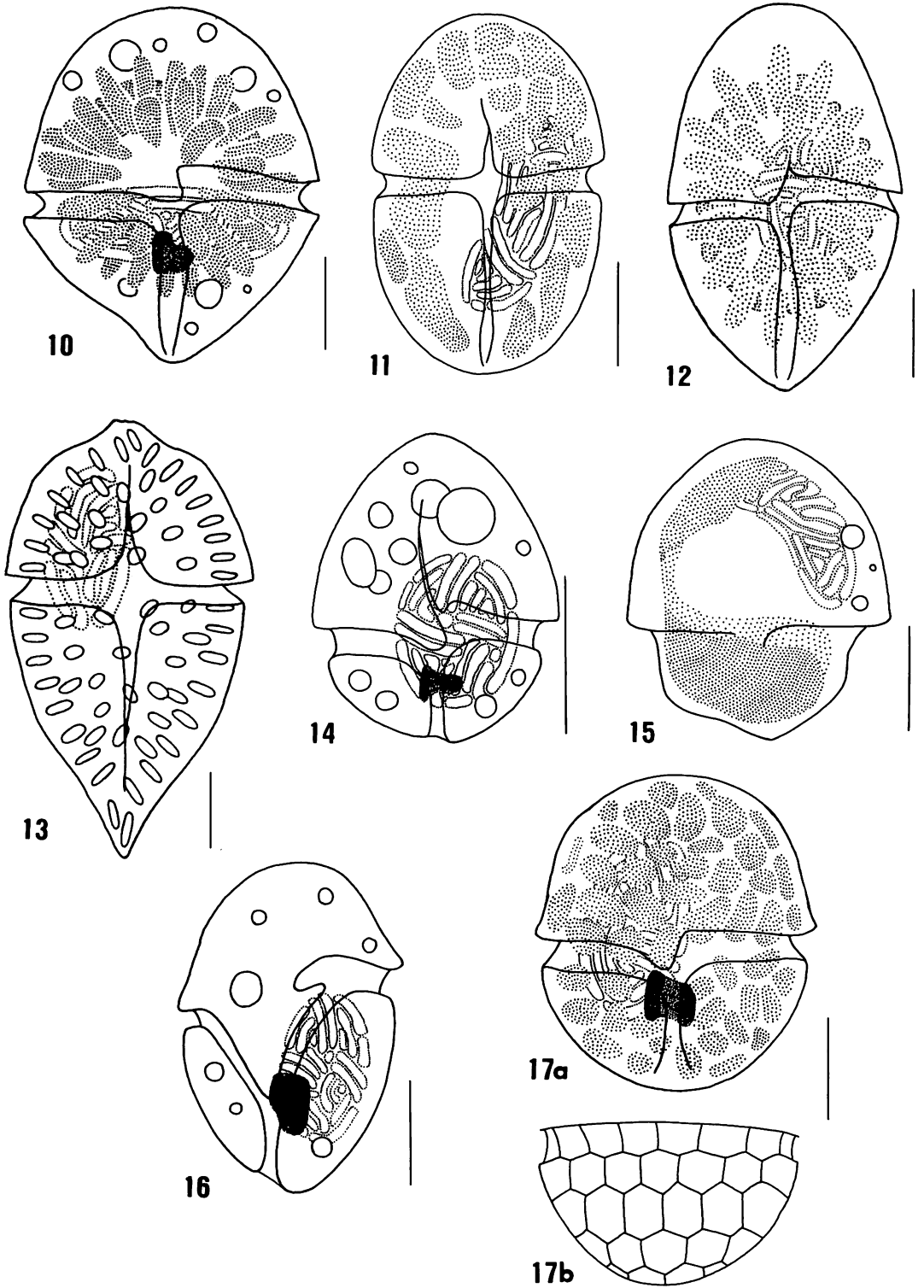
### References

- Akiyama, M. 1956. On some fresh water species of Dinophyceae found in Asahigawa, Hokkaido. Bull. Jpn. Soc. Phycol. 1: 10-12. (in Japanese)
- Bourrelly, P. 1985. Les Algues d'Eau Douce. Initiation a la Systematique Tome III: Les Algues Bleues et Rouges Les Eugléniens, Péridiniens, et Cryptomonadines. Societe Nouvelle des Editions Boubée, Paris.
- Hada, Y. 1943. On the noticeable winter phytoplankton, *Gymnodinium veris* Lindeman. Shokubutu oyobi Doubutsu 111: 301-304.
- Huber-Pestalozii, G. 1968. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Die Binnengewässer. Band. 16, 3 Teil, 2 Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlag., Stuttgart.
- Imamura, K. and Fukuyo, Y. 1990. In: Fukuyo, Y., Takano, H. Chihara, M. and Matsuoka, K. (eds.), Red Tide Organisms in Japan—An Illustrated Taxonomic Guide. p. 120-137, p. 140-145. Uchida Rokakuho, Tokyo. (in Japanese)
- Javornicky, P. 1965. Unarmoured Dinoflagellata from two small Mazurian Lakes. Phycologia 5: 53-60.
- Kofoid, C. A. and Swezy, O. 1921. The free-living unarmored Dinoflagellata. Mem. Univ. Calif. 5: 1-562.
- Ling, H. Y., Croome, R. L. and Tyler, P. A. 1989. Freshwater dinoflagellates of Tasmania, a survey of taxonomy and distribution. Br. phycol. J. 24: 111-129.
- Mizuno, T. and Takahashi, E. 1991. An Illustrated Guide to Freshwater Zooplankton in Japan. Tokaidai Shuppan-kai, Tokyo. (in Japanese)
- Popovský J. and Pfeister, L. A. 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Jana.
- Prescott, G. W. 1944. The fresh-water algae of southern United States. II. Trans. Amer. Microsc. Soc. 61: 109-110.
- Prescott, G. W. 1962. Algae of the western Great Lakes Area. Wm. Brown Co., Dubuque, Iowa.
- Schiller, J. 1933/1937. Dinoflagellatae (Peridineae). In: Kolkwitz, R. (ed.), Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2. Aufl., 10(3) 1-2, p. 617, p. 390 Akadem. Verlagsges., Leipzig.
- Skuja, H. 1939.3 Beitrag zur Algenflora von Lettland II. Acta Horti Bot. Univ. Latv. 11/12: 41-169.
- Toriumi, S. 1964. Some freshwater dinoflagellates in Yokohama. Shokubutu Shumi 24: 1-4. (in Japanese)
- Tsumura, K. 1977. Class Dinophyceae. In: Hirose, H. and Akiyama, M. (eds.), Illustration of the Japanese Fresh-water Algae. p. 219-235. (in Japanese)

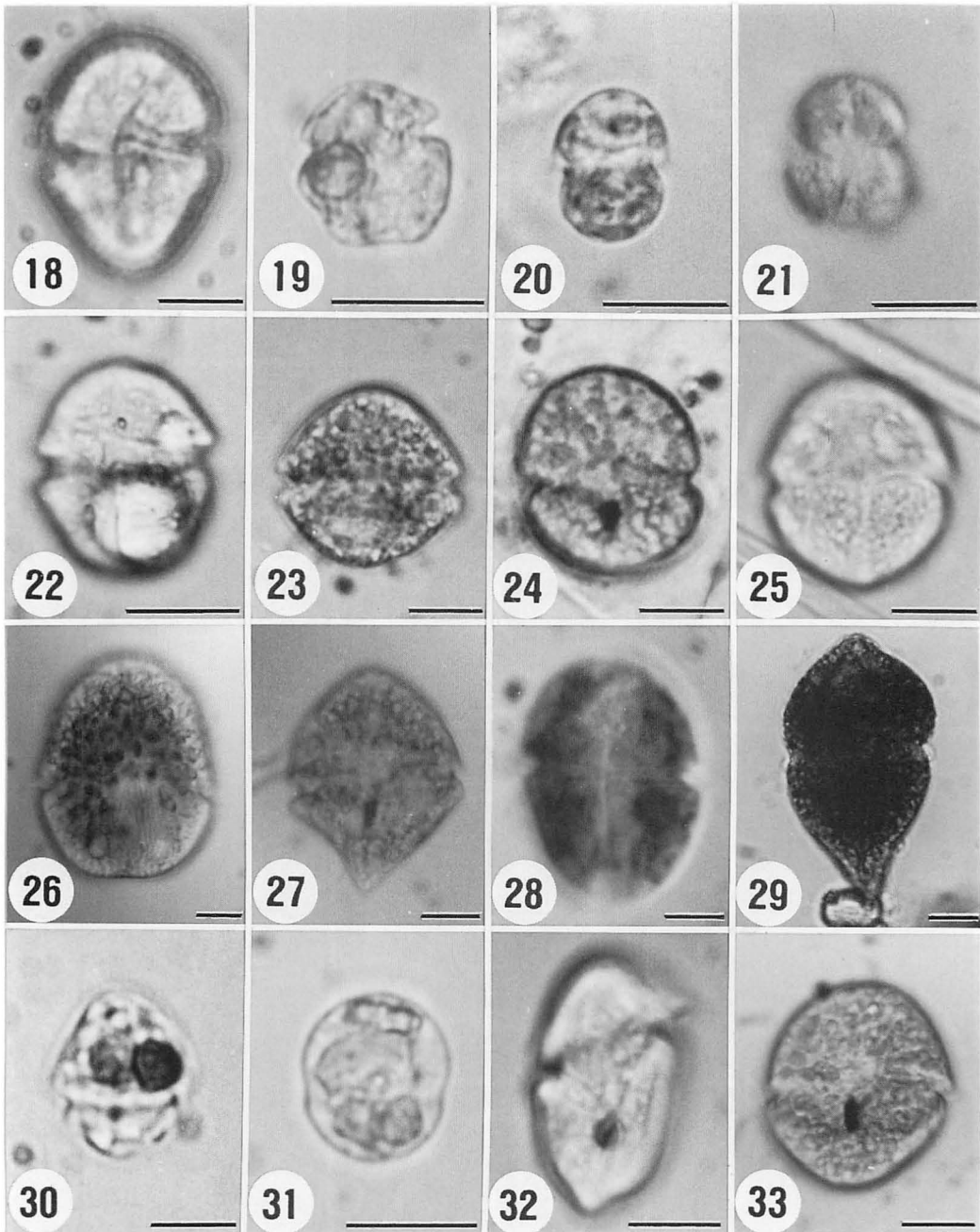


Figs. 1-9. Freshwater unarmored dinoflagellates of Nagano Pref. Fig. 1. *Gymnodinium limitatum*, Fig. 2. *Amphidinium elenkinii* Fig. 3. *G. thomasi*, Fig. 4. *G. lacustre*, Fig. 5. *G. austriacum*, Fig. 6. *G. accuminatum*, Fig. 7. *G. wawrikae*, Fig. 8. *Gymnodinium* sp. 2, Fig. 9. *G. uberrimum*. All scale bars = 10  $\mu$ m.

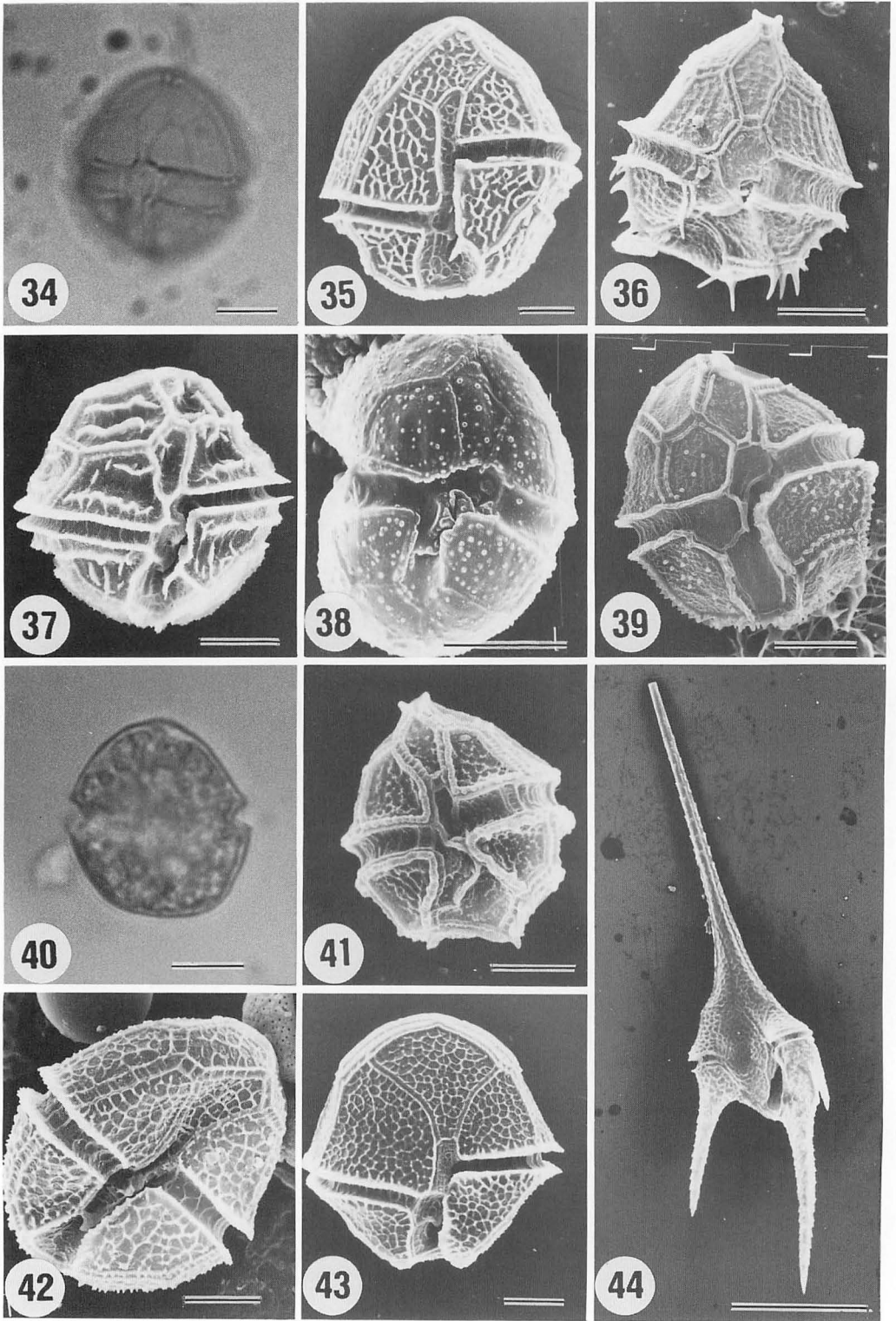
Figs. 10-17. Freshwater unarmored dinoflagellates of Nagano Pref. Fig. 10. *Gymnodinium* sp. 1, Fig. 11. *G. aeruginosum*, Fig. 12. *G. fuscum*, Fig. 13. *G. helveticum*, Fig. 14. *Katodinium woloszynskae*, Fig. 15. cf. *K. mazuricum*, Fig. 16. *Gyrodinium hyalinum*, Fig. 17a, b. *Woloszynskia neglecta* Fig. 17a. ventral view, Fig. 17b. empty hypotheca showing many small thin hexagonal plates. All scale bars = 10  $\mu$ m.







Figs. 18–33. Freshwater unarmored dinoflagellates of Nagano Pref. Fig. 18. *Gymnodinium limitatum*, Fig. 19. *Amphidinium elenkinii*, Fig. 20. *G. thomasi*, Fig. 21. *G. lacustre* Fig. 22. *G. austriacum* Fig. 23. *G. accuminatum* Fig. 24. *G. wawrikae* Fig. 25. *Gymnodinium* sp. 2, Fig. 26. *G. uberrimum*, Fig. 27. *Gymnodinium* sp. 1, Fig. 28. *G. aeruginosum*, Fig. 29. *G. helveticum*, Fig. 30. *Katodinium woloszynskae*, Fig. 31. cf. *K. mazuricum*, Fig. 32. *Gyrodinium hyalinum*, Fig. 33. *Woloszynskia neglecta*. All scale bars = 10  $\mu$ m.



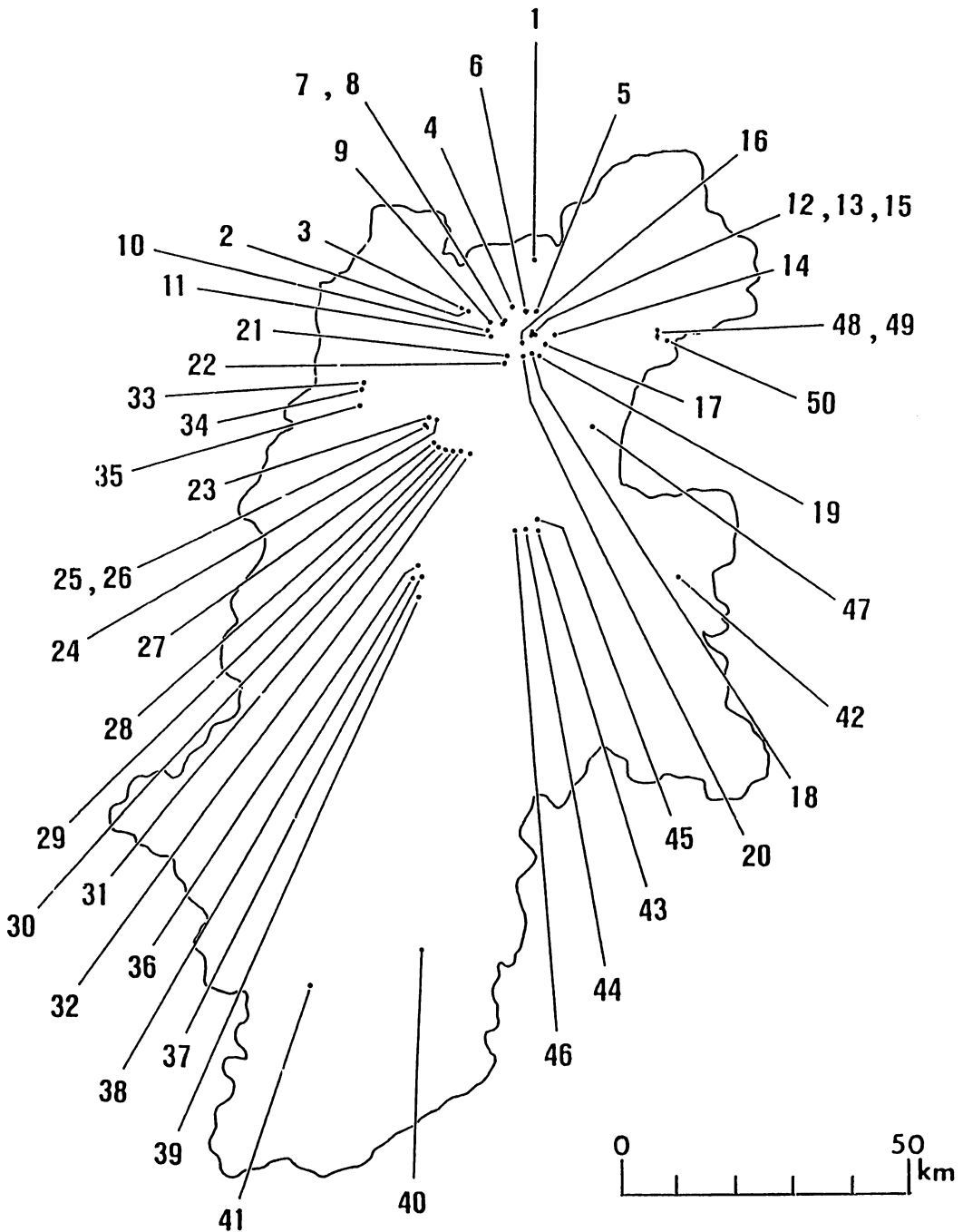


Fig. 45: Sampling localities in Nagano Prefecture. The numbers correspond to those of Table 1.

Figs. 34–44. Freshwater armored dinoflagellates of Nagano Pref. Fig. 34. *Peridinium berolinense*, Fig. 35. *P. bipes*, Fig. 36. *P. elpatiewsky*, Fig. 37. *P. gatunense*, Fig. 38. *P. lomnickii*, Fig. 39. *P. palatinum*, Fig. 40. *P. penardiforme*, Fig. 41. *P. umbonatum*, Fig. 42. *P. volzii*, Fig. 43. *P. willei*, Fig. 44. *Ceratium hirundinella* Fig. 34–43: Scale bars=10  $\mu$ m, Fig. 44: Scale bar=50  $\mu$ m.

## 先崎 智・堀口健雄\*：長野県産淡水渦鞭毛藻類の分類学的研究

長野県内の湖，ダム，池などから28種類の渦鞭毛藻類を採集し，その形態を光学顕微鏡ならびに走査型電子顕微鏡を用いて調査した。特に，わが国においてその知見が少ない無殻の渦鞭毛藻類に関してはなるべく多くの種類を調べるように努力した。28種類のうち13種類が本邦新産種であることが明らかとなった。これらについては写真および線画ならびに簡単な記載文を添えて記録した。その他の種類に関しては写真または線画を掲載して種の記録とした。今回，研究した種類のうち12種類が *Gymnodinium* 属に，10種類が *Peridinium* 属に，2種類が *Katodinium* 属に，残りの4種類がそれぞれ *Amphidinium* 属，*Gyrodinium* 属，*Woloszynskia* 属，*Ceratium* 属に所属するものであることが明らかとなった。(380 長野市西長野6-ロ 信州大学教育学部，\*060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学研究科生物科学専攻)

(Received July 16, 1993; Accepted December 17, 1993)

## Three new species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) from Japan

Tadao Yoshida

*Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan*

Yoshida, T. 1994. Three new species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) from Japan. Jpn. J. Phycol. 42: 43–51.

*Sargassum wakayamaense* is described as a new species based on specimens from Wakayama Prefecture. It differs from *S. tenuifolium* Yamada in its dioecism and linear receptacles. *Sargassum araii* sp. nov. has a solid basal system similar to *S. micracanthum*, but has linear lanceolate leaves with an entire margin and spatulate receptacles without denticulation. *S. araii* is known from Sado, Awashima and Tobishima islands in the Sea of Japan. *Sargassum bulbiferum* sp. nov. is a species belonging to the zygoecarpic group of the subgenus *Sargassum* from the coast of the Sea of Japan, Hyogo Pref. This species has stunted, bulbous main branches which form during the latter part of the growing season.

*Key Index Words:* Fucales—Phaeophyta—Sargassaceae—*Sargassum araii*—*Sargassum bulbiferum*—*Sargassum wakayamaense*—Taxonomy.

Members of the *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* are characterized by their simple receptacles and retroflexed leaves. They are distributed on the coasts of East Asia and are especially diverse around Japan. Yoshida (1983) enumerated 28 species of this subgenus from Japanese coast. Several other species were brought to my attention through the meticulous collections of Mr. T. Yamamoto, Mr. S. Arai and others. In this article, two species belonging to the subgenus *Bactrophyucus* are recognized as previously undescribed species, one from Wakayama Prefecture, Pacific coast of central Honshu and one from islands in the Sea of Japan. In addition, one species of the subgenus *Sargassum* is described with a peculiar morphology of main branches, from a small island on the coast of the Sea of Japan, Hyogo Prefecture. These three newly described are confined to a rather restricted distribution area.

*Sargassum wakayamaense* Yoshida, sp. nov.

Figs. 1, 3–5

Japanese name: Nanki moku (named by Mr. Torao Yamamoto)

Hapteron discoidea, parum 1 cm in diametro. Caulis erectus, teres, 2 mm in di-

ametro, usque ad 1 cm altus. Aliquot rami principales ex parte distali caulis spiraleriter enascentes. Rami principales triquetri, aliquot spinis in margine sparse exorientibus. Folia in parte proximali rami principalis papyracea, basi retroflexa, breviter petiolata, simplicia, lanceolata usque ad 5 cm longa et 1.2 cm lata. Apex foliis obtusus vel acutis. Margine folii irregulariter incisa. Costa in apicem versus evanescens. Cryptostomata in pagina foliis dispersa. Folia in parte distali angustescentia, margine profunde serratis vel incisa. Vesiculis sphaericis vel obovatis, usque ad 6 mm in diametro, eglandulosis, apice mucronatis vel foliola coronatis, petiolis brevior.

Planta dioica. Receptaculis linearis, compressis in parte distales ramis superioribus racemose disposita. Receptacula femina compressa, 7 mm longa et 1.2 mm lata, raro margine minute spinulosis, simplices vel semel dividua. Receptacula masculina 10 mm longa et 1.1 mm lata, sine spinulis, simplices vel semel dividua.

Holdfast disc shaped, 1 cm in diameter; a single erect stem 2 mm in diameter arising from the center of the holdfast, less than 1 cm in high; two to 3 main branches issued

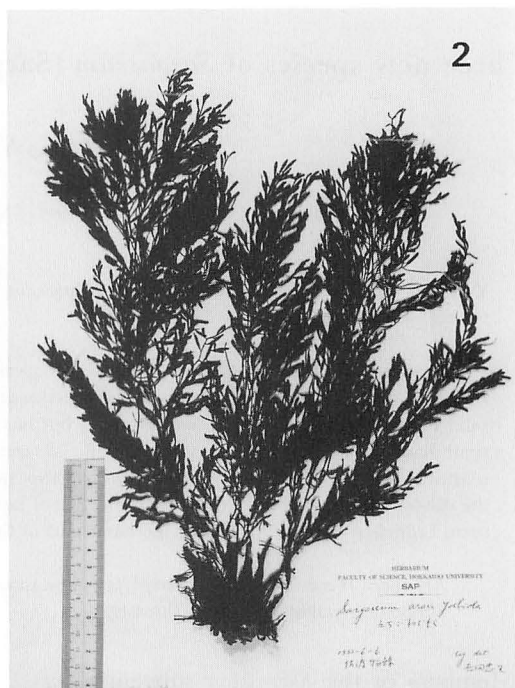
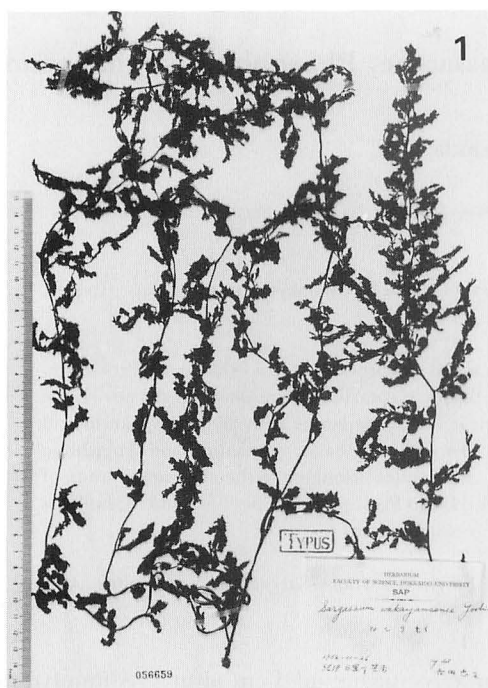


Fig. 1. *Sargassum wakayamaense* Yoshida. Holotype, SAP 056659. Kasaho Bay, Hiki, Wakayama Pref., Nov. 26, 1984. Leg. T. Yoshida.

Fig. 2. *Sargassum araii* Yoshida. Holotype, SAP 057947. Inakujira, Sado Island. Niigata Pref., June 6, 1992. Leg. T. Yoshida.

spirally from the distal part of the stem, triquetrous with small spines beset sparsely on the edge; lower leaves retroflexed at the base, shortly stipitate, lanceolate with obtuse or acute apex, irregularly incised at the margin, up to 5 cm long and 1.2 cm wide, midrib evanescent near the apex, leaf papyraceous in substance; cryptostomata scattered on the leaf surface; leaves on the distal part of the branch becoming narrower and smaller in size, with deeper serration and incision on the margin; vesicles spherical to obovoid in shape, up to 6 mm in diameter, devoid of cryptostomata, with mucronate apex or coronal leaf up to 1 cm long similar to ordinary leaves, stipe of vesicle 2-3 mm in length, always shorter than vesicle.

Plant dioecious. Receptacle linear, compressed, disposing racemously on the distal part of the ultimate branches. Female receptacle (Fig. 5) compressed, 7 mm long and 1.2 mm wide, rarely with spinous processes

on the edge, simple or once branched. Male receptacle (Fig. 4) 10 mm long and 1.1 mm wide, without spinous process, usually simple, sometimes once furcated. Maturation in November to December.

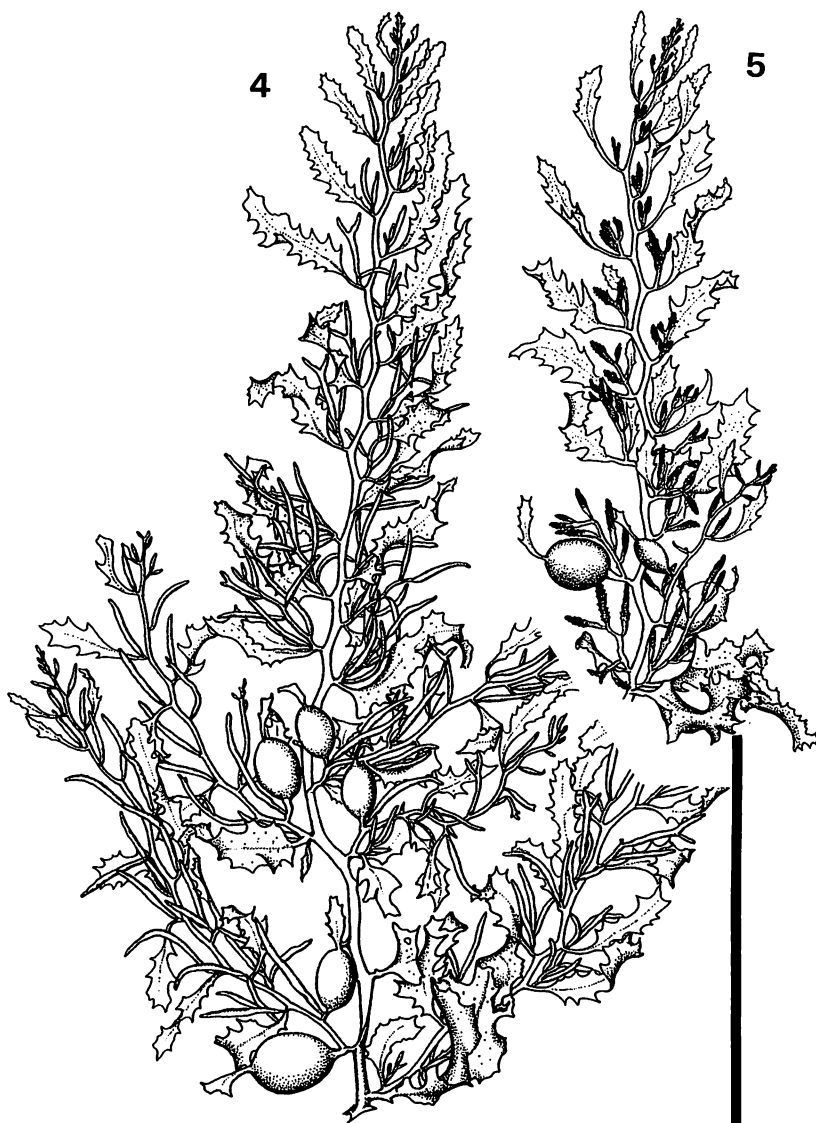
This species grows on rocks in the subtidal zone to a depth of 10 m. Plants seem to be annual in longevity.

Holotype: Kasaho Bay, Hiki, Wakayama Prefecture. 33°35'N, 135°25'E. Nov. 26, 1984. Leg. T. Yoshida. SAP 056659. Isotypes in TNS, UC and SNU.

Specimens examined (all from Wakayama Pref.): Sue, Ooshima. May 2, 1942. Leg. M. Takamatsu. SAP 056655; Shirahama. July 7, 1984. Leg. T. Yamamoto. SAP 056653; Kasaho, Hiki. Oct. 4, 1972. Leg. T. Nishikawa. SAP 056649; Kasaho, Hiki. Oct. 13, 1982. Leg. S. Fuse. SAP 056651; Kasaho, Hiki. Oct. 26, 1985. Leg. T. Yamamoto. SAP 056660; Shirahama. Oct. 29, 1977. Leg. T. Yamamoto. SAP 056648; Shirahama.



Fig. 3. *Sargassum wakayamaense* Yoshida. Scale bar 5 cm.



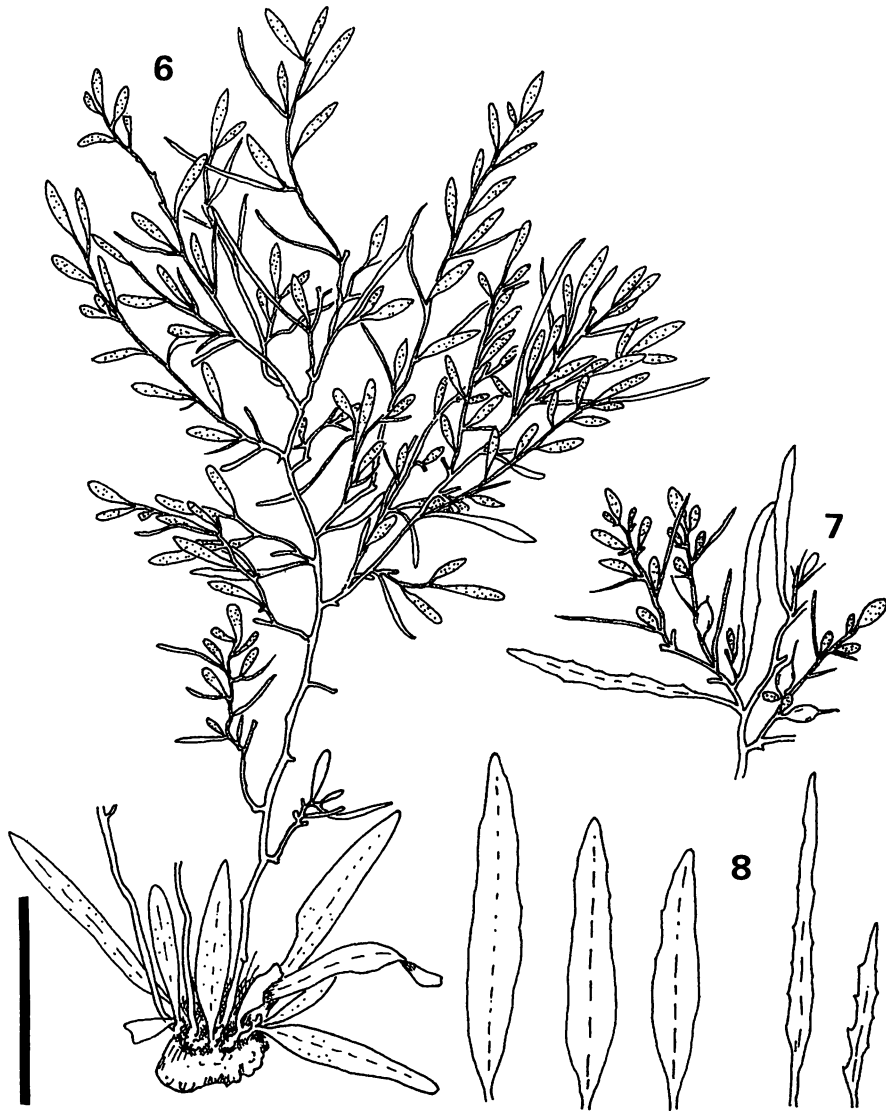
Figs. 4-5. *Sargassum wakayamaense* Yoshida. 4. A part of a male plant with receptacles. 5. Terminal part of a branch with female receptacles.

Nov. 1, 1957. Leg. T. Yamamoto. SAP 056656; Kasaho, Hiki. Nov. 1, 1978. Leg. T. Nishikawa. SAP 056647; Kasaho, Hiki. Nov. 2, 1971. Leg. T. Nishikawa. SAP 056650; Minoura. Nov. 22, 1980. Leg. T. Nishikawa. SAP 056646; Kasaho, Hiki. Dec. 6, 1984. Leg. S. Fuse. SAP 056652; Kasaho, Hiki. Jan. 27, 1986. Leg. S. Fuse. SAP 056661.

Flat receptacles and the erect stem of this species are the characters attributable to the

section *Halochloa* of the subgenus *Bactrophy-cus*. This species has some similarity to *S. tenuifolium* Yamada (1942: 505), in vegetative appearance, but larger leaves with shallow dentation, linear receptacles, dioecism, and a later maturation period clearly differ from this species. To date, this species has been collected only from a very restricted area on the southwest coast of Kii Peninsula, between Kushimoto and Shirahama.





Figs. 6-8. *Sargassum araii* Yoshida. 6. Male plant. 7. Terminal part of a branch with female receptacles. 8. Leaves from the basal part of a main branch. Scale bar 5 cm.

*Sargassum araii* Yoshida, sp. nov.

Figs. 2, 6-8

Japanese name: Echigo nejimoku (named by Mr. Shogo Arai)

Thallus altitudinem 40 cm. Hapteron conicum usque ad 4 cm in diametro. Caulis 1.5-2 mm in diametro, compluriens ramificans. Ramis principalis ad superficie dorsale caulis enascentes, leviter compressis, 1.5 mm latis in parte inferiore. Rami lateralis breviter, numerosi. Folia enascentia primaria prope

partem basalem simplicia linari-lanceolata, usque ad 10 cm longa et 1.5 cm lata, basi attenuati et apice obtuse, margine integri. Costa immersa. Texture folii crassa membranacea. Cryptostomata minuta et in pagina foliis sparsa. Folia in parte distali versus linearia angustescentia, margine integra vel raro parce dentata. Vesicula rara, fusiformis vel elliptica, 8-9 mm longa et 4-5 mm in diametro.

Planta dioica. Receptacula femina com-

pressa, obspathulata, basi attenuata, apice obtusis vel retusis, 10–15 mm longa et 3–5 mm lata. Receptacula masculina linearia, compressa, apice obtusis, 20–23 mm longa et 3 mm lata.

Thallus attaining up to 40 cm high. Holdfast conical up to 4 cm in diameter; stem 1.5–2 mm in diameter, branched after short distance, lower parts buried in the conical holdfast, giving the appearance of many stems arising from the upper part of the holdfast; main branches issued from the upper side of decumbent stem, slightly compressed, 1.5 mm wide in the lower part, up to 40 cm long; secondary branches shorter in length, numerous; leaves alternately issued with wide angle, linear in shape; leaves (Fig. 8) near the base of main branch narrow lanceolate, attaining 9 cm long and 1.5 cm wide with attenuate base and obtuse apex, margin nearly entire, midrib buried and extending to near the apex, thick and coriaceous in substance; cryptostomata small and very scarce, scattered on the surface of the leaves; phyllotaxis 1/2; leaves on the upper part of the main branch and laterals becoming smaller in size and narrower in width to filamentous appearance, margin entire or with sparse dentation with sharp apices; vesicles very rare on the specimens at hand, fusiform to elliptical in shape, 8–9 mm long and 4–5 mm in diameter, with short stipe about 2 mm long and linear coronal leaf up to 18 mm long.

Plant dioecious. Female receptacle (Fig. 7) obspathulate with attenuate base and obtuse or retuse apex, 10–15 mm long and 3–5 mm wide. Male receptacles (Fig. 6) linear in shape with obtuse apex and attenuate base, longer than the female ones, measuring 20–23 mm long and 3 mm wide. Maturation in June to July.

This species grows on rocks of 0–2 m in depth exposed to very strong wave action, especially during winter, on the west coast directly facing the Sea of Japan. Perennial in longevity.

Holotype: Female, Inakujira, Sado Island, Niigata Prefecture. 38°00'N, 138°15'E. June 6, 1992. Leg. T. Yoshida. SAP 057947.

Isotypes in TNS, UC and SNU.

Specimens examined: Inakujira, Sado Island. Jul. 14, 1991. Leg. T. Yoshida. SAP 056670-2; Nagate-misaki, Sado Island. June 7, 1992. Leg. T. Yoshida. SAP 057949; Awa-shima, Niigata Pref. Jul. 18, 1991. Leg. T. Terawaki. SAP 057948; Tobi-shima, Yamagata Pref. Jul. 7, 1981. Leg. S. Arai. SAP 057950.

This species belongs to the Section *Halochloa* of the subgenus *Bactrophycus* with erect stem and complanate receptacles. Basal parts are similar to *S. micracanthum* with a large, conical holdfast issuing several branched stems, but the new species differs in its thick, entire leaves and receptacle characteristics. Paucity of vesicles is a character common in such surf-loving species as *S. okamurae*.

The specific epithet is named in honour of Mr. Shogo Arai, Marine Algae Research Co., Ltd, an excellent diver and keen observer of marine algae, who just brought my attention to this new species. *S. araii* is known presently from the three islands mentioned above in the Sea of Japan.

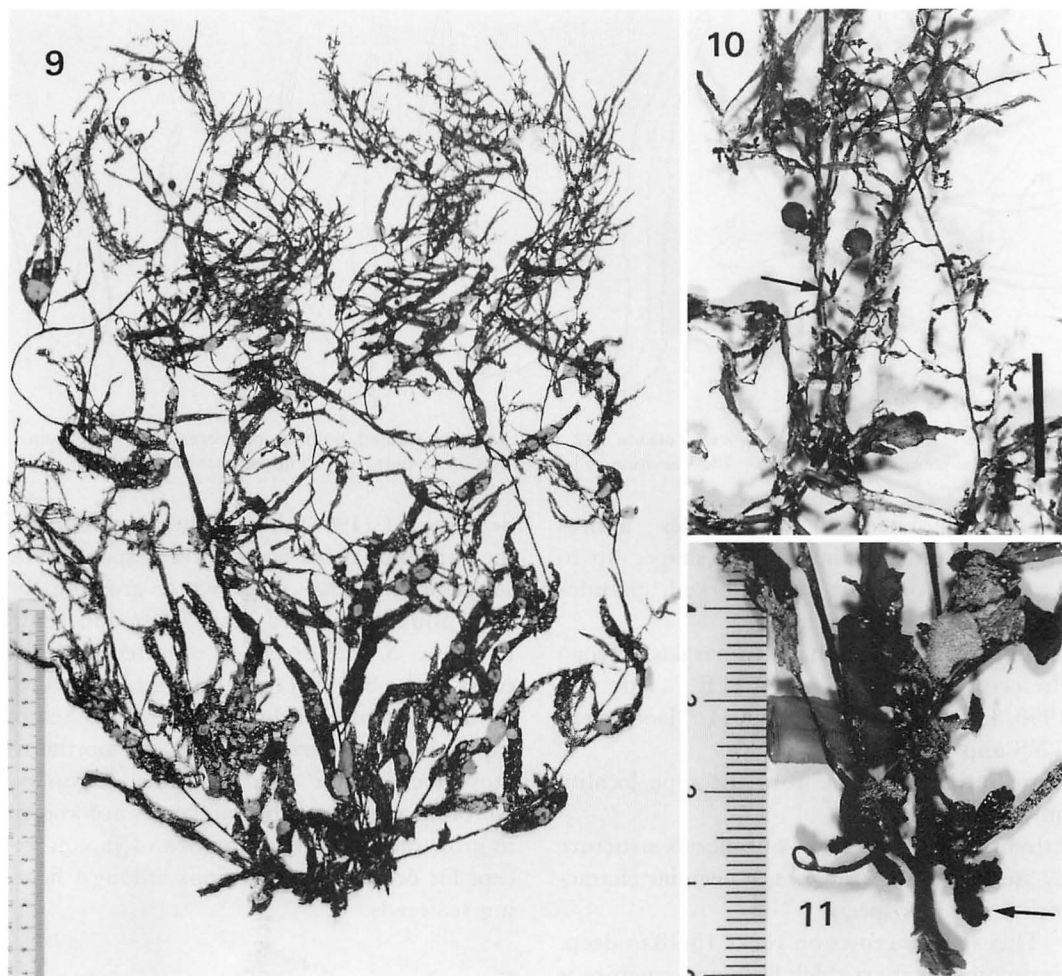
*Sargassum bulbiferum* Yoshida, sp. nov.

Figs. 9–11

Japanese name: Tamaeda moku (nov.).

Hapteron discoidea, usque ad 2 cm in diametro. Caulis erectus, teres, 1 cm altus, 2 mm in diametro, interdum semel furcatus. Rami principales aliquot per caulis ex parti distali spiralliter dispositi. Rami principales compressi 2 mm lati, margine integra sine spinis, 50 cm longi. Rami principali enascenti postea in tempi crescentia bulbis similis, 8 mm longi, 3 mm lati cum appendicibus parvis. Folia enascentia prope partem basalem lineari vel laneari-lanceolati usque ad 10 cm longi, 1 cm lati, margine integri vel sparse denticulata, simplicia vel saepe semel divise, costa ad apicem attingens. Folia in parte distali minutatim angustescencia, alternate enascentia. Cryptostomata parviora, in pagina foliis dispersa. Vesiculae sphaericae vel obovatae 3 mm in diametro, petiolo filamentoso 3 mm longo.

Planta monoica. Receptacula androgyna,

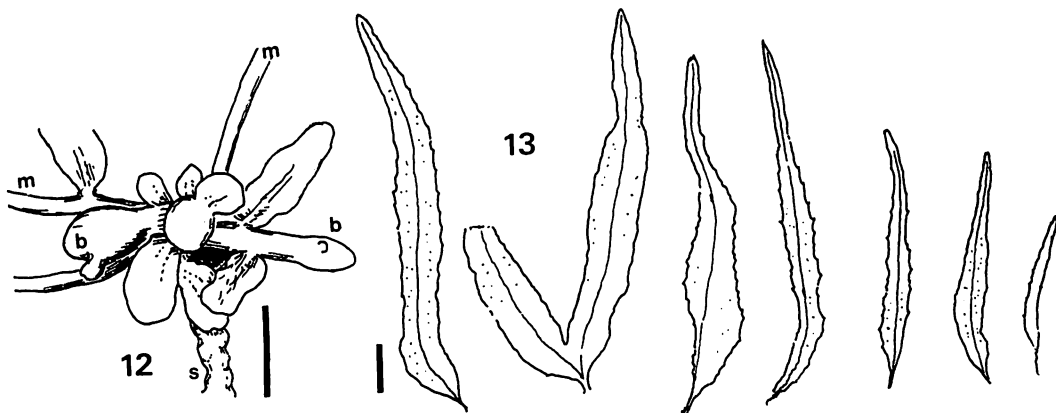


Figs. 9–11. *Sargassum bulbiferum* Yoshida. 9. Holotype, SAP 059011. Oburi-shima, Hamasaka, Hyogo Pref., Aug. 3, 1990. Leg. S. Arai. 10. Fertile part of a branch with pseudozygocarpic receptacles (arrow). Scale bar 1 cm. 11. Basal part of the thallus showing stunted, bulbous main branches (arrow).

teres, usque ad 7 mm longa, semel divisa, pseudozygocarpicae.

Holdfast discoid, up to 2 cm in diameter; stem cylindrical, 1 cm high and 2 mm in diameter, often once forked at the upper part, surface verrucous with the vestige of fallen branch; several main branches radially arise from the apical part of stem, 50 cm or more in length, compressed 2 mm in width, smooth on surface, issuing alternately leaves, lateral branches 10 cm or more in length; several main branches formed later in season not growing longer and becoming thicker, about 8 mm long and 3 mm in diameter with a few

small appendages on the surface (Fig. 11, arrow; Fig. 12, b); leaves on the lower part of main branch linear to linear lanceolate up to 10 cm long and 1 cm wide, entire or sparse and small denticulation on the margin, papyraceous in texture, midrib reaching the apex, lower leaves often once forked, leaves on the upper part of main and lateral branches thinner in texture becoming narrower and shorter in length (Fig. 13); cryptostomata very small, scattered on the surface of leaves; vesicles spherical to round obovate, 3 mm in diameter, with filamentous stipe up to 3 mm long.



Figs. 12–13. *Sargassum bulbiferum* Yoshida. 12. Basal part with stunted, bulbous main branch (b). m: main branch; s: stem. Scale bar 1 cm. 13. Variation in leaves from lower part (left) to upper part of the branch.

Plant monoecious; receptacles androgynous, slender cylindrical in shape, up to 7 mm long once or twice forked, pseudo-zygocarpic (Fig. 19, arrow).

Holotype: Oburi-shima, Hamasaka, Hyogo Prefecture, 35°37'N, 134°24'E. Aug. 3, 1990. Leg. S. Arai, SAP 059011. Isotypes in TNS and UC.

Distribution: Known from the type locality only.

Ethymology: Formation of bulbous structure by stunted main branches, a peculiar characteristics of this species.

This species grows on rocks 15–18 m deep. Formation of short thick bulbous structure is peculiar feature of this interesting species. Metamorphosis of main branch was already noted in *S. polycystum*, in which several main branches produced in certain season become stunted and decumbent into structure like stolons with short lateral branches. Stockiness of main branch in this new species is very evident reminding one of certain succulent plants. Upper parts of the branches are somewhat similar to *S. carpophyllum* and *S. tenerrium* with thin and narrow leaves, but leaves on the lower part of the main branch are much larger than these species. The species belongs to the Section *Zygocarpicae* of the subgenus *Sargassum*, with its pseudozygocarpic status of receptacles.

Most species of the subgenus *Sargassum* are distributed in tropical and subtropical seas.

Segawa *et al.* (1961) showed the distribution of the subgenus *Sargassum* in west Japan. The subgenus *Sargassum* is known to grow on the coast south of Goto Islands, east and south Kyushu. *S. bulbiferum* was collected from the coast of the Sea of Japan, Hyogo Prefecture, central part of Honshu, Japan. The Sea of Japan is a temperate region and northernmost locality for the subgenus *Sargassum*. No other species of this subgenus are known to grow on the coast of the Sea of Japan, except for occasional collections amongst floating seaweeds.

### Remarks

All three species described here have a rather restricted distribution, in comparison with other species hitherto reported from Japan. Along the coast of Kii Peninsula, *S. segii* Yoshida and *S. sagamianum* Yendo also have a very restricted range of distribution (Yoshida, 1983). *S. wakayamaense* is known from the coast between Shirahama and Shionomisaki on the southwest part of Kii Peninsula. *S. araii* was collected from three islands in the Sea of Japan, and was not found on the coast of Honshu. *S. bulbiferum* is known from the type locality only.

### Acknowledgements

I acknowledge with hearty thanks kindness

of Mr. Shogo Arai, Marine Algae Research Co., and the late Mr. T. Yamamoto, who cooperated with me in collecting materials and provided a large number of specimens. Thanks are also due to Dr. S. Terawaki, Central Research Institute of Electric Power Industry, who provided me an opportunity to observe *S. araii* in the field. I wish to thank Mr. K. Kogame, Hokkaido University, for his help in preparing photographs.

## References

- Segawa, S., Sawada, T., Higaki, M., Yoshida, T. and Kamura, S. 1961. Studies on the floating seaweeds-VI. The floating seaweeds of the West Kyushu Region. Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ. 18: 411-417 (in Japanese).
- Yamada, Y. 1942. Notes on *Sargassum* from the southern parts of Japan. J. Jpn. Bot. 18: 505-519 (in Japanese).
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. ser. V. 13: 99-246.

### 吉田忠生：日本産ホンダワラ属（褐藻ヒバマタ目）の3新種について

和歌山県南部からナンキモク *Sargassum wakayamaense* を記載した。この種は *Bactrophyucus* 亜属で *Halochlora* 節に属し、ウスバモクより大型で雌雄異株であることなどで異なる。新潟県佐渡島、粟島、山形県飛島に産する同じ節のエチゴネジモク *S. araii* はトゲモクのような大型の付着部をもち、披針形の全縁の葉をもつなどの特徴があり、波当たりの激しい場所に生育する。兵庫県浜坂町大槌島の深所で採集されたタマエダモク *S. bulbiferum* は、マジリモクのような薄い細い葉をもち、成長期の終わりに形成される主枝が太く短縮している点の特異である。この種は *Sargassum* 亜属 *Zygocarpicae* 節のものである。(060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学研究科生物科学専攻)



## Seasonal changes in the growth and reproduction of *Sargassum polycystum* C. Ag. and *Sargassum siliquosum* J. Ag. (Sargassaceae, Fucales) from Liloan, Cebu, in Central Philippines

Danilo B. Largo\*, Masao Ohno\*\* and Alan T. Critchley\*\*\*

\*Marine Biology Section, University of San Carlos, Cebu City, Philippines 6000

\*\*Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi 781-11, Japan

\*\*\*University of the Witwatersrand, Johannesburg, Private Bag 3, Wits 2050 South Africa

Largo, D. B., Ohno, M. and Critchley, A. T. 1994. Seasonal changes in the growth and reproduction of *Sargassum polycystum* C. Ag. and *Sargassum siliquosum* J. Ag. (Sargassaceae, Fucales) from Liloan, Cebu, in Central Philippines. Jpn. J. Phycol. 42: 53-61.

