

The Japanese Journal of PHYCOLOGY

CONTENTS

Gerald T. Kraft: <i>Seirospora orientalis</i> (Callithamniae, Ceramiales), a new red algal species from the southern Great Barrier Reef	1
Kazuko Ohmori and Masayuki Ohmori: Ammonium assimilation in the blue-green alga, <i>Spirulina platensis</i>	12
Shigemitsu Hara and Eiji Takahashi: Seasonal change of planktonic protista collected from Shioya Coast, Osaka Bay	17
Yoshihiko Sakanishi, Yasutsugu Yokohama and Yusho Aruga: Photosynthesis measurement of blade segments of brown algae <i>Ecklonia cava</i> KJELLMAN and <i>Eisenia bicyclis</i> SETCHELL	24
Yasutsugu Yokohama and Miyuki Maegawa: Measurement of photosynthesis and respiration of large samples by 'Productmeter', a differential gasvolumeter... (in Japanese) ...	29
Tamiji Yamamoto and Masahide Takao: Effects of temperature on the uptake kinetics of ammonia-N and nitrate-N by <i>Porphyra yezoensis</i> thalli	37
Hideo Mikami: Studies on <i>Acrosorium flabellatum</i> YAMADA (Delesseriaceae, Rhodophyta)	43
Daisuke Fujita: <i>Fosliella zostericola</i> (FOSLIE) SEGAWA (Rhodophyta, Corallinales) in culture	48
◆ ◆ ◆	
Note	
Kazuhiro Kogame and Tadao Yoshida: Observations on <i>Blobocoleon piliferum</i> PRINGSHEIM (Chaetophoraceae, Chlorophyta) newly found in Japan	52
Shoji Kawashima: Drifting records of alien species of the Laminariales (4) <i>Laminaria subsimplex</i> MIYABE et NAGAI	55
Christine A. Orosco and Masao Ohno: Utilization of seaweeds in Cebu Island, Central Visayas, the Philippines	57
Sachito Enomoto: Marine Biological Station, Faculty of Science, Kobe University	59
Kazutoshi Nisizawa: Workshop on seaweeds production and utilization at Qingdao	64
◆ ◆ ◆	
Review	
Noriko Takamura: Ecology of water-bloom of blue-green algae, with special reference to <i>Microcystis</i>	65
◆ ◆ ◆	
Obituary	(in Japanese) ... 61
Book Review	(in Japanese) ... 80-81
News	(in Japanese) ... 82-83
Announcement	(in Japanese) ... 84
Proceedings of the XII th Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology	(in Japanese) ... 87

日本藻類学会

日本藻類学会は昭和27年に設立され、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。本会は定期刊行物「藻類」を年4回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費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。

入会、退会、会費の納入および住所変更等についての通信は 113 東京都文京区弥生2-4-16「学会センタービル内」日本学会事務センター宛に、原稿の送付は 657 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学理学部生物学教室内、日本藻類学会編集委員会宛に、また、庶務一般およびバックナンバー等については、606 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学部熱帯農学専攻内、日本藻類学会宛にされたい。

The Japanese Society of Phycology

The Japanese Society of Phycology, founded in 1952, is open to all who are interested in any aspect of phycology. Either individuals or organizations may become members of the Society. The Japanese Journal of Phycology (SÔRUI) is published quarterly and distributed to members free of charge. The annual dues (1988) for overseas members are 8,500 Yen (send the remittance to the **Business Center for Academic Societies Japan, 4-16, Yayoi 2-chome, Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan**).

Manuscript for publication should be submitted directly to the Editor-in-chief, **Prof. Y. Tsubo, Department of Biology, College of Liberal Arts, Kobe University, Tsurukabuto 1-2-1, Nada-ku, Kobe, 657 Japan**. Inquiries and other information regarding the society should be addressed to the **Japanese Society of Phycology, c/o Division of Tropical Agriculture, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-oiwakecho, Sakyo-ku, Kyoto, 606 Japan**.

昭和62, 63年度役員

会 長: 梅崎 勇 (京都大学)
庶務幹事: 市村 輝宜 (東京大学)
 中原 紘之 (京都大学)
会計幹事: 鯉坂 哲朗 (京都大学)
評 議 員:

秋山 優 (島根大学)
千原 光雄 (筑波大学)
榎本 幸人 (神戸大学)
原 慶明 (筑波大学)
石川依久子 (大阪大学)
巖佐 耕三 (四天王寺国際佛敎大学)
喜田和四郎 (三重大学)
小林 弘 (東京学芸大学)
右田 清治 (長崎大学)
三浦 昭雄 (東京水産大学)
大野 正夫 (高知大学)
奥田 武男 (九州大学)
三本菅善昭 (北海道区水研)
谷口 和也 (東北海区水研)
籾 澪 (北海道大学)
山岸 高旺 (日本大学)
横浜 康継 (筑波大学)

編集委員会:

委員長: 坪 由宏 (神戸大学)
幹 事: 熊野 茂 (神戸大学)
実行委員: 榎本 幸人 (神戸大学)
 石川依久子 (大阪大学)
 高橋 永治 (神戸大学)
委 員: 秋山 優 (島根大学)
 有賀 祐勝 (東京水産大学)
 堀 輝三 (筑波大学)
 岩崎 英雄 (三重大学)
 加藤 哲也 (京都大学)
 小林 弘 (東京学芸大学)
 奥田 武男 (九州大学)
 館脇 正和 (北海道大学)
 吉田 忠生 (北海道大学)

Officers for 1987-1988

President: Isamu UMEZAKI (Kyoto University)
Secretary: Terunobu ICHIMURA (University of Tokyo)
 Hiroyuki NAKAHARA (Kyoto University)
Treasurer: Tetsuro AJISAKA (Kyoto University)

Members of Executive Council:

Masaru AKIYAMA (Shimane University)
Mitsuo CHIHARA (University of Tsukuba)
Sachito ENOMOTO (Kobe University)
Yoshiaki HARA (University of Tsukuba)
Ikuko SHIHIRA ISHIKAWA (Osaka University)
Kozo IWASA (International Buddhist University)
Washiro KIDA (Mie University)
Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University)
Seiji MIGHTA (Nagasaki University)
Akio MIURA (Tokyo University of Fisheries)
Masao OHNO (Kochi University)
Takeo OKUDA (Kyushu University)
Yoshiaki SAMBONSUGA (Hokkaido Reg. Fish. Res. Laboratory)
Kazuya TANIGUCHI (Tohoku Reg. Fish. Res. Laboratory)
Hiroshi YABU (Hokkaido University)
Takaaki YAMAGISHI (Nihon University)
Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba)

Editorial Board:

Yoshihiro Tsubo (Kobe University), Editor-in-chief
Shigeru Kumano (Kobe University), Secretary
Sachito Enomoto (Kobe University), Associate editor
Ikuko ShiHIRA Ishikawa (Osaka University), Associate editor
Eiji Takahashi (Kobe University), Associate editor
Masaru Akiyama (Shimane University)
Yusho Aruga (Tokyo University of Fisheries)
Terumitsu Hori (University of Tsukuba)
Hideo Iwasaki (Mie University)
Tetsuya Kato (Kyoto University)
Hiromu Kobayasi (Tokyo Gakugei University)
Takeo Okuda (Kyushu University)
Masakazu Tatewaki (Hokkaido University)
Tadao Yoshida (Hokkaido University)

Seirospora orientalis (Callithamnieae, Ceramiales), a new red algal species from the southern Great Barrier Reef

Gerald T. KRAFT

School of Botany, University of Melbourne, Parkville, Victoria 3052, Australia

KRAFT, G.T. 1988. *Seirospora orientalis* (Callithamnieae, Ceramiales), a new red algal species from the southern Great Barrier Reef. Jpn. J. Phycol. **36**: 1–11.

A diminutive (5–25 mm high), uncorticated species of *Seirospora* has been collected from 9–27 m depths on a variety of algal and invertebrate hosts at the southern end of the Great Barrier Reef. Lack of catenate paraspores (seirospores) and seeming differences in branch pattern, procarp structure, and configuration of early gonimoblasts distinguish the Australian material from the only other species of *Seirospora* with comparable anatomy, *S. occidentalis* Boergesen. As a result, the Great Barrier Reef plants are described as *S. orientalis* sp. nov. Japanese records of *S. occidentalis* are the only other reports of the genus outside the Western Hemisphere, and it is suggested that they also may represent *S. orientalis*.

Key Index Words: Callithamnieae—Ceramiales—Great Barrier Reef—paraspore—Seirospora—seirospore.

Members of the family Ceramiaceae from warm-water habitats in eastern Australia are not well catalogued, but they appear on the basis of our present knowledge to consist of a fair number of genera [at least 27 (pers. obs.)] which are often represented by few (in some cases only one) species. *Rhipidothamnion* (HUISMAN 1985), *Gymnophycus* (HUISMAN & KRAFT 1983), *Balliella* (HUISMAN & KRAFT 1984), *Crouania* (SAENGER & WOLLASTON 1982) and *Baldockia* (MILLAR 1986) are examples of such genera that have been studied recently.

The Ceramiaceae from mostly intertidal and shallow subtidal habitats on the southern Great Barrier Reef have been surveyed by CRIBB (1983), who lists 13 genera and 27 species from the region. Among the few deep-water representatives identified by CRIBB is *Seirospora occidentalis*, a species originally described from the Caribbean Sea. Collections made by the present author in the same general Australian locality (Fig. 1a, b) have included numerous specimens of *Seirospora* fitting CRIBB's description but varying somewhat from published accounts

of *S. occidentalis* and from the limited Caribbean material available for examination. The differences, taken together, seem to be of specific importance, with the result that the Great Barrier Reef entity is described here as new.

Seirospora is presently a genus of six Northern Hemisphere species, of which five occur in the Mediterranean Sea or at scattered localities along the rim of the Atlantic Ocean from Brazil (JOLY 1967) to northern Europe. The sixth, *S. occidentalis* BOERGESSEN (1909) is recorded from Japan (ITONO 1971, 1977) as well as its Caribbean type region. With the exception of *S. occidentalis*, plants are fairly robust and to some degree rhizoidally corticated (DIXON 1971), and all species are characterized by a unique carposporophyte in which gonimolobes form branched uniseriate chains of cells that mature synchronously into rounded carposporangia (KYLIN 1956). DIXON (1971) points out that this feature alone separates *Seirospora* from the large genus *Callithamnion*, as members of both have the same basic vegetative structure, procarp, and apparent immediate

postfertilization development.

Description

Seirospora orientalis KRAFT, sp. nov.

Plantae erectae ad 25 mm longae, ecorticatae, irregulatim alternatim ramosae; filis carpogonialibus prae cellulam axialem fertilem horizontaliter tentibus, carpogoniis cellulis hypogynis lateraliter adjunctis, his e cellulis subhypogynibus oblique divisis, et his omnibus compactis angularibusque, trichogynis excentricis; tetrasporangiis tetraedralibus, initiis univise binis raro ternis adaxialiter portatis, sed quoque serie solum solitario eorum maturescente; sine seirosporis.

Plants erect, 5–25 mm in length, uncorticated; branching irregularly alternate, radial. Carpogonial branch directed horizontally across fertile axial cell; carpogonium angular, dovetailed against hypogynous and subhypogynous cells, with excentrically placed trichogyne. Tetrasporangial initials generally borne two (rarely three) per bearing cell, only one of each set maturing.

Seirospores lacking.

Named for its Eastern Hemisphere collection localities and to emphasize its superficially close resemblance to *Seirospora occidentalis* from the Caribbean.

Holotype: MELU, A35194 (Fig. 2), collected with isotypes (MELU, A35196–8) on 19 November 1983 by G. KRAFT and R. RICKER.

Type locality: One Tree Island, Capricorn Group, Great Barrier Reef, Queensland (Fig. 1a, b).

Habitat and material examined: Plants of the holotype collection were epiphytic on *Coelarthrum boergesenii* WEBER-VAN BOSSE at a depth of 27 m along the steeply sloping front of the southwestern edge of the fringing reef. The following additional specimens have been examined:

1) One Tree Island, Qld. 20–27 m depths along the southwestern reef face, epizoid on tunicates and epiphytic on *Liagora* sp., *Gibsmithia larkumii* KRAFT, *Coelarthrum boergesenii* WEBER-VAN BOSSE, and *Titanophora weberae* BOERGENSEN (MILLAR, O'BRIEN, HILL, CHIDGEY, WITHELL,

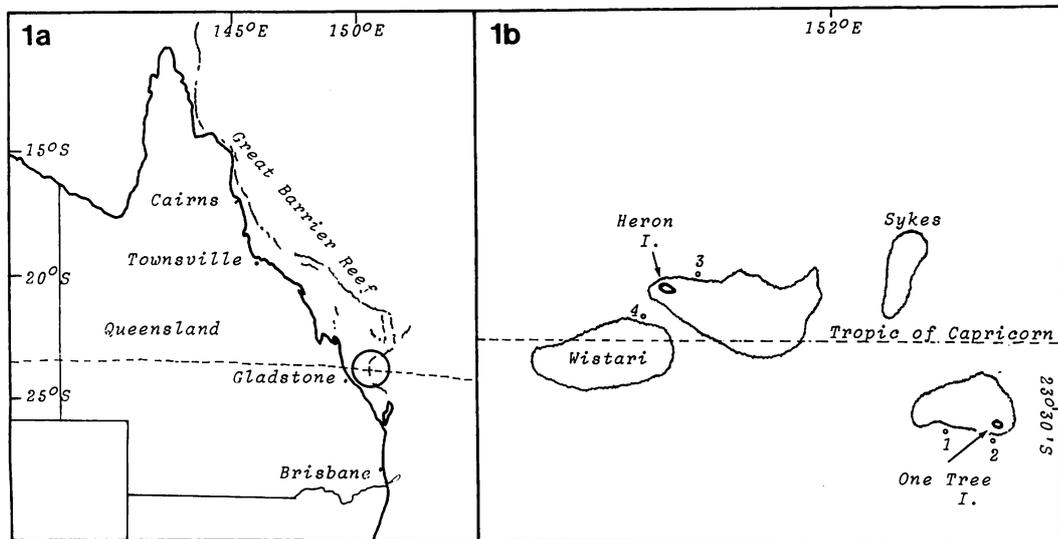


Fig. 1. Collection localities of *Seirospora orientalis*, sp. nov.

1a: Overview of northeastern Australia, showing the location of the Capricorn Group (circle) at the southern end of the Great Barrier Reef.

1b: Detail of the Capricorn Group showing the type locality (1) and Keyhole (2) on the One Tree Island reef; Blue Pools (3) on the Heron Island reef; and the mid-northeastern Wistari Reef (4).

RICKER & KRAFT, 19.xi.1983. MELU A35199–35204, 35367. Cystocarpic, spermatangial, tetrasporic). 20–27 m depths at “The Keyhole”, epizoic on calcareous bryozoans and corals and epiphytic on *Galaxaura arborea* KJELLMAN (KRAFT, SCOTT & LARKUM, 21.xi.1979. MELU, A35368. Cystocarpic, spermatangial, tetrasporic); on *Coelarthrum boergesii* WEBER-VAN BOSSE (O'BRIEN & SIOTAS, 17.xi.1982. MELU A35365. Cystocarpic, tetrasporic); on *Distromium didymothrix* ALLENDER & KRAFT (GABRIELSON & HAUSER, 17.xi.1982. MELU, A35369. Tetrasporic).

2) Blue Pools, Heron Island, Qld. 16–17 m depths on the bryozoan *Pleurotoichus clathratus* (HARMER) (NOBLE & MILLAR, 17.xi.1983. MELU, A35366. Tetrasporic).

3) Wistari Reef, Qld. 9–10 m deep midway along the northeastern reef face on *Laurencia bronngiartii* J. AGARDH and *Chondrococcus hornemannii* (LYNGBYE) SCHMITZ (KRAFT & O'BRIEN, August 1978. MELU, A35372. Cystocarpic, tetrasporic); 18–20 m deep on *Chondria dangeardii* Dawson (KRAFT & HAUSER, 19.xi.1979. MELU, A35205–35208. Cystocarpic, spermatangial and tetrasporic).

Observations

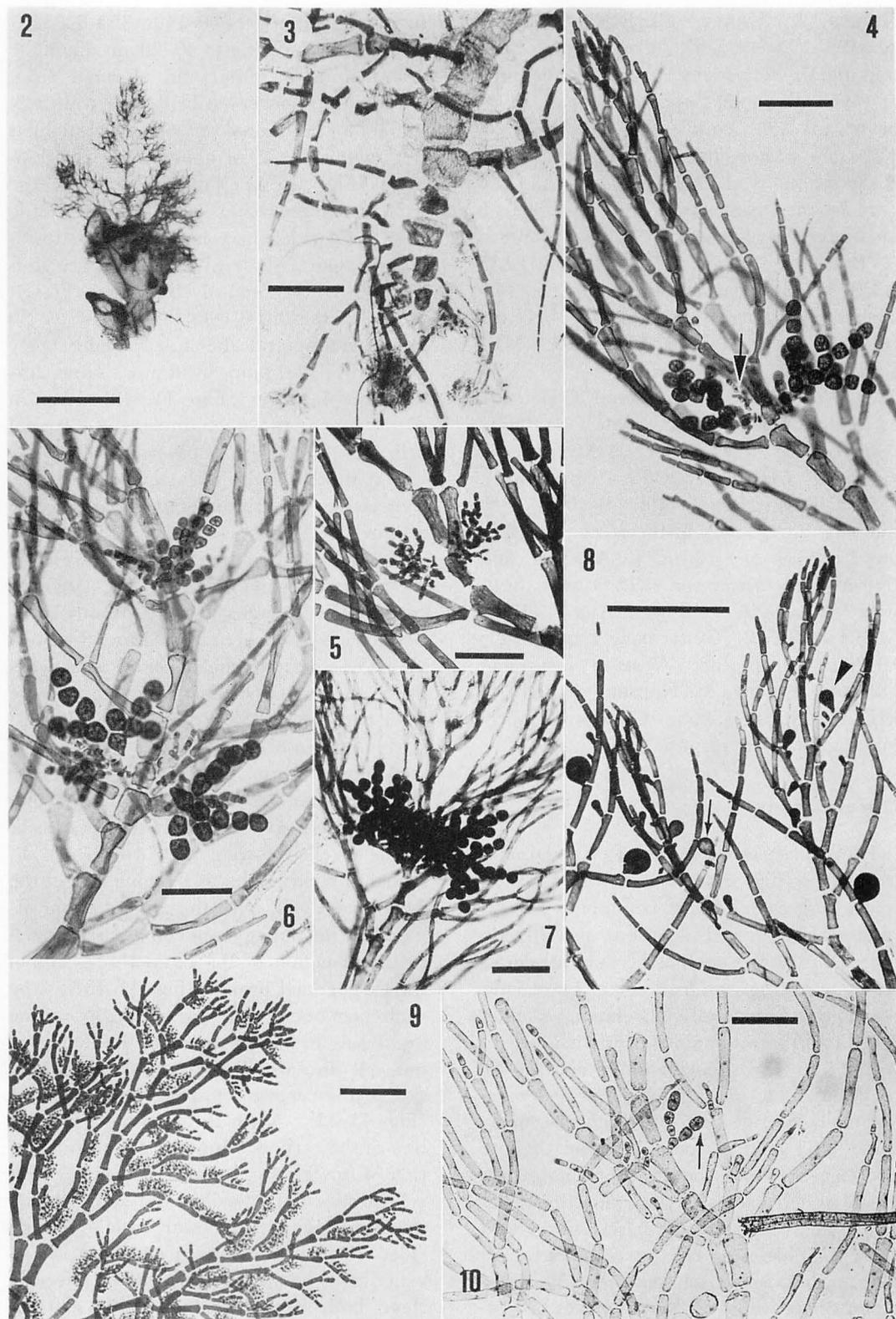
Plants of *S. orientalis* are often pyramidal in outline (Fig. 2) and generally occur in sparse aggregates, most commonly as epiphytes of larger red algae but also directly on hard substrata such as hermatypic corals and encrusting or fruticulose bryozoans. Anchorage is generally by relatively slender (12–30(–40) μm diam.) rhizoids issuing directly from the squarish lower cells of the main axis (Fig. 3). The tips of lower determinate laterals also contribute to securing the thalli, as these often become digitate and form secondary holdfasts. Some plants are attached exclusively by such lower laterals, in which cases the bases usually lack the cuboidal lower cells of complete main axes. Squarish basal cells are 150–180 \times 120–210 μm , cells of the main axes becom-

ing rectilinear above (80–140 \times 350–600 μm) and distally tapering to 40–70 μm diam.

Branching is radial and alternate from all but the hypogenous cells, which usually initiate an additional one or two branchlets during the course of gonimoblast development (Figs 16, 17), and occasionally the axial cell immediately distal to the fertile axial cell, which may bear a single subsidiary filament. Lateral branchlets are simple or subdichotomously branched (Figs 4, 8, 9, 11), the distal cells tapering to 20–30 μm in diam. and the apices being fairly uniformly 10–15 μm in diam., often terminating in hairs (Figs 11, 18) 3 μm in diam. by up to 90 μm in length. Apical cells divide mostly transversely (Fig. 11) but at times also by slightly oblique walls. Vegetative cells throughout the thalli are uninucleate.

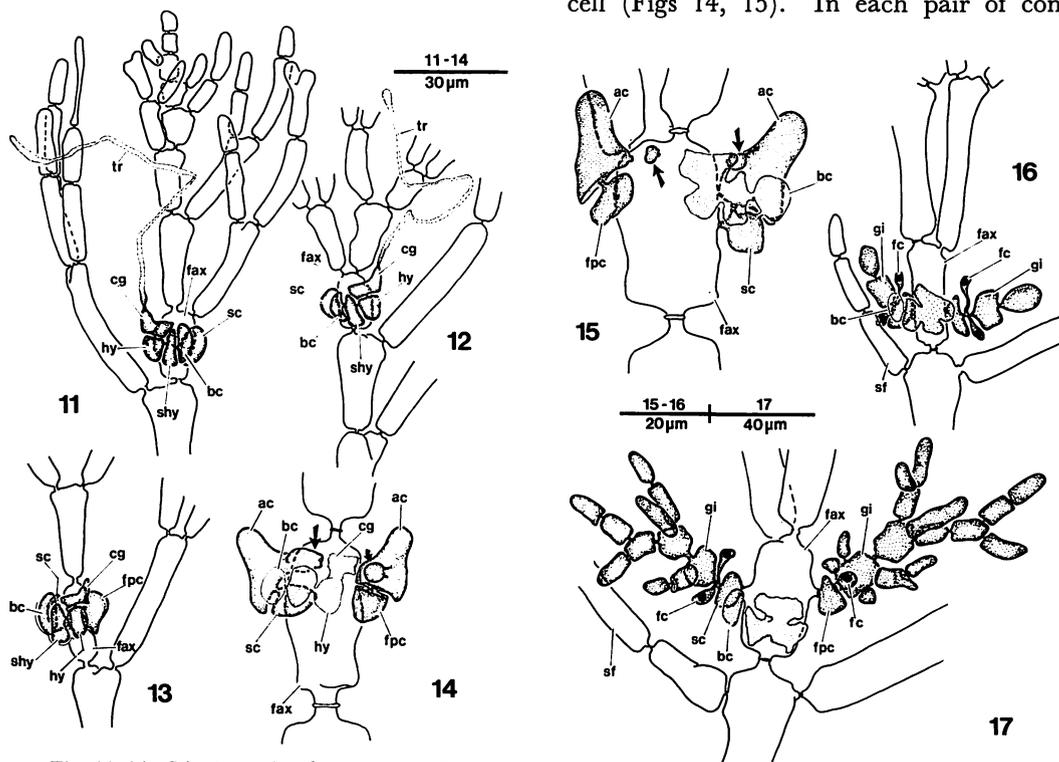
Procarys differentiate within 5 cells of the apices of fertile indeterminate axes, but carpogonial branches with apparently functional trichogynes are rare. More than two viable or aborted procarys tend to develop on a given indeterminate axis, but more than two cystocarps per such axes (Fig. 6) have not been observed.

Structure of the procarys appears to be very precise and uniform. The supporting, basal, subhypogynous and hypogynous cells of the 4-celled carpogonial branch are directed at right angles to the long axis of the fertile axial cell, with the carpogonium situated on the hypogynous cell at right angles to the direction of the basal three cells of the carpogonial branch (Figs 11–13). The subhypogynous cell is pyramidal in outline and forms an oblique angle to the hypogynous cell into which one angular proximal side of the carpogonium precisely dovetails (Figs 11–13). With the apparent fertilization of the carpogonium and the disintegration of the trichogyne, a second pericentral cell forms on the fertile axial cell opposite the supporting cell of the carpogonial branch (Fig. 13). Immediate postfertilization events have not been seen, but at an early stage both pericentral cells have cut off



campanulate auxiliary cells (Figs 14, 15) and the carpogonium and hypogynous cells have largely fused following the cutting off of two connecting cells from the carpogonium (Fig. 14). The connecting cell link-

ing the carpogonium and the first auxiliary cell (the one borne on the supporting cell) apparently fuses to the auxiliary cell more completely than the connecting cell linking the carpogonium to the second auxiliary cell (Figs 14, 15). In each pair of con-



Figs 11–14. *Seiospora orientalis*, sp. nov. (MELU, A35368).

11, 12. Complete procarpus with apparently functional trichogynes.

13. Formation of second fertile pericentral cell (fpc) following apparent fertilization of carpogonium.

14. Division of supporting cell (sc) and fertile pericentral cell (fpc) to form auxiliary cells (ac). Auxiliary cells have fused to connecting cells (arrows), and remnants of the carpogonium and hypogynous cells have also fused.

Figs 15–17. *Seiospora orientalis*, sp. nov. (MELU, A35368).

15. Association of auxiliary cells (ac) with connecting cells (arrows) and fusion of all but the basal cell of the carpogonial branch.

16. Division of auxiliary cell into distal gonimoblast initial (gi) and basal foot cell (fc).

17. Early development of branched gonimoblasts from gonimoblast initials (gi). Foot cells (fc) contain prominent double nuclei and all but basal cell of carpogonial branch have fused.

Figs 2–9: *Seiospora orientalis*, sp. nov. (Figs 2–7, 9: MELU, A35368; Fig. 8: MELU A35370).

2. Herbarium-mounted holotype specimen. Scale=5 mm.

3. Anchoring rhizoids and cuboidal cells at base of main axis. Scale=200 μm.

4. Distal portion of main axis, the carposporophyte bearing two mature and one immature (arrow) gonimolobes. Scale=100 μm.

5. Early stage in development of branched gonimoblasts. Scale=100 μm.

6. Axis with two carposporophytes. Scale=100 μm.

7. Appearance of mature carposporophyte. Scale=200 μm.

8. Distal tetrasporangial axes, some cells bearing two (arrow) or three (arrowhead) tetrasporangial primordia. Scale=200 μm.

9. Habit of spermatangial axes. Scale=100 μm.

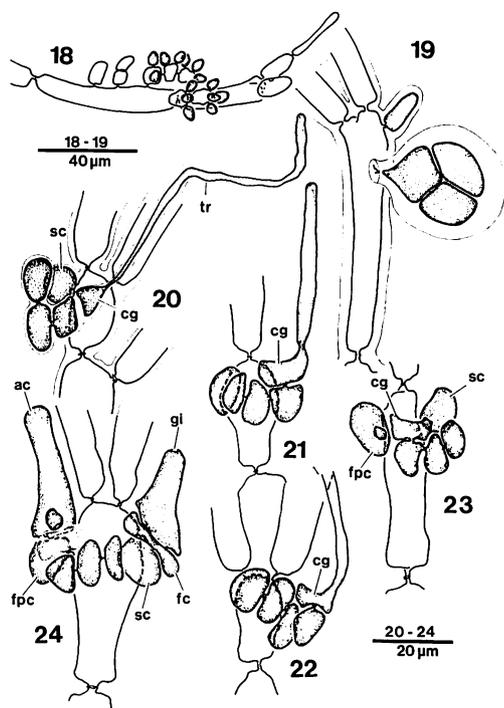
Fig. 10. *Seiospora occidentalis* BOERGENSEN. US JN 6348 (NORRIS & BUCHER 1982, p. 205). Habit of thallus with seiosporangia (arrow). Scale=100 μm.

necting cell fusions, one appears to take place at the lower border of an auxiliary cell whereas the other occurs more distally, although it does not appear to be invariable which type of fusion is associated with which auxiliary cell.

As events proceed, all but the basal cell of the carpogonial branch fuse (Figs 15–17), and all cells of the branch fade and eventually disappear. Both auxiliary cells divide unevenly, the lower (or foot) cell consisting primarily of two slender lobes each containing little more than a nucleus (Figs 16, 17), the upper cell initiating the gonimoblasts. Gonimoblasts consist of irregular to subdichotomous filaments (Figs 5, 17), the subdivisions of which constitute distinct lobes of the carposporophyte that result in cystocarps composed of catenate carposporangia (Figs 4, 6, 7). Carposporangia in any given lobe develop synchronously, but lobes of carposporangia at several different rates of maturity may be present (Figs 4, 6). Carposporangia are spherical to ovoid and reach $30\text{--}40 \times 35\text{--}45 \mu\text{m}$. Mature cystocarps are laxly subtended by 1–2 subsidiary vegetative filaments arising after fertilization on the hypogenous cell (Figs 6, 16, 17).

Spermatangia are present in great numbers on 2–4-celled fertile axes borne in one or two rows on the adaxial sides of determinate laterals (Figs 9, 18). Although vegetative laterals are generally slightly forcipate (Figs 4, 8), those bearing spermatangial axes are often slightly to strongly revolute (Fig. 9). The fertile axes are generally directed towards the apex of the bearing branch and often overlap the proximal end of the contiguous bearing cell (Fig. 18). Spermatangia reach ca. $4 \mu\text{m}$ diam. and develop directly on fertile axial cells.

Tetrasporangia are always sessile and are often accompanied by a second (rarely a third) primordium (Fig. 8) which may be either distal or proximal to the tetrasporangium (Fig. 19). It is not known whether the additional primordia develop into tetrasporangia once the first tetraspores are shed, but more than one tetrasporan-



Figs 18–19. *Seirospora orientalis*, sp. nov.

18. Spermatangial axes being initiated and developing on adaxial lateral branch cells (MELU, A35368).

19. Mature tetrasporangium and undeveloped primordium (MELU, A35370).

Fig. 20. *Seirospora occidentalis* BOERGESSEN (US JN 6341).

20. Mature carpogonial branch with apparently functional trichogyne (tr).

Figs 21–24. *Seirospora occidentalis* BOERGESSEN (MICH Wynne 8344)

21, 22. Mature procarps, the carpogonia (cg) abutting the subhypogynous cells.

Fig. 23. Postfertilization stage following cutting off of second auxiliary cell (fpc) and an associated connecting cell.

Fig. 24. Later postfertilization stage showing auxiliary cell (ac) and gonimoblast initial (gi); cells of carpogonial branch remain unfused.

gium per bearing cell has not been observed. Tetrasporangia divide tetrahedrally (Fig. 19), reach $65\text{--}70 \mu\text{m}$ diam., and are borne adaxially on the distal ends of lateral branch cells (Fig. 8).

Discussion

The only species of *Seirospora* to which the Great Barrier Reef material might be

compared is *S. occidentalis*, originally described from the Virgin Islands (BOERGESEN 1909, 1917) and subsequently recorded from several Caribbean localities and southern Japan (Table 1). Caribbean and Australian specimens are all uncorticated and of similar height, occur on a variety of algal hosts, and have comparable cell dimensions. Comparison of the Australian collections with published accounts of *S. occidentalis* (Table 1) reveals, however, that there are apparently some differences between the two entities. *Seirospora orientalis* occurs on both algal and invertebrate hosts, in contrast to *S. occidentalis* from the Caribbean Sea, which is mostly recorded on species of *Gracilaria* (TAYLOR 1960), *Sargassum* and *Dictyota* (NORRIS & BUCHER 1982). Branching is alternate in both species, but is reported to be also occasionally opposite (BOERGESEN 1917, Fig. 209) or trichotomous (BOERGESEN 1909, Fig. 9A) in *S. occidentalis*, conditions not yet observed in Australian and Japanese material. Both Australian and Japanese collections completely lack "seirospores", in contrast to at least some plants of Caribbean *S. occidentalis* (Fig. 10), and lower axial cells of the Barrier Reef plants can reach somewhat greater lengths (Table 1). Tetrasporangia in Caribbean *S. occidentalis* are reported to be pedicellate as well as sessile (HOWE 1920), occasionally cruciately divided (BOERGESEN 1909), and are apparently unaccompanied by adjacent primordia formed on the bearing cell (BOERGESEN 1917, Fig. 210B, C), all conditions at variance with Australian and, apparently, Japanese (ITONO 1977, p. 205, Fig. 41G) *Seirospora*. Perhaps as significant are differences in the configurations of cells of the procarps and early gonimoblasts in the two species. As details of procarp and gonimoblast anatomy have not been published for Caribbean *S. occidentalis*, material from Belize [housed in US, cited by NORRIS & BUCHER (1982, p. 205)] and Guadeloupe [leg. D. BALLENTYNE, WYNNE no. 8344, MICH, epiphytic on *Dictyota* sp.] preserved on microscope slides has been examined.

The single female gametophyte from Belize (JN 6341) lacks seirospores but does have occasional opposite or unequally trichotomous branching. Although not numerous, its procarps are composed of far less angular and less regularly disposed cells (Fig. 20) than are those of *S. orientalis*, in which the carpogonium, hypogynous cell and subhypogynous cell [termed cells 4-2 in DIXON & PRICE (1981)] display a regular spatial pattern (Figs 11-13). Procarps in the one Guadeloupe specimen available are more uniform in cell disposition (Figs 21, 22), more angular, and closer to *S. orientalis* in shape than are procarps in the Belize specimen, but details of early gonimoblast development still display some differences from comparable stages in *S. orientalis*. Carpogonial, hypogynous and subhypogynous cells of the carpogonial branch apparently do not fuse at the time of auxiliary cell formation (Figs 23, 24) in the Guadeloupe specimen (cf. also BOERGESEN 1917, Fig. 211B), nor are foot cells so slender and deeply scalloped (Figs 24, 25) as they are in *S. orientalis* (Figs. 16, 17). Cells of the first gonimolobe initial in the former (Fig. 25) also flare out asymmetrically at the top, unlike similar cells in the latter (Fig. 17). Neither of the axial cells adjacent to the fertile axial cell in Wynne 8344 bears subsidiary laterals, unlike *S. orientalis* in which at least the hypogynous cell almost always does. On the other hand, the Guadeloupe specimen is regularly alternately branched and lacks "seirospores", as is typical of *S. orientalis*. It is difficult to assess the importance of the differences between Australian and Caribbean material without having a greater number of both Eastern and Western Hemisphere plants to examine. This study is based on fourteen female gametophytes collected at two localities (One Tree Island, Wistari Reef) during three months (August, October, November) in four different years (1975, 1978, 1979, 1983). Early gonimoblasts in all these specimens have a consistent morphology, but fully-formed carpogonial branches bear-

Table 1. Features of *Seirospora occidentalis* BOERGESEN, as described in various publications, compared with those of the Australian material of *Seirospora* treated in this paper. (*—Algal hosts of *S. orientalis* KRAFT, sp. nov.: *Chondria dangeardii*, *Chondrococcus hornemannii*, *Coelarthrum boergesenii*, *Distromium didymothrix*, *Galaxaura arborea*, *Gibsmithia larkumii*, *Laurencia brongniartii*, *Liagora* sp., *Titanophora weberae*)

	<u>S.</u> <u>occidentalis</u> Boergesen 1909	<u>S.</u> <u>occidentalis</u> Boergesen 1917	<u>S.</u> <u>occidentalis</u> Howe 1920	<u>S.</u> <u>occidentalis</u> Taylor 1960	<u>"S.</u> <u>occidentalis"</u> Itono 1971	<u>"S.</u> <u>occidentalis"</u> Itono 1977	<u>S.</u> <u>orientalis</u> Kraft
Collection localities	St Thomas; St Jan	St Thomas; St Croix	Virgin I.	Fla.; Bahamas; Virgin I.; Guadeloupe	Amami I.	Amami I.	Capricorn Group, Great Barrier Reef
Substrata	on <u>G. blodgettii</u>	on <u>G. blodgettii</u> <u>Sarg. vulgare</u>	————	on <u>Gracilaria</u> & other algae	<u>Liagora</u>	————	on Algae*; Bryozoans (encrusting; <u>Pleurotoichus</u>); Coral (<u>Acropora</u>); Tunicates
collection depths	27 m	27 m	————	27 m	18 m	————	9-27 m
Plant heights	1-2 cm	1-2 cm, dense bushes	————	1-2 cm	0.7 cm	————	most 5-8 mm, extreme length 2.5 cm
Basal anchorage	short thick- walled rhizoids	short thick- walled rhizoids	————	short rhizoids from basal cell	slender rhizoids, 75 μ m diam.	————	rhizoids 12-30 (-35) mm, digitate tips
Basal cells L x W	200 μ m long v. thick walls (ca. 40 μ m thick	200 μ m long v. thick walls (ca. 40 μ m thick	————	200 μ m x ca. 200 μ m	135 μ m diam.	85 μ m diam.	140 x 110-130 μ m, lower cells 180 x 120-210 μ m
Branch pattern	illustration shows alternate & opposite	ramified on all sides	————	alternate, occ. opposite	alternate, spiral from dist. ends	alternate, branches in 1/4 spiral	alternate, spiral
main axis cells, L x W	85 μ m diam. x 4-5 times long	85 μ m diam. x 4-5 times long	————		85 μ m diam.	45-60 μ m diam. 2.5-3.5 times long	80-130 x 350-600 μ m main axes, 40-70 μ m diam. distally

ultimate branches	subdichot. above	subdichot. above	————	subdichot. in final 1-2 stages	————	————	subdichotmous
ultimate cells	8-10 um diams, can end in hair	8-10 um diams, can end in hair	————	8-10 x 2-11 um	6 um diam., hairs present	6 um diam., apical cell slightly oblique divs, hairs present	10-12 um diams, apical cell transverse to slightly oblique divisions, hairs present
G'blasts	shows all g'bl. cells same size	2 ramified moniliform threads	————	2 groups rather elongate g'blasts	————	ramified moniliform	lobes of synchronously maturing cells
Carpo-sporangia	40-42 um diam.	40-42 um diam.	————	40-42 um diam.	39-42 um diam.	————	30-38 x 45 um, spherical to oval
Sperma-tangia	uppermost & inward sides cells	uppermost & inward sides cells	————	same pos. as t'spores & s'spores	none	none	4-7 sp'tangial heads per bearing cell, adaxial, bearing-cells often revolute
Sperma-tangia	uppermost & inward sides cells	uppermost & inward sides cells	————	same pos. as t'spores & s'spores	none	none	4-7 sp'tangial heads per bearing cell, adaxial, bearing-cells often revolute
Tetra-sporangia	mostly t'hedral, occasionally cruciate	uppermost & inward-turned side of distal br. cells	T'hedral, sessile or 1-celled pedicels	on upper & distal ends	adaxial 57 um diam.	65 um diam.	adaxial, to 70 um diam., 2nd & 3rd undev. sibling primordia common
Seiro-spores	not present	18-20 um diam.	30-40 um diam.	same pos. as t'spores, simple/br. rows 3-5 cells, 18-20 um diam.	not present	not present	not present

Seirospora orientalis sp. nov. from the Great Barrier Reef

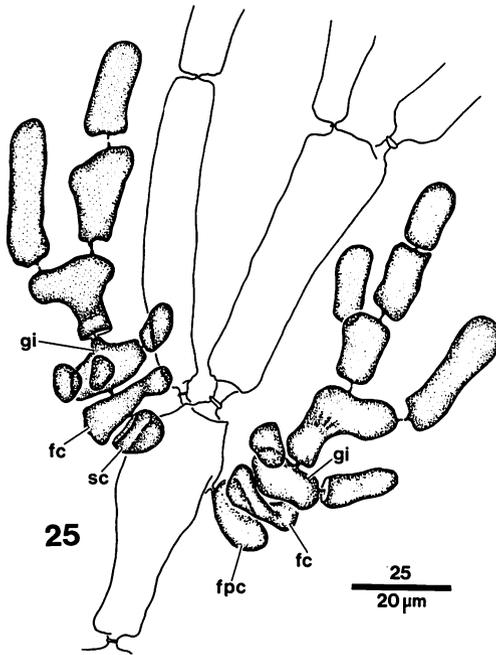


Fig. 25. *Seirospora occidentalis* BOERGESEN (MICH Wynne 8344) Early development of branched gonimolobes from gonimoblast initials (gi)

Abbreviations used in figures:

- ac=auxiliary cell
- bc=basal cell of carpogonial filament
- cg=carpogonium
- fax=fertile axial cell
- fc=foot cell
- fpc=fertile pericentral cell
- gi=gonimoblast initial
- hy=hypogynous cell
- sf=subsidiary filament
- shy=subhypogynous cell
- sc=supporting cell of carpogonial filament

ing trichogynes are present only in the November 1979 collections. Material of *S. occidentalis* is apparently very rarely collected in the Caribbean, and only the two female gametophytes described above have been available. The *Seirospora* from these two widely separated geographical regions is certainly a close match in terms of many morphological features, but until more is known of variability among populations it is proposed to treat plants from different hemispheres as representing distinct taxa.

The procarp cell pattern in *S. orientalis* corresponds to the "*Callithamnion corymbosum*" type designated by MIRANDA [1934,

reproduced as Fig. 4A in DIXON & PRICE (1981)]. DIXON & PRICE (1981) observed differences in "cell spatial arrangements and alignment in the carpogonial branch" in British species of *Callithamnion*, a genus with the exact procarp cell composition of *Seirospora*. DIXON & PRICE discounted this feature as a "principal distinguishing" character of species, arguing that "sizes and shapes of carpogonia, trichogynes, and other cells of the procarp all appear too variable to be of taxonomic value at the species level." Such variation in cell orientation is well illustrated for *Callithamnion cordatum* by SCHNEIDER (1980, Figs 9-11), and seems to be a feature of Caribbean *Seirospora occidentalis*. Given that so few procarps in the *orientalis/occidentalis* suite of specimens produce trichogynes, it may be that at least some of the variation reflects the aftermath of non-viability, the cells of such procarps perhaps losing their angularity and precise orientation.

Illustrations of Japanese material (ITONO 1977, Figs 19E, 62G) are not given at a scale that permits accurate assessment of cell outlines and alignments in the procarp, although ITONO describes them to be of the *corymbosum* type. In view of the fact that differences between Australian and Caribbean plants otherwise seem to apply equally to ITONO's reports of Japanese material (Table 1), it appears likely that the latter represents *S. orientalis* rather than *S. occidentalis*.

Acknowledgements

Sincere thanks to Alan MILLAR for assistance with the plates, and to him and Peter ROBINS for critical comments on the manuscript. Mr ROBINS also kindly supplied the Latin description. Divers who have helped with the collection of material include Chris O'BRIEN, Fiona SCOTT, John HAUSER (all University of Melbourne), and Drs A.W.D. LARKUM (University of Sydney), Alan MILLAR (University of Melbourne), and Robert W. RICKER (Univer-

sity of California, Davis). I particularly thank Drs James N. NORRIS (Smithsonian Institution) and Michael J. WYNNE (University of Michigan) for the loan of *Seirospora occidentalis* material, and am grateful for the support of the Heron Island Marine Research Laboratory and to MST Grants 80/0036 and 84/1877 for critical funding.

References

- BOERGESEN, F. 1909. Some new or little known West Indian Florideae. Bot. Tidssk. **30**: 1-19.
- BOERGESEN, F. 1917. The marine algae of the Danish West Indies. Dansk bot. Ark., 1917, **3**: 145-240.
- CRIBB, A.B. 1983. Marine algae of the southern Great Barrier Reef-Rhodophyta. Australian Coral Reef Society Handbook no. 2, Watson Ferguson, Brisbane.
- DIXON, P.S. 1971. Studies of the genus *Seirospora*. Botaniste **59**: 35-48.
- DIXON, P.S. and PRICE, J.H. 1981. The genus *Callithamnion* (Rhodophyta: Ceramiaceae) in the British Isles. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Bot.) **9**: 99-141.
- HUISMAN, J.M. 1985. *Rhipidothamnion secundum* gen. et sp. nov. and *Spermothamnion miniatum* sp. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from eastern Australia. Phycologia **24**: 55-66.
- HUISMAN, J.M. and KRAFT, G.T. 1983. *Gymnophycus*, a new genus of Ceramiaceae (Rhodophyta) from eastern Australia. Phycologia **22**: 285-294.
- HUISMAN, J.M. and KRAFT, G.T. 1984. The genus *Balliella* ITONO & TANAKA (Rhodophyta: Ceramiaceae) from eastern Australia. J. Phycol. **20**: 73-82.
- ITONO, H. 1971. The genera *Callithamnion*, *Aglaothamnion*, *Seirospora*, *Pleonosporium* and *Mesothamnion* (Ceramiaceae, Rhodophyta) in southern Japan. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. **20**: 217-237.
- ITONO, H. 1977. Studies on the ceramiaceous algae (Rhodophyta) from southern parts of Japan. Bibl. Phycol. **35**: 1-499.
- JOLY, A.B. 1967. Generos de algas marinhas da Costa Atlantica Latino-Americana. Editora da U.S.P., Sao Paulo. 464 pp.
- KYLIN, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. Gleerups, Lund.
- MILLAR, A.J.K. 1986. *Baldockia verticillata* (Griffithsiaeae, Ceramiales), a new red algal genus and species from eastern Australia. Phycologia **25**: 87-97.
- MIRANDA, F. 1934. Materiales para una flora marina de las rias bajas gallegas. Boln. R. Soc. Esp. Hist. Nat. **34**: 165-180.
- NORRIS, J.N. and BUCHER, K.E. 1982. "Marine algae and seagrasses from Carrie Bow Cay, Belize. Pp. 167-223, in Ruetzler, K. and Macintyre, I.G. (eds). The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize. 1: Structure and communities. Smithsonian Contrib. Mar. Sci. **12**: i-xiv, 1-539.
- SAENGER, P. and WOLLASTON, E.M. 1982. A new species of *Crouania* (Rhodophyta: Ceramiaceae) from Port Curtis, Queensland. Proc. R. Soc. Qd. **93**: 79-82, pl. 6
- SCHNEIDER, C.W. 1980. North Carolina marine algae. VIII. The reproductive morphology of *Callithamnion cordatum* Boergesen (Rhodophyta, Ceramiaceae). Rhodora **82**: 321-330.
- TAYLOR, W.R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas Univ. Michigan Press, Ann Arbor.

Gerald T. KRAFT : グレートバリアリーフ産 *Seirospora orientalis* (新種) について

南部グレートバリアリーフの水深 10~27 m から種々の藻類、無脊椎動物に着生した *Seirospora* の一種を得た。catenate paraspore (seiospore) の欠除、分枝のパターンおよび procarp の構造から、このオーストラリア産の藻類は明らかに *S. occidentalis* BOERGESEN と区別され、*S. orientalis* KRAFT として新種記載された。日本から *S. occidentalis* として報告されている藻類は本種 *S. orientalis* と考えられる。(School of Botany, University of Melbourne)

Ammonium assimilation in the blue-green alga *Spirulina platensis*

Kazuko OHMORI* and Masayuki OHMORI**

*Department of Life Sciences, Showa Women's University, Taishido 1-7-57, Setagaya-ku, Tokyo 154

**Ocean Research Institute, University of Tokyo, Minamidai 1-15-1, Nakano-ku, Tokyo 164

OHMORI, K. and OHMORI, M. 1988. Ammonium assimilation in the blue-green alga *Spirulina platensis*. Jpn. J. Phycol. 36: 12–16.

A filamentous, non nitrogen-fixing blue-green alga (cyanobacterium), *Spirulina platensis* assimilated ammonium mainly via the glutamine synthetase–glutamate synthase (GS–GOGAT) pathway as reported in other blue-green algae. Though glutamine synthetase activity of this alga was very high, glutamine was not accumulated in the cells when 1 mM ammonium was added to the cells. The activity of glutamate dehydrogenase was not detected significantly. Ammonium was also assimilated via alanine dehydrogenase.

Key Index Word: Alanine dehydrogenase—ammonium assimilation—*Anabaena cylindrica*—blue-green algae—glutamate dehydrogenase—glutamine synthetase—*Spirulina platensis*.

Ammonium assimilation and amino acid synthesis are the essential steps in protein and nucleic acid production in plants. Two major enzyme systems have been known in ammonium assimilation: one is glutamate dehydrogenase and the other is glutamine synthetase (GS)–glutamate synthase (GOGAT) pathway. MIFLIN and LEA (1976) have reported the importance of the GS–GOGAT pathway in ammonium assimilation in plants instead of the glutamate dehydrogenase which had been considered as a major ammonium assimilating enzyme. Because of the high K_m of glutamate dehydrogenase to ammonium, this enzyme has been thought to contribute mainly to ammonium production from glutamate under low ammonium conditions.

Other metabolic pathways to form amino acids from ammonium have long been assumed to be less important. However, it has been reported that alanine dehydrogenase is active in *Anabaena cylindrica*, a

nitrogen-fixing blue-green algae (ROWELL & STEWART 1976). This enzyme assimilates NH_4^+ directly into pyruvate to form alanine. There should be varieties in the way of ammonium assimilation in blue-green algae.

Spirulina, a halophilic blue-green algae, is utilized as food in Lake Chad area and as a healthy aliment in U.S.A. and Japan. This algae seems to have high adaptability to extreme environmental conditions such as very high alkalinity (CIFERRI and TIBONI 1985), and might utilize particular pathways of ammonium assimilation and amino acid synthesis according to its environmental conditions.

We describe here, using *Spirulina platensis* cells, the importance of alanine dehydrogenase in ammonium assimilation in addition to the well known GS–GOGAT pathway when high amounts of ammonium was added.

Materials and Methods

Culture

The cells of *Spirulina platensis* were ob-

This research was supported in part by a grant from the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (GEP II-2-2-1-b).

Off prints request to: M. Ohmori

tained from the Culture Collection of the Institute of Applied Microbiology, the University of Tokyo. They were grown for one week in the culture medium of OGAWA and TERUI (1970) containing per liter of deionized water, 1.68 g NaHCO₃, 0.25 g NaNO₃, 0.1 g K₂SO₄, 0.1 g NaCl, 0.05 g K₂HPO₄, 0.02 g MgSO₄ · 7H₂O, 0.004 g CaCl₂ · 2H₂O, 0.001 g FeSO₄ · 7H₂O, 0.008 g Na₂EDTA · 2H₂O and 0.1 ml of A₅ microelement solution of KRATZ and MYERS (1955). Light was supplied continuously by fluorescent lamps specially designed for plant growth (National FL-10PG) at an intensity of 2,000 lux, and the culture was continuously bubbled with air at 25°C. Cells were harvested by centrifugation at 3,000 rpm for 10 min, washed twice with the fresh culture medium by centrifugation and resuspended in the same medium.

Amino acid analysis

The cells were incubated for 20 min in the light (2,000 lux) or dark and then centrifuged at 3,000 rpm for 10 min. The amino acids in the sedimented cells were extracted with 5% trichloroacetic acid and then the extract was washed with diethylether four times to remove the trichloroacetic acid. The water phase was evaporated and the amino acids in the dried sample were analyzed using a Hitach automatic amino

acid analyzer.

Enzyme assay

The cells were disrupted by sonication at 9 KHz and 200 W for 10 min at 2°C and then centrifuged at 30,000 xg for 30 min. The supernatant was subjected to ammoniumsulfate precipitation and the protein fraction obtained between 35 and 70% ammoniumsulfate was used for the enzyme assay after dialyzing overnight. The activities of glutamine synthetase, glutamate dehydrogenase and alanine dehydrogenase were determined according to the methods of SHAPIRO & STADTMAN (1970), DOHERTY (1970) and YOSHIDA & FREESE (1970), respectively.

Results and Discussion

The free amino acid compositions in the blue-green alga *Spirulina platensis* incubated in the dark or light without ammonium were basically the same (Table 1). Glutamate occupied about 82% and 85% of the total amino acids in the light and dark, respectively. The next major amino acid was alanine but the content was less than 4% of the total amino acid. When NH₄Cl was added to the cell suspension at a concentration of 1 mM, total amino acid concentration increased in both light and dark.

Table 1. Effect of ammonium on amino acid composition of *Spirulina platensis* in the light and dark.

Amino acids	Start ¹	Light ²		Dark ²	
		Control	+NH ₄ ⁺	Control	+NH ₄ ⁺
(nmoles mg ⁻¹ dry weight)					
Aspartate	0.28	0.22	0.32	0.09	0.21
Glutamate	13.90	16.24	26.57	16.71	20.45
Glycine	0.28	0.27	0.60	0.22	0.42
Alanine	0.88	0.88	2.39	0.77	2.05
Arginine	0.16	0.22	0.11	0.10	0.40
Others	2.06	1.99	3.16	1.75	2.29
Total	17.56	19.82	33.15	19.64	25.82

¹ Amino acids were extracted at the start of incubation.

² Amino acids were extracted after 20 min incubation.

Table 2. Effect of azaserine on amino acid composition in *Spirulina platensis* in the light.

Amino acids	Start ¹	Control ²		+Azaserine ²	
		-NH ₄ ⁺	+NH ₄ ⁺	-NH ₄ ⁺	+NH ₄ ⁺
				(nmoles mg ⁻¹ dry weight)	
Aspartate	0.56	1.42	3.70	0.23	0.23
Glutamate	25.83	27.43	28.80	15.13	n.d.
Glutamine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	22.24
Glycine	0.17	0.17	0.55	0.43	0.66
Alanine	0.60	0.73	1.77	0.79	1.69

¹ Amino acids were extracted at the start of incubation.

² Amino acids were extracted after 20 min incubation.
n.d.: not detected.

However, the substantial change in the concentration was found only in glutamate and alanine. The alanine level in the cells incubated with ammonium was double in comparison with that without ammonium.

It has been reported that the addition of ammonium to the cells of *Anabaena cylindrica*, which contains GS-GOGAT pathway (MIFLIN & LEA 1977), resulted in the dramatic increase in cellular glutamine concentration (OHMORI and HATTORI 1974, OHMORI 1981, 1983). In *Spirulina* cells, glutamine was not detected in the presence of 1 mM ammonium (Table 2). This result seems to show that the activity of glutamine synthesis in *Spirulina platensis* is low and that this alga has an ammonium assimilating mechanism different from *Anabaena cylindrica*. To determine this possibility, the cells were incubated with azaserine which blocks GS-GOGAT pathway by inhibiting glutamine-amide transfer. Table 2 shows that glutamine accumulated in high amounts when both ammonium and 1 mM azaserine were present in the incubation medium. It was also noted that the addition of azaserine to ammonium-incubating cells, resulted in the disappearance of the glutamate pool. These results clearly show that glutamine and glutamate synthesis by their respective enzymes are operating in *Spirulina* cells. Once formed glutamine would rapidly be transformed to glutamate by the very active glutamate synthase and thus no glutamine pool could be formed in the cells. The

Table 3. Activities of the ammonium assimilating enzymes in *Spirulina* and *Anabaena* cells.

Enzyme	Activity	
	<i>Spirulina platensis</i>	<i>Anabaena cylindrica</i>
	(μmoles hr ⁻¹ mg ⁻¹ protein)	
Glutamine synthetase	10.6	13.4
Glutamate dehydrogenase	n.d.	1.2
Alanine dehydrogenase	2.0	2.3

n.d.: not detected.

glutamate pool would be maintained by the steady operation of GS-GOGAT system.

Table 3 shows the enzyme activities in the cells of *Spirulina* and *Anabaena*. Glutamine synthetase was found highly active in both algal species suggesting GS-GOGAT pathway is the major ammonium-assimilating mechanism. Alanine dehydrogenase activity was also found in both species but at about one fifth lower than glutamine synthetase activity. The activity of glutamate dehydrogenase was detected only in *Anabaena* cells and the level of the activity was ten times lower than that of glutamine synthetase. The low activity of glutamate dehydrogenase in *Anabaena* cells has been reported by HAYSTEAD *et al.* (1973) and BATT & BROWN (1974).

