

The Japanese Journal of PHYCOLOGY

CONTENTS

Michael W. Hawkes: Anatomy of <i>Abophtaea smclairii</i> —An enigmatic red alga endemic to New Zealand	55
Shigeru Kumano and Ian M. Johnstone: Studies on the freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea I. <i>Batrachospermum nova-guineense</i> sp. nov. from the Papuan Lowlands	65
P. M. Sivalingam: Evaluation of nutritive values of SCP (<i>Chlorella vulgaris</i>) propagated in palm oil mill effluent sludge	71
Shigeru Kumano: Studies on freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea II. <i>Batrachospermum waitapense</i> , sp. nov. from the Papuan Highlands	76
Shuhei Fujii, Mayumi Takenishi, Shiro Mantani and Hideo Takada: The growth of <i>Dunaliella</i> under magnesium hypertonicity	81
Sueo Kato: On <i>Colacium libellae</i> ROSOWSKI et WILLEY (Class Euglenophyceae) isolated from the exoskeleton of <i>Bosmia</i> sp. (in Japanese)	88
Takeo Ohmori and Junko Hashida: An analysis of tetraspore development in <i>Dictyopteris divaricata</i> VIII. Effects of Ca ²⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ deficiency on tetraspore development	(in Japanese) 92
Toshinobu Terawaki, Koji Nozawa and Iwao Shinmura: Studies on morphogenesis in the early stages of <i>Sargassum</i> (Phaeophyceae, Fucales). III. <i>Sargassum horneri</i>	(in Japanese) 97
◆ ◆ ◆	
Notes	
Hiroshi Yabu and Hajime Yasui: Occurrence of tetraploid in <i>Sargassum confusum</i> AG.	86
Hirotohi Yamamoto and Shigeki Torii: New records of <i>Laminaria diabolica</i> f. <i>longipes</i> MIYABE et TOKIDA, <i>Alaria fistulosa</i> POSTELS et RUPRECHT and <i>A. paradisea</i> (MIYABE et NAGAI) WIDDOWSON in Hokkaido. (in Japanese)	102
Singo Nakazawa: Different terms in different languages for the spherical aggregate of freshwater <i>Cladophora</i>	(in Japanese) 104
◆ ◆ ◆	
Announcement	104
◆ ◆ ◆	
Proceedings of the 7th Annual Meetings of the Japanese Society of Phycology	107

日本藻類学会

日本藻類学会は昭和27年に設立され、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物「藻類」を年4回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費5,000円(学生は3,500円)を前納するものとする。団体会員の会費は8,000円、賛助会員の会費は1口20,000円とする。

入会、退会、会費の納入および住所変更等についての通信は 113 東京都文京区弥生 2-4-16「学会センタービル内」日本学会事務センター宛に、原稿の送付およびバックナンバー等については 108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学植物学教室内日本藻類学会宛にされたい。

The Japanese Society of Phycology

The Japanese Society of Phycology, founded in 1952, is open to all who are interested in any aspect of phycology. Either individuals or organizations may become members of the Society. The Japanese Journal of Phycology (SÔRUI) is published quarterly and distributed to members free of charge. The annual dues (1981) for overseas members are 6,000 Yen (send the remittance to the Business Center for Academic Societies Japan, 4-16, Yayoi 2-chome, Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan).

Manuscript for the Journal should be addressed to the Japanese Society of Phycology, c/o Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4 chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

昭和58、59年度役員

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

秋山 和夫 (東北区水産研究所)
秋山 優 (鳥根大学)
有賀 祐勝 (東京水産大学)
千原 光雄 (筑波大学)
堀 輝三 (筑波大学)
市村 輝宜 (東京大学)
岩井 寿夫 (三重大学)
巖佐 耗三 (大阪大学)
西澤 一俊 (日本大学)
野沢 治治 (鹿児島大学)
奥田 武男 (九州大学)
阪井與志雄 (北海道大学)
谷口 森俊 (三重大学)
月館 潤一 (南海区水産研究所)
梅崎 勇 (京都大学)
山本 弘敏 (北海道大学)

編集委員会：

委員長 三浦 昭雄 (東京水産大学)
幹 事 庵谷 晃 (東京水産大学)
委 員 秋山 優 (鳥根大学)
" 有賀 祐勝 (東京水産大学)
" 千原 光雄 (筑波大学)
" 堀 輝三 (筑波大学)
" 巖佐 耕三 (大阪大学)
" 岩崎 英雄 (三重大学)
" 黒木 宗尚 (北海道大学)
" 小林 弘 (東京学芸大学)
" 正置富太郎 (北海道大学)
" 右田 清治 (長崎大学)
" 西澤 一俊 (日本大学)
" 吉田 忠生 (北海道大学)

Officers for 1983-1984

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

Members of Executive Council:

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

Editorial Board:

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

Anatomy of *Apophlaea sinclairii*—An enigmatic red alga endemic to New Zealand

Michael W. HAWKES*

Leigh Marine Laboratory, The University of Auckland, Leigh, New Zealand

HAWKES, M.W. 1983. Anatomy of *Apophlaea sinclairii*—An enigmatic red alga endemic to New Zealand. Jap. J. Phycol. 31 : 55-64.

Apophlaea sinclairii is a curious rhodophyte endemic to the North I. of New Zealand where it forms thick, tar-like crusts on rocks in the upper intertidal zone. These crusts usually produce terete, branched upright thalli. The crust consists of a basal layer of short, parallel filaments which merge with an anastomosing meshwork of thick-walled filaments that become closely appressed and parallel to each other in the upper region of the crust. No basal rhizoids are present. Many secondary pit connections are formed. The anatomy of the upright thalli is similar, consisting of a central core of interconnected cells and a cortical layer of thick-walled, parallel filaments. Colourless hyphae of the systemic Ascomycetes fungus *Mycosphaerella apophlaeae* occur between the algal filaments throughout the thallus. Tetrasporangial conceptacles are present in both crusts and uprights and contain zonately divided tetrasporangia throughout the year. Black ascocarps and spermogonia of *Mycosphaerella* are often present, embedded just below the thallus surface. No evidence of a heteromorphic sexual life history for *Apophlaea sinclairii* was obtained. In the absence of female reproductive structures the systematic position of *A. sinclairii* remains uncertain.

Key Words: *Apophlaea sinclairii*; *benthic algae*; *Hildenbrandiaceae*; *marine fungi*; *mycophycobiosis*; *Mycosphaerella*; *New Zealand*; *Rhodophyta*; *Taxonomy*.

Apophlaea sinclairii HARVEY in HOOKER and HARVEY (1845 p. 550), the type species of the genus, is endemic to the North I. of New Zealand (MOORE 1961). The thick, crustose thallus typically bears short, erect, terete branches and forms a conspicuous zone in the upper intertidal on sheltered rocky shores.

It is apparent from the original description that HARVEY had seen dried specimens of only the erect branches (HOOKER and HARVEY 1845); however, this oversight was remedied in BAILEY and HARVEY (1862) where both an encrusting and upright thallus was described and illustrated (pl. II, fig. 1).

The systematic position of *Apophlaea* has

been uncertain from the first due to the absence of sexual reproductive structures. On the basis of conceptacles containing zonate tetrasporangia HARVEY assigned his new taxon to the Cryptonemiales (as Cryptonemeeae). When *Apophlaea lyallii* HOOKER et HARVEY in HOOKER (1855 p. 244), the only other species in the genus, was described it was placed in the Chaetangiaceae (as Chaetangieae) as was *A. sinclairii*. Subsequent workers have either made no mention of the systematic position of *Apophlaea* (BAILEY and HARVEY 1862, HOOKER 1867) or treated it as uncertain (SCHMITZ 1889, DETONI 1897, LAING 1926 1939, KYLIN 1956) or provisionally assigned it variously to the Chaetangiaceae (AGARDH 1851, as Chaetangieae), Hypneaceae (PAPENFUSS 1953, with uncertainty), Apophloeaceae *nom. illeg.* (NAYLOR 1954, no

* Current address and address for reprints: Dept. of Botany, University of British Columbia, Vancouver, B. C., Canada V6T 2B1.

diagnosis of the family given), Phacelocarpaceae (ADAMS 1972), and Hildenbrandiaceae (DENIZOT 1968, ADAMS *et al.* 1974, CHAPMAN and PARKINSON 1974). Placement in the Hildenbrandiaceae was based on the encrusting habit and the occurrence of zonate tetrasporangia in uniporate conceptacles. These are superficial similarities and there have been no detailed anatomical studies of *Apophlaea* to provide further characters for comparison.

Vegetative anatomy of the crusts and uprights and reproductive anatomy of the tetrasporangial conceptacles of *Apophlaea sinclairii* were studied to more thoroughly characterize this enigmatic taxon.

Materials and Methods

Crustose and upright plants examined in this study were collected at Tawharanui Peninsula near Takatu Pt., North I., New Zealand, 36°22.4'S, 174°51.8'E, and at 'Pumphouse Reef', Leigh Marine Reserve, North I., New Zealand, 36°16.2'S, 174°47.8'E, both located on the northeastern coast of New Zealand.

Freshly collected, unfixed thalli were sectioned by hand or with a freezing microtome. For more critical light microscope observations samples were fixed in the field in 1% paraformaldehyde/2% glutaraldehyde mixture in seawater for 3-5 hr. Dehydration was done in a graded ethanol series, followed by infiltration with glycol methacrylate (Polysciences JB-4; O'BRIEN and MCCULLY 1981). Three micrometer (μm) sections were cut on glass knives using a Sorval JB-4 microtome. For light microscopic observations a Wild M-8 or Reichert Zetopan photomicroscope were used. For transmission electron microscopy specimens were fixed as described above, then post-fixed in 1% OsO_4 in phosphate or Dalton's buffer for 3 hr, dehydrated in ethanol followed by propylene oxide, infiltrated with Spurr's resin for up to 1 week, and sectioned on a Sorval Porter-Blum ultramicrotome. Sections were stained for 1 hr in uranyl acetate in 50% ethanol (DAWES 1971)

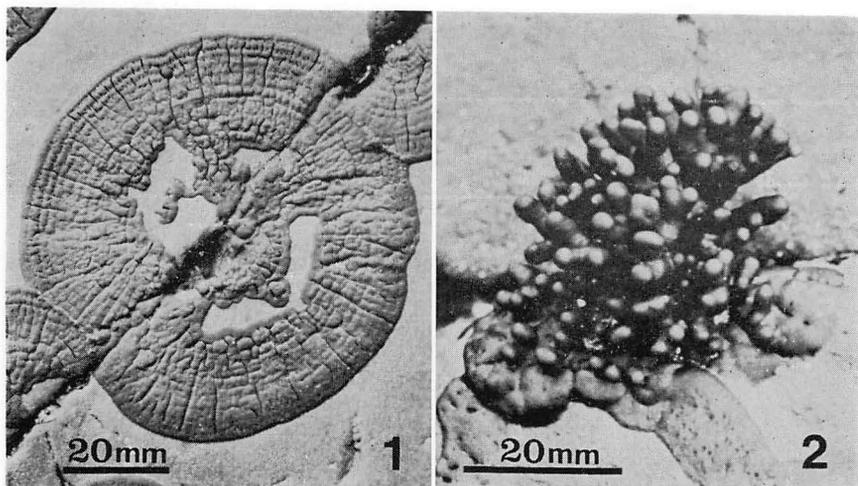
and 10-20 min in lead citrate (VENABLE and COGGESHALL 1965) and examined with either a Phillips 200 or Zeiss EM-10. Following post-fixation samples for scanning electron microscopy were freeze-fractured in isopentane cooled with liquid nitrogen, dried with an Edwards EPD5 freeze dryer, mounted on stubs, gold-coated and examined with a Cambridge Stereoscan 250.

Representative specimens from this study have been deposited in the phycological herbaria of D. S. I. R. Botany Division, Christchurch (CHR) and the University of British Columbia (UBC).

Results

Habit and habitat: *Apophlaea sinclairii* inhabits rock substrata in the upper intertidal zone where it is frequently the dominant alga. On smooth, hard substratum with adequate space *A. sinclairii* forms circular crusts (up to 2 mm thick and 100 mm in diam.) (Fig. 1) which are firmly attached to the substratum and have concentric growth lines. Under conditions of crowding or uneven substratum crusts become irregular and/or reduced in size. In the southern part of the North I. only crustose thalli are encountered (ADAMS 1972), however; along more northerly coasts crusts produce erect, terete, and irregularly to dichotomously branched growths 2-3 mm in diam. and up to 30 mm tall (Fig. 2). Both crusts and uprights have a firm, tough consistency and are red-brown when wet becoming extremely hard and black on drying.

Vegetative anatomy: The crustose thallus is composed of a basal layer of closely adhering filaments oriented anticlinally to the substratum (Figs. 3, 4). No basal rhizoids are formed. Above this basal layer is a region of an anastomosing meshwork of filaments which gradually become anticlinal and parallel to each other (Figs. 3, 4). Secondary pit connections are of frequent occurrence (Fig. 5), but are less common near the surface of the thallus (Fig. 6). Their mode of formation appears to be via an outgrowth



Figs. 1-2. Habit of *Apophlaea sinclairii*. 1. A particularly well-developed crustose thallus growing on smooth greywacke rock in the upper intertidal zone. Note concentric growth rings; 2. Upright and encrusting thallus in habitat.

making contact with a neighbouring filament (as in the Corallinaceae).

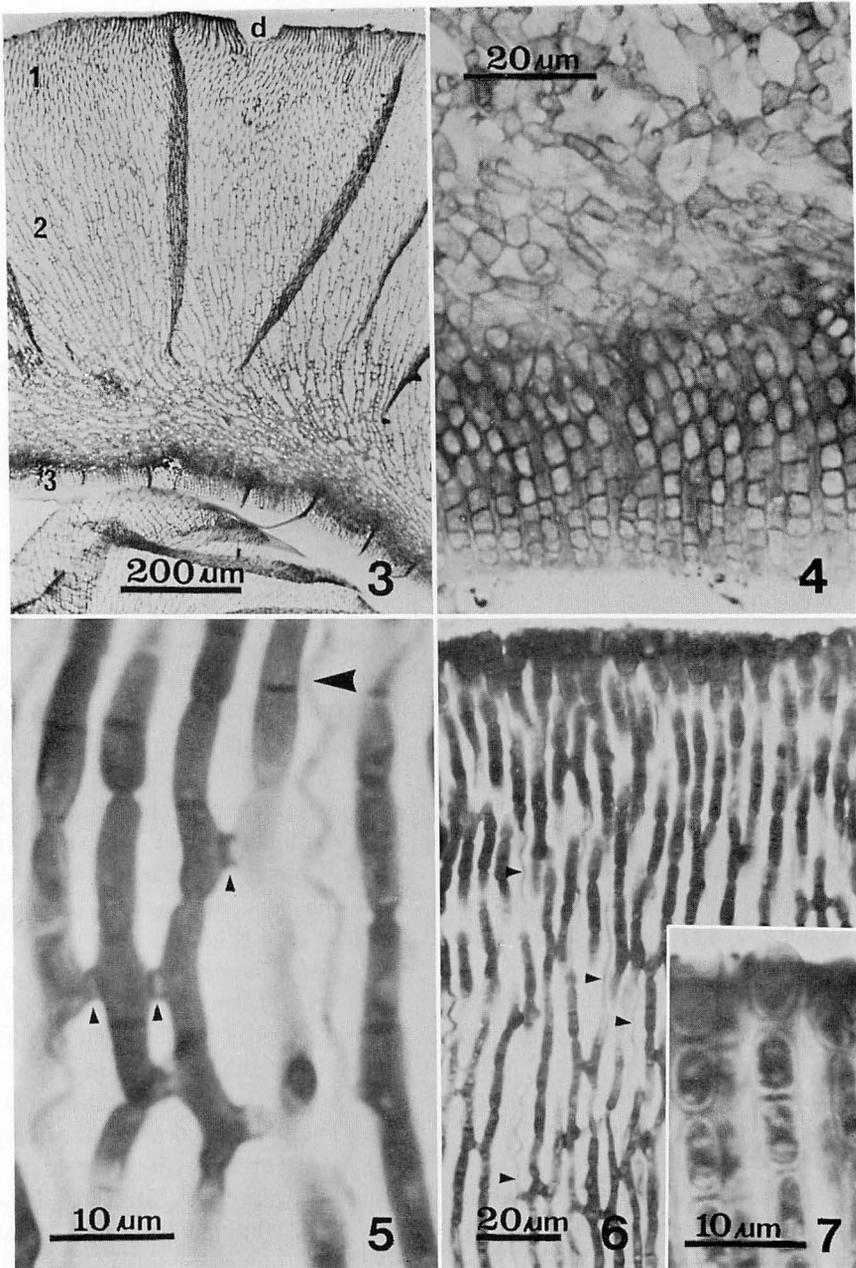
Cells of the filaments are small ($5-6\ \mu\text{m}$ wide \times $8-12\ \mu\text{m}$ long near the surface of the crust becoming more elongate towards the interior) and have a very thick cell wall (Figs. 7-9). Hyphae of the systemic fungus *Mycosphaerella apophlaeae* KOHLMAYER in KOHLMAYER and DEMOULIN (1981 p. 13) can be seen growing amongst the algal filaments (Figs. 5, 6, 8).

The anatomy of the upright branches is similar to that of the encrusting thallus, consisting of a central core of highly anastomosed filaments and an outer region of closely appressed parallel filaments. The interior of the thallus contains globular deposits of an unknown material which appears chalky white in samples embedded in methacrylate (the surface layers of parallel filaments appear clear).

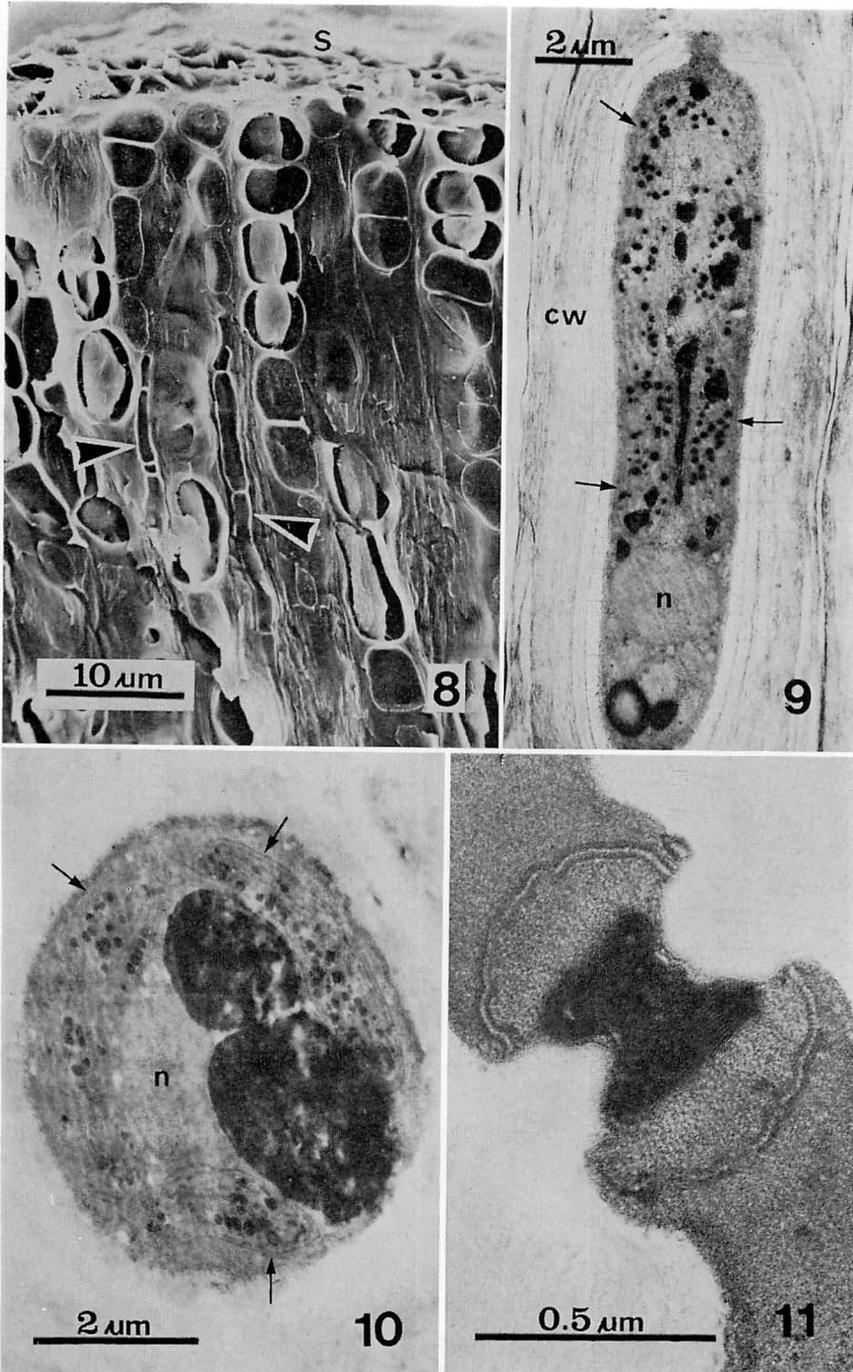
Because of the extremely slow growth rate of *Apophlaea sinclairii* it was not possible to observe many important developmental features such as whether the thallus is uni or multiaxial and details of tetrasporangial conceptacle initiation and development. Specimens are extremely difficult to fix and embed properly for electron microscopy possibly because of the thick cell wall of the fila-

ments. Despite the poor preservation of detail in Figs. 9, 10 chloroplasts containing numerous plastoglobuli are discernible. Most cells (including the tetrasporangia) contain large osmiophilic bodies (Figs. 10, 18) of unknown composition or function. Floridean starch grains were not observed in vegetative cells. Primary pit connections join the cells of a filament and have a membrane swirl in their core (Fig. 11).

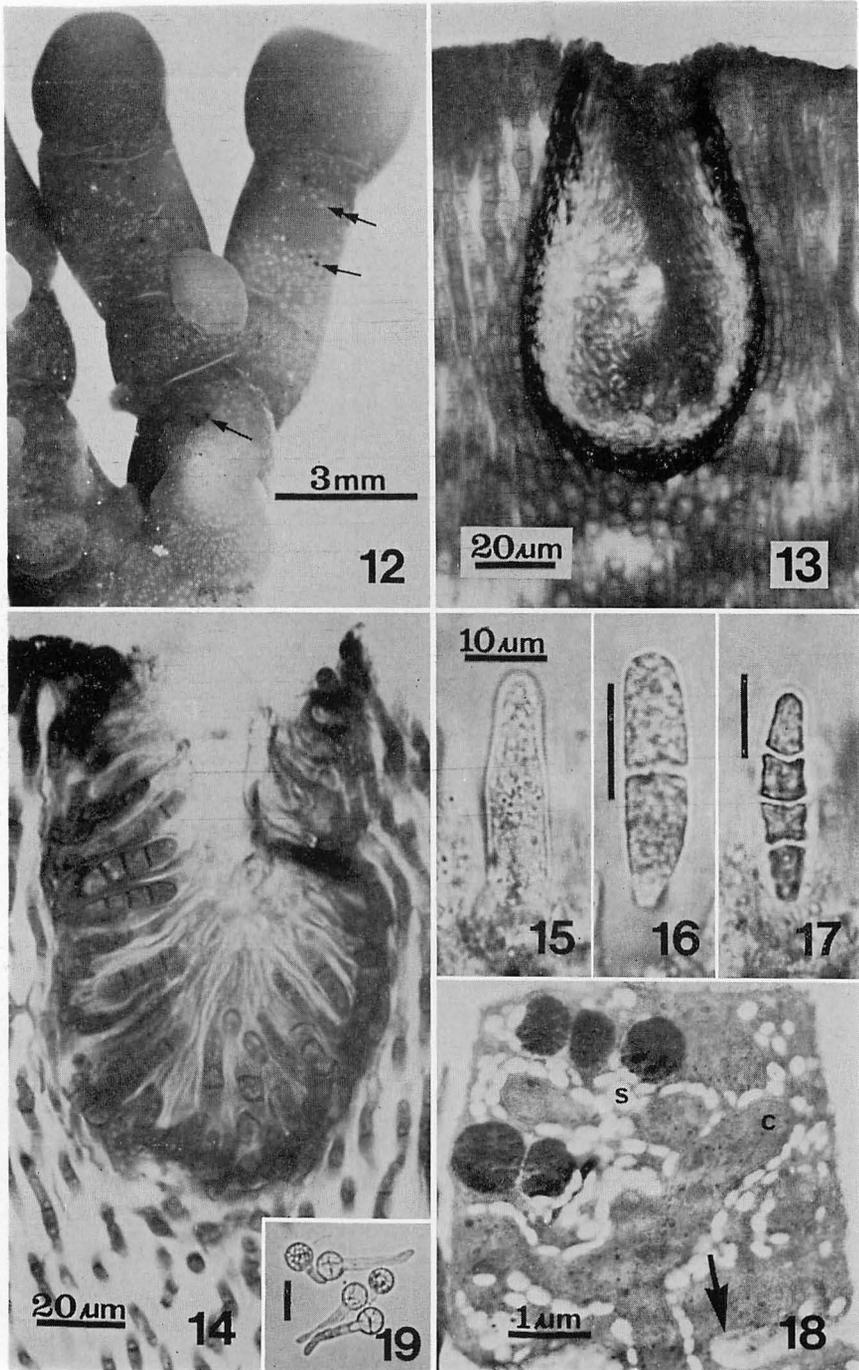
Reproductive anatomy-Tetrasporangial conceptacles: Tetrasporangial conceptacles are present in both the crustose and upright portions of the thallus, but are absent from the apical region of the upright branches (Fig. 12). The black ascocarps of *Mycosphaerella apophlaeae* are likewise present in both the crusts and uprights (Figs. 12, 13). A section through a conceptacle reveals zonate tetrasporangia lining its walls (Fig. 14) and the cavity of the conceptacle contains numerous colourless fungal hyphae. A tetrasporangial initial undergoes division in half followed by two further parallel divisions to form the mature zonate tetrasporangium (Figs. 15-17). Examination at the ultrastructural level suggests that although these divisions are initiated successively they are actually completed simultaneously (Fig. 18). Maturing tetrasporangia contain chloroplasts, abundant



Figs. 3-7. *Apophlaea sinclairii*—vegetative anatomy. Transverse sections, light microscopy, 3. The encrusting thallus. d=dorsal surface, 1=region shown in Fig. 6, 2=region shown in Fig. 5, 3=region shown in Fig. 4; 4. The basal layer (see Fig. 3, #3) of the encrusting thallus is composed of closely appressed anticlinal filaments; 5. Secondary pit connections (small arrowheads) between the parallel filaments in region 2 (see Fig. 3) of the thallus. Hypha (large arrowhead) of the systemic fungus *Mycosphaerella apophlaeae*; 6. Fungal hyphae (small arrowheads) growing between the parallel algal filaments near the surface of the crust (region #1 in Fig. 3); 7. Morphology of the cells in the surface layer of the encrusting thallus.



Figs. 8-11. Vegetative anatomy of *Apophlaea sinclairii*. Electron microscopy. 8. Scanning electron micrograph of a freeze-fractured surface of the upright thallus. s=outer surface of the thallus. Note the thick cell wall of the algal filaments and the fungal hyphae (large arrowheads) growing between them; 9. Longitudinal section of a cell in a filament 15-20 cells from the thallus surface. Despite the poor preservation of cell contents, chloroplasts (arrows) containing numerous plastoglobuli are visible; n=suspected nucleus; cw=cell wall; 10. Transverse section of a cell in the upright thallus. Arrows=chloroplasts; n=suspected nucleus. Note the large dark-staining inclusion; 11. Primary pit connection with dark-staining membrane swirl in its core.



Figs. 12-19. Reproductive anatomy of *Apophlaea sinclairii*. 12. Portion of an upright thallus with tetrasporangial conceptacles (white dots, double-headed arrow, see Fig. 14) and fungal ascocarps and spermogonia (black dots, single-headed arrow, see Fig. 13). Note that no conceptacles are present at the apices of the erect branches; 13. Transverse section through an immature ascocarp embedded in the algal thallus; 14. Longitudinal section through conceptacle showing zonately divided tetrasporangia; 15. Undivided tetrasporangial initial; 16, 17. Division sequence to form a mature tetrasporangium; 18. Longitudinal section of a maturing tetraspore. c=chloroplast, s=starch grains. Note osmiophilic inclusions similar to those observed in vegetative cells (Fig. 10). Note also the incomplete cleavage furrow (arrow) which presumably will complete division simultaneously with the two other cleavage furrows of the tetrasporocyte; 19. Germination of tetraspores in culture.

starch grains and osmiophilic inclusions (Fig. 18).

Released tetraspores are small (5 μm diam.) and pale in colour. In laboratory culture they germinated to form short filaments but did not develop further (Fig. 19).

Discussion

The presence of a systemic fungus in *Apophlaea sinclairii* was first reported by HAWKES (1981). KOHLMAYER and HAWKES (1983) subsequently described the fungal component of this mycophycobiosis more thoroughly and showed that it was referable to *Mycosphaerella apophlaeae* a species which was originally described from material of *Apophlaea lyallii*. Such a mycophycobiosis may also occur in some *Hildenbrandia* species, for example GARDNER (1917), BAARDSETH (1941), ARDRÉ (1959) and PUESCHEL (1982a, b) have all reported fungal hyphae in the conceptacles of *Hildenbrandia* spp.

It is not known what is controlling the initiation and development of upright growths from the crustose thalli of *Apophlaea sinclairii*. Grazers, availability of substratum, and seasonal scouring by sand and gravel may be important factors. Both crusts and uprights are extremely slow-growing (HAWKES, unpublished observations) making study of the developmental morphology and anatomy difficult.

Despite the new anatomical information for *Apophlaea sinclairii* presented in this paper the systematic position of *Apophlaea* remains uncertain.

In habit and anatomy *Apophlaea sinclairii* is more complex than species of *Hildenbrandia* which never form upright branched axes. The anatomy of the basal region of the crusts and core of the uprights of *A. sinclairii* is more elaborate than the simple parallel arrangement of filaments occurring in *Hildenbrandia*.

Placement of *Apophlaea sinclairii* in the Hildenbrandiaceae (DENIZOT 1968, CHAPMAN and PARKINSON 1974) was on the basis of similarities in the following characters: non-

calcareous crustose habit, small zonate tetrasporangia borne in conceptacles, small vegetative cell size, and the lack of basal rhizoids. DENIZOT (1968) reported that neither lateral cell fusions nor secondary pit connections formed in *Hildenbrandia*, however; recent ultrastructural studies of this genus have demonstrated the presence of secondary pits (CABIOCH and GIRAUD 1980 1982, PUESCHEL 1982b) which look similar to those found in *Apophlaea*. CABIOCH and GIRAUD (1982) reported that the secondary pits in *Hildenbrandia* seem to form as in the Corallinaceae (i.e. without the formation of a conjuncture cell). This seems to be the mode of pit formation in *Apophlaea* too. Another ultrastructural similarity between the two genera are the large osmiophilic inclusions present in most vegetative cells. The presence of these inclusions and absence of starch in vegetative cells of *Apophlaea* is unusual as is the abundance of plastoglobuli in the chloroplasts. AHMADJIAN (1982) reported that electron dense, lipid containing globules were common in lichen phycobionts growing under conditions of environmental stress. The lipid nature of these inclusions in *A. sinclairii* requires investigation to determine if *Apophlaea* is putting its fixed carbon into lipid rather than starch.

Recently PUESCHEL (1982a, b) reported on tetrasporogenesis in *Hildenbrandia*. He found that tetrasporocytes formed from transformed vegetative cells and that while no regenerative stalk cells were present tetrasporangia were successively initiated by subtending vegetative cells. This erosive mode of development was responsible for formation of the pit-like conceptacles. Such a mode of conceptacle development appears to be operating in *Apophlaea*, but this was difficult to follow in detail. Cleavage of the tetrasporocyte in *Apophlaea sinclairii* appears to be initiated successively and completed simultaneously as reported by PUESCHEL (1982b) for *Hildenbrandia* and other reds.

Rhodophycean species like *Apophlaea sinclairii* which produce only tetrasporangia and apparently lack sexual phases in their life

histories have been assumed to be apomeiotic tetrasporophytes, eg. *Hildenbrandia* (UMEZAKI 1969, DECEW and WEST 1977) and *Rhodophysema* (FLETCHER 1975 1977, GANESON and WEST 1975, MASUDA and OHTA 1975). However, a recent re-investigation of *Rhodophysema* (DECEW and WEST 1982) presents good evidence that the crusts are actually gametophytes producing solitary carpogonia which divide to form tetrasporangia directly following fertilization. Tetrasporophytes are absent from the life history. An examination of sectioned conceptacles from both fresh and preserved material failed to reveal evidence of such a mode of reproduction operating in *Apophlaea sinclairii*.

Another possibility is that *Apophlaea sinclairii* has a life history like other non-calcified crustose genera which were thought to produce only tetrasporangia. These crusts have been shown to alternate with heteromorphic gametophytes eg. *Petrocelis/Gigartina* (WEST 1972, POLANSHEK and WEST 1975, POLANSHEK 1977, WEST *et al.* 1978), *Cruoriopsis/Gloiosiphonia* (EDELSTEIN 1970 1972, EDELSTEIN and MCLACHLAN 1971, DECEW *et al.* 1981), *Cruoria/Halarachnion* (BOILLOT 1965), *Cruoria/Turnerella* (SOUTH *et al.* 1972), *Haematocelis/Schizymenia* (ARDRE 1977), *Porphyrodiscus/Ahnfeltia* (FARNHAM and FLETCHER 1976, CHEN 1977), *Petrocelis-Erythrodermis/Gymnogongrus* (DECEW and WEST 1981a), *Haematocelis-Cruoriopsis/Farlowia* (DECEW and WEST 1981b). During this investigation of *Apophlaea sinclairii* no evidence of a heteromorphic life history such as those reported above was obtained, however further culture study is needed to confirm this.

Despite the similarities between *Apophlaea sinclairii* and *Hildenbrandia* spp. placement of *Apophlaea* in the Hildenbrandiaceae should still be regarded as tentative. It is not presently possible to suggest where the affinities of *Apophlaea* may lie, however; the recent utilization of pit plug ultrastructure in red algal taxonomy (PUESCHEL and COLE 1982) provides a potentially useful technique for determining phylogenetic affinities of rhodophytes which lack female reproductive struc-

tures. Further studies of the ultrastructure, life history and pigment biochemistry of *Apophlaea* are needed.

Acknowledgements

This study was conducted during the tenure of a three year Research Fellowship at the University of Auckland's Marine Laboratory at Leigh, New Zealand. Financial support was provided by New Zealand Univ. Grants Committee grants 140 Leigh 18 & 19 and University of Auckland grants 141 Leigh 23 & 25. I thank Denise R. BONIN for helping me with the field work and for suggesting improvements in the manuscript. Prof. Jan KOHLMAYER identified the *Mycosphaerella* in *Apophlaea sinclairii*. Technical assistance from the Cell Biology Dept., University of Auckland is appreciated. Mr. Laszlo J. VETO made helpful suggestions and provided technical assistance in preparation of specimens for electron microscopy. Mr. Jo EVANS and Dr. John WALSBY constructed the culture apparatus. Mr. Marty KAMPMAN and Dr. David SCHIEL kindly collected and air-freighted specimens to me during the later part of this study. Support during the preparation of this manuscript was from a Research Associateship at the University of British Columbia and from NSERC Operating Grant 67-8340.

References

- ADAMS, N.M. 1972. The marine algae of the Wellington area. A list of species. Records of the Dominion Museum, Wellington 8: 43-98.
- ADAMS, N.M., CONWAY, E., NORRIS, R.E. and WILLA, E.A. 1974. The marine algae of Stewart Island. A list of species. Records of the Dominion Museum, Wellington 8: 185-245.
- AGARDH, J.G. 1851. Species genera et ordines algarum, C.W.K. Gleerup, Lund. Vol. 2, pt. 2, sect. 1: 337-505.
- AHMADJIAN, V. 1982. Algal/fungal symbioses. pp. 179-233 *In* F.E. ROUND and D.J. CHAPMAN (ed.). Progress in Phycological Research V. 1. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam.
- ARDRE, F. 1959. Un intéressant *Hildenbrandia* du Portugal. Rev. Algol. 4: 227-237.