A *Sargassum* community in Liloan, Cebu, central Philippines comprises two species (*S. polycystum* and *S. siliquosum*) and shows both seasonal and spatial variation in length of primary lateral branches and standing crop. Seasonal patterns were most distinct in the subtidal zone (area of *S. siliquosum*) than in the intertidal. The periods of maximum length (*S. polycystum*=26.71 cm; *S. siliquosum*=54.53 cm) and biomass (*S. polycystum*=3.07 kg wet wt.m<sup>-2</sup>; *S. siliquosum*=6.61 kg wet wt.m<sup>-2</sup>) are influenced by the presence of receptacle-bearing branches of each species; premature decline in length and standing crops before growth peaks is attributed to cropping by wave impacts caused by the seasonal occurrence of northeastern monsoon wind. The population of *S. polycystum* tends to have lower values in both length of primary lateral branches and standing crop compared to the *S. siliquosum* population.

*Key Index Words:* intertidal population—phenology—Philippines—*Sargassum polycystum*—*Sargassum siliquosum*—standing crop—subtidal population.

The identification of the species originally referred to as *S. myriocystum* in Largo and Ohno (1992) is presently changed herein as *Sargassum polycystum* C. Agardh based on the description of the species in the recently published taxonomic work on the genus *Sargassum* from the Philippines by Trono (in Abbott 1992), therefore, the latter was used as the proper name for this study.

*Sargassum* spp. form the dominant vegetation structure in the shallow, coastal waters of the Philippine Islands serving as an important habitat and spawning-ground for many marine organisms, eg. fishes, crustaceans, molluscs, etc. Realizing the importance of *Sargassum* beds led the Philippine local government conservation departments to propose to include their protection in environmental legis-

lation in addition to coral reefs, seagrass beds and mangrove ecosystems. These important marine resources are under enormous ecological pressure from coastal habitation and infrastructure development which, if not properly addressed, could lead to their eventual destruction.

A number of phenological studies have been made on the bed-forming species of *Sargassum* in the Philippines (Ang 1982, 1985; Ang and Trono 1987; Ohno *et al.* 1987; Ohno *et al.* 1989). These works were either mostly conducted on *Sargassum* communities in Luzon areas or are conducted only part of the year. This paper is a supplement to the first phase of a phenological study conducted in 1988-1989 on the *Sargassum* community in Liloan, Cebu, central Philippines (Largo and Ohno 1992), in which the present includes data on standing crop not previously included. The study hopes to provide more basic in-

This work was supported by the Overseas Research Project with a grant from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan: No. 02041064, 1990.

formation in answer to calls for effective management of local seaweed resource in the Philippines.

### Materials and Methods

The study was conducted monthly from February 1989 to January 1990 in Liloan, Cebu, central Philippines, as shown in Figure 1. Five 0.25 m<sup>2</sup> quadrats were laid equidistantly across the *Sargassum* bed which is 40 m wide from the shoreward to the seaward edge. The quadrats were laid on dense patches of *Sargassum* which had a maximum cover of not less than 80%. Standing crops were obtained by carefully removing all *Sargassum* thalli, including their holdfasts from each quadrat. Standing crop data are presented as kg wet wt.m<sup>-2</sup>. Measurements of primary lateral length were made from 10 randomly selected individuals of each species from all quadrat. The values are presented here as monthly average lengths, together with their Standard Deviation (SD) values presented by vertical bars. Fruiting was determined by noting the presence or absence of receptacles on each of the primary lateral branches. Reproductive index is expressed as the percentage of branches with receptacles of the total number of primary lateral branches in 10 *Sargassum* individuals (for each species). Incomplete branches, either damaged by wave action or by natural decay due to old age, were also determined from the same individuals and are expressed as percentage of the total number of branches from 10 individuals.

Water temperature was measured using a mercury-filled thermometer while salinity was measured with an Atago refractometer (accuracy  $\pm 1$ ). Both measurements were made in the lower region of the tidal zone every sampling period to avoid extreme values in the shallower regions.

### Results

#### *Zonation pattern within the Sargassum community*

The vertical zonation of the *Sargassum* bed at Liloan, Cebu, central Philippines is shown

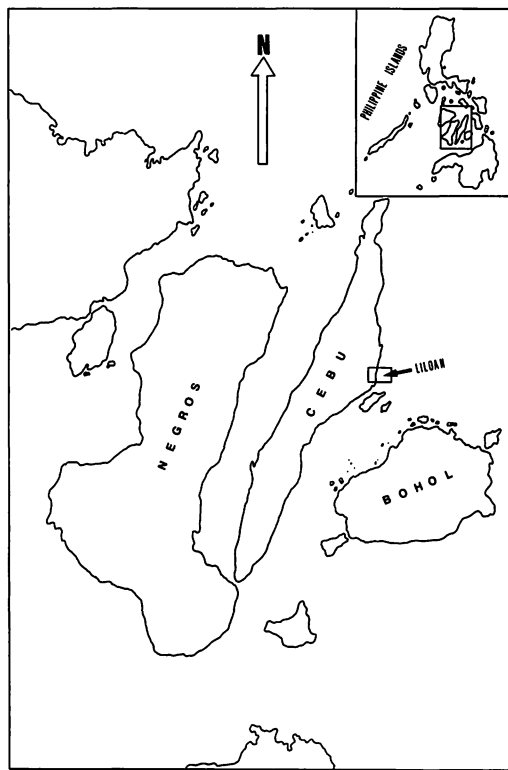


Fig. 1. Map of the study area. (Scale=1 : 10,000)

in Figure 2 (see also Largo and Ohno 1992). The *Sargassum* community, in the study area is about 40 m wide and comprises two species, *S. polycystum* C. Agardh and *S. siliquosum* J. Agardh, forming two distinct populations, occupying the intertidal and upper subtidal zones, respectively. The intertidal area experiences long exposures to the atmosphere at low tide; here *S. polycystum* is dominant. The subtidal population composed of *S. siliquosum*, on the other hand, may be exposed partly only during extreme low spring tides. From late August to mid-November the study area was particularly exposed to the Northeast monsoon wind which caused the two populations to be subjected from weak to strong wave actions depending on depth. Wave action is reduced during the rest of the year.

Monthly water temperatures during the study period ranged from 26.8°C in June to 32.0°C in March (Table 1) while salinity fluctuated between 34 and 35.



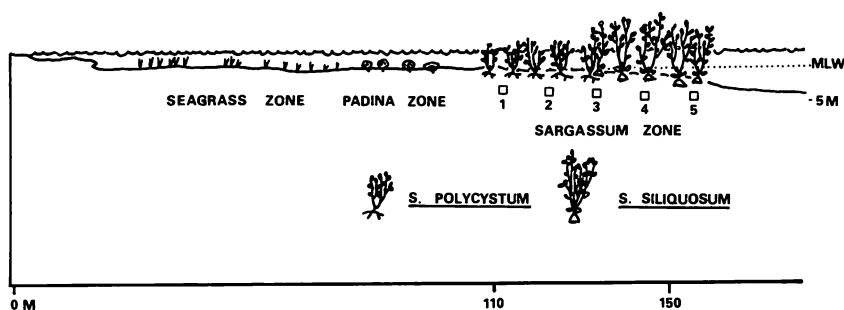


Fig. 2. Zonation pattern of *Sargassum* populations in the study area. Numbered squares represent the quadrat zones.

#### Growth patterns of the *Sargassum* populations

Monthly average lengths of the primary lateral branches of the *Sargassum* populations varied between quadrat-zones (Fig. 3). *S. polycystum* population (Q1 and Q2) showed lower monthly average length values in contrast to *S. siliquosum* population (Q3, Q4 and Q5). Thalli in Quadrat 1 (located in the shoreward edge of the bed) had monthly average length values ranging from a minimum of  $4.00 \pm 2.21$  cm in June to a maximum of  $27.72 \pm 2.32$  cm in April. The minimum in June was followed by relatively small fluctuations of  $\pm 5$  cm until December. Longer plants began to occur in January.

*S. polycystum* in Quadrat 2 also showed a fluctuating pattern of monthly average lengths from March (no data in February) to

the last sampling period in January when they attained their maximum ( $30.00 \pm 11.39$  cm). The lowest monthly average length value in this zone was in April ( $8.58 \pm 4.92$  cm).

In the subtidal zone, monthly measurements showed plants in all three quadrats to increase in monthly average length values towards May. Length values fluctuated thereafter and all three quadrats attained an almost uniform length in November (34 to 38 cm). Thalli in all three quadrats then increased slightly in monthly average length towards December as the *S. siliquosum* plants became fully mature (highest receptacle occurrence). In the following month, thalli in all quadrats declined in length apparently due to decay.

Population growth based on standing crop measurements, in the same quadrat-zones, likewise revealed lower biomass values in the intertidal zone (Q1 and Q2) and are significantly different ( $P < 0.01$ ) to those in the deeper subtidal zone (Q3, Q4 and Q5; Fig. 4) based on one-way ANOVA analysis. Quadrats 1 and 2 of *S. polycystum* did not show a well-defined growth pattern but standing crop in Quadrat 1 remained consistently lower than in Quadrat 2 (significant with  $P < 0.05$ ). Both have higher values recorded in February and March (there was no data for Quadrat 1 in the intertidal region for February). From this period until January, no marked increase has been noted except for Quadrat 2 where a peak was recorded in July, when maximum length of primary laterals for *S. polycystum* occurred.

Table 1. Changes in monthly seawater temperature and salinity in the study area, February 1989—January 1990.

Date	TEMP. °C	SALINITY
Feb. 27. 1989	31.0	34
Mar. 31	32.0	34
Apr. 27	31.0	35
May. 24	27.3	35
Jun. 30	26.8	35
Jul. 30	29.2	35
Aug. 25	30.2	35 monsoon season
Sep. 30	31.0	34 monsoon season
Oct. 23	31.0	35 monsoon season
Nov. 24	30.9	35 monsoon season
Dec. 20	30.5	35
Jan. 30. 1990	30.0	35

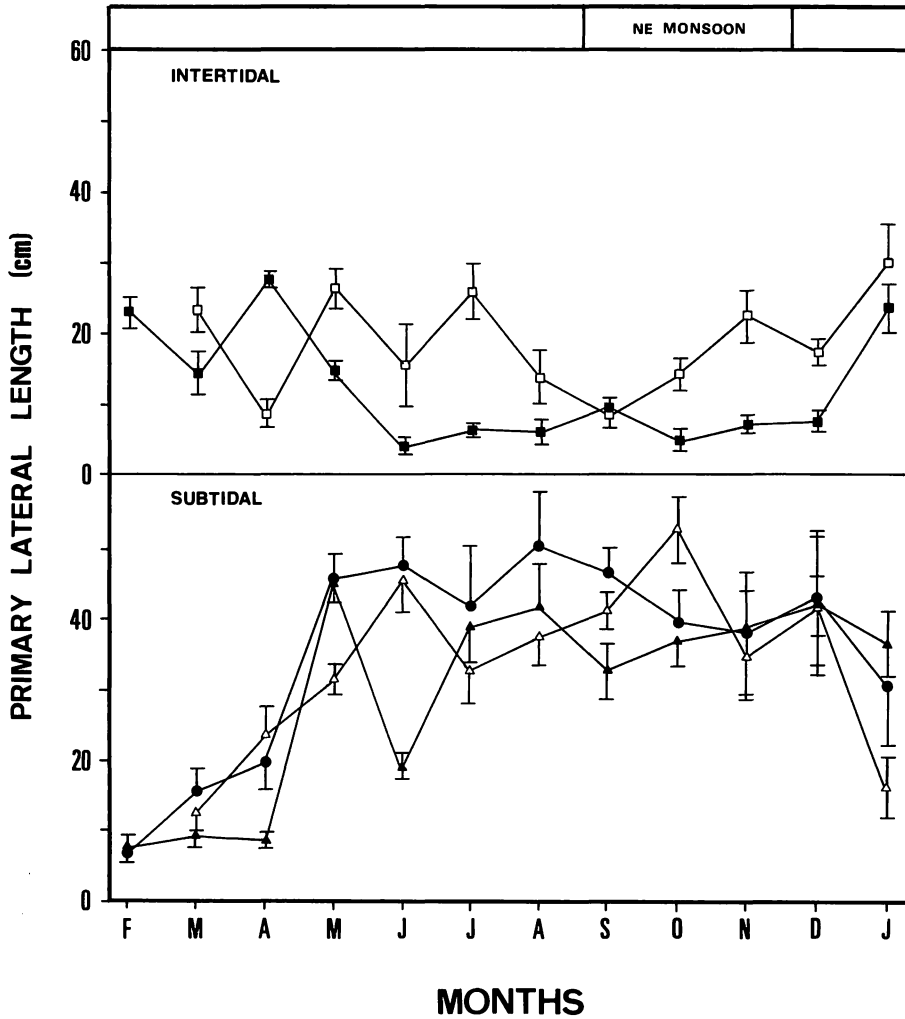


Fig. 3. Variations in monthly average lengths of primary lateral branches between intertidal and subtidal populations of *Sargassum*. Intertidal population = *S. polycystum*, subtidal population = *S. siliquosum*. Quadrat 1 (■), Quadrat 2 (□), Quadrat 3 (▲), Quadrat 4 (△), Quadrat 5 (●). Vertical bars represents Standard Deviation (n=10).

The average standing crop values for the whole year among subtidal population of *S. siliquosum* for Q3, Q4 and Q5, respectively, were  $3.30 \pm 1.91$ ,  $4.15 \pm 1.49$  and  $3.58 \pm 1.98$  kg wet wt.m<sup>-2</sup>, with the highest value in Q4. Monthly measurements showed no significant difference (P=0.05) in standing crop in the three quadrat zones. A decrease from February to March was followed by a dramatic increase towards June, except in Quadrat 3 where it peaked in July; Quadrats 4 and 5 declined at the same time in July. Standing

crop in all three quadrats dropped from October to November during the monsoon period. A peak in standing crop was observed for Quadrats 4 and 5 in December with increase in length of the primary laterals and branches with receptacles of *S. siliquosum*. Standing crop in all quadrats dropped abruptly to its lowest in January at the time when decaying thalli of *S. siliquosum* were disintegrated by wave action.

A comparison of Quadrats 1-5 (Table 2) across the *Sargassum* zone showed an increase

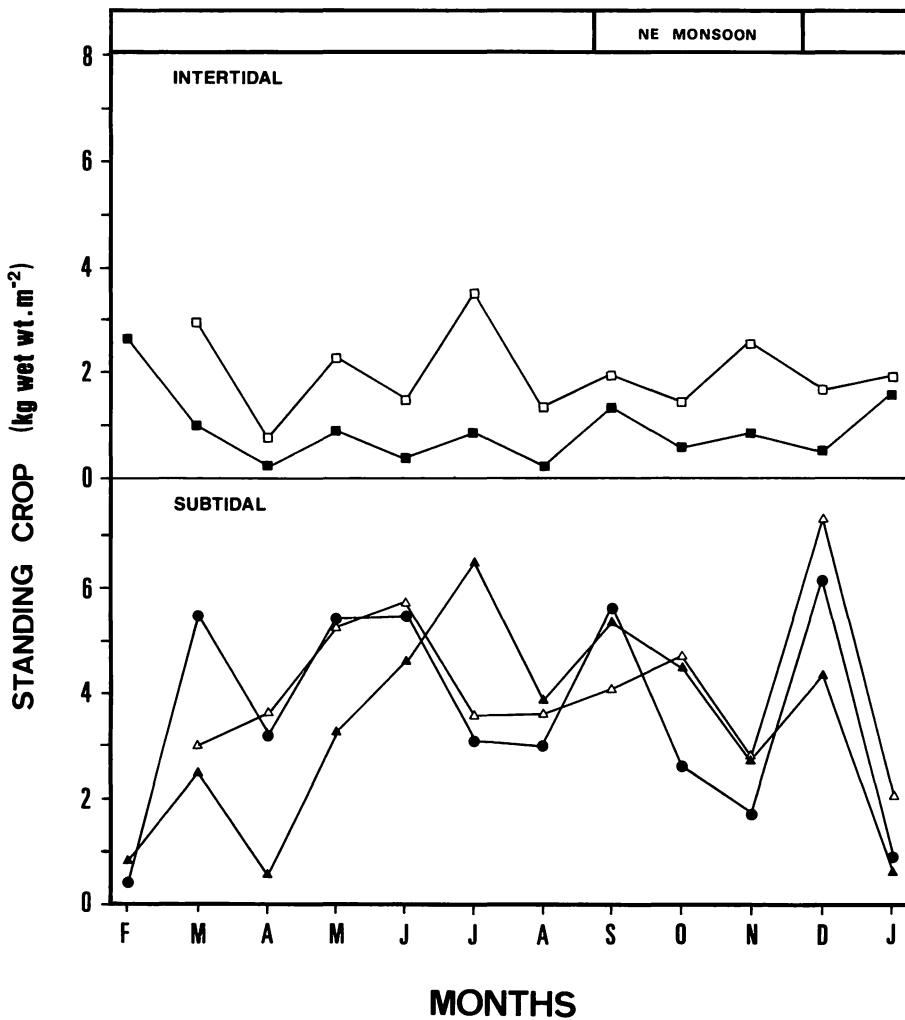


Fig. 4. Monthly variation in the mean standing crop (kg wet wt. m<sup>-2</sup>) between populations in intertidal and subtidal areas. Quadrat 1 (■), Quadrat 2 (□), Quadrat 3 (▲), Quadrat 4 (△), Quadrat 5 (●).

in biomass from the intertidal towards subtidal zone, except in the last quadrat (Q5) at the deeper edge of the bed with more than 4 m depth. One-way ANOVA test showed a significant difference between the monthly average standing crop ( $P < 0.01$ ) between the five quadrats.

#### Thalli condition

Increase in percentage of incomplete branches occurred during period of full maturation, when some branches started to decay, and on months with strong wave action caused by the northeast monsoon wind. In

*S. polycystum* higher percentage of incomplete branches of up to 75% of branches examined occurred mainly during period of maturity than during the monsoon period (Fig. 5). In *S. siliquosum* cropping by monsoonal waves resulted in higher percentage of incomplete branches than by normal decline as shown in the higher percentage of incomplete branches during the monsoon period (August–November, Fig. 5).

#### Reproductive Phases

During the study period *Sargassum polycystum* thalli produced reproductive branches

Table 2. Monthly standing crop values of *Sargassum* population in Liloan, Cebu, the Philippines.

Month	Standing Crop (kg wet wt.m <sup>-2</sup> )						
	1	2	Quadrat No. 3	4	5	Ave (Q1&Q2)	Ave. (Q3, Q4, Q5)
Feb. 89	2.65	ND*	0.84	ND	0.44	1.33	0.42
Mar.	0.99	2.91	2.52	3.20	5.49	1.95	3.74
Apr	0.23	0.75	0.57	3.62	3.16	0.49	2.45
May	0.89	2.28	3.28	5.25	5.43	1.59	4.65
Jun	0.36	1.43	4.61	5.72	5.46	0.90	5.26
Jul	0.83	3.49	6.48	3.58	3.09	2.16	4.38
Aug	0.20	1.33	3.85	3.58	3.02	0.77	3.48
Sep	1.29	1.92	5.33	4.07	5.59	1.61	4.70
Oct	0.56	1.39	4.47	4.73	2.60	0.98	3.93
Nov	0.82	2.49	2.71	2.87	1.69	1.66	2.42
Dec	0.50	1.61	4.33	7.27	6.10	1.06	5.90
Jan. 90	1.52	1.87	0.61	1.99	0.87	1.70	1.16

\* ND=no data.

from February to May and again, from December to January. The percentage occurrence of receptacles increased from 7 to 43% from February to May (Fig. 5). No reproductive branches were observed from June until November. *Sargassum siliquosum*, on the other hand, had reproductive branches throughout the study period but appeared to attain full maturity (with a marked increase in the number of receptacles) from September to December. A decline was noted in the following month with the degeneration of the population caused by decay of this species.

## Discussion

In the tropical region where marked seasonal changes in temperature are absent, seasonal changes in algal population are influenced more by local physico-chemical conditions. Growth of *Sargassum* spp. in the Philippines is seasonal with both perennial and annual species (Trono 1992). The life cycle of *S. polycystum* appeared to be perennial with an absence of holdfasts having more than one stipe. *S. siliquosum* on the other hand is of the annual type with multi-stiped holdfasts observed throughout the study period. *Sargassum siliquosum* populations formed an almost close canopy during periods of maximum

growth from October to December. The subtidal population of *S. siliquosum* was found to have longer thalli and greater biomass production as compared to the intertidal population of *S. polycystum*. This vertical zonation pattern could be attributed to the duration of exposure of the population and to the changes in temperature, light intensity, tide and water movement, producing indirect physiological responses from the plants. In the intertidal area, the extremes of environmental factors have resulted in the plant's diminished growth. Exposure to violent wave action during the monsoon period (August/September to November) also affected plant growth by mechanical tearing of the thalli and by reduced water transparency caused by the suspension of the bottom sediments. De Paula and Oliveira (1982) observed the same pattern in an *S. cymosum* C. Agardh population in Sao Paulo, Brazil in which exposure to wave action resulted to the smaller and shorter size of the plants in the rocky intertidal area. The persistence of *S. polycystum* year-round in the intertidal zone and its absence from the subtidal portion needs further investigation.

Growth of the subtidal population of *S. siliquosum* continues throughout the year until it undergoes normal decline. However, seasonal monsoonal pattern can decrease bio-

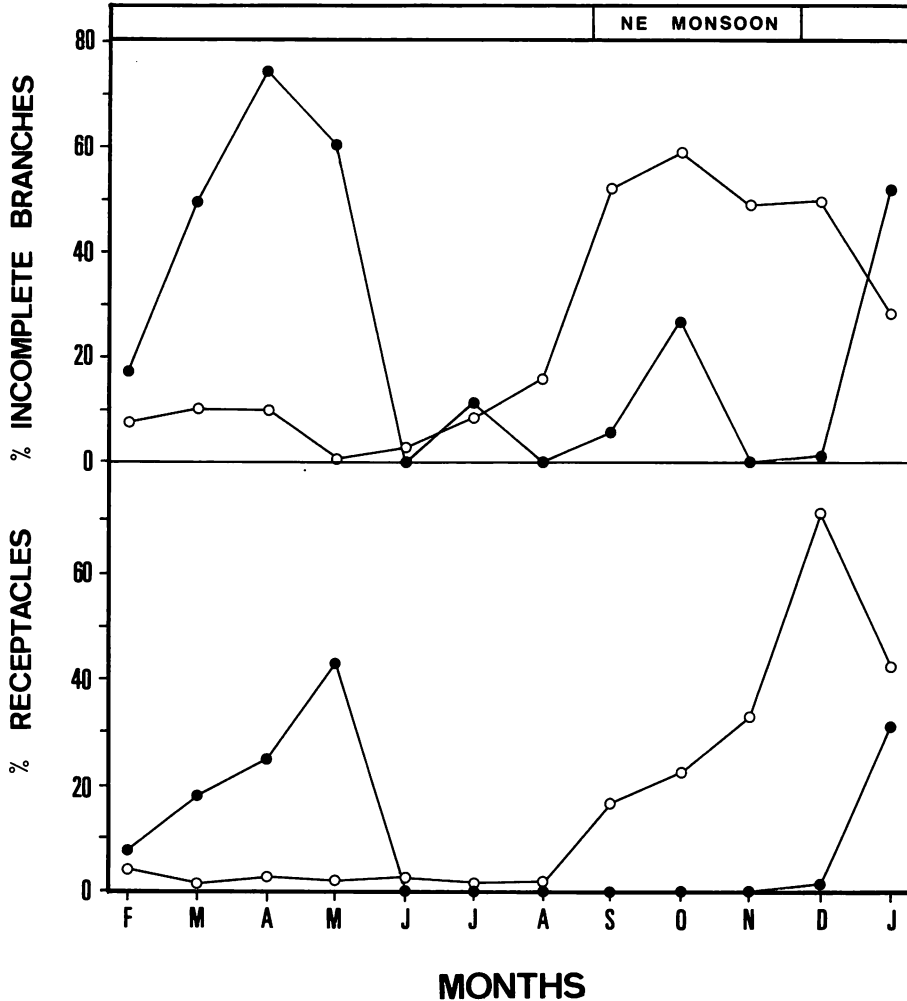


Fig. 5. Monthly variation in percentage receptacle occurrence and thallus condition (based on incomplete branches). *S. polycystum* (●), *S. siliquosum* (○). Note period of monsoon occurrence.

mass prematurely as shown by the high frequency of incomplete plants during this period, decreasing standing crop of all three subtidal quadrats in November. A slack in monsoon-generated waves, however, may allow an increase of biomass production in the subtidal area in December. Peak growth in terms of length and weight of the primary lateral branches in a previous study of this species likewise occurred at this period (Largo and Ohno 1992).

Standing crop increases in both species were due to the appearance of receptacle-bearing lateral branches as the plants became fertile (see also Largo and Ohno 1992). *S. poly-*

*cystum* and *S. siliquosum* do not mature at the same period, with an early maturation period in *S. polycystum* (March-May) than *S. siliquosum* (September-December; see also Largo and Ohno 1992). There was no clear pattern of primary lateral length and standing crop variation in *S. polycystum* on a monthly basis because of the variability of the conditions in the intertidal zone which, to some extent, depends on the duration of exposure and the time of the day at which low tides occur. The maximum tidal range in the study area, based on the local tide table, was about 2 m during high water of spring tides (June). In the subtidal zone, the pattern of monthly changes in

length was more regular as compared to the monthly changes in standing crop. Doty (1971, as cited by de Wreede 1976) in his study on Hawaiian *Sargassum*, attributed the apparently random fluctuation in standing crop to the similarly random occurrence of storm waves. Continued increase in the length of the primary lateral branches in *S. siliquosum* population in December (see also Largo and Ohno 1992) was offsetted by the cropping effect of the monsoon-generated waves, although growth of a large number of reproductive branches and of second- and third-order lateral branches compensated for this loss, enabling the plants to attain high standing crop values during this period.

The influence of temperature variation on *Sargassum* population fluctuation has been studied in Hawaii by De Wreede (1976) who observed that peaks of *Sargassum* standing crop, thallus height and fertility all occurred at a time of lower seawater temperature. In this study, highest receptacle occurrence observed for *S. polycystum* also coincided with months with lower temperatures. Largo and Ohno (1992) observed that *Sargassum* in this area develops longer primary lateral branches at the time when water temperature was at 27°C. De Wreede (1976) also observed the same pattern in Hawaii. Longer thalli in *Sargassum* in the subtropical waters likewise occurred at period of warm water temperature approximating that of the tropical waters (Kimura *et al.* 1987).

The biomass of *Sargassum* in the study area, appears to be low as compared to other coastal areas in the Philippines. For instance, *S. polycystum* in Bohol and Palawan areas has a mean standing crop of 4.30 and 2.69 kg wet wt.m<sup>-2</sup>, respectively (Ohno *et al.* 1987; Ohno *et al.* 1989), compared to the study area with a range of 0.49 to 2.16 kg wet wt.m<sup>-2</sup>. However, this may not represent the true picture as these studies were done on different periods. *S. siliquosum*, on the other hand, has a biomass range of 0.42 to 5.90 kg wet wt.m<sup>-2</sup> which is higher than values reported from a nearby area in Mactan Is., Cebu (2.69 kg wet wt.m<sup>-2</sup> as reported in Ohno

*et al.* 1987).

### Acknowledgement

The authors wish to thank Mr. Michael Anthony Cusi and Mr. Boy Tan for the technical help during monthly samplings and the Marine Biology Section, University of San Carlos for the administrative support.

### References

- Ang, P. O. Jr. 1982. Phenology of *S. siliquosum* J. Ag. and *S. paniculatum* J. Ag. in Balibago (Calatagan, Philippines). Proc. Int. Coral Reef Cong., Tahiti, 5: 51-57.
- Ang, P. O. 1985. Regeneration studies of *Sargassum siliquosum* J. Ag. and *S. paniculatum* J. Ag. (Phaeophyta, Sargassaceae). Bot. Mar. 28: 231-235.
- Ang, P. O. and Trono, G. C. 1987. The genus *Sargassum* (Phaeophyta, Sargassaceae) from Balibago, Calatagan, Philippines. Bot. Mar. 30: 387-397.
- De Wreede, R. E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. Phycologia 15(12): 175-183.
- Kimura, T., Orosco, C. A. and Ohno, M. 1987. Ecological study of *Sargassum okamurae* Yoshida et T. Konno in Tosa Bay, Japan. Rep. Usa Mar. Biol. Inst., Kochi Univ. 9: 149-167.
- Largo, D. B. and Ohno, M. 1992. Phenology of two species of brown seaweeds, *Sargassum myriocystum* J. Agardh and *S. siliquosum* J. Agardh (Sargassaceae, Fucales) in Liloan, Cebu, in central Philippines. Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ. 12: 17-27.
- Ohno, M., Ogawa, H. Nakahara, H. and Orosco, C. A. 1987. Ecological survey of *Sargassum* communities on the reef of Central Visayas, Philippines. In I. Umezaki [ed.], Scientific survey of marine algae and their resources in the Philippine Islands, pp. 71-76. Technical Report of the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.
- Ohno, M., Noro, T. and Orosco, C. A. 1989. Ecological survey of *Sargassum* communities on the reefs of some Philippine islands. In I. Umezaki [ed.], Scientific survey of marine algae and their resources in the Philippine Islands, pp. 95-101. Technical Report of the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.
- Paula, E. J. and E. C. Oliveira. 1982. Wave exposure and ecotypical differentiation in *Sargassum cymosum*. Phycologia 21(2): 145-153.
- Trono, G. C. 1992. The genus *Sargassum* in the Philippines. In: I. A. Abbott (Ed.). Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific and western Atlantic species, 3, Calif. Seagrant College. pp. 43-94.

Danilo B. Largo · 大野正夫 · Alan T. Critchley: フィリピン、セブ島 Liloan 沿岸の  
*Sargassum polycystum* と *S. siliquosum* の成長と生殖の季節的变化

セブ島 Liloan 沿岸にはホンダワラ属の *S. polycystum* と *S. siliquosum* の群落がみられる。この2種は成育層が異なり *S. polycystum* は潮間帯に、*S. siliquosum* は潮下帯にみられる。*S. polycystum* の最大主枝長は 26.71 cm、現存量は 3.07 kg wet.m<sup>-2</sup> であり、*S. siliquosum* の最大主枝長は 54.53 cm、現存量は 6.61 kg wet m<sup>-2</sup> であった。*S. polycystum* の主枝長と現存量は、*S. siliquosum* のそれらと比較して、通年低い値を示した。生殖器床の出現率は2種により季節的違いが見られたが、両種とも主枝長と現存両の季節的变化は、北東モンスーンの影響を強く受けていた。

(Received March 5, 1993; Accepted January 10, 1994)





## The distribution of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer within Timaru harbour, New Zealand

Murray T. Brown\* and Miles D. Lamare

Botany Department, University of Otago, P.O. Box 56, Dunedin, New Zealand

Brown, M. T. and Lamare, M. D. 1994. The distribution of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer within Timaru harbour, New Zealand. Jpn. J. Phycol. 42: 63–70.

A quantitative survey of the *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer population in Timaru harbour, New Zealand, was undertaken during the summer of 1989–90. Information on the distribution, abundance, size and reproductive status of plants was obtained. An extensive population was found throughout the harbour attached to a variety of substrates. Plants were found down to a depth of 5 m below MLW, the lower limit being set by the quantity of available light. The maximum density of plants was 22 per 0.5 m<sup>2</sup> and there was a general reduction with depth in most parts of the harbour. Size of the population was estimated to be over 70,000 plants. Plants found at the entrance to the harbour were larger than those at more sheltered sites within the harbour. There was little variation in size with depth at any site. Over 90% of the population was reproductive at the time of the survey. Over the period of the study the lengths of individual plants decreased and by late February only the basal sporophylls remained. The majority of the population had disappeared completely by late summer.

*Key Index Words:* abundance—distribution—New Zealand—*Undaria pinnatifida*.

*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer, a native brown seaweed of Japan and Korea and commonly found along parts of the Chinese coastline (Zhang *et al.* 1984), in the Okhotsk Sea and near Vladivostok in the former USSR (Zinova 1954; Funahashi 1966), has most recently been discovered in Europe and Australasia. In 1971 *U. pinnatifida* was identified in the Étang de Thau on the Mediterranean coast of France near the town of Sète (Boudouresque *et al.* 1985), having been accidentally introduced to the area with spat of the Pacific Oyster. It has since spread to other parts of the Mediterranean coast, and was intentionally introduced to the French Atlantic coast with the view to farming (Pérez *et al.* 1984). Seeded ropes were transplanted to three sites on the Brittany coast but all but one of these original sites, Ile d'Ouessant near Brest, were eventually abandoned (Floc'h *et*

*al.* 1991). It was thought that the cultured populations would be fully controllable and unlikely to spread from the cultivation sites since the species would be unable to reproduce *in situ* in the colder waters of NW France. However, the results of a study carried out by Floc'h *et al.* (1991) in the Bai de Lampaul, Ouessant suggest the contrary; they concluded that the whole reproductive life cycle could be completed within the vicinity of the farm site. Additional evidence for the opinion that *U. pinnatifida* can reproduce *in situ* in northern France comes from the observations of luxuriant growth of sporophytes on an anchored rope at an abandoned farm site near Portsall (Brown and Floc'h pers. obs. 1991).

The first report of the species presence in Australasia was in 1987 from Wellington Harbour, New Zealand (Hay and Luckens 1987). Since then it has been discovered in several harbours in the South Island (Lyttelton, Timaru, Oamaru) and most recently has been found in Otago harbour, Dunedin (pers.

\* Present address and address for correspondence:  
Department of Biological Sciences University of  
Plymouth Plymouth PLH 8AA Devon, United  
Kingdom.

obs.) and Picton (Hay pers. com.). The initial introduction is thought to have occurred as gametophytes in the ballast water of fishing boats and its subsequent spread apparently via coastal shipping (Hay 1990). In 1988 *U. pinnatifida* was identified on the east coast of Tasmania, Australia (Sanderson 1990). Ballast water from cargo ships transporting woodchips from Tasmania to Japan is considered the most likely source of the introduction.

Despite the interest shown in *U. pinnatifida* and concern about its possible spread, there is little quantitative data about the ecology of the species in its new biotopes. Pérez *et al.* (1981, 1984) have reported that in Étang de Thau its biology is similar to that in Korea and Japan, Floc'h *et al.* (1991) have provided some information about population distribution and structure adjacent to the cultivation site in the Bai de Lampaul, Ile d'Ouessant and Hay (1992) has provided information on its seasonality in New Zealand.

Here we report on a preliminary quantitative survey of the population from Timaru harbour on the east coast of South Island, New Zealand (Fig. 1), which was first recorded in 1988 (Hay 1990). Timaru is a medium sized port supporting a local fishing fleet, servicing coastal shipping and visited regularly by Japanese fishing boats. We provide information on its vertical and horizontal distribution, abundance, size and reproductive status.

## Materials and Methods

The main survey of the harbour was carried out by divers in the first week of December 1989. The harbour was divided into 8 sites (shorelength 200–400 m) based on substrate type, degree of exposure and location (Fig. 1).

The predominant rocky substrate consists of large (>1 m) basalt boulders, which have been used in the harbour's construction (sites 1, 2, 3, 5, 8). The substrate at sites 6 and 7 consists of wooden piles used to support large wooden wharves while at site 4 both wooden and concrete piles are present supporting a

large wharf. Except for a gently sloping pebble bed along site 5 the remainder of the harbour bottom consists of a muddy substrate. The average depth of the water column is about 11 m at MLW.

At each site a minimum of three randomly selected transects were run out perpendicular to the shoreline. Contiguous sampling down the transect line using a 1×0.5 m quadrat provided a 1 m wide profile of the population with depth. Within each quadrat the number of plants and the lengths of individual plants were recorded and the reproductive status of each noted.

The subsurface water temperature was recorded, and a photon flux density (PFD)/depth profile was obtained outside the seaweed canopy, using a Li-Cor underwater spherical quantum sensor (Li 193SB) and integrator (Li 188B), at each of the sites. The degree of exposure at each site was estimated using plaster balls as described by Muus (1968).

Additional dives were carried out at site 7 at approximately monthly intervals until March 1990. On each of these visits the lengths of 20 randomly selected plants were measured and recorded.

Analyses of variance were carried out on the data and significance ( $p < 0.5$ ) of differences between means was calculated by Duncan's New Multiple Range Test.

## Results and Discussion

*U. pinnatifida* is widely distributed within Timaru harbour. It occurs on a variety of substrates, predominately on rock but also on wooden and concrete wharf piles, on mooring ropes and hulls of boats. Plants were found growing on rocks ranging in size from over one metre down to 5–10 cm in diameter. This may be the lower size limit as an area of small pebbles (3–5 cm in diameter) at site 3 had no visible plant cover while a steel cable running across the area supported healthy plants. This tendency for plants to colonize immersed artificial substrates is well documented (e.g. Hay 1990, Floc'h *et al.*

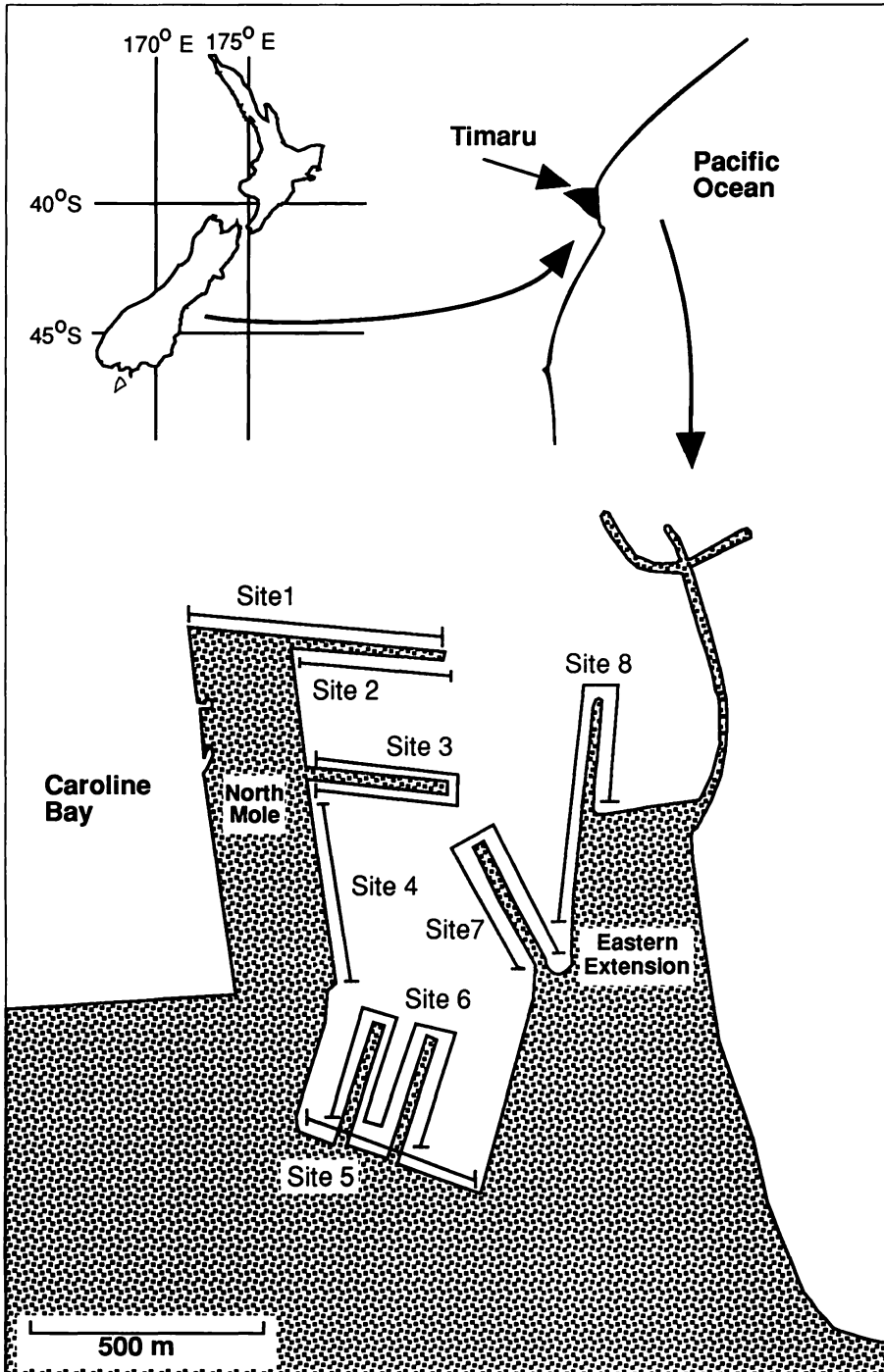


Fig. 1. The location of Timaru, New Zealand and map showing the sampling sites within Timaru harbour.

1991) and may be related to their selection for rope cultivation and 'stone planting' in Japan and Korea (Mathieson 1975).

The depth range for the species is usually considered to be from the low intertidal down to 15 m (Saito 1975) although Floc'h *et al.*

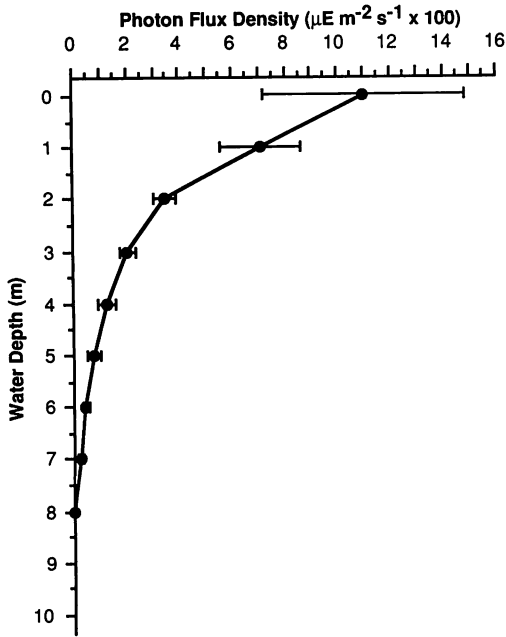


Fig. 2. Change in PAR with depth at site 7 within Timaru harbour (mean and standard error of readings taken on three consecutive days in the first week of December 1989).

(1991) found sporophytes growing on rocks at 18 m in the Bai de Lampaul, Ile d'Ouessant. Where suitable substrate is available the prevailing light conditions will determine the lower limit for growth. In Timaru harbour PAR is reduced rapidly with approximately 70% of surface light attenuated by 2 m and more than 95% by 6 m. These results obtained at site 7 (Fig. 2) are typical of the harbour as a whole. The maximum depth at which plants were found growing was 5 m below MLW despite the presence of suitable substrate below this depth.

The vertical distribution of *U. pinnatifida* varied in different parts of the harbour. The majority of plants occurred in the upper 2 m of the water column with the maximum density of approximately 22 plants per 0.5 m<sup>2</sup> being found at MLW at site 6 (Fig. 3). At most sites (2, 5, 6, 7, 8) the maximum number of plants occurred at the surface or within the top metre of the water column with density decreasing with depth (Fig. 3). At sites 1 and 3, density was significantly lower at the surface than at an intermediate depth of be-

tween 1.5 and 2 m. The distribution of *Undaria* plants at Site 4 is different from all other areas sampled in having an absence of plants at the water surface (Fig. 3). Maximum density occurred at 2 m depth and decreased thereafter. Because of the preliminary nature of this survey it is not possible, at this juncture, to provide definitive explanations for these different distributional patterns. A number of factors can affect the vertical distribution including substrate suitability, turbidity, grazing, competition, and turbulence. Zoospore attachment of *U. pinnatifida* has been shown to be adversely affected by currents above 8 cms<sup>-1</sup> and its cultivation is more suitable under moderate to low wave action (Saito 1975). The degree of exposure decreased from the outer harbour (Site 1) to the inner harbour (sites 5 and 6) and therefore turbulence may be a contributory factor to the observed differences in distribution with depth found in Timaru harbour. At the more sheltered sites (2, 5, 6, 7) maximum density was found at the surface whereas at the more exposed sites towards the harbour entrance (sites 1 and 3), significantly fewer plants were found in surface waters. Sander-son (1990) also noted a relationship between plant numbers and wave action in his survey of the east coast of Tasmania. Site 4 is the main container wharf, and the low density of plants in the upper metre of the water column may be due to the greater amount of boat traffic preventing establishment of individuals.

Based on the number of individual plants encountered at each of the sampling sites we have estimated the total size of the population in Timaru harbour to be 77,600 ± 5,600 plants. These data indicate that *Undaria* is now well established and thriving within this southern harbour and any attempt to eradicate it would be futile.

The size of individual *U. pinnatifida* plants ranged from 10–80 cm in length (Fig. 4). This is well within the known range for plant length recorded from other parts of the world which typically attain a maximum length of 3 m (e.g. Pérez *et al.* 1981, Akiyama & Kurogi

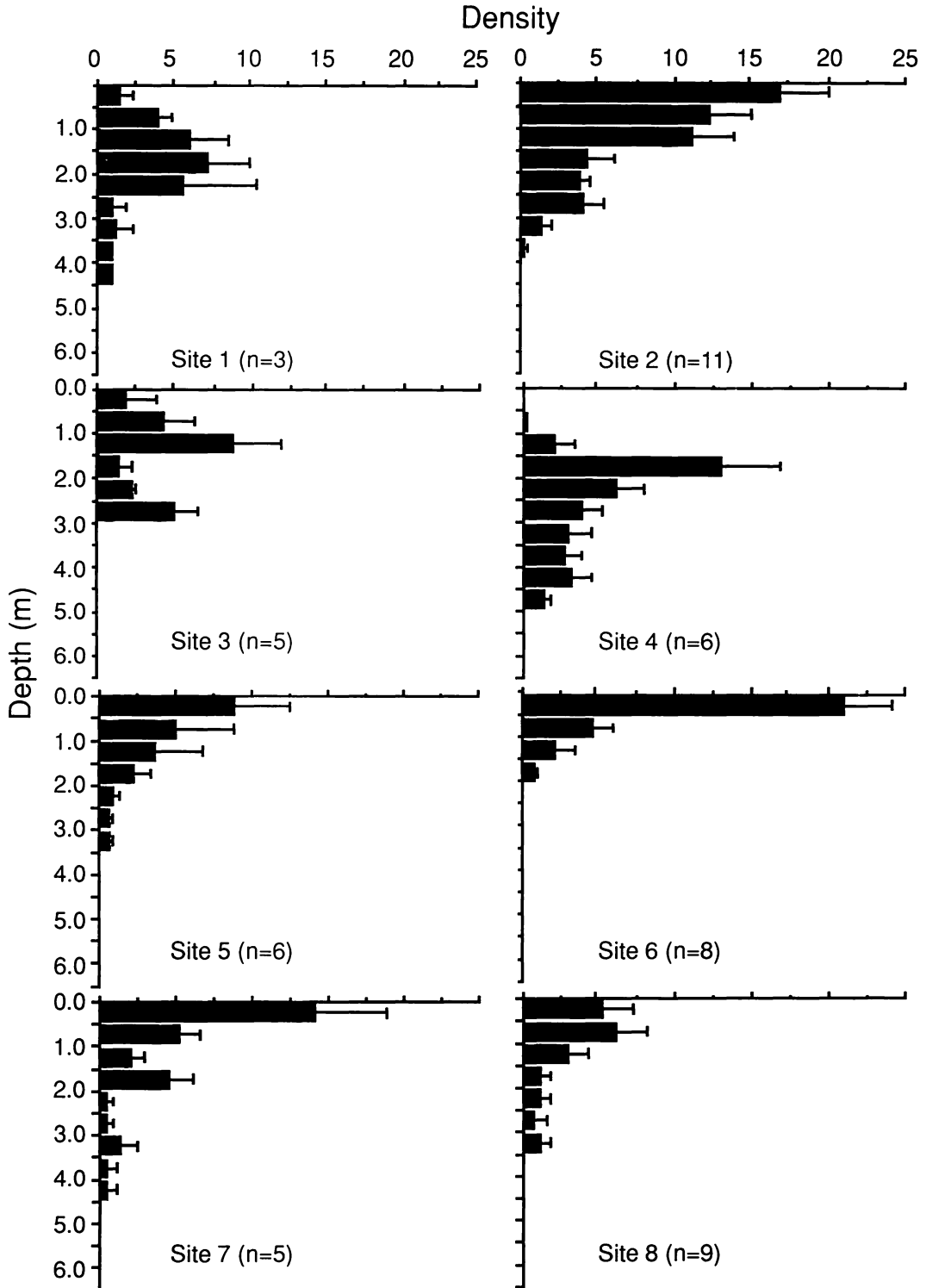


Fig. 3. Depth profile of plant density (number per 0.5 m<sup>2</sup>) of *Undaria pinnatifida* at 8 sampling sites within Timaru harbour (n=number of transects; bars indicate standard error of mean) recorded during the first week of December 1989.

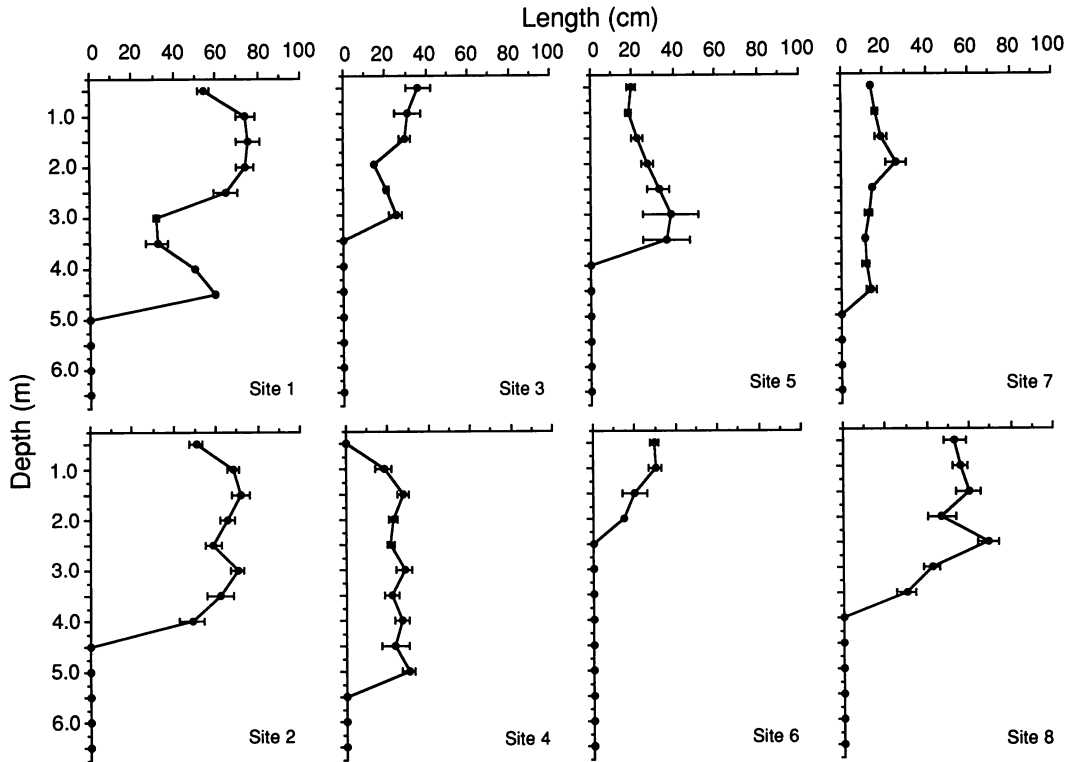


Fig. 4. Depth profile of mean length of individual *Undaria pinnatifida* plants at 8 sampling sites within Timaru harbour (bars indicate standard error of mean) recorded during the first week of December 1989.

1982, Sanderson 1990, Koh & Shin 1990, Floc'h *et al.* 1991). At most of the study sites there is no significant variation in plant size with depth (Fig. 4) and the size range of plants encountered is small. However at sites 1, 2, and 8 towards the harbour entrance significantly larger plants were found (Fig. 4). Degree of turbulence and concomitant increase in nutrient exchange, may in part, be responsible for this observation. In a study of different *U. pinnatifida* populations in Matsushima Bay on the Pacific coast of Honshu Island, Taniguchi *et al.* (1981) found that plants from the outer bay were larger than those from the inner part of the bay and that morphology and phenology also differed at the different sites.

Water temperature is considered to be the most important environmental factor influencing the life history and ecology of *U. pinnatifida* (Saito 1975). The temperature in Timaru harbour at the time of sampling was 16°C

and the long-term mean monthly sea surface temperature ranges from 8°C in July to 18°C in February (Greig *et al.* 1988) and is thus well within the range for completing its life history (Funahashi 1974). The period of maximum growth for sporophytes is spring (Saito 1975, Pérez *et al.* 1981, Koh and Shin 1990) and therefore by the time of this survey in December, the growth rate would have already declined and thallus decay is likely to have begun (Koh and Shin 1990). Saito (1975) has reported that while sporophyll formation does not appear to be under temperature control zoospore release is, and begins when the 10-day average water temperature rises above 14°C. Similar results have been reported by Pérez *et al.* (1981, 1984) who found that sporophylls were mature during summer (May to July). More than 90% of the plants encountered during this study were reproductive and therefore it is highly likely that they had already reached maturity with zoospores

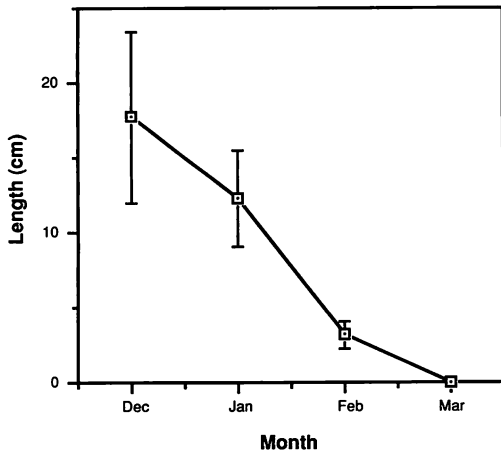


Fig. 5. The change in mean plant length over time at site 7 within Timaru harbour (bars indicate standard error of mean).

being discharged.