Alanine is formed from pyruvate and glutamate by the aminotransfer reaction or by direct ammonium incorporation into pyruvate. The former reaction is mediated by

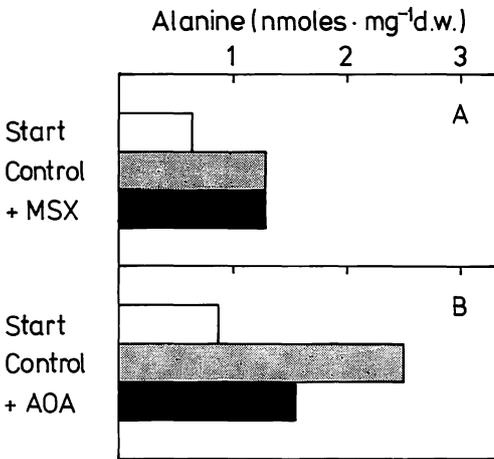


Fig. 1. Effects of methionine sulfoximine (MSX) (A) and aminooxyacetate (AOA) (B) on the increase in alanine concentration in *Spirulina platensis*. Amino acids were extracted from an aliquot of the cell suspension at the start of incubation (=start). Rest of the cells were incubated for 20 min in the presence of 1 mM NH_4Cl with inhibitors or without (=control) in the light.

glutamate-pyruvate aminotransferase and latter by alanine dehydrogenase. As shown in Table 2, the addition of ammonium increased cellular concentration of alanine independent of the presence or absence of azaserine. Fig. 1A shows that the increase in the cellular alanine pool by the addition of ammonium was not affected by 1 mM methionine sulfoximine (MSX), an inhibitor of glutamine synthesis. Fig. 1B shows that the addition of ammonium increased cellular alanine concentration in the presence of 1 mM aminooxyacetate (AOA), an inhibitor of aminotransferase, though the increase was less intense in comparison with that in the absence of AOA. These results reveal that alanine dehydrogenase is operating together with glutamate-pyruvate aminotransferase.

Though alanine dehydrogenase has not been appreciated in its role in amino acid synthesis, the data obtained in this experiment shows the importance of this enzyme in ammonium assimilation in *Spirulina*.

Acknowledgement

The authors wish to express their sincere

thanks to Mr. L. Tupas for reading the manuscript.

References

- BATT, T. & BROWN, D.H. 1974. The influence of inorganic nitrogen supply on amination and related reactions in the blue-green alga *Anabaena cylindrica* Lemm. *Planta (Berl.)* **116**: 27-37.
- CIFERRI, O. & TIBONI, O. 1985. The biochemistry and industrial potential of *Spirulina*. *Ann. Rev. Microbiol.* **39**: 503-526.
- DOHERTY, D. 1970. L-Glutamate dehydrogenases (Yeast). p. 850-856. *In* H. Tabor & C.W. Tabor (eds.) *Methods in Enzymology*. Vol. 17A. Academic Press. New York & London.
- HAYSTEAD, A., DHARMAWARDENE, M.W.N. & STEWART, W.D.P. 1973. Ammonia assimilation in a nitrogen-fixing blue-green alga. *PL. Sci. Lett.* **1**: 439-445.
- KRATZ, W.A. & MYERS, J. 1955. Nutrition and growth of several blue-green algae. *Am. J. Bot.* **42**: 282-287.
- MIFLIN, B.J. & LEA, P.J. 1976. The pathway of nitrogen assimilation in plants. *Phytochemistry* **15**: 873-885.
- MIFLIN, B.J. & LEA, P.J. 1977. Amino acid metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **28**: 299-329.
- OGAWA, T. & TERUI, G. 1970. Studies on the growth of *Spirulina platensis*. (I) On the pure culture of *Spirulina platensis*. *J. Ferment. Technol.* **48**: 361-367.
- OHMORI, M. & HATTORI, A. 1974. Effect of ammonia on nitrogen fixation by the blue-green alga *Anabaena cylindrica*. *Plant Cell Physiol.* **15**: 131-142.
- OHMORI, M. 1981. Effect of ammonia on dark CO_2 fixation by *Anabaena* cells treated with methionine sulfoximine. *Plant Cell Physiol.* **22**: 709-716.
- OHMORI, M. 1983. Amino acids and proteins of planktonic algae with special reference to regulatory mechanisms of amino acid metabolism. *La mer* **21**: 254-258.
- ROWELL, P. & STEWART, W.D.P. 1976. Alanine dehydrogenase of the N_2 -fixing blue-green alga. *Anabaena cylindrica*. *Arch. Microbiol.* **107**: 115-124.
- SHAPIRO, B.M. & STADTMAN, E.R. 1970. Glutamine synthetase (*Escherichia coli*). p. 910-922. *In* H. Tabor & C.W. Tabor (eds.) *Methods in Enzymology*. Vol. 17A. Academic Press. New York & London.
- YOSHIDA, A. & FREESE, E. 1970. L-Alanine dehydrogenase (*Bacillus subtilis*). p. 176-181. *In* H. Tabor & C.W. Tabor (eds.) *Methods in Enzymology*. Vol. 17A. Academic Press. New York & London.

大森和子*・大森正之：藍藻 *Spirulina platensis* におけるアンモニア同化**

藍藻 *Spirulina* は、たんぱく質含量が高く、食料としてまた健康食品として利用されている。この藻類のアンモニア同化は、グルタミン合成酵素—グルタミン酸合成酵素系により行われていることが明らかとなった。しかし、高濃度 (1 mM) のアンモニア存在下において、らん藻 *Anabaena* に見られるようなグルタミンの細胞内蓄積は見られなかった。アンモニア同化における他の重要な酵素であるグルタミン酸脱水素酵素の活性は検出されなかった。この酵素によるアンモニアの同化はないものと推定した。この藻類では、アラニン脱水素酵素によってもアンモニアの同化が行われていることが示唆された。(*154 東京都世田谷区太子堂 1-7-57 昭和女子大学生生活科学科, **164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所 海洋生化学部門)

Seasonal change of planktonic protista collected from Shioya Coast, Osaka Bay

Shigemitsu HARA* and Eiji TAKAHASHI**

*The Graduate School of Science and Technology, Kobe University, Nada-ku, Kobe, 657 Japan

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

HARA, S. and TAKAHASHI, E. 1988. Seasonal change of planktonic protista collected from Shioya Coast, Osaka Bay. Jpn. J. Phycol. 36: 17-23.

Diatoms were numerically the most dominant protist group among the autotrophic protista. Dinoflagellates, cryptophytes and prasinophytes were the subdominant groups. Cell numbers of the autotrophic protista were generally small during the seasons of falling and low water temperatures (from October to March), while large numbers were recorded during the seasons of rising and high water temperatures (from April to September). Among the heterotrophic protista, choanoflagellates and apochlorotic chrysophytes were numerically dominant. Apochlorotic cryptophytes, ebridians and apochlorotic dinoflagellates were the subdominant groups. The numerical relationship between the autotrophic and heterotrophic protista is represented by a regression line described by the equation: $H=1.62 A^{0.553}$, where A is the number of the autotrophic cells and H is the number of heterotrophic cells.

Key Index Words: autotrophic protista—cell number—heterotrophic protista—Osaka Bay—seasonal change.

It is well known that autotrophic protista of nanoplanktonic dimensions are the major contributors to cell number, cell volume, amount of chlorophyll pigments and primary productivity in the planktonic community in the sea (SAIJO 1964, PARSONS 1972, BOOTH *et al.* 1982, FURUYA and MARUMO 1983). Relatively large members of the heterotrophic protista include herbivorous species and they may be the major contributors in the grazing food chain (SIEBURTH 1979, FENGHEL 1980). By contrast, many of the relatively small members are thought to feed on bacteria and detritus particles of bacterial size (SIEBURTH 1979, DAVIS and SIEBURTH 1984). These bacteriophagous protista may connect bacteria to animals of higher trophic levels in a detritus food chain in the sea: the pathway

is dissolved organic matter-bacteria-bacteriophagotrophic protista-animals of higher levels (HARA and TANOUE 1984, TANOUE and HARA 1986). A qualitative as well as quantitative estimation of these small organisms must be taken into consideration for an accurate assessment of the actual condition of the marine ecosystem. The present study has focussed mainly on an elucidation of the cell number, composition and change of the heterotrophic as well as the autotrophic protista.

Materials and methods

Samples of surface seawater were collected at the end of a jetty (about 10 m long) of Shioya Coast (Osaka Bay) in polyethylene bottles (Fig. 1). The sampling was conducted at monthly intervals from May 1979 to December 1980. Temperature of the surface seawater was measured by a mercury

This work was supported in part by a Grant-in-Aid for Scientific Research from the Ministry of Education, Science and Culture (59540421).

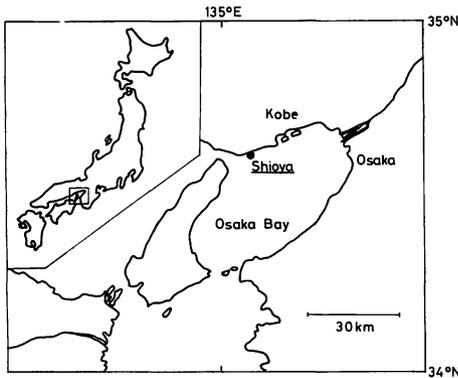


Fig. 1. The location of the sampling point (Shioya Coast) in Osaka Bay.

thermometer. The protist samples in the seawater were fractionated with a plankton net (NXXX25 with 40 μm mesh aperture). Protist samples which passed through the net were examined. The filtered sample (total volume 1,000 ml) was divided into two equal portions. One portion was fixed with 1% Lugol solution, allowed to settle in a glass bottle for a week, and concentrated to a volume of 0.5 to 5 ml. The cell number of each species of protista in concentrated sample was counted under light microscope with a Thoma hemocytometer. The other portion of the sample was concentrated by centrifugation (1,400 $\times g$, 10 min.) and examined in two ways: (1) by direct observation of living material by light microscopy and (2) by electron microscopic observation of the sample prepared by whole mount method. Scale-bearing protista (e.g. those belonging to chrysophytes, prymnesiophytes, prasinophytes, Centrohelida in heliozoans), diatoms and choanoflagellates were identified and counted by electron microscopy. The cell number of each protist (N), group counted by electron microscopy, was transformed into the number of cells in a unit volume of seawater (n) by the following formula:

$$n = N \times D_1 / D_e,$$

where D_e is the number of diatom frustules enumerated by electron microscopy, and D_1 is the total number of diatom frustules with

and without protoplast in a unit volume of seawater examined by light microscopy. In electron microscopical examination, a JEM-100B analytical electron microscope was used.

Results

Autotrophic protista

Autotrophic protista are defined as those unicellular eucaryotes that have chlorophyll pigments in their plastids. The concentration of the autotrophic protista ranged from 5 cells/ml on 16 December, 1980 to 57,000 cells/ml on 13 August, 1980 and the average concentration was 9,000 cells/ml (Fig. 2b). No typical spring bloom of the autotrophic protista was detected in Shioya Coast. Cell numbers were quite different from one sample to the other. In order to characterize the pattern of seasonal change of the autotrophic protista, a year was divided into four seasons, i.e. low (January to March), rising (April to June), high (July to September) and falling (October to December) water temperature seasons (cf. Fig. 2a). The mean water temperatures of these four seasons were 9.5°C, 17.1°C, 24.2°C and 18.3°C respectively.

Large cell numbers of the autotrophic protista (larger than 10,000 cells/ml) were obtained in four samples (July, 1979 and April, August and September, 1980) collected during the seasons of rising or high water temperatures (Figs. 2a, b). Small cell numbers (smaller than 1,000 cells/ml) were obtained in eight samples (November and December, 1979, and February, March, May, July, October and December, 1980). Six of these eight samples were collected during the seasons of falling or low water temperatures, and the other two (May and July in 1980) were observed during the seasons of rising and high water temperatures.

Diatoms were the most numerous and the commonest group of the autotrophic protista in Shioya Coast. They were found throughout the investigation period. In ten

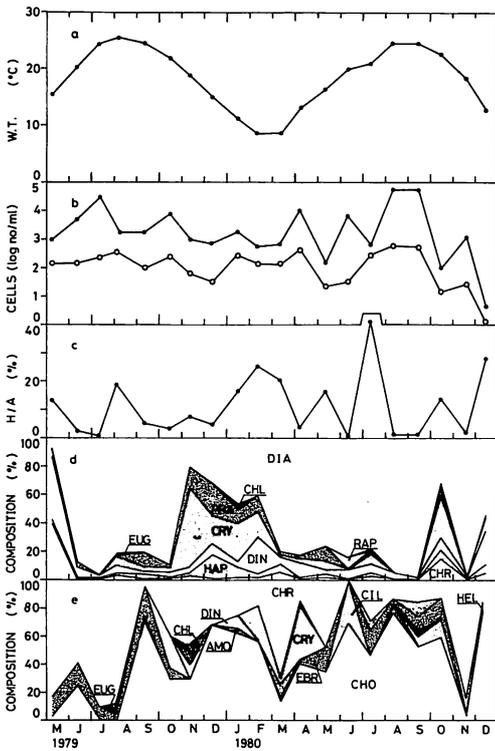


Fig. 2. Seasonal changes of the surface seawater temperature and numerical parameters of protista in Shioya Coast from May, 1979 to December, 1980. (a) The surface seawater temperature. (b) Cell numbers of the autotrophic (solid circle) and the heterotrophic (open circle) protista. (c) Ratio of the heterotrophic protist cells to the autotrophic protist cells (%). (d) Taxonomic composition of the autotrophic protista. (e) Taxonomic composition of the heterotrophic protista. Abbreviations are as follows; CHL, chlorophytes; PRA, prasinophytes; EUG, euglenophytes; CRY, cryptophytes; DIN, dinoflagellates; DIA, diatoms; PRY, prymnesiophytes; RAP, raphidophytes; CHR, chrysophytes; EBR, ebridians; CHO, choanoflagellates; AMO, amoebae; HEL, heliozoans; CIL, ciliates.

of the eleven samples collected during rising and high water temperature seasons (including the two samples of small cell numbers), diatoms occupied more than 75% of the total cell number (Figs. 2a, d). In contrast, in five of the nine samples obtained during falling and low water temperature seasons, diatoms occupied only half or smaller part of the cell number of the autotrophic protista. In all of these diatom-poor samples the cell numbers were

smaller than 1,000 cells/ml. A year was divided into two periods by the dominance of diatoms; (1) rising and high water temperature seasons when diatoms were dominant, and (2) falling and low water temperature seasons when diatoms were poor (Fig. 2d). *Skeletonema* was the dominant genus in diatoms; and dinoflagellates, cryptophytes and prasinophytes were the subdominant groups. Dinoflagellates, which were observed throughout the investigation period, occupied more than 20% of the autotrophic protista in May, 1979 and February and December, 1980 (Fig. 2d); *Gymnodinium* and *Glenodinium* being the dominant genera. The cryptophytes occupied more than 20% of the autotrophic protista in falling and low water temperature seasons (Fig. 2d), *Cryptomonas* being the dominant genus. Prasinophytes occurred constantly in cell number throughout the investigation period, which occupied more than 10% of the autotrophic protista from December, 1979 to February, 1980 (Fig. 2d). *Pyramimonas* was the dominant genus in prasinophytes. Chrysophytes, prymnesiophytes, raphidophytes, euglenophytes and chlorophytes constituted a rather smaller fraction of the autotrophic protista (Fig. 2d). *Kephyrion* was the dominant genus in the chrysophytes and was distributed widely in every season. Prymnesiophytes, dominated by the genus *Chrysochromulina*, occurred throughout the investigation period (Fig. 2d). A dense population of *Heterosigma* of the raphidophytes was found in June, 1980. Sometimes small cell numbers of euglenophytes and/or chlorophytes occurred in the protist samples (Fig. 2d). The dominant genera in these groups were *Eutreptia* and *Chlamydomonas*, respectively.

The autotrophic protista removed by filtration contained a small number of large diatoms, such as *Coscinodiscus*, *Licmophora*, and large dinoflagellates, such as *Ceratium*.

Heterotrophic protista

Heterotrophic protista are the eucaryotes without chlorophyll pigments. They in-

clude the apochlorotic forms of phytoprotista as well as protozoa.

The cell number of the heterotrophic protista ranged from 1.3 cells/ml (December, 1980) to 610 cells/ml (August, 1980), with an average of 190 cells/ml. The seasonal change in the cell number of this group corresponded to that of the autotrophic protista (Fig. 2b), and large cell numbers occurred during high water temperature season, about 600 cells/ml in August and September in 1980. The cell number of the heterotrophic protista was 11% of the cell number of the autotrophic protista in average, and was largest (41%) in July, 1980.

Marine species of the heterotrophic protista obtained in this study were classified into ten groups (Fig. 2e), six belonging to apochlorotic phytoprotista (chlorophytes, euglenophytes, cryptophytes, dinoflagellates, ebridians and chrysophytes), and four to protozoa (choanoflagellates, amoebae, heliozoans and ciliates). Choanoflagellates and apochlorotic chrysophytes were the two major groups of the heterotrophic protista in Shioya Coast (Fig. 2e). In nine of the twenty samples collected, choanoflagellates occupied more than 50% of the total cell numbers of the heterotrophic protista (Fig. 2e). *Diaphanoeca* and *Acanthocorbis* were the two dominant genera in choanoflagellates. In six of the twenty samples collected, apochlorotic chrysophytes occupied more than 50% of the total cell number of heterotrophic protista (Fig. 2e), *Calycomonas* and *Paraphysomonas* being the two dominant genera. During rising and high water temperature seasons, ebridians occurred constantly and sometimes abundantly (Fig. 2e). In the heterotrophic cryptophytes, *Chilomonas* was found abundantly in November, 1979 and from February to April, 1980 (Fig. 2e). Sometimes apochlorotic dinoflagellates occurred abundantly, occupying 24.1% of the total cell number of the heterotrophic protista in October, 1979 (Fig. 2e). Apochlorotic *Gymnodinium* was the dominant genus in

the heterotrophic dinoflagellates. Ciliates, heliozoans, amoebae and apochlorotic euglenophytes and chlorophytes were the minor constituents of the heterotrophic protista in Shioya Coast. The dominant genera in ciliates were *Helicostomella*; in heliozoans, *Heterophyrs* and *Acanthocystis*; in euglenophytes, *Dinema* and in chlorophytes, *Polytoma*. Amoeboid forms were not identified.

The heterotrophic protista removed by filtration were dominated by *Noctiluca* and ciliates. Ciliates occurred in May and August, 1979 and January and April, 1980, when large number of the heterotrophic protista was recorded.

Discussion

Generally every member of the autotrophic as well as heterotrophic protista, with some exception in minor members, occurred in Shioya Coast throughout the investigation period (Figs 2d, e). There was an obvious seasonal fluctuation in the composition of the autotrophic protista, while there was no obvious pattern of seasonal fluctuation in the composition of the heterotrophic protista (Fig. 2e). From rising to falling temperature seasons, it was diatoms, dinoflagellates and euglenophytes; while from falling to low temperature seasons, it was cryptophytes that formed higher percentages of the autotrophic protista (Fig. 2d). In the heterotrophic protista, ebridians were abundant in rising and high water temperature seasons, while apochlorotic cryptophytes were abundant in falling and low water temperature seasons. However, the two major groups of the heterotrophic protista, choanoflagellates and apochlorotic chrysophytes, showed no obvious seasonal fluctuation in Shioya Coast (Fig. 2e).

Choanoflagellates were the dominant heterotrophic protista not only in coastal waters (CHRETIENNOT 1974, this investigation) but also in oceanic habitats, such as the Bay of Alaska (BOOTH *et al.* 1982) and the Southern Ocean (BUCK and GARRISON

1983, HARA *et al.* 1986). Choanoflagellate is one of the most important heterotrophic protista in the surface sea water. Apochlorotic chrysophytes have been reported as a common member of protista in the study of the flora of coastal waters examined by electron microscope (THRONDSSEN 1969, LEADBEATER 1974, MOESTRUP 1979, TAKAHASHI 1987). Quantitative seasonal change of apochlorotic chrysophytes has not been reported to date. The present study revealed that apochlorotic chrysophytes occurred numerous throughout the investigation period, being one of the dominant heterotrophic protista in Shioya Coast. This suggests that apochlorotic chrysophytes are one of the dominant as well as the common members of the heterotrophic protista in the coastal waters of the world.

The numerical relationship between the cell numbers of the autotrophic and heterotrophic protista is illustrated in Figure 3. Although the population of the heterotrophic protista investigated in this study includes bacteriophagous as well as phytophagous species, their existence basically depends upon the primary production of the autotrophic protista. It is obvious that the seasonal change of the cell numbers of the heterotrophic protista is related to that of the autotrophic protista (Fig. 2b). These two groups showed a linear correlation on a logarithmic scale (Fig. 3a). The regression line is represented by the equation:

$$H = 1.62 A^{0.553}, (r=0.819)$$

where A is the number of the autotrophic protist cells and H is the cell number of the heterotrophic protista. The exponent (0.553), which is smaller than one, indicates that the larger the cell number of the autotrophic protista, the larger is the ratio of the autotrophic protist cells to the heterotrophic protist cells (A/H) (Fig. 3b). It also indicates that the 10-fold change of the autotrophic cells causes only 3.6-fold change of the heterotrophic cells. It suggests that the fluctuation in the cell number of the heterotrophic protista is smaller than that of the autotrophic protista. The smaller fluctuation in the cell number of the heterotrophic protista is in agreement with the results obtained in the case of protist population in the surface water of the Southern Ocean (HARA and TANOUE 1985, HARA *et al.* 1986). Since Osaka Bay and the Southern Ocean are geographically isolated and their environmental conditions are quite different, the components of the autotrophic and the heterotrophic protista were not the same in these two localities (HARA and TANOUE 1985, HARA *et al.* 1986), but the small variability of heterotrophic protista may be a common phenomenon in both localities.

In the present study, the concentration of protista which passed through the net (NXXX25) were estimated as 9,000 cells/ml in average (5–57,000 cells/ml) for the autotrophic protista and 190 cells/ml in average (1–610 cells/ml) for the heterotrophic protista. Averaged values of the cell numbers of nanoprotozoa (smaller than 20 μm in size) in the coastal waters of the western North Atlantic were 3,100 cells/ml (700–6,400 cells/ml) for the autotrophic and 3,000 cells/ml (900–5,000 cells/ml) for the heterotrophic protista (DAVIS and SIEBURTH 1982). There is an obvious difference in the cell numbers (both averages and ranges) between the heterotrophic protista in Shioya Coast and those in the western North Atlantic. In addition to the regional

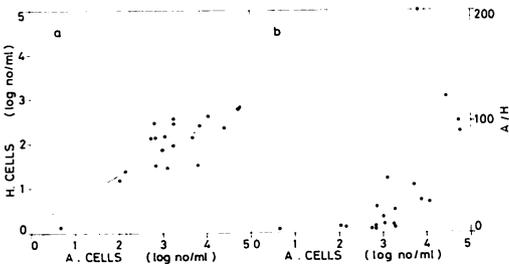


Fig. 3. Relationship between the cell numbers of autotrophic (A) and heterotrophic (H) protista. (a) Linear correlation between the autotrophic and the heterotrophic protist cell numbers. The regression line is: $H=1.62 A^{0.553}$ ($r=0.819$). (b) The ratio of autotrophic cells to heterotrophic cells (A/H) plotted against the logarithm of autotrophic cells per ml.

difference, the difference of heterotrophic cell number may also be attributable to the difference in the methods of enumeration in each estimation. The cell number of heterotrophic protista was estimated with a hemocytometer coupled with an electron microscope in the present study. There is a possibility that colorless heterotrophic organisms were overlooked, therefore the cell number of heterotrophic protista in this study may be an underestimation. DAVIS and SIEBURTH (1982) calculated the cell number of heterotrophic protista by subtracting the number of cells with emission of chlorophyll pigments from the total number of protist cells counted by acridine orange staining epifluorescence microscopy. Because of the inability to observe the cellular detail with epifluorescence microscopy, the organisms identified as heterotrophic protista by their method may include not only zoospores of foraminifera (DAVIS and SIEBURTH 1982) but also autotrophic protista with quenched fluorescence of their chloroplasts. The cell number of heterotrophic protista measured by their method may be an overestimation. In addition to their epifluorescence microscopical method, morphological observations of the cells with transmission light and electron microscopies are essential for accurate estimation of the cell number and the composition of the protist community.

Many of the heterotrophic protista are known to be bacterial feeders (LAVAL 1971, LEADBEATER and MORTON 1974, SIEBURTH 1979, SIEBURTH and DAVIS 1982, DAVIS and SIEBURTH 1984). These heterotrophic protista may be capable of consuming bacteria over a wide range of concentrations found in both coastal and oceanic waters (DAVIS and SIEBURTH, 1984). These protista can be eaten effectively by larger animals, such as Antarctic krills, in the Southern Ocean (HARA and TANOUE 1984, TANOUE and HARA 1986). Hence, heterotrophic protista such as choanoflagellates, apochlorotic chrysophytes and dinoflagellates and amoebae may be the major consumers of the

bacterial biomass in marine habitats. They may connect the bacterial biomass to the animals of higher trophic levels in the detritus food chain in marine ecosystems.

Acknowledgement

The authors thank Dr. S.A. SALEHI of Osaka University for reading the manuscript.

References

- BOOTH, B.C., LEWIN, J. and NORRIS, R.E. 1982. Nanoplankton species predominant in the sub-arctic Pacific in May and June 1978. *Deep-Sea Res.*, **29**: 185-200.
- BUCK, K.R. and GARRISON, D.L. 1983. Protists from the ice-edge region of the Weddell Sea. *Deep-Sea Res.*, **30**: 1261-1277.
- CHRETIENNOT, M.-J. 1974. Nanoplankton de flaques supralittorales de la région de Marseille II. Étude quantitative. *Protistologica*, **10**: 477-488.
- DAVIS, P.G. and SIEBURTH, J.McN. 1982. Differentiation of phototrophic and heterotrophic nanoplankton populations in marine waters by epifluorescence microscopy. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **58**: 249-260.
- DAVIS, P.G. and SIEBURTH, J.McN. 1984. Estuarine and oceanic microflagellate predation of actively growing bacteria: estimation by frequency of dividing-divided bacteria. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.*, **19**: 237-246.
- FENCHEL, T. 1980. Relation between particle size selection and clearance in suspension-feeding ciliates. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 733-738.
- FURUYA, K. and MARUMO, R. 1983. Size distribution of phytoplankton in the western Pacific Ocean and adjacent waters in summer. *Bull. Plankton Soc. Jap.*, **30**: 21-32.
- HARA, S. and TANOUE, E. 1984. Choanoflagellates in the Antarctic Ocean, with special reference to *Parvicorbicula socialis* (Meunier) Deflandre. *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **32**: 1-13.
- HARA, S. and TANOUE, E. 1985. Protist along 150° E in the Southern Ocean: Its composition, stock and distribution. *Trans. Tokyo Univ. Fish.*, **6**: 99-115.
- HARA, S., TANOUE, E., ZENIMOTO, M., KOMAKI, Y. and TAKAHASHI, F. 1986. Morphology and distribution of heterotrophic protists along 75°E in the Southern Ocean. *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **40**: 69-80.
- LAVAL, M. 1971. Ultrastructure et mode de nutri-

- tion du choanoflagellé *Salpingoeca pelagica*, sp. nov. comparison avec les choanocytes des spongiaires. *Protistologica*, **7**: 325-336.
- LEADBEATER, B.S.C. 1974. Ultrastructural observations on nanoplankton collected from the coast of Yugoslavia and the Bay of Algiers. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **54**: 179-196.
- LEADBEATER, B.S.C. and MORTON, C. 1974. A microscopical study of a marine species of *Codosiga* James-Clark (Choanoflagellata) with special reference to the ingestion of bacteria. *Boil. J. Linn. Soc. Lond.*, **6**: 337-347.
- MOESTRUP, Ø. 1979. Identification by electron microscopy of marine nanoplankton from New Zealand, including the description of four new species. *N. Z. J. Bot.*, **17**: 61-95.
- PARSONS, T.R. 1972. Size fractionation of primary producers in the Subarctic Pacific Ocean. Biological oceanography of the northern North Pacific Ocean, A.Y. Takenouchi et al. editors, Idemitsu Shoten, pp. 275-278.
- SAIJO, Y. 1964. Size distribution of photosynthesizing phytoplankton in the Indian Ocean. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **19**: 19-21.
- SIEBURTH, J.McN. 1979. Sea microbes. Oxford Univ. Press, New York, 491 pp.
- SIEBURTH, J.McN. and DAVIS, P.G. 1982. The role of heterotrophic nanoplankton in the grazing and nurturing of planktonic bacteria in the Sargasso and Caribbean Seas. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **58**: 285-296.
- TAKAHASHI, E. 1987. Loricata and sclae-bearing protists from Lützow-Holm Bay, Antarctica II. Four marine species of *Paraphysomonas* (Chryso-phyceae) including two new species from the fast-ice covered coastal area. *Jap. J. Phycol.* **35**: 155-166.
- TANOUE, E. and HARA, S. 1986. Ecological implications of fecal pellets produced by the Antarctic Krill *Euphausia superba* in the Antarctic Ocean. *Mar. Biol.*, **91**: 359-369.
- THRONDSSEN, J. 1969. Flagellates of Norwegian coastal waters. *Nytt Mag. Bot.*, **16**: 161-216.

原 成光*・高橋永治**：大阪湾塩屋海岸における原生生物群集の季節的変動

独立栄養原生生物では珪藻が多産した。次いで渦鞭毛藻，クリプト藻，ブラシノ藻が多かった。珪藻細胞数は，水温下降期から低水温期（10月—3月）にかけては少なく，水温上昇期から高水温期（4月—9月）にかけては多かった。従属栄養原生生物群では，襟鞭毛虫と無色の黄金色藻が多産した。次いで無色のクリプト藻，エブリア類，無色の渦鞭毛藻が多かった。独立・従属両栄養生物群の細胞数は次式の関係にあった： $H=1.62A^{0.553}$ ，ここでAは独立栄養原生生物群の，Hは従属栄養原生生物群の細胞数を表わす。（*657 神戸市灘区六甲台 神戸大学大学院自然科学研究科，**657 神戸市灘区六甲台 神戸大学理学部）

Photosynthesis measurement of blade segments of brown algae *Ecklonia cava* KJELLMAN and *Eisenia bicyclis* SETCHELL

Yoshihiko SAKANISHI*, Yasutsugu YOKOHAMA** and Yusho ARUGA***

*Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, Katsurakoi, Kushiro, Hokkaido, 085 Japan

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

***Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

SAKANISHI, Y., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1988. Photosynthesis measurements of blade segments of brown algae *Ecklonia cava* KJELLMAN and *Eisenia bicyclis* SETCHELL. Jpn. J. Phycol. 36: 24–28.

As the measurement of photosynthesis of tissue segments of *Ecklonia* and *Eisenia* with oxygen technique had been disturbed by cutting a thallus, the present study was carried out to develop a suitable treatment of tissue segments from the thalli of these algae. It was found that photosynthetic and respiratory rates can be determined without disturbance with blade pieces of these algae after being kept in running seawater for a period longer than 3 hrs after cutting.

Blade discs of 4.1 cm² were cut off from grown-up bladelets of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis*. A disc was placed in a reaction vessel of a differential gas-volumeter with a capacity of about 35 ml together with 10 ml of filtered seawater, and oxygen evolution or consumption in the vessel was measured under illumination or in darkness. The rates of oxygen evolution under illumination were at almost constant high level in the discs kept in advance in the vessels in running seawater for more than 3 hrs after cutting, while the values were extremely low when the measurements were made just after cutting. In case of measuring the oxygen consumption in darkness, slightly high rates were observed just after cutting.

Comparison of photosynthetic and respiratory rates was made on an area basis between a young whole plant and a disc cut out of it. The rates of net photosynthesis and respiration of a disc were respectively 1.18 and 1.85 times higher than those of a whole plant on the average. These differences seem to be reasonable since the whole plant has portions such as stipe, holdfast and margins.

Photosynthesis-light curves were obtained without disturbance using the discs which were cut out of grown-up bladelets of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* and kept overnight in running seawater. These curves were similar to those determined with young whole plants.

Key Index Words: Blade disc—differential gas-volumeter—*Ecklonia cava*—*Eisenia bicyclis*—photosynthesis—productmeter—respiration.

The brown algae *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* are widely distributed along the Pacific coast of central Japan, and form submarine forests there. Measuring the

photosynthetic or respiratory activity in these species has been, however, difficult because cutting the thallus of these algae disturbs the measurements with oxygen technique (ARASAKI and TOKUDA 1967). We suppose this to be due to the consumption of oxygen in water by some substance(s) released from the wounded portion of the thallus piece. In preliminary measurements, however, the photosynthesis and respiration were successfully measured with young whole plants of *Ec. cava* and *Ei.*

Contribution No. 479 from the Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba.

This study was partly supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research No. 5812410 from the Ministry of Education, Science and Culture, Japan and by Marine Ranching Program of Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretary, the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan.

bicyclis, which were 10 cm in blade length, even though they had wounded parts presumably caused by grazing. In this case, many hours might have passed since the plant was grazed. Thus, it is considered that measurements of photosynthesis and respiration can probably be successfully done if a piece cut off from a thallus of *Ec. cava* or *Ei. bicyclis* is kept in running seawater for several hours after cutting.

The present study was carried out to develop a suitable treatment of blade pieces from the thalli of *Ec. cava* and *Ei. bicyclis* before measuring photosynthesis and respiration in order to avoid any unreliability similar to that observed by ARASAKI and TOKUDA (1967).

Materials and Methods

Young and adult plants of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* used in this study were collected from a depth of about 5 m and 1 m, respectively, in Nabeta Bay, Shimoda, Shizuoka Pref., and brought to the Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba. The young plants of about 10 cm in blade length were kept in running seawater in the laboratory before the measurements of photosynthesis or respiration, while the adult plants were kept in an outdoor water tank supplied with flowing seawater before discs of 4.1 cm² were cut out of their bladelets. The discs were then kept in running seawater in the laboratory for different lengths of time before use.

The instrument used for measuring photosynthesis and respiration was 'Product-meter', a differential gas-volumeter devised by YOKOHAMA and ICHIMURA (1969) and improved by YOKOHAMA *et al.* (1986), which had been used for physiological and ecological studies of seaweeds (YOKOHAMA 1972, 1973a, 1973b, 1973c, KAGEYAMA and YOKOHAMA 1974, HATA and YOKOHAMA 1976, KAGEYAMA and YOKOHAMA 1977, MIZUSAWA *et al.* 1978, KAGEYAMA *et al.* 1979, KATAYAMA *et al.* 1985, SAITOH *et al.* 1986, MAEGAWA *et al.* 1987). Several types of

reaction and compensation vessels attachable to this instrument were reported by YOKOHAMA and MAEGAWA (1988). A blade disc and 10 ml of filtered seawater were placed in a flask type reaction vessel with a capacity of about 35 ml, and a similar amount of filtered seawater was placed in a compensation vessel of the same type. A young whole plant and 50 ml of filtered seawater were placed in a culture flask type reaction vessel with a capacity of about 200 ml, and a similar amount of filtered seawater was placed in a compensation vessel of the same type.

A slide projector (Elmo S-300) with an incandescent lamp (Kondo 100 V 300 W) was used as the light source for the photosynthesis measurements. The sample was irradiated with light of 15 klux at 20°C under shaking of 100 rpm and 3 cm in amplitude. Respiration was measured in the same manner but in complete darkness.

Results

Fig. 1 (A and B) shows the rates of oxygen evolution measured under irradiation by light of 15 klux in vessels containing blade discs of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* kept for different lengths of time in running seawater after being cut off from the bladelets. Most of the observed values were extremely low just after cutting, but were at almost constant high level 3 hrs or more after cutting. The rate of oxygen consumption in darkness showed, however, no marked change with time, though it was slightly high just after cutting as shown in Fig. 1 (C). This suggests that the extremely low rate of oxygen evolution under illumination just after cutting is not attributable to the consumption of oxygen in water by any substance released from the wounded portion of the blade disc. However, these results may at least indicate that the photosynthetic and respiratory rates of *Ec. cava* and *Ei. bicyclis* can be measured without disturbance using blade discs kept in running seawater for a period

longer than 3 hrs after cutting.

In order to know whether the values obtained in such a way are at a normal level, the photosynthetic or respiratory rate of young whole plants of *Ei. bicyclis* was com-

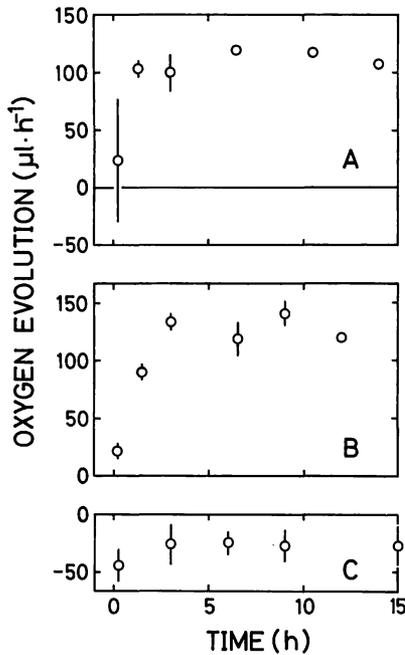


Fig. 1. Rates of oxygen evolution in vessels which contained 10 ml of filtered seawater and a disc of 4.1 cm² kept for different periods in running seawater after being cut off from a bladelet of *Ecklonia cava* (A and C) or *Eisenia bicyclis* (B) measured at 15 klux (A and B) or in darkness (C). Temperature was 20°C.

pared with that of a cut disc (Table 1). The values in case of a disc on an area basis were generally higher than those of a whole plant. This difference may be due to the presence of parts such as stipe, holdfast and margins in the whole plant (Fig. 2) which might have relatively low photosynthetic and respiratory activities.

Fig. 3 shows photosynthesis-light curves in discs cut out of grown-up bladelets of *Ec. cava* and *Ei. bicyclis* kept overnight in running seawater before use. As can be seen, it is clear that they were obtained without

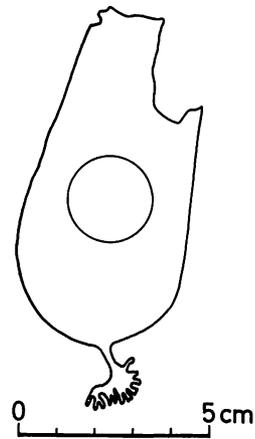


Fig. 2. A profile of a young plant of *Eisenia bicyclis* used for comparing the photosynthetic activities of the whole plant with that of a 4.1 cm² disc cut off from it. The disc was cut off from the part indicated by the circle in the blade.

Table 1. Comparisons of the photosynthetic rates ($\mu\text{l O}_2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) at 20°C and 15 klux and the respiratory rates at 20°C in darkness between the young whole plant and a disc cut out of it in *Eisenia bicyclis*.

Photosynthesis			Respiration		
Whole Plant	Disc	Disc/Whole P.	Whole Plant	Disc	Disc/Whole P.
22.7	28.5	1.26	7.0	10.0	1.43
29.3	32.1	1.10	7.3	4.9	0.67
36.7	30.0	0.82	3.0	9.3	3.10
17.3	28.1	1.62	9.4	8.4	0.89
30.6	36.7	1.20	6.8	11.6	1.71
27.5	30.5	1.11	5.7	5.1	0.89
23.0	28.4	1.23	3.5	11.1	3.17
24.5	27.3	1.11	2.9	8.4	2.90
	Mean	1.18±0.21		Mean	1.85±1.06

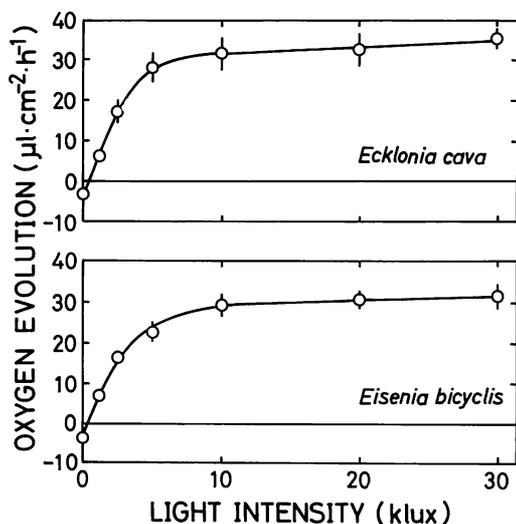


Fig. 3. Photosynthesis-light curves at 20°C of the discs cut off from bladelets of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* kept overnight in running seawater after cutting.

disturbance.

Discussion

The results of the present study indicate that the blade discs of *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* should be kept in running seawater for more than 3 hrs after cutting in order to measure their photosynthetic and respiratory rates without disturbance (Fig. 1).

The propriety of values thus obtained is supported by HATCHER (1977) who reported that in *Laminaria longicuris* the photosynthetic and respiratory rates on an area basis of an algal piece were respectively 1.2 and 1.8 times higher than those of a whole plant. In the present study, the photosynthetic and respiratory rates of discs cut out of young plants of *Ei. bicyclis* were respectively 1.18 and 1.85 times higher than those of whole plants on an average (Table 1).

Photosynthesis-light curves obtained with the discs cut out of grown-up bladelets of *Ec. cava* and *Ei. bicyclis* (Fig. 3) are similar to those of young whole plants reported by MAEGAWA *et al.* (1987). This is an addi-

tional support for the propriety of the values obtained with the blade discs.

The mechanism disturbing the measurements of photosynthesis and respiration of discs of *Ec. cava* and *Ei. bicyclis* just after cutting still remains unknown. Although we presumed that the disturbance is due to the consumption of oxygen in water by some substance(s) released from the wounded portion of the blade disc, the rate of oxygen consumption in the vessel containing a disc measured in darkness just after cutting was not high enough to explain the extremely low rate of oxygen evolution in the vessel in the same conditions but under illumination.

References

- ARASAKI, S. and TOKUDA, H. 1967. Productivity of seaweeds. p. 2-4. In HOGETSU, K. [ed.], Studies on the Productivity of Marine Biocoenoses. JIBP/PM Section. (in Japanese)
- HATA, M. and YOKOHAMA, Y. 1976. Photosynthesis-temperature relationships in seaweeds and their seasonal changes in the colder region of Japan. Bull. Jap. Soc. Phycol. **24**: 1-7 (in Japanese with English summary).
- HATCHER, B.G. 1977. An apparatus for measuring photosynthesis and respiration of intact marine algae and comparison of results with those from experiments with tissue segments. Mar. Biol. **43**: 381-385.
- KAGEYAMA, A. and YOKOHAMA, Y. 1974. Photosynthetic properties of marine benthic brown algae from different depths in coastal area. Bull. Jap. Soc. Phycol. **22**: 110-123 (in Japanese with English summary).
- KAGEYAMA, A. and YOKOHAMA, Y. 1977. Pigments and photosynthesis of deep-water green algae. Bull. Jap. Soc. Phycol. **25**: 168-175 (in Japanese with English summary).
- KAGEYAMA, A., YOKOHAMA, Y. and NISIZAWA, K. 1979. Diurnal rhythm of apparent photosynthesis of a brown alga, *Spatoglossum pacificum*. Bot. Mar. **22**: 199-201.
- KATAYAMA, N., TOKUNAGA, Y. and YOKOHAMA, Y. 1985. Effect of growth temperature on photosynthesis-temperature relationships of a tide pool alga *Cladophora rudolphiana* (Chlorophyceae). Jap. J. Phycol. **33**: 312-316.
- MAEGAWA, M., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1987. Critical light conditions for young *Ecklonia cava*

- and *Eisenia bicyclis* with referance to photosynthesis. *Hydrobiol.* **151/152**: 447-455.
- MIZUSAWA, M., KAGEYAMA, A. and YOKOHAMA, Y. 1978. Physiology of benthic algae in tide pools I. Photosynthesis-temperature relationships in summer. *Jap. J. Phycol.* **26**: 109-114.
- SAITOH, M., KATAYAMA, N. and YOKOHAMA, Y. 1986. Photosynthesis-temperature relationships of marine benthic algae in Otsuchi Bay. *Otsuchi Mar. Res. Cent. Rep.* **12**: 9-14 (in Japanese).
- YOKOHAMA, Y. 1972. Photosynthesis-temperature relationships in several benthic marine algae. p. 286-291. *In* NISIZAWA, K. [ed.], *Proc. 7th Intl. Seaweed Symp. Univ. of Tokyo Press, Tokyo.*
- YOKOHAMA, Y. 1973a. A comparative study on photosynthesis-temperature relationships and their seasonal changes in marine benthic algae. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **58**: 463-472.
- YOKOHAMA, Y. 1973b. Photosynthetic properties of marine benthic green algae from different depths in the coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **21**: 70-75 (in Japanese with English summary).
- YOKOHAMA, Y. 1973c. Photosynthetic properties of marine benthic red algae from different depths in coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **21**: 119-124 (in Japanese with English summary).
- YOKOHAMA, Y. and ICHIMURA, S. 1969. A new device of differential gas-volumeter for ecological studies on small aquatic organisms. *J. Oceanogr. Soc. Japan* **25**: 75-80.
- YOKOHAMA, Y. and MAEGAWA, M. 1988. Measurements of photosynthesis and respiration of large samples by 'Productmeter', a differential gas-volumeter. *Jap. J. Phycol.* **36**: 29-36 (in Japanese with English summary).
- YOKOHAMA, Y., KATAYAMA, N. and FURUYA, K. 1986. An improved type of 'Productmeter', a differential gas-volumeter, and its application to measuring photosynthesis of seaweeds. *Jap. J. Phycol.* **34**: 37-42 (in Japanese with English summary).

坂西芳彦*・横浜康継**・有賀祐勝***：カジメおよびアラメの葉片を用いた光合成の測定

大型褐藻のカジメやアラメから切出した葉片を用いて酸素法で光合成や呼吸を測定すると安定した値が得られないことが知られているが、切出した葉片を流海水中に3時間以上漬けてから測定に用いると安定した測定結果が得られることが分った。

カジメおよびアラメから面積 4.1 cm² の円形葉片を切出し、差働式検容計プロダクトメーターの反応容器(容量 35 ml)に 10 ml の濾過海水と共に入れて、酸素の放出または吸収を測定した。光照射下での酸素放出速度は、切出した直後の葉片では著しく低かったが、切出してから流海水中に3時間以上漬けた葉片では安定して高い値を示した。切出した直後の葉片の暗所での酸素消費速度はやや高かった。若い個体全体とそれから切出した葉片とで単位面積当りの光合成速度と呼吸速度を比較したところ、後者の純光合成速度と呼吸速度は前者のそれぞれ1.18倍と1.85倍(平均値)であった。これは、個体全体を用いた場合には代謝速度の低い茎状部、附着器、葉状部の縁片などが含まれるためであろう。カジメおよびアラメの側葉から切出し、一夜流海水に漬けた葉片を用いて信頼できる光合成—光曲線を容易に作ることができた。(*085 北海道釧路市桂恋116 北海道区水産研究所, **415 静岡県下田市5丁目10-1 筑波大学下田臨海実験センター, ***108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学藻類学研究室)

プロダクトメーター（差働式検容計）による 大型試料の光合成および呼吸測定

横浜康継*・前川行幸**

*筑波大学下田臨海実験センター（415 静岡県下田市5-10-1）

**三重大学水産学部海藻増殖学講座（514 三重県津市江戸橋2-80）

YOKOHAMA, Y. and MAEGAWA, M. 1988. Measurements of photosynthesis and respiration of large samples by 'Productmeter', a differential gas-volumeter. Jpn. J. Phycol. 36: 29-36.

'Productmeter' has been regarded as suitable for measuring photosynthesis or respiration in small pieces of seaweeds or small individual animals since the capacity of reaction and compensation vessels attachable to its original type is 20-50 ml (YOKOHAMA and ICHIMURA 1969). However, larger vessels can be attached to an improved type of 'Productmeter' (YOKOHAMA *et al.* 1986). In this study the application of larger vessels of culture-flask type (ca. 200 ml in capacity) and desiccator type (ca. 300 ml) were examined for measuring photosynthesis and/or respiration of individuals of two species of young kelps, a marine fish and two species of marine benthic animals. The length of time required for attaining the temperature equilibrium was about 10 minutes when a culture-flask type vessel containing 50 ml of water was transferred from a bath of 5°C to one of 25°C, while it took about 20 minutes when a desiccator type vessel containing 50 ml of water was transferred from a bath of 5°C to one of 25°C. For measuring respiration of marine organisms in a vessel containing adequate amount of seawater, a CO₂ absorbent such as KOH solution was not necessary, probably because the seawater itself acted as an effective CO₂ absorbent. Photosynthesis and respiration rates of juvenile plants of *Eisenia bicyclis* (leaf area 38 cm²) and *Ecklonia cava* (leaf area 15 cm²) were determined with a culture-flask type vessel containing 50-75 ml of seawater. Respiration rates of *Haliotis diversicolor aquatilis* (a shellfish, 6.5 cm in shell length), *Toxopneustes pileolus* (a sea urchin, 5.6 cm in diameter) and *Scorpaenodes guamensis* (a fish, 8.6 cm in body length) were also determined with a desiccator type vessel containing 100 ml of seawater.

Key Index Words: *Ecklonia cava*—*Eisenia bicyclis*—*gasmetry*—*Haliotis diversicolor aquatilis*—*photosynthesis*—*respiration*—*Scorpaenodes guamensis*—*temperature equilibrium*—*Toxopneustes pileolus*.

Yasutsugu Yokohama, Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shimoda 5-10-1, Shizuoka, 415 Japan; Miyuki Maegawa, Faculty of Fisheries, Mie University, Edobashi 2-80, Tsu, Mie, 514 Japan

生理生化学の分野でのガス代謝の研究には、ごく最近まで、ワールブルグ検圧計（吉川ら1953参照）が最も広く利用されてきたが、操作がかなり煩雑であるため、その使用はごく少数の研究者に限られていた。そのため光合成や呼吸の定量的測定も限られた専門家以外には困難であったが、差働式検容計の一種であるプロダクトメーター（YOKOHAMA and ICHIMURA 1969）

が開発されて以来、光合成や呼吸の定量的測定はそれほど困難なものでなくなった。この装置はワールブルグ検圧計に比べて、精度はほとんど劣らず、しかも操作がはるかに簡単であることから、主として生態学的立場からの藻類の光合成の研究に利用されるようになり、多くの成果があげられてきた（YOKOHAMA 1972, 1973, 横浜 1973 a, 1973 b, 畑・横浜1976, 影山・横浜1974, 1977, MIZUSAWA *et al.* 1978, KAGEYAMA *et al.* 1979, IKEHARA *et al.* 1981, KATAYAMA *et al.* 1985, 齊藤ら1986）。

さらに、この装置の理科教育への導入が試みられた

下田臨海実験センター業績 No. 480。本研究は文部省科学研究費補助金特定研究課題番号5812410および総合研究（A）課題番号60304100による研究の一部である。

が、その結果として生まれた改良型プロダクトメーター（横浜ら1986）は、高校生でも容易に操作できる手軽さに加えて、大型容器の装着が容易であるという利点を有するため、アラメやカジメの幼体1個体の光合成や呼吸あるいはウニ個体の呼吸などの測定にも利用されるようになった（松山・横浜1984, MAEGAWA *et al.* 1987, SAKANISHI *et al.* 1988）。しかし、その詳細については未報告のままになっていたため、ここに大型容器の実例と、それらを装着した改良型プロダクトメーターの使用例について報告する。

容器の形と大きさ

従来用いられていた容器は Fig. 1 A に示すような三角フラスコ型のもので、容積は 20 ml からせいぜい 50 ml くらいまでであった。これに面積 3—5 cm² の海藻葉片と 5—10 ml の戸過海水を入れたものを反応容器とし、また反応容器の場合とほぼ同量の戸過海水のみを入れたものを対照容器とするのが適当と考えられている（横浜ら1986）。

大型試料のうち面積 10—40 cm² の海藻の個体あるいは葉片の光合成や呼吸を測定する場合は、Fig. 1 B に示すような培養びん型の容器を用い、またウニなどの動物の個体の呼吸の測定には、Fig. 1 C に示すようなデシケータ型容器を用いるのが適当である。

Fig. 2 に改良型プロダクトメーターの本体に培養びん型的大型容器を装着した状態を示す。既製品では毛細ゴム管 (RT) の先端に直接ゴム栓が接続されてい

るが、その大きさは小型の三角フラスコ型容器の口径に合わせてあるため、その部分を切除した末端にプラスチック製毛細管 (PT) を挿入し、その先を大型容器の口径に合ったゴム栓 (RP) に貫通させて用いている。

また、小型容器を用いる場合は目盛管 (G) として 0.1 ml のメスピペットを利用するが、大型容器を用いる場合は 0.5 ml あるいは 1 ml 程度のメスピペットを利用しなければならないことが多い。

温度平衡

検圧計と検容計のいずれを用いても、容器の温度変化は測定誤差の原因になるので、容器は恒温水槽に浸して、できるだけ一定の温度に保つようにする。

水槽の温度変化によって生じるはずの反応容器内のガスの体積変化を対照容器を用いて相殺する方式の差働式検容計の場合は、水槽の温度が実験終了までの間に 1℃程度変化しても實際上ほとんど問題なく、反応容器と対照容器との間の温度差が誤差を生むような原因となるので、水槽内に温度むらが生じないように注意すると同時に、双方の容器を水槽に浸してから、容器内の温度が水槽内の温度と等しくなるまで待って測定を開始することが必要となる。そのための時間すなわち温度平衡に達するまでの時間は、浸漬前の容器内の温度と水槽温度との差が大きいほど、容器の容積が大きいほど、また容積が同じでも容器の表面積が小さいほど長くなるはずである。

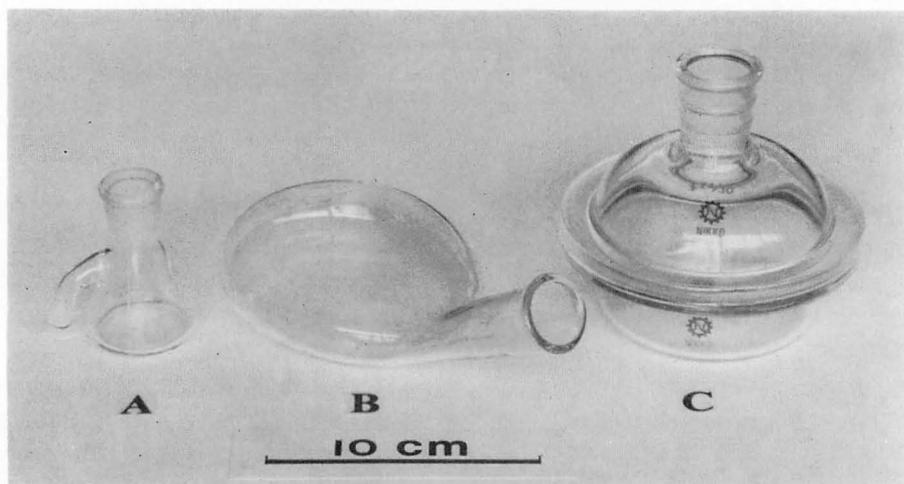


Fig. 1. Three types of vessels used for measuring photosynthesis and respiration with 'Productmeter'. A, Erlenmeyer flask type (ca. 30 ml in capacity); B, culture-flask type (ca. 200 ml in capacity); C, desiccator type (ca. 300 ml in capacity).

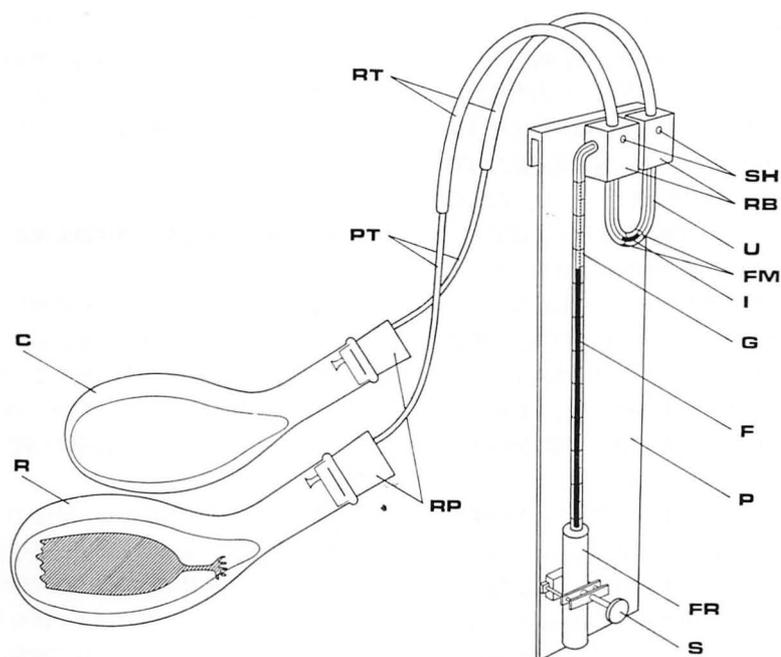


Fig. 2. A schematic diagram of the main part of 'Productmeter' with large culture-flask type vessels. RB, rubber blocks; SH, small holes; U, U-shaped capillary tube; FM, fixed marks; I, index drop (kerosene containing 0.01–0.02% sudan black); G, graduated capillary tube; F, colored fluid (aqueous solution containing 2% invert soap such as benzethonium chloride and 0.01–0.02% eosine); FR, fluid reservoir; S, screw clamp; RT, rubber capillary tubes; PT, plastic capillary tubes; RP, rubber plugs; R, reaction vessel containing juvenile kelp and adequate amount of filtered seawater; C, compensation vessel containing the same amount of filtered seawater as in the reaction vessel; P, plastic plate holding the system.

