

# The Japanese Journal of PHYCOLOGY

## CONTENTS

<b>Richard E. Norris:</b> Notes on some Hawaiian Ceramiaceae (Rhodophyceae), including two new species .....	149
<b>Akira Tachiki, Maribel L. Dionisio-Sese, Shoko Fujiwara, Mikio Tsuzuki, Hideya Fukuzawa and Shigetoh Miyachi:</b> Effects of acetate on gene expression of external carbonic anhydrase in <i>Chlamydomonas</i> (Volvocales) .....	157
<b>Mitsunobu Kamiya, John A. West and Yoshiaki Hara:</b> Reproductive structures of <i>Bostrychia simpliciuscula</i> (Ceramiales, Rhodophyceae) in the field and in culture .....	165
<b>Isamu Umezaki and Masayuki Watanabe:</b> Enumeration of Cyanophyta (blue-green algae) of Japan 1. Chroococcales and Oscillatoriales .....	175
<b>Sueo Kato:</b> Three species of <i>Eutreptia</i> (Euglenophyceae) from Japan .....(in Japanese)	221



### Notes

<b>Hiroshi Kawai, Wilhelm Boland and Dieter G. Müller:</b> Sexual reproduction and sexual pheromones in <i>Myelophycus simplex</i> (Harvey) Papenfuss (Phaeophyceae) .....	227
--	-----



### Miscellanea

<b>Jin Hamada:</b> Report of the 18th Annual Meeting of Japanese Society of Phycology in Toyama—Abstracts of exhibition for citizens titled “Environment in Earth and Algae” and the proposal for the construction of National Museum of Phycology—.....(in Japanese)	233
The excursion of the 18th Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology .....	(in Japanese) 243
Book review .....	(in Japanese) 245
Announcement .....	(in Japanese) 247
News .....	(in Japanese) 255
Regulation of the Society .....	(in Japanese) 265
Information for authors .....	(in Japanese) 266
Japan Science Council News .....	(in Japanese) 268

## 日 本 藻 類 学 会

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

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

### The Japanese Society of Phycology

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

Inquiries and other information regarding the society should be addressed to **The Japanese Society of Phycology, Shimotachiuri Ogawa Higashi, Kamikyoku, Kyoto, 602 Japan.** The annual dues (1993) for overseas members are 7,000 Yen (Send the remittance to The Japanese Society of Phycology at the above address).

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

#### 1993-1994年役員

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

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

#### 編集委員会：

委員長：石川依久子 (東京学芸大学)  
幹 事：真山 茂樹 (東京学芸大学)  
実行委員：片山 舒康 (東京学芸大学)  
川井 浩史 (神戸大学)  
前川 行幸 (三重大学)  
岡崎 恵視 (東京学芸大学)  
渡辺 信 (国立環境研究所)  
委 員：千原 光雄 (日本赤十字看護大学)  
藤田 雄二 (長崎大学)  
堀 輝三 (筑波大学)  
井上 勲 (筑波大学)  
加藤 哲也 (京都大学)  
喜田和四郎 (三重大学)  
小林 弘 (東京珪藻研究所)  
大野 正夫 (高知大学)  
館脇 正和 (北海道大学)  
都築 幹夫 (東京大学)  
横浜 康継 (筑波大学)  
吉田 忠生 (北海道大学)

#### Officers for 1993-1994

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

#### Members of Executive Council:

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

#### Editorial Board:

Ikuko SHIHIRA-ISHIKAWA (Tokyo Gakugei University), Editor-in-Chief  
Shigeki MAYAMA (Tokyo Gakugei University), Secretary  
Nobuyasu KATAYAMA (Tokyo Gakugei University), Associate Editor  
Hiroshi KAWAI (Kobe University), Associate Editor  
Miyuki MAEGAWA (Mie University), Associate Editor  
Megumi OKAZAKI (Tokyo Gakugei University), Associate Editor  
Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies), Associate Editor  
Mitsuo CHIHARA (The Japanese Red Cross College of Nursing)  
Yuji FUJITA (Nagasaki University)  
Terumitsu HORI (University of Tsukuba)  
Isao INOUE (University of Tsukuba)  
Tetzuya KATO (Kyoto University)  
Washiro KIDA (Mie University)  
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Diatom Institute)  
Masao OHNO (Kochi University)  
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)  
Mikio TSUZUKI (University of Tokyo)  
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)  
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

## 日本藻類学会秋季シンポジウムのお知らせ

秋季シンポジウムおよび懇親会を、日本植物学会第58回大会（札幌、北海道大学）の前日に下記のように開催しますのでご出席ください。

日 時：1994年 9月19日（月）  
15:30～17:30 シンポジウム  
18:00～20:00 懇親会

シンポジウム・懇親会会場：北海道大学理学部（〒060 札幌市北区北10条西8丁目）

（JR札幌駅北口西側出口より徒歩15分、会場となる教室は当日理学部入り口付近に掲示します。なお、秋季シンポジウム等の会場は植物学会の会場（教養部）とは異なりますのでご注意ください）

演者・演題：(1) 海藻の生態相関物質の多様性 北海道大学地球環境科学研究科 鈴木 稔  
(2) 有機化学から見た渦鞭毛藻 北海道大学理学部化学科 中村英士  
座 長：館脇正和（北海道大学理学部附属海藻研究施設）

### 懇親会参加申し込み：

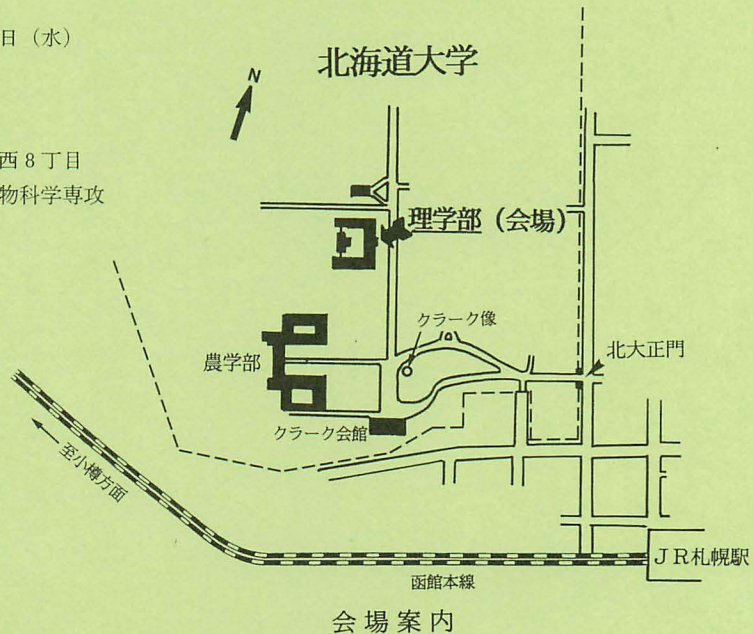
懇親会参加ご希望の方は、葉書またはファックスにて参加者の氏名・所属を記入の上、必ず申し込み期限までに世話人（下記）宛お送りください。なお、会費は当日会場にてお支払いください。（シンポジウムのみご参加の方は申し込みは必要ありません。当日会場までお越しください）

懇親会費：3,000円

申し込み期限：1994年 8月31日（水）

### 世話人

堀口健雄・小亀一弘  
〒060 札幌市北区北10条西8丁目  
北海道大学理学研究科生物科学専攻  
TEL: 011-706-2745  
FAX: 011-746-1512









## Notes on some Hawaiian Ceramiaceae (Rhodophyceae), including two new species

Richard E. Norris

Botanical Research Institute of Texas, 509 Pecan St., Fort Worth, Texas, U.S.A. 76102–4060

Norris, R. 1994. Notes on some Hawaiian Ceramiaceae (Rhodophyceae), including two new species, Jpn. J. Phycol. 42: 149–155.

Two new species of Ceramiales from the Hawaiian Islands have been recorded, *Pleonosporium intricatum* sp. nov. and *Wrangelia elegantissima* sp. nov. Their distribution in Hawai'i and their possible relationships with other species in each genus are discussed. A new combination, *Ardreanema seriospora* (Dawson) comb. nov. is made, and *A. farifructa* Norris et Abbott is placed in synonymy with that species.

*Key Index Words:* Ardreanema—Ceramiaceae—Ceramiales—Pleonosporium—Rhodophyceae—taxonomy—Wrangelia.

Although the Hawaiian benthic algal flora is quite well studied from various points of view, there still are species that have not been seen before appearing in collections. Also, there are species in this flora that have been known for many years under names that are incorrect. Such species in the Ceramiaceae, in particular, that I have discovered in the past two years of my investigations on Hawaiian Ceramiales require further description and taxonomic readjustments.

### Materials and Methods

Herbarium specimens were dried either from freshly collected or formalin preserved material. Microscope slides were prepared from formalin fixed specimens, stained with aniline blue and mounted in a corn syrup medium. Number citations of specimens are preceded by letters that follow the code of Holmgren *et al.* (1981), except those preceded by IA which are in the collection of Dr Isabella Abbott at the University of Hawai'i at Manoa. It is expected that these specimens will eventually be housed in the Bishop Museum in Honolulu.

### Results and Discussion

*Pleonosporium intricatum* R. E. Norris sp. nov.

Thalli epiphytici in algis maioribus, usque ad ca. 1 cm alti, cum ramis hospitis saepe intricati, interdum per rhizoidea adventitia affixi. Cellulae maturae adaxialesque ca.  $150 \times 250 \mu\text{m}$ , parietibus inclusis usque ad  $40 \mu\text{m}$  crassi; omnis cellula unum ramulum determinatum lateraleque ferens. Lateralia determinata in axe spiratim ordinata et divergentia ad angulum  $60^\circ\text{C}$ , pluribus ramis mediis ad distales, cellulis leviter et distaliter decrescentibus, apicibus ramorum adaxialiter recurvatis. Cellulae terminales omnium ramorum maturorum late rotundatae, ramis maturis aliquantum moniliformibus propter parietem incrassatum. Tetrasporangia adaxialia in cellulis ramulorum verticillorum prope extremitatem distalem ramulorum, ovoidea usque ad spherioidea, usque  $40 \mu\text{m}$  diametro. Cystocarpia terminalia in ramulis verticillorum, plerumque aliquot gonimolobis evolventibus ad gradus incrementi dissimiles. Filamenta subtenta circum gonimolobos curvata et involucrum laxum formantia. Plantae masculae non inventae.

Thalli epiphytic on larger algae, up to approximately 1 cm tall, often entangled with

branches of host and may be attached in several places by adventitious rhizoids or curved branches (Fig. 1); mature axial cells approximately  $150 \times 250 \mu\text{m}$ , including walls up to approximately  $40 \mu\text{m}$  thick, each cell bearing a single determinate lateral branchlet (Fig. 3); determinate laterals spirally arranged on axis at angles diverging approximately  $60^\circ$ , having several mid to distal branches, cells slightly decreasing in size distally and with adaxially recurved branch tips (Fig. 2); terminal cells of all mature branches broadly rounded, mature branches appearing somewhat moniliform because of additional wall thickening. Tetrasporangia adaxial on whorl branchlet cells near distal end of branchlets (Fig. 2), ovoid to spheroid, up to  $40 \mu\text{m}$  diameter. Cystocarps terminal on branchlets of whorl branchlets (Fig. 4), several gonimolobes at

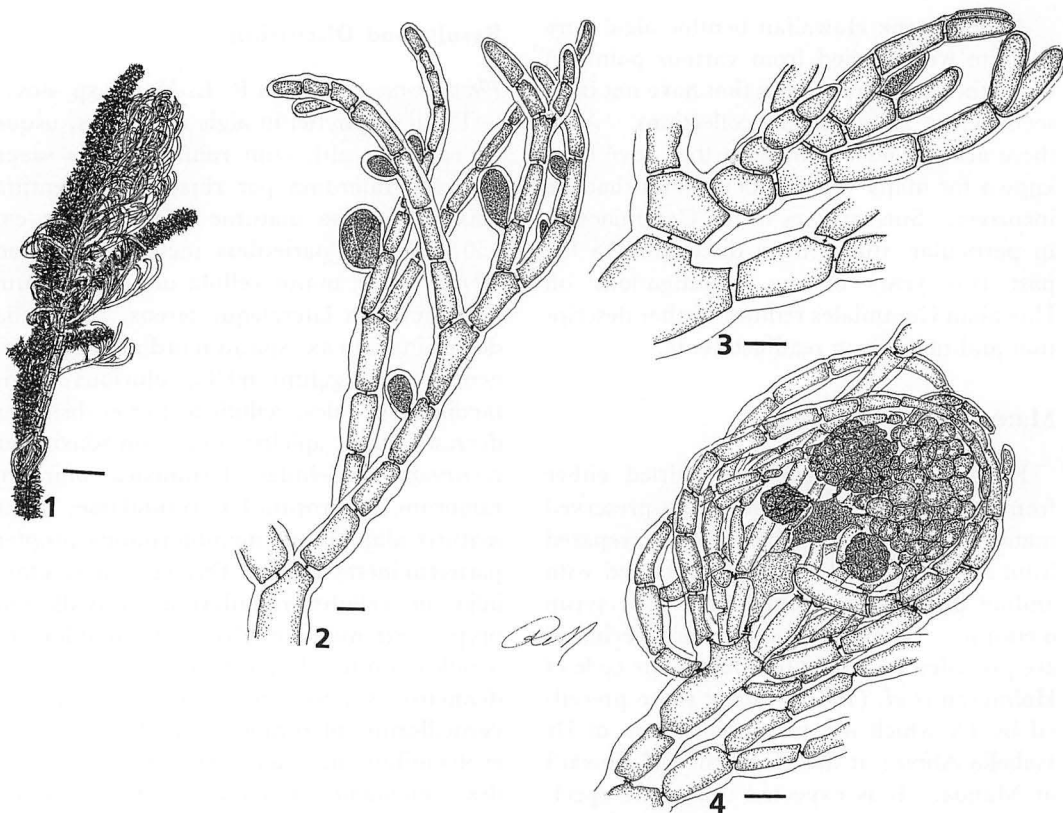
different stages of development usually present; subtending filaments curving around gonimolobes forming a loose involucre. Male plants not found.

Habitat: epiphytic on *Euptilocladia magruderii* Abbott et Norris, low intertidal to subtidal.

Holotype: BISH 539220 (Female), and isotype BISH 582021 (Tetrasporangiate), R. E. Norris 8621, 8622.

Hawaiian distribution: O'ahu Island, on a free-floating host, *Euptilocladia magruderii* Abbott et Norris, Lani Kai boatramp, Kailua Beach, 26, January, 1992, collected with S. fairres REN 8621, 8622.

Remarks: This new species is similar to *P. polymorphum* Itono (1971) but differs in having spirally arranged whorl branchlets instead of alternate distichously arranged branchlets in that species. Norris (1985) reviewed the



Figs. 1-4. *Pleonosporium intricatum*. Fig. 1. Habit of thallus on host, *Euptilocladia magruderii*. Scale bar =  $150 \mu\text{m}$ . Fig. 2. A single lateral branchlet bearing a mature and several immature tetrasporangia. Scale bar =  $25 \mu\text{m}$ . Fig. 3. Axis tip showing arrangement of young lateral branchlets. Scale bar =  $10 \mu\text{m}$ . Fig. 4. Terminal cystocarp showing fusion cell bearing gonimolobes surrounded by involucre branchlets. Scale bar =  $25 \mu\text{m}$ .

characters separating *Plenosporium* from related genera, particularly *Mesothamnion* Børgesen, concluding that female reproduction is the same in both genera and that production of polysporangia rather than tetrasporangia is not reliable in separation of these genera.

Etymology: *intricatus* = entangled, describing the way the curved branchlet ends which cause the epiphyte to become entangled with its filamentous host.

*Wrangelia elegantissima* R. E. Norris sp. nov.

Plantae fruticosae, usque ad 10 cm altae, subtiliter ramosae ramis maioribus alternis pinnatisque. Axis vetustiores et partes proximales ramorum corticatae filamentis rhizoidalibus adhaerentibus et proximaliter crescentibus. Filaments transversa et laxe involventia ad nodos omnium ramorum. Apices ramorum proximaliter curvati. Ramuli 5 verticillorum ad omnem nodum, plerumque 1-2 maiores quam alii, illi longiores in latere adaxiali ramorum in nodis

sequentibus dispositi. Ramuli breviores fortasse indeterminati sed illi longiores determinati. Omnes ramuli verticillorum subdichotome ramosi iterum atque iterum. Apices ramorum in cellulas 1-3 parvas acuminatas terminates quae fortasse deciduae sunt et apices ramuli rotundatos relinquunt. Tetrasporangia usque ad 75  $\mu\text{m}$  diametro in ramis principalibus, brevioribus, determinatis et lateralibus; in cellulis proximalibus ramulorum verticillorum, laxe inclusa filaments 1-4 plerumque ramosis et involucralibus. Spermatangia in capitulis spheroidis ca. 90  $\mu\text{m}$  diametro, circumcincta filamentis 3-4 ramosis et involucralibus. Cystocarpia in extremitatibus ramorum brevium lateralium. Gonimoblastus inter filaments sterilia involucralia crescens. Ramuli verticillorum continui involucrum laxum formantes. Carposporangia ovoidea, ca. 40  $\times$  75  $\mu\text{m}$ .

Plants up to 10 cm tall, finely branched, bushy (Fig. 5), living plants often with a greenish tinge (foliage green to greyish green,

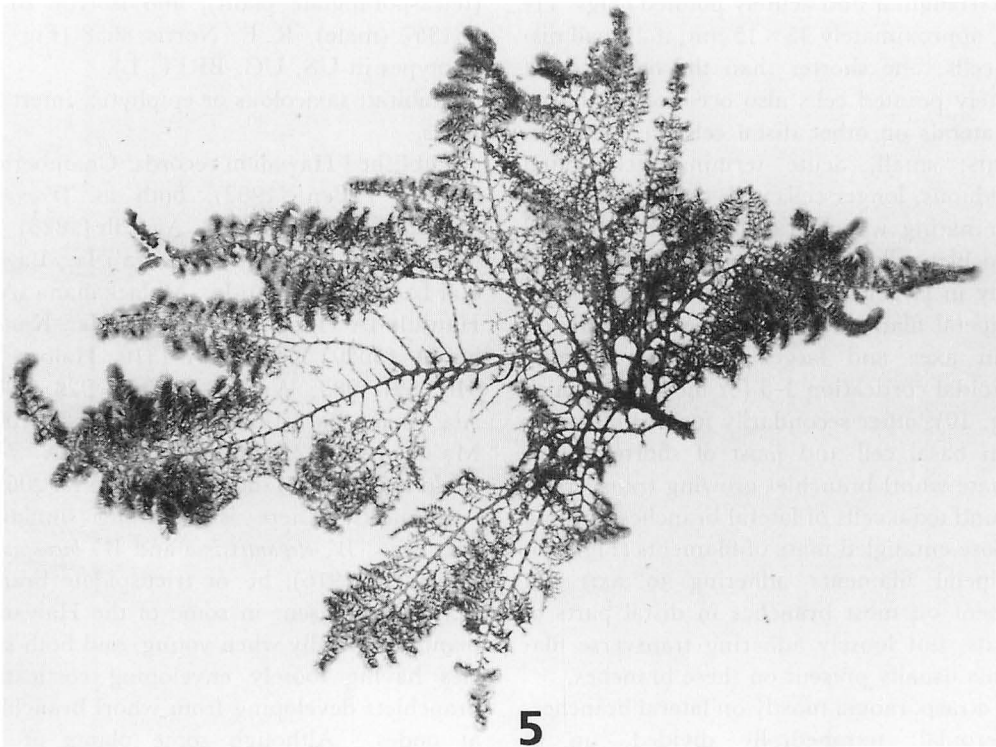


Fig. 5. Holotype specimen of *Wrangelia elegantissima* (BISH 631355). Natural size.



Kornerup & Wanscher 1978) and iridescent; dried specimens dark magenta to lilac (Kornerup & Wanscher 1978). Axial cells up to 500  $\mu\text{m}$  wide, isodiametric to twice longer than broad; with 5(6) determinate branchlets (whorl branchlets) at each node, usually 2 large and 3 small, in opposite groups, sometimes 3 large and other times only one large branchlet per node (Fig. 7). Large whorl branchlets usually remaining determinate whereas smaller ones often are potentially indeterminate. Plants monopodial, lateral main branches alternate distichous (Figs. 5, 6), their apices curved in a proximal direction; laterals often potentially indeterminate branches growing mostly on adaxial side giving secund pattern to branch (Fig. 6); lateral branches also with distally directed (abaxial) longer whorl branchlets giving unequal appearance to thickness of laterals on branch (Figs. 5, 6). Whorl branchlets several times subdichotomously branched, proximal cells up to 40  $\mu\text{m}$  diameter, distal end sometimes terminating in 1-2 small cells, the terminal one triangular and acutely pointed (Figs. 11-13), approximately  $35 \times 15 \mu\text{m}$ ; if 2 small distal cells, one shorter than the other; small acutely pointed cells also occasionally borne as laterals on other distal cells in these filaments; small, acute terminal cells often deciduous, longer cells with obtuse ends then terminating whorl branchlets. Basal whorl branchlet cells often hour-glass shaped, especially in larger branchlets; developing broad basipetal filaments attached to axial cells on main axes and larger branches, forming rhizoidal cortication 1-3 (or more) cells thick (Fig. 10); other secondarily formed filaments from basal cell and most of shorter determinate whorl branchlet growing transversely around axial cells of lateral branches forming a loose entangled mass of filaments (Fig. 10); basipetal filaments adhering to axis not present on most branches in distal parts of plants, but loosely adhering transverse filaments usually present on these branches.

Tetrasporangia mostly on lateral branches, spheroidal, tetrahedrally divided, up to 75  $\mu\text{m}$  diameter, on basal cells or other prox-

imal cells of whorl branchlets often on short, abaxial branches (Fig. 14); loosely enclosed by 1-4 involucrel filaments, 1-3 cells long, sometimes once branched, involucrel cells approximately 15  $\mu\text{m}$  diameter. Male heads spheroidal (Fig. 9), in similar positions to tetrasporangia, approximately 90  $\mu\text{m}$  diameter, enclosed by 3-4 involucrel filaments, each usually branching once or twice. Spermatangial mother cells fusiform to acerose (Fig. 8), approximately 25  $\mu\text{m}$  long, producing ovoid spermatangia approximately 3.5  $\mu\text{m}$  in diameter. Cytocarps terminating short lateral branches approximately 5 cells long, typical for *Wrangelieae* in having gonimoblast among narrow sterile involucrel filaments, proximal cells in fertile branch producing loose outer involucrel filaments; carposporangia terminal, ovoid, approximately  $40 \times 75 \mu\text{m}$ .

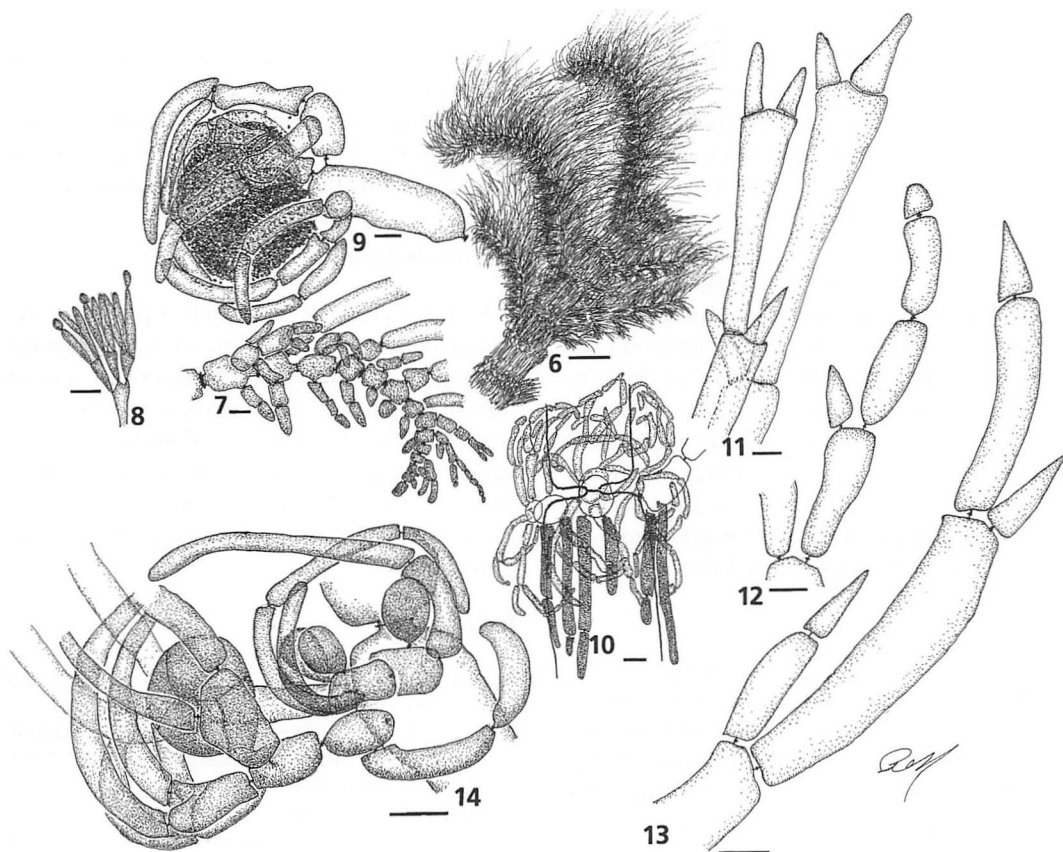
Holotype: Makapu'u Beach, O'ahu Island, Hawaii. On basalt rocks in upper intertidal pool, *legit* C. Smith, N. Phillips, & L. Walters, 2 May 1992 BISH 631355 (tetrasporangiate plant), and isotype BISH 631357 (male), R. E. Norris 8658 (Fig. 5). (Isotypes in US, UC, BRIT, L).

Habitat: saxicolous or epiphytic, intertidal pools.

Published Hawaiian records: Chamberlain (1880), Tilden (1902), both as *Wrangelia penicillata* (C. Agardh) C. Agardh (1828).

Hawaiian distribution; Kaua'i Is.: Lawai-Kai IA 20691; O'ahu Is.: Malaekahana IA 4, Hau'ula IA 1175, 1489, Coconut Is., Kaneohe IA 13050, Kaloko IA 1310, Halona IA 318, 591, 983, Waikiki IA 348, 928, 1087, Ala Moana Park 16242, Ewa Beach IA 1001, Ma'ili IA 1421, Kawela Bay IA 740; Molo'kai Is.: IA 17666, 'Ualapu'e IA 20657.

Remarks: There is a strong similarity between. *W. elegantissima* and *W. bicuspidata* Børgesen (1916), bi- or tricuspidate branch tips being present in some of the Hawaiian plants, especially when young, and both species having loosely enveloping corticating branchlets developing from whorl branchlets at nodes. Although some plants of *W. bicuspidata* from the Caribbean Sea, from



Figs. 6-14. *Wrangelia elegantissima*, showing habit and reproduction. Fig. 6. Axis with alternate distichous lateral branches. Note cortication on axis and unequal length of branchlets on abaxial and adaxial sides of lateral branches. Scale bar = 325  $\mu\text{m}$ . Fig. 7. Axis tip showing axial cell and arrangement of branches in early stage of development. Scale bar = 20  $\mu\text{m}$ . Fig. 8. Spermatangial mother cells, attached spermata on three of them. Scale bar = 10  $\mu\text{m}$ . Fig. 9. Male capitulum surrounded by involucre filaments. Scale bar = 10  $\mu\text{m}$ . Fig. 10. Plant axis showing cortication at one node. Note heavily stippled corticating filaments grow basipetally and attached to the surface of the axial cells. Also note the loosely enveloping short, narrow-celled filaments that grow a short distance in both acropetal and basipetal directions. Scale bar = 20  $\mu\text{m}$ . Figs. 11-13. Determinate branch tips; Fig. 12. is a short branch tip. Fig. 11 scale bar = 10  $\mu\text{m}$ ; Fig. 12 scale bar = 13  $\mu\text{m}$ ; Fig. 13 scale bar = 20  $\mu\text{m}$ . Fig. 14. Lateral branchlets bearing tetrasporangia surrounded by involucre cells at a node. Scale bar = 32  $\mu\text{m}$ .

where it was originally described, have unequally developed whorl branchlets within nodes (personal observation), the tendency is not as strong as in *W. elegantissima* and usually does not result in flattened thalli as in the latter species. Also, *W. bicuspidata* has mostly four pericentral cells (whorl branchlets) whereas five or six are present in *W. elegantissima*, and the latter species has strong rhizoidal cortication on older axes that is not present in *W. bicuspidata*. Habitats of the two species are also different, *W. bicuspidata* being subtidal and *W. elegantissima* occurring interti-

dally.

*Wrangelia elegantissima* also resembles *W. tenuis* Noda (1964) in having 2 pairs of unequal whorl branchlets per node and in the production of transverse filaments forming a partial loose cortex around some axes. The larger size and different shape of the Hawaiian plant, the heavy axial cortication and secundate temporarily indeterminate branches and much longer whorl branchlets forming a much more villose plant in *W. elegantissima* are other characters distinguishing it from *W. tenuis* as well as *W. bicuspidata*.

There is also a superficial resemblance of *W. elegantissima* to *W. plumosa* Harvey (1844), as interpreted by Gordon (1972), but presence of involucreal tetrasporangial filaments in *W. elegantissima* is a major character, among others, very different from this Australian species. A Chinese species of *Wrangelia*, *W. hainanensis* Tseng (1942), resembles *W. elegantissima* in having large, pinnately branched thalli and cuspidate apical cells on whorl branchlets, but other characters are different, particularly the absence of the loose cortication around nodes in *W. hainanensis* which is characteristic of both *W. elegantissima* and *W. bicuspidata*. Tseng (1942) noted that specimens on which Weber-van Bosse (1921) based her report of *W. bicuspidata* from the Malay Archipelago probably belonged to *W. hainanensis*.

#### *Ardreanema* Norris and Abbott (1992)

This genus contains a single species *Ardreanema farifructa*, an anomalous *Ceramium*-like alga that was found in Hawai'i. It was recently noticed, however, that Dawson (1963) had named this same taxon as a species of *Ceramium*, *C. seriosporum* Dawson, a new species he and his wife found in the Galapagos Islands. Dawson noted that some characters of his new species, particularly the uniseriate arrangement of carposporangia, were exceptional for *Ceramium* and suggested that it would possibly be separated into another genus. Norris and Abbott's new genus, *Ardreanema*, independently confirmed his prognosis. In light of the earlier description of this species, however, the following new combination is proposed, and, at the same time reducing *A. farifructa* Norris & Abbott into synonymy.

*Ardreanema seriospora* (Dawson) R. E. Norris comb. nov.

Basionym: *Ceramium seriosporum* Dawson, *Pacific Naturalist* 4(1): 13, Pl. 4, Figs. 1-6, 1963.

Synonym: *Ardreanema farifructa* R. E. Norris & I. Abbott (1992).

Type locality: "Epiphytic on crustose coral-lines with *Antithamnion veleroae* Taylor, inter-

tidal on the seaward side of Isla Cuamaño, Academy Bay, Santa Cruz Island, Galapagos Archipelago." (Dawson 1963).

World distribution: Hawai'i and Maui Islands in the Hawaiian Archipelago, Santa Cruz Island in the Galapagos Archipelago.

#### Acknowledgements

I appreciate the financial support of the Department of Botany, University of Hawai'i at Manoa, through Dr. I. Abbott, for part of this investigation. The above mentioned collectors of the specimens used in this investigation are especially thanked for sharing them with me. Thanks are also extended to Mrs. Angela Shipman for translating the diagnoses into Latin.

#### References

- Agardh, C. A. 1828. *Species algarum*. Volume 2, Section 1, lxxvi + 189 pp. Gryphia [Griefswald].
- Borgesen, F. 1916. The marine algae of the Danish West Indies, Part 3: Rhodophyceae (2). *Dansk Botanisk Arkiv*, 3: 81-144.
- Chamberlain, J. E. 1880. Algae of the Hawaiian Islands, in [Thrum's] Hawaiian Almanac and Annual for 1881. Honolulu. pp. 32-33.
- Dawson, E. Y. 1963. New records of marine algae from the Galapagos Islands. *Pacific Naturalist* 4(1): 1-23.
- Gordon, E. M. 1972. Comparative morphology and taxonomy of the Wrangeliae, Sphondylothamnieae, and Spermothamnieae (Ceramiales, Rhodophyta). *Australian J. Bot. suppl. ser.*, no. 4: 1-180.
- Harvey, W. H. 1844. *Algae of Tasmania*. London J. Bot. 3: 428-454.
- Holmgren, P. K., w. Keuken and E. K. Schofield (eds.) 1981. *Index herbariorum*, Part I: the Herbaria of the World. Seventh Edition. *Regnum Vegetabile* 106: vii + 552 pp.
- Itono, H. 1971. The genera *Callithamnion*, *Aglaothamnion*, *Seirospora*, *Pleonosporium* and *Mesothamnion* (Ceramiales, Rhodophyta) in southern Japan. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 20: 217-237.
- Kornerup, A. & Wanscher, J. H. 1978. *Methuen Handbook of Colour*, 3rd Edition. Methuen, Chichester, Sussex, 252 pp.
- Noda, M. 1964. On the *Wrangelia* from Sado Island in the Japan sea. *J. Fac. Sci. Niigata Univ.*, Ser. II, 4: 15-23.
- Norris, R. E. 1985. Studies on *Pleonosporium* and *Mesothamnion* (Ceramiales, Rhodophyta) with a description of new species from Natal. *Br. phycol. J.*



- 20: 59-68.
- Norris, R. E. & Abbott, I.3A. 1992. New taxa of Ceramiaceae (Rhodophyta) from Hawai'i. *Pacific Science* **46**: 453-465.
- Tilden, J. E. 1902. Collection of algae from the Hawaiian Islands, in [Thrum's] *Hawaiian Almanac and Annual for 1902*. Honolulu. pp. 106-113.
- Tseng, C. K. 1942. Two new species of *Wrangelia* from China. *Lingnan Science Journal* **20**: 261-270.
- Weber-Van Bosse, A. 1921. Liste des algues du Siboga, II: Rhodophyceae, Première partie. Protofloridae, Nemalionales, Cryptonemiales. *Siboga-Expeditie Monographie*, **59b**: 187-310.

**Richard E. Norris : 2 新種を含む数種のハワイ産紅藻イトグサ科藻類について**

ハワイ諸島からイトグサ目の2新種, *Pleonosporium intricatum* と *Wrangelia elegantissima* を記載した。これらの種のハワイにおける分布とそれぞれの種の同属の種との関係につき議論した。また, *Ardrenema seriopora* (Dawson) Norris の新組み合わせを提唱し, *A. farifructa* Norris et Abbott を本種の異名とした。(Botanical Research Institute of Texas, 509 Pecan St., Fort Worth, Texas, U.S.A. 76102-4060.)

(Received September 6, 1993. Accepted February 7, 1994)



## Effects of acetate on gene expression of external carbonic anhydrase in *Chlamydomonas* (Volvocales)

Akira Tachiki\*, Maribel L. Dionisio-Sese\*\*, Shoko Fujiwara\*\*\*, Mikio Tsuzuki\*\*\*\*  
Hideya Fukuzawa\*\*\*\*\* and Shigetoh Miyachi\*\*\*\*\*

\*Life Science Research Center, Advanced Material and Technology Development Bureau, Nippon Steel Corp., 1618  
Ida, Nakahara-ku, Kawasaki, 211 Japan

\*\*Marine Biotechnology Institute, Shimizu Laboratories, 1900 Sodeshi-cho, Shimizu, Shizuoka, 424 Japan

\*\*\*National Institute of Bioscience and Human Technology, AIST, Higashi, Tsukuba, 305 Japan

\*\*\*\*Institute of Molecular and Cellular Biosciences, University of Tokyo, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan

\*\*\*\*\*Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, 606-01 Japan

\*\*\*\*\*Marine Biotechnology Institute, Head Office, 2-35-10 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan

Tachiki, A., Dionisio-Sese, M. L., Fujiwara, S., Tsuzuki, M., Fukuzawa, H. and Miyachi, S. 1994. Effects of acetate on gene expression of external carbonic anhydrase in *Chlamydomonas* (Volvocales). Jpn. J. Phycol. 42: 157-164.

The effect of acetate on the expression of two carbonic anhydrase genes (*CAH1* and *CAH2*) was studied with a green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. In photoautotrophically grown cells, *CAH1* transcript appeared 1 hr after the transfer from 5 to 0.04% CO<sub>2</sub>, while *CAH2* transcript was present in 5% CO<sub>2</sub> and thinned out in air. In mixotrophically grown cells with acetate, *CAH1* transcript level was lowered drastically under low CO<sub>2</sub> concentration, while *CAH2* transcript was present both under low and high CO<sub>2</sub> conditions. The effect of acetate on the gene expression of *CAH1* and *CAH2* is discussed in relation to photosynthesis and CO<sub>2</sub> concentration.

*Key Index Words:* acetate—carbonic anhydrase—*Chlamydomonas*—gene expression—mixotrophy.

Carbonic anhydrase (CA; EC4.2.1.1) has been investigated in several microalgae. It has been shown that this enzyme plays an important role for ensuring a high apparent affinity for inorganic carbon in photosynthesis under ordinary air (Aizawa and Miyachi 1986, Tsuzuki and Miyachi 1990). In *Chlamydomonas reinhardtii*, a high level of CA activity was found in the periplasmic area (Kimpel *et al.* 1983) and it increased under low CO<sub>2</sub> conditions (Yang *et al.* 1985). cDNA clones for the periplasmic CA were isolated by using oligonucleotide probes raised from amino acid sequence of the enzyme subunits (Fukuzawa *et al.* 1990). Nucleotide sequence analysis revealed that the cDNA clones encoded both large and small subunits of CA.

Genes which corresponded to the obtained cDNA clones, *CAH1* and a structurally similar gene *CAH2*, were identified. Both were

tandemly clustered on the nuclear genome approximately 2 kb apart from each other (Fujiwara *et al.* 1990, Fukuzawa *et al.* 1990). CA which appears in low CO<sub>2</sub> conditions (CA1) is derived from *CAH1*. CA purified from cells grown in 5% CO<sub>2</sub> condition (high-CO<sub>2</sub> cells) (CA2) was encoded by *CAH2*, and was not the remnants or slightly expressed CA1 (Tachiki *et al.* 1992). Most of the attention has been paid to CA1 so far, not only because CA activity in the cells grown in ordinary air (low-CO<sub>2</sub> cells) is much higher than that in high-CO<sub>2</sub> cells, but also because CA1 enhances the supply of CO<sub>2</sub> to photosynthetic organ from the suspending medium under low CO<sub>2</sub> conditions. No physiological role of CA2 has been postulated yet.

We report the effect of acetate on the gene expression of *CAH1* and *CAH2* in this paper.



## Materials and Methods

### *Cells and culture condition*

Cells of *Chlamydomonas reinhardtii* Dangeard C-9 mt<sup>-</sup> (IAM Culture Collection, Institute of Molecular and Cellular Biosciences, University of Tokyo) were cultured photoautotrophically at 30°C in 3/10 HSM medium (Sueoka *et al.* 1967) by aeration with 5% CO<sub>2</sub>-enriched air. Mixotrophic cells were prepared in the same medium with addition of acetate (17 mM) every 12 hr in 5% CO<sub>2</sub>. The light intensity for the culture was 18 W·m<sup>-2</sup>.

In the induction experiments of CA, high-CO<sub>2</sub> cells were resuspended in fresh culture medium at the density of 1±0.2 ml packed cell volume per liter and CO<sub>2</sub> concentration in the bubbling gas was reduced from 5 to 0.04% (ordinary air).

### *RNA blot hybridization*

Total RNA was isolated from the cells of *C. reinhardtii* by using guanidium-isothiocyanate and CsCl ultracentrifugation method (Maniatis *et al.* 1982). Ten µg each of total RNA were electrophoresed in formaldehyde containing 1% agarose gel (Maniatis *et al.* 1982) and capillary blotted to nylon membrane (Zeta-probe, BioRad). The membrane was then probed by <sup>32</sup>P-terminal labeled gene specific oligonucleotide probes, PrCAH1 and PrCAH2. The nucleotide sequences of PrCAH1 and PrCAH2 are 5'-GCC GTG CCG ACG GTG GTA GCG TGA CTA ACT ACT GGG AAG T-3' and 5'-CAG TGC TCA CAT AGT AGT TTC GAA TTC TGC CAA TCC TGT C-3', respectively. RNA ladder (BRL) was used as size markers.

### *Determination of photosynthesis and respiration*

Photosynthetic oxygen evolution was determined with a Clark type oxygen electrode (Rank Brothers, Bottisham, Cambridge, U.K.) which was illuminated from one side at 55 W·m<sup>-2</sup> by a projector lamp at 30°C. The rate of *in situ* photosynthesis was measured with the cells immediately after transfer from

the culture, and the capacity of photosynthesis was determined in the presence of 5 or 10 mM NaHCO<sub>3</sub>. The rate of respiration was measured with the same oxygen electrode in the dark.

### *Determination of pcv and CA activity*

Packed cell volume (pcv) was determined by centrifugation at 3,500×g for 10 min at 4°C. Extracellular CA activity was measured by the time needed for a pH change from 8.3 to 7.3 after the addition of 2 ml of CO<sub>2</sub> saturated water to 12 mM Veronal-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> buffer (pH 8.3) containing the algal cells in a total volume of 5 ml at 2°C (Yang *et al.* 1985). Enzyme activity unit was calculated according to Unit=T<sub>0</sub>/T-1 where T and T<sub>0</sub> represent the time (second) needed for the pH change with and without samples.

## Results

### *CA activity in cells grown photoautotrophically and mixotrophically with acetate*

The extracellular CA activity in the high-CO<sub>2</sub> cells grown photoautotrophically increased upon exposure to low CO<sub>2</sub> concentration (Fig. 1). Under 5% CO<sub>2</sub>, CA activity in mixotrophically grown cells was much smaller than in photoautotrophically grown cells (compare the values at time zero in Fig. 1), and stayed similar at very low level even under low CO<sub>2</sub> concentration. When acetate was supplied to the photoautotrophically grown cells simultaneously with lowering CO<sub>2</sub> concentration, CA activity increased for 4–6 hrs as was observed without acetate and then decreased to the same level as observed in mixotrophically grown cells (data not shown). These results suggest that acetate suppresses the induction of CA.

### *Accumulation of CA mRNAs in mixotrophically grown cells*

Expression of two CA genes, *CAH1* and *CAH2*, was examined separately with both photoautotrophically and mixotrophically grown cells. When the photoautotrophically grown cells were transferred from 5% CO<sub>2</sub> to

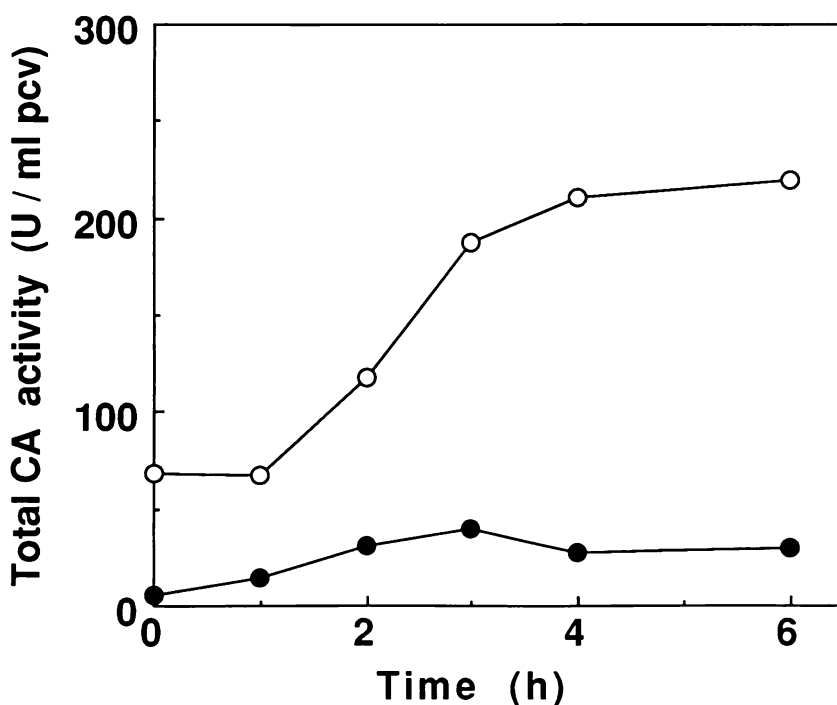


Fig. 1. Changes in the periplasmic CA activities induced by transferring the cells of *Chlamydomonas reinhardtii* grown photoautotrophically (○) and mixotrophically (●) with acetate from 5% to 0.04% CO<sub>2</sub> concentration at time zero. The horizontal line indicates the time (hr) after the transfer from 5% to 0.04% CO<sub>2</sub>.

ordinary air, the transcript of *CAH1* was accumulated 1 hr after the transfer and the level reached the maximum after 2 hrs. *CAH2* mRNA which was expressed under 5% CO<sub>2</sub> disappeared 1 hr after the transfer to low CO<sub>2</sub> concentration (0.04%) (Fig. 2). On the other hand, when mixotrophically grown high-CO<sub>2</sub> cells were placed to ordinary air in the presence of acetate, *CAH1* appeared 2 hrs after the transfer to reach a maximum level after 4 hrs, and then decreased to less than a half of the maximum after 6 hrs (Fig. 2). Therefore, the appearance of *CAH1* under low CO<sub>2</sub> conditions was delayed in mixotrophically grown cells compared with that in photoautotrophically grown cells. The level of *CAH1* in the mixotrophically grown cells was much lower than that in the photoautotrophically grown cells (Fig. 2). *CAH2* mRNA was expressed at almost the same level before and after the CO<sub>2</sub> shift in the mixotrophically grown cells.

#### Transcript stability of the CA genes, CAH1 and CAH2

To evaluate the stability of mRNA transcripts from *CAH1* and *CAH2* under low CO<sub>2</sub> conditions, the effect of actinomycin D, a potent inhibitor of nuclear transcription, on the accumulation of *CAH1* and *CAH2* mRNA was investigated. Actinomycin D was added to the culture medium at the concentration of 20 µg·ml<sup>-1</sup> 2 hrs after lowering the CO<sub>2</sub> concentration from 5% to air. The level of *CAH1* mRNA decreased to that less than a half 1 hr after the addition of actinomycin D and faded after 2 hrs (Fig. 3, lanes 1-4). The additional bands of 4.3 kb observed in lanes 1 and 2 corresponds to the size of the precursor mRNA of *CAH1* including introns (see Fujiwara *et al.* 1990), which faded away with time. The level of 2.0 kb *CAH2* mRNA decreased to approximately 0.5 hr after addition of actinomycin D and was not detected after 2 hrs (Fig. 3, lanes 5-8).

These results indicate that half-lives of both

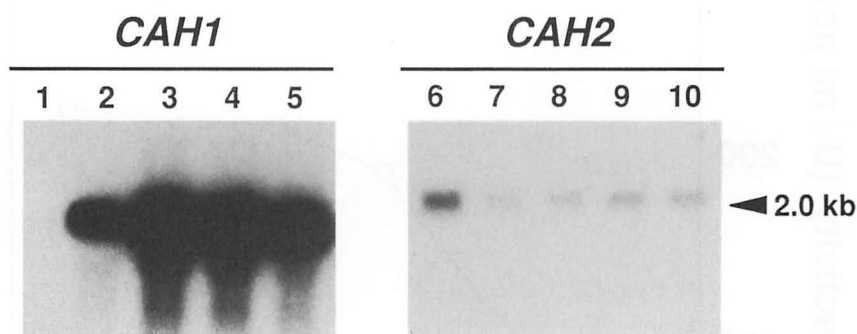
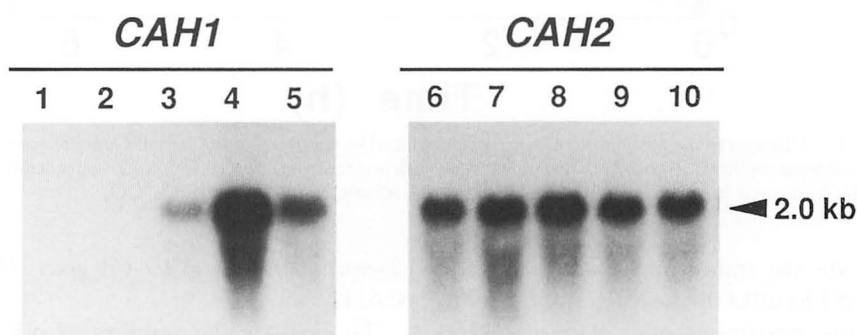
**(A) Autotroph****(B) Mixotroph**

Fig. 2. Accumulation of CA mRNA induced when high- $\text{CO}_2$  cells of *Chlamydomonas reinhardtii* grown photoautotrophically (A) and mixotrophically with acetate (B) were transferred to ordinary air. Following electrophoresis of 10  $\mu\text{g}$  total RNA in each lane in denaturing agarose gel, northern blot analysis was carried out using gene-specific oligonucleotide probes, PrCAH1 (lanes 1 through 5) and PrCAH2 (lanes 6 through 10). The cells were transferred to air time zero (lanes 1 and 6) and kept under low  $\text{CO}_2$  conditions (air) for 1 (lanes 2 and 7), 2 (lanes 3 and 8), 4 (lanes 4 and 9), and 6 hrs (lanes 5 and 10).

*CAH1* and *CAH2* mRNAs are about 30 min. Therefore, the greater part of each blot shown in Fig. 2 consists of the transcribed product during the period after the prior sampling, but not of the remnant of mRNA shown in the prior sampling. We can also conclude that *CAH1* is transcribed continually under low  $\text{CO}_2$  conditions, and that the rate of *CAH1* transcription is maximum at 1–2 hr after the transfer from high to low  $\text{CO}_2$  concentration (Fig. 2).

*Changes in capacity and rate of in situ photosynthesis after lowering  $\text{CO}_2$  concentration*

To understand the physiological conditions of the algal cells during CA induction, changes in photosynthetic activity in the cells kept in the growth medium (*in situ* photosynthesis) and the activity in the presence of saturated concentration of  $\text{NaHCO}_3$  (capacity of photosynthesis) were determined. The capacity of photosynthesis in photoautotrophic cells was almost constant at 220–250  $\mu\text{mol O}_2 \cdot (\text{mg chl})^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  even when the  $\text{CO}_2$  concentration was lowered from 5 to 0.04% (Fig. 4A). The rate of *in situ* photosynthesis, however, immediately decreased to less than a half and then recovered after a few hours. The pho-

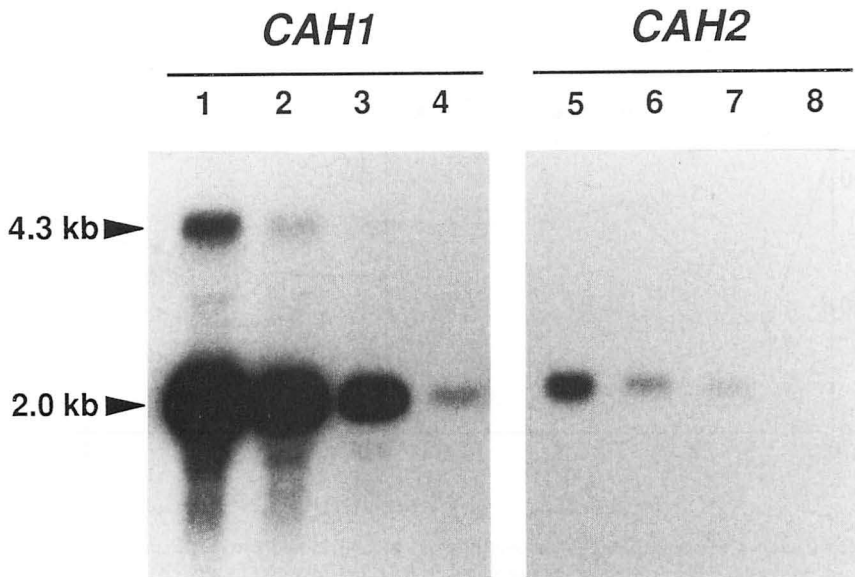


Fig. 3. The effect of actinomycin D on *in vivo* CA mRNA accumulation in *Chlamydomonas reinhardtii*. Northern blot analysis of total RNA from *Chlamydomonas* cells was carried out by using gene-specific oligonucleotide probes. In each lane 10  $\mu\text{g}$  of total RNA was electrophoresed in denaturing agarose gel, blotted to nylon membranes and probes PrCAH1 (lanes 1 through 4) and PrCAH2 (lanes 5 through 8). Photoautotrophically grown cells in 5%  $\text{CO}_2$  were kept in ordinary air for 2 hrs (lanes 1 and 5), then 20  $\mu\text{g}$  of actinomycin D per ml was added. The cells were further kept under the same low  $\text{CO}_2$  condition for 0.5 (lanes 2 and 6), 1 (lanes 3 and 7) and 2 hrs (lanes 4 and 8). Radioactive spots of *CAH1* and *CAH2* transcripts were detected by autoradiography for 1 day and 1 week, respectively.

tosynthetic capacity in mixotrophic cells was about a half that of photoautotrophic cells (Fig. 4B). The rate of *in situ* photosynthesis was also lower than the photoautotrophic cells. The photosynthetic capacity and the rate of *in situ* photosynthesis in mixotrophically grown cells did not show significant change for 4 hrs after the  $\text{CO}_2$  shift. The growth rate of the cells was enhanced by the addition of acetate (data not shown). Therefore, these results indicate that the algal cells did not depend so much on photosynthesis under mixotrophic conditions as under photoautotrophic conditions.

#### Changes in the rate of dark respiration

Rates of dark respiration in photoautotrophically and mixotrophically grown cells was both about  $60 \mu\text{mol O}_2 \cdot (\text{mg chl})^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  under 5%  $\text{CO}_2$  (Fig. 5). The rate in photoautotrophically grown cells decreased to  $20 \mu\text{mol O}_2 \cdot (\text{mg chl})^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  2 hrs after lowering  $\text{CO}_2$  concentration, whereas it was

not affected in mixotrophically grown cells.

#### Discussion

It was shown in this paper that the transcription of *CAH1* in low  $\text{CO}_2$  condition was suppressed in mixotrophically grown cells with acetate (Fig. 2). Coleman *et al.* (1991) reported that the accumulation of CA mRNA in low  $\text{CO}_2$  condition was reduced by acetate. They used 2.5 kb genomic CA clone which could hybridize mRNAs of both CA genes. Since the maximum level of *CAH1* mRNA was much higher than that of *CAH2* mRNA, the above result is consistent with that of Coleman *et al.* We, further, found that the transcription of *CAH2* was enhanced in the mixotrophic conditions (Fig. 2).

Gene expression of *CAH1* and *CAH2* is strongly regulated by  $\text{CO}_2$  concentration (Fujiwara *et al.* 1990). Therefore, one might assume that the regulation by acetate is caused by the increase in intracellular  $\text{CO}_2$

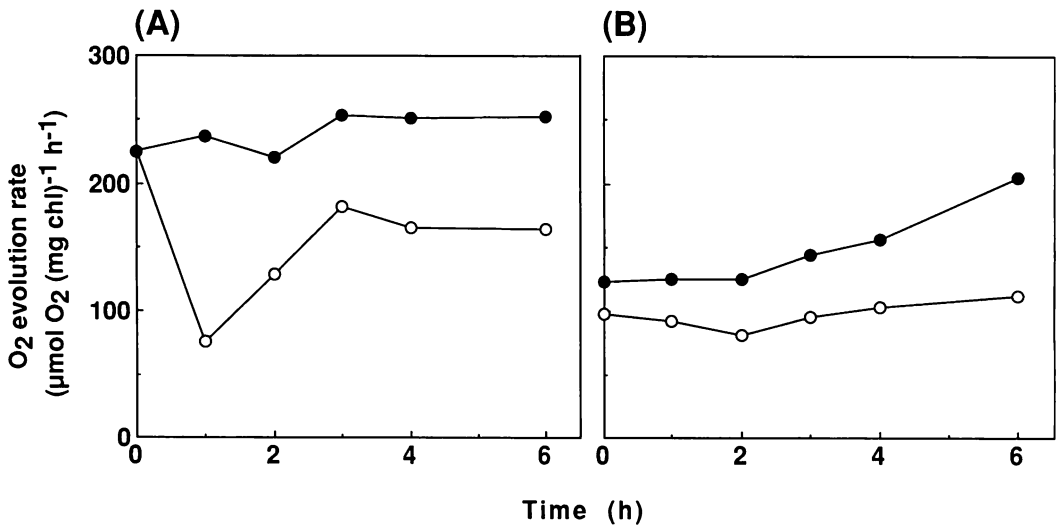


Fig. 4. Changes in the capacity of photosynthesis (●) and in the rate of *in situ* photosynthesis (○) in *Chlamydomonas reinhardtii* cells grown photoautotrophically (A) and mixotrophically (B) which were induced by lowering CO<sub>2</sub> concentration from 5 to 0.04%. For mixotrophically grown cells acetate was freshly added at the CO<sub>2</sub> shift. The horizontal line indicates the time (hr) after the transfer from 5% to 0.04% CO<sub>2</sub>.

concentration, since rate of dark respiration is elevated and that of photosynthesis is lowered by adding acetate under low CO<sub>2</sub> conditions. There are, however, some antagonistic results: (1) The level of transcript of *CAH2* under the saturated CO<sub>2</sub> concentration (5% CO<sub>2</sub>) was increased by acetate (compare lane 6 of (A) and (B) in Fig. 2). (2) *CAH1* mRNA was fairly accumulated in autotrophically grown cells 1 hr after the transfer of CO<sub>2</sub> concentration from 5% to ordinary air, while the rate of dark respiration in these cells remained as high as that in mixotrophic cells. These results indicate that CO<sub>2</sub> respired in the dark would not be the major factor for *CAH1* transcription. (3) The experiments of CA induction have been carried out under the continuous light where CO<sub>2</sub> is incessantly fixed by photosynthesis. The genes responsible for photosynthesis such as *rbc S* (gene encoded for small subunit of ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase) (Goldschmidt-Clermont and Rahire 1986, Steinbis and Zetsche 1986) and *cab II* (gene encoded for light harvesting chlorophyll-binding protein) (Kindle 1987) were also suppressed by acetate.

Both under photoautotrophic and mixo-

trophic conditions, the capacity of photosynthesis was not affected by the transfer from ordinary air to high-CO<sub>2</sub> conditions (Fig. 4). The rate of *in situ* photosynthesis, however, decreased drastically and transcription of *CAH1* was induced under this condition in photoautotrophically grown cells. Since photosynthesis is suppressed by CO<sub>2</sub> shortage during this period, following states can be considered as the factors which induce *CAH1* transcription: (1) a large amount of excited photosynthetic pigments; (2) a high redox state of the reaction centers of PS I and II and of components of electron transport; (3) much amount of oxygen radicals; and (4) greater carbon flow in photorespiratory pathway. In mixotrophically grown cells the capacity of photosynthesis was much smaller than in photoautotrophically grown cells, and the rate of *in situ* photosynthesis was not reduced even when CO<sub>2</sub> concentration was lowered (Fig. 4). CO<sub>2</sub> would not be a limitation factor in mixotrophically grown cells even under low CO<sub>2</sub> conditions.

Since *CAH2* mRNA is accumulated under the conditions which suppressed transcription of *CAH1* in the mixotrophically grown cells, CA activity is always present under any condi-



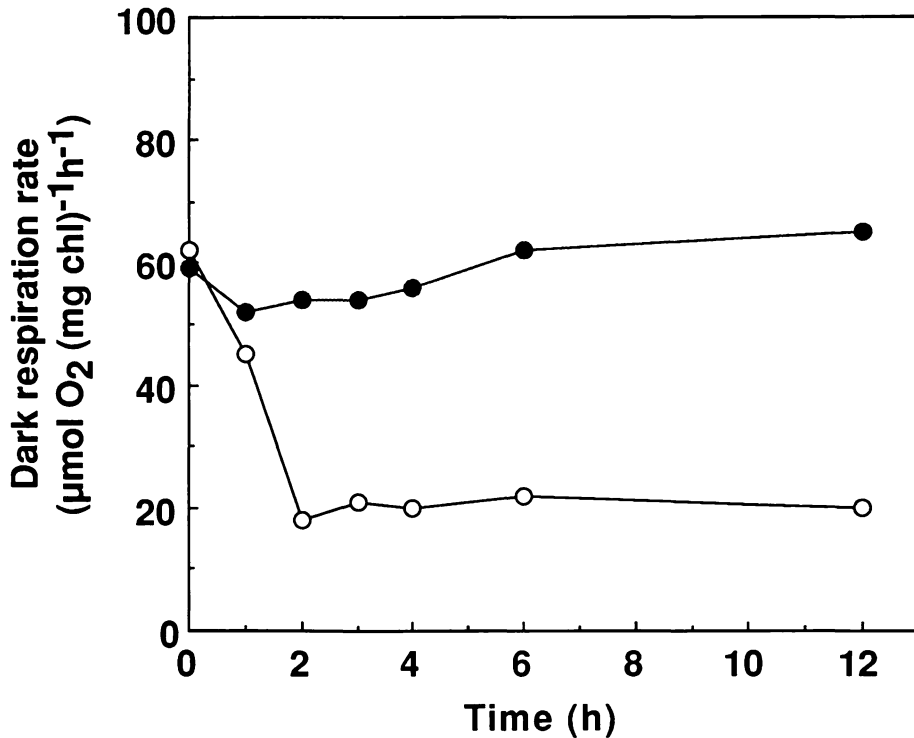


Fig. 5. Changes in the rates of dark respiration in cells of *Chlamydomonas reinhardtii* grown photoautotrophically (○) and mixotrophically (●) which were induced by lowering CO<sub>2</sub> concentration from 5 to 0.04%. The horizontal line indicates the time (hr) after the transfer from 5% to 0.04% CO<sub>2</sub>.

tion, though its activity changes. So far CA has been considered as playing a role which facilitates CO<sub>2</sub> supply in photosynthesis (Tsuzuki and Miyachi 1990), and is known to have esterase activity (Bundy and Cote 1980). Gene products of *CAH2* should play some other role than photosynthesis, but it remains as the subject for future investigation.