During subsequent dives, at approximately monthly intervals, a significant decline in the size of plants was observed (Fig. 5). Die-back occurs as a result of erosion of the apical portions of plants, and by late February only basal sporophylls remained. By the end of March the majority of sporophytes had disappeared completely from site 7 (Fig. 5) and from the harbour as a whole. This sequence and eventual disappearance by late summer, follows a similar pattern to that observed in Japan (Saito 1975), Korea (Koh and Shin 1990) and in the Mediterranean Sea (Pérez *et al.* 1984) but differs from the situation on the French Atlantic coast where sporophytes can be found all year round (Floc'h *et al.* 1991). Hay (1990), too has observed several successive generations throughout a year in Wellington harbour, New Zealand but didn't state whether the sporophytes are present all year round. More detailed studies are required to ascertain the annual cycle of events in the southerly populations.

*U. pinnatifida* is often considered to be an opportunistic species, colonizing disturbed and sparsely covered surfaces (Sanderson 1990, Floc'h *et al.* 1991) but lacks other attributes associated with opportunists such as several generations per year, high fecundity and high net primary productivity (Littler and Littler

1980). The low competitive ability of the species is implied by low abundance among large seaweeds or sessile macrofauna although it has been suggested that it may possibly compete with other annual species which have periodic recruitment (Floc'h *et al.* 1990). The sublittoral flora of New Zealand has no large brown annual species similar to *Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters from the north Atlantic but it may compete with smaller brown fucal seaweeds such as *Sargassum*, *Cystophora* and *Carpophyllum*. In Timaru harbour the diversity and abundance of macroalgae associated with *U. pinnatifida* was relatively low but at the present time we do not know whether or not the presence of this newly established dense kelp canopy has had any impact on the native seaweed community.

This study provides a preliminary quantitative analysis of the vertical and horizontal distribution of *U. pinnatifida* in a southern New Zealand harbour. The data indicates that since first being encountered in 1988 the species has become well established and a thriving population now exists. The number of plants generally decreases with depth but significant differences were found between sites with different degrees of exposure as assessed by the use of plaster balls. The size of plants found at sites close to the harbour entrance is significantly larger than those encountered at more sheltered sites within the harbour but there was very little variation in size with depth. The annual cycle of growth observed in Japan and in the Mediterranean Sea also appears to occur here with sporophytes disappearing by late summer.

Interest has been expressed in farming *U. pinnatifida* in New Zealand using similar technology to that developed in France. While the species is now clearly well established and is unlikely to be eradicated from New Zealand waters, proliferation of kelp farms would undoubtedly lead to further spread of the species. Until more is known about the potential ecological impact on the native flora this would be an unwise move. It may be more appropriate to harvest wild populations from

unpolluted waters. Under suitable management regimes this may keep its spread in check and at the same time provide a sustainable resource for the development of an industry based on the species.

## References

- Akiyama, K. and Kurogi, Z. M. 1982. Cultivation of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer. The decrease in crops from natural plants following crop increase from cultivation. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. **44**: 91-100.
- Boudouresque, C. F., Gerbal, M. and Knoepffler-Peguy, M. 1985. L'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) en Méditerranée. Phycologia **24**: 364-366.
- Floc'h, J. Y., Pajot, R. and Wallentinus, I. 1991. The Japanese brown alga *Undaria pinnatifida* on the coast of France and its possible establishment in European waters. J. Cons. int. Explor. Mer. **47**: 379-390.
- Funahashi, S. 1966. Marine algae from Vladivostok and its vicinity. Bull. Jap. Soc. Phycol. **14**: 127-145.
- Funahashi, S. 1974. Distribution of marine algae in the Japan Sea, with reference to the phytogeographical positions of Vladivostok and Noto Peninsula districts. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany) **10**: 1-31.
- Greig, M. J., Ridgway, N. M. and Shakespeare, B. S. 1988. Sea surface temperature variations at coastal sites around New Zealand. N.Z. J. Mar. Freshwat. Res. **22**: 391-400.
- Hay, C. H. 1990. The dispersal of sporophytes of *Undaria pinnatifida* by coastal shipping in New Zealand, and implications for further dispersal of *Undaria* in France. Br. Phycol. J. **25**: 310-313.
- Hay, C. H. 1992. Seasonality and morphology of *Undaria pinnatifida* in central New Zealand. 14th International Seaweed Symposium Abstracts. 84.
- Hay, C. H. and Luckens, P. A. 1987. The Asian kelp *Undaria pinnatifida* (Phaeophyta: Laminariales) found in a New Zealand harbour. N.Z. J. Bot. **25**: 329-332.
- Koh, C. H. and Shin, H. C. 1990. Growth and size distribution of some large brown algae in Ohori, east coast of Korea. Hydrobiologia **204/205**: 225-231.
- Littler, M. M. and Littler, D. S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. Amer. Nat. **116**: 25-44.
- Mathieson, A. C. 1975. Seaweed aquaculture. Mar. Fish. Rev. **37**: 2-14.
- Muus, B. J. 1966. A field method for measuring "exposure" by means of plaster balls. Sarsia **34**: 61-68.
- Pérez, R., Kaas, R. and Barbaroux, O. 1984. Culture expérimentale de l'algue *Undaria pinnatifida* sur les Côtes des France. Sci. Pêche **343**: 3-15.
- Pérez, R., Lee, J. Y. and Juge, C. 1981. Observation sur la biologie de l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer introduite accidentellement dans l'Étang de Thau. Sci. Pêche **315**: 1-12.
- Saito, Y. 1975. *Undaria*. In: (Tokida, J. and H. Hirose, eds) Advance of Phycology in Japan. Junk. The Hague. pp. 304-320.
- Sanderson, J. C. 1990. A preliminary survey of the distribution of the introduced macroalga, *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer on the east coast of Tasmania, Australia. Bot. Mar. **33**: 153-157.
- Taniguchi, K., Kito, H. and Akiyama, K. 1981. Morphological variation of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer I. On the difference of growth and morphological characteristics of two types at Matsushima Bay, Japan. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. **42**: 1-9.
- Zhang, D. M., Miao, G. R. and Pei, L. O. 1984. Studies on *Undaria pinnatifida*. Hydrobiologia **116/117**: 263-265.
- Zinova, E. S. 1954. Wodorosli Ochoskogo Mora. Trudy Bot. Ins. Akad. Nauk. SSR, Ser 2. **9**: 259-310.

## Brown, M. T. and Lamare, M. D. : ニュージーランド, チェマル港におけるワカメの分布

ニュージーランド, チェマル港におけるワカメの分布, 現存量, サイズ, 成熟状態を1989-90年の夏期に測定した。ワカメは港全体のさまざまな基質上に, 低潮線下5mまでの範囲で広く分布していた。最大密度は22個体/0.5m<sup>2</sup>であり, 港の多くの場所で水深に伴い減少した。個体群の大きさは港全体で70,000個体と見積もられた。港の入り口付近に生育する個体は港奥部のものに比べ大きく, また水深によっても大きさに若干の違いが見られた。測定時には90%以上の個体が成熟していた。測定期間中に藻体長は徐々に短くなり, 2月下旬には基部を残すのみとなった。個体群の大部分は夏の終わりには消滅した。(Botany Department, University of Otago, P.O. Box 56, Dunedin, New Zealand)



## 藻類の光合成色素の簡単な定性分析法

片山舒康\*・平田 徹\*\*・倉島 彰\*\*\*・太齋彰浩\*\*\*\*・横浜康継\*\*\*\*

\*東京学芸大学生物学科 (184 東京都小金井市貫井北町4-1-1)

\*\*山梨大学教育学部生物学教室 (400 山梨県甲府市武田4-4-37)

\*\*\*東京水産大学藻類学研究室 (108 東京都港区港南4-5-7)

\*\*\*\*筑波大学下田臨海実験センター (415 静岡県下田市5-10-1)

Katayama, N., Hirata, T., Kurashima, A., Dasai, A. and Yokohama, Y. 1994. A simplified procedure for qualitative analysis of photosynthetic pigments from algal materials. Jpn. J. Phycol. 42: 71-77.

Although thin-layer chromatography is a very convenient method for analysis of fat-soluble pigments such as chlorophylls and carotenoids, the procedure for preparing a pigment solution as a sample for chromatography has been rather complicated because of the necessity of transferring the pigments extracted in methanol or acetone to diethyl ether. In the present study, direct extraction of the pigments from a raw algal material by diethyl ether was examined in order to simplify the sample preparation procedure.

An adequate amount of plant materials, such as 3-4 cm<sup>2</sup> or 0.1-0.2 g algal fronds, was cut into small pieces with scissors. The frond pieces were ground in a mortar together with 0.2-0.3 g of dried silica gel powder, and the powder of the ground material and silica gel was then scraped out of the mortar and put into a disposable micro test tube of 2 ml in capacity. About 0.5 ml of diethyl ether was added, and the powder and ethyl ether in the test tube were mixed well. After letting the contents of the test tube settle for a few minutes, the upper ethyl ether layer was removed and was used as the sample for thin-layer chromatography.

In the case of the thin-layer chromatography of each pigment solution, a 20 × 20 cm Merck Silica Gel 60 plastic sheet, cut into 40 pieces of 1 × 10 cm, was used for thin-layer plates, and a test tube of 13 cm in length and 17.5 mm in diameter was used for a developing chamber. Almost all the major pigments from green, brown and red algae could be separated on this thin-layer plate using a mixture of petroleum ether (B. P. 30-60°C) and acetone in 7 : 3 (v/v) as a developing solvent.

The procedure devised in the present study is applicable to research work of algal taxonomists and biology laboratories at the secondary school level.

*Key Index Words:* brown algae—carotenoids—chlorophylls—extraction—green algae—red algae—thin-layer chromatography.

*Nobuyasu Katayama, Department of Biology, Tokyo Gakuei University, Koganei, Tokyo, 184 Japan; Tetsu Hirata, Department of Biology, Faculty of Education, Yamanashi University, Takeda 4-4-37, Kofu, Yamanashi, 400 Japan; Akira Kurashima, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan; Akihiro Dasai and Yasutsugu Yokohama, Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shimoda 5-10-1, Shizuoka, 415 Japan.*

藻類を含む光合成植物の高次分類群の名には色を表わす文字が多く使われていることから、植物体の色彩が光合成植物の重要な分類形質になっていることがうかがえる。実際、植物の体色を構成する光合成色素の組成は、光合成植物の門および綱レベルの分類群を

特徴づけ、また各綱内でほとんど変わらない安定した形質となっている。それゆえ、ある藻類の色素の分析は、その藻類の門あるいは綱レベルの分類群への帰属を決定する際の有力な手段となりうるはずである。ところが、操作が煩雑なために、藻類の色素の分析が分類学者自身によって行なわれることは、これまでほとんどなかった。

クロロフィルあるいはカロテノイドなどの脂溶性色素は、メタノールやアセトンなどの有機溶媒で簡単に

下田臨海実験センター業績 No. 566. 本研究は文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 課題番号 04305006 および一般研究 (B) 課題番号 05454600 による研究の一部である。

\* Correspondence.

抽出できるのだが、変性を避けるためにできるだけ光や酸素にさらさず、しかも低温で抽出・分離を行なうべきであるとされていた。このようなことが、多くの研究者にこれらの色素の分析を敬遠させていたように思われる。しかし、種々の緑藻の色素組成を調べてきた著者の一人横浜 (Yokohama *et al.* 1977, Kageyama and Yokohama 1978, Yokohama 1981, 1983, Yokohama *et al.* 1992) は、室内灯を点じた常温の室内で酸素を断つことなしに抽出その他の操作を行なって得た色素溶液を用いても、セルロースあるいはシリカゲル薄層クロマトグラフィーによる色素組成の判定にはほとんど支障のないことを知った。それでもなお、分離のよい薄層クロマトグラフィーのためには、煩雑な分液操作によって試料の色素溶液を得る必要があった。藻体からの色素の抽出は、水との親和性の大きいメタノールやアセトンなどを溶媒として用いて行なわれる。揮発性の高いエチルエーテルなどは水との親和性が極めて小さいために、これまで、水を含んだ植物体からの色素の抽出に直接用いられることはなかった。しかし、クロマトグラフィーを行なうためには、揮発性の高いエチルエーテルなどへ色素を移さなければならない。その操作が分液である。

最近になって、我々は、インスタント味噌汁の具などに使用されているホウレンソウやネギなどの凍結乾燥品からはエチルエーテルで色素を容易に抽出でき、またその抽出液を用いて良好なクロマトグラムが得られることを見いだした。そこで、試みにツバキの生葉を乾燥剤のシリカゲル粉末とともに磨砕した後にエチルエーテルを加えて攪拌したところ、かなり濃厚な色素溶液が得られ、これを直接試料としたシリカゲル薄層クロマトグラフィーの結果も従来の方法によって得られた色素溶液を試料とした場合と変わらないことが判明した。

本報文は、藻体、シリカゲル粉末およびエチルエーテルをできるだけ少量用いた色素の抽出法とその抽出液を用いた簡単なシリカゲル薄層クロマトグラフィーを紹介するものである。この方法は藻類の分類学を専攻する研究者に役立つばかりでなく、高校などの生徒実験にも容易に応用できるため、生物教育の改革に貢献しうるものと期待される。

## 材料および方法

本研究では手軽に入手できる肉眼的な海産の紅藻、褐藻および緑藻と、比較のために種子植物の緑葉を用

いたが、微細藻類では遠心分離後あるいはグラスファイバーフィルターで濾過した後に本方法による色素の抽出が可能である。紅藻はムカデノリ (*Grateloupia filicina*)、褐藻はアカモク (*Sargassum horneri*)、緑藻は浅所型のアナアオサ (*Ulva pertusa*) と深所型のサキブトミル (*Codium contractum*) を用いた。これらの海藻は静岡県下田市の鍋田湾で採集し、同湾に面した筑波大学下田臨海実験センターに運んで分析に供した。また、種子植物としてツバキ (*Camellia japonica*) の葉を同センター構内で採集して用いた。

実験に用いた器具は、1試料につき、ハサミ1、葉さじ大小各1、乳鉢および乳棒各1、プラスチック製のエッペンドルフ試験管(容量2ml)1、同試験管用スタンド(発泡スチロールなどに孔をあけた手製のもの)1、コマゴメピペット2、試験管(長さ13cm、外径17.5mm)とシリコン栓各1、試験管立て1、塩化ビニール毛細管\*1であり、薬品等は抽出溶媒としてのエチルエーテル、展開溶媒としての石油エーテル(沸点30-60°C)とアセトンの体積比7:3の混液および藻体の磨砕および脱水のための乾燥用シリカゲル粉末である(Fig. 1)。シリカゲル薄層プレートにはMerck社のSilica Gel 60プラスチックシートを用いた。このプレートは縦横それぞれ20cmの正方形であるが、これをガラス板の上に裏返して乗せ、カッターナイフで切り分けて使用した。実際に使用するプレート片は、高さを10cmとし、幅は同時に展開する試料数に合わせて変えたが、1試料のみを展開する場合は1cmとした。色素の展開はシリカゲルの塗布された方向に沿って行なったほうが良好な結果が得られるので、まず、1辺20cmのプレートをシリカゲル塗布方向に直交する線で二等分するように切断した後、目的に応じた幅の小片に切り分けるようにした。シリカゲルの塗布方向は、それに沿った両縁にのみ幅1mm足らずのシリカゲルの欠けた部分が見られることから判別される。プレート片を切り分ける作業は、1cm刻みの方眼紙を裏に貼ったガラス板を下敷きにするることによって、容易かつ正確に行なうことができる。なお、この作業に先立って10×20cmのプレートの長辺の一方から2cmの位置と他方から1cmの位置に鉛筆で薄く線を引いておくと、切断後の小プレートの原点と終点の目印となる。

\* 外径約3mm、内径約1mmの塩化ビニール毛細管を長さ10cmほどに切り、その中央をアルコールランプで熱して引き伸ばしたあとに水冷し、カッターナイフで切断して2本にしたものである。

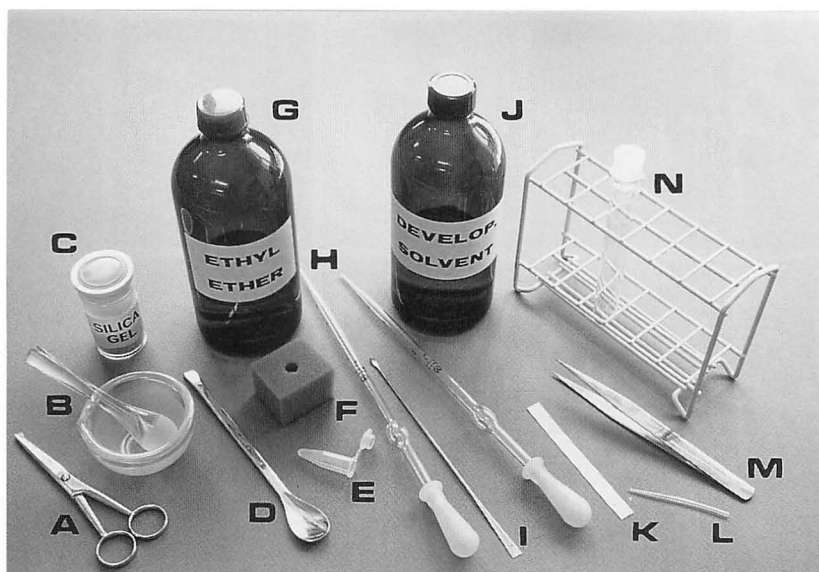


Fig. 1. A complete set of tools and reagents used in the extraction and thin-layer chromatography of pigments from plant material. A, scissors; B, mortar and pestle; C, powdered and dried silica gel; D, spoon; E, disposable plastic micro test tube; F, holder for the micro test tube; G, diethyl ether; H, pipettes; I, small spoon; J, developing solvent constituted of petroleum ether (30–60°C) and acetone (7 : 3, v/v); K, silica gel thin-layer plate of 10 cm × 1 cm cut from a plastic sheet of Merk Silica Gel 60 thin-layer plate of 20 cm × 20 cm; L, capillary tube of polyvinyl chloride resin; M, tweezers; N, test tube of 13 cm in length with silicone plug and test tube rack.

藻体の試料としては、アナアオサの場合 3–4 cm<sup>2</sup> の藻体片を切り取って用い、他の藻もこれに準じた量の藻体片を用いた。陸上植物のツバキの葉は、単位面積あたりの色素含量が多く、2 cm<sup>2</sup> ほどの葉片で十分であった。表面の海水をペーパータオルで除いた藻体片、あるいは葉片をはさみで刻んで乳鉢に入れ、0.2–0.3 g のシリカゲル粉末とともに磨砕した (Fig. 2 の 1–4)。ここで用いるシリカゲル粉末は、乾燥剤として用いる青色のシリカゲルビーズを卓上粉砕器あるいは大型の乳鉢で砕いてから電気乾燥器で十分乾燥させたものである。シリカゲル粉末は、試料の水分を除去する目的で使用したのであるが、試料の磨砕剤と磨砕した試料の回収を容易にする増量剤の役割も兼ねている。

磨砕した試料とシリカゲルの混合物を乳鉢の内面から薬さじで削り取って薬包紙の上に集めた後、プラスチック製のエッペンドルフ試験管に移し、エチルエーテル約 0.5 ml を加えて小薬さじでよく攪拌し、数分間放置した後生じてくる上清をクロマトグラフィーの試料として用いた (Fig. 2 の 5–11)。以上の抽出操作はおよそ 5 分ほどで完了する。上清の量および色素濃度は、用いた藻体片や葉片の色素含量およびシリカゲル粉末やエチルエーテルの量によってさまざまとなるが、濃度がかなり低い場合でも、原点への試料の滴下

を 10 回あるいは 20 回というように多数繰り返すことによって、十分な量の色素を原点に添着することができる。

薄層プレートの原点に試料を滴下する前に、展開槽に展開溶媒を注入しておき、あらかじめ展開槽内を展開溶媒の蒸気で飽和させておいた。これは、色素の分離のよいクロマトグラムを得るためである。10 cm × 1 cm のプレート片を用いる場合、展開槽には長さ 13 cm、外径 17.5 mm の試験管を用い、これにあらかじめ約 0.5 ml の展開溶媒を注入し、シリコン栓で密閉しておく。プレートの下から 2 cm の位置を原点とし、そこへ塩化ビニール毛細管で試料を滴下し、ただちにプレートを展開槽内の壁に立てかけた (Fig. 2 の 12–15)。この時、プレートの上端をピンセットでつまんで、展開槽内の展開溶媒の液面にプレート片の下端が達したあたりでピンセットから放すようにした (Fig. 2 の 14)。プレート片を高い位置から落下させると、展開溶媒の液面が乱れて、展開初期に溶媒前線が斜めとなり、各色素の展開像が傾くことが多いからである。溶媒前線がプレートの上端から 1 cm の位置に達したときにプレートを展開槽から取り出すようにしたが、それまでに要する展開時間は、室温により多少異なったが、15 から 18 分であった。

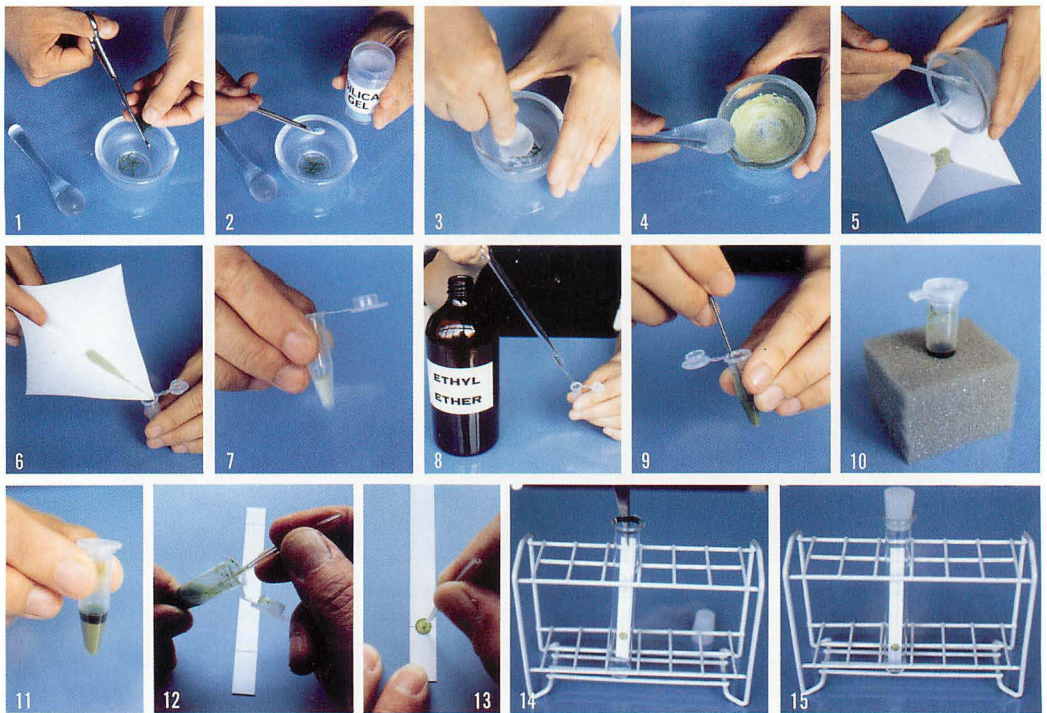


Fig. 2. Procedures of the extraction and thin-layer chromatography of pigments from plant material. (1) A frond piece with the excess seawater wiped off with tissue paper is cut into small pieces and put into a mortar. (2) Dried silica gel powder of 0.2–0.3 g is added in the mortar. (3–4) Frond pieces are ground up together with silica gel powder. (5) The powder of the ground material and silica gel is scraped out of the mortar using a spoon and put on a powder paper. (6–7) The powder is then put into a disposable micro test tube. (8) Diethyl ether of about 0.5 ml is poured into the micro test tube. (9) The powder and diethyl ether are mixed well using a small spoon. (10–11) The micro test tube is left to stand in a holder for a few minutes, and the contents separate into two layers. (12–13) A small volume of the upper layer, the ethyl ether layer, is repeatedly put on the point marked on the thin-layer plate 2 cm far from the lower end using a capillary tube. (14–15) The thin-layer plate is put into a test tube containing the developing solvent of about 0.5 ml, and the test tube is sealed by a silicone plug.

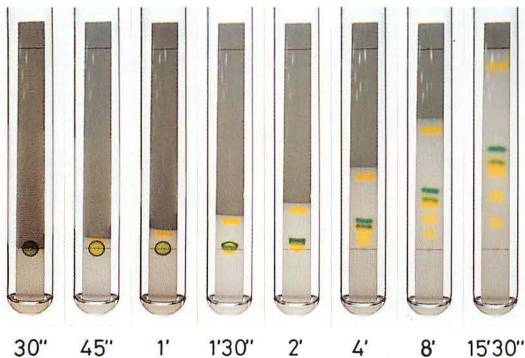


Fig. 3. The time course in the development of pigments from *Ulva pertusa* on a silica gel thin-layer plate. The number on the foot of each test tube indicates the time since the plate was put into the test tube. The temperature was about 20°C.

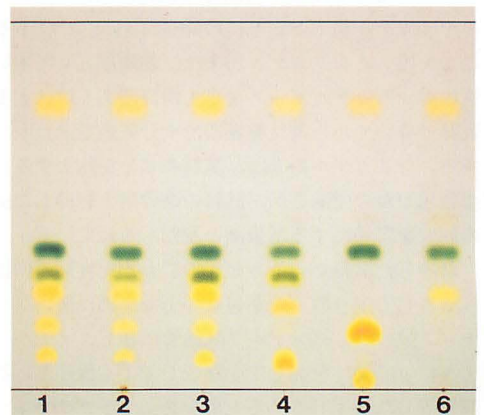


Fig. 4. Silica gel thin-layer chromatograms of pigments extracted by the ordinary method from a terrestrial plant *Camellia japonica* (1) and those extracted with the simplified procedure from *Camellia japonica* (2), a shallow-water type green alga *Ulva pertusa* (3), a deep-water type green alga *Codium contractum* (4), a brown alga *Sargassum horneri* (5) and a red alga *Grateloupia filicina* (6).

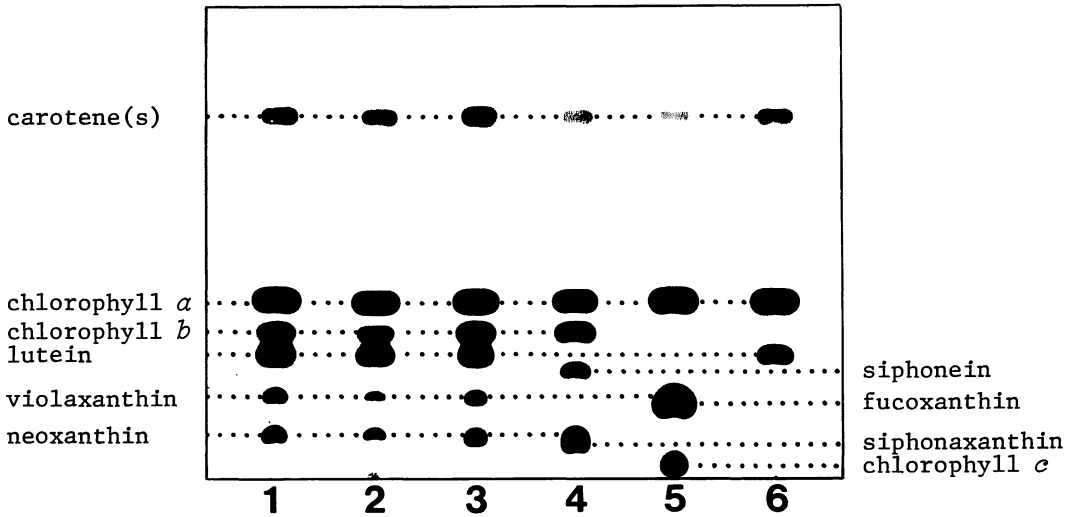


Fig. 5. A positive picture printed from a negative film on which the thin-layer chromatograms shown in Fig. 4 were printed. For other explanations, see Fig. 4.

以上のような簡便法によって調製した試料によるクロマトグラフィーの結果を著者らが従来用いていた方法 (Yokohama *et al.* 1977, Kageyama and Yokohama 1978, Yokohama 1981, 1983, Yokohama *et al.* 1992) による結果と比較するため、弱光下での氷冷したメタノールによる抽出とそれに続く分液によって得たツバキの緑葉の色素のエチルエーテル溶液も用いてクロマトグラフィーを行なった。

クロマトグラムはリバーサルフィルムによるカラー写真またはサクラグラフィックアートフィルムによるモノクロ画像として記録した。カラー写真として記録する場合には、蛍光灯を光源としたライトボックスに展開の終わったプレートを乗せ、ライトボックスの余白部分を黒ラシャ紙で覆い、カメラの絞りを露出計の指示より2段階開いて接写した。また、モノクロ画像にして記録する場合には、プレートのシリカゲル膜面を下向きに乗せて露光したサクラグラフィックアートフィルムを現像して、これをネガとして印画紙に焼き付けた。

## 結 果

アナアオサの藻体片から簡便法によって得られた色素のエチルエーテル溶液を試料とし、10 cm × 1 cm のシリカゲル薄層プレート片上で、石油エーテルとアセトンの 7:3 (v/v) 混液を展開溶媒として用いたクロマトグラフィーにおける色素の展開の様子を経時的に追

った結果を Fig. 3 に示す。展開時の室温はおよそ 20°C であったが、プレート片の下端を展開溶媒に浸してから15分30秒で上端から 1 cm の位置に溶媒前線の達したことがわかる。また、原点と溶媒前線との間の 7 cm の展開区間に上から黄色のカロテン、青緑色のクロロフィル a、黄緑色のクロロフィル b、黄色のルテイン、ビオラキサンチン、ネオキササンチンの少なくとも 6 種の色素の分離していることが認められる。なお、図には明瞭でないが、これらのほカルテインとビオラキサンチンの間にアンテラキサンチンのごく薄いスポットが認められた。

ツバキの緑葉から従来の方法で得られた色素のエチルエーテル溶液と、ツバキの緑葉、アナアオサ (浅所型緑藻)、サキプトミル (深所型緑藻)、アカモク (褐藻) およびムカデノリ (紅藻) の 5 種の材料から簡便法で得られた色素のエチルエーテル溶液を試料として、同一のシリカゲル薄層プレート上で展開して得られたクロマトグラムのカラー写真を Fig. 4 に、モノクロ画像を Fig. 5 に示す。ツバキの緑葉から従来の方法によって得られた試料と簡便法によって得られた試料との間には、クロマトグラムに明瞭な差は認められないことがわかる (Fig. 4 の 1, 2)。また、浅所型緑藻アナアオサのクロマトグラム (Fig. 4 の 3) はツバキの緑葉のもの (Fig. 4 の 2) と同一であるのに対して、深所型緑藻サキプトミルのクロマトグラム (Fig. 4 の 4) はツバキやアナアオサと異なっており、ルテインとビオラキサンチンをほとんど欠き、橙色に近いシホネイン

とシホナキサンチンのスポットが認められる (Fig. 5 の 1-4)。褐藻アカモクのクロマトグラム (Fig. 4 の 5, Fig. 5 の 5) はクロロフィル *b* を欠き、原点のすぐ上にクロロフィル *c* の緑黄色のスポットが認められる。橙色に近い濃厚なスポットは褐藻の主要なキサントフィルであるフコキサンチンである。その上部に接してピオラキサンチンのスポットが存在しているが、判別は困難である。しかし、展開後のプレートを塩酸の蒸気にさらしたり空气中に放置したりすると、ピオラキサンチンは青色に変化することから、その存在を知ることができる。紅藻ムカデノリの場合 (Fig. 4 の 6) は、カロテンおよびクロロフィル *a* 以外にクロマトグラム上に認められる色素はルテインだけである (Fig. 5 の 6)。紅藻はこれらのほか、赤色のフィコエリトリンと青色のフィコシアニンおよびアロフィコシアニンを含有しているが、それらは有機溶媒に溶けない色素たんぱく質であるため、クロマトグラム上には現われない。クロマトグラム上のクロロフィルおよびカロテノイドのスポットは、常温下で空气中にさらしておくとき急速に褪色するが、プレートをポリ袋に入れて冷凍庫内に保存したところ、1年を経過しても褪色はほとんど認められなかった。

## 考 察

5分以内に抽出が終了するという今回開発した極めて簡単な方法で、ツバキの緑葉から調製した色素溶液を試料としたシリカゲル薄層クロマトグラムは、従来の煩雑な方法で調製した色素溶液を試料としたものと差は認められなかった (Fig. 4)。浅所型緑藻および深所型緑藻の色素のクロマトグラムも著者らによる従来の結果と全く同じであった。また、褐藻および紅藻のクロマトグラムにおいても、従来知られている主要な色素はすべて明瞭に認められた。従って、本方法は藻類の分類のための主要色素の分析に適していると言えよう。更に、クロマトグラムを Fig. 5 のようにモノクロ画像として記録する方法は、大量のクロマトグラムを短時間で記録し、保存する安価で簡便な方法と言える。

高等学校生物のほとんどの教科書に、ペーパークロマトグラフィーによる緑葉の色素の分析法が実験項目として載っている。しかし、いずれの方法でも教科書に図示されているような鮮明なクロマトグラムはとうてい得られない。それゆえ、その実験の結果は生徒に失望感を与え、ひいては生物学さらには科学全般に対

する不信感を招きかねない。本論文で報告した方法は、現在の高校の授業で採用されているどの方法よりも簡便である。更に、この方法によって得られるクロマトグラムは、ペーパークロマトグラフィーのものとは比較にならないくらい鮮明である。

現行の高校の授業のように色素分析の対象を陸上植物の緑葉に限れば、インスタント味噌汁の具になっているハウレンソウなどの凍結乾燥品を利用するのが最も簡便な方法となる。しかし、陸上植物は多様な光合成植物の中の緑色植物門の一部を占めているにすぎない。光合成植物の多様性を理解するためにも藻類の色素の分析はきわめて効果的であるといえる。本研究で用いたような海藻類の紅藻、褐藻、浅所型および深所型緑藻と陸上植物の緑葉とで色素組成を比較すると、浅所型緑藻のみが陸上植物と全く同一であることがわかり、陸上植物の祖先が浅所型緑藻であったことが容易に納得できる。Barghoorn and Schopf (1965) によれば、緑藻は10億年前には出現していたとされるが、Berkner and Marshall (1965) によって約6億年前までは致死量の紫外線が水深 5-10 m まで到達していたとされているので、約6億年前まで緑藻はすべてシホナキサンチンを含有する深所型であったと考えられる (横浜 1981, 1982a, 1982b, 1985, Yokohama *et al.* 1992)。つまり、シホナキサンチンやシホネインという光合成色素を含まない鮮緑色の浅所型緑藻は、約6億年前以後に深所型緑藻の子孫として出現したということになる。さらに約4億年前に浅所型緑藻が上陸して陸上植物になったために、陸上植物の葉はすべて緑色であり、浅所型緑藻と同一の色素組成を有するものと理解されるのである。

Fig. 4 および Fig. 5 に示した海藻4種と陸上植物1種のクロマトグラムについて言えば、約6億年以上前に存在していたのは右側の3つのタイプつまり紅藻、褐藻および深所型緑藻に見られるものだけということになる。深所に卓越する緑色光を捕獲する光合成色素として、紅藻はフィコエリトリンを褐藻はフコキサンチンをそれぞれ含有している。赤色の色素たんぱく質であるフィコエリトリンは有機溶媒に溶出しないため、これが紅藻のクロマトグラム上に現われることなく残渣中に残る。色素を抽出した後の小試験管内の残渣が赤く着色していることから、それは理解されるであろう。褐藻のキサントフィルであるフコキサンチンは、クロマトグラム上に極めて濃厚な橙黄色のスポットを形成している。遊離状態では450 nm 付近の青色光を吸収するこの色素は、生体内ではたんぱく質と

結合して 540 nm 付近の緑色光を吸収する状態で存在していることが確認されている (Anderson and Barret 1979)。ただ、フコキサンチンの結合したたんぱく質は他にクロロフィル *a* および *c* の分子とも結合した色素たんぱく質複合体としてのみ得られるため、生体内のフコキサンチンの呈する色は確認できない。

深所型緑藻を特徴づけるキサントフィルであるシホナキサンチンも、そのエステルであるシホネインとともに、褐藻のフコキサンチンと全く同様な色調の橙色のスポットをクロマトグラム上に形成する。遊離のときには 450 nm 付近に吸収極大を有するこれらの色素が生体内では 540 nm 付近に吸収極大を有する状態で存在し、緑色光を捕獲する光合成色素として機能していることは、横浜とその共同研究者によって見いだされた (Yokohama *et al.* 1977, Kageyama *et al.* 1977, Kageyama and Yokohama 1978)。その後、シホナキサンチンがクロロフィル *a* および *b* とともにたんぱく質に結合した色素たんぱく質複合体が単離されるなど、他の研究者 (Anderson 1983, 三室ら 1991) による知見をあわせて、シホナキサンチンとシホネインが、褐藻のフコキサンチンときわめてよく似た挙動を示すと考えられるようになった。しかし、深所型緑藻は褐色を呈することはなく、それらの多くは海松 (みる) 色と呼ばれるオリーブグリーンに近い褐色がかかった暗い緑色を呈するにとどまっている。これは、褐藻の場合、フコキサンチンが分子比でクロロフィル *a* の 60% 前後も含まれているうえ、クロロフィル *c* が黄色に近い色彩を呈するのに対して、深所型緑藻の場合には、シホナキサンチンの量あるいはシホナキサンチンとシホネインの総量がクロロフィル *a* の 30% 前後しかないうえ、緑色を呈するクロロフィル *b* がクロロフィル *a* に近い量で存在しているためと考えられる。

陸上の光合成植物の葉が全て緑色であるのに対して藻類の体色が多様であることを認識することは、現在深刻化しつつあるオゾン層の破壊という地球規模での環境問題の本質を理解することにつながる。原始大気中に存在しなかった分子状酸素が海中の藻類の光合成によって大気中に蓄積し、その結果形成されたオゾン層の紫外線遮蔽効果が藻類自身の浅所化とそれに引き続く上陸を可能にしたのであり、浅所化の過程で暗緑色の深所型緑藻から陸上植物の祖先となる鮮緑色の浅所型緑藻が出現したと考えられるからである。本報文が基礎的な藻類の分類学的研究とともに、生物教育お

よび環境教育に役立てられれば幸いである。

## 引用文献

- 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.
- Anderson, J. M. and Barret, J. 1979. Chlorophyll-protein complexes of brown algae: P700 reaction centre and light-harvesting complexes. *Chiva Foundation Symp.* **61**, Chlorophyll organization and energy transfer in photosynthesis, 81-104.
- Barghoorn, E. S. and Schopf, J. W. 1965. Microorganisms from the late Precambrian of Central Australia. *Science, N.Y.* **150**: 337-339.
- Berkner, 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.
- 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.
- Kageyama, A. and Yokohama, Y. 1978. The function of siphonin in a siphonous green alga *Dichotomosiphon tuberosus*. *Jpn. J. Phycol.* **26**: 151-155.
- 三室 守・伊藤 繁・岩城雅代. 1991. 光化学と分光計測. 第11講 生体系における光化学過程. 分光研究 **40**: 302-315.
- Yokohama, Y. 1981. Distribution of the green light-absorbing pigments siphonaxanthin and siphonin in marine green algae. *Bot. Mar.* **24**: 637-640.
- 横浜康繼 1981. 海産緑藻における緑色光吸収色素, その生態的意義と系統的意義. *藻類* **29**: 209-222.
- 横浜康繼 1982a. 海藻の謎. 三省堂, 東京.
- 横浜康繼 1982b. 海産緑藻におけるルテインとその誘導体の分布. *藻類* **30**: 311-317.
- Yokohama, Y. 1983. A xanthophyll characteristic of deep-water green algae lacking siphonaxanthin. *Bot. Mar.* **26**: 45-48.
- 横浜康繼 1985. 海の中の森の生態. 講談社, 東京.
- 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.
- Yokohama, Y., Hirata, T., Misonou, T., Tanaka, J. and Yokochi, H. 1992. Distribution of green light-harvesting pigments, siphonaxanthin and siphonin, and their precursors in marine green algae. *Jpn. J. Phycol.* **40**: 25-31.

(Received November 17, 1993; Accepted January 6, 1994)





川嶋昭二：外国産コンブ目植物の漂着記録（7）チシマネコアシコンブについて

Shoji Kawashima: Drifting records of alien species of the Laminariales (7)

*Arthrothamnus kurilensis* Ruprecht

*Key Index Words:* *Arthrothamnus kurilensis*—drifting records—Phaeophyta.  
Shoji Kawashima, Hiyoshicho 4-29-15, Hakodate, Hokkaido, 041 Japan

(8) *Arthrothamnus kurilensis* Ruprecht チシマネコアシコンブ

ネコアシコンブ属 (*Arthrothamnus*) の孢子子体 (以下習慣に従って葉体と称する) は発芽当初単葉であるが、やがてその葉の基部両縁に形成される耳形体から1枚ずつ、計2枚の新しい葉を生じ、その後古い葉は基部から脱落する (宮部 1902)。葉体は多年生で、新葉形成は原則として毎年1回すべての葉で起こるので、年を重ねるにつれて大きな叢体に発達する。

ネコアシコンブ属にはアリューシャン列島から北海道釧路付近までの北太平洋に広く分布するネコアシコンブ (*A. bifidus*) と、千島列島のシムシル島、ウルップ島、エトロフ島やサハリン島南端のクリリオン (西能登呂) 岬西岸などの比較的狭い海域から知られているチシマネコアシコンブ (*A. kurilensis*) の2種類がある (Nagai 1940, Tokida 1954)。前者は茎が短く扁平で、その両縁から出る短い根で横臥するように基物に着生するが、後者の茎は円柱状で長く、その下端から繊維状根を輪生し、直立して基物に着生する点で区別される (宮部1902, Nagai 1940)。

チシマネコアシコンブの漂着物については既に赤池 (1992) が1991年4月24日にオホーツク海の雄武 (おおむ) 沖北東約 50 km 地点で網にかかった11年目および12年目と推定される古い葉体を紹介し、恐らくこれはサハリン島クリリオン岬付近から流れてきたものであろうと述べている。

ここに記述するチシマネコアシコンブは著者 (川嶋 1989) が既に本学会第13回大会において発表し、多少の見解を述べたものである。葉体は1987年6月15日にオホーツク海沿岸の網走港北東 7 km 付近の海上で漁業用標識竿に絡み付いていたオニワカメ (*Alaria fistulosa*) やスジメ (*Costaria costata*) と一緒に発見された。これらの漂着物は 18 cm×10 cm (厚さ 5 mm) の錆びた鉄板に互いに根を絡み合って着生していたもので、チシマネコアシコンブは全部で9個体あり、その

うち2個体は1枚の旧葉と2枚の新葉を持つが、他の7個体は単葉のみで再生したものであった。前者の2個体は大きさが多少違うが形態的にはほとんど同じなので、Fig. 1にはその大きな方だけを示した。また後者は全長 8 cm から 146 cm まで大小様々の葉体があるが、Fig. 2にはそのうち破損の激しい1個体を除く



Fig. 1. Driftage of *Arthrothamnus kurilensis* Ruprecht, with a pair of new blades issued from auricles of an old blade. It was entangled on a fishing pole set together with 8 other plants, about 7 km NE off Abashiri harbor, on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido. Collected on June 15, 1987 by Y. Nishihama.

6 個体を示した。

Fig. 1 に示した葉体は基部に短くて硬い繊維状根からなる付着器を持ち、それから出る茎は直立し、ほぼ円柱状で硬い。また、中央の旧葉と、その基部両側の耳形体から出た新葉はいずれも幅が約 4 cm で線状を呈し、旧葉のほぼ全長と新葉の長い方 (Fig. 1 の左側) の先端約 3 分の 1 には径 1 cm ほどの凹凸紋が 2 列に連なっている。色は基部で濃い黒褐色を呈するが上部は黄褐色である。

次に、Fig. 2 に示した単葉の 6 個体は大小の差こそあれ、どれも根枝は短く分岐も 1—2 回と少ないが、大きな葉体では太さは 2—3 mm あり硬い。茎は直立し、円柱状かやや偏圧して硬い。葉は明らかにコンブ属 (*Laminaria*) と同様に再生して、a, b, e, f の葉体には旧葉が未だ残り、特に e 以外の 3 個体ではやや幅広い長倒披針状の新葉とその先端に残る線状の旧葉が明瞭に区別できる。また、c, d は旧葉が既に脱落した葉体である。

これらのどの葉体も新旧両葉にわたって 2 列の凹凸

紋が形成されているが、大きな葉体の旧葉では径 5 mm くらいの円形であるのに、新葉では長径 15—20 mm もある楕円形あるいは馬蹄形状になり、周辺にしわができるなどその形が複雑になる。このような凹凸紋はネコアシコンブ属の中でも葉幅の比較的広い葉に特有のものであり、コンブ属では全く見られない特徴である。

単葉の葉体で耳形体が認められたのは新葉部の長さが 96 cm の最も大きな葉体だけで、しかもそれはまだ小突起状の耳形体の始原という程度のものであった (Fig. 2, a)。ネコアシコンブ属の中でもネコアシコンブでは川嶋 (1989) が写真で示しているように葉長 20 cm ほどの若い葉体の時から耳形体が大きく発達することと比較するとこれは大きな違いであると言える。Tokida (1937) の示したチシマネコアシコンブの若い葉体の写真や、彼の採集した標本 (北海道大学水産学部所蔵) でも耳形体は全く形成されていない。

上に述べたような漂着海藻のうち Fig. 1 に示した葉体はその形態、特に茎が直立する点から明らかにチン

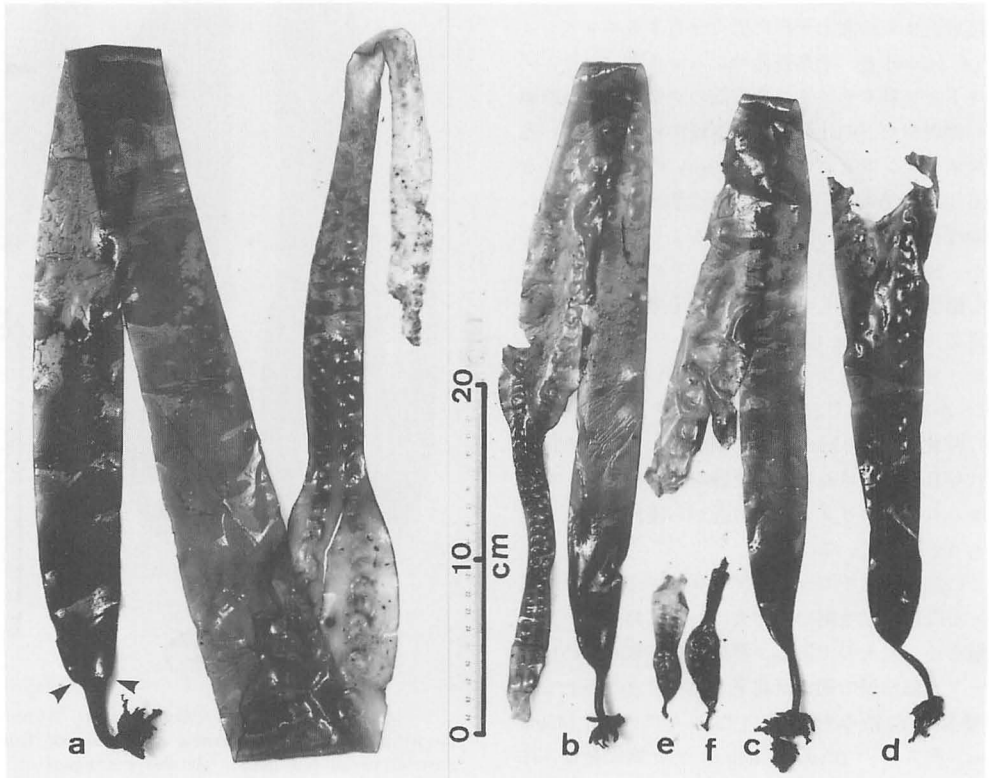


Fig. 2. Single-stripe driftage of *Arthrothamnus kurilensis* Ruprecht. One new blade issued not from auricles but from the proximal part of each old blade. a, b, e, f: frond with the remnant old blade at the top. c, d: frond losing the old blade. Collecting data are the same as in Fig. 1. Arrowhead indicates origin of auricle.

マネコアシコンブであると判断できる。また、Fig. 2 に示した6個の単葉体はコンブ属のようにも見えるが、上に述べたように葉面上の特徴的凹凸紋と、耳形体の始原が認められる葉体があることからこれは明らかにネコアシコンブ属に属し、しかも耳形体がかなり遅くなってから形成され始めること、茎はほぼ円柱状で直立していること、また根枝の発達は悪いが太くて硬いことなどから見てチシマネコアシコンブと同定できる。

これらの漂着物は発見海域のオホーツク海を流れる対馬暖流の経路から見てサハリン島南西端のクリリオン岬付近に設置された鉄製海中構造物からはがれ落ちて流れ着いたと考えるのが至当であろう。このほかに千島列島の生育地から漂着した可能性もあるが、網走水産試験場の大槻知寛氏の教示によればその確率は低いという。

この漂着物はチシマネコアシコンブについていくつかの未解決の問題があることを示唆している。Tokida (1937) はクリリオン岬付近の若い初期葉 (young primary lamina) とそれから生じた新葉 (new laminae) は掌状を呈することを報告している。しかし、ここに紹介した Fig. 1 の葉は線状であり、Tokida のいう掌状葉とは形態的に著しい相違がある。したがって、これら2つのタイプの葉体がクリリオン岬地方のみならず他の分布域にも生育するかどうか、またその形態の違いを引き起こす原因を明らかにすることは単にネコアシコンブ属内の形態変異だけでなく、これと近縁の *Thalassiophyllum* や *Hedophyllum* との類縁を考えるのにも役立つ重要な研究課題であろう。

ネコアシコンブ属の新葉形成法は頭初に述べたが、Fig. 2 に示したようにコンブ属と同じ単葉のままでの

再生も起こることが初めて明らかになった。これは初期 (1年目) の単葉に何らかの原因で新葉形成期までに耳形体が出来なかったために、葉基部全体で介生成長が活発に進行し、いわゆる突きだしと呼ばれる再生を行なうものであろう。このようにネコアシコンブ属としての正常な新葉形成を抑制し、コンブ属と同じ再生手段を促す原因は何であろうか。このことが解明されればコンブ目植物の成長が何によって制御されているかという問題や、属間の系統関係を理解する一つの手だてになるであろう。

漂着物と採集時の情報を提供下さった西浜雄二博士、ならびにオホーツク海の海流について意見を頂いた大槻知寛氏に感謝する。

## 文 献

- 赤池章一 1992. オホーツク海で採集されたサハリン産コンブについて. 北水試だより (16): 32-33.
- 川嶋昭二 1989. ネコアシコンブ属 (*Arthrothamnus*, Laminariales) 2種の葉の形態、特に幼体と成体における変化について. 日本藻類学会第13回大会講演要旨, 藻類 37: 73.
- 川嶋昭二 1989. 日本産コンブ類図鑑. 北日本海洋センター, 札幌.
- 宮部金吾 1902. 昆布科. p. 1-60. 北海道水産調査報告巻之三, 昆布採集業, 北海道殖民部水産課.
- Nagai, M. 1940. Marine algae of the Kurile Islands I. J. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ. 46 (1): 1-137.
- Tokida, J. 1937. On the juvenile thallus and the renovation of lamina of *Arthrothamnus kurilensis* Rupr., Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. XV (2): 60-66.
- Tokida, J. 1954. Marine algae of Southern Saghalien. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 2 (1): 1-264. (041 函館市日吉町4-29-15)

(Received September 6, 1993; Accepted January 10, 1994)



総 説

紅藻スサビノリ (*Porphyra yezoensis* Ueda) における色素変異型のメンデル遺伝

三浦昭雄\*・高木 優\*\*

\*青森大学工学部 (030 青森市幸畑2-3-1)

\*\*工業技術院生命工学工業技術研究所 (305 つくば市東1-1)

Miura, A. and Ohme-Takagi, M. 1994. Mendelian inheritance of pigmentation mutant types in *Porphyra yezoensis* (Bangiaceae, Rhodophyta). Jpn. J. Phycol. 42: 83–101.

