The Japanese Journal of PHYCOLOGY

CONTENTS

Masami Inokuchi and Kho Maruyama: Infraspecific differences in Cyclotella comta	
populations in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in Japan	105
Shigeru Kumano and Orlando Mecchi Júnior: Batrachospermum macrosporum Mon-	
TAGNE from South America	119
Shigeru Kumano and Siew Moi Phang: Ballia prieurii KUETZING and the related	
species (Ceramiaceae, Rhodophyta)	125
Shigeo Kawaguchi: Grateloupia kurogii, a new species of the Halymeniaceae	
(Rhodophyta) from Japan	135
Yoshihiko Sakanishi, Yasutsugu Yokohama and Yusho Aruga: Seasonal changes in	
photosynthetic capacity of Laminaria longissima MIYABE (Phaeophyta)	147
Hideo Iwasaki, Chang-Hoon Kim and Masataka Tsuchiya: Growth characteristics	
of a dinoflagellate Gymnodinium nagasakiense Такачама et Adachi	155
Kunshan Gao: Diurnal photosynthetic performance of Sargassum horneri(in Japanese)	163
Shihoko Tanaka and Toshiharu Watanabe: The colonization process of a typical	
epilithic algal community—Homoeothrix janthina-Achnanthes japonica community—in	
a less polluted river in Japan(in Japanese)	167
Masataka Ohta and Sayuko Ninomiya: Relationship between distribution of	
Sargassum species and water movement	179

Notes

Tadao Yoshida and Toshinobu Terawaki: Lectotypification of Ecklonia kurome	
Окамига (Phaeophyta, Laminariales)(in Japanese)	187
Daisuke Fujita: Growth of Laminaria japonica ARESCHOUG cultured with deep-water	
pumped up in Toyama Bay(in Japanese)	189
Obituary(in Japanese)	192
Announcement	195

Announcement(in Japanese)	195
Regulation of the Society(in Japanese)	202
Information for authors	204
Japan Science Council News(in Japanese)	205

THE JAPANESE SOCIETY OF PHYCOLOGY

日本藻類学会

日本藻類学会は1952年に設立され、藻学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する個人及び団体の会員からなる。 本会は定期刊行物「藻類」を年4回刊行し、会員に無料で頒布する。普通会員は本年度の年会費7,000円(学生 は5,000円)を前納するものとする。団体会員の会費は12,000円、賛助会員の会費は1口20,000円とする。 庶務および会計に関する通信は、602 京都市上京区下立売通小川東入 日本藻類学会宛に、また「藻類」

への原稿の送付は 108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学 有賀祐勝気付 日本藻類学会編集委員会宛にされたい。

The Japanese Society of Phycology

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

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

Manuscript for publication should be submitted directly to the Editor-in-Chief, Prof. Y. Aruga, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan.

1989-1990年役員 Officers for 1989-1990 長:小林 弘(東京学芸大学) 슾 President: Hiromu KOBAYASI (Tokyo Gakugei University) 庶務幹事:片山 舒康(東京学芸大学) Secretary: Nobuyasu KATAYAMA (Tokyo Gakugei University) 会計幹事:真山 茂樹 (東京学芸大学) Treasurer: Shigeki MAYAMA (Tokyo Gakugei University) 評議員: Members of Executive Council: 秋山 優(島根大学) Masaru Akiyama (Shimane University) 有賀 祐勝 (東京水産大学) Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries) 鯵坂 哲朗 (京都大学) Tetsuro AJISAKA (Kyoto University) 千原 光雄(筑波大学) Mitsuo Chihara (University of Tsukuba) 原 慶明(筑波大学) Yoshiaki HARA (University of Tsukuba) 岩崎 英雄 (三重大学) Hideo Iwasaki (Mie University) 道夫(北海道大学) 増田 Michio MASUDA (Hokkaido University) 三浦 昭雄(東京水産大学) Akio MIURA (Tokyo University of Fisheries) 野沢 治治(鹿児島大学) Koji Nozawa (Kagoshima University) 久朗 (東北大学) 小河 Hisao Ogawa (Tohoku University) 長朗(山陽学園短期大学) 大森 Takeo Ohmori (Sanyo Gakuen Junior College) 奥田 武男 (九州大学) Takeo Okuda (Kyushu University) 舘脇 正和(北海道大学) Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University) 坪 由宏(神戸大学) Yoshihiro Tsubo (Kobe University) 渡辺 信(国立公害研究所) Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies) 横浜 康継(筑波大学) Yasutsugu Yokohama (University of Tsukuba) 編集委員会: **Editorial Board:** 委員長:有賀 祐勝 (東京水産大学) Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries), Editor-in-Chief 幹 事:能登谷正浩 (東京水産大学) Masahiro Notoya (Tokyo University of Fisheries), Secretary 輝三 実行委員:堀 (筑波大学) Terumitsu HORI (University of Tsukuba), Associate Editor 次郎 (国立科学博物館) 田中 Jiro TANAKA (National Science Museum), Associate Editor 横浜 康継(筑波大学) Yasutsugu YOKOHAMA (University of Tsukuba), Associate Editor 委 員:榎本 幸人(神戸大学) Sachito ENOMOTO (Kobe University) 石川依久子(大阪大学) Ikuko Shihira-Ishikawa (Osaka University) 加藤 哲也 (京都大学) Tetzuya Kato (Kyoto University) 鬼頭 鈞(水産大学校) Hitoshi KITO (Shimonoseki College of Fisheries) 野田 宏行 (三重大学) Hiroyuki NODA (Mie University) 奥田 武男 (九州大学) Takeo Okuda (Kyushu University) 舘脇 正和(北海道大学) Masakazu TATEWAKI (Hokkaido University) 渡辺 信(国立公害研究所) Makoto M. WATANABE (National Institute for Environmental Studies) 熙(北海道大学) 籔 Hiroshi YABU (Hokkaido University) 吉田 忠生(北海道大学) Tadao Yoshida (Hokkaido University)

日本藻類学会秋季シンポジウムのお知らせ

秋季シンポジウムおよび懇親会を、日本植物学会第55回大会(静岡大学教養部)の前日に、下記のように開催 しますのでご出席下さい。

B 時:1990年10月1日(月)

15:30~17:30 シンポジウム

18:00~20:00 懇親会

シンポジム・懇親会会場:

クーポール会館 〒420 静岡市紺屋町2-2 (Tel 0542-54-0251)

演題・演者:(1)紅藻の生育水深と紫外線

(三重大学) 前川 行幸 (2)海洋における藻類の炭酸カルシウム沈着と地球環境 (東京学芸大学)岡崎 恵視

- 座 長:有賀 祐勝(東京水産大学)
- 参加申込み:シンポジウム参加は無料ですが、会場準備の都合上、シンポジウムのみの出席を希望する方は、 下記あてに葉書でお申込み下さい。

懇親会費: 5,000円

懇親会費は、同封の郵便振替用紙にて下記あてに、申込み期限までにお送り下さい。

シンポジウム参加申込み・懇親会費送付先:

〒184 小金井市貫井北町4-1-1 (東京学芸大学生物学教室内)

- 日本藻類学会秋季シンポジウム係(郵便振替口座 東京 3-544509)
- 申込締切: 1990年9月10日(月)
- 世 話 人:橫浜 康継

〒415 下田市 5 丁目10-1 (筑波大学下田臨海実験センター) (Tel 05582-2-6605)

片山 舒康

〒184 小金井市貫井北町4-1-1 (東京学芸大学生物学教室) (Tel 0423-25-2111 内2674)





Infraspecific differences in Cyclotella comta populations in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in Japan

Masami INOKUCHI* and Kho MARUYAMA**

*Department of Environmental Engineering, Nippon Engineering College, Tokyo, 144 Japan **Institute of Applied Microbiology, University of Tokyo, Tokyo, 113 Japan

INOKUCHI, M. and MARUYAMA, K. 1990. Infraspectfic differences in *Cyclotella comta* populations in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in Japan. Jpn. J. Phycol. **38**: 105–117.

The valve diameter (D), marginal width (M) and striae (S) and cell densities of *Cyclotella comta* populations together with the nutrient profile of the water were examined by using samples collected from coastal surface water at thirty-five stations in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in 1987. The natural populations of *C. comta* were found to show a statistically significant annual change in the valve diameter and markings on the valve surface. In a population, M decreases, but S increases and M/D does not change or increases, when D decreases, while the correlation coefficients of D-M, D-S and D-M/D decreases in the order. D, M and M/D get smaller and S larger from spring to autumn, while keeping at the above feature. The cell type defined by two variables such as D-M, D-S or D-M/D seems to be present in each lake. The dependency of cell type on cell density and environmental factors was observed.

Key Index Words: annual cell cycle—niche—Ashino-ko—cell density—cell size distribution—cell type— Cyclotella comta—diatom—Fuji-goko—nutrient.

ROBINSON and WALLER (1966) showed geographically separated populations of the marine planktonic diatom, Rhizosolenia styliformis. Minor variants recorded in the planktonic diatom Tabellaria flocculosa of lakes (ROUND 1965, ROUND and BROOK 1959, KOPPEN 1975) seem to be stable (ROUND 1981). At least in small lake, the surface diatom population is uniform horizontally (MARUYAMA 1988). In the case of man-made lakes such as Lakes Sagami-ko and Tsukuiko, the cell size distribution of poulation changed continuously with location (NAMIKI et al. 1985). In lakes connected by a river such as the Nishina Three Lakes, the differences in cell size among lakes are slightly larger than those within each lake (MARUYAMA 1988). The present study focussed on the differences in form (or shape) appeared and area occupied by infraspecific variants in C. comta.

Six lakes from northwest to southeast around Mt. Fuji stand within 50 km. One old lake was divided into three lakes of Motosu-ko, Shoji-ko and Sai-ko by a coulee in 864. Lakes Yamanaka-ko and Kawaguchi-ko were also formed by a coulee in 800 (NOBUHARA *et al.* 1971). Lake Ashinoko is a crater lake formed in about 1100BC (IGOU 1980). These lakes are spring-fed lakes with very little inflow of water from ground surface (TANAKA 1900, TANAKA *et al.* 1982, YAGI 1974). The details of the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko (SUZUKI 1982) are shown in Fig. 1.

Materials and Methods

Thirty-five sampling stations were chosen along the shore in six lakes, viz. 6 in Lake Motosu-ko, 2 in Lake Shoji-ko, 4 in Lake Saiko, 7 in Lake Kawaguchi-ko, 6 in Lake Yamanaka-ko and 10 in Lake Ashino-ko (Fig. 1). Samplings were made on April 12-14,

^{**} To whom reprint requests should be addressed.





Lakes	Longitude (E)	Latitude (N)	Altitude (m)	Area (km²)	Maximum depth (m)	
Motosu-ko	138°35'	35°28'	900.0	4.78	121.6	
Shoji-ko	138°37'	35°29'	900.0	0.51	15.2	L. ASHINO-KO
Sai-ko	138°41'	35°30'	900.0	2.15	71.7	ě
Kawaguchi-ko	138°45'	35°31'	830.5	5.60	14.6	لم الح م
Yamanaka-ko	138°52'	35°25'	980.5	6.66	13.3	
Ashino-ko	139°00'	35°13'	724.5	7.04	40.6	10 2 4 3

Fig. 1. Sampling stations and the locations, areas and maximum depths of the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko.

June 14-16, August 9-10, October 14-15 and December 16, 1987. At each station, triplicate surface water samples were collected in 250 ml polyethylene bottles; one was fixed in 4% formalin (final concentration) for morphological examination and the other two were used for chemical analyses. The pH and electric conductivity (EC) were measured using pocket glass electrode pH (YEW model PH51) and EC (YEW model SC51) meters.

Water samples of 250 ml each were centrifuged at $2,750 \times \text{g}$ for 15 min, the sediments resuspended in 2.5 ml, and 0.05 ml suspensions placed on a cover-glass and dried over a hot-plate at 100° C. Cells were examined by using a microscope (Nikon model Optiphot NTF) and a micro-stage (Sapporo Breweries Ltd. model MS) connected to a computer (Fujitsu model FM-8). Population estimates were based on triplicate cell counts and expressed as number of cells per ml. The valve diameter (D), the marginal width (M), and the number of striae in 10 μ m of the valve round (S) were measured in 200 cells in each population by using a video-writer (FOR.A model FVW 300) connected to a computer (Fujitsu model FM-11 and FM R-50FD) and M/D was calculated as M×100/(D/2).

Total nitrogen (T–N) and total phosphorus (T–P) were analyzed by the methods of JAPANESE STANDARDS ASSOCIATION (1986), and silica (SiO_2) and COD by the methods of

106

Nihonsuidokyoukai (1985).

Results

Division into populations with different reproductive cycles

Each population from Lakes Yamanaka-ko and Ashino-ko in spring is assumed to consist of small cells (S) and large cells (L) with different reproductive cycles (NAMIKI *et al.* 1985). The population in Lake Yamanakako was divided into two groups by a rough estimation at 13.5 μ m in diameter and that in Lake Ashino-ko at 12.0 μ m (Fig. 2), and the populations obtained were statistically analyzed.

Differences within each lake

Since the distributions of D, M and S of each population were different from each other in form and location, the following pro-

cedure was adopted: the judgement whether the distribution is normal (1) or not (2) by the test for detecting the departure from normality (Kolmogorov-Smirnov one sample test, KOT) (Table 1); if it is normal, then the judgement is done whether it is equivariant (3) or not (4) by the test for homogeneity of variance (Bartlet's test, BT) (Table 2). In a judgement on the distribution of D, when the distribution was normal and equivariant $[(1) \rightarrow (3)], (1) \rightarrow (3)$ was observed every season in Lakes Motosu-ko and Shoji-ko, $(1) \rightarrow (4)$ or (2) with the season in Lake Saiko, and $(1) \rightarrow (3)$ or $(1) \rightarrow (4)$ with the season in Lakes Yamanaka-ko and Ashino-ko. The distributions of M and S can be stated mostly normal (Table 1).

As some of the lakes at some seasons showed the case (2) or $(1) \rightarrow (4)$, Kolmogorov-Smirnov two sample test (KTT) was



Fig. 2. Relationship of valve diameter (D) to marginal width (M), number of striae (S), and M/D ratio of C. comta at station 1 in Lake Yamanaka-ko and station 3 in Lake Ashino-ko in spring in 1987 as examples, indicating small and large populations divided by $13.5 \ \mu m$ in D in Lake Yamanaka-ko and by $12.0 \ \mu m$ in Lake Ashino-ko.

Lakes & Stations		Apr.	June	Aug.	Oct.
Diameter (D)					
L. Sai-ko	1		0.1385		
	3		0.1169		
	4		0.1126		
Number of striae (S)				
L. Motosu-ko	5				0.1154
L. Sai-ko	1				0.1119
	3				0.1192
L. Yamanaka-ko	1		0.0973		
L. Ashino-ko	9		0.1073		
Width of marginal 1	region (M/D)				
L. Motosu-ko	6	0.0979			
L. Ashino-ko	4				0.0983

Table 1. The observed largest differences of Kolmogorov-Smirnov one sample test (KOT) of D, M and S in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in 1987. The differences beyond the value for 5 per cent significance are tabulated.

employed for the detection of differences in population within each lake. The results obtained in many instances with the exceptions indicated by box in Table 3 can be reasonably regarded as having the same distribution at 5 per cent level of significance.

Fig. 3A shows the point and interval estimates of population medians of D, S and M/D. They are also within a narrow range at the same season in each lake. The interval estimates in every other month do not generally overlap with each other and the changes over the lapse of time can be followed. It is seen from the figure that differences in the range and width of D, S and M/D of the annual changes are found among 6 lakes. As one or both of the variables follow a normal distribution, the population was analyzed by the bivariate analysis to check its character. *General character of a population*

Regression analysis was used for the evaluation of D-M, D-S, and D-M/D in a population. The regression line can be represented by an equation in the form of $y = \alpha + \beta x$. The equation of the line can be rewritten as $y = \gamma + \beta(x - \bar{x})$. This change is achieved by writing $\gamma = \alpha + \beta x$, that is γ is the y-value of the point on the line corresponding to $x = \bar{x}$. In a population, M decreases, S increases and M/D increases or does not change as D decreases. This relation is shown in Fig. 4, in which the point and interval estimates of the regression coefficients β for D-M, D-S and D-M/D are distributed in plus range, mostly in minus range and mostly in minus range with large deviation, respectively, while the correlation coefficients for D-M, D-S and D-M/D decrease in the order (Table 4). This feature seems to be basically common in a population in all seasons and lakes.

Change observed from spring to autumn

D, M and M/D get smaller and S larger as

Table 2. The observed largest differences of Bartlett' test (BT) of D at 5 per cent significance applied to the population having the value of KOT below 5 per cent significance.

Lakes & Seasons	Observed values	5% significances (Degrees of freedom)
L. Motosu-ko		
Apr.	7.77	11.07 (5)
June	7.81	11.07 (5)
Aug.	10.15	11.07 (5)
Oct.	10.31	11.07 (5)
L. Shoji-ko		
Apr	0.46	3.84 (1)
June	0.16	3.84 (1)
L. Sai-ko		
Oct.	8.59	7.81 (3)
L. Yamanaka-ko		
Apr. S*	9.65	11.07 (5)
L*	29.79	11.07 (5)
June	19.64	9.49 (4)
Aug.	14.30	7.82 (3)
L. Ashino-ko		
Apr. S*	21.36	14.07 (7)
L*	9.80	14.07 (7)
June	24.62	14.07 (7)
Oct.	11.01	11.07 (5)

* S, small cell populations; L, large cell populations.

L. Motosu-ko	L. Shoji-ko L. Yamanaka-ko	L. Ashino-ko
2 3 4 5 6	2 2 3 4 5 6	2 3 4 5 6 7 8 9
1 0.220 0.110 0.130 0.125 0.115 2 0.135 0.165 0.120 0.210 3 0.085 0.060 0.125 4 (APR) 0.075 0.095 5 0.115 0.065 0.085 0.080 2 0.055 0.100 0.055 0.055 3 0.115 0.065 0.085 0.080 2 0.055 0.100 0.055 0.055 3 0.110 0.065 0.065 0.065 4 (IUN) 0.075 0.080	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	1 0.090 0.170 0.115 0.110 0.080 0.160 0.075 2 0.175 0.130 0.080 0.090 0.150 0.070 3 0.085 0.120 0.125 0.045 0.125 4 0.065 0.065 0.090 0.100 5 0.120 0.120 0.125 0.065 6 (APR) 0.100 0.070 0.055 7 0.115 0.115 0.140 1 0.100 0.070 0.065 0.075 0.095 0.145 2 0.075 0.070 0.055 0.070 0.155 0.140
5 0.055	1 0.105 0.170 0.185 1 0.115 0.125	3 0.060 0.070 0.090 0.175 0.145 4 0.065 0.085 0.150 0.110
1 0.075 0.070 0.090 0.070 0.065 2 0.055 0.070 0.060 0.065 3 0.075 0.075 0.060 4 (AUG) 0.040 0.070	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	5 0.075 0.135 0.125 6 (JUN) 0.125 0.130 7 0.140
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		1 0.065 0.055 0.120 0.065 2 0.085 0.050 0.140 0.085 3 0.075 0.095 0.060 4 (OCT) 0.135 0.060 5 0.140 0.140

Table 3. The observed largest differences of Kolmogorov-Smirnov two-sample test (KTT) of D in all combinations of stations in each lake at the same season in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in 1987. The values over 5 per cent level of significance, 0.136, are indicated by box.

the season proceeds, while keeping a population at the above feature. These changes are illustrated with the means in the right portion of Fig. 4A, C-E and the point and interval estimates of γ corresponding to each mean are also shown in Fig. 4. Those in every other month do not mostly overlap with each other. The path swept out by the seasonal changes of means is described as the downward trends of D-M and D-M/D and the upward trend of D-S. With these changes (as D decreases) β of D-M decreases toward zero, that of D-S decreases from zero and that of D-M/D does not change (Fig. 4A, C-E). This annual change also seems to be common to all the lakes.

Differrences in population among lekes

The cell types (see Discussion) characterized by D, M and S seem to be endemic to the lake. This is illustrated as the shift of the paths of D-M, D-S and D-M/D in the right portion of Fig. 4A. The paths of D-M and D-M/D in Lakes Shoji-ko (June), Yamanaka-ko, Shoji-ko (Apr.), Ashino-ko, Motosu-ko, and Sai-ko shift to the left and upward in the order and that of D-S to the left and downward mostly in the order. The interval estimates of γ do not almost overlap with each other with a few exceptions.

The populations in Lake Shoji-ko in spring (group I), those in Lakes Shoji-ko in early summer and Sai-ko (group II), and those in the other lakes (group III) are distinguished from each other by the morphological appearance as shown in Fig. 5. Groups I, II and III are morphologically separable from each other: Group I is separable from other two groups in having high striae density,



Fig. 3. The seasonal and regional changes of the point and 95 per cent interval estimates of population medians of value diameter (open circle), number of striae (open triangle) and the ratio of marginal width to valve diameter (solids circle) (A), and the population density (B) in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in 1987. O, original population; L, large cell populations; S, small cell populations.





whereas group II is separated from other two groups as it has a low density of alveolar on the valve surface.

Differences in cell density

The cell density decreased in the following order; highest with a spring pulse in Lake Shoji-ko (Group I), with a midsummer pulse in Lake Motosu-ko, with an autumn pulse in Lake Sai-ko, with an early summer pulse in Lake Shoji-ko (Group II), with an obscure pulse in Lake Ashino-ko and lowest with an obscure pulse in Lake Yamanaka-ko (Fig. 3). Differences in environmental conditions

The point and 95% confidence interval estimates of means of the water temperature (Tw), pH, EC₂₅, T-N, T-P, SiO₂, and COD

of the surface water in each season in six lakes are shown in Fig. 6. The interval estimates of the environmental factors within lake in every season were small except for pH and T-P in Lake Shoji-ko in summer. Tw shows the same type of annual change with the highest in summer. The level of pH rises in early summer in Lakes Shoji-ko, Kawaguchiko and Ashino-ko, in midsummer in Lakes Sai-ko and Motosu-ko, and in autumn in Lake Yamanaka-ko. EC₂₅ is about the same all year round. T-N is high in spring in Lakes Sai-ko, Ashino-ko and Motosu-ko, high in summer and autumn in Lakes Shojiko and Kawaguchi-ko, and constant in Lake Yamanaka-ko. No fixed pattern of change



Fig. 4 The point and 95 per cent interval estimates of β and γ of the regression line of M (middle), S (lower) and M/D (upper) on D in April (open circle), June (solid circle), August (open triangle) and October (solid triangle). The relations between D and M, S and M/D expressed by the point estimates of means are shown at the right portion (large dotts for each lake). Original populations are shown by solid diamond and dotted line. Small cell populations are shown by open diamond and dotted line. β ($-2\sim2$) for D-M/D and that ($-0.5\sim0.5$) for D-M and D-S are in the lower abscissa. The upper abscissa is for D in μ m. The paths in other lakes are also shown by small dotts in Fig. 4A. M for Lake Motosu-ko, SH for Lake Shoji-ko, SA for Lake Sai-ko, Y for Lake Yamanaka-ko, and A for Lake Ashino-ko.

Lakes & Seasons	D-M	D–S	D-M/D
L. Motosu-ko			
Apr.	0.79-0.83	-0.33 - 0.07	-0.32 - 0.08
June	0.80-0.82	-0.27 - 0.09	-0.33 - 0.07
Aug.	0.68-0.78	-0.38 - 0.31	-0.29-0.02
Oct.	0.62-0.74	-0.41 - 0.24	-0.10- 0.02
L. Shoji-ko			
Apr.	0.71-0.74	-0.23 - 0.18	-0.23 - 0.15
June	0.63-0.74	-0.21 - 0.17	-0.31 - 0.05
L. Sai-ko			
June	0.61-0.80	-0.27 - 0.14	-0.32 - 0.07
Oct.	0.63-0.72	-0.41 - 0.31	-0.03 - 0.01
L. Yamanaka-ko			
Apr.	0.82-0.89	-0.40 - 0.24	-0.37 - 0.06
S*	0.58-0.72	-0.38 - 0.08	-0.24-0.16
L*	0.43-0.62	-0.30 - 0.08	-0.33 - 0.09
June	0.66-0.80	-0.39 - 0.12	-0.34 - 0.12
Aug.	0.56-0.61	-0.20 - 0.08	-0.25 - 0.04
L. Ashino-ko			
Apr.	0.83-0.88	-0.41 - 0.24	-0.40 - 0.14
S*	0.42-0.63	-0.34 - 0.08	-0.21 - 0.05
L*	0.57-0.71	-0.25-0.05	-0.30 - 0.04
June	0.68-0.73	-0.37 - 0.19	-0.40 - 0.12
Oct.	0.54-0.68	-0.37 - 0.21	-0.210.09

Table 4. The correlation coefficients of D-M, D-S and D-M/D in the Fuji Five Lakes and Lake Ashino-ko in 1987.

*S, small cell populations; L, large cell populations.

was found out in the other elements.

The difference in Tw between low level (Lakes Motosu-ko, Sai-ko, Yamanaka-ko and Ashino-ko) and high level (Lakes Shoji-ko and Kawaguchi-ko) was remarkable from spring to early summer. It seems to depend on the difference of depth or altitude where the lakes stand. The level of pH was lower in Lakes Motosu-ko and Yamanaka-ko than in the other lakes. The level of EC was low in Lake Motosu-ko, middle in Lakes Shoji-ko, Sai-ko, Yamanaka-ko and Ashino-ko and high in Lake Kawaguchi-ko in all seasons. The high level of EC of water with poor dissolved substances like freshwater lakes implies high concentration of Ca²⁺, Mg²⁺ or Cl⁻. These ions are relatively high in Lake Kawaguchi-ko as compared to the other lakes (NAKAJIMA et al. 1973). T-N maintained a low level in Lake Motosu-ko and mostly high level in other lakes. The level of T-P was lower in Lakes Motosu-ko and Sai-ko. whereas it was higher in Lakes Ashino-ko, Yamanaka-ko, Kawaguchi-ko and Shoji-ko. The concentration of SiO₂ becomes higher in

the order, Lakes Motosu-ko, Shoji-ko, Sai-Kawaguchi-ko, Ashino-ko and ko. Yamanaka-ko. The composition of stratum forming the lake has direct effect upon the concentration of SiO_2 in these lakes. The level of COD was low in Lake Motosu-ko, middle in Lake Sai-ko, and high in Lakes Shoji-ko, Kawaguchi-ko, Yamanaka-ko and Ashino-ko in all seasons except for Lake Sai-ko. Almost all the factors in Lake Motosu-ko are lowest. The level of T-N in Lake Motosu-ko is lower than 0.2 mg/l and that of T-P in Lakes Motosu-ko, Sai-ko and Ashino-ko is lower than 0.02 mg/l.

Discussion

Two populations in spring in both Lakes Yamanaka-ko and Ashino-ko are sympatric and they differ in the cycle of reproduction. The differences in the range and width of the annual changes of D are significant and the reproduction cycle round might not be an annual periodic phenomenon. Apart from the reproduction cycle, the annual cell cycle can

Infraspecific differences in C. comta





be statistically recognized. This is proved by a fact that M/D in both S and L populations is large.

The form and location of cell size distribution in the population in a batch culture of *Chlorella* changed corresponding to the stage of growth (MARUYAMA, 1977). The cell size distributions in natural population are different from each other in form and location, but whether the difference in distribution is related to the state of multiplication is not clear. The concentrations of T-P and SiO_2 become higher in the order of L. Motosu-ko, L. Ashino-ko, and L. Yamanaka-ko. It is significant whether a definite order of the shift of paths is affected by the concentrations of T-P and/or SiO_2 or not. The cell types have the characters defined by two variables



Fig. 6. The point and 95 per cent confidence interval estimates of means of the water temperature (Tw), pH, EC₂₅, T–N, T–P, SiO₂ and COD of the coastal surface water in Lakes Motosu-ko (open circle), Shoji-ko (solid circle), Sai-ko (open triangle), Kawaguchi-ko (solid triangle), Yamanaka-ko (open diamond) and Ashino-ko (solid diamond) in 1987.

such as D-M, D-S and D-M/D, which might be an inherited character. Therefore, some types of taxa of lower rank seem to be most probable. *C. comta* in these lakes is composed of three local taxa of groups I-III, but it is not clear whether diatoms of group III from three localities are identified as the same taxa or not.

The differences in the cell types among lakes and the operation of an annual cell cycle could be identified morphologically in the natural population. Other attributes of cell types and their relation to physico-chemical factors need further understanding.

Acknowledgement

The helpful advice and support provided by Dr. H. FUKUSHIMA, Tokyo Women's College of Physical Education, Dr. R. HAYAKAWA, Nippon Engineering College, Dr. H. NARITA, Sapporo Breweries Co., Ltd., and Dr. G. S. VENKATARAMAN, Indian Agricultural Research Institute, are gratefully acknowledged.

References

- IGOU, H. (ed.) 1980. Nihon chiho chisitsu si. Kanto chiho (Kaiteiban). Asakura Shoten, Tokyo.
- JAPANESE STANDARDS ASSOCIATION. 1986. Testing Methods for Industrial Waste Water JIS K0102.
- KOPPEN, J. D. 1975. A morphological and taxonomic consideration of *Tabellaria* (Bacillariophyceae) from the north central United States. J. Phycol. 11: 236– 244.
- MARUYAMA, K. 1977. Classification of *Chlorella* strains by cell appearance and group sera. Bot. Mag. Tokyo **90**: 57-66.
- MARUYAMA; K. 1988. Spatial differences in *Cyclotella comta* populations in the Nishina-sanko Lakes, Nagano Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. **36**: 154–165.
- NAKAJIMA, I., KASAI, K., TUTSUMI, M. and TANAKA, S. 1973. Fuji-Goko hyoumensui no nen henka ni tuite. Ann. Rep. Yamanashi Inst. Public Health 17: 86–95.
- NAMIKI, T., MARUYAMA, K. and HAYAMA, S. 1985. Distribution of two sympatric Asterionella formosa populations in Sagami and Tsukui lakes, Kanagawa Prefecture, Japan. Jap. J. Phycol. 33: 135–142.
- NIHONSUIDOKYOUKAI. 1985. Jyousui-siken houhou.
- NOBUHARA, H., IWATA, Y. and IKUSHIMA, I. 1971. Distribution of aquatic macrophytes in Fuji-Goko. Results Co-op. Sci. Surv. Mt. Fuji. p.1-559.
- ROBINSON, G.A. and WALLER, D.R. 1966. The distribution of *Rhizosolenia styliformis* BRIGHTWELL and its varieties. p. 645–663. *In* H. BARNES (ed.), Some Contemporary Studies in Marine Science. Allen & Unwin, London.
- ROUND, F. E. 1965. The Biology of the Algae. Edward Arnord, London.
- ROUND, F. E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- ROUND, F. E. and BROOK, A. J. 1959. The phytoplankton of some Irish Loughs and an assessment of their trophic status. Proc. Roy. Ir. Acad. 60: 168-191.
- SUZUKI, M. 1982. Kokudo chiriin no koshozu. Chiri 27: 78-82.
- TANAKA, A. 1900. Fuji sanroku Yamanaka-ko no kotei yusui ni tsuite. Chigaku Zassi 12: 608.