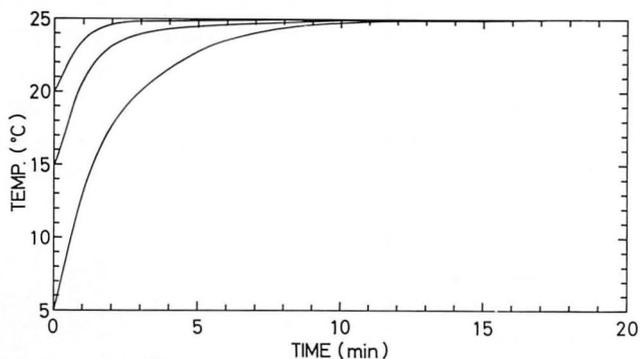


Fig. 3. Change with time of temperature in a culture-flask type vessel (200 ml in capacity) after being transferred from a water bath of 5, 15 or 20°C to one of 25°C.

容積 30–40 ml 程度の三角フラスコ型容器なら、初めの温度と水槽温度との差がかなり大きい場合でも、温度平衡に要する時間は10分以内であることが経験上明らかとなっているが、大型の容器については種々の条件下での温度平衡時間を調べておく必要がある。その直接的な方法は、水槽に浸した直後からの容器内の

温度変化を追跡することである。

実際には、電気温度計の感温部を貫通させたゴム栓で口を塞いだ容器をある温度の水槽から別の温度の水槽へ移した直後からの温度計の指針の経時変化を記録計に描かせるという方法で、容器内の温度変化の追跡を簡単に実施することができる。Fig. 3 は、容積 200

ml の培養びん型容器 (Fig. 1 B) を 5°C, 15°C あるいは 20°C の水槽から 25°C の水槽へ移し, 振幅 3 cm 周期毎分 100 回の往復運動を与えた場合の容器内温度の経時変化を, 宝工業株式会社製完全互換型温度計 MR-3 C および東亜電波工業株式会社製電気記録計 EPR-10 A を用いて追跡した結果である。5°C から 25°C へ移した場合でも約 15 分で温度平衡に達し, 15°C および 20°C からの場合の温度平衡時間はさらに短かく, それぞれ約 12 分および 10 分であったことがわかる。

海藻その他の水生生物を試料とする場合, 容器に相当量の水を入れるが, 容器内温度の経時変化は, 水の入っていない場合と異なる可能性がある。Fig. 4 は, 容積 30 ml の三角フラスコ型容器, 容積 200 ml の培養びん型容器および容積 300 ml のデシケータ型容器について, 水の入っている場合と入っていない場合とで温度の経時変化を比較した結果である。容器に入れた水の量は, 三角フラスコ型の場合は 5 ml, 培養びん型およびデシケータ型の場合は共に 50 ml である。空の容器も水の入った容器も共に 5°C の水槽から 25°C の水槽へ移したのであるが, 水の入っている場合 (破線) の方が水の入っていない場合 (実線) よりはるかに速く温度平衡に達している。水の入っている場合の

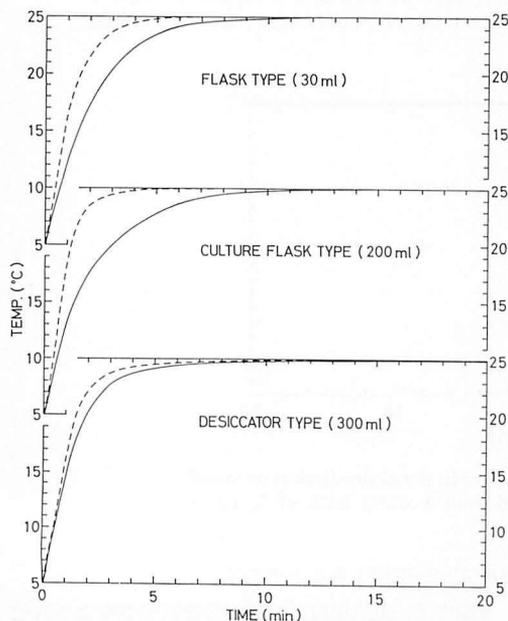


Fig. 4. Change with time of temperature in a vessel with (dotted line) or without (solid line) a definite amount of water (5 ml for a flask type vessel, and 50 ml for a culture-flask type vessel and a desiccator type vessel).

温度平衡時間は, 容積 30 ml の三角フラスコ型容器で約 8 分であるのに比べて, 容積 200 ml の培養びん型容器でも約 9 分というように, ほとんど差がみられないのに対して, 容積 300 ml のデシケータ型容器では約 20 分とやや長かった。

アラメ幼体の光合成および呼吸の測定

海藻の葉片あるいはコンブ科植物の幼体のような柔軟で平面的な試料には Fig. 1 B に示すような培養びん型容器が便利であると思われたので, 実際に容積 200 ml の同じ型の容器にアラメ *Eisenia bicyclis* の幼体を収容して (Fig. 5), 光合成と呼吸の測定を行なってみた。

Table 1 は, 水槽温度 20°C, 照度 20 klux における藻体からの酸素発生を 23°C の室内で測定した際の記録例である。アラメ幼体は前日に低潮線附近から採集して, 直射日光のあたらない窓辺で流水水中に保ち, 午前 10 時頃から実験に供した。反応容器に沝過海水 75 ml とともに 38.2 cm² の葉面積を有するアラメ幼体を入れたが, 長径約 12 cm 短径約 10 cm の培養びん型容器にとって, この藻体の大きさは最大収容限度に近い。対照容器には 75 ml の沝過海水のみを入れた。

反応容器はプロダクトメーター本体の左側のゴム栓 (RP) につなぎ, 対照容器は右側のゴム栓につないで, 両容器とも 20°C の水槽内の止め金に固定し, 光馴化のために 20 klux の光を藻体に照射しながら振幅 3 cm 周期毎分 100 往復の振とうを約 30 分間続けた後, 反応容器のみをとりはずして沝過海水を入れ替え, ふたたびプロダクトメーター本体に装着し, 水槽内に固定して, 20 klux の光をあてながら, 温度平衡のために 10

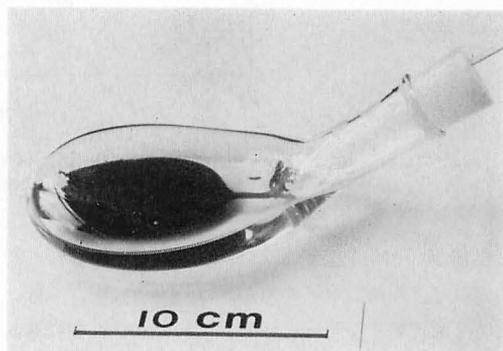


Fig. 5. A culture-flask type vessel (ca. 200 ml in capacity) containing a juvenile *Eisenia bicyclis* and 75 ml of filtered seawater.

Table 1. An example of the record of oxygen evolution by *Eisenia bicyclis* (a young kelp with leaf area of 38.2 cm²) placed in a culture-flask type vessel (ca. 200 ml in capacity) containing 75 ml of filtered seawater under 20 klux at 20°C. Room temperature (temperature of the graduated capillary tube) was 23°C. A, readings of the colored fluid meniscus in the graduated capillary tube; B, difference of each reading from the initial reading. May 21, 1987.

Time	A	B
0 min	6	0 μ l
1	45	39
2	84	78
3	126	120
4	165	159
5	207	201
6	248	242
7	288	282
8	330	324
9	369	363
10	406	400

分間振とうした後、振とうを継続したまま以下の手順にしたがって測定を開始した。

測定開始に先だって、目盛管 (G) 内の着色液 (F) の先端を目盛の上端近くにまで押し上げておく。振とう開始後約10分経過したところでプラスチックプレート (P) を傾けることによりU字管 (U) 内の液滴 (I) の左端を左側の定線 (FM) に合わせながら、左右のゴムブロック (RB) 前面の小孔 (SH) をビニールテープの小片で塞ぐ。プラスチックプレートを垂直に戻した後に、調節ネジ (S) を廻して液滴の左端を左側の定線に正確に合わせ、着色液 (F) の先端の位置を読み取り、この時を測定開始時 (0分) とする。液滴は時間とともに右へ移動するが、1分ごとに調節ネジを廻して液滴をもとの位置へ正確に戻し、着色液先端の位置を読み取るという操作をくり返す。Table 1 の A 欄の値は各時点での着色液先端の読み取り値であるが、それらの値から0分の値をさし引くと、0分から各時点までの間に藻体から発生した酸素の量 (B 欄) が得られる。B 欄の値を縦軸にとり、時間を横軸にとると Fig. 6 の上段のグラフが得られる。各点がある勾配の直線に沿って並んでいることから、酸素発生が一定の速度で進んだことがわかる。その速度は 2.40 ml O₂ · h⁻¹ と算定されるが、この値は目盛管の温度 (室温に等しい) が23°Cの時に得られたものなので、273/(273+23) を乗じて標準状態 (0°C · 760 mmHg)

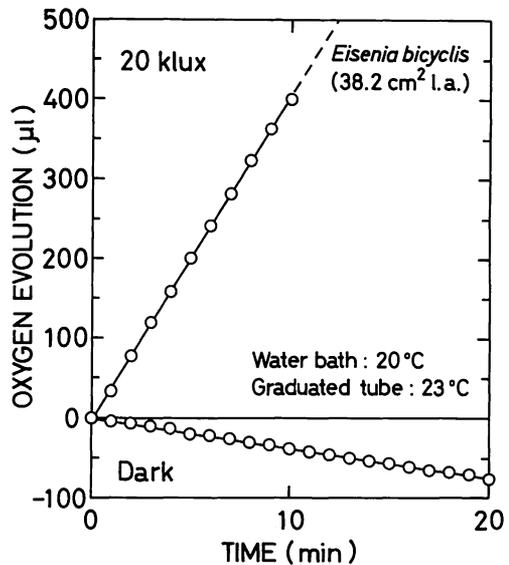


Fig. 6. Time courses of oxygen evolution and consumption by a juvenile *Eisenia bicyclis*. Drawn from the data shown in Tables 1 and 2.

における値 2.21 ml O₂ · h⁻¹ を得る。

Table 2 は、20°C · 暗黒という条件下での同じアラメ幼体による酸素消費を23°Cの室内で測定した際の記録例である。前述の光合成測定の終了後、まず左右のゴムブロックの小孔を塞いでいたビニールテープ片をほぼ同時にはがしてから、反応容器のみをとりはずして汙過海水を入れ替え、暗黒中で10分間振とうした後、測定を開始した。

この場合の手順で光照射下における酸素発生測定の場合と異なるのは、目盛管 (G) 内の着色液 (F) の先端を初めに目盛の下端近くに下げることとU字管 (U) 内の液滴 (I) はその右端を右側の定線 (FM) に合わせることの2点である。またこの場合、反応速度がかなり低いので、目盛管には 0.1 ml のメスピペットを使用したほうがよい。

Table 2 の A 欄の値は各時点における着色液先端の読み取り値、B 欄の値は各時点の値から0分の値をさし引いたものであるという点は Table 1 の場合と同じであるが、B 欄の値が負になるという点が Table 1 と異なる。これは負の酸素発生すなわち酸素吸収が生じていることを示している。

Table 2 の B 欄の値からは Fig. 6 の下段のグラフが得られるが、藻体が一定の速度で酸素を吸収したことがわかる。その速度は 257 μ l O₂ · h⁻¹ と算定されるが、やはりこの値の得られた時の目盛管の温度は23°C だったので、その値に 273/(273+23) を乗じて標準

Table 2. An example of the record of oxygen consumption by *Eisenia bicyclis* (a juvenile kelp with leaf area of 38.2 cm²) placed in a culture-flask type vessel (ca. 200 ml in capacity) containing 75 ml of filtered seawater in the dark at 20°C. Room temperature (temperature of the graduated capillary tube) was 23°C. A, readings of the colored fluid meniscus in the graduated capillary tube; B, difference of each reading from the initial reading. May 21, 1987.

Time	A	B
0 min	95.0	0 μ l
1	91.0	-4.0
2	89.6	-6.0
3	85.0	-10.0
4	80.9	-14.1
5	75.0	-20.0
6	73.0	-22.0
7	68.9	-26.1
8	64.7	-30.3
9	61.1	-33.9
10	57.0	-38.0
11	52.9	-42.1
12	49.5	-45.5
13	44.9	-50.1
14	41.5	-53.5
15	48.5	-56.5
16	34.1	-60.9
17	29.9	-65.1
18	27.2	-67.8
19	24.5	-70.5
20	19.0	-76.0

状態における値 237 μ l O₂·h⁻¹ を得る。

海産動物の呼吸測定

魚類や底生動物を収容する容器として、デシケータ型の容器 (Fig. 1 C) を試作した。内径 8.2 cm 容積 300 ml のこの容器を用いて、殻長 6.5 cm 重量 27.7 g のトコブシ *Haliotis diversicolor aquatilis* (軟体動物門腹足綱ミミガイ科) (Fig. 7 A), 直径 5.6 cm 重量 64.4 g のラッパウニ *Toxopneustes pileolus* (棘皮動物門ウニ綱ラッパウニ科) (Fig. 7 B), 体長 8.6 cm 重量 13.9 g のイソカサゴ *Scorpaenodes guamensis* (脊椎動物門魚綱カサゴ科) (Fig. 7 C) の呼吸を測定してみた。

Fig. 8 は、23°Cの室内で、反応容器には動物個体と戸過海水 100 ml, 対照容器には戸過海水 100 ml のみを入れ、20°Cの水槽を用いて測定したときの結果であ

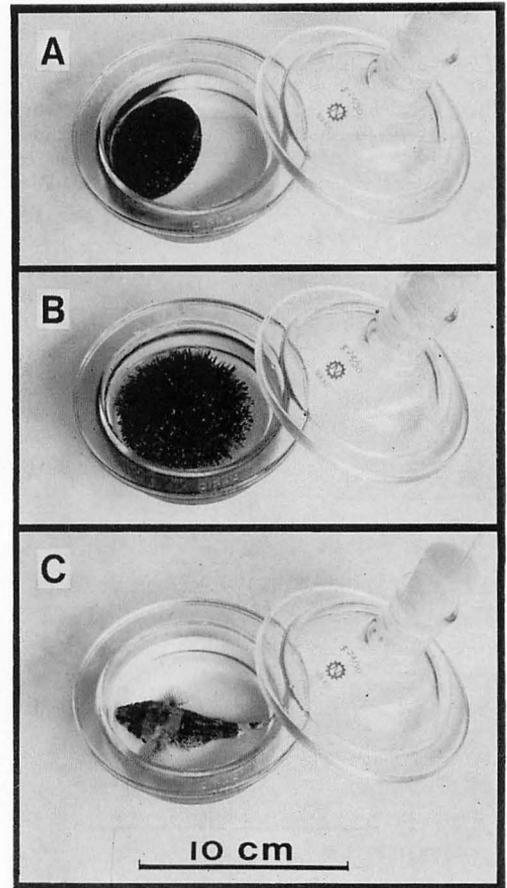


Fig. 7. Desiccator type vessels containing marine animals and 100 ml of filtered seawater. A, *Haliotis diversicolor aquatilis*; B, *Toxopneustes pileolus*; C, *Scorpaenodes guamensis*.

る。振とうは、トコブシとラッパウニの場合には振幅 3 cm 周期毎分100往復であったが、イソカサゴの場合には周期を毎分50往復とした。

ラッパウニの場合には、測定を継続した30分間にわたって酸素消費速度が一定に保たれたが、トコブシの場合には測定開始後20分頃、またイソカサゴの場合には測定開始後10分頃にそれぞれ酸素消費速度がいったん低下し、それ以後は測定終了時まで一定の酸素消費速度が保たれた。トコブシとイソカサゴの呼吸速度の低下は、容器内の環境と振とうに個体が馴化した結果であろう。

CO₂ 吸収剤の問題

検圧計や検容計を用いて生物の呼吸による酸素吸収を測定する方法では、生物の酸素吸収に伴って放出さ

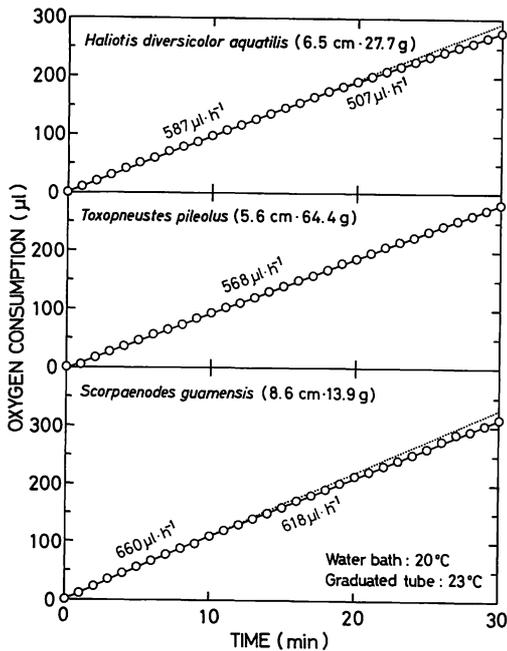


Fig. 8. Time courses of oxygen consumption by three kinds of marine animals at 20°C. Room temperature was 23°C. The volume of oxygen is expressed as that at 23°C·760 mm Hg.

れる CO₂ を反応容器内の気相から除去することによって測定が可能となる。そのため的手段として、ワールブルグ検圧計の場合には、容器の中央に円筒状の副室を設け、その中に CO₂ 吸収剤として 20% KOH 溶液を入れている。プロダクトメーターの場合にも、Fig. 1 A に示した小型の三角フラスコ型容器はワールブルグ検圧計に倣ったものであるが、海藻葉片あるいは小動物等を収容する都合上、容器中央の副室は設けず、KOH 溶液を入れる場合には側室を利用している。

大型容器にも、呼吸測定の場合は CO₂ 吸収剤を入

れるための測室などが必要と考えられるが、海産生物の呼吸測定の場合には、試料とともに反応容器に収容される海水が CO₂ 吸収剤の役割を果たすため、KOH 溶液等を使わずにすむものと期待される。

実際に本研究では KOH 溶液等の特別な CO₂ 吸収剤は用いずにアラメの幼体およびトコブシ等の海産動物の呼吸を測定したのであるが、得られた結果 (Fig. 6 および Fig. 8) は良好なものと言える。もし反応容器内の海水が試料から発生する CO₂ に対して吸収剤としての機能を十分に果たしえない状態にあったとすれば、海水の CO₂ 吸収能は時間とともに低下する状態にあったはずであり、そのために試料の酸素消費速度が時間とともに低下したように誤認させる結果が得られるはずである。しかし Fig. 6 と Fig. 8 のすべての測定において直線性が維持されていることから、少くとも測定が継続された時間内には反応容器内の海水が CO₂ 吸収剤として十分に機能していたものと判断される。

Fig. 9 は葉面積約 15 cm² のカジメ *Ecklonia cava* の幼体について 20°C で得られた光合成—光曲線である。暗黒中での酸素消費の測定も、光照射下の酸素発生測定と同様に KOH 溶液を用いず、容積 200 ml の培養びん型容器に藻体のほかは 50 ml の戸過海水のみを入れて行なったが、暗黒中の酸素消費速度を表わす点が弱光部の各光強度における酸素発生速度を表わす点を結んだ直線の延長上にある。この事実は暗黒中においてカジメ幼体から発生した CO₂ のほとんどすべてが容器内の海水に捕捉されたことを明確に示している。

考 察

大型容器を用いる場合の問題点は温度平衡に要する時間がかかなり長くなることにあると予想されたが、本

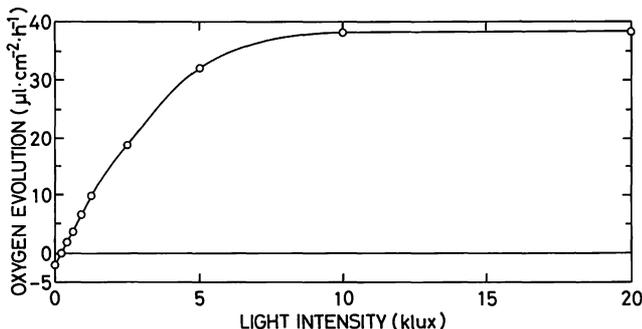


Fig. 9. Photosynthesis-light curve at 20°C of a young *Ecklonia cava* (leaf area 15 cm²).

研究で用いた容積 200—300 ml の容器の場合、ある量の水を入れて用いれば、恒温水槽との温度差が 20°C あっても、10—20 分で温度平衡に達することが判明した。

容積 200 ml, 長径 12 cm, 短径 10 cm の培養びん型容器に汙過海水 75 ml とともに収容した葉面積 38.2 cm² のアラメ幼体で光合成および呼吸速度を求めることができたが、この藻体の大きさはこの培養びん型容器の収容力の限界に近いものと思われる。より大きな容器を用いればより大きな藻体を試料とすることができるはずであるが、温度平衡に達する時間をできるだけ短くするために容器をできるだけ扁平な形にしたほうがよい。

アラメ幼体の呼吸測定は 20 分間、海産動物の呼吸測定は 30 分間続けたが、通常は 10 分間程度の測定で充分であることが Fig. 6 および Fig. 8 に示した結果からわかる。しかしトコブシおよびイソカサゴのように個体の心理あるいは生理に起因した呼吸速度の変化が生じる可能性がある場合には、長時間にわたる測定も必要となるであろう。

海藻の光合成測定の場合には、途中で光合成速度が著しく上昇することがある。このようなことは実験前に弱光下に置かれていた藻体によくみられるので、強光への馴化によって生じたものと考えられる。そのため強光下での光合成測定の場合には、長時間の測定が必要と考えられるが、光合成の進行に伴って反応容器内の海水の CO₂ 濃度がある程度以上低下すると光合成の律速因子になるので、とくに強光下では長時間の測定は避けなければならない。本研究において、アラメ幼体を汙過海水とともに反応容器に入れ、光照射下で 30 分間振とうした後、海水を入れ替えて実験を開始したのは以上のような理由による。

呼吸測定の場合には、海水は CO₂ 吸収剤として機能し、そのため反応容器に試料とともに適量の汙過海水を入れた場合には、特別な CO₂ 吸収剤を用いる必要のないことが明らかとなった。しかし陸生生物あるいは干出時の海産生物の呼吸を測定する場合には、20% KOH 溶液等の CO₂ 吸収剤が必要となり、それを入れる部分を反応容器に設けなければならない。また本研究で用いた生物は、海藻ではアラメおよびカジメの幼体、海産動物では体長あるいは直径 10 cm 足らずのトコブシ、ラッパウニおよびイソカサゴの合計 5 種のみであったが、今後容器の形状を工夫することによって、より多様な生物を実験の対象とすることができるであろう。容器の形状に合わせた振とう機と水槽の開発も必要となるが、市販の振とう機と水槽のセットを改造して利用することも可能である。

引用文献

- 畑 正好・横浜康継 1976. 本邦北部産海藻の光合成—温度特性. 藻類 24: 1-7.
- IKEHARA, N., ISA, Y. and YAMASATO, K. 1981. The separation of Zooxanthellae from a coral, *Euphyllia glabrescens* (Chamisso and Eysenhardt). Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep. (8): 1-5.
- 影山明美・横浜康継 1974. 生育深度を異にする褐藻の光合成特性. 藻類 22: 119-123.
- 影山明美・横浜康継 1977. 深所性緑藻の色素と光合成. 藻類 25: 168-175.
- KAGEYAMA, A., YOKOHAMA, Y. and NISIZAWA, K. 1979. Diurnal rhythm of apparent photosynthesis of a brown alga, *Spatoglossum pacificum*. Bot. Mar. 22: 199-201.
- KATAYAMA, N., TOKUNAGA, Y. and YOKOHAMA, Y. 1985. Effect of growth temperature on photosynthesis-temperature relationships of a tide pool alga *Cladophora rudolphiana* (Chlorophyceae). Jap. J. Phycol. 33: 312-316.
- MAEGAWA, M., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1987. Critical light conditions for young *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* with reference to photosynthesis. Hydrobiol. 151/152: 447-455.
- 松山恵二・横浜康継 1984. 簡易型ガス検容計によるウニ類の呼吸速度の測定. 北水試月報 41: 207-213.
- MIZUSAWA, M., KAGEYAMA, A. and YOKOHAMA, Y. 1978. Physiology of benthic algae in tide pools I. Photosynthesis-temperature relationships in summer. Jap. J. Phycol. 26: 109-114.
- 斉藤宗勝・片山舒康・横浜康継 1986. 大植産海藻の光合成—温度特性について. 大植臨海研究センター報告 (12): 9-14.
- SAKANISHI, Y., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1988. Photosynthesis measurement of blade segments of brown algae *Ecklonia cava* Kjellman and *Eisenia bicyclis* Setchell. Jpn. J. Phycol. 36: 24-28.
- YOKOHAMA, Y. 1972. Photosynthesis-temperature relationships in several benthic marine algae. Proc. 7th Intl. Seaweed Symp.: 286-291.
- YOKOHAMA, Y. 1973. A comparative study on photosynthesis-temperature relationships and their seasonal changes in marine benthic algae. Int. Revue ges. Hydrobiol. 58: 463-472.
- 横浜康継 1973 a. 生育深度を異にする緑藻の光合成特性. 藻類 21: 70-75.
- 横浜康継 1973 b. 生育深度を異にする紅藻の光合成特性. 藻類 21: 119-124.
- YOKOHAMA, Y. and ICHIMURA, S. 1969. A new device of differential gas-volumeter for ecological studies on small aquatic organisms. Journ. Oceanogr. Soc. Japan 25: 75-80.
- 横浜康継・片山舒康・古谷庫造 1986. 改良型プロダクトメーター(差動式検容計)とその海藻の光合成測定への応用. 藻類 34: 37-42.
- 吉川春寿・小倉安之・関根隆光・森田茂広・高橋 甫編 1953. ワールブルグ検圧計. 南江堂, 東京.

スサビノリ *Porphyra yezoensis* 葉体のアンモニア態および 硝酸態窒素の取り込みに及ぼす温度の影響

山本民次・高尾允英

愛知県水産試験場 (443 愛知県蒲郡市三谷町若宮97)

YAMAMOTO, T. and TAKAO, M. 1988. Effects of temperature on the uptake kinetics of ammonia-N and nitrate-N by *Porphyra yezoensis* thalli. Jpn. J. Phycol. 36: 37-42.

The uptake kinetics for ammonia-N and nitrate-N by *Porphyra yezoensis* thalli were examined under various temperatures (4-18°C). The carbon and nitrogen contents of the frond were 341.9 ± 24.8 and 52.5 ± 10.4 mg·g dry wt⁻¹, respectively, and the C/N ratio was 6.80 ± 1.58 . The uptake parameter, Ks, for ammonia-N varied from 48.3 to 182.7 $\mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, and Vm was from 0.0033 to 0.0082 h⁻¹. The Ks for nitrate-N varied from 10.1 to 53.9 $\mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, and the Vm was from 0.0005 to 0.0013 h⁻¹. These parameters both for ammonia-N and nitrate-N showed the maxima at 14°C. Comparing the Vm of ammonia-N with that of nitrate-N under the same temperature, ammonia-N was taken 6.3-9.4 times faster than nitrate-N by the frond. These parameters expressed in common logarithms were converted by the quadratic equations to absolute temperatures; for ammonia-N, $V_A = S \times 10^{-29,642(10^3/T)^2 + 206,93(10^3/T) - 363,23} / (S + 10^{-39,556(10^3/T)^2 + 276,17(10^3/T) - 479,77})$ and for nitrate-N, $V_N = S \times 10^{-32,464(10^3/T)^2 + 227,45(10^3/T) - 401,36} / (S + 10^{-37,051(10^3/T)^2 + 257,50(10^3/T) - 445,69})$. These equations consisting of the major factors such as ammonia-N and nitrate-N concentrations and temperature which are controlling the growth of Nori frond are considered to be useful in estimating the production capacity of Nori cultural ground.

Key Index Words: ammonia—nitrate—Porphyra—temperature—uptake.

Tamiji Yamamoto and Masahide Takao, Aichi Prefectural Fisheries Experimental Station, 97 Wakamiya, Miya-cho, Gamagori, Aichi 443, Japan

ノリ養殖業においては、ノリ網の浮き流し養殖法や冷蔵網の利用など、近年の技術開発によって、生産が需要を上回るようになり、量を採るより質の向上を考えて、漁場を適正に行使する必要が叫ばれるようになってきた。

ノリ漁場内にはノリ以外に植物プランクトンやその他の海藻類など、ノリと生態的地位(ニッチ)を同じくする生物が生息し、一つの生態系をなしているのので、他種生物の存在を無視してはノリ漁場の適正行使は語れないであろう。つまり、各種生物の環境要因に対する機能的応答、あるいは各種生物間の関係が明らかにされた上で、それらを系全体として把握し、その中におけるノリの位置を理解する必要がある。

その前段階としてまず、ノリそのものの環境要因に対する応答を調べねばならない。ノリの栄養塩の取り込みに関しては、培養液中の濃度が変化し中での実験が従来行われてきており(岩崎, 1965; 松原ら,

1965), 定常状態を仮定した生態系の中におけるある時間断面での取り込み速度に関する情報は欠如している。

一方、安定同位体 ¹⁵N を使って植物体内の窒素代謝を明らかにしようとする試みは、陸上植物においては1950年代から行われてきており(渋谷, 1980)、海洋の分野では1960年代から植物プランクトンを対象として栄養塩の取り込み速度に関する研究が進められてきている(DUGDALE and GOERING, 1967; EPPLEY and THOMAS, 1969; CARPENTER and GUILLARD, 1971; MCCARTHY, 1981; MCCARTHY *et al.*, 1982; GLIBERT *et al.*, 1982)。

本研究ではスサビノリ *Porphyra yezoensis* を用いて、ノリ漁期間の現場水温を網羅した条件下で、アンモニア態および硝酸態窒素の取り込み速度を同位体窒素 ¹⁵N を用いて測定し、それらのパラメーターを算出したので報告する。

材料と方法

実験には1986年5月にフリーリビングの糸状体をカキ殻に移植し、10月まで室内の水槽で培養管理し、そこから放出された殻胞子をノリ網に附着させて愛知県水産試験場尾張分場地先で生長させたスサビノリを用いた。

上記のノリ葉体のうち、葉長 5—10 cm で、肉眼的に正常なものを選び、1.5 cm ϕ (面積 1.766 cm²) のポンチで打ち抜いた。天然状態で生育したノリ葉体には、リクモフォラ *Licmophora* spp. 等珪藻類の附着が見られるため、これらの葉片をろ過海水を入れた三角フラスコにいれ、栓をして激しく振とうした。これによって、附着珪藻類は完全に葉体表面から除去できた (TANAKA, 1986)。

次にこれらの葉片を窒素源のみ除いてオートクレーブ滅菌した人工海水 1/20 ASP₁₂ (PROVASOLI *et al.*, 1957; ただし NaCl, MgSO₄·7H₂O, MgCl₂·6H₂O, KCl, CaCl₂, TRIS は原記載濃度, 他は 1/20濃度, pH 8.0) に24時間浸漬した。この時の水温と照度は次回行う ¹⁵N 取り込みの実験と同じに設定した。

24時間の予備培養後、300 ml の栓付き三角フラスコに上記と同様の人工海水を 200 ml ずつ入れ、¹⁵NH₄Cl および K¹⁵NO₃ をそれぞれ10段階の濃度で添加したものを用意した。¹⁵NH₄Cl の濃度は 0, 6.9, 13.8, 20.7, 34.4, 68.9, 103.3, 137.7, 172.1, 206.6 μ gN·l⁻¹, また、K¹⁵NO₃ の濃度は 0, 7.3, 14.7, 22.0, 36.7, 73.5, 110.2, 147.0, 183.7, 220.5 μ gN·l⁻¹ とした。

これらに上記の葉片を 3 枚づつ入れ、白色蛍光灯で 8000 lx の照度を与えながら、1時間の処理を行った。なお、光合成の日周リズムを考慮して、正午を中心とした2時間の間に実験を行った。スサビノリの場合、海産植物プランクトンのある種で見られるようなアンモニア態窒素の短時間での急速な取り込み (CONWAY *et al.*, 1976; McCARTHY and GOLDMAN, 1979; GOLDMAN and GLIBERT, 1982) が見られない上に、2時間までは時間とともに取り込み量が直線的に増加することが確認されているので (高尾ら, 1986), 以上のような処理時間とした。実験時の処理温度は愛知県知多地区のノリ漁期に通常みられる現場水温 4—18°C を考慮し、この範囲で 2°C の間隔に設定した。

取り込み実験終了後、各実験区 3 枚づつの葉片をあらかじめ 400°C で2時間空焼きしたガラスファイバーろ紙にのせ、60°C で 6—8 時間乾燥後、粉碎して均一化して測定を行った。これらの一部は CHN コーダー

(Yanaco MT-3 型) を用いて葉体中の炭素と窒素含有量を求めた。残りの一部は熊沢 (1980) に従って処理し、N-15 アナライザー (日本分光 NIA-1 型) で得られる ²⁸N₂ と ²⁹N₂ ガスの輝線スペクトルから、ノリ葉体中の ¹⁵N atom% を求めた。

ノリ葉片に取り込まれた窒素全量 (¹⁴N+¹⁵N) は $n = N(A - a_0)/(a - A)$ として算出した。ここで、n は実験時間中に増加したノリ葉片中の窒素量、N はノリ葉片がもともと持っていた窒素量 (CHN コーダーで得られた値)、a₀ は自然界の ¹⁵N atom% (=0.3663)、a は試水に添加された ¹⁵N の atom% (ここでは99%のものを使用)、A は実験後のノリ葉片中の ¹⁵N atom% である。

結果と考察

1. 炭素および窒素含有量

炭素含有量は 341.9±24.8(249.3—464.8)mg·g dry wt⁻¹, 窒素含有量は 52.5±10.4(27.2—76.1)mg·g dry wt⁻¹ であった (表1)。また、C/N 比は 6.80±1.58(4.25—12.53) であった。

今回の実験に用いたノリ葉体は自然海中で成育させたものであるため、その表面に附着している生物による実験結果への影響には十分注意せねばならないであろう。その一つ附着珪藻類は前述の方法で完全に除去した。また、バクテリアについては、それぞれの実験後に附着数を調べたところ、平均直径 0.8 μ m のものが 1.0—19.3×10⁶ cells/cm² 程附着しているのが確認された。これらの比重を1.07, 乾重量/湿重量比を 0.23 (Bowden, 1977), 炭素/乾重量比を 0.4 (深見私信), 炭素/窒素比を 3.5 (WHEELER and KIRCHMAN, 1986) とすると、ノリ葉体に対するバクテリアの窒素量は 0.01—0.16% と見積もられる。また、WHEELER and KIRCHMAN (1986) の報告のように、バクテリアによる硝酸態窒素の取り込みは非常に小さく、アンモニアに対してもノリと同程度なので (0.0026—0.0133 h⁻¹), バクテリアによる N 吸収量は、本実験で得ら

Table 1. Carbon and nitrogen contents of *Porphyra yezoensis* thalli, and the C/N ratio. n=160.

	炭素量 (mg·g dry wt ⁻¹)	窒素量 (mg·g dry wt ⁻¹)	C/N
範囲	249.3—464.8	27.2—76.1	4.25—12.53
平均± 標準偏差	341.9±24.8	52.5±10.4	6.80±1.58

れた結果を大きく左右するものではない、と判断し、前処理は一切行わなかった。

2. アンモニア態および硝酸態窒素の取り込み

アンモニア態および硝酸態窒素の取り込みは次の MICHAELIS-MENTEN の速度式に従った。

$$V = V_m \cdot S / (K_s + S)$$

S : 培養液中の窒素濃度 ($\mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$)

V : 取り込み速度 (h^{-1})

K_s : 半飽和定数 ($\mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$)

V_m : 最大取り込み速度 (h^{-1})

上式からアンモニア態窒素の取り込みを例えば 4°C について見ると、その K_s 値と V_m 値はそれぞれ $48.3 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.0033 h^{-1} であった (図 1)。同様の方法で各温度での値を求めてゆくと、温度の上昇とともに双方とも次第に大きくなり、14°C で最大 $182.7 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.0082 h^{-1} となった。また、18°C では再び下

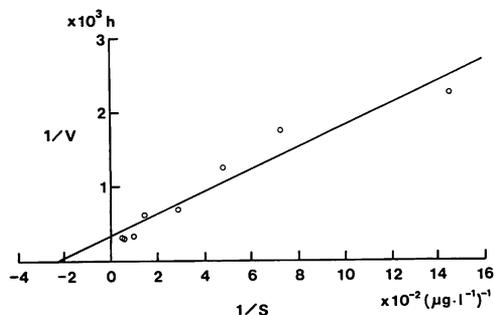
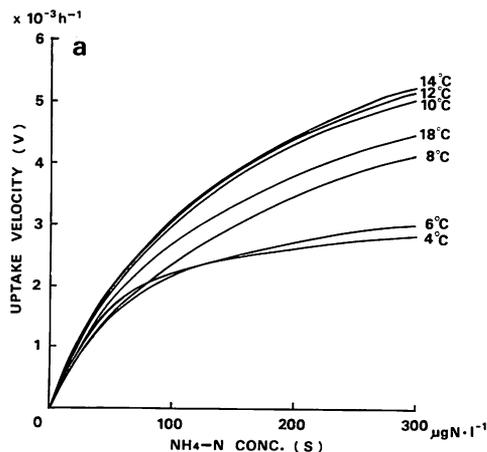


Fig. 1. Lineweaver-Burk plot ($1/V$ vs. $1/S$; V: uptake velocity, h^{-1} ; S: ammonia-N concentration, $\mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$) of the uptake of ammonia-N by *Porphyra yezoensis* thalli. 4°C, 8000 lx, 1/20 ASP₁₂ culture medium.



がって $143.8 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.0066 h^{-1} となった (表 2, 図 2 a)。

硝酸態窒素の取り込みにおいても同様に、K_s, V_m とも 4°C で最小 $10.1 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.0005 h^{-1} , 14°C で最大 $53.9 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.0013 h^{-1} を得、18°C では $43.3 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$, 0.0007 h^{-1} に低下した (表 2, 図 2 b)。両者ともに、14°C で K_s, V_m の値が最大となったが、この結果は、15°C 付近で光合成量が最大となるという報告 (木下・寺本, 1958 a, 1958 b; 岩崎, 1965) と一致する。

アンモニア態窒素と硝酸態窒素の V_m 値を各温度ごとに比較すると、アンモニア態窒素の方が 6.3—9.4 倍速い速度で取り込まれることがわかる。硝酸態窒素が取り込まれる場合には、硝酸還元酵素の関与によ

Table 2. The uptake parameters, K_s (half-saturation constant, $\mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$) and V_m (maximum uptake velocity, h^{-1}) for ammonia-N and nitrate-N in *Porphyra yezoensis* thalli under various temperature conditions.

Temp. (°C)	NH ₄ -N		NO ₃ -N	
	K _s	V _m	K _s	V _m
4	48.3	0.0033	10.1	0.0005
6	77.9	0.0038	20.8	0.0006
8	164.5	0.0064	ND	ND
10	150.2	0.0077	33.0	0.0009
12	164.0	0.0081	ND	ND
14	182.7	0.0082	53.9	0.0013
16	ND	ND	ND	ND
18	143.8	0.0066	43.3	0.0007

ND : no data.

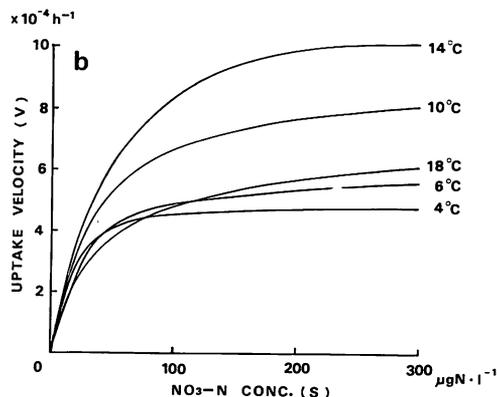


Fig. 2. Changes in uptake kinetics of ammonia-N (a) and nitrate-N (b) in *Porphyra yezoensis* thalli under various temperature conditions.

り、亜硝酸を経てアンモニアに還元されてから代謝系に入ることが取り込み速度を遅くしている一つの理由かもしれない(野沢, 1959)。

荒木ら(1979)は *P. yezoensis* f. *narawaensis* から抽出した硝酸還元酵素の硝酸に対する K_s 値は NADH を電子供与体とした場合、 $120 \mu\text{gN}\cdot\text{l}^{-1}$ であったと報告している。これは今回ノリ生体で得られた硝酸の取り込みに関する K_s 値より大きい、生体内におけるその他の酵素や補酵素による律速によるものと解釈できるであろう。

アンモニア態窒素と硝酸態窒素が共存した場合にノリがどのような取り込み形態を示すかは興味ある問題である。武居・宮沢(1959)はアンモニア態窒素と硝酸態窒素 5 ppm づつの混合培養液中ではアンモニア態窒素が培養初期に選択的に取り込まれ、その後硝酸態窒素が取り込まれることを報告しているが、硝酸態窒素の取り込みを阻害するアンモニア態窒素の濃度は正確には求められていない。植物プランクトンの自然

群集では $14\text{--}21 \mu\text{gN}\cdot\text{l}^{-1}$ のアンモニア態窒素の存在で硝酸態窒素の取り込みが妨げられることが知られている(McCARTHY, 1981)。アンモニアや硝酸、あるいはその他の形態の窒素源が共存する海に成育するノリを対象とする以上、これらのことは今後研究されねばならない課題の一つであろう。

3. パラメーター K_s , V_m の温度の関数としての表現

ここでは各実験温度で得られた K_s および V_m の値を使って、アンモニア態と硝酸態の取り込み速度を温度の関数として表現する。これによって、他種の生物の窒素の取り込み形態との比較が容易となり、生物間の窒素をめぐる競合の問題を論ずる上で有益となる。

生体内の酵素反応系の関与する栄養塩の取り込みは、一般に Q_{10} の法則に従うものと思われる。従って、 K_s と V_m のそれぞれについてアレニウスプロットを行ったが、今回の結果では高温域での頭打ちのた

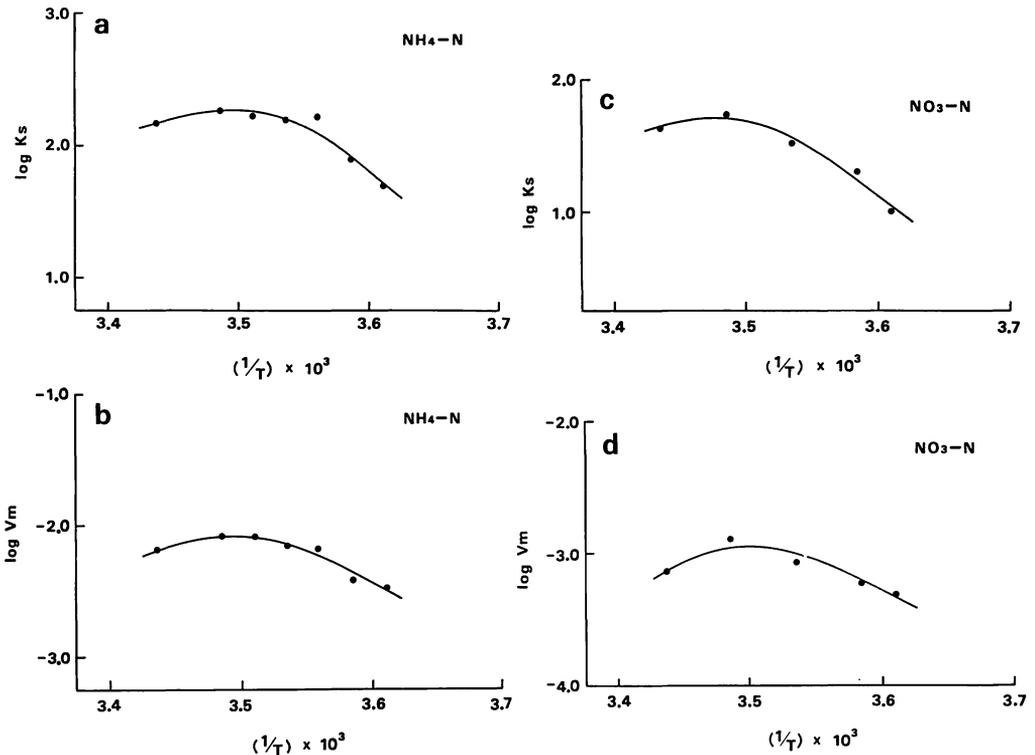


Fig. 3. Effects of the temperature on the uptake parameters, K_s (half saturation constant) and V_m (maximum uptake velocity) for ammonia-N and nitrate-N by *Porphyra yezoensis* thalli. (a) K_s for ammonia-N, $Y = -39.556X^2 + 276.17X - 479.77$; (b) V_m for ammonia-N, $Y = -29.642X^2 + 206.93X - 363.23$; (c) K_s for nitrate-N, $Y = -27.051X^2 + 257.50X - 445.69$; (d) V_m for nitrate-N, $Y = -32.464X^2 + 227.45X - 401.36$. Y means $\log K_s$ or $\log V_m$, and X is $(1/T) \times 10^3$ (T is the absolute temperature).

め、二次関数で近似した (図 3 a-d)。最終的にこれらの二次関数を再度、MICHAELIS-MENTEN の式に代入して以下の式を得た。

$$V_A = S \times 10^{-29.642X^2+206.93X-363.23} / (S + 10^{-39.556X^2+276.17X-479.77})$$

$$V_N = S \times 10^{-32.464X^2+227.45X-401.36} / (S + 10^{-37.051X^2+257.50X-445.69})$$

V_A : アンモニア態窒素の取り込み速度 (h^{-1})

V_N : 硝酸態窒素の取り込み速度 (h^{-1})

S : 栄養塩濃度 ($\mu gN \cdot l^{-1}$)

X : $(1/T) \times 10^3$, T は絶対温度

ところで、近年では赤潮プランクトンの発生がノリ漁期である冬季にも見られるようになり (宮本ら, 1987), ノリ漁場の無機窒素の変動はこれらの植物プランクトンによって大きく左右される (YAMAMOTO and FUJISAKI, in prep.)。プランクトンの増殖による現場の栄養塩類の濃度の低下はノリ葉体の色落ちを招くため、施肥が行われる場合もあるが、それによってプランクトンの増殖も助長されるため、悪循環となっている。

冬季の赤潮を形成するプランクトンの代表種である *Skeletonema costatum* の K_s 値は EPPLEY *et al.* (1969) によればアンモニアで 11.2–50.4 $\mu gN \cdot l^{-1}$ (18°C), 硝酸で 0 ± 7.0 (8°C), 5.6–6.0 (18°C), $14 \pm 6.0 \mu gN \cdot l^{-1}$ (28°C) であり、今回得られたノリの K_s 値に比べていずれも小さい。従って低濃度の無機窒素環境においてはプランクトンに有利となることが予想される。

ノリ葉体の生長を左右する主要因である、アンモニア態あるいは硝酸態窒素濃度と温度とによって表現された上記の式は、窒素をめぐる多種生物間の競争のみならず、対象とする漁場内のノリの生産可能性を見積もる上でも非常に有効であろう。また、生態系内の窒素の循環という概念は、ノリ漁場の適正な行使を考える際の論理的裏付けの一つとして重要であり、これらの式はこの点において基本となろう。

最後に、今回の実験を行うにあたり、 ^{15}N アナライザーを快く使用させて下さった、東海区水産研究所海洋部の杉浦健三部長および佐々木克之博士に深く感謝する。また、バクテリアの計数および有益な助言をくださった、京都大学水産微生物学講座の深見公雄博士に心から感謝する。

引用文献

荒木 繁・猪川倫好・大房 剛・西沢一俊 1979. ナラワスサビノリにおける硝酸還元酵素の 2, 3 の

性質. 日水誌 45 : 919–924.

BOWDEN, W.B. 1977. Comparison of two direct-count techniques for enumerating aquatic bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 33: 1229–1232.

CARPENTER, E.J. and GUILLARD, R.R.L. 1971. Intraspecific differences in nitrate half-saturation constants for three species of marine phytoplankton. Ecology 52: 183–185.

CONWAY, H.L., HARRISON, P.J. and DAVIS, C.O. 1976. Marine diatoms grown in chemostats under silicate or ammonium limitation. II. Transient response of *Skeletonema costatum* to a single addition of the limiting nutrient. Mar. Biol. 35: 187–199.

DUGDALE, R.C. and GOERING, J.J. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. Limnol. Oceanogr. 12: 196–206.

EPPLEY, R.W., ROGERS, J.N. and MCCARTHY, J.J. 1969. Half-saturation constants for uptake of nitrate and ammonium by marine phytoplankton. Limnol. Oceanogr. 14: 912–920.

EPPLEY, R.W. and THOMAS, W.H. 1969. Comparison of half-saturation constants for growth and nitrate uptake of marine phytoplankton. J. Phycol. 5: 375–379.

GLIBERT, P.M., BIGGS, D.C. and MCCARTHY, J.J. 1982. Utilization of ammonium and nitrate during austral summer in the Scotia Sea. Deep-Sea Res. 29: 837–850.

GOLDMAN, J.C. and GLIBERT, P.M. 1982. Comparative rapid ammonium uptake by four species of marine phytoplankton. Limnol. Oceanogr. 27: 814–827.

岩崎英雄 1965. アサクサノリの生理・生態に関する研究. 広大水産産学部紀要 6 : 133–211.

木下祝郎・寺本賢一郎 1958 a. “アサクサノリ” の光合成に関する二, 三の知見. 藻類 1 : 11–15.

木下祝郎・寺本賢一郎 1958 b. “アサクサノリ” の生長に対する光及び水温の影響. 日水誌 24 : 326–329.

熊沢喜久雄 1980. 発光分光分析法による重窒素定量法. 重窒素利用研究法, 三井進午・吉川春寿・中根良平・熊沢喜久雄編, 学会出版センター, pp. 17–45.

松原孝之・三井所正英・平野哲美・中尾義房・宮崎征男・中島 浩 1965. ノリ施肥試験—IV. 佐賀養殖試験報 3 : 31–47.

MCCARTHY, J.J. 1981. Uptake of major nutrients by estuarine plants. In Estuaries and Nutrients, ed. B.J. Neilson and L.E. Cronin, The Humana Press, pp. 139–163.

MCCARTHY, J.J. and GOLDMAN, J.C. 1979. Nitrogenous nutrition of marine phytoplankton in nutrient-depleted waters. Science 203: 670–672.

MCCARTHY, J.J., WYNNE, D. and BERMAN, T. 1982.

- The uptake of dissolved nitrogenous nutrients by Lake Kinneret (Israel) microplankton. *Limnol. Oceanogr.* **27**: 673-680.
- 宮本淳司・土屋晴彦・水質調査船乗組員 1987. 昭和61年 伊勢湾・三河湾の赤潮発生状況. 愛知水試研究業績Cしゅう **70**: p. 58.
- 野沢治治 1959. ノリの養分吸収と施肥. 水産増殖 **7**: 1-12.
- PROVASOLI, L., McLAUGHLIN, J.J.A. and DROOP, M.R. 1957. The development of artificial media for marine algae. *Arch. Mikrobiol.* **25**: 392-428.
- 渋谷政夫 1980. 農業試験研究における ^{15}N の利用と展望. 重窒素利用研究法, 三井進午・吉川春寿・中根良平・熊沢喜久雄編, 学会出版センター, pp. 137-140.
- 高尾允英・横江準一・鈴木輝明・山本民次・俵佑方人・土屋晴彦・中村総之・日比野 光 1986. ノリ品質向上のための漁場行使に関する研究. 愛知水試研究業績Cしゅう **68**: p. 57.
- 武居 薫・宮沢 正 1959. アサクサノリの施肥に関する研究-I. 農水講研報 **8**: 199-207.
- TANAKA, N. 1986. Adhesive strength of epiphytic diatoms on various seaweeds. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **52**: 817-821.
- WHEELER, P.A. and KIRCHMAN, D.L. 1986. Utilization of inorganic and organic nitrogen by bacteria in marine systems. *Limnol. Oceanogr.* **31**: 998-1009.
- YAMAMOTO, T. and FUJISAKI, K. Prompt information on red-tides in the cultural grounds of Nori (edible laver). (in prep.).

ヤレウスバノリ (紅藻, コノハノリ科) について

三 上 日 出 夫

札幌大学女子短大部 (062 札幌市豊平区西岡3-7-3-1)

MIKAMI, H. 1988. Studies on *Acrosorium flabellatum* YAMADA (Delesseriaceae, Rhodophyta). Jpn. Phycol. 36: 43-47.

Morphological studies were carried out on the mature specimens of *Acrosorium flabellatum* YAMADA and the following characters were confirmed. 1) thallus is attached to the substratum by means of slender basal system, 2) thallus grows by a marginal zone of meristematic cell in which initials are cut off segments obliquely, 3) macroscopic veins are present but inconspicuous, 4) procarp consists of a supporting cell, a 4-celled carpogonial branch and 2 groups of sterile cells, 5) cystocarps are borne on marginal proliferations, 6) tetrasporangial sori are formed along the marginal portion of thallus and also on the marginal proliferations, 7) tetrasporangial primordia are cut off both from inner cortical cells and from primary cells, and 8) tetrasporangia are 40-56 μm in diameter and tetrahedrally divided.