Sectorially variegated chimeric foliose thalli (gametophyte) composed of a red-type sector and a wild-type sector, and a green-type sector and a wild-type sector were collected from cultivated *Porphyra yezoensis* populations in Tokyo Bay in 1973 and 1974, respectively, for the first time. The red-type and the green-type strains were isolated from the red-type and the green-type sector, respectively. For genetic analyses of those mutant-types, cross experiments were performed between the mutant-type and the wild-type, and between the two mutant-types. *P. yezoensis* is monoecious and therefore can both self and outcross, thus producing homozygous and heterozygous F<sub>1</sub> conchocelis (sporophyte) in a cross experiment. In the crosses of the mutant-type with the wild-type only single-colored F<sub>1</sub> foliose thalli of the maternal color-type were produced from homozygous F<sub>1</sub> conchocelis, while from heterozygous F<sub>1</sub> conchocelis were produced a large number of chimeric F<sub>1</sub> foliose thalli composed of four, three or two sectors of the maternal and the paternal color-type in addition to single-colored F<sub>1</sub> foliose thalli of the maternal or the paternal color-type. In the crosses between the mutant-types, on the other hand, only a few F<sub>1</sub> foliose thalli of the maternal color-type were produced from homozygous F<sub>1</sub> conchocelis, while from heterozygous F<sub>1</sub> conchocelis were produced a large number of chimeric F<sub>1</sub> foliose thalli composed of four, three or two sectors of the parental and the non-parental color-type in addition to a few single-colored F<sub>1</sub> foliose thalli of the parental or the nonparental color-types. To clarify the mechanism of the formation of chimeric foliose thalli, the germination process of a specified conchospore was pursued with time lapse by using the color-type as a marker. As the result, it became clear that each sector of a chimeric foliose thallus originated from the respective cell of the four-, three-, or two-cell germling of the conchospore. Thus, the four-cell germling of a conchospore is considered to be equivalent to the ordered tetrad as in fungi *Neurospora*. Accordingly, various types of chimeric foliose thalli corresponded to the tetrad types, and they could be identified with the ordered tetrad types. Three-cell germlings of the conchospore are considered to be modified cases of the four-cell germling in which the basal cell of the germling ceased further cell division at the two-cell stage. Tetrad analyses were carried out using frequencies of the first division segregation pattern and the second division segregation pattern in chimeric foliose thalli obtained in the crosses between the mutant-type and the wild-type, and using frequencies of the parental ditype (PD), nonparental ditype (NPD) and tetratype (T) in chimeric foliose thalli obtained in the crosses between mutant-types. The red-type as well as the green-type is governed by a single recessive allele. The red-type and the green-type genes are situated at different loci on the same chromosome and they constitute a linkage group. The heterozygous conchocelis filaments obtained in the crosses between the mutant-type and the wild-type are considered to be monohybrid, and those obtained in the crosses between the mutant-types to be dihybrid. The recombination value was 17.9 between the red-type gene and the centromere, 15.8 between the green-type gene and the centromere, and 36.4 between the red-type gene and the green-type gene. The genetics of the pigmentation mutants mentioned above proves that meiosis occurs during conchospore germination in *P. yezoensis*. In addition, the life cycle of *P. yezoensis* is recognized as unusual one among Rhodophyta, because the conchospore is diploid and conchospores from heterozygous conchocelis produce chimeric foliose thalli after the meiosis that takes place during germination.

*Key Index Words:* Chimera—conchospore—dihybrid—life cycle—Mendelian inheritance—monohybrid—ordered tetrad—*Porphyra yezoensis*—pigmentation mutant—tetrad analysis  
Akio Miura, Faculty of Engineering, Aomori University, Kobata 2-3-1, Aomori-shi, 030 Japan  
Masaru Ohme-Takagi, National Institute of Bioscience and Human Technology, Higashi 1-1, Tsukuba-shi, 305 Japan

## 1. はじめに

スサビノリは、栽培ノリの最も代表的な種である (Miura 1988)。その栽培集団のなかから赤色型区分をもつ区分状斑入りキメラ葉状体 (図1, 図3) が1973年に、続いて緑色型区分をもつものが1974年にそれぞれ初めて発見採集された。それらの各区分から赤色型系統, 緑色型系統, および野生型系統を分離し, それらの株の保存, 維持に成功した (Miura 1975, 三浦 1975, 高原他1976)。これらの色素変異型の遺伝子分析を行った (三浦・国藤 1980, Miura 1985) ことが以下に述べる結果を得る研究の始まりであった。

スサビノリの生活環は葉状体である配偶体の世代と糸状体である胞子体の世代との間で規則正しい世代交代が行われて完結されている。葉状体は巨視的で1倍体であるのに対して, 糸状体は微視的で2倍体である (堀 1993)。従来, アマノリ属の減数分裂は, 糸状体に形成される殻胞子の形成時に起こるものと推定されていた (Migita 1967, Giraud et Magne 1968, Kito 1967, 1974, 1978)。しかし, 本研究の結果, スサビノリでは, 減数分裂は殻胞子の発芽時に起こることが遺伝学的に明らかにされ, そのことによって区分状斑入りキメラ葉状体が生じることがわかった (Ohme and Miura 1988, 大目 1989, 三浦 1990a)。

また, 自然突然変異型である赤色型と緑色型は, 単一の, 劣性の対立遺伝子によって支配されていること, 赤色型遺伝子と緑色型遺伝子は, 同一連鎖群に属する非対立遺伝子であること, したがって赤色型および緑色型と野生型との雑種は一遺伝子雑種であり, 赤色型と緑色型との雑種は二遺伝子雑種であることなどがわかった (Ohme and Miura 1988)。

この総説では, 野生型と赤色型と緑色型と黄色型だけについて述べるが, この他に明赤色型, 明緑色型, 明黄色型, 紫色型, 橙色型も分離されている。これらの色彩型はいずれもメンデル遺伝によって伝達されることが確められている (Miura 1985, Niwa *et al.* 1993)。

上述の事項について以下に述べることにする。

## 2. 材料と方法

### 1) 材料

赤色型の系統 (F-6) は千葉県富津市の新富津漁業協同組合のノリ栽培漁場における栽培集団の中から赤色型の一色彩型葉状体の特定の個体を選択し, その個体から果胞子をとって糸状体を培養して保存されていた

ものである (三浦 1975, Miura 1975)。一方, 緑色型の系統 (C-0 giant) は, 同様に同じノリ栽培漁場で採集された緑色型区分を持つ区分状斑入りキメラ葉状体の緑色型区分から果胞子をとって育成した。その緑色型の一色彩型葉状体の中から特定の個体を選択し, その個体からさらにもう一度果胞子をとって糸状体を培養して保存されていたものである (高原他 1976)。野生型の系統 (U-51) は, 千葉県木更津市牛込漁業協同組合のノリ栽培漁場における栽培集団の中から選択された野生型の葉状体の特定の個体から果胞子をとって糸状体を培養して保存されていたものである (Ohme *et al.* 1986)。なお, これらの系統の株はいずれも東京水産大学藻類増殖学講座の研究室に保存されていた。

赤色型, 緑色型および野生型については, これらの葉状体と糸状体の生体吸光スペクトルと色素含量の差異が明らかにされている (Kikuchi *et al.* 1979, Aruga and Miura 1984, Niwa *et al.* 1993)。野生型に対して赤色型はフィコエリスリンの質的な遺伝変異であり, 緑色型はフィコエリスリンが少ない量的な遺伝変異であることが報告されている。

### 2) 方法

培養方法と交雑実験の方法については高原他 (1976), 三浦 (1990a) および三浦他 (1992) に詳しく述べられている。交雑実験の操作の手順は, 結果とともに, 緑色型と野生型との交雑の場合については図2に, 赤色型と緑色型との交雑の場合については図5に示した。

保存されている赤色型, 緑色型および野生型系統の糸状体から交雑に用いる母本および父本とする葉状体を育成する。交雑は, 交雑組合せにしたがって, それぞれの色彩型の成熟前の葉状体の上部縁辺部分から  $2 \times 2$  cm ぐらいの小葉片各1片を切りとる。切りとった各小葉片は 300 ml 容の三角フラスコに収容し, 果胞子が形成されるまで培養する。成熟すれば, 葉片は崩壊してくるので成熟の度合は容易にわかる。葉片が崩壊しはじめたら, 葉片を取り出して, 葉片ごとに乳鉢で搗潰して濾過しその沈澱物 (果胞子) をピペットで吸いとりて試験管に注入する。果胞子の培養開始から30-40日後には試験管の壁面に糸状体のコロニーが肉眼視されるようになる。この1代目の糸状体すなわち  $F_1$  糸状体は, 果胞子を植え付けてから約40日後には, 径 3-5 mm のコロニーに生長し, 色彩型がわかるようになる。色彩型が識別できるようになったらコロニーを色彩型ごとに, また1つのコロニーごとに三角フラスコに収容し, 培養を続ける。この  $F_1$  糸状体に

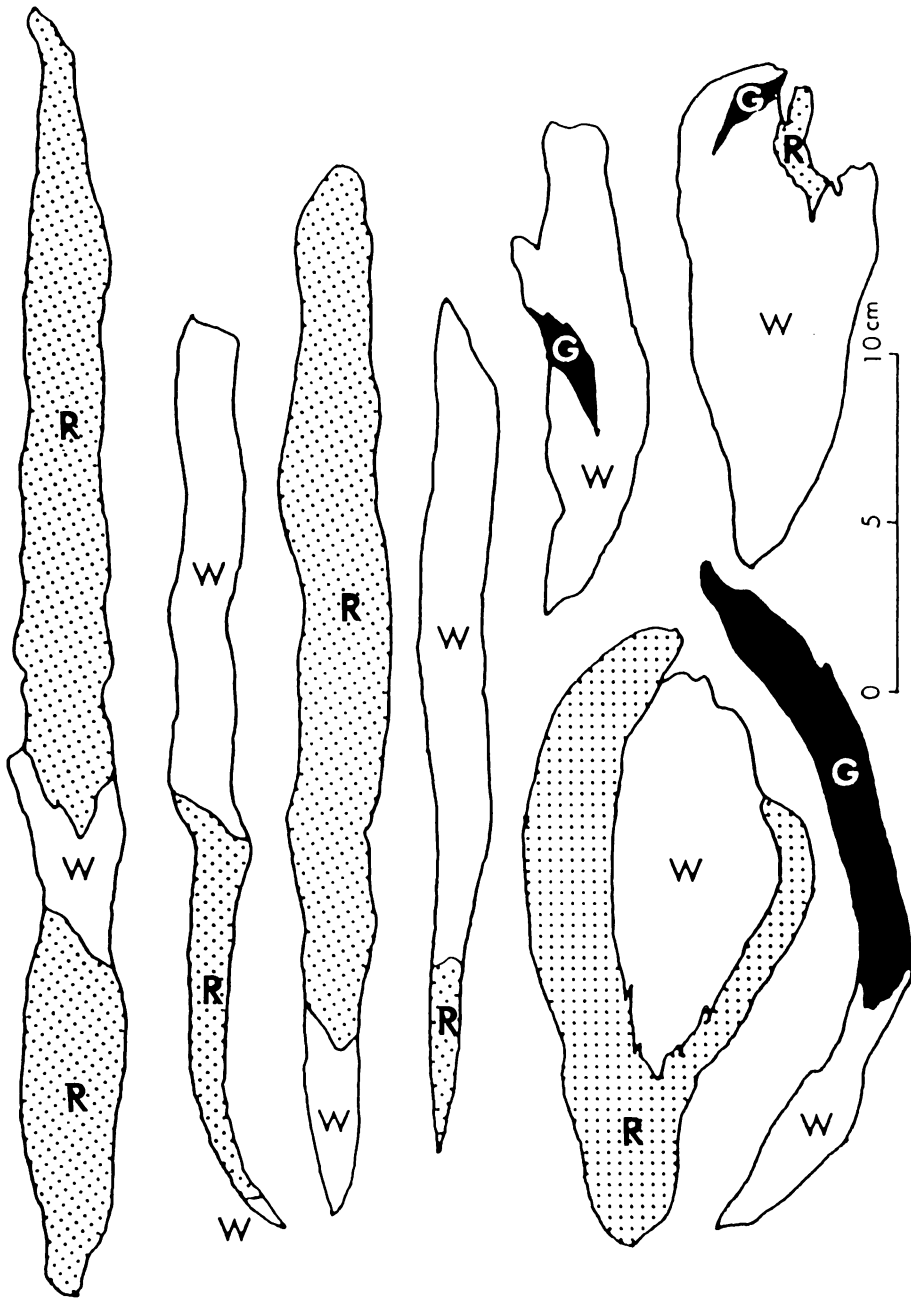


図1. スサビノリにみられた区分状斑入りキメラ葉状体 W, 野生型区分; R, 赤色型区分; G, 緑色型区分 (三浦 1979, Miura 1984)

殻孢子嚢を形成させ、殻孢子を放出させて1代目葉状体すなわちF<sub>1</sub>葉状体を育成する。

スサビノリは、雌雄同株であるので、自殖と他殖の機会をもっている。したがって、野生型と野生型との交雑では、他殖による雑種の糸状体も自殖による純種

の糸状体も同じく野生型を示すので区別ができない。赤色型または緑色型を雌雄とすれば、雑種の糸状体は野生型を示し、純種の糸状体は雌親の色彩型を示すので容易に区別できる。この事は、後で述べる「色彩型の伝達様式」の項で詳しく述べる。また、雄親からも果胞

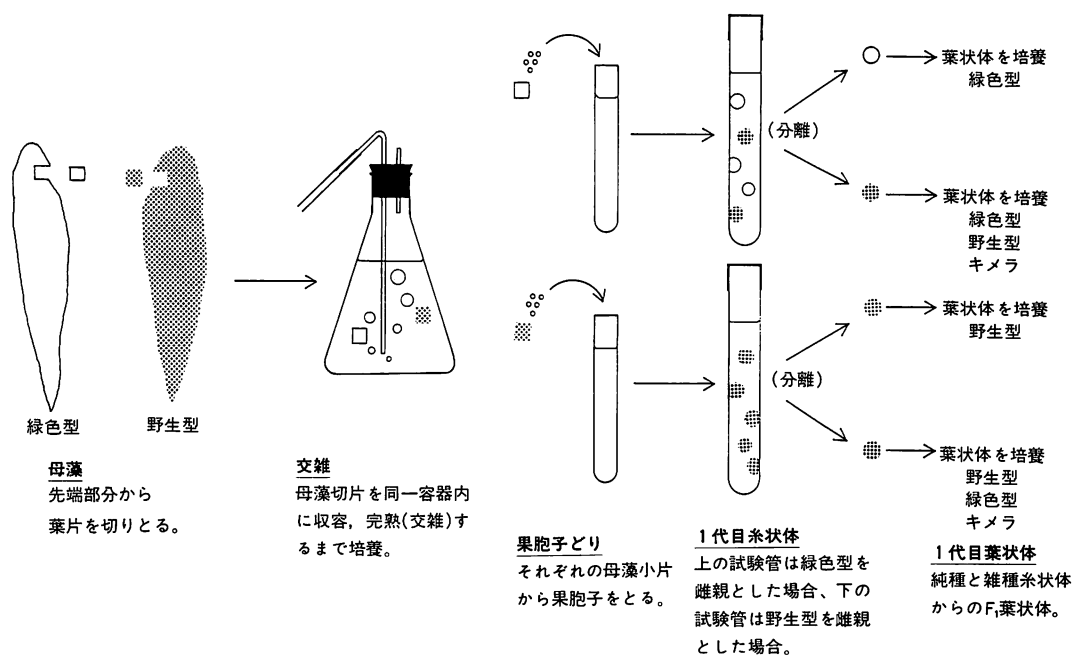


図2. スサビノリの緑色型と野生型との交雑実験操作の手順とその結果 (三浦 1990a)

子をとれば、同時に正逆交雑を行なったことになる。

糸状体の培養にも葉状体の培養にも PES 培地 (Bold and Wynn 1978) を用いた。培養時の温度、照度、日長条件は、恒温培養装置を用いて以下のとおりに設定した。糸状体と葉状体の生長はこれらの条件によって制御されているが、糸状体と葉状体とはその条件が異なっている。生長した糸状体に殻胞子嚢を形成させるには、22°C, 2,000 lux, 10 hL:14 hD のいわゆる高温、低照度、短日条件で糸状体を培養する。殻胞子を成熟させて、放出させるには、15°C, 7,000 lux, 10 hL:14 hD のいわゆる低温、高照度、短日条件で通気しながら糸状体を培養する。低温、高照度、短日条件に糸状体を移してから3-4日後には、通常殻胞子の放出がみられる。殻胞子が多量に放出された場合には、フラスコの器底に殻胞子が沈澱物様を呈し肉眼視される。放出された殻胞子は、基物に付着することなく浮遊状態では発芽しないので基物を与えて着生させなければならない。殻胞子はフラスコの器底や器壁に着生して発芽生長するが、これらは密生し過ぎて取扱いが不便であるばかりでなく生長もよくない。そこで、長さ3-5 cm に切った500デニール位のビニロンの単繊維を基物としてフラスコ内に投入し、通気してその単繊維を環流浮遊させる。放出された殻胞子はこの単繊維に着生して発芽生長する。葉長が約1 cm に達した

ら、葉状体は、単繊維からとりはずして通気による浮遊培養を行う。葉状体の培養条件は殻胞子の成熟・放出条件と同じである。実験室での葉状体の生長は、海での生長にくらべると遅いが、殻胞子の着生後5日ごろまでは1日1細胞の速さで生長する。10日後には100細胞以上になり、50-60日後には、葉長45-65 cm に達して、精子嚢、造果器、果胞子嚢を形成して成熟する。成熟した葉状体から果胞子を取って糸状体を培養する時の条件は、22°C, 800 lux, 14 hL:10 hD のいわゆる高温、低照度、長日条件で、静置培養する。

### 3. 変異型と野生型との交雑実験

この交雑を行えば、緑色型と赤色型は何個の遺伝子で支配されているか、また、野生型に対する優劣の関係はどうなっているかなどが明らかになる。この交雑実験については、三浦 (1976, 1978, 1979, 1990a), Miura (1985), 三浦・国藤 (1980), Ohme *et al.* (1986), Ohme and Miura (1988), Niwa *et al.* (1993) の報告がある。

#### 1) 色彩型の伝達様式

交雑実験の結果は交雑実験操作の手順とともに図2の右端に図示されているが、正逆交雑実験の結果は表1にまとめて示した。



図2では1代目糸状体すなわち F<sub>1</sub> 糸状体のところの上と下の2本の試験管のうち、上の試験管には緑色型の葉片から、下の試験管には野生型の葉片からとった果胞子がそれぞれ植えつけられている。上の試験管には白抜き丸と網目丸とが描かれている。白抜き丸は雌親の色彩型を示し、網目丸は雄親の色彩型を示している。この試験管には緑色型と野生型の F<sub>1</sub> 糸状体が生じている。一方、下の試験管には網目丸の丸だけが描かれている。この試験管には野生型の F<sub>1</sub> 糸状体だけが生じている。次に上の試験管からは緑色型と野生型の F<sub>1</sub> 糸状体を取り出して株ごとに別々に培養し F<sub>1</sub> 葉状体を育成する。緑色型の F<sub>1</sub> 糸状体からは緑色型の F<sub>1</sub> 葉状体だけが生じた。一方野生型の F<sub>1</sub> 糸状体からは、緑色型と野生型の一色彩型葉状体と緑色型区分と野生型区分とからなる区分状斑入りキメラ葉状体が生じた。下の試験管からは野生型の F<sub>1</sub> 糸状体を取り出して株ごとに培養して F<sub>1</sub> 葉状体を育成する。野生型のある株からは野生型の F<sub>1</sub> 葉状体だけが生じ、野生型のある株からは、野生型と緑色型の一色彩型の F<sub>1</sub> 葉状体と緑色型区分と野生型区分とからなる区分状斑入りキメラの F<sub>1</sub> 葉状体が生じた。

上述の色彩型の伝達様式は、赤色型と野生型との交雑の場合にもよく一致した。また、正交雑、逆交雑のいずれの場合にも色彩型の伝達様式はよく一致した。正逆交雑での色彩型の伝達様式を表1に示した。

表1によれば、変異型を雌親とし、野生型を雄親と

表1. スサビノリの緑色型および赤色型と野生型との正逆交雑実験結果 W, 野生型; G, 緑色型; R, 赤色型 (三浦 1979, 三浦・国藤 1980, Ohme *et al.* 1986)

交 雑 組 合 せ*	F <sub>1</sub> 糸状体	F <sub>1</sub> 葉状体	推定交雑 組 合 せ
♀ ♂			
G × W	G	G	G × G (自殖)
	W	W, G キメラ	G × W (他殖)
R × W	R	R	R × R (自殖)
	W	W, R キメラ	R × W (他殖)
W × R	W	W	W × W (自殖)
	W	W, R キメラ	W × R (他殖)

\* 交雑組合せの欄で先に掲げた色彩型はその組合せでの雌親の色彩型を示し、それから果胞子をとったことを示す。後に掲げた色彩型は雄親の色彩型を示す。

した場合には、F<sub>1</sub> 糸状体には、常に変異型と野生型とが生じるのに対して、野生型を雌親として変異型を雄親とした場合には、F<sub>1</sub> 糸状体には野生型だけが生じる。変異型を雌親とした場合に生じた変異型の F<sub>1</sub> 糸状体は自殖による純種で、野生型の F<sub>1</sub> 糸状体は他殖による雑種であることを示唆している。

糸状体は2倍体で葉状体は1倍体である (Yabu and Tokida 1963, Yabu 1969, Migita 1967, Kito 1967, 1974, 1978) ので、スサビノリの減数分裂は F<sub>1</sub> 糸状体から F<sub>1</sub> 葉状体が生じる間に起こっていると推察される。F<sub>1</sub> 葉状体における色彩型の分離は減数分裂が F<sub>1</sub> 葉状体が生じる時に起こっていることを示唆している。

上述の色彩型の伝達様式で雑種の F<sub>1</sub> 糸状体が常に野生型を示すことは、赤色型と緑色型の形質は、野生型に対して劣性であることを示している。

## 2) 区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構とその構成

このことについては、Ohme and Miura (1988), 大目 (1989), 三浦 (1990a) の報告がある。ここでは変異型と野生型との交雑の場合についてだけ述べる。変異型と変異型との交雑の場合については、「4. 変異型と変異型との交雑実験」の項であらためて述べる。

### (1) 形成機構

区分状斑入りキメラ葉状体がどのようにして形成されるかその機構については交雑実験では分からない。区分状斑入りキメラ葉状体を構成する各区分の色彩型は、F<sub>1</sub> 葉状体が生じる時に分離して現われる一色彩型葉状体の色彩型に限られている。すなわち、区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構はこの色彩型の分離に深いかかりをもっていると考えられる。

緑色型と野生型との交雑 (I) と赤色型と野生型との交雑 (II) の場合に生じる雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じた F<sub>1</sub> 葉状体の色彩型の頻度を表2に示した。F<sub>1</sub> 葉状体には、一色彩型葉状体の他に区分状斑入りキメラ葉状体が多数生じた。区分状斑入りキメラ葉状体の頻度は、緑色型と野生型との交雑の場合には、92.9%で、野生型と赤色型との交雑の場合には97.0%、赤色型と野生型との交雑の場合には94.3%ときわめて高い。それに対して一色彩型葉状体の頻度は低く10%にも満たなかった (Ohme *et al.* 1986, 三浦 1990a)。

三浦・国藤 (1980), Miura (1985) および Niwa *et al.* (1993) は色彩型の分離比を一色彩型葉状体の頻度に区分状斑入りキメラ葉状体の各区分の色彩型の頻度を加算して算出した。その比がほぼ1:1なることに基づいて赤色型、緑色型および紫色型は野生型に対立する

表2. スサビノリの緑色型 (I), および赤色型 (II) と野生型との交雑実験で生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じた F<sub>1</sub> 葉状体の色彩型とその頻度 W: 野生型, R: 赤色型, G: 緑色型 (Ohme *et al.* 1986, 三浦 1990a)

(I) 緑色型と野生型との交雑		
色彩型	F <sub>1</sub> 葉状体の個体数 G × W*	
一色彩型葉状体		
W	186	
G	114	
キメラ葉状体**		
W + G***	1282	
G + W	1302	
W + G + W	691	
G + W + G	637	
W + G + W + G	4	
G + W + G + W	12	
キメラ葉状体の頻度	G × W*	92.9%

(II) 赤色型と野生型との交雑		
色彩型	F <sub>1</sub> 葉状体の個体数	
	W × R*	R × W*
一色彩型葉状体		
W	26	11
R	24	18
キメラ葉状体**		
W + R***	528	166
R + W	491	172
W + R + W	280	77
R + W + R	316	61
W + R + W + R	2	0
キメラ葉状体の頻度	W × R* R × W*	97.0% 94.3%

\* 先に書いてあるほうが雌親。

\*\* キメラ葉状体の区分は左から右に向かって葉状体の先端から基部に向かって並んでいることを示している。

\*\*\* +記号は区分のつながりを示し、遺伝子記号の+ではない。

単一遺伝子支配を受けていると推定した。しかし、区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構が解明されて、その遺伝学的意味が明らかにされた上でなければ、区分状斑入りキメラ葉状体を構成する各区分の色彩型の頻度の比で色素変異型が単一遺伝子の支配を受けているとはいえない。この場合の1:1の分離比は偶然の一致であるかもしれない。

そこで、Ohme and Miura (1988), 大目 (1989) は区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構を解明するため

表3. スサビノリの緑色型と野生型との交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体の殻胞子から生じた区分状斑入りキメラ葉状体と一色彩型葉状体とそれらに対応する色彩型区分の配列、線状四分子の遺伝子型及び減数分裂における分離様式 W: 野生型, G: 緑色型の表現型。+: 野生型, g: 緑色型の遺伝子型 X は4細胞期の, XX は3細胞期の発芽体で最下部の細胞が根様系細胞に変成してその後の細胞分裂が停止したことを示す。M<sub>I</sub> は第一分裂分離を, M<sub>II</sub> は第二分裂分離を示す (三浦 1990a)

区分状斑入りキメラと一色彩型葉状体*	色彩型区分の配列**	線状四分子の遺伝子型***	減数分裂の分離様式
W + G + W + G	C = E ≠ D = F	(+ g + g)	M <sub>II</sub>
G + W + G + W	C = E ≠ D = F	(g + g +)	
G + W + G	C = F ≠ D = E	(g + + g)	
	C = E ≠ D	(g + g X)	M <sub>II</sub>
W + G + W	C = F ≠ D = E	(+ g g +)	
	C = E ≠ D	(+ g + X)	M <sub>II</sub>
W + G	C = D ≠ E = F	(+ + g g)	
	C = D ≠ E	(+ + g X)	M <sub>II</sub>
	C ≠ D = E	(+ g g X)	
G + W	C ≠ D	(+ g XX)	M <sub>I</sub>
	C = D ≠ E = F	(g g ++)	
	C = D ≠ E	(g g + X)	M <sub>I</sub>
	C ≠ D = E	(g + + X)	
G	C ≠ D	(g + XX)	M <sub>I</sub>
	C = D	(g g XX)	
W	C = D	(+ + XX)	

\* +記号は区分のつながりを示し、遺伝子記号の+ではない。

\*\* C, D, E, F は4細胞期の殻胞子の発芽体から生じた区分状斑入りキメラ葉状体の区分を示し、等号記号(=)は区分間の色彩型が同じであることを示し、等号否定記号(≠)は異なることを示す。図4参照。

\*\*\* この欄の+記号は野生型を示す遺伝子記号である。

に、雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から放出された殻胞子のなかから特定の数コの殻胞子を選び、その発芽生長の過程を経日的に追跡して区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程の追究を試みた。雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から放出された殻胞子の発芽体は20細胞期以後には区分状斑入りキメラ葉状体の各区分の色彩型が識別されるようになるので、色彩型を標識として各区分の形成過程を逆にたどることによって殻胞子の発芽の過程とを結びつけて区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構を解明した。すなわち、区分状斑入りキメラ葉状体の各区分は、殻胞子の4細胞期または3細胞期の発芽体の各細胞をそれぞれ起源としていることがわかった。区分状斑入りキメラ葉状体は4区分以上にはならないことと、一色彩型葉状体に現われる色彩型で構成されていることは、殻

胞子が発芽して4細胞期に至る間に減数分裂が起こって色彩型が分離することを示している。したがって、4細胞期または3細胞期の殻胞子の発芽体は、アカパンカビなどの菌類でよく知られている線状四分子に相当するものであることを示している。3細胞期の発芽体は、本来、4細胞期の発芽体になるはずのものであるが2細胞期の時、基部の細胞が根様系細胞に変成して、細胞分裂が停止し、上部の細胞だけが分裂したために生じたことがわかった。しかしその原因はわからない。

上述の区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程は図3のAにその一例の顕微鏡写真を示した。この区分状斑入りキメラ葉状体は上から野生型区分、緑色型区分と野生型の根様系細胞からなっている。この顕微鏡写真では、3細胞期の発芽体の3細胞をそれぞれの区分

の起源としていることが示されている。

変異型と野生型との交雑の場合には、区分状斑入りキメラ葉状体は、表2、表3、表4に示されているように6種類(型)に限られる。この6型の区分状斑入りキメラ葉状体と一色彩型葉状体の形成機構を図4に示した。すなわち、殻胞子は正常に発芽して図4の1から2へ、2から3への経路をたどる。図4の2の4細胞期の発芽体の一部と図4の5の3細胞期の発芽体は最下部の細胞が根様系細胞に変成して細胞分裂を停止している。この場合には図4の2から4への経路と図4の5から6への経路をたどる。殻胞子は発芽して図4の1でaとbの細胞を生じ、図4の2でaからeとdを、bからeとfの細胞を生じ、図4の5ではaからeとdを生じるが、bは根様系細胞に変成することを示している。さらに図4の3、4、6では、cか

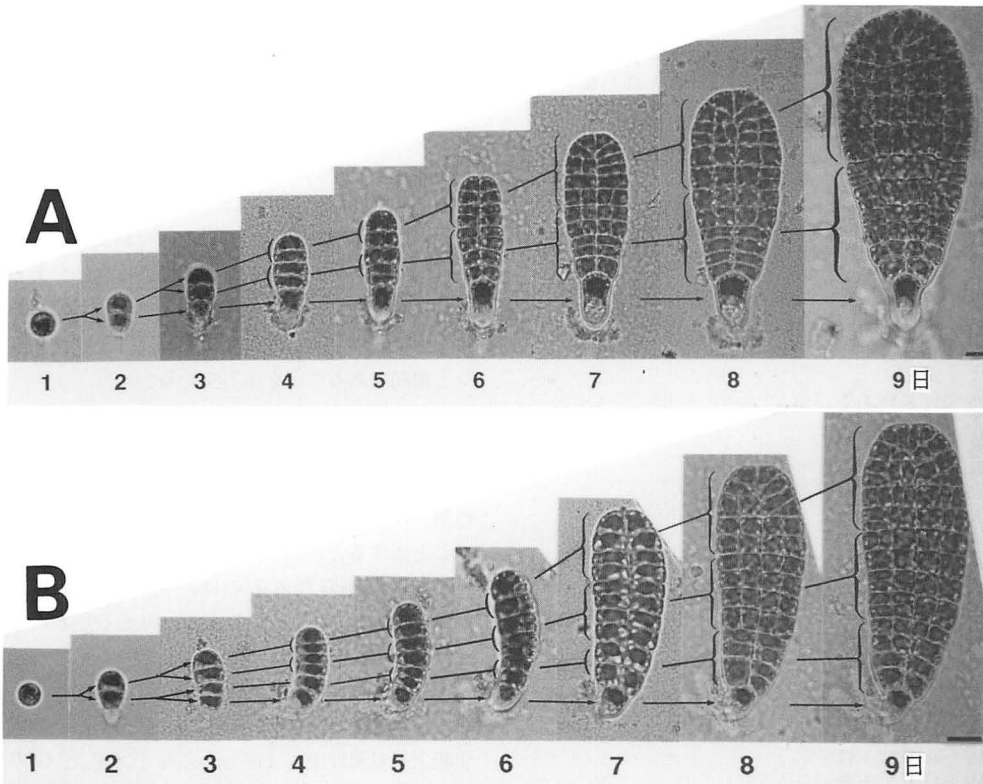


図3. スサビノリにおける区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程 A, 緑色型と野生型の交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から放出された殻胞子から生じた区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程。上から野生型区分、緑色型区分と野生型の根様系細胞からなっている。数字は殻胞子が放出されてからの日数を示し、3日目の発芽体の3細胞が区分状斑入りキメラ葉状体の各区分の起源となっている。B, 赤色型と緑色型との交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から放出された殻胞子から生じた区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程。上から緑色型区分、赤色型区分、緑色型区分と赤色型の根様系細胞からなっている。Aの場合と同様に3日目の発芽体の4細胞が区分状斑入りキメラ葉状体の各区分の起源となっている。図中右下の棒は 10 μm を示す。(大目1989)

表4. スナビノリの色素変異体の交雑によって生じた雑種の  $F_1$  糸状体 (胞子体) から生じる  $F_1$  葉状体 (配偶体) に出現する区分状斑入りキメラ葉状体の種類 W, 野生型; G, 緑色型; R, 赤色型; Y, 黄色型 (三浦 1990a)

一遺伝子雑種 (g/+ or r/+) の場合		
(区分状斑入りキメラ葉状体) (線状四分子表現型)		
第一分裂分離 ( $M_{II}$ )		
W+G	←	W+W+G+G
G+W	←	G+G+W+W
第二分裂分離 ( $M_I$ )		
W+G+W	←	W+G+G+W
G+W+G	←	G+W+W+G
W+G+W+G		
G+W+G+W		
6種類		
二遺伝子雑種 (r +/+ g) の場合		
(区分状斑入りキメラ葉状体) (線状四分子表現型)		
両親型 (PD)		
R+G	←	R+R+G+G
G+R	←	G+G+R+R
R+G+R+G		
G+R+G+R		
R+G+R	←	R+G+G+R
G+R+G	←	G+R+R+G
非両親型 (NPD)		
W+Y	←	W+W+Y+Y
Y+W	←	Y+Y+W+W
W+Y+W+Y		
Y+W+Y+W		
W+Y+W	←	W+Y+Y+W
Y+W+Y	←	Y+W+W+Y
テトラ型 (T)		
R+G+W+Y		
R+G+Y+W		
R+W+G+Y		
R+W+Y+G		
R+Y+W+G		
R+Y+G+W		
G+R+W+Y		
G+R+Y+W		
G+W+R+Y		
G+W+Y+R		
G+Y+W+R		
G+Y+R+W		
W+Y+R+G		
W+Y+G+R		
W+R+G+Y		
W+R+Y+G		
W+G+Y+R		
W+G+R+Y		
Y+W+R+G		
Y+W+G+R		
Y+R+G+W		
Y+R+W+G		
Y+G+W+R		
Y+G+R+W		

6 PD+6 NPD+24 T=36種類

らCの区分を, dからDの区分を, eからEの区分を, fからFの区分が生じて区分状斑入りキメラ葉状体が形成されることを示している。区分状斑入りキメラ葉状体の各区分には点模様と横縞模様がつけられている。この2種類の模様は, 変異型と野生型の2種類の色彩型を表現している。いずれが変異型かまたは野生型であってもよい。点模様が変異型の1つである場合と野生型である場合とがある。その関係は横縞模様についても同様である。各区分状斑入りキメラ葉状体の左側には, 各区分の色彩型が同じである場合には等号記号(=)で区分を結び, 異なる場合には等号否定記号(≠)で区分を結んだ式で区分状斑入りキメラ葉状体の各区分の色彩型の構成を示した。

変異型と野生型との交雑で生じる区分状斑入りキメラ葉状体の型は, 表2, 表3, 表4にも示したとおりで, 図4の3の  $C=D \neq F=F$ ,  $C=E \neq D=F$  および  $C=F \neq D=E$  の3型が生じる。各区分の色彩型が入れ替ればさらに3型ふえて6型となる。

図4の3の3型の区分状斑入りキメラ葉状体を基本型として, 図4の4の区分状斑入りキメラ葉状体は図4の3のFの区分が欠落し, 図4の6ではさらに図4の4のEの区分が欠落したものとみることができる。図4の6の  $C=D$  はEとFの区分が欠落し, 残りのCとDの区分の色彩型が同じであるものであるが, これは見掛け上一色彩型葉状体となる。一色彩型葉状体も形成機構上からみれば, 実は, 区分状斑入りキメラと相同であることを示している。

## (2) 構成

区分状斑入りキメラ葉状体の構成を上端の区分から下端の区分まで色彩型の表現型記号(野生型, W; 緑色型, G)を用いて各区分を+符号で結んで書き表わすことにすると, たとえば,  $W+W+G+G$  と表現される4区分からなるものは, 実際には見掛け上,  $W+G$  の2区分からなるようにみえることになる。また,  $W+G+G+W$  の4区分からなるものは, 見掛け上,  $W+G+W$  の3区分からなるようにみえることになるし,  $W+G+W+G$  の4区分からなるものは実際上も見掛け上も4区分からなる。WとGの区分が入れ替れば, 全部で6型の組み合わせが可能である。また,  $W+G+W+G$  の左端あるいは右端の1区分あるいは2区分が欠落しても見掛け上の区分構成は変わらないが,  $W+W+G+G$  の場合にはWかGの一色彩型葉状体になる。もし, 一色彩型葉状体も区分状斑入りキメラ葉状体であるとすれば, 変異型と野生型との交雑によって生じる区分状斑入りキメラ葉状体には全

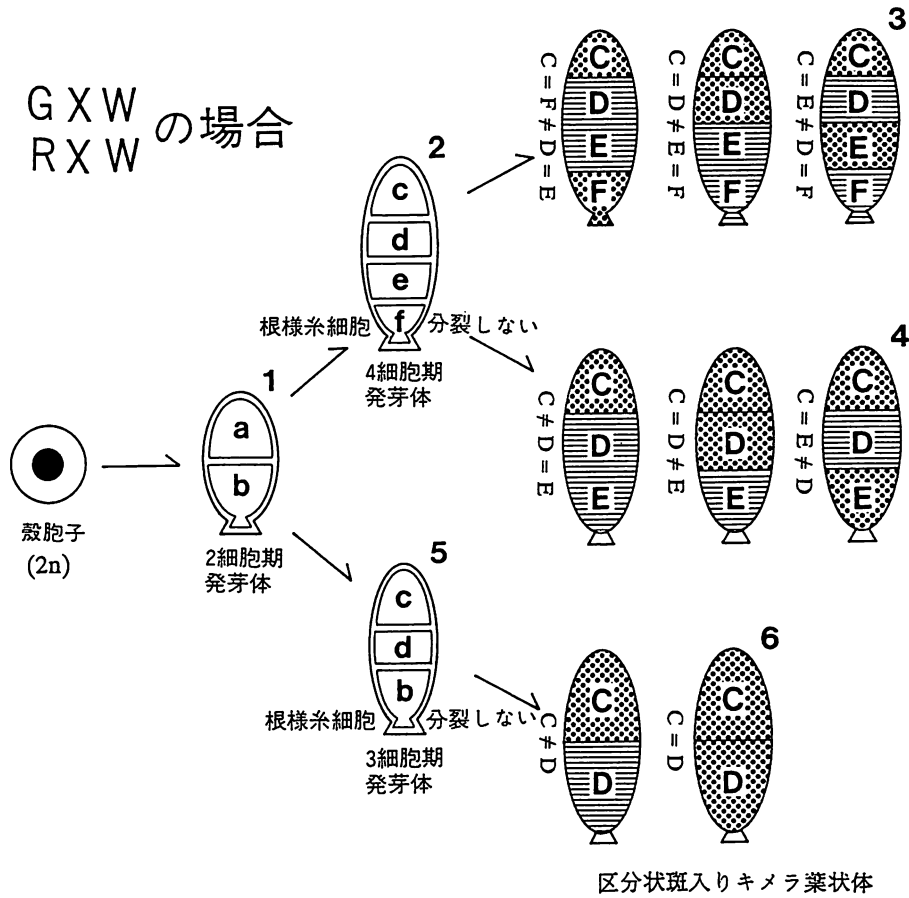


図4. スサビノリの緑色型および赤色型と野生型との交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から放出された殻胞子の発芽過程と一色彩型葉状体と2区分, 3区分および4区分からなる区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構 1, 線状二分子; 2, 線状四分子; 5, 基部細胞が細胞分裂を停止して変形した線状四分子; 3, 4, 6, 区分状斑入りキメラ葉状体; C, D, E, F, 区分状斑入りキメラ葉状体を構成する区分を示し, これらの区分は線状四分子を構成する c, d, e, f の細胞を起源として形成されることを示す。各区分の模様は色彩型のいずれかを示し, その異同は色彩型の異同を示す。各区分間の色彩型が同じ場合には等号記号(=)で, 異なる場合には等号否定記号(≠)で示した。(三浦 1990a)

部で8型あることになる。

表3の「色彩型区分の配列」の欄では, G+W+G と W+G+W に対しては2通りの等号と等号否定記号で結んだ式が示されている。また W+G と G+W に対してはそれぞれに4通りの式が示されている。上述の3区分または2区分からなる区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程には2通りまたは4通りあることを示しているが, いずれの形成過程を経るかはわからない。線状四分子の遺伝子型に書かれている X は, 線状四分子のその細胞が根様糸細胞に変化したことを示している。

さて, 表3と表4に示されているように, 変異型と

野生型との交雑によって生じる区分状斑入りキメラ葉状体には, W+W+G+G のように区分の配列が対称的である対称型のもと, W+G+G+W または W+G+W+G のように区分の配列が交互になっている交互型とがある。対称型は, 減数分裂の際に対合した二価染色体で乗り換えが起こらないで減数第一分裂で変異型遺伝子と野生型遺伝子とが分離すること, すなわち, 減数第一分裂分離 (M<sub>I</sub>) によって生じる。交互型は, 対合した二価染色体間で乗り換えが起こって対立する両遺伝子の分離が減数第二分裂で起こること, すなわち, 減数第二分裂分離 (M<sub>II</sub>) によって生じるとされている。表3にスサビノリの緑色型と野生型

との交雑によって生じた「区分状斑入りキメラ葉状体と一色彩型葉状体」とそれに対応させて形成機構との関係を示す「色彩型区分の配列」, 「線状四分子の遺伝子型」および「減数分裂の分離様式」などをまとめて示した。この表のとおり, 変異型と野生型との交雑によって生じる一色彩型葉状体と区分状斑入りキメラ葉状体のすべては  $M_I$  型と  $M_{II}$  型の線状四分子型に同定し, 分類することができた。

$M_I$  型および  $M_{II}$  型の線状四分子に相当する区分状斑入りキメラ葉状体においては, 各区分の色彩型の分離比は, 表3の「線状四分子の遺伝子型」に示されているように,  $2W:2G$  または,  $2W:2R$ , すなわちその比は  $1:1$  であるから赤色型と緑色型は単一の対立遺伝子支配を受けていると結論される。この場合の雑種の  $F_1$  系状体は1対の対立遺伝子が異なる一遺伝子雑種であることになる。

#### 4. 変異型と変異型との交雑実験

この交雑実験を行えば, 緑色型遺伝子と赤色型遺伝子の関係と, それらを交雑させた場合の伝達様式がわかる。

このことについては, 三浦 (1976, 1978, 1979, 1990a), Miura (1985), 三浦・国藤 (1980), Ohme *et al.* (1986), Ohme and Miura (1988), Niwa *et al.* (1993) の

報告がある。

##### 1) 色彩型の伝達様式

交雑実験の結果は, 図5に交雑実験操作の手順とともに図示されているが, 表5に正逆交雑の結果をまとめて示した。図5では, 1代目系状体と1代目葉状体の部分が図2の場合と異なっているが基本的には図2の説明と重複するので省略する。表5について説明する。

赤色型を雌親とした場合には, 赤色型と野生型の  $F_1$  系状体が生じた。赤色型の  $F_1$  系状体からは赤色型の一色彩型の  $F_1$  葉状体だけが生じ, 一方, 野生型の  $F_1$  系状体からは, 赤色型, 緑色型, 野生型および黄色型の一色彩型の  $F_1$  葉状体とこれらの色彩型からなる区分状斑入りキメラ葉状体が生じて色彩型の分離が起こった。赤色型の  $F_1$  系状体は自殖によって生じた純種であり野生型の  $F_1$  系状体は他殖による雑種であることを示している。

逆交雑の場合には, 緑色型と野生型の  $F_1$  系状体が生じた。緑色型の  $F_1$  系状体からは緑色型の一色彩型の  $F_1$  葉状体だけが生じ, 一方, 野生型の  $F_1$  系状体からは, 赤色型, 緑色型, 野生型および黄色型の一色彩型の  $F_1$  葉状体とこれらの色彩型の区分からなる区分状斑入りキメラ葉状体が生じて色彩型の分離が起こっている。これらのことは, 正交雑の場合と同様に, 緑色型の  $F_1$  系状体は自殖による純種であり, 他方, 野

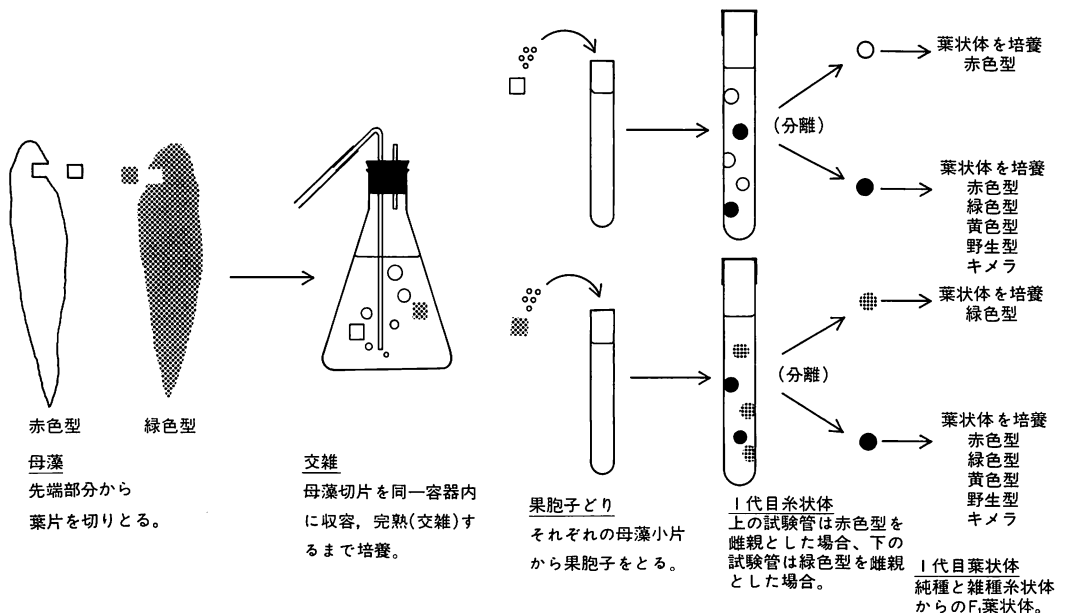


図5. スサビノリの赤色型と緑色型との交雑実験操作の手順とその結果 (三浦 1990a)

表5. スサビノリの赤色型と緑色型との変異型間の正逆交雑実験結果 W, 野生型; R, 赤色型; G, 緑色型; Y, 黄色型 (三浦 1979, 三浦・国藤 1980, Ohme *et al.* 1986)

交雑組合せ*	F <sub>1</sub> 糸状体	F <sub>1</sub> 葉状体	推定交雑組合せ
♀ ♂			
R × G	R	R	R × R (自殖)
	W	R, G, W, Y キメラ	R × G (他殖)
G × R	G	G	G × G (自殖)
	W	R, G, W, Y キメラ	G × R (他殖)

\* 先に掲げた色彩型はその組合せでの雌親の色彩型を示し、それから果胞子をとったことを示す。後に掲げた色彩型は雄親の色彩型を示す。

野生型の F<sub>1</sub> 糸状体は他殖による雑種であることを示している。また、正逆交雑の結果がよく一致していることはこの場合の色彩型の伝達も核遺伝によっていることを示している。

F<sub>1</sub> 糸状体に純種と雑種とが同時に生じることは、スサビノリが雌雄同株であることによるが、変異型と変異型との交雑の場合には、純種は常に変異型を示し、雑種は野生型を示す。緑色型と赤色型との交雑による雑種の F<sub>1</sub> 糸状体が野生型を示すことは、両色彩型遺伝子の相補性に基づいている。両色彩型遺伝子は非対立遺伝子でともに劣性であることを示している。

雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じる F<sub>1</sub> 葉状体では、両親型である緑色型と赤色型と、非両親型である野生型と黄色型を合わせて4種類の色彩型が分離している。表3に示されている両親型の色彩型の区分の頻度と非両親型の色彩型の区分の頻度をみると、両親型の頻度が非両親型の頻度よりも著しく高い。このことは、非両親型は乗り換えによって生じた組換型であることを示唆している。この非両親型が組換型であることは四分子分析によって決定される。

2) 区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構とその構成

このことについては Ohme and Miura (1988), 大目 (1989), 三浦 (1990a) の報告がある。

(1) 形成機構

緑色型と赤色型との正逆交雑の場合における雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じた F<sub>1</sub> 葉状体の色彩型とその頻度を表6に示した。この場合にも多数の区分状斑入りキメラ葉状体とごく少数の一色彩型葉状体が生じた。区分

状斑入りキメラ葉状体の頻度は、赤色型を雌親とした場合99.5%で逆交雑の場合には97.5%を示しきわめて高かった (Ohme *et al.* 1986, 三浦 1990a)。この頻度は区分状斑入りキメラ葉状体が例外的でない普通の F<sub>1</sub> 葉状体であることを示しているものと考えられる。

三浦・国藤 (1980), Miura (1985) は、一色彩型葉状体の頻度も含めて区分状斑入りキメラ葉状体の各区分の色彩型の頻度に基づいて組換頻度を算出して報告している。しかし、この方法が遺伝学的に適当であるという根拠はない。この場合にも区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構とその構成との関係が明らかにされた上でなければ正確な遺伝子分析はできない。

そこで、赤色型と緑色型との交雑の場合にも区分状斑入りキメラ葉状体の形成過程の追跡を行った (Ohme and Miura 1988)。その結果の1例を図3のBに示した。この区分状斑入りキメラ葉状体は、上から緑色型区分、赤色型区分、緑色型区分および赤色型の根様糸細胞からなっている。この顕微鏡写真では、これらの3区分と根様糸細胞は4細胞期の発芽体の各細胞をそれぞれの区分の起源としていることが示されている。この場合にも区分状斑入りキメラ葉状体と4細胞期の発芽体との関係は、4細胞期の発芽体は線状四分子と同等のものであり、スサビノリでは減数分裂は殻胞子の発芽時に起こることを示している。

赤色型と緑色型との交雑の場合に生じる区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構を図6に示した。図6では、殻胞子は正常に発芽すると、図6の1から2へ、2から3への経路をたどる。図6の2の4細胞期の発芽体の一部と図6の5の3細胞期の発芽体では最下部の細胞が根様糸細胞に変成して細胞分裂を停止している。この場合には図6の2から4への経路と図6の5から6への経路をたどる。そのほかの説明は図4の場合と同様であるので省略するが、この場合には4種類の色彩型が分離するのでそれぞれの区分に4種類の模様がつけられている。また、図6の3に示したように2色彩型2区分 (C=D≠E=F), 2色彩型3区分 (C=F≠D=E), 2色彩型4区分 (C=E≠D=F) および4色彩型4区分 (C≠D≠E≠F) からなる4種類 (型) の区分状斑入りキメラ葉状体が基本型として生じる。そして各区分の色彩型は4種類の色彩型のいずれであってもよいようになっている。図6の4では、図6の3のFが欠落し、図6の6では図6の4のEが欠落したものとみなすことができることも図4の場合と同じである。また、この場合にも一色彩型葉状体は区分状斑入りキメラ葉状体と相同の葉状体であることも同じ

表 6. スサビノリの赤色型と緑色型との交雑実験で生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じた F<sub>1</sub> 葉状体の色彩型とその頻度 W:野生型, R:赤色型, G:緑色型, Y:黄色型 (三浦 1990a)

色 彩 型	F <sub>1</sub> 葉状体の個体数	
	R×G*	G×R*
一色彩型葉状体		
R	3	44
G	1	20
Y	1	19
W	2	22
キメラ葉状体**		
R+G***	201	487
G+R	200	545
Y+W	84	178
W+Y	54	162
R+Y	18	86
Y+R	20	44
R+W	17	49
W+R	15	41
G+Y	7	24
Y+G	5	22
G+W	14	83
W+G	19	37
R+G+R	92	265
G+R+G	69	311
Y+W+Y	24	73
W+Y+W	15	71
R+G+Y	9	64
R+G+W	29	73
G+R+Y	19	39
G+R+W	17	51
R+Y+G	26	72
R+Y+W	30	85
Y+R+G	39	97
Y+R+W	28	65
R+W+G	34	75
R+W+Y	17	58
W+R+G	18	91
W+R+Y	21	61
G+Y+R	31	61
G+Y+W	35	72
Y+G+R	16	61
Y+G+W	20	55
G+W+R	29	79
G+W+Y	18	60
W+G+R	20	78
W+G+Y	21	49
Y+W+R	20	54
Y+W+G	27	89
W+Y+R	18	87
W+Y+G	17	61
R+G+Y+W	0	1
W+Y+G+R	0	1
キメラ葉状体の頻度	R×G* G×R*	99.5% 97.5%

\* 先に書いてあるほうが雌親。 \*\* キメラ葉状体の区分は左から右に向かって葉状体の先端から基部に向かって並んでいることを示している。 \*\*\* +記号は区分のつながりを示し、遺伝子記号の+ではない。

