

藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôru)

第52卷 第1号 2004年3月10日



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Phycological Research (英文誌)を年4回、「藻類」(和文誌)を年3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8,000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15,000円、賛助会員の会費は1口30,000円とする。

問い合わせ、連絡先

(庶務) 〒990-8560 山形市小白川町1-4-12 山形大学理学部生物学科

菱沼 佑 Tel 023-628-4615 Fax 023-628-4625 e-mail hishinum@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

(会員事務担当:入退会,住所変更,会費) 〒780-8520 高知市曙町2-5-1 高知大学理学部自然環境学科

峯 一朗 Tel 088-844-8309 Fax 088-844-8356 e-mail mine@cc.kochi-u.ac.jp; jsphycol@anet.ne.jp

(海外担当) 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理学部生物学科

石田健一郎 Tel 076-264-5705 Fax 076-264-5976 e-mail ishida@kenroku.kanazawa-u.ac.jp

(広報担当) 〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学先端科学技術共同研究センター

寫田 智 Tel 011-706-3581 Fax 011-726-3476 e-mail sshimada@sci.hokudai.ac.jp

(会計) 〒990-8560 山形市小白川町1-4-12 山形大学理学部生物学科

横山亜紀子 Tel 023-628-4610 Fax 023-628-4625 e-mail akiko@sbiol.kj.yamagata-u.ac.jp

和文誌「藻類」への投稿: 〒514-8507 津市上浜町1515 三重大学生物資源学部

前川行幸 Tel & Fax 059-231-9530 e-mail maegawa@bio.mie-u.ac.jp

英文誌Phycological Researchへの投稿: 〒780-8520 高知市曙町2-5-1 高知大学理学部自然環境学科

奥田一雄 Tel & Fax 088-844-8314 e-mail okuda@cc.kochi-u.ac.jp

日本藻類学会ホームページ <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsp/default.html>

2003-2004年役員

会 長: 原 慶明 (山形大学)

庶務幹事: 菱沼 佑 (山形大学)

庶務幹事: 峯 一朗 (高知大学) (会員事務担当)

庶務幹事: 石田健一郎 (金沢大学) (海外担当)

庶務幹事: 寫田 智 (北海道大学) (広報担当)

会計幹事: 横山亜紀子 (山形大学)

評 議 員: 天野秀臣 (三重大学)

井上 勲 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

奥田一雄 (高知大学)

片岡博尚 (東北大学)

川口栄男 (九州大学)

嗟峨直恆 (北海道大学)

田中次郎 (東京海洋大学)

寺脇利信 (瀬戸内海区水産研究所)

中原紘之 (京都大学)

藤田雄二 (長崎大学)

御園生拓 (山梨大学)

本村泰三 (北海道大学)

前川行幸 (三重大学)

真山茂樹 (東京学芸大学)

横浜康継 (志津川町自然環境活用センター)

吉崎 誠 (東邦大学)

渡辺 信 (国立環境研究所)

和文誌編集委員会

委員長: 前川行幸 (三重大学)

副委員長: 倉島 彰 (三重大学)

実行委員: 飯間雅文 (長崎大学)

石田健一郎 (金沢大学)

出井雅彦 (文教大学短期大学部)

大野正夫 (高知大学)

長田敬五 (日本歯科大学)

神谷充伸 (神戸大学)

北山太樹 (国立科学博物館)

洲崎敏伸 (神戸大学)

田中次郎 (東京海洋大学)

南雲 保 (日本歯科大学)

村上明男 (神戸大学)

委 員: 井上 勲 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

岡崎恵視 (東京学芸大学)

片岡博尚 (東北大学)

藤田雄二 (長崎大学)

堀 輝三

堀口健雄 (北海道大学)

横浜康継 (志津川町自然環境活用センター)

渡辺 信 (国立環境研究所)

植物プランクトン数種の増殖に及ぼす攪拌の影響

山本民次・鈴木雅巳

広島大学大学院生物圏科学研究科 (〒739-8528 東広島市鏡山1-4-4)

Tamiji Yamamoto and Masami Suzuki: Effects of agitation on growth of several phytoplankton species. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 52: 1 - 4, Mar. 10, 2004

Effects of agitation on the growth of the diatom *Skeletonema costatum* and the dinoflagellates *Alexandrium tamarense* and *Heterocapsa circularisquama* were examined using a magnetic stirrer at 100, 200 and 300 rpm. The growth of *S. costatum* was enhanced with agitation level at 100 rpm or more. The growth of *A. tamarense* was clearly suppressed at 200 and 300 rpm while it was enhanced at 100 rpm. On the other hand, the growth of *H. circularisquama* was suppressed apparently in the initial lag growth phase then recovered 7 days later. Thus, the responses of phytoplankton to agitation are different in different taxonomic group and even in species of the same taxonomic group. The results obtained in the present study suggest that we must be careful on growth experiments of phytoplankton in terms of mixing conditions in the experimental design.

Key words: agitation, diatom, dinoflagellate, growth, phytoplankton, turbulence

Graduate School of Biosphere Sciences, Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama Higashi-Hiroshima 739-8528, Japan

植物プランクトンによる栄養塩の取り込みは細胞表面で行われるので、水が常に細胞表面で新鮮なものに入れ替われば、細胞の増殖速度は大きくなる。珪藻類は遊泳能力が無く、海水より比重が大きいため、沈降して細胞表面の海水が更新されることで栄養塩を取り込む。しかし、細胞が有光層に留まるためには適度な鉛直混合が必要である。一方、鞭毛藻類は遊泳能力を有するので、海水の鉛直混合が無くても能動的に鉛直移動を行うことで、環境水中からの栄養塩類の摂取および有光層に留まることができる。このように、海水の混合に対する植物プランクトンの応答のしかたはさまざまであり、進化の歴史の中でそれぞれが選んだ生態学的戦略とも言える。細胞の沈降や遊泳によって、細胞表面の海水を入れ替えることで得られる栄養塩取り込みの利得としては、Berg & Purcell (1977)とMunk & Riley (1952)のデータをLazier & Mann (1989)が計算し直したところ、 $1 \times D \text{ s}^{-1}$ と $10 \times D \text{ s}^{-1}$ (D は細胞の直径)の速度で遊泳あるいは沈降する場合には、それぞれ細胞サイズが大きくなるにつれて細胞に取り込まれる栄養塩フラックスが増加するという結果を得た。また、Sommer (1988)の計算では、遊泳にともなう栄養塩フラックスは $5 \mu\text{m}$ の鞭毛藻類に対して約50%の増加であるのに対して、 $1 \mu\text{m}$ の鞭毛藻類では5-20%程度の増加であった。これらのことから、細胞サイズの大きい藻類ほど沈降や遊泳による栄養塩取り込み増加の利得は大きいと結論されている。

擾乱に対する感受性は分類群で異なるので、単に栄養塩取り込みの観点からのみ考えていたのでは解釈を誤る。例えば、鞭毛藻類の一部には擾乱に対する感受性が強く、しばしば増殖が抑制されることが報告されている(White 1976, Berdalet 1992, Gibson 1995)。したがって、常時攪拌を行うサイクロスタット連続培養のような実験方法は、それらの鞭毛藻類の

増殖実験には適用できない。しかしながら、いずれの種に対してどの程度の攪拌がどの程度の増殖阻害を引き起こすかということについては、十分な検討はなされていない。例えば、我々のグループも含めて、海洋の一次生産の向上と資源の再利用の両立を目指して、植物プランクトンの増殖の促進に製鋼スラグを利用して成果を上げているが(中村ら2003, 原口・谷口2003, 山本ら2003)、これらの実験ではスラグから栄養塩類を溶出させるために攪拌を行う必要があるが、攪拌の影響自体が植物プランクトンの増殖に対して正負いずれに作用したかについてはよく分かっていない。

そこで本研究では、瀬戸内海で比較的良好に出現する珪藻 *Skeletonema costatum* および渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense*, *Heterocapsa circularisquama* を用いて、スターラーによる攪拌がそれらの増殖に及ぼす影響を評価することを目的とした。

材料と方法

実験には呉港表層海水をベースに調整した海水強化培養液 f/2 medium (Guillard 1975) を用いた。2 L 三角フラスコを3個用意し、それぞれに同培養液を入れ、これに培養した *S. costatum*, *A. tamarense*, *H. circularisquama* を添加し、最終液量が2Lになるようにした。初期細胞数は *S. costatum*, *A. tamarense*, *H. circularisquama* それぞれについて3回計数した平均で64, 128, 215 cells mL^{-1} であった。これを恒温器(東京理化機器, FLI-160)に入れ、それぞれの種のほぼ至適増殖条件で培養した。つまり、*A. tamarense* と *S. costatum* は水温 $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 、塩分30psu、光強度 $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (山本ら1999, 山口1992, 山口1993)、*H. circularisquama* では、水温 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 、塩分30psu、光強度 $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

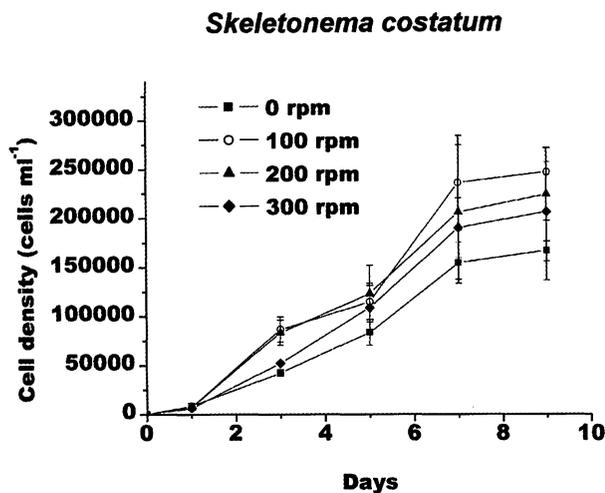


Fig. 1. Variation in cell densities of *Skeletonema costatum* agitated with a magnetic stirrer at 100, 200 and 300 rpm. 0 rpm is the results with no agitation.

とし(山口 1996, 山口 2000), すべて明暗周期は12L:12D(6:00点灯-18:00消灯)とした。

それぞれについてスターラー(ヤマト科学, MS500D)を用いて3段階(100, 200, 300 rpm)の攪拌レベルを与えた。また、攪拌を行わない実験区(0 rpm; コントロール)も設けた。以下, *S. costatum*についてはSc0, Sc100, Sc200, Sc300, *A. tamarens*についてはAt0, At100, At200, At300, *H. circularisquama*についてはHc0, Hc100, Hc200, Hc300と呼ぶこととする。

一日おきにそれぞれ5 mLずつ試水を採取した。これらに12.5%グルタルアルデヒドを最終濃度約1%になるように添加して固定し, 0.02~1 mLをSedgewick-Rafter計数板に採取し, 光学顕微鏡を用いて細胞数を3回計数して平均値を算出した。また, 鞭毛藻2種については攪拌を与えることで擾乱の弱い壁面へ細胞が移動すると言われており(Berdalet & Estrada 1993), 予備的な観察においてもそのような状況が確認されたので, 計数誤差をできるだけ小さく押さえるため, スターラーを停止させて細胞が培養器内で均一になった時点でサンプルを採取するようにした。培養実験はすべて9日間行った。細胞数に対してt-検定($p=0.05$)を行うことで, 増殖の違いの有意性を検討した。

結果

Skeletonema costatum

*S. costatum*ではすべての攪拌条件で細胞密度の増加が見られ, 培養後期のDay7からDay9では細胞密度の高い順からSc100, Sc200, Sc300, Sc0となった(Fig. 1)。ただし, それぞれ2つずつの実験区間のt-検定を行ったところ, 実験終了時(Day9)の細胞密度はSc0-Sc100を除き, 有意差は無かった(Table 1)。したがって, *S. costatum*の増殖は攪拌しなかったSc0よりも少し攪拌を与えた100 rpmで促進されたが, 攪拌が強すぎる場合には抑制されると言える。

Alexandrium tamarens

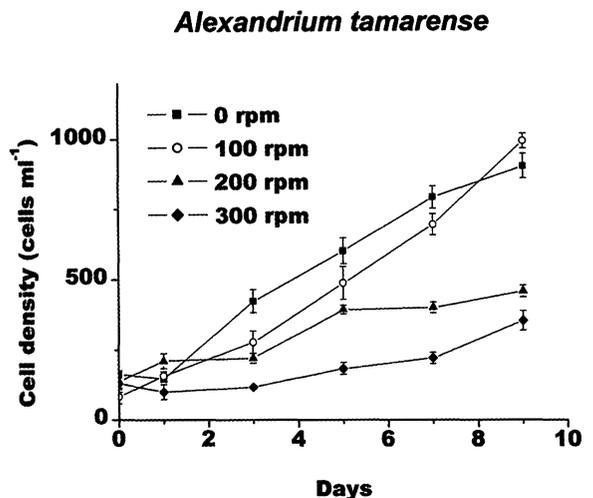


Fig. 2. Variation in cell densities of *Alexandrium tamarens* agitated with a magnetic stirrer at 100, 200 and 300 rpm. 0 rpm is the results with no agitation.

At0, At100とも細胞密度はDay9まで漸次上昇し, 最終的にAt100がAt0をわずかに凌いだ, それ以前ではAt0の方が増殖が良く, これらからは両者には有意な差がないと結論できる(Fig. 2)。一方, At200とAt300は終始細胞密度は低く, これらのうちAt300はAt200よりも有意に細胞密度が低かった($p_{200-300}<0.05$)。このように, *A. tamarens*の増殖に対して, 攪拌はAt100ではやや増殖促進に作用し, At200, At300では増殖抑制に作用した。

Heterocapsa circularisquama

Hc0は実験開始から細胞数の速やかな増加が見られ, Day7で細胞数が最大となり, その後減少した(Fig. 3)。Hc100, Hc200, Hc300は実験開始からDay5まではあまり増加せず, Day5からDay7にかけて急激に増加した。Day7からDay9にかけてはHc100とHc200ではさらに増加してコントロール(0 rpm)の細胞数を上回ったが, Hc300では減少に転じた。t-検定の結果, Day5ではHc100, Hc200, Hc300はHc0に対し

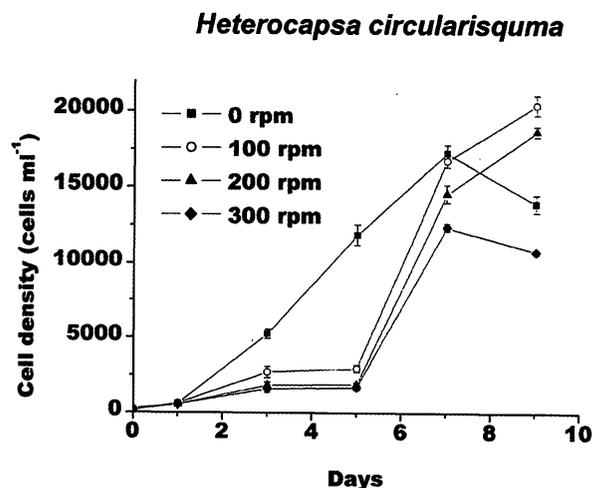


Fig. 3. Variation in cell densities of *Heterocapsa circularisquama* agitated with a magnetic stirrer at 100, 200 and 300 rpm. 0 rpm is the results with no agitation.

Table 1. Summary of statistical analyses for the growths of three species (*Skeletonema costatum*, *Alexandrium tamarense* and *Heterocapsa circularisquama*) examined in this study under different agitation levels (0, 100, 200 and 300 rpm by a magnetic stirrer). The t-test was applied to the data on Day9 for both *S. costatum* and *A. tamarense*, and to those on Day5, Day7 and Day9 for *H. circularisquama*, respectively. * indicates significant difference at $p=0.05$.

		0-100	0-200	0-300	100-200	100-300	200-300
<i>Skeletonema costatum</i>	Day 9 t	3.5533	1.7526	1.1615	-0.7339	-1.2488	-0.4419
	p	0.0237*	0.1545	0.3100	0.5037	0.2798	0.6814
<i>Alexandrium tamarense</i>	Day 9 t	3.0572	-15.8965	-16.9153	-27.4398	-25.0795	-4.3841
	p	0.0377*	< 0.0001*	< 0.0001*	< 0.0001*	< 0.0001*	0.01184*
<i>Heterocapsa circularisquama</i>	Day 5 t	-21.5337	-25.1150	-25.2582	-7.0148	7.5901	-1.5785
	p	< 0.0001*	< 0.0001*	< 0.0001*	0.00217*	0.00162*	0.1896
	Day 7 t	-1.2818	-5.8354	-13.9454	-5.3172	15.5694	-5.9146
	p	0.2692	0.0043*	0.0002*	0.0060*	< 0.0001*	0.0041*
	Day 9 t	12.9688	12.3459	-9.2581	-4.0759	24.7310	-35.5929
	p	0.0002*	0.0002*	0.0008*	0.0152*	< 0.0001*	< 0.0001*

て有意に細胞密度が低かったが(すべて $p < 0.001$), Day7ではHc100はHc0と有意差が無くなり, さらに, 実験終了時(Day9)ではHc100とHc200がHc0の細胞数を上回った($p_{0-100} = 0.0020$, $p_{0-200} = 0.0025$) (Table. 1).

考察

*S. costatum*の増殖は適度な攪拌(Sc100)で促進された(Fig. 1)。このことは, 珪藻類にとっては, ある程度の擾乱がある方が増殖が促進されるというこれまでの報告と一致する(Schöne 1970, Thomas *et al.* 1995)。一方, 攪拌が強すぎる場合(Sc200, Sc300)にはSc100に比べて増殖が抑制された。このことは, Pasiack & Gavis (1975)が実験的に示したように, 攪拌レベルがある程度以上になると細胞にダメージを与えるものと考えられる。以上, 増殖には一般に攪拌が必要であると考えられている珪藻類についても, 最適な攪拌レベルがあるということが示唆された。攪拌レベルは同じ珪藻類であっても種によって異なることが想像され, 今後, さまざまな種について比較検討されることが望まれる。

今回実験に供した渦鞭毛藻2種では, 明らかに攪拌に対する増殖の応答が異なった。*A. tamarense*の増殖は100 rpmではコントロールと違いが見られなかったが, 200 rpmと300 rpmの攪拌レベルでは阻害された(Fig. 2)。一方, *H. circularisquama*では, 攪拌の影響は実験初期では抑制に作用し, 誘導期を長くしたが, 実験後半では急激な増殖が見られ, Day7あたりでは各実験区の細胞密度にそれほど大きな開きは無くなった(Fig. 3)。White (1976)は*A. tamarense*の増殖が攪拌により阻害されることを報告しているが, 実際の海洋で起こりうる攪拌レベルでは*A. tamarense*の増殖には顕著な影響は見られないという報告もなされている(James & Elijah 2003)。前者の実験では $\varepsilon \geq 10^{-2} \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}$ (ここで, ε は乱流エネルギー逸散率)の攪拌で得られた結果であり(Thomas *et al.* 1997をもとに125 rpmの水平攪拌から算出した値), 後者は音響式ドップラー流速計によって得られた $\varepsilon \sim 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}$ までの攪拌で得られた結果である。いずれにせよ, 渦鞭毛藻

類は珪藻類よりも擾乱に対して敏感であり, それらの応答は同じ分類群でも種によって異なるようである。

James & Elijah (2003)の報告によると, 全ての種に当てはまるわけではないが, *Alexandrium fundyense*, *Gymnodinium catenatum*, *Lingulodinium polyedrum*といった比較的細胞サイズの小さい種(直径: 25-50 μm)では, 攪拌レベルが強い場合($\varepsilon \sim 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}$)でも増殖が促進されている。ただし, 攪拌によって流体が動く場合, 実際には粘性によって細胞も同時に動かされることになるので, 細胞表面での海水交換の効率が必ずしも良くなるわけではない。本実験で用いた渦鞭毛藻2種については, 両種で増殖速度は異なるものの, 本実験で与えた最も強い攪拌レベルの300 rpmでは, *H. circularisquama*と*A. tamarense*の実験終了時(Day9)における細胞数は約10,000 cells mL^{-1} と約350 cells mL^{-1} であり, これらはそれぞれ初期細胞数の約43倍と約2.7倍に相当する(Figs. 2, 3)。*H. circularisquama*は18-30 $\mu\text{m} \times 12$ -22 μm 程度で*A. tamarense*(長さ: 25-48 μm , 幅: 25-48 μm)に比べて小型であり, 強い攪拌レベルにおいて*H. circularisquama*の増殖がより促進されたことはこれまでの報告と一致する。

攪拌による渦鞭毛藻の増殖の阻害は, 単に栄養塩の取り込み生理に影響を与えた結果によるものではない。強い擾乱により鞭毛を失って遊泳が困難になるなどの物理的損傷を受けたり(Thomas & Gibson 1990a), 形態的な変化や細胞核の変化が起こり, 細胞分裂(核分裂)が阻害されたりするためであるという報告もある(Berdalet & Estrada 1993)。また, Pollinger & Zemel (1981)は, 実験により攪拌が*Peridinium cinctum* forma *westii* (Lemm.)の核分裂にとまらう有糸分裂期に影響を与えていることを観察している。このように, 攪拌による影響は単に栄養塩の取り込み効率以外の点で細胞の生理その他に影響を与えることもある。今回の実験結果や過去の多くの研究例から分かるように, 攪拌が増殖に与える影響は無視できるものではなく, 実験結果の解釈を誤る要因ともなり得るものである。したがって, これまで報告されてい

る実験データの解釈に注意を払うとともに、今後の実験ではこの点を考慮した設定を行う必要がある。

本研究も含め、植物プランクトンに対する攪拌の影響を調べた研究において、それらの結果の相互比較は困難である。近年では、音響式ドップラー流速計による実測を行うことにより、エネルギー逸散レベルとして攪拌レベルを定量的に評価する試みがなされるようになってきたが (Gibson 2000, James & Elijah 2003), 用いた容器の形や大きさ, 与える攪拌の種類 (上下振騰攪拌, 水平攪拌, シリンダー攪拌, ロッド攪拌など) や強さ (振騰速度, 回転数など) などが異なっているため (White 1976, Thomas & Gibson 1990b, Berdalet & Estrada 1993, Thomas *et al.* 1997), 過去のデータとの比較はやはり困難である。今後は攪拌による擾乱の物理的な評価手法に, 植物プランクトンの生理的な評価手法を組み合わせることや, 標準的な実験設定や評価項目基準を設けることが必要であろう。

謝辞

本研究を行うにあたり, 培養株を分与頂いた広島大学大学院生物圏科学研究科の赤根幸子女史, 瀬戸内海区水産研究所の松山幸彦博士に厚く御礼申し上げます。有益な御助言を頂いた広島大学大学院生物圏科学研究科の川口 修, 岸上智子両院生に感謝致します。最後に, 原稿に対し有益なコメントを頂いた査読者の方々に感謝いたします。

引用文献

- Berg, H. C. & Purcell, E. M. 1977. Physics of chemoreception. *Biophys. J.* 20: 193-219.
- Berdalet, E. 1992. Effects of turbulence on the marine dinoflagellate *Gymnodinium nelsonii*. *J. Phycol.* 28:267-272.
- Berdalet, E. & Estrada, M. 1993. Effects of turbulence on several dinoflagellate species. p.737-740. In: T. J. Smayda & Y. Shimizu, (eds.) *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Elsevier. Amsterdam.
- Guillard, R. R. L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. p.26-60. In: Smith, W. L. & Chanley, M. H. (eds.) *Culture of Marine Invertebrates*. Plenum Publ. Corp. New York.
- 原口浩一・谷口 旭 2003. 脱りんスラグおよび都市廃水同時添加が植物プランクトン群集の増殖と種組成に及ぼす効果. *鉄と鋼* 89: 430-437.
- Lazier, J. R. N. & Mann, K. H. 1989. Turbulence and diffusive layers around small organisms. *Deep-Sea Res.* 36: 1721-1733.
- Munk, W. H. & Riley, G. A. 1952. Absorption of nutrients by aquatic plants. *J. Mar. Res.* 11: 215-240.
- 中村恵江・佐藤智希・桑田清輝・斎藤喜久・中田 等・谷口 旭 2003. 大容量タンクで観察された自然植物プランクトン群集の製鋼スラグ添加に対する増殖応答: 物理化学環境とクロフィルの変化. *鉄と鋼* 89: 438-445.
- Pasiack W. J. & Gavis J. 1975. Transport limited nutrient uptake rates in *Ditylum brightwellii*. *Limnol. Oceanogr.* 20: 605-617.
- Pollinger, U. & Zemel, E. 1981. *In situ* and experimental evidence of the influence of turbulence on cell division processes of *Peridinium cinctum* forma *westii* (Lemm.) Lefevre. *Br. Phycol. J.* 16: 281-287.
- Schöne, H. 1970. Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung des Seegangs für das Plankton mit besonderer Berücksichtigung mariner Kieselalgen. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 55: 595-677.
- Sommer, U. 1988. Some size relationship in phytoflagellate motility. *Hydrobiologia* 161: 125-131.
- Thomas, W. H. & Gibson, C. H. 1990a. Quantified small-scale turbulence inhibits a red tide dinoflagellate, *Gonyaulax polyedra* Stein. *Deep-Sea Res.* 37: 1583-1593.
- Thomas, W. H. & Gibson, C. H. 1990b. Effects of small-scale turbulence on microalgae. *J. Appl. Phycol.* 2: 71-77.
- Thomas, W. H., Tynan, C. T. & Gibson, C. H. 1997. Turbulence-phytoplankton interrelationships. *Prog. Phycol. Res.* 12: 283-284.
- Thomas, W. H., Vernet, M. & Gibson, C. H. 1995. Effects of small-scale turbulence on photosynthesis, pigmentation, cell division, and cell size in the marine dinoflagellate *Gonyaulax polyedra* (Dinophyceae). *J. Phycol.* 31: 50-59.
- White, A. W. 1976. Growth inhibition caused by turbulence in the toxic marine dinoflagellate *Gonyaulax excavata*. *J. Fish Res. Bd. Can.* 33: 598-602.
- 山口峰生 1992. 有毒赤潮鞭毛藻の競合種としての珪藻類の増殖特性. 有毒赤潮の生態学的制御による被害防除技術の開発に関する研究. 南西海区水産研究所平成2年度研究報告書. 55-65.
- 山口峰生 1993. 珪藻類の増殖に及ぼす光強度と栄養塩の影響. 有毒赤潮の生態学的制御による被害防除技術の開発に関する研究. 南西海区水産研究所平成3年度研究報告書. 49-62.
- 山口峰生 1996. 新型赤潮生物の増殖に及ぼす水温と塩分の影響. 渦鞭毛藻・ラフィド藻等新型赤潮の発生機構と予測技術の開発に関する研究. 南西海区水産研究所平成6年度研究報告書. 7-12.
- 山口峰生 2000. 生理学的特性に基づく新型赤潮プランクトン優占化機構の解明. 渦鞭毛藻・ラフィド藻等新型赤潮の発生機構と予測技術の開発に関する研究. 南西海区水産研究所5ヶ年の研究報告書. 7-20.
- 山本民次・鈴木雅巳・呉 碩津・松田 治 2003. 製鋼スラグからのりん, 珪素の溶出とそれらが植物プランクトン自然群集の増殖に及ぼす影響. *鉄と鋼* 89: 482-488.
- 山本民次・樽谷賢治 1997. 広島湾産有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の増殖に及ぼす水温, 塩分及び光強度の影響. *藻類* 45: 95-101.

(Received 1 Aug. 2003; Accepted 6 Feb. 2004)

底生微細藻 *Nitzschia* sp. の増殖に及ぼす水温、塩分及び光強度の影響

山本民次¹・呉 碩津²・後藤郁恵¹

¹ 広島大学大学院生物圏科学研究科 (739-8528 東広島市鏡山1-4-4)

² 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所赤潮環境部有毒プランクトン研究室 (739-0452 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5)

Tamiji Yamamoto¹, Seok Jin Oh², Ikuo Goto¹: Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of microphytobenthos *Nitzschia* sp. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 52: 5 - 11, Mar. 10, 2004

The effects of temperature, salinity and irradiance on growth of *Nitzschia* sp. isolated from surface sediment of Kaita Bay in Hiroshima, Japan were examined using batch cultures. The range of temperature and salinity in which *Nitzschia* sp. was able to grow were 10-30°C, 20-35 psu, and 15°C and 20°C in 15 psu. However, the growth was suppressed at lower (10°C) and higher temperature (25°C and 30°C) with salinity below 15 psu. The highest growth rate (0.66 day⁻¹) was obtained at the combination of 15°C and 25 psu. The growth of *Nitzschia* sp. showed its peak at 50 µmol m⁻² s⁻¹ and was inhibited at the irradiance higher than that irradiance. These characteristics of response to irradiance suggest that depth at 50 µmol photons m⁻² s⁻¹ in Hiroshima Bay is equivalent to ca. 2-3 m.

Keywords: growth, irradiance, microphytobenthos, *Nitzschia* sp., salinity, temperature

¹Graduate School of Applied Biological Sciences, Hiroshima University
Higashi-Hiroshima 739-8528, Japan

²National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, 2-17-5 Maruishi, Ohno, Saeki,
Hiroshima 739-0452

閉鎖性水域は、その名のとおり閉鎖的であるために海水交換が悪い。例えば、瀬戸内海は周囲を中国・近畿・四国・九州に囲まれており、また内部には1015もの島があるため(瀬戸内海環境保全協会 2000)、外洋との海水交換や、枝湾内外の海水交換は必然的に小さいものとなる。さらに、人間活動に伴う陸上からの栄養塩の負荷や湾の閉鎖性環境を利用した養殖業による負荷などがあるため、富栄養化しやすい。

物質の負荷あるいは負荷の削減に対する底質の変化は水質の変化と比べると遅い。底泥内での物質の移動・交換は鉱物粒子や有機物粒子の間にわずかに存在する間隙水を通して行われるからである。例えば、冬季の水柱の鉛直混合は溶存酸素を海底まで運ぶが、有機物を高濃度で含むシルト質(いわゆるヘドロ)の底質では、深くまで酸化させるに至らない。そのような底質では温度が高くなる夏季には、バクテリアなどが大量に堆積した有機物を分解するために酸素が急激に消費されて還元的になり、硫化水素の発生が起こることも多い。貧酸素化や硫化水素の発生は好気性生物の生息を困難にし、生態系の構造を大きく崩すことになる。このような理由から、たとえ陸域からの物質負荷の削減などの改善策がとられたとしても、一度悪化してしまった底泥環境を修復することは簡単ではない。また、このような還元的な底質はアンモニア塩やリン酸塩などのような栄養塩類を水柱に溶出させるので(Yamamoto *et al.* 2000)、水質の改善も必然的に遅れることになる。このような底質環境を修復する手段として、これまでの覆砂や浚渫といった土木的手法がとられてきたが、一時的な環境改善効果しか得られず、逆に環境破壊につながるよ

うな場合も見受けられた。

そこで、自然のシステムが有する浄化能を最大限発揮させる方法が望まれる。底生微細藻は干潟や沿岸海域の主要な一次生産者であり、河口域における総一次生産の約50%以上を占めると言われている(Brotas & Catarino 1995, MacIntyre *et al.* 1996, Underwood & Kromkamp 1999)。また、底生微細

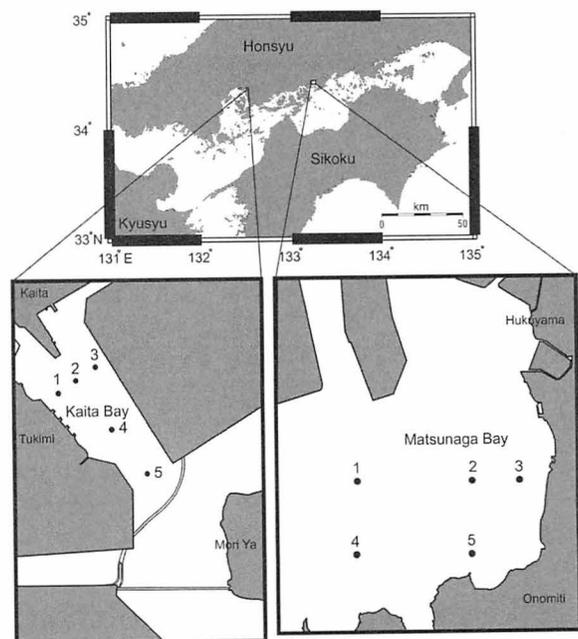


Fig. 1. Locations of sampling stations in Kaita Bay and Matsunaga Bay, Japan.

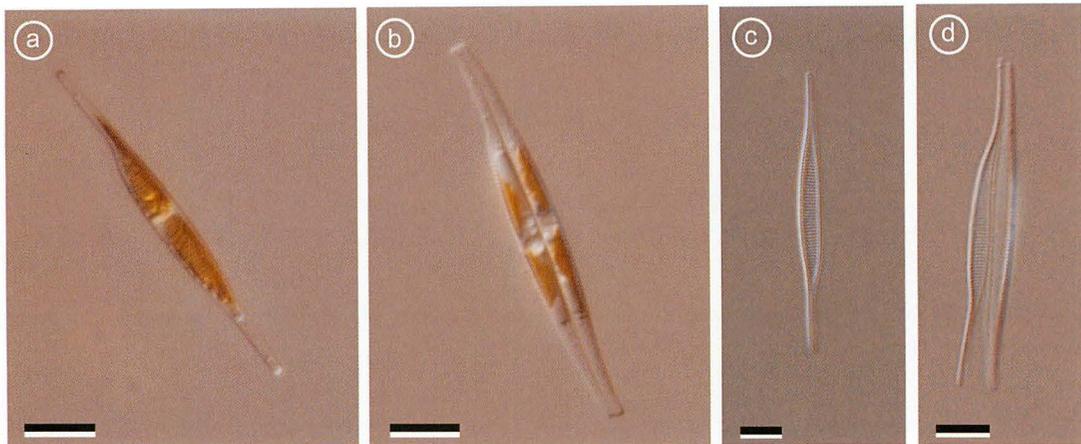


Fig. 2. (a) Light microscopic photographs (Nomarski differential interference contrast) of microphytobenthos *Nitzschia* sp., (b) a dividing cell, (c) an alkaline-cleaned cell and (d) a cell separated into hypotheca and epitheca among alkaline-cleaned cells in the light microscope. Scale bar = 10 μm .

藻の多くを占める付着珪藻が細胞から浸出する extracellular polymeric substances (EPS) は低分子有機物であるため、上位栄養段階の meiofauna や macrofauna などに対する重要な炭素源になる (Decho 1990)。そこで、この研究では底質環境が悪化した場所にもともと生息していた底生微細藻類を用いて底質改善を行う技術を確認させることを最終目標とし、その前段階として現場底泥より単離した底生微細藻優占種 *Nitzschia* sp. の増殖に及ぼす水温、塩分、光強度を実験的に求め、その増殖能を評価することを目的とした。

材料および方法

底泥採取方法及び種の同定・計数

エクマンバージ型採泥器 (0.04 m^2) を用いて、広島県の海田湾から 2001 年 7 月 11 日 (第 1 回目) 及び 10 月 18 日 (第 2 回目)、同県松永湾から 2001 年 7 月 12 日 (第 1 回目) 及び 10 月 19 日 (第 2 回目) に各 5 測点から底泥資料の堆積物の層状構造を壊さないよう、表層 1 cm の試料を採取した (Fig. 1)。これらのサンプルそれぞれ 1 g を黒潮ろ過海水 100 mL に懸濁させ、0.1 mL を Sedgewick-Rafter counting chamber に取り、倒立顕微鏡 (Nikon, Type-210) 下で底生微細藻の種の同定及び計数を行った。

底生微細藻の単離と培養

広島湾の表面海水を用いて調整した f/2 培地 (硝酸塩 883 μM , リン酸塩 36 μM , 珪酸塩 107 μM , Guillard & Ryther 1962) 200 mL ずつ別々に 2 つの組織培養フラスコ (260 mL, Cellstar) に入れ、海田湾および松永湾から採取した表層泥サンプルを 5 g 添加し、松永湾の Stn. 4 における泥温 (25°C) と水深 2–3 m の光強度 (50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; 12L:12D) の条件下で維持培養した。また、無機栄養のみでは増殖速度が遅いことを予備実験で確認していたので、松永湾の底泥を用いた土壌抽出液を添加した。土壌抽出液は、オートクレーブ分解・滅菌 (121°C, 2 atm, 30 min) 後、クリーンベンチにおいて上澄み液を土壌抽出液として採取し、f/2 培地 1 L に対し、1 mL 添加した。用いた培養瓶は孔径 0.02 μm のバイオフィルター付き組織培養フラスコであり、空気交換に擾れ、培養期

間中の pH の変化がほとんどないことを確認している。

これらの中から、両海域の表層泥サンプル中において優占種と判断された底生微細藻 *Nitzschia* sp. を海田湾の試料から単離した (Fig. 2)。クローン株を得るため、パスツールピペットを用いて一細胞ずつ拾い上げ、96 穴マイクロプレートに上記と同じ f/2 培地を分注したものに植え付けた。水温と塩分の培養条件は本種を採取した堆積物の条件 25°C, 32 psu で、光強度は水深 2–3 m に相当する 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (12L:12D) とした。羽状目付着珪藻は粘質糸を基物に付着して生育するため (Edgar & Pickett-Heaps 1984)、付着基質がない場合には増殖速度が著しく低下することを本種を用いた予備実験で確認している。そこで、付着基質としてガラスビーズ (井内盛栄堂, ガラスビーズ, BZ-01, 平均粒径約 0.1 mm) を添加した (Fig. 3)。

光強度に対する増殖応答実験

7 mL ネジ口試験管 3 本に f/2 培地を 3.5 mL ずつ分注し、これに光強度 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (白色蛍光灯), 明暗周期 12L:12D (明期は 8:00–20:00), 水温 25°C, 塩分 32 psu, pH 8.2 (現場条件) で 7 日間前培養した *Nitzschia* sp. を 0.5 mL ずつ接



Fig. 3. The microphytobenthos *Nitzschia* sp. with glass beads in culture. Scale bar = 100 μm .