## References

- Aizawa, K. and Miyachi, S. 1986. Carbonic anhydrase and CO<sub>2</sub> concentrating mechanisms in microalgae and cyanobacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* **39**: 215-223.
- Bundy, H. F. and Cote, S. 1980. Purification and properties of carbonic anhydrase from *Chlamydomonas reinhardtii*. *Phytochem.* **19**: 2531-2534.
- Coleman, J. R., Luinenburg, I., Majeau, N. and Provart, N. 1991. Sequence analysis and regulation of expression of a gene coding for carbonic anhydrase in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Can J. Bot.* **69**: 1097-1102.
- Fujiwara, S., Fukuzawa, H., Tachiki, A. and Miyachi, S. 1990. Structure and differential expression of two genes encoding carbonic anhydrase in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **87**: 9779-9783.
- Fukuzawa, H., Fujiwara, S., Yamamoto, Y., Dionisio-Sese, M. L. and Miyachi, S. 1990. cDNA cloning, sequence, and expression of carbonic anhydrase in *Chlamydomonas reinhardtii*: Regulation by environmental CO<sub>2</sub> concentration. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **87**: 4383-4387.
- Goldschmidt-Clermont, M. and Rahire, M. 1986. Sequence, evolution and differential expression of the two genes encoding variant small subunits of ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase. *J. Mol. Biol.* **191**: 421-432.
- Kimpel, D. L., Togasaki, R. K. and Miyachi, S. 1983. Carbonic anhydrase in *Chlamydomonas reinhardtii*. I. Localization. *Plant Cell Physiol.* **24**: 255-259.
- Kindle K. L. 1987. Expression of a gene for a light-harvesting chlorophyll a/b-binding protein in *Chlamydomonas reinhardtii*: effect of light and acetate. *Plant Mol. Biol.* **9**: 547-563.
- Maniatis, T., Fritsch, E. F. and Sambrook, J. 1982. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor,

- New York, p. 196.
- Steinbiss, H. J. and Zetsche, K. 1986. Light and metabolite regulation of the synthesis of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase and the corresponding mRNA in the unicellular alga *Chlorella*. *Planta* **167**: 575-581.
- Sueoka, N., Chiang, K. S. and Kates, J. R. 1967. Deoxyribonucleic acid replication in meiosis of *Chlamydomonas reinhardtii*. I. Isotopic transfer experiments with a strain producing eight zoospores. *J. Mol. Biol.* **25**: 44-67.
- Tachiki, A., Fukuzawa, H. and Miyachi, S. 1992. Characterization of carbonic anhydrase isozyme CA2, which is the *CAH2* gene product, in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Biosci. Biotech. Biochem.* **56**: 794-798.
- Tsuzuki, M. and Miyachi, S. 1990. Transport and fixation of inorganic carbon in photosynthesis of cyanobacteria and green algae. *Bot. Mag. Tokyo Special Issue 2*: 43-52.
- Yang, S.-Y., Tsuzuki, M. and Miyachi, S. 1985. Carbonic anhydrase of *Chlamydomonas*: Purification and studies on its induction using antiserum against *Chlamydomonas* carbonic anhydrase. *Plant Cell Physiol.* **26**: 25-34.

立木 光\*・Maribel L. Dionisio-Sese\*\*・藤原祥子\*\*\*・都筑幹夫\*\*\*\*・福澤秀哉\*\*\*\*\*・  
宮地重遠\*\*\*\*\*：クラミドモナス細胞表層カーボニックアンヒドラーゼの  
遺伝子発現に及ぼす酢酸の影響

単細胞緑藻クラミドモナスの細胞表層カーボニックアンヒドラーゼは、*CAH1*と*CAH2*の2つの遺伝子にコードされている。光独立栄養細胞では、*CAH1*の転写産物はCO<sub>2</sub>濃度を5%から0.04%に移すと1時間後に発現した。*CAH2*の転写産物は5%CO<sub>2</sub>条件で存在し、0.04%CO<sub>2</sub>下ではわずかになった。酢酸を有機源とする光従属栄養細胞では、*CAH1*の転写産物は低CO<sub>2</sub>条件でも非常に減少し、*CAH2*の転写産物は高低両CO<sub>2</sub>条件共に存在した。*CAH1*と*CAH2*の転写に及ぼす酢酸の影響について光合成とCO<sub>2</sub>濃度の点から議論する。(\*211 川崎市井田1618 新日鐵(株)先端技術研究所, \*\*424 清水市袖師町 海洋バイオテクノロジー研, \*\*\*305 つくば市東 生命工学工業技術研, \*\*\*\*113 文京区弥生 東大分生研, \*\*\*\*\*606-01 京都市左京区 京大農学部, \*\*\*\*\*113 文京区本郷 海洋バイオテクノロジー研)

(Received December 24, 1993. Accepted January 24, 1994)

## Reproductive structures of *Bostrychia simpliciuscula* (Ceramiales, Rhodophyceae) in the field and in culture

Mitsunobu Kamiya\*, John A. West\*\* and Yoshiaki Hara\*

\*Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305 JAPAN

\*\*School of Botany, University of Melbourne, Parkville, Victoria 3052, AUSTRALIA

Kamiya, M., West, J. A. and Hara, Y. 1994. Reproductive structures of *Bostrychia simpliciuscula* (Ceramiales, Rhodophyceae) in the field and in culture. Jpn. J. Phycol. 42: 165–174.

Reproductive structures of *Bostrychia simpliciuscula* are described based on the field and cultured plants in Japan, Singapore and Australia. The reproductive organs of male and female gametophytes and carposporophytes are described for the first time. This species is usually unisexual and has a *Polysiphonia*-type life history pattern, however, a few bisexual plants developed from the tetraspore germlings of an isolate from Singapore. The carpogonial branch is mainly composed of 4 cells, rarely 3 cells, and this feature is common to many other *Bostrychia* species. The number and dividing pattern of cortical cells in spermatangial stichidia are more variable and complicated than those of other *Bostrychia* species.

*Key Index Words:* bisexual, *Bostrychia simpliciuscula*, Ceramiales, *Polysiphonia*-type life history, reproductive structure, Rhodomelaceae, Rhodophyceae

The genus *Bostrychia* is common to the mangroves and salt marshes of estuarine systems throughout the tropical and temperate regions of the world. *B. simpliciuscula* Harvey ex J. Agardh is known in Japan (Okamura 1907 as *B. andoi*, Tokida 1939, Kumano 1979 as *B. tenuis* f. *simpliciuscula* and *B. hamana-tokidai*, Yoshizaki *et al.* 1983 as *B. tenuis* f. *simpliciuscula*), Australia (King & Puttock 1989), Hong Kong and Macao (Tseng 1943), Singapore (West 1991) and Fiji (South *et al.* 1994). This species is characteristically turf-forming with the main axes 2–5 cm long, bearing lateral branches with 1–2 orders of additional branching that is partially or completely monosiphonous, peripheroaptera arising at branch nodes, with 4–6 pericentral cells each forming two vertical tier cells. In Japan, the species frequently grows associated with stem of reeds *Phragmites communis* Trin. or rocks in freshwater streams near estuaries and appears in higher zone than *Caloglossa leprieurii* f. *continua* (Okamura) Post and *C. ogasawaraensis* Okamura (Yoshizaki *et al.* 1983). The species is also growing with either the liverwort *Lepidozia mamillaris*

Schiffner or the green alga *Boodleopsis carolinensis* Trono in turf at Singapore (West 1991).

The polyol content (D-sorbitol and D-dulcitol) of *B. simpliciuscula* laboratory cultured samples from Singapore was analyzed by Karsten *et al.* (1992) and is similar to that of most other *Bostrychia* species in which these compounds are required for osmoacclimation. D-sorbitol content (range 114–194, mean 161  $\mu\text{mol g}^{-1}$  DW) was usually lower than D-dulcitol content (range 130–286, mean 216  $\mu\text{mol g}^{-1}$  DW). The ecophysiology of one *B. simpliciuscula* isolate (no. 2963) from Singapore has been investigated by Karsten *et al.* (1994).

Yoshizaki *et al.* (1986, 1993) examined the phenology of *B. simpliciuscula* in the Kido River (Chiba Pref., Japan) but found no fertile gametophytes or tetrasporophytes. In field collections by various authors only a few tetrasporophytes bearing stichidia have been observed (Kumano 1979, King and Puttock 1989), and fertile gametophytes have never been recorded so far.

In this study, we could observe various reproductive states of this species in field

and/or cultured plants. These field and laboratory investigations are not only considered appropriate to determine the overall life history of this species but also contribute the analysis of the taxonomic and phylogenetic relationships with other *Bostrychia* species.

### Materials and Methods

The collection locality and date of *Bostrychia simpliciuscula* samples are listed in Table 1 with culture numbers for isolates established.

For Australian and Singapore isolates kept by West, collection, transport and culture procedures followed those of West and Calumpo (1988) except for the culture condition. The isolates cultured were maintained in Provasoli's enriched seawater (2 ml enrichment// 30 ppt sea water, see Starr and Zeikus 1993) at 10–20  $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  cool white fluorescent lighting, 12 : 12 LD, and 22–25°C. For some experiments to increase growth and tetrasporangial stichidial formation the irradiance was increased to 50  $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

The Japanese isolates kept by Kamiya and Hara were put into 100 ml plastic cups containing 20–30 ml Provasoli's enriched seawater (20 ml enrichment// 14 ppt sea water), and the isolates were maintained at 0.5–9  $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  cool white fluorescent lighting, 14 : 10 LD, and 20–25°C. The medium were changed every one or two months. As needed in each culture for preventing diatom and cyanobacterium growth, 1 mg/l germanium dioxide and 30 mg/l streptomycin were added to the medium.

Both field and cultured specimens were stained for observing under light microscope by 0.04% cotton blue in seawater with 0.3% 1 N HCl, 10% formalin, 20% glycerol and 20% ethanol. Stained specimens were then mounted in 80% Karo® syrup in distilled water with 10% formalin.

For measuring the size of reproductive organs, 5–20 cultured plants from different localities were employed.

### Results

*Reproduction of field specimens.* About fifty field specimens collected from each locality were surveyed for reproductive structures (Table 1). The tetrasporophytes with tetrasporangial stichidia were collected in only five localities, Aki River (2 plants), Mandai (1 plant), Nagara R. (18 plants), Shiira R. (12 plants) and Yorimo R. (3 plants), whereas no fertile gametophytes were found in field except one male gametophyte in Lim Chu Kang (Table 1).

*Tetraspore germination.* Almost all of the field plants used for culture experiments initially lacked reproductive organs. One month or more after the plants were inoculated into vessels containing PES media, they developed tetrasporangial stichidia. Freshly released tetraspores were 39–46  $\mu\text{m}$  diam. (mean 42  $\mu\text{m}$ ,  $n=10$ ). As is characteristic of most Ceramiales, spore germination was bipolar with the first germ tube establishing the rhizoid filament and the second forming the erect axial shoot which then elongated rapidly forming a monosiphonous filament of 20 or more cells (1–2 mm long) before becoming polysiphonous (Fig. 1) and beginning the development of the first lateral branches (Fig. 2). The monosiphonous filament remained uniform in diameter (22–27  $\mu\text{m}$ ) throughout development. The rhizoid pole development was repressed until the main shoot became polysiphonous and branched. Then the rhizoid began to elongate as a monosiphonous branch that was characteristically narrower and lighter in color than the erect axis (Fig. 2). New erect shoots arose as small bud-like initials from intercalary cells of the rhizoidal filaments (Fig. 2).

The plant was dichotomously or subdichotomously branched (Figs. 3, 4), consisting of axial cells and pericentral cells, 100–180  $\mu\text{m}$  in diameter near the base. At the apex, a dome-shaped apical cell cut off disc-shaped axial cells downward, and first pericentral cells were divided from the 4th–16th axial cell (Fig. 5). Each axial cell was surrounded by 4 pericentral cells near the apex and by 5

Table 1. Collection locality and date, culture number and reproductive state of *B. simpliciuscula* in the field and culture.

Collection locality	Collection date	*Reproductive state in field	Culture No.	*Reproductive state in culture
Abu R., Yamaguchi, Japan	23 Mar. 1992	v		
Aki R., Ooita, Japan	19 Mar. 1992	⊕		
Aono R., Shizuoka, Japan	16 Apr. 1991	v		
	9 Sept. 1992	v		
Beppu R., Kagoshima, Japan	21 Mar. 1992	v		
Chunda Bay, Queensland, Australia	28 Sept. 1991	v	3211	v
Iroha R., Ooita, Japan	19 Mar. 1992	v	755	v→⊕
Isechi R., Mie, Japan	7 Mar. 1992	v		
Isuzu R., Miyazaki, Japan	20 Mar. 1992	v	752	v→⊕
Kido R., Chiba, Japan	20 Aug. 1993	v		
Kitakami R., Miyagi, Japan	6 Mar. 1991	v	435	v→⊕
Koya R., Yamaguchi, Japan	18 Mar. 1992	v		
Kurino R., Yamaguchi, Japan	23 Mar. 1992	v		
Lim Chu Kang, Singapore	16 June 1989	male	2964	male
Mandai, Singapore,	13 June 1989	⊕	2963	⊕→male, female, bisexual
Monzen R., Yamaguchi, Japan	18 Mar. 1992	v		
Nagara R., Mie, Japan	7 Mar. 1992	⊕		
Same R., Fukushima, Japan	9 Mar. 1991	v	436	v→⊕→male, female
Shio R., Okinawa, Japan	7 Sept. 1993	v		
Shiomi R., Miyazaki, Japan	31 May 1991	v		
Shiira R., Okinawa, Japan	13 Sept. 1993	⊕		
Tama R., Kumamoto, Japan	21 Mar. 1992	v	758	v
Tsuri R., Fukuoka, Japan	23 Mar. 1992	v		
Urauchi R., Okinawa, Japan	30 Mar. 1991	v	520	v
Usuki R., Ooita, Japan	20 Mar. 1992	v		
Yorimo R., Ooita, Japan	19 Mar. 1992	⊕		
Yoshii R., Okayama, Japan	17 Mar. 1992	v		
Yuta R., Kyoto, Japan	21 Aug. 1992	v	926	v

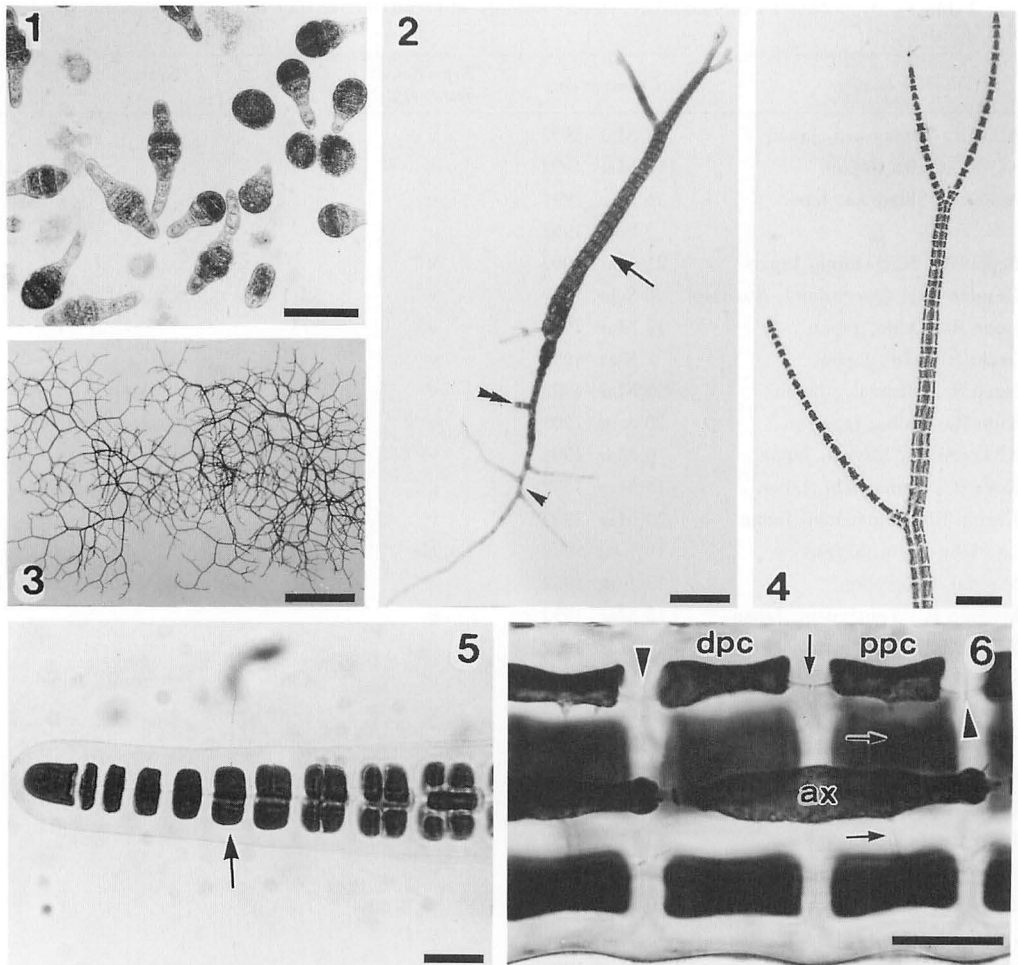
\* "V" and ⊕ indicate vegetative plants bearing no reproductive organs and tetrasporophytes bearing tetrasporangial stichidia, respectively.

pericentral cells from the 10th–22nd segments downward. Each proximal pericentral cell divided directly from axial cells cut off a distal pericentral cell toward the apex (Fig. 6). In each segment, primary pit connections were seen between the axial cells and the proximal pericentral cells and also between the proximal and distal pericentral cells (Fig. 6). The intersegmental secondary pit connections were always formed between the adjacent vertical pericentral cells (Fig. 6) except for the segments near the apex. Occasionally the second inter-/intra-segmental pit connections were seen between the adjacent vertical

pericentral cells. Lateral branches were partially, sometimes completely monosiphonous, and such monosiphonous branches reached 11–33 cells long (Fig. 4).

Peripherohaptera were slow to develop in culture, and the plants often reached 1–2 cm in length before peripherohaptera were formed. In field plants, peripherohaptera were less than 0.2 mm in length and often developed in tandem (Fig. 7), except for plants in Shiira River, which sometimes had long and sparse ones (max. 1 mm). Usually field plants had more pericentral cells elongating to form the peripherohapteral filaments than cul-





Figs. 1-6. *Bostrychia simpliciuscula* in culture.

Fig. 1. Three days old tetraspore germlings of no. 2963 isolate. Scale bar=100  $\mu\text{m}$ .

Fig. 2. A twenty-five days old tetraspore germling of no. 2963 isolate. An erect main polysiphonous shoot (arrow) with first branches and basal system of branching rhizoids (arrowhead) are seen. Note a new erect shoot (double arrowhead) arising from the rhizoidal filament. Scale bar=300  $\mu\text{m}$ .

Fig. 3. A whole thallus of no. 2964 isolate. Scale bar=3 mm.

Fig. 4. A part of branch in no. 755 isolate, showing partial monosiphonous branch. Scale bar=100  $\mu\text{m}$ .

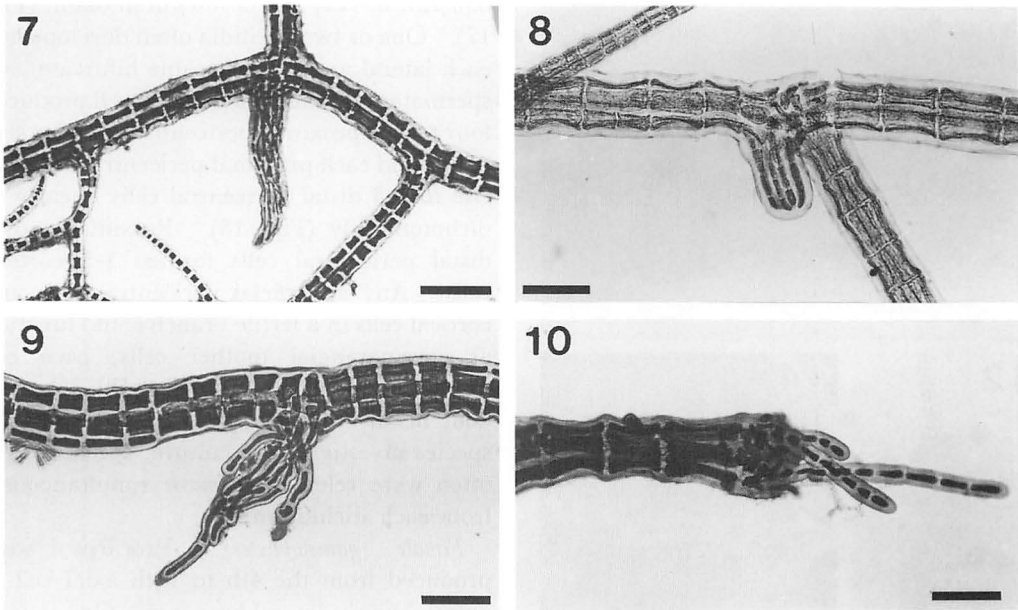
Fig. 5. Apex of an indeterminate branch, showing first pericentral cells divided from the 6th axial cell (arrow). Scale bar=20  $\mu\text{m}$ .

Fig. 6. A part of branch, showing that a proximal pericentral cell (ppc) divided from an axial cell (ax) cuts off a distal pericentral cell (dpc) toward the apex (left side). Note primary pit connections (arrow) and intersegmental secondary pit connections (arrowhead). Scale bar=30  $\mu\text{m}$ .

tured plants (6-8 vs. 1-6) (Figs. 7, 8). The length, number and formation (dense or sparse) of peripherohaptera were variable under culture conditions. The peripherohaptera generally arose at the axial node where a lateral branch developed on the opposite side, but occasionally a peripherohapteron arose at an internodal site (Fig. 9). Once the fila-

ments contacted with a substrate, a typical multicellular disc developed. New rhizoidal filaments also arose from the basal cells at the cut end of an erect shoot (Fig. 10).

*Tetrasporophytes.* Tetrasporangial stichidia were subapically produced on the upper parts of shoots (Fig. 11). In culture isolates from Japan, stichidia were 250-650  $\mu\text{m}$  (mean



Figs. 7-10. Peripherohaptera of *B. simpliciuscula* in field and culture.

Fig. 7. A peripherohapterum at the axial node in a field plant from Nagara R. Note the peripherohaptera develops in tandem. Scale bar=100  $\mu$ m.

Fig. 8. A peripherohapterum at the axial node in no. 752 isolate. Scale bar=200  $\mu$ m.

Fig. 9. A peripherohapterum at the internodal site in no. 520 isolate. Scale bar=100  $\mu$ m.

Fig. 10. New rhizoidal filaments raised from the basal cells at the cut end of an erect shoot in no. 752 isolate. Scale bar=100  $\mu$ m.

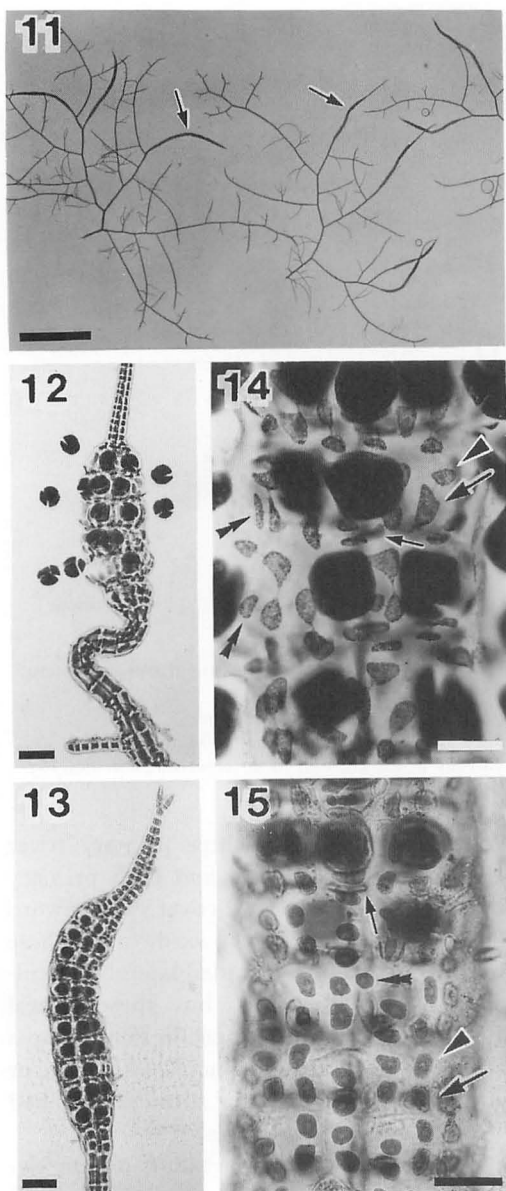
430  $\mu$ m,  $n=20$ ) long and 120-250  $\mu$ m (mean 176  $\mu$ m,  $n=20$ ) diam. with 4-7 tetrasporangia along axial cells (Fig. 12), whereas field tetrasporophytes had longer stichidia (150-1300  $\mu$ m, mean 610  $\mu$ m,  $n=20$ ) with 4-17 tetrasporangia along axial cells (Fig. 13). By contrast, the young stichidia of the Singapore culture isolate no. 2963 were mostly long (900-1900  $\mu$ m, mean 1280  $\mu$ m,  $n=10$ ) and after about three weeks growth they increased in length considerably (3.0-3.5 mm, mean 3.16 mm,  $n=5$ ). In the older stichidia, sporangia in the lower parts had already discharged the spores, and new stichidia were progressively produced to their tips following the growth of axes.

Each axial cell near the apex cut off 4 or 5 pericentral cells outside, and then they divided longitudinally and differentiated into a tetrasporangial mother cell on the upper side and a residual stalk cell (Figs. 14, 15). Tetrasporangia dividing tetrahedrally were 35-55  $\mu$ m (mean 46.3  $\mu$ m,  $n=15$ ) in diam.

A stalk cell developed three primary cover cells toward the surface, and each primary cover cell produced 1 or 2 cover cells upward (Figs. 14, 15), rarely downward, too. These cover cells sometimes divided laterally in cultured plants (Fig. 14), but these lateral divisions were rarely seen in field plants (Fig. 15). The cover cells increased in number much more on intercalary stichidia that had already released tetraspores.

*Male gametophytes.* Male plants usually developed their reproductive structures after the tetraspore germlings had become polysiphonous and branched. Some of them formed terminal spermatangial stichidia 400-500  $\mu$ m long directly from the monosiphonous axis of sporelings about 1.5-2.0 mm long. When the main axis became 2.5-3.0 mm long, it was polysiphonous and developed 2-4 secondary lateral branches with spermatangial stichidia (Fig. 16).

The spermatangial stichidia of the well developed plants were 375-850  $\mu$ m long (mean



Figs. 11–15. Tetrasporophytes of *B. simpliciuscula* in culture and field.

Fig. 11. Tetrasporophytes with tetrasporangial stichidia in no. 2963 isolate. Scale bar=3 mm.

Fig. 12. A tetrasporangial stichidium in no. 752 isolate. Scale bar=100  $\mu$ m.

Fig. 13. A tetrasporangial stichidium in a field plant from Nagara R. Scale bar=100  $\mu$ m.

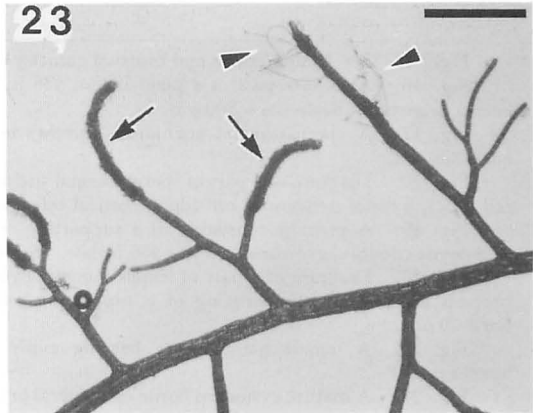
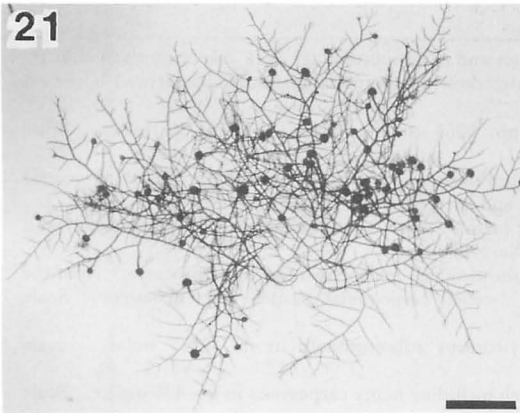
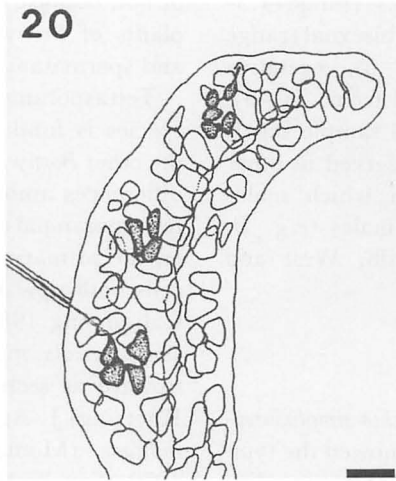
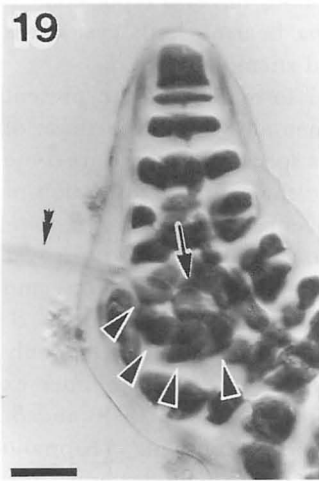
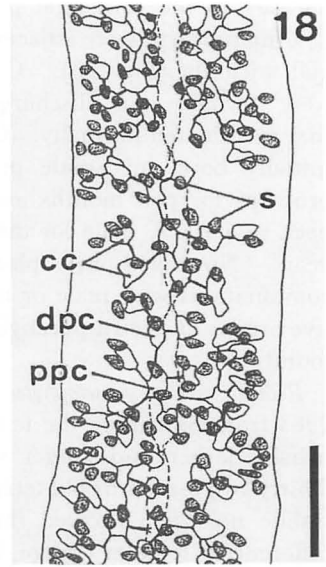
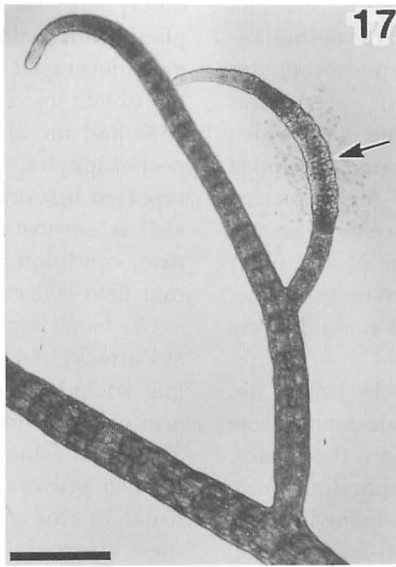
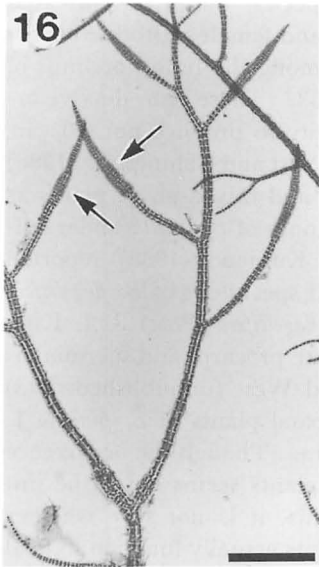
Fig. 14. Surface view of a tetrasporangial stichidium in no. 752 isolate, showing a stalk cell (small arrow), a primary cover cell (large arrow) and secondary cover cells dividing upward (arrowhead) and laterally (double arrowhead). Scale bar=50  $\mu$ m.

650  $\mu$ m,  $n=14$ ) and 60–85  $\mu$ m in diam. (Fig. 17). One or two stichidia often developed on each lateral and some became bifurcate. In spermatangial stichidia an axial cell produced four or five proximal pericentral cells per segment, and each proximal pericentral cell gave rise to 1–3 distal pericentral cells linearly or dichotomously (Fig. 18). Proximal and/or distal pericentral cells formed 1–5 cortical cells. Any superficial pericentral cells and cortical cells in a fertile branch could function as spermatangial mother cells, each cell producing 1–4 spermatia (Fig. 18). As evident in all other *Bostrychia* and *Stictosiphonia* species investigated in culture, spermatangia often were released *en masse* simultaneously from each stichidium.

*Female gametophytes.* Procarps were produced from the 4th to 12th axial cell of polysiphonous lateral branches. One to four procarps were usually formed in series at the ventral side or occasionally at the both sides. Each procarp consisted of a 4-celled carpogonial branch and a supporting cell (Fig. 19). Only one procarp with a 3-celled carpogonial branch was found in a cultured plant from Same River, Japan (Fig. 20). Trichogynes derived from the carpogonia were 30–225  $\mu$ m long and 5–7.5  $\mu$ m diam. Cystocarps developed subspherically (Fig. 21), being 140–480  $\mu$ m long and 130–480  $\mu$ m in diam. (Fig. 22). Each cystocarp possessed 6–7 longitudinal pericarp filaments and an ostiole (40–160  $\mu$ m diam.). The inner cells of gonimoblast were aligned straight toward the surface, producing tear-drop shaped or lanceolate carposporangia, 40–70  $\mu$ m long and 20–35  $\mu$ m in diam. Carpospores discharged from ostioles germinated in the same way as tetraspores.

*Bisexual gametophytes.* A few bisexual plants developed among the tetrasporelings of isolate no. 2963. These were similar in overall mor-

Fig. 15. Surface view of a tetrasporangial stichidium in a field plant from Nagara R., showing a stalk cell (small arrow), a primary cover cell (large arrow) and secondary cover cells dividing upward (arrowhead) and laterally (double arrowhead). Scale bar=50  $\mu$ m.



phology to the unisexual plants. Stichidia bearing procarps were adjacent to spermatangial stichidia (Fig. 23). Carposporophytes were formed and discharged carpospores that germinated normally. One plant which initially bore only male organs developed procarps for two months and then reverted back to a 100% male for the remaining two years. No mixed-phase plants of any other combinations with male or female reproductive organs and tetrasporangial stichidia were found.

*Relative size of gametophytes.* In isolate no. 2963 from Singapore the female plants were usually larger and longer than the males. Thirty-two 3-months old tetrasporelings from isolate no. 2963 showed the following size differences: females (range 1.0-2.2 cm long, mean 1.58 cm, n=18), males (range 1.3-1.5 cm, mean 1.44 cm, n=5), bisexual (range 1.2-1.9 cm, mean 1.57 cm, n=6), vegetative (range 1.5-1.7 cm, mean 1.6 cm, n=3). While this was a rather small sample set, it reflected the usual pattern observed in other cultured *Bostrychia* species in which males were smaller overall than females (e.g. *B. tenella* (Lamouroux) J. Agardh, West and Calumpong 1988).

## Discussion

In culture condition, *Bostrychia simpliciuscula* was usually unisexual and showed the typical *Polysiphonia*-type life history pattern like

other *Bostrychia* species, but a few bisexual plants with male and female reproductive organs developed among the tetrasporelings of the isolate no. 2963. These reproductive organs had the ability to produce normal carposporophytes. West and Calumpong (1988) reported bisexual and mixed-phase plants as well as unisexual ones of *B. tenella* under culture condition. Kumano (1988) reported that field-collected specimens of *B. flagellifera* (= *B. tenella* ssp. *flagellifera* (Post) R. J. King et Puttock) had both procarps and spermatangial stichidia, and West (unpublished data) also observed bisexual plants in *B. pinnata* J. Tanaka et Chihara. Though the occurrence of such bisexual plants seems not to be unusual in this genus, it is not sure whether these bisexual plants actually function in field or not, because nobody has ever reported field plants of *Bostrychia* bearing both cystocarps and spermatangial stichidia.

Tetrasporangial formation of the present species is fundamentally similar to those of the other *Bostrychia* species, but there are some differences among them in the formation of tetrasporangial cover cells. Firstly, in *B. tenella*, the primary cover cell gives rise to cover cells both upward and downward (West and Calumpong 1988, Tanaka 1989), but in *B. simpliciuscula* most cover cells develop only upward as seen in *B. moritziana* (Sonder ex Kuetzing) J. Agardh (Kumano 1979) and *B. radicans* (Montagne) Montagne (Kumano 1979, Tanaka 1991). This tendency is com-

---

Figs. 16-23. Male, female and bisexual gametophytes and carposporophytes of *B. simpliciuscula* in culture.

Fig. 16. An upper part of a plant in no. 436 isolate, showing spermatangial stichidia (arrow) borne on lateral branches. Scale bar=500  $\mu$ m.

Fig. 17. A spermatangial stichidium (arrow) in no. 2963 isolate, releasing many spermata. Scale bar=200  $\mu$ m.

Fig. 18. Diagram of a part of spermatangial stichidium showing cell arrangement of a proximal pericentral cell (ppc), a distal pericentral cell (dpc), cortical cells (cc) and spermata (s). Scale bar=20  $\mu$ m.

Fig. 19. A procarp consisting of a supporting cell (arrow), four carpogonial branches (arrowhead) and trichogyne (double arrowhead) in no. 436 isolate. Scale bar=20  $\mu$ m.

Fig. 20. Diagram of a part of female gametophyte showing cell arrangement of three procarps. Note the procarp at the bottom consisting of a supporting cell, 3-celled carpogonial branch and trichogyne. Scale bar=20  $\mu$ m.

Fig. 21. A female gametophyte bearing many cystocarps subterminally in no. 2963 isolate. Scale bar=3 mm.

Fig. 22. A mature cystocarp borne on a lateral branch including many carpogonia in no. 436 isolate. Scale bar=100  $\mu$ m.

Fig. 23. A bisexual gametophyte in culture no. 2963 isolate. Procarps (arrowhead) on one branch and spermatangial stichidia (arrow) on adjacent branches. Scale bar=500  $\mu$ m.

mon in both field and cultured plants, so it may be useful as the additional characteristic to elucidate the phylogenetic relationship of this genus. Secondly, King and Puttock (1989) observed cover cells which divided laterally (they called as "partial cortication") in the field plants of *B. simpliciuscula*. We sometimes found such cover cells in the culture plants but rarely in the field plants, so the lateral division of cortical cells may be easily influenced by environmental conditions.

In spermatangial stichidia of *Bostrychia* species, the number and branching pattern of pericentral cells and cortical cells of this species are more variable than those of seven species reported by King and Puttock (1991). This species produces linearly or dichotomously 1-3 distal pericentral cells from a proximal pericentral cell as seen in *B. tenella* reported by Tanaka (1989), and each pericentral cell forms 1-5 cortical cells. As reported by King and Puttock (1991), the arrangement of cortical cells in the spermatangial stichidia is too variable to understand the taxonomic relationships within this genus.

Though the 4-celled carposporangial branches are common in *Bostrychia* species as well as all other members of Ceramiales, some authors reported the 3-celled carpogonial branches in several species of *Bostrychia*. Tanaka (1989) showed only 3-celled carpogonial branches in *B. tenella*, and Kumano (1988) also recognized that the 3-celled carpogonial branch was more common than the 4-celled one in *B. flagellifera* (= *B. tenella* ssp. *flagellifera*). Both 3- and 4-celled carpogonial branches are also found in *B. harveyi* Montagne, *B. pinnata*, *B. moritziana* and *B. tenella* ssp. *tenella* by King and Puttock (1989). West and Calumpang (1988) reported that *B. tenella* produced 2-, 3- and 4-celled carposporangial branches in culture condition and that 3-celled ones were seen more frequently than 2- or 4-celled ones. In the present species, most carpogonial branches are 4-celled and only one 3-celled carpogonial branch was observed. As pointed out by Tanaka (1991), 3-celled carpogonial branches may not be unusual in *Bostrychia* species.

Since these results were taken from observations only on the field plants except for West and Calumpang (1988) and the present study, the further studies based on the cultured plants will be necessary for getting the precise cell numbers of carpogonial branches and for elucidating the developmental sequence of carpogonial branches in each taxon.

In field plants, there were not remarkable differences of the gross morphology among Japanese, Australian and Singapore localities. Only Shiira River's plants had long and sparse peripherohaptera, though plants in other localities had short and dense ones. Such long and sparse peripherohaptera had been reported in this species from Kagoshima, southern Japan (Tokida 1939). Under culture condition, however, the morphology of peripherohaptera was quite variable, and some isolates with short and dense peripherohaptera formed long and sparse ones. Therefore, this morphological feature may be induced by a certain environmental condition. In cultured plants, tetrasporangial stichidia of Japanese isolates were shorter than those of Singapore ones. This difference may be also induced from the difference of culture condition because long stichidia were often found in Japanese field plants.

*Bostrychia simpliciuscula* showed the *Polysiphonia*-type life history under laboratory culture, but very few fertile gametophytes could be collected in field. It is still uncertain whether this species has a sexual life history in field or is dispersed by vegetative growth and fragmentation in order to extend and maintain its distribution. Considering that we could find tetrasporophytes with stichidia from only 5 of 27 localities, this species may disperse mainly by vegetative growth and fragmentation rather than discharging tetraspores and carpospores. Molecular taxonomic techniques, such as isozyme analysis or RFLPs of gene molecules, would be useful for resolving these problems, because they can clarify whether this species is genetically diverse or not.



## Acknowledgements

This work was supported in part by Grant-in-Aid for Scientific Researches (No. 03041017) from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan. We are indebted to Dr. M. Yoshizaki, Toho University, Dr. M. Kawachi and Mr. D. Honda, University of Tsukuba, for their help in collecting materials, and to Dr. George Scott, University of Melbourne, for his identification of the sample of *Lepidozia* from Singapore. We also thank Dr. J. Tanaka, Tokyo University of Fisheries, for his encouragement and advice.

## References

- Karsten, U., West, J. A. and Zuccarello, G. 1992. Polyol content of *Bostrychia* and *Stictosiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from field and culture. *Bot. Mar.* **35**: 11-19.
- Karsten, U., Koch, S., West, J. A. and Kirst, G. O. 1994. The intertidal red alga *Bostrychia simpliciuscula* Harvey ex. J. Agardh from a mangrove swamp in Singapore: their acclimation to light and salinity. *Aquat. Bot.* (accepted)
- King, R. J. and Puttock, C. F. 1989. Morphology and taxonomy of *Bostrychia* and *Stictosiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Aust. Syst. Bot.* **2**: 1-73.
- King, R. J. and Puttock, C. F. 1991. A comparative study of spermatangia in *Bostrychia* Montagne (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Jpn. J. Phycol.* **39**: 143-150.
- Kumano, S. 1979. Morphological study of nine taxa of *Bostrychia* (Rhodophyta) from Southwestern Japan, Hong Kong and Guam. *Micronesica* **15**: 13-33.
- Kumano, S. 1988. Sexual reproductive organs of *Bostrychia flagellifera* Post (Ceramiales, Rhodophyta) from Japan. *Jpn. J. Phycol.* **36**: 237-240.
- Okamura, K. 1951. *Icones of Japanese Algae*. Vol. 1. Kazamashobo, Tokyo, pp. 102-104.
- South, G. R., N'Yuert, A. de R. and Raj-Prasad, R. A. 1994. Additions and amendments to the benthic marine algal flora of Fiji, including the island of Rotuma. *Micronesica* **26**: in press.
- Starr, R. C. and Zeikus, J. 1993. UTEX-the culture of algae at the University of Texas at Austin. *J. Phycol.* **29** (supplement): 1-106.
- Tanaka, J. 1989. Morphology of *Bostrychia tenella* (Rhodophyceae) in Indonesia. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B* **15**: 115-124.
- Tanaka, J. 1991. Morphology of *Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne (Rhodophyceae) in Indonesia. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B* **17**: 5-13.
- Tokida, J. 1939. On some little known marine algae of Japan, with special reference to the species of *Bostrychia*. *Bot. Zool. Tokyo.* **7**: 522-530.
- Tseng, C. K. 1943. Marine algae of Hong Kong III. The genus *Bostrychia*. *Pap. Mich. Acad. S. Arts Lett.* **28**: 165-183.
- West, J. A. 1991. New algal records from the Singapore mangroves. *Gard. Bull. Sing.* **43**: 19-21.
- West, J. A. and Calumpang, H. P. 1988. Mixed-phase reproduction of *Bostrychia* (Ceramiales, Rhodophyta) in culture. I. *B. tenella* (Lamouroux) J. Agardh. *Jpn. J. Phycol.* **36**: 292-310.
- Yoshizaki, M., Miyaji, K. and Kasaki, H. 1983. *Bostrychia* (Rhodophyta, Ceramiales) from Chiba Prefecture. *Jpn. J. Phycol.* **31**: 280-283. (in Japanese)
- Yoshizaki, M., Fujita, T., Hatogai, T. and Iura, K. 1986. Phenology on the three species of estuarine red algae from the Kidogawa River mouth area, Kujukurihama, Central Japan. *Chiba Seibutushi* **35**: 64-70. (in Japanese)
- Yoshizaki, M., Fujita, T., Hatogai, T. and Iura, K. 1993. Phenology of estuarine algae on the Kidogawa River mouth, Chiba Prefecture, Central Japan. *Jpn. J. Phycol.* **41**: 401 (supplement)

## 神谷充伸\*・John A. West\*\*・原慶明\*：紅藻タニコケモドキ（イギス目）の天然および培養下における生殖体の構造

日本・シンガポール・オーストラリア産タニコケモドキ (*Bostrychia simpliciuscula*) の天然および培養で得られた生殖藻体の形態を詳しく記載した。雌雄配偶体および果胞子体の記載は初めてである。本藻は通常雌雄異株のイトグサ型生活史であったが、シンガポール株から放出された四分胞子の発芽体には雌雄同株のものが含まれていた。造果枝は主に4細胞を基本とするが、まれに3細胞のものも観察された。不動精子托の皮層細胞の数や分裂様式はコケモドキ属の他種に較べてより変異に富んでいた。(\*305 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系 \*\*School of Botany, University of Melbourne, Parkville, Victoria 3052 AUSTRALIA)

(Received December 20, 1993. Accepted April 22, 1994)

## Enumeration of the Cyanophyta (blue-green algae) of Japan 1. Chroococcales and Oscillatoriales

Isamu Umezaki\* and Masayuki Watanabe\*\*

\* Fukui Prefectural University, Gakuen-cho 1-1, Obama, 917, Japan

\*\* Department of Botany, National Science Museum, Tsukuba, 305, Japan

Umezaki, I. and Watanabe, M. 1994. Enumeration of the Cyanophyta (blue-green algae) of Japan 1. Chroococcales and Oscillatoriales. Jpn. J. Phycol. 42: 175-219.

The present contribution is a list of blue-green algae belonging to the orders of Chroococcales and Oscillatoriales recorded from Japan during the past 144 years from 1859 to 1993.

In the Chroococcales 7 families, 40 genera and 160 species are known. The following two species are new combinations. Entophysalidaceae: *Placoma adriatica* (Hauck) comb. nov. (= *Oncobyrsa adriatica* Hauck 1885), *P. micrococca* (Hansg.) comb. nov. (= *Oncobyrsa adriatica* Hauck var. *micrococca* Hansg. 1893). A new name for one species is given. Xenococcaceae: *Xenococcus yonedae* nom. nov.

In the Oscillatoriales the Borziaceae includes 3 genera and 6 species; the Homoeotrichaceae 2 genera and 17 species; the Oscillatoriaceae 5 genera and 31 species; the Phormidiaceae 12 genera and 126 species; the Pseudanabaenaceae 8 genera and 72 species; and the Schizotrichaceae one genus and 15 species.

In the Borziaceae one new combination is reported: *Komvophoron tenuis* (Emoto & Hirose) comb. nov. (= *Oscillatoria constricta* Szaf. var. *tenuis* Emoto & Hirose 1940).

In the Oscillatoriaceae one new combination is given: *Lyngbya anomala* (C. B. Rao) comb. nov. (= *Phormidium anomalum* C. B. Rao 1937).

In the Phormidiaceae 13 new combinations and 3 new names are given: *Phormidium acuminatum* (Gom.) Anagn. & Kom. var. *longe-attenuatum* (Geitl. & Ruttn.) comb. nov. (= *Oscillatoria acuminata* Gom. f. *longe-attenuata* Geitl. & Ruttn. 1935), *P. chalybeum* (Mert. ex Gom.) Anagn. & Kom. var. *depauperatum* (Copel.) comb. nov. (= *Oscillatoria chalybea* Mert. ex Gom. var. *depauperata* Copel. 1936), *P. chlorinum* (Kütz. ex Gom.) comb. nov. (= *Oscillatoria chlorina* Kütz. ex Gom. 1892), *P. foreau* (Frémy) comb. nov. (= *Oscillatoria foreau* Frémy 1942), *P. konstantianum* nom. nov., *P. nemuroense* (Yoneda) comb. nov. (= *Lyngbya nemuroensis* Yoneda 1941), *P. proteus* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria proteus* Skuja 1949), *P. puteale* (Mont. ex Gom.) Anagn. & Kom. var. *minor* (Geitl.) comb. nov. (= *Lyngbya putealis* Mont. ex Gom. var. *minor* Geitl. 1933), *P. spirulinoides* (Yoneda) comb. nov. (= *Oscillatoria spirulinoides* Yoneda 1954), *P. subspiroides* (Copel.) comb. nov. (= *Lyngbya subspiroides* Copel. 1936), *P. thwaitesii* nom. nov., *P. yonedae* (Umez.) comb. nov. (= *Oscillatoria yonedae* Umez. 1961), *P. yuichii* nom. nov., *Planktothrix iwanoffiana* (Nyg.) comb. nov. (= *Trichodesmium Iwanoffianum* Nyg. 1926), *P. lacustris* (Kleb.) comb. nov. (= *Trichodesmium lacustre* Kleb. 1895), *P. miyadai* (Negoro) comb. nov. (= *Oscillatoria Miyadai* Negoro 1943).

Fifteen new combinations and one new name are given in the Pseudanabaenaceae: *Geitlerinema peronidum* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria peronides* Skuja 1937), *G. splendidum* (Grev. ex Gom.) Anagn. var. *attenuatum* (W. West) comb. nov. (= *Oscillatoria splendida* Grev. ex Gom. var. *attenuata* W. West 1896), *G. splendidum* var. *truncatum* (Emoto & Hirose) comb. nov. (= *Oscillatoria splendida* var. *truncatum* Emoto & Hirose 1940), *G. uncinatum* (Emoto & Hirose) comb. nov. (= *Oscillatoria uncinata* Emoto & Hirose 1940), *G. codii* nom. nov., *Leibleinia pellucida* (Umez.) comb. nov. (= *Lyngbya pellucida* Umez. 1961), *Leptolyngbya cebennensis* (Gom.) comb. nov. (= *Phormidium cebennense* Gom. 1899), *L. desmidiacearum* (Noda) comb. nov. (= *Plectonema desmidiacearum* Noda 1971), *L. notata* Schmidle var. *africana* (Fritsch & Rich) comb. nov. (= *Plectonema notatum* Schmidle var. *africanum* Fritsch & Rich 1925), *L. purpurascens* (Gom.) Anagn. & Kom. var. *elegans* (Drouet) comb. nov. (= *Phormidium purpurascens* Gom. var. *elegans* Drouet 1934), *L. subterranea* (Copel.) comb. nov. (= *Phormidium subterraneum* Copel. 1936), *Planktothrix spirulinoides* (Utermöhl) comb. nov. (= *Lyngbya spirulinoides* Utermöhl 1925), *Jaaginema geminata* (Schwabe ex Gom.) Anagn. & Kom. var. *sulphurea* (Strzesz.) comb. nov. (= *Oscillatoria geminata* Schwabe ex Gom. var. *sulphurea* Strzesz. 1913), *Limnothrix guttulata* (van Goor) comb. nov. (= *Oscillatoria guttulata* van Goor 1918), *L. pseudominima* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria pseudominima* Skuja 1955), *L. quasiperforata* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria quasiperforata* Skuja 1949).

Key Index Words: blue-green algae, Cyanophyta, Chroococcales, Oscillatoriales, list, Japan

Harvey (1859) described four new marine blue-green algae on the basis of specimens collected by Charles Wright during the North Pacific Exploring Expedition under Captain Rodgers in 1853–1856. These are: *Rivularia opaca* in the Ryukyu Islands (= *Rivularia atra* Roth ex Born. & Flah. 1886), *Lyngbya effusa* Harv. in the Ryukyu Islands (= *Scytonema polycystum* Born. & Flah. 1887), *L. atrovirens* Harv. in the Ryukyu Islands (= *Lyngbya confervoides* C. Ag. ex Gom. 1892), and *L. atropurpurea* Harv. in the Bonin Islands (= *Lyngbya confervoides* C. Ag. ex Gom. 1892). In Harvey's unpublished manuscript written in 1859 and discovered in the Farlow Herbarium at Harvard University by Dawson in 1959, the following additional species are listed: *Rivularia nitida* C. Ag. in the Ryukyu Islands (= *Rivularia nitida* C. Ag. ex Born. & Flah. 1886), *Calothrix rigida* Harv. in the Ryukyu Islands (= *Symploca hydnoides* Kütz. ex Gom. 1892), *Lyngbya majuscula* Harv. in the Ryukyu Islands (= *Lyngbya majuscula* Harv. ex Gom. 1892), *Oscillatoria indeterminata* (two undetermined forms) in the Ryukyu Islands, and *Nostoc commune* Vauch. in the Ryukyu Islands (= *Nostoc commune* Vauch. ex Born. & Flah. 1888).

Martens (1866) reported the occurrence of two freshwater blue-green algal species, *Nostoc commune* Vauch. (= *Nostoc commune* Vauch. ex Born. & Flah. 1886) at Nagasaki and *Rivularia Lens* Menegh. (= *Gloeotrichia pisum* Thur. ex Born. & Flah. 1886) at Yokohama from specimens collected by the Prussian Expedition.

Suringar (1870) described two new species from the specimens collected by Siebold, Büger, Textor and Bishop in the vicinity of Nagasaki, Kyusyu: *Sirosiphon vermiculare* Suring. [= *Stigonema vermiculare* Forti 1907, or = *Stigonema ocellatum* (Dillw.) Thur. by Drouet 1981] and *Hypheothrix anguina* Suring. [= *Lyngbya (Hypheothrix) anguina* Suring. ex Hansgirg 1892, or = bacteria or fungi according to Drouet 1981, p. 215]. In 1872 Suringar described *Phyllocladum sacrum* Suring. in his "Illustration des algues du Japon" on the basis of dried specimens sent from

Japan. The species name was historically changed to *Nostoc phyllocladum* ("Phyllocladum") (Suring.) Ono (Ono 1904), and *Aphanothece sacra* ("sacrum") (Suring.) Okada (Okada 1953a). Compère (1970), however, identified it as *Aphanothece stagnina* (Spreng.) A. Br. Dickie (1877) reported *Nostoc paludosum* Kütz. (= *Nostoc paludosum* Kütz. ex Born. & Flah. 1886) from near Lake Hakone, collected by H. N. Mosley of H. M. S. Challenger.

In 1894 Heydrich reported *Oscillatoria* sp. ("*Oscillaria*" sp.) and *Spirulina subsalsa* Oerst. (as *Spirulina Thuretii* Crouan) as occurring in Keelung, Formosa. De Toni (1895) listed the following marine species reported by foreign phycologists to occur in Japan: *Lyngbya confervoides* Ag. (syn.: *Lyngbya atrovirens* Harv. 1859; *Lyngbya atropurpurea* Harv. 1859), *Calothrix crustacea* Thur. (syn.: *Leibleinia australis* Kütz. in herb. Grunow), *Spirulina subsalsa* Oerst. (syn.: *Spirulina Thuretii* Crouan 1854 in Heydrich 1894), *Rivularia atra* Roth (syn.: *Rivularia opaca* Harv. 1859), and *Scytonema polycystum* Born. & Flah. (syn.: *Lyngbya effusa* Harv. 1859). Holmes (1895) studying specimens submitted from the environs of Tokyo, listed two marine species already known to the British coast: *Dermocarpa schousboei* Born. ("*Schousboei*") (= *Xenococcus schousboei* Thur. 1880) and *Lyngbya confervoides* C. Ag. (= *Lyngbya confervoides* C. Ag. ex Gom. 1892).

Okamura (1902) listed 23 species reported as occurring in Japan by the foreign phycologists mentioned above. However, only three species were certain to his knowledge: *Clathrocystis aeruginosa* (Harv.) Henfr. (= *Microcystis aeruginosa* Kütz. 1846), *Nostoc Phyllocladum* (Suring.) Ono (syn.: *Phyllocladum Sacrum* Suring. 1872) [= *Aphanothece sacra* (Suring.) Okada 1953a], and *Anabaena Azollae* Strasb. [= *Trichormus azollae* (Strasb.) Kom. & Anagn. 1989]. The same list was followed by Matsumura (1904), who added four species: *Cylindrospermum stagnale* (Kütz.) Born. & Flah., *Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom., *Nostoc paludosum* Kütz. (in Dickie 1877, p. 272), and *Stigonema ocellatum* (Dillw.) Thur. (in Born. & Flah. 1886, p. 69). Hattori (1908) discovered *Oscillatoria* sp. and *Anabaena*

*flos-aquae* Bréb. in Lake Suwa.

Katsuyama (1887) was the first to record the existence of blue-green algae such as *Chroococcus* sp. (as *Cosmarium*-like alga) and *Oscillatoria* sp. ("*Oscillaria*") from Jozankei Hot Spring in Hokkaido. Hori (1890) found *Oscillatoria* sp. ("*Oscillaria*") in Tamatsukuri Hot Spring, Tottori Prefecture. Since then, much attention has been focused on thermal blue-green algae in Japan. Molisch's paper (1926), recording numerous eurythermal blue-green algae such as *Synechococcus* spp., *Jaaginema geminata* (as *Oscillatoria geminata*), *Leptolyngbya fragilis* (as *Phormidium fragile*), *L. laminosa* (as *Phormidium laminosum*), *Mastigocladus laminosus*, *Phormidium formosum* (as *Oscillatoria formosa*), *Symploca thermalis*, etc. from 25 thermal areas, marked an epoch in thermal blue-green algal studies in Japan. This paper gave a great impetus to studies of thermal blue-green algae and contributed to the sudden progress of the field in Japan. Of course, freshwater and terrestrial species such as *Aphanothee sacra* ("*sacrum*") (Suring.) Okada 1953a [syn.: *Nostoc Phylloderma* (Suring.) Ono 1904] whose basionym, *Phylloderma Sacrum*, was described by Suringer (1872) on the basis of dried specimens sent from Japan, and *Nostoc commune* and *N. verrucosum* which have been popularly used for food from ancient times in Japan were recorded also. Although many fragmental papers dealing with freshwater, terrestrial and thermal species had been reported, active taxonomic studies in Japan began in 1936 with Negoro's "Planktoncyanophyteen in japanischen Seen und Teichen" (I, 1936; II-III, 1937a), in 1937 with Hirose's "Some cyanophycean algae from Hokkaido" (I-III, 1937; IV-V, 1938), and in 1937 with Yoneda's "Cyanophyceae of Japan" (I, 1937; II, 1938a; III, 1938b; IV, 1939a; V, 1940a; VI, 1941a; VII, 1942a). About eight hundred mineral springs, both hot and cold, are known to exist in Japan (Yoneda 1952a). These afforded a good opportunity for studies on thermal organisms including blue-green algae. Emoto and Hirose (1940a-c, 1941, 1942a-f, 1943a-b, 1949, 1952a-c), Emoto and Yoneda (1940a-b,

1941a-b, 1942), Yoneda (1940a-b, 1941a-c, 1942a-g, 1952a-b) and Mifune et al. (1966) worked actively on the blue-green algae in thermal springs from Hokkaido to Kyushu under the main title "Studies on thermal flora of Japan" (I-XXXIII). These results, excluding Mifune et al. (1966), were reviewed by Yoneda (1952a), enumerating 51 genera and 290 species in accordance with Geitler's classification system (1932). Works on freshwater and terrestrial species were started by Okada (1936) and Negoro (1937a-b), followed by many phycologists (Akiyama, Hirano, Hirose, Hiramatsu, Nakano, M. Watanabe, Yamagishi, Yoneda, and others; see references), while others worked on the planktonic blue-green algae from a limnological view of point. The freshwater, planktonic, terrestrial and thermal species studied by these phycologists were summarized in the class Cyanophyceae by Hirose and Hirano in Hirose, H. and Yamagishi, T. (eds.), "Illustrations of the Japanese fresh-water algae" in 1977.

Okamura (1915) reported the existence of a marine species, *Brachytrichia Quoyi* (C. Ag.) Born. & Flah. [= *Brachytrichia quoyii* (C. Ag.) Born. & Flah. 1886]. In 1916 he listed eleven marine species excluding the species reported by the foreign phycologists mentioned above: *Oncobyrsa adriatica* Hauck? [= *Placoma adriatica* (Hauck) comb. nov.], *Dermocarpa prasina* (Reinsch) Thur. & Born. [= *Cyanocystis prasina* Reinsch] Kom. & Anagn. 1986], *D. Farlowii* Börg. [= *Cyanocystis protea* (Setch. & Gardn.) Kom. & Anagn. 1986. syn. *Dermocarpa protea* Setch. & Gardn., syn. *Dermocarpa farlowii* (non Börg) Yendo in Tokida 1938], *Trichodesmium erythraeum* Ehr. (= *Trichodesmium erythraeum* Ehr. ex Gom. 1892), *T. Thiebautii* Gom. (= *Trichodesmium thiebautii* Gom. 1892), *Richelia intracellularis* J. Schmid, *Calothrix crustacea* Thur. (= *Calothrix crustacea* Schousb. & Thur. ex Born. & Flah. 1886), *C. scopulorum* Ag. [= *Calothrix scopulorum* (Web. & Mohr.) C. Ag. ex Born. & Flah. 1886], *C. aeruginea* Thur. [= *Calothrix aeruginea* (Kütz.) Thur. ex Born. & Flah. 1886], and *Brachytrichia Quoyi* (Ag.) Born. & Flah.

(= *Brachytrichia quojii* (Ag.) Born. & Flah.).

Following this, reports of marine species were fragmental (Tokida 1930, 1938; Yamada and Tanaka 1944; Kobayasi and Watari 1934; Inagaki 1950). Akatsuka (1951) enumerated 5 families, 30 genera, and 139 species in his "Key and illustrations of plankton blue-green algae" of which 21 genera with 94 species are freshwater and 9 genera with 19 species marine. In 1950 Umezaki began to study the marine blue-green algae of Japan and in 1961 he reported a summary of the results from 1950 to 1958. The report enumerated 7 families, 32 genera and 86 species, although the order Chroococcales followed Drouet and Daily's classification (1956).

Species quoted from Akatsuka's (1951), Higashi and Okada's (1927), Hirose's (1965), Kokubo's (1932, 1955), Okada's (1953b), Okamura's (1922, 1930), Yamada's (1935), and Yoneda's (1966) papers, which are textbooks or keys to blue-green algal genera, and species for student training are listed in the present paper.

Japanese phycologists accepted Geitler's classification of Cyanophyceae in 1932 (In: Rabenhorst, Kryptogamen-Flora, Bd. 14, Leipzig) until 1953 when Yoneda (Yoneda 1953a) arranged his species from Oze, central Japan in five orders of Fritsch's system (The structures and reproduction of the algae, vol. 2, 1945, Cambridge). Hirose and Hirano used this system in the class Cyanophyceae (In: Hirose, H. and Yamagishi, T. (eds.), Illustrations of the Japanese fresh-water algae, 1977, Tokyo). Yamagishi and Akiyama (Photomicrographs of the fresh-water algae, vol. 1 (1984)-vol. 10 (1989) used Bourrelly's system of Cyanophyceae (Les algues d' eau douce, tom. III, Paris, 1970). Umezaki (1961) divided the class Cyanophyceae into two orders, the Chroococcales (Wettstein 1924) and the Oscillatoriales (Copeland 1936) (syn.: Hormogonales Geitl. 1942). A system dividing the class into two orders (or two groups) as Coccogoneae and Hormogoneae was proposed by Thuret (1875) and followed by Kirchner (1898), Forti (1907) and Drouet (1981). Diverse classifications dividing the

class into orders, for example, into three orders (Geitler 1932, Frémy 1934, Papenfuss 1955), into four orders (Geitler 1942), or into five orders (Fritsch 1945, Desikachary 1959) have been proposed. There has been no clear system that can offer decisive agreement among students of blue-green algae. The new classification system of cyanophytes proposed by Komárek and Anagnostidis (1986) on the Chroococcales, Anagnostidis and Komárek (1988) on the Oscillatoriales, Komárek and Anagnostidis (1989) on the Nostocales, and Anagnostidis and Komárek (1990) on the Stigonematales was prepared in accordance with modern knowledge for the taxonomy of the Cyanophyceae.