である。

(2) 構 成

この場合の区分状斑入りキメラ葉状体も一色彩型葉状体に分離して出現する色彩型の区分からなること、構成する区分も2区分, 3区分, 4区分からなるが5区分以上になることがないことも変異型と野生型との交雑の場合と全く同じである。

赤色型と緑色型との交雑実験で実際に生じた一色彩型葉状体と区分状斑入りキメラ葉状体の種類(型)は表6に示したとおりであった。

アカパンカビなどの菌類でよく知られている二遺伝子雑種から生じる線状四分子には、両親型(PD)、非両親型(NPD)およびテトラ型(T)があり、線状四分子はこの3型に分類される。PD型は減数分裂の際に二価染色体で乗り換えが起こらない場合に生じ、NPD型は二価染色体の2対の染色分間で乗り換えが起こった場合に生じ、またT型は1対の染色分間で乗り換えが起こった場合に生じるとされている。

区分状斑入りキメラ葉状体は線状四分子に相当する発芽体が生長して形成されるから、その色彩型区分の構成は線状四分子型に符合するものと考えられる。表4に赤色型と緑色型との交雑の場合に理論上生じるすべての区分状斑入りキメラ葉状体の種類を示した。それらを線状四分子型に分類してみた。この区分状斑入りキメラ葉状体には、6種類のPD型と6種類のNPD型および24種類のT型がある。一色彩型葉状体もその形成機構上は区分状斑入りキメラ葉状体であるからこれを加えれば全部で40種類(型)となる。赤色型と緑色型の一色彩型葉状体はPD型であり、野生型と黄色型のそれはNPD型である。

表7に赤色型と緑色型との交雑で実際に生じた「区分状斑入りキメラ葉状体と一色彩型葉状体」の種類、「色彩型区分の配列」、「線状四分子の遺伝子型」および「線状四分子型」をそれぞれ対応させて示した。「色彩型区分の配列」の欄には区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構と形成過程との関係を示す式を掲載した。それには2通りの式が示されている場合と4通りの式が示されている場合があるがそのいずれかの形成過程を経たことを示すが、いずれを経たかはわからない。また、表7の「線状四分子の遺伝子型」では、根様糸細胞になって欠落した細胞はXで示した。

上述のとおり赤色型と緑色型との交雑による二遺伝子雑種に生じる区分状斑入りキメラ葉状体と一色彩型葉状体のすべてが、PD型、NPD型およびT型の線状四分子に同定され、分類された。



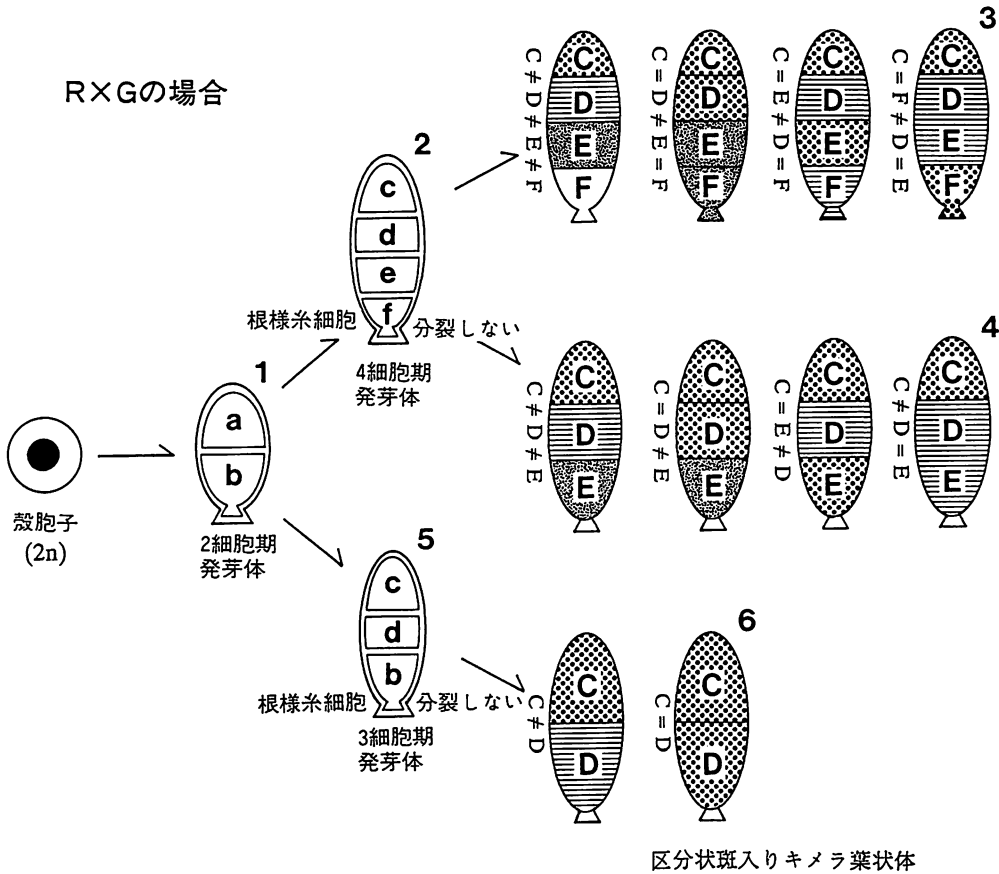


図6. スサビノリの赤色型と緑色型との交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から放出された殻胞子の発芽過程と一色彩型葉状体と2区分, 3区分および4区分からなる区分状斑入りキメラ葉状体の形成機構 1, 線状二分子; 2, 線状四分子; 5, 基部細胞が細胞分裂を停止して変形した線状四分子; 3, 4, 6, 区分状斑入りキメラ葉状体; C, D, E, F, 区分状斑入りキメラ葉状体を構成する区分を示し, これらの区分は線状四分子を構成する c, d, e, f の細胞をそれぞれ起源として形成されることを示す。各区分の様子は色彩型のいずれかを示し, その異同は色彩型の異同を示す。各区分間の色彩型が同じ場合には等号記号 (=) で, 異なる場合には等号否定記号 (≠) で示した。(三浦1990a)

### 5. 四分子分析

Ohme and Miura (1988) は赤色型および緑色型と野生型との交雑で生じる第一分裂分離型と第二分裂分離型の線状四分子に相当する区分状斑入りキメラ葉状体の頻度を用いて動原体距離を算出し推定した (表 8)。赤色型遺伝子の動原体距離は17.9センチモルガン, 緑色型遺伝子のそれは15.8センチモルガンと推定された。動原体距離は第二分裂分離型の区分状斑入りキメラ葉状体の頻度と全区分状斑入りキメラ葉状体の頻度との比の2分の1として求められる。すなわち,

$$\frac{M_{II}}{M_I + M_{II}} \times \frac{1}{2} \text{ による。}$$

また, Ohme and Miura (1988) は, 赤色型と緑色型との交雑によって生じる PD 型, NPD 型および T 型の線状四分子に相当する区分状斑入りキメラ葉状体の頻度を用いて組換頻度を算出し, 赤色型遺伝子と緑色型遺伝子の遺伝子間距離を推定した。赤色型を雌親とした場合もその逆交雑の場合も組換頻度は36.4で両遺伝子間距離は36.4センチモルガンと推定された(表 9)。2 遺伝子間距離は, 2分の1の T 型の頻度に NPD 型の頻度を加えたものと全区分状斑入りキメラ葉状体の頻度の百分比として求められる。すなわち,

$$\frac{(T/2) + NPD}{PD + NPD + T} \times 100 \text{ による。}$$

なおまた, Ohme and Miura (1988) は, 明赤色型

表7. スサビノリの赤色型と緑色型との交雑による雑種の F<sub>1</sub> 糸状体の殻胞子から生じた区分状斑入りキメラ葉状体と一色彩型葉状体とそれらに対応する色彩型区分の配列, 線状四分子の遺伝子型及び四分子型 R: 赤色型, G: 緑色型, W: 野生型, Y: 黄色型の表現型。≠記号は区分間の色彩型が異なることを, =記号は同じであることを示す。r+: 赤色型, +g: 緑色型, ++: 野生型, rg: 黄色型の遺伝子型。X は4細胞期の, XX は3細胞期の発芽体で最下部の細胞が根様糸細胞に変成してその後の細胞分裂が停止したことを示す。PD: 両親型, NPD: 非両親型, T: テトラ型 (三浦 1990a)

区分状斑入りキメラと一色彩型葉状体*	色彩型区分の配列**	線状四分子の遺伝子型***	四分子型
W+Y+G+R	C≠D≠E≠F	(++ rg +g r+)	T
R+G+Y+W	C≠D≠E≠F	(r+ +g rg ++)	
W+Y+G	C≠D≠E	(++ rg +g X)	
W+Y+R	C≠D≠E	(++ rg r+ X)	
Y+W+G	C≠D≠E	(rg ++ +g X)	
Y+W+R	C≠D≠E	(rg ++ r+ X)	
W+G+Y	C≠D≠E	(++ +g rg X)	
W+G+R	C≠D≠E	(++ +g r+ X)	
G+W+Y	C≠D≠E	(+g ++ rg X)	
G+W+R	C≠D≠E	(+g ++ r+ X)	
Y+G+W	C≠D≠E	(rg +g ++ X)	
Y+G+R	C≠D≠E	(rg +g r+ X)	
G+Y+W	C≠D≠E	(+g rg ++ X)	
G+Y+R	C≠D≠E	(+g rg r+ X)	
W+R+Y	C≠D≠E	(++ r+ rg X)	
W+R+G	C≠D≠E	(++ r+ +g X)	
R+W+Y	C≠D≠E	(r+ ++ rg X)	
R+W+G	C≠D≠E	(r+ ++ +g X)	
Y+R+W	C≠D≠E	(rg r+ ++ X)	
Y+R+G	C≠D≠E	(rg r+ +g X)	
R+Y+W	C≠D≠E	(r+ rg ++ X)	
R+Y+G	C≠D≠E	(r+ rg +g X)	
G+R+W	C≠D≠E	(+g r+ ++ X)	
G+R+Y	C≠D≠E	(+g r+ rg X)	
R+G+W	C≠D≠E	(r+ +g ++ X)	
R+G+Y	C≠D≠E	(r+ +g rg X)	
W+Y+W	C=F≠D=E	(++ rg rg ++)	NPD
	C=E≠D	(++ rg ++ X)	
Y+W+Y	C=F≠D=E	(rg ++ ++ rg)	
	C=E≠D	(rg ++ rg X)	
G+R+G	C=F≠D=E	(+g r+ r+ +g)	PD
	C=E≠D	(+g r+ +g X)	
R+G+R	C=F≠D=E	(r+ +g +g r+)	
	C=E≠D	(r+ +g r+ X)	
W+G	C≠D	(++ +g X X)	T
G+W	C≠D	(+g ++ X X)	
Y+G	C≠D	(rg +g X X)	
G+Y	C≠D	(+g rg X X)	
W+R	C≠D	(++ r+ X X)	
R+W	C≠D	(r+ ++ X X)	
Y+R	C≠D	(rg r+ X X)	
R+Y	C≠D	(r+ rg X X)	

W + Y	C = D ≠ E = F	(++ ++ rg rg)	NPD
	C = D ≠ E	(++ ++ rg X)	
	C ≠ D = E	(++ rg rg X)	
	C ≠ D	(++ rg X X)	
Y + W	C = D ≠ E = F	(rg rg ++ ++)	NPD
	C = D ≠ E	(rg rg ++ X)	
	C ≠ D = E	(rg ++ ++ X)	
	C ≠ D	(rg ++ X X)	
G + R	C = D ≠ E = F	(+g +g r+ r+)	PD
	C = D ≠ E	(+g +g r+ X)	
	C ≠ D = E	(+g r+ r+ X)	
	C ≠ D	(+g r+ X X)	
R + G	C = D ≠ E = F	(r+ r+ +g +g)	PD
	C = D ≠ E	(r+ r+ +g X)	
	C ≠ D = E	(r+ +g +g X)	
	C ≠ D	(r+ +g X X)	
W	C = D	(++ ++ X X)	NPD
Y	C = D	(rg rg X X)	
G	C = D	(+g +g X X)	PD
R	C = D	(r+ r+ X X)	

\* +記号は区分のつながりを示し、遺伝子記号の+ではない。

\*\* C, D, E, F は4細胞期の殻胞子の発芽体から生じた区分状斑入りキメラ葉状体の区分を示し、等号記号(=)は区分間の色彩型が同じであることを示し、等号否定記号(≠)は異なることを示す。図6参照。

\*\*\* この欄の+記号は野生型を示す遺伝子記号である。

(LR)と明緑色型(LG), 緑色型(G)と明赤色型, および明緑色型と明赤色型の連鎖検定を四分子分析によって行った。その結果は表10に示した。連鎖検定はPD型の頻度とNPD型の頻度の比でなされる。その比が1または1に近ければ両遺伝子は連鎖していないことになる。

以上の動原体距離, 遺伝子間距離および連鎖検定に基づいてサビノリの色素変異型の連鎖地図が作られている。それを図7に示した。Niwa *et al.* (1993)は紫色型遺伝子と緑色型遺伝子の連鎖検定を行ない両遺伝

子は連鎖していないことを報告している。

## 6. 終りに

サビノリは、雌雄同株であるので自殖と他殖の機会をもつ。そのことによって雑種のF<sub>1</sub>糸状体を区別できないので交雑実験を困難にしていた。しかし、色素変異型の色彩型を標識とすれば、純種と雑種を容易にかつ確実に区別できるので色素変異型は遺伝学的、育種学的研究材料としての利点をもっている。

変異型を雌親とした場合には、雑種は常に野生型を示し、純種は変異型を示す。野生型を雌親とした場合には、雑種も純種も野生型を示して両者の区別ができない。しかし、F<sub>1</sub>葉状体で色彩型の分離が起こるか否かを確かめれば区別できる。色彩型の分離が起こればそのF<sub>1</sub>糸状体は雑種である。

変異型と野生型との交雑でも変異型と変異型との交雑でも多数の区分状斑入りキメラ葉状体と少数の一色彩型葉状体が生じる。区分状斑入りキメラ葉状体を構成する各区分は、4細胞期または3細胞期の殻胞子の発芽体の細胞を起源としている。それらの発芽体は線状四分子に相当し、減数分裂は殻胞子の発芽時に起こ

表8. 赤色型および緑色型と野生型との交雑によって生じた雑種のF<sub>1</sub>糸状体から生じた第一分裂分離型と第二分裂分離型の線状四分子の頻度と組換頻度 W, 野生型; G, 緑色型; R, 赤色型 (Ohme and Miura 1988, 大目 1989, 1部訂正)

交雑組合せ*	第一分裂分離型	第二分裂分離型	組換頻度
♀ ♂			
G × W	2884	1334	15.8
W × R	1069	598	17.9

\* 先に掲げた色彩型は、その交雑での雌親を示し、それから果胞子をとったことを示す。

表9. 赤色型と緑色型との交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じる両親型 (PD), 非両親型 (NPD) およびテトラ型 (T) の線状四分子の頻度と組換頻度 (Ohme and Miura 1988, 大目 1989, 1部訂正)

交雑組み合わせ*	PD	NPD	T	組換頻度
♀ ♂ R × G	566	180	674	36.4
G × R	1672	525	2025	36.4

\* 先に掲げた色彩型はその交雑での雌親を示し, それから果胞子をとったことを示す。

っていることを示唆している。

区分状斑入りキメラ葉状体は線状四分子に相当する発芽体が生長して形成されるから, 区分状斑入りキメラ葉状体の型は線状四分子型に符合し, 同定することができる。

すなわち, 雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じる F<sub>1</sub> 葉状体は, 一遺伝子雑種では, 第一分裂分離型 (M<sub>I</sub>), と第二分裂分離型 (M<sub>II</sub>) の線状四分子型に分類されるし, また, 二遺伝子雑種では両親型 (PD), 非両親型 (NPD) およびテトラ型 (T) に同定され, 分類された。このことは, スサビノリでは, 減数分裂が殻胞子の発芽時に起こっていることを遺伝学的に立証している。

区分状斑入りキメラ葉状体の型の頻度を用いて Ohme and Miura (1988) は四分子分析を行った。その結果と交雑実験における色彩型の伝達様式からスサビノリの赤色型と緑色型の色素変異型はそれぞれ単一の

表10. 明赤色型と明緑色型との交雑, 緑色型と明赤色型との交雑および明緑色型と明赤色型との交雑によって生じた雑種の F<sub>1</sub> 糸状体から生じる両親型 (PD), 非両親型 (NPD) とテトラ型 (T) の線状四分子の頻度と PD/NPD 比 LR, 明赤色型; LG, 明緑色型; G, 緑色型 (Ohme and Miura 1988, 大目 1989)

交雑組み合わせ*	PD	NPD	T	PD/NPD
♀ ♂ LR × LG	153	170	401	0.9
G × LR	210	187	346	1.1
LG × LR	557	539	1386	1.0

\* 先に掲げた色彩型はその交雑での雌親を示し, それから果胞子をとったことを示す。

劣性の対立遺伝子支配を受けていること, また両遺伝子は同一連鎖群に属する非対立遺伝子であることが明らかにされた。

筆者らの研究によってスサビノリでは, 減数分裂は殻胞子の発芽時に起こることが遺伝学的に明らかにされたが, そのことを生活環に関連づけて図8に示した。もし, 減数分裂が殻胞子の形成時に起こるものとすれば, F<sub>1</sub> 葉状体は一色彩型葉状体でなければならない。しかし, 交雑実験の結果は一色彩型葉状体の頻度は常に10%以下の低頻度であるのに対して区分状斑入りキメラ葉状体の頻度が高いことは減数分裂は殻胞子の発芽時に起こることを支持している。

馬・三浦 (1984), Ohme and Miura (1988) および大目 (1989) は, 減数分裂が殻胞子の発芽時に起こる

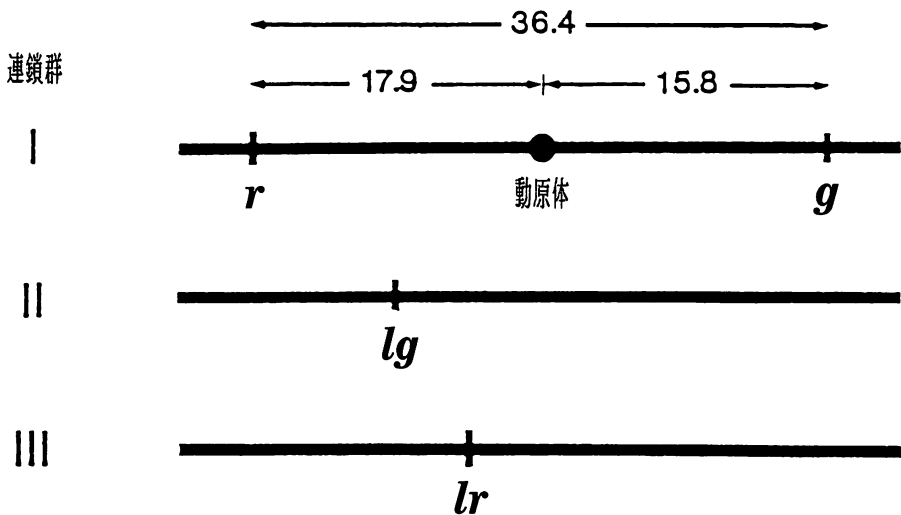


図7. スサビノリの色素変異型の連鎖地図 単位はセンチモルガン r, 赤色型; g, 緑色型; lg, 明緑色型; lr, 明赤色型の各遺伝子座を示す。(Ohme and Miura 1988, 大目 1989)

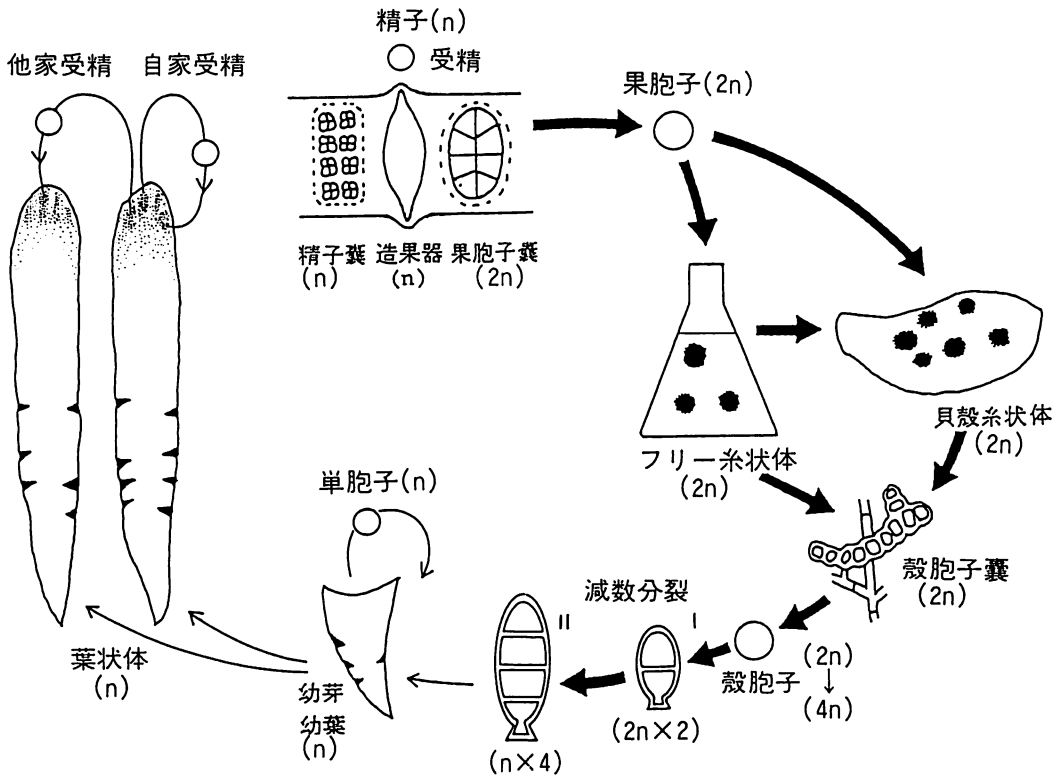


図8. スサビノリの生活環、環を構成している線のうち太い線の部分は胞子体(2倍体)の世代を、細い線の部分は配偶体(1倍体)の世代を示す。 $n$ と $2n$ は、それぞれ単相と複相を示す。 $(2n) \rightarrow (4n)$ は、減数分裂の第一分裂で染色体の重複が起こることを示す。 $(2n \times 2)$ は減数分裂の第一分裂で生じる二分子の細胞の各々は複相であることを、 $(n \times 4)$ は、その第2分裂では四分子の各々の細胞は単相であることを示す。(三浦 1990b, 1991, 1992)

ことを確かめるために、糸状体、殻胞子およびその発芽体や単胞子などについて細胞学的観察を行ない、減数分裂が殻胞子の発芽時に起こることを支持する結果を報告している。Burzycki and Waaland (1987) は、*Porphyra torta* について、また、Tseng and Sun (1989) はスサビノリとアサクサノリ *P. tenera* について同様に減数分裂は殻胞子の発芽時に起こることを細胞学的に明らかに報告している。

van der Meer (1977) はオゴノリの1種 *Gracilaria tikvahiae* にキメラ(モザイク)を観察し、このキメラは、四分胞子の形成時に核分裂に細胞質分裂がともなわなかったために生じた2核あるいは4核の四分子から生じることを報告している。このオゴノリのキメラの形成機構はスサビノリのキメラ(区分斑入りキメラ葉状体)とは基本的に異なっていることは甚だ興味深い。

紅藻類の色素変異型の遺伝学的研究に関しては、

van der Meer (1991) と Patwary and van der Meer (1992) の優れた総説があるが、紅藻類には、アマノリ属以外には胞子体に形成される胞子が複相のまま放出されて発芽後4細胞期に至る間に減数分裂が行われる藻類は見当たらない。胞子体が雑種でその体に形成された胞子が発芽時に減数分裂を行うとすれば、次代の1倍体はキメラになってしまうことになる。キメラ個体は、生理機能に不均衡が生じ生存上不都合であろうと思われる。スサビノリでは、幼芽・幼葉期に単胞子を形成し、放出して栄養繁殖的に増殖する。このことによってスサビノリではキメラが解消され、個体の生理機能上の不均衡を避けることが出来ているように思われる。スサビノリにおける単胞子による無性的栄養繁殖の生殖は、キメラを回避するための戦略であろうと考えられる。

アマノリ属の有性生殖は、Hawkes (1978) によってなされた光顕、電顕を駆使した研究の結果、典型的な

有性生殖であることが明らかにされている。

堀 (1989) はササビノリなどの原始紅藻綱の藻類は真核植物の中で原核植物の名残をとどめている最も原始的なものであることを 5SrRNA の構造の解析に基づいて分子生物学的に明らかにしている。そうだとすれば、原始紅藻綱に所属するアマノリ属は、真核植物のなかで最初に有性生殖を行うようになった植物であろうと思われる。減数分裂は無性生殖から有性生殖への生殖の進化にもなって発達した核分裂の方法であろうと考えられるが、真正紅藻綱の多くの藻類では、減数分裂は孢子の形成時に起こるのに対してアマノリ属では、その核分裂が殻孢子の発芽時に起こる。このことはアマノリ属の有性生殖には不完全さが残されていることを示しているように思われる。またこのことは原始的な有性生殖の名残りではないかと思われる。

## 謝 辞

東京水産大学教授有賀祐勝博士には原稿の校閲を賜わり多数の有益な助言を賜ったことに対して心からの謝意を表す。また、この一連の研究の遂行にあたって物心両面にわたる援助を頂いた(財)海苔増殖振興会に対しても深甚なる謝意を表したい。なおまた、本稿に用いた図表の多くは青森大学工学部の申宗岩博士が作成したものであることをここに記して感謝する。本誌では図と表には原則として英文の説明をつけることになっているが、本総説では国内の読者のために敢えて和文の説明をつけることを許していただいたことをつけ加えたい。

## 文 献

Aruga, Y. and Miura, A. 1984. *In vivo* absorption spectra and pigment contents of *Porphyra*. *Jap. J. Phycol.* 32: 243-250.

Bold, H. C. and Wynne, M. J. 1978. Cultivation of algae in the laboratory. *In* Introduction to the algae. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. p. 571-578.

Burzycki, G. M. and Waaland, J. R. 1987. On the position of meiosis in the life history of *Porphyra torta*. *Bot. Mar.* 30: 5-10.

Giraud, A. et Magne, F. 1968. La place de la méiose dans le cycle de développement de *Porphyra umbilicalis*. *C. R. Acad. Sci. Paris* 267: 586-588.

Hawkes, M. 1978. Sexual reproduction in *Porphyra Gardneri* (Smith et Hollenberg) Hawkes (Bangiales, Rhodophyta). *Phycologia* 17: 329-353.

堀 寛 1989. 生物の系統進化. 木村資生・大沢省

三編, 生物の歴史, 岩波講座・分子生物学 3. 岩波書店. p. 25-60.

堀 輝三 1993. 藻類の生活史集成, 第2巻. 内田老鶴圃, 東京. 345 pp.

Kikuchi, R., Ashida, K. and Hirao, S. 1979. Phycobilins in different color types of *Porphyra jezoensis* Ueda. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 45: 1461-1464.

Kito, H. 1967. Cytological studies of several species of *Porphyra*. II. Mitosis in carpospore-germlings of *Porphyra jezoensis*. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 18: 201-202.

Kito, H. 1974. Cytological observations on the conchocelis-phase in three species of *Porphyra*. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Lab.* 33: 101-117.

Kito, H. 1978. Cytological studies on genus *Porphyra*. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Lab.* 39: 29-84.

高原隆明・三浦昭雄・有賀祐勝 1976. ササビノリの緑色突然変異体の培養実験. *うみ* 14: 8-13.

馬 家海・三浦昭雄 1984. ササビノリ殻孢子とその発芽体における核分裂の観察. *藻類* 32: 373-378.

Migita, S. 1967. Cytological studies on genus *Porphyra jezoensis* Ueda. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.* 24: 55-64.

三浦昭雄 1975. 養殖ノリの育種学的研究. 第3回国際海洋開発会議(昭50. 8. 5-8, 東京)和文論文集, 第2巻: 19-34.

三浦昭雄 1976. ノリの育種. *海洋科学* 8: 447-454.

三浦昭雄 1978. ノリの色彩の変異体と色彩の遺伝. *遺伝* 32(8): 11-16.

三浦昭雄 1979. 水産育種の現状と将来. 5. 藻類. 日本水産学会編, 水産生物の遺伝と育種, 水産学シリーズ26, 恒星社厚生閣. p. 78-92.

三浦昭雄 1990a. ノリの育種の現状と展望, ササビノリの色素変異型の遺伝, とくにキメラ葉状体の起源について. *水産育種* 15: 19-30.

三浦昭雄 1990b. ノリの生産と利用, 栽培加工技術の変遷. *食の科学* 154: 38-50.

三浦昭雄 1991. 倉掛武雄はノリ栽培におけるハイテク, バイテクの先駆者. 倉掛武雄とその業績, 故倉掛武雄氏業績刊行会. p. 268-275.

三浦昭雄 1992. ノリ. 三浦昭雄編, 食用藻類の栽培, 水産学シリーズ88. 恒星社厚生閣. p. 11-24.

Miura, A. 1975. Studies on the breeding of cultivated *Porphyra* (Rhodophyceae). The 3rd International Ocean Development Conference (August 5-8, 1975, Tokyo), Preprint Volume III, Marine Resources: 81-93.

Miura, A. 1984. A new variety and a new form of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) from Japan: *Porphyra tenera* Kjellman var. *tamatsuensis* Miura, var. nov. and *P. jezoensis* Ueda form. *narawaensis* Miura, form. nov. *J. Tokyo Univ. Fish.* 71: 1-14.

Miura, A. 1985. Genetic analysis of the variant color types of light red, light green and light yellow phenotypes of *Porphyra jezoensis* (Rhodophyta, Bangiaceae). *In* Hara, H., ed., Origin and evolution of diversity in plant and communities. *Academia*

- Scientific Book Inc., Tokyo, p. 270-284.
- Miura, A. 1988. Taxonomic studies of *Porphyra* species cultivated in Japan, referring to their transition to the cultivated variety. *J. Tokyo Univ. Fish.* **75**: 311-325.
- 三浦昭雄・国藤恭正 1980. スサビノリの色素変異型の遺伝子分析. *遺伝* **34**(9): 14-20.
- 三浦昭雄・符 鵬飛・申 宗岩 1992. 紅藻スサビノリとアサクサノリの色彩変異体による種間交雑実験. *東京水産大学研究報告* **79**: 103-120.
- Niwa, K., Miura, A., Shin, J.-A. and Aruga, Y. 1993. Characterization and genetic analysis of the violet type pigmentation mutant of *Porphyra yezoensis* Ueda (Bangiales, Rhodophyta). *Korean J. Phycol.* **8**: in press.
- 大目 優 1989. スサビノリの遺伝学, 胞子の発芽時に起こる減数分裂. *海洋科学* **21**: 350-354.
- Ohme, M., Kunifuji, Y. and Miura, A. 1986. Cross experiments in *Porphyra yezoensis* Ueda. *Jap. J. Phycol.* **34**: 101-106.
- Ohme, M. and Miura, A. 1988. Tetrad analysis in conchospore germings of *Porphyra yezoensis* (Rhodophyta, Bangiales). *Plant Science* **57**: 135-140.
- Patwary, M. U. and van der Meer, J. P. 1992. Genetics and breeding of cultivated seaweeds. *Korean J. Phycol.* **7**: 281-318.
- Tseng, C. K. and Sun, A. 1989. Studies on the alternation of the nuclear phases and chromosome numbers in the life history of some species of *Porphyra* from China. *Bot. Mar.* **32**: 1-8.
- van der Meer, J. P. 1977. Genetics of *Gracilaria* sp. (Rhodophyceae, Gigartinales). II. The life history and genetic implications of cytokinetic failure during tetraspore formation. *Phycologia* **16**: 367-371.
- van der Meer, J. P. 1991. Genetics. In Cole, K. M. and Sheath, R. G. ed., *Biology of the red algae*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. p. 103-121.
- Yabu, H. 1969. Observation on chromosomes in some species of *Porphyra*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **19**: 239-243.
- Yabu, H. and Tokida, J. 1963. Mitosis in *Porphyra*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **14**: 131-136.





## 日本藻類学会秋季シンポジウム 講演要旨

### 海苔の機能性をめぐる諸問題

(1993年10月29日, JA ホール)

#### 植物としての海苔

東京水産大学 有賀 祐勝

##### 1. はじめに (シンポジウムの趣旨)

近年, 健康維持のためミネラルや食物繊維の重要性が広く認識されるようになってきました。現在, 海藻はミネラルや食物繊維の宝庫の一つとして注目されています。日本人は大昔から海藻をいろんなかたちで食品として利用してきましたが, 中でも海苔は最もよく知られた海藻食品の一つであります。海藻は蛋白質含量が高いので「海の大豆」と呼んでよい食品ですが, これに加えてミネラル, 食物繊維, ビタミンB群,  $\beta$ -カロテンなどにも富み「海の緑黄色野菜」とも呼ぶうる海藻食品です。さらに海苔にはタウリン, ビタミンB<sub>12</sub>, エイコサペンタエン酸なども含まれており, 身体に大変良い食べ物です。

しかし, 一般消費者は海苔が身体に良いことを漠然とは知っていても科学的根拠に基づいた明瞭な認識に欠けるきらいがあります。海藻の研究者でさえも「ノリ」の生物学的側面については非常に詳しい知識を持ちながら, 栄養学的側面に関しては比較的疎かになりがちです。このシンポジウムでは, 海藻の中で特に海苔をとりあげ, その機能性を学問的に裏づけるような研究を進めておられる先生方に研究成果を一般消費者にも理解できるようやさしく話していただき, 海苔の機能性食品としてのはたらきについて更に理解を深めたいと考えています。

##### 2. ノリの生活

海苔(乾海苔)の原料となる「ノリ」はアマノリ属の海藻です。アマノリ属は分類上では紅藻に属します。現在, 日本で栽培(養殖)されているアマノリ属の主な種はササビノリ (*Porphyra yezoensis*) とアサクサノリ (*Porphyra tenera*) で, 前者が大部分を占めます。また, 過去10年ほどをみると日本では毎年およそ90~100億枚の海苔が生産され, 消費されています。韓国と中国でもノリは栽培されていますが, 国外からの海苔の輸入はなく, 日本から台湾, アメリカ, 香港などに若干

輸出されています。

代表的な栽培種ササビノリの生活環をみると, 葉状体(配偶体)と糸状体(孢子体)の世代が交代しており, 葉状体から放出される果孢子子が発芽して糸状体になり, 糸状体から放出される殻孢子が発芽して葉状体になります。10月から翌年の3月あるいは4月までの時期に海で栽培されるのは葉状体で, 葉状体を収穫して乾海苔を作ります。

ノリは陸上の植物と同様に光合成を行っています。すなわち, 水中の二酸化炭素と水を原料にし, 太陽エネルギー(光)をとりこんで炭水化物を作り, これに水中から栄養素として吸収した種々の元素を結合させてノリの体を構成する有機物を作りあげ, 成長します。

##### 3. ノリが作った有機物等を利用する

ノリが自身の成長(生活)のために作った, ノリの体内に含まれる成分を私たちは利用するわけです。したがって, ノリの体の中にはどのような成分がどれだけあり, それがどのような働きをもっているか, 特に人の健康にとってどのような働きがあるか, を知ることは大変重要なことです。

#### 海苔マグネシウムの腎臓石灰化抑制作用

国立健康・栄養研究所 江指 隆年

##### 1. はじめに

マグネシウム(以下Mgと略)は人体の必須ミネラルの一種であり, 日本人の栄養所要量では, 成人1人1日当りの目標摂取量を300mgとしています。

現代の食生活は, 精製加工素材, 精製加工食品への依存度が高く, Mgなどの摂取不足を招きやすい食環境にあるため, Mgの摂取に留意しなければならない状況にあります。

食品に含まれるMg量は, 科学技術庁が刊行した日本食品標準成分表によって知ることができます。しかし, Mgの生体利用性に関する研究はきわめて少ないため, わが国において古くより食用に供され, Mgを比較的多く含む「あまのり」のMgの供給源としての生体利用性を, 実験動物の低Mg食に添加した「あ

まのり」が、血清 Mg 濃度維持、腎臓石灰化予防及び大腿骨 Mg 量増加に影響を与えるか否かを指標として研究しました。

## 2. 実験方法

フィッシャー系3週齢雄シロネズミ（日本チャールスリバー(株)）を、一週間予備飼育した後、対照食群(20SC)、低 Mg 食群(-Mg20SC)、低 Mg 食+あまのり群(-Mg20SCP) および対照食+あまのり群(20SCP)に分け、それぞれの飼料を3週間給与しました。各群とも、糖質源として腎臓の石灰化を引き起こしやすい蔗糖を用い、低 Mg 食群の Mg は対照食群の1/10量添加し、-Mg20SCP には、あまのりを添加して、Mg 量が対照食群とほぼ等しくなるようにしました。20SCP は -Mg20SCP の Mg 量の2倍の Mg が含まれるようにしてあります。また、添加した「あまのり」のたん白質量および繊維量を差し引いた組成としました。飼料は自由摂取させ、飲料水には蒸留水を与えました。また、予め低マグネシウム食を給与して腎臓に石灰化がおこっている実験動物に「あまのり」を給与し、石灰化した腎臓のカルシウム (Ca) 量を正常量に近づけることができるか否かについても調べました。

## 3. 結果および考察

### 1) 腎臓のマグネシウム、カルシウムおよびリン量

低 Mg 食群(-Mg20SC)は腎臓に多量の Ca を蓄積しました。「あまのり」を添加した -Mg20SCP の腎臓 Ca 量は対照食群(20SC)と有意差を認めませんでした。この結果は、「あまのり」の Mg が Mg 源として有効であったことを示唆しています。

一方、Mg を2倍量含んだ20SCPの腎臓 Ca 量は対照群の1/2以下でした。この実験で用いた飼料組成は腎臓の石灰化を引き起こしやすい蔗糖を唯一の糖質源としているため、対照群(20SC)の腎臓 Ca 量は、澱粉を糖質源とする飼料に比較し、およそ10倍高い値を示しています。この対照食に「あまのり」を添加した20SCPの腎臓 Ca 量が著しく低下したことは、「あまのり」が蔗糖による腎臓石灰化促進作用を妨げたことを示していると考えられます。

飼料中に添加する Mg 量を増加すると腎臓の石灰化が妨げられることが知られていますが、20SCP で得られた結果が、Mg 量を2倍にしたために得られたものか、あるいは「あまのり」に含まれる、Mg 以外の成分によるものか否かについては、今後さらに検討し

なければなりません。

また、石灰化がおこっている腎臓のカルシウム量が「あまのり」給与によって正常量に近づくことも明らかになりました。腎臓の病理組織学的検査結果でも「あまのり」給与の有効性が確認できました。

### 2) 血清マグネシウム、カルシウムおよびリン濃度

-Mg20SC の血清 Mg 濃度は対照群の1/3を示し、明らかに低マグネシウム状態でした。また、血清リン(P)濃度も低値を示しました。一方、Ca 濃度は上昇し、高 Ca 血症の傾向を示しました。これらの症状はいずれも、Mg 欠乏シロネズミにおいてみられる特徴です。-Mg20SCP の血清 Mg は対照群には及ばないものの、ほぼ正常値を示し、血清 Ca 濃度は正常値を維持しました。20SCP と20SC の差は見られませんでした。この結果は、「あまのり」の Mg が血清 Mg、P および Ca 濃度を正常に維持する機能を果たしていることを示しています。低 Mg 食による高 Ca 血症はよく知られていますから、「あまのり」添加によって高 Ca 血症が正常範囲を維持することはあまのりの Mg が Mg 給源になっていることを示していると考えられます。

### 3) 大腿骨のマグネシウム、カルシウムおよびリン量

低 Mg 食群(-Mg20SC)は、灰分、脱脂大腿骨1グラムあたりの Mg および P 量が対照群(20SC)より低値を示しました。「あまのり」を添加した -Mg20SCP では灰分および Mg、P 量が増加し、-Mg20SC より高値を示しました。これらの結果も、低 Mg 食に添加した「あまのり」の Mg が Mg 給源として利用されたことを示しています。

また、飼料中の Mg 量が2倍である20SCPの大腿骨の Mg 量が20SCと同じであったことは、大腿骨の Mg 量に飽和点があることを示唆しています。

一方、脱脂大腿骨1グラムあたりの Ca 量は -Mg20SCP が最大値を示しました。今後、「あまのり」とミネラル代謝の研究を進展させる上で興味ある知見と考えられます。

## 海苔の血清コレステロール低下作用

北海道大学農学部 桐山 修八

乾燥あまのり粉末はタンパク質、食物セニ含量がそれぞれ40%前後もあり、残りはほとんど灰分という組成で、食品栄養学的立場から極めて興味深い食品素材である。われわれはこの点に注目し、まず全粉末、ついでタンパク質、食物セニ画分に分離して、それ

らの血漿コレステロール濃度 (p-Chol) に及ぼす影響について検討してきた。

これまで、食物センイの p-Chol 正常化作用の検定法としては、一般に、コレステロールと胆汁酸を標準飼料 (主として25%カゼイン飼料) に添加した条件で行われてきた。この系で有効な例は水溶性食物センイ (SDF) の一部に限られており、水不溶性食物センイは全く無効であった。タンパク質源の p-Chol 正常化作用も、この系で調べると、一部のタンパク質例えば分離大豆タンパク質などに有効性が認められている。一方、1980年代に入り、コレステロールや胆汁酸を添加しない飼料条件で、食物センイ、タンパク質源の p-Chol 低下作用が検討されるようになった。これはヒトの食事条件に近いので、現在ではこの系が一般的になっており、われわれもほとんどこの系で実験している。

実験動物には SD 系雄ラットを用い、まず25%カゼイン飼料で1週間予備飼料後、1群6匹に組分けし、実験飼料で一定期間 (8日~4週間) 飼育し、途中、経時的に尾静脈血を採取し、p-Chol を測定した。最終日に腹部大動脈血を採り、同様に分析した。

まず、あまのり粉末に p-Chol 低下作用のあることを明らかにし、次いで、あまのりからタンパク質を抽出、部分精製 (LPI と略) したのち、これを唯一のタンパク質源として、その栄養価を比較した。LPI の消化率はカゼイン (Cas), 分離大豆タンパク質 (SPI) に比べ有意に低かったが、成長速度は最大であり、生物価 (72) も Cas (70) と同等であった。SPI, LPI 群の p-Chol は Cas より有意に低くなった。LPI に類似のアミノ酸混合物飼料 (LPAA) 群の p-Chol も Cas より有意に低下した。SPI, LPI 群の糞中酸性及び中性ステロイド排泄は Cas 群より有意に大きかったが、LPAA 群では Cas と差がなかったことから、LPI による p-Chol 低下は、SPI の場合と同様、糞中ステロイドの排泄増加によるものとは考えにくい。むしろ、LPI のアミノ酸組成に基づく効果であると考えられる。

また、あまのり粉末のホモジネートにプロテアーゼを作用させ、タンパク質を水解後、エタノールを加え沈殿する部分を透析し、食物センイ (LDF) 画分を得た。25%カゼイン飼料にセルロース5%添加したものをコントロールとし、セルロースの代りにあまのり LDF 5%添加した飼料で3週間飼育した。その結果、あまのり LDF にも p-Chol 低下作用のあることが明らかになった。

以上の結果から、あまのりはそれ自体でも p-Chol 低下作用を示すが、その中に含まれるタンパク質はと

くに強い p-Chol 低下作用をもつものと考えられる。

## ポルフィランの血管新生抑制作用

東京都臨床医学総合研究所 芦野 洋美

末梢まで張り巡らされている血管は全ての組織・器官にとって欠くことのできない生命維持のためのネットワークである。しかし、一般に生理的に血管が新しく増生されるのは、個体の発生・成長時か、あるいは成人における創傷治癒時と妊娠時だけであり、これら以外の過剰な血管新生は様々な病態と深くむすびついていることが分かってきた。例えば、固形腫瘍は、その付近の血管から多くの毛細血管を新生させ、これを通して栄養・酸素の十分な供給を受ける。したがって固形腫瘍の増殖に血管新生は必須であり、これなくしては巨大化し得ないことから、血管新生を阻害することができれば、腫瘍の増殖を抑制し得る可能性が出てくる。このような兵糧攻めの発想が新しい癌治療のアプローチとして近年注目を集めている。

そこで我々は、血管新生阻害物質を探索したところ、ステロイド、軟骨抽出物質、細菌二次代謝産物、プロテアーゼ阻害剤の他、デキストラン硫酸には強い阻害活性があることを見出した。体内で他の組織や細胞に影響の少ないと考えられる物質としてデキストラン硫酸に注目し、そのメカニズムを探ると共に、天然にこのような効力を持つ類似の物質があるかどうかを調べた。血管新生抑制効果は鶏卵胚漿尿膜 (chorio allantoic membrane: CAM) を用い、胚発生に伴って発達する CAM の血管新生に対し、どのような阻害を示すかで検討した。その結果、海苔に含まれている硫酸化多糖ポルフィランは、比較的高濃度では強く血管新生を抑制することを見出した。

血管を新生する過程は、血管新生を促す何らかの刺激による内皮細胞の活性化、血管基底膜の分解、内皮細胞の遊走、内皮細胞の増殖、管腔の形成といった幾つものステップによって成り立っていると推定されている。そこで、毛細血管内皮細胞を用いて内皮細胞の増殖に対する影響、血管腔の伸展に必要なプロテアーゼとして重視されているプラスミノゲンアクチベーターの阻害の有無、また最終ステップと考えられる管腔形成の変化を検討し、ポルフィランがどのような機序によって血管新生を抑制するのか、その作用を明らかにした。

ポルフィランがマイルドに血管新生を阻止することは、この物質が毎日の食生活に密着した植物中に存在することと関連して、興味深いことである。今後、多

種類の多糖の宝庫である様々な海藻を検討していくことは、より強力な物質の探索へ繋がるものと考えられる。

固形腫瘍以外の血管の過剰増生によって引き起こされる血管新生依存性疾患には、増殖性糖尿病性網膜症、網膜の黄斑変性、血管腫、関節リウマチなど多々挙げられるが血管新生阻害物質はこれらの疾病の治療に幅広く役立つものと期待が寄せられている。

[共同研究者：島村真里子・及川 勉・岩口孝雄（東京都臨床医学総合研究所）．西沢 一俊（日本大学農獣医学部）]

## ポルフィランの抗変異原性作用

日本大学 大川いづみ

### 1. 抗変異原性とは：

海藻食品が健康保持に有益であるという常識のようなものが我々日本人の間にはゆきわたっているが、その機構を科学的に究明する方途のひとつとして、私たちは食用海藻の抗変異原性に注目してこの数年間研究を行ってきた。焼き肉など多くの食品には生物の遺伝子に傷をつけて運が悪ければ癌を引き起こすような物質、変異原性物質が、ごく微量ではあるが含まれている。その有害な効力を打ち消すような作用を「抗変異原性作用」という。サルモネラ菌の性質の遺伝的変化を指標にしてこの作用を簡便に測定する方法、考案者の名を取ってエイムス試験とよばれる方法が、この方面の研究に役立ってきた。野菜類、茶などの抗変異原性作用について日本で世界に先駆けた研究が行われてきたが、従来、海藻食品を対象とした報告はなかった。

日本各地の食用海藻、25種、29標品を集めて比較した私たちの実験で、これら海藻はいずれもそれ自体には変異原性が認められず、発癌性という観点から安全な食品であると言えることがわかった。一方、ジネトロピレン、トリップ P-1、トリップ P-2、2-アミノアントラセン、ベンゾ [a] ピレン、という5種類の変異原性物質に対して、これら海藻はいずれも抗変異原性作用を示すことが明らかとなった。抗変異原性の強さは海藻の種によって異なり、フクロフノリ、ツノマタ、コトジツノマタなど紅藻類には抗変異原性作用の弱いものが多かった中で、「海苔」の素材であるササビノリの作用はマコンプをしのぎ、抗変異原性の強い海藻種に分類された。そこで昨年来、数ある食用海藻の中でも食味よく生産量も多いササビノリについて研究を進めている。

### 2. 結果と考察：

世界各地のアマノリ属の藻体19標品の供与を(株)白子から受けて、[G-<sup>3</sup>H] ベンゾ [a] ピレンの吸着能力を指標に試験した。いずれも抗変異原性を示したが、ササビノリよりもはるかに強い作用をもつものはなかった。

国産養殖ササビノリを試料として、藻体の乾燥、板のりへの加工、焙焼など製品化工程、あるいは酸、アルカリ、有機溶媒、オートクレーブなど各種処理による抗変異原性の消長を調べた結果、抗変異原性が著しく増減する現象は見られず、化学的に安定な性質であることがわかった。さらにササビノリから調製した食物繊維ポルフィランおよびその酵素分解物のオリゴ糖はエイムス試験でジネトロピレンなどの変異原性物質に対し抗変異原性を示した。「海苔」の健康性機能の一端を示し得たと考える。

## 海苔の抗腫瘍性活性

北里大学 山本 一郎

昆布など海藻類のいくつかは中医学（中国の伝統的な医学）では、煎薬として癌の治療と予防に用いられている。煎じ方は日本の漢方薬のそれと同じで、用量は乾燥重量3～5銭（1銭は約3.7グラム）が1日分と記載されている。

このことを知って種々の食用海藻の熱水抽出液またはその透析内液を作製し、マウスの移植腫瘍を用いて動物実験を行い抗腫瘍性の有無を調べたところ、昆布に著しい効果が認められたが、海苔にはこの実験系では効果がみられなかった。ところが、干し海苔の粉末を2%の割合で標準飼料に混入した実験飼料を摂取させたラットに腸癌を誘発する DMH (1,2-ジメチルヒドラジン) を皮下投与 (週1回, 12週連続) して発癌率を調べたところ、標準飼料を摂取させ、DMHを投与した対照群のラット10匹中7匹に腸癌が発生したのに対して (発癌率70%)、海苔摂取群では10匹中2匹に腸癌を認めたにすぎなかった (発癌率20%)。また、ラットに乳癌を誘発する DMBA (7,12-ジメチルベンズアントラセン) を1回胃中投与して海苔摂取群と対照群との乳癌発生率を調べたが、対照群では29匹中20匹に乳癌がみられたのに対して (発癌率69%)、海苔摂取群では20匹中7匹に乳癌がみられたにすぎなかった (発癌率35%)。さらに、マウスの自然発生乳癌について調べたところ、60週齢時に標準飼料摂取群 (対照群) で10匹中8匹に乳癌が発生したのに対して (発癌率80%)、海苔摂取群では10匹中3匹に乳癌の発生

がみられたにすぎなかった（発癌率30%）。

以上のような動物実験の結果から、海苔は移植癌には無効であったが、化学発癌物質による発癌や遺伝子に関与する発癌に対して著しい抑制効果のあることが認められた。しかも、干し海苔そのものの経口摂取による抗腫瘍性活性が実証されたことは、食品としての海苔が私達の健康の維持、増進に寄与するところ極めて大なりといえましょう。

海苔の抗腫瘍性活性の機序については、海苔に豊富に含まれるベータ・カロチン、ビタミンC、食物繊維などのほたらきが考えられるが、これらの一部を裏付ける研究成果をシンポジウムで提示したい。

## 食品加工から見た海苔

東北大学 山内 文男

私は大豆の専門で海苔の加工については経験がないのですが、大豆の加工とそれから考えられる海苔の加工について述べて頂く。

### 1. 海苔の成分

食品を加工する場合、まず原料の成分をみる必要があるので、表1に大豆と海苔の成分を比較した。海苔は「海の大豆」と呼ばれるほど蛋白質含量が高い。表のように蛋白質は大豆とほぼ同じかそれ以上に多い。脂質は殆どなく、糖質はその量だけ多い。蛋白質の種類を植物蛋白質と比較すると表2のようになる。

表1 大豆と海苔の成分の比較 (%)

	水分	蛋白質	脂質	糖質	繊維	灰分
大豆	12.5	35.3	19.0	23.7	4.5	5.0
海苔	11.1	38.8	1.9	39.5	1.8	6.9

\*標準食品分析表による

表2 蛋白質の分類 (%)

蛋白質	アルブミン+グロブリン (水可溶)	グルテニン (酸, アルカリ可溶)	グリアジン (アルコール可溶)
大豆	96	4	—
小麦	15	38	43
海苔	23	65	13

表2のように大豆蛋白質は水でほとんど抽出される。しかし、海苔は水または塩可溶蛋白質は四分の一しかない。

海苔のアミノ酸組成によると、グルタミン酸、アスパラギン酸のような旨味性アミノ酸と、アラニン、グ

リシンのような甘味性アミノ酸を多く含むので、蛋白質を抽出し酵素や微生物で分解すると、呈味性のある分解液が造られると推定される。

### 2. 加工による利用

大豆は比較的多くの加工法が発達している。これらを表3に示した。

表3 大豆の利用

1) 直接利用	枝豆 煮豆 黄粉 もやし
2) 抽出利用	豆乳 豆腐 油揚げ ゆば
3) 蛋白質製品	脱脂大豆 濃縮蛋白 分離蛋白
4) 醱酵製品	納豆 醤油 味噌 豆腐よう
5) 大豆油	テンブラ油 サラダ油 マーガリン