種した(接種後の密度は110–190 cells mL⁻¹)。これらをさまざまな目合いのメッシュで覆うことで光強度を10, 20, 30, 50, 100, 200, 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (SL-2100 光量子計, Biospherical Instrument Inc.) の9段階に設定して実験を行った。これらを毎日1回10:00に攪拌するとともにその都度、蛍光光度計(Turner, Model 10)を用いて蛍光値を測定した。

底生微細藻の比増殖速度(day⁻¹)は次式に示したように、光量に依存し、強い光環境では強光阻害を表現するものとした(Eppley 1972, Steele 1962)。また、各パラメータは非線形最小自乗法で近似して求めた。

$$\mu = \mu_{\max} \frac{I}{I_{\text{opt}}} \exp\left(1 - \frac{I}{I_{\text{opt}}}\right)$$

ここで、

μ : 比増殖速度 (day⁻¹)

μ_{\max} : 最大比増殖速度 (day⁻¹)

I : 光強度 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

I_{opt} : 最適光強度 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

である。

水温と塩分に対する増殖応答実験

培養温度は10, 15, 20, 25, 30°Cの5段階、塩分は15, 20, 25, 30, 35 psuの5段階とし(アタゴ海水濃度屈折計サリニティー, S/Mill), これらを組み合わせて25通りの設定で実験を行った(NK式温度勾配恒温器, MTI-201, 日本医理化学器械製作所)。MTI-201では設定温度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内の温度変動がある

が、200 mLの容器に水を入れて棒状温度計でモニタリングしたところ、水の熱容量が大きいので、実際にはマニュアルに示された $\pm 1^\circ\text{C}$ 以下の温度変化しかないことを確認している。ただし、実際に今回実験に使用した試験管は小型で培養液量は3.5 mLなので $\pm 1^\circ\text{C}$ 近く変動していたかもしれない。塩分の調整は、15–30 psuについては超純水を加え、35 psuについては水分を蒸発させることで行った。また、栄養塩添加後にHClまたはNaOHでpH8.2に調整した。これらをメンブランフィルター(ポアサイズ0.22 μm , ミリポア, タイプGS)で濾過してから実験に使用した。

水温、塩分の急激な変化は培養株にとって好ましくないと考え、培養株の移植は次のようにした。まず、水温25°C、塩分32 psu、光強度50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で前培養したものを、塩分20, 25, 30, 35 psuの培地へ植え継いだ。さらに、塩分20 psuで細胞の増加を待ち、それを15 psuへ植え継いだ。また、水温については25°Cのものから1日当たり1°Cずつ上昇あるいは下降させ、その都度増殖を確認しながら15–30°Cに馴致させた。また、15°Cから10°Cへ移行する際は、一週間かけて目的の温度にした。

次に本実験として、各水温、塩分条件について3本の7 mLネジロ試験管にf/2培地を3.5 mLずつ分注しガラスビーズ(前述)を0.2 g添加して、前述の前培養溶液を1 mLずつ接種した。光条件は先の実験で求められた最適強度50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、明暗周期は12L:12D(明期は6:00–18:00)とした。光強度は位置によって変わるが、培養器の棚には印をつけ、1日

Table 1. Composition of eukaryotic microalgae in the sediment of Matsunaga Bay and Kaita Bay in July 2001 (cells mL⁻¹).

Area	Species	Stations				
		1	2	3	4	5
Matsunaga Bay	<i>Skeletonema costatum</i>	280	0	330	220	1100
	<i>Thalassiosira</i> spp.	280	70	140	90	130
	<i>Achnanthes</i> spp.	100	20	90	0	40
	<i>Diploneis</i> spp.	50	30	50	10	20
	<i>Distephanus</i> spp.	0	0	0	0	20
	<i>Gyrosigma</i> spp.	0	0	0	10	0
	<i>Melosira</i> spp.	210	320	310	290	180
	<i>Navicula</i> spp.	20	10	10	0	20
	<i>Nitzschia</i> spp.	280	80	0	20	40
	<i>Pleurosigma</i> spp.	70	0	10	0	0
Kaita Bay	<i>Skeletonema costatum</i>	550	0	120	0	60
	<i>Thalassiosira</i> spp.	10	170	80	150	190
	<i>Achnanthes</i> spp.	0	40	10	10	30
	<i>Diploneis</i> spp.	270	100	60	50	30
	<i>Distephanus</i> spp.	0	30	10	0	0
	<i>Melosira</i> spp.	0	0	0	30	20
	<i>Navicula</i> spp.	10	20	10	60	50
	<i>Nitzschia</i> spp.	240	110	170	130	100
	<i>Pleurosigma</i> spp.	0	60	40	20	30
	<i>Dictyocha</i> spp.	0	40	40	3	50

Table 2. Composition of eukaryotic microalgae in the sediment of Matsunaga Bay and Kaita Bay in October 2001 (cells ml⁻¹).

Area	Species	Stations				
		1	2	3	4	5
Matsunaga Bay	<i>Skeletonema costatum</i>	350	160	120	150	580
	<i>Thalassiosira</i> spp.	130	80	140	180	140
	<i>Achnanthes</i> spp.	0	0	20	0	0
	<i>Diploneis</i> spp.	40	30	40	60	50
	<i>Gyrosigma</i> spp.	0	0	0	10	0
	<i>Melosira</i> spp.	240	160	130	300	260
	<i>Navicula</i> spp.	30	40	50	20	30
	<i>Nitzschia</i> spp.	110	60	90	190	20
Kaita Bay	<i>Pleurosigma</i> spp.	10	10	10	20	10
	<i>Skeletonema costatum</i>	120	370	1140	950	920
	<i>Thalassiosira</i> spp.	250	250	1110	1590	2930
	<i>Achnanthes</i> spp.	40	10	40	70	190
	<i>Diploneis</i> spp.	220	340	870	600	960
	<i>Distephanus</i> spp.	0	10	0	0	0
	<i>Melosira</i> spp.	30	90	120	190	260
	<i>Lauderia</i> spp.	740	920	720	560	490
	<i>Navicula</i> spp.	540	420	440	420	380
	<i>Nitzschia</i> spp.	340	290	150	390	410
	<i>Pleurosigma</i> spp.	20	10	30	40	50
	<i>Dictyocha</i> spp.	30	50	100	620	340

に2回、各試験管の位置を入れ替えることで、すべての試験管に同じ強度の光が当たるように配慮した。毎日1回10:00に攪拌し、蛍光光度計 (Turner, Model 10) を用いて蛍光強度を測定した。本種はガラスビーズに付着して試験管底部に固まりを形成するようになるため、1日1回の攪拌の際に固まりを崩すように心がけた。

比増殖速度は次の式にあてはめ、対数増殖期の値について最小自乗法により算出した。実験は triplicate で行ったので、それらの平均値をとった。

$$\mu = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{N_0}{N_t}$$

ここで、

N_0 : 対数増殖初期の蛍光値 (cells ml⁻¹)

N_t : 対数増殖終期の蛍光値 (cells ml⁻¹),

Δt : 対数増殖の期間 (day),

である。また、それぞれの設定条件下で行った triplicate の実験のうち、明らかに増殖の様子の異なったものは計算から除外した。

本種の増殖を水温・塩分の関数として次の多項式で表した。

$$\mu = \beta_{00} + \beta_{10} \cdot T + \beta_{20} \cdot T^2 + \beta_{30} \cdot T^3 + \beta_{01} \cdot S + \beta_{02} \cdot S^2 + \beta_{03} \cdot S^3 + \beta_{11} \cdot T \cdot S + \beta_{12} \cdot T \cdot S^2 + \beta_{21} \cdot T^2 \cdot S + \dots + \beta_{nn} \cdot T^n \cdot S^n + \varepsilon$$

ここで、 μ は増殖速度 (day⁻¹), T は水温 (°C), S は塩分 (psu), β_{nn} は偏回帰係数, ε は誤差項をそれぞれ示す。ここでは3次

までをとり、変数増減法による重回帰分析によって偏回帰係数を求めた。

結果と考察

種の同定及び計数の結果

両湾における優占種は、第1回目のサンプリング時には、松

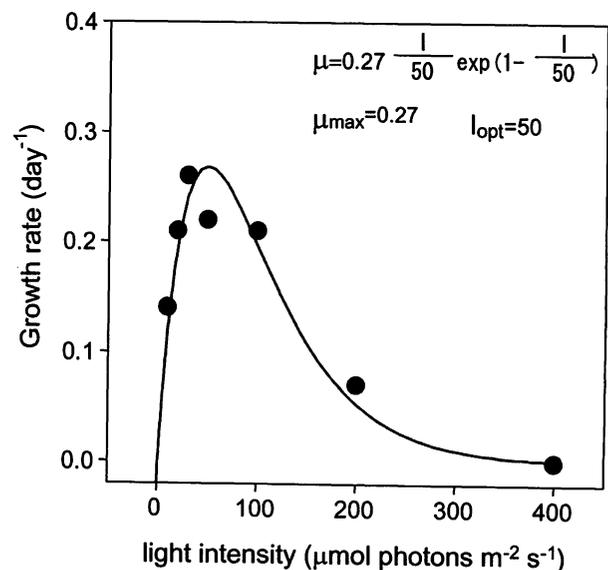


Fig. 4. Specific growth rate of *Nitzschia* sp. as a function of light intensity. 25 °C, 32 psu, pH8.2. A curve was fitted to the experimental data.

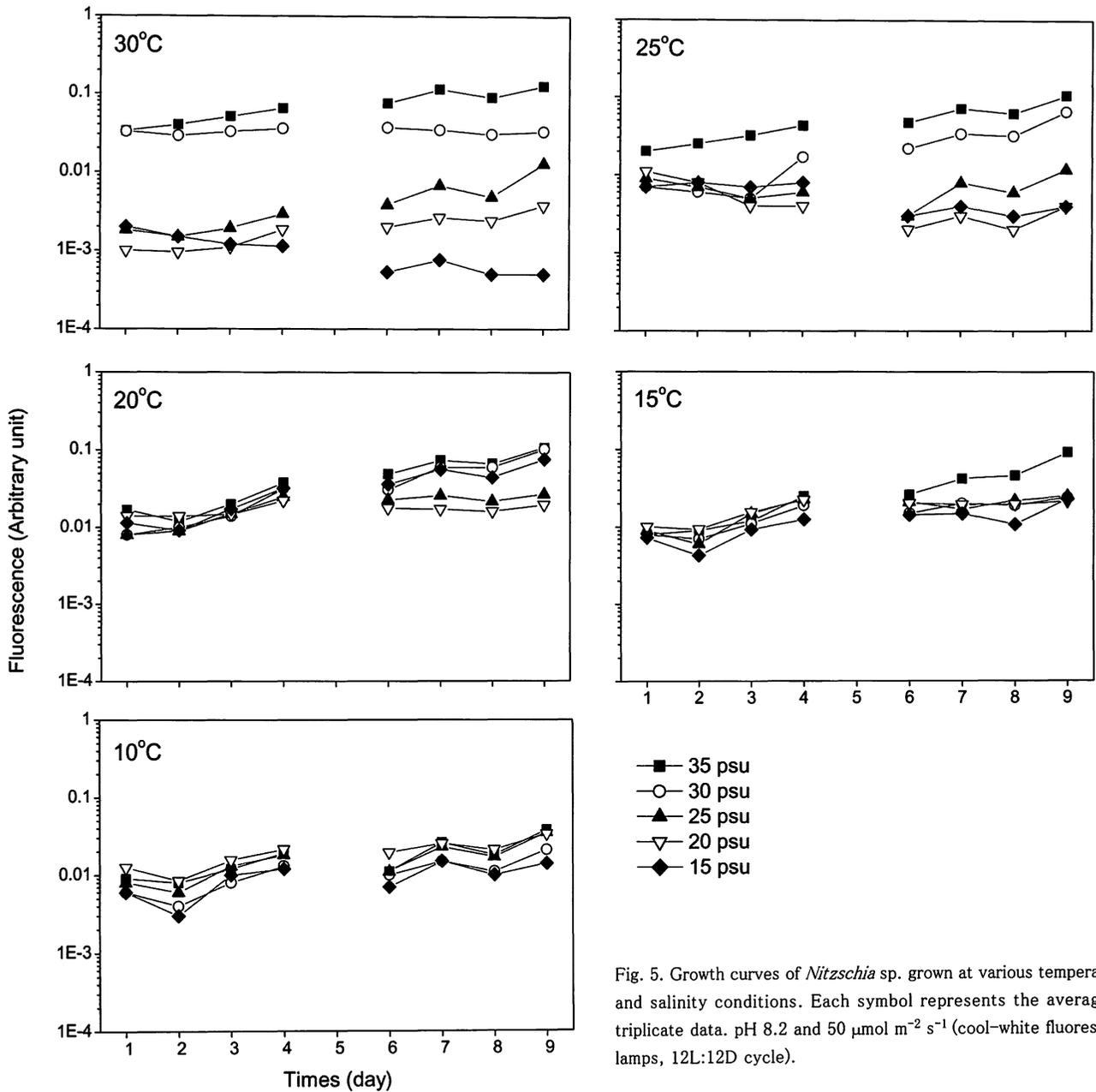


Fig. 5. Growth curves of *Nitzschia* sp. grown at various temperature and salinity conditions. Each symbol represents the average of triplicate data. pH 8.2 and $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (cool-white fluorescent lamps, 12L:12D cycle).

永湾では *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp., *Melosira* spp., *Nitzschia* spp. で, Stn. 1と5で総細胞数が多かった (Table 1)。海田湾での優占種は *S. costatum*, *Thalassiosira* spp., *Diploneis* spp., *Nitzschia* spp. であり, Stn. 1が他の観測点より総細胞数が多かった (Table 1)。また, 第2回目のサンプリング時には, 松永湾の優占種は第1回目と類似していたが, 海田湾は種の多様性が高くなり, 総細胞数も多くなった (Table 2)。これらの結果において, *S. costatum*, *Thalassiosira* spp., *Lauderia* spp.などは浮遊性藻類であることから, それらが沈降して, 底泥サンプル中で相対的に多かったと考えられる。実際には底生性微細藻と考えられる種のうち, 優占したのは *Melosira* spp., *Diploneis* spp., *Nitzschia* spp. などであり, これらのうちの一種 *Nitzschia* sp. を今回の研究に用いた。

光強度に対する増殖応答実験

Nitzschia sp. の比増殖速度は $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の 0.14 day^{-1} から $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の 0.26 day^{-1} まで上昇した (Fig. 3)。 $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ では 0.22 day^{-1} となり, それ以上では光強度の増加にともない比増殖速度の低下が見られ ($0.21-0.07 \text{ day}^{-1}$), $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ では増殖が認められなかった。つまり, $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上ですでに強光阻害が起こることを示している (Fig. 3)。比増殖速度と光強度の関係は次の式で表せることが明らかになった。

$$\mu = 0.27 \frac{I}{50} \exp\left(1 - \frac{I}{50}\right)$$

最適光強度は $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 最大比増殖速度は 0.27 day^{-1} と計算された。

通常, 浮遊ケイ藻では $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上で最大増殖速度を示し (例えば, *S. costatum* や *Coscinodiscus wailesii* では約 $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ および約 $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Yoder

Table 3. Growth rates of *Nitzschia* sp. in each temperature and salinity condition

	Temperature (°C)	Salinity (psu)				
		35	30	25	20	15
	30	0.15±0.04	ND*	0.22±0.03	0.17±0.01	0.00±0.00
	25	0.17±0.02	0.24±0.01	0.23±0.04	0.24±0.01	0.00±0.00
	20	0.28±0.01	0.30±0.01	0.52±0.03	0.52±0.01	ND*
	15	0.29±0.03	0.52±0.03	0.66±0.08	0.44±0.04	0.43±0.017
	10	0.17±0.03	0.30±0.12	0.17±0.02	0.14±0.03	0.00±0.00

*ND: No data

1979, 西川ら2002), 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下では強光阻害は現れない。また、潮間帯から分離した *Nitzschia dissipata* では今回得られたような強光阻害は見られず、100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ でも増殖した (Admiraal 1977)。このことは、潮間帯の藻類では干潮時に大気中へ露出して直射日光にさらされることもあるため、強い光条件でも生存できるように適応した結果と考えられる。一方、海水中では光の減衰は急激であり、指数関数的に低下する (山本 1998)。沿岸海域の海底に生息している底生微細藻はこれらの弱光環境に適応したため、強い光強度では強光阻害が現れると推測される。

夏季と秋季における広島湾海表面直下の平均光強度はそれぞれ約2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 850 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ である (Yamamoto *et al.* 2002)。また、サンプリング時の透明度は第一回目では海田湾で0.6 m, 松永湾で1.6 mであり、第二回目では海田湾で2.6 m, 松永湾で2.0 mであった (広島県環境保健協会 2002)。 $K=2.1/T$ (K , 消散計数; T , 透明度(m) パーソズと高橋1974)として平均消散係数を求めると、第一回目は海田湾で3.5および松永湾で1.4, 第二回目は海田湾で0.8および松永湾で1.1となる。これらを $I_d=I_0e^{-kd}$ (I_d , 深度 d mにおける光強度($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); I_0 , 海表面における光強度($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); パーソズと高橋1974)に当てはめて、今回の研究で得られた本種が最大増殖速度を発揮する光強度50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ に相当する水深を求めると約2-3 mとなる。また、強光阻害が見られたことから、これ以浅でも以深でも増殖が低下すると想像される。さらに、実際の各観測点の水深は6-9 mであったことから、サンプルを採取した場所の海底での光強度はわずか0.3-0.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であったと計算される。これらの値は本種の補償光量を示すものと考えられ、これは植物プランクトンで通常報告されている補償光量 (5-20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 山本 2002)と比べてかなり低い。

水温と塩分に対する増殖応答実験

塩分の違いによる *Nitzschia* sp. の増殖曲線をそれぞれの温度について Fig. 5 に示した。10°C, 15 psu は増殖が見られなかった。20-30 psu では増殖が認められたが、比増殖速度は0.14-0.30 day^{-1} と低かった。15°Cではすべての塩分段階で増殖が認められ、比増殖速度は0.29-0.66 day^{-1} であった。20°Cでは15 psuでデータの欠測があったが、15°Cと同様にすべての塩分段階で増殖が認められ、比増殖速度0.28-0.52 day^{-1} となった。25°Cでは15 psu以外の全ての塩分条件で増殖が認められ、20-35 psuで比増殖速度0.17-0.24 day^{-1} を示した。30°Cでは、15 psuにおいて25°Cのような増殖が認

められなかったが、20-35 psuで比増殖速度0.15-0.17 day^{-1} であった (Fig. 5; Table 3)。以上、水温と塩分のさまざまな組み合わせに対する比増殖速度を Fig. 6 にプロットした。増殖可能な水温、塩分範囲はそれぞれ10-30°C, 20-35 psuであり、15°C, 25 psuで最大の比増殖速度を与えた。また、15 psuでは15°Cと20°Cで増殖可能であった。ただし、最大の細胞収量を与えたのは、15°C, 35 psuであった (Fig. 5)。

得られた結果を水温と塩分の2因子要因として解析したところ、以下の回帰式が得られた。

$$\mu = -5.353 + 0.659 \cdot T + 0.171 \cdot S - 0.029 \cdot T^2 - 0.003 \cdot S^2 - 0.006 \cdot T \cdot S + 0.0003787 \cdot T^3 + 0.00002267 \cdot S^3 + 0.000144 \cdot T^2 \cdot S$$

このときの重回帰係数は0.882であった (Fig 7)。

現場の泥温は、第1回目のサンプリング時には18-23°C, 第2回目には22°Cであった (広島県環境保健協会 2002)。この温度を Fig. 6 と照らし合わせると、この時期の温度は最適

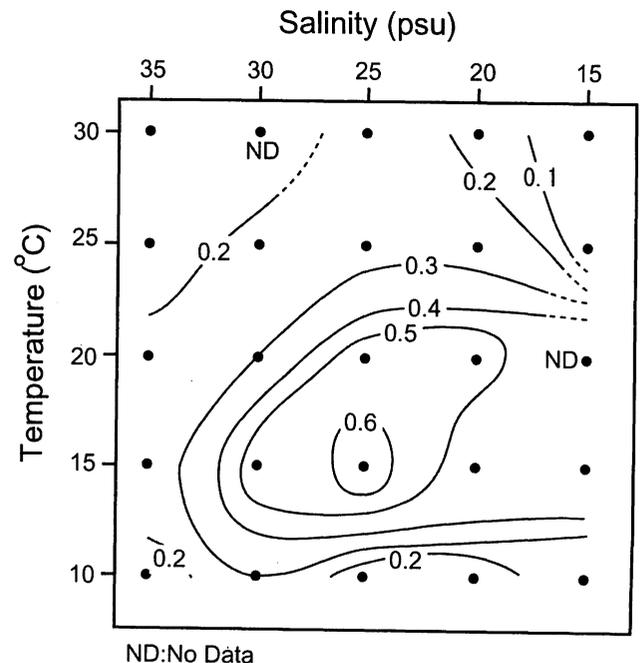


Fig. 6. Contour plots for specific growth rate (day^{-1}) of *Nitzschia* sp. grown at various temperature and salinity conditions. Calculation was made for the exponential growth phase in the batch culture incubation (see Fig. 5).

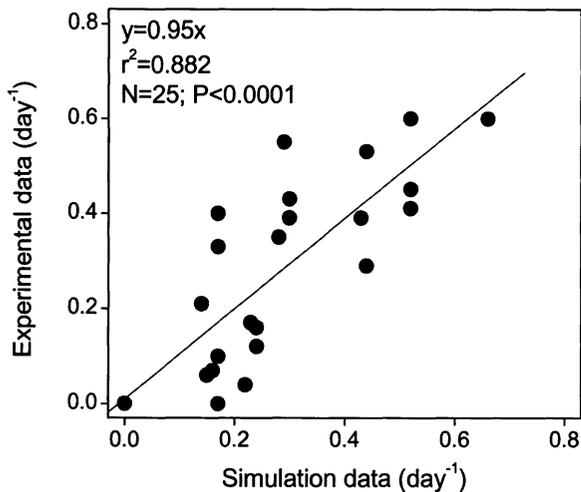


Fig. 7. Comparison between experimental data and simulation data for the growth rate of *Nitzschia* sp.

な条件に近く、比増殖速度は0.4 day⁻¹から0.5 day⁻¹を与える。

本研究で明らかになったように、水温・塩分および光強度は本種の群集動態を支配する重要な環境要因である。ただし、当然のことながら藻類の増殖には溶存態無機・有機栄養塩(西島・深見 1993, 樽谷・山本 1994)や微量元素(Brand *et al.* 1983, Harrison *et al.* 1988)なども必要である。したがって、今後、本種を含め底生微細藻類を用いた底質改善を行うためには、それらの栄養塩要求特性および生活史の解明など、種ごとの動態を左右する要因についてさらに知見を蓄積する必要がある。

謝辞

本研究をとりまとめるにあたり、多くの有益な御助言を戴きました独立行政法人水産総合センター瀬戸内海区水産研究所山口峰生博士に感謝いたします。また、本研究に用いた *Nitzschia* sp. の写真を撮って頂いた瀬戸内海区水産研究所松山幸彦博士にも深く感謝いたします。この研究は日本財団助成事業「微細藻を用いた瀬戸内海の生態学的底質改善に関する調査・研究」によって行われたものであり、共同研究を進める上でさまざまなご助言を戴いた、財団法人広島県環境保健協会環境科学センター、センター長、皆川和明氏および同センター環境創造部創造二課担当課長、有吉英治氏に感謝します。

引用文献

- Admiraal, W. 1977. Influence of light and temperature on the growth rate of estuarine benthic diatoms in culture. *Mar. Biol.* 39: 1-9.
- Brand, L. E., Sunda, W. G. & Guillard, R. R. L. 1983. Limitation of marine phytoplankton reproductive rates by zinc, manganese, and iron. *Limnol. Oceanogr.* 28: 1182-1198.
- Brotas, V. & Catarino, F. 1995. Microphytobenthos primary production of Tagues estuary intertidal flats (Portugal). *Neth. J. Aquat. Ecol.* 29: 333-339.

- Decho, A. W. 1990. Microbial exopolymer secretions in ocean environments. Their role(s) in foodwebs and marine processes. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 28: 73-153.
- Edgar, L. A. & Pickett-Heaps, J. D. 1984. Diatoms locomotion. *Prog. Phycol. Res.* 3: 47-88.
- Eppley, R.W. 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fish. Bull.* 70: 1063-1085.
- Guillard, R. R. L. & Ryther, D. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. *Can. J. Microbiol.* 8: 229-239.
- Harrison, P. J., Yu, P. W., Thompson, P. A., Price, N. M. & Phillips, D. J. 1988. Survey of selenium requirements in marine phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 47: 89-96.
- 広島県環境保健協会 2002. 微細藻を用いた瀬戸内海の生態学的底質改善に関する研究報告書(その1). 日本財団助成, 広島.
- MacIntyre, H. L., Geider, R. J. & Miller, D. C. 1996. Microphytobenthos: The ecological role of the "secret garden" of unvegetated, shallow-water marine habitats. I. Distribution, abundance and primary production. *Estuaries* 19: 186-201.
- 西島敏隆・深見公雄 1993. 植物プランクトンの増殖に及ぼす N:P 比の影響. 2. ラフィド藻類及び珪藻類. p20-28. 吉田陽一(編) 水域の窒素:リン比と水産生物. 恒星社厚生閣, 東京.
- 西川哲也・宮原一隆・長井 敏 2002. 播磨灘産有害珪藻 *Coscinodiscus wailesii* Gran の光強度に対する増殖応答. 日本プランクトン学会報 49: 1-8.
- パーソンズ T. R.・高橋正征 1974. 生物海洋学. 三省堂, 東京.
- 瀬戸内海環境保全協会 2000. 瀬戸内海の環境保全資料集. 環境省水環境部, 神戸.
- Steele, J. H. 1962. Environmental control of photosynthesis in sea. *Limnol. Oceanogr.* 7: 137-150.
- 樽谷賢治・山本民次 1994. 広島湾産 *Skeletonema costatum* のリン酸塩取り込みおよび増殖の動力学. 広島大学生物生産学部紀要 33: 59-64.
- Underwood, G. J. C. & Kromkamp, J. 1999. Primary production by phytoplankton and microphytobenthos in estuaries. *Adv. Ecol. Res.* 29: 93-153.
- 山口峰生・今井一郎・本城凡夫 1991. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella antiqua* と *C. marina* の増殖速度におよぼす水温, 塩分および光強度の影響. 日水誌 57: 1277-1284.
- Yamamoto, T., Ikeda, H., Hara, T. & Takeoka, H. 2000. Applying heat and mass balance theory to determine the flow rate for the measurement of benthic material flux in a flow-through system. *Hydrobiologia.* 435: 135-142.
- Yamamoto, T., Oh, S. J. & Kataoka, Y. 2002. Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) isolated from Hiroshima Bay, Japan. *Fish. Sci.* 68: 356-363.
- 山本民次 1998. 植物プランクトン. P144-190. 平野敏行(編) 沿岸の環境圏. フジ・テクノシステム, 東京.
- 山本民次 2002. 水圏の生物生産と光合成. 恒星社厚生閣, 東京.
- Yoder, J. A. 1979. Effect of temperature on light-limited growth and chemical composition of *Skeletonema costatum* (Bacillariophyceae). *J. Phycol.* 15: 362-370.

(Received 22 Sept. 2003; Accepted 6 Feb. 2004)

高知県土佐湾産カジメにおける葉状部の生産量と葉状部基部の大きさの季節変化

富永春江・芹澤如比古*・大野正夫

高知大学海洋生物教育研究センター (781-1164 土佐市宇佐町井尻 194)

Harue Tominaga, Yukihiko Serisawa* and Masao Ohno: Seasonal changes in net production of the bladelets and size of the proximal blade of *Ecklonia cava* in Tosa Bay, Kochi Prefecture. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 52: 13 - 19, Mar. 10, 2004

Seasonal changes of the net production of bladelets and size of proximal blade of *Ecklonia cava* growing at Tei in Tosa Bay, southern Japan were studied every month from July 1993 to September 1994. Two quadrats (50 x 50 cm) were haphazardly placed within *E. cava* population at 6-7 m depths and all individuals except young sporophytes within the quadrats were marked. After one month they were harvested and measured the number of newly produced bladelets based on the marking method and the weight of heaviest bladelet, both of which were used to estimate the net production. The size of proximal blade and biomass were also measured. Daily net production was estimated as 0.12-9.96 g d.w. m⁻² d⁻¹, which was higher from winter to early summer and lower from mid summer to autumn. Yearly net production was estimated as 2727.48 g d.w. m⁻² y⁻¹. Biomass was 535.18-2573.10 g d.w. m⁻² (480.96-2448.40 g d.w. m⁻² of blades, 5.12-21.30 g d.w. m⁻² of proximal blades and 39.5-178.18 g d.w. m⁻² of stipes), which was lower from late winter to early spring. Number of newly produced bladelets, longest bladelet length, number of bladelets, proximal blade length and number of young bladelets (less than 10 cm) were 0-4, 31.7-50.1 cm, 12-21, 1.2-4.5 cm and 1-7, respectively. The net production of *E. cava* growing in Tosa Bay (small type with short stipe) was concluded to be large almost the same as *E. cava* growing at Shimoda, Izu Peninsula, central Japan (large type with long stipe).

Key Index words: biomass, *Ecklonia cava*, Laminariales, production, Tosa Bay

Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

褐藻コンブ科のカジメ *Ecklonia cava* Kjellman は、本州中南部から、四国、九州沿岸に分布する代表的な大型多年生の暖海産コンブ科植物であり(川島1993)、場所により水深10-50mまでの潮下帯岩礁上に生育している(岩橋ら1979, 須藤1992)。本種の構成する群落は海中林と呼ばれ、魚類の産卵場や仔稚魚の保育場となるとともに、主に葉部はアワビ・サザエ・ウニなど藻食動物の餌料となり、また多くの他の動物の生息場として機能するなど、沿岸生態系に重要な役割を果たしている(大野1985)。

これまでにカジメの形態については、本州中部の静岡県伊豆半島沿岸や神奈川県三浦半島沿岸に生育するものは茎状部が長く大型であるが(林田1977, 今井1988, Aruga *et al.* 1997, Serisawa *et al.* 2002a)、四国沿岸や九州沿岸に生育するものは茎状部が短く小型であることが知られている(大野・石川1982, 月館ら1991, 富永ら1999, Serisawa *et al.* 2002a)。このような形態の地域的な変異にしたがって、カジメの現存量については長茎-大型のカジメが生育している海域で高く(Yokohama *et al.* 1987, 芹澤ら2001)、短茎-小

型のカジメが生育している海域で低いことが報告されている(大野・石川1982, 芹澤ら2001)。一方、現存量を支えている生産量に関しては、これまでに伊豆下田産の長茎-大型カジメについては知見が得られているが(Yokohama *et al.* 1987)、その他の地域に生育するカジメについてはほとんど調べられていない。したがって、四国沿岸や九州沿岸に生育する短茎-小型カジメの生産量を推定し、長茎-大型カジメのそれと比較することは、生態学的にも重要な意義を持つと考えられる。

一般にコンブ科植物の生長帯は葉状部基部にあり、コンブ科植物はこの部位の細胞が上方へ分裂して葉部を押し上げるように伸長する介在生長を行なうことが知られている(徳田ら1987)。葉状部基部の大きさの季節変化は、現存量や生産量の季節的変動と密接に関係しているものと考えられるが、これまでにカジメに関するこの部位の大きさやその季節変化についての研究は皆無である。

そこで本研究では高知県土佐湾手結地先の短茎-小型カジメの群落について月別の生産量を推定するとともに、葉状部基部の大きさを測定したので報告する。なお、手結地先のカジメ群落は1980年代には約180haの規模で存在していたが(環境省自然保護局1994)、その後減少して2000年には完全に消滅したことが報告されている(芹澤ら2000, Serisawa *et al.* 2004)。今回の報告はこのカジメ群落が磯焼けで消滅する数年前の時期、1993-1994年の調査結果についてまとめたものである。

*現所属: 独立行政法人 日本学術振興会 特別研究員 (研究従事機関: 千葉大学海洋バイオシステム研究センター。299-5502 千葉県安房郡天津小湊町内浦1)

*Present address: Marine Biosystems Research Center, Chiba University, Amatsu-kominato, Awa-gun, Chiba 299-5502, Japan. (JSPS Research Fellow)

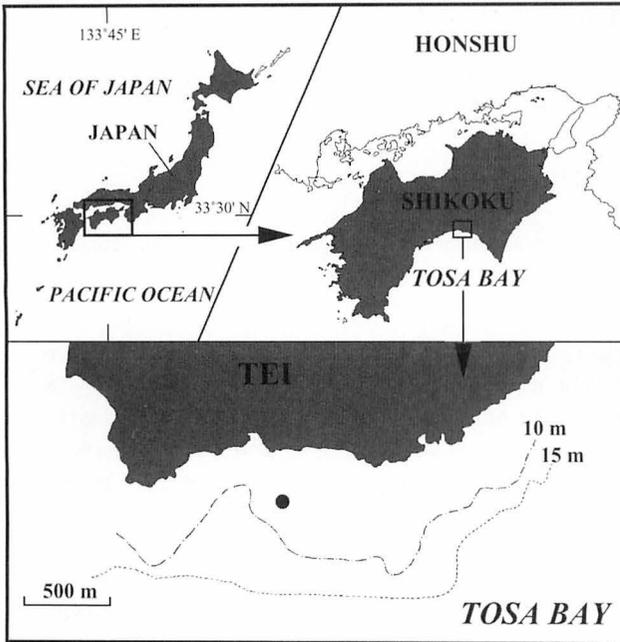


Fig. 1. Maps showing the experimental site (solid circle) off the Tei coast in Tosa Bay, Japan.

材料と方法

調査区域は土佐湾のほぼ中央に位置する高知県香美郡夜須町手結地先の、水深6-7mの岩礁上に設定した (Fig. 1)。カジメ葉部 (葉状部+葉状部基部) (Fig. 2) の伸長様式は規則的で、側葉の原基は茎状部と葉状部の間の部位、すなわち葉状部基部の両側に形成され、生長に伴い徐々に上部に押し上げられ側葉となる (Yokohama *et al.* 1987)。側葉も生長に伴い徐々に上部に押し上げられるが、最大の重量に達した後は枯死や被食により重量を減少させながら葉状部の上端に達し、完全に脱落する。このような伸長様式を利用して、吉田 (1970) は近縁のアラメ *Eisenia bicyclis* について特定の個体群における年間の側葉枚数を調べ、それに側葉の平均重量を乗ずることによって、その個体群の年間の純生産量を算出した。カジメについては、Yokohama (1977) および Yokohama *et al.* (1987) により純生産量を推定する方法が提唱されている。本研究では以下に概略する Yokohama *et al.* (1987) の方法に準拠して、土佐湾のカジメ群落の純生産量を算出した。

スキューバ潜水により手結地先のカジメ群落内に50cm×50cmのコドラートを任意に2箇所設置し、枠内の10cm以上の側葉を持つ全てのカジメについて、10cm以上の側葉の下から3段目の基部付近にコルクボーラーで直径4mmの穴を2つ開けるマーキングを行なった。なお、側葉が10cm未満である幼体は今回の方法では生産量の推定が困難であると考えて除外した。約1ヶ月後にそのコドラート内のカジメを全て刈り取り、各々のカジメについて、マーキングされた側葉が1ヶ月間に何段押し上げられたか、つまり新生された側葉の段数 (枚数) を測定した。その後、各個体を仮根部、茎状部、葉状部基部 (10cm未満の側葉や側葉原基を含んだ茎状部につながる部位)、葉状部 (葉状部基部の上部の側葉と中央葉を含む部位) (Fig. 2) に切り分け、葉状部についてはさらに左右一対

の側葉片を含むように切り分けた。それらを室内で風乾 (エアコンや扇風機を用いて3日から1週間程度乾燥) させた後、乾重量を測定した (付着物の多い仮根部については測定しなかった)。これらの値から10cm以上の側葉を持つカジメについての単位面積当たりの現存量を算出した (側葉が未発達な幼体は除外した)。また、最大の葉片重量と新生した側葉の段数を乗じることによって各個体の生産量を推定し、それらの和によってカジメ群落の単位面積あたりの生産量を推定した。マーキングは1993年7月-1994年8月まで、刈り取りは1993年8月-1994年9月まで毎月行なった。調査時期によって生産量に違いが見られたため、年間生産量は調査期間中の3期間、1993年8月-1994年7月、1993年9月-1994年8月、1993年10月-1994年9月の1年間の生産量としてそれぞれ算出した。

採集された10cm以上の側葉を持つ全てのカジメについて、1993年8月-1994年9月まで毎月、側葉あるいは中央葉 (Fig. 2) に子囊斑の有無を確認し、1993年10月-1994年9月まで毎月、最長側葉長、側葉段数 (左右一対の側葉を含む様に切り分けた葉片数)、幼側葉段数 (側葉原基を含む10cm未満の側葉の段数、便宜的に片側のみの幼側葉枚数) および葉状部基部の長さ (高さ) (Fig. 2) を測定した。

1993年11月には50cm×50cmの永久コドラート1つを水深6-7mの岩礁上に設置し、前述と同じ方法で10cm以上の側葉の3段目にコルクボーラーでマーキングし、1994年9月まで毎月、同一個体による側葉段数、新生側葉段数を測定し、脱落段数 (前月の側葉段数+新生側葉段数-当月の側葉数) と総側葉段数 (累積した側葉段数) を算出した。

結果

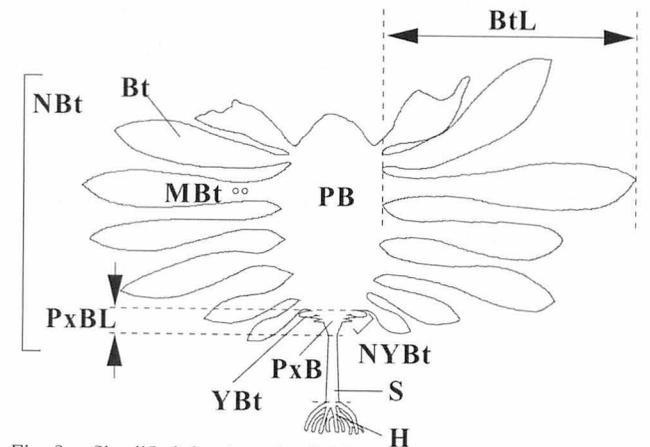


Fig. 2. Simplified drawing of a *Ecklonia cava* sporophyte showing the different parts of a frond. PB, primary blade (中央葉); Bt, bladelet (側葉); PxBL, proximal blade (葉状部基部); YBt, young bladelet (less than 10 cm) (側葉原基を含む幼側葉); S, stipe (茎状部); H, holdfast (仮根部); MBt, marked bladelet (印付けされた側葉); NBt, number of bladelets on one side of a primary blade (側葉段数); NYBt, number of young bladelets on one side of a proximal blade (幼側葉段数); PxBL, proximal blade length (葉状部基部の長さ); BtL, longest bladelet length (最長側葉長). B (blade) = PB + Bt (葉状部=中央葉+側葉). Bp (blade part) = B + PxBL (葉部=葉状部+葉状部基部)

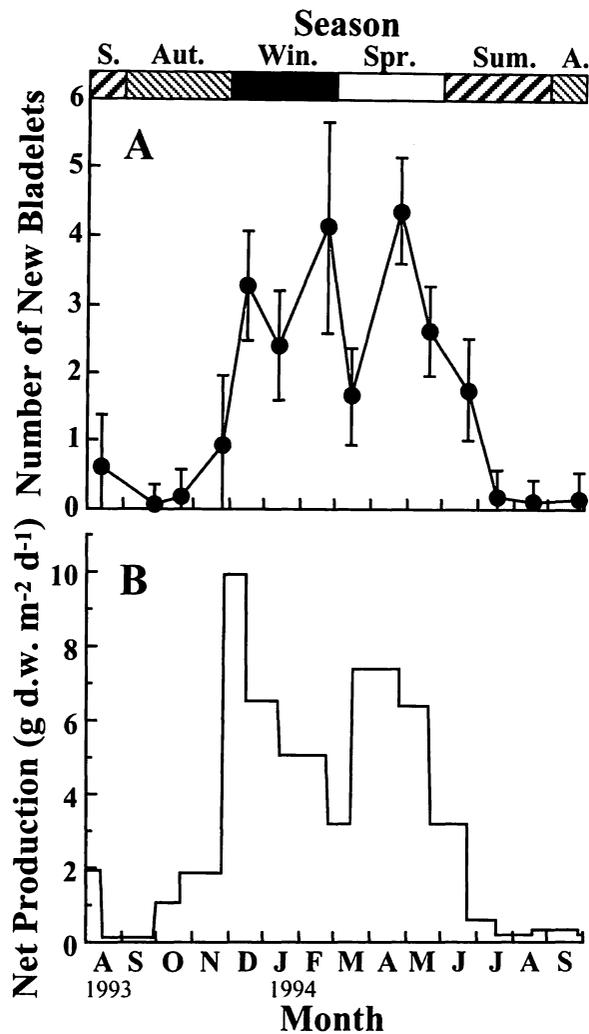


Fig. 3. Seasonal changes in number of newly produced bladelets (mean with SD) of *Ecklonia cava* sporophytes (A) and daily net production of *E. cava* population (B) at Tei in Tosa Bay.

