

# The Japanese Journal of PHYCOLOGY

## CONTENTS

- Michio Masuda:** *Ahnfeltiopsis* (Gigartinales, Rhodophyta) in the western Pacific ..... 1
- Michio Masuda and Tsuyoshi Abe:** The occurrence of *Laurencia saitoi* Perestenko  
(*L. obtusa* auct. japon.) (Ceramiales, Rhodophyta) in Japan..... 7
- Kensaku Suzuki and Tomoyoshi Ikawa:** Oxygen enhancement of photosynthetic  
 $^{14}\text{CO}_2$  fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri* ..... 19
- Kazuhiro Kogame and Hiroshi Kawai:** Morphology and life history of *Petelonia*  
*zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze (Scytosiphonales, Phaeophyceae) from Japan..... 29



### Notes

- Michio Masuda, Tetsuro Ajisaka, Shigeo Kawaguchi, Huynh Quang Nang and  
Nguyen Huu Dinh:** The use of *Sargassum macleurei* as medical tea in Vietnam. .... 39
- Masahiro Notoya, Norio Kikuchi and Yusho Aruga:** Life history of *Stylonema alsidii*  
(Rhodophyta) in culture.....(in Japanese) 43
- Sueo Kato:** On three species of *Eutreptiella* (Euglenophyceae) in the costal waters of the  
Kanto district, Japan .....(in Japanese) 47



### Miscellanea

- Tetsuro Ajisaka:** Grunow collection of *Sargassum* deposited in the herbarium of  
Naturhistorisches Museum Wien in Austria .....(in Japanese) 53
- Yuko Niiyama, Masayuki Watanabe and Isamu Umezaki:** Introduction of "Modern  
approach to the classification system of cyanophytes by K. Anagnostidis and J.  
Komárek" .....(in Japanese) 55
- Announcement .....(in Japanese) 69
- News .....(in Japanese) 72
- The XVIIth Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology (program and  
abstracts) .....(in Japanese) 75
- Japan Science Council News .....(in Japanese) 97

## 日 本 藻 類 学 会

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

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

### The Japanese Society of Phycology

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

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

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

#### 1993-1994年役員

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

鯨坂 哲朗 (京都大学)  
千原 光雄 (日本赤十字看護大学)  
榎本 幸人 (神戸大学)  
原 慶明 (筑波大学)  
井上 勲 (筑波大学)  
喜田和四郎 (三重大学)  
右田 清治  
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 (国立科学博物館)  
谷口 和也 (東北区水産研究所)  
月館 潤一 (南西海区水産研究所)  
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)  
舘脇 正和 (北海道大学)  
都築 幹夫 (東京大学)  
横浜 康継 (筑波大学)  
吉田 忠生 (北海道大学)

#### Officers for 1993-1994

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

#### Members of Executive Council:

Tetsuro AJISAKA (Kyoto University)  
Mitsuo CHIHARA (The Japanese Red Cross College of Nursing)  
Sachito ENOMOTO (Kobe University)  
Yoshiaki HARA (University of Tsukuba)  
Isao INOUE (University of Tsukuba)  
Washiro KIDA (Mie University)  
Seiji MIGITA  
Masao OHNO (Kochi University)  
Megumi OKAZAKI (Tokyo Gakugei University)  
Takeo OKUDA (Kyushu University)  
Jiro TANAKA (National Science Museum)  
Kazuya TANIGUCHI (Tohoku National Fisheries Research Institute)  
Jun-ichi TSUKIDATE (Nansei 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), Associate Editor  
Tetzuya KATO (Kyoto University)  
Washiro KIDA (Mie University)  
Hiromu KOBAYASHI (Tokyo Diatom Institute)  
Masao OHNO (Kochi University)  
Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University)  
Mikio TSUZUKI (University of Tokyo)  
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)  
Tadao YOSHIDA (Hokkaido University)

## *Ahnfeltiopsis* (Gigartinales, Rhodophyta) in the western Pacific<sup>1)</sup>

Michio Masuda

*Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan*

Masuda, M. 1993. *Ahnfeltiopsis* (Gigartinales, Rhodophyta) in the western Pacific. Jpn. J. Phycol. 41: 1-6.

Seven species of *Gymnogongrus* and two species of *Ahnfeltia* with internal cystocarps provided with specialized pores (carpostomes) from the western Pacific are transferred to *Ahnfeltiopsis* Silva et DeCew (Gigartinales, Rhodophyta). Tetrasporophytes of these species when known are crustose and form intercalary catenate series of tetrasporangia. A synoptical key to all known species of *Ahnfeltiopsis* from the western Pacific is given.

*Key Index Words:* Ahnfeltia—Ahnfeltiopsis—Gigartinales—Gymnogongrus—nomenclatural combination—Phylloporaceae—Rhodophyta—western Pacific.

The red algal family Phylloporaceae (Gigartinales) is characterized by multiaxial thalli with a compact and pseudoparenchymatous medulla, rod-shaped spermatia, a procarp consisting of a three-celled carpogonial branch provided with a sterile branchlet and a large supporting cell serving as an auxiliary cell, inward or outward development of gonimoblasts, unbranched chains of tetrasporangia, and iota- or iota-kappa carrageenans in gametophytes, lambda-carrageenans in sporophytes (Guiry *et al.* 1984). As recently as 1989, the Phylloporaceae was assigned nine genera: *Ahnfeltia* Fries, *Besa* Setchell, *Ceratocolax* Rosenvinge, *Gymnogongrus* Martius, *Ozophora* J. Agardh, *Petroglossum* Hollenberg, *Phyllophora* Greville, *Schottera* Guiry et Hollenberg, and *Stenogramma* Harvey. In that year, *Ahnfeltia* was transferred to a new family, Ahnfeltiaceae, in a new order, Ahnfeltiales, characterized by unique compound external carposporophytes (Maggs and Pueschel 1989). Even more recently, two genera have been added to the Phylloporaceae, *Erythrodermis* Batters (Guiry and Garbary 1990, Maggs 1990) and *Ahnfeltiopsis* Silva et DeCew (1992).

*Ahnfeltiopsis* was proposed by Silva and DeCew (in Silva 1979), but was not validly published until very recently (Silva and DeCew 1992). Meanwhile, the name has been used by various authors (McCandless *et al.* 1982, Masuda 1982, 1983, Maggs *et al.* 1989, Anderson and Bolton 1990, Maggs 1990, Lewis *et al.* 1991). The genus is characterized by internal cystocarps provided with specialized pores (carpostomes) and a heteromorphic-type of life history in which upright unisexual gametophytes alternate with a crustose tetrasporophyte. In contrast, *Gymnogongrus* has a tetrasporoblastic-type of life history in which gonimoblasts grow outwardly through the cortex of the thallus, giving rise to an external nemathelial structure over the surface of the bisexual gametophyte (Doubt 1935, Schotter 1968). Silva and DeCew (1992) transferred fourteen species previously assigned to *Ahnfeltia* or *Gymnogongrus* to *Ahnfeltiopsis*. Of these species, *Ahnfeltiopsis concinna* (J. Agardh) Silva et DeCew (= *Ahnfeltia concinna* J. Agardh), *A. densa* (J. Agardh) Silva et DeCew (= *G. densus* J. Agardh), *A. okamurae* Silva et DeCew (= *Ahnfeltia furcellata* Okamura), and *A. pygmaea* (J. Agardh) Silva et DeCew (= *G. pygmaeus* J. Agardh) are known from the western Pacific (Masuda, Zhang and Xia in preparation). The majori-

<sup>1)</sup> This report was supported in part by a Grant-in-Aid for Scientific Research (International Research Program—Field Research, No. 04041015) from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.

ty of the western Pacific species, however, have not been transferred to the new genus. The following nine species are transferred to *Ahnfeltiopsis* herein. Abbreviations for herbaria follow Holmgren *et al.* (1990).

***Ahnfeltiopsis catenata* (Yendo) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus catenatus* Yendo 1920: 4 [lectotype locality: Ijika, Mie Prefecture, central Japan; lectotype specimen in TI (Masuda 1987, fig. 14)].

Japanese name: Hosobano-hira-saimi

Morphological features of gametophytes were described by Masuda (1987). Cystocarps are central in the medulla. Carpospore germlings of this species grew into crustose plants, but no reproduction was found about one year after germination.

***Ahnfeltiopsis chnoosporoides* (Tanaka et Pham) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus chnoosporoides* Tanaka et Pham 1962: 26, figs. 3, 4 [type locality: Con, Nha Trang, central Vietnam; holotype specimen in SAP (052162)].

Spermatangial and cystocarpic specimens of *Ahnfeltiopsis chnoosporoides* collected at the type locality on 5 March 1992 were examined. Spermatangia are anticlinally elongated. Cystocarps are internal, hemispherical, protruding, and provided with multiple carpostomes. Tetrasporophytes are crustose (Masuda, Huynh and Nguyen unpublished observations).

***Ahnfeltiopsis divaricata* (Holmes) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus divaricatus* Holmes 1896: 255, pl. 8: figs. 3a, 3b [type locality: Shimoda, Shizuoka Prefecture, central Japan; holotype specimen in BM (Masuda 1987, fig. 10A)].

Japanese name: Oomata-okitsunori

Morphological features of gametophytes were reported by Masuda (1987). Cystocarps are central in the medulla and provided with multiple carpostomes. Tetrasporophytes are crustose (Masuda unpublished).

***Ahnfeltiopsis flabelliformis* (Harvey) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus flabelliformis* Harvey 1857: 332 [type locality: Shimoda, Shizuoka Prefecture, central Japan; lectotype specimen in TCD (Masuda 1987, fig. 1A)].

Synonym: *Gymnogongrus japonicus* Suringar 1867: 259.

Japanese name: Okitsunori

Morphological features of gametophytes were described by several investigators (Okamura 1921, 1936, Tokida and Masaki 1959, Mikami 1965, Masuda 1987). Cystocarps are central in the medulla and provided with multiple carpostomes. Field-collected and cultured crustose tetrasporophytes were reported by Masuda *et al.* (1979) and Masuda (1981).

***Ahnfeltiopsis gracilis* (Yamada) comb. nov.**

Basionym: *Besa gracilis* Yamada 1931: 73, fig. 3 [type locality: Enoshima, Kanagawa Prefecture, central Japan; holotype specimen in SAP (9798)].

Synonym: *Ahnfeltia gracilis* (Yamada) Yamada et Mikami in Mikami 1965: 198, pl. 4 (1), text-figs. 11, 12.

Japanese name: Besa

This species has internal cystocarps which are central in the medulla (Mikami 1965). Because the holotype specimen shows only young stages of cystocarp development, carpostomes are not evident. Tetrasporophytes are unknown.

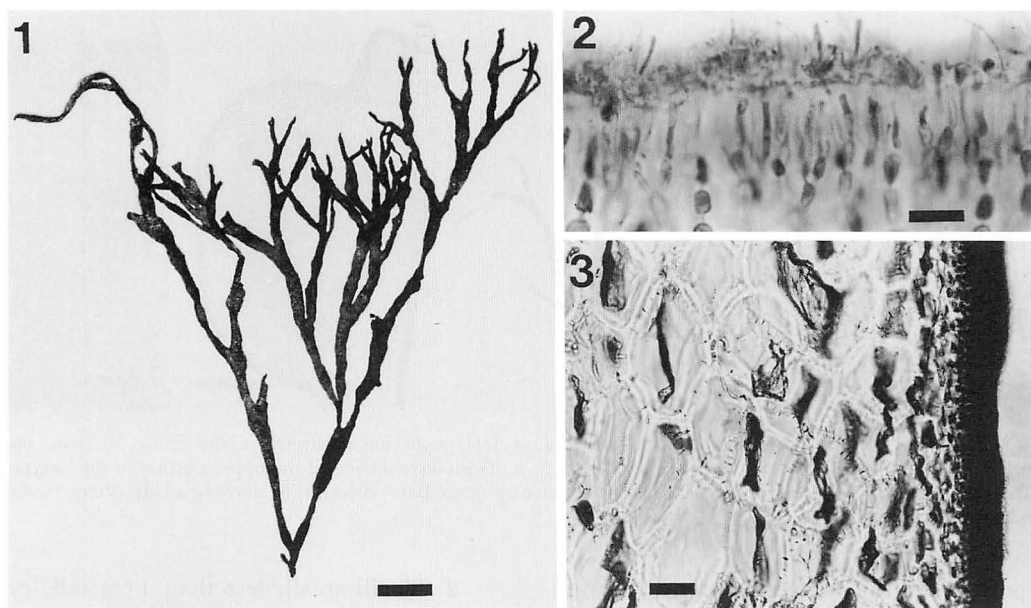
***Ahnfeltiopsis paradoxa* (Suringar) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus paradoxus* Suringar 1874: 13, pls. 8, 9 [type locality: One of Izu Seven Islands, central Japan; holotype specimen in L (942. 69. 48) (Masuda 1987, fig. 5)].

Synonym: *Gymnogongrus furcellatus* (C. Agardh) J. Agardh var. *japonicus* Holmes 1896: 256, pl. 11: fig. 2. *Ahnfeltia paradoxa* (Suringar) Okamura 1933: 13. pls. 309, 310 (11-16).

Japanese name: Harigane

This species has internal cystocarps which



Figs. 1–3. *Ahnfeltiopsis quinhonensis* (Pham) Masuda. 1. Spermatangial specimen collected at Qui Nhon, Vietnam, in May 1992 and deposited in SAP (058000) (scale bar = 1 cm). 2. Longitudinal section of upper portion of thallus, showing an anticlinally elongated, superficial spermatangial layer (scale bar = 10  $\mu\text{m}$ ). 3. Longitudinal section of lower portion of thallus, showing internal structure (scale bar = 50  $\mu\text{m}$ ).

are central in the medulla and provided with multiple carpostomes (Masuda 1987). It has crustose tetrasporophytes (Masuda and Shimizu unpublished observations).

***Ahnfeltiopsis quinhonensis* (Pham) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus quinhonensis* Pham 1969: 201, fig. 2. 133 [type locality: Qui Nhon, central Vietnam; holotype specimen unknown].

This species has unisexual upright gametophytes as do other species of the genus. Only male gametophytes collected at the type locality in May 1992 (SAP 058000) were available for study (Figs. 1–3). Pham (1969) reported female gametophytes with cystocarps similar in nature to those of *A. serenei*.

***Ahnfeltiopsis serenei* (Dawson) comb. nov.**

Basionym: *Gymnogongrus serenei* Dawson 1954: 5, pl. 3: fig. 6 [type locality: Hon Tre, Nha Trang, central Vietnam; holotype specimen in US].

Re-examination of an isotype specimen

(Fig. 4) in BISH (499793) revealed that it has protruding hemispherical internal cystocarps provided with multiple carpostomes (Figs. 5, 6). Tetrasporophytes are unknown.

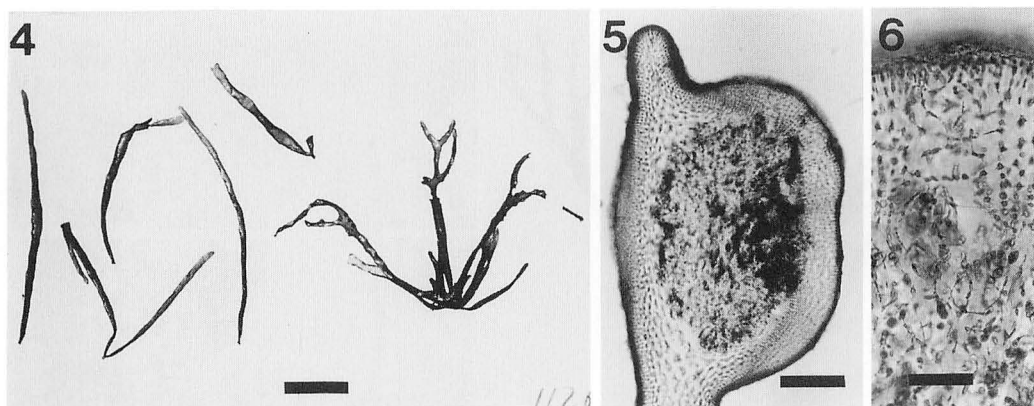
***Ahnfeltiopsis yamadae* (Segawa) comb. nov.**

Basionym: *Chondrus yamadae* Segawa 1941: 262, pl. 57, text-fig. 9 [type locality: Shirahama, Shimoda, Shizuoka Prefecture, central Japan; holotype specimen in the herbarium, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka.].

Synonym: *Ahnfeltia yamadae* (Segawa) Mikami 1965: 201, pl. 1, text-fig. 13.

Japanese name: Hane-saimi

The holotype specimen was not indicated in the original publication, but it was designated as “type” by Segawa in the above-mentioned herbarium. The specimen collected at Shirahama by Segawa on 31 July 1937 is shown in his Plate 57, although Mikami (1965: 203) erroneously cited Susaki as type locality. Elongate, large, internal cystocarps were found in a specimen collected at Shirahama on 6 October 1936 by S. Segawa and



Figs. 4-6. *Ahnfeltiopsis serenei* (Dawson) Masuda. 4. Isotype specimen collected at Nha Trang, Vietnam, on 6 February 1953 and deposited in BISH (499793). 5, 6. Transverse section of the upper portion of the isotype specimen: 5, showing a protruding hemispherical cystocarp (scale bar=200  $\mu\text{m}$ ); 6, showing a carpostome (scale bar=50  $\mu\text{m}$ ).

deposited in the above-mentioned herbarium. These cystocarps are central in the medulla and provided with multiple carpostomes. Tetrasporophytes are unknown.

#### Other species of *Gymnogongrus* and *Ahnfeltia*

Pham (1969) reported *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius from Vietnam. However, the occurrence of this species in the western Pacific is uncertain, as his description lacks information on reproductive features. Two species of the genuine *Ahnfeltia*, *A. plicata* (Hudson) Fries and *A. fastigiata* (Postels et Ruprecht) Makienko, have been reported from the western Pacific (Maggs *et al.* 1989).

#### Key to the western Pacific species of *Ahnfeltiopsis*

Thirteen species are present along the coast of the western Pacific, including the South China Sea, the East China Sea, the Yellow Sea, the Sea of Japan, and the Sea of Okhotsk.

1. Upright thalli terete to subterete throughout; hyphalike filaments absent in the medulla ..... 2
1. Upright thalli compressed at least at the middle portion; hyphalike filaments present or absent in the medulla ..... 3

2. Thalli small, less than 1 cm tall, cystocarps central in the medulla ..... *A. gracilis*
2. Thalli large, 3-11 cm tall, cystocarps hemispherical, protruding ..... *A. concinna*
3. Upper portions of thalli terete to subterete ..... 4
3. Upper portions of thalli compressed ..... 5
4. Thalli small and narrow (to 3 cm tall and 700  $\mu\text{m}$  wide); proliferations common, secund, pinnate, or fasciculate; hyphalike filaments absent in the medulla ..... *A. densa*
4. Thalli large and broad (more than 5 cm tall and 1.2 mm wide); proliferations rare; hyphalike filaments abundant in the medulla ..... *A. okamurae*
5. Cystocarps hemispherical, protruding ..... 6
5. Cystocarps central in the medulla ..... 8
6. Axes divided up to three times ..... *A. serenei*
6. Axes divided more than four times ..... 7
7. Axes 700-800  $\mu\text{m}$  thick ..... *A. quinhonensis*
7. Axes 300-600  $\mu\text{m}$  thick ..... *A. chnoosporoides*
8. Axes conspicuously channeled in living and fixed material; hyphalike filaments abundant in the medulla ..... *A. yamadae*
8. Axes not channeled; hyphalike fila-

- ments absent in the medulla ..... 9
9. Axes less than 1 mm wide ..... 10
9. Axes more than 1 mm wide ..... 11
10. Thalli large, 6–14 cm tall; cortex of axes thick, with 10–18 layers  
..... *A. catenata*
10. Thalli small, up to 4 cm tall; cortex of axes thin, with 5–9 layers ..... *A. pygmaea*
11. Thalli large, 20–80 cm tall; axes sparsely branched at long intervals, with many, large, simple to flabellate proliferations ..... *A. paradoxa*
11. Thalli less than 15 cm tall; axes profusely branched at short intervals, with or without small proliferations ..... 12
12. Thalli pale red; axes 2.0–2.5 mm wide except at forks ..... *A. divaricata*
12. Thalli dark red to purplish red; axes less than 2 mm wide except at forks ..... *A. flabelliformis*

## Acknowledgements

I am deeply indebted to Professor Tadao Yoshida for his critical reading of the manuscript and to Dr. Paul C. Silva for sending the paper of *Ahnfeltiopsis* before its publication and for critical comments on the manuscript. I also thank Dr. Hyunh Quang Nang and Dr. Nguyen Huu Dinh, Center for Science—Production of Seaweed, Nha Trang, Vietnam, for their help in collecting materials in central Vietnam, the Curator of BISH and Professor Takeo Okuda and Dr. Shigeo Kawaguchi, Kyushu University, for the loan of herbarium specimens.

## Literature Cited

- Anderson, R. J. and Bolton, J. J. 1990. Reproductive morphology and life histories of southern African *Gymnogongrus* species (Rhodophyta, Phylloporaceae). *Br. Phycol. J.* **25**: 381–390.
- Dawson, E. Y. 1954. The marine flora of Isla San Benedicto following the volcanic eruption of 1952–1953. Allan Hancock Found. Publ. Occas. Pap. **16**: 1–25.
- Doubt, D. G. 1935. Notes on two species of *Gymnogongrus*. *Amer. J. Bot.* **22**: 294–310.
- Guiry, M. D. and Garbary, D. J. 1990. A preliminary phylogenetic analysis of the Phylloporaceae, Gigartinales and Petrocelidaceae (Rhodophyta) in the North Atlantic and North Pacific. *In* D. J. Garbary and G. R. South [eds.] *Evolutionary Biogeography of the Marine Algae of the North Atlantic*. p. 265–290, Springer-Verlag, Berlin.
- Guiry, M. D., West, J. A., Kim, D.-H. and Masuda, M. 1984. Reinstatement of the genus *Mastocarpus* Kützinger (Rhodophyta). *Taxon* **33**: 53–63.
- Harvey, W. H. 1857. *Algae*. *In* Perry: *Narrative of the Expedition of an American Squadron to the China Seas and Japan performed in the years 1852, 1853 and 1854*. **2**: 331–332.
- Holmes, E. M. 1896. New marine algae from Japan. *J. Linn. Soc. Bot.* **31**: 248–260.
- Holmgren, P. K., Holmgren, N. H. and Barnett, L. C. 1990. Index herbariorum. Part 1: The herbaria of the world, 8th ed. *Regnum vegetabile* **120**: 1–693.
- Lewis, N. I., Avila, M. and McLachlan, J. L. 1991. Life history of *Gymnogongrus furcellatus* (C. Ag.) J. Ag. (Rhodophyta, Phylloporaceae) from Chile. *Bot. Mar.* **34**: 145–152.
- McCandless, E. L., West, J. A. and Guiry, M. D. 1982. Carrageenan patterns in the Phylloporaceae. *Biochem. Systematics Ecol.* **10**: 275–284.
- Maggs, C. A. 1990. Taxonomy of phylloporoid algae: the implications of life history. *Hydrobiologia* **204/205**: 119–124.
- Maggs, C. A. and Pueschel, C. M. 1989. Morphology and development of *Ahnfeltia plicata* (Rhodophyta): proposal of Ahnfeltiales ord. nov. *J. Phycol.* **25**: 333–351.
- Maggs, C. A., McLachlan, J. L. and Saunders, G. W. 1989. Infrageneric taxonomy of *Ahnfeltia* (Ahnfeltiales, Rhodophyta). *J. Phycol.* **25**: 351–368.
- Masuda, M. 1981. Further observations on the life history of *Gymnogongrus flabelliformis* Harvey (Rhodophyta) in culture. *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)* **12**: 159–164.
- Masuda, M. 1982. Life history and taxonomy of some species of *Ahnfeltia*. *J. Phycol. (Suppl.)* **18**: 31.
- Masuda, M. 1983. The life history of *Ahnfeltia concinna* J. Agardh (Rhodophyta, Gigartinales) from Japan. *Jap. J. Phycol.* **31**: 180–189.
- Masuda, M. 1987. Taxonomic notes on the Japanese species of *Gymnogongrus* (Phylloporaceae, Rhodophyta). *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)* **14**: 39–72.
- Masuda, M., DeCew, T. C. and West, J. A. 1979. The tetrasporophyte of *Gymnogongrus flabelliformis* Harvey (Gigartinales, Phylloporaceae). *Jap. J. Phycol.* **27**: 63–73.
- Mikami, H. 1965. A systematic study of the Phylloporaceae and Gigartinales from Japan and its vicinity. *Sci. Pap. Inst. Alg. Res. Fac. Sci. Hokkaido Univ.* **5**: 181–285.
- Okamura, K. 1921. *Icones of Japanese algae*. **4**(7). p. 127–149. pl. 181–185. Published by the author,

- Tokyo.
- Okamura, K. 1933. *Icones of Japanese algae*. 7(2). p. 9–16. pl. 306–310. Published by the author, Tokyo.
- Okamura, K. 1936. *Nippon Kaiso Shi*. 964 pp. Uchidarokakuho, Tokyo (in Japanese).
- Pham, H. H. 1969. *Marine algae of South VietNam*. 559 pp. Ministry of Education and Youth, Trung-Tam Hoc-Lieu Xuat-Btan, Saigon (in Vietnamese).
- Schotter, G. 1968. *Recherches sur les Phyllophoracées*. Bull. Inst. océanogr. Monaco 67: 1–99.
- Segawa, S. 1941. *New or noteworthy algae from Izu*. Sci. Pap. Inst. Alg. Res. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. 2: 251–271.
- Silva, P. C. 1979. *The benthic algal flora of central San Francisco Bay*. p. 287–345. In T.J. Conomos [ed.] *San Francisco Bay: The Urbanized Estuary*. Pac. Div. Amer. Ass. Adv. Sci., San Francisco.
- Silva, P. C. and DeCew, T. C. 1992. *Ahnfeltiopsis*, a new genus in the Phyllophoraceae (Gigartinales, Rhodophyceae). *Phycologia* 31: 576–580.
- Suringar, W. F. R. 1867. *Algarum Japonicarum Musei Botanici L. B. index praecursorius*. Ann. Mus. Bot. Lugduno-Batavi 3: 256–259.
- Suringar, W. F. R. 1874. *Algues du Japon (suite)*. Musée botanique de Leide 2: 1–15.
- Tanaka, T. and Pham, H. H. 1962. *Notes on some marine algae from Viet-Nam-I*. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 11: 24–40.
- Tokida, J. and Masaki, T. 1959. *Studies on the reproductive organs of red algae. III. On the structure and development of female organs in Schizymenia dubyi, Gymnogongrus flabelliformis, and Rhodymenia pertusa*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 10: 87–96.
- Yamada, Y. 1931. *Notes on some Japanese algae II*. J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. V (Botany) 1: 65–76.
- Yendo, K. 1920. *Novae algae Japoniae*. Decas I–III. Bot. Mag. Tokyo 34: 1–12.

#### 増田道夫：西太平洋産紅藻オキツノリ属（スギノリ目）

西太平洋沿岸に生育する紅藻スギノリ目オキツノリ属 (*Gymnogongrus*) 7種とサイミ (*Ahnfeltia*) 属 2種を *Ahnfeltiopsis* Silva et DeCew へ移した。これらの種はオキツノリ科 (Phyllophoraceae) の特徴に加えて、以下の特徴を共有する。嚢果は髄層内に埋没し、皮層には果胞子の放出孔が形成される。四分胞子体は配偶体の基部組織に似た殻状体で、鎖状に連なった四分胞子嚢を生じる。これらの移行に伴って、和名の変更が必要になる。*Ahnfeltiopsis* をオキツノリ属とし、*Ahnfeltia* をイタニグサ属とする。後者の所属する目と科の和名をイタニグサ目 (*Ahnfeltiales*) とイタニグサ科 (*Ahnfeltiaceae*) と改める。なお、*Gymnogongrus* については本邦に生育が認められるまで和名を付すことを留保する。西太平洋沿岸から報告されている全13種の検索表を示した。(060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学部植物学教室)



## The occurrence of *Laurencia saitoi* Perestenko (*L. obtusa* auct. japon.) (Ceramiales, Rhodophyta) in Japan

Michio Masuda and Tsuyoshi Abe

*Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan*

Masuda, M. and Abe, T. 1993. The occurrence of *Laurencia saitoi* Perestenko (*L. obtusa* auct. japon.) (Ceramiales, Rhodophyta) in Japan. Jpn. J. Phycol. 41: 7-18.

An alga widely distributed in Japanese waters and passing under the name *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux in Japan is distinguished from the genuine *L. obtusa* (type locality: the British Isles) by the absence of prostrate stolon-like branches and by the presence of projecting superficial cells and one or two corps en cerise within each superficial and trichoblast cell. It should be referred to *L. saitoi* Perestenko which was described from Peter the Great Bay, Russia (the Sea of Japan). A basal discoid holdfast, from which many upright axes are produced, and crowded branches due to the production of numerous adventitious branchlets are distinctive features of fully mature plants of *L. saitoi*, although the size of holdfasts, the number of upright axes and the number of adventitious branchlets vary in relation to the environmental condition and/or growth stage.

*Key Index Words:* Corps en cerise—*Laurencia*—*Laurencia saitoi*—*Laurencia obtusa*—*Rhodomelaceae*—*Rhodophyta*—*taxonomy*.

At present 23 species of *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) are known in Japanese waters (Yoshida *et al.* 1990, Masuda *et al.* 1992). As pointed out in an earlier paper (Masuda *et al.* 1992), there are several species for which further investigations are necessary. *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux is one such species.

The occurrence of *Laurencia obtusa* in Japanese waters was first reported by Okamura (1902) who later gave a more detailed description with some illustrations (Okamura 1922, p. 175, pl. 193). However, Yamada (1931) described this alga as a new species, *Laurencia okamurae* Yamada, on the basis of the presence of lenticular thickenings in the walls of the medullary cells. Although Inagaki (1933) reported *L. obtusa* from Hokkaido, Yamada (in Okamura 1936) questioned its occurrence in Japanese waters. Saito (1967, p. 5, pls. 1-2, text-figs. 1-5) gave a full description of *L. obtusa* with many illustrations. However, this description of the Japanese entity differs from that of the genuine *L. obtusa* in British Isles, the type lo-

cality, in the presence of prostrate stolon-like attachment branches in the latter (Turner 1808, Harvey 1848, Saito 1982). The purpose of the present study is to elucidate taxonomic features of *Laurencia obtusa sensu* Saito more clearly in order to establish its specific status.

### Materials and Methods

The following specimens were used for morphological studies.

Kanagawa Pref.: Enoshima, 19 July 1990, leg. M. Masuda. Chiba Pref.: Mera, Tateyama, 10 April 1990, leg. M. Masuda, 20 July 1990, leg. M. Masuda, 2 April 1992, leg. M. Masuda; Wada, 11 April 1990, leg. M. Masuda; Emi, Kamogawa, 20 July 1990, leg. M. Masuda. Ehime Pref.: Uojima, 8 May 1990, leg. M. Masuda. Nagasaki Pref.: Saikaibashi, 19 April 1991, leg. S. Kawaguchi; Matsuura, 17 May 1992, leg. Y. Arai. Yamaguchi Pref.: Heki, 3 May 1992, leg. M. Masuda. Shimane Pref.: Orii, Hamada, 2 May 1992, leg. M. Masuda. Ishikawa Pref.:

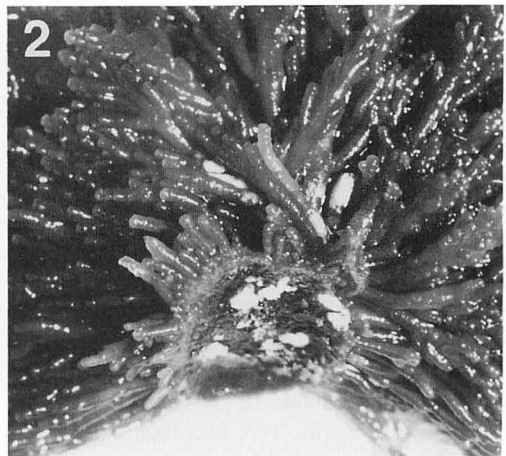
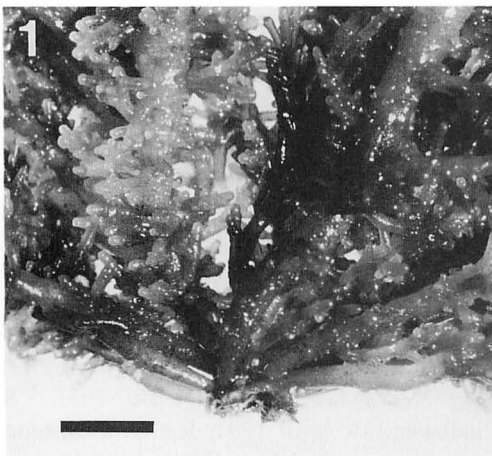
Togi, 4 June 1992, leg. S. Arai; Monzen, 4 June 1992, leg. S. Arai. Hokkaido: Okushiri, 23 June 1992, leg. T. Abe, 11 August 1992, leg. T. Abe, 9 September 1992, leg. T. Abe; Kawashira, Kamoenai, 27 August 1992, leg. M. Masuda and T. Abe. These field-collected plants were fixed and preserved in 10% formalin in sea-water. Living plants of several collections (Wada, Mera, Heki, Orii, Okushiri and Kamoenai) were transported to laboratory and used for examinations of *corps en cerise*. Voucher specimens are deposited in the Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo (SAP 058013-058027, 058050-058053).

Sections were made by hand using a razor blade and pith stick, mounted in water on microscope slides. Several sections were stained with 0.5% (w/v) cotton blue in a lactic acid/phenol/glycerol/water (1 : 1 : 1 : 1) solution.

Additionally, herbarium specimens deposited in SAP and the Herbarium of University Museum, University of Tokyo (TI) were re-examined and used in assessing the geographical distribution of the alga under study. Herbarium specimens collected recently were also used and deposited in SAP. Collection data of all these specimens are as follows. The

specimen numbers refer to SAP.

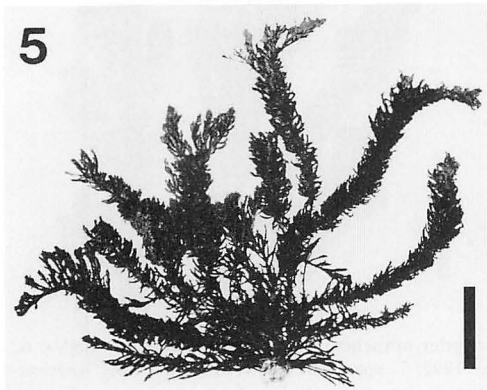
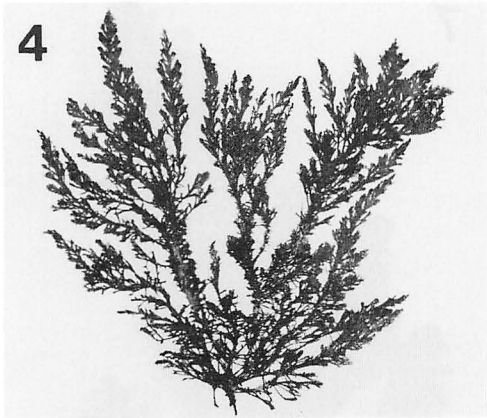
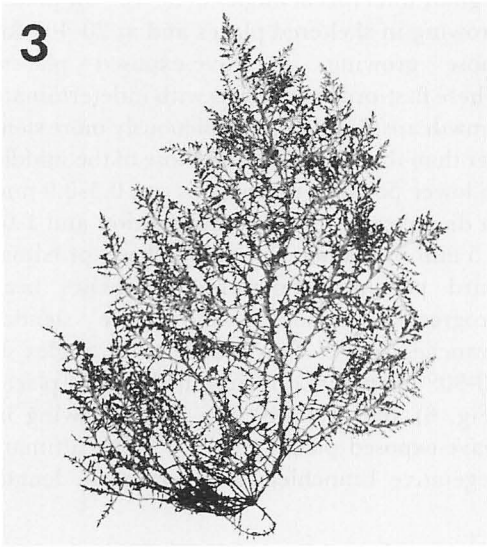
Kochi Pref.: Ashizuri-misaki, 28 April 1956, leg. N. Tazawa (058028); Kami-kawaguchi, Ookata, 24 April 1956, leg. N. Tazawa (058029); Nada, Ookata, 26 April 1956, leg. N. Tazawa (058030); Saga, 27 April 1956, leg. N. Tazawa (058031). Shizuoka Pref.: Omaezaki, 7 April 1990, leg. M. Masuda (058032), 5 August 1990, leg. M. Masuda (058033). Kanagawa Pref.: Shichirigahama, 21 April 1955, leg. Y. Tsuji (058034). Chiba Pref.: Banda, Tateyama, 10 May 1990, leg. H. Ohba (058035); Mera, Tateyama, 15 April 1956, leg. N. Tazawa (058036); Tomisaki, Tateyama, 10 May 1955, leg. Y. Tsuji (058037); Chikura, 12 May 1992, leg. Y. Tsuji (058038); Futomi, Kamogawa, 9 May 1955, leg. Y. Tsuji (058039); Oohara, 12 April 1956, leg. N. Tazawa (058040). Ibaraki Pref.: Ooarai, 5 August 1956, leg. Y. Tsuji (058041). Miyagi Pref.: Enoshima, 31 July 1974, leg. T. Yoshida (031251). Ehime Pref.: Higashi-sotoumi, 7 March 1923, 29 April 1923, leg. Ogata (herb. Okamura in SAP); Oshima, Imabari, 9 May 1990, leg. M. Masuda (058042); Yugejima, 11 May 1990, leg. M. Masuda (058043). Kumamoto Pref.: Tomioka, Amakusa, 11 May 1940, leg. T. Tanaka (058044); Misumi, 4 May 1958, leg. M. Ichiki (058045). Niigata Pref.:



Figs. 1, 2. *Laurencia saitoi* Perestenko. Single basal discoid holdfasts from which many upright axes are produced: 1, specimen collected from a sheltered habitat at Heki, Yamaguchi Prefecture, on 3 May 1992; 2, specimen collected from a fully wave-exposed habitat at Orii, Hamada, Shimane Prefecture, on 2 May 1992. Scale bar = 5 mm in Fig. 1 also applies to Fig. 2.

Kashiwazaki, 15 May 1991, leg. A. Arai (058046); Moroo, Ryotsu, 9 June 1992, leg. S. Arai (058047). Aomori Pref.: Sai, 27 June 1987, leg. T. Kitayama (052736); Oma, 22

August 1917, leg. L. Rosenbaum (TI); Shiriya, 30 August 1917, leg. L. Rosenbaum (TI). Hokkaido: Hakodate, 19 August 1917, collector unknown (TI); Moheji, 16 August 1962, leg. Y. Saito (035185), 27 August 1963, leg. Y. Saito (053499); Okushiri, July 1934, leg. K. Inagaki (048139); Chatsu, Tomari, 26 July 1985, leg. K. Kobayashi, (058048); Kawashira, Kamoenai, 10 August 1985, leg. K. Kobayashi, (058049); Kurosaki, Teuri, 29 July 1984, leg. M. Marui (044108); Rebunto, 24 August 1934, leg. K. Inagaki (022802).



### Observations

#### *Habitat*

In Japan *Laurencia obtusa sensu* Saito grows on rocks in the upper to mid-intertidal zones at sheltered to fully wave-exposed places. Plants are found at the higher tidal zone than the growing zone of the other sympatric species of *Laurencia*, viz, *L. okamurae* Yamada, *L. intermedia* Yamada and *L. cartilaginea* Yamada. This zone is exposed to desiccation at low tide. *Laurencia obtusa sensu* Saito also grows in shallow to deep tidal pools or in channels where it is not exposed to desiccation. Plants can be found from spring to summer (to autumn in northern areas) as far as can be determined from our collections.

#### *Gross morphology*

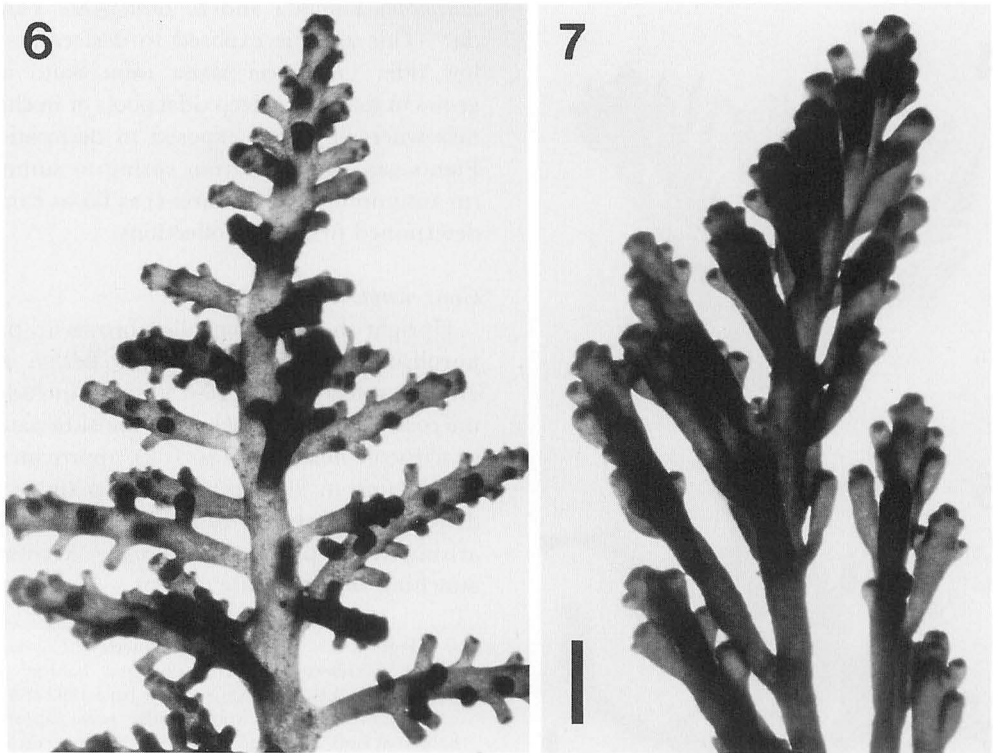
Upright thalli are purplish brown to dark purplish red in color and softly fleshy, and grow in tufts of about 20–250 thalli including microscopic thalli attached to the substratum by a discoid holdfast (Figs. 1, 2), approximately 3–10 mm in diameter. Thus, a single individual is composed of many upright thalli arising from a primary basal disc. Accessory attaching branches are absent. Number of

Figs. 3–5. Herbarium specimens of *Laurencia saitoi*: 3, collected from a sheltered habitat at Monzen, Ishikawa Prefecture, on 4 June 1992 (SAP 058027); 4, collected from a fully wave-exposed habitat at Emi, Kamogawa, Chiba Prefecture, on 20 July 1990 (SAP 058017); 5, collected from a fully wave-exposed habitat at Mera, Tateyama, Chiba Prefecture, on 2 April 1992 (SAP 058015). Scale bar = 2 cm in Fig. 5 also applies to Figs. 3 and 4.

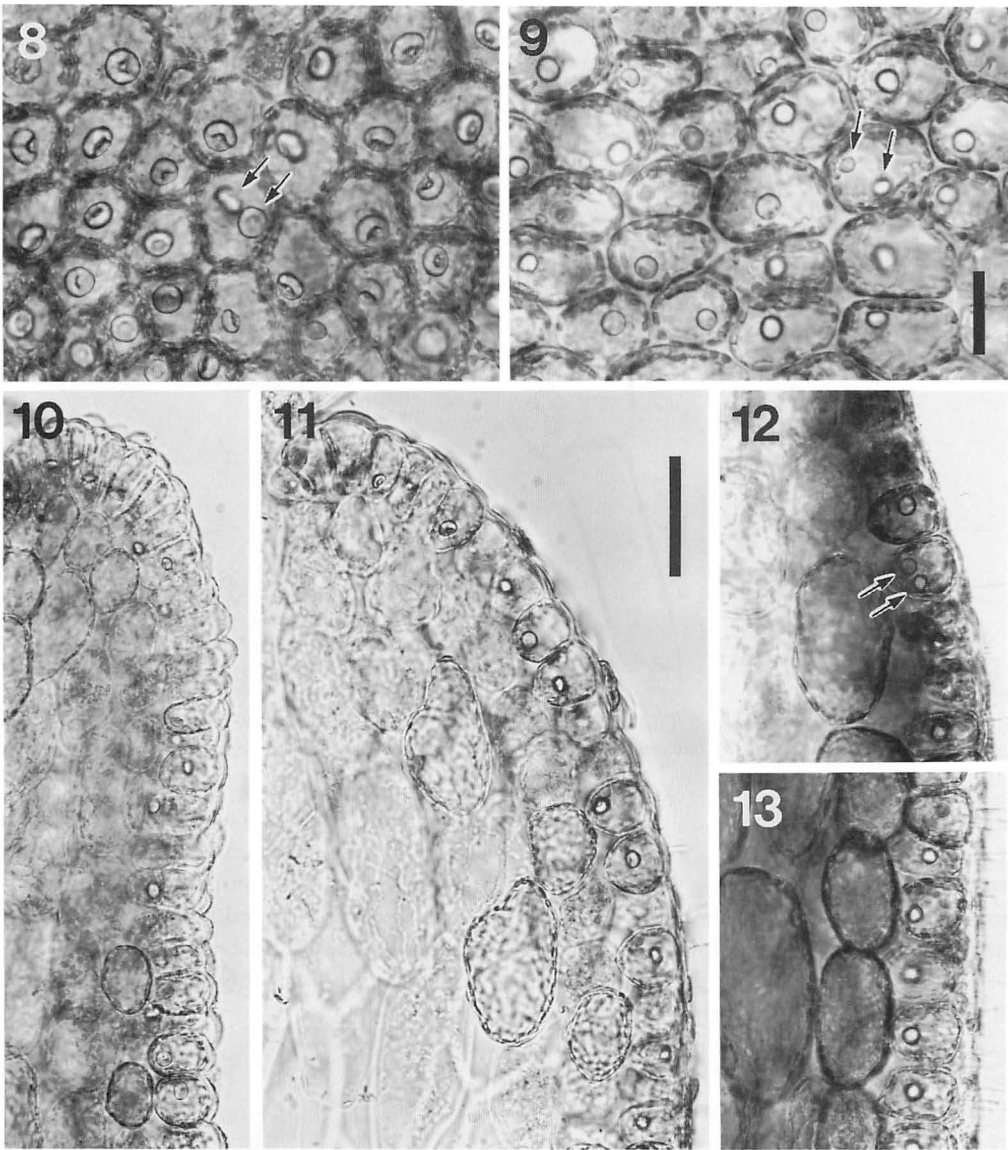
upright thalli varies according to the localities examined. Individuals growing in sheltered places where they are not exposed to desiccation have smaller discs (<5 mm in diameter) from which less abundant thalli (<30) are formed as in the case of Heki population (Fig. 1). However, individuals growing in fully wave-exposed places where they are emerged at low tide produce larger discs of 6–10 mm in diameter from which numerous upright thalli (100–250) are formed as in the case of Emi, Mera and Orii (Fig. 2) populations. Individuals with intermediate morphologies between these extremes are also found at other localities.

Fertile thalli are 2–13 cm in length. Each upright thallus has a percurrent main axis (Figs. 3–5) which is terete to subterete throughout. Main axes are 0.6–1.9 mm in diameter at the proximal portion, 1.0–2.5 mm in diameter at the lower third to fourth por-

tion, becoming gradually more slender upward, and reach 0.5–0.8 mm in diameter near the apices. Many ascending first-order branches develop from the main axis in various ways, from alternate to subverticillate, at irregular intervals at angles of 30–70° for plants growing in sheltered places and at 20–40° for those growing in wave-exposed places. These first-order branches with indeterminate growth are slightly to conspicuously more slender than the main axis and those of the middle to lower portions on the axis are 0.5–0.9 mm in diameter at the proximal portion and 1.0–1.5 mm in diameter at the thickest, proximal third portion. First-order branches bear progressively shorter and more slender branches (up to fourth-order), at angles of 20–90° for plants growing in sheltered places (Fig. 6) and at 10–40° for those growing in wave-exposed places (Fig. 7). The ultimate vegetative branchlets are various in length



Figs. 6, 7. *Laurencia saitoi*. Upper portions of the first-order branches, showing the branching angles: 6, specimen collected from a sheltered habitat at Heki on 3 May 1992; 7, specimen collected from a fully wave-exposed habitat at Orii on 2 May 1992. Scale bar=2 mm in Fig. 7 also applies to Fig. 6.



Figs. 8–13. *Laurencia saitoi*. 8, 9. Surface views of branch apices, showing *corps en cerise* and chloroplasts: 8, specimen from Heki; 9, specimen from Mera. Arrows indicate cells with two *corps en cerise* within single superficial cells. 10, 11. Longitudinal sections of the uppermost portions of branches, showing slightly projecting superficial cells and *corps en cerise*: 10, Heki specimen; 11, Mera specimen. 12, 13. Longitudinal sections of the upper portions of branches in Mera specimens. Arrows in Fig. 12 show two *corps en cerise* within a cell. Scale bar = 25  $\mu\text{m}$  in Fig. 9 also applies to Fig. 8; scale bar = 50  $\mu\text{m}$  in Fig. 11 also applies to Figs. 10, 12 and 13.

and 0.2–0.4 mm in diameter. Many adventitious branches develop between these ordinary branches at more variable angles than those ordinary branches, and are short, 1–7 mm long and produce reproductive structures when mature.

Development of ordinary and adventitious

branches also varies with habitat. Plants growing in sheltered places form many, regularly developed, long first-order branches and less frequent adventitious branches (Fig. 3), whereas those growing in fully wave-exposed places produce a few long branches (Fig. 4), or short branches (Fig. 5) and numerous ad-



Figs. 14, 15. *Laurencia sailoi*. Trichoblasts, showing *corpus en cerise* (arrows): 14, Orii specimen; 15, Mera specimen (double arrows showing two *corpus en cerise*). Scale bar = 50  $\mu\text{m}$  in Fig. 15 also applies to Fig. 14.

ventitious branches.