TANAKA, S., KASAI, K., TSUTSUMI, M., SASAMOTO, J. and OSADA, T. 1982. 1982 nen Fuji-Goko ijou zousuiji no suisitu tyousa kekka oyobi mizu syuusi ni tuite. Ann. Rep. Yamanashi Inst. Public Health **26:** 22–28.

YAGI, H. 1974. Rikusui no fu-eiyouka to keisan ganryou. Rikusui Fu-eiyouka no Kisoteki Kenkyu 3 pou. p. 15-17.

猪口眞美*・丸山 晃**: 富士五湖と芦ノ湖の Cyclotella comta 集団の種内差

1987年,富士五湖と芦ノ湖の沿岸部35地点から5回の採水で得た表層水試料を用いて,C. comta 集団の殻面径, 縁部幅,条線密度,細胞密度,栄養塩濃度などを測定した。C. comta の自然集団は,統計的に,殻面径や珪殻の 模様が規則的な年変動をする。同一集団で,殻面径(D)が小さくなれば,縁部幅(M)も狭くなるが,条線密度 (S)は大きく,また M/D 比は同じか大きくなる。但し,D-M,D-S,D-M/D の相関係数は,この順に小さくな る。春から秋に向けて,この関係を保ちながら,D,M,と M/D 比は小さい方へ,S は大きい方へ変化する。D, M,S, M/D の湖沼内差は,どの時期でも小さい。D-M,D-S,D-M/D の変数で決められる,湖沼単位で異なる 細胞タイブがあるらしい。珪殻のタイプと細胞密度や環境の関わりについても言及した。(*144 東京都大田区西 蒲田5-23-22 日本工学院専門学校 **113 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学応用微生物研究所)

Batrachospårmum macrosporum Montagne from South America

Shigeru KUMANO and Orlando NECCHI Júnior**

*Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, Rokkodai, Nada-ku, Kobe, 657 Japan **Instituto de Biociências, Letras e Ciências Extras, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 136, 15001, São José de Rio Preto, SP., Brasil

KUMANO, S. and NECCHI, O. Jr. 1990. Batrachospermum macrosporum MONTAGNE from South America. Jpn. J. Phycol. 38: 119–123.

This paper deals with the occurrence of hypogynous cells which form rosette-like laterals, and the pronounced protoplasmic connections between the carpogonium and the hypogynous nutritive cell of *Batrachospermum macrosporum* MONTAGNE. The development of carposporophyte and the geographical distribution of this species in South America are also dealt with.

Key Index Words: Batrachospermum macrosporum—freshwater Rhodophyta—hypogynous cells rosette-like laterals—South America.

Batrachospermum macrosporum was described by MONTAGNE (1850) based on the specimen collected by Leprieur from River Orapu and Comté in French Guiana. THÉRÉZIEN (1985) reported Batrachospermum macrosporum MON-TAGNE from Crique Blanche, a tributary of River Orapu in French Guiana.

Recently, three collections of *B. macro-sporum* were made from tropical, subtropical and temperate regions in Brazil.

Based on the Brazilian herbarium specimens, and comparing them with the type specimen of *B. macrosporum*, this paper deals with those elongated hypogynous cells that form rosette-like laterals, and the geographical distribution of *B. macrosporum* in South America.

Herbarium specimens examined in the present study

Three Brazilian collections of *Batrachospermum macrosporum* MONTAGNE examined in this study were as follows: the herbarium specimen (SP 187859) collected from Araucária, State of Paraná (SUREHAMA, 05/03/1981), the herbarium specimen (SP 187184) collected from Santa Cruz River, Cardoso Island, Cananéia, State of São Paulo (VITAL, 15/ 03/1984), and the herbarium specimen (SP 187855) collected from Igarapé Tarumanzinho near Manaus, State of Amazonas (NEC-CHI & KUMANO, 20/08/1986). The Brazilian specimens are deposited in the Herbarium of Instituto de Botânica, São Paulo in Brazil, and their duplicates are deposited in the Herbarium of Faculty of Science, Kobe University, Kobe in Japan.

The type specimen (LEPRIEUR No. 1105) of Batrachospermum macrosporum MONTAGNE, which was collected from River Orapu and Comté in French Guiana and deposited in Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris, was also examined.

Observations of the Brazilian herbarium specimens

The examinations of the herbarium specimens were as follows.

1. Development of carpogonia and hypogynous cells

The carpogonium-bearing branch is composed of 3-7 barrel-shaped cells and arises from the pericentral cell (the basal cell of primary branchlets) and sometimes from the intercalary cells of the carpogonium-bearing branch.

In the early stage of the development, the terminal portion of young carpogonium sticks out, and becomes a round initial of the trichogyne (Figs. 1, 2), then turns into the obovoidal or spatular-shaped trichogyne with an indistinct stalk (Figs. 3–5). A hypogynous cell elongates laterally and produces upward a protuberance, then a further protuberance is produced at the opposite side in the same manner (Figs. 3–5).

2. Development of carposporophyte

After fertilization, the trichogyne is separated from the basal portion of carpogonium (Fig. 6). The fertilized carpogonium extends lateral outgrowths and gonimblast filaments are produced (Fig. 8).

As the development of the gonimblast filaments progresses, the hypogynous cell becomes connected with the carpogonium (Fig. 7) through the widened pit connection. The protoplasmic connections between the carpogonium, the nutritive hypogynous cell and the underlying cells (Figs. 8, 11) of the carpogonium-bearing branch are especially pronounced. The gonimoblast filaments (Figs. 10, 11) are composed of one or two, rarely three, barrel-shaped or cylindrical cells and are irregularly branched.

The gonimoblast filaments produce terminally or subterminally obvoidal or subpyriform carposporangia (Figs. 11, 12), which are large, about 50 μ m long and about 30 μ m wide.

3. Germination of carpospores

Although the carposporangia are obovoidal or subpyriform, the carpospores are spherical after liberation. The carpospores are often observed to germinate within or near the carposporangia (Fig. 12).

Upon germination, an outgrowth arises from one side of the carpospore facing the proximal portion of the carposporangium and develops into a germ tube (Fig. 13), which is cut off by a septum to form the initial cell of the germling (Figs. 12, 14). When the germling develops two cells (Fig. 15), an outgrowth arises from the cell next to the original carpospore (Fig. 16). The filaments of the germlings elongate toward the center of the carposporophyte (Fig. 12).

On the contrary, a branch of the *Chantran*sia-stage elongates towards the opposite direction of the germling (Figs. 18-20, 23-25), or toward the outer side of the whorl (Fig. 12).

Monosporangia are produced on a lateral branch of juvenile *Chantrasia*-stage (Figs. 20, 25).

Discussion

1. Identification of the species

The type specimen of Batrachospermum examined macrosporum, the present in study, was accompanied by the figures of 'sporae', which were drawn by Montagne with a pencil, however, they have not been published yet. Moreover, Montagne did not describe or show any female organs such as the carpogonium, because no sexual organs had been found in any taxa of the Rhodophyta at his time. Giving no text figures, Montagne (1950) described В. macrosporum based on the specimen collected from River Orapu and Comté in French Guiana, and stated that "sporae maturae deorsum acuminatae (obovoideo-subpyriformae), 5 ad 6 centimillim. $(50-60 \ \mu m)$ longae apice 4 centimillim. (40 μ m) crassae". SIRODOT (1884) and SKUJA (1933) referred to B. macrosporum, giving no dimensions and no text figures of carpospores.

With text figures of female organs and carposporangia, THÉRÉZIEN (1985) reported that the carposporangia are 51 μ m long and 31 μ m wide, based on the specimen of *B. macrosporum* collected from Crique Blanche, a tributary of River Orapu in French Guiana. Carposporangia of the Brazilian specimens of *B. macrosporum* examined in the present study are acuminate downward, obovoidal or subpyriform, about 50 μ m long and about 35 μ m wide.

Comparing the type specimen and the Brazilian herbarium specimens of B. macrosporum, it was found that the Brazilian

120



Fig. 1-25. Batrachospermum macrosporum MONTAGNE

Fig. 1–4. Development of a carpogonium and hypogynous cells elongated to form rosette-like laterals. Fig. 5. A mature carpogonium with an obovoidal trichogyne and well-developed hypogynous cells. Figs. 6, 7. Fertilized carpogonia. Fig. 8. Gonimoblast filaments arising from a fertilized carpogonia. Fig. 8. Gonimoblast filaments arising from a fertilized carpogonium, and protoplasmic connections between a carpogonium, a hypogynous cell and an underlying cell. Figs. 9, 10. Young carposporophyte. Fig. 11. Obovoidal or clavate carposporangia. Fig. 12. Carpospores germinating *in situ*. Figs. 13–20. Germlings with a branch arising from the cell next to the carpospores. Figs. 20, 25. Germlings with the branch of juvenile *Chantransia*-stage, bearing monosporangia, cps, carposporangia; h, hypogynous cells; g, gonimoblast filaments; m, monosporangia; s, spermatia; sp, carpospores; t, trichogynes.

herbarium specimens are identical with the type specimen in the main characteristics such as the shape of female organs and the size of carposporangia.

Results of the present observations agreed with the description and text figures of female organs and carposporangia shown by THÉRÉZIEN (1985). Therefore the Brazilian herbarium specimens is identified as *Batrachospermum macrosporum* MONTAGNE.

2. Assignment of the species

RATNASABAPATHY and KUMANO (1982) described *Batrachospermum hypogynum* in Malaysia and reported the occurrence and the development of rosette-like laterals of hypogynous cells in this species.

B. macrosporum differs from B. hypogynum in the shape and the size of trichogyne. The carpogonium is about 10 μ m wide at the base, about 15 μ m wide at the apex, 35-40 μ m long, and trichogyne is obvoidal or spatularshaped in B. macrosporum, while the carpogonium is about 8-10 μ m wide at the base, about 10-13 μ m wide at the apex, 40-45 μ m long, and trichogyne is urn-shaped in B. hypogynum (RATNASABAPATHY and KUMANO 1982). These two species, however, resemble each other in having hypogynous cells forming rosette-like laterals and large carposporangia.

B. macrosporum has been assigned to the section Aristatae together with B. cayennense MON-TAGNE by SKUJA (1933). However, B. macrosporum is properly placed in a separate section rather than in the section Aristatae together with B. hypogynum.

3. Geographical distribution of the species in South America

As mentioned previously, the type specimen of *B. macrosporum* was collected by Leprieur from River Orapu and Comté in French Guiana. The type locality of *B. macrosporum* is situated at latitude 5 degrees north in a tropical region. THÉRÉZIEN (1985) collected the specimens of *B. macrosporum* from Crique Blanche, a tributary of River Orapu in French Guiana. The localities of three Brazilian collections examined in the present study are as follows: Igarapé Tarumanzinho near Manaus in State of Amazonas, situated at 3 degrees south latitude in a tropical region; Araucária in State of São Paulo, situated at 25 degrees south latitude; and Santa Curuz River, Cardoso Island in State of Paraná, situated at 26 degrees south latitude, in the subtropical regions in Brazil. Another collection was made from Port Alegre, State of Rio Grande do Sul, situated at 30 degrees south latitude, in a temperate region in Brazil.

Judging from these facts, *B. macrosporum* is widely distributed from the tropical, via the subtropical, to the temperate regions in South America.

In the Western Pacific regions, such a wide distribution of the genus *Batrachospermum* from the tropical, via the subtropical, to the temperate regions has not been reported.

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to Dr. Carols E. de M. BICUDO of the Instituto Botânica, São Paulo in Brazil, to Dr. Pierre BOURRELLY, Dr. Alain COUTÉ of Muséum National d'Histoire Naturelle, Pairs in France, for generously providing the herbarium specimens and laboratory facilities, and to Dr. Sultan A. SALEHI of Kansai Medical University for checking English of the manuscript.

The first author (S.K.) wishes to express his sincere thanks to Japan Society for the Promotion of Science, Brazilian Academy of Science, and Centre National de la Recherche Scientifique for financial support of his stay in Brazil and France.

References

KUMANO, S. and RATNASABAPATHY, M. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia III. Development of carposporophytes of Batrachospermum cayennense MONTAGNE, Batrachospermum beraense KUMANO and Batrachospermum hypogynum KUMANO et RATNASABAPATHY. Bot Mag. Tokyo 95: 219–228.

- MONTAGNE, C. 1850. Cryptogamia Guyanensis, seu plantarum cellularium in Guyana gallica annis 1835–1849 a Cl. Leprieur collectarum enumeratio universalits. Ann Sci. Nat. Bot. ser. 3, 14: 283–309.
- RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia II. Three species of *Batrachospermum* from Sungai Gombak and Sungai Pusu, Selangor, West Malaysia. Jpn. J. Phycol. **30**: 119-124.
- SIRODOT, S. 1884. Les Batrachospermes. Libraire de l'Academie de Medicine, Paris.
- SKUJA, H. 1933. Untersuchungen über die Rhodophyceen des Süsswassers III. Arch Protistenk. 80: 357–366.
- THÉRÉZIEN, Y. 1985. Contribution à l'étude des algues d'eau douce de la Guyane Française. J. Cramer, Vaduz.

熊野 茂*・NECCHI, O. Jr.**: 南アメリカの Batrachospermum macrosporum Montagne

ブラジル バラナ州, サンパウロ州, アマゾナス州から採集された液浸標本を, パリの自然史博物館所蔵のタ イプ標本と比較して, Batrachospermum macrosporum MONTAGNE と同定した。本種の器下細胞はロゼット状の側枝を 付け,造果器と器下細胞との間の原形質連絡は特に顕著である。これらの形質から,本種は B. hypogynum と共に, アリスタータエ節以外の節に属させるのが良いと考える。(*657 神戸市灘区六甲台町 神戸大学理学部生物学教 室, **Instituto de Biociências, Letras e Ciências Extras, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 136, 15001, São José de Rio Preto, SP., Brasil) •

Ballia prieurii KUETZING and the related species (Ceramiaceae, Rhodophyta)

Shigeru KUMANO* and Siew Moi PHANG**

*Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, Rokkodai, Nada-ku, Kobe, 657 Japan **Institute of Advanced Studies, University of Malaya, 59100, Kuala Lumpur, Malaysia

KUMANO, S. and PHANG, S. M. 1990. Ballia prieurii KUETZING and the related species (Ceramiaceae, Rhodophyta). Jpn. J. Phycol. 38: 125–134.

Ballia prieurii KUETZING and two related freshwater species, B. pygmoea MONTAGNE and B. pinnulata KUMANO, can be distinguished from the type species of the genus, B. callitricha (AGARDH) MONTAGNE, mainly in the organization and size of thallus, the reproductive organs and the geographical distributions of species. Re-examinations of the taxonomic criteria, especially of reproductive organs, are strongly desired.

Key Index Words: Ballia callitricha—Ballia pinnulata—Ballia prieurii—Ballia pygmoea freshwater Rhodophyta—mode of ramification—monosporangia—saddle-shaped joints.

Sphacelaria callitricha was described as a new species by C. A. AGARDH (1824). MONTAGNE (1839) reported this species with figures based on the Patagonian specimens. Based on the Australian specimens collected by R. BROWN, HARVEY (1840) established the genus Ballia and described Ballia brunonia as a new species. HARVEY (1840) presumed that Sphacelaria callitricha might be Ballia brunonia only in a battered and faded state. Sphacelaria callitricha was transferred from the genus Sphacelaria to the genus Ballia as Ballia callitricha (AG.) MONTAGNE (1841-1845), and it has been regarded as the type species of the genus Ballia.

On the other hand, three freshwater species of the genus Ballia have been described, although DE TONI (1903) kept them aside as species inquirendae, because he regarded Ballia prieurii as merely an underdeveloped form of Ballia callitricha. B. prieurii was described by KUETZING (1847) based on the specimen collected from Rivulet les Gemeaux in Mahuri Mountains, Cayenne in French Guiana. B. pygmoea was described by MON-TAGNE (1850) based on the specimen epiphytic ON Batrachospermum equisetifolium MONTAGNE collected from Crique Gravier in Kaw Mountains in French Guiana. B. pinnulata was described by KUMANO (1978) based on the

specimen collected from Sungai Gombak, Selangor, in Peninsular Malaysia.

This paper deals with the differences between the type species of the genus *Ballia*, *B. callitricha*, and three freshwater species of the genus, based on the type specimens and the allied specimens of each species.

Specimens examined in the present study

The following specimens are examained.

1. Ballia prieurii KUETZING

1) Three Malaysian collections of *B. prieurii*: the specimen (No. 105) from Sungai Sempanong, Johore, Peninsular Malaysia (S. M. PHANG, 28/09/1985); the specimen (No. 236) from Sungai Jasin, Johore, Peninsular Malaysia (S. M. Phang, 23/01/1986); the specimen (No. 266) from Sungai Pelawar, Johore, Peninsular Malaysia (S. M. PHANG, 23/01/1986), deposited in the herbarium of the Faculty of Science, Kobe University, Japan.

2) The specimen (Leiden No. 938, 92-104) of *B. prieurii*, collected from Rivulet Gemeaux in Mahuri Mountains in French Guiana by M. LEPRIEUR (no. 832), with Kuetzing's note "bei *Ballia prieurii* KUETZING" in pencil and Taylor's note "this is tagged the type specimen and probably so", deposited in the Rijksherbarium in the Netherlands.

2. Ballia pygmoea MONTAGNE

The type specimen of *B. pygmoea*, epiphytic on *Batrachospermum equisetifolium*, collected from Creek Gravier in Kau Mountains in French Guiana by M. LEPRIEUR (no. 1109) and deposited in the herbarium of Muséum National d'Histoire Naturelle in France.

3. Ballia pinnulata KUMANO

The type specimen of *B. pinnulata*, collected from Sungai Gombak, Selangor in Peninsular Malaysia by S. KUMANO, on May 30, 1971, deposited in the herbarium of Faculty of Science, Kobe University, Japan.

4. Ballia callitricha (AGARDH) MONTAGNE

1) The specimen reported by MONTAGNE (1939) as *Sphacelaria callirticha* AGARDH in the herbarium de C. Montagne, collected from Iles Malouines and deposited in the herbarium of Muséum National d'Histoire Naturelle in France.

2) The specimen of *B. callitricha*, collected from Queenscliff, Victoria in Australia by T. YOSHIDA, on August 20, 1988 and deposited in the herbarium of Faculty of Science, Hokkaido University, Japan.

Observations

1. Ballia prieurii KUETZING

1) The Malaysian specimens of *B. prieurii* (Figs. 1-10): The thallus of the Malaysian specimens is 3-5 mm high, heterotrichous, attached to substratum with the prostrate system which is composed of two kinds of cells, round (Fig. 1, p) and filamentous cells (Fig. 1, p').

The erect system (Fig. 1, e) is fastigiate, with twiggy, long, slender, streaked and rodlike branches, all of which reach nearly the same height. The axes of the erect system are noncorticated, consisting of barrel-shaped and subhexagonal cells, and terminating in a round tip (Fig. 2).

There is a pit connection at each joint of the axial cells of the erect system, however, the knob-like stoppers and the saddle-shaped joints of axial cells are not observed.

The primary branchlets are placed on the

opposite side of the axis on the same plane; the primary branchlets are unilaterally branched and bear the secondary branchlets composed of 2-6 cells, gradually tapering toward the apex where terminal hairs (Fig. 1, h) are occasionally observed. The basal cell of the primary branchlet elongates downwards along the axial cells and divides to produce the rhizoidal filament, which is composed of elongated cells (Figs. 3, 4 and 9, r). The lower part of the axes of the erect system is occasionally covered by the rhizoidal filaments.

Monosporangia (Figs. 6-8 and 10, m) are spherical, $30-50 \ \mu m$ in diameter, mostly lateral, sometimes subterminal (Figs. 6-8 and 10), rarely terminal (Fig. 5, m') on the primary branchlets. No sexual reproductive organs are observed for the Malaysian specimens of *B. prieurii*.

2) Type specimen of *B. prieurii* KUETZING (Figs. 11-12): The thallus of the type specimen is 20-25 mm high. There is a pit connection at each joint of axial cells of the erect system, however, the knob-like stoppers and the saddle-shaped joints of axial cells are not observed (Fig. 12).

The primary branchlets (Fig. 11) are placed on the opposite side of the axis on the same plane, irregularly tapered toward the apex and are unilaterally branched bearing the secondary branchlets. The basal cell of the primary banchlet becomes elongated downwards along the axial cells to produce the rhizoidal filaments (Fig. 12, r). The lower part of the axis of the erect system is sometimes covered by rhizoidal filaments.

The asexual and sexual reproductive organs are not observed in the type specimen of *B. prieurii*.

2. Ballia pygmoea MONTAGNE (Figs. 13-14)

The thallus of the type specimen is 1-2 mm high, heterotrichous, epiphytic, and attached to the cortical filaments of the thallus of *Batrachospermum equisetifolium* by the prostrate system, which is composed of two kinds of cells, namely, round cells and filamentous cells.



Figs. 1-8. Malaysian specimen of Ballia prieurii KUETZING.

1. Heterotrichous thallus consisting of prostrate and erect systems. 2. Terminal portion of erect system. 3, 4. Rhizoidal filaments arising from basal cells of the primary branchlets. 5. Terminal portion of erect system showing empty monosporangia. 6-8. Monosporangia, mostly lateral, sometimes subterminal and rarely terminal on the lateral branchlets.

e, erect system; h, terminal hair; m, monosporangia; m', empty monosporangia; p, prostrate system composed of round cells; p', prostrate system composed of filamentous cells; r, rhizoidal filament.

The axes of the erect system are non-corticated and composed of a series of cylindrical cells, terminating in a round tip (Fig. 13). The primary branchlets in the lower part of the erect system are alternate. In the upper part of the erect system, the primary branchlets are opposite, unilaterally branched and bear secondary branchlets composed of 3-5 cells, tapering gradually towards the apex (Fig. 13). In the lower part of the erect system, the basal cell of the primary branchlet elongates downwards along the axial cells, to form the rhizoidal filament, composed of several elongated cells (Fig. 14, r).

The asexual and sexual reproductive organs are not observed in the type specimen of *B. pygmoea*.

3. Ballia pinnulata KUMANO (Figs. 15-16)

The thallus of the type specimen is 2-3 mm high, heterotrichous and attached to the substratum with the filamentous prostrate





system. The axes of the erect system are non-corticated and composed of subhexagonal or octagonal cells, terminating in the hemispherical tip.

The primary branchlets are pinnate, placed on opposite side of the axis on the same plane, non-branched, and composed of 3-9 cells (Fig. 15). In the lower part of the erect system, the axial cells grow and produce the rhizoidal filaments (Fig. 16, r).

The monosporangia (Fig. 15, m, m') are ellipsoidal or ovoidal, and terminal on the pinnate branchlets. No sexual reproductive organs are observed in the Malaysian specimens of *B. pinnulata*.

4. Ballia callitricha (AG.) MONTAGNE

1) The Malouines specimen of Sphacelaria callitricha (Fig. 17): There are the knob-like stoppers (Fig. 17, k) at the saddle-shaped joints (Fig. 17, s) of the axial cells in the main stem and branchlets. In the basal portion of the primary branchlets, the ramification cells (Fig. 17, ra) are found. The mode of ramification of S. callitricha is bipinnate; branchlets become pinnate themselves. The cortical filaments arise from the ramification cells, extend along the axial cells and eventually cover all the axis.

No asexual and sexual reproductive organs are observed in the Malouines specimens of S. callitricha.

2) The Australian specimen of *Ballia* callitricha (Figs. 18-20): The saddle-shaped joints (Figs. 18, 20, s) of the axial cells and the ramification cells (Figs. 18, 20, ra) are ob-

served at the base of the branchlets. The mode of ramification of *B. callitricha* is bipinnate; branchlets of the primary branchlets become pinnate themselves (Fig. 19).

The tetrasporangia (Figs. 19, 20, t) are cruciate and mostly terminal on the differentiated branchlets shorter than the secondary branchlets, consisting of 2-4 cells and arising laterally. No sexual reproductive organs are observed in the Australian specimen of B. callitricha.

Discussions

Comparing the genus *Ptilothamnion* with the genus *Ballia*, SKUJA (1944) mentioned that the assignment of the algae in question, *Sphacelaria callitricha*, to the genus *Ballia* by MONTAGNE (1841–1845) was reasonable on its own terms, because no reproductive organs had been found. On the other hand, SKUJA (1944) pointed out that the differences beween *Ballia prieurii* and *B. callitricha* are very remarkable regarding the organizations and size of thalli and the geographical distributions of the taxa.

1. Organizations of thalli

Concerning the organization of thalli of the type species, *B. callitricha*, many authors such as HARVEY (1840), ARCHER (1876) and SKUJA (1944), and the present study have observed the knob-like stoppers (Figs. 17, 18, k) at the saddle-shaped joints of the axial cells (Figs. 17, 18, 20, s). Moreover, for this species, the mode of ramification is bipinnate and the ramification cells (Figs. 17, 18, 20, ra) of

Figs. 9 and 10. Malaysian specimen of Ballia prieurii KUETZING.

^{9.} Rhizoidal filaments arising from basal cells of the primary branchlets. 10. Monosporangia terminal or subterminal on the primary branchlets.

Figs. 11 and 12. Type specimen of Ballia prieurii KUETZING.

^{11.} Axial cells and the primary branchlets unilaterally branched. 12. Lower part of the thallus, showing the rhizoidal filament arising from the basal cell of the primary branchlet.

m, monosporangia; r, rhizoidal filament. Scale 50 μ m for Figs. 9-12.

Figs. 13 and 14. Type specimen of Ballia pygmoea MONTAGNE.

^{13.} Axial cells and the opposite branchlets. 14. Lower part of the thallus, showing rhizoidal filaments arising from the basal cell of the primary branchlet.

Figs. 15 and 16. Type specimen of Ballia pinnulata KUMANO.

Upper part of the thallus, showing axial cells and monosporangia terminal on the pinnate primary branchlets.
 Lower part of the thallus, showing the rhizoidal filament or prostrate system.

m, monosporangia; m', liberated monosporangia; r, rhizoidal filament. Scale: 100 μ m for Fig. 13, 50 μ m for Figs. 14–16.



Fig. 17. Specimen of Sphacelaria callitricha Agardh. The saddle-shaped joints of axial cells with the knob-like stoppers and the ramification cells. Figs. 18–20. Australian specimen of *Ballia callitricha* (AGARDH) MONTAGNE.

18. The saddle-shaped joints of axial cells with the knob-like stoppers and the ramification cells. 19-20. Cruciate tetrasporangia on differentiated branchlets shorter than the secondary branchlets.

k, knob-like stopper; ra, ramification cell; s, saddle-shaped joint of axial cell; t, tetrasporangia. Scale: 50 µm for Figs. 17, 18, 20, and 100 µm for Fig. 19.

branchlets are observed.

In the case of *B. prieurii*, the present study confirmed the observations made by KUETZ-ING (1862) on the specimens from French Guiana, by SKUJA (1944) on the specimens from River Essequibo in British Guiana and by BOURRELLY (1970) on the type specimen of *B. prieurii*.

On the other hand, no knob-like stoppers and no saddle-shaped joints of the axial cells are observed in this species (Figs. 9-12). It is observed that the basal cell of the primary branchlet of *B. prieurii* is not the remification cell reported by ARCHER (1876) for *B.* callitricha. Moreover, the mode of ramification of *B. prieurii* is not bipinnate; the primary branchlets are placed on the opposite side of the axis and unilaterally branched.

In the case of the type specimen of *B.* pygmoea (Figs. 13, 14), the same facts are observed as those of *B. prieurii*, i.e. no saddle-shaped joints of the axial cells and no ramification cells are present. Moreover, the mode of ramification is not bipinnate, namely the primary branchlets being placed on the opposite side of the axis and unilaterally branched.

The above-mentioned facts were observed in the case of the type specimen of B. *pinnulata* (Figs. 15, 16), i.e. no saddle-shaped joints of the axial cells and no ramification cells are present. The mode of ramification is not bipinnate but pinnate.

2. Size of thalli

The thallus is 20-25 mm high in the type specimen of B. prieurii examined in the present study, and 5-10 mm high in the specimen collected from River Essequibo in British Guiana reported by Skuja (1944). RAT-NASABAPATHY and KUMANO (1982) reported that thalli of the Malaysian specimens of B. prieurii collected from Pulau Tioman are 5-7 mm high, and those of the Malaysian specimens examined in the present study are 3-5 mm high. As shown in the present study, the thallus of the type specimen of B. pygmoea is 1-2 mm high, and that of B. pinnulata is 2-3 mm high.

As mentioned above, the thalli of the

freshwater species are microscopic, from several to several tens millimeters high. On the other hand, the thalli of *B. callitricha* are macroscopic, from several to several tens centimeters high.

3. Reproductive organs

Cruciately divided tetrasporangia are found in some of the more primitive genera of the Ceramiaceae, Ceramiales, but most of the genera have tetrahedrally divided tetrasporangia (GUIRY 1978).

As shown in the present study (Figs. 19, 20, t), the tetrasporangia are cruciate and mostly terminal on the differentiated branchlets which are shorter than the secondary branchlets in the Australian specimen of B. callitricha.

Monosporangia are very rarely found in the taxa of the family Ceramiaceae; for example, monosporangia have been reported in a species of Antithamnion by JAASUND (1965). But nothing is known about the phase of the spores. The monosporangia for the Malaysian specimen of *B. prieurii* examined in the present study (Figs. 5-8, 10, m, m') are mostly lateral, sometimes subterminal and rarely terminal on the primary branchlets. According to KUMANO (1978) and as shown also in the present study (Fig. 15, m, m'), the monosporangia for *B. pinnulata* are terminal on the primary pinnate branchlets.

As for the asexual reproductive organs, the monosporangia have been observed in two freshwater species, *B. prieurii* and *B. pinnulata*, although those for *B. pygmoea* have not been found yet. Moreover, sexual reproductive organs, namely spermatangia and carpogonia, have not been reported for any freshwater species of the genus *Ballia*.

4. Geographical distributions of the taxa

The marine species, *B. callitricha*, has been reported from Bass's Strait, Auckland Islands and Kerguelen's Land in the southern regions of Australia, and Fego Island and Falkland Islands of the southern regions of South America. As SKUJA (1944) mentioned, these localities, where the marine species of the genus *Ballia* were distributed, are in the Antarctic Ocean and the cool temperate regions along the coasts of Atlantic or in South Pacific Ocean.

On the other hand, the freshwater species of the genus *Ballia* have been reported from the freshwater rivers and streams in French Guiana and British Guiana in the northern tropical regions of South America, and tropical Malaysia in Southeast Asia.

As mentioned previously, the type locality of B. prieurii is Rivulet les Gemeaux in Mahuri Mountains in French Guiana (KUETZ-ING 1847), then, this species was reported by SKUJA (1944) from the first waterfalls of River Essequibo in British Guiana, both in the northern tropical regions in South America. In Southeast Asia, B. prieurii was reported also from Sungai Ayer Besar in Pulau Tioman, tropical Malaysia, bv Rat-NASABAPATHY and KUMANO (1982), and from Sungai Sempanong, Sungai Jasin and Sungai Pelawar in Johor in tropical Malaysia in the present study. Recently, THÉRÉZIEN (1985) reported B. prieurii from Creek Balate and Creek Awahakiki along the tributary of River Maroni in French Guiana in the northern tropical regions of South America.