手結地先のカジメの個体あたりの毎月の新生側葉段数と単位面積あたりの日生産量をFig. 3に示す。平均新生側葉段数は0-4段で、1994年4月に極大値、1993年9月に極小値を示し、冬季から初夏に高く、中夏から秋季に低い値を示した。日生産量は0.12-9.96g乾重 $m^{-2}d^{-1}$ で、1993年12月に極大値、1993年9月に極小値を示し、同様に冬季から初夏に高く、中夏から秋季に低い値を示した。また、日生産量を合計した年生産量は、1993年7月-1994年6月までが2791.71g乾重 $m^{-2}y^{-1}$ 、1993年8月-1994年7月までが2686.88g乾重 $m^{-2}y^{-1}$ 、1993年9月-1994年8月までが2703.84g乾重 $m^{-2}y^{-1}$ であり、平均で2727.48g乾重 $m^{-2}y^{-1}$ であった。

個体あたりの葉状部基部の乾重量、長さおよび幼側葉段数についてFig. 4に示す。葉状部基部の平均乾重量は0.23-1.03gで、1994年2月に極大値、1993年10月に極小値を示し、晩冬から中春に高く、晩夏から中秋に低い値を示した。葉状部基部の長さは1.2-4.5cmで、1994年3月に極大値、1993年10月に極小値を示し、晩冬から中春にかけて高く、夏季から中秋に低い明瞭な季節変化を示した。幼側葉段数は1-7

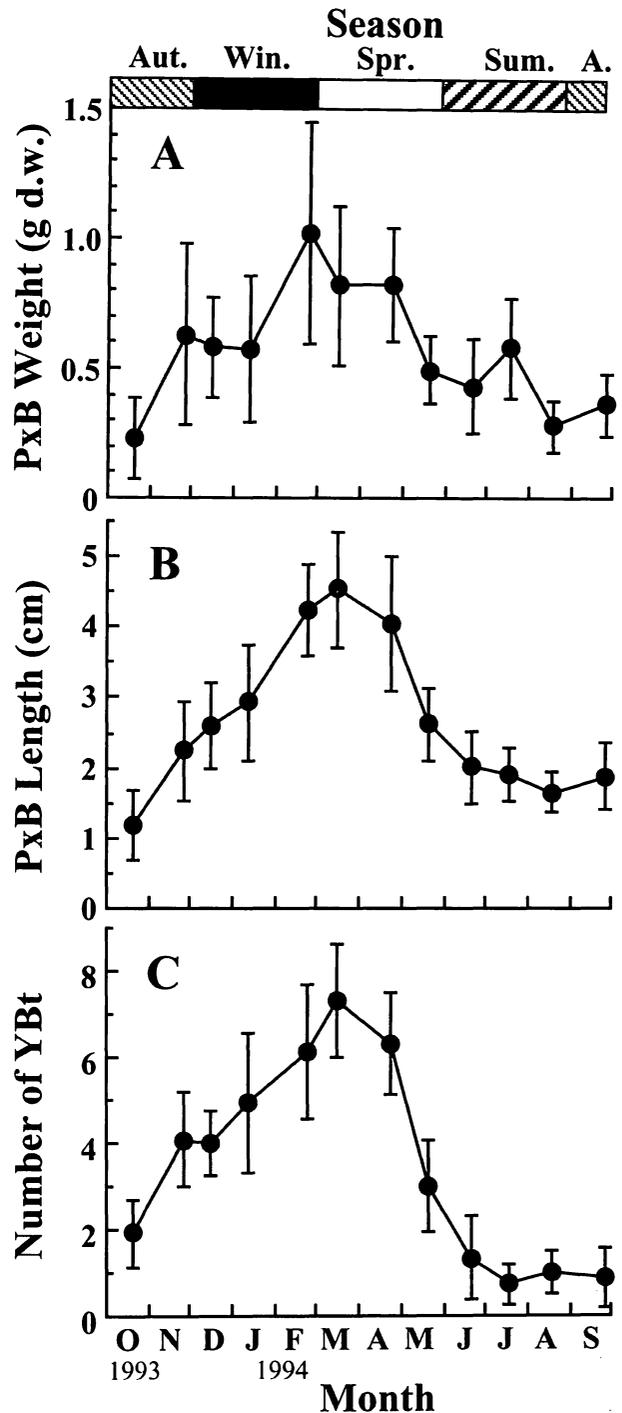


Fig. 4. Seasonal changes in proximal blade weight (A), proximal blade length (B) and number of young bladelets (C) of *Ecklonia cava* sporophytes at Tei in Tosa Bay. Data were expressed mean with SD.

段で、1994年3月に極大値、7月に極小値を示し、葉状部基部の長さと同様の明瞭な季節変化を示した。

手結地先のカジメの葉状部、葉状部基部、茎状部の単位面積あたりの現存量をFig. 5に示す。現存量は全体として、535.18-2573.10g乾重 m^{-2} で、1993年10月に極大値、1994年3月に極小値を示し、晩冬から初春に低い値を示した。葉状部の現存量は480.96-2448.40g乾重 m^{-2} で、同様に10月

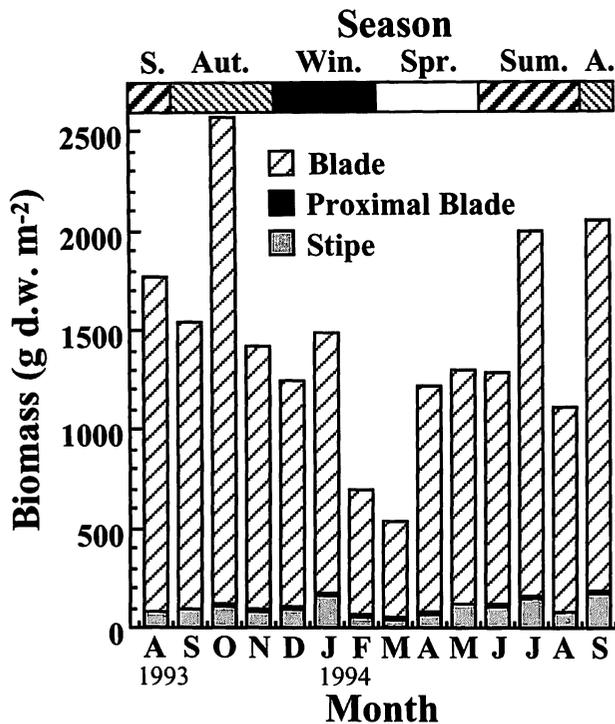


Fig. 5. Seasonal changes in biomass of *Ecklonia cava* population at Tei in Tosa Bay.

に最大値, 3月に最小値を示し, 晩冬から初春に低い値を示した。葉状部基部および茎状部の現存量は葉状部に比べ著しく小さな値を示した。葉状部基部の現存量は5.12–21.30g 乾重 m^{-2} で, 晩夏から初秋に5.12–9.36g 乾重 m^{-2} と低い値を示し, 晩秋から中春にかけて14.72–21.30g 乾重 m^{-2} と高い値を示した。茎状部の現存量は39.5–178.18g 乾重 m^{-2} で, 1994年9月に極大値, 3月に極小値を示したが, 季節的な傾向は明瞭でなかった。

個体あたりの最長側葉長, 側葉段数, 最大重量を示した一対の側葉片の位置, 最大長を示した側葉の位置をFig. 6に示す。最長側葉長は31.7–50.1cmで, 1994年2月に極大値, 1993年11月に極小値を示し, 晩秋から初冬にやや低い値を示した。側葉段数は12–21段で, 12月に極大値, 3月に極小値を示し, 初春に急減した。最大重量側葉片及び最長側葉片の位置はそれぞれ4–13段, 5–13段であり, 共に2月に極小値, 12月に極大値を示し, 晩冬から初春にかけて低い値を示した。また, 最大重量側葉片の位置は, 最長側葉片の位置と同じか, 1–2段上方であった。

一辺50cmの方形枠2枠中の10cm以上の側葉を持つカジメの個体数(密度)とそれらの葉状部における子嚢斑の有無および割合をTable 1に示した。カジメの生育密度は1993年10月に27個体/5000 cm^2 (54個体 m^{-2})と極大値を示したが, その他の時期は8–17個体/5000 cm^2 (16–34個体 m^{-2})で推移していた。カジメ葉状部における子嚢斑部位は1年中認められ, その割合は23–100%の間で変動し, 11月から1月までは100%であり, 春季に低い値を示した。子嚢斑は春季には円形または卵形を呈し, 上段の側葉の中央部から基部付近

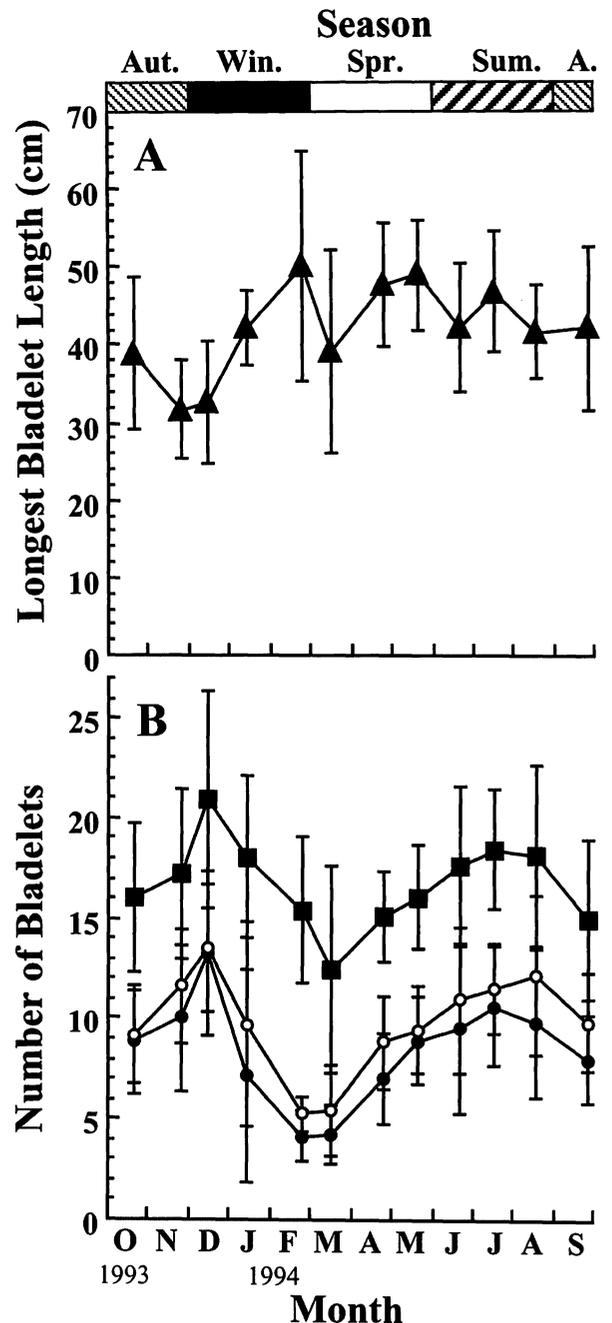


Fig. 6. Seasonal changes in the longest bladelet length (A), number of bladelets (solid squares)(B), position of the heaviest bladelets (open circles) and the longest bladelets (solid circles) of *Ecklonia cava* sporophytes at Tei in Tosa Bay. Data were expressed mean with SD.

に点在していたが, 夏季には側葉の先端部まで拡大すると同時に下段でも多く見られ, 秋季に入ると一部を除いて側葉の全面に形成され, 中央葉にも形成される個体が見られた。晩秋から初冬には, 遊走子が放出された後の組織が抜け落ちた側葉が見られた。冬季には薄い幅広の側葉が下段より形成され, それらには子嚢斑は見られないが, 上段の側葉には一部子嚢斑を残存させている個体を確認された。

永久コドラート内のカジメの側葉数の変化をFig. 7に示す。コドラート内の個体数は開始時の1993年11月には6個体で

あったが、1994年2月に5個体、3月に3個体へと徐々に減少し、1994年9月には1個体となった。平均側葉段数は12-19段で、12月に極大値、2月に極小値を示し、晩冬に急減する季節変化を示した。平均新生側葉段数は0-4段で、2月と4月に極大値、9月に極小値を示し、冬季から春季に高かった。平均脱落数は0-10段で、2月に極大値、9月に極小値を示し、冬季に急増する季節変化を示した。総側葉段数(累積した側葉段数)の平均は調査開始時の18段から調査終了時の38段まで上昇し、10ヶ月間で側葉を20段生産したと見積もられた。

考察

カジメの生産量に関しては伊豆下田産の大型カジメについて、日生産量が $1.7-13.4\text{g 乾重 m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 、年生産量が $2.84\text{kg 乾重 m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ と報告されている(Yokohama *et al.* 1987)。これらの値は、今回の土佐湾産のカジメの結果(日生長量 $0.12-9.96\text{g 乾重 m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 、年生産量 $2727.48\text{g 乾重 m}^{-2} \text{ y}^{-1}$)と比べやや大きいかほとんど同じ値であった(Fig. 3)。また、伊豆下田産カジメの平均新生側葉段数は1ヶ月間で0-4段と報告されているが、この値も今回の土佐湾産カジメにおける結果と同じであった。今回の実験では伊豆下田の実験で使われた一辺1mの方形枠よりも小さい、一辺50cmの方形枠を使っており、カジメは群落内に均一に分布していないので(Maegawa & Kida 1991)、今回の結果が群落内のより密集した部分を過大に見積もっている可能性や、風乾による乾燥重量であるために臨界点乾燥させた伊豆下田のものに比べると数%重く表れている可能性がある。それらを考慮しても、形態的に明らかに小型である土佐湾産のカジメの生産量と、大型である伊豆下田産のカジメのそれとがほぼ同じ値に見積もられたことは大変興味深い。これまでに土佐湾における水深7-10mでのカジメの生育密度は、成体が $21-27\text{個体 m}^{-2}$ 、

Table 1. Number and ratio (%) of plants with sori of *Ecklonia cava* at Tei in Tosa Bay.

	Plants with sori	%
August 13, 1993	10(13)	76.9
September 28, 1993	7(12)	58.3
October 20, 1993	24(27)	88.9
November 25, 1993	15(15)	100.0
December 15, 1993	11(11)	100.0
January 12, 1994	17(17)	100.0
February 23, 1994	7(8)	87.5
March 16, 1994	3(9)	33.3
April 25, 1994	5(13)	38.5
May 21, 1994	3(13)	23.1
June 22, 1994	7(12)	58.3
July 18, 1994	9(11)	81.8
August 18, 1994	5(9)	55.6
September 26, 1994	11(13)	84.6

*values in parentheses indicate the number of plants (with bladelets over 10 cm) within the two quadrats ($5000\text{ cm}^2 = 1/2\text{ m}^2$).

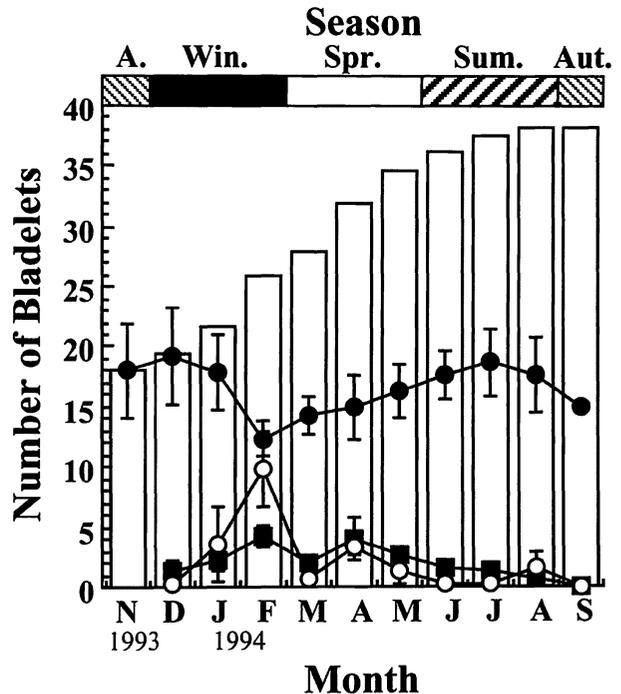


Fig. 7. Seasonal change in number of newly produced bladelets (solid squares) (mean with SD), number of bladelets (solid circles)(mean with SD), eroded bladelets (open circles)(mean with SD) and total bladelets (open bars) of *Ecklonia cava* sporophytes in a permanent quadrat placed in Tosa Bay.

幼体が $24-31\text{個体 m}^{-2}$ (大野・石川1982)、あるいは1歳以上が $10-19\text{個体 m}^{-2}$ 、1歳未満が $16-34\text{個体 m}^{-2}$ (芹澤ら2001)であることが報告されており、伊豆下田における水深5-9mでのカジメの生育密度は、成体が $17-22\text{個体 m}^{-2}$ (Yokohama *et al.* 1987)、あるいは1歳以上が $12-17\text{個体 m}^{-2}$ 、1歳未満が $3-26\text{個体 m}^{-2}$ (芹澤ら2001)であることが報告されている。今回の調査からも、側葉10cm以上のカジメの生育密度は $16-54\text{個体 m}^{-2}$ とこれまでの土佐湾における報告同様に高いことが明らかとなり(Table 1)、土佐湾産のカジメは小型ではあるが、密度が高いために単位面積当たりの生産量としては伊豆下田のカジメと同等の値を示したものと考えられる。

また、新生側葉段数及び日生産量は、伊豆下田の結果(Yokohama *et al.* 1987)と同様に、土佐湾のカジメも冬季から春季に高く、夏季から秋季に低いことが分かった(Fig. 3)。さらに、今回の実験から個体当たりの葉状部基部の乾重量、長さおよび幼側葉段数について明らかにすることができた(Fig. 4)。これらの値が、新生側葉段数とほぼ一致した季節変動を示したことから、介在生長部分である葉状部基部の大きさは側葉新生と密接に関わっていることが確認できた。

伊豆下田産カジメの現存量は $1.0-2.7\text{kg 乾重 m}^{-2}$ であったことが報告されており(Yokohama *et al.* 1987)、これは今回の土佐湾産カジメにおける値($535.18-2573.10\text{g 乾重 m}^{-2}$) (Fig. 5)に比べると、極小値では土佐湾産で小さく、極大値では近い値であった。葉状部の総重量が減少する冬季においても茎状部の総重量は一定であるため、現存量の小さい冬季

における両者の差は、茎状部の総重量の違いに起因していると言える。これまでに土佐湾のカジメは、現存量の多くを葉部（葉状部+葉状部基部）に依存していることが報告されており（大野・石川1982, 芹澤ら2001）、伊豆下田産カジメの葉部と茎状部の重量比から考えても、土佐湾産カジメの茎状部の総重量は著しく小さい（芹澤ら2001）。伊豆下田産カジメに比べ土佐湾産カジメの茎状部は、著しく短く、かつ細いことが知られており（Serisawa *et al.* 2002a, 芹澤ら2002, 2003）、この事実が茎状部の総重量が小さい主因であると言える。一方、カジメ個体の葉部の大きさについては、中央葉幅と側葉長においては伊豆下田産のカジメの方が大きい、中央葉長と側葉数においてはほぼ同じか季節により土佐湾産のカジメの方が大きいことが示されており（Serisawa *et al.* 2002a）、葉部の総重量は伊豆下田産のカジメの方が通年大きな値を示すが、茎状部に比べると両者における重量の差は小さいと言える。今回の結果から茎状部だけでなく、葉状部基部の総重量も葉状部のそれに比べるとかなり小さいことが示された（Fig. 5）。また、全体の現存量の変動は主に葉状部の現存量の変動と一致しており、晩冬から初春に低下する季節変動を示したことは、これまでの報告と基本的に一致している（Yokohama *et al.* 1987, 芹澤ら2001）。

上述のように生産量の季節変動と現存量のそれとが一致しない、例えば極大値を示す時期および極小値を示す時期が両者で逆転しているという現象は、伊豆下田のカジメでも報告されている（Yokohama *et al.* 1987）。また、カジメは冬季から春季には活発に側葉を新生するが、この時期の側葉は重量が軽く、夏季から秋季に成熟して子嚢斑を形成することによって側葉は厚みを増して重量を増加させることが報告されている（Haroun *et al.* 1989）。このように生産が活発な時期と重量が増加する時期がずれているため、生産量と現存量とは異なった季節変動を示すものと理解できる。

今回の結果から土佐湾産カジメの最長側葉長（31.7 - 50.1cm）は、伊豆下田産カジメのそれ（43.0 - 52.6cm）（Serisawa *et al.* 2002a）に比べ小さいことが分かった（Fig. 6）。標本抽出法によって採集された伊豆下田産カジメの側葉段数は年齢によって異なり、1歳群で4 - 10段、2歳群で10 - 14段、3歳群で10 - 18段、4歳群で8 - 20段であり（Aruga *et al.* 1997）、同地でコドラート法により採集された1歳以上のカジメの側葉段数は9 - 15段であったことが報告されている。今回の結果から土佐湾手結地先のカジメの側葉段数（12 - 21段）は、伊豆下田産のそれに比べ多いことが分かった。Serisawa *et al.* (2002a) は1995 - 1996年に同じ手結地先のカジメの最長側葉長を23.4 - 38.0cm、側葉段数を7 - 14段と報告しており、これは今回（1993 - 1994年）の結果に比べ明らかに小さい値であった。これまでに手結地先のカジメにおける生育不良から消滅までの過程の中で、カジメの短茎化といった形態の変化が生じていたことが報告されている（芹澤ら2000, Serisawa *et al.* 2004）。今回の結果から明らかになった最長側葉長の低下と側葉段数の減少も、環境への適応として短茎化と同様に生じていた可能性がある。

今回の観察によって水温15 - 28℃の土佐湾手結地先（芹澤・大野1995）では、葉状部に子嚢斑を有するカジメは年間を通じて見られ、子嚢斑を有する個体の割合は春季に少なく、夏季から冬季に高いことが分かった（Table 1）。水温13 - 25℃の神奈川県三浦半島毘沙門地先では子嚢斑を有する個体の割合は2月に20%、4月に70 - 80%、5月に40%、7月 - 10月まで90 - 100%で、11月には60%に減少し、12 - 1月には0%であったことが報告されている（今井1988）。また、毘沙門地先と同じ水温環境にある伊豆下田（下田臨海実験センター1991 - 2000）のカジメでも、子嚢斑を有する個体は一年中見られるものの、3歳以上の個体においては12 - 2月には子嚢斑を有する個体が少ないことが報告されている（Aruga *et al.* 1997）。土佐湾では12 - 2月においても子嚢斑を有する個体の割合が高かったが（Table 1）、これは土佐湾が上記の海域に比べ水温が高いことと関連がありそうである。一般にマコンブ *Laminaria japonica* では配偶体の成熟に温度が関係している（18℃以下で成熟）ことが知られており（徳田ら1987）、カジメに近縁なアラメでも配偶体の成熟温度は8 - 20℃であることが報告されている（谷口・秋山1982）。コンブ科藻類の胞子体における子嚢斑形成期と温度との関係は未だほとんど調べられておらず、子嚢斑の出現期間は長い、その広がりにはピークが見られることから（Aruga *et al.* 1997）、今後、胞子体の成熟の誘導要因、特に子嚢斑形成に対する温度と光周期との関係について調べる必要がある。

これまでに、カジメ群落内部の光環境と考えられる弱い光量下では土佐湾産と伊豆下田産のカジメの光合成速度や呼吸速度は、ほぼ同じであることが示されており（Serisawa *et al.* 2001）、土佐湾産のカジメを伊豆下田に移植した場合でも、移植後数年を経過しても形態的には短茎 - 小型のままであったが（Serisawa *et al.* 2002b）、その光合成活性は様々な温度と光量の条件下においてさえ、ほぼ等しかったことが報告されている（Serisawa 1999）。このように、土佐湾から移植したカジメが伊豆下田産カジメと同様の生産性を持ちながら、小型の形態を維持していた理由としては、移植による環境変化によって、土佐湾出身のカジメの側葉における生産と脱落の速度、すなわち側葉の回転率（turn over rate）が増加した可能性が考えられている（Serisawa 1999）。側葉の回転率に関して、今回の永久コドラートを用いた実験から、土佐湾に生育するカジメの側葉における月間の脱落数および新生数が0 - 10段および0 - 4段であり（Fig. 7）、伊豆下田カジメの値（0 - 7段および0 - 5段）（Yokohama *et al.* 1987）とほぼ同じ水準にあったことが示された。したがって両地では、カジメの側葉における回転率（turn over rate）は、ほぼ同等であったと考えられる。

これまでに土佐湾のカジメ群落は主に0 - 1歳群から構成されており、伊豆下田産のカジメ群落は主に0 - 4歳群から構成されていることから、土佐湾産カジメは伊豆下田産カジメに比べ短命であると考えられている（芹澤ら2001）。今回の永久コドラートを用いた実験ではカジメの個体数が徐々に減少し、最後には1個体となったが、これは土佐湾産カジメ

が短命であり、寿命も1年程度であることと関係がありそうである。しかし一方で、今回調査を行なった1993-1994年は、土佐湾手結地先でカジメ群落の衰退し始めた時期であり(芹澤ら2000)、その影響ということも否定できない。同地先では1992年からカジメが茎状部のみとなる、いわゆる葉状部欠損現象が見られるようになり、1997-2000年の間にカジメ群落の完全に消滅し磯焼けとなったことが報告されている(芹澤ら2000)。その結果、目に見える数値としては1.7t以上あったアワビの収穫量が皆無になったが、180haのカジメ群落の消滅したことの沿岸生態系への影響は計り知れない(Serisawa *et al.* 2004)。Serisawa *et al.* (2004)はこのカジメ群落消滅の一因として海水温の上昇を挙げている。今後、カジメの生活史におけるそれぞれのステージ(配偶体、幼孢子体、成体など)で温度、光および栄養塩濃度の条件を変えて生産量と消費量の変化を測定することで、カジメが生残できる限界の環境条件を明らかにし、それを基にカジメ海中林を復活させるための対策を講じる必要がある。

謝辞

本研究を行なうにあたり、調査にご協力いただいた高知大学海洋生物教育研究センター技官、井本成彬氏、奥田哲男氏、井本善次氏、高知県水産試験場研究員の田井野清也氏に心謝する。また本稿英文を御校閲いただいたJapan Scientific TextsのC. P. Norman博士に謝意を表す。

引用文献

- Aruga, Y., Kurashima, A. & Yokohama, Y. 1997. Formation of zoosporangial sori and photosynthetic activity of *Ecklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta). *J. Tokyo Univ. Fish.* 83: 103-128.
- Haroun, R., Yokohama, Y. & Aruga, Y. 1989. Annual growth cycle of the brown alga *Ecklonia cava* in central Japan. *Scient. Mar.* 53: 349-356.
- 林田文朗 1977. 海中林構成種カジメの年齢と生長について. *日水誌* 43: 1043-1051.
- 今井利為 1988. 三浦半島毘沙門におけるカジメの子葉斑形成時期について. *神奈川水試研報* 9: 21-25.
- 岩橋義人・稲葉繁雄・伏見浩・佐々木正・大須賀穂作 1979. 伊豆半島沿岸のアラメ・カジメの生態的研究-IV. 分布と群落の性状. *静岡水試研報* 13: 75-82.
- 川嶋昭二 1993. 日本産コンブ類図鑑. 北日本海洋センター. 札幌, p. 124-127.
- 環境庁自然保護局 1994. 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書. 第2巻, 藻場. 財団法人海中公園センター, 東京.
- Maegawa, M. & Kida, W. 1991. Distributional pattern of *Ecklonia cava* (Phaeophyta) marine forest in the coast of Shima Peninsula, central Japan. *Jpn. J. Phycol.* 39: 173-178.
- 大野正夫 1985. 海中林-その生態と造成技術-. *海洋科学* 17(12): 706-713.
- 大野正夫・石川美樹 1982. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究I. 群落の周年変化. *高知大海洋生物研報* 4: 59-73.
- Serisawa, Y. 1999. Comparative study of *Ecklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta) growing in different temperature localities with reference to morphology, growth, photosynthesis and respiration. Doctor thesis of Tokyo University of Fisheries.
- 芹澤如比古・大野正夫 1995. 土佐湾の外海域に設置した人工礁上に着生する海藻類の遷移. *日水誌* 61: 854-859.
- 芹澤如比古・井本善次・大野正夫 2000. 土佐湾, 手結地先における大規模な磯焼けの発生. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.* 20: 29-33.
- 芹澤如比古・秋野秀樹・松山和世・大野正夫・田中次郎・横浜康継 2001. 水温環境の異なる2つの生育地のカジメ群落における現存量, 密度, 年令組成の比較. *水産増殖* 49: 9-14.
- Serisawa, Y., Yokohama, Y., Aruga, Y. & Tanaka, J. 2001. Photosynthesis and respiration in bladelet of *Ecklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta) in two localities with different temperature conditions. *Phycol. Res.* 49: 1-11.
- Serisawa, Y., Akino, H., Matsuyama, K., Ohno, M., Tanaka, J. & Yokohama, Y. 2002a. Morphometric study of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes in two localities with different temperature conditions. *Phycol. Res.* 50: 193-199.
- Serisawa, Y., Yokohama, Y., Aruga, Y. & Tanaka, J. 2002b. Growth of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes transplanted to a locality with different temperature conditions. *Phycol. Res.* 50: 201-207.
- 芹澤如比古・上島寿之・松山和世・田井野清也・井本善次・大野正夫 2002. 高知県手結地先に生育するカジメ(褐藻, コンブ目)の年齢と形態の関係. *水産増殖* 50: 163-169.
- 芹澤如比古・秋野秀樹・横浜康継 2003. 伊豆下田鍋田湾に生育するカジメ(褐藻, コンブ目)の年齢と形態の関係. *水産増殖* 51: 1-6.
- Serisawa, Y., Imoto, Z., Ishikawa, T. & Ohno, M. 2004. Decline of the *Ecklonia cava* population associated with increased water temperatures in Tosa Bay, southern Japan. *Fish. Sci.* 70: in press.
- 下田臨海実験センター 1991-2000. 沿岸観測報告. 筑波大学下田臨海実験センター. Vols. 40-49: 1-8.
- 須藤静夫 1992. 千葉県御宿町前の沿岸域におけるアラメ・カジメの鉛直分布と光エネルギー. *海生研研報* No. 92101: 1-22.
- 谷口和也・秋山和夫 1982. アラメ配偶体の生長及び成熟に対する水温と光条件. *東北水研研報* 45: 55-59.
- 富永春江・芹澤如比古・大野正夫 1999. 土佐湾手結地先の異なる水深に生育するカジメの形態, 密度および現存量について. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.* 19: 63-70.
- 徳田廣・大野正夫・小河久朗 1987. 海藻資源養殖学. 水産養殖学講座 10. 緑書房, 東京.
- 月館真理雄・新井章吾・成原淳一 1991. 宮崎県門川地先のカジメ群落の観察. *藻類* 39: 389-391.
- 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*. JIBP Synthesis Vol. 14. University of Tokyo Press, Tokyo.
- Yokohama, Y., Tanaka, J. & 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.
- 吉田忠夫 1970. アラメの物質生産に関する2, 3の知見. *東北水研研報* 30: 107-112.