In this paper, 160 species of Chroococcales and 267 species of Oscillatoriales which have been reported as occur so far from Japan are enumerated in accordance with the classification system of Anagnostidis and Komárek mentioned above.

#### Cyanophyceae Sachs 1874

##### I. Chroococcales Wettstein 1924

###### 1. Microcystaceae Elenk. 1933

###### (1) Aphanotheceidae Kom. & Anagn. 1986

###### *Aphanothece* Näg. 1849

###### *A. bullosa* (Kütz.) Rabenh. 1865

Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a; Okada 1939b; Emoto and Yoneda 1942

###### *A. castagnei* (Kütz.) Rabenh. 1865

Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a, 1953a; Emoto and Hirose 1943a, b; Hirano 1956b, 1960, 1962; Yamagishi 1967

###### *A. elabens* (Bréb.) Elenk. 1938

Syn.: *Microcystis elabens* Bréb. in Kütz. 1845  
Ref.: Akatsuka 1951

###### *A. longior* Naumann 1921

Ref.: Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977

###### *A. microscopica* Näg. 1849

Ref.: Hirose 1937; Emoto and Hirose 1940c; Fukushima 1952; Yoneda 1952a, 1953a; Negoro 1957, 1973; Mizuno 1964; Mori 1971; M. Watanabe and Niiyama 1990

- A. microspora* (Menegh.) Rabenh. 1863  
Ref.: Yoneda 1937; Hirose 1937; Hirano 1962; Yamagishi 1967, 1972; Mori 1971
- A. naegelii* Wartm. in Rabenh. 1861  
Ref.: Yoneda 1937; Akiyama 1965b; Hiramatsu 1973
- A. nidulans* P. Richt. in Wittr. & Nordst. 1884  
Ref.: Hirose 1937, 1950; Hada 1939; Yoneda 1939a, d, 1952a, 1953a, 1954a, b; Emoto and Hirose 1940b; Akatsuka 1951; Negoro 1954, 1968, 1971; Yamaguti 1960; Imazu and Hirose 1961; Hirano 1962; Ochiai 1962b; Mizuno 1964; Akiyama 1965a, b; Mori 1971; Hirose and Hirano 1977
- A. pallida* (Kütz.) Rabenh. 1863  
Ref.: Yoneda 1953a; Hirano 1960, 1962; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- A. sacra* (Suring.) Okada 1953a ("sacrum")  
Basion.: *Phylloderma sacrum* Suring. 1872  
Ref.: Suringar 1872; Okamura 1902, 1930, 1936; Yendo 1911; Higashi 1924, 1933a; Yamada 1933, 1935; Kobayasi and Watari 1934; Okada 1939b, 1953a, b; Ueda et al. 1963; Hirose 1965; Yoneda 1966; A. Watanabe 1970; Compère 1970 (as *Aphanothece stagnina*); Hirose and Hirano 1977; Yasuhara and Arasaki 1979  
Syn.: *Nostoc phylloderma* (Suring.) Ono in Matsumura 1904  
Ref.: Okamura 1902; Ono 1904
- A. saxicola* Näg. 1849  
Ref.: Yoneda 1942c, d, 1952a; Hirano 1962; Mizuno 1964; Yamagishi 1972; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- A. stagnina* (Spreng.) A. Br. in Rabenh. 1863  
Ref.: Yoneda 1937; Okada 1939b; Fukushima 1952; Yamaguti 1956; Kobayasi et al. 1962; Ochiai 1962b; Akiyama 1965a; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Kuriyagawa 1981; Yamagishi 1985  
Syn.: *Aphanothece prasina* A. Braun in Rabenh. 1863  
Ref.: Negoro 1873

*Cyanothece* Kom. 1976

- C. aeruginosa* (Näg.) Kom. 1976  
Basion.: *Synechococcus aeruginosus* Näg. 1849  
Ref.: Yoneda 1937, 1943, 1952a, 1953c; Okada 1939b; Emoto and Yoneda 1941a, 1942; Yamagishi 1967, 1972, 1985; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- C. cedrorum* (Sauv.) Kom. 1976  
Basion.: *Synechococcus Cedrorum* Sauv. 1892  
Ref.: Yoneda 1943, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- C. eximia* (Copel.) Kom. 1976  
Basion.: *Synechococcus eximius* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1941a, b, 1942g, 1943, 1952a; Emoto and Yoneda 1941b, 1942; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977
- C. major* (Schröt.) Kom. 1976  
Basion.: *Synechococcus major* Schröt. 1883  
Ref.: Hiramatsu 1973  
Syn.: *Synechococcus major* f. *crassior* Lagerh. 1886  
Ref.: Yoneda 1953a; Hirano 1959a, 1962; Hirose and Hirano 1977
- C. minervae* (Copel.) Kom. 1976  
Basion.: *Synechococcus minervae* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1943, 1952a; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Synechococcus minervae* var. *maior* Copel. 1936  
Ref.: Emoto and Yoneda 1941a; Yoneda 1941a, 1943, 1952a; Hirose and Hirano 1977

*Cyanodictyon* Pasch. 1914

- C. reticulatum* (Lemm.) Geitl. 1925  
Basion.: *Polycystis (Clathrocystis) reticulata* Lemm. 1898  
Syn.: *Coelosphaerium reticulatum* Lemm. 1907  
Ref.: Akatsuka 1951; Yamagishi et al. 1982

*Gloethece* Näg. 1849

- G. confluens* (Kütz.) Näg. 1849  
Ref.: Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b
- G. fuscolutea* Näg. 1849  
Ref.: Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962;



- Hiramatsu 1973  
**G. linearis** Näg. 1849  
 Ref.: Fukushima 1952, 1954; Yoneda 1953a; Hirano 1962; Ochiai 1962b; Mizuno 1964; Yamagishi 1967; Hirose and Hirano 1977
- G. lunata** W. & G. S. West 1894  
 Ref.: Akiyama 1965a
- G. palea** (Kütz.) Näg. 1849  
 Ref.: Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- G. rupestris** (Lyngb.) Born. in Wittr. & Norst. 1880
- G. rupestris** var. *rupestris*  
 Ref.: Yoneda 1939a, 1952a, 1953c; Emoto and Hirose 1942a, 1943b, 1952a; Fukushima 1952, 1954; Akiyama 1965a; T. Watanabe 1957; Mori 1971; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- G. rupestris** var. *tepidariorum* (A. Braun) Hansg. 1892  
 Ref.: Yoneda 1937, 1952a
- G. samoensis** Wille in Rechin. 1914  
 Ref.: Fukushima 1952, 1954; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- Lemmermanniella** Geitl. 1942  
 Syn.: *Lemmermannia* Elenk. 1933, nec *Lemmermannia* Chodat 1900, nec *Crucigenia* Morren 1830; nec *Lemmermanniella* Skvortzov 1967, nec *Skvortzoviella* Bourr. 1970
- L. pallida** (Lemm.) Geitl. 1942  
 Basion.: *Coelosphaerium pallidum* Lemm. 1898  
 Syn.: *Lemmermannia pallida* (Lemm.) Elenk. 1933  
 Ref.: Akatsuka 1951; Mizuno 1964
- (2) Synechococcoideae Kom. & Anagn. 1986
- Johannesbaptistia** J. De Toni 1934  
 Syn.: *Cyanothrix* Gardn. 1927, *Heterohormonium* Copel. 1936
- J. pellucida** (Dick.) Taylor & Drouet in Drouet 1938  
 Ref.: Umezaki 1961
- Rhabdoderma** Schmidle & Lauterb. 1900
- R. gorskii** Wolosz. 1917
- R. gorskii** var. *gorskii*  
 Ref.: Akatsuka 1951; Akiyama 1965a
- R. gorskii** var. *spirale* Lundb. 1931  
 Ref.: Akatsuka 1951
- R. lineare** Schmidle & Lauterb. 1900
- R. lineare** var. *lineare*  
 Ref.: Yoneda 1954b; Hirano 1959a; Hirose and Hirano 1977
- R. lineare** var. *compositum* (G. M. Smith) stat. nov.  
 Basion.: *Gloeothece linearis* Näg. var. *composita* G. M. Smith, Bull. Wisconsin Geol. & Nat. Hist. Surv. 57: 46, 1920  
 Syn.: *Rhabdoderma lineare* Schmidle & Lauterb. f. *compositum* Hollerb. in Elenkin, Monogr. Algar. Cyanophyc., Pars Spec. 1: 44, 1938  
 Ref.: Akatsuka 1951
- R. lineare** var. *minor* Emoto & Hirose 1940a  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940a
- Rhabdogloea** Schröd. 1917  
 Syn.: *Dactylococcopsis* sensu auct. non Hansg. 1888
- R. clathrata** (W. & G. S. West) Kom. 1983  
 Basion.: *Aphanothece clathrata* W. & G. S. West 1906  
 Ref.: Akatsuka 1951; Negoro 1971; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi et al. 1982; Wakabayashi and Ichise 1982
- R. ellipsoidea** Schröd. 1917  
 Syn.: *Dactylococcopsis smithii* R. & F. Chodat 1925  
 Ref.: Yoneda 1954b; Yamagishi 1967  
 Syn.: *Rhabdogloea smithii* (R. & F. Chodat) Kom. 1983
- Synechococcus** Näg. 1848
- S. arcuatus** Copel. 1936  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940b; Yoneda 1943, 1952a
- S. caldarius** Yon. Okada 1939  
 Ref.: Yon. Okada 1939
- S. elongatus** (Näg) Näg. 1849
- S. elongatus** f. *elongatus*  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939c, 1940b, 1942c, g, 1943, 1952a, 1953a; Emoto and Yoneda 1941b, 1942; Emoto and Hirose 1942a, b, c, d, f; T. Watanabe

- 1957; Fukushima 1963; Akiyama 1965a; Hirose 1966
- S. elongatus* f. *thermalis* Geitl. in Geitl. & Ruttn. 1935  
Syn.: *Synechococcus elongatus* (Näg.) Näg. var. *amphigranulatus* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939b, c, 1940b, 1941b, c, 1942b, c, d, 1952b, 1954a, 1962a; Emoto and Yoneda 1940b, 1941a, b, 1942; Emoto and Hirose 1940a, c, 1942f; Akiyama 1965a  
Syn.: *Synechococcus amphigranulatus* (Copel.) Yoneda 1943  
Ref.: Yoneda 1943  
Syn.: *Synechococcus elongatus* (Näg.) Näg. f. *indefinitus* Emoto & Hirose 1942b  
Ref.: Emoto and Hirose 1942b  
Syn.: *Synechococcus elongatus* (Näg.) Näg. var. *vestitus* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1939b, c, 1940b, 1942c, 1943, 1952a; Emoto and Yoneda 1940b; Emoto and Hirose 1940a, b, c, 1942a, e, f, 1943b, 1949
- S. koidzumii* Yoneda 1943 ("Koidzumii")  
Ref.: Yoneda 1943
- S. lividus* Copel. 1936
- S. lividus* var. *lividus*  
Ref. Yoneda 1938b, c, 1941b, 1942b, d, 1943, 1952a; Ikoma and Doi 1955; Emoto and Hirose 1949, 1952a, b; Emoto and Yoneda 1941b; Akiyama 1965a  
Syn.: *Synechococcus lividus* Copel. var. *curvatus* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1938c, 1942b, 1943; Emoto and Hirose 1942c, f
- S. lividus* var. *non-granulatus* Emoto & Hirose 1940b  
Ref.: Emoto and Hirose 1940b
- S. minutissimus* Negoro 1944  
Ref.: Negoro 1944
- S. praelongus* Emoto & Yoneda 1940b  
Ref.: Emoto and Yoneda 1940b
- S. sublividus* Emoto & Yoneda 1940b  
Ref.: Emoto and Yoneda 1940b
- S. vescus* Copel. 1936
- S. vescus* var. *vescus*  
Ref.: Yoneda 1952a
- S. vescus* var. *non-granulatus* Emoto & Hirose 1940b  
Ref.: Emoto and Hirose 1940b
- S. viridissimus* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1943, 1952a; Emoto and Hirose 1941, 1942c, d, f, 1952a, b; Hirose 1966
- S. vulcanus* Copel. 1936
- S. vulcanus* var. *vulcanus*  
Ref.: Emoto and Hirose 1940c; Yoneda 1943, 1952a
- S. vulcanus* var. *bacillarioides* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1942b, 1943, 1952a
- (3) Merismopedioideae (Elenk.) Kom. & Anagn. 1986
- Aphanocapsa* Näg. 1849
- A. biformis* A. Br. in Rabenh. 1876  
Ref.: Yoneda 1942a, 1953a; Hirano 1953, 1956b, 1959b, 1960, 1962; Mori 1971; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- A. concharum* Hansg. 1890  
Ref.: Umezaki 1955c
- A. delicatissima* W. & G. S. West 1912  
Ref.: Akatsuka 1951
- A. elachista* W. & G. S. West 1894  
Ref.: Ueno 1934; Hirose 1937; Yoneda 1938a, 1953a, b, 1954b; Hirano 1956b, 1959a, b, 1960, 1962; Mizuno 1964; Akiyama 1965a; Yamagishi 1972; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982  
Syn.: *Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West var. *conferta* W. & G. S. West 1912  
Ref.: Negoro 1954, 1956, 1968, 1971; Mizuno 1964; Isoda 1966; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982; Yamagishi 1985  
Syn.: *Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West var. *planctonica* G. M. Smith 1920  
Ref.: Hirose 1937; Yoneda 1937, 1953a; Akatsuka 1951; Hada 1958; Hirose and Hirano 1977
- A. endophytica* G. M. Smith 1920  
Ref.: Akatsuka 1951
- A. fonticola* Hansg. 1890  
Ref.: Yoneda 1953a
- A. fuscolutea* Hansg. 1892

- Ref.: Yoneda 1952a, 1954a
- A. grevillei** (Berk.) Rabenh. 1865  
Ref.: Akatsuka 1951
- A. koordersii** Ström 1923  
Ref.: Yoneda 1937; Akatsuka 1951; Fukushima 1960b; Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977
- A. litoralis** Hansg. 1892  
Ref.: Umezaki 1952b, 1953b, 1956c; Noda 1987  
Syn.: *Aphanocapsa litoralis* Hansg. var. *macrococca* Hansg. 1892  
Ref.: Umezaki 1952a, b, 1955c
- A. montana** Cramer in Wartm. & Schenk 1862  
Ref.: Yamagishi 1972
- A. nivalis** Lagerh. 1894  
Ref.: Fukushima 1954
- A. pulchra** (Kütz.) Rabenh. 1865  
Ref.: Yoneda 1940a, 1953a; Akatsuka 1951; Hirano 1956b, 1962; Mizuno 1964; Isoda 1966; Hirose and Hirano 1977
- A. thermalis** (Kütz.) Brügg. 1863  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1942b, c, d, 1952a, b; Emoto and Hirose 1940b; Emoto and Yoneda 1941a; Fukushima 1963; Hirose and Hirano 1977
- Coelosphaerium** Näg. 1849
- C. dubium** Grun. in Rabenh. 1865  
Ref.: Yoneda 1938a, 1952a, 1953a; Akatsuka 1951; Mizuno 1964; Hirose and Hirano 1977
- C. kuetzingianum** Näg. in Kütz. 1849  
Ref.: Ueno 1933, 1934; Miyauchi 1935; Hirose 1937, 1950; Yoneda, 1937, 1952a, 1953a, b; Emoto and Yoneda 1941b; Kokubo 1944; Akatsuka 1951; Hirano 1960, 1962; Hada 1960; Yamaguti 1960; Iwai 1963; Mizuno 1964; Akiyama 1965a, 1977; Isoda 1966; Negoro 1973; Kurasawa and Okino 1975; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982  
Syn.: *Coelosphaerium aerugineum* Lemm. 1898  
Ref.: Akatsuka 1951; Negoro 1973
- Coelomoron** Buell 1938
- C. pusillum** (van Goor) Kom. 1989  
Basion.: *Coelosphaerium pusillum* van Goor 1924  
Ref.: Negoro and Aoki 1991  
Syn.: *Gomphospaeria pusilla* (van Goor) Kom. 1958  
Ref.: Umezaki 1987
- C. subarcticum** Kom. & Kom.-Legner. 1992  
Ref.: Komárek and Komárková-Legnerová 1992
- Gomphospaeria** Kütz. 1836
- G. aponina** Kütz. 1836  
Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1953a; Umezaki 1961; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982; Yamagishi 1985
- G. multiplex** (Nyg.) Kom. 1989  
Basion.: *Gomphospaeria aponina* Kütz. var. *multiplex* Nyg. 1926  
Ref.: Okada 1939a
- Snowella** Elenk. 1938
- S. lacustris** (Chodat) Kom. & Hind. 1988  
Basion.: *Gomphospaeria lacustris* Chodat 1898  
Ref.: Akatsuka 1951; Fukushima 1960b; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi 1989
- S. rosea** (Snow) Elenk. 1938  
Syn.: *Coelosphaerium roseum* Snow 1903  
Ref.: Akatsuka 1951
- Woronichinia** Elenk. 1933
- W. elorantae** Kom. & Kom.-Legner. 1992  
Ref.: Komárek and Komárková-Legnerová 1992
- W. naegelianana** (Unger) Elenk. 1933  
Basion.: *Coelosphaerium naegelianum* Unger 1854  
Ref.: Ueno 1936; Yoneda 1937, 1952a, 1953b; Hirose 1937, 1950; Hada 1938a; Kokubo 1944; Negoro 1937a; Akatsuka 1951; Hirano 1960; Fukushima 1960a; Mizuno 1964; Hada and Kojiro 1966; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi et al. 1982; Yamagishi 1985; Komárek and

- Komárková-Legnerová 1992  
***W. tenera*** (Skuja) Kom. & Hind. 1988  
 Basion.: *Gomphosphaeria tenera* Skuja 1964  
 Ref.: Yamagishi et al. 1982
- Merismopedia*** Meyen 1839  
 Syn.: *Merismopoedia* Kütz. 1843, *Agmenelum* Bréb. 1839, *Gonidium* Ehrenb. ex Menegh. 1849, *Pseudoholopedia* (Ryppova) Elenk. 1938
- M. convoluta*** Bréb. 1849  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a; Yamagishi 1984  
 Syn.: *Pseudoholopedia convoluta* (Bréb.) Elenk. 1938  
 Ref.: Hirose and Hirano 1977; Akiyama 1977
- M. elegans*** A. Br. in Kütz. 1849  
***M. elegans*** var. *elegans*  
 Ref.: Yoneda 1937, 1953a; Akatsuka 1951; Fukushima 1952, 1954; Umezaki 1953b; Yamaguti 1956, 1960; Negoro 1967, 1968, 1971, 1973; T. Watanabe 1968c; Hiramatsu 1973; Kurasawa and Okino 1975; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982
- M. elegans*** var. *major* G. M. Smith 1920  
 Ref.: Akatsuka 1951; T. Watanabe 1968c
- M. glauca*** (Ehrenb.) Kütz. 1845  
 Ref.: Yoneda 1937, 1952a, 1953a, 1954b; Negoro 1937b, 1973; Hirose 1937; Okada 1939b; Akatsuka 1951; Fukushima 1954; Kobayasi 1958; Hirano 1959a, 1960, 1962; Ochiai 1960, 1962b; Kobayasi et al. 1962; Akiyama 1965a, 1977; Iso-da 1966; Yamagishi 1967, 1984; Imada 1970; Nakano 1970; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979; M. Watanabe and Niiyama 1990
- M. punctata*** Meyen 1839  
 Ref.: Yoneda 1937, 1939d, 1953a, b; Hada 1939; Fukushima 1950, 1952, 1954; Akatsuka 1951; Kobayasi 1958; Yamaguti 1960; Kobayasi et al. 1962; Hirano 1962; Iwai 1963; Mori 1963; Akiyama 1965a, 1977; Yamagishi 1967; Horikawa et al. 1969; Imada 1970; Negoro 1973; Negoro and Aoki 1991
- M. warmingiana*** Lagerh. ex Forti 1907  
 Syn.: *Merismopedia minima* Beck 1897  
 Ref.: Yamagishi 1987  
 Syn.: *Merismopedia tenuissima* Lemm. 1898  
 Ref.: Yoneda 1938a; Akatsuka 1951; T. Watanabe 1956, 1968a; Hirano 1962; Iwai 1963; Isoda 1966; Yamagishi 1967, 1984; Negoro 1968, 1971, 1973; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982; Negoro and Aoki 1991
- Synechocystis*** Sauv. 1892  
 Syn.: *Synechococcus* subg. *Synechocystis* (Sauv.) Elenk. 1923
- S. aquatilis*** Sauv. 1892  
***S. aquatilis*** f. *aquatilis*  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1940b, 1943, 1952a; Emoto and Yoneda 1940b; Emoto and Hirose 1941, 1942a; Negoro 1944, 1962; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1982
- S. aquatilis*** f. *salina* (Wisl.) Kom. 1976  
 Basion.: *Synechocystis salina* Wisl. 1924  
 Syn.: *Synechocystis aquatilis* Sauv. var. *minor* Geitl. in Geitl. & Ruttn. 1935  
 Ref.: Yon. Okada 1939; Negoro 1944, 1962; Yoneda 1952a; Mifune et al. 1959, 1966; Hirose 1966; Hirose and Hirano 1977
- S. crassa*** Woron. 1929  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942a, 1952a; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- S. minuscula*** Woron. 1926  
 Ref.: Yoneda 1941c, 1952a; Emoto and Hirose 1942c; Negoro 1944, 1962; Hirose and Hirano 1977
- S. pevalekii*** Erceg. 1925  
 Ref.: Emoto and Hirose 1943a; Yoneda 1952a  
 Syn.: *Synechocystis pevalekii* Erceg. f. *thermalis* Emoto & Hirose in Hirose and Hirano 1977  
 Ref.: Hirose and Hirano 1977
- S. primigenia*** Gardn. 1927  
 Ref.: Emoto and Hirose 1943b; Hirose and Hirano 1977
- S. sallensis*** Skuja 1929  
 Ref.: Yamagishi 1967, 1985
- S. thermalis*** Copel. 1936  
 Ref.: Emoto and Yoneda 1940b; Yoneda

- 1941a, 1952a; Emoto and Hirose 1942c, f, 1952a
- (4) Microcytoideae Kom. & Anagn. 1986
- Eucapsis* Clem. & Shantz 1909
- E. alpina* Clem. & Shantz 1909  
Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1953a, 1954b; Hirano 1962; Yamagishi 1967, 1985; Hirose and Hirano 1977; M. Watanabe and Niiyama 1990
- E. terrestris* Akiyama 1965b  
Ref.: Akiyama 1965b
- Gloeocapsa* Kütz. 1843
- G. aeruginosa* Kütz. 1843  
Ref.: Imazu 1981
- G. atrata* Kütz. 1843  
Ref.: Yoneda 1938a, 1953c; Hirose and Hirano 1977
- G. compacta* Kütz. 1846  
Syn.: *Gloeocapsa rupicola* Kütz. 1846  
Ref.: Yoneda 1951
- G. conglomerata* Kütz. 1846  
Ref.: Fukushima 1952, 1954; Hirose and Hirano 1977
- G. decorticans* (A. Br.) P. Richt. ex Wille 1925  
Ref.: Yoneda 1953a; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- G. dermochroa* Näg. in Kütz. 1849  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939c, 1942c, d, e, 1952a, 1953c; Emoto and Yoneda 1941a, 1942; Emoto and Hirose 1952a; Nakano 1970; Mori 1971; Yamagishi 1972; Hiramatsu 1973; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- G. montana* Kütz. 1843  
Syn.: *Gloeocapsa caldariorum* Rabenh. 1865  
Ref.: Kobayasi and Watari 1934
- G. punctata* Näg. 1849  
Ref.: Emoto and Hirose 1942f  
Syn.: *Gloeocapsa gelatinosa* Kütz. 1843  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1942b, c, 1952a, 1962a; Emoto and Hirose 1942f
- G. rupestris* Kütz. 1846  
Ref.: Emoto and Hirose 1943b; Yoneda 1951
- G. sanguinea* (C. Ag.) Kütz. 1843
- Ref.: Yamagishi 1967  
Syn.: *Gloeocapsa alpina* Näg. emend. Brand 1900  
Ref.: Yoneda 1939a, 1953c; Negoro 1973  
Syn.: *Gloeocapsa magma* (Bréb.) Kütz. 1846  
Ref.: Yoneda 1953c; Hirose and Hirano 1977
- G. thermalis* Kütz. 1843  
Ref.: Yoneda 1938b
- Microcystis* Kütz. ex Lemm. 1907  
Syn.: *Diplocystis* Trevis. 1848, *Anacystis* Menegh. sensu Kütz. 1849, *Polycystis* Kütz. 1849, *Clathrocystis* Henfr. 1856, *Microhaloa* Kütz. sensu Rabenh. 1865
- M. aeruginosa* (Kütz.) Kütz. 1846  
Basion.: *Micraloa aeruginosa* Kütz. 1833  
Ref.: Yamada 1935; Hirose 1937, 1950; Yoneda 1937, 1966; Okada 1939b, 1953b; Kokubo 1944; Kokubo and Kawamura 1949; Akatsuka 1951; Hirano 1953, 1956b; Yamaguti 1956, 1960; T. Watanabe 1956; Imazu and Hirose 1961; Akiyama 1965a, 1977; Negoro 1967, 1968, 1971, 1973, 1991a; Hada 1967; Murayama and Saisho 1967; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979, 1987; M. Watanabe and Chihara 1980; Yamagishi et al. 1982; M. Watanabe 1984; Y. Watanabe et al. 1986; Komárek 1991; M. F. Watanabe et al. 1991  
Syn.: *Clathrocystis aeruginosa* (Kütz.) Henfr. 1856  
Ref.: Okamura 1902; Matsumura 1904; Miyauchi 1935  
Syn.: *Microcystis pseudofilamentosa* Crow 1923  
Ref.: Akatsuka 1951
- M. flos-aquae* (Wittr.) Kirchn. 1898  
Basion.: *Polycystis flos-aquae* Wittr. in Wittr. & Nordst. 1879  
Ref.: Yoneda 1937, 1952a, 1953a; Hirose 1937; Okada 1939b; Akatsuka 1951; Fukushima 1951, 1960b; Hada 1960; Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977; Komárek 1991  
Syn.: *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. f. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk 1938  
Ref.: M. Watanabe and Chihara 1980;

- M. Watanabe 1984; Y. Watanabe et al. 1986
- M. holsatica* Lemm. 1903  
Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1952a, 1953a; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi et al. 1982
- M. ichthyoblabe* Kütz. 1843  
Ref.: Fukushima 1948; Akatsuka 1951; Komárek 1991
- M. incerta* Lemm. 1907  
Ref.: Mizuno 1964; Akiyama 1977; M. Watanabe 1984  
Syn.: *Coelosphaerium natanas* Lemm. 1900  
Ref.: Akatsuka 1951  
Syn.: *Microcystis pulverea* (Wood) Migula in Lemm. 1907  
Ref.: Yoneda 1937, 1952a, 1953a; Akatsuka 1951; Fukushima 1960a; Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Microcystis pulverea* (Wood) Migula var. *incerta* (Lemm.) Crow 1923  
Ref.: Yoneda 1937; Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Microcystis stagnalis* Lemm. 1903  
Ref.: Hirano 1960  
Syn.: *Microcystis stagnalis* Lemm. var. *pulchra* Lemm. 1910  
Ref.: Hirose 1937
- M. marginata* (Menegh.) Kütz. sensu Kütz. 1846  
Ref.: Yoneda 1937, 1952a, 1953a; Hirose 1937; Okada 1939b; Akatsuka 1951; Hirose and Hirano 1977
- M. novacekii* (Kom.) Compère 1974  
Basion.: *Diplocystis novacekii* Kom. 1958  
Ref.: Komárek 1991
- M. parasitica* Kütz. 1843  
Ref.: Yoneda 1937, 1953a; Hirose and Hirano 1977; Negoro and Aoki 1991
- M. protea* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1952a
- M. thermalis* Yoneda 1938b  
Non *Microcystis thermalis* Nash 1938  
Ref.: Yoneda 1938b, 1952a
- M. viridis* (A. Br.) Lemm. 1903 emend. Kondr. 1975  
Basion.: *Polycystis viridis* A. Br. in Rabenh. 1862  
Syn.: *Diplocystis viridis* (A. Br. in Rabenh.) Kom. 1958  
Ref.: M. Watanabe and Chihara 1980; Yamagishi et al. 1982; M. Watanabe 1984; M. F. Watanabe et al. 1986; Y. Watanabe et al. 1986; Komárek 1991
- M. wesenbergii* (Kom.) Kom. in Kondr. 1968  
Syn.: *Diplocystis wesenbergii* Kom. 1958  
Ref.: Okada 1939b (as *M. robusta* (Clark) Nyg.); M. Watanabe and Chihara 1980; Yamagishi et al. 1982; Umezaki 1983, 1984, 1987; M. Watanabe 1984; Y. Watanabe et al. 1986; Komárek 1991; Negoro 1991a
2. Chroococcaceae Näg 1849
- Chroococcus* Näg. 1849
- C. cohaerens* Näg. 1855  
Ref.: Yoneda 1939a
- C. dispersus* (Keissl.) Lemm. 1904
- C. dispersus* var. *dispersus*  
Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1953a, 1954b; Yamaguti 1956, 1960; Hirano 1959b, 1962; Ochiai 1960; Iwai 1963; Negoro 1967, 1968, 1971; Hada 1967
- C. dispersus* var. *minor* G. M. Smith 1920  
Ref.: Emoto and Hirose 1942b; Yoneda 1952a; Ochiai 1962b; Hirose and Hirano 1977
- C. endophyticus* Copel. 1936  
Ref.: Emoto and Hirose 1941; Yoneda 1952a
- C. giganteus* W. West 1892  
Ref.: Akatsuka 1951; Yamagishi 1967
- C. helveticus* Näg. 1849  
Ref.: Emoto and Yoneda 1940a; Yoneda 1941a, 1952a, 1953a
- C. indicus* Zell. 1873  
Ref.: Fukushima 1963
- C. limneticus* Lemm. (1898) ex Kom. 1958  
Ref.: Hirose 1937; Yoneda 1938a, 1939d, 1953a; Okada 1939b; Akatsuka 1951; Yamaguti 1956; Hirano 1960, 1962; Iwai 1963; Hada 1967; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1981  
Syn.: *Chroococcus limneticus* Lemm. var. *dis-tans* G. M. Smith 1916  
Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1954b; Yamaguti 1956; Hirano 1960

- Syn.: *Chroococcus limneticus* Lemm. var. *elegans* G. M. Smith 1918  
 Ref.: Yoneda 1937; Akatsuka 1951  
 Syn.: *Chroococcus limneticus* Lemm. var. *purpurea* (Snow) Tiffn. & Ahlstr. 1931  
 Ref.: Akatsuka 1951
- C. membraninus** (Menegh.) Näg. 1849  
 Ref.: Yoneda 1938c, 1941c, 1952a
- C. minimus** (Keissl.) Lemm. 1904  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942c, f, 1943a, b; Yoneda 1952a, 1953a
- C. minutus** (Kütz.) Näg. 1843  
 Ref.: Yoneda 1937, 1938c, 1940b, 1941b, c, 1942b, c, d, 1952a, b, 1953a, b, 1954b; Okada 1939b; Emoto and Yoneda 1941a, b, 1942; Emoto and Hirose 1942c, e, 1943b; Fukushima 1952, 1954, 1970b; Hirano 1956b, 1960, 1962; Hada 1958; Ochiai 1960, 1962a, b; Iwai 1963; T. Watanabe 1968a, c; Akiyama 1965a; Yamagishi 1967, 1972; Mori 1971; Hiramatsu 1973; M. Watanabe and Niiyama 1990  
 Syn.: *Chroococcus pallidus* (Näg.) Näg. 1849  
 Ref.: Yoneda 1941a; Hirano 1962  
 Syn.: *Chroococcus minutus* (Kütz.) Näg. var. *carneus* (Chodat) Lemm. 1904  
 Ref.: Akatsuka 1951  
 Syn.: *Chroococcus minutus* (Kütz.) Näg. var. *thermalis* Copel. 1936  
 Ref.: Yoneda 1938c, 1941b; 1952a, 1954a; Emoto and Yoneda 1940b, 1942; Emoto and Hirose 1940a, b, c, 1942a, b, e
- C. turgidus** (Kütz.) Näg. 1849
- C. turgidus** var. *turgidus*  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1937, 1938b, c, 1939b, c, d, 1940b, 1942c, 1952a, 1953a, c, 1954b, 1966; Hirose 1937, 1957; Emoto and Yoneda 1941b; Negoro 1937b, 1938, 1973; Hada 1938b, 1958, 1960, 1967; Emoto and Hirose 1940a, b, c, 1942c, e, 1943b; Akatsuka 1951; Ichimura and Onuki 1951; Fukushima 1952, 1954, 1960a; Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962; Hirano 1959a, 1960, 1962; Umezaki 1961; Imazu and Hirose 1961; Ochiai 1962b; Akiyama 1965a; Yamagishi 1967, 1985; T. Watanabe 1968a; Imazu 1979, 1986; Mori 1971; Hirose and Hirano 1977; Horiguchi et al. 1990
- C. turgidus** var. *thermalis* (Menegh.) Rabenh. ex Hansg. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938c, 1939b, 1942b, 1952a; Emoto and Hirose 1942d, e, 1943b
- C. varius** A. Br. in Rabenh. 1876  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942c, d; Yoneda 1952a
- Cyanosarcina** Kováčik 1988
- C. burmensis** (Skuja) Kováčik 1988  
 Basion.: *Myxosarcina burmensis* Skuja 1949  
 Ref.: Hiramatsu et al. 1987
- C. chroococcoides** (Geitl.) Kováčik 1988  
 Basion.: *Myxosarcina chroococcoides* Geitl. 1927  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940c; Yoneda 1941a, b, c, 1942c, d, 1952a, 1953a; Hirose and Hirano 1977
- C. gelatinosa** (Emoto & Yoneda) Kováčik 1988  
 Basion.: *Myxosarcina gelatinosa* Emoto & Yoneda 1941b  
 Ref.: Emoto and Yoneda 1941b; Yoneda 1952a
- C. spectabilis** (Geitl.) Kováčik 1988  
 Basion.: *Myxosarcina spectabilis* Geitl. 1933  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942a, f, 1943b
- Gloeocapsopsis** Geitl. 1925
- G. dvorakii** (Novác.) Kom. & Anagn. 1986  
 Basion.: *Gloeocapsa dvorakii* Novác. 1929  
 Ref.: Komárek 1993
- G. magma** (Bréb.) Kom. & Anagn. 1986  
 Basion.: *Protococcus magma* Bréb. in Bréb. & Godey 1836  
 Syn.: *Gloeocapsa magma* (Bréb.) Kütz. 1846  
 Ref.: Yoneda 1953c; Hirose and Hirano 1977
3. Entophysalidaceae Geitl. 1925
- Chlorogloea** Wille 1900
- C. microcystoides** Geitl. 1925  
 Ref.: Yoneda 1941a, 1952a; Emoto and Yoneda 1942; Fukushima 1963



*Placoma* Schousb. & Thur.

in Born. &amp; Thur. 1876

*P. adriatica* (Hauck) comb. nov.Basion.: *Oncobyrsa adriatica* Hauck, Meeresalg. Deutsch. u. Österr., p. 515, 1885Ref.: Okamura 1915, 1930, 1934a, 1936; Kobayasi and Watari 1934; Yamada 1935; Inagaki 1950; Umezaki 1952a, 1955c, 1961; Ueda et al. 1963 (as *Hydrococcus adriatica*)Colonies and cells with special tegments of *Oncobyrsa adriatica* Hauck 1888 are similar features as *Placoma*.*P. micrococca* (Hansg.) comb. nov.Basion.: *Oncobyrsa adriatica* Hauck var. *micrococca* Hansg., Stizenberger, K. Böhm. Ges. wiss., Math.-Nat. Cl., 1892: 228, 1893

Ref.: Umezaki 1953a

Colonies and cells with surrounding teguments of *Oncobyrsa adriatica* Hauck var. *micrococca* Hansg. 1893 resemble closely those of *Oncobyrsa adriatica*.

## 4. Chamaesiphonaceae Borzi 1882

*Chamaecalyx* Kom. & Anagn. 1986*C. clavatus* (Setch. & Gardn) Kom. & Anagn. 1986Basion.: *Chamaesiphon clavatus* Setch. & Gardn. 1930Syn.: *Dermocarpa clavata* (Setch. & Gardn.) Geitl. 1932

Ref.: Umezaki 1953a, 1955c

*C. leibleiniae* (Reinsch) Kom. & Anagn. 1986Basion.: *Dermocarpa Leibleiniae* (Reinsch) Born. in Born. & Thur. 1880

Ref.: Umezaki 1950

Syn.: *Dermocarpa Leibleiniae* (Reinsch) Born. var. *pelagica* Wille in Hansen 1904

Ref.: Akatsuka 1951

*Chamaesiphon* A. Br. & Grun. 1865*C. confervicola* A. Br. in Rabenh. 1865*C. confervicola* var. *confervicola*

Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1953a; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; M. Watanabe et al. 1984; Ioriya et al. 1984;

M. Watanabe 1989

Syn.: *Chamaesiphon curvatus* Nordst. 1878

Ref.: Yoneda 1938a; Akatsuka 1951; Akiyama 1965a; Yamagishi 1967; Horikawa et al. 1969; Hirose and Hirano 1977; Bando and Nakano 1983

Syn.: *Chamaesiphon incrustans* Grun. var. *elongatus* Starm. 1929

Ref.: Hirose 1937

*C. confervicola* var. *elongatus* (Nordst.) Kann 1972Basion.: *Chamaesiphon curvatus* Nordst. f. *elongatus* Nordst. 1878

Ref.: M. Watanabe and Niiyama 1990

*C. incrustans* Grun. in Rabenh. 1865

Ref.: Yoneda 1938b, c, 1949, 1952a; Emoto and Hirose 1942e, 1952b; Akiyama 1965a; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Bando and Nakano 1983

Syn.: *Chamaesiphon cylindricus* Boye-Peters. 1923

Ref.: Emoto and Hirose 1949; Hirose and Hirano 1977

*C. minutus* (Rostaf.) Lemm. 1910

Ref.: Emoto and Hirose 1940a, b; Yoneda 1941a, b; Akiyama 1965a; M. Watanabe 1989; Ioriya et al. 1984

Syn.: *Chamaesiphon minutus* (Rostaf.) Lemm. var. *cladophorae* Hirose 1937

Ref.: Hirose 1937

*C. polonicus* (Rostaf.) Hansg. 1887

Ref.: Yamaguti 1956; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977

*C. rostafinskii* Hansg. 1887 ("Rostafinskii")

Ref.: Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977

*Clastidium* Kirchn. 1880*C. setigerum* Kirchn. 1880

Ref.: M. Watanabe et al. 1984

*Cyanophanon* Geitl. 1955*C. mirabile* Geitl. 1955

Ref.: M. Watanabe et al. 1984; Ioriya et al. 1984; M. Watanabe 1988

*Stichosiphon* Geitl. 1932*S. sansibaricus* (Hieron.) Dr. & Daily 1952

- Syn.: *Stichosiphon regularis* Geitl. 1932  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a
5. Dermocarpellaceae Ginsb.-Ardré ex Christ. 1980
- Cyanocystis* Borzi 1882
- Syn.: *Dermocarpa* Crouan 1858 sensu auct. post. sine typo, p. p.
- C. aquae-dulcis** (Reinsch) Kann 1978  
Basion.: *Sphaerosiphon aquae-dulcis* Reinsch 1874  
Syn.: *Dermocarpa aquae-dulcis* (Reinsch) Geitl. 1925  
Ref.: Negoro 1973
- C. prasina** (Reinsch) Kom. & Anagn. 1986  
Basion.: *Sphaerosiphon prasinus* Reinsch 1874  
Syn.: *Dermocarpa prasina* (Reinsch) Born. in Born. & Thur. 1880  
Ref.: Okamura 1916; Umezaki 1954
- C. protea** (Setch. & Gardn.) Kom. & Anagn. 1986  
Basion.: *Dermocarpa protea* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Ref.: Yamada and Tanaka 1944; Umezaki 1953b, 1955a, 1956c  
Syn.: *Dermocarpa farlowii* (non Börg.) Yendo in Tokida 1938  
Ref.: Okamura 1916; Tokida 1930, 1938
- C. sphaeroidea** (Setch. & Gardn.) Kom. & Anagn. 1986  
Basion.: *Dermocarpa sphaeroidea* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Ref.: Umezaki 1955a
- Dermocarpella* Lemm. 1907
- D. hemisphaerica** Lemm. 1907  
Ref.: Umezaki 1953a, b, 1955c
- D. gilkeyae** (Setch. & Gardn.) Kom. & Anagn. 1986  
Basion.: *Xenococcus Gilkeyae* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Ref.: Umezaki 1952a, b
- Stanieria* Kom. & Anagn. 1986
- S. sphaerica** (Setch. & Gardn.) Anagn. & Pantaz. 1991  
Basion.: *Dermocarpa sphaerica* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918
- Syn.: *Cyanocystis sphaerica* (Setch. & Gardn.) Kom. & Anagn. 1986  
Ref.: Umezaki 1953b, 1955a, c
6. Xenococcaceae Erceg. 1932
- Chroococcidiopsis* Geitl. 1933
- C. thermalis** Geitl. 1933  
Ref.: Yoneda 1941c, 1952a, 1954a; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Chroococcidiopsis thermalis* Geitl. var. *nipponica* Negoro 1943a  
Ref.: Negoro 1943a
- C. kashaii** Friedm. 1961  
Ref.: Hirose 1972
- Chroococcopsis* Geitl. 1925
- C. gigantea** Geitl. 1925  
Ref.: T. Watanabe 1957
- Xenococcus* Thur. in Born. & Thur. 1875
- X. chaetomorphae** Setch. & Gardn. in Gardn. 1918 ("*Chaetomorphae*")  
Ref.: Umezaki 1953a
- X. cladophorae** Stech. & Gardn. in Gardn. 1918 ("*Cladophorae*")  
Ref.: Hirose 1937, 1957; Umezaki 1956c; Takata and Hirose 1971; Kajimura 1975; Hirose and Hirano 1977
- X. kernerii** Hansg. 1887  
Ref.: Yoneda 1942a, b, c, 1952a, 1962a; Emoto and Hirose 1942b
- X. pyriformis** Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Syn.: *Dermocarpa pyriformis* (Setch. & Gardn.) Kaas 1985  
Ref.: Umezaki 1950, 1953b, 1955c, 1956c
- X. schousboei** Thur. in Born. & Thur. 1880 ("*Schousboei*")
- X. schousboei** f. *schousboei*  
Ref.: Umezaki 1950, 1953a, 1955c; Yoneda 1952a; Emoto and Hirose 1942c, 1952b; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b  
Syn.: *Dermocarpa Shousboei* Born. in Batters 1889  
Ref.: Holmes 1895; Matsumura 1904
- X. schousboei** f. *thermalis* Emoto and Hirose 1942b

- Ref.: Emoto and Hirose 1942b
- X. wille* Gardn. 1927  
Ref.: Emoto and Yoneda 1940a; Yoneda 1941a, 1952a; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977
- X. yonedae* nom. nov.  
Syn.: *Xenococcus violaceus* Yoneda, Acta Phytotax. Geobot. 11: 67, 1942, non *Xenococcus violaceus* Anand., J. Bot. 1937 (Suppl.): 38, 1937  
Ref.: Yoneda 1942a
- The following species of the genus *Xenococcus* are uncertain to which genus they belong, because reproductive cells have not been found.
- Xenococcus acervatus* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Ref.: Emoto and Hirose 1952a; Umezaki 1952a, b; Hagihara et al. 1970; Yoneda 1952a
- X. acervatus* var. *dispersus* Emoto & Hirose 1940a  
Ref.: Emoto and Hirose 1940a
- X. alpinus* Emoto & Yoneda 1942  
Ref.: Emoto and Yoneda 1942
- X. chroococcoides* Fritsch 1929  
Ref.: Yoneda 1950
- X. minima* var. *starmachii* Geitl. 1932  
Ref.: Emoto and Yoneda 1941b, 1942; Emoto and Hirose 1940a, 1942c, d, 1949; Yoneda 1952a; Akiyama 1965a
- X. minimus* Geitl. 1922  
Ref.: Emoto and Yoneda 1941a; Yoneda 1941a, 1942g, 1952a, 1953a

## 7. Hydrococcaceae Kütz 1843

*Hydrococcus* Kütz. 1833

- Syn.: *Oncobyrsa* Menegh. 1842, *Askenasya* Möb. 1887
- H. rivularis* Kütz. 1833  
Syn.: *Oncobyrsa rivularis* (Kütz.) Menegh. 1943  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1949, 1952a; Emoto and Yoneda 1940a; Hirose and Hirano 1977
- Hyella* Born. & Flah. 1888
- H. balanii* Lehmann 1903

- Ref.: Umezaki 1952a
- H. caespitosa* Born. & Flah. 1888  
Ref.: Umezaki 1954, 1955c, 1956c; Kurogi and M. M. Watanabe 1973
- H. fontana* Huber & Jadin 1892  
Ref.: Nakano 1970; Negoro 1973

*Myxohyella* Geitl. 1925

- M. socialis* (Setch. & Gardn.) Geitl. 1925  
Basion.: *Hyella socialis* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Ref.: Umezaki 1952a, b, 1955a, c

*Pleurocapsa* Thur. ex Hauck 1885

- P. concharum* Hansg. 1890  
Ref.: Emoto and Hirose 1941, 1952b
- P. fluviatilis* Lagerh. 1888  
Ref.: Emoto and Hirose 1940a, b, 1942c, e, 1943a, b; Emoto and Yoneda 1940b; Yoneda 1941a, 1942c, 1952a, 1954a; Hirose and Hirano 1977
- P. fuliginosa* Hauck 1885  
Ref.: Umezaki 1953a, 1955c, 1956c
- P. minor* Hansg. 1890  
Ref.: Yoneda 1941a, 1942c, 1952a, 1953a; Emoto and Yoneda 1941a, b, 1942; Ikoma and Doi 1955; Akiyama 1965a; Negoro 1973; Mifune and Hirose 1983a
- P. minuta* Geitl. 1932  
Ref.: Umezaki 1952a, 1955c

**Nomina excludenda**

The following species are excluded from the blue-green algae.

- Aphanocapsa rivularis* (Carm.) Rabenh. 1865 (Hada 1960) = *Palmogloea protuberans* (Sm. & Sow.) Kütz. 1843 (Drouet and Daily 1956, p. 138). *Aphanothece clathrata* W. & G. S. West (Hirose and Hirano 1977; Negoro 1968) = bacteria (Drouet and Daily 1956, p. 143). *Chroococcidium* Geitler (Arch. f. Hydrobiol., Suppl. XII, 4: 624, 1933. Type: *C. gelatinosum* Geitl., ibid. 1933, Emoto and Hirose 1942d; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977) = palmelloid flagellata (Drouet and Daily 1956, p. 146). *Dactylococcopsis fascicularis* Lemm. 1898 (Hirose 1937; Mizuno 1964; Hirose and Hirano 1977) = *Ankistrodes-*

*mus falcatus* (Corda) Ralfs 1848 (Drouet and Daily 1956, p. 149) or to *Ankistrodesmus tortus* Kom. & Comas 1982 (syn.: *Dactylococcopsis fasciculatus* Lemm. 1898; = *Ankistrodesmus spiralis* (Turn.) Lemm. 1908) (Komárek and Comas 1982). *Pelodictyon Lauterbornii* Geitl. in Pascher 1925 (Hada 1960) = bacteria (Drouet and Daily 1956, p. 143). *Tetrapedia Reinschiana* Archer 1872 (Fukushima 1960b, 1963) = *Tetraedron* sp. (Drouet and Daily 1956, p. 166) or = *Tetraedron minimum* var. *tetralobulatum* (Reinsch) Claus (Claus 1963).

## II. Oscillatoriales Elenk. 1934

### 1. Borziaceae Borzi 1914

*Borzia* Cohn ex Gom. 1892

**B. endophytica** (W. & G. S. West) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Aphanothece nidulans* var. *endophytica* W. & G. S. West 1912

Ref.: Emoto and Hirose 1941; Yoneda 1953b; Hirose and Hirano 1977

**B. trilocularis** Cohn ex Gom. 1892

Ref.: Hirose and Hirano 1977

*Komvophoron* Anagn. & Kom. 1988

**K. constrictum** (Szaf.) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Oscillatoria constricta* Szaf. 1911  
Syn.: *Anabaena constricta* (Szaf.) Geitl. 1925  
Ref.: Yoneda 1953a  
Syn.: *Anabaena geitleri* J. De Toni 1934  
Ref.: Yoneda 1942c, d, 1952a

**K. tenuis** (Emoto & Hirose) comb. nov.

Basion.: *Oscillatoria constricta* Szaf. var. *tenuis* Emoto & Hirose, Bot. & Zool. (Tokyo) 8: 1883, 1940

Ref.: Emoto and Hirose 1940c

*Komvophoron tenuis* differs from *K. constrictum* in having conical apical cells and little slender trichomes.

**K. jovis** (Copel.) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Oscillatoria jovis* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1942b, 1952a, 1954a; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Oscillatoria jovis* Copel. var. *acuta* Emoto & Yoneda 1940  
Ref.: Emoto and Yoneda 1940a

*Yonedaella* Umezaki 1962

Syn.: *Sphaeronema* Umezaki 1961, non *Sphaeronema* ("Sphaeronaema") Fries 1823

**Y. lithophila** (Erceg.) Umezaki 1962

Basion.: *Isocystis lithophilum* Erceg. 1932 ("lithophila")

Syn.: *Sphaeronema lithophila* (Erceg.) Umezaki 1961

Ref.: Umezaki 1961, 1962

### 2. Homoeotrichaceae Elenk. 1934

(1) Homoeotrichoideae (Elenk.) Anagn. & Kom. 1988

*Heteroleibleinia* (Geitl.) Hoffm. 1985

Basion.: *Lyngbya* Gom. Sect. *Heteroleibleinia* Geitl. 1932

**H. affixa** (Yoneda) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Lyngbya affixa* Yoneda 1938b  
Ref.: Yoneda 1938b

**H. distincta** (Nordst. ex Schmidle) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Lyngbya Martensiana* Menegh. var. *distincta* Nordst. ex Schmidle 1897  
Syn.: *Lyngbya distincta* Schmidle 1897  
Ref.: Hirose and Hirano 1977

**H. erecta** (Schwabe) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Lyngbya erecta* Schwabe 1943, non *Lyngbya erecta* Setch. & Gardn. 1930  
Ref.: Mifune et al. 1966

**H. infixa** (Frémy) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Lyngbya infixa* Frémy 1932  
Ref.: Umezaki 1955a, 1961; Noda 1974, 1987

**H. kuetzingii** (Schmidle) Compère 1985

Basion.: *Lyngbya kuetzingii* Schmidle 1897  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939c, 1952a, 1953a; Umezaki 1951, 1952a; Hirose and Hirano 1977; Ioriya et al. 1984

**H. penicillata** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988

Basion.: *Schizothrix penicillata* Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939c, 1941b, 1952a; Akiyama 1961, 1965a, b; Hirano 1962; Mifune et al. 1966; Hiramatsu 1967; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977

**H. pithophorae** (Yoneda) Anagn. & Kom.

- 1988  
 Basion.: *Lyngbya Pithophorae* Yoneda 1938b  
 Ref.: Yoneda 1938b, 1952a
- H. pusilla** (Hansg.) Compère 1985  
 Basion.: *Lyngbya pusilla* (Rabenh.) Hansg.  
 ex Hansg. 1892  
 Ref.: Hirano 1962; Hirose and Hirano  
 1977
- H. rigidula** (Kütz. ex Hansg.) Hoffm. 1985  
 Basion: *Lyngbya rigidula* Kütz. ex Hansg.  
 1892  
 Ref.: M. Watanabe and Niiyama 1990
- Homoethrix*** (Thur. ex Born. & Flah.)  
 Kirchn. 1898  
 Syn.: *Amphithrix* Kütz. ex Born. & Flah.  
 1886, *Tapinothrix* Sauv. 1892
- H. balearica** (Born. & Flah.) Lemm. 1907  
 (1910)  
 Basion.: *Calothrix balearica* Born. & Flah.  
 1886  
 Ref.: Fukushima 1949, 1951
- H. bornetti** (Sauv.) Mabilie 1954  
 Basion.: *Tapinothrix Bornetti* Sauv. 1892  
 Ref.: Fukushima 1951, 1960a
- H. endophytica** (Lemm.) Lemm. 1907 (1910)  
 Basion.: *Calothrix endophytica* Lemm. 1896  
 Ref.: Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962
- H. hansgirgii** (Schmidle) Lemm. 1907 (1910)  
 Basion.: *Calothrix Hansgirgii* Schmidle 1900  
 Ref.: Horikawa et al. 1969; Hirose and  
 Hirano 1977
- H. janthina** (Born. & Flah.) Starm. 1959  
 Basion.: *Amphithrix janthina* Born. & Flah.  
 1886  
 Ref.: T. Watanabe 1968c; Fukushima  
 1970a, b, 1971; Ioriya et al. 1984; M.  
 Watanabe et al. 1984
- H. juliana** (Menegh.) Kirchn. 1900  
 Basion.: *Calothrix juliana* (Menegh.) Born.  
 & Flah. 1886  
 Ref.: Horikawa et al. 1969; Hirose and  
 Hirano 1977
- H. thermalis** Emoto & Hirose 1940  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940c; Hirose and  
 Hirano 1977
- H. varians** Geitl. 1927  
 Syn.: *Homoeothrix simplex* Woron. 1932,  
*Homoeothrix simplex* Woron. var. *elegans*  
 Woron. 1932, *Homoeothrix simplex* (Wo-  
 ron.) Elenk. 1949  
 Ref.: Yoneda 1942a; Bando and Nakano  
 1983
3. Oscillatoriaceae (S. F. Gray) Harv. ex  
 Kirchn. 1898
- (1) Hormoscolloideae Anagn. & Kom. 1988
- Katagnymene*** Lemm. 1899
- K. pelagica** Lemm. 1899  
 Ref.: Akatsuka 1951; Motoda and Maru-  
 mo 1963  
 Syn.: *Katagnymene pelagica* Lemm. var. *ma-  
 jor* Wille in Hensen 1904  
 Ref.: Akatsuka 1951; Marumo 1966
- K. spiralis** Lemm. 1899  
 Ref.: Akatsuka 1951; Motoda and Maru-  
 mo 1963; Marumo 1966  
 Syn.: *Katagnymene spiralis* Lemm. var. *cap-  
 itata* Wille in Hensen 1904  
 Ref.: Akatsuka 1951
- (2) Oscillatorioideae Gom. 1892
- Blennothrix*** Kütz. ex Anagn. & Kom. 1988
- B. cantharidosma** (Mont. ex Gom.) Anagn. &  
 Kom. 1988  
 Basion.: *Hydrocoleum cantharidosmum* (Mont.)  
 Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1955a, 1961; Hiramatsu  
 1967; Funahashi 1967; Noda 1974, 1987
- B. lyngbyacea** (Kütz. ex Gom.) Anagn. &  
 Kom. 1988  
 Basion.: *Hydrocoleum lyngbyaceum* Kütz. ex  
 Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1955a, 1961; Hiramatsu  
 1967; Noda 1974, 1987
- Oscillatoria*** Vauch. ex Gom. 1892
- O. anguina** (Bory) Gom. 1892
- O. anguina** var. **anguina**  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939b, 1942b,  
 1952a, b, 1962a; Emoto and Yoneda  
 1941a, b, 1942; Hirose and Hirano 1977
- O. anguina** var. **tenella** Yoneda 1941c  
 Ref.: Yoneda 1941c, 1942a, b, 1952a; Hiro-  
 se and Hirano 1977
- O. bonnemaisonii** Crouan ex Gom. 1892

- ("Bonnemaisonii")  
Ref.: Akatsuka 1951; Umezaki 1961; Marumo 1966
- O. curviceps* Ag. ex Gom. 1892  
Ref.: Emoto and Hirose 1942e; Yoneda 1952a; Ikoma and Doi 1955; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979; Mifune and Hirose 1982, 1983b  
Syn.: *Oscillatoria curviceps* Ag. var. *minor* Emoto & Hirose 1940a  
Ref.: Emoto and Hirose 1940a, 1943a, b, 1952a; Yoneda 1942b, 1952a; Ikoma and Doi 1955; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983a
- O. fracta* Carls 1913  
Ref.: Hirano 1962
- O. kawamurae* Negoro 1943b ("Kawamurae")  
Ref.: Hirose et al. 1960; Akiyama 1965a; Yoneda 1966; Hirose and Hirano 1977; Negoro 1973, 1991a
- O. limosa* (Dillw.) Ag. ex Gom. 1892  
Ref.: Ueda and Okada 1934; Miyauchi 1935; Hada 1937; Yoneda 1937, 1938c, 1942c, d, 1952a, 1966; Hirose 1938, 1950; Emoto and Yoneda 1940a; Emoto and Hirose 1940c; Hirano 1956b, 1960, 1962, 1963; Kobayasi 1958; Hada 1960; Kobayasi et al. 1962; Akiyama 1965a; Mifune et al. 1966; Hiramatsu 1967, 1973; T. Watanabe 1968a, c; Nakano 1970; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979, 1987; M. Watanabe and Niiyama 1990
- O. margaritifera* (Kütz.) Gom. 1892  
Syn.: *Arthrospira breviararticulata* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918, *Spirulina breviararticulata* (Setch. & Gardn.) Geitl. 1932  
Ref.: Akatsuka 1951; Umezaki 1961
- O. princeps* Vauch. ex Gom. 1892  
Ref.: Molisch 1926; Kobayasi and Watari 1934; Hirose 1938; Yoneda 1938b, c, 1942b, 1952a, 1954a, 1966; Emoto and Yoneda 1940a; Emoto and Hirose 1940b, 1941, 1942b, d, 1952c; Yamaguti 1955; Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962; Hiramatsu 1967; Horikawa et al. 1969; Nakano 1970; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1982; Yamagishi 1985
- Syn.: *Oscillatoria princeps* Vauch. var. *minor* Emoto & Yoneda 1941a  
Ref.: Emoto and Yoneda 1941a; Ikoma and Doi 1955; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1982, 1983a, b
- Syn.: *Oscillatoria princeps* Vauch. var. *tenella* Copel. 1936  
Ref.: Yoneda 1939b, c, 1940b, 1941b, 1942a, b, c, 1952a; Emoto and Yoneda 1940a, b; Emoto and Hirose 1942e; Hirose and Hirano 1977
- O. proboscidea* Gom. 1892
- O. proboscidea* var. *proboscidea*  
Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1941a, b, 1952a; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- O. proboscidea* var. *westii* Forti 1907  
Ref.: Yoneda 1952a
- O. sancta* Kütz. ex Gom. 1892  
Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1952a; Emoto and Hirose 1940b, 1942e; Fukushima 1952; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- O. subbrevis* Schmidle 1901
- O. subbrevis* var. *subbrevis*  
Ref.: Yoneda 1940a, 1942c, g, 1952a; Hiramatsu 1967; Nakano 1970; Hirose and Hirano 1977; Ioriya et al. 1984
- O. subbrevis* var. *major* (G. S. West) stat. nov.  
Basion.: *Oscillatoria subbrevis* Schmidle f. *major* G. S. West, J. Linn. Soc. Bot. 38: 178, 1907  
Ref.: M. Watanabe and Niiyama 1990
- O. subspiroides* Yoneda 1942b  
Ref.: Yoneda 1942b, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- Lyngbya* Ag. ex Gom. 1892
- L. aestuarii* (Mert.) Lyngb. ex Gom. 1892  
Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938c, 1942a, b, 1952a, 1953a; Emoto and Yoneda 1942; Emoto and Hirose 1952c; Fujiyama and Kabuto 1956; Umezaki 1955a, 1961; Ochiai 1926b; Hiramatsu 1967; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Noda 1987
- L. anomala* (C. B. Rao) comb. nov.