The type locality of *B. pygmoea* is Creek Gravier in Kau Mountains in French Guiana in the northern tropical region of South America (MONTAGNE 1850), and that of *B. pinnulata* is Sungai Gombak in tropical Malaysia of Southeast Asia (KUMANO 1978).

The above-mentioned rivers and creeks, where the freshwater species of the genus *Ballia* are distributed, are situated around at latitude 5 degrees north in the northern tropical regions of South America, and also around at 5 degrees north in tropical Malaysia of Southeast Asia.

The type species (marine species) and the freshwater species have been assigned to the same genus, *Ballia*, because of the scanty information concerning the sexual reproductive organs such as spermatangia and carpogonia for freshwater species. However, *B. prieurii* and two related freshwater species, *B. pygmoea* and *B. pinnulata*, are distinguished from the type species, *B. callitricha*, mainly in the oranization and size of thallus, the reproductive organs and the geographical distributions.

Re-examination of the taxonomic criteria, especially of reproductive organs is strongly desired for further rearrangement of the two groups; the *B. callitricha* group and the freshwater species group (*B. prieurii* group).

Acknowledgments

The authors wish to express their gratefulness to Dr. P. BOURRELLY and Dr. A. COUTÉ of Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris, France, and Dr. W.F. PRUD'HOMME VAN REINE of the Rijksherbarium in Leiden, the Netherlands, for generously providing the type specimens and laboratory facilities, to Dr. T. YOSHIDA of Hokkaido University for providing the Australian specimen of Ballia callitricha, and to Dr. Sultan A. SALEHI of Kansai Medical University for checking of the English of the manuscript. The senior author wishes to express his sincere thanks to Japan Society for the Promotion of Science, and Centre National de la Recherche Scientifique, France, for financial support of his stay in France and the Netherlands.

References

- AGARDH, A. C. 1824. Systema algarum. Lund.
- ARCHER, W. 1876. On the minute structure and mode of growth of *Ballia callitricha* Ag. Trans. Linn. Soc. London 2: 211–232.
- BOURRELLY, P. 1970. Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. III. Les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Ed. N. Boubée et Cie, Paris. 512 pp.
- DE TONI, J. B. 1903. Sylloge algarum. Pauda.
- GUIRY, M. D. 1978. Sporangia in Florideophyceae classification. p. 111-144. In D. E. G. IRVINE and J. H. PRICE (ed.), Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae. Academic Press, London.
- HARVEY, W. H. 1840. Description of *Ballia*, a new genus of algae. J. Bot. 2: 190-193.
- JAASUND, E. 1965. Aspect of the marine algal vegetation of north Norway. Bot. Gothoburg 4: 1-174.
- KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae from West Malaysia. Bot. Mag. Tokyo 91: 97-107.
- KUETZING, F. T. 1847. Diagnosen und Bemerkungen zu

neuen order kritischen Algen. Bot. Zeit. 5: 33-38.

KUETZING, F. T. 1862. Tabulae Phycologicae, XII, tab. 38, fig. c-f. Nordhausen.

- MONTAGNE, C. 1839. Voyage dans l'Amerique Meridionale, Sertum Patagonicum, Cryptogames de la Patagonie, p. 7, pl. 4, f. 2.
- MONTAGNE, C. 1841-1845. Plantes cellularis -Voyage ou Pole Sud et dans l'Oceanie sur les corvettes l'Astrolabe et la Zelee. Botanique, Tom 1. Paris.
- MONTAGNE, C. 1850. Cryptogamia Guyanensis, seu plantarum cellularium in Guyana gallica annis 1835–1849 a Cl. Leprieur collectarum enumeratio

universalis. Ann. Sci. Nat. Bot. 14: 83-309.

- RATNASABAPATHY, M. and KUMANO, S. 1982. Studies on freshwater red algae of Malaysia I. Some taxa of the genus *Batrachospermum*, *Ballia* and *Caloglossa* from Pulau Tioman, West Malaysia. Jap. J. Phycol. 30: 15-22.
- SKUJA, H. 1944. Untersuchungen über die Rhodophyceen des Süsswassers VII-XII. Acta Horti Bot. Univ. Latv. 14: 1-64.
- THÉRÉZIEN, Y. 1985. Contribution a l'etudes des algues d'eau douce de la Guyane Française. Bibliotheca Phycologica Bd. 72. J. Cramer, Vaduz.

熊野 茂*・S. M. PHANG**:紅藻イギス科の Ballia prieurii KUETZING 及び関連種について

Ballia prieurii KUETZING と関連種のタイプ標本又はそれに準ずる標本を調査した。淡水種の Ballia prieurii KUETZ-ING, B. pygmoea MONTAGNE 及び B. pinnulata KUMANO は、バリア属のタイプ種 B. callitricha (AG.) MONTAGNE とは藻 体の構造と大きさ、生殖器官、地理的分布などの諸形質が異なることを確かめた。バリア属を、B. callitricha な どの海産種と B. prieurii などの淡水産種との2つのグループに分かつことの可否を決定するためには、更に各種 の生殖器官を精査する必要がある。(*657 神戸市灘区六甲台町 神戸大学理学部生物学教室、**Institute of Advanced Studies, University of Malaya, 59100, Kuala Lumpur, Malaysia)

Grateloupia kurogii, a new species of the Halymeniaceae (Rhodophyta) from Japan*

Shigeo KAWAGUCHI

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

KAWAGUCHI, S. 1990. Grateloupia kurogii, a new species of the Halymeniaceae (Rhodophyta) from Japan. Jpn. J. Phycol. 38: 135-146.

The vegetative and reproductive morphology and spore germination pattern of a foliose Halymeniacean species from Japan are described. While the alga has the conspicuous anticlinal medullary filaments previously considered characteristic of *Halymenia*, the auxiliary cell ampullae, some other reproductive features and a mediate discal type of spore germination pattern suggest a strong affinity to *Grateloupia*. From comparison of these features to previous descriptions of *Halymenia* and *Grateloupia* I conclude that the anticlinal medullary filaments may not be as strong a generic characteristic as previously thought, and that the new alga is best placed in the genus *Grateloupia*. The circular blade, with highly refractive cells in the medulla, serves to distinguish the alga from any other species of the genus. The alga is described as *G. kurogii* KAWAGUCHI sp. nov.

Key Index Words: Grateloupia—Grateloupia kurogii—Halymenia—Halymeniaceae—reproduction— Rhodophyta—spore germination pattern—taxonomy.

In the course of my systematic studies on the red algal family Halymeniaceae from Japan, I encountered an alga unlike any previously recorded for the family. Specimens of this alga collected at Enoshima in 1924 (in the herbarium of Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo [SAP]) were recognized by YAMADA and labeled by him as a distinct species "Aeodes dilatata YAMADA", together with a Japanese name "Maruba-fudaraku". In 1947, INOH cited this alga as "Halymeniopsis dilatata YAMADA" with a comment that it was Yamada's unpublished name. Since then, this alga has not been mentioned in the literature and these names remained nomen nudum.

In the present study, the vegetative and reproductive morphology of the alga is described from observations of many specimens, including YAMADA's voucher specimens. The rather thin thallus, lubricous texture and scattered reproductive structures of this alga suggest an affinity with Grateloupia (KRAFT 1977, KAWAGUCHI 1989). However, although the reproductive details and spore germination pattern are also typical of Grateloupia, the alga has distinctive anticlinal medullary filaments, considered characteristic of Halymenia (Аввотт 1967, KRAFT 1977, MAGGS and GUIRY 1982, GARGIULO et al. 1986), and refractive cells within the medulla, a feature not previously reported in Grateloupia. A detailed comparison between the features of this alga and those of the hitherto described species of Halymenia and Grateloupia is therefore necessary.

Materials and Methods

Approximately 20 specimens from the following localities (Fig. 1) have been used for anatomical study:

Kyushu: (1) Nango, Miyazaki Pref., 25 v 1982, leg. T. Yoshida & M. Marui, cystocarpic, SAP 037538; (2) Nomozaki, Nagasaki Pref., 3 iv 1936, leg. Matsubayashi, sterile,

^{*} Dedicated to the memory of the late Dr. Munenao KUROGI (1921–1988), Professor Emeritus of Hokkaido University.

KAWAGUCHI, S.



Fig. 1. Type and collection localities of Grateloupia kurogii KAWAGUCHI sp. nov.

SAP 028654; (3) Matsushima, Nagasaki Pref., 26 iii 1986, leg. anonymous, cystocarpic, *Kawaguchi* 0829–32; (4) Saikaibashi, Nagasaki Pref., 2 v, 14 v, 15 vi 1988, leg. S. KAWAGUCHI, cystocarpic, tetrasporangial, *Kawaguchi* 1005–1014.

Shikoku: (5) Uwajima, Ehime Pref., 22 v 1982, leg. T. YOSHIDA & M. MARUI, cystocarpic, SAP 047534 (drift); (6) Imabari, Ehime Pref., 18 viii 1981, leg. S. ARAI, cystocarpic, SAP 047536-7 (5 m deep); (7) Tojima, Ehime Pref., 21 v 1982, leg. T. YOSHIDA, tetrasporangial, *Kawaguchi* 0833.

Honshu: (8) Sugashima, Mie Pref., 24 v 1955, leg. Y. Tsuji, cystocarpic, *Kawaguchi* 0834; (9) Enoshima, Kanagawa Pref., v 1924, leg. Y. YAMADA, cystocarpic, tetrasporangial, SAP 21118-20; (10) Koajirowan, Kanagawa Pref., 3 v 1955, leg. Y. Tsuji, cystocarpic, SAP 047535.

The plants grow attached to rocky substrates in the subtidal zone to 5 m deep, except for the Saikaibashi plants which grew in the lower intertidal zone. The plants occur seasonally from early spring (March) to mid summer (August).

Spore germination studies were undertaken by inoculating pasteurized glass slides or small petri dishes (6 cm in diameter) with carpospores and tetraspores released from the Saikaibashi plants, and then grown in full strength Provasoli's Enriched Seawater (PES). Penicillin G (ca. 30 mg/l) and germanium dioxide (3-5 mg/l) were used as
necessary to eliminate blue-green algae and diatoms. Plants were grown at 20°C, 12:12 LD (light and dark) cycle under white fluorescent light 2000-4000 lux.

Slides for the microscopic examination of vegetative and reproductive structures were prepared from either fresh, ca. 5% formalinseawater preserved, or dried specimens. The dried specimens were resoaked in seawater before sectioning. Sections were made by hand using a razor blade, stained with 0.5%(w/v) Cotton blue in a lactic acid/ phenol/glycerol/water (1:1:1:1) solution, then mounted on a glass slide with a glycerolseawater mixture containing a small volume of formalin. The voucher specimens used in the present study are deposited in SAP.

Results

Vegetative morphology

The plant is attached by a submarginal or central discoid holdfast on the undersurface of the blade. The flat blade, which develops from the base through a short, sometimes indistinct stipe, is circular to elliptical in shape, and usually 20-30 cm in diameter. The slightly thickened margin is entire or irregularly lacerated, at times crenulate, and slightly bullate (Fig. 2). The texture is lubricous in young plants, but becomes firmer with age. The color is rose red to blood red, or sometimes yellowish.

In section the thallus is $(200-)350-450 \ \mu m$ thick, and consists of two layers, cortex and medulla. The outer cortex, about 4 cells deep, consists of dichotomously branched filaments of ellipsoid to round, isodiametric cells compactly arranged in anticlinal The outermost cells are somewhat rows. This layer grades to an inner elongated. cortex, 3-4 cells deep, composed of larger, angular to stellate cells laterally connected by secondary pit-connections. The inner cortex merges into a medulla of simple or branched filaments of slender cells (40-75 μ m long by 2-3(-7) μ m broad), rather sparsely intermeshed. These filaments may be periclinally or obliquely directed, but most run perpendicularly from cortex to cortex. Interspersed with these medullary filaments are large stellate (or ganglionic) cells with long interconnecting arms (often exceeding $800 \ \mu m \log p$) containing highly refractive contents, at places forming connections with the usual filaments (Fig. 3A).

Reproduction

Reproductive structures occur scattered over all but the basal part of the blade. Carpogonial branches and auxiliary cells are formed in separate, flask-shaped, subsidiary branch systems called ampullae (SIOESTEDT 1926), produced from the inner cortical cells (Figs. 3B-E, 4A, B). Fewer carpogonial ampullae are found than auxiliary cell ampullae. In the carpogonial ampullae, the primary filament is up to 11 cells long, composed of spherical to ellipsoidal cells distally decreasing in size. From a few cells of the filament, simple secondary filaments are produced toward the surface. The two-celled carpogonial branch, composed of a carpogonium and a hypogynous cell, develops on the primary filament. The carpogonium is conical in shape and projects a trichogyne toward The hypogynous cell has a the surface. short, lateral branch (Fig. 3C, D). In the auxiliary cell ampullae, the primary filament is up to 13 cells long, consisting of rounded cells. From the first, second and third cell of the filament, simple secondary filaments arise. The auxiliary cell is usually the fourth or fifth cell of the primary filament, or sometimes one of the basal cells of a secondary filament. The auxiliary cell is easily distinguished from the other ampullary cells by its larger size and darker color when stain-The mature auxiliary cell is oval in ed. shape, and is located in the center at the bottom of the ampulla (Figs. 3B, E, 4A, B).

After presumed fertilization, apparent fusion of the carpogonium and the hypogynous cell occurs. The fusion complex involves ampullary cells and becomes extremely large and irregular in shape, measuring 100 μ m in the widest portion (Fig. 3F, G). Connecting filaments issue directly from this complex and



Fig. 2. Grateloupia kurogii. A. Holotype (SAP 21118). B. Isotype (SAP 21119). C. Cystocarpic specimen collected at Saikaibashi (KAWAGUCHI 1007). D. Tetrasporangial specimen collected at Saikaibashi (KAWAGUCHI 1006).

also from cells borne on the complex (Fig. 3G). Many connecting filaments are thus produced from a single fertilization. The connecting filaments are usually aseptate, but sometimes branching occurs (Fig. 4D, E). A connecting filament, passing through the medulla, fuses with an auxiliary cell at a place facing the interior of the thallus (Fig. 4C).

After contact with an auxiliary cell the connecting filament may cease to grow further, but in many cases an outgoing connecting filament is seen to be cut off from the auxiliary cell. This outgoing connecting filament may also branch (Fig. 4D, E). Diploidization of the auxiliary cell via a connecting filament results in the cutting off of a gonimoblast ini-



Fig. 3. Grateloupia kurogii. A. Transverse section of middle part of thallus. B. Auxiliary cell ampulla seen from the undersurface. Arrowhead shows auxiliary cell. C. Young carpogonial ampulla, with long arrow showing hypogynous cell and short arrow carpogonium. D. Carpogonial ampulla, with trichogyne (arrowhead). E. Auxiliary cell ampulla, arrowhead showing auxiliary cell. F, G. Large fusion complex (arrow). Arrowheads in G show incipient connecting filaments. H. Early stage of gonimoblast development. Long arrow shows gonimoblast initial cell, short arrow auxiliary cell and arrowheads connecting filament. Scale in B applies also to D–H.

tial cell toward the surface by a transverse septum, and several gonimoblast cells are cut off successively from the initial cell (Figs. 3H, 4C, F). At this time the cells of the ampullary filaments initiate numerous side chains (Figs. 3H, 4D-F, 5A, B). The gonimoblast cells continue to divide, most developing into carposporangia (Fig. 5A–D). With the growth of the carposporophyte, the auxiliary cell fuses with adjacent ampullary cells to form an irregularly-shaped fusion complex (Fig. 5A, B). The mature cystocarp is spherical in shape, to 250–300 μ m in diameter, composed of several gonimolobes, and surrounded by a



Fig. 4. Grateloupia kurogii. A, B. Auxiliary cell ampullae. The cells of primary filament are numbered. C-F. Early stages of gonimoblast development. E is drawn from the undersurface. Lateral filaments from ampullary cells are shown in black. Abbreviations used in the figure: aux, auxiliary cell; cf, connecting filament; fc, fusion complex; gb, gonimoblast; gbi, gonimoblast initial cell; lf, lateral filaments. Arrowheads show branching position of connecting filaments.

rather dense involucre (or pericarp) derived from ampullary cells, their side chains and derivatives from neighboring vegetative cells (Fig. 5D). The cystocarp is deeply immersed in the thallus and has a distinct ostiole.

Spermatangia were observed scattering on the thallus bearing cystocarps, the species being thus monoecious. Spermatangia are



Fig. 5. Grateloupia kurogii. A, B. Advanced stages of gonimoblast development. Arrow shows fusion cell and arrowheads connecting filament. C. Transverse section of female thallus showing the position of carposporophyte. Note that involuce is rather densely seen. D. Semi-mature cystocarp. E, F. Spermatangia formation. Arrows in E show spermatia on the surface of the blade. G. Tetrasporangia formation. Arrow shows tetrasporangial initial. Scale in A applies to B and F, and C to D.

borne singly or in pairs on the outermost cortical cells, which function as mother cells (Fig. 5E, F). The spermatia are tear-shaped, to $4 \ \mu m$ broad by $6 \ \mu m$ long, and vacuolate (Fig. 5F).

Tetrasporangia occur scattered over all but the basal part of the thallus. Tetrasporangial initials are cut off laterally from the cortical cells in the third or fourth layer from the surface. The first cell division always occurs transversely, soon followed by vertical ones, to form cruciately or decussately divided sporangia. The mature sporangium is ellipsoidal, 18-25 μ m broad by 35-45 μ m long, and submerged in the outer cortex (Fig. 5G).

Development of spores

Carpospores released from materials collected at Saikaibashi (2 May, 14 May, 15 June 1988) measured 19–38 μ m in diameter (average 24.2 μ m, N=80) (Fig. 6A). These spores started to germinate one or two days



Fig. 6. Grateloupia kurogii. A. Liberated carpospores. B, C. Germtube (arrowhead) produced from the carpospore after 1-2 days. D. 5-day germling of tetraspore. Note that spore content evacuated into germtube leaving empty wall (arrow). E. 8-day germling of carpospores developing into crust. Arrow shows empty original spore wall. F. 8-day crust of tetraspore. G. 14-day crust of carpospore. Scale in D applies also to A-C.

after inoculation (Fig. 6B, C). Initially a germ tube was formed and the spore content evacuated into it. A septum was then formed, leaving only a spore wall behind. The content divided repeatedly to form a radially expanded disc with a meristematic marginal portion of one-cell layer thick. In two weeks, these discs were about 120 μ m in diameter (Fig. 6E, G). Tetraspores were also obtained from the Saikaibashi collections (14 May 1988). These were almost the same size as the carpospores, and the mode of germination was also similar (Fig. 6D, F).

Discussion

The development of carpogonial branches and auxiliary cells within ampullae, as seen in this study, is characteristic of the family Halymeniaceae (SCHMITZ and HAUPTFLEISH 1897, SJOESTEDT 1926, BALAKRISHNAN 1961a, b, KAWABATA 1962, 1963, CHIANG 1970). Furthermore, the foliose blade, gelatinous texture and scattered reproductive structures suggest that the alga has affinities with species belonging to Halymenia, Grateloupia, Phyllymenia, Aeodes, Pachymenia or Pachymeniopsis. CHIANG (1970) considered the morphology of auxiliary cell ampullae (overall shape, extent or pattern of branching) to be of value in at least separating related groups of genera within the family. In his scheme, CHIANG (1970, p. 71-72) characterized an auxiliary cell ampulla with filaments branched to the second order and an overall conical outline as typical of Grateloupia (in this category, Phyllymenia and Pachymeniopsis are also included). In contrast, the Halymeniatype ampulla is branched to the third or fourth order, flattish and expanded, and the Aeodes-type, which includes Pachymenia, is very bushy with up to four (rarely five) orders of filaments, and cupshaped. The auxiliary cell ampullae of the present alga are clearly of CHIANG's Grateloupia-type.

The taxonomic importance of ampulla

reported for species of *Grateloupia* (Снемін 1937, Інон 1947, Начазніда and Снінака 1967) and *Prionitis* (Начазніда 1965), but

structure in the generic recognition of this family, however, was questioned and downgraded by KRAFT (1977) in his study on Grateloupia intestinalis (HOOKER et HARVEY) SETCHELL ex PARKINSON from New Zealand. This species falls well within the range of other Grateloupia species in its vegetative and reproductive features, only differing in the ampullar type from that associated with the genus by CHIANG (1970). KRAFT (1977, p. 50) concluded that "ampullar types are thus construed as somewhat inconsistent features at least among species otherwise referable to Grateloupia, and are probably not a strong generic characteristic..." GUIRY and MAGGS (1982) similarly reported that in Dermocorynus montagnei CROUAN frat. from around Ireland ampulla structure also differed from the type associated with the genus by CHIANG. Recent authors (KRAFT 1977, MAGGS and GUIRY 1982, GARGIULO et al. 1986) agree that generic limits within this family are best founded on vegetative features. Kraft (1977)characterized Aeodes and Pachymenia by their dense medulla and cortex, and distinguished Phyllymenia from its allied genus Grateloupia by the relatively deep cortex and the more developed medulla*. The above authors also agree with ABBOTT (1967) that the presence of anticlinal medullary filaments, as found in the present alga, is diagnostic of the genus Halymenia.

However, there are good reasons for not placing the present alga in Halymenia. It is known from the literature (HOEK and CORTEL-Breeman 1970, Codomier 1974, Maggs and GUIRY 1982) that in Halymenia, including the type species H. floresia (CLEMENTE) C. AGARDH, the spores germinate into branched, uniseriate filaments (acrochaetioid phase). I have confirmed that H. dilatata ZANARDINI from Japan also has this type of spore germination pattern (KAWAGUCHI unpubl.). The carpospores and tetraspores of the present alga did not show acrochaetioid growth, but developed into crusts soon after settlement, a mediate discal pattern that verifies INOH'S (1947) observations. The latter type of spore germination has previously been 1967) and *Prionitis* (HAYASHIDA 1965), but never in *Halymenia*. This difference in spore germination mode appears consistent in the genera, and therefore makes the placement of this alga in *Halymenia* unacceptable. The exclusion of the present alga from *Halymenia* is also supported by the observation that the pairbhaving modullary formate and

that the neighboring medullary filaments and their derivatives contribute in some degree to the formation of an involucre around the carposporophyte. This is not the case in other species of *Halymenia*, where only remnants of the ampullar filaments form the involucre (BALAKRISHNAN 1961b, CHIANG 1970, GAR-GIULO *et al.* 1986).

In relation to involucral formation, another aspect of morphology is worthy of note. BALAKRISHNAN (1961a) reported that in three Indian species of Grateloupia the ampullar filaments produce lateral branches. My observations on several Grateloupia species from Japan, including G. filicina (LAMOU-ROUX) C. AGARDH (the type species), confirmed that during the early stages of gonimoblast development the ampullar filaments develop lateral cells that form branchlets to a similar extent as in the present plant (KAWAGUCHI unpubl.). In Halymenia, on the other hand, the lateral cells are produced to a much lesser extent from the ampullary filaments (BALAKRISHNAN 1961b, KAWAGUCHI unpubl.). The lateral branchlets are reported to be subsequently used up in later stages of development (BALAKRISHNAN 1961a) or to contribute partly to the involucre (CHIANG 1970). In any case, however, the extent of initiation of lateral branchlets appears to be pronounced between the two genera. The present plant is typical of Grateloupia in this regard.

The overall reproductive features and spore germination pattern, together with the rather shallow cortex and lax medulla, suggest that the present plant is most closely related to

^{*} The genus *Pachymeniopsis* is not well differentiated from *Grateloupia*. Critical examination of its taxonomic status is now in progress by the author.

Grateloupia, in spite of the possession of anticlinal medullary filaments. A similar situation is found in Grateloupia turuturu YAMADA from Japan. In this species, the anticlinal medullary filaments are conspicuous, but other vegetative and reproductive features and spore germination pattern clearly fall within the range seen in other Grateloupia species (KAWABATA 1962, HAYASHIDA and CHIHARA 1967, KAWAGUCHI unpubl.). It appears that the anticlinal medullary filaments may not be as strong a generic characteristic as previously thought.

The refractive cells, which have not previously been reported for species of *Grateloupia*, might appear to pose a problem as to the placement of the alga in this genus. However, this feature (uncertain in function) is probably not a strong generic characteristic. According to SIMONS and HEWITT (1976), the South African *Pachymenia* includes both species with and without such cells.

Taking into account the facts discussed above, the weight of evidence leads me to the conclusion that the genus *Grateloupia* is the best place for this alga. As the circular blade with refractive cells serves to distinguish it from any other recorded species of the genus, I propose to describe the plant as a new species of *Grateloupia*.

Grateloupia kurogii KAWAGUCHI sp. nov.

Description

Planta foliosa, gelatinosa, roseorubra-purpurascentirubra, interdum flavida in colore, ex haptero discoideo usque ad 8 mm in diametro in substrato saxoso exoriens; stipes brevis vel haud detectabilis in laminam planam et recumbentem usque ad 40 cm in diametro extendens; lamina simpliciter circularis vel elliptica, interdum irregulariter robata, margine undulato, leviter incrassato; lamina 200-450 μ m crassa (in planta matura plerumque 350-450 μ m); filamenta medullaria ex cellulis gracilibus 2-7 μ m latis et 40-75 μ m longis plerumque anticlinaliter oriundis constantia; cellulae stellatae (aut ganglionicae) cum brachio longitudine quam 800 μ m longiori et contentis valde refractivis inter filamenta medullaria ordinaria intersperfilamentorum anticlinalium sis: cortex cellularum rotundatarum (exteriorum) et earum stellatarum (interiorum) in partes interiores versus amplitudine crescens; rami carpogoniales et cellulae auxiliares in fasciculis (ampullis) cellularum producti, ramis carpogonialibus 2-cellulatis, filamentis ampullarum cellularum auxiliarium laxe ramosis (ad ordinem secundum), cellular quarta sive quinta filamenti primi in cellulam auxiliarum amplificanti; filamenta involucralia aliquantum densa, ostiolo distincto; planta monoica, spermatangiis ex cellulis corticalibus exterrimis crescentibus; tetrasporangia in cortice exteriori dispersa, ambitu ellipsoidea, 18- $25 \,\mu m$ lata et $35-45 \,\mu m$ longa, cruciatim decussatimve divisa.

Holotypus: SAP 21118, specimen cystocarpicum in Enoshima Praefacturae Kanagawa (35°18'N, 139°29'E) mense maio anno 1924 a Y. YAMADA lectum (Fig. 2A).

Plant foliose, gelatinous, rose red to purplish red or sometimes yellowish in color, developing from a discoid holdfast to 8 mm in diameter, on rocky substrata; short or scarcely detectable stipe expanding into a flat, recumbent lamina to 40 cm in diameter; lamina simply circular to elliptical, or at times irregularly lobed, with an undulate, slightly thickened margin; lamina varying from 200 μ m to 450 μ m thick (in mature plants mostly 350-450 μ m); medullary filaments composed of slender cells 2–7 μ m wide by 40– 75 μ m long, mainly anticlinally oriented; large stellate (or ganglionic) cells, with arms exceeding 800 μ m in length and highly refractive contents interspersed among the usual medullary filaments; cortex of anticlinal filaments of round (outer) and stellate (inner) cells increasing in size toward the interior; carpogonial branches and auxiliary cells produced within cell clusters (ampullae), carpogonial branches two-celled, auxiliary cell ampullae filaments sparingly branched (to second order), the fourth or fifith cell of the primary filament enlarging into the auxiliary

cell; involucral filaments rather dense, ostiole distinct; plant monoecious, spermatangia developed from outermost cortical cells; tetrasporangia scattered in the outer cortex, ellipsoid in shape, $18-25 \,\mu\text{m}$ wide by 35- $45 \,\mu\text{m}$ long, cruciately or decussately divided.

Holotype: SAP 21118, cystocarpic specimen collected at Enoshima, Kanagawa Prefecture (35°18'N, 139°29'E) in May 1924 by Y. YAMADA (Fig. 2A).

Distribution: Endemic

Japanese name: Maruba-fudaraku

(Yamada)

Etymology: This species is named in honor of the late Professor Emeritus Munenao KUROGI, Hokkaido University, for his many contributions to our knowledge of phycology. The present study was mainly undertaken under his guidance in the laboratory of Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University. Yamada's epithet "dilatata" was not adopted here to avoid possible confusion with Halymenia dilatata ZANARDINI.

Acknowledgments

I wish to express my heartful thanks to Professor T. YOSHIDA, Hokkaido University, for critically reviewing the manuscript; to Dr. G. T. KRAFT and Mr. J. A. LEWIS, The University of Melbourne, for their many valuable comments on the manuscript; to Professor H. TOYOKUNI, Shinshu University, for providing the latin description.

References

- ABBOTT, I. A. 1967. Studies in some red algae of the Pacific coast. I. Cryptonemiaceae. J. Phycol. 3: 139-149.
- BALAKRISHNAN, M. S. 1961a. Studies on Indian Cryptonemiales. I. Grateloupia C. A. AG. J. Madras Univ. 31B: 11-35.
- BALAKRISHNAN, M. S. 1961b. Studies on Indian Cryptonemiales. III. Halymenia C. A. AG. J. Madras Univ. 31B: 183–217.
- CHEMIN, E. 1937. Le développement des spores chez les Rhodophycées. Rev. Gen. Bot. 49: 205-234, 300-

327, 353-374, 424-448, 478-536.

- CHIANG, Y. M. 1970. Morphological studies of red algae of the family Cryptonemiaceae. Univ. Calif. Publs. Bot. 58: 1-95.
- CODOMIER, L. 1974. Recherches sur la structure et le développement des *Halymenia* C. AGARDH (Rhodophycées, Cryptonémiales) des côtes de France et de la Méditerranée. Vie Millieu **24A:** 1– 42.
- GARGIULO, M.G., De MASI, F. and TRIPODI, G. 1986. Structure and reproduction of *Halymenia asymmetrica* sp. nov. (Rhodophyta) from the Mediterranean Sea. Phycologia 25: 144–151.
- GUIRY, M. D. and MAGGS, C. A. 1982. The morphology and life history of *Dermocorynus montagnei* CROUAN frat. (Halymeniaceae, Rhodophyta). Br. Phycol. J. 17: 215-228.
- HAYASHIDA, F. 1965. Germination of carpospores in Prioritis patens. Bull. Jap. Soc. Phycology. 8: 71-75.
- HAYASHIDA, F. and CHIHARA, M. 1967. Studies on the germination of spores in the members of the Cryptonemiaceae. II. Germination of carpospores in certain species of *Grateloupia*. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo 10: 19–30.
- HOEK, C. van den and CORTEL-BREEMAN, A. M. 1970. Life-history studies on Rhodophyceae. II. Halymenia floresia (CLEM.) AG. Acta. Bot. Neerl. 19: 341-362.
- INOH, S. 1947. Kaiso no hassei (Development of marine algae). Hokuryukan, Tokyo. (in Japanese)
- KAWABATA, S. 1962. A contribution to the systematic study of Grateloipiaceae from Japan (1). J. Hokkaido Gakugei Univ. 13: 22-51.
- KAWABATA, S. 1963. A contribution to the systematic study of Grateloupiaceae from Japan (2). J. Hokkaido Gakugei Univ. 13: 190-210.
- KAWAGUCHI, S. 1989. The genus Prionitis (Halymeniaceae, Rhodophyta) in Japan. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. V (Botany), 14: 193– 257.
- KRAFT, G. T. 1977. The morphology of Grateloupia intestinalis from New Zealand, with some thoughts on generic criteria within the family Cryptonemiaceae (Rhodophyta). Phycologia 16: 43-51.
- MAGGS, C. A. and GUIRY, M. D. 1982. Morphology, phenology and photoperiodism in *Halymenia latifolia* Kürz. (Rhodphyta) from Ireland. Bot. Mar. 25: 589-599.
- SCHMITZ, F. and HAUPTFLEISH, P. 1897. Grateloupiaceae. In A. ENGLER und K. PRANTL, Die naturlichen Pflanzenfamilien...Teil 1, Abt. 2. Leipzig.
- SJOESTEDT, L. G. 1926. Floridean studies. Acta. Univ. Lund., N. S. 22: 1-95.
- SIMONS, R. H. and HEWITT, F. E. 1976. Marine algae from southern Africa. 2. Morphology and taxonomy of five foliaceous Florideophyceae (Rhodophyta). Investl. Rep. Sea Fish. Brch. S. Afr. 110: 1-46.