(Received 22 Sept. 2003; Accepted 6 Feb. 2004)



シリーズ

藻場の景観模式図

寺脇利信¹・新井章吾²: 15. 新潟県岩船郡粟島の方位別地先

はじめに

本シリーズでは、日本海側について、いくつかの地先の模式図を掲載してきた。まず、富山県氷見市宇波地先(富山湾)において、砂地海底に点在する岩礁での海藻類の着生部位の違いにより、波浪の作用で変化する砂面からの比高が低く、砂面変動の影響を強く受ける範囲でツルアラメが優占しており、比高が高く砂面変動の影響が小さい範囲でノコギリモクが優占した(寺脇・新井1999)。新潟県能生町百川地先においては、冬季の北西の季節風浪による波動の直接の影響を強く受ける西斜面でノコギリモクが優占しており、それら波動の影響を受けにくい東斜面ではクロメが優占した(寺脇・新井2000)。新潟県佐渡島二見地先(真野湾)においては、湾口が南西方向に開けた地形で、北西の季節風浪が遮蔽されて静穏なため浅所まで砂泥海底が広がり、着生基盤の岩の硬度が大きい砂岩にヨレモク・マメタワラが優占しており、一方、岩の硬度が小さい泥岩にウスイロモクが優占した(寺脇・新井2002)。加えて、佐渡島二見地先(真野湾)の岩に隣接する海底の、表面観では砂泥底と一括され得る範囲において、土壤中が砂礫基盤ではスゲアマモが、また、砂泥基盤

ではアマモが優占した(寺脇・新井2002)。

日本海側における岩礁性の藻場に関しては、京都府丹後半島五色浜地先における海藻類の水平・垂直分布様式(今野・中嶋1980)、および、福井県若狭湾大島半島地先におけるホンダワラ属海藻の分布と海水流動との関係が明らかにされた(太田・二宮1990)。しかし、それ以外の地先においては、福井県三国地先での垂直分布および群落構造が把握された(Hayashi *et al.* 2000)ものの、同様の水準での研究が多地点で進められているとはいえない。筆者らの経験では、日本海側では、冬季に卓越する北西の季節風浪に直接に曝されるか否か、またはその程度が、藻場の景観の決定に特に大きな影響を及ぼすことが浮かび上がる。今回は、日本海側の藻場として、佐渡島の北東方向に位置する新潟県岩船郡粟島について、南東面、西面そして北面を、同一時期に観察する機会を得たので報告する。

15. 新潟県岩船郡粟島の方位別地先

現地概要と方法

粟島は、新潟県岩船郡地先の沖約20kmの本州日本海沿岸中

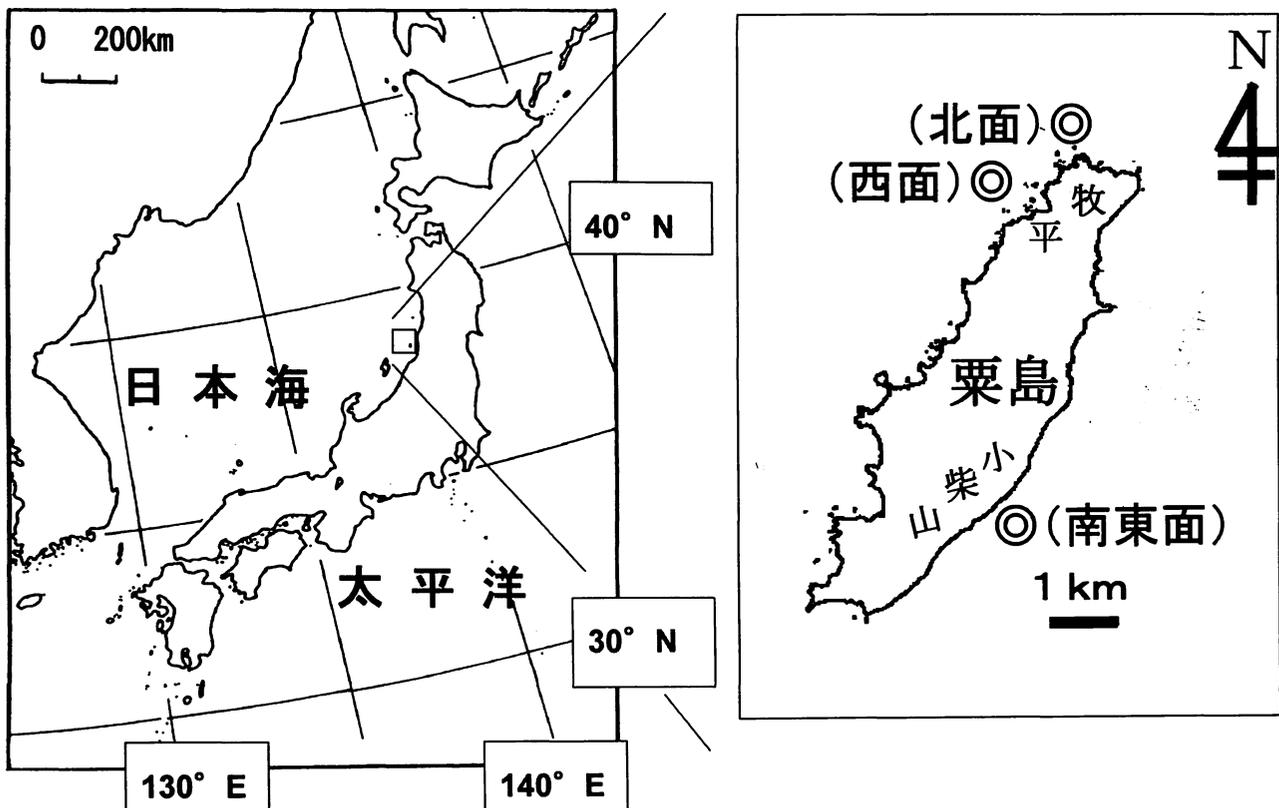


図1 新潟県岩船郡粟島の方位別三地先の概略位置

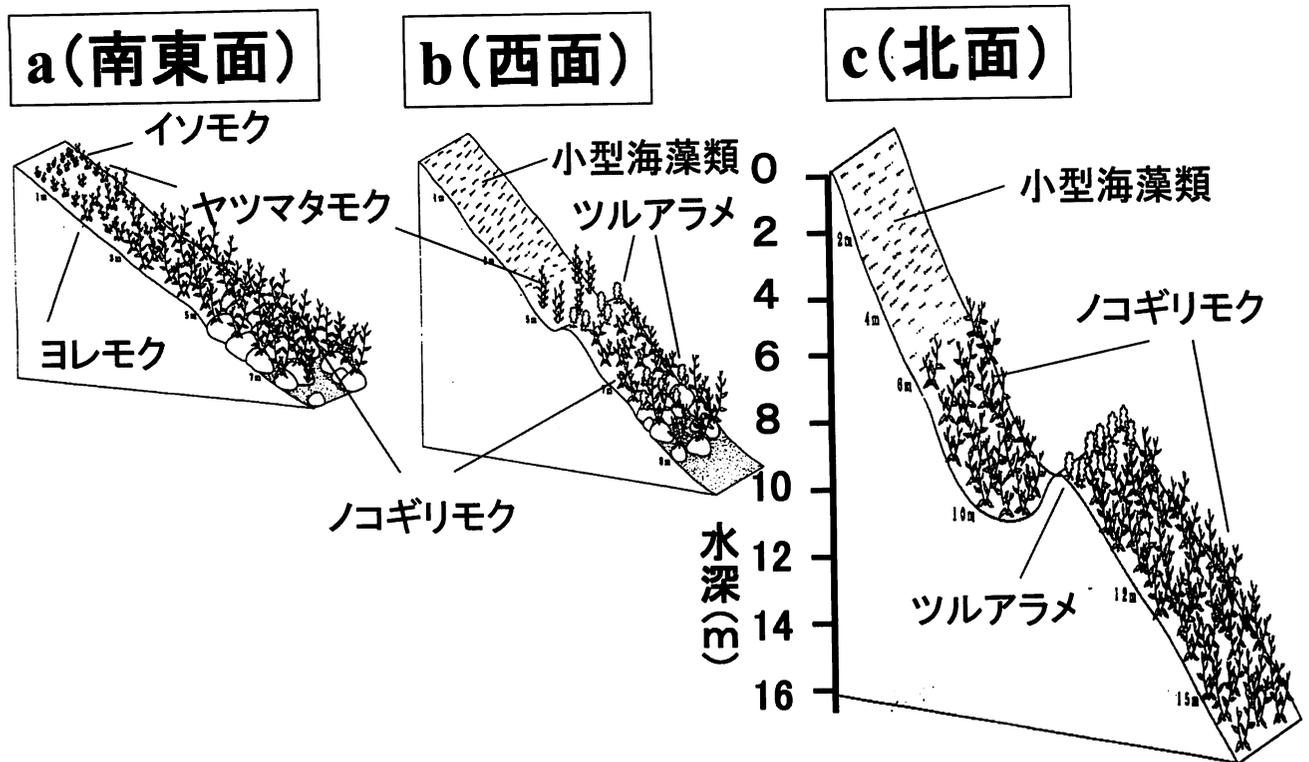


図2 新潟県岩船郡粟島の方角別三地先における藻場の景観模式図(1991年7月)

北部に位置し、南北8km、東西2kmの細長い形で、比較的大きな島である(図1)。粟島南東面に位置する小柴山地先は、潮間帯から水深5mまでは岩礁、水深7mまでは集積した礫が海藻類の着生基質となっており、それ以深では砂泥である。粟島西面に位置する牧平(西)地先は、潮間帯から水深8mまでは岩礁、水深9mまでは集積した礫が海藻類の着生基質となっており、それ以深では砂泥である。粟島北面に位置する牧平(北)地先は、潮間帯から水深17m以深まで、筆者らでは確認できなかった深さまで岩礁が続いており、海藻類の着生基質となっている。

1991年7月18～19日に、粟島の南東、西および北に面した三地先において、SCUBA潜水により、まず、深所から浅所まで広く観察した。次に、最も安定な基質が残されている尾根筋を選定し、南東面の小柴山地先では南東北方向に、西面の牧平(西)地先では西方向に、そして、北面の牧平(北)地先では北方向に、水深0mから深所までの1本の調査ラインを設定した。調査ラインは、南東面の小柴山および西面の牧平(西)地先では海藻類の着生基質である岩礁または礫から砂泥に変わる水深を考慮して8mおよび9mまでとし、北面の牧平(北)地先では安全な潜水深度を考慮して水深17mまでとした。各調査ラインにおいて、景観によって植生を区分し、ライン沿いの幅1m内の大型褐藻の被度を測定した。

結果

新潟県岩船郡粟島の方角別三地先での、1991年7月における、藻場の景観模式図を図2に示した。

南東面の小柴山地先：水深0.4～0.7mではイソモク

Sargassum hemiphyllum (Turner) C. Agardh が被度90%で優占した。水深0.7～1.6mでは、ヤツマタモク *S. patens* C. Agardh (被度15%) およびヨレモク *S. siliquastrum* (Mertens ex Turner) C. Agardh (被度10%) が主に混生したものの、ホンダワラ類としての合計被度が低かった。水深1.6～2.8mでは、ヨレモクが被度45%で優占し、マメタワラ *S. piluliferum* (Turner) C. Agardh が被度20%で混生した。水深2.8～8mではノコギリモク *S. macrocarpum* C. Agardh が被度80～100%で優占した。水深8mの砂がかりの礫では、ノコギリモクに、ヤツマタモクがわずかに混生した(図2a, 図3a)。

西面の牧平(西)地先：水深0～4mでは、ホンダワラ類などの大型褐藻が見られず、イワガキおよびイガイなどの固着性動物なども基質として、小型海藻類が被度70～90%で優占した。水深4.0～4.9mではヤツマタモクが被度30～40%で優占した。水深4.9～5.0mの凸部的な地形の瀬の範囲ではツルアラメ *Ecklonia stolonifera* Okamura が被度70%で優占した。水深5.0～7.5mでは、ノコギリモクが被度70～80%で優占し、ツルアラメが被度10%で混生した。水深7.5～7.7mの砂がかりの礫ではツルアラメが被度75%で優占し、水深7.7～8.5mの砂がかりの礫ではノコギリモクが被度80%で優占した(図2b, 図3b)。

北面の牧平(東)地先：水深0～6mまで、ホンダワラ類などの大型褐藻が見られず、イワガキおよびイガイなどの固着性動物なども基質として、小型海藻類が優占した。水深6～9mではノコギリモクが被度70～100%で優占し、水深9mの凸部的な地形の瀬の範囲ではツルアラメが被度70%で優占し

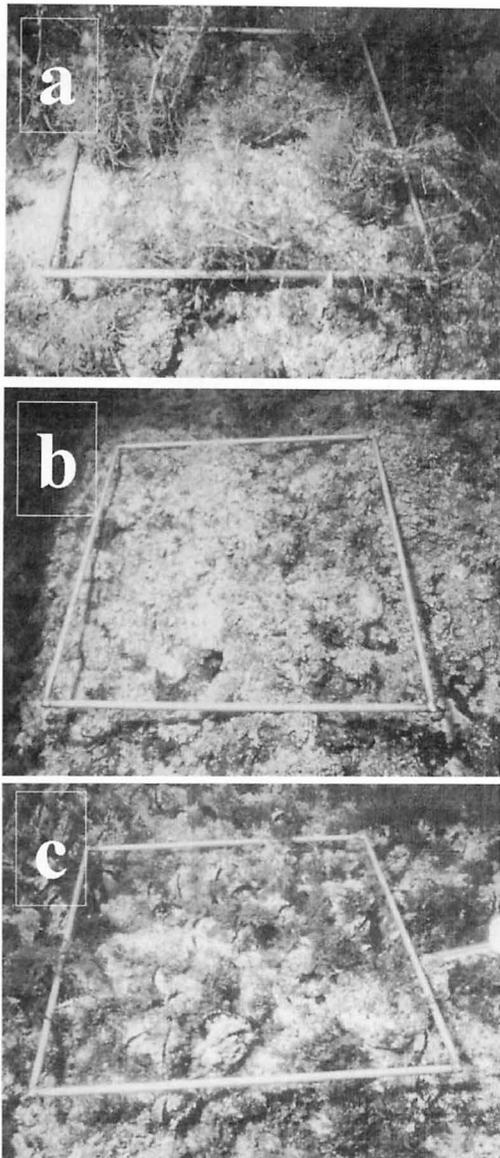


図3 新潟県岩船郡粟島の方位別三地先における海底の景観
a. 南東面の小柴山地先の水深3m, b. 西面の牧平(西)地先の水深3m, c. 北面の牧平(北)地先の水深3m

た。水深9.5～17mではノコギリモクが被度95～100%で優占した。(図2c, 図3c)。

まとめ

日本海側の新潟県岩船郡粟島では、1991年7月に、南東面の小柴山地先で水深1mから8mまで、イソモク、ヤツマタモク、ヨレモク、ノコギリモクが帯状分布した。一方、牧平西面の地先では水深4mまで、牧平北面の地先では水深6mまで、ともにイワガキおよびイガイ等の固着動物なども基質として小型海藻類が優占し、それ以深では主にノコギリモクが優占し、地形的凸部の瀬または砂がかりの礫ではツルアラメが混生した。

注目点

新潟県岩船郡粟島に関しては、本観察とは別の南面の地先で水深24mまでノコギリモクが生育するものの、一方、別の

北面の地先では、シベリヤからの冬季の卓越風にもなう波浪によって、水深1.5～12mに大型海藻がみられず、それ以深の水深30mまでノコギリモクが生育することが報告されている(Hayashi 2002)。今回の観察でも、南東面では水深0.4mからホンダワラ類の数種が帯状分布したが、西面および北面では水深4および6mまで小型海藻類が優占しており、それ以深でノコギリモクが優占しており、地形的凸部の瀬または砂がかりの礫ではツルアラメが混生したことなどから、基本的な藻場の分布状況が既存の情報(Hayashi 2002)とおおむね一致した。

北海道南西部の磯焼け域においては、波動の影響を強く受ける浅所にホソメコンブ等大型褐藻類が生育し、波動の影響が弱まる深所の静穏な範囲でキタムラサキウニが高密度(7個体/m²)に生息して海藻類への過剰な採食圧を加えている(桑原・川井 1998, 桑原ら 2002)。また、同様の関係が、四国太平洋岸の土佐湾ではムラサキウニ(56個体/m²)と海藻類との間でみられ(寺脇・新井 2003)、さらに、瀬戸内海の女木島においてバフンウニ(160個体/m²)と海藻類の間にも成立していることが考えられている(寺脇・新井 2003)。ところが、今回の観察では、粟島の西および北面の水深4～6mまで、ウニ類がほとんど観察されず、大型褐藻のホンダワラ類が生育していなかった。これらのことから、浅所において大型褐藻の生育が制限を受ける条件として今野(1985)が示した「開放的な海岸で波浪が強く、浅所で海水流動が大きい」ことによる藻場の分布の制限状況について、明快な藻場の景観を記録し、報告できたと考えている。

また、牧平西および北面の地先では、砂がかりの礫または凸部的な地形の瀬の範囲で、ノコギリモクに替わってツルアラメが局所的に優占した状況は、富山県氷見市宇波地先(寺脇・新井 1999)での、着生部位の砂面からの比高の高低で表現される、物理的攪乱の強弱の違いによる優占種の変化と同様の機構とみられる。

ところが、粟島においては、水深2m程度までの浅所において、ムラサキウニおよびバフンウニは全周囲に分布するが岩の割れ目や大きな石や下にいてあまり見えず、島の古くからの住人によると、かつて海藻が生えていた場所もある(日水研・林育夫氏; 私信)。これらのことから、粟島の地先について、より長期のモニタリングによる藻場の実態の追跡とともに、可能な限りの過去の資料にさかのぼって藻場の変化過程を整理することが、「磯焼け」を含む藻場衰退現象の解明に資する上で、ますます重要になると考える。

謝辞

調査現地の確保ならびに潜水観察にご協力いただいた粟島浦漁業組合の中村又太郎組合長(当時)はじめ組合員の方々、(財)海洋生物環境研究所実証試験場の坂井英世氏(当時)および山本正之研究員(当時)、芙蓉海洋開発(株)の月館真理雄氏(当時)、興国コンクリート(株)の平松亘氏(当時)に、深く感謝する。本稿のとりまとめに有益なご教示をいただいた(独)水産総合研究センター 日本海区水産研究所の林

育夫博士に厚くお礼を申し上げる。本模式図の掲載に当たり便宜を図っていただいた(財)電力中央研究所に謝意を表す。

参考文献

- Hayashi, I., Konno, T. and Yamakawa, H. 2000. Distributional characteristics of benthic organisms in shallow sublittoral rocky areas of Mikuni, Fukui prefecture: Part of the survey on the effects of the Nakhodka oil spill. *Bull. Japan sea. Natl. Fish. Institute*, 50 : 43-137.
- Hayashi, I. 2002. Algal vegetation and dominant animals in the Japan Sea: An introductory remark on the baseline data in Awa-shima Island, Niigata. *Program of TECHNO OCEAN 2002. S-V-3*.
- 今野敏徳 1985. ガラモ場・カジメ場の植生構造. *海洋科学* 17: 57 - 65.
- 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地区候補地)の海藻植生について. 京都府網野町海中公園地区候補地学術調査報告書, (財)海中公園センター, pp. 23-52.
- 桑原久実・川井唯史 1998. 北海道忍路湾における波浪, ウニの摂食および海藻の関係. *海岸工学論文集* 45: 1071-1075.
- 桑原久実・川井唯史・金田友紀 2002. 磯焼け海域の藻場造成礁におけるホソメコンブ群落を維持するために必要な流動条件. *水産工学* 39: 47-53.
- 太田雅隆・二宮早由子 1990. ホンダワラ属海藻の分布と海水流動との関係. *藻類* 38: 179-185.
- 寺脇利信・新井章吾 1999. 藻場の景観模式図-1 富山県水見市宇波地先. *藻類* 47: 147-149.
- 寺脇利信・新井章吾 2000. 藻場の景観模式図-5 新潟県能生町百川地先. *藻類* 48: 237-239.
- 寺脇利信・新井章吾 2002. 藻場の景観模式図-10 新潟県佐渡島・真野湾二見地先. *藻類* 50: 89-91.
- 寺脇利信・新井章吾 2003a. 藻場の景観模式図-13. 土佐湾横波半島・白の鼻地先. *藻類* 51: 131-134.
- 寺脇利信・新井章吾 2003b. 藻場の景観模式図-14. 香川県高松市沖・女木島北端部の磯地先. *藻類* 51: 177-179.

(¹〒739-0452 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5 瀬戸内海区水産研究所, ²〒811-0114 福岡県粕屋郡新宮町湊坂3-9-4 (株)海藻研究所)

学会・シンポジウム情報

第3回日本応用藻類学研究会総会・春季シンポジウム

「有用海藻の成熟および細胞分化とその応用」
-より効果的な種苗生産技術の発展へ向けて-

企画の趣旨

有用海藻の最も基本的な栽培技術は、養成する藻体の「たね」となる生殖細胞や藻体の採苗や種苗生産の技術である。栽培対象種の中でも高い生産量を維持しているノリ、ワカメ、コンブなどの採苗や種苗生産では、従来から、系統保存株または野生の成熟藻体が母藻として用いられている。また、多くの海藻の種苗生産は、その生活史の特性から、生産対象となる藻体の「たね」を採苗するのではなく、1世代前の生殖細胞を得ることから始まる。例えば、ノリの種苗生産では、葉状体から放出された接合胞子かフリー糸状体保存株を貝殻に播いて穿孔させ貝殻糸状体を用意し、ワカメやコンブでは母藻から放出された遊走子か配偶体保存株を採苗糸に付着させる。いずれも、約半年間にわたって人為的に培養管理した後、本格的な養成開始時期に合わせて生産の対象となる世代の「たね」(ノリの場合は殻胞子、ワカメやコンブの場合は卵)を人為的に誘導して採苗し、種苗を育成する。これらの主要海藻の種苗生産や培養管理は、それぞれの長い栽培の歴史の中で改良が加えられながら発展し、現在、一応の技術的な確立をみている。しかし、近年、海藻類では組織や細胞の培養研究が進展し、栄養繁殖や生殖細胞の分化、さらに、それらの人為的な制御技術について数多くの知見が集積されつつあり、より効果的な新規技術開発の可能性が高まっている。また、栽培のための種苗生産だけではなく、藻場造成などへ応用が可能な技術の開発も進んでいる。さらに、近い将来には、「環境藻場」や「バイオマス藻場」の造成用種苗として、効率のよい種苗の量産技術の開発が必要になることも予測される。そこで、本シンポジウムでは、最近の成果を踏まえて、海藻の種苗生産に必要なとされる技術の新たな展開方向や提案を紹介し論議する。

日時：2004年5月29日(土曜日) 9:00-17:00(懇親会あり)
場所：東京海洋大学

参加費(講演要旨代を含みます)：

事前申込者：会員 1,000円、非会員 3,000円

当日参加者：会員 2,000円、非会員 4,000円

講演要旨代：1,000円

弁当代：1,000円(土曜日は大学生協の食堂は閉店のため、希望者には予約販売いたします。)

懇親会費：3,000円(シンポジウム終了後、東京海洋大学大学生協食堂で開催します。)

参加申込締切：5月14日までに下記宛にメールまたはFaxで参加希望(弁当および懇親会を含めて)をご連絡下さい。参加費および弁当代・懇親会費(希望者のみ)は当日会場でお受けいたします。

参加申込先および弁当・懇親会申込先(5月14日締め切り)

〒108-8477 東京都港区港南4-5-7

東京海洋大学応用藻類学研究室

藤田大介(日本応用藻類学研究会幹事)

E-mail: d-fujita@tokyo-u-fish.ac.jp

Tel & Fax: 03-5463-0537

お問い合わせ先：東京海洋大学海洋生物資源学科応用藻類学研究室

主催責任者：能登谷正浩(日本応用藻類学研究会会長)

TEL: 03-5463-0532 FAX: 03-5463-0688

宮村新一¹・堀輝三¹・南雲保²: ナガアオサ (緑藻アオサ藻綱)
配偶子の受精時における眼点の挙動

Shinichi Miyamura, Terumitsu Hori and Tamotsu Nagumo:
Eyespot behavior during the fertilization of gametes in *Ulva arasakii*
Chihara (Ulvophyceae, Chlorophyta)

ナガアオサ (*Ulva arasakii*) の受精時における眼点の挙動を電界放射走査電子顕微鏡を用いて観察した。雌雄配偶子ともに2本鞭毛で、1個の突出型眼点を細胞後方を持っているが、その大きさには違いが認められた。小さな雄配偶子は小さな眼点 ($1.3 \pm 0.15 \mu\text{m} \times 1.0 \pm 0.29 \mu\text{m}$) を、大きな雌配偶子は大きな眼点 ($1.6 \pm 0.2 \mu\text{m} \times 1.1 \pm 0.13 \mu\text{m}$) を持っていた。眼点上の細胞膜は他の部分に比べて滑らかで、細胞膜を通して眼点顆粒の配列が観察できた。このような雌雄配偶子の細胞体と眼点の大きさや形状の違いに注目することで、受精時における雌雄の眼点の挙動を追跡することが可能であった。雌雄配偶子は、細胞体先端の鞭毛基部後方で接着、融合し、その方向性には2つの様式が認められた。ひとつは雌雄配偶子が同じ向きに平行に並ぶ様式であり、もう一つは、反対向きに並ぶ様式であった。いずれの場合でも、雌配偶子は眼点と同じ側で雄配偶子と融合し、雄配偶子は眼点と反対側で融合した。融合が進むと雌雄配偶子のペアは4本鞭毛の動接合子となり、雌雄の眼点は、細胞体の同じ側に並んで位置するようになった。この結果は、動接合子において2つの眼点が細胞体の同じ側に配置するためには、眼点に対する細胞融合面の位置が雌雄配偶子間で反対である必要があることを示唆している。(筑波大・生物科学系、²日本歯科大・生物)

Anderca, M. I.¹・古市卓也¹・武藤尚志^{1,2}: *Dunaliella tertiolecta*
(緑藻植物門, 緑藻綱)のミトコンドリア NAD キナーゼ

Marinella I. Anderca, Takuya Furuichi and Shoshi Muto:
Mitochondrial NAD kinase from *Dunaliella tertiolecta*
(Chlorophyceae, Chlorophyta)

*Dunaliella tertiolecta*から単離した仮想的なミトコンドリア移行シグナル配列を持つヌクレオシド二リン酸 (NDP) キナーゼをコードする cDNA (*DtNDK1*) は、出芽酵母で発現させるとプロセッシングを受けた *DtNDK1* がミトコンドリアに特異的に分布する。本報では、*D. tertiolecta* ミトコンドリア NDP キナーゼの生化学的諸性質を明らかにした。N末端あるいはC末端に (His)₆ タグを付加した成熟型蛋白質を発現し、アフィニティークロマトグラフィーで精製した。非変成条件の電気泳動およびショ糖密度勾配遠心の結果は活性型酵素が6量体であることを示した。酵素の最適 pH は7で dCDP に対して最も高い基質特異性 ($K_m = 50 \text{ mmol/L}$) を、UTP 合成反応において最も高いターンオーバー数を示した。また、精製 *DtNDK1* は蛋白質に対するリン酸基転移活性を併せ持つことが示された。

(¹名古屋大・院・生命農学、²名古屋大・生物分子応答研究セ)

森田晃央・倉島彰・前川行幸: ワカメ及びヒロメ配偶体の生長と成熟の温度特性

Teruwo Morita, Akira Kurashima and Miyuki Maegawa:
Temperature requirements for the growth and maturation of the gametophytes of *Undaria pinnatifida* and *U. undarioides*
(Laminariales, Phaeophyceae)

ワカメは日本の暖海性コンブ目の代表的な種で、寒流の影響が強い一部を除く九州から北海道に至る全沿岸域に生育している。一方、ヒロメはワカメと比較して水温のやや高い沿岸域に生育していることから、これら2種の分布域を限定する要因として水温が考えられてきた。そこで本研究では、両種の配偶体を様々な温度条件下で培養することにより、配偶体の生長及び成熟から、水温と分布域の関連性を明らかにしようと試みた。配偶体の生長に最適な水温は、ワカメ及びヒロメ共に20°Cであり、また生育上限温度も共に28°Cであった。一方、配偶体の成熟適温はワカメが10-15°Cであったのに対し、ヒロメは21°Cであった。これは、ヒロメの成熟がワカメより高温に適応していることを示し、配偶体の成熟水温が種の分布域を決定する主要因であることを示唆していた。(三重大・生物資源)

平岡雅規¹・鳥田智²・芹澤如比古³・大野正夫⁴・江端弘樹⁵:
恵比須島潮間帯岩礁域に生育する遺伝的に異なる2型のエツキアオサ (緑藻アオサ目)

Masanori Hiraoka, Satoshi Shimada, Yukihiko Serisawa, Masao Ohno and Hiroki Ebata: Two different genetic strains of stalked-*Ulva* (Ulvales, Chlorophyta) grow on intertidal rocky shores in Ebisujima, central Japan

エツキアオサ stalked-*Ulva* は、アナアオサ *U. pertusa* Kjellman が波あたりの強い岩場で生育し、細長い柄を持つようになった環境変異体と認識されてきた。しかし、エツキアオサがアナアオサであるとする論文に、アナアオサと交雑しないエツキアオサも存在することが示されており、エツキアオサには2つ以上の分類群が含まれている可能性があった。そこで、エツキアオサにアナアオサ以外の分類群が含まれるのかどうか確かめるため、交雑実験、生殖細胞の挙動観察、培養実験、DNA 配列の比較分析を行なった。交雑実験から、アナアオサと交雑するエツキアオサ (Up 株)、交雑しないエツキアオサ (N株) の異なる2型が含まれていることが示された。N株の2本鞭毛をもつ生殖細胞は、負の走光性をもち、Up株の雌雄配偶子よりもやや大きかった。このN株の生殖細胞を培養した藻体は、同じタイプの生殖細胞を放出した。すなわち、N株は2本鞭毛生殖細胞の放出を繰り返す無性生殖型生活

史をもつと考えられた。ITS配列を比較すると、Up株はアナアオサと、N株はリボンアオサ *U. fasciata* Delile とほぼ一致し、Up株とN株が異なる分類群であることが支持された。培養実験では、両株は野生藻体のような柄をもつ形態に生長しなかった。これらの結果から、異なる二つの分類群が、波あたりの強い同じ環境に生育することで、きわめてよく似た柄を持つ形態に生長したと考えられた。(1 高知県海洋深層水研・NEDO, 2 北大・先端研, 3 千葉大・海洋セ, 4 高知大・海洋生物教育セ, 5 芙蓉海洋開発)

菓子野康浩¹・工藤栄²: 海洋性珪藻 *Chaetoceros gracilis* における光環境変化に伴ったキサントフィルサイクル色素の協調的応答

Yasuhiro Kashino and Sakae Kudoh: Concerted response of xanthophyll-cycle pigments in a marine diatom, *Chaetoceros gracilis*, to shifts in light condition

中心目海洋性珪藻 *Chaetoceros gracilis* Schött の培養細胞を用いて、強光下およびそれに引き続く暗所でのディアディノキサニン (DD) サイクル色素の相互変換速度を分析した。強光照射に伴ってディアディノキサニンからディアトキサニン (DT) への迅速な脱エポキシ反応が起こり、その一次反応定数 k は照射光強度によらず、 $0-1 \text{ min}^{-1}$ であった。照射光強度の違いは、 k 値には大きな影響を与えず、むしろ最終的な DT の量に影響していた。照射光を消すと DT から DD へのエポキシ化が起こり、その k 値は脱エポキシ化のものよりずっと遅く、 $0.005-0.009 \text{ min}^{-1}$ であった。さらに、この暗所での脱エポキシ化とは別に、DD サイクル色素の新たな合成も確認された。これらの所見に基づき、光化学系の保護システムとしての DD サイクルの一般的な性質について考察した。(1 姫工大・院・理学研究科, 2 極地研)

Abbott, I. A.・Huisman, J. M.: ハワイ諸島における褐藻の新種、観察および新産種について

Isabella A. Abbott and John M. Huisman: New species, observations, and a list of new records of brown algae (Phaeophyceae) from the Hawaiian Islands

ハワイ諸島 (北緯 19 度 04 分, 西経 155 度 35 分と北緯 28 度 25 分, 西経 178 度 20 分の間) から褐藻 2 新種, *Padina moffittiana* Abbott et Huisman sp. nov. および *Cutleria irregularis* Abbott et Huisman sp. nov. を記載した。また, *Aglaozonia canariensis* に対して新組み合わせ *Cutleria canariensis* を提唱した。記載以後, 67 年間報告がなかった *Nereia intricata* Yamada を新たに採集し, さらに 14 種がハワイ諸島新産であった。今回の報告により, ハワイ諸島に生育する褐藻は 55 種にのぼり, これまでより 28% 増加したことになる。15 新産種の中で, *Dictyota flabellata* (Collins) Setchell et Gardner と *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt はカリフォルニアから「偶発的」に移入してきたものである。ハワイ諸島新産種の中でも特筆すべきなのは, 日本の琉球諸

島で見られる *Nereia intricata* Yamada, アドリア海, 地中海, 大西洋温暖域およびオーストラリア南部で見られる *Discosporangium mesarthrocarpum* (Meneghini) Hauck, オーストラリアで見られる *Distromium flabellatum* Womersley, *Spatoglossum macrodontum* J. Agardh および *Sporochnus moorei* Harvey, 太平洋および大西洋の温冷帯域で見られる *Desmarestia ligulata* (Lightfoot) Lamouroux であり, これらの分布域はハワイ諸島から遠く離れている。日本の *Padina* 属数種と比較した結果, *Padina japonica* Yamada は先に記載された *Padina sanctae-crucis* B. gesen に包含すべきであると結論した。(Univ. of Hawaii, USA)

平田徹¹・田中次郎²・岩見哲夫³・近江卓⁴・太斎彰浩⁵・青木優和⁶・植田一二三⁶・土屋泰孝⁶・佐藤壽彦⁶・横浜康継⁵: 伊豆半島南東沿岸海域における流れ藻生物群集の生態学的研究.

II. 流れ藻生物群集における最大主枝長植物の季節変化

Tetsu Hirata, Jiro Tanaka, Tetsuo Iwami, Takashi Ohmi, Akihiro Dazai, Masakazu Aoki, Hajime Ueda, Yasutaka Tsuchiya, Toshihiko Sato and Yasutsugu Yokohama: Ecological studies on the community of drifting seaweeds in the south-eastern coastal waters of Izu Peninsula, central Japan. II. Seasonal changes in plants showing maximum stipe length in drifting seaweed communities

1991年から1993年の春から秋にかけて伊豆半島南東沿岸海域から採取した流れ藻パッチ 902 個において, 最大主枝長 45cm 以上を示すホンダワラ類 20 種の季節変化を調べた。第 1 に, 3 年間連続して出現する種を扱い, 3 年間を通し月毎にブール化した月平均出現頻度の上位 3 種を解析した。第 2 に, 各年の月々の平均出現頻度における最上位種と各年の月々の出現における連続性を解析した。第 3 に, 各年の月別サンプルに基づくデンドログラム解析を行った。第 1 と第 2 の解析によって季節的に識別可能な 3 変化が明らかになった。4 月から 6 月においては, ある安定した推移の中で, 優占度はアカモク *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh からヨレモクモドキ *Sargassum yamamotoi* Yoshida に置き換わり, 7 月には, タマナシモク *Sargassum nipponicum* Yendo, ホンダワラ *Sargassum fulvellum* (Turner) C. Agardh, ノコギリモク *Sargassum macrocarpum* C. Agardh またはコブクロモク *Sargassum crispifolium* Yamada の低い出現頻度の中で, ヨレモクモドキ, ノコギリモク, コブクロモク, マメタワラ *Sargassum piluliferum* (Turner) C. Agardh が定常的に出現し, 8 月から 10 月においては, ある安定した推移の中で, ノコギリモクからトゲモク *Sargassum micracanthum* (Kützinger) Endlicher, オオバモク *Sargassum ringgoldianum* Harvey に置き換わった。第 3 の解析において, 各年の月別サンプルを 4 グループに分割し, それぞれ上位 5 種からこの 4 グループの特徴付けを行った。この特徴付けにより, 季節変化にともなって最上位種がアカモク, ヨレモクモドキ, ノコギリモク, トゲモクに推移することが示された。これらの 3 解析の中での特徴的な種の重複から, 7 種 (アカモク, トゲモク, ヨレモクモドキ, ノコギリモク, オオバモク, タマナシモク, コブ

クロモク)が優占種とみなされた。今回の結果をこれまでの研究と比較すると、4月から6月までの期間と7月の季節変化における各植物群落パターンの類似は、それぞれ安定な変化と不安定な変化の結果であること、8月から10月の季節変化における植物群落パターンの不一致は、1991年8月のオオバモクとノコギリモクにおける出現頻度の相違の結果であることが示唆された。これらの結果は、本研究の4月から10月の植物群落における優占種の季節変化は7月を除き、周期的であることを示した。(¹山梨大・教育人間科学,²東水大・資源育成,³東京家政学院大・生物,⁴築地お魚センター資料館,⁵志津川町自然環境活用セ,⁶筑波大・下田臨海実験セ)

佐々木秀明¹・Lindstrom, S. C.²・Waaland, J. R.³・川井浩史⁴：
紅藻 *Orculifilum denticulatum* に内生する褐藻アナメ (コンブ目) の配偶体

Hideaki Sasaki, Sandra C. Lindstrom, J. Robert Waaland and Hiroshi Kawai: Occurrence of gametophyte of *Agarum clathratum* (Laminariales, Phaeophyceae), as an endophyte of *Orculifilum denticulatum* (Rhodophyceae)

紅藻 *Orculifilum denticulatum* Lindstrom (カクレイト目) に内生する糸状褐藻を太平洋北東部, アラスカのジュノーにおいて採集した。*O. denticulatum* の組織内において糸状体は分枝し, 細胞壁内において網状に発達していた。糸状褐藻の細胞は, ピレノイドを欠く盤状葉緑体を複数個保持していた。顕微鏡による形態観察や培養実験では, 種はおろか目の同定も困難であったが, *rbcL* 遺伝子や rDNA の ITS 領域を用いた分子系統解析により, 糸状褐藻がコンブ目アナメ (*Agarum clathratum* Dumortier) の配偶体であることが明らかになった。自然環境下におけるコンブ目配偶体の観察はわずかに報告されているが, 紅藻内に内生するコンブ目配偶体の種の同定に至ったのは本報告が初めてである。(¹神戸大・遺伝子セ,²Univ. of British Columbia, Canada,³Univ. of Washington, USA,⁴神戸大・内海域セ)

半田信司¹・中原美保²・坪田博美²・出口博則²・中野武登³：
日本から報告された気生藻類の一新種 *Stichococcus ampulliformis* sp. nov. (緑色植物門,トレボウクシア藻綱)

Shinji Handa, Miho Nakahara, Hiromi Tsubota, Hironori Deguchi and Taketo Nakano: A new aerial alga, *Stichococcus ampulliformis* sp. nov. (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) from Japan

広島県帝釈峡のイヌガヤの樹皮より分離した藻株に基づき, 気生藻類 *Stichococcus ampulliformis* S. Handa (緑色植物門,トレボウクシア藻綱) を新種記載し, 光学顕微鏡及び電子顕微鏡による観察と系統解析を行った。本種の形態的特徴, 特

に生活史において短い糸状体を形成する性質は *Stichococcus* 属に見られるものである。しかし, 出芽により大小2つの異なった大きさの娘細胞を形成する分裂様式は, 本属の他の種とは異なっている。大きい方の細胞は母細胞壁に囲まれた状態ですぐに通常の栄養細胞と同じ大きさになるが, 小さい方の細胞は放出され, 成熟した栄養細胞になるまでにより長い日数を要する。18S rRNA 遺伝子に基づいた系統樹では, *S. ampulliformis* はトレボウクシア藻綱に属し, *Stichococcus bacillaris* やカワノリ属と近縁であることが示された。(¹広島県環境保健協会,²広島大・院・理・生物科学,³広島工大・環境・環境情報)

Lindstrom S. C.・Fredericq S. : ルビスコ大サブユニット 遺伝子解析により明らかになった太平洋北東部のアマノリ属の系統関係と新種 *Porphyra aestivalis*

Sandra C. Lindstrom and Suzanne Fredericq: *rbcL* gene sequences reveal relationships among north-east Pacific species of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) and a new species, *P. aestivalis*

主に太平洋北東部で採集したアマノリ属23種とウシケノリ属1種のルビスコ大サブユニット遺伝子の塩基配列を決定し, 既に報告されている両属の塩基配列を含めて分子系統学的解析を行ったところ, ウシケノリ属の系統に混じってアマノリタイプの形態を示す種群が次の5つに分かれることが分かった: (1) *P. papenfussii* V. Krishnam., (2) *P. mumfordii* S. C. Lindstrom et K. M. Cole, *P. rediviva* Stiller et Waaland およびタイプ種 *P. purpurea* (Wahlenb.) C. Agardh を含む北大西洋種群, (3) *P. cuneiformis* (Setch. et Hus) V. Krishnam., *P. occidentalis* Setch. et Hus, *P. schizophylla* Hollenb., *P. variegata* (Kjellm.) Kjellm. およびそれらの大西洋姉妹種 (藻体はすべて2層), (4) *P. aestivalis* sp. nov. および北大西洋姉妹種 *P. birdiae* C. D. Neefus et A. C. Mathieson, (5) 太平洋および大西洋の代表種を含むクレード。これまでインザイム, 形態および染色体の特徴などで認識されていた姉妹種が, 互いに近縁であることが確認された。形態的に類似している雌雄異株種 *P. pseudolanceolata* V. Krishnam., *P. conwayae* (S. C. Lindstrom et K. M. Cole) stat. nov. および *P. lanceolata* (Setch. et Hus) G. M. Smith は, 雌雄同株種 *P. fallax* S. C. Lindstrom et K. M. Cole とともに, 高い確率でクレード5内のサブクレードを形成した。今回の結果により, ウシケノリ目の種間やより高次分類群間の系統関係をさらに解明するためには, 包括的な種のサンプリングと異なる遺伝子の解析が必要であることが浮き彫りになった。(¹Univ. of British Columbia, Canada,²Univ. of Louisiana, USA)

学 会 録 事

1. 2003年第1回持ち回り評議員会報告(平成15年12月19日から26日の期間)

以下の報告と議案の審議を行った。

報告事項

1. "学会活性化のための方策"について

1) 外国会員への国内会員と同等の権利付与に関しては活性化WGの方針が固まり、その成案を作成中である。2) 学会広報活動充実のために庶務幹事2名; 海外担当石田健一郎氏(金沢大)、広報担当寫田智氏(北大)が就任し、活動を開始した。3) 日本産藻類の「藻類誌」の編纂発行と「藻類誌編纂委員会」の活動方針、16年度実務開始と編集費の拠出方法のあらましが決まった(詳細については改めて報告)。

3. 日本海藻協会が主体となる、第19回国際海藻シンポジウムの神戸開催決定(2007年3月下旬~4月上旬)の連絡があり、日本藻類学会への協力・支援の要請依頼が同協会の有賀・大野両氏よりあった。今後、学会の具体的な協力策を検討して行くことになる。

3. アジア太平洋藻類学連合(APPA)の次期副会長候補に、マレーシアのPhang S. M. 女史が推薦され、2005年タイで開催される第4回APPF(アジア太平洋藻類学フォーラム)で正式に承認される予定である。