- Basion.: *Phormidium anomalum* C. B. Rao, Proc. Indian Acad. Sci. 6(6): 371, 1937 ("anomala")
- Ref.: M. Watanabe and Niiyama 1990 (as *Lyngbya anomala* C. B. Rao)
- Phormidium anomalum* C. B. Rao belongs to *Lyngbya* in having discoid cells and distinct sheaths.
- L. birgei** G. M. Smith 1916 ("Birgei")
- Ref.: Hirose 1938; Akatsuka 1951; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1981
- L. confervoides** C. Ag. ex Gopm. 1892
- Ref.: De Toni 1895; Okamura 1902, 1916; Matsumura 1904; Tanaka 1956; Hirose 1957, 1958; Dawson 1959 (Harvey's manuscript); Umezaki 1961; Imazu and Hirose 1961; Hiramatsu 1967; Hagihara et al. 1970; Takata and Hirose 1971; Noda 1974, 1987; Hirose and Hirano 1977
- Syn.: *Lyngbya atropurpurea* Harv. 1859
- Ref.: Harvey 1859; Dawson 1959 (Harvey's manuscript)
- Syn.: *Lyngbya atrovirens* Harv. 1859
- Ref.: Harvey 1859
- L. hieronymusii** Lemm. 1905 ("Hieronymusii")
- L. hieronymusii** var. *hieronymusii*
- Ref.: Yoneda 1937; Akatsuka 1951; Hirano 1956b; Nakano 1970
- L. hieronymusii** var. *crassi-vaginata* Ghose 1927
- Ref.: Akiyama 1965b
- L. major** Menegh. ex Gom. 1892
- Ref.: Yoneda 1938b, c, 1943a, 1952a; Emoto and Hirose 1942e, 1943a, 1952a; T. Watanabe 1957; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979
- L. majuscula** (Dillw.) Harv. ex Gom. 1892
- Ref.: Yoneda 1938a, 1949, 1952a; Emoto and Yoneda 1940a, 1941a; Emoto and Hirose 1943b, 1952c; Tanaka 1956; Dawson 1959 (Harvey's manuscript); Umezaki 1951 (as *Lyngbya majuscula* var. *spongiphila* Weber v. Bosse), 1961; Hiramatsu 1967; Hagihara et al. 1970; Takata and Hirose 1971; Noda 1974, 1987; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1982
- L. nigra** Ag. ex Gom. 1892
- Ref.: Yoneda 1938c, 1941c, 1942b, 1952a; Emoto and Yoneda 1940b, 1941b; Hirose and Hirano 1977
- L. semiplena** (C. Ag.) J. Ag. ex Gom. 1892
- Ref.: Yoneda 1940a, 1942c, 1952a; Umezaki 1951, 1955a, 1961; Hiramatsu 1967; Hagihara et al. 1970; Takata and Hirose 1971; Noda 1974, 1987; Hirose and Hirano 1977
- L. subconfervoides** Borge 1918
- Ref.: Emoto and Hirose 1940b; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977; M. Watanabe and Niiyama 1990
- L. thermalis** Kütz. ex Gom. 1892
- Syn.: *Lyngbya thermalis* f. *Kuetzingii* Rabenh. ex Forti 1907
- Ref.: Mifune et al. 1959; Akiyama 1965a
- (3) Plectonematoideae (Elenk.) Anagn. & Kom. 1988
- Plectonema** Thur. ex Gom. 1892
- P. tomasinianum** (Kütz.) Gom. 1892 ("Tomasinianum")
- Ref.: Hiramatsu 1967; Negoro 1973
4. Phormidiaceae Anagn. & Kom. 1988
- (1) Phormidioideae Anagn. & Kom. 1988
- Phormidium** Kütz. ex Gom. 1892
- Subg. *Gomontinema* Anagn. & Kom. 1988
- P. acuminatum** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988
- Basion.: *Oscillatoria acuminata* Gom. 1892
- P. acuminatum** var. *acuminatum*
- Ref.: Yoneda 1939a, c, 1940b, 1941c, 1942b, c, 1954a; Emoto and Yoneda 1940b; Emoto and Hirose 1943a, b; Ikoma and Doi 1955; Hirose and Hirano 1977
- P. acuminatum** var. *longe-attenuatum* (Geitl. & Ruttn.) comb. nov.
- Basion.: *Oscillatoria acuminata* Gom. f. *longe-attenuata* Geitl. & Ruttn, Arch. f. Hydrobiol., Suppl. 14: 462, 1935
- Ref.: Emoto and Hirose 1942e; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. acuminatissimum** Emoto & Hirose 1942f
- Ref.: Emoto and Hirose 1942f, 1943b; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977



- P. amoenum*** Kütz. 1843  
 Syn.: *Oscillatoria amoena* Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938a, 1942e; Emoto and Yoneda 1940a; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Nakano 1970; Yamagishi 1972; Hirose and Hirano 1977
- P. animale*** (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria animalis* Ag. ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1937, 1938c, 1939b, 1940b, 1941c, 1942b, c, d, 1962a, 1966; Ueda 1939; Emoto and Yoneda 1940a, b, 1941a, 1942; Fukushima 1950, 1952, 1954, 1963; Mizuno 1964; Akiyama 1965b; Hirose and Hirano 1977
- P. beggiatoiforme*** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria beggiatoiformis* Gom. 1892  
 Ref.: Hirose and Hirano 1977
- P. beppuense*** Yoneda 1938b ("*beppuensis*")  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a; Ikoma and Doi 1955; Hirose and Hirano 1977
- P. breve*** (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria brevis* Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1937, 1938c, 1939b, c, 1942c, d, 1962a; Ueda 1939; Emoto and Yoneda 1940a, b, 1941b; Emoto and Hirose 1941, 1942e, 1943a; Akatsuka 1951; Hirano 1962; Akiyama 1961; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977
- P. chalybeum*** (Mert. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria chalybea* Mert. ex Gom. 1892
- P. chalybeum* var. *chalybeum***  
 Ref.: Yoneda 1940a, b, 1941c, 1952a; Umezaki 1961; Ochiai 1962b; Mizuno 1964; T. Watanabe 1968c; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Noda 1987
- P. chalybeum* var. *anguina*** Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1952b, 1955a
- P. chalybeum* var. *depauperatum*** (Copel.) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria chalybea* Mert. var. *depauperata* Copel., Ann. New York Acad. Sci. 36: 157, 1936  
 Ref.: Emoto and Hirose 1943a, 1949; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. chlorinum*** (Kütz. ex Gom.) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria chlorina* Kütz. ex Gom., Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 16: 223, 1892  
 Ref.: Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- P. cortianum*** (Menegh. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Cortiana* Menegh. ex Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939c, 1940b, 1941c, 1942b, c, 1952a, 1954a; Emoto and Hirose 1940c, 1942b, c, d, e, 1952c; Emoto and Yoneda 1941a, b; Fukushima 1950; Ikoma and Doi 1955; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983a
- P. corallinae*** (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Corallinae* (Kütz.) Gom. 1892  
 Syn.: *Spirulina attenuata* Umez. 1952b  
 Ref.: Umezaki 1952b, 1961
- P. feldmannii*** Frémy in Feldmann 1937 ("*Feldmannii*")  
 Ref.: Umezaki 1961
- P. foreaui*** (Frémy) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria foreaui* Frémy, Blumea, Suppl. 2: 23, 1942  
 Ref.: Hiramatsu 1967  
 The characteristics of *Oscillatoria foreaui* Frémy agree well with the diagnosis of subg. *Gomontinema*.
- P. formosum*** (Bory ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria formosa* Bory ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1939b, c, d, 1941c, 1942b, c, d, e, f, 1952a, b, 1953a, 1954a; Okada 1939b; Ueda 1939; Emoto and Yoneda 1940a, 1941a, b, 1942; Emoto and Hirose 1941, 1942f, 1949; Fukushima 1948, 1952, 1954, 1960b; Kobayasi 1958; Imazu and Hirose 1961; Kobayasi et al. 1962; Hirano 1962; Ochiai 1962b; Mizuno 1964; Akiyama 1965a; T. Watanabe 1968c; Hiramatsu 1967, 1973; Negoro 1973;

- Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979; Umezaki 1987
- P. grunowianum*** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Grunowiana* Gom. 1892  
 Syn.: *Oscillatoria grunowiana* Gom. var. *maior* Emoto & Yoneda, 1941a  
 Ref.: Emoto and Yoneda 1941a; Yoneda 1942a, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. hamelii*** (Frémy) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Hamelii* Frémy 1930  
 Ref.: T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977
- P. ibusukiense*** (Emoto & Yoneda) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria ibusukiensis* Emoto & Yoneda 1940b  
 Ref.: Emoto and Yoneda 1940b; Yoneda 1941a, 1942b, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. irriguum*** (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria irrigua* Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1939a, 1952a; Hirano 1956b, 1962, 1963; Hirose and Hirano 1977
- P. konstantinosum*** nom. nov.  
 Syn.: *Oscillatoria tenuis* Ag. ex Gom., Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 16: 220, 1892, *Phormidium tenue* (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom., Arch. Hydrobiol., Suppl. 80, 1-4 (Algol. Stud. 50-53): 406, 1988, nec *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 16: 169, 1892, nec *Phormidium tenue* Rabenh. ex Forti, Syll. Algar. 5: 227, 1907  
 Ref.: Hada 1938b; Yoneda 1938b, c, 1939b, d, 1941a, b, c, 1942d, 1954a, 1966; Yon. Okada 1939; Emoto and Hirose 1940c, 1942b, 1952c; Emoto and Yoneda 1941a, b; Fukushima 1952, 1954, 1960b; Kobayasi 1958; Hirano 1959a, 1962; Imazu and Hirose 1961; Kobayasi et al. 1962; Iwai 1963; Ochiai 1962a; Mizuno 1964; Akiyama 1965a; Hiramatsu 1967; Negoro 1968, 1971, 1973, 1991a; T. Watanabe 1968a, c; Yamagishi 1972; Kurasawa and Okino 1975; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1979, 1981, 1987; Yamagishi et al. 1982; Mifune and Hirose 1982, 1983a; Wakabayashi and Ichise 1982
- Syn.: *Oscillatoria tenuis* Ag. var. *asiatica* Wille 1922  
 Ref.: Yoneda 1940a; Hirose and Hirano 1977
- Syn.: *Oscillatoria natans* Kütz. ex Gom. 1892, *Oscillatoria tenuis* Ag. var. *natans* (Kütz.) Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1953a; T. Watanabe 1968a
- Syn.: *Oscillatoria tenuis* Ag. var. *tergestina* (Kütz.) Rabenh. ex Gom. 1892, *Phormidium tergestinum* (Kütz.) Anagn. & Kom. 1988  
 Ref.: Molisch 1926; Emoto and Hirose 1940b, 1942a, 1949, 1952c; Emoto and Yoneda 1940b; Yoneda 1941a, 1942b, c; Ikoma and Doi 1955; Mifune et al. 1966; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b
- P. laetevirens*** (Crouan ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria laetevirens* Crouan ex Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1961
- P. lapideum*** Geitl. var. *amorphum* Emoto & Hirose 1941  
 Ref.: Emoto and Hirose 1941; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. molle*** (Kütz.) Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1942a, b, 1952a; Hirano 1962; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977
- P. nigro-viridis*** (Thw. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria nigro-viridis* Thw. ex Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1940a; Emoto and Yoneda 1940b; Akatsuka 1951; Umezaki 1961; Hiramatsu 1967; Takata and Hirose 1971; Noda 1974, 1987; Hirose and Hirano 1977
- P. nigrum*** (Vauch. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria nigra* Vauch. ex Gom. 1892  
 Ref.: Hirose 1938; Hirose and Hirano

- 1977  
**P. okenii** (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria okenii* Ag. ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1939c, 1940b, 1941c, 1942c, 1952a; Emoto and Hirose 1942d, e; Emoto and Yoneda 1940b, 1941b; Hirose and Hirano 1977
- P. ornatum** (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria ornata* Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1942b, 1952a; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi et al. 1982
- P. penicillatum** Gom. 1893  
 Ref.: Umezaki 1955a, 1961
- P. proteus** (Skuja) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria proteus* Skuja, N. Acta R. Soc. Sci. Upsal., ser. 4, 14(5): 48, 1949  
 Ref.: Akiyama 1965b  
 The characteristics of *Oscillatoria proteus* Skuja agree well with the diagnosis of subg. *Gomontinema*.
- P. pseudopriestleyi** Anagn. & Kom. 1988  
 Syn.: *Oscillatoria Priestleyi* W. & G. S. West 1911  
 Ref.: Yoneda 1942c, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. rupicolum** (Hansg. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria rupicola* Hansg. ex Gom. 1892  
 Ref.: M. Watanabe and Niiyama 1990
- P. sakashitae** (Yoneda) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Sakashitae* Yoneda 1938b  
 Ref.: Yoneda 1938b, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. simplicissimum** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria simplicissima* Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1942e, 1952a; T. Watanabe 1956; Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962; Yamagishi 1967, 1972; Hirose and Hirano 1977
- P. spirulinoides** (Yoneda) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria spirulinoides* Yoneda, Bull. Jap. Soc. Phycol. 2: 9, 1954, non *Oscillatoria spirulinoides* Woron. 1932  
 Ref.: Yoneda 1954a  
*Oscillatoria spirulinoides* Yoneda is nearer to *Phormidium* subg. *Gomontinema* than *Tychonema* Anagn. & Kom.
- P. subtruncatum** Woron. 1930  
 Ref.: Ioriya et al. 1984
- P. tambii** (Woron.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Tambii* Woron. 1926  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942b; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. tanganyikae** (G. S. West) Anagn. & Kom. 1907  
 Basion.: *Oscillatoria tanganyikae* G. S. West 1907  
 Ref.: Akatsuka 1951
- P. terebriformes** (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria terebriformis* Ag. ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1937, 1938c, 1939b, 1940b, 1941b, 1952a; Emoto and Yoneda 1941b; Emoto and Hirose 1942e, 1943a, 1952a; Imazu and Hirose 1961; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977
- P. thwaitesii** nom. nov.  
 Syn.: *Oscillatoria subuliformis* Thw. ex Gom., Ann. Sci. Nat. VII, Bot. 16: 226, 1892, *Phormidium subuliforme* (Thw. ex Gom.) Anagn. & Kom., Arch. Hydrobiol., Suppl. 80(1-4) (Algol. Stud. 50-53): 406, 1988, non *Phormidium subuliforme* Gom., Ann. Sci. Nat. VII, Bot. 16: 169, 1892  
 Ref.: Yoneda 1940a, 1942c, 1952a; Emoto and Yoneda 1941b; Emoto and Hirose 1952c; Hirose and Hirano 1977
- P. tortuosum** (Gardn.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria tortuosa* Gardn. 1927  
 Ref.: Yoneda 1940a, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. willei** (Gardn.) Anag. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Willei* Gardn. 1927  
 Ref.: Akiyama 1965b
- P. yonedae** (Umezaki) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria yonedae* Umezaki, Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 83: 72, 1961

- Ref.: Umezaki 1961
- P. yuhuense* (Yoneda) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Oscillatoria yuhuensis* Yoneda 1938b  
Ref.: Yoneda 1938b, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- Subg. *Hansgirgia* Anagn. & Kom. 1988
- P. aerugineo-caeruleum* (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya aerugineo-caerulea* Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1942a, b, 1949, 1950, 1952a, 1953a; Emoto and Yoneda 1942; Emoto and Hirose 1942d, 1943a, 1952b; Akiyama 1965a; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977
- P. allorgei* (Frémy) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya Allorgei* Frémy 1929  
Ref.: Emoto and Hirose 1952a; Hirose and Hirano 1977; Ioriya et al. 1984
- P. calcicola* Gardn. 1927  
Ref.: Hiramatsu 1967
- P. diguetii* (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya Diguettii* Gom. in Hariot 1895  
Ref.: Yamagishi et al. 1982
- P. nemuroense* (Yoneda) comb. nov.  
Basion.: *Lyngbya nemuroensis* Yoneda. Acta Phytotax. Geobot. 10: 167, 1941  
Ref.: Yoneda 1941b
- P. puteale* (Mont. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya putealis* Mont. ex Gom. 1892 ("*putalis*")
- P. puteale* var. *puteale*  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1942c, d, 1952a; Fukushima 1950; Akiyama 1965a; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- P. puteale* var. *minor* (Geitl.) comb. nov.  
Basion. *Lyngbya putealis* Mont. var. *minor* Geitl., Arch. Hydrobiol., suppl. 12: 633, 1933, non *Lyngbya putealis* var. *minor* Thomas & Gonzalves, Hydrobiol. 26: 53, 1965  
Syn.: *Lyngbya putealis* Mont. var. *Geitleri* J. De Toni, Archivio Bot. 15(3-4): 290, 1939  
Ref.: Yoneda 1942a, g, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. schmidlei* Anagn. & Kom. 1988  
Syn.: *Lyngbya Usterii* Schmidle 1904, *Phormidium Usterii* Schmidle 1904  
Ref.: Hiramatsu 1967
- P. subspiroides* (Copel.) comb. nov.  
Basion.: *Lyngbya subspiroides* Copel., Ann. New York Acad. Sci. 36: 193, 1936  
Ref.: Yoneda 1939c, 1940a, b, 1952a; Emoto and Yoneda 1940a, b, 1941a; Hirose and Hirano 1977
- P. yuichii* nom. nov.  
Syn.: *Lyngbya subcapitata* Yoneda, Acta Phytotax. Geobot. 9: 47, 1940  
Ref.: Yoneda 1940a; Hirose and Hirano 1977
- Subg. *Phormidium*
- P. ambiguum* Gom. 1892
- P. ambiguum* var. *ambiguum*  
Ref.: Yoneda 1937; Emoto and Hirose 1941, 1952c; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983a, b; M. Watanabe et al. 1984; Ioriya et al. 1984
- P. ambiguum* var. *majus* Lemm. 1910 ("*major*")  
Ref.: Emoto and Hirose 1942e; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b  
Syn.: *Lyngbya bourrellyana* f. *major* (Lemm.) Compère, Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 44: 17, 1974
- P. autumnale* (Ag.) Gom. 1892  
Ref.: Molisch 1926; Hirose 1938; Yoneda 1939a, 1941c, 1952a; Emoto and Yoneda 1942; Emoto and Hirose 1949, 1952c; Hiramatsu 1967, 1973; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b; M. Watanabe et al. 1984; Ioriya et al. 1984  
Syn.: *Phormidium calidum* Gom. 1892  
Ref.: Emoto and Hirose 1943b; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Phormidium favosum* (Bory) Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1942a, 1952a, 1966; Emoto and Hirose 1942e, 1949; Fukushima 1951; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Horikawa et al. 1969; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Bando and Nakano 1983  
Syn.: *Phormidium Setchellianum* Gom. 1892

- Ref.: Hirose 1938; Hirose and Hirano 1977  
 Syn.: *Phormidium uncinatum* Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938a, 1942b, 1952a, 1966; Emoto and Yoneda 1941b; Akiyama 1965b; Hirose 1966; T. Watanabe 1968c; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977
- P. corium*** (Ag.) Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1939d, 1940b, 1941c, 1942b, c, e, 1952a, b, 1954a, 1962a; Emoto and Yoneda 1940a, b, 1941b; Emoto and Hirose 1940a, b, 1942d, e, 1943a, b, 1949, 1952a; Ikoma and Doi 1955; Umezaki 1955a; Kobayasi 1958; Kobayasi et al., 1962; Hirano 1962; Akiyama 1965a; Iso-da 1966; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b; Ioriya et al. 1984; M. Watanabe and Niiyama 1990
- P. incrustatum*** (Näg.) Gom. 1892  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942d; Yoneda 1952a; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977  
 Syn.: *Phormidium subincrustatum* Fritsch & Rich 1929  
 Ref.: Akiyama 1965b; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977
- P. inundatum*** Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Hirose 1938; Yoneda 1942a, e, 1952a; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Nakano 1970; Hirose and Hirano 1977; Imazu 1987
- P. jadinianum*** Gom. in Jadin 1893 ("*Jadinianum*")  
 Ref.: Fukushima 1954; Hiramatsu 1967
- P. lucidum*** (Ag.) Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1942b, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- P. pachydermaticum*** Frémy 1929  
 Ref.: T. Watanabe 1968c; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- P. papyraceum*** (Ag.) Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1937, 1949; Emoto and Yoneda 1941b; Akiyama 1965a; Hiramatsu 1967, 1973; Hirose and Hirano 1977
- P. retzii*** (Ag.) Gom. 1892 ("*Retzii*")  
 Ref.: Yoneda 1937, 1949, 1952a; Emoto and Yoneda 1942; T. Watanabe 1957; Hiramatsu 1967, 1973; Hirose and Hirano 1977; M. Watanabe and Niiyama 1990
- P. rubriterricola*** Gardn. 1927  
 Ref.: Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977
- P. stagninum*** C. B. Rao 1938 ("*stagnina*")  
 Ref.: Hiramatsu 1967
- P. subfuscum*** Kütz. ex Gom. 1892
- P. subfuscum* var. *subfuscum***  
 Ref.: Yoneda 1940a; Hirano 1960; T. Watanabe 1968c; Hirose and Hirano 1977  
 Syn.: *Phormidium subfuscum* Kütz. var. *joanianum* (Kütz.) Gom. 1892  
 Ref.: Fukushima 1952, 1954; Bando and Nakano 1983
- P. subfuscum* var. *inaequale*** Näg. ex Forti 1907  
 Ref.: Hirose 1966
- P. submembraneum*** (Ard. & Atraff.) Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1961; Hiramatsu 1967
- P. subuliforme*** Gom. 1892  
 Ref.: Emoto and Yoneda 1941b; Yoneda 1942a, 1952a; Emoto and Hirose 1943a, 1952c; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977
- P. tinctorium*** Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Hirose 1938; Fukushima 1951, 1954; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- P. viscosum*** Lemm. 1910  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940c, 1942a, f; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1982
- Planktothrix*** Anagn. & Kom. 1988  
 Syn.: *Oscillatoria* sect. *Prolificae* Gom. 1892
- P. agardhii*** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Agardhii* Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1939b, 1952a; Emoto and Yoneda 1941a, b, 1942; Akatsuka 1951; Hirano 1962; Mizuno 1964; Akiyama 1965b; Yamagishi 1967, 1972; Imada 1970; Hirose and Hirano 1977; M. Watanabe and Chihara 1980 (as *O. mougeotii*), M. Watanabe 1989 (as *O. mougeotii*);

- Umezaki 1987
- P. iwanoffiana* (Nyg.) comb. nov.  
 Basion.: *Trichodesmium Iwanoffianum* Nag.,  
 Vidensk. Medd. Dansk Naturh. Fören.  
 82: 21, 1926  
 Syn.: *Oscillatoria Iwanoffiana* (Nyg.) Geitl. in  
 Rabenh., Kryptogamen-F1. 14: 956,  
 1932, *Skujaella Iwanoffiana* (Nyg.) J. De  
 Toni, Archivio Bot. 20(1/4): 3, 1946  
 Ref.: Yamaguti 1955; Hirano 1956a, b;  
 Hirose and Hirano 1977; Yamagishi et  
 al. 1982  
*Trichodesmium* Ehrenb. ex Gomont 1892 is a  
 marine genus to produce red tides in the  
 pelagic sea. *Trichodesmium Iwanoffiana*  
 Nyg. 1926 and *T. lacustris* Kleb. 1895,  
 both of which are freshwater planktonic  
 species, should be combined in  
*Planktothrix*.
- P. lacustris* (Kleb.) comb. nov.  
 Basion.: *Trichodesmium lacustre* Kleb., Flora  
 80: 271, 1895  
 Syn.: *Oscillatoria lacustris* (Kleb.) Geitl. in  
 Pascher, Süßwasser-F1. 12: 362, 1925  
 Ref.: Ueno 1933; Akatsuka 1951; Mizuno  
 1964; T. Watanabe 1968a
- P. miyadaii* (Negoro) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria Miyadaii* Negoro, Sci.  
 Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, Sect. B.  
 No. 94: 80, 1943  
 Ref.: Negoro and Aoki 1991
- P. mougeotii* (Bory ex Gom.) Anagn. & Kom.  
 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Mougeotii* Bory ex Gom.  
 1892  
 Ref.: Emoto and Hirose 1943a, 1952a;  
 Yoneda 1952a; Hirano 1962; Hirose and  
 Hirano 1977; M. F. Watanabe 1979;  
 Negoro and Aoki 1991
- P. perornata* (Skuja) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria perornata* Skuja 1949  
 Ref.: Hiramatsu 1973; Yamagishi et al.  
 1982
- P. prolifica* (Grev. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
 1988  
 Basion.: *Oscillatoria prolifica* (Grev.) Gom.  
 1892  
 Ref.: Akatsuka 1951; Negoro 1973
- P. raciborskii* (Wolosz.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Raciborskii* Wolosz. 1912  
 Ref.: Akatsuka 1951; M. Watanabe and  
 Chihara 1980; M. Watanabe 1989
- P. rubescens* (De Candolle ex Gom.) Anagn. &  
 Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria rubescens* De Candolle  
 ex Gom. 1892  
 Ref.: Akatsuka 1951; Negoro 1973
- Porphyrosiphon* Kütz. ex Gom. 1892
- P. lutea* (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya lutea* (Ag.) Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939d, 1940b,  
 1942c, 1952a, 1953a, 1954a; Hirose  
 1938; Emoto and Yoneda 1940b, 1941a,  
 b; Emoto and Hirose 1952c; Fukushima  
 1952; Ikoma and Doi 1955; Umezaki  
 1951, 1961; Akiyama 1965a; Noda 1974,  
 1987; Hirose and Hirano 1977
- P. martensianus* (Menegh. ex Gom.) Anagn.  
 & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya Martensiana* Menegh. ex  
 Gom. 1892  
 Ref.: Hirose 1938; Yoneda 1938b, c,  
 1939d, 1940b, 1942c, 1952a, b, 1953a,  
 1962a; Emoto and Yoneda 1941b; Fuku-  
 shima 1952, 1954; T. Watanabe 1957,  
 1968c; Kobayasi 1958; Imazu and Hiro-  
 se 1961; Kobayasi et al. 1962; Hirano  
 1962; Iwai 1963; Mizuno 1964; Yama-  
 gishi 1972; Negoro 1973; Hiramatsu  
 1973; Hirose and Hirano 1977; Imazu  
 1987
- P. notarisii* Kütz. ex Gom. 1892 ("Notarisii")  
 Ref.: Higashi 1934; Hiramatsu 1967,  
 1973; Hirose and Hirano 1977
- Pseudophormidium* (Forti)  
 Anagn. & Kom. 1988
- P. radiosum* (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Plectonema radiosum* Gom. 1892  
 Ref.: Negoro 1973
- Symploca* Kütz. ex Gom. 1892
- S. cartilaginea* (Mont.) Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a; Hirano  
 1962; Hirose and Hirano 1977
- S. hydroides* Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Tanaka 1956; Hirose 1957, 1958;

- Umezaki 1961; Hiramatsu 1967; Noda 1974, 1987  
 Syn.: *Calothrix rigida* Harv. ex Gom., pro  
 synonym. 1892  
 Ref.: Dawson 1959 (Harvey's manuscript)
- S. laete-viridis** Gom. 1892  
 Ref.: Hirose and Hirano 1977
- S. muralis** Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Emoto and Hirose 1952b; Negoro  
 1973; Hirose and Hirano 1977
- S. muscorum** (Ag.) Gom. 1892
- S. muscorum** var. *muscorum*  
 Ref.: Yoneda 1937, 1952a; Emoto and  
 Hirose 1940a, 1941; Fukushima 1951;  
 Hirano 1962; Hiramatsu 1967; Nakano  
 1970; Hirose and Hirano 1977
- S. muscorum** var. *caldariorum* Lemm. 1910  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942a; Yoneda  
 1952a; Hirose and Hirano 1977
- S. nasuensis** Emoto & Hirose 1940  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940a; Yoneda  
 1952a; Hirose and Hirano 1977
- S. thermalis** (Kütz.) Gom. 1892
- S. thermalis** var. *thermalis*  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c,  
 1941b, 1942f, 1952a; Emoto and Hirose  
 1940a, 1942c, d, 1952b; Emoto and  
 Yoneda 1941b; Fukushima 1963; Ne-  
 goro 1973; Hirose and Hirano 1977
- S. thermalis** var. *longiarticulata* (Emoto &  
 Hirose) stat. nov.  
 Basion.: *Symploca thermalis* (Kütz.) Gom. f.  
*longiarticulata* Emoto & Hirose, Bot.  
 Mag. Tokyo 56: 39, 1942  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942a; Hirose and  
 Hirano 1977
- Trichodesmium** Ehrenb. ex Gom. 1892  
 Syn. *Xanthotrichum* Wille in Schütt 1892,  
*Heliotrichum* Wille in Schütt 1892,  
*Haliarachne* Lemm. 1899, *Pelagothrix*  
 Johs.-Schmidt 1901, *Skujaella* J. De Toni  
 1938
- T. clevei** (J. Schmidt) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Pelagothrix Clevei* J. Schmidt 1901  
 Ref.: Akatsuka 1951; Marumo 1966
- T. contortum** Wille 1903  
 Syn.: *Skujaella contorta* (Wille) J. De Toni  
 1939
- Ref.: Akatsuka 1951; Marumo 1966;  
 Yamaji 1984
- T. erythraeum** Ehrenb. ex Gom. 1892  
 Syn.: *Oscillatoria erythraea* (Ehrenb.) Geitl.  
 1932, *Skujaella erythraea* (Ehrenb.) J. De  
 Toni 1938  
 Ref.: Okamura 1907; Higashi 1933b; Aka-  
 tsuka 1951; Tsujita 1956; Umezaki  
 1961, 1987; Motoda and Marumo 1963;  
 Marumo 1966; Nagasawa and Marumo  
 1967; Yamaji 1984
- T. hildebrandtii** Gom. 1892 ("Hildebrandtii")  
 Syn.: *Oscillatoria Hildebrandtii* (Gom.) Geitl.  
 1932, *Skujaella Hildebrandtii* (Gom.) J. De  
 Toni 1939  
 Ref.: Akatsuka 1951; Umezaki 1961; Maru-  
 mo 1966; Yamaji 1984
- T. lenticulare** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Haliarachne lenticularis* Lemm. 1899  
 Ref.: Akatsuka 1951
- T. radians** (Wille) Golubić 1977  
 Basion.: *Trichodesmium tenue* Wille 1904  
 Syn.: *Skujaella tenue* (Wille) J. De Toni 1939  
 Ref.: Akatsuka 1951
- T. thiebautii** Gom. 1892 ("Thiebautii")  
 Syn.: *Oscillatoria Thiebautii* (Gom.) Geitl.  
 1932, *Skujaella Thiebautii* (Gom.) J. De  
 Toni 1939  
 Ref.: Okamura 1907, 1916; Kokubo 1932;  
 Akatsuka 1951; Umezaki 1961; Motoda  
 and Marumo 1963; Marumo 1966;  
 Yamaji 1984  
 The habit of trichomes of *Haliarachne pacifi-  
 ca* figured by Akatsuka (1951, pl. 11, f. 7) is  
 nothing but those of *Trichodesmium thiebautii*.
- Tychonema** Anagn. & Kom. 1988
- T. bornetii** (Zukal) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya Bornetii* Zukal 1894  
 Syn.: *Oscillatoria Bornetii* (Zukal) Forti 1907  
 Ref.: Akiyama 1965a
- T. granulatum** (Gardn.) Anagn. & Kom.  
 1988  
 Basion.: *Oscillatoria granulata* Gardn. 1927  
 Ref.: Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962;  
 Imazu 1987

## (2) Microcoleoideae Hansg. 1892

*Hydrocoleum* Kütz. ex Gom. 1892Syn.: *Polychlamydom* W. & G. S. West 1897*H. coccineum* Gom. 1892

Ref.: Umezaki 1961

*H. confluens* (Setch. & Gardn.) Drouet 1942Basion: *Microcoleus confluens* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918

Ref.: Umezaki 1961

*H. glutinosum* (Ag.) Gom. 1892

Ref.: Umezaki 1961

*H. homoeotrichum* Kütz. ex Gom. 1892

Ref.: Negoro 1973

*Microcoleus* Desm. ex Gom. 1892*M. chthonoplastes* (Mert.) Zanard. ex Gom. 1892

Ref.: Emoto and Hirose 1952c; Umezaki 1961; Imazu and Hirose 1961; Mifune et al. 1966; Hirose and Hirano 1977

*M. paludosus* (Kütz.) Gom. 1892

Ref.: Yoneda 1938a, 1966; Akiyama 1965a; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977

*M. sanctae-crucis* Frémy 1939

Ref.: Umezaki 1961

*M. sociatus* W. & G. S. West 1897

Ref.: Yoneda 1939b, c, 1940a, 1952a, 1962a; Emoto and Hirose 1943a; Hiramatsu 1967, 1973; Hirose and Hirano 1977

*M. steenstrupii* Boye-Peters. 1923 ("*Steenstrupii*")

Ref.: Emoto and Yoneda 1941b; Yoneda 1942a, b, c, 1952a; Emoto and Hirose 1942e; Hirose and Hirano 1977

*M. subtorulosus* (Bréb.) Gom. 1892

Ref.: Hirose 1938; Yoneda 1939a; Hirano 1962; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977

*M. tenerrimus* Gom. 1892Syn.: *Microcoleus tenerrimus* Gom. var. *longus* Umez. 1952a

Ref.: Umezaki 1952a, b, 1955a, 1961

*M. vaginatus* (Vauch.) Gom. 1892

Ref.: Emoto and Yoneda 1942; Yoneda 1942a, 1952a; Akiyama 1965a; Hiramatsu 1967, 1973; Negoro 1973; Hirose

and Hirano 1977

*M. voukii* Frémy 1932 ("*Voukii*")

Ref.: Umezaki 1961

*M. wuitneri* Frémy 1932 ("*Wuitneri*")

Ref.: Umezaki 1961; Hirose and Kajimura 1973

*Sirocoleum* Kütz. ex Gom. 1892Syn.: *Dasygloea* Thw. ex Gom. 1892*S. amorphum* (Thw. ex Gom.) comb. nov.Basion.: *Dasygloea amorpha* Thw. ex Gom., Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 15: 347, 1892  
Ref.: Fukushima 1952, 1954; Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977*S. kurzii* (Zell.) Gom. 1892Syn.: *Microcoleus Weeksii* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918, *Hydrocoleum Boergesenii* Gardn. 1932, *Microcoleus Boergesenii* Frémy 1939

Ref.: Umezaki 1952a, b, 1955c, 1956c, 1961

## (3) Spirulinoideae Forti 1907

*Arthrospira* Stizenb. ex Gom. 1892*A. fusiformis* (Voron.) Kom. & Lund 1990Basion.: *Spirulina fusiformis* Voron. 1934  
Ref.: M. M. Watanabe and Ichimura 1977 (as *Spirulina platensis*)*A. jenneri* Stizenb. ex Gom. 1892 ("*Jenneri*")

Ref.: Kobayasi and Watari 1934; Akatsuka 1951

Syn.: *Spirulina jenneri* (Stizenb.) Geitl. 1925

Ref.: Emoto and Hirose 1941; Hirano 1962; Mizuno 1964; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977

*Spirulina* Turp. ex Gom. 1892*S. gigantea* Schmidle 1902

Ref.: Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977

*S. laxa* G. M. Smith 1916

Ref.: Akatsuka 1951; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977

*S. laxissima* G. S. West 1907

Ref.: Akatsuka 1951

*S. major* Kütz. ex Gom. 1892*S. major* var. *major*

Ref.: Yoneda 1940a, 1952a, 1966; Aka-



- tsuka 1951; Umezaki 1961; Hiramatsu 1967, 1973; Hirose and Hirano 1977
- S. major** var. *constans* Emoto & Hirose 1952b  
Ref.: Emoto and Hirose 1952b
- S. nordstedtii** Gom. 1892 ("Nordstedtii")  
Ref.: Mizuno 1964
- S. princeps** W. & G. S. West 1902  
Ref.: Akatsuka 1951; Hirose et al. 1960; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi 1989
- S. pseudovacuolata** Utermöhl ex Koppe 1924  
Ref.: Akatsuka 1951
- S. subsalsa** Oersted ex Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a, 1954a; Emoto and Yoneda 1940b, 1941b; Umezaki 1961; Hirose and Kajimura 1973; Hirose and Hirano 1977
- S. subtilissima** Kütz. ex Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1939b, 1940a, 1952a; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Spirulina labyrinthiformis* Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1939c, 1940a, 1952a; Umezaki 1961; Hirose and Kajimura 1973; Noda 1987
- S. tenerrima** Kütz. ex Gom. 1892  
Syn.: *Spirulina socialis* Gardn. 1932  
Ref.: Umezaki 1952a, b, 1955a, c, 1961
5. Pseudanabaenaceae Anagn. & Kom. 1988  
(1) Leptolyngbyoideae Anagn. & Kom. 1988
- Geitlerinema** (Anagn. & Kom.)  
Anagn. 1989
- G. acutissimum** (Kuffer) Anagn. 1989  
Basion.: *Oscillatoria acutissima* Kuffer 1914  
Syn.: *Phormidium acutissimum* (Kuffer)  
Anagn. & Kom. 1988  
Ref.: Hirose 1938; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977
- G. amphibium** (Ag. ex Gom.) Anagn. 1989  
Basion.: *Oscillatoria amphibia* Ag. ex Gom. 1892  
Syn.: *Phormidium amphibium* (Ag. ex Gom.)  
Anagn. & Kom. 1988  
Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1939b, c, 1940b, 1941b, c, 1942b, c, d, 1952a, b, 1962a; Yon. Okada 1939; Okada 1939b; Emoto and Yoneda 1940a, b; Emoto and Hirose 1941; Kobayasi 1958; Hirano 1960, 1962; Kobayasi et al. 1962; Mizuno 1964; Akiyama 1965a; Iso-da 1966; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Hirose and Kajimura 1973; Hirose and Hirano 1977; Umezaki 1987
- G. claricentrosom** (Gardn.) Anagn. 1989  
Basion.: *Oscillatoria claricentrosa* Gardn. 1927  
Syn.: *Phormidium claricentrosom* (Gardn.)  
Anagn. & Kom. 1988  
Ref.: Hiramatsu 1967
- G. codii** nom. nov.  
Syn.: *Arthrospira miniata* f. *acutissima* Umezaki, Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 83: 64, 1961  
Ref.: Umezaki 1961
- G. jatorvense** (Vouk) Anagn. 1989  
Basion.: *Oscillatoria jatorvensis* Vouk 1919  
Syn.: *Phormidium jatorvense* (Vouk) Anagn. & Kom. 1988  
Ref.: Emoto and Yoneda 1940b; Yoneda 1941a, 1952a, b; Hirose and Hirano 1977
- G. lemmermannii** (Wolosz.) Anagn. 1989  
Basion.: *Oscillatoria Lemmermannii* Wolosz. 1911  
Syn.: *Jaaginema Lemmermannii* (Wolosz.)  
Anagn. & Kom. 1988  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a; Akatsuka 1951; Hirose and Hirano 1977
- G. peronidum** (Skuja) comb. nov.  
Basion.: *Oscillatoria peronides* Skuja in Handel-Mazzetti, Symb. Sinicae 1: 37, 1937  
Ref.: Emoto and Hirose 1940b; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977  
The characteristics of *Oscillatoria peronides* Skuja except its diameter which is a little thicker agree well with the diagnosis of *Geitlerinema*.
- G. splendidum** (Grev. ex Gom.) Anagn. 1989  
Basion.: *Oscillatoria splendida* Grev. ex Gom. 1892  
Syn.: *Phormidium splendidum* (Grev. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988
- G. splendidum** var. *splendidum*  
Ref.: Molisch 1926; Ueda 1939; Yoneda 1940a, 1942b, c, 1952a, 1954a; Emoto and Yoneda 1940a, 1941a; Emoto and Hirose 1942b, e, 1949, 1952a, c; Ikoma

- and Doi 1955; Fukushima 1952, 1954; Kobayasi 1958; Kobayasi et al. 1962; Mizuno 1964; Akiyama 1965a; T. Watanabe 1956; Hiramatsu 1967; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983a; Negoro and Aoki 1991
- G. splendidum** var. *attenuatum* (W. West) comb. nov.  
Basion.: *Oscillatoria splendida* var. *attenuata* W. West, J. Roy. Microsc. Soc. London 1896: 165, 1896  
Ref.: Yoneda 1952a
- G. splendidum** var. *truncatum* (Emoto & Hirose) comb. nov.  
Basion.: *Oscillatoria splendida* var. *truncatum* Emoto and Hirose, Bot. & Zool. (Tokyo) 8: 395, 1940  
Ref.: Emoto and Hirose 1940a; Yoneda 1942a; Hirose and Hirano 1977
- G. uncinatum** (Emoto & Hirose) comb. nov.  
Basion.: *Oscillatoria uncinata* Emoto & Hirose, Bot. & Zool. (Tokyo) 8: 396, 1940, non *Oscillatoria uncinata* Agardh ex Gom. 1892  
Ref.: Emoto and Hirose 1940a, 1952b; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977  
The characteristics of *Oscillatoria uncinata* Emoto & Hirose agree well with the diagnosis of *Geitlerinema*.
- Leibleinia** (Gom.) L. Hoffm. 1985  
Syn.: *Lyngbya* Ag. ex Gom. subg. *Leibleinia* Gom. 1892
- L. akkeshiensis** (Hirose) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya akkeshiensis* Hirose 1938  
Ref.: Hirose 1938; Hirose and Hirano 1977
- L. angusta** (Yoneda) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya angusta* Yoneda 1941a  
Ref.: Yoneda 1941a; Hirose and Hirano 1977
- L. baculum** (Gom.) L. Hoffm. 1985  
Basion.: *Lyngbya Baculum* Gom. 1892  
Ref.: Umezaki 1961
- L. epiphytica** (Hieron. ex Kirchn.) Compère 1985  
Basion.: *Lyngbya epiphytica* Hieron. ex Kirchn. in Engl. & Prantl 1900  
Ref.: Yoneda 1940a, 1952a, 1953a; Emoto and Yoneda 1940a, 1941a, b, c, 1942; Emoto and Hirose 1940a, 1942a, c; Umezaki 1955a, 1961; Takata and Hirose 1971; Hirose and Hirano 1977
- L. gracilis** Menegh. 1844  
Syn.: *Lyngbya gracilis* Rabenh. ex Gom. 1892  
Ref.: Umezaki 1961; Hirose and Kajimura 1973
- L. nordgaardii** (Wille) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya Nordgaardii* Wille 1918  
Syn.: *Lyngbya epiphytica* Wille 1913, *Lyngbya Willei* Setch. & Gardn. in Gardn. 1918  
Ref.: Umezaki 1951, 1961; Hiramatsu 1973
- L. pellucida** (Umezaki) comb. nov.  
Basion.: *Lyngbya pellucida* Umez., Bot. Mag. Tokyo 68: 68, 1955  
Ref.: Umezaki 1955a, 1961
- L. polychroa** Menegh. 1844  
Syn.: *Leibleinia sordida* (Zanard. ex Gom.) Umez. & Lewmanom. 1991, non *Leibleinia sordida* Kütz. 1849.  
Syn.: *Lyngbya sordida* (Zanard.) Gom. 1892, non *Lyngbya sordida* Crouan in Mazé & Schramm (1870) ex Gom. 1892.  
Ref.: Umezaki 1961; Noda 1974
- L. polysiphoniae** (Frémy) Compère 1985  
Basion.: *Lyngbya Polysiphoniae* Frémy 1929  
Ref.: Emoto and Hirose 1942e; Yoneda 1952a, 1962a; Hirose and Hirano 1977
- Leptolyngbya** Anagn. & Kom. 1988
- L. angustissima** (W. & G. S. West) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium angustissimum* W. & G. S. West 1897  
Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1939c, 1940a, b, 1941b, 1952a; Emoto and Yoneda 1941a; Hirose and Hirano 1977; Bando and Nakano 1983
- L. calothrichoides** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Plectonema calothrichoides* Gom. 1899  
Ref.: Umezaki 1961, 1965
- L. cebennensis** (Gom.) comb. nov.

- Basion.: *Phormidium cebennense* Gom., Bull. Bot. Fr. **46**: 38, 1899  
 Ref.: Emoto and Hirose 1952c; Hirose and Hirano 1977  
*Phormidium cebennense* Gom. is near to *Lep- tolyngbya* except that apical cells have calyptra.
- L. crosbyana** (Tild.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium Crosbyanum* Tild. 1909  
 Ref.: Umezaki 1961
- L. desmidiacearum** (Noda) comb. nov.  
 Basion.: *Plectonema desmidiacearum* Noda, J. Fac. Sci. Niigata Univ., ser. D (Biol.), no. 8: 61, 1971  
 Ref.: Noda 1971
- L. distincta** (Nordst.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lynghya Martensiana* var. *distincta* Nordst. ex Schmidle 1897  
 Ref.: Ueda and Okada 1934
- L. ectocarpii** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium Ectocarpii* Gom. 1899  
 Ref.: Umezaki 1961
- L. foveolarum** (Rabenh. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium foveolarum* (Rabenh.) Gom. 1892  
 Ref.: Ueda and Okada 1934; Hada and Kusuki 1938; Yoneda 1938b, c, 1952a; Emoto and Yoneda 1941b; Emoto and Hirose 1943a; Akiyama 1965a; Mifune et al. 1966; Hiramatsu 1967, 1973; Nakano 1970; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977
- L. fragilis** (Menegh. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium fragile* (Menegh.) Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938c, 1939a, 1940b, 1941b, c, 1942b, c, d, 1952a, 1954a, 1962a; Emoto and Yoneda 1940b, 1941b; Emoto and Hirose 1949; Akiyama 1965a; Hirose 1966; Hiramatsu 1967; Hirose and Hirano 1977; Handa and Nakano 1988
- L. lagerheimii** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lynghya Lagerheimii* Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a, 1962a; Emoto and Yoneda 1940a, b, 1941b; Akatsuka 1951; Hirose and Hirano 1977
- L. laminosa** (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium laminosum* Ag. ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1939b, c, 1940b, 1941b, c, 1942b, c, d, 1952a, b, 1954a, 1962a; Emoto and Yoneda 1940b, 1941b, 1942; Emoto and Hirose 1940a, 1942b, c, f, 1943b; Ikoma and Doi 1955; Akiyama 1965a; Hirose 1966; Hiramatsu 1973; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983a, b
- L. lurida** (Kütz ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium luridum* Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1942b, d, 1952a, 1954a, 1962a; Emoto and Hirose 1940a, b, c, 1942a, c, d, e, 1943b, 1949, 1952a, b; Emoto and Yoneda 1940b, 1941b, 1942; Ikoma and Doi 1955; Hiramatsu 1967, 1973; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b
- L. norvegica** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Plectonema norvegicum* Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1956b, 1961
- L. nostocorum** (Born. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Plectonema Nostocorum* Born. ex Gom. 1892  
 Ref.: Emoto and Hirose 1942c, e, 1943a, b; Yoneda 1952a; Umezaki 1956b, 1961; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983a
- L. notata** var. *africana* (Fritsch & Rich) comb. nov.  
 Basion.: *Plectonema notatum* Schmidle var. *africanum* Fritsch & Rich, Trans. R. Soc. South Africa **18**: 90, 1929  
 Ref.: Hirose and Hirano 1977
- L. orientalis** (G. S. West) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Phormidium orientale* G. S. West 1902  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1952a; Emoto and Hirose 1941; Hirose and Hirano 1977
- L. perelegans** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988

- Basion.: *Lyngbya perelegans* Lemm. 1899  
Ref.: Hiramatsu 1973
- L. *purpurascens*** (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium purpurascens* (Kütz.) Gom. 1892
- L. *purpurascens* var. *purpurascens***  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1940b, 1941b, 1942b, 1952a; Emoto and Hirose 1940b, 1942b, c, d, 1943a, 1949; Emoto and Yoneda 1941a, b; Akiyama 1965a; T. Watanabe 1968c; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- L. *purpurascens* var. *elegans*** (Drouet) comb. nov.  
Basion.: *Phormidium purpurascens* (Kütz.) Gom. var. *elegans* Drouet, Bot. Gaz. **95**: 696, 1934  
Ref.: Emoto and Hirose 1940a; Hirose and Hirano 1977  
Var. *elegans* has a little thicker trichomes (3–3.5  $\mu\text{m}$ ) than var. *purpurascens* (1.5–2.5  $\mu\text{m}$ ).
- L. *ramosa*** (Boye-Peters.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium ramosum* Boye-Peters. 1928  
Ref.: Yoneda 1952a
- L. *rivulariarum*** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya Rivulariarum* Gom. 1892  
Ref.: Umezaki 1961
- L. *scottii*** (Fritsch) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Lyngbya Scottii* Fritsch 1912  
Ref.: Fukushima 1950; Hirose and Hirano 1977
- L. *subterranea*** (Copel.) comb. nov.  
Basion.: *Phormidium subterraneum* Copel., Ann. New York Acad. Sci. **36**: 188, 1936  
Ref.: Yoneda 1942c, 1952a; Emoto and Hirose 1942e, 1943a, 1952b; Mifune and Hirose 1983b  
Syn.: *Phormidium subterranea* Copel. var. *cras-sum* Emoto & Hirose, J. Chosen Nat. Hist. Soc. **9**: 141, 1942  
Ref.: Emoto and Hirose 1942f, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- L. *tenuis*** (Menegh. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom. 1892  
Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1937, 1938c, 1940b, 1941b, c, 1942b, d, 1952a, b; Emoto and Yoneda 1940b; Emoto and Hirose 1940a, b, c, 1942a, b, 1943a, b, 1949; Fukushima 1950, 1954, 1963; Umezaki 1961; Ochiai 1962b; Iwai 1963; Mizuno 1964; Akiyama 1965b; Hiramatsu 1967; T. Watanabe 1968c; Nakano 1970; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977  
Syn.: *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom. var. *granuliferum* Copel. 1936  
Ref.: Molisch 1926; Emoto and Yoneda 1940, 1941b, 1942; Yoneda 1942a, 1952a; Akiyama 1965a  
Syn.: *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom. f. *non-constrictum* Emoto & Hirose 1942a  
Ref.: Emoto and Hirose 1942a
- L. *terebrans*** (Born. & Flah. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Plectonema terebrans* Born. & Flah. ex Gom. 1892  
Ref.: Umezaki 1961; Noda 1987
- L. *treleasei*** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium treleasei* Gom. 1892  
Ref.: Emoto and Hirose 1941, 1942d, e, f, 1943a, 1952b; Yoneda 1952a; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1983b
- L. *truncata*** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium truncatum* Lemm. 1911  
Ref.: Fukushima 1951
- L. *valderiana*** (Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
Basion.: *Phormidium valderianum* Gom. 1892  
Ref.: Yoneda 1938b, c, 1939c, 1940b, 1941b, 1942c, d, 1952a, 1954a; Emoto and Yoneda 1941a, b, 1942; Fukushima 1950, 1951, 1952, 1954; T. Watanabe 1957; Hirano 1963; Hiramatsu 1967  
Syn.: *Phormidium valderianum* Gom. var. *tenuis* Woron. 1923 ("tenuis")  
Ref.: Emoto and Hirose 1942a, d, e, f, 1943a, 1952a, c; Mifune and Hirose 1983b
- Planktolyngbya*** Anagn. & Kom. 1988  
Syn.: *Lyngbya* subg. *Limneticae* Forti 1907

- P. bipunctata** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya bipunctata* Lemm. 1899  
 Ref.: Akatsuka 1951
- P. circumcreta** (G. S. West) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya circumcreta* G. S. West 1907  
 Ref.: Akatsuka 1951; T. Watanabe 1956
- P. contorta** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya contorta* Lemm. 1898  
 Syn.: *Spirocoleus contortus* (Lemm.) Compère 1985  
 Ref.: Negoro 1936, 1973; Akatsuka 1951; Hirano 1956b; Yamaguti 1956; Mizuno 1964; Akiyama 1965a; Imada 1970; Kurasawa and Okino 1975; Hirose and Hirano 1977; T. Watanabe 1956; Yamagishi 1985
- P. holsatica** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya holsatica* Lemm. 1904  
 Ref.: Akatsuka 1951
- P. limnetica** (Lemm.) Kom.-Legner. & Cronb. 1992  
 Basion.: *Lyngbya limnetica* Lemm. 1898  
 Syn.: *Planktolyngbya subtilis* (W. West) Anagn. & Kom. 1988 sine typo  
 Ref.: Hada 1937; Yoneda 1938b, c, 1953a; Hirose 1950; Akatsuka 1951; T. Watanabe 1956; Hirano 1956b, 1962; Negoro 1959, 1967, 1968, 1973; Mizuno 1964; Hirose and Hirano 1977; Wakabayashi and Ichise 1982; Negoro and Aoki 1991
- P. nyassae** (Schmidle) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Lyngbya Nyassae* Schmidle 1902  
 Ref.: Akatsuka 1951
- P. spirulinoides** (Utermöhl) comb. nov.  
 Basion.: *Lyngbya spirulinoides* Utermöhl, Arch. f. Hydrobiol., Suppl. 5: 288, 1925, non *Lyngbya spirulinoides* Gom. J. de Bot. 4: 355, 1890. Ann Sci. Nat. VII, Bot. 16: 146, 1892  
 Syn.: *Lyngbya pseudospirulina* Geitl. in Pascher, Süßwasser-Fl. 12: 446, 1925  
 Ref.: Akatsuka 1951  
 The characteristics of *Lyngbya spirulinoides* Utermöhl agree with the diagnosis of *Planktolyngbya*.
- (2) **Limnotrichoideae** Anagn. & Kom. 1988  
**Jaaginema** Anagn. & Kom. 1988
- J. angustissima** (W. & G. S. West) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria angustissima* W. & G. S. West 1897  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1939b, c, 1940a, 1942c, d, 1952a; Emoto and Hirose 1941; Hirano 1962; Hiramatsu 1973; Hirose and Hirano 1977
- J. geminata** (Menegh. ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria geminata* Menegh. ex Gom. 1892
- J. geminata** var. **geminata**  
 Ref.: Molisch 1926; Yoneda 1938b, c, 1939b, 1940b, 1941b, 1942b, c, d, f, 1952a, 1962a; Yon. Okada 1939; Okada 1939b; Ueda 1939; Emoto and Yoneda 1941a, b, 1942; Akiyama 1965a; Hirose and Hirano 1977
- J. geminata** var. **sulphurea** (Strzesz.) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria geminata* Menegh. var. *sulphurea* Strzesz., Bull. Inst. Acad. Sci. Cracovie, Cl. Sci. Math. & Nat., ser. B, 6: 323, 1913  
 Ref.: Yoneda 1939c, 1952a; Emoto and Hirose 1942d, 1943b, 1952b, c; Hirose 1966; Hirose and Hirano 1977
- J. homogeneous** (Frémy) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria homogenea* Frémy 1929  
 Ref.: Yoneda 1942b, c, 1952a; Hirose and Hirano 1977
- J. kuetzingianum** (Näg. in Kütz.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria Kuetzingiana* Näg. in Kütz. ex Gom. 1892  
 Ref.: Ioriya et al. 1984
- J. minimum** (Gickl.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria minima* Gickl. 1921  
 Ref.: Akatsuka 1951
- J. neglectum** (Lemm.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria neglecta* Lemm. 1910, nec *Oscillatoria neglecta* Wood ex De Toni, 1892, nec *Porphysiphon notarisii* f. *neglectus* Born. in De Toni, 1892

- Ref.: Yoneda 1942a, 1952a; Emoto and Yoneda 1942; Emoto and Hirose 1941; Hirose and Hirano 1977
- J. *profundum*** (Schröt. & Kirchn.) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria profunda* Schröt. & Kirchn. 1896  
 Ref.: Hirano 1960; Hirose and Hirano 1977
- J. *pseudogeminata*** (Schmid) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria pseudogeminata* Schmid 1914  
 Ref.: Yamagishi et al. 1982
- J. *subtilissimum*** (Kütz. ex Forti) Anagn. & Kom. 1988  
 Basion.: *Oscillatoria subtilissima* Kütz. ex Forti 1907  
 Ref.: Emoto and Hirose 1943a, 1949; Fukushima 1950; Yoneda 1952a; Kobayasi et al. 1962; Hirose and Hirano 1977
- Limnothrix* Meffert 1988**
- L. *amphigranulata*** (van Goor) Meffert 1987  
 Basion.: *Oscillatoria amphigranulata* van Goor 1918  
 Ref.: Hiramatsu 1967
- L. *guttulata*** (van Goor) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria guttulata* van Goor, Rev. Trav. Bot. Neerl. 15: 255, 1918  
 Ref.: Yon. Okada 1939; Emoto and Yoneda 1941b; Yoneda 1942a; Hirose and Hirano 1977; Mifune and Hirose 1982  
 The characteristics of *Oscillatoria guttulata* van Goor agree well with the diagnosis of *Limnothrix*.
- L. *planctonica*** (Wolosz.) Meffert 1988  
 Basion.: *Oscillatoria planctonica* Wolosz. 1917  
 Ref.: Akatsuka 1951; Yoneda 1952a; Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977
- L. *pseudominima*** (Skuja) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria pseudominima* Skuja, N. Acta R. Soc. Sci. Upsal., ser. 4, 16(3): 60, 1956  
 Ref.: Negoro and Aoki 1991  
 The characteristics of *Oscillatoria pseudominima* Skuja agree well with the diagnosis of *Limnothrix*, except that the cells do not produce gas vesicles.
- L. *quasiperforata*** (Skuja) comb. nov.  
 Basion.: *Oscillatoria quasiperforata* Skuja, Acta Horti Bot. Univ. Latv. 11/12: 49, 1949  
 Ref.: Emoto and Hirose 1940c  
 Syn.: *Oscillatoria quasiperforata* var. *crassa* Emoto & Hirose in Hirose and Hirano (without Latin diagnosis), Illust. Jap. Fresh-Water Alg., p. 114, 1977  
 Ref.: Hirose and Hirano 1977  
 The characteristics of *Oscillatoria quasiperforata* Skuja agree well with the diagnosis of *Limnothrix*.
- (3) Pseudanabaenoideae Anagn. & Kom. 1988
- Pseudanabaena* Lauterb. 1916**
- P. *catenata*** Lauterb. 1916  
 Ref.: Ioriya et al. 1984
- P. *galeata*** Böch. 1949  
 Ref.: Umezaki 1987 (partis)
- P. *limnetica*** (Lemm.) Kom. 1974  
 Basion.: *Oscillatoria limnetica* Lemm. 1900  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1940b, 1941c, 1942b, c, g, 1952a, 1954a; Emoto and Yoneda 1940b, 1942; Akatsuka 1951; Akiyama 1977; Hirose and Hirano 1977; Yamagishi 1972; Imazu 1987
- P. *mucicola*** (Naum. & Huber-Pest.) Bourr. emend. Chang, Köst & Wanner 1985  
 Basion.: *Phormidium mucicola* Naum. & Huber-Pestl. in Huber-Pestl. & Naum. 1929  
 Ref.: Yoneda 1953b; Mizuno 1964; Negoro 1973; Kurasawa and Okino 1975; Ioriya et al. 1984; Umezaki 1987; Yamagishi et al. 1982; Yamagishi 1985  
 Syn.: *Lynghya endophytica* Elenk. & Hollerb. 1923  
 Ref.: Akatsuka 1951
- P. *tenuis*** Koppe 1924  
 Ref.: Maruyama 1961
- Romeria* Koczw. in Geitl. 1932**
- Syn.: *Raciborskia* Koczw. 1928, *Amalia* J. De Toni 1934
- R. *elegans*** Wolosz. ex Koczw. in Geitl. 1932

Basion.: *Raciborskia elegans* Wolosz. 1928  
 Syn.: *Amalia elegans* J. De Toni 1934,  
*Synechococcus elegans* (Wolosz.) Kom. 1970  
 Ref.: Negoro 1988; Negoro and Aoki 1991

*S. vaginata* (Näg.) Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1953a

### Remarks

#### 6. Schizotrichaceae Elenk. 1934

*Schizothrix* Kütz. ex Gom. 1892

- S. arenaria* (Berk.) Gom. 1892  
 Ref.: Hiramatsu 1973
- S. cuspidata* (W. & G. S. West) W. & G. S. West 1896  
 Ref.: Fukushima 1970a, 1971
- S. fragilis* (Kütz.) Gom. 1892  
 Ref.: Yoneda 1938b, c, 1941c, 1942f, 1952a; Emoto and Yoneda 1941; Akiyama 1965a; Mifune et al. 1966; Hirose and Hirano 1977
- S. friesii* (Ag.) Gom. 1892 ("Friesii")  
 Ref.: Yoneda 1939a; Hiramatsuo 1967; Nakano 1971; Hirose and Hirano 1977
- S. giuseppei* Drouet 1942 ("Giuseppei")  
 Syn.: *Microcoleus sociatus* var. *minor* Gardn. 1927  
 Ref.: Yoneda 1952a
- S. heufleri* Grun. ex Gom. 1892  
 Ref.: Hirano 1962; Hirose and Hirano 1977
- S. lacustris* A. Br. ex Gom. 1892  
 Ref.: Umezaki 1961
- S. lamyi* Gom. 1892 ("Lamyi")  
 Ref.: Hirano 1959a, 1962; Hiramatsu 1967, 1973; Yamagishi 1967; Hirose and Hirano 1977
- S. maritima* Yoneda 1939a  
 Ref.: Yoneda 1939a
- S. muelleri* Näg. ex Gom. 1892 ("Muelleri")  
 Ref.: Hirano 1962; Ochiai 1962b; Horikawa et al. 1969; Hiramatsu 1967; Nakano 1971; Hirose and Hirano 1977
- S. naegelii* (Kütz.) Geitl. 1925 ("Naegelii")  
 Ref.: Fukushima 1960b
- S. parcircamosa* (Gardn.) Geitl. 1932  
 Ref.: Hirose 1938
- S. purpurascens* (Kütz.) Gom. 1892  
 Ref.: Hiramatsu 1967, 1973
- S. tinctoria* (Ag.) Gom. 1892  
 Ref.: Horikawa et al. 1969; Negoro 1973; Hirose and Hirano 1977

*Oscillatoria angusta* Koppe 1924 (Imazu and Hirose 1961; Hirose and Hirano 1977) is identified as bacteria by Drouet (1968, p. 319). *Schizothrix fragilis* (Kütz.) Gom. 1892 is doubt to occur in hot springs (Yoneda 1938b, c, 1941, 1942f, 1952a; Emoto and Yoneda 1941b; Akiyama 1965a; Mifune et al. 1966; Hirose and Hirano 1977). *Phormidium boryanum* Kütz. ex Geitl. 1925 (Fukushima 1951) [non *Phormidium boryanum* (Bory ex Gom.) Anagn. & Kom. 1988] is a synonym of *Phormidium setchellianum* Gom. (1892, p. 190).

The following species without Latin diagnosis and other descriptions are listed in Yoneda's paper (Yoneda, Y.: A general consideration of the thermal Cyanophyceae of Japan. Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 62: 1-20, 1952). Homoeotrichaceae: *Ammatoidea* ("Hammatoida") *multispora* Yoneda nom. nud., *A. olivacea* Yoneda nom. nud. Oscillatoriaceae: *Oscillatoria pseudosanta* Yoneda nom. nud., *O. olivacea* Yoneda nom. nud., *O. sublimosa* Yoneda nom. nud., *O. vialacea* Yoneda nom. nud., *O. yezoensis* Yoneda nom. nud. Phormidiaceae: *Phormidium tepidariorum* Yoneda nom. nud.