川口栄男:紅藻ムカデノリ科の一新種 Grateloupia kurogii (マルバフダラク)

日本産紅藻ムカデノリ科の一種の栄養体,生殖器官の形態的特徴と胞子の発芽様式を図示した。本種には, Halymenia 属の特徴とされる垂直に走る髄糸が顕著であるが,助細胞 ampulla の構造, 嚢果発達過程にみられる 特徴及び間接盤状型の胞子発芽様式は Grateloupia 属との強い関連を示唆した。本種のもつ特徴を Halymenia 属と Grateloupia 属の種と比較した。その結果,垂直な髄糸はこの科の属を区別する強い特徴ではなく,本種は Grateloupia 属に含めるべきであると結論された。更に,髄中に光を屈折する細胞を含む円形に広がる薬体は,他 の Grateloupia 属の種から本種を明瞭に区別する。従って,本種を Grateloupia kurogii KAWAGUCHI sp. nov. (マルバ フダラク,山田)として記載を行った。(812 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学農学部水産学第二教室)

Seasonal changes in photosynthetic capacity of Laminaria longissima MIYABE (Phaeophyta)*

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. 1990. Seasonal changes in photosynthetic capacity of Laminaria longissima MIYABE (Phaeophyta). Jpn. J. Phycol. 38: 147–153.

Photosynthesis and dark respiration of blade discs of Laminaria longissima were measured once a month for a year. Light-saturation of photosynthesis at in situ temperature occurred at 200-400 μ E m⁻² s⁻¹. No photoinhibition of photosynthesis was observed within the light intensity range investigated (max. 1000 μ E m⁻² s⁻¹). The light-saturated net photosynthetic rate at in situ temperature reached its maximum in September and its minimum in December. The respiratory rate at in situ temperature (10°C) was higher in the colder season and reached its maximum in January.

Key Index Words: blade discs—Laminaria longissima—Phaeophyta—photosynthesis—respiration seasonal change.

Laminaria longissima MIYABE is one of the most important seaweeds in Japan from both the ecological and economic points of view. It is the largest species of Laminaria in Japan, with blades usually reaching 8 m long or more (TOKIDA et al. 1980), and sometimes 20 m. This species forms kelp beds in depths from the low water mark to the subtidal zone and plays an important role as a primary producer in rocky shore ecosystems of the eastern Pacific coast of Hokkaido. Plants of this species have been used as human food like some other members of the genus Laminaria and closely related genera, which are called kombu in Japan (KAWASHIMA 1984).

Ecophysiological studies concerning photosynthesis and productivity have been intensively made on two species of Laminariales, Ecklonia cava and Eisenia bicyclis, that form marine forests in central Japan (YOSHIDA 1970, YOKOHAMA 1977, TANAKA et al. 1983, YOKOHAMA et al. 1987, MAEGAWA and KIDA 1987, MAEGAWA et al. 1987, 1988, SAKANISHI et al. 1988, 1989). However, only a few studies have been made on photosynthesis of Laminaria species growing in the northern part of Japan (NIIHARA 1975, MATSUYAMA 1985). No ecophysiological study concerning photosynthesis has been made on L. longissima. The present study was carried out to clarify the photosynthesis-light relationship and seasonal changes in photosynthetic activity which influence the seasonal growth of L. longissima plants.

Material and Methods

Photosynthesis and respiration of Laminaria longissima were measured monthly from September 1987 to August 1988 with plants growing in the upper subtidal zone at Katsurakoi, Kushiro, Hokkaido (Fig. 1). It

^{*} Partly supported by the Biomass Conversion Program of the Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretary, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan.

Contribution No. 503 from Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba.

is estimated from the stage of development of the zoosporangial sori on the blade (cf. SASAKI 1969, 1973, KAWASHIMA 1983) that most of the samples collected from September 1987 to January 1988 were plants younger than one year old, and those from February to August 1988 were at least one year old.

Collected sample plants were brought to the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory and kept in an indoor tank supplied with running seawater before use. Discs of 3.1 cm² were cut out of the peripheral portion in the middle part of each plant, and they were kept in running seawater overnight (for ca. 12 hr) in the laboratory before measuring photosynthesis or respiration in order to avoid unreliable results associated with the trauma of cutting (SAKANISHI et al. 1988). Approximately half of the discs obtained had zoosporangial sori from September 1987 to January 1988 while from February to August 1988 all the discs lacked the sori, since the middle part of a plant was occupied by the old blade with the sori in the former period while the new blade formed beneath the old blade occupied the middle part in the latter period.

Measurements of photosynthesis and respiration were carried out with blade discs by the light-and-dark bottle method. A blade disc was incubated in a D.O. bottle of about 100 ml for 30 min in photosynthesis measurement, and for 45 min in respiration measure-



Fig. 1. The site of this study.

ment. The bottles were shaken at 120 rpm during incubation since YOKOHAMA and ICHIMURA (1969) reported that shaking markedly increased the photosynthetic rate of discs of Padina arborescens in bottoles. The oxygen concentration in seawater was determined by the Winkler titration method before and after the incubation. For determining the photosynthesis-light relationship, photosynthesis was measured at in situ temperatures averaged water temperatures) (monthly under various photon flux densities. Photosynthesis and respiration measurements were also carried out under constant temperature and light conditions of 10°C and 400 μ E m⁻² s⁻¹ or in darkness. Photoreflector lamps (National 100 V 500 W) were used for photosynthesis measurements. Photon flux densities were measured with a quantum meter (LI-COR LI-1000/LI-192S).

Results

Photosynthesis-light curves of Laminaria longissima plants on a frond area basis at in situ temperatures are presented in Fig. 2. The light-saturation of photosynthesis occurred at 200-400 μ E m⁻² s⁻¹. The saturating light level was low from spring to early summer. The photosynthetic rate completely saturated within the light levels investigated except for in December and April. The compensation light levels ranged from 1 to 8 μ E m⁻² s⁻¹, being high from autumn to early winter and low from late winter to spring, with some exceptions.

Figure 3 shows the seasonal changes of the light-saturated net photosynthetic and respiratory rates at *in situ* water temperatures. The photosynthetic rate reached a maximum of $55 \,\mu l O_2 \,\mathrm{cm}^{-2} \,\mathrm{h}^{-1}$ in September, thereafter declined, and reached a minimum of $31 \,\mu l O_2 \,\mathrm{cm}^{-2} \,\mathrm{h}^{-1}$ in December and January. The net photosynthetic rate then increased gradually toward August. The respiratory rate at *in situ* temperature ranged from 1 to $6 \,\mu l O_2 \,\mathrm{cm}^{-2} \,\mathrm{h}^{-1}$, being generally high in summer and low in winter.

In Fig. 3, almost parallel trends can be seen

between the changes in light-saturated net photosynthetic rate and the *in situ* temperature except during the colder season. The net photosynthetic rate at *in situ* temperature decreased with temperature from September to December, but it increased from December



Fig. 2. Laminaria longissima. Photosynthesis-light curves at in situ water temperatures from September 1987 to August 1988. Mean \pm SD for 5-6 replicates.



Fig. 3. Laminaria longissima. Seasonal changes in the light-saturated net photosynthetic and the respiratory rates (open circles) deduced from the photosynthesis-light curves in Fig. 2 and *in situ* water temperature (solid circle).

to February in spite of a continued temperature decline, while it did not increase from February to April in spite of a temperature increase. From April to August it increased with temperature. under constant conditions (10°C) are presented in Fig. 4. The photosynthetic rate was low in September-November, increased in December and reached a maximum of $61 \ \mu l O_2 \text{ cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ in January. It declined in spring to reach a lower level in summer. A minimum of $30 \ \mu l O_2 \text{ cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ was obtained

Seasonal changes of the light-saturated net photosynthetic and the respiratory rates



Fig. 4. Laminaria longissima. Seasonal changes in the light-saturated net photosynthetic and the respiratory rates at 10°C. Mean±SD for 3 replicates.

in September. The respiratory rate varied from 2 to $10 \ \mu l O_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$, being generally higher from September to March and lower from April to August.

Discussion

The saturating light level for photosynthesis in Laminaria longissima varies from 200 to 400 μ E m⁻² s⁻¹, and is comparable to that given for other Laminariales plants by KING and SCHRAMM (1976), WILLENBRINK et al. (1979), LÜNING (1981), GERARD (1986), MAEGAWA et al. (1987) and SAKANISHI et al. (1988, 1989). The seasonal change in the saturating light level for photosynthesis in L. longissima seems not to be attributable to the sun and shade adaptation as observed in natural phytoplankton (ARUGA 1965) and macroalgae (KING and SCHRAMM 1976). Although the sun adaptation generally involves a higher saturation light level for photosynthesis and a lower initial slope (BOARDMAN 1977), L. longissima does not show a higher saturation light level and a lower initial slope in spring and early summer when it may often be exposed to high photon flux density and sun adaptation can occur. The lower saturating light level for photosynthesis may be attributable to the fact that the blades of this species are thin in spring and early summer. The blade weight/area ratio as an index of thickness is low from April to July in this species. LÜNING (1979) pointed out that in Laminaria spp. with thick thalli the photosynthetic rate gradually approached saturation with increasing light level due to the gradual increase in light penetrating through to the photosynthetic layer of the shade side of a thallus under unilateral illumination.

Photosynthesis-light curves at -1 and 0°C, which have scarcely been reported for seaweeds, were obtained in February and March in the present study (Fig. 2). Those curves were characterized by high P : R ratio and low compensation light level. These characteristics of *L. longissima* in winter could be advantageous for organic matter production.

Seasonal changes in the net photosynthetic rate of L. longissima at in situ temperatures (Fig. 3) suggest that photosynthetic capacity reaches a maximum in mid-winter. The seasonal changes at a constant temperature of 10° C (Fig. 4) show that photosynthetic activity is much higher in mid-winter than in other seasons. These results clearly indicate that the photosynthetic capacity of L. longissima reaches its maximum in mid-winter, which accounts for the observed increase in net photosynthetic rate with decreasing temperature from December to February (Fig. 3).

The seasonal changes in net photosynthetic rate of L. longissima at a constant temperature (10°C) in the present study are almost like those of Ecklonia cava at 20°C reported by SAKANISHI et al. (1989). Although the photosynthetic capacity was high in winter when the blade tissue was younger and low in summer when the blade tissue was older in E. cava, seasonal changes in photosynthetic capacity of L. longissima cannot be attributed to aging in blade tissue, since the blade tissue used in January, showing the highest photosynthetic capacity, was not younger than the blade tissues used at other times of the year. In L. longissima, photosynthetic capacity seems to be affected by seasonal changes in physiological state rather than aging of blade tissue (SAKANISHI et al. in preparation).

Acknowledgments

We are grateful for the various forms of collaboration received from Mr. S. SASAKI, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, and Mr. K. TANAKA, Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory. We are indebted to Prof. S. KAMURA and Dr. M. J. GRYGIER, University of the Ryukyus, for their critical reading of the manuscript. Special thanks are expressed to Dr. N. SAGA, Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, for his encouragement throughout this study.

References

- ARUGA, Y. 1965. Ecological studies of photosynthesis and matter production of phytoplankton I. Seasonal changes in photosynthesis of natural phytoplankton. Bot. Mag. Tokyo 78: 280-288.
- BOARDMAN, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 355-377.
- GERARD, V. A. 1986. Photosynthetic characteristics of giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) determined *in situ*. Mar. Biol. 90: 473-482.
- KAWASHIMA, S. 1983. Sporangial sorus formation of Laminaria angustata KJELLMAN. Jpn. J. Phycol. 31: 208–216. (in Japanese)
- KAWASHIMA, S. 1984. Kombu cultivation in Japan for human foodstuff. Jpn. J. Phycol. 32: 379–394.
- KING, R. J. and SCHRAMM, W. 1976. Photosynthetic rates of benthic marine algae in relation to light intensity and seasonal variations. Mar. Biol. 37: 215– 222.
- LÜNING, K. 1979. Growth strategies of three Laminaria species (Phaeophyceae) inhabiting different depth zones in the sublittoral region of Helgoland (North Sea). Mar. Ecol. Progr. Ser. 1: 195–207.
- LÜNING, K. 1981. Light. p. 326-355. In LOBBAN, C. S. and WYNNE, M. J. (eds.), The Biology of Seaweeds. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- MAEGAWA, M. and KIDA, W. 1987. Studies on the production structure of *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava* communities. Jpn. J. Phycol. 35: 34–40. (in Japanese)
- MAEGAWA, M., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1987. Critical light conditions for young *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* with reference to photosynthesis. Hydrobiologia 151/152: 447-455.
- MAEGAWA, M., KIDA, W., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1988. Comparative studies on critical light conditions for young *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava*. Jpn. J. Phycol. **36:** 166–174.
- MATSUYAMA, K. 1985. Seasonal changes in photosynthetic rates of *Laminaria religiosa* (Phaeophyceae) for the presumption of production. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Sta. 27: 91–99. (in Japanese)
- NIIHARA, Y. 1975. Physiological studies of Laminaria japonica var. ochotensis. The effect of temperature, light intensity and salinity upon photosynthesis and respiration of young sporophytes. Sci. Rep.

Hokkaido Fish. Exp. Sta. 17: 11-17. (in Japanese)

- SAKANISHI, Y., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1988. Photosynthesis measurements with blade segments of brown algae, *Ecklonia cava KJELLMAN* and *Eisenia bicyclis* SETCHELL. Jpn. J. Phycol. 36: 24–28.
- SAKANISHI, Y., YOKOHAMA, Y. and ARUGA, Y. 1989. Seasonal changes of photosynthetic activity of a brown alga *Ecklonia cava* KJELLMAN. Bot. Mag. Tokyo 102: 37-51.
- SASAKI, S. 1969. An ecological study of Laminaria angustata var. longissima (M.) MIYABE on the coast of Kushiro Prov., Hokkaido. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Sta. 10: 1-42. (in Japanese)
- SASAKI, S. (ed.) 1973. Studies on the life history of Laminaria angustata var. longissima (M.) MIYABE. Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Kushiro. (in Japanese)
- ТАNAKA, J., YOKOHAMA, Y. and CHIHARA, M. 1983. The production of the *Ecklonia cava* community. p. 262–267. In The Editorial Board of Contemporary Ecology of Japan (ed.), Contemporary Ecology of Japan. Kyoritsu-shuppan, Tokyo. (in Japanese)
- TOKIDA, J., NAKAMURA, Y. and DRUEHL, L. D. 1980. Typification of species of *Laminaria* (Phaeophyta, Laminariales) described by MIYABE, and taxonomic notes on the genus in Japan. Phycologia 19: 317– 328.
- WILLENBRINK, J., KREMER, B. P., SCHMITZ, K. and SRIVASTAVA, L. M. 1979. Photosynthetic and lightindependent carbon fixation in *Macrocystis*, *Nereocystis*, and some selected Pacific Laminariales. Can. J. Bot. 57: 890-897.
- YOKOHAMA, Y. 1977. Productivity of seaweeds. p. 119– 127. In HOGETSU, K., HATANAKA, M., HANAOKA, T. and KAWAMURA, T. (eds.), Productivity of Biocenoses in Coastal Regions of Japan. Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
- 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., TANAKA, J. and CHIHARA, M. 1987. Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan. Bot. Mag. Tokyo **100**: 129–141.
- YOSHIDA, T. 1970. On the productivity of the Eisenia bicyclis community. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 30: 107-112. (in Japanese)

坂西芳彦*・横浜康継**・有賀祐勝***: 褐藻ナガコンブの光合成活性の季節変化

北海道釧路市桂恋地先の漸深帯上部に生育する褐藻ナガコンプを用いて、1年にわたり種々の温度・光条件で 光合成を測定し、光合成-光特性と光合成活性の季節変化を明らかにした。現場水温における光合成は 200-400 μE m⁻² s⁻¹ で光飽和に達し、また 1000 μE m⁻² s⁻¹ までの範囲では強光阻害は認められなかった。現場水温 における光飽和純光合成速度は、秋季に低下し、初冬に極小となり、その後厳冬期に緩やかなピークを示しなが ら夏季にかけて徐々に増大した。厳冬期に見られた緩やかなピークは、この時期に光合成能力が高まっているこ とを示している。(*085 北海道釧路市桂恋116 水産庁北海道区水産研究所、**415 静岡県下田市5-10-1 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) .

Growth characteristics of a dinoflagellate Gymnodinium nagasakiense TAKAYAMA et ADACHI

Hideo Iwasaki, Chang-Hoon Kim and Masataka Tsuchiya

Faculty of Bioresources, Mie University, Kamihama-cho 1515, Tsu, 514 Japan

IWASAKI, H., KIM, C.-H. and TSUCHIYA, M. 1990. Growth characteristics of a dinoflagellate *Gymnodinium* nagasakiense TAKAYAMA et ADACHI. Jpn. J. Phycol. **r38**: 155–161.

Gymnodinium nagasakiense, which is one of the most harmful red tide organisms appearing in the coastal waters of Japan, was obtained in axenic clonal culture by micropipette washings. The growth characteristics of the strain were examined. Optimal growth rate was obtained at temperatures of 20-25°C, salinities of 25-26%, light intensities above 130 μ E/m²/sec, and pH 8.0. Both inorganic and organic nitrogen, and phosphorus served as good nitrogen and phosphorus sources. Several organic substances were utilized and encouraged growth, however, they did not support growth in the dark. Iron and manganese promoted growth remarkably at a concentration of 200 μ g/l. The organism needed vitamin B₁₂ for growth. Addition of thiamine increased growth in the presence of vitamin B₁₂. The critical concentration of vitamin B₁₂ was 10 ng/l. The pattern of specificity is similar to that of *Escherichia coli* 113-3. Benzimidazole cobalamine and 5-methylbenzimidazole cobalamine supported as much growth as vitamin B₁₂.

Key Index Words: Dinophyceae—growth rate—Gymnodinium nagasakiense—nutrients requirement red tide.

The dinoflagellate Gymnodinium nagasakiense TAKAYAMA et ADACHI is one of the most harmful organisms to mariculture. The organism was first found in Ōmura Bay, the northwestern part of Kyūshū, and tentatively called Gymnodinium type-'65 by IIZUKA and IRIE (1969). Later the organism was called by various other tentative names, such as Gymnodinium sp., or Gymnodinium nagasaki until the proposal by TAKAYAMA and ADACHI (1984). The blooms of this organism frequently occur in the coastal waters of Japan and Korea, killing a large number of farm fish and causing great economic damage to other fisheries.

Many ecological and physiological studies on the organism have been made by IIZUKA, HIRAYAMA and their collaborators (IIZUKA 1972, 1976, 1979, IIZUKA and IRIE 1966, 1969, IIZUKA and NAKAJIMA 1975, HIRAYAMA and NUMAGUCHI 1972, HIRAYAMA *et al.* 1972, NUMAGUCHI and HIRAYAMA 1972, ABE and HIRAYAMA 1979, HIRAYAMA and KAWABATA 1982), and NISHIMURA (1982).

IIZUKA (1982) found the G. nagasakiense

tolerated anoxic or near anoxic conditions in Omura Bay and also that it utilized sulfide from the sediment. HIRAYAMA and NUMA-GUCHI (1972), in assaying the organism, suggested that the dissolution of anaerobically decomposed products of the bottom mud into seawater might be one of the cause of red tide outbreak in Omura Bay. NISHIMURA (1982) reported that seawater samples collected from a fish farm supported good growth of G. nagasakiense; its growth was promoted by the addition of extracts from mackerel meat and yellowtail feces to seawater in low concentration. He suggested that dissolved organic matters in fish farms may play important role in the occurrence of red tide of G. nagasakiense. However, the basal nutrition and growth response to other environmental factors have not yet been studied in axenic culture. Therefore, the present paper deals with growth response to ecological factors, such as light, temperature, salinity, pH, and main nutrients requirement.

Materials and Methods

An axenic clone of Gymnodinium nagasakiense obtained from Gokasho Bay in 1984 by micropipette washings was used for the ex-Seawater base medium SWII periments. was used to study the effects of light, temperature, salinity, and pH, while PRO-VASOLI'S (1957) artificial medium ASP₂NTA was used to ascertain the nutrients requirement (Table 1). The cells which had been precultured for 14 to 18 days in medium lacking the compound to be tested were inoculated to the test media so as to give an initial concentration of 200 to 400 cells/ml. The cells were grown in 20×125 mm screw cap tubes containing 10 ml of medium under illumination with "cool white" fluorescent lamps (about 4000 lux) for 12 hours daily.

Table 1. Composition (w/v) of culture media.

	(m)SV	VII	ASP ₂ NTA
Distilled water			1,000 m <i>l</i>
Filtered seawater	1,000	m <i>l</i>	
NaCl			28 g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$			7 g
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$			4 g
KCl			700 mg
Ca (as Cl)			400 mg
NaNO3	72	mg	100 mg
KH₂PO₄	4.	5 mg	
K ₃ PO ₄			10 mg
Na2-glycerophosphate	10	mg	10 mg
$Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$	10	mg	10 mg
Fe (as Fe-EDTA)	500	μg	
Vitamin B ₁₂	(20	ng)	20 ng)
Biotin	(1	μg)	1 μg }*
Thiamine	(100	μg)	$100 \ \mu g$
P II metals**	2		10 m <i>l</i>
S 2 metals***			10 m <i>l</i>
"Tris" buffer	500	mg	1 g
Nitrilotriacetic acid	. •		100 mg
pH	7.9-	8.1	7.7-8.0

* Vitamin mix I.

** One ml of P II metals contains: EDTA, 1 mg; Fe (as Cl), 10 μ g; B (as H₃BO₃), 0.2 mg; Mn (as Cl), 40 μ g; Zn (as Cl), 5 μ g; Co (as Cl), 1 μ g.

*** One ml of S 2 metals contains: Br (as Na), 1 mg; Sr (as Cl) 0.2 mg; Rb (as Cl), 20 μg; Li (as Cl), 20 μg; I (as K), 1 μg; Mo (as NaMoO₄) 50 μg.

Temperature was kept at 19 to 20°C.

The seawater collected from Kuroshio current waters in Kumano-nada was heated gently up to 70°C, and passed through a glassfiber filter (Whatman GF/F) after cooling. Glass-distilled water was passed through charcoal and ion-exchange columns before distillation.

In order to avoid trace metals contamination, laboratory ware used for culture was, as far as possible, made of teflon. Culture tubes were cleaned with soap, soaked in 0.05 percent EDTA solution for a day, rinsed thoroughly with distilled water, and placed for one hour at 250°C to eliminate organic traces. Growth yield was measured by direct counting the cells number or by using a Coulter counter after two to three weeks of incubation. The data were compared on the basis of growth yield. Growth rate (cell division rate) in exponential phase was calculated by;

Table 4. Dicimity test medium DIJ(Table	2.	Sterility	test	medium	ST3	s
------------------------------------	-------	----	-----------	------	--------	-----	---

Filtered seawater	700	ml
Distilled water	250	m <i>l</i>
Soil extract	50	m <i>l</i>
NaNO3	50	mg
Na2-glycerophosphate	10	mg
Hy-case (Sheffield Chemical)	20	mg
Yeast extract (Difco)	10	mg
Liver oxoid L-25 (Oxo, LTD)	20	mg
Vitamin B ₁₂	100	ng
Vitamin mix 8Am*	1	m <i>l</i>
Carbon source mix II**	20	ml
Glycylglycine	400	mg
Agar	(12	g)
pH	7.9	Э

* Putrescine and folinic acid were omitted from original Vitamin mix 8A. One ml of Vitamin mix 8Am contains: thiamine HCl, 0.2 mg; nicotinic acid, 0.1 mg; Ca-pantothenate, 0.1 mg; riboflavin, 5 μg; pyridoxine 2HCl 40 μg; pyridoxamine 2HCl, 20 μg; p-aminobenzoic acid, 10 μg; biotin, 0.5 μg; choline H citrate, 0.5 mg; inositol, 1 mg; thymine, 0.8 mg; orotic acid, 0.26 mg; B₁₂, 0.05 μg, folic acid, 2.5 μg.

** One ml of Carbon source mix II contains: glycine, 1 mg; DL-alanine, 1 mg; L-asparagine, 1 mg; Naacetate 3H₂O, 2 mg; glucose, 2 mg; L-glutamic acid 2 mg. $D = 1/\ln 2 \cdot 1/t \cdot \ln N/N_o$

where N_o is the initial cell concentration, and N is the cell concentration after t days.

All experiments were done in triplicate and contamination by bacteria was checked using ST3 medium (Table 2) of IWASAKI (1965).

Results and Discussions

Effect of light intensity: Growth at different light intensities was examined at $20\pm1^{\circ}$ C and $25\pm1^{\circ}$ C. In this experiment, different intensities of light were obtained by neutral density screening. Light intensity inside the tubes was measured by a spherical quantum sensor (Bio-spherical Instrument, Inc., U.S.A., model QSL-100). The results were shown in Fig. 1.

Growth was recognized at light intensity above 40 μ E/m²/sec, and growth rate reached its maximal level at 130 to 150 μ E/m²/sec. Saturating light intensities were about 130 μ E/m²/sec at 25°C, and about 150 μ E/ m²/sec at 20°C. Maximal growth rates of 0.98 div./day at 25°C and 0.95 div./day at 20°C in this strain, and in another strain isolated from Suō-nada 1.20 div./day at 25°C were obtained.

These results coincide with the maximal growth rate of 1.05 div./day obtained by IIZUKA (1983) in natural population at surface water. Saturating light intensities obtained show that the organism has the ability to form dense populations even in turbid coastal



Fig. 1. Effect of light intensity on the growth rate of *Gymnodinium nagasakiense* at 25°C and 20°C.

waters of low light intensity, and may help to explain its occurrence at the subsurface (2-5 m in depth) water.

Effect of salinity: Several enrichments were added to seawater base and distilled water as in SWII formula, and further enriched with soil extract in 10 ml/l. The pHs were adjusted to 8.0. The latter medium was used to dilute the seawater base medium to the desired salinities varying from 7.9 to 34.5%. Fig. 2 shows the growth of *G. nagasakiense* at



Fig. 2. Growth of Gymnodinium nagasakiense at different salinities (left) and pH (right).

various salinities. The organism showed preference for low salinities, grew well at the salinity of 12.0 to 31.0%, and the maximal growth occurred at 26.0%, which is lower than oceanic water. Growth was very much reduced at 10%, and not recognized at 7.9%.

Effect of pH: Growth at different pHs was examined using SWII based on seawater diluted to 26% S. Within the range of pH 7.0-8.8, the final pH of culture media changed very slightly from the initial pH (within 0.04 units). Maximal growth occurred at pH 8.0, as shown in Fig. 2, which is at slightly acid side of normal seawater. Upper side of the maximum growth dropped off fairly rapid-However, in the range of pH 7.8-8.4, ly. which includes almost the extreme variations for natural seawater, the organism grew well over half maximum. It is clear that the organism is not sensitive to small changes of pH as other neritic red tide flagellates, though it preferred slightly acidic than normal seawater.

Utilization of nitrogen and phosphorus sources: All the nitrogen compounds tested served as nitrogen sources; growth was better in low concentration ($30 \ \mu g \ N/l$) of ammonium chloride, and in high concentration (>300 \mu g \ N/l) of sodium nitrate and glutamic acid. Table 3 indicates that the increase in each nitrogen source produces no significant variation in the growth of the organism. Both ammonium chloride and urea inhibited growth when higher than 300 \mu g \ N/l.

The growth response to various phosphorus sources and concentrations are shown in

Table 3. Growth of *Gymnodinium nagasakiense* in ASP_2NTA with different nitrogen sources and concentrations (after 21 days).

Wt.//	Growth, number of cells/ml			
(as N)	NaNO ₃	NH₄Cl	Urea	Glutamic acid
None added	3,490	3,490	3,490	3,490
$30 \ \mu g$	4,880	7,660	4,140	3,530
$100 \ \mu g$	5,050	5,830	6,160	3,630
$300 \ \mu g$	5,650	100	2,160	3,930
1,000 µg	8,020	0	0	8,120

Table 4. The organism utilized both inorganic and organic phosphate. The highest growth was produced at higher than 3 mg P/lof Na₂-glycerophosphate. However, no deviation in growth was observed at a concentration of $30 \mu \text{g}$ to 10 mg P/l with other phosphorus sources.

The bloom of G. nagasakiense has been observed in high organic nutrients waters such as Gokasho Bay, and in poor inorganic nutrients waters as Kumano-nada coast and Suō-nada. The results make clear that one of the reasons why the organism appears in oceanic water such as Kumano-nada coast is its extremely low requirements of nitrogen and phosphorus, and also suggest that the organism can grow even in incomplete mineralization of nitrogen and phosphorus sources; this is particularly important for phosphorus which is often limiting, or close to a limiting condition.

Utilization of carbon sources: The experiments were conducted to find out whether the organism has heterotrophic abilities. As

Table 4. Growth of *Gymnodinium nagasakiense* in ASP₂NTA with different phosphorus sources and concentrations (after 19 days).

JAT+ //		Growth, number of cells/ml				
(as P)	KH ₂ PO ₄	Na2-glycero- phosphate	Adenosine 5'- monophosphate	Guanosine 5'- monophosphate	Citidine 5'- monophosphate	
None added	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	
30 µg	3,830	2,430	2,160	2,610	_	
100 µg	3,160	2,290	_	_		
$300 \ \mu g$	2,490	2,920	2,450	3,230	2,400	
1 mg	2,470	3,260	2,760	3,140	2,170	
10 mg	2,300	4,850	3,400	2,590	2,170	

organic substances, 4 amino acids-glycine, DL-alanine, L-glutamic acid, and Lasparagine-, and 10 substances-acetate, sucrose, glucose, thiotone, trypticase, Hycase, glutamate, yeast extract, yeastolate, and DNA-were examined in artificial medium ASP₂NTA containing nitrate. Sucrose, glutamate, Hy-case did not aid growth. All the other substances utilized encouraged growth (Fig. 3). Thiotone, yeastolate, and asparagine were effective at high concentration (100 mg/l). However, these organnic substances did not support any growth in dark condition.