- ARDRE, F. 1977. Sur le cycle de *Schizymania dubyi* (CHAUVIN ex DUBY) J. AGARDH (Nématomacéé Gigartinales). Rev. Algol. N.S. 12: 73-86.
- BAARDSETH, E. 1941. The Marine Algae of Tristan da Cunha. Det Norske Videnskaps-Akademi, Oslo.
- BAILEY, J. W. and HARVEY, W. H. 1862. Algae. In U.S. Exploring Expedition under Captain WILKES in 1838-1842. Vol. 1. Botany—Cryptogamia. pp. 155-192, pls. 1-9.
- BOILLOT, A. 1965. Sur l'alternance de générations hétéromorphes d'une rhodophycée, *Halarachnion ligulatum* (WOODWARD) KÜTZING (Gigartinales, Furcellariacées). C.R. Acad. Sc. Paris, Sér. D, 261: 4191-4193.
- CABIOCH, J. and GIRAUD, G. 1980. Sur les particularités cytologiques de *Hildenbrandia prototypus* NARDO (Rhodophycées, Cryptoméniales) et les affinités possibles du genre. C.R. Acad. Sc. Paris 292, 3: 191-194.
- CABIOCH, J. and GIRAUD, G. 1982. La structure hildenbrandioide, stratégie adaptative chez les Floridées. Phycologia 21: 307-315.
- CHAPMAN, V. J. and PARKINSON, P. G. 1974. The Marine Algae of New Zealand. Part III: Rhodophyceae, Issue 3: Cryptonemiales. J. Cramer, Lehre. pp. 155-278.
- CHEN, L. C.-M. 1977. The sporophyte of *Ahnfeltia plicata* (HUDS.) FRIES (Rhodophyceae, Gigartinales) in culture. Phycologia 16: 163-168.
- DAWES, C. J. 1971. Biological Techniques in Electron Microscopy. Barnes & Noble, Inc. xiv + 193 pp.
- DECEW, T. C. and WEST, J. A. 1977. Culture studies on the marine red algae *Hildenbrandia occidentalis* and *H. prototypus* (Cryptonemiales, Hildenbrandiaceae). Bull. Jap. Soc. Phycol. Suppl. to 25: 31-41.
- DECEW, T. C. and WEST, J. A. 1981a. Life histories in the Phylloporaceae (Rhodophyta, Gigartinales) from the Pacific coast of North America. 1. *Gymnogongrus linearis* and *G. leptophyllus*. J. Phycol. 17: 240-250.
- DECEW, T. C. and WEST, J. A. 1981b. Investigations on the life histories of three *Farlowia* species (Rhodophyta: Cryptonemiales, Dumontiaceae) from Pacific North America. Phycologia 20: 342-351.
- DECEW, T. C. and WEST, J. A. 1982. A sexual life history in *Rhodophysema* (Rhodophyceae): A reinterpretation. Phycologia 21: 67-74.
- DECEW, T. C., WEST, J. A. and GANESAN, E. K. 1981. The life histories and developmental morphology of two species of *Gloiosiphonia* (Rhodophyta: Cryptonemiales, Gloiosiphoniaceae) from the Pacific coast of North America. Phycologia 20: 415-423.
- DETONI, J. B. 1897. Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum Vol. 4. Florideae, Sec. 1. Publ. By the author, Padua. xx+1xi+386 +[2] pp.
- DENIZOT, M. 1968. Les algues floridees encroustantes (à l'exclusion des Corallinacées). Laboratoire de Cryptogamie Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 310 pp.
- EDELSTEIN, T. 1970. The life history of *Gloiosiphonia capillaris* (HUDSON) Carmichael. Phycologia 9: 55-59.
- EDELSTEIN, T. 1972. On the taxonomic status of *Gloiosiphonia californica* (FARLOW) J. AGARDH (Cryptonemiales, Gloiosiphoniaceae). Syesis 5: 227-234.
- EDELSTEIN, T. and MCLACHLAN, J. 1971. Further observations on *Gloiosiphonia capillaris* (HUDSON) Carmichael in culture. Phycologia 10: 215-219.
- FARNHAM, W. F. and FLETCHER, R. L. 1976. The occurrence of *Porphyrodiscus simulans* BATT. in the life-history of *Ahnfeltia plicata* (HUDS.) FRIES. Br. Phycol. J. 11: 183-190.
- FLETCHER, R. L. 1975. The life history of *Rhodophysema georgii* in laboratory culture. Mar. Biol. 31: 299-304.
- FLETCHER, R. L. 1977. Studies on the life history of *Rhodophysema elegans* in laboratory culture. Mar. Biol. 40: 291-297.
- GANESAN, E. K. and WEST, J. A. 1975. Culture studies of the marine red alga *Rhodophysema elegans* (Cryptonemiales, Peysonneliaceae). Phycologia 14: 161-166.
- GARDNER, N. L. 1917. New Pacific coast marine algae I. Univ. Calif., (Berkeley) Publ. Bot. 6: 377-416.
- HAWKES, M. W. 1981. *Apophlaea* HARVEY in HOOKER & HARVEY 1845—An endemic New Zealand genus of uncertain algal affinity. Abstr. 13th Int. Bot. Congr., Sydney: 184.
- HOOKER, J. D. 1855. The Botany. The Antarctic Voyage of H. M. Discovery Ships Erebus and Terror, in the years 1839-1843. II. Flora Novae-Zelandiae. Part II. Flowerless Plants. CIII. Algae. L. Reeve, London. pp. 211-266, pls. CVII-CXXI.
- HOOKER, J. D. 1867. Handbook of the New Zealand Flora: A Systematic Description of the Native Plants of New Zealand and the Chatham, Kermadecs, Lord Auckland's, Campbell's and MacQuarrie's Islands. Reeve & Co., London. 798 pp.
- HOOKER, J. D. and HARVEY, W. H. 1845. Algae Novae Zelandiae; being a catalogue of all the

- species of algae yet recorded as inhabiting the shores of New Zealand, with characters and brief descriptions of the new species discovered during the voyage of H.M. discovery ships "EREBUS" and "TERROR", and of others communicated to Sir W. HOOKER by Dr. SINCLAIR, the Rev. W. COLENSO, and M. RAOUL. *J. of Botany*, London 4: 521-551.
- KOHLMEYER, J. and DEMOULIN, V. 1981. Parasitic and symbiotic fungi on marine algae. *Bot. Mar.* 24: 9-18.
- KOHLMEYER, J. and HAWKES, M. W. 1983. A suspected case of Mycophycobiosis between *Mycosphaerella apophlaeae* (Ascomycetes) and *Apophlaea* spp. (Rhodophyta). *J. Phycol.* 19: 251-254.
- KYLIN, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. C. W. K. Gleerups, Lund. xv+673 pp.
- LAING, R. M. 1926. A reference list of New Zealand marine algae. *Trans. N. Z. Inst.* 57: 126-185.
- LAING, R. M. 1939. New Zealand seaweeds—Reference list #II. The Rhodophyceae—Part A. (Bangiales, Nemalionales, Cryptonemiales, and Gigartinales). *Trans. Roy. Soc. N. Z.* 69: 134-164.
- MASUDA, M. and OHTA, M. 1975. The life history of *Rhodophysemia georgii* BATTERS (Rhodophyta, Cryptonemiales). *J. Jap. Bot.* 50: 1-10.
- MOORE, L. B. 1961. Distribution patterns in New Zealand seaweeds. *Tuatara* 9: 18-23.
- NAYLOR, M. 1954. A check list of the marine algae of the Dunedin district. *Trans. Roy. Soc. N. Z.* 82: 645-663.
- O'BRIEN, T. P. and McCULLY, M. E. 1981. The Study of Plant Structure Principles and Selected Methods. Termarcaphi Pty. Ltd., Melbourne.
- PAPENFUSS, G. F. 1953. Outstanding problems in the morphology and taxonomy of the marine algae of the tropical and southern Pacific. *Proc. 7th Pac. Sci. Congress, V. Botany*, pp. 27-39.
- POLANSHEK, A. R. 1977. Culture and hybridization studies on *Gigartina papillata* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 13: 141-149.
- POLANSHEK, A. R. and WEST, J. A. 1975. Culture and hybridization studies on *Petrocelis* (Rhodophyta) from Alaska and California. *J. Phycol.* 11: 434-439.
- PUESCHEL, C. M. 1982a. Ultrastructural studies of the Hildenbrandiaceae. 1st Int. Phycol. Congress, St. John's, Newfoundland, Abstracts p. a39.
- PUESCHEL, C. M. 1982b. Ultrastructural observations of tetrasporangia and conceptacles in *Hildenbrandia* (Rhodophyta: Hildenbrandiales). *Br. Phycol. J.* 17: 333-341.
- PUESCHEL, C. M. and COLE, K. M. 1982. Rhodophycean pit plugs: an ultrastructural survey with taxonomic implications. *Am. J. Bot.* 69: 703-720.
- SCHMITZ, F. 1889. Systematische ubersicht der bisher bekannten gattungen der Florideen. *Flora* 72: 435-456.
- SOUTH, G. R., HOOPER, R. G. and IRVINE, L. M. 1972. The life history of *Turnerella pennyi* (Harv.) Schmitz. *Br. Phycol. J.* 7: 221-233.
- UMEZAKI, I. 1969. The germination of tetraspores of *Hildenbrandia prototypus* NARDO and its life history. *J. Jap. Bot.* 44: 17-29.
- VENABLE, J. H. and COGGESHALL, R. 1965. A simplified lead citrate stain for use in electron microscopy. *J. Cell. Biol.* 25: 407.
- WEST, J. A. 1972. The life history of *Petrocelis franciscana*. *Br. Phycol. J.* 7: 299-308.
- WEST, J. A., POLANSHEK, A. R. and SHEVLIN, D. E. 1978. Field and culture studies on *Gigartina agardhii* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 14: 416-426.

マイケル W. ホークス*: ニュージーランド特産の奇妙な紅藻 *Apophlaea sinclairii* の解剖的構造

本種は北ニュージーランド固有の海藻で、潮間帯上部の岩盤上に厚いタール状の殻状体として生ずる、この殻状体は円柱状の分枝する直立部を生ずる、殻状部は短い細胞列からなり、上部ではそれらの網目状に拡がって伸びている。基部には仮根が形成されない。二次原形質連絡が多数形成される。直立部の解剖的構造も殻状部に類似している。葉体全体にわたって子嚢菌類の1種 *Mycosphaerella apophlaeae* の無色の菌糸がみられる。四分胞子嚢巢が殻状部にも直立部にもみられ、年間を通じて環状に分裂した四分胞子嚢をもっている *Mycosphaerella* の子嚢果と精子器がしばしばみられた。*Apophlaea sinclairii* について異型の有性の世代が見出されなかった。すなわち雌性の生殖器官がわからないのでこの種の分類学上の位置は不明である。(* Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver, B. C., Canada V6T 2B1)

Studies on the freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea I.*
Batrachospermum nova-guineense sp. nov.
from the Papuan Lowlands

Shigeru KUMANO** and Ian M. JOHNSTONE***

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

***New Zealand Electricity, P.O.Box 445, Hamilton, New Zealand.

KUMANO, S. and JOHNSTONE, I.M. 1983. Studies on the freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea I. *Batrachospermum nova-guineense* sp. nov. from the Papuan Lowlands. Jap. J. Phycol. 31 : 65-70.

A new species, *Batrachospermum nova-guineense* (Rhodophyta, Nemalionales), from the Papuan lowlands is described. This species belongs to the section *Moniliformia* and differs from others in this group in having a slightly curved carpogonium-bearing brach with well-developed bracts issued unilaterally.

Key Index Words: *Batrachospermum nova-guineense* sp. nov.; freshwater Rhodophyta; Papua New Guinea; taxonomy.

In recent years the terrestrial flora of Papua New Guinea has received considerable attention (GRESSITT 1982, PAIJMANS 1976); however, the freshwater algal flora remains relatively unknown. In the three and a half decades since the end of the Second World War, fewer than a dozen publications on the freshwater algae of New Guinea have appeared (JOHNSTONE *et al.* 1980). Despite the wide distribution and diversity of the freshwater red-algal flora of South-East Asia (KUMANO 1980), only one record for this algal group had been reported for New Guinea. This record was for an unnamed species of *Batrachospermum* from the Papuan lowlands (JOHNSTONE *et al.* 1980). *Batrachospermum* is well known from other South-East Asian areas (KUMANO 1980, RATNASABAPATHY and KUMANO 1982a, 1982b, KUMANO and RATNASABAPATHY 1982) and northern Australia (BAILY 1895), and the discovery of *Batrachospermum* in New Guinea was therefore not surprising. Subsequent study has shown

this *Batrachospermum* to be an undescribed species. In the present paper this new species is described in more detail, a holotype for the species is determined and a specific epithet and Latin description are given.

Location and Habitat

Specimens were collected in the Papuan coastal lowlands from Ove Ove Creek, a permanent tributary of the Veimauri River (PNG CMB sheet 8379, edition 1). The plant communities of this area of Papua New Guinea have been previously described in detail (MABBUTT *et al.* 1965). Ove Ove Creek originates in the virgin tropical rain forest of the Mount Cemaron Range and flows through natural forest for its entire length except for a 1 km reach where it passes through a rubber plantation. Specimens were collected at the downstream edge of the rubber plantation, where Ove Ove Creek crosses the main Port Moresby-Bereina Highway, on 9 August 1979 in the middle of the dry season. The water depth at the collecting

* Dedicates to Prof. Munenao KUROGI on the occasion of his academic retirement.

site ranged from 20 to 40 cm, there was a steady current (ca. 10 m/min.), water pH was 8.2 and water temperature was 26°C at 11:00 a.m. (JOHNSTONE *et al.* 1980). *Batrachospermum* plants were growing in both shaded and unshaded regions of the stream, although more plants occurred in the shaded regions. Plants attached to sunken logs and the leaves of *Aponogeton loriae* MARTELLI, an aquatic macrophyte endemic to the Central District of Papua New Guinea. Limited seasonal collections suggest that *B. nova-guineense* is a dry-season, from April to November, annual (JOHNSTONE *et al.* 1980).

Diagnosis

Batrachospermum nova-guineense KUMANO et JOHNSTONE, sp. nov. (Figs. 1-11, 12-20)

Frons dioica, 2-5 cm alta, 300-550 μm crassa, plus minisve irregulariter ramosa, valde mucosa, fusca vel galuca. Cellulae axiales cylindricae, 20-70 μm crassae, 300-650 μm longae. Verticilli ellipsoidei et distantes vel plus minusve compressi. Ramuli primarii abundanter ramificantes, ex 8-18 cellulis constantes; cellulae fasciculorum lanceolato-ellipticae, fusiformis vel ovoideae; pili nuli. Fila corticalia bene evoluta. Ramuli secundarii rari. Antheridia globosa, 6-7 μm diametro. Ramuli carpogoniferi e cellulis basi ramulorum primariorum orientes, 20-100 μm longi, ex cellulis 2-7 μm doliiformibus constantes, leviter curve; carpogonium basi 3-5 μm crassum, apice 4-8 μm crassum, 16-24 μm longum; trichogyne ellipsoidea, distincte pedicellata. Bractee numerosae, elongatae, unilateriter evolutae. Gonimoblasti singuli vel raro duo, globosi, 80-150 μm diametro. intra verticillos inserti. Carposporangia ellipsoidea vel ovoidea, 9-12 μm crassa, 12-17 μm longa; carposporae globosae, 10-12 μm diametro.

Frond dioecious, 2-5 cm high, 300-550 μm wide, more or less irregularly branched, very mucilaginous, dull-green passing into greyish blue or grey changing into brown. Axial cells cylindrical, 20-70 μm wide, 300-650 μm long. Whorls ellipsoidal and distant from each other, sometimes more or less com-

pressed. Primary branchlets abundantly branched, consisting of 8-18 cells; cells of fascicles lanceolate-ellipsoidal, fusiform or ovoidal; hairs lacking. Cortical filaments well-developed. Secondary branchlets rare. Antheridia globose, 6-7 μm in diameter. Carpogonium-bearing branch, arising from the basal cell of the primary branchlets and from the intercalary cells of the branch, 20-100 μm long, consisting of 2-7 barrel-shaped cells, slightly curved; carpogonium 3-5 μm wide at the base, 4-8 μm wide at the apex, 16-24 μm long; trichogyne ellipsoidal, distinctly stalked. Bracts numerous, elongated, unilaterally issued. Gonimoblasts single or rarely couple, globular, 80-150 μm in diameter, inserted within a whorl. Carposporangia ellipsoidal or ovoid, 9-12 μm wide, 12-17 μm long; carpospores globose, 10-12 μm in diameter.

Type locality: Ove Ove Creek (a Veimauri River tributary), Central District, Papua New Guinea (147°03'E, 9°02'S).

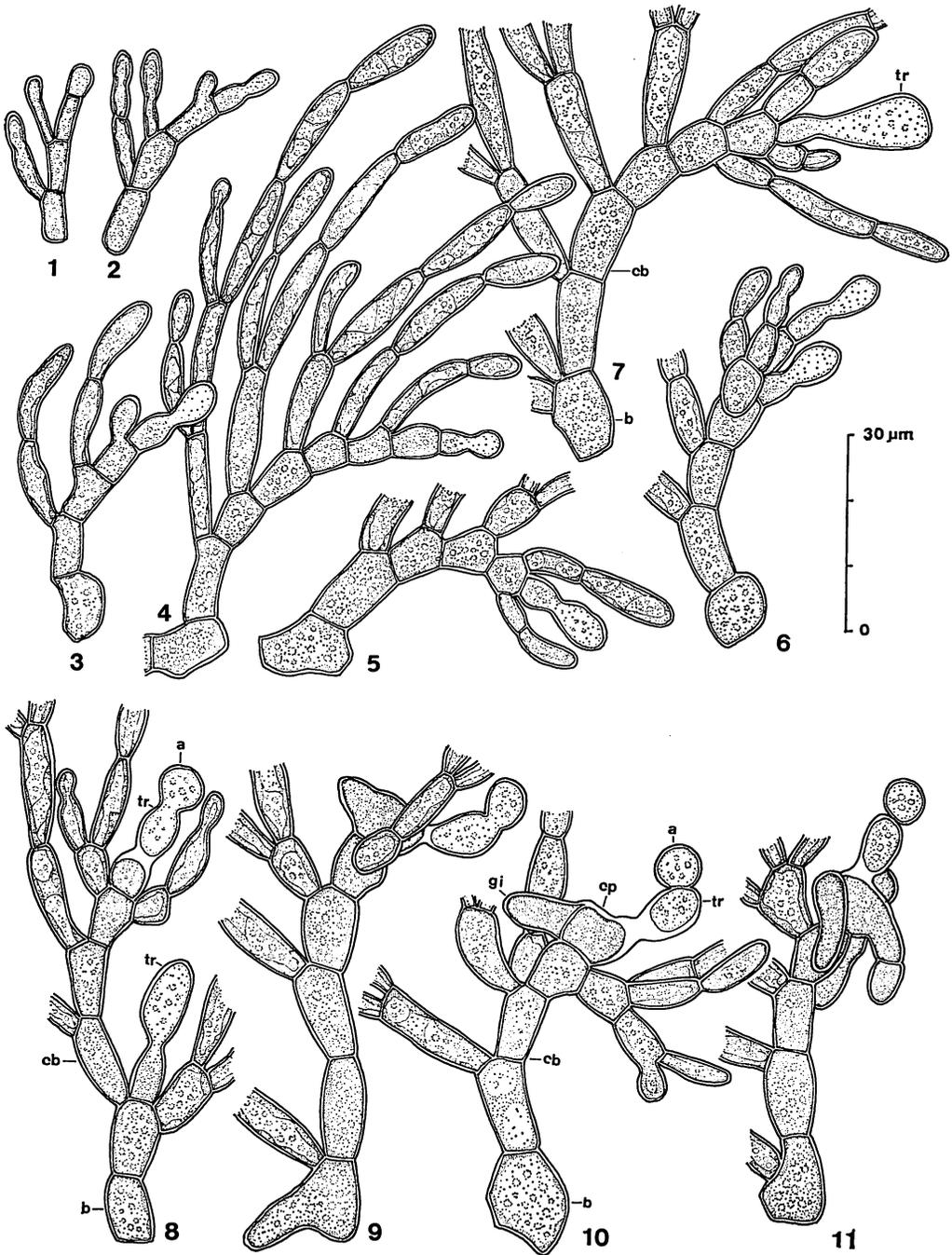
Holotype: JOHNSTONE PNG 413a, 9/VIII 1979, Herbarium of the University of Papua New Guinea (UPNG). Isotype: JOHNSTONE PNG 413b, 9/VIII 1979, Herbarium of Faculty of Science, Kobe University, Japan.

Habitat: This species grows on the submerged logs and leaves of aquatic macrophytes in a small, permanent, tropical lowland stream.

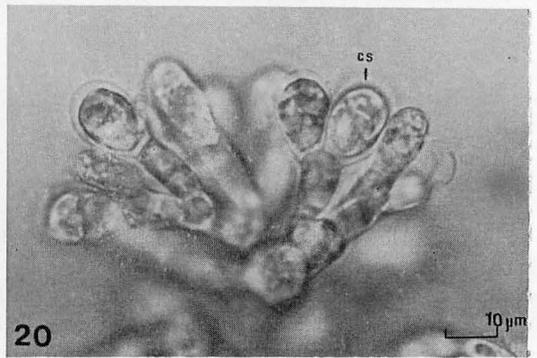
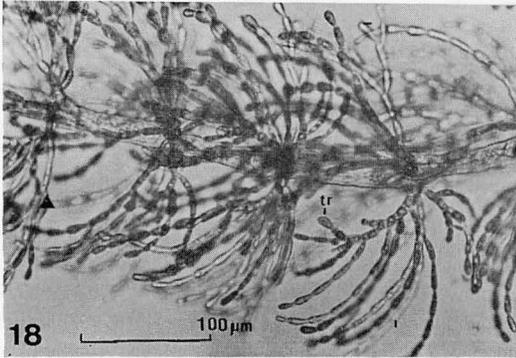
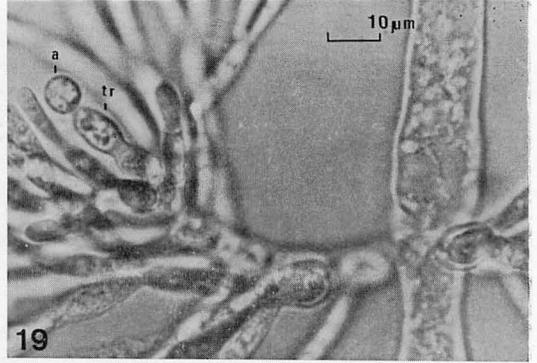
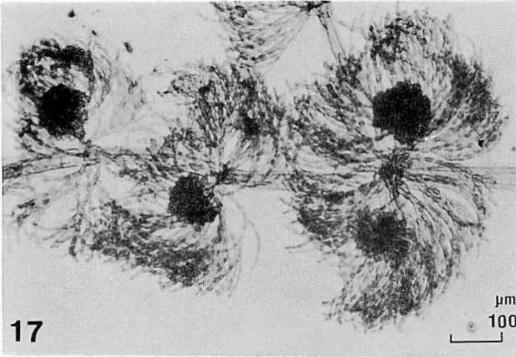
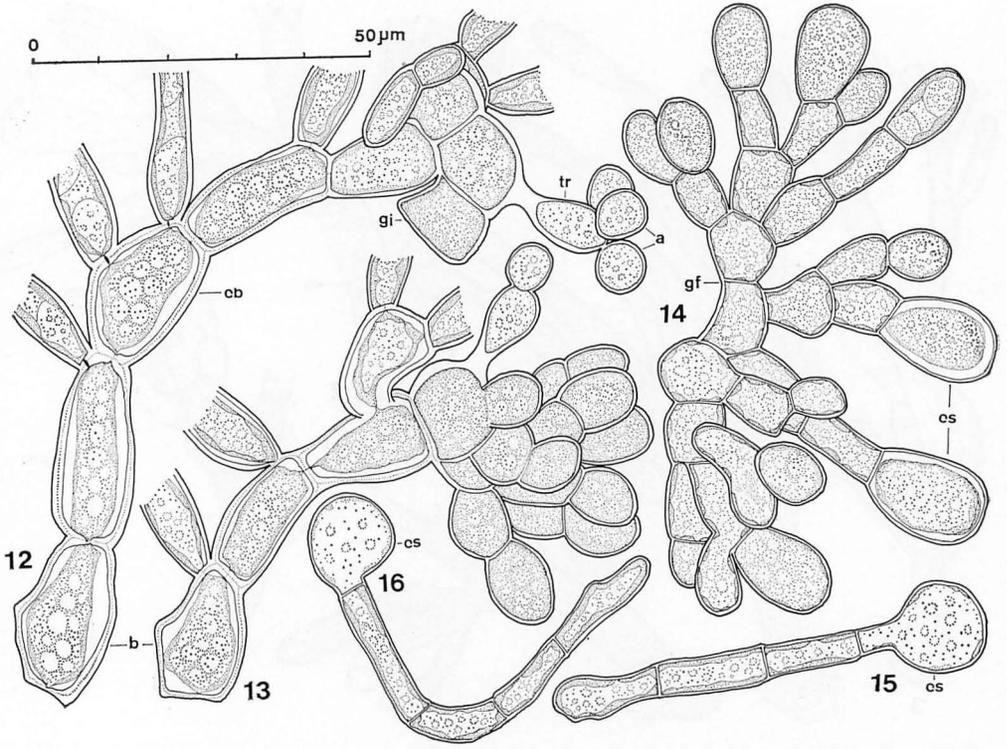
Distribution: Known from type locality only.

Observations and Discussion

The carpogonium-bearing branch of this species is composed of 2-7 barrel-shaped cells; it arises from the basal cell of the whorl; sometimes the bracts also bear carpogonia (Figs. 6, 8). In the early stage of development, the terminal portion of the young carpogonium protrudes and becomes the rounded initial of the trichogyne (Figs. 1-4), it then develops into the ellipsoidal or urn-shaped trichogyne with a distinct stalk (Figs. 5-8). As the number of cells comprising a carpogonium-bearing branch in-



Figs. 1-11. *Batrachospermum nova-guineense* KUMANO et JOHNSSTONE, sp. nov. 1. A carpegonium initial and a carpegonium-bearing branch at a very early stage; 2-4. Early stages in development of slightly curved carpegonium-bearing branches with many elongated bracts issued unilaterally; 5-7. Mature carpegonium-bearing branches with the ellipsoidal or urn-shaped trichogynes; 8. A branch with mature and fertilized carpegonia; 9-11. The successive stages in development of the gonimoblast initials. (a: antheridium, b: basal cell of the whorls, cb: carpegonium-bearing branch, cp: carpegonium, gi: gonimoblast initial, tr: trichogyne)



creases, the branch becomes slightly curved and bears many bracts unilaterally (Figs. 3-7, 18, 19). After fertilization, the connection between the trichogyne and the carpogonium is closed (Figs. 8, 19). The carpogonium then enlarges, extends a lateral outgrowth (Fig. 9) and the gonimoblast initial is produced (Figs. 12-14, 20) and forms a gonimoblast inserted within a whorl (Fig. 17). The mode of the germination of the carpospore of this species is of the mediated filamentous type (Figs. 15-16), similar to that found in other *Batrachospermum* species.

JOHNSTONE *et al.* (1980) assigned *B. nova-guineense* to the section *Hybrida*, primarily on the basis of gonimoblast frequency per whorl. However, the carpogonium of *Batrachospermum virgato-decaisneanum*, a species representative of the section *Hybrida*, is borne somewhat laterally on the terminal portion of the carpogonium-bearing branch (SIRODOT 1884, KUMANO 1982) and it becomes asymmetrical and oriented sideways on the terminal cells of the carpogonium-bearing branch (KUMANO 1982). This type of carpogonium-bearing branch development is characteristic of the *Hybrida* and *Contorta* sections of the genus *Batrachospermum*. Because of carpogonium of *B. nova-guineense* is neither borne laterally nor is asymmetrical, this species cannot be assigned to the section *Hybrida*.

Members of the section *Contorta* have carpogonium-bearing branches that are spirally twisted or bent like a hook (SKUJA 1938). Some taxa whose carpogonium-bearing branches are curved, such as *Batrachospermum tortuosum* and *B. tortuosum* var. *majus*, also have been assigned to this section by KUMANO (1978, 1982). Although the carpogonium-bearing branch of *B. nov-guineense* is slightly curved, we believe it most resembles that

characteristic of the section *Moniliformia*. For example, the carpogonium-bearing branch produces many well-developed bracts whose cells are more or less barrel-shaped compared with the ovoid to cylindrical cells of the other primary branchlets; the carpogonium bearing branch is only slightly curved and the trichogyne is symmetrical and in the plane of the curve of the branch upon which it is borne. Therefore, *B. nova-guineense* is best assigned to the section *Moniliformia*. The characteristics of *B. nova-guineense*, however, suggest that there are close phylogenetic links between the sections *Contorta*, *Hybrida* and *Moniliformia*.

As mentioned previously, *B. nova-guineense* differs from other taxa of the *Moniliformia* in having a slightly curved carpogonium-bearing branch with bracts issued unilaterally. It should be noted that this species cannot be keyed to the *Moniliformia* with the standard key of BOURRELLY (1970) due to its limitation having normally only one gonimoblast per whorl.

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

References

- BAILY, F.M. 1895. Contribution to Queensland flora. Queensland freshwater algae. Qld Dept. Agric. Bot. Bull. 11: 7-69.
- BOURRELLY, P. 1970. Les Algues d'eau douce. Tome III. Les Algues bleues et rouges. Boubee & Cie, Paris.
- GRESSITT, J.L. (ed) 1982. Biogeography and Ecology of New Guinea. Junk, The Hague.
- JOHNSTONE, I.M., MUKIU, J., NAGARI, T., POKIHIAN, M. and RAU, M. 1980. *Batrachospermum*; First freshwater red algal record for New Guinea. Science in New Guinea 7: 1-5.

Figs. 12-20. *Batrachospermum nova-guineense* KUMANO et JOHNSTONE, sp. nov. 12-13. Early stages in development of the gonimoblast filaments; 14. Carposporangia terminal on gonimoblast filaments; 15-16. Young germlings of mediate filamentous type; 17. Structure of whorls showing cystocarps inserted within the whorls; 18-19. Slightly curved carpogonium-bearing branches with many elongated bracts issued unilaterally; 20. Carposporangia terminal on radially branched gonimoblast filaments. (a: antheridium, b: basal cell of the whorls, cb: carpogonium-bearing branch, cs: carposporangium or carpospore, gf: gonimoblast filaments, gi: gonimoblast initial, tr: trichogyne)

- KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae from West Malaysia. *Bot. Mag. Tokyo* 91: 97-107.
- KUMANO, S. 1980. On the distribution of some freshwater red algae in Japan and Southeast Asia. Proceedings of the First Workshop for the Promotion of Limnology in Developing Countries, 1980, Kyoto, pp. 3-6.
- KUMANO, S. 1982. Four Taxa of the section *Moniliformia*, *Hybrida* and *Setacea* of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Nemalionales) from temperate Japan. *Jap. J. Phycol.* 30: 289-296.
- KUMANO, S. and RATNASABAPATHY, M. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia III. Development of carposporophytes of *Batrachospermum cayennense* MONTAGNE, *B. beraense* KUMANO and *B. hypogynum* KUMANO et RATNASABAPATHY. *Bot. Mag. Tokyo* 95: 219-228.
- MABBUTT, J. A., HEYLIGER, P. C., SCOTT, R. M., SPEIGHT, J. G., FITZPATRICK, E. A., McALPINE, J. R. and PULLEN, R. 1965. Lands of the Port Moresby-Kairuku Area, Territory of Papua and New Guinea. C. S. I. R. O. Land Res. Ser. 14.
- PAIJMANS, K. (ed.) 1976. New Guinea Vegetation. ANU Press, Canberra.
- RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982a. Studies on freshwater red algae of Malaysia I. Some taxa of the genera *Batrachospermum*, *Ballia* and *Caloglossa* from Pulau Tioman, West Malaysia. *Jap. J. Phycol.* 30: 15-22.
- RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982b. Studies on freshwater red algae of Malaysia II. Three species of *Batrachospermum* from Sungai Gombak and Sungai Pusu, Selangor, West Malaysia. *Jap. J. Phycol.* 30: 119-124.
- SIRODOT, S. 1884. Les Batrachospermes. Libraire de l'Academie de Medicine, Paris.
- SKUJA, H. 1938. Die Süßwasserrhodophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. f. Hydrobiologie, suppl. Bd.* 15: 603-636.

熊野 茂**・I. M. ジョンストン***: パプア・ニュー・ギニアの淡水産紅藻 I.
低地産 *Batrachospermum nova-guineense*, sp. nov. について

パプア・ニュー・ギニア低地のベイマウリ河の支流オベ・オベ・クリーク (ポート・モレスビーの西北約 50 km) から、カワモツク属の 1 新種 *Batrachospermum nova-guineense* (紅藻・ウミゾウメン目) が記載された。本種は *Moniliformia* 節に属し、本種の造果器をつける枝は片側のみに側枝をもち僅かに彎曲する。本節の他の種から本種を特徴づけるこの形質から、*Moniliformia* 節と *Hybrida* 節と *Contorta* 節との類縁関係が推察できる。(** 657 神戸市灘区六甲台 神戸大学理学部生物学教室, *** ニュー・ジーランド ハミルトン 私書函 445 ニュー・ジーランド電力局)

Evaluation of nutritive values of SCP (*Chlorella vulgaris*) propagated in palm oil mill effluent sludge

P. M. SIVALINGAM

*School of Biological Sciences, University of Sciences
Malaysia, Minden, Pulau Pinang, Malaysia*

SIVALINGAM, P.M. 1983. Evaluation of nutritive values of SCP (*Chlorella vulgaris*) propagated in palm oil mill effluent sludge. Jap. J. Phycol. 31 : 71-75.

Chlorella vulgaris, isolated from scums of effluent sludge produced by palm oil mill-refinery, has already been reported to overcome the significant pollution load of this agro-based industry in Malaysia and it has considerably met the requirements of the established environmental standards. From the viewpoint of economic viability of this SCP, *Chlorella vulgaris*, by-product was found to be fairly high in protein; 43.9%, phosphate; 6,000 ppm, K; 19,600 ppm, Na; 56,000 ppm, Ca; 9,600 ppm, Mg; 13,500 ppm and Fe; 450 ppm, contents. Fatty acids of total lipids, 2.83%, are also comparable to those reported for unicellular algae, *Dicrateria inornata* and *Isochrysis galbana*. The amino acids composition are also comparable to *Chlorella vulgaris* F & M cultured in the liquid phase of pig slurry for recycling of nutrients. Steroidal component was 0.019%, and it was composed of three unknowns, viz. A, B & C, of which unknown C is the predominant species while cholesterol, ergosterol and β -sitosterol prevailed at 1.722, 123.45 and 111.64 ngs. mg⁻¹ crude extract, respectively.

Key Index Words: *Chlorella vulgaris*; nutritive evaluation; palm oil mill refinery effluent sludge.

"Palm Oil", the Malaysian golden crop is expected to increase its annual production of 3 million tonnes to four million tonnes by 1985, subsequently surpassing the production of natural rubber. On the contrary, as of last year approximately 7.5 million tonnes of effluent valued at \$56 millions was indiscriminately discarded into the aquatic ecosystem creating a facet of agro-waste pollution problems. If properly managed, these could be reprocessed into fertilizer, animal feed, biogas or single-cell proteins.

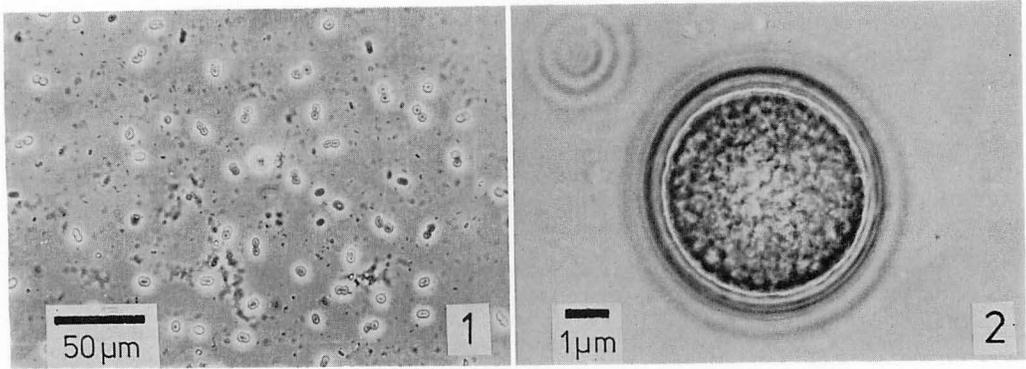
The production of biogas, based on the above mentioned figures, is estimated to probably meet 7% of the national electricity output at a cost of 14 cents per unit when compared to the current rate of 17 cents. Conversion into fodder, on the other hand, could produce 100,000 tons of beef minimizing \$80 millions per year in importing beef. From the viewpoint of pollution control,

under the Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluent) Regulation of 1979, factories are supposed to have proper treatment plants, but unfortunately many do not adhere to this rule and have ultimately destroyed the biota of most local rivers.