### References

- Akatsuka, K. 1951. References and illustrations of plankton No. 1. Cyanophyceae. Suisan Gakujyutsu Shiryo. No. 1. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 18 pp., 11 pls. (In Japanese)
- Akiyama, M. 1961. Aerial and terrestrial algae in Sanin region of Honshu, Japan. Bull. Shimane Univ. (Nat. Sci.), 1961(10): 75-89.
- Akiyama, M. 1965a. Verzeichnis der Süßwasseralgen in San-in Region, Japan. Bull. Shimane Univ. (Nat. Sci.), 1965(14): 92-121.
- Akiyama, M. 1965b. Some soil algae from Japan. Bull. Shimane Univ. (Nat. Sci.), 1965(15): 96-117.
- Akiyama, M. 1977. Plankton and epiphytic algae in Lake Shinji, Shimane Prefecture. Res. Rep. on the preservation of water quality in Nakanoumi and Shinji-ko, 1977(2): 23-58. (In Japanese)
- Anagnostidis, K. 1989. *Geitlerinema*, a genus of Oscil-

- latorialen-cyanophytes Pl. Syst. Evol. 164: 33-46.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3—Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80: 327-472.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1990. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5—Stigonematales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 86: 1-73.
- Anagnostidis, K. and Pantazidou, A. 1991. Marine and aerophytic *Cyanosarcina*, *Stanieria* and *Pseudocapsa* (Chroococcales) species from Helles (Greece). Arch. Hydrobiol. Suppl. 92: 141-157.
- Bando, T. and Nakano, T. 1983. Benthic Algae of the Takiyama-kyo Gorge, Hiroshima Prefecture. Takiyama-kyo Gorge Nature and Life, pp. 369-391. Hiroshima. (In Japanese).
- Bornet, E. and Flahault, C. 1886-1888. Revision des Nostocacées Hétérocystées. Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 3: 323-381 (1886); 4: 343-373 (1886); 5: 51-129 (1887); 7: 177-262 (1888).
- Bornet, E. and Thuret, G. 1876. Notes Algologiques. xx+196 pp., 50 pls.
- Bourrelly, P. 1970. Les Algues d'eau douce. Tom. III: Algues bleues et rouges. Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Soc. N. Boubée & Cie., Paris, 512 pp.
- Bourrelly, P. 1985. Idid. Soc. N. Boubée and Cie., Paris. 606 pp.
- Buell, H. F. 1938. The taxonomy of a community of blue-green algae in a Minnesota pond. Bull. Torr. Bot. Club 65: 377-396.
- Chang, T.-P., Koest, H.-P. and Wanner, G. 1985. Critical observations on some *Pseudanabaena* species. Arch. Hydrobiol. Suppl. 71: 149-155.
- Chodat, R. and Chodat, F. 1925. Esquisse planctologique de quelques lacs français. Veroeff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 3: 436-459.
- Christensen, T. 1980. Algae. A taxonomic survey. I. 228 pp., Odense.
- Claus, G. 1963. Comments on the species of the genus *Tetrapedia* Reinsch (Chroococcaceae, Cyanophyta) Hydrobiologia 21: 266-274.
- Compère, P. 1970. La position systématique de *Phyllocladon sacrum* Suringar, Cyanophycées alimentaire du Japon. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 40: 423-427.
- Compère, P. 1974. Cyanophycées de la région du lac Tchad, taxons, combinaisons et non nouveaux. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 44: 17-21.
- Compère, P. 1985. Combinaisons nouvelles dans le Cyanophycées. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 55: 487-496.
- Copeland, J. J. 1936. Yellowstone thermal Myxophyceae. Ann. N. Y. Acad. Sci. 36: 1-232.
- Dawson, E. Y. 1959. William H. Harvey's report on the marine algae of the United States North Pacific Exploring Expedition of 1853-1856. Pacific Naturalist 1: 3-40.
- Desikachary, T. V. 1959. Cyanophyta. x + 686 pp., I.C.A.R., New Delhi.
- De Toni, G. 1895. Phyceae Japonicae novae addita enumeratione Algarum in ditione maritima Japonicae hucusque collectarum Algae marine de Giapponee isolato ad Esso appartenenti con illustrazione di alcune specie nuove (con 2 Tavole) Venezia.
- De Toni, J. (G.) 1934. Noterelle di nomenclatura algologica. I. Alcuni casi di omonima (Missoficee). pp. 1-7, Brescia.
- De Toni, J. (G.) 1938. Diagnoses Algarum Novarum. I. Myxophyceae. Cent. 4. Brixiae.
- De Toni, J. (G.) 1939. Noterelle di nomenclatura algologica. IX. Quarto elenco di Missoficee omonime. Archivio Botan. 15: 288-292.
- De Toni, J. (G.) 1946. Noterelle di nomenclatura algologica. X. Quinto elenco Missoficee omonime. Archivio Botan. 20: 1-4.
- Dickie, G. 1877. Supplemental notes on algae collected by H. N. Moseley, of H. M. S. 'Challenger', from various localities. J. Linn. Soc. Bot. 15: 486-489.
- Drouet, F. 1934. New or interesting Myxophyceae from Missouri. Bot. Gaz. 95: 695-701.
- Drouet, F. 1938. Notes on Myxophyceae, I-IV. Bull. Torr. Bot. Club 65: 285-292.
- Drouet, F. 1942. Studies in Myxophyceae. I. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 20: 125-141, pls. I-III.
- Drouet, F. 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, Monograph 15: 1-370.
- Drouet, F. 1981. Revision of the Stigonemataceae with a summary of the classification of the blue-green algae. Beih. Nova Hedwigia 66: 1-221.
- Drouet, F. and Daily, W. A. 1948. Nomenclatural transfers among coccoïd algae. Lloydia 11: 77-79.
- Drouet, F. and Daily, W. A. 1952. A synopsis of the coccoïd Myxophyceae. Butler Univ. Bot. Stud. 10: 220-223.
- Drouet, F. and Daily, W. A. 1956. Revision of the coccoïd Myxophyceae. Butler Univ. Bot. Stud. 12: 1-218.
- Elenkin, A. A. 1923. Chroococcacearum classificatione notula. Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropolit 2, 4: 49-62.
- Elenkin, A. A. 1933. Über die systematische Einteilung der Ordnung Chroococcales Geitler (1925). Acta Inst. Bot. Acad. Sci. USSR, Ser. 2(1): 17-21. (In Russian with German summary)
- Elenkin, A. A. 1938, 1949. Monographia Algarum Cyanophycearum Aquidulcium et Terrestrialium in Finibus URSS inventarum, Fasc. I: 1-984 (1938); Fasc. II: 985-1908 (1949). Moskwa-Leningrad. (In Russian)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1940a. Studien über die Thermalflora von Japan (I). Thermale Bakterien und Algen aus Nasu Thermalen Quellen. (2), (3). Bot. & Zool. (Tokyo) 8: 31-38, 395-402. (In Japanese)



- Emoto, Y. and Hirose, H. 1940b. Studien über die Thermalflora von Japan (III). Thermale Bakterien und Algen aus thermalen Quellen von Hakone (1), (2). *J. Jap. Bot.* 16: 347-357, 405-420. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1940c. Studien über die Thermalflora von Japan (IV). Thermale Bakterien und Algen aus thermalen Quellen von Adatara und Azuma (eine Teil) *Berg. Bot. & Zool. (Tokyo)* 8: 1577-1586, 1721-1726, 1883-1890. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1941. Studien über die Thermalflora von Japan (X). Thermalen Bakterien und Algen aus thermalen Quellen von Yumoto bei Nikko. *Bot. Mag. Tokyo* 55: 477-485. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1942a. Studien über die Thermalflora von Japan (XIV). Bacteria and algae from the Narugo thermal springs. *Bot. Mag. Tokyo* 56: 25-42. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1942b. Studien über die Thermalflora von Japan (XV). Die thermal Bakterien und Algen aus Nakayama thermalen Quellen, Miyagi-Präfektur. *J. Balneol. Soc. Jap.* 2: 29-39. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1942c. Studien über die Thermalflora von Japan (XVI). Bacteria and algae of the Onikobe thermal springs. *Bot. Mag. Tokyo* 56: 120-136. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1942d. Studien über die Thermalflora von Japan (XIX). Thermale Bakterien und Algen aus thermale Quellen von Hatimantai und Yakeyama. *Bot. Mag. Tokyo* 56: 332-342. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1942e. Studien über die Thermalflora von Japan (XXI). Thermalen Bakterien und Algen aus den heissen Quellen von Siobara in Totigi-Präfektur. (2). *J. Balneol. Soc. Jap.* 2: 86-95. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1942f. Studien über die Thermalflora von Japan (XXIV). Thermalflora der heissen Quellen der Halbinsel Izu I. Thermale Bakterien und Algen aus den Thermen der östlichen Küsten. *J. Balneol. Soc. Jap.* 2: 1-14. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1943a. Studien über die Thermalflora von Japan (XXV). Thermalflora der heissen Quellen der Izu-Halbinsel. 2. Thermale Algen aus der südlichen Thermen-Gruppe. (1), (2). *J. Balneol. Soc. Jap.* 3: 1-6, 29-37. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1943b. Studien über die Thermalflora von Japan (XXVI). Thermalflora der heissen Quellen der Izu-Halbinsel. 3. Thermale Algen aus der nordlichen Thermen-Gruppe. (1), (2). *J. Balneol. Soc. Jap.* 3: 7-12, 38-48. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1949. Studien über die Thermalflora von Japan (XXVII). Thermal flora of the hot springs in Nagano Prefecture. (1) Algae of the thermal springs near Suwa-Lake. *J. Balneol. Soc. Jap.* 4: 1-8. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1952a. Studien über die Thermalflora von Japan (XXVIII). Bacteria and algae of western district in Nagano Prefecture. *Ecol. Rev.* 11: 107-112. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1952b. Studien über die Thermalflora von Japan (XXIX). Thermal flora of hot springs in Nagano Prefecture. 3. Bacteria and algae of the Yamanouchi (Hirao) thermal springs. *J. Balneol. Soc. Jap.* 5: 17-25. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Hirose, H. 1952c. Studien über die Thermalflora von Japan (XXX). Thermal flora of the Ikao thermal springs. *J. Balneol. Soc. Jap.* 5: 26-34. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Yoneda, Y. 1940a. Studien über die Thermalflora von Japan (II) Bacteria and algae of the Aso thermal springs. *Ecol. Rev.* 6: 1-16. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Yoneda, Y. 1940b. Studien über die Thermalflora von Japan (VI). Bacteria and algae of the Ibutsuki thermal springs. *Ecol. Rev.* 6: 257-274. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Yoneda, Y. 1941a. Studien über die Thermalflora von Japan (VIII). Bacteria and algae of the hot spring in Nara Prefecture (1), (2). *J. Balneol. Soc. Jap.* 1: 1-9, 10-13.
- Emoto, Y. and Yoneda, Y. 1941b. Studien über die Thermalflora von Japan (XI). Bacteria and algae of the thermal springs in Shimane Prefecture. (I), (II). *J. Jap. Bot.* 17: 654-663, 704-720. (In Japanese)
- Emoto, Y. and Yoneda, Y. 1942. Studien über die Thermalflora von Japan (XVII). Bacteria and algae of hot springs in Toyama Prefecture. *Acta Phytotax. Geobot.* 11: 7-26. (In Japanese)
- Ercegović, A. 1925. La végétation des lithophytes sur les calcaires et les dolomites en Croatie. *Acta Bot. Inst. Bot. R. Univ. Zagreb.* 1: 64-114.
- Ercegović, A. 1932. Ecoloske i socioloske studije o litofitskim cijanoficejama sa Jugoslavenske obale Jardana. *Rada Jugosl. Akad.* 244: 129-220, Tab. I-IV.
- Feldmann, J. 1937. Les algues marines de la côte des Albères. *Rev. Algol.* 9: 145-172.
- Forti, A. 1907. Myxophyceae. In: De Toni, J. B., *Sylloge Algarum* 5: 1-761.
- Frémy, P. 1929. Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française. *Arch. de Bot. (Caen)*, 3 (Mém. no. 2): 1-508.
- Frémy, P. 1932. Cyanophycées vivant dans le thalle des *Codium* *Compt. Rend. Acad. Sci., Paris* 195: 1413-1414.
- Frémy, P. 1934. Les Cyanophycées de côtes d'Europe. *Mém. Soc. Sci. nat. et math. de Cherbourg* 41: 1-236, pls. 1-66.
- Frémy, P. 1939. Cyanophycées marines des anciennes Antilles Danoishes. *Suppl. F. Boergesen. Dansk Bot. Arkiv.* 9: 1-47.
- Fritsch, F. E. 1945. The structure and reproduction of the algae. Vol. II: 939 pp., Univ. Press. Cambridge.

- Fujiyama, T. and Kabuto, M. 1956. Studies on the ecology and weeding of the algae growing on the sloping salt-field. Part 1. Species, their ecology and fundamental researches on the weeding of the algae. *J. Salt Soc. Jap.* 10: 105-117. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1948. Plankton of Bessho-numa marshes. *Science (kagaku)* 18: 361. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1949. Algae in the water for fire prevention. *Medicine and Biology* 15: 293-295. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1950. Les végétations algologiques des Shima, source chlorique et amère, Gumma préfecture. *J. Jap. Bot.* 25: 173-178.
- Fukushima, H. 1951. Les algues d'eau douce observées pour la première fois au Japon. (3). *J. Jap. Bot.* 26: 365-370.
- Fukushima, H. 1952. Cyanophyceae of Oze, central Japan. *J. Jap. Bot.* 27: 173-179.
- Fukushima, H. 1954. Further notes on Cyanophyceae of Oze. *Sci. Res. Ozegahara Moor. Tokyo*, pp. 622-624.
- Fukushima, H. 1960a. Freshwater algae from Kokubunji vicinity, Tokyo. *Bull. Yokohama Mun. Univ.* 12 (Natural Sci.): 38-41. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1960b. Algal flora of Usagishima Sphagnum moor, Nikko. *Bull. Yokohama Mun. Univ.* 11 (Natural Sci.): 7-11. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1963. Algal vegetation of some hot springs in Ishikawa Prefecture, Japan. *Jap. J. Limnol.* 23: 34-38.
- Fukushima, H. 1970a. Preliminary report on algal vegetation of the Sagami, central Japan. 1. *Bull. Yokohama Mun. Univ. Sco.* 21 (Natural Sci.): 1-57. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1970b. Vegetation of the epilithic algae of the Agano River in winter, central Japan. (1). *J. Yokohama City Univ.* no. 194, Ser. C-65: 1-37. (In Japanese)
- Fukushima, H. 1971. Preliminary report on algal vegetation of the Sagami, central Japan. (2). *Bull. Yokohama Mun. Univ. Soc.*, 20th Comm. Rep. of Univ.: 383-416. (In Japanese)
- Funahashi, S. 1967. Marine algae in the vicinity of Noto Marine Laboratory. *Ann. Rep. Noto Marine Lab., Fac. Sci., Univ. Kanazawa* 7: 15-36.
- Gardner, N. L. 1918. New Pacific coast marine algae. III. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 6: 455-486, pls. 38-41.
- Gardner, N. L. 1927. New Myxophyceae from Porto Rico. *Mem. New York Bot. Gard.* 7: 1-144, pls. 1-23.
- Geitler, L. 1925. Cyanophyceae. *In* A. Pascher [ed.] *Die Süßwasser-Flora Deutschland, Österreichs und der Schweiz* 12: 1-481, Jena.
- Geitler, L. 1927. Neue Blaualgen aus Lunz. *Arch. f. Protistenk.* 60: 440-448.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. *In*: Rabenhorst, L., *Kryptogamen-Flora* 14: 1-1196. Leipzig.
- Geitler, L. 1933. Diagnosen neuer Blaualgen von den Sunda-Inseln. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 12: 622-634.
- Geitler, L. 1942. Schizophyta: Klasse Schizophyceae. *In* A. Engler und K. Prantl [eds.] *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, ed. 2, 1b: 1-232.
- Geitler, L. 1955. Lebensweise, Fortpflanzung und Wachstumsvorgänge bei *Cyanophanon mirabile*, n. gen., n. sp., einem merkwürdigen Blaualgen-ähnlichen Organismus. *Österr. Bot. Zeit.* 102: 235-272.
- Geitler, L. and Ruttner, R. 1935-1936. Die Cyanophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition, ihre Morphologie, Systematik und Ökologie. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 14: 308-483 (1935); 553-715 (1936).
- Golubić, S. 1977. Speciation in *Trichodesmium*: occupation of an oceanic pelagic niche. *Schweiz. Z. Hydrol.* 39: 141-143.
- Gomont, M. 1892. Morphologie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées). *Ann. Sci. Nat. VII. Bot.* 15: 263-368, pls. 6-14; *Ibid.* 16: 91-264, pls. 1-7.
- Gomont, M. 1899. Sur quelques Oscillariées nouvelles. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 46: 25-41, pl. 1.
- Hada, Y. 1937. Studies on bog lakes. I. Bog lake of Tokotan. *Jap. J. Limnol.* 7: 13-30. (In Japanese)
- Hada, Y. 1938a. Plankton of Lake Harutori at Kushiro, Hokkaido. *Jap. J. Limnol.* 8: 396-409. (In Japanese)
- Hada, Y. 1938b. Biological researches of lakes of Hokkaido in winter. II. Living organism of the small lakes distributed at the foot of Mt. Oakan in winter. *Bot. & Zool. (Tokyo)* 6: 44-52. (In Japanese)
- Hada, Y. 1939. Limnological researches of bog lakes in Numanotaira of Mt. Taisetsu. *Ecol. Rev.* 5: 267-276. (In Japanese)
- Hada, Y. 1958. The plankton of lakes in the reed bog of Toyokoro, Tokati, Hokkaido. *Bull. Suzugamine Women's Coll. Nat. Sci.* 5: 23-53. (In Japanese)
- Hada, Y. 1960. The report of the limnological researches on bog waters in the *Sphagnum* swamp of Kiritappu, Hokkaido. *Bull. Suzugamine Women's Coll. Nat. Sci.* 7: 7-39, pl. 1. (In Japanese)
- Hada, Y. 1967. The plankton of some small lakes scattered on the southern slope of Mt. Asahi, the highest peak in the Taisetsu National Park. *Bull. Suzugamine Women's Coll. Nat. Sci.* 13: 27-46. (In Japanese)
- Hada, Y. and Kojiro, T. 1966. The plankton of Lake Banryu at Masuda City, Shimane Prefecture. *ibid.* 12: 27-40. (In Japanese)
- Hada, Y. and Kusuki, Y. 1938. Limnological studies of Lake Toyoni, Hokkaido. *Jap. J. Limnol.* 8: 41-43. (In Japanese)
- Hagihara, O., Hirose, H. & Kajimura, M. 1970. On the marine algae of Oki Islands of Shimane Prefecture. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 18: 154-163. (In Japanese)

- Handa, S. and Nakano, T. 1988. Some corticolous algae from Miyajima Island, western Japan. *Nova Hedwigia* 46: 165-186.
- Hansgirg, A. 1892. Prodrum der Algenflora von Böhmen. Teil 2. Arch. Naturw. Landesdurchforsch. Böhmen 8(4): 1-268.
- Harvey, W. H. 1859. Characters of new algae, chiefly from Japan and adjacent regions, collected by Charles Wright in the North Pacific Exploring Expedition under Captain John Rodgers. Proc. Amer. Acad. 4: 327-335.
- Hattori, H. 1908. Vorläufige Mitteilung über das Phytoplankton vom Suwa-See. Bot. Mag. Tokyo 22: 121-126.
- Heydrich, F. 1894. Beiträge zur Kenntniss der Algenflora von Ost-Asien. *Hedwigia* 33: 267-306, Taf. 14-15.
- Higashi, M. 1924. On *Phyllocladus sacrum*. Suisan Kenkyushi 20: 8-12. (In Japanese)
- Higashi, M. 1933a. Edible algae of Japan. Rakusui Kaishi 28(1): 1-24. (In Japanese)
- Higashi, M. 1933b. Sorui-zakki (79): *Trichodesmium* in Kominato Bay. Rakusui Kaishi 28(1): 12-13. (In Japanese)
- Higashi, M. 1934. Sorui-zakki (9): On *Porphyrosiphon*. Rakusui Kaishi 29: 91-92. (In Japanese)
- Higashi, M. and Okada, Y. 1927. Key to genera of blue-green algae. Suisan Kenkyu-shi 22(12): (1)-(10). (In Japanese)
- Hiramatsu, N. 1967. Cyanophyceae from Nagasaki Prefecture. J. Jap. Bot. 42: 33-43. (In Japanese)
- Hiramatsu, N. 1973. Terrestrial Cyanophyceae from Nomo Peninsula, Nagasaki Prefecture. J. Jap. Bot. 48: 87-94.
- Hiramatsu, S., Watanabe, M. and Asahi, Y. 1987. In T. Yamagishi and M. Akiyama [eds.] Photomicrographs of the Fresh-water Algae 7: 45. Uchidarokakuho, Tokyo.
- Hirano, M. 1953. On the phytoplankton found in the outer moat of the Imperial Palace. Bull. Jap. Soc. Phycol. 1: 69-72. (In Japanese)
- Hirano, M. 1956a. Notes on some phytoplanktons from Lake Akan. Acta Phytotax. Geobot. 16: 101-105. (In Japanese)
- Hirano, M. 1956b. Notes on phytoplanktons from the lakes of Hokkaido, 1. Acta Phytotax. Geobot. 16: 170-173. (In Japanese)
- Hirano, M. 1959a. The algae of Lake Otori-ike and its neighbouring waters. Jap. J. Limnol. 20: 160-166. (In Japanese)
- Hirano, M. 1959b. The phytoplankton of some ponds in the western suburbs of the vicinity of Yamagata. Jap. J. Limnol. 20: 185-186. (In Japanese)
- Hirano, M. 1960. Freshwater algae of Kunashiri Island, the south Kuriles. Jap. J. Limnol. 21: 113-123. (In Japanese)
- Hirano, M. 1962. Cyanophyceae collected in moorwaters of Japan. Acta Phytotax. Geobot. 20: 322-341. (In Japanese)
- Hirano, M. 1963. Freshwater algae from the Yaeyama Islands 1. Acta Phytotax. Geobot. 19: 142-145. (In Japanese)
- Hirose, H. 1937. Some cyanophycean algae from Hokkaido (I-III). J. Jap. Bot. 13: 492-499, 569-572, 794-804. (In Japanese)
- Hirose, H. 1938. Some cyanophycean algae from Hokkaido (IV-V). J. Jap. Bot. 14: 89-100, 164-170. (In Japanese)
- Hirose, H. 1950. Study on the phytoplankton of Lake Abashiri. Bull. Jap. Soc. Fish. 16: 25-30. (In Japanese)
- Hirose, H. 1957. Preliminary report of the marine algae of Shiaku Islands, Seto Inland Sea, Japan. Biol. J. Okayama Univ. 3: 87-106.
- Hirose, H. 1958. List of marine algae from the Province of Tajima (preliminary report). Hyogo Biol. 3: 265-268. (In Japanese)
- Hirose, H. 1962. On the genus *Nostoc* Vaucher of Japan. Acta Phytotax. Geobot. 20: 296-307. (In Japanese)
- Hirose, H. 1965. General Phycology. Pl. 1+vii+506 pp. +12 pp. (literature)+16 pp. (Japanese index)+28 pp. (English index)+87 pp. (Japanese names and scientific names). Uchidarokakuho-shinsha, Tokyo. (In Japanese)
- Hirose, H. 1966. On the thermal plants of Noboribetsu Spa. J. Balneol. Soc. Jap. 16: 65-70. (In Japanese)
- Hirose, H. 1972. Freshwater algae of Japan, with special reference to their taxonomy. Proc. VII Int. Seaweed Symp.: 215-217.
- Hirose, H. and Hirano, M. 1977. Class Cyanophyceae. In H. Hirose and T. Yamagishi [eds.] Illustrations of the Japanese Fresh-water Algae: 1-151. Uchidarokakuho-shinsha, Tokyo. (In Japanese)
- Hirose, H. and Kajimura, M. 1973. Additional list of marine algae of Oki Islands. Bull. Jap. Soc. Phycol. 21: 33-38. (In Japanese)
- Hirose, H., Sugiyama, H., Kumano, S. and Harada, T. 1960. On some phytoplankton new to Japan. Jap. J. Limnol. 21: 104-108. (In Japanese)
- Hirose, H. and Yamagishi, T. (eds.) 1977. Illustrations of the Japanese fresh-water algae. 8 colour plates, 933 pp. Uchidarokakuho-shinsha, Tokyo. (In Japanese)
- Hoffmann, L. 1985. Quelques remarques sur classification des Oscillatoriaceae. Cryptogamie: Algologie 6: 71-79.
- Holmes, E. M. 1895. New marine algae from Japan. Linn. Soc. J., Bot., 31: 248-260, pls. 8-12.
- Hori, S. 1890. Plants in hot springs. Bot. Mag. Tokyo 4: 19-22. (In Japanese)
- Horiguchi, T., Kitahara, M. and Tanaka, A. 1990. Freshwater algae of Lake Nagaike, Shiga Heights. Bull. Inst. Nature Educ., Shiga Heights, Shinshu Univ. 27: 1-7. (In Japanese)
- Horikawa, Y., Suzuki, H. and Nakano, T. 1969.

- Change of algal flora with the classification of water in the Sandankyo Gorge, Hiroshima Prefecture. Limnological Researches of the Sandankyo District, pp. 97–123, pls. 1–13. (In Japanese)
- Ichimura, S. and Onuki, Y. 1951. Über den Algen des Ominenuma-moor. J. Jap. Bot. 26: 251–253. (In Japanese)
- Ikoma, Y. and Doi, S. 1955. The thermal algae of the hot springs in Tottori Prefecture. Bull. Jap. Soc. Phycol. 3: 36–41. (In Japanese)
- Imada, L. 1970. Distribution of epilithic algae on the upper reaches of Yoshiigawa River. I. Ecological studies of epilithic algae in the Kongo-gawa River, Mitsuishi-cho, Okayama Prefecture. Bull. Jap. Soc. Phycol. 18: 20–28. (In Japanese)
- Imazu, T. 1979. Phytoplankton in small irrigation ponds of Kanzaki district, Hyogo Prefecture. Jap. J. Limnol. 40: 93–101. (In Japanese)
- Imazu, T. 1981. The succession of phytoplankton communities in the Sara-ike irrigation pond in Akashi district of Hyogo Prefecture. Jap. J. Phycol. 29: 135–141. (In Japanese)
- Imazu, T. 1986. On the freshwater algae of Mt. Hachibuse (swamp, stream), Hyogo Prefecture. Hyogo Biol. 9: 101–105. (In Japanese)
- Imazu, T. 1987. Benthic algal vegetation of some rivers in Harima Province, Hyogo Prefecture, Japan. Hikobia 10: 95–104. (In Japanese)
- Imazu, T. and Hirose, H. 1961. Taxonomical and ecological studies on the algae in salt farms at Oshio and its neighbour of Hyogo Prefecture. Hyogo Biol. 4: 73–77. (In Japanese)
- Inagaki, K. 1950. The marine algae of Ise and Mikawa Bays and their vicinities. Sizen to Jinsei 2: 76–88. (In Japanese)
- Ioriya, T., Watanabe, M. and Haga, M. 1984. Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 1. Distribution and standing crop. Jap. J. Phycol. 32: 52–59. (In Japanese)
- Isoda, Y. 1966. Algal flora in Bessho-numa pond, Saitama Prefecture. J. Jap. Bot. 41: 69–74. (In Japanese)
- Iwai, T. 1963. Ecological studies on the phytoplankton of the brackish water ponds. J. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie 5: 412–506. (In Japanese)
- Kaas, H. 1985. Algal studies of the Danish Wadden Sea III. Blue-green algae in tidal flat sediments (sand flats and lower salt marsh) at Rejsby: taxonomy and ecology. Opera Bot. 79: 38–61.
- Kajimura, M. 1975. Additional list of marine algae of Oki Islands (II). Bull. Jap. Soc. Phycol. 23: 160–161. (In Japanese)
- Kann, V. E. 1972. Zur Systematik und Ökologie der Gattung *Chamaesiphon* (Cyanophyceae). 1, Systematik. Arch. Hydrobiol. Suppl. 41: 117–171.
- Kann, V. E. 1978. Systematik und Ökologie der Algen österreichischen Bergbäche. Arch. Hydrobiol. Suppl. 53: 405–463.
- Katsuyama, T. 1887. Trip to Jyozankei Hot Spring. Bot. Mag. Tokyo 20: 199–201. (In Japanese)
- Kirchner, O. 1898, 1900. Schizophyceae (Myxophyceae Stizenberger; Phycochromophyceae Rabenhorst; Cyanophyceae Sachs). In A. Engler and K. Prantl [eds.] Die natürlichcn Pflanzenfamilien. Teil I, Abt. 1a: 45–92, Leipzig.
- Kobayasi, H. 1958. Cyanophycean flora of Nagatoro Park. Bull. Chichibu Mus. Nat. Hist. 1958(8): 31–35. (In Japanese)
- Kobayasi, H., Yamagishi, T. and Ogishima, M. 1962. Algae. In: Flora of Saitama Prefecture, pp. 285–338. Bd. Education, Saitama Pref. Seibido, Yono City. (In Japanese)
- Kobayasi, Y. and Watari, T. 1934. Microphotographs of lower plants (I)–(II). J. Jap. Bot. 10: 174–181, 334–341. (In Japanese).
- Kokubo, S. 1932. Fuyu-seibutsu Bunruigaku. 1st ed. (1932). Tokyo. (In Japanese)
- Kokubo, S. 1944. Plankton in lakes and marshes in Japan. Seibutsugaku no Shinpo 2: 375–454. Kyoritsu Shuppan, Tokyo. (In Japanese)
- Kokubo, S. 1955. Fuyu-seibutsu Bunruigaku. 2nd ed. Tokyo. (In Japanese)
- Kokubo, S. and Kawamura, T. 1949. Studies on the plankton of the lakes of Kamikita lake group. Jap. J. Limnol. 14: 53–65. (In Japanese)
- Komárek, J. 1958. Die taxonomische Revision der planktischen Blaualgen der Tschechoslowakei. In Komárek, J. and Ettl, H. [eds.] Algologische Studien. Tschechosl. Akad. Wissenschaft.: 10–206. Prag.
- Komárek, J. 1970. Genetic identity of the "*Anacystis nidulans*" strain Kratz-Allen/Bloom. 625 with *Synechococcus* Näg. 1849. Arch. Protistenk. 112: 343–346.
- Komárek, J. 1974. Taxonomische Bemerkungen zu einigen Arten der Mikroflora der Teiche in Böhmen. Acta Sci. nat. Mus. Bohem. merid. České Budějovice 14: 161–190.
- Komárek, J. 1976. Taxonomic review of the genera *Synechocystis* Sauv. 1892, *Synechococcus* Näg. 1849, and *Cyanothece* gen. nov. (Cyanophyceae). Arch. Protistenk. 118: 119–179.
- Komárek, J. 1983. *Rhabdogloea*, the correct name of cyanophycean *Dactylococcopsis* sensu auctt., non Hansgirg (1888). Taxon 32: 464–466.
- Komárek, J. 1989. Studies on the cyanophytes of Cuba 4–6. Flora Geobot. Phytotax. 24: 57–98.
- Komárek, J. 1991. A review of water-bloom forming *Microcystis* species, with regard to population from Japan. Arch. Hydrobiol. Suppl. 42: 115–127.
- Komárek, J. 1993. Validation of the genera *Gloeocapsopsis* and *Asterocapsa* (Cyanoprocarvota) with regard to species from Japan, Mexico and Himalayas. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B, 19: 19–37.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2 —Chroococcales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73: 157–226.

- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3—Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82: 247–345.
- Komárek, J. and Comas, A. G. 1982. Taxonomical definition of the genera and several species of *Ankistrodesmus* and *Selenastrum* (Chroococcales). Arch. Hydrobiol. Suppl. 63(3): 259–277.
- Komárek, J. and Hindák, F. 1988. Taxonomic review of natural population of the cyanophytes from the *Gomphosphaeria*-complex. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80: 203–225.
- Komárek, J. and Komárková-Legnerová, J. 1992. Variability of some planktic gomphosphaerioid cyanoprocarcyotes in northern lakes. Nord. J. Bot., Section of Phycology 12: 513–524.
- Komárek, J. and Lund, W. G. 1990. What is "*Spirulina platensis*" in fact? Arch. Hydrobiol. Suppl. 85: 1–13.
- Komárková-Legnerová, J. and Cronberg, G. 1992. New and recombined filamentous cyanophytes from lakes in south Scania, Sweden. Arch. Hydrobiol. Suppl. 95: 21–31.
- Kondrateva, N. V. 1975. Morphogenesis and the main evolutionary trends in hormogonal algae. 302 pp., Izd. Naukova dumka, Kiev. (In Russian)
- Kurasawa, H. and Okino, T. 1975. List of animal and plant species of Lake Suwa. J. Fac. Sci., Shinshu Univ. 10: 85–104.
- Kuriyagawa, A. 1981. The distribution and transition of *Aphanothece stagnina* in Lake Shire, Yamanashi Prefecture. Jap. J. Limnol. 42: 180–183. (In Japanese)
- Kurogi, M. and Watanabe, M. M. 1973. *Hyella caespitosa* Bornet et Flahault living on and in the scallop shell used for the culture of the Conchocelis of *Porphyra*. Bull. Jap. Soc. Phycol. 21: 92–96. (In Japanese)
- Lemmermann, E. 1907–1910. Algen I. In Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiet. 1–256 pp. Leipzig.
- Mabile, J. 1954. *Homoeothrix Bornetii* (Sauvageau) nov. comb.—*Tapinothrix Bornetii* (Sauv.). Rev. Algol., N.S. 1: 1–13.
- Martens, G. V. 1866. Die Tange—Die Preussische Expedition nach Ost-Asien, nach Amtlichen Quellen. Bot. Teil, pp. 1–152, Taf. 1–8. Berlin.
- Marumo, R. 1966. Cyanophyceae. In S. Motoda [ed.] Illustrations of Japanese pelagic plankton. Vol. 1. Bacillariophyceae, etc. pp. 11–13. Soyo-sha, Tokyo.
- Maruyama, K. 1961. Cyanophyceae from Lake Tairo and Shinmiyo (Miyake Island). Student Rep. Yokohama Mun. Univ. 1961(8): 173–194. (In Japanese)
- Matsumura, J. 1904. Index plantarum Japonicarum, vol. 1 (Cryptogamae). Tokyo.
- Meffert, M.-E. 1987. Planktic unsheathed filaments (Cyanophyceae) with polar and central gasvacuoles. I. Their morphology and taxonomy. Arch. Hydrobiol. Suppl. 76: 315–346.
- Meffert, M.-E. 1988. *Limnothrix* Meffert nov. gen. The unsheathed planktic cyanophycean filaments with polar and central gas vacuoles. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80: 269–276.
- Mifune, M., Emoto Y. and Hirose, H. 1966. Studies on the thermoflora in Japan. XXXIII. Thermal algae in certain strongly radioactive springs in Japan. II. The thermal algae of Masutomi hot springs in Yamanashi Prefecture. J. Balneol. Soc. Jap. 16: 129–135. (In Japanese)
- Mifune, M. and Hirose, H. 1982. Thermal algae in certain radioactive springs in Japan. 3. The thermal algae of Shikano and Hamamura hot springs in Tottori Prefecture. J. Soc. Eng. Min. Spr. Jap. 16: 57–61. (In Japanese)
- Mifune, M. and Hirose, H. 1983a. Thermal algae of certain radioactive springs in Japan. 4. Thermal algae of Yugake hot springs and Kakinoei mineral springs in Shimane Prefecture and Sekigane hot springs in Tottori Prefecture. J. Soc. Eng. Min. Spr. Jap. 17: 59–64. (In Japanese)
- Mifune, M. and Hirose, H. 1983b. The thermal algae of certain radioactive springs in Japan. 5. The thermal algae from Misasa hot springs in Tottori Prefecture. J. Soc. Eng. Min. Spr. Jap. 18: 28–36. (In Japanese)
- Mifune, M., Hirose H. and Tsumura, K. 1959. The thermal algae in a certain strong radioactive spring in Japan. The thermal algae of Ikeda mineral springs in Shimane Prefecture. J. Balneol. Soc. Jap. 10: 60–64. (In Japanese)
- Miyachi, T. 1935. Plankton of Lake Kasumigaura. Jap. J. Limnol. 5: 26–32. (In Japanese)
- Mizuno, T. 1964. Cyanophyta. In Illustrations of freshwater plankton of Japan. pp. 107–124. Hoiku-sha, Osaka. (In Japanese)
- Molisch, H. 1926. Die Lebewelt in den heissen Quellen Japans. In Pflanzenbiologie in Japan auf Grund einige Beobachtungen. pp. 63–103. Jena.
- Mori, M. 1963. On the algae of rice- and rush-fields of Yatusiro plain in Kumamoto Prefecture. Jap. J. Ecol. 13: 172–178. (In Japanese)
- Mori, M. 1971. Studies on the hygroscopic algal vegetation in the mountains of Kumamoto Prefecture. Jap. J. Limnol. 32: 27–31. (In Japanese)
- Motoda, S. and Marumo, R. 1963. Plankton of the Kuroshio water. Proc. Symp. Kuroshio, Oct. 29, 1963: 40–61.
- Murayama, S. and Saisho, T. 1967. Seasonal variations of planktons at lake Ikeda. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 16: 29–33. (In Japanese)
- Nagasawa, S. and Marumo, R. 1967. Taxonomy and distribution of *Trichodesmium* (Cyanophyceae) in the Kuroshio water. Inform. Bull. Planktology in Japan. Comm. Number. Dr. Y. Matsue's 60th birthday: 139–144 (In Japanese)
- Nakano, T. 1970. Aerial, terrestrial and freshwater

- algae from Yoron Isl. and Okinoerabu Island in the Loochoo Islands. Bull. Biol. Soc. Hiroshima Univ. 36: 7-20. (In Japanese)
- Nash 1938 (cited from Cassie, V. 1989). A taxonomic guide to thermally associated algae (excluding diatoms) in New Zealand. Bibliotheca Phycologica 78: 1-255.
- Negoro, K. 1936. Planktoncyanophyceen in japanischen Seen und Teichen I. Jap. J. Limnol. 6: 163-165, pls. 1-2. (In Japanese)
- Negoro, K. 1937a. Planktoncyanophyceen in japanischen Seen und Teichen II-III. Jap. J. Limnol. 7: 9-12, pls. I-II, 144-149, pl. IV. (In Japanese)
- Negoro, K. 1937b. Die Algen aus Kamagaike, Hochmoorteich, in Nagano Prefectur. Jap. J. Limnol. 7: 121-126. (In Japanese)
- Negoro, K. 1938. Die Algen aus dem *Sphagnum*-Sumpf von Usagizima bei Nikko. Jap. J. Limnol. 8: 9-13. (In Japanese)
- Negoro, K. 1943a. Über die Algenvegetation der Thermen von Kusatsu, Gunma Prefecture, Japan. Bot. Mag. Tokyo 57: 302-312. (In Japanese)
- Negoro, K. 1944. Untersuchungen über die Vegetation der mineralogen azidotrophen Gewässer Japans. Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, sect. B. 101: 231-374, Taf. I-XII.
- Negoro, K. 1954. Plankton of Lake Biwa. Biwako Suii Taisaku (Suisan Seibutsu) Chosa Hokoku. Fish. Res. Sta. Shiga Pref., Hikone. 40 pp., 10 pls., 2 tabs. (In Japanese)
- Negoro, K. 1956. The phytoplankton of the main basin of Lake Biwako. Jap. J. Limnol. 18: 37-46. (In Japanese)
- Negoro, K. 1957. The plankton of Lake Ibanaike (or Nakanoumi) as trophic indicators. Jap. J. Limnol. 19: 68-71. (In Japanese)
- Negoro, K. 1959. Some noticeable plankton-algae of Lake Biwa and its effluent. Algal indicators of a water system. Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B. 26: 311-314, pl. 1.
- Negoro, K. 1962. Algae and mosses in mineralogenous acidotrophic inland waters of Japan. Acta Phytotax. Geobot. 20: 314-321. (In Japanese)
- Negoro, K. 1967. First report of the regular limnological survey of Lake Biwa (Oct. 1965-Dec. 1966) II. Plankton in general and phytoplankton. Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Biol. 1: 41-61.
- Negoro, K. 1968. Phytoplankton of Lake Biwa. In S. Kitamura [ed.] Flora Ohmiensis, pp. 275-330, pls. 14-31.
- Negoro, K. 1971. Plankton of Lake Biwa. Rep. Sci. Res. Lake Biwa State Park, Shiga Pref., pp. 245-263, pls. I-XI. (In Japanese)
- Negoro, K. 1973. Cyanophyta. In M. Ueno [ed.] Tamiji Kawamura's Nippon Freshwater Biology. pp. 10-27, Hokuryukan, Tokyo. (In Japanese)
- Negoro, K. 1988. Finding of a noteworthy plankton species of Lake Mikata, Fukui Prefecture. Yomiuri-shinbun, Nov. 27, 1988. (In Japanese)
- Negoro, K. 1991. "Aoko" in the water-bloom of blue-green algae of Lake Biwa in summer of 1990. Acta Phytotax. Geobot. 42: 159-164. (In Japanese)
- Negoro, K. and Aoki, K. 1991. The planktonic blue-green algae of Lake Mitaka and Lake Kitagata in summer and autumn of 1987. Acta Phytotax. Geobot. 42: 165-171. (In Japanese)
- Noda, M. 1971. On two new species of freshwater Cyanophyta from Echigo Province. Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. D (Biol.) 8: 61-64.
- Noda, M. 1974. On the marine algae of Sado Island in the Japan Sea (2). Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat., Niigata Univ. no. 4: 15-25.
- Noda, M. 1987. Marine algae of the Japan Sea. 557 pp. Kazama Shoten, Tokyo.
- Nygaard, G. 1926. Plankton from two lakes of the Malayan region. Vid. Medd. Naturh. Fören. Kobenhaven 82: 197-240.
- Ochiai, T. 1960. Some limnological studies of Lake Wakuike. Jap. J. Limnol. 21: 221-228. (In Japanese)
- Ochiai, T. 1962a. Studies on the plankton of freshwater ponds and springs in the Kuwabara area of the northern part of Nagano Prefecture. Jap. J. Limnol. 23: 133-144. (In Japanese)
- Ochiai, T. 1962b. Chlorophyceae, Heterokontae, Monadophyta and Cyanophyceae of Iyari Area, Nagano Prefecture. Bull. Jap. Soc. Phycol. 10: 45-52. (In Japanese)
- Okada, Yonosuke 1939. On the Cyanophyceae in the hot springs of Sukayu, Mt. Hakkoda. Ecol. Rev. 5: 259-266. (In Japanese)
- Okada, Yoshikazu 1936. Reports on some Japanese freshwater algae. (1). J. Jap. Bot. 12: 272-278. (In Japanese)
- Okada, Yoshikazu 1939a. New localities for *Gomphosphaeria* in Japan. J. Jap. Bot. 15: 398-399. (In Japanese)
- Okada, Yoshikazu 1939b. Freshwater algae. In Y. Asahina [ed.] Atlas of Cryptogams in Japan: 67-198. Sansendo, Tokyo and Osaka. (In Japanese)
- Okada, Yoshikazu 1953a. On the reversion of *Phyllocladema sacrum* Sur. J. Jap. Bot. 28: 17-20. (In Japanese)
- Okada, Yoshikazu 1953b. Algae—Lower algae. In Seibutsugaku Taiko 3: 78-94. Nakayama Shoten, Tokyo. (In Japanese).
- Okamura, K. 1902. Synoptic list of Japanese algae. 1st ed., vi+276 pp., Keigyosha, Tokyo.
- Okamura, K. 1907. An annotated list of plankton microorganisms of the Japanese coast. Annot. Zool. Japon. 6: 125-151, pls. III-VI.
- Okamura, K. 1915. Icones of Japanese Algae 7(3): 123-154. (In Japanese)
- Okamura, K. 1916. Synoptic list of Japanese algae. 2nd ed., Tokyo.
- Okamura, K. 1922. Syumikara mita Kaiso to Jinsei. Uchida Rokakuho, Tokyo. (In Japanese)

- Okamura, K. 1930. Sorui Keito Gaku. 522 pp. Uchida Rokakuho, Tokyo. (In Japanese)
- Okamura, K. 1934a. Synoptic list of Japanese algae. 4th ed., Tokyo. (In Japanese)
- Okamura, K. 1936. Nippon Kaiso-shi, 964 pp. Uchida Rokakuho, Tokyo. (In Japanese)
- Ono, N. 1904. In J. Matsumura [ed.] Index Plantarum Japonicarum 1 (Cryptogamae): 4. Tokyo.
- Papenfuss, G. F. 1955. Classification of the algae. A century of progress in the natural sciences, 1853-1953: 115-224. Calif. Acad. Sci., San Francisco.
- Peterson, J. B. 1923. The freshwater Cyanophyceae of Iceland. The Botany of Iceland 2(2): 249-324.
- Rabenhorst, L. 1865. Flora Europaea Algarum 2: 1-319. Leipzig.
- Rao, C. B. 1937. The Myxophyceae of the United Provinces, India III. Proc. Indian Acad. Sci. B6(6): 339-375.
- Setchell, W. A. and Gardner, N. L. 1930. Marine algae of the Revillagigedo Islands Expedition in 1925. Proc. Calif. Acad. Sci. IV, 19: 109-215, pls. 4-15.
- Skuja, H. 1949. Zur Süswasseralfgenflora Burmas. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal., ser. 4, 14(5): 1-188.
- Skuja, H. 1956. Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. *ibid.* 16(3): 1-404.
- Skuja, H. 1964. Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. *ibid.* 18(3): 1-465.
- Smith, G. M. 1916. New or interesting algae from the lakes of Wisconsin. Bull. Torr. Bot. Club 43: 471-483.
- Starmach, K. 1929. Über polonische *Chamaesiphon*-Arten. Acta Soc. Bot. Pol. 6(1): 30-45.
- Starmach, K. 1959. *Homoeothrix janthina* (Born. et Flah.) comb. nova mihi (= *Amphithrix janthina* Born. et Flah.) and associating it blue-green algae. Acta Hydrobiol 1: 149-164.
- Suringar, W. F. R. 1870. Algarum japonicarum Musei Lugduno-Batavi. 39 pp., VIII-Tab. 25.
- Suringar, W. F. R. 1872. Illustration des algues du Japon. In Musée Botanique de Leiden 1: 67-76, pls. 22-25.
- Takata, A. and Hirose, H. 1971. On the marine algae of Ishima Islands and their neighbouring waters. Bull. Jap. Soc. Phycol. 19: 107-115. (In Japanese)
- Tanaka, T. 1956. Marine algae from Amami Islands and their resources. Mem. South Indust. Sci. Inst. 1(3): 13-22, pls. I-II. (In Japanese)
- Thuret, G. 1875. Essai de classification des Nostochinées. Ann. Sci. Nat. VI. Bot. 1: 372-382.
- Tilden, J. E. 1910. Minnesota algae. I. 328 pp., pls. 1-20. Minneapolis.
- Tokida, J. 1930. On some little known marine algae of Japan, with special reference to the species of *Borstrychia*. Bot. & Zool. (Tokyo) 7: 522-530. (In Japanese)
- Tokida, J. 1938. Phycological observations, IV. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 15: 212-222.
- Tsujita, T. 1956. Studies on the explosive multiplication of plankton and its subsequent phenomena. Bull. Seikai Reg. Fish. Lab. 10: 1-62. (In Japanese)
- Ueda, R. 1939. Some species of *Oscillatoria*. Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, Sect. B, 37: 9-13.
- Ueda, S., Iwamoto, K. and Miura, A. 1963. Aquatic plants. xviii + 640 pp. Koseisha-koseikakku, Tokyo. (In Japanese)
- Ueda, S. and Okada, Yoshikazu 1934. On the food of salmonoid fish, Ayu (*Plecoglossus altivelis* Temminok and Schlegel). Bull. Jap. Soc. Fish. 2: 241-245.
- Ueno, M. 1933. Plankton of Etorofu Island. Jap. J. Limnol. 3: 18-22. (In Japanese)
- Ueno, M. 1934. Plankton of lakes and ponds in the westsouthern district of Kunashiri. Jap. J. Limnol. 3: 129-133. (In Japanese)
- Ueno, M. 1936. Plankton of Riyaushi Lake, Abashiri, Hokkaido. Jap. J. Limnol. 7: 85-87. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1950. Marine Cyanophyceae from Japan (1). J. Jap. Bot. 25: 224-228. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1951. Marine Cyanophyceae from Japan (2). J. Jap. Bot. 26: 203-205. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1952a. Some marine Cyanophyceae from the Shirahama coast of Wakayama Prefecture. Publ. Seto marine Biol. Lab. 2: 235-248.
- Umezaki, I. 1952b. Marine Cyanophyceae from Japan (4)-(5). J. Jap. Bot. 27: 117-120, 219-222. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1953a. Marine Cyanophyceae from Japan (6)-(9). J. Jap. Bot. 28: 165-170, 201-203, 236-239, 363-366. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1953b. Marine Cyanophyceae from Waka-sa Bay (1). Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 66: 63-79, pls. 1-5.
- Umezaki, I. 1954. Marine Cyanophyceae from Japan (10)-(11). J. Jap. Bot. 29: 172-176, 217-220. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1955a. Some Cyanophyceae of Tokara Islands. Bot. Mag. Tokyo 68: 63-70.
- Umezaki, I. 1955b. A developmental study of the frond of *Brachytrichia Quoyi* (Ag.) Born. & Flah. Acta Phytotax. Geobot. 16: 56-62. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1955c. Marine Cyanophyceae from the Shima Peninsula (1)-(2). J. Jap. Bot. 30: 57-62, 209-214.
- Umezaki, I. 1956a. On a collection of *Gardnerula corymbosa* (Harvey) J. De Toni. Publ. Seto. Marine Biol. Lab. 5: 291-295.
- Umezaki, I. 1956b. Marine Cyanophyceae of Amami-oshima Island. Publ. Seto. Marine Biol. Lab. 5: 407-429.
- Umezaki, I. 1956c. Marine Cyanophyceae from Hokkaido. Acta Phytotax. Geobot. 16: 84-90. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1961. The marine blue-green algae of Japan. Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 83: 1-149.

- Umezaki, I. 1962. *Yonedaella* nom. nov. *Taxon* 11: 204.
- Umezaki, I. 1965. Blue-green algae growing on *Porphyra* culture nets near river mouth or a water treatment center. *Mizu Syori Gijyutsu* 6(11): 29-34. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1974. On the taxonomy of the genus *Trichodesmium*. *Bull. Plankton Soc. Jap.* 20: 93-100. (In Japanese)
- Umezaki, I. 1983-1984. Synopsis of red tide organisms. In Working Party in the Akashio Mondai Kenkyukai [ed.] no. 143 (1983), no. 169 and no. 170 (1984). (In Japanese)
- Umezaki, I. 1987. Blue-green algae. In: A guide for studies of red tide organisms: 252-291. *Jap. Fish. Res. Conserv. Ass.*, Tokyo. (In Japanese)
- Umezaki, I. and Lewmanomont, K. 1991. The marine blue-green algae of Thailand. *Thai Mar. Fish. Res. Bull.* 2: 31-45.
- Wakabayashi, T. and Ichise, S. 1982. The plankton of Lake Biwa (supervised by Negoro, K.): 1-155. *Shiga Pref. Inst. Publ. Health and Environ. Sci.*, Otsu. (In Japanese)
- Watanabe, A. 1970. Studies on application of Cyanophyta in Japan. 5. Symposium über Fragen der Cyanophytensystematik Kastanienbaum, 1969. *Schw. Zeit. Hydrol.* 32: 566-569.
- Watanabe, M. 1984, 1988, 1989. In T. Yamagishi and M. Akiyama [eds.] Photomicrographs of the Fresh-water Algae 1: 1, 2, 3, 4, 59, 60, 61, 62 (1984), 8: 33 (1988), 9: 7, 8, 61, 62 (1989). Uchida Rokakuho, Tokyo.
- Watanabe, M. and Chihara, M. 1980. Algal flora of Tsukuba-gakuen campus V. Blue-green algal plankton in Kasumigaura. *Tsukuba Univ. Environ. Group. Studies of Environment in Tsukuba* 5A: 80-86. (In Japanese)
- Watanabe, M., Haga, M. and Ioriya, T. 1984. Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River. *Jap. J. Phycol.* 32: 60-64. (In Japanese)
- Watanabe, M. and Niiyama, Y. 1990. Freshwater algae of Lake Akan (5). *Bull. Natn. Sci. Mus.*, Tokyo, Ser. B 16: 29-39. (In Japanese)
- Watanabe, M. F. 1979. Studies on the metalimnetic blue-green alga *Oscillatoria mougeotii* in an eutrophic lake with special reference to its population growth. *Arch. Hydrobiol.* 86: 66-86.
- Watanabe, M. F., Oishi, S., Watanabe, Y. and Watanabe, M. 1986. Strong probability of lethal toxicity in the blue-green alga *Microcystis viridis* Lemmermann. *J. Phycol.* 22: 552-556.
- Watanabe, M. M. and Ichimura, T. 1977. Fresh- and salt-water forms of *Spirulina platensis* in axenic culture. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 25, Suppl.: 371-377.
- Watanabe, T. 1956. On the abnormal water color due to the scum of algal plankton in Sarusawa-ike, Nara City and the progress of its recovery. *Jap. J. Limnol.* 18: 110-117. (In Japanese)
- Watanabe, T. 1957. On the algal flora of the Ryuo-dai fall at Tsukigase-mura, Nara Prefecture. *Jap. J. Limnol.* 19: 45-50. (In Japanese)
- Watanabe, T. 1968a. Plankton of Daizabozu-ike pond and Rondengaike pond in the Iizuna Heights, Nagano Prefecture. *Jap. J. Limnol.* 29: 30-39. (In Japanese)
- Watanabe, T. 1968b. Blue-green algae of the Yamato-yoshino River. *Jap. J. Limnol.* 29: 159-167. (In Japanese)
- Watanabe, Y., Watanabe, M. F. and Watanabe, M. 1986. The distribution and relative abundance of bloom forming *Microcystis* species in several eutrophic waters. *Jap. J. Limnol.* 47: 87-93.
- Wettstein, R. von 1924. *Handbuch der systematischen Botanik*. 3rd. ed., 1017 pp. Leipzig u. Vienna.
- Wille, N. 1913. *Algologische Notizen XXII-XXIV*. *Nyt. Mag. f. Naturv.* 51: 1-26, Taf. 1.
- Wille, N. 1918. *Algologische Notizen XXVIII*. *Nyt. Mag. f. Naturv.* 56: 32-33.
- Yamada, Y. 1933. Seaweeds and freshwater algae. In *Illustrations of useful, harmful and appreciative aquatic animals and plants*, pp. 570-607. Daichishoin, Tokyo. (In Japanese)
- Yamada, Y. 1935. *Bunrui Shokubutsu Gaku* 1. (Eds. Yamada, Y., Kimura, A. and Honda, M.), 367 pp., Yokendo, Tokyo. (In Japanese)
- Yamada, Y. & Tanaka, T. 1944. The marine algae of Shiretoko Peninsula, Province Kitami. *Hokkaido Fish. Stat.* 1: 165-171. (In Japanese)
- Yamagishi, T. 1967. Algae collected from *Sphagnum*-bogs of Mt. Naeba. *Gen. Educ. Rev. Coll. Agr. & Vet. Med.*, Nihon Univ. 3: 17-33. (In Japanese)
- Yamagishi, T. 1972. A check list of the freshwater algae from the bogs and ponds of Mt. Poroshiri. *Mem. Natn. Sci. Mus.* no. 5: 163-172, pls. 2-3. (In Japanese)
- Yamagishi, T. 1984, 1985, 1987, 1989. In T. Yamagishi, and M. Akiyama [eds.] *Photomicrographs of the Fresh-water Algae* 2: 48, 49, 50 (1984), 3: 3, 4, 11, 22, 29, 43, 49, 50, 55, 64, 73, 77, 79, 92, 95 (1985), 7: 38 (1987), 9: 77 (1989), 10: 37 (1989), Uchida Rokakuho, Tokyo.
- Yamagishi, T. and Akiyama, M. 1984-1988 [eds.]. *Photomicrographs of the Fresh-water Algae*. Vols. 1-2 (1984), 3-4 (1985), 5 (1986), 6-7 (1987), 8 (1988), 9-10 (1989). Uchida Rokakuho, Tokyo.
- Yamagishi, T., Ooshima, K. and Watanabe, M. 1982. Plankton algae from Fuji Goko. *Mem. Natn. Sci. Mus.*, no. 15: 91-97.
- Yamaguti, H. 1955. Freshwater algae of "Sokonashi-ike" of the Tokara Island. *Jap. J. Limnol.* 17: 44-48. (In Japanese)
- Yamaguti, H. 1956. Aquatic vegetation of Sone-numa, a small marshy lake close to Lake Biwa-ko. *Jap. J. Limnol.* 18: 93-109. (In Japanese)
- Yamaguti, H. 1960. The phytoplankton of the southern basin of Lake Biwa-ko. *Jap. J. Limnol.* 21: 315-326. (In Japanese)



- Yamaji, I. 1984. Illustrations of the marine plankton of Japan. 3rd. ed. 535 pp., 150 pls. Hoikusha, Osaka. (In Japanese)
- Yasuhara, T. and Arasaki, S. 1979. "Jusentai" in Amaki City, Fukuoka Prefecture. On the farming and manufacturing of "Suizenjinori", *Aphnothece sacrum* Okada. Rep. Mishima Res. Inst. Sci. Liv., Nihon Univ. 2: 33-36. (In Japanese)
- Yendo, K. 1911. Textbook of marine plants. 748+84 pp. Hakubunkan, Tokyo. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1937. Cyanophyceae of Japan I. Acta Phytotax. Geobot. 6: 179-209.
- Yoneda, Y. 1938a. Cyanophyceae of Japan II. Acta Phytotax. Geobot. 7: 88-101.
- Yoneda, Y. 1938b. Cyanophyceae of Japan III.—Acta Phytotax. Geobot. 7: 139-183.
- Yoneda, Y. 1938c. Thermal and subthermal Cyanophyceae from Beppu. Acta Phytotax. Geobot. 7: 213-221. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1939a. Cyanophyceae of Japan IV. Acta Phytotax. Geobot. 8: 32-49.
- Yoneda, Y. 1939b. Studies on the thermal algae of Hokkaido (I). Acta Phytotax. Geobot. 8: 101-107. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1939c. Studies on the thermal algae of Hokkaido (II). Acta Phytotax. Geobot. 8: 148-163. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1939d. The freshwater algae of Pond Myojin-ike, Kamikoti. Acta Phytotax. Geobot. 8: 128-134. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1940a. Cyanophyceae of Japan V. Acta Phytotax. Geobot. 9: 39-50.
- Yoneda, Y. 1940b. Studies on the thermal algae of Hokkaido (III). Acta Phytotax. Geobot. 9: 192-202. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1941a. Cyanophyceae of Japan VI. Acta Phytotax. Geobot. 10: 38-45.
- Yoneda, Y. 1941b. Studies on the thermal algae of Hokkaido (IV). Acta Phytotax. Geobot. 10: 159-171. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1941c. Studies on the thermal algae of Hokkaido (V). Acta Phytotax. Geobot. 10: 229-253. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1942a. Cyanophyceae of Japan VII. Acta Phytotax. Geobot. 11: 65-82.
- Yoneda, Y. 1942b. Bacteria and algae of hot springs in Gifu Prefecture. Acta Phytotax. Geobot. 11: 83-110. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1942c. Bacteria and algae of hot springs in Wakayama Prefecture. Acta Phytotax. Geobot. 11: 194-210. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1942d. Thermal algae of Ishikawa Prefecture. Acta Phytotax. Geobot. 11: 211-215. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1942e. On some algae from cold mineral springs in Toyama Prefecture. Acta Phytotax. Geobot. 11: 225-226. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1942f. A new species of *Spelaopogon*. Acta Phytotax. Geobot. 11: 329-332. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1942g. Algae of thermal springs in Okayama Prefecture. J. Jap. Bot. 18: 201-213. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1943. The cyanophycean genus *Synechococcus* of Japan. Acta Phytotax. Geobot. 13: 89-105. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1949. Notes on the freshwater algae of Kikusui-sen, a rheocene at Yoro-mura in Province Mino. J. Jap. Bot. 24: 169-175. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1950. Some freshwater algae from the vicinity of Tsubosaka in the Province of Yamato, Japan. Acta Phytotax. Geobot. 12: 193-197. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1951. Notes on some aerial and subaerial algae from Wakayama Prefecture (1). Nankiseibutsu 3: 9-19. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1952a. A general consideration of the thermal Cyanophyceae of Japan. Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 62: 1-20.
- Yoneda, Y. 1952b. Studies on the thermal algae of Hokkaido (VI). J. Balneol. Soc. Jap. 5: 11-15. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1953a. A contribution to the cyanophycean flora of Oze, central Japan. Jap. J. Bot. 14: 99-124.
- Yoneda, Y. 1953b. The phytoplankton of Lake Mikata. Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ. 66: 39-62.
- Yoneda, Y. 1953c. Notes on some aerial and subaerial algae from Wakayama Prefecture (2). Nankiseibutsu 4: 106-114. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1954a. The thermal algae of Yoshida hot springs in Miyazaki Prefecture, Kyushu. Bull. Jap. Soc. Phycol. 2: 5-12. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1954b. The high moor algal-flora of Mt. Azuma. Acta Phytotax. Geobot. 15: 121-222. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1962a. Studies on the thermal algae of Hokkaido (VII). Acta Phytotax. Geobot. 20: 308-313. (In Japanese)
- Yoneda, Y. 1966. Lower plants. A. Cyanophyta. In Gendai Seibutsugaku Taikai 5: 73-101. Nakayama Shoten, Tokyo. (In Japanese)
- Zanardini, G. (J.) 1872. Phycarum Indiacarum Pugillus. Mem. R. Inst. Veneto 17: 129-170, tabs. 1-12.

## 梅崎 勇\*・渡辺真之\*\*：日本産藍藻類目録 1. クロオコックス目及びユレモ目

1853-1856年の米国北太平洋探検隊によって横浜その他から採集された海藻標品の中から W. H. Harvey が 1859年に藍藻類の4新種を発表したのが、日本における藍藻類の最初の報告である。本報告は、それ以後現在に至るまでの外国人及び日本人によって日本より記録された藍藻類のクロオコックス目とユレモ目に属する種類をリストしたものである。なお、分類群(属から目にいたる)の配列は、クロオコックス目については Anagnostidis and Komárk (1986) の、ユレモ目については Komárek and Anagnostidis (1988) の分類に従った。

クロオコックス目には7科40属160種がリストされた。エントフィザイリス科に2新組合せ種が、キセノコックス科に1新名種がつけられた。エントフィザイリス科：*Placoma adriatica* (Hauck) comb. nov. (= *Oncobrysa adriatica* Hauck 1885), *P. micrococca* (Hansg.) comb. nov. (= *Oncobrysa adriatica* Hauck var. *micrococca* Hansg. 1893); キセノコックス科：*Xenococcus yonedae* nom. nov.

ユレモ目には、ボルジア科に3属6種、ホモエオスリックス科に2属17種、ユレモ科に5属29種、ナガレクダモ科に12属126種、シュウドアナベナ科に8属72種、エダウチクダモ科に1属15種がリストされた。ボルジア科とユレモ科にそれぞれ1新組合せ種がつけられた。ボルジア科：*Komvophoron tenuis* (Emoto & Hirose) comb. nov. (= *Oscillatoria constricta* Szaf. var. *tenuis* Emoto & Hirose 1940); ヌレモ科：*Lyngbya anomala* (C. B. Rao) comb. nov. (= *Phormidium anomalum* C. B. Rao 1937)。ナガレクダモ科に13新組合せ種と3新名種がつけられた。*Phormidium acuminatum* var. *longe-attenuatum* (Geitl. & Ruttn.) comb. nov. (= *Oscillatoria acuminatum* Gom. f. *longe-attenuata* Geitl. & Ruttn. 1935), *P. chalybeum* var. *depauperatum* (Copel.) comb. nov. (= *Oscillatoria chalybea* Mert. var. *depauperata* Copel. 1936), *P. chlorinum* (Kütz.) comb. nov. (= *Oscillatoria chlorina* Kütz. ex Gom. 1892), *P. foreai* (Frémy) comb. nov. (= *Oscillatoria foreai* Frémy 1942), *P. konstantianum* nom. nov., *P. nemuroense* (Yoneda) comb. nov. (= *Lyngbya nemuroensis* Yoneda 1941), *P. proteus* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria proteus* Skuja 1949), *P. puteale* var. *minor* (Geitl.) comb. nov. (= *Lyngbya putealis* Mont. var. *minor* Geitl. 1933), *P. spirulinoides* (Yoneda) comb. nov. (= *Oscillatoria spirulinoides* Yoneda 1954), *P. subspiroides* (Copel.) comb. nov. (= *Lyngbya subspiroides* Copel. 1936), *P. thwaitesii* nom. nov., *P. yonedae* (Umez.) comb. nov. (= *Oscillatoria Yonedae* Umez. 1961), *P. yuichii* nom. nov., *Planktothrix iwanoffiana* (Nyg.) comb. nov. (= *Trichodesmium Iwanoffianum* Nyg. 1926), *P. lacustris* (Kleb.) comb. nov. (= *Trichodesmium lacustre* Kleb. 1895), *P. miyadaii* (Negoro) comb. nov. (= *Oscillatoria Miyadaii* Negoro 1943)。シュウドアナベナ科には15新組合せ種と1新名種がつけられた。*Geitlerinema peronidum* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria peronides* Skuja 1937), *G. splendidum* var. *attenuatum* (W. West) comb. nov. (= *Oscillatoria splendida* Grev. var. *attenuata* W. West 1896), *G. splendidum* var. *truncatum* (Emoto & Hirose) comb. nov. (= *Oscillatoria splendida* Grev. var. *truncatum* Emoto & Hirose 1940), *G. uncinatum* (Emoto & Hirose) comb. nov. (= *Oscillatoria uncinata* Emoto & Hirose 1940), *G. codii* nom. nov., *Leibleinia pellucida* (Umez.) comb. nov. (= *Lyngbya pellucida* Umez. 1961), *Leptolyngbya cebennense* (Gom.) comb. nov. (= *Phormidium cebennense* Gom. 1899), *L. desmidiacearum* (Noda) comb. nov. (= *Plectonema desmidiacearum* Noda 1971), *L. notata* var. *africana* (Fritsch & Rich) comb. nov. (= *Plectonema notatum* Schmidle var. *africanum* Fritsch & Rich 1929), *L. purpurascens* var. *elegans* (Drouet) comb. nov. (= *Phormidium purpurascens* (Kütz.) Gom. var. *elegans* Drouet 1934), *L. subterranea* (Copel.) comb. nov. (= *Phormidium subterraneum* Copel. 1936), *Planktothrix spirulinoides* (Utermöhl) comb. nov. (= *Lyngbya spirulinoides* Utermöhl 1925), *Jaaginema geminata* var. *sulphurea* (Strzesz.) comb. nov. (= *Oscillatoria geminata* Menegh. var. *sulphurea* Strzesz. 1913), *Limnothrix guttulata* (van Goor) comb. nov. (= *Oscillatoria guttulata* van Goor 1918), *L. pseudominima* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria pseudominima* Skuja 1955), *L. quasiperforata* (Skuja) comb. nov. (= *Oscillatoria quasiperforata* Skuja 1949)。(\*917 小浜市学園町1-1 福井県立大学生物資源学部海洋生物資源学科, \*\*305 つくば市天久保4-1-1 国立科学博物館植物研究部)

(Received April 7, 1994. Accepted May 16, 1994)



## 日本産ミドリムシ藻 *Eutreptia* の 3 種

加藤 季 夫

国学院大学自然科学研究室 (150 東京都渋谷区東4-10-28)

Kato, S. 1994. Three species of *Eutreptia* (Euglenophyceae) from Japan. Jpn. J. Phycol. 42: 221–226.