Key Index Words: *Acrosorium flabellatum*—*Delesseriaceae*—*morphology*—*Rhodophyta*—*taxonomy*.
Hideo Mikami, Women's Junior College, Sapporo University, Nishioka 3-7-3-1, Sapporo, 062 Japan

紅藻コノハノリ科に属するヤレウスバノリ *Acrosorium flabellatum* YAMADA は YAMADA (1930) により千葉県大原及び神奈川県江の島の材料に基づいて新種記載が行なわれた。ところが原記載を見ると、本種の配偶体並びに四分孢子体は共に全く未知のままであり、その上本種の外形変化が著しいため、本種に最も近縁と見なされたカギウスバノリ *Acrosorium uncinatum* (TURNER) KYLIN = *Nitophyllum uncinatum* との区別が極めてむづかしい旨が述べられている。筆者は大原付近の材料の他、三重県の菅島においてエビ網等に付着して得られた本種の雌性体及び四分孢子体について観察を行なった結果、これまでに未確認のままであった幾つかの知見を得ることが出来たので次に報告する。

観 察 結 果

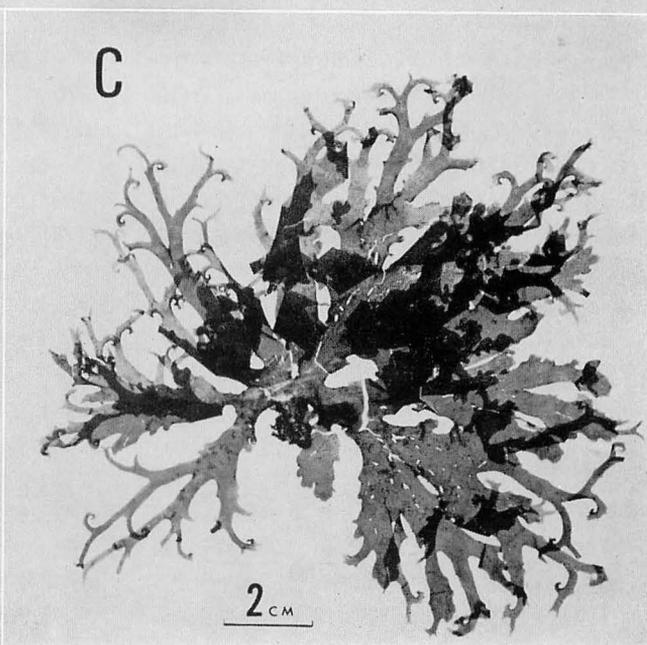
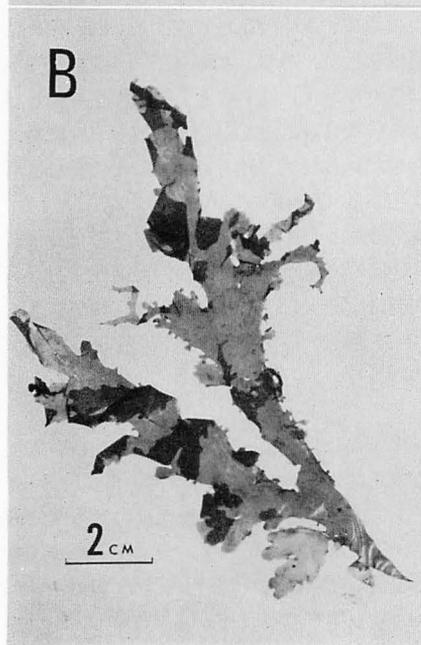
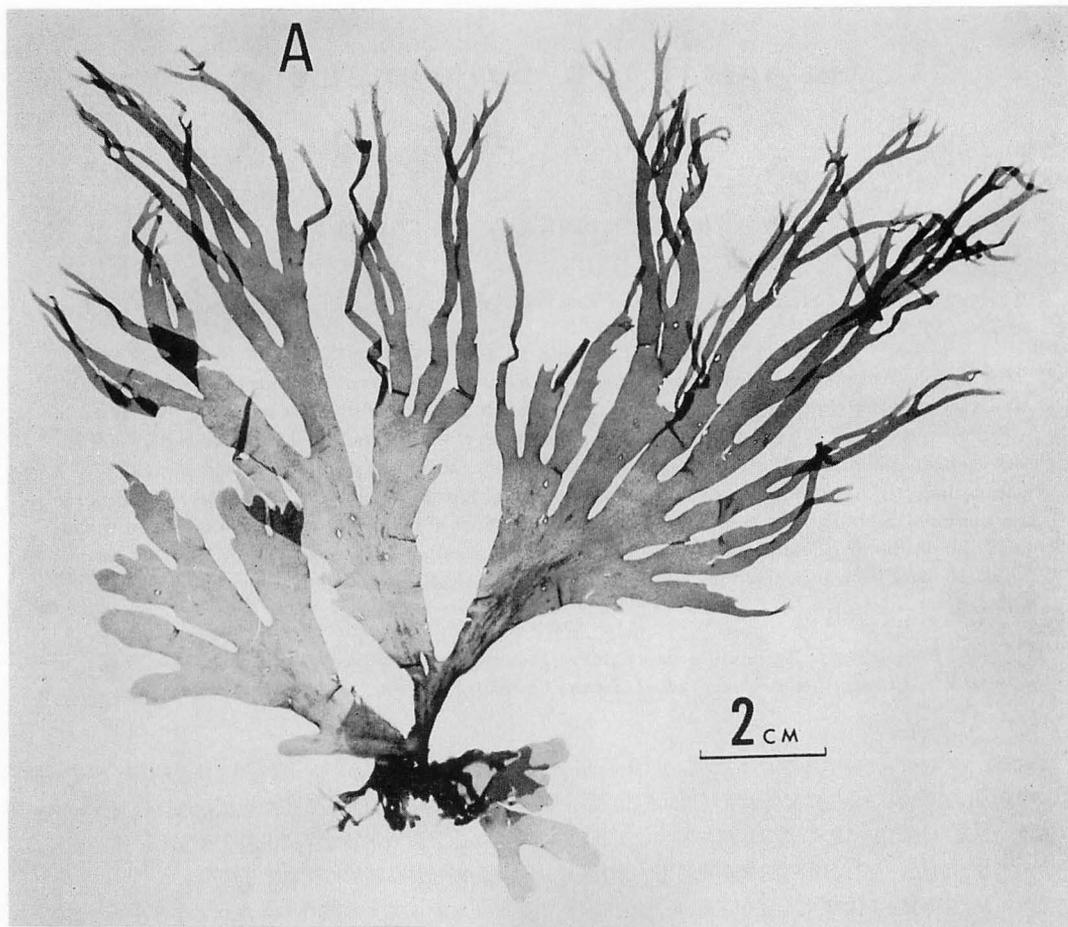
外形：外形はすこぶる変化に富み (Fig. 1), 薄弱な基部組織 (Fig. 5) を以て岩上又は貝殻上に付着し、短い茎をもつ (Figs. 3-4)。体の高さは 10-15 cm, 薄い膜状で、掌状〜扇状に広がり、さらにその先は細く裂け、先端はしばしばかき状に曲がり、最先端はとがる (Fig. 1, C)。肉眼的細脈は不明瞭であるが、顕微鏡的細脈をもつ (Fig. 6)。

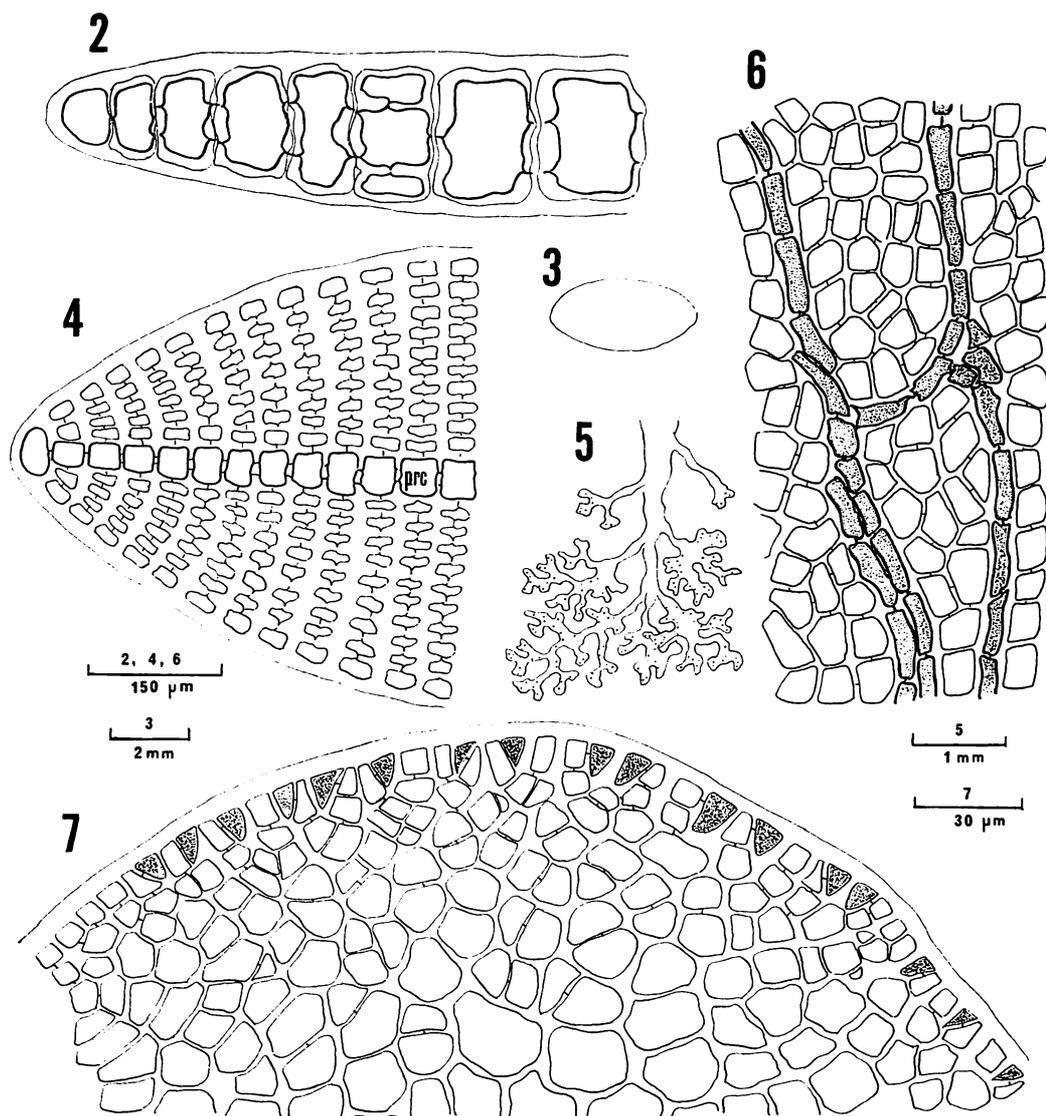
生長組織：Fig. 7 は若い裂片の先端部を示す。即ち本種では横に関節する生長点細胞は存在せず、もっぱら縁辺分裂細胞の分裂により生長する。新しい細胞は分裂細胞から斜めに割れて生ずる。

プロカルプ：本種のプロカルプは雌性体上に派生する小裂片上の縁辺に近く散在して生ずる。Figs. 8-9 はその発達過程を示す。即ち、本種のプロカルプは 4 個細胞からなるカルポゴン枝 1 個と 2 群の中性細胞及び支持細胞から成り立っている。受精以前の中性細胞には一般に分裂が見られず、従って 2 群のそれぞれは母細胞のままである (Fig. 9, st_{1mc} , st_{2mc})。

嚢果：嚢果は体の裂片上に散在して生ずる (Fig. 12, cy)。Fig. 11 は若い嚢果の果孔 (po) 表面像である。果孔の中央部には肥大した中性細胞 (st) が観察された。Fig. 10 は若い嚢果の断面を示す。若いゴニモプラスト糸の固まりの上方に中性細胞 (st) の名ごりが見られた。

四分孢子囊：四分孢子囊斑は体の縁辺部及び裂片上に不規則な群をなして生ずる (Fig. 13)。Fig. 14 はその表面観、そして Fig. 15 はその断面における四分孢子囊 (t) 及び四分孢子囊原基 (p) を示す。即ち、本種の四分孢子囊原基 (p) は皮層内部及び primary 細胞の双方から切り出される。四分孢子囊は径 40-56 μm で三角錐状に分割する (Fig. 14)。





Figs. 2-7. *Acrosorium flabellatum* YAMADA.

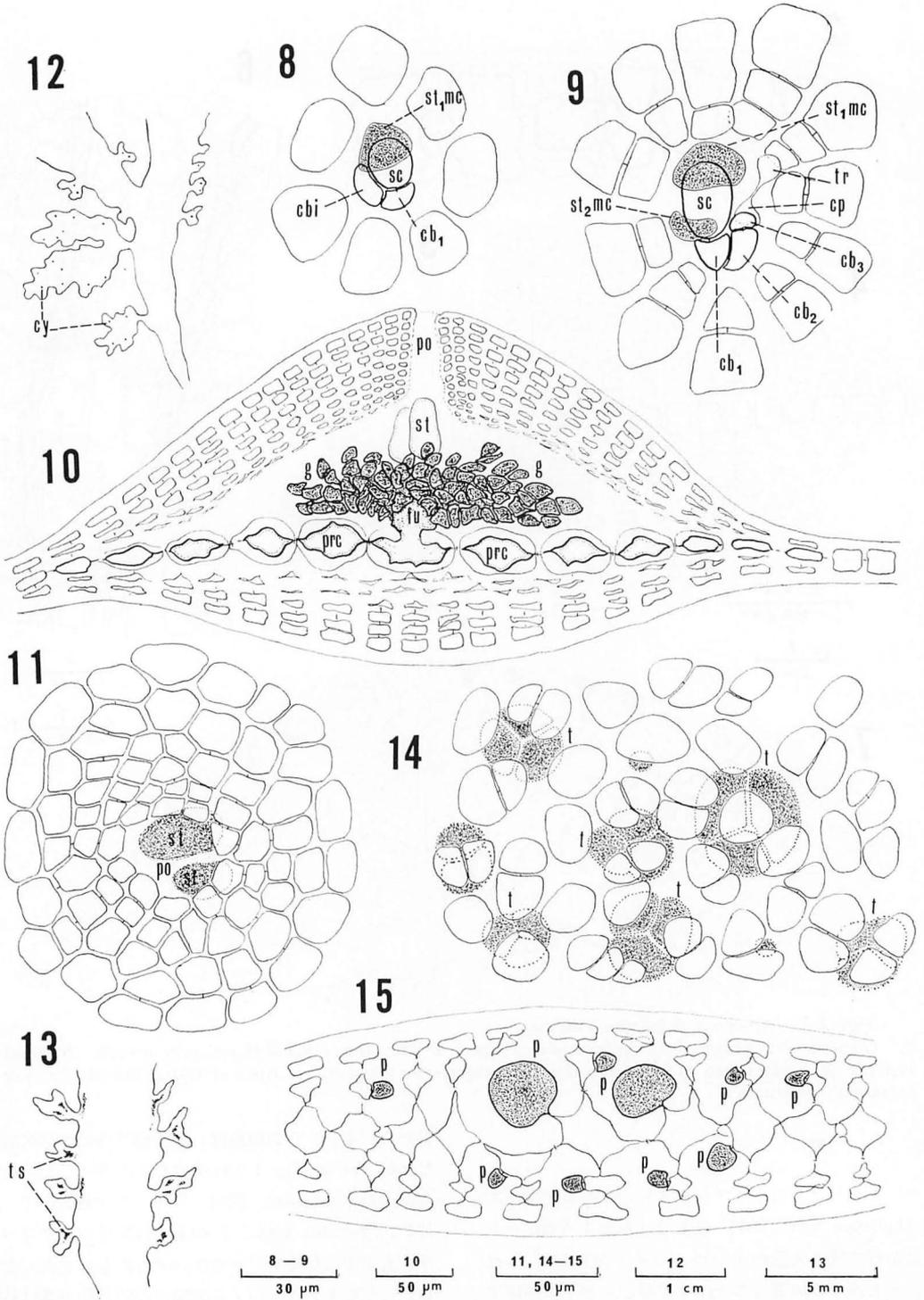
2. Cross section of blade. 3. Cross section of stipe. 4. The same, magnified. prc, primary cell. 5. Basal system. 6. Surface view of frond showing microscopic veins stippled. 7. Apex of young branch showing marginal segmentation.

考 察

ヤレウスバノリのタイプロカリティである千葉県大原 (holotype SAP 12344) などでは春先3月頃から6月にかけて常に大量のヤレウスバノリが打揚げられる。ところが不思議なことにそのほとんどが未熟体である。一方岡村 (1908) はカギウスバノリを日本の各

地から採集し、その雌性体、四分孢子体について詳細な図版 (pl. 26, figs. 1-19) を含む記載を示した。ところが後の日本海藻誌 (岡村 1936) の記述の中で、前述の26図版中の Figs. 2-3 のものは実はカギウスバノリのものでなくヤレウスバノリのものであったとし、しかもヤレウスバノリの場合の四分孢子嚢は体の両縁に沿って出来るので *Acrosorium* の属の特徴とは

Fig. 1. *Acrosorium flabellatum* YAMADA. A, sterile plant, Ohara, Chiba Pref., June 4, 1976. B, female, and C, tetrasporangial plants, Sugashima, Mie Pref., Apr. 28, 1975.



一致せず、従ってヤレウスバノリを *Acrosorium* 属に配することには疑いが持たれるとしている。

ヤレウスバノリとカギウスバノリとはその体の高さ、幅及び分岐の様子などについて共に変化が激しく、しかもその上、体上には共にしばしば「かぎ状枝」が発達して、外形的に相互を区別することは確かに容易ではない。ヤレウスバノリとカギウスバノリとの区別点としては先ずその体基部の様子の相違を挙げることができる。即ち、ヤレウスバノリでは短い茎をもち薄弱な基部組織によって岩上や具殻などに着生する。これに対してカギウスバノリでは基部組織の発達は目立たず、直接他の海藻上に付着して生育する。プロカルプを生ずる位置に関しては、カギウスバノリでは直接体表上に散在して生ずる（三上 1980）のに対し、ヤレウスバノリの場合にはそれらは縁辺から派生する小裂片上に生ずる特徴をもっている。四分孢子囊斑を生ずる位置について言えばヤレウスバノリの場合、岡村（1936）による上述の指摘にもかかわらず、体の両縁上のみならず、むしろ多くは体両縁より生ずる裂片上に生ずる（Fig. 13）。更に四分孢子囊原基の発

生を両種について比較すると、カギウスバノリではそれが皮層内部からのみ切り出される（三上 1980）のに対し、ヤレウスバノリでは皮層並びに primary 細胞層の双方から切り出される。以上の結果からみて、ヤレウスバノリを *Acrosorium* 属に配することには全く疑いがないと判断される。

終りにあたり貴重な原標本の閲覧と共に種々助言をいただいた北大理学部植物分類講座の吉田忠生教授に深謝申し上げる。

引用文献

- 岡村金太郎 1908. 日本藻類図譜 I. Published by the author, 東京.
 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
 三上日出夫 1980. カギウスバノリ（紅藻, コノハノリ科）について. 藻類 **28**: 113-116.
 YAMADA, Y. 1930. Notes on some Japanese Algae I. Jour. Fac. sci., Hokkaido Imp. Univ., **I**: 27-36.

Figs. 8-15. *Acrosorium flabellatum* YAMADA.

8-9. Development of procarp. cbi, initial cell of carpogonial branch; cb₁₋₃, first, second and third cell of carpogonial branch; cp, carpogonium; sc, supporting cell; st₁mc, st₂mc, mother cells of first and second groups of sterile cells; tr, trichogyne. 10. Cross section of young cystocarp. fu, fusion cell; g, gonimoblast; po, ostiole; prc, primary cell; st, sterile cell. 11. Surface view of young cystocarp. 12. Female blade. cy, cystocarps. 13. Blade with tetrasporangial sori (ts). 14. Surface view of part of tetrasporangial sorus. t, tetrasporangium. 15. Cross section of young tetrasporangial sorus. p, tetrasporangial primordia.

Fosliella zostericola in culture モカサ (紅藻, サンゴモ目) の培養

藤 田 大 介

北海道大学水産学部 (041 函館市港町3-1-1)

FUJITA, D. *Fosliella zostericola* (FOSLIE) SEGAWA (Rhodophyta, Corallinales) in culture. Jpn. J. Phycol. 36: 48-51.

The life cycle of an epiphytic crustose coralline alga, *Fosliella zostericola* (FOSLIE) SEGAWA collected from Hakodate, has been completed in the modified Grund medium at 15°C, 14:10 LD with 30 W/m². The cultures were started with carpospores which gave rise to mature tetrasporophytes in 44-124 days. The liberated spores from the tetrasporophytes reached mature male or female gametophytes in 20 days. The carpospores were liberated from the carposporophytes in 92 days. The germination discs of both tetraspores and carpospores possess eight-celled central element which produce intercalary trichocytes. Consequently this alga was transferred to the genus *Pneophyllum*.

Key Index Words: Corallinales—epiphyte—*Fosliella zostericola*—life cycle—*Pneophyllum zostericum*—Rhodophyta.

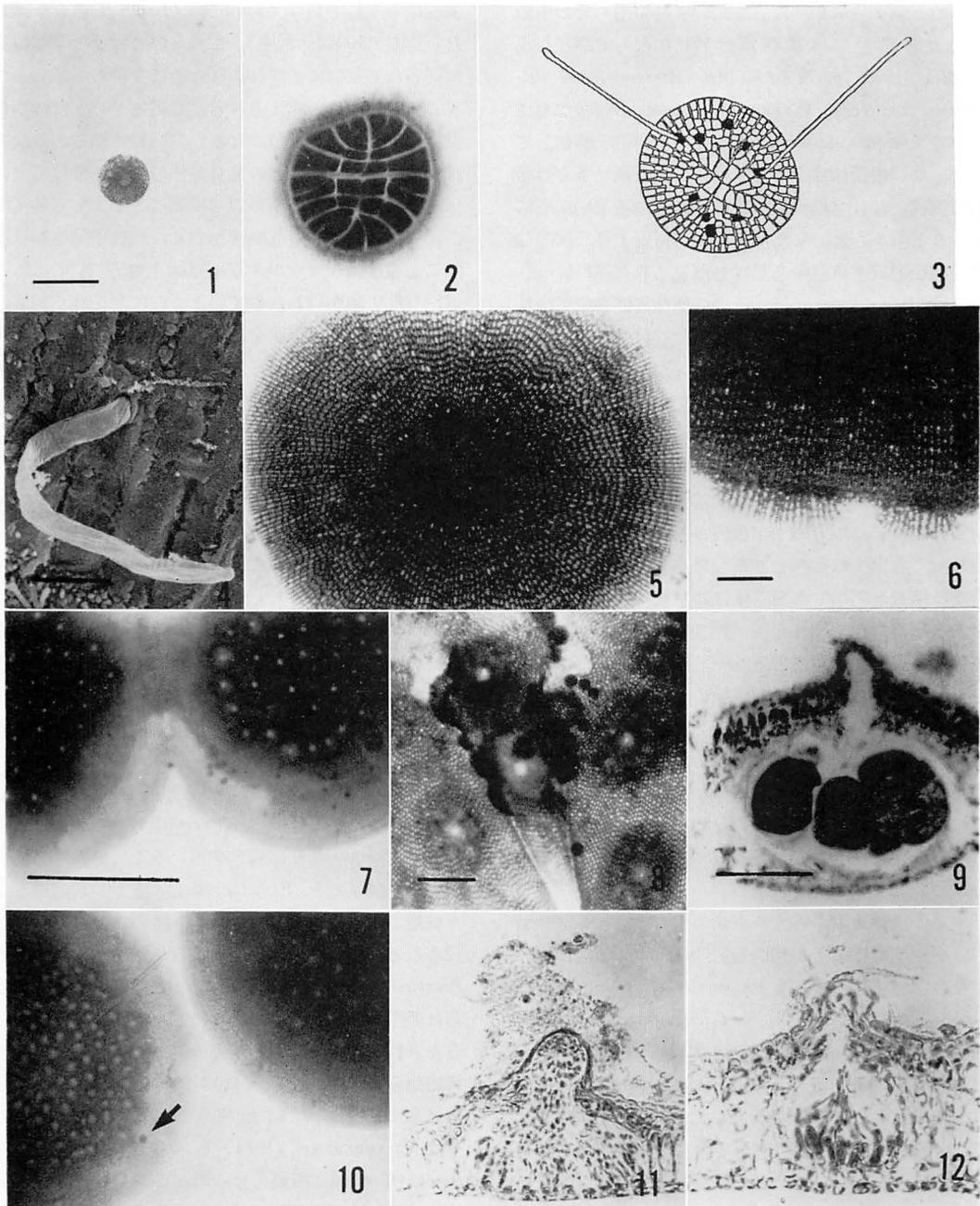
Daisuke Fujita, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minatomachi Hakodate, Hokkaido, 041 Japan

最近 CHAMBERLAIN (1987) は英国産の *Pneophyllum* 属 4 種について培養によって生活史を完結させているが、本邦に産する種的生活史についての報告はない。今回函館付近に普通に見られるモカサ *Fosliella zostericola* (Fosl.) SEGAWA について培養を行ったところ、生活史を完結することが出来、初期発生の観察から本種が *Pneophyllum* 属に所属すべきであることが明らかとなったので報告する。1983年4月6日に函館市志海苔の低潮線下のスガモ *Phyllospadix iwatensis* MAKINO の葉上に生育していた成熟体のモカサをスガモごと実験室内に持ち帰った。実体顕微鏡下で針又はピンセットを用いてモカサの囊果を破壊して果胞子を採取し、滅菌ろ過海水を満したシャーレ内に入れた。これらの胞子はマイクロピペットで吸い上げ、滅菌ろ過海水に移し入れることを繰り返して洗浄した後、別々に基質(ガラス及びカキ貝殻)に約20個ずつ播種した。翌日過半数の胞子の付着を確認し、未だ付着していないものを除去した後、Grund の改変培地(成分中の Na₂HPO₄ を1/4に減らしたもの、BROWN *et al.* (1973) を満したネジロびん(50 ml)に移し変えて培養を始めた。培養には恒温培養器(サンヨーインキュベーター MIR 550 型)を用い、能登谷(1978)が既にモカサの培養で良好な結果を得たと報告している温度 15°C、光強度約 30 W/m²(白色蛍光灯 4000 lux)、光

周期14:10(明期:暗期)の条件に設定した。液の交換は一週間ごとに行ない、培養途中で枯死した藻体は見つけ次第除去した。培養中に果胞子発芽体から放出された四分胞子はその度に採取し、上記の条件で培養を試みた。

結果及び考察

果胞子はいずれも直径約 40 μm の大きさで (Fig. 1), 放出後 2~3 時間で付着した。胞子の周囲には粘質物が認められるようになり、次第に胞子自体が平たく広がり、色も薄くなって、付着後 1~2 時間で分割を開始した。3~4 時間後には第一分割面と直交する分割が生じて 4 細胞となり、次いで各細胞が分割を行い 8 細胞となった。その後分裂が進んで約半日後には 28 細胞となった (Fig. 2)。ここまでの分割様式はモカサに関する千原(1974)、CHIHARA (1974)、能登谷(1978)の観察結果と一致し、能登谷(1978)のモカサ型と看過された。この後 4 日目には一部の細胞が透明になり 5 日目にはその細胞から毛が生じた (Figs. 3, 4)。この毛生細胞は中心部から縁辺に向かって放射状に並ぶ細胞列に介生的に生じ、カルノア液で固定してヘマトキシリンで染色すると他の細胞よりも濃く赤に染まった。毛の部分は基部と同様に透明であったが、この染色法



Figs. 1-12. *Pnephyllum zostericola* (Foslie) Fujita comb. nov.

1. Liberated carpospore. 2. Sporeling showing eight-celled central element. 3. Camera lucida drawing of germination disc with intercalary trichocytes (black) and their hairs. 4. Scanning electron micrograph of hair. 5. Young crust. 6. Secondary disc at the crust margin. 7. Mature sporophytes and liberated tetraspores. 8. Surface view of mature tetrasporangial conceptacles and liberated tetraspores. 9. Vertical section of tetrasporangial conceptacle. 10. Male (right) and female (left) crusts and liberated carpospore (arrow). 11. Vertical section of male conceptacle. 12. Vertical section of female conceptacle. Scale: 50 μm in Fig. 1 (for Figs. 1-3), Fig. 6 (for Figs. 5-6) and Fig. 9 (for Figs. 9, 11-12); 10 μm for Fig. 4; 100 μm in Fig. 8; 1 mm in Fig. 7 (for Figs. 7, 10).

では殆ど染まらなかった。またいずれの毛もその中軸にあたる部分には細胞質が管状になって存在し、Ducker (1979, p. 72) が豪州産 *Metagoniolithon stelliferum* (Lamarck) WEBER-VAN BOSSE の同様な毛について cytoplasmic strand としている構造と酷似していた。この後藻体は主として縁辺生長を続け多くの場合円盤状となり (Fig. 5), 時に心臓形や不規則な形になることもあった。また藻体の縁辺付近より二次的な発芽盤を形成するものもしばしば見られた (Fig. 6)。

培養20日目頃から、周囲を他の個体に囲まれて余り水平に広がらない個体の中央部あたりに白っぽく斑状に見える部分が数箇所生じてそれらが生殖器果となった。生殖器果の内部は次第に赤味を帯び、この部分に環状分裂をした四分胞子が形成された (Figs. 7-9)。培養40日目には35個体のうち7個体が成熟したがその後成熟個体の数は増え、90日目には全個体が成熟した。培養44日目には四分胞子が放出され、その後も数回にわたって放出されるのを観察した。四分胞子の各採取時期に培養を開始した発芽体は20日後には生殖器果を形成し始めたが、これらはパラフィン切片を作製して調べると雄性生殖器果と雌性生殖器果であった。雄性生殖器果内部では精細胞が塊状になって存在し (Fig. 10), 雌性生殖器果では未受精と思われるものしか認められなかった (Fig. 11)。そこで受精のチャンスを与えるべく培養ビンをよく振ったところ、雌性配偶体上に形成された嚢果から92日目に果胞子の放出があった (Fig. 12)。放出された胞子が果胞子であることは藻体の破壊により確認した。

以上の培養結果から、モカサの生活史はイトグサ型の生活史であることが判明し、CHAMBERLAIN (1987) が調べた4種の中では *Pneophyllum myriocarpum* (P. CROUAN & H. CROUAN) Y. CHAMBERLAIN と同じであった。しかし今回の培養では *P. lobescens* Y. CHAMBERLAIN, *P. plurivalidum* Y. CHAMBERLAIN, *P. zonale* (P. CROUAN & H. CROUAN) Y. CHAMBERLAIN で観察しているように胞子が生育して胞子体になるような過程は認められなかった。また無性生殖器果からの四分胞子の放出は静止培養中で容易に行うことができたにもかかわらず、有性生殖によって生ずる果胞子の放出は非常に稀であった。このことは本種がスガモなどの頭花植物の葉上のみで生育する性質と関連がある可能性がある。スガモの葉は一般に低潮線下に高密度に林立し、今回材料を採集した函館市志海苔では30-100 cmの葉が10 cm×10 cmに30-40本程度同じ地下茎から生えている。モカサはこのスガモの葉の両面に高

密度に着生しており (5 mm 幅×10 cm のスガモ葉あたり片面に100個体程度)、これらのスガモの葉が波浪に揺られて互いにこすれあうために受精のチャンスが多くなっていると考えられる。加えてモカサは体が小型で100 μm程度と薄いため、岩石着生性であるならばウニやカサガイなどの植食動物の食害を受けて食い尽されたり、他の大型の殻状藻類などによって個体群が間引かれたりする危険性がある。無性生殖を繰り返すことのないモカサがスガモの体上に生育することは、有性生殖が行われやすいように密度を高く保ち、食害動物の直接の影響を回避する上で一種の生活戦略と考えられる。

モカサは1900年 Foslie によって *Lithophyllum zostericum* f. *tenuis* として記載された後、*Lithophyllum zostericum* FOSLIE (岡村 1902, DE TONI 1905, COTTON 1915), *Melobesia zostericola* FOSLIE (FOSLIE 1907, DE TONI 1924, MASAKI & TOKIDA 1960), *Heteroderma zostericola* FOSLIE (FOSLIE 1909, MASAKI 1968, 岡村 1916, TOKIDA 1954) として扱われてきたが、現在は *Fosliella zostericola* (FOSLIE) SEGAWA の学名が与えられている (吉田 1976)。CHAMBERLAIN (1983) は英国産の *Fosliella* 属及び近縁の *Heteroderma* 属の種を検討し、この2属の分類基準として初期発生の分割様式と毛生細胞の形成部位の違いに注目し、またさらに *Heteroderma* の属名が地衣類の分類群との異物同名であることを指摘し、既に KÜTZING (1843) により設立された *Pneophyllum* の属名を用いることを提唱している。これによると *Fosliella* 属は原胞子分割の中心が4細胞で占められ、毛生細胞が細胞列の末端に形成されるのに対して、従来の *Heteroderma* 属、即ち *Pneophyllum* 属では原胞子分割の中心が8細胞で占められ毛生細胞が存在する場合は主として介生的に生じるとされている。今回の培養の経過で中心の細胞が8細胞からなること (Figs. 2, 3), 介生的な毛生細胞を生じること (Figs. 3, 4) が明らかになったので、モカサは CHAMBERLAIN (1984) も示唆しているように *Pneophyllum* 属に所属させるのが妥当と考えられる。なお1985年4月に基準産地の神奈川県三崎でエビアマモ *Phyllospadix japonica* MAKINO の葉上に生育していたモカサを採集して発芽初期の個体を検鏡したところ、8個の中心細胞、及び介生的な毛生細胞の存在を確認することが出来た。

Pneophyllum zostericum (Fosl.) FUJITA comb. nov.

Basionym :

Lithophyllum zostericum FOSLIE, Det K. Norske

- Vidensk. skr. **1900**(3): 5 1900.
- Nomenclatural synonyms:
- Melobesia zostericola* FOSLIE, Det K. Norske
Vidensk. skr. **1907**(6): 25 1907.
- Heteroderma zostericola* FOSLIE, Det K. Norske
Vidensk. skr. **1909**(2): 56 1909.
- Fosliella zostericola* (FOSLIE) Segawa, Jap. J.
Phycol. **24**(4): 143 1976.
- 謝 辞
- 本研究中, 神奈川県での材料の採集に際し, 株式会社海藻研究所の新井章吾氏の御協力を得たので, ここに厚くお礼申し上げる。
- 引 用 文 献
- BROWN, V. DUCKER, C.S. and ROWEN, K.S. 1977. The effect of orthophosphate concentration on the growth of articulated coralline algae (Rhodophyta). *Phycologia* **16**: 125-131.
- CHAMBERLAIN, Y.M. 1983. Studies in the Corallinaceae with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Bot.)* **11**: 291-463.
- CHAMBERLAIN, Y.M. 1984. Spore size and germination in *Fosliella*, *Pneophyllum* and *Melobesia* (Rhodophyta, Corallinaceae). *Phycologia* **23**: 433-442.
- CHAMBERLAIN, Y.M. 1987. Conceptacle production and life history in four species of *Pneophyllum* (Rhodophyta, Corallinaceae) from the British Isles. *Br. Phycol. J.* **22**: 43-48.
- CHIHARA, M. 1974. The significance of reproductive and spore germination characteristics to the systematics of the Corallinaceae: nonarticulated coralline algae. *J. Phycol.* **10**: 266-274.
- 千原光雄 1974. サングモの生殖発生と分類(5) イボモカサ属の5種について. *植物研究雑誌* **49**: 25-31.
- COTTON, A.D. 1915. Some Chinese marine algae. *Bull. Misc. Inform., Royal Bot. Gard. Kew.* **1915** (3): 107-113.
- DE TONI, G.B. 1905. *Sylloge Algarum*. Vol. 4, sect. 4. Padua. 1523-1973.
- DE TONI, G.B. 1924. Ditto. Vol. 6, sect. 5. Padua. xi+767p.
- DUCKER, S.C. 1979. The genus *Metagoniolithon* WEBER-VAN BOSSE (Corallinaceae, Rhodophyta). *Aust. J. Bot.* **27**: 67-101.
- FOSLIE, M.H. 1900. Revised systematical survey of the Melobesieae. *K. Nor. Vidensk. Selsk. Skr.* **1900** (5): 1-22.
- FOSLIE, M.H. 1907. Algological notiser. IV. *Ibid.* **1907** (6): 1-30.
- FOSLIE, M.H. 1909. Ditto. VI. *Ibid.* **1909** (2): 1-63.
- KÜTZING, F.T. 1843. *Phycologia generalis*. Leipzig.
- MASAKI, T. 1968. Studies on the Melobesioideae of Japan. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **16**: 1-80, pls. 1-79.
- MASAKI, T. & TOKIDA, J. 1960. Studies on the Melobesioideae of Japan. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **10**: 285-290, pls. 1-8.
- 能登谷正浩 1978. 無節サングモ類数種の発生学的研究. 北海道大学水産学研究所博士論文. 1-142.
- 岡村金太郎 1902. *日本藻類名彙*. 276 p. 東京.
- 岡村金太郎 1916. *日本藻類名彙* (第2版). 362 p. 東京.
- 岡村金太郎 1936. *日本海藻誌*. 964 p. 内田老鶴圃新社 東京.
- TOKIDA, J. 1954. The marine algae of southern Saghalien. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **2**: 1-264.
- 吉田忠生 1976. 藻類命名上の二, 三の問題点. *藻類* **24**: 143-145.

小亀一弘・吉田忠生：日本新産緑藻 *Bolbocoleon piliferum* PRINGSHEIM
(*Chaetophoraceae*, *Chlorophyta*) についての観察

Kazuhiro KOGAME and Tadao YOSHIDA: Observations on *Bolbocoleon*
piliferum PRINGSHEIM (*Chaetophoraceae*, *Chlorophyta*) newly found in Japan

Morphological and cultural observations were made on *Bolbocoleon piliferum* PRINGSHEIM which was an endophyte in *Gloiosiphonia capillaris* and *Chorda filum*, collected at Shikabe, Ootshibe and Oshoro in Hokkaido. Prostrate cells of the plants were 10-21 μm in diameter and 17-55 μm in length. Their chloroplasts were parietal and network-like each containing four to nine pyrenoids. Seta-bearing cells were bulb-shaped, having a parietal chloroplast with one to three pyrenoids for each. The seta was a prolongation of the seta-bearing cell and the part of the bulbous cell, up to 2.5 μm thick. In culture, biflagellate and quadriflagellate swimmers released from the sporangia were observed, but the fusion of gametes was not observed. The swimmer germinated with a germ tube and grew into uniseriate branched filaments.

Key Index Words: *Bolbocoleon piliferum*—*Chaetophoraceae*—*Chlorophyta*.
Kazuhiro Kogame and Tadao Yoshida, Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University,
Sapporo, 060 Japan

Bolbocoleon piliferum は1862年 PRINGSHEIM により記載された分枝をもつ単列糸状緑藻で、剛毛をもち、他の種々の海藻に付着内生する。北大西洋岸に広く分布が知られるが、北アメリカ太平洋岸、ソビエト連邦日本海沿岸及びサハリンからも報告がある (KLOCZKOVA and BYVALINA 1985)。 *Bolbocoleon piliferum* は *Acrochaete repens* PRINGSHEIM と混同されたこともあったが、SOUTH (1968) 及び KERMARREC (1970) により両者の違いが明らかにされた。

筆者等は最近、本種を北海道の鹿部、落部及び忍路で採集し、標本による形態観察と培養による生活史の観察を行なった。

藻体は紅藻イトフノリ及び褐藻ツルモに着生していた。藻体は匍匐する単列糸状で、宿主の皮層部に内生し、球根形の細胞から宿主の表皮外に突出する剛毛を出す (Fig. 1)。藻体の細胞は円柱形、楕円形またはやや三角形など、形はさまざまで、その直径は 10-21 μm 、長さは 17-55 μm であった。剛毛を出す細胞は他の細胞より小さく、その直径は 9-12 μm で、匍匐する糸状体に側生または頂生する。剛毛は 2.5 μm までの太さで、球根形の特別な細胞の一部として形成され長く伸びる。その針状部と球根形部は隔てられることはない。葉緑体は穴をもつ側壁性であるが、また網状のものもある。ピレノイドは糸状体の細胞に 4-9 個、剛毛をもつ細胞に 1-3 個存在する。成熟した藻体で

は、細胞は側方にふくれ、時には長く円柱状に伸び、内部に遊走細胞を形成する。成熟した細胞は直径 10-17 μm 、長さ 48-168 μm であった。

培養は、鹿部産の材料を用いて藻体断片と遊走細胞から単離した藻体について行なった。培養容器はフラットシャーレで、培養条件は 10°C、16:8 LD、培養液には PES を使い、液は 7-10 日ごとに交換した。培養した藻体において、2 本鞭毛 (Fig. 2) と 4 本鞭毛の遊走細胞を観察したが、配偶子の接合は確認できなかった。遊走細胞は 1-3 日後には発芽管を伸ばし、発芽する (Fig. 3)。その後、発芽管の先端部に藻体細胞が形成され、それは糸状に発達する (Fig. 4)。また、発芽した遊走細胞の原細胞の部分から、発芽管と反対の方向に長い針状毛を伸ばすことがある (Figs. 3, 4)。藻体の基物への着生は弱いらしく、発芽体ははがれて浮遊状態になりやすい。剛毛は球根状を呈する特殊な細胞に形成される。その形態は天然のものとかわらなかつた (Fig. 5)。また、剛毛をもたない藻体も現れた。培養状態が良好な場合は、藻体は発芽から 1 ヶ月程度で成熟した。細胞は成熟すると長く伸長しその先端部に遊走細胞を形成する (Fig. 6)。継続して培養を行なうと、藻体は球状に成長する傾向がある。

Bolbocoleon 属の特徴として、藻体は剛毛をもつこと、剛毛は葉緑体をもつ特別な細胞の突起であり、その細胞と突起部は隔てられないこと、遊走子の発芽の

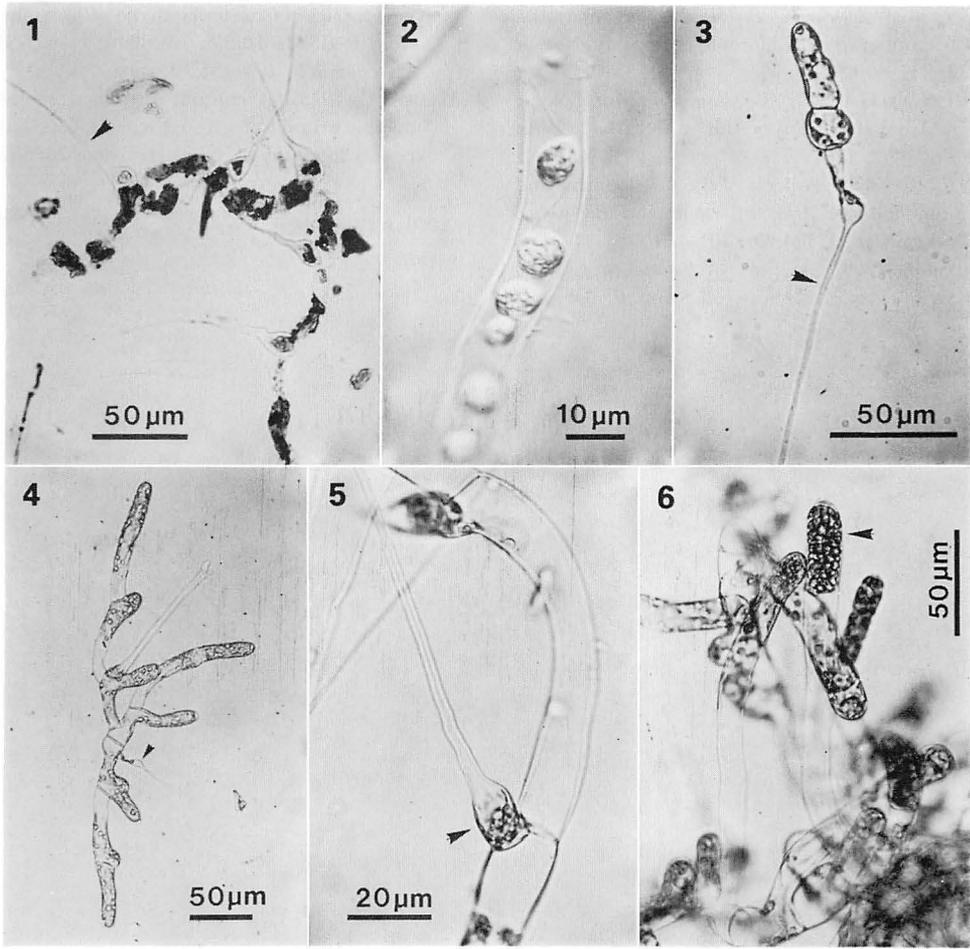


Fig. 1. *Bolbocoleon piliferum* from the field, endophytic in *Gloiosiphonia capillaris*. Arrowhead indicates a seta. Figs. 2-6. *Bolbocoleon piliferum* in culture. Fig. 2. Biflagellate swimmers in a sporangium. Fig. 3. A germling with a peg-like extension (arrowhead) and the wall of an original swarmer (arrowhead). Fig. 4. A young plant with a seta and the wall of an original swarmer (arrowhead). Fig. 5. Seta-bearing cell (arrowhead). Fig. 6. Part of a mature plant producing sporangia. Arrowhead indicates a sporangium.

際に発芽管を伸ばすこと、発芽体は分枝する単列糸状体となり、偽柔組織を形成しないことがあげられる (SOUTH 1968, KERMARREC 1970, NIELSEN 1979)。 *Bolbocoleon* 属には *B. piliferum* の他に *B. jolyi* YAMAGISHI-TOMITA (YAMAGISHI-TOMITA 1970) がブラジルから記載されているが、*B. jolyi* は *B. piliferum* に比べ、細胞が数倍大きいことで区別される。今回観察した材料は *Bolbocoleon* 属の特徴をそなえており、細胞の大きさ、葉緑体の形、ピレノイドの数などは *B. piliferum* の記載 (PRINGSHEIM 1862, SOUTH 1969, YARISH 1975) と一致する。

引用文献

- KERMARREC, A. 1970. A propos d'une eventuelle parents de deux Chlorophycées marines: *Acrochaete repens* et *Bolbocoleon piliferum* (Chaetophoracée, Ulotrichales). Cah. Biol. Mar. **11**: 483-490.
- KLOCZKOVA, N.G. and BYVALINA, T.P. 1985. Vodorosli-Makrofity ostrova Sakhalin I. Zelenye vodorosli. p. 42-63. In S.N. Trudov [ed.] Bentos i usloviya ego sushchestvovaniya na shel'fovykh zonakh Sakhalina. Akademiya Nauk SSSR, Vladivostok.

- NIELSEN, R. 1979. Culture studies on the type species of *Acrochaete*, *Bolbocoleon* and *Entocladia* (Chaetophoraceae, Chlorophyceae). Bot. Notiser **132**: 441-449.
- PRINGSHEIM, E.G. 1862. Beiträge zur Morphologie der Meeresalgen. Phys. Abh. d. K. Ak. d. Wiss. Berlin 1862: 1-38.
- SOUTH, G.R. 1968. Aspects of the development and reproduction of *Acrochaete repens* and *Bolbocoleon piliferum*. Can. J. Bot. **26**: 101-113.
- SOUTH, G.R. 1969. A study of *Bolbocoleon piliferum* PRINGSH. Proc. Int., Seaweed Symp. **6**: 375-381.
- YAMAGUISHI-TOMITA, N. 1970. *Bolbocoleon jolyi*, a new species of Chaetophoraceae (Chlorophyceae) from Redonda Island, Abrolhos, eastern Brazil. Phycologia **9**: 125-131.
- YARISH, C. 1975. A cultural assessment of the taxonomic criteria of selected marine Chaetophoraceae (Chlorophyta). Nova Hedwigia **26**: 385-430.

(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)

川嶋昭二：外国産コンブ目植物の漂着記録（4）チシマサツマタコンブ
について

Shoji KAWASHIMA: Drifting records of alien species of the Laminariales (4).

Laminaria subsimplex MIYABE et NAGAI

(4) *Laminaria subsimplex* MIYABE et NAGAI

チシマサツマタコンブ

コンブ属の中には、いわゆる digitate species (SETCHELL and GARDNER 1925) と呼ばれて葉が縦裂し掌状を呈する種類がある。このようなコンブは日本には釧路、根室地方に生育するゴヘイコンブ *Laminaria yezeensis* があるだけなので、日頃は単条のコンブだけを見なれている多くの日本人には、かなり珍しい種類と映るかも知れない。しかし、世界的に見るとコンブ属のタイプ種である *L. digitata* をはじめ多くの digitate species が北欧各地や北米大陸の東西両岸、そして極東海域にまで広く分布している。

ここに紹介する漂着海藻のチシマサツマタコンブ *L. subsimplex* もまた digitate species の1種で、宮部と永井 (MIYABE and NAGAI 1933) が千島列島北端のシュムシュ島とパラムシル島で採集した標本に基づいて新種としたものである。また、このコンブの分布につき彼らは北米ワシントン州を挙げているが、それ以外は今日まで北方海域のどこからも発見の記録がない。

漂着物は1980年9月上旬に北海道羅臼町在住の長川吾郎氏が知床半島東岸の同町合泊（知床岬まで約18km）の海岸に打ち上げられていたものを発見し、千島のヘイソク（ゴヘイコンブの俗称）ではないかと著者の所に持参されたものである。ちなみに同氏は1984年に死去されたが、生前は知床や千島のコンブに明るい篤漁家で、また貝類採集家としても知られ、その名はオサガワバイ (*Buccinum osagawai*) として記念されている。

素乾しのままの葉体を海水にもどしてから改めて乾燥標本 (Fig. 1) にして観察してみると、葉は破損し半分以上も失われているが確かに縦に深い裂け目があり、茎や分岐した根も残っているので、一見してチシマゴヘイコンブ *L. platymeris* かと思われた。しかし、なお良く各部を調べた結果、次のような特徴を知ることができた。

根は3-5回分岐し、その付け根で約3mmと太く、最先端で急に細くなる。茎は長さ3.5cm、太さ約

4mmあるが、扁圧の程度は不明である。葉は基部が広くて円形をなし、全形は長楕円形か長卵形であったと思われるが、その左側は基部以外の大部分が欠け、右側の残った葉片は長さ77cm、幅6cmあり、基部まで切れこんでいる。この切れこみの縁は大部分が普通の縁辺のように滑らかで、漂流中にできた傷害ではなく、このコンブ本来の性質として流失前に生じた裂開の跡と見られる。また、この残っている葉片の幅と比較すると、失われた部分はおそらく2つくらいの葉片に分かれていたように思われる。葉の厚さは中央部で約1.1mm、基部で1.5mmあり、質は革質で堅く、色は暗赤褐色を呈する。粘液腔道は、茎では小さ

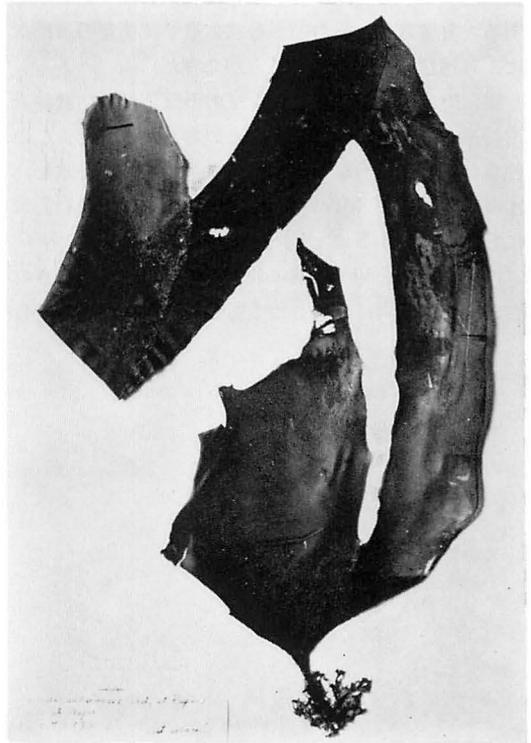


Fig. 1. *Laminaria subsimplex* MIYABE et NAGAI, cast ashore at Aidomari, Rausu (羅臼町合泊), Hokkaido. Early in September, 1980. Collected by Gorô OSAGAWA. (84 cm in length)

い円形または楕円形で表層直下にやや密に並び、葉では非常に小さい円形で外皮層中に1列に散在する。子囊斑は形成されていない。

さて、宮部と永井 (MIYABE and NAGAI 1932, 1933) が千島列島から報告した digitate species は5種類あるが、そのうち根が盤状のゴヘイコンブを除くチシマゴヘイコンブ、クマデコンブ *L. dentigera*, ホソバチャセンコンブ *L. taeniata* およびチシマサツマタコンブの4種はいずれも分岐した根をもち、外観も互いに似て区別が難しく、分類学的位置についてしばしば論議の対象にされてきた (KAIN 1979)。しかし、MIYABE and NAGAI (1933), SETCHELL and GARDNER (1925) および KJELLMAN (1889) の記載や図をよく検討すると、前2種は茎が比較的長く、葉は重複して多くの細い裂片に分かれ、幅広い掌状になるのに対し、後2種は茎が短か目で、葉の裂片は少なく、全形も細長になる傾向がある。また、これらの粘液腔道は葉においては4種とも小さな円形でほとんど区別し難いが、茎のそれはチシマサツマタコンブだけが小さな円形または楕円形であるのに対し、他3種はいずれも非常に大きい長楕円形または紡錐形であり、その違いは一目瞭然である。著者はこれらの特徴を北大農学部所蔵の各標本により追試し、確認することができた。

羅臼町合泊に漂着したコンブの外部形態と粘液腔道の特徴を上述した4種のそれと照合してみると、この標本は明らかにチシマサツマタコンブの特徴を示し、また全体として MIYABE and NAGAI (1933) の原記載にも良く一致する。

本種は今から50年以前に北千島の2島から報告されただけで、参考にすべき標本も少なく、形態変異や分

布域についての情報もない。この漂着海藻も、どこから、どんな経路で知床半島東岸に到達したのであろうかは想像の域を出ないが、今はシュムシュ島かパラムシル島から千島列島沿いに流れてきたと考えるほかはない。しかし、今まで知られている千島地方からの漂着海藻は、ほとんど釧路、根室地方の太平洋沿岸で発見されていることから考えると、今回の例は珍しいことであり、海洋学的にも興味を引く発見と思われる。

貴重な標本を発見し、提供して下さった故長川吾郎氏の功績は大きい。ここに故人に対し満腔の謝意を表す。また、標本調査を快くお許し下さった北海道大学農学部四方英四郎教授に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- KAIN, J.M. 1979. A view of the Genus *Laminaria*. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17**: 101-161.
- KJELLMAN, F.R. 1889. Om Beringhafvets Algflora. *Kongl. Sv. Vet.-Akad. Handl.*, **23**(8): 1-58.
- MIYABE, K. and NAGAI, M. 1932. On *Hedophyllum Bongardianum* (POST. et RUPR.) YENDO and five species of *Laminaria* from the North Kuriles. *Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc.*, **12**: 194-204.
- MIYABE, K. and NAGAI, M. 1933. Laminariaceae of the Kurile Islands. *Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc.*, **13**: 85-102.
- SETCHELL, W.A. and GARDNER, N.L. 1925. The Marine Algae of the Pacific coast of N. America, part III, Melanophyceae. *Univ. Calif. Publ., Bot.* **VIII**: 387-898.

Christine A. OROSCO・大野正夫：フィリピン・セブ島における海藻の利用

Christine A. OROSCO and Masao OHNO: Utilization of seaweeds in Cebu Island, Central Visayas, the Philippines

フィリピン諸島は、昔から浜辺で採集しやすい海藻を食べる習慣があり、筆者の一人、Christine A. OROSCO はセブ島で育ち、種々の海藻を食してきた。1985年には京都大学の梅崎 勇教授らとともに、筆者等はフィリピンの海藻資源調査を行う機会を得た。セブ島の海藻植生等については、すでに報告書が出されているが (UMEZAKI 1987)、ここではローカルにセブ島で利用されている海藻について述べる。

セブ島で市場やスーパーマーケット、あるいは行人によって良く売られているのは、キリンサイ類 (*Eucheuma*) とイワズタ類 (*Caulerpa*) である。キリンサイ類は、セブ島では古くから周辺のサンゴ礁リーフに繁茂していたものを採取していたが、最近ではボホール島 (Bohol Island) のカラゲナン抽出の原藻として大規模に養殖されているものを、ナイロン袋に入れ小船でセブ島に運んできている。キリンサイ類は、時々海水をかけるなどして、1週間くらい保存することもある。養殖種としては、*E. spinosum* と *E. cottonii* (学名に変更が行われたが、業界ではまだ使われている) が利用されているが、食用には *E. cottonii* が舌ざわりが良いために多く売られている。付近の自生種も時々売られているが、主枝が太く分枝が短いなどの特徴があり養殖種と区別がつく。これらは 300 g 程度に袋づめにされ、1~2ペソ (15~30円) で売られている。キリンサイ類は普通サラダにして食べられている。料理法は、沸騰した湯の中に2~3分入れると、脱色し多少軟骨質性の舌ざわりの柔らかさになる。ゆですぎるとおいしくなくなる。湯通しをした後水洗いをし、細断する。これにタマネギ、トマト、ショウガを入れ、酢、砂糖のほかにスパイスを加える。

時にはココナッツミルクや醤油を使うこともある。またボイルされた魚肉などを少量入れる場合もある。

イワズタ類も古くから自然に繁茂しているものを採取し食用にしてきたが、最近では養殖されているものを利用している。

養殖されている種は、*Caulerpa racemosa* var. *clavifera* (センナリズタ) である。*C. lentillifera* (クビレズタ) とする人もある (徳田, 大野, 小河 1987)。*C.*

racemosa var. *clavifera* は、セブ島と橋で結ばれた小さい島のマクタン島 Kalawisan 村の沼池で周年にわたって生育している。ここでのイワズタ養殖は粗放的で、適当に伸びたものを採取し、一部をちぎって再度移植する。

45日くらいで採取できる大きさになるという。養殖池は現在 20 ha ほどあり、わずかに開かれた水門で海と結ばれている。以前はミルクフィッシュ (*Chanos chanos*) の養殖池であったものを、1950年頃からイワズタ類を主とする池に変わったようである。この養殖池は沼池で浅く 30~50 cm の深さであるが、非常に濁っており底に生えているイワズタは全く見えず、小船に乗って手さぐりで採取するのである。イワズタ類の養殖は、ルソン島などでも試みられたが成功しておらず、現在マクタン島だけのようである。セブ島では、この他 *Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii* (ヒラエズタ), *Codium tomentosum* (イモセミル), *Gracilaria* sp. (オゴノリ属の1種) や *Halymenia* sp. (イソノハナ属の1種) も海藻サラダに使われているが、市場で常に売られているほどではない。*Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii* は、セブ語で“Hang-hang”と呼ばれており先の養殖池には *C. racemosa* var. *clavifera* とともに繁茂しているが取りのぞけられている。“Hang-hang”とはしぶい味という意味で食用にはおいしくはない。

Codium tomentosum は Comotes 島やセブ島の北部でイワズタと同じようにして食べられている。*Gracilaria* sp. は *Caulerpa* と同じような料理法であるが、あまり長く湯通しせずに料理されている。セブ島の北部にみられる *Halymenia* sp. は、“Tinola”と呼ばれる魚スープの Vegetable として用いられている。セブ島にはこのほかの種類で、ルソン島のイロコスなどで食用にしている海藻も繁茂しているが、慣習的に採取されないものもある。

今迄見てきた海藻養殖場と生育環境が異なるのに驚かされたが、イワズタ類の生態的特性を考える時に良い参考になると興味を持った。

採取されたこれらイワズタ類は、竹籠に入れ、上にアオサなどをかぶせて運ばれる。ここで養殖されたイ

ワズタ類は、船でルソン島やミンダナオ島まで運ばれている。またここには日本からの仲買人も来ているという。日本には塩漬けにして輸出され、食べる時に水洗いし、塩ぬきをすると、元の形になるが、しかし味は一度塩漬けにすると本来の海藻の香りが消え、おいしくない。イワズタ類は1カン1~2ペソ(15~30円)で売られている。1カンは200gくらいの容量である。イワズタ類もサラダとして食べられている。料理法は仮根部などを取りのぞき、水洗いをした後に盛りつける。塩と酢を混ぜたものを少しかける。時にはトマトやタマネギを混ぜて皿に盛る場合もある。新鮮なイワズタ類は、バナナの葉に包んでおくと、1週間くらい保存できる。

セブ島では直接食用にする海藻以外に、寒天の原藻である天草類の採取は行われている。

またセブ語で“lumot”と呼ばれている *Enteromorpha* (アオノリ属)の仲間は漁民によって採取され、トラップの中に入れ、アイゴ科の魚や rabbit fish (クロビシカマス)などの採捕に使われている。ホンダワラ類やアオサは昔から沿岸の農民は土の中に入れ土壌の肥沃化に利用してきた。セブで現在食用にされている海藻は、昔からの慣習によったものであるが、海藻が健康に良いという事がわかり、日本の海苔、コンブ、ワカメの料理法が伝われば、将来これらの海藻もセブ島で利用されるようになるであろう。

引用文献

徳田 廣・大野正夫・小河久朗 1987. 海藻資源養殖学. 緑書房, 東京.