The biological approach of propagating single cell proteins, *Chlorella vulgaris*, in palm oil refinery mill sludge as a feasible means of lowering the B.O.D. load from 1,080 ppm to 40 ppm had been reported earlier by the author (SIVALINGAM 1980a & b, SIVALINGAM *et al.* 1979). This manuscript endeavours to illustrate the nutritive values of the harvested *Chlorella vulgaris* from the stance of employing them for human as well as animal consumption.

Materials and Methods

Isolated *Chlorella vulgaris* cells (Figs. 1,



Figs. 1-2. Propagated SCP (*Chlorella vulgaris*).

2) were analyzed for their general mineral contents, protein, lipid and steroidal components.

Minerals were analyzed employing a Varian Techtron AA120 atomic absorption spectrophotometer while protein content by the routine Kjeldahl method. The amino acids components of the protein moiety were detected using a JEOL-JLC-5AH Automatic Amino Acid Analyzer. Lipids were extracted with the Soxhlet apparatus and its fatty acid components subjected to GLC analysis on methylation with boron trifluoride in methanol. The steroidal components extracted according to the methods of IKEKAWA *et al.* (1968) and ISABELLE CHARDON-LORIANX *et al.* (1976) were determined by direct injection into a Shimadzu gas chromatograph GC-6A, attached with a hydrogen flame ionization detector.

Results

Table 1 indicates the biochemical data of *Chlorella vulgaris*. Evidently, the protein content is high with phosphate, K, Ca, Mg and Fe contents falling in the same category. Without a shadow of doubt, this reflects the possibility of utilizing the cultured unicellular algae as human food and/or animal feeds. The amino acid composition of the crude proteins was, as indicated in Table 2, comparable to those obtained for *Chlorella vulgaris* F & M cultured in the liquid phase of pig slurry and recycled for animal feed, indirectly

Table 1 Biochemical Analysis of *Chlorella vulgaris* Cultured in palm Oil Mill Sludge

Parameters	Values
Crude protein (%)	43.9
Crude lipid (%)	2.83
Ash (%)	8.33
P (ppm)	6,000
K (ppm)	19,400
Na (ppm)	56,000
Ca (ppm)	9,600
Mg (ppm)	13,300
Fe (ppm)	450
Cd (ppm)	1.9
Co (ppm)	BDL*
Cr (ppm)	BDL
Cu (ppm)	7.0
Ni (ppm)	BDL
Pb (ppm)	BDL
Zn (ppm)	43

* BDL; Below detectable level.

reflecting the suitability of the present product.

The crude lipid's fatty acid components are given in Table 3. When compared with those of unicellular algae, *Dicrateria inornata* and *Isochrysis galbana* (WATANABE and ACKMANN 1974) they appear to be related but only that the palm oil mill sludge cultured *Chlorella vulgaris* had the saturated fatty acid 14:0 as its largest component. Since *Dicrateria inornata* and *Isochrysis galbana* are extremely nutritious as supplement of food to culture oysters, obviously *Chlorella vulgaris* does not seem to be deficient in any essential fatty acid moiety from the viewpoint

Table 2. Amino acids composition of *Chlorella vulgaris* grown in palm oil mill sludge and its comparison with those (*Chlorella vulgaris* F & N) grown in the liquid phase of pig slurry*.

Essential amino acids	<i>Chlorella vulgaris</i> present exp. (%)	<i>Chlorella vulgaris</i> F & N (%)	Other amino acids	<i>Chlorella vulgaris</i> present exp. (%)	<i>Chlorella vulgaris</i> F & N (%)
Arg	5.13	5.49	Ala	8.03	10.07
Cys	0.35	0.31	Asp	9.09	8.24
Gly	8.75	6.82	Glu	9.90	15.16
His	0.89	2.44	Pro	4.93	7.94
Ileu	5.35	3.66	Ser	5.32	4.48
Leu	8.79	7.94	NH ₃	9.87	—
Lys	3.46	10.89			
Met	2.20	0.61			
Phe	1.55	3.46			
Thr	5.61	4.27			
Try	1.64	1.42			
Tyr	3.26	2.95			
Val	5.86	3.87			

* Cited from: Kerry Garrett, M., John J. Strain and Marion M.B. Allen (1976). Composition of the product of algal culture in the liquid phase of animal slurry. J. Sci. Fd. Agric. 27: 603-611.

Table 3. Fatty acids components of the total lipids of *Chlorella vulgaris* cultured in palm oil mill sludge as compared to that of *Dicrateria inornata** and *Isochrysis galbana**.

Fatty acids	Percent		
	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Dicrateria inornata</i>	<i>Isochrysis galbana</i>
12:0	1.5	—	—
?	0.2	—	—
?	0.3	—	—
14:0	40.5	11.9	10.6
14:1	3.2	—	—
15:0	1.5	3.7	1.3
?	1.5	—	—
16:0	8.3	30.9	22.2
17:0	—	0.6	1.1
18:0	0.5	2.4	2.3
16:1W9	—	1.5	1.4
16:1W7	30.3**	10.2	14.3
?	0.3	—	—
18:1W9	3.0**	10.1	3.8
18:1W7	—	4.5	9.3
20:1	1.1	—	—
20:1W11	—	NSA***	0.3
20:1W9	—	3.5	TRA
20:1W7	—	0.4	0.9
22:1W13 & 11	—	1.2	TRA
22:1W9	—	0.5	NSA
22:1W7	—	0.1	NSA

22:4W9	0.1	—	—
16:3W3	—	5.8	0.4
18:2W6	1.6	2.5	2.3
18:3W6	0.3	TRA****	0.2
18:3W3	0.3	3.1	0.4
18:4W3	0.2	0.3	8.0
20:2W9	0.3	—	—
20:3W9	0.1	—	—
20:4W6	—	0.2	0.1
20:5W3	—	0.5	7.2
22:6W3	—	TRA	4.3

* Cited from Watanabe and Ackman, 1974.

** Small amounts of other monocenes were included.

*** NSA: non-saponifiable acids.

of fatty acid components.

Crude steroidal content was ca. 0.019% and the steroidal components are as indicated in the gas chromatogram of Fig. 3. These components separated are made-up of cholesterol ergosterol and β -sitosterol at 1.722, 123.45 and 111.64 ngs.mg⁻¹ crude extract, respectively, along with three unknown classified as A, B and C. These unknown components are of great interest, especially the unknown C which appears to exist in the largest quantity, and should be examined to

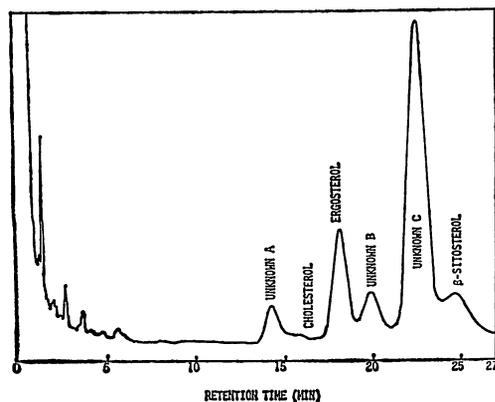


Fig. 3. Gaschromatogram of the steroidal components of *Chlorella vulgaris* propagated in palm oil mill effluent sludge.

clarify whether they possess any biological activity. It should be noted here that the cholesterol component being in an extremely low content favours its easier conversion as a dietary source.

Discussion

It has already been indicated that via SCP (=single cell protein) propagation the B. O. D load of palm oil mill refinery sludge can be lowered to as low as 50 ppm to meet the local water quality criteria. Recycling of *Chlorella vulgaris* for human/animal feed depends greatly on its food values. Owing to its high protein content, certain minerals, suitable fatty acid components and low cholesterol content, this aspect is very encouraging. Hence, if the plant was properly managed, this algal by-product could turn out to be a killer for the foreign exchange earners when exported to countries where the demand for such an algal source is great. Ultimately, this by-product could augment the earning of organizations involved in the palm oil industry while concurrently eliminating the

headache of environmental pollution.

Further, if the unknown steroidal components are identified to be biologically active the value of this by-product would again be upgraded.

Acknowledgements

The author wishes to express his gratitude to the School of Biological Sciences, University of Sciences Malaysia, for all the aid rendered during the course of this study and to Fatimatol Zahrah ISMAIL for kindly typing the manuscript.

References

- IKEKAWA, N., MORISAKI, N., TSUDA, K. and YOSHIDA, T. 1968. Steroidal compositions in some red algae. *Steroids* 12: 41-48.
- ISABELLE CHARDON-LORIAUX, MORISAKI, N. and IKEKAWA, N. 1976. Sterol profiles of red algae. *Phytochemistry* 15: 723-725.
- SIVALINGAM, P.M. 1980a. Recycling of palm oil mill sludge effluent through SCP (*Chlorella vulgaris*) culturing. Proc. of the "Workshop on Waste Treatment and Nutrient Recovery from High rate Ponds, Singapore, 27-29 February 1980. Sponsored by the International Development Research Centre (MICROFICHE).
- SIVALINGAM, P.M. 1980b. Toxicities of trace metals on *Chlorella vulgaris* isolated from palm oil mill sludge. *Jap. J. Phycol.* 28: 159-164.
- SIVALINGAM, P.M., WUAN, T.O., FUSEYANI, N. and WATANABE, T. 1979. Propagation of *Chlorella vulgaris* in the treatment of palm oil mill sludge. *Proc. Wat. Tech.* 11: 69-87.
- WATANABE, T. and ACKMANN, R.G. 1974. Lipids and fatty acids of the American (*Crassostrea virginica*) and European Flat (*Ostrea edulis*) oysters from a common habitat, and after one feeding with *Dicrateria inornata* or *Isochrysis galbana*. *J. Fish. Res. Board. Can.* 31: 403-409.

P. M. シバリンガム： ヤシ油用製粉所からの排出汚物で培養した SCP 用 *Chlorella vulgaris* の栄養価

ヤシ油用製粉所から排出される汚物は、マレーシアにおいて環境汚染と絡んで問題となっている。筆者はこの点を解決すべく、この汚物より分離した *Chlorella vulgaris* をそれで培養することにより、浄化(既報)と培養したクロレラを動物もしくは人間の食べ物にしようとして実験を行った。このクロレラはタンパク質に富み(43.9%)、構成アミノ酸種およびその量比も既に利用されているブタ排泄汚物で培養したクロレラに類似しており、無機塩(りん酸塩, K, Na, Ca, Mg, Fe など)の含有量も SCP の餌からは十分であった。また、ステロール類を分析したところ、コレステロールは最も少なくエルゴステロールや β -シトステロールには比較的多く、このほか未同定の3成分(A, B, C)があり、うちCは全成分中最高であった。(School of Biological Sciences, University of Sciences Malaysia, Minden, Pulau Pinang, Malasia)

Studies on freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea II.
***Batrachospermum waitapense*, sp. nov.**
from the Papuan Highlands

Shigeru KUMANO

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

KUMANO, S. 1983. Studies on freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea II. *Batrachospermum waitapense*, sp. nov. from the Papuan Highlands. Jap. J. Phycol. 31 : 76-80.

A new species, *Batrachospermum waitapense* (Rhodophyta, Nemalionales), from the Papuan highlands is described. This species belongs to the section *Contorta* and differs from *B. lusitanicum* REIS in having the carpogonium-bearing branch consisting of 4-7 cells and in the size of carposporangia of 12-20 μm long and monosporangia of 10-15 μm long.

Key Index Words: *Batrachospermum waitapense*, sp. nov.; freshwater Rhodophyta; Papua New Guinea; section *Contorta*; taxonomy.

The freshwater algae of Papua New Guinea have received little attention. Exceptions are those written by a few authors such as BRITTON (1952), BROOK and HINE (1966), YAMAGISHI (1975), YAMAGISHI and WATANABE (1979), WATANABE, PRESCOTT and YAMAGISHI (1979), and WATANABE *et al.* (1979). Regarding the freshwater Rhodophyta, JOHNSTONE *et al.* (1980) and KUMANO JOHNSTONE (1983) described a new species of *Batrachospermum* from the Papuan lowlands. The present paper deals with another new species of *Batrachospermum* from the Papuan highlands.

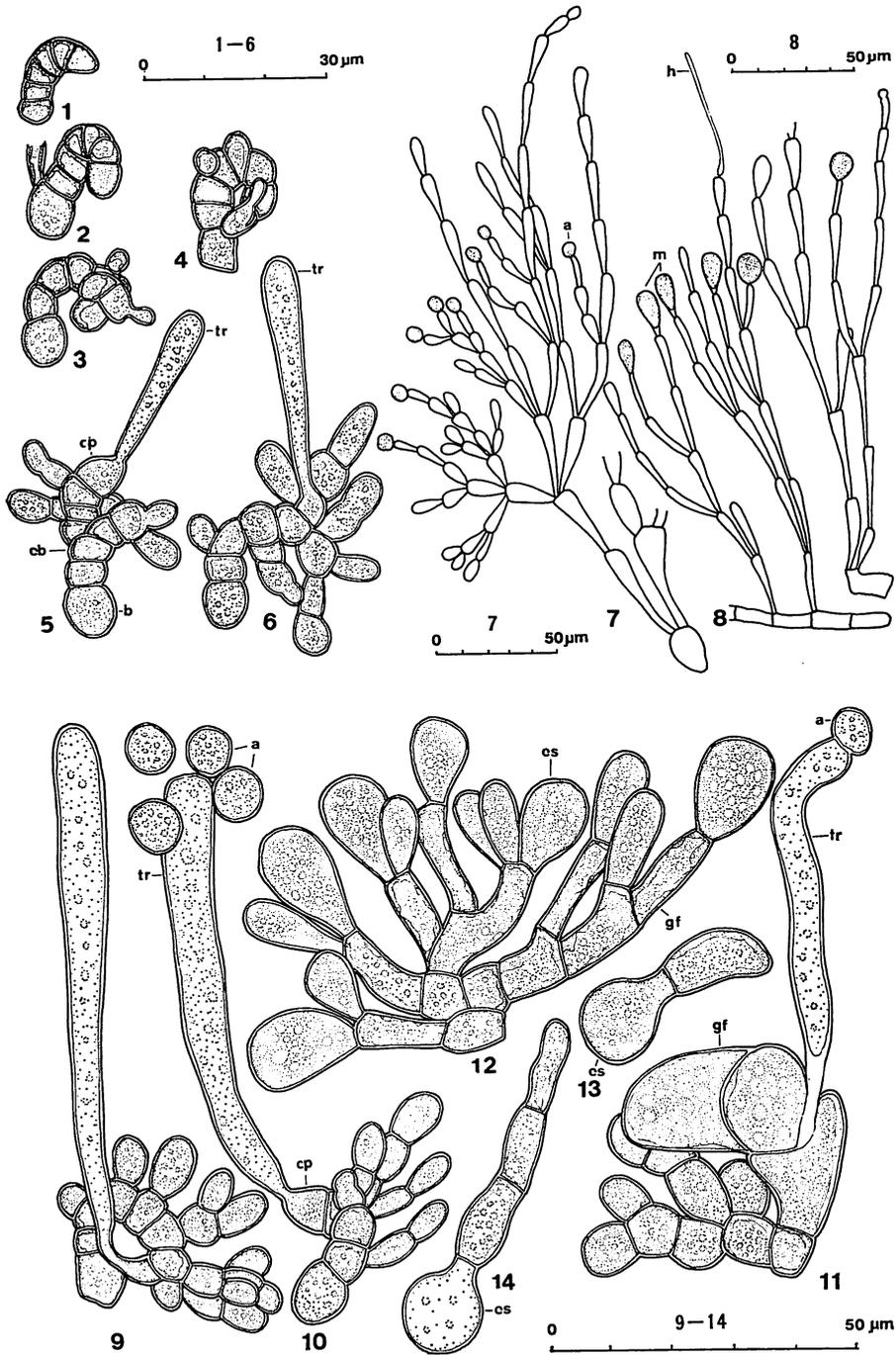
Location and Habitat: New Guinea is a large island situated near the equator in the southern Pacific. The coastal lowlands in the Central District of Papua New Guinea are covered with tropical rain forests, interspersed with mangrove swamp forests, also there are several rubber plantations. On the other hand, there are many *Sphagnum*-swamps around Waitape, a small village situated at about 100 km north of Port Moresby and about 1,500 m above the sea level. The specimens of this new species were collected from a small stream, 1 km east of the airstrip

of Waitape, on 16th January 1974, by Dr. T. YAMAGISHI of Nihon University, Japan. In a small stagnant pool in the *Sphagnum*-swamp near this stream, the water pH was 5.2 and the water temperature was 20°C at the time of collecting.

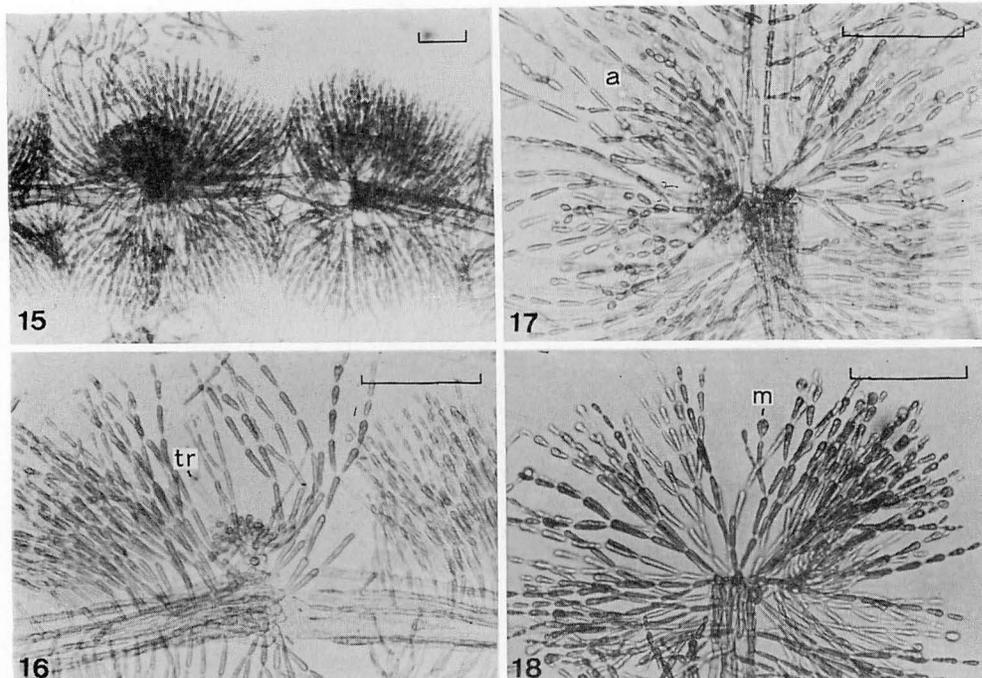
Description of Species

Batrachospermum waitapense KUMANO, sp. nov. (Figs. 1-14, 15-18)

Frons monoica, 3-6 cm alta, 300-700 μm crassa, plus minusve irregulariter ramosa, mucosa, olivaceo-viridis. Cellulae axiales cylindricae, 40-150 μm crassae, 150-700 μm longae. Verticilli pyriformes plerumque contigui. Ramuli primarii abundanter ramicantes, ex 6-12 cellulis constantes; cellulae inferiores fasciculorum arcuato-claviformes, 3-5 μm crassae, 20-40 μm longae, cellulae superiores fusiformes vel ellipsoideae, 3-5 μm crassae, 10-20 μm longae. Ramuli secundarii ex 5-7 cellulis constantes; pili rari. Antheridia globosa, 5-7 μm diametro, in ramulis lateralibus terminalia. Ramuli carpogoniferi e cellulis basi ramulorum primariorum orientes, 25-40 μm longi, ex 4-7 disci- vel dolii-



Figs. 1-14. *Batrachospermum waitapense* KUMANO, sp. nov. 1-2. Carpogonium initials and carpogonium-bearing branches at very early stages; 3-4. Early stages in development of twisted carpogonium-bearing branches and carpogonium with trichogyne initials; 5-6. Twisted carpogonium-bearing branches with young carpogonia with young trichogynes; 7. Antheridia terminating the laterals of primary branchlets; 8. Monosporangia terminating primary branchlets; 9. A carpogonium-bearing branch with a mature carpogonium; 10. A fertilized carpogonium with antheridia; 11. An early stage in development of the gonimoblast filament; 12. Carposporangia terminal on gonimoblast filaments; 13-14. Young germlings of carpospores. (a: antheridium, b: basal cell of the whorls, cb: carpogonium-bearing branch, cp: carpogonium, cs: carpospore or carposporangium, gf: gonimoblast filament, h: hair, m: monosporangia, tr: trichogyne).



Figs. 15-18. *Batrachospermum woiwapense* KUMANO, sp. nov. 15. Structure of whorls showing gonimoblasts inserted central part of thallus; 16. A part of thallus showing axial cells, primary branchlets, cortical filaments with secondary branchlets and a young gonimoblast, in which a fertilized carpogonium and short gonimoblast filaments are observed; 17. Antheridia terminating the laterals of primary branchlets; 18. Monosporangia terminating primary branchlets (a: antheridium, m: monosporangium, tr: trichogyne) (Scale bar=100 μm for figs. 15-18).

formibus constantes, tortuosi; carpogonium basi 5-8 μm crassum, apice 7-10 μm crassum, 40-90 μm longum; trichogyne claviformis, indistincte pedicellata, ad basim saepe flexa. Bracteae breves. Gonimoblastus singulus, globosus vel semiglobosus, 250-700 μm crassus, 150-700 μm altus, in centro verticilli insertus. Carposporangia ovoidea, 8-10 μm crassa, 12-20 μm longa. Monosporangia globosa vel ovoidea, 8-10 μm crassa, 10-15 μm longa, in ramulis secundariis vel primariis terminalia.

Fronde monoecious, 3-6 cm high, 300-700 μm wide, more or less irregularly branched, mucilaginous, olive-green. Axial cells cylindrical, 40-150 μm wide, 150-700 μm long. Whorls pyriform, frequently touching each other. Primary branchlets abundantly branched, consisting of 6-12 cell-stories; lower cells of the fascicles arcuate-club-shaped, 3-5 μm wide, 20-40 μm long, upper cells fusiform or ellipsoidal, 3-5 μm wide, 10-20 μm long.

Secondary branchlets consisting of 5-7 cell-stories; hairs rare. Antheridia globose, 5-7 μm in diameter, terminating the laterals of the fascicles. Carpogonium-bearing branch arising from the basal cell of the primary branchlets, 25-40 μm long, consisting of 4-7 disc- or barrel-shaped cells, twisted; carpogonium at the base 5-8 μm wide, at the apex 7-10 μm wide, 40-90 μm long; trichogyne club-shaped, indistinctly stalked, often bent at the base. Bracts short. Gonimoblast single, globose or semiglobose, 250-700 μm wide, 150-700 μm high, inserted centrally. Carposporangia ovoidal, 8-10 μm wide, 12-20 μm long. Monosporangia globose or ovoidal, 8-10 μm wide, 10-15 μm long, terminating the secondary and primary branchlets.

Holotype: YAMAGISHI No. 52622a, 16/1 1974, Herbarium of the National Science Museum, Tokyo, TNS. Isotype: YAMAGISHI No. 52622b, Herbarium of Faculty of Science,

Kobe Univeristy. Other specimens examined : YAMAGISHI NG 288 (F0188), 16/I 1974, YAMAGISHI No. 52623, 16/I 1974.

Type locality: Small stream, Waitape, Central District, Papua New Guinea.

With the description of *Batrachospermum procarpum*, SKUJA (1931) erected the section *Contorta* and named it in reference to the carpogonium-bearing branch twisted spirally or bent like a hook. Many taxa belonging to this section have been described by some authors, such as JAO (1941), FLINT (1953), REIS (1965, 1972, 1973, 1974), STARMACH (1975), KUMANO (1978, 1982) and so on. Among those taxa, three species of *Batrachospermum* have been reported to furnish monosporangia besides carposporangia. Namely, *B. intortum* JAO and *B. pseudocarpum* REIS are alike in having the monosporangia terminating the laterals of the carpogonium-bearing branches. On the other hand, *B. lusitanicum* REIS is reported to furnish the monosporangia terminating the primary branchlets. *B. waitapense* KUMANO resembles closely *B. lusitanicum* REIS in having the monosporangia terminating the secondary and primary branchlets, but differs from the latter in the size of carposporangia and monosporangia. Carposporangia are 15-20 μm long, monosporangia 10-15 μm long for *B. waitapense*, while carposporangia are 20-23 μm long and monosporangia 20-27 μm long for *B. lusitanicum*. A key to the above-mentioned species having the monosporangia of the section *Contorta* is shown as follow :

1. Monosporangia terminating the laterals of carpogonium-bearing branches, sometimes primary and secondary branchlets.
 2. Monosporangia 13-23 μm long.
..... *B. pseudocarpum* REIS
 2. Monosporangia 11-15 μm long.
..... *B. intortum* JAO
1. Monosporangia terminating the primary and secondary branchlets.
 3. Carpogonium-bearing branch consisting of 4-7 cells.
..... *B. waitapense* KUMANO
 3. Carpogonium-bearing branch consisting of 6-14 cells. *B. lusitanicum* REIS

Monosporangia form a single spore generally without meiotic division of the nucleus. Such monosporangia may be found at any phase in the life history of Rhodophytes duplicating the parent phase. Monosporangia have been reported at the gametophytic phase for four species of the section *Contorta* of the genus *Batrachospermum* as well as well as the section *Moniliformia* and *Turficola*. The monosporangia found at the gametophytic phase of *Batrachospermum* seems to repeat the parent phase, but nothing is known about the number of nuclei and chromosomes of the phase produced by the spore.

Acknowledgements

The author wishes to express his sincere thanks to Dr. H. HIROSE, Professor Emeritus of Kobe University, for his critical reading of the manuscript. Gratefull thanks are expressed to Professor T. YAMAGISHI of Nihon University for collecting the Papuan specimens. Heartfelt thanks are also expressed to Dr. I. M. JOHNSTON of New Zealand Electricity and Dr. M. WATANABE of the National Science Museum in Japan for their kind suggestions during the preparation of the manuscript.

References

BRITTON, M.E. 1952. Freshwater algae from New Guinea, Biak (Netherlands East Indies) and Leyte Province (Philippines Islands). *Phycol. News Bull.* 17: 23-24.

BROOK, A.J. and HINE, A.E. 1966. A population of *Staurastrum freemanii* from the central highlands of New Guinea. *J. Phycol.* 2: 66-73.

FLINT, L.H. 1953. Two new species of *Batrachospermum*. *Louisiana Acad. Sci.* 1953 (Nov.) : 10-15.

JAO, CH. CH. 194. Studies on the freshwater algae of China VIII. A preliminary account of the Chinese freshwater Rhodophyceae. *Sinensia* 12: 245-290.

JOHNSTONE, I.M., MUKIU, J., NAGARI, T., POKIHIAN, M. and RAU, M. 1980. *Batrachospermum*; First freshwater red alga record for New Guinea. *Science in New Guinea* 7: 1-5.

KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae

- from West Malaysia. Bot. Mag. Tokyo 91: 97-107.
- KUMANO, S. 1982. Two taxa of the section *Contorta* of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Nemalionales) from Iriomote Jima and Ishigaki Jima, subtropical Japan. Jap. J. Phycol. 30: 289-296.
- KUMANO, S. and JOHNSTONE, I. M. 1983. Studies on the freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea I. *Batrachospermum nova-guineense*, sp. nov. from the Papuan lowlands. Jap. J. Phycol. 31: 000-000.
- REIS, M. P. 1965. Subsídios para o conhecimento das Rodofíceas de aqua doce de Portugal V. Bol. Soc. Brot. Coimbra 39: 137-156.
- REIS, M. P. 1972. *Batrachospermum henriquesianum*, sp. nov. Bol. Soc. Brot. Coimbra 46: 181-190.
- REIS, M. P. 1973. Subsídios para o conhecimento das Rodofíceas de aqua doce de Portugal VIII. Bol. Soc. Brot. Coimbra 47: 139-157.
- REIS, M. P. 1974. Chaves para a identificação das especies Portuguesas de *Batrachospermum* Roth. Anuar. Soc. Brot. 40: 37-125.
- SKUJA, H. 1931. Einiges zur Kenntnis der brasilianischen Batrachospermen. Hedwigia 71: 78-87.
- STARMACH, K. 1975. Algae from montane streams on the Island of Mahe, in the Seychelles. Acta Hydrobiol. 17: 201-209.
- WATANABE, M., PRESCOTT, G. W. and YAMAGISHI, T. 1979. Freshwater algae of Papua New Guinea (2). Desmids from Waitape, Central District. In S. KUROKAWA (ed.) Studies on Cryptogams of Papua New Guinea. Academia Sci. Book Inc., Tokyo pp. 49-66.
- WATANABE, M. M., WATANABE, M. and YAMAGISHI, T. 1979. Freshwater algae of Papua New Guinea (3). Blue-green algae from Mt. Wilhelm. In S. KUROKAWA (ed.) Studies on Cryptogams of Papua New Guinea. Academia Sci. Book Inc., Tokyo pp. 67-85.
- YAMAGISHI, T. 1975. The plankton algae from Papua New Guinea. In Y. OTANI (ed.) Reports on the Cryptogams in Papua New Guinea. Nat. Sci. Museum, Tokyo pp. 43-74.
- YAMAGISHI, T. and WATANABE, M. 1979. Freshwater algae of Papua New Guinea (1). On some filamentous green algae. In S. KUROKAWA (ed.) Studies on Cryptogams of Papua New Guinea. Academia Sci. Book Inc., Tokyo pp. 33-47.

熊野 茂: パプア・ニュー・ギニアの淡水産紅藻 II.
高地産 *Batrachospermum waitapense*, sp. nov. について

パプア・ニュー・ギニア高地のワイターペ (ポート・モレスビーの北約 100 km, 標高約 1,500 m) 近くのミズゴケ性湿地の小流から、カワモツク属の 1 新種 *Batrachospermum waitapense* (紅藻・ウミゾウメン目) が記載された。本種は *Contorta* 節に属し、本節中の単胞子をつける種のなかで *B. lusitanicum* REIS 1965 に最もよく似るが、造果器をつける枝が短い点、果胞子および単胞子の大きさで区別できる。(657 神戸市灘区六甲台 神戸大学理学部生物学教室)

The growth of *Dunaliella* under magnesium hypertonicity

Shuhei FUJII, Mayumi TAKENISHI, Shiro MANTANI, and Hideo TAKADA

*Division of Food Science, Tezukayama College,
3-Chome, Gakuene-Minami, Nara, 631 Japan.*

FUJII, S., TAKENISHI, M., MANTANI, S. and TAKADA, H. 1983. The growth of *Dunaliella* under magnesium hypertonicity. Jap. J. Phycol. 31 : 81-85.

Six species including seven strains of *Dunaliella* were cultured in three hypertonic media containing NaCl, LiCl or MgSO₄. All species tested grew in a NaCl-hypertonic medium, but none grew in the LiCl-hypertonic medium. Only *D. tertiolecta* and *D. primolecta* grew in a MgSO₄-hypertonic medium, however, MgSO₄ could not be replaced with MgCl₂. The growth of these two species in a MgSO₄-hypertonic medium, compared to that in a NaCl-hypertonic medium, was characterized by their strong dependence on the concentration of CO₂ in the air flow.

Key Index Words: *Dunaliella*; growth; magnesium hypertonicity.

Dunaliella is a halotolerant or halophilic volvoclean alga found all over the world. The genus has created considerable research interest because it tolerates high concentrations of sodium chloride. *Dunaliella* may be classified into two groups, the halotolerant organisms which can grow in 0.5 M NaCl and above, and the halophilic which do not grow in media containing less than 2 M NaCl (GINZBURG and GINZBURG 1981). The salt tolerance or preference of this organism may be attributed not only to an osmotic effect but also to a Na⁺ ion effect (FUJII *et al.* 1981).

When the salt tolerance of plant species are examined, the effect of salts other than NaCl should be considered. For example, the marine yeast, *Rhodotorula glutinis* var. *salinalia* grows normally and endures in both NaCl- and MgCl₂-hypertonic media (JOHO *et al.* 1969). On the other hand, a halophilic species of *Streptomyces* can grow in only NaCl-hypertonic medium (KAYAMURA *et al.* 1973). Furthermore, two other types of halophytes, chloride and sulphate types, are recognized in herbaceous higher plants (STEINER 1939).

Little is known of the effects of salts other than NaCl. We have examined the specific

effect of the Mg ion on the growth of some species of *Dunaliella* and the effects of CO₂ concentration and partial replacement of MgSO₄ with MgCl₂ on growth of *D. tertiolecta* and/or *D. primolecta*.

Materials and Methods

The six species of *Dunaliella*, including seven strains, were obtained from the Algal Collection of the University of Texas.

Each strain was isotonicly grown in hypertonic media with either one of three kinds of salt, NaCl, LiCl and MgSO₄, added to basal inorganic medium which (Table 1) was sterilized by autoclaving (120°C, 15 min). Each strain was cultured in a 200 ml Erlenmeyer flask containing 100 ml medium at 25°C under continuous illumination of fluorescent lamps with the light intensity of 10,000 lux at the surface of the culture flask. Cultures were aerated with 6% CO₂-enriched compressed air except for an experiment on the effect of different CO₂ concentrations.

The cell number was determined by counting formaldehyde-fixed cell suspension aliquots in a microscope using a Thomas cell counting plate. The dry weight of the cells was

Table 1. Composition of basal culture medium*

MgCl ₂ ·6H ₂ O	1.5	g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5	g
KCl	0.2	g
CaCl ₂	0.2	g
KNO ₃	1.0	g
NaHCO ₃	0.043	g
TRIS	2.45	g
K ₂ HPO ₄	0.045	g
Fe-EDTA	3.64	mg
EDTA-2Na	1.89	mg
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.087	mg
H ₃ BO ₃	0.61	mg
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.015	mg
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.06	mg
MnCl ₂	0.23	mg
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0.38	mg
H ₂ O	1.0	l

* Medium used by NORO (1978). pH of medium was adjusted to 8 with HCl solution.

determined by filtering 5 ml of algal suspension through a weighed membrane filter, which was dried for 6 hours at 110°C. Then the filters were cooled in a desiccator and weighed again. In order to determine the weight of salts, 5 ml of the medium was filtered through a separate membrane filter and treated similarly to the filter with algae. The dry weight was obtained by subtracting the weight of the salts from the total weight.

In all cultures, the initial cell density was 0.1 as optical density at 680 nm. Although cultures were not handled under aseptic conditions, no bacteria were observed.

Results and Discussion

a) Growth in NaCl-, LiCl- and MgSO₄-hypertonic media.

Several investigators have worked on the NaCl tolerance of *Dunaliella* (FRANK and WEGMANN 1974; BEM-AMOTZ 1975). However, little information has been reported on the effects of salts other than NaCl on growth of *Dunaliella*.

All species tested grew in 0.5 M NaCl-hypertonic medium with some differences in the growth rate (Table 2). *D. bioculata*, *D. primolecta* and *D. tertiolecta* showed high growth rates. No growth was observed in any strain in LiCl-hypertonic medium. Two species of *D. primolecta* and *D. tertiolecta* showed good growth in MgSO₄-hypertonic medium.

GINZBURG and GINZBURG (1981) reported that *Dunaliella* strains fall naturally into the halotolerant group capable of growing at 0.5 M or above NaCl, and the halophilic group which grow only in media containing more than 2 M NaCl. All of the strains tested belong to the halotolerant group. Two types of tolerance were recognized in halotolerant group: one which grow in NaCl- and MgSO₄-hypertonic media and the other which only grow in NaCl-hypertonic medium.

b) Growth of *D. tertiolecta* and *D. primolecta* in Mg-ion hypertonic medium.