#### *Vegetative structures*

Superficial cells and trichoblast cells include usually single or sometimes double *corpus en cerise* (Figs. 8-15). These *corpus en cerise* are 6-12  $\mu\text{m}$  in diameter in superficial cells near apices of branches and 4-10  $\mu\text{m}$  in trichoblast cells. The superficial cells of lower main axes of younger thalli are regularly arranged in many longitudinal rows in surface view, elongated longitudinally, 60-125  $\mu\text{m}$  long by 45-75  $\mu\text{m}$  wide, while those of older thalli become more irregular in arrangement due to further development of cortical cells which are 15-40  $\mu\text{m}$  long by 10-20  $\mu\text{m}$  wide and are intermixed with larger cells. The superficial cells gradually become shorter and narrower upward. They are nearly round to elongated laterally in the apical portions of main axes and branches of any order, 9-18  $\mu\text{m}$  long by 20-30  $\mu\text{m}$  wide in surface view. Surface cells in transverse section are 60-90  $\mu\text{m}$  thick at the lower main axes, 24-40  $\mu\text{m}$  thick at the the ap-

ical portions of main axes and branches of any order. These superficial cells do not form a palisade layer. Secondary longitudinal pit-connections are formed between adjacent superficial cells. These superficial cells protrude slightly at the apices of younger

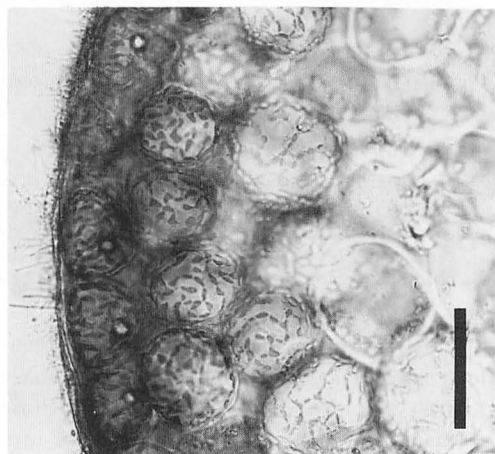


Fig. 16. *Laurencia sailoi*. Transverse section of a branch, showing chloroplasts in inner cortical cells. Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ .

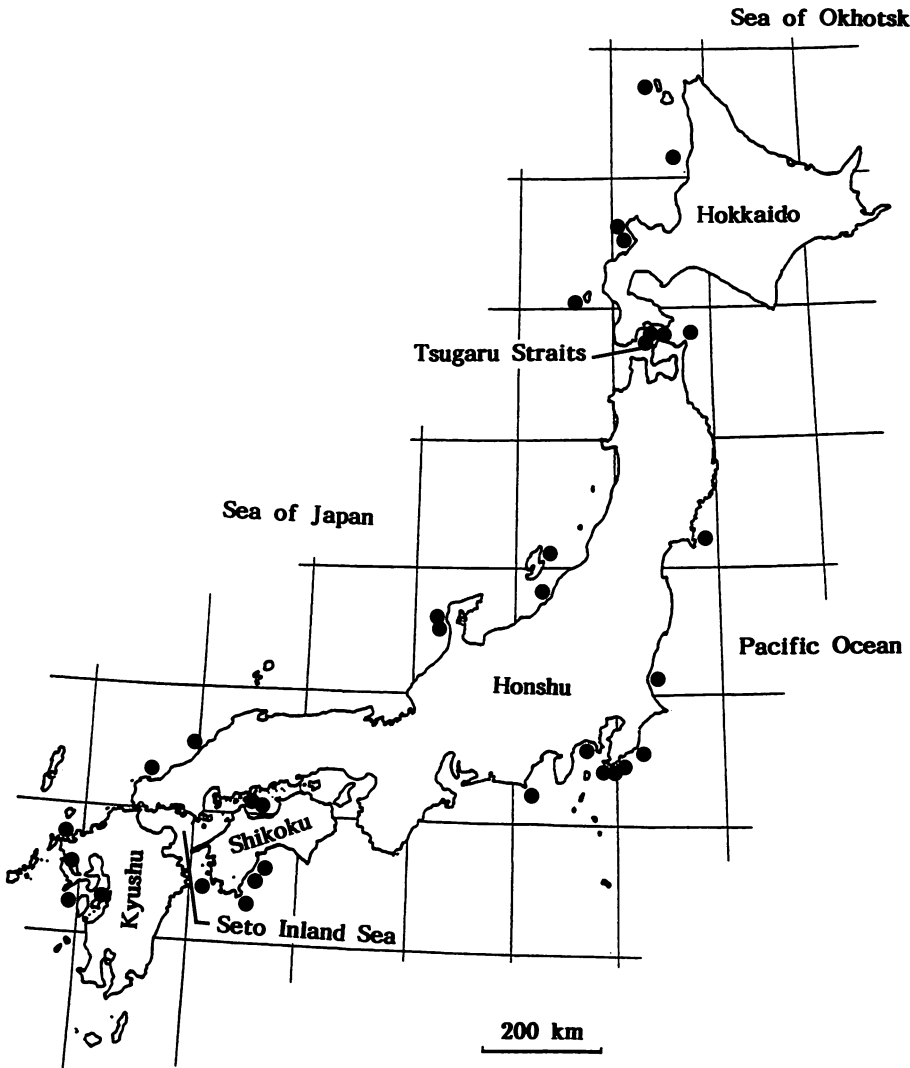


Fig. 17. Geographical distribution of *Laurencia saitoi* in Japan.

branchlets (Figs. 10, 11). The superficial cells contain small, discoid chloroplasts (Figs. 8, 9), but the chloroplasts of inner cortical cells are reticulate (Fig. 16). No lenticular thickenings are present in the walls of the medullary cells.

#### *Reproductive structures*

Reproductive structures have been described in detail by Saito (1967) and have been confirmed during the present study. Some supplementary data are given here.

Tetrasporangia are formed in acropetal succession on the first- to fourth-order ordinary branches and adventitious branches. In younger reproductive plants tetrasporangia are formed on the first- to second-order branches, but the tetrasporangium formation extends further third- to fourth-order branches with age. The tetrasporangial portions are variable in length and in diameter according to the season and 0.2–4.5 mm long and 0.3–0.5 mm wide. Mature tetrasporangia are 120–160  $\mu\text{m}$  long and 110–130  $\mu\text{m}$  wide.

Cystocarps are ovoid and formed on the first- to fourth-order ordinary branches and adventitious branches. Well-developed cystocarps are 700–1050  $\mu\text{m}$  long and 600–860  $\mu\text{m}$  wide.

Spermatangia are formed in the apical depressions of the first- to fourth-order branches and adventitious branches. These spermatangial conceptacular branchlets are thick at their terminal portions and 400–1240  $\mu\text{m}$  wide.

#### *Geographical distribution*

*Laurencia obtusa sensu Saito* is widely distributed along the coasts of the Pacific and the Sea of Japan, and on the coast of Seto Inland Sea (Fig. 17). These coasts are influenced by the warm waters of the Kuroshio, the Tsushima and the Tsugaru Currents.

#### **Discussion**

Three basic types of attachment are known in species of *Laurencia*: 1) a single primary discoid holdfast only; 2) a single primary discoid holdfast and stolon-like prostrate branches from which secondary holdfasts are formed; and 3) a single primary discoid holdfast and secondary holdfasts formed on a prostrate axis and/or descending branches (Cribb 1958). Many species have the second type of attachment and the species with the first or third type of attachment are relatively less frequent (Cribb 1958, Dawson 1963, Saito and Womersley 1974, McDermid 1988b). *Laurencia obtusa sensu Saito* is characterized by a single attachment, the primary discoid holdfast from which numerous upright thalli develop. It can be distinguished from many of the other species of *Laurencia* with stolon-like prostrate branches including genuine *L. obtusa* in the British Isles (Turner 1808, Harvey 1848, Saito 1982). This feature was confirmed by examination of specimens from Ile Verte, Roscoff, France, on 30 June 1973 by T. Yoshida (SAP 030919, 030920).

The occurrence of secondary longitudinal pit-connections between adjacent superficial cells and the parallel arrangement of

tetrasporangia, which have been used as diagnostic features of subgenus *Laurencia* by Saito (1967), are not completely correlated (Cribb, 1983, McDermid 1989, Wynne and Ballantine 1991, Masuda unpublished observations), and it is questionable whether or not these characters are significant at the sub-generic level. However, Saito's discovery of these two characters has much contributed to the distinction of species of this troublesome genus and they can be used separately for the discrimination of species. *Laurencia obtusa sensu Saito* has both features by which the alga is distinguished from many species with a single discoid holdfast and without secondary longitudinal pit-connections and the parallel-type tetrasporangial arrangement (Saito 1967, p. 73).

Fully mature plants of *Laurencia obtusa sensu Saito* are characterized by the bushy habit with crowded branches according to the production of numerous adventitious branchlets. Plants growing in fully wave-exposed places where they are also exposed to desiccation at low tide produce numerous, short, determinate adventitious branchlets which completely obscure the main axis (Figs. 4, 5). Some such plants (Fig. 5) are similar in gross morphology to *L. snyderiae* Dawson which is known from southern California to Baja California (Dawson 1944, 1963). *Laurencia snyderiae*, however, has prostrate stolons (Dawson 1944, 1963).

Single individuals of *Laurencia obtusa sensu Saito* produce numerous upright thalli (approximately up to 250). Such large numbers of upright thalli from a single discoid holdfast are not known in any other species of *Laurencia*. For the present study we counted all uprights from single discs using a dissecting microscope. *Laurencia crustiformans* McDermid may have a large number of uprights developing from an expanded basal discoid holdfast (McDermid 1989); however, the arrangement of tetrasporangia of this Hawaiian alga is of the right-angle type (McDermid 1989).

The presence or absence of projecting cells at branch apices is considered to be a useful



specific feature of *Laurencia* (Yamada 1931, Saito 1969, Cribb 1983, McDermid 1988b, Zhang and Xia 1988). According to these authors, several species such as *L. mariannensis* Yamada, *L. pinnata* Yamada, *L. galtsoffi* Howe, *L. majuscula* (Harvey) Lucas, *L. carolinensis* Saito, and *L. dotyi* Saito have conspicuously projecting superficial cells by which they can be distinguished from related species. Superficial cells near the apices of younger branches in *Laurencia obtusa sensu* Saito are slightly projected above the thallus surface, which is not the case in the genuine *L. obtusa* (Saito 1982). This feature was also confirmed by our observations of the specimens from Roscoff, France mentioned above.

*Corps en cerise* are primarily reported in members of the subgenus *Laurencia* (Feldmann and Feldmann 1950, 1958, Bodard 1968, Yoshida and Yoshida 1974, Notoya *et al.* 1976, Young *et al.* 1980, Saito 1982, McDermid 1988a, 1988b, Gil-Rodriguez and Haroun 1992). Many species including genuine *L. obtusa* have only one such body per cell. *Laurencia obtusa sensu* Saito has one or two *corps en cerise*, and *L. microcladia* Kützing (Feldmann and Feldmann 1958, as *L. densa*) and *L. majuscula* (Gil-Rodriguez and Haroun 1992, Masuda and Kamura unpublished observations) have two or three. Although Gil-Rodriguez and Haroun (1992) reported that *L. obtusa* from the Canaries possesses 1-3 *corps en cerise*, their species seems to be heterogeneous because of its two different basal systems: stoloniferous branches and a discoid holdfast. *Laurencia obtusa* from Europe always has a single *corps en cerise* (Feldmann and Feldmann 1950, 1958, Bodard 1968, Saito 1982). Living specimens of *L. obtusa sensu* Saito collected along the coast of the Pacific, at Wada and Tateyama, Chiba Prefecture, and along the coast of the Sea of Japan, at Heki, Yamaguchi Prefecture, at Hamada, Shimane Prefecture, and at Okushiri and Kamoenai, Hokkaido, always have one or two *corps en cerise*. The presence or absence of *corps en cerise*, or their number per superficial cell is useful to distinguish several species similar in gross morphology quickly, although the

taxonomic usefulness is limited to living material (McDermid, 1988a). These cell organelles are said to be the site of synthesis and/or storage of the halogenated secondary metabolites of *Laurencia* (Young *et al.* 1980). *Laurencia obtusa sensu* Saito produces specific sesqui-, di- and triterpenoids (Suzuki *et al.* 1987, 1989, Takeda *et al.* 1990a, 1990b, 1990c), which have not been reported from European *L. obtusa* (Erickson 1983).

A basal discoid holdfast, from which many upright axes are produced, and crowded branches due to the production of numerous adventitious branchlets are distinctive features of *L. obtusa sensu* Saito. Additionally, this species can be distinguished from European *L. obtusa* by the absence of prostrate stolon-like branches, the presence of projecting superficial cells and one or two *corps en cerise* within each superficial and trichoblast cell. The combinations of these features and other critical features of *Laurencia* such as terete thalli, the occurrence of secondary longitudinal pit-connections between adjacent superficial cells, the parallel-type tetrasporangial arrangement, and the absence of lenticular thickenings distinguish *L. obtusa sensu* Saito from the vast majority of the known species of the genus. Only a few species require further discussion.

A Pacific tropical to subtropical species, *Laurencia tropica* Yamada, which has an expanded discoid holdfast, differs from *L. obtusa sensu* Saito in that it has very solidly cartilaginous thalli and *corps en cerise* are absent (Masuda and Kamura unpublished observations on specimens collected at Okinawa Islands).

*Laurencia saitoi* Perestenko (1980, p. 192, fig. 251) described from tetrasporangial specimens collected in Peter the Great Bay, Russia seems to be more similar to *L. obtusa sensu* Saito, although her description lacks details of some characters now considered to be necessary for comparison of species of this genus. *Laurencia saitoi*, which has a single discoid holdfast, possesses secondary pit-connections, but the tetrasporangial arrangement was not described. Perestenko (1980) considers *L.*

*saitoi* to be most allied to *L. obtusa sensu Saito* (1967) and distinguishes *L. saitoi* from *L. obtusa sensu Saito* by: the smaller dimension of thalli (2–6 cm tall); fewer orders of branches (up to third); and branches issuing at right angles to the parent axis. The last feature is clearly shown in an illustration (Perestenko 1980, fig. 251). Plants of *Laurencia obtusa sensu Saito* growing in calm places have such branches (Fig. 6), whereas plants growing in wave-exposed places have branches with acute angles to the parent axis. Perestenko (1980) did not mention the number of upright axes from single discoid holdfasts, the presence of adventitious branches, projecting superficial cells, and the presence or absence of *corps en cerise*. As her material was collected in early August, her observations may have been based on younger reproductive plants with smaller thalli and fewer orders of branches and without adventitious branches.

Seasonal variation in the morphology of *Laurencia obtusa sensu Saito* growing along the west coast of Hokkaido can be summarized as follows. Plants have less abundant adventitious branches during June and July and later produce more adventitious branches. As reproductive stages advance, branches of a further fourth order become apparent. It is likely that *L. saitoi* shows the similar seasonal variation in Peter the Great Bay. On the basis of this consideration and relative geographical proximity of these two algae in the Sea of Japan, it is reasonably concluded that they are conspecific.

Of the species of *Laurencia* found in Japanese waters, *L. saitoi* is most adapted to higher tidal zone and is thus exposed to more desiccation. This species must therefore have a higher tolerance to desiccation than the other species. Crowded branches and crowded upright axes may have adaptive advantage to the higher tidal zones, because these features are probably effective in the retention of water during low tide.

Development of the first-order branches in *Laurencia saitoi* may also be affected by environmental conditions. Plants growing in sheltered places such as tidal pools or bays

form many, regularly developed, long branches, whereas those growing in fully wave-exposed places form short branches, or a few long branches. Dawson (1963, p. 458) reported the wide range of gross morphological variation under different habitats from quiet-water bays to surfy shores for *L. pacifica* Kylin distributed along the Pacific coast of the United States and Mexico. This species assumes a more diffuse habit in quiet-water habitats, but it has percurrent axes on wave-exposed shores. Furthermore, Masuda *et al.* (1992) described a similar situation in *L. nipponica* Yamada.

The occurrence of *Laurencia obtusa sensu stricto* in the western Pacific (Collins 1919, Howe 1924, Inagaki, 1933, Cribb 1958, Saito 1969, Tseng 1983, Zhang and Xia 1988) is questionable. Inagaki's (1933) voucher specimens deposited in SAP (014156, 048137, 048138) are not *L. obtusa*, but represent three different species, viz, *L. venusta* Yamada (014156), *L. intricata* Lamouroux (048137) and *L. nipponica* Yamada (048138). Cribb (1958) reported *L. obtusa* from southeastern Queensland, Australia; however, he states that "one to several erect axes [arising] from a discoid holdfast without accessory stoloniferous attaching branches", indicating a misidentification. Further studies of the status of *Laurencia obtusa* in the western Pacific are clearly needed.

#### Acknowledgements

We are grateful to Professor Tadao Yoshida, Hokkaido University, and Professor Michael D. Guiry, National University of Ireland, for their criticism of the manuscript. We also thank Dr. Hideo Ohba, Tokyo University of Fisheries, Dr. Shigeo Kawaguchi, Kyushu University, and Mr. Shogo Arai, Marine Algae Research Co., for providing specimens.

#### References

- Bodard, M. 1968. L'infrastructure des "corps en cerise" des *Laurencia* (Rhodomelacées, Ceramiales). C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. D 266: 2393–2396.

- Collins, F. S. 1919. Chinese marine algae. *Rhodora* 21: 203-207.
- Cribb, A. B. 1958. Records of marine algae from south-eastern Queensland—III. *Laurencia* Lamx. Univ. Queensland Pap. Dep. Bot. 3: 159-191.
- Cribb, A. B. 1983. Marine algae of the southern Great Barrier Reef. Part I Rhodophyta. Australian Coral Reef Society, Handbook No. 2.
- Dawson, E. Y. 1944. Notes on Pacific coast marine algae, I. Bull. So. Calif. Acad. Sci. 43: 95-101.
- Dawson, E. Y. 1963. Marine red algae of Pacific Mexico. VIII. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6: 401-481.
- Erickson, K. L. 1983. Constituents of *Laurencia*. p. 131-257. In P.J. Scheur [ed.] Marine natural products, vol. 5. Academic Press, New York.
- Feldmann, J. and Feldmann, G. 1950. Les "corps en cerise" du *Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour. C. R. Acad. Sci. Paris, 231: 1335-1337.
- Feldmann, J. and Feldmann, G. 1958. Recherches sur quelques floridées parasites. *Rev. gén. Bot.* 65: 49-127.
- Gil-Rodriguez, M. C. and Haroun, R. 1992. *Laurencia viridis* sp. nov. (Ceramiales, Rhodomelaceae) from the Macaronesian Archipelagos. *Botanica Marina* 35: 227-237.
- Harvey, W. H. 1848. *Phycologia britannica*... Pls. 145-216. Reeve and Benham, London.
- Howe, M. A. 1924. Chinese marine algae. *Bull. Torrey Bot. Club* 51: 133-144.
- Inagaki, K. 1933. Marine red algae of Oshoro Bay and its vicinity. *Sci. Pap. in Japanese Inst. Alg. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ.* 2: 1-77 (in Japanese).
- Masuda, M., Abe, T. and Saito, Y. 1992. The conspecificity of *Laurencia yendoi* Yamada and *L. nipponica* Yamada (Ceramiales, Rhodophyta). *Jpn. J. Phycol.* 40: 125-133.
- McDermid, K. J. 1988a. Section V. *Laurencia* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). Introduction. p. 221-229. In I.A. Abbott [ed.] *Taxonomy of Economic Seaweeds with references to some Pacific and Caribbean species*, Vol. II. California Sea Grant College Program, La Jolla.
- McDermid, K. J. 1988b. *Laurencia* from Hawaiian Islands: key, annotated list, and distribution of the species. p. 231-247. In I. A. Abbott [ed.] *Taxonomy of Economic Seaweeds with references to some Pacific and Caribbean species*, Vol. II. California Sea Grant College Program, La Jolla.
- McDermid, K. J. 1989. *Laurencia crustiformans* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from the Hawaiian Islands. *Phycologia* 28: 352-359.
- Notoya, M., Suda, M. and Saito, Y. 1978. Spore germination and life history of *Laurencia pinnata* Yamada. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 29: 1-6 (in Japanese).
- Okamura, K. 1902. *Nippon Sorui Meii*. Keigyosha, Tokyo (in Japanese).
- Okamura, K. 1922. *Icones of Japanese Algae*. Published by the author, Tokyo 4 (9).
- Okamura, K. 1936. *Nippon Kaiso Shi*. Uchida Rokakuhoh, Tokyo (in Japanese).
- Perestenko, L. P. 1980. *Algae of Peter the Great Bay*. Nauka, Leningrad (in Russian).
- Saito, Y. 1967. Studies on Japanese species of *Laurencia*, with special reference to their comparative morphology. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 15: 1-81.
- Saito, Y. 1969. The algal genus *Laurencia* from the Hawaiian Islands, the Philippine Islands and adjacent areas. *Pac. Sci.* 23: 148-160.
- Saito, Y. 1982. Morphology and infrageneric position of three British species of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta). *Phycologia* 21: 299-306.
- Suzuki, T., Takeda, S., Suzuki, M., Kurosawa, E., Kato, A. and Imanaka, Y. 1987. Cytotoxic squalene-derived polyethers from the marine red alga *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux. *Chem. Lett.* 1987: 361-364.
- Suzuki, T., Takeda, S., Hayama, N., Tanaka, I. and Komiyama, K. 1989. The structure of brominated diterpene from the marine red alga *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux. *Chem. Lett.* 1989: 969-970.
- Takeda, S., Iimura, Y., Tanaka, K., Kurosawa, E. and Suzuki, T. 1990a. A new naturally occurring racemic compound from the marine red alga *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux. *Chem. Lett.* 1990: 155-156.
- Takeda, S., Kurosawa, E., Komiyama, K. and Suzuki, T. 1990b. The structures of cytotoxic diterpenes containing bromine from the marine red alga *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 63: 3066-3072.
- Takeda, S., Matsumoto, T., Komiyama, K., Kurosawa, E. and Suzuki, T. 1990c. A new cytotoxic diterpene from the marine red alga *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux. *Chem. Lett.* 1990: 277-280.
- Turner, D. 1808. *Fuci*... vol. 1. J. M'Creery, London.
- Wynne, M.J. and Ballantine, D.L. 1991. *Laurencia iridescens* sp. nov. (Rhodomelaceae, Ceramiales) from the Caribbean Sea. *Phycologia* 30: 394-401.
- Yamada, Y. 1931. Notes on *Laurencia*, with special reference to the Japanese species. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 16: 185-310.
- Young, D. N., Howard, B. M. and Fenical, W. 1980. Subcellular localization of brominated secondary metabolites in the red alga *Laurencia snyderiae*. *J. Phycol.* 16: 182-185.
- Yoshida, T. and Yoshida, M. 1974. "Corps en cerise" found in *Laurencia nipponica* Yamada. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 22: 156-159 (in Japanese).
- Yoshida, T., Nakajima, Y. and Nakata, Y. 1990. Check-list of marine algae of Japan (revised in 1990). *Jpn. J. Phycol.* 38: 269-320 (in Japanese).
- Zhang, J. F. and Xia, B. M. 1988. *Laurencia* from China: key, list and distribution of the species. p. 249-

252. In I. A. Abbott [ed.] Taxonomy of Economic Seaweeds with references to some Pacific and Carib-

bean species, Vol. II. California Sea Grant College Program, La Jolla.

### 増田道夫・阿部剛史：紅藻マギレソゾについて

日本沿岸に広く分布し、*Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux とされてきた紅藻マギレソゾ（フジマツモ科）は、匍匐枝を欠くこと、若い枝の先端部表面細胞が突出すること及びサクランボ小体の数が1または2個であることで、イギリス諸島を基準標本産地とする真の該種とは異なる。マギレソゾは日本海のピョートル大帝湾から記載された *L. saitoi* Perestenko と同一種である。本種の成熟個体は単一の盤状附着器から多数の直立体を生じ、その直立体には側枝と不定枝が密生する。盤状附着器の発達、それに伴う直立体数及び不定枝数には、生育地の環境と生育季節による変異が認められる。(060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学部植物学教室)

## Oxygen enhancement of photosynthetic $^{14}\text{CO}_2$ fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri*

Kensaku Suzuki<sup>1</sup> and Tomoyoshi Ikawa

*Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan*

Suzuki, K. and Ikawa, T. 1993. Oxygen enhancement of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri*. Jpn. J. Phycol. 41: 19–28.

Oxygen enhanced the rate of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri* Hust. The rate under 21%  $\text{O}_2$  (79%  $\text{N}_2$ ) was 20 to 35% higher than that under 0%  $\text{O}_2$  (100%  $\text{N}_2$ ), and even under 100%  $\text{O}_2$ , the rate was almost the same or rather higher than that under 0%  $\text{O}_2$ . The response to oxygen similar to that in total photosynthesis rate was observed only in  $^{14}\text{C}$ -incorporation into  $\beta$ -1,3-glucans during photosynthesis. The photosynthetic response to oxygen concentrations was not affected by the  $\text{CO}_2$  concentration during photosynthesis in the presence and absence of 0.1 mM acetazolamide (AZA), a carbonic anhydrase inhibitor, although AZA decreased the photosynthetic affinity for  $\text{CO}_2$ , increasing  $K_{1/2}$  for  $\text{CO}_2$  from about 2 to 9  $\mu\text{M}$  under 21%  $\text{O}_2$ . Very high carbonic anhydrase activity, which was mostly extracytoplasmic, was observed only when the cells were adapted to air.  $^{14}\text{C}$ -incorporation into glycolate during photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation was negligible under 21%  $\text{O}_2$  and quite low even under 100%  $\text{O}_2$  in spite of the  $\text{C}_3$ -plant type  $^{14}\text{C}$ -labelling pattern of photosynthetic products. The oxygen enhancement of  $\text{CO}_2$  fixation in this diatom does not seem to be related to "CO<sub>2</sub> concentrating mechanism" but to photosynthetic electron flow such as the Mehler reaction.

*Key Index Words:* carbonic anhydrase— $\text{CO}_2$  concentrating mechanism—*Nitzschia*—oxygen effect—photorespiration—photosynthesis.

Photosynthetic  $\text{CO}_2$  fixation in terrestrial  $\text{C}_3$  plants is inhibited competitively by oxygen when  $\text{CO}_2$  concentration is rate-limiting; by 30 to 50% even under atmospheric conditions (21%  $\text{O}_2$ , 0.035%  $\text{CO}_2$ ). Such oxygen inhibition is caused mainly by photorespiration derived from the oxygenase activity of RuBP carboxylase/oxygenase (Rubisco).

In algae, different types of oxygen effects on photosynthesis have been reported. Unicellular algae such as *Chlamydomonas reinhardtii* show almost no oxygen inhibition of photosynthesis when grown under limiting- $\text{CO}_2$  conditions (Lloyd *et al.* 1977, Spalding *et al.* 1983a, b, Suzuki and Spalding 1989a, b). In air-grown cells of *Chlorella pyrenoidosa*, oxygen inhi-

bition was observed but was not sensitive to  $\text{CO}_2$  (Shelp and Calvin 1980, 1981). The lack of  $\text{CO}_2$ -sensitive  $\text{O}_2$  inhibition in these algae has been explained by the operation of a  $\text{CO}_2$  concentrating mechanism in air-adapted cells (Badger *et al.* 1980) which eliminates photorespiration by raising the  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  ratio at the site of Rubisco and traps any released photorespiratory  $\text{CO}_2$  very efficiently (Suzuki and Spalding 1989b).

It has been reported in the cyanobacterium *Anacystis nidulans* that oxygen enhanced the rate of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation (Miyachi and Okabe 1976). The enhancement was observed only under  $\text{CO}_2$ -limiting conditions and was highest under 10%  $\text{O}_2$ . They proposed that oxygen is necessary for providing the  $\text{CO}_2$  supply to the site of Rubisco in this alga, but no evidence has been presented for an oxygen requirement for the  $\text{CO}_2$ -concentrating mechanism in any algal species.

<sup>1</sup> Present address and address for correspondence; Plant Eco-Physiology Laboratory, Tohoku National Agricultural Experiment Station, Shimo-Kuriyagawa, Morioka, Iwate, 020–01 Japan.

<sup>2</sup> Abbreviations: AZA, acetazolamide; RuBP, ribulose-1,5-bisphosphate.

Oxygen enhancement of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation has been also observed in a cryptomonad, *Chroomonas* sp. (Suzuki and Ikawa 1984a, b, 1985). The oxygen enhancement, however, was not affected by  $\text{CO}_2$  concentration in this alga but was related to the oxygen requirement of the photosystems under light-saturating conditions to overcome over-reduction. The excessive electrons produced in *Chroomonas* cells during photosynthesis under light-saturating conditions seems to be removed from photosystem I by the Mehler reaction to keep adequate levels of ATP and NADPH for  $\text{CO}_2$  fixation (Suzuki and Ikawa 1984a, b, 1985). The oxygen enhancement was saturated under 2%  $\text{O}_2$ , and under higher oxygen concentrations photosynthesis in *Chroomonas* sp. showed a  $\text{CO}_2$ -insensitive inhibition (Suzuki and Ikawa 1984a, 1985) similar to that reported in *C. pyrenoidosa*.

In this paper, we report an oxygen enhancement of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri*, which appears to have a different cause from that in *Anacystis nidulans* or *Chroomonas* sp.

## Material and Methods

The freshwater diatom *Nitzschia ruttneri* Hust. (NT-1A) is a gift from Dr. Isao Inouye, Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan. The cells were grown axenically in 1-liter Sakaguchi flasks containing 500 ml of a liquid medium modified from the FWT medium (Darley and Volcani 1971), which has the following composition:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 0.15 g;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 0.05 g;  $\text{MgSO}_4$ , 0.025 g;  $\text{Na}_2\text{SiO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , 0.5 g; Darley and Volcani's trace elements, 1 ml; Bacto-tryptone, 0.5 g; glycylglycine, 0.5 g; in 1 liter of distilled water, pH 7.6. The cells were illuminated with cool-white fluorescent tubes at an intensity of about  $12\text{--}15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  at the culture flask level, using 12-h light 12-h dark cycle, and bubbled continuously with filtered air without supplementary  $\text{CO}_2$ , at  $18^\circ\text{C}$ .

Cells in the late log phase of growth (6–7

days old) were harvested by centrifugation at  $200 \times g$  for 5 min and resuspended in 20 mM HEPES-KOH buffer, pH 7.6 (containing the inorganic components of the growth medium).

Photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation experiment and the analysis of products were performed as described previously (Suzuki and Ikawa 1984a, 1985). One ml of cell suspension (about  $10 \mu\text{g}$  Chl) was placed in spitz-type test tube ( $16 \times 150 \text{ mm}$ ) at  $20^\circ\text{C}$ .  $\text{CO}_2$ -free gas mixtures with known ratios of  $\text{O}_2/\text{N}_2$  were bubbled at  $120 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$  through the algal suspension during the experiments. After 10 min-illumination with a halogen lamp at  $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , photosynthetic  $\text{CO}_2$  fixation was started by injecting  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  and stopped 5 min later by adding boiling ethanol to a concentration of 80% (v/v). For time-course experiments, 6 ml of algal suspension was placed in a test tube. After injecting  $\text{NaHCO}_3$ , 1-ml aliquots of algal suspension were removed at intervals and put into a test tube containing 4 ml of boiling ethanol. Analysis of  $^{14}\text{CO}_2$ -fixation products was performed using two-dimensional paper chromatography and the subsequent radioautography (Suzuki and Ikawa 1984a, 1985).

Carbonic anhydrase assays were performed by monitoring the pH change at  $2^\circ\text{C}$  in 25 mM barbital-buffered solution (Spalding and Ogren 1982). Enzyme units were calculated from the equation:  $U = t_b/t_s - 1$ , where  $t_b$  and  $t_s$  represent the time (sec) measured for the pH change (8.0 to 7.5) with buffer alone ( $t_b$ ) and with sample ( $t_s$ ) (Suzuki and Spalding 1989b).

Chlorophyll was determined after extraction into 80% (v/v) ethanol (Suzuki and Ikawa 1984a).

## Results

### *Oxygen effect on the rate of photosynthesis*

Figure 1 shows the relative rate of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in a diatom *Nitzschia ruttneri* under different concentrations of oxygen. The photosynthesis rate was highest under 21%  $\text{O}_2$  and was higher by 20 to 35%

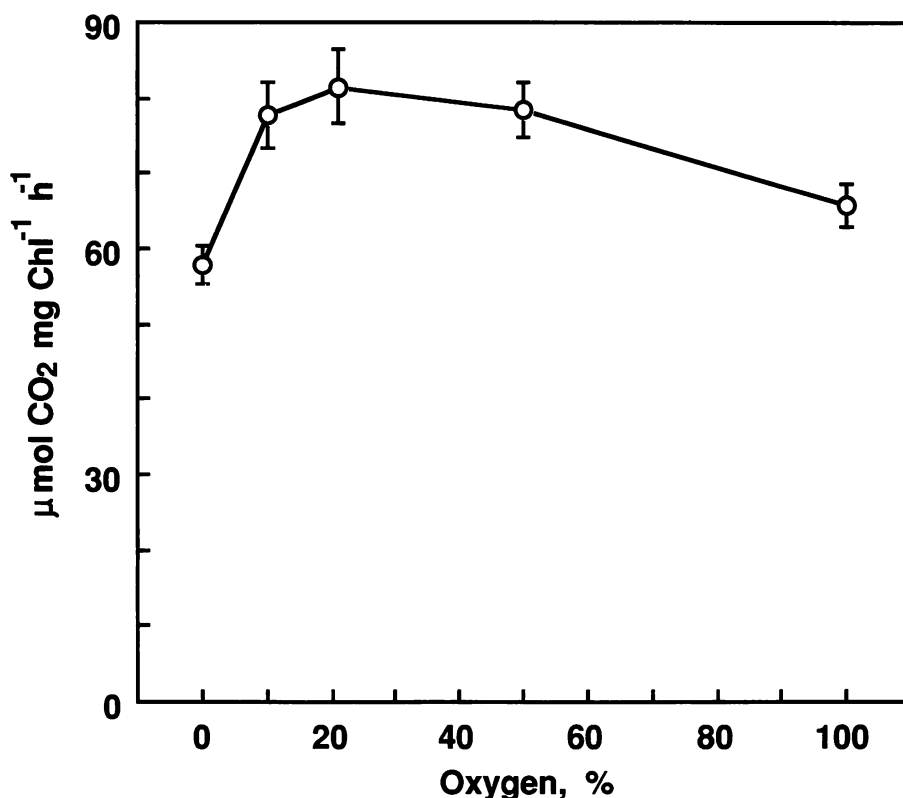


Fig. 1. Effect of oxygen on photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation at 0.7 mM  $\text{NaHCO}_3$ . The rate under 21%  $\text{O}_2$ ,  $81.5 \pm 20.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mg Chl}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , was expressed as 100% and the relative rate under other  $\text{O}_2$  concentrations were the means  $\pm$  SD (vertical bars) of 19 independent experiments.

than that under 0%  $\text{O}_2$ . The rate under 100%  $\text{O}_2$  was 10 to 30% lower than that under 21%  $\text{O}_2$ , and was almost the same or slightly higher than that under 0%  $\text{O}_2$  in most of the experiments. This phenomenon, the oxygen enhancement of photosynthesis, appears similar to that reported in *Anacystis nidulans*, where the photosynthetic maximum was at around 10%  $\text{O}_2$  (Miyachi and Okabe 1976). The oxygen enhancement in *A. nidulans* was observed only under  $\text{CO}_2$ -limiting conditions. In *N. ruttneri*, however, the oxygen enhancement was observed at all  $\text{NaHCO}_3$  concentrations tested and the response of photosynthesis to oxygen was not affected by  $\text{NaHCO}_3$  concentration at least within the range from 0.08 to 1.7 mM (pH 7.6) (Fig. 2). This  $\text{CO}_2$  insensitivity in the oxygen effect is very similar to that in *Chroomonas* sp., although photosynthesis was highest under

2%  $\text{O}_2$  in *Chroomonas* (Suzuki and Ikawa 1984a). The  $K_{1/2}$  of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation for  $\text{NaHCO}_3$  was lower than 50  $\mu\text{M}$  (about 2  $\mu\text{M CO}_2$  at pH 7.6) under 0%  $\text{O}_2$ , 21%  $\text{O}_2$  and 100%  $\text{O}_2$  in *N. ruttneri* (Fig. 2), which is very close to that of *Chroomonas* sp. (Suzuki and Ikawa 1984a) or that of *Chlamydomonas reinhardtii* (Suzuki and Spalding 1989b).

#### $^{14}\text{C}$ -labelling pattern during photosynthetic $^{14}\text{CO}_2$ fixation

Figure 3 shows the percentage  $^{14}\text{C}$ -incorporation into individual products in the 80% ethanol soluble fraction during photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation under 21%  $\text{O}_2$  at 0.66 mM  $\text{NaHCO}_3$  (33  $\mu\text{M CO}_2$  at pH 7.6). About 85% was incorporated into 3-phosphoglycerate, and more than 90% was in phosphate esters, after 12 sec of  $^{14}\text{CO}_2$  fixation. The percentage incorporation into 3-phosphoglycer-

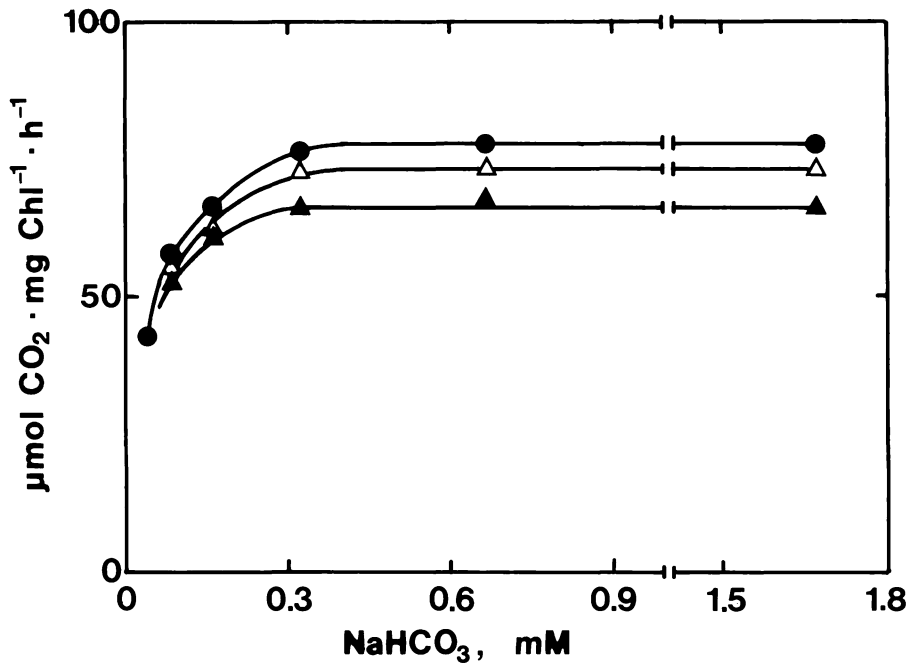


Fig. 2. Effect of oxygen on photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation at various  $\text{NaHCO}_3$  concentrations. ▲, 0%  $\text{O}_2$ ; ●, 21%  $\text{O}_2$ ; △, 100%  $\text{O}_2$ .

ate decreased with increasing time. No such negative curve was observed for  $^{14}\text{C}$ -incorporation into other products, and no more than 6% of  $^{14}\text{C}$  in the soluble fraction was found in  $\text{C}_4$  acids, aspartate and malate, after 12 sec. These results suggest that 3-phosphoglycerate is the initial stable product of photosynthetic  $\text{CO}_2$  fixation and that the photosynthetic pathway in this diatom is very similar to that of  $\text{C}_3$  plants. However,  $^{14}\text{C}$ -incorporation into the products involved in photorespiration, such as glycolate, glycine and serine, was very low during 10-min photosynthesis under 21%  $\text{O}_2$ .

Total  $^{14}\text{C}$  incorporated into acid-stable products increased almost linearly for 10 min after  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  addition, but a large portion (about 74%) of the  $^{14}\text{C}$  fixed was found in the 80% ethanol-insoluble fraction after 10 min; whereas only about 30% was found after 1 min (data not shown). Preliminary studies using  $\beta$ -1,3-glucanase showed that most of  $^{14}\text{C}$  in the insoluble fraction seems to be incorporated into  $\beta$ -1,3-glucans, at least during 5 min of  $^{14}\text{CO}_2$  fixation (data not shown).

#### *Effect of oxygen on $^{14}\text{C}$ distribution among the products*

Table 1 shows the effect of oxygen on  $^{14}\text{C}$ -distribution among individual products during photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation. Percent  $^{14}\text{C}$ -incorporation into glycolate, glycine and serine, which are photorespiratory products in green plants, was very low, and that in glycine and serine did not increase with increasing oxygen, although that in glycolate was increased slightly. Percentage in glycine and serine, on the other hand, decreased with increasing oxygen. The major part of  $^{14}\text{C}$  in glycine and serine seems not to come from photorespiration. Instead, percentages of  $^{14}\text{C}$  in glutamate and aspartate were increased with increasing oxygen.

Percentage of  $^{14}\text{C}$  in 3-phosphoglycerate decreased with increasing oxygen, while the other phosphate esters showed no significant change. Relative  $^{14}\text{C}$ -incorporation into the 80% ethanol-insoluble fraction, mostly  $\beta$ -1,3-glucans (so-called crysolaminalin), was maximal under 21%  $\text{O}_2$  where the photosynthetic rate was highest. However, percentage in



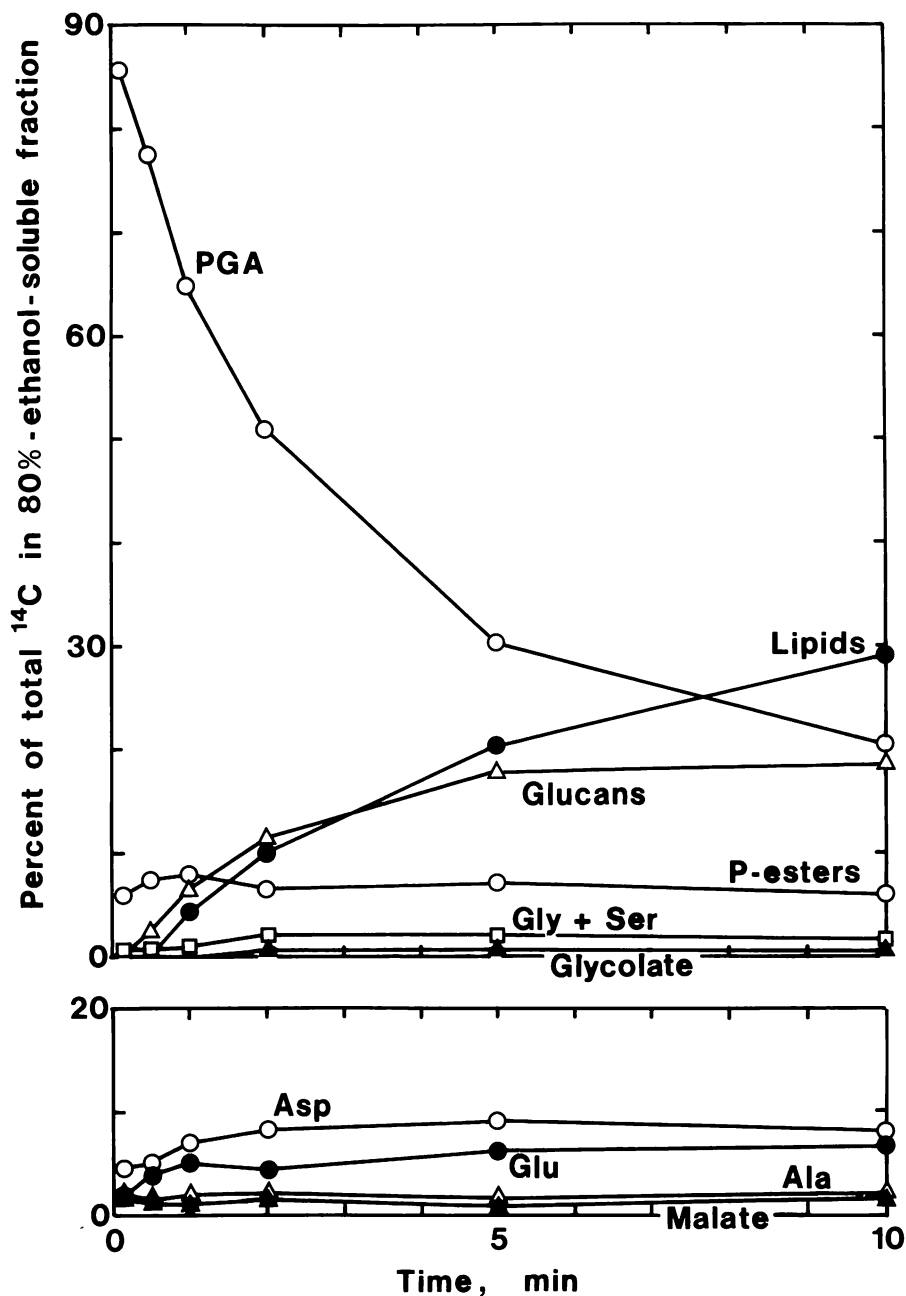


Fig. 3. Percentage distribution of  $^{14}\text{C}$  in individual products of 80% ethanol-soluble fraction *versus* time of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation under 21%  $\text{O}_2$  at 0.7 mM  $\text{NaHCO}_3$ . Glucans,  $\beta$ -1,3-glucans; P-esters, phosphate esters other than PGA; PGA, 3-phosphoglycerate.

the soluble glucans was highest under 0%  $\text{O}_2$  and decreased with increasing oxygen.

The relatively high  $^{14}\text{C}$ -incorporation into 3-phosphoglycerate and soluble glucans under 0%  $\text{O}_2$  suggests that the cause of oxygen

enhancement is related to energy supply. However, an accumulation of  $^{14}\text{C}$ -triose phosphate under anaerobic condition (Suzuki and Ikawa 1985) was not observed.

Table 1. Effect of oxygen on distribution of  $^{14}\text{C}$  among the products after 5-min of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in *Nitzschia ruttneri* at 0.7 mM  $\text{NaHCO}_3$ , pH 7.6 and  $20^\circ\text{C}$ . Chl content in the cell suspension was  $12 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ .

| product                 | $\text{O}_2$ concentration in bubbling gas |       |                     |       |                     |       |
|-------------------------|--|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|
|                         | 0%   |       | 21%                 |       | 100%                |       |
|                         | amount <sup>a</sup>                        | %     | amount <sup>a</sup> | %     | amount <sup>a</sup> | %     |
| (origin)                | 0.2  | 0.0   | 0.2                 | 0.0   | 0.1                 | 0.0   |
| phosphate esters        | 79.0                                       | 20.7  | 99.9                | 15.6  | 77.4                | 13.5  |
| 3-PGA <sup>b</sup>      | 65.3                                       | 17.1  | 81.3                | 12.7  | 56.7                | 9.9   |
| others                  | 13.8                                       | 3.6   | 18.6                | 2.9   | 20.6                | 3.6   |
| aspartate               | 12.3                                       | 3.2   | 24.3                | 3.8   | 37.2                | 6.5   |
| glutamate               | 6.9  | 1.8   | 16.6                | 2.6   | 49.3                | 8.6   |
| Gly+Ser <sup>c</sup>    | 4.0  | 1.0   | 5.1                 | 0.8   | 4.8                 | 0.8   |
| citrate                 | 0.4  | 0.1   | 0.3                 | 0.0   | 1.1                 | 0.2   |
| malate                  | 1.5  | 0.4   | 4.5                 | 0.7   | 4.6                 | 0.8   |
| glycolate               | 0.0  | 0.0   | 1.3                 | 0.2   | 8.0                 | 1.4   |
| glutamine               | 0.0  | 0.0   | 0.6                 | 0.1   | 2.3                 | 0.4   |
| alanine                 | 2.9  | 0.8   | 3.8                 | 0.6   | 5.7                 | 1.0   |
| lipids                  | 42.8                                       | 11.2  | 54.4                | 8.5   | 74.5                | 13.0  |
| s. glucans <sup>d</sup> | 34.8                                       | 9.1   | 48.0                | 7.5   | 26.4                | 4.6   |
| insoluble <sup>e</sup>  | 175.6                                      | 46.0  | 369.4               | 57.7  | 272.2               | 47.5  |
| others                  | 21.4                                       | 5.6   | 11.8                | 1.8   | 9.7                 | 1.7   |
| total                   | 381.7                                      | (100) | 640.2 <sup>f</sup>  | (100) | 573.3               | (100) |

<sup>a</sup> dpm · mg Chl<sup>-1</sup>; <sup>b</sup> 3-phosphoglycerate; <sup>c</sup> glycine and serine; <sup>d</sup>  $\beta$ -1,3-glucans in 80% ethanol-soluble fraction; <sup>e</sup> 80% ethanol-insoluble fraction; <sup>f</sup>  $62.9 \mu\text{mol}\cdot\text{mg Chl}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ .

### Carbonic anhydrase

When the cells were grown under air, very high carbonic anhydrase activity was observed in the intact cell suspension and the sonicate (Table 2). The activity from the intact cells was at least 83% of that from the sonicate, suggesting carbonic anhydrase in *N.*

*ruttneri* is mostly extracytoplasmic as reported in *Chlamydomonas reinhardtii* (Kimpel *et al.* 1983). The activity was inhibited 90% by 0.1 mM AZA (Table 2) and the  $K_i$  value was about 5 nM (data not shown). About 75% of the activity was lost by adaptation to 3%  $\text{CO}_2$  for 24 h and mostly lost after 6-day growth

Table 2. Carbonic anhydrase activity in the different enzyme preparations from *Nitzschia ruttneri*. Number in parenthesis is the standard error (n=3).

| Cell type   | Preparation         | Carbonic anhydrase activity<br>(units <sup>a</sup> /mg Chl in 3.5 ml) |        |
|---|---------------------|---|--------|
| Air-grown cells <sup>b</sup>                      | intact cells        | 386.0   | (±4.7) |
|   | medium              | 0 <sup>c</sup>  |        |
|   | sonicate            | 465.1   | (±7.8) |
|   | sonicate+0.1 mM AZA | 33.4  | (±2.4) |
| 24-h 3% $\text{CO}_2$ -adapted cells <sup>c</sup> | sonicate            | 60.0  | (±4.0) |
| 3% $\text{CO}_2$ -grown cells <sup>d</sup>        | sonicate            | 3.0   | (±1.1) |

<sup>a</sup>  $t_b/t_s - 1$ , where  $t_b$  and  $t_s$  represent the time (sec) measured for the pH change (8.3-7.3) with 25 mM barbital buffer alone ( $t_b$ ) and with sample ( $t_s$ ) at  $2^\circ\text{C}$ .

<sup>b</sup> grown with aeration by air (ca. 0.04%  $\text{CO}_2$ ).

<sup>c</sup> aerated with air supplemented with 3%  $\text{CO}_2$  for 24 h prior to use after grown under air.

<sup>d</sup> grown for 6 days with aeration by air supplemented with 3%  $\text{CO}_2$  after grown under air.

<sup>e</sup> not detected.

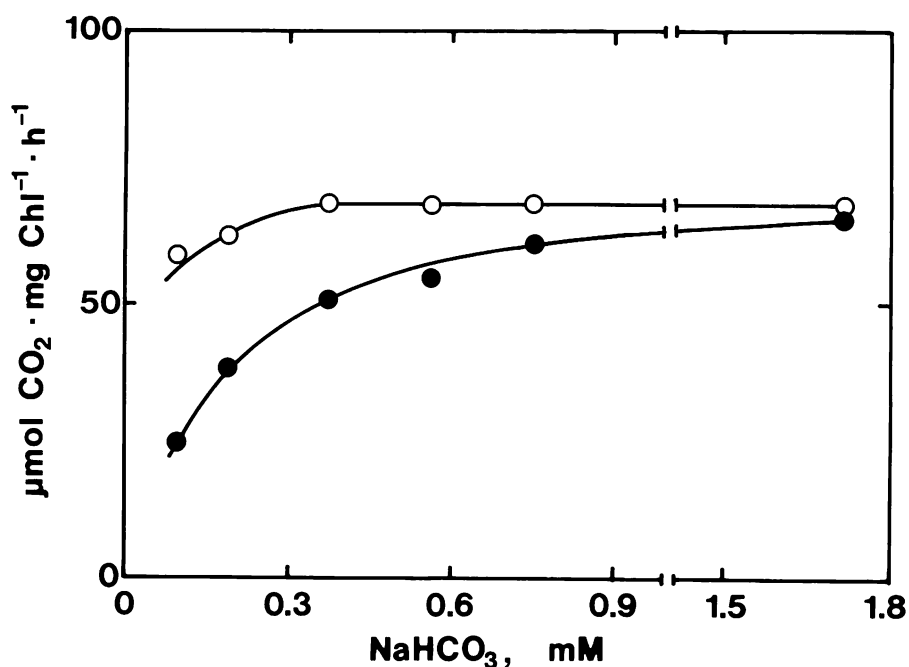


Fig. 4. Effect of 0.1 mM acetazolamide on photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation under 21%  $\text{O}_2$  at various  $\text{NaHCO}_3$  concentrations.  $\circ$ , control;  $\bullet$ , +0.1 mM acetazolamide. Chl content was  $7.4 \mu\text{g ml}^{-1}$ .

under 3%  $\text{CO}_2$  (Table 2).

#### Effect of AZA on photosynthetic $^{14}\text{CO}_2$ fixation

The rate of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in *N. ruttneri* was inhibited only slightly by the addition of 0.1 mM AZA at 1.8 mM  $\text{NaHCO}_3$  (Fig. 4). The inhibition by AZA, however, increased with decreasing  $\text{NaHCO}_3$  concentration, causing a high  $K_{1/2}$  value of photosynthesis for  $\text{NaHCO}_3$ ; about  $150 \mu\text{M}$ , compared to  $50 \mu\text{M}$  without AZA. This suggests that an extracytoplasmic carbonic anhydrase plays an important role in an inorganic carbon utilizing mechanism in this diatom as proposed in some unicellular algae (Imamura *et al.* 1983, Tsuzuki 1983, Marcus *et al.* 1984, Moroney and Tolbert 1985, Moroney *et al.* 1985, Aizawa and Miyachi 1984, Sültemeyer *et al.* 1989). However, the addition of 0.1 mM AZA did not affect the photosynthetic response to oxygen under either 0.095 or 0.75 mM  $\text{NaHCO}_3$  (Fig. 5).

## Discussion

### Oxygen enhancement of photosynthesis

It was proposed that the oxygen enhancement of photosynthesis in the cyanobacterium *Anacystis nidulans* was related to an oxygen requirement for a  $\text{CO}_2$  concentrating mechanism, based on the fact that the oxygen enhancement was observed only under  $\text{CO}_2$ -limiting conditions without significant effect on  $^{14}\text{C}$ -distribution among the products (Miyachi and Okabe 1976). So far in algae, however, there is no evidence for an oxygen requirement for  $\text{CO}_2$  concentrating mechanisms.

We also observed an oxygen enhancement of photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in a freshwater diatom *Nitzschia ruttneri*, with the enhancement being greatest under 21%  $\text{O}_2$  (Fig. 1). This diatom has characteristics which strongly suggest the operation of a  $\text{CO}_2$ -concentrating mechanism when adapted to air, such as a very high affinity of photosynthesis for  $\text{CO}_2$  in air-grown cells (Fig. 2), sensitivity to AZA (Fig. 4), and a high ex-

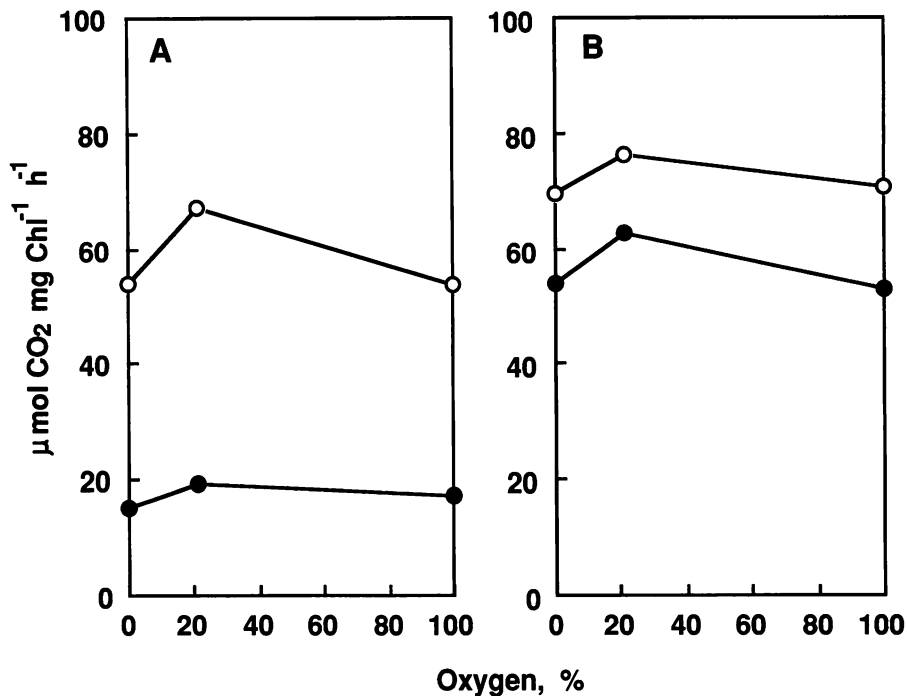


Fig. 5. Effect of acetazolamide on photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation at various  $\text{O}_2$  concentrations at  $0.095 \text{ mM}$  (A) and  $0.75 \text{ mM}$  (B)  $\text{NaHCO}_3$ . ○, control; ●,  $+0.1 \text{ mM}$  acetazolamide. Chl content was  $7.2 \mu\text{g ml}^{-1}$ .

tracytoplasmic activity of carbonic anhydrase observed only in air-grown or air-adapted cells (Table 2). The mechanism seems to be similar to that proposed in unicellular freshwater green algae such as *C. reinhardtii* (Badger *et al.* 1980, Suzuki and Spalding 1989b, Suzuki *et al.* 1990), rather than that proposed in the marine diatom *Phaeodactylum tricorutum* in which extracytoplasmic carbonic anhydrase was not detected and AZA did not affect the photosynthetic affinity for  $\text{CO}_2$  (Patel and Merrett 1986, Dixon and Merrett 1988). Thus, it seems unlikely that the mechanism proposed in *P. tricorutum* occurs generally in the diatoms, but it is still not clear if the differences between the two diatoms come from the difference in their habitats, freshwater or marine, or not.

It seems unlikely that oxygen stimulates the inorganic carbon utilizing mechanism in *Nitzschia ruttneri* as proposed in *A. nidulans* (Miyachi and Okabe 1976), because the oxygen effect in *N. ruttneri* was not sensitive to  $\text{CO}_2$  concentration (Fig. 2) even in the presence of

AZA (Fig. 5). The cause of the oxygen enhancement in *N. ruttneri* may be rather similar to that in *Chroomonas* sp, although the enhancement in *N. ruttneri* appears to require higher  $\text{O}_2$  concentration.

In *Chroomonas*, when exposed to light-saturating conditions, photosynthetic  $\text{CO}_2$  fixation under 0%  $\text{O}_2$  was inhibited by ATP deficiency which was derived from an over-reduction of photosynthetic electron transport via the inhibition of both cyclic and pseudocyclic photophosphorylation (Suzuki and Ikawa 1984b, 1985). The accumulation of  $^{14}\text{C}$ -dihydroxyacetone phosphate observed during photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation in *Chroomonas* under 0%  $\text{O}_2$  (Suzuki and Ikawa 1985) can be explained as an indirect consequence of the ATP deficiency. The high level of inorganic phosphate caused by ATP deficiency should activate the phosphate translocator across the chloroplast envelope, which, in *Chroomonas* cells, might cause an excessive efflux of dihydroxyacetone phosphate to cytosol where the accumulation should oc-

cur. Thus, while the accumulation of dihydroxyacetone phosphate was not observed in *N. ruttneri* (Table 1), it is possible to explain the oxygen enhancement of photosynthesis in *N. ruttneri* by a limitation in the ATP supply, partly because  $^{14}\text{C}$ -incorporation into  $\beta$ -1,3-glucans, which is supposed to require a significant level of ATP supply, was affected by oxygen almost in the same manner as total  $^{14}\text{CO}_2$  fixation rate while the percentage incorporation of  $^{14}\text{C}$  into PGA was the highest under  $\text{N}_2$  (Table 1). Our preliminary work also suggested an overreduction of photosynthetic electron flow under 0%  $\text{O}_2$ , in which the oxygen enhancement in *N. ruttneri* disappeared in the presence of DCMU (data not shown). Further studies are necessary to confirm the cause of the oxygen enhancement of photosynthesis in *N. ruttneri*.

#### *Photorespiration and oxygen inhibition of photosynthesis*

During 5 min of photosynthesis under 21%  $\text{O}_2$ , almost no glycolate formation was observed in air-grown cells of *N. ruttneri* (Table 1), as reported in some other algae such as *Chroomonas* sp. (Suzuki and Ikawa 1985) and *Chlamydomonas reinhardtii* (Suzuki *et al.* 1990). In *Chlamydomonas* grown under 5%  $\text{CO}_2$ , when a  $\text{CO}_2$  concentrating mechanism was not operational, not less than 6% of  $^{14}\text{C}$  fixed was incorporated into glycolate (Suzuki *et al.* 1990). It is unlikely that the quite low level of  $^{14}\text{C}$ -incorporation into glycolate is due to a high turn-over rate of glycolate metabolism, because the activity of glycolate dehydrogenase in the crude extract from this diatom was only about 5  $\mu\text{mol}$  DCPIP reduction  $\cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  at 8 mM glycolate, and the  $K_m$  value for glycolate was much lower than those in green algae (data not shown; ref. Paul and Volcani 1974, Suzuki *et al.* 1991). Thus, while photosynthesis in *N. ruttneri* is inhibited by increasing oxygen concentration from 21 to 100% (Fig. 1), it does not seem to be caused by photorespiration but by a reaction such as the Mehler reaction as suggested in *Chroomonas* sp. (Suzuki and Ikawa 1984a, 1985). Glycolate synthesis seems to

be strongly suppressed in this diatom even under extremely high  $\text{O}_2$  concentrations, probably by a  $\text{CO}_2$  concentrating mechanism as proposed in *Chlamydomonas* in which the suppression of photorespiration is due to the raised  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  ratio at the site of RuBP carboxylase/oxygenase (Badger *et al.* 1980). However, as the accumulation of inorganic carbon in the cells has not been demonstrated in the diatoms, and as AZA did not significantly stimulate photorespiration in *N. ruttneri*, it seems likely that some component(s) other than carbonic anhydrase plays a more important role in suppressing photorespiration in the diatoms.

#### Acknowledgement

We thank Dr. Martin H. Spalding, Iowa State University, for reading the manuscript.

#### References

- Aizawa, K. and Miyachi, S. 1984. Carbonic anhydrase located on the cell surface increased the affinity for inorganic carbon in photosynthesis of *Dunaliella tertiolecta*. FEBS Lett. 173: 41-44.
- Badger, M. R., Kaplan, A. and Berry, J. A. 1980. Internal inorganic carbon pool of *Chlamydomonas reinhardtii*. Evidence for carbon dioxide-concentrating mechanism. Plant Physiol. 66: 407-413.
- Darley, W. M. and Volcani, B. E. 1971. Synchronized Cultures: Diatoms. Methods Enzymol. 23: 85-96.
- Dixon, G. K. and Merrett, M. J. 1988. Bicarbonate utilization by the marine diatom *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin. New Phytol. 109: 47-51.
- Imamura, M., Tsuzuki, M., Shiraiwa, Y. and Miyachi, S. 1983. Form of inorganic carbon utilized for photosynthesis in *Chlamydomonas reinhardtii*. Plant Cell Physiol. 24: 533-540.
- Kimpel, D. L., Togasaki, R. K. and Miyachi, S. 1983. Carbonic anhydrase in *Chlamydomonas reinhardtii* I. Localization. Plant Cell Physiol. 24: 255-259.
- Lloyd, N. D. H., Canvin, D. T. and Culver, D. A. 1977. Photosynthesis and photorespiration in algae. Plant Physiol. 59: 936-940.
- Marcus, Y., Volokita, M. and Kaplan, A. 1984. The location of the transporting system for inorganic carbon and the nature of the form translocated in *Chlamydomonas reinhardtii*. J. Exp. Bot. 35: 1136-1144.
- Miyachi, S. and Okabe, K. 1976. Oxygen enhancement of photosynthesis in *Anacystis nidulans* cells. Plant Cell Physiol. 17: 973-986.

- Moroney, J. V. and Tolbert, N. E. 1985. Inorganic carbon uptake by *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* **77**: 253-258.
- Moroney, J. V., Husic, H. D. and Tolbert, N. E. 1985. Effect of carbonic anhydrase inhibitors on inorganic carbon accumulation by *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* **79**: 177-183.
- Patel, B. N. and Merrett, M. J. 1986. Inorganic carbon uptake by the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum*. *Planta* **169**: 222-227.
- Paul, J. S. and Volcani, B. E. 1974. Photorespiration in diatoms. I. The oxidation of glycolic acid in *Thalassiosira pseudonana* (*Cyclotella nana*). *Arch. Microbiol.* **101**: 115-120.
- Shelp, B. J. and Calvin, D. T. 1980. Photorespiration and oxygen inhibition of photosynthesis in *Chlorella pyrenoidosa*. *Plant Physiol.* **65**: 780-784.
- Shelp, B. J. and Calvin, D. T. 1981. Photorespiration in air and high CO<sub>2</sub>-grown *Chlorella pyrenoidosa*. *Plant Physiol.* **68**: 1500-1503.
- Spalding, M. H. and Ogren, W. L. 1982. Photosynthesis is required for induction of the CO<sub>2</sub>-concentrating system in *Chlamydomonas*. *FEBS lett.* **145**: 41-44.
- Spalding, M. H., Spreitzer, R. J. and Ogren, W. L. 1983a. Carbonic anhydrase-deficient mutant of *Chlamydomonas reinhardtii* requires elevated carbon dioxide concentration for photoautotrophic growth. *Plant Physiol.* **73**: 268-272.
- Spalding, M. H., Spreitzer, R. J. and Ogren, W. L. 1983b. Reduced inorganic carbon transport in a CO<sub>2</sub>-requiring mutant of *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* **73**: 273-276.
- Suzuki, K. and Ikawa, T. 1984a. Effect of oxygen on photosynthetic <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fixation in *Chroomonas* sp. (Cryptophyta) I. Some characteristics of the oxygen effect. *Plant Cell Physiol.* **25**: 367-375.
- Suzuki, K. and Ikawa, T. 1984b. Effect of oxygen on photosynthetic <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fixation in *Chroomonas* sp. (Cryptophyta) II. Effect of inhibitors, uncouplers and an artificial electron mediator on the inhibition of <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fixation by anaerobiosis. *Plant Cell Physiol.* **25**: 377-384.
- Suzuki, K. and Ikawa, T. 1985. Effect of oxygen on photosynthetic <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fixation in *Chroomonas* sp. (Cryptophyta) III. Effect of oxygen on photosynthetic carbon metabolism. *Plant Cell Physiol.* **26**: 1003-1010.
- Suzuki, K., Iwamoto, K., Yokoyama, S. and Ikawa, T. 1991. Glycolate oxidizing enzymes in algae. *J. Phycol.* **27**: 492-498.
- Suzuki, K., Marek, L. F. and Spalding, M. H. 1990. A photorespiratory mutant of *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* **93**: 231-237.
- Suzuki, K. and Spalding, M. H. 1989a. Effect of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> on CO<sub>2</sub> exchange in a high-CO<sub>2</sub>-requiring mutants of *Chlamydomonas reinhardtii* during dark-light-dark transitions. *Photosynth. Res.* **21**: 181-186.
- Suzuki, K. and Spalding, M. H. 1989b. Adaptation of *Chlamydomonas reinhardtii* high-CO<sub>2</sub>-requiring mutants to limiting-CO<sub>2</sub>. *Plant Physiol.* **90**: 1195-1200.
- Sültemeyer, D. F., Miller, A. G., Espie, G. S., Fock, H. P. and Calvin, D. T. 1989. Active CO<sub>2</sub> transport by the green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* **89**: 1213-1219.
- Tsuzuki, M. 1983. Mode of HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> utilization by the cells of *Chlamydomonas reinhardtii* grown under ordinary air. *Z. Pflanzenphysiol.* **110**: 29-37.

### 鈴木健策・猪川倫好：淡水産ケイソウ *Nitzschia ruttneri* における光合成

#### <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 固定の酸素による促進

淡水産ケイソウ *Nitzschia ruttneri* の光合成 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 固定は酸素により促進された。21% O<sub>2</sub> 気相下の固定速度は0%の時と比べ15~40%高く、100% O<sub>2</sub> 気相下でも0%の時とほぼ同じかむしろ高かった。<sup>14</sup>C 固定産物ではβ-1,3-glucanのみが酸素に対して同様の応答を示した。固定速度に及ぼす酸素の影響はCO<sub>2</sub> 濃度の影響を受けなかった。これは carbonic anhydrase (CA) 阻害剤 acetazolamide (AZA) 存在下でも同様であった。AZA はCO<sub>2</sub> に対する光合成の親和性を低下させた。非常に高いCA活性が大気適応細胞の細胞表層に観察された。大気条件下では<sup>14</sup>Cのグリコール酸への取込みはほとんどみられずO<sub>2</sub>濃度を100%に高めても極めて低いなど、光呼吸関連物質への取込みは低く抑えられていた。本藻における「CO<sub>2</sub>濃縮機構」の存在が推定されたが、それと酸素促進効果との関連性は認められず、本藻の光合成の酸素促進効果はむしろ電子伝達系に関係している可能性が高い。(305 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系)

## Morphology and life history of *Petalonia zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze (Scytosiphonales, Phaeophyceae) from Japan

Kazuhiro Kogame\* and Hiroshi Kawai\*\*

\*Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

\*\*Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, Rokkodai Nadaku, Kobe, 657 Japan

Kogame, K. and Kawai, H. 1993. Morphology and life history of *Petalonia zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze (Scytosiphonales, Phaeophyceae) from Japan. Jpn. J. Phycol. 41: 29–37.

The morphology and life history of Japanese *Petalonia zosterifolia* were studied based on materials collected from sixteen localities. Erect thalli collected in the field were flat, linear, basically solid or with small cavities, attaining 20(–30) cm in length and 0.5–8 mm in width. Plurilocular sporangia were closely packed without paraphyses. In culture, swarms from plurilocular sporangia developed into filamentous prostrate thalli (microthalli) that formed unilocular sporangia. The prostrate thalli never developed into distinctly crustose thalli. Erect thalli (macrothalli) issued directly from the prostrate thalli, and developed best in temperature less than 10°C and short day conditions, and formed plurilocular sporangia. In some isolates, unilocular sporangia also formed on the erect thalli bearing plurilocular sporangia. Swarms from plurilocular and unilocular sporangia developed in the same manner as the original plurispores, representing a direct type of life history. Sexual reproduction was not observed.

Field plants collected at Oshoro, Hokkaido, which were morphologically referable to *Compsomena saxicolum* (Kuckuck) Kuckuck, developed in culture into erect thalli identical with *Petalonia zosterifolia*. Therefore, *Compsomena saxicolum* is considered to be a sporophytic stage of *P. zosterifolia*.

*Key Index Words:* *Compsomena saxicolum*—Life history—*Petalonia zosterifolia*—Phaeophyceae—Scytosiphonales—Taxonomy.

In the genus *Petalonia* Derbès et Solier, three species are generally recognized; *P. fascia* (O. F. Müller) O. Kuntze, *P. zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze and *P. filiformis* (Batters) O. Kuntze (Wynne 1969, Fletcher 1987). *Petalonia zosterifolia* is distributed along the North Atlantic coast (Newton 1931, Hamel 1931–39, Rosenvinge and Lund 1947) as well as the North Pacific coast [Setchell and Gardner (1925) as *Ilea fascia* f. *zosterifolia* Setchell et Gardner].

The life history of *Petalonia zosterifolia* has been studied in culture by several authors. Dangeard (1962, 1963) reported a heteromorphic life history alternating between erect thalli (macrothalli) forming plurilocular sporangia and filamentous prostrate thalli (microthalli) forming unilocular or plurilocular sporangia, based on the materials collected at Gironde, France. However, Wynne (1969 pp. 51, 52) doubted the taxonomic

assignment of Dangeard's material as *P. zosterifolia*, because a part of his culture bearing ectocarpoid plurilocular sporangia on the prostrate thalli contained more than one plastid in each vegetative cell. On the other hand, Dangeard (1963 pp. 25, 30, 42–44) also reported sessile plurilocular sporangia based on different isolates. The swarms from these sessile plurilocular sporangia did not form erect thalli and unilocular sporangia. On British materials, Fletcher (1974) reported a direct type of life history in which erect thalli issued directly from the filamentous prostrate thalli. On materials from North Carolina, Boone and Kapraun (1989) reported the occurrence of erect thalli and filamentous prostrate thalli with unilocular sporangia.

Based on study of Japanese material, Nakamura and Tatewaki (1975) reported a heteromorphic and biphasic life history includ-

Table 1. Localities and collection dates of Japanese *Petalonia zosterifolia* used for morphological observations, and no. of culture strains established from them.

| Locality         | Collection date  | Culture strain |
|------------------|------------------|----------------|
| Oshoro           | 11 March 1987    | 2              |
| Oshoro           | 7 November 1987  | 3, 4           |
| Oshoro           | 9 December 1987  | 5, 6           |
| Oshoro           | 21 January 1988  | 7, 8           |
| Oshoro           | 17 February 1988 |                |
| Oshoro           | 18 March 1988    |                |
| Oshoro           | 14 May 1988      | 9              |
| Ofuyu            | 2 May 1988       | 14             |
| Rausu            | 1 July 1988      | 17             |
| Hanasaki         | 7 September 1987 | 13             |
| Akkeshi          | 30 June 1988     | 15             |
| Akkeshi          | 14 July 1988     | 16             |
| Hiroo            | 12 February 1989 | 20             |
| Samani           | 11 February 1989 | 19             |
| Muroran          | 22 January 1989  | 18             |
| Shikabe          | 4 March 1986     | 1              |
| Kashiwazaki      | 27 March 1988    | 21             |
| Shiia            | 27 March 1989    |                |
| Shirakami-Misaki | 19 March 1987    | 12             |
| Esashi           | 15 May 1988      |                |
| Setana           | 18 March 1987    | 11             |
| Shiraito-Misaki  | 18 March 1987    | 10             |
| Iwanai           | 1 May 1988       |                |

ing sexual reproduction. However, their material had unicellular paraphyses among plurilocular sporangia. Such paraphyses are uncommon in *P. zosterifolia*, so their findings require reexamination. Therefore, the aim of this study was to reexamine the morphology and life history of *Petalonia zosterifolia* from Japan.

## Materials and Methods

Localities and collection dates of the materials for morphological and culture studies are shown in Table 1 and Fig. 1. For morphological observations both living materials and preserved materials in 5% formaldehyde-seawater were used. The following herbarium specimens were also examined; Esashi, 3 April 1943 (SAP 042481); Esashi, 3 April

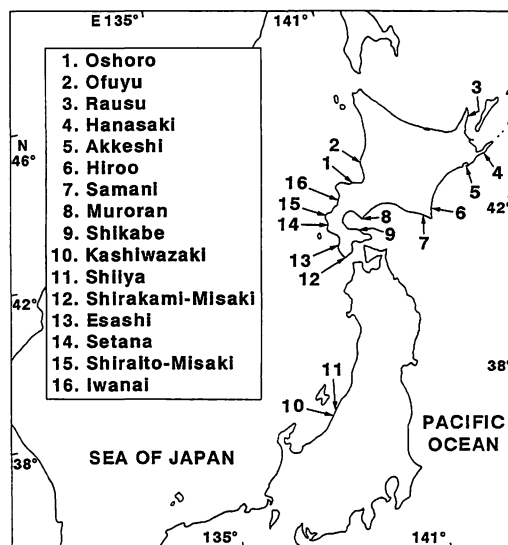


Fig. 1. Collection sites of Japanese *Petalonia zosterifolia* examined in the present paper.

1944 (SAP 025419); Setana, 28 March 1945 (SAP 025362); Sirakami-Misaki, 7 April 1947 (SAP 042483). We also examined herbarium specimens of *P. zosterifolia* from which the cultures of Nakamura and Tatewaki (1975) were established, collected at Muroran on 30 March 1967.

Cultures were started from the swarmers released from plurilocular sporangia on erect thalli. The swarmers were pipetted onto cover glasses and cultured in glass vessels containing 100 ml of PESI medium (Tatewaki 1966). Filamentous thalli morphologically referable to *Compsonea saxicolum* (Kuckuck) Kuckuck were collected at Oshoro on 23 September 1989. Unialgal culture of *Compsonea* was started from fragments of the thalli. Penicillin G potassium (48 U/ml) and  $\text{GeO}_2$  (0.005 mg/ml) were added at the beginning of the culture of *Compsonea* in order to suppress the growth of bacteria and diatoms.

The sets of culture conditions used were 5°C SD (short day; 8 : 16 h light : dark cycle), 5°C LD (long day; 16 : 8 h light : dark cycle), 10°C SD, 10°C LD, 15°C SD, 15°C LD, 20°C SD and 20°C LD, under fluorescent lighting of approximately 30–50  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ .



## Results

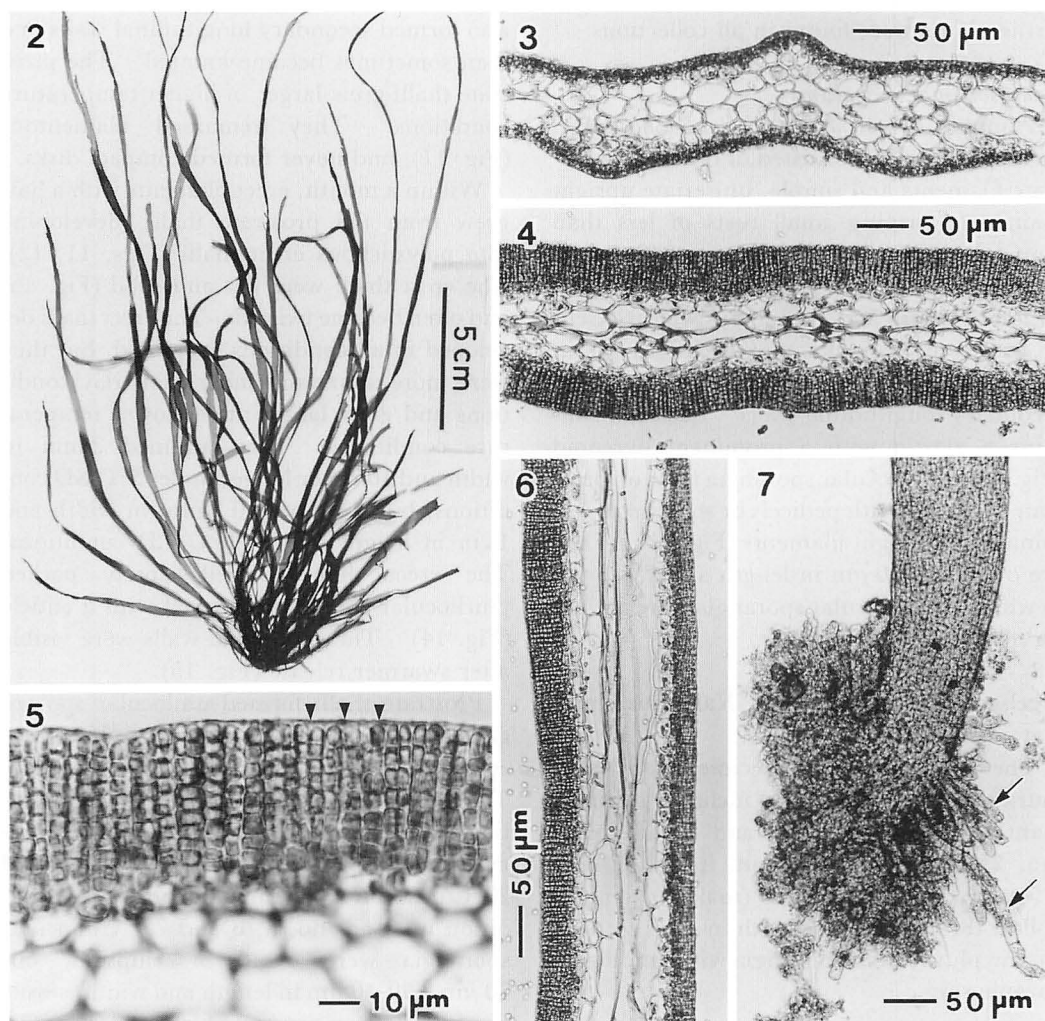
### Morphology and phenology

#### *Petalonia zosterifolia*

Erect thalli are gregarious, linear, flattened, simple, twisted in narrower thalli, 10–20 (up to 30) cm long, 2–5 (0.5–8) mm wide and tapered towards the base (Fig. 2). The thalli are 60–120  $\mu\text{m}$  in thickness, composed of cortical cells (1–3 cells thick) and colorless medullary cells (Figs. 3, 4). Each cell of the thallus contains a plastid with a prominent

pyrenoid. Medullary cells are rounded or oval and 22–54  $\times$  8–24  $\mu\text{m}$  in size in transverse section (Figs. 3, 4) and 20–270  $\mu\text{m}$  (or more) in length in longitudinal section (Fig. 6). The thalli are solid or sometimes partly hollow. Rhizoidal filaments in the medullary layer and phaeophycean hairs are rare. The basal holdfast is composed of rhizoidal filaments (Fig. 7), and never forms an expanded mat.

Plurilocular sporangia may form anywhere on the surface of the thalli, sometimes in sori



Figs. 2–7. Habit and anatomy of *Petalonia zosterifolia* collected in the field. Fig. 2. Habit of the plant collected on 21 January 1988 at Oshoro. Fig. 3. Cross-section of the sterile thallus having small cavities in the medulla. Fig. 4. Cross-section of mature thallus bearing plurilocular sporangia. Fig. 5. Cross-section of mature thallus showing plurilocular sporangia with a cuticle (arrowheads). Fig. 6. Longitudinal section of mature thallus. Fig. 7. Rhizoidal filaments at the basal part of thallus (arrows).

which are often longitudinally elongated. Maturation of the thallus occurs basipetally. Plurilocular sporangia are closely packed, covered with a cuticle and 14–40  $\mu\text{m}$  (6–12 loculi) in height (Fig. 5). Paraphyses were not observed.

*P. zosterifolia* is epilithic or epizoic, growing in the upper littoral zone of exposed areas. Erect thalli appeared in November and disappeared in May at Oshoro. Erect thalli were collected in winter and spring at other localities except for Akkeshi and Hanasaki where they were also observed in summer. Some fertile plants were found in all collections.

#### *Compsonea saxicolum*

Plants of *Compsonea saxicolum* collected in the field (Fig. 21) consisted of branched prostrate filaments and simple, uniseriate upright filaments, forming small tufts of less than 1 mm in diameter and up to 240  $\mu\text{m}$  in height. Cells of upright filaments measure 6–14  $\mu\text{m}$  in length and 7–12  $\mu\text{m}$  in width. Cells of prostrate filaments measure 8–18  $\mu\text{m}$  in length and 6–17  $\mu\text{m}$  in width; they often form secondary longitudinal walls. Each cell contains a plastid with a prominent pyrenoid (Fig. 22). Unilocular sporangia form on prostrate filaments with pedicels or sometimes terminally on upright filaments (Fig. 21). They are ovoid, 30–50  $\mu\text{m}$  in length and 15–25  $\mu\text{m}$  in width. Plurilocular sporangia were not observed.

#### Herbarium specimens of Nakamura and Tatewaki (1975)

The "*P. zosterifolia*" specimens of Nakamura and Tatewaki (1975) included a female plant (marked as no. 18) and a male plant (no. 25). They were 3 mm in width, and 6.5 cm (female) and 9 cm (male) in length, hollow throughout the length in cross section, having plurilocular sporangia with unicellular paraphyses.

#### Culture results

##### *Petalonia zosterifolia*

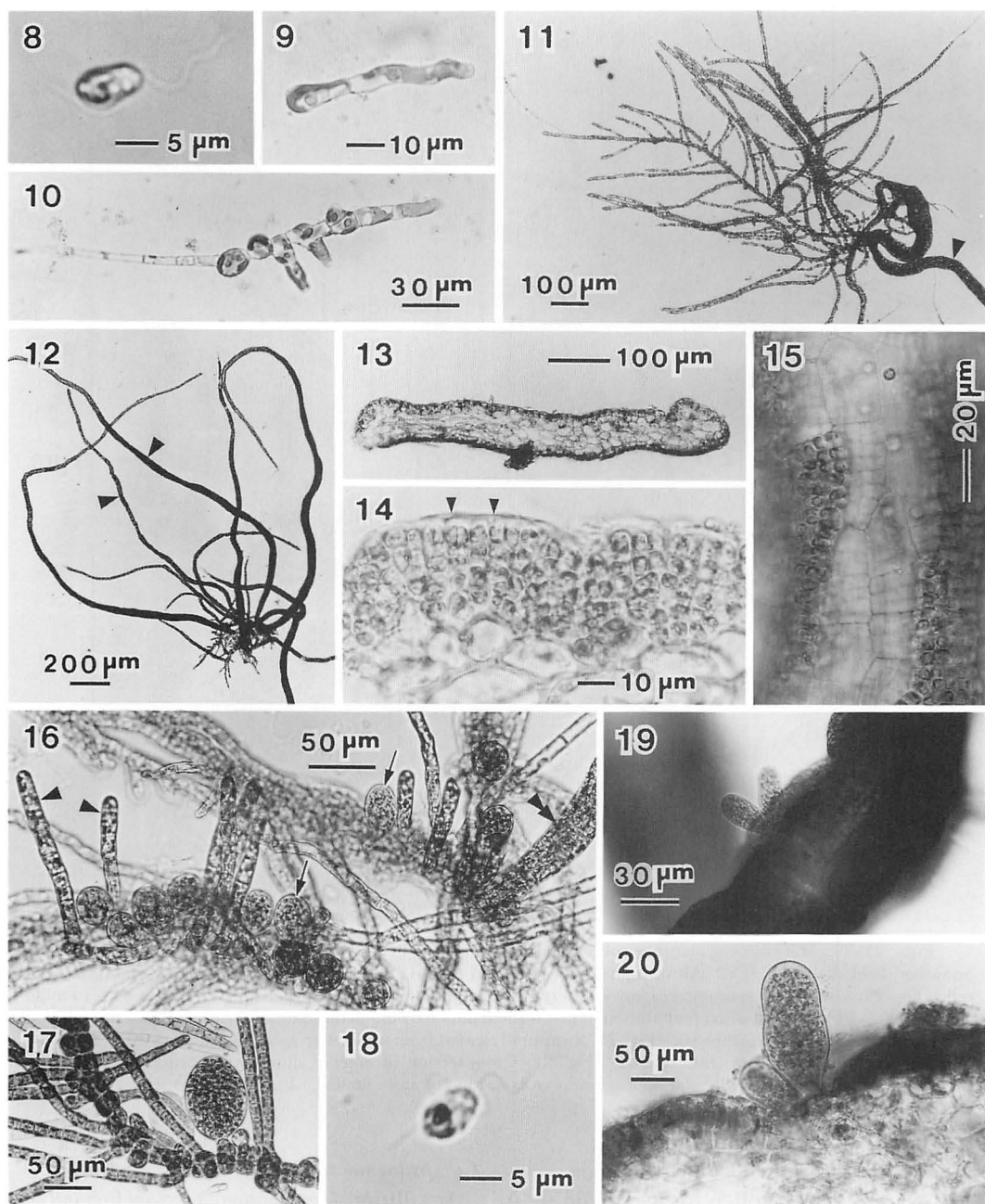
Swarmers released from plurilocular sporangia were teardrop-shaped, 7–8  $\mu\text{m}$   $\times$  4–

5  $\mu\text{m}$  in size, laterally biflagellated with a longer anterior and a shorter posterior flagellum (Fig. 8). They contained a plastid with a pyrenoid and a stigma. Sexual reproduction and fragrant odors of sexual pheromones were not observed. The swarmers showed negative phototaxis, and then settled on the substratum. Settled swarmers germinated in 1–5 days without leaving an emptied "embryospore" wall (Figs. 9, 10). The germlings developed into prostrate thalli of branched filaments from which uniseriate upright filaments arose. The cells of prostrate filaments also formed secondary longitudinal walls and then sometimes became knotted. The prostrate thalli grew larger in higher temperature conditions. They remained filamentous (Fig. 11), and never formed compact disks.

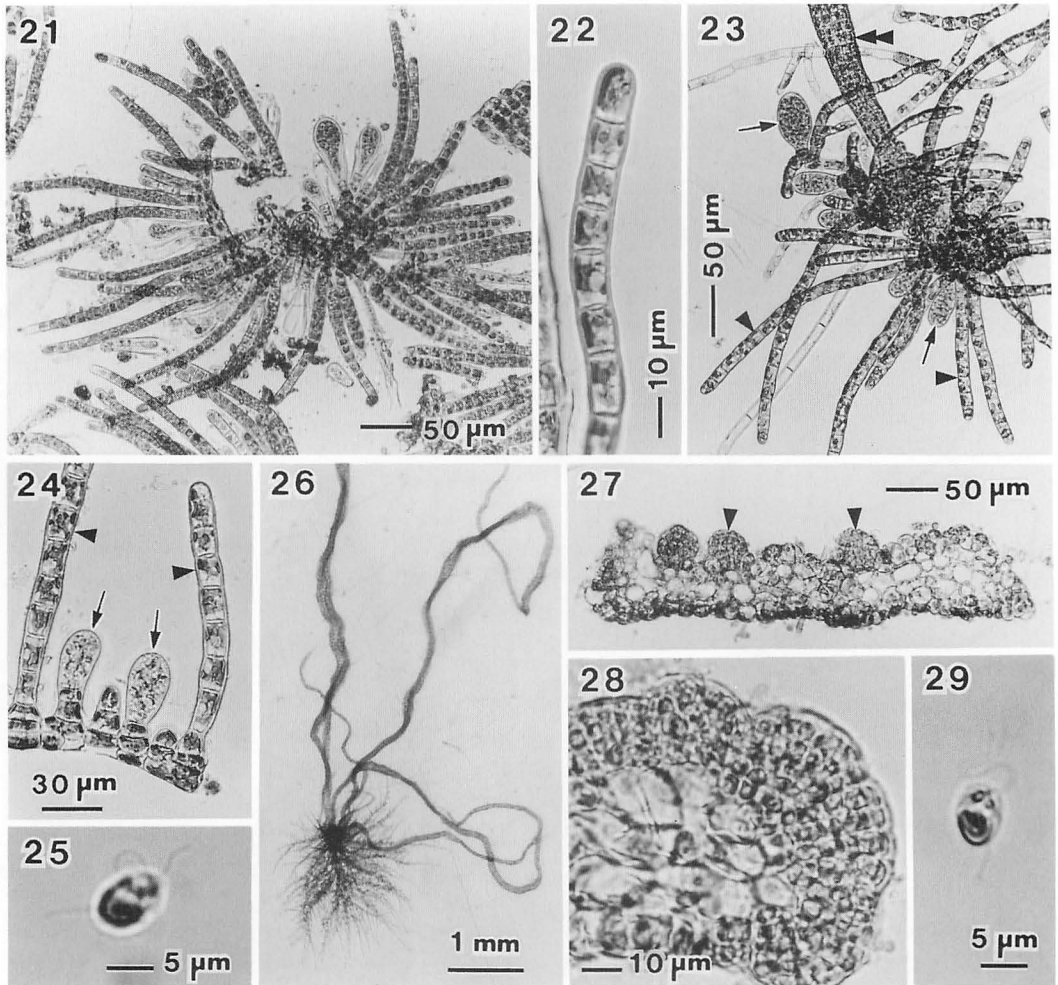
Within a month, erect filaments with a hair grew from the prostrate thalli, developing into polystichous erect thalli (Figs. 11, 12). The erect thalli were flat and solid (Fig. 13) and often became twisted. The erect thalli developed in all conditions examined, but they were more abundant under short day conditions and grew larger under lower temperature conditions. They attained 2 mm in width and 10 cm or longer under 5°C SD conditions, but were only 0.2 mm in width and 1 cm in length under 20°C LD conditions. The erect thalli formed closely packed plurilocular sporangia covered with a cuticle (Fig. 14). The sporangial walls were visible after swarmer release (Fig. 15).

Prostrate thalli formed unilocular sporangia only in strains no. 1, 2, 3, 5, 6, 7 (collected from Shikabe and Oshoro) (Fig. 16). They were formed under all culture conditions except 5°C in strain no. 1 and no. 5, under long day conditions of 10°C, 15°C and 20°C in strain no. 2, and under 20°C LD condition in strain no. 3, 6 and 7. Unilocular sporangia were ovoid or ellipsoid, 60–70  $\mu\text{m}$   $\times$  30–40  $\mu\text{m}$  in length and width, sessile or pedicellate on prostrate filaments (Fig. 17).

Swarmers released from unilocular sporangia measured 7–8  $\mu\text{m}$   $\times$  4–5  $\mu\text{m}$  in size (Fig. 18). They developed to filamentous prostrate thalli that formed erect thalli in the same man-



Figs. 8–20. *Petalonia zosterifolia* in culture. Fig. 8. Swarmer released from plurilocular sporangium on erect thallus. Figs. 9, 10. Germlings of swarmer from plurilocular sporangium. Figs. 11, 12. Prostrate thalli and erect thalli (arrowheads) issued from them. Fig. 13. Cross-section of flat and solid erect thallus. Fig. 14. Cross-section of plurilocular sporangia on erect thallus. Arrowheads show a cuticle. Fig. 15. Emptied plurilocular sporangia on mature erect thallus in surface view. Fig. 16. Prostrate thalli bearing unilocular sporangia (arrowheads), uniseriate upright filaments (arrowheads) and erect thallus (double arrowhead). Fig. 17. Unilocular sporangium on knot-shaped filament of prostrate thallus. Fig. 18. Swarmer released from unilocular sporangium on prostrate thallus. Fig. 19. Unilocular sporangia on erect thallus. Fig. 20. Cross-section of the erect thallus bearing unilocular sporangia.



Figs. 21–29. *Compsonema saxicolum* collected in the field (Figs. 21, 22) and in culture (Figs. 23–29). Fig. 21. Squashed field thallus. Fig. 22. An upright filament of field thallus showing one plastid with a pyrenoid in each cell. Fig. 23. Unilocular sporangia (arrows), uniseriate upright filaments (arrowheads) and erect thallus (double arrowhead). Fig. 24. Squashed preparation of prostrate thallus showing pedicellate unilocular sporangia (arrows) and upright filaments (arrowheads). Fig. 25. Swarmer released from unilocular sporangium on prostrate thallus. Fig. 26. Erect thalli on prostrate thallus. Fig. 27. Cross-section of erect thallus with plurilocular sporangia (arrowheads). Fig. 28. Plurilocular sporangia in cross-section of erect thallus. Fig. 29. Swarmer released from plurilocular sporangium on erect thallus.

ner as those from plurilocular sporangia.

Strains no. 1 and 2 often formed ovoid sessile unilocular sporangia on the erect thalli together with plurilocular sporangia under 15°C and 20°C (strain no. 1) and 20°C LD (strain no. 2) conditions (Figs. 19, 20). Swarmers released from those unilocular sporangia developed in the same manner as those from plurilocular sporangia.

#### *Compsonema saxicolum*

In culture, *Compsonema saxicolum* formed sessile or pedicellate unilocular sporangia on the prostrate filaments under 10°C LD, 15°C and 20°C conditions (Figs. 23, 24). Swarmers released from them (Fig. 25) developed into prostrate thalli. The prostrate thalli also formed erect thalli under all conditions examined (Figs. 23, 26). The erect thalli were flat (Fig. 27) or often twisted, similar to

*Petalonia zosterifolia* in culture. They formed densely packed plurilocular sporangia covered with a cuticle (Figs. 27, 28). Swarmers released from them (Fig. 29) developed into prostrate thalli forming unilocular sporangia and erect thalli.

## Discussion

The morphology of our plants collected in various localities agreed well with the original description (Reinke 1889) and other previous reports of Atlantic *Petalonia zosterifolia* (Rosenvinge and Lund 1947, Clayton 1981, Fletcher 1987). The occurrence of filamentous prostrate thalli in Japanese plants also agrees with the previous culture results on the species (Fletcher 1974). *Petalonia zosterifolia* is taxonomically very close to *Petalonia filiformis* (Batters 1888, Kuckuck 1897). Newton (1931) and Fletcher (1987) distinguished *P. zosterifolia* from *P. filiformis* by the absence of fibrous rhizoidal mats at the bases, and in having broader thalli and different distributions, although these characteristics are not very clear. Therefore, considering that both of the species have filamentous prostrate thalli (Fletcher 1974, 1981), there remains a possibility that *P. zosterifolia* is conspecific with *P. filiformis*, or differs only at a lower taxonomic rank (e.g. variety or forma). However, until their taxonomic relations become more clear in Atlantic materials, we tentatively classify Japanese plants as *P. zosterifolia*.

In the present culture of *P. zosterifolia* prostrate thalli remained filamentous, and never formed *Ralfsia*-like crusts resembling that of *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link and *Petalonia fascia* (Wynne 1969, Nakamura and Tatewaki 1975). Fletcher (1974) and Boone and Kapraun (1989) also mentioned that *Ralfsia*-like crusts were not observed in culture of *P. zosterifolia*. On the other hand, Dangeard (1963) reported glomerulus, myrionematoid and ralfsioid prostrate thalli. However, his results can not be generalized since his cultures contain contaminants of other brown algal species as mentioned above.

The morphology of prostrate thalli (sporo-

phytes) are known to be more or less variable in the Scytosiphonaceae. For example, *Scytosiphon lomentaria* and *Petalonia fascia* occasionally form filamentous sporophytes in culture, although they are normally crustose. The quality of light or concentration of iodine or phosphate in the culture media are shown to affect on their morphology (Lüning and Dring 1973, Hsiao 1969, Roberts and Ring 1972). However, in the present species, the morphology of prostrate thalli was uniformly filamentous in any conditions examined, and we concluded that the prostrate thalli of *P. zosterifolia* is basically filamentous.

We believe that the filamentous prostrate thalli of *P. zosterifolia* are identical with *Compsonea saxicolum* encountered in the field. This hypothesis is supported by the present culture results in which field plants of *C. saxicolum* formed *P. zosterifolia*-like erect thalli.

*C. saxicolum* has been studied by several authors in culture. Fletcher (1987) reported the occurrence of erect thalli resembling *Petalonia* or *Scytosiphon* in the life history of *C. saxicolum*. He also mentioned that prostrate thalli of *Petalonia filiformis* in culture appear to show a marked similarity to *C. saxicolum* (Fletcher 1981). Loiseaux (1970) reported that *Compsonea sporangiiferum* Setchell and Gardner, which is taxonomically very close to *C. saxicolum*, formed minute *Scytosiphon*-like erect thalli. Therefore, it is likely that *C. saxicolum* generally represents a prostrate (sporophytic) stage of *P. zosterifolia*.

Although there has been a report on the life history of Japanese *P. zosterifolia* (Nakamura and Tatewaki 1975), detailed observations on their original material revealed that it was not *P. zosterifolia* but probably a new taxon of *Scytosiphon*, having hollow thalli and unicellular paraphyses among plurilocular sporangia. The occurrence of *Ralfsia*-like prostrate thalli in their culture, which is different from filamentous prostrate thalli in our results, also supports this conclusion. Therefore, this paper represents the first report on the life history of Japanese *P. zosterifolia*.