Since the culture medium contains P II metal mix, which is in over chelation with EDTA, it is probable that these organic substances served only as carbon source. The result indicates that G. nagasakiense is limited heterotrophic.

Growth response to trace metals: To have preknowledge about trace metal requirement, growth in mSWII medium enriched with trace metal mix P II and S 2 of Provasoli was tested in advance. As clear in Table 5, an addition of P II metals to seawater medium stimulated remarkably growth, but S 2 metals showed no effect. Consequently, growth



Fig. 3. Growth response of *Gymnodinium* nagasakiense to organic substances.

Table 5. Growth of *Gymnodinium nagasakiense* in diluted seawater medium mSWII (26% S) with addition of P II and S 2 metals (after 21 days).

Addition ml/100 ml		Growth, number of cells/ml
None added		1,500
P II metals	1 m <i>l</i>	10,930
S 2 metals*	1 m <i>l</i>	1,120
P II metals	1 m <i>l</i>	
S 2 metals	1 m <i>l</i>	9,620

One ml of S 2 metals contains: Br (as Na) 1 mg, Sr (as Cl) 0.2 mg, Rb (as Cl) 20 μ g, Li (as Cl) 20 μ g, I (as K) 1 μ g, Mo (as Na) 50 μ g.

responses to the trace metals contained in P II were examined. Among these metals, only iron and manganese were very stimulative, and cobalt was slightly effective. As shown in Table 6, manganese and iron at 200 $\mu g/l$ produced, respectively, a 16 to 18 fold higher growth when compared with natural seawater in 22 days incubation.

The growth response to iron and manganese is similar to the response of *Chattonella* antiqua, Fibrocapsa japonica, and Alexandrium (=Protogonyaulax) tamarense (IWASAKI 1979, ACHIHA and IWASAKI 1990). ISHIMARU et al. (1989) found that selenium also stimulated remarkably growth of the organism. These results suggest that iron, manganese, and selenium play an important role in forming the blooms.

Vitamin requirements: Although the above

Table 6. Growth of *Gymnodinium nagasakiense* in diluted seawater medium mSWII with addition of different amounts of iron, manganese, and cobalt (after 22 days).

Addition, $\mu g/l$		Growth, number of cells/ml
None added		420
	(30	980
Fe (as EDTA)	{ 100	3,010
	200	7,780
	(100	2,630
Mn (as EDTA)	200	7,000
	400	6,880
	ر 10	900
O(as O)	l 20	680

e ,	• •	
Vitamins		Growth number of cells
No addition		50
Vitamin mix I	10 ml/ <i>l</i>	11,060
Vitamin mix 8Am	1 ml/ <i>l</i>	8,210
Biotin	$1 \ \mu g/l$	0
Thiamine	100 µg/l	0
Cyanocobalamine $(=B_{12})$	200 ng/l	6,500
Vitamin B ₁₂	200 ng/l	6 900
+biotin	1 μg/l ∫	0,800
Vitamin B ₁₂	200 ng/l	0 250
+thiamine	100 µg/l ∫	0,330

Table 7. Growth response to vitamins of Gymnodinium nagasakiense (after 17 days).

experiments were carried out with media containing vitamin mix I which consists of vitamin B_{12} , biotin, and thiamine, the vitamin requirements were still unknown. Therefore, these requirements were examined. As shown in Table 7 and Fig. 4, *G. nagasakiense* needed vitamin B_{12} for growth. The highest growth was attained in presence of vitamin mix I. Biotin and thiamine alone did not support growth, however, thiamine promoted growth in the presence of vitamin B_{12} . The organism responded to all vitamin

Table 8. Growth response to vitamin B_{12} analogs of *Gymnodinium nagasakiense* (after 21 days).

B_{12} analogs at 100 ng/l	Growth number of cells $\times 10^3$
Control	0.35
B ₁₂ (5,6-dimethylbenzimidazole)	5.35
5-methylbenzimidazole cobalamine	5.26
Benzimidazole cobalamine	5.32
Factor III (5-hydroxy-benzimidazole)	0.95
Factor A (2-methyladenine)	4.14
2-mercaptoadenine	3.28
Pseudovitamin B ₁₂	0.2
Aetiocobalamine (=Factor 1B)	0.45
Factor B (no nucleotide)	0.78
Factor Z ₁	1.25
Factor Z ₂	1.28
Factor Z ₃	1.97
B_{12} +penicillin (1000 I.U./l)	6.63



Fig. 4. Growth response of Gymnodinium nagasakiense to vitamin B_{12} .

 B_{12} analogs except pseudovitamin B_{12} (Table 8). Vitamin B_{12} , 5-methylbenzimidazole cobalamine, benzimidazole cobalamine, and Factor A (2-methyladenine) analogs were nearly equal in their effeciency. A better yield was also obtained with 2-mercapto-adenine. The specificity was similar to that of *Escherichia coli* 113-3. An antibiotic penicillin also stimulated growth in the presence of vitamin B_{12} .

Red tide flagellates have been classified into three types by IWASAKI (1973) from the standpoint of nutritional characteristics. The experimental results showed that *G. nagasakiense* had the characters presented by both type II and type III. These growth responses to trace metals and organic substances, and the broad specificity to vitamin B_{12} analogs may constitute a significant ecological advantage.

We wish to express thanks to Dr. K. BERN-HAUER who kindly supplied most of B_{12} analogs and to Dr. HALINA NEUJAHR who kindly made available the scarce factors Z_1 , Z_2 , and Z_3 that she isolated from sewage sludge. This work was supported in part by the sponsorship of Fisheries Agency, Japan.

References

- ABE, T. and HIRAYAMA, K. 1979. Lethal effect of Gymnodinium sp. on the rotifer, Branchionus plicatilis. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. (46): 1-6. (in Japanese with English abstract)
- ACHIHA, H. and IWASAKI, H. 1990. Growth characteristics of the toxic dinoflagellate Alexandrium tamarensis. Jpn. J. Phycol. 38: 51-59. (in Japanese with English abstract)

- HIRAYAMA, K., IIZUKA, S. and YONEJI, T. 1972. On culture of *Gymnodinium* type-'65 in the sea water sampled in Omura Bay during summer 1971. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. (31): 11-20. (in Japanese with English abstract)
- HIRAYAMA, K. and KAWABATA, T. 1982. Growth of *Gymnodinium* sp. (type-'65) cultured in the seawater sampled at the southern part of Omura Bay-I. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. (52): 29-40. (in Japanese with English abstract)
- HIRAYAMA, K. and NUMAGUCHI, K. 1972. Growth of *Cymnodinium* type-'65, causative organism of red tide in Omura Bay, in medium supplied with extract. Bull. Plankton Soc. Japan 19: 13-21.
- IIZUKA, S. 1972. *Gymnodinium* type-'65 red tide occurring in anoxic environment of Omura Bay. Bull. Plankton Soc. Japan 19: 22-33. (in Japanese with English abstract)
- IIZUKA, S. 1976. Succession of red tide organisms in Omura Bay, with relation to water pollution. Bull. Plankton Soc. Japan 23: 31-43. (in Japanese with English abstract)
- IIZUKA, S. 1979. Maximum growth rate of natural population of a *Gymnodinium* red tide. p. 111-114. *In* D. L. TAYLOR and H. H. SELIGER (eds.), Toxic Dinoflagellate Blooms. Elsevier North-Holland, New York.
- IIZUKA, S. and IRIE, H. 1966. The hydrographic conditions and the fisheries damages by the red tide occurred in Omura Bay in summer 1965-II. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. (21): 67-101. (in Japanese with English abstract)
- IIZUKA, S. and IRIE, H. 1969. Movement of red water plankton in the year of no red water occurrence in the case of Omura Bay in 1966. Bull. Fac. Fish.

Nagasaki Univ. (27): 19-37. (in Japanese with English abstract)

- IIZUKA, S. and NAKAJIMA, T. 1975. Response of red tide organisms to sulphide. Bull. Plankton Soc. Japan 22: 27-32. (in Japanese with English abstract)
- ISHIMARU, T., TAKEUCHI, T., FUKUYO, Y. and KODAMA, M. 1989. The selenium requirement of *Gymnodinium nagasakiense*. p. 357-360. In T. OKAICHI, G. C. ANDERSON and T. NEMOTO (eds.), Red Tides: Biology, Environmental Science, and Toxicology. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam.
- IWASAKI, H. 1965. Nutritional studies of the edible seaweed Porphyra tenera I. The influence of different B₁₂ analogues, plant hormones, purines and pyrimidines on the growth of Conchocelis. Plant Cell Physiol. 6: 325-336.
- IWASAKI, H. 1973. The physiological characteristics of neritic red tide flagellates. Bull. Plankton Soc. Japan
 104-114. (in Japanese with English abstract)
- IWASAKI, H. 1979. Physiological ecology of red tide flagellates. p. 357-393. In M. LEVANDOWSKY and S. H. HUTNER (eds.), Biochemistry and Physiology of Protozoa, Vol. 2. Academic Press, New York.
- NISHIMURA, A. 1982. Effects of organic matters produced in fish farms on the growth of red tide algae *Cymnodinium* type.'65 and *Chattonella antiqua*. Bull. Plankton Soc. Japan **29:** 1-7. (in Japanese with English abstract)
- PROVASOLI, L., MCLAUGHLIN, J. J. A. and DROOP, M. R. 1957. The development of artificial media for marine algae. Arch. Mikrobiol. 25: 392-428.
- TAKAYAMA, H. and ADACHI, R. 1984. Gymnodinium nagasakiense sp. nov., a red-tide forming dinophyte in the adjacent waters of Japan. Bull. Plankton Soc. Japan 31: 7-14.

岩崎英雄・金 昌勲・土屋正隆:渦鞭毛藻 Gymnodinium nagasakiense TAKAYAMA et ADACHI の増殖特性

1984年,三重県五ヶ所湾に出現した赤潮海水から Gymnodinium nagasakiense を分離し、ミクロピペット洗浄 法によって得られた無菌のクロン株を用いて、その増殖特性を調べた。本種は水温 20-25°C,塩分25-26‰, 130 μ E/m²/sec 以上の光強度、および pH 8.0 で最高の増殖を示した。G. nagasakiense は無機および有機の窒素 源、リン源をともに利用する能力を有し、低濃度でもよく増殖した。また、多くの有機物も利用され、その 増殖の活性化に役立ったが、暗所では増殖を維持できなかった。可溶態の鉄、マンガンは 200 μ g/l の濃度で 増殖を著しく促進した。ビタミン B₁₂ は本種に必須の生長因子であり、チアミンは B₁₂ との共存で増殖を増 大させた。本種に対する B₁₂ の臨界濃度は 10 ng/l で、ビタミン B₁₂ 類似物に対する反応特性は Escherichia coli 113-3 に近かった。B₁₂ 類似物のベンズィミダゾール・コバラミンと5-メチルベンズィミダゾール・コバラ ミンは B₁₂ と同程度の増殖を与えた。また、抗生物質のベニシリンは B₁₂ の存在下で増殖を促進した。(514 津市上浜町1515 三重大学生物資源学部)



アカモクの光合成の日変化

高 坤 山

(株)関西総合環境センター(530 大阪市北区中崎西2-3-39)

GAO, K. 1990. Diurnal photosynthetic performance of Sargassum horneri. Jpn. J. Phycol. 38: 163-165.

Higher morning photosynthetic rates and afternoon photosynthetic depression were observed on sunny days in *Sargassum horneri*. Such afternoon photosynthetic depression, however, was not observed when the plants were exposed to much reduced solar radiations. Photosynthesis and dark respirition in *S. horneri* showed apparent day-night rhythms independent of daytime exposures to various reduced solar radiations.

Key Index Words: dirunal change—photosynthesis—respiration—Sargassum horneri. Kunshan Gao, Kansai Environmental Engineering Center, Nakazaki-nishi 2–3–39, Kita-ku, Osaka, 530 Japan

ある植物の特定期間における生産量を,ある時点に 測定された光合成及び呼吸速度から算出する場合があ る (e.g. BRINKHUIS 1977)。しかし,光合成活性は1日 の間にも変化することが,ある種の海藻で知られてい る (RAMUS and ROSENBERG 1980, GERARD 1986)。また, ホンダワラ科のウミトラノオにおいて光合成の日変化 パターンを調べた GAO and UMEZAKI (1989a, b)は,晴 天の日の午後の光合成速度が午前の同じ日射下での値 より低くなることを見出している。アカモクを用いた 本研究においても,晴天の日の午後における光合成速 度の低下はみられたが,さらに,日中の光強度に関係 なく,日中と夜間で光合成能に違いがみられたので, その結果も併せて報告する。

材料と方法

1986年 8 月と1987年 8 月に日本海に面する舞鶴湾で フカモクの幼体(長さ 1-2 cm)を平均海面からの水 深約 1 m の所から採集し,海水で洗ってから,直ち に実験に用いた。光合成の測定は流水測定法 (Gao and UMEZAKI 1989a, Gao 1989)と改良型プロダクト メーター(横浜ら 1986)を用いた差働式検容法で行っ た。流水測定法の場合は,直径 3 cm,長さ 70 cm の透 明または不透明のパイプの中に 5 ~10個のサンプルを 維持し,流入口と流出口の海水の溶存酸素量をウィン クラー法で測定し,その差から純光合成速度または暗 呼吸速度を求めた。差働式検容法の場合は,直読され た酸素発生量あるいは酸素消費量から純光合成速度あ るいは暗呼吸速度を求めた。

1986年 8 月26日夕方から翌日の夕方にかけて,晴天 下の屋外におけるアカモク幼体の光合成を流水測定法 で追跡した。また,天候と光合成及び呼吸活性の日変 化との関係を明らかにするため,晴天の1987年 8 月28 日の朝から翌日の朝まで,日光の強さが海面直下の70, 60,40,20%になるようにカーテン地で覆った場所で, サンブルを流海水中に維持した。その間,2または4 時間おきに室内に持ち込み,光飽和光合成速度(光源 白熱電球,110 V,150 W;光強度 600 µEm⁻²s⁻¹)及び 暗呼吸速度をブロダクトメーターで測定した。1 回の 測定には約30分を要した。両実験とも実験水温は8 月 の舞鶴湾の表面水温にほぼ等しく,27-29°C であっ た。

結果と考察

Fig. 1 は晴天下の屋外で流水測定法によって得られ たアカモク幼体の光合成-日射曲線である。日が昇る につれてサンブルの光合成速度は上昇し,日射が 900 μ Em⁻²s⁻¹ になった7時30分頃最大値に達し,そ の後は日射が増加したにもかかわらず低下し,午後に は15時頃までの間ほぼ一定に保たれ,以後日射の減少 につれて低下した。暗呼吸速度は日没後に日の出の時 より2倍ほど高くなった。午前と午後の同じ光強度下 の純光合成速度を比較すると,午後の値が午前の値よ りかなり低いことがわかる。昼間の純光合成速度,昼 間の暗呼吸速度(平均 4.0 m/ O₂ g(d.w.)^{-1h-1})及び



Fig. 1. Photosynthesis vs. solar radiation curves of *Sargassum horneri* on August 27, 1986. Open circles are for the data before noon, and filled circles for the data after noon. The numbers along the lines indicate the time of the day.

夜間の呼吸速度(平均 2.5 m/ O_2 g(d.w.)⁻¹h⁻¹) から, 測定に用いたアカモク幼体の1986年 8 月26日から27日 にかけての24時間あたりの総同化量及び純同化量を算 出することができるが, 1 mg O_2 (0.7 m/ O_2) が 0.84 mg の乾物量に相当する (Iкизима 1965) とすれば, それぞれ 142.1 mg(d.w.) g(d.w.)⁻¹ 及び 46.5 mg(d.w.) g(d.w.)⁻¹ となる。

1987年8月28日から翌日にかけて,種々の相対日射 強度下に置かれたサンブルを用いて行った実験の結果 をFig.2に示す。70%の日射強度の下に置かれたサン ブルでは(Fig.2A),光飽和光合成速度は日中に低下し, 14時頃極小値に達した後にわずかに上昇して,18時に 極大に達した後に再び低下し,翌朝にまた上昇した。 午後の光飽和純光合成速度は午前に比べて25~40%程 低かった。一方,60%から20%までの日射強度の下に 置かれたサンブルでは(Fig.2B-D),光飽和純光合成速 度が午後になっても午前中とほぼ等しい値に保たれた が,夜間には著しく低下した。暗呼吸速度は,70%の 日射強度の下に置かれたサンブルで午前から午後に向 かって20%程上昇したが,他のサンプルでは日中ほぼ 一定に保たれた。しかし,いずれのサンプルでも,夜 間には暗呼吸速度の明らかな低下がみられた。

以上の結果から,アカモク幼体の光飽和光合成速度 と暗呼吸速度を模式的に表わすと Fig. 3 のようにな る。点線で表わされた日射の弱い日のパターンは,光 合成活性及び暗呼吸活性が共に昼間に高く夜間に低く なるというリズムを有することを暗示しているが,晴



Fig. 2. Changes with time in net photosynthesis (Pn) and dark respiration (Rd) of *Sargassum horneri* juveniles exposed to various levels of solar radiation (A, 70%; B, 60%; C, 40%; and D, 20%) on August 28–29, 1987, when the solar radiation at noon was 2000 μ Em⁻²s⁻¹. Two to three juveniles were used in each case.



Fig. 3. Model curves of photosynthetic and respiratory performance in *Sargassum horneri* on a sunny day (solid lines) or on a rainy day (dotted lines). Pn is for light-saturated net photosynthesis, and Rd for dark respiration.

天の日には、実線で表わされているように、光飽和光 合成速度は午後に一時低下し、また暗呼吸速度は日中 ゆるやかに上昇する。このような晴天の日の午後にお ける光合成の抑制と呼吸の促進は、GAo and UMEZAKI (1989a, b) がウミトラノオについて考察しているよう に、強光下での光合成産物の蓄積の結果と考えられる。

日本近海において アカモクは水深 20 m 付近まで分 布しているが(能登谷 1988), 舞鶴湾では 平均海面か らの水深約 0.5 m から 3 m 付近まで分布しており,本 研究でのサンプリング深度における相対日射強度は海 面直下の約70%であるので,この深度に生育している アカモク幼体の光合成活性は晴天の日の午後には低下 するものと考えられる。

辞

謝

本報告の原稿は中原紘之博士に読んでいただいた。 本報告のデータは博士論文の一部であり,京都大学大 学院農学研究科博士課程において同大学の梅崎勇先生 と東京水産大学の有賀祐勝先生のご指導をいただい た。ここに厚くお礼を申し上げる。

文 献

- BRINKHUIS, B. H. 1977. Comparisons of salt-marsh fucoid production estimated from three different indices. J. Phycol. 13: 328-335.
- GAO, K. 1989. Studies on photosynthesis of Sargassum plants. Doctoral thesis, Kyoto University.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989a. Studies on diurnal photosynthetic performance of Sargassum thunbergii
 I. Changes in photosynthesis under natural sunlight. Jpn. J. Phycol. 37: 89-98.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989b. Studies on diurnal photosynthetic performance of Sargassum thunbergii II. Explanation of diurnal photosynthesis patterns from examinations in the laboratory. Jpn. J. Phycol. 37: 99-104.
- GERARD, V. A. 1986. Photosynthetic characteristics of giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) determined in situ. Mar. Biol. 90: 473-482.
- IKUSIMA, I. 1965. Ecological studies on the productivity of aquatic plant communities I. Measurement of photosynthetic activity. Bot. Mag. Tokyo, 78: 202– 211.
- 能登谷正浩 1988. 青森県竜飛-藤島沿岸における大 型海藻類10数種の垂直分布. 日本植物学会第53回 大会研究発表記録(要旨).
- RAMUS, J. and ROSENBERG, G. 1980. Diuranl photosynthetic performance of seaweeds measured under natural conditions. Mar. Biol. 56: 21-28.
- 横浜康継・片山 康・古谷庫造 1986. 改良型プロダ クトメーター(差働式検容計)とその海藻の光合 成測定への応用. 藻類 34: 37-42.

` · · · ·

日本の清浄河川における代表的付着藻類群集 Homoeothrix janthina-Achnanthes japonica 群集の形成過程

田中志穂子*・渡辺仁治**

*840-01 佐賀市高木瀬東4-12-30 ** 関西外国語大学(573 枚方市北片鉾町16-1)

TANAKA, S. and WATANABE, T. 1990. The colonization process of a typical epilithic algal community— Homoeothrix janthina-Achnanthes japonica community—in a less polluted river in Japan. Jpn. J. Phycol. 38: 167–177.

The Homoeothrix janthina (blue-green alga)-Achnanthes japonica (diatom) community is a typical epilithic algal community in less polluted rivers in Japan in all seasons except winter. The development process of the community was studied using substrates placed on the bed of the River Takami, which were investigated during autumn, winter, and the transition between autumn and winter for the effects of the different water currents. The species interaction with dominant blue-green algae and diatoms was discussed on the data from these experiments. It became clear that the increase of Achnanthes japonica was caused by the decrease of water velocity near the surface of the substrate on which many trichomes of Homoeothrix janthina grew. In this research, a colonization model of periphyton was postulated to explain the change in dominant species and community structure. As shown in the model, the colonization of periphyton in less polluted rivers developed from a two-dimensional structure constituted of diatoms belonging to the prostrate type, sliding type, and upright type to a three-dimensional structure with growing type involving both diatoms and blue-green algae.

Key Index Words: Achnanthes japonica—attachment form—colonization—current velocity—Homoeothrix janthina—periphyton—pollution. Shihoko Tanaka, Takagisehigashi 4-12-30, Saga City, 840-01 Japan Toshiharu Watanabe, Kansai University of Foreign Studies, Kitakatahoko-cho 16-1, Hirakata City, 573 Japan

日本の比較的清浄な河川では、糸状藍藻の Homoeothrix janthina と珪藻の Arhnanthes japonica が、共に高頻度で 出現する付着藻類群集が最も代表的な群集とされてい る(後藤・根来 1986、渡辺ら 1986)。Homoeothrix janthina (BORN. et FLAH.) K. STARMACH は、渡辺が1968年 に大和吉野川で最も代表的な藍藻を検討し、STAR-MACH (1959)の記載に従って、本種であることを確認 した。そして本種が、北海道から本州にかけて、20余 の河川でも多いことに基づいて、日本の河川に広く分 布する代表種とした。その後数多くの河川で藍藻の優 先種として記録されてきた。

Achnanthes japonica は、小林が1964年に荒川産の新種 として記載して以来、日本の数多くの河川での代表的 珪藻として報告されてきた。

しかし、この2種が同時に優先するに到る過程やその機構については研究されていない。そこで、本研究

では、この2種がどのような経過で優先していくのか を明らかにするために、両者が優先する清浄な河川, 高見川の一定地点に付着基物を沈め、それへの付着藻 類の群集形成過程を調査検討した。

その結果,付着藻類群集の種組成の経時変化と,個 々の藻類の付着様式及び,その空間配置に基づく立体 的な構造の変化から,群集の形成モデルを想定するこ とができたので報告する。

材料と方法

高見川は、高見山に源を発し紀の川に合流する山間 渓流である。

高見川に臨む奈良県吉野郡東吉野村の奈良女子大学 自然環境研究施設前の一地点において,同じ手順で3 回実験を行った。実験期間と採集日はそれぞれ次のと おりである。実験(1)は、1985年9月10日~10月13 日(設置から7・13・21・26・33日めに採集)、実験 (2)は、1986年1月25日~3月21日(6・18・28・ 42・55日めに採集)、実験(3)は、1986年8月29日 ~11月26日(11・25・41・52・74・89日めに採集)に 行った。

まず、付着藻類をきれいに洗い落した平らな面をも つ現地の石及びスレートを、平らな面が水面と平行に なるように設置した。設置点は、流速の違いによる影 響を知るために流速約 80 cm・sec⁻¹ の場所を 3 箇所, 約 10 cm·sec⁻¹ の場所を1~2箇所選んだ。基物へ付 着した藻類は、所定の日に、上面の平らな部分 25 cm² 内に付着した試料を、金ブラシや歯ブラシを用い て採集した。以後、この群集を実験群集とする。さら に、流速の速いところでは、平らな表面が水面とほぼ 平行な石で付着現存量の大きいものを群集形成が進ん だものと見なして、比較のため同じ方法で採集した。 以後,この群集を自然群集とする。なお、実験(3) では、付着藻類群集の構造を LM 及び SEM で観察す るために,銀粒子を取り除いた X線フィルムを貼り 付けたスレートも用意し、ブロックに括り付けて川床 に設置した。

試料は,直ちにホルマリン固定し,以下の作業を行った。一部は,乾燥重量の測定と,優先する藻類の同 定に供した。一部は,珪藻の同定のために,硫酸処理 後,永久プレパラートを作製し,各 taxon ごとに個体 数を計数し,それぞれの相対頻度を求めた。

結果と考察

(1) 環境要因

各実験期間中の水温と電気伝導度 (EC) を, Fig. 1 に示した。水温は,実験(1)では約 20°C でほぼ一定, 実験(2)では 2~7°C でほぼ一定,実験(3)では 23°C か ら 9°C まで徐々に低下していった。EC (18°C 換算) は,各実験とも 60~70 μ S·cm⁻¹ で,ほぼ一定であっ た。

(2) 現存量の変化

各実験における付着藻類群集の乾燥重量の変化を Fig. 2 に示した。自然群集では、秋季の実験(1)と 比較して冬季の実験(2)での値が著しく大きく、秋 から冬の実験(3)では徐々に値が大きくなっていっ た。冬季の値が大きかったのは、降水量が少なく流量 の変動が小さかったため、付着藻類の剝離が起こりに くく、遷移後期の現存量が維持されていたと想像でき る。

実験群集の現存量増加速度は、流速の大きい瀬にお いて、冬の実験(2)が秋(実験(1),(3))より小さか った。これは低水温と低日照量によるものであろう。 実験群集の現存量増加速度に対する流速の影響につ



Fig. 1. Variation of water temperature and electric conductivity (μ S·cm⁻¹ at 18°C) during the experiments.

いてみると,実験(1),(3)において実験開始から 10日めぐらいまでは,流速の遅い方が大きく,その後 流速の速い方が大きくなる傾向が認められた(Fig. 2)。 これと同等の結果は,実験水路で McIntire (1968),自 然河川では REISEN and SPENCER (1970) らの報告にもあ る。

(3) 藻類の付着様式

高見川で優先的に出現した藻類の付着様式を,LM 及び SEM で観察し (Pl. 1, 2), A~Eの5つの型に分け て Fig. 3 に示した。

HUDON and BOURGET (1981), HOAGLAND et al. (1982), KORET and BLINN (1983), OEMKE and BURTON (1986) ら は,基物に水平方向に付着するものと,垂直方向に伸 びてゆくものがあるとした。KUSAKABE (1988) は,止 水域での付着藻類群集の遷移を観察し,水平方向に付 着するもの,垂直方向に放射状に付着するもの,樹枝 状の付着器を伸ばして先端に藻体を付けるものが,こ の順に増えてくると述べている。 筆者らは、まず基物に水平方向に付着するものを二 分して、基物に密着するタイブ…密着型(A)と、基物 表面を滑走するタイブ…滑走型(B)とした。密着型 (A)に属するものとして、Achnanthes japonica (Pl. 1: 1), Cocconeis placentula var. euglypta があげられる。また、滑 走型(B)には、Navicula, Cymbella, Nitzschia などが含ま れるが、Cymbella のようにその後固着して垂直方向へ 増えてゆくものもある。

付着後,垂直方向へ立ち上がるタイプも二分した。 まず,直立型 (C) がある。このタイプには、Achnanthes minutissima (Pl. 1:2) や,ロゼット型の群集を形成 する Nitzschia paleacea, Synedra ulna var. oxyrhynchus が含 まれる。これに対して、付着後直立方向に伸びてゆく タイプを直立伸長型 (D) とした。このタイプには、糸 状藍藻の Homoeothrix janthina (Pl. 1:3) と、糸状緑藻、 および、珪藻では付着後分泌液から形成された柄が伸 びる Cymbella turgidula (Pl. 2:4-6), Gomphonema quadripunctatum などが属する。被膜型 (E) としては、Phormidium



Fig. 2. Variation of dry weight $(mg \cdot cm^{-2})$ of algal communities during the experiments.



Plate 1. Photographs by SEM of community structures in which *Homoeothrix janthina* was dominant.
1. The community after 25 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. Substrate was covered with the patch of A: *Achnanthes japonica* (prostrate type) and H: *Homoeothrix janthina* (growing upright type).
2. The community after 25 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. M: *Achnanthes minutissima* (upright type).

3. The community after 25 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. Homoeothrix janthina was growing upright.

favosum (Pl. 2:7) があげられる。このタイプのものは, 付着藻類群集の表面にそって水平方向に広がり,先に できた群集をシート状に覆う。

これら5型の,異なった生活型をもつ藻類が,どの ような順序で付着して,群集を形成してゆくかを次に 述べたい。

(4) 付着藻類群集の組成の経時変化

各実験における群集の主要構成種の経時変化を, Figs. 4, 5, 6 に示した。

自然群集はどの実験期間においても糸状藍藻 (Homoeothrix janthina 又は Phormidium favosum) が優先し ていた (Fig. 4-a, 5-a, 6-a)。福島 (1971) は, Homoeothrix janthina が1月から4月頃まで優先種にな ることはほとんどないと報告している。本研究でも, 秋の実験(1)では Homoeothrix janthina が,冬の実験 (2)では Phormidium favosum が終始優先しており,秋 から冬にかけての実験(3)では Homoeothrix janthina から Phormidium favosum へ優先種の移行がみられた。 しかし,珪藻の種組成をみると Achnanthes japonica が常 に55%以上の優先度を占める相似の群集であった。冬, Phormidium favosum が Fig. 6 に示したように, Homoeothrix janthina と Achnanthes japonica 主体の群集の 上面を覆うにつれて, Homoeothrix janthina は衰退する が珪藻はそのまま生存し, Achnanthes japonica の優先す る群集が維持された。この経過を実験(1)~(3)の結果 に基づいて考察したい。



Plate 2. Photographs by SEM of community structures in which *Cymbella turgidula* was dominant.
4. The community after 25 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. Substrate was covered with the patch of A: *Achnanthes japonica* (prostrate type) and C: *Cymbella turgidula* (growing upright type).
5. The community after 25 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. C: stalk of *Cymbella turgidula*. H: filament of *Homoeothrix janthina*.

6. The community after 25 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. C: Cymbella turgidula was growing upright. N: Nitzschia paleacea.

7. The community after 89 days from the beginning of the experiment in the fast flow rate. P: *Phormidium favosum* was covering over periphton. T: *Cymbella tumida* (growing upright type).