UMEZAKI, I. 1987. Scientific survey of marine algae and their resources in the Philippine Islands. Report of a overseas research project by a Grant-in-Aid from the Ministry of Education, Science and Culture of Japan, Nos. 60041039 (1985) and 6104035 (1986). Ed. by I. UMEZAKI, 92 pp.

(〒781-04 土佐市宇佐町井尻194 高知大学海洋生物教育研究センター)

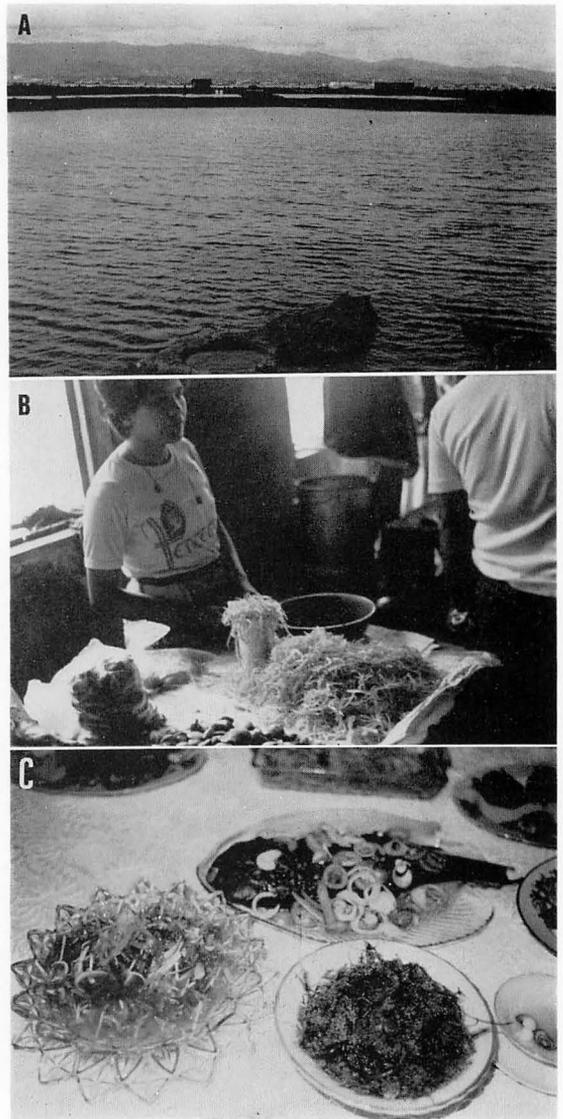


Fig. 1. Seaweeds available in Cebu markets: A) *Caulerpa* culture pond in Kalawisan, Mactan Island, Cebu; B) *Eucheuma* from seaweed farm areas in Bohol sold in Cebu Public Market; C) *Eucheuma* (lower left of photo) and *Caulerpa* (lower right) salads.

榎本幸人：神戸大学理学部附属臨海実験所

Sachito ENOMOTO: Marine Biological Station, Faculty of Science, Kobe University

昭和38年，神戸大学理学部岩屋臨海実験所は兵庫県淡路町から寄付された土地，建物を基礎に学内措置として発足した。昭和41年4月，官制上正式に神戸大学理学部附属臨海実験所が設置された。その後，教官技官の定員配置増，隣接地の購入などを経て，昭和58年度，建物の全面的な増改築が行われ，現在に至っている。

本実験所は淡路島の北端に位置し，東は大阪湾に，北は明石海峡に面し，西は同海峡を通して播磨灘に続いている。また，南は紀淡海峡，鳴門海峡，紀伊水道に連なる。至近距離に内海，外海とあい異なる海洋環境をあわせ持っている。

敷地は 3,125 m²。建物は二階建。一階は 483 m²，事務室，実習室（定員20名），準備室，講義室（定員24名），飼育室，標本資料室，工作室，外来研究者室，食堂，厨房，浴室，倉庫などがある。二階は 492 m²，研究室，実験室，機器室，測定室，暗室，洗浄室，図書室などの他，宿泊室（和室，6室，定員25名），洗濯室などがある。

実験所周辺の高藻類は近年沿岸埋立工事などのため生育地そのものが減少したが，採集・調査船「おのこ」(全長 15 m，重さ 8.5 t，機関350馬力，巡航速度 20 kt，定員20名)により約 1 時間で西は播磨灘の家島群島，南は紀淡海峡，生石崎，友が島，沼島など高藻類の豊富な生育地に達し，実験研究材料用の高藻の入手は比較的容易である。

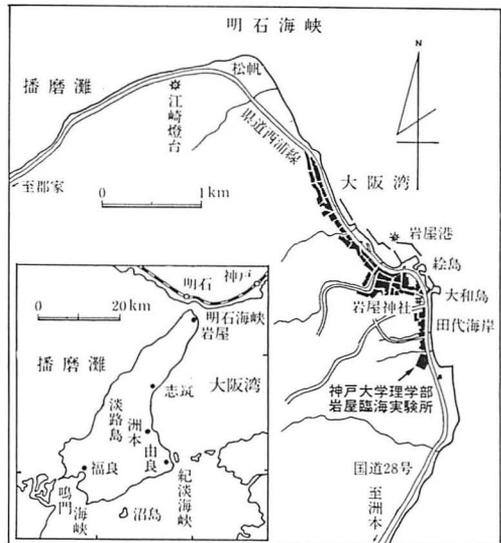
海水汚染の程度は付近に大規模な汚染源がなく，また明石海峡の速い潮流に洗われ，大阪湾阪神沿岸，播磨灘北部臨海工業地帯沿岸と比較して低い。高藻類の飼育培養実験には実験所前の海岸からポンプアップ，実験室に給水する海水で特に支障はない。

高藻関係の学生実習に必要な一般的な機器類はほぼ完備されている。この他，藻類の分類，形態，培養に関する基本的な一通りの研究機器は整備されている。

本実験所は神戸大学の生物学，海洋科学関係の教官学生による研究，教育，実習に常時利用されているが，他大学の臨海実習はもとより他大学教官学生による研究，実習にも施設利用の便宜を計っている。また岡山，島根，神戸の三大学間の単位互換制度による臨



第1図 実験所全景



第2図 実験所所在地概略図



第3図 採集・調査船

海実習，全国国立大学理学部生物学科学生を対象とした公開臨海実習を開講している。

実験所への順路は，JR 山陽線明石駅下車，或いは山陽新幹線西明石駅で JR 山陽線に乗り換え，明石駅下車。南に約 500 m，明石港，播淡汽船の棧橋に至る。明石港より対岸の岩屋港まで海上約25分で淡路島に渡る。連絡船は05：00—21：30の間，30分間隔で運

行されている。岩屋港棧橋より国道28号線を南に徒歩約10分，或いはタクシー約5分で実験所に至る。

食事は10名以上利用の場合希望により用意する。少人数の場合は厨房で自炊。

実験所，採集調査船利用希望者は神戸大学理学部臨海実験所長宛（〒656-24 兵庫県津名郡淡路町岩屋，電話0799-72-2374）申し込む。

新村 巖*・宮地和幸**・野呂忠秀***: 糸野洋先生の御逝去を悼む

Iwao SHINMURA*, Kazuyuki MIYAJI**, Tadahide NORO***:

Hiroshi ITONO (1943-1987)



鹿児島大学理学部教授、水産学博士・理学博士、糸野洋先生は昭和62年5月17日に膵臓癌のため、43才の若さで御逝去されました。先生は同年2月頃体調の不調を訴えて訪ねた鹿児島市立病院で膵臓癌と診断され、即鹿児島大学医学部付属病院に入院し療養を続けましたが、病巣の転移は予想以上に早く、僅か3カ月後には不届の人となりました。先生は病室にタイプライターを持ち込んで、論文執筆を続けるのみならず、内定を受けた文部省科研費の申請書を夫人に口述筆記してもらい、さらには学生を病院に呼んで卒業研究の指導に当たるなど、最後まで研究と教育にその情熱を注がれました。

先生は昭和18年7月15日、広島県海田町に生まれ、昭和41年鹿児島大学水産学部漁業学科増殖学専攻を卒業後、ひき続き水産専攻科に進学され、昭和43年4月に修了しました。そして、同年12月から同大学助手(水産学部)として勤められ、昭和52年5月に同大学理学部生物学科の創設と同時に理学部講師として転任され、昭和55年4月助教授を経て、昭和61年4月教授に就任されました。その間、昭和55年に6カ月ほどタイ国カセサート大学へ日本学術振興会より在外研究員として派遣されました。

先生は水産学部時代に鹿児島大学名誉教授田中剛先生のもとで、南西諸島の海藻のフローラを調べることに従事し、特に紅藻類イギス科の植物に興味を持たれて、その分類学的研究に没頭されました。その結果、昭和51年3月「南日本産紅藻類イギス科の分類学的研究」という題で、北海道大学から水産学博士の学位を授与されました。その成果は500頁にも及ぶ単行本にまとめられ、西独より出版されました。この本はこのグループの分類学的研究にはなくてはならない文献となり、最近のイギス科に関する論文には必ず引用されています。理学部に移られてからは今までの紅藻類のイギス科の研究の他に、新たに紅藻類スギノリ目のうちあまり知られていない幾つかの科の雌の生殖器官に興味を持たれて、その研究に専心されました。その成果は「あまり知られていないスギノリ目に属するいくつかの科の雌性生殖器官の形態とその分類学的関係」という論文となり、昭和59年3月に北海道大学から理学博士の学位を与えられました。先生の分類学的興味は紅藻にとどまらず、緑藻、褐藻についても幅広く研究され、20年余の研究生活の間に5新属と36新種を創設しました。

筆者の一人である、宮地は糸野先生が助手になられた当初から教えを受けた一人であるが、その頃の先生は処女論文を発表し、旺盛に研究意欲に燃えていた頃でした。当時、先生は「採集は出来るだけ沢山採ること。そして、スケッチは出来るだけ大きく書くこと。」と田中先生に言われたとあって、それこそ畳1畳ほどの大きさに書かれたフタツガサネやリュウノタマなどのスケッチが積み重ねられていました。その当時の植物研究室は年に3回、必ず鹿児島大学水産学部の練習船南星丸を使って、ドレッジ採集に奄美大島や種子島の付属島である馬毛島、その他の島々に調査に行ったものです。調査地点ではドレッジ採集のみならず、先生はスクーバ潜水でも採集されていました。その様な中で、エツキヒビロウド(*Gibsmithia* sp.)は奄美大島、竜郷湾での停泊中にスクーバ潜水で35mの所から採集されたものです。

先生は特に南西諸島に多くの足跡を残しておられ、

北はトカラ列島から南は与那国島までくまなく採集調査されています。さらに日本だけでなく、台湾、グアム、タイ、フィジーでも精力的な採集を行ってきました。採集には海外に何回も足を運んでいる先生でしたが、とうとう先生は本格的に欧米の国に留学し、研究することなく亡くなられました。唯、昭和52年8月米国サンタバーバラで開催された第9回国際海藻シンポジウムに出席され、*Actinotrichia* の新種について発表されています。

先生の研究態度は常に厳しく、特に学生があやふやなことを言ったり、書いたりすると「よくみて調べてから言いなさい」とよく注意されたものです。3、4年前までは朝4時頃に教室に入られ、日中の授業のあい間も借しまれ、夜更けまで検鏡とスケッチに余念がなかったそうです。

先生がこれからも紅藻類の進化や系統だけでなく、海藻類の分類学に対して、さらに多大な貢献をされるものと期待されていただけに、まことに残念でなりません。昭和61年植物学会鹿児島大会の折り、お会いした方々もこれほど早くなくなれるとは誰一人として信じられなかったことと思います。

終わりに先生の御業績を紹介し、心から御冥福をお祈り申し上げます。

(*892 鹿児島市錦江町11-40 鹿児島水産試験場,

**274 千葉県船橋市三山2-2-1 東邦大学理学部,

***890 鹿児島市下荒田4-50-20 鹿児島大学水産学部)

業績目録

- 1) 田中 剛・糸野 洋. 1968. 奄美大島の海藻. 海中公園センター調査報告・奄美群島自然公園予定地基本調査書 鹿児島県: 191-201.
- 2) 田中 剛・糸野 洋. 1968. 与論島の海藻. 同上 317-325.
- 3) TANAKA, T. and ITONO, H. 1969. On the two species of *Atrairvillea* from southern Japan. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. **18**: 1-6.
- 4) TANAKA, T. and ITONO, H. 1969. Studies on the genus *Neurymenia* (Rhodomelaceae) from southern Japan and vicinities. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. **18**: 7-27.
- 5) ITONO, H. 1969. The genus *Antithamnion* (Ceramiaceae) in southern Japan and adjacent waters-I. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. **18**: 29-45.
- 6) 田中 剛・糸野 洋. 1969. 桜島・神瀬, 沖小島, 知林ヶ島, 長崎鼻, 佐多岬の海藻. 霧島・屋久国立公園・錦江湾海中公園調査書. 鹿児島県: 83-95.
- 7) 田中 剛・糸野 洋. 1969. 蒲江海域の海産植

物. 大分県海中公園候補地学術調査報告書. 大分県: 45-52.

- 8) 糸野 洋. 1970. 本邦南海産クジャクノハネモ属植物二種について. 藻類 **18**: 121-126.
- 9) 糸野 洋. 1970. 本邦南海産ヒラシオグサ属植物二種について. 藻類 **18**: 127-130.
- 10) 糸野 洋. 1971. ウスムラサキについて. 藻類 **19**: 1-4.
- 11) 糸野 洋. 1971. エツキヒビロウド (新称) 奄美に産す. 藻類 **19**: 94-96.
- 12) ITONO, H. 1971. The genus *Antithamnion* (Ceramiaceae) in southern Japan and adjacent waters-II. Mem. Fish., Kagoshima Univ. **20**: 209-216.
- 13) ITONO, H. 1971. The genus *Callithamnion*, *Seirospora*, *Pleurosporium*, and *Mesothamnion* (Ceramiaceae, Rhodophyta) in southern Japan. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. **20**: 217-237.
- 14) ITONO, H. 1972. The genus *Ceramium* (Ceramiaceae, Rhodophyta) in southern Japan. Bot. Mar. **15**: 74-86.
- 15) ITONO, H. 1972. Two species of genus *Titanophora* (Rhodophyta) in southern Japan. Bot. Mag., Tokyo **85**: 201-205.
- 16) ITONO, H. 1972. Three species of *Delesseriaceae* (Rhodophyta) from southern Japan. Micronesica **8**: 43-53.
- 17) TANAKA, T. and ITONO, H. 1972. The marine algae from the island of Yonaguni-II. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. **21**: 1-14.
- 18) 田中 剛・糸野 洋. 1972. 志布志湾の海藻及び石サンゴ類の生種状況. 志布志湾地域の生態学的基礎調査 (志布志湾臨海部とその周辺海域及び背後地 20 km 圏域), 樹地域開発コンサルタンツ: 87-97.
- 19) ITONO, H. 1973. Notes on marine algae from Hateruma Island, Ryukyu. Bot. Mag., Tokyo **86**: 155-168.
- 20) ITONO, H. and TANAKA, T. 1973. *Balliella*, a new genus of Ceramiaceae (Rhodophyta). Bot. Mag., Tokyo **86**: 241-252.
- 21) 糸野 洋. 1974. 薩摩半島西岩河川の水生植物調査. 鹿児島県西部及び北部地域自然環境保全基本調査. 鹿児島県自然愛護協会報告: 149-157.
- 22) OHMI, H. and ITONO, H. 1976. A new species of the genus *Liagoropsis* (Rhodophyta) from southern Japan. Journ. Jap. Bot. **51**: 199-203.
- 23) ITONO, H. 1977. Studies on the southern Japanese species of *Galaxaura* (Rhodophyta). Micronesica **13**: 1-26.
- 24) TANAKA, T. and ITONO, H. 1977. On two species of Chlorophyta from southern parts of Japan. Bull. Jap. Soc. Phycol. **25**: 347-352.
- 25) ITONO, H. 1977. Studies on the ceramiaceous

- algae (Rhodophyta) from southern parts of Japan. *Biblio. Phycol.* **35**: 499p. J. Cramer, Vaduz, W. Germany.
- 26) ITONO, H. 1979. *Actinotrichia robusta*, a new species of the Chaetangiaceae (Nemaliales, Rhodophyta). *Jap. J. Phycol.* **27**: 137-141.
- 27) ITONO, H. 1979. Vegetative structure of *Plumariella yoshikawae* OKAMURA (Ceramiaceae, Rhodophyta) and its systematic position. *Rep. Fac. Sci., Kagoshima Univ. (Earth Sci. and Biol.)* **12**: 39-49.
- 28) 糸野 洋. 1979. 再び馬毛島の海藻について. *自然愛護* **5**: 3-4 鹿児島県自然愛護協会.
- 29) ITONO, H. 1980. The genus *Galaxaura* (Rhodophyta) in Micronesia. *Micronesica* **16**: 1-19.
- 30) ITONO, H. and TSUDA, R.T. 1980. New algal genera and species records from Micronesia: *Chamaedoris orientalis* (Chlorophyta) and *Rhodopeltis gracilis* (Rhodophyta). *Micronesica* **16**: 21-27.
- 31) ITONO, H. and TSUDA, R.T. 1980. *Titanophora marianensis* sp. nov. (Nemastomataceae, Rhodophyta) from Guam. *Pac. Sci.* **34**: 21-24.
- 32) 糸野 洋. 1980. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-I. 概説1. 海洋と生物 **2**: 69-75.
- 33) 糸野 洋. 1980. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-II. 概説2. 海洋と生物 **2**: 140-146.
- 34) 糸野 洋. 1980. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-III. 族の分類. 海洋と生物 **2**: 222-225.
- 35) 糸野 洋. 1980. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-IV. 各論1. ワレニア族, ヨツノサデ族, フタツガサネ族. 海洋と生物 **2**: 294-298.
- 36) 糸野 洋. 1980. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-V. 各論2. ウスムラサキ族, ホソガサネ族, ドールニエラ族. 海洋と生物 **2**: 464-468.
- 37) 糸野 洋. 1981. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-VI. 各論3. イギス族. 海洋と生物 **3**: 69-73.
- 38) 糸野 洋. 1981. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-VII. 各論4. ランゲリア族, ウブゲグサ族, キヌイトグサ族. 海洋と生物 **3**: 147-151.
- 39) 糸野 洋. 1981. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-VIII. 各論5. クシベニヒバ族. 海洋と生物 **3**: 228-231.
- 40) 糸野 洋. 1981. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-IX. 各論6. クスダマ族, スホンディロタムニオン族. 海洋と生物 **3**: 306-309.
- 41) 糸野 洋. 1981. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-X. 各論7. カザシグサ族, ヒビタマ族 (その1). 海洋と生物 **3**: 345-349.
- 42) 糸野 洋. 1981. 紅藻イギス科藻類の分類と分布-XI. 各論8. ヒビタマ族 (その2). 海洋と生物 **3**: 44-45.
- 43) 糸野 洋・鯉坂哲朗. 1982. フィジー諸島産海産藻類の分類学的研究. 文部省指定特定研究経費 オセアニア海域における水陸総合学術調査-I. 昭和56年度研究経過報告書 (鹿児島大学) no. 2, 74-75.
- 44) ITONO, H. 1984. Female reproductive structure of *Rhodopeltis borealis* (Gigartinales, Rhodophyta) with notes on its taxonomic position. 文部省特定研究経費. 琉球弧南端海域の海洋環境に関する総合研究速報. 鹿児島大学: 11-17.
- 45) ITONO, H. 1985. Some noteworthy species of *Galaxaura* (Chaetangiaceae, Rhodophyta). from Fiji. *Kagoshima Univ. Res. Cent. South Pacific, Occasional Pap.* **5**: 42-51.
- 46) ITONO, H. 1985. *Rhodolachne radicata*, a new species of red alga (Rhodomelaceae, Ceramiaceae) from Fuji and southern parts of Japan. *Kagoshima Univ. Res. Cent. South Pac., Occasional Pap.* **5**: 53-64.
- 47) 糸野 洋・榎本幸人・今野敏徳・鯉坂哲朗・ヴァイタヤ・スリマノーパス. 1985. 台湾蘭嶼島の海産藻類: 紅藻 (予報). 文部省特定研究経費 琉球弧南端海域の海洋環境に関する総合研究報告 (鹿児島大学) No. 2, 29-31.
- 48) ITONO, H. 1986. New records of marine algae from southern parts of Japan. *Jap. J. Phycol.* **34**: 74-82.
- 49) ITONO, H. 1986. Female reproductive organ and systematic position of *Plumariella yoshikawae* OKAMURA (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Bot. Mag., Tokyo* **99**: 155-168.
- 50) 糸野 洋. 1986. 紅藻類の雌性生殖器官の構造. 鹿児島大学南方海域研究センター, 南方海域研究報告 no. 6: 29-44.
- 51) 糸野 洋. 1986. 園山池のタニコケモドキは? *自然愛護* **12**: 1 鹿児島県自然愛護協会.
- 52) 糸野 洋・鈴木木志. 1987. 神之川のカワゴケソウ科植物の生育現況について. 昭和61年度環境保全対策基礎調査報告書大隅地区. 九州農政局計画部資源課 昭和62年3月; 16.

西澤一俊：海藻の生産と利用の国際講習会

Kazutosi NISIZAWA: Workshop on seaweed production and utilization at Qingdao

1987年5月25日から6月15日の間中国青島で目下の主要海藻の養殖と利用に関するFAO（世界食糧農業機関）主催の講習会が行われた。目的は、テングサ属に代わる寒天原藻で、養殖が比較的容易なオゴノリ属とか、カラギーナン原藻として温い海域で養殖できるキリンサイ属などを世界の各海域で養殖増産し、ヒドロコロイド生産を盛んにすることや、さらにその製造や性質に関する知見の習得および食料としての海藻の展望などの広範な内容を、これらの諸点では経験の浅い、その意味での後進国に関心をもって貰い、また知識や技術を学んで貰ったりすることであった。しかし、実際のところは、中国でこれから大規模に養殖しようとしているオゴノリ属やキリンサイ属のここ数年間の実績を中心にして講演が組み立てられていた感もあった。

FAO から招集を受けて参加した国は、アルゼンチン、チリー、ブラジル、クック島、ミクロネシア、韓国、フィリピン、モザンビーク、パラオ共和国、セントルシア、フィジー、インド、タイ国、タンザニア、キリバス、北朝鮮、スペインなどの諸国で、各国から1～2名の出席があった。

講師陣は、アメリカ（Doty 教授とケルコ株式会社の McPeak 氏）、オーストラリア（McHugh 教授）、カナダ（FMC 国際 AG の Neish 氏および Pringle 教授）、チリー（Santelices 教授）、イギリス（Stephen 研究員）、日本（西澤）、中国（曾呈奄、呉超文、紀明候、費修綆）である。Pringle 教授は養殖の生態学を、Doty 教授は主要養殖海藻の分類とその養殖の現況を、Neish 氏はフィリピン海域のキリンサイ属の養殖の現況と養殖上の重要事項などを、McPeak 氏は、ケルコ社の実績を中心にマクロキスチスの生態特にその海底森林と根を食べるウニなどの生態と防除薬および収穫船による大量収穫の実況などを、McHugh 教授は世界のアルギン酸の生産状況やかつてタスマニアにあったアルギン酸工場の方式を主体にその製造工程や性状などを、筆者は日本を主にした世界の海藻食品の製造や生産状況、成分上の特質などを、曾教授は中国のコンブ属、キリンサイ属、オゴノリ属の養殖に関する概況を、呉教授は実験室および主に海南島におけるキリンサイ属の養殖の現況を、紀教授はアルギン酸、カラギーナン、寒天などの化学的性状や中国における製造工程の概要を、そして費教授はオゴノリ属の実験室スケールの培養から胶州湾や海南島およびその附近の海における養殖状況を、それぞれ講演し、大体1人の平均分担は1.5日であった。

中国各地の、諸大学の教授や研究所からの若い研究者も含めた中国人が、約20名ほど出席していた。講演や質疑応答は英語であったが、必ず中国語で、翻訳された。日本人は筆者だけであり、言葉の点で非常に苦労したが、中国の教授の中には日本語の達者の人がおり、筆者の理解し兼ねたことなどは、英語→中国語→日本語という道筋で何んとか助かった。

講習会の中頃、全員で近くにある巖だらけの山で有名な嶗山へ一日旅行をしたり、そのほかに、胶州湾周辺のアルギン酸や寒天製造工場を見学したり、テングサやオゴノリ、ポルフィラなどの養殖場やコンブの養殖場を船で見学したりした。

講習会の最後の4日間は、全員で広州経由で海南島におけるキリンサイ属やオゴノリ属の養殖現場を見学したり、オゴノリ寒天製造所なども見学した後解散した。

講習会の初日と講演終了日の翌日は質疑応答の時間が設けられ、各国からの出席者がそれぞれの国の養殖状況または将来計画などを披露した。アフリカの諸国や大太平洋の小さな島でも、そこに適した種類のキリンサイ属やオゴノリ属の養殖を希望しており、チリーを始めとしたアルゼンチン、ブラジルなどの南米諸国ではすでに実験室ではそれらの養殖の基礎研究をしているとのことであった。

使用した教科書は、1). Case studies of seven commercial seaweed resources (M.S.Doty, J.F. Caddy, B. Santelices 著)と、2). Production and utilization of products from commercial seaweeds (D.McHugh, N. Stanley, K.Nisizawa 著)で、いずれもFAOから出したものである。

（日大農獣医・水産学科、東京教育大学名誉教授）

総説

ラン藻による水の華, 特に *Microcystis* 属の生態学的研究の現状

高村典子

国立公害研究所生物環境部 (305 つくば市小野川16-2)

TAKAMURA, N. 1988. Ecology of water-blooms of blue-green algae, with special reference to *Microcystis*. Jpn. J. Phycol. 36 : 65-79.

Key Index Words : blue-green algae—water-blooms—*Microcystis*—eutrophication.

Noriko Takamura, Division of Biology, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, 305 Japan

1. はじめに

近年の急激な湖沼の富栄養化に伴い, 世界各地の湖で水の華と呼ばれるラン藻の大量発生が観察されるようになった。この水の華の構成種は10属にまたがり (REYNOLDS and WALSBY 1975), 種数は数十を越えるが, この中で最も頻繁に出現するのが *Microcystis* 属 (以下 *Microcystis* と示す) である。この *Microcystis* は Trummen 湖 (スウェーデン 57°N), Vombsjön 湖 (スウェーデン 55°N), Balaton 湖 (ハンガリー 47°N), Mendota 湖 (ウィスコンシン 43°N) など夏の水温が24°C以下と比較的低い湖では *Anabaena* や *Aphanizomenon* と混在するが, 霞ヶ浦 (36°N), George 湖 (ウガンダ 0°N), Hartbeespoort Dam (南アフリカ 25°S) など水温が30°Cを越す湖では, それのみで水の華を形成する傾向がある。これまでの報告から *Microcystis* が優占する湖に共通する特徴をまとめると, 1) 調和型湖沼である, 2) 透明度が低い, 3) 水深が 13 m 以下と浅い, 4) 湖水の全リン量が 80 mg m⁻³ 以上, 全窒素量が 500 mg m⁻³ 以上と高い, 5) 一次生産量が 300 g C m⁻²y⁻¹ 以上と高い, 6) *Microcystis* が水の華を形成している間, 湖水中にはオルソリン酸が増加し亜硝酸態と硝酸態窒素がなくなる, などがあげられる (TAKAMURA *et al.* 1988)。OECD (1982) の報告では, 湖水の全リンの年平均濃度が 100 mg m⁻³ 以

上, 有光層のクロロフィル *a* 量の年平均濃度が 25 mg m⁻³ 以上, クロロフィル *a* 量の最大値が 75 mg m⁻³ 以上, 透明度の年平均値が 1.5 m 以下, そして一年の透明度の最小値が 0.7 m 以下を過栄養湖としている。過栄養湖の夏の優占種が常に *Microcystis* であるとはかぎらないが, *Microcystis* は多くの過栄養湖で最も高頻度に優占する藻であると言える (TAKAMURA *et al.* 1988)。

Microcystis を含む浮遊性ラン藻については1970年代以降多くの研究がなされ, 浮沈のメカニズムや毒性に関する研究も多い。ここでは, 主に1980年から1984年にかけて霞ヶ浦高浜入りで行った研究を中心に *Microcystis* の生態学的研究の現状について述べてみたい。

研究方法など詳細は文末に掲げた原論文を参照されたい。

2. 霞ヶ浦における *Microcystis* の出現状況と一次生産量の変化

霞ヶ浦ではすでに1910年にラン藻の *Anabaena* や *Microcystis* が出現したという記録がある (茨城県水産試験場 1912)。1950年から1960年にいたる茨城県の調査 (たとえば 丹下ら 1957) から判断すると, 夏の優占種は1957年以降 *Melosira* から *Microcystis* にかわっている。しかし, 当時のブルームの程度は今日ほどではなかった。表1に霞ヶ浦湖心におけるクロロフィル *a* 量と一次生産量の年変動を示す。この表に

本総説は昭和62年度藻類学会秋季シンポジウム発表に基づいたものである。

表1 湖心におけるクロロフィル濃度と総生産量の年変動

Table 1 Annual changes in the chlorophyll *a* concentrations and primary productivity (高村ら1984を改変, 引用文献は高村ら1984を参照)

Year	Chl(y) (mg m ⁻³)	Chl(s)	G.P. (gC m ⁻² y ⁻¹) (gC m ⁻² d ⁻¹)	N.P.	Method	Period	References
1956-57		54	(170)	120 0.7	O ₂ /IS	ly	SAKAMOTO (1966 a, b)
1972-73	34	63	630 2.5		O ₂ /IS	ly	TEZUKA <i>et al.</i> (1973)
1974-75		54					TONOOKA & HAMADA (1975)
1974-75	31		910 3.8		O ₂ /CHL	ly	TEZUKA <i>et al.</i> (1975)
1975		30					TONOOKA (1976)
1976	37	31					TONOOKA & IZUKA (1977)
1976-77			380 2.4	(260)	O ₂ /IS	Jul.-Jun.	AIZAKI (1977)
1977	35	23	470 2.5	(330)	O ₂ /IS	Jan.-Dec.	AIZAKI (1977) IWAKUMA & AIZAKI (1979)
1978	35	47	570 3.2	(400)	O ₂ /IS	Jan.-Dec.	AIZAKI <i>et al.</i> (1981) IWAKUMA & AIZAKI (1979)
1979	74	76	990 5.6	(690)	O ₂ /SIS	Jan.-Dec.	IWAKUMA & YASUNO (1981)
1980	64	59					TAKAMURA <i>et al.</i> (1988)
1981	55	61					"
1981-82			920 4.1	(440)	¹³ C/CHL	Aug.-Jul.	"
1982	81	101	740 5.8	(520)	¹³ C/CHL	Jan.-Dec.	"
1983	67	63	662		"	"	"
1984	38	44	585		"	"	"
1985	50	64	483		"	"	"
1986	35	64			"	"	"

G.P. : gross production

N.P. : net production

Chl(y) : annual means of Chl.*a*Chl(s) : means of Chl.*a* during June to September

() : estimated values

IS : *in situ* methodSIS : simulated *in situ* method

CHL : chlorophyll method

示す通り1956-57年の一次生産量は1970年以降のその1/6から1/7であった。*Microcystis* をプランクトンネットで集め濾過湖水中で測定された *Microcystis* の最大光合成速度 (P_{max}) も $7-8 \text{ gO}_2 \text{ chl}^{-1} \text{ h}^{-1}$ と1981-82年に測定した値(後述)の半分以下であり(ICHIMURA 1958, ICHIMURA and ARUGA 1958), このことは当時の湖水の栄養塩レベルが今日ほどでなかったことを示していると思われる。残念ながら霞ヶ浦では1960年代に研究が行われていないので, 富栄養化が進行した過程

は明らかでない。表1に示すようにクロロフィル *a* 量および一次生産量は1970年初頭から今日に至るまで大きな変化はなく, *Microcystis* の大量発生は1970年代初頭から続いていると言える。

図1は1978-1985年の霞ヶ浦高浜入りでの *Microcystis* の現存量(炭素量)の季節変化を示す。幾分年変動があるが, 毎年6月後半から増え始め8月もしくは9月上旬に現存量は最大になり, その後急速に減少11月にはほとんど認められなくなる。霞ヶ浦には *M. aer-*

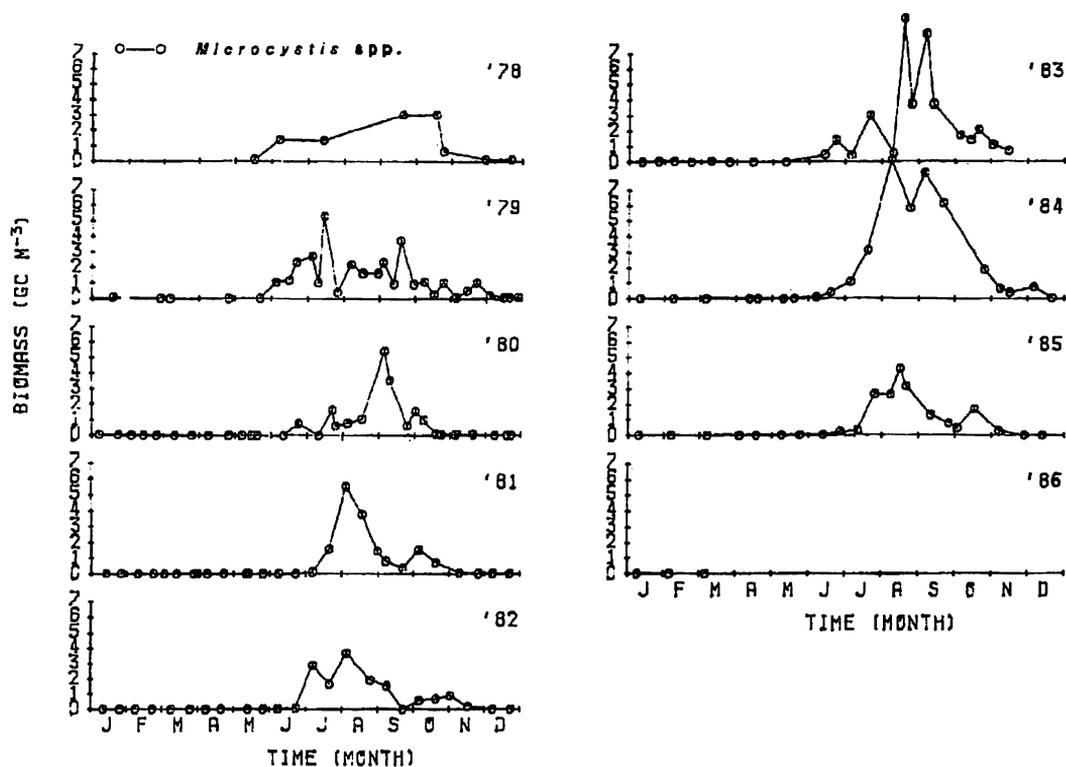


Fig. 1 Seasonal changes in the biomass of *Microcystis* spp. from 1978 to 1985 at the center of Takahamairi Bay (TAKAMURA *et al.* 1988).

uginosa, *M. viridis* および *M. wesenbergii* の3種が混在して出現している。優占種は地点間に差はないが、年によって大きく変わる。この種の優占性がどのような要因で決まるかは解っていない (TAKAMURA and WATANABE 1988)。

3. 光合成

霞ヶ浦における *Microcystis* の光一光合成曲線は光飽和型を示し、強光による阻害は認められなかった (TAKAMURA *et al.* 1985)。PAERL ら (1985) も野外から採取した *M. aeruginosa* について同様の結果を得ている。ただし培養株は強光による阻害があり、培養株の生理的な性質を野外の個体群に適用する難しさを指摘している。図2に *Microcystis* の最大光合成速度 (P_{max} : $gO_2chl. a^{-1}h^{-1}$) と光一光合成曲線の初期勾配 (ϕ : $(gO_2chl. a^{-1}h^{-1})(\mu E. m^{-2}s^{-1})^{-1}$) の季節変化を示す。最大光合成速度は以下の式に示すとおり水温 (WT: $^{\circ}C$) の関数として表すことができ、 $11^{\circ}C$ に不連続点があった。

$$P_{max} = 3.2 e^{0.08WT} \quad (11^{\circ}C \leq WT) \quad \dots\dots(1)$$

$$P_{max} = 0.77 e^{0.13WT} \quad (4^{\circ}C \leq WT < 11^{\circ}C) \quad \dots\dots(2)$$

$$P_{max} = 0 \quad (WT < 4^{\circ}C) \quad \dots\dots(3)$$

光一光合成曲線の初期勾配で表される量子収率は、 $11^{\circ}C$ 以下では $0.097 (gO_2gchl. a^{-1}h^{-1})(\mu E. m^{-2}s^{-1})^{-1}$ と温度により変化しなかったが、それ以下になると低くなった。従って *Microcystis* は $11^{\circ}C$ 以下の低水温では急速に光合成活性が落ちると考えられる。ROBERTS (1984) は *M. aeruginosa* が優占する南アフリカの Hartbeespoort Dams で $12^{\circ}C$ から $29^{\circ}C$ の範囲で(1)式に極めて近い値を得ている。後述するように冬の越冬細胞は光合成は全く行っていないが、水温を上げるとすぐ光合成を開始する。*Microcystis* の成長に水温が重要な環境要因となっていることはまちがいない。

PARSONS ら (1984) はいくつかの培養藻及び自然の植物プランクトン群集の最大光合成速度 (P_{max}) と初期勾配 (ϕ) の比較を行った。 $25-30^{\circ}C$ での *Microcystis* の P_{max} 値 ($21.2-31.1 gO_2gchl. a^{-1}h^{-1}$) と ϕ 値 ($0.097 (gO_2gchl. a^{-1}h^{-1})(\mu E. m^{-2}s^{-1})^{-1}$) をこれらの数値と比較すると双方とも最も高い値をもつ部類に属する。

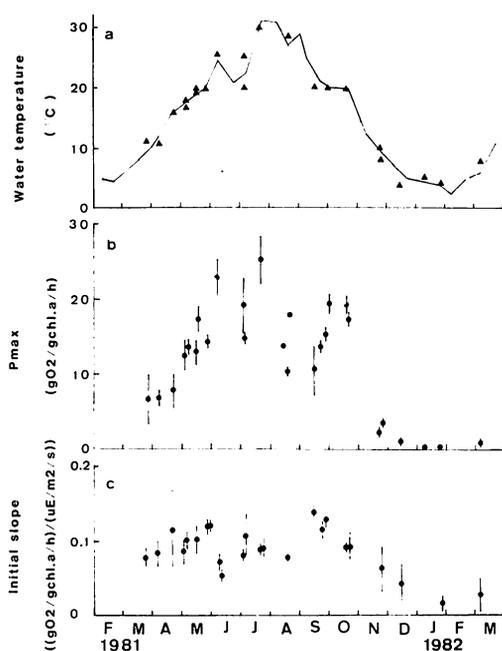


Fig. 2 (a) Seasonal changes in water temperature. The solid lines shows the temperature of lake water. Solid triangles indicate water temperature at the time of the photosynthesis measurement. (b) Seasonal changes in maximum photosynthetic rate (P_{max}) of *Microcystis*. Bars indicate 95% confidence intervals (c) Seasonal changes in initial slopes of photosynthesis-light curves of *Microcystis*. Bars indicate S.D. (TAKAMURA *et al.* 1985)

つまり、水温の高い時期での *Microcystis* の光合成速度は、他の藻と比較しても全光量域で大変高いと言える。また、後述するように、*Microcystis* は細胞内にガス胞 (gas vesicles の集合体) を持ち水表面に集積する性質がある。集積した *Microcystis* は、光エネルギーを利用しやすいが反面、強光、過酸素、炭酸塩不足といった生物にとって好ましくない環境にもさらされていることになる。PAERL ら (1985) は野外から採取した *Microcystis* の光合成速度は、ガラス瓶で測定するより紫外線を通す石英の瓶で測定した方が高いことを見つけた。同じ所から採取した真核の藻はすべて反対の結果、つまり石英の瓶で測定した方が低くなった。野外の表層から採取した *Microcystis* や、石英のフラスコで培養した *Microcystis* は、クロロフィル *a* に対するカロチノイドの割合が著しく増える。カロチノイドは紫外域または近紫外域に吸収帯があり、光エネルギーを吸収してクロロフィルに渡しているため、光合成の効率が上がると考えられる。一方、カロチノイド

の合成を diphenylamine で阻害すると光酸化をおこすので、カロチノイドは光から藻を保護する役目も果している (PAERL ら 1983, PAERL 1984)。同様に水の華を形成する藻の *Anabaena oscillarioides* では大気中の CO_2 をよく利用できるという報告がある (PAERL and USTACH 1982) ので、*Microcystis* にもそのような性質がある可能性は高い。こういった生理的な性質が植物プランクトン群集内での *Microcystis* の優位性に関係していると思われる。

4. 垂直分布と光合成速度の日変化

風のない穏やかな日の霞ヶ浦では *Microcystis* は明け方は水表面に日中は水深 1.2-1.8 m 付近に多く分布している (TAKAMURA and YASUNO 1984)。他の温帯域の湖では、OKINO (1973) や REYNOLDS (1973) が夜から明け方は表層に集積し、日中は均一になると報告している。赤道直下の George 湖では夜から明け方は均一になるが日中は下層部に多くなる (GANF 1974)。このように、*Microcystis* は強光下では下へ、弱光または暗条件下では上へとほぼ一日周期で垂直移動している。よく知られている様に水の華を形成するラン藻は細胞内に gas vesicle を持つ。日中光合成を行うと光合成産物が細胞内にたまり (GRANT and WALSBY 1977) また、光によりカリウムの吸収が促進され (ALLISON and WALSBY 1981)、細胞内の膨圧が増加し耐圧性の低い gas vesicle が壊れ沈む。反対に暗所にいると光合成が進まず、光合成産物が消費され細胞内の膨圧が減少し gas vesicle ができ、浮いてくると説明されてきた。しかし、こういったメカニズムで説明できるのは gas vesicle の耐圧性が弱い *Anabaena flos-aquae* (OLIVER and WALSBY 1984) など一部の種類に限られる。*Microcystis aeruginosa* の場合は、gas vesicle の耐圧性が強く膨圧では壊れず、細胞内の炭水化物の含量の変化で浮沈の調節を行っているらしい。つまり明期に炭水化物が細胞内に蓄積し、細胞密度が上がり沈み、暗期にこれらは消費され軽くなり浮いてくる (KROMKAMP and MUR 1984, THOMAS and WALSBY 1985)。こういった浮沈のメカニズムの研究は幾つかの培養株 (群体を形成せず実際の野外の形態と異なる) を用いて解明されてきたが、野外の *Microcystis* についてはまだ明らかでない。

霞ヶ浦に隔離水界を設置して、安定同位体の ^{13}C (sodium carbonate) と ^{15}N (nitrate) を早朝に投入しどのサイズの生物に炭素と窒素が移行していくかを調

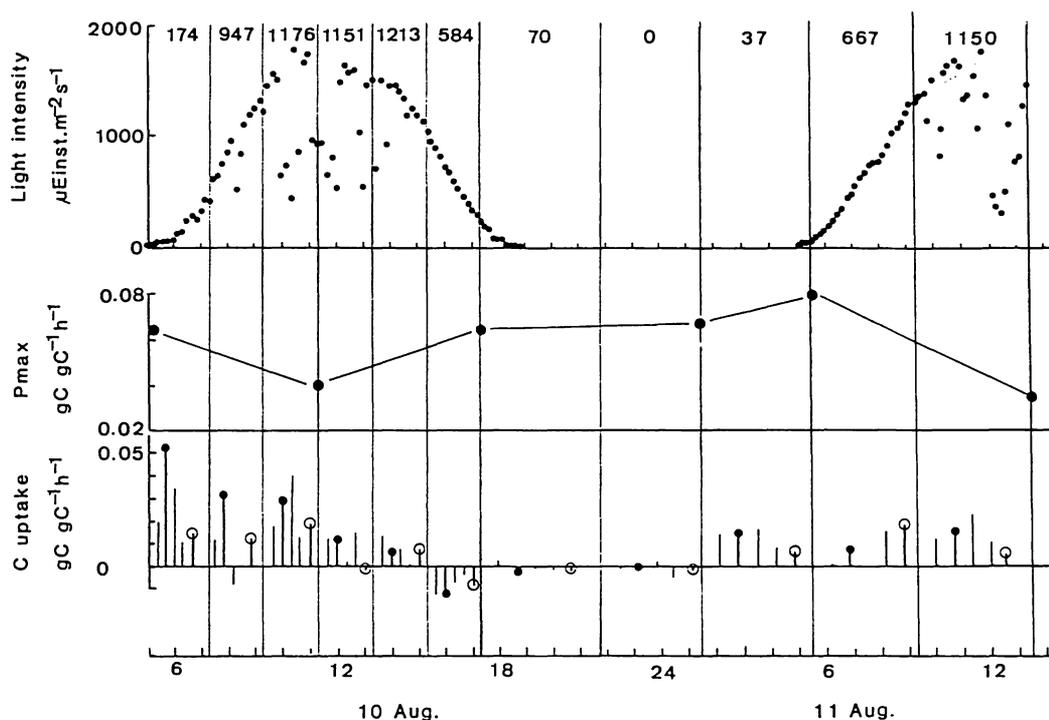


Fig. 3 Diurnal changes in the light intensity, photosynthetic capacity measured by BOD bottles, and photosynthesis of each size class of phytoplankton measured in 8 m^{-3} bag from early morning of 10 August to noon of 11 August, 1982. The 5 bars indicate carbon uptake rates of $>94 \mu\text{m}$, $40\text{--}94 \mu\text{m}$ (closed circle), $20\text{--}40 \mu\text{m}$, $10\text{--}20 \mu\text{m}$, $0.6\text{--}10 \mu\text{m}$ (open circle) size class of phytoplankton. The biomass of the $40\text{--}94 \mu\text{m}$ (closed circle) and the $0.6\text{--}10 \mu\text{m}$ (open circle) size classes was larger than the other size classes. (modified from OTSUKI *et al.* 1985).

べた研究 (OTSUKI *et al.* 1985) で, *Microcystis* の光合成速度の日変化が明らかになった。図3は1982年8月10-11日の隔離水界内での上から光量, 植物プランクトン (90%以上が *Microcystis*) の潜在光合成速度, サイズ別植物プランクトンの現場での光合成速度を示す。潜在光合成速度は早朝, 夕方, 真夜中に比べ, 日中は低かった。原因としては, 日中に細胞内のクロロフィル含量が減る, 光呼吸による, などが考えられるがよく解っていない。一方, 現場での炭素の取り込みは早朝が最も高く徐々に低くなり, 日没前の3-4時間はほとんどゼロになった。従って, 一日の生産のほとんどは午前中に行われると言える。George湖においても *Microcystis* の一日の生産量の78%が午前中に行われたという報告がある (GANF and HORNE 1975)。このことは藻自身の潜在光合成能が日中に下がることと, *Microcystis* が早朝は表層に日中は下層に分布するためであると考えられる。言い換えると *Microcystis* は潜在光合成能の高い早朝に水表面に分布することで効率良く光合成を行っていると言える。穏やかな日の霞

ヶ浦では, 無機態窒素やオルソリン酸は下層部に多く分布しており (TAKAMURA 1987) こういった垂直移動は栄養塩吸収の面からみても有利である。夏の霞ヶ浦では真夜中から午前中は, 風速 2 m s^{-1} 以下と静かで午後に風速が $4\text{--}5 \text{ m s}^{-1}$ となる日が多い。こういった日の *Microcystis* の垂直分布は朝方は表層に, 午後は均一になる。つまり潜在光合成能の高い朝方は表層で効率よく光合成を行い, 午後は風による攪乱作用のため, 栄養塩が供給されやすい。霞ヶ浦のこういった気象環境も *Microcystis* の高い生産性の維持に役だっていると言える。

5. 栄養塩

一般に湖の一次生産量を規定する栄養塩でまず考えるのは, リン, 次に窒素である。リンについてはいずれも *Microcystis aeruginosa* の培養株で次のことが明らかになっている。リンの吸収速度が細胞内のリンの濃度と細胞外のリンの濃度, 成長速度が細胞内のリンの

濃度の関数で表せること (OKADA *et al.* 1982), 余剰なリンは細胞内に polyphosphate bodies として蓄積されること (JACOBSON and HALMANN 1982) である。しかし、すでに述べたように、*Microcystis* が優占するような湖では、*Microcystis* の増加とともに湖水中のオルソリン酸が増加し、硝酸塩と亜硝酸塩が湖水中から無くなる傾向がある。同様のことは霞ヶ浦でも確認されている (大槻ら 1981)。従って、夏の霞ヶ浦でリンが *Microcystis* の成長を制限しているとは考えられない。

窒素についてはどうか。 *Microcystis* は窒素をアンモニア態、硝酸態、尿素の形で吸収する (TAKAMURA *et al.* 1987)。明条件下での取り込み速度は、暗条件下のそれよりも高いが、光量により大きな差はなく、強光による阻害も認められなかった。暗条件下での取り込み速度は明条件の取り込み速度を 100 とすると、アンモニア態窒素で 60-90、硝酸態窒素で 18-

27、尿素で 71 であった。取り込み速度と各態窒素の濃度の関係は、hyperbolic な関数で表され、最大取り込み速度 (V_{max} : h^{-1}) はアンモニア態で $0.15-0.17h^{-1}$ 、硝酸態で $0.025-0.046 h^{-1}$ 、尿素で $0.040 h^{-1}$ と他の植物プランクトンと比較して極めて高い値であった (TAKAMURA *et al.* 1987)。図 4 は霞ヶ浦での *Microcystis* の発生初期、中期、及び後期における、アンモニア態窒素の取り込み速度とその濃度の関係を示す。発生初期の細胞内の窒素含量は、中期と後期に比べ多かった。取り込み速度はこの細胞内の窒素含量に対応して変化し、窒素含量の多い時は初期勾配 (V_{max}/K_s value) は低く、少なくなる後半に高くなった。つまり細胞内の窒素含量が減ると低濃度での取り込み速度を上げ、効率良くアンモニアを吸収する。硝酸態窒素の取り込み速度についても同様であった。

霞ヶ浦高浜入りでは *Microcystis* が増え始めると硝

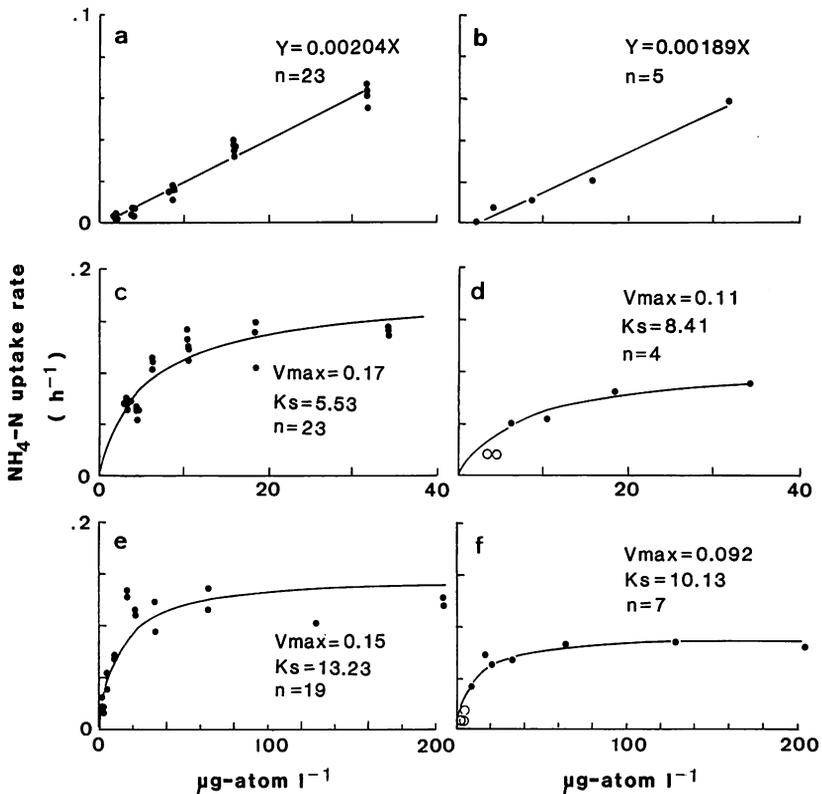


Fig. 4 Uptake rate of ammonium per weight of particulate nitrogen in relation to ammonium concentration: (a) measured on 18 July in the light; (b) 18 July in the dark; (c) 8 August in the light; (d) 8 August in the dark; (e) 30 August in the light; (f) 30 August in the dark. The curves of nitrogen uptake rate versus the ambient nutrient concentration fitted Michaelis-Menten kinetics ($V = V_{max}S/(K_s + S)$), where V_{max} is the maximum uptake rate and K_s is the half-saturated constant). (TAKAMURA *et al.* 1987).