*P. zosterifolia* also resembles *Scytosiphon com-*

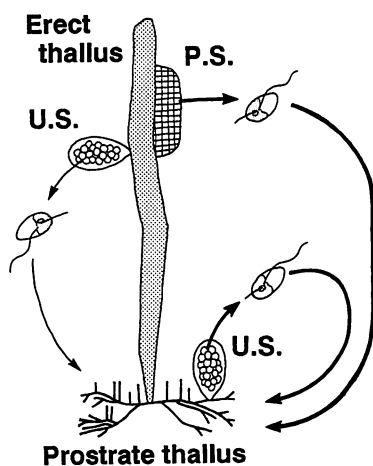


Fig. 30. Diagram of the life history of Japanese *Petalonia zosterifolia* in culture. P. S.: plurilocular sporangium, U. S.: unilocular sporangium.

*planatus* (Rosenvinge) Doty in morphology. Pedersen *et al.* (1987) doubted their distinctiveness. However, the erect thalli of *P. zosterifolia* are solid when young, while those of *S. complanatus* are essentially hollow (Rosenvinge and Lund 1947). Furthermore, *S. complanatus* forms crustose prostrate thalli (Pedersen 1980) which contrasts with the filamentous ones in *P. zosterifolia*. Therefore, in our opinion, these two are distinct species.

Fig. 30 summarizes the asexual, direct type of life history of Japanese *Petalonia zosterifolia* shown in the present culture study. This life history pattern in principle agrees with the reports of Fletcher (1974) and Boone and Kapraun (1989) on Atlantic materials. However, in our culture, in addition to the usual plurilocular sporangia, the erect thalli bore unilocular sporangia under 15°C and 20°C conditions. This is the first report on the occurrence of unilocular sporangia on the erect thalli in the Scytosiphonales, although they were not found in the field materials and can be artifact of culture experiment.

The order Scytosiphonales is generally known to form only plurilocular sporangia on (gametophytic) erect thalli, and only unilocular sporangia on (sporophytic) prostrate thalli. However, *Colpomenia peregrina* (Sauv.) Hamel forms additional plurilocular sporangia

on prostrate thalli in culture (Sauvageau 1927, Dangeard 1963, Blackler 1981). As shown in the present study, erect thalli also form unilocular sporangia under certain conditions. These results suggest that the life history patterns of the Scytosiphonales are more complicated than so far believed.

Culture results of Japanese *P. zosterifolia*, in which erect thalli appeared under all culture conditions examined, does not explain why erect thalli could not be found during summer and autumn at Oshoro. However, the growth of erect thalli and the swarmer release from plurilocular sporangia were less abundant under 20°C culture conditions than other conditions. Since *P. zosterifolia* grows in the upper intertidal zone, higher air temperature and strong solar irradiation during summer may cause serious damage to the growth of *P. zosterifolia*. Therefore, the occurrence of *P. zosterifolia* may be suppressed by these factors. This notion is supported by the fact that the species showed longer growth periods at Akkeshi and Hanasaki where the air and water temperatures are much lower than at Oshoro.

#### Acknowledgements

We appreciate Dr E.C. Henry for his critical reading and improving the English of the manuscript, Dr T. Yoshida for his helpful comments and Dr M. Tatewaki for the loan of herbarium specimens.

#### References

- Batters, E. A. L. 1888. A description of three new marine algae. *J. Linn. Soc., Botany* 24: 450-453.
- Blackler, H. 1981. Some algal problems with special reference to *Colpomenia peregrina* and other members of the Scytosiphonaceae. *Br. phycol. J.* 16: 133.
- Boone, P. W. and Kapraun, D. F. 1989. Developmental studies of three Scytosiphonaceae (Phaeophyta) from North Carolina. *Crypt. Bot.* 1: 15-25.
- Clayton, M. N. 1981. Studies of variability in Australian species of *Scytosiphon*. p. 67-75. In Fogg, G. E. and Jones, W. Eifion [ed.], *Proceedings of the Eighth International Seaweed Symposium*, xxxv + 769 pp.
- Dangeard, P. 1962. Sur la reproduction et le développe-

- ment de *Petalonia zosterifolia* (Reinke) Kuntze. C. r. hebdom. Séanc. Acad. Sci. 254: 1895-1896.
- Dangeard, P. 1963. Recherches sur le cycle évolutif de quelques Scytosiphonacées. Botanique 46: 5-129.
- Fletcher, R. L. 1974. Studies on the brown algal families Ralfsiaceae and Scytosiphonaceae. Br. phycol. J. 9: 218.
- Fletcher, R. L. 1981. Studies on the ecology, structure and life history of the brown alga *Petalonia filiformis* (Batt.) Kuntze (Scytosiphonaceae) around the British Isles. Phycologia 20: 103-104.
- Fletcher, R. L. 1987. Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae) Part 1. British Museum (Natural History), London, x+359 pp.
- Hamel, G. 1931-1939. Phéophycées de France. Paris. XLVII+432 pp.
- Hsiao, S. I. C. 1969. Life history and iodine nutrition of the marine brown alga, *Petalonia fascia* (O. F. Müll.) Kuntze. Can. J. Bot. 47: 1611-1616.
- Kuckuck, P. 1897. Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland. II. Wiss. Meeresunters. (Helgol.) N.F. 2: 271-400.
- Loiseaux, S. 1970. *Strebloanea anomalum* S. et G. and *Compsonema sporangiiferum* S. et G. stages in the life history of a minute *Scytosiphon*. Phycologia 9: 185-191.
- Lüning, K. and Dring, M. J. 1973. The influence of light quality on the development of the brown algae *Petalonia* and *Scytosiphon*. Br. phycol. J. 8: 333-338.
- Nakamura, Y. and Tatewaki, M. 1975. The life history of some species of Scytosiphonales. Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Fac. Sci., Hokkaido Univ. 6: 57-93.
- Newton, L. 1931. A Handbook of the British Seaweeds. British Museum (Natural History), London, viii+478 pp.
- Pedersen, P. M. 1980. Culture studies on complanate and cylindrical *Scytosiphon*. Br. phycol. J. 15: 391-398.
- Pedersen, P. M., Kristiansen, A. and Moseholm, L. 1987. The effect of temperature on growth and reproduction of *Scytosiphon complanatus* (Fucophyceae) from Greenland. Nord. J. Bot. 7: 729-733.
- Reinke, J. 1889. Algenflora der westlichen Ostsee, Deutschen Antheils. Ber. comm. wiss. Untersuch. dt. Meere 6: 1-101.
- Roberts, M. and Ring, M. 1972. Preliminary investigations into conditions affecting the growth of the microscopic phase of *Scytosiphon lomentarius* (Lyngbye) Link. Mém. Soc. bot. Fr. 1972: 117-128.
- Rosenvinge, L. K. and Lund, S. 1947. The marine algae of Denmark: Contributions to their natural history. Vol. II. Phaeophyceae. III: Encoeliaceae, Myriotrichiaceae, Giraudiaceae, Striariaceae, Dictyosiphonaceae, Chordaceae and Laminariaceae. Kongel. Dansk. Vidensk. Selsk., Biol. Skr. 4: 1-99.
- Sauvageau, C. 1927. Sur le *Colpomenia sinuosa* Derb. et Sol. Bull. Stn Biol. Arcachon 24: 309-353.
- Setchell, W. A. and Gardner, N. L. 1925. The marine algae of the Pacific coast of North America. III Melanophyceae. Univ. Calif. Publs Bot. 8: 383-898.
- Tatewaki, M. 1966. Formation of a crustaceous sporophyte with unilocular sporangia in *Scytosiphon lomentaria*. Phycologia 6: 62-66.
- Wynne, M. J. 1969. Life history and systematic studies of some Pacific North American Phaeophyceae (brown algae). Univ. Calif. Publs Bot. 50: 1-88.

### 小亀一弘・川井浩史：日本産褐藻ホソバセイヨウハバノリ *Petalonia zosterifolia* (Reinke)

#### O. Kuntze の形態と生活史

本種の直立藻体は、長さ 20(–30) cm, 幅 0.5–8 mm の扁平で細長い帯状で、中実だが部分的に中空になる。複子嚢の細胞列は互いに密に接着しており、側糸を欠く。複子嚢から放出された遊走細胞は培養下では糸状のほふく体に発達し、単子嚢を形成した。ほふく体は明かな盤状になることはない。直立体はほふく体から直接発出し、10°C 以下の低温短日条件下でよく発達し複子嚢を形成した。また、一部の培養株では、直立体上に複子嚢に混じって単子嚢が形成された。有性生殖は観察されず、複子嚢および単子嚢に由来する遊走細胞は、いずれも初めの遊走細胞と同様の直接型の生活史を示した。北海道忍路において形態上 *Compsonema saxicolum* (Kuckuck) Kuckuck と同定される藻体を採集し培養したところ、ホソバセイヨウハバノリと同定できる直立体を得た。このことから *Compsonema saxicolum* は本種の胞子体世代であると考えられる。(060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学部植物学教室)





## Michio Masuda, Tetsuro Ajisaka, Shigeo Kawaguchi, Huynh Quang Nang and Nguyen Huu Dinh: The use of *Sargassum mcclurei* as medical tea in Vietnam\*

*Key Index Words:* Economic seaweed—*Sargassum*—*Sargassum tea*—*Sargassum mcclurei*—taxonomy—Vietnam.

Michio Masuda, Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

Tetsuro Ajisaka, Division of Tropical Agriculture, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan

Shigeo Kawaguchi, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 812 Japan

Huynh Quang Nang, Nguyen Huu Dinh, National Center for Scientific Research of Vietnam, Center for Science-Production of Seaweed, 2A Hung Vuong, Nha Trang, Vietnam

It is well known that many species of the brown algal genus *Sargassum* form seaweed beds (underwater forests) which offer fishes and invertebrates spawning grounds and/or habitats. In Japan, floating fragments of some *Sargassum* species are of ecological and commercial interest as they are accompanied by juveniles of several fishes (Uchida and Shojima 1958). Such juveniles (particularly of the yellow tail, *Seriola quinqueradiata*) are a source of stock for mariculture. In many Asiatic countries some species of *Sargassum* have been used for food, for alginat extraction or for manure (Chapman 1970, Michanek 1975, Lu and Tseng 1983).

In Vietnam, *Sargassum* is one of the biggest natural seaweed resources and has been harvested and used for food (boiling with fish), for medicine (making some iodine-based drugs), for manufacturing alginates and for manure (sweet potatoes, tobacco, onions and others). In coastal provinces of southern to central Vietnam, Khanh Hoa, Quang Nam, Quang Ngai, Binh Dinh and others, dried material of *Sargassum* is used for medical tea and offered for sale together with dried *Porphyra*, agarophytes and carrageenophytes in local markets. The prices per 1 kg of these dried seaweeds were as follows at the Nha Trang Market, Khanh Hoa Province, in early March, 1992: 1) *Sargassum* species (Fig.

1)=US\$ 0.5, 2) *Porphyra* sheets=US\$ 5, 3) *Gracilaria eucheumoides* Harvey=US\$ 4.5, 4) *G. tenuistipitata* Chang et Xia=US\$ 1.5, 5) *G. edulis* (S. G. Gmelin) P. C. Silva (= *Polycavernosa fastigiata* Zhang et Xia)=US\$ 1, 6) *Eucheuma gelatinum* (Esper) J. Agardh=US\$ 3, and 7) *Gelidiella adnata* Dawson=US\$ 5.

Some 40 species of *Sargassum* have been reported from southern to central Vietnamese waters (Pham 1967, 1969). *Sargassum* tea has been traditionally used in Vietnam as a source of iodine. The iodine content in *Sargassum* species is 0.05–0.16% of dry weight, varying according to the growing season and species. Although many species are harvested from March to May, at present the most common species, *Sargassum mcclurei* Setchell (Fig. 2) is chiefly used. Samples collected by local gatherers are washed in fresh water, dried, and packed for sale in the markets (Fig. 1). Preparation of the tea is as follows: dried material is boiled with fresh water and filtered. This tea has a yellowish brown color. For drinking some sugar can be added.

On the basis of materials collected at Nha Trang, the morphological features of *Sargassum mcclurei* (Fig. 2) are as follows. Thalli are yellowish brown in color, arising from a depressed scutate holdfast, and attain 70 cm or more. Stems are smooth in surface, 2.5–5.0 mm long, terete, 2.5–4.0 mm in diameter, bearing several primary branches. The primary branches are terete near the stem and slightly compressed at their middle to distal

\* This study was supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research (International Scientific Research Program—Field Research, No. 04041015) from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan.

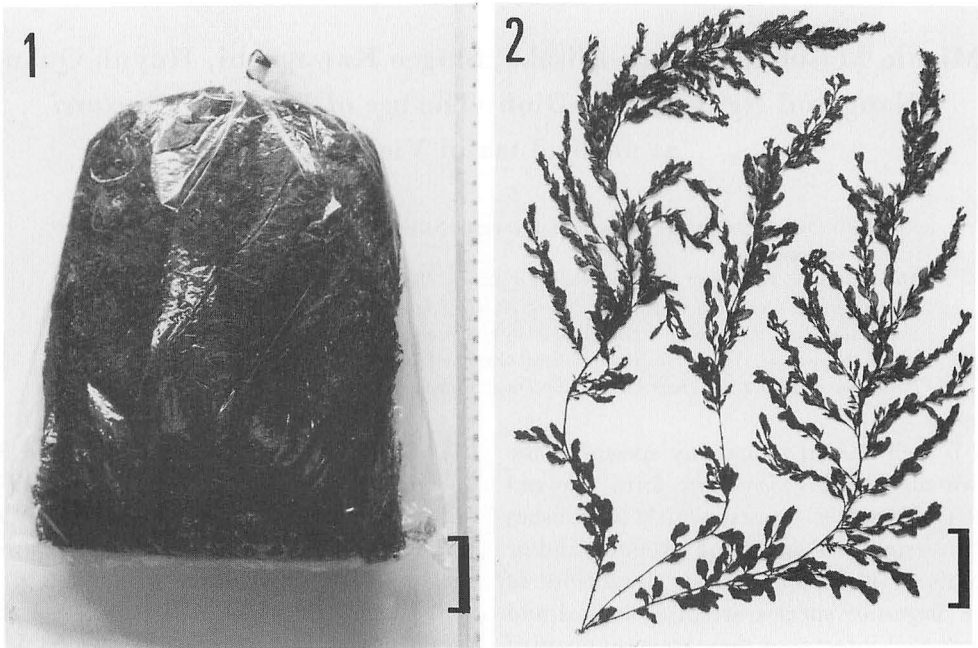


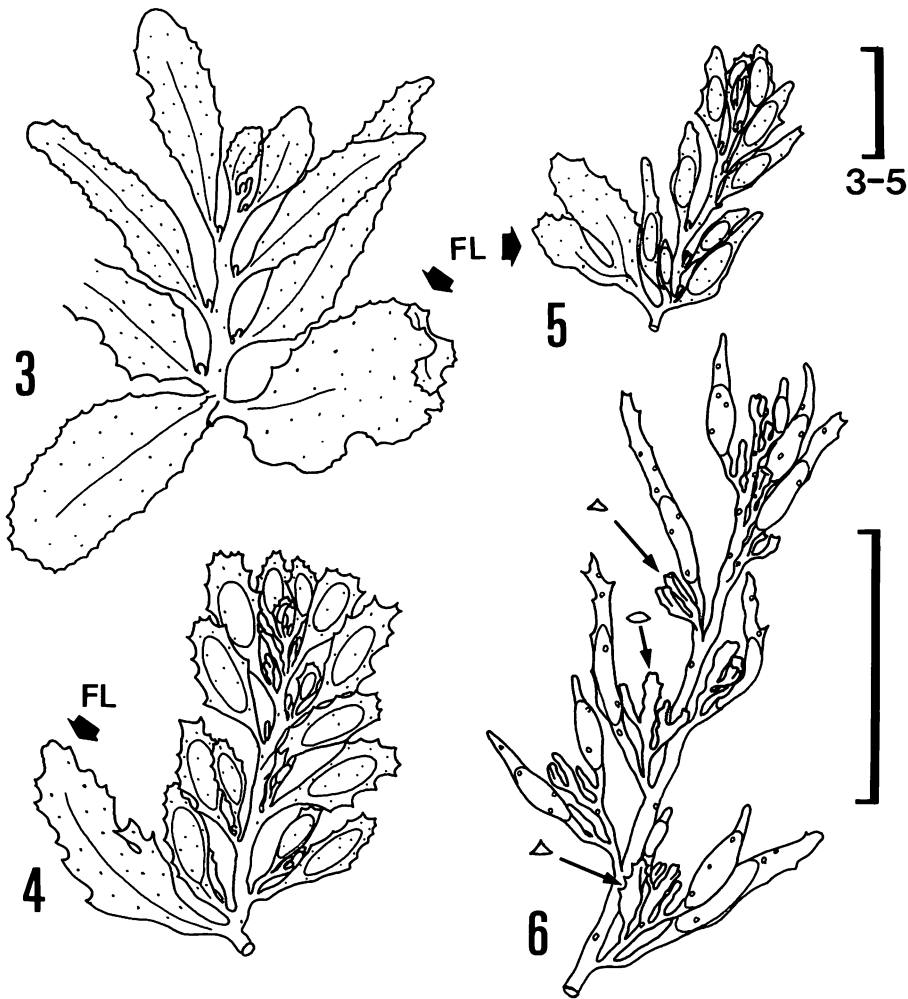
Fig. 1. Package of *Sargassum* sold in Nha Trang Market, Khanh Hoa Province in Vietnam. Scale=4 cm.  
 Fig. 2. Herbarium specimen of *Sargassum mcclurei* Setchell collected at Nha Trang on 5 March 1992 and deposited in the Herbarium, Faculty of Agriculture, Kyoto University. Scale=5 cm.

portions, up to 3.0 mm wide and 2.5 mm thick, having smooth surfaces. Secondary branches are spirally arranged at intervals of 1.5–2.0 cm and are 5–14 cm long. Leaves of primary and secondary branches on the proximal portion of the thallus are obovate to elliptic, asymmetrical to markedly unequal, with cuneate bases, obtuse apices and denticulate or entire margins. They are sometimes conduplicate (folded on themselves) at the apex. Midribs are faintly discernible and vanish near the apex of the leaves (Fig. 3). Cryptostomata are prominent and are scattered all over the leaf surfaces. Leaves of primary and secondary branches on the middle to distal portions of the thallus are smaller and more slender than the proximal leaves, rarely forked, decidedly asymmetrical, with acute apices and faintly discernible evanescent midribs and usually with denticulate margins. The central portions of these upper leaves are swollen into vesicles (Figs. 4, 5), which are termed phyllocysts by Tseng and Lu (1979). Each phyllocystic vesicle is com-

posed of a more or less flattened cyst (bladder) embedded in a leaf. Phyllocystic vesicles on the tertiary branches are crowned with long apical prolongations, and without wings (Fig. 6).

Plants are dioecious. Receptacles are borne on tertiary branches. Female receptacles are simple or once to thrice branched racemously. Mature receptacles are compressed to triquetrous (Fig. 6), 2–3 mm long, 0.5–1.0 mm wide, and sometimes toothed. Male receptacles are terete and slightly warty; spines are absent (Pham 1967).

The following four species of *Sargassum* subgenus *Bactrophycus* are grouped in the section *Phyllocystae* Tseng (1985) on the basis of the presence of characteristic phyllocysts (Tseng *et al.* 1985): *S. phyllocystum* Tseng et Lu (1979), the type species, *S. emarginatum* Tseng et Lu (1978), *S. herklotsii* Setchell (1933) and *S. mcclurei* Setchell (1933). These species have been reported from several localities along the coast of the South China Sea, ranging from Hong Kong to Vietnam (Lu and



Figs. 3-6. *Sargassum mcclurei* Setchell. 3-5: secondary branches on the proximal (3), middle (4) and distal (5) portions of the thallus. FL, first leaf. 6: phyllocystic vesicles and female receptacles on a tertiary branch, with transverse sections. Each scale=1 cm.

Tseng 1983). Judging from the descriptions and illustrations of the species of *Sargassum* section *Phyllocystae* (Setchell 1933, Tseng and Lu 1978, 1979, Lu and Tseng 1983, Tseng *et al.* 1985), some species are clearly closely related and distinctions between them are unclear. For example, *Sargassum emarginatum* has occasionally conduplicate leaves (Tseng and Lu 1978) as does *S. mcclurei* in Vietnam, although the latter leaves are conduplicate only at the apex. *Sargassum herklotsii*, described from only a single collection and growing with *S. mcclurei* in Hong Kong, has been distinguished from the latter species by subtle differ-

ences in leaves, vesicles and receptacles: 1) elongated, fairly equal upper leaves, 2) elongated, non-winged upper vesicles with long apical prolongations, and 3) flat (rather than triquetrous), dentate female receptacles (Setchell 1933). These features, however, can be also found in single individuals of Vietnamese *S. mcclurei*. Further critical studies of these species are needed to clarify their status.

Most of the *Sargassum* tea sold in the Nha Trang Market can be identified with *Sargassum mcclurei* on the basis of the present circumscription of this species, notably the presence of toothed, triquetrous female receptacles.

Two other species of *Sargassum* may also be included in individual packages (Fig. 1): *S. polycystum* C. Agardh and *S. crassifolium* J. Agardh, both of which belong to *Sargassum* subgenus *Sargassum*.

### Acknowledgments

We are grateful to Professor Tadao Yoshida and Professor Michael D. Guiry for their reading of the manuscript.

### References

- Chapman, V. J. 1970. Seaweeds and their uses. 2nd ed. Methuen, London.
- Lu, B. and Tseng, C. K. 1983. Phaeophyta. In C. K. Tseng, [ed.] Common seaweeds of China. pp. 167-243. Science Press, Beijing.
- Michanek, G. 1975. Seaweed resources of the ocean. FAO Fisheries Technical Paper 138: 1-127.
- Pham, H. H. 1967. Contribution à l'étude des algues littorales du Vietnam I: Le genre *Sargassum*. Ann. Fac. Sci. Saigon 1967: 259-332.
- Pham, H. H. 1969. Marine algae of South Vietnam. Ministry of Education and Youth, Trung-Tam Hoc-Lieu Xuat-Batan, Saigon (in Vietnamese).
- Setchell, W. A. 1933. Hong Kong Seaweeds, III. Hong Kong Nat. Suppl. 2: 33-49.
- Tseng, C. K. 1985. *Sargassum* sect. *Phyllocystae* sect. nov., a new section of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus*. In I. A. Abbott and J. N. Norris [eds.] Taxonomy of Economic Seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species. p. 15. California Sea Grant College Program, La Jolla.
- Tseng, C. K. and Lu Baoren. 1978. Studies on the Sargassaceae of the Xisha Islands, Guandong Province, China, I. Stud. Mar. Sinica 12: 1-11.
- Tseng, C. K. and Lu Baoren. 1979. Studies on the Sargassaceae of the Xisha Islands, Guandong Province, China, II. Stud. Mar. Sinica 15: 1-12.
- Tseng, C. K., Yoshida, T. and Chiang, Y. M. 1985. East Asiatic species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* J. Agardh (Sargassaceae, Fucales), with keys to the sections and species. In I. A. Abbott and J. N. Norris [eds.] Taxonomy of Economic Seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species. pp. 1-14. California Sea Grant College Program, La Jolla.
- Uchida, K. and Shojima, Y. 1958. Studies on the larvae and juveniles of fishes accompanying floating algae. I. Research in the vicinity of Tsuyazaki, during Mar., 1957-Mar., 1958. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24: 411-415 (in Japanese).

増田道夫\*・鯨坂哲朗\*\*・川口栄男\*\*\*・Huynh Quang Nang\*\*\*\*・Nguyen Huu Dinh\*\*\*\* :

ベトナムにおける *Sargassum mcclurei* の薬用茶としての利用

ベトナムでは褐藻ホンダワラ属を食用、薬用、アルギン酸工業、肥料など多方面に利用している。南部から中部にかけての海岸沿いの地方では、乾燥したホンダワラ属材料を煎じて、沃素を補給するための薬用茶として飲用しており、乾燥材料が紅藻オゴノリ属やキリンサイ属などの他の食用海藻とともにマーケットで販売されている。ホンダワラ茶の原料にはさまざまな種が用いられているが、上記の地方の沿岸に最も多産する *Sargassum mcclurei* Setchell が一般的に利用されている。本種の形態的特徴について記述し、近縁種との分類学的問題を指摘した。(\*060 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学理学部植物学教室；\*\*606 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学研究科熱帯農学専攻；\*\*\*812 福岡市東区箱崎6丁目 九州大学農学部水産学第二教室；\*\*\*\* National Center for Scientific Research of Vietnam, Center for Science—Production of Seaweed, 2A Hung Vuong, Nha Trang, Vietnam)

能登谷正浩・菊地則雄・有賀祐勝：紅藻ベニミドロの室内培養による生活史

Masahiro Notoya, Norio Kikuchi and Yusho Aruga: Life history of  
*Stylonema alsidii* (Rhodophyta) in culture

*Key Index Words:* culture—life history—Rhodophyta—*Stylonema alsidii*.

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

紅藻のウシケノリ亜綱にはチノリモ目, エリスロペルティス目, ウシケノリ目, ロドケーテ目の4目が含まれる (Garbary *et al.* 1980a) が, 日本沿岸からはロドケーテ目を除く3目の種が記載されている (吉田ら 1990)。それらの中で, チノリモ目およびエリスロペルティス目に含まれる種の生活史に関しては, 近年, 外国産の数種について室内培養や天然藻体での観察が報告され, いくつかの種では有性生殖の存在が発見されている (Heerebout 1968, Kornmann 1984, 1987, Hawkes 1988, Magne 1990)。日本産の種の室内培養による観察は, イソハナビ *Erythrocladia subintegra* についての無性生殖に関する報告 (Hurtado-Ponce and Umezaki 1985) のみである。著者らは日本沿岸に産するウシケノリ亜綱植物の生活史を明らかにする目的で数種について室内培養を試みているが, ベニミドロ *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew を種々の温度と照度の下で培養し, 生活史を観察した結果, 高温下で培養した藻体は天然の藻体とは著しく異なる形態を示したので以下に報告する。

1990年3月23日に千葉県館山市坂田の潮間帯に生育するウミトラノオ *Sargassum thunbergii* に着生していたベニミドロを採集し (Fig. 1), この藻体から放出された単胞子をガラスピペットで吸い上げ, 滅菌海水による洗浄を数回繰り返した後, 単藻培養した。

藻体の生育におよぼす温度, 照度, 光周期の影響を調べるため, 温度は10, 15, 20, 24, 30°Cの5段階, 照度は1000, 2000, 4000, 8000 luxの4段階, 光周期は14 L:10 Dと10 L:14 Dの2段階を組み合わせて計40条件下で培養した。培養にはGrund 改変培地 (McLachlan 1973) を用い, 3日目ごとに培養液を交換した。

天然藻体から放出された単胞子は直径9.7–12.1 μm (平均10.8 μm) の球形で, 赤褐色の星状色素体を1個持っていた (Fig. 2A)。単胞子はスライドガラスに付着後, 20°C, 4000 lux, 14 L:10 Dでは1–2日で等し

い大きさの2細胞に分裂した (Fig. 2B)。その後は分裂を繰り返して単列糸状の直立体となり, 4日目には9–10細胞の藻体に成長した (Fig. 2C)。6日目には偽分枝が認められ (Fig. 2D), 9日目には高さ約0.3 mmで枝を8–14本持ち, 小型ではあるが天然で見られる藻体と似た形態になった (Fig. 2E)。枝の先端部の粘質鞘が破れて球形化した栄養細胞が単胞子として放出された。単胞子は先端の細胞から順次放出され, 枝の最下位の細胞に至るまで放出された。その際, 単胞子は2個の細胞が密着したままデスマッド様の形状で先端まで移動し, 放出直前に分離して球形となる場合が多く観察されたが, 少数の細胞では, 移動しながら分裂して2個の胞子となって放出される場合も観察された (Fig. 2F)。

温度, 照度, 光周期を変えて単胞子を培養した結果, 15–30°Cでは成長が見られたが, 10°Cでは1か月間の培養でも分裂することなく成長は見られなかった。長日条件下 (14 L:10 D) では15°Cと20°Cで, 短日条件下 (10 L:14 D) では20°Cで特に速い成長が見られ, いずれの場合も高照度ほど速かった (Fig. 3)。単

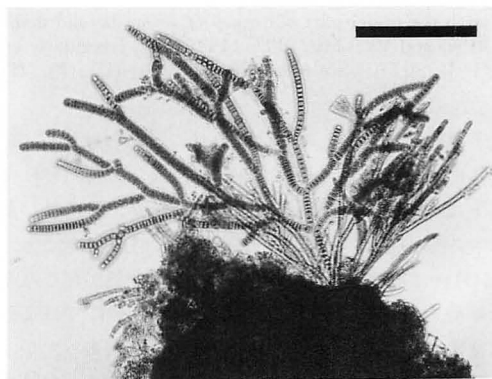


Fig. 1. Mature thalli of *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew epiphytic on *Sargassum thunbergii* collected at Banda, Chiba Prefecture, on March 23, 1990. Bar, 200 μm.

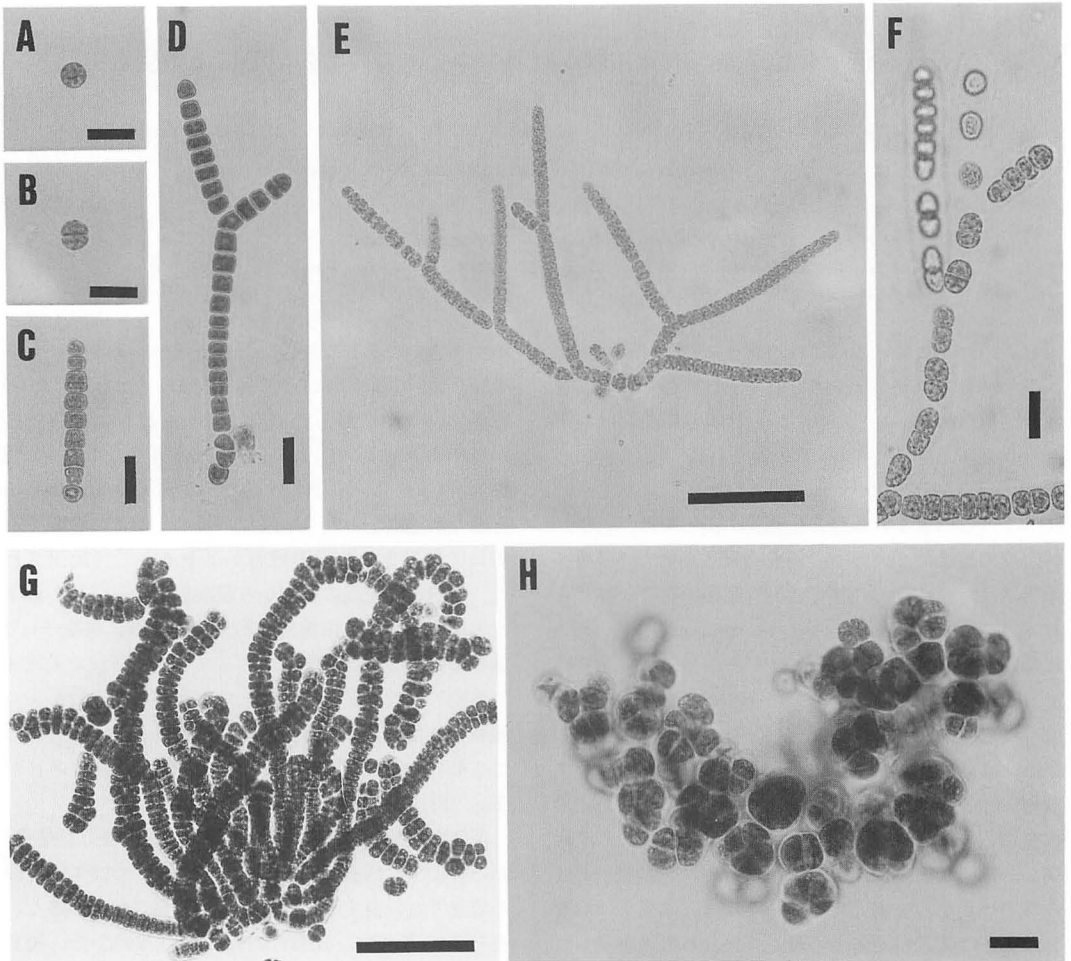


Fig. 2. (A-F) *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew cultured at 20°C and 4000 lux (14 L : 10 D). (A) A monospore from a wild thallus. (B) Two-celled germling of one day old. (C) Four-day-old germling. (D) Six-day-old germling with initial false branching. (E) Nine-day-old thallus similar to wild one. (F) Monospores formed at the upper part of branch of seven-day-old thallus. (G) Irregularly branched thalli cultured for a month at 24°C and 4000 lux (10 L : 14 D). (H) Irregularly grown thallus cultured for twelve days at 30°C and 4000 lux (14 L : 10 D). Scale bar; 20  $\mu$ m in (A)-(D), (F), (H); 100  $\mu$ m in (E), (G).

胞子の放出は早いものでは6日目に認められたが、12日目には全ての条件下で認められた。また、15°Cでは1-1.5か月間は単列の藻体であったが、その後、藻体中央部の細胞で枝の伸長方向に平行な分裂が起こり、2か月後には藻体全体の細胞で同様の分裂が起こり多列細胞の藻体になった。20°Cおよび24°Cでは2週間目までは天然藻体と同様の単列の藻体であったが、その後次第に藻体全体が多列化し始め、約1か月後には付着器を残して全体が多列となった(Fig. 2G)。体細胞の多列化は特に短日条件下で早く起こることが観察された。30°Cでは、単列細胞の藻体は見られず、

全て塊状に成長して天然藻体とは全く異なる形態となった(Fig. 2H)。このような多列や塊状の藻体では、単胞子は枝の先端に限られず側部からも粘質鞘が破れて一度に数個から十数個が順次放出された。

ベニミドロの藻体は基本的には単列細胞からなる。しかし、藻体の極く一部が多列となる場合があることも知られている(Tanaka 1952; Garbary *et al.* 1980b)が、本培養で観察されたように、体細胞の多列化または塊状化は特に高温環境下で細胞分裂の方向が乱れ細胞の配列が極端に変化することによるものと考えられる。したがって、天然の生育条件によっては室内培養

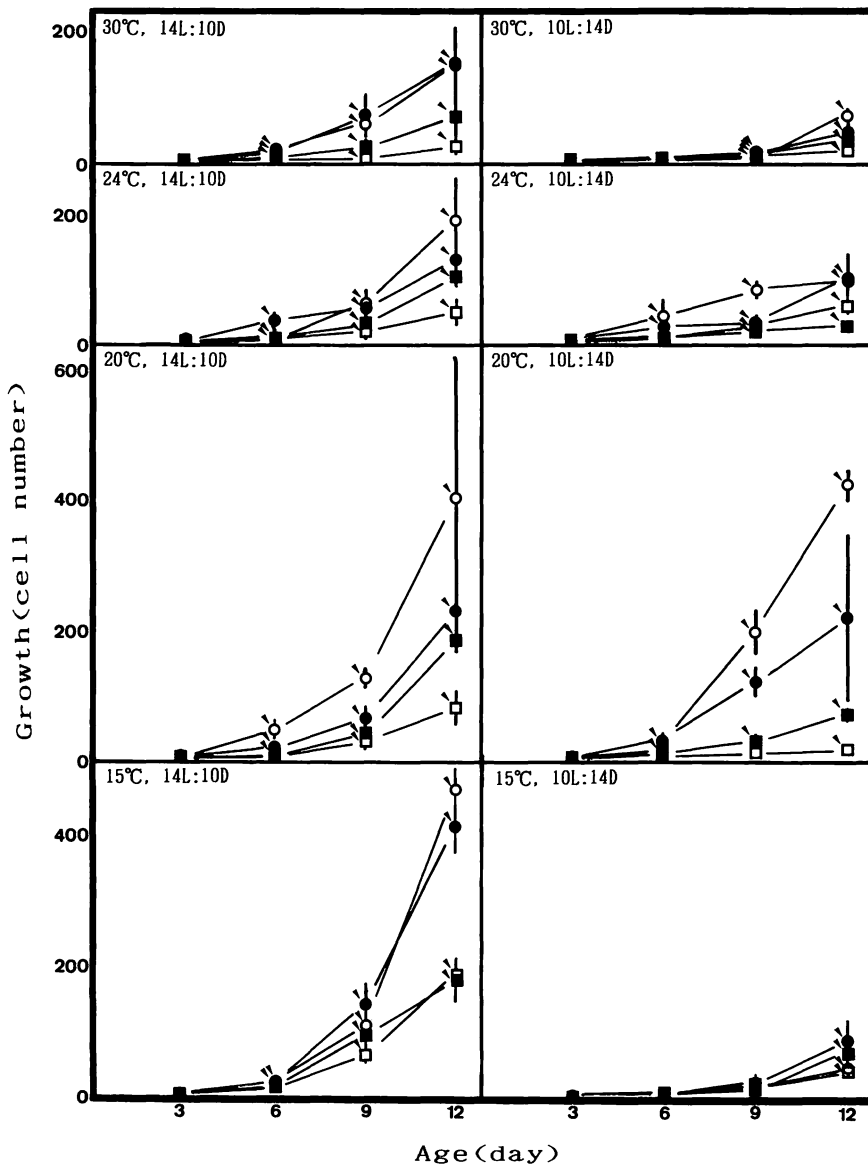


Fig. 3. Growth of monospore germlings of *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew under various temperature and light conditions. Open squares, 1000 lux; solid squares, 2000 lux; solid circles, 4000 lux; open circles, 8000 lux. Arrowheads indicate monospore liberation. Vertical bars, standard deviation.

下で生じたカズノホシノイト *Stylonema cornu-cervi* 類似の形態となる可能性が示唆される。また、本研究で実施した温度と照度を組み合わせた培養条件下では単孢子以外の生殖細胞は認められなかった。

#### 文 献

Garbary, D. J., Hansen, G. I. and Scagel, R. F. 1980a.

Revised classification of the Bangiophyceae (Rhodophyta). *Nova Hedwigia* 33: 145-166.

Garbary, D. J., Hansen, G. I. and Scagel, R. F. 1980b. The marine algae of British Columbia and northern Washington: division Rhodophyta (red algae), class Bangiophyceae. *Syesis* 13: 137-195.

Hawkes, M. W. 1988. Evidence of sexual reproduction in *Smithora naiadum* (Erythropeltidales, Rhodophyta) and its evolutionary significance. *Br. phycol. J.* 23: 327-336.

- Heerebout, G. R. 1968. Studies on the Erythropeltidaceae (Rhodophyceae—Bangiophycidae). *Blumea* 16: 139–157.
- Hurtado-Ponce, A. Q. and Umezaki, I. 1985. Life history of *Erythrocladia subintegra* Rosenvinge (Bangiales, Rhodophyceae) in culture. *Jpn. J. Phycol.* 33: 283–287.
- Kornmann, P. 1984. *Erythrotrichopeltis*, eine neue Gattung der Erythropeltidaceae (Bangiophyceae, Rhodophyta). *Helgol. Meeresunters.* 38: 207–224.
- Kornmann, P. 1987. Der Lebenszyklus von *Porphyrostromium obscurum* (Bangiophyceae, Rhodophyta). *Helgol. Meeresunters.* 41: 127–137.
- Magne, F. 1990. Reproduction sexuée chez *Erythrotrichia carnea* (Rhodophyceae, Erythropeltidales). *Cryptogamie Algol.* 11: 157–170.
- McLachlan, J. 1973. Growth media—marine. p. 25–51. In J.R. Stein (ed.), *Handbook of phycological methods*. Cambridge Univ. Press, New York.
- Tanaka, T. 1952. The systematic study of Japanese Protofloridae. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 2: 1–91.
- 吉田忠生・中嶋 泰・中田由和 1990. 日本産海藻目録 (1990年改訂版). *藻類* 38: 269–320.  
(108 東京都港区港南4-5-7  
東京水産大学藻類学研究室)



加藤季夫：関東沿岸水域から得られたミドリムシ藻 *Eutreptiella* の3種について

Sueo Kato: On three species of *Eutreptiella* (Euglenophyceae) in the coastal waters of the Kanto district, Japan.

**Key Index Words:** *Eutreptiella*—*Eutreptiella eupharyngea*—*Eutreptiella gymnastica*—*Eutreptiella hirudoidea*—marine euglenoid—red tide.

Sueo Kato, Laboratory of Natural Science, Kokugakuin University, Tokyo, 150 Japan

海産のミドリムシ藻 *Eutreptiella* は da Cunha によりブラジルのリオデジャネイロ湾から得られた *E. marina* をタイプ種として1913年に属が設立された (da Cunha 1914)。その後, Schiller (1925) により *Gymnastica* (= *Eutreptiella*) として3種, さらに, Butcher (1964), Thronsen (1969) および Walne *et al.* (1986) によりさらに5種が新たに記載され, 現在までのところ9種が知られている。日本でも *Eutreptiella* は広島湾 (羽田1972), 岡山港近辺海域 (斉藤1984), 大阪湾 (矢持1984), 五ヶ所湾 (斉藤1984), 東京湾 (斉藤1983, 1984) および相模湾 (加藤1991) などに出現し, *E. marina* da Cunha (羽田1972) と *E. gymnastica* Thronsen (斉藤1983, 1984), *E. eupharyngea* Moestrup and Norris (加藤1991) の3種が同定されている。

筆者は日本の沿岸水域に出現する *Eutreptiella* の種類を明らかにするため, まず関東地方沿岸でこの藻を採集し, 得られた培養株の観察を行った。その結果, 日本新産1種を含む3種を同定することが出来たのでここに報告する。

**材料と方法:** 採集は1991年と1992年に, 関東沿岸の港などでプランクトンネットおよび大型の広口ビンを用いて行った (Fig. 1)。採集した試料は氷で冷やして持ちかえり, ピペット洗浄法で藻体を分離し, PES培地 (Provasoli 1966) の入った試験管内で培養した。培養は温度 20°C, 照度約 3000 lux, 12時間明期・12時間暗期の明暗周期の条件下で行った。観察は光学顕微鏡を用いて主に対数増殖期の藻体で行い, その際にノマルスキー式微分干渉装置も用いた。藻体の固定に1%オスミウム酸水溶液の蒸気, ピレノイドの染色にプロピオンカーミン (Rosowski and Hoshaw 1970, 加藤1991), 生体染色に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。

**結果と考察:** 関東沿岸水域の海水から単離・培養した *Eutreptiella* の29株は, 以下の3種に同定することが

できた。このうち, *E. hirudoidea* Butcher は日本新産である。

1) *Eutreptiella hirudoidea* Butcher, Fish. Invest. Lond. Ser. IV. 5. pl. 1. f. 11. pl. 3. f. 5. 1961. (Figs. 2, 5–7)

遊泳中の変形運動をしていない細胞はこん棒状または倒卵形で, 長さ 22–32  $\mu\text{m}$ , 幅 7–11  $\mu\text{m}$ , 頭部の先端はまるく, 尾部は次第に細くなり先端は突起状になっている。遊泳していない細胞の変形運動は著しく, 細胞の形や大きさがかなり変化する。また, 変形運動を

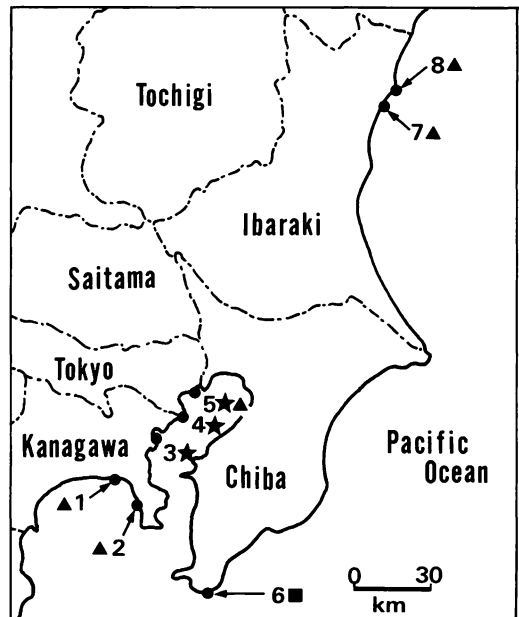


Fig. 1. A map showing the localities where three species of *Eutreptiella* were collected. Symbols indicate the taxa. 1. Koshigoe. 2. Sajima. 3. Yokohama. 4. Tama River. 5. Harumi. 6. Odo. 7. Kuji. 8. Kawajiri. ■: *E. hirudoidea* Butcher. ★: *E. gymnastica* Thronsen. ▲: *E. eupharyngea* Moestrup and Norris.

しながら遊泳している細胞もみられる。葉緑体は楕円形で、細胞あたり6-12個。2本の不等長の鞭毛のうち、長鞭毛は体長の約3倍の長さで、左右に大きく波状にうねる。一方、短鞭毛は体長とほぼ同じ長さで、前方にのび、小さく波打つことが多い。核は球形で、径5-6  $\mu\text{m}$ 、細胞のほぼ中央部にある。眼点の大きさは3-4  $\mu\text{m}$ 、粘液体は小さくて顆粒状。パラミロン粒は対数増殖期の細胞ではほとんどみられない。外皮の条線はラセン状に巻いている。収縮胞は観察出来なかった。

培養株：ME-115（千葉県安房郡白浜町の小戸港，1992年5月6日）

タイプ産地：クローチ川河口（イギリス）。

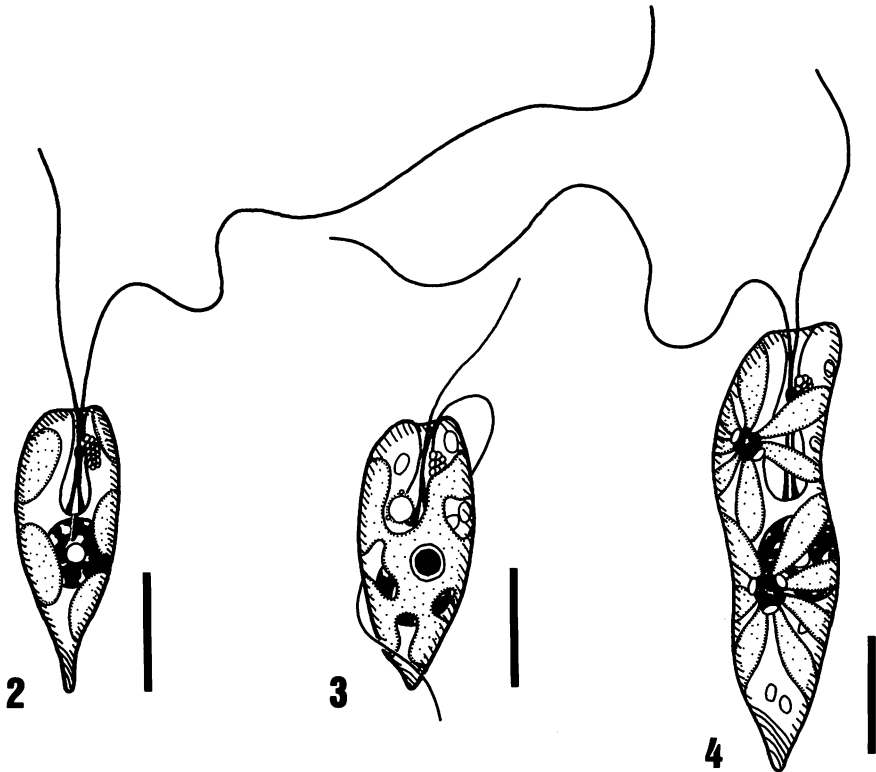
分布：イギリス，ノルウェー，日本。

ME-115株の藻は、外皮の条線の有無と眼点の大きさにおいて Butcher (1961) の原記載と若干異なっていた。Butcher は本種の外皮には条線がないと記載しているが、外皮の条線はノマルスキー式微分干渉装置を用いないと観察しにくいこと、Butcher が外皮の条線はないとした *Eutreptia pertyi* Pringsheim にも外皮の条線があること (Dawson and Walne 1991) などから、

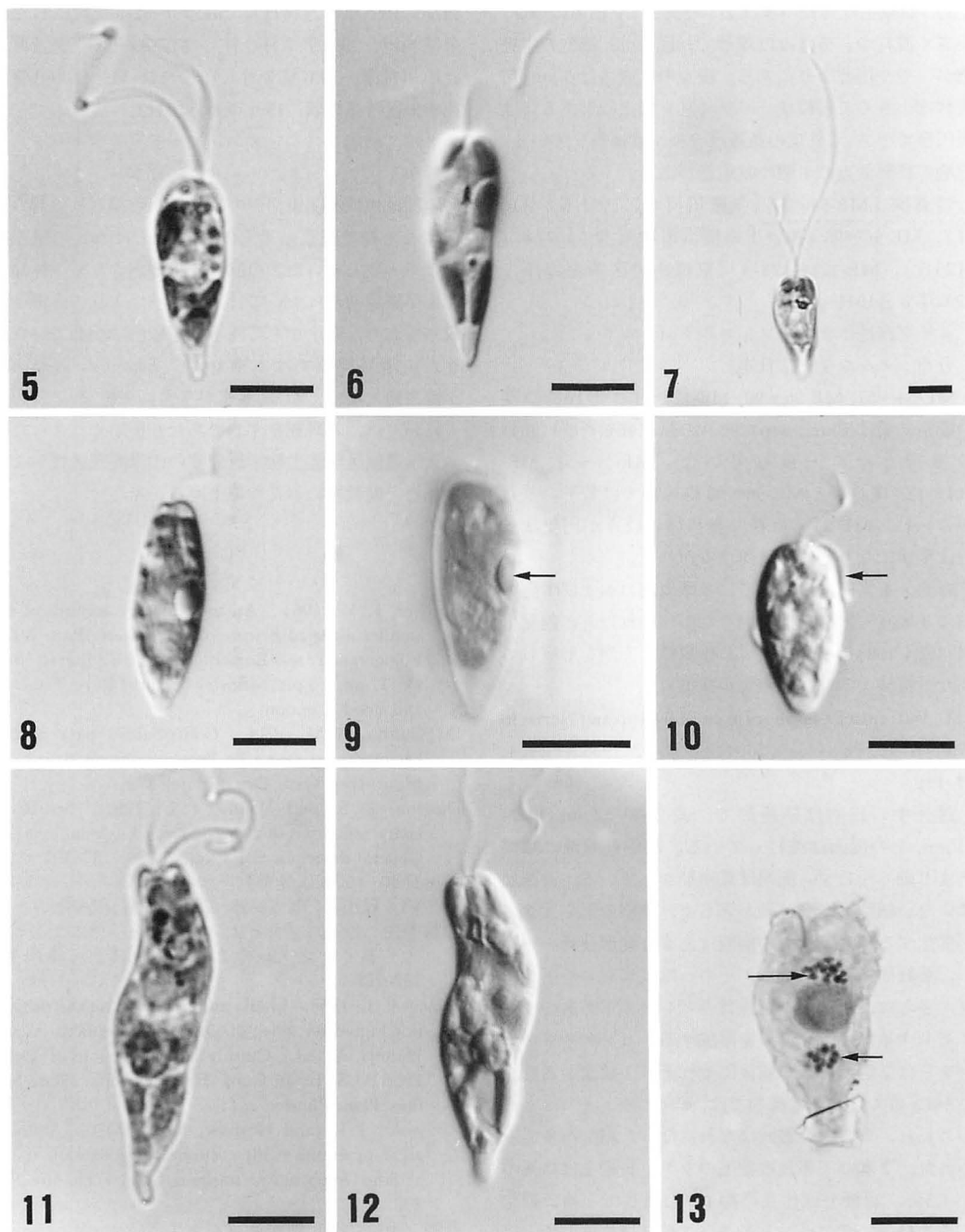
Butcher は条線を見落としたりと判断するのが適切と思われる。また、眼点は Butcher の図ではほぼ5  $\mu\text{m}$  で、ME-115株の藻の眼点よりもやや大きい。しかしながら、ME-115株の藻は、細胞の形や大きさ、葉緑体の形や数、鞭毛の長さや動きなどの点で Butcher の原記載とよく一致したので *E. hirudoidea* と同定した。

2) *Eutreptiella gymnastica* Thronsen, Nytt Mag. Bot. 16: 181. f. 18, 24. 1969. (Figs. 3, 8-10)

遊泳中の変形運動していない細胞は紡錘形または倒卵形で、長さ15-28  $\mu\text{m}$ 、幅6-11  $\mu\text{m}$ 、頭部の先端はまるく、尾部の先端は幾分尖っている。遊泳していない細胞の変形運動は著しく、細胞の形や大きさがかなり変化する。また、遊泳している細胞も変形運動をかなり行う。葉緑体は、細胞あたり1個で、多くの深い切れこみがあり、網目状に近い形をしており、両側が薄いパラミロン鞘で覆われたピレノイドを1個持っている。また、葉緑体はその一部が切れて10個前後の円盤状または葉状のものになることも多い。2本の不等長の鞭毛のうち、長鞭毛は体長の1-1.5倍の長さで、細胞をラセン状に巻いて後方にのび、ゆるやかに波打つ。



Figs. 2-4. Three species of *Eutreptiella*. 2. *E. hirudoidea* Butcher. 3. *E. gymnastica* Thronsen. 4. *E. eupharyngea* Moestrup and Norris. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$ .