実験群集 (Fig. 4-a) では,終始 Homoeothrix janthina (直 立伸長型), Achnanthes japonica (密着型) が優先した。

流速の速いところでの実験群集 (Fig. 4-b) では, 群 集形成の初期(基物設置から13日め)には, Nitzschia frustulum var. perpusilla (滑走型), Cocconeis placentula var. euglypta (密着型) などの珪藻から成る多様性の高 い群集であった。しかし, その後徐々に, 藍藻の Homoeothrix janthina が侵入し, 珪藻では Achnanthes japonica が優勢となり, 自然群集の種組成 (Fig. 4-a) に 近づいていった。流速の遅いところの群集形成 (Fig. 4-c)でも, 流速の速い地点での群集形成とほぼ類似の 経過が認められた。

冬季一実験(2)

実験群集 (Fig. 5-a) では常に藍藻の Phormidium favosum (被膜型) が優勢で, 珪藻では Achnanthes japonica (密着型) が70%の以上の優占度を占めていた。

流速の速いところでの実験群集 (Fig. 5-b) では, Homoeothrix janthina, Phormidium favosum の侵入はなく, 珪藻のみの組成の経時変化がみられ,自然群集とはか なり異なった組成となった。初期(6日め)には, Achnanthes japonica が約45%を占めるが,徐々に Gomphonema quadripunctatum (直立型→直立伸長型), Synedra ulna var. oxyrhynchus (直立型) の占める割合が 大きくなっていった。





ところが、流速の遅いところの群集形成 (Fig. 5-c) でも、藍藻の侵入はなかったが、Achnanthes japonica の 高い優占度は維持され、Gomphonema quadripunctatum, Synedria ulna var. oxyrhynchus の優占度は、流速の速いと ころほど大きくはならなかった。この実験群集でのみ 多くみられた Gomphonema quadripunctatum, Synedra ulna var. oxyrhynchus は、他の河川でも水温の低い冬から春 先にかけてしばしば高頻度で出現することが観察され ている (伯者 1986)。

秋から冬にかけての実験(3)

自然群集 (Fig. 6-a) では, Homoeothrix janthina (直立 伸長型) から Phormidium favosum (被膜型) へ藍藻の 優占種の移行がみられたが, 珪藻では Achnanthes japonica (密着型) が常に80%以上を占めた。流速の 速いところでの実験群集は, 藍藻の Homoeothrix janthina および Phormidium favosum が優占した群集 (Fig. 6b) と, 終始珪藻中心だった群集 (Fig. 6-c) が出現した ので, 前者を fast (1), 後者を fast (2) として区別した。 fast (1) では, 初期 (11日め) に Nitzschia frustulum var. perpusilla (滑走型) が63%出現したが, 25日めにはそ の優占度は減少し, 換わって Achnanthes japonica が43% に達した。この時 Homoeothrix janthina が多くなった。 41日め以降 Phormidium favosum が増加してゆくが, 珪 藻では終始 Achnanthes japonica と直立型の Achnanthes minutissima および Nitzschia frustulum var. perpusilla など 比較的小型のものが多い状態が維持された。

fast (2) では、11日めには fast (1) とはかなり異なっ
Exp.(1) Autumn



Fig. 4. Changes in relative abundance of dominant species in algal communities during the experiment in autumn (Exp. 1).

Blue-green algae (-: absent, +: rare, #: common, #: rich, ##: very rich)

Diatoms (relative abundance (%))

a. Natural community occurring in the fast flow rate. b. Experimental community growing in the fast flow rate. c. Experimental community growing in the slow flow rate.

た多様な群集であったが、徐々に Achnanthes japonica の 割合が増えてゆき、珪藻組成は fast (1) と相似の群集 になっていった。fast (2) も52日め以降群集組成に大 きな変動はみられなかった。

流速の遅いところでの群集形成 (Fig. 6-d) は, 11日 めには, 珪藻群集では fast (2) と相似の多様な群集で あったが, 25日め以降 Achnanthes japonica は60%前後と なり, それ以降群集組成に大きな変動はみられなかっ た。

以上3回の実験結果のうち藻類の付着様式に着目す ると、ある共通点がみられる。まず、群集形成初期に は、基物へ密着する密着型(A)や基物上を滑走する滑 走型(B)の珪藻が侵入し、それに直立型(C)が加わる 平面的な構造が観察された。その後直立伸長型(D)が 優勢となり、3次元的な厚みのある構造になっていっ



Fig. 5. Changes in relative abundance of dominant species in algal communities during the experiment in winter (Exp. 2).

Blue-green algae (-: absent, +: rare, #: common, #: rich, ##: very rich)

Diatoms (relative abundance (%))

a. Natural community occurring in the fast flow rate. b. Experimental community growing in the fast flow rate. c. Experimental community growing in the slow flow rate.

た。さらに、冬季には、群集の上面を覆って広がる被 膜型 (E) が加わる群集もあった。

上記の遷移過程は, 被膜型 (E) の侵入を除けば, 湾 で実験を行った Hudon and Bourget (1981), 止水域で 行った Hoacland et al. (1982) や Kusakabe (1988), 流水 域で行った Koret and Blinn (1983), Oemke and Burton (1986) の結果と基本的に一致する。

(5) Achnanthes japonica の個体数の経時変化

ここで、自然群集で常時優占した Achnanthes japonica の、実験群集における経時変化について考えてみたい。 Fig. 7 に、全ての実験における Achnanthes japonica の個 体数の経時変化を示した。

自然群集での Achnanthes japonica の個体数は, 付着藻 類の現存量が大きい冬季に (Fig. 2) 大きく, 各々の実 験期間中の大きな変動はみられなかった。

実験群集では,流速の遅いところでのどの実験期間 においても,増加速度はほぼ等しく,個体数は 1 cm² 当り 10⁶ オーダーで一定になった。



Exp(3) Autumn - Winter

Fig. 6. Changes in relative abundance of dominant species in algal communities during the experiment from autumn to winter (Exp. 3).

Blue-green algae (-: absent, +: rare, #: common, #: rich, ##: very rich) Diatoms (relative abundance (%))

a. Natural community occurring in the fast flow rate. b. Experimental community growing in the fast flow rate. *Homeothrix janthiana* was dominant. c. Experimental community growing in the fast flow rate. Diatoms were dominant. d. Experimental community growing in the slow flow rate.

流速の速いところでは、秋季の実験(1)と秋から 冬にかけての実験(3)は、流速の遅いところと比べ て増加する時期がやや遅れるものの、増加速度はほぼ 等しく、1 cm² 当たり 10⁶ オーダーで一定となった。 しかし、冬季の実験(2)においては、増加速度は小 さく、10⁵ オーダーにしか到達しえなかった。この実 験(2)においてのみ、Homoeothrix janthina は出現し なかった。

後藤・根来(1986)は、清浄な河川、宇川において、 河川形態型と珪藻群集間には一定の関係がないことを 指摘し、この原因として、Homoeothrix janthina の生息 によりそこに生活する珪藻の微環境が画一化されたの ではないかと考えた。実験(1)の結果は、流速が異 なっていても、Homoeothrix janthina が侵入し増殖する ことによって、微環境の画一化が起こり相似の群集が 形成されたとも考えられる。

そこで、この2種の群集中の位置関係を知るために、 Homoeothrix janthina の優占した群集を SEM で観察し た。密着型の Achnanthes japonica は、基物表面の付着面 を直立伸長型の Homoeothrix janthina と個別に占有しな がらパッチ状に着生していた (Pl. 1: 1, 2)。そして、 Homoeothrix janthina の藻糸へは、珪藻の付着は認めら



Fig. 7. Variation of the cell density (cm^{-2}) of *Achnanthes japonica* during the experiment. H-Homoeothrix janthina was dominant.

れなかった (Pl. 1: 3)。水面下では, Homoeothrix janthina の藻糸は水の流れによって, Achnanthes japonica の群集 を覆うように水平になっていると考えられる。従って, 多数の藻糸の下の Achnanthes japonica が付着している微 水域では, 流速は著しく小さくなることが想定できよ う。そのため, 流速の遅いところと同じ様に Achnanthes janthina が増殖できたのではなかろうか。また, Achnanthes japonica は単に基物表面に付着するのみなら ず幾層にも積み重なった群集を形成することが多い が, このような現象は, 群集形成が進みぶ厚くなった 群集によく認められた。

次に実験(2)の結果で明らかなように, Homoeothrix janthina が存在しなかった場合, Achnanthes japonica の増加は,その増加速度も到達個体数も流速 の遅い方が大きい。

次に実験(3)の結果を見ると、流速の違いや Homoeothrix janthina の多少を問わず、総じて Achnanthes japonica が同じような増加速度で増加してゆき 1 cm² 当たり 10⁶ オーダーでほぼ一定となった。先の実験 (2)とは異なり、流速の速いところで、Homoeothrix janthina 出現の有無を問わず、Achnanthes japonica が増加 した群集がみられた。fast (2)の群集では、群集形成 の初期、実験開始から11日めに、直立伸長型の Cymbella turgidula、Cymbella turgidula が多く侵入していた (Fig. 6-c, Pl. 2: 4, 6)。実験(2)から流速の低下が Achnanthes japonica の増加を助長すると仮定して、その 視点から実験(3)の fast (2)の結果を考察すると、 Homoeothrix janthina と同じ直立伸長型の Cymbella turgidula, Cymbella tumida の細胞を支える長い柄(Pl. 2: 5) も, Homoeothrix janthina の藻糸と同じように群集内 の流速低下の役割を果たし、その結果 Achnanthes japonica が増殖できたと考えることもできよう。

また,冬季の実験(2)の流速の速いところでは, Fig. 5-b で明らかなように直立伸長型の Gomphonema quadripunctatum と直立型の Synedra ulna var. oxyrhynchus が 急増する反面, Achnanthes japonica の個体数は伸びなや み (Fig. 7),その優占度は低下した (Fig. 5-b)。これは 冬季 Homoeothrix janthina が加わらない群集形成過程で の,珪藻の種間競争の一つの様相と考えられる。

(6) 種間関係

以上の考察に基づいて,高見川における主な藍藻と 珪藻の空間配置と種間関係を珪藻の Achnanthes japonica を中心に図示した (Fig. 8)。

まず,空間利用において,藍藻の Homoeothrix janthina, Phormidium favosum の藻糸へ珪藻の付着が認めら れなかったことから (Pl. 1: 3) (Pl. 2: 7),藍藻の存在 は、多様な付着様式をもつ珪藻の付着し得る空間を奪 うという意味で,珪藻にとって (-)の効果が考えら



Fig. 8. Spatial position of dominant algae and their interaction in algal communities.

れる。しかし、春から秋にかけての Homoeothrix janthina の存在は、Cymbella turgidula や Gomphonema quadripunctatum など同じ付着様式を持つ大型の珪藻と 付着面確保で競合すると同時に、前者の藻糸は大型珪 藻の侵入を阻むという点で、小型の Achnanthes japonica に対しては結果的に(+)の効果があると考えられる。 また、Phormidium favosum の存在下では、冬に増殖し やすい Gomphonema quadripunctatum, Synedra ulna var. oxyrhynchus の侵入が妨げられるため、既に群集内に存 在している Achnanthes japonica の増殖に対して(+)の 効果があると考えられる。このように、Homoeothrix janthina, Phormidium favosum の存在は、それによって多 様な珪藻の侵入が阻まれるということから、珪藻種間 の競合を抑制するということで、Achnanthes japonica に 有利であるといえよう。

次に Achnanthes japonica が本来流速の遅いところで、 より増殖しやすいという事実 (Fig. 7) に着目すると、 直立伸長型の Homoeothrix janthina, Cymbella turgidula, Gomphonema quadripunctatum と, 被膜型の Phormidium favosum は全て, Achnanthes janthina の増殖を助長する効 果があると考えられる。しかし, 冬季の実験結果は, 冷水性の Synedra ulna var. oxyrhynchus, Gomphonema quadripunctatum の増殖が極めて大きく, 結果的には, Achnanthes japonica に対する水流緩和による増殖助長の 働きかけよりも, 生育の場をめぐっての種間競争にお いて Achnanthes japonica の増殖を抑圧することになった と考えられよう。

本研究は、比較的清浄な日本河川での Homoeothrix janthina—Achnanthes japonica 群集の成立を、その群集形 成過程を追うことによって、いわば、生物社会学的視 点から考察したものである。今後、それぞれの種の生 理学的性質の解明や、生物経済学的視点からの検討が なされることが望まれる。

摘 要

日本の清浄河川では、藍藻の Homoeothrix janthina と 珪藻の Achnanthes japonica が主体となる付着群集が出現 することが多く、その群集は、清浄河川の代表的群集 とも考えられている。今回実験を行った高見川もその 例に漏れない。実験は、秋季、冬季、秋から冬への3 回にわたり、流速の異なる川床に基物を設置し、それ への付着藻類の群集形成過程を調査し、まわりの自然 群集と比較した。種組成と、構造の経時変化から群集 形成モデルを想定し、主な藍藻と珪藻の種間関係につ いて考察した。

1. 自然群集は、秋から冬にかけて藍藻では Homoeothrix janthina から Phormidium favosum へ優占種が移行した が, 珪藻は Achnanthes japonica が終始優占していた。

2. 実験群集でも、秋は、付着初期の多様な群集から Homoeothrix janthina, Achnanthes japonica が優勢になって ゆき自然群集に近づいていった。冬は、流速の遅いと ころでは Achnanthes japonica が優占したが、流速が速い ところでは Gomphonema quadripunctatum, Synedra ulna var. oxyrhynchus が優占するに至った。このことから、流速 の速いところでの Homoeothrix janthina の存在は、群集 内の 微環境の水の流れを緩やかにし、その結果 Achnanthes japonica の増殖が助長されたのではないかと 考えた。

3. Homoeothrix janthina と Phormidium favosum の藻糸へ の珪藻の付着は認められなかったことから,これらの 藍藻は珪藻の増殖しうる空間を抑圧していると思われ る。

4. 藻類の付着様式を,基物への付着方法から,密着型,滑走型,直立型,糸状に伸びる直立伸長型と,群集上部を水平にシート状に覆ってゆく被膜型の5型に類別した。群集形成は,密着型,滑走型,直立型から成る平面的な構造から,直立伸長型の発達した立体的構造へ進み,さらにその上部を被膜型が覆う群集もみられた。

文

献

- 福島 博 1971.河川の底棲薬の生態. 横浜市立大学 論叢自然科学系列 22: 1-37.
- 後藤敏一・根来健一郎 1986. 清澄な河川、字川(京 都府)の珪藻植生. 陸水学雑誌 **47:** 77-86.
- HOAGLAND, K. D., ROEMER, S. C. and ROSOWSKI, J. R. 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae). Amer. J. Bot. 69: 188– 213.
- 伯耆晶子 1986. 猪名川(兵庫県・大阪府)の付着珪 藻群集と DAI po に基づく汚染地図の季節変化. 日本珪藻学会誌 2: 133-151.
- HUDON, C. and BOURGET, E. 1981. Initial colonization of artificial substrate; Community development and structure studied by scanning electron microscopy. Can. J. Fish. Sci. 38: 1371-1384.
- 小林 弘 1964. 荒川産珪藻類(2). 秩父自然科学博 物館研究報告 12: 65-77.
- KORET, V. L. and BLINN, D. W. 1983. Diatom colonization on artificial substrata in pool and riffle zones studied by light and scanning electron microscopy. J. Phycol. 19: 332-341.
- KUSAKABE, A. 1988. Ecological study on epiphytic algae in Lake Biwa. Lake Biwa Study Monographs by L. Biwa Research Institute 4: 1-61.
- MCINTIRE, C. D. 1968. Structural characteristics of benthic algal communities in laboratory stream. Ecology **49**: 520-537.
- OEMKE, M. P. and BOURTON, T. M. 1986. Diatom colonization dynamics in a lotic system. Hydrobiol. 139: 153-166.
- REISEN, W. K. and SPENCER, D. J. 1970. Succession and current demand relationships of diatoms on artificial substrates in Praters Creek, South Carolina. J. Phycol. 6: 117-121.
- STARMACH, K. 1959. Homoeothrix janthina (Born. et Flah.) comb. nova mihi (=Amphithrix janthina Born. et Flah.) and associating it blue-green algae. Acta Hydrobiol. 1, 3-4: 149-164.
- 渡辺仁治 1968. 大和吉野川の藍藻. 陸水学雑誌 29: 159-167.
- 渡辺仁治・田中志穂子・肥塚利江 1986. 紀ノ川の汚 染地図―付着珪藻群集に基づく有機汚濁指数 (DAI po)を用いて、日本珪藻学会誌 2: 117-124.



ホンダワラ属海藻の分布と海水流動との関係 ¹⁾

太田雅隆*・二宮早由子**

*(附海洋生物環境研究所中央研究所(299-51 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300) **((株)東京久栄(103 東京都中央区日本橋3-1-15)

OHTA, M. and NINOMIYA, S. 1990. Relationship between distribution of *Sargassum* species and water movement. Jpn. J. Phycol. **38**: 179–185.

In the coastal region of Oshima Peninsula in Wakasa Bay, central Japan, the distribution of nine species of *Sargassum* was investigated in relation to water movement in March 1983. The weight loss of a plaster block (ca. 470 g) submerged for about two days was measured as a measure of water movement in subtidal zone. *Sargassum hemiphyllum* was dominant at stations exposed to strong water movement (weight loss 65–84 g/day at 2.3 m depth). *S. macrocarpum* appeared at stations with weak water movement (24-54 g/day at 3.5-9.8 m), growing dominantly beyond the depth of 6 m, whereas it occurred up to the depth of 3 m where water motion was relatively weak. *S. piluliferum* and *S. patens* grew abundantly at stations with intermediate turbulence (44-65 g/day at 2.2-4.2 m and 42-65 g/day at 2.3-6.8 m respectively), which allowed also *S. confusum*, *S. ringgoldianum* subsp. *coreanum* and *S. fulvellum* to grow. These three species, however, occurred within a narrower range (ca. 50 g/day at 2.7-4.2 m, 50-54 g/day at 4.3-6.7 m and 37-51 g/day at 2.6-7.6 m respectively). *S. siliquastrum* and *S. horneri* grew under a wide range of water movement (37-84 g/day at 2.3-7.6 m respectively).

Key Index Words: distribution—plaster block—Sargassum—water movement. Masataka Ohta, Central Laboratory, Marine Ecology Research Institute, 300 Iwawada, Onjuku-machi, Chiba Pref., 299–51 Japan Sayuko Ninomiya, Tokyo Kyuei Co. Ltd., Nihonbashi 3–1–15, Chuo-ku, Tokyo, 103 Japan

潮間帯の海藻植生が帯状構造を示すことは古くから 知られており、多くの報告がある (Lewis 1964、ATOBE and SAITO 1979)。一方, 漸深帯に生育する海藻につい ては、調査が困難であることから稀であった報告も、 スキューバの使用が一般的になってからは増え,特に, 漸深帯における優占的な大型海藻であるホンダワラ属 海藻については多くの報告がなされている。しかし、 これらの報告の大半は、水平、垂直分布や生物季節学 的および形態学的な記載が主要なものである(佐々田 ら 1975, UMEZAKI 1974, 丸井ら 1981, 高場・溝上 1982, 寺脇 1985)。また, ホンダワラ属海藻の分布を 規定しているさまざまな環境条件のなかから、波浪に 関して行われた数少ない研究も地形および深度から波 浪強度を推定するという手法を用いている (Yoshida et al. 1963, 今野・中嶋 1980, 今野ら 1985)。たしかに, ある場所を地形等からみて波浪の強い所と弱い所とに

分けることは出来,また一般的に水深が増すに従って 波浪の影響は弱くなる。しかし,海藻の生育している 水深の海底直上における波浪の影響を実際に把握する ことは非常に困難である。

川井ら(1982)が Dorv (1971)の方法を改良して潮 間帯における海水の流動度合の測定に用いた半球形石 育法が斬深帯での測定にもきわめて有効であることが 予備実験で明らかとなったので、本研究ではこの方法 を用いて実際に海藻が生育している場所における石膏 の減少量を測定し、ホンダワラ属海藻の分布に対する 波浪の影響を調査した。

方 法

福井県若狭湾内の大島半島先端部において,1983年 3月の海上の比較的静穏な日に海藻植生調査を行った (Fig. 1)。

A (197 m), B (115 m), C (154 m) の 3 本の測線を水深 2 m から 10 m までに設定し、1辺1mの方形枠を用

¹⁾ 黒木宗尚博士追悼論文 (Dedicated to the memory of the late Dr. Munenao KUROCI)

OHTA, M. and NINOMIYA, S.



Fig. 1. Map showing the three transects (A~C) in the coastal region of Ohshima Peninsula.

い,深い方の基点(水深 10 m)から 5 m 毎に,枠内 に出現したホンダワラ属海藻の種別被度を測定した。 さらに,各測線とも約 20 m 毎の地点に,新たな方形 枠を 2 枠ずつ置き,同様の測定を行った。なお,解析 の際には,PENFOUND and HOWARD (1940)の方法を若 干改変し,1枠の被度または 2 枠の被度の平均値を 0 %,5%未満,5~25%,25~50%,50~75%, 75~100%の 6 段階に当てはめて用いた。

流動度合の測定には半球形石膏塊 (Fig. 2) を用いた。 A, B, C 各測線沿いの 2 枠による海藻類の被度測定後, 枠内の海藻を除去したあとに石膏塊を 2 個ずつ約48時



Fig. 2. Underwater photograph showing hemispherical plaster blocks set on the bottom.

Transect	Depth (m)	Plaster block No.	Exposed period (hr)	Initial weight (g)	Final weight (g)	Weight los (g/day)
		1		471	410	34.9
	4.0	2	41.9	472	415	32.6
A7.2		3		447	388	33.8
		1		467	420	26.7
	7.2	2	42.3	471	430	23.2
		3		473	426	26.7
		1		471	422	28.3
	4.0	2	41.6	472	423	28.3
D		3		475	427	27.7
В		1		475	445	17.3
	7.2	2	41.5	472	443	16.8
		3		473	444	16.8
	Control*		42.5	476	474	1.1

Table 1. Results of the preliminary experiment on the weight loss of hemispherical plaster blocks along taransects A and B (September 1982).

* A plaster block was maintained in still seawater of about 10 l.

間設置して減少量を計測した。解析の際には2個の減 少量の平均値を用いた。 なお、1982年9月に、海水の流動度合を石膏の減少 量で把握することの有効性に関する予備実験を行った。 A, B 2 測線のそれぞれ水深 4.0 m と 7.2 m の場所に半 球形石膏塊を 3 個ずつ設置し,また対照として,静置



Fig. 3. Profiles of substratum and distributions of Sargassum species along transects A~C.



Fig. 4. Changes of the weight loss of plaster blocks with depth along transects $A \sim C$.

した約 101 の海水中に石膏塊を調査期間中放置して減 少量を測定した。設置時間,設置前湿重量,設置後湿 重量,1日当たりの減少湿重量を Table 1 に示す。同 一水深における減少量は A 測線の方が B 測線よりも 多く,設置点の地形から予想される海水の流動の度合 と一致した。また,同一地点に設置した 3 個の石膏の 減少量はほぼ同程度であり,水深が増すに従って少な くなった。このことから,石膏塊の減少量によって海 水の流動を相対的に表示する方法は,潮間帯だけでな く(川井ら 1982)漸深帯においても有効であると判断 された。

結果と考察

調査のために設定した A, B, C 測線の位置を Fig. 1 に,その海底地形断面とホンダワラ属海藻の種別被度 を Fig. 3 に示す。A, B, C 各測線における海底基質は, いずれも岩盤を基調としてその上に岩石が点在してお り,近くに流入河川はなく,透明度にも大きな差はみ られなかった。一方,3 測線間で異なっていた点は, A 測線は外海に向かって開放的な場所に,B 測線は岩 礁や暗礁に囲まれ,いずれもなだらかに深くなる海底 斜面上に,C 測線は岬の先端部の,起伏に富んだ海底 上にそれぞれ設置したことである。

これらの測線沿いに出現したのは、ノコギリモク

Sargassum macrocarpum C. AGARDH, ヨレモク S. siliquastrum (MERTENS ex TURNER) C. AGARDH, ヤナギモク S. ringgoldianum subsp. coreanum (J. AGARDH) YOSHIDA, 7 ツマタモク S. patens C. AGARDH, ホンダワラ S. fulvellum (TURNER) C. AGARDH, マメタワラ S. piluliferum (TURNER) C. AGARDH, アカモク S. horneri (Turner) C. AGARDH, フシスジモク S. confusum C. AGARDH, イソモ クS. hemiphyllum (TURNER) C. AGARDH の9種であった。 これらの海藻の垂直分布様式には3測線間で明らかな 違いがみられた (Fig. 3)。A 測線では,水深 10 m 付近 を除けば常に何種かが混生するものの、深浅方向に順 次交代するような形で分布していた。B 測線ではノコ ギリモクの分布水深帯が他の2測線よりも浅い方にま で広がり、これに対応して、ヨレモク、ヤツマタモク 等の分布はごく浅い所に限定された。また, C 測線で は深い場所でも種が混在した。特に、ノコギリモクに ついては、被度25%以上で生育する垂直分布の上限の 位置が, A, C 測線では水深約 7 m, B 測線では水深約 4m で、B 測線では他の測線におけるよりもはるかに 浅い方にまで分布する傾向がみられた。

3 測線沿いの各水深に設置した石育塊の減少量を Fig. 4 に示す。減少量の最大は C 測線の水深 2.3 m の 位置の 84 g/日であり,最小は B 測線の水深 8.6 m の 位置の 24 g/日であった。A, B 両測線における石膏減 少量はおおむね水深が増すに従って少なくなったのに 対して, C 測線のそれは一様ではなかったが,このこ とは C 測線は他の 2 測線に比べて起伏の激しい複雑 な海底に設定されたことを反映しているものと考えら れる。しかし,全体的にみると,同一水深における減 少量は概ね C 測線が最も多く, B 測線が最も少なく なっていた。つまり,流動の度合は C 測線が最も大 きく,次いで A, B 測線の順となる。

ホンダワラ属海藻は種によって特有の垂直分布を示 すことが知られ、これは水深のみで一義的に説明する ことは難しく、海水の動揺の程度なども関係すると考 えられている(吉田 1961)。YoshiDa et al. (1963)は福 岡県津屋崎におけるホンダワラ科海藻の垂直部分と外 海に対する生育場所の露出度の大小から推定した波浪 の強弱との関係を調査し、波浪の影響の強いところで は多くの種がより深い方に生育する傾向があることを 報告している。このような傾向は、松島湾や丹後半島 五色浜周辺において調査されたホンダワラ科海藻の垂 直分布と波浪の度合との関係にも現れている(吉田 1973,今野・中嶋 1980)。本研究の結果でも、波浪の 影響の大きいと考えられる場所(測線 C)におけるノ



o, absence.

Fig. 5. Relationships of the vertical distributions of Sargassum species to the weight loss of plaster blocks.

コギリモクの分布上限域は,それの小さいと考えられ る場所(測線 B)より相対的に深くなっており (Figs. 3,4),彼らの結果と一致する。

今野ら(1985)は千葉県小湊町沿岸における調査か

ら、潮間帯下部から漸深帯上部にかけて優占するホン ダワラやヤツマタモクの分布の中心は、波浪の影響が 強まるに従って浅い方に押し上げられると報告してい る。ところが、本研究では、同一水深帯における石膏 減少量のより少ない,つまり波浪の影響が弱いと言える B 測線においてホンダワラやヤツマタモクが浅所 に限定されることが示された (Fig. 3)。これは B 測線 では流動の度合が小さいためにノコギリモクが浅所に まで優占し,相対的にこれらの種がより浅所に限定さ れる結果となったものとも考えられる。

次に、ホンダワラ属海藻の生育している場所におけ る石育減少量とその被度との関係を Fig.5 に示す。そ れぞれの種の分布水深と石膏減少量との関係をみる と、イソモクは3m 以浅の減少量 65~84 g/日の所に、 フシスジモクは水深 2.7~4.3 m の減少量約 50 g/日の 所に多く出現している。また、マメタワラは水深 2.2~4.2 m の、ヤツマタモクは水深 2.3~6.8 m の減 少量 42~65 g/日の所に多く分布しており、ヤナギモ クは水深 4.3~6.7 m の減少量 50~54 g/日、ホンダワ ラは水深 2.6~7.6 m の減少量 37~51 g/日、ヨレモク は水深 2.3~7.6 m の減少量 37~84 g/日、アカモクは ョレモクと同じ水深帯であるが減少量 40~84 g/日の 所に多く出現している。ノコギリモクは 3 m 以深の 減少量 40 g/日以下の所に多く分布しているが、被度 50%以上あるのは減少量 31 g/日以下の所である。

上述の結果は以下のように整理することが出来るも のと考えられる。石膏減少量の多い所、つまり流動の 大きい所で優占していた種はイソモクであり、逆に流 動の小さい所ではノコギリモクが優占していた。また、 石膏減少量が中程度で、つまり流動が相対的に中程度 で、しかもかなり限られた範囲で優占していた種はフ シスジモク、ヤナギモクおよびホンダワラであった。 マメタワラとヤツマタモクの場合は流動の範囲がそれ らの種よりも大きい方に若干広くなっていた。また、 流動に対して幅広い耐性を示す種はヨレモクとアカモ クであった。水深別では,狭く限定された範囲内で優 占した種は、浅い方からイソモク、マメタワラ、フシ スジモクおよびヤナギモクであった。それらの種と比 べると、ホンダワラ、ヤツマタモク、ヨレモクおよび アカモクの優占範囲は若干広く,3種ともほぼ同じ水 深域に生育していた。また、ノコギリモクは最も深い 所にまで分布し、流動が小さければ浅い方にまで分布 域を広げる傾向を示し、逆にアカモクは流動が大きけ れば浅い方にまで優占する傾向を示した。

本研究の結果から、それぞれのホンダワラ属海藻の 分布は海水の流動によって強く影響されていることが ある程度明らかにされたものと考えられる。しかし、 海藻の分布に影響を与える物理的要因としては流動だ けでなく光や水温など、生物的要因としては種間競争 や食害なども考えられ,今後ホンダワラ属海藻の分布 に影響を与えるものとしてこれらの要因についても調 査していく必要がある。

謝 辞

本稿の御校閲を賜った北海道大学理学部教授吉田忠 生博士に厚くお礼申し上げる。また、本稿を作成する にあたり有益な御助言と御配慮をいただいた当研究所 中央研究所長下茂繁博士、石眘の海底設置等に御協力 いただいた村上都敏氏および和田俊一氏に深謝申し上 げる。

文 献

- ATOBE, S. and SAITO, Y. 1979. Phytosociological study of the intertidal algae. 3. Effect of wave action on algae zonation. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 24: 133-138.
- DOTY, M. S. 1971. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. Bot. Mar. 14: 32-35.
- 川井浩史・丸井 満・黒木宗尚 1982. 半球形石膏に よる海水流動度合の比較. 藻類 **30**: 161-162.
- 今野敏徳・中嶋 泰 1980. 丹後半島五色浜周辺(京 都府網野町海中公園候補地)の海藻植生について. 海中公園センター調査報告 69: 23-52.
- 今野敏徳・泉 伸一・竹内慎太郎 1985. 漸深帯大型 海藻の帯状分布に及ぼす波浪の影響.東水大研報 72:85-97.
- LEWIS, J. R. 1964. The ecology of rocky shore. English Universities Press, Ltd., London. 323 pp.
- 丸井 満・稲井宏臣・吉田忠生 1981. 北海道忍路湾 におけるホンダワラ類の成長と成熟について. 藻 類 29: 277-281.
- PENFOUND, W. T. and HOWARD, J. A. 1940. A phytosociological analysis of an evergreen oak forest in the vicinity of New Orleans. La. Amer. Midl. Nat. 23: 165-174.
- 佐々田憲・藤山虎也・犬丸 窓 1979. 瀬戸内海産ホ ンダワラ科海藻の分布について.広大水畜産学部 紀要 14: 89-100.
- 高場 稔・溝上昭男 1982. 安芸灘西部黒島における ガラモ藻場の季節的消長と垂直分布. 広水試研報 12: 33-44.
- 寺脇利信 1985. 三浦半島小田和湾におけるアカモク の生長と成熟,水産増殖 33:177-181.
- 吉田忠生 1961. 九州西岸牛深周辺のホンダワラ類群 落について. 日生会誌 11: 191-194.
- YOSHIDA, T., SAWADA, T. and HIGAKI, M. 1963. Sargassum vegetation growing in the sea around Tsuyazaki, north Kyushu, Japan. Pacific Science: 135-144.
- 吉田忠生 1973. 宮城県松島湾の寒風沢島周辺におけ

る海藻群落について. えびの高原野外生物実験室 研究業績 1:19-24. UMEZAKI, I. 1974. Ecological studies of Sargassum thunbergii (MERTENS) O. KUNTZE in Maizuru Bay, Japan Sea. Bot. Mag. Tokyo 87: 285–292.