1) 直接利用 直接の利用に関しては、むしろ海苔の方が発達し、乾燥した普通の海苔のほか、ふりかけ、佃煮、などがある。

2) 抽出利用 海苔は大豆のように水で蛋白質が容易に抽出が可能でないが、アルカリ溶液で抽出され酸で沈殿するといわれるので、その量は不明であるが、豆腐や油揚げ類の加工も可能であろう。

3) 蛋白質製品 抽出した蛋白質を、乾燥することによって蛋白質製品がつくられる。大豆の蛋白質製品は凝集性、粘性、結着性、保水性、乳化性などの食品特性が利用され、畜産及び水産練り製品、菓子類、スープ、パン類などに広く利用されている。

海苔の蛋白質を抽出後、上記の食品特性を調べることによって、利用の用途が推察できる。

4) 醱酵製品 大豆は蒸煮して納豆菌を加えるだけで容易に納豆ができる。蛋白質が納豆菌によって分解し呈味性をしめす。海苔は粒状ではないが、粒状に乾燥すれば醱酵の方向も考えられよう。ただし、醱酵にはある程度の糖分が必要である。醤油や味噌は、小麦や米を加えて醱酵させたものである。

蛋白質や澱粉をアミノ酸やペプチドに分解し、糖質はオリゴ糖にし呈味性をしめす。さらに乳酸菌と酵母によって醱酵させ、香気と有機酸等によって香味をあたえる。

以上は大豆の加工から考えた海苔の加工の可能性について述べたが、参考になれば幸いである。

## まとめ（機能性食品としての海藻）

三重大学生物資源学部 野田 宏行

### 1. はじめに

従来の食習慣から、のりは一部高級な嗜好品としての消費と外飯産業の急速な伸展に伴って安価な製品をごはんのラップ材的な用途が主流になり、中流品の需要の展望が開けない現状にある。そこで、のりの機能性を研究し、一般消費者に理解を広めることによって新用途の開発に力を入れることが不可欠となっている。

## 2. 一般成分

のりは大型海藻の中で最も高いタンパク質量を有し、アミノ酸スコアも高い。のりの多糖類の中で骨格多糖がマンナン、キシランから成り、細胞間多糖としてガラクトタンに 6-12%の硫酸基が結合した水溶性粘質多糖ポルフィランを有し、食物繊維として便通を良くし、各種成人病の予防に役立っている。

のりの脂肪酸は約 3%でイコサペンタエン酸 (EPA) が50%を占めている点も他の食用海藻にない特色である。EPA は血清中の総コレステロール、中性脂質含量を低減させ、体内の代謝に必要な局所ホルモンのプロスタグランジン類が産生され、相互に平行して健康の維持に役立っている。

さらにのりには、K, Ca, Mg など多量要素はもとよ

り、Fe (赤血球増殖)、Zn (タンパク合成)、Cu (老化防止)、Mn (成長促進)、Co (貧血予防)、Mo (貧血予防)、Se (ガン予防、抗酸化作用)、I (成長促進)、F (歯、骨強化)、V (心臓機能強化)、Cr (糖質代謝)、Ni, Si, Sn, As など生命を維持するのに微量で必須のミネラルが存在している。

## 3. その他の成分

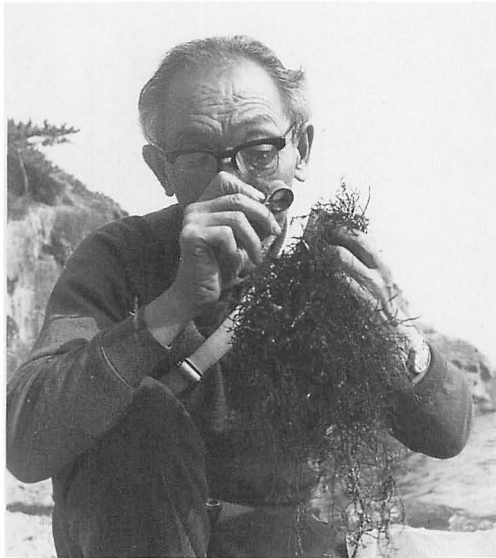
のりは遊離アミノ酸タウリンを乾物当り 1-2% 含み、血中コレステロール低下、白内障、糖尿病に有効で、神経伝達機能の向上に作用する。

のりには乾物中 25 mg%のβ-カロチンを含む。本物質は小腸粘膜の細胞中でビタミンAに変えられて全身に供給されるが、突然変異を抑えたり、皮膚、大腸ガンの発生を抑制すること、のりに多いビタミンE、Cと同様に、老化や発ガンの原因とされる超酸化物を無害にする機能を有する。

海藻には抗菌、抗ウィルス物質および酵母、糸状菌の抗生物質の存在が報告されているが、のりも今後未知の生理活性成分が検出される可能性が高い。

## 吉田忠生：山本虎夫氏のご逝去を悼む

Tadao Yoshida: Mr. Torao Yamamoto, in memoriam



本会会員山本虎夫氏は1993年11月4日に逝去された。81才であった。山本氏は1912年(明治45年)3月7日和歌山市で生まれ、県立日高中学を卒業後すぐに教育関係の幾つかの仕事を経験された。第二次世界大戦中は中国東北部(満州)に軍属として行かれ、戦後もしばらくシベリアで苦しい生活を経験されたのちに帰国され、再び小学校の教諭としての職につかれた。1950年からは在職のまま京都大学研修員として京大瀬戸臨海実験所に隣接するサマーハウスの管理もかねて住み込んでおられた。その後は小学校や中学校に勤務の傍ら京大の臨海実習の際には講師として学生の指導にも当たっておられた。1972年に教諭の職を退かれてからも臨海実験所の近くに住んでおられたが、健康を害され、1993年からは京成長岡京市に移られた。

山本氏は若い頃から生物全般におたる広い関心と興味を持っておられたようで、シベリア抑留中も植物についての知識を生かして、薬草を採集して役立てていたという話を伺ったことがある。動物のなかでは、貝類について特に詳しかった。

教育者として、多くの人の生物学に対する関心を深めるための組織的な活動にも熱心で、1949年には南紀生物同好会を設立し、謄写印刷の「南紀生物」の発行

を始められた。この雑誌の発行は一時休止したが、1964年には活版印刷の雑誌として復刊し、南紀生物同好会は和歌山県内のローカルなものから全国に会員を持つ大きな団体となったし、雑誌の内容も全国的なものとなった。

海藻に関する興味は1950年に京大サマーハウスに移られてからのようで、この頃から活発に和歌山県内の海藻を採集し、北大の山田幸男先生や九大の瀬川宗吉先生の教えを受けられるようになった。北大の標本室には山本氏が採集された相当数の標本が保存されている。また機会あるごとに日本各地を旅行され、そこでもかならず採集をされていた。そして海藻愛好者との交流を持って知識の普及にも努力された。

山本氏に初めてお目にかかったのは1960年だったと記憶している。京大サマーハウスに訪ねてお話を伺った。この頃すでに和歌山県産の海藻についてはすべて学名で話をされたのに感心した強い印象を持っている。それからガラガラ属の標本同定を依頼されたりした。私が札幌に移ってからは更に頻繁に連絡を持ち、何度も札幌に来られて、北大の標本室で和歌山県産の標本を調査された。

山本氏の主な関心は和歌山県産の海藻フローラを明らかにすることで、つぎつぎと知見を発表された。初期の海藻目録はご自身の採集品とともに文献のみの記録も加えてあった。しかし、後にはかならず証詔の標本に基づく記録を残されている。最近の「南紀生物」に発表された和歌山県産海藻分布資料はそれを纏めたものの一部である。膨大な数の標本は、後進の利用のためにということで、その大部分を大阪自然史博物館に、また一部を北大理学部に寄贈されて私達の研究に大いに役立っている。

和歌山県産のホンダワラ類についても多数の標本があり、それらに基づいて私は1983年に *Sargassum yamamotoi* Yoshida ヨレモクモドキを発表した。そのほか日置町で発見された1種を新種であると判断して、私自身で生育場所を確認したいと山本氏にも現場に同行して頂いて、布施慎一郎氏と一緒に多数の個体を採集したことがある。この種類にはナンキモクという和名を山本氏に付けて頂いた。その後、季節的な変

化を調べるようお願いして、その採集の帰りに交通事故に遭ったということだった。新種の発表が遅れ、1993年の秋になって *Sargassum wakayamaense* として原稿を纏めて投稿したあとで山本氏の訃報を受けた。生前に発表が間に合わなかったのが残念で仕方がない。

山本氏は、衣食住にはあまり頓着されなかったようで、自然を愛し、生物を知ることに関心された。それ

もアマチュアとしての態度で一貫されていた。私のように20才以上年下の者に対しても、海藻の研究に関しては先生として接していただいた。今はただご冥福を祈るのみである。

(060 札幌市北区北10条西8丁目)

北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻)



---

 新刊紹介
 

---

Ohno, M. and Critchley, A. T. ed.: *Seaweed Cultivation and Marine Ranching*. 1st ed. 151pp. 1993. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency (JICA)

価格 ソフトカバー 2,000円, US\$ 20  
ハードカバー 2,500円, US\$ 25

大宝律令(701)の昔より、海藻を貢物として朝廷に捧げるなど、日本人は古くから海藻を利用してきた。そのこともあって、我が国における海藻利用の研究は盛んで、ノリ、ワカメをはじめとする海藻栽培技術は極めて優れたものがある。その理論と実際については、既に数多くの論文や解説書があり、また最近三浦昭雄博士編(1992)食用藻類の栽培(150ページ)(恒星社厚生閣)が出版され、我々にとってその全貌を知ることとはさほど困難でなくなった。最近、健康食品、生理活性物質の探索の対象、マリンバイオマス利用資源等、海藻に格別の注目を払う人達が我が国以外にも多くなってきた。しかし、残念なことに、我が国の海藻栽培についての解説の多くは日本語で、全般について英文で書かれた本がなかったため、我が国の優れた技術を外国の人々が知るのには難しいことであった。英文で書かれた本書は、本来、海藻生産と利用の理論と実際を修得するために来日する開発途上国の人達の Training Course 用に、Japanese International Cooperation Agency (JICA) が援助して作られた教科書で、日本の海藻栽培技術を中心に、フィリピンのカラゲナン原藻、チリ、イスラエル、その他幾つかの国のオゴノ

リ類栽培などが解説される。11章から成り、扱われる海藻と執筆者名は次のようである(敬称略)。緑藻ヒトエグサとアオノリ(大野正夫)、クビレズタ(G. C. Tronoと当間武)、褐藻コンブ(川嶋昭二)、ワカメ(大野と松岡正義)、オキナワモズク(当間)、紅藻アサクサノリ類(大房剛)キリンサイ類と *Kappaphycus* (Trono)、オゴノリ類(A. T. Critchley)であり、他に1章海藻資源(Critchley)、10章海藻礁の造成(D. B. Largoと大野)、11章海藻とその海洋牧場への役割(M. D. Fortes)が採録される。第1章の記述によると、海藻の主な利用は1、食品 2、アルギン酸 3、カラゲナン 4、寒天であり、現在海藻栽培が盛んに行われている国は、ノリー日本、韓国、中国；コンブ—中国、韓国；ワカメ—日本、韓国；ヒジキ—韓国；カラゲナン原藻キリンサイ類—フィリピン、インドネシア、タンザニア；寒天原藻オゴノリ類—チリであるという。なお本書の執筆者9名のうち4名は日本以外の国の研究者(フィリピン3名、南アフリカ1名)である。日本以外の国の人々が海藻利用に積極的な関心を寄せていることが窺えるが、本書を読み、挙げられた文献に目を通すとき、その認識はさらに高まる。本書は時宜を得た出版物であり、編者の大野正夫教授と A. T. Critchley 博士の労を多としたい。なお購入希望者は高知大学海洋生物教育研究センター大野正夫氏(781-11高知県土佐市宇佐町井尻194)に直接申し込むこと。

(日本赤十字看護大学 千原光雄)

西澤一俊著：海藻と成人病予防

183頁、1993。研成社 1,300円

元本会会長の著者は、よく知られるように、セルラーゼの生化学や藻類の生化学の分野で多くの業績を挙げている学者である。最近では藻類のもつ成分の様々な生化学的特性と人体の生理や代謝との関係に関心をもち、医薬、薬学及び栄養学などの観点からその方面の文献を調査し、成果を学会に総説や論文として発表し、また解説を企業向けの雑誌等に寄せておられる。著者は先に同じ出版社から「海藻の本—食の源をさぐる—」(1988)を刊行したが、今回の本は海藻成分の薬理面あるいは

栄養面の効能、特に成人病予防により海藻成分の機能を中心としたものである。15章から成る。幾つかの章と小項目等の題名には次の様なものがある。褐藻に含まれるアルギン酸の血圧調節機能、フコステロールによる血圧調節、ラミニンと血圧、海藻の食物繊維、ノリに多いタウリンとコレステロールレベル、肝臓や血中のコレステロール低下、褐藻の有機型ヨウ素、クロロフィルとその部分分解物、ベタインの抗高コレステロール血漿作用、血液凝固防止と血液浄化、海藻のヘパリノイド、血糖値を低下させるテングサ類、海藻の駆虫効果、抗ガン性のある海藻成分、海藻のビタミン、

海藻の抗生物質、海藻のミネラル成分と有効性、海藻の紫外線吸収物質と皮膚の紫外線予防と美容、など。本書は一般向け啓蒙書として書かれたものであるが、薬理実験や疫学的調査資料に裏付けされているので、内容は十分に我々を満足させてくれる。ともすると難

解に成りがちな内容は平易な記述により理解しやすくなっている。日頃藻類を扱ってはいるが、研究領域の異なる筆者には新しい知見が多かった。家庭にも備えたいと思う本である。

(日本赤十字看護大学 千原光雄)

#### 西澤一俊著：のぎへんのほん 海藻と成人病予防

183頁。1993。研成社 1,300円

経済の高度成長のおかげで、今日の日本人は西欧的で満ち足りた生活を送ることが出来るようになった。食生活についてみても西欧化が進み、今では世界各地から集められた食物をたらふく食べられる、いわゆる「飽食の時代」を享受している。そしてその結果、中高年者だけでなく子供にまで成人病の徴候が現れている有り様である。現代日本と同様に成人病の悩みを抱える西欧では、近頃、成人病予防のために日本食が注目を集めているようである。古典的な日本食は、低カロリーである上にビタミン類や食物繊維に富むということで人気があるらしい。そうした日本食の中には、海藻を用いたものが少なくない。海藻には、ビタミン類や食物繊維に加えてミネラルも多く含まれているので、健康食品として高く評価されている。

本書は、健康食品として内外から注目を集めている海藻について、成人病予防という観点から書かれたもので、「のぎへんのほん」という啓蒙的なシリーズ本の一冊である。本書が刊行されて間もない、昨年10月29日に日本藻類学会秋季シンポジウムが東京大手町で開催され、そこでは機能性食品の中で最もポピュラーな海苔について、その機能性が多方面から検討され紹介された。その内容がかなり専門的であったのに比べると、本書の内容は一般向けにたいそうやさしく書かれていると言えよう。また、本書の内容は海苔に限っておらず、食品として利用されている海藻の成分と機

能を網羅したものである。

本書は、15の章とむすびの章で構成されている。第1章では、海藻、特に食用海藻について食べ方も含めて概説されている。第2章には、人間の寿命と病氣、3-10章には、成人病の予防や治療に海藻がどのように役立つかについて述べてある。これらの章では、最近増加してきた高血圧、動脈硬化、血栓形成といった循環器系の疾患、糖尿病、がん、便秘などの予防や治療に効果があると思われる海藻と有効成分について解説されている。11-14章は、海藻に含まれているビタミン、抗生物質、ミネラルとその有効性についての解説に当てられている。15章では、美容への海藻の利用が取り上げられており、最近問題になっている紫外線障害を防ぐのに役立つ可能性のある海藻の紫外線吸収物質も紹介されている。

もともと日本人は海藻を食べるのが好きな民族であるが、本書を読んだ後では、誰もがもっと海藻を食べようと思うに違いない。特に、高い会費を払ってエステチック・サロンに通っている女性や、お腹の出張り具合を気にしている中年男性などにお勧めの本だと思う。ただし、著者が村杉幸子女史と共著で出版した「海藻の本」(本書と同じ「のぎへんのほん」シリーズ)をすでにお読みの方は、同書との重複が気になるかも知れない。また、たいへん残念なのは、誤植・脱字が少なくないことである。もっとも、これは編集者の責任であろうが。(東京学芸大・生物 片山舒康)

**Bird, C. J. and McLachlan, J. L.: Seaweed Flora of the Maritimes. 1. Rhodophyta—The Red Algae**  
v+177 pp. including 65 plates, 1992. Biopress Ltd., The Orchard, Clanage Road, Bristol BS3 2JX, England (£39.50+£4p&p; Can\$90+\$9p&p; US\$75+\$8p&p)

世界で最もよく海藻を研究している大学または研究所は?の間に、カナダ大西洋岸の NRC Institute for

Marine Biosciences の名を挙げる人が多いと思う。形態分類、分子分類、分布、生態、培養、生理化学、遺伝等、広く各方面から海藻研究を行っている。著者等はそこで分類、分布の研究あるいは培養を行っている研究者である。アメリカ沿岸と違い、カナダ大西洋岸の海藻の分類や分布については纏まって記述した本が少なく、特に種類ごとに特徴を図示した書物は皆無

であったため、海藻に親しみ、そして研究することは、専門家以外には極めて不便であった。このことから、著者等は研究所のあるノヴァスコチア付近海域に普通に見られる海藻の同定用の本の作成を計画した。その第一巻が本書で、当核海域産紅藻約 128 種のうち、代表種 73 種を扱っている。それぞれの種について、見開きの左ページに解説と写真の説明が、右ページに藻体の全形写真及び種の特徴を示す顕微鏡写真図が掲載されている。図は 65 プレートあり、黑白写真であるが、よく種の特徴を示している。筆者はかつてノヴァスコチアに滞在の折りに海藻採集を試み、種名を知るのに

苦勞したが、今回本書によりずいぶん知識を補うことが出来た。大西洋沿岸の海藻であるので、種類の大部分は我が国と異なるが、属はほとんど共通で、従って我が国の海藻をより良く理解するには良い参考書となるであろう。種の解説の他に、紅藻の特徴、掲載種の分類リスト、属の検索表、用語解説が添えられる。第二巻は褐藻、続いて緑藻の刊行予定の由である。なお、掲載種の標本は Herbarium of National Research Council (NRCC) に保管される。

(日本赤十字看護大学 千原光雄)



## — 学 会 録 事 —

### 1. 持回り評議員会報告

5回にわたる学会誌改革実務委員会の検討結果を受けて、1993年11月27日付で持回り評議委員会を行った。その主要な点は次のとおりである。

本学会の学会誌改革については、去る3月の評議員会ならびに総会において改革の方向の大筋が承認されたが、学会誌改革実務委員会で、英文誌出版候補のBlackwell Scientific Publicationsとの数回の予備交渉をふまえて鋭意検討を進めた結果、ほぼ次のような結論に達した。

(1) 英文誌の出版社をBlackwell Scientific Publicationsとする。

(2) 英文誌のサイズはA4判とし、さしあたって1号あたり64頁で年4回発行する。この印刷発行と郵送の経費は年間およそ425万円である。

(3) 英文誌のタイトルはPhycological Researchとし、1995年から出版する。

(4) 和文誌は現在の「藻類」の体裁をほぼ踏襲し、年3回(3号)出版する。1号あたりの頁数は64頁としたいが、現在の財政状況からすると48頁に縮小せざるを得ない可能性が強い。

(5) 和文誌出版の経費は120～150万円必要と見積られるが、これは現状ではかなり厳しく、庶務費の節減と予備費(前年度繰越金)で当面对処しながら収入増の努力を続けることとする。

1995年からこのように移行するとすれば、出版社との正式の契約を早急に検討する必要があり、会則改正その他の総会承認事項があるので正式には総会後でないといけないが、1994年3月の評議員会ならびに総会を待っていると最初の出版が大変遅れてしまう危険がある。そこで実務委員会としては持回り評議員会をお願いし、基本線を承認してもらい、英文誌ならびに和文誌の編集委員会を非公式ではあるが可及的すみやかにスタートさせ、1995年移行のための編集実務を進め、最終的には1994年3月の総会で正式に承認してもらうようにしたい。実務委員会では、英文誌編集委員長として川井浩史氏(神戸大学)、和文誌編集委員長とし

て井上勲氏(筑波大学)を推薦するが、これはあくまでも移行期の特別措置で、将来は「現会長、前会長、次期会長、現編集委員長、前編集委員長、次期編集委員長、現評議員からなる役員会(仮称)を設置し、そこで両編集委員長を決め、任期は3年とする」ことを提案する。

上記について、次のような項目で1993年12月13日までに回答を求めた結果、下記のようにいずれも承認された。

(1) 英文誌出版社をBlackwell Sci. Publ.とする。(賛否)

(2) 英文誌のサイズはA4判とし、1号あたり64頁で年4回発行する。(賛否)

(3) 英文誌のタイトルはPhycological Researchとし、1995年から出版する。(賛否)

(4) 和文誌は現在の「藻類」の体裁をほぼ踏襲し、年3回(3号)出版する。(賛否)

(5) 英文誌編集委員長を川井浩史氏、和文誌編集委員長を井上勲氏をお願いする。(賛否)

(6) その他の意見  
(結果)

評議員16名のうち15名から期限までに返信があり、集計結果は次のとおり。

(1) 賛14 否0 保留1

(2) 賛14 否0 保留1

(3) 賛13 否1 保留1

(4) 賛12 否0 保留3

(5) 賛13 否0 保留2

なお、記入された意見をここに集録するのは省略するが、大変貴重な意見があるので、引続き慎重に検討したいというのが実務委員会委員長でもある会長の意向である。

### 2. 日本学術会議第16期会員候補者の推薦

標記について評議員の投票の結果、会員候補者には千原光雄氏、推薦人には石川依久子氏、推薦人予備者には能登谷正浩氏が選ばれた。

— 会 員 移 動 —  
新 入 会 員

## 住所変更

## 退会者

正誤表 Errata  
(第41巻 1-4号 Vol. 41 No. 1-4)

	誤 incorrect	正 correct
No. 3 和文目次 L. 15	ヒナノリ目	チノリモ目
p. 205 Right, L. 42.	Morphological analysis	Morphological study
p. 229 Right, L. 2, 46, 51	Moestrup, $\phi$	Moestrup, $\emptyset$
p. 241 和文要旨表題	ヒナノリ目	チノリモ目
p. 351 Author name	Wahiro Kida	Washiro Kida
p. 357 Left, L. 7	右田清二	右田清治

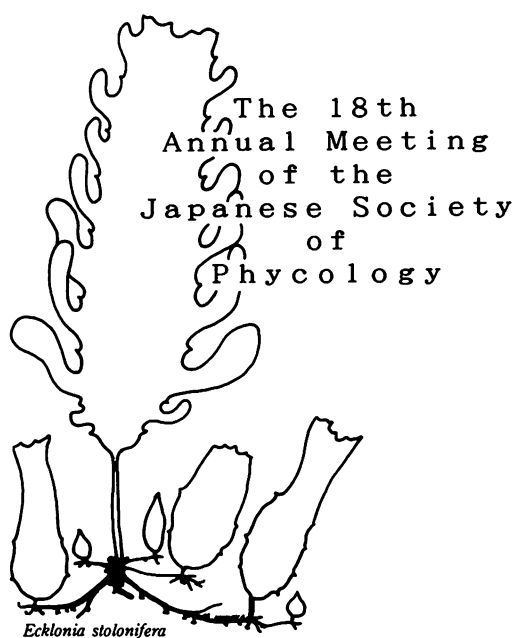




会 告

日本藻類学会第18回大会プログラム  
(1994)

学会会長 有賀 祐 勝  
大会会長 濱 田 仁



The XVIIIth Annual Meeting of the  
Japanese Society of Phycology  
March 29 - 31, 1994  
Toyama Prefectural Hall

会 期 1994年3月29日(火)～3月31日(木)  
会 場 富山県民会館 304号室(特別会議室) & ギャラリー B

## プログラム総括表

3月29日(火)	3月30日(水)	3月31日(木)
エクスカーション(募集締切済) 女良ワカメ養殖 (富山着) 12:00	北陸の藻類 9:00-10:00<4> 化石藻類 10:00-10:30<1> 紅藻の培養と分類 10:30-11:30<4>	医薬への応用 9:00-9:30<2> 藻類の生理 9:30-11:00<6> 展示発表 11:05-11:50<9>
市民向け公開講演 13:00-15:20<3>	有色藻の形態と分類 12:30-14:00<6> 珪藻の形態と生理 14:00-15:00<4> 海藻の利用 15:00-15:30<2>	緑藻の分類と進化 12:45-14:45<7> クラミドモナスの鞭毛 14:45-15:30<3>
編集委員会 16:00-17:00 評議員会 17:00-18:00	海藻の生態・水産 15:30-16:45<5> 総会 16:45-18:00 懇親会 18:00-20:00	緑藻の微細構造 15:30-16:15<3> 淡水藻の生活 16:15-17:15<4>
市民向け公開展示 13:00-18:00	市民向け公開展示 9:00-18:00	市民向け公開展示 9:00-18:00

<>内は講演・または展示数

## 会場

富山県民会館：富山市新総曲輪4番18号

電話 0764(32)3111

市民向け公開展示・展示発表 : 2階 ギャラリー B

市民向け公開講演・口頭発表・総会 : 3階 304号室(特別会議室)

懇親会 : 8階 キャッスル

## 市民向け公開講演

期日：3月29日(火) 13:00-15:20

進行：渡辺 信(富山大・教育・生物)

12:00-	受付
13:00-13:10	開会の挨拶 濱田 仁(富山医薬大・医)
13:10-13:50 (1)	藻類をめぐる3つの話題—藻類の進化と環境を中心として— 千原光雄(日本赤十字看護大)
13:55-14:35 (2)	藻類と生物教育 片山舒康(東京学芸大・生物)
14:40-15:20 (3)	水環境汚染と藻類の異常発生について 渡辺 信(国立環境研究所)
15:20-	市民向け公開展示会場へ移動

16:00-17:00：編集委員会(会場：301号室)

17:00-18:00：評議員会(会場：301号室)

## 口頭発表(30日午前の部)

<北陸の藻類> 9:00-10:00	<座長> 田中 次郎(東京水産大・水産)
9:00-9:15 (4)	富山湾の藻類—藻場の分布と植物プランクトンの季節変化— ○藤田大介*・若林 洋**(*富山水試, **富山県水産漁港課)
9:15-9:30 (5)	ホソカワモズク( <i>Batrachospermum turfosum</i> Bory)の有性生殖器官と果孢子体形成過程 吉崎 誠(東邦大・理・生物)

〈座長〉坂東 忠司 (京都教育大)

9:30- 9:45 (6) 黒部川の藻類の分布

○安井一朗\*・山本勝博\*\* (\*富山県総合教育センター, \*\*滑川高校)

9:45-10:00 (7) ダム湖における鞭毛藻類 (緑藻) の出現とその環境条件

安田郁子 (富山県立大・短・環境工学)

〈化石藻類〉 10:00-10:30

〈座長〉千原 光雄 (日本赤十字看護大)

10:00-10:30 (8) 古生物学からみた石灰藻 (総説)

小西健二 (金沢大・理・地学)

〈紅藻の培養と分類〉 10:30-11:30

〈座長〉能登谷正浩 (東京水産大・水産)

10:30-10:45 (9) 紅藻カサネイシモ (サンゴモ目) について

馬場将輔 (海生研)

10:45-11:00 (10) 石灰藻さんごものアレロケミカル検索のための培養培地の検討

○傳法 隆・館脇正和 (北海道大・理・海藻研)

〈座長〉高原 隆明 (専修大・商)

11:00-11:15 (11) 紅藻ゾソ属成分研究の流れの中から

斎藤 譲 (北海道大・水産)

11:15-11:30 (12) ユルヂギヌ属 (紅藻, ヒカゲノイト科) の1種について

○梶村光男\*・宇井晋介\*\* (\*島根大・理・臨海, \*\*海中公園セ)

#### 口頭発表 (30日午後の部)

〈有色藻の形態と分類〉 12:30-14:00

〈座長〉吉田 忠生 (北海道大・理)

12:30-12:45 (13) 褐藻類ホンダワラ亜属のナガミモク (新称) について

鯨坂哲朗 (京大・農)

12:45-13:00 (14) エナガモク (褐藻, ホンダワラ属) の分類学的検討

○野呂忠秀\*・吉田忠生\*\* (\*鹿児島大・水産, \*\*北海道大・理)

〈座長〉本村 泰三 (北海道大・理・海藻研)

13:00-13:15 (15) 褐藻ウガノモク科植物の動原体

安井 肇 (北海道大・水産)

13:15-13:30 (16) 沖縄産の底生性渦鞭毛藻類の1種の形態と分類

堀口健雄 (北海道大・理・系統進化)

〈座長〉堀 輝三 (筑波大・生物科学)

13:30-13:45 (17) 横浜港より採集された新属の黄色藻類の分類学的検討

○本多大輔・井上 勲 (筑波大・生物科学系)

13:45-14:00 (18) ハプト藻の分類と鞭毛装置

○Øjvind Moestrup\*・井上 勲\*\*・堀 輝三\*\* (\*コペンハーゲン大・藻類, \*\*筑波大・生物)

〈珪藻の形態と生理〉 14:00-15:00

〈座長〉南雲 保 (日本歯科大・歯)

14:00-14:15 (19) *Sellaphora* 属の微細構造上の評価基準とこの属に所属させるべき種類

○小林 弘\*・真山茂樹\*\* (\*東京珪藻研究所, \*\*東学大・生物)

14:15-14:30 (20) 分散型葉緑体核様体分布様式をもつ羽状珪藻 *Pinnularia* 種のグループ

○真山茂樹・石川依久子 (東学大・生物)

〈座長〉出井 雅彦 (文教大)

14:30-14:45 (21) 中心目珪藻 *Pleurosira* の光に対する葉緑体の定位運動

○古川隆博・石川依久子 (東学大・生物)

- 14:45-15:00 (22) 淡水産ケイ藻 *Pinnularia* と *Synedra* の生育と脂肪酸組成について  
○立澤秀高\*・曾我彰彦\*\*・山本鎔子\*\* (\*例)荏原総研, \*\*明治大・農)  
〈海藻の利用〉 15:00-15:30 〈座長〉三浦 昭雄(青森大・工)
- 15:00-15:15 (23) ベトナムの有用海藻について  
大野正夫(高知大・海洋生物センター)
- 15:15-15:30 (24) 山形県に生育する海藻の呼名とその利用方法  
○池原宏二\*・佐藤清一\*\*・鎌田 稔\*\*\* (\*南西水研, \*\*山形県水産課, \*\*\*山形水試)  
〈海藻の生態・水産〉 15:30-16:45 〈座長〉藤田 大介(富山水試)
- 15:30-15:45 (25) 1993年春～夏の瀬戸内海における流れ藻の構成種  
池原宏二(南西水研)
- 15:45-16:00 (26) 裸地プレート上に初期に入植する海藻類の季節的な相違について  
○芹沢如比古・大野正夫(高知大・海洋生物センター)  
〈座長〉大野 正夫(高知大・海洋生物センター)
- 16:00-16:15 (27) 三重県沿岸に産するヒトエグサ属の種類について  
○喜田和四郎・前川行幸(三重大・生物資源)
- 16:15-16:30 (28) 養殖ノリの発芽体に及ぼす都市下水処理水の影響  
前川行幸(三重大・生物資源)
- 16:30-16:45 (29) 宮部金吾博士の明治27(1894)年北海道昆布調査旅行日記及び研究ノートについて  
川嶋昭二(函館市)
- 
- 16:45-18:00 総会(同会場)
- 18:00-20:00 懇親会(会場:8階「キャッスル」)
- 

#### 口頭発表(31日午前の部)

- 〈医薬への応用〉 9:00-9:30 〈座長〉石川依久子(東学大)
- 9:00- 9:15 (30) 藻類の抗単純ヘルペスウイルス及び抗エイズウイルス作用  
○林 京子\*・濱田 仁\*\*・林 利光\*\*\* (\*富山医薬大・医・ウイルス, \*\*同・保健  
医学, \*\*\*同・薬・生薬)
- 9:15- 9:30 (31) 藍藻スピルリナから単離された抗ウイルス活性物質の特性  
○林 京子\*・林 利光\*\*・小島一郎\*\*\* (\*富山医薬大・医・ウイルス, \*\*同・薬・  
生薬, \*\*\*日本石油・中央技術研)
- 〈藻類の生理〉 9:30-11:45 〈座長〉加藤 哲也(京都大・理・植物)
- 9:30- 9:45 (32) 接合藻類の放射線耐性—栄養細胞の複数ゲノム性, 生息環境, 分類との関係—  
○濱田 仁\*・坂東忠司\*\* (\*富山医薬大・医, \*\*京都教育大・生物)
- 9:45-10:00 (33) 藻類細胞内の微弱電流測定装置の制作  
鈴木三喜(静岡県伊豆中央高)
- 10:00-10:15 (34) オオパロニアの細胞質基質に局在する硫酸多糖  
○宇田川彰久\*・前田昌徹\*\*・石川依久子\* (\*東学大・生物, \*\*埼玉大・理・生化)  
〈座長〉横浜 康継(筑波大・下田臨海)
- 10:15-10:30 (35) 褐藻が熱処理で緑色になるのはなぜか  
加藤哲也(京都大・理・植物)
- 10:30-10:45 (36) 沈水被子植物センニンモの葉の光合成における  $\text{HCO}_3^-$  の利用機構  
○伊澤百代・岡崎恵視(東学大・生物)

10:45-11:00 (37) ユーグレナの光運動反応, 特に光集合/光逃避反応の切り換えと窒素同化との相関について

○松永 茂\*・高橋哲郎\*\*・菅井道三\*\*\*・久保田 守\*\*\*\*・渡辺正勝\*\*\*\*, 堀 輝三\* (\*筑波大・生物科学, \*\*北陸先端科学技術大学院大・材料科学, \*\*\*富山大・生物, \*\*\*\*基礎生物学研究所)

### 展示発表

会場: ギャラリー B (2階)

11:05-11:50

〈座長〉堀口 健雄 (北海道大・理)

(38) 黄色鞭毛藻の食作用について

○張 曉明\*・渡辺 信\*・井上 勲\*\*・千原光雄\*\*\* (\*国立環境研, \*\*筑波大・生物, \*\*\*日本赤十字看護大)

(39) 地衣類レブラゴケ (*Lepraria* sp.) の共生藻

○竹下俊治\*・半田信司\*\*・中野武登\*\*\* (\*広島大・学校教育・生物, \*\*広島県衛連, \*\*\*広島大・理・生物科学)

(40) *Dilabiflum* 属 (緑藻類, カエトフョラ目) の1新種

○飯田高明・中野武登・出口博則 (広島大・理・生物科学)

(41) ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) の共生藻の分類学的研究

○大西綾美・中野武登・出口博則 (広島大・理・生物科学)

〈座長〉中野 武登 (広島大・理)

(42) 宍道湖・中海の植物プランクトンについて

○大谷修司\*・松坂智之\*・江角比出郎\*\* (\*島根大・教育, \*\*島根県衛生公害研)

(43) 宍道湖・中海の付着珪藻類について

○松坂智之\*・大谷修司\*・江角比出郎\*\* (\*島根大・教育, \*\*島根県衛生公害研)

(44) 松江市近郊におけるチリモ類の種類組成の季節変化

○宍道清子・大谷修司 (島根大・教育)

(45) 松江市近郊におけるチリモ類 *Closterium ehrenbergii* Ralfs の生活史に関する研究

○大嶋真紀子・大谷修司 (島根大・教育)

(46) 千葉県のカイソウ (海藻菊蕨) について

○鳩貝太郎\*・藤田隆夫\*\*・井浦宏司\*\*\*・吉崎 誠\*\* (\*千葉県総合教育センター, \*\*東邦大・理・生物, \*\*\*習志野市役所)

### 口頭発表 (31日午後の部)

〈緑藻の分類と系統〉 12:45-14:45

〈座長〉飯間 雅文 (長崎大・水産)

12:45-13:00 (47) 東京湾品川芝浦運河に生育するシオグサ属植物についての統報

○宮地和幸 (東邦大・理・生物)

13:00-13:15 (48) Helgoland 産の *Bryopsis hypnoides* の生活史

○高原隆明\*・H. Rietema\*\*・千原光雄\*\*\* (\*専修大・商, \*\*オランダ Biologisch centrum, \*\*\*日本赤十字看護大)

13:15-13:30 (49) 酵素多型による大村湾 (長崎県) 産「不稔アオサ」の分類学的検討

○土井考爾・原 慶明 (筑波大・生物)

〈座長〉濱田 仁 (富山医薬大・医)

13:30-14:00 (50) クラミドモナスにおける葉緑体 DNA: その発見の経緯と研究の展開

石田政弘 (フィリップス大)

〈座長〉川井 浩史 (神戸大・理)

- 14:00-14:15 (51) 葉緑体 16SrRNA 塩基配列によるミナトハネモの系統  
○御園生 拓・三井 薫 (山梨大・教育・生物)
- 14:15-14:30 (52) 18SrDNA による緑藻ドゥナリエラ科の系統  
○中山 剛・井上 勲 (筑波大・生物)
- 14:30-14:45 (53) RuBisCO 遺伝子 *rbcL* の分子進化と酵素機能の相関  
○樋口隆司・横田明穂 (地球環境研 RITE・植物分子生理)
- 〈クラミドモナスの鞭毛〉 14:45-15:30 〈座長〉井上 勲 (筑波大・生物科学)
- 14:45-15:00 (54) クラミドモナスの鞭毛 *mastigonemes* の形態形成と機能  
○田中玄太\*・中村省吾\*\*・松永 司\*\*\*・二階堂 修\*\*\*・前田 士\*・田口賢治\*・富松かおり\*・小嶋 學\*\* (\*富山大・理・生, \*\*同・理・生物圏, \*\*\*金沢大・薬・放射薬化)
- 15:00-15:15 (55) クラミドモナスの光走性突然変異体 MES-10 の解析  
○神保絹絵\*・荻原春雄\*・中村省吾\*\*・渡辺正勝\*\*\*・久保田 守\*\*\*・高橋哲郎\*\*\*\*・小嶋 學\*\* (\*富山大・理・生, \*\*同・理・生物圏, \*\*\*基生研・大型スペクトロ, \*\*\*\*北陸先端科学技術大学院大)
- 15:15-15:30 (56) クラミドモナスの鞭毛構成成分に対するモノクローナル抗体, Cfl-92A 及び Cfl-92B について  
○前田 士\*・中村省吾\*\*・松永 司\*\*\*・二階堂 修\*\*\*・田口賢治\*・富松かおり\*・小嶋 學\*\* (\*富山大・理・生, \*\*同・理・生物圏, \*\*\*金沢大・薬・放射薬化)
- 〈緑藻の微細構造〉 15:30-16:15 〈座長〉野崎 久義 (国立環境研)
- 15:30-15:45 (57) 淡水緑藻 *Chaetosphaeridium globosum* の微細構造  
○恩地真一・水田 俊・奥田一雄 (高知大・理・生物)
- 15:45-16:00 (58) 単細胞緑藻 *Trebouxia potteri* の生活環における葉緑体核様体とピレノイドの挙動  
○森 史\*・片平幸枝\*・宮村新一\*・堀 輝三\*・中野武登\*\* (\*筑波大・生物科学系, \*\*広島大・理・植物)
- 16:00-16:15 (59) 多核緑藻マガタマモの細胞周期 (核分裂周期) と核周辺の微小管の形態的観察  
本村泰三 (北海道大・理・海藻研)
- 〈淡水藻の生活〉 16:15-17:15 〈座長〉渡辺 信 (富山大・教育)
- 16:15-16:30 (60) “ベドガミー” をする福島県宮床湿原産の *Chlorogonium* の 1 種 (緑藻, オオヒゲマワリ目)  
○野崎久義\*・相沢賢一\*\*・渡辺 信\* (\*国立環境研, \*\*地球・人間環境フォーラム)
- 16:30-16:45 (61) 富栄養化した溜池における水質と植物プランクトンの季節変化  
○堀江 剛・中野武登・出口博則 (広島大・理・生物科学)
- 16:45-17:00 (62) 地衣類キゴケ属 (*Stereocaulon*) 数種における共生藻の取り込みの多様性  
○青木美恵・中野武登・出口博則 (広島大・理・生物科学)
- 17:00-17:15 (63) コンクリート構造物に付着する気生藻類  
○半田信司\*・中野武登\*\* (\*広島県衛連, \*\*広島大・理・生物科学)

## 市民向け公開展示

会場：ギャラリー B (2階)

期間：29日13:00-18:00 (随時)

30日 9:00-18:00 (随時)

31日 9:00-18:00 (随時)

## 〈世界の藻類〉

- (64) インドネシアの海藻養殖  
Sri Istini (高知大・海洋生物センター)
- (65) フィリピンの海藻養殖  
Largo Danilo (高知大・海洋生物センター)
- (66) タイの有用海藻について  
Chiralart Anong (高知大・海洋生物センター)
- (67) ブラジルの海藻について  
Rebello Jacqueline (高知大・海洋生物センター)
- (68) 北欧における有毒藻  
Øjvind Moestrup (コペンハーゲン大)
- (69) 南極キングジョージ島から得られた糸状性緑藻類  
○大谷修司・秋山 優 (島根大・教育)
- (70) 南極キングジョージ島におけるチリモ類の種類組成  
○大谷修司\*・中野武登\*\* (\*島根大・教育, \*\*広島大・理・生物科学)

## 〈藻類の研究と教育〉

- (71) 著名な藻類学者の写真  
吉田忠生 (北海道大・理・系統進化)
- (72) 身近に見られる淡水藻から陸上植物への進化  
○坂東忠司\*・濱田 仁\*\* (\*京都教育大・生物, \*\*富山医薬大・医)
- (73) 光学顕微鏡のレンズを検査するための珪藻スライドの紹介  
小林 弘 (東京珪藻研究所)
- (74) 藻類の色素のクロマトグラフィーによる簡単な分離法  
横浜康継 (筑波大・臨海)
- (75) 美しい海藻の標本  
○横浜康継\*・田中次郎\*\*・片山舒康\*\*\* (\*筑波大・臨海, \*\*東京水産大・水産, \*\*\*東学大・生物)

## 〈食べられる海藻〉

- (76) 日本の有用海藻の標本  
池原宏二 (南西海区水研)
- (77) 食用海藻の生活史  
飯間雅文 (長崎大・水産)
- (78) 海苔 (ノリ) の色変りのメンデル遺伝  
○三浦昭雄・申 宗岩 (青森大・工)
- (79) 乾海苔はこのように作られる  
○三浦昭雄・申 宗岩 (青森大・工)

## 〈陸上・淡水の藻類〉

- (80) 地衣類に共生している様々な藻類  
○飯田高明\*・青木美恵\*・竹下俊治\*\*・中野武登\* (\*広島大・理・生物科学, \*\*同・

## 学校教育・理科)

- (81) 気生の微細藻類  
○半田信司\*・中野武登\*\* (\*広島県衛連, \*\*広島大・理・生物科学)
- (82) 気生微細藻類による CO<sub>2</sub> 固定  
○中野武登\*・半田信司\*\* (\*広島大・理・生物科学, \*\*広島県衛連)
- (83) ミカヅキモによる水質の判定  
濱田 仁 (富山医薬大・医)
- (84) ミカヅキモの DNA の見方  
濱田 仁 (富山医薬大・医)
- (85) アシツキと立山マリモ  
○安井一朗\*・濱田 仁\*\* (\*富山県総合教育センター, \*\*富山医薬大・医)

## 〈能登半島・富山湾の海藻〉

- (86) 能登のカサノリ (ホソエガサ)  
石川依久子 (東京学芸大・生物)
- (87) 富山県で用いられている海藻採集具  
藤田大介 (富山水試)
- (88) 大島勝太郎氏の業績  
藤田大介 (富山水試)
- (89) 加越能地方の藻類名所案内  
藤田大介 (富山水試)
- (90) 富山湾の海藻～マルチメディアによる藻場ガイドと海藻 Q & A～  
○藤田大介\*・酒井 正\*\* (\*富山水試, \*\*日本タイプライター富山営業所)

## 注 意

- 受付 県民会館 3 階で、3 月 29 日 (火) は 12:00～16:00、30 日 (水) は 8:30 から行います。当日の参加申込も受付けますが、準備等の都合上、懇親会参加者は事前に申込用紙を郵送して下さい。
- クローク 3 月 30 日 (水) 8:45～18:00、3 月 31 日 (木) 8:45～18:00 の間、3 階で荷物を預かります。この期間以外は保管できませんので、ご了承下さい。また、忘れ物をしないようにして下さい。
- エキスカージョン  
口頭発表 定員に達しましたので締切ました。参加者には集合場所や行程などを直接ご連絡します。1 講演は原則として 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 41 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。
- 展示発表 展示発表は、3 月 31 日 (木) 11:05 から 11:50 まで行います。展示物の張付け (要領は会誌 41 巻 4 号を参照) は 29 日 (火) 10:00～30 日 (水) 10:00 までをお願いします。ギャラリーボードへの取り付け用具はこちらで準備致します。
- 市民向け展示 できるだけ 3 月 29 日 (火) 午前中に所定の位置に展示して下さい。単なる掲示のみの場合で、指定時間に本人が直接掲示できない場合には 3 月 25 日までに事務局宛に郵送して下さい。こちらで貼ります。また、展示物は会期終了まで展示しますが、最後まで滞在できない場合にはこちらで取り外し、返送または処分させていただきます。ギャラリーボードへの取り付け用具はこちらで準備致しますが、そのほか必要なものは事前にできるだけ早くお申し出下さい。
- 懇親会 3 月 30 日 (水) 18:00 から 20:00 まで県民会館 8 階「キャッスル」で行います。



問合わせ先：

(大会参加・一般)

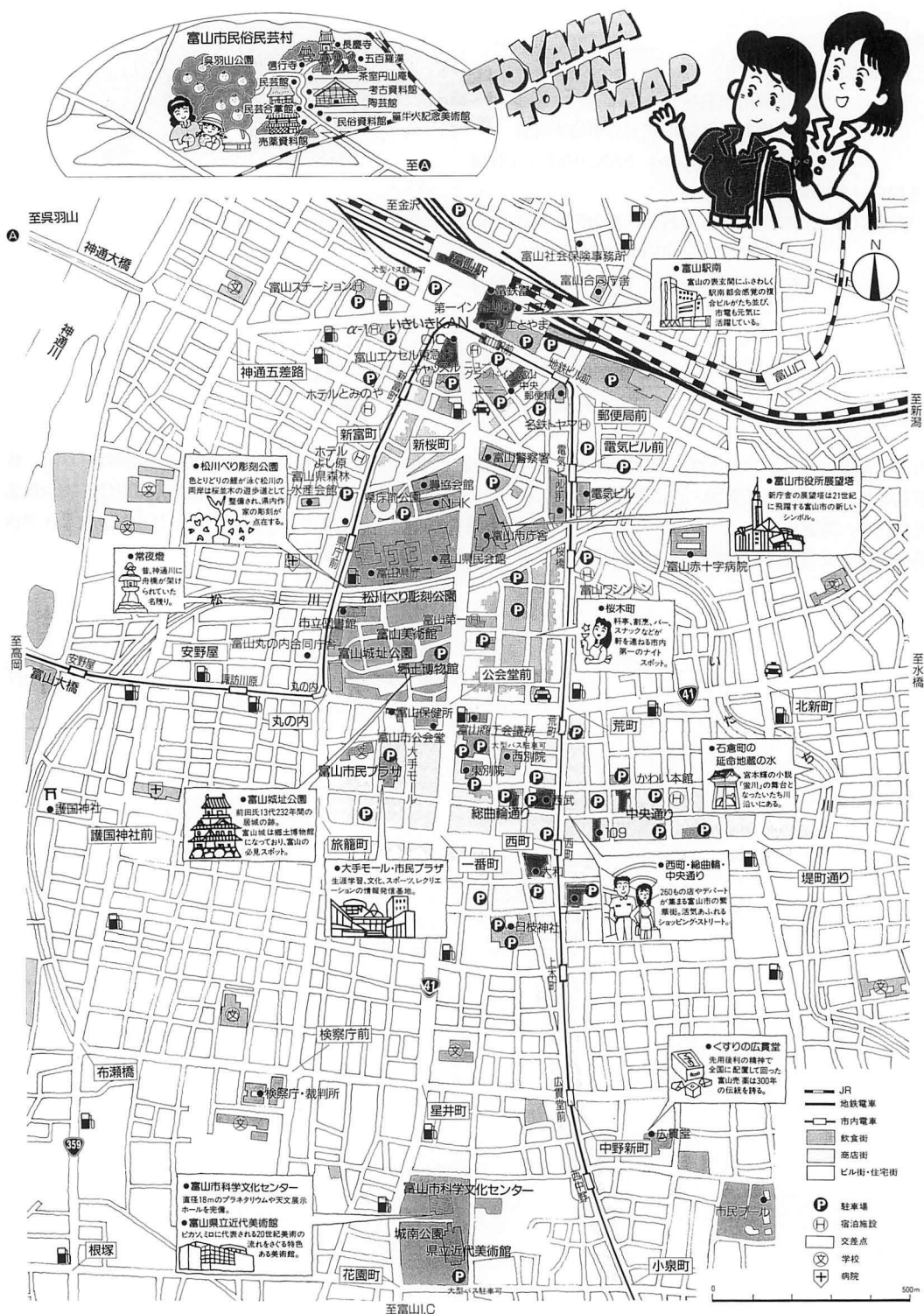
〒936 富山県滑川市高塚364 富山県水産試験場 藤田大介気付  
日本藻類学会第18回大会準備委員会  
電話 0764(75)0036 FAX 0764(75)8116

(市民向け展示の打ち合せ)

〒930-01 富山県富山市杉谷2630 富山医科薬科大学医学部保健医学教室  
日本藻類学会第18回大会準備委員会 濱田 仁  
電話 0764(34)2281 FAX 0764(34)5022

本大会に協賛・協力をいただいた方々・団体  
(1994年2月28日現在、あいうえお順)

内田老鶴圃, オリンパス光学工業(株), 関西電力(株)北陸支社, 呉羽農業協同組合, 小杉照男氏(福寿製菓(株)), 佐藤弘吉氏, 武田薬品工業(株), 立山酒造(株), 津志本 元氏, とやま環境財団, 富山県高等教育振興財団, 富山県水産試験場, (財)富山コンベンションビューロー, 富山市観光物産課, 日本レダリー(株), (公)のとじま水族館, 氷見漁業協同組合女良支所, (有)平野総合印刷社, (有)フレッシュ佐武, 北陸電力(株)。



会場（富山県民会館）周辺の地図（富山市観光物産課提供）

## 日本藻類学会第18回大会講演要旨

## 一般講演

(1) 千原光雄：藻類をめぐる3つの話題 一藻類の進化と環境を中心として一

## 1. 環境に適応する藻類のいろいろ

紅藻、褐藻、緑藻の名前は、1800年代の前半にできた。実はこの色の違いは、太陽の光エネルギーをいかにうまく捉えて生活のエネルギーにするか、ということと深い関係がある。原始地球から今日に至る過程で藻類は様々な色をもつ仲間に進化してきた。

## 2. 住みにくい環境をうまくしのぐ藻類

冬～春によく生育する藻類は、暑い夏の生活しにくい環境を巧妙な方法で過ごしている。例えば、紅藻アサクサノリや緑藻ヒトエグサは貝殻の中で夏を過ごす。

## 3. 藻類は地球環境を救えるか？

ヒトのDNAを破壊する恐ろしい紫外線を遮るオゾン層を作ったのは原始藻類である。最近問題となっている地球温暖化の元凶のCO<sub>2</sub>を、藻類は削減出来るか？ 炭酸ガス削減プロジェクトなどを紹介する。

(日本赤十字看護大学)

(3) 渡辺 信：水環境汚染と藻類の異常発生について

富栄養化の進行した海域や湖沼では、特定の種の浮遊性藻類が異常増殖して水面に集積し、水色が著しく変色する現象が生ずる。このような現象は一般に水の華と呼ばれているが、渦鞭毛藻類等の鞭毛藻類が主要な原因種となる場合は、水色が赤～赤褐色に変色することから赤潮と呼ばれ、藍藻類が主要な原因種となる場合は、水色が青緑色に変色し、青い粉を水面にまぶしたような様相を示すことから、アオコと通称されている。水の華形成藻類の中には毒素を生産するものがあり、水産業のみならず、健康へ多大な影響を及ぼす。特に、湖沼は上水道、家畜の飲み水、養魚及びレクリエーション用として利用されており、そこでの有毒アオコの発生は大きな社会問題となってきている。現在まで、家畜類、魚類及び人間に対して急性毒に関連しているとみなされる有毒アオコは12属23種に及ぶ。ここでは、代表的な有毒アオコであるミクロシステス(Microcystis)の毒成分に焦点をあて、その性質と安全性及び対策について紹介する。