酸態窒素はなくなってしまう。一方、アンモニア態窒素の水中の現存量は小さく、年間を通してあまり変化しない。因みに、1982-1985年の4年間の夏期のアンモニアの濃度の平均値は 1.86 ± 1.43 (S. D.) $\mu\text{g-atom l}^{-1}$ (大槻ら 1984)である。霞ヶ浦の植物プランクトンの C/N 比や光合成速度の測定値から判断するかぎり、*Microcystis* が厳しい窒素不足の状態にあるとは考えにくい。従って、霞ヶ浦の *Microcystis* はこの少ないアンモニアを効率良く利用しているのであろう。アンモニアの turn-over time はおよそ0.7-2.6時間となり、霞ヶ浦では動物プランクトンの排出や *Microcystis* 自身の分解により、このアンモニアは夏の間極めて速い速度で供給されていると言える。

6. 動物プランクトンによる摂食圧

植物プランクトンの現存量変動を解析する場合、動物プランクトンによる摂食圧及び次章に述べる沈降は現存量を減少させる重要な外的要因と考えられる。植物プランクトンは、食われにくいように大型の群体を作ったり、沈みにくいようにさまざまな付属物をつけたり、そのための防御機構をもつように進化してきたとも言える。動物プランクトンの摂食については枝角類についての研究が多い。霞ヶ浦でも夏はこのグループが優占する (HANAZATO and YASUNO 1985)。枝角類は枝で水流をおこし餌となる藻類を濾過して集めるため filter feeder と呼ばれている。水の華を形成するラン藻は 1)糸状や群体を形成するため *Daphnia* など大型の枝角類の濾過器を詰まらせる、また、小型の枝角類にはサイズが大きく物理的に食えない、2)餌としての栄養価に乏しく摂食しても成長や産仔が阻害される、3)毒素をもつ、などの理由から餌として不適當であるという研究例が多い (例えば ARNOLD 1971, LAMPERT 1981)。*Microcystis* についても培養株を用い実験室内で幾つかの研究がなされている。NIZAN *et al.* (1986) は *Microcystis aeruginosa* の無菌株 (群体を形成しない) 12株を *Daphnia magna* に食わせた。そして、どの strain も *Scenedesmus* より摂食速度は低いが、strain により摂食速度がかなり異なること、摂食の拒絶と株の毒性との間には必ずしも相関がないことを示した。一方、LAMPERT (1982) は *Microcystis aeruginosa* の単藻株 (群体を形成しない) を13種の枝角類に食わせ、動物プランクトンの種類によって毒に対する感受性が異なり、大型の *Daphnia* 類は感受性が高く小型の *Bosmina* や *Ceriodaphnia* では低かったと報告してい

る。FULTON and PAERL (1987 b) は体のサイズに関係なく多くの枝角類にとって、*Microcystis aeruginosa* は有毒で栄養価に乏しく、かつ同時に存在する栄養価の高い餌の摂食を阻害すると結論した。さらに、コペポダの仲間は *Microcystis* の摂食を避けるメカニズムを持ち、輪虫類の *Brachionus calyciflorus* は *Microcystis* の毒素に抵抗性を持ち、小型の枝角類のいくつかは群体をつくる *Microcystis* を食べることができないなど、*Microcystis aeruginosa* に対する動物プランクトンの対応は種によりかなり異なることを示した。このように、*Microcystis* は動物プランクトン (特に枝角類) には良い餌とはならないというのが共通の結論となっている。実際の湖での *Microcystis* と動物プランクトンとの関係は、もっと複雑に違いない。

実際の野外でラン藻による水の華が発生すると、動物プランクトンの種構成は変化し大型の枝角類や輪虫類が増えるという報告が幾つかある (例えば GLIWITZ 1977)。霞ヶ浦においても *Microcystis* が大量発生している間、*Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina fatalis*, *B. longirostris* など小型の枝角類の生産量が 3-5 g dry wt. m^{-3} と一年中で最も高くなる (HANAZATO and YASUNO 1985)。このことについて、これは 1)糸状性又は群体を作るラン藻が大型の枝角類の枝を詰まらせるため、同時に存在する他の栄養物の摂取が阻害され、かつ、そのため呼吸量が上がってしまう、2)大型の枝角類は糸状性又は群体を作るラン藻を摂取できるため、藻が持っている毒の影響を受けやすい、との仮説がある。しかし、群体を作る *Microcystis* の場合、実験からこれらの仮説は検証できていない (FULTON and PAERL 1987 a)。これらの小型の枝角類は 20 μm 以下の小さなサイズの餌しか食えない (MORGAN 1980)。そこで夏の霞ヶ浦の動植物間関係を解く一つの手がかりとして植物プランクトンのサイズ別現存量、光合成活性、呼吸量及び生産量を求めた (TAKAMURA *et al.* 1986)。*Microcystis* が増え始めると 40 μm 以上の植物プランクトンの量が増えるため、相対的に 20 μm 以下の植物プランクトンの現存量は少なくなるが、それでもクロロフィル *a* 量にして 10-40 mg m^{-3} 程度存在する。霞ヶ浦の場合6月中は 20 μm 以下の植物プランクトンでは珪藻の占める割合が多いが *Microcystis* が増え始めると段々と *Microcystis* の小さいコロニーが多くなり、20 μm 以下の植物プランクトンの優占種となる。図5に夏の植物プランクトンのサイズ別光合成速度の変化を示す。一般に、小さなサイズの植物プランクトンの成長速度や光合成速度は大きなサイズの植

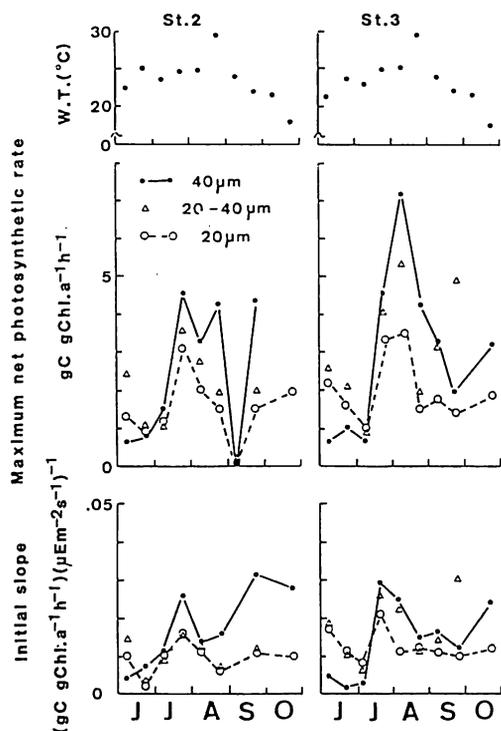


Fig. 5 Seasonal changes in the water temperature, the maximum photosynthetic rate and the initial slope of photosynthesis-light curve of each size class at two stations (in Takahamiri Bay in 1982 (TAKAMURA *et al.* 1986).

物プランクトンより大きい。この事実は培養藻でも、多くの淡水域、海域の自然群集でも確かめられている (MALONE 1980)。しかし、霞ヶ浦では7月に *Microcystis* が優占すると $20\ \mu\text{m}$ 以下の小さなサイズの植物プランクトンの光合成速度は $40\ \mu\text{m}$ 以上の大きなサイズの植物プランクトンのそれより小さくなる。さらに、この小さなサイズの植物プランクトンは現存量が小さいのに呼吸量が非常に大きい (TAKAMURA and YASUNO 1988)。先にも述べた様にサイズが違ってても優占種は *Microcystis* であるので、小さなサイズの呼吸量が高いのは付着細菌の活性が高いためと考えられる。以上の事実から、霞ヶ浦の夏の $20\ \mu\text{m}$ 以下の植物プランクトンは分解を受けて崩れた *Microcystis* で構成されていると考えた。また、 $20\ \mu\text{m}$ 以下の植物プランクトンの生産量だけでは霞ヶ浦の枝角類の生産量を説明できず (TAKAMURA *et al.* 1986)、もし、霞ヶ浦の枝角類が $20\ \mu\text{m}$ 以下の分画の餌を食べていると仮定すれば、大きなコロニーから小さいサイズ分画への植物プランクトンの移行がかなりあると考えざるをえない。

先に述べた (第4章) 隔離水界を用いた実験で、植物プランクトンの $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ と $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ の比は安定同位体 ^{13}C , ^{15}N 投入後すぐ上がるが、動物プランクトンの $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ と $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ の比は約8-10時間後から上がり始める (OTSUKI *et al.* 1985)。この事実はこのとき優占していた *Bosmina fatalis* が、小さなサイズの *Microcystis* があってもこれを直接食べていないことを意味する。HANAZATO and YASUNO (1987) は *Moina micrura* が霞ヶ浦から採取した *Microcystis* の群体をバラバラにしたものは食わないのに、*Microcystis* を分解させるとよく食べることを示した。*Bosmina fatalis*, *B. longirostris* も分解した *Microcystis* を利用できるらしい (HANAZATO 1987)。BERN (1987) はスウェーデンの Norrviken 湖で *Diaphanosoma brachyurum* が *Microcystis wesenbergii* に付着した細菌は摂取せず、free-living の細菌を好んで食べることを示した。*Microcystis* を含むラン藻が大量発生する Mendota 湖では細菌の年間生産量は $100\text{--}200\ \text{gC m}^{-2}$ と大変大きく、動物プランクトンに食われるのはその内せいぜい1割程度であるとの報告がある (BROCK 1985)。このように富栄養湖で生産性の高い細菌がこれらの枝角類の餌となっていると考えられるが、霞ヶ浦でどうかは今後の検討課題である。以上のことから、霞ヶ浦において *Microcystis* の大量発生時に、小型の枝角類が優占するが、これらは *Microcystis* を直接摂食してその現存量を減少させる要因とはなっていないと言える。

7. 沈降と分解

植物プランクトンの沈降速度は藻類の種、大きさや形、また生理条件により変わる。藻類のグループ別では一般に珪藻の沈降速度は大きい、水の華を形成する *Anabaena* や *Aphanizomenon* の沈降速度は小さい (FALLON and BROCK 1980, SOMMER 1984)。 *Microcystis* については比較的大きいほうではないと言われていた (例えば LIVINGSTONE and REYNOLDS 1981)。特に成層期、循環期が明確なイギリスの Blelham Tarn に設置された大型の隔離水界である Lund Tube では、秋に湖水が循環し始めると同時に、*Microcystis* の現存量が減り、*Microcystis* の沈降量が大きくなる。従って沈降が *Microcystis* の現存量の減少の重要な要因と考えられている (OLIVER *et al.* 1985)。Mendota 湖では、*Microcystis* の沈降量が秋に急に増えるということはないが、やはり、沈降が現存量の減少の重要な要因と結論している (FALLON and BROCK 1980)。上記の

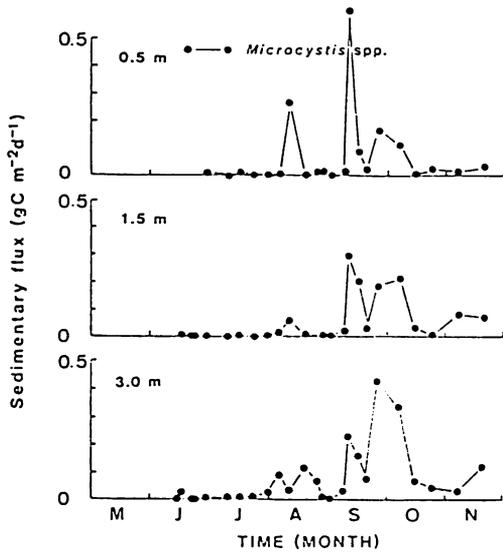


Fig. 6 Changes in the sedimentary flux of *Microcystis* spp. at depths of 0.5, 1.5, and 3.0 m in 1983 (TAKAMURA and YASUNO 1988).

湖と異なり、夏の水温が30℃を越え、明確な成層期、循環期の区別がない霞ヶ浦ではどうであろうか。

霞ヶ浦高浜入りの水深 3.5 m の地点の水面から 0.5 m, 1.5 m 及び 3.0 m の位置にセディメントトラップを設置し、おのおのの植物プランクトン種別に藻類態（クロロプラストがある生きた）炭素と POC（懸濁態炭素）の沈降量を測定した（TAKAMURA and YASUNO 1988）。図6は藻類態での *Microcystis* の沈降量を示す。この図で明らかのように *Microcystis* は7-8月の発生初期から中期にかけてはほとんど沈まず、発生後期に多く沈む。*Microcystis* の沈降速度は6-8月、9月、10月での平均値がそれぞれ $0.0045 \text{ m day}^{-1}$ 、 0.020 m day^{-1} 、 0.24 m day^{-1} と後半になるほど高い値になったが、6月に出現した珪藻の *Synedra* の $0.2-1.0 \text{ m day}^{-1}$ 、6-7月と10月に出現した *Melosira* の $0.2-1.7 \text{ m day}^{-1}$ などと比較するといずれも極めて小さかった。上記のヨーロッパやアメリカの湖の例と比べると、霞ヶ浦の *Microcystis* は沈降による個体群の損失が極めて少ない。特に、発生初期はほとんど沈降しない。こうした違いは、やはり霞ヶ浦の夏の水温が高いこと、明確な成層期、循環期がないことによるのではないかと今のところは考えている。実際 Mendota 湖の夏の植物プランクトンの光合成速度は霞ヶ浦のその約半分（KONOPKA and BROCK 1978）、霞ヶ浦の *Microcystis* の活性は上記の湖に比べかなり高いと言える。しかし発生後期になると、霞ヶ浦でもやはり他の

湖と同様により多くの *Microcystis* が湖底泥に沈降し、一部はそこで越冬する。こうした沈降はどういったメカニズムで起こるのだろうか。

一般に自然界の植物プランクトンの沈降速度は、指数増殖期よりも静止期や衰退期に増える（SOMMER 1984）、また、培養実験では栄養塩が枯渇すると沈降速度が増えることが示されている（SMAYDA 1970, TITAN and KILHAM 1976）。実際、水の華を形成するラン藻である *Aphanizomenon flos-aquae* の培養株をリン制限にすると gas vesicle の体積はあまり変わらないのに、細胞内の polysaccharide の含量が増え藻体は沈む（KONOPKA et al. 1987）という報告がある。具体的に細胞内の成分と構造がどのように変わるのか解らないが、霞ヶ浦での *Microcystis* の秋の沈降速度の増加の一つの要因としてこれと同じような機構が考えられるかもしれない。しかし、OLIVER ら（1985）は、Blelham Tarn の Lund Tube でセディメントトラップや湖底泥中に沈んだ *Microcystis* を取り出し、細胞の主要成分の重量と gas vesicle の体積との測定から細胞密度を計算した結果、すべてのサンプルで gas vesicle の体積が大きく主要成分の重量では細胞が沈むのに不十分であり、また gas vesicle の耐圧性も強く、膨圧に湖底泥までの水圧を加えても gas vesicle は壊れないことを示した。沈んでいる *Microcystis* を湖水で洗うと約半分は浮いてくるため、これらは鉄分の多い有機または無機のコロイド（このコロイドは無酸素の深水層で溶けていた鉄が循環期に酸化され形成されたと考えている）が付着して沈んだのであろうと結論した。成層期と循環期の区別が明確でない霞ヶ浦ではこのような説は適用できず、*Microcystis* の浮沈をめぐる問題はまだまだ謎の部分が多い。

図7は *Microcystis* 及び霞ヶ浦に優占する他の植物プランクトンの炭素量としての分解速度と水温の関係を示す（相崎・高村 1986, TAKAMURA 1987）。このような分解速度は藻類種によりかなり違い、ラン藻の *Anabaena flos-aquae* や黄色べん毛藻ではかなり速いが、珪藻の *Synedra* では遅かった。*Microcystis* の分解速度は水温の関数として表すことができ、単位水温当りの分解速度の傾きが大きい。つまり30℃では極めて速く20℃では遅くというように分解速度に水温が大きな要因となった。そして、10℃付近での分解はほとんど起こらないと考えられた。先の Lund Tube の場合、*Microcystis* の沈降は10月にピークに達する。この時期は水温が11-12℃であるため、この時沈んだ *Microcystis* は分解をあまり受けず、湖底泥で越冬するであ

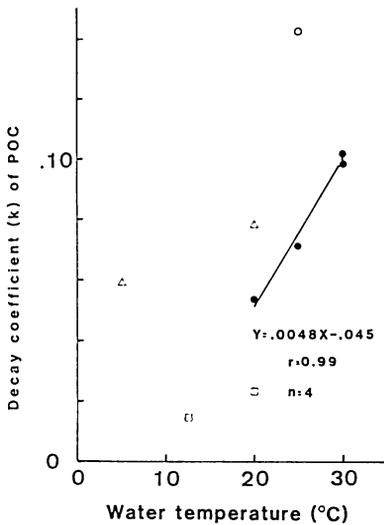


Fig. 7 Relationship between water temperature and decay coefficient ($C_B = C_{Ae^{-kt}}$, C_B : concentration after t days, C_A : initial concentration, k (d^{-1}): decay coefficient). *Microcystis*, closed circle; *Anabaena flos-aquae*, open circle; *Synedra rumpens*, open square; and chrysophyceae, open triangle. (TAKAMURA 1987).

う。しかし、霞ヶ浦の場合、沈降量の多い9月後半から10月前半の水温はまだ20°C前後で、この時期に沈んだ *Microcystis* は湖底泥上で分解されてしまうと考えられる。9章でも述べるが越冬個体群の現存量は藻類態で沈降する *Microcystis* の総量のたかだか1%にすぎず、99%は湖底泥中で分解されてしまう。霞ヶ浦で越冬する *Microcystis* は、もっと水温が下がる11月以降に沈む個体群に違いない。

図8は霞ヶ浦高浜入りの各水深での藻類態の炭素量および POC の量で表した沈降量の季節変化を示す。水中に珪藻がまだ多い6月から7月前半は両者の間に差がない、つまりこの期間の沈降量のほとんどは生きた状態の珪藻であるが、*Microcystis* が増え始めると POC と藻類態の差、つまりデトリタスの炭素量が多くなる。勿論、この POC の沈降量の中には生きている細菌や動物プランクトンの死骸なども含まれるが、細菌の現存量は小さいし、動物プランクトンの生産量は POC の沈降量のせいぜい10%にすぎない。従って、これらデトリタスはほとんど *Microcystis* 起源であり、霞ヶ浦では *Microcystis* は水中で分解を受けデトリタス化した後に湖底泥に沈降し、そこでさらに分解を受けると考えられる。分解が始まるとアンモニアの溶出がすぐ始まる(相崎・高村 1986, TATAMURA 1987)が、先にも述べた様に、このアンモ

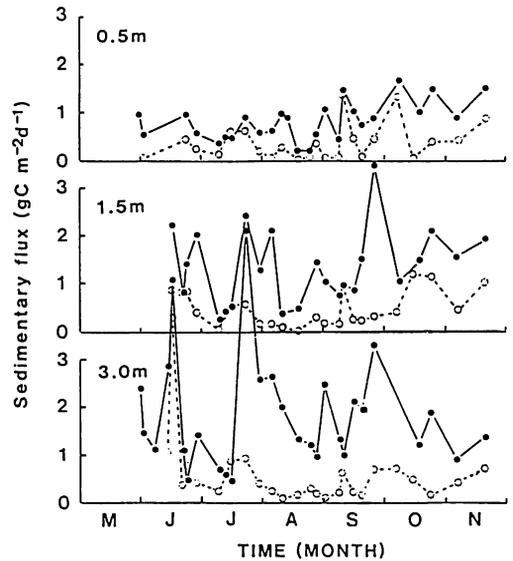


Fig. 8 Changes in the sedimentary flux of total algal carbon (○) and of POC (●) at depths of 0.5, 1.5 and 3.0 m in 1983. (TAKAMURA and YASUNO 1988).

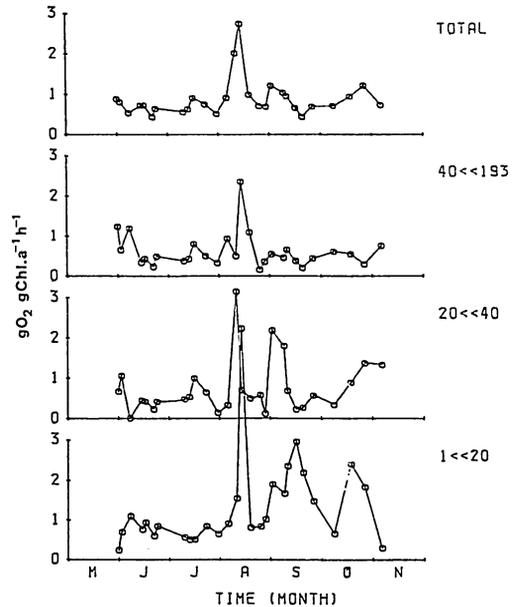


Fig. 9 Changes in the respiration rate per unit chlorophyll a of each size class of phytoplankton in 1983. (TAKAMURA and YASUNO 1988)

ニアは *Microcystis* の窒素源として次の生産を支えている。図9は植物プランクトンのサイズ別呼吸速度の季節変化を示す。第6章で示したようにどのサイズの植物プランクトンも *Microcystis* が優占している。

1-20 μm の呼吸速度は他のサイズのものより大きく、しかもその量が9月に著しく上がる。これは *Microcystis* の分解がこの時期とくに活発になることを示している。炭素の収支計算からも同様の結果が得られた (TAKAMURA and YASUNO 1988)。

山本 (1986) がまとめているように、藻食性アメーバが、水の華を形成している *Anabaena* の消滅を引き起こすという例は幾つかの湖で観察されており、日本でも近年木崎湖で報告されている。しかし、*Microcystis* でこの様な例の報告はまだない。*Microcystis* を溶解する微生物には、ウィルス、細菌、放線菌、カビそしてアメーバなどが知られている (山本 1986)。繊毛虫が *Microcystis* を摂食している例もある (TAKAMURA and YASUNO 1983)。では、霞ヶ浦で *Microcystis* の分解にいかなる微生物が関与し、どのくらいの速度で *Microcystis* を分解しているのか。残念ながらこうした問題も今後の研究課題である。霞ヶ浦でも *Microcystis* の現存量が最高になった後、ラン藻の *Anacystis nidulans* や *Anabaena cylindrica* を宿主とする溶解微生物の細菌、カビ、アメーバなどが増加する (YAMAMOTO 1981) との報告がある。また、KONDA (1985) は *Microcystis* が優占する東京の碑文谷池で、10-11月の *Microcystis* の分解期に 1-35 μm の小さなサイズの懸濁態に付着する細菌の属組成が複雑になると報告しており、こうしたさまざまな微生物が *Microcystis* の分解に重要な役割を果していることは確かである。

8. 越 冬

Microcystis が冬に栄養細胞の状態では湖底泥にいることはすでに何人かの研究者によって観察されていた。霞ヶ浦では湖底泥の表層部 2 cm までのところに多くの *Microcystis* のコロニーが存在していた。水中のコロニーが初夏に増え秋から冬にかけて減るのに比べ、底泥中には8月の終わりから9月の始めにかけて増え始め冬の間その現存量を維持し春から夏にかけて減少する。冬の湖底泥中に存在する *Microcystis* の現存量は同時期の水中のその100-1000倍にのぼり (図10)、ほとんどの *Microcystis* は湖底泥中で越冬すると考えられる。湖底泥中から採取した越冬個体群の光-光合成曲線は20°Cでの測定では強光による阻害は認められず、光飽和型の光-光合成曲線を示した。最大光合成速度 (P_{max} : $\text{gO}_2\text{chl. a}^{-1}\text{h}^{-1}$) は、10-15 $\text{gO}_2\text{chl. a}^{-1}\text{h}^{-1}$ と夏に水中で発生している *Microcystis* の P_{max} (18-21 $\text{gO}_2\text{chl. a}^{-1}\text{h}^{-1}$) より低いものの冬に水中から採取したコロニーの P_{max} (5-10 $\text{gO}_2\text{chl. a}^{-1}\text{h}^{-1}$) に比べると有意に高かった。一方、湖底泥中から採取した *Microcystis* の越冬個体群の光-光合成曲線の初期勾配 (Φ : $(\text{gO}_2\text{chl. a}^{-1}\text{h}^{-1})(\mu\text{E. m}^{-2}\text{s}^{-1})^{-1}$) も夏の水中の個体群と同じか、もしくは高い値であった。従って、湖底泥中の栄養細胞は冬の低温下では光合成を行っていないが、温度をあげ光照射を行うとすぐに光合成を開始できることが明らかになった (TAKAMURA et al. 1984)。湖底泥中の細胞と夏の水中に存在する細胞の生理的な違いの研究はないが、湖底泥中の細胞

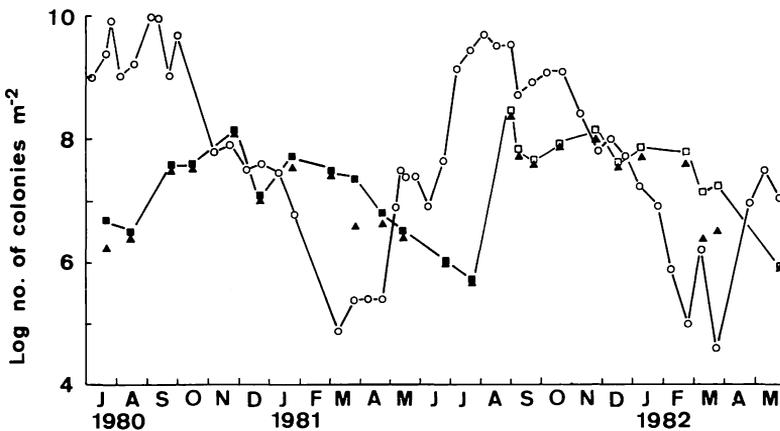


Fig. 10 Seasonal variation in the standing crop of *Microcystis*. ○ colonies m^{-2} in the sei sediment; △ colonies m^{-2} in the upper 2 cm layer of sediment; □ colonies m^{-2} in the sediment estimated from the examination of the upper 2 cm layer of sediment (TAKAMURA et al. 1984)

が細胞内に炭水化物をためこんでいるらしいことは十分想像される。

THOMAS and WALSBY (1986) は *Microcystis* の浮沈と水温の関係を調べ、一旦強光により沈んだ *Microcystis* を暗条件にすると20℃では再び浮いてくるのに8℃では、細胞内の炭水化物が使われずガス胞の形成もおこらず浮いてこない事を示した。霞ヶ浦では春、水温が15℃前後になると湖底泥中の *Microcystis* のコロニーが減少し水中でのコロニーが増加する。これは湖底泥に沈んでいた *Microcystis* が代謝活性をとりもどし、細胞内の炭水化物を消費し水中に浮いてくるからと考えると説明がつく。浮いてきた *Microcystis* は光合成を開始し、次期のブルームへとつながっていくと考えられる。

9. *Microcystis* が優占する湖の生態系の特徴

湖が富栄養化してくると生態系の炭素の循環はどのように変化するか。勿論、細菌、植物プランクトン、動物プランクトン、魚といった生態系の構成要素の現存量は増え、おのおのの循環速度も大きくなる。が、そのバランスがどう変化するか。まず、植物プランクトンの現存量の増え方が他の構成要素より著しくなる。それに伴い、植物プランクトンの沈降量が増える。一方、植物プランクトンから動物プランクトンへの炭素の流れの割合は小さくなり、逆に植物プランクトンから細菌への流れが増える。この場合の細菌は、植物プランクトンの光合成による体外代謝産物を利用する割合が増えるのではなく（この割合はむしろ減少する）、植物プランクトンの cell lysis から出る有機炭素を利用する細菌への流れが増えると RIEMANN ら (1986) は述べている。こうして植物プランクトンから細菌へと流れた炭素のより多くが動物プランクトンへと移行する。また、富栄養化が進行すると藻食魚が増え植物プランクトンから魚への流れも増えると考えられている。*Microcystis* が大量発生するような過栄養湖の炭素の循環もこのような傾向の延長と考えてよいと思う。以下に具体的に述べるが、*Microcystis* が大量発生している間は、植物プランクトンから動物プランクトンへの流れがほとんどなくなってしまうと考えられる。一方、植物プランクトンから細菌を通り湖底泥へ沈降していく経路が大きくなる。

図11に *Microcystis* を中心とした霞ヶ浦高浜入りの炭素の循環速度を1983年の実測値をもとに示した。*Microcystis* の年間総生産量は 418 gC m^{-2} で、この内

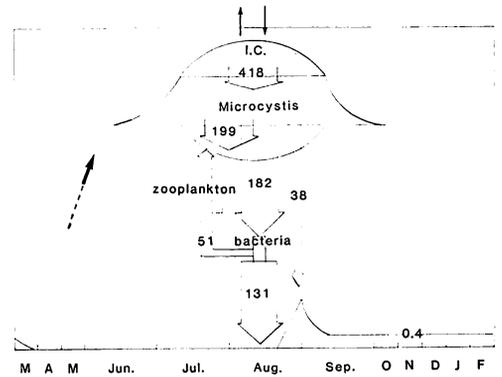


Fig. 11 Carbon flow (gC m^{-2}) of *Microcystis* in Takahamairi Bay of Lake Kasumigaura.

199 gC m^{-2} は呼吸で無機化される。 38 gC m^{-2} は藻類態のまま湖底泥に沈み99%はそこで分解されデトリタスとなり 0.4 gC m^{-2} が湖底泥で越冬し、次期のブルームの種となる。残りの 182 gC m^{-2} は湖水中で分解を受け、 131 gC m^{-2} はデトリタスの炭素として沈み湖底泥中でさらなる分解を受けると考えられる。この差の 51 gC m^{-2} は *Microcystis* を湖水中で分解する細菌の呼吸となり、動物プランクトンは *Microcystis* を直接食べずこうした細菌を食べていると考えられる。実測値がないので光合成により *Microcystis* が排出する DOC (溶存有機炭素) から細菌への炭素の流れが抜けているなどまだ不完全で今後の修正が必要である。*Anabaena*, *Aphanizomenon* と *Microcystis* が大量発生する Mendota 湖では藻類態のまま沈む植物プランクトンの量が、デトリタスとして沈降する量と同じくらいに考えられ、また、植物プランクトンから動物プランクトンへの経路も細菌から動物プランクトンへの経路よりは大きいとしている (BROCK 1985) など、湖による違いもあるかもしれない。

謝 辞

霞ヶ浦での研究は引用文献で示した通り、国立公害研究所生物環境部水生生物生態研究室 安野正之室長、花里孝幸研究員、生物環境管理研究室 岩熊敏夫室長、計測技術部 大槻 晃室長、及び臨湖実験施設相崎守弘主任研究官との共同研究の成果である。また野外調査では、水質土壌環境部 海老瀬潜一室長、福島武彦・大坪國順両主任研究員、計測技術部 河合崇欣主任研究員、生物環境部 春日清一主任研究員にも御助力いただいた。以上の方々に深謝します。また、原稿の校閲は国立公害研究所生物環境部 近藤矩朗室長および水質土壌環境部 渡辺 信主任研究員にしていただいた。記して感謝します。

引用文献

- 相崎守弘・高村典子 1986. 植物プランクトンの分解による栄養塩の回帰. 国立公害研究所研究報告, **96**: 29-44.
- ALLISON, E.M. and WALSBY, A.E. 1981. The role of potassium in the control of turgor pressure in a gas-vacuolate blue-green alga. *J. Exp. Bot.*, **32**: 241-249.
- ARNOLD, D.E. 1971. Ingestion, assimilation, survival, and reproduction by *Daphnia pulex* fed seven species of blue-green algae. *Limnol. Oceanogr.*, **16**: 906-920.
- BERN, L. 1987. Zooplankton grazing on [methyl-³H]thymidine-labelled natural particle assemblages: determination of filtering rates and food selectivity. *Fresh. Biol.*, **17**: 151-159.
- BROCK, T.D. 1985. A eutrophic lake-Lake Mendota, Wisconsin. Springer-Verlag, New York.
- FALLON, R.D. and BROCK, T.D. 1980. Planktonic blue-green algae: production, sedimentation, and decomposition in Lake Mendota, Wisconsin. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 72-88.
- FULTON III, R.S. and PAERL, H.W. 1987a. Effects of colonial morphology on zooplankton utilization of algal resources during blue-green algal (*Microcystis aeruginosa*) blooms. *Limnol. Oceanogr.*, **32**: 634-644.
- FULTON III, R.S. and PAERL, H.W. 1987b. Toxic and inhibitory effects of the blue-green alga *Microcystis aeruginosa* on herbivorous zooplankton. *J. Plankton Res.* **9**: 837-855.
- GANF, G.G. 1974. Diurnal mixing and the vertical distribution of phytoplankton in a shallow equatorial lake (Lake George, Uganda). *J. Ecol.* **62**: 611-629.
- GANF, G.G. and HORNE, A.J. 1975. Diurnal stratification, photosynthesis and nitrogen-fixation in a shallow, equatorial Lake (Lake George, Uganda). *Fresh. Biol.*, **5**: 13-39.
- GLIWICZ, Z.M. 1977. Food size selection and seasonal succession of filter feeding zooplankton in a eutrophic lake. *Ekol. Pol.*, **25**: 179-225.
- GRANT, N.G. and WALSBY, A.E. 1977. The contribution of photosynthate to turgor pressure rise in the planktonic blue-green alga *Anabaena flos-aquae*. *J. Exp. Bot.*, **28**: 409-415.
- HANAZATO, T. and YASUNO, M. 1985. Population dynamics and production of cladoceran zooplankton in the highly eutrophic Lake Kasumigaura. *Hydrobiologia*, **124**: 13-22.
- HANAZATO, T. 1987. Ecological studies on zooplankton in a eutrophic lake in the blooming season of blue-green algae. Sc. D. Thesis. Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo.
- HANAZATO, T. and YASUNO, M. 1987. Evaluation of *Microcystis* as food for zooplankton in a eutrophic lake. *Hydrobiologia*, **144**: 251-259.
- 茨城県水産試験場 1912. 茨城県霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告 茨城県
- ICHIMURA, S. 1958. On the photosynthesis of natural phytoplankton under field conditions. *Bot. Mag. Tokyo*, **71**: 110-116.
- ICHIMURA, S. and ARUGA, Y. 1958. Some characteristics of photosynthesis of fresh water phytoplankton. *Bot. Mag. Tokyo*, **71**: 261-269.
- JACOBSON, L. and HALMANN, M. 1982. Polyphosphate metabolism in the blue-green alga *Microcystis aeruginosa*. *J. Plankton Res.*, **4**: 481-488.
- KONDA, T. 1985. Differences in bacterial floras among different size fractions of suspended particles in a hypertrophic pond. *Jpn. J. Limnol.* **46**: 247-255.
- KONOPKA, A. and BROCK, T.D. 1978. Changes in photosynthetic rate and pigment content of blue-green algae in Lake Mendota. *Appl. Environ. Microbiol.*, **35**: 527-532.
- KONOPKA, A., KROMKAMP, J. and MUR, L.R. 1987. Regulation of gas vesicle content and buoyancy in light- or phosphate-limited cultures of *Aphanizomenon flos-aquae* (Cyanophyta). *J. Phycol.*, **23**: 70-78.
- KROMKAMP, J.C. and MUR, L.R. 1984. Buoyant density changes in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* due to changes in the cellular carbohydrate content. *FEMS Microbiology Letters* **25**: 105-109.
- LAMPERT, W. 1981. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **66**: 285-298.
- LAMPERT, W. 1982. Further studies on the inhibitory effect of the toxic blue-green *Microcystis aeruginosa* on the filtering rate of zooplankton. *Arch. Hydrobiol.*, **95**: 207-220.
- LIVINGSTONE, D. and REYNOLDS, C.S. 1981. Algal sedimentation in relation to phytoplankton periodicity in Rosterne Mere. *Br. Phycol. J.*, **16**: 195-206.
- MALONE, T.C. 1980. Algal size. p. 433-463. In I. MORRIS (ed.), *The physiological ecology of phytoplankton*. Blackwell Sci. Pub., Univ. California Press.
- MORGAN, N.C. 1980. Secondary production, p. 247-340. In E.D. LECREN and R.H. LOWE-MCCONNELL (eds.), *The functioning of freshwater ecosystems*. Cambridge Univ. Press.
- NIZAN, S., DIMENTMAN, C. and SHILO, M. 1986. Acute toxic effects of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* on *Daphnia magna*. *Limnol. Oceanogr.*, **31**: 497-502.
- OECD 1982. Eutrophication of waters. OECD,

- Paris.
- OKADA, M., SUDO, R. and AIBA, S. 1982. Phosphorus uptake and growth of blue-green algae, *Microcystis aeruginosa*, Biotechnology and Bioengineering, **14**: 143-152.
- OKINO, T. 1973. Studies on the blooming of *Microcystis aeruginosa*. Jap. J. Bot., **20**: 381-402.
- OLIVER, R.L. and WALSBY, A.E. 1984. Direct evidence for the role of light-mediated gas vesicle collapse in the buoyancy regulation of *Anabaena flos-aquae* (Cyanobacteria). Limnol. Oceanogr., **29**: 879-886.
- OLIVER, R.L., THOMAS, R.H., REYNOLDS, C.S. and WALSBY, A.E. 1985. The sedimentation of buoyant *Microcystis* colonies caused by precipitation with an iron-containing colloid. Proc. R. Soc. Lond. **B223**: 511-528.
- 大槻 晃・河合崇欣・相崎守弘 1981. 霞ヶ浦高浜入りにおけるリンおよび溶解無機態窒素の動態。国立公害研究所研究報告, **22**: 3-21.
- 大槻 晃・岩熊敏夫・河合崇欣・相崎守弘 1984. 霞ヶ浦における富栄養化現象の傾向。国立公害研究所研究報告, **51**: 1-10.
- OTSUKI, A., AIZAKI, M., IWAKUMA, T., TAKAMURA, N., HANAZATO, T., KAWAI, T. and YASUNO, M. 1985. Coupled transformation of inorganic stable carbon-13 and nitrogen-15 isotopes into higher trophic levels in a eutrophic shallow lake. Limnol. Oceanogr. **30**: 820-825.
- PAERL, H.W. and USTACH, J.F. 1982. Blue-green algal scums: An explanation for their occurrence during freshwater blooms. Limnol. Oceanogr., **27**: 212-217.
- PAERL, H.W., TUCKER, J. and BLAND, P.T. 1983. Carotenoid enhancement and its role in maintaining blue-green algal (*Microcystis aeruginosa*) surface blooms. Limnol. Oceanogr., **28**: 847-857.
- PAERL, H.W. 1984. Cyanobacterial carotenoids: their roles in maintaining optimal photosynthetic production among aquatic bloom forming genera. Oecologia (Berlin), **61**: 143-149.
- PAERL, H.W., BLAND, P.T., BOWLES, N.D. and HAIBACH, M.E. 1985. Adaptation to high-intensity, low-wavelength light among surface blooms of the cyanolacterium *Microcystis aeruginosa*. Appl. Environ. Microbiol. **49**: 1046-1052.
- PARSONS, T.R., TAKAHASHI, M. and HARGRAVE, B. 1984. Biological Oceanographic Processes, Pergamon Press, pp. 330.
- REYNOLDS, C.S. 1973. Growth and buoyancy of *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin in a shallow eutrophic lake. Proc. R. Soc. Lond. **B. 184**: 29-50.
- REYNOLDS, C.S. and WALSBY, A.E. 1975. Waterblooms. Biol. Rev. **50**: 437-481.
- RIEMANN, B.M., PERSSON, L. and JOHANSSON, L. 1986. Carbon metabolism and community regulation in eutrophic, temperate lakes. p. 267-279. In B. RIEMANN and M. SØNDERGAARD (eds.) Carbon dynamics in eutrophic, temperate lakes. Elsevier, NY.
- ROEART, R.D. 1984. Factors controlling primary production in a hypertrophic lake (Hartbeespoort Dam, South Africa). J. Plankton Res., **6**: 91-105.
- SOMMER, U. 1984. Sedimentation of principal phytoplankton species in Lake Constance. J. Plankton Res., **6**: 1-14.
- SMAYDA, T.J. 1970. The suspension and sinking of phytoplankton in the sea. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., **6**: 1-14.
- TAKAMURA, N. 1987. Ecological studies on *Microcystis* in hypertrophic Lake Kasumigaura. Ph. D. Thesis, Nara Women's University, Nara.
- TAKAMURA, N. and YASUNO, M. 1983. Food selection of the ciliated protozoa, *Condylostoma vorticella* (Ehrenberg) in Lake Kasumigaura. Jpn. J. Limnol., **44**: 184-189.
- 高村典子・岩熊敏夫・安野正之 1984. 霞ヶ浦の植物プランクトンの現存量と一次生産 (1981-1983) 及びラン藻類の生産特性。国立公害研究所研究報告, **51**: 11-56.
- TAKAMURA, N. and YASUNO, M. 1984. Diurnal changes in the vertical distribution of phytoplankton in hypertrophic Lake Kasumigaura, Japan. Hydrobiologia **112**: 53-60.
- TAKAMURA, N., YASUNO, M. and SUGAHARA, K. 1984. Overwintering of *Microcystis aeruginosa* Kütz. in a shallow lake. J. Plankton Res. **6**: 1019-1029.
- TAKAMURA, N., IWAKUMA, T. and YASUNO, M. 1985. Photosynthesis and primary production of *Microcystis aeruginosa* Kütz. in Lake Kasumigaura. J. Plankton Res. **7**: 303-312.
- TAKAMURA, N., IWAKUMA, T. and YASUNO, M. 1986. Photosynthesis of size-fractionated phytoplankton population in hypertrophic Lake Kasumigaura, Japan. Arch. Hydrobiol. **108**: 235-257.
- TAKAMURA, N., IWAKUMA, T. and YASUNO, M. 1987. Uptake of ¹³C and ¹⁵N (ammonium, nitrate and urea) by *Microcystis* in Lake Kasumigaura. J. Plankton Res. **9**: 151-165.
- TAKAMURA, N., IWAKUMA, T. and YASUNO, M. 1988. Primary production in Lake Kasumigaura, 1981-1985. Jpn. J. Limnol. (suppl.) (in press).
- TAKAMURA, N. and WATANABE, M.M. 1988. Seasonal changes in the biomass of four *Microcystis* species in Lake Kasumigaura. Jpn. J. Limnol. (suppl.) (in press).
- TAKAMURA, N. and YASUNO, M. 1988. Sedimentation of phytoplankton populations dominated by *Microcystis* in a shallow lake. J. Plankton Res. **10**

- (in press).
- 丹下 孚・加瀬林成夫・小出悟郎・林 忠彦 1957. 昭和25年度霞ヶ浦湖沼観測報告。茨城県水産振興場研究報告。2: 1-10.
- THOMAS, R.H. and WALSBY, A.E. 1985. Buoyancy regulation in a strain of *Microcystis*. J. General Microbiol., **131**: 799-809.
- THOMAS, R.H. and WALSBY, A.E. 1986. The effect of temperature on recovery of buoyancy by *Microcystis*. J. General Microbiol., **132**: 1665-1672.
- TITMAN, D. and KILHAM, P. 1976. Sinking in freshwater phytoplankton: Some ecological implications of cell nutrient status and physical mixing processes. Limnol. Oceanogr., **21**: 409-417.
- YAMAMOTO, Y. 1981. Observation on the occurrence of microbial agents which cause lysis of blue-green algae in Lake Kasumigaura. Jpn. J. Limnol., **42**: 20-27.
- 山本鎔子 1986. 藻のパソジーン。p. 439-504. 秋山・有賀・坂本・横浜編, 藻類の生態。内田老鶴圃, 東京。

 新 刊 紹 介

FLETCHER, R.L.: Seaweeds of the British Isles. Volume 3 Fucophyceae (Phaeophyceae) Part 1.
359 pp. British Museum (Natural History). London.
(1987) £ 30.00

本書は大英博物館より1977年以降順次刊行されている英国諸島の海藻誌のシリーズの第3巻の第1部であり、褐藻類の一部を扱っている。このシリーズの刊行は、1953年の英国藻類学会の設立以来の重要な事業の1つで、同学会にはそのための“Flora Committee”が設けられている。本書の前書きによると、この事業のうち褐藻の部分については歴史的には Blackler, Parke, Russell, Fletcher 各氏が関係しており、最終的には本書の著者の Fletcher 博士が、主に担当することになった。なお本書の前半の序論の部分は Russell 博士との共著となっている。本書の体裁は第1巻の紅藻編をほぼ踏襲しており、序論、暫定的な属の検索表、分類の各論、用語解、分類群の索引などから構成されている。序論は細胞レベル、組織レベルの形態や生活史、生態等、褐藻類の分類を理解する上で必要と考えられる基礎的な知識について、簡潔にまとめられている。この部分は、比較的最近の研究の成果も含められており、また原著の出典が豊富に示されていることから、簡単ではあるが入門書としてなかなか有用である。

本書の分類の部分は含まれる種やその配列等において Parke & Dixon (1976) の英国産海藻のチェックリストに基礎をおいており、英国諸島産の褐藻として33の科をあげている。本書(第1部)では、これらのうち12の科を扱っているが、その内容は、系統上の配列に基づく選択ではなく、ある程度の傾向は見られるものの、準備の終わったものからとりまとめたというものである。すなわち、リトデルマ科、ミリオネマ科、ナミマクラ科、ネバリモ科、コブノヒゲ科、ミリオトリキア科、ハバモドキ科、カヤモノリ科、ムチモ科、アルトロクラディア科、ウルシグサ科、ケヤリモ科の12科の36属66種が含まれている。しかし一般にこれらの科と近縁とされている、シオミドロ科、ナガマツモ科、ニセモズク科、モズク科、ヨコジマノリ科、ジローディア科、ブッフハミア科、ウイキョウモ科などは含まれていない。本書がこのシリーズの他の巻、または他の海藻誌やモノグラフと最も異なっている点は、目レベルでの記載や系統関係への言及をすべて廃

して、科を取り扱う最上位の分類学的階層とした点である。その理由は著者によると、カヤモノリ目、ナガマツモ目、ウイキョウモ目、イソガワラ目、チロプテリス目、ハバモドキ目等の目を区別するのに用いられている形質は1つ、または少数にすぎず、人為的な区分であると考えられ、またこれらの目が歴史的に安定したものとして認められているわけではないというものである。確かにこの背景として比較的原始的な褐藻類の目レベルでの取り扱い、現在やや混乱した状況にあり、上で挙げた目をすべて広義のシオミドロ目に含めるという考え方が特に英国系の研究者の間に強い。また近年、Kylin の褐藻類の分類系では類縁上遠いとされてきたウルシグサ目とコンブ目、ナガマツモ目とヒバマタ目等の間で比較的近い類縁関係が論じられる等、目レベルでの再検討が必要とされているグループが多く見られることも事実である。これらの状況から、著者はあえて本書で目レベルでの取り扱いを避けたものと考えられる。しかし、そのことは、本書(第1部)に含まれる科が分類上の配列に従っていないことと相俟って、本書をかなり使いにくいものとしている。目レベルでの記載、命名についてもせめて序論の部分で触れる等の配慮がほしかった。

分類の各論では、科、属の記載、種の検索表、種の記載(分類上の異名表、形態学的な記載、生活史の知見、生態、分布、季節性、文献)などが述べられており、取り扱われたすべての種につき線画による解剖図が示され、一部のものについては線画または写真により外観が示されている。この、すべての種につき、それも可能なかぎり生殖器官を含んだ解剖図を与えている点が本書のすぐれた特色である。最近出版された多くの海藻誌は解剖図はほとんど無く記載と標本の外観の写真が示されているだけであったり、時には他の海域の標本に基づく解剖図が原記載などから引用されているなど、その海域の海藻の理解にはあまり役立つものが多い。その点で単なる文献の切り貼りではなく、フローラ研究の集成であるこの労作の持つ意義は大きい。しかし、これまでに刊行された本シリーズの他の巻ではみられた、タイプ標本の所在や標本番号についての記載がなされていないのは残念である。

この号での分類上の取り扱いで Parke & Dixon (1976) のチェックリストとの科レベルでの主な相異点は次の2点である。

1) イソガワラ属はカヤモノリ科に含める。これは最近の培養による生活史の研究で、イソガワラ類の一部が、カヤモノリ科の種の殻状世代であることが示されたことに基づいており、その他の大部分の殻状藻はイソガワラ科を廃するかわりに、リトデルマ科に含められている。

2) Pedersen (1978) の考え方に従いコブノヒゲ科を新設する。

本書のシリーズではこれまでに下にあげる三冊が既に刊行されており、引き続き紅藻のイギス目、ウシケノリ綱の部分、褐藻の第2部、緑藻、藍藻の各巻等が刊行される予定である。

*Dixon, P.S. & Irvine, L.M. *Seaweeds of the British Isles. Volume 1 Rhodophyta. Part 1*

Introduction, Nemaliales, Gigartinales. xi+252 pp. British Museum (Natural History). London. (1977). £ 13.00

*Irvine, L.M. *Seaweeds of the British Isles. Volume 1 Rhodophyta. Part 2A Cryptonemiales (sensu stricto). Palmariales, Rhodymeniales. 120 pp. British Museum (Natural History). London. (1983). £ 13.00*

*Christensen, T. *Seaweeds of the British Isles. Volume 4. Tribophyceae. (Xanthophyceae). 36 pp. British Museum (Natural History). London (1987). £ 7.50.*

(北海道大学理学部植物分類 川井浩史)

新 刊 紹 介

SOUTH, G.R. and WHITTICK, A. *Introduction to Phycology.* vii+340 pp. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, etc. 1987. 邦貨 5,380円 (ペーパーバック)

本書『藻類学序説』は藻類学の全域を取り扱った生物学書であり、9章から構成されている。1章 緒言(4頁, 章の占める頁数)、2章 藻類の分類(41頁)、3章 細胞及び細胞微細構造(55頁)、4章 体制の段階(28頁)、5章 生殖と生活環(43頁)、6章 生理学及び生化学(28頁)、7章 生態学(46頁)、8章 進化と系統発生学(26頁)、9章 藻と人間及び環境(16頁)であり、引用文献(52頁)と索引(11頁)がついている。

各章の占める頁数から知られるように、各章は同じウェイトで記述され、この種の著書にあり勝ちなある項目(例えば、分類とか生態)に偏重することなく、著者の専門領域に執られることなく広い視野から書

かれている。例えば、5章では、多くの分類群について、例を挙げて、それぞれの生殖法と生活環との関係を図を多用してうまく説明している。また、9章では、この種の本には余りみられない、藻と人間生活及び水質環境(有毒藻、水域の富栄養化、汚染、利用、栽培等)を最近の例を挙げて説明している。

本書には、多くの文献が引用され、特に1970年代及び1980年代のものが紹介されているので、藻類学の最近の進歩を知ることができる。また、藻体写真と細胞の微細構造の写真を除いては、線画が採用され、表も多いので内容が理解され易い本になっている。

前述の如く、本書は入門書というよりは、最近の藻類学の進歩を知るためにも藻類研究者及び藻類に関心をもたれる方に推薦したい。また、大学の藻類学講義の一部として、さらには大学院生の教科書として採用できる良書である。(京都大学農学部 梅崎 勇)

 ニュース

第13回国際海藻シンポジウムのお知らせ

第13回国際海藻シンポジウム (The XIII th International Seaweed Symposium) は、1989年8月13～19日にカナダのバンクーバーにあるブリティッシュ・コロンビア大学 (University of British Columbia) で開催されることになりました。

このシンポジウムは、招待講演、ミニシンポジウム (招待者による特別発表)、通常発表、ポスター発表、ワークショップなどで構成される予定です。メインテーマとしては、有用藻類 (大型藻および微細藻) の生物学、および有用藻類とその生産物の開発と利用が考えられています。

また、同伴者のための特別プログラムや太平洋岸北西部への会期前後のツアー (研修および観光) などの準備が進められています。シンポジウムの中日にはバンクーバー近郊へのツアーが予定されています。

このシンポジウムに関する詳しい情報は、下記シンポジウム事務局に問わせてください。セカンド・サーキュラーを欲しい方は、

Name :
Address :
Country :
Postal Code :

を明記し、“Request for 2nd Circular” と書き添えて、下記シンポジウム事務局宛に申し込んでください。シンポジウム事務局の宛先：

The Secretariat
XIII th International Seaweed Symposium
801-750 Jervis Street
Vancouver, British Columbia
CANADA V6E 2A9

なお、もしセカンド・サーキュラー請求用紙を御入用の方がありましたら、有賀宛に御連絡くだされば、お送りします。

(有賀祐勝, 〒108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学)

News

ASCB SUMMER RESEARCH CONFERENCE

ALGAL EXPERIMENTAL SYSTEMS IN CELL BIOLOGICAL RESEARCH

Airlie House Conference Center, Airlie, Virginia

June 25-29, 1988

The American Society for Cell Biology is sponsoring a summer conference entitled "Algal Experimental Systems in Cell Biological Research" to bring together investigators and students to discuss basic cell biological phenomena being studied with algal models. A major purpose of the meeting is to promote exchange of information on techniques and materials to the mutual benefit of researchers now working in diverse areas. The numerous advantages of using appropriate algal models for basic research should become more apparent to the research community from the proceedings and subsequent publication.

In addition to post-presentation question periods, there will be scheduled discussion times on topics and on organisms of particular interest. There will be workshops/demonstrations on immuno microscopy, potentials of image analysis, fluorescence/flow cytometry, and microinjection and electrofusion techniques. The organizers for the conference are Drs. A.W. Coleman, Brown University, Providence and L.J. Goff, University of California, Santa Cruz.

Tentative speakers and titles are:

The Role of Algal Spindles in Elucidating Mechanisms of Cell Division. Z. Cande, University of California, Berkeley.

Genetic Analysis of Basal Body Mutants. S. Dutcher, University of Colorado, Boulder.

Calcium-Sensitive Contractile Organelles. J. Salisbury, Case Western Reserve School of Medicine, Cleveland.

The Algal Cytoskeleton I: The Interaction of Actin and Myosin in Cytoplasmic Movement. J. LaClaire, University of Texas, Austin.

Maintenance and Dynamic Changes of Cytoplasmic Organization Controlled by Cytoskeletal Assemblies in *Acetabularia*. D. Menzel, Lehrstuhl fuer der Universitaet, Heidelberg, FRG.

The Algal Cytoskeleton III: The Assembly, Secretion and Deployment of Scales and Spines. R. Wetherbee, University of Melbourne, Australia

Self-Assembly of the Components of the Cell Wall Layers in *Chlamydomonas*. S. Adair, Washington University, St. Louis.

Cellular Morphogenesis: The Desmid Model System. O. Kiermayer, Paris-Lodron University, Salzburg

Cellular Morphogenesis in the Filamentous Red Alga *Griffithsia*. S. Waaland, University of Puget Sound, Tacoma.

***Fucus* Zygotes: A Model to Study How Cells Acquire a Polar Axis.** R. Quatrano, DuPont Company Research Division, Wilmington.

Cell Differentiation in *Volvox Carteri*: The Use of Mutants in Understanding its Control and its Patterns. R. Starr, University of Texas, Austin

The *Chlamydomonas* Rhodopsin Pathways. K. Foster, Syracuse University, Syracuse

Chloroplast Migration in the Dinoflagellate, *Pyrocystis Fusiformis*. B. Sweeney, University of California, Santa Barbara.

Organization of the Photosynthetic Apparatus. K. Miller, Brown University, Providence.

Light Intensity Regulation of Photosystems I & II and the Antennae in Reds: Correlation of Photosynthetic Activity with Biochemical and Structural Changes. E. Ganut, University of Maryland, College Park.

Molecular Analysis of Complementary Chromatic Adaptation. P. LeMaux, Carnegie Institute of Washington, Washington, D.C.

Sexual Interactions and Mating Systems in *Chlamydomonas Reinhardtii*. U. Goodenough, Washington University, St. Louis.

Sexual Interactions in *Chlamydomonas Eugametos*. A. Musgrave, University of Amsterdam, The Netherlands.

The Role of Pheromones in Sexual Reproduction of Brown Algae. D. Muller, Fachbereich Biologie der Universitaet, Konstanz, FRG.

Cell-Cell Interactions in Algal Symbioses. L. Goff, University of California, Santa Cruz.

Requests for Program and Application information should be addressed to: ASCB Summer Research Conference, National Office, 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814 (301) 530-7153.