Three species of *Eutreptia* (Class Euglenophyceae) were described on the basis of the specimens collected from one pond and three beaches of Japan. They are *E. viridis* Perty, *E. pertyi* Pringsheim and *E. globulifera* van Goor. During this study, the following additional information concerning their morphology and taxonomy have been obtained. Muciferous bodies of *E. viridis* are small and spherical. Type material of *E. pertyi* (CCAP1226/3) has striations on its pellicle. *E. globulifera* has chloroplast ribbons radiating from a pyrenoid centre which was first described as a globular body by van Goor (1925). *E. pertyi* differs from *E. viridis* in its larger size of cell and eyespot.

*Key Index Words:* euglenoid—*Eutreptia*—*Eutreptia globulifera*—*Eutreptia pertyi*—*Eutreptia viridis*  
Sueo Kato, Laboratory of Natural Science, Kokugakuin University, Higashi 4-10-28, Shibuya-ku, Tokyo, 150 Japan

*Eutreptia* は長さがほぼ等しい 2 本の鞭毛と葉緑体を持つことで特徴づけられるミドリムシ藻で、1852年に Perty によりスイスから得られた *E. viridis* Perty をタイプ種として属が設立されて以来、Entz (1883), Steuer (1904), Skvortzow (1925), van Goor (1925), Skuja (1948), Pringsheim (1953), Butcher (1961) などにより新種及び新変種が記載され、現在 8 種 2 変種が知られている。日本ではこのうち *E. viridis* と *E. pertyi* Pringsheim の 2 種が報告されているにすぎず (羽田 1972, 山岸 1977, 斉藤 1982, 1984, 加藤 1991), しかも、*E. pertyi* は種名のみが報告されているだけである (斉藤 1984)。

筆者は我が国に産する *Eutreptia* の種類を明らかにし、それを記載するため、単離・培養したクローン培養株を観察したので、その結果をここに報告する。

### 材料と方法

採集は1985年および1990年に池や海岸の砂浜で大型ピペットまたは葉さじを用いて行った (Fig. 1)。採集した水または砂など中の藻体はピペット洗浄法で単離し、土壌—水二相培地 (Pringsheim 1946) の水の代わりに AF-6 培地 (加藤 1982) を用いた二相培地または水の代わりに PES 培地 (Provasoli 1966) を用いた二相培地で培養した。培養は温度 10°C または 20°C、照度約 3000 lux、12–12時間の明暗周期の条件下で行っ

た。観察は光学顕微鏡 (オリンパス社製 BH2) を用いて主に対数増殖期の藻体で行った。また、観察の際にノマルスキー式微分干渉装置 (オリンパス社製 BH2-NIC) も用いた。さらに、藻体の固定には 1% オスミウム酸蒸気、ピレノイドの染色にプロピオンカーミン (Rosowski and Hoshaw 1970)、粘液体の染色に 0.1% 中性赤水溶液、動きを抑えるために 1% メチルセルロース水溶液をそれぞれ用いた。尚、比較のために、CCAP (Culture Collection of Algae and Protozoa, United Kingdom) からの分譲株 CCAP1226/3 (Thompson *et al.* 1988) もあわせて観察した。

### 結果と考察

今回単離・培養できた *Eutreptia* の 6 株は、以下の 3 種に同定することができた。このうち、*E. globulifera* van Goor は日本新産である。

1) *Eutreptia viridis* Perty, Kennntn. Klein. Lebensf. 168. pl. 9. f. 1. 1852. (Figs. 2, 5–6)

遊泳中の変形運動をしていない細胞は倒卵形で、尾部は細長く突出しており、細胞の長さは 41–63  $\mu\text{m}$ 、幅は 8–18  $\mu\text{m}$  である。変形運動は著しく、輪状に突出したふくらみが細胞の頭部から尾部に、あるいは尾部から頭部に向かって急速に移動し、これに伴って細胞の形や大きさがかなり変化する。葉緑体は細胞のほぼ中央部にある 1 個のピレノイド・センターとそこか

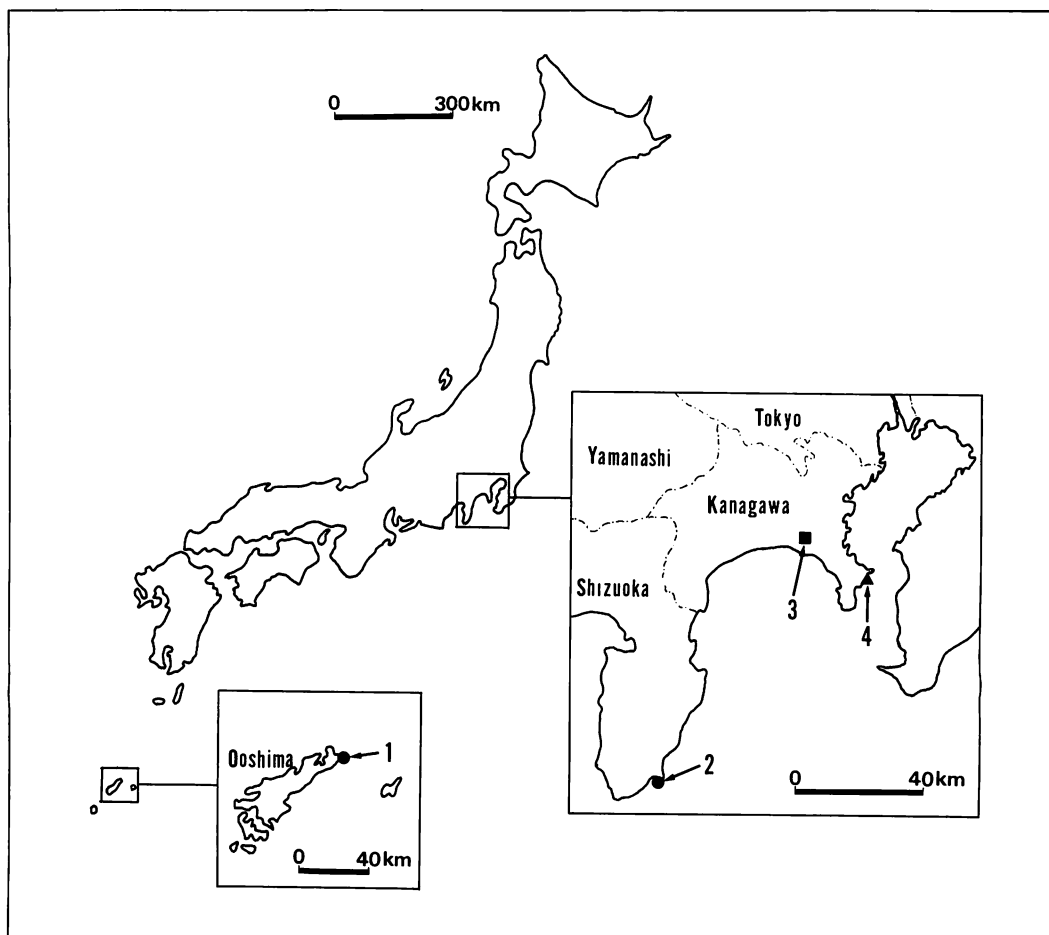


Fig. 1. A map showing the localities where three species of *Eutreptia* were collected. Symbols indicate the taxa. 1. Cape Ayamaru. 2. Kakizaki. 3. Nihon University campus. 4. Kamoi harbor. ■: *E. viridis* Perty. ●: *E. pertyi* Pringsheim. ▲: *E. globulifera* van Goor.

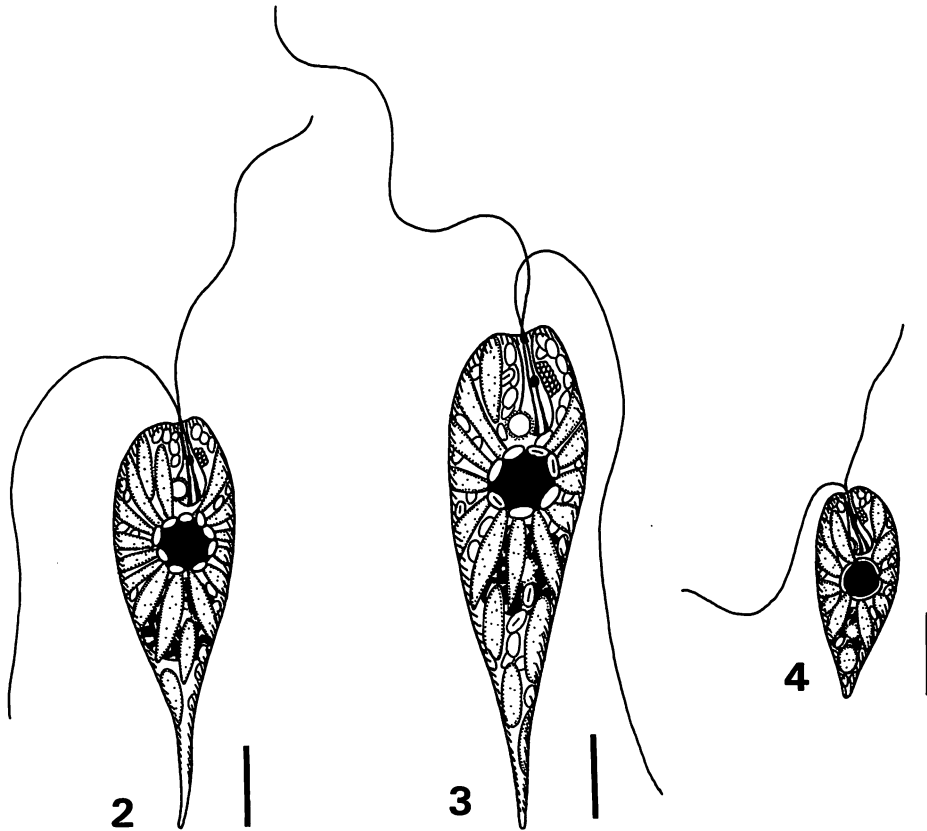
ら放射状に外皮にむかっているのびているリボン状の葉緑体片からなる。しかしながら、対数増殖期の後半になると葉緑体片がピレノイド・センターから離れ、円盤状をしている細胞も多い。ピレノイド・センターは1個のピレノイドからなる。核はほぼ球形で、径 8–12  $\mu\text{m}$ 、ピレノイド・センターの尾部寄りに近接して位置する。2本の鞭毛の長さは体長の1–1.5倍、眼点の大きさは 3  $\mu\text{m}$ 、粘液体は小さくて顆粒状、パラミロン粒は卵形で小さい。貯胞の側方に収縮胞がある。10°C、AF-6 培地を用いた二相培地で培養。

培養株：E-1098, E-1103, E-1105 (神奈川県藤沢市の日本大学農獣医学部キャンパス内のコンクリート製の小さな池、1990年1月25日)。

タイプ産地：スイス。

分布：ヨーロッパ、北アメリカ、日本。

E-1098, E-1103, E-1105 の3株の観察結果は Perty (1852) の原記載にはほぼ一致していた。日本では本種はすでに広島県沿岸 (羽田 1972)、神奈川県沿岸 (斉藤 1982, 1984)、埼玉県および宮城県 (加藤 1991) から報告されている。また、山岸 (1977) によれば北海道からも本種の報告がある。これらのうち、羽田 (1972) が報告した広島県沿岸産のものは細胞の長さが 10–20  $\mu\text{m}$  で、本種としては小さすぎることから *E. viridis* でないと考えられる。斉藤 (1982, 1984) が報告した神奈川県沿岸産のものと今回観察した E-1098 などの3株のものでは粘液体以外の形態はよく一致していたが、粘液体の形は神奈川県沿岸産のものは紡錘形であるのに対して E-1098 などの3株のものは顆粒状をしている。このことから、両者は別の分類群と考えられるが、Perty (1852) の原記載には *E. viridis* の粘



Figs. 2-4. Three species of *Eutreptia*. 2. *E. viridis* Perty. 3. *E. pertyi* Pringsheim. 4. *E. globulifera* van Goor. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$ .

液体について何も述べられていない。そこで、現時点ではタイプ標本が採集されたのが海ではなく水蓮などが生育している池である点を重視し、日本大学農獣医学部キャンパス内の水蓮が生育しているコンクリート製の池から得られた E-1098, E-1103, E-1105 の 3 株の藻の方を *E. viridis* として扱うのが適切であると思われる。

2) *Eutreptia pertyi* Pringsheim, Arch. Microbiol. 18: 152. f. 4-6. 1953. (Figs. 3, 7)

遊泳中の変形運動をしていない細胞は倒卵形で、尾部は細長く突出しており、細胞の長さは 56-80  $\mu\text{m}$ 、幅は 18-25  $\mu\text{m}$  である。変形運動は著しく、輪状に突出したふくらみが細胞の頭部から尾部に向かって急速に移動し、これに伴って細胞の形や大きさが変化する。葉緑体は細胞の中央部の頭部寄りにある 1 個のピレノイド・センターとそこから放射状に外皮に向かってのびているリボン状の葉緑体片からなる。しかしながら、定常増殖期の細胞では葉緑体片がピレノイド・セン

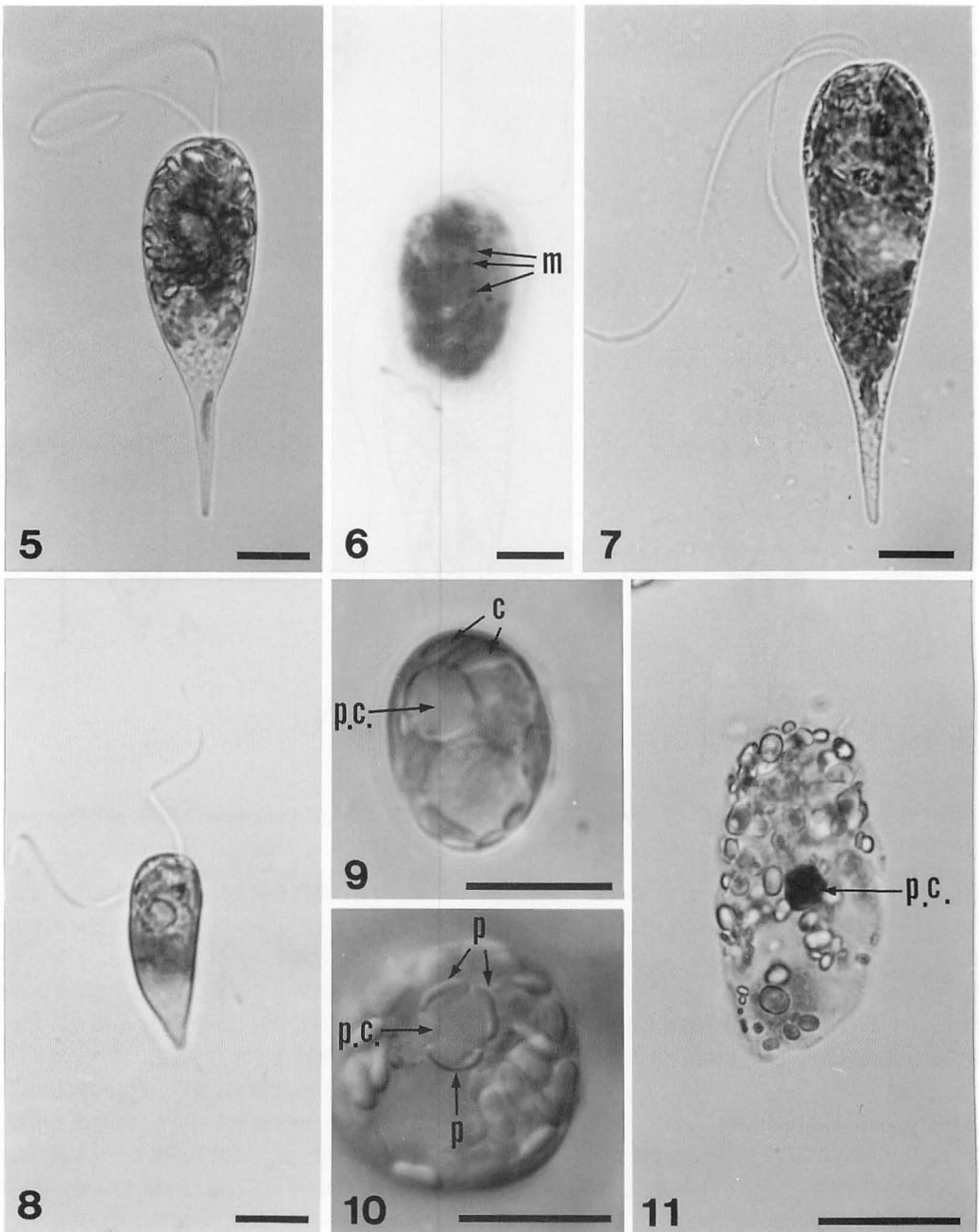
ターから離れ、楕円形状または円盤状をしていることもある。ピレノイド・センターは 1 個のピレノイドからなる。核はほぼ球形で、径 10-14  $\mu\text{m}$ 、ピレノイド・センターの尾部寄りに近接して位置する。2 本の鞭毛の長さはほぼ体長と同じか幾分短く、眼点の大きさは 5-7  $\mu\text{m}$ 、粘液体は小さくて顆粒状、パラミロン粒はリング状あるいは卵形で小さい。貯胞の側方に収縮胞がある。20°C, PES 培地を用いた二相培地で培養。

培養株: ME-30 (鹿児島県大島郡アヤマル岬の海岸の砂の表層, 1985年3月15日), ME-33 (静岡県下田市柿崎の海岸の砂泥の表層, 1985年4月12日)。

タイプ産地: プランキスター (イギリス)。

分布: ヨーロッパ, 日本。

ME-30, ME-33 の 2 株の観察結果は Pringsheim (1953) の原記載とよく一致していた。本種と前記の *E. viridis* は非常によく似た形態をしているが、本種は細胞および眼点がより大きい点で *E. viridis* とは容易に識別することができる。Butcher (1961) は本種が *E.*



Figs. 5-6. *Eutreptia viridis* Perty (strain E-1098). 5. A clavate cell. 6. A cell stained with neutral red. Muciferous bodies are small and spherical. m: muciferous body. Scale bars: 10  $\mu$ m.

Fig. 7. *Eutreptia pertyi* Pringsheim (strain ME-33). A clavate cell. Scale bar: 10  $\mu$ m.

Figs. 8-11. *Eutreptia globulifera* van Goor (strain ME-45). 8. A fusiform cell. 9. A cell with chloroplast ribbons radiating from a pyrenoid centre. 10. A cell with a pyrenoid centre covered with paramylon bodies. 11. A cell stained with propionocarmine. A pyrenoid centre stained dark purple. c: chloroplast ribbon. p.c.: pyrenoid centre. p: paramylon body. Scale bars: 10  $\mu$ m.

*viridis* と異なっている点として、本種の外皮に条線がないことをあげている。これを確かめるため、Pringsheim (1953) が本種を記載する際に観察した培養株 (CCAP1226/3) を CCAP から譲り受けて観察したところ、Butcher (1961) の記載とは異なり、外皮に条線があることが確認できた。このことから、外皮の条線からでは本種と *E. viridis* とを識別することはできない。本種は海岸の砂や砂泥の表層に出現し、浜辺を緑色に変えることが多い。アマール岬ではごく狭い範囲の浜辺を薄緑色に変えていただけであったが、柿崎では *Euglena viridis* Ehrenberg var. *halophila* Pringsheim と共に出現し、浜辺全体を緑色に変えていた。なお、日本では今回採集した 2 地点以外に大阪湾に出現したとの報告がある (斉藤 1984)。

3) *Eutreptia globulifera* van Goor, Rec. Trav. Bot. Néerl. 22: 308. f. 13. 1925. (Figs. 4, 8-11)

遊泳中の細胞は紡錘形あるいは倒卵形で、長さ 20-33  $\mu\text{m}$ 、幅 8-10  $\mu\text{m}$ 、遊泳していないときに変形運動が活発におこる。葉緑体は細胞の中央部または頭部にある 1 個のピレノイド・センターとそこから放射状に外皮にむかってのびているリボン状あるいは細長い倒卵形の葉緑体片からなるが、対数増殖期の細胞でも葉緑体片がピレノイド・センターから離れ、円盤状をしていることが多い。ピレノイド・センターは 1 個のピレノイドからなり、4-7 個の時計皿状のパラミロンで覆われ、葉緑体片が離れた状態のものは球形の構造に見える。核はほぼ球形で、径 5-6  $\mu\text{m}$ 、ピレノイド・センターの尾部寄りに位置する。2 本の鞭毛の長さは体長と同じで、眼点の大きさは 3  $\mu\text{m}$ 、粘液体は小さくて顆粒状、パラミロン粒は卵形で小さい。貯胞の側方に収縮胞がある。20°C、PES 培地を用いた二相培地で培養。

培養株：ME-45 (神奈川県横須賀市鴨居港の海岸の砂泥の表層、1985年10月20日)。

タイプ産地：オランダ北西部。

分布：ヨーロッパ、日本。

ME-45 株の観察結果は van Goor (1925) の原記載と一致していた。本種の葉緑体は原記載に示されているように円盤状をしていることが多いが、これは葉緑体片がピレノイド・センターから離れたためであること、本種の特徴として種小名のもとになった “ein kugelrunder Körper” はプロピオンカミンによる染色からもピレノイド・センターであることなどが今回の観察から明らかになった。本種は *E. pertyi* と同様に海岸に出現し、浜辺を緑色に変える。鴨居港では

*Euglena* spp. と共に出現し、浜辺全体を緑色に変えていた。

#### Eutreptia 3 種の検索表

1. 細胞は紡錘形または倒卵形で、尾部は細長く突出していない …………… *E. globulifera*
1. 細胞は倒卵形で、尾部は細長く突出している ……2
  2. 細胞の大きさは 41-63 × 8-18  $\mu\text{m}$ 、眼点の大きさは 3  $\mu\text{m}$  …………… *E. viridis*
  2. 細胞の大きさは 56-80 × 18-25  $\mu\text{m}$ 、眼点の大きさは 5-7  $\mu\text{m}$  …………… *E. pertyi*

#### 謝 辞

本研究をするにあたり援助くださった元日本大学農獣医学部教授の山岸高旺博士および日本大学農獣医学部の大島海一助教授にお礼を申し上げる。

#### 文 献

- Butcher, R. W. 1961. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. VIII. Euglenophyceae = Euglenineae. Fish Invest. Lond. Ser. IV, 17 pp.
- Entz, G. 1883. Die Flagellaten der Kochsalzeteiche zu Torda und Szamosfalva. Termész. Füzetek 7: 139-169. pl. 3-4.
- Goor, van, A. C. J. 1925. Die Euglenineae des Holländischen Brackwassers mit besonderer Berücksichtigung ihrer Chromatophoren. Rec. Trav. Bot. Néerl. 22: 292-314.
- 羽田良禾 1972. 広島県沿岸水域の赤潮プランクトン. VI. 緑虫目. p. 20-23. 広島県水産試験場.
- 加藤季夫 1982. *Colacium vesiculosum* Ehr. の培養と形態. 藻類 30: 63-67.
- 加藤季夫 1991. ミドリムシ目. p. 394-429. 水野寿彦・高橋永治編, 日本淡水動物プランクトン検索図説. 東海大学出版会, 東京.
- Perty, M. 1852. Zur Kenntnis Kleinster Lebensformen nach Bau, Funktionen, Systematik, mit Spezialverzeichnis der in der Schweiz beobachteten Arten. Verlag von Jent und Reinert, Bern.
- Pringsheim, E. G. 1946. The biphasic or soil-water culture method for growing algae and flagellata. J. Ecol. 33: 193-204.
- Pringsheim, E. G. 1953. Salzwasser-Eugleninen. Arch. Mikrobiol. 18: 149-164.
- Provasoli, L. 1966. Media and prospects for the cultivation of marine algae, p. 63-75. In Watanabe, A and Hattori, A. [ed.], Culture and Collections of Algae. Proc. U.S. Japan Conf. Hakone, Sept. 1966. Jap. Soc. Plant Physiol.
- 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.
- 齊藤 実 1982. *Eutreptia viridis* Perty. 赤潮生物ノート No. 120. 水産庁.
- 齊藤 実 1984. 赤潮構成藻特にみどりむし類と渦鞭毛藻類の形態と分類に関する研究. p. 1-8. 昭和58年度赤潮対策技術開発試験報告書, 水産庁.
- Skuja, H. 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. *Symb. Bot. Upsal.* 9(3): 1-399. pl. 1-39.
- Skvorzow, B. W. 1925. Zur Kenntnis der Mand-schurischen Flagellaten *Beih. Bot. Centralbl.* 41: 311-315.
- Steuer, A. 1904. Über eine Euglenoide (*Eutreptia*) aus dem Canale grande von Triest. *Arch. Protistenk.* 3: 126-137.
- Thompson, A. S., Rhodes, J. C. and Pettman, I. 1988. Culture Collection of Algae and Protozoa Catalogue of Strains 1988. (5th. ed.) Natural Environment Research Council, United Kingdom.
- 山岸高旺 1977. ミドリムシ藻綱. p. 245-273. 広瀬弘幸・山岸高旺編, 日本淡水藻図鑑. 内田老鶴圃, 東京.

(Received March 18, 1994. Accepted April 7, 1994)

## Hiroshi Kawai, Wilhelm Boland and Dieter G. Müller: Sexual reproduction and sexual pheromones in *Myelophycus simplex* (Harvey) Papenfuss (Phaeophyceae)

*Key Index Words:* hormosirene—*Myelophycus simplex*—Phaeophyceae—sexual pheromone—sexual reproduction

Hiroshi Kawai, Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, Rokkodai, Kobe, 657 Japan

Wilhelm Boland, Institut für Organische Chemie der Universität, Richard Willstätter Allee, D-76128 Karlsruhe, Germany

Dieter G. Müller, Fakultät für Biologie der Universität, D-78434 Konstanz, Germany

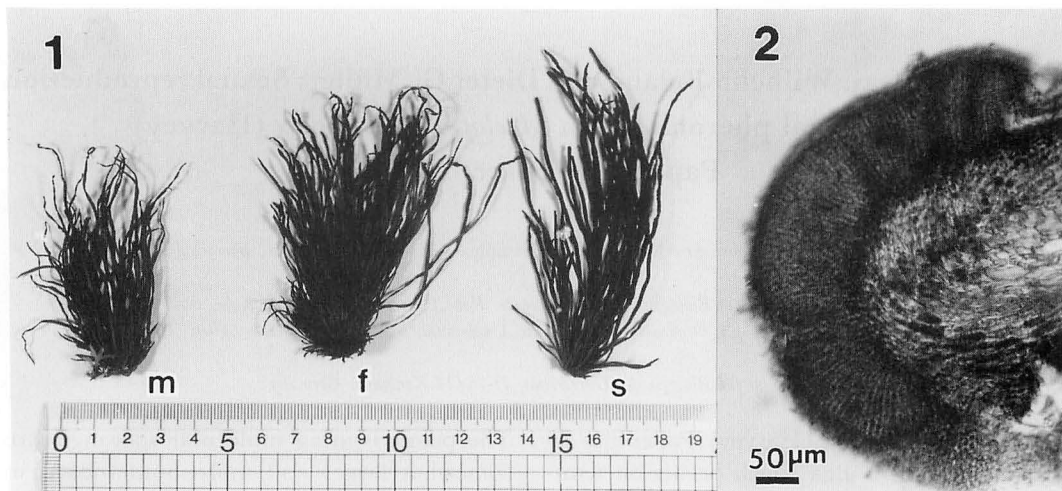
*Myelophycus simplex* (Harvey) Papenfuss is an annual brown alga which occurs on temperate coasts of the north-western Pacific. Unilocular and plurilocular sporangia are formed on separate thalli, but their reproductive character has not been clarified since the life history of the species is still unknown. Tanaka and Chihara (1984) cultured unispores of *M. simplex* released from unilocular sporangia and obtained protonemata which directly developed into erect thalli resembling field plants. However, they did not observe further development of these erect thalli. They also cultured the unispores of their new taxon *Myelophycus cavum* Tanaka et Chihara, which showed a very similar development as *M. simplex*. Wynne (1969) cultured *Melanosiphon intestinale* (Saunders) Wynne, a closely related taxon and reported the occurrence of erect thalli bearing unilocular and plurilocular sporangia, but sexual reproduction was not detected.

In the present paper we report the occurrence of sexual reproduction in *Myelophycus simplex* from Shimoda, Izu Peninsula, including identification of sexual pheromones.

**Sexual reproduction:** Collections of specimens were made at Nabeta and Suzaki, Shimoda, Izu Peninsula on May 14, 1991, January 21 and April 1, 11 and 22, 1992. The macroscopic erect thalli of *Myelophycus simplex* are terete, gregarious, growing on rocks in the upper intertidal zone (Fig. 1).

The plants bearing unilocular sporangia are somewhat larger and more numerous than those bearing plurilocular ones. Plurilocular sporangia are formed on the entire surface of the thallus (Fig. 2), and it was rather hard to distinguish between unilocular and plurilocular sporangial thalli from the surface. Therefore, mature thalli with plurilocular sporangia were selected from apparently mature thalli by examining thin sections of mature thalli under low magnification, and each individual was stored separately in a plastic petridish overnight in the refrigerator. Roughly half of the mature plurilocular sporangial thalli secreted a specific odor resembling that produced by sexual plants of *Scytosiphon* and, therefore, were presumed to be female gametophytes. Plurispores from plants without odor were presumed to be male gametes. Judging from the occurrence of specific odor and the results of mating experiments as described below, among 14 gametophytes 8 were male and 6 were female in the collection of 11 April, 1992. We found no morphological differences between male and female gametophytes.

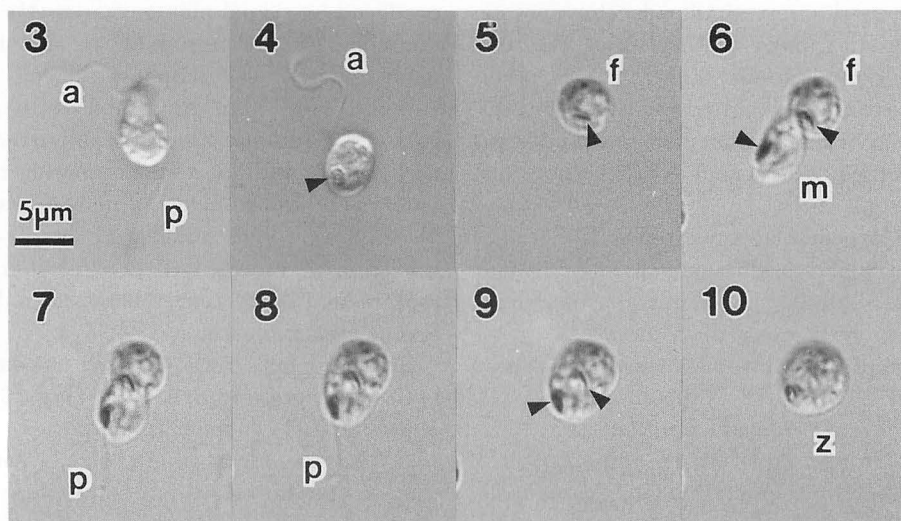
Sexual fusions were observed in combinations with presumptive male (Fig. 3) and female (Fig. 4) gametes (plurispores). They were almost identical in size, teardrop-shaped, containing a single chloroplast with a stigma. A longer anterior and a shorter posterior flagellum were inserted laterally. Female gametes tended to settle faster than male gametes and both of the flagella coalesced to the cell body (Fig. 5). When



Figs. 1-2. *Myelophycus simplex* (Harvey) Papenfuss from Shimoda. Fig. 1. Habit of field-collected plants. m, male plurilocular gametophyte; f, female plurilocular gametophyte; s, sporophyte (unilocular sporangial). Fig. 2. Cross section of mature male gametophyte bearing plurilocular gametangia.

male gametes were added to settled female gametes, one to several male gametes were attracted by a female gamete. The male gamete first anchored the distal part of its anterior flagellum to the female cell (Fig. 6). Then the male gamete approached to the female cell and cell fusion occurred, resulting in the zygote (Fig. 7). The bending motion of the male posterior flagellum could still be seen

one to two seconds after the cell fusion (Fig. 8). Eventually, it also coalesced with the zygote (Fig. 9), which gradually attained a spherical shape (Fig. 10). Two stigmata were easily recognized in each zygote (Fig. 9). The details of sexual reproduction in *M. simplex* described here agree well with those reported for other isogamous brown algae (Müller 1984, Peters 1987). Sexual fusion



Figs. 3-10. Gamete morphology and gamete fusion in *Myelophycus simplex* (Harvey) Papenfuss from Shimoda. Figs. 3, 4 fixed by glutaraldehyde vapor. Fig. 3. Male gamete. Fig. 4. Female gamete. Figs. 5-10. Consecutive series of gamete fusion. Fig. 5. Settled female gamete. Fig. 6. Male gamete anchored to settled female gamete. Figs. 7-9. Gamete cell fusion. Note that posterior flagellum of male gamete is still visible in Fig. 8 but already coalesced to male cell body in Fig. 9. Fig. 10. Rounded zygote.

was not observed when specimens were kept for several days in the laboratory even though female gametes secreted their odor and both male and female gametes were still fully motile.

The findings reported here suggest that *Myelophycus simplex* has an isomorphic life history alternating between dioecious gametophytes and sporophytes.

**Sexual Pheromones:** For pheromone isolation, female gametophytes recognized by the odor as described above were immersed in sterilized seawater where gametes were released. These were collected using their photoaccumulation response and the resulting gamete suspension were placed in a Grob-Hersch-type pheromone extractor with a capacity of 180 ml. Volatile substances secreted from settled gametes were collected in a bed of 2 mg activated carbon, and extracted with 30  $\mu$ l dichloromethane. Extraction of volatile substances was performed within 2–3 hours after spore release. Samples were analyzed by gas chromatography combined with mass spectrometry. Two different injection temperatures (i.e. 120°C and 250°C) were applied in the gas chromatography.

For the bioassay of sexual attraction of male gametes by hormosirene, known concentrations of synthetic hormosirene were used. Droplets of fluorocarbon liquid (Fluorinert FC-72, Sumitomo-3M, Tokyo) containing various concentrations of hormosirene ( $10^{-5}$ – $10^{-9}$ M) and pure FC-72 as control were placed on the bottom of a small plastic petri-dish filled with sterilized seawater. Freshly released swimming male gametes were added to each petri-dish, and the arrangement was placed under darkness on the stage of a microscope. After 2 minutes the distribution of male gametes near the droplet surface was recorded by a darkfield image with a high speed film.

The extract of volatile substances released from settled female gametes contained several compounds known as brown algal sexual pheromones, i.e. dictyopterene A, ectocarpene, hormosirene and dictyotene (Fig. 11, Table 1). When the injection temperature

Table 1. Components and their relative quantities detected in extracted volatile substances from female gametes of *Myelophycus simplex*. Peak numbers correspond to Fig. 11.

Peak no.	Compound name	% in total pheromone
1	Dictyopterene A	2.6
2	Ectocarpene	5.5
3	Hormosirene	88.5
4	Dictyotene	3

was kept at 120°C (Fig. 11a) the major substance was hormosirene (88.5%). However, at an injection temperature at 250°C (Fig. 11b), most of hormosirene rearranged to ectocarpene. The lowest concentration of hormosirene in which the attraction of male gametes was recognizable in the bioassay was  $4 \times 10^{-7}$  M. This threshold concentration is considerably higher than that reported for other taxa (e.g.  $10^{-8}$ – $10^{-9}$  M in *Analiplus japonicus*, Müller *et al.* 1990). This could be attributed to the fact that our bioassay system in this study was severely limited because of the lack of stroboscopic photography. Nevertheless, it appears feasible to conclude that hormosirene acts as a major sexual pheromone in *M. simplex*, although the possibility that male gametes of *M. simplex* also respond to some other minor substances in the pheromone extracts still exists.

The kind of sexual pheromones in the Phaeophyceae is considered to reflect phylogenetic relationship (Maier and Müller 1986). Hormosirene has been identified as the sexual pheromone in members of Scytosiphonales (e.g. *Scytosiphon*, *Colpomenia*), *Analiplus* and some taxa from southern hemisphere such as *Hormosira* and *Xiphophora* (Fucales) and *Durvillaea* (Durvillaeales) (Maier and Müller 1986, Müller *et al.* 1990).

Taxonomically, *Myelophycus* is currently placed in Dictyosiphonales (Tanaka and Chihara 1984). However, in respect of chloroplast morphology, *Myelophycus* and *Melanosiphon* (single chloroplast with pyrenoid, Wynne 1969) do not fit with the order Dictyosiphonales (several to many chloroplasts with pyrenoids), but compare well with mem-

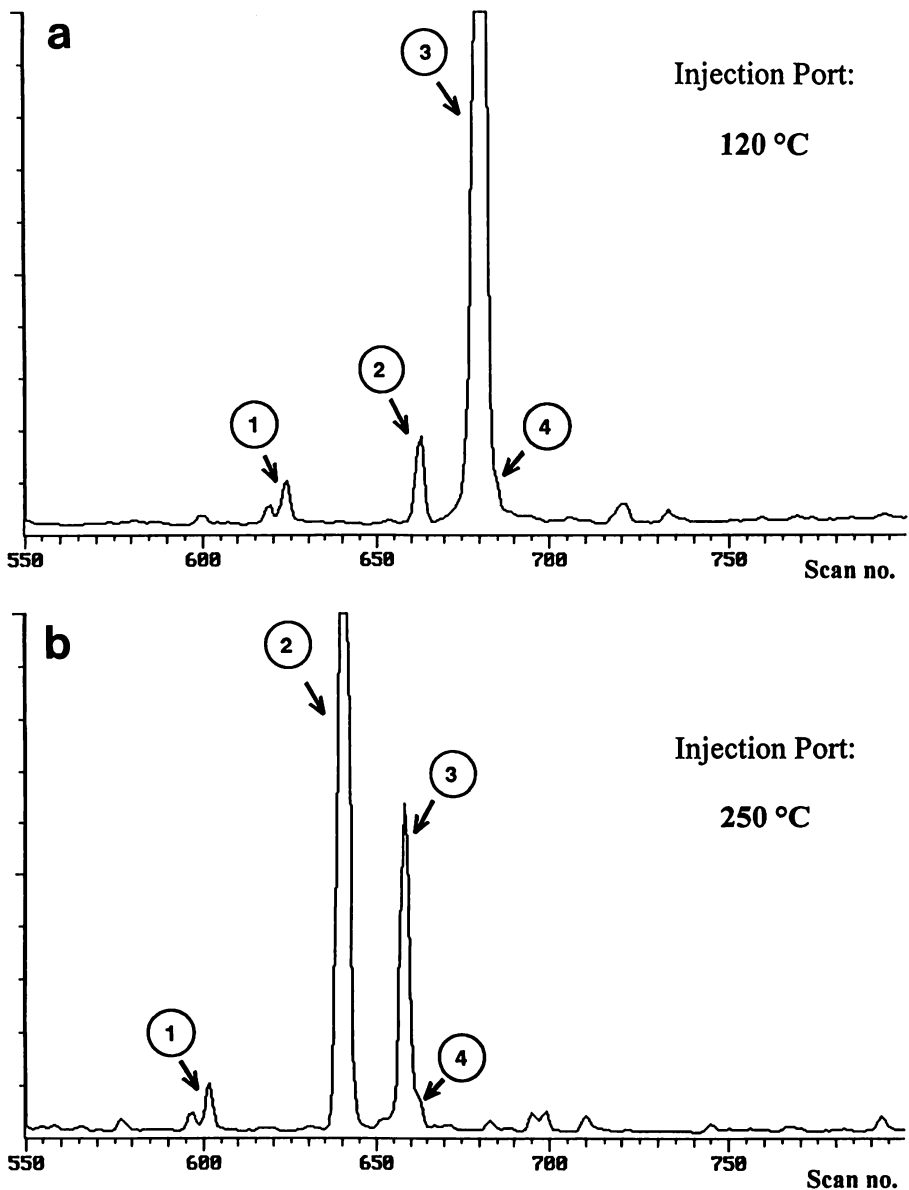


Fig. 11. Gas chromatogram of volatile substances from female gametes of *Myelophycus simplex* at two different injection port temperatures: a, 120°C; b, 250°C. Peak numbers correspond to Table 1.

bers of Scytosiphonales (Kawai 1992). The systematic position of *Analipus* is not satisfactorily clear, and it is placed in Chordariales (Abbott and Hollenberg 1976), Ralfsiales (Nakamura 1972, Yoshida *et al.* 1990) or Ectocarpales (Fritsch 1945, Bold and Wynne 1985) according to different authors. However, *Analipus* also shows an isomorphic alternation of life history between terete erect

thalli like *Myelophycus*, and is isogamous. Therefore, the occurrence of the same sexual pheromone among *Myelophycus*, members of Scytosiphonales and possibly also *Analipus* may suggest a closer systematic relationship among them than formerly estimated. In contrast, *Hormosira*, *Xiphophora* and *Durvillaea* are apparently more distant from those three taxa, considering their more elaborated thal-

lus anatomy and differences in the life history patterns (Fritsch 1945, Clayton 1984, Bold and Wynne 1985, Clayton *et al.* 1985), although they share the same sexual pheromone.

### Acknowledgements

We are grateful to Dr. Yasutsugu Yokohama, Messrs. T. Kitayama, Mitsunobu Kamiya, Daisuke Honda, Yoshikazu Sugimoto, and staff members of Shimoda Marine Research Center of Tsukuba University for their help in collecting materials. A part of this study was supported by a Research Grant from the Shorai Foundation for Science and Technology.

### References

- Abbott, I. A. and Hollenberg, G. J. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press, Stanford.
- Bold, H. C. and Wynne, M. J. 1985. Introduction to the Algae. 2nd edn. Prentice-Hall, New Jersey.
- Clayton, M. N. 1984. Evolution of the Phaeophyta with particular reference to the Fucales. p. 11-46. In Round, F. E. & Chapman, D. J. [eds] Progress in Phycological Research Vol. 3. Biopress Ltd., Bristol.
- Clayton, M. N., Hallan, N. D., Luff, S. E. and Diggins, T. 1985. Cytology of the apex, thallus development and reproductive structures of *Hormosira banksii* (Fucales, Phaeophyta). Phycologia 24: 181-190.
- Fritsch, F. E. 1945. The Structure and Reproduction of the Algae. Volume II. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kawai, H. 1992. A summary of the morphology of chloroplasts and flagellated cells in the Phaeophyceae. Kor. J. Phycol. 7: 33-43.
- Maier, I. and Müller, D. G. 1986. Sexual pheromones in algae. Biol. Bull. 170: 145-175.
- Müller, D. G. 1984. Culture studies on the life history of *Adenocystis utricularis* (Phaeophyceae, Dictyosiphonales). Phycologia 23: 87-94.
- Müller, D. G., Kawai, H., Stache, B., Fölster, E. and Boland, W. 1990. Sexual pheromones and gamete chemotaxis in *Analipus japonicus* (Phaeophyceae). Experientia 46: 534-536.
- Nakamura, Y. 1972. A proposal on the classification of the Phaeophyta. p. 147-156. In Abbott and Kurogi [eds] Contributions to the Systematics of Benthic Marine Algae of the North Pacific. Japanese Society of Phycology, Kobe.
- Peters, A. F. 1987. Reproduction and sexuality in the Chordariales (Phaeophyceae). A review of culture studies. p. 223-263. In Round, F. E. & Chapman, D. J. [eds] Progress in Phycological Research Vol. 5. Biopress Ltd., Bristol.
- Tanaka, J. and Chihara, M. 1984. A new species of *Myelophycus* (*M. cavum* sp. nov.) with special reference to the systematic position of the genus (Dictyosiphonales, Phaeophyceae). Phycos 23: 152-162.
- Wynne, M. J. 1969. Life history and systematic studies of some Pacific North American Phaeophyceae (brown algae). University of California Publications in Botany 50: 1-62, 24 pls.
- Yoshida, T., Nakajima, Y. and Nakata, Y. 1990. Check-list of marine algae of Japan (revised in 1990). Jpn. J. Phycol. 38: 269-320.

### 川井浩史\*・Wilhelm Boland\*\*・Dieter G. Müller\*\*\* : 褐藻イワヒゲ *Myelophycus simplex* (Harvey) Papenfuss の有性生殖と性フェロモン

日本産の褐藻イワヒゲにおいて有性生殖を観察するとともに雌性配偶子から放出される性フェロモンを同定した。その結果、複子嚢を生じる大型の藻体が雌雄異株の配偶体であることが明らかになった。雌雄の配偶子嚢と配偶子は形態上はほぼ同じであったが、遊泳後雌性の配偶子は雄性のものよりも早く基物に付着し、雄性の配偶子が先に付着した雌性の配偶子に誘引され接合がおこった。付着した雌性配偶子に由来する揮発性物質を抽出・分析した結果、主要な成分はホルモンレンであり、その雌性配偶子の誘引活性を合成ホルモンレンを用いた生物検定により確認した。(\*657 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学理学部生物学科, \*\*Institut für Organische Chemie der Universität, Richard Willstätter Allee, D-76128 Karlsruhe, Germany, \*\*\*Fakultät für Biologie der Universität, D-78434 Konstanz, Germany)

(Received October 6, 1993. Accepted March 14, 1994)



濱田 仁：日本藻類学会第18回大会（富山）を振り返って  
—市民展示会「地球環境と藻」要旨と「藻類学博物館」建設の提言—

Jin Hamada: Report of the 18th Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology  
in Toyama (Toyama Prefectural Hall, 29th to 31st March, 1994)  
Abstracts of exhibition for citizens titled "Environment in Earth and Algae" and  
the proposal for the construction of National Museum of Phycology

日本藻類学会第18回大会が、1994年3月29日～31日の3日間、富山駅近くの富山県民会館で開かれた。

今大会では、従来の学術講演に加え、市民講演会と市民展示会を行い、無料で公開した。その趣旨は、藻類の多様性、地球環境との密接な関連性、食料や医薬品としての有用性、そして生物学の発展に果たしてきた重要性などを、少しでも多くの方々に理解して頂くことであった。

大会は、29日午後の「地球環境と藻」をテーマとした市民講演会から始まった。講師と演題は、日本赤十字看護大学・千原光雄氏の「藻類をめぐる3つの話題—藻類の進化と環境を中心として—」、東京学芸大学・片山舒康氏の「藻類と生物教育」、国立環境研究所・渡辺信氏の「水質環境汚染と藻類の異常発生について」であった。会場は一般市民の参加が80名を超え、本学会々員と合わせて150名収容の椅子席はほぼ満員となり、立って聞いている人も出た。大会及び市民講演会の参加者には、本大会に向けて発行された「富山の藻類」（藤田大介他編、富山県水産試験場刊）が配布された。「富山の藻類」の著者は10名で、それぞれの持ち味が、富山の海藻と淡水藻・各12編の中に生かされ、全体的に地方の特色がよく出たエピソードが盛り込まれた。

一般講演は、大会2日目の「北陸の藻類」で始まった。60題の講演（うち展示発表9題）はテーマ別に分けられ、出来るだけその分野に詳しい人に座長をお願いしたためか、討論が活発であった。通常の15分間の講演の他に30分間の総説もあり、金沢大学の小西健二氏が「古生物学から見た石灰藻」、フィリップス大学の石田政弘氏が「クラミドモナスにおける葉緑体DNA：その発見の経緯と研究の展開」を講演され、好評であった。

総会は、2日目の夕方、講演終了後開かれた。

懇親会は、その後、県民会館8階「キャッスル」で藤田大介氏の司会により、約2時間あまり催された。会は本学会々長・有賀祐勝氏の乾杯の音頭が始まり、宴たけなわになって、濱田が藻類学の大発展を期した挨拶をし、最後は渡辺信（しん）氏のそつの無い挨拶で締めくくられた。懇親会は飛び入りを含め150名を超える参加者が富山の酒と肴に舌鼓を打ち、談論風発、会盛んであった。

大会第3日は、林京子氏の抗エイズ作用のある藻についての話が始まり、夕方5時15分まで熱心な発表と討論が繰り広げられた。

今大会では、初の試みとして全大会期間を通じ、市民講演会同様、「地球環境と藻」を主テーマとした市民展示会が開かれた。展示会には30題の出展があり、約6m×21mの会場には、本学会々員と一般市民合わせて数百名の参加があった。内容は、例えば美しい海藻の標本とその作り方、海苔の栽培と遺伝、能登のカサノリ（ホソエガサ）、南極の藻・世界の藻、藻に関するビデオなどであった。また、顕微鏡会社と富山大学の応援も得て顕微鏡が多数用意され、微細藻類を熱心に見ている人も多かった。会場では、海藻押し葉の標本、品種改良された海苔、光学顕微鏡のレンズの解像力を検査するための珪藻スライドや藻に関する本、絵はがきなども販売された。これらはいずれも人気があり、収益は学会に寄付された。このように、地球環境と藻に関する市民展示会は大好評であった。

さて、藻類は近年の地球環境や公害の問題とも密接に関連しているばかりでなく、我々に不可欠な酸素や食料を供給し、またこれから研究すればするほど益々有用となるであろう。しかし、実際には藻に対する一般の関心は薄く、また藻類学者でさえ、藻類のあまりの種類豊富さ、多様な生活環等々、そのスケールの大きさと奥行きに深さに、全体を見ることはなかなか困難な状況にある。

そこで、いつでも藻について全体の知識が得られる



ような、「藻類学博物館」を建設し、優秀な藻類学者を多く集め、研究と展示を同時に行えば、藻類学が飛躍的に発展し、地球環境の改善だけでなく、その他の応用面でも国民に広く還元できると思われる。また、大学や研究所に勤めるプロの学者だけでなく、素人の中からさえも、生物学・藻類学の分野で、例えばダーウィンやメンデルに匹敵するような大学者が出てくるかもしれない、とも思う。学問を楽しむ権利は一部の大学人だけにあるのではなく、基本的には人類全てが等しく持っているものであろう。

藻類学会の大会には、日本全国はおろか外国からも第一線の藻類学者が多数集まる。その方々にお願いして、せめて大会期間中だけでも少しでも「藻類学博物館」に似たものを、と思ったのが市民展示会である。それが一般の方々だけでなく専門の学者にも好評であったので、これは一藻類学徒の個人的な夢ではなく、公益性からも、是非「藻類学博物館」の建設を提言したい。

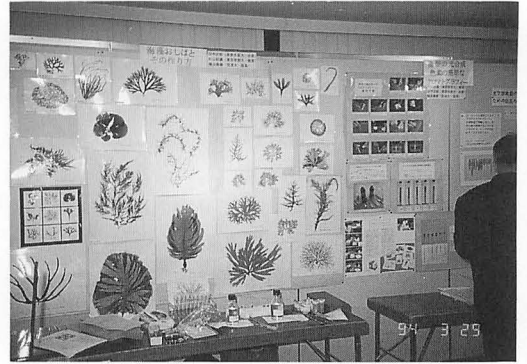
このことを懇親会の際に近くにおられた方々にお話したところ、珪藻の大家・K先生は、「もし藻類学博物館が出来たら、私が死んだ後で私の蔵書を全部博物

館に寄付しましょう」と言ってくださった。蔵書を寄付することは私も考えていたので、大変嬉しかった。まるで雲をつかむような話ではあるが、先生のご蔵書を散逸させないためにも、これは是非「藻類学博物館」を作る必要があると思った。皆様の暖かいご支援を是非お願いする次第である。

市民展示会の内容はビデオで記録に留め、広く一般に普及したいと考えたが、私の力不足と忙しさから不満足な結果に終わった。市民展示にご協力くださった方々には、申し訳なく思う。

市民展示会では、各展示者に要旨をお願いし、要旨集として参加者に配られた。興味ある内容が多かったので以下に収録する。

大会の運営にあたっては、実行委員各氏の他、市民向けの講演会・展示会で発表して頂いた方々、富山県水産試験場と県内の本会関係者、補助金・寄付をしていただいた方々と団体、アルバイトの諸兄姉、エキスカッションでお世話になった方々などに、大会の無事と成功を報告し、心からお礼を申し上げるとともに、これからのご指導・ご鞭撻をお願いしたい。



市民展示会風景（富山県民会館2階・ギャラリーB，富山大学・渡辺信氏撮影）

## 展示会要旨

### 世界の藻類

#### 64) インドネシアの海藻栽培 (Sri Istini : 高知大・海洋生物センター)

インドネシアは、13,579の島からなる臨海国で、海藻栽培に適している。インドネシアで市販されている海藻にはカラゲナン(硫酸化多糖の一種で食品添加物)生産用のキリンサイ類とイバラノリ類、寒天用のテン

グサ類、オゴノリ類、アルギン酸製造用のホンダワラ類がある。インドネシアは、世界で主要な乾燥海藻の供給国の1つである。1985年以前には、海藻生産は全て天然物に頼り、1980-1984年の5年間の年平均生産量は8250トン、海藻輸出量は年間1900トンであった。1985年以降、海藻栽培が始まり、その生産量拡大の速さは天然物のそれを上回るようになった。1985-1990年の年平均生産量は12,914トン、輸出量は年間9,246トンである。栽培に当っては、浮き流し式栽培法(floating method)と off bottom 栽培法(池で栽培する

方法)を用いた。海藻分布地域は、バリ島、スラウェシ南部、ジャワ、マドウラ島、ヌーサ・テンガラ、リオー諸島、マルクなどである。インドネシアでの海藻産業としては、寒天及び半精製カラゲナンの製造がある。海藻研究チーム BPP テクノロジーが、インドネシアにおける海藻情報交換機関として存在する。(原文は英語、富山医科薬科大学・林京子博士訳)

65) フィリピンにおける海藻栽培 (Largo Danilo, 大野正夫, 深見公雄, 西島敏隆: 高知大・海洋生物センター)

フィリピンでは、1970年代初期に、海藻コロイド・カラゲナンの抽出を主目的に、紅藻のキリンサイ類の栽培に着手し成功した。栽培技術発達の簡単な歴史や栽培方法、伝統的な利用法を展示する。世界市場でのキリンサイ類生産の現状を見ると、1990年の 291,000 MT から、1991年の 284,000 MT にまで減少している。デンマーク、フランス、イギリスが、現生産高の50%を輸入している。“青潮 (white tide)”として知られる硫化物汚染や“ice-ice”と言って、藻が白くなって死ぬ病気の発生が、生産量低下の原因となっているようである。海藻栽培は漁業部門の3番目の収入源になっており、周辺の漁民の経済的発展やフィリピン経済に貢献している。(原文は英語、林京子氏訳)

66) タイにおける海藻の利用と栽培 (Chirapart Anong, 大野正夫, 受田浩之, 沢村正義, 楠瀬博三: 高知大・海洋生物センター)

タイでは、タイ湾やアンダマン海の沿岸に数種類の海藻が自生していて、古くから野菜サラダとして食用にされたり、薬用に供されてきた。オゴノリ類が最も重要な海藻であり、その天然物が大量に収穫され、寒天原料として輸出される。一方、タイは加工した海藻コロイドを輸入する。オゴノリ類は天然に成育し、養魚を目的として汽水(海水と淡水の混じり合った水)中に固定された漁網に付着する。これは、魚の排泄物がオゴノリ類にとって栄養豊かな肥料となるからである。しかし、オゴノリ類の集落は減少していて、大量収穫には不十分なまでの量になっている。オゴノリ類の人工栽培の予備実験が、然り糸挿入栽培法を用いて野外や池で開始されており、これが成功すれば商業規模の生産が可能になるであろう。(原文は英語、林京子氏訳)

67) ブラジルの海藻について (Rebello Jacqueline: 高

知大・海洋生物センター)

ブラジルは、年間約400~500万ドル相当の海藻コロイドと、食品や他の用途向けに15~25万ドル相当の生の海藻を輸入する。ブラジルで利用される海藻としては、オゴノリ類、イバラノリ類、アサクサノリ類、*Lithothamnium* 様海藻がある。オゴノリ類とイバラノリ類は北東海岸で収穫され、輸出されるか、または地方の工場加工される。オゴノリ類からは1週間当たり約30~40トンの食用寒天が、またイバラノリ類からは、カップ(ℓ)カラゲナンが様々な量生産される。いずれの海藻利用も有効な生産管理がなされず、自然の海底に頼っている。ブラジルでは、商業目的の海藻栽培は行われていないが、国内の様々な地域で多くの海藻の栽培が試みられてきている(原文は英語、林京子氏訳)。

68) デンマークの海岸生息珪藻 *Pseudonitzschia* の毒性と潜在毒性について (Nina Lundholm, Jette Skov\*, Roger Rocklinton, and Øjvind Moestrup: デンマーク・コペンハーゲン大, \*カナダ・ノバ・スコチア海洋学研究所)

1987年、*Pseudonitzschia (Nitzschia) pungens f. multiseris* と言う珪藻がドモイック酸を生産することが示された。これは、カナダにおける記憶喪失性貝毒 (ASP) の基であり、また下痢、吐き気、腹部痙攣、記憶喪失、ひどい場合には死をもたらすものである。続いて、*Ps. pseudodelicatissima* もカナダで ASP を起こし、1991年カリフォルニアでは数百羽の海鳥が *Ps. australis* により死んだ。1991~1992年、アメリカ西海岸では、人間にも ASP が検出された。デンマークの水域においても、5種1亜種の *Pseudonitzschia* が生息する。その内の4種を培養し、ドモイック酸のテストを行ったところ、*Ps. seriata* という日本を含む北半球に広く分布する種で ASP が検出された。その毒性度は、1987年カナダにおいて *Ps. pungens f. multiseris* により引き起こされた ASP と同程度であった(原文は英語、筑波大学・堀輝三博士訳)。

69) 南極キングジョージ島から得られた糸状性緑藻類 (大谷修司, 秋山優: 島根大・教育)

南極半島先端近くに位置するキングジョージ島(南緯62度, 西経59度)において、1990年11月下旬より1991年2月末まで、藻類調査を行った。確認された糸状性緑藻は、ヒビミドロ科の *Koliella*, *Raphidonema*, *Stichococcus*, ヒビミドロ属 (*Ulothrix*), *Klebsormidium*, サヤミドロ科のサヤミドロ属 (*Oedogonium*), *Bulbochaete*, ホン

ミドロ科のホシミドロ属 (*Zygnema*), アオミドロ属 (*Spirogyra*), ヒザオリ属 (*Mougeotia*) の10属であった。分枝する糸状体を持つ未同定の氷雪藻が1種出現した。ホシミドロ科では接合子が, サヤミドロ科では雌雄性や生卵器が重要な分類形質であるが, いずれの種も接合子や生卵器が形成されていないため, 種レベルの同定が不可能であった。ヒビミドロ属の1種では, 4鞭毛性の遊走子が観察された。糸状性緑藻類は, 湖・沢・雪上によく見られ, 藓苔類群落では少なく, 生育場所によりその優占種が異なっていた。

#### 70) 南極キングジョージ島におけるチリモ類の種類組成 (大谷修司, 秋山優: 島根大・教育)

前項と同じキングジョージ島で, チリモ類の種類組成を調査したところ, ネジモ属 (*Spirotaenia*), フタバシモ属 (*Cylindrocystis*), ケズネモ属 (*Gonatozygon*), ミカヅキモ属 (*Closterium*), フグリモ属 (*Actinoaenium*), ツヅミモ属 (*Cosmarium*), ホシガタモ属 (*Staurastrum*) の7属19種が見い出された。ネジモ属は, 南極地域から初めての報告である。多くのチリモ類を採集した場所は, 湖岸に生える水生藓苔類群落や, 緩かな流れに生育する緑藻類の *Zygnema* sp. のコロニー及び, 藓苔類群落中であつた。多数の彩雪を観察したが, 氷雪藻類のサヤマモ属 (*Mesotaenium*) や *Ancylonema* は見られなかった。今回見られたチリモ類は, 広い分布をしめす種類が多く, 南極固有種は少なく7種についてはキングジョージ島が分布の南限であつた。

#### 藻類の研究と教育

#### 71) 著名な藻類学者の写真 (吉田忠生: 北大・理・植物)

日本産の海藻に関するリンネの体系に基づく研究は Thunberg に始まり, アメリカ, ロシアの博物学者の採集品が Turner, Agardh, Kuetzing, Harvey らによって調べられた。明治時代になって, 日本人による研究が開始された。その第一世代は岡村金太郎, 宮部金吾, 遠藤吉三郎である。続いて山田幸男, 山内繁雄らの名を挙げられる。北海道大学理学部に所蔵されている下記の海藻研究者の写真を紹介する。

宮部金吾 (1880-1951), 岡村金太郎 (1867-1935), 遠藤吉三郎 (1874-1921), 山内繁雄 (1876-1972), 山田幸男 (1900-1975), 瀬川宗吉 (1904-1960), 永井政治 (1905-1966), 神田千代一 (1908-1949)

#### 72) 身近にみられる淡水藻から陸上植物への進化 (坂東忠司\*, 濱田仁\*\*: \*京都教育大・生物, \*\*富山医薬大・医)

一般に藻類と言うと, ワカメや昆布のように大型の海藻を想像することが多いが, もっと我々の身近な環境にも実に様々な藻類が生育している。顕微鏡的な藻類は専門外の者には馴染みが薄く, 論文や書物に掲載された顕微鏡写真を見ることはあつても, 実物を肉眼で見える機会は殆どないのが現状であろう。ここでは, 淡水産緑藻類を中心にいくつかの藻類をできるかぎり野外での生育状況が把握できる形で展示紹介したい。自由に肉眼や顕微鏡での観察もできる。また特殊な環境下に生育する藻類の例として, 地衣類なども展示する。さらに, 藓苔類や羊歯類は緑藻類から進化したと考えられるが, これら一部の陸上植物も併せて, 進化の方向に沿って配列展示する。藍藻類, 紅藻類, 緑藻類 (ミカヅキモ, アオミドロ, カエトフォラ, コレオカエテなど), 車軸藻類, ツノゴケ類, 苔類, 藓類, 羊歯類などの展示を予定している。