Figs. 5-7. *Eutreptiella hirudoidea* Butcher (strain ME-115). 5. A club-shaped cell. 6. A cell with elliptical chloroplasts. 7. A cell with two flagella unequal in length. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$ .

Figs. 8-10. *Eutreptiella gymnastica* Thronsen (strain ME-57). 8. A fusiform cell. 9. A cell with a chloroplast containing a pyrenoid (arrow) covered by a paramylon cap on each side. 10. A cell with two flagella unequal in length. The longer flagellum (arrow) makes helix backwards close to the pellicle. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$ .

Figs. 11-13. *Eutreptiella eupharyngea* Moestrup and Norris (strain ME-64). 11. A fusiform cell with undulate outlines. 12. A cell with band-shaped chloroplasts. 13. A cell stained with propionocarmine. Two pyrenoid centres (arrows) are composed of many small pyrenoids. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$ .

一方、短鞭毛は体長のほぼ 2/3 の長さで、前方にのび、小さく波打つ。核はほぼ球形で、径 5  $\mu\text{m}$ 、細胞の中央部か、やや尾部よりにある。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あるいは長円形で小さい。外皮の条線はラセン状に巻いている。貯胞の底部側方に 1 個の収縮胞がある。

培養株：ME-54~57 (多摩川河口, 1991年3月10日), ME-96~98 (神奈川県横浜市横浜港, 1991年7月25日), ME-121~123 (東京都中央区晴海埠頭, 1992年8月10日)。

タイプ産地：オスロフィヨルド (ノルウェー)。

分布：ノルウェー, 日本。

ME-54~57, ME-96~98, ME-121~123 の 10 株の藻の観察結果は Thronsen (1969) の原記載や斉藤 (1984) の報告とほぼ一致していた。ME-54~57, ME-121~123 株の藻と ME-96~98 株の藻では若干の差異がみられ、ME-96~98 株の葉緑体のほうが円盤状または葉状になりやすい傾向がみられた。

今回、東京湾内の横浜港、多摩川河口および晴海埠頭の 3 地点で本種を採集できたが、それ以外に鶴見川河口でも 1985 年 9 月に出現し小規模な赤潮を形成していた (筑波大学 井上勲氏が採集)。

3) *Eutreptiella eupharyngea* Moestrup and Norris in Walne *et al.*, *Phycologia* 26: 110. f. 1-32. 1986. (Figs. 4, 11-13)

遊泳中の細胞は紡錘形で、長さ 30-52  $\mu\text{m}$ 、幅 7-11  $\mu\text{m}$ 、その側面は波打っている。細胞の頭部は幅があまり細くならず、先端は戟頭形をしている。遊泳していない細胞は変形運動が著しく、細胞の形や大きさが変化するが、遊泳中の細胞はあまり変形運動をしない。葉緑体はリボン状で、その一端にピレノイドがあり、さらに、幾つかの葉緑体のピレノイドがあつまってピレノイド・センターを形成する。ピレノイド・センターは 2 個で、核の前後にそれぞれ 1 個ずつある。しかし、古くなった培養物では、ピレノイド・センターがこわれ、葉緑体が離ればなれになった細胞が多くみられた。2 本の不等長の鞭毛のうち、長鞭毛は体長の 1-1.5 倍、短鞭毛は体長の約 1/2 の長さで、共に細胞の前端付近で波打つことが多い。核はほぼ球形で、径 5-8  $\mu\text{m}$ 、細胞のほぼ中央部の側面にあることが多い。眼点の大きさは 3  $\mu\text{m}$ 、粘液体は小さくて顆粒状、パラミロン粒は長円形で小さい。外皮の条線はラセン状に巻いている。収縮胞は観察出来なかった。

培養株：ME-62~64 (神奈川県横須賀市佐島港, 1991年4月24日), ME-65~69 (神奈川県鎌倉市腰越

漁港, 1991年5月28日), ME-79~82 (茨城県日立市久慈漁港, 1991年7月5日), ME-83~86 (茨城県日立市川尻港, 1991年7月5日), ME-119~120 (東京都中央区晴海埠頭, 1992年8月10日)。

タイプ産地：コリングフィヨルド (デンマーク)

分布：デンマーク, アメリカ, 日本

本種は 18 株が関東沿岸の 5 地点から得られており、いずれの株の観察結果も Walne *et al.* (1986) の原記載によく一致していた。今回の採集地点のうち、佐島港および腰越漁港においてはともにパッチ状の赤潮を形成しており、海水をところどころ緑色にかえていた。また、晴海埠頭では本種および *Eutreptiella gymnastica* が優占種となっており、海水がうすい緑色をしていた。

終わりに、本研究をするにあたり援助くださった日本大学農獣医学部生物学研究室の山岸高旺教授および大島海一助教授にお礼を申上げる。

## 文 献

- Butcher, R. W. 1961. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part. VIII. Euglenophyceae = Euglenineae. *Fish. Invest. Ser. IV.* 17 pp. + 3 pls. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- Da Cunha, A. M. 1914. Contribuição para o conhecimento da fauna de Protozoários do Brazil. II. *Mem. Inst. Osw. Cruz* 6: 169-179.
- Dawson, N. S. and Walne, P. L. 1991. Structural characterization of *Eutreptia perty* (Euglenophyta). I. General description. *Phycologia* 30: 287-302.
- 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 1991. プロピオンカーミン染色によるピレノイド・センターの 2 つの型の識別. *藻類* 40: 287-288.
- 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.
- 斉藤 実 1983. 海産ユーグレナ *Eutreptiella gymnastica* について. 横浜国大理科教育実習施設報告 1: 9-17.
- 斉藤 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.
- Schiller, J. 1925. Die planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meers. B. Chrysomonadina, Heterokonte, Cryptomonadina, Eugleninae,

- Volvocales. 1. Systematischer Teil. Arch. Protistenk. **53**: 59-123.
- Thronsen, J. 1969. Flagellates of Norwegian coastal waters. Nytt Mag. Bot. **16**: 161-216.
- Walne, P. L., Moestrup, *φ.*, Norris, R. E. and Ettl, H. 1986. Light and electron-microscopical studies of *Eutreptiella eupharyngea* sp. nov. (Euglenophyceae) from Danish and American waters. Phycologia **25**: 109-126.
- 矢持 進 1984. 大阪湾に出現する赤潮鞭毛藻6種の増殖に及ぼす水温の影響. 日本プランクトン学会報 **31**: 15-22.
- (150 東京都渋谷区東4-10-28  
国学院大学自然科学研究室)



鱒坂哲朗：オーストリア・ウィーン自然史博物館に所蔵されている Grunow  
のホンダワラ類標本

Tetsuro Ajisaka: Grunow collection of *Sargassum* deposited in the herbarium of  
Naturhistorisches Museum Wien in Austria

Tetsuro Ajisaka, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan

すでに北海道大学の吉田教授 (Yoshida 1987) によって報告されていますが、オーストリア・ウィーン自然史博物館 (Naturhistorisches Museum Wien, W) (Fig. 1) には、膨大な量の褐藻ホンダワラ類標本が保存されており、これらの標本をもとにして Grunow (1915, 1916) はホンダワラ属のモノグラフを記載しました。しかし、我々は彼のことについてあまり知見もっていませんし、これらの標本については、山田幸男先生が1928年の外国留学時代の思い出として回想録 (1979) に記されていることと、また、その一部である *Bactrophyucus* 亜属についての先述の Yoshida (1987) のノートがあるだけです。その他の亜属については詳しく調べられた報告はまだありません。

著者は1989年と1992年の2回にわたって本博物館を訪問し、植物部門の研究者である Passauer 博士の手助けによって、これらの標本を詳しく調べる機会を得ましたので、これを機に Grunow の人となりやそのホンダワラ類標本について御紹介いたします。

博物館発行の Grunow 自身と彼の標本に関する Rechinger 博士の紹介文2編、Grunow 自筆の手紙 (Apr. 18, 1884) と Hakansson によるその現代文訳 (ドイツ語) の計4通のコピーが著者の手元にあります。それらによりますと、Albert Grunow は、1826年11月3日にベルリンで老鉄道員の長男として生まれました。優秀な成績で学校を卒業するや、ウィーンの南東30 kmにある Berndorf という町の金物工場の化学者として、1851年 (25歳) から1901年 (75歳) まで働きました。その仕事の合間の自由な時間と引退後亡くなる直前までの時間を自然科学の研究 (主にケイソウ類とホンダワラ類の分類学的研究) にささげました。彼は幼少の頃からカブトムシ、蝶や鉱物の収集を始め、しだいに植物、特に藻類であるケイソウ類とホンダワラ類に興味をもつようになりました。友人である宮廷天文学者 Schwabe (1843年に太陽の黒点の周期性を発見した) の取り持つ縁で、この地方の藻類収集家である

Frederike 大公とも知り合っています。また、音楽を愛好し、楽器も得意で、登山家でもあり、語学にも秀でていたそうです。

1885年の59歳のとき彼は採集旅行の計画を立て、スエズ、アレキサンドリア、コロンボ、カリフォルニア、ホノルル、ニューカレドニア、シドニー、オークランドなどで自ら採集していますが、大部分の海藻標本はニューカレドニアで採集したものです。それまでは探検隊の採集品を研究材料にすることが普通であり、実際に彼のように自ら熱帯地域でホンダワラ類を採集した研究者はいませんでした。ウィーンの博物館に所蔵される彼のホンダワラ標本は、3,129枚もあるそうです。1914年3月17日に88歳で亡くなっていますが、ほぼ40年間にもわたる研究成果として先述のホンダワラ属のモノグラフが出版されたのは残念ながら彼の死後でした。

ホンダワラ属の分類体系は Agardh (1889) によってほぼその基本が完成し、Grunow やその後の研究者たちもそれになっています。特に彼の研究で目だつのは、ホンダワラ類のそれぞれの種にたくさんの変種を新たにつくったことです。東京学芸大学の真山博士によりますと、彼はケイソウ類についても多くの変種を記載したそうです。ウィーンの博物館に所蔵されている標本も、その大部分はそのときの記載に使われた原標本にあたります。彼の死後出版されたモノグラフには図版がなく記述のみでしたので、後生の分類学者たちには彼の新変種の実態を理解することがなかなか困難でした。しかし、ここの標本室にはこれらの原記載の標本についての彼の意見や、葉・気胞・生殖器床などのスケッチ (Fig. 2) が彼の自筆で書き込まれていたり、彼が参照した Agardh (1889) や Greville (1848) などのスケッチの模写がたくさん残されており、それらがきちんと標本と同じく通し番号をつけて整理してありますので、ここにくれば彼のつくったホンダワラの変種に関する考えがよくわかり、研究の手助けにな



Fig. 1. Naturhistorisches Museum Wien, Austria.

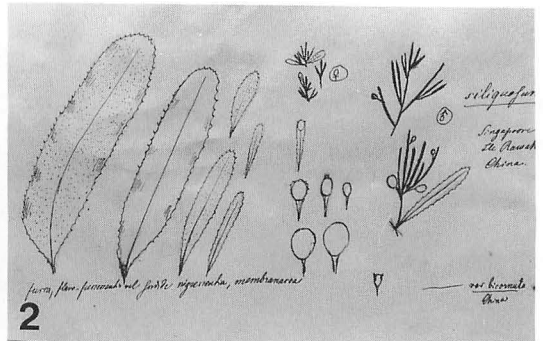


Fig. 2. Grunow's sketch in the specimen of *Sargassum siliculosum* J. Agardh.

と思われる。特に彼は慎重に形態の変異を観察していますし、生殖器床の雌雄性にも注意をはらっています。ホンダワラ類のほとんどを占めるホンダワラ亜属の種は世界の熱帯・亜熱帯地域に分布し、その形態変異が著しいために分類が未だに困難な状況にあります。将来はDNA分析などによって種の区分が明確になるとは思いますが、現在はそれぞれの種を区別できる形態学的変異の範囲を明らかにすることが重要であると考え、地理的・生態的に異なる個体群ごとの変異の幅を調べたり、生長段階による変異の幅を調べる研究を進めています。このため、Grunowの仕事によって得られた知見は貴重であり、大変参考になります。

## 謝 辞

親切にも Grunow の標本と資料を提供されたウィーン自然史博物館の Passauer 博士と、Grunow のケイソウ関係の資料を調べてくださった東京学芸大学の真山茂樹博士に厚くお礼いたします。

## 文 献

- Agardh, J. 1889. Species Sargassorum Australiae. Kongl. Sv. Vet.—Akad. Handl. 23: 1-133.
- Grunow, A. 1915. Additamenta ad cognitarum Sargassorum. Verh. zool.—bot. Ges. Wien 65: 329-448.
- Grunow, A. 1916. Additamenta ad cognitarum Sargassorum. Verh. zool.—bot. Ges. Wien 66: 1-48, 136-185.
- Greville, 1848. Algae orientales: Descriptions of new species belonging to the genus *Sargassum*. Trans. Bot. Soc. Edinburgh 3: 85-99.
- Rechinger, K. 1914. Das Algenherbarium von A. Grunow. Annalen des K. K. Naturh. Hofmuseums 28: 349-354.
- Rechinger, K. 1915. Albert Grunow. Eine biographische Skizze. Ver. zool.—bot. Ges. in Wien 65: 321-328.
- 山田幸男 1979. わが海藻研究五十年.
- Yoshida, T. 1987. Notes on the Grunow collection (W) of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V. 14: 73-87.
- (606 京都市左京区白川追分町 京都大学農学部)



新山優子\*・渡辺真之\*\*・梅崎 勇\*\*\* : Anagnostidis・Komárek  
の藍藻類の新分類体系の紹介

Yuko Niiyama · Masayuki Watanabe · Isamu Umezaki: Introduction of  
“Modern approach to the classification system of cyanophytes by  
K. Anagnostidis and J. Komárek”

Yuko Niiyama, Namiki 4-918-302, Tsukuba, 305, Japan

Masayuki Watanabe, Department of Botany, National Science Museum, Tsukuba, 305, Japan

Isamu Umezaki, Fukui Prefectural University, Matuoka-Machi, Yoshida-Gun, Fukui Prefecture, 910-11,  
Japan

藍藻に関する微細構造を含めた形態学的特徴や、生理・生化学的情報が増え、また培養技術が進み、伝統的な形態分類学だけではこの生物群の分類をすることができない現状である。一方では分類学や生態学の専門家のみならず、実験生物学者も藍藻を材料とした研究を盛んに行う様になるに至って、現在までの知識を取入れた、論理的で分かりやすい新しい藍藻の分類体系が多方面から望まれていた。そこで、1983年に開かれた第9回国際藍藻研究会(IAC)シンポジウムで、最近の知識を反映させて藍藻の分類をより発展させようという討議がなされ、それを受けて、K. Anagnostidis (ギリシャ、アテネ大学)とJ. Komárek (チェコスロバキア、植物学研究所)は、1985年から1990年にかけて、「Modern approach to the classification system of cyanophytes」を5編、400頁の論文として発表した(Anagnostidis and Komárek 1985, 1988, 1990; Komárek and Anagnostidis 1986, 1989)。この論文では、Geitler (1925, 1932, 1942)に代表される伝統的分類体系に変わるものとして、藍藻の新しい分類体系を作る上での著者らの基本的な考え方が示され、属以上の階級のいくつかの分類群について、最新の知識を交えた比較検討が行われている。

## 序 論

最も一般的な、Geitler (1925, 1932, 1942)に代表される伝統的分類方法と、タイプ標本の再検討を行い、種の幅を広く捉え、分類群の数を徹底的に減らしたDrouetら(Drouet and Daily 1956; Drouet 1968, 1973, 1978, 1981)のecophene的分類方法、それに、藍藻を藻類としてでなく細菌類の一群、藍色細菌類

(cyanobacteria)として扱い、分類の基本単位として培養株(clone)を用いようというStanierら(Stanier and Cohen-Bazire 1977; Stanier et al. 1971, 1978)の細菌学的な分類方法を比較し、それぞれの問題点を挙げている。その上で、伝統的な植物学的分類方法を用い、また分類群の概念や命名も植物命名規約に従っている。従って属名の出発点は、非糸状体(小球体)の藍藻ではLinné (1753)のSpecies plantarum、糸状体の藍藻ではGomont (1892)およびBornet and Flahault (1886-1888;植物命名規約第13条により、出発点は1886年1月1日)である。

monothetic原則に従い、分類の基本単位を種としている。また属の捉え方にも2通りあるが、「大きな」属ではなく、「小さな、不明瞭でない、限定された」属を選び、将来は属として区別できるかも知れないが、その基本的証拠がまだ不足している場合に亜属を用い、多様な種の区別をつけやすい場合には節も用いている。種内分類群としては変種と品種のみを用いるが、両者の差は量的なものとする。

この分類では、過去に記載された種の正当性を評価し、また新しく分類群を設立するに当たっては、著者らの経験と合わせ次のデータを検討している。

1. 分類の基本的骨格として用いる以下のモノグラフ。

Bornet and Flahault (1886-1888), Gomont (1892), Geitler (1925, 1932, 1942), Elenkin (1936-1949), Hollerbach et al. (1953), Desikachary (1959), Starmach (1966), Kondrateva (1968), Bourrelly (1970)。

2. 新分類群や、分類群の修正に関する、様々な出版物で発表された論文。

3. 藍藻細胞の微細構造を扱っている論文。

4. 様々な種や属の形態学的, 生化学的, 環境生理学的変異や生殖過程等について情報を提供してくれる実験的研究。

5. 藍藻の化石に関する研究論文。

藍藻の生殖方法を表す術語については, 若干の説明を付け加え, いくつかの術語については新しく日本語訳を設けた (+印)。

i) 通常の (二) 分裂: 細胞分裂が互いに垂直な 1, 2 または 3 の面で行われるか, それ以上の面で行われるか等, 分裂方法は多くの属で安定した特徴である。細胞分裂の型は, 偽糸状体や偽柔組織を作るという進化の傾向と関係があるので, 属より上の階級の特性とみなしている。

ii) 微胞子<sup>+</sup> (nanocytes): 特別の生殖細胞が内生的に発達するのではなく, 細胞が連続的またはほとんど同時に分裂して娘細胞が形成され, 分裂様式は基本的に二分裂と変わらない場合, このようにして形成された娘細胞を微胞子 (nanocytes) という。微胞子の分裂様式は属より上の階級の分類に用いられる。微胞子のうち特に滑走運動をするものを動微胞子 (planocytes), 滑走運動のないものを不動微胞子<sup>+</sup> (monocytes) と区別している。またこの定義は単細胞性のクロオコックス目のみならず多細胞性のスチゴネマ目にも適用されている。

iii) 外生子<sup>+</sup> (exocytes): Chamaesiphonaceae で, 直立する細胞 (体) において, その長軸に対して垂直 (横) の面で細胞の上部が不均等に分裂して形成されるか, または不均等に分裂した細胞がさらに多面的に分裂して形成される細胞をいう。

iv) 連鎖体 (hormogonia): トリコーム主軸または分枝の先端から遊離する数細胞からなる小体で, 運動性を示す。

v) 不動連鎖体 (hormocytes): 連鎖体と同様に形成されるか, あるいは壊死細胞<sup>+</sup> (necridic cells) を介して形成され, 連鎖体と同様の構造を持つが運動性がない。

vi) 厚膜連鎖体 (hormocystes): 層状の鞘に包まれた不動の連鎖体で, 連鎖体や不動連鎖体とは区別して, 多細胞のアキネートと見なしている。

以下に目および科と亜科の特徴を記述し, 各科 (亜科) 内の属を列挙する (属のうち, 再検討を要する属に\*, 培養でのみ知られている属に\*\*がつけられている)。新しくこの論文中で発表されたり, 訂正されたりした科, 亜科, 属については, やや詳しく記述する。

#### クロオコックス目 Chroococcales Wettst. 1924

細胞は単独で生育するか, 群体が偽柔組織または偽糸状体を形成する。細胞はトリコーム, 異質細胞, アキネートをつくらない。通常は主に二分裂による単純な細胞分裂をし, 条件によっては外生子や微胞子を形成する。

##### (1) Microcystaceae Elenk. 1933

単細胞または粘質性群体。細胞分裂は 1 方向または互いに垂直な 2 または 3 面で起こる。細胞は次の分裂開始前に元の大きさにまで生長する。時に微胞子を形成する。

##### (i) Aphanotheceidae Kom. et Anagn. 1986

細胞は卵型または円筒形, 単独で生育するか粘質性の群体を形成するが偽糸状体は作らない。分裂は細胞の縦軸方向に垂直な面で起こる。時に微胞子を形成する。

*Anacystis* Menegh. 1837\*; *Aphanothece* Näg. 1849 nom. cons. (syn.: *Coccochloris* Spreng. 1807); *Cyanobacterium* Rippka et Cohen-Bazire 1983\*\*; *Cyanobium* Rippka et Cohen-Bazire 1983\*\*; *Cyanodictyon* Pasch. 1914; *Cyanogranis* Hind. 1982; *Cyanonephron* Hickel 1985; *Cyanothece* Kom. 1976; *Gloeobacter* Rippka et al. 1974\*\*; *Gloeothece* Näg. 1849; *Lemmermannia* Geitl. 1942 (syn.: *Lemmernannia* Elenk. 1933); *Lithococcus* Erceg. 1925; *Radiocystis* Skuja 1948

##### (ii) Synechococcoideae Kom. et Anagn. 1986

細胞は卵形, 円筒形または紡錘形 (稀に長卵形), 単独で生育するか, 粘質性群体か両極同形の偽糸状体をつくる。細胞分裂は細胞の縦軸方向に垂直な面でのみ起こる。微胞子を形成しない。

*Alternantia* Schill. 1954\*; *Bacularia* Borzi 1905 (syn.: *Bacillosiphon* Copel. 1936); *Catella* Ålvik 1934\*; *Cyanocatena* Hind. 1975; *Dzensia* Voronich. 1929; *Johannesbaptistia* De Toni 1934 (syn.: *Cyanothrix* Gardn. 1927, *Heterohormogonium* Copel. 1936); *Myxobaktron* Schmidle 1904; *Rhabdoderma* Schmidle et Lauterb. 1900; *Rhabdogloea* Schröd. 1917 (syn.: *Dactylococopsis* Hansg. 1888 sine typo); *Romeria* Koczw. in Geitl. 1932 (syn.: *Campylotropium* Hortob. et Hilliard 1965 incl.); *Synechococcus* Näg. 1849; *Tetrarcus* Skuja 1932\*; *Tubiella* Hollerb. 1934; *Wolskyella* Claus 1963\*

“*Dactylococopsis* Hansg. 1888” という属名は, この

属の lectotype である *D. rupestris* が緑藻であるため、用いることができない。従来この属に含まれていた種のうち、細胞が必ず粘質中において群体を形成するものは *Rhabdogloea* に、単独で生育するものは *Myxobaktron* に移される。

(iii) Merismopedioideae (Elenk.) Kom. et Anagn. 1986

細胞は通常球形、稀に倒卵形または卵形、単独で生育するか、扁平または球形の群体を形成し、群体中で一列か不規則に並ぶかまたは表面に並ぶ、粘性の柄を持つ場合がある。細胞分裂は互いに垂直な2面、または群体の表面に対して垂直な面で起こる。時に微胞子を形成する。

*Aphanocapsa* Näg. 1849; *Chroostipes* Pasch. 1914\*; *Cocopedia* Troick. 1922; *Coelosphaerium* Näg. 1849; *Gomphosphaeria* Kütz. 1836 (syn.: *Woronichinia* Elenk. 1933 incl., *Snowella* Elenk. 1933 incl.); *Merismopedia* Meyen 1839 (syn.: *Agmenellum* Bréb. 1839, *Gonidium* Ehrenb. in Menegh. 1849, *Pseudoholopedia* [Ryppova] Elenk. 1933 incl.); *Microcrocis* P. Richt. 1892 (syn.: *Holopedia* Lagerh. 1892); *Synechocystis* Sauv. 1892

*Agmenellum* と *Merismopedia* は同じ年に発表されたので synonym であるが、前者は実験科学者達に使われる場合が多く、後者の方が一般的である。

(iv) Microcystoideae Kom. et Anagn. 1986

細胞は球形、不規則に並んで粘質性群体を形成する。細胞分裂は互いに垂直な3面で生じる。時に微胞子を形成する。

*Eucapsis* Clem. et Shantz 1909; *Gloeocapsa* Kütz. 1843; *Microcystis* Kütz. ex Lemm. 1907 nom. cons. (syn.: *Diplocystis* Trevis. 1848, *Anacystis* Menegh. sensu Kütz. 1894, *Polycystis* Kütz. 1894, *Clathrocystis* Henfr. 1956, *Microhaloa* Kütz. sensu Rabenh. 1865)

*Aphanocapsa* と *Microcystis* は、粘質体内に不規則に並ぶ細胞の密度の違いによって区別されていたが、前者においては2面、後者においては3面で分裂が起こることがわかってきた。

(2) Chroococcaceae Näg. 1849

細胞は球形、卵形、半球形または不定形、単独で生育することは稀で通常群体を形成する、次の分裂前に元の形まで生長することはない。群体を含む粘質は、

柔らかく均質であるか、固く多層である。細胞分裂は3またはそれ以上の面で起こる。微胞子を形成しない。*Chroococcus* Näg. 1849; *Cyanokybus* Schill. 1956; *Cyanosarcina* Kováč. 1986 provis.; *Gloeocapsopsis* Geitl. 1925; *Pseudocapsa* Erceg. 1925

(3) Entophysalidaceae Geitl. 1925

細胞は初めほぼ球形、後に不定形、球形または長く伸びた不定形粘質中に不規則ないし放射状に並んで極性のある群体を形成する。粘質膜(鞘)は微かまたはしっかりしている。細胞分裂は次々に違う面で起こるか、または発達した群体では放射状に並んだ細胞に垂直な面で起こる。時に不動微胞子を形成する。

(i) Entophysalidoideae Kom. et Anagn. 1986

細胞は初めほぼ球形、後に不定形、個々に粘質膜(鞘)を持つ、列をつくって球形または不定形の群体を形成する。細胞の並び方は不規則、または縁辺部で放射状かつ密に並ぶことが多い。

*Chlorogloea* Wille 1900; *Cyanodermatium* Geitl. 1933; *Entophysalis* Kütz. 1843; *Lithocapsa* Erceg. 1925\*; *Paracapsa* Naum. 1924\*; *Placoma* Schousboe 1876\*; *Pseudoncochyra* Geitl. 1925

(ii) Siphononematoideae (Geitl.) Kom. et Anagn. 1986

細胞は初めしばしば棍棒状、しばしば個々に粘質膜(鞘)を持つ、後に多列多層の群体を形成する。群体は球状、または長く伸び、しっかりした粘質体である。古い群体で不動微胞子を形成する。

*Siphononema* Geitl. 1925

*Siphononema* は Geitler によって1属よりなる独立した科 Siphononemataceae に置かれていたが、その生活環は *Entophysalis* と同じであるので Entophysalidaceae の亜科 Siphononematoideae として扱われている。

(4) Chamaesiphonaceae Borzi 1882

細胞は極性を示し基部で着生する、単独、または層状体あるいは極性を持つ偽糸状体(一列細胞)を形成する。細胞分裂は連続的またはほとんど同時に、長軸(縦軸)に垂直な面で起こるか、または細胞上部では多くの違う面で起こる。偽糸状体では先端の細胞だけが時には次々と分裂し、藻体から遊離する(外生子による生殖)。鞘は粘質か固く多層、稀に非常に薄く微かにしか見えないか基部にだけ残っている。

*Aspalatia* Erceg. 1927\*; *Chamaecalyx* Kom. et Anagn. 1986 (syn.: *Dermocarpella* sensu Waterbury et Stanier 1978); *Chamaesiphon* A. Br. et Grunow 1865 (syn.: *Sphaerogonium* Rostaf. 1883, *Godlewskia* Jancz. 1884 pro sectio, *Hyellococcus* Schmidle 1905, *Chamaesiphonopsis* F. E. Fritsch 1929 incl.); *Clastidium* Kirchn. 1880; *Cyanophanon* Geitl. 1955; *Geitleribactron* Kom. 1975; *Rhodostichus* Geitl. et Pasch. 1931; *Stichosiphon* Geitl. 1931

(5) Dermocarpellaceae Ginsb.-Ardré ex Christ. 1980

細胞は球形または長く伸びる、極性を持ち基部で着生する、単独で生育するかまたは群体を形成する。細胞全体が分裂を繰り返し多数の微胞子をつくる。微胞子は粘質性の膜から放出される。粘質膜(鞘)は固く、多層のことが多い。

*Cyanocystis* Borzi 1882 (syn.: *Dermocarpa* Crouan sensu auctt. post. sine typo, p.p.); *Dermocarpella* Lemm. 1907; *Stanieria* Kom. et Anagn. 1986 (syn.: *Dermocarpa* sensu Waterbury and Stanier 1978)

“*Dermocarpa*”という属名は混乱している上にタイプ標本には数種混在しているので無効である。

従来、“*Dermocarpa*”に分類されていたいくつかの種のうち、始めの分裂が細胞の縦軸に垂直に生じ、下部の細胞は分裂せず、上部の細胞が次々とまたは同時に分裂し、多数の娘細胞(外生子)を形成するものを *Chamaesiphonaceae* (前項)とし、細胞全体が分裂するものは、*Dermocarpellaceae* としている。

従来の“*Dermocarpa*”に分類されていた種のうち、上部の細胞で分裂が起こるものを“*Dermocarpella*”とする研究者もあるが、この属は細胞全体が分裂を繰り返すことを特徴としている。それで、上部の細胞だけが分裂するものを新属 *Chamaecalyx* (*Chamaesiphonaceae*) としている。

細胞が極性を持ち、基部で着生し、細胞全体が多数の細胞に分裂するものは *Cyanocystis* Borzi 1882 で、細胞が極性を持ち、細胞全体が分裂する点は共通するが、始めの分裂が横方向である属は、*Dermocarpella* Lemm. 1907 である。また、細胞が球形で、極性を持たず、細胞全体が分裂して多数の微胞子を形成するという特徴を持つものを *Stanieria* Kom. et Anagn. 1986 としている。

(6) Xenococcaceae Erceg. 1932

細胞は球形、多角形または不定形、単独で生育する

か(後に)不定形の群体を形成する。細胞分裂は連続的に、様々な方向の分裂面で不規則に起こり、時に(古い塊において)微胞子が形成される。鞘は通常薄く、固く、稀に粘質、時に多層である。

*Chroococcidiopsis* Geitl. 1933; *Chroococcidium* Geitl. 1933 (syn.: *Gloeocapsidium* Geitl. 1935 nom. nudum); *Chroococcopsis* Geitl. 1925; *Epilithia* Erceg. 1932\*; *Myxosarcina* Printz 1921 (syn.: *Endospora* Gardn. 1927); *Xenococcus* Thur. 1875 (syn.: *Dermocarpa* Crouan 1858 pro typo p.p., nomen ambiguum)

*Chroococcidiopsis*: 極性を持たない細胞が次々に様々な方向に分裂し、不動微胞子を形成する。今後、多くの種が発見されると予想される。

*Myxosarcina*: 細胞は球形、塊状の極性のない群体を形成する、多面的に分裂して次の分裂まで元の大きさに戻らない。時に動微胞子を形成する。

“*Myxosarcina*”とされていたもののうち、微胞子を全く形成しない種は *Cyanosarcina* (*Chroococcaceae*) へ移すべきである。

(7) Hydrococcaceae Kütz. 1843

細胞は様々な形を示し、多少極性を持つ、単独で生育することは稀、不規則に並ぶかまたは縁辺部で規則的かつ放射状に並び、偽柔組織か、糸状柔組織+(nematoparenchymatous)または偽糸状性の群体を形成する。細胞分裂は主として一方向の面で起こるか、場合によっては世代と共に分裂面を変えて起こり、先端部の細胞においては時に早い自発的な分裂が起こり微胞子をつくる。粘質膜は大抵固く、通常多層である。

(i) Pascherinematoideae (Geitl.) Kom. et Anagn. 1986

一列細胞からなる偽糸状体をつくり、その基部細胞で着生し、極性を示す。細胞分裂は偽糸状体の軸方向に垂直に起こる。先端部の細胞は分裂して微胞子となる。微胞子は後に堅い粘質膜から放出される。

この亜科についての情報は乏しい。

*Pascherinema* De Toni 1936 (syn.: *Endonema* Pasch. 1929)\*

(ii) Solentioideae Kom. et Anagn. 1986

群体は不規則に時々分枝する粘質体で、偽糸状体を形成する。細胞は偽糸状体内で互いに離れて並び、藻体の頂点にしか存在しないこともある。粘質膜は薄いが明瞭、または水溶性、多くの場合層状である。時に微胞子を形成する。

*Cyanostylon* Geitl. 1928 (syn.: *Hormotheca* Jao 1944 incl., *Stilocapsa* Ley 1947 incl.); *Hormathonema* Erceg. 1929; *Solentia* Erceg. 1927

(iii) Podocapsoidae (Erceg.) Kom. et Anagn. 1986

群体は極性を持つ細胞の塊で構成され、岩石着生か岩石内生である。栄養細胞は通常洋梨形で、稀に卵形か球形または不定形である。始めの細胞分裂は細胞長軸に対して垂直だが、後に末端部では縦に分裂し、基質表面に近い部分は微胞子を形成する。微胞子は球形である。鞘は層状である。

*Cyanosaccus* Lukas et Golub. 1981; *Ercegovicia* De Toni 1936 (syn.: *Brachynema* Erceg. 1931)\*; *Podocapsa* Erceg. 1931\*

(iv) Hydrococcoideae Kom. et Anagn. 1986

細胞はやや規則的または不規則に伸び、列状に並んで糸状柔組織様または偽柔組織様群体を形成する、特に縁辺部において列状に並ぶ。細胞分裂は様々な方向に不規則に起こるか、または伸長した細胞（及び偽糸状体）の縦軸にほぼ垂直な面で起こる。時に微胞子が形成され、後に粘質膜（鞘）から放出される。鞘は固く、薄い。

*Hydrococcus* Kütz. 1833 (syn.: *Oncobyrssa* Menegh. 1842 p.p., *Askenasya* Möb. 1887); *Hyella* Born. et Flah. 1888; *Myxohyella* Geitl. 1925; *Nematoradaisia* Geitl. 1925; *Onkonema* Geitl. 1933; *Pilgeria* Schmidle 1901\*; *Pleurocapsa* Thur. ex Hauck 1885 (syn.: *Scopulonema* Erceg. 1930); *Radaisia* Sauv. 1895; *Radaisiella* Geitl. 1935 (syn.: *Geitleriella* De Toni 1936)

ユレモ目 Oscillatoriales Elenk. 1934

典型的なトリコームを作る。トリコームは運動性を持つかまたは持たない、通常鞘を持たないが持つこともある、真分枝を持たない、通常偽分枝を持たないが稀に持つことがある、異質細胞やアキネートを持たない。細胞はガス胞を持たないことが多いが、場合によっては持つ。生殖は連鎖体、または不動連鎖体により、稀に動微胞子を形成する。

ユレモ目の科や属の分類にあたり考慮される特徴は、細胞分裂（分裂した細胞が次の分裂までに元の細胞の大きさまで生長する場合と、細胞分裂が非常に早く行われ、一つの分裂が終わらないうちに次の分裂が始まる場合がある）、トリコーム（トリコームが特別

の生長点を持つ場合と、そうでない場合とがある。また、連鎖体を形成する際に壊死細胞が生じる場合とそうでない場合がある）、糸状体（鞘の中のトリコームの数等）、細胞隔壁のくびれ、連鎖体と不動連鎖体、トリコームと連鎖体の運動性の有無、頂端細胞と頂冠（カリプトラ）の形態、鞘の有無、藻体の形態、細胞内の微細構造（チラコイド、顆粒）、ガス胞の有無、生理学的及び生化学的な特徴、色素（色素組成の安定性）及び色彩的適応 (chromatic adaptation)、細胞の大きさ、生態と地理的分布、自然界での形態的変異、培養下での形態的変異、等である。

(1) Borziaceae Borzi 1914

トリコームは短い、しばしば数珠形、壊死細胞なしで分断する、直径は 11  $\mu\text{m}$  まで、鞘を持たないか、またはやや幅の広い粘質性の鞘を持つ、場合によって僅かな運動性を示す、単独で生育するか、または集合して非常に薄い層を形成する。細胞は短い円筒形か亜球形、全てが分裂能力を持ち、次の分裂前に元の大きさにまで生長する、ガス胞を持たない、周辺部にチラコイドを持つ(?)。生殖は連鎖体または不動連鎖体による。

*Borzia* Cohn ex Gom. 1892; *Komvophoron* Anagn. et Kom. 1988; *Sinaiella* Gruia 1965\*

“*Pseudanabaena*”の種の中で、ほぼ球形または樽形の細胞を持つものは、*Komvophoron*に移された。

(2) Pseudanabaenaceae Anagn. et Kom. 1988

トリコームは円筒形、多くの場合幅 3  $\mu\text{m}$  以下、鞘を持たないものが多いが、鞘を持つ属もある、偽分枝を持たないか、鞘を持つもので偽分枝を持つ場合がある、運動性を示す場合があるが、旋回運動はしない、単独で生育するか、または束状か薄いマット状の団塊を形成する。細胞は全て分裂能力を持つ、次の分裂前に元の大きさにまで生長する、ガス胞を持たないか局所的に持ち、縁辺部にチラコイドを持つ。色彩的適応がある。生殖は連鎖体、または不動連鎖体による。細胞壁に電子顕微鏡レベルの穴が配列する。

(i) Pseudanabaenoideae Anagn. et Kom. 1988

トリコームは運動性を示し、通常鞘を持たないが、時に薄い粘質性の鞘を持つ、また、培養下で薄い鞘をつくる場合がある、偽分枝を持たない。生殖は連鎖体による。ガス胞は時に細胞先端部にできる。

*Pseudanabaena* Lauterb. 1915 (subgenera: *Pseudanabaena*, *Skujanema* Anagn. et Kom. 1988, *Ilyonema* Anagn. et Kom. 1988); *Romeria* Koczw. in Geitl. 1932?

(ii) Limnotrichoideae Anagn. et Kom. 1988

トリコームは不動、鞘も偽分枝も持たない。生殖は不動連鎖体による。ガス胞は通常無いが、細胞の先端部か中央部に局在することもある。

*Arthronema* Kom. et Lukav. 1988; *Jaaginema* Anagn. et Kom. 1988\*; *Limnothrix* Meffert 1988; *Palikiella* Claus 1962\*

*Arthronema* : トリコームを形成する細胞の数は限られていて、大抵160細胞以下である。細胞は非対称的に分裂することがある。壊死細胞を形成しない。細胞周辺部にチラコイドを持つ。

*Jaaginema* : トリコームは多少波うつ、直径 0.5-3  $\mu\text{m}$ , 先端は漸次細くなることはあるが頭状になることはない、単独ないし多数からまり合って生育する。細胞は円筒形である。壊死細胞を形成しない。

*Limnothrix* : トリコームは隔壁でくびれないかまたは少しくびれ、直径 1-6  $\mu\text{m}$ , 両端で細くならない、通常鞘を持たないが時に薄いものを持つ。細胞は先端または中央部にガス胞を持ち、多くの場合細胞周辺部にチラコイドを持つ。色彩的適応としてフィコシアニンとフィコエリトリンの比率を変えることができる。

(iii) Leptolyngbyoideae Anagn. et Kom. 1988

トリコームは不動、直径最大 4  $\mu\text{m}$  まで、時にしっかりした鞘に包まれた糸状体を形成する、稀に偽分枝を持つ。生殖は連鎖体による。ガス胞は無い。

*Leibleinia* (Gom.) L. Hoffm. 1985; *Leptolyngbya* Anagn. et Kom. 1988; *Planktolyngbya* Anagn. et Kom. 1988 (syn.: *Lyngbya* subg. *Limneticae* Forti 1907)

*Leibleinia* : 糸状体は波打つ、直径 1.5-12  $\mu\text{m}$ , 始め側部全域で基質に着生し、後に両端は基質から離れて伸長する、単独で生育する。トリコームは常に鞘を持ち、運動性を示さない。不動連鎖体は側部で基質に着生し、その両端から生長する。他の性質は *Leptolyngbya* と同じである。

*Leptolyngbya* : トリコームは直径 0.5-2(-3)  $\mu\text{m}$ , 多少湾曲し、隔壁部に微かなくびれを持つ、直径と同じかやや長い細胞からなる、先端で頭状にならない、ほとんど不動、時に培養下で鞘を形成することがある。細胞は偽分枝を出す、ガス胞と顆粒を持たない、細胞周

辺部にチラコイドを持つ。フィコビリンの比率は変化する。生殖は壊死細胞無しにできる不動連鎖体あるいは微かに揺れる連鎖体による。糸状体は薄膜状に集合する。

*Planktolyngbya* : 糸状体はまっすぐないし多少螺旋状に曲がる、単独で浮遊生活をし、先端で細くならない、頭状にならない、薄いつかりした無色の鞘を持つ、極稀に偽分枝を持つ。

(3) Schizotrichaceae Elenk. 1934

糸状体はやや両極異形、常に頂端部分で鞘は閉じている、1ないしそれ以上のトリコームを持つ、偽分枝は無いが糸状体が分かれたり融合したりする、皮殻状または層状の群体を形成する、稀に房状集合体をつくる。トリコームは不動、両極同形。細胞は全て分裂能力を持ち、次の分裂までに元の大きさにまで生長し、ガス胞を持たず、色彩的適応は無い(?)。生殖はトリコームの先端部から生じる連鎖体による。

*Schizotrix* Kütz. ex Gom. 1892 (sect.: *Schizotrix*, *Inactis* Kütz. ex Gom. 1892)

(4) Phormidiaceae Anagn. et Kom. 1988

トリコームは単独かまたはマット状に集合する、通常鞘を持たないが持つものもある。鞘は微かまたはしっかりしている、両端は開き、一つの鞘中に1本またはそれ以上のトリコームを含む、時に運動性を示す。いくつかの鞘を持つ属では、稀に偽分枝をつくる。細胞は先端細胞以外全て分裂可能で、次の分裂までにほとんど元の大きさにまで生長し、ガス胞を持たないか稀に持つ、チラコイドはやや周辺部にあるが、たいてい不規則な螺旋状か細胞壁に対して垂直である。色素組成はほぼ一定で、色彩的適応はない(?)。生殖は連鎖体、または不動連鎖体による。細胞壁に電子顕微鏡レベルの小孔が配列する。

(i) Phormidioideae Anagn. et Kom. 1988

糸状体は場合によって鞘を持つかまたは持たない、通常偽分枝をつくらないか稀につくることもある、常に1本のトリコームからなり、単独で生育するかまたは群体を形成する、時に粘質性のマット状となる。トリコームは円筒形、運動性を示す。生殖は連鎖体(左右の振動、滑走、波動、または回転運動を示す)による。

*Phormidium* Kütz. ex Gom. 1892 (subgenera: *Geitlerinema* Anagn. et Kom. 1988, *Gomontinema* Anagn. et Kom.