— 学 会 録 事 —

日本藻類学会第3回秋季シンポジウム

11月25日、日本植物学会第52回大会（筑波大学）の関連集会として日本藻類学会秋季シンポジウムが渡辺信氏（国立公害研究所）と渡辺眞之氏（国立科学博物館）を世話人として国立公害研究所において開催された。新潟、鹿児島に続いて3回目の開催である。前回の話題は海藻について行われたので、霞ヶ浦をひかえる地で行われるこの度のシンポジウムの演題は「陸水域の富栄養化と藻類の異常発生」と決められた。演者に近畿大学農学部教授門田 元博士（淡水赤潮の場合）と国立公害研究所生物環境部研究員高村典子博士（アオコの場合）をむかえ、東京水産大学教授有賀祐勝博士を座長として行われた。辺境の地での開催にもかかわらず、多数の会員の参加を得、加えて日本植物学会の都合によってシンポジウムが一般公開とされたため会員外の方々も参加され、出席者は71名になった。身近な話題で、内容もわかり易く整理されていたのでなごやかな中にも多くの質問が出された。一般参加者からのむづかしい質問により会が盛上ってきたところで時間切れ閉会となったのは残念であった。引き続き同研究所食堂において渡辺 信氏の司会で懇親会が開催された。梅崎 勇会長のあいさつに始まり、加崎英男先生の乾杯の音頭で幕を開け、2時間余りにわたってなごやかに行われた。大会出席者（懇親会出席者）は次のとおり。

シンポジウム出席者（50音順）○懇親会出席（53名）

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. 青山 和男 | 2. 秋山 優 | 3. 浅井 良紀 |
| 4. 浅田 泰男 | 5. 鯨坂 哲朗 | 6. 有賀 祐勝 |
| 7. 飯間 雅之 | 8. 石川依久子 | 9. 石川 広隆 |
| 10. 今田 克 | 11. 岩波 嶺雄 | 12. 臼井 健司 |
| 13. 梅崎 勇 | 14. 蛸名 政仁 | 15. 大塚 晴江 |
| 16. 大葉 英雄 | 17. 大森 長朗 | 18. 奥田 一雄 |
| 19. 奥田 武男 | 20. 長田 敬五 | 21. 小沢 伸子 |
| 22. 笠井 文絵 | 23. 加崎 英男 | 24. 片山 舒康 |
| 25. 門田 元 | 26. 神山 京子 | 27. 川井 浩史 |
| 28. 川原崎 守 | 29. 菊地 昶史 | 30. 桐原 幸一 |
| 31. 小林 艶子 | 32. 小林 弘 | 33. 小松崎 茂 |
| 34. 斎藤 宗勝 | 35. 坂西 芳彦 | 36. 嵯峨 直恒 |
| 37. 佐々 勤 | 38. 澤口 友宏 | 39. 鈴木 忠徳 |
| 40. 須田彰一郎 | 41. 瀬戸 良三 | 42. 高村 典子 |
| 43. 高橋 永治 | 44. 田中 次郎 | 45. 中村 保典 |
| 46. 長島 秀行 | 47. 南雲 保 | 48. 新山 優子 |
| 49. 西澤 一俊 | 50. 野崎 久義 | 51. 半田 信司 |
| 52. 福島 博 | 53. 福田育二郎 | 54. 舟橋 説往 |
| 55. 松井千代栄 | 56. 真山 茂樹 | 57. 丸山 晃 |
| 58. 御園生 拓 | 59. 宮地 和幸 | 60. 村岡 浩爾 |
| 61. 本村 泰三 | 62. 山寄 徳多 | 63. 山岸 高旺 |
| 64. 山田 家正 | 65. 山田雄一郎 | 66. 横浜 康継 |
| 67. 吉田 忠生 | 68. 若菜 勇 | 69. 渡辺 誠 |
| 70. 渡辺 信 | 71. 渡辺 眞之 | |

渡辺 信氏はじめ国立公害研究所微生物系統保存施設の方々には会場の手配から当日の運営にわたる全てに行き届いた配慮をいただいた。記してお礼申し上げます。

— 会 員 移 動 —

新 入 会

住 所 変 更

退 会

今田 克, 金堀鉄夫 (東京都), 森 鐘一 (大阪府), 糸野 洋 (鹿児島県)

-
- 賛助会員
- 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北4条西6丁目 毎日札幌会館内
阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔
有限会社 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103
海藻資源開発株式会社 160 東京都新宿区新宿1-29-8 財団法人公衆衛生ビル内
協和醱酵工業株式会社研究開発本部商品開発部センター
100 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル
全国海苔貝類漁業協同組合連合会 108 東京都港区高輪2-16-5
K. K. 白壽保健科学研究所・原 昭邦 173 東京都板橋区大山東町32-17
有限会社 浜野顕微鏡 113 東京都文京区本郷5-25-18
株式会社ヤクルト本社研究所 189 東京都国立市谷保1769
山本海苔研究所 143 東京都大田区大森東5-2-12
弘学出版株式会社 森田悦郎 214 川崎市多摩区南生田6-16-12
田崎真珠株式会社田崎海洋生物研究所 779-23 徳島県海部郡日和佐町外ノ牟井
神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野962-1
理研食品株式会社 985 宮城県多賀城市宮内2丁目5番60号
-

会 告

日本藻類学会第12回大会プログラム
(1988)

学会会長 梅 崎 勇
大会会長 岩 崎 英 雄

会 期 昭和63年3月30日(水)~3月31日(木)
会 場 三重大学生物資源学部水産学校舎

日本藻類学会第12回大会プログラム

第1日目(3月30日)

8:50 大会会長挨拶 岩崎英雄

講演(午前の部)

- 9:00 (1) 生育水深の異なる紅藻数種の光合成特性
○村瀬 昇・前川行幸・喜田和四郎(三重大・生資)
- 9:15 (2) ナガコンブの光合成特性について
坂西芳彦(北水研)
- 9:30 (3) 差働式検容計プロダクトメーターによるサンゴの光合成および呼吸の測定
○横浜康継*・井上 勲**・香村真徳***・(*筑波大・臨海センター, **筑波大・生物, ***琉球大・海洋センター)
- 9:45 (4) 三重県志摩半島沿岸域におけるカジメ群落の更新過程
○前川行幸・喜田和四郎(三重大・生資)
- 10:00 (5) 北海道南部の潮間帯に発達するサンゴモ属 turf の形成に関する一考察
○秋岡英承*・馬場将輔**・正置富太郎**・H. W. ジョハンセン***, (*北教大・函館・生物, **北大・水産・植物, ***クラーク大・生物)
- 10:15 (6) 北海道南部恵山岬の大型褐藻類の分布について
○松山恵二* (道立函館水試・室蘭)・菊池和夫** (道立函館水試)
- 10:30 (7) 北海道南西岸の磯焼け減少及びその持続におけるエゾイシゴロモの役割について
藤田大介(北大・水産・植物)
- 10:45 (8) 石膏ボールによって測定したのり漁場や養殖セット内の海水流動分布と、それらに変化を与える要因について
鍋島靖信(大阪水試)
- 11:00 (9) 高知県浦の内湾にみられるオゴノリ類について
○C. A. Orosco・大野正夫(高知大・海洋生物センター)
- 11:15 (10) 高知県下の河川に生長するスジアオノリの生態
○大野正夫・渡辺里香(高知大・海洋生物センター)
- 11:30 (11) 初夏の石川~青森県沖合における流れ藻の出現種
池原宏二(日水研)
- 11:50-12:10 展示講演**
- (12) インドネシアのマングローブ林内汽水域の大型藻類相
田中次郎(国立科学博物館・植物)
- (13) カジメ葉状部の光合成の季節的变化
○R. J. HAROUN*・横浜康継**・有賀祐勝*
(*東水大・植物, **筑波大・臨海センター)
- (14) 仁科三湖における *Cyclotella comta* 集団の地域的差異
丸山 晃(東大・応微研)
- (15) 緑藻の葉緑体リボソームは、4.5S rRNA 成分を含まないのか?
○御園生拓*・古屋文明*・石原二郎**・新田 毅**(*山梨大・教育, **農工大・教育)

12:10-13:00 (昼休み)

講演 (午後の部)

- 13:00 (16) *Navicula seminulum* GRUN. と *Navicula joubaudii* GERMAIN (*N. seminulum*) var. *radiosa* HUST. について
○柿本孝文・小林 弘 (東学大・生物)
- 13:15 (17) *Eunotia* 属のタイプ種である *E. arcus* EHR. について
○真山茂樹・小林 弘 (東学大・生物)
- 13:30 (18) 河川産珪藻の1新種, *Achnanthes capitatolineata* sp. nov. について
○小林 弘・北沢星磁 (東学大・生物)
- 13:45 (19) 同調培養 *Chlamydomonas* の Cell Cycle における巨大ミトコンドリアの形成
○江原友子*・田中康夫*・長船哲斉*・三原佐代子**・長谷栄二*** (*東医大・微生物, **東大・応微研, ***帝京大・医)
- 14:00 (20) *Euglena gracilis* の葉緑体形成:連続切片法—電子顕微鏡観察
○長船哲斉*・児玉雅章*・角田修次*・江原友子*・長谷英二** (*東医大・微生物, **帝京大・医)
- 14:15 (21) 円石藻 *Coccolithus neohelis* (ハプト藻綱) の生活環と細胞の微細構造
○河地正伸・井上 勲・千原光雄 (筑波大・生物)
- 14:30 (22) *Mallomonas* aff. *tonsurata* の電子顕微鏡観察—*Synura* 属 (シヌラ藻綱) との比較形態
○張 晓明・井上 勲・千原光雄 (筑波大・生物)
- 14:45 (23) パプロバ (*Pavlova*) の細胞分裂の電顕的解析
○堀 輝三*・J. C. グリーン** (*筑波大・生物, **プリマス研)

15:00-15:15 (休憩)

- 15:15 (24) 緑藻 *Volvox carteri* の受精の光顕観察
野崎久義 (慶應義塾高校)
- 15:30 (25) 温泉藻シアニディオシジムの細胞構造
○長島秀行*・J. SECKBACH**・福田育二郎* (*東京理科大・理・生物, **Hebrew Univ. Jerusalem)
- 15:45 (26) イピランカ州立公園 (ブラジル) の湖の *Phacus* 属について
○M. B. XAVIER*・小林 弘** (*サンパウロ州立植物研究所, **東学大・生物)
- 16:00 (27) *Mallomonas* 属 (黄金藻) の1新種と日本新産3種について
伊藤裕之 (神戸市水道局)
- 16:15 (28) 温度条件からみたミカヅキモ交配群の適応
○笠井文絵*・市村輝宣**・渡辺 信* (*国立公害研, **東大・応微研)
- 16:30 (29) 羽状ケイ藻 *Pinnularia subcapitata* GREG. var. *hilseana* (JANISCH) O. MÜLLER の分類学的検討
○福島 博*・小林艶子**・大塚晴江*** (*東女体大, **横浜市大・文理, ***神奈川公衛試)
- 16:45 (30) 羽状ケイ藻 *Ceratoneis arcus* (EHR.) KÜTZ. の分類学的検討
○福島 博*・小林艶子**・大塚晴江*** (*東女体大, **横浜市大・文理, ***神奈川公衛試)
- 17:00 (31) 海産羽状珪藻 *Diploneis papula* の有性生殖
○出井雅彦・千原光雄 (筑波大・生物)

17:15-17:30 (休憩)

総 会 (17:30-18:30)

懇 親 会 (18:45-20:30) 三重大学水産食堂

第2日目(3月31日)

講演(午前の部)

- 9:00 (32) シダモク及び秋に成熟するアカモクの生殖器形成
○奥田武男・佐藤由香利(九大・農・水産)
- 9:15 (33) ムチモの雌雄同株体
菊池和夫(道立函館水試)
- 9:30 (34) 褐藻コンブ目の一新種ホソツルモの分類と生活史について
○川井浩史*・名畑進一**(*北大・理,**道立中央水試)
- 9:45 (35) 遠藤吉三郎博士から宮部金吾博士にあてた千島産コンブ類に関する分類学的見解
川嶋昭二
- 10:00 (36) アズマネジモクの主枝のねじれについて
今野敏徳(東水大・植物)
- 10:15 (37) 紅藻, カクレイト科の1種について
梶村光男(島根大・理・臨海)
- 10:30 (38) 韓国産ソゾ属植物の一新種
○南 基完・斉藤 譲(北大・水産・植物)
- 10:45 (39) 韓国産ソゾ属植物の雄性生殖器官
○南 基完・斉藤 譲(北大・水産・植物)
- 11:00 (40) 緑藻タカツキツタの培養条件による形態的変異について
○大葉英雄*・榎本幸人**(*東水大・植物,**神戸大・理・臨海)
- 11:15 (41) 紅藻オキツノリの交配群成立におけるウォレス効果(予報)
増田道夫(北大・理・植物)
- 11:30 (42) バロニアの成長と遊走子形成を導く細胞骨格の動態
石川依久子(阪大・教養・生物)

11:45-13:00(昼休み)

講演(午後の部)

- 13:00 (43) ミカツキモの分裂条件の検討
○佐藤大作・佐藤八十八(東大・教養・生物)
- 13:15 (44) 赤潮鞭毛藻の増殖に及ぼす微量金属の影響
岩崎英雄・西山重樹(三重大・生資)
- 13:30 (45) 河川性付着藻類の光合成活性に及ぼす重金属耐性の違いについて
○高村典子・笠井文絵・渡辺 信(国立公害研)
- 13:45 (46) 単細胞緑藻ドナリエラにおけるグリセロールの細胞内保持に及ぼす光の影響
○藤井修平・山本良一・高田英夫(帝塚山短大・食品)
- 14:00 (47) 付着珪藻類群集の比較における問題点
○半田信司*・中野武登**(*広島県衛連,**広島大・理・植)
- 14:15 (48) 北海道稚内市声間大沼における珪藻遺骸群集の遷移
○水口 香・佐藤裕司・熊野 茂(神戸大・理・生物)
- 14:30 (49) 釧路湿原における珪藻遺骸群集の遷移
○山内みさ子・居平昌士・熊野 茂(神戸大・理・生物)
- 14:45 (50) 冬季凍結湖沼の植物プランクトン: 結氷下での植物プランクトンの分布とその生物活性の変動
日野修次(北海道公害研)

- 15:00 (51) *Synura petersenii* の培養について
○山本真規子・高橋永治(神戸大・自然科学)
- 15:15 (52) 渦鞭毛藻 *Gymnodinium nagasakiense* の生活環—I Planozygote について(予報)
岩崎英雄・岡朶和則(三重大・生資)
- 15:30 (53) 単細胞性チノリモ(*Porphyridium*) 属藻類の系統上の位置
○原 慶明・小野 淳・千原光雄(筑波大・生物)
- 15:45 (54) 有孔虫に内共生する単細胞紅藻1種の分類と特性
○小野 淳・河治 厚・原 慶明(筑波大・生物)

編集委員会: 3月29日 14:00—15:30 生物資源学部水産学校舎2階会議室

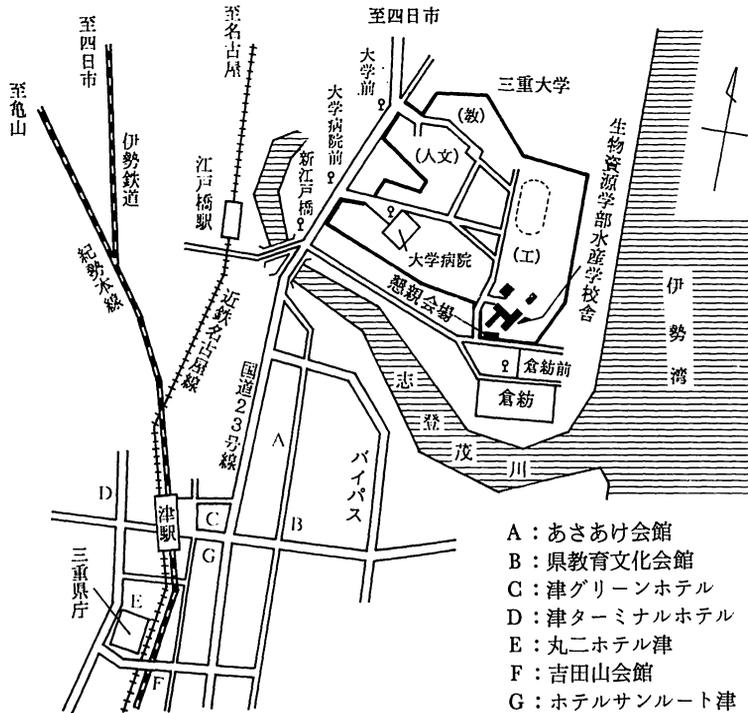
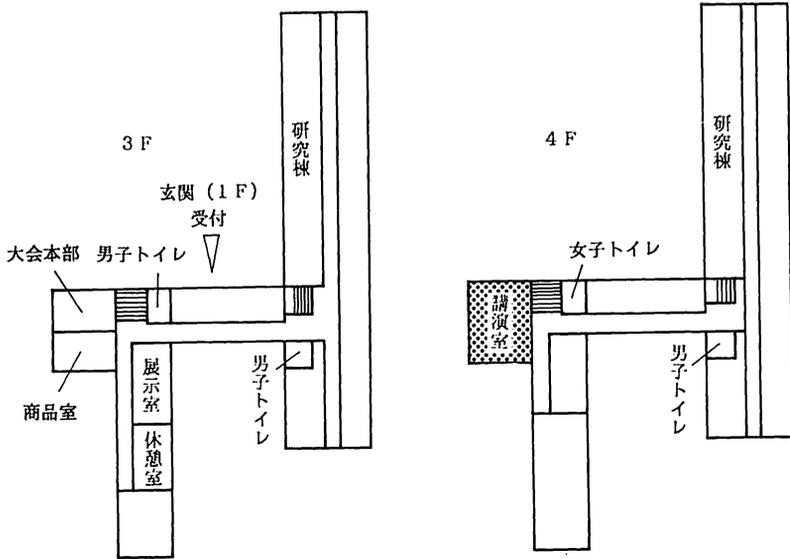
評議員会: 3月29日 15:30—17:30 //

ワークショップ(海藻採集会): 3月31日(16:30 会場前集合), 4月1日—4月2日

●会場案内

会場：514 津市江戸橋2丁目80

三重大学生物資源学部水産校舎 TEL 0592-32-1211 (代)



●交通

津駅東口の三交バス4番のりばから新江戸橋または大学病院前下車徒歩約7分(約25分)。

ただし、倉紡前行きのバスの場合は倉紡前終点下車、徒歩約2分

日本藻類学会第12回大会講演要旨

(1) ○村瀬 昇・前川行幸・喜田和四郎：生育水深の異なる紅藻数種の光合成特性

三重県志摩半島沿岸の低潮線付近の浅所および水深20~30 mの深所から採取した紅藻数種について、光合成活性および色素含有比の面から、それらの垂直分布特性を解明しようと試みた。

太陽光に近い白色光と水深20 m付近の波長組成に近似させた緑色光の下で、光合成一光曲線を求めたところ、浅所産のものは白色光が、深所産のものは緑色光が光合成に効率よく利用されていた。また、クロロフィル a とフィコピリン系色素を定量し、クロロフィル a に対するフィコエリトリンの含有比を求めると、浅所産のものでは1~4であるのに対し、深所産のものでは4~9と高い値が得られた。

すなわち、深所産紅藻は、緑色域を効率的に吸収できるフィコエリトリンの含有比が浅所産のものに比べ高く、光合成が白色光下よりも緑色光下で効率よく行なわれた。これに対し、浅所産紅藻は、フィコエリトリンの含有比が深所産のものに比べ低く、光合成活性が白色光下でより高いことが認められた。このように浅所産・深所産紅藻は、それぞれの生育水深の光環境によく適応していることが確かめられた。

(三重大・生資)

(2) 坂西芳彦：ナガコンブの光合成特性について

ナガコンブは北海道の東部太平洋岸より千島列島に分布し、我が国のコンブ産業においても重要な位置を占めている。本研究は、光強度、葉体の部位といった要因と光合成との関係を明らかにすることを目的として行なった。

釧路市桂恋地先の平磯地帯で、低潮線付近に生育するナガコンブを採集し、葉体よりコルクボーラーでうちぬいた面積約3 cm²のディスクを光合成測定の試料とした。

ろ過海水で満たした100 mlの酸素びんにディスクを入れ、種々の光強度、温度のもとでインキュベートし、前後の溶存酸素をウィンクラー法で定量し、その増加、減少をそれぞれ光合成、呼吸とした。

今回の測定では、現場水温における光合成一光曲線

で、光合成速度は300~400 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{S}$ ではほぼ光飽和に達し、光飽和光合成速度は1.16~3.90 $\mu\text{lO}_2/\text{mg}/\text{hr}$ 、呼吸速度は0.15~0.50 $\mu\text{lO}_2/\text{mg}/\text{hr}$ の値を示し、1000 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{S}$ までの範囲では強光阻害は見られなかった。

10°C、400 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{S}$ における光合成速度は、同一葉体内では中央部より先端部にかけてが最も高い値を示す場合が多かった。(北水研)

(3) ○横浜康継*・井上 勲**・香村真徳***：差動式検容計プロダクトメーターによるサンゴの光合成および呼吸の測定

サンゴは熱帯亜熱帯の基礎生産者として重要な位置を占めているが、その群体の形状から、生理生態学における研究対象としては扱いにくい存在であったと思われる。従来主として海藻の小型葉片を材料とした光合成特性の研究に用いられてきたプロダクトメーターは、最近における改良の結果、大型の反応容器の装着が容易となり、長さあるいは直径10 cm前後のカジメ等の幼個体、魚類、ウニ等の光合成あるいは呼吸の測定も容易となった。そこでサンゴの群体あるいはその一部を用いて光合成および暗中で呼吸の測定を試みた。

反応容器および対照容器として直径約9 cm高さ約6 cmの秤量ビン型のガラス器を試作した。両容器に100 mlの海水を入れ、反応容器にサンゴの群体または群体片を逆さに入れ、恒温水槽に浸し、光は下面から照射して振とうを開始し、約20分後に酸素の発生あるいは吸収量の測定を開始したが、各条件下において光合成あるいは呼吸速度が30分間以上一定に保たれることがわかった。*Montipora*, *Galaxea* その他で光合成一光曲線が得られたが、上面に平滑な群体ほど光補償点および光飽和点が低いという傾向がみられた。

(*筑波大・臨海実験センター、**筑波大・生物、***琉球大・海洋センター)

(4) ○前川行幸・喜田和四郎：三重県志摩半島沿岸域におけるカジメ群落の更新過程

三重県志摩半島沿岸域のカジメ群落内に、2コの永久コドラートを設置し、1982-1987年の約6年間にわたる個体群動態の調査・解析から、群落の更新過程を明らかにした。

永久コドラート内の群落の茎長組成、密度、平均茎長及び現存量等の規則的年変化から、更新の周期は3年と考えられた。また、更新のプロセスは典型的なギャップ更新であった。カジメ群落の更新過程は、その構造や機能の面から、3相に分けて考えることができた。林冠を形成する大型個体の、まとまった流失によりギャップが形成され、ギャップ形成後の3-6ヶ月は、幼体の加入量が多く、死亡率もそれほど高くない。また、現存量は密度の増加と共に多くなる(ギャップ相)。ギャップ形成後約6ヶ月で群落は最大密度となり、幼体の加入量は止まる。その後、密度は急激に減少する。しかし、この時期の現存量の増加は著しい(建設期)。ギャップ形成後1-1.5年で現存量は飽和し、密度減少も緩やかになり、林冠が形成される(成熟期)。カジメ群落の更新は、小地域内で期間的にも場所的にもランダムに頻繁におこる。従って、さまざまな更新過程の途中層がモザイク状に分布し、その地域全体としては一定の状態を保ち続け、群落が安定して維持されているものと考えられた。

(三重大・生資)

(5) ○秋岡英承*・馬場将輔**：正置富太郎**・H. W. ジョハンセン***：北海道南部の潮間帯に発達するサンゴモ属 turf の形成に関する一考察

北海道南部に於ても潮間帯岩上にサンゴモ属がカーペット状に厚く密生して所謂 turf を形成している。特定の種がこのような特徴のある群落を形成する理由はいくつか知られているが、ここにおける形成要因を明らかにする目的で、函館近郊の恵山町豊浦沿岸にて、1985年7月から約1年間にわたり、月1回干潮時に採集と観察を行なった。その際、3通りの場所を選び、それぞれ5cm平方枠2箇所から藻体・砂泥などを採取して海水ホルマリンで固定し、検鏡と測定に供した。その結果、外海に面する潮間帯最下部に群生する種は殆どがミヤヒバであるが、そのほかは turf をなし、構成種はピリヒバで、これらは異常な形態を示し、生殖器果の数も非常に貧弱であった。すなわち、

低潮時に干出する平坦な基質上の turf はよく発達し、藻体は繊細であるが割合に伸長し、枝は互いに絡み合って癒合し、個体の識別が困難の場合が多かった。外海から更に離れた浅い大きな潮溜りの中の turf は余り発達せず、藻体は生長点が著しく食害をうけるため比較的短かく、2次的な分枝が多い。これらの点から、ここでは主として藻体を乾燥から防ぐため、turf が顕著に発達するものとする。(*北教大・函館・生物, **北大・水産・植物, ***クラーク大・生物)

(6) ○松山恵二*・菊地和夫**：北海道南部恵山岬の大型褐藻類の分布について

恵山岬は北海道南部渡島半島にあり、津軽海峡の太平洋側の入口に位置する。海洋環境は複雑で、道東から日高エリモ岬を通る千島海流と津軽海峡を通過した対島海流の影響を共に受ける。恵山岬を中心に西は函館市から北の鹿部町までの地帯はマコンブの生産地である。しかし、近年漁場の荒廃が進み、天然マコンブの生産が減少している。

我々は漁場の荒廃の原因究明と、漁場造成にとり組んでいる。今回は、漁場実態調査の結果から漁業としての重要種であるマコンブ、ミツイシコンブと、この漁場で特に多く出現する大型褐藻のガゴメ、チガイソ、スジメ、アナメの6種の分布について報告する。

マコンブは恵山岬、鉦子岬の両岬周辺では出現せず、両岬にはさまれた湾部の水深2~4mに多く出現した。ミツイシコンブはマコンブとは異なり、岬部の水深の浅い所で多かった。ガゴメは岬部で特に多く、水深2~10mに出現し、個体数も現存量も多かった。アナメも岬部でのみ出現し、生育水深は10m以深であった。チガイソとスジメは岬部、湾部ともに出現したが、チガイソは水深の浅い所(2~4m)に多く、スジメは4m~10mでガゴメの少ない所に多かった。

(*道立函館水試・室蘭, **道立函館水試)

(7) 藤田大介：北海道南西岸の磯焼け現象及びその持続におけるエゾイシゴロモの役割について

松前から積丹半島にかけての北海道南西岸は慢性化した磯焼け地帯で、ホソメコンブ、ナンブワカメ、エゾアワビなどが減産したままである。本沿岸の大成町では昭和5(1930)年に行なわれた浅海増殖適地調査の時点で既に磯焼け状態にあったことが知られており、それ以降、回復したという報告はない。磯焼け地

帯ではエゾイシゴロモを主とする無節サンゴモ類が海底を広く覆っており、キタムラサキウニが高密度に生息している。演者はこれまで調べてきたエゾイシゴロモの生理学的諸性質から、磯焼け現象における本種の役割について以下のように考察した。すなわち、エゾイシゴロモは水平方向の生長が大きく基質占有面積を次第に拡大するため、他の海藻の胞子の着生が可能な岩の露出面を減少させる。自らの藻体表面では表層の剝離を利用して他の海藻の胞子が定着するのを阻止する。この結果、他の海藻は「間引き」されて低密度となり、キタムラサキウニなどの侵入、居留、摂食を容易にしている。これらの植食動物によって特別な防禦機構を持たない一般海藻は摂取されるが、エゾイシゴロモは体の石灰化、表層の産生、中層の再生、埋没型生殖器官の形成に基づく抵抗性を有するので繁茂を続ける。なお無節サンゴモ類は沖合から岸の方向へ群落を拡大してきた可能性がある。

(北大・水産・植物)

(8) 鍋島靖信：石膏ボールによって測定したのり漁場や養殖セット内の海水流動量分布と、それらに变化を与える要因について

海水流動は海水中の栄養塩をのり葉体に供給する重要な働きを持っている。のり漁場の有効利用をはかるため、漁場や養殖セット内の海水流動量分布を石膏ボールによる測定法(日本藻類学会第11回大会発表)を用いて測定した。なお、海水流動量の比較には、現場に設置した石膏ボールの単位時間当たりの平均減量を、それと同等の減量をもたらす海水流の流速に換算する等価流動量を用いた。漁場のセット配置、セットの張り強度、のり網の張込率、のりの生長、葉体密度などの漁場やセット内の諸要因と、そこでの等価流動量分布の変化について検討した。漁場においては、養殖セットが漁場内の海水流動を減衰させるため、セットに遮蔽された内域ほど弱くなり、調査時の天候と潮汐においては、沖からの波浪による海水流動より、陸岸と平行に流れる潮流流による海水流動を阻害する割合が大きいことが検出された。養殖セット内ではのり葉体が伸長した部分や、密生した部分、のり網が重ね張りされた部分で、等価流動量が低下することが明らかになった。また、セットの設置方法に関しては、枠網が強く張られている部分ほど等価流動量の低下が少ないことなどが窺えた。これらは漁場の有効利用やセット内の海水流動を向上させるための手がかりとな

ると考えられる。

(大阪水試)

(9) ○Christine A. OROSCO・大野正夫：高知県浦の内湾にみられるオゴノリ類について

土佐湾中央部に位置する浦の内湾は湾口が狭く奥部まで12 kmある深い入江である。その湾口部に *Gracilaria chorda*, *G. gigas*, *G. incurvata*, *G. textorii* と *G. verrucosa* の5種がみられる、この湾で最も広く分布し、生育量も多い種類は、*G. chorda* である。*G. verrucosa* は湾口部の多海に面した比較的狭い範囲にしか分布していなかった。

生育層をみると *G. verrucosa* は潮間帯下部から約1.0 m (D.L.) ほどの浅いところ、*G. chorda* と *G. gigas* は次いで深いところ、*G. incurvata* と *G. textorii* は、約20 m (D.L.) までの深いところに繁茂しており、種類によって少しずつ最適生育層に違いがみられた。

浦の内湾のオゴノリの季節的消長をみると11月からみえはじめ、3~5月が最大繁茂期になり、夏期に藻体はみかけられなくなった。しかし今回の調査で、砂をかぶった転石、礫上では、夏期から秋期にかけて葉体の下部、盤状部から新しい発芽体が多く出ているのが認められた。これは暖海域のオゴノリ類の生活型を考える時に興味ある現象であった。

(高知大・海洋生物センター)

(10) ○大野正夫・渡辺里香：高知県下の河川に生長するスジアオノリの生態

スジアオノリは低塩分から高塩分まで広く生育することで知られているが、高知県下の四万十川や新莊川の河口域では、漁業者により採取されている。スジアオノリは、多季節性であり、藻体は周年河岸にみられるが、収穫出来るほど伸びるのは、12~1月と4~5月の短い期間である。スジアオノリの生育層は水深0~2.0 m (D.L.) ほどであるが、よく繁茂している層は、冬期では浅いところ春期では深いところにみられる。スジアオノリの品質の良い繁茂域は、冬期では塩分の濃い下流域、春期では上流域に広がっている。葉長は冬期は比較的短く、春期は長くなる傾向がみられた。

スジアオノリの塩分に対する適応について、新莊川で調べてみると1日の干満の違いにより、下限は塩分1.0付近から上限は27.0付近まで変動した。特に冬・春の繁茂期は、他の季節にくらべて1日の塩分差が大

きく変動していたことに興味を持たれた。スジアオノリの品質は、色の濃さで決められるが、藻体に含まれているクロロフィル量をみると、最も伸長の著しい時に、比較的高い値を出していた。

このようにスジアオノリは、環境に対して適応力はあるが、成長は環境条件により著しく変化することがわかった。 (高知大・海洋生物センター)

(11) 池原宏二：初夏の石川～青森県沖合における流れ藻の出現種

1986年6～7月に石川県から青森県の沖合で流れ藻に付随する魚卵・稚魚分布調査を実施した際に、流れ藻の出現種についても調べ、若干の知見を得たので報告する。

流れ藻として出現したのは緑藻4種、褐藻29種、紅藻2種、種子植物2種で、このうち緑藻、紅藻及び褐藻の一部は着生海藻であった。ホンダワラ類は17種が出現し、流れ藻全重量の96%を占めた。次いでエゴノリが3%、その他が1%であった。ホンダワラ類のうちではアカモクが全重量の29%を占めて最も多く、全採集点で出現した。特に佐渡島沖合(距岸65～110哩)や大和堆(150～185哩)では76～85%を占めた。ヤツマタモクは全重量の26%を占め、アカモクに次いで多かった。特に距岸20～60哩の佐渡島周辺と青森県沖では29～33%と、アカモクより多かった。ノコギリモク、フシスジモク、ジョロモクはそれぞれ8～10%を占め、以上の5種で82%と大半を占めた。

本調査で出現した種の生育していた海域は、海洋条件や同時期の山陰沖の流れ藻の出現状況(池原1987)からみて、大和堆や佐渡島沖合のアカモクなどは九州及び山陰、また、佐渡島周辺や青森県沖合の流れ藻は主に能登半島～九州である可能性が大きいものと推察された。 (日水研)

(12) 田中次郎：インドネシアのマングローブ林内汽水域の大型藻類相

亜熱帯から熱帯にかけての河川の汽水域には広い範囲にわたってマングローブ林が形成される。ここには海に面した岩礁域の潮間帯にはみられない大型藻類が生育している。特にコケモドキ属・アヤギヌ属・イソモッカ属などの藻類はこの汽水域に最も適応して生育している。

1986年8月にインドネシア西部に位置するマルク州

の4カ所のマングローブ林汽水域で藻類相を調査した結果、日本の南西諸島での藻類相と基本的な種類構成はかなり類似していることが明らかとなった。

日本と共通に出現する分類群としてコケモドキ属では *Bostrychia binderi*, *B. kelanensis*, *B. moritziana*, *B. pinnata*, *B. mixta*, アヤギヌ属では *Caloglossa adnata*, *C. lepreurii*, イソモッカ属の *Catenella caespitosa*, テングサ属の *Gelidium pusillum*, ナガミグサ属の *Murrayella pericladus*, ネダシグサ属の *Rhizoclonium kernerii*, モツレチョウチン属の *Boodleopsis pusilla* 等がある。

インドネシアでのみ生育が確認されたものは *Bostrychia flagellifera*, *Caloglossa stipitata*, *C. bombayensis*, *Catenella impudica*, *Mesospora schmidtii*, *Chordaria repens*, *Boodleopsis siphonaea* である。

(国立科学博物館・植物)

(13) OR. J. HAROUN*・横浜康継**・有賀祐勝*：カジメ葉状部の光合成の季節的变化

わが国中部太平洋沿岸から九州沿岸の漸深帯に生育するカジメの葉状部の年間の生育サイクル(annual growth cycle)については、すでに1987年の本大会で報告した。今回はカジメ葉状部の光合成特性を中心とした光合成活性の変化について報告する。

1986年4月から1987年4月まで、伊豆下田の鍋田湾の水深約5mに生育するカジメを毎月1回採取し、第2, 5, 8, 11側葉の光合成を差動式検容計プロダクトメーターで測定した。また、1987年1, 5, 7月には、3～6時間毎に光合成を測定し日周期性を調べた。

側葉の単位面積あたりの光合成—光曲線では、光合成活性・呼吸活性とも一般に古い側葉より若い側葉で高い傾向が認められたが、1-4月には光合成—光曲線の著しい差は認められなかった。光飽和純光合成速度は3月に最高値(44-49 $\mu\text{l O}_2/\text{cm}^2/\text{h}$)、9-10月に最低値(19-31 $\mu\text{l O}_2/\text{cm}^2/\text{h}$)を示した。暗所での呼吸速度は大きな季節変化を示さず、およそ4 $\mu\text{l O}_2/\text{cm}^2/\text{h}$ であった。補償点は4-8月には低く(0.4-0.7 klux)、10-3月には高かった(0.7-1.7 klux)。また、 I_k 値は4-9月には低く(3.4-5.6 klux)、10-3月には高かった(5.6-9.2 klux)。光飽和純光合成速度には明瞭な日周期的変化が認められた。(*東京水産大・植物, **筑波大・臨海センター)

(14) 丸山 晃: 仁科三湖における *Cyclotella comta* 集団の地域的差異

1972-3年, 仁科三湖の沿岸部41地点の表層水資料を用いて, *Cyclotella comta* 集団の細胞サイズ分布, 現存量などの地域差と季節的変化が調べられた。細胞サイズは, 三湖とも夏期に最小となる。KOLMOGOROV-SMIRNOV の二試料検定により, この小型集団には, 青木, 中綱, 木崎三湖で, それぞれ有意水準0.001, <0.025, 0.001<で, 細胞サイズ分布の湖沼内差異が見出された。しかし, この湖沼内差異は, 湖沼間差異を越えない。青木湖の集団は, 細胞サイズ分布の正規性が低く, 分布域が小さい側にあり, 高い現存量をもつ。これに反して, 木崎湖では, 正規性の高い, 大きい側にずれた。密度の著しく低い集団からなる。中綱湖の集団は, かなり青木の湖水の影響を受けているとみられ, 分布の形と位置や現存量が似ている。*C. comta* をとりまく環境の湖沼内, 湖沼間差についても言及される。
(東大・応微研)

(15) ○御園生拓*・古屋文明*・石原二郎***・新田毅** : 緑藻の葉緑体リボソームは, 4.5S rRNA 成分を含まないのか?

我々は, 緑色植物の系統関係を明らかにする目的で, 植物の生命活動においてきわめて基本的な役割を持つ葉緑体リボソーム RNA (rRNA) に注目し, 分子進化的な研究を行なっている。陸上植物の葉緑体リボソームは, rRNA として 23S・16S・5S および 4.5S 成分を含むとされている。しかし先に我々は, 海産大型緑藻のほとんどの分類群では, 葉緑体リボソームは高等植物タイプの 23S rRNA ではなく 24S rRNA を持つことを発見した¹⁾。今回は, 他の rRNA 成分にも差異がある可能性を考え, 電気泳動を用いて 5S および 4.5S 成分についての検索を行なった。その結果, ヒビミドロ目ヒトエグサからツユノイト目オオハネモに至るまで 4.5S 成分に相当するものは検出されなかった。

Anacystis nidulans および *Chlamydomonas reinhardtii* 葉緑体では, 23S rRNA 3' 末端が高等植物の 4.5S 成分と高い塩基配列の相同性を持つことが知られていることから, いままで調べられた緑藻の分類群では 4.5S rRNA が 24S 成分から分離していないと推論できる。これらの結果を踏まえ, 藻類から高等植物への葉緑体の進化を考察する。

1) 御園生拓他, 緑藻ハネモ属の葉緑体 DNA および rRNA のサイズ特異性. 日本植物生理学会1987年度年会要旨集, p. 37.

(*山梨大・教育・生物, **農工大・一般教育・生物)

(16) ○柿木孝文・小林 弘: *Navicula seminulum* GRUN. と *Navicula joubaudii* GERMAIN (*N. seminulum*) var. *radiosa* HUST. について

N. seminulum も *N. joubaudii* も殻長 10 μm 前後の小形の珪藻であるが, *N. seminulum* は豊栄養から強腐水までの水域に屢々大量かつ広範囲にわたって出現する。一方, *N. joubaudii* はごく最近まで *N. seminulum* の 1 変種, var. *radiosa* として扱われてきたものであるが, 比較的綺麗な水域や, コケに付着して, また, 土壌中に出現する。顕微鏡ではどちらも同じような殻形をしており, 条線の配列が *N. joubaudii* の方がより放射状である点で異っているのみである。しかし, 顕微鏡を用いて比較したところでは, *N. seminulum* の条線が 2 重点紋列からなるのに対し, *N. joubaudii* の方は単列の胞紋をもっており明らかに別種であることがわかった。
(東学大・生物)

(17) ○真山茂樹・小林 弘: *Eunotia* 属のタイプ種である *E. arcus* EHR. について

EHRENBERG は1837年スウェーデンの Degernä 産の珪藻土を調べ, *Eunotia* 属を設立すると同時に *E. arcus*, *E. serra*, *E. diadema*, *E. pentodon*, *E. triodon*, *E. didon*, *E. faba* の 7 新種を記載し, 同時に他の属の 15 種の出現を記録した。*E. arcus* の原標本は東ドイツにあるものと思われるが, 現在は借出しが非常にむずかしい状況にあるので, 今回はストックホルム自然史博物館より Degernäs と記されている珪藻土試料をいただき調べたところ含まれている種類は EHRENBERG の記録と非常に似ており, 同一産地の試料と断定できるものであった。これと本邦の菅沼, 井の頭池産の試料に出現した *E. arcus* と同定できる個体群について SEM による観察を行なった。

殻長は増大胞子形成直後の初生殻で 115 μm, 最も小形のものは 30 μm で, 4 倍弱の開きがみられ, 殻幅も同じく初生殻の 11 μm から 6 μm まで 1/2 強の大きな変化がみられたが, Epitheca の深さは 14~18 μm で比較的安定していた。殻の外層面では条線は明瞭な溝として落ち込み, パターンセンターは殻面上の

腹側に沿って存在し、これに隣接する殻套部の条線の胞紋の一部は殻面上にせり上り、殻縁にそって開口するなどの特徴が認められた。(東学大・生物)

(18) ○小林 弘・北沢星磁：河川産珪藻の1新種，*Achnanthes capitato-lineata* sp. nov. について

本邦の河川，特に山間の溪流に屢々多産する *Achnanthes* 属珪藻の1種は，殻長 20~30 μm ，殻幅 3~4 μm ほどの小形種で，殻は細長く，両殻端は顕著な頭状になるという特徴を持つ。そのため，条線は殻の中心部で 10 μm に約22本で，やや粗いが，従来は *Achnanthes microcephala*，*A. minutissima* var. *eryptocephala* または *A. minutissima* var. *jackii* などと同定されてきた。

しかし，SEM および TEM で調べたところでは，条線を構成する胞紋の形が細長いこと，細長い胞紋は中間で1または2回の縊れをもつこと，極裂は折れ曲って終ること，胞紋を閉塞する薄皮は *A. minutissima* のものとは異り，*A. convergens* 形である点などで大きく異っていた。(東学大・生物)

(19) ○江原友子*・田中康夫*・長松哲斉*・三原佐代子**・長谷栄二***：同調培養 *Chlamydomonas* の Cell Cycle における巨大ミトコンドリアの形成

昨年，我々は明暗法 (12:12時間) により同調培養された *Chlamydomonas reinhardtii* の細胞集団の示す無性生殖環における葉緑体核様体のダイナミックな形態変化を DAPI 染色一高分解能蛍光顕微鏡で観察した。

今回は *Chlamydomonas* の Cell Cycle におけるミトコンドリアの形態を生体染色法(蛍光染色剤 DASPMI)，及び連続切片法一電顕写真像をコンピュータグラフィクスにより立体観察した結果を報告する。光照射直後の細胞集団を0時間細胞とすると，Cell Cycle の初期(2時間前後)にミトコンドリア相互の融合(細胞当たりのミトコンドリアの個数が急減する)によって，一時的に巨大ミトコンドリアが形成されることが判った。このステージの細胞を立体的に観察すると，巨大ミトコンドリアの形態は塊状で，その位置は常に細胞核に隣接している事が判った。巨大ミトコンドリアの数は細胞当たり3個以上は見られなかった。次に，同調細胞集団における呼吸活性の測定をすると，巨大ミトコンドリアの出現のステージには呼吸能が一時的に低下することが判った。生体染色法により巨大ミトコ

ンドリアは明期の後半(9時間)にも観察され，Osa-FUNE ら(1972)の連続切片法電顕観察の結果とも一致した。(東医大・微生物，**東大・応微研，***帝京大医)

(20) ○長松哲斉*・児玉雅章*・角田修次*・江原友子*・長谷栄二**：*Euglena gracilis* の葉緑体形成：連続切片法一電子顕微鏡観察

既に報告したように，*Euglena* は前培養条件を適切に選べば，暗所で葉緑体形成の初期発達過程が進行する。今回は，連続切片法一電子顕微鏡により葉緑体の初期発達過程を詳細に観察したので報告する。*Euglena gracilis* Z 株を無機培地に移した直後を0時間細胞とすると，24時間前後に細胞質内の高電子密度顆粒，細胞質内の貯蔵膜がプラスチドと特異的に連結(切片上の頻度60%)し，同時にプロラメラ体が形成(頻度80%)される。40時間前後にはプロラメラ体と隣り合っけてピレノイドの前駆体が形成され，144時間後，ピレノイドは発達し，球体で径1 μm 前後になる(頻度60~80%)。この間，RuBP カルボキシラーゼの比活性は144時間までに8倍になり，同時に蛋白質も増加(ウエスタンブロットィング)した。ピレノイドの内にはチラコイド膜の特異的な増加とそのスタッキングが観察されたが，暗所ではこれ以上の発達は見られなかった。このような144時間細胞に光を照射(150 ft-c)すると，暗所でピレノイド内に形成されたチラコイド膜が，ストローマに向かって伸長する。これらの過程をコンピュータグラフィクスで三次元的に観察した。(東医大・微生物，**帝京大・医)

(21) ○河地正伸・井上 勲・千原光雄：円石藻 *Coccolithus neohelis* (ハプト藻綱) の生活環と細胞の微細構造

円石藻は体表に石灰質の鱗片(円石，coccolith)を持つことで特徴づけられるハプト藻の一群である。一般に円石藻の種の記載は円石の形態に基づいて行なわれるが，円石の形態が生活環の中で変化する例も報告されているので，より自然な分類系の確立には生活環や細胞の微細構造に関する知見の蓄積が必要である。*Coccolithus neohelis* は1967年に McLNTYRE らにより Bermuda 海域から採集され，円石の形態に基づいて記載された種である。円石は上盤，下盤および管状部からなるプラコリスで，管状部に十字のアーチが架かる

のが特徴である。

本研究では沖縄県瀬底島沿岸から分離した *C. neohelis* の培養株を用いて、生活環と細胞の微細構造の観察を行ない、以下の知見を得た。1)円石：原記載の形態と一致する。2)生活環：球形の不動細胞の二分裂により増殖し、時に遊泳細胞を形成する。遊泳細胞は不動細胞と同一の円石を有し、ほぼ等長の2鞭毛を有する。ハプトネマはない。分裂することなく直ちに不動相へ移行する。3)微細構造：①7本の微小管からなるハプトネマ基部が存在する。②葉緑体には基質との境界が明瞭な埋没型のピレノイドが存在する。③鞭毛装置の基本構造はこれまでに調査された円石藻のそれと類似するが、複合型鞭毛根のうち多層構造をなす微小管束を欠いている。④鞭毛基部の内部には電子密度の高い物質が存在する。以上の形質のうち②, ③, ④は円石藻の *Syracosphaera pulchra* で観察されているほか、プリムネシウム目の多くの種でも観察されているものである。(筑波大・生物)

(22) ○張 暁明・井上 勲・千原光雄：***Mallomonas aff. tonsurata*** の電子顕微鏡観察—*Synura* 属(シヌラ藻綱)との比較形態

Mallomonas aff. tonsurata の形態観察を行ない、以下の結果を得た。細胞は洋梨または卵円形、長さ 12-25 μm 、幅 9~15 μm で、2個の葉緑体をもつ。鞭毛は長鞭毛と光頭では見えない短鞭毛の二本で、細胞前端的咽喉部から平行に生じる。細胞は鱗片に被われるが、鋼刺 (bristle) は細胞前端周辺のみ存在する。apical bristle に明瞭な距歯が存在することを除くと、*M. tonsurata* に極めて類似しており、*M. aff. tonsurata* の名前でも取り扱うのが妥当である。

鞭毛は2本とも基部が膨潤し、短鞭毛では高電子密度の物質が存在する。鞭毛基体は平行で、繊維により連結する。基部から rhizoplast が核の先端に伸び、円錐状に被う。rhizoplast から3本の微小管が細胞前端に向かって伸び、咽喉部の開口部に沿って輪を描く。輪状部から多数の微小管が生じ、葉緑体外面と内面に沿って細胞後部に向かって伸長する。葉緑体の一つは鱗片を形成する scale vesicle を伴っている。これらの構造はシヌラ藻綱の特徴とよく一致し、*Mallomonas* がシヌラ藻綱に所属することの妥当性を保証している。しかし、以下の点で *Synura* と構造を異にする。1. 葉緑体を包む小胞体 (CER) は核膜と連絡する。2. transitional helix は存在しない。3. 鞭毛基部、微小管

鞭毛根、及び scale vesicle を伴う葉緑体の配列様式は一通りしかない。前二者は網の定義に関わる重要な形質であり、本研究の結果はシヌラ藻綱の定義を将来修正する必要があることを示唆している。

(筑波大・生物)

(23) ○堀 輝三*・J. C. グリーン**：パプロバ (*Pavlova*) の細胞分裂の電顕的解析

ハプト藻綱 (Haptophyceae) に所属するパプロバ (*Pavlova*) の細胞分裂の過程を電子顕微鏡を使って解析した。[前期] 鞭毛基部 (bb)、葉緑体、ゴルジ体の複製が起り、まだ分離しない鞭毛装置から核に向けて細胞質の中に微小管が現われる。微小管は繊維性鞭毛根系に起源している。鞭毛装置に面する側の核膜が大きく開放し、微小管が核質内に侵入する。[中期] 複製した鞭毛装置の微かな分離と、濃縮染色質の核中央部への集合が進行する。この期の最大の特徴は、核がV字形に変化し、核膜の両端が開放して、核外極から中期核板に紡錘糸が伸びることである。染色体はV形核の底部に並ぶ。[後期] 中間紡錘糸の伸長によって染色体分離が促進され、特異なV字形の開角が大きくなる。核膜は保持されている。鞭毛装置の分離はあまり進んでいない。[終期] 染色体糸の短縮によって染色体は極に達する。次いで中間紡錘体部で核膜が切れ、娘核が形成される。[細胞質分裂] 細胞の伸長と鞭毛装置の分離が起る。赤道面に分割収縮環が発達して細胞質の分割が行なわれる。*P. lutheri* では、娘細胞半が互いに反対方向に回転して分割することも起る。これらの結果と、既に調べられている他のハプト藻のそれとを比較すると、パプロバの特異性が強く示唆される。(筑波大・生物, **プリマス研)

(24) 野崎久義：緑藻 *Volvox carteri* の受精の光顕観察

群体遊泳型緑藻の中で最も多くの属をもつオオヒゲマワリ科 (Volvocaceae) には4細胞性の *Gonium sociale* から500~50000細胞からなる群体をもつ *Volvox* 属がある。本科においては有性生殖も同型配偶、異型配偶、卵生殖と多様である。演者は本科の同型配偶の *Pandorina* 属と *Gonium* 属の配偶子に接合を開始させる管状の接合構造である mating papilla が鞭毛基部付近に存在することを報告した (NOZAKI 1982, 1984, 1986)。また、異型配偶の *Eudorina elegans* では、雄性配

偶子の前端(鞭毛基部側)が雌性配偶子の鞭毛基部付近に侵入することにより接合が開始し、両配偶子の側面同士を前から後に細胞質融合が進行するとう詳細を得、雄性配偶子の前端に mating papilla 様の突出物を観察した(Nozaki 1983)。オオヒゲマワリ科の中で卵生殖の属は *Volvox* だけであり、古くは LEEUWENHOEK (1700) の観察にはじまり、多くの研究があるにもかかわらず、卵と精子の受精過程の報告はなかった。今回、演者は神奈川県川崎市より採取した *Volvox carteri* を用いて、その受精過程を光顕観察することができた。受精に際しては、まず精子の前端が卵の前端部分に侵入し、そのまま精子が尾部まで卵内にはいりこむという結果を得た。なお、精子の前端には mating papilla 様の突出物は観察されなかった。

(慶応義塾高校)

(25) ○長島秀行*・J. SECKBACH**・福田育二郎* :
温泉藻シアニディオシゾンの細胞構造

酸性温泉にはイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* RK-1 型と M-8 型が分布しているが、最近、イタリア及びアメリカの温泉からイデユコゴメに混在して、イデユコゴメより小さな単細胞真核藻のシアニディオシゾン *Cyanidioschyzon merolae* が発見された。この藻はクロロフィル a の他にフィコシアニンを含有すること、細胞核、葉緑体、ミトコンドリアを各一個ずつ持つことなどはイデユコゴメ RK-1 型と類似しているが、細胞は $1\sim 2\times 3\sim 4\ \mu\text{m}$ と細長く、二分裂によって増殖することなどが RK-1 型とは異なっている。

アメリカ・イエローストーン公園より採集したシアニディオシゾンを DNA の特異的染色剤 DAPI で染色後蛍光顕微鏡で観察すると、細胞核と赤色の自家蛍光を出す長い楕円体の葉緑体が認められた。葉緑体スクレオイド(核様体)は葉緑体の中心部に集中しているように見えた。もしすべての細胞周期にわたって同じような形態をとるならば、シアニディオシゾンの葉緑体スクレオイドはイデユコゴメ RK-1 型と同じ CN 型(中心部棒状型)又はこれと近縁のタイプと考えられる。これらの結果などから、シアニディオシゾンとイデユコゴメとの類縁関係について考察する。

(*東京理科大・理・生物, **Hebrew University of Jerusalem)

(26) OXAVIER, M. B.* and KOBAYASI, H.** :
イピランカ州立公園(ブラジル)の湖の *Phacus* 属について The Genus *Phacus* Dujardin of the Lakes of the Ipiranga Basin State park, São Paulo, Brazil.

Taxonomic studies of the genus *Phacus* DUJARDIN in lakes of the Ipiranga Basin State Park located in the City of Sao Paulo (São Paulo State, South Brazil) were carried out.

Water samples were collected in 10 stations, 6 of them are located in the Zoological Park and the remaining 4 in the Botanical Garden. Each taxon was identified on the basis of living material.

Nine taxa of the genus *Phacus* were identified, described and illustrated; 7 species and 2 non typical varieties: **Phacus acuminatus* STOCKES var. *americanus* (POCHMANN) XAVIER, *P. agilis* SKUJA, *P. curvicauda* SWIRENKO, *P. ephippion* POCHMANN, **P. longicauda* (EHRENBERG) DUJARDIN var. *attenuata* (POCHMANN) HÜBER PESTALOZZI, *P. pleuronectes* (O. F. MÜLLER) DUJARDIN, **P. raciborskii* DREZEPOLSKI, *P. tortus* (LEMMERMANN) SKVORTZOV, **P. triquetra* (EHRENBERG) DUJARDIN, 4 of them (marked with asterisk) are new record for the São Paulo State.

A identend artificial key, a map, 71 figures and 2 tables complement this study.

Nomenclatural problem was found between *P. tortus*, *P. sesquiritortus* POCHMANN and *P. helicoides* POCHMANN, because the classification criteria is supported only by cells' torsion. It was suggested a reevaluation of this criteria.

The following nomenclatural change is proposed: *P. acuminatus* STOCKES subsp. *americana* POCHMANN was transferred to *P. acuminatus* (STOCKES) var. *americanus* (POCHMANN) XAVIER, aiming at uniformity within the species.