#### 73) 光学顕微鏡のレンズを検査するための珪藻スライドの紹介 (小林弘: 東京珪藻研究所)

光学顕微鏡 (光頭) の光学系についての理論は, 100年も前にドイツのアッペにより完成された。レンズの球面収差, 色収差などを取り除くには, 何枚ものレンズを重ね合わせたアクロマートレンズや, 蛍石製のレンズを組み合わせたアポクロマートレンズが作られてきた。顕微鏡で重要なことは解像力 (分解能) である。この解像力を検査するための検査板を人工的に作るのは非常に難しいので, 古くから珪藻が使われてきた。 *Pleurosigma angulatum* という種類は, 中程度の倍率のレンズの検査用として有名で, 我国でもメガネ (昔はレンズの意) ケイソウの名が付けられている。この種類の殻面には 10  $\mu\text{m}$  当り約20本の条になった模様 (条線) がある。60倍位の対物レンズを使って, この条が解像して見えれば合格である。より高倍率のレンズの検査には, *Amphipleura pellucida* という種類が使われてきた。この種類の条線は, 10  $\mu\text{m}$  当り約35本あるので, この種類の条線が見分けられれば, かなり優れた顕微鏡である。

この度, 1つの資料に, それぞれ 10  $\mu\text{m}$  当り約12, 16, 18, 20, 28, 30本の条線を持つ種類を含む都合の良い試料が見つかったので, 検査用のスライド (プレパラート) を作った。

74) 藻類の光合成色素のクロマトグラフィーによる簡単な分離法 (横浜康継\*, 片山舒康\*\*, 田中次郎\*\*\*: \*筑波大, \*\*東京学芸大, \*\*\*東京水産大) 高校の生物の授業で緑葉の色素のペーパークロマトグラフィーを経験しますが, 教科書の絵のように色素が分離せず, 落胆したという経験の持ち主が殆どと思われまふ。その原因の第一は, クロマトグラフィーの為の色素液の調製法にあります。水を含んだ生の葉からのクロロフィルやカロチノイドの抽出にはメタノールやアセトンという水と溶け合う有機溶媒を用いますが, 授業ではその抽出液をそのままクロマトグラフィーに使用するため, 色素を濃くすることができず, 明瞭なクロマト像が得にくくなります。第2は, クロマトグラフィーに濾紙を使用していることです。現在では, 濾紙より扱いやすく色素の分離が比較にならないほど良いシリカゲル薄層プレートが安く市販されています。1試料には1 cm×10 cmに切ったプレート片1枚で十分で, その価格は10円ほどです。展開槽は長さ12-13 cmの試験管でよく, この中に展開溶媒(石油エーテル:アセトン=7:3)を0.5 mlほど入れておき, 原点に色素を乗せたプレートを壁に立て掛けるようにして入れてゴム栓をすると, 15-18分で展開が終了します。

クロマトグラフィーの為の色素液としては, エチルエーテル溶液が理想的です。エチルエーテルは水をほとんど含まない上, 早く蒸発するからですが, 生の葉からの抽出には向きません。そこでこれまで研究者の間では, 水と溶け合うメタノールやアセトンで生の葉からの抽出を行った後, 分液という操作で色素をエチルエーテルに移すという手段が取られてきました。しかしこのような複雑な操作を高校の授業に応用することは不可能に近く, また引火性の強いエチルエーテルを多量に使うことは危険でもあります。ところが生の葉を乾燥剤のシリカゲルの粉末とともにすりつぶして粉末化すると, エチルエーテルで直接抽出しても濃い色素液が得られるということが分かりました。この方法ですと色素液は5分間足らずで得られ, 使用するエチルエーテルも0.5 mlほどで済みます。

この方法は高校生や中学生にとっても簡単で, 誰が実験しても, 緑や黄の斑点が縦1列に並んだ美しいクロマト像が得られます。これまでの生物の授業のクロマトグラフィーの実験での生徒達の落胆は, 生物学ひいては科学への不信感を招きます。それはさらに地球環境問題についての科学者からの警鐘に対する無関心さとなって現れているような気がします。理科教育を

含む現在の学校教育にはこの他さまざまな問題点が見出されますが, 国民のすべてが少なくとも1回は植物の光合成色素の美しいクロマト像の得られるこの実験を体験してくれることが私達の願いです。

会場では, 方法について解説的展示を行うほか, 紅藻, 褐藻, 深所型緑藻, 浅所型緑藻, 陸上植物等を用いて実際に色素の抽出からクロマトグラフィーまでを体験してもらうことにしました。海藻おしばのところで記しましたが, 浅所型緑藻と陸上植物とでクロマト像が完全に一致することを確認し, その意味を考えて頂ければ幸いです。

75) 海藻おしばとその作り方 (横浜康継\*, 田中次郎\*\*, 片山舒康\*\*\*: \*筑波大, \*\*東京水産大, \*\*\*東京学芸大)

海藻は花を咲かせることのない植物ですが, そのおしばは大変多彩です。陸上植物の葉はすべて緑色なのに, 海藻は絵の具箱の中よりも色彩の変化に富んでいます。それは海藻という植物の「生活の知恵」の現れでもあります。太陽光は海中を進むと, 赤色成分が急速に失われ, 緑色になってきます。多くの海藻は赤い色素を含み, それで緑色光を吸収し, そのエネルギーを光合成に利用しています。紅藻の赤い色素はフィコエリトリンというタンパクですが, 褐藻ではフコキサンチンという橙黄色のカロチノイドが生きた葉の中で赤色の状態になって, 緑色光を捉える働きをしているということが分かっています。緑藻でも深所に生える種類にはシホナキサンチンと言う橙黄色のカロチノイドが含まれていて, この色素が生きた葉の中で赤色の状態になり, 褐藻のフコキサンチンと同じ役割を演じているということが, 我が国の藻類学者によって最近明らかにされました。

紅藻と褐藻のうち浅所に生えているものは, 赤色あるいは褐色と言えないような黒っぽい色をしています。紅藻は緑色のクロロフィル, 黄色のカロチノイド, 青色のフィコシアニン, 赤色のフィコエリトリンなど4色の色素を含有するグループです。深い所に生える種類はフィコエリトリンに比べて他の色素の含量がかなり低いため, 海藻サラダに使われるトサカノリのように赤色に近い色を呈しますが, 浅所に生える種類は反対にフィコエリトリン以外の色素を多量に含むために黒っぽくなるのです。紅藻の中で最も浅所に生えるのはアサクサノリの仲間ですが, のり巻きの黒さには以上のようなわけがあるのです。

緑藻は深所に生えるものの方が黒っぽくなります。

濃いクロロフィルに赤色状態のシホナキサンチンが共存するためです。そのような黒っぽい緑藻を深所型緑藻と呼ぶことにしましたが、深所に生えるはずの深所型緑藻を干潮時の磯で観察することができます。ミルという種類ですが、なぜか例外的に浅い所に生えているのです。浅所型緑藻と呼んでいる鮮緑色のアオサやアオノリなどと違って褐色がかった深みのある暗緑色を呈したミルは古代の日本人に好まれたらしく、海松色(みるいろ)という伝統色名を残しました。

今から6億年以前までは致死量の紫外線が水深5-10メートルまで到達していたため、全ての生物はそれより深いところでなければ生きられなかったと考えられています。緑藻もその頃までは海松色の深所型だったはずですが。その後紫外線が弱まって浅い所でも生物が生きられるようになってから、鮮緑色の浅所型緑藻が初めて登場したはずですが、その子孫が4億年前頃に上陸してコケ植物やシダ植物になり、種子植物にまで進化したために、陸上の草や木の葉はすべてアオサやアオノリなどと同じような緑色をしていると考えることができます。このことは、いろいろの海藻と草や木の葉に含まれる色素をクロマトグラフィーで分析して比べてみると一層はっきりします。黄色や緑の斑点がたて1列に並んだクロマト像は、草や木の葉のものと浅所型緑藻のものとが完全に一致します。

紫外線が弱まり生物が深所から浅所へそして陸上へ進出できたのは、上空のオゾン層が発達してきたためです。生命が海中で誕生した頃(今から35億年前)は大気中に  $O_2$  は殆ど全く存在しなかったようですが、海中の藻類の光合成によって生成された  $O_2$  が大気中に蓄積し、それに伴って  $O_2$  から  $O_3$  (オゾン) の生成も進んでオゾン層が発達し、地球表面に達する紫外線は少しずつ弱まったのです。つまり30億年程のあいだ海中で営み続けられた藻類の光合成のお陰で、私達の祖先を含む生物が4億年前に上陸できたというわけです。

地球の大気中には、はじめ数気圧の  $CO_2$  (二酸化炭素) が存在していたと言われていますが、それが大気の0.03%という量にまで減りました。多量に存在していた  $CO_2$  のかなりの部分は海中の藻類の光合成によって取り込まれ、石油の形で地下に封じ込められ、さらに上陸後の植物の光合成によって石炭の形で地下に封じ込められました。今私達はこれらの化石燃料を大量に消費していますが、それは大気の成分を過去に戻す役割を私達が演じていることを意味します。フロンガス使用によるオゾン層の破壊についても同じ事が言

えます。私達の生存を可能にしている地球環境は生物によって作られたものですが、これに重大な影響を与えつつある私達も生物ですから、これも自然現象と言えます。

多彩な海藻を観察することは、現在私達人類が直面している地球環境問題の本質を理解する糸口となります。本展示コーナーでは、数十種の色彩美・造形美豊かな海藻おしぼを展示するほか、海藻おしぼ作りも体験して頂けるようにしました。美しい海藻おしぼを觀賞しながら、今後私達の選択すべき道について皆さんと考えてゆきたいと思っております。

### 食べられる海藻

#### 76) 日本の有用海藻の標本(池原宏二:南西海区水研)

古代日本でも海藻が利用され、ノリ、ワカメ、ホンダワラなどの食用海藻が、1万年前の島根半島の遺跡から発見される。西暦720年には、ミル、アラメなど8種、905年にアオノリ、ツノマタなど14種の食用海藻が租税の対象になっている。また万葉集にはワカメ、ホンダワラなどが詠われている。現在の日本で利用される食用海藻の主なもの、ノリ、ワカメ、コンブ類、テングサ類、フノリ等で、各々天然と栽培のものがある。また医薬として、高血圧症に効くコンブ類のラミニン、虫下しのマクリがあり、紙、布の光沢の原料として、アラメ、カジメのアルギン酸がある。カリウムやミネラルの多いホンダワラ類、アラメ類、アマモ(海藻)は肥料として使われる。祝事として、神棚にホンダワラ、コンブ、ウップルイノリを供える。これらの海藻は、海に生育中は魚の産卵場や幼稚魚の育成場にもなり、アワビ、サザエ、ウニ、クロダイなどのえさにもなる。また水質浄化として海の栄養塩類を吸収し、二酸化炭素を吸収し、酸素を発生している。これらの海藻の標本を展示する。(濱田要約)

#### 77) 食用海藻(ワカメ)の生活史(飯間雅文:長崎大・水産)

ノリ、コンブとともに食用海藻の代表種であるワカメはコンブと同じ褐藻類ですが、二つの全く異なる姿を持ちます。1つは食用にする大型の葉状体の姿で、もう1つは太さ数10  $\mu m$  の微小な糸状体の姿です。葉状体は孢子体世代と呼ばれ性別はありませんが、糸状体は配偶体世代と呼ばれ、雌株と雄株があります。

冬から春にかけて日本各地の海岸に自生しているワカメは、夏には海から消失します。その直前、「メカ

ブ」と呼ばれる根元の胞子葉から鞭毛を持った胞子(遊走子)が大量に放出され、海底まで泳いで行って着生し、一個一個が微小な雄または雌の糸状体(配偶体)に発生します。そして海底で夏を越し、水温が下がり日長が短くなる秋に、雄と雌の配偶体は成熟して精子と卵細胞を形成します。精子は卵の所まで泳いで行って受精し、受精卵は発生を始めて成長し、大きなワカメ葉状体になるのです。このようなワカメの生活史を異型世代交代型の生活史と言います。

ワカメ栽培では、この糸状体の微小配偶体世代を室内で培養し、受精させ、秋に胞子体幼体をつけたロープを海に沖出しして春に収穫します。

展示では、室内で培養されている雌雄配偶体、および受精後の胞子体幼体を顕微鏡で、またとれたての生ワカメもお見せします。

#### 78) 海苔(ノリ)の色変りのメンデル遺伝(三浦昭雄, 申宗岩:青森大・工)

日本人の好む海苔の生活環は、 $n$ 世代の葉状体(食用の部分)と、 $2n$ 世代の糸状体とが規則正しく交代する。葉状体は薄い葉のような形で、普通冬期は岩の上などに生え、夏期は糸状体が貝の殻の中に潜り込み繁殖する。ノリの葉状体の色は、正常型は葉緑素、藻紅素、藻青素など多くの色素のために黒いが、その他に赤、緑、黄、紫などの突然変異体が自然に生じる。例えば、赤色と緑色のノリを交配すると、正常型の黒い糸状体が生じる。この黒い糸状体から出来た殻胞子から葉状体が発芽する際には、1枚の葉状体の根元から先端にかけて赤-緑となったり、緑-赤となるノリが多い。この他にも、1枚のノリが4区分や3区分、2区分、1区分になり、例えばこの4区分が赤-黒-黄-緑の順に色の違うキメラのノリも生じる。これらの結果を遺伝学的に解析すると、赤と緑を支配する遺伝子： $r, g$ は同じ染色体上にあり、約36単位離れていることが分かった。また、赤または緑のノリと野生型のノリとの交配実験から、染色体を動かす動原体と $r, g$ との距離は、それぞれ約18と16単位で、 $r$ -動原体- $g$ の順に並んでいることも明らかとなった。さらに、長い間の謎であった生活環中の減数分裂の起こる時期は、殻胞子から葉状体が発芽する時であることも遺伝学的に明らかにされた。このことは染色体数の観察からもほぼ確認された。

#### 79) 乾海苔はこのように作られる(三浦昭雄, 申宗岩:青森大・工)

海苔の栽培は、古くは江戸時代初期に江戸前の海で始まったが、当時は秋になると、亀朶(そだ)と呼ばれる竹や木の枝を適当な深さの海に植え建て、自然に着いた海苔を採集し、細かく刻み、紙をすく要領で海苔をすいて干した。これが乾海苔である。

今日では、海苔の栽培は海苔の生活環の全過程を人為的に制御することにより行われている。ノリの生物学的な基礎研究は、イギリスの故 Drew 女史や日本の多くの海藻学者、現場の栽培漁民など、多くの人々の努力によりされてきた。ノリの栽培技術は、大別して栽培と加工の2つの工程がある(図は略)。ノリの栽培は原藻のノリの栽培に始まり、紙状の乾海苔の製造加工をもって完結する。殻胞子付けから加工に至る迄には、育苗、種網の低温保蔵、海苔の育成、および収穫などの各段階があり、新旧2通りの技法がある。図の左の技法はより伝統的であり、右は最近になって考案され普及した新しい技法である。例えば育成では、従来の支柱を利用して干潮時に自然に干出される方法だけではなく、浮き流し式いかだを利用してそれに網を張り、全く干出させない方法でも栽培が行われる。

#### 陸上、淡水の藻類

#### 80) 地衣類に共生している様々な藻類(飯田高明, 青木美恵, 竹下俊治, 中野武登:広島大・理)

日本では古来正月の門松にはウメノキゴケをつけるのが習慣となっている。このウメノキゴケはいわゆる「コケ」の仲間ではなく、地衣類と呼ばれる生物の仲間である。地衣類は菌類(カビ・キノコの仲間)と藻類が共生(共に助け合うこと)することによって一つの生物体を形成している極めて不思議な生物である。この「地衣類の共生」という現象を解明するため、我々は地衣類に共生している藻類について研究を行い様々な成果を挙げてきた。一例を挙げると、地衣類の種類によって、それらに共生している藻類の種類が異なり、さらに共生の仕方も異なるという現象が明らかになってきた。今回、我々の得た研究成果を中心に、不思議な生物・地衣類と、それらに共生している様々な藻類を紹介する。特に、地衣類とそれらに共生している藻類との関係をカラー写真などを用いて詳しく解説する。これによって、共生している藻類と共に、地衣類に対する造詣をも深めてもらえれば幸いである。

#### 81) 気生の微細藻類(半田信司, 中野武登:広島県衛連, 広島大・理)

藻類は一般に海中や河川、湖沼等の淡水中に生育していると考えられる。しかし、ある種の藻類群は陸上のあらゆる環境下で旺盛に繁茂している。これらの藻類群を気生微細藻類と総称する。陸上では土壌中やその表面に生育している藻類も多くあるが、ここで言う気生微細藻類とは、土壌以外の環境下に生育している藻類群である。これらの藻類の生育環境は、樹皮上、木製あるいは金属製の杭や塀、岩上、コンクリート製や石製等ほとんど全ての人口構築物、さらには大気中浮遊などである。これらの環境は、いずれをとってみても藻類にとっては著しく厳しいものである。即ち、水分は雨水か朝露、栄養源は微量、さらに付着基物は日中異常な高温になる。さらに場所によっては著しい大気汚染に曝されている。このような特殊な環境条件下でも多くの種が生育している。本展示では、藻類の生育場所としては極限状態とも考えられる環境下に生育する気生微細藻類の生育環境と代表的な藻類をカラー写真で紹介する。

82) 気生微細藻類による CO<sub>2</sub> 固定 (中野武登, 半田信司: 広島大・理, 広島県衛連)

二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が大気圏に蓄積されることにより地球温暖化が進行していることが問題となっている。地球温暖化の元凶であるこの CO<sub>2</sub> を積極的に固定して大気圏に放出しないようにする研究が種々行われてきた。従来、海中や淡水中の微細藻類を用いて CO<sub>2</sub> を固定する研究は行われているが、本研究は大気中に生育する特殊な藻類である気生微細藻類を利用して CO<sub>2</sub> を効率良く固定しようとする試みである。気生微細藻類は、大気中の種々の基物に付着して生育しており、これらの中から CO<sub>2</sub> を効率良く固定する種類を選択して、特殊な人工器物に付着させ、CO<sub>2</sub> を吸収させる人工葉を作成することが可能となる。すでに、本研究室では大気中の CO<sub>2</sub> 濃度の約500倍の濃度条件下で生育可能な藻株が数種選択できており、これらの藻株を用いて人工葉作成の研究を進めている。

83) ミカヅキモによる水質の評価 (濱田仁: 富山医薬大・医)

ミカヅキモ (*Closterium ehrenbergii*) は、湿地・池の浅瀬・水田などに自生する淡水産の緑藻である。ミカヅキモは、重金属の水銀やカドミウム、抗生物質のストレプトマイシンやクロランフェニコール等で、人間が影響を受けるのはほぼ同じ濃度で、数日以内に無性的な増殖や接合子形成が影響を受ける。従って、ミカヅ

キモは水中の有害な環境汚染物質の存否、特に複合汚染の効果を判定するのに良い指標生物となる。そこで、多くの農薬についてミカヅキモに対する影響を調べると、一般に農薬が散布されている時の濃度のさらに千倍に希釈しても (最終的に約百万倍)、毒性のあるものが多かった。中性洗剤と石鹼を比較すると、中性洗剤の方が約千倍も毒性が強い。富山県のゴルフ場の排水や梨園の排水を調査すると、初年度はかなりの毒性がみられたが、ミカヅキモの教えに従い、次第に改善されてきたのは嬉しいことである。

84) ミカヅキモの DNA の見方 (濱田仁: 富山医薬大・医)

生物は遺伝子を持ち、自分と良く似た子孫を残す。遺伝子の本体は DNA と呼ばれる物質で、細胞の核に90%以上が存在し、動物ではミトコンドリア、植物ではさらに葉緑体にも存在する。この DNA は、DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindol) と呼ばれる蛍光色素で特異的に染色され、蛍光顕微鏡では独特の青白い光で観察出来る。例えば緑藻のミカヅキモでは、DNA の存在する核と、その他細胞質の部分も青白く光る。従って、これらの部分に DNA が存在することが分かる。また、これらの蛍光の強さは DNA の量に比例するので、光量を測定すれば相対的な DNA 量を決定出来る。実際ミカヅキモでは全生活環中の DNA 量が決定され、栄養細胞が 2C レベルであることが明らかとなった。

85) アシツキと立山マリモ (安井一朗\*, 濱田仁\*\* : \*富山県科学教育センター, \*\*富山医薬大・医)

富山県には、庄川のほとりで大伴家持が万葉集に詠んだ、「葦付き」がある。葦付きは、今日藍藻のアシツキとされ、片貝川、黒部川などの上流にわずかに生息する。しかし、家持自身はアシツキを海産緑藻のミルノ類と注釈している。このミルノとアシツキは、今日の分類学ではかけ離れている。両者を比較する。

次に、立山町野口の広明正一氏宅の池には、近年北海道阿寒湖産のマリモに似た藻が発生し、地元では立山マリモと称している。マリモの属するシオグサ属そのものは珍しくなく世界中に広く分布するが、球状になる種は限られる。広明氏宅のマリモは、初め木の枝などからみつき、次いで扁平な小判形をなして3~4cm ほどに生長する。その後、中央がふくれて球形になるのではないかと広明氏等は推定している。

## 富山湾の海藻

## 86) 能登のカサノリ (ホソエガサ) (石川依久子: 東京学芸大)

能登半島の富山湾沿岸域にカサノリの一様ホソエガサ, *Acetabularia caliculus* が多く見られる。カサノリの祖先は先カンブリア期 (6億5000万年前) の海に既に広く繁茂していたと見られ、生きている化石ともいふべき太古の藻類である。カサノリ目の藻類は、日本では奄美大島から南西諸島にかけての珊瑚礁原に見られるが、ホソエガサだけが能登の貝殻などに生息している。富山以南の本州西岸域で稀に採集されることから暖流に沿って分布し、富山湾が北限となったと見られる。かつては、瀬戸内海や渥美半島など太平洋側にも見られたが、近年ほとんど絶滅したと思われる。本展示では、能登のホソエガサの分布や生態を既存の資料に基づいて述べると共に、巨大単細胞体という極めて特異な形態や独特の生活史を図と写真で紹介する。またそれぞれ特異な外観を呈するカサノリの仲間を写真によって紹介する。

## 87) 富山県で用いられている海藻採集具 (藤田大介\*, 加藤喜代治\*\*, 石川政行\*\*\*: \*富山水試, \*\*宮崎浦漁協, \*\*\*滑川漁協)

県沿岸では、テングサ・ワカメ・イシモヅクなどの天然海藻が漁業者により採取されている。場所によっては潜水採取されることもあるが、多くの場合、船上から道具で採取される。ここでは滑川市沿岸でテングサを採取する際の曳き具であるマンガ、朝日町宮崎でワカメを採取する際に用いられる風車状の鈎のついた捻り棒、イシモヅクを採取する際に用いられる曳き具を展示する。

## 88) 大島勝太郎氏の業績 (藤田大介: 富山水試)

大島勝太郎は、戦前から戦後の混乱期にかけて活躍した郷土の海藻研究者である。大島は明治42年、越中出町 (現在の砺波市) の農家に生まれ、砺波中学校、広島高等師範学校を卒業し、氷見高等女学校の教壇に立った。後に広島文理大学に入学したが、病気で中途退学した。その後、愛知県、静岡県で教職につき、再び氷見高校に勤務したが、再度病に倒れ退職した。ミシン販売業を経て、カーテン業を営んでいる。大島は広島時代から岡村金太郎博士の指導を受け、富山湾の海藻について正確な同定を進め、日本最初の本格的な地方海藻誌「富山湾海藻誌」を著し集大成した。日本

海固有のホンダワラ類のスギモクの生活史は、大島が初めて氷見市藪田での周年観察により明らかにした。大島は「海藻と漁村」を著し、海藻利用の啓蒙普及にも尽力したほか、広島湾や駿河湾の海藻、静岡地方の稲作害虫に関する研究があり、岩掃除器や水中望遠鏡の開発により特許を取得した。現在は、郷土史家、ヤマトナデシコの栽培家としても活躍中。ここでは、大島の著書、論文、岡村博士の書簡、著書の中で大島を故人扱いしてしまった故広瀬弘幸博士の詫言などを展示する。

## 89) 加越能地方の藻類名所案内 (藤田大介: 富山水試)

北陸地方、特に石川県と富山県 (加賀・越中・能登=加越能地方) の沿岸では海藻の利用が盛んで、富山湾や能登半島の沿岸には、海藻にまつわる文化や面白い話が沢山ある。また、この地方は名水に恵まれており、淡水藻の生育地として有名な場所も多い。このうち、富山県及び能登地方に係わる事項については、本大会開催に際し編集した「富山の藻類」(富山水試刊)及び、「能登半島における海藻の利用と文化」(富山水試だより59号)に紹介した。ここでは加賀地方の紹介も含め、藻類に係わりのある場所をマッピングしたので、是非この機会に訪れて見て頂きたい。

## 90) 富山湾の海藻～マルチメディアによる藻場ガイドと海藻 Q&amp;A～ (藤田大介\*, 酒井正\*\*: \*富山水試, \*\*日本タイプライター・富山)

近年、音声と映像を統合したマルチメディアによる展示が盛んに行われるようになってきた。ここでは、当初、富山市立科学文化センターでの展示解説用に開発されたマルチメディアソフト (商品名: メディアザウルス) を用い、富山県朝日町、入善町、魚津市、滑川市及び氷見市沿岸の藻場の様子をビデオで紹介するほか、富山湾に生育する緑藻、褐藻、及び紅藻に関するクイズを設けてみた。

## 追 加

## 91) スピルリナ、この奇妙な生きもの (石川依久子: 東京学芸大・生物)

スピルリナは、湖・沼・汽水・温泉などの石の上にぬるぬるした藍緑色の層を形成して生きる藍藻である。スピルリナは螺旋 (らせん) 形の糸状体で、きつく巻いたものも、ゆるく巻いたものもある。螺旋の直径は数  $\mu\text{m}$ 、長さは 10-30  $\mu\text{m}$  ほどである。この糸状



体は細胞が一行につながったもので、個々の細胞はほぼ独立しているので一種の群体である。従って糸状体は頭も尻尾もなく、見かけ上、ニクロム線の端切れのようなものである。

この生き物とも思えないような糸状体は、螺旋を回転させながら前後に移動する。丁度、ドリルが回転前進運動をするのと同じである。このドリル運動は逆転もできる。不思議なことにこの糸状体は目もないのに光を感知し、光のある方向に向けて前進したり、強すぎる光があると後退したりする。また、螺旋の端が暗所に突入すると、途端に螺旋を逆転させて明所に戻ったりする。また、紫外線があると螺旋を逆転させて逃げたりもする。螺旋形の糸状体のどこに光センサーがあるのか、まして、手も足も鞭毛もないのに何故動けるのか、今、この謎解きに挑戦している。

#### 92) 国立環境研究所微生物系統保存施設の藻類の保存株 (野崎久義・渡辺信：国立環境研究所)

近年の環境汚染は全地球上の生物の生存を脅かし、人間の健康をも蝕む。これが社会問題となり、「環境科学」誕生のきっかけとなった。地球上の生産の半分と、分解の大部分を担う微生物には、赤潮やアオコのように大発生する有害微生物もある。このような微生物の基本的特性を把握し、遺伝子資源として長期保存の方法を確立することは重要である。このため昭和58年1月、国立公害研究所(現、国立環境研究所)内に「微生物系統保存施設」が設立された。本施設は、主に微生物の中で最も保存に手間がかかる「微細藻類」を中心に、現在約1000株収集保存され、その内約600株の検査が終了し、いつでも研究者に分譲できる。今回は、当施設で保存され、赤潮やアオコの原因となる微細藻類の代表的なものを写真と実物で紹介する。また最近、生物多様性が地球規模の問題となり、いわゆる公害問題に直接関係のない微生物も、多様性保存に係わる遺伝子資源として保存することが重要な課題と

なっている。微細藻類における、日本固有種なども紹介したい。また、近年の環境破壊により、絶滅に瀕する車軸藻類の代表的な種である (*Nitelopsis obtusa*) の培養による保護と自然界への復帰を目指す事業についても紹介する。

#### 93) あのブヨブヨは何だ?—藍藻・インクラゲー (富山県高岡市立戸出中学校・理科部)

ここ数年、高岡市の戸出中学校の敷地内や近くの公園、家の庭などで、ワカメに似たブヨブヨの植物を見かけるようになった。これは庄川の堤防にもあり、気味の悪いものだと思っていた。しかし、このブヨブヨしたワカメのような植物が、最近ずいぶん増えているような気がする。しかも晴れの日が続くと、乾燥ワカメのようにパリパリの状態になるのに、雨が降ると元のブヨブヨの状態に戻り、生き生きしていることから、植物として大変興味が湧いてきた。顕微鏡観察すると、小さい細胞が数珠のように連なり、見かけはワカメのようであるが陸上にあるし、一体何という植物なのか、どのような生態をした植物なのか調べてみた。

本大会に御協力・御協賛を頂いた方々と団体

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

展示をして頂いた多くの研究者の方々に、心からお礼を申し上げます。

## 日本藻類学会第18回大会エクスカージョン（のとじま水族館・ワカメ養殖見学会）参加記

学会史上最高の参加者数で盛り上がった日本藻類学会第18回大会（富山）に先立つ3月28日から29日にかけて、石川県ののとじま臨海公園水族館で栽培展示中のジャイアントケルプ (*Macrocystis pyrifera*) 見学と、富山県女良のワカメ養殖見学をメインとするエクスカージョンが、富山水試藤田大介氏を案内役として行われたので、その概要を報告する。

学会2日前の28日（月）午後2時に金沢駅コンコースに集合した21名（石川先生は宿舎で合流）は、マイクバスで能登半島を一路北上した。車内では北陸地方の海藻研究の歴史について藤田氏から紹介があり、岡村金太郎先生が、最初に赴任された地が金沢（旧制第四高等学校教授）であったこと、そのため能登産種が日本海藻誌に多く見られることなど、恥ずかしながら筆者が知らなかった貴重な話をうかがうことができた。

午後4時頃ののとじま水族館に到着した。ジャイアントケルプの栽培に尽力されたのとじま水族館の荻野洗太郎氏は、残念ながら不在であったが、別の係の方のご案内で館内を案内していただいた。

水族館内は広く、大型水槽に各種魚類が数多く展示され、また国内の多くの水族館ではほとんど見るのできない生きた海藻（イワヅタ類）も一部の水槽に実際に魚類とともに栽培されており、ガラス水槽内で実際の海洋の生態が美しく再現されていることに感激した。

屋外の円形コンクリート大型水槽にはアカモクの海中林が形成されており、地下のトンネル水槽のガラス窓越しに見ることができた。これは最初に移植してからはその後ずっと水槽内で自生し、どんどんその数が増加しているとのことであった。

目玉のジャイアントケルプの水槽（容量450トン）は、海の自然生態館という別棟にあり、高さ6mほどのガラス張りで見上げるほどの見事なものであった。残念ながら冬場の日照不足で一部枯死してしまったとのことで、最も繁茂していた時に比べ、やや短くなってしまったようだが、数本は底から水面までとさらに水面で数m横たわっており、実物のカリフォルニアのジャイアントケルプは映像でしか見たことのない筆者にとっては迫力あるものであった。さらに短く切れたものを現在多教育苗中とのことであった。

とかく魚類に偏りがちな水族館の展示物に、このよ

うな見事な海藻類が国内あちこちでみられるようになれば、海藻イコール食用と直結しがちなわれわれ日本人にとって、海洋生態系の重要な構成員であり、また魚介類のすみかでもある藻類に対する親近感がさらに増すのではないかと思われた。

陸上植物には植物園が動物園と同じくらい全国にあるのに対して、水族館（園）はほとんど動物のみで、水槽に植えられているのはビニール製のイミテーション海藻という現状はさびしい。海藻類の栽培の難しさがあるにしても、今後多くの水族館で天然の海底の状態が再現された海藻の生い茂る中を泳ぐ魚たちをみてみたいものである。

一行にはジャイアントケルプ水槽の裏側（水槽上側）も見学させていただき、水面に設置された巨大な造波装置や照明装置などを見て、あれだけのものを維持管理する難しさをかいまみた気がした。

1時間ほどで駆け足で見学した後、のとじま水族館を後にして、午後6時頃宿舎の水見灘浦温泉国民年金保養センターひみに到着した。温泉で汗を流した後、大広間で懇親会が開かれた。白魚の踊り食いなど筆者が初めて食べる海の幸が多かったごちそうに舌鼓を打ちつつ、懇親会では全員の自己紹介・研究紹介が行われた。デンマーク・モエストラップ教授をはじめ4名の外国人研究者が参加されていたため、自己紹介は日英2カ国語で行われ、話はずんだ。和やかなうちにも熱心な語らいが続けられた後、午後9時に大広間での懇親会はおひらきとなり、その後いくつかの部屋では夜おそくまで酒宴が開かれた模様であった。

翌日は朝方あいにくの雨天であったが、朝食前近くの海岸に海藻採集に出かけた人もあった。午前9時頃宿舎を出発する頃には幸い雨もあがり、すぐ近くの女良漁港から船2隻を出していただき、沖合いのワカメ養殖漁場を見学することができた。養殖ロープにはワカメが見事に育っており、漁業者の方が手際よく刈り取って下さった。養殖種は、以前は宮城からの北方種を使用していたが、現在は南方種（裂葉の切れ込みが長い）を用いているとのことであった。

会場は降雨後にもかかわらず穏やかで波も少なく、充分養殖状況を見学することができたが、冬場の日本の荒波の中でのワカメ養殖の管理の苦労がしのばれた。

沖合い漁場の見学後、港の加工場でのワカメの灰付

け・乾燥作業を見学した。六角柱型の大型の鉄製の容器にワカメと灰を入れ、ぐるぐるまわしながら灰をワカメにまぶす様子をみせてもらった。灰付けワカメは女良の特産品とのことで、灰のアルカリ成分により、葉緑素の分解が抑制され緑色が保たれるとのことであった。外国からの参加者は、特にこの灰付け作業に興味を持たれたようで、盛んに質問が出ていた。最後に女良漁港前で全員で記念撮影を撮った後、バスは富山市へ向けて出発し、正午過ぎ市民向け展示の準備が盛んに行われていた富山県民会館に到着した。こうして筆者にとって充分意義深いものであった足かけ2日のエクスカージョンは、無事終了した。

最後に、時間を割いて館内を案内していただいたのとじま水族館の皆さん、ワカメ養殖場を見学させていただいた氷見漁業協同組合女良支所の漁業者の皆さん、そして特にこのエクスカージョンの企画運営にご

尽力された富山県水産試験場藤田大介氏に心から御礼申し上げます。

エクスカージョン参加者：鯉坂哲朗（京大・農）、有賀祐勝（東水大）、飯間雅文（長崎大・水産）、石川依久子（東京学芸大）、梅崎勇（福井県立大・生物資源）、岡崎恵視（東京学芸大）、小林弘（東京珪藻研究所）、小林玲子（小林夫人）、佐野修（金沢水族館）、澤田威（常葉学園中学）、能登谷正浩（東水大）、林田文郎（東海大・海洋）、藤田大介（富山県水試）、藤田隆夫（東邦大・理）、堀輝三（筑波大・生物科学）、三浦昭雄（青森大・工）、山本裕子（明大・農）、吉崎誠（東邦大・理）、Ø・モエストラップ（デンマーク・コペンハーゲン大）、ニルス・ハーゲン（ノルウェー・ノルドランド大）、ヘレン・マーシャル（ハーゲン夫人）、ジゼル・ダール（ハーゲン夫妻友人）以上22名。

（飯間雅文：長崎大・水産・藻類増殖）



女良漁港での記念撮影（藤田大介氏撮影）

## 新 刊 紹 介

堀 輝三編：藻類の生活史集成 第一巻 緑色藻類 vii+367 pp.+51 pp. (学名総索引), 1994。同 第二巻 褐藻・紅藻類 xix+345 pp.+51 pp. (学名総索引), 1993。同 第三巻 単細胞性・鞭毛藻類 xvii+313 pp.+62 pp. (学名総索引・培地), 1993。内田老鶴圃。第一巻 8,240円, 第二巻 8,240円, 第三巻 7,210円

冬季に見られるアマノリ類は貝殻中で糸状体として夏季をすごすことが、1949年にイギリス人のドリュウ博士によって発見され、世界の特にノリを食用とし、永年その生活史を研究してきた日本の藻類学者を驚かせました。この発見で日本のノリ養殖技術が改良され、今日の増産の基礎となりました。日本では、古く1919年に、遠藤吉三郎博士が北海道忍路湾で岩にコンクリートテラスを造成して、ノリの単細胞胞子が着生し、ノリ藻体になることを確認しました。さらに、札幌の実験室で果胞子を発芽させて、分枝した糸状体に発達させました。しかし、その上にできた遊走細胞（おそらくミズカビの一種）をノリの配偶子（遊走子）と間違った見方をしたことは本当に惜しまれる研究でした。コンブについては、1915年にフランスのソーバージュ博士が、翌年（1916年）にスウェーデンのシリンド博士によってコンブ上にできる遊走子が発芽して顕微鏡的微小体の有性世代になり、受精してコンブ体になることを発見しました。日本においては遠藤吉三郎博士が1919年にアイヌワカメ類で、猪狩二郎氏が1921年にホソメコンブで、1926年にアラメで、殖田三郎博士が1926年にホソメコンブで有性世代のあることを発見しました。当時北大海藻研究所におられた神田千代一博士が1933年から1941年にかけて、日本のコンブ類13属31種のすべてが大形の胞子体と顕微鏡的微小体の配偶体の世代交代をすることを明らかにしました。この研究は今日のコンブやワカメの養殖技術に応用されています。また、1934年に国枝博博士がヒトエグサの生活史を研究して、配偶子の接合の結果単細胞球形体の胞子世代になることを発見して、ヒトエグサ属をアオサ科から独立してヒトエグサ科を設立した有名な研究があります。これら日本人による研究はいずれも日本の有用食用海藻であったこともまことに意義があることと思います。さらに古く、1906年に山内繁雄博士が米国留学中にイトグサ属の一種 (*Polysiphonia violcea*) で四分胞子形成の際に減数分裂が起こること、さらにナゴ

りで1912年にヒラムチモとアグラオゾニアがそれぞれ単相の有性世代と複相の無性世代で、核相交代をしていることを細胞学的に世界に先駆けて研究されました。以上のように、日本の藻類の生活史の研究は歴史的にも古く、先駆的なものでした。

戦前の日本人の海藻の培養は濾過海水を滅菌して取り替えたり、それに硝酸塩やリン酸塩を添加して、窓際で明かりを利用したものでした。しかし、欧米では培養液の研究がすすんでいました。プリングスハイム博士が1921年に土壌浸出液を考案して、藻類の生長をよくしました。1934年にフェイン博士がシュライバー液 (Schreiber 1932) に土壌浸出液を添加する Erd-Schreiber 液を使ってアオサヤンオグサの生長を良くし、生活史を完成させました。戦後は、米国ハスキンス研究所のプロバゾリー博士及び博士一派 (1953, 1957, 1958) による無菌培養の成功及びビタミンや微量元素添加の培地がつくられ、室内での藻類の生長及び生活史の研究が進歩しました。同博士の指導を受けた岩崎英雄、野沢治治、館脇正和、月館潤一博士等がその後の日本の海藻の培養及び生活史の研究を躍進させました。勿論、電気器具、照明装置の発達も藻類の培養の研究を促進させました。

編者である筑波大学堀輝三教授の努力によって日本及び韓国の藻類学者の応援をえて、第1巻の分担執筆者46人、第2巻47人、第3巻32人の合計125人の大動員によって本書が完成されたものです。第1巻緑色藻類には緑藻綱7目80種、アオサ綱6目59種、車軸藻綱3目32種、ブランソ藻綱1目6種、所属不明群9種が、第2巻褐藻・紅藻類には褐藻綱15目83種、紅藻綱10目88種、第3巻単細胞性、鞭毛藻類には渦鞭毛藻綱7目34種、黄金色藻綱7目20種、シヌラ藻綱1目3種、ハプト藻綱4目16種、クリプト藻綱1目6種、ラフィド藻綱1目5種、真眼点藻綱1目4種、ミドリムシ藻綱1目5種、クロララクニオン藻綱1目5種、黄緑色藻綱3目11種、珪藻綱2目41種、全巻で17綱71目497種が収録され、我が国藻類の生活史の研究の成果を総括したものである。

各巻に使用されている用語（和名・英名）は分類群によって使用の違いや慣例から同義語が載せられ、統一していないのがかえってよい。種ごとに学名と和名（和名のないものはラテン語発音に従った準和名）に

並べて産地（海産，淡水，気生，土壌）があるのは藻を知るのにも便利である。5項目の解説がある。（Ⅰ）最新の信頼できる文献の参考資料が引用され，今後の研究に役立つ。生活史・環の和文解説（Ⅱ）と英文解説（Ⅳ）は，ステージを追って簡潔に説明されている。（Ⅲ）分布その他についての最新の情報が載せられている。図は線画（一部は写真）で書かれ，矢印と数字でステージの進行を知ることができる。ステージ毎に，また藻体や細胞器官に用語が付き，減数分裂(RD)の位置がしめされている。種によって単相世代と複相世代，果孢子体，配偶体及び四分孢子体世代の区別ができています。この図は藻類の生活史だけでなく，その形態学や組織学の参考書としても立派に利用できる。生活史の英文解説と各項目見出しの英文の併記があるので，外国人も使用できる。さらに，各種は左側頁（偶数頁）に図が，右側頁（奇数頁）は解説文になっているので，頁をめくる必要がなく，読者への配慮がなされている。

戦前の中等学校ではシダの世代交代を学び，野外で有性世代の前葉体を発見して驚喜した経験のある方や，これが動機で植物に興味をもつようになった方もおられると思います。戦後，特に最近の生物学の進歩

によって分子生物学やバイオテクノロジー技術に教育の重点が置かれ，分類学特に生物の生活様式の多様性や種の問題を扱ったものが少なくなっている。陸上植物に見られない藻類の生活の多様性を本書を見ることによって知ることができます。本書の編者が述べているように，藻類の生活史を研究しようとする次世代の研究者の重要な文献としては勿論，また藻類を研究材料とする他分野の研究者も種の生活様式を知ることは研究の幅を広げることになると思われます。ノリのコンコセリス期の発見から知られるように，漁業従事者も藻には肉眼で見られない世代の生活のあることや，多様な形態変化を知っていることをご存知いただき海藻養殖の参考にさせていただきたい。また，河川，湖沼，海の環境行政に従事する国や自治体の公務員や水域の工事に関係する企業の方々にも，一滴の水や一握りの土壌にも尊い生命の宿ることを認識していただき，環境の保全に努力していただきたいと思います。前述のように，本書は外国人も使用できるが，英文版を発行することにより，一層の外国人愛読者が増え，日本の藻類の研究の進歩を世界にアピールすることにもなるとおもわれる。

（福井県立大学 梅崎 勇）

## — 学 会 録 事 —

### 1. 日本藻類学会第18回大会

1994年3月29～31日、富山県民会館（富山市）において第18回大会を開催した。大会会長は濱田仁氏（富山医科薬科大学）、実行委員は藤田大介氏（富山県水産試験場）、渡辺信氏（富山大学）、安井一朗氏（富山県総合教育センター）で、一般講演63題（うち市民向け公開講演3題、展示発表9題）のほか、市民向け公開展示が30題あった。大会参加者は164名で、これ以外に、29日の公開講演に80余名、大会期間を通して行われた公開展示には更に多くの一般市民が参加した。なお、大会参加者及び公開講演参加者には、本大会に向けて発行された「富山の藻類」（富山県水産試験場刊）が配布された。

大会第2日目に同会場において総会を開催し、引き続き県民会館内の「キャッスル」で、約2時間にわたって懇親会を開催した。懇親会は藤田大介氏（富山県水産試験場）の司会により、有賀祐勝学会長の乾杯の音頭に始まり、140余名に及ぶ多数の参加で盛会裡に終了した。大会の運営にあたっては上記各氏のほか、富山県水産試験場並びに県内の本会関係者、補助金交付団体・寄付者、富山大学学生諸君及び市民向け企画参加者各位にいろいろとご協力いただき、厚くお礼申し上げます。

#### 大会参加者

青木美恵、秋岡英承、秋山昌代、鰐坂哲朗、阿部剛史、有賀祐勝、飯田高明、飯間雅文、池原宏二、石川依久子、石田健一郎、石田政弘、石本佳代、Sri Istini、市村輝宜、出井雅彦、井上 勲、今村 明、井山洋子、植村康一、宇田川彰久、梅崎 勇、江端弘樹、大島真紀子、大谷修司、大西綾美、大野正夫、岡崎恵視、奥田一雄、恩地真一、加崎英男、梶村光男、片平幸枝、片山舒康、加藤哲也、金井塚泰裕、川井浩史、川久保明宏、川嶋昭二、河地正伸、喜田和四郎、北山太樹、久保文靖、工藤飛雄馬、黒田充恵、高原隆明、小亀一弘、小杉照男、小西健二、小林 弘、斎藤宗勝、斎藤讓、佐々木誠、佐武俊作、佐藤輝夫、佐藤博雄、佐野修、澤田 威、島村京子、申 宗岩、宍道道子、神保絹絵、杉山孝一、鈴木三喜、瀬戸良三、芹沢如比古、田井野清也、高田英夫、竹下俊治、立沢秀高、田添龍一、田中玄太、田中次郎、谷 昌也、種倉俊之、高橋

信彦、武野泰之、千原光雄、Anong Chirapart、張曉明、寺田竜太、傳宝 隆、土井孝爾、富永春江、中川修三、中嶋 泰、長嶋美香子、中野武登、中村省吾、中山 剛、中山恭彦、南雲 保、奈倉 昇、難波信由、二宮早由子、野崎久義、能登谷正浩、野呂忠秀、Nils T. Hagen、馬場将輔、幡野恭子、濱田 仁、浜田征雄、林 恭子、林 武彦、林田文郎、原田恭行、半田信司、坂東忠司、樋口澄夫、樋口隆司、藤田大介、藤田隆夫、古川隆博、穂刈貞枝、堀田和夫、堀 輝三、堀江 剛、堀口健雄、本多大輔、前川行幸、前田 士、前田昌徹、正木康昭、松井紀憲、松村元美、真山茂樹、松坂智之、松永 茂、松本正喜、三浦昭雄、水田浩之、御園生拓、宮崎なるみ、宮地和幸、宮村新一、宮本奈保、村岡大祐、Øjvind Moestrup、本村泰三、森史、安井一朗、安井 肇、安田郁子、山形 光、山岸高旺、山下博和、山本弘敏、山本正之、山本鎔子、湯口能生夫、横田明穂、横浜康継、吉崎 誠、吉澤順子、吉田忠生、吉永一男、四ツ倉典滋、Danillo B. Largo、Jacqueline Rabello、若林 洋、渡辺 信（しん）、渡辺 信（まこと）。

### 2. 編集委員会・評議員会

第18回大会期間の3月29日に富山県民会館会議室（301号室）において編集委員会及び評議員会を開催した。評議員会では1994年度総会に提出する報告事項・議題などの審議を行った。審議の内容については総会の項を参照されたい。

編集委員会出席者：有賀祐勝、石川依久子、井上 勲、大野正夫、岡崎恵視、片山舒康、加藤哲也、川井浩史、喜田和四郎、小林 弘、前川行幸、真山茂樹、千原光雄、堀 輝三、吉田忠生、渡辺 信、横浜康継。

評議員会出席者：有賀祐勝、石川依久子、井上 勲、喜田和四郎、大野正夫、田中次郎、谷口和也、千原光雄、岡崎恵視、鰐坂哲朗、吉田忠生、山本弘敏、横浜康継、能登谷正浩、佐藤博雄。

### 3. 1994年度総会

1994年3月30日（大会第2日目）の講演終了後、富山県民会館特別会議室（304号室）において総会を開催した。有賀祐勝学会長の挨拶に続いて、渡辺信氏（富山大学）を議長に選出して議事に入った。

## I. 報告事項

### 1. 庶務関係

(1) 会員状況 (1994年3月現在) : 名誉会員2名, 普通会員535名, 学生会員61名, 団体会員48名, 賛助会員11名, 外国会員109名, 購読53件, 寄贈・交換28件。(2) 1993年度文部省科学研究費刊行助成金「研究成果公開促進費」交付額は1060千円で, 責任頁は360頁である。(3) 第17回大会を1993年3月30・31日に東海大学海洋学部で開催した。(4) 評議員会を1993年3月29日に東海大学海洋学部で, 6月11日および11月27日付け(持ち回り)で開催した。(5) 会員名簿を1993年7月に発行した。(6) 1993年度秋季シンポジウムは1993年10月29日に東京JAホールで「海苔の機能性をめぐる諸問題」をテーマに開催した(藻類42巻1号参照)。(6) 第3回日本藻類学会賞は小亀一弘・川井浩史両氏に授与されることになった。対象論文は41巻1号掲載の Morphology and life history of *Petalonia zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze (Scytosiphonales, Phaeophyceae) from Japan である。

### 2. 会計関係

(1) 12月31日現在の1993年度の会費納入率は, 普通会員82%, 学生会員92%, 賛助会員27%, 団体会員40%, 外国会員41%である。(2) 1993年度一般会計と同山田幸男博士記念事業基金特別会計の決算は, 大森正之(東京大学), 都築幹夫(東京大学)の両会計監事により1994年3月5日監査が行われ, 適正であると承認された。

### 3. 編集関係

(1) 1993年度に発行した「藻類」第41巻第1～4号は, 総頁数427頁, 掲載論文数21編(内, 英論文20編, 和論文1編), 短報11編(内, 英短報8編, 和短報3編), 総説2編, 雑録22編であった。頁当たりの平均経費は10,939円であった。掲載論文の超過頁は55頁であった。

(2) 1994年3月10日に発行した第42巻第1号は, 掲載論文数8編(内, 英論文7編, 和論文1編), 短報2編(内, 英短報0編, 和短報1編), 総説1編, 雑録6編で, 148頁であった。

(3) 1994年3月26日現在の投稿論文状況は, 受理済み3編, 却下2編, 期限切れ2編, 著者取消0編, 著者改訂依頼中8編, 審査中3編である。

### 4. その他

(1) 名誉会員として岩本康三氏が推薦された。

(2) 学会誌の改革に関連して, 会則の改正が次の通り承認された。

#### 会則の改正

第12条 1. 本会は定期刊行物「Phycological Research」及び「藻類」をそれぞれ年4回及び3回刊行し, 会員に無料で配布する。

2. 「Phycological Research」及び「藻類」の編集・刊行のために編集委員会を置く。

#### 第13条 (削除)

(付則)

第5条 会員が「藻類」のバックナンバーを求めるときは各号1,750円とし, 非会員の「藻類」の予約購読料は各号3,000円とする。

本会則は1995年1月1日より改正施行する。

## II. 審議事項

### 1. 庶務関係

以下のことが審議され, 承認された。(1)「藻類」第42巻第1～4号を発行する。(2) 会長・評議員の選挙を実施する。(3) 秋季シンポジウムとして, 「藻類の生理活性物質(仮題)」(1994年9月19日:札幌)を開催する。(4) 日本藻類学会第19回大会を開催する(候補地未定であったが, 後日高知で開催することになった)。

### 2. 会計関係

(1) 1993年度一般会計の決算報告および同監査報告は表-1のとおり承認された。(2) 1993年度山田幸男博士記念事業特別会計の決算報告および同監査報告は表-2のとおり承認された。(3) 1993年度一般会計および山田幸男博士記念事業特別会計の予算は表-3のとおり承認された。

### 4. 日本藻類学会第18回大会エクスカージョン報告

1994年3月27～28日に, のとじま水族館(石川県)及び女良ワカメ養殖・灰付け作業(富山県)を視察した。藤田大介, 佐野修(いしかわ動物園)の両氏を世話人に, 会員等23名が参加した。なお, 見学会の内容は参加記を参照されたい。

エクスカージョンの開催にあたって, のとじま水族館及び氷見漁業協同組合女良支所の皆様には大変お世話になった。この場を借りてお礼を申し上げる。

表-1 1993年度一般会計決算 (1993. 1. 1-1993. 12. 31)

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
会費	4,469,375	印刷費	5,331,123
〔普通会員〕	3,404,000	〔印刷代〕	4,671,050
〔学生会員〕	325,000	〔別刷代〕	660,073
〔外国会員〕	277,375	編集費	371,476
〔団体会員〕	243,000	〔英文校閲料〕	100,000
〔賛助会員〕	220,000	〔編集補助費〕	50,000
販売	838,000	〔通信連絡費〕	190,145
〔定期購読〕	829,000	〔事務用品費〕	31,331
〔バックナンバー〕	9,000	会誌発送費	357,992
別刷代	608,310	庶務費	1,223,303
超過頁負担金	666,000	〔事務用品費〕	545
広告代	180,000	〔会議費〕	18,350
受取利息	37,544	〔通信・印刷費〕	566,273
プログラム代	30,940	〔事務整理補助費〕	30,000
文部省刊行助成金	1,060,000	〔幹事旅費補助〕	53,300
雑収入	138,374	〔幹事手当〕	200,000
寄付金	124,400	〔諸雑費〕	354,835
		事務業務委託費	1,483,200
		第17回大会補助費	120,000
		秋季シンポジウム会場費	50,000
		名簿代	252,514
小計	8,152,943	小計	9,189,608
前年度繰越金	5,875,218	次年度繰越金	4,838,553
合計	14,028,161	合計	14,028,161

## 貸借対照表 (1993年12月31日現在)

借方 (円)		貸方 (円)	
定期預金 (第一勧業銀行)	3,000,000	未払金	988,822
普通預金 (第一勧業銀行)	589,744	前受会費	1,390,000
普通預金 (住友銀行)	76,947		
〔本部〕	76,947	前期繰越金	5,875,218
普通預金 (山梨中央銀行)	35,954	当期剰余金	Δ1,036,665
〔編集室〕	35,954		
郵便振替貯金	1,052,796	次期繰越金	4,838,553
小口現金	75,296		
〔事務局〕	71,759		
〔本部〕	3,537		
受取小切手	126,780		
カード	37,880		
〔UCカード〕	37,880		
〔アメリカンエキスプレス〕	0		
未収金	2,213,100		
*仮払金	8,878		
合計	7,217,375	合計	7,217,375

\*山田基金支払立替え分 (賞状代)

1994年3月5日

本会計決算報告は適正である事を認める。

1994年3月5日

会長 有賀 祐勝 ㊦  
会計幹事 能登谷 正浩 ㊦会計監事 大森 正之 ㊦  
会計監事 都筑 幹夫 ㊦



表-2 1993年度山田幸男博士記念事業特別基金会計決算 (1993. 1. 1-1993. 12. 31)

収 入 の 部 (円)		支 出 の 部 (円)	
コンプ類売上金	1,000	賞状代	12,854
日米セミナー	4,000	送金手数料	412
受取利息	44,130		
小 計	49,130	小 計	13,266
前年度繰越金	2,296,595	次年度繰越金	2,332,459
合 計	2,345,725	合 計	2,345,725

## 貸借対照表 (1993年12月31日現在)

借 方 (円)		貸 方 (円)	
定期預金 (住友銀行)	1,900,000	未払金	8,878
普通預金 (住友銀行)	415,337	前期繰越金	2,296,595
現金	6,000	当期剰余金	35,864
郵便振替貯金	20,000		
		次期繰越金	2,332,459
合 計	2,341,337	合 計	2,341,337

1994年3月5日

会 長 有 賀 祐 勝 ㊦

会計幹事 能登谷 正 浩 ㊦

本会計決算報告は適正である事を認める。

1994年3月5日

会計監事 大 森 正 之 ㊦

会計監事 都 筑 幹 夫 ㊦

## 日本藻類学会第18回大会決算報告

1994年4月8日

収 入 (円)		支 出 (円)	
大会参加費		人件費 (アルバイト賃など)	420,000
普通会員	4,000 × 117人 = 468,000	プログラム印刷費 (200部)	36,560
学生会員	3,000 × 33人 = 99,000	会場賃貸料	427,670
懇親会費	3,000 × 127人 = 381,000	懇親会費	850,000
大会補助費	120,000	展示・会場設営費 (謝礼を含む)	190,000
財団補助金	522,000	茶・菓子代	27,270
寄付金	419,200	雑費 (通信等)	38,500
寄付物品売上金	180,800	学会へ寄付	200,000
合 計	2,190,000	合 計	2,190,000

表-3 1994年度一般会計予算

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
会費	4,770,000	印刷費	5,222,000
普通会員	3,184,000	印刷代(400頁)	4,622,000
学生会員	260,000	別刷代	600,000
外国会員	649,000	編集費	407,000
団体会員	490,000	英文校閲料	100,000
賛助会員	187,000	編集補助費	50,000
販売	763,000	通信連絡費	222,000
定期購読	663,000	事務用品費	35,000
バックナンバー	100,000	会誌発送費	398,000
別刷代	600,000	庶務費	1,023,000
超過頁負担金	500,000	事務用品費	20,000
広告代	210,000	会議費	60,000
受取利息	40,000	通信・印刷費	590,000
プログラム代	30,000	事務整理補助費	0
雑収入	10,000	諸雑費	100,000
刊行助成金	1,060,000	幹事旅費補助	53,000
寄付金	10,000	幹事手当	200,000
		学会業務委託費	1,557,360
		第18回大会補助費	120,000
		秋季シンポジウム会場費	50,000
小計	7,993,000	小計	8,777,360
前年度繰越金	4,709,218	予備費	3,924,858
合計	12,702,218	合計	12,702,218

1994年度山田幸男博士記念事業特別基金会計予算

収入の部 (円)		支出の部 (円)	
山田追悼号売上金	7,000	学会賞	20,000
コンプ類売上金	1,000		
日米セミナー売上金	4,000		
受取利息	50,000		
小計	62,000	小計	20,000
前年度繰越金	2,338,595	予備費	2,380,595
合計	2,400,595	合計	2,400,595

— 会 員 移 動 —  
新 入 会 員

住 所 変 更

退 会 者



---



---

 ニュース
 

---



---

## 日本藻類学会 和文誌「藻類」、英文誌 Phycological Research

### 発行のお知らせと投稿のお願い

日本藻類学会誌改革ワーキンググループの答申（藻類40巻4号）および学会誌改革実務委員会の検討結果（藻類42巻1号）を受け、評議員会と総会（1994年3月、富山）において、日本藻類学会誌を和文誌と英文誌に分割して発行することが承認されました。これにより、1995年度から、和文誌は当年度3回（3、7、11月）、英文誌は年4回（3、6、9、12月）の割合で発行されます。日本人会員の方は年間で合計7冊を受け取るようになります。学会事務局では分割に向けて、現編集局や評議員会と連絡をとりながら編集体制の確立、投稿規定の改訂および新設などの作業を進めています。以下に現時点で予想されるそれぞれの学会誌の概略と投稿要領を説明します。和文誌、英文誌とも投稿規定は細部において変更の可能性を残していますが、原稿作成の便を図るために前もってお知らせします。

#### —和文誌—

これまでの「藻類」を誌名として踏襲しますが、内容を新たにして再出発することになります。また英語名は Japanese Journal of Phycology (Sorui) となる予定です。和文誌は従来の和文学術誌としての側面を受け継ぐと同時に、これまで以上に、情報誌、啓蒙誌およびニュースレターとしての性格を強くもつものになります。オリジナルの和文論文のほかに、藻類に関する解説、採集地や研究技術などの情報、その他多くの企画記事を掲載します。掲載を予定している内容は概略次のようです。論文とともに企画記事にもどしどし原稿をお寄せください。そのほか、学会事務局や編集局に対するご意見、ご要望など、藻類と日本藻類学会に関する記事なら歓迎です。積極的に掲載していきたいと思えます。

1. 和文論文、短報、速報などのオリジナル論文（従来通りの藻類に関する論文。原稿作成については投稿規定を参照してください。）
2. 総説（藻類学諸分野の研究総説。ご要望をお寄せください。）
3. 解説（分類群やトピックについての解説記事。シリーズで掲載することも考えられます。ご要望をお寄せください。）
4. 採集地紹介（藻類の採集に適した各地の湖沼や磯の概略、交通などの紹介）
5. 藻類分布資料（日本新産や地域の新記録、簡単な調査記録など）
6. 藻類誌（県、地域の藻類相の紹介）
7. 地域活動（採集会や同好会、啓蒙など藻類に関する地域活動の紹介）
8. 業界ニュース（藻類産業界の動向、トピックスの紹介）
9. 研究技術紹介（新しい技術、秘蔵のこつなど）
10. 研究機関紹介（国公立、民間の藻類研究機関、研究室の紹介）
11. 藻類の教材化（実践例、アイデア）
12. 藻類 Q and A（藻類に関する誌上論議や専門家の回答）
13. 学会事業（学会主催の採集会や講演、講習会などの紹介）
14. 学会、シンポジウム情報（他学会主催の研究集会、講演会などの情報を掲載）
15. 新刊紹介（藻類に関する和洋書の書評と紹介）
16. その他の投稿記事（藻類と藻類学会に関することならジャンル、形式は問いません。）
17. 会員入退会、移動、住所変更

## 18. 学会録事

## 19. 春季大会および秋季シンポジウムの案内、プログラムおよび講演要旨

以上の記事の他に、日本学術会議より「日本学術会議だより」の提供があります。

## 掲載が決定された原稿のフロッピーディスク入稿のお願い

編集の効率化と経費削減の両面から、和文誌では Desk Top Publishing (DTP) の手法を取り入れることになりました。掲載が決定されたら、論文を含むすべての原稿は原則としてフロッピーディスクで提供していただくこととなります。(注：投稿の時点ではフロッピーディスクは必要ありません)。したがって、投稿にあたっては、図と表以外はパーソナルコンピューター上のワードプロセッサ(ワープロ)またはワープロ専用機を使用して作成してください。DTP 編集を確実なものにするために、ワープロで原稿を作成するためのルールが必要です。以下に、ワープロ入力と提出用フロッピーディスクの作成について、基本的なルールを説明します。

## ワープロによる原稿作成のルール

ここでは、特に次の3点をお願いしたいと思います。これは編集をスムーズに進めるために大変重要です。特に難しいことはありませんので、ぜひともご協力をお願いします。そのほか、原稿作成の詳細は投稿規定を参照してください。また、ワープロ入力が困難な方は編集委員会にご相談ください。善処します。

1. スペースキー(空白キー)使用の制限

スペースキーは学名や英単語の区切りだけに使用してください。編集上、文字としての意味をもつ空白は単語の区切りだけで、引用文献の2行目以降の字下げの空白などは書式に属するものです。引用文献の字下げにはインデント機能を使用してください。インデント機能は、段落の1行目と2行目以降の行頭を何文字空けて印刷するかを決めるもので、ほとんどのワープロに備わっています。字下げにスペースキーを使うと、文字の挿入や削除をしたり、文字数やサイズの設定を変えた場合、空白がずれてしまいます。インデントはこのような場合でも空白を行頭に維持する働きをします。

2. リターンキー(改行キー)使用の制限

改行の使用は段落を変えるときだけにしてください。編集では、改行コードの有無で段落を判断して割りつけていきます。ひとつの段落で何度も改行キーを使うと、割り付けのときに改行コードの数だけ段落ができてしまい、編集ミスの原因になります。ワードラップ機能(英単語が行末にかかるとき、単語が途中で切れないように単語全体を次の行に送る機能)のないワープロで英単語が途中で切れることを避けるために1行ごとに改行を入れることがあります。これはやめていただきたいことです。提出原稿では英単語が2行にわたってもかまいませんので、改行しないようにしてください。編集行程でワードラップと字詰めや間隔調整などの処理を行いますので、最終印刷原稿では単語が途切れることはありません。

3. 全角と半角文字の使用制限

数字とアルファベットはすべて半角で入力してください。またカタカナは全角を使用してください。

## 掲載が決定された原稿のフロッピーディスク入稿のルール

ワープロで作成された文書は、文字情報(テキスト)の他に、書体や、イタリック、ボールド、上付きなどの文字スタイル、そして1行の文字数、1ページの行数などの頁情報をもっています。一般に、テキスト以外の情報はそれぞれのワープロに固有の形式で保存されています。そのために、あるワープロで作成された文書はそのままでは他のワープロでは読むことができません。つまり、互換性がありません。異なるワープロで作成された文書を扱うには、二つの方法があります。ひとつは、これらの書式を変換するプログラムが利用できる場合で、オリジナルと同じ書式をもった原稿を編集委員会のコンピューター上に再現することができます。もうひとつは、書式を変換するプログラムがない場合で、このときは原稿からテキストだけを読み込み、改めて原文と同じ書式を他のワープロ上で設定することになります。現在のほとんどのコンピューターやワープロはテキストのレベルで互換性をもっています。多くのワープロには、「テキストファイルで保存」あるいは「テキスト形式で保存」

などの項目があり、この方法で保存して文書はコンピューターの機種が異なっても読み出すことができます。しかし、古い型のワープロには、テキストファイル形式の保存ができないものがあります。その場合は、編集委員会で処理することはできませんので、原稿作成にあたってはできるだけ新しい機種、新しいバージョンのワープロをご使用ください。

編集委員会で採用する予定の DTP システムで書式まで含めたデータ変換が可能なワープロは、NECPC-9801 シリーズの一太郎 (MS-DOS 版, V. 3 以上) と Macintosh の EG-Word, Mac Write II です。これらのワープロに限り固有の様式で保存したファイルを送っていただいて結構です。ご使用のワープロが上記のいずれかの形式に変換して保存する機能を備えている場合は、その機能を使って保存した文書をお送りください。それ以外はすべてテキストファイルで提出してください。PC-9801 シリーズや IBM-PC など MS-DOS 上のワープロで作成した文書は、MS-DOS でフォーマットしたディスク (5 インチまたは 3.5 インチ) にテキストファイルとして保存してください。また、現時点では Windows 上のワープロはサポートしておりませんので、MS-DOS のファイルで保存 (たとえば、Windows 版一太郎の文書を MS-DOS 版一太郎 v. 3 のファイルとして保存) してください。ワープロ専用機 (オアシスなど) をご使用の場合、提出用のディスクを MS-DOS のフォーマットで初期化し、このディスクにテキスト形式で保存してください。最近のワープロ専用機のほとんどはその機能を備えています。なお、互換性が不明の場合は和文誌編集委員会までお問い合わせください。

#### 今年度の「藻類」に投稿された原稿の和文誌への掲載について

現在の「藻類」に投稿された和文論文と記事でも、「藻類」42巻4号の編集が終了した後に掲載が決定された場合は和文誌に掲載することになりますので予めご了解ください。

#### 和文誌への投稿の開始期日

和文誌へのオリジナル論文、企画およびその他の記事の投稿は、基本的に7月1日から受けつけます。

#### 和文誌に関する問い合わせ及び原稿の送付先

〒305 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系 井上 勲

電話 0298-53-6655 ファックス 0298-53-6614

E-mail iinouye@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

### —英文誌—

英文誌は Phycological Research という新誌名のもと、雑誌の体裁・編集体制を一新し、真の国際誌としてのさらなる発展をめざします。誌面は現在よりやや大きい A4 変形版 (Short A4) となり、初年度は各号約64ページの予定です。英文誌の編集はこれまで通り日本で行いますが、印刷は当面 Blackwell Scientific Publications (Australia) Pty Ltd との契約により行い、会員へは海外の印刷所から航空便 (Economic Airmail) で発送されます。編集は今後の海外、特にアジア・太平洋地域の藻類研究者との協力関係の充実を考え、外国人会員にも副編集長 (Associate Editor, 現在の編集実行委員に相当) や編集委員 (Editorial Board Advisor) として編集に加わっていただきます。

英文誌における原稿掲載の形態は REVIEW ARTICLE, ORIGINAL RESEARCH ARTICLE, RESEARCH NOTE, BOOK REVIEW とこれまでと大きな変更はありません。編集の手順でこれまでの「藻類」と異なるのは、投稿された原稿が英文誌編集委員会による審査を経て受理された後、さらに出版社の専任の編集者 (House Editor) により論文の体裁・英語などのチェックが行われたのち出版される点です。財政上の理由から当分の間、別刷代の学会負担は行いません。

英文誌においても掲載が決定された原稿のフロッピーディスク入稿を歓迎します。パーソナルコンピュータ上で動くほとんどの市販のワープロに対応できると思われませんが、不明な点については英文誌編集委員会にお問い合わせください。



## 英文誌への投稿の開始期日

英文誌への原稿の投稿は、基本的に7月1日から受付ますが、図版のサイズなどに大きな変更点があるのをご注意ください。ただし7月1日以降でも今年度「藻類」4号までに掲載可能な限り、現在の「藻類」への投稿も歓迎します。

## 英文誌に関する問い合わせ及び原稿の送付先

〒657 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学理学部生物学科 川井浩史

電話 078-803-0552 ファックス 078-881-4492

E-mail kawai@gradura.scitec.kobe-u.ac.jp

## 和文誌投稿案内

- I. 編集の方針と投稿資格 本誌には藻学に関する未発表の和文論文、短報、速報のほか、総説、大会講演要旨、藻類に関する企画および投稿記事(採集地案内・分布資料・新刊紹介・シンポジウム紹介・学会事業案内など)を掲載します。論文および短報は和文誌編集委員会(以下編集委員会)が依頼する審査員による審査を経たのちに編集長によって掲載の可否が決定されます。速報およびその他の投稿原稿の掲載の可否は編集長と編集委員会で判断します。なお、編集委員会が依頼した場合を除いて、投稿は会員に限ります。共著の場合、著者の少なくとも一人は会員であることが必要です。
  - II. 制限頁 論文は刷り上がり10頁、総説16頁、短報4頁以内を無料とします。頁の超過は制限しませんが、超過分については超過頁代(金額未定)が必要です。その他の報文、記事については、原則として2頁以内を無料としますが、編集委員会の判断で6頁を上限として超過を認めることがあります。速報は2頁以内とします。速報は超過頁と同じ扱いになりますので有料です。2,000字で刷り上がり1頁となる見当です。そのほか、折り込み頁、色刷りなどの費用は著者負担となります。
  - III. 原稿執筆・投稿要領 原著論文および短報は下記の様式に従って執筆し、オリジナルの原稿と図表各1組とそれぞれのコピー2組(写真を含む図版はこれを写真複写したもの。電子複写は不可)を編集委員会に提出してください。その他の報文については特に様式の制限はありませんが、最新の号を参照し、必要に応じて編集委員会に打診してください。また、原稿の種類を問わず、次の規則に従ってください。1) テキストファイル形式で保存できるワードプロセッサを用いて作成し、A4用紙に1行40字、25行で印刷する。2) 当用漢字、新かなづかいを使用する。3) 本文中の句読点は「、」と「。」を用い、「、」や「。」の使用は避ける。4) 学名と和名の使用: 新種記載や学名の使用は最新の国際植物命名規約に従い、和名にはカタカナを使用する。5) 本文中ではじめて使用する学名には命名者名をつける。また、属と小名には下線を引き、イタリック指定をする。6) 単位系と省略表記: SI単位を基本とします。原稿中で使用できる主な単位と省略形は次のとおりです(時間: hr, min, sec, 長さ: m, cm,  $\mu\text{m}$ , nm, 重量: g, mg, 温度:  $^{\circ}\text{C}$ , 波長: nm, 光強度: lux,  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,  $\text{Wm}^{-2}$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  など)。そのほか、執筆にあたっては以下の投稿原稿の構成およびワープロ入力の注意の項を参照ください。
- 投稿原稿の構成 原著論文は、1) 標題、2) 英文要約、3) 本文、4) 引用文献、5) 表と図およびその説明(英文)の順にまとめてください。短報は本文の構成が異なる点を除いて、原著論文に準じます。
1. 標題と要約 欄外見出し(英文25文字以内)、標題、著者名、所属、住所、著者名(英文)、英文標題、英文要約(200語以内)、英文キーワード(5-10語、アルファベット順)、著者名(英文)、宛先(英文)の順に記入してください。

2. 本文 論文は原則として緒言，材料と方法，結果，考察（または結果と考察），謝辞で構成されます。短報ではこれらの項目を区別せず，一連の文章にすべてが含まれるように構成してください。原著論文，短報とも必要に応じて図（線画や写真）や表を用い，原稿中にそれぞれ挿入を希望する位置を指示してください。本文中での文献，表および図の引用は次の例に従ってください。

..... 細胞表面には多数の突起がある (Fig. 5, Figs. 7-9). .....が知られている (Yamada 1949, Yamada and Yamada 1950, Yamada *et al.* 1951). 岡村 (1907, p56) は, .....を示している. ....の大きさには地域により明瞭な差異が認められる (Table 3).