Growth curves of *D. tertiolecta* and *D. primolecta* in 0.84 M MgSO₄-hypertonic

Table 2. Results of growth experiments

Species of <i>Dunaliella</i>	NaCl	MgSO ₄	LiCl	Mg(NO ₃) ₂
<i>Dunaliella bioculata</i> (LB 199)	++	—	—	*
<i>D. parva</i> (LB 1983)	+	—	—	*
<i>D. peircei</i> (LB 2192)	+	—	—	*
<i>D. primolecta</i> (LB 1000)	++	++	—	—
<i>D. salina</i> (LB 200)	+	—	—	*
<i>D. salina</i> (LB 1644)	+	—	—	*
<i>D. tertiolecta</i> (LB 999)	++	++	—	—

* Each strain was cultured for 4 days in 0.5M NaCl, 0.5M LiCl or 0.84M MgSO₄ added to the basal culture medium. And only two species of *D. tertiolecta* and *D. primolecta* were cultured for 4 days in 0.36M Mg(NO₃)₂ containing the basal culture medium. [++ : good; + : weak; — : none]

medium are shown in Fig. 1 and 2. In both species, dry weight increased even after the number of cells stabilized, which can be explained by the cells, increasing their weight. The cell volume per 10^6 cells gradually became larger (FUJII *et al.* unpublished data).

The growth of *D. tertiolecta* does not depend on the concentration of $MgSO_4$ (Fig. 3). Growth is comparatively constant in spite of the great variation of external concentration of $MgSO_4$.

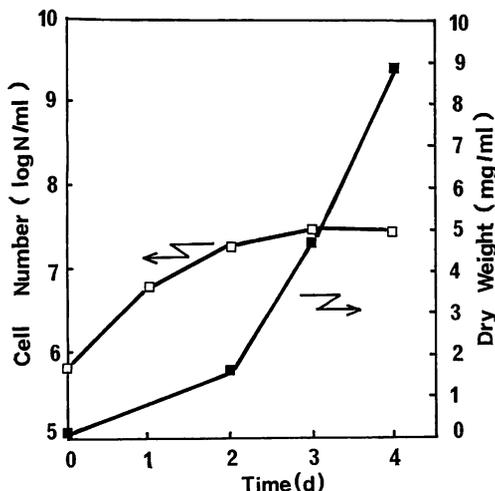


Fig. 1. Growth of *D. tertiolecta* in 0.84M $MgSO_4$ medium.

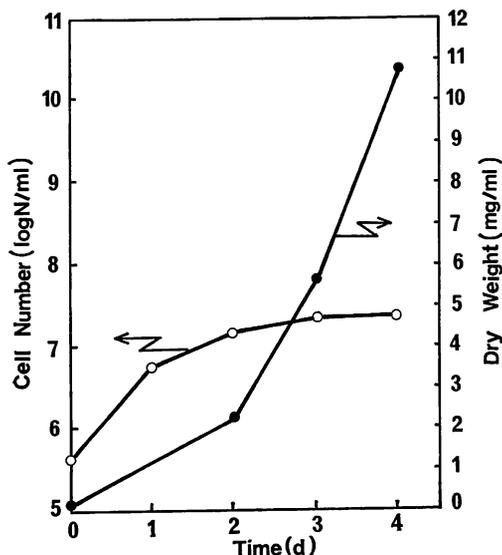


Fig. 2. Growth of *D. primolecta* in 0.84M $MgSO_4$ medium.

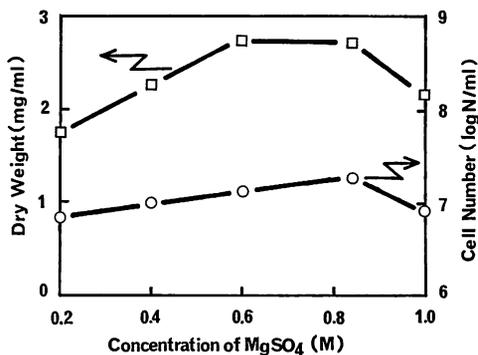


Fig. 3. Growth of *D. tertiolecta* after 3 days culture in media containing various concentrations of $MgSO_4$.

c) Effect of CO_2 concentration in air flow on the growth of *D. tertiolecta* in $MgSO_4$ -hypertonic medium.

GINZBURG and GINZBURG (1981) reported that CO_2 acts as a limiting factor for the growth of *D. tertiolecta* in NaCl-hypertonic medium under fixed temperature, light intensity and air flow rate conditions. Figure 4 shows that growth of the alga was promoted by increasing the CO_2 concentration in the air flow in the $MgSO_4$ -hypertonic medium as well as the NaCl one. The pH value of the medium did not change during the experimental period irrespective of CO_2 concentration. Thus the CO_2 effect on the growth was not due to the pH change of the medium.

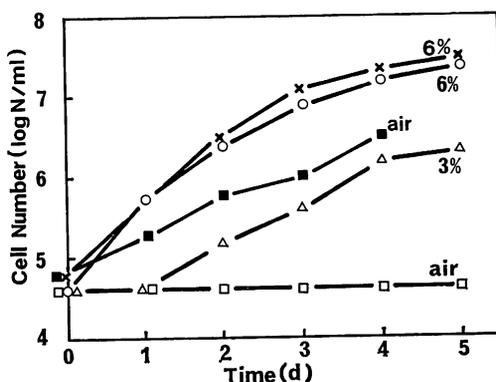


Fig. 4. Effect of CO_2 concentration on the growth of *D. tertiolecta*. (O), (Δ) and (\square) indicate the growth curves in 0.84M $MgSO_4$ medium, and (\times) and (\blacksquare) those in 0.5M NaCl medium.

Moreover, in 0.84 M $MgSO_4$ the appearance of the exponential phase was significantly delayed by lowering the CO_2 concentration compared to 0.5 M NaCl. This suggests that the growth in 0.84 M $MgSO_4$ medium is more sensitive to CO_2 in the atmosphere than that in 0.5 M NaCl medium.

d) *Effect of partial replacement of $MgSO_4$ with $MgCl_2$ on the growth of $D. tertiolecta$ and $D. primolecta$.*

The effect of the sulphate anion on $D. tertiolecta$ and $D. primolecta$ in $MgSO_4$ is shown in Figs. 5 and 6. Neither species grew in medium containing only $MgCl_2$, but the addition of $MgSO_4$ in concentration greater than 0.17 M promoted growth. Furthermore, $Mg(NO_3)_2$ did not support growth

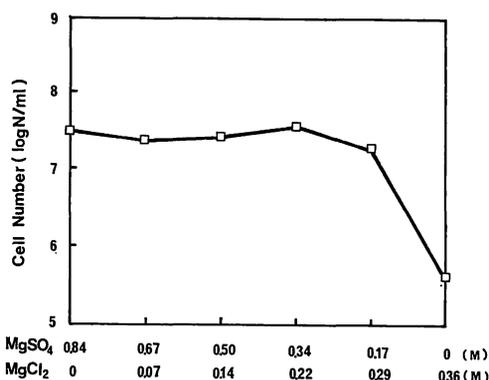


Fig. 5. Effect of different ratios of $MgSO_4$ and $MgCl_2$ on the growth of $D. tertiolecta$ after 3 days culture.

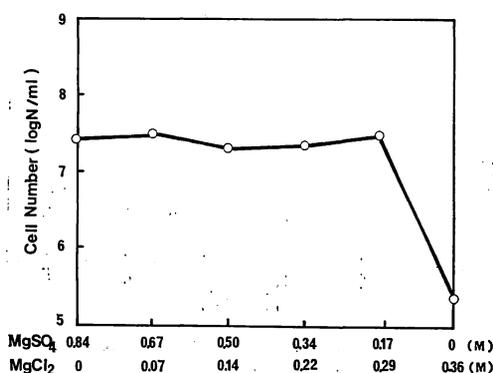


Fig. 6. Effect of different ratios of $MgSO_4$ and $MgCl_2$ on the growth of $D. primolecta$ after 3 days culture.

(Table 2). Therefore, it appears that tolerance to $MgSO_4$ -hypertonicity is particularly characteristic of $D. tertiolecta$ and $D. primolecta$ among the species tested. STEINER (1939) classified herbaceous higher plant halophytes into chloride- and sulphate- types. Although no such classification has been applied to the algae, $D. tertiolecta$ and $D. primolecta$ would belong to the sulphate-type according to Steiner's scheme.

It is not clear why $D. tertiolecta$ and $D. primolecta$ can grow in $MgSO_4$ -hypertonic medium. We plan to continue the research into the mechanisms of this phenomenon.

Acknowledgement

The authors wish to express their thanks to Dr. Y. HARA of University of Tsukuba for his advice and supplying *Dunaliella* as experimental material, along with the Algal Collection of the University of Texas.

References

- BEN-AMOTZ, A. 1975. Adaptation of the unicellular alga *Dunaliella parva* to a saline environment. *J. Phycol.* 11: 50-54.
- FRANK, G. and WEGMANN, K. 1974. Physiology and biochemistry of glycerol biosynthesis in *Dunaliella*. *Biol. zbl.* 93: 707-723.
- FUJII, S., MANTANI, S. and TAKADA, H. 1981. Stimulative effect of salinity on growth of halophilic algae, *Dunaliella*, and cellular starch formation. *J. of Tezukayama College* 18: 58-66.
- GINZBURG, M. and GINZBURG, B.Z. 1981. Interrelationships of light, temperature, sodium chloride and carbon source in growth of halotolerant and halophilic strains of *Dunaliella*. *Br. Phycol. J.* 16: 313-324.
- JOHO, M., HIRAOKA, H. and TAKADA, H. 1969. The comparative effects of cuprous and cobaltous ions on responses for RNase treatment in halophilic yeast, *Rhodotorula glutinis* var. *salinalia*, grown in magnesium hypertonic medium. *Phycology and Ecology* 15: 129-143.
- KAYAMURA, Y. and TAKADA, H. 1973. Sodium-dependence on recovery from inhibition of ammonium ions on growth of halophilic *Streptomyces*. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 14: 126-136.

NORO, T. 1978. Effect of Mn on the growth of a marine alga, *Dunaliella tertiolecta*. Jap. J. Phycol 26: 69-72 (in Japanese).
STEINER, M. 1939. Die Zusammensetzung der

Zellsaftes bei höheren Pflanzen in ihrer ökologischen bedeutung. Ergebnisse der Biologie 17: 151-254.

藤井修平・竹西真弓・万谷司郎・高田英夫：数種の *Dunaliella* の Mg イオン高張環境下における生長

Dunaliella の食塩耐性についての報告は多くみられるが、食塩以外の塩耐性に関する知見はない。6種7株の *Dunaliella* について、NaCl, LiCl, MgSO₄ 塩高張液で、それぞれ生長実験を行なった。すべての株は NaCl 高張液で増殖したが、LiCl では増殖しなかった。*D. tertiolecta* と *D. primolecta* の2種のみが、NaCl 塩以外に MgSO₄ 塩高張下で生長することがわかった。これら両種の MgSO₄ 塩高張下での生長は、NaCl 塩高張下での生長に比べ CO₂ 濃度に強く依存することが示唆された。又、他の Mg 塩、MgCl₂ や Mg(NO₃)₂ 塩高張下では生長を示さず、何故、MgSO₄ 塩高張下で生長可能なのか、現在検討中である。(631 奈良県奈良市学園南3丁目、帝塚山短期大学)

Hiroshi YABU and Hajime YASUI: Occurrence of a tetraploid in *Sargassum confusum* AG.

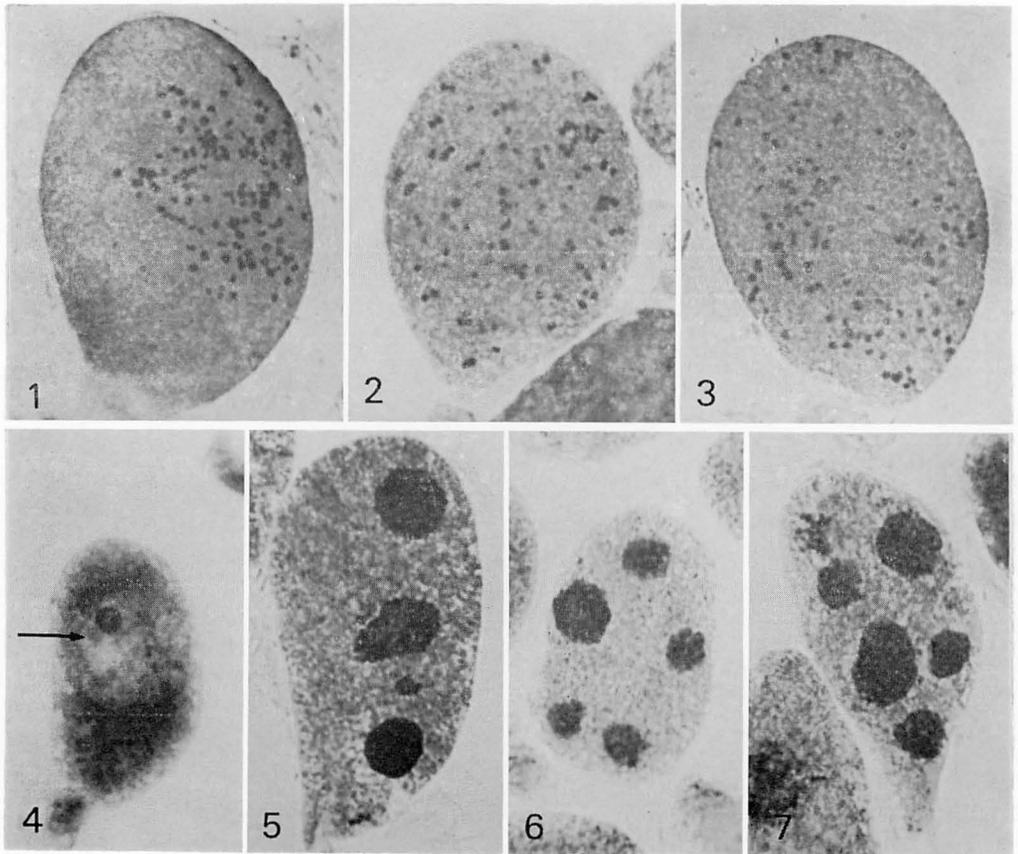
Key Index Word: Chromosome; *Sargassum confusum*; tetraploid.

Hiroshi Yabu and Hajime Yasui, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido, 041 Japan.

In the course of a recent cytological study on *Sargassum confusum* AGARDH, a populous species along the coast of the Japan Sea, we ascertained the occurrence of a few tetraploid plants in Hakodate and its vicinity by chromosome counts in the antheridia.

On August 2nd, 1982, ten male plants were

collected at Usujiri in Minamikayabe-Cho, Hokkaido. When observed on that day all of them were not sufficiently matured, so the conceptacles taken from each plant were kept alive in glass vessels with filtered sea water at a constant temperature of 20°C, in the laboratory. Thereafter, nuclear move-



Figs. 1-7. Nuclear division in the antheridia of *Sargassum confusum* ($n=ca. 64$) collected at Usujiri in Minamikayabe-Cho Hokkaido on August 2nd, 1982. 1-3. Metaphase chromosomes in the first nuclear division; 4. Early prophase in the first nuclear division, showing chromophilous spherule (arrow); 5. Late telophase in the second nuclear division. One nucleus is degenerating; 6-7. Late telophase in the third nuclear division, showing an abnormal number of five (Fig. 6) and six nuclei (Fig. 7). Magnification; All figures $\times 1,200$.

ments in the antheridia were examined every day using the smear method with acetocarmine. Five to seven days later, metaphase nuclei at the first division in the antheridia were encountered abundantly, so the maturing portions of the conceptacles were fixed with acetic alcohol (3:1) and stained with aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate solution (WITTMANN, 1965).

Our observations showed that eight individuals had a chromosome number of $n=32$, as was already reported by ABE (1933), but the remaining two had ca. 64 loosely, or tightly paired chromosomes in small but various sizes (Figs. 1-3). Additional male plants were collected to gain more detailed data on the occurrence of such tetraploid plants, and to observe the characteristic features of the thalli. The same method as described above was employed for twenty thalli from Usujiri, and twenty each from Anama and Nanaehama in Hakodate. Out of those thalli only two tetraploid plants were obtained, one each from Usujiri and Anama, none from Nanaehama.

In the tetraploid thallus, the process of nuclear division within the antheridium was essentially the same as that in the diploid thallus described by ABE (1933). The spherical body (=chromophilous spherule), which was observed by him at early prophase in

the first nuclear division, was also occasionally visible in the same stage (Fig. 4). However, antheridia with late prophase nuclei in the third to last (sixth) nuclear division were frequently found to have one or two degenerating nuclei (Figs. 5, 7), or an irregular number of nuclei due to the vanishing of a nucleus (Figs. 6, 7). Between the diploid and tetraploid thallus we could not find any distinction in both external appearance and internal structure. As was listed by ROBERTS (1966) and OHMORI (1975), the chromosome numbers in the Fucales have been recorded to be $n=32$ or less. Such tetraploid plants with $n=ca. 64$ described here have not been reported until now.

References

- ABE, K. 1933. Mitosen in Antheridium von *Sargassum confusum* Ag. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Biol. 8: 259-262.
- OHMORI, T. 1975. Cytological studies of the Phaeophyta. In J. Tokida and H. Hirose (ed.), Advance of Phycology in Japan. Veb Gustav Fisher Verlag, Jena.
- ROBERTS, M. 1966. The Phaeophyceae Part II. In M. B. E. Godward (ed.), Chromosomes of the Algae. Edward Arnold Ltd.
- WITTMANN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. Stain Tech. 40: 161-164.

藪 熙・安井 肇：フシスジモクの4倍体

北海道南茅部町白尻と函館市内穴澗でフシスジモクの4倍体が得られた。これらの4倍体は外観、内部形態ともに2倍体との相違は認められなかった。4倍体の造精器内では第3回以後の核分裂終期で退化して消失する核がしばしば観察された。(041 函館市港町3-1-1 北海道大学水産学部)

ゾウミジンコの殻面から得られた *Colacium libellae* について

加藤 季 夫

(222 横浜市港北区大曽根 3-15-1)

KATO, S. 1983. On *Colacium libellae* ROSOWSKI et WILLEY (Class Euglenophyceae) isolated from the exoskeleton of *Bosmia* sp. Jap. J. Phycol. 31: 88-91.

Colacium was found on the exoskeleton of *Bosmia* sp. collected from a swamp at Sugadaira, Nagano Pref. in 1976. Three isolates of this alga were obtained by the capillary pipette method. The three isolates produced highly-branched stalks in four media; AF-6, Cramer-Myers, soil-water and soil-water-pea. Stalked cells were cylindrical in shape and their apices were rounded. On the basis of these characteristic features, the three isolates were identified with *Colacium libellae* ROSOWSKI et WILLEY.

Key Index Words: attachment structures; *Bosmia*; *Colacium libellae*; culture; *Euglenophyceae*; morphology.

Sueo Kato, Oosone-cho, 3-15-1, Kohoku-ku, Yokohama, 222 Japan.

Colacium はミドリムシ藻綱 (Euglenophyceae) の中で唯一群体を形成する藻で、わが国では、現在までに *C. arbuscula* STEIN (神谷 1960), *C. mucronatum* BOURRELLY et CHADEF AUD (加藤 1981) および *C. vesiculosum* EHRENBERG (加藤 1982; 齊藤 1982) の3種が知られている。

筆者は1976年11月に長野県菅平高原の湿原から採集された甲殻類 (Crustacea) の *Bosmia* sp. の殻面上に着生していた *Colacium* を単離・培養し、細胞の形態および付着器の形成と形態について調べた。その結果、この *Colacium* は、ROSOWSKI and WILLEY (1975) がイトトンボ類 (Zygoptera) の *Ischnura verticalis* の幼虫の直腸から得た *C. libellae* ROSOWSKI et WILLEY と同一種であることが明らかになったので、ここに報告をする。

材 料 と 方 法

本研究に用いた *Colacium* C-72, C-73, C-74 の3株は、1976年11月11日に長野県菅平高原の湿原から井上勲氏により採集された *Bosmia* sp. の殻面上に着生していた *Colacium* (Fig. 1) を、ピペット洗浄法で単離し、AF-6 培地 (加藤 1982) 中で培養したものである。培養は 20°C, 3000 lux, 12-12 時間明暗周期の条件下で行った。

培養実験には AF-6 培地, Cramer-Myers 培地, soil-water 培地, soil-water-pea 培地の4種類を用い、

培地に接種後2日, 1, 4, 8週間後に細胞の形態および付着器の形成と形態について調べた。さらに、付着器のクッションを形成させるため、時計皿に入れた濾過滅菌水 (神奈川県二ツ池の水) 4 ml の中に藻などが着生していない *Cyclops* sp. 10個体 (神奈川県二ツ池から採集) と *Colacium* 数千細胞を入れ、2日後に調べた。

光学顕微鏡観察には生きた試料と1%オスミウム酸水溶液の蒸気で固定した試料の両方を用いた。さらに、ピレノイドの染色にはプロピオン酸カーミン (ROSOWSKI and HOSHOW 1970) を用いた。走査型電子顕微鏡観察には2%グルタルアルデヒド・リン酸緩衝液 (0.2 M, pH≒7.2) で固定し、50~100%のエタノールシリーズで脱水後、さらに、臨界点乾燥を施し、金蒸着した試料を用いた。

観 察 結 果

細胞の形態 *Colacium* C-72, C-73, C-74 株の遊泳細胞は長楕円形あるいは卵形で、その大きさは長さ19~27 μm, 幅10~12 μm, 体長の約2倍の長さの鞭毛 (locomotory flagellum) を持ち、活発に泳ぎまわった (Fig. 2)。葉緑体は皿状で、細胞あたり6~12個、細胞の内側に向かって突出したピレノイド (inner pyrenoid) をそれぞれ1個持っていた。核は球形で、径6~7 μm。眼点は3~4 μm の長さで、貯蔵胞の上部に近接していた。

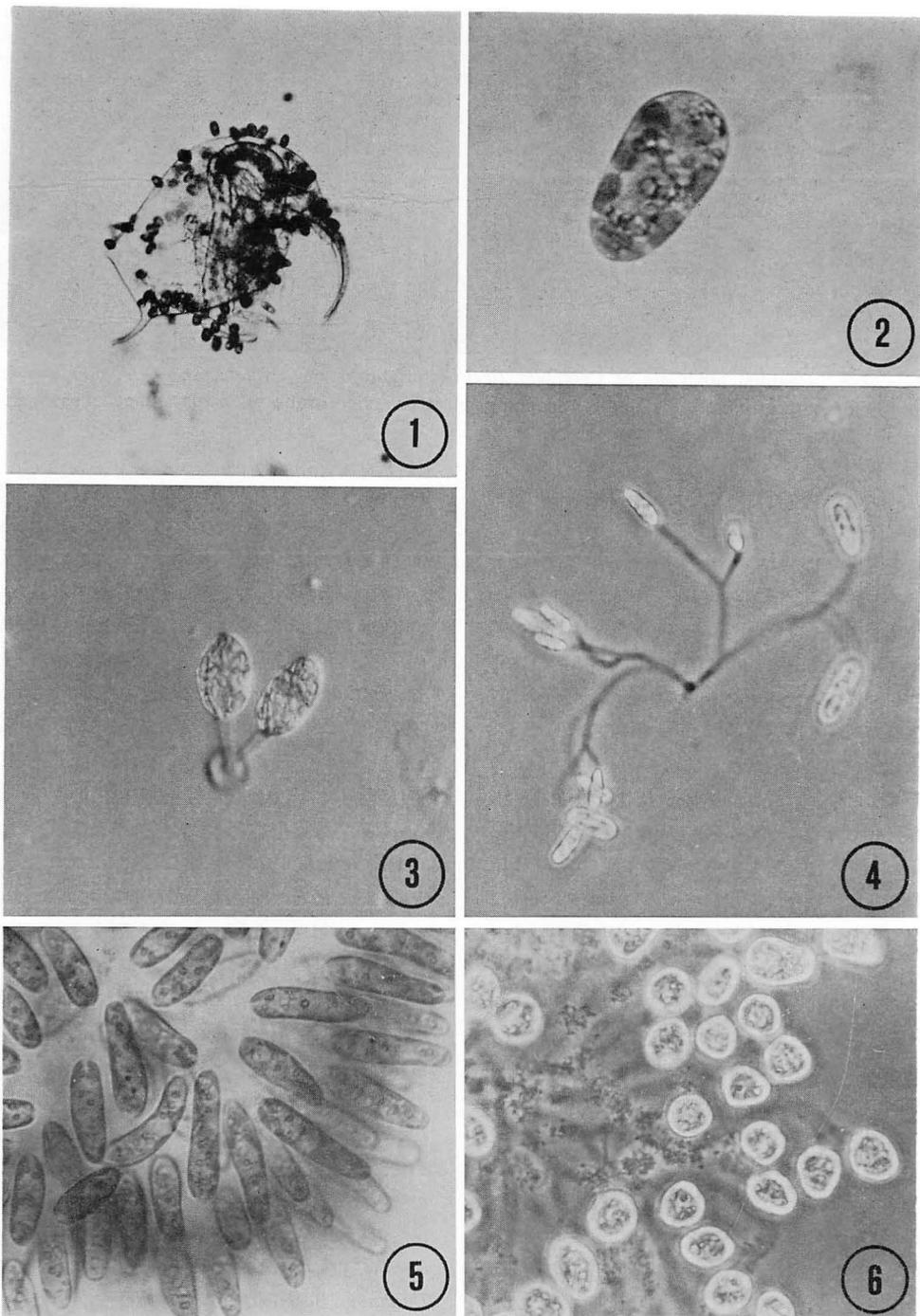
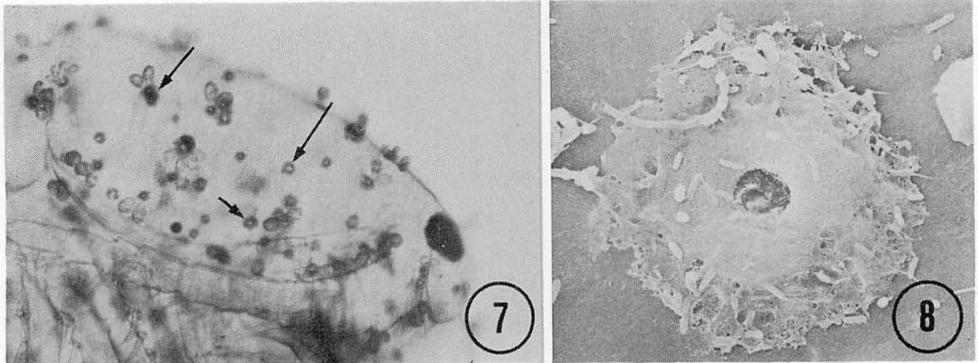


Fig. 1. *Bosmia* sp. collected from a swamp at Sugadaira, Nagano Pref. Small cells scattered over the cell body are *Colacium libellae*. $\times 125$.

Figs. 2-6. *Colacium libellae* strain C-72 cultured in AF-6 medium. 2. Free-swimming cell. 2-day-old culture. $\times 1250$; 3. A colony with two cells. 2-day-old culture. $\times 500$; 4. A colony with some cylindrical cells. 1-week-old culture. $\times 250$; 5. A dendroid colony with many cylindrical cells. The cells are elongated and their apices are rounded. 4-week-old culture. $\times 500$; 6. A dendroid colony with ovoid cells. 4-week-old culture. $\times 500$.



Figs. 7-8. Cushion holdfasts of *Colacium libellae* produced on *Cyclops* sp. 7. Numerous brown cushion holdfasts (arrows). $\times 125$; 8. Scanning electron micrograph of a disc-shaped brown cushion holdfast. $\times 2200$.

一方、柄の先端に付着していた細胞は細長い円筒形で、両端部は丸くなっていた (Figs. 4, 5)。しかし、細胞の形は変化しやすく、まわりの水の動きなどによって、その特徴的な形から紡錘形 (Fig. 3) あるいは卵形 (Fig. 6) に変化した。細長い円筒形をした細胞は大きさが長さ $35\sim 44\ \mu\text{m}$ 、幅 $6\sim 10\ \mu\text{m}$ で、1細胞あたり $6\sim 17$ 個の葉緑体を持っていた。

付着器の形成と形態 *Colacium* C-72, C-73, C74 株の遊泳細胞を AF-6 培地に接種すると、2日後にはすでに付着器の柄が形成されていた (Fig. 3)。1週間後には二叉状に分岐した長い柄が (Fig. 4)、4週間後には多数の二叉状に分岐した柄が形成されていた (Fig. 6)。他の3種類の培地を用いて柄の形成を調べたところ、全ての培地中で二叉状に分岐した柄が形成されていた。

この *Colacium* 3株は付着器のクッション (cushion holdfast) を AF-6 培地, soil-water-pea 培地中で稀にしか形成しなかった。また, soil-water 培地, Cramer-Myers 培地中では接種後8週間たってもクッションを形成しなかった。そこで、*Cyclops* sp. との二者混合培養を行ったところ、2日後、褐色のクッションが *Cyclops* sp. の殻面上に形成されているのが観察された (Fig. 7)。クッションは円盤状で、中央部がくぼんでいたが (Fig. 8)、中央部に突起があるものも少数観察された。

考 察

Colacium C-72, C-73, C-74 の3株は二叉状に分岐した長い柄を形成し、その柄の先端に細長い円筒形の細胞を付着させているなど、幾つかの特徴的な形質で、ROSOWSKI and WILLEY (1975) が記載した *Colacium*

libellae ROSOWSKI et WILLEY とよく一致した。しかし、今回調べた *Colacium* の3株は、クッションを形成する点および *Bosmia* sp. の殻面上に着生していた点で *C. libellae* の記載と相違した。

ROSOWSKI and WILLEY (1975) は *C. libellae* がクッションを形成しなかったと記載しているが、今回調べた *Colacium* の3株は、ROSOWSKI and WILLEY (1975) が *C. libellae* の培養実験に用いた soil-water-pea 培地中で、稀ではあるが円盤状のクッションを形成した。しかし、クッションの形成は培養条件などによって影響されやすいと報告されており (ROSOWSKI and KUGRENS 1973; 加藤 1982)、このクッション形成における両者の相違は、培養実験に用いた soil-water-pea 培地の土壌の違いに起因するものと考えられる。

ROSOWSKI and WILLEY (1975) は *C. libellae* をイトトンボ類の *Ischnura verticalis* の幼虫の直腸から得たと記載しているが、筆者は今回調べた *Colacium* の3株を *Bosmia* sp. の殻面上から得た。しかし、*C. libellae* は soil-water-pea 培地をはじめとする幾つかの培地中でよく増殖し、実験室内で甲殻類の *Daphnia* の殻面にも着生すると報告されていることから (ROSOWSKI and WILLEY 1975)、自然水域において、*C. libellae* はイトトンボ類の幼虫の直腸内だけに限らず、*Daphnia*, *Bosmia* 等の甲殻類の殻面にも着生していると考えられる。

以上述べたように、クッションの形成および生息場所について、*C. libellae* と今回調べた *Colacium* の3株の間には明確な差異は認められなかった。したがって、細胞および付着器の柄の形態に基づき、C-72, C-73, C-74 株の *Colacium* を *C. libellae* ROSOWSKI

et WILLEY と同定した。

終りに、本研究を行うにあたり御指導して下さった東京学芸大学小林弘教授、培養に関して日頃から助言して下さっている三浦宏一郎博士および日本大学大島海一博士、ならびに *Bosmia* sp. を提供して下さった筑波大学井上勲博士に深く感謝する。

引用文献

- 神谷 平 1960. 淡水産コベボダに着生する一藻類。
藻類 8: 12-14.
加藤季夫 1981. ケンミジンコに着生するユーグレナ
類の一種について。立教女学院紀要 11: 79-83.
加藤季夫 1982. *Colacium vesiculosum* EHRB. の培

養と形態。藻類 30: 63-67.

- ROSOWSKI, J. R. and HOSHAW, R. W. 1970. Staining algal pyrenoids with carmine after fixation in an acidified hypochlorite solution. Stain Tech. 45: 293-298.
ROSOWSKI, J. R. and KUGRENS, P. 1973. Observation on the euglenoid *Colacium* with special reference to the formation and morphology of attachment material. J. Phycol. 9: 370-383.
ROSOWSKI, J. R. and WILLEY, R. L. 1975. *Colacium libellae* sp. nov. (Euglenophyceae), a photosynthetic inhabitant of the larval damselfly rectum. J. Phycol. 11: 310-315.
齊藤 実 1982. ユーグレナ目。240~266頁。猪木正三(監修) 原生動物図鑑。講談社、東京。

エゾヤハズの四分胞子発生機構の解析 VIII. 四分胞子発生におよぼす Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} 欠如の影響

大森長朗・橋田順子

山陽学園短期大学 (703 岡山市平井1丁目14-1)

OHMORI, T. and HASHIDA, J. 1983. An analysis of tetraspore development in *Dictyopteris divaricata* VIII. Effects of Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} deficiency on tetraspore development. Jap. J. Phycol. 31: 92-96.

Tetraspores of *Dictyopteris divaricata* were normally developed in Herbst's artificial sea water (ASW). In CaCl_2 -free ASW, most of the spores died in 2 days. Cultured in ASW containing 0.03 g/l CaCl_2 for 2 days, 40% of the germlings developed into apolar ones lacking rhizoids. At a concentration of 0.12 g/l and 0.06 g/l CaCl_2 , plasmoptysis at the tip of a rhizoid and the ramification of the rhizoid were seen. In ASW containing less than 0.05 g/l KCl, spores didn't germinate and died gradually. At a concentration of 0.1 g/l KCl, 32% of germlings developed into apolar ones. As a concentration of MgSO_4 in ASW became lower, the formation of erect shoot was more inhibited. In MgSO_4 -free ASW, the erect shoot was formed in only 14% of the germlings. From the cultures of spores in Mg^{2+} -free and SO_4^{2-} -free ASW, it was proved that Mg^{2+} was indispensable for the formation of the erect shoot.

Key Index Words: apolar germlings; artificial sea water; Ca^{2+} ; *Dictyopteris divaricata*; erect shoot; K^+ ; Mg^{2+} ; SO_4^{2-} ; tetraspore development.

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

エゾヤハズの四分胞子の発生過程については、INOH (1936) および西林・猪野 (1959) が詳しく報告している。濾過海水に CaBr_2 または CaI_2 を加えた液でエゾヤハズの四分胞子を培養すると仮根の形成が抑制され (大森・宮崎・末村 1977), KCl または KBr を加えた海水溶液中では仮根が分岐する (大森・末村 1977) など、初期発生に対する高濃度の無機イオンの影響が調べられている。

今回、エゾヤハズの四分胞子を Herbst 人工海水で培養したところ、濾過海水の場合と全く同じように発生することがわかったので、 CaCl_2 , KCl, MgSO_4 のいずれか一つを含まない人工海水、およびそれぞれについて濃度を低くした人工海水で胞子の培養を試みた。この実験によって初期発生に対する Ca イオン、K イオン、Mg イオンの影響を調べることができたのでその結果を報告する。

材料と方法

本研究では1982年5月24日、6月6日および6月21日に岡山県玉野市渋川において採集されたエゾヤハズ

(*Dictyopteris divaricata*) の四分胞子を用いて実験を行なった。採集後藻体を一晩暗所に放置し、翌日濾過海水 (SW) を満たした大型シャーレ中に浸して四分胞子を放出させた。2時間以内に放出された胞子を遠沈して集め、実験を行なった。純水を用いて normal な人工海水 (ASW, Table 1) を作り、この中で胞子を培養して濾過海水の場合と比較観察した。次にこの人工海水から CaCl_2 だけが 0.49, 0.25, 0.12, 0.06, 0.03, 0 g/l, KCl だけが 0.4, 0.2, 0.1, 0.05, 0.03, 0 g/l および MgSO_4 だけが 1.6, 0.8, 0.4, 0.2, 0 g/l と少なくなった人工海水を作り、胞子発生に対する影響を調べた。

さらに MgSO_4 -free 人工海水で培養した場合には、直立苗 (erect shoot) の形成が抑制されたので、この効果が Mg^{2+} か SO_4^{2-} か、どちらの欠如によるものかを明らかにするために Mg^{2+} -free, SO_4^{2-} -free の人工海水 (Table 1) を作って胞子の培養を行なった。光は自然光で培養温度は $17.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ であった。培養はすべて小型シャーレ (径 6 cm) を使用し、培養液は各シャーレに 7 ml ずつ入れた。

Table 1. Artificial sea waters (ASW).

Component	Normal medium (g/l)	Ca ²⁺ -free (g/l)	K ⁺ -free (g/l)	MgSO ₄ -free (g/l)	Mg ²⁺ -free (g/l)	SO ₄ ²⁻ -free (g/l)
NaCl	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
KCl	0.8	0.8	—	0.8	0.8	0.8
MgSO ₄	3.2	3.2	3.2	—	—	—
Na ₂ SO ₄	—	—	—	—	3.8	—
MgCl ₂	—	—	—	—	—	2.6
CaCl ₂	0.98	—	0.98	0.98	0.98	0.98

1 ml of 4.94% NaHCO₃ per 100 ml of ASW is added.