審議事項

1. 日本藻類学会研究奨励賞の設立について

2003年第27回日本藻類学会総会にて「藻類」に発表された論文等を対象にした新たな賞を設けることが承認されたが、これに基づき検討してきた学会活性化ワーキング・グループから和文誌に関連する賞として「日本藻類学会研究奨励賞」設立の提案があり、審議した。この賞は元日本藻類学会長有賀祐勝氏より申し出のあった寄付金を基金とし、藻類学会で活躍する若手研究者の研究奨励を目的とするものである。

2. 日本分類学連合の宣伝イベントへの参加の是非について

日本分類学連合から2004年2月1日から3月15日まで、ジュンク堂書店池袋本店において、1) 出版物の展示販売、2) 学会宣伝用チラシの配布、3) ポスターの掲示、4) ギャラリー・トークの実施および参加要請の連絡があり、事務局としては特別な出費や大きな実務負担が無いことを確認の上、参加することを提案した。

3. 第7回日本マリンバイオテクノロジー学会大会の協賛要請について

日本マリンバイオテクノロジー学会会長伏谷伸宏氏より平成16年6月17日~19日、北海道大学クラーク会館にて開催される、頭書の大会の協賛要請があり、協賛の諾否について審議した。4. 日本藻類学会企画委員会の存続について 吉田忠生会長時代に発足し、藻類グッズの作成などを介して種々の学会活動に貢献してきた日本藻類学会企画委員会(石川委員長)の存続と資金管理の方法について、石川依久子元会長より相談があり、これを受けて企画委員会の廃止と資金の寄

付名目での一般会計収入への組み入れを提案した。

その結果、4件すべてについて基本的には承認された。しかし日本藻類学会研究奨励賞については文面や応募条件などについて付帯意見が、日本藻類学会企画委員会についてはその復活を望むも意見もあり、これらの点については平成16年3月に札幌で開催される評議員会でさらに審議・調整する予定である。

2. 秋季シンポジウム開催

2003年秋季藻類シンポジウム「海藻加工技術の現状と展望」(平成15年10月10日:ロイヤル・パークホテルー東京)が日本海藻協会との共催、日本応用藻類学研究会協賛により実施された。講演者と演題は次の通りである。

・「伝統食品の海苔の歴史と加工」河村敏弘(山形屋海苔店)・「コンブエキスの製造と利用」夜久俊治(東和化成工業)・「ワカメの利用開発と需要拡大」佐藤啓一(理研食品)・「ひじきの加工技術の現状と展望」山城繁樹、戸高義敦、南元洋(株:山忠)・「海藻の利用を拡大した海藻サラダ」鈴木実(株:フィラガー)・「ヒット素材の青海苔とモズク」大野正夫(高知大)、加用守(加用物産)、川村伸正(山忠食品)

なお、このシンポジウムに関する問い合わせや講演要旨請求は以下の日本海藻協会に連絡されたい。〒781-1164 土佐市宇佐町井尻194 高知大学海洋生物教育センター、e-mail: mohno@cc.kochi-u.ac.jp

3. 日本分類学会連合

第3回総会およびシンポジウム(平成16年1月10・11日:国立科学博物館分館)が開催された。

【主な報告事項】

・第2回シンポジウムの開催。・日本産生物種数調査の結果の公表。・進化学会福岡大会での公開講演会の開催。・GBIFとの共催シンポジウムの開催。・メーリングリストTAXAの開設。・日本進化学会と日本甲虫学会が加盟(現在27学会)。・ニューズレター3~4号発行(3号よりPDF形式で配付)。・ホームページは加盟学会情報の追加、GBIFシードマネープロジェクトの案内、日本生物種数調査、JTYPES、メーリングリストの導入ページの追加。・連合が申請した科研費「日本タイプ標本データベース」が採択。・連合のホームページ上にタイプ標本データベースを検索するためのページを開設。・GBIFとの連携シンポジウムを2003年10月7日に筑波国際会議場で共催:Symposium on taxonomy and biological databases: toward the understanding of biodiversity in Japanを開催。

【主な審議事項】

・役員の変更:連合代表:松浦啓一、連合副代表:原慶明、幹事(庶務):佐々木猛智、幹事(会計):伊藤元己、幹事(Web):浅川毅守、幹事(News letter):柁原 宏、幹事(Mailing list):三中信宏、監査員:平野義明、益山樹生。・2003年

度決算と監査：収入1,158,306円，次年度繰越金756,681円，支出401,625円。・2004年度事業計画：連合の宣伝イベント（2月1日～3月15日ジュンク堂書店池袋本店で開催），第4回シンポジウム「種がちがうと，こんなにちがう-生物を「種」の単位で眺めてみよう」（仮題）。・ニュースレター年間2号を出版予定。・メーリングリストおよび個人登録：2003年12月に運用を開始したTAXAは誰でも登録，投稿することができる。・日本産生物種数調査：科博のサーバーに公開済のデータベースの充実。・日本タイプ標本データベース：タイプ標本のデータを持つ組織への参加呼び掛けと充実。・研究者データベース作成に向けて検討。・2004年度予算案の承認と加盟学会分担金の徴集（1万円／学会）。

【シンポジウム】

1) 移入種と生物多様性の攪乱・「シンポジウム開催に当たって」松浦啓一（科博）・「外国産クワガタムシの大量輸入

がもたらす生態リスク」五箇公一（科博）・「無融合生殖種と有性生殖種の出会い：日本に侵入したセイヨウタンポポの場合」芝池博幸（農環技研）・「バラスト水によるプランクトンの導入」大塚攻（広島大）ほか・「島の外来種問題：琉球列島の爬虫・両生類の場合」太田英利（琉球大）・「多様性保全が有効利用か：ブラックバス問題の解決を阻むものとは？」瀬能宏（神奈川県博）・「移入種（外来種）対策について」上杉哲郎（環境省）

2) 新種記載をスピード・アップする方策を探る・「新種記載はスピード・アップできるか？」馬渡駿輔（北大）・「分類学を加速する方法はあるのか？形態観察に関するいくつかの提案」白山義久（京大）・「形質記載をスピード・アップする方法－原生生物の場合」堀口健雄（北大）・「分類学情報を共有するシステムを開発する」伊藤元巳（東大）・「分類学研究者を増やす方策」松井正文（京大）

日本藻類学会会則

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5種とする。

1. 普通会員（国内会員）（藻類に関心を持ち、本会の趣旨に賛同する日本に在住する個人で、役員会の承認するもの）
2. 普通会員（外国会員）（藻類に関心を持ち、本会の趣旨に賛同する海外に在住する個人で、役員会の承認するもの）
3. 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）
4. 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）
5. 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し出すものとする。

第8条 1. 国内会員は毎年会費8,000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（年間）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出来る。団体会員の会費は15,000円とする。賛助会員の会費は1口30,000円とする。

2. 本会の趣旨に賛同する個人又は団体は、本会に寄付金又は物品を寄付する事が出来る。寄付された金品の用途は、第11条に定める評議員会で決定する。

第9条 本会には次の役員を置く。

会長 1名 幹事 若干名 評議員 若干名 会計監事 2名

役員の内任は2年とし重任することが出来る。但し、会長と評議員はひき続き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。なお、会務に議決を要する場合は総会がそれを行う。

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。評議員会は会長が召集し、また文書をもって、これに代えることが出来る。

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

2. 「Phycological Research」及び「藻類」の編集・刊行のために編集委員会を置く。
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事が出来る）。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、その数は全評員の1/3を越えることは出来ない。地区割りは次の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（三重県を含む）、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 会長及び地区選出の評議員に欠員が生じた場合は、前任者の残余期間次点者をもって充当する。

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

第6条 本会則は2003年1月1日より改正施行する。

和文誌「藻類」投稿案内

1. 編集方針と投稿資格

本誌には藻学に関する未発表の原著論文（和文論文と短報）および速報のほか、総説、大会講演要旨、藻類に関する企画および投稿記事（藻類採集地案内、書評・新刊紹介、学会シンポジウム紹介、学会事業案内など）を掲載します。原著論文は和文誌編集委員会（以下編集委員会）が依頼する審査員による審査を経たのちに編集委員長によって掲載の可否が決定されます。速報およびその他の投稿原稿の掲載の可否は編集委員長と編集委員会で判断します。なお、編集委員会が依頼した場合を除いて、投稿は会員に限ります。共著の場合、著者の少なくとも一人は会員であることが必要です。

2. 原稿執筆・投稿要領

原著論文の構成を1)～4)に示します。オリジナルの原稿と図表1組とそれらのコピー2組（写真を含む図版はこれを写真複写したもの。電子複写は不可）を編集委員会に提出してください。

その他の報文の様式は、最新号を参照して作成し、オリジナルとコピー1部を提出してください。

1) 標題等

和文：標題，著者名，所属，住所，欄外見出し，連絡著者の連絡先（住所，tel，fax，e-mail）

英文：標題，著者名，所属，住所，要約（200語以内），キーワード（abc順）

2) 本文

緒言，材料と方法，結果，考察（または結果と考察），謝辞からなります。なお短報ではこれらの項目を区別せず，一連の文章にすべてが含まれます。なお，本文中での文献，図および表の引用例を以下に示します。

「・・・が知られる（Yamada 2002）。」「山田ら（2002，p. 25）は・・・した。」「・・・がみられる（図2，表3）。」

3) 引用文献

本文中で引用したすべての文献を下記の例にならない，和文論文も含めて著者名のabc順に並べる。

（雑誌中の論文）著者 出版年．論文標題．雑誌名 巻：掲載頁．

山田幸男・田中太郎 2002．日本産海産付着珪藻の分類．藻類 50：100-110．

Yamada, Y. and Tanaka, T. 2002. Taxonomy of diatoms. J. Phycol. 50: 100-110.

（単行本）著者 出版年．標題．出版社．所在地．

山田幸男 2002．日本の海藻．いろは出版．東京．

Yamada, Y. 2002. Seaweeds. A Taxonomic Survey. ABC Print. London.

（単行本中の章）著者 出版年．引用した章の標題．同掲載頁．編者 単行本標題．出版社．所在地．

山田幸男 2002．海藻の観察．p. 10-20．田中太郎他（編）海藻研究．いろは出版．東京．

Yamada, Y. 2002. Dictyotales. p. 10-20. In: Tanaka, T. (ed.) Seaweeds. ABC Print. London.

（叢書中の分冊）著者 出版年．引用した章の標題．編者 叢書標題．版と分冊番号．出版社．所在地．

Yamada, Y. 2002. Dictyotales. In: Tanaka, T. (ed.) Seaweeds. 2(3). ABC Print. London.

4) 図（写真は図とします）と表，およびその説明

図には倍率を示すスケールを入れ，必要に応じて矢印や文字などを貼り付け．写真は光沢印画紙に鮮明に焼き付け，不要なスペースをカット．表の罫線は横線のみ．図，表ともに脱落防止のために台紙とカバーをつけ，下端に著者名，図，表の番号を記入．図，表は原則的には編集においてスキャナーで取り込み，縮小します．なおpictファイル等のデジタルデータがあれば添付してください．実際の印刷では，幅は1段8.5cm，2段17.5cm，縦は最大で24cmとなります．図，表の説明は原稿の末尾に英文，和文または和英併記で記入．

3. ワープロ入力の注意

本誌はDTPによって作成されます。掲載決定後，最終原稿のファイルが保存されたフロッピーディスク等を提出していただき，印刷版下を作成します。したがって，テキストファイル形式で保存できるコンピューターで原稿を作成するようにしてください。ファイルの互換性が不明な場合は編集委員会までお問い合わせください。

原稿作成にあたっては次の点に注意してください。

- 1) A4用紙に1行40字、25行で印刷する。
- 2) 当用漢字、新かなづかいを使用する。
- 3) 句読点は「、」と「。」を用い、「、」や「.」を使用しない。
- 4) スペースキーは学名や英単語の区切り以外には使用しない。
- 5) リターンキー（改行）の使用は段落の終わりだけに限定し、1行ごとに改行しない。
- 6) 段落行頭や引用文献の字下げにはタブ、インデント機能を使用する。
- 7) 数字とアルファベットは半角、カタカナは全角を使用する。
- 8) ギリシャ、独、仏、北欧文字や数学記号などの特殊文字は、出力原稿中に赤字で明記する。

（例：uをü, uをμ, eをé, OをØと赤字で記入）

- 9) 新種記載や学名の使用は最新の国際植物命名規約に従い、和名は全角カタカナを使用する。
- 10) 本文中ではじめて使用する学名にのみ著者名をつける。属と種小名には下線を引く。
- 11) 単位系はSI単位を基本とする。原稿中で使用できる主な単位と省略形は次のとおり。
（時間 hr, min 長さ m, mm, nm 重量 g, mg 容積 L, mL 温度℃ 波長 nm 光強度 Wm, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ）

4. 校正

校正は初校のみとします。DTPで割り付けたファイルはPDFファイルに変換してe-mailで送りますので、無料のPDFファイル閲覧ソフトAcrobat Readerなどで画面上もしくは印刷して校正していただきます。校正の結果はe-mailでご返送ください。図表等は解像度が低い場合がありますので図表の最終チェックは編集委員会におまかせください。なお、PDFファイルを扱えない場合は従来どおり校正刷りをファックスもしくは郵送します。校正はレイアウトおよび提出ファイルからデータ変換が正しく行われているかを確認するにとどめ、校正は受領後3日以内に編集委員会宛ご返送ください。

5. 制限頁と超過頁料金

原著論文は刷上がり10頁、短報4頁、総説16頁以内を無料とします。頁の超過は制限しませんが、超過分については超過頁料金（1頁あたり12,000円）が必要です。速報は2頁以内とし有料です。その他の報文、記事については、原則として2頁を無料とします。2,700字で刷上がり1頁となる見当です。そのほか、折り込み頁、色刷りなどの費用は著者負担となります。

6. 別刷

別刷は原著論文、総説に限り50部を学会で負担しますが、それ以外は有料です。別刷価格は2ページ50部当たり800円が基本ですが、1-2ページの場合に限り1,600円となります。また送料および発送手数料1,500円が加算されます。原則として別刷は表紙無しとなります。編集委員会より校正時前後に別刷申込みのご案内申し上げます。

別刷料金の算出例：4頁250部の場合は800円×2×5＝8,000円に、発送手数料1,500円が加わって8,000円＋1,500円＝9,500円となります。頁数は、奇数ページで始まり奇数ページで終わる場合は1頁加算し、偶数頁で始まり奇数頁で終わる場合は2頁加算されます。

和文誌「藻類」は会員の皆様で作る会誌です。

ご投稿お待ちしております。

和文誌編集委員会より

お詫びと訂正

藻類51(3)号で以下のような誤りがありました。お詫びして訂正いたします。

訂正表

P171 L9	誤 正	コハギズタの I_c が1.6klux ($\cdot 0-32 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) コハギズタの I_c が1.6klux ($\div 20-32 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ,
P171 L15	誤 正	コハギズタが約30°Cにおいて100klux ($\cdot 200-2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 以上 コハギズタが約30°Cにおいて100klux ($\div 1200-2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 以上
P171 L16	誤 正	約30°Cにおいて50klux ($\cdot 00-1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 程度 約30°Cにおいて50klux ($\div 600-1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 程度
Fig. 3	誤 正	Vertical bars indicate SD (20 V C, n=8; the other temperatures, n=4). Vertical bars indicate SD (20 °C, n=8; the other temperatures, n=4).

編集後記

学会のシーズンがやって来た。口頭発表の形態も大きく変わり、最近ではスライドを使うことがほとんどなくなった。液晶プロジェクターとプレゼンテーションソフトにより、発表はカラフルにしかも見栄えよく作ることができる。また、発表直前まで修正を加えることができる。しかし、内容はともかく、一枚の画面の中に情報が多すぎるものが依然と目立つ。小さいグラフを何枚も貼り付けたり、大きな表を貼り付けたため字が小さくて見えにくかったり、十数行わたって文字が書いてあったり。とても一分以内に情報を読み取ることができない。この辺のところも変わってほしいと思いながら今年も学会に行く。(M. M.)

上の訂正表にあるように、前号でかなりひどい文字化けを発生させてしまいました。これには幾つか理由があるのですが、いずれにせよ当方のチェックが甘かったと言わざるを得ません。申し訳ありません。今後はこのようなことがないように気を付けますが、ミスや問題がありましたらお早めにご指摘下さい。被害が拡大しないうちに・・・。(A. K.)

会 告

日本藻類学会第28回大会（札幌2004）
プログラム

学会会長 原 慶明
大会会長 本村泰三



会 期 2003年3月27日（土）～3月29日（月）
会 場 北海道大学 学術交流会館（札幌）

1. 会場までの交通（図1）

JR札幌駅北口より徒歩5分。北大正門を入れてすぐ左手に学术交流会館があります。千歳空港からはJR札幌駅まで、JRあるいはバスが利用できます。

2. 会場（図2）

編集委員会・評議員会：理学部5号館813号室

大会・総会・公開シンポジウム：北海道大学学术交流会館

懇親会：中央食堂

以下のサイトも参考にしてください。

大学マップ：<http://www.hokudai.ac.jp/bureau/map/mapindx1.htm>

理学部：<http://www.hokudai.ac.jp/science/guide/kotsu.htm>

学术交流会館：<http://www.hokudai.ac.jp/bureau/map/map4.htm>

3. 日程

3月27日（土）	15:00－16:30	編集委員会
	16:30－18:00	評議員会
3月28日（日）	10:00－12:00	口頭発表
	13:00－17:00	口頭発表
	17:00－18:00	総会
	18:30－20:30	懇親会
3月29日（月）	9:30－11:00	口頭発表
	11:00－12:00	展示発表
	13:00－15:00	口頭発表
	15:00－17:30	公開シンポジウム
3月30日（火）		
	ワークショップ（北方生物圏フィールド科学センター室蘭臨海実験所）	
3月31日（水）		

4. 受付

学术交流会館1Fホールにて受付を行います。当日参加も受け付けます。

5. クローク

3月28日（日）9:30－18:15、3月29日（月）9:00－17:30

大会会場1階のクロークにて荷物をお預かりいたします。

6. 公開シンポジウム

3月29日午後3時より、学术交流会館2階講堂で公開シンポジウムを開催いたします。日本藻類学会会員以外の方の来聴も歓迎いたします。講演要旨は本プログラムに掲載されております。

日時：3月29日（月）15:00－17:30

テーマ：北海道におけるコンブ研究の現状とその問題点

オーガナイザー：本村泰三，四ツ倉典滋

司会：松山恵二

講演者および演題

- （1）コンブの多様性 ー個性豊かな海中の森の主役たちー
四ツ倉典滋（北大・北方生物圏フィールド科学センター）
- （2）コンブの生理生態学 ーコンブの御飯は光ー
坂西芳彦（独）水産総合研究センター・北海道区水産研究所）
- （3）コンブ減産の現状とその要因 ー流氷・磯焼けとの関連ー
名畑進一（北海道立釧路水産試験場）
- （4）コンブは食物繊維の宝庫 ーコンブから生まれた機能性食品ー
西澤信（東京農業大学生物産業学部食品科学科）

7. 発表形式

- ・一つの発表につき発表12分、質疑応答3分です（1鈴10分、2鈴12分、3鈴15分）。
- ・発表はOHPまたはデジタルプロジェクターです。デジタルプロジェクター利用の際のソフトウェアはMicrosoft PowerPointをご使用ください。

●デジタルプロジェクターをご使用の方へ

本大会で使用するPowerPointのバージョンは

Windowsの方:Office XP（なおOSはWindowsXPです）

Macintoshの方:Office 2001 for MacおよびOffice X for Mac OSX

となっております。

フォントは標準的なものをご使用ください。特殊なフォントをご使用になる方は文字を画像に変換して使用してください。表示解像度は1024×768を基準としてください。

PowerPointファイルの受付は以下のようにおこないますのでご協力をお願いいたします。発表者は以下の時間までにデータを持参して発表受付までお越しください。メディアはCD-Rを基本としますが、いわゆるUSBメモリーも受け付けます（その他のメディアは使用できません）。

ファイル名の冒頭にはご自身の講演番号（半角）を含むようにしてください。また、ファイルサイズはあまり大きくならないようにご配慮ください。

初日午前中に発表の方:28日9時30分までに受付においでください

初日午後発表の方:28日12時30分までに受付においでください

2日目午前中に発表の方:29日9時00分までに受付においでください

2日目午後発表の方:29日12時30分までに受付においでください

（2日目講演の方は初日も随時受け付けます）

データは発表受付にてこちらの用意したパソコンのハードディスクにコピーします。お預かりしたデータは発表終了後に消去しますが、コピーすることが問題の方はあらかじめ準備委員会にご相談ください。

●OHPをご使用の方へ

OHPシートの取り替えは発表者ご自身でやって頂きます。係はつきませんのでご了承下さい。

(2) 展示発表 (図3)

- ・展示パネルの大きさは、基本的に縦180cm、横90cmを原則とします。
- ・展示パネルの上部には図3のように発表番号、表題、氏名（所属）を明記して下さい。
- ・研究目的、実験結果、結論などについてそれぞれ簡潔にまとめた文章をつけて下さい。また写真や図表には簡単な説明文を添付して下さい。
- ・文字や図表の大きさは、離れた場所からでも判読できるように調整して下さい。
- ・3月28日13時までに所定の場所に掲示してください。3月29日12時-17時の間に撤収して下さい。

8. その他

日本藻類学会第28回大会関連の情報は、随時、藻類学会ホームページに掲載する予定ですので、そちらもご参照下さい。

9. 連絡先

〒051-0003 室蘭市母恋南町1-13 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター室蘭臨海実験所 本村泰三

TEL: 0143-22-2846, FAX: 0143-22-4135

email: motomura@bio.sci.hokudai.ac.jp

〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻系統進化学講座 堀口健雄

TEL: 011-706-2738, FAX: 011-706-4851

email: horig@sci.hokudai.ac.jp

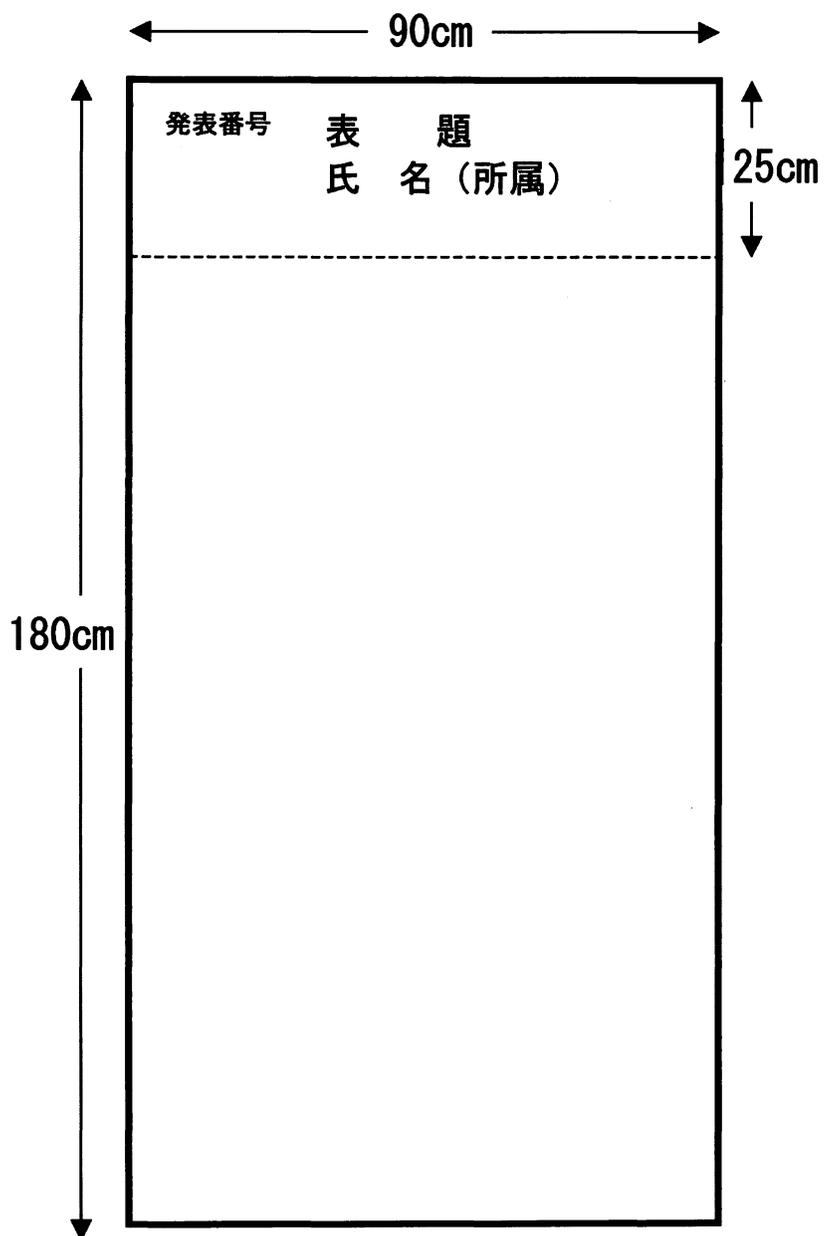


図3 展示パネル説明図

公開シンポジウムプログラム

3月29日(月) 2階講堂

テーマ:北海道におけるコンブ研究の現状とその問題点

オーガナイザー:本村泰三, 四ツ倉典滋(北大・北方生物圏フィールド科学センター)

司会:松山恵二(北海道立函館水産試験場)

- | | | |
|-------|-----|--|
| 15:00 | S01 | コンブの多様性 –個性豊かな海中の森の主役たち–
四ツ倉典滋(北大・北方生物圏フィールド科学センター) |
| 15:30 | S02 | コンブの生理生態学 –コンブの御飯は光–
坂西芳彦((独)水産総合研究センター・北海道区水産研究所) |
| 16:00 | S03 | コンブ減産の現状とその要因 –流氷・磯焼けとの関連–
名畑進一(北海道立釧路水産試験場) |
| 16:30 | S04 | コンブは食物繊維の宝庫 –コンブから生まれた機能性食品–
西澤信(東京農業大学生物産業学部食品科学科) |
| 17:00 | | 総合討論 |

日本藻類学会第28回大会講演プログラム

3月28日(日) 午前の部

A会場1階小講堂

- 10:00 A01 褐藻ホンダワラ属の主枝組織構造
○島袋寛盛・森郁美・野呂忠秀(鹿児島大・水産)
- 10:15 A02 中国産と東シナ海(流れ藻)のアカモクの形態・遺伝子配列の比較
○鯨坂哲朗*・上井進也**・王偉定***・小松輝久****・立川賢一*****・小西芳信*****・吉村拓*****・清水節夫*****
(*京大・地球環境, **神大・内海域セ, ***浙江省海洋水産研, ****東大・海洋研, *****西水研)
- 10:30 A03 日本沿岸におけるアカモク・シダモク種群の遺伝的分化について
○上井進也*・吉田吾郎**・小亀一弘***・川井浩史****・鯨坂哲朗*****(*北海道大・北方セ, **瀬戸内水研, ***北海道大・理, ****神戸大・内海域, *****京都大・地球環境)
- 10:45 A04 分子系統解析に基づく褐藻ネバリモ(ナガマツモ目)の分類の再検討
○田中厚子*・上井進也**・Wendy Nelson***・川井浩史****(*神大院・自然科学, **北大・北生セ, ***ニュージーランド大気水研, ****神大・内海域セ)
- 11:00 A05 青森県小川原湖で発見された日本新産 *Wittrockiella* 属藻類の系統・分類学的位置について
○羽生田岳昭*・若菜勇**(*筑波大・生物科学, **阿寒湖畔エコミュージアムセンター)
- 11:15 A06 青森県小川原湖ならびにオーストラリア南部における *Wittrockiella salina* の生育状況と生育環境
—特にマリモ様球状集合の生成条件について
○若菜勇*・羽生田岳昭**・朴木英治***(*阿寒湖畔エコミュージアムセンター, **筑波大・生物科学, ***富山市科文センター)
- 11:30 A07 緑藻イワヅタ属の分子系統学的解析
○寫田智*・Faye, J. Etienne**・内村真之***・平岡雅規****・江端弘樹*****・新井章吾*****・大葉英雄*****(*北大・先端研セ, **北大・理, ***海洋科学技術センター, ****高知県海深研・NEDO, *****芙蓉海洋開発(株), *****海藻研(株), *****東京海洋大)
- 11:45 A08 キラー(殺し屋)海藻イチイヅタの監視システム構築
○内村真之*・寫田智**・Faye, J. Etienne***・平岡雅規****・江端弘樹*****・新井章吾*****・石田健一*****
(*海洋科学技術センター, **北大・先端研, ***北大・理, ****高知県海深研・NEDO, *****芙蓉海洋開発(株), *****海藻研(株), *****東京大学海洋研究所)

B会場1階会議室

- 10:00 B01 クロララクニオン藻 CCMP242 株の生活環と分類学的位置
○大田修平*・植田邦彦*・石田健一郎**(*金沢大・院・自然科学, **金沢大・理・生物)
- 10:15 B02 新規海産単細胞藻の黄色植物内における系統と分類
○甲斐厚*・吉井幸恵*・中山剛**・井上勲**(*筑波大・院・生命環境, **筑波大・生物科学系)
- 10:30 B03 パラオ産ブラシノ藻 *Nephroselmis* 属の1未記載種について
○須田彰一郎*・中山剛**・熱海美香***・土橋幸子***(*琉球大学・理, **筑波大・生物科学系, ***海洋バイオ)
- 10:45 B04 新種 *Nephroselmis intermedia* (ブラシノ藻綱) の分類と *Nephroselmis* 属の系統進化
○中山剛*・須田彰一郎**・熱海美香***・井上勲**(*筑波大・生物, **琉球大・理, ***海洋バイオ研)
- 11:00 B05 *Cephaleuros* 属(緑藻)気生藻の分離と培養
○周藤靖雄*・大谷修司**(*元島根林技セ, **島根大・教育)
- 11:15 B06 *rbcL* 遺伝子によるミカヅキモの種分化の分子系統学的解析
○傳法隆・ディアン・ヘンドラヤンティ・市村輝宜(北大・フィールド科学センター)
- 11:30 B07 野生絶滅種ホシツリモ *Nitellopsis obtusa* GROVES (車軸藻綱) の再発見
○加藤将*・野崎久義**・田中次郎**(*東京海洋大・藻類, **東大・理・生物)
- 11:45 B08 卵胞子壁断面構造を導入したフラスコモ属(車軸藻綱・シャジクモ目)の分類
○坂山英俊*・宮地和幸**・南雲保***・原慶明****・野崎久義**(*東京大・院・理・生物科学, **東邦大・理・生物, ***日本歯科大・生物, ****山形大・理・生物)

3月28日(日) 午後の部

A会場1階小講堂

- 13:00 A09 駿河湾における海藻植生について
小西由高・○林田文郎(東海大海洋・水産)
- 13:15 A10 広島湾湾口部の柱島における天然群落および実験裸面での海藻植生の年変化
○寺脇利信*・吉田吾郎*・新村陽子**・梶田 淳***・新井章吾****(*瀬戸内水研,**科学技術振興事業団・瀬戸内水研,***有)水圏リサーチ,****(株)海藻研)
- 13:30 A11 食害生物除去後の海藻群落の遷移
○田井野清也*・石川徹*・篠原英一郎**・三觜徹**・武政登***(*高知水試,**土佐清水漁指,***大方町産業振興課)
- 13:45 A12 離れ島状に形成されたアマモ場の経年変化および季節消長
○森口朗彦*・高木儀昌*・寺脇利信**(*水工研,**瀬戸内水研)
- 14:00 A13 海草アマモ幼体の光合成-温度特性
○阿部真比古・倉島彰・前川行幸(三重大・生物資源)
- 14:15 A14 宮城県牡鹿半島沿岸におけるアラメ群落とその変動について
村岡大祐(東北水研)
- 14:30 A15 カジメの成熟に光・温度条件が及ぼす影響
○山口喬・岩尾豊紀・磯村晶子・倉島彰・前川行幸(三重大・生物資源)
- 14:45 A16 褐藻クロメ *Ecklonia kurome* の葉面積の季節変化と生理特性
○松本里子・田中次郎(東水大・藻類)

15:00-15:15 休憩

- 15:15 A17 ホンダワラ類4種の初期成長における温度反応特性とその比較
○吉田吾郎*・村瀬昇**・原口展子**・寺脇利信*(*瀬戸内海水研,**水産大学校)
- 15:30 A18 山口県沿岸のホンダワラ類3種の培養による生育温度
○原口展子*・村瀬昇*・水上 譲*・野田幹雄*・吉田吾郎**・寺脇利信**(*水産大学校,**瀬戸内水研)
- 15:45 A19 徳島県折野の砂地に設置した人工基質上での天然アカモク藻場の成立とその要因
○棚田教生*・和泉安洋**・團昭紀*・新井章吾***・寺脇利信****(*徳島県水研,**徳島県水産課,*** (株)海藻研,****瀬戸内水研)
- 16:00 A20 ベトナムにおけるホンダワラ類-その生育状況と人々との関わり
○筒井功*・Huynh Quang Nang**(*京大・アジア・アフリカ,**ベトナム材料科学研究所・ニャチャン)
- 16:15 A21 魚類養殖による汚染は磯焼けを招く
○桑野和可*・吉越一馬**(*長崎大・院・生産,**長崎大・水産)
- 16:30 A22 近畿地方での「アオコ」および「水の華」のアンケート方式による認知度調査
○山本芳正・鯉坂哲朗(京大・農・応用生物)
- 16:45 A23 古事記初出の海藻は何か?
○濱田仁(富山医薬大・医)

B会場1階会議室

- 13:00 B09 原始紅藻の核ゲノム情報を加えて推測した紅色系統の二次共生色素体の起源
○野崎久義*・松崎素道**・三角修己***・黒岩晴子***・東山哲也*・黒岩常祥****(*東京大・理,**東京大・医,***立教大・理・生研機構,****立教大・理)
- 13:15 B10 日本における陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) の遺伝的多様性
○堀口法臣*・石田健一郎**・坂本敏夫*・和田敬四郎*(*金沢大院・自然・生命,**金沢大・理・生物)
- 13:30 B11 葉緑体と糸線様構造を併せもつ光合成性無殻渦鞭毛藻と従属栄養性無殻渦鞭毛藻の系統関係
○岩滝光儀*・川見寿枝*・金根用**・松岡敷充*(*長崎大・水産,**釜慶大学校)
- 13:45 B12 海産底棲性渦鞭毛藻類の分類と系統 その後の研究
*・比嘉敦**・工藤創***・堀口健雄****・原慶明*(*山形大・理・生物,**筑波大・院・生命環境,***山形大・院・理工,****北大・院理・生物科学)
- 14:00 B13 東シナ海から分離された円石藻 *Reticulofenestra sessilis* の形態, 系統, 生活史
○河地正伸*・越川海*・岡村和麿**・渡邊信*(*国立環境研究所,**西海区水産研究所)

- 14:15 B14 殻の基本構造が異なる羽状珪藻 *Cylindrotheca* 3種の *sill*-like DNA塩基配列
高橋ゆう子・○真山茂樹 (東学大・生物)
- 14:30 B15 海産付着性珪藻 *Isthmia nervosa* Kützing の栄養細胞と増大胞子の形態
○小林敦*・南雲保**・田中次郎* (*東京海洋大・藻類, **日本歯科大・生物)
- 14:45 B16 珪藻による水質判定シミュレーションソフトSimRiverを用いた中等・高等教育プログラム—河川の水質指標
生物を生物教育の中でどのように活用するか—
○真山茂樹*・加藤和弘**・大森宏***・清野聡子**** (*東学大・生物, **東大・緑地植実, ***東大・農学生命,
****東大・総合文化)
- 15:00-15:15 休憩
- 15:15 B17 アユの採食による付着藻類群落の種類組成変化とアユのエサ選択性
○阿部信一郎*・片野修*・木曾克裕**・山本聡***・南雲保****・田中次郎***** (*中央水研, **西海水研, ***長野水試, ****日本歯科大, *****東京海洋大)
- 15:30 B18 有明海底泥中における珪藻類休眠期細胞の分布密度およびその経年変化
○渡辺朋英*・石田貴子*・今井一郎*・板倉茂**・山口峰生** (*京大院農, **瀬戸内水研)
- 15:45 B19 有明海における熱帯性珪藻 *Skeletonema tropicum* 休眠期細胞について
○今井一郎*・石田貴子*・渡辺朋英*・板倉茂**・山口峰生** (*京大・院・農, **瀬戸内水研)
- 16:00 B20 東京湾三番瀬における珪藻群落の解析: 1m離れると珪藻群落は変化するのか?
○渡辺剛*・真山茂樹** (*東学大・院, **東学大・生物)
- 16:15 B21 海産珪藻 *Cocconeis shikimensis* Hid. Suzukiの増大胞子微細構造
○鈴木秀和*・南雲保**・田中次郎*** (*青山学院高, **日本歯科大・生物, ***東京海洋大・藻類)
- 16:30 B22 光受容体の探求と珪藻 *Pleurosira laevis* の純培養
石川依久子 (東京学芸大・非常勤)

3月29日(月) 午前の部

A会場1階小講堂

- 9:30 A24 海洋深層水で培養したマクサの生長
○松村航*・渡辺健*・浦邊清治*・南條暢聡*・池田知司**・藤田大介*** (*富山水試, **KANSO, ***東京海洋大)
- 9:45 A25 海洋深層水を用いたワカメとアワビの多段養殖
○岡直宏*・田村光政**・平岡雅規***・西島敏隆****・吉本典生*・中田有樹**** (*愛媛大院・連合農, **高知海深研, ***高知海深研・NEDO, ****高知大・農)
- 10:00 A26 室戸岬ではじまる海洋深層水を利用したアオノリ陸上タンク養殖について
刈谷宣政*・平岡重道*・○平岡雅規**・岡直宏***・寫田智****・江端弘樹*****・浜田英之***** (*海の研究舎, **高知県海深研・NEDO, ***愛媛大・連合農, ****北大・先端研, *****芙蓉海洋開発, *****高知県海深研)
- 10:15 A27 地下海水を利用した海藻陸上養殖事業の可能性
○江端弘樹*・寫田智**・四ツ倉典滋***・平岡雅規****・岡直宏*****・佐藤義夫***** (*芙蓉海洋開発(株), **北大・先端研, ***北大・北方セ, ****高知県・海深研・NEDO, *****愛媛大・連合農, *****東海大・海洋)
- 10:30 A28 ハバノリの生長と成熟に及ぼす水温の影響
○倉島彰*・栗藤和治**・前川行幸* (*三重大・生物資源, **尾鷲市水産課)
- 10:45 A29 The effects of irradiance on photosynthesis and growth rates of *Laurencia brongniartii* J. Agardh (Rhodophyta: Ceramiales) in preparation for cultivation.
○Gregory N. Nishihara・Ryuta Terada・Tadahide Noro (Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