. 1 •

吉田忠生*・寺脇利信**:褐藻クロメのタイプ標本

Tadao Yoshida and Toshinobu Terawaki: Lectotypification of *Ecklonia kurome* Окамика (Phaeophyta, Laminariales)

Lectotype specimen was chosen for *Ecklonia kurome* OKAMURA. The specimen was collected from Kanayama, Wakayama Prefecture on July 18, 1911, and it was used for the illustration published with the original description (Icones of Japanese algae 5: 137, 149. *pl. 237.* 1927), deposited in the Okamura collection of the herbarium of Faculty of Science, Hokkaido University (SAP).

Key Index Words: Ecklonia kurome—Laminariales—lectotype—Phaeophyta. Tadao Yoshida, Department of Botany, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan Toshinobu Terawaki, Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko, Chiba, 270–11 Japan

クロメ Ecklonia kurome は岡村 (1927)により、中央 葉が薄く側葉に皺があることなどに基づきカジメ E. cava から区別して記載された。この時にはタイプ標本 は明確に指定されておらず、産地も「九州ヨリ東京湾 ニ及ビ日本海ニモ在リ。朝鮮済州島,珍島」とされて いる。原記載の時から「本植物ハ形状極メテ変化シ易 ク其極端ノモノハ全ク別種ノ如キ観ヲ呈ス」というこ とを著者も認めている。北海道大学理学部標本室 (SAP) に保管されている岡村のコレクションには原記 載の時に参照したと思われる11枚の標本とその他多数 の重複標本が収められている。これらの標本はたしか に様々な形態のものを含んでいるので、タイプを指定 することによって基準を設定しなければ、今後の比較 検討ができない。11枚の標本のうちで日本藻類図譜5 巻237図版1図(1927)の元となった標本(Fig. 1)をタ イプ lectotype に選定することとした。この図は日本 海藻誌152図1に再録されている。この標本は1911年 7月18日に和歌山県西牟婁郡白浜町の瀬戸鉛山におい て著者自身により採集されたものである。

タイプとして選定した標本は付着器を欠き,茎は長 さ7cm であり,中央葉は長さ26cm,幅4cm で,側 葉は長いもので15cm になる。

岡村(1936)は基準種のほかに3品種を記載した。 すなわち,

f. contorta OKAMURA (太平洋の荒波の場所)

f. plana OKAMURA (日本海,太平洋の波静かな所)

f. *latissima* OKAMURA (湾内:油津,豊後臼杵湾, 相模,館山湾)

である。しかし,これに相当する標本は明示されてお らず,原著者の見解を確認することはできない。 クロメ Ecklonia kurome については英語と日本の記載 のみであり、3 品種については日本語の記載しか与え られていない。これは命名規約上から問題になるとこ ろであるけれども、国際植物命名規約 (GREUTER et al. 1988) 第36条 2 項の規定を援用して、正当な発表であ



Fig. 1. Lectotype specimen of *Ecklonia kurome* OKAMURA. Kanayama, Wakayama Pref., Jul. 18, 1911. K. Okamura.

るとして取り扱う。

文 献

GREUTER, W., BURDET, H. M., CHALONER, W. G., DEMOULIN, V., GROLLE, R., HAWKSWORTH, D. L., NICOLSON, D. H., SILVA, P. C., STAFLEU, F. A., VOSS, E. G. and MCNEILL, J. 1988. International code of botanical Nomenclature. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

- 岡村金太郎 1927. 日本藻類図譜. 5(8): 135-157. Pls. 236-240.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.

(*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, **270-11 我孫子市我孫子 1646 電力中央研究所)

188

富山湾の深層水で培養したマコンブの生長

藤田大介

富山県水産試験場(936 滑川市高塚364)

FUJITA, D. 1990. Growth of *Laminaria japonica* ARESCHOUG cultured with deep-water pumped up in Toyama Bay. Jpn. J. Phycol. **38**: 189–191.

Key Index Words: deep-water—growth—Laminaria japonica—Phaeophyta. Daisuke Fujita, Toyama Prefectural Fisheries Experiment Station, Namerikawa, Toyama, 936 Japan

富山県はコンブの消費が盛んで,近年の家計調査(総 務庁統計局 1989,注:都道府県庁所在都市で実施) によれば富山市の1世帯あたりのコンブに対する年間 消費支出金額は全国1位となっている。しかし,本県 にはコンブ属植物は自生していない。最近このように 天然コンブが分布していない本州の温暖な地方でもコ ンプ養殖が行われるようになってきており,新潟(坂 井 1968, 1969),神奈川(Токко *et al.* 1987),兵庫(井 伊ら 1966),長崎(四井・西川 1968)の各県からの報 告がある。

富山湾では1986年度より科学技術庁のアクアマリン 計画の一環として「海洋深層資源の有効利用に関する 研究」が実施されており、1989年7月14日から9月7 日まで富山県氷見市脇沖東4.2kmの水深約300mの 地点(Fig.1)に係留された洋上設置型深層水利用装置 「豊洋」(Fig.2)によって深所の海水(以後,単に深層 水と呼ぶ)の取水・散水実験が行われた。「豊洋」に ついては木谷・長田 (1989)が詳しく述べているので 省略するが,深層水は水深 210 m に達する取水管を 通してポンプで海上まで汲み上げられた。著者は「豊 洋」船上でこの深層水を用いてマコンブ Laminaria japonica ARESCHOUG の培養実験を行った。

実験に使用したマコンブは1989年7月18日に北海道 函館市穴澗で採集し、5°Cで保冷輸送された幼体で、 富山県水産試験場のアクフトロン冷却海水(約9°C) で流水培養しておき、7月24日に冷却海水とともにア イスボックスに入れて現場まで運んで実験に供した。 「豊祥」では14個体(全長 77~280 mm)の基部にビ ニールチューブで個体標識をつけるとともに小石に縛 り、パンライト水槽(80 cm×50 cm×深さ33 cm)に沈 め、汲み上げ直後の深層水(約 6°C)で流水培養した。 水槽には横溢防止のため透明なビニールカバーをかけ たが、特別な光調節はせず、天然光を当てた。また同 じ期間に「豊祥」の北約 1.4 km で深層水散布実験の 影響を受けない地点の付着生物調査ローブから海中 (水深約 5 m、水温 25-27°C)に網カゴ(41 cm×



Fig. 1. Map of Toyama Bay showing the experiment site (\bigstar) .



Fig. 2. "Hou-You", a deep-water pumping-up system.

Table 1. Nutrient data (μM) of surface water and pumped-up deep-water (210 m depth) in Toyama Bay (August 21, 1989).

	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO_2 -Si
Surface water	ND	ND	0.02	3.09
Pumped-up deep-water	10.35	ND	1.09	15.52

ND: Not detected.

Table 2. Growth of *Laminaria japonica* annual plants (n=12) cultured with deep-water pumped up in Toyama Bay from July 24 to August 21, 1989.

	Growtl	n (mm)	Daily growth rate (mm/day)		
	Total length	Blade width	Total length	Blade width	
Mean	270	57	9.6	2.0	
Maximum	443	72	15.2	2.6	
Minimum	65	37	2.3	1.3	

41 cm×66 cm) を垂下して,その中に同様の個体標識 を施したマコンブ幼体 7 個体(全長 180~480 mm) を吊り下げて観察を行った。

8月21日に「豊洋」において採集した表層水及び汲 み上げ直後の深層水の栄養塩濃度の分析結果を Table 1 に示したが,硝酸態窒素,リン酸態リン及び珪酸態 珪素のいずれにおいても深層水が表層水よりも高濃度 であった。



Fig. 3. Annual plant of *Laminaria japonica* cultured with pumped-up deep-water.

8月21日に測定したマコンブの生長結果は Table 2 に掲げる通りで,生長した藻体の一例を Fig. 3 に示し た。マコンブは28日間で全長において平均270(最高 443)mm,葉幅において平均57(最高72)mm 生長した。 これらの値から日間生長量を計算したところ,全長で は平均9.6(最高15.2)mm/day,葉幅では平均2.0(最高 2.6)mm/day となった。なお培養した14個体のうち 2 個体は同様の生長がみられたものの,静置培養のため か,螺旋状に巻いたので測定から除外した。また実験 期間中,螺旋状となった個体を含め,いずれの藻体に も末枯れは見られなかった。なお水槽内は珪藻が壁面 を覆ったほかは付着生物による汚損は見られなかった。

一方,海中垂下試験では葉状部と茎状部はすべて枯 れ,わずかに付着器だけが残った。また網カゴはコケ ムシ,ヒドロ虫,ワレカラ及びヨコエビによる生物汚 損が甚だしかった。培養及び海中垂下実験は深層水の 取水が行われる限り継続する予定であったが,8月27 日に台風17号襲来のために打ち切った。

これまでに調べられた本邦産コンブ属の1年目藻体 の夏季(7~8月)における生長をみるとナガコンブ (佐々木 1969)で3 cm/day 以上伸長したことが記録さ れているほかは、リシリコンブで0.8 cm/day (柳田ら 1971)、ミツイシコンブで0.5 cm/day (HaseGawa 1962)、マコンブ0.1 cm/day (能登谷・松宮 1987)とい ずれも低く、今回の結果はこれらを上回る良好な生長 であった。深層水は中島・豊田(1989)も述べている ように水質恒常性、低温、富栄養及び清浄の4つの特 性を有し、寒流系の海藻であるコンブの培養、特に温 暖な地方で問題になる越夏には極めて有効な培養液と 考えられる。

終りに、マコンブを採集し送って下さった北海道大 学水産学部の安井 肇助手,栄養塩のデータを提供し て下さった日本海区水産研究所の長田 宏研究員,実 験に御協力いただいた富山県水産試験場の今村 明次 長及び調査船はやつき乗組員各位,写真を提供してい ただいた関 東雄船長にお礼申し上げる。

文 献

- HASEGAWA, Y. 1962. An ecological study of Laminaria angustata KJELLMAN on the coast of Hidaka Prov., Hokkaido. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. 24: 116-138.
- 井伊 明・菅原英一・片嶋一男 1966. 兵庫県におけ るコンブ養殖試験.水産増殖 14: 99-119.
- 木谷浩三・長田 浩 1989.人工湧昇システム―洋上 設置型深層水利用装置―.海洋 21: 612-617.
- 中島敏光・豊田孝義 1989. 深層水人工湧昇一海洋生 物生産への応用―. 海洋 **21:** 618-625.

- 能登谷正浩・松宮隆司 1987. 青森県小泊における移 植マコンブの生長. 青森県水産増殖センター研究 報告 5: 1-5.
- 坂井英世 1968. 佐渡沿海におけるマコンブ養殖の研 究1. 成長量について. 水産増殖 15: 33-37.
- 坂井英世 1969. 佐渡沿海におけるマコンブ養殖の研 究2. 越夏深度について. 水産増殖 16: 261-267.
- 佐々木 茂 1969. 釧路地方におけるナガコンブ Laminaria angustata var. longissima (MIYABE) MIYABE の生態学的研究1. 冬期発芽群の生活様式.北水 試報10:1-32.
- 総務庁統計局 1989.家計調査年報.総務庁統計局. 東京.
- TORKKO, K. C., IORIYA, T., ARUGA, Y. and IWAMOTO, K. 1987. Growth of transplanted *Laminaria japonica* ARESCHOUG in Tokyo Bay far from its natural habitat. Jpn. J. Phycol. 35: 10-18.
- 柳田克彦・垣内政宏・辻 寧昭 1971. オホーツク海 沿岸紋別付近におけるリシリコンプ Laminaria japonica var. ochotensis (Мтуаве) Окам. の生態学的 研究. 北水試報 13: 1-18.
- 四井敏雄・西川 博 1968. 有明海におけるマコンブ の生長について. 水産増殖 15: 23-31.

嵯峨直恒*・本村泰三**:阪井與志雄先生の御逝去を悼む

Naotsune SAGA and Taizo MOTOMURA: Yoshio SAKAI (1923-1989) in memoriam



前北海道大学教授阪井與志雄先生は平成元年4月14 日に胸部疾患のため,約5ヶ月の闘病ののち,札幌市 において御逝去された。享年67歳であった。

先生は大正12年5月26日北海道函館市に生まれ,昭 和23年3月に北海道大学理学部生物学科(植物専攻) を卒業後,植物分類学講座の副手になられ,翌24年6 月から助手を勤められた。昭和36年12月より北海道立 水産試験場養殖部増殖科長として転出され,北海道立 稚内水産試験場増殖部長,北海道立網走水産試験場長 を経て,昭和49年4月北海道大学理学部教授・附属海 藻研究施設長に任命された。昭和62年3月をもって退 官され,札幌市内のご自宅で,残されたお仕事の整理 をしながら悠々自適の毎日を送られていた。

阪井先生は山田幸男教授のもとで、当時難しいとさ れていたシオグサ目の分類学的研究を精力的に行い、 昭和36年にはそれらの成果をまとめ「日本産緑藻シオ グサ目の分類学的研究」という題名で学位論文を完成 し、理学博士の学位を授与された。

北海道立水産試験場に赴任してからは,コンブ類の 増養殖に関する研究へと転身した。すでに北海道大学 海藻研究施設の神田千代一博士により本邦産のコンブ 目植物の生活史は解明されており,微小な配偶体の存 在が明かとなっていた。その当時,北海道における主 要な産業種であるコンプ類植物のニーズが台頭しつつ あった時代背景もあり,水産庁北海道区水産研究所, 北海道立水産試験場などの道内の水産関係の各機関に より,微小な配偶体を利用したコンプ類の養殖研究も 開始されていた。先生はコンブ類の増養殖の発展のた めには,コンプ類の発生・生長と沿岸海域の環境との 相互関係が重要であるという考えのもと,コンプ類の 生態学的研究を始め,先生のリーダーシップのもと若 手研究員との共同研究により多くの成果をおさめた。 一方,試験場の試験研究体制の整備も熱心に行い,特 に栽培漁業総合センターの設立には多大の御尽力をさ れた。

北海道大学理学部附属海藻研究施設に転任してから は,先生御自身のライフワークであったシオグサ目の 分類学的研究を続けるかたわら,海藻類の形態形成や 生活環の制御に関する研究をスタッフと共同で行い, また当施設に所属する多くの大学院生の指導にあたっ た。先生の温厚でリベラルな人柄が醸し出す自由闊達 な雰囲気の研究室で若い時代のひと時を送った門下生 は誰でも海藻研を懐かしく思い出す。一方,先生は藻 類の応用研究にも興味を持ち,長年培った水産関係の 幅広い人脈を生かし,農林水産省のバイオマス研究プ ロジェクトや北海道水産部の赤潮やホタテ貝毒対策プ ロジェクトにも積極的に参加された。

日本藻類学会においては、その発起人の一人として、 学会設立に努力なさり、幹事及び評議員として学会活 動にも貢献され、昭和58年の室蘭での日本藻類学会第 7回大会では大会会長として重責を果たされた。

退官後も、北海道におけるコンブ類について、また 阿寒湖のマリモについて今までの研究成果をまとめる べくワープロを連日たたいていたとうかがっている。 このような形で完成を見ることが出来なかったこと は、先生御自身も残念であったと推察するが、残され た我々藻類学にたずさわる後進一同にとっても残念で ならない。

阪井先生は終始,藻類学に対し水産増殖並びに理学 的な側面から真摯な態度で研究・貢献された。御自身 の研究には厳しい態度で接しられた反面,他人に対し ては温厚誠実な人柄で親しく接され,学生に対しても 公私にわたり面倒を見てこられた。5ヵ月にわたる長 期の闘病生活でさぞかし苦しかったことと思われる が,つらさはあまり表に出さず,卒業生・学生の生活, 研究,家族のことを気にかけておられた。

最後に阪井先生の主要な業績を紹介し、心から御冥 福をお祈りする。

(*085 釧路市桂恋116 水産庁北海道区水産研究所,

**051 室蘭市母恋南町1-13 北海道大学理学部附属海 藻研究施設)

主要業績目録

- On some species of Spongomorpha from Hokkaido, Japan. Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Hokkaido Univ. 4: 71-82 (1954).
- 2. マリモ毬団上に見られる珪藻. 藻類 6: 60-67 (1958).
- チャシオグサの関節の構造について、藻類 8: 1-4 (1960).
- 4. 小石に着生するマリモ属植物の附着器官. 藻類
 8: 117-123 (1960). 〔榎本と共著〕
- 5. マリモの球形集団形成に関する一実験. 藻類 9: 73-75 (1961). 〔山田と共著〕
- 様似町オリピンサンド工場粉塵による被害.北 水試月報 20: 98-100 (1963).〔駒木と共著〕
- The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Hokkaido Univ. 5: 1-104 (1964).
- 忍路湾におけるホソメコンブの雌性配偶体と胞子体.北水試報告2:1-6(1964).〔船野と共著〕
- 北海道産コンブ属植物の幼体 I.ホソメコンブ およびマコンブの幼体について.北水試報告 3: 39-42 (1965). 〔船野と共著〕
- 北海道産コンブ属植物の幼体Ⅱ.リシリコンブ の幼体について、北水試報告 5: 31-35 (1965). 〔中津と共著〕
- 11. 稚内市におけるコンクリート・ブロック礁のリ シリコンブについて.北水試報告 5: 36-44 (1965).〔中津と共著〕
- 12. 徳志別川下流域および河口海域における鉱山排 水影響調査.北水試月報 23: 126-134 (1966).
 〔瀧・富田・中津と共著〕
- 13. リシリコンブの生態. 北水試月報 24: 454-467

(1967). 〔石川・蒲原・金子・中津と共著〕

- 記路湾における二年目ホソメコンブの生態.北 水試報告8:1-37(1967).〔船野と共著〕
- コンブを対象としたコンクリートブロック礁の 効果についての一考察・北水試月報 26: 798-802 (1969).
- Vegetation structure and standing crop of the marine algae in the *Laminaria*-bed of Otaru City, Hokkaido, Japan. Jpn. J. Ecol. 27: 41-51 (1977).
- Studies on the morphogenesis of Laminariales plants. I. Regeneration of fragments from sporophytes of *Laminaria japonica* Aresch. Bull Jpn. Soc. Phycol. 25 (suppl.): 297-301 (1977). [with Saga]
- Two marine Cladophora-balls from Japan. Bull. Jpn. Soc. Phycol. 25: (suppl.): 319-326 (1977). [with Umezaki and Nakahara]
- Clone Laminaria from single isolated cell. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44: 87 (1987). [with Saga and Uchida]
- Notes on Cladophora opaca and C. rupestris f. submarina (Chlorophyta). Jpn. J. Phycol. 27: 143-148 (1979).
- Notes on *Cladophora sauteri* f. kurilensis collected from Lake Kawaguchi. Jpn. J. Phycol. 28: 47-50 (1980).
- The life history of Pogotrichum yezoense (Dictyosiphonales, Phaeophyceae). Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Hokkaido Univ. 7: 1-15 (1981). [with Saga]
- Effect of chelated iron in culture media on oogenesis in *Laminaria angustata*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 47: 1535-1540 (1981). [with Motomura]
- 海藻類の培養による生活環制御及び形態形成に 関する研究.昭和56年度文部省科学研究費補助 金一般研究(C)研究成果報告書.55 pp. (1982).
- A new methd for pure culture of macroscopic algae, the one step selection method. Jpn. J. Phycol. 30: 40-43 (1982). [with Saga]
- Induction of callus from the marine brown alga *Dictyosiphon foeniculaceus*. Plant Cell Physiol. 23: 727-730 (1982). [with Saga and Motomura]
- 27. Axenic tissue culture and callus formation of the marine brown alga Laminaria angustata. Bull. Jpn.

Soc. Sci. Fish. 49: 1561-1563 (1983). [with Saga].

- Isolation of protoplasts from Laminaria and Porphyra. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 50: 1085 (1984). [with Saga]
- Ultrastructural studies of gametogenesis in Laminaria angustata (Laminariales, Phaeophyta) regulated by iron concentration in the medium. Phycologia 23: 331-343 (1984). [with Motomura]
- Regulation of gametogenesis of Laminaria and Desmarestia (Phaeophyta) by iron and boron. Jpn. J. Phycol. 32: 209-215 (1984). [with Motomura]
- Life history and ultrastructure of Carpomitra cabrerae (CLEMENTE) KÜTZING (Phaeophyta, Sporochnales). Jpn. J. Phycol. 33: 21–31 (1985). [with Motomura and Kawaguchi]

- Ultrastrucutural studies on unclear division in the sporophyte of *Carpomitra cabrerae* (CLEMENTE) KÜTZ-ING (Phaeophyta, Sporochnales). Jpn. J. Phycol. 33: 199-209 (1985). [with Motomura]
- A list of marine algae from the vicinity of the Institute of Algological Research of Hokkaido University, Muroran, Japan. Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Hokkaido Univ. 8: 1-30 (1986).
- Life history of *Cladophora opaca* and *Cl. conchopheria* (Chlorophyta). Jpn. J. Phycol. 34: 209-215 (1986). [with Wang]
- The occurrence of flagellated eggs in Laminaria angustata (Phaeophyta, Laminariales). J. Phycol. 24: 282-285 (1988). [with Motomura]

194

1. 日本藻類学会第14回大会

1990年3月29日・30日の両日,神戸大学教養部F 棟において、第14回大会を開催した。大会会長は坪 由宏氏(神戸大)で、参加者は132名であった。講演 は55題の一般講演(うち展示4題)があった。

大会第1日目に同会場において総会を開催し,引続 き同大学生協 LANS BOX で約2時間にわたって懇親 会を開催した。懇親会は松田吉弘氏(神戸大・理)の 司会、加藤英男氏(都立大・牧野標本館)の乾杯の音 頭で始まり、盛会裡に終了した。本大会は、近年にな く多くの若手の顔がみられ、今後の日本藻類学会の発 展をかいま見る大会であった。神戸大学の教官諸氏お よび学生諸君、ならびに神戸女学院大学の瀬戸良三氏 および学生諸君には大会運営にあたっていろいろご協 力頂き,厚く御礼申し上げる。

懇親会参加者

秋岡英承,秋山 優,鰺坂哲朗,新井章吾,有賀祐勝 飯田高明,飯間雅文,石川依久子,石田健一郎,出井雅彦 伊藤裕之,井上 勲,榎本幸人,恵良田真美,大石英明 大沢啓志,大野正夫,大葉英雄,大森長朗,小國昭信 Christine A. Orosco, 高 坤山, 笠井文絵, 加崎英男 片山舒康,加藤辰巳,神谷充伸,香村真徳,川井浩史 川口栄男,川嶋昭二,木村憲司,北山太樹,喜田和四郎 工藤利彦, 倉島 彰, 国枝昌代, 熊野 茂, 栗原美香 桑野和可,小亀一弘, Patricia L. G. Kodaka,小林艶子 小林 弘,斉藤昭二,斉藤 譲,斉藤宗勝,坂元忠明 佐藤弘典,清水 晃,申 宗岩,瀬戸良三,善家俊二 高村典子,高橋永治,竹下俊治,建 武,舘脇正和 田中次郎,千原光雄, Roy T. Tsuda, 坪 由宏, 简井 功 土井考爾,中司鋼作,長島秀行,鍋島靖信,野崎久義 能登谷正浩,野呂忠秀,畠山典子,原 慶明,半田信司 福田育二郎,福島 博,藤田大介,堀 輝三,堀口健雄 本田大輔, 前川行幸, 正置富太郎, 增田道夫, 松田吉弘 松本正喜,真山茂樹,水野 真,御園生拓,峯 一朗 村瀬 昇,明楽秀作,李 甲淑,山岸高旺,矢部和夫 山田家正,山本虎夫,横浜康継,吉田啓正,吉田忠生 渡辺 信,渡辺雅博,渡辺真之,渡辺里香,綿貫和彦

2. 編集委員会·評議員会

第14回大会の前日,3月28日に神戸大学教養部会議

室において編集委員会(14:00~15:30)および評議員 会(15:30~19:30)を開催し、1990年度総会に提出す る報告事項・議題などの審議を行った。報告事項・議 題については総会の項を参照されたい。 編集委員会出席者:有賀祐勝編集長,能登谷正浩編集 幹事,田中次郎,堀 輝三編集実行委員,榎本幸人, 奥田武男, 舘脇正和, 吉田忠生, 渡辺 信の各編集委 員、小林 弘会長および片山舒康、真山茂樹各幹事。 評議員会出席者:小林 弘会長,秋山 優, 鰺坂哲朗, 有賀祐勝(編集委員長を兼任),岩崎英雄,大森長朗, 奥山武男, 舘脇正和, 坪 由宏, 原 慶明, 増田道夫, 横浜康継,渡辺 信の各評議員,片山舒康,真山茂樹 各幹事。

3. 1990年度総会

1990年3月29日(大会第1日目)の講演終了後,神 戸大学教養部において総会を開催した。小林 弘会長 の挨拶に続いて、秋山 優氏を議長に選出して議事に 入った。

- I. 報告事項
 - 1. 庶務関係

(1)会員状況(1990年3月現在):名誉会員3名,普 通会員547名,学生会員45名,団体会員24名, 賛助会 員11名,外国会員90名,講読99件,寄贈·交換27件。 (2)平成元年度文部省科学研究費刊行助成金「研究成果 公開促進費」交付額は930千円で,責任頁は300頁であ る。なお,平成2年度分として補助要求額2.054千円, 責任頁320頁を申請した。(3)1990年1月から学会の業 務を中西印刷㈱に委託している。これと共に、東京学 芸大学にあった学会事務局を京都市上京区下立売通小 川東入に移転した。東京学芸大学の方は学会本部と称 する。(4)1989年度秋季シンポジウムを1989年9月26日 に東北大学教養部で開催した。これに先立ち工場見学 を実施した(藻類37巻4号参照)。(5)第14回大会後(3 月30日~4月2日)にワークショップ(海藻採集会, 講師:吉田忠生氏, 増田道夫氏, 鰺坂哲朗氏, 大葉英 雄氏)を神戸大学理学部附属臨海実験所で実施する。 (6)1991年に実施される日本学術会議第15期会員選出の ために,学術研究団体登録を6月末までに行う。

2. 会計関係

(1)12月31日現在の平成元年度の会費納入率は,普通 会員89%,学生会員80%, 賛助会員82%, 団体会員 100%,外国会員47%である。(2)1989年度一般会計と 同山田幸男博士記念事業基金特別会計の決算報告は, 1990年3月5日,岡崎恵視(東京学芸大学),加藤季 夫(國學院大学)の両会計監事により適正であると承 認された。

3. 編集関係

(1)1989年度に発行した「藻類」第37巻第1~4号は, 総頁数332頁,掲載論文数33編,短報7編,総説1編, その他21編,広告12頁であった。頁当りの平均経費は 11,402円であった。掲載論文の超過頁は12頁で,短報 で超過するものが多かった。(2)1990年3月10日に発行 した第38巻第1号は,掲載論文数7編,短報4編,訃 報,第14回大会講演要旨などを含めて104頁であっ た。(3)論文などの開始頁を奇数頁に統一できなかった が,第38巻から実施する。(4)1990年3月27日現在の投 稿論文数は30編である。(5)今回から大会講演要旨を各 演者にワープロで作成してもらった。印刷までの時間 が短縮できた。

Ⅱ.審議事項

1. 庶務関係

以下のことが審議され,承認された。(1)本年度秋季 シンポジウムを日本植物学会第55回大会の前日(10月 1日)に,静岡市で開催する。世話人は静岡県の会員 にお願いする。(2)日本藻類学会第15回大会は1991年3 月27日・28日に香村真徳氏(琉球大学)を世話人とし て沖縄で開催する。また,3月29日・30日にワークシ ョップを行う。(3)日本藻類学会賞を設けるためと寄付 金の受け入れのために会則を改正する。なお、実施は 1992年度からとする。

2. 会計関係

(1)1989年度一般会計決算報告及び同監査報告は表-1のとおり承認された。(2)1989年度山田幸男博士記念 事業基金特別会計の決算報告及び同監査報告は表-2 のとおり承認された。(3)1990年度一般会計予算は表-3のように可決承認された。

3. 編集関係

以下のことが審議され、承認された。(1)これまで"表

紙無し"の別刷についていた白表紙を第38巻から廃止 する。(2)別刷代金を送料・手数料込みの金額に改定す る。但し,無料の別刷(50部)の送料は学会が負担す る。(3)論文中の欧文人名のスモールキャピタルは第39 巻から廃止する。これと関連して第38巻第2号の投稿 案内から改訂する。

4. その他

(1)会長から第1回韓日藻類学シンポジウムが,昨年 11月22日~24日にソウル市で盛大に開催されたとの報 告があった。第2回は1991年に日本で開催される予定 で,学会の準主催扱いの行事としたいとの説明があっ た。

4. 日本藻類学会海藻採集会(第5回ワークショップ)報告

1990年3月30日(金)日本藻類学会第14回大会終了 後,神戸大学理学部附属臨海実験所(兵庫県津名郡淡 路町)に移動して,3月31日(土)~4月2日(月) に海藻採集会を開催した。吉田忠生氏(北大・理), 増田道夫氏(北大・理),鰺坂哲朗氏(京大・農),大 葉英雄氏(東水大)を講師に,下記の15名が参加した。 3月31日は瀬戸内海東部の家島群島,上島,松島にお いて,4月1日は淡路島南部の由良生石海岸において, 4月2日は備讃瀬戸,女木島において磯採集,潜水調 査を行い,このあいだ採集品の整理・観察・同定と標 本作成などを行った。なお,採集会の内容の詳細は, Christine A. Orosco 女史(高知大・海洋生物センター) の参加記(次号掲載予定)を参照されたい。

参加者: 鰺坂哲朗 (京大・農), 新井章吾 (海藻研 究所), 飯間雅文 (長崎大・水産), 榎本幸人 (神戸大 ・理), Christine A. Orosco (高知大・海洋生物セン ター), 大葉英雄 (東水大), 神谷充伸 (筑波大・生物), Patricia L. G. Kodaka (東北大・農), 田中次郎 (国立 科学博物館・植物), 筒井功 (高知大・海洋生物セン ター), 野呂忠秀 (鹿児島大・水産), 本多大輔 (筑波 大・生物), 前川行幸 (三重大・生物資源), 増田道夫 (北大・理), 吉田忠生 (北大・理)

表-1	1989年度	一般会計決算報告	(89. 1. 1-89.12.31)
-----	--------	----------	---------------------

収入の	部(円)	支出の	部 (円)
会費 費 普 一 生 国 勇 普 一 生 国 年 一 竹 一 一 丁 市 一 別 過 下 一 別 過 下 二 別 過 下 二 別 四 日 日 <td>4,738,568 3,650,000 196,500 369,668 302,400 220,000 712,760 483,600 229,160 515,951 144,000 180,000 7,876 26,200 930,000 20,151</td> <td>印 刷 費 印 刷 代 印 刷 代 銅 刷 代 編 集 費 次 校 関 海 費 人 編 集 費 二 英 校 編 集 費 通 第 費 通 音 差 雪 務 費 雪 務 費 雪 務 費 雪 務 費 雪 務 幣 事 新 費 当 新 業 学会 センター業務委託 第 第13回大会補助費 社 会</td> <td>4,507,868 3,785,486 722,382 340,910 100,000 50,000 190,910 247,002 713,037 52,186 54,440 106,248 8,000 53,000 160,000 279,163 763,122 120,000 50,000</td>	4,738,568 3,650,000 196,500 369,668 302,400 220,000 712,760 483,600 229,160 515,951 144,000 180,000 7,876 26,200 930,000 20,151	印 刷 費 印 刷 代 印 刷 代 銅 刷 代 編 集 費 次 校 関 海 費 人 編 集 費 二 英 校 編 集 費 通 第 費 通 音 差 雪 務 費 雪 務 費 雪 務 費 雪 務 費 雪 務 幣 事 新 費 当 新 業 学会 センター業務委託 第 第13回大会補助費 社 会	4,507,868 3,785,486 722,382 340,910 100,000 50,000 190,910 247,002 713,037 52,186 54,440 106,248 8,000 53,000 160,000 279,163 763,122 120,000 50,000
小計	7,275,506	小計	6,741,939
前年度繰越金	4,414,057	次年度繰越金	4,947,624
合 計	11,689,563	合計	11,689,563

* 学会事務センターが手数料を取るもので、学会にはそれを差し引いた金額が入金報告されるもの。1989年度 の手数料の合計は834,440円であった。

貸借対照表 (89.12.31 現在)

借	方 (円)	貸	方 (円)
普通預金(山梨中央銀)	4,990,963	未払金	1,433,787
普通預金(住友銀)	24,691	前受会費	135,000
学会センター預け金	464,012		
郵便振替貯金	348,134	前期繰越金	4,414,057
小口現金	2,384	当期剰余金	533,567
未 収 金	686,227		
		次期繰越金	4,947,624
	6,516,411	合 計	6,516,411
1990年3月5日		日本藻類学会会長	小林弘⑪
		日本藻類学会会計幹事	真山茂樹 ④
本会計決算報告は適正	である事を認める。		
1990年3月5日		日本藻類学会会計監事	岡崎恵視⑪
		日本藻類学会会計監事	加藤季夫

日本藻類学会

j	収	入	Ø	部	(円)		支	出	Ø	部	(円)
受取利	息				40,333						0
小		計			40,333	小		計			0
前年度	E繰越	金			1,961,834	次	年度繰起	或金			2,002,167
		計			2,002,167	合		計			2,002,167

貸借対照表 (89.12.31現在)

	上 日	方(円)				貸	方	(円)			
定期預金(住友銀行)		1,900,000		前期繰越会	È			1,96	51,83	4
普通預金(住友銀行)		102,167		当期剰余3 	È			4	0,33	3
				次	期繰越金				2,00	2,16	7
合	計		2,002,167		合	計			2,00	2,16	7
1990年3月5	B				日本藻類学	学会会長	小	林		弘	0
					日本藻類学	学会会計幹事	真	山	茂	樹	ً
本会計決算	報告は適正	である事を	と認める。								
1990年 3	月5日				日本藻類学	学会会計監事	岡	崎	恵	視	٩
					日本藻類学	学会会計監事	加	藤	季	夫	۹

.