Table 2. Development of tetraspores cultured for 6 days with SW and CaCl₂-varied ASW.

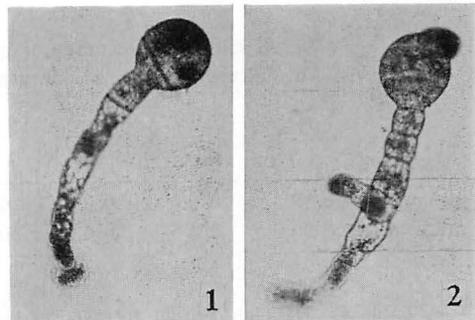
	SW	CaCl ₂ concentration (g/l) in ASW						
		0.98	0.49	0.25	0.12	0.06	0.03	0
survival (%)	92.0	86.0	95.0	82.5	77.0	45.0	4.0	0.0
germination (%)	98.0	99.0	99.0	99.5	100.0	100.0	—	—
apolar germling (%)	0.5	0.5	1.0	2.0	0.5	2.5	40.3	—
erect shoot (%)	93.8	90.8	87.5	89.0	76.0	56.2	—	—

Apolar germling is counted after 2 days culture.

結 果

人工海水中での四分孢子発生：人工海水中でエゾヤハズの四分孢子を培養し、初期発生を観察した。培養後20時間ぐらいで孢子は一端から突起を出し始めた。次に第一分割壁が突起の伸出方向に対して直角の方向に形成されて孢子は2細胞に分けられた。突起は生長して仮根となる。孢子の部分が2～4細胞に分かれた後、その頂端部が隆起してくる。この頂端部の隆起は隔壁によって仕切られ、その後細胞分裂をくりかえして生長し、直立苗 (erect shoot) に発達する。以上のような人工海水中での四分孢子の発生は、その生残率、発芽率、発生様式および発生速度などすべてが濾過海水で培養した場合と同じであった (Fig. 3)。

CaCl₂ の四分孢子発生に対する影響：CaCl₂ が 0.98 (ASW), 0.49, 0.25, 0.12, 0.06, 0.03 および 0 g/l の人工海水で孢子を培養した。0.12～0.98 g/l では培養6日後の生残率は 77.0～95.0% であったが 0.06 g/l では培養1日後で生残率 78.5%, 培養6日後で生残率 45.0% と、孢子の生存に著しい影響を与えた。0.03 g/l では培養1日後で 56.0% が死滅し、0 g/l (Ca²⁺-free) では培養1日後で 67.5% が死滅し、培養2日後ではほとんどすべての孢子が死滅した。0.06～0.98 g/l では生き残っている孢子の発芽率には大きな差はみられなかったが、0.03 g/l では培養2日後の発芽率は



Figs. 1-2. Germlings of *Dictyopteris divaricata* cultured in CaCl₂-deficient ASW. 1. A germling showing plasmoptysis at the tip of a rhizoid in 0.06 g/l CaCl₂ ASW for 3 days. 2. A germling with a ramified rhizoid in 0.12 g/l CaCl₂ ASW for 7 days.

64.7% と低くなった。そしてこの時、発芽している孢子の 40.3% は仮根を形成しない apolar な発芽体であった。0.25～0.98 g/l では濾過海水中の場合と同じように erect shoot が形成された。培養6日後の erect shoot の形成率は 0.12 g/l では 76.0%, 0.06 g/l では 56.2% と、CaCl₂ が極端に少なくなると低くなっていった (Table 2)。

0.12, 0.06 g/l では仮根の先端から原形質を吐出しているのが観察された (Fig. 1)。原形質吐出を起こしているものの割合は培養6日後で 0.12 g/l では 39.0

%, 0.06 g/l では 64.0% であった (Table 3)。原形質吐出を起こした場合、その後吐出を起こした細胞は死滅するようになる。また、吐出はみられないが、仮根の先端が黒っぽくなっているものも観察された。仮根の分岐は濾過海水で培養した場合でも培養 6 日後に 3.5% ほどみられるが、CaCl₂ 0.12, 0.06 g/l では 22.5%, 21.5% となり、CaCl₂ が極端に少なくなると仮根が分岐してくるものが多くなった (Table 3)。この場合、仮根の先端部で原形質吐出を起こした後に、分岐してくる発芽体が多かったので、吐出のために壊死してしまった仮根の代償として、仮根分岐が起こったものと思われる (Fig. 2)。

KCl の四分孢子発生に対する影響: KCl が 0.8 (ASW), 0.4, 0.2, 0.1, 0.05, 0.03 および 0 g/l の人工海水で孢子を培養した。0.05 g/l 以下では時間の経過とともに死滅する孢子が増えていった。培養 1, 3, 7 日後の生残率は 0.05 g/l では 92.5%, 63.0%, 23.5%, 0.03 g/l では 88.5%, 47.5%, 16.0%, 0 g/l (K⁺-free) では 84.0%, 35.0%, 6.0% となり、外液の K⁺ の希薄さが徐々に四分孢子の生存に影響してくることが明

らかになった。0.2 g/l 以上では孢子の発芽に大きな影響はみられなかったが、0.1 g/l では培養 7 日後の発芽率は 50.8% と低くなり、仮根を形成しない apolar な発芽体が 32.0% と多くなった (Table 4)。erect shoot の形成率は 0.2 g/l でやや低くなり、0.1 g/l では erect shoot を形成したものは皆無であった。0.05 g/l 以下になると発芽が著しく抑制され、分割壁形成や仮根の伸長も観察されなかった。

MgSO₄ の四分孢子発生に対する影響: MgSO₄ が 3.2 (ASW), 1.6, 0.8, 0.4, 0.2 および 0 g/l の人工海水で孢子を培養した。0 g/l (MgSO₄-free) の培養でも培養 6 日後の生残率は 77.0%, 発芽率は 94.0% であり、濾過海水中で培養したものとあまりかわらなかった。erect shoot の形成率は MgSO₄ の濃度が低くなるにつれて下がり、MgSO₄-free では erect shoot を形成したものは極めて少なく 14.0% となった (Table 5, Fig. 4)。この erect shoot 形成の抑制が Mg²⁺, SO₄²⁻ のどちらのイオンの不足によるものかを調べるために Mg²⁺-free, SO₄²⁻-free の人工海水 (Table 1) を作り、孢子を培養した。濾過海水, normal

Table 3. Percentage of plasmoptysis and ramification of rhizoids in culture at various concentrations of CaCl₂ for 6 days.

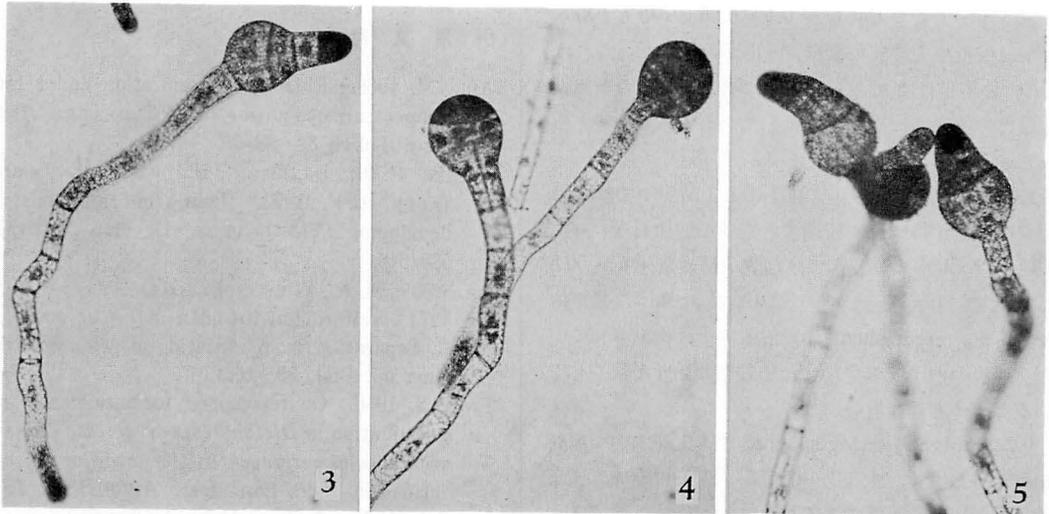
	SW	CaCl ₂ concentration (g/l) in ASW						
		0.98	0.49	0.25	0.12	0.06	0.03	0
plasmoptysis (%)	0.0	0.0	0.0	6.0	39.0	64.0	—	—
ramification (%)	3.5	0.6	0.5	2.5	22.5	21.5	—	—

Table 4. Development of tetraspores cultured for 7 days with SW and KCl-varied ASW.

	SW	KCl concentration (g/l) in ASW						
		0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.03	0
survival (%)	68.0	68.0	67.5	59.0	54.0	23.5	16.0	6.0
germination (%)	95.5	92.0	91.5	91.0	50.8	6.0	—	—
apolar germling (%)	0.5	1.1	1.1	3.8	32.0	—	—	—
erect shoot (%)	43.5	43.5	36.5	27.5	0.0	—	—	—

Table 5. Development of tetraspores cultured for 6 days with SW and MgSO₄-varied ASW.

	SW	MgSO ₄ concentration (g/l) in ASW					
		3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0
survival (%)	96.0	94.0	61.6	90.0	87.5	80.0	77.0
germination (%)	100.0	100.0	95.7	99.0	98.5	95.5	94.0
apolar germling (%)	0.0	1.8	2.2	1.5	1.5	2.1	1.6
erect shoot (%)	95.5	90.5	73.9	83.0	61.0	42.0	14.0



Figs. 3-5. Germlings of *Dictyopteris divaricata* cultured for 7 days. 3. A germling in normal ASW. 4. Germlings without erect shoot in MgSO_4 -free ASW. 5. Germlings with erect shoot in SO_4^{2-} -free ASW.

Table 6. Effect of Mg^{2+} and SO_4^{2-} on erect shoot formation in culture for 6 days with SW and ASW.

	SW	ASW	MgSO_4 -free ASW	Mg^{2+} -free ASW	SO_4^{2-} -free ASW
erect shoot (%)	78.5	78.5	0.5	3.5	82.0

な人工海水, MgSO_4 -free 人工海水, Mg^{2+} -free 人工海水および SO_4^{2-} -free 人工海水でそれぞれ6日間培養した後で胞子を観察すると, 生残率, 発芽率, 仮根の形成および伸長には差はみられなかったが, erect shoot の形成に大きな差がみられた。erect shoot の形成率は SO_4^{2-} -free 人工海水では82.0%と, 濾過海水や normal な人工海水の場合と同じであったが (Fig. 5), Mg^{2+} -free 人工海水では3.5%となり erect shoot を形成したものは非常に少なくなった (Table 6)。このことから erect shoot の形成には Mg^{2+} が必要であることがわかった。

考 察

海藻の初期発生には無機イオンが大きな役割を演じていると考えられている。ALLEN, JACOBSEN, JOAQUIN and JAFFE (1972) は *Pelvetia* 卵の細胞内イオン濃度を受精後24時間にわたって測定した結果, Mg^{2+} , Ca^{2+} は変化しなかったが K^+ は Cl^- とともに約2倍に増加することを報告している。 K^+ および Cl^- の増加は発生のために必要な酵素を活性化したり, 細胞内浸透圧を増加させるのに役立っているだろうと

述べている。*Fucus* および *Pelvetia* 卵の極性軸の決定と無機イオンとの関係は ROBINSON and JAFFE (1975) および NUCCITELLI and JAFFE (1976) によって報告されており, Ca^{2+} が極性軸の決定に深くかかわっていることが指摘されている。

0.03 g/l CaCl_2 の人工海水中では, エゾヤハズスの四分胞子は24時間以内に半数以上死滅してしまう。この培養液では Cl^- は多量に存在するが, Ca^{2+} のみが著しく少なくなっているため, 胞子の生存には Ca^{2+} が必要であることが明らかになった。これは Ca^{2+} が細胞壁の構築, 細胞膜の保持や透過性, 原形質コロイドの水和性に影響するなど多くの重要な役割を持っているためであると思われる。培養2日後の0.03 g/l CaCl_2 の人工海水では, 生存し発芽している胞子のうち40.3%が仮根を形成しない apolar な発芽体であった。0.06 g/l CaCl_2 では直立苗 (erect shoot) も培養6日後に56.2%のものが形成しただけであり, 仮根形成や erect shoot の形成にもある濃度以上の Ca^{2+} が必要であることがわかった。ジベレリンおよびカイネチンを含む海水で *Fucus* 卵を培養すると, その仮根に原形質吐出がみられることを ABE (1969) が報告して

いる。本研究でも CaCl_2 が 0.12, 0.06 g/l の人工海水中では仮根の先端部で原形質吐出がみられた。これは Ca^{2+} の不足により、生長しつつある仮根端の細胞膜の保持や透過性に異常をきたしたためであると考えられる。

KCl の濃度が 0.05 g/l 以下の人工海水中では、培養日数が増すにつれて死滅する胞子が増加していった。0.1 g/l KCl の人工海水では培養 7 日後発芽率が 50.8 % と低く、しかもその中の 32.0 % が apolar な発芽体であった。erect shoot の形成も完全に抑制されていた。外液中の K^+ が少ないため細胞の活性が低下しているためかもしれない。

0.2 g/l MgSO_4 や MgSO_4 -free の人工海水中で培養を行なった場合、生残率、発芽率、仮根の形成、細胞分裂などは全く正常であるが erect shoot は形成されなかった。*Fucus* 卵を SO_4^{2-} -free 人工海水で培養すると、仮根形成率が 10% に下がること (CRAYTON, WILSON and QUATRANO 1974) が報告されているが、本研究では SO_4^{2-} -free 人工海水におけるエゾヤハズの四分胞子の初期発生には異常はみられず、erect shoot も濾過海水中的のものと全く同じように形成された。しかし、 MgSO_4 の代わりに Na_2SO_4 を用いた Mg^{2+} -free の人工海水中では、 MgSO_4 -free の場合と同じように erect shoot は形成されなかった。それゆえ、erect shoot の形成には Mg^{2+} が必要であることが明白である。この場合、 Mg^{2+} の欠如により光合成に支障をきたし、その結果 erect shoot が形成されなかったのか、あるいは erect shoot の形態分化に直接 Mg^{2+} がかかわっているのかは今後の研究により明らかにしてゆきたい。

引用文献

- ABE, M. 1969. Rhizoid differentiation under low temperature condition in *Fucus* eggs. Bot. Mag. Tokyo 82: 53-55.
- ALLEN, R. D., JACOBSEN, L., JOAQUIN, J. and JAFFE, L. F. 1972. Ionic concentrations in developing *Pelvetia* eggs. Develop. Biol. 27: 538-545.
- CRAYTON, M. A., WILSON, E. and QUATRANO, R. S. 1974. Sulfation of fucoidan in *Fucus* embryos II. Separation from initiation of polar growth. Develop. Biol. 39: 164-167.
- INOH, S. 1936. On tetraspore formation and its germination in *Dictyopteris divaricata* OKAM., with special reference to the mode of rhizoid formation. Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1: 213-219.
- 西林長朗・猪野俊平 1959. アミジグサ科植物の生活史について I. アミジグサ, エゾヤハズ, オキナウチワの四分胞子発生. 植物学雑誌 72: 261-268.
- NUCCITELLI, R. and JAFFE, L. F. 1976. The ionic components of the current pulses generated by developing furoid eggs. Develop. Biol. 49: 518-531.
- 大森長朗・宮崎志津子・末村枝利子 1977. エゾヤハズの四分胞子発生機構の解析 II. CaBr_2 , CaI_2 による仮根形成の抑制. 藻類 25: 49-53.
- 大森長朗・末村枝利子 1977. エゾヤハズの四分胞子発生機構の解析 III. KCl, KBr による仮根の分岐. 山陽学園短期大学研究論集 8: 47-50.
- ROBINSON, K. R. and JAFFE, L. F. 1975. Polarizing furoid eggs drive a calcium current through themselves. Science 187: 70-72.

ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究—III アカモク¹⁾

寺脇利信*・野沢治治**・新村 巖***

* 電力中央研究所生物環境技術研究所水域生物部 (270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646)

** 鹿児島大学水産学部 (890 鹿児島市下荒田 4-50-20)

*** 鹿児島県水産試験場生物部 (892 鹿児島市錦江町 11-40)

TERAWAKI, T., NOZAWA, K. and SHINMURA, I. 1983. Studies on morphogenesis in the early stages of *Sargassum* (Phaeophyceae, Fucales). III. *Sargassum horneri*. Jap. J. Phycol. 31: 97-101.

This paper presents the results of studies on morphogenesis in the early stages of *Sargassum horneri* cultured in the sea. Embryos developed the linear first leaf. When plants attained about 2 cm in total length, the leaf became linear to spatulate in shape with the pinnatiparted margin which characterized *S. horneri*. Stems of this species grew taller than that of *S. piluliferum* and *S. patens*. Leaves developed spirally on the stem. Later, older leaves fell off successively. When plants attained about 10 cm in total length, dichotomously divided spines were observed on the surface of the stem and simple spines were observed on the stalk and midrib of leaves. When the total length of the plants reached about 20 cm, lateral branches formed from the leaf axil were observed, and the holdfast became scutate discal in shape.

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

Toshinobu Terawaki, Aquatic Biology Department, Bio-Environment Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, 1646 Abiko, Chiba, 270-11 Japan; Koji Nozawa, Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima, 890 Japan; Iwao Shinmura, Biology Department, Kagoshima Prefectural Fisheries Experimental Station, 11-40 Kinko-cho, Kagoshima, 892 Japan.

筆者らは、ホンダワラ属・*Phyllotrichia* 亜属のママタワラ *Sargassum piluliferum* (TURNER) C. AGARDH (寺脇ら 1982) および *Schizophycus* 亜属のヤツマタモク *S. patens* (TURNER) C. AGARDH (寺脇ら 1983) の初期形態形成について報告した。今回は、*Bactrophyucus* 亜属に分類されているアカモク *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH について報告する。

材料と方法

培養方法および観察方法は前報 (寺脇ら 1982) と同じ要領で行なった。

母藻は、昭和54年5月15日、鹿児島湾中央部の桜島町袴腰において採集したアカモクで、多数の生殖器床を備えていた。採集した母藻を大型クーラーで保冷し、鹿児島県水産試験場へ持ち帰った。母藻は5月19日に

卵を放出した。翌5月20日、受精卵を養殖網へピペットで採苗後、4トン水槽で育苗し、7月6日 (採苗後48日) その養殖網を坊津町久志地先へ沖出しして、海中養殖を開始した。

結 果

培 養 経 過

採苗後の培養経過を Fig. 1 に示した。放出卵は 8 核が散在しており、楕円形ないし卵形を示し (Fig. 2), 30個体平均の大きさが $328 (\pm 27) \times 271 (\pm 26) \mu\text{m}$ であった。採苗4日後には、幼胚の下端から約16本の仮根が伸出していた (Fig. 3)。採苗後のタンク内育苗は、施設の制約等もあって、光、温度、流量等に関して必ずしも適正条件を満たしたものではなかったが、8日後 1.2 mm, 17日後 5.9 mm そして40日後 7.8 mm に達した。しかし、7月6日の沖出し直前に巻貝類の被害によると思われる葉体の損傷が認められたことも

¹⁾ 本論文は寺脇の鹿児島大学大学院修士論文の一部である。

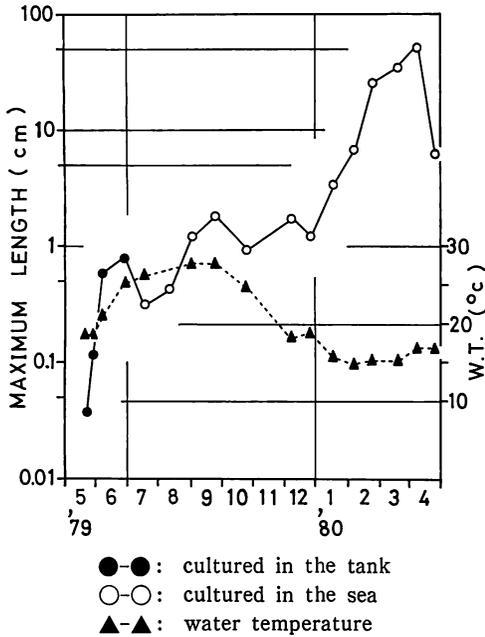


Fig. 1. Growth of *Sargassum horneri*.

影響してか、沖出し後の7月20日には3.1 mmとなっていた。以後、順調な生長を示し、9月下旬に1.8 cmに達した。その後再び、葉体の損傷や減少、生長停滞が認められ、魚類による食害と推察されたため、11月9日に瀬々串漁場へ移植した。移植後は生長を回復したが、7~11月に得られた試料は、先端の切れた不完全なものが多かった。翌年4月7日に最大50 cmに達し、その後藻体は流失した。

観 察 結 果

生長経過における長さ別の形態的特徴は、概略以下の通りであった。

全長約1 mm：第1葉の形態は、やや扁圧した円柱形を示し、葉幅が0.2 mm程度であった (Figs. 4, 15)。全長3~4 mm：第1葉は、やや扁圧の度合いが増し、葉幅が0.2~0.3 mmとなった (Fig. 5)。全長5~6 mm：第1葉が幅0.4 mm程度の線形を示し、その基部付近から第2葉が形成され始めていた (Figs. 6, 16)。全長7~8 mm：第3葉までがみられた (Figs. 7, 17)。第1葉が長さ約6 mm、葉幅0.4~0.5 mmの線形で全縁なのに対し、第2、第3葉では縁辺が羽状に浅く裂け、切れ込みが認められるようになった。全長1~2 cm：葉は茎上にらせん状に配列され、線形ないしへら形で羽状深裂し (Figs. 8, 18)、茎先端の形成初期の葉にも羽状の切れ込みが既にあらわれていた。葉の中

肋は、やや隆起し葉の頂端下で消失していた。全長3~5 cm：葉は羽状深裂し、切れ込みが中肋近くまで達していた (Fig. 9)。茎の上部と葉柄には棘状突起がみられた。茎の先端から次々と葉が形成され、茎自体が次第に伸長していくのが認められた (Figs. 10, 19)。全長7~10 cm：長さ4~5 cm、葉幅約1.5 cmの葉を備え、茎が軽くよじれていた。茎面には縦溝が通り (Figs. 11, 20)、先端の二分する棘状突起が密生し (Fig. 12)、葉の中肋と葉柄には先端の二分せぬ一列の小棘がみられた。附着器の表面にしわが現われ始めていた。全長約20 cm：茎の先端付近では、葉の下部が膨張して円柱状の気胞を形成し始め (Figs. 13, 21)、葉腋から側枝²⁾が伸出しており、茎同様に羽状深裂する葉をらせん状に形成していた (Figs. 14, 22)。附着器は直径約1 cmで、しわの多い特徴的な仮盤状を示していた。

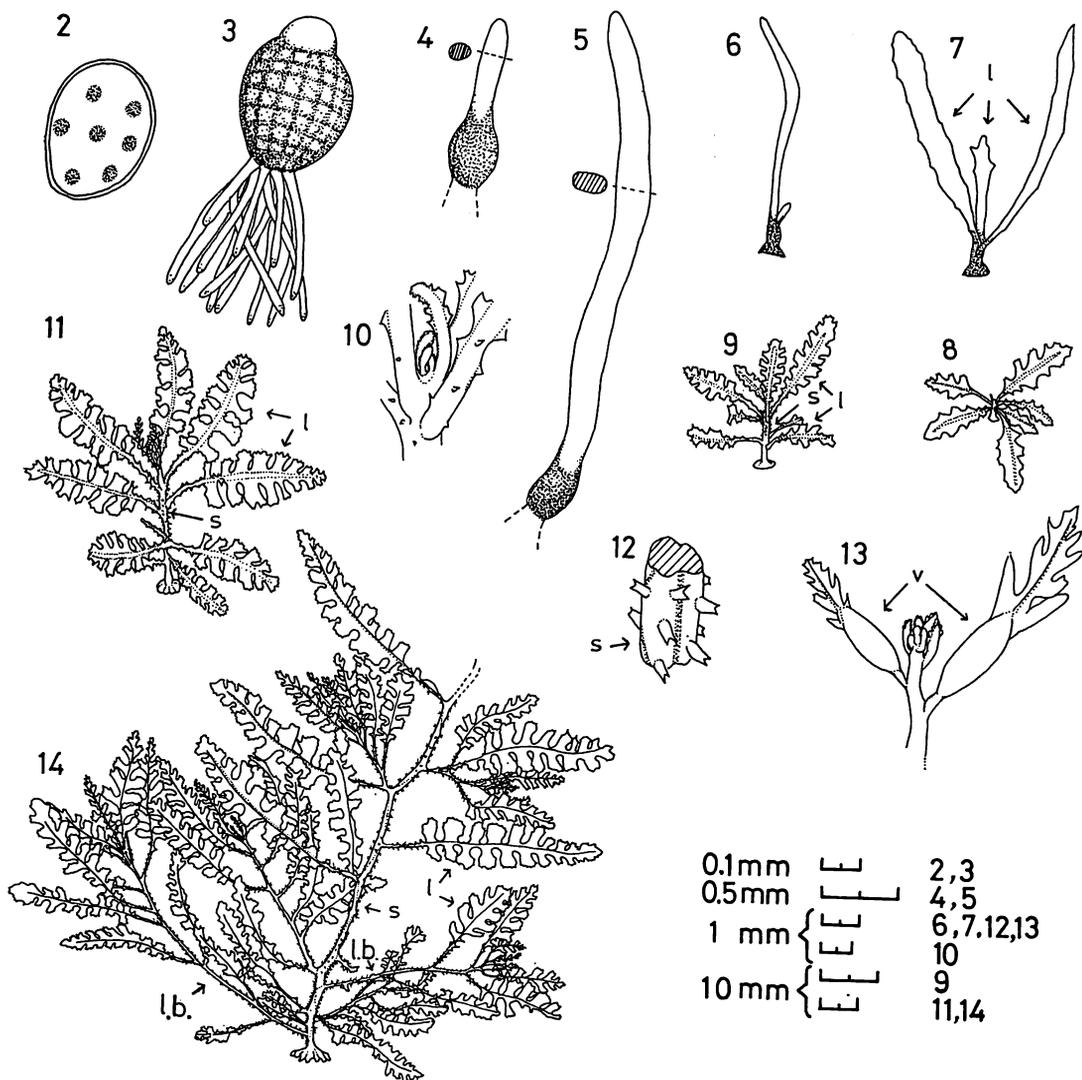
以上のように、全長約20 cmに達したものは、今回観察できなかった生殖器床を除けば、母藻の有する形質を現わしていた。その後養殖によって全長約50 cmまで生長したが、生殖器床を備えた試料は得られなかった。

考 察

本種は、猪野 (1947) によると放出卵が卵形ないし楕円形で、8核が散在し、大きさが264×198 μmであり、幼胚の下端から8本の第1次仮根に続いて8本の第2次仮根を伸出するため、卵放出後6日目頃には16本の仮根を有するようになる。今回の観察結果も、それとほぼ一致した。ただ、放出卵の大きさが、猪野 (1947) の報じたものに較べやや大きく、河本・富山 (1968) の報じた326×250 μmに近かった。

アカモクの形態形成に関して河本・富山 (1968) は、全長5 mm程度から第1葉が平たくなり、第2葉以降で葉縁が鋸歯状を呈することを報告しているが、第4葉以降については触れていない。それ以外に、その後のアカモクの形態形成に関する報告は見当たらないようであるが、本研究により、その概要を明らかにすることができた。すなわち、本種の初期形態形成の特徴は次のようにまとめられる。

幼胚から形成された第1葉は、やや扁圧した円柱形²⁾ 遠藤 (1907) および岡村 (1956) は、本種の茎から形成された枝を側枝と表現し、主枝という言葉を用いていない。本研究でも、それに従って他種との比較を行なった。すなわち茎の頂端部から形成された枝を主枝、それに対し、茎または主枝の葉腋から形成された枝を側枝と表現する。

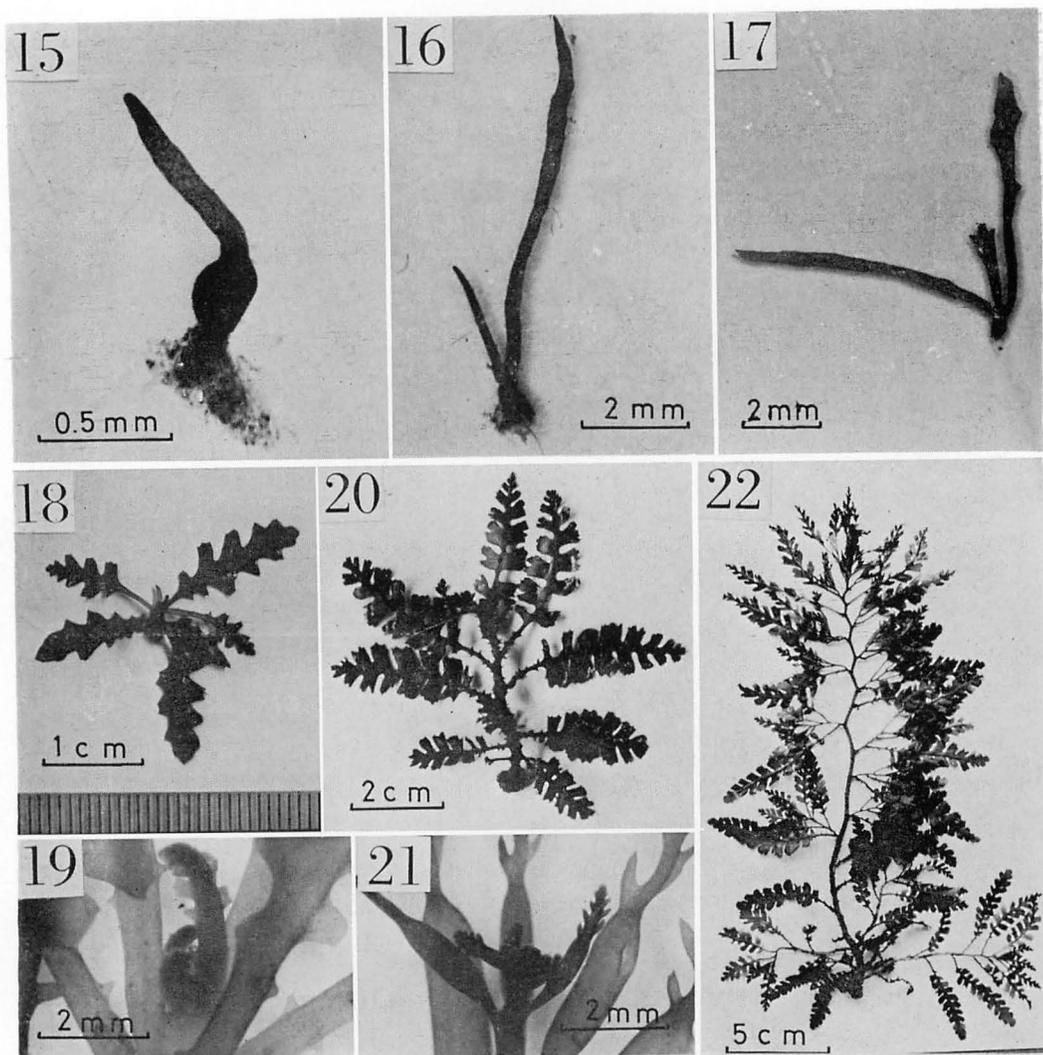


Figs. 2-14. Morphogenesis of *Sargassum horneri*. 2. Egg released from receptacle; 3. Four days old plant after sowing; 4. After 8 days, development of first leaf; 5. After 12 days, development of first leaf; 6. After 17 days, plant with first leaf and bud of second one; 7. After 40 days, development of pinnatilobed leaves; 8. After 202 days, plant with pinnatiparted leaves; 9. After 243 days, development of stem; 10. Top of stem; 11. After 264 days; 12. Stem with dichotomously divided spines; 13. After 282 days, development of vesicles at top of stem; 14. Development of lateral branches and scutate discal holdfast, after 282 days. Leaf (l); lateral branch (lb); stem (s); vesicle (v).

で、全長 5~6 mm に達するところから葉幅 0.4 mm 程度の線形となった。第 1 葉が全縁であるのに対し、第 2 葉以降では縁辺が羽状に浅く裂け、切れ込みが認められるようになり、全長 1~2 cm に達したものでは、アカモクに特徴的な羽状深裂した線形ないしへら形の葉が、茎上にらせん状に形成されている。以後、茎の先端から次々と葉が形成され、茎自体が次第に伸長する。全長 3~5 cm で茎上部と葉柄に棘状突起がみられ、

全長 7~10 cm に達すると茎面に二叉する棘状突起が、また葉の中肋には二叉しない一列の棘状突起が形成される。全長 20 cm に達すると、付着器が仮盤状を示し、葉腋から側枝が形成され、茎の先端付近では葉および葉の下部が膨張した気胞が形成される。

本種の初期形態形成の過程には、マメタワラ (寺脇ら 1982)、ヤツマタモク (寺脇ら 1983) のそれとの間に大きな相違点が認められる。その第 1 点として、本



Figs. 15-22. Morphogenesis of *Sargassum horneri*. 15. After 12 days, development of first leaf; 16. After 17 days, plant with first leaf and bud of second one; 17. After 40 days, development of pinnatilobed leaves; 18. After 202 days, plant with pinnatiparted leaves; 19. After 243 days, top of stem; 20. After 264 days; 21. After 282 days, development of vesicles at top of stem; 22. Development of lateral branches, after 282 days.