1988, *Phormidium*, *Hansgirgia* Anagn. et Kom. 1988); *Planktothrix* Anagn. et Kom. 1988 (syn.: *Oscillatoria* sect. *Prolifcae* Gom. 1892); *Porphyrosiphon* Kütz. ex Gom. 1892; *Proterendothrix* W. et G.S. West 1897\*; *Pseudophormidium* (Forti) Anagn. et Kom. 1988; *Symploca* Kütz. ex Gom. 1892 (syn.: *Cyanohydnum* Copel 1936 incl.); *Trichodesmium* Ehrenb. ex Gom. 1892 (syn.: *Pelagothrix* Johs.-Schmidt 1901 incl., *Haliarachne* Lemm. 1899 incl., *Skujaella* De Toni 1938, *Xanthotrichum* Wille 1893, *Heliotrichum* Wille 1893); *Tychonema* Anagn. et Kom. 1988; *Yonedaela* Umez. 1962 (syn.: *Sphaeronema* Umez. 1961)

*Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya* は伝統的に鞘の有無等によって分類されていたが例外が多く、別の特徴を考慮する必要が指摘されてきた。これらの属には異質な分類群が混在していることは早くから言われてきたが、大幅な修正が加えられ、多くの種が *Leptolyngbya*, *Planktolynghya*, *Leibleinia*, *Jaaginema* に移された。

*Phormidium* : トリコームは僅かないし強く波うつか、不規則な螺旋状、通常隔壁でくびれないが僅かにくびれる場合もある、直径 1-12  $\mu\text{m}$ 、運動性を示す、偽分枝を持たない。トリコームの周囲に鞘が形成されるかどうかは環境条件に左右される。鞘は硬く、トリコームに密着し、層状ではない。細胞は次の分裂が起こる前にはほ元の大きさに生長する、ガス胞を持たない。連鎖体は長めで、トリコーム先端部で形成される。藻体は大きなあるいは多少小さな広がり薄い集合か、または凝集してしっかりと結合して皮状の広がりとなる。この属には "*Oscillatoria*" に含まれていたかなりの分類群が移される。

*Planktothrix* : トリコームは単独で、まっすぐか多少曲がる、通常隔壁で僅かにくびれるがくびれない場合もある、直径 3.5-10  $\mu\text{m}$ 、長い (4 mm に達する場合がある)、先端に向かってやや細くなる場合とならない場合がある、成熟期にカリプトラを持つか頂端細胞の細胞壁が肥厚する場合が多い、通常粘質鞘を持たないが、悪条件または培養下で稀に薄い鞘をつくる、運動性は目立たない、壊死細胞によって分離される。細胞は長さが直径よりやや小さいかほとんど同じで、長いことは稀、ガス胞を持つ。

*Porphyrosiphon* : トリコームは不動、波打つ、直径 6-20  $\mu\text{m}$ 、常に硬く厚い層状の鞘を持つ。連鎖体を遊離した鞘は広がったり、螺旋形になったり、変形することが多い。糸状体は他の藻に混在するか、または多数

密着して広がる。従来 "*Lyngbya*" に所属していた種で多層の鞘を持つものはこの属に移される。

*Pseudophormidium* : 常に偽分枝を持つ点で他の属と異なる。

*Symploca* : 群体の形が直立する糸状体の束である点が他の属と異なる。糸状体の初期は *Phormidium* と同じだが、後に束状となり、常に正の光走性を示す。

*Trichodesmium* : *Planktothrix* と似るが、放射状または平行に並ぶ糸状体を持ち、浮遊性の群体を形成する点で異なる。トリコームはほとんどまっすぐか曲がり、僅かに運動性を示す、直径 6-22  $\mu\text{m}$ 。細胞は長さと同径の等しい円筒状、ガス胞を持つ、異質細胞を持たないが窒素固定能を持つ。

*Tychonema* : トリコームはまっすぐないし少し波うつ、単独か、稀に薄い層状となり、底生生活をするか一時浮遊性または浮遊性、長さは 5 mm に達し、直径 2-16  $\mu\text{m}$ 、鞘を持たないか場合によって薄い粘質性の膜を持つ、偽分枝を持たない、先端で細くならない、通常運動性を示さないが僅かに示す場合もある。細胞はほとんど全て同じ形で、直径と長さが等しい円筒形、ガス胞を持たない、顆粒を持つ。頂端細胞は稀に厚い壁を持つか、狭いカリプトラを持つ。フィコビリン組成は変わり得る。生殖は不動連鎖体による。

#### (ii) Microcoleoideae Hansg. 1892

トリコームは両端の開いた鞘の中に複数あり、運動性を示す。糸状体はほとんど両極同形、稀に両極異形、基質上に粘膜性の層状またはマット状の群体を形成する。鞘はトリコームに密着しない。生殖は連鎖体による。

鞘と藻体の形態によって 4 属に分類されるが、さらに詳しい検討が必要である。

*Hydrocoleum* Kütz. ex Gom. 1892 (syn.: *Polychlamydom* W. et G.S. West 1897); *Lyngbyopsis* Gardn. 1927\*; *Microcoleus* Desm. ex Gom. 1892; *Strocoleum* Kütz. ex Gom. 1892 (syn.: *Dasygloea* Thw. ex Gom. 1892)\*

#### (iii) Spirulinoideae Forti 1907

トリコームは常に規則的な螺旋を巻く、鞘を持つかまたは持たない、単独で生育するか薄いマット状の群体を形成する。生殖は連鎖体による。

*Arthrospira* Stizenb. ex Gom. 1892; *Spirulina* Turp. ex Gom. 1892

上記の 2 属をひとつの属として扱う意見もあるが、

細胞壁にある電子顕微鏡レベルの小孔の配列の違い、頂冠（カリプトラ）の有無、運動性の強弱を考慮し、2属を認める。

(5) Oscillatoriaceae [S. F. Gray] Harv. ex Kirchn. 1898

トリコームは単独で生育するか、マット状または層状に集合する、稀に束状になる、鞘を欠くか、属により必ず持つ、運動性を示す場合と示さない場合がある。鞘は固い、末端で開口する。糸状体は1ないし多数のトリコームよりなる、稀に偽分枝を作るものがある。細胞は円盤状、分裂の盛んな部分では元の大きさに生長する前に次々に新しい分裂が起こる、通常ガス胞を欠くが稀に作るものもある。色彩的適応は知られていない。生殖はトリコームの分断、または連鎖体による。

(i) Hormosilloideae Anagn. et Kom. 1988

トリコームは単独で生育する、大抵短い円筒形、鞘を持たないかまたは粘質性の膜を持ち、運動性を示さないか僅かに示す場合がある。生殖はトリコームの分断により生じる不動の断片による。

*Camptothrix* W. et G. S. West 1897\*; *Hormosilla* Anagn. et Kom. 1988; *Katagnymene* Lemm. 1899

*Hormosilla* : トリコームは鞘を持たず、長さで細胞数が限定されている (140  $\mu\text{m}$  まで、1-30細胞)。トリコームは壊死細胞によって分断される。

*Katagnymene* : トリコームは単独で生育する、運動性を示さないかまたは滑走運動を示し、無色で明瞭な粘質性の膜を持ち、湾曲または不規則か規則的な螺旋状に捻れる、直径 10-28  $\mu\text{m}$ 。トリコームは不動の断片に分断される。

(ii) Starrioidae L. Hoffm. 1985

トリコームは単独で生育する、運動性を示さない、鞘を欠く。トリコーム断面が円形でなく、側面が平らな点特徴的である。生殖はトリコームの分断によって生じる不動の断片による。

*Crinalium* Crow 1927\*; *Cyanarcus* Pasch. 1914\*; *Gomontiella* Teodor. 1901\*; *Starria* Lang 1977

(iii) Oscillatorioidae Gom. 1892

トリコームは単独で生育することは稀で、大抵層状となる、鞘を持つか極めて稀な特殊な条件下でのみ持つ、偽分枝を欠くものが多いが、属によって短い偽分枝を持つ場合がある、運動性を示す。細胞は短く、円

盤状。生殖は連鎖体による。

*Blennothrix* Kütz. ex Anagn. et Kom. 1988; *Oscillatoria* Vauch. ex Gom. 1892; *Lyngbya* G. Ag. ex Gom. 1892

*Blennothrix* : 1つの鞘の中に数本のトリコームを持つ。トリコームの直径は 8-30  $\mu\text{m}$ 、まっすぐか曲がる。

*Oscillatoria* : トリコームはまっすぐか僅かに曲がる、直径約 8  $\mu\text{m}$ 、通常鞘を持たない、肉眼的な大きさの滑らかで多層の群体を形成する。

*Lyngbya* : トリコームが常に鞘を持つ点で *Oscillatoria* と異なる。糸状体は波打つ、直径約 8  $\mu\text{m}$ 、時に密生する皮状の多層の群体を形成する。鞘は時に多層となる。

(iv) Plectonematoideae (Elenk.) Anagn. et Kom. 1988

トリコームは常に鞘を持つ、通常偽分枝を持つ、運動性を示さない、層状または房状の群体を形成する。生殖は連鎖体による。

*Plectonema* Thur. ex Gom. 1892

*Plectonema* : トリコームは波打つ、直径 8-25  $\mu\text{m}$ 、鞘を持つ、常に偽分枝を作る、運動性を示さない。糸状体は巻いて塊を形成する。細胞は円盤状。連鎖体はトリコームの先端部で形成される。

(6) Homoeotrichaceae Elenk. 1934

トリコームは鞘を持ち、糸状体を作る、運動性を示さない。糸状体は単独で生育するか集合し、着生するものが多い、場合により偽分枝を作る、両極異形、後に両極同形になることもある。細胞は分裂域においてのみ分裂する、ガス胞を欠く、色彩的適応は知られていない。生殖はトリコーム先端部で作られる連鎖体による。

(i) Ammatoideoideae (Elenk.) Anagn. et Kom. 1988

糸状体は両極異形、時に後に両極同形となる、常に偽分枝を作る。

*Ammatoidea* W. et G. S. West 1897; *Pseudoscytonema* Elenk. 1949

上の2属はトリコームの形態で異なる。*Ammatoidea* のトリコームの先端は毛状に細くなるが、*Pseudoscytonema* では先端が太くなり数珠状になることもある。

(ii) Homoeotrichoideae (Elenk.) Anagn. et Kom. 1988



糸状体は常に両極異形, 常に偽分枝をつくるものから, 稀につくるものまでである。生活史全体を通じて常に糸状体の一方が基質に着生する。

*Heteroleibleinia* (Geitl.) Hoffm. 1985 (syn.: *Lyngbya* sect. *Heteroleibleinia* Geitl. 1932); *Homoeothrix* (Thur. ex Born. et Flah.) Kirchn. 1898; *Sokolovia* Elenk. 1926\*

*Heteroleibleinia* のトリコームの頂端細胞は円頭形だが, *Homoeothrix* では細くなり, 毛状に終わる。

ネンジュモ目 Nostocales (Borzi 1914) Geitl. 1925

トリコームは両極同形または両極異形, 偽分枝を作るものは多いが, 真分枝は作らない, 異質細胞と, 条件によってアキネートを作る。細胞分裂は常にトリコームの縦軸に対して直角に起こる。生殖は主に連鎖体または不動連鎖体による, 微胞子は一属でのみ知られている (*Coleodesmiumopsis*)。

ほとんどの特徴においてユレモ目 (Oscillatoriales) と同じであるが, トリコームが異質細胞とアキネートを作る能力を持つ点で異なる。科以下の分類の特徴として, トリコームと糸状体の構造, 偽分枝の構造, 藻体の形態, 細胞分裂, 細胞の微細構造, 異質細胞 (従来 “heterocyst” という言葉が使われてきたが, これは cyst ではないので “heterocyte” としている), アキネート, 生理学的・生化学的特徴, 運動性の有無, 色素, 生殖方法, 生活環, 生態等が挙げられる。

#### (1) Scytonemataceae Kütz. 1843

トリコームは両極同形, 鞘を持つ, 場合によりアキネートを作る, 末端部ないしその近くに分裂域を持つ場合と特定の分裂域を持たない場合がある。異質細胞は介生的に形成される。糸状体は通常 2 本 1 組になった偽分枝をつくる。連鎖体の発芽の時, その両端が対称的に生長する場合と, 一端から生長する場合がある。 *Kyrtuthrix* Erceg. 1929; *Scytonema* Ag. ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Diplocolon* Näg. in Itzigs. 1857); *Scytonematopsis* E. Kisel. 1930 (syn.: *Tildenia* Kosinsk. 1926, *Setchelliella* De Toni 1936)

*Kyrtuthrix* は, 従来, Mastigocladaceae (Stigonematales) に分類されていたが, Stigonematales の特徴である真分枝が知られていないこと, また, *Scytonema* や *Scytonematopsis* と同様, トリコームがループを形成する点から, Scytonemataceae に移される。

#### (2) Microchaetaceae Lemm. 1910

トリコームは両極異形, 鞘を持つ, 円形または広円形の先端細胞を持つ, 場合によりアキネートを作る, 通常は末端部に稀に末端部の近くに分裂域を持つ。異質細胞はトリコームの基部または介生的に形成される。糸状体はいくつかの属では通常, 単独側生の偽分枝を作る。属によってはトリコームが異質細胞の部分で分断し, 異質細胞を含まない側のトリコームが偽分枝として発達する。連鎖体は中央に異質細胞を持ち, 両端から対称的に発芽するが, 後に両極異形の糸状体に発達する。

##### (i) Tolypotrichoideae Kom. et Anagn. 1989

糸状体は側生する偽分枝を必ず持つ。

*Coleodesmium* Borzi 1879 (syn.: *Desmonema* Bern. et Thw. ex Born. et Flah. 1886); *Coleodesmiumopsis* Dutt et al. 1982; *Hassallia* Berk. ex Born. et Flah. 1886; *Petalonema* Berk. ex Kirchn. 1898 (syn.: *Croatella* Erceg. 1925); *Tolypothrix* Kütz. ex Born. et Flah. 1886

##### (ii) Microchaetoideae Kom. et Anagn. 1989

糸状体は過渡的な偽分枝を疎らに持つか, または持たない。

*Campyilonemopsis* Desik. 1948; *Fortiea* De Toni 1936 (syn.: *Leptobasis* Elenk. 1915); *Microchaete* Thur. ex Born. et Flah. 1886 nom. cons. (syn.: *Fremyella* De Toni 1936)

#### (3) Rivulariaceae Kütz. 1843

トリコームは両極異形, 鞘を持つ, 先端部で毛状に伸長した細胞に終わる, 末端近くに分裂域を持つ。異質細胞は通常基部に形成されるが, 場合によっては介生的に形成される。アキネートは属によって形成される場合と形成されない場合がある。偽分枝は単独で側生する, いくつかの属では常にあるいは場合によって異質細胞の下部から発達する。連鎖体は一端に異質細胞を形成し, 他端から非対称的に生長する。

*Calothrix* Ag. ex Born. et Flah. 1886; *Dichothrix* Zanard. ex Born. et Flah. 1886; *Gardnerula* De Toni 1936 (syn.: *Polythrix* Zanard. ex Born. et Flah. 1886); *Gloeotrichia* J. Ag. ex Born. et Flah. 1886 (syn. *Portacus* Kuntze 1891); *Isactis* Thur. ex Born. et Flah. 1886; *Rivularia* [Roth] Ag. ex Born. et Flah. 1886; *Sacconema* Borzi 1882

#### (4) Nostocaceae Dumort. 1829

トリコームは両極同形, 円形の細胞に終わるか, ま

たは先端部で細くなり、時に毛状の細胞に終わる。特別の分裂域はなく、細胞は全て分裂能力を持つ。異質細胞は通常末端か介生的に形成されるが、属によっては全く形成されない。アキネートを作る場合、アキネートは、異質細胞の近くから形成される場合と、離れたところから形成される場合がある。偽分枝はない。連鎖体は両端から対称的に生長する。

属間の分類基準として、異質細胞の位置、トリコーム（糸状体）の構造、アキネートの位置や形といった従来から用いられてきた特徴の他に、群体の形態、鞘や細胞やアキネートの形態、生活環、ガス胞の有無などの特徴を考慮する。特にアキネートの発達様式に着目して2亜科を設ける。

(i) *Anabaenoideae* (Born. et Flah.) Kirchn. 1900

アキネートは異質細胞に隣接するか、またはその近くから形成される (paraheterocytic)。

*Anabaena* Bory ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Cyanospira* Florenz et al. 1985 incl.); *Anabaenopsis* (Wolosz.) V. Mill. 1923; *Aphanizomenon* Morr. ex Born. et Flah. 1886; *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju 1972; *Cylindrospermum* Kütz. ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Hormothamnium* Grun. ex Born. et Flah. 1886?, *Anabaenothrix* Randh. 1936); *Raphidiopsis* Fritsch et Rich 1929; *Richelia* Johs.-Schmidt 1901; *Wollea* Born. et Flah. 1886

*Anabaena* と *Aphanizomenon* はタイプ種を比較する限りでは容易に区別できるが、中間的な形態を持つ種がいくつか存在する。

*Anabaena* : トリコームは両極同形、介生する異質細胞を持ち (非常に稀に頂生する)、異質細胞のすぐ隣かまたは近くにアキネートを形成する、単独で生育するか、または束状かマット状の群体を形成する、湿土上あるいは水中の基質 (植物、水底、木等) 上に共生するか、水中で浮遊生活をする。タイプ種は *Anabaena oscillarioides* Bory ex Born. et Flah.。 *Anabaena* にはガス胞を持つものと持たないもの (浮遊生または着生)、先端細胞が細くなるものと細くならないもの等が含まれており、今後の研究が必要とされる。アキネートの発達様式の違いによって従来の *Anabaena* の種のうち *Trichormus* (*Nostocoideae*) に移されたものがある (後述)。

(ii) *Nostocoideae* (Borzi 1914) Kom. et Anagn. 1989

アキネートは異質細胞から離れたところから形成さ

れる (apoheterocytic)。

*Aulosira* Kirch. ex Born. et Flah. 1886; *Isocystis* Borzi ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Pseudonostoc* Elenk. 1949); *Nodularia* Mert. ex Born. et Flah. 1886 nom. cons.; *Nostoc* Vauch. ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Nematonostoc* Nyl. 1873 ex Elenk. 1931, *Amorphonostoc* Elenk. 1931, *Sphaeronostoc* Elenk. 1931, *Stratonostoc* Elenk. 1931); *Trichormus* (Ralfs ex Born. et Flah.) Kom. et Anagn. 1989

*Trichormus* : トリコームは単列細胞からなり、両極同形、介生する異質細胞を持ち、異質細胞から離れたところからアキネートを形成する、基質上でマット状の群体を形成する、またはやや気生、あるいは水中に生育する。タイプ種は *Trichormus variabilis* (Kütz. ex Born. et Flah.) Kom. et Anagn. (basionym: *Anabaena variabilis* Kütz. ex Born. et Flah.)。

スチゴネマ目 Stigonematales Geitler 1925

細胞は縦軸に垂直な面で分裂し、単列のトリコームを作ることが多いが、部分的にあるいは属によっては藻体のほとんどの部分において縦軸に平行な面及び不規則な面でも分裂し、糸状体の横断面において多細胞となることが少なくない。トリコームは真分枝を作る、場合によって偽分枝も作る、属によっては異質細胞を作る、ほとんどの場合アキネートを作らない。生殖は、連鎖体、不動連鎖体、厚膜連鎖体、アキネート、微胞子、動微胞子、不動微胞子による。

スチゴネマ目では、次の4つの糸状体の分枝型が最も重要な分類基準とされている。

A. 細胞の不規則な塊であるX字型分枝：細胞が多面的に分裂して細胞塊を形成するが、生理学的には細胞同士が結合しているものである。

B. 側生するT字型分枝：トリコームの主軸の細胞は縦軸に平行な面で分裂し、分裂した細胞の一つが縦軸に直角な方向に生長する。この分裂には4つの変型がある。

C. 偽叉状のV字型分枝：頂端細胞が縦に軸方向に平行な面で分裂し、2本の分枝が斜めに出る。この型にもいくつか変型がみられる。

D. 逆Y字型分枝：側生する枝が形成された後に分枝が生じる。一個の頂端細胞が分枝になり、2個の頂端細胞または元のトリコーム断片が逆Y字構造となる。この分枝型にもいくつか変型がみられる。なお

これは Geitler (1925) の逆 V 字型分枝, Umezaki (1958) の逆 Y 字型分枝に等しい。

科以下の分類のための特徴として分枝型の他に次のものを考慮する。細胞分裂と細胞構造, 異質細胞, アキネート, 運動性, 連鎖体, 生理学的・生化学的特徴, 生殖方法, 生活環, 藻体の形態, 形態学的変異, 生態と地理的分布。

(1) Chlorogloeopsaceae (Mitra) Mitra et Pandey 1966

トリコームは短い, 円筒形ないし数珠形, 単列ないし多列, 時にプレウロコプサ状, はっきりとした枝を作ることはない。X 字型分枝を作る。異質細胞は介生または先端に形成される。生殖は連鎖体とアキネートによる。

*Chlorogloeopsis* Mitra 1966\*\*; *Heterocyanococcus* Kuffer. 1929\*

一属一種である *Chlorogloeopsis fritschii* は, 自然界からはまだ見つかっていない。また類似の形態を持つ *Heterocyanococcus* は, *Nostoc punctiforme* の生活史の一段階ではないかと考えられている (Geitler 1932, 1942)。

(2) Capsosiraceae (Borzi) Geitl. 1925

トリコームは単列ないし多列, 枝を作るが主軸と枝の間に形態の違いは認められない。藻体は基部において偽柔組織状になることがある, 上部においては放射状に発達し, 時に二叉分枝状の糸状体になる。X 字型, T 字型, V 字型分枝を作る。異質細胞は形成されないかまたは介生的に形成される。生殖は不動微孢子または動微孢子, アキネート, 連鎖体による。

*Capsosira* Kütz. ex Born. et Flah. 1886; *Desmosiphon* Borzi 1907\*; *Hyphomorpha* Borzi 1916\*; *Letestuinema* Frémy 1930\*; *Nematoplaca* Geitl. 1933; *Stauromatonema* Frémy 1930\*

(3) Stigonemataceae (Hass.) Kirchn. 1898

トリコームは多列となることが多い, 多かれ少なかれ主軸と枝との間に分化が認められる。X 字型, T 字型, V 字型分枝を作る。異質細胞は形成されないか, 介生的に形成される。生殖は連鎖体, 不動連鎖体, 厚膜連鎖体による。

*Homoeoptycha* Skuja 1944 (syn.: *Thackerella* Bharadw. 1963); *Pulvinularia* Borzi 1917; *Stigonema* Ag. ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Sirosiphon* Kütz. 1843)

(4) Fischerellaceae Anagn. et Kom. 1990

トリコームは主軸と枝とに分化する, 主軸においては多列で少数珠状, 枝においては単列でほとんど円筒形。T 字型, V 字型分枝を作る。異質細胞は形成されないか, または介生的に形成される。生殖は連鎖体, 厚膜連鎖体, アキネート, 不動微孢子による。

*Doliocatella* Geitl. 1933; *Fischerella* (Born. et Flah.) Gom. 1895 (syn.: *Fischera* S. H. Schwabe 1837, *Sommierella* Borzi 1907); *Fischerellopsis* Fritsch 1932; *Leptopogon* Borzi 1906; *Parthasarathiella* Subba Raju 1962\*\*; *Westiellopsis* M. Janet 1941\*\*

Fischerellaceae はトリコームに主軸と分枝の分化があること, 細胞分裂の様式に違いがあることから, Stigonemataceae から分離して設けられた科である。

(5) Borzinemataceae Geitl. 1942

トリコームは主軸と枝とに分化する, 主軸においては多列で数珠状, 枝においては単列の円筒形, 偽分枝を作る。T 字型分枝を作る。異質細胞は介生的に形成される。生殖は連鎖体, 厚膜連鎖体, アキネートによる。

*Borzinema* De Toni 1936 (syn.: *Diplonema* Borzi 1917); *Handeliella* Skuja 1937; *Schmidleinema* De Toni 1936 (syn.: *Camptylonema* Schmidle 1900); *Seguenzaea* Borzi 1906; *Spelaopogon* Borzi 1905 (syn.: *Pseudospelaopogon* Elenk. 1949 incl.)

(6) Loriellaceae Geitl. 1925

トリコームは全て単列, 数珠形ないし円筒形, 主軸と分枝に分化することはない。T 字型, V 字型分枝を作る。異質細胞は形成されないか, または介生的に形成される。生殖は連鎖体, 厚膜連鎖体, アキネートによる。

*Albrightia* Copel. 1936\*; *Brachytrichiopsis* Jao 1944; *Colteronema* Copel. 1936\*; *Geitleria* Friedm. 1955\*; *Loefgrenia* Gom. 1896\*; *Loriella* Borzi 1892; *Mastigocoleopsis* Geitl. 1925\*; *Matteia* Borzi 1906\*

*Loefgrenia* と *Mastigocoleopsis* は先端で細くなる毛状の分枝を持つ。もしこの特徴が重要と認められるなら, 両属は Loriellaceae 内の亜科として分類されるべきであろう。

(7) Nostochopsaceae Geitl. 1925

トリコームは全て単列，ほぼ円筒形ないし数珠形，主軸と枝の分化が認められない。T字型，V字型，稀に逆Y字型分枝を作る。異質細胞は介生的かまたは短い側枝の先端に形成される。生殖は連鎖体による。*Baradlaia* Palik 1960\*；*Mastigocladopsis* Iyeng. et Desik. 1946\*；*Mastigocoleus* Lagerh. 1886；*Nostochopsis* Wood ex Born. et Flah. 1886 (syn.: *Myxoderma* Schmidle 1901)

#### (8) Mastigocladaceae Geitl. 1925

トリコームは全て単列，円筒形ないし数珠状，主軸と枝の分化が認められない。T字型，V字型，Y字型分枝を作る。異質細胞は形成されないか，または介生的に形成される。生殖は連鎖体，不動連鎖体，厚膜連鎖体，アキネート，例外的に微胞子による。

##### (i) Mastigocladoideae

トリコーム及び分枝の頂部は多少円筒形で，やや円い頂端細胞を持ち，分枝は主にT字型またはV字型でY字型は稀である。

*Adrianema* De Toni 1936 (syn.: *Lithonema* Erceg. 1929)；*Chondrogloea* Schmidle 1902\*；*Hapalosiphon* Näg. in Kütz. ex Born. et Flah. 1886；*Mastigocladus* Cohn 1862；*Symphyonema* Jao 1944；*Thalpopphila* Borzi 1906\*；*Umezakia* M. Watanabe 1987；*Voukiella* Erceg. 1925；*Westiella* Borzi 1907

##### (ii) Brachytrichioideae (Born. et Flah.) Fritsch 1945

トリコームの頂部は細くなり毛状に終わり，分枝はおもにV字型とY字型である。

*Brachytrichia* Zanard. [1872] ex Born. et Flah. 1886；*Herpyzonema* Weber-Bosse 1913；*Iyengariella* Desik. 1959；*Parenchymorpha* Tseng et Hua 1984；*Symphyonemopsis* Tiwari et Mitra 1969

最後に，様々な質問に答えて下さったチェコスロバキア科学アカデミー植物学研究所のJ. Komárek 博士に心から感謝する。

#### 参考文献

Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes 1-Introduction. Arch. Hydrobiol. Suppl. 71, Algological Studies 38/39: 291-302.  
Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3-

Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80, Algological Studies 51-53: 327-472.  
Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 5-Stigonematales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 86, Algological Studies 59: 1-73.  
Bornet, E. and Flahault, C. 1886-1888. Revision des Nostocacées hétérocystées. Ann. Sci. nat. Bot., ser. 7, 3: 323-381, 4: 343-373, 5: 51-129, 7: 177-262.  
Bourrelly, P. 1970. Les algues d'eau douce III. 512 pp., N. Boubée and Cie., Paris.  
Desikachary, T. V. 1959. Cyanophyta. in I.C.A.R. Monographs on Algae, 686 pp., New Delhi.  
Drouet, F. 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae., Acad. nat. Sci. Philadelphia, Monogr. 15, 370 pp.  
Drouet, F. 1973. Revision of the Nostocaceae with cylindrical trichomes (formerly Scytonemataceae and Rivulariaceae). 292 pp., Hafner Press, New York.  
Drouet, F. 1978. Revision of the Nostocaceae with constricted trichomes. Nova Hedwigia Beih. 57: 1-258.  
Drouet, F. 1981. Summary of the classification of blue-green algae. Nova Hedwigia Beih. 66: 135-209.  
Elenkin, A. A. 1936-1949. Monographia Alarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus URSS inventarum. I. et II., 1-2. I: 684 pp., II: 1908 pp., Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskva-Leningrad.  
Geitler, L. 1925. Cyanophyceae. In A. Pascher [ed.], Süswasser-Flora Mitteleuropas. No. 12. Gustav Fischer, Jena.  
Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In L. Rabenhorst [ed.], Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 14. Akademische Verlag., Geest.  
Geitler, L. 1942. Schizophyta. In A. Engler and K. Prantl [eds.], Die natürlichen Pflanzenfamilien. ed. 21 b. Wilhelm Engelmann, Leipzig.  
Gomont, M. M. 1892. Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées). Ann. Sci. nat., Bot., ser. 7, 15: 263-368, 16: 91-264.  
Hollerbach, M. M., Kosinskaja, E. K. and Poljanskij, V. I. 1953. Sinezelenye vodorosli. in Opred. presnov. vodorosl. SSSR 2. 652 pp., Sov. nauka, Moskva.  
Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes 2-Chroococcales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73. Algological Studies 43: 157-226.  
Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82, Algological Studies 56: 247-345.  
Kondrateva, N. V. 1968. Cyanophyta. in Vozn. prisnov. vodorost. Ukr. RSR 1, 2. 254 pp. Vid. "Naukova dumka", Kiev.  
Linné, C. 1753. Species plantarum. Tom. II: 561-1200, Stockholm.

- Stanier, R. Y. and Cohen-Bazire, G. 1977. Phototrophic prokaryotes: the cyanobacteria, *Ann. Rev. Microbiol.* **31**: 225-274.
- Stanier, R. Y. et al. 1978. Proposal to place the nomenclature of the cyanobacteria (blue-green algae) under the rules of the international code of nomenclature of bacteria. *Int. J. Syst. Bacter.* **28**: 335-336.
- Stanier, R. Y., Kunisawa, R., Mandel, W. and Cohen-Bazire, G. 1971. Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chroococcales). *Bac. Rev.* **35**: 171-205.
- Starmach, K. 1966. *Cyanophyta—sinice*. *Flora sfodkow. Polski* 2, 753 pp., Warszawa.
- (新山優子, 305 つくば市並木4-918-302; 渡辺真之, 305 つくば市天久保4-1-1 国立科学博物館筑波実験植物園; 梅崎 勇, 910-11 福井県吉田郡松岡町兼定島4-1-1 福井県立大学)



—学会録事—

—会員移動—  
新人会

住所変更

訃 報

本会設立発起人 稲垣 貫一氏は去る1992年12月22日逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。

日本藻類学会

退 会

---

討論会のお知らせ

本学会の学会誌改革についてのアンケートの結果がワーキンググループによってまとめられましたので、これを受けて討論会を下記の通り開催しますので、多数の会員のご参加をお願いします。

会 長 有 賀 祐 勝

記

日時：1993年3月30日 16：25～18：25

会場：東海大学海洋学部（日本藻類学会第17回大会会場）



## —日本藻類学会誌改革ワーキンググループの中間答申に関するアンケートの結果—

藻類40巻4号に掲載された日本藻類学会誌改革ワーキンググループ答申案に関するアンケートに対し67通の回答が寄せられました。その内容は以下のように要約されます。

回答者のうち86%が基本的な方針として「藻類」を現状の和文・英文の混合状態から和文誌、英文誌を独立したものとすることに賛成し、7%が反対、7%がその他と回答した。また、分割に賛成の方のうち93%が英文誌を国際的な商業的出版社との契約のもとで出版することに賛成し、明確な反対は0%であった。雑誌の体裁・年間出版回数は英文誌ではA4版(75%)、年4回(76%)、和文誌ではB5版(93%)、年2回(44%)ないし4回(49%)というのが多数意見であった。一方、和文誌に掲載する記事に関してはアンケートであげた項目のほとんどに半数以上の賛成があった。

また数人が賛成の前提条件として1) 英文誌と和文誌に出版回数、印刷レベル等で格差がつかないこと、2) 会費の値上げをしないこと、3) 国際的出版社から出版しても、また外国の藻類学会組織と共同編集・出版を行っても、出版主体は日本藻類学会であること、4) 文部省の科学研究費学術刊行助成金が得られるめどがあることを挙げている。

一方、反対意見としては以下のような内容のものがあった。

1) 日本藻類学会の現状から考えて英文と和文を分割することの負担(予算面、編集・事務能力における)が大きすぎる。2) 日本の雑誌として日本の編集スタッフで独立してできることをやるべきである。3) 全編英文とし和文の要旨をつける方がよい。4) 体裁などは現状のままでも、編集スタッフを充実し会員がよい論文を投稿するよう努力すれば充分である。

以上のアンケート結果をふまえて、ワーキンググループはさらに具体的な改革案を本年度の第17回大会までに策定する予定です。また、アンケートの集計結果、回答・コメントの具体的な内容は大会会場に掲示いたします。さらに、同大会において、学会主催の討論会「日本藻類学会誌の改革について」が開かれます。

(日本藻類学会誌改革ワーキンググループ 世話人: 石川依久子)

正 誤 表 Errata  
(第40巻 第1-4号 Vol. 40 No. 1-4)

|                                    | 誤 incorrect                                    | 正 correct   |
|------------------------------------|--|---|
| p. 2 Table 1<br>under Liagoraceae  | ?No  | No  |
| p. 3 Table 1<br>under Liagoraceae  | ?No  | No  |
| p. 5 Right, L. 26                  | Axial filaments…<br>…or not (0).               | Closely-sheathing rhizoidal<br>filaments always absent in<br>multiaxial taxa. |
| p. 39 address                      | 高地大学   | 高知大学  |
| p. 39 Right, L. 19                 | 1990年1   | 1991年1  |
| p. 43 Table 1                      | Stem size of                                   | Stem size (cm) of   |
| p. 215 Right, L. 2                 | pCa $5(1.0 \times 10^{-5} \text{ mol m}^{-3})$ | pCa $5(1.0 \times 10^{-2} \text{ mol m}^{-3})$                                |
| L. 3                               | pCa $6(1.0 \times 10^{-6} \text{ mol m}^{-3})$ | pCa $6(1.0 \times 10^{-3} \text{ mol m}^{-3})$                                |
| p. 273 Author name                 | 菊池則雄   | 菊地則雄  |
| No. 3 Back cover                   | 菊池則雄   | 菊地則雄  |
| p. 299 Table 5-2<br>Species, L. 39 | <i>Geranium</i>                                | <i>Ceramium</i>   |
| p. 299 Table 5-2<br>Remarks, L. 28 | MG-AM  | NG-AM   |
| p. 302 Table 7, L. 1               | two coastal waters                             | coastal waters  |
| p. 308 Left L. 24                  | 青梅   | 青海  |
| p. 363 L. 1                        | 補食   | 捕食  |
| No. 4 Back cover                   | 補食   | 捕食  |

---



---

 ニ ュ ー ス
 

---



---

### 第15回国際植物科学会議

開催期間： 1993年8月28日～9月3日  
 開催場所： 横浜国際平和会議場（パシフィコ横浜）  
 ポスター申し込み、登録(割引)締切：1993年4月10日  
 登録連絡先： 〒103 東京都中央区日本橋2-14-9 加商ビル 2F  
 ㈱アイシーエス企画 第15回国際植物科学会議係  
 FAX: 03-3273-2445  
 その他の連絡先： 〒112 東京都文京区白山3-7-1  
 東京大学理学部附属植物園 岩槻邦男  
 TEL: 03-3814-0138 FAX: 03-3814-0139

(藻類学会会員用のセカンドサーキュラーは藻類学会編集局(東京学芸大学)にあります。)

---

### つくば国際藻類フォーラム～藻類研究の今日と展望 のお知らせ(2回目)

#### INTERNATIONAL PHYCOLOGY FORUM (TSUKUBA), PHYCOLOGICAL SCIENCES～TODAY AND TOMORROW

本誌の昨年の12月号でお知らせしました本フォーラムの詳細が以下のように決定しましたのでお知らせします。尚、正式なサーキュラーが出来ましたので希望者は「フォーラムのサーキュラー希望」と書いたものに「氏名・所属・住所・電話番号」を添えたものを“実行委員会庶務幹事”野崎久義[〒305 つくば市小野川16-2 国立環境研究所 FAX 0298-51-4732]宛に郵便またはFaxで請求して下さい。

日 時：1993年8月23日(月)～8月26日(木)

会 場：筑波大学国際会議場(つくば市天王台1-1-1)

参加費：一般 10,000円 学生 5,000円

(6月1日迄に送金した場合)

一般ポスター発表要旨締切：8月1日

#### 招待講演者によるシンポジウムの予定

Symposium I : Mangrove Ecosystem and Algae  
 Organizer : Y. Hara (Univ. of Tsukuba, Japan)  
 Speakers : E. Coppejans (State Univ. of Ghent, Belgium)  
 : M. Faust (Nat. Museum of Natural History, Smithsonian Inst., U.S.A.)  
 : T. Horiguchi (Shinshu Univ., Japan)  
 : U. Karsten (Univ. of Bremen, Germany)  
 : R. A. King (Univ. of New South Wales, Australia)  
 : J. Tanaka (Nat. Science Museum, Japan)  
 : J. A. West (Univ. of California, Berkeley, U.S.A.)

- Symposium II : Algae as Constituents of the Carbon Cycle and Global Environment  
 Organizers : M. Okazaki (Tokyo Gakugei Univ., Japan)  
 : M. Tsuzuki (Univ. of Tokyo, Japan)  
 Speakers : Z. Dubinsky (Bar-Ilan Univ., Israel)  
 : S. Fujiwara (Nat. Inst. of Bioscience & Human-Tech., Japan)  
 : H. Ikemoto (Marine Biotechnology Inst., Japan)  
 : P. Westbroek (Univ. of Leiden, the Netherland)
- Symposium III : Algae as Resources for Technology and Industry  
 Organizer : N. Kurano (Marine Biotechnology Inst., Japan)  
 Speakers : L. Borowitzka (Western Biotechnology Limited, Australia)  
 : C. Gudin (Heliosynthese, Cadarache, France)  
 : A. Mitsui (Univ. of Miami, U.S.A.)  
 : K. Miyamoto (Osaka Univ., Japan)  
 : A. Richmond (Jacob Blaustein Inst., Israel)
- Symposium IV : Algae as a Model Experimental System for Plant Sciences  
 Organizer : H. Kawai (Kobe Univ., Japan)  
 Speakers : P. L. Beech (Univ. of Melbourne, Australia)  
 : D. Menzel (Max Planck Inst. for Cell Biology, Ladenburg, Germany)  
 : D. G. Müller (Universität Konstanz, Germany)  
 : K. Ohki (Tokai Univ., Japan)  
 : J. P. Van der Meer (Atlantic Research Lab., Nat. Research Council, Canada)
- Symposium V : Biodiversity and Phylogeny of Algae—Morphological and Molecular Aspects—  
 Organizer : I. Inouye (Univ. of Tsukuba, Japan)  
 Speakers : R. A. Andersen (Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, U.S.A.)  
 : R. L. Chapman (Louisiana State Univ., U.S.A.)  
 : I. Inouye (Univ. of Tsukuba, Japan)  
 : L. A. Lewin (Scripps Inst. Oceanography, U.S.A.)  
 : C. J. O'Kelly (Massey Univ., New Zealand)
- Symposium VI : Algal Blooms in Eutrophic Waters  
 Organizer : M. M. Watanabe (Nat. Inst. for Environmental Studies, Japan)  
 Speakers : Y. Fukuyo (Univ. of Tokyo, Japan)  
 : G. M. Hallegraeff (Univ. of Tasmania, Australia)  
 : K. Kaya (Nat. Inst. for Environmental Studies, Japan)  
 : J. Komárek (Czechoslovak Academy of Sciences, Czechoslovakia)  
 : Y. Shimizu (Univ. of Rhode Island, U.S.A.)

### 田宮, Avron 両先生を偲ぶ夕べ

田宮, Avron 両先生の学問的業績を偲ぶ特別集会をつくば国際藻類フォーラムの期間中に開催いたします。両先生は微細藻の生理・生化学分野での貢献のみならず、基礎から応用への架け橋となる多大な業績を挙げられました。田宮先生はクロレラの同調培養の創始者として発育生理の解明に寄与されました。また、大量培養のバイオフィアでもあります。Avron 先生は *Dunaliella* の  $\beta$ -カロテン生成と高塩濃度耐性の生理学的メカニズムの研究で広く世界に知られております。本集会では、二人の優れた科学者の業績をたたえて以下の2題の記念講演と会食を予定しており、皆様のご参加をお願い申し上げます。

1993年8月24日(火)

16:30-18:00 Memorial Lecture

18:30-20:00 Memorial Banquet

司会 宮地重遠 (海洋バイオテクノロジー研究所総合所長, 東京大学名誉教授, 東海大学教授)

講演 Prof. Horst Senger (Philipps-Universität, Marburg, Germany)

「田宮先生の思い出」(仮題)

Prof. Ami Ben Amoz (Nat. Inst. Oceanography, Israel Oceanographic and Limnological Research, Haifa, Israel)

「Avron 先生の思い出」(仮題)

連絡先

岩手県釜石市平田第三地割75-1

㈱海洋バイオテクノロジー研究所釜石研究所

蔵野憲秀

電話 : 0193-26-6537

Fax : 0193-26-6584

会 告

日本藻類学会第17回大会プログラム  
(1993)

学会会長 有 賀 祐 勝

大会会長 山 田 信 夫

The XVIIth Annual Meeting of the  
Japanese Society of Phycology  
March 30 - 31, 1993  
School of Marine Science and Technology, Tokai University

会 期 1993年3月30日(火)～3月31日(水)

会 場 東海大学海洋学部 8号館

## 日本藻類学会第17回大会プログラム

## 第1日目(3月30日)

8:50 大会会長挨拶 山田信夫

## 講演(午前の部)

- 9:00 (1) 淡水産超微細緑藻の微細構造と分類  
○高村典子・渡辺 信・野崎久義・木幡邦男(国立環境研究所)
- 9:15 (2) 緑藻 *Carteria* 属の新種の有性生殖について  
○須田彰一郎\*・奥田 徹\*・渡辺 信\*\*(\*日本ロシユ研究所, \*\*国立環境研究所)
- 9:30 (3) アオミドロ *Spirogyra majuscula* Kützinger の核分裂後期における染色体運動の研究  
福永公平(阿佐谷生物研究所)
- 9:45 (4) 川崎市産の *Carteria* の一種(緑藻植物)の形態と有性生殖  
野崎久義(国立環境研究所)
- 10:00 (5) 緑藻カエトフォラ目の1新属について  
○飯田高明・中野武登・岩月善之助(広島大・理・植物)
- 10:15 (6) 東京湾品川芝浦運河に生育するシオグサ属植物  
宮地和幸(東邦大・理・生)
- 10:30 (7) 羽状珪藻 *Achnanthes javanica* f. *subconstricta* の被殻とペリゾニウムの微細構造  
○井出雅彦\*・南雲 保\*\*・水野 真\*\*\*(\*文教大・短大, \*\*日本歯科大・生物, \*\*\*東京農大・生物産業・生産)
- 10:45 (8) *Thalassiosira eccentrica* (Kütz.) Cleve の有基突起の内部構造  
○小林 弘\*・徳田欣之\*\*(\*東京珪藻研究所・\*\*足立学園高校)
- 11:00 (9) 羽状珪藻 *Pinnularia* 属数種における葉緑体核の分布様式  
○真山茂樹・小林美香・石川依久子(東京学芸大・生物)
- 11:15 (10) 海産黄金色藻オクロモナス属の1種の形態と分類  
○本多大輔・井上 勲(筑波大・生物科学系)
- 11:30 (11) 養殖スサビノリの紫外線吸収物質と生活史  
清水陽子・館 洋・○前川行幸・喜田和四郎(三重大・生物資源)
- 11:45 (12) 生育場所を異にするアマノリ属数種の紫外線吸収物質  
○清水陽子・前川行幸・喜田和四郎(三重大・生物資源)
- 12:00~13:00 (昼 休 み)

## 講演(午後の部)

- 13:00 (13) 免疫電顕法による *Stichococcus bacillaris* のピレノイドに局在する葉緑体 DNA の検出  
○片平幸枝\*・宮村新一\*・中野武登\*\*・堀 輝三\*(\*筑波大・生物科学系, \*\*広島大・理・植物)
- 13:15 (14) 紅藻ハケサキノコギリヒバの植食動物2種に対する摂食阻害  
○谷口和也\*・高島国男\*\*・蔵多一哉\*\*\*・鈴木 稔\*\*\*\*・林 育夫\*\*\*\*\*(\*東北水研, \*\*榎山南部水試, \*\*\*函館高専, \*\*\*\*北大・理・化学, \*\*\*\*\*日水研)
- 13:30 (15) 渦鞭毛藻を共生者とする二枚貝の光合成特性  
○加藤哲也\*・白岩善博\*\*・大野照文\*\*\*・弥益輝文\*\*\*\*・酒井一彦\*\*\*\*\*(\*京大・理・植, \*\*新潟大・理・生物, \*\*\*京大・理・地鉱, \*\*\*\*琉球大・教養, \*\*\*\*\*琉球大・熱帯海洋センター)

- 13:45 (16) オオバロニアの拡大成長のしくみ  
○杉山孝一・石川依久子(東京学芸大・生物)
- 14:00 (17) オオバロニアの細胞外抽出原形質のプロトプラスト化に及ぼす  $\text{Ca}^{2+}$ , pH, 温度の影響  
○奈島弘明\*・渥美茂明\*\* (\*兵庫県立青雲高校, \*\*兵庫教育大・自然系)
- 14:15 (18) 潮間帯上部の褐藻インゲが乾燥ストレスに遭遇する際のアミノ酸代謝  
佐藤涼子・川野和歌子・志村都美子・○鈴木章方(山梨大・教育・生物)
- 14:30 (19) ハプト藻 *Pleurochrysis haptoneofera* による  $\text{CO}_2$  固定  
樋渡武彦・○湯澤 篤\*・岡崎恵視\*\*・山本雅祥・赤野 徹・清原正高\*\*\* (\*日本エヌ・ユー・エス㈱, \*\*東京学芸大, \*\*\*関西電力㈱)
- 14:45 (20) アナアオサ不稔性変異種の光合成特性  
○村瀬 昇\*・前川行幸\*\*・村井敏夫\*・大貝政治\* (\*水産大学校・増殖, \*\*三重大・生物資源)
- 15:00 (21) エゾノネジモクの C, H, N の部位別, 季節別変動  
○小河久朗・清水悟史・木内悦子・金谷夏宏(北里大・水産)
- 15:15 (22) 褐藻ナガコンブの光合成—温度特性の季節変化  
○坂西芳彦・飯泉 仁(北水研)
- 15:30 (23) 囊状緑藻オオハネモ (*Bryopsis maxima*) の葉緑体核様体の組成に関する予備的研究  
○宮村新一・堀 輝三(筑波大・生物科学系)
- 15:45 (24) 円石藻 *Pleurochrysis carterae* の細胞膜画分の調製と膜結合 ATPase の性質  
○森 泉・岡崎恵視(東京学芸大・生物)
- 16:00 (25) 多核緑藻タンポヤリのプロトプラストから発達する球形細胞における成長極性の分化と表層微小管の動態  
○奥田一雄・水田 俊(高知大・理・生物)
- 16:25~18:25 (討 論 会) 「日本藻類学会誌の改革について」於：研究発表会場  
18:30~20:00 (懇 親 会) 於：4号館(食堂)

## 第2日目(3月31日)

### 講 演(午前の部)

- 9:00 (26) ガゴメの生活様式について  
○佐々木茂\*・川嶋昭二\*\* (\*北海道中央水試・増殖, \*\*函館市)
- 9:15 (27) ガゴメ (*Kjellmaniella crassifolia* Miyabe) の龍紋状凹凸の形成  
○川嶋昭二\*・佐々木茂\*\* (\*函館市, \*\*北海道中央水試・増殖)
- 9:30 (28) *Polyopes clarionensis* Setchell et Gardner (紅藻, ムカデノリ科) の形態学的新知見  
梶村光男(島根大・理・臨海)
- 9:45 (29) 管状緑藻モツレチョウチン属2新種  
○高原隆明\*・千原光雄\*\* (\*専修大・商, \*\*日赤看護大)
- 10:00 (30) クロララクニオ藻の分類学的研究(I) アメーバ細胞を欠くグアム島産藻  
○石田健一郎・原 慶明(筑波大・生物科学系)
- 10:15 (31) 褐藻クロガシラ属 *Sphacelaria* の棒状胚芽枝の分枝様式について  
北山太樹(筑波大・生物科学系)
- 10:30 (32) 褐藻イワヒゲの有性生殖と分類  
川井浩史(神戸大・理・生物)

- 10 : 45 (33) モズク糸状体種苗の室内培養法  
当真 武 (沖縄水試)
- 11 : 00 (34) 沖縄県宮古島産紅藻アヤギヌ属の1種の形態学的研究と交配実験  
○神谷充伸\*・田中次郎\*\*・原 慶明\* (\*筑波大・生物科学系, \*\*国立科学博物館)
- 11 : 15 (35) オオイシノウ科数種の再評価  
○瀬戸良三\*・熊野 茂\*\* (\*神戸女学院大, \*\*神戸大)
- 11 : 30 (36) 北海道産紅藻サンゴモ科植物の種の分類学的研究 (1) *Lithothamnion* イシモ属の疣状一樹枝状4種について  
○秋岡英承\*・正置富太郎\*\* (\*北教大・函館・生物, \*\*北大・水産・植物)
- 11 : 45 (37) 紅藻スサビノリの色変異体の色彩に関する比較研究  
○二羽恭介\*・三浦昭雄\*\*・有賀祐勝\* (\*東水大・藻類, \*\*青森大・工・生物工)
- 12 : 00~13 : 00 (昼 休 み)

講 演 (午後の部)

13 : 00~13 : 30

展 示 講 演

- (38) マングローブ環境に生息する渦鞭毛藻類の分類学的研究  
堀口健雄 (信州大・教育)
- (39) *Pseudodoctonion basilense* var. *brandii* (緑藻カエトフォラ目) の温度変化における多様性  
○中野武登・飯田高明・岩月善之助 (広島大・理・植物)
- (40) 単細胞藻類 *Dunaliella* のストレス応答—合成洗剤暴露の場合—  
○綿貫知彦・宇都宮暁子・松下和弘\*・加藤賢三\*\* (神奈川県衛生研究所, \*埼玉医大, \*\*国立予防衛生研究所)
- (41) 長野県およびカリフォルニアから採集された Endolithic algae について  
○久保文靖・堀口健雄 (信州大・教育)
- (42) 緑藻 *Pediastrum* (クンショウモ属) の多形性  
○大西綾美・中野武登・岩月善之助 (広島大・理・植物)
- (43) 初等中等教育段階における藻類の扱われかたの問題点. その2  
○片山舒康\*・今井正江\*\* (\*東京学芸大・生物, \*\*中央大学杉並高校)
- (44) 18SrDNA の塩基配列によるブラシノ藻の系統解析  
○中山 剛・井上 勲 (筑波大・生物科学系)
- (45) 葉緑体と細胞質の *ssu rRNA* の塩基配列から推定した特異的な色素組成を持つ緑藻 *Chlamydomonas parkeae* の系統  
○金 永植\*・小柳津広志\*・松本 聡\*・渡辺 信\*\*・野崎久義\*\* (\*東大・農, \*\*国立環境研究所)
- (46) 創傷オオバロニアの survival strategy—生存のための原形質運動  
○縄田利寿・石川依久子 (東京学芸大・生物)
- (47) 円石藻 (ハプト植物門) における光合成及び石灰化速度  
○江澤千佳・岡崎恵視 (東京学芸大・生物)
- (48) 南房総沿岸におけるカイゴロモ (緑藻, シオグサ科) の生態学的研究  
○松山和世・有賀祐勝 (東水大・藻類)

- 13 : 30 (49) 日本産マジリモク (褐藻類ホンダワラ亜属) について  
鯉坂哲朗 (京大・農)



- 13:45 (50) 日本新産ホンダワラ亜属(褐藻類)の2種について  
○鯨坂哲朗\*・宇井晋介\*\* (\*京大・農, \*\*~~株~~串本海中公園センター)
- 14:00 (51) 温泉藻イデユコゴメ類の生育と光合成に対するCO<sub>2</sub>濃度の影響  
○長島秀行・原田美穂・吉田充輝(東京理科大・基礎工)
- 14:15 (52) 南原川水系(広島市)における付着珪藻群落の主成分分析による解析  
○半田信司\*・中野武登\*\* (\*広島県衛連, \*\*広島大・理・植物)
- 14:30 (53) 好酸性緑藻 *Chlamydomonas* の脂質組成について  
○立沢秀高\*・鷹取 信\*\*・山本鎔子\*\* (\*~~株~~荏原総研, \*\*明治大・農化)
- 14:45 (54) 中性及びアルカリ性 pH 緩衝液としての炭酸塩の溶液化学的研究  
清沢桂太郎(大阪大・基礎工・生物工)
- 15:00 (55) 津軽十二湖湖沼群の日暮の池に出現する *Anabaena* について  
○相馬咲子・佐藤貴子・道合修子・大高明史・齋藤捷一(弘前大・教育・自然科学)
- 15:15 (56) スペイン, シェラネバダ山中の水域の藻類植生  
○吉武佐紀子\*・福島 博\*\* (\*湘南短大・生物, \*\*藻類研)
- 15:30 (57) King George Island(南極)のケイ藻植生(予報2)  
○福島 博\*・大谷 修\*\*・小林艶子\*\*\*・藤田晴江\*\*\*\* (\*藻類研, \*\*島根大, \*\*\*横浜市立大, \*\*\*\*神奈川公衛試)
- 15:45 (58) 富山湾及び北海道南西岸のエゾイシゴロモの生態について  
藤田大介(富山県水試)
- 16:00 (59) 接着剤を用いた褐藻カジメ幼植物体の移植法  
○横浜康継\*・平田 徹\*\*・佐藤壽彦\*・土屋泰孝\*・植田一二三\* (\*筑波大・臨海, \*\*山梨大・教育・生物)
- 16:15 (60) 日本沿岸に多産しはじめたオゴノリ類の成長と寒天質特性について  
○Anong Chirapart・大野正夫(高知大・海洋生物教育センター)
- 16:30 (61) トサカノリ生活環の生態的考察  
田井野清也・○大野正夫(高知大・海洋生物教育センター)
- 16:50~17:50(総 会)於:研究発表会場