表-3 1990年度 一般会計予算

	十古拓兴人
- 8	本爆翔字会

199

			THE ALL ALL ALL ALL ALL ALL ALL ALL ALL AL
収入の	部(円)	支出の普	都 (円)
会 費	4,884,000	印刷費	4,533,000
_「 普通会員(492)	3,444,000 ₁	∫印 刷 代	ر3,810,000
学生会員(41)	205,000	└別 刷 代	723,000
外国会員(81)	567,000	編集費	407,000
团体会員(39)	468,000	∕事務用品費	35,000
^し 賛助会員(10)	200,000 [_]	英文校閲料	100,000
販 売	978,000	通信連絡費	222,000
(定期購読(69)	ر828,000	編集補助費	50,000
し バックナンバー	لـ150,000	会 誌 発 送 費	270,000
別刷代	600,000	庶 務 費	804,000
超過頁負担金	200,000	「事務用品費	30,000 ₁
広 告 代	180,000	会 議 費	60,000
受取利息	10,000	通 信・印 刷 費	351,000
プログラム代	30,000	事務整理補助費	60,000
文部省刊行助成金	930,000	幹事旅費補助	53,000
雑 収 入	20,000	幹 事 手 当	160,000
		「諸 雑 費	100,000
		学会業務委託費*	1,440,000
		第14回大会補助費	120,000
		秋季シンポジウム会場費	50,000
小 計	7,832,000	小計	7,634,000
前年度繰越金	4,947,624	予備費	5,145,624
	12,779,624	合計	12,779,624

* 1990年度の学会事務委託費,学会員1人につき2,000円(1990年3月における会員数720名)として契約された。

表-4 日本藻類学会第14回大会会計報告 日本藻類学会大会準備委員会

収 入	の 部 (円)	支出の	部 (円)
大会参加費		プログラム代	33,750
予約(93名)	227,500	懇親会費	403,500
当 日(41名)	99,500	通信費	5,682
懇親会費		アルバイト代・謝金	195,000
予約(89名)	267,000	諸離、雅	146,818
当 日(22名)	66,000	学会返還金	250
学会補助金	120,000		
寄付金	5,000		
	785,000	合 計	785,000
1990年4月4日		第14回大会会計幹事	松田吉弘 🕮



-

住所変更

退

숲

高杉新弥(北海道),福原英司(北海道),吉田嵩雄(東京都),渡辺輝男(千葉県),瀬古準之助(三重県),中谷 栄(石川県),井鷺裕司(京都府),杉山宏之(大阪府),宮津京子(島根県),古屋克子(広島県), CHUNG YIH KUO (TAIWAN R.O.C.), SUSAN H. BRAWLEY (U.S.A). 日本藻類学会々則

- 第1条 本会は日本藻類学会と称する。
- 第2条 本会は藻学の進歩普及を図り,併せて会員相互の連絡並に親睦を図ることを目的とする。
- 第3条 本会は前条の目的を達するために次の事業を行なう。
 - 1. 総会の開催(年1回)
 - 2. 藻類に関する研究会,講習会,採集会等の開催
 - 3. 定期刊行物の発刊
 - 4. その他前条の目的を達するために必要な事業
- 第4条 本会の事務所は会長が適当と認める場所に置く。
- 第5条 本会の事業年度は1月1日に始まり、同年12月31日に終わる。
- 第6条 会員は次の4種とする。
 - 1. 普通会員(藻類に関心をもち,本会の趣旨に賛同する個人で,役員会の承認するもの)
 - 2. 団体会員(本会の趣旨に賛同する団体で,役員会の承認するもの)
 - 3. 名誉会員(藻学の発達に貢献があり、本会の趣旨に賛同する個人で、役員会の推薦するもの)
 - 4. 賛助会員(本会の趣旨に賛同し, 賛助会員会費を納入する個人又は団体で, 役員会の推薦するもの)
- 第7条 本会に入会するには,住所,氏名(団体名),職業を記入した入会申込書を会長に差出すものとする。
- 第8条 普通会員は毎年会費7,000円(学生は5,000円)を前納するものとする。但し、名誉会員(次条に定める 名誉会長を含む)は会費を要しない。外国会員の会費は7,000円とする。会長の承認を得た外国人留学 生は帰国前に学生会費の10年分を前納することができる。団体会員の会費は12,000円とする。賛助会員 の会費は1口20,000円とする。
- 第9条 本会には次の役員を置く。 会長 1名 幹事 若干名 評議員 若干名 会計監事 2名 役員の任期は2ヵ年とし重任することが出来る。但し、会長と評議員は引続き3期選出されることは出 来ない。役員選出の規定は別に定める(付則第1条〜第4条)。本会に名誉会長を置くことが出来る。
- 第10条 会長は会を代表し、会務の全体を統べる。幹事は会長の意を受けて日常の会務を行う。会計監事は前年 度の決算財産の状況などを監査する。
- 第11条 評議員は評議員会を構成し、会の要務に関し会長の諮問にあずかる。評議員会は会長が招集し、また文 書をもって、これに代えることが出来る。
- 第12条 1. 本会は定期刊行物「藻類」を年4回刊行し、会員に無料で頒布する。
 - 2. 「藻類」の編集・刊行のために編集委員会を置く。
 - 3. 編集委員会の構成・運営などについては別に定める内規による。

(付則)

- 第1条 会長は国内在住の全会員の投票により、会員の互選で定める(その際評議員会は参考のため若干名の候 補者を推薦することが出来る)。幹事は会長が会員中よりこれを指名委嘱する。会計監事は評議員会の 協議により会員中から選び総会において承認を受ける。
- 第2条 評議員選出は次の二方法による。
 - 1. 各地区別に会員中より選出される。その定員は各地区1名とし、会員数が50名を越える地区では50名 までごとに1名を加える。
 - 2. 総会において会長が会員中より若干名を推薦する。但し、その数は全評議員の 1/3 を越えることは出来ない。

地区割は次の8地区とする。北海道地区,東北地区,関東地区,東京地区,中部地区(三重を含む), 近畿地区,中国・四国地区,九州地区(沖縄を含む)。

- 第3条 会長,幹事及び会計監事は評議員を兼任することは出来ない。
- 第4条 会長および地区選出の評議員に欠員を生じた場合は,前任者の残余期間次点者をもって充当する。
- 第5条 会員がバックナンバーを求めるときは各号1,750円とし、非会員の予約購読料は各号3,000円とする。
- 第6条 本会則は平成2年1月1日より改正施行する。

202

I.編集の方針本誌には藻学と応用薬学に関する会員の未発表の、論文・総説・短報(短い調査報告など)・ 速報・雑録(採集地案内・分布資料・ニュース・所見・新刊紹介など)を掲載します。論文はデータや考察の独 創性の有無に重点を置いた編集委員会の審査を経たのち受理されます。原稿の取捨、掲載順序、体裁などは編集 委員会および編集幹事で決めます。原稿は和文または英文とし、論文は刷上り英文10頁、和文6頁、総説15頁、 短報3頁、雑録1頁以内を無料とします。頁の超過は制限しませんが、超過頁分については1頁当たり12,000円 が必要です。折り込み、色刷りなどの費用は著者負担となります。また、速報は2頁以内と制限があり、有料で 1頁12,000円の掲載料が必要です。和文原稿では5枚(ワープロでは2枚)が、英文原稿では2枚が刷上り1頁 となる見当です。

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

下線2本、ゴシック体には波状線1本を記入して下さい。

- 例: <u>Batrachospermum</u> ectocarpum Sirod., <u>Summary</u>, sec, min, hr, nm, μ m, mm, cm, m, μ l, ml, l, μ g, mg, g, N, M, ppm, lux, g (gravity), 25°C など。
- 原稿は,標題・英文要約(和文・英文原稿共)・本文・引用文献・和文摘要(英文原稿のみ)・表と図とその説 明(英文)の順にまとめて1組とし,コピー共3組(写真は現物1組と現物または写真コピー2組,電子複 写などは不可)にしてお送り下さい。
- (1) 標題と要約 英文原稿では,欄外見出し・標題・著者名・宛先・要約の順に,和文原稿では,欄外見出し(英) ・標題・著者名・宛先(和と英)・要約(英)の順に記入してください。要約は著者名・標題・雑誌名・ま とめ(200語・必要に応じて400語まで)・アルファベット順のキーワード(5~10語)の順に記入し,研究 費に対する謝辞は脚注に入れて下さい。
- (2) 本文 標題紙に記した以外の謝辞は、なるべく本文の末尾に入れて下さい。表と図は必ず本文中に引用し (Fig. 1, Table 1 のように)、文献の引用は次の例にならって、著者名と出版年および必要に応じて頁(単行本の場合)を明示して下さい。
 - 例:……aquatic ecosystems (Welch 1972, 1974), Liebig's (1840 p. 23) "low of the minimum" is……, ……が知 られている (Yamada 1949), 岡村 (1907 p. 56) は,
- (3) 引用文献 本文中で引用した文献のみを、別紙にアルファベット順に列挙して下さい。引用は、①原著の引用と、②図書目録を見て目的の書物を捜し当てるための引用の2本立てとし、それぞれが イ)著者名 ロ) 出版年 ハ)標題(巻次を含む) ニ)対照事項(頁・図など) ホ)出版事項(出版者・出版地)のうちの 必要部分からなるよう順を追って下例にならって記入して下さい。
 - (単行本) ①, ②共通 広瀬弘幸⁽¹⁾ 1959.^{*)} 藻類学総説.⁽¹⁾ 内田老鶴圃,東京.^{*)}
 - (単行本中の1章) ①Drebes, G.⁽¹⁾ 1977.ⁿ⁾ Sexuality.⁽ⁿ⁾ p. 250-283.⁻⁾ ②In D. Werner [ed.]⁽¹⁾ The biology of diatoms.⁽ⁿ⁾ Blackwell Sci. Publ., London.^{*)}
 - (叢書中の分冊) ①Hustedt, F.⁽¹⁾ 1930.^{v)} Bacillariophyta.^{^)} ②In A. Pascher [ed.]⁽¹⁾ Süswasser-Flora Mitteleuropas. ed. 2. No. 10.^{^)} Gustav Fischer, Jena.^{*)}
 - (雑誌の中の1論文) ①森 通保¹⁾ 1970.ⁿ⁾ Batrachospermum ectocarpum Sirod. の分類学的研究.^(*) ②藻類
 8^(*): 1-8.⁼⁾
 - (DMori, M.⁽¹⁾ 1975.^{a)} Studies on the genus Batrachospermum in Japan.⁽¹⁾ (2Jap. Journ. Bot. 20⁽¹⁾: 461-485.^{a)}
- (4) 和文摘要 英文原稿の場合のみ、和文で、著者名・標題・宛先も入れ400字以内にまとめて下さい。
- (5) 表と図およびその説明 英文で書き、表と図は原寸大(印刷頁の寸法は14×20.5 cm,片段のときは幅6.6 cm)またはA4版程度に仕上げ、図には倍率を示すスケールを入れ、線や記号、文字、数字はレタリング用具などを用いて鮮明に記入し、そのまま印刷に廻せるようにして下さい。なお、特に表の組版を希望の場合はその旨明記して下さい。表と図の上には割付、指定、レタリングや写真の脱落防止の必要上、必らずトレーシングペーパーを付け、その下端に著者名・番号・希望縮尺を記入して下さい。表と図の説明は別紙とし、それを入れる場所を本文原稿右欄外に明示して下さい。
- Ⅲ.校正と別刷 著者校正は初校のみとし、印刷所から送りますので、3日以内に校正して同封の別刷申込書に 所定の事項を記入し編集委員会宛に返送して下さい。別刷代は、論文・総説・短報に限って50部を学会で負担します。

Information for Authors (Revised March 1990)

Members of the Society are invited to contribute original research reports, short communications, review articles and rapid communications in Japanese or English on all aspects of phycology. Every research paper is read and criticized by reviewers on the basis of its originality and the discussion presented. Where appropriate, reviewers other than those on the Editorial Board are consulted. Final responsibility for selection and published order of papers rests with the Editor. Research reports not longer than 10 printed pages in English and 6 printed pages in Japanese including figures and tables, short communications within 3 printed pages and review articles within 15 printed pages will be published without excess charge (exclusive of reprints); additional published pages will be charged to the author (12,000 Yen per single printed page). Rapid communications acceptable within 2 printed pages will be published in the possible earliest issue with charge at 12,000 Yen per single printed page.

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

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

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

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

A book title should be followed by the name of publisher and place of publication. Example: Abbott, I. A and Hollenberg, G. J. 1976. Marine algae of California. Stanford Univ. Press, Stanford.

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

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

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

日本学術会議だより №.17

「地球圏-生物圏国際協同研究計画(IGBP) の実施について(勧告)」を採択

平成2年5月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は、去る4月18日から20日まで第109回総会を開催しました。今回の日本学術会議だよりでは、その総会で 採択された勧告を中心に、同総会の議事内容等についてお知らせします。

日本学術会議第109回総会報告

日本学術会議第109回総会(第14期・第5回)は、4月 18~20日の3日間開催された。

総会第1日目の午前中には、会長からの経過報告、各部-委員会報告に続き、勧告、対外報告の2案件の提案がなさ れた。これらの案件については、同日午後の各部会での審 議を経た上で、第2日目の午前中に採択された。なお、総 会前日の17日の午前中には、連合部会が開催され、これら の案件の予備的な説明、質疑が行われた。また、第2日目 の午後には、自由討議が、第3日目の午前中には各常置委 員会が、午後には各特別委員会がそれぞれ開催された。な お、第2日目の総会に先立ち、同日表敬訪問のために訪れ た1990年(第6回)日本国際賞受賞者4名の紹介がなされ、 うち2名の方々から挨拶が行われた。

今回総会では、次の勧告、対外報告が採択された。 ①地球圏ー生物圏国際協同研究計画(IGBP)の実施につい て(勧告)(この勧告の詳細は、別掲参照)

このIGBPについては、以前から会長召集の検討会議や関 係する部会,研究連絡委員会等で検討が続けられてきたが、 この度,これらの検討結果を踏まえて,人間活動と地球環 境に関する特別委員会のIGBP分科会が中心となって今回 の勧告案を取りまとめたものである。

この勧告は、同日午後直ちに内閣総理大臣に提出され、 関係省庁に送付された。

②人間活動と地球環境に関する特別委員会報告ー人間活動と地球環境について(この対外報告の詳細は、別掲参照)

これは、人間活動と地球環境に関する特別委員会が、昭 和63年10月の発足以来行ってきた審議の結果を中間報告と して取りまとめたものについて、外部に発表することを承 認したものである。この件に関する審議の際には、人間活 動という言葉の定義、国際関係や各国の科学技術政策との 関連、環境教育の位置付け等々について、活発な質疑応答 があり、また、文案の修正を求める多くの意見が出される 等、熱心な討議が行われた。

また、総会第2日目の午前には、南アフリカ共和国科学 者の学術に係る我が国への入国手続きをめぐる従来からの 問題について討議が行われ、「科学者の自由交流」の考え方 に賛同し、本問題の早急かつ実質的な解決を望む多数の意 見が述べられた。

なお、第2日目午後には、「学術の国際化への対応」とい うテーマで、活発な自由討議が行われた(この自由討議の 詳細は、別掲参照)。

地球圏―生物圏国際協同研究計画(IGBP) の実施について(勧告)

(勧告本文)

国際学術連合会議(ICSU)は、1983年1月の執行委員会 から、国際測地学・地球物理学連合(IUGG)より提案のあ った地球圏一生物圏国際協同研究計画(International Geosphere-Biosphere Programme,略称IGBP)について 検討を始め、1986年ベルンで開かれた総会で、この計画を 1990年から10年間国際協力により実施することを決定した。 我が国の研究者は国際的立案の段階からこの研究計画の審 議に参加してきており、この国際協力事業に我が国の研究 者が参加することは、この国際協同研究計画が持つ重要性 にかんがみ意義が極めて大きいと考えられる。したがって、 政府はこの国際的かつ学際的事業を成功させるために、我 が国におけるIGBP研究の実施に当たり、研究の推進、国際 対応、研究者の養成などの体制整備並びに予算等万全の措 置を講じられたい。

(説明) [要旨]

国際学術連合会議(ICSU)は、国際協同研究として、地 球変化を支配する物理的・化学的・生物学的な諸過程とそ の相互作用を解明するため専門的知識を結集し、「地球圏一 生物圏国際協同研究計画(IGBP)を実施するため、検討を 行ってきた。我が国の研究者は関係する国際委員会に参画 し積極的にその役割を果してきた。

IGBPの目的は全地球を支配する物理的・化学的・生物学 的諸過程とその相互作用を究明することによって、過去か ら現在、未来にいたるまでの生命を生み出している地球独 特の環境とその変化、さらに人間活動による変化について 解明し、記述し、理解することである。

我が国における実施計画は、国際的な計画を参照しつつ、 次の7研究領域を設定した。

研究領域1:大気微量成分の変動及び生物圏との交換。

- 研究領域2:海洋における物質循環と生物生産。
- 研究領域3:陸上生物群集への気候変化の影響。
- 研究領域4:大気圏・水圏・陸圏と生物圏の相互作用を考 慮した気候解析とモデリング。

研究領域5:環境変化のモニタリング

研究領域6:古環境の変遷。

研究領域7:地球環境と人間活動の相互作用。

本研究計画は1990年から10年間行われ、日本は広義のモ ンスーンアジア地域、西太平洋地域、極域に特に重点をお いて研究を実施する。また、効果的に推進するため、地球 システムにかかわる他の国際協同研究とも協力する。

人間活動と地球環境に関する特別委員会報告 ―人間活動と地球環境について(要旨)

人間活動とそれをとりまく環境については、ギリシャ・ ローマ時代以来考察されてきた。最近に至り、工業化や都 市化が早い速度で展開し、その影響は局地的にとどまらず、 地球規模で進行し、地球環境の急速な変化が現れてきた。 特に、二酸化炭素や微量気体の温室効果に起因する地球温 暖化、酸性雨、砂漠化などさまざまの環境変化が現れてい る。そしてその進行速度が大で、人間として対応、適応ま たは順化しうる変化の速度の限界を越しているところに問 題がある。

地球的規模の環境変化研究の国際的プロジェクトとして 「地球圏一生物圏国際協同研究計画(IGBP)」があり、少 し遅れて実施される予定の「地球変化の人類次元研究計画 (仮称)(HDGCP)」がある。

問題を解決するためには、人間活動と地球環境を一つの 系としてとらえ、そこにおける物質循環やエネルギー変化 の定量的記述に基づき、あるべき姿を検討し、新しい技術 体系や政策体系を構築する。そこでは、総合的な研究体制 を構築するプログラムを用意する必要がある。このような 新しいしかも長期的な研究を推進するためには、研究者の 養成、教育体系の検討、全学術研究体系の整備が必要であ る。

総会中の自由討議―学術の国際化への対応

本会議総会中の行事の一環である自由討議が、総会2日 目の4月19日の午後1時から3時間にわたり開催された。 今回の課題は、「学術の国際化への対応」であった。

自由討議は、大石泰彦副会長の司会のもと、はじめに話 題提供として、①川田侃第2部会員から「学術の国際化へ の対応-政治学の場合」について、②高柳和夫第4部会員 から「学術における国際対応-理学の場合」について、③ 松本順-郎第5部会員から「日本学術会議と国際学術協力」 について、それぞれ意見の発表がなされた。

続いて、会員間で多岐多様にわたり活発な討議が行われ たが、その際述べられた意見の主なものを項目として列挙 すると、「日本全体の国際学術交流・協力事業に占める日 本学術会議の位置付け、役割」、「特に発展途上国からの研 究者、留学生の受入れ問題」、「ユネスコ関係の諸活動・事 業への対応の在り方」、「日本学術会議が加入している各国 際学術団体への対応の個別的な現状と問題点」、「新しい国 際協力事業への日本学術会議の対応の在り方」、「日本学術 会議の国際対応組織の整備・強化」等であった。

経営工学研究連絡委員会報告―経営工学の 体系化に向けて(要旨)

固有技術とよく調和した管理技術の体系を明確にし、こ の体系の研究を進めて行くこととは高度技術社会における 社会組織と企業経営のあり方を検討するのに重要な意義を 有する。

今までも、経営工学は日本の経済、社会及び技術の発展 段階において、その役割を果たし、日本経済の発展に貢献 してきた。とくに日本製品の品質と生産性と向上に果した 経営工学の役割は広く内外において高く評価されていると ころである。

経営工学の理論と応用の研究は、その実学的な性格もあ り、企業における工学・技術を基盤とする経営管理活動に 重点がおかれていたが、経営工学の理論は広い普遍性を有 しているので、今後は広く社会や国際に関する問題にも応 用されなければならない。

本報告は、このような意図の下に、経営工学研究連絡委 員会に参加している4学会の代表者よりなるワーキンググ ループの協力の下に、経営工学の役割と学問的体系を整理 し、その研究と教育のあり方と今後の展開を考察したもの である。

生物物理学研究連絡委員会報告―生物物理 学の新しい研究体制について(要旨)

生物科学の急速な進展の中で生物物理学は生物機能のメ カニズムを物理学的に解明し、生物科学全体の基礎を形づ くる学問として、多くの貢献をしてきた。今後生命現象の 基本的理解をめざすのみならず、バイオテクノロジーの基 盤となるべく、生物物理学の役割はますます大きい。

このような状況の下で、生物物理学の一層の発展をはか るには、以下のような新しい研究体制をつくることが望ま しい。

現段階で特に集中的総合的に研究を推進すべき分野とし て、(A)分子機能解析(B)生物情報解析(C)高次情報解析 の三つをとり上げる。それぞれの分野に適合した場所に研 究室群(研究センター)をおき、それらが相互に連携し、 一つの研究組織を作る。さらにこの組織が物理的方法を軸 として新しい大型の研究設備のシステムを備える。そして 将来この体制が基礎生物科学の研究体制の重要な一環とな ることをめざす。

日本学術会議第15期会員選出のための学術 研究団体の登録について

現在、日本学術会議会員推薦管理会では、各学術研究団 体から、第15期会員選出のための日本学術会議への「登録」 申請の受付を行なっています。この「登録」は、期が変わ る度に行う必要があり、従って、第14期における登録学術 研究団体も第15期会員選出のための登録学術研究団体とな るためには、改めて第15期の「登録」が必要です。

この「登録」申請を行うためには、所定の様式による「学 術研究団体登録申請書」を、平成2年6月30日(土)まで に日本学術会議会員推薦管理会に到達するように提出する 必要があります。

「学術研究団体登録申請書」は、所定の様式と用紙があ りますので、日本学術会議会員推薦管理会に請求してくだ さい。無料で送付します。

日学双書の刊行案内

日本学術会議主催公開講演会の記録を中心に編集された 次の日学双書が刊行されました。

- ●日学双書 No.6「高齢社会をどう生きるか」
- ●日学 及書 No.9「**人権の歩み"から何を学ぶか」 [定価] 両書とも、1,000円(消費税込み)

※問い合わせ先:(財)日本学術協力財団(〒106 東京都港 区西麻布3-24-20, 交通安全教育センタービル内, 電話03-403-9788)

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記ま でお寄せください。 〒106 東京都港区六本木7-22-34 日本学術会議広報委員会 電話03(403)6291 賛助会員 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北3条西7丁目 北海道第二水産ビル4階 阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔 有限会社 シロク商会 260 千葉市春日1-12-9-103 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 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 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

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

豪英額の生態 坂本 充・横浜康継
共編
A 5 11 640 ① 価12800円

1 水界生態系における藻類の役割一有賀祐勝*2 水界環境と藻類の生理一藤田善彦*3 藻類の生活圏一秋山優*4 海洋植物プランクトンの生産生態一有賀祐勝*5 湖沼における 植物プランクトンの生産と動態一坂本充*6 自然界における藻類の窒素代謝一和田英太郎* 7 植物プランクトンの異常増殖一飯塚昭二*8 海藻の分布と環境要因一横浜康継*9 河 川底生藻類の生態一小林弘*10 汽水域の藻類の生態一大野正夫*11 土壤藻類の生態一秋山 優*12 海氷中の藻類の生態一星合孝男*13 藻類と水界動物の相互作用一成田哲也*14 藻 のパソジーンー山本鎔子*15 藻類の細胞外代謝生産物とその生態的役割一大和田紘一*16 藻類の生活史と生態一中原紘之*17 藻類群集の構造と多様性一宝月欣二 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。


レタリングシート (ブラックアンドホワイト)





EMINO.86902 **ABC µm µm nm nm ABCD µm µm nm nm ABCD µm µm nm nm ABCD E F G H µm µm µm µm µm nm nm**

※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

EM資材直販センタ

EMグリッドボックス



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





学会出版物

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

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

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

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

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

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

Publications of the Society

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

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

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

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

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

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

1990 年 6 月 10 日 印刷 1990 年 6 月 20 日 発行 ©1990 Japanese Society of Phycology	編集兼発行	有 賀 祐 勝 〒108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学藻類学研究室内 Tel. 03-471-1251 内線 315
禁 転 載 不 許 複 製	印刷所	中 西 印 刷 株 式 会 社 〒602 京都市上京区下立売通小川東人 Tel. 075-441-3155
Printed by Nakanishi Printing Co., Ltd.	発 行 所	日 本 藻 類 学 会 〒602 京都市上京区下立売通小川東入 Tel. 075-441-3155 振替口座:京都 1-50488

本誌の出版費の一部は文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」による。

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

第38巻 第2号 1990年6月20日



目 次

猪口眞美・丸山 晃 :富士五湖と芦ノ湖の Cyclotella comta 集団の種内差	(英文)	105
熊野 茂・O. Necchi Jr.: 南アメリカの Batrachospermum macrosporum MONTAGNE	(英文)	119
熊野 茂・S. M. Phang: 紅藻イギス科の Ballia prieurii KUETZING 及び関連種につい		
τ	(英文)	125
川口栄男:紅藻ムカデノリ科の一新種 Grateloupia kurogii(マルバフダラク)	(英文)	135
坂西芳彦・横浜康継・有賀祐勝 :褐藻ナガコンブの光合成活性の季節変化	(英文)	147
岩崎英雄・金 昌 勲・土屋正隆:渦鞭毛藻 Gymnodinium nagasakiense Такачама et		
Adachi の増殖特性	(英文)	155
高坤山:アカモクの光合成の日変化		163
田中志穂子・渡辺仁治:日本の清浄河川における代表的付着藻類群集 Homoeothrix jan-		
thina-Achnanthes japonica 群集の形成過程		167
太田雅隆・二宮早由子:ホンダワラ属海藻の分布と海水流動との関係		179

ノート

吉田忠生・寺脇利信:褐藻クロメのタイブ標本	187
藤田大介:富山湾の深層水で培養したマコンブの生長	189

.

計	報									 	 			 	 		 		 	 	 	 	 	 	 192
学会	録	事	•••		•••			•••	•••	 	 		•••	 	 	••••	 ••••	••••	 	 	 ••••	 	 	 	 195
学会	: _	則								 	 			 	 		 		 	 	 	 	 	 	 202
投稿	案	内								 	 	••••		 	 		 		 •••	 	 	 	 	 	 203
日本	学	術会	슶	議	だ	より)	•••		 	 			 	 		 		 	 	 	 	 	 	 205

日本藻類学会