種では茎の頂端から葉または気胞を形成しつつ、茎自身が大きく伸長するのに対し、マメタワラとヤツタモクでは全長2~3cmに達すると茎の伸長が緩慢になり、その頂端から形成された主枝が大きく伸長して、発生1年後でも茎の長さが僅か1cm程度である点があげられる。第2点として、本種では側枝が茎に形成された葉の葉腋から形成され、マメタワラとヤツタモクのように茎の頂端から主枝が形成されない点があげられる。そのため、本種では成体の全長がほぼ茎の長さで表わされるのに対し、マメタワラとヤツタモク

の場合には、ほぼ主枝の長さで表わされることになるようである。第3点として、マメタワラとヤツタモクの場合、主枝と側枝とは同様の形態であるが、茎とこれらの枝とは著しく異なった形質を備えているのに対し、本種では、茎と側枝が同様の形質を備えている点があげられる。以上の点などから、本種では第2葉が全縁であり、第2、第3葉では羽状の切れ込みがやや浅く明瞭でないものの、形態形成の過程において、茎に形成される葉と側枝に形成される葉とを区別する必要があるとは思われなかったため、初期葉という言葉を用いなか

った。

このように、本種の初期形態形成には特異的な点が認められる。また、猪野 (1947) が仮根形成の面から、須藤 (1948) が受精時の精子侵入場所の面から、本種のホンダワラ属中における特異性を報じている。一方、アカモクの近縁種シダモク *S. filicinum* もアカモク同様に仮盤状の付着器から単条の茎が伸長していること (沢田 1955), および、シダモクに酷似するが生殖器床の性状が異なるというシダモク (?) も、アカモク同様の胚発生を行なうこと (沢田 1956) が知られている。これらの種類の初期形態形成もアカモクと同様の経過を示すものと想像されるが、この点については、今後、材料を得て観察する必要がある。また、アカモクは *Bactrophyucus* 亜属中でも特異性を示す種であるようなので、今後、同亜属中の他種に関しても研究を進めなければならないと思われる。

終りに、御校閲をいただいた北海道大学理学部助教授吉田忠生博士に厚くお礼を申し上げる。また、本論文を作成するにあたり、有益な御助言と御配慮をいた

だいた電力中央研究所生物環境技術研究所長中村宏博士および同水域生物部長下茂繁博士に謝意を表する。

引用文献

- 猪野俊平 1947. 海藻の発生。北隆館, 東京。
 河本良彦・富山 昭 1968. ホンダワラ類の増殖に関する研究-I クレモナ化繊糸による採苗, 培養について。水産増殖 16: 87-95。
 岡村金太郎 1956. 日本海藻誌第2版。内田老鶴圃, 東京。
 沢田武男 1955. シダモクに関する二三観察。九大農芸誌 15: 71-76。
 沢田武男 1956. シダモク (?) に関する観察及びその胚発生。九大農芸誌 15: 541-549。
 須藤俊造 1948. ホンダワラ類の受精に就て。植維 61: 34-36。
 寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1982. ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究-I ママタワラ。藻類 30: 305-310。
 寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983. 同上一II ヤツマタモク。藻類 31: 38-43。
 遠藤吉三郎 1907. 莫語花。裳華房, 東京。

賛助会員

- 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北4西6 毎日札幌会館内
 阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔
 海藻資源開発株式会社 160 東京都新宿区新宿1-29-8 財団法人公衆衛生ビル内
 協和醗酵工業株式会社バイオ事業本部バイオ開発部 100 東京都千代田区大手町1-6-1
 大手町ビル
 全国海苔貝類漁業協同組合連合会 108 東京都港区高輪2-16-5
 K. K. 白壽保健科学研究所・原 昭 邦 173 東京都板橋区大山東町32-17
 有限会社 浜野顕微鏡 113 東京都文京区本郷5-25-18
 株式会社ヤクルト本社研究所 189 東京都国立市谷保1769
 山本海苔研究所 143 東京都大田区大森東5-2-12
 秋山 茂商店 150 東京都渋谷区神宮前1-21-9
 弘学出版株式会社 森田悦郎 214 川崎市多摩区生田8580-61
 永田克己 410-21 静岡県田方郡菰山町四日町227-1
 神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1
 有限会社 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103

山本弘敏*・鳥居茂樹**： エナガオニコンプ，オニワカメ，フウチョウワカメの新産地 Hirotooshi YAMAMOTO, Shigeki TORII: New records of *Laminaria diabolica* f. *longipes* MIYABE et TOKIDA, *Alaria fistulosa* POSTELS et RUPRECHT and *A. paradisea* (MIYABE et NAGAI) WIDDOWSON in Hokkaido

1982年4月14日，利尻島の利尻町沓形種富町沖合い400 mで，コンブ養殖用ロープ筏のフロートにコンブ属 (*Laminaria*) の1種とアイヌワカメ属 (*Alaria*) の2種が着生しているのを利尻町役場の安達克幸氏が見つけた。当地区の水産技術普及指導所の安住芳雄氏が調べたところ，発見されたコンブ属の1種の葉状部は当地に繁茂するリシロコンブ (*Laminaria japonica* var. *ochotensis*) に似ているけれども，茎状部が異状に長いこと，又，アイヌワカメ属は本来当沿岸に分布していないこと，などにより筆者の一人，鳥居に種の同定を依頼してきたものである。

これら標本のうち，コンブ属の1種は葉長 330 cm，葉幅 21 cm，中帯部は 6 cm でかなり明瞭，葉状部の基部はくさび形をなしている。茎状部は長さ 39 cm，直径 1.3 cm で下端はほぼ円柱状である。葉状部と茎状部に球形の粘液腔道をもっている。

北海道周辺海域に産するコンブ属植物の中で，茎状部がこのように長い種類としてはエナガコンブ (*L. longipedalis*)，ヒメコンブ (*L. longipes*)，エナガオニコンプ (*L. diabolica* f. *longipes*) が知られている。エナガコンブは中帯部が不明瞭なことで，またヒメコンブは匍匐枝をもつことで本標本と異なっているが，本標本はエナガオニコンプのこれまでの記載 (MIYABE 1926, 永井 1936, TOKIDA 1954) とほぼ一致する。

アイヌワカメ類似の海藻は2種見られたが，その内の1種は成体で，葉長 750 cm，葉幅 80 cm，中肋は中空で 1.5~14 cm ごとに隔壁をもっている。これらの形状からオニワカメ (*Alaria fistulosa*) であることが容易にわかった。他の1種は幼体であるが，葉長 120 cm，葉幅 4.5 cm，中肋は実質，成実葉は長さ 3.0 cm，幅 0.5 cm で生長の極く初期のように見うけられる。この成実葉と同じ所に長さ 7.5 cm，幅 1.1 cm，上部に向かって漸次不明瞭になる中肋をもつ中性羽枝と思われる葉片を付けている。本標本はこの中性羽枝の存在によりフウチョウワカメ (*Alaria paradisea* = *Pleuropterum paradiseum*) である (WIDDOWSON 1971) と推察される。

今回見つかった種の北海道周辺における記録をみる

と，エナガオニコンプとオニワカメ* は千島及びサハリン (樺太) 南端の西能登呂岬付近から (MIYABE 1926, 宮部 1934, 永井 1936, TOKIDA 1954)，フウチョウワカメは千島から (NAGAI 1940) 報告されているが，北海道沿岸で生育が確認されたのは初めてである。なお，オニワカメの漂着は広範囲に見られるようで，オホーツク海沿岸では時々観察されるとのことである (川嶋 1972)。又，日本海側では寿都から利尻島，礼文島にかけての沿岸で打上げがあったことが報

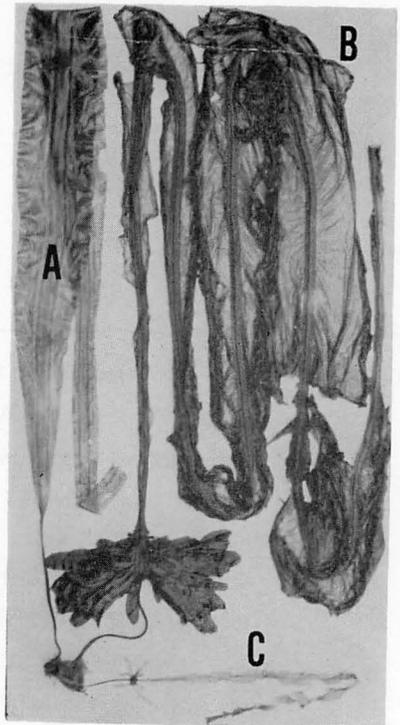


Fig. 1. A photograph showing Laminarian and Alarian specimens collected at Rishiri Island. A. *Laminaria diabolica* f. *longipes*; B. *Alaria fistulosa*; C. *Alaria paradisea*. (Specimens preserved in glycerin). $\times 1/20$.

* YENDO (1919) と岡村 (1936) は産地として北見および釧路をあげているが，道立網走水産試験場長，川嶋昭二氏からの私信によれば，これは漂着地の記録ではないか，ということである。

告されており(福原 1969), 噴火湾入口の南茅部町沿岸では1981年7月18日に打上げ個体を得られている。

サハリン(樺太)南部沿岸の水温は北上する対島暖流の影響を受けて, 夏季 18°C ぐらいにまで上がるが, 最南端の西能登呂岬付近だけは寒流の湧昇流により夏季でも 6~8°C であるという(MIYABE 1926, TOKIDA 1954)。西能登呂岬付近は, このような水温の条件から, 完全な寒流域の千島に分布する種がみられる特異的な海域といわれている。

この西能登呂岬から宗谷海峡をはさんで南西約 100 km にある利尻島は対島暖流に洗われるため夏季 20°C 以上になるが, 冬季には寒流の影響がおよび 2°C ぐらいにまで下がる。この状況を反映して, ハイミル, スギモク, ハネソゾなどの暖流系の種が生育する一方, ナガマツモ, エゾインゲ, ハケサキノコギリヒバのような寒流系の種もみられ(金子・新原 1970), 暖寒両流系種の混生海域といえるが, 総体的には暖流の力がかなり上まわっているように見受けられる。

このような海域では海流の時々の勢力の変化につれて海藻の分布の境界も変ることは予想されるところではあるが, これまで知られていなかった寒流系の大型海藻 2 種と 1 品種の生育が同時に確認されたことは当地域の植生の変動を知る上で貴重な記録と考え報告する次第である。

引用文献

- 福原英司 1969. 北海道の日本海沿岸に打上げられたオニワカメについて。藻類 17(3): 126~127.
- 金子 孝・新原義昭 1970. 利尻島の海藻。北水試月報 27(5): 167-178.
- 川嶋昭二 1972. 釧路のさかなと漁業(内, 釧路の海藻)。釧路叢書 13: 223-322. 釧路市.
- MIYABE, K. 1926. On the occurrence of a certain Behring and Kurile species of Laminariaceae in a small isolated region off the southern extremity of Saghalien. Proc. Third Pan-Pacific Sci. Congr.: 954-958.
- 宮部金吾 1934. 北海道及び樺太の昆布科植物に就て。北海之水産 61: 15-19.
- 永井政次 1936. オニコンプの一変型種と其成因に就て。科学 6(11): 464-466.
- NAGAI, M. 1940. Marine algae of the Kurile Islands I. Jour. Fac. Agri., Hokkaido Imp. Univ. 46(1): 1-137.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌。内田老鶴圃, 東京.
- TOKIDA, J. 1954. The marine algae of southern Saghalien. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 2(1): 1-264.
- WIDDOWSON, T. B. 1971. A taxonomic revision of the genus *Alaria* GREVILLE. Syesis 4: 11-49.
- YENDO, K. 1919. A monograph of the genus *Alaria*. Jour. Coll. Sci., Tokyo Imp. Univ. 43(1): 1-145.
- (* 041-15 北海道茅部郡南茅部町字臼尻 152 北大水産学部臼尻水産実験所, ** 097 稚内市宝来 4-5-4 北海道立稚内水産試験場)

中沢信午: マリモの各種言語名 Singo NAKAZAWA: Different terms in different languages for the spherical aggregate of freshwater *Cladophora*.

淡水産のマリモ (*Cladophora sauteri*) およびその近縁種の球形集合体は、日本のみならず北アメリカ、ヨーロッパ、シベリアなどにも分布し、各国語または民族語によって異なる名称で呼ばれている。表1はそれらを紹介したものである。ただしロシア語については確実な用語が得られなかったので、友人であるSPIRIN博士(ソ連科学アカデミー蛋白質研究所)に依頼して調査してもらった結果、ロシア語としては特に名称がなく、単にその属名で*Cladophora*と呼ぶにすぎないとの話であった。それをもあわせて、名称の出典を引用文献に示すこととする。また出典については

マリモに対する各語に1文献ずつ採用したが、もちろん他にも多数の文献がある。アイヌ語については便宜上2種の文献を列举した。

文 献

1. 知里真志保 1953. 分類アイヌ語辞典第1巻植物篇。日本常民文化研究所, 東京。
2. DAILY, F.K. 1952. *Cladophora* balls collected in Stenben County, Indiana. Bull. Univ. Bot. Studies 10: 141-143.
3. ERIKSSON, S. 1936. Omsjöbollar. Meddelanden från Värmlands naturhistoriska förening 9: Karlstad, Sid. 25-27.
4. GÖPPERT, H.R. 1883. Über die sogenannte Meerballe. 60. Jahresber. d. Schles. Gesell. f. varterl. Kultur, V, 1882. S. 141.
5. 服部四郎編 1964. アイヌ語方言辞典。岩波書店, 東京。
6. KEISSLER, K.V. 1901. Beitrag zur Kenntniss des Phytoplankons des Zeller-See in Salzburg. Arch. Hydrobiologie und Planktonkunde 5: 339-350.
7. KINDLE, E.W. 1934. Concerning "lake balls and coal balls". Amer. Mid. Nat. 15: 752-760.
8. SAUVAGEAU, M.C. 1893. A propos d'une nouvelle note sur les pelotes marines par M. William Russel. J. Botanique 7: 95-96.
9. SCHRÖDER, B. 1920. Über Seeballe. Naturwissenschaften 8: 799-803.
10. SPIRIN, A. 1983. Personal information. (990 山形市小白川町 1-4-12 山形大学理学部生物学教室)

表1. マリモの各種言語名

言語	名称	文献
日本語	マリモ marimo	
アイヌ語	ト・カリブ tó-carip	1
	ト・ラサンベ tó-rasanpe	1, 5
英語	lake ball	7
	<i>Cladophora</i> ball	2
ドイツ語	Seeknödel	6
	Seeball	9
	Faselball	9
	Meerball	4
	Wasserkugel	9
フランス語	pelote marine	8
オランダ語	zeeballon	9
イタリア語	motolino	9
スウェーデン語	sjöboll	3
ラテン語	pila stagnalis	9
ロシア語	<i>Cladophora</i>	10

—学会録事—

新入会

賛助会員

(有) シロク商会

Foreign Membership

260 千葉市春日 1-12-9-103

0472-46-7897

Michall A. BOROWITZKA, Environmantal & Life Sciences,
Murdoch Univ., Murdoch, W. A. 56150, AUSTRALIADirce Mithico YAMAOKA YANO, Inst. de Botanica, C. P. 4005,
01000 Sao Paulo, S. P., BRASIL

住所変更

退 会 加藤美佐子・橋爪健一郎（埼玉県）、松永裕子（千葉県）、向山 肇（神奈川県）、片山 徹・末松四郎（大阪府）、関谷公範（兵庫県）、大内俊彦（山口県）、九大農水産植物（団体会員）、全漁連海苔海藻類養殖研究センター（賛助会員）

日本藻類学会懇親会開催のお知らせ

日本植物学会第48回大会の関連集会として、懇親会を下記のように開催いたしますので、ご出席下さいますようお願い申し上げます。

1. 日 時：昭和58年10月3日（月） 18：00～20：00
2. 場 所：京都工芸繊維大学教養棟。会場は当日掲示いたします。
3. 会 費：1,000円（当日大会受付でいただきます）。

なお準備の都合上ご出席される方は9月20日（火）までに下記宛「はがき」でお申し込み下さるようお願いいたします。

〒606 京都市左京区北白川追分町
京都大学農学研究科熱帯農学専攻
水産資源学研究室

梅 崎 勇 宛

(Tel. 075-751-2111 内線 6355)

会 告

日本藻類学会第7回大会プログラム
(1983)

学会会長 岩本康三
大会会長 阪井與志雄

会 期 昭和58年7月25日(月)~7月26日(火)
会 場 室蘭プリンスホテル

日本藻類学会第7回大会プログラム

第1日目 (7月25日)

8:20 大会会長挨拶 阪井興志雄

講演 (午前の部)

- 8:30 (1) 多摩川の秋季と冬季の流下藻類
○福島 博*・小林艶子**・寺尾公子* (*東女体大, **横浜市大)
- 8:45 (2) 河川の水質評価とミカヅキモ・富山県の神通川, 井田川の場合
○浜田 仁・大塚隆幸・山田成明・広田弘毅・島田多佳志・木下 修・滝浦文明 (富山医薬大・医)
- 9:00 (3) 東北地方の酸性温泉におけるイデユコゴメの分布と生態
○長島秀行*・黒岩常祥**・福田育二郎* (*東京理大・理・生物, **基生研)
- 9:15 (4) 南極における土壌中の栄養塩と土壌藻類の生態
○秋山 優*・松田達郎**・大山佳邦**・神田啓史** (*島根大・教育・生物, **国立極地研)
- 9:30 (5) 瀬戸内海に発生する赤潮 *Chattonella antiqua* の増殖生理特性Ⅰ. 発生状況と増殖に影響を及ぼす環境因子
○渡辺 信・中村泰男 (国立公害研)
- 9:45 (6) 瀬戸内海に発生する赤潮 *Chattonella antiqua* の増殖生理特性Ⅱ. リン酸塩の摂取, アルカリホスファターゼ活性およびリン酸制限下での増殖の動力学
○中村泰男・渡辺 信 (国立公害研)
- 10:00 (7) 潮間岩礁帯の渦鞭毛藻の研究 (2) *Gymnodinium* の一新種の生活史と分類
○堀口健雄・千原光雄 (筑波大・生物科学系)
- 10:15 (8) 赤潮を構成する鞭毛藻の分類学的研究Ⅳ. 球形シャットネラ (ラフィド藻) について
○原 慶明・千原光雄 (筑波大・生物科学系)
- 10:30 (9) *Navicula oppugnata* HUST. と微細構造において類似する数種の分類群について
○真山茂樹*・小林浩司**・小林 弘* (*東学大・生物, **都中央区立有馬小)
- 10:45 (10) 海産羽状類ケイソウ *Rhabdonema ehrenbergii* FRICKE の微細構造について
○長田敬五*・小林 弘** (*日本歯科大・新潟・生物, **東学大・生物)
- 11:00 (11) テングサに着生していたケイソウ *Gephyria media* ARN. の微細構造について
○南雲 保*・片野 登** (*日本歯科大・生物, **秋田県環境技術センター)
- 11:15 (12) 函館産有節サンゴモ6種の表面微細構造及び表層剝離
○藤田大介・正置富太郎 (北大・水産)
- 11:30 (13) 8鞭毛ピラミモナス (*Pyramimonas*) における鞭毛基部装置の解析
○堀 輝三・井上 勲・千原光雄 (筑波大・生物科学系)
- 11:45 (14) 管状藻クビレミドロの精子と分類上の位置
○高原隆明*・千原光雄** (*専修大・生物, **筑波大・生物科学系)
- 12:00—13:00 昼休み

講演 (午後の部)

- 13:00 (15) チリモ類 *Netrium degitus complex* の分類学的検討・特に有性生殖の過程に見られる形質について
○大谷修司・中野武登 (広島大・理・生物)

- 13:15 (16) *Closterium ehrenbergii* の交配A群より得られた倍数体について
笠井文絵・○市村輝宜 (東大・応微研)
- 13:30 (17) 群体性緑藻 *Gonium pectorale* の性親和性の変異性と可塑性
斎藤捷一 (大阪大・教養・生物)
- 13:45 (18) 神奈川県産の *Gonium sociale* (緑藻・オオヒゲマワリ目) について
野崎久義 (慶応高)
- 14:00 (19) ホソエガサの巨大核分裂
石川依久子 (大阪大・教養・生物)
- 14:15 (20) ユーグレナのグリーンングにおける巨大プラスチドの形成
○角田修次・新倉 幹・塚田晋也・田原 誠・江原友子・長船哲斎 (東医大・微生)
- 14:30 (21) 緑藻 *Monostroma nitidum* のプロティナーゼインヒビターに関する研究, ヒト癌細胞プロティナーゼ活性におよぼす影響
○渡辺恒雄*・城武昇一**・高見沢裕吉** (*国立公害研・生理・生化, **千葉大・医・産婦)
- 14:45 (22) 赤潮 *Chattonella antiqua* の増殖とプロティナーゼおよびプロティナーゼインヒビターの研究
○渡辺恒雄*・渡辺 信** (国立公害研 *生理・生化, **海洋環境)
- 15:00 (23) 褐藻ヒバマタ及びエゾイシゲの雄性配偶子誘引活性について
○梶原忠彦・畑中顕和 (山口大・農・農化)
- 15:15 (24) ヒバマタ科植物の卵の保存, 発生におよぼす PEG, EB の影響
安部 守 (山形大・理・生物)
- 15:30 (25) Ba 塩によるフコイダンの精製法について: ネバリモ, クロモ, イロロ, ツルモのフコイタン
富士川竜郎 (比治山女子短大)
- 15:45 (26) オオハネモ (*Bryopsis maxima*) 細胞壁多糖の性質
○福土由紀子・前田昌徹 (埼玉大・理・生化)
- 16:00 (27) 地衣類, *Ramalina* (カラタチゴケ属) 数種の共生藻類, *Pseudotrebouxia* について
○井鷲裕司・中野武登・安藤久次 (広島大・理・植物)
- 16:15 (28) 日本産クリプト藻植物の培養による形態・分類学的研究
○石光真由美・千原光雄 (筑波大・生物科学系)
- 16:30 (29) 琉球産緑藻ミズタマ属植物の形態学的観察
香村真徳 (琉球大・熱帯海洋科学センター)
- 16:45 (30) 南米産サヤミドロ目
山岸高旺*・○斉藤英三** (*日大・農獣医・生物, **専修大・商・生物)
- 17:00 (31) 褐藻イワヒゲ属の新種ウツロイワヒゲ (仮称) について
○田中次郎・千原光雄 (筑波大・生物科学系)
- 17:15 (32) 褐藻ナガマツモ目の一新産種 *Acrothrix gracilis* KYLIN (キタニセモズク: 新称) について
○川井浩史・黒木宗尚 (北大・理・植物)
- 17:30 (33) イシゲの複子嚢とその遊走細胞の発生
鯉坂哲朗 (京大・農)
- 17:45 (34) 函館, 志海苔産イトフノリの生活史
能登谷正浩 (青森県水産増殖センター)

総 会 (18:00—18:30)

懇 親 会 (18:30—20:30)

第2日目(7月26日)

講演(午前の部)

- 8:30 (35) アメリカ産の *Hus* の "*Porphyra variegata*" の雌雄体について
○清水 哲・黒木宗尚(北大・理・植物)
- 8:45 (36) 故山田教授がマルバフダラク (*Halymeniopsis dilatata*) とされた紅藻について
○川口栄男・黒木宗尚(北大・理・植物)
- 9:00 (37) 淡水紅藻 *Sirodotia* に近縁な植物の新しい嚢果形成様式について
○吉崎 誠*・井浦宏司** (*東邦大・理・生物, **習志野市役所・緑化センター)
- 9:15 (38) ヒヨクソウ属(紅藻フジマツモ科)の形態並びにヒヨクソウの一新変種
梶村光男(島根大・理・臨海)
- 9:30 (39) 北海道沿岸における *Dinophysis fortii* (渦鞭毛藻) の分布動態
西浜雄二(道立栽培漁業総合センター)
- 9:45 (40) エゾアワビ稚貝の飼育用波板上における付着藻類群集の経時的变化
○鈴木秀和*・関 哲夫**・菅野 尚***・庵谷 晃*・岩本康三* (*東水大・植物, **かき研, ***東海区水研)
- 10:00 (41) 養殖アオノリの生態学的研究
○R. S. パンディー・大野正夫(高知大・海洋生物センター)
- 10:15 (42) 養殖ヒトエグサの生態学的研究
大野正夫(高知大・海洋生物センター)
- 10:30 (43) ホンダワラ科イソモクの生態学的研究
梅崎 勇(京大・農)
- 10:45 (44) 褐藻フタエモクの初期形態形成
○寺脇利信*・野沢治治**・新村 巖*** (*電力中研・生物, **鹿児島大・水産, ***鹿児島県立水試・生物)
- 11:00 (45) コンプ (*Laminaria* sp.) の自然分布の南限地帯における生活について(予報)
○川嶋昭二*・谷口和也**・大和田淳***・中庭正人**** (*道立網走水試, **東北水研, ***福島県立水試, ****茨城県立教育研修センター)
- 11:15 (46) 褐藻ホンダワラ属のヨレモク群の種について
吉田忠生(北大・理・植物)
- 11:30 (47) 利尻島におけるスジメの生態
名畑進一(道立稚内水試)
- 11:45 (48) チェーン振りによるコンプ漁場の雑海藻除去について
名畑進一(道立稚内水試)
- 12:00 (49) 北海道増毛町におけるホソメコンプ漁場について
○金子 孝・垣内政宏・松山恵二・阿部英治(道立中央水試)
- 12:15 (50) 北海道小樽市忍路湾産ホソメコンプの生長と現存量について
○阿部英治・垣内政宏・松山恵二・金子 孝(道立中央水試)
- 12:30-13:30 昼休み

シンポジウム

—海藻類の培養研究とその進展—

- 13:30 (S1) 緑藻類の培養研究とその進展
館脇正和(北大・理・海藻研)
- 14:00 (S2) 褐藻類の生活史に関する諸問題
中原紘之(京大・農・水産)

14:30 (S3) 紅藻類の培養による藻類学への貢献

増田道夫 (北大・理・植物)

15:00 (S4) 褐藻類の培養と養殖事業への貢献

三本菅善昭 (北水研・増殖)

編集委員会

7月25日 12:00-13:00 室蘭プリンスホテル

評議委員会

7月25日 12:00-13:00 室蘭プリンスホテル

座 長

(1)-(2): 秋山 優 (島根大・教育・生物)

(3)-(4): 福島 博 (東女体大)

(5)-(6): 前田昌徹 (埼玉大・理・生化)

(7)-(8): 中野武登 (広島大・理・植物)

(9)-(10): 巖佐耕三 (大阪大・教養・生物)

(11)-(12): 原 慶明 (筑波大・生物科学系)

(13)-(14): 小林 弘 (東学大・生物)

(15)-(16): 石川依久子 (大阪大・教養・生物)

(17)-(18): 市村輝宜 (東大・応徹研)

(19)-(20): 堀 輝三 (筑波大・生物科学系)

(21)-(22): 安部 守 (山形大・理・生物)

(23)-(24): 富士川竜郎 (比治山女子短大)

(25)-(26): 渡辺恒雄 (国立公害研)

(27)-(28): 斉藤英三 (専修大・商・生物)

(29)-(30): 榎本幸人 (神戸大・理・臨海)

(31)-(32): 川嶋昭二 (道立網走水試)

(33)-(34): 吉崎 誠 (東邦大・理・生物)

(35)-(36): 三浦昭雄 (東水大)

(37)-(38): 梅崎 勇 (京大・農)

(39)-(40): 徳田 広 (東大・農)

(41)-(42): 香村真徳 (琉球大・熱帯海洋センター)

(43)-(44): 大野正夫 (高知大・海洋生物センター)

(45)-(46): 大森長朗 (山陽学園短大)

(47)-(48): 田沢伸雄 (道立釧路水試)

(49)-(50): 横浜康継 (筑波大・下田臨海センター)

(S1)-(S2): 千原光雄 (筑波大・生物科学系)

(S3)-(S4): 正置富太郎 (北大・水産)

日本藻類学会第7回大会講演要旨

(1) ○福島 博*・小林鮎子**・寺尾公子*：多摩川の秋季と冬季の流下藻類

多摩川の日原川合流直前より河口付近太子橋までに本川18地点、支川12地点で1982年12月14、15日と1983年3月5、6日に調査を行った。

現存量(細胞数/河水 1 ml)は本川では秋季 0.3~44.4, 冬季 0.6~571 でとび離れた値を除くと冬季は14.3~114.0で日本の河川としては普通の値である。支川の現存量は秋季0.1~16.0, 冬季1.1~3,711で、河川によってはかなり大きい値を示す。一般に上流で合流する支川は下流で合流するものより小さい値である。

各調査地点でベックの生物指数, 清浄度, 汚濁度, 汚濁指数, シャノン多様性指数, ザプロビ指数を計算し比較を行なう。 (*東女体大**横浜市大)

(2) ○浜田 仁・大塚隆幸・山田成明・広田弘毅・島田多佳志・木下 修・滝浦文明：河川の水質評価とミカヅキモ・富山県の神通川, 井田川の場合

水質評価は重要な問題で, 水温, pH, 電導度, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{SO}_4\text{-S}$, CO, BOD, COD, 一般細菌数, 大腸菌群数などが従来調べられてきた。我々は上記の他に AGP (藻類潜在生産力) を緑藻の *Selenastrum capricornutum* を用いて調べ, DO 以下五者について水質を評価した (貧腐水性: 1, β -中腐水性: 2, α -中腐水性: 3) 平均値 (WQ) と比べたところ, 肥料工場の排水の流入する弥比川橋を省くと AGP は WQ に直線回帰をし, 良い相関を示した ($r=0.88$)。

次に川の中にいる藻類を調べたところ, 井田川, 神通川にはケイ藻が多いが, 弥比川橋から下流約 3 km にわたっては, 緑藻が多く見られ, ミカヅキモもこの間だけ観察された。腐水性からみるとこの水域では他の水域と同じく貧 β 中腐水性であるが, 総窒素量は, 丁度ミカヅキモの繁殖に都合の良い 9.0~43.5 ppm (0.6~3.1 mM) を示していた (他の水域では 9 ppm 以下)。又 P, S, については, それぞれ 0.5~1.3 ppm, 9.5~24.9 ppm となっていていずれも他の水域より多かった。従って本河川に於ては, ミカヅキモは貧腐水性ないし β -中腐水性で, しかも窒素などの無機塩類の多いところに生息しており, このような水質環境を示す

指標生物となりうると思われる。(富山医薬大・医)

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

青森, 岩手, 秋田県下の13ヶ所の温泉における水温, pH の測定と試料の採集をおこない, イデユコゴメその他の温泉藻の同定と培養を試みた。採集した試料は冷蔵して実験室に持ち帰り, 直ちに顕微鏡観察と寒天培地による培養をした。その結果, 青森県酸ヶ湯温泉の地獄沼およびふかし湯, 秋田県玉川温泉, 澄川温泉, 蒸ノ湯温泉, 岩手県藤七温泉からはイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* RK-1 型とおもわれる大きさ 2~3 μm で青緑色の球状の単細胞藻が得られた。さらに澄川温泉, 藤七温泉からは *Chroococciopsis* (イデユコゴメ・M-8 型) とおもわれる大きさ 3~6 μm で青緑色の球状の単細胞藻が得られた。これらの採集場所は, いずれも 35~40°C で, pH 1.5~3.0 という強酸性であった。次に単藻培養された藻体は生細胞のまま可視光の吸収スペクトルを測定すると, いずれも光合成色素としてクロロフィル a とフィコシアニンを含むことがわかった。また, それらの細胞を蛍光色素 DAPI (4'-diamidino-2-phenylindole) で染色し, 紫外光をあてて蛍光顕微鏡でみると, RK-1 型は細胞核と葉緑体内に棒状のヌクレオイドが, また, M-8 型は細胞核と葉緑体の周辺をとりまく環状のヌクレオイドが認められ, 両者は系統的にかなり異なっていることが推定された。

(*東京理科大・理・生物, **基生研)

(4) ○秋山 優*・松田達郎**・大山佳邦**・神田啓史**：南極における土壌中の栄養塩と土壌藻類の生態

南極大陸露岩帯の砂質土壌中の, 可溶性の栄養塩については, $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合表層土壌では, 場所により 0~185 ppm 程度の大きな差があるのに対して, 一方 $\text{PO}_4\text{-P}$ については 0.1~0.2 ppm 程度であることが知られている (Cameron, 1972)。昭和基地を中心とした大陸露岩地帯の湖沼周辺の土壌および, オングルカルベン島のペンギンルッカリー地帯の土壌について調査した結果,

1) 大陸の湖沼周辺の土壌では, $\text{NO}_3\text{-N}$ については 0.1~46.6 $\mu\text{g/g}$, 平均 9.22 $\mu\text{g/g}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ については

0.004~0.25 $\mu\text{g/g}$, 平均 0.07 $\mu\text{g/g}$ であるのに対して, ペンギンルッカリーでは $\text{NO}_3\text{-N}$ については 0.16~21.73 $\mu\text{g/g}$, 平均 4.6 $\mu\text{g/g}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ については 0.07~16.78 $\mu\text{g/g}$, 平均 2.4 $\mu\text{g/g}$ であるのが認められた。

2) このような土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ と砂質土壌表面に発生するらん藻類によるクロロフィル量との間の相関は極めて高く (0.74), 一方土壌水分とクロロフィル量との相関は (0.62), 土壌中の $\text{PO}_4\text{-P}$ との相関 (0.57) より高く, このような土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ が, 土壌水分の供給状態と密接するらん藻類による空中窒素固定と著しい関係があることを示唆している。

3) 土壌中の栄養塩のバランスからみると, 大陸部では NO_3/PO_4 の平均が 131.3, ペンギンルッカリー地帯では平均 4.8 程度となり前者ではリン酸塩が, また後者では窒素塩が制限要因として作動することが考えられる。また, ペンギンルッカリー地帯の土壌抽出液を用いた南極産の *Stichococcus* によるバイオアッセイでは, 明らかな窒素の添加効果が認められた。

(*島根大・教育・生物, **国立極地研)

(5) ○渡辺 信・中村泰男: 瀬戸内海に発生する赤潮 *Chattonella antiqua* の増殖生理特性 I. 発生状況と増殖に影響を及ぼす環境因子

海産ラフィド藻, *Chattonella antiqua* は夏期の瀬戸内海播磨灘で大規模な赤潮を形成し, 養殖ハマチの大量死をもたらす種類である。本種の赤潮は今まで昭和47年, 52年, 53年, 54年と4回発生しているが, それら発生年に非発生年と比べ水温, 塩分, DO, Chl-a, DOP 値が高く, 無機態窒素, 磷の値は非常に低くなっている。

C. antiqua の増殖特性を純粋培養下で解析した結果, 本種の最良の増殖を得られる条件は, 水温 25°C, 塩分濃度 25‰~41‰, 照度 0.04 $\text{ly}\cdot\text{min}^{-1}$ 以上, pH 7.6~8.3であった。また本種は, 窒素源としてアンモニア態窒素, 硝酸態窒素, 尿素を利用できるが, アミノ酸は利用できず, 磷源としては無機態磷を利用できるが, 有機態磷を利用することはできなかった。また, ビタミン B_{12} , キレート鉄は, 本種の増殖に必須であることがわかった。

これらの培養実験結果と現場の発生状況及び現場の平均的な栄養塩濃度を比較・検討した結果, 播磨灘における *C. antiqua* の発生には, 物理的因子としては水温が, 栄養塩としては無機態窒素, 無機態磷及びキレート鉄が重要な因子として働いていることが推測さ

れた。

(国立公害研)

(6) ○中村泰男・渡辺 信: 瀬戸内海に発生する赤潮 *Chattonella antiqua* の増殖生理特性 II. リン酸塩の摂取, アルカリホスファターゼ活性およびリン酸制限下での増殖の動力学

赤潮の発生に関わる栄養塩類の役割を解明する為には, 各栄養塩類が, どれだけの速さで, 赤潮藻類にとり込まれ, 更にとり込まれた栄養塩がどれだけ有効に増殖に利用されているのかを明らかにしなければならない。

本講演においては, *Chattonella antiqua* のリン酸摂取, アルカリホスファターゼ活性, およびリン制限下での増殖の動力学について検討を加える。

C. antiqua は光存在下, 暗黒下のいずれにおいても活発にリン酸塩を摂取し, 摂取速度は Michaelis-Menten 式で記述される。本種の half saturation constant は他の藻類で報告されている値と同程度であったが, specific maximum uptake rate は他種に比べてきわめて小さかった。

また, リン欠乏条件下においても本種はアルカリホスファターゼ活性を示さず, 有機リン酸 エステルを P-source として利用できない。

リン酸制限下の連続培養系で本種の増殖の動力学を検討したところ, 増殖速度は細胞分裂直前の cell quota と密接に関連しており, 所謂 Droop の式で記述されることが判明した。

以上の結果をふまえた上で, *C. antiqua* の赤潮発生に果すリンの役割について検討を加える。

(国立公害研)

(7) ○堀口健雄・千原光雄: 潮間岩礁帯の渦鞭毛藻の研究 (2) *Gymnodinium* の一新種の生活史と分類

タイドプールに生育する渦鞭毛藻が高密度に増殖し, 特有の日周行動をすることは先の日本植物学会第46回大会で報告した。今回取り上げる渦鞭毛藻は神奈川県三浦半島荒崎の潮間帯上部より採集分離したもので, 採集時には雲状の集塊を形成していた。生活史の研究は実験室で単藻培養株を用いて行なった。

遊走細胞は小型 (18×13 μm) で, 上錐は円錐形, 下錐は半球形を呈する。鋸板はない。日中は正の走光性を示して泳ぐが, 夕方には負の走光性となって底部に沈み, 附着して不動細胞となる。増殖は不動期に分裂により2個の遊走細胞を形成することによる。培養

条件が悪化すると厚膜の大型球形細胞となる。これを新しい培養液に移すと、7～8時間後に2個の遊走細胞を形成・放出するが、それらは通常の遊走細胞とは大きさ(25×23 μm)も形態も異なる。この大型細胞はその後2回分裂し、通常の遊走細胞となる。

本藻は、細胞外被に鋳板をもたないことおよび横溝が体のほぼ中央を取り巻くことから *Gymnodinium* に帰属する。既知種と比較した結果、新種であることが判明した。(筑波大・生物科学系)

(8) ○原 慶明・千原光雄：赤潮を構成する鞭毛藻の分類学的研究 IV. 球形シャットネラ(ラフィド藻)について

シャットネラ (*Chattonella*) は赤潮の主要構成生物の1つとして有名な藻群で、*C. subsalsa*, *C. antiqua*, *C. marina* の3種が記載されている。本邦では後者2種が西日本を中心に生育していることが確認されている。ところが数年前より *C. antiqua* による大規模赤潮が発生する2～3週間前より毎年シャットネラとよく似た球形の鞭毛藻が小規模ながら赤潮を形成することが観察されている。これを球形シャットネラあるいは球形ホルネリアと称し、その実体の究明に種々の努力が払われて来た。しかし、この藻は単に *C. antiqua* の生活史の1ステージであるか *C. antiqua* とは全く別の種類であるかの2通りの推察に意見が分れ、その分類上の扱いにこれといった見解がないまま現在に至っている。

広島水試の高山晴義氏、徳島水試の吉田正雄氏の協力で、この藻の形態的特徴を光顕、電顕で明らかにすることができ、他のラフィド藻との比較研究が可能となった。その結果、この球形シャットネラは *C. antiqua* のあるステージのものではなく、シャットネラ属に極めて近縁の未記載種であることが判明した。今回はこの球形シャットネラの微細構造・形態的特徴を紹介し、本藻の分類上の取り扱いについて言及したい。(筑波大・生物科学系)