(国立環境研究所)

(2) 片山舒康：藻類と生物教育

生物学の歴史を眺めると、藻類が生物学の発展に果たした役割は大きい。例えば、光合成の研究を例にとってみると、光合成による酸素の発生はアオミドロの葉緑体で証明されたし、暗反応の炭素固定経路はクロレラを用いたカルヴィンらの実験によって解明された。現在でも、藻類を用いてさまざまな分野でさまざまな研究が行われている。ところが、小学校から高等学校までの理科教育・生物教育の中では、藻類は次第に軽んじられてきているように思う。近頃の小学校の理科教科書では、淡水の植物プランクトンとしての藻類はある程度紹介されているものの、日本人におなじみの海藻類はまったく登場しなくなっている。中学校の教科書でさえ、海藻はほんの数種類が載せられているだけである。

千原先生や渡辺先生のお話にもあるように、藻類は生物の進化を考える上でも、またこれまでとこれからの地球環境を考える上でも非常に重要な生物群である。一般市民の藻類に対する認識を高めていくために、生物教育の中で、これまで以上に藻類を取り上げる必要があると思う。

(東京学芸大・生物)

(4) ○藤田大介・若林洋・富山湾の藻類 一藻場の分布と植物プランクトンの季節変化一

富山湾沿岸では明治以降、藻類の調査が行われてきたが、調査海域は殆ど県西部沿岸に限られており、また、種の同定や海藻目録の作成を目的とした研究が多かった。1990年に行われた藻場調査では、主に航空写真と各地の潜水調査の結果に基づいて各地の藻場の面積と優占種が示され、湾全体の藻場面積は753haとされた。概観すると、湾口部両岸ではガラモ場が発達しており、西側では種の多様性に富んでいること、東側では外海的な景観を呈することが特徴である。また、湾奥部では河川水の影響を強く受け、マクサ等の小型海藻の群落が卓越している。なお、県東部の海藻群落の沖合には、ウニ-無節サンゴモ群集が点在している。植物プランクトンに関しては、1985～1986年には湾奥部の表層で季節変化が調べられた。出現種数は10月に最大、5月に最小、細胞数は7月に最大、2月に最小となり、季節によって優占種の交代が見られるが、年間を通して珪藻類が大半を占めた。このうち、初夏の出現種は赤潮構成プランクトンとなることが多い。

(\*富山水試、\*\*富山県水産漁港課)

(5) 吉崎 誠：ホソカワモズク (*Batrachospermum turfosum* Bory) の有性生殖器官と果胞子体形成過程。

富山水試の藤田大介博士から、水試の水槽に繁茂したというカワモズクを送ってもらった。これは、カワモズク (*Batrachospermum gelatinosa*) で、球形の果胞子体を形成する。また、石川県環境部自然保護課の梅典雅氏より送られてきた白山の池塘で採集したハクサンマリモと呼びたいようなマリモ状の藻はホソカワモズクであった。熊野ら(1970)は、ホソカワモズクの糸状に伸長した造胞糸上に果胞子嚢が形成されることを観察したが、ホソカワモズクの果胞子体形成過程の観察例は少なく、詳細ではない。演者は白山、奥鬼怒からのホソカワモズクをもとに有性生殖器官と果胞子体形成過程を詳細に観察したのでここに報告する。造果器を生ずる枝は6~8個の細胞列からなる。基部から2~3個の細胞からは輪生枝と同じ枝を生じ、その細胞から上部の細胞からは総苞糸を生じる。受精後、造果器から直接造胞糸を生じ、造胞糸は総苞糸を包み込んでしまい、あたかもカンザシの玉状となる。やがて、この玉から輪生枝の間をぬって造胞糸が伸長し、拡散型の果胞子体を形成した。(東邦大・理・生物)

(6) 〇安井一朗\*・山本勝博\*\*：黒部川の藻類の分布

黒部川は、北アルプス中央、標高約2200mの雲の平周辺に源を発し、約60km流れて日本海へ注ぐ日本屈指の急流河川である。水質は、BOD値が0.4mg/lで、全国1位である。黒部湖から下流は何らかの人為的な改変を受けており、水生生物についてはこれまで断片的な記録があるのみである。そこで、1990年から93年まで、この黒部川の源流から河口まで藻類調査を行ったところ、次の様な特徴が見られた。1) 水質は上流から下流まで大きな差がなく、種類数、生産量ともに貧弱である。2) 水温が低く清冽な為か、ミズオ (*Hydrurus foetidus*) が下流まで出現し、カワヒビミドロ (*Ulothrix zonata*) の出現期間が長く、カワシオグサ (*Cladophora glomerata*) の長さが普通より短い。3) その他、付着性の強いダイツキヒゲモ (*Homoethrix varians*)、ユレモ (*Oscillatoria* sp.)、スチゲオクロニウム (*Stigeoclonium lubricum*)、ウキシオグサ (*Cladophora crispata*) のような糸状藻が見られる。4) 各藻種は、岩石上に糸状または糊状に、藻種独特の色を呈して付着し、珪藻のように全面には付かない。

(\*富山県総合教育センター、\*\*富山県立滑川高校)

(7) 安田郁子：ダム湖における鞭毛藻類(緑藻)の出現とその環境条件

北陸地方には数多くのダム湖があるが、そのうち、植物プランクトンと水質環境との詳細な調査がなされてきているのは、富山県の子撫川ダム湖と石川県の手取川ダム湖である。この2ダム湖では *Eudorina* や *Pandorina*, *Carteria*, *Chlamydomonas* など、鞭毛をもった緑藻類がしばしば出現する。これらの鞭毛藻類は富栄養化した水域に出現するといわれているが、上記の2ダム湖は中栄養湖または貧栄養湖である。そこで、これらの有鞭毛緑藻類が出現した時の環境要因を検討したところ、濁度の増加とそれに伴う全窒素、全リンの増加、それに対して溶解性リンの少ないことなどの要因が鞭毛緑藻類の増加と関係しているのではないかという結論が得られた。さらにこれらのことから、有鞭毛緑藻類が何らかの理由で濁質粒子に吸着された栄養塩類を利用することができるのではないかということも示唆された。

(富山県立大・短・環境工学)

(8) 小西 健二：古生物学からみた石灰藻(総説)

“生きた化石”の代表、石灰藻の系統を追うには現生種と化石種の一体化を不可欠とする観点が定着して3/4世紀を経たが、組織形態から生理生化学、分子生物学と分類形質が増すにつれ、化石に宿命な続成効果もあって、両者を統一する分類体系の近過去(例えば0.1Ma)以前の化石への適用が困難となっている。

石灰藻は海水中の炭酸物質を吸収して炭酸塩の硬組織を形成し、その遺骸がつくる石灰岩は炭化水素鉱床の貯溜岩、セメント素材、化学肥料など私達の社会生活と深く関わっている。最近では石灰藻を対象に、人間活動に伴う二酸化炭素の温室効果ガスとしての評価とその海中における固定量の検討が進められている。

そして石灰藻の堆積学的役割を検討する海洋地質調査から新知見が得られ、化石石灰藻の堆積環境の再解釈を生じ、浅海成炭酸塩堆積のモデルも修正することになった。亜熱帯/温帯の外側陸棚から陸棚斜面に分布する無節サンゴモ球(rhodoliths)層と熱帯の水深50-100mを特徴付けるサボテンガサ層(*Hali-medea bank*)はその一例である。

(金沢大理地学)

(9) 馬場将輔：紅藻カサネイシモ（サンゴモ目）について

イシノミドキ属のカサネイシモ *Neogoniolithon misakiense* (Foslie) Setchell & Mason は、四分胞子が神奈川県と高知県から報告されているが、その生態や配偶体については知られていない。演者は日本沿岸各地で採集された標本を調べたほか、新潟県柏崎市の岩礁域で生育状況を周年観察した。

潮間帯下部から水深1mまでの岩の上、フジツボや巻き貝の殻上に生育していた。藻体は表面に小さな裂片を形成することにより、ゆるく瓦状に重なりあっていた。藻体の厚さは5~20mmであり、波当たりの強い場所に生育する藻体ほど厚くなる傾向がみられた。柏崎では冬から春にかけて繁茂し、6,7月に成熟した。成熟後、藻体は流失した。生殖器果は藻体表面に突出して半球状、直径242~536 $\mu$ mであった。四分胞子嚢生殖器果の屋根の発達過程、精子嚢の生殖器果内での形成位置、造胞糸の形成位置などについては属の基準種の特徴と一致した。

((財)海洋生物環境研究所)

(10) ○傳法隆・館脇正和：石灰藻さんごものアレロケミカル検索のための培養培地の検討

我々は、石灰藻さんごもがコンブなどの有用海藻に与える影響について、アレロパシーの観点から研究を行っている。しかし、石灰藻の培養に一般的に使用されるGrundの改変培地では健全な培養藻体がなかなか得られなかったことから、本研究では、まず初めに石灰藻の培養に適した栄養強化培地を得るために、比較的容易に培養できるモカサを用いて、Grundの改変培地とPES培地についてリン酸塩濃度とビタミン要求性について検討した。

モカサの四分胞子を10mlの試験液を加えた試験管中に25個ずつ植え付け、各試験区5本ずつ14℃長日条件下で一定期間培養した後、生長量(長径の長さ)を倒立顕微鏡で測定する方法を用いた。

Grundの改変培地は、無機リン酸塩の量ももとの濃度の1/4(1/4P)に設定されているが、1/4P以上ではまだ生長が抑制されており、1/8Pのほうが生長に適していることがわかった。また、ビタミンB<sub>12</sub>は量を変えても生長に影響はなかった。PESを用いた結果では、有機リン酸塩の量が1/2Pから2Pの間で生長がよく、またビタミン類を加えたほうが生長が早くなる傾向が見られた。

以上の結果から、アレロケミカルの有無の検索のために、いろいろな海藻の培養に広く使用されているPESを使用できることがわかったので、モカサ・ピリヒバのミツイシコンブの初期発生に及ぼす影響についてPES培地を用いて現在検討している。

(北大・理・海藻研)

(11) 齋藤 譲：紅藻ソゾ属成分研究の流れの中から

演者の齋藤が北大に入学した頃、教養の化学を教わった入江遠先生が昭和36年頃から紅藻ソゾ属植物の成分、特に“含ハロゲン中員環エーテル類”の検討を開始し、その後そのケモタキシノミ的な仕事は黒澤、正宗、鈴木(稔)、鈴木(輝明)、福澤ほかに受け継がれ、水産学部では籾のほか齋藤も応援して来た。この成分の特徴としてはハロゲン、特に臭素を主に化合物内に取り込んだセスキテルペン類、ジテルペン類ならびに $\alpha$ 位に臭素を持つエーテル類を含有していること、化学的には歪があって合成しにくい中員環(8、9、10員環)エーテルを容易に主成分として生合成していること、化学的に極めて不安定なアセチレン結合やプロモアレンを側鎖に持つこと等が挙げられる。特に詳細に研究されたウラソゾについてみると、寒流域、暖流域の資料で大きな違いが見られ、同一地域でも波の当たる部分と内湾では“住み分け”が有る様で、特に北見枝幸で採集した材料で見ると、ウラソゾに進化が及ばなかったものか低水温のためか、成分的に見た場合“代謝上の進化が止まった株”と見なすことも出来るのではなかろうか。

(北大水産・水産植物)

(12) ○梶村光男\*・宇井晋介\*\*：ユルチギヌ属(紅藻、ヒカゲノイト科)の1種について

葉状体は扁平、表面及び縁辺に起伏を有し、高さ約11cm、葉脈状構造はなく、基部無柄。外皮層細胞は細長く、腺細胞は無い。造果枝は2-3まれに4個細胞から成る。栄養細胞の数は少ない。造果器は受精後に横に分裂することはなく、ゴニモプラストは連絡系から生じ、本種は雌雄同株である。

(\*島根大・理・臨海、\*\*海中公園センター)

## (13) 藤坂哲朗：褐藻類ホンダワラ亜属のナガミモク(新称)について

沖縄本島沿岸で採集されたホンダワラ属藻体は、褐藻類ホンダワラ亜属の *Zygocarpicaceae* 節、*Holozygocarpicaceae* 亜節に属するナガミモク(新称) : *Sargassum longifruustum* Tseng and Lu (日本新産種)であることがわかり、その形態学的特徴や分布について得られた知見を報告する。

沖縄本島大浦湾長島で当真武氏により1989年9月25日に採集された藻体では、付着器は仮盤状であった。莖は円柱状で7本までの主枝を各方向に出す。主枝は長さ72cmまでで、円柱状からやや扁平で、直径は4.5mmまでで、ときおり下部に刺状突起がみられる。葉は長楕円形から長披針形で、長さ4cmまで、巾1.2cmまでである。縁辺には粗いかまたは細かい歯状突起があるか、あるいは全縁である。気胞は球形から楕円形で、長さ7mmまでで、普通先端は円頂であるが、稀に翼状突起や冠葉が見られる。気胞の柄は円柱状から葉状まで変異に富むが、普通は気胞の長さより短い。雌雄異株である。雌性生殖器床は扁平から三稜形で、長さ7mmまでで、縁辺には鋭い刺状突起がある。雄性生殖器床は円柱状で表面が滑らかであるが、ときどき先端が扁平になり刺状突起がわずかにみられるものもある。長さは12mmまでと長い。どちらの生殖器床も小葉や気胞と混在し、holozygocarpic な形質を示す。

本種と同じものと考えられる藻体が、沖縄本島では浜比嘉島、中城湾、屋我地島でも確認された。さらに山田(1942, fig. 9)によりキシウモクとされる宮古島産の藻体も検討する必要がある。なお、本種は中国・Naozhou 島をタイプ地とし、そのとき観察された雄性生殖器床が非常に長いことから新種にされたが、後にベトナムから雌性個体が新たに見つかり、今回日本にも新産種であることがわかった。(京大・農)

## (14) ○野呂忠秀\*・吉田忠生\*\*：エナガモク(褐藻ホンダワラ属)の分類学的検討

エナガモク (*Sargassum henslowianum* var. *condensatum* Yamada 1942)は、長崎県野母崎に産するホンダワラで、原記載以来今日に至るまで報告例はない。山田が、本種を中国からベトナムに分布する *S. henslowianum* C. G. Agardh ex J. G. Aardh 1889 の変種にした理由は、日本産種の生殖器床がより密集していることによるものであり、両者間に他の形態的な違いはないとされてきた。しかし、演者らがベトナム北部産の *S. henslowianum* を調べたところ、葉や気胞のサイズに有為な差が認められ、エナガモクが *S. henslowianum* の変種ではなく別種であることが明らかになった。さらに、この長崎産エナガモクを、新潟および千葉以南の各地から採集されたエンドウモク (*S. yendoi* Okamura et Yamada ex Yamada 1936)と比較したところ、エナガモクのタイプ標本はエンドウモクの雌性体の一部であることが判明した。よって、エナガモクをエンドウモクのシノニムとし、今後はエンドウモクとして扱いたい。

(\*鹿児島大・水産、\*\*北大・理)

## (15) 安井 肇：褐藻ウガノモク科植物の動原体

有糸分裂の際に動原体は染色体の正確な分配と運動に重要な役割を果たしていると考えられている。大型海藻類では、核分裂周期を把握しづらく、染色体が通常0.5-1.5  $\mu\text{m}$  と小さくて形態も多くは球状のため動原体の位置や構造に関する報告はあまり多くない。函館とその周辺に産するウガノモクとスギモクを材料として、造精器内核分裂の経過を透過電顕を用いて観察し、第1回目減数分裂中期と後期及び第2回~第6回目の分裂後期に染色体上において動原体を見だした。両種共、動原体の形態は似ており、核分裂の回数に関わらず大きさや構造はほぼ一定であった。中期に、成熟した動原体は染色体の頂端部に位置し、2~3層からなる板状(幅200-250nm, 厚さ150-160nm)を呈する。最外層は染色体構成線維よりも高電子密度の顆粒状物質よりなり、極方向から伸長した微小管が少なくとも2本付着する。中間層は低電子密度の不定型物質によって構成されるが微小管はここまで貫通することはない。内層は染色体に密着していた。後期に、動原体は弓状となり動原体微小管は短縮して各染色体を極方向へ引きつけているように見える。(北大・水産)

## (16) 堀口健雄：沖縄産の底生性渦鞭毛藻類の1種の形態と分類

沖縄県瀬底島より採集した渦鞭毛藻の一種の形態を光学顕微鏡ならびに電子顕微鏡を用いて調査し、その分類学的位置を検討した。本研究で明らかとなった本藻の形態的特徴は以下のものである：1)細胞は背腹に扁平で、無殻の *Amphidinium* 属に類似の形態を示すが、実際には細胞は鋸板によって被われている、2)葉緑体は1個で、1個のピレノイドをもつ、3)上錐は小さく、下錐に比較してほぼ1/3の長さである、4)横溝はいわゆる右巻きを呈する、5)鋸板配列は  $P_0, 4', 6'', 6''', 2''''$  ( $1p + 1''''?$ ) である、6)上錐の腹面には腹孔を有する、7)頂孔は三日月型のスリット状を呈し、唇状の隆起によって覆われる、8)鋸板の表面は平滑であるが3'の鋸板のみが明瞭な模様をもつ。

本藻は鋸板の配列様式などからゴニオラックス目の *Protoceratium*, *Alexandrium*, *Pyrodinium* などの属に近縁であると考えられる。しかしながら、その特殊な外部形態(上述の1, 3, 4, 7)および下殻の鋸板の特徵的な配列などから本種を新属新種として扱うのが妥当であろうとの結論を得た。(北大・理・生物)

(17) ○本多大輔・井上勲：横浜港より採集された新属の黄色藻類の分類学的検討

1990年7月、神奈川県横浜市の横浜港から採取した底泥を予備培養したところ、黄色の単細胞藻類が出現し、培養株として確立した。この藻は細胞の大きさは5~7 μm、黄褐色の葉緑体を2または3個有し、長短2本の鞭毛を細胞前端部から生じる。以上のような形質は、黄金色藻綱オクロモナス属の特徴と一致する。しかし、眼点を欠く、短鞭毛が他のオクロモナス属の種に対し比較的に長い(細胞の約2/3)、食作用を行わない、シストを形成しないなどの性質をもち、既知の種には該当するものがないため、より詳細な調査を行った。

細胞の鞭毛基部付近から後端部にかけて、縦溝があり、この中を短鞭毛が走行している。同様の特徴をもった黄金色藻類は存在せず、新属新種であると判断された。さらに本属は以下のような形質で特徴づけられる。1)3番目と4番目の微小管性の鞭毛根が縦溝の縁に沿って走行している。2)鞭毛移行部のらせん構造が基板(basal plate)の下部に位置する。3)基底小体(basal body)は核の窪みに収まっている。2),3)はペディネラ類に見られる形質と類似しており、両者の類縁性が示唆される。(筑波大・生物科学系)

(18) ○Ojvind Moestrup\*・井上勲\*\*・堀輝三\*\*：ハプト藻の分類と鞭毛装置

ハプト藻は細胞外被とハプトネマの性質により4目に分類されるが、これが人為的な分類であることは多くの研究者によって指摘され、鞭毛装置と分子情報による分類系の再構築が求められている。ハプト藻の鞭毛装置は1980年代後半から詳細な研究が開始され、現在ではイソクリシス目、プリムネシウム目、円石藻目の多くの属について情報が蓄積されている。これらを比較解析することで属や科、目のレベルで分類を再検討することがようやく可能になりつつある。ここでは、これまでに得られた情報に、新たに鞭毛装置構造を解析した *Platychnysis* および円石藻数種の結果を加え、ハプト藻の分類のあり方について考察する。特に *Platychnysis* は、*Prymnesium*, *Chrysochromulina* とともにプリムネシウム目を構成する主要な属であるが、これら3属の境界は必ずしも明瞭でなかった。鞭毛装置を解析した結果、*Platychnysis* は、right basal bodyの基部から伸びる、微小管束からなる独自の鞭毛根を持つことで特徴づけられる。また、*Chrysochromulina* には鞭毛装置構造の異なるいくつかの群が含まれているらしいことがわかってきた。さらに、新たに調査した円石藻では、鞭毛根R1とR2に紡錘体に変換する微小管束が付随しており、*Pleurochrysis* と同様の鞭毛装置をもっていることがわかった。

(\*コペンハーゲン大・藻類、筑波大・生物\*\*)

(19) ○小林弘\*・真山茂樹\*\*：Sellaphora属の微細構造上の評価基準とこの属に所属させるべき種類。

*Sellaphora*属は *Navicula pupula* Kützinger をタイプ種として1902年に Mereschkowsky によって設立された属であるが、その後、1989年に Mann によってこの属の復活が提唱されるまでは無視されてきた。

Mannはこの属に、*N. pupula* Kütz., *N. americana* Ehr., *N. bacillum* Ehr., *N. disjuncta* Hust., *N. laevis* Kütz., *N. nyassensis* O.Müll., *N. seminulum* Grun., *N. vitavunda* Hust. の8種を移すことを提唱している。演者らは、これらに加え、この属に属すると思われる、*Stauroneis japonica* Kobayasi, *Navicula ioubaudii* Germain, *N. stoerrii* Hust. および、*N. minima* Grun. について SEM による被殻の微細構造を検討した。

その結果では、この属のものは、(1)殻内面の極節と殻縁の間に陥没する小孔をもつ。(2)殻は線状楕円形で、殻蓋が深い。3)胞紋は殻の外側への小円形の開口と、内側へのドーム状の閉塞薄皮をもつ。という共通する特徴が認められた。従って、現時点で、この属は12種を含む。( \*東京珪藻研究所、\*\*東京学芸大学)

(20) ○真山茂樹・石川依久子：分散型葉緑体核様体分布様式をもつ羽状珪藻 *Pinnularia* 種のグループ

演者らは *Pinnularia* 種の葉緑体核様体には、リング型と分散型の分布様式があることを、昨年(2007年)の日本藻類学会第17回大会およびつくば国際藻類フォーラムで報告した。分散型の葉緑体核様体は珪藻では *Pinnularia* にのみ見られる特殊なものである。今回テクノビット包埋切片を DAPI 染色することにより、葉緑体内部に DNA が存在することを確証した。

分散型の葉緑体核様体は現在まで *P. viridis*, *P. sundanensis*, *P. viridiformis*, *P. divergens* var. *elliptica*, *P. divergens* var. *hacillaris* に存在することがわかったが、これらの種類は殻の構造によって *P. viridis* 類似グループと *P. divergens* の変種グループに分けることができる。すなわち前者では長楕円形の殻形、複合ラフシステム、縦帯を共通形質としており、また後者では中心域両側に存在する馬蹄紋を共通の形質としている。それぞれのグループ内の種は殻構造の類似と葉緑体核様体の分布様式の一致から系統的に非常に近くに位置することが示唆される。

(東学大・生物)

(21) ○古川隆博・石川依久子：中心目珪藻 *Pleurosira* の光に対する葉緑体の定位運動

*Pleurosira laevis* は直径約50 $\mu$ mの円柱状の細胞が連鎖状に配列して群体を形成している。細胞は巨大な液胞をもち、原形質は細胞中心にある核周囲と細胞膜直下であり、核周辺から放射状に広がる原形質系が両原形質層を連結している。

明期には多数の円盤状の葉緑体が細胞膜直下の原形質層に一層に広がって分布しているが、暗期にはいると、ただちに原形質系を通して全葉緑体が核周囲に移動する。暗期の細胞に光照射を行なうと全葉緑体は原形質系を通して細胞膜直下へと発散する。この葉緑体運動に細胞骨格が関わることをチューブリンおよびアクチンの間接蛍光抗体法および阻害剤投与によって確認した。この凝集および発散の葉緑体運動と光照射との経時的関わりをタイムラプスビデオ撮影によって解析した。また、特定波長域の光を照射することによってこの運動を誘導する光受容系を考察した。

明期の光強度を高めると暗期と同様の凝集が誘導されることから最適光合成条件を得るための葉緑体の定位運動であると考えられる。（東京学芸大・生物）

(22) ○立沢秀高\*・曾我彰彦\*\*・山本谿子\*\*：淡水産ケイ藻 *Pinnularia* および *Synedra* の生育と脂肪酸組成について

生物は生息する場の環境により大きな影響を受ける。本報告では、火山性酸性湖「濁沼」から分離した *Pinnularia braunii* と中性池より分離した *Synedra uluna* を用い、培養液中の窒素、ケイ素濃度や光、温度およびpHの環境要因が生育および脂質、脂肪酸組成へ及ぼす影響について調べた。*Pinnularia* の最適生育pHは2.5-3 (3000lux, 20 $^{\circ}$ C)で、一方 *Synedra* は中性域でよい生育を示した。両ケイ藻とも主要な脂質は3種の糖脂質(MGDG, DGDG, SQDG)で、その他にPhosphatidylglycerolsを含む。主な脂肪酸はC<sub>16</sub>で全脂肪酸のおよそ50%を占め、C<sub>14</sub>, C<sub>20</sub>以上の脂肪酸がそれに次ぐ。C<sub>20</sub>以上の脂肪酸は糖脂質中に局在していた。C<sub>18</sub>酸は、少量もしくはほとんど存在しなかった。ケイ素量の少ない培養液中で培養すると脂質含量と不飽和脂肪酸量の増加する傾向がみられた。

(\* 荏原総研・\*\* 明大・農化)

(23) 大野正夫・ベトナムの有用海藻について

南ベトナム沿岸の海藻類の海藻資源に関する調査が1993年1-2月にわたって、ベトナム研究者の案内で行われた。ここでは、ベトナムで食用あるいは水産資源として採取されている種類について報告する。大潮時に、*Gelidiella acerosa*が採取される光景を良くみかけたが、乾燥されたものが市場で売られておりトコロテンの売店は広くみられた。アオノリ類、*Porphyra* sp. (岩のり)、*Carpopeltis* sp. (キントキ属)の良く生えている沿岸では、家庭用にこれらの海藻を採取していた。これらの種類は肉類と炒めて食べるようであった。市場には、*Hypnea* sp. や *Bucheuma gelatine* (カタメンキリンサイ)の晒されたものが売られていたが、これらは湯に通してサラダ風な料理に使われるようである。ホンダワラ類乾燥品も売られていたが、煎じて飲むようであった。どこの市場でもこのような海藻が売られているわけでないので、沿岸に沿った所でローカルな利用に留まっているようである。

ベトナムでは、最近までオゴノリ類の池養殖が盛んであった。これらの乾燥品は寒天原料として共産圏諸国に輸出されていた。現在、オゴノリ類の生産量は減少傾向であり、新しい用途について検討されている。

(高知大海洋生物センター)

(24) ○池原宏二\*・佐藤清一\*\*・鎌田稔\*\*\*：山形県に生育する海藻の呼名とその利用方法

山形県では昔から地元で生育している海藻を食用に利用しているが、1965年頃から海岸に沿って国道、護岸、消波堤などが建設され、古来からあった磯が多く消失している。このため海藻採取の機会が少なくなり、若い世代に食用海藻の種類や利用方法がうまく引継がれていない。また、海藻の名前はこの地方独特の呼名が多く和名と一致しない。本調査はこのような地方名と標準和名との関係、及び海藻の利用実態を明らかにすることを目的とした。調査は1986~1991年に磯のある遊佐町、鶴岡市、温海町、飛鳥で海藻を採取する漁業者から聞き取りして行った。その結果、食用にする海藻は緑藻ではヒトエグサなど3種、褐藻はイワヒゲ、ハバダマシなど12種、紅藻はスサビノリ、マルバツノマタ、ヒラクサ、ヨレクサ、オバクサなど16種であった。食用として利用する方法は味噌汁、酢物、油炒め、佃煮等多岐にわたっている。また、同じ種類の海藻でも地域によってその利用方法を異にするものもある。海藻の呼名は採取時期、生育場所、海藻の形状、水分、味覚、宗教上の由来からつけられており、その地方独特の呼名である。(\* 南西水研、\*\* 山形県水産課、\*\*\* 山形水試)



(25) 池原宏二：1993年春～夏の瀬戸内海における流れ藻の構成種

流れ藻は魚類の産卵床や幼稚魚の成育場として重要であるが、瀬戸内海の流れ藻の構成種は十分に明らかにされていない。そこで1993年4～7月に瀬戸内海の各海域で流れ藻の調査を行った。瀬戸内海の流れ藻の主要構成種はホンダワラ科のタマハハキモク、シダモク、アカモク、ヒジキ、及びアマモ科アマモと、これらに付着するアオサ科スジアオノリなどである。流れ藻は量的に5～6月に多く、7月に極めて少ない。構成種の分布域についてみるとタマハハキモクは5～6月に播磨灘と備讃瀬戸で卓越していたが、7月に播磨灘だけになり分布範囲は狭くなった。シダモクは5月に水島灘、備後灘、燧灘で優占し、6月に播磨灘から燧灘で比較的多く、7月に播磨灘でわずかに出現したにすぎない。アカモクは5～6月に安芸灘だけに卓越したが7月には消失した。ヒジキは5月に全域でみられ、7月に備後灘、安芸灘、伊予灘で卓越した。また、アマモは5月に全域でみられ、6月に増加した。海域と季節によって流れ藻の出現種類や量は異なるが、この要因としてはホンダワラ類の生育場所と成熟期の違いによるものと考えられる。(南西水研)

(26) ○芦沢如比古・大野正夫：裸地プレート上に初期に入植する海藻類の季節的な相違について

土佐湾手結沖約300m、水深7mのところに入植された人工構造物(磯根資源礁)上に、25×22cmのコンクリートプレートを、2ヶ月に1回水中ボンデで貼りつけ、その上に入植する海藻類について1993年4月より調査を行った。人工構造物は、岩礁地の狭間の砂地に設置されており、周辺はカジメを中心とする群落であった。毎月そのコンクリートプレートをはがし、着生している海藻類の同定と被度測定を行った。その結果、プレートの設置時期の違いによって、プレート上に1～3ヶ月後に入植する海藻類の組成が、顕著に異なっていた。つまり4月に設置したプレートでは、1ヶ月後に海藻類の着生が見られなかったのに対して、6～10月に設置したプレートでは、1ヶ月後に無節石灰藻類やホンダワラ類(トゲモクやヨレモク等)を中心とした海藻類の着生が見られた。夏期にかけては、無節石灰藻類の着生と群落化は著しく、特に8月に設置したプレートでは、1ヶ月後に無節石灰藻類の被度が90%となった。また4月に設置したプレートでは、5ヶ月後にホンダワラ類の被度が25%となったのに対し、10月に設置したプレートでは、1ヶ月後に被度が30%となった。このように海藻類の初期遷移においては、裸地プレートの設置時期の相違によって、入植する海藻類の種組成や、群落化の速度が異なるということが分かった。

(高知大海洋生物センター)

(27) ○喜田和四郎・前川行幸：三重県沿岸に産するヒトエグサ属の種類について

本邦中南部沿岸から報告されているヒトエグサ属の種類は、その形態、発生および生活史の面でまだ不明な点が多い。これまで伊勢湾周辺産の種類として、新崎(1946)はヒロハノヒトエグサ *Monostroma latissimum* およびヒトエグサ *M. nitidum* の2種類をあげ、葉状体への発生型が前者では直接一層細胞体となるのに対し、後者では微小な嚢状体を経過するとして両種の主要な相違点とした。喜田(1966)はそれに基づいて同湾周辺を精査した結果、そのほとんどがヒロハノヒトエグサに該当し、微小な嚢状体の発生型をもつ種類は別種マキヒトエ *M. oxyspermum* (*M. wittrockii*)以外に見いだせなかった。またヒロハノヒトエグサの成葉体の形態は生育環境によって変化し、内湾型、河口型および外海型に大別されるが、新崎(1949)によるヒトエグサはその河口型に、そして岡村(1936)によるヒトエグサはその外海型に似ており、これまでの三重県沿岸各地の材料からヒトエグサとする種類を区別することはできなかった。なお、それらのほか嚢状発生体、異型配偶子および接合子の性質などの特徴からウスヒトエグサ *M. grevillei* とみられる種類の生育も観察された。(三重大・生物資源)

(28) 前川行幸：養殖ノリの発芽体に及ぼす都市下水処理水の影響

近年、生活環境の改善、沿岸海域の汚染防止を目的として、下水道や終末処理場の整備が盛んに行われている。しかし、処理水放流先の前面がノリ養殖場である場合が多く、養殖ノリに及ぼす影響が懸念されている。Maruyama et al. (1988)がササビノリ成葉体を用いた実験では、葉体に最も強い影響を及ぼしているのは、処理水を放流する直前に殺菌のために用いられた、クロラミンに総称される結合型の残留塩素であるとし、0.009ppm以上の濃度で影響が見られるとしている。本研究では、放出直後の殻胞子及び数細胞までの発芽体を用い、さまざまな濃度のアンモニア及び塩素を接触させた処理水を、1/20PES培地に添加した培養液を用いて培養実験を行なった。影響の度合は死細胞率及び細胞数による生長で表した。

影響の度合は、接触時のアンモニア0.5ppm(培地の初期濃度0.005ppm)以上でアンモニア濃度に関係なく、塩素濃度に強く支配されていた。生長阻害及び死細胞率の最少濃度は、処理水にアンモニア、塩素を接触させた場合、初期塩素濃度でそれぞれ0.02ppm, 0.005ppmとMaruyama et al. (1988)の結果とほぼほぼ一致した。しかし、蒸留水にアンモニア、塩素を接触させた場合ではそれぞれ0.0025ppm, 0.002ppmと毒性が著しく強く現れた。(三重大・生物資源)

(29) 川嶋昭二：宮部金吾博士の明治27(1894)年北海道昆布調査旅行日記および研究ノートについて

宮部金吾博士は北海道庁の委嘱を受け明治27(1894)年7-8月に52日間にわたり北海道函館、釧路、根室、網走、稚内、利尻、礼文、増毛地方を旅行しコンブ類の調査を行なった。博士が「北海道水産調査報告、巻之三」(1902)において第一編昆布科として初めて北海道のコンブ分類を集大成したのはこの調査に負うところが大きかったが、その時の調査旅行日記(英文)と野帳および各地のコンブの形態的特徴を詳細に邦英両文で記述し、組織をスケッチした研究ノートが北海道大学農学部付属植物園に展示されている。日記は日々の生活の一般記事が多いが、その中のコンブに関する部分を野帳や研究ノートと合わせてみると当時の人々のコンブに関する知識や宮部博士がどのような点に注目して研究したかなど発表された報告書では窺い知れない陰の情報を知ることができる。ここではこれらの資料の概要を紹介し、今日と比較しながら当時のコンブについて2、3の話題を提供する。

(函館市日吉町4-29-15)

(30) 〇林 京子\*・濱田 仁\*\*・林 利光\*\*\*：藻類の抗単純ヘルペスウイルス及び抗エイズウイルス作用

【目的】天然由来の新規抗ウイルス剤を開発するために、種々の藻類から調製したエキスについて、抗ウイルス活性を調べた。【材料及び方法】富山県近辺で採取した藻類と人工培養して得た藻類について、メタノールエキスと熱水エキスをそれぞれ調製した(緑藻14種、褐藻14種、紅藻20種、藍藻2種)。活性試験は単純ヘルペスウイルス1型(HSV-1)に対してはplaque yield reduction法で、またエイズウイルス(HIV)に対しては巨細胞形成抑制試験とHIV感染MT-4細胞残存率との2通りの方法で行った。判定基準としては、HSV-1に対しては治療指数が20以上の場合に、また、HIVに対しては20 µg/mlの濃度で巨細胞出現率低下がみられ、MT-4細胞感染系で細胞毒性が無い濃度において、50%以上の細胞残存率を示す場合に有効とした。【結果】メタノールエキスの場合、褐藻4種、紅藻1種が抗HSV-1作用を示したが、抗HIV活性は認められなかった。熱水エキスでは、緑藻3種、褐藻6種、紅藻12種、藍藻1種が抗HSV-1作用を、また、褐藻2種、紅藻5種、藍藻1種が抗HIV活性を示した。【考察】藻類は有望な抗ウイルス剤の供給源になりうると考えられる。抗HIV活性を有する藻類は、いずれも、同時に抗HSV-1活性をもつことが分かったことから、アッセイの容易なHSV-1を用いて、抗エイズ薬の一次スクリーニングを行うことが可能と思われる。

【謝辞】海藻を同定していただいた北大・理・吉田忠生教授に深謝いたします。(\*富山医薬大・医・ウイルス,\*\*同・医・保健医学,\*\*\*同・薬・生薬)

(31) 〇林 京子\*・林 利光\*\*・小島一郎\*\*\*：藍藻スピルリナから単離された抗ウイルス活性物質の特性

【目的】抗ウイルス活性を指標にしてスピルリナ(*Spirulina platensis*)から単離した物質の化学的性状と生物活性の特性を調べた。【実験方法】スピルリナの熱水エキスをTCA処理、ゲル濾過、イオン交換クロマトグラフィーを行い、活性成分を分離、精製した。活性試験には単純ヘルペスウイルス1型(HSV-1)、ヒトサイトメガロウイルス(HCMV)、ムンプスウイルス、麻疹ウイルス、インフルエンザウイルス、ポリオウイルス、コクサッキーウイルス及びヒト免疫不全ウイルス(HIV)を用いた。また、抗ウイルス活性はHIVの場合には巨細胞形成抑制効果とHIV感染MT-4細胞の残存率とで、他のウイルスの場合はブラークアッセイで検定した。【結果】活性成分はラムノースを主要構成糖とする硫酸化多糖であった。本物質のHSV-1に対する作用様式を検討したところ、ウイルスの宿主細胞内への侵入段階を干渉することが明らかになった。他のウイルスに対する阻害効果を調べた結果、細胞膜とウイルスエンベロップとの融合によって侵入するウイルス(HCMV、ムンプスウイルス、麻疹ウイルス、HIV)に有効であった。一方、本物質にはデキストラン硫酸等でみられる強い抗凝血作用は認められなかった。【考察】今回単離されたスピルリナの硫酸化多糖はデキストラン硫酸のような既知の硫酸化多糖に比べて、侵入阻止効果が強く、生体にとって不利な抗凝血作用を示さないので優れた抗ウイルス剤であるといえる。

(\*富山医薬大・医・ウイルス,\*\*同・薬・生薬,\*\*\*日本石油・中央技術研)

(32) 〇濱田仁\*・坂東忠司\*\*：接合藻の放射線耐性 - 栄養細胞の複数ゲノム性、生息環境、分類との関係 -

接合藻には細胞壁構造から3型がある(Mix 1972)。このうちI型のフタバシモ(*Cylindrocapsa brevissonii*)、ハタヒモ(*Netrium digitus*)、II型のミカヅキモ属(*Closterium ehrenbergii*, *Cl. acerosum*)、III型のヒトツオビコウガイ(*Haplotaenium rectum*)、コウガイチリモ(*Pleurotaenium ehrenbergii*)、オニノカナボウ(*Triplocelasma gracile*)、ツヅミモ属(*Cosmarium turgidum*, *Co. pyramidatum*)、イボマタモ(*Euastrum verrucosum*)、アワセオオギ(*Micrasterias thomasiana*)にγ線、α線を照射した。その結果、1) 生残曲線は殆ど総ての藻で初期の肩を持ち、ゲノムの複数性を示唆した。これはミカヅキモ(*Cl. ehrenbergii*)などの栄養細胞の2量体性(2Cレベル)説(Hamada 1987, Hamada et al.)を支持する。2) フタバシモは人間に比べ約200倍γ線に強く、真核藻類中最も放射線抵抗性である。3) II型・III型のplacoderm desmidの総てとハタヒモでは、腐水性の高い環境に生息する藻ほどγ線に対する抵抗性が強く、ある種の相関関係があった。しかしI型(saccoderm desmid)のフタバシモ、あるいはクラミドモナスやクロレラでは各々別の関係があった。4) ハタヒモは従来の形態分類ではI型だが、機能的にはII・III型に属し、Yokota et al. (unpubl.)が接合藻で新しく発見した2種類のRuBisCOの種類の相違とも致していた。(\*富山医薬大・医,\*\*京都教育大・生物)

## (33) 鈴木三喜：藻類細胞内の微弱電流測定装置の製作

細胞内の電気的変化を測定する装置を製作し、シャジクモの節間細胞を用いて各種光条件下で実験を行った。測定装置は、膜系破壊の影響をできるだけ少なくするために電解研磨法で先端を細くしたステンレス製の微小電極と測定データをグラフ化するためのパソコン及び微弱電流を増幅しデジタル信号に変換する増幅変換装置とからなり、ミリ秒間隔で $\mu$ Aレベルの変化を感知することができる。シャジクモの節間細胞を用いた実験では、白色光を照射すると瞬時に電流が低下し2秒前後で元に復した。また、赤色光の照射では白色光同様、明瞭な電流の低下が観察されたが、緑色光の照射でははっきりとした変化はみられなかった。これらの結果は藻類細胞の光への反応を鋭敏に反映しているものと考えられる。この装置はまだ未熟であり改良の余地は多いが、取り扱いが簡単で熟練を要さないため高校の実験室でも測定が可能である。今後は、紅藻の原形質連絡のある細胞間や藍藻の異質細胞と栄養細胞との間での電気的な変化を測定してみたい。

(静岡県立伊豆中央高等学校)

## (34) ○宇田川彰久・前田昌徳・石川依久子：オオバロニアの細胞質基質に局在する硫酸多糖

巨大細胞性緑藻オオバロニアの藻体は傷を受けると傷口から遠心的に原形質凝集が広がり全原形質は無数のプロトプラストに分割される。この原形質凝集にはアクチンの関与はなく、そのメカニズムは不明であった。一方、原形質凝集には外液の $Ca^{2+}$ の細胞内流入が必須であることを既に確かめているので、 $Ca^{2+}$ の介入によって凝集を引き起こす可能性を持つ原形質内物質を生化学的分析により模索した。オオバロニアの細胞質基質は葉緑体や核を包む薄層として存在しその量は極めて少ない。この細胞質基質を分画し、透析により無機塩類を除去した。この塩酸加水分解物は $Ba^{2+}$ 滴下によって $BaSO_4$ の白色沈澱を生じ、有機エステル硫酸の存在を確認した。さらに赤外線スペクトルの解析および糖の比色反応などから、これは硫酸多糖であることを確認した。また加水分解物のクロマトグラフィーの結果から構成単糖としてアラビノースを多量に含むことがわかった。バロニア藻体において硫酸多糖が特定されたことは初めてである。硫酸多糖が $Ca^{2+}$ アクセプターとして原形質凝集に関与する可能性を考察した。

(東京学芸大・生物、\*埼玉大・理・生化)

## (35) 褐藻が熱処理で緑色になるのはなぜか

加藤哲也(京都大学 理 植物)

褐藻の光合成において光捕捉の主役となっているのはfucoxanthin-chlorophyll  $\alpha/c$  蛋白(FCP)で、*Ectocarpus*の場合この蛋白は分子量 20,204のアポ蛋白1分子とchlorophyll  $\alpha$  4分子、fucoxanthin 4分子、chlorophyll  $c$  1分子の複合体である。この蛋白に結合した状態で、fucoxanthinの吸収は赤色側に移行しており、これが褐藻に独特の色調を与えている。この赤色移行形fucoxanthinは強い円二色性(Circular dichroism)を示し、この形だけがchlorophyll  $\alpha$ へエネルギー転移に有効である。褐藻の藻体を温度処理すると比較的低い温度(ワカメの場合、38°C、120秒、*Ectocarpus*の場合44°C 120秒)で緑色に変化するが、この処理ではfucoxanthinを含めて色素構成や含量に変化がなく、温度処理による藻体の緑色の緑化はfucoxanthin分子の短波長形への移行であることがわかる。この変化に伴ってfucoxanthinからchlorophyll  $\alpha$ へのエネルギー転移能は失われるが、これと平行して円二色性のシグナルも減衰し、蛋白内でのfucoxanthin分子の配列の秩序性が失われたことがわかる。しかし、共鳴ラマンスペクトルは温度処理した標品でも未処理のものと同じで、分子内の立体異性化などの変化を伴っていないことがわかる。光捕捉系ではfucoxanthinはchlorophyll  $\alpha$ 分子と対をつくり、歪みをうけた状態で蛋白の中に埋め込まれていると考えられる。Fucoxanthinの吸収変化の温度依存性は褐藻の種によって変わるが、その活性化エネルギーには種による差が小さい。*Ectocarpus*を温度を変えて培養し吸収変化の速度を比較したが、大きな差異はなく、いずれの場合も変化は不可逆であった。

褐藻のchlorophyll  $c$ はすべてこの蛋白(FCP)に結合して存在するが、fucoxanthinの約40%はFCP以外の光化学系成分として分布している。光捕捉系以外のfucoxanthin分子も光捕捉系のものと同様に温度処理によって吸収が短波長へ移行し、光捕捉系のものに近いその温度感受性を示した。

(36) 伊澤百代・岡崎恵視：沈水被子植物センニンモの葉の光合成における $HCO_3^-$ の利用機構

沈水植物であるヒルムシロ属の仲間は光を照射すると、葉の裏側が酸性を、表側がアルカリ性を呈することが知られている。本研究では、同じ属のセンニンモ(*Potamogeton maackianus*)を用いて、光合成時における無機溶存炭素(DIC)の利用特性を調べた。その結果、(1)葉の表面にカーボニックアンヒドラーゼ(CA)活性が認められる、(2)CAの阻害剤であるアセタゾールアミド(AZ, 1mM)で光合成が著しく阻害される、(3)バナジン酸(VA, 1mM)により葉の裏側の酸性化が著しく阻害される、(4)VA及びAZ存在下での光合成(酸素発生)の阻害度は、 $CO_2$ 濃度が低い時には大きく、高い時には小さいことが明らかになった。これらのことから、葉の裏側の酸性化と葉の表面のCAは、この植物が $HCO_3^-$ を $CO_2$ へ変換することによって、 $HCO_3^-$ を光合成の炭酸固定に有効に利用する機構と言える。この植物の生育環境では、メディウムのpHが9.2付近まで上昇するので、光合成の高pH環境への適応機構とも言える。(東京学芸大・生物)

(37) ユーグレナの光運動反応、特に光集合/光逃避反応の切り換えと窒素同化との相関について  
○松永茂\*、高橋哲郎\*\*、菅井道三\*\*\*、久保田守\*\*\*\*、渡辺正勝\*\*\*\*、堀輝三\*

ユーグレナの光運動反応には、(1) 走光性と(2) 光驚動性とが知られており、特に光驚動性には、Step-Up反応=光逃避反応とStep-down反応=光集合反応とがあり、440nmの青色光はこれらの反応を強く誘導する。

アンモニウム塩を含まない無機培地 (Diehn's Resting培地) 中で2日間培養した細胞について光驚動性を測定すると光逃避反応のみが観察され、この培地にアンモニウム塩を加えた場合は強い光集合反応が観察できることが分かった。

このような反応の切り換えはアンモニアの脱共役作用によるものではなく、アンモニアのアミノ酸への同化に起因することがグルタミンシンターゼの阻害剤を用いた実験などから示唆された。

(\*筑波大・生物、

\*\*北陸先端科学技術大学院大学・材料科学、

\*\*\*富山大・生物、\*\*\*\*基礎生物学研究所)

(38) ○張曉明\*・渡辺信\*・井上勲\*\*・千原光雄\*\*\*：黄色鞭毛藻の食作用について

黄色鞭毛藻は陸水域生態系における重要な一次生産者である。この生物群の中には、独立栄養と同時にバクテリアを捕獲して消化する食作用を行なう種が存在することが知られている。しかし、生態系研究においてはすべて独立栄養として取り扱われており、捕食者としての役割については殆ど考慮されていない。本研究では、まず、蛍光ビーズを餌として12属30種類黄色鞭毛藻について捕食能力を研究した。その結果、捕食能力について2つグループに分けられ、それに応じて鞭毛装置構造も異なることが分かった。次に黄色鞭毛藻 *Poterioochromonas malhamensis* により捕食される餌粒子の性質と大きさの範囲を調べた。捕食された餌粒子は非生物と生物両方を含み、サイズについては最も小さな粒子の  $0.3\mu\text{m}$  蛍光ビーズと最も大きな生物粒子の直径  $20\mu\text{m}$  緑藻 *Carteria inversa* の範囲にわたった。また、*P. malhamensis* の独立栄養、摂食栄養と混合栄養の増殖の実験も行った。摂食栄養と混合栄養の場合は独立栄養の場合より増殖が良いという結果を得た。以上の結果から陸水生生態系における黄色鞭毛藻の役割についての新たな情報と視点について考察する。

(\*国立環境研、\*\*筑波大・生物、\*\*\*日本赤十字看護大)

(39) ○竹下俊治\*・半田信司\*\*・中野武登\*\*\*：地衣類レプラゴケ (*Lepraria* sp.) の共生藻

レプラゴケは子器を持たない不完全地衣類で、地衣体は顆粒状ないしは葉状である。本地衣類の生育地は多岐に渡っているが、他の地衣類の生育に不適な環境(森林内の暗所、市街地等)においても、樹皮上、岩上に生育している。本研究では、レプラゴケの共生藻を分離・培養した結果、*Pseudopleurococcus botryoides* (緑藻類、カエトフォラ目)を確認した。本種は、培養初期では、pseudoparenchymaから円筒状の細胞で構成される直立枝を多数形成したが、定常期では、立方体状の自生孢子嚢が糸状に連なっており、これを新しい培地へ移植すると、各自生孢子が糸状体を形成した。レプラゴケの共生藻としては、現在までに *Stichococcus bacillaris* (Raths 1938)、*Trebouxia excentrica* (Ahmadjian 1993) が報告されており、本研究の結果を加えると、レプラゴケは少なくとも3属3種の共生藻を持つことが明らかになった。また、*Pseudopleurococcus botryoides* は、本研究が原記載以来初めての報告である。( \*広島大・学校教育・生物、\*\*広島県衛連、\*\*\*広島大・理・生物科学)

(40) ○飯田高明・中野武登・出口博則：*Dilabifilum* 属 (緑藻類、カエトフォラ目) の新種

広島県宮島町の海岸の飛沫帯にある岩(石英班岩)の表面から緑藻類、カエトフォラ目に属する藻株を分離・培養し、分類学的検討を行なった。本藻株の匍匐枝は2-5個の球状の細胞によって構成されていた。これに対し、直立枝は主軸と側枝が明瞭に区別でき、主軸は垂球形の細胞から、側枝は円筒形の細胞で構成されていた。葉緑体は側壁性で、内部に一個のピレノイドを有していた。生殖細胞は観察されていない。本藻の特徴は Tschermak-Woess (1970) が記載した *Dilabifilum* 属によく一致するので、これまでに記載された本属4種の藻株と形態形成・生活史を比較した。その結果、本藻は既知の *Dilabifilum* 属4種に比べ直立枝の主軸と側枝の分化が発達していることを確認した。従って、本藻は *Dilabifilum* 属の新種であると考えられる。更に、本藻は培養実験から耐塩性を持つことが明らかになった。また、本藻は宮島の海岸の飛沫帯上部に帯状のコロニーを形成していた。これらの現象は本藻が海岸の飛沫帯という特殊な環境に適応していることを示している。(広島大・理・生物科学)

(41) ○大西綾美・中野武登・出口博則：ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*)の共生藻の分類学的研究

ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*)の共生藻は、Beijerinck(1881)によって最初に研究され、*Zoochlorella*と称された。その後、この*Zoochlorella*に関する形態学的・生理学的研究が多く成されてきたが、分類学的研究はほとんど成されなかった。最近、Reisser *et al.*(1988)は、*Zoochlorella*を*P. bursaria*から分離して分類学的検討を行った結果、この共生藻は*Chlorella*属の一種であるらしいことを報告している。しかし、詳細な検討は成されていない。本研究では、*P. bursaria*を野外から採集し培養した後に、共生藻の形態を顕微鏡レベル・電顕レベルで観察すると共に*P. bursaria*から分離・培養した共生藻を顕微鏡レベルで形態観察した。その結果、*P. bursaria*の体内での本藻の微細構造は*Chlorella*属に類似していた。そこで、本藻の*Chlorella*としての分類学的位置を更に詳細に検討するために分離した藻株の生活史を明らかにし、電顕レベルの観察を行った。これらの結果について報告する。

(広島大・理・生物科学)

(43) ○松坂智之・大谷修司\*・江角比出郎\*\*：宍道湖・中海の付着珪藻類について

宍道湖(海水の約5~10%の塩分濃度)と中海(海水の20~50%の塩分濃度)は、大橋川により結ばれている日本最大の汽水域である。本研究は、宍道湖西端より約7.5kmおきに設定した沿岸7地点の付着珪藻を調査したもので、塩分濃度や季節による珪藻類の種組成の変化について報告する。

宍道湖では、*Melosira varians* C.A. AG., *Gyrosigma* spp., *Bacillaria paradoxa* GMEL., *Navicula* sp., *Synedra ulna* (NITZ.) EHR., *Nitzschia* spp.などが特に多く出現する。一方、中海では、*Gyrosigma* spp., *Bacillaria paradoxa* は減少し、*Rhoicosphenia curvata* (KUTZ.) GRUN. が特に多く見られ、*Entomoneis* spp., *Nitzschia obtusa* W. SMITH., *Synedra ulna*, *Amphora* sp.などの割合も増加している。