3. 引用文献 本文中で引用したすべての文献を著者名のアルファベット順に列挙してください。原著論文と単行本，叢書中の分冊等では引用の方法が異なります。下記の例にならってください。

- (単行本) 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.  
Christensen, T. 1994. Algae. A Taxonomic Survey. AiO Print Ltd., Odense. (著者, 出版年, 標題, 出版社, 出版社の所在地の順)
- (単行本中の1章) 有賀祐勝・横浜康継 1979. 光合成・呼吸の測定. p. 413-435. 西沢一俊・千原光雄 (編) 藻類研究法. 共立出版, 東京.  
Drebes, G. 1977. Sexuality. p. 250-283. In: Werner, D (ed.) The Biology of Diatoms. Blackwell Sci. Publ., London. (著者, 出版年, 引用した章の標題, 同掲載頁, 編者, 単行本標題, 出版社, 出版社の所在地の順)
- (叢書中の分冊) Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J. and Heynig, H. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa. No. 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. (著者, 出版年, 引用した章の標題, 編者, 単行本標題, 版番号, 分冊番号, 出版社, 出版社の所在地の順)
- (雑誌中の1論文) 筒井 功・大野正夫 1992. 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化. 藻類 40: 39-46. (著者, 出版年, 論文標題, 雑誌名, 巻, 同掲載頁の順)  
Yoshida, T. and Silva, P. C. 1992. On the identity of *Fucus babingtonii* Harvey. Jpn. J. Phycol. 40: 121-124. (著者, 出版年, 論文標題, 雑誌名, 巻, 同掲載頁の順)
4. 表と図, 及び説明 表と図は印刷版下として使用しますので原寸大で作成してください。印刷頁は2段組みで幅 14 cm, 1段で幅 6.6 cm, 縦 20.4 cm です。表, 図ともに説明のためのスペースを含めて印刷範囲に収まるように作成してください。写真は光沢印画紙に鮮明に焼き付け, 不要なスペースをカットしてレイアウトしてください。図や写真には倍率を示すスケールを入れ, 必要に応じてレタリング用の矢印や文字などを貼り付けてください。表の罫線は横線のみを用いるようにしてください。表, 図ともに, 脱落防止のためにカバーをつけ, その下端に著者名, 図の番号を記入してください。送付にあたっては, 厚手の紙で保護してください。

- IV. ワープロ入力の注意 本誌は DTP (Desk Top Publishing) によって作成されます。掲載が決定された後, 最終原稿のファイルが保存されたフロッピーディスクを提出していただき, 編集委員会ではこれを用いて印刷版下を作成します。したがって, あらかじめ, テキストレベルでデータ互換が保障された (テキストファイル形式でファイルを保存できる) パーソナルコンピューター上のワードプロセッサまたはワープロ専用機で原稿を作成するようにしてください。互換性が不明な場合は編集委員会までお問い合わせください。編集作業を円滑に行うために, 原稿作成にあたっては次の点に注意して原稿を作成するようお願いいたします。1) 学名や英単語の区切り以外にはスペースキーを使用しない。2) 段落行頭や引用文献の字下げにはワープロのインデント機能を使用する。3) 改行 (リターンキー) の使用は段落の終わりだけに限定し, 1行ごとの改行の挿入はしない (DTP 編集では, 改行コードの有無で段落を判断します)。4) 数字とアルファベットはすべて半角で, カタカナは全角で入力する。5) ギリジャ文字や独, 仏, 北欧文字を他の文字で代用しているときは, 出力原稿中に赤鉛筆でその旨明記する (例: ü を u, μ を u, é を e, ß を B, Φ を O で代用など)。6) 数学記号などの特殊記号をワープロの外字で使用しているときは出力原稿中にその旨明記する。

V. 校正と別刷 校正は初校のみとします。DTP の最終割り付けが済み次第、レーザープリンター（300 dpi 程度の解像度）で出力したものを著者に送ります。ためし刷りですので写真等は最終印刷のイメージより劣りません。校正はレイアウトと提出したファイルからデータ変換が正しく行われているかを確認するにとどめ、図や写真の最終チェックは編集委員会におまかせください。校正は受領後3日以内に編集委員会へ返送してください。別刷は原著論文、短報、総説に限り50部を学会で負担しますが、それ以外は有料です。校正送付時に同封される別刷申込書に所定の事項を記入して返送してください。

## 英文誌投稿案内

### PSYCHOLOGICAL RESEARCH

#### NOTICE TO CONTRIBUTORS

*Psychological Research* is published by the Japanese Psychological Society and complements the *Japanese Journal of Psychology*. The purpose of *Psychological Research* is to facilitate international exchange of psychological information by publishing researches dealing with all aspects of psychology.

Manuscripts are accepted on the understanding that the content has not been published or accepted for publication elsewhere. All manuscripts will be reviewed by at least two referees selected by the Editor and Associate Editors. The criteria for publication are the scientific merit of the work and the discussion presented. Final responsibility for acceptance of manuscripts lies with the Editor. The Editor and Publisher reserve the right to modify manuscripts to eliminate ambiguity and repetition and to improve communication between author and reader.

#### Style of manuscripts

Manuscripts must be written in English. Spelling should be either British or American (current usage), but must be consistent throughout the manuscript. Authors not writing in their first language are asked to have manuscripts checked for grammar and syntax before submission. Manuscripts should be written so that they are intelligible to the professional reader who is not a specialist in the particular field. Manuscripts which do not conform to these requirements may be returned to the author prior to review for correction.

Contributions may take the form of REVIEW ARTICLES, ORIGINAL RESEARCH AR-

TICLES, RESEARCH NOTES and BOOK REVIEWS in *Psychological Research*. ORIGINAL RESEARCH ARTICLES and RESEARCH NOTES should not normally exceed 12 and 4 printed pages respectively. Authors wishing to contribute REVIEW ARTICLES should contact the Editor or Associate Editors before submission.

#### Submission of manuscripts

Manuscript for publication should be submitted in triplicate (one original and two copies) directly to the Editor:

**Dr Hiroshi Kawai, Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, Rokkodai, Kobe 657, Japan.**

The entire manuscript, including references, should be typed double-spaced on one side only of the paper, with margins of at least 30 mm. All pages should be numbered consecutively in the top right-hand corner. The manuscript should be presented in the following order:

**Title page:** This should contain the title of the contribution, and the name(s) and address(es) of the author(s). The full postal address, telephone and facsimile numbers (and Internet E-Mail address if available) of the author who will receive correspondence and check the proofs should be included, as well as the present address of any author if different from that where the work was carried out. The main title should, where possible, contain the major key words used in the body of the manuscript; the title should include the class/division designation when a generic or specific name is used but should not contain authorities for scientific names. A short running title (less than 40

characters including spaces) should also be provided.

**Abstract:** All manuscripts must include a brief but informative Abstract intelligible without reference to the main text. It should not exceed 300 words and describes the scope of the work and the main findings. The names of organisms used (including authorities) should be given, and new taxa that are described should be mentioned. References to the literature should not be included.

**Key words:** Key words (3–10) should be provided below the Abstract to assist with indexing of the article.

**Introduction:** This section should include sufficient back-ground information to set the work in context. The aims of the manuscript should be clearly stated. The introduction should not contain either findings or conclusions.

**Materials and Methods:** This should be concise but provide sufficient detail to allow the work to be repeated by others. The source of material should be given in detail, where possible. The strain or clone numbers of cultures used, and their availability must be given.

**Results:** Results should be presented in a logical sequence in the text, tables and figures; repetitive presentation of the same data in different forms should be avoided. The results should not contain material appropriate to the Discussion.

**Discussion:** This should consider the results in relation to any hypotheses advanced in the Introduction and place the study in the context of other work. Only in exceptional cases should the Results and Discussion sections be combined.

**Acknowledgements:** Financial and technical assistance may be acknowledged here. Anonymous reviewers should not be acknowledged. It is the authors' responsibility to obtain written permission to quote material that has appeared in another publication.

**References:** In the text, references should be made by giving the authors' name with the year of publication in parentheses. If there are two authors use 'and' to link authors names in all cases. When reference is made to a work by three

or more authors, the first name followed by *et al.* should be used on all occasions. If several manuscripts by the name author(s) and from the same year are cited, a, b, c, etc. should be put after the year of publication. Within parentheses groups of references should be cited in chronological order.

References should be listed in alphabetical order at the end of the manuscript in the following form: Maegawa, M. & Kida, W. 1991. Distribution pattern of *Ecklonia cava* (Phaeophyta) marine forest in the coast of Shima Peninsula, central Japan. *Jpn. J. Phycol.* 39: 173–178.

South, G. R. & Whittick, A. 1987. *An Introduction to Phycology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 350 pp.

Wynne, M. J. 1981. Phaeophyta: Morphology and classification. In Lobban, C. S. & Wynne, M. J. [Eds] *The Biology of Seaweeds*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 52–85.

Titles of journals should be abbreviated according to the *SERIAL SOURCES for the BIOSIS DATA BASE*, available in most libraries.

**Tables:** Tables must be typed on separate sheets. They should be numbered consecutively in Arabic numerals with a descriptive title above the table. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. Use superscript letters (not numbers) for footnotes and keep footnotes to a minimum. Vertical lines should not be used to separate columns. The approximate position of tables should be indicated in the margin of the manuscript.

**Figures:** Only scientifically necessary illustrations should be included. All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively. Photographs will **not** be reduced or enlarged so must be supplied so that they will fit within column width (82 mm) or the full text width (175 mm), and should be no more than 180 mm in length. Line figures should be drawn or grouped to fit these dimensions after reduction. A bar scale must be included for all photographs with the scale indicated above or beside the bar. Each figure should be labelled on

the back indicating its number, name of author(s) and orientation of the figure.

**Line drawings and graphs** should be professionally drawn and lettered, using black ink on white paper. Allowance should be made for lines and text becoming smaller and thinner on reduction. These figures should be supplied as bromides or laser printed on smooth, clean, white paper.

**Photographs** should be provided as sharp, glossy, black and white prints mounted on stiff white paper and covered with a protective sheet. Individual photographs forming a composite figure should be of equal contrast to facilitate printing, and should be accurately squared and mounted with edges touching. Copies of photographs for triplicate must be of photographic quality. The full cost of reproducing colour photographs will be charged to the authors. When colour figures are preferred submit original colour slide(s)/negative(s) as well as three sets of colour prints.

**Figure legends:** Legends should be self-explanatory and typed on a separate sheet. The legend should incorporate definitions of any symbols used. The approximate positions of figures should be indicated in the margin of the manuscript.

### Manuscripts on disk

Authors are encouraged to provide final copy in machine-readable form, but disks should not be sent until the manuscript has been accepted. It is essential that the final version of the hard copy and the file on the disk are identical. If they are different, the disk copy will be used.

Authors should supply their accepted manuscripts as formatted text on disk (most word-processing format can be handled). It is essential that the hardware and the word processing package are specified on the disk.

The manuscript should be divided into separate files for text and tables, and the following instructions adhered to.

- (1) Do not insert a line space above or below headings, or between paragraphs.
- (2) Use only one space after punctuation marks.

- (3) Do not indent paragraphs or use a carriage return (enter) at the end of lines within a paragraph.

- (4) Type the text unjustified and without end-of-line hyphenation, except in the case of compound words.

- (5) Use italics where appropriate, not underlining.

- (6) Use single quotation marks.

- (7) Do not use the letter l (el) for the number 1 (one), or the letter O (upper case o) for the number 0 (zero).

- (8) Page numbers should not be included in the manuscript file; the pages should be hand numbered.

- (9) Tables are difficult to set from disk. Use only one Tab (not spaces) to separate each column.

It is essential that an adequate hard copy is supplied.

### Abbreviations and units

SI units (metre, kilogram etc.) should be used wherever possible. Statistics and measurements should always be given in figures; that is, 10 mm, except where the number begins the sentence. When the number does *not* refer to a unit of measurement, it is spelt out, except where the number is greater than nine. Confusing mathematical notation, and particularly subscripts and superscripts, should be avoided; negative exponents are acceptable as long as they are used consistently. Use only standard abbreviations. The word 'Figure' should be shortened to Fig. unless starting a sentence.

### Scientific names

The complete scientific name (genus, species and authority) and cultivar or strain where appropriate should be given for every organism when first mentioned. The generic name may be abbreviated to an initial in subsequent references except where intervening references to other genera would cause confusion. Common names of organisms, if used, must be accompanied by the correct scientific name on first mention.

### Checklist

Before sending off your manuscript, please check that: (1) triplicate (one original and two copies) are enclosed; (2) the reference section is in proper format; (3) all references cited in the text are included in the reference section; (4) the pages are numbered; (5) the level of headings are indicated as A, B or C; (6) that you have indicated where tables and figures are to be inserted.

### Proofs and Offprints

Page proofs only will be sent to the author directly

from the printer and they should be returned to the Editor within 3 days of receipt. Alterations to the text and illustrations are unacceptable at proof stage and authors will be charged for changes from their original manuscript.

An offprint order from giving the cost of offprints will be sent to the corresponding author with the proofs. The order and payment should be returned with the corrected proofs within 3 days of receipt. Offprints are sent out within 3 weeks of publication by surface mail.

---

## 藻類絵はがきの会からの報告とお願い

日本藻類学会会員有志で構成されている「藻類絵はがきの会」では、学会誌の充実と発展のための資金援助と、藻類の普及・啓蒙という2つの目的を持って、藻類の絵はがきを作って有償で頒布しています。

会員の皆様のご協力によって、1993年度は約105万円の収入を得、印刷経費等を差し引いた全額31万円あまりを日本藻類学会に寄付することができました。皆様のご協力を感謝し、ご報告いたします。

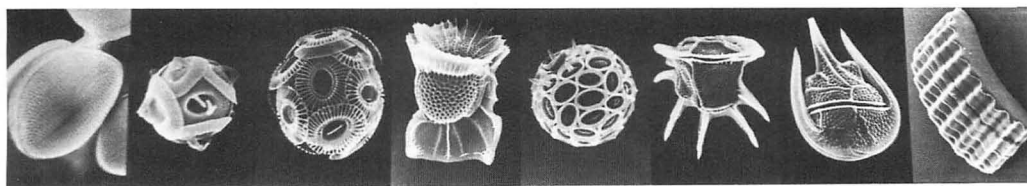
1994年度は微細藻類絵はがきシリーズを計画し、すでに「ミクロの造形（微細藻類の走査電子顕微鏡写真）」8枚組、頒布価格500円を印刷いたしました。頒布をご希望の方は、下記に葉書・電話・FAXのいずれかでご連絡下さい。なお、昨年度印刷いたしました海藻絵はがきも残部がありますので、こちらのご希望も合わせてご連絡下さいますようお願い申し上げます。

### 「藻類絵はがきの会」

〒184 小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸大学生物学科気付

TEL: 0423-25-2111 内線 2665 (石川)・2674 (片山)

FAX: 0423-24-9832



## 第15回国際海藻シンポジウム（お知らせ）

標記シンポジウムが1995年1月8～14日にチリーのヴァルディヴィアで開催されます。招待講演と6題のミニシンポジウムのほか、一般講演と展示発表が行われます。参加申込みは1994年7月1日を過ぎると参加費が割高になります。詳細についてお知りになりたい方は、同シンポジウム事務局にセカンドサーキュラーの送付を請求するか、または東京水産大学の有賀宛お問合せください。

シンポジウム事務局：The Secretariat

XVth International Seaweed Symposium

Instituto de Botanica, Universidad Austral de Chile

Casilla 567, Valdivia, Chile

Tel. 221313, Fax. 56-63-212953/56-63-212589

招待講演：

- I. A. Abott : How many species are there in *Gracilaria*?
- D. Müller : Virus infections in seaweeds.
- P. Bixler : Recent carrageenan developments: University/industry cooperation or toleration?
- B. Santelices : Seaweed developments in South America. The last decade.

ミニシンポジウム：

1. Integrating aquaculture: The use of seaweeds as biofilters.
2. Seaweeds and pollution: Effects on and remedies for natural and anthropogenic contaminants.
3. Disfunctions and diseases in Seaweeds: Current knowledge and perspectives.
4. Biogeography and systematic of marine algae.
5. Photosynthetic carbon metabolism and its influence on algal polysaccharide synthesis.
6. Chemical structure of seaweed polysaccharides.

(有賀祐勝)

## 日本藻類学会々則

- 第1条 本会は日本藻類学会と称する。
- 第2条 本会は藻学の進歩普及を図り、併せて会員相互の連絡並に親睦を図ることを目的とする。
- 第3条 本会は前条の目的を達するために次の事業を行なう。
1. 総会の開催（年1回）
  2. 藻類に関する研究会、講習会、採集会等の開催
  3. 定期刊行物の発刊
  4. その他前条の目的を達するために必要な事業
- 第4条 本会の事務所は会長が適当と認める場所に置く。
- 第5条 本会の事業年度は1月1日に始まり、同年12月31日に終わる。
- 第6条 会員は次の4種とする。
1. 普通会員（藻類に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人で、役員会の承認するもの）
  2. 団体会員（本会の趣旨に賛同する団体で、役員会の承認するもの）
  3. 名誉会員（藻学の発達に貢献があり、本会の趣旨に賛同する個人で、役員会の推薦するもの）
  4. 賛助会員（本会の趣旨に賛同し、賛助会員会費を納入する個人又は団体で、役員会の推薦するもの）
- 第7条 本会に入会するには、住所、氏名（団体名）、職業を記入した入会申込書を会長に差出すものとする。
- 第8条 1. 普通会員は毎年会費7,000円（学生は5,000円）を前納するものとする。但し、名誉会員（次条に定める名誉会長を含む）は会費を要しない。外国会員の会費は7,000円とする。会長の承認を得た外国人留学生は帰国前に学生会費の10年分を前納することができる。団体会員の会費は12,000円とする。賛助会員の会費は102,000円とする。
2. 本会の趣旨に賛同する個人又は団体は、本会に寄付金又は物品を寄付することができる。寄付された金品の使途は、第11条に定める評議員会で決定する。
- 第9条 本会には次の役員を置く。
- 会長 1名 幹事 若干名 評議員 若干名 会計監事 2名
- 役員任期は2カ年とし重任することが出来る。但し、会長と評議員は引続き3期選出されることは出来ない。役員選出の規定は別に定める（付則第1条～第4条）。本会に名誉会長を置くことが出来る。
- 第10条 会長は会を代表し、会務の全体を統べる。幹事は会長の意を受けて日常の会務を行う。会計監事は前年度の決算財産の状況などを監査する。
- 第11条 評議員は評議員会を構成し、会の要務に関し会長の諮問にあずかる。評議員会は会長が招集し、また文書をもって、これに代えることが出来る。
- 第12条 1. 本会は定期刊行物「Phycological Reserch」及び「藻類」をそれぞれ年4回及び3回刊行し、会員に無料で頒布する。
2. 「Phycological Reserch」及び「藻類」の編集・刊行のために編集委員会を置く。
3. 編集委員会の構成・運営などについては別に定める内規による。
- （付則）
- 第1条 会長は国内在住の全会員の投票により、会員の互選で定める（その際評議員会は参考のため若干名の候補者を推薦することが出来る）。幹事は会長が会員中よりこれを指名委嘱する。会計監事は評議員会の協議により会員中から選出総会において承認を受ける。
- 第2条 評議員選出は次の二方法による。
1. 各地区別に会員中より選出される。その定員は各地区1名とし、会員数が50名を越える地区では50名までごとに1名を加える。
  2. 総会において会長が会員中より若干名を推薦する。但し、その数は全評議員の1/3を越えることは出来ない。
- 地区割は次の8地区とする。北海道地区、東北地区、関東地区、東京地区、中部地区（三重を含む）、近畿地区、中国・四国地区、九州地区（沖縄を含む）。
- 第3条 会長、幹事及び会計監事は評議員を兼任することは出来ない。
- 第4条 会長および地区選出の評議員に欠員を生じた場合は、前任者の残余期間次点者をもって充当する。
- 第5条 会員が「藻類」のバックナンバーを求めるときは各号1,750円とし、非会員の「藻類」の予約購読料は各号3,000円とする。
- 第6条 本会則は1995年1月1日より改正施行する。



## 投稿案内

I. 編集の方針 本誌には藻学と応用藻学に関する会員の未発表の、論文・総説・短報(短い調査報告など)・速報・雑録(採集地案内・分布資料・ニュース・所見・新刊紹介など)を掲載します。論文はデータや考察の独創性の有無に重点を置いた編集委員会の審査を経たのち受理されます。原稿の取捨、掲載順序、体裁などは編集委員会および編集幹事で決めます。原稿は和文または英文とし、論文は刷上り英文10頁、和文6頁、総説16頁、短報4頁、雑録2頁以内を無料とします。頁の超過は制限しませんが、超過頁分については1頁当たり12,000円が必要です。折り込み、色刷りなどの費用は著者負担となります。また、速報は2頁以内と制限があり、有料で1頁12,000円の掲載料が必要です。和文原稿では5枚(ワープロでは2枚)が、英文原稿では2枚が刷上り1頁となる見当です。

II. 報文の書き方 和文原稿は400字詰原稿用紙(横書きB5またはA4)に、当用漢字、新仮名使い(生物名は片仮名)を用い楷書体で書き、ワープロの場合は1行35字、28行に明瞭に印字して下さい。英文原稿は厚手タイプ用紙を用い、ダブルスペースで1行65字、28行にタイプまたはワープロで印字し、十分な英文添削または校閲を経たのち提出して下さい。新種の発表や学名の記載に当たっては国際植物命名規約に従って下さい。なお、アラビア数字・メートル法・摂氏温度を用い、学名などのイタリック体には下線1本、スモールキャピタルには下線2本、ゴシック体には波状線1本を記入して下さい。

例: *Batrachospermum ectocarpum* Sirod., Summary, sec, min, hr, nm,  $\mu\text{m}$ , mm, cm, m,  $\mu\text{l}$ ,  $\text{m}\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\mu\text{g}$ , mg, g, N, M, ppm, lux, g (gravity), 25°C など。

原稿は、標題・英文要約(和文・英文原稿共)・本文・引用文献・和文摘要(英文原稿のみ)・表と図とその説明(英文)の順にまとめて1組とし、コピー共3組(写真は現物1組と現物または写真コピー2組、電子複写などは不可)にしてお送り下さい。

- (1) 標題と要約 英文原稿では、欄外見出し・標題・著者名・宛先・要約の順に、和文原稿では、欄外見出し(英)・標題・著者名・宛先(和と英)・要約(英)の順に記入して下さい。要約は著者名・標題・雑誌名・まとめ(200語・必要に応じて400語まで)・アルファベット順のキーワード(5~10語)の順に記入し、研究費に対する謝辞は脚注に入れて下さい。
- (2) 本文 標題紙に記した以外の謝辞は、なるべく本文の末尾に入れて下さい。表と図は必ず本文中に引用し(Fig. 1, Table 1のように)、文献の引用は次の例にならって、著者名と出版年および必要に応じて頁(単行本の場合)を明示して下さい。

例: …aquatic ecosystems (Welch 1972, 1974), Liebig's (1840 p. 23) "low of the minimum" is …, …が知られている (Yamada 1949), 岡村 (1907 p. 56) は、

- (3) 引用文献 本文中で引用した文献のみを、別紙にアルファベット順に列挙して下さい。引用は、①原著の引用と、②図書目録を見て目的の書物を捜し当てるための引用の2本立てとし、それぞれが イ) 著者名 ロ) 出版年 ハ) 標題(巻次を含む) ニ) 対照事項(頁・図など) ホ) 出版事項(出版者・出版地)のうちの必要部分からなるよう順を追って下例にならって記入して下さい。

(単行本) ①, ②共通 広瀬弘幸<sup>(1)</sup> 1959.<sup>(2)</sup> 藻類学総説.<sup>(3)</sup> 内田老鶴圃, 東京.<sup>(4)</sup>

(単行本中の1章) ①Drebes, G.<sup>(1)</sup> 1977.<sup>(2)</sup> Sexuality.<sup>(3)</sup> p. 250-283.<sup>(4)</sup> ②In D. Werner [ed.]<sup>(1)</sup> The biology of diatoms.<sup>(2)</sup> Blackwell Sci. Publ., London.<sup>(4)</sup>

(叢書中の分冊) ①Hustedt, F.<sup>(1)</sup> 1930.<sup>(2)</sup> Bacillariophyta.<sup>(3)</sup> ②In A. Pascher [ed.]<sup>(1)</sup> Süswasser-Flora Mitteleuropas. ed. 2. No. 10.<sup>(2)</sup> Gustav Fischer, Jena.<sup>(4)</sup>

(雑誌の中の1論文) ①筒井 功・大野正夫<sup>(1)</sup> 1992.<sup>(2)</sup> 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化.<sup>(3)</sup> ②藻類 40<sup>(4)</sup>: 39-46.<sup>(5)</sup>

①Yoshida, T. and Silva, P. C.<sup>(1)</sup> 1992.<sup>(2)</sup> On the identity of *Fucus babingtonii* Harvey.<sup>(3)</sup> ②Jpn. J. Phycol. 40<sup>(4)</sup>: 121-124.<sup>(5)</sup>

- (4) 和文摘要 英文原稿の場合のみ、和文で、著者名・標題・宛先も入れ400字以内にまとめて下さい。
- (5) 表と図およびその説明 英文で書き、表と図は原寸大(印刷頁の寸法は14×20.5 cm、片段のときは幅6.6 cm)またはA4版程度に仕上げ、図には倍率を示すスケールを入れ、線や記号、文字、数字はレタリング用具などを用いて鮮明に記入し、そのまま印刷に廻せるようにして下さい。なお、特に表の組版を希望の場合はその旨明記して下さい。表と図の上には割付、指定、レタリングや写真の脱落防止の必要上、必ずずトレーシングペーパーを付け、その下端に著者名・番号・希望縮尺を記入して下さい。表と図の説明は別紙とし、それを入れる場所を本文原稿右欄外に明示して下さい。

III. 校正と別刷 著者校正は初校のみとし、印刷所から送りますので、3日以内に校正して同封の別刷申込書に所定の事項を記入し編集委員会宛に返送して下さい。別刷代は、論文・総説・短報に限って50部を学会で負担します。

### Information for Authors (Revised March 1993)

Members of the Society are invited to contribute original research reports, short communications, review articles and rapid communications in Japanese or English on all aspects of phycology. Every research paper is read and criticized by reviewers on the basis of its originality and the discussion presented. Where appropriate, reviewers other than those on the Editorial Board are consulted. Final responsibility for selection and published order of papers rests with the Editor. Research reports not longer than 10 printed pages in English and 6 printed pages in Japanese including figures and tables, short communications within 4 printed pages and review articles within 16 printed pages will be published without excess charge (exclusive of reprints); additional published pages will be charged to the author (12,000 Yen per single printed page). Rapid communications acceptable within 2 printed pages will be published in the possible earliest issue with charge at 12,000 Yen per single printed page.

The manuscript should conform exactly to the following instructions. The **manuscript** should be typewritten, double-spaced in 65 letters per line and 28 lines, on thick paper of 21.5 × 28 cm or A4 size. Symbols, units and nomenclature should conform to international usage. The metric system (sec,  $\mu\text{m}$ ,  $\mu\text{g}$ , M, °C etc) should be used for all numerical data. Words to be printed in italics should be underlined. The original copy and two duplicates are required. The first page should have only the title, full name(s) of the author(s) and institution with address, and any necessary footnote. A short running title should be included. Acknowledgements preferably follow the text but precede the references. Tables and legends for figures should be on separate pages and be placed after the references.

An **abstract** of not more than 200 words is required. At the end of the abstract, 5–10 Key Index Words should be given alphabetically for aid in indexing. A Japanese abstract will be provided by the Editor from translation of the abstract.

**References.** Citations in the text should read thus: Liebig's (1840 p. 23) ... or ... (Welch 1972, 1974). In the list at the end of the paper, references should be typed in alphabetical order. Each reference should be given in the following order: Name, Initials, Date, Title, Journal Volume: first page-last page. Example:

Mikami, H. 1978. On *Laingia hookeri* (Rhodophyceae, Delesseriaceae) from New Zealand. Jap. J. Phycol. 26: 65–68.

A book title should be followed by the name of publisher and place of publication. Example:

Abbott, I. A and Hollenberg, G. J. 1976. Marine algae of California. Stanford Univ. Press, Stanford.

**Tables** should be numbered with Arabic numerals, have a title, and be referred to in the text.

**Figures**, whether line drawings or photographs, should be numbered consecutively in Arabic numerals, and referred to in the text. The maximum size for a full page figure is 14 × 20.5 cm. Line drawings should be made with black ink on white paper or blue-lined graph paper. Letters and numerals should not be made by hand, but should be made neatly with a lettering device (not a typewriter) and be of such size that the smallest character will not be less than 1 mm high when reduced. The original drawing and two sets of clear copies are required. Photographs must be of good quality. They should be grouped to conform to the page style and format of the Journal and preferably be submitted at a size that permits reproduction without reduction. Photographs should be submitted in triplicate (or 1 original and 2 photocopies *nec* Xerox copies). Coloured plates may be printed at the expense of the author. The insertion of tables and figures in the text should be indicated on the right-hand margin of the sheet.

**Proofs** should be checked carefully and should be returned by airmail to the Editor within three days of receipt. The author will receive 50 offprints free of charge. Additional copies can be ordered at cost on the reprint ordering form sent with the proofs.

## 平成6年度予算(案)決定

平成6年3月 日本学術会議広報委員会

今回の日本学術会議だよりでは、第16期の会員推薦関係費、アジア学術会議開催経費などを計上した平成6年度予算及び最近公表された「調査報告 我が国における学術団体の現状」等についてお知らせします。

## 平成6年度日本学術会議予算

平成6年度日本学術会議の予算額は、総額で12億128万7千円で閣議決定されました。前年度と比較して1億546万円の増。率にして9.6%の伸びです。これは、平成6年度が第16期の会員推薦期に当たり、会員の推薦に必要な経費、臨時総会及び臨時部会等の会員推薦関係費が8,048万1千円増額し1億5万5千円になったことが主な事由です。

また、アジア学術会議の開催に必要な経費が、前年度に引き続き2,219万5千円が認められました。

その他、平成6年度予算では、国際分担金の16団体に対する単位額の変更が認められ、国際会議の国内開催については、神経・筋、園芸学、錯体化学、心電学、情報ドキュメンテーション、病態生理学の6国際会議の開催を予定しています。

また、世界各地で開催される学術関係国際会議への代表派遣や二国間交流に必要な経費が計上されています。

平成6年度予算概算決定額表は、下表のとおりです。

(単位：千円)

事 項	前 年 度 予 算 額 A	平 成 6 年 度 予 算 額 B	比 較 増 △ 減 額 C = B - A	備 考
日本学術会議の運営に 必要な経費	1,095,827	1,201,287	105,460	対前年度比較 109.6%
審 議 関 係 費	265,525	272,534	7,009	○地球圏-生物圏国際協同研究計画 (IGBP)シンポジウム、公開講演会等
国際学術交流関係費	221,254	226,646	5,392	
国際分担金	74,722	67,450	△ 7,272	
国内開催	73,543	86,172	12,629	
代表派遣	44,006	44,006	0	
二国間交流	6,823	6,823	0	
アジア学術会議	22,160	22,195	35	
会員推薦関係費	19,574	100,055	80,481	
会員推薦管理会	19,102	21,632	2,643	
推薦経費	472	57,629	57,393	○第16期推薦経費
臨時審議経費	0	21,007	21,007	○臨時総会、臨時部会
一般事務処理費	589,474	602,052	12,578	

## 第4 常置委員会報告—調査報告

### 我が国における学術団体の現状(要旨)

平成6年1月26日

学会協会等の学術団体は各専門分野の学術の進展において重要な役割を果たしており、加えて、日本学術会議の会員候補者を推薦し、また、研究連絡委員会に委員を送るなど、日本学術会議の基盤となっています。第4常置委員会は、学術団体の活性化・活動強化等のための支援方策を検討するに当たって、学術全分野における学術団体の現状を知る必要を認め、調査を行いました。調査票は選択肢方式の9項目44設問にわたる詳細なものでありましたが、調査対象とした日本学術会議広報協力学術団体1069団体の70%にあたる750団体から回答を得ました。分析結果を対外報告「調査報告 我が国における学術団体の現状」として今回公表しました。

報告書は、(1)専門分野、(2)会員、(3)設置形態と組織形態、(4)活動状況、(5)国際性、(6)財政状態、(7)学術団体の属性にみる専門分野の類似性、(8)学術団体への支援について、及び「附属資料」よりなっています。報告では、学術団体の諸属性を、全団体平均に加えて、専門分野別と団体規模別に比較しています。63頁にわたる報告書の内容を簡潔に要約することは困難ですが、以下にその一端を紹介します。

学術団体の数は文学系及び医学系の分野で多く、法学系及び経済学系で少ない。2つ以上の専門分野にまたがる団体の割合は文学系及び医学系で少なく、理学及び工学で多い。平均正会員数は全団体平均で約2.5千人、人文科学部門で0.7~1千人、理学及び農学で1.7~2.5千人、工学及び医学系では約4千人である。

全団体の約20%が法人である。法人の割合は団体の規模の増大とともに急速に増加する。工学において特に高く、人文科学部門で低い。フルタイムに換算した事務職員数は正会員数に比例し、全団体平均でみれば正会員千人あたり0.71人である。事務所面積は正会員数に比例し、全団体についてみれば、基本面積が27㎡で、正会員千人あたり1.7㎡である。

会誌の発行は最も普遍的な活動で95%の団体に見られる。人文科学部門ではやや低く、理学及び工学においてやや高い。論文誌の発行は約27%の団体で行われており、経済学系、理学及び工学において割合が高い。書籍の出版は15%の団体で行われており、理学、工学及び農学で高い。その他の活動のうち、社会人教育は19%の団体で行われており、理学及び工学に多く、経済学系及び医学系で少ない。

国際集会を主催した経験をもつ団体は51%である。団体の規模が大きいほどその割合は高い。専門分野別で見れば、文学系及び法学系において低く、理学、工学及び農学で高い。国際集会を開催する上での困難の第1位は「経費の調達」で84%に達している。会誌あるいは論文誌を何らかの意味で国際的に開放しているのは85%の団体にみられる。

団体の財政規模を正会員数で割った額は全団体平均で29千円で、文学系及び経済学系において10~15千円、理学及び工学で高く48~57千円に達する。平成3年度における実質収支(繰り越しを除く)での赤字団体は全体の約3分の1であり、予算規模の10%以上の赤字をもつ団体が7%ある。外部からの支援を必要とする事業は、成果刊行が最大で60%、次が国際活動で30%である。団体の規模が大きくなると、国際活動への支援要求の割合が高まる。具体的な支援方策としては、学術団体の活動が円滑に進むよう制度等を整備する方法、特に、学術団体に対する課税及び学術団体への寄付者への課税を緩和する方策が効果的と考えられる。

終わりに、この調査に御協力を頂いた学術団体の担当者の方々に深く感謝申し上げる次第です。

## 第16期日本学術会議会員のための 登録学術研究団体の概況

日本学術会議では、現在、第16期(平成6年7月22日~平成9年7月21日)会員(定員210人)選出のための手続が進められていますが、その第1段階として、昨年(平成5年)5月末日を締切期限として、学術研究団体からの登録申請の受付が行われました。これらの登録申請については、日本学術会議会員推薦管理会において審査が行われましたが、その結果は次のとおりでした。

- ・ 申請団体数.....1110団体
- ・ 登録団体数.....1069団体

「日本学術会議だより」について御意見、お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291



日本藻類学会入会申込書

	年度より入会	年 月 日 申込
氏名 ローマ字		年 月 日 生
住所 〒 勤務先* 機関名 電話		
自宅* 住所 〒 電話		
指導教官署名（学生会員の場合）		
送付金額	円	送金方法

\*開始の送り先として希望する方に○をつける。

(以下は画家医事務局用)

受付	名簿 原簿	会費 原簿	あて名 カード	学会 録事
----	----------	----------	------------	----------

入会申込書送付先：〒602 京都市上京区下立売通小川東入

日本藻類学会



APPLICATION FORM FOR THE MEMBERSHIP OF

the Japanese Society of Phycology

This application should be sent to:

The Japanese Society of Phycology  
Shimotachiuri Ogawa Higashi, Kamikyoku,  
Kyoto, 602 JAPAN

- Note: 1. The Japanese Journal of Phycology (Nos 1-4/Vol.)  
is sent to the members upon publication.  
2. Annual membership fee is ¥7,000.

---

APPLICATION FOR MEMBERSHIP of the Japanese Society of Phycology

Date: \_\_\_\_\_

Name (Please sign): \_\_\_\_\_

Name (Please print): \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_

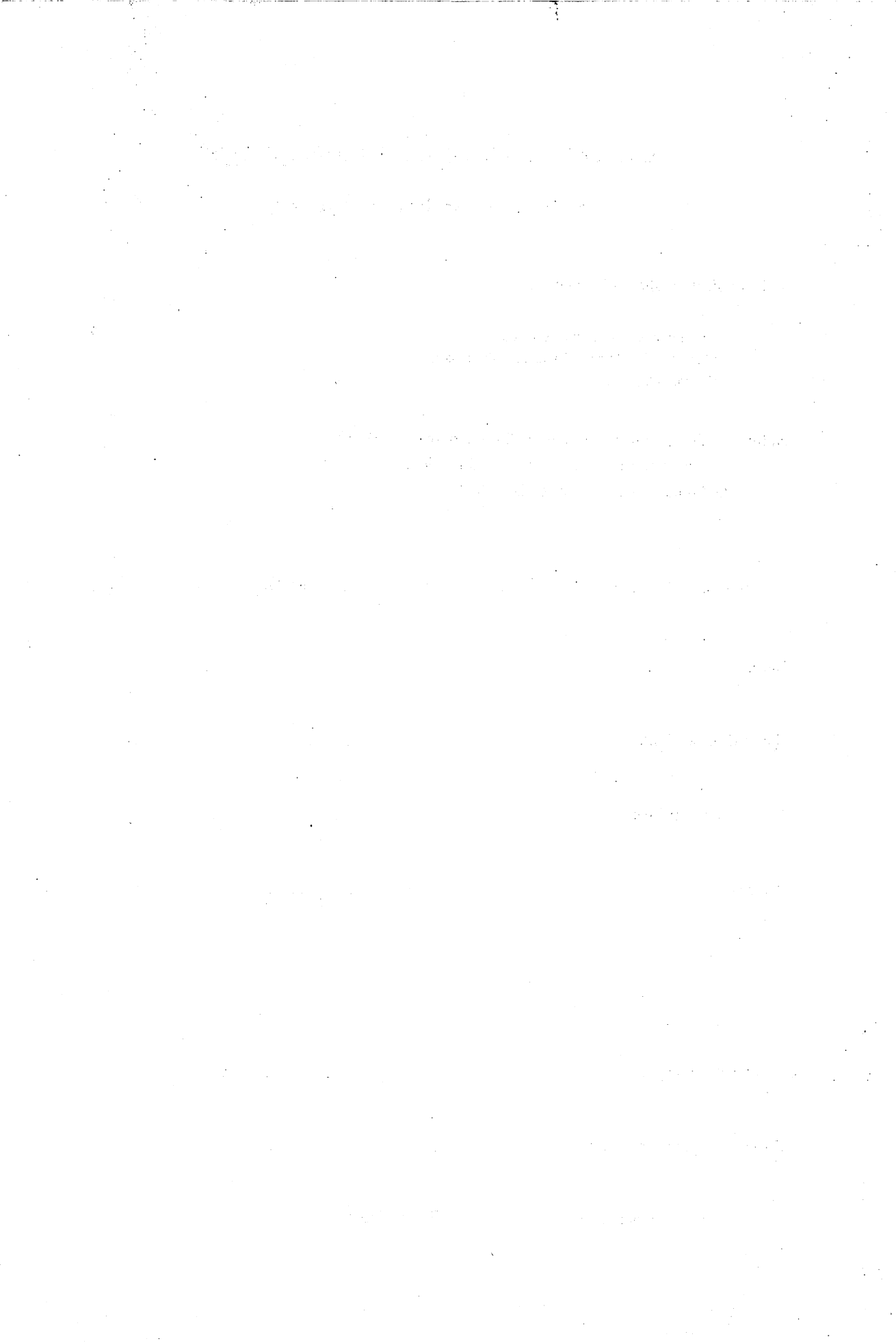
Title(s) & present position: \_\_\_\_\_

Special field(s) of interest: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Payment enclosed

\_\_\_\_\_ Bill me later





賛助会員 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北3条西7丁目  
北海道第二水産ビル4階  
阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔  
株式会社 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103  
全国海苔貝類漁業協同組合連合会 108 東京都港区高輪2-16-5  
有限会社 浜野顕微鏡 113 東京都文京区本郷5-25-18  
株式会社ヤクルト本社研究所 189 東京都国立市谷保1769  
田崎真珠株式会社田崎海洋生物研究所 779-23 徳島県海部郡日和佐町外ノ牟井  
神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1  
理研食品株式会社 985 宮城県多賀城市宮内2丁目5番60号  
株式会社白寿生科学研究所 原 昭邦 351 朝霞市栄町3-3-7  
(旧名：株式会社白寿保健科学研究所)

# 情報処理印刷

ワープロ・データベース フロッピー・磁気テープが印刷へ直結

## 中西印刷株式会社

取締役社長 中西隆太郎

京都本社 602 京都市上京区下立売通小川東入ル  
tel.075-441-3155 fax.075-441-3159  
東京連絡所 tel.東京03-3815-7465

藻類のライフヒストリーをオリジナルの線図に解説をつけ見開きで示す!

# 藻類の生活史集成 全3巻 堀 輝三編 (送料各巻450円)

第1巻	緑色藻類	(185種)	B5判・450頁・定価8240円	94年2月 全巻揃う
第2巻	褐藻・紅藻類	(171種)	B5判・424頁・定価8240円	
第3巻	単細胞・鞭毛藻類	(146種)	B5判・372頁・定価7210円	

藻類の研究者115名が自らの研究成果と資料をもとに執筆に当たり、現時点で明らかになっている藻(502種)の生活史・生活環を線図で集大成した初めての本。

本書の構成は、図を左頁に対面する頁に和英の解説文をつけて、2ページを1単位として組み立ててある。執筆者によるオリジナルの線図は、藻類のライフサイクルを一見して理解させそれに簡明な解説を付す。さらに教育的配慮から多くの種について分布図を、そして各巻ごとに同義語を、各巻の巻末に学名総索引・和名索引を収録して読者が使いやすいよう工夫した。藻類を専門とする研究者や中学・高校の生物の先生、水に関連する研究所や企業の方々を初め、藻類に興味をもつ人々にとって、長い間出版が望まれていた本である。

刊行は9月に第2巻を:11月に第3巻を:94年2月に第1巻を刊行し完結。[呈内容案内]

第2期がスタート——第11巻刊行のお知らせ——

## 写真で見る種の同定と分類!

### 淡水藻類写真集 第11巻

第1期10巻に続き今秋から年2~3冊を刊行して10巻(1000種)を目標とする。これにより2000種となり利用価値も高まる。(12巻3月末刊行)

山岸高旺・秋山 優編

B5判・100シート 定価7210円

製本様式を下記のようにいたしました。  
2穴・並製箱入り 千各380円

既刊 第1期10冊1・2巻 定価4120円 / 3~10巻 定価5150円 (千各380円)

## 藻類の生態

秋山 優・有賀祐勝 共編  
坂本 充・横浜康継

A5判(上製函入) 640頁  
定価13,184円(千450円)

## 日本淡水藻図鑑

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

定価39140円

## 植物組織学

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

定価18540円

## 藻類学総説

廣瀬弘幸著 藻類の分類と形態を重点に置いて、克明な図により丁寧に解説する。

定価10300円

## ナマコとウニ

——民謡と酒のさかなの話——

大島廣著

定価1009円

## 水の環境科学

鈴木静夫著 公害防止から環境保全へと時代が変わり本書は水の環境の現実を解説する。

定価2472円

## 生物学史展望

井上清恒著 五千年にわたる生物学の流れを時代の経緯と共に語る。

定価5974円

内田老鶴圃

〒112 東京都文京区大塚 3-34-3  
電話(03)3945-6781 FAX(03)3945-6782

(価格は税込)

海洋環境・藻場造成関係者必携の書!!

# 図鑑 海藻の生態と藻礁

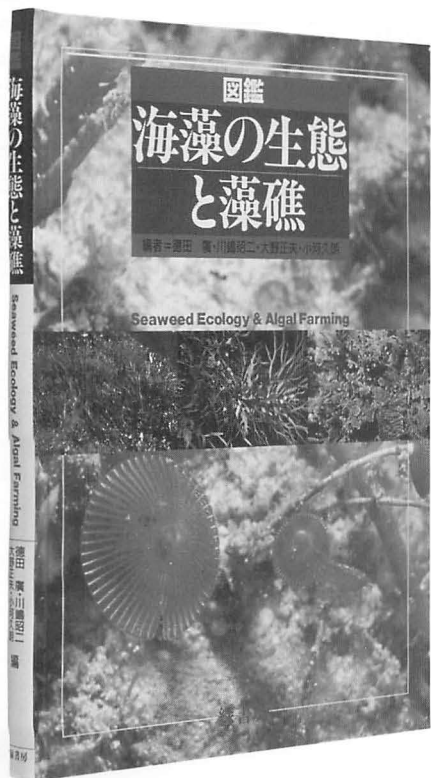
編者 = 徳田 廣・川嶋昭二・大野正夫・小河久朗

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

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

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

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



英語版も完成!

— A Photographic Guide —

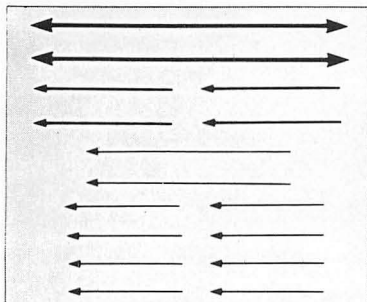
Seaweeds  
of Japan

定価15,000円(税込/送サービス)

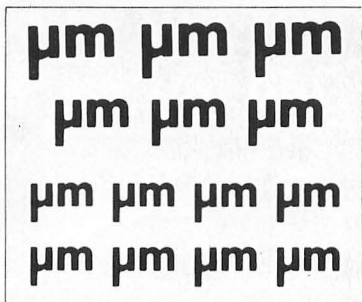
||||| 新製品ご案内!! |||||

# レタリングシート (ブラック アンド ホワイト)

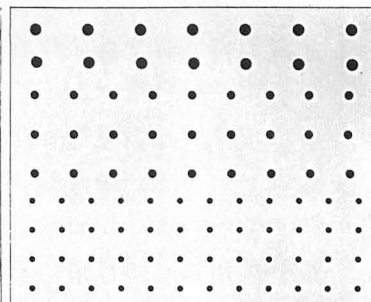
EMI NO.82014



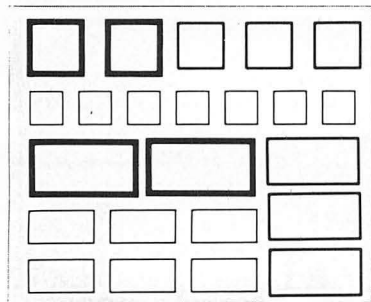
EMI NO.82016



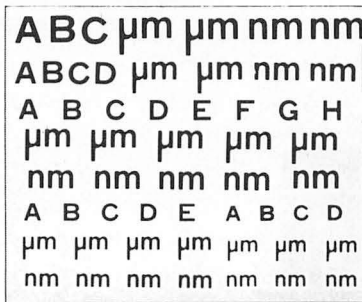
EMI NO.86626



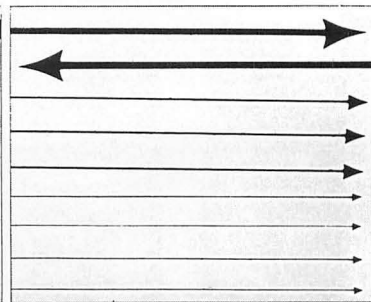
EMI NO.86627



EMI NO.86902

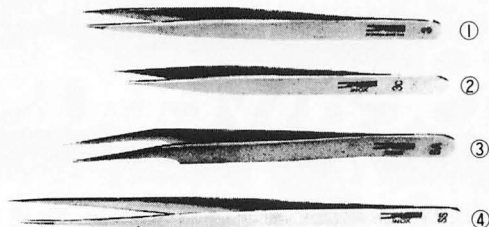


EMI NO.86916



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

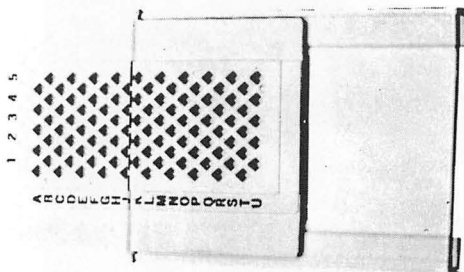
## 西独製 精密ピンセット



- ①時計ピンセット
- ②3Cピンセット
- ③5型変形ピンセット
- ④SS型ピンセット

各1本：¥2,200

## EMグリッドボックス



1個：¥1,800 10個：¥15,000



**EM資材直販センター**

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

## 学会出版物

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

1. 「藻類」バックナンバー 価格、会員各号 1,750円、非会員各号 3,000円、30巻4号(創立30周年記念増大号、1—30巻索引付)のみ会員 5,000円、非会員 7,000円、欠号：1—2号、4巻1、3号、5巻1—2号、6—9巻全号。

2. 「藻類」索引 1—10巻、価格、会員 1,500円、非会員 2,000円、11—20巻、会員 2,000円、非会員 3,000円、創立30周年記念「藻類」索引、1—30巻、会員 3,000円、非会員 4,000円。

3. 山田幸男先生追悼号 藻類25巻増補。1977. A 5版, xxviii + 418頁。山田先生の遺影・経歴・業績一覧・追悼文及び内外の藻類学者より寄稿された論文50編(英文26, 和文24)を掲載、価格 7,000円。

4. 日米科学セミナー記録 Contributions to the systematics of the benthic marine algae of the North Pacific. I. A. Abbott・黒木宗尚共編。1972. B 5版, xiv + 280頁, 6図版。昭和46年8月に札幌で開催された北太平洋産海藻に関する日米科学セミナーの記録で、20編の研究報告(英文)を掲載。価格 4,000円。

5. 北海道周辺のコンブ類と最近の増養殖学的研究。1977. B 5版, 65頁。昭和49年9月に札幌で行なわれた日本藻類学会主催「コンブに関する講演会」の記録。4論文と討論の要旨。価格 1,000円。

## Publications of the Society

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

1. **Back numbers of the Japanese Journal of Phycology** (Vols. 1-28, Bulletin of Japanese Society of Phycology). Price, 2,000 Yen per issue for member, or 3,500 Yen per issue for nonmember; price of Vol. 30, No. 4 (30th Anniversary Issue), with cumulative index (Vols. 1-30), 6,000 Yen for member, or 7,500 Yen for nonmember (incl. postage, surface mail). Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 4, Nos. 1, 3; Vol. 5, Nos. 1-2; Vol. 6-Vol. 9, Nos. 1-3.

2. **Index of the Bulletin of Japanese Society of Phycology.** Vol. 1 (1953)-Vol. 10 (1962), Price 2,000 Yen for member, or 2,500 Yen for nonmember; Vol. 11 (1963)-Vol. 20 (1972), Price 3,000 Yen for member, or 4,000 Yen for nonmember. Vol. 1 (1953)-Vol. 30 (1982), Price 4,000 Yen for member, or 5,000 Yen for nonmember (incl. postage, surface mail).

3. **A Memorial Issue Honouring the late Professor Yukio Yamada** (Supplement to Volume 25, the Bulletin of Japanese Society of Phycology). 1977. xxviii + 418 pages. This issue includes 50 articles (26 in English, 24 in Japanese with English summary) on phycology, with photographs and list of publications of the late Professor Yukio YAMADA. 8,500 Yen (incl. postage, surface mail).

4. **Contribution to the Systematics of the Benthic Marine Algae of the North Pacific.** Edited by I. A. ABBOTT and M. KUROGI, 1972. xiv + 280 pages, 6 plates. Twenty papers followed by discussions are included, which were presented in the U.S.-Japan Seminar on the North Pacific Benthic Marine Algae, held in Sapporo, Japan, August 13-16, 1971. 5,000 Yen (incl. postage, surface mail).

5. **Recent Studies on the Cultivation of *Laminaria* in Hokkaido** (in Japanese). 1977. 65 pages. Four papers followed by discussion are included, which were presented in a symposium on *Laminaria*, sponsored by the Society, held in Sapporo, September 1977. 1,200 Yen (incl. postage, surface mail).

1994年6月15日 印刷

1994年6月20日 発行

©1994 Japanese Society of Phycology

禁 転 載  
不 許 複 製

編集兼発行者

石 川 依 久 子

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

印 刷 所

中 西 印 刷 株 式 会 社

〒602 京都市上京区下立売通小川東入  
Tel. 075-441-3155

発 行 所

日 本 藻 類 学 会

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

Printed by Nakanishi Printing Co., Ltd.

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」による。

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

# 藻類

## 目次

Richard E. Norris: 2新種を含む数種のハワイ産紅藻イトグサ科藻類について..... (英文)	149
立木 光・Maribel L. Dionisio-Sese・藤原祥子・都築幹夫・福澤秀哉・宮地重遠: クラミドモナス細胞表層カーボニックアンヒドラーゼの遺伝子発現に及ぼす酢 酸の影響 .....	(英文) 157
神谷充伸・John A. West・原 慶明: 紅藻タニコケモドキ (イギス目) の天然およ び培養下における生殖体の構造 .....	(英文) 165
梅崎 勇・渡辺眞之: 日本産藍藻類目録 1. クロオコックス目及びユレモ目 .....	(英文) 175
加藤季夫: 日本産ミドリムシ藻 <i>Eutreptia</i> の3種 .....	221



### ノート

川井浩史・Wilhelm Boland・Dieter G. Müller: 褐藻イワヒゲ ( <i>Myelophycus simplex</i> (Harvey) Papenfuss) の有性生殖と性フェロモン .....	(英文) 227
---	----------



### 雑 録

濱田 仁: 日本藻類学会第18回大会 (富山) を振り返って—市民展示会「地球環境 と藻」要旨と「藻類学博物館」建設の提言— .....	233
日本藻類学会第18回大会エクスカージョン参加記 .....	243
新刊紹介 .....	245
学会録事 .....	247
ニュース .....	255
学会会則 .....	265
投稿案内 .....	266
日本学術会議だより .....	268