(9) ○真山茂樹*・小林浩司**・小林 弘*：*Navicula oppugnata* Hust. と微細構造において類似する数種の分類群について

Navicula radiosa KUETZ. form. *nipponica* SKV. は Skvortzow によって琵琶湖より原記載されたものである。今回、琵琶湖産の試料を用い微細構造を観察したところ、軸域の殻心部が隆起すること、中心節の殻内面の distaff 側にふくらみが無いこと、殻縁から

殻套にかけて横ではなく縦に走るスリット状の胞紋の開口が見られることで、承名品種との相異が認められた。なお var. *radiosa* について KRAMMER (1981, 1982) は微細構造の一部を報告しているが、演者らの観察した本邦産の個体群は、これと同様であった。

N. radiosa KUETZ. var. *parva* WALLACE は光顕観察では、上記の2分類群とは全く別の分類群のように見えるが、微細構造は *N. radiosa* form. *nipponica* と全く差異の無いものであった。

N. oppugnata HUST. と同定した個体群は、Hustedt のタイプ試料 (N17/49) との光顕による比較において、同一分類群のものとしてさしつかえないものであるが、電顕による観察では *N. radiosa* form. *nipponica* および *N. radiosa* var. *parva* と類似する微細構造を示した。これら3分類群は互に密接な類縁関係にあるものと思われる。

(*東学大・生物, **都中央区立有馬小)

(10) ○長田敬五*・小林 弘**：海産羽状類ケイソウ *Rhabdonema ehrenbergii* Fricke の微細構造について

Rhabdonema 属は、無縦溝目 *Diatoma* 科に属する (SIMONSEN 1979) 海産のケイソウで、von STOSCH (1958, 1962) による一連の研究によって、不動精子による卵子生殖 (*R. adriaticum* KUETZ.), 特徴的な増大胞子の形成 (*R. minutum* KUETZ., *R. arcuatum* (Ag.) KUETZ.) などが明らかにされ、中心目と羽状目の中間に位置する分類群として重要視されてきた。しかしながら、その微細構造に関しては、HELMCKE und KRIEGER (1963) の TEM による研究以外には見当たらないように思われる。

演者らは、新潟市寄居浜から海藻に豊富に附着した *Rhabdonema ehrenbergii* FRICKE と同定できる带状群体を採集する機会をもった。これらの試料について SEM および TEM による観察を行ったところ、条線は1列の孔状胞紋 (poroid areola) からなること、殻の内側表面には発達した肋骨と、ほぼ軸域にそって配列する4～7個の唇状突起が見られること、また、半殻帯は、接殻帯環、中間帯環、連結帯環に区別でき、連結帯環を除く各帯環に見られる胞紋は小箱胞紋 (loculus) に類似した構造をもつこと、さらに、接殻帯環は細長い突起状の縫合部が殻内の肋骨に結合することによって殻と接続すること、などが明らかとなった。(*日本歯科大・新潟・生物, **東学大・生物)

(11) ○南雲 保*・片野 登**：テングサに着生していたケイソウ *Gephyria media* Arn. の微細構造について

無縦溝亜目 *Diatoma* 科に属する *Gephyria media* はテングサの表面に着生する珪藻として知られている(高野, 1961)。演者らは伊豆半島の3地点より採取されたテングサの表面に密生する本種について顕微鏡ならびに電顕を用い、殻微細構造の観察を行った。本種の殻構造についてはすでに FRICKE (1902) が顕微鏡による観察を行っているが、電顕特に走査電顕を用いた報告はなされていない。

観察の結果、帯面観においてアーチ状に湾曲した腹側の被殻の両端には楕円形の殻端小孔域があり、ここから分泌される粘液物質により付着していること、条線はその外側に径約 0.3 μm のほぼ円筒形の2列の小箱胞紋 (areola) をもつ長胞構造であり、その内側はそれぞれ円形あるいは楕円形の開口をもつこと、小箱胞紋は外側に開口し、内側は側壁の内表面から伸び出した樹枝状の構造で不完全に閉ざされること、殻帯は1列の孔列をもつ接殻帯環と同じく1列の孔列をもつ帯環、孔列をもたない帯環および1列の孔列をもつ連結帯環一の4枚で半殻帯 (cingulum) が構成されていることが観察された。

(*日本歯科大・生物, **秋田県環境技術センター)

(12) ○藤田大介・正置富太郎：函館産有節サンゴモ6種の表面微細構造及び表層剝離

函館付近の潮間帯に多産する有節サンゴモ6種について藻体の表面微細構造及び表層の剝離を走査電子顕微鏡で観察した。そのうちサンゴモ亜科サンゴモ族に属するビリヒバ、サンゴモ、エゾシコロ、ヤハズシコロ、イソキリでは表層細胞は円形又は不規則な多角形で表面が平坦であり互いに密に配列して *Corallina*-type に相当する形態を示した。また枝の先端はクチクラに厚く覆われて表層細胞は露出することがなく、さらにサンゴモ属のビリヒバとサンゴモでは毛生細胞の存在を確かめることが出来た。これに対してカキノテ亜科カキノテ族に属すウスカワカキノテでは表層細胞は同じく円形又は不規則な多角形であるが突出し互いに離れている。また枝の先端にはクチクラが殆んど存在せずそこでは細胞構造の特徴も顕著である。これらの性質によってサンゴモ族の種とは明らかに区別出来た。表層の剝離は6種すべてに見られたが、イソキリとウスカワカキノテでは著しかった。特にウスカワ

カキノテの枝の先端部では表層が連続して剝離し、頂端には常に新しい組織が現われていた。またエゾシコロの生きた藻体にマコンブの遊走子を播種したところ発芽を見るに至らなかったことから、これら表層の剝離は付着生物の排除に役立っていると考えられる。

(北大・水産)

(13) ○堀 輝三・井上 勲・千原光雄：8鞭毛ピラミモナス (*Pyramimonas*) における鞭毛基部装置の解析

最近、より進んだ緑藻類の中に3つの進化系列が認識され、それらの祖先型は鱗片でつまれた緑色鞭毛藻であろうと予想されるようになった。両者の系統関係を評価する形質の一つとして、鞭毛装置構造が取り上げられている。今回ピラミモナス属の8鞭毛種について、その基部装置を電顕的に解析した。

8個の鞭毛基部は長方形の短辺に沿って3個づつ、中心に位置するシニストソームをはさんで2個が、ほぼ対称的に配位する。これは、同じ属の4鞭毛種における基部複製直後の8個の基部配位と同じである。基部は、複雑に分岐した有紋繊維系によって相互が、そしてまたシニストソームに結びついている。8個のうち7個の基部は、さらに別タイプの短辺2つと長辺1つにまたがって伸びるコの字型の太い繊維束で結びつけられている。この繊維系を欠く長辺側には常に核が、繊維系の走る長辺側の背後には大形の鱗片貯溜槽が存在する。シニストソームの底面下を起点として4本の微小管根系が、2本づつ反対方向に伸びるが、その中の1本は少なくとも小形の鱗片貯溜槽に接近する。現在まで知られるところでは、ここに報告する鞭毛装置構造が緑色藻類の中では最も複雑なものである。

(筑波大・生物科学系)

(14) ○高原隆明*・千原光雄**：管状藻クビレミドロの精子と分類上の位置

クビレミドロ *Pseudodichotomosiphon constrictus* は沖繩の潮間帯の砂泥地に生育する緑色の管状藻である。山田 (1932) は最初にこの藻を *Vaucheria constricta* 種名でフシナシミドロ属の一員として記載したが、後に山田 (1934) はチョウチンミドロ属 *Dichotomosiphon* との類似性を認め、新たにクビレミドロ属 *Pseudodichotomosiphon* を設立した。現在クビレミドロ属の分類上の位置に関しては異なる二つの見解がある。一つは緑藻のチョウチンミドロ科に所属させるもので、他の一つは黄緑色藻のフシナシミドロ科に

所属させるものである。そこでわれわれはこの藻の分類上の位置をより明確にする目的で、重要な分類形質の一つである精子について観察を行った。

クビレミドロの造精器は3月から4月にかけて生じ、内部には無色の精子が多数形成される。興味あることに、造精器の内容の大部分は精子に分化することなく、緑色の原形質塊として残存する。造精器の先端から放出された精子はやや細長の西洋梨型で、3~4 μm \times 1.5 μm と小さく、腹面にやや短かい前方にのびる鞭毛とやや長い後方にのびる鞭毛をもつ。不等長鞭毛を備えるこの精子の形態は黄緑色藻のフシナンミドロ属の精子のそれによく類似する。この観察結果とわれわれが先に報告した藻体の微細構造 (HORI *et al.*, 1979) および色素組成 (YOKOHAMA, *et al.*, 1980) の結果を総合すると、クビレミドロは黄緑色藻のフシナンミドロ科に所属させるのが妥当と考えられる。

(*専修大・生物, **筑波大・生物科学系)

(15) ○大谷修司・中野武登：チリモ類 *Netrium digitus complex* の分類学的検討・特に有性生殖の過程に見られる形質について

チリモ類 *Netrium digitus complex* について、有性生殖の観察を行い、その過程に現れる種々の形質の比較、検討を行った。1) 栄養細胞の大きさ、長さとの比から grouping された4群で、それぞれ有性生殖を観察した。全ての群で配偶子は半細胞の形が非対称であり、対合すると、配偶子のほぼ中央部に球形から楕円形で、胞子膜が3層から成る接合子を形成した。2) var. *digitus* に同定された群の交配様式は homothallic であり、配偶子は台形に近い形態を示し、接合子はほぼ完全な球形で、胞子膜第2層は平滑であった。3) var. *lamellosum* に同定された群は、栄養細胞の大きさから Type L-L (大)、Type L-M (中)、Type L-S (小) の3群が区別されたが、接合子はいずれも胞子膜第2層にしわを有していた。Type L-L では heterothallic な Type L-L-A, homothallic な Type L-L-C が見出された。Type L-L-C は接合子の最外層に厚い粘質層を有すること、接合子が対合した配偶子の端部においても形成されることから、他の群から区別された。Type L-M は heterothallic, Type L-S は homothallic であった。Type L-S の栄養細胞は var. *digitus* と var. *lamellosum* の中間的形態を示したが、接合子膜第2層にしわを有することから var. *lamellosum* と同定することが妥当と考えられた。4) *Netrium digitus complex* において、交

配様式、接合子の形態など、有性生殖の過程で見られる形質は、栄養細胞の形態と共に分類基準として有効であると考えられる。(広島大・理・植物)

(16) 笠井文絵・○市村輝宣：*Closterium ehrenbergii* の交配群 A より得られた倍数体について

C. ehrenbergii の交配群 A に属する + クローン R-11-4 (長さ 254.0 μm , 幅 54.2 μm) と - クローン M-16-4b (長さ 282.3 μm , 幅 57.3 μm) の交配より得られた接合子から発芽した発芽個体を分離・培養し交配型を決定する過程で、ルーベでも普通の A 群とは明らかに区別できる程大きな4クローン (A5-15/A5-16, A5-17/A5-18) が得られた。A5-15 の細胞の長さは 386.3 μm , 幅は 73.2 μm で A5-16 の細胞の長さは 347.7 μm , 幅は 72.8 μm であった。これらのクローンは A5-15 と A5-16, A5-17 と A5-18 のそれぞれが単一の接合子から発芽したもので、他の単一の接合子から発芽した2つの F₁ クローンがほとんど + と - の交配型であったのに対して、これらは両方とも - と - の交配型を示した。A 群の + クローン 77-15-78 と交配させると正常な接合子を作り、これらの接合子は正常な発芽過程を経て発芽した。発芽時の減数分裂は群間の場合のような非同調的な染色体は見られず一見正常のように思われるが、対合がどのように起っているかなど詳しい点についてはなお研究を要する。減数分裂像より染色体数を求めると、A5 クローンの染色体数は普通の A 群の約2倍になっていると思われた。A5 と 77-15-78 との間の F₁ 個体の生存率は 66~79% と、A 群の普通のクローン間の場合と変わらなかった。しかし増殖の悪いクローンが多いように思われた。交配型の分離については、単一接合子より発芽した2クローンがほとんどの場合 + と - の交配型を示し通常の場合と変わらなかった。また F₁ クローンの大きさは両親の大きさの間で様々な値を示した。

(東大・応微研)

(17) 斎藤捷一：群体性緑藻 *Gonium pectorale* の性親和性の変異性と可塑性

定数群体性の緑藻 *Gonium pectorale* (ボルボックス科) を八重山諸島、沖縄本島の水田土壌から分離した。この無菌クローン株の栄養増殖、生殖過程の比較実験、および交配実験による性親和性の有無などから、3つの交配群 I, II, III の存在が認められた。さらにこの交配群 I のクローン間に性親和性の程度の差から、A, B の2つのタイプの存在が考えられた。

今回はこの交配群Ⅰに着目して、これに属するクローンのサブクロン株、接合子の発芽からえられたクロン株による交配実験を行った。その結果、1)クロンによっては著しくその生殖能力の消失することが認められた。2)同一クロンのサブクロン株の間で性親和性に差違が生じていた。3)交配群Ⅰの発芽クロンによる交配実験からも、性親和性の差違が認められた。

以上の結果から性親和性の変異とその可塑性に関して考察を試みたい。(大阪大・教養・生物)

(18) 野崎久義：神奈川県産の *Gonium sociale* (緑藻・オオヒゲマワリ目) について

本邦産の *Gonium sociale* (DUJARDIN) WARMING に関しては山岸ら (1982) が山中湖より採取した報告があるが、その詳細な報告はいまだない。本種は4個の細胞が互いにその被鞘の突起で結合した方形の群体を有することを特徴としている。

演者は神奈川県横浜市港北区日吉の慶応義塾高校内の池より採取した泥から *G. sociale* を分離・単藻培養し、その形態と生殖を観察したのでその結果を報告する。尚、培養条件は温度約 20°C、照度約 4000 lux; 14:10 LD であり、培地と有性生殖の誘起法は NOZAKI (1983) の *Eudorina elegans* EHR. の報告に準じた。(慶応高)

(19) 石川依久子：ホソエガサの巨大核分裂

蛍光染色により *Acetabularia calyculus* (ホソエガサ) の巨大核の減数分裂を経時的に観察することができた。

カサノリの研究は長い歴史をもつにも拘らず、巨大核の分裂については、Koop (1979) が紡錘糸形成による分裂であることを発表している以外に全体像はみられておらず多くの疑問が残されて来た。カサノリの生活環を通じての核挙動は多くの未解決課題を含んでおり藻類の核挙動が既存概念からはみ出す多くの課題をもつことを示唆している。

ホソエガサの生活環における核挙動を顕微鏡レベルで明らかにするため、蛍光顕微鏡、BH2-RFK 型を用い巨大核を観察した。カサの発達過程および明暗サイクルと対応させて藻体をサンプリングし、一個体ずつ実体顕微鏡下で巨大核を単離し、グルタルアルデヒドで固定し、DAPI 染色をおこなった。約 200 個体の観察結果から分裂過程の染色体の行動をとらえることができた。

巨大核の分裂後、多数の二次核を生じるが二次核の分裂過程も同時に明瞭に観察された。一方、巨大核から多数の核様粒子が放散されることを既に報告したが、単離核の染色により核様粒子と巨大核染色体とのかかわり合いが観察された。この粒子の存在意義等について考察を加える。(大阪大・教養・生物)

(20) ○角田修次・新倉 幹・塚田晋也・田原 誠・江原友子・長船哲斎：ユーグレナのグリーンングにおける巨大プラスチドの形成

Euglena gracilis var. *bacillaris* をハットナー培地で3日間振盪培養し、同じ新鮮培地に (1.0×10^4 cells/ml) 移して暗所振盪培養を行うと72時間で 1.2×10^6 になる。この細胞に 150 ft-c の白色連続光を照射すると葉緑体の発達がおこる、光照射直後 (0 時間細胞) のプラスチドの個数は平均 11.6 個であった。18 時間細胞ではプラスチドの個数が最小になり (平均 5.1)、細胞分裂の終りには (3.5×10^6 cells/ml) 再びその個数は 11.6 に増加した。この時プラスチドの個数分布は左右対称の曲線を示した。連続切片法—電顕によりプラスチドの微細構造を観察すると10時間細胞にプロメラボデイが形成された。18時間細胞に形成される巨大プラスチドは葉状で (長さ 16 μ m) 個数は細胞当たり 1~2 個であった。またチラコイドの発達もみられた。蛍光顕、電顕 (連続切片法) 観察により巨大プラスチドの形成はプラスチド相互の融合によることが示唆された。次に、光有機培地条件 (Photoorganotrophic) で同調培養し Cell Cycle 中での葉緑体の挙動を追跡した結果、明期 3 時間に巨大葉緑体が一時的に形成されることが判った。いずれの場合にも巨大化したプラスチド、葉緑体が核の周囲に近接した後、その分裂が開始される共通の現象を見出した。

(東医大・微生)

(21) ○渡辺恒雄*・城武昇一**・高見沢裕吉**：緑藻 *Monostroma nitidum* のプロティナーゼインヒビターに関する研究。ヒト癌細胞プロティナーゼ活性におよぼす影響

ヒト癌細胞のプロティナーゼに対するプロティナーゼインヒビターの親和性を利用して制癌物質を癌細胞に高濃度に付着させるアフィニティー療法を開発することを目的としてプロティナーゼインヒビター制癌剤複合体を創製することを試みている。その第1段階としてヒト絨毛癌細胞のプロティナーゼに対する阻害物質を海洋生物、今回は緑藻から探索し性質を検討した結

果を報告する。

妊娠性絨毛癌細胞株 HCCM-5 の細胞を 37°C, 5% CO₂ 培養器内で静置培養し, 増殖した癌細胞から中性プロティナーゼの検出を試みた。活性測定はフィブリン平板, α-カゼイン, トリペプチド合成基質, S-2444, S-2251 および S-2288 を基質として用いて行なった。

新視のプラスミンインヒビターは海産の緑藻 *M. nitidum* (ヒトエグサ) から抽出, 精製し, 耐熱性等の性質を調べ, ヒト絨毛癌細胞にセリンプロティナーゼおよびプラスミノゲンアクチベータが存在していることを見出した。絨毛癌細胞には藻類から得られたプラスミンインヒビターによって阻害効果が認められる中性プロティナーゼが3種類, 阻害が認められないものが2種類存在していることが判明した。

ヒト妊娠性絨毛癌細胞にセリンプロティナーゼが存在していることが明らかになり, 藻類から得られた異なる性質をもつインヒビターの作用を調べることによりクローン化に成功したヒト癌細胞の基本特性を知ることが可能になった。

M. nitidum には, 5種類のプロティナーゼインヒビターが存在し, 65°C 30分間の熱処理ではインヒビター活性の低下は認められなかった。

(*国立公害研生理生化学, **千葉大・医・産婦)

(22) ○渡辺恒雄*・渡辺 信** : 赤潮 *Chattonella antiqua* の増殖とプロティナーゼおよびプロティナーゼインヒビターの研究

ラフィド藻 *Chattonella antiqua* の純粋培養下での増殖特性を検討した結果, 水温 25°C 付近, pH 7.6~8.3 でよく増殖することが明らかになった。*C. antiqua* が海洋で赤潮を形成するのは水温の高い時期に多く種々の外部環境要因がはたらいているものと推察されているが, 内在する増殖に関与する因子についての知見は少ない。我々は内在する増殖に関与すると推定される生体制御因子を見いだすことを目的に検討をおこなってきた。異常増殖をする例としてはヒト癌細胞が詳細に研究され, 癌細胞の増殖および増殖抑制に中性プロティナーゼとプロティナーゼインヒビターが関与していることが明らかにされてきている。今回は *C. antiqua* の増殖期 (最大増殖期の約7日前) と死滅していく時期 (最大増殖期の約7日後) の藻体を材料に選り内在する中性プロティナーゼとプロティナーゼインヒビターについてを検討した。10°C の低温条件下ではプロティナーゼ活性はほとんど認められなかった。25°C の条件下でプロティナーゼ活性が最も高い

値を示すものが見い出され, セリンプロティナーゼインヒビターにより活性が阻害されることから, このプロティナーゼは中性セリンプロティナーゼであろうと推定した。37°C で高い活性を示すプロティナーゼの中で, セリンプロティナーゼインヒビターで活性阻害を受けるプロティナーゼが1種類見い出された。これらの中性プロティナーゼが *C. antiqua* の増殖にどのように関与しているかを現在検討中である。

(国立公害研*生理・生化学, **海洋環境)

(23) ○梶原忠彦・畑中頭和 : 褐藻ヒバマタ及びエゾイシゲの雄性配偶子誘引活性について

海藻の雌性細胞が雄性細胞を誘引することは古くから知られ, ヒバマタ (*Fucus*) の雌性配偶子が雄性配偶子を誘引することは, Thuret により1845年に既に報告されている。この興味ある生理現象は, Cook らの先駆的研究により, 成熟した雌性配偶子が揮発性物質を分泌し, 雄性配偶子がそれに感応するためと説明された。しかし, その誘引物質については超微量生理活性物質であるため近年まで不明のままであった。MÜLLER が化学者の協力をえて雌雄異株の褐藻 *Fucus serratus* の雄性配偶子誘引活性物質は fucoserratene [(3E, 5Z)-octa-1, 3, 5-triene] であることを明らかにし, 種々の分野の研究者の注意をひいている。

演者らは, 雌雄同巢の褐藻 *Fucus evanescens*, *Pelvetia wrightii* においても, 雌性配偶子が雄性配偶子を誘引するために誘引活性物質が海水中に分泌される事を報告している。ここでは, fucoserratene 及び関連化合物を有機合成し, 高純度の合成品の *Fucus*, *Pelvetia* の雄性配偶子誘引活性を各々比較することにより, 種特異性, 誘引阻害活性などについて検討した。

(山口大・農・農化)

(24) 安部 守 : ヒバマタ科植物の卵の保存, 発生におよぼす PEG, EB の影響

ポリエチレングリコール (PEG) を用いて, ヒバマタ科植物の未受精卵を長期保存 (約1年) することができる。したがって放卵時期の異なるヒバマタ (5月末~6月末) とエゾイシゲ (8月~翌年1月) との間の交雑実験が可能となる。交雑の結果 (ヒバマタ♀×エゾイシゲ♂), 細胞壁の形成がみられたが, 仮根の分化はみられなかった。PEG はまた, 未受精卵の細胞融合, 細胞壁の修飾にも利用することができる。

エバンスブルー (EB) は受精後20分以内の細胞壁を染色するので, 受精率の迅速測定に利用できる。また,

EB 染色によって無極性の胚が形成される。EB 染色および無極性胚形成の機構について論議する。

(山形大・理・生物)

(25) 富士川竜郎：Ba 塩によるフコイダンの精製法について：ネバリモ、クロモ、イロロ、ツルモのフコイダン

フコイダンは、精製法が確立していないことが一因で、今日尚不明な点の多い褐藻硫酸多糖の一つである。著者はフコイダンを調製中、Ba 塩が粗フコイダンとかなりの沈殿を作るを見出し、これを精製法としてまとめ得た。以下はその実験と結果である。

方法 表記海藻のそれぞれより、CPC を用いて従来の方法で一旦粗フコイダンを調製し、次に粗フコイダン溶液を用いて、Ba 塩を使用する精製の操作と手順を検討し、得られた標品を分析し比較した。

結果 得られた精製手順の概要は、粗フコイダン溶液→Ba 塩添加 (0.1 M まで)→沈殿物を高速遠心分離→ K_2SO_4 添加 (Ba^{2+} に対してやや過剰)→ $BaSO_4$ の高速遠心分離→透析→エタノール沈殿→精製フコイダン、となった。粗フコイダンからの沈殿物の収量は種によってかなり異なっていたが、共通して粗フコイダン溶液の着色を減少し得、ウロン酸の反応は沈殿物では強く、精製フコイダンでは微弱であった。しかし構成中性単糖の種類と電気泳動のパターンは粗フコイダンと精製フコイダンとはほぼ同様であった。以上より、海藻抽出液を CPC 処理後 Ba 塩処理することは、アルギン類と着色物をフコイダンから分離する一般的な方法になり得ると考えられる。(比治山女子短大)

(26) ○福土由紀子・前田昌徹：オオハネモ (*Bryopsis maxima*) 細胞壁多糖の性質

非セルロール性植物として著名な管状緑藻のうち、「オオハネモ」の細胞壁を構成する多糖を高度に純化し、得られたキシランを中心とした種々の多糖の性質を比較検討をして、これらの細胞壁における存在様式について考察した。

乾燥藻体を稀アルカリ及び稀酸の熱溶液で短時間処理をして得られた繊維状物質を低温でアルカリに溶解し、アルコールを加えて壁多糖を得た。加水分解物中には、少量のグルコースの存在を認めることから、グルコキシランであろうと見なされたが、硬質ゲルを用いたアルカリ条件下でのゲル滲過クロマトグラフィーのプロフィールでは、分子量分布が不均一で、また、各画分でもグルコース含有量が異なるなどの異質の性

質が認められた。それ故、ゲル滲過と熱水処理によって懸濁する成分を除去する方法を併用して、クロマトグラフィー的に均一性の高い画分としてキシランを得た。このキシランは左旋性を示し、ゲル滲過クロマトグラフィーによる推定分子量は、約45,000~48,000であった。また、純化の過程において得られた各画分の多糖は、構成単糖の含有比、旋光度などの諸性質において、純化したキシランとは顕著な相違が認められた。このようにして「オオハネモ」の細胞壁の構成は、組成および性質の異なる多糖類の集合体として、存在するものと考えられる。(埼玉大・理・生化)

(27) ○井鷲裕司・中野武登・安藤久次：地衣類、*Ramalina* (カラタチゴケ属) 数種の共生藻類、*Pseudotrebouxia* について

緑藻類 *Pseudotrebouxia* は ARCHIBALD (1975) によって *Trebouxia* のうち *desmoschisis* を行う種をまとめて設立された属であり、地衣類の共生藻類として報告されている。菌類と藻類の共生体である地衣類において、共生藻類が種のレベルまで報告されている例は著しく少なく、地衣類全体の約1.5%の種についてのみである。*Ramalina* (カラタチゴケ属) についても例外でなく、*R. fraxinea* (*Trebouxia xanthorhiae*: WAREN, 1918-1919) と *R. tisnea* (*T. meridianalis*: WERNER, 1965) 及び *R. sp.* (*Pseudotrebouxia galapagensis*: HILDRETH & AHMADJIAN, 1981) で共生藻類が報告されているにすぎない。

演者らは、日本に分布する *Ramalina* 18種のうち9種について共生藻類を地衣体から分離・培養し、分類学的研究を行ったので、その結果を報告する。(1)材料として用いた地衣類は *Ramalina calicaris*, *R. geniculata*, *R. commixta*, *R. crassa*, *R. yasudae*, *R. subgeniculata*, *R. roesleri*, *R. sinensis*, *R. intermediella* の9種であり、これらの地衣体から分離された共生藻類は *Pseudotrebouxia gigantea*, *P. simplex* 及び今後の検討により新種とされる可能性の大きい7種であった。(2) *R. calicaris*, *R. geniculata*, *R. subgeniculata*, *R. intermediella* はそれぞれ複数の種を共生藻類として持っていた。このような例は今日まで殆んど報告されていない。(3)9種の *Ramalina* のうち4種は少なくとも他の一種と共通する共生藻類を持っていた。(広島大・理・植物)

(28) ○石井真由美・千原光雄：日本産クリプト藻植物の培養による形態・分類学的研究

I. クリプトモナス属数種について

クリプト藻植物は系統的にはよくまとまった分類群として知られているが、その細分類は非常に困難であり、従来より研究者の間で混乱が生じていた。一方日本産のクリプト藻植物の分類学的研究はこれまでほとんどなされていない。演者らはこうした状況を考慮し、最終的には従来から問題となっている本植物群の属および種レベルでの分類形質の再評価とクリプト藻植物のフロラの充実を目的として、日本産のクリプト藻の調査を進めている。

現在、茨城県土浦市の宍塚大池および長野県菅平湿原の試料について光顕による観察を行ない、HUBER-PESTALOZZI (1950) にしたがって同定を進めており、これまでに以下の4種を確認した；*Cryptomonas ovata*, *C. platyuris*, *C. tetrapyrenoidosa*, *C. rostratiformis*。今回はこれらの形態的特徴を中心に報告する。一方これらのほかに、HUBER-PESTALOZZI の分類系および従来の文献に該当しない生物もいくつか見出されているが、それらの分類学的取扱いに関しては従来の分類形質のとらえ方に問題があるため慎重な検討を要すると考える。また演者らは両産地の試料について単離・培養も行なっているが、特に細胞外形・色調およびデンプン粒の分布等に関しては培養中に変化のみられることが多く、これらの特徴が分類形質として妥当かどうかについても言及したい。

(筑波大・生物科学系)

(29) 香村真徳：琉球産緑藻ミズタマ属植物の形態学的観察

ミズタマ属 (*Bornetela*) には球状の種と棍棒状の種がある。琉球列島には前者に属するものにミズタマ (*B. sphaerica*=*B. ovalis*)、後者に属するものにナガミズタマ (*B. nitida*)、ホソミズタマ (*B. clavellina*)、それに新産種 *B. oligospora* が産する。

球状の種と棍棒状の種を次の3点、①幼体に形成される早落性の栄養輪生枝：被膜の有無、輪生枝の形と分枝パターン等。②皮層状体 (球状部・棍棒状部)：被膜の有無、輪生枝の形成、輪生枝の分枝パターン等。③配偶子嚢と cyst：形態、cyst の大きささと数等、について詳細に観察し、2つのグループの比較を試みた。両グループには配偶子嚢の位置、輪生枝における第2次節間数や石灰沈着量が共通の性質として認められ

るが、それ以外の性質 (被膜の存在、幼体の栄養枝輪から皮層状体への移行部における輪生枝、皮層上の早落性毛状枝、cyst 膜面の模様等) は、棍棒状の種に特有である。cyst 膜面の模様を除く他の性質は、むしろフデノホ属のそれに最も類似する。球状種とフデノホ属とでは類似する点は少ない。

また、宮島と奄美大島に産するホソミズタマを、種々の点から比較検討した結果、本種はナガミズタマの変種として取扱うことがより妥当と考えられる。

(琉球大・熱帯海洋科学センター)

(30) 山岸高旺*・○斉藤英三**：南米産サヤミドロ目

南米産サヤミドロ目については HIRN (1900), BERGE (1918, 1925), TIFFANY (1930, 1937) らによる記載および GUARRERA & KÜHNEMANN (1949) によるアルゼンチン国に分布する淡水産綿藻類のリストに含まれている種についての報告がこれまでの主なものである。以降においてはとくにまとまった報告がないので、今回は演者らの1人斉藤が1981年9月より1982年4月にかけて南米の数箇所から採集したサヤミドロ目のうち、ブラジル産のものについて観察・検討した結果を報告する。

(*日大・農獣医・生物, **専修大・商・生物)

(31) 田中次郎・千原光雄：褐藻イワヒゲ属の新種ウツロイワヒゲ (仮称) について

イワヒゲ属には日本沿岸特産のイワヒゲ (*Myelophycus simplex*) と北太平洋、北大西洋産のキタイワヒゲ (*M. intestinale*) の2種が知られている。演者らは静岡県伊豆半島の数地点から、イワヒゲと同所的に生育し明らかにイワヒゲ属の新種と思われる藻類を得たのでその形態と分類について報告する。

この藻の生育期は肉眼的には3月～6月と比較的短い。4月～6月にかけて単子のうと複室生殖器官が別々の個体上にみられる。両生殖器官ともうすい皮層 (厚さ約 30 μm) 上に、体を取り巻くように形成される。単子のう (約 50×25 μm) のまわりには1列の細胞からなる側糸 (長さ 100～120 μm) が同時に形成される。複室生殖器官は厚さ 80～100 μm で、その形態はイソガワラ科のそれに似る。各生殖細胞糸の先端には1個の不稔細胞がある。

本藻と既知の2種とは以下のように識別される。イワヒゲの藻体は堅固でありその髄層は脱落しない。又体がよじれることがないので外見上容易に区別できる。

キタイワヒゲは本藻よりも大型（長さ 15~20 cm, 直径 1.5~4 mm）である。その側糸は長く（150~200 μm ）、一部が2列の細胞からなることで本藻とは明らかに区別できる。

Wynne (1969) はキタイワヒゲを、イワヒゲとは異なった体形成様式をもつものと考え、新属 (*Melanosiphon*) に移した。しかし上述の3種の初期発生を比較した結果、すべてが同じ体形成様式（多列形成）をもつことが明らかになったので、これら属はイワヒゲ属にまとめておくのが妥当であると考えられる。

(筑波大・生物科学系)

(32) ○川井浩史・黒木宗尚：褐藻ナガマツモ目の一新産種 *Acrothrix gracilis* KYLIN (カタニセモズク：新称) について

Acrothrix 属ではこれまで *A. gaacilis*, *A. novae-angliae*, *A. pacifica*, *A. norvegica* の4種が記載されており、本邦ではそのうち *A. pacifica* (ニセモズク) だけが報告されている。今回、北海道東部、厚岸において本属のタイプ種でもある *A. gracilis* と同定される藻を採集し形態学的観察を行った。

藻体は比較的保護された低潮線下の岩上またはピリヒバの上に夏期に生育する。体高は約 20 cm に達し外観はニセモズクに似るがあまり粘質でなく比較的硬い。体は上部を除き中空になり、頂毛生長する1本の中心細胞糸、髓層及び同化糸を含む皮層から構成される。同化糸は生長段階により著しく形状が異なる。即ち若い個体では上・中・下部ともほぼ等径で長い（19細胞に達する）が、成熟した個体では7~12細胞で、ほぼ等径のものほかに細い下部と片側にふくれた上部の細胞から構成される左右非相称の同化糸も見られる。生殖器官は単子のうだけが形成される。

近縁のニセモズクとは、ニセモズクでは同化糸が一般に等径でほぼ左右相称であり、またその構成する細胞もより大きい点で区別される。(北大・理・植物)

(33) 鯉坂哲朗：イシゲの複子嚢とその遊走細胞の発生

褐藻類イシゲ科のイシゲでは、日本海藻誌（岡村, 1936）に単子嚢が恩田・東氏によって発見され「遊走子嚢ハ長楕円形ニシテ枝ノ頂端ノ表面ニ形成セラル」とある。

和歌山市加太・田倉崎海岸ではイシゲが潮間帯上部に繁茂するが、上記のような単子嚢は観察されず、'81年9月に複子嚢が今回初めて観察された。

複子嚢は藻体の中部から上部の表面に斑状に形成され、わずかに盛り上がったように見える。皮層を形成する糸状細胞列の上部5~6細胞が各々眼点を持った遊走細胞に変成し先端から次々に放出される。

遊走細胞は 7.4~9.8×4.9~6.1 μm の西洋ナンシ型で、1個の眼点と1個の色素体を持ち2本の鞭毛を側生する。有性生殖行動は認められず、そのまま発芽して2~3細胞の1列細胞糸となる。始原細胞は、内容物が発芽管に移動し空になる場合が多い。発生には2型がみられる。すぐに放射状に分枝して互いに密着した偽柔組織の盤状体を形成するものと粗な分枝で盤状とはならず多数の直立枝を持つヤブ状発芽体になるものがある。また中間型として盤状体の中央からヤブ状直立枝を出すものや長い匍匐糸の数ヶ所で盤状体を形成し始めるものも見られた。盤状体から培養開始18ヶ月目の'83年4月に15°Cの長日条件下でイシゲ直立体の形成がみられた。(京大・農)

(34) 能登谷正浩：函館、志海苔産イトフノリの生活史

函館市志海苔の潮間帯に生育するイトフノリの果胞子を培養し、生活史を完結させた。

志海苔産のイトフノリは晩秋から冬にかけて高さ約10 cmの成熟体が得られる。この体より得られた果胞子を温度 20°C、照度 2000~4000 lux, 14:10 (明期:暗期) の条件で、GRUND 改変培地を用いて培養を行った。その結果、培養28日目に直径 1500 μm 、厚さ 60 μm の盤状発芽体となり、四分胞子嚢の形成が多数観察された。この体より得られた四分胞子を果胞子の場合と同じ条件で培養したところ、培養22日目に直径 530 μm の盤状発芽体となり、中央部から直立体の発出が認められた。この直立体は培養27日目には高さ 1.5~2.3 cm に達し、表面から精子の放出や受精毛の発出が観察された。培養70日目には直立体の高さは 5 cm、巾 1 mm になり、嚢果が成熟して果胞子の発出が認められた。以上の結果から、函館、志海苔産のイトフノリは Nova Scotia 産 (EDELSTEIN 1970, EDELSTIN and McLACHLAN 1971) の生活史と同じ型を示し、本邦で報告された忍路産 (MOROHOSHI and MASUDA 1980) のそれとは異なることが判った。