宍道湖・中海ともに淡水生種・汽水生種・海水生種が混在しているが、塩分濃度による種組成に変化が認められた。また、季節による種組成変化も認められた。

(\*島根大・教育 \*\*島根県衛生公害研究所)

(42) ○大谷修司・松坂智之\*・江角比出郎\*\*：宍道湖・中海の植物プランクトンについて

宍道湖(海水の5~10%の塩分濃度)と中海(海水の20~50%の塩分濃度)は、大橋川により結ばれている日本最大の汽水域である。宍道湖西端より美保関までに設定した計12地点で植物プランクトンの種類組成を1993年11月から1994年1月まで毎月1回調査した。

冬期3回の調査では、各地点における藻類プランクトンの出現種、優占種はともに類似していたので、1993年12月の結果を以下に示す。宍道湖心では藍藻類の*Coelosphaerium kuetzingianum* Näg.が優占種となっており、緑藻類の*Chlamydomonas* sp.がそれについて多く出現した。宍道湖南岸に沿った3地点及び大橋川中流と下流においても優占種は藍藻類の*C. kuetzingianum*であった。一方、中海における優占種は宍道湖、大橋川と異なっており、中海湖心、本庄工区、大根島の馬渡、境水道大橋の中海全域において渦鞭毛藻類の*Proocentrum minus*(Pavillard) Schillerが優占種となっていた。塩分濃度は大橋川の下流で急激に高くなり、優占種が急激に変化した地点とほぼ一致していた。

(\*島根大・教育、\*\*島根県衛生公害研究所)

(44) ○宍道清子・大谷修司：松江市近郊におけるチリモ類の種類組成の季節変化

松江市上本庄にある放棄水田においてチリモ類の種類組成を1993年2月から12月まで半月ごとに調査した。この放棄水田は放棄されて5年ほど経っており、この中に点在する水たまりからチリモ類を採集した。本地点の主な水源は雨であり、雨量によって水の量が変化し夏の一時乾燥してしまうこともある。ここで見られる主な属は、*Pleurotaenium*, *Netrium*, *Closterium*, *Euastrum*, *Desmidium*, *Micrasterias*, *Spirotaenia*などであった。*Pleurotaenium*を除くすべての属は、3月から4月にかけて出現し11月になるとほとんど姿を消してしまう。一方、*Pleurotaenium*はわずかだが2月から出現しており12月まで見られた。また*Pleurotaenium*は乾燥にも強く、夏に乾燥した後でも水量が増えようと多数の細胞が認められた。しかし、他の属は乾燥した後すぐには見られなかった。これらのチリモ類の出現のピークは、春から夏にかけてであり、特に4月から6月に最も多くの種類が出現した。夏から秋にかけては、乾燥することが多くチリモ類の数はその直後に激減した。11月から12月は*Pleurotaenium*が優占し、*Netrium*, *Closterium*などが僅かに見られる。

(島根大・教育)

- (45) ○大嶋真紀子・大谷修司：松江市近郊におけるチリモ類 *Closterium ehrenbergii* Ralfs の生活史に関する研究

松江市西生馬町の放棄水田において、*C. ehrenbergii* の形態と生活史を1993年3月より12月まで調査した。また、クローン培養株を用いて、温度勾配実験や交配実験についても行った。西生馬町の放棄水田からは、チリモ類では *C. ehrenbergii* しか出現せず、3月下旬に多数の接合子を作り、7月以降、*C. ehrenbergii* はほとんど出現しなかった。12月の調査では、未だに接合子の発芽は確認されていない。春先の野外における栄養細胞の大きさは、幅65~80 $\mu$ m、長さ420~500 $\mu$ mであった。

ここで得られたクローン培養株を使って温度勾配実験を行うと、15 $^{\circ}$ Cで一番よく育ったが、20 $^{\circ}$ C以上では、細胞が壊れ生育しなかった。なお、使用した培地はC A培地 (PH6.5)で、12-12時間の明暗周期、2,000luxの照度下で1カ月間培養した。交配実験は、M I H培地 (PH7.2)を用い、15 $^{\circ}$ C、6,000lux、12-12時間の明暗周期の条件で行った。生馬町のクローン培養株の+-のペアは、接合子を多数形成したが、市村らのA群・B群・D群とは、今回得られた株はどの交配群とも接合子を作らなかった。

(島根大・教育)

- (46) ○鳩貝太郎\*・藤田隆夫\*\*・井浦宏司\*\*\*・吉崎 誠\*\*：千葉県におけるカイソウ（海藻蒟蒻）について。

海藻を煮て蒟蒻状に固めて食べる習慣はほぼ全国的に見られる（博多地方のオキウト、日本海沿岸地方のイギス、エゴ、八丈島のブド、八戸地方のアカハダモチ等々）。千葉県九十九里地方を中心として食べられているカイソウはコトジツノマタまたはイボツノマタを煮て固めたものである。コトジツノマタの乾燥品を「本海藻」または「上海藻」、イボツノマタの乾燥したものは「新海藻」とよび市販されている。食べられている地域は九十九里地域を中心として、銚子市、茂原、東金、八街、佐倉、印西に囲まれる地域である。勝浦、小湊より南の地域と、東京湾沿岸、木下より西の地域では食べられていない。原料のコトジツノマタやイボツノマタは、銚子特産として販売されているが、千葉県南部の鴨川、江見、太海辺りが主要な供給地である。おもに、お正月料理のひとつとして食べられ、九十九里地方では小正月や、御歩射祭りに豆腐と共に供される。千葉県におけるカイソウの食文化を紹介する。

(\*千葉県総合教育センター、\*\*東邦大・理・生物、\*\*\*習志野市役所)

- (47) 宮地和幸：東京湾品川芝浦運河に生育するシオグサ属植物についての続報

昨年の当学会で報告した東京湾品川芝浦運河に生育するシオグサ属植物を引き続き1年間にわたり採集と観察をおこない、新たに加えるべき結果を得たので報告する。

前回の報告ではほとんど分枝しないと述べたが、現在までの観察では分枝する藻体は存在しなかった（分枝すると観察したものは仮根枝が所々で出る状態であった）。藻体の太さは20 $\mu$ mから40 $\mu$ mまでと報告したが、それより変異が大きく最低は17.5 $\mu$ mから最高は62.5 $\mu$ mまであり、秋から冬を通じてもっとも太くなり、春から夏にかけて細くなった。この植物のピレノイドはポリピラミダルタイプであり、典型的なシオグサ属のピレノイドと異なる。この植物は *Cladophora globulina* (Kütz.) Kütz. と同定したが、分枝しないこととポリピラミダルなピレノイドを有することからシオグサ属に所属することは疑問である。

(東邦大・理・生)

- (48) °高原隆明\*・H. Rietema\*\*・千原光雄\*\*\*：ヘルゴランド産 *Bryopsis hypnoides* の生活史

1993年6月、ドイツのヘルゴランドで採集した *Bryopsis hypnoides* について、培養による生活史の研究を行った。ハネモ世代の藻体には雌雄同株のものと雌雄異株のものが見られた。雌雄の配偶子の接合子は匍匐糸状体に発達した。接合子の培養から約2カ月後、これまで均一であった糸状体の原形質が多数の球状の原形質塊に分割した。原形質塊はそれぞれ1コの核を含む。このような現象は遊走子形成過程においても見られるが、これらの原形質塊は鞭毛を形成することはなかった。24時間後、球状の原形質塊は崩壊して互いに融合し始め、48時間後には糸状体の原形質は再び均一になった。この時、糸状体の色は比較的明るい緑色に変化し、ハネモ世代の藻体のそれに似た色調を呈した。さらに48時間後、匍匐糸状体の側面に幾つかの突出部が生じ、それらは後に直立体または仮根に発達した。直立体は先端部に小羽枝を、基部に仮根を形成し、約2週間後には天然で見られるようなハネモ世代の藻体に発達した。ヘルゴランド産 *B. hypnoides* の生活史についてはNeumann(1969)の報告があるが、糸状体の原形質の分割と融合については記述がなかった。

(\*専修大・商,\*\*Biologisch Centrum,\*\*\*日赤看護大)

(49) ○土井 考爾・原 慶明：酵素多型による大村湾（長崎県）産「不稔アオサ」の分類学的検討

大村湾（長崎県）には以前から、遊走細胞を放出することなく生長を続けるアオサの生育が知られている。この藻はその形態がアナアオサに似るが、「不稔アオサ」と仮称し他のアオサ属藻類と区別している。

演者らは、「不稔アオサ」の分類学的位置を明らかにする目的で、大村湾とその周辺（茂木、野母崎、神の島）で採集した「不稔アオサ」、アナアオサ、リボンアオサ、静岡県下田市恵比寿島のアナアオサ、「不稔アオサ」の継代培養株を対象に、6酵素種について電気泳動パターンを比較した。

その結果、GDH、GOTの2酵素種について多型が確認できた。GDHのパターンは、大村湾の「不稔アオサ」およびその培養株、茂木、野母崎のアナアオサで共通であった。これは野母崎と神の島のリボンアオサとは異なっており、恵比寿島のアナアオサに見られる2つのパターンのいずれとも異なっていた。しかし、GOTに関しては集団間、種間での明瞭な差異は認められなかった。

今回得られたGDHの解析結果から、大村湾の「不稔アオサ」が近隣地域に生育するアナアオサと近縁である可能性が示唆される。

（筑波大・生物）

(50) 石田政弘：クラミドモナスにおける葉緑体DNA—その発見の経緯と研究の展開—

葉緑体にDNAの存在がはじめて明らかにされたのは1963年、単細胞性緑藻クラミドモナスを用いた研究からである（Sager & Ishida）。この発見と同時に次のような問題がもちあがった。1）このDNAにはたして遺伝的活性があるのか。2）どのような遺伝子が存在するのか。3）非メンデル遺伝との関係は。4）このDNAの由来・起源について、である。以来30年、この間研究も大いに進展し、塩基組成の解析、DNA複製の様式、DNA分子の環状性の問題等多くの知見が得られた。また1986年タバコ（杉浦ら）とゼニゴケ（大山ら）の葉緑体DNAの全塩基配列と全遺伝子座が決定された。また一方では葉緑体DNA分子上の遺伝子構成からみた系統発生的研究や葉緑体の起源についての研究も大いに進展した。

現在ミトコンドリアDNAも含め、植物細胞はIntracellular oligogenetic ecosystem（複遺伝系；Ishida, 1983）によって成立している、と言う一つの細胞観が定着している。

（京大名誉教授）

(51) ○御園生 拓・三井 薫：葉緑体16S rRNA塩基配列によるミナトハネモの系統

大型緑藻に対する分子系統学的なアプローチとして、葉緑体16S rRNAの塩基配列による系統解析を試みた。材料には葉緑体の単離が簡単に行えるミナトハネモ（*Bryopsis* sp., Derbesiales）を用いた。

単離葉緑体から抽出した全核酸をCsCl-エチジウムブロマイド平衡密度勾配遠心にかけて得られたDNA画分に対し、16S rDNAに相補的な合成プライマーを用いたサイクルシーケンシングを行った。なお、全核酸をRNase処理しただけの粗DNA画分、またはPCR法によって得られた増幅DNA画分をシーケンシングすることはできなかった。

さらに、葉緑体全核酸をDNase処理したRNA画分に対する逆転写シーケンシングによって読まれた配列を加えて、ミナトハネモ葉緑体16S rRNAのほぼ全塩基配列を決定した。

この配列を既知の16S rRNAデータと比較し、ミナトハネモの系統的な位置を検討した。

（山梨大・教育・生物）

(52) ○中山 剛・井上 勲：18SrDNAによる緑藻ドゥナリエラ科の系統

ドゥナリエラ科(Dunaliellaceae)は、自由遊泳性で細胞壁を欠くことを特徴とする緑藻の1グループである。微細構造が調査されているものでは、属によってその鞭毛装置などに多様性がみられ、グループの系統的な位置およびグループ内の類縁関係には不明な点が多い。

以上の点から我々はドゥナリエラ科に分類されている2属(*Hafniomonas*, *Oltmansiellopsis*)について18SrDNAの全配列を決定し、ドゥナリエラ科の中ですでに配列が知られている属(*Dunaliella*,

*Asteromonas*, *Spermatozopsis*)と共に系統的解析を行った。18SrDNAの系統樹は明らかにドゥナリエラ科が多系統群であることを示していた。

*Oltmansiellopsis*は緑藻綱（プレウラストルム綱を含む）の姉妹群の位置にくるのに対し、*Hafniomonas*は*Dunaliella*などと共に*Chlamydomonas*に近縁であることを示していた。この結果からいくつかの形態形質の進化についても考察を行う。

（筑波大・生物科学系）

(53) ○樋口隆司、横田明穂：RuBisCO遺伝子*rbcL*の分子進化と酵素機能の相関

光合成においてCO<sub>2</sub>を固定する酵素、リブロースビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ（RuBisCO）の大サブユニットの遺伝子*rbcL*の塩基配列ならびにアミノ酸配列は、光合成生物の系統進化の解析に重要な知見を与える。一方、RuBisCOの種々の酵素機能が明らかになるにつれ、機能と構造に関する研究も急速に進展している。今回、高等植物のRuBisCOに特異的であると思われる反応の履歴現象と活性調節部位の細菌、藻類のRuBisCOにおける分布を調べ、系統進化との関連を考察したので報告する。

*rbcL*の分子系統樹においては、*rbcL*はα-細菌、β-細菌を含む非緑色藻類、γ-細菌を含めた緑色生物の3つに大別される。履歴現象と活性調節部位はα-細菌のRuBisCOには存在しないが、β-細菌を含む非緑色藻類には存在した。γ-細菌を含めた緑色生物では、単細胞緑藻のRuBisCOにはこれらの特性は存在しないが、シャジクモ以上に進化した生物のRuBisCOには存在した。この分布は履歴現象誘発リジンの分布に一致した。

(地球環境研RITE・植物分子生理)

## (54) ○田中玄太\*・中村省吾\*\*・松永 司\*\*\*・二階堂修\*\*\*・前田 士\*・田口賢治\*・富松かおり\*・小嶋學\*\*：クラミドモナスの鞭毛mastigonemesの形態形成と機能

単細胞緑藻クラミドモナスは、その鞭毛の表面にmastigonemesと呼ばれる細い毛状の構造を持つことが知られている。しかしながら、その形態形成や機能については未だ不明である。我々は、クラミドモナスの鞭毛構成成分に対するモノクローナル抗体を作成した際、mastigonemesに対する抗体を得ることができた。そこで、この抗体を用いてこれまでに得られた実験結果について今回報告する。まず、蛍光抗体法及び免疫電顕法でこの抗体がmastigonemesを認識することを確認した。次に認識する成分をWestern blotting法で調べたところ、分子量約230kDaのバンドが1本だけ認められた。また、鞭毛の再生時には再生初期からmastigonemesが鞭毛表面に形成されていることが観察された。さらに、この抗体を生細胞に作用させると、mastigonemesが鞭毛表面から消失し、細胞の遊泳速度も作用させていない細胞の約70-80%に低下することが判った。(富山大・理・生物、\*\*富山大・理・生物圏、\*\*\*金沢大・薬・放射薬化)

## (55) ○神保絹絵\*・荻原春雄\*・中村省吾\*\*・渡辺正勝\*\*\*・久保田守\*\*\*・高橋哲郎\*\*\*\*・小嶋學\*\*：クラミドモナスの光走性突然変異体MES-10の解析

クラミドモナスなどの単細胞藻類の光走性(走光性・光驚動性)には、眼点と呼ばれる小器官が大きな役割を果たしていると考えられているが、未だに実証されていない。昨年、本研究室で1細胞(個体)当たり、1~8個の眼点を持つ多眼点の突然変異体(MES-10)をクラミドモナスで単離した。そこで、野生株と比較をする事で、眼点と光走性の関係を調べることを試みた。その結果、細胞増殖速度、鞭毛再生速度、細胞遊泳速度等の基本的な性質については野生株とMES-10との間にはほとんど差が見られなかった。また、走光性と光驚動性についての、照射光の波長に依存した反応強度を測定したところ、MES-10の走光性は野生株とほぼ同じであったのに対し、光驚動性は野生株の3分の1程度しかないことが判った。このことから、眼点は従来考えられてきた走光性よりも、光驚動性に大きく関わっていることが示唆された。(\*富山大・理・生物、\*\*富山大・理・生物圏、\*\*\*基生研・大型スペクトロ、\*\*\*\*北陸先端科学技術大学院大学)

## (56) ○前田士\*・中村省吾\*\*・松永司\*\*\*・二階堂修\*\*\*・田口賢治\*・富松かおり\*・小嶋學\*\*：クラミドモナスの鞭毛構成成分に対するモノクローナル抗体、Cfl-92A及びCfl-92Bについて

単細胞緑藻クラミドモナスは、水中を遊泳するための運動器官として2本の等長な鞭毛を持つ。この鞭毛の運動機構を明らかにするために、我々は鞭毛構成成分のモノクローナル抗体を作成し、抗原の機能と存在箇所を解析することを試みている。今回はこれまでに得られた抗体のうち、Cfl-92A、Cfl-92Bについて報告する。まず、蛍光抗体法及び金コロイド免疫電顕法で観察したところ、Cfl-92Aは鞭毛内部(軸糸またはマトリックス成分)を、Cfl-92Bは鞭毛膜と細胞壁成分を認識することが判った。さらに、鞭毛軸糸を再活性化する溶液中に両抗体を入れたところ、Cfl-92Bを含む溶液中では対照と同じ活発な鞭毛軸糸の運動が見られたが、Cfl-92Aを含む溶液中では鞭毛軸糸の運動は見られなかった。このことから、Cfl-92Aが認識する成分は鞭毛運動機構に関与することが示唆された。

(\*富山大・理・生物、\*\*富山大・理・生物圏、

\*\*\*金沢大・薬・放射薬化)



(57) ○恩地真一・水田俊・奥田一雄：淡水緑藻  
*Chaetosphaeridium globosum* の微細構造

*Chaetosphaeridium globosum* は、単細胞あるいは群体を形成して池沼の水草や糸状藻類の体表上に着生する球形の緑藻である。本種は長い刺毛を有し、その基部に鞘を持つことから、*Coleochaete* 属と近縁であると考えられている。今回、超薄切片法によってその栄養細胞及び分裂期の細胞の微細構造を電子顕微鏡で観察し、以下の結果を得た。間期細胞は、1個の葉緑体を持つ。葉緑体は一個のピレノイドを含み、原形質を取り囲むように細胞の周辺部に位置する。間期核は核膜の外側に一對の中心体を伴い、核内部にはしばしばリゾプラスト様の構造を含む。核分裂は核膜開放型で、細胞質分裂は細胞壁の環状収縮に続くフラグモプラストによって導かれる。核分裂に先立って葉緑体が二分するが、分裂した2つの葉緑体の間に細胞壁の環状収縮が起こる。娘細胞の一つは母細胞内に留まるのに対して、母細胞の基部方向に分裂したもう一つの娘細胞は母細胞の側部方向に成長して母細胞の側面に隣接し、新たに刺毛を形成する。細胞壁の突出によりまず鞘の部分が形成され、鞘の内部に原形質を含む刺毛が伸張して螺旋状に折り畳まれる。鞘の先端部が破れて、刺毛が出てくる。(高知大・理・生物)

(58) ○森 史\*・片平幸枝\*・宮村新一\*・堀 輝三\*  
・中野武登\*\*：単細胞緑藻 *Trebouxia potteri* の生活環における葉緑体核様体とピレノイドの挙動

藻類の葉緑体に存在するピレノイドは、光合成の炭酸固定に働く酵素リブロース-1, 5-ニリン酸カルボキシラーゼオキシゲナーゼの集積場所であるが、イワツタ属植物(*Caulerpa*)などでは、葉緑体DNAの局在場所でもある。しかし、生活環における葉緑体核様体とピレノイドの動態については不明な点が多い。そこで、DNA特異的蛍光色素DAPI染色による核様体の蛍光顕微鏡観察と凍結置換法による微細構造の電子顕微鏡観察により、生活環のなかでピレノイドの形態、分布が変化する単細胞緑藻 *Trebouxia potteri* について解析を行なった。その結果、栄養細胞では、1個の明瞭なピレノイドが葉緑体に存在し、核様体はピレノイド基質を中心として葉緑体内に放射状に分布したが、遊走子形成のための細胞分裂期にはいるとピレノイドが不明瞭になり、核様体も葉緑体全体に分散した。分裂直後の細胞はピレノイドが不明瞭であるが、核様体は葉緑体の中心部に位置していた。

(\*筑波大・生物科学系、\*\*広島大・理・植物)

(59) 本村泰三：多核緑藻マガタマモの細胞周期  
(核分裂周期)と核周辺微小管の形態的観察

一般に多核細胞においては核分裂の周期は同調していることがよく知られている(例えばショウジョウバエの受精卵の発生、陸上植物の胚乳細胞等)。最近の研究では細胞周期の制御はDNA合成期(S期)の開始点と核分裂期(M期)の開始点で細胞質拡散性の因子によって行われていることが明らかになりつつある。このような観点から見れば栄養生長期の多核緑藻細胞では細胞周期(核分裂周期)は同調していないことは極めて興味深い(バロニア、マガタマモなどでは独立した幾つかの領域での核分裂の同調化は知られている)。本研究ではマガタマモを実験材料として上記の機構解明のための基礎的観察を行った。S期開始阻害剤のアフィディコリン処理した藻体を用い、細胞周期(G1,S,G2,M)の各時間をDAPI染色顕微測光さらにBrdU(5-ブromoデオキシウリジン)ラベル実験から明らかにした。加えてS期からM期に向けての核及び核周辺微小管の形態変化についても報告する。

(北大・理・海藻研究施設)

(60) ○野崎久義\*・相沢賢一\*\*・渡辺 信\*："ベドガミー"をする福島県宮床湿原産の *Chlorogonium* の一種(緑藻・オオヒゲマワリ目)

*Chlorogonium* は等長2鞭毛型の細長い紡錘形をした単細胞性緑藻類である。本属は世界各地から20種以上が記載されており、日本からは5種の報告がある。

今回、福島県南郷村宮床湿原の泥より分離・クローン培養した *Chlorogonium* の一種の形態と有性生殖を培養条件下で詳細に観察した。本藻の栄養細胞は両端が鋭く突出せず、収縮胞が細胞表面に散在する点は *C. gerloffii* Ettl と類似するが、葉緑体の形態が異なる。有性生殖はホモタリックあり、親の細胞壁の中で細かく分裂した原形質体は2本の鞭毛を生じた後、隣同士の2個で細胞質融合をして、4鞭毛の動接合子となる。動接合子は親の細胞壁から放出され、不動接合子に発達する。接合子発芽時には4個の等長2鞭毛型の発芽細胞が接合子の壁より放出される。今回の様な、配偶子が放出されないで親の細胞壁の中で接合する有性生殖は緑藻類では今までにほとんど報告がないものと思われるが、珪藻類や太陽虫類では"ベドガミー"として一般的に知られている。

(\*国立環境研究所、\*\*地球・人間環境フォーラム)

(61) ○堀江 剛・中野武登・出口博則：富栄養化した溜池における水質と植物プランクトンの季節変化

東広島市西条盆地に位置する、広島大学生物生産学部附属農場内の溜池では、家畜の糞尿が流入し、N、P濃度が高い。通常、この様に富栄養な湖沼ではMicrocystis等の藍藻が大発生することが知られているが、この溜池ではそのような現象は見られない。演者は1993年3月～1993年12月まで、毎月9項目の水質分析と溜池に生育する植物プランクトンの調査を行った。水質分析から、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pは7月にそれぞれ1.8mg/l、0.3mg/lと高い値を示したが、3月、5月、9月には、NH<sub>4</sub>-Nは0.1mg/l、PO<sub>4</sub>-Pは0.05mg/lと低いことが明らかになった。一方、植物プランクトンの調査から、3月、5月、9月にはChlamydomonas sp., Cryptomonas rostratiformis, Microactinium pusillum などの大発生が認められ、これらの種がNH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pを吸収していることが示唆された。さらに、7月には水面全体にウキサの一種が生育し、水中の光量が著しく減少したため、植物プランクトンの生育が妨げられたことが明らかになった。

(広島大・理・生物科学)

(62) ○青木美恵・中野武登・出口博則：地衣類キゴケ属 (Stereocaulon) 数種における共生藻の取り込みの多様性

広島県龍頭峽の岩上から採取した地衣類、キゴケ属 (Stereocaulon) 3種10標本について1擬子柄の棘枝から共生藻を分離・培養し、分類学的研究を行った。共生藻の分離は、各標本について10本の擬子柄を選択し、それぞれの1棘枝について行った。その結果、Stereocaulon exutum には、緑藻類Trebouxia erici, Palmellococcus reniformis, Pseudococcomyxa simplex の3属3種が、S. japonicum では、Trebouxia erici, Pseudococcomyxa simplexの2属2種が、S. soreidiiferumでは Chlorella ellipsoideaのみが共生していることを確認した。更に、佐賀県彦岳で採取した S. japonicum からは、龍頭峽のものとは異なり Chlorella ellipsoidea のみを確認した。地衣体1個体中に、2属以上の緑藻類が同時に共生しているという報告は今回が最初である。更に、本属は頭状体中に藍藻類が共生している。これらの結果から本属における共生藻の取り込みには、著しい多様性があることが明らかになった。

(広島大・理・生物科学)

(63) ○半田信司\*・中野武登\*\*：コンクリート構造物に付着する気生藻類

コンクリート構造物の表面には、様々な気生藻類の群落形成されている。これらの群落を構成する種は岩上生藻類 (Epilithic Algae) として報告されている種が主体となる。また、幾つかの岩上生藻類群集も記載されている。

本研究は、堤防、法面、電柱などのコンクリート構造物表面の外観と構成種との関係を調べ、群落の成り立つ環境要因についても考察を行ったものである。調査を行った38地点の群落は、緑色系、黒色系及び赤紫色系の群落に大別された。緑色系の群落を形成するものとしては、降雨時に流水部となる部分で緑藻類の Klebsormidium flaccidum の優占する群落、電柱など水分条件の悪い環境では Apatococcus lobatus 群落、Chlorella luteoviridis 群落など緑藻類の優占する群落が形成されていた。黒色系の群落は、法面などに広くみられ、藍藻類と緑藻類が混在していた。赤紫色系の群落では黒色系の群落と種の構成が若干異なり、藍藻類の Gloeocapsa spp. が主体となっていた。

(\*広島県衛連, \*\*広島大・理・生物科学)

## アジア学術会議 11月に開催

平成5年10月 日本学術会議広報委員会

今回の日本学術会議だよりでは、アジア学術会議、本年6月に閣議了解を得ました平成6年度日本学術会議共同主催国際会議の概要及び日本学術会議が本年度において実施する地域活性化施策推進事業等についてお知らせします。

## アジア学術会議について

- 1 日本学術会議は、アジア地域の各国を代表する科学者を東京に招き、本年11月15日(月)から18日(木)までの4日間、アジア学術会議を開催します。
- 2 アジア地域との学術分野における交流の重要性については、「学術分野における国際貢献についての基本的提言」(平成5年4月、日本学術会議第116回総会採択)においても指摘されたところですが(「日本学術会議だより」(No.29)参照)、地理的、歴史的、文化的に多くの共通点を持つ近隣諸国間の交流は、それぞれの国の学術の発展、ひいてはその地域全体の学術の発展にとって極めて重要なことであります。

- このことから、日本学術会議は、アジア地域の各国における学術研究の現状について情報交換を行うとともに、アジア地域における学術研究分野での連携・協力の在り方などについて討議し、併せてアジア地域の学術研究者間の相互理解と信頼を深めることを目的として、本年度からアジア学術会議を開催することとしました。
- 3 このアジア学術会議は、特定分野に限らない全学問領域にわたるアジア地域の科学者による連携・協力のための初の国際会議であり、その意義は極めて大きく、日本学術会議では、会議の成果をあげるため、既に本年4月、アジア学術会議実行委員会(委員長:渡邊格・日本学術会議副会長、副委員長:川田侃・同副会長)を設置し、関係学協会の御協力の下、開催に向け、鋭意、準備を進めているところで。

会議の概要は以下のとおりです。

- (1) 主催  
日本学術会議
- (2) 日程  
11月15日(月)開会式(基調講演、特別講演等)  
歓迎レセプション  
16日(火)会議(自由討議)  
17日(水)視察(筑波研究学園都市)  
18日(木)会議(自由討議)、閉会式
- (3) 会場  
三田共用会議所  
〔東京都港区三田2-1-8〕  
電話 03-3455-7591

- (4) 参加者  
インド、インドネシア、シンガポール、タイ、大韓民国、中華人民共和国、日本、フィリピン、マレーシアの各国の学術推進機関(アカデミー等)から推薦された人文・社会科学系及び自然科学系の科学者21名

(日本からは、近藤次郎日本学術会議会長及び川田侃副会長が出席の予定)

## (5) 議題

「アジア地域における学術の発展とそのための連携・協力について」

平成5年度地域活性化施策推進事業の  
実施について  
—地域の過去、現在、未来を探る—

東京一極集中を是正し、国土の均衡ある発展を図るため、地域を活性化することの必要性が叫ばれています。この中で、地域において、情報発信能力を高め、産業技術の進歩、暮らしの質的向上を促す総合的な学術研究の力の向上は、「豊かな国民生活」を実現するために不可欠のことであり、また、国際的に開かれた地域を形成するためにも有効なことと考えられます。このため、日本学術会議では、本年度において、国土庁の地域活性化施策推進費を活用して、全国3か所での地域における産学官の協力による公開フォーラムの実施とその報告書作成を柱とする“ふるさと学会”開催事業を実施することとしました。

本事業は、地域を対象とする学術研究の成果を人文、社会、自然科学を網羅して総合的に取りまとめ、その地域の過去の歴史、現在の状態、将来の予想を明らかにし、地域のアイデンティティーと将来像を考える一助とするとともに、この過程において、地域の産学官の連携や学術研究者と地域住民の交流をも促進することを狙いとするモデル事業と位置づけています。

平成6年度に開催する日本学術会議  
共同主催国際会議

日本学術会議は、昭和28年9月の国際理論物理学会議の開催以来、平成5年度までに135件の国際会議を関係の学術研究団体と共同して開催し、我が国のみならず世界の学術水準の向上に努めてきたところです。

平成6年度においても、次表の6会議を共同主催することとし、本年6月25日、これらの国際会議の開催とこれについて所要の措置を講ずる旨の閣議了解を得ました。

また、本年は、平成8年(1996年)度開催分の国際会議について共同主催の申請を受け付けており、締切りは12月10日です。

詳しくは、下記までお問い合わせください。

## 【問い合わせ先】

日本学術会議事務局学術部情報国際課国際会議係  
電話03-3403-6291(内)254、255

## 平成6年(1994年)度日本学術会議・国内学術研究団体共同主催国際会議概要

会議名	第8回国際神経・筋学会	第24回国際園芸学会議	第30回錯体化学国際会議
母体機関	世界神経連合	国際園芸学会	国際純正・応用化学連合
共催団体	日本神経学会	園芸学会	(社)日本化学会 錯体化学研究会
参加予定人数 参加予定国数	国外 1,100人 国内 800人 計 1,900人〔41か国・2地域〕	国外 1,000人 国内 750人 計 1,750人〔88か国・2地域〕	国外 300人 国内 700人 計 1,000人〔46か国・2地域〕
開催時期	7月10日～15日(6日間)	8月21日～27日(7日間)	7月24日～29日(6日間)
開催場所	京都市(国立京都国際会館)	京都市(国立京都国際会館)	京都市(国立京都国際会館)
開催間隔	4年ごと	4年ごと	1ないし2年ごと
組織委員会 委員長	国立精神・神経センター 名誉総長 里吉 栄二郎	東京農業大学農学部 教授 若田 正 利	(準備委員会代表者)立命館大学理工学部 教授 大瀧 仁志

会議名	第21回世界心電学会	第47回国際情報ドキュメンテーション連盟総会	第2回国際病態生理学会総会
母体機関	世界心電学会	国際情報ドキュメンテーション連盟	国際病態生理学会
共催団体	日本心電学会 (財)日本心臓財団	(社)情報処理学会 (社)情報科学技術協会 情報知識学会	日本病態生理学会
参加予定人数 参加予定国数	国外 500人 国内 1,000人 計 1,500人〔30か国〕	国外 400人 国内 800人 計 1,200人〔55か国・1地域〕	国外 500人 国内 800人 計 1,300人〔62か国・2地域〕
開催時期	7月3日～7日(5日間)	10月2日～9日(8日間)	11月19日～24日(6日間)
開催場所	横浜市(横浜国際平和会議場)	大宮市(大宮ソニックシティ)	京都市(国立京都国際会館)
開催間隔	毎年	2年ごと	4年ごと
組織委員会 委員長	国立療養所中野病院 病院長 春見 建 一	国文学研究資料館 客員教授 藤原 鎮 男	日本臓器製薬株式会社生物活性科学研究所 所長 大村 裕

## 日本学術会議主催公開講演会

## —— 女性科学研究者に期待する ——

日本学術会議は、学術の成果を国民に直接還元するための活動として、日本学術会議会員が講師となって、市民を対象に年3回公開講演会を開催しています。

この度、次の公開講演会を開催しますので、お知らせします。多数の方々の御来場をお待ちしています。

- (1) 日時 平成5年11月26日(金) 13:00～16:30
- (2) 会場 日本学術会議講堂  
(地下鉄千代田線「乃木坂駅」下車徒歩1分)
- (3) テーマ 「女性科学研究者に期待する」

## (4) 演題及び演者

- ・女性科学研究者問題に関する日本学術会議の取組  
須藤 一(第5部会員, 東北学院大学工学部教授)
- ・女性学ジェンダー論の発展と役割  
加藤春恵子(第1部会員, 東京女子大学現代文化学部教授)
- ・自然科学分野に見られる女性進出とこれに伴う諸問題  
本間 慎(第6部会員, 東京農工大学農学部教授)

・女性科学研究者の地位向上と基盤整備(スウェーデンを例として)

一番ヶ瀬康子(第1部会員, 日本女子大学人間社会学部部長)

## 〔申込方法〕

聴講(入場無料)を希望される方は、はがきに、郵便番号、住所、氏名を明記し、11月12日までに下記までお申し込みください(複数人の連記可, FAX送付可)。締切り後も、席に余裕があれば、受け付けますので、下記までお問い合わせください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議事務局「公開講演会係」

TEL 03-3403-6291(代) 内線228

FAX 03-3403-6224

「日本学術会議だより」について御意見・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

## アジア学術会議～科学者フォーラム～開催

平成5年12月 日本学術会議広報委員会

今回の日本学術会議だよりでは、10月20日から22日まで開催された第117回総会の概要、同総会で採択された「生物遺伝資源レポジトリ及び細胞・DNAレポジトリの整備について(要望)」等、11月15日から18日まで開催されたアジア学術会議～科学者フォーラム～についてお知らせします。

## 日本学術会議第117回総会報告

日本学術会議第117回総会(第15期・第6回)が、10月20日～22日の3日間にわたって開催されました。

総会の初日(20日)の午前は、会長からの前回総会以降の経過報告に続いて、各部、各委員会等の報告(学術分野における国際貢献、アジア学術会議の開催など214件)が行われました。次いで、今回総会に提案される案件の「生物遺伝資源レポジトリ及び細胞・DNAレポジトリの整備について(要望)」について、提案説明が行われた後、質疑応答が行われました。

午後からは、各部会が開催され、上記提案案件の審議及び各部会個別案件について審議が行われました。

総会2日目(21日)の午前は、同提案案件についての討論・採決が行われ、採択されました。これは、生物遺伝資源レポジトリ整備拡大の必要性の増大に対処するため、現在ある個別系統保存施設の拡充、総合調整機構の設置などを要望するとともに、細胞・DNAレポジトリの整備のため、各省庁傘下の施設のネットワーク体制を構築し全体の活動を総合調整する、チェック機構を付加した細胞・DNAレポジトリセンターの設置など、政府関係機関において取るべき具体的措置を要望するものです。

なお、本件を要望するに当たり会長談話が併せて発表されました。

同案件の採択に引き続き、昼休みを挟んで午後にかけて、現在、常置委員会及び特別委員会で審議されている懸案事項について、自由討論が行われました。この中で、「人の死と医療の在り方」を検討している死と医療特別委員会がまとめた「尊厳死」についての考え方を総会に報告し、それについて活発な議論が展開され、マスコミにも報道されました。

同委員会では、今回の議論を踏まえ、更に検討を深め、来年5月の総会に報告として提案するため準備を進めています。

総会3日目(22日)は、午前は、各常置委員会及び国際対応委員会、午後は各特別委員会がそれぞれ開催されました。

## 生物遺伝資源レポジトリ及び細胞・DNAレポジトリの整備について(要望)

我が国の生物遺伝資源の保存は、数多くの施設・機関によって個別に行われているが、その充実・強化と、国のレベルでの生物遺伝資源レポジトリの整備が急務となっ

てきている。他方、癌、遺伝病などの疾病の原因究明、ひいては人類の健康・福祉への貢献を目的とする細胞・DNAレポジトリの充実・整備もまた、今日の我が国にとって急務である。

このため、互いに関連はするが、異なる性格、目的をもつこれら二つのレポジトリの整備等について要望する。

## 1 生物遺伝資源レポジトリの整備について

生物遺伝資源レポジトリの整備拡大の必要性の増大に対処するため、政府関係機関において次の措置をとるよう要望する。

- (1) 生物遺伝資源の保存は、基本的には、従来どおり、その分野の担当研究者の能力、地域性などをいかして、個別の系統保存施設で行うことが望ましいので、そのより一層の拡充を図り、そこに専任の研究者、専門技術をもつ職員を置き、予算を充実し施設の近代化を図る。
- (2) 個別の系統保存施設では、遺伝子工学に基づくトランスジェニック生物、細胞融合によって作出される新種、DNAクローンや細胞及び凍結組織などを加えた新材料の保存を、社会的、法律的及び倫理的側面に配慮しつつ、積極的に推進する。
- (3) 系統保存事業の永続性を保障するため、国のレベルにおいて、研究施設を附置する生物遺伝資源保存センターを設立し、DNAクローンや細胞及び凍結組織のレポジトリもこのセンターに集中する。
- (4) 生物遺伝資源保存センターは、関係機関との対応、保存系統に関する情報の収集・提供、系統の導入・配布・品質管理、海外との情報交換などについて、個別の系統保存施設の活動を総合調整する。
- (5) 国際的視野に立って、海外諸国との連携を深めるため、保存系統に関するデータベースを整備する。

## 2 細胞・DNAレポジトリの整備について

細胞・DNAレポジトリの重要性と必要性についての認識を新たにし、早急に次の対策を講ずることを、政府関係機関に要望する。

- (1) 現在、各省庁傘下の各研究機関及び大学・研究所の研究室に個別に置かれているレポジトリ又はそれに類する施設に対して予算、人員、スペース等について格段の措置を講ずるべきである。
- (2) それとともに、研究施設を附置した細胞・DNAレポジトリ・センターを新たに設置する。このセンターは、上記の諸施設の活動を総合調整する。このセンターは、すべての施設と有機的に結合するネ

ネットワーク体制を構築し、必要に応じて各研究室に分散保存されている細胞・DNAを受入れる。また、現在設置されている施設のうち運営困難なものを解消し、このセンターに移管する。

- (3) 新しく設置されるセンターには十分な予算を措置し、自主的な運営ができるようにするとともに、このセンターの運営を支えるための専門職を育成・確保する十分な方策を講ずる。また、海外との協力関係のより一層の促進を図る。

さらに、センターの運営の適正を期するため、ヒトゲノムプロジェクトの推進についての勧告に言及されているようなチェック機構を付加する。

(詳細は、日本学術会議月報11月号を参照して下さい。)

## 生物遺伝資源レポジトリー及び細胞・DNAレポジトリーの整備について(会長談話)

(平成5年10月21日)  
日本学術会議  
会長 近藤次郎

昨年6月、リオデジャネイロで開催された国連環境開発会議(UNCED)で合意された生物多様性保護条約を受けて、現在、世界中で生態系、生物種や遺伝子などの保存について関心が高まっている。これは本来、人間も含めて生命界全体の命運にかかわる重要な問題である。日本学術会議としても、今後さらに引き続き審議を深めるべきであると考ええる。

しかしながら、先進国を中心にこの種のプロジェクトは、国家の強力な援助の下に推進されている。将来におけるこの分野の科学の発展を考慮するとき、我が国の状況をこのままに放置すれば学問の進歩に遅れるなど由々しき事態になると愛慮するものである。

今回は「生命科学与社会的諸問題」特別委員会のまとめた提案について、総会で人文社会科学部門も含めて真剣な討議を行った上、とりあえずここに要望するものである。

## アジア学術会議～科学者フォーラム～の開催について

- 1 日本学術会議は、アジア地域の各国科学者の代表を東京に招き、本年11月15日(月)から18日(木)までの4日間、三田共用会議所(東京都港区)においてアジア学術会議～科学者フォーラム～を開催しました。
- 2 このアジア学術会議～科学者フォーラム～は、地理的、歴史的、文化的に多くの共通点を持つ近隣諸国間の交流がそれぞれの国の学術の発展、ひいてはその地域全体の学術の発展にとって極めて重要であるとの認識から、アジア地域の各国における学術研究の現状について情報交換を行うとともに、アジア地域における学術研究分野での連携・協力の在り方などについて討議し、併せてアジア地域の学術研究者間の相互理解と信頼を深めることを目的として、本年度初めて開催したものです。
- 3 今回の会議には、中国、インド、インドネシア、日本、マレーシア、フィリピン、大韓民国、シンガポール、タイの9か国の学術推進機関(アカデミー等)から推薦された人文・社会科学系及び自然科学系の科学者19名が出席し(日本からは近藤次郎日本学術会議会長及び川田侃副会長が出席)、「アジア地域における学術の発展とそのための連携・協力について」をメイン・テーマとして活発な討議を行いました。
- 4 初日の15日には、鳩山内閣官房副長官(内閣総理大臣あいさつ代読)を始め、国会議員、各国大使館、関係学協会、関係省庁、関係団体などから200名を超える方々をお迎えし、開会式及び歓迎レセプションを開催しまし

た。

翌16日からの自由討議においては(17日は筑波研究学園都市視察(研究交流センター、電子技術総合研究所、農業生物資源研究所を訪問))、それぞれの国籍や専門分野を超えて、アジア地域における学術の振興という共通の目的の下、熱心な討議を行い、議長サマリーをまとめ、18日に無事閉会しました。

開催に当たり御支援・御協力いただきました方々に厚くお礼申し上げます。

## (参考) アジア学術会議～科学者フォーラム～議長サマリー(仮訳)

- 1 アジア学術会議～科学者フォーラム～は、日本学術会議の主催により、アジア地域の9か国から、19人の各国の科学界を代表する科学者の参加を得て開催され、それぞれの国籍や専門分野を超えて、アジア地域における学術の振興という共通の目的の下、熱心な議論がなされた。本会合に参加した科学者は、学術の振興を通じた社会への貢献が重要であり、科学者の責務であるということを確認し、学術研究の成果は、人類の共通資産として、文化的、社会的、経済的發展を通じて、世界の平和と人類の福祉に貢献するものであると信じる。また、そのためには、自然科学者と人文・社会科学者の密接な協力も不可欠である。
- 2 本会合に出席した科学者は、アジアの科学者による学術協力についての初の会合を提案し、開催した日本学術会議に感謝し、今後も、このような日本学術会議の努力が続けられることを期待する。
- 3 今日、世界は、環境悪化、人口爆発、資源の枯渇など人類の英知を結集して取り組まねばならない深刻な問題に直面しており、本会合での討議は、そのような問題の解決に向けての将来の国際協力に発展していくものである。
- 4 持続的開発は、アジア地域の各国にとって、21世紀に向けての共通の重要課題である。地理的、歴史的、文化的に密接な関係を持つアジア地域の科学者は、この問題に協力して取り組むことが重要である。
- 5 国際的な研究、技術・資源の共有等に当たっては、地域的な協力が効果的である。今後、そのような領域において、地域の発展のために協力を推進することが必要である。
- 6 学術の発展、社会の発展の基盤となる人材の育成は、科学者が地域的に協力して取り組むべき課題である。次世紀に向けて、人材の育成のため、アジアの科学者も協力することが必要である。
- 7 各科学者及び各国は、研究者の交流、共同研究、シンポジウム、ワークショップ等による情報の交換を促進するよう努力することが必要である。
- 8 学術協力は、対等互惠の原則に基づいて行われねばならない。
- 9 本会合の趣旨、提案を受け継ぎ、より密接な学術交流・協力の基盤となる将来の会合が開かれることを期待する。
- 10 アジア地域の科学者によるこのような会合を毎年開催すること、当面、日本学術会議がその事務局となること、アジア地域の学術動向についてのニュースレターを定期的に発行することを提案する。

「日本学術会議だより」について御意見、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 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103  
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  
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  
株式会社白寿保健科学研究所 原 昭邦 351 朝霞市栄町3-3-7

# 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 中西隆太郎

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 tel.東京03-3815-7465

藻類のライフヒストリーをオリジナルの線図に解説をつけ見開きで示す!

# 藻類の生活史集成 全3巻 堀 輝三編 (送料各巻450円)

第1巻 緑色藻類 (185種)	B5判・450頁・定価8240円
第2巻 褐藻・紅藻類 (171種)	B5判・424頁・定価8240円
第3巻 単細胞・鞭毛藻類 (146種)	B5判・372頁・定価7210円

94年2月  
全巻揃う

藻類の研究者115名が自らの研究成果と資料をもとに執筆に当たり、現時点で明らかになっている藻(502種)の生活史・生活環を線図で集大成した初めての本。

本書の構成は、図を左頁に直面する頁に和英の解説文をつけて、2ページを1単位として組み立ててある。執筆者によるオリジナルの線図は、藻類のライフサイクルを一見して理解させそれに簡明な解説を付す。さらに教育的配慮から多くの種について分布図を、そして各巻ごとに同義語を、各巻の巻末に学名総索引・和名索引を収録して読者が使いやすいよう工夫した。藻類を専門とする研究者や中学・高校の生物の先生、水に関連する研究所や企業の方々を初め、藻類に興味をもつ人々にとって、長い間出版が望まれていた本である。

刊行は9月に第2巻を:11月に第3巻を:94年2月に第1巻を刊行し完結。[呈内容案内]

第2期がスタート——第11巻刊行のお知らせ——

## 写真で見る種の同定と分類!

### 淡水藻類写真集 第11巻

第1期10巻に続き今秋から年2~3冊を刊行して10巻(1000種)を目標とする。これにより2000種となり利用価値も高まる。(12巻3月末刊行)

山岸高旺・秋山 優編  
B5判・100シート 定価7210円  
製本様式を下記のようにいたしました。  
2穴・並製箱入り 千各380円

既刊 第1期10冊1・2巻 定価4120円/3~10巻 定価5150円(千各380円)

## 藻類の生態

秋山 優・有賀祐勝 共編 A5判(上製函入) 640頁  
坂本 充・横浜康継 定価13,184円(千450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39140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18540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10300円

## ナマコとウニ

——民謡と酒のさかなの話——

大島廣著 定価1009円

## 水の環境科学

鈴木静夫著 公害防止から環境保全へと時代が変わり本書は水の環境の現実を解説する。

定価2472円

## 生物学史展望

井上清恒著 五千年にわたる生物学の流れを時代の経緯と共に語る。 定価5974円

内田老鶴圃

〒112 東京都文京区大塚 3-34-3  
電話(03)3945-6781 FAX(03)3945-6782

(価格は税込)



海洋環境・藻場造成関係者必携の書!!

# 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、あるいは動物の蛸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)



英語版も完成!

— A Photographic Guide —

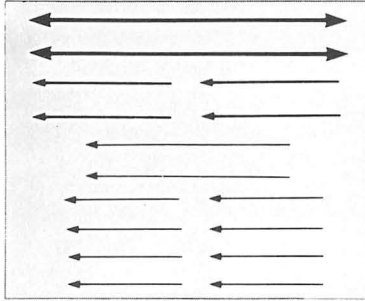
Seaweeds  
of Japan

定価15,000円(税込/送サービス)

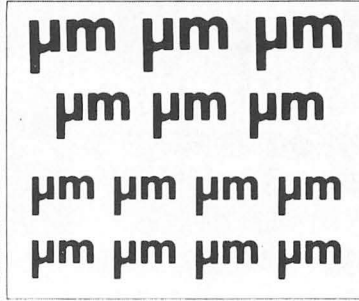
||||| 新製品ご案内!! |||||

# レタリングシート (ブラック アンド ホワイト)

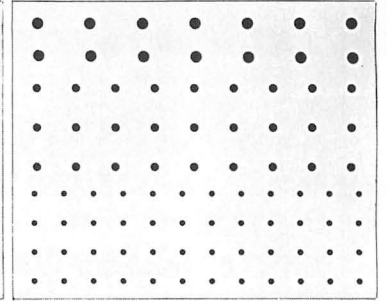
EMI NO.82014



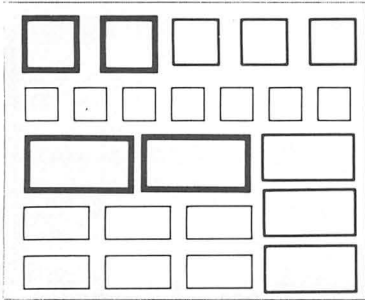
EMI NO.82016



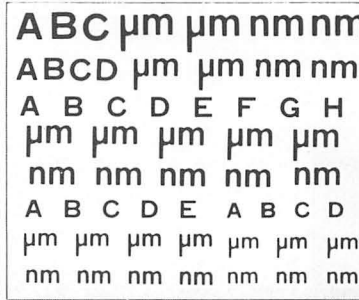
EMI NO.86626



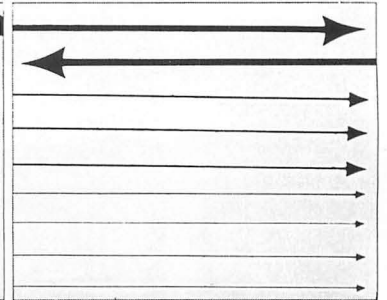
EMI NO.86627



EMI NO.86902

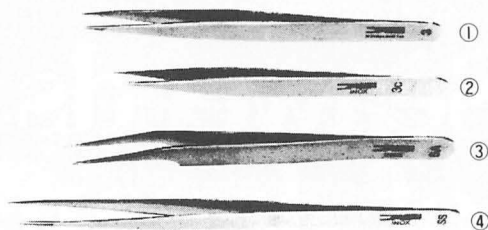


EMI NO.86916



※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。

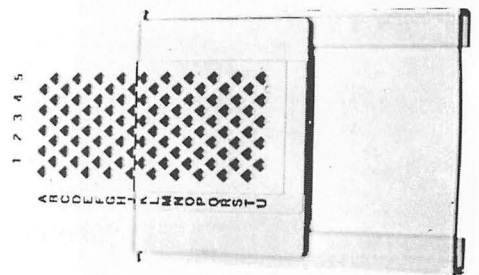
## 西独製 精密ピンセット



- ①時計ピンセット
- ②3Cピンセット
- ③5型変形ピンセット
- 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).

1994年3月5日印刷

1994年3月10日発行

©1994 Japanese Society of Phycology

禁 転 載  
不 許 複 製

編集兼発行者

石川依久子

〒184 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

<b>John M. Huisman:</b> 西オーストラリア産シノブゴケ属の一新種 <i>Ditria expleta</i> (紅藻, フジマツモ科)..... (英文)	1
<b>吉田忠生・三上日出夫:</b> ヒメカラゴロモ (新称) <i>Vanvoorstia spectabilis</i> とカラゴロモ <i>V. coccinea</i> (紅藻コノハノリ科) の形態について..... (英文)	11
<b>堀口健雄・Richard N. Pienaar:</b> 南アフリカのタイドプールから採集された渦鞭毛藻の一新種 <i>Gymnodinium natalense</i> (渦鞭毛藻綱) について..... (英文)	21
<b>先崎 智・堀口健雄:</b> 長野県産淡水渦鞭毛藻類の分類学的研究..... (英文)	29
<b>吉田忠生:</b> 日本産ホンダワラ属 (褐藻ヒバマタ目) の3新種について..... (英文)	43
<b>Danilo B. Largo・大野正夫・Alan T. Critchley:</b> フィリピン, セブ島 Liloan 沿岸の <i>Sargassum polycystum</i> と <i>S. siliquosum</i> の成長と生殖の季節的变化..... (英文)	53
<b>Murray T. Brown・Miles D. Lamare:</b> ニュージーランド, チェマル港におけるワカメの分布..... (英文)	63
<b>片山舒康・平田 徹・倉島 彰・太齋彰浩・横浜康継:</b> 藻類の光合成色素の簡単な定性分析法.....	71
◆◆◆	
ノート	
<b>川嶋昭二:</b> 外国産コンブ目植物の漂着記録 (7) チシマネコアシコンブについて.....	79
◆◆◆	
総 説	
<b>三浦昭雄・高木 優:</b> 紅藻スサビノリ ( <i>Porphyra yezoensis</i> Ueda) における色素変異型のメンデル遺伝.....	83
◆◆◆	
雑 録	
秋期シンポジウム講演要旨.....	103
訃 報.....	109
新刊紹介.....	111
学会録事.....	115
日本藻類学会第18回大会 (プログラム・講演要旨).....	119
日本学術会議だより.....	145