B会場1階会議室

- 9:30 B23 長崎県平戸産有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* の増殖に及ぼす水温および塩分の影響
○山砥稔文*&**・坂口昌生*・岩滝光儀***・松岡數充*** (*長崎水試, **長崎大・院・生産, ***長崎大・水産)
- 9:45 B24 南極陸域より分離した単細胞藻類の凍結による損傷と回復
○長島秀行*・大谷修司**・井上源喜*** (*東京理科大・理, **島根大・教育, ***大妻女子大・社会情報)

- 10:00 B25 シアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* における recombination
○田辺雄彦・渡辺信 (国環研)
- 10:15 B26 *Porphyra* 寄生性卵菌 *Olpidiopsis* sp. にコードされる group I intron の転移過程の解明
○関本訓士*・横尾一成**・川村嘉応**・本多大輔* (*甲南大・理工・生物, **佐有水振セ)
- 10:30 B27 単細胞性紅藻の SSUrRNA 遺伝子にも Group I イントロンが?!
○横山亜紀子*・梶川牧子**・関口弘志***・原慶明* (*山形大・理・生物, **鶴岡北高校, ***海洋バイオ)
- 10:45 B28 DGGE 法による地衣共生藻および気生藻の多様性解析
○大村嘉人*・河地正伸**・竹下俊治***・笠井文絵**・渡邊信** (*国環研・学振, **国環研, ***広島大・院・教育)

11:00-12:00 展示発表 1階ホール

- P01 生物資源としての藻類の収集・保存・提供
○笠井文絵*・川井浩史**・井上勲***・寫田智****・渡辺真之*****・河地正伸*・渡辺信* (*国立環境研究所, **神戸大学, ***筑波大学, ****北海道大学, *****国立科学博物館)
- P02 複数の葉緑体コード蛋白質配列を用いたクロララクニオン藻の葉緑体の起源に関する系統解析
○近藤公彦*・植田邦彦*・石田健一郎** (*金沢大・院・自然科学, **金沢大・理・生物)
- P03 太陽虫 *Raphidiophrys contractilis* の分子系統解析
○坂口美亜子・中山剛・橋本哲男・井上勲 (筑波大・生物科学系)
- P04 水素生産に向けた *Spirulina* の培養と酵素遺伝子解析
○御園生拓・梶里早・津田浩二 (山梨大・工・循環システム)
- P05 松江市近郊放棄水田における緑藻ミカヅキモ類の有性生殖と物理的環境要因
山本修・○大谷修司 (島根大・教育)
- P06 海産珪藻 *Trigonium formosum* の増大胞子構造
○出井雅彦*・南雲保** (*文教大学女子短期大学部, **日本歯科大・生物)
- P07 ミル *Codium fragile* の受精-雌雄異型配偶子の構造と行動-
○宮村新一*・南雲保** (*筑波大・生物, **日本歯科大・生物)
- P08 タイ沿岸域におけるハプト藻 *Platyochrysis* 属の多様性
○河地正伸*・M-H. Noel*・W. Yongmanitchai**・彼谷邦光***・笠井文絵*・渡邊信* (*国立環境研究所, **Kasetsart 大学, ***東北大学)
- P09 スマカイメン (*Spongilla lacustris*) より単離した共生藻の分類学的検討
○半田信司*・益田芳樹**・坪田博美***・中野武登****・中原美保*** (* (財)広島県環境保健協会, **川崎医大・生物, ***広島大・院・理・生物科学, ****広島工大・環境・環境情報)
- P10 Biodiversity of microalgae in Southern Thailand mangroves
○M-H. Noel*・M. Kawachi*・W. Yongmanitchai**・F. Kasai*・M. M. Watanabe* (*National Institute for Environmental Studies, Japan, *Kasetsart University, Thailand)
- P11 日本沿岸における無殻渦鞭毛藻 *Gymnodinium microreticulatum* の出現
○川見寿枝*・岩滝光儀*・高山晴義**・吉田天士***・広石伸互***・松岡数充* (*長崎大・水産, **広島水試, ***福井県立大・生物資源)
- P12 中海における渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* 赤潮の消失と細胞内デンプン粒の増加
○江原 亮*・大谷修司**・石飛 裕***・國井秀伸**** (*島根大・院・生物資源科学, **島根大・教育, ***島根県保健環境科学研究所, ****島根大・汽水研セ)
- P13 カラギーナンの特性変化と金属類の結合能
○奥田弘枝*・中川禎人** (*広島女学院大, **九州栄福大)
- P14 紅藻イバラノリ属 *Hypnea* の分類と系統
○山岸幸正*・増田道夫** (*福山大・生命工, **北大・理・生物科学)
- P15 インドネシア産紅藻イソノハナ属 (ムカデノリ科) の一種について
○川口栄男*・寫田智** (*九大・院・農, **北大・先端科学センター)
- P16 日本産紅藻オゴノリ科5種の生長に対する光・水温等の影響
井上真吾*・成瀬豪*・○Gregory N. Nishihara*・寫田智**・寺田竜太* (*鹿大・水産, **北大・先端研セ)
- P17 佐渡ヶ島産コナハダ属の果胞子体形成過程

- 吉崎誠・鈴木雅大（東邦大学大学院理学研究科）
- P18 海産紅藻サビノリ3株の単胞子を用いた諸形質の多型性に関する研究
○高橋潤*・飯塚治**・植木知佳**・嵯峨直恆**（*北大・水産・生物，**北大院・水産・生命）
- P19 Genetic analysis of pigmentation mutants in *Porphyra haitanensis* Chang et Zheng (Bangiales, Rhodophyta)
○YAN Xing-hong*, LI Lin*, LIANG Zhi-qiang* and ARUGA Yusho**（*Key Laboratory of Germplasm Resources, Ecology in Aquacul., Ministry of Agricul., Shanghai Fish. Univ., China; **Tokyo Univ. of Agricul., Japan）
- P20 佐渡島の海藻相についてのいくつかの新知見
○鈴木雅大・吉崎誠（東邦大学大学院理学研究科）
- P21 広島湾の内湾域に設置した基質上の海藻類の出現特性 ―種間競合の推定―
○吉田吾郎*・新井章吾**・寺脇利信*（*瀬戸内海水研，**株・海藻研）
- P22 容積2トン屋外水槽でのアマモおよびアカモクの生長と成熟
○寺脇利信*・吉田吾郎*・三浦正治**・岸田智徳**・玉置仁***（*瀬戸内水研，**（財）海生研・実証試，***石巻専修大）
- P23 暖海産および寒海産コンブ科藻類のゲノムサイズについて
○松山和世*・芹澤如比古**・川越力***・藤下まり子****・河野重行****（*海洋科学技術セ，**学振（千葉大・海洋セ），***北大院・水産，****東大・新領域）
- P24 土佐湾の磯焼け海域におけるスポアバッグ法によるカジメ藻体の出現と拡散
○芹澤如比古*・井本善次**・大野正夫**・田井野清也***・石川徹***（*学振研究員（千葉大・海洋セ），**高知大・海生セ，***高知水試）
- P25 高知県鏡川汽水域に生育するコアマモの成熟
○田井野清也*・大河俊之*・檀野修一**・木下泉**（*高知水試，**高知大・海洋セ）
- P26 全国重要藻場調査（環境省自然環境保全基礎調査）の経過報告―1. 調査開始の経緯と調査の現況
○松井香里*・青木優和**・北沢克巳***（*国際湿地保全連合日本委員会，**筑波大学下田臨海実験センター，***環境省自然環境局生物多様性センター）
- P27 キタムラサキウニの摂餌を利用したマコンブ藻場造成
○桐原慎二*・藤川義一**・能登谷正浩***（*青森県増養殖研，**青森県水産振興課，***東京海洋大）
- P28 磯焼け海域からのキタムラサキウニ除去によるマコンブ藻場の回復
○桐原慎二*・藤川義一**・能登谷正浩***（*青森県増養殖研，**青森県水産振興課，***東京海洋大）
- P29 褐藻ツルモの種苗生産技術の開発
○佐藤康子*・桐原慎二*・能登谷正浩**（*青森県増養殖研，**東京海洋大）
- P30 青森県深浦沿岸の紅藻エゴノリの生育
○佐藤康子*・山内弘子*・桐原慎二*・能登谷正浩**（*青森県増養殖研，**東京海洋大）

3月29日（月）午後の部

A会場1階小講堂

- 13:00 A30 紅藻ウップルイノリの室内培養における生活史
○手塚康介*・藤田雄二*・永田信也**・三輪信一郎***（*長崎大・生産科学研究科，**長崎大・水産学部，***小浅商事株式会社）
- 13:15 A31 菊池川水系におけるチスジノリの分布と雌雄の分化時期
○比嘉敦*・河地正伸**・笠井文絵**（*筑波大・院・生命環境，**国立環境研究所）
- 13:30 A32 宜野湾産紅藻タネガシアマノリ葉状体基部から摘出した葉片の生長
○藤吉栄次*・菊地則雄**（*西海水研，**千葉海の博物館）
- 13:45 A33 ミル属の一種の栄養生殖
○但野智哉・田中次郎（東京海洋大・藻類）
- 14:00 A34 香川県の溜池から見つかった新しい緑藻シオグサ目タニシゴロモ科植物
○宮地和幸（東邦大学・理・生物）

B会場1階会議室

- 13:00 B29 大型緑藻の新規葉状体形成物質Thallusinの構造
○松尾嘉英*・今川洋**・西沢麦夫**・志津里芳一*（*海洋バイオ研，**徳島文理大・薬）

- 13:15 B30 フコキサンチン誘導体を有する渦鞭毛藻類 *Karenia*, *Karlodinium* 属の GAPDH 遺伝子の分子進化
○瀧下清貴*・石田健一郎**・丸山正* (*海洋科学技術センター, **金沢大理学部)
- 13:30 B31 スサビノリ葉状体のプロトプラスト化によるレトロトランスポゾン遺伝子の発現誘導
○張文波*・武智克彰*・高野博嘉*・滝尾進** (*熊本大・院・自然科学, **熊本大・沿岸域センター)
- 13:45 B32 クロララクニオン藻への遺伝子導入系の開発
○平川泰久・石田健一郎 (金沢大・理・生物)
- 14:00 B33 免疫電顕法によるユーグレナの LHCP II タンパク質の輸送経路
○長船哲齊*・板倉栄作*・江原友子** (*日体大・生命科学, **東京医大・微生物)
- 14:15 B34 胞子体-配偶体プロトプラストの融合により示されたハネモにおける核の再編成
○山岸 隆博*・菱沼 佑**・片岡 博尚* (東北大・院・生命科学, **山形大・理・生物)
- 14:30 B35 多核緑藻ハネモの配偶子流出運動
○峯一朗, 吉松公彦, 小馬場宏晃, 奥田一雄 (高知大・理・自然環境)
- 14:45 B36 黄色植物におけるセルロース合成酵素複合体の進化
○関田諭子*・吉永臣吾*・末友靖隆**・中村愛麻*・奥田一雄* (*高知大・理・自然環境, **神戸大・自然科学研究科)

公開シンポジウム要旨

S01 四ツ倉典滋:コンブの多様性 —個性豊かな海中の森の主役たち—

日本沿岸には38種のコンブ類(コンブ目植物 Laminariales)が生育している。特に北海道沿岸ではそのうちの30種が見られ、なかでも我々が“コンブ”として慣れ親しんでいるコンブ科(Laminariaceae)コンブ属(*Laminaria*)植物の種多様性は著しく(13種)、随所で大きな“海中の森”を形成している。

コンブ属植物は、主に孢子体の形態的特徴や子嚢班形成様式の違いから細かく分けられ、互いの系統類縁関係も少なからず論じられてきた。しかし一方では、多くの形態形質は生長の段階で変異することや、生育場所の環境条件によって変異を生じることも知られており、客観的で安定した比較形質が求められてきた。

演者らはコンブ類に関して、形態・生態観察に加え、遺伝情報を数値化して比較する分子系統解析からその多様性の把握に努めている。本講演では、これまでに得られた知見の中から主に北海道沿岸の“コンブ”について、(1) 遺伝的多様性に乏しいこと、(2) 葉面に現れる凹凸紋様を反映したグループ分けができること、(3) 種間で遺伝子交流の可能性があること、(4) 分類学的再検討が必要なこと、を述べたい。

温暖化による地球規模の環境変化が生物の分布に影響を及ぼすことが指摘されており、今日見られる北海道沿岸のコンブの多様性が今後失われることは十分考えられる。我々は多様性の保全に取り組むとともに、現存する遺伝資源の保存も進めなければならぬ。今回、多様性研究が如何に育種発展に貢献できるかについても考えてみたい。

(北大・北方生物圏フィールド科学センター)

S03 名畑進一:コンブ減産の現状とその要因 —流氷・磯焼けとの関連—

北海道のコンブは、11万トン(乾燥重量で2.2万トン、2000年)が生産される重要漁種である。この生産量は全道第5位、生産金額は第3位で、全国生産量シェアでは86%を占めている。コンブ生産量はこれまで数年単位で増減しながら比較的安定的に推移しているとされていたが、これは養殖コンブの生産量増加に支えられているため、天然コンブの生産量は減少傾向にある。ここではその事例として、ナガコンブ地帯とリシリコンブ地帯における減産状況とその要因を紹介する。

ナガコンブ地帯では、これまでコンブ増産を目指して長期にわたり自然石やコンクリートブロックの投入が行われてきたが、生産量は1990年頃から低位で推移している。この要因の一つとして、雑海藻駆除効果を持つとされる流氷が太平洋沿岸に接岸しなくなったため、雑海藻が繁茂しコンブの生育を阻害していると考えられる。

リシリコンブ地帯では、ホソメコンブ地帯に次いで生産量の減少が著しい。この要因の一つとして磯焼け域の拡大が考えられる。また、磯焼けは対馬暖流の流量増加による冬季沿岸水温の上昇と、キタムラサキウニの海藻に対する摂餌圧の増大により拡大していると考えられる。

コンブの減産は複合的要因による場合が多いと考えられるので、今後は藻場環境にとどまらず、陸域を考慮した沿岸域生態系全体を調査対象とした研究が必要である。

(北海道立釧路水産試験場)

S02 坂西芳彦:コンブの生理生態学 —コンブの御飯は光—

光は沿岸浅海域に生育する海藻の分布を制限する重要な環境要因の一つである。大西洋沿岸については、水中光の測定結果をもとに大型藻類の生育限界まで到達する積算光量子量を求め、コンブ目を含む大型藻類の生育下限推定の可能性が示された例がある。本邦産の暖海性コンブ目では、水中の光環境と光合成—光特性をモデル解析することにより、天然で観察される垂直分布に理論的根拠が与えられ、光環境から群落成立の下限水深が推定されている。また、様々な光条件下での光合成—温度特性の解析結果から、コンブ目藻類の温度に関する生理特性を理解する上でも、現場の光環境を考慮する必要があることが明らかになってきた。

このように産業対象種を多数含むコンブ目藻類の生態現象を理解する上での重要性が認識されているにもかかわらず、長期にわたり高い頻度で測定された水中光量子量に関するデータは極めて少なかった。

今回は、多くのコンブ目藻類が生育する北海道東部太平洋沿岸で測定した水中光量子量、SCUBA潜水による植生観察の結果、コンブ目藻類の光合成特性をもとに、地理的に異なる海域も含めたコンブ目藻類の生育限界と水中光量子量との関係について考察する。また、最近の話題に関連させて、これらの研究の応用の可能性についても紹介する。

((独)水産総合研究センター・北海道区水産研究所)

S04 西澤信:コンブは食物繊維の宝庫 —コンブから生まれた機能性食品—

コンブは日本の伝統的な食品で、北海道の特産品である。中国奥地では甲状腺異常の治療薬として珍重され、沖縄経由で輸出された歴史がある。コンブは一般にダシをとる食材だが、その流通を担った沖縄などでは、コンブを食べる食文化が定着している。

コンブは昔から「体によい」食品とされているが、これはミネラル、ビタミン、食物繊維を豊富に含むためである。アルギン酸やフコイタンはコンブなど褐藻類に特有な食物繊維(多糖類)で、その機能性が注目されている。

アルギン酸はコンブに15~25%も含まれており、整腸作用があり、生活習慣病の予防効果があることが知られている。我々は、アルギン酸の食物繊維としての機能を保持したまま、粘度を下げて摂取しやすくした「低分子化アルギン酸ナトリウム」を開発し、特定保健用食品素材として利用されている。また、フコイタンには抗腫瘍作用が知られていたが、最近オキナワモズクやガゴメコンブなど複数のフコイタンが研究され、肝臓の機能強化、抗脂血症などの作用が認められている。一方、コンブを原料とする食品では「根昆布」が有名だが、これはコンブの根ではなく、葉状体の最下部である。しかし、最近我々はコンブの本当の根(仮根)を利用した食品素材が開発した。根昆布の成分は葉状部とほぼ同じだが、仮根には2種類のフコイタンが含まれている点などで大きく異なることが明らかになった。

(東京農業大学生物産学食品科学科)

A01 ○島袋寛盛・森郁美・野呂忠秀：褐藻ホンダワラ属の主枝組織構造

褐藻ホンダワラ属の分類は外部形態に準拠しており、組織の内部構造に関する知見はほとんどない。そこでこの主枝断面の細胞組織構造を形態学的に比較することによって、分類形質として利用可能か否かを調べた。

日本各地で採集したホンダワラ属の主枝を10%ホルマリン海水で固定し、定法に従って低温重合樹脂に包埋し、4 μ mの厚さに薄切したプレパラート切片を、光学顕微鏡で観察した。

ホンダワラ属の主枝は原形質に富む1層の表皮細胞で覆われ、その内部は皮層と髄層に分かれていた。*Bactrophyucus*亜属(アカモク、イソモク、ウミトラノオ、ヨレモクモドキ)はこの皮層から髄層にかけての細胞の大きさが一定であったが、*Schizophycus*亜属(ヤツマタモク、シロコモク)、*Sargassum*亜属(エンドウモク、フタエモク、コブクロモク)は皮層から髄層にかけて細胞の大きさが小さくなっていった。また*Schizophycus*亜属の皮層は細胞壁の厚さが違う2層構造になっているのに対し、*Sargassum*亜属は1層であった。以上の結果から、ホンダワラ属の主枝断面の組織構造が亜属を分類する上での形質となりうることを示唆された。

(鹿児島大・水産)

A03 ○上井進也*・吉田吾郎**・小亀一弘***・川井浩史****・鯨坂哲朗*****：日本沿岸におけるアカモク・シダモク種群の遺伝的分化について

アカモクとシダモク(褐藻ヒバマタ目)は形態的によく似ているが、気胞の形と雌雄性の違いによって区別されている。しかしこれらの形質の組み合わせが完全に一致しているわけではなく、両種の独立性には疑問もあった。今回演者らは日本各地のアカモク、シダモクのミトコンドリア *cox3* 遺伝子と核 rRNA 遺伝子の ITS2 領域を決定、比較した。*cox3* ではアカモクとシダモクを分けることはできず、むしろ大きく分けて東北太平洋岸、関東一紀伊半島、瀬戸内・日本海沿岸の3つの地域の間には大きな遺伝的分化がみられ、シダモクは瀬戸内・日本海グループのアカモクの中に含まれた。また瀬戸内海のアカモクにはわずかながら異なる2パターンの *cox3* の配列がみられ、またシダモク(長崎、大阪湾)が近隣のアカモク個体群とは異なる *cox3* をもっていたため、九州西岸および瀬戸内海においては複雑な *cox3* ハプロタイプの分布パターンがみられた。ITS2においても、*cox3* よりも変異の数は少ないものの、同様の結果が得られた。

今回用いたサンプルでは気胞の縦横比においてはアカモクとシダモクに違いがみられたものの、雌雄性や生殖器托のサイズでは両種を区別できなかった。以上の結果からアカモクとシダモクが同種である可能性が高いと考えられるが、今後特にシダモクのサンプル数を増やしていく必要がある。

(*北海道大・北方セ、**瀬戸内水研、***北海道大・理、****神戸大・内海城セ、*****京都大・地球環境)

A02 ○鯨坂哲朗*・上井進也**・王偉定***・小松輝久****・立川賢一*****・小西芳信*****・吉村拓*****・清水節夫*****：中国産と東シナ海(流れ藻)のアカモクの形態・遺伝子配列の比較

2000年4月-5月に西海区水産研究所の調査中に東シナ海中部の大陸棚縁辺に漂流する大量の流れ藻を採集したところ、ほとんどすべてがアカモクであった。これらは中国の浙江省から流れてくるのではないかと想定され(小西2001)、形態比較と遺伝子解析のために流れ藻の標本とともに長崎県に生育するアカモクを採集した。また、科学研究費を得て、中国でアカモクなどホンダワラ類の研究をすすめていた浙江省海洋水産研究所と2003年から共同調査を開始し、2003年11月16日に中国浙江省沖・枸杞島の潮下帯にアカモクが生育していることを確認した。今回は採集した中国産アカモクの形態学的分析結果、東シナ海で採集した流れ藻や日本各地産アカモクとの形態比較や遺伝子分析結果について報告する。

中国産アカモク藻体の付着器は小仮盤状で、茎は長さ10-51cm、基部の直径は2-6mmで、断面は三角形や四角形に近く、基部付近に刺をもつ。側枝は螺旋状に形成され、藻体下部の側枝や葉の基部にも鋭い刺がみられる。葉は長披針形から線状で、縁辺の葉裂は深裂で中肋付近まで切れ込む。中肋は明瞭で、先端付近で消失する。気胞は長楕円形(長円柱形)から紡錘状まであり、葉と似た冠葉をもつ。気胞の柄は短い円柱状(線状)である。生殖器は形成されていない。

(*京大・地球環境、**神大・内海城セ、***浙江省海洋水産研、****東大・海洋研、*****西水研)

A04 ○田中厚子*・上井進也**・Wendy NELSON***・川井浩史****：分子系統解析に基づく褐藻ネバリモ(ナガマツモ目)の分類の再検討

ネバリモ属には世界各地から16種が記載されている。このうちタイプ種のネバリモ *Leathesia difformis* が世界各地に分布する一方、その他の種の多くは比較的狭い分布を示すほか、形態学的にはネバリモとの境界が明らかでない場合も多い。これはネバリモ類が大きな形態的可塑性を示すことに起因している。そこで分子系統学的手法を用いて世界各地のネバリモの遺伝的多様性を調べた。核リボソームRNA遺伝子の ITS1, 5.8S, ITS2 領域とミトコンドリアのチトクロームCオキシダーゼの *cox3* 遺伝子の塩基配列を決定し、分子系統学的解析を行った。その結果、いずれの遺伝子による解析でもその樹形は基本的によく似ていた。まず始めに特徴的な配列を持つ福岡県のサンプルが分岐し、それ以外は一つの大きなクレードにまとまった。この大きいクレードの中には5つのクレードがあり、1つは世界各地のサンプルを含むクレード、もう1つは日本とチリのクレード、残りの3つはアメリカ、ニュージーランド、日本のサンプルが地域ごとにまとまったクレードであった。またニュージーランドとチリのサンプルには共通する ITS1 領域に全長380塩基の欠失を持っていた。以上の結果から、ネバリモの種内にはいくつかの独立した分類群が存在する可能性が示唆された。

(*神大院・自然科学、**北大・北生セ、***ニュージーランド大気水研、****神大・内海城セ)

A05 ○羽生田岳昭*・若菜勇**：青森県小川原湖で発見された日本新産 *Wittrockiella* 属藻類の系統・分類学的位置について

ウイトロキエラ属 (*Wittrockiella*) はアオサ藻綱シオグサ目に分類される糸状性緑藻の1属である。しばしばストロン様の糸状体を伴う円柱状或不規則な形の細胞や、主に汽水域に生育するその生育環境などが特徴とされ、世界各地の温帯域から3種 (*W. lyallii*, *W. paradoxa*, *W. salina*) が報告されている。また、近年の分子系統学的解析からマリモなどと近縁であることが明らかになっている。こうした中、2001年に国土交通省東北地方整備局高瀬川河川事務所が小川原湖で実施した環境調査において、日本新産となるウイトロキエラ属の藻体が発見された。本研究では、同調査の一環として、主に細胞の大きさに基づいて分類される既存の同属3種と小川原湖産のウイトロキエラ属藻類を形態及び分子のデータに基づいて比較することにより、日本新産のウイトロキエラ属藻類の系統・分類学的位置を明らかにすることを目的とした。その結果、小川原湖産ウイトロキエラ属藻類はオーストラリア産の *W. salina* と形態的に酷似していたほか、遺伝的にも非常にわずかな違いしか認められなかった。こうした結果から、我々は小川原湖で発見された日本新産のウイトロキエラ属藻類を *W. salina* であると同定した。また、*W. salina* は同属のクレード内で最も基部に位置しており、他の2種に比べ祖先的であることが示唆された。

(*筑波大・生物科学, **阿寒湖畔エコミュージアムセンター)

A06 ○若菜勇*・羽生田岳昭**・朴木英治***：青森県小川原湖ならびにオーストラリア南部における *Wittrockiella salina* の生育状況と生育環境—特にマリモ様球状集合の生成条件について

体構造が糸状分枝するシオグサ目藻類のいくつかの種について、藻体が密に集まって球状の塊を形成する例が知られている。近年の分子系統学的解析によって、球状集合を形成するマリモ、タテヤママリモ、アオミウ属、ウイトロキエラ属は単系統であることが判明しており、これら近縁種の形態や生態を比較研究することで、これまで理解が十分でなかった藻類の球形化現象に関する生物学的な理解が進むものと期待されている。

本研究では、国交省東北地方整備局高瀬川河川事務所が実施している小川原湖の環境調査の一環として、最近同湖で発見された *W. salina* の生態的特性を把握すべく、同湖ならびに過去に生育の報告があるオーストラリア南部沿岸の数カ所で生育状況と生育環境を調査した。*W. salina* の一般的な生育形は、すべての調査地において岩石や沈木などに付着する着生型であった。差異が見られた生育環境は塩分濃度で、オーストラリアが高鹹水であるのに対して、小川原湖は低鹹水であった。他方、浮遊型およびこれが放射生長した集合型 (浮遊放射糸状体) は Gippsland Lakes の一カ所でのみ見いだされた。この場所は、砂州の内湾側に形成された浅く小さな潮溜まりで、浮遊する藻体の流失が制限されると同時に、流動しながら生長できるという球形化のための基本条件を備えていた。

(*阿寒湖畔エコミュージアムセンター, **筑波大・生物科学, ***富山市科文センター)

A07 ○島田智*・Faye, J. Etienne**・内村真之***・平岡雅規****・江端弘樹*****・新井章吾*****・大葉英雄*****：緑藻イワツタ属の分子系統学的解析

緑藻イワツタ属 *Caulerpa* には、国の天然記念物クロキツタ *C. scalpelliformis*, キラー海藻として恐れられているイチイヅタ *C. taxifolia*, 沖縄のウミブドウとして有名なクビレツタ *C. lentillifera* 等が含まれる。世界中の熱帯-亜熱帯に生育している多核嚢状体単細胞生物で、これまでに324分類群が記載され、現在では81種53変種61品種が認められている。日本では18種14変種11品種が報告されている。この仲間は形態変異が激しく、生育環境を変えた培養実験で別の種類の枝が同じ匍匐枝から発出するといった報告があり、深刻な分類学的混乱が生じている。

本研究では日本各地からイワツタ類を採集し、葉緑体にコードされている *rbcl* 遺伝子と *tufA* 遺伝子の部分塩基配列を決定し、分子系統解析を行った。その結果、1) 日本産クロキツタと基準産地 (オーストラリア) 産 *C. scalpelliformis* とは別種の可能性; 2) 日本産クビレツタとコツブセンナリツタ *C. microphysa* とは同種の可能性; 3) 大型センナリツタ *C. racemosa* v. *macrophysa* と大型ヒラエツタ *C. racemosa* v. *lamourouxii* とは同一 *ecad* の可能性; 4) 学研生物図鑑 (監修・千原光雄) に掲載されているタカツキツタ (匍匐枝からカサ状の葉を単独で発出するタイプ) の独立性、等が示唆された。

(*北大・先端研セ, **北大・理, ***海洋科学技術センター, ****高知県海深研・NEDO, *****芙蓉海洋開発(株), *****海藻研(株), *****東京海洋大)

A08 ○内村真之*・島田智**・Faye, J. Etienne***・平岡雅規****・江端弘樹*****・新井章吾*****・石田健一*****：キラー (殺し屋) 海藻イチイヅタの監視システム構築

熱帯・亜熱帯地方原産のイチイヅタ (*Caulerpa taxifolia*) が1984年に温帯域の地中海で発見されてから、すでに地中海沿岸諸国6カ国に加えてアメリカ、オーストラリアにまでその繁茂が確認されている。従来種とは異なる特異的な特徴を兼ね備えたこの変異種は、その特徴を生かし、急激に生育域を広げ、長年育んできた多様性のある沿岸環境の生態系を破壊しつつある。

平成15年度からNPO「一新塾」を軸として、環境事業団地球環境基金 (JFGE) からの助成を受けた「イチイヅタ変異種のモニタリング並びに監視ネットワーク構築」の活動が開始された。主な活動内容は、国内ペットショップや水族館等の水槽内展示の現状調査、天然海域におけるイチイヅタの生育分布の把握、日本への侵入防止活動、規制・法制化である。核コード ITS 領域 (5.8S 遺伝子も含む) の塩基配列によるDNA鑑定も行っており、最新の結果を報告する。

(*海洋科学技術センター, **北大・先端研, ***北大・理, ****高知県海深研・NEDO, *****芙蓉海洋開発(株), *****海藻研(株), *****東京大学海洋研究所)

A09 小西由高・林田文郎: 駿河湾における海藻植生について

本研究においては、駿河湾における潮間帯海藻類の種組成と群落特性を明らかにする目的で、1986～2001年に同湾内の17調査地点で得られた結果を総括して検討を行った結果、つぎのような知見が得られた。駿河湾に産する海藻類として、緑藻植物42種、褐藻植物56種、紅藻植物151種の合計249種が得られた。種数は内浦湾が113種で最も多く、ついで田子の100種である。これに対し最も少ないのは中木の37種であった。また、駿河湾の東岸域に見られる種数は218種で、同湾西岸域の172種に比べ約1.3倍の値を示した。伊豆半島沿岸域では、広くヒジキが優占種として出現し、また南伊豆沿岸ではホンダワラ類が優占種もしくは亜優占種であった。一方、内浦湾では内湾性のアナアオサが優占種、ウミウチワが亜優占種として出現した。潮間帯海藻群落における最大現存量は、中木で490g・生長量/20cm×20cm(以下、単位は同じ)で最も高く、ついで妻良の430gであった。一方、宇久須では73gで最小値を示した。駿河湾内の御前崎、用宗、由比、土肥、石廊崎の各地点間における近接率は、御前崎―用宗間が55%で最も高い値が得られたのに対し、御前崎―土肥間では32%で最も低い値を示した。(東海大海洋・水産)

A11 田井野清也・石川徹・篠原英一郎・三觜徹・武政登: 食害生物除去後の海藻群落の遷移

【目的】食害生物の密度と海藻の入植状況の関係を明らかにし、藻場造成方法の確立のための基礎的知見を得る。

【方法】2002年12月に高知県幡多郡大方町上川口地先に設けた試験区(100m×100m)内の3地点と区外の1地点(対照地点)において坪刈りを行った。坪刈りは、大型海藻は1m×1m、小型海藻は0.5m×0.5m、底生動物は2m×2mのコドラートを用いた。持ち帰った海藻類は種の同定と湿重量の測定を、底生動物は種の同定、個体数の計数、湿重量の測定を行った。その後、試験区内に生息するウニ類を全て除去し、2003年3月、7月、10月、12月に、海藻群落の遷移とウニ類の生息密度を坪刈りと潜水観察により調査した。

【結果】除去前の試験区内にはナガウニ属が2.0-10.8個体/m²見られた。試験区付近の岸寄りの浅所にはホンダワラ類とカジメが観察されたが、区内は無節サンゴモ類が優占していた。除去後2週間で岩盤が珪藻類に覆われ、3ヶ月後にはフクロノリが密に生育する箇所が見られた。1年後にはホンダワラ類の群落が広範囲に認められ、本調査海域においてはウニ類の除去が藻場の拡大を促進する可能性が示唆された。

(*高知水試, **土佐清水漁指, ***大方町産業振興課)

A10 寺脇利信・吉田吾郎・新村陽子・梶田 淳・新井章吾: 広島湾湾口部の柱島における天然群落および実験裸面での海藻植生の年変化

広島湾湾口部に位置する柱島の岩礁底で帯状分布するアカモク、ノコギリモクおよびクロメ群落の海藻植生の遷移系列を明らかにする一環として、2001年10月、ノコギリモク群落(水深5m)およびクロメ群落(水深6m)において、一辺1mの定置枠(天然区)内の海藻被度を測定し、近接する一辺1m枠内の直立海藻類を除去して実験(裸面)区とした。1年後および2年後に同所の海藻被度等を測定した。

ノコギリモク群落の天然区では、ノコギリモクが被度70～90%と優占し、アカモクが最大20%混生した。実験区では、アカモクが1年後に被度75%、2年後に50%と多量に混生した。クロメ群落の天然区ではクロメが被度50～70%で優占し、ノコギリモクが最大20%混生した。実験区では、1年後にはアカモクおよびノコギリモクが被度25%で優占し、2年後にはノコギリモクが20%で優占し、クロメが10%混生した。(*瀬戸内水研, **科学技術振興事業団・瀬戸内水研, ***有)水圏リサーチ, ****(株)海藻研)

A12 森口朗彦・高木儀昌・寺脇利信: 離れ島状に形成されたアマモ場の経年変化および季節消長

アマモ場造成は、パッチが点在し離れ島状に形成する状況も、一つのゴールの姿と考えている。このような造成計画を策定する際に必須な情報として、類似の天然アマモ場において、アマモ生育域内の密度等だけでなく、生育域自体の形状等を把握する必要がある。

演者らは山口県大島郡東和町厨子ヶ浜地先の水深5～8mの海域に形成された天然アマモ場において、アマモ場形状、株密度及び平均草丈の変化を調査している。調査は2001年より年間数回行い、特に2002年11月からは1～2ヶ月に1回、比較的集中して行うことができたので、その結果を報告する。

調査したアマモ場は、過去3年間の同じ時期の形状が経年的に変化し、面積がやや拡大傾向にあった。調査したアマモ場の面積は、季節的には、12～1月及び7～9月に大きく縮小し、その後、緩やかに拡大した。株密度は1～3月及び7～9月の2回極大を示し、草丈は7月が最大及び10～11月が最小で、季節的な消長を示した。

アマモ場について、経年変化および季節消長を実測できたことから、アマモ生育域や面積が動的な状態にあることを確認できた。

(*水工研, **瀬戸内水研)

A13 ○阿部真比古・倉島彰・前川行幸：海草アマモ幼体の光合成-温度特性

アマモを含む海産植物の分布は、垂直方向には光が、水平方向には水温が影響すると考えられている。演者らはアマモの光要求量に関して、光合成・呼吸活性から算出し、その結果がフィールド調査結果と一致することを2002年度藻類学会で発表した。今回はアマモの分布制限要因として水温に着目し、アマモ幼体の光合成・呼吸測定から生長および生育水温との関係を明らかにしようとした。

種子から培養した全長約10cmのアマモ幼体を用い、光強度 $50\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期12L:12D、水温5-30°Cの5°C間隔、25-30°Cの1°C間隔の各条件下で1週間培養し、1日おきにプロダクトメーターで光合成・呼吸活性を測定した。同時に、アマモの生長は面積測定を行うことで評価した。

相対生長率は水温20°Cで最も高く、 $2.6 \pm 0.6\% \text{ day}^{-1}$ であった。次いで25°C、15°Cの順であった。5°Cおよび28°Cではほとんど生長せず、29・30°Cではそれぞれ2、4日後に草体の一部もしくは全体が枯死した。光合成活性は5-25°Cまで水温の上昇に伴って、活性が高くなった。25°Cを超えると活性が低下するが、28°Cで再度活性が高くなり、29°Cで急激に活性が低下し、30°Cでは光合成活性はほとんど見られなかった。これらのことからアマモは、長期的に水温29°C以上の高温となる海域では生育することができないと考えられた。

(三重大・生物資源)

A15 ○山口喬・岩尾豊紀・磯村晶子・倉島彰・前川行幸：カジメの成熟に光・温度条件が及ぼす影響

これまで筆者らは、ラミナランが成熟期にのみ蓄積されていることから、成熟とラミナランには密接な関係があることを明らかにしてきた。本研究では、室内においてカジメ葉片を光量・水温・日長の制御下で培養し、これらの要因がカジメの成熟に及ぼす影響を明らかにするとともに、ラミナラン含有量の変化を測定した。

三重県志摩において採集したカジメの側葉から葉片を切り出し培養に用いた。培養実験は $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 20°C、12L:12Dを基本条件とし、光量を100, 50, 25, $12.5\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の4段階、水温を25, 20, 15, 10°Cの4段階、日長を14L:10D, 12L:12D, 10L:14Dの3段階にそれぞれ設定し、計11実験区で葉片の培養を60日間行い、4日間隔で重量、面積、子嚢斑面積の測定をおこなった。また、ラミナラン含有量の測定を12日間隔でおこなった。

光量については100, $50\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ のみで成熟し、ラミナラン含有も確認された。25, $12.5\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ では成熟もラミナラン含有もみられなかった。水温については25, 20, 15°Cで子嚢斑は形成されたが、15°Cでは遊走子は形成されなかった。10°Cでは子嚢斑はみられなかった。ラミナランはすべての水温で確認された。いずれの日長条件においても成熟し、ラミナラン含有が確認された。これらのことからカジメの成熟は主に光量によって制御されると考えられた。

(三重大・生物資源)

A14 村岡大祐：宮城県牡鹿半島沿岸におけるアラメ群落とその変動について

大型海藻群落(藻場)は、沿岸生態系の主たる一次生産者として重要な役割を果たしている。しかし、近年南三陸沿岸において、アラメ群落が沖側から年々退行するという現象が報告されている。藻場群落の変動は、キタムラサキウニやエゾアワビ等、磯根資源の増減に直接的な影響を及ぼすため、アラメ群落の退行に危機感を強める漁協等も少なくない。本研究では、アラメ群落の変動とその原因を探るため、宮城県牡鹿半島岩礁域を実験藻場に選定し、アラメと藻食動物の生態調査を実施した。