(*サンパウロ州立植物研, **東学大・生物)

(27) 伊藤裕之: *Mallomonas* 属(黄金藻)の1新種と日本新産3種について

Mallomonas 属については電顕を用いた研究により、現在まで98種15変種9品種が報告され(ASMUND and KRISTIANSEN 1986, DÜRRSCHMIDT 1986)、日本で

は27種2変種2品種が記録されている (TAKAHASHI 1978)。今回兵庫県宝塚市にある安場地と大池から新種1種、琵琶湖から日本新産の *M. striata* var. *striata*, *M. portae-ferreae*, *M. pseudocoronata* を見出したので報告する。

新種：細胞の形態及び鱗片の構造において *M. acaroides* と似ているが、鱗片の前部の縁辺に放射状の肋構造のある翼構造が発達している点と剛刺が管状でない点で異なる。また、*Mallomonas* 節の他の種ともこれらの特徴的構造において区別される。

M. striata var. *striata*：世界に広く分布する。日本に広く分布する var. *serrata* は鋸歯状剛刺をもつが、本種の剛刺はなめらかで先端に1つの歯がある点で異なる。

M. portae-ferreae：南ヨーロッパ、アフリカ、東南アジアの熱帯から亜熱帯に広く分布する。

M. pseudocoronata：北アメリカ大陸には広く分布するが、それ以外の地域からは初めての報告である。

(神戸市水道局水質試)

(28) ○笠井文絵*・市村輝宜**・渡辺 信*：温度条件からみたミカツキモ交配群の適応

ミカツキモ *Closterium ehrenbergii* の近縁なる交配群 A, B, P の分布は日本で同所的であるが、A, B 群が主に水田・池に生息するのに対して P 群は小川・湧水に生息するという具合に生息場所が異なる。A, B 群の生息場所は似ているが同一場所で採集したサンプル中に両群が混在している例はほとんどなく、自然では A, B 群もすみわけていると考えられる。一般に種の分布はその生理的性質や生活史等によって決まるために異なる種が全く同じ生態的地位を占めることはないと考えられている。そこでミカツキモ交配群の生態的地位を決めている環境要因が何であるか知るために、まず各群の増殖に適した温度条件を調べた。各群の数株について 5~35℃の範囲で増殖曲線を得た。A, B 群は 5, 10℃ではほとんど増殖せず、25~35℃でよく増殖した。増殖温度に関して、用いた株の地理的な差及び A, B 群間の差は認められなかった。水田は北日本でも夏には高温になり、晩秋には乾燥するためミカツキモは接合子で越冬すると考えられる。低温が A, B 群の栄養増殖に不適であることや地理的な差が認められないのはこの様な理由によると考えられる。一方 P 群は 5℃でもかなりよく増殖し、10, 15℃で非常によく増殖した。30℃ではほとんどの株が全く増殖

しなかった。P 群は一年を通じてほとんど渇水しない冷水域に生息するため最適増殖温度は比較的低温であると考えられる。また P 群は A, B 群に比較して染色体を約 2 倍持つが、高次の倍数体が異なった温度域に適応していることは興味深い。

(*国立公害研, **東大・応微研)

(29) ○福島 博*・小林艶子**・大塚晴江***：羽状ケイ藻 *Pinnularia subcapitata* GREG. var. *hilseana* (JANISCH) O. MÜLLER の分類学的検討

1980年8月10日ケニア、Dundori 湖で得られた試料に *Pinnularia* が普通に見出された。演者らの定法に従って約 300 個体を顕微鏡写真に撮影し、研究を行った。その中に *Pinnularia subcapitata* var. *hilseana*, *P. appendiculata*, *P. gibba* var. *parva* などが混在していた。この試料で分類学的検討を行なう。

(*東女体大, **横浜市大・文理, ***神奈川公衛試)

(30) 福島 博*・小林艶子**・○大塚晴江***：羽状ケイ藻 *Ceratoneis arcus* (EHR.) KÜTZ. の分類学的検討

1987年8月ポーランドのタトラ山で得た試料に本種が多量に検出できたので、251 個体を演者らの定法に従って研究を行なった。ケイ殻長 23~95.5 μm, ケイ殻幅 5~7 μm, 中央部の 10 μm 間の横条線数、腹側 15~20, 背側 15~20, 先端部の横条線、腹側 15~20, 背側 15~19 である。その他諸形質について検討を行なう。 (*東女体大, **横浜市大・文理, ***神奈川公衛試)

(31) ○出井雅彦・千原光雄：海産羽状珪藻 *Diploneis papula* の有性生殖

羽状珪藻の有性生殖については、幾つかの属について天然の材料に基づく GEITLER 等による研究があるが、室内培養による継続的な観察は少なく、特に今回研究の対象にとりあげた *Diploneis* 属では全く知見がない。

本種の有性生殖は 2 個体が細胞の側面で平行に並ぶことによって始まる。接合は一方の配偶子がアメーバ状に移動して細胞側面から他方の細胞内に入りこむことによって進行し、結局、2 個の母細胞から 2 個の接合子が形成される。接合子は増大するにつれて殻をぬ

ぎずて、やがて粘質に包まれた状態となり、形態は球形から円筒形に変化し、母細胞殻に対して直交した方向に大きく伸長する。伸長の過程で接合子を包む珪酸質のペリゾニウムの形成が始まる。核は接合子が完全に伸長し終わるまで2核の状態とどまり、増大胞子の完成とともに合体する。その後始まる初生殻の形成は基物面に対して垂直な面に起きるので、形成直後の初生細胞は帯面を上にした状態となるが、その後90度回転して我々が天然で見る通常の状態となる。有性生殖後の殻は母細胞殻(29~38 μm)に比べ約2倍の大きさ(65 μm)に成長し、中央部が大きくくびれた形態となり、これまでの記載の範囲(20~30 μm)を大きくこえるものとなった。しかし、条線など、従来種の識別に用いられていた形質の微細構造は、いずれの時期においても基本的に同一で変化は全く見られなかった。(筑波大・生物)

(32) ○奥田武男・佐藤由香利：シダモク及び秋に成熟するアカモクの生殖器巢形成

田原はアカモクなど日本に産するホンダワラ類16種での研究により、生殖器巢の形成過程にはいくつかの型があることを明らかにした。シダモクにはアカモクと比較すべき多くの点があるが、まだこの面からの研究はない。また演者は秋に成熟するアカモクがあり、春のものとは若干異なる形態上の性質があることを報告しているので、今回はシダモクと秋に成熟するアカモクの生殖器巢形成経過を調べた。

生殖器床の頂端細胞近くにある原始細胞がU字状に分割し、上位の舌状細胞と、下位細胞になること、下位細胞が縦方向に分裂を繰り返す、生殖器巢の内壁を形成して行くことなどは従来どの種についての報告とも一致する。田原によるとアカモクでは下位細胞の分裂に従って舌状細胞は大きくなり、初期には内壁との間に空隙を生じないが、今回のシダモクと秋に成熟するアカモクでは比較的早期に内壁から離れた。春のアカモクでは舌状細胞はその後開口部に栓をしたようになるが、今回の2者ではゆるい栓であり、周囲に粘液物質がみられた。これらのことはアカモクよりもホンダワラのとる経過と似ている。分裂した下位細胞の配列は舌状細胞を中心として放射状である。

(九大・農・水産)

(33) 菊地和夫：ムチモの雌雄同株体

北海道函館市近辺で、1986年2~4月および1987年3月にムチモが生育することを見出し、既に藻類35巻4号に発表したが、その後引き続いて観察を行なっていたところ、これらの地域においては、その多くが雌雄同株であるとの結論に達した。

(道立函館水試)

(34) ○川井浩史*・名畑進一**：褐藻コンブ目の一新種ホソツルモの分類と生活史について

本種は北海道日本海沿岸の磯谷では低潮線下4~5mの砂まじりの岩上に、春から冬に生育する一年生藻で、ヒモナガマツモに似た外観を示す。直立藻体は高さ80cm、直径約1.5mmに達する分枝しないヒモ状で、小盤状の附着器上に単独でまたは少数が叢生し、冬に単子嚢を生ずる。藻体の構造はニセツルモとよく似ており、中空で、密な髓層と数細胞性の側糸を有するが、藻体がニセツルモより細くまた硬い点、密に叢生せぬ点、若い時には毛を有する点などで区別されるほか、以下に述べる配偶体の形状で異なる。藻体の細胞は多数の小盤状でピレノイドを欠く葉緑体を含む。単子嚢由来の遊走子は、培養下で間接型の発芽を経て雌雄異株異形の配偶体に発達する。配偶体は低温条件下で成熟し、ツルモヤコンブ類と似た造精器、造卵器を形成し、新しい胞子体を生ずる。胞子体ははじめ単列で、後に多列形成的となる。次いで髓層を生じ、中空となり内部に仮根様糸を生ずる。若い胞子体は毛を有し、毛の細胞はしばしば多数の葉緑体を含む。成熟に伴い表層に5~6細胞からなる側糸が発達し、単子嚢を生ずる。

本種は、生活史型、葉緑体の形状、体の構造からコンブ目に含まれ、また解剖学的特徴からニセツルモに最も近いと考えられる。しかし、配偶体の形状、造精器の形態、毛を有する点ではむしろツルモに近く、両者の中間的な位置をしめるものと考えられる。

(*北大・理・植物, **道立中央水試)

(35) 川嶋昭二：遠藤吉三郎博士から宮部金吾博士にあてた千島産コンブ類に関する分類学的見解

北海道沿岸のコンブ類の分類学的研究には千島列島のコンブ類との比較が重要なことが多い。しかし、今日、日本人自身による標本採集は不可能であり、ソ連

における研究も進展していないため、宮部、永井両博士その他先人の業績と限られた保存標本に頼るしか方法がない。

遠藤吉三郎博士もまた、1903年6～9月に千島北端の占守島など北千島のコンブ類を調査し、Notes on Alg. New to Jap. (1909), 同報II (1914)で報告し、また「海産植物学」(1911)にもその一部は記述している。しかし、これらの大部分は簡単なノートや図だけである。

最近、私は北海道大学農学部保存されている宮部博士の未整理遺品の中から、1905年11月に遠藤博士が宮部博士からの千島産コンブ類に関する質問に応えた自筆の見解書を発見し、内容を検討する機会を得た。見解書はレポート用紙(A4版)、図版、写真など30枚より成り、次の各種類を含む11項目より成る。: *Cymathere triplicata*, *Arthrothamnus bifidus*, *Thalassiophyllum clathrus*, *Laminaria Ruprechtii*, *Hedophyllum spirale*, *Alaria fistulosa*, Lam. sp., *Lam. bullata* f. *subsimplix*, *Lam. bullata* f. *amplissima*, *Lam. longipes*, *Lam. dentigera*. 各項目には種の記載または見解が述べられ、さらに美麓な図や写真が添えられ、前述の Notes (1909, 1914) 中の記述を補完する重要な価値がある。ここにその全貌と2, 3のトピックを紹介する。本発表には北大農学部四方英四郎教授の特別のお許しをいただいた。ここに謝意を表する。

(函館市日吉町4-29-15)

(36) 今野敏徳：アズマネジモクの主枝のねじれについて

千葉県小湊の小湾内外31地点から得たアズマネジモク *Sargassum yamadae* YOSHIDA et T. KONNO (1979年12月採集) を対象に主枝の外部形態特にねじれに関する観察を行ない、以下の結果を得た。

1) 地点ごとの平均主枝長を比較すると湾口部強波浪域で短かく(25.2～27.6 cm)、湾中部で概ね長く(27.2～68.5 cm)、湾奥部弱波浪域でやや短い(21.7～38.1 cm)。水深別にみると浅所よりも深所における方が長い。

2) 主枝のねじれ度は基部で最も小さく、次第に増加して全長比0.4～0.8の区間で最も大きく、先端に向かうにつれて減少する。

3) 主枝のねじれ度は湾口部で大きく、湾奥部で小さい。また水深別にみると浅所の方が深所におけるよりも大きい。ねじれ度合が最大の部位の長さ5 cm

当たりねじれ回数は湾口部浅所で4.2回、湾中部・湾奥部深所で2.2～2.4回であった。

4) ねじれの向きは一定でなく、約40%の主枝で逆転がみられた。逆転頻度は主枝下部で大きく、上部では小さい。

5) ねじれの逆転は1枝内でしばしば複数回観察される。最下部のねじれの向きについてみると右向き、左向きの数がほぼ等しい。

6) 以上より、アズマネジモクの形態的特徴の1つである主枝のねじれには、生育地の環境条件特に波浪・流動が大きな影響を及ぼしているものと推察した。(東水大・植物)

(37) 梶村光男：紅藻、カクレイト科の1種について

本種はハワイ島からのみ知られており、葉状体は線状で、扁圧し、中肋はなく、密に規則的叉状に分岐し、高さ1～5 cm、幅0.5～1 mmで、稀に側生小枝を有し、なめし皮状で、外皮層細胞は洋梨形、楕円体、紡錘形で、皮層糸は6～12層の細胞から成り、皮層と髓層の中間帯には星形細胞を有し、髓は扁平葉状部の厚さの約半分を占める。プロカルブを有しない点や、造果枝、のう果及び四分胞子のうの構造及び形成様式に於てカクレイト科の他種と基本的に共通するが、造果器及び器下細胞から連絡糸と思われるものを数本宛受精後に生じ、助細胞 ampullar 糸は第4次迄分岐し、その対生分岐が見られ、助細胞は常に第1次 ampullar 糸に介在し、助細胞から第2次 ampullar 糸を生ずることはない。四分胞子のう群は葉状体のほぼ全面に及び、のう果は体内に埋没し、葉状体のほぼ全面に散在する。(島根大・理・臨海)

(38) ○南 基完・斎藤 譲：韓国産ソゾ属植物の一 新種

ソゾ属植物は、SAITO (1967) による2亜属、すなわち Subgenus *Laurencia* マソゾ亜属、Subgenus *Chondrophyucus* カタソゾ亜属の設立以来、ハワイを含めた中、西部太平洋海域の種はどれもどちらかの亜属に所属するとされてきた。しかし、ここで報告する種は1983年の8月、韓国西海岸の南部に位置する Hongdo という島で、四分胞子体と雌性体が採集されたもので調べた結果、四分胞子嚢はマソゾ亜属と同様に平行型配列を示しながら、表皮細胞相互間にはカタソゾ亜属と同じに二次的原形質連絡を持たない。この様に

2 亜属の特徴を共有していることに興味を持ったが、雄性体が見出せなかったので、1984年に *Laurencia* sp. として報告していた。しかしその後、1986年7月に韓国東海岸南部の Kuryonpo 付近で雄性体を含めて多数の四分胞子体、雌性体が採集できたので、全体の特徴を明らかにすることが出来た。それらの特徴にもとずき、この種を新種として報告したいと考えている。さらに、めだつた特徴のあるカリフォルニアの *Spectabilis* 群、それにいたる型への中間型のヨーロッパ産 *L. pinnatifida* や *L. hybrida*、それと同じ大西洋沿岸で知られた *L. platycephala*, *L. foldatsii*, *L. bolivarii* などと比較しながら、属内の分類学的位置を考えてみたい。

(北大・水産・植物)

(39) ○南 基完・斎藤 譲：韓国産ソゾ属植物の雄性生殖器官

ソゾ属植物の雄性生殖器官の解剖学的研究は、FALKENBERG (1901), KYLIN (1923) 以来、SAITO (1967, 1969, 1982) によって行なわれ、1) 中軸ありの bowl shape, 2) 同型ながら中軸なしのもの、それに 3) 中軸なしの ovoid shape が知られているが、それぞれの微細な構造の研究はまだ不十分である。今回、韓国各地の沿岸で採集したソゾ属植物14種について、雄性生殖器官の特に微細な構造を検討して見た。雄性生殖器官の外形はどれも bowl shape であった。そしてどの種においても造精器は、成熟部分と未熟部分から構成され、未熟部分が基礎になってその上に成熟部分が発達していることが知られた。そして未熟部分は、造精器の中軸細胞列の外側の方に生じ、成熟部分を外部から保護する役割を果しているように思われた。さらに成熟部分そのものは、中軸の細胞が又状に分岐する構造になっており、中軸細胞から周心細胞が切り出され、そこから精子嚢母細胞や精子嚢が形成されるが、初期段階で周心細胞を形成させる中軸細胞の位置は種によって異なり、その結果、1) 中軸細胞の未熟の節が造精器の成熟部分とその基礎になる未熟部分の間にはさまれて存在するものと、2) 存在しないものの2型が識別できた。そのほか造精器の基礎になっている未熟部分にも、部分的に成熟部分が生じる種や、造精器の枝ぶりなど、韓国産ソゾ属植物の雄性生殖器官に関するいくつかの知見を紹介したい。

(北大・水産・植物)

(40) ○大葉英雄*・榎本幸人**：緑藻タカツキツタの培養条件による形態の変異について

緑藻イワツタ属 (*Caulerpa*) は、体制が簡単で明確な分類形質に乏しく、かつ高い形態の変異を示す。このため本属の分類には、生活環の各生長段階における形態比較、各種設定培養条件下での発見形態の把握が必要であると考えられる。

タカツキツタ (*C. peltata*) の形態的変異を解析するために5温度条件 (20.0°, 22.5°, 25.0°, 27.5°, 30.0°C) と5照度条件 (0.5, 1.5, 3.0, 5.0, 8.0 klux) を組み合わせた25の実験区を設定した。室戸岬および奄美大島で採集した藻体の室内培養で、接合子を得た。接合子は約1カ月後発芽し、約2カ月後長さ 10~20 mm の糸状体になる。この糸状体を各設定条件下で単藻培養し、発現形態を比較した。中~高温・低照度 (22.5°~30.0°C, 0.5~1.5 klux) では母藻体と同様のタカツキツタ型の藻体が、低温・中~高照度 (20.0~22.5°C, 3.0~8.0 klux) では母藻体とは全く異なるスリコギツタ型の藻体が形成された。その他の実験区では両者の中間的な形態を示す藻体が発現した。これらの結果から、本種の著しい形態の変異は遺伝的多型性によるものではなく、生育環境条件によるものと考えられる。また CHBA & ENOMOTO (1987) および本研究結果から、タカツキツタおよびスリコギツタ (*C. racemosa* var. *laetevirens*) は生育環境の差異によって生じる同一種のエコフェーン (エケード) である可能性が示唆される。

(*東水大・植物, **神戸大・理・臨海実)

(41) 増田道夫：紅藻オキツノリの交配群成立におけるウォレス効果 (予報)

オキツノリ *Gymnogongrus flabelliformis* HARVEY には、同属の他種間と比較して形態的分化の程度は低いかあるいは認めがたいが、それぞれ様々な機構によって生殖的に隔離され、かつ特有の地理的分布域をもつ交配群 I, II, III 及び III A が認められる (増田, 未発表)。その中で、特に形態的な類似点の多い I と II 群間では、生理的分化の副産物として生じた生殖的隔離がウォレス効果によって強化されたと考えられる。交配群 I は北海道北岸, 南岸, 東岸及び青森県太平洋岸に生育し、II は日本海岸に多く、さらに対馬海峡を抜けて中国の青島にまで分布している。I 群は配偶子形成に関して光周性をもたないが、II 群は短日性を示

し、その限界暗期は日本海を北上するにつれて短くなり、生育地の気候に適応した勾配を示している。また限界暗期の短い北方の個体群では光中断の短日反応抑制効果が弱く、中性になりつつあることを示唆している。両群の同所的及び近接した個体群間には強い交雑不適合性が働いているが、地理的に隔たった個体群間では発育不全の果胞子体や生存不能あるいは生存力の低下した F_1 果胞子を形成する場合も認められる。これら二群の分化の方向と年代を、復元されている日本海の最終氷期（約60,000年前）以降の古環境のデータに基づいて考察する。（北大・理・植物）

(42) 石川依久子：パロニアの成長と遊走子形成を導く細胞骨格の動態

巨大細胞性緑藻パロニアの成長および遊走子形成の過程が細胞骨格の動的構成によって誘導されることを間接蛍光抗体法によって観察した。細胞壁内側に膜状に存在する細胞質は休止期には2つの微小管系, cortical-MT (cort-MT) と nuclear-associated MT (n-MT) に支えられている。cort-MT は細胞膜下に平行にならび、細胞膜上に葉緑体を一層に固定し、一方、n-MT は核から放射状にひろがる微小管束で核をこの葉緑体群上に固定している。核は一定量の葉緑体をその周辺に保持することによってほぼ均等な間隔を保って分布している。細胞内の全核はほぼ同調して有糸分裂に入る。分裂した娘核は核間紡錘糸によってひきはなされるが、更に葉緑体の分裂をともなって核間の均等間隔をとりもどす。葉緑体の分裂により葉緑体群の占める面積は増大し、細胞体全表面積の増大すなわち個体の成長が導かれる。遊走子形成では、継続しておこなわれる核分裂の最終段階で細胞質表面の随処に鞭毛が形成され、核分裂終了後、鞭毛基部から発達する微小管系が核と葉緑体をつつみこむようにして隆起がおこり、細胞質は均等に分断されて、個々の遊走子が形成される。（阪大・教養・生物）

(43) ○佐藤大作・佐藤八十八：ミカヅキモの分裂条件の検討

ミカヅキモ (*Closterium ehrenbergii*) は比較的大きな単細胞緑藻であるため、形態観察には適しているが、その大きさ故、均一な細胞が多量に得にくい。そのため生理生化学的研究材料として使用しにくい面がある。一方、多量に、すばやく細胞が得られたならば、マイクロおよびマクロな解析が同時に進行させ得るので、形態学的、生理、生化学的研究材料として、有用な細胞である。今回、ミカヅキモの増殖について検討した結果を報告する。

材料：ミカヅキモ (*Closterium ehrenbergii*) KK-33-1, KK-33-6 は市村氏（東大・応微研）より提供を受けた。

培養条件：24°C, 1600~3000 lux (Nippo FSL 蛍光灯)。暗期—16 h, 明期—8 h。培養液組成は市村によった。

細胞数のカウント：10 ml culture medium (Costar culture flask 3025) 中の全ての細胞数をカウントした。

結果：標準培養条件下でのミカヅキモは約2日で1回分裂する。増加度を y , 培養日数を x とすると、 $\log y = 1/2.23 \cdot x \cdot \log 2$ であった。

分裂増殖の至適 pH は7.5付近であった。その他、Pアミノ酸 (D型, L型) の分裂増殖に対する影響を調べた結果を報告する。（東大・教養・生物）

(44) 岩崎英雄・○西山重樹：赤潮鞭毛藻の増殖に及ぼす微量金属の影響

本研究は、赤潮鞭毛藻の増殖に関する微量金属の意義と役割について検討するために行なわれたもので、代表的な8種の鞭毛藻について、各種の微量金属の増殖促進効果が試験された。実験では、先ず黒潮海水を加熱、ろ過後、再蒸留水で希釈したものを基本培養液として、微量金属混液 (P II, S 2) を添加したものに

	Fe	Mn	Co	Zn	B	Br	I	Mo	Sr	Rb	Li	Se
<i>Gymnodinium nagasakiense</i>	++	++	+	±	±	±	±					±
<i>G. nelsoni</i>	+	±	±	-	+	+	-					+
<i>G. splendens</i>	+	+	±	±	++	+	±					+
<i>Chattonella antiqua</i>	+	+	+	+	+							
<i>Fibrocapsa japonica</i>	+	+	+	+	+							
<i>Heterosigma akashiwo</i>	++	+	+		+	+	±	+	-	+	+	
<i>H. inlandica</i>	++	+	±		+	+	±	++	-	+	+	
<i>Rhodomonas ovalis</i>	++	-	+	+	+							

いて増殖反応を調べた。次いで、人工海水培養液に、増殖効果が見られた微量金属混液の各構成要素を種々の濃度に添加して、増殖試験を行なった。その結果、次表に要約されるような結果が得られた。

(三重大・生資)

(45) ○高村典子・笠井文絵・渡辺 信：河川性付着藻類の光合成活性に及ぼす重金属耐性の違いについて

主に銅により汚染されている河川日立市宮田川及びその周辺の非汚染河川から単離培養した河川性付着藻類30種98クローンについて、その光合成活性に及ぼす銅、カドミウム、亜鉛の影響を調べた。汚染地区から単離したケイ藻と緑藻についてはすべて、銅への抵抗性があった。これらの種のほとんどは、カドミウムや亜鉛にも強い抵抗性があったが、*Stigeoclonium aestivale* と *Surirella angustata* のみが、銅以外の金属には弱かった。しかし、ラン藻類は汚染地区から採取したにもかかわらず、すべての金属に弱かった。ラン藻類の耐性機構については今後の検討課題である。非汚染地区から単離した種の多くは、重金属に抵抗性はなかったが緑藻の *Chlorobion braunii* はすべての金属に強く、*Klebsormidium klebsii*, *Surirella ovata* var. *pinnata*, *Pinnularia substomatophora*, *P. brevicostata* はカドミウムのみに強く、*Spirogyra* sp. は亜鉛にのみ強かった。

種によっては、汚染地区と非汚染地区の双方に生育するものもある。*Achnanthes minutissima*, *Klebsormidium klebsii*, *Uronema gigas* については、汚染地区、及び非汚染地区の双方から単離培養に成功した。同一種でも汚染地区から単離したものは強く、非汚染地区からのものは弱く、採取した場所の重金属の環境により耐性は著しく異なることが明らかになった。

(国立公害研)

(46) ○藤井修平・山本良一・高田英夫：単細胞緑藻ドナリエラにおけるグリセロールの細胞内保持に及ぼす光の影響

これまで、私達は、ドナリエラの明培養条件下における浸透調節機構を調べ、その結果、主としてグリセロールが浸透調節物質として働くことを報告した。浸透調節物質として利用されるグリセロールは、通常、細胞内に保持され細胞外に排出されない。しかしながら、細胞をより低張な環境に置いた場合や温度をあげ

た場合には、グリセロールは速やかに細胞外に排出されることが知られている。

ドナリエラの浸透調節に関して、細胞内におけるグリセロール合成についてはよく研究されてきたが、グリセロールの細胞内保持の機構については、ほとんど知られていない。この点を明らかにする目的で、グリセロールの細胞内保持に及ぼす環境要因としての光の影響を検討した。

0.5 M の塩化ナトリウムを含む無機培地、明所で培養した細胞を、そのまま暗所に数日間置くと、生長はしないが、細胞内グリセロールは細胞外に排出され次第に減少した。また、このような現象は、明所ではみられなかった。従って、この結果は、光に依存したグリセロールの細胞内保持メカニズムの存在を示唆している。さらに、現在、グリセロールの細胞内保持に対する塩の影響や各種阻害剤の影響を検討中である。

(帝塚山短大・食品)

(47) ○半田信司*・中野武登**：付着珪藻類群集の比較における問題点

1987年2月に、広島県二河川において、流速、水深など微細環境の異なる16試料の付着珪藻類組成を調べ、各試料間相互の相関係数(r)を求めた。出現種の相対頻度を用いた場合、 $r=0.11\sim 0.98$ と変化に富んでいた。これは、優占種の *Achnanthes minutissima*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula saprophytra*, *Nitzschia palea*, *Surirella angusta* などが群集に占める割合に大きい差が認められたためである。1.0 データの場合は、偶在種の出現状況にばらつきがあるため、 $r=0.42\sim 0.76$ と比較的低い値であった。一方、対数処理では $r=0.73\sim 0.93$ 、被度による段階区分を行なったものでは $r=0.73\sim 0.90$ と高い値で安定しており、調査地点の群集の特性を良くとらえていた。これは、対数処理などによってデータが正規分布に近づくためであり、限られた優占種が群集の大半を占めることの多い付着藻類群集においては、群集間の比較を行なう際に、対数処理などを行なったデータを用いることが望ましい。

前記試料に、同一水系で地点、調査月の異なる試料を加えて、対数処理、段階区分を行なったデータを用いて主成分分析を行なった。その結果、地点の因子、季節の因子が抽出され、群集組成の地点間、季節間の差が微細環境による差より大きいことが明らかとなった。

(*広島県衛連, **広島大・理・植)

(48) ○水口 香・佐藤裕司・熊野 茂：北海道稚内市声間大沼における珪藻遺骸群集の遷移

1986, 87年8月, 稚内市大沼(声間大沼)の西岸において採取した堆積物(全長1170cm)について珪藻分析を行なった。大沼は海跡湖で, 現在は浅い汽水湖であり, 満潮時には海水の流入も見られる。

分析の結果, 全標本において現在絶滅種として知られる *Neodenticula kamschatica* をはじめ, 付近の第三紀層(声間層)からの再堆積と思われるものが出現するため, 第三紀の珪藻土を検鏡し, そこに出現する種をすべて除いて考察を行った。

T.P. -800~-640cmの層準では, 海水棲種の *Thalassiosira* sp. が優占するものの *Diatoma* sp. *Gomphonema parvulum* 等, 淡水棲種が最高47%出現する。

-640~-440cmの層準では海水棲種が70~85%を占める。

-440cmの層準からは次第に汽水および淡水棲種が増加し, -340cmでその割合は最大となり, 以後減少する。-340cmでの優占種は *Cocconeis placentula* である。なお -290~-280cmにはカキの一種と見られる貝層がある。

その後+163cm付近まで海水棲種が再び70%以上を占めるが, +163cm~278cmの層準では再度汽水および淡水棲種の増加が見られ, +260cmでは淡水棲種が71%, 汽水棲種が15%となる。ここでの優占種は *Cocconeis placentula* で約50%を占めている。他に *Rhopotodia gibberula* や *Rhoicosphenia curvata* 等の汽水棲種も見られる。(神戸大・理・生物)

(49) ○山内みさ子・居平昌士・熊野 茂：釧路湿原における珪藻遺骸群集の遷移

1986年8月, 釧路湿原達古武沼において採取した堆積物(全長975cmのコアサンプル)について珪藻分析を行った。達古武沼は釧路湿原の北東部に位置する海跡湖である。現在は淡水湖となり, アシ湿原に囲まれている。

分析の結果, T.P. -365cmの最下層の層準では海水棲種が優占している。淡水棲種, 汽水棲種も少数出現する。

層準が上部へいくほど海水棲種は減少, 淡水棲種は増加していく。+85cmの層準までが移行期と考えられ, そこでは淡水棲種が58.5%と優占するようになり, 海水棲種は15.9%, 汽水棲種は19.7%まで減少す

る。優占種は淡水性の *Fragilaria brevistriata* である。

+85cm~+210cmの層準ではひき続き淡水棲種が増加し, +210cmの層準では92.3%を占めるようになる。この間, 淡水性の *Cocconeis placentula*, *Fragilaria pinnata* などが多数出現する。

+210cm~+510cmの層準では淡水棲種が常に90%以上と優占する。海水棲種はほとんど出現しない。優占種は淡水止水性の *Fragilaria pinnata*, *Fragilaria brevistriata* である。

+510cm~+595cmの層準では淡水棲種は80~90%とその優占は変わらないが, 湿原種の *Eunotia diodon* をはじめとする *Eunotia* 属が優占するようになり, *Melosira* 属も多く出現する。(神戸大・理・生物)

(50) 日野修次：冬季凍結湖沼の植物プランクトン：結氷下での植物プランクトンの分布とその生物活性の変動

湖沼内での植物プランクトンに関する研究は陸水学的, 生態学的見地から精力的に進められてきているが, 冬季間結氷する湖沼での研究例は極めて少ない。これは, それらの湖沼が山岳地帯または積雪寒冷地に遍在しているためであろう。

これまでに本州内の冬季結氷湖沼において, SAIGO and SAKAMOTO (1964), MAEDA and ICHIMURA (1973), 樋口ら (1985) によって, 主に一次生産量(光合成量)や水質に関して研究されているが, 日本の中でも, もっとも厳しい気象条件下にある北海道の湖沼についてはほとんど報告されていない。

演者の所属する北海道公害防止研究所では, 北海道内に存在し, 冬季間結氷する陸水学的に性質の異なった三湖沼(次戸湖-富栄養湖, 阿寒湖-中栄養湖, 然別湖-貧栄養湖)の水質および生物相に関して, 冬季をふくむ通年調査を数年にわたって実施してきた。今回は, それらの結果のうち, 結氷下での植物プランクトンの分布およびその生物活性の変動に関して報告する。(北海道公害防止研)

(51) ○山本真規子・高橋永治：*Synura peterse-nii* の培養について

黄金藻類の一種 *Synura peterse-nii* は, 各地の池, 湖沼から生息が報告されていることより, 生息域の広い種であると考えられている。

本種は群体を形成しているが, 群体内の細胞数は一

定ではなく、培養条件によって異なり、時にはほとんど群体を形成せず単細胞で存在する場合も認められた。

そこで、温度、照度、細胞数、培養液濃度等の培養条件を変えて、本種の増殖の違いを調べた。その結果、群体内の細胞数即ち群体の大きさは、各々の培養系における本種の増殖率と相関があることが示唆されたので報告する。(神戸大・自然科学)

(52) 岩崎英雄・岡和則：渦鞭毛藻 *Gymnodinium nagasakiense* の生活環—I Planozygote について (予報)

近年、*Gymnodinium nagasakiense* による大規模な赤潮が熊野灘の沿岸や周防灘などに出現し、大きな漁業被害を与えている。演者らは、本種の生理要求特性とともに、その生活環について研究を進めてきたが、planozygote とその形態変化について若干の知見が得られたので報告する。

実験には、1987年7月に三重県Iiヶ所湾の迫間浦で採水した海水から分離された *G. nagasakiense* の無菌のクローン株が用いられた。この異株間で混合培養を行った結果、遊泳細胞の一部は接合して planozygote を形成し、その後、直径 50~60 μm の球形細胞になることが観察された。この球形細胞に注目して、株間および塩分濃度について実験を行なった。

その結果、1)同じ株では、塩分濃度を変えてもこの球形細胞の形成はほとんどみられなかった。2)異株の混合培養では、球形細胞が数多く出現し、特に低塩分下で多い傾向がみられた。この球形細胞形成と温度との関係、球形細胞の生態と生活環における意義については、目下検討中である。(三重大・生資)

(53) 〇原 慶明・小野 淳・千原光雄：単細胞紅藻チノリモ (*Porphyridium*) 属藻類の系統上の位置

無性生物群、即ち有性生殖を欠くかまたは不明の生物群の分類や系統関係を明らかにする場合に遺伝的形質の把握に不可欠な交雑実験を適用できない。このような生物群に、交雑実験に代わる遺伝的形質をとらえる方法もしくはそれを補足する方法がないか、無性生物群として単細胞紅藻類を選び、探索・研究している。その作業を進めるに当たって、単細胞紅藻の分類でこれまで取り上げられてきた形態・微細構造・光合

成色素組成及びその他の性質を整理・補充し、この藻群内の系統関係を以下の4系統群と1祖先群 (ancestral stock) に纏め、報告した。

Rhodella 系統群：腕状部の発達した星型葉緑体、裸出ピレノイド (チラコイド入らず)、眼点様顆粒有り、B 型フィコエリスリン、2 分裂増殖。

Rhodorus 系統群：周縁膜状葉緑体、突出ピレノイド (枝打ちチラコイド侵入)、眼点様顆粒無し、B 型フィコエリスリン、2 分裂増殖。

Rhodospira 系統群：星型葉緑体、裸出ピレノイド (湾曲チラコイド侵入)、眼点様顆粒有り、C 型フィコエリスリン、2 分裂増殖。

Cyanidium 系統群：薄膜-棒状葉緑体、ピレノイド欠く、眼点様構造欠く、フィコエリスリン欠く、2 分裂増殖と内生孢子形成。

Porphyridium 祖先群：星型葉緑体、埋没型ピレノイド (チラコイド侵入)、眼点様構造欠く、B 型、C 型フィコエリスリンおよびフィコエリスリン欠く、2 分裂増殖。

種々の手法と新たな形質の導入を試みているが、その結果は別の機会に報告するとして、ここでは作業仮説として提示した上記の系統関係を評価し、とくに *Porphyridium* 祖先群に焦点を当て、これまでに収集した *Porphyridium* 6 株の調査結果をもとに、この藻群の特徴や系統群と祖先群の差異および紅藻植物における系統上の位置について説明する。(筑波大・生物)

(54) 〇小野 淳・河地正伸・原 慶明：有孔虫に内共生する単細胞紅藻 1 種の分類と特性

原生動物と藻類の内共生関係はゾウリムシとクロレラやサンゴと渦鞭毛藻などのように宿主と共生体各々が多様な分類群に亘って成立している。ここで紹介する有孔虫と単細胞性紅藻との共生関係は LEE & McENERY (1983) によって数例報告されているが、我が国では最初の例と思われる。

沖縄県石垣市米原の珊瑚礁海岸タイドプールの底から採取した星砂の中に生存する有孔虫の一種 (*Nonion* sp.) に鮮赤色の球形単細胞藻体が含まれていた。星砂サンプルごと研究室に持ち帰り、有孔虫を破砕して細胞内に共生している藻体を単離・培養すると共に、星砂そのものを栄養補強海水培地で培養し、内共生藻と同じものがフリーで同所に存在するか否かを確かめた。

培養株として確立した内共生体の藻の形態・微細構

造・光合成色素組成および培養下における生育特性などを調査し、既知の単細胞紅藻との比較と本藻の分類・同定の基礎資料とした。その結果、本藻の形態的特徴は土壌藻としてよく知られているチノリモ (*Porphyridium purpureum*) もしくは同属の海産藻 *P. marinum* と良くにている。しかし本藻の細胞外被構造の寒天様の鞘は他の2種に較べて薄く、微小繊維の配列が密であることが判った。最終的な同定結果は更に検討を加

えなければならないが、少なくとも *Porphyridium* 属の藻であると結論できる。

星砂サンプルの培養からは赤紫色の単細胞性紅藻が増殖してきたが、この藻は内共生体の *Porphyridium* 属ではなく *Rhodorus marinus* であり、有孔虫がたんに単細胞紅藻を捕食したり、単細胞紅藻が有孔虫に付着したのではない事が判った。(筑波大・生物)

公開講演会開催さる

昭和63年2月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議では、学術の成果を広く国民生活に反映浸透させるといふ日本学術会議法の主旨に沿うため、公開講演会を開催していますが、今回の「日本学術会議だより」では、昨年11月に開催した2つの公開講演会の講演内容を中心として、本会議の国際的活動の概要等についてお知らせします。

公開講演会「ハイテクと人類の将来」

昭和62年度第1回目の公開講演会は、「ハイテクと人類の将来」という主題の基に、11月21日、京都市の日本イタリア京都館ホールで開催された。

最初に、近藤次郎本会議長（経営工学）が、「誰が科学の進歩を止められるか—心臓移植からSDIまで—」と題して、まず、人口の増加によって示される人類の発展が科学の発展に支えられてきたことをあげた。一方では、日航機の墜落事故、TMIやチェルノブイリの原発事故、スペースシャトル爆発事故などにより多くの人命が失われたことを述べた。心臓移植などの生命科学の進歩が高度医療技術の倫理問題に関心を集め、SDI構想が宇宙の平和利用に新しい問題を提起しているなどを指摘した。そして、これからの科学・技術の発達には、人文・社会科学と自然科学の調和を図ることが大切であることを強調した。

次いで、関寛治本会議第2部会員（政治学、立命館大学教授）は、「ハイテク時代の学術ネットワークと平和の条件」と題して、新しい先端的な科学技術が実際に応用可能となってきたことに伴い、ハイテクを駆使したC&Cというネットワークが世界的に可能となり、複雑なネットワークから成る世界政治の構造に大きな変化をもたらしつつあることを指摘した。そして、このような状況を踏まえて、国家という壁を解決していかななくてはならないこと、そのためには、トロンの発想のコンピュータシステムを基礎として学術情報システムのより自由な地球規模の再編成を行えるようにすること、人間間ネットワークの高次化による国の外交政策の在り方の再検討をすることも重要であることを強調した。

最後に、島袋嘉昌本会議第3部会員（経営学、東洋大学教授）は、「人間と高度科学技術との調和」と題して、「高度科学技術の粋を集めた航空機」の事故を取り上げて、その大部分は人為ミスであることを指摘し、このような事故は、人間と高度科学技術の接点で、何らかのそごが生じて起きるものであることを指摘した。そして、現在人間と高度科学技術とをいかにマネージしていくかについて、十分な科学的分析と管理的配慮がなされていない。その最大の問題点は生命尊厳を基にした経営哲学の欠落であると指摘した上で、人間と高度科学技術との調和を可能にする総合科学の重要性を強調した。

公開講演会「情報化と国際化」

昭和62年度第2回目の公開講演会「情報化と国際化」が、11月28日、本会議講堂で開催され、各界各層より多数が聴講し、成功裡に終了した。

講演は、3人の演者による講演とそれに関連する質疑応答が行われた。

まず最初に、猪瀬博本会議第5部会員（情報工学、学術情報センター所長）が「情報技術と国際化」と題して、情報技術の急速な発展にふれ、歴史上未曾有の規模で産業構造転換を促し、世界の人人に革命的ともいえる意思疎通の手段を提供した情報技術は、また一方で情報の氾濫を引き起こし、貿易摩擦、雇用不安、情報の地域間格差、文化の画一化など多様な国際問題を発生させてもいると指摘した。コミュニケーションは、情報提供者と情報の受け手とのバランスが何より不可欠であるとし、それらを1)情報流通の問題、2)先端技術開発の問題、3)雇用の問題、4)文化の問題に分類し、スライドを交えて意見を述べた。

次に、竹内啓第3部会員（経済統計学、東京大学教授）が「情報化時代の国際政治・経済」と題して、国際的な情報流通を取り上げ、ますます大量にかつ急速に行われるようになる、その影響として経済・文化等が国際化から世界化・地球化（グローバル化）される傾向にある今日、一方では政治における国家主義、民族主義との矛盾が激化するであろうと指摘した。これからの国際的力関係は、情報力の量が大きく関係してくると考えられると意見を述べた。情報化は世界を一つにする基盤を与えることができるが、それには各国の協調が不可欠の条件であるとし、21世紀中頃には国境・国籍を意識しない望ましい時代がくるようになるかもしれない、と結んだ。

最後に、宇野政雄第3部会員（商学、早稲田大学教授）が、「企業の情報化と国際化」と題して、企業も個人と同様に真剣に情報化と国際化について考え、生き残るために取り組んでいることを、身近なコンビニエンス・ストアやクレジット（信販）会社を例にとり、具体的にわかりやすく解説した。昨今C. I.（コーポレートアイデンティティ）戦略が企業の経営戦略としてクローズアップされているが、どういった情報（ハード）を、どのように活用（ソフト）するのか、一番の課題であると力説した。

（なお、これらの講演会の講演内容は、日学双書として、財団法人日本学術協力財団から出版されます。）

二 国 間 学 術 交 流

本会議は、諸外国における学術研究の動向及び現状を把握するとともに、学術研究に関する基本的、全般的事項について相手国の科学者等と意見を交換することにより、我が国の学術研究の総合的な発展に寄与することを目的として、昭和58年度から毎年2か国へ代表団を派遣している。今までに、アメリカ合衆国、マレーシア、ドイツ連邦共和国、インドネシア共和国、スウェーデン王国、タイ王国、フランス共和国、大韓民国へ派遣したが、今年度は、11月7日から15日まで連合王国へ、12月1日から5日までシンガポール共和国へ、それぞれ会長または副会長以下7名の会員を派遣した。

日本学術会議第13期は、「学術研究の国際性重視と国際的視野の確立」をその活動の重要な柱の一つとしており、今回もその観点から交流を行った。

連合王国については、「連合王国の経済停滞とその対策」「産業革命以降の連合王国における基礎科学及び応用科学の発展」「日英のアカデミックな協力はどうか」の三つのテーマについて、行政機関、研究所、大学等を訪問し、情報交換を行い、さらにその方面の科学者と意見交換会を行った。

シンガポールについては、「今後のアジア・太平洋圏の科学協力における日本の役割」をテーマに行政機関、研究所、大学等を訪問し、情報交換を行い、さらにその方面の科学者と意見交換会を行った。

今回の成果は、代表団訪問時だけのものではなく、訪問国との今後の継続的な交流、緊密な情報・資料の交換、日本学術会議と訪問国関係各諸機関との相互理解の促進・緊密化等の形で表れてくるものであり、これらの成果は、我が国の学術研究の国際交流・協力の基本姿勢及びその抜本的充実方策を検討する場合の大きな資料として役立つものと期待される。

日本学術会議の国際的活動

本会議は、先に述べた二国間学術交流のほか、次のような国際活動を行っている。

国際学術団体加入

本会議は、多くの国際学術団体に加入し、密接な協力を保ち、国際的な学術の発展に努めている。昭和62年度現在、本会議が分担金を支払って加入している国際学術団体は、国際学術連合会議(ICSU)、国際社会科学団体連盟(IFSSO)等43団体である。

学術関係国際会議の開催、後援

わが国の多数の科学者が世界各国を代表する関係科学者と接し、最近の研究情報を交換し、わが国の科学の向上発達を図り、行政、産業および国民生活に科学を反映浸透させることを目的として、昭和28年以降毎年おおむね4件の学術関係国際会議を学・協会と共同主催している。昭和62年度は、1)第6回ケムロン世界会議、2)第18回低温物理学国際会議、3)法哲学・社会哲学国際学会連合第13回世界会議、4)第6回国際会計教育会議の4つを共同主催し、昭和63年度は、1)国際家族法学会第6回世界会議、2)第9回世界地震工学会議、3)第8回国際内分泌学会議、4)第5回国際植物病理学会議の4つを共同主催することとしている。

以上の国際会議のほか、毎年15件前後の国際会議(国内開催)を後援している。

代表派遣

世界各地で開催される学術関係国際会議にわが国の学術の状況を反映させ、さらに国際学術協力を寄与するため、

本会議から代表を派遣している。

国際協力事業

本会議は、国際学術連合会議(ICSU)と世界気象機関(WMO)が行う「気候変動国際研究計画」(WCRP)等の国際共同・協力事業に協力するため、国内の実施計画の立案・調整を行うとともに関係研究者間の研究連絡、交流の促進を図っている。

学術文献収集

本会議は、国際学術団体及び各国の学術研究機関等から、継続的に約1900種の刊行物を受入れ、資料の有効利用を図っている。

生命科学と生命工学特別委員会中間報告

—生命科学の研究と教育の推進方策について—

現在、生命科学に対する関心は社会全体に拡がっており、生命科学の推進のためのいろいろな活動が国、民間、学界などそれぞれの立場で行われつつある。このような時に、生命科学と生命工学特別委員会としては、広い視野に立つて学問分野を横断的にとらえて、生命科学の推進方策について以下要約のごとき具体的提言を行い、各方面の意見を聴取することは非常に重要であり、時機を得たものであると考える。

【要約】

広い視野から生命科学の研究と教育の推進の方策を討議し、提案し、時に応じて企画、実行する組織として、生命科学教育推進会議(仮称)を設置すること。そして、この会議の事業の一つとして、まず生命科学研修コース開催のための機構をつくり、各種の研修コースを実施することが緊急に必要である。

登録学術研究団体等との連絡協議会

本会議は、本会議活動の周知を図り、学術研究団体との連絡・協力関係を維持・強化するための活動の一環である登録学術研究団体等との連絡協議会の第2回目を、12月7日に、東日本の団体を対象にして本会議講堂で、12月11日に、西日本の団体を対象にして大阪ガーデンパレスで、それぞれ開催した。

今回の連絡協議会では、最初に、近藤次郎会長から、本会議の職務・権限や組織・構成などの説明の後、最近の活動として、去る10月の第103回総会で採択された勧告等の内容紹介などが行われた。

続いて、事務局から、現在進められている第14期会員推薦手続について、特に近々各登録学術研究団体に依頼される予定の「会員の候補者」の選定と「推薦人(予備者を含む)」の指名に関する届出の手続を中心に詳しい説明が行われた。この説明については、多くの出席者からその手続の詳細をただす質問が出された。

なお、出席者数は、12月7日は、339団体339名、12月11日は、58団体58名であった。

多数の学術研究団体の御協力により、「日本学術会議だより」を掲載していただくことができ、ありがとうございます。

なお、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 港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会

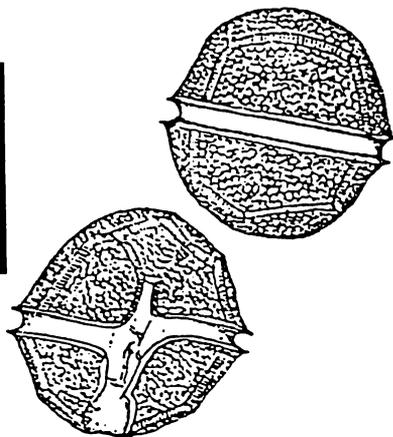
(日本学術会議事務局庶務課)

電話 03(403)6291

新刊!

淡水赤潮

門田 元編



取水上の衛生問題、不快臭の発生、養殖淡水魚のへい死原因などに関連し、湖沼・人工湖における“水の華”発生が社会問題化している。

本書は1979年9月、環境庁水質保全局の肝煎りで組織された淡水赤潮研究会（座長 門田 元博士）の研究成果を広く関係者に利用していただくために公刊するもので、淡水赤潮に関する生物学的知見を網羅し、その発生機構の解明と対策も論究される。また琵琶湖におけるウログレナ *Uroglena* 及び永瀬ダム湖におけるペリディニウム *Peridinium* の調査研究をケーススタディに、我が国各地で頻発する淡水赤潮問題解決の資料を直接に提供するものである。

主な内容と執筆者 ①淡水赤潮をひき起こすプランクトン(根来健一郎) ②淡水植物プランクトンの生活史(中原紘之・左子芳彦) ③淡水赤潮プランクトンをめぐる生物間相互関係(安野正之・花里孝幸・深見公雄・門田 元・石田祐三郎・内田有恒) ④湖沼の富栄養化と植物プランクトンの異常増殖(坂本 充) ⑤赤潮による被害(岡市友利・門田 元) ⑥わが国各地における淡水赤潮の発生状況(山中芳夫) ⑦琵琶湖における淡水赤潮の発生(門田 元・中西正己・吉田陽一・石田祐三郎) ⑧ダム湖における淡水赤潮の発生事例(畑 幸彦)

(A5判・286ページ・定価4200円)

赤潮の科学

岡市友利編 漁業に甚大な被害を与える赤潮を総合的に捉える共同研究で、赤潮の生物学と発生機構の解明。 B5判・定価6000円

赤潮——発生機構と対策

丸茂隆三・岩崎英雄他著 赤潮の発生機構とその被害防止対策を広く論じる。 A5判・定価1600円

沿岸海域の富栄養化と生物指標

吉田陽一・村上彰男他著 汚染の生物指標 定価1800円

藻場・海中林

八塚 剛・三浦昭雄他著 稚魚の成育場としてのアマモ場・ガラモ場の効用とその造成の方策を探る。 A5判・定価1600円

〒160 東京都新宿区三栄町8 / Tel (03) 359-7371(代)

恒星社厚生閣

海藻を総括的に論じた待望の書!!

海藻資源養殖学

徳田 廣 大野 正夫 小河 久朗 著
(東京大学農学部) (高知大学農学部) (東北大学農学部)

B5判 上製 口絵4頁
本文354頁 付・用語集

定価5,500円 (送350円)

海藻の資源や養殖について初めて総括的に取上げた待望の書。ノリを始めとする個々の海藻養殖の現状と将来展望から、藻場造成、利用法、海外での養殖、新しい海藻の養殖法、新品種形成の現状まで、実に幅広い観点から論じ尽した海藻入門の決定版。研究者・学生・養殖業者の熱い要望に応えて遂に刊行!!

—— 主要目次 ——

I. 地球生態系と海藻 II. 海藻の生育環境 III. 海藻の利用 IV. 世界の海藻資源と生産量 V. 現在の海藻養殖 VI. 藻場造成 VII. 海外の海藻養殖の現状 VIII. 海藻養殖の将来と展望

〒171 東京都豊島区池袋2-14 池袋西ロスカイビル (株) 緑書房
☎販売03-590-4441(直) 振替/東京4-2758・6-80496

最先端と素敵な出合

データベースでダイナミックプリンティングコミュニケーション

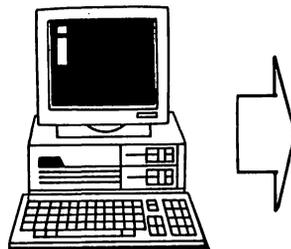
富士通

OASYS

NEC

PC-9801

入力装置
ドット文字



富士通 NEC
9450シリーズ PC-9801

生まれかわるデータベース

会員管理・名簿管理・調査票発送・集計・印刷・請求・販売促進・検索

写研

美しい
文字

CコーポレートIアイデンティティで企業発展に貢献する

日本印刷出版株式会社

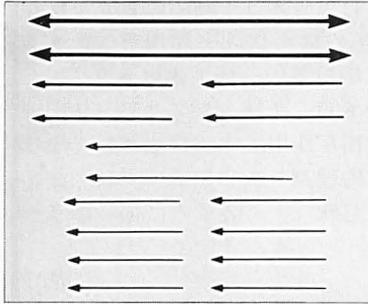
■本社 〒553 大阪市福島区吉野1丁目2番7号/TEL 06-441-6594(代)

■電算室 〒553 大阪市福島区吉野1丁目3番18号

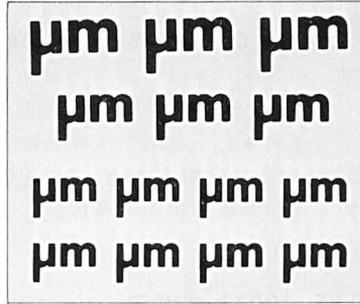
新製品ご案内!!

レタリングシート (ブラック アンド ホワイト)

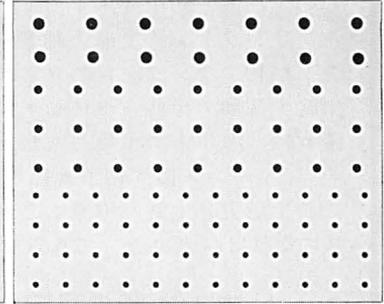
EMI NO.82014



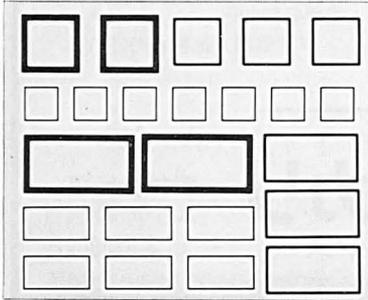
EMI NO.82016



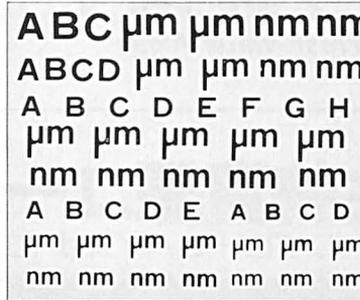
EMI NO.86626



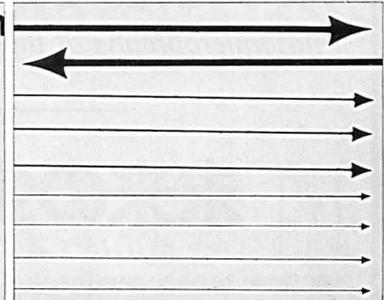
EMI NO.86627



EMI NO.86902

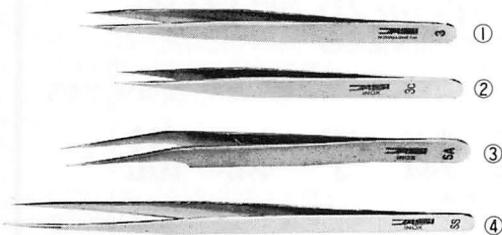


EMI NO.86916



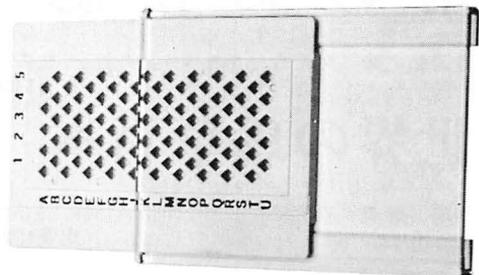
※レタリングシートの総合カタログが出来ました。下記の住所へカタログをご請求下さい。

西独製 精密ピンセット



- ①時計ピンセット
 - ②3Cピンセット
 - ③5型変形ピンセット
 - ④SS型ピンセット
- 各1本：¥2,200

EMグリッドボックス



1個：¥1,800 10個：¥15,000



EM資材直販センター

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

好評発売中

自然の中の藻類の「生きている姿」を知るために

藻類の生態

秋山 優・有賀祐勝 共編
坂本 充・横浜康継

A5判 640頁
定価12800円(〒400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 700種が揃う

山岸高旺・秋山優編集

淡水藻類写真集

各B5判・各100シート・ルーズリーフ式

第1・2巻 定価各4000円

第3～7巻 定価各5000円

Photomicrographs of the Fresh-water Algae

以下継続 (送料各350円)

発売中

未来の生物資源ユーカリ

—そのバイオテクノロジーとバイオサイエンス—

西村弘行編

A5判・304頁

定価5800円

発売中

レプトスピラ症防疫指針

吉井善作監訳

B5判・224頁

定価3500円

南の動物誌

—熱帯森林に生きる—

渡辺弘之著 熱帯森林を専攻する著者が、熱帯地域の動植物の生活を写真を中心に語る。定価1300円

世界の珍草奇木

—植物に見る生命の神秘—

川崎 勉著 自然界の重要な仲間植物群、強い生命力と環境への適応力を感激の筆で語る。定価1300円

近刊

河川の珪藻

B5判

小林 弘著

内田老鶴圃

東京・文京区大塚 3-34-3 / Tel 03-945-6781

FAX 03-945-6782

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36,000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10000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15000円

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. A5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. B5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. B5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, c/o **Division of Tropical Agriculture, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-oiwakecho, Sakyo-ku, Kyoto, 606 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 non member, 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 non member. Lack: Vol. 1, Nos. 1-2; Vol. 4, Nos. 1, 3; Vol. 5, Nos. 1-2; Vol. 6-Vol. 9, Nos. 1-3 (incl. postage, surface mail).
2. **Index of the Bulletin of Japanese Society of Phycology.** Vol. 1 (1953)-Vol. 10 (1962) Price 2,000 Yen for member, 2,500 Yen for non member, Vol. 11 (1963)-Vol. 20 (1972). Price 3,000 Yen for member, 4,000 Yen for non member. Vol. 1 (1953)-Vol. 30 (1982). Price 4,000 Yen for member, 5,000 Yen for non member (incl. postage, surface mail).
3. **A Memorial Issue Honouring the late Professor Yukio Yamada** (Supplement to Volume 25, the Bulletin of Japanese Society of Phycology). 1977. xxviii+418 pages. This issue includes 50 articles (26 in English, 24 in Japanese with English summary) on phycology, with photographs and list of publications of the late Professor Yukio YAMADA. ¥ 8,500 (incl. postage, surface mail).
4. **Contributions to the Systematics of the Benthic Marine Algae of the North Pacific.** Edited by I.A. ABBOTT and M. KUROGI, 1972. xiv+280 pages, 6 plates. Twenty papers followed by discussions are included, which were presented in the U.S.-Japan Seminar on the North Pacific benthic marine algae, held in Sapporo, Japan, August 13-16, 1971. ¥ 5,000 (incl. postage, surface mail).
5. **Recent Studies on the Cultivation of *Laminaria* in Hokkaido** (in Japanese). 1977. 65 pages. Four papers followed by discussions are included, which were presented in a symposium on *Laminaria*, sponsored by the Society, held in Sapporo, September 1974. ¥ 1,200 (incl. postage, surface mail).

昭和63年3月5日 印刷
昭和63年3月10日 発行

©1988 Japanese Society of Phycology

禁 転 載
不 許 複 製

編集兼発行者

坪 由 宏

〒 657 神戸市灘区鶴甲 1-2-1
神戸大学教養部生物学教室内
Tel. 078-881-1212

印刷所

日本印刷出版株式会社

〒 553 大阪市福島区吉野 1-2-7

発行所

日本藻類学会

〒 605 京都市左京区北白川追分町
京都大学農学部熱帯農学専攻内
Tel. 075-751-2111
(内線 6355, 6357)

Printed by Nippon Insatsu Shuppan Co., Ltd.

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」による。

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

藻類

目次

Gerald T. Kraft : グレートバリアリーフ産 <i>Seirospora orientalis</i> (新種) について…………… (英文)	1
大森和子・大森正之 : 藍藻 <i>Spirulina platensis</i> におけるアンモニア同化…………… (英文)	12
原 成光・高橋永治 : 大阪湾塩屋海岸における原生生物群集の季節的変動…………… (英文)	17
坂西芳彦・横浜康継・有賀祐勝 : カジメおよびアラメの葉片を用いた光合成の測定…………… (英文)	24
横浜康継・前川行幸 : プロダクトメーター (差動式検容計) による大型試料の光合成及び呼吸の測定……………	29
山本民次・高尾允英 : スサビノリ <i>Porphyra yezoensis</i> 葉体のアンモニア態および硝酸態窒素の取り込みに及ぼす温度の影響……………	37
三上日出夫 : ヤレウスバノリ (紅藻, コノハノリ科) について……………	43
藤田大介 : <i>Fostiella zostericola</i> モカサ (紅藻, サンゴモ科) の培養……………	48
◆◆◆	
ノート	
小亀一弘・吉田忠生 : 日本新産緑藻 <i>Blobocoleon piliferum</i> PRINGSHEIM (Chaetophoraceae, Chlorophyta) についての観察……………	52
川嶋昭二 : 外国産コンブ目植物の漂着記録(4) チシマサツマタコンブについて……………	55
Cristine A. Oroscó・大野正夫 : フィリッピン・セブ島における海藻の利用……………	57
榎本幸人 : 神戸大学理学部附属臨海実験所……………	59
西沢一俊 : 海藻の生産と利用の国際講習会……………	64
◆◆◆	
総説	
高村典子 : 藍藻による水の華, 特に <i>Microcystis</i> 属の生態学的研究の現状……………	65
◆◆◆	
討報……………	61
新刊紹介……………	80-81
ニュース……………	82-83
学会録事……………	84
日本藻類学会第12回大会講演要旨……………	87