編集委員会: 3月29日(月) 15:00~16:00 1号館4階中会議室

評議員会: 3月29日(月) 16:00~17:00 1号館4階中会議室

#### 注 意

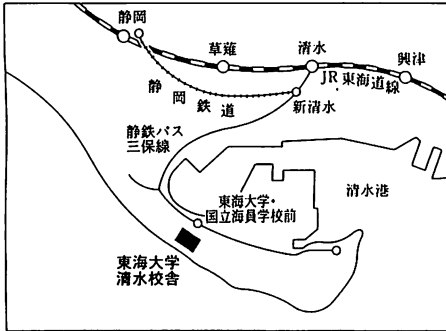
- 受付 8号館4階で, 3月30日(火)午前8時30分から行います。当日の参加申込みも受付けます。  
一般講演 1講演15分(1鈴10分, 2鈴12分, 討議3分)です。時間は厳守して下さい。進行に関しては、進行係の指示に従って下さい。スライド(作成要領は会誌40巻4号を参照)は、会場入口のスライド受付に講演開始30分前までに提出し、講演終了後は各自忘れずにお持ち帰り下さい。
- 展示講演 展示発表は, 3月31日(水)午後1時から午後1時30分まで行います。展示物(作成要領は会誌40巻4号を参照)の貼付けは30日午前中をお願いします。
- 懇親会 懇親会は, 3月30日(火)午後6時30分から8時まで4号館(食堂)で行います。大会当日の参加申込みは若干余裕がありますので、大会受付まで早めにお申し出下さい。

問い合わせ先: 〒424 静岡県清水市折戸3-20-1 東海大学海洋学部水産学科

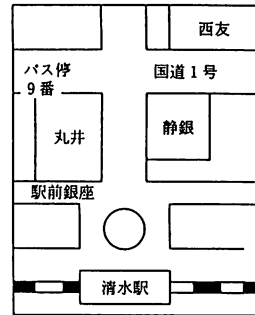
日本藻類学会第17回大会準備委員会

電話 0543(34)0411 内線 2234(林田), FAX 0543(34)9764

発表会会場（東海大学海洋学部）案内図

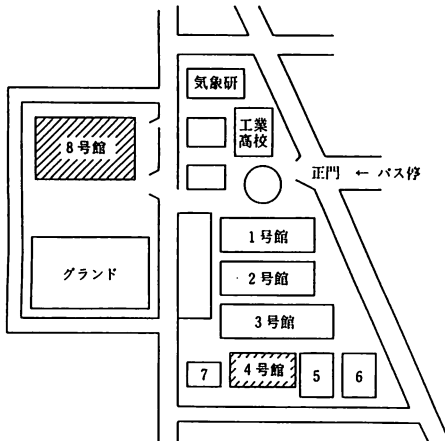


清水駅前バスのりば案内図



<交通案内>

JR 東海道線清水駅下車 バス：三保線（9番のりば），東海大学・国立海員学校前下車（20分，270円）。タクシー：清水駅前のりばから15分（約1300円）。



8号館……受付，大会本部，休憩室，  
（4階） 研究発表会会場  
4号館……食堂，懇親会会場

## 日本藻類学会第17回大会講演要旨

## 一般講演

- (1) ○高村典子・渡辺信・野崎久義・木幡邦男：淡水産超微細緑藻の微細構造と分類

湖沼におけるピコファイトプランクトンの生態的役割がクローズアップされて7-8年になるが、その分類についての研究報告は未だない。演者は日本各地44の湖沼から59株の超微細藻を単離した。これらを形態と色素組成からグルーピングしたところ、ランソウと緑藻から成る10のグループに分かれた。今回は楕円体と球体の緑藻の分類学的特徴について報告する。楕円体のグループ(5株)は短軸、長軸のサイズの平均値が $0.8-1.4 \times 1.3-2.3 \mu\text{m}$ 、球体のグループ(15株)は径の平均値が $1.5-1.9 \mu\text{m}$ の範囲にあった。細胞内にはそれぞれ1ヶの核、ミトコンドリア、葉緑体が観察された。葉緑体は前者が盤状、後者はカップ状でともにビレノイドはなかった。色素組成はクロロフィル a & b、βカロチン、ルテイン、ネオキサンチン及びピオラキサンチンで高等植物と同じであった。細胞壁は2層からなり acetolysis-resistant 物質が認められた (subfamily Scotiellocoystoideae)。楕円体の表面構造は比較的 smooth であったが、球体には不規則に配列した葉脈の網状の構造があった。(国立環境研究所)

- (2) ○須田彰一郎\*・奥田徹\*・渡辺信\*\*：緑藻 *Carteria* 属の一新種の有性生殖について

演者らは、茨城県水海道市の池より *Carteria* と同定される株を数株分離培養し、同種と思われる3株を得た。この3株は、今まで報告されている *Carteria* のうち *C. rotunda* に酷似しているが、眼点を有する点ではっきりと異なり、他に類似した種が存在しないことから新種であることが判明した(第57回日本植物学会発表)。

今回、培養下での生活史の研究を行なったので報告する。現在分離培養されている3株のうち一株は、異なる交配型を示し、窒素分の欠乏した培地に相補的な交配型の株どうしを混ぜ合わせることで有性生殖が誘起された。有性生殖は、クランピング現象から始まり、その後ペアとなった細胞の一方が細胞壁を脱ぎ捨て、次に他方の細胞が細胞壁を脱ぎながら鞭毛の先端どうしを集めるようにして細胞の側面どうしで融合が開始する。融合後運動性接合子となり数時間遊泳後、鞭毛が抜け、着床し不動接合子となる。2~3日後、接合子は赤褐色になり、接合子壁も厚くなる。

(\*日本ロシユ研究所, \*\*国立環境研)

- (3) 福永公平：アオミドロ *Spirogyra majuscula* Kutzing の核分裂後期における染色体運動の研究

*Spirogyra majuscula* の核分裂後期は、中期の赤道面から娘染色体群が、紡錘体の両極に向かって移動するが、その間の両極間の距離および両染色体群間の距離を、描画器を用いて紙上に記録し、それらが時間的経過とともに如何に変化するかを調べた。

その結果、*Spirogyra majuscula* においては、核分裂後期の染色体の運動は、二種類の要素が関与していることが考えられた。即ち、紡錘体の両極間の伸長(つまり紡錘糸のはたらき)と、極と染色体の動原体間の短縮(つまり染色体系のはたらき)である。

そして、染色体群が極に到達して終期に入ると、新しい二娘核間に残された紡錘体が伸長して、二個の娘核を遠ざける。

(阿佐谷生物研究所)

- (4) 野崎久義：川崎市産の *Carteria* の一種(緑藻植物)の形態と有性生殖

*Carteria* は細胞壁のある単細胞の前端より等長の四鞭毛が伸び、葉緑体にはビレノイドを持つ緑藻類である。本属は約60種を含むが、その有性生殖は余り頻繁ではなく(Ettl 1983)、近年では *C. eugametos*, *C. obtusa* における観察があるとされている(Bold and Wynne 1985)。

今回、神奈川県川崎市産の *Carteria* の一種の形態と有性生殖を培養条件下で詳細に観察した。本藻の栄養細胞が十字形のパピラと縦筋の入ったコップ型の葉緑体の底に一個のビレノイドを持つ点は *C. inversa* と類似するが、眼点の形態が異なる。有性生殖はホモタリック・同型配偶であり、二個のクランピングする細胞の壁が割れ配偶子が放出される。この配偶子は鞭毛で泳がず、放出された直後に融合する。その結果、不動で球形の接合子となる。次に接合子は幅の広いゼラチン状の基質を分泌し、その中で厚膜の休眠接合子となる。接合子発芽時には、4, 8 または 16 個の等長四鞭毛型の発芽細胞が透明な膜に包まれたまま接合子の壁より放出される。(国立環境研究所)

- (5) ○飯田高明・中野武登・岩月善之助：緑藻カエトフォラ目の1新属について

カエトフォラ目 (Chaetophorales) は、単核・糸状の緑藻の一群であり、一般に匍匐枝と直立枝が分化している。本研究ではフィジー・Viti Leve のタロイモ畑の土壌からこの目に属する藻体を分離・培養し、分類学的研究を行なった。この藻体の形態は同じカエトフォラ目の *Pseudopleurococcus* 属に類似する。この属の種は、球形及び円筒状の細胞からなる匍匐枝、円筒状の細胞からなる直立枝を持ち、それぞれの細胞には側壁性の葉緑体が1枚あり、その中に1個のピレノイドを持つ。しかし、今回フィジーから得られた藻体は、匍匐枝が長い円筒状の細胞から、直立枝は球形に近い円筒状の細胞からなり、匍匐枝・直立枝の細胞は共に、*Pseudopleurococcus* 属の種に比べて非常に大きく、それぞれの細胞には網目状の葉緑体があり、その中に2-5個のピレノイドを持つ点に於いても大きく異なる。また、カエトフォラ目には他に同様の形態を持つ属は無い。よって、この藻体はカエトフォラ目の新属の種であると考えられる。

(広島大・理・植物)

- (6) 宮地和幸：東京湾品川芝浦運河に生育するシオグサ属植物

これまで一度も日本では記録されたことがないと思われるシオグサ属植物を東京都港区東京水産大学に近い芝浦運河で採集した。このシオグサ属植物を92年の3月から約1年間、ほぼ1ヶ月毎に採集し、観察した。

このシオグサ属植物は運河のコンクリート護岸の側壁に1年中生育しており、もっとも繁茂していたのは5月から6月であった。*Blidingia marginata* の層より下にある帯位に生育していた。藻体は多細胞単列の糸状体でほとんど分枝することがなかった。それぞれの糸状体の末端は一方では先端に向かって細長く伸びて仮根糸となり、もう一方は鈍頭に終わっていた。仮根糸は時々複数個出ることがあった。藻体の太さは20 $\mu$ mから40 $\mu$ mまであり、細胞の長さとの比は1.5から8まであった。1細胞内の核数は最低6個で最高は80個まで存在し、最も多い核数は10個から30個であった。このシオグサ属植物は *Cl. globulina* (Kütz.) Kütz. と同定された (Van den Hoek, C. 1963, 1978)。

(東邦大・理・生)

- (7) ○出井雅彦\*・南雲保\*\*・水野真\*\*\*：羽状珪藻 *Achnanthes javanica* f. *subconstricta* の被殻とペリゾニウムの微細構造

本種の配偶子形成から初生細胞形成に至る一連の有性生殖に関する光顕観察の結果は、既に日本植物学会(1992)に於いて演者の一人の水野が報告した。今回は有性生殖の前後の栄養細胞被殻及び増大胞子形成の過程で生じるペリゾニウム (perizonium) についての電顕観察の結果を報告する。

栄養細胞被殻は深い殻筒をもち、中央で折れ曲がったくの字形をしている。条線は縦溝殻では2-3列 (大部分2列)、無縦溝殻では2-4列 (大部分3列) の胞紋からなる。各々の胞紋は外表面に位置する vola 型の師板によって閉塞されている。縦溝の外裂溝は中央ではまっすぐに、殻端では大きく折れ曲がって終わる。無縦溝殻の両殻端には特に大きな胞紋が1個あるが、他の胞紋と同様に vola 型の師板によって閉塞されている。また、無縦溝殻には殻面と殻筒の境界部に波状の隆起が見られた。殻帯は3,4枚の開放型の帯片から成り、殻と同様の胞紋構造が見られた。ペリゾニウムは多数の縦帯 (longitudinal bands) から成り、増大胞子全体を包みこむ構造になっていた。

(\*文教大・短大)

\*\*日本歯科大・生物, \*\*\*東京農大・生物産業・生産)

- (8) ○小林弘\*・徳田欣之\*\*： *Thalassiosira eccentrica* (Kütz.) Cleve の有基突起の内部構造。

有基突起 (fultoportula) は中心類珪藻の中の *Thalassiosiraceae* 科に特有の構造で、この科に含まれる *Thalassiosira*, *Planktoniella*, *Skeletonema*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus* などの属にのみ見られる。

有基突起は殻を貫く管状の構造で、周りに支柱 (struts) とよばれる構造をもち、支柱と支柱の間には、衛星孔 (satellite pore) とよばれる孔があるが、この孔には蓋 (operculum) がかぶさり見え難くなっている。支柱の数や蓋のつくりは種によっても、また、属によっても異なっていて、重要な分類の基準として使われている。有基突起は、SEM を用いて観察すると、その外面も、内面も詳しく観察することができるが、殻壁に隠れている内部の構造はいままって不明のまま残されている。内部構造は、結局は、有基突起を縦に切り裂くように割ってみる以外に突き止めようがないのであるが、幸いにも、そのような断面を *Thalassiosira eccentrica* について得ることができた。これでは内部に半球形の大きな空間が存在する特異な構造がみられた。

(\*東京珪藻研究所, \*\*足立学園高校)

(9) ○真山茂樹・小林美香・石川依久子：羽状珪藻 *Pinnularia* 属数種における葉緑体核の分布様式

今日まで珪藻の葉緑体核は葉緑体周辺にリング状に配列することが数種において報告されている。演者らは *Pinnularia* 属の数種において葉緑体を DNA 特異的蛍光色素である DAPI により染色し観察した。その結果、本属の葉緑体核の分布様式には分類群によって異なる3つのパターンが存在することがわかった。すなわち、①葉緑体の周辺部にリング状に分布するもの：*P. macilenta*, *P. microstauron*, *P. rupestris*, *P. divergens* var. *divergens*, ②葉緑体全体に分散するもの：*P. viridis*, *P. divergens* var. *bacillaris*, ③葉緑体周辺にリング状に分布し、かつ分散もするもの：*P. sundaensis*, *P. maior* var. *transversa* である。②, ③の分布パターンは珪藻では初めて見つかったものであるが DNase 処理により DAPI 蛍光が消失することから、それらが DNA であることが確認された。分散する葉緑体核の存在は、可視光線観察でも確認できる。1937年に Geitler によって報告された *P. nobilis* の葉緑体に分散する多数の小孔は、まさにこの葉緑体核を観察したものと思われる。(東学大・生物)

(10) ○本多 大輔\*, 井上 勲\*: 海産黄金色藻オクロモナス属の1種の形態と分類

1989年3月に鹿児島県徳之島で採取した海岸の砂の粗培養から黄金色藻類を分離、培養した。この藻は単細胞遊泳性で、やや扁平な楕円体であり、長短2本の鞭毛が細胞の前端部から生じている。これらの特徴から、この藻はオクロモナス属の一種と同定された。以前からオクロモナス属は黄金色藻類の基本形として知られることが多いにもかかわらず、その海産種に関しては、ほとんど報告がないのが現状である。そこで、属の分類学的位置を検討する研究の一端として、細胞構造を調査した。

眼点顆粒が他の藻類と比べて顕著に大きい、ピレノイドが葉緑体の後端部に位置する、さらに核の一部がピレノイドに陥入するなどの特徴は、これまでに記載されている種には認められない。このことから、この藻は新種であると判断される。鞭毛装置は、3番目の微小管性の鞭毛根がループ状になる典型的なオクロモナス型で、これまでの知見と一致する。しかし、黄金色藻綱サルシノクリシス目藻類のいくつかの種で観察される鱗片構造と類似した構造をもつこと、またマスティゴネマは側毛を欠くシンプルな形態で、同属の淡水種で知られる側毛をもつタイプとは異なることは、この属の形態的多様性を示すものである。

(\*筑波大・生物)

(11) 清水陽子・館 洋・前川行幸・喜田和四郎：養殖スサビノリの紫外線吸収物質と生活史

本邦各地で養殖されているスサビノリ (*Porphyra yezoensis*) は、冬に葉状体として海のごく浅所に生育し、夏には貝殻などの石灰質に穿孔する糸状体となる。葉状体と糸状体では生育する光環境が大きく異なり、特に糸状体は直射日光に著しく弱い。そこで、養殖スサビノリは生活史の各段階で、直射光、特に紫外線に対する耐性が異なるのではないかと考え、紫外線に対する生態防御物質としての紫外線吸収物質に焦点を当てて研究を行なった。

実験には培養されたフリー糸状体およびこの糸状体から得られた殻胞子と葉状体を用いた。紫外線吸収物質は葉状体に多量に含まれていることがこれまでの研究から明らかにされているが、未成熟の糸状体にはほとんど含まれていないことが本研究から明らかになった。次に、この紫外線吸収物質は生活史のどの段階で合成されるのかを明らかにするため、糸状体の成熟段階および殻胞子について紫外線吸収物質を測定した。その結果、紫外線吸収物質は成熟が進み、殻胞子が形成される段階で合成されることが明らかとなった。放出された殻胞子には多量の紫外線吸収物質が含まれていた。

紫外線に対する防御物質としての紫外線吸収物質の量は、スサビノリの生活史の各段階で著しく変化する。すなわち、浅所の明るい光環境の下で生育する葉状体は紫外線吸収物質を多量に持ち、紫外線吸収物質をほとんど持たない糸状体は、夏の強い紫外線を避けるため海底の貝殻に穿孔する。これはスサビノリのみごとな生活史戦略といえる。

(三重大・生物資源)

(12) ○清水陽子・前川行幸・喜田和四郎：生育場所を異にするアマノリ属数種の紫外線吸収物質

近年、オゾン層の破壊による紫外線量の増加が問題になっており、紫外線が地球生態系に及ぼす影響が各方面で盛んに研究されている。私たちは、これまでの研究から、紫外線は海藻の垂直分布を支配する重要な要因であることを明らかにしてきた。また、アマノリ属のスサビノリ (*Porphyra yezoensis*) は、生育相が異なると紫外線に対する耐性も大きく異なり、これは藻体に含まれている生体防御物質である紫外線吸収物質に大きく依存しているためであることを確かめた。本研究では、紫外線はアマノリ属の生活史のみならず、その生育場所においても重要な役割を果たしていると考え、これを紫外線吸収物質の面から明らかにしようと試みた。

実験材料には、深所産としてウタスツノリ (*Porphyra kinositae*)、カイガラアマノリ (*Porphyra tenuipedalis*) を用い、浅所産としてオニアマノリ (*Porphyra dentata*)、*Porphyra haitanensis* を用いた。室内培養によって得られたそれぞれの糸状体、および葉体の紫外線吸収物質の量を比較した。その結果、4種の糸状体の紫外線吸収物質の量はほとんど同じであった。一方、葉体では紫外線吸収物質は紫外線の多い浅所産の *Porphyra haitanensis* とオニアマノリには多く含まれるのに対し、紫外線のほとんど届かない深所産のウタスツノリ、カイガラアマノリでは非常に少なかった。これらのことから、紫外線の多い浅所に生育する種は有害な紫外線から身を守るために紫外線吸収物質を多く含み、紫外線の少ない深所に生育する種は紫外線吸収物質の量も少ないと考えられた。これは、アマノリ属内の種に見られるみごとな生育戦略といえる。

(三重大・生物資源)

(13) ○片平幸枝・宮村新一・中野武登\*・堀 輝三  
免疫電顕法による *Stichococcus bacillaris* のピレノイドに局在する葉緑体DNAの検出

囊状緑藻 *Caulerpa*, 黄緑色藻 *Pseudodichotomoshiphon* など葉緑体のピレノイド基質に核様体DNAが局在することがDAPI染色-蛍光顕微鏡法を用いて報告されている (Miyamura and Hori 1989, 1991)。今回、さらに緑藻 *Ulotricales* の *Stichococcus* のピレノイドに全葉緑体DNAの局在することを免疫電顕法によって確かめた。本藻は直径2-4 $\mu$ m, 長さ5-10 $\mu$ mの細胞が通常分枝しない糸状体を形成する。しかし液体培地では、細胞は連結せず単細胞状態で存在する。今回単細胞状態の *Stichococcus* を使用し、*パ'ラホルムアルデ'ヒド'グ'ルカルアルデ'ヒド'* または凍結置換で固定を行い、LRホワイト、スーパー樹脂に包埋し、切片作製後、過酸化水素でエッチング、BSAブロッキング、抗DNA抗体処理、二次抗体-金粒子またはプロテインA-金粒子を処理し、DNAの検出を行った。細胞内の大半を占める葉緑体が1個存在し、中央部にチラコイドの貫通を受けるピレノイドがある。このピレノイド基質の領域に金粒子が集中的に分布し、葉緑体DNAの局在が示された。

(筑波大・生物科学系, \*広島大・理・植物)

(14) ○谷口和也\*・高島国男\*\*・蔵多一哉\*\*\*・鈴木 登\*\*\*\*・林 育夫\*\*\*\*\*: 紅藻ハケサキノコギリヒバの植食動物2種に対する摂食阻害

エゾバフンウニの人工種苗を放流した漁場においては紅藻ハケサキノコギリヒバのみが大量に残存し、餌料として全く利用されないことから、ハケサキノコギリヒバは褐藻アミジグサ科やコンブ科植物などのように特有の二次代謝産物を生産することによって植食動物の摂食を強く阻害していると考えた。そこでハケサキノコギリヒバからメタノール抽出物を得て、エゾアワビとエゾバフンウニを用いてセルロース板法により摂食阻害試験を行った。得られた5種の面分のうち酸性部に極めて強い摂食阻害活性が認められた。酸性部から高速液体クロマトグラフィーと分取層クロマトグラフィーにより6種のプロモフェノールを単離して試験した結果、いずれも極めて強い摂食阻害活性が認められた。以上の結果、ハケサキノコギリヒバはプロモフェノールを生産することによって植食動物の摂食に対して化学的に防御していると結論された。

(\*東北水研, \*\*榆山南部水指, \*\*\*函館高専, \*\*\*\*北大・理・化学, \*\*\*\*\*日水研)

(15) ○加藤 哲也\*, 白岩善博\*\*, 大野照文\*\*\*, 弥益 輝文\*\*\*\*, 酒井一彦\*\*\*\*\*: 渦鞭毛藻を共生者とする二枚貝の光合成特性

オオヒシガイは亜熱帯のサンゴ礁に棲息する二枚貝で、えらや外套膜に渦鞭毛藻を共生させている。この貝の殻は一般の二枚貝のそれより光透過率が高いが、棲息している場では通常貝全体を砂中に埋めていて、実際に貝殻を透過して共生藻に到達する光はきわめて微弱である。本研究ではこの貝とそれから単離した渦鞭毛藻とについて光合成の光強度特性、炭酸濃度依存性を測定し、貝の中で共生渦鞭毛藻が入出水孔方向からの照射に高効率の光利用を行うように配位していること、また共生藻の光合成特性がいわゆる High-CO<sub>2</sub> 適応型であることを明らかにした。

(\*京大・理・植, \*\*新潟大・理・生物, \*\*\*京大・理・地鉱, \*\*\*\*琉球大・教養, \*\*\*\*\*琉球大・熱帯海洋センター)

(16) ○杉山孝一・石川依久子: オオパロニアの拡大成長のしくみ

球状の多核細胞性緑藻オオパロニア (*Ventricaria ventricosa* Olsen et West) は、巨大な中心液胞をもち、細胞壁に沿って薄く広がる原形質層に、核および葉緑体が均等に分布している。藻体の成長にあたって、球状体は歪を生じることなく拡大し、原形質層は核および葉緑体分布の均等性を失うことなく拡大する。多核藻体にもみられるこの特異な成長のしくみを理解するために、DAPI染色および間接蛍光抗体法を用いて、藻体の成長にともなう核の挙動を観察した。全藻体には無数の核が分布しているが、分裂核は斑紋状の領域をなして出現した。その領域内では核分裂は同調して進行した。各々の核分裂軸はランダムに配向し、核間微小管によって2つの娘核は一平面状でランダムな方向に押しやられるので、核分裂領域は二次元的拡大がもたらされる。核分裂後の核配置の調整は核微小管によってなされる。斑紋状の核分裂領域は全藻体に万遍なく次々に現われるようであった。葉緑体の分裂には同調性はなく、核分裂後の原形質層の拡大に備えて随時分裂がみられた。(東学大・生物)

(17) ○奈良弘明\*・瀧美茂明\*\*：オオバロニアの細胞外抽出原形質のプロトプラスト化に及ぼすCa<sup>2+</sup>、pH、温度の影響

オオバロニア (*Ventricaria ventricosa* (J. Agardh) Olsen & J. West 1988) の原形質を細胞外に抽出するとなめらかな界面を持つ小球 (プロトプラスト) を形成する。その数は実験条件によって変化した。改変 ASP<sub>7</sub> (pH8)、25℃で培養した直径 4.0~4.5mm の1細胞から生じるプロトプラストの数は反応液のCa<sup>2+</sup>濃度按比例し 0mMでは約10、0.75mMで約50、7.5mMで約200になった。Ca<sup>2+</sup>1.25mMの存在化で、pH7以下では低く約10、pH8ならば約65、pH9と10は約250になった。温度を変えてCa<sup>2+</sup>7.5mMで反応させたところ、5℃で約87、15℃で約191、35℃で約330となった。25℃で培養した細胞を10℃前後で前処理を行うとその数は減少した。35℃前後で前処理を行うと1時間では増加し、3時間以上では減少した。細胞外に抽出された原形質がプロトプラストになる数がCa<sup>2+</sup>、pH、温度の影響を受けた事から、細胞の膜の性質とオオバロニアのプロトプラスト化は関連があると考えられる。

(\*兵庫県立青雲高校、\*\*兵庫教育大・自然系)

(18) 佐藤 涼子・川野 和歌子・志村 都美子・  
○鈴木章方

：潮間帯上部の褐藻イシゲが乾燥ストレスに遭遇する際のアミノ酸代謝

イシゲは干潮時には強い乾燥ストレスおよび温度ストレスに遭遇するものと考えられる。一般に植物は種々のストレスに対応してストレスタンパクを合成するが、それと同時にあるいはそれ以前の反応として遊離アミノ酸などの中間代謝物質の分子比が顕著に変化することが知られている。

本研究では、乾燥時および浸水時にイシゲの遊離アミノ酸がどのように変化するかを調べた。イシゲから検出されたアミノ酸は、含量順にグルタミン酸 (GLU)、γ-アミノ酪酸 (GAB)、アラニン、アルギニン、アスパラギン酸、など既知のアミノ酸19種と未同定のアミノ酸類似物質11種であった。これらのアミノ酸のうちで、注目すべきこととしては、乾燥時にはGLUが減少し、これを補う程度にGABが増加し、その変化は可逆的であった。すなわち、浸水時にはGLUはふたたび増加した。これに対して、ALA、ASPは別の変動を示した。

GLUとGABの間の代謝経路はグルタミン酸脱炭酸酵素によって触媒される一段階反応である。したがって、乾燥ストレスとその回復の際には、この酵素が鍵酵素となっており、少なくともアミノ酸代謝関連酵素のうちでは、この酵素が乾燥ストレスに最も敏感な酵素であるといえる。

(山梨大・教育・生物)

(19) 穂波武彦・湯澤 篤\*・岡崎恵視\*\*・山本雅祥・赤野 徹・清原正高\*\*\*：ハプト藻 *Pleurochrysis haptoneofera* によるCO<sub>2</sub>固定

*P. haptoneofera* の光合成と石灰化によるCO<sub>2</sub>固定量を明らかにするため、CO<sub>2</sub>濃度 (360, 2000, 5000ppm) を変えた通気培養実験を行った。CO<sub>2</sub>通気培養における最大細胞収量は、CO<sub>2</sub>の濃度変化による大きな差は見られず2×10<sup>5</sup> cells/ml程度であった。pHの変化は360ppmで上昇し、2000ppmと5000ppmでは急激に低下した。有機物・石灰化量の最大値はそれぞれ25.4 μg-C/ml (5000ppm)、3.4 μg-C/ml (360ppm) であった。

pH制御下 (pH8.2) における最大細胞収量は、360ppmで4.3×10<sup>5</sup>、2000ppmで9.5×10<sup>5</sup>、5000ppmで1.3×10<sup>6</sup> cells/mlであった。有機物・石灰化量はともに5000ppmで最大となり、それぞれ125.6 μg-C/ml、16.9 μg/mlとpH非制御時の約5倍の値となった。

以上の結果から、pHを制御することにより、高濃度CO<sub>2</sub>の通気によって*P. haptoneofera*の光合成と石灰化を促進させることが可能であることが判明した。

(\*日本エヌ・ユー・エス (株)、\*\*東京学芸大学、

\*\*\*関西電力 (株) )

(20) ○村瀬 昇\*・前川行幸\*\*・松井敏夫\*・大貝政治\*：アナアオサ不稔性変異種の光合成特性

右田(1985)によって見出されたアナアオサ変異種 (*Ulva* sp.; 以下、不稔性種と略) は、不稔性の特性に加え、生長が速いことが知られている。本種のこのような特質を利用し、魚介類の餌料として、また浅海養魚場における海水浄化に役立つ海藻として、大量培養技術の開発が進められている。このような増養殖のための技術的な研究に比べ、不稔性種の生理生態に関する研究はほとんどみられない。そこで、本研究では、不稔性種および野生種の光合成活性の測定を行い、両種の生長の違いを光合成の面から解明しようと試みた。

水温20℃における光合成-光曲線を求めたところ、両種とも光合成活性は約300 μE/m<sup>2</sup>/sで光飽和に達し、光飽和光合成速度は、不稔性種が31.1~36.8 μlO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>/h、野生種が27.8~32.5 μlO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>/hであった。呼吸速度は、不稔性種の方が0.91 μlO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>/hで野生種の1.38 μlO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>/hに比べ、小さい値を示した。また、300 μE/m<sup>2</sup>/sにおける光合成-温度曲線を求めたところ、15℃までの低温域では野生種の方が、20~35℃の高温域では不稔性種の方が高い光合成活性を示した。光合成最適温度は、不稔性種で30℃、野生種で25~30℃であった。

不稔性種の速い生長は、野生種に比べ、高温域での高い光合成活性と低い呼吸活性によるものと考えられた。

(\*水産大学校・増殖、\*\*三重大・生物資源)

(21) ○小河久朗・清水悟史・木内悦子・金谷夏宏：  
エゾノネジモクのC, H, Nの部位別、季節別変動

目的：エゾノネジモク体内でのC, H, Nの分布と変動を藻体の部位、生育段階に着目して調べた。

材料・方法：1992年2~12月にかけて月に2回、岩手県三陸町越喜来湾で採集した藻体の仮根部と体部（上、中、下に三分）した体部の葉、枝、側枝、生殖器床についてCHNコーダー（柳本製作所）で分析した。

結果：仮根部、体部共にC, H, Nは藻体の伸長期に増加したものが成熟期~枯死期にかけて減少し、休眠期~伸長期にかけて再び増加した。生殖器床でのN量は短期間に急速に増加して生殖細胞放出期には他の部位の1.8~2.9倍となり、放出後は減少して同程度の値となった。本種は多年生なので仮根部の値に対する他の部位の値を比較してみると、Cは茎と側枝では調査期間を通して大きな変動はなかったが、葉では値が大きく上回った。Hは調査期間を通して全ての部位で上回った。Nは葉と側枝では値が大きく上回ったが、茎部では成熟期には仮根部の値よりも下回った。

（北里大・水産）

(22) ○坂西芳彦・飯泉 仁：褐藻ナガコンブの光合成-温度特性の季節変化

北海道東部太平洋岸の岩礁域に生育するナガコンブ (*Laminaria longissima*) の光合成速度を酸素びん法で測定し、光合成-温度特性を周年にわたって調べた。光合成-温度特性の季節的な差異を明瞭にするため、最適温度における光合成速度を100%としたときの相対値で各温度における光合成速度を表し、光合成-温度曲線を比較した。光合成最適温度は年間を通じて20℃付近であった。低温域（1~5℃）の光合成速度は季節による差異がみとめられ、月平均水温が最低を記録する2月の藻体では、1℃, 5℃における光合成速度は最大値の40%, 60%を有するのに対し、月平均水温が最高を記録する9月の藻体では10%, 25%と低い値を示した。また、高温（30℃）での光合成速度も季節による差異がみとめられ、2月の藻体は9月の藻体に比べ、30℃での低下が著しかった。

（水産庁・北水研）

(23) ○宮村新一・堀 輝三：囊状緑藻オオハネモ (*Bryopsis maxima*) の葉緑体核様体の組成に関する予備的研究

藻類の葉緑体の遺伝子発現の場である葉緑体核様体の形状は、著しい多様性を示すことがDNA特異的蛍光色素DAPIを用いた蛍光顕微鏡観察によって明らかになっている。例えば、多くの緑藻では多数の微小な核様体が葉緑体全体に分散するが、核様体がピレノイドの周りに分布したり、ピレノイドが核様体である場合もある。しかし、葉緑体核様体の組成については、多くは被子植物についてのものであり、藻類の葉緑体核様体については未知の点が多い。そこで、緑藻オオハネモ (*B. maxima*) から核様体を単離し、その組成を調べた。葉緑体をシヨ糖密度勾配遠心で分画後、1% Nonidet P40を加え10分攪拌した。この液を5000g、10分遠心して不溶性成分を除いた。次いで、3800g、40分遠心して葉緑体核様体画分を沈澱として得た。この核様体をDNase I、蛋白質分解酵素および2M NaClで処理したところ、核様体構造は解体した。そしてDNase Iと2M NaClによりそれぞれ分子量40KD、40KDと14KDの蛋白質の遊離が見られた。（筑波大・生物科学系）

(24) ○森 泉・岡崎恵視：円石藻 *Pleurochrysis carterae* の細胞膜画分の調製と膜結合ATPaseの性質

単細胞石灰藻の円石藻ではゴルジ体由来の小胞中で炭酸カルシウム沈着がおきる。そのため特殊なCa<sup>2+</sup>輸送系か特殊な細胞内Ca<sup>2+</sup>濃度を調節する機構が存在する可能性が高い。そこで円石藻の一種 *Pleurochrysis carterae* の細胞膜に注目し、これを単離することを試みた。

1) 藻体のコックスフェアをCO<sub>2</sub>で溶解し、低張処理することにより膜画分が得られた。2) 膜画分にはITPase活性とNADPH-cyt.c reductase活性が低いことから、ゴルジ体や小胞体由来の膜などはあまり含まれないことがわかった。3) 膜画分をTEM観察すると小胞を形成しており、多糖を染色するリンタングステン酸-クロム酸で染色すると、小胞が染色された。4) この画分には強いMg-ATPase活性が認められ、活性はバナジン酸で80%阻害され、アジ化物では13%阻害された。この画分のATPase活性の最適pHは7.5付近にあり、硝酸塩やカリウム塩によって活性化された。また、10-20mMの重炭酸イオンによっても活性化された。これらの結果からこの画分は細胞膜に富みミトコンドリアや液胞の膜をあまり含まないことが示唆された。

現在、この膜画分を用いてプロトンポンプ活性やカルシウム輸送活性について検討している。

（東京学芸大・生物）



(25) ○奥田一雄・水田俊：多核緑藻タンポヤリのプロトプラストから発達する球形細胞における成長極性の分化と表層微小管の動態

タンポヤリのプロトプラストは、細胞壁を形成して球形細胞に発達する。光の一方方向連続照射は、球形細胞の細胞壁の局部的突出を光と平行方向に誘導し、その結果その突出部の先端で成長する円筒形の細胞が分化する。即ち、円筒形細胞の成長極性が光の方向によって球形細胞の時期に決定される。本研究は、球形細胞における成長極性の分化が、表層微小管(MT)の経線配列の構築及びその方向に依存することを示す。

プロトプラストを一方方向連続照射条件下で培養した時、球形細胞の突出率は24時間で20%、60時間で80%に達し、突出方向はほぼ100%光と平行であった。微小管重合阻害剤APMは細胞の突出を阻害するが、APM処理の解除後細胞は突出する。この時、細胞の突出方向はAPM解除後の光の方向に依存した。一方方向連続照射条件下で培養された球形細胞のMTの分布と配列は次のように変化した：1. 長い曲がったMTの束がランダムな方向で高密度に分布(プロトプラストの形成後30分)；2. 短いMTがランダムな方向で低密度に分布(2.5時間)；3. 長いMTがランダムな方向で低密度に分布(6時間)；4. 長いMTが細胞の一部で平行に配列し高密度に分布(12時間)；5. 多数の細胞で長いMTが細胞の両極に収斂して経線配列した(18時間)；6. 細胞が突出するとき、長いMTが突出部の先端に収斂するように平行配列した。

(高知大・理・生物)

(26) ○佐々木茂\*・川嶋昭二\*\*：ガゴメの生活様式について

ガゴメの主産地は鹿部町、南茅部町、榎法華村、恵山町および戸井町である。母ガゴメによる遊走子の付着期は10～12月、これらは短期生存配偶体に、1～3月に大時化による磯掃除で裸面が造成されると、長期生存配偶体が関与する。両配偶体は2～5月に造胞体が大型海産植物の下藻として発芽するのが普通に見られるが中には上藻がない場所で発芽する造胞体がある。前者は1年目を下藻で生活、2年目葉体で初めて成熟するので3年ガゴメで漁業資源に成長する。後者はまれであるが1年目葉体で初めて成熟するので2年ガゴメで漁業資源に成長する。このようにガゴメは下藻生活期間プラス1年で漁業資源に成長するものと思われる。1年ガゴメの伸長速度の最高は9月で1.8mm/日、2年ガゴメの伸長成長期は2月から8月で伸長速度の最大は4月で8.0mm/日、3年ガゴメの伸長成長期は2月から7月で伸長速度の最大は2～3月で9.5mm/日である。

(\*北海道中央水試・増殖部

\*\*函館市日吉町4-29-14)

(27) ○川嶋昭二\*・佐々木茂\*\*：ガゴメ (*Kjellmaniella crassifolia* Miyabe) の龍紋状凹凸の形成

トロココンブ属(*Kjellmaniella*)は葉の縁辺部全面に龍紋状の凹凸(以下龍紋と略称する)が形成されることを特徴とする(宮部1902)。ガゴメ(*K. crassifolia*)の龍紋始原は葉長2-2.3cmの頃に葉の中心線を挟む2列の凹凸として表われ、次いでおもて面で中心線が溝となり、左右の始原凹部と連絡溝でつながる。実は本種の完成された一見複雑な龍紋はこの基本型式の組み合わせで出来ているものである。すなわち葉長3-5cmころから更に両縁部にそれぞれ1列の凹凸を生じ、やがてそのうちの凸部と最初にできた始原凸部がそれらの間を縦走する隆起線とつながり、最初の基本龍紋を挟んでこれと同形式(凹凸は逆)の2列の龍紋を形成する。葉体が更に成長し縁辺部が広がるにつれ最外側の各凸部を起点として斜め下に向かう葡萄の房状の龍紋が両縁辺部に並列して生ずる。この形もまた最初の基本型式と共通する。葉体が老成するにつれ中央の溝部は拡大し、最初の基本龍紋部分は不明瞭になり、ついに消失する。これが中帯部である。(\*函館市日吉町4-29-15, \*\*北海道中央水試)

(28) 梶村光男：*Polyopes clarionensis* Setchell et Gardner (紅藻、ムカデノリ科)の形態学的新知見

本種は雌雄異株で、造果枝及び助細胞は異なるアンピュラに形成され、造果枝は2個細胞から成る。受精後に造果器と器下細胞が癒合し、その癒合細胞から数本の連絡糸を生ずる。助細胞は連絡糸と癒合した後に造胞系始原細胞を1個生じ、又それに隣接するアンピュラ細胞と癒合する。殆ど全ての造胞系細胞が果胞子のうに成る。成熟したのう果は果皮及び1個の果孔を有し、葉状体中-上部に存在する。雄性配偶子のう母細胞は内皮層細胞から生じ、雌性配偶子のうを各1個生ずる。

(島根大・理・臨海)

(29) ° 高原隆明\*・千原光雄\*\*：管状緑藻モツレ  
 チョウチン属2新種

モツレチョウチン属 *Boodleopsis* は A. & E. S. Gepp(1911)により設立され、これまでに7種が記載されている。先に演者らは、沖縄本島と奄美大島で採集した2藻がともに藻体の二叉分枝の基部にくびれを欠く特徴をもつことから、Calderón-Sáenz & Schnetter(1989)が南米、コロンビアのカリブ海沿岸から採集した標本に基づいて記載した *B. vaucherioidea* に類似することを報告した(高原・千原, 1990)。その後、これらの標本と培養株の形態をさらに調査した結果、これら2藻は独立した種で、しかも *B. vaucherioidea* と異なり、いずれも新種と考えられたので報告する。

沖縄本島産の藻：1987年5月、沖縄県知念村の潮間帯で採集した。サンゴ礁の岩の窪みにたまった砂泥中に生育する。春から初夏に出現し、秋・冬は消失する。細胞糸の直径は *B. vaucherioidea* のそれより細く、生殖器官のサイズも小さい。この藻の学名には *B. ryukyensis* を用意した。

奄美大島産の藻：1985年3月、奄美大島住用村のマンガロップで採集した。干潮時にできる小川の底の泥上に生育する。一年中見られる。細胞糸の直径は *B. vaucherioidea* のそれより太く、細胞糸は頻りに三叉、四叉に分枝する。この藻の学名には *B. amamiensis* を用意した。  
 (\*専修大・商, \*\*日赤看護大)

(30) ○石田健一郎・原慶明：クロララクニオ藻の分類学的研究(Ⅰ) アメーバ細胞を欠くグアム島産藻

クロララクニオ藻綱(門)はHibberd & Norris(1984)が設立した藻群で、現在2属2種が知られるのみである。最近、葉緑体の外周のperiplastidal compartment(pc)にnucleomorph(nm)を有することから「もう一つのevolutionary chaemera」として注目されている。

世界各地の熱帯・亜熱帯域の海岸より独自に単離培養した株とProvasoli-Gillard海産プランクトン株センターより譲受した未同定株を用いて本藻群の分類・系統学的研究を進めている。今回は表記の藻株について、その生活環と微細構造を詳査し、分類上の位置を確定したので報告する。

厚い多層の細胞壁に囲まれた球状細胞と1本鞭毛の遊走細胞からなる生活環を基本とし、アメーバ細胞相、有性生殖過程は観察されない。ピレノイドにpcが深く侵入し、ピレノイド基質を貫通する。nmはピレノイド基部の脇に位置する。これら本藻の特徴を他藻のそれら較べると、本藻は新属新種とするのが妥当であり、*Lotharella globosa* を与え、登録準備を進めている。  
 (筑波大・生物科学系)

(31) ○北山太樹：褐藻クロガシラ属 *Sphacelaria* の棒状胚芽枝の分枝様式について

クロガシラ属の種分類において、胚芽枝は重要な形質として扱われてきた。特に棒状の胚芽枝を持つグループ(section *Furcigerae*)では胚芽枝がよく分枝するため、「特異な」分枝様式を示す種が多数記載された。しかし大部分の種における胚芽枝の形態変異の実態はいまだ未知で、分類・同定が困難な状況にある。

国内27カ所から得た34株の藻体について胚芽枝の分枝様式を培養下で調査した。いずれの株でも分枝の際には頂端のセグメントが不等割して形状の異なる2個の細胞を生じ、それぞれ新しい腕枝( $\alpha$ 枝,  $\beta$ 枝)のイニシャルとなった。その結果形成された胚芽枝の形状は多様であったが、それぞれの株で決められている分枝様式に従っており、温度には左右されなかった。分枝様式は以下の3つに分けられた。1) 2叉分枝で左右対称、腕枝の長さ 30-750  $\mu\text{m}$  ( $\alpha$ 枝は 300  $\mu\text{m}$  以上,  $\beta$ 枝は 70  $\mu\text{m}$  以下になることが多い) (*S. shiiaensis*)、2) 2叉分枝で左右対称、腕枝の長さ 100-300  $\mu\text{m}$  (*S. divaricata*, *S. yamadae*)、3) 2-4 叉分枝で左右または回転対称、腕枝の長さ 200-700  $\mu\text{m}$  (*S. rigidula*)。  
 (筑波大・生物科学系)

(32) 川井浩史：褐藻イワヒゲの有性生殖と分類

伊豆半島下田産のイワヒゲ *Myelophycus simplex* (Harvey) Papenfuss で有性生殖を含む生活史の全体像を明らかにし、また本種の性フェロモンがホルモシレン hormonesirene であることを示した。

下田では単子嚢を有する藻体と複子嚢を有する藻体がみられ、前者が優占する。このうち前者は孢子体、後者は雌雄異株の配偶体であり、基本的に同型の世代交代をする。複子嚢から放出された配偶子は雌雄同形で、雌性の配偶子が先に基物に付着し丸くなり、雄性の配偶子を誘引し接合がおこる。付着した雌性配偶子から抽出した揮発成分を分析した結果、ホルモシレンが主要な成分であった。また濃度既知の合成ホルモシレンを用いた生物検定で雄性配偶子の誘引活性を確認した。接合子または単為発生の配偶子は発芽後プロトネマを経てほとんどが孢子体に発達し、単子嚢を形成する。単為発生体ではプロトネマまたは直立体の発達途中でDNA量の栄養的な倍加がおこる。以上の結果と本種の葉緑体の形状、栄養藻体と複子嚢の構造の類似から本種はカヤモノリ目に近縁であると考えられる。

(神戸大・理・生物)

## (33) 当真 武: モズク糸状体種苗の室内培養法

沖縄島産モズク(通称イトモズク)の生態調査と繁殖法の開発を1989年以来進めてきた。その繁殖生産量は1992年約3000tである。その夏季における種苗保存はオキナワモズクと同様な方法でFRP製1tタンクや5tコンクリート製タンクで実施されてきた(当真 1979)が、地域によって成功率が低く大きな課題であった。今度、改善策として室内培養を試みたところ、良好な結果を得たので報告する。モズク同化糸を高塩分の環境下で培養すると個々の同化糸細胞に形態変化が起こり、1個体の細胞が分裂と発生を繰かえして糸状体に変化した。これを清浄海水で数回洗浄した後、5ℓフラスコで通気培養したところ、直径約5mmの球形となった。それらを12L, 12D, 24℃の恒温室で増殖させて種苗保存とし、10月にヒビ網に採苗した。比較のため沖縄島の東海岸域と西海岸域でそれぞれ展開したところ、12月には約3.5cmのモズク藻体に生長した。しかし、遊走子から同様に採苗したヒビ網の発芽率は極端に悪く対称的であった。成功したものは同化糸(2n)に由来する種苗であり、画期的なモズク種苗の保存方法の一つが確立したといえる内容であった。九州以北産のモズクがホンダワラ類上部に着生するのに対し、沖縄諸島産にはそのような状況は観察されていない。今後、生態調査と並行してそれぞれの発生過程を詳細に比較し、その生態的特徴を有する本種が琉球列島特産種であるのか、検討していく予定である。

(沖縄水試)

## (34) ○神谷充伸\*・田中次郎\*\*・原慶明\*: 沖縄県宮古島産紅藻アヤギヌ属の1種の形態学的研究と交配実験

宮古島島尻の海岸においてアヤギヌ属の未記載種と思われる1種(*Caloglossa* sp.)を採集・培養し、日本に生育するアヤギヌ(*C. leprieurii* f. *continua*)、ササバアヤギヌ(*C. leprieurii* var. *hookeri*)との形態比較および交配実験を行った。本藻は、1)藻体の節部が著しくくびれる、2)二次枝が節部の中軸細胞から多数生じる、3)節部の腹側から束状および糸状の仮根を生じる、等の点においてアヤギヌと異なり、ササバアヤギヌに似る。しかし、本藻の節間部の藻体幅が0.1~0.8mmと細い点でササバアヤギヌ(0.4~1.2mm)と異なる。これら3藻の間で交配実験を行ったところ、同じ分類群間では、異所産の個体間でも果胞子嚢が形成され、正常な四分胞子体を生じた。異なる分類群間では、同所産の個体間でも果胞子嚢の形成はみられなかった。以上の結果は、本藻が新種である可能性とアヤギヌ属の種分類の再検討の必要性を示唆する。

(\*筑波大・生物、\*\*国立科学博物館)

## (35) ○瀬戸良三・熊野 茂: オオイシソウ科数種の再評価

最近、M.L.Vis, R.G. Sheath and K.M.Cole (1992)はオオイシソウ科9種の基準標本と、北米産の標本に基づいて、従来の同科の種を検討し、オオイシソウ属を2種に、オオイシソウモドキ属を1種に纏めるといふ、思い切った見解を示したが、これは明かに行き過ぎであると考える。

今回、我々は、オオイシソウ属6種、オオイシソウモドキ属3種の基準標本と日本・マレーシア・インド産の標本に基づいて、これら2属について、皮層細胞形成様式、刺状小枝の存否、単胞子嚢の大きさ、皮層の厚さ(細胞数)などの主要形質を比較検討した。

その結果、従来の分類体系に大きな改変を加える上記のVisら(1992)の見解に従うことは出来ないとの結論に達し、以下のようにオオイシソウ属の4種を2種の纏めるに止めた。*Compsopogon chalybeus* (= *C. corinaidii*)、*C. coeruleus* (= *C. glabris*)

(・神戸女学院大学、\*\*神戸大学)

(36) ○秋岡英承\*・正置富太郎\*\*: 北海道産紅藻サンゴモ科植物の種の分類学的研究 (1) *Lithothamnion* イシモ属の疣状-樹枝状4種について