宮城県牡鹿半島の岩礁域に1999年から2001年にかけて固定ラインを設置し、幅1m以内に生育するアラメの個体数、出現場所、成熟の確認および分枝長の測定を行った。また、藻食動物であるキタムラサキウニとエゾアワビについてもそれぞれの個体数、殻長、重量等を測定した。

調査開始時(1999年8月)、アラメ群落は固定ラインの64m地点まで存在していたが、2001年7月にはその下限界は53m地点になっており、2年間で沖側から11mの退行を確認した。アラメ成体(1齢以上の個体)は秋季から冬季を中心に成熟し、幼体(1齢未満の個体)の発生も確認したが、群落下限界付近に着生した幼体の多くは成体になるまで生残せず、既存成体の流失に伴って群落の退行が進行した。現場の主要な藻食動物であるキタムラサキウニは、アラメ群落内にはほとんど存在せず、群落下限界付近および深所側に多く生育していた。これらの結果から、キタムラサキウニの高い摂食圧がこの地点におけるアラメ幼体の生残を阻害し、ひいては群落の退行を招いていると推察された。

(東北水研)

A16 ○松本里子・田中次郎：褐藻クロメ *Ecklonia kurome* の葉面積の季節変化と生理特性

千葉県館山市坂田地先の漸深帯に群落を形成するクロメ *Ecklonia kurome* について、水深8.5m付近の2箇所、水深12.5m付近の計3地点で、固定方形枠内に生育する個体を標識し、毎月、部位(側葉)ごとの光合成活性の変化、色素濃度の変化、葉面積の増減を調べた。

光合成活性の測定には、差働式検容計(プロダクトメータ)を用いた。葉片中のChl. a, c, キサントフィル量の定量を行い、色素濃度の変化を得た。

各個体の葉面積は、11月で最小となり、12月から冬季・春季にかけて増大した。4月から10月にかけては、側葉の脱落が少ないため、大型の側葉の枚数が多くなり、葉面積が最大となった。現場水温での面積あたりの光合成活性は、葉面積が最小となった11月で最も低くなったが、葉面積が増大に転じた12月では、高い値が得られた。含有色素量は夏季に最大となった。4月から8月にかけては、含有色素量は側葉の生長とともに増加する傾向がみられたが、側葉が減少する10月、葉面積が増大し始める11月から3月にかけては、このような傾向はみられなかった。

冬季から春季は、含有色素の増加に比して葉面積の増大が著しいことが示唆される。

(東水大・藻類)

A17 ○吉田吾郎*・村瀬昇**・原口展子**・寺脇利信*：ホンダワラ類4種の初期成長における温度反応特性とその比較

ホンダワラ類はそれぞれの種が、特有の垂直的・水平的分布を示す。これらの分布様式は、生活型の違いとそれに伴う生理・生態学的特性の違いによるものと考えられるが、ホンダワラ類の成長生理について、種間の相違について調べられた例はほとんど無い。ホンダワラ類は種により、その形態は極めて多様であるが、幼胚が発芽し、初期葉（茎葉）と仮根を形成する初期成長期は、どの種も同じような形態形成過程を経る。1998年の本大会において、広島湾に産する4種のホンダワラ類について、初期葉・仮根の発達と光量条件の関係を明らかにし、種間の違いをそれぞれの種の生態的特性に絡めて考察した。今回、アカモク、ヤツマタモク、タマハハキモク、ノコギリモクについて、様々な温度下における初期葉と仮根の発達について調べ、種間の違いを比較した。特に25℃より高い温度域において、初期葉・仮根の発達のそれぞれについて、種間に明瞭な温度反応の違いが認められた。
(*瀬戸内海水研, **水産大学校)

A19 ○棚田教生*・和泉安洋**・團昭紀*・新井章吾***・寺脇利信****：徳島県折野の砂地に設置した人工基質上での天然アカモク藻場の成立とその要因

本研究は、ホンダワラ類の群落が存在しない砂地海底において、好適な基質の種類および水深の選定によって、人工基質の設置のみで、人為的管理を必要としないホンダワラ類藻場を成立させる技術の開発に資することを目的とした。

2002年1月、徳島県鳴門市折野地先の砂地海底に、コンクリート礁3種類（平板型・△型・凸凹型）、自然石礁およびカキ殻礁の計5種類の人工基質を水深3m, 5m, 7mに5基ずつ設置した。基質上では、7月にアカモクおよびタマハハキモク幼体の着生が確認されたが、秋期以降にはアカモクが優占した。アカモクは、設置水深3mで平板型のコンクリート礁上で、最も高密度な群落を形成した。基質の設置1年後で繁茂期の翌年3月に、水深3mのコンクリート礁上のアカモクは、平均生育密度198個体/m²、大型個体の平均全長612cmであった。一方、自然石礁およびカキ殻礁上にはアカモク群落は形成されず、石およびカキ殻の基質間に生じた空隙に蟄集した動物による食害が原因であると考えられた。これらのことなどから、本地先において、好適な基質の種類および水深の選定によって、砂地海底での人工基質の設置のみで、良好な天然アカモク藻場が成立することが明らかになった。
(*徳島県水研, **徳島県水産課, *** (株) 海藻研, **** 瀬戸内水研)

A18 ○原口展子・村瀬昇・水上 謙・野田幹雄*・吉田吾郎・寺脇利信**：山口県沿岸のホンダワラ類3種の培養による生育温度

ホンダワラ類はガラモ場を形成し、沿岸の一次生産者として重要な役割を果たしている。近年、温暖化による海水温の上昇が藻場へ及ぼす影響について懸念されているが、それを評価するための研究は極めて少ない。本研究では温度に注目し、培養実験により各種の生育温度を明らかにした。

本研究は、山口県馬島沿岸に繁茂するアカモク、ヤツマタモクおよびマメタワラを用い、先端から2cm部分に切り出した夏季および冬季採集藻体の葉状部と発芽体を材料とした。培養実験では、光量100μmol m⁻² s⁻¹の下、5℃間隔で生育適温を、1℃間隔で生育上限温度（夏季藻体の葉状部、発芽体）と低温域の生育可能温度（冬季藻体の葉状部）を調べた。

生育適温は、3種とも夏季藻体の方が冬のものより5℃程度低かった。採集藻体の生育温度は、アカモクで3～27℃、ヤツマタモクで6～31℃、マメタワラで4～30℃と種により異なった。発芽体の生育上限温度はアカモクで30℃、ヤツマタモクで33℃、マメタワラで32℃と種により異なり、3種とも夏季藻体よりも2～3℃高かった。また、同じ種では、葉状部および発芽体の生育上限温度はそれぞれ異なっていた。

このように、種ごとの生育温度の違いは、各種が有する生育特性によるものと考えられ、温暖化などの水温上昇に伴う海藻群落の衰退や構成種の交代などを評価する上で基礎的な知見を得ることができた。

(*水産大学校, **瀬戸内水研)

A20 ○筒井功*・Huynh Quang Nang**：ベトナムにおけるホンダワラ類-その生育状況と人々との関わり

熱帯域沿岸はサンゴ礁でとらえられることが多く、海藻類についてはその生態も人との関わりもほとんど研究されていない。そこで東南アジア諸国でも海藻類の生育が多いベトナムにおいて、ホンダワラ類の生育状況・採取・利用に関する調査をおこなった。

ホンダワラ類は主として南部地方において庶民のあいだで清涼飲料として利用されてきた。これは華人文化から何らかの影響を受け、ベトナム独自の利用法へ変化したものと推察された。また近年では液体肥料の原料として使われるようになり、今後消費量の増加が見込まれている。このようなホンダワラ類の多くは、ベトナム南中部の沿岸において採取されたもので、経済的に恵まれない世帯の副収入源となっている。採取の際には藻体を手で引き抜き、附着部ごと抜けてしまうことも多い。誰でも採取できるほか、サイズや方法・口開けなどの採取に関する規制はない。女性が海中で採取作業を行う点が、他の海藻類や魚介類を対象とした地先採取とは明らかに異なる特徴といえる。ベトナム南中部の沿岸では、河川からの淡水と土砂の流入や季節風による波浪のため海中環境は不安定で、造礁サンゴ類は生息しにくく、ガラモ場が形成されている。ホンダワラ類の季節消長は明瞭で、*Sargassum polycystum*をはじめとする多くの種が北東季節風の終息する3月頃に最大体長に達し、4～5月頃に成熟する。その後6月頃には主枝は流失し、雨季が始まる10月頃より主枝が再び伸長し始める。

本研究の結果は、従来考えられてきた熱帯沿岸におけるサンゴ礁での生態や人間活動とは異なるものであった。また今後ホンダワラ類の需要が増加した場合、現在のような成熟期前の無秩序な採取が続くならば、資源の急激な減少もあり得ることが示唆された。
(*京大・アジア・アフリカ, **ベトナム材料科学研究所・ニヤチャン)

A21 ○桑野和可*・吉越一馬**：魚類養殖による汚染は磯焼けを招く

大分県南部では、近年、カジメ群落が急速に衰退している。2002年に行った調査では、海水中の懸濁物がカジメに傷害を与え、それが原因となってカジメが枯死し、磯焼けが拡大していることが示唆された。磯焼け地帯の周辺では魚類養殖が行われており、大量の配合飼料が使われている。配合飼料には脂質が含まれており、これが海水中に放出されれば過酸化脂質が生成する。そこで本研究では、カジメに対する過酸化脂質の毒性について検討した。2003年6月、蒲江町波当津において、酸化したリノール酸メチルと酸化していないリノール酸メチルを脱脂綿で作ったパッチにそれぞれしみ込ませ、それらをカジメ藻体に2時間接触させた。翌日回収したカジメ藻体を観察すると、酸化していないリノール酸メチルを含むパッチが触れた部分には傷害が認められなかったのに対し、酸化したリノール酸メチルを含むパッチが触れた部分では細胞が死に、緑色に変色していた。リノール酸メチルをレシチンで乳化した場合および配合飼料と混和した場合にも酸化したリノール酸メチルを含むパッチが触れた部分には傷害が認められた。傷害部を走査電顕で観察すると、フィールドの不健全なカジメと同様の症状が現れていた。以上のことから、大分県南部で拡大している磯焼けは魚類養殖用の配合飼料に含まれる脂質が懸濁物として海水中に漂う間に酸化され、生じた過酸化脂質がカジメに傷害を与えるためと考えられる。2003年12月には波当津のカジメ群落も衰退し、多数の個体が枯死していた。

(*長崎大・院・生産, **長崎大・水産)

A23 ○濱田仁：古事記初出の海藻は何か？

古来日本では海藻を食用、薬用、建材、製塩、お祓い等に用い、神事にも残る。古事記、風土記、木簡等にも海藻の記載があるが、種名不明の事が多い。古事記には、大國主神が天照大神の孫に葦原中國(あしはらのなかつくに)を譲る際、櫛八玉神が鵜となり海に潜り、海布(め)と海尊(こも)の柄を刈り燧白(ひきりうす、火熾し台)と燧杵(ひきりきね、火熾し棒)を作り、火を焚き料理を作る話がある。鵜が海に潜る話は潜水漁を暗示するが、出雲風土記出雲郡の条には、御崎の海子(あま)が鮑を探ると記され、現在でも出雲の日御碕では男の海人がサザエ・鮑、ワカメ・アラメ・クロメ等をとる。また、出雲大社宮司死去時の火継式では、ヒノキ製の燧白に穴をあけ、そこにウツギの長い燧杵を突き立てて、両手で押しつけて揉み火を起こす。燧杵は男性器、燧白は女性器を意味した。ワカメのメカブは女性器に似るし、今日でも出雲では燧白に似た板ワカメをよく食べるので、海布はワカメであろう。次に燧杵に用いた海尊の「尊」はジュンサイの意味なので、海尊は長い茎を持つヌルヌルした海藻であろう。アラメ・カジメ・クロメは、細かく刻み味噌汁に入れるとヌルヌルになる。また、アラメ・カジメの茎はウツギと似て中空で、クロメも乾燥するとやや中空で男性器に似る。これらの理由から、古事記の海布はワカメ、海尊はアラメかカジメかクロメではないだろうか。

(富山医薬大・医)

A22 ○山本芳正・鯉坂哲朗：近畿地方での「アオコ」および「水の華」のアンケート方式による認知度調査

湖沼における「水の華」の発生は、富栄養化に伴う普遍的な現象としてよく知られている。中でも、浮遊性ラン藻の大量発生による「アオコ」は、強力な肝臓毒あるいは神経毒の産生が外観以上に問題とされている。このような水環境問題が一般人(非研究者)にどの程度認知されているかを把握するため、2通りの方法でアンケート調査をおこなった。まず生物系大学生対象の調査を、3大学の学部2または3年次に在籍する学生を対象に記述式でおこなった。また、郵送形式による調査を、無作為に抽出した40地域で、計2000世帯を対象におこなった。なお、郵送形式による回収率は23.9%であった。

用語としての「アオコ」は「水の華」に比べるとよく普及しており、これらのうち少なくとも一つを知るという回答は、大学生では92%、一般では82%に達した。一方、「アオコ」や「水の華」を実際に見たことのある者は、これらの用語を知る者に限った場合、大学生では35%、一般では54%であった。彼らの80%近くが目撃時期として夏を挙げていたため、「アオコ」は夏に発生するというイメージが反映しているように感じられたが、「アオコ」が近畿地方各地の湖沼で発生しているという具体的な情報も数多く得ることができた。

(京大・農・応用生物)

A24 ○松村航*・渡辺健*・浦邊清治*・南條暢聡*・池田知司**・藤田大介***：海洋深層水で培養したマクサの生長

海洋深層水は栄養塩が豊富で、沿岸域への放水による藻場造成も期待されている。しかし、栄養塩の希釈による効果の低下、逆に、付着珪藻等の異常繁茂が懸念される。本研究は、影響評価に必要な基礎的知見を得ることを目的として、富山湾の浅海域で群落を形成するマクサを対象とし、流水式恒温槽を用いて室内培養実験を行った。マクサは長さ2cmの枝の先端をフラスコに入れ10日間培養を行い(10藻体/800mL)、葉長・湿重量の相対生長率(RGR)を測定し、①水量(換水率:1, 3, 5, 10回転/日)、②水温(10, 15, 20, 25, 30°C)、③光量子密度(20, 60, 100, 200 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$)を把握し、④深層水と表層水混合(深層水濃度0, 25, 50, 75, 100%)による生長比較を行った。培養期間中、マクサ切断面から再生したシュートや藻体上の付着珪藻(*Arachnoidiscus ornatus*)の繁茂状況も調べた。

水量は換水率が大きいほど高いRGRを示したが、5回転・10回転ではU検定で有意な差がなく、以後の実験を5回転/日で行った。水温は20~25°Cで高いRGRを示し、25°Cでは30%の藻体が成熟した。光量子密度は60~100 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$ で高いRGRを示した。以上の結果から20°C、60 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$ を最適条件と判断し、深層水と表層水の混合水で培養試験を行った結果、深層水濃度が高いほどRGRは高かった。シュートの再生に最適な条件は20~25°C、200 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$ であった。付着珪藻は、濃度0~50%ではほとんど増加が認められず、75~100%で約1.4倍に増えた。本研究はJOIAからの受託研究である。

(*富山水試, **KANSO, ***東京海洋大)

A25 ○岡直宏*・田村光政**・平岡雅規***・西島敏隆****・吉本典生*・中田有樹****：海洋深層水を用いたワカメとアワビの多段養殖

深層水は、低温安定性、清浄性、富栄養性を有し、海藻や魚介類の養殖に適している。本研究では深層水の有効利用を視野に入れ、ワカメ養殖排水をアワビ養殖へ、アワビ養殖排水をワカメ養殖へと多段利用し、それぞれの成長特性の確認と、多段養殖の可否を検討した。

養殖は1ヶ月間、ワカメ養殖は100L水槽を2基、アワビ養殖は1t水槽を用いた。深層水はワカメ水槽（注水水槽）、アワビ水槽、ワカメ水槽（排水水槽）へと連続流水（3t/day）されるよう調整した。ワカメは4日毎に湿重量、葉長を測定した。各水槽の注水、排水は栄養塩の分析を、養殖後の藻体は一般成分分析した。アワビ養殖は、2日毎に摂餌量、半月毎に重量を測定した。結果、ワカメ水槽の平均水温は注水水槽で14.8℃、排水水槽で16.9℃と約2℃差あり、平均日間生長率はそれぞれ12.2%、11.5%と顕著な差はない。形態は、注水水槽の藻体で側葉を多く分枝し、排水水槽では殆ど側葉が見られなかった。栄養塩は、各水槽に十分量供給されていた。藻体成分は、タンパク質含量に有意差があり、注水水槽の藻体が排水水槽よりも10%多かった。養殖期間中、アワビは斃死せず、増重率50%と健全な成長を示した。以上から、深層水とアワビ養殖排水では、ワカメの形態や成分に若干の違いはあるが、多段養殖は可能であった。

(*愛媛大院・連合農, **高知海深研, ***高知海深研・NEDO, ****高知大・農)

A27 ○江端弘樹*・畠田智**・四ツ倉典滋***・平岡雅規****・岡直宏*****・佐藤義夫*****：地下海水を利用した海藻陸上養殖事業の可能性について

海藻養殖は、天然水面域で網やロープなどの支持体に海藻種苗を付着させる方法で行われてきた。しかし、自然環境に強く影響される点、季節性があり周年収穫が不可能な点、高労働力が必要な点、異物の混入など問題点も多い。我々は、東海大学海洋学部で汲み上げられている地下海水を用いて、周年の収穫、高品質藻体の生産、女性・高齢者の雇用促進などの実現を目指し、環境の安定した陸上での海藻養殖試験を実施している。これを紹介する。同地下海水は、清浄であり、水温が約20℃で周年安定している。溶存態無機窒素およびリン酸態リンは、それぞれ320 μM 、0.7 μM と高濃度である。野外に設置した500L、1t、7tの水槽群を用い、自然光のみで海藻の養殖試験を実施している。本試験では、新しく開発された「孢子集塊化法」（特許出願中）を採用した。これは、数十個の孢子を互いに付着させた孢子集塊を種苗としてタンク内に浮遊させて養殖する方法である。一例として、ラボにて育成した藻体長数mmサイズのアオノリ集塊を野外水槽に投入し、換水率3回転/日で栄養塩を添加することなく地下海水を供給し、エアレーションによって水槽内の藻体を流動させた1t水槽において湿重量100gのアオノリ集塊は、約5日間の養殖で10倍量の1000gに達した。低コストな地下海水取水施設を用いた海藻陸上養殖事業の可能性についても検討する。(*芙蓉海洋開発, **北大・先端研, ***北大・フィールド科学センター, ****高知海深研・NEDO, *****愛媛大・連合農, *****東海大・海洋)

A26 刈谷宣政*・平岡重道*・○平岡雅規**・岡直宏***・畠田智****・江端弘樹*****・浜田英之*****：室戸岬ではじまる海洋深層水を利用したアオノリ陸上タンク養殖について

室戸岬に深層水を利用した大規模なアオノリ陸上タンク養殖施設が補助事業により、今年春に完成する。地元漁協が事業主体となり周年生産が開始される。ここでの養殖方法、運営について説明する。従来の網などの基盤に海藻種苗を固定する方法は、高密度養殖できない、藻体の生長がばらつくといった問題があった。また、高密度で浮遊養殖できる海藻は限られており、藻体をちぎって養殖すると、成熟による消失や、生長低下が起こる種類がほとんどである。そのため「孢子集塊化法」（特許出願中）が採用された。これは数十個の孢子を互いに付着させた集塊を種苗として大量に作り、タンク内で浮遊生長させる養殖法である。藻体長数mmの集塊種苗を育成し、100L、1t、10t、70tの容量で深層水を連続注水して養殖する。各工程1週間ずつ、計5週間で20cm以上に生長させ毎週収穫する。年間生産量は約3t（乾重量）と見積もられる。主なコストは、電気代、深層水代、人件費であり、種苗生産できる技術者が必要である。新規事業であるため、漁協への技術援助が不可欠になる。漁協を技術的に支援するシステムを構築し、新しい展開を試みている。

(*海の研究室, **高知県海深研・NEDO, ***愛媛大・連合農, ****北大・先端研, *****芙蓉海洋開発, *****高知県海深研)

A28 ○倉島彰*・栗藤和治**・前川行幸*：ハバノリの生長と成熟に及ぼす水温の影響

ハバノリは冬から春にかけて潮間帯の岩上に繁茂する褐藻である。地域によっては食用とされるため、養殖も試みられているがその生理生態的な研究は少ない。本研究はハバノリの養殖手法を確立するための基礎的知見を得ることを目的として行った。

材料のハバノリは静岡県下田市で採集し、放出させた配偶子から得た糸状体・盤状体および直立体を実験に用いた。培養温度は糸状体・盤状体については5-30℃の5℃間隔、直立体については10-25℃の5℃間隔とした。光強度は100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期12L:12Dとした。また、20℃においては短日(8L:16D)、中日(12L:12D)、長日(16L:8D)条件下でも実験を行った。糸状体・盤状体については面積と直立体形成率を、直立体については全長と成熟率を測定した。

糸状体・盤状体の生長倍率は25, 20, 15, 10, 30, 5℃の順で高かった。直立体は糸状体・盤状体から直接生じ、20, 15, 10, 5℃の順で直立体の形成が見られた。5-20℃での直立体形成率は最終的に100%となったが、25℃では直立体は形成されなかった。日長による直立体形成率の差はほとんどなかった。直立体の生長倍率は15℃で最も高く、25℃で最も低かった。直立体は20℃で最も早く成熟し、25℃では成熟しなかった。直立体は長日で最も早く成熟し、次いで中日、短日の順であった。

(*三重大・生物資源, **尾鷲市水産課)

A29 ○Gregory N. Nishihara · Ryuta Terada · Tadahide Noro: The effects of irradiance on photosynthesis and growth rates of *Laurencia brongniartii* J. Agardh (Rhodophyta: Ceramiales) in preparation for cultivation.

Laurencia brongniartii J. Agardh is usually found at depths below 4 m. However, in Amami Oshima Island, it can be found in shallow subtidal areas in crevices and walls of the reef where irradiances were lower than that of similar depths in open water. Crude extracts from this species were shown to be potent bacteriocidal compounds, promoting strong interest in cultivation. Therefore, to prepare for the possible cultivation of this species, the effects of temperature and irradiance on photosynthesis, respiration, and growth were measured. Photosynthesis and growth rates of laboratory cultured explants were optimum at 26 and 28°C, closely corresponding to temperatures found during the growing season. Photosynthesis saturating irradiance occurred about 95 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (26°C) and 65 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (28°C). However, growth experiments at 41.7 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, caused bleaching of explants. Photo-inhibition was not detected after 3 hours of exposure to high irradiance during the photosynthesis experiment and all explants showed no measurable effects the following day. Differences between the higher saturating irradiances for photosynthesis and the lower irradiances that caused bleaching in growth experiments, suggest that long term exposure to high irradiance is detrimental. We hypothesize that the occurrence of *L. brongniartii* in shallow environments (above a depth of 4 m) is linked to the complex structure of the coral reef.

(Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

A31 ○比嘉敦* · 河地正伸** · 笠井文絵** : 菊池川水系におけるチスジノリの分布と雌雄の分化時期

チスジノリ (*Thorea okadae* Yamada) は清澄で流量が多く、比較的流速の速い河川の中流域に生息する紅藻で、春～夏季に小型の胞子体、秋～冬季に大型の配偶体を形成して世代交代を行い、配偶体は雌雄異株であることが知られている。九州地方を中心に分布し、現在、九州では6河川で生育が確認されており、熊本県菊池川や鹿児島県川内川では生育域の一定区間を国の天然記念物に指定しているが、近年の生息地の減少から絶滅が危惧されている(絶滅危惧Ⅱ類、環境省レッドデータブック)。現在生育が報告されている河川でのチスジノリの生育分布は年変動が大きく、正確な生息状況の把握が困難であり、これまでに増殖条件や生活史を考慮した個体群動態の詳細な研究は行われていない。本研究では、熊本県北部を流れる菊池川水系においてチスジノリの分布、配偶体の生育速度と雌雄の分化時期、環境要因等の測定を行った。特にアプローチしやすい2地点では配偶体を個体ごとにマークし、配偶体の成長過程と雌雄の分化時期を追った。

その結果、1) 菊池川水系では、5月頃消失した配偶体が9月までに分化すること、2) 配偶体の雌雄の分化は12月中旬から見られ、その時期の雌雄の割合に大きな差は見られないこと、3) マーキング調査を行った地点の1つでは、ある流速以上の場所に生育し、それ以下の場所に生育しないことが確認され、チスジノリの生育分布は河川の流速に大きく影響を受けること、等がわかった。

(*筑波大・院・生命環境, **国立環境研究所)

A30 ○手塚康介* · 藤田雄二* · 永田信也** · 三輪信一郎*** : 紅藻ウップレイノリの室内培養における生活史

研究室に保存されていたウップレイノリ (*Porphyra pseudolinearis*) 野生色型W1, W2, W3株とW1株に混在していた緑色型G1株の糸状体を用いて、室内培養でウップレイノリの生活史を検討した。まずW1, G1株の糸状体の生長、成熟条件を調べた結果、W1, G1株ともに25°C, 4000~8000lux (10L:14D) で殻胞子嚢が多く形成された。次に25°C, 4000lux (10L:14D) で殻胞子嚢が形成されたW1, G1株の糸状体を、15°C, 1000lux (10L:14D) に移し、枝付きフラスコにてエアレーションを行うと、約2週間後に殻胞子が放出された。W1, G1株の葉体はすべて♂のみであり、またW2, W3株においても同様に試験したところ、W2株では♀葉体のみ発生し、W3株では♂葉体が多いが、♀の葉体も発生した。これら糸状体からの葉体で単性しか出てこないW1, W2, G1株や両性が出てくるW3株からの葉体を単一個体ごとに培養した結果、葉体の栄養細胞から無配胞子 (agamospore) が形成され、その胞子が発生して糸状体が形成された。従って、W1株は♂葉体から、W2株は♀葉体からの無配胞子に由来すると推察された。またこれら4株の糸状体の生長や、成熟条件の比較では、株間での差異は殆どみられなかった。これらの葉体を用いて、いくつかの組み合わせで交配試験を行った結果についても述べる。(*長崎大・生産科学研究科, **長崎大・水産学部, ***小浅商事株式会社)

A32 ○藤吉栄次* · 菊地則雄** : 宜野湾産紅藻タネガシマアマノリ葉状体基部から抽出した葉片の生長

沖縄県宜野湾市の海岸には紅藻タネガシマアマノリ *Porphyra tanegashimensis* の葉状体が着生し、その中には本種の特徴である裂葉化した個体が多く見られる。この裂葉化した葉状体を母藻とした糸状体から、殻胞子を得て、葉状体を培養したところ以前の本種の培養結果(右田・伊藤 1987) のような過程で裂葉となることはなかったが、基部に肉眼視可能な程度の小突起(大きな鋸歯)が見られた。Shinmura (1974) は、本種の原因胞子(単胞子)の培養実験において、鋸歯が伸長し小突起となることを観察しており、この小突起が裂葉の原因になるのではないかと推測している。そのことを確かめるために、基部付近の小突起を含む葉片を培養し、その外形を観察した。

材料には上記のように殻胞子から約2か月間培養して得られた葉長7~12 cmの葉状体を用いた。この葉状体の基部から小突起を含む数mm角の葉片を抽出し、温度20°C, 光量40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 光周期10時間明期, 14時間暗期の条件下で約1か月間培養し、外形の変化を調べた。小突起の中には大きく生長するものが見られ、葉片は裂葉状となった。また、葉状体から葉片を抽出することなくそのまま培養を続けた場合は、小突起のめだつた伸長は見られなかった。これらのことから、波浪等により基部を残して葉体が流失した場合、小突起が伸長して、裂葉化する可能性が考えられた。

(*西海水研, **千葉海の博物館)

A33 ○但野智哉・田中次郎：ミル属の一種の栄養生殖

千葉県館山市において、外部形態はヒラミル *Codium latum* に似るが、ヒラミルよりも葉状体が薄く、基部付近の分枝の少ないミル属の一種が採集された。長さ30～80cmほどの藻体全体に、細胞質が凝集した直径50～150 μm の様々な形態の暗緑色の球状体が散在して形成されていた。この球状体は、髄層を形成する髄糸の途中や先端に1～5個連なるように形成されており、いずれ遊離する。これを培養したところ、約24時間後には発芽が確認され、その後盛んに伸長、分枝を繰り返して、約1ヶ月後には糸状体が絡まりあった2～3cmほどの叢生体へと成長した。その叢生体には同様な球状体が形成された。このような雌雄配偶子以外の生殖細胞による繁殖は、日本国内のミル属では報告がなく、カリブ海産の *C. isthmocladum* (Schmidt 1923) と台湾産の *C. edule* (Chang et al. 2003) で、配偶子嚢と同様に小嚢に側生した構造物が栄養生殖を行い、それは未発達な配偶子嚢であると考察した報告がある。しかし、髄糸に球状体が形成され、さらに栄養生殖を行ったという報告は他に例がない。
(東京海洋大・藻類)

B01 ○大田修平*・植田邦彦*・石田健一郎**：クロララクニオン藻 CCMP242 株の生活環と分類学的位置

本研究ではクロララクニオン藻の未記載種と思われる CCMP242 株について、形態、微細構造、生活環の詳細な観察を行い、本藻の分類学的位置を明らかにした。CCMP242 株の栄養細胞はアメーバ状細胞と遊走細胞の2型が観察された。アメーバ状細胞は細く長い (<500 μm) 1本または2本の仮足を持つ。一方、遊走細胞は直径約5 μm の球形または卵形で1本の鞭毛を持つそれぞれの細胞は二分裂によって栄養増殖を行う。本藻は遊走細胞が栄養増殖し、また外洋の表層水域に生息する点で、*Bigeloviella* 属の特徴に一致するため、CCMP242 株を *Bigeloviella* 属に帰属させるのが妥当である。しかし、*Bigeloviella* 属の既知種 *B. natans* と違って、CCMP242 株には上述の特徴的なアメーバ状細胞の栄養ステージが存在する。したがって、CCMP242 株を *Bigeloviella* 属の新種として記載するのが妥当であると考えた。

CCMP242 株のアメーバ状細胞はアメーバ様の匍匐運動をほとんどしない。ところが二分裂後の娘細胞の一方は親細胞の仮足が付着したままで、その仮足内にオルガネラを輸送し、仮足の対極まで移動する。このような興味深い現象がタイムラプスビデオ法によって観察されたので報告する。

(* 金沢大・院・自然科学, ** 金沢大・理・生物)

A34 宮地和幸:香川県の溜池から見つかった新しい緑藻シオグサ目タニシゴロモ科植物

昨年2003年10月香川県三木町男井間池で、タニシに付着する多核嚢状緑藻を採集した。この緑藻は単列糸状体で枝分かれが見られることから、シオグサ目に属する緑藻と考えた。タニシに付着している状態はスガイの貝殻の上に生育するカイゴロモ (*Cladophora conchopheria*) と間違える外観であった。しかし、詳しい観察の結果、カイゴロモと同種ではないが、カイゴロモとも近縁なマリモグループに属するであろうと推定できるタニシゴロモ科植物の一種であることが分かった。藻体は非常に小さく、体長は最大でも2mmに達しない。基部細胞は匍匐状になった細胞で、匍匐細胞は多層状構造にはならず、基部細胞が直接上部に突出し、直立糸となる。匍匐細胞は決して、貝殻の中には侵入していない。直立糸は、上部に行くに従って太くなり、先端細胞が最も大きな細胞で、球形かあるいは棍棒状となる。直立している糸状体のいかなる細胞からも二次的に仮根糸は出ない。また、匍匐細胞から仮根状の伸長もない。直立糸の基部は10から15 μm であり、上部に行くに従って太くなり、最上部では40から60 μm となっている。分枝は専ら一方向のみが圧倒的に多く、一部途中で対生となる分枝も見られる。細胞の核数は十数個あり、葉緑体は網状で、多数のピレノイドがあり、複雑多裂型である。この緑藻はこれまで報告されたタニシゴロモ科植物の中でも *Basicladia vivipara* に最も近いと思われるが、*Basicladia* 属に属するにはいくつか異なる点があった。
(東邦大学・理・生物)

B02 ○甲斐厚*・吉井幸恵*・中山剛**・井上勲**：新規海産単細胞藻の黄色植物内における系統と分類

黄色植物は水域における重要な生産者であり、きわめて大きな多様性を示す。しかしその系統的多様性の理解は不十分であり、近年でも新綱が多数提唱されている。演者らは2003年5月、和歌山県磯ノ浦海岸から黄色の単細胞不動性藻を単離し、培養に成功した。本研究では微細構造・分子形質・色素組成から本藻の系統・分類学的位置について調査を行った。

細胞は球形で直径10-15 μm 、1-2個の黄色葉緑体および細胞壁を持ち、まれに直径30-40 μm に達する細胞を生じる。細胞壁周囲の粘着性物質によって集塊をつくって水面に浮遊しており、細胞密度が高くなると遊走細胞が放出される。この遊走細胞は走行性を示し、物理的的刺激によって容易に鞭毛を失い不動性細胞になる。TEM観察の結果、管状クリステをもつミトコンドリアや核膜と連続した4重の葉緑体膜、periplastidal compartment が貫入したピレノイド、細胞膜直下の顆粒などが観察された。また不動細胞も細胞壁内に常に2本の不等長の鞭毛を有していた。18SrDNA および *rbcL* の塩基配列を用いて系統解析を行なった所、本藻は黄色植物内で褐藻綱、黄緑藻綱、クリソメリス藻綱、シゾクラディア藻綱、ファエオタムニオン藻綱からなるクレードに含まれることが示されたが、このうちの藻類群とも明瞭な類縁性を示さなかった。また重要な分類形質である光合成色素組成を調査した所、クロフィル *a* とフコキサンチンをもつが、クロフィル *c* が極めて少なく、既存のどの綱の光合成色素組成とは一致しなかった。これらの結果から、本藻は黄色植物における新規分類群であると思われる。

(* 筑波大・院・生命環境, ** 筑波大・生物科学系)

B03 ○須田彰一郎*・中山剛**・熱海美香***・土橋幸子*** :
パラオ産ブラシノ藻 *Nephroselmis* 属の1未記載種について

2000年7月、パラオ共和国コロール島北部沿岸の海水サンプルからブラシノ藻 *Nephroselmis* 属の一種と思われる鞭毛藻の単離・培養に成功し、光学および電子顕微鏡観察、18S rDNA による解析を行った。

細胞は左右に扁平な楕円形ないし腎臓形で、不等長2本の鞭毛を有し、眼点は短鞭毛基部付近に1つ存在し、側壁性の葉緑体は1枚で1つのピレノイドを有した。これらは *Nephroselmis* 属に典型的な特徴であった。微細構造では、細胞表面は3種の小型鱗片と1種の非常に大型の星状鱗片で覆われ、鞭毛基部付近に1種の中間型星状鱗片を有した。鞭毛は2種類の小形鱗片に覆われ、2種類の毛状鱗片を有した。細胞の外形から *N. rotunda* に似るが、細胞を覆う鱗片の違いと、培養藻体の色調が本藻は黄色から褐色に近いのに対して *N. rotunda* は緑色であるとの報告があり、はっきりと異なった。これらのことから本藻は *Nephroselmis* 属の新種と考えられた。大型星状鱗片は10本の腕を放射状に伸ばし、このうち4~6本は先端部が尖らず、残りの先端はかぎ爪状になっていた。先端がかぎ爪状の星状鱗片は *N. spinosa* でのみ報告されていることから、本藻との類縁性が示唆できた。18S rDNA 系統解析からも本藻に最も近縁な種は *N. spinosa* となり、このことから鱗片の形質が系統を反映していることが示唆された。

(* 琉球大学・理, ** 筑波大・生物科学系・*** 海洋バイオ研)

B05 ○周藤靖雄*・大谷修司** : *Cephaleuros* 属 (緑藻) 気生藻の分離と培養

樹木葉上に生じる *Cephaleuros* 属藻は演者らの既往の調査から4種類のモルフォタイプに分けられたが、それらを分離して、培養の特性を検討した。分離と培養はBBM寒天を用い、20℃、12時間白色蛍光灯照射・12時間暗黒の周期で行った。葉上に生じた盤状体の切片、また発芽した配偶子や遊走子から各タイプの藻を分離することができた。藻体のコロニーは糸状体が単細胞列で分岐しながら培地表面に放射状に拡大して、中心部では綿毛状に気中に伸長し、黄色~橙色を呈した。培養した藻株を汚染する糸状菌の多くは、殺菌剤であるペノミル剤またはチアベンダゾール剤を培地に添加して殺菌することができた。添加量は5または10ppmが適当であり、高濃度になると藻体の成長が抑制された。各タイプの成長を比較したが、コロニーの大きさは *Cephaleuros* (2), (4), (1), (3)の順で大きく、また各タイプで糸状体の分岐形態や細胞の大きさが異なることに注目した。いずれでも細胞が球形、楕円形または紡錘形に膨らんだ配偶子のう様物が生じたが、配偶子の形成は認めなかった。いずれのタイプとも、10℃で成長を認め、25~30℃で培地上での成長が最も良好であり、35℃では成長がきわめて不良であった。pH5.5~7.6の範囲では藻体の成長は大きく変化しなかった。BBM寒天での窒素量を増量してもコロニーの成長量には影響を与えなかった。

(* 元島根林技セ, ** 島根大・教育)

B04 ○中山剛*・須田彰一郎**・熱海美香***・井上勲* :
新種 *Nephroselmi intermedia* (ブラシノ藻綱) の分類と *Nephroselmis* 属の系統進化

ブラシノ藻綱は有機質の鱗片をもつことなどでまとめられた緑色藻であるが、これらの形質は緑色植物の祖先形質であり、系統的には多様なグループを含むことが知られている。その中で *Nephroselmis* 属は緑藻綱やアオサ藻綱に近縁であることが示唆されており、これら緑色藻類主要群の起源を探るためには、*Nephroselmis* 属の系統分類学的な理解が必要であるが、本属には多数の未記載種が存在し、研究も十分ではない。

本研究では大分県佐伯市およびパラオ共和国パラオ島より *Nephroselmis* 属の新種を単離培養し、微細構造・18S rDNA の調査を行った。本種は非対称なベル形の細胞と前後に伸びる2本の不等長鞭毛をもつ。細胞表面は5種類の鱗片で覆われ、鞭毛は2種類の小形鱗片と2種類の毛状鱗片をもつ。本種は *N. pyriformis* に似るが、葉緑体や鱗片の構造によって明らかに区別できる。また18S rDNA 系統解析も本種が独立種であることを支持した。現在、本種を新種 *N. intermedia* として記載準備中である。また比較のために *Nephroselmis* 属数種でも同様の調査を行い、*N. intermedia* の独自性を確認すると共に *Nephroselmis* 属内での系統・形質進化について解析・考察を行った。その結果、*Nephroselmis* 属の祖先型としては *N. pyriformis* と *N. intermedia* の特徴をあわせもつものがあり、属内において後鞭毛の運動様式やピレノイドの構造の変化、鱗片の複雑化などが起こったことが示唆された。