(青森県水産増殖センター)

(35) ○清水 哲・黒木宗尚：アメリカ産の *Hus* の "*Porphyra variegata*" の雌雄性について

Porphyra variegata (アマノリ属フタエアマノリ亜

属)は KJELLMAN (1889) により雌雄異株の藻とされ、雌だけが記載されている。殖田 (1932) は本種が日本にも存在すると報告し、雌雄異株で精子嚢は不詳とした。これに対し中村(1947)は日本の *P. variegata* は雄性部分が先熟で雌性部分が長く残る雌雄同株とした。黒木 (1977) は本種のタイプ標本が中村のいうように雌雄同株であると確認し、日本の *P. variegata* は KJELLMAN の *P. variegata* と同じとした。

一方アメリカ太平洋岸で Hus (1900, 1902) はカリフォルニアとワシントンから *P. variegata* を報告し、雌雄異株とし雌だけを記載した。HOLLENBERG と ABBOTT (1966) はこの藻は *P. occidentalis* (雌だけが知られている) の雌体ではないかと疑問を述べ、清水・黒木 (1983) は Hus の *P. variegata*, *P. occidentalis* の標本及び Monterey で採集した標本を調べて Hus の *P. variegata* は KJELLMAN のそれとは異なり *P. occidentalis* の雌体であると結論を出した。

今回はこの Hus の *P. variegata* の雌雄性について、Monterey で採集した藻の果胞子から糸状体を経て葉状体を培養した結果、雄体を得ることができ、雌雄異株であることを更に確かめたので、その結果を報告する。(北大・理・植物)

(36) ○川口栄男・黒木宗尚：故山田教授がマルバフダラク (*Halymeniopsis dilatata*) とされた紅藻について

マルバフダラク (*Halymeniopsis dilatata* YAMADA) は、故山田幸男教授が新属新種とされたムカデノリ科の紅藻であるが(猪野 1947)、その特徴についての印刷発表はついになく、わずかに教授自身によりラベルされた未熟な標本が2個体 (SAP 028654) 残されているに過ぎなかった。

演者は最近、宮崎、愛媛、静岡各県で採集された材料の中に、このマルバフダラクと考えられるものを見出し、上記の標本と比較検討した結果、間違いなく同一であることを確認し、その体の構造と生殖器官について詳しい観察を行なうことができたのでここに報告する。

本種は通常ほぼ円形の、斑入模様のあるうすい膜質の藻体を有し、体の裏面にある盤状の付着器から横にひろがる。断面観では、外層の細胞ほど小さくなる傾向のある皮層と糸状細胞性の髓からなり、髓中にはよく光を屈折する大型の星状細胞が通常の間隙にみられる。造果器と助細胞は離れて、それぞれ特別な枝

叢に囲まれて存在する。四分胞子は、皮層の細胞から横に切り出され、十字状分裂し、体に散在する。

本植物は山田教授が考えられたように新種であると思われるが、これが新属であるか否かについてはなお検討中である。(北大・理・植物)

(37) ○吉崎 誠*・井浦宏司**：淡水紅藻 *Sirodotia* に近縁な植物の新しい囊果形成様式について

真正紅藻類ウミゾウメン目植物は果胞子形成に際して受精した造果器より直接造胞糸を放出し、助細胞をもたない分類群である。カワモヅク科はウミゾウメン目に属し、本邦には集合型球形の囊果を形成する *Batrachospermum* カワモヅク属と拡散型不定形の囊果をつくる *Sirodotia* ユタカカワモヅク属の2属が知られている。

今回、青森県下北郡東通村の小河川で採集したカワモヅク類の1種の体構造、生殖器官そして囊果形成過程は次のようである。1) 体構造は中軸型である。2) 雄性生殖器官は輪生枝の頂部に形成する。3) 造果枝は輪生枝の基部細胞より生じ、3~6細胞列より成り曲る。造果器をのぞく造果枝の各細胞から短かい側生枝を生じる。4) 受精後造果器より3~4個の造胞糸を生じ、造胞糸は輪生枝の間をぬって伸長分岐する。5) 造胞糸は輪生枝の細胞や皮層系の細胞らと方々で融合しながら伸長し、やがて体表面に向って果胞子嚢を生じる。

1)~4)の特徴は *Sirodotia* の性質を満足するものであるが、5)の特徴は *Sirodotia* と異なるばかりではなく、本植物がウミゾウメン目にも所属することを許さぬものである。カワモヅクの囊果と比較しながらこの植物の詳細を報告し、あわせて分類学的位置を考察する。(東邦大・理・生物、**習志野市役所・緑化センター)

(38) 梶村光男：ヒヨクソウ属 (紅藻フジマツモ科) の形態並びにヒヨクソウの一新変種

プロカルブは永存有色毛状枝の基部から第二位の関節上に規則的に生ずる。雌性成熟関節では5個の周心細胞が交互に切り出され、向軸面に形成された第五周心細胞は中性細胞群の第一細胞を切り出し、続いて造果枝第一細胞を生ずる。成熟したプロカルブには4個細胞から成り、その先端に長い受精毛を有する1本の造果枝及び3~4個細胞から成る1個の中性細胞群とを有する。受精後造果器は2個の連絡細胞を切り出し、助細胞は癒合核を受けると間も無く1個の造胞糸第一細胞を生じ、その第一細胞から数本の造胞糸を生ずる。助細胞及び支持細胞は癒合し、造胞糸は仮軸状に発達

し、その先端細胞だけが棍棒状の果胞子のうになる。造胞糸細胞は互いに癒合する。成熟したのう果はフラスコ型で、ほぼ無柄的に存在し、1個の突出した果孔を有する。四分胞子のうは四分胞子のう托状部に生ずる。4個の周心細胞の中第二、第三周心細胞はそれぞれ2個の前胞子のう蓋細胞を生ずる。周心残余細胞は1個の四分胞子のう及び柄細胞を形成する。後に柄細胞は後胞子のう蓋細胞を1個切り出す。全ての成熟関節に於いて第二及び第三周心細胞だけが1個の胞子のうを生ずる事及び関節が螺旋状に配列する為に四分胞子のう托状部に於ける四分胞子のうの配列は十字対生型に対を為す。 (島根大・理・臨海)

(39) 西浜雄二：北海道沿岸における *Dinophysis fortii* (渦鞭毛藻) の分布状態

この数年来、北海道沿岸で起きている二枚貝の毒化には、麻痺性貝毒と下痢性貝毒がある。前者は古くから世界的に広く起きているものであり、渦鞭毛藻の *Protogonyaulax* 属の藻が原因である。後者は最近その存在が証明されたものであり、*Dinophysis fortii* がその主原因であることが安元ら (1980) によって既に明らかにされている。

筆者は1980年から1982年まで、北海道沿岸における *D. fortii* の分布動態を調査した。*D. fortii* は4月に北海道南西部に初めて出現し、5~6月には日本海側に、7~8月にはオホーツク海側へ、その分布域が移動する傾向がみられた。本種の出現密度は多くの場合、1,000細胞/l以下であった。本種が50細胞/l以上の密度で出現した時の水温は8~16°Cであった。

日本海側およびオホーツク海側における *D. fortii* の移動の方向は、水温・塩分の変化からみて対馬暖流水の流れの方向と一致する。しかし本種は、6~7月に、未だ親潮系水に占められている噴火湾海域にも出現した。 (道立栽培漁業総合センター)

(40) ○鈴木秀和*・関 哲夫**・菅野 尚**・庵谷 晃*・岩本康三*：エゾアワビ稚貝の飼育用波板上における付着藻類群集の経時的変化

目的：エゾアワビの種苗生産の現場では、稚貝の飼育用波板上に繁茂してくる付着藻類群集を、稚貝の採食以前に形成される一次藻類群集と以後に形成される二次藻類群集に分けている。この二次藻類は、着底直後の初期稚貝にとっての好適な餌料とされている。本研究は、これらの群集間の相違を明らかにする目的で行なった。

方法：宮城県かき研究所において、エゾアワビ稚貝を付着させた波板と付着させない波板上の付着藻類群集を経時的に観察し、この間に消長した付着藻類の同定と定量を試みた。

結果：波板上には、*Licmophora abbreviata*, *Achnanthes javanica* f. *subconstricta*, *A. kuwaitensis*, *Navicuca ramosissima* var. *ramosissima*, *Nitzschia closterium*, *N. acicularis* がアワビ稚貝を付着させる以前に多量に出現し、立体的群集構造を形成した(一次藻類)。アワビ稚貝の採食によって、これらの種は、減少、消失し、*Cocconeis costata*, *C. scutellum* var. *scutellum*, *C. sublittoralis*, *Myrionema* spp. が優占した。これらの種は、一次藻類群集中に少量出現したが、アワビ稚貝の採食下で増殖し、波板上に密着して生育する平面的群集構造を形成した(二次藻類)。波板上に最初に優占した立体構造の一次藻類群集は、アワビ稚貝を付着させない場合には、実験期間中(45日間)持続し、二次藻類群集の平面的構造に変化することはなかった。

(*東水大・植物, **かき研, **東海区水研)

(41) ○R. S. バンディー・大野正夫：養殖アオノリの生態学的研究

スジアオノリの養殖は、吉野川河口などで行われ始めたが、技術的、生態学的研究が進んでいない。今回アオノリの天然採苗と人工採苗を海苔網を用いて行ない、四万十川河口に流入する竹島川と浦の内湾で養殖実験を試みた。胞子液は大潮時に母藻を採取し、生乾燥暗処理をすれば得られ、人工採苗は容易であり天然採苗よりも均一な種付ができた。

竹島川でのスジアオノリの生長は、葉体が最も伸びた時で葉長は、平均56.0cm、現存量は408.8g(D.W.)/m²であった。浦の内湾では竹島川から移植したスジアオノリ(天然採苗)と浦の内湾のボウアオノリ(人工採苗)について実験を行なった。スジアオノリは最も伸びた時で葉長は平均32.5cm、現存量は311.26g(D.W.)/m²であり、ボウアオノリは最も伸びた時で葉長は平均31.6cm、現存量は539.86g(D.W.)/m²であった。浦の内湾の養殖場は、竹島川に比べると塩分が高く潮汐流もあるところで付近にはスジアオノリは生育していない。しかし移植したスジアオノリは葉長は比較的長くならなかったが順調に生育した。一般に青海苔として採取されているのはスジアオノリであるが、今回養殖したボウアオノリは、業者から良質な製品と評価された。(高知大・海洋生物センター)

(42) 大野正夫：養殖ヒトエグサの生態学的研究

高知県内の四万十川河口域に流入する竹島川のヒトエグサ漁場と浦の内湾に、ヒロハノヒトエグサを人工採苗および天然採苗した養殖網を1982年11月から設置した。これらの網について水温、塩素量、濁度、栄養塩などの環境要因と付着個体数の変化、葉体の生長、クロフィルa量と現存量を定期的に調査した。人工採苗した網は天然採苗したものよりも付着個体数が多く、養殖中脱落する個体も比較的少なく、総生産量は10.1 kg (D. W.)/ネット (427.3 g D. W./m²) であり、天然採苗の網は2.65~6.20 kg (D. W.)/ネットとかなり網によって差がみられた。水温は養殖最盛期に12.0°C前後で塩素量は降雨によってかなり大きく変動したが、降雨は生育に良い影響を与えた。浦の内湾では、竹島川の漁場で天然採苗したものを移植したが、葉長は、竹島川漁場よりも短く、濃緑色で、少し藻体が固い傾向がみられた。浦の内湾は、竹島川漁場と比較すると濁度は低く、塩素量が高くて潮汐流がかなりあった。これらの境界要因の違いが生育に差異を与えたと思われる。(高知大・海洋生物センター)

(43) 梅崎 勇：ホンダワラ科イソモクの生態学的研究

褐藻類ホンダワラ科イソモクを福井県小浜湾で1980年6月から1981年8月まで毎月1回採集してその生態を調べた。本種は多年生で、その短い茎から1.4(±0.6)~4.3(±0.9)本の主枝を出し、そのうち10cm以上に伸長した0.7(±0.6)~2.6(±1.0)本が翌年6月または7月に枯死脱落する。第1主枝は常に最長で、もっとも重く、全体の60~90%ある。主枝は7月または8月から伸長を始め、30cm以上になると側枝を出す。そして、翌春6月まで引き続き伸長する。10cm以下の主枝は常に全主枝本数の22~80%を占める。9月には30cm以上のものは13.6%、11月には40cm以上のものは21.1%、翌年1月には50cm以上のものは24.1%、3月には29.6%、6月には25.6%と長い主枝が増加する。雌雄異株で、性比の割合はほぼ同じである。(京大・農)

(44) ○寺脇利信*・野沢治治**・新村 巖***：褐藻フタエモクの初期形態形成

演者らは褐藻ホンダワラ類の幼胚を網に付着させ、海中で生育させることにより、その初期形態形成について研究中であるが、今回はフタエモクについて報告

する。

フタエモクは第1初期葉がやや扁平した円柱形で、以後、糸状ないし線形で単条の初期葉を形成した。全長1~2cmに達すると、初期葉は叉状ないし互生羽状に分裂し、縁辺に深い歯状を呈するものとなった。更に全長5~10cmに達すると、初期葉は広線形ないし披針形で分裂が少なく、縁辺に重鋸歯を有していた。初期葉はらせん葉序を示して形成されるが、生長に伴って古いものから順次脱落していき、全長20cmに達したものはほとんどみられず、次第に茎が形成されていくようであった。

全長3cmに達するころから、茎の先端には初期葉に代って主枝が形成され始めた。主枝に形成される葉は互生し、厚い肉質のへら形ないし倒卵形で、先端の鋸歯が二重ないしらっぱ状に開く形態へと発達した。全長20cmに達すると気胞や側枝が観察され、成体の形態的特徴を表わしていた。

主枝形成後には主枝の伸長が盛んであり、全長30~40cmに達した個体の茎の高さは1cm以下であった。また、発生1年後には、養殖藻体に生殖器床が観察され、一方、表面の平滑な付着器が着生基質のロープ(直径4.2mm)を、ほぼ包み込むように発達していた。

(*電力中研・生物, **鹿児島大・水産,
***鹿児島県立水試・生物)

(45) ○川嶋昭二*・谷口和也**・大和田淳***・中庭 正人****：コンブ (*Laminaria* sp.) の自然分布の南限地帯における生活について (予報)

わが国のコンブ (*Laminaria*) の自然分布の南限について OKAMURA (1896) は磐城とし、その後一、二の記録はあるがその実態は殆んど不明のままである。演者らは最近、福島県いわき市内の久の浜、四倉、沼の内、豊間、中の作、永崎、小浜、勿来の各地で生育を確認し、更に茨城県日立市内の川尻が最南端との新知見を得た。これらの生育場所はいずれも漁港内の岸壁、捨て石、玉石、繫船用ロープなどに限られ、一部で港外に生育範囲の拡大が認められる。

これらのコンブの生活はまだ不明な点が多いが、2~3月に肉眼的葉体が多数出現し生長の早い個体は7月頃に葉長3m前後になり、その後子のう斑を良く形成して11月から翌年1月頃までに枯死する。しかしこれとは明らかに生活の異なると考えられる葉体があって、3月末でも1.5~2m以上の葉面に汚れのないものが生育する。これらの中には子のう斑を持ち、また再生現象に近い体形を示すものがまれに認められ、新

根の発生も盛んであるなど従来の記述(新崎 1976)より複雑な生活形を持つと予見される。これらのコンブの種名についてはなお検討を必要とする。

(*道立網走水試, **東北水研, ***福島県立水試,
****茨城県立教育研修センター)

(46) 吉田忠生：褐藻ホンダワラ属のヨレモク群の種について

ヨレモク及びそれに近縁の種はホンダワラ属 *Bactrophyucus* 亜属の中でも変異の多い困難な種群である。この困難さのなかには命名に関する混乱も含まれている。

日本産のこの種群のものに対して TURNER, C. AGARDH, それに続いて KUETZING と HARVEY によって記載された幾つもの名前がある。それらの名前についてタイプ標本を選定するとともに、野外観察、腊葉標本の検討を行なった。

この種群について最初に記述されたのは *Fucus siliquastrum* TURNER である。同じ TURNER の *F. scoparius*, C. AGARDH の *F. tortilis* も同一分類群の異なった生育時期を示すものと思われる。KUETZING の *Halochloa macracantha*, *H. polyacantha*, *H. pachycarpa*, *H. tenuis* も独立の種とする種の差が認められない。これらは断片的な標本である。体全体の特徴としては円錐状附着器をもち、直立した分枝する茎、平滑な縁辺で時に刺がある主枝、革質の葉で、基部の葉は全縁、上部の葉は鋭い鋸歯をもち、ヘラ状の生殖器床を春から夏にかけて成熟させる分類群に含めることができる。これに対する正しい名前は *Sargassum siliquastrum* (TURNER) C. Agardh となる。

基部形態、葉の質と形、成熟時期と生殖器床の形態で区別される分類群がヨレモク以外に認められる。

(北大・理・植物)

(47) 名畑進一：利尻島におけるスジメの生態

スジメは北海道沿岸に広く分布し、コンブ漁場での害藻とされているが、本種のまとまった生態的知見は佐々木(1978)の羅臼産スジメに関する報告があるにすぎない。演者はリシリコンブの生態研究の一環として利尻島で本種の生態を調査中である。ここでは1980~1982年の葉体の季節的消長と成熟期の知見を中心に報告する。

スジメは水深 0.1~1 m では12月に発芽がみられ、その後2月まで深所でも発芽がみられた。3~5月に最も長くなり葉長は120~130 cm に達した。5月以降

は肥厚する一方末枯れが著しくなり、9月上旬には基部と付着部を残すだけとなって、下旬にはほとんど流失した。子のう斑は5月から形成され、6月には水深による形成状況の差はみられなかった。スジメの発芽期はコンブより1~2か月早く、コンブの発芽盛期にはスジメの葉幅は10~20 cm に達するので、スジメ群落下部では照度が著しく低下すると考えられた。またスジメは潮間帯部から水深約12 m にまでリシリコンブとほぼ同じ水深に混生し、最大の密度は約120本/m²であった。

TOKIDA (1954) は南樺太産のスジメは2年生であると報告しているが、利尻島産のものは佐々木(1978)の報告とはほぼ同様に、12~9月まで約10か月の寿命を有する1年生海藻であり、羅臼産より1~2か月早く成熟した。

(道立稚内水試)

(48) 名畑進一：チェーン振りによるコンブ漁場の雑海藻除去について

コンブ類の増殖は主に基質造成を目的として自然石やコンクリート・ブロック投入などが行われてきたが、雑海藻の繁茂によって5~6年で造成効果が急減するためそれらを除去する必要性の生じる場合が多い。雑海藻除去(磯掃除)の方法は多様であるが、関連する試験研究は少ない。このため演者は利尻島で行われているチェーン振りを対象として調査を継続中である。

チェーン振りは冬期間の波浪を利用する磯掃除法で、11~2月にかけて行われている。1981年度は496台が稼働し、1台あたりの移動回数は9.2回、目視による雑海藻除去面積は17 m²であった。これから総除去面積を7.8 ha、除去能率を650 m²/日、単位面積あたりの除去経費を461円/m²と概算した。除去前の海藻現存量は0.8~7.9 kg/m²で、エゾヤハズ・フシスジモク・ハケサキノコギリヒバ・スガモなどが多く、これらのほか21種の海藻が着生していた。除去面の中央域では採集・秤量可能な海藻はほとんど残ってなく、わずかに無節石灰藻類が被度約1%で残存していた。除去面に着生した1年目コンブの密度は7月に178~962本/m²で、2年目コンブは7~58本/m²であった。一方湾奥地のようなところでは磯掃除後もコンブの着生がみられなかった。除去経費と想定生産額から経済効果を推察した。

(道立稚内水試)

(49) ○金子 孝・垣内政宏・松山恵二・阿部英治：北海道増毛町におけるホソメコンブ漁場について

北海道日本海沿岸の増毛町で1977, 1978年の6月下

旬～7月上旬にホソメコンブ漁場の海藻群落構造について調査した。

増毛町別荘地区に距岸 200 m の 6 調査線を設定し、距岸 100 m までは 10 m、それ以遠では 20 m 間隔で 0.25 m² 方形枠を用い潜水により海藻の採集を行った。漁場は四分表法による細川の方法で、ホソメコンブ、ヌメハノリ、モロイトグサ、イソムラサキの 4 群落に分けられた。1977 年はホソメコンブ群落がよく発達しており、30 方形区が存在したが、1978 年にはこの群落が衰退し 14 方形区しか認められなかった。ホソメコンブ現存量は 1977 年には 2623 g/m² であったが、1978 年には 283 g/m² に過ぎなかった。また、ホソメコンブの葉体の大きさも两年で相違が認められた。

(道立中央水試)

(50) ○阿部英治・垣内政宏・松山恵二・金子 孝：
北海道小樽市忍路湾産ホソメコンブの生長と現存量
について

小樽市忍路湾の湾中部 1 点 (St. B)、湾奥部 2 点 (St. A, C) において、ホソメコンブの生長と現存量を 1982 年 1～11 月まで調査した。

ホソメコンブは、湾奥部で大型、幅広の披針形、湾中部で線状形および披針形となる特徴が見られた。葉長は湾奥部で長く、4 月下旬～5 月に最大となった。葉幅は湾奥部で広く、St. A で 7 月、St. C で 8 月に最大となり、湾中部の St. B では 7 月に最大となったが、その値は小さかった。葉重量は湾奥部で重く、7 月に最大となり、湾中部では 5 月に最大となった。葉面積は湾奥部で大きく、4 月下旬～5 月に最大となった。また、葉面積指数の最大値は、St. C で高く、4 月に 45 m²/m² に達し、St. A, B では 5 月に 12～30 m²/m² であった。現存量の最大値は St. C で高く、5 月に 28 kg/m² に達し、St. A, B では 5～6 月に 14～16 kg/m² であった。

(道立中央水試)

第1355回日本図書館協会選定図書

幅広い用途にこたえる 淡水藻図鑑!!

日本淡水藻図鑑

B 5判・960頁
口絵カラー8葉
背革極上製本
定価 36,000円

ILLUSTRATIONS OF THE JAPANESE FRESH-WATER ALGAE

廣瀬弘幸・山岸高旺 編集

秋山 優・庵谷 晃・今堀宏三・加崎英男

熊野 茂・小林 弘・高橋永治・津村孝平 共著

平野 實・廣瀬弘幸・山岸高旺

■目次10頁、図版258頁、記載568頁、採集と研究法11頁、日本淡水藻研究略史9頁、文献43頁、学名・和名・術語索引35頁

■図版を左頁に、記載を右頁にして利用の便を図った

■各藻類群ごとに目、科、属の特徴、形質を述べ、さらに検索表を付す、随所に特殊な藻類の分布、生殖法、利用法や藻類学者の小伝などのノートを挿入

■珪藻は当初予定より増頁のため別冊鋭意執筆中

日本図書館協会選定図書

生物学史展望

井上清恒著 五千年に渉る生物学の流れを追い、各時代の学の特徴を浮彫にすると共に個別分野の発展の跡をも正確に跡付けてあり、研究者は生物学体系内の自己の立場を照らすことができる。A5・価4800円

動物101話

川崎 勉著 植物と同様に動物を愛する著者は、長年にわたって身近な動物達の生活を観察し続けてきた。そしてここに101種の動物達の生活の意外な一面を楽しく描き出している動物記。B6・価1300円

世界の珍草奇木

—植物にみる生命の神秘—

川崎 勉著 一般に見のがされている自然界の一部、植物の世界のめずらしい草木の生活、生態を見ると植物の持つ力づよい生命力に感銘を受け、改めて植物への興味をそそらせる。B6・価1300円

日本海藻誌

3・3判・価20000円
岡村金太郎著 海藻学の全般を精密克明な解説と実地調査で裏付けした不朽の名著。

藻類学総説

菊判・価10000円
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参考書。

植物組織学

B5判・価15000円
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。

●前2著につづく

世界の珍草奇木余話

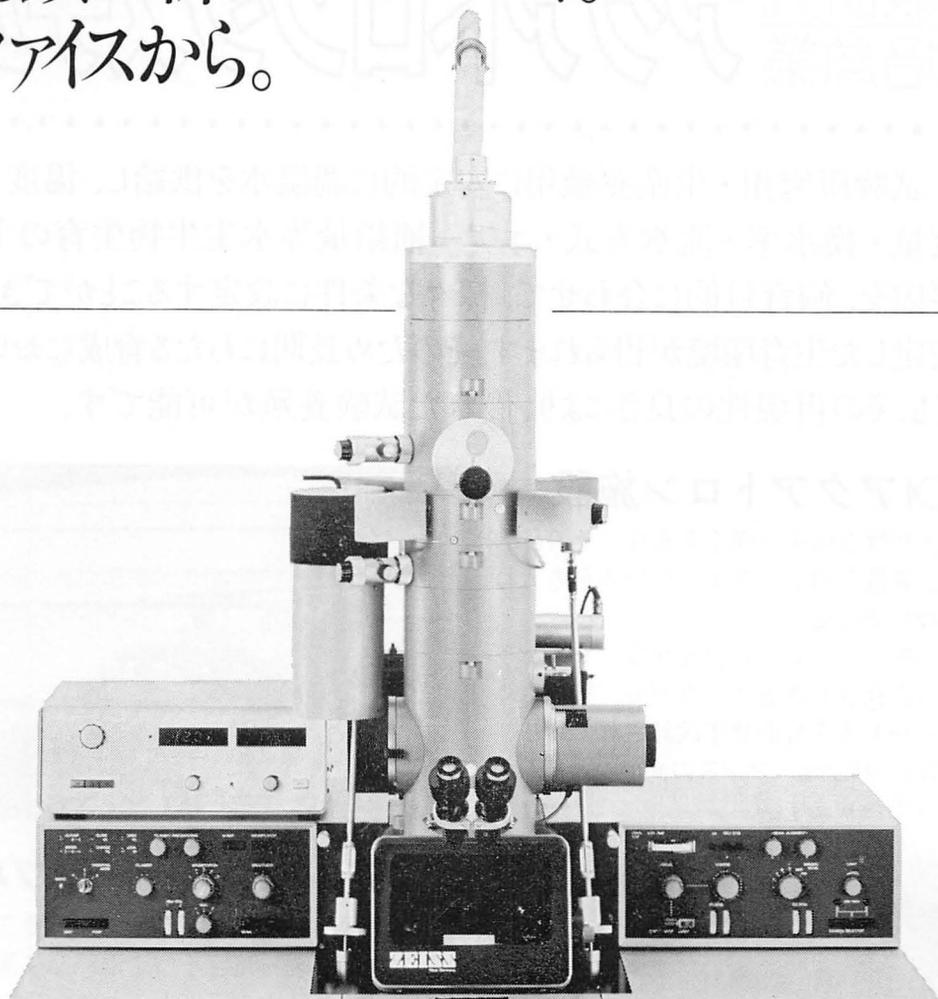
—植物と花と人生と— B6・価1300円

動物雑話101 B6・価1300円

株式会社 内田老鶴園

〒102 東京都千代田区九段北1-2-1
☎(03)265-3636 振替東京3-6371番

電顕の新しいコンセプト。
ツアイスから。



ZEISS

West Germany

透過電子顕微鏡

EM 109

光顕レベル(150×)で高解像を実現

透過電子顕微鏡EM109は、光学顕微鏡レベルの倍率、たとえば、150×では200Åの解像力を保証します。そして、ボタンひとつで3000×あるいは400,000×まで拡大でき、3.44Åの解像力を実現します。

高画質のためのアイデア

MDF(微量線量フォーカス):新しい自動フォーカスシ

テムにより、試料の損傷が避けられます。固定フォーカスズームシステムにより、焦点合わせが非常に早く簡単になりました。

TFP(トランス ファイバー オプティック):カメラは真空外に置かれているため、フィルムの交換が容易です。

IGP(イオンゲッター ポンプ)で、クリーンな真空が得られます。

カール ツァイス株式会社
器械部 EM課

本社/〒160 東京都新宿区本塩町22番地
大阪営業所/〒542 大阪市南区南船場2-2-11 南船場ビル
名古屋営業所/〒461 名古屋市東区代官町35-16 第一富士ビル
福岡営業所/〒810 福岡市中央区赤坂1-15-27 赤坂ハイツ
仙台営業所/〒980 仙台市木町通り1-8-18 田村ビル

☎(03) 355-0331代
☎(06) 262-0128代
☎(052)931-6811代
☎(092)713-7821代
☎(0222)25-7531代

試験研究
栽培漁業

アクアトロンシステム

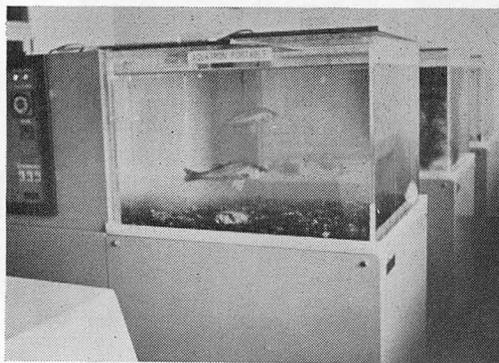
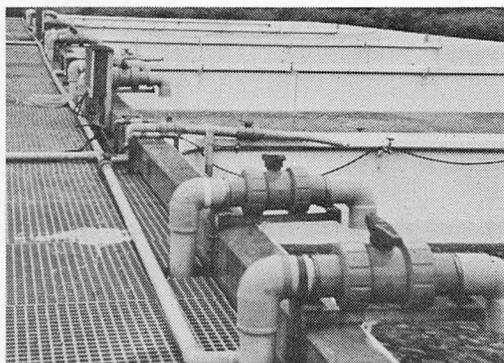


試験研究用・生産養殖用に安定的に調温水を供給し、温度・流量・換水率・流水方式・エア補給量等水生生物生育の主要因を、飼育目的に合わせて、様々な条件に設定することができ、安定した生育環境が得られます。そのため長期にわたる育成においても、その再現性の良さにより、優れた試験養殖が可能です。

◎アクアトロン施設

大規模な飼育設備である程、その目的と、装置とのトータルバランスを考えねばなりません。

小系のアクアトロン施設は、そのバランスの良さもさることながら、省エネルギーをも考え合わせて設計されており、コスト・パフォーマンスの高いシステムとなっております。



◎アクアトロン・ポータブル

小中規模ながら、高精度条件を要求される施設に合った、小型水温調節装置です。海水・淡水の区別なくお使いになれるので、設置場所を選びません。

〈仕様例〉 型 式 APU-253A

温 度 10～35℃ ±0.5℃

水 槽 500ℓ

エアー 送水スプレー式エアレーション

目的にあった使いやすいシステム創り..... 私たちは追求します

KOTO

小系工業株式会社

**環境調節
事業部**

営業部：〒108 東京都港区港南2-6-10三矢ビル ☎(03)472-3921(代表)

☎大阪支店(06)362-9391

☎広島支店(082)262-1341

☎札幌支店(011)231-0460

☎九州支店(092)431-0838

☎仙台支店(0222)25-7954

☎筑波業務所(0298)51-2311

学 会 出 版 物

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

1. 「藻類」バックナンバー 価格、会員各号1,250円、非会員各号2,000円、30巻4号(1-30巻索引付)のみ会員3,750円、非会員5,000円、欠号：1巻1-2号、5巻1号、6-9巻全号。
2. 「藻類」索引 1-10巻、価格、会員1,000円、非会員1,500円。11-20巻、会員1,500円、非会員2,000円。1-30巻、会員2,500円、非会員3,000円。
3. 山田幸男先生追悼号 藻類25巻増補。1977。A 5版, xxviii+418頁。山田先生の遺影・経歴・業績一覧・追悼文及び内外の藻類学者より寄稿された論文50編(英文26, 和文24)を掲載。価格5,500円。
4. 日米科学セミナー記録 Contributions to the systematics of the benthic marine algae of the North Pacific. I. A. ABBOTT・黒木宗尚共編。1972。B 5版, xiv+280頁, 6図版。昭和46年8月に札幌で開催された北太平洋産海藻に関する日米科学セミナーの記録で、20編の研究報告(英文)を掲載。価格3,000円。
5. 北海道周辺のコン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700円。

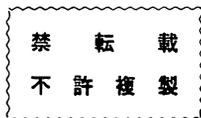
Publications of the Society

Inquiries concerning copies of the following publications should be sent to the Japanese Society of Phycology, c/o Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

1. Back numbers of the Japanese Journal of Phycology (Vols. 1-28, Bulletin of Japanese Society of Phycology). Price, 1,500 Yen per issue for member, or 2,500 Yen per issue for non member, price of Vol. 30, No. 4, with cumulative index (Vol. 1-30), 4,500 Yen for member, or 6,000 Yen for non member. Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 5, No. 1; Vol. 6-Vol. 9, Nos. 1-3 (incl. postage, surface mail).
2. Index of the Bulletin of Japanese Society of Phycology. Vol. 1 (1953)-Vol. 10 (1962) Price 1,500 Yen for member, 2,000 Yen for non member, Vol. 11 (1963)-Vol. 20 (1972), Price 2,000 Yen for member, 2,500 Yen for non member. Vol. 1 (1953)-Vol. 30 (1982). Price 3,000 Yen for member, 3,500 Yen for non member (incl. postage, surface mail).
3. A Memorial Issue Honouring the late Professor Yukio YAMADA (Supplement to Volume 25, the Bulletin of Japanese Society of Phycology). 1977. xxviii+418 pages. This issue includes 50 articles (26 in English, 24 in Japanese with English summary) on phycology, with photographs and list of publications of the late Professor Yukio YAMADA. ¥ 6,000 (incl. postage, surface mail).
4. Contributions to the Systematics of the Benthic Marine Algae of the North Pacific. Edited by I. A. ABBOTT and M. KUROGI. 1972. xiv+280 pages, 6 plates. Twenty papers followed by discussions are included, which were presented in the U.S.-Japan Seminar on the North Pacific benthic marine algae, held in Sapporo, Japan, August 13-16, 1971. ¥ 4,000 (incl. postage, surface mail).
5. Recent Studies on the Cultivation of *Laminaria* in Hokkaido (in Japanese). 1977. 65 pages. Four papers followed by discussions are included, which were presented in a symposium on *Laminaria*, sponsored by the Society, held in Sapporo, September 1974. ¥ 700 (incl. postage, surface mail).

昭和58年6月10日 印刷
昭和58年6月20日 発行

©1983 Japanese Society of Phycology



編集兼発行者

三 浦 昭 雄

〒108 東京都港区港南4-5-7
東京水産大学 植物学教室内

印 刷 所

学術図書印刷株式会社

〒176 東京都練馬区豊 北二丁目1番

発 行 所

日 本 藻 類 学 会

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

Printed by GAKUJUTSU TOSHO Printing Co.

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金(研究成果刊行費)による。

藻 類

目 次

マイケル W. ホークス：ニュージーランド特産の奇妙な紅藻 <i>Apophlaea sinclairii</i> の解剖的構造…………… (英文) 55	55
熊野 茂・I. M. ジョンストン：パプア・ニューギニアの淡水産紅藻 I. 低地産 <i>Batrachospermum nova-guineese</i> , sp. nov. について…………… (英文) 65	65
P.M. シバリンガム：ヤン油用製粉所からの排出汚物で培養した SCP 用 <i>Chlorella vulgaris</i> の栄養価…………… (英文) 71	71
熊野 茂：パプア・ニューギニアの淡水産紅藻 II. 高地産 <i>Batrachospermum woitaense</i> , sp. nov. について…………… (英文) 76	76
藤井修平・竹西真弓・万谷司郎・高田英夫：数種の <i>Dunaliella</i> の Mg イオン高張環境下における生長…………… (英文) 81	81
加藤季夫：ゾウミジンコの殻面から得られた <i>Colacium libellae</i> について…………… 88	88
大森長朗・橋田順子：エゾヤハズの四分胞子発生機構の解析 VIII. 四分胞子発生におよぼす Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} 欠如の影響…………… 92	92
寺脇利信・野沢治治・新村 巖：ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究—III. アカモク…………… 97	97
◆ ◆ ◆	
ノート	
藪 熙・安井 肇：フシスジモクの 4 倍体…………… (英文) 86	86
山本弘敏・鳥居茂樹：エナガオニコンブ, オニワカメ, フウチョウワカメの新産地…………… 102	102
中沢信午：マリモの各種言語名…………… 104	104
◆ ◆ ◆	
学会録事・会告…………… 104	104
◆ ◆ ◆	
日本藻類学会第 7 回大会講演要旨…………… 107	107