北海道沿岸に生育する有節サンゴモ6属9種と無節サンゴモ16属33種、計22属42種の地理的及び垂直分布と水温との関係を明らかにし、主な種の形態と分類学的知見も述べてきたが、今後は未報告の無節サンゴモ11種も詳らかにして、33種全般にわたっての分類学的な検討を行いたい。イシモ属は7種産するがそのうち突起を有するのは疣状種 *Lithothamnion pacificum* (Foslie) Foslie アッケシイボイシ(寒流域亜寒帯種浅所産)と *Lithothamnion* sp. ヒメイシモ(暖流域温帯種浅所産)、疣状または樹枝状種 *L. japonicum* Foslie ミヤベオコシ(寒暖流域温帯種深・浅所産)、樹枝状種 *L. glaciale* Kjellman キタエグイシモ(寒流域亜寒帯種深所産)である。このうち *L. pacificum* と *L. japonicum* は既に報告したが、前者と近縁種の *L. lemoineae* Adey との比較検討を試みる。また、*L. glaciale* は日本新産であり、*Lithothamnion* sp. と共に解剖学的特徴を示し、4種間の区別点を明らかにする。

(\*北教大・函館・生物、\*\*北大・水産・植物)

## (37) ○二羽恭介\*・三浦昭雄\*\*・有賀祐勝\*：紅藻スサビノリの色素変異体の色彩に関する比較研究

紅藻スサビノリの色素変異体のうち紫色型、橙色型および黄色型の色彩に関する特徴を明らかにするため、室内培養した野生型および変異型葉状体を用いて生体吸光スペクトルと光合成色素含量を測定し、比較した。紫色型ではクロロフィル a (chl. a) 含量が、橙色型ではフィコシアニン (PC) 含量が、そして黄色型ではフィコエリスリン (PE) 含量が野生型より明らかに低かった。橙色型および黄色型の生体吸光スペクトルでは、PC が関与する吸光極大が野生型よりわずかに長波長側へシフトしており、さらに黄色型では PE が関与する吸収帯で明瞭な 2 つの吸光極大がみられた。また、紫色型および橙色型では紫外外部でみられる 2 つの吸光極大の吸光度比 ( $A_{334} / A_{284}$ ) は、野生型およびその他の色素変異体に比べて高かった。以上の結果から、紫色型は主に chl. a の量的変異に基づくものと推測される。赤色型遺伝子と緑色型遺伝子による二重劣性遺伝子支配を受けている黄色型は、PE の量的変異に加えてフィコビル色素の質的変異に基づくものであると推測され、赤色型と緑色型の両方の性質を兼ね備えていることが示唆された。紫色型および橙色型では 334nm に吸光極大をもつ紫外外部吸光物質が相対的に多いことが示唆された。

(\* 東水大・藻類, \*\*青森大・工・生物工)

## (38) 堀口 健雄：マングローブ環境に生息する渦鞭毛藻類の分類学的研究

我々は、オーストラリア(1991年)、バハ・カリフォルニアならびにフロリダ半島(1992年)のマングローブ域に生息する藻類の調査をおこなってきた(代表：原慶明氏、筑波大)。ここでは演者の担当した微細藻類の内、渦鞭毛藻類に関する調査結果を報告する。渦鞭毛藻類の生育の場としてのマングローブ域を考えると、①マングローブ河川の水の中、②河川あるいは林床の底泥あるいは砂地中、③干潮時にマングローブ林床の泥のくぼみに出来る潮溜り、などが挙げられる。このうち②と③の環境からは渦鞭毛藻類が多く得られた。出現した渦鞭毛藻類は、*Prorocentrum* (プロロセントラム目)、*Scrippsiella*, *Peridinium* (ペリディニウム目)、*Amphidinium*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, (ギムノディニウム目) *Stylocladus*, *Spiniferodinium* (有柄渦鞭毛藻目) など広い分類群にわたることが明かとなった。このうち、マイアミのフロリダ半島から採集された *Gyrodinium* は新種であると考えられた。

(信州大・教育)

(39) ○中野武登・飯田高明・岩月善之助：*Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii* (緑藻カエトフォラ目) の温度変化における多様性

*Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii* は緑藻カエトフォラ目に属し、匍匐枝はよく発達するが、直立枝が殆ど発達せず、遊走子には 4 本の鞭毛がある。本種は Vischer (1933) がスイスの淡水から分離・記載し、その培養株はテキサス大学に UTEX 337 として保存されている。しかし、Tupa (1974) が UTEX 337 には Vischer の原記載のとは全く違う単細胞性の種が保存されており、自ら分離した株 (UTEX 1913) が本種に相当する株であるとし、その株を基に原記載に修正を加えた。本研究では Vischer の UTEX 337 を用い、15℃、20℃、25℃の 3 種類の温度条件で培養を試みた。その結果、15℃では三日月形の単細胞状態、20℃では球形の単細胞状態のコロニーが得られた。これら 2 つの条件下では Tupa の指摘通り原記載とは全く異なる形態を示した。しかし、25℃で培養すると、原記載通りの形態が確認された。よって、UTEX 337 は Type strain として有効であり、Tupa による原記載修正は無効であるとの結論に達した。(広島大・理・植物)

(40) 綿貫知彦・宇都宮暎子・松下和弘\*・加藤賢三\*\*：単細胞藻類 *Dunaliella* のストレス応答  
— 合成洗剤暴露の場合 —

単細胞藻類 *Dunaliella* は細胞壁を欠く緑藻で、気水域から、高塩湖まで広く分布している。また *Dunaliella* は塩ストレスに対して代謝産物 glycerol を増減させて対応していることは、すでに知られている。

また、私たちは温度や遮光ストレスに対しても glycerol は重要な鍵をにぎっていることを経験しているので各種ストレスの応答を知るには適していると考えられる。

ここでは *Dunaliella* の代謝産物 glycerol を指標として合成洗剤に対する影響を glycerol の動態を細胞を生かしたままの状態での <sup>1</sup>H-NMR (核磁気共鳴法) で調べた。

合成洗剤として多量に使用されている直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS) は水域で遊離型とコンプレックス型の形態で存在する。

LAS とコンプレックスを生成する化合物の一つに陽イオン界面活性剤がある。トリメチルアルキルアンモニウム塩 (TM)、ジアルキルジメチルアンモニウムクロリド (DM)、アルキルベンジルジメチルアンモニウムクロリド (BM) などの 3 種類の陽イオン界面活性剤および LAS 用いて実験した所、それぞれ EC<sub>50</sub> 以下の低濃度で影響を見た所短時間に、それぞれ glycerol 代謝に微妙な影響を与えていることが <sup>1</sup>H-NMR のシグナルで判明したので報告する。

(神奈川県衛生研究所、\*埼玉医大、\*\*国立予防衛生研究所)

(41) ○久保文靖・堀口健雄：長野県およびカリフォルニアから採集されたEndolithic algaeについて

Endolithic algae (岩生藻と呼んでいる) は岩石表面下数mmの内部に生存する藻類である。本研究は、長野県北部の国道406号線沿いの5箇所および、アメリカのシエラネバダ山脈 (Eastern Sierras) で採取した岩石を用いて岩石中に存在する藻類のフロラを明らかにすることを目的としておこなった。採集した岩石を割り、表面、表面下0~5mm、15mm以上の部位から岩粒を削り出し培養した。その結果、ほとんどの岩石にはラン藻類、および緑藻類が存在することが明らかになった。日本の岩石からは、*Oscillatoria*, *Nostoc*, *Tolypothrix*, (ラン藻類)、*Klebsormidium*, *Planktosphaeria*, *Chlorella*, (緑藻類) などの各属が出現した。またカリフォルニアの岩石からは、*Tolypothrix*, *Chlorella*, *Klebsormidium*, などが出現した。出現種構成は地域、岩質を問わず似ていた。また岩石表面と内部の種構成を比較したところ、表面からより多くの種類が得られたが、内部に出現したものはすべて表面でも見られた。

(信州大・教育)

(42) ○大西綾美・中野武登・岩月善之助：緑藻 *Pediastrum* (クンシヨウモ属) の多形性

*Pediastrum*属は緑藻クロロコックム目に属し、coenobium(定数群体)を形成する。本属では coenobium及びそれを構成する個々の細胞の形態の変異が著しく、これまでに多くの種や変種が記載されている。本研究では、*Pediastrum*属の10種3変種の藻株について培養を行い、培養による形態の変異を観察し、その分類学的意義を検討した。その結果、著しい多形性を示す種と、形態的に安定した種のあることが明らかになった。*P. duplex* var. *asperum*, *P. duplex* var. *gracillimum* の2種は、共に coenobiumの形態変異が著しく、群体によっては *P. boryanum*と殆ど区別出来ないものも観察された。培養には組成の異なる数種の培地を使用した。特に Davis培地では *P. duplex* var. *rugulosum*, *P. simplex*, *P. tetras* 等の種では coenobium が解離して、単細胞状態、あるいは数細胞の群体になる傾向が確認された。本属は単細胞性の緑藻から進化したと考えられていることから、これらの種は、*Pediastrum*属の中で、原始的な形質を残しているグループと推察される。(広島大・理・植物)

(43) ○片山舒康・今井正江：初等中等教育段階における藻類の扱われかたの問題点。その2

昨年の本大会で、我々は、新しい小・中学校学習指導要領では藻類の扱いがこれまで以上に軽くなる可能性を指摘しておいた。実際にどのような扱われ方になっているのかを明らかにするために、5社の教科書会社の小学校理科教科書(本年度から使用)と、中学校理科教科書(来年度から使用)を調査した。

小学校の教科書では、これまでと同様に、水の中の小さな生物としてわずかな数の植物プランクトンが取り上げられていた。これまでの教科書と比べると緑藻の種類数は減り、珪藻の種類数が多くなっていった。

一方、中学校の教科書では、取り上げられている藻類の種類数がこれまでよりも著しく減少していた。海藻は紅藻・褐藻・緑藻を2種類ずつ示す教科書が多く、その扱いが軽くなっていた。これに対して植物プランクトンは水圏の生産者としてこれまで同様に扱われており、特に珪藻の種類数は多くなっていった。また、紅藻・褐藻・緑藻という用語は全く用いられなくなっており、分類的な扱いが軽視されているように思われた。

(東京学芸大・生物、中央大学杉並高校)

(44) ○中山 剛・井上 勲：18SrDNAの塩基配列によるブラシノ藻の系統解析

ブラシノ藻は、陸上植物も含めた緑色植物共通の祖先生物群であると考えられている。しかし、形態形質のみから系統解析を行うには、いくつか問題点があり、別のアプローチによる相互検証が必要である。本研究ではブラシノ藻4種について18SrDNAの塩基配列を決定し、それによって系統解析を行った。

ブラシノ藻の中からピラミナス系統群3種 (*Pterosperma cristatum*, *Cymbomonas tetramitiformis*, *Pyramimonas parkeae*) および *Mamiella bipyrrenoidosa* から全DNAを抽出し、PCR法によって18SrDNAの増幅を行った後、その産物から直接シーケンスを行った。塩基配列からNJ法、最大節約法によって系統樹を構築し、ブーツストラップ法による検定を行った。4種の中では *Mamiella* が最初に分岐することが強く示唆された。また、陸上植物や緑藻のデータを加えた際にもピラミナス系統群3種の単系統性が支持された。

(筑波大・生物)

(45) ○金 永植\*、小柳津 広志\*、松本 聡\*、渡辺 信\*\*、野崎 久義\*\*：葉緑体と細胞質のssu rRNAの塩基配列から推定した特異的な色素組成を持つ緑藻 *Chlamydomonas parkeae* の系統

*Chlamydomonas parkeae* はEttl (1967) が記載した黄色の海産の単細胞緑藻である。最近、Sasaら (1992) は日本近海から分離した *C. parkeae*の色素組成及び形態について報告した。色素分析の結果、クロロフィル a、b に加えてブラシノ藻綱で認められていた色素 2,4-divinylprotochlorophyllide (DVP) 及びアオサ綱とブラシノ藻綱で知られていたsiphonaxanthin と siphoneinも持つということが明らかになった。従って、*C. parkeae* は色素の面から考えると、緑藻類の中でも極めて特殊なものと予想される。しかし、Sasaら (1992) は *C. parkeae* の電子顕微鏡観察により、2本の鞭毛基部が時計回りにずれる交差型であり、りん片のない細胞壁をもつことからブラシノ藻綱ではなく緑藻綱に所属すると結論した。

本研究では *Chlamydomonas parkeae* と典型的オオヒゲマワリ目及びブラシノ藻 *Pyramimonas parkeae* の葉緑体と細胞質のssu rRNAの全塩基配列をPCR法により、増幅した遺伝子から解読し、近隣結合法により系統樹を作成した。その結果、葉緑体のrRNAから計算した系統樹では *C. parkeae* は *P. parkeae* に近い位置ではなく、オオヒゲマワリ目に相当する系統群の中の *Chlamydomonas moewusii* と極めて近い位置にあることが示された。一方、細胞質のrRNAから計算した系統樹は *C. parkeae* がオオヒゲマワリ目に相当する系統群の中で非常に古い時代に分岐したことを示唆する結果を与えた。

(\*東京大学農学部、\*\*国立環境研究所)

(46) ○細田利寿・石川依久子：創傷オオバロニアの survival strategy ---生存のための原形質運動

物理的損傷をうけたオオバロニアの藻体は、傷口が小さい場合は、傷口周辺の原形質の求心的凝集によって傷口を治癒する(wound healing)が、傷口が大きい場合は傷口から遠心的に原形質凝集を起こし無数の娘細胞を形成する(=protoplast formation)。このような特異な原形質挙動によってバロニア藻体は枯死することが無い。この巧妙な survival strategy の全メカニズムを解き明かすことを目的として、細胞生理学的手法・組織化学的手法・電子顕微鏡観察等を用いて多角的に追究を試みた。

原形質の凝集は細胞膜の破れを介して原形質基質に流入する外液の Ca によるものであることが確認されたが、原形質挙動のすべての制御は膨圧の変動によってなされることが明らかになった。膨圧は傷口からの液胞液の流出によって低下し、浸透圧差による水の流入によって復活する。傷口に凝集した原形質は復活した膨圧によって吹き飛ばされ傷口周辺の原形質が減少する。その結果、外液 (Ca) の流入は遠心的に全原形質層に広がり凝集を引き起こす。(東学大・生物)

(47) ○江澤千佳・岡崎恵視：円石藻(ハプト植物門)における光合成及び石灰化速度

円石藻はコッコリスと呼ばれる炭酸カルシウムからなる「鱗」を形成する。コッコリスの石灰化と光合成の関連は、 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$  なる式で示されると考えられる。しかし、光合成(CO<sub>2</sub>固定)と石灰化の速度を比較した研究は乏しい。

本研究では、海水中の水素イオン濃度、全無機炭素量の変化から光合成及び石灰化速度(6 klux, 22°C)を求めた。その結果、*Pleurochrysis carterae* の場合には、(1)対数期の細胞では光合成及び石灰化速度は、それぞれ 3400ng C, 170ng C/hr・10<sup>6</sup>cellsで、その比は20:1であり、定常期の細胞では、2400ng C, 70ng C/hr・10<sup>6</sup>cells で、その比は34:1 となり光合成速度の方が石灰化速度を著しく上まわっていた。光合成時には、メディアウムpHは顕著に上昇した。(2)いずれの細胞においても暗所(22°C)では、呼吸によるCO<sub>2</sub>の放出のため全無機炭素量が増加し、pHは下降した。そのときの石灰化速度は、それぞれの細胞において、明所の値の約15%であった。(3)光合成阻害剤のDCMU(1 μM)存在下では、光合成は完全に阻害され、石灰化速度は阻害剤のない場合の1-3%であった。

他の円石藻 *P. haptanemofera*, *Emilliania huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*、についても光合成及び石灰化速度について現在検討中である。

(東京学芸大・生物)

(48) ○松山和世・有賀祐勝：南房総沿岸におけるカイゴロモ(緑藻, シオグサ科)の生態学的研究

カイゴロモ (*Cladophora conchophoria* Sakai)は生きたスガイ (*Lunella coronata coreensis* Recluz)の殻に着生していることが知られているが、スガイ以外の基質に着生するか否かなど、野外における生態の詳細についてはまだ十分に研究されていない。本研究では、カイゴロモの生態を明らかにするため、南房総の坂田および小湊地先の潮間帯において、その着生基質、着生状態、藻体の消長や生殖器官の有無について、1991年11月から1992年10月まで調査を行った。

カイゴロモは生きたスガイの殻の他に、ヤドカリの宿貝となったスガイの殻にも着生していることが確認され、生きたスガイの殻では観察した全てにカイゴロモの着生が認められ、仮根がスガイの殻に穿孔していた。スガイの殻には長さ約1mmのカイゴロモの成体および長さ数μmの幼体が周年にわたって着生し、遊走子嚢または配偶子嚢をもつ藻体が1年を通して常に観察された。

以上の結果から、カイゴロモはスガイの殻のみに着生し、仮根をスガイの殻に穿孔させていることが明らかになった。南房総のカイゴロモでは季節に関わりなく1年を通して常に繁殖が行われているものと推察される。

(東水大・藻類)

## (49) 鯉坂哲朗：日本産マジリモク(褐藻類ホンダワラ亜属)について

1992年6月9日に長崎市小江漁港で採集された流れ藻は、褐藻類ホンダワラ亜属の *Zygocarpicaceae* 節に属するマジリモク (*Sargassum carpophyllum* J. Agardh) と同定され、その形態的形質について報告する。

藻体の基部は不明である。主枝は長さ約1m、径1-2mmの円柱状でやや扁平になる。第3枝につく葉の形態は線・披針形で、長さ3.4cmまで、幅5mmまでで、特徴として大変薄い膜質である。気胞は球形または楕円形で円頂だが、冠葉や突起をもつものもみられる。生殖器床は雌雄同株同床で、その横断面では雌性生殖巣が多くみられる。長さ5mmまでの紡錘形で、刺は見られない。生殖器床は葉や気胞と混生する (zygocarpic)。

ホソバモク (*S. angustifolium* C. Agardh) の生殖器床も葉や気胞と混生し、雌雄同株同床で、その形態は円柱状から紡錘形で刺がないが、本種より葉の幅が狭いことで区別される。また、葉や気胞と混生する雌雄同株同床の生殖器床をもつ *S. tenerinum* も大変薄い葉をもつことで本種に良く似ているが、生殖器床が扁平あるいは三稜形で先端に刺があることで異なる。

(京大・農)

## (50) ○鯉坂哲朗\*・宇井晋介\*\*：日本新産ホンダワラ亜属(褐藻類)の2種について

1991年6月30日に延岡市島浦島小池の鼻で採集されたホンダワラ類のうち2種がホンダワラ亜属の *Zygocarpicaceae* 節に属する日本新産の種であることがわかり、その形態的特徴について報告する。

コナフキモク(新称) (*Sargassum alaucescens* J. Agardh) の主枝は長さ約30cm、径1.5mmの円柱状である。葉の形態は披針形で、長さ3.5cmまで、幅9mmまでである。薄い膜質で、乾燥すると粉をふいたように白くなる。気胞は直径6mmまでの球形で、円頂であり、柄は短い円柱状である。雌雄異株である。雌性生殖器床は長さ5mmまでの扁平な形態で縁辺に刺がみられる。雄性生殖器床は長さ4mmまでの円柱状で刺はない。共に葉や気胞と混在する。

シマウラモク(新称) (*S. incanum* Grunow) の主枝は長さ約40cm、径1.0mmの円柱状である。葉の形態はやや長い披針形で、長さ5.0cmまで、幅10.5mmまで、薄い膜質である。気胞は長径6.5mmまでの球形に近い楕円形で、円柱状の柄は一般に気胞より長い。雌雄同株同床である。生殖器床は長さ4mmまでの円柱状で、葉や気胞と混在する。また、その横断面には雌性生殖巣が多く見られる。

(\*京大・農, \*\* (株)串本海中公園センター)

(51) ○長島秀行・原田美穂・吉田充輝：温泉藻イデユコゴメ類の生育と光合成に対するCO<sub>2</sub>濃度の影響

酸性温泉に生育する単細胞藻類イデユコゴメ類は、好酸好熱的であると同時に高濃度の二酸化炭素下でも生育できるといわれている。そこで1%、5%、10%の濃度のCO<sub>2</sub>ガスを通気して、無機培地(pH 2.5)、37℃、30 μmol photons/m<sup>2</sup>/secの光照射下でこれらの藻類を12日間培養し、生育と光合成活性に対するCO<sub>2</sub>濃度の影響について調べた。材料はイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* RK-1とガルディエリア *Galdieria sulphuraria* M-8 (= *C. caldarium* M-8) を使い、生育は細胞数の測定、光合成活性は酸素電極による酸素生成量の測定によって求めた。その結果、イデユコゴメ RK-1株はCO<sub>2</sub>濃度が5%以上の方がよく生育し、無添加の約1.6倍になった。それに対し、ガルディエリアはCO<sub>2</sub>添加により生育は促進されるが、濃度が高いほどその影響は少なくなり、10%では無添加の約1.2倍であった。また、10%CO<sub>2</sub>下で培養した細胞の光合成活性は、無添加で通気培養した細胞に比べて、イデユコゴメでは1.2倍、ガルディエリアでは1.1倍に増加した。

(東京理科大・基礎工)

## (52) ○半田信司\*・中野武登\*\*：南原川水系(広島市)における付着珪藻群落の主成分分析による解析

南原川水系は、延長約8kmの小河川の集まりで、根の谷川を経て太田川に合流する。本研究は、中野、他(1992)で報告した南原川水系の20地点における付着珪藻の調査結果をもとに、多変量解析の一手法である主成分分析を用いて解析を行ったものである。

第1主成分は *Achnanthes convergens*, *Cymbella sinuala* 等の主要種を抽出し、第2主成分で上、下流を区分する因子、第3主成分で *Gomphonema clevei* 等により、支流の中倉川を区分する因子が抽出された。

中倉川を除いたデータにより主成分分析を行った結果、南原川本流は中央に位置する南原貯水池をはさんで上流が *Navicula subtilissima*, 直下部が *Synedra ulna* 等で特徴づけられた。上流部の支流である明神川は *Achnanthes convergens*, *Cymbella microcephala* 等、南原川下流とその支流である小南原川及び根の谷川は *Navicula minima*, *Nitzschia palea* 等で特徴づけられた。

また、これらの結果について中野、他(1991)で報告した同水系の水質調査結果と比較検討を行った。

(\*広島県衛連, \*\*広島大・理・植物)

(53) ○立沢秀高 鷹取信\* 山本錡子\*  
好酸性緑藻 *Chlamydomonas* の脂質組成について

宮城県潟沼はユスリカ、珪藻、緑藻などの限られた生物のみが生存可能なpH2の強酸性の湖である。この湖沼より運動性を持つ好酸性緑藻 *Chlamydomonas acidophilla* を分離し以下の実験を行った。培養はCC培地(pH3)を用いて行ない、得られた藻体をクロロホルム：メタノール(1:2)溶媒を用いて抽出した。この粗抽出液をシリカゲルカラムを用いて分離分取し、TLC及びGCにより分画した各脂質の同定定量及びその脂肪酸組成の分析を行った。分析の結果、この藻類が含有する主要な脂質は2種の糖脂質とTLC上でDragendorff試薬により赤橙色に発色するベタイン脂質と推定される脂質であった。またPhosphatidylcholine(PC)は検出されなかった。この結果は *Chlamydomonas* はPCを含有せず、ベタイン脂質を多量に含有するとするSato et al. (1985)の結果と一致した。分画した各脂質の脂肪酸組成にはかなりの違いが認められ、例えば中性脂質画分では14:1の脂肪酸がこの画分の全脂肪酸の50%以上を占めているのに対し、糖脂質区においては18:1,18:2,18:3の3種の不飽和脂肪酸がその主なものであった。さらにpH6で培養した藻体についても検討を進めている。

((株)荏原総研 \*明治大・農化)

(54) 清沢桂太郎 中性及びアルカリ性pH緩衝液としての炭酸塩の溶液化学的研究

私にとって、水道水が中性ないし、弱アルカリ性を示し、車軸藻を光照射のもとで培養していると、培養液がアルカリ化してくるという幾人かの研究者との話には興味深いものであった。純水を空気中に放置すると、炭酸ガスを吸収してpH5.2-5.4になる。したがって、中性ないし、アルカリでの生理学的実験を行なうためには、Trisか、HEPESなどのGood's試薬を用いてきた。Trisは水に溶かしたままではアルカリ性なので、中性付近で使用したい時にはHClか、マイレン酸を加えてpHを合わせなければならない。Good's試薬の多くは弱酸であるのでKOHか、NaOHを添加してpHを合わせなければならない。ところが、TrisにしてもGood's試薬にしても、生体あるいは細胞にとっては全く異質なものである。それだけでなく、私の実験によると、これらの緩衝液は10mM(pH7.0付近)で、車軸藻節間細胞を殺すことが明らかになった(Jpn. J. Phycol. 40, 215-227, 1992)。炭酸塩は自然に多く存在し、その水溶液は濃度によるが、中性ないし、アルカリ性を呈する。今回はこれらの水溶液のpH値、及び、空气中に放置した時のpH値の安定性について調べたので報告する。講演までに間に合えば、車軸藻節間細胞に対する毒性の有無等についても報告したい。

(大阪大学基礎工学部生物工学科)

(55) ○相馬咲子・佐藤貴子・道合修子・大高明史・齋藤捷一：津軽十二湖湖沼群の日暮の池に出現する *Anabaena* について

津軽十二湖湖沼群は青森県南西部、ブナ原生林で知られる白神山地の西麓の山間地にある湖沼群で、標高150mから255mの範囲に分布する大小30数個の湖沼から成り立つ複湖沼群である。我々は1986年よりこの湖沼群を調査フィールドとして、各湖沼の物理・化学的環境要因の解析とともに動・植物プランクトンの種組成と量的な変動に関する継続調査を行っている。この湖沼群内の日暮の池でラン藻 *Anabaena* 2種の異常増殖によるブルーム現象が1990年、1991年と引き続き観察された。この *Anabaena* のブルーム現象を湖沼環境分析から解析すると同時に、日暮の池産のラン藻を主な実験材料とし、培養実験によりN・Pを中心とした栄養塩が及ぼす増殖・形態形成への影響を調べた。その結果90年、91年ともに *Anabaena* が優占的に増殖した原因の一つには硝酸態窒素の減少とリンの存在が考えられた。一方、天然における *Anabaena* 2種のヘテロシスト、アキネートの全細胞に占める割合は、季節や生存環境の違いに関係なく種によりほぼ一定であったが、培養実験では窒素濃度に応じてヘテロシストおよびアキネートの形成率は変化し、その形成には種による差異が認められた。

(弘前大学・教育・自然科学)

(56) ○吉武佐紀子\*・福島博\*\*：スペイン、シエラネバダ山中の水域の藻類植生

シエラネバダ山脈はスペインの南端近くにあるグラナダの東南、北緯37度西経約3度にあつてMulhacen 3482mを最高とする山脈である。演者等は1992年8月に採集した10試料より、珪藻を主とする藻類植生について論じる。Lake Cardera (海拔3050m)の湖底には *Navicula cryptotenella*, *Oscillatoria* sp.を優占種とする群落が発達していた。Lake Hondera (海拔2850m)の湖底には *Fragilaria* spp., *Tabellaria flocculosa* と *Spirogyra* sp.を主とする群落で、これらの種が浮遊生活をしてきたことを示し、さらに *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Meridion circulare* の混在は水温が低く、清浄な水質を示している。この湖から流出する小川には *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Ceratoneis arcus* を主とし、*Hydrurus foetidus* を従とする群落がみられ、冷、清水の流水であることを示している。Genile川は今回調査した最上流地点では *Cymbella minuta*, *Ceratoneis arcus* を主とする群落でこの川も、冷、清水の水域と推定できる。

(\*湘南短大・生物、\*\*藻類研)



(57) ○福島博\*・大谷修\*\*・小林艶子\*\*\*・藤田晴江\*\*\*\*:  
King George Island (南極)のケイ藻植生(予報2)

King George Islandは南極半島の先端部、南緯約62度に位置する。1990年11月より1992年2月までに採集した220本の藻類標本を調べ、ケイ藻が優占的に見出された標本は86本である。それらを生育環境別に整理すると次のようである。コケ付着18本、*Prasiola crispa* 付着3本、*Nostoc sp.*付着2本、湿った土壌3本、その他陸上の試料4本、流水22本、湖沼20本、池6本、湿原3本、その他水域5本。

優占的な種として広く見出された種とそれらの見出された試料数は次のようである。

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <i>Fragilaria capucina</i>     | 25 |
| <i>Navicula muticopsis</i>     | 14 |
| <i>Nitzschia homburgensis</i>  | 13 |
| <i>Nitzschia subacicularis</i> | 8  |
| <i>Gomphonema parvulum</i>     | 5  |
| <i>Nitzschia frustulum</i>     | 5  |
| <i>Pinnularia borealis</i>     | 5  |
| <i>Fragilaria sp.</i>          | 4  |
| <i>Fragilaria vaucheriae</i>   | 4  |
| <i>Navicula murrayi</i>        | 4  |
| <i>Nitzschia sp.</i>           | 4  |

(\*藻類研究所・\*\*島根大学・\*\*\*横浜市立大学・\*\*\*\*神奈川県川公衛試)

(58) 藤田大介: 富山湾及び北海道南西岸のエゾイシゴロモの生態について

エゾイシゴロモは多年性の殻状無節サンゴモで、北海道南西岸の磯焼け地帯の優占種として知られているが、最近、富山湾各地でも本種の分布を確認した。滑川市沖の転石地帯で生育状態の観察を行ったところ、北海道と比べて被度は低く、弱齢、小形の個体が多かった。海底におけるアクリル板・転石の設置実験においては1年生無節サンゴモが高被度で入植したが、1~2年後に至っても、本種の入植は見られなかった。北海道大成町で行った同様の実験では、5カ月後の調査で既に本種の幼体が認められ、ウニや巻貝の食害を受けていた。1年2カ月後の調査では本種の被度が高くなり、1齢藻体が成熟することを直接確かめることができた。なお、10月の潜水時には海底に表層剥離中の個体が多く観察され、海中に表層薄片が浮遊していた。また、これまでに知られていた表層最外層の剥離以外に、円柱状細胞層(生殖器も含む)一表層の多層剥離を観察することができた。このほか、本種の体表上に、イトマキヒトデが星型の被覆跡をスタンプ状に残しているのが観察され、表層剥離を促進している可能性も懸念された。(富山県水産試験場)

(59) ○横浜康継\*・平田 徹\*\*・佐藤壽彦\*・土屋泰孝\*・植田一二三\*: 接着剤を用いた褐藻カジメ幼植物体の移植法

陸上の造林では、苗木の移植が有効な手段となっている。海中での藻場・海中林造成も、孢子や受精卵を海底へ着生させる母藻投入より、苗木に相当する幼体を移植したほうが成功率は高まるはずであるが、体の基部を岩盤へ付着させて生育している海藻の移植は、きわめて困難なことから考えられていた。本研究では、アラメやカジメなどの大型褐藻の若年個体の付着器を瞬間接着剤で人工基盤に固定すること、また海藻の固定された人工基盤をさらに水中ボンドで海底の岩盤に接着することなどを試みた。瞬間接着剤で人工基盤に固定されたアラメ幼体の基部から新生した仮根は、半月たらずで自力で基盤に付着した。また1辺10cmの方形スレート板に種々のサイズのカジメ個体を固定して海底へ移植したところ、個体の生重量が350g以下では、水中ボンドが完全に固化する24時間前後における成功率は100%であった。この方法は海中造林のほか海藻の生理・生態学的研究の有効な手段となるだろう。

(\*筑波大・臨海, \*\*山梨大・教育・生物)

(60) ○Anong Chirapart・大野 正夫: 日本沿岸に多産しはじめたオゴノリ類の成長と寒天質特性について

近年伊勢湾・瀬戸内海、有明海にオゴノリ類が多産し、採取が行われている。これらのオゴノリは、ツルシラモに形態は酷似しているが、主枝が幾分細く、分枝が多く、長い葉体は2~3mに達する。しかし有性生殖器官は認められず、種名が確定されずにいる。生育場所は、汽水域の砂泥帯であり、ツルシラモと生育帯が幾分異なることが認められている。

土佐湾中央部の浦ノ内湾沿岸に、このオゴノリ類の生育が確認されたので、その生理生態学的特性と寒天質の特性について検討を行った。

このオゴノリは、水温15~31℃、塩分23~35pptの汽水域にみられ、底質は砂質で小石がまじるところに繁茂していた。小石や貝に固着して繁茂する個体は25%以下で、多くの個体はからまるようにして、砂中に葉体部位を一部没して生育していた。繁茂は春から夏に著しく、秋から冬に少ないが、周年にわたって個体のみられた。2年間の調査で、わずかに四分孢子体は認められたが、果孢子嚢は認められなかった。アクアトロニ培養で、成長は13~28℃までしたが、最適水温は16~20℃であった。寒天質のゲル強度(1.5%寒天)は400~750g/cm<sup>2</sup>であって、高いゲル強度を示したのは16℃前後であり、高温になると低下した。

(高知大・海洋生物教育センター)

(61) 田井野 清也・○大野 正夫:トサカノリ生活環の生態的考察

暖海域に生育するトサカノリは、最近水産資源として注目されているが、漸深帯に生育しているために、その生態が良く知られていない。そこで土佐湾中央部、須崎地先のトサカノリ群落について周年調査を行い、また培養により生活環について考察した。

トサカノリは、外海に面した潮通しの良い岩礁域の水深5~10mのところに、10月下旬頃(水温 23.3℃)より幼体が肉眼で認められるようになった。2月下旬頃(水温 15.9℃)までは成長は遅く、3月に7.3±2.6cmになった。5月下旬から果胞子嚢が認められるようになり、最繁茂期は6~7月であった。採取された成熟葉体はほぼ2日間にわたって胞子放出が認められた。7月下旬(水温 26.6℃)には、岩礁域からトサカノリは消失した。放出された胞子をロープに附着させ屋外水槽で培養すると、10月下旬(水温 23.5℃)に肉眼で数mmの幼体が確認された。また7月に採取し、果胞子嚢のみられない部位をアクアトロン培養で水温と成長の関係について調べると、13~23℃まで成長が認められたが、温度による成長速度の大きな差異は認められなかった。また7月より水温を20℃にしたアクアトロンで培養を続けると葉体は越冬し、葉体縁辺部から新しい芽が出現し、それぞれの芽は正常なトサカノリの形態へと成長していった。

(高知大・海洋生物教育センター)

## 秋の総会開催される

平成4年11月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は去る10月21日から23日まで、第115回総会を開催しました。今回の日本学術会議だよりでは、同総会の議事内容及び総会中に発表した会長談話等についてお知らせします。

## 日本学術会議 第115回総会報告について

日本学術会議第115回総会（第15期・第4回）は、10月21日～23日の3日間開催されました。

総会の初日は、会長からの前回総会以降の経過報告に続いて、運営審議会附置委員会、部会、常置委員会、国際対応委員会、特別委員会の各委員長、部長からの報告がありました。また、本年9月27日から10月11日までの間、二国間学術交流委員会の代表団がアメリカ合衆国を訪問し、アメリカ合衆国の学術の現状を視察するとともに、大統領補佐官を始めとする連邦政府機関の関係者、国立科学財団の関係者、その他関係機関の関係者との意見交換を行い、多大なる成果が得られたとの訪米報告が行われました。午後からは各部会が開催され、国際対応委員会や研究連絡委員会の在り方等について審議が行われました。

なお、二国間学術交流の成果等に関する「平成4年度日米学術交流について」の会長談話を21日付けで発表しました。

総会2日目は、学術分野における国際貢献に関しての自由討議が行われ、国際貢献の意義、方針等について活発な討議が行われました。本件については、日本学術会議第15期活動計画の中に重点目標として掲げられており、また、昨年秋の第113回総会において内閣官房長官から、学術研究の分野で我が国がどのような国際的貢献をなすべきかについて全学問領域から総合的に検討し、意見を出すよう求められ、以来、日本学術会議としては重要案件として審議してきたものです。

午後からは、米スペースシャトル「エンデバー」で微小重力実験に取り組んだ毛利衛さん、向井千秋さん、土井隆雄さんの三宇宙飛行士を招き、実験成果等の報告をしていただくとともに会員との意見交換が行われました。

なお、「学術分野における国際貢献について」の会長談話を22日付けで発表しました。

総会3日目は、文化としての学術特別委員会を始めとする各特別委員会、各常置委員会が開催されました。

## 平成4年度日米学術交流について(会長談話)

平成4年10月21日

- 1 本年度の日本学術会議の二国間学術交流事業として、9月27日から10月11日までの2週間にわたり、私を団長とし、各部所属の会員7名、その他事務局2名、計10名で構成する代表団がアメリカ合衆国を訪問した。
- 2 今回の日米学術交流は、21世紀に向けて我が国の学術の発展向上を図るためには、日米両国の緊密な連携協力が不可欠であることから、アメリカ合衆国の学術研究の現状と動向について調査するとともに、関係機関の責任者等と忌憚ない意見交換を行うためであった。なお、この機会に、いわゆるビッグ・サイエンスの象徴ともいべきSSC、NASA、NIH等の現地視察を行った。
- 3 連邦議会の会期末で1993年度予算案の調整等のため極めて多忙な時期であったにもかかわらず、いずれの機関においても、トップ又はそれに準ずる責任者が自ら出席するなど、代表団は温かく誠意あふれた応接を受け、関係者の日本の学術への期待が極めて大きいことが印象的であった。代表団の感想として特記すべき点をいくつか挙げれば、次のとおりである。
  - (1) アメリカ合衆国の学術政策の基盤は、確固たるものがあり、これに割り当てられる国家予算のスケールも大きい。これは、学術に対する同国の期待の大きさを表すものである。例えば、1863年にリンカーン大統領のイニシアティブで設立された科学アカデミーは、政府からの独立を前提とし、政府、議会の諮問に応えるなど、政府、議会との緊密な連携の下に、国民並びに人類の福祉の向上に寄与しているが、その後設立された工学アカデミー、医学会とともに、総額約250億円余に上る予算を毎年政府から受け取っている。これは、日本学術会議の使命と今後の発展を考える上で参考となるものである。

- (2) 学術の国際協力については、日米両国は、経済力、先端科学技術の水準から見ても、世界の中で指導的役割を果たすべき立場にあり、両国の学術交流を中心として新しい時代の知識と技術を創造し、人類の発展に寄与していく必要がある、との認識がアメリカ合衆国の関係者にあり、我が国としても、このことを考慮すべきである。
- (3) 日本政府が本年4月に決定した科学技術政策大綱における国家予算の倍増計画については、アメリカ合衆国の関係者は、大きな期待と好意ををもって注目している。
- (4) S S C、宇宙開発などのビッグ・サイエンスについては、それぞれの計画が学術における開拓者精神とでもよぶべき情熱をもって推進されていることを、認められた。特に、3名の日本人宇宙飛行士達との懇談は感動的ともいふべき印象を残した。
- また、S S C計画への資金面での参画問題については、我が国の学術研究の基盤自体が不十分であり、これの充実強化が優先的課題であること、欧州やアジア諸国等との協力をどう考えるか、S S C計画自体への国民の理解をどう促進するか、など今後早急に検討しなければならない課題があること、などの当方の説明に対して、これを傾聴する姿勢が見られた。
- 4 今回の日米学術交流の間に形成された代表団の一致した認識は、冷戦終焉後の新しい世界秩序形成過程における諸課題の一つとして、学術のあらゆる領域にわたっての国際協力が今後ますます重要性を持つということであった。そのことは、今回の代表団へのアメリカ合衆国側の対応からも十分窺われるところであった。
- 5 代表団としては、今回の訪米の結果について、総会、運営審議会、その他の関連の委員会等において会員に報告するとともに、改府関係者に対しても、必要に応じて報告を行う予定である。その上で、日本学術会議会員はもとより、政府並びに国民の間で、我が国の学術に関する国際協力・貢献の在り方について十分な論議が行われるよう強く期待するものである。
- 6 終わりに、今回の代表団の訪米に当たり、格別の御協力をいただいたアメリカ合衆国側関係者及び在アメリカ合衆国日本大使館の関係者に対し、ここに深い感謝の念を表するものである。

## 学術分野における国際貢献について(会長談話)

平成4年10月22日

現在、我が国の国際的な貢献が強く求められており、各方面でその方策が討議されているところである。日本学術会議としては、平成3年10月の第113回総会において、時の坂本三十次内閣官房長官から、学術研究の分野で我が国がどのような国際的貢献をなすべきかについて全学問領域から総合的に検討するよう求められ、以来、特別委員会を設けて検討するとともに、今回の第115回総会においても、会員全員による討議を行った。

今回の総会での討議を踏まえ、私としては、次の点を強調したい。

- 1 本来学術の国際貢献とは、日本における学術研究の成果を広く世界に伝達・発信し、学術の進歩に貢献することである。
- 2 海外から研究者が進んで来日し、優れた研究成果を挙げられるような高水準の研究施設を整備するとともに、外国人が日本の文化・学術を吸収する能力を高められるような諸条件を整備・充実する必要がある。
- 3 上記2を実現するためには、省庁の枠を超え、官民の総力を結集して、必要な資金の確保、人材の養成等についての基本方策を策定し、推進する新しいシステム(例えば学術協力機構)が必要である。

上記の趣旨を踏まえ、本会議としては、具体的な貢献策について提案すべく、全力を挙げて検討し、速やかに結論に達したいと考えている。

## 日本学術会議主催公開講演会

本会議では、毎年公開講演会を開催しています。この講演会は会員が講師となり、一つのテーマを学際的に展開しています。平成4年度最後の公開講演会が決まりましたので、お知らせします。多数の方々の御来場をお願いします。入場は無料です。

公開講演会「科学技術を通じての国際貢献」

日時 平成5年2月22日(月) 13:30~16:30

会場 日本学術会議講堂

演題・演者

「日本の科学技術」

西澤潤一 第5部会員  
(東北大学学長)

「社会科学と自然科学との学際研究を通じての国際貢献」

松田武彦 第1部会員  
(産能大学学長)

「日本の貴重な体験の伝授」

猪瀬博 第5部会員  
(学術情報センター所長)

「21世紀の科学技術」

近藤次郎  
日本学術会議会長

[申込み先] はがきに、住所・氏名・郵便番号を明記し、2月15日までに下記宛てお申し込みください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議事務局「公開講演会係」

☎ 03-3403-6291 内線 227,228

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

=====

**賛助会員** 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北3条西7丁目  
北海道第二水産ビル4階

阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔  
株式会社 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103

全国海苔貝類漁業協同組合連合会 108 東京都港区高輪2-16-5  
有限会社 浜野顕微鏡 113 東京都文京区本郷5-25-18

株式会社ヤクルト本社研究所 189 東京都国立市谷保1769

田崎真珠株式会社田崎海洋生物研究所 779-23 徳島県海部郡日和佐町外ノ牟井  
神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1

理研食品株式会社 985 宮城県多賀城市宮内2丁目5番60号

株式会社白寿保健科学研究所 原 昭邦 351 朝霞市栄町3-3-7

=====

# 日本の赤潮生物

## 写真と解説

福代康夫・高野秀昭 編  
千原光雄・松岡数充

B5判(上製函入) 424頁  
定価13,390円(〒360円)

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

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

# 藻類の生態

秋山 優・有賀祐勝 共編  
坂本 充・横浜康継

A5判(上製函入) 640頁  
定価13,184円(〒410円)

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

各章末に掲載の多数の文献は読者にとって貴重な資料となろう。

シートでみる種の同定・分類

# 淡水藻類写真集

Photomicrographs of the Fresh-water Algae

山岸高旺・秋山優編集

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

# 日本淡水藻図鑑

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

# 植物組織学

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

定価15,450円

# 藻類学総説

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

# ナマコとウニ

—民謡と酒のさかなの話—  
大島廣著 B6・定価1,009円

内田老鶴圃

東京・文京区大塚3-34-3 Tel 03-945-6781 FAX 03-945-6782 (価格は税込)

Seaweed Ecology & Algal Farming

# 図鑑 海藻の生態と藻礁

編者＝徳田 廣・川嶋昭二・大野正夫・小河久朗

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

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

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

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



緑書房

〒171 東京都豊島区池袋2-14-4  
☎03-3590-4441

## 情報処理印刷

ワープロ・データベース フロッピー・磁気テープが印刷へ直結

### 中西印刷株式会社

取締役社長 中西 亮

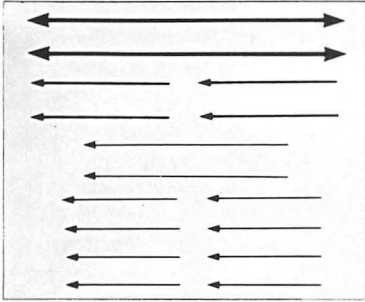
京都本社 602 京都市上京区下立売通小川東入ル  
tel.075-441-3155 fax.075-441-3159

東京連絡所 113 東京都文京区本郷一丁目21-5  
tel.東京03-3815-7465

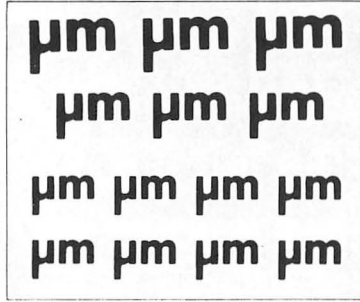
新製品ご案内!!

# レタリングシート (ブラック アンド ホワイト)

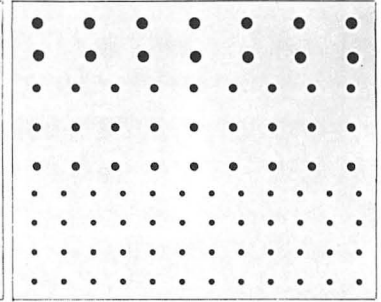
EMI NO. 82014



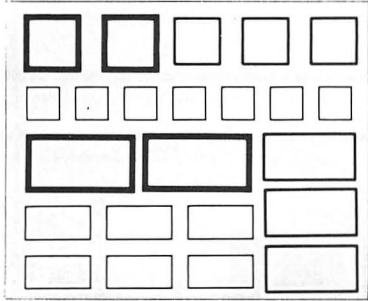
EMI NO. 82016



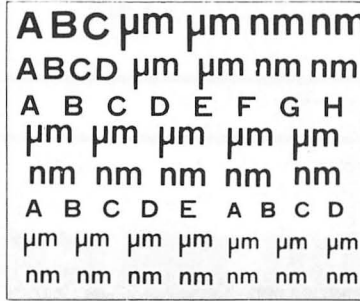
EMI NO. 86626



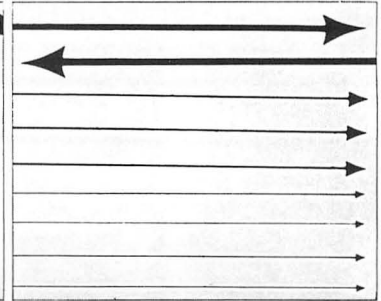
EMI NO. 86627



EMI NO. 86902

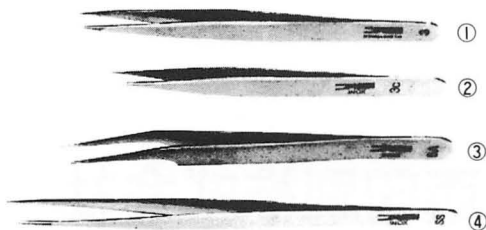


EMI NO. 86916



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

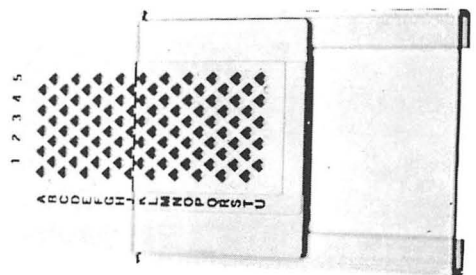
## 西独製 精密ピンセット



- ① 時計ピンセット
- ② 3Cピンセット
- ③ 5型変形ピンセット
- ④ SS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).

1993年3月5日 印刷  
1993年3月10日 発行

©1993 Japanese Society of Phycology

禁 転 載  
不 許 複 製

Printed by Nakanishi Printing Co., Ltd.

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

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

|  |      |    |
|--|------|----|
| 増田道夫：西太平洋産紅藻オキツノリ属（スギノリ目） .....  | （英文） | 1  |
| 増田道夫・阿部剛史：紅藻マギレソゾについて .....  | （英文） | 7  |
| 鈴木健策・猪川倫好：淡水産ケイソウ <i>Nitzschia rutneri</i> における光合成 $^{14}\text{CO}_2$ 固定の<br>酸素による促進 .....   | （英文） | 19 |
| 小亀一弘・川井浩史：日本産褐藻ホソバセイヨウハバノリ <i>Petalonia zosterifolia</i><br>(Reinke) O. Kuntze の形態と生活史 ..... | （英文） | 29 |



## ノート

|  |      |    |
|--|------|----|
| 増田道夫・鯨坂哲朗・Huynh Quang Nang・Nguyen Huu Dinh：ベトナムにおける<br><i>Sargassum mclurei</i> の薬用茶としての利用 ..... | （英文） | 39 |
| 能登谷正浩・菊地則雄・有賀祐勝：紅藻ベニミドロの室内培養による生活史 .....   |      | 43 |
| 加藤季夫：関東沿岸水域から得られたミドリムシ藻 <i>Eutreptiella</i> の3種について .....  |      | 47 |



## 雑録

|   |  |    |
|---|--|----|
| 鯨坂哲朗：オーストリア・ウィーン自然史博物館に所蔵されている Grunow のホン<br>ダワラ類標本 .....   |  | 53 |
| 新山優子・渡辺真之・梅崎 勇：Anagnostidis・Komárek の藍藻類の新分類体系の紹<br>介 ..... |  | 55 |
| 学会録事 .....  |  | 69 |
| ニュース .....  |  | 72 |
| 日本藻類学会第17回大会（プログラム・講演要旨） .....                              |  | 75 |
| 日本学術会議だより .....   |  | 97 |