(* 筑波大・生物, ** 琉球大・理, *** 海洋バイオ研)

B06 ○傳法隆・ディアンヘンドラヤンティ・市村輝宜 : *rbcl* 遺伝子によるミカヅキモの種分化の分子系統学的解析

以前に発表した核リボソーム DNA (rDNA) のスモールサブユニット (SSU) 領域から構築したホシミドロ目全体の分子系統樹では、ミカヅキモ科内の種の類縁関係について、主に以下に示すような結果が得られた：(1) *Closterium peracerosum-strigosum-littrale* (*psl*) 複合体に属する分類群は1つのクレードにまとまらない；(2) *C. calosporum* 複体内の分類群の類縁関係ははっきりしない；(3) *C. moniliferum-ehrenbergii* (*me*) 複合体では、ホモタリックな系統が最も早く分岐している；(4) 核SSU rRNAの二次構造において、ヘリックス10の先端に8塩基の欠失が見られるグループは1つのクレードにまとまる。

本研究では、これらの結果を異なる遺伝子で検証するために、新たに葉緑体の RuBisCo ラージサブユニット (*rbcl*) 遺伝子の塩基配列を決定し、種々の方法で解析を行った。結果は、進化モデルを仮定しない最大節約法を含め、全ての系統樹で *C. psl* 複合体が1つのクレードを形成した。また、*C. calosporum* 複体内の分類群の類縁関係は、核rDNAの遺伝子領域全体から推定した結果とよく一致していた。しかしながら、*C. me* 複体内の類縁関係は全く支持されなかった。最尤法、ベイズ法による系統樹では、SSU rRNAのヘリックス10の先端に8塩基の欠失が見られるグループが、1つのクレードにまとまることが示された。

(北大・フィールド科学センター)

B07 ○加藤将*・野崎久義**・田中次郎*・野生絶滅種ホシツリモ *Nitellopsis obtusa* GROVES (車軸藻綱)の再発見

車軸藻類は主に湖沼等の淡水環境に生育し、特に湖沼中では水生維管束植物が群落を形成する深さよりやや深い湖底に繁茂し、シャジクモ帯と呼ばれる群落を形成する。現在日本に4属74分類群が確認されているが、近年の環境汚染による水質の汚染等が原因で、全国で激減しており、レッドデータブックにも多数の絶滅危惧種・絶滅種が記載されている。ホシツリモ *Nitellopsis obtusa* GROVES は、日本においては加崎 (1956) が芦ノ湖で最初に発見し、日本新産属として記載した。Kasaki (1964) によると、日本では4湖沼 (芦ノ湖、河口湖、野尻湖、山中湖) に生育していたが、野生絶滅種とされている (環境庁 2000)。

今回、山梨県河口湖において2003年6月、10月の2度に渡って車軸藻類の採集を行ったところ、ホシツリモと思われる藻体が発見された。本藻体は、ホシツリモに特有の形質である長大な苞と、無性生殖器官である星状体が確認でき、加崎 (1956) の記載とよく一致した。さらに rbcL 遺伝子の塩基配列解析の結果、欧州産 (McCourt *et al.* 1996) のものとはほぼ一致し、本藻体がホシツリモであることにより確かな確証を得た。

(*東京海洋大・藻類, **東大・理・生物)

B09 ○野崎久義*・松崎素道**・三角修己***・黒岩晴子***・東山哲也*・黒岩常祥****: 原始紅藻の核ゲノム情報を加えて推測した紅色系統の二次共生色素体の起源

真核植物の色素体の起源と多様性は一次共生と二次共生という異なる進化上の出来事から解釈される。不等毛植物等の紅色系統で紅色植物の中のどのような系統のものが二次共生色素体になったかは、最近の複数の色素体遺伝子の豊富な配列情報を用いた解析でも解析方法で矛盾した結果が得られたり、不明確であった (e. g. Martin *et al.* 2002 PNAS; Yoon *et al.* 2002 PNAS)。また、色素体遺伝子の系統解析は一次共生色素体と二次共生色素体という異なる共生状態 (色素体包膜内) の遺伝子を比較しており、不自然な結果をもたらす可能性が考えられる。ところが、シアノバクテリア由来の核遺伝子は一次・二次共生の直後に核に移行したと考えられ、同じ細胞核という場所に存在し、系統解析に適していると考えられた。

本研究では、シゾン (*Cyanidioschyzon merolae* 10D) 核ゲノム情報から得られたシアノバクテリア由来の複数の遺伝子を用いた系統解析を実施した。その結果、現生の紅色植物 (Rhodophyceae [*Porphyra*] と Cyanidiphyceae [*Cyanidioschyzon*]) が単系統群となり、その外側に不等毛植物等の紅色系統の二次共生植物が位置した。従って、現生の紅色植物が分岐する以前の非常に古い時代に紅色系統の二次共生が起きた可能性が示唆された。

(*東京大・理, **東京大・医, ***立教大・理/生研機構, ****立教大・理)

B08 ○坂山英俊*・宮地和幸**・南雲保***・原慶明****・野崎久義*: 卵胞子壁断面構造を導入したフラスコモ属 (車軸藻綱・シャジクモ目) の分類

車軸藻類 (シャジクモ目) の中でフラスコモ (*Nitella*) 属は最も種数が多く、世界中で約200分類群の存在が報告されている。フラスコモ属は輪生枝の最終枝の細胞数と終端細胞の有無によって3亜属 (*Nitella*・*Hyella*・*Tieffallenia*) に分けられている (Wood 1965)。本属の受精に伴って形成される卵胞子の表面構造はシャジクモ目の中で最も多様であり、平滑状、網目状、顆粒状等光学顕微鏡下で様々なものが記載されている。最近 *Tieffallenia* 亜属において Wood (1965) が種レベルの識別に用いた栄養器官の特徴よりも、SEMによる卵胞子壁表面構造の特徴が系統を反映していることが示唆された (Sakayama *et al.* 2004, Phycologia: in press)。

本研究ではこれまで用いられていないSEMによる卵胞子壁断面構造の特徴を分類形質として導入し、更に複数DNAマーカーによる系統解析を実施し、より正確な種の識別基準の確立と Wood (1965) の分類の再検討を行った。その結果、従来① *N. megaspora* と同定されてきたものの中に2種が存在することが、また、② SEMによる卵胞子壁表面構造に基づき網目状又は結節状タイプに分類されていたものがそれぞれ2タイプに分類されることが、新たに断面構造の形態情報を加えたことにより明確になった。また、複数DNAマーカー系統解析において卵胞子壁断面にスポンジ状構造をもつものが単系統と解析された。従って、卵胞子壁の表面・断面構造を基本とするフラスコモ属の種・節レベルの新分類体系の構築が必要と考えられる。

(*東京大・院・理・生物科学, **東邦大・理・生物, ***日本歯科大・生物, ****山形大・理・生物)

B10 ○堀口法臣*・石田健一郎**・坂本敏夫*・和田敬一郎*: 日本における陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) の遺伝的多様性

陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) は陸上生活に適応しており乾燥と直射日光の照射に耐えて生命を維持している。コスモポリタンと考えられており南極大陸や中国の砂漠地帯などの極限環境を含めて地球上に広く分布している。本研究では日本における *Nostoc commune* の遺伝的多様性について調べた。材料として石川県、近畿地方、中国地方および九州地方から採集された *Nostoc commune* と外国産として中国、南極およびフランスで採集された *Nostoc commune* を用いた。手法として、16SrDNA およびフェレドキシン・NADP酸化還元酵素 (FNR) をコードする遺伝子である *petH* 遺伝子を用いて塩基配列解析と PCR-RFLP を行った。日本における *Nostoc commune* は金沢型、大阪型および明石型の3つの遺伝子型に大別された。16SrDNA による分子系統樹から外国産のものは大阪型と同じクラスターを形成し、金沢型と明石型は同じクラスターを形成した。以上のことは日本における *Nostoc commune* には形態的違いがみられないにもかかわらず遺伝的多様性があることを示している。採集地によっては複数の遺伝子型が混在している例も認められるため、遺伝子型の分布の地域性についてはさらなる解析が必要である。

(*金沢大院・自然・生命, **金沢大・理・生物)

B11 ○岩滝光儀*・川見寿枝*・金根用**・松岡數充*：葉緑体と条線様構造を併せもつ光合成性無殻渦鞭毛藻と従属栄養性無殻渦鞭毛藻の系統関係

葉緑体と条線様構造，すなわちHansen et Moestrupの分類体系による*Gymnodinium*属と*Gyrodinium*属の形態形質を併せもつ無殻渦鞭毛藻を，光学・電子顕微鏡観察により同種が新属新種の無殻渦鞭毛藻であることを確認し，前回大会で報告した。さらに同様の形態的特徴をもつ渦鞭毛藻を韓国沿岸域から採取し，これらが同種であることを，そして主要な光合成補助色素がペリディニンであることを確認してきた。本研究では，同種の渦鞭毛藻網内における系統的位を知るために，外部形態の類似する従属栄養性無殻渦鞭毛藻を含めた分子系統解析をSSU rDNAを用いておこなった。渦鞭毛藻全体での系統関係は解決されなかったが，無殻渦鞭毛藻類はいくつかの単系統群を形成した。系統樹内で，未記載の溝構造をもつ光合成性の無殻種（大村湾産株・韓国産株），溝構造をもつ従属栄養性の無殻種（*Balechina coelurea*），条線構造をもつ狭義の*Gyrodinium*属（*Gymno. aureum*, *Gyro. spirale*等）はそれぞれ単系統群を形成したものの，系統群間の類縁はみられなかった。またネマトシストをもつ従属栄養性の無殻種（*Nematodinium armatum*, *Polykrikos* cf. *kofoidii*）は光合成性である狭義の*Gymnodinium*属（*Gymno. catenatum*, *Gymno. impudicum*等）と近縁であった。
（*長崎大・水産，**釜慶大学校）

B13 ○河地正伸*・越川海*・岡村和磨**・渡邊信*：東シナ海から分離された円石藻*Reticulofenestra sessilis*の形態，系統，生活史

円石藻*Reticulofenestra sessilis*は，自然界において，珪藻*Thalassiosira*に固着した状態で浮遊生活を行うユニークな生活型が知られている。西海区水産研究所の陽光丸で東シナ海長江流域の生物・環境モニタリングを行った際に（2003年7月29日），対馬海流の中心海域（北緯31.45°；東経128.45°）において採取したクロロフィルマックスの水深（約-50m）の海水に珪藻*Thalassiosira*に付着した*R. sessilis*が認められ，珪藻ごと分離・培養するのに成功した。*R. sessilis*は珪藻細胞あたり数十から数百細胞が付着しており，珪藻細胞の全体を埋め尽くすまで増殖，あるいは次第に減少し付着が認められなくなる場合があった。これは珪藻の細胞分裂の際，細胞が不均等に分配されることによると考えられた。*R. sessilis*は珪藻に寄生的に生活するとこれまで推測されていたが，予備培養で増殖した両生物を更に個別に分離したところ，各々単独で増殖する単藻株を確立できた。*R. sessilis*は細胞サイズが4-6μmで，カップ状の黄色の葉緑体を1個もち，葉緑体内側の核に近接した位置で円石が形成されていた。細胞を覆う円石は基本的に1層で堅固な様相を示し，一見*Gephyrocapsa*に酷似するが，distal shield上のbridgeを欠き，培養下で強固な付着性を示す点で異なる。18SrDNAの系統解析の結果は，*Emiliania*および*Gephyrocapsa*と単系統群を形成し，相同性は各々99%であり，詳細な解析には他の遺伝子を使う必要があった。
（*国立環境研究所，**西海区水産研究所）

B12 ○高木善智*・比嘉敦**・工藤創***・堀口健雄****・原慶明*：海産底棲性渦鞭毛藻類の分類と系統 その後の研究

南西諸島（沖縄県）およびパラオ諸島（パラオ共和国）より単離した海産底棲性渦鞭毛藻で*Amphidinium*様遊走細胞を放出する3株について，その分類と系統について報告した。今回は，その後の研究で同地域から新たに単離した3株（KR-2，KR-15，PA-34）を調査し新しい知見を得たので，それらを加えてこの藻群の分類および系統について再度検討した。

新たに単離した3株の栄養細胞はそれぞれヘルメット状の殻に覆われており，PA-34株（パラオ諸島産）では殻の表面に無数の針状突起が観察された。一方，KR-2株（ケラマ諸島産）の遊走細胞は上錐が三角形で小さい*Amphidinium*型，KR-15株（ケラマ諸島産）では上錐が下錐に対してやや小さい*Amphidinium*型，PA-34株では上錐と下錐のサイズがほぼ同じ*Gymnodinium*型であった。系統解析では1)KR-15株は以前報告したケラマ株・ミヤコ株と単系統を結び，2)KR-2株は真の*Amphidinium*属クレード（タイプ種を含む）に含まれ，3)PA-34株は*Gymnodinium*属3種（タイプ種を含む）と*Lepidodinium*属1種とクレードを形成した。

以上の結果は，底棲期が生活環の大半を占有することで特徴づけられるPhytodialesを否定し，これら底棲性渦鞭毛藻類は遊泳期の細胞形態に基づき分類すべきであることを示唆している。但し，従来の遊泳期の細胞形態に基づく分類体系の再検討の必要性も明示している。

（*山形大・理・生物，**筑波大・院・生命環境，***山形大・院・理工，****北大・院理・生物科学）

B14 高橋ゆう子・真山茂樹：殻の基本構造が異なる羽状珪藻*Cylindrotheca* 3種の*sill*-like DNA塩基配列

Cylindrotheca nannoporosa sp. nov., *C. fusiformis*および*C. closterium*は円筒形の被殻，管状縦溝，糸状の多数の帯片，2枚の色素体という共有形質をもつ珪藻である。これらは18S rDNAによる系統解析では単系統群を構成するが，殻の基本構造は種間で大きく異なっている。すなわち，*C. fusiformis*は縦溝脇の中肋の部分と，縦溝上を跨ぐ半円形の小骨の部分のみ珪化した殻をもち，通常の珪藻が条線を存在させる領域に珪化した構造が存在しない。*C. closterium*は*C. fusiformis*同様の縦溝中肋および小骨をもつが，条線のある殻面を有する種である。しかし，胞紋はなく，非常に弱く珪化した基本層の上に脆弱した糸状の間条線が斜めに密に（120本/mm配列する。*C. nannoporosa*は*C. closterium*に類似する殻の基本構造をもつが，条線構造は無く，直径約40nmほどの小孔が殻面上に不規則に散在する。

Silaffinは*C. fusiformis*で報告されたシリカ沈着に直接関わるタンパク質として知られる。プライマーを用い*Cylindrotheca* 3種の*sill*-like DNA塩基配列を決定し，比較をおこなった結果，本配列は高度に保存されたものであることが判明した。従って，3種の示す殻の基本構造の違いは，シリカ沈着そのものによって決定されるのではなく，他の形態形成機構の相違によると考えるのが妥当であろう。
（東学大・生物）

B15 ○小林敦*・南雲保**・田中次郎*：海産付着性珪藻 *Isthmia nervosa* KUTZING の栄養細胞と増大胞子の形態

海産の付着性珪藻 *Isthmia nervosa* KUTZING は、被殻の直径がしばしば200 μ mを越える、大型の分類群である。国内からはこれまで、静岡県以北から報告があり、いずれも紅藻類の藻体上から見出されている。今回、静岡県下田市より得られた紅藻ユカリおよび北海道羅臼町から得られたフジマツモに着生していた試料を用いて、光学顕微鏡および走査電子顕微鏡で栄養細胞および増大胞子の形態観察を行ったので、その結果を報告する。

試料は基質海藻ごとホルマリン固定をし、その後基質海藻からの剥離、洗浄を行って得た。被殻は台形 (trapezoid) であり、上下の殻には偽眼域 (pseudocellus) が認められ、ここから分泌される粘液によって不定形の群体を形成する。殻の内部には肋および偽殻壁が光学顕微鏡でも容易に観察されるほど発達しており、近縁種と区別される。帯片は半被殻あたり通常は2枚である。殻、帯片とも発達した樹枝状突起を持つ多数の胞紋を備えている。

増大胞子は半介在型 (semi-intercalary type) であり、初生殻は親殻に対して直交するように形成された。十分に発達した増大胞子は葉巻タバコ型で、栄養被殻と形状が異なっていた。増大胞子は粘液と長大で不定形の多数の鱗片 (scale) で覆われていた。

(* 東京海洋大・藻類, ** 日本歯科大・生物)

B17 ○阿部信一郎*・片野修*・木曾克裕**・山本聡***・南雲保****・田中次郎*****：アユの採食による付着藻類群落の種類組成変化とアユのエサ選択性

アユの採食が付着藻類の群落構造に及ぼす影響を調べるため、千曲川において、アユに頻繁に採食されていた藻類群落および採食跡のない藻類群落の種類組成を比較した。さらに、友釣りにより捕獲したアユ21個体の胃内容物中の藻類組成を調査し、Ivlev の選択指数を用いてアユのエサ選択性について検討した。その結果、採食跡のない群落では、珪藻、匍匐糸状ラン藻 (*Phormidium* sp.) および直立糸状ラン藻 (*Homoeothrix janthina*) の優占度に有意な差は認められなかったが、アユに頻繁に採食されていた藻類群落では、珪藻および匍匐糸状ラン藻の現存量が低下し、直立糸状ラン藻が優占していた。一方、捕獲したアユ21個体のうち、珪藻および匍匐糸状ラン藻に対し正のエサ選択性を示す個体の割合は、直立糸状ラン藻に比べ大きかった。付着藻類はアユに比べ非常に小さく、混在して群落を形成する。すなわち、エサ選択性の違いは、アユの嗜好性によるものではなく、アユの採食に対する藻類の抵抗性の違いを反映しているものであり、それがアユの採食による付着藻類群落の種類組成の変化に関与したものと考えられる。

(* 中央水研, ** 西海水研, *** 長野水試, **** 日本歯科大, ***** 東京海洋大)

B16 ○真山茂樹*・加藤和弘**・大森宏***・清野聡子****：珪藻による水質判定シミュレーションソフトSimRiverを用いた中等・高等教育プログラム—河川の水質指標生物を生物教育の中でどのように活用するか—

演者らは河川の流域環境と水質と珪藻の関係を学ぶ学習教材ソフトSimRiverを開発し、昨年度の日本藻類学会大会でその概要を報告した。その後、中学、高校、大学で授業研究を重ね、授業結果に基づき、指導プログラムおよびアプリケーションソフトの改良を行ってきた。

当初、本教材を用いた授業は、学習者自身が作った流域環境から生じる水質を珪藻から知るといふ、バーチャルな水質判定体験実習という要素が強かった。授業後の調査からは、学習者が興味を持って実習をおこなったこと、アプリケーションソフトの完成度の高いことが伺われた。一方、学習者が最も強く印象づけられていたことは、コンピュータ利用そのものや、ソフトの操作そのものであることも明らかとなった。そこで、高校生物の生態を学ぶ大単元の流れの中で、本教材が有効に使えるよう、指導方法とソフトの改良をおこなった。生物の社会性の学習、環境と生物の作用・反作用の学習、生理的最適地および生態的最適地についての学習などに関連を持ちながら授業を展開する指導案を作成し実践した。また、大学生に対しては、環境と群落内の多様性の関係を本教材を用いて実習させる授業をおこなった。その結果、より生物教育の内容を教授できる授業の実践ができたので、今回それを紹介する。

(* 東学大・生物, ** 東大・緑地植実, *** 東大・農学生命, **** 東大・総合文化)

B18 ○渡辺朋英*・石田貴子*・今井一郎*・板倉茂**・山口峰生**：有明海底泥中における珪藻類休眠期細胞の分布密度およびその経年変化

【目的】有明海では珪藻赤潮による海苔の色落ち被害が深刻であり、その原因珪藻類の現場水域における出現動態を把握することは重要な課題である。珪藻類の多くの種が形成する休眠期細胞は、栄養細胞の出現動態に重要な役割を果たすと考えられている。そこで本研究では有明海における珪藻赤潮の発生機構を解明する第一歩として、珪藻類休眠期細胞の分布を把握する事を目的とした。

【材料と方法】海底泥試料は2001年から2003年の毎年6月に有明海の22定点で採取した。得られた泥試料は表層より3cmを採取し、密封容器に入れ、冷暗所で保存し実験に供した。発芽可能な休眠期細胞数の計数には終点希釈法 (MPN法) を用いた。培養条件は、温度20 $^{\circ}$ C、光強度100 μ mol m $^{-2}$ s $^{-1}$ 、14 hL:10 hDの明暗周期とした。

【結果】2001年の結果では珪藻類休眠期細胞は2.4 $\times 10^4$ ~6.1 $\times 10^6$ (平均1.3 $\times 10^6$) cells/cm 3 (湿泥) の密度で存在し、*Thalassiosira* 属が優占していた。2002年では1.8 $\times 10^4$ ~1.8 $\times 10^6$ (平均6.1 $\times 10^5$) cells/cm 3 (湿泥) の密度で存在し、*Skeletonema costatum* が優占していた。2003年では3.5 $\times 10^2$ ~2.3 $\times 10^5$ (平均9.5 $\times 10^4$) cells/cm 3 (湿泥) の密度で存在し、*Chaetoceros* 属が優占していた。このように有明海において珪藻類休眠期細胞はダイナミックに変動していることが判明した。

(* 京大院農, ** 瀬戸内水研)

B19 ○今井一郎*・石田貴子*・渡辺朋英*・板倉茂**・山口峰生**：有明海における熱帯性珪藻 *Skeletonema tropicum* 休眠期細胞について

熱帯性珪藻 *Skeletonema tropicum* は温度 12°C 以下で増殖できず、北緯 30 度以北には出現しないとされていたが、九州有明海や洞海湾、広島湾等でその分布が確認されている。本種は毎年暖流に乗って我が国沿岸に移入し、生存可能な夏季～秋季に増殖するものと推測されていた。一方コスモポリタン種の *Skeletonema costatum* は休眠期細胞を形成し、不適な時期を乗り切っている。本研究では、有明海を対象に採泥調査を行い、*S. tropicum* 休眠期細胞の存在を確認すると同時に、終点希釈法による計数を行い、さらにはその復活過程を観察し復活のための温度条件を検討した。*S. tropicum* 休眠期細胞は形態が *S. costatum* 休眠期細胞と酷似するが、葉緑体の数が栄養細胞の場合と同様に 4 個であり (*S. costatum* は 2 個)、区別できる。温度 22°C の明条件下で 9 時間後には復活開始が確認され、13 時間後には細胞分裂が認められた。16～24°C の 2°C 間隔で温度条件を設定し、休眠期細胞の復活を検討した結果、18°C 以下では復活しなかったが、20°C 以上で復活が確認された。また約 6 ヶ月間の 5°C 暗黒保存後でも復活したことから、本種の休眠期細胞は低温暗黒条件を乗り切る能力を持つ。有明海において、*S. tropicum* の休眠期細胞は 2001 年 6 月で ND ~ 3.7 万、2002 年 6 月で ND ~ 1.0 万 / cm³ (湿泥) の密度で存在していた事が確認された。以上から、*S. tropicum* は有明海の常在種と見なす事ができる。
(*京大・院・農, **瀬戸内水研)

B21 ○鈴木秀和*・南雲保**・田中次郎***：海産珪藻 *Cocconeis shikinensis* Hid. Suzuki の増大胞子微細構造

演者等は現在本邦産の *Cocconeis* 属について、従来の光学顕微鏡や電子顕微鏡 (SEM と TEM) による殻構造の観察に加え、殻形成過程や増大胞子構造の観察など、包括的な分類学的見地から研究を進めている。今回は静岡県下田市鍋田湾で採集した試料中に *Cocconeis shikinensis* Hid. Suzuki が増大胞子を形成しているのを見だし、その過程を詳細に観察する機会を得たので、その結果を報告する。粘液物質に包まれた増大胞子は、その頂軸が母細胞の殻面に対して垂直方向に形成される。十分に生長した増大胞子は、全体が約 40 枚のペリゾニアルバンドによって包まれ、中に初生細胞が形成される。すべてのバンドは初生細胞の殻面中央部の一点に収れんし、全体を巾着様に包む。*Rhoicosphenia* や *Achnanthes* に見られるような縦バンドは無い。各々のバンドは細長い皮針形で、中肋を持ち、縁辺部は浅裂する。初生細胞の上殻は縦溝殻で、下殻は無縦溝殻である。ともに栄養細胞のそれとほぼ同様な構造を有しているが、上殻は殻套が著しく発達し、下殻の偽縦溝は弧状に曲がる。これらの結果と演者等がすでに観察発表している他の海産 *Cocconeis* および淡水産 *Cocconeis placentula* とを比較検討した結果もあわせて報告する。
(*青山学院高, **日本歯科大・生物, ***東京海洋大・藻類)

B20 ○渡辺剛*・真山茂樹**：東京湾三番瀬における珪藻群落の解析：1m 離れると珪藻群落は変化するのか？

干潟には多様な生物が生育し、多くの生物群で調査が行われている。しかし、干潟の主要な生産者である珪藻について、具体的な調査はほとんど行われていない。近年、演者らは干潟珪藻の解析に着手したが、広大な干潟の全域に渡って珪藻群落を調査することは困難である。今回、東京湾三番瀬干潟の 5 地点で、群落構成の相違の程度を比較し、標本抽出のための予備調査を行った。採集は大潮干潮時、1m おきに海水に浸った A~D の 4 地点と、やや乾燥した E で行った。各地点で得られた試料を 500 殻ずつ計数し、同定を行った。計数した 2500 殻中には 28 属 105 種が認められ、多様な珪藻による群落構成が明らかとなった。

A~D では多数の種が出現したが (64~73 種)、E の種数は少なかった (41 種)。全地点に共通して出現した 28 種の合計出現頻度はいずれの地点でも高く (72.4~86.0%)、これらがすべての群落で主要な構成種になっていた。A~D の多様度、類似度は高かったが ($H' = 1.74 \sim 2.88$, $C\lambda = 0.77 \sim 0.95$)、E の多様度と E と他地点との類似度は低かった ($H' = 0.66$, $C\lambda = 0.15 \sim 0.31$)。A~D では出現頻度の低い種が多数出現したため多様度や類似度が高くなり、それらの種の有無が地点間の多様性や、類似度に違いを導いたと考えられた。干潟の珪藻群落において、乾燥した場所では出現する種数が少なくなり、多様度が低下すること、および地点間の相違は出現頻度の低い種に依存することが示唆された。

(*東学大・院, **東学大・生物)

B22 石川依久子：光受容体の探求と珪藻 *Pleurosira laevis* の純培養

中心目珪藻 *Pleurosira* は 2 つの独立した光受容体を持っている。青色光センサーと緑色光センサーで、前者は全葉緑体を細胞中心の核域に集め、後者は全葉緑体を細胞表層に転移させる。近年、高等植物の青色光センサーの実体が徐々に解明されており、藻類でも *Euglena* の光回避反応を誘導する青色光センサーの実体が解明された。藻類は青色光以外にも特定波長光を細胞動態の信号として利用している例は多く、藻類には種々の光センサーが稼働していることが十分伺われるが、実体の究明は遅れている。*Pleurosira* の 2 つの光受容体が光を受けて誘導する細胞内反応はほぼ明らかにしたので、光センサー分子の構造を解明する準備はできた。しかしここで問題となるのは *Pleurosira* の無菌試料を得ることである。フィールドから採取した珪藻試料を無菌培養して研究に供した報告はほとんどない。光受容体の探求に際し前哨戦としてフィールド採取試料の無菌化に挑戦したが、多くの意外な問題に直面し困難を極めた。抗生物質投与により有性生殖細胞形成が促進されるなどの一面もあった。培養における諸問題は概して論文には載らないが、研究を進めるに当たって基本的な重要事象であるので、あえて討議の場に供したい。ことに幅広い藻類研究の発展のために純粋試料を量産する作業は必須である。

(東京学芸大・非常勤)

B23 ○山砥稔文* & **・坂口昌生*・岩滝光儀***・松岡敷充***: 長崎県平戸産有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* の増殖に及ぼす水温および塩分の影響

無殻渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* による赤潮は近年、西日本および韓国南部沿岸域で発生し、甚大な漁業被害を与えている。赤潮被害防止のためには原因種の基本的増殖特性の把握が必須であるが、本種赤潮は海域により発生時期が異なるため、増殖特性は海域ごとに解明する必要がある。本研究では、本種の増殖に及ぼす水温および塩分の影響を明らかにするため、秋～冬季(9～12月)に赤潮の発生が確認されている長崎県平戸市薄香湾より2003年10月に分離したクローン株2株を用いて培養実験を行った。薄香湾産株は水温15～30℃、塩分16～36‰の範囲で増殖した。薄香湾(汐ノ浦地先)における1987～2000年(14年間)12月の表層水温の年平均値(16.5～17.8℃)に相当する17.5℃では塩分16～36‰の範囲で500cells/mL以上の最大増殖収量を示したことから、本株は秋～冬季の低水温期においても赤潮を形成する可能性を有することがわかった。また、本株の最大比増殖速度は0.60～0.64 day⁻¹の範囲にあり、それを与える水温および塩分の組み合わせは27.5℃および28～32‰であった。さらに、汐ノ浦地先における1988～2001年(14年間)の最低水温(12.0℃)に相当する12.5℃では塩分16～36‰の範囲で、10.0℃では塩分28～32‰の範囲で、遊泳細胞が10日間以上確認された。

(*長崎水試, **長崎大・院・生産, ***長崎大・水産)

B25 ○田辺雄彦・渡辺信: シアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* における recombination

バクテリアは一般に二分裂によるクローン増殖を行うため、娘細胞には母細胞ゲノムの完全なコピーが伝わる(全ゲノムが完全な連鎖不平衡の状態)。このため、高等真核生物の有性生殖時に起こるような組み換えによる対立遺伝子のシャッフリング、すなわち recombination はバクテリアの無性生殖時には起こらない。その一方でバクテリアにおいては、プラスミドやファージを介した conjugation, transfection や transformation などの機構によって水平移動した遺伝子とこれを受容した細胞のゲノムとの間で recombination が起こることが古くから実験的に示されている。近年、こうした recombination がどの程度バクテリアの自然集団の遺伝的多様性の維持機構として機能しているかについて、様々な種類のバクテリアを対象に集団遺伝学的な解析がなされてきている。しかしながら、シアノバクテリアの自然集団については、recombination の存在を示唆する報告例すらほとんどない。今回、単細胞性のシアノバクテリアである *Microcystis aeruginosa* について、主に日本・アジアからの分離株を対象に、アオコ毒素ミクロシスチン合成遺伝子クラスター及び複数のハウスキープング遺伝子の配列について詳細な解析を行った。その結果、recombination が *M. aeruginosa* において確かに起こっており、同種の自然集団における遺伝的多様性の維持機構として機能していることを示唆する結果が得られたのでこれについて示す。

(国環研)

B24 ○長島秀行*・大谷修司**・井上源喜***: 南極陸域より分離した単細胞藻類の凍結による損傷と回復

南極大陸ドライヴァレー地域の岩石表面から分離した単細胞緑藻 *Chlorella* sp. A789-12 株と *Stichococcus bacillaris* A789-13 株、それに南極スコット基地より分離した南極産黄緑藻 *Xanthonema sessile* PAB759 株は、5℃から35℃までの範囲で生育し、光合成酸素発生能は0℃から40℃までの範囲で認められている。

藻体は、まず、プログラムフリーザー(Espec SU240)を用いて各種速度で-20℃まで冷却して凍結させた後、冷却時と同じ速度で解凍し、20℃における残存する光合成酸素発生活性をみた。その結果、A789-12株の方がA789-13株に比べて低い活性となったが、A789-12株では速度を-0.7℃/minのとき、A789-13株では-0.1℃/minのとき活性が最も高かった。PAB-759株と、温帯産緑藻 *Chlorella vulgaris* C-135株ではどの条件でも全く活性を失っていた。

次に、凍結融解後、15℃、明所(1500ルクス)で24時間培養すると、A789-12株の光合成活性はかなり回復したが、A789-13株では比較的高い活性を維持したまま大きな変化はなかった。同様に、C-135株は活性を失ったままであったが、凍結処理後15日間培養すると活性は大幅に回復した。

以上のことから、南極産緑藻 *Stichococcus bacillaris* A789-13株と *Chlorella* sp. A789-12株では凍結耐性があるが、その程度は凍結・融解速度の影響を受けることがわかった。また、凍結融解後再び培養すると、南極産 *Chlorella* sp. A789-12株では光合成活性が失われた場合でも、かなり回復すること、また、温帯産 *Chlorella* C-135株では長期間培養後活性が回復することから、凍結による影響は可逆的であることがわかった。

(*東京理科大・理, **島根大・教育, ***大妻女子大・社会情報)

B26 ○関本訓士*・横尾一成**・川村嘉広**・本多大輔* : *Porphyra* 寄生性卵菌 *Olpidiopsis* sp. にコードされる group I intron の転移過程の解明

我々は *Porphyra* に細胞内寄生する絶対寄生菌(壺状菌)が卵菌綱の *Olpidiopsis* sp. と分類されること、18S rRNA 遺伝子が複数の group I intron を持つことを昨年の本学会大会において発表した。今回我々が壺状菌 18S rRNA 遺伝子のクローニング、シークエンシングを行った結果、4種類の配列の異なるクローンが得られ、それぞれ挿入されているイントロンの数、位置が異なっていた。また、そのうち2個のクローンは exon 領域を部分的に欠いており、偽遺伝子であることが示唆された。我々はこれらのイントロンがどのように壺状菌 18S rRNA 遺伝子内に侵入したかを調べるため、イントロン挿入部位の決定と RNA 二次構造解析を行った。二次構造解析の結果、それぞれのイントロンはステムの長さ等が異なり、起源が異なることが示唆された。また、全長クローンの560、1389部位、exon 領域約1000塩基を欠くクローンの1389部位に挿入される3個のイントロンの二次構造は非常に相関性が高く、3者間でのイントロンの転移が起こったことが示唆された。更に、壺状菌516部位と宿主である *Porphyra* の516部位に挿入されるイントロンの二次構造を比較した結果、両者はその subgroup が異なり全く別個に侵入したことが示唆された。

(*甲南大・理工・生物, **佐有水振セ)

B27 ○横山亜紀子*・梶川牧子**・関口弘志***・原慶明*：単細胞性紅藻のSSUrRNA 遺伝子にも Group I イントロンが？！

グループI イントロンは真核生物の様々な分類群で発見されている。紅色植物門では、ウシケノリ目の *Porphyra* 属と *Bangia* 属、真正紅藻類の *Hildenbrandia* 属藻類などの、核コードの Small Subunit ribosomal RNA 遺伝子 (SSUrDNA) で、その挿入が報告されている。しかし、単細胞性紅藻類では、チノリモ目、イデユコゴメ目のいずれにおいても、SSUrDNA へのイントロンの挿入は確認されていなかった。

今回、単細胞性紅藻ではじめて *Rhodella* 属藻類 4 株 (調査は 22 株) の SSUrDNA から、グループ I イントロンと思われる配列を得たので報告する。この挿入配列を BLAST 検索したところ、既に報告されている紅藻の Group IC1 イントロンと高い相同性を示すことがわかった。既報の紅藻類のグループ I イントロンの挿入位置は、*Escherichia coli* の 516 座位または 1506 座位に相同な位置を示したが、本研究で見つかった挿入配列はすべて 1506 座位であった。

我々は、*Rhodella* 属およびその近縁属藻類の SSUrDNA と ITS 領域の配列による系統解析から、*Rhodella* 属は少なくとも 4 種が識別できることを報告した (日本藻類学会第 27 回大会) が、イントロンの見つかった 4 株は 3 種に相当し、この 3 種においてイントロンの挿入する株としない株があるという結果を得た。

(* 山形大・理・生物, ** 鶴岡北高校, *** 海洋バイオ)

B29 ○松尾嘉英*・今川洋**・西沢夫**・志津里芳一*：大型緑藻の新規葉状体形成物質 *Thallusin* の構造

約半世紀前から葉状性緑藻の多くが無菌下合成培地中で本来の形態を失う現象が知られている。もっとも極端な例がマキヒトエの場合で、合成培地中ではほぼ完全な単細胞状態となる。ここに生海水や特定のバクテリアの培養液などを添加すると元の葉状形態を回復することから、海水中には微量な「形態形成物質」が存在すると考えられてきた。演者らはこれまでにマキヒトエの系を使い緑藻表面から分離したバクテリアの培養液に強力な葉状体形成活性を見出し、大量培養と苦心の精製の結果、微量の活性物質を得ることに成功している。今回、ついにその構造が明らかとなったので報告する。

活性物質は構造中に 4 級炭素やヘテロ原子の集中する部分があり 2D NMR では相関ピークが極めて少なく構造決定が困難であった。活性物質をメチル化、還元、酸性メタノールによる処理を経て得られる環化誘導体が極めて結晶化しやすく、最終的にこの誘導体の X 線結晶解析により構造を決定することができた。これまでの報告とは異なり分子式は $C_{25}H_{31}NO_7$ で、当初の高分解能マススペクトルの値を読み間違っていた。活性物質は *driman* セスキテルペンにアクリル酸およびジピコリン酸が結合したような構造になっており、ジピコリン酸誘導体としては意外なことに世界で初めての天然物有機化合物である。現在のところマキヒトエの他にアナアオサ、ボウアオノリに関して活性を確認しており、今後多くの海藻について試験し、葉状体形成の現象解明に向けた研究へと展開していきたい。

(* 海洋バイオ研, ** 徳島文理大・薬)

B28 ○大村嘉人*・河地正伸**・竹下俊治***・笠井文絵**・渡邊信**：DGGE 法による地衣共生藻および気生藻の多様性解析

地衣類の繁殖方法は、地衣菌の胞子が飛散し現地で共生藻を獲得するか、裂芽や粉芽などの栄養生殖器官によって増殖することが知られている。前者では宿主に対して共生藻が入れ替わり、遺伝的に多様な組合せが生じると考えられるが、後者では栄養生殖器官が地衣菌とそれに適合している共生藻から構成されるために、母体と同じ組合せのクローンが増殖すると考えられる。

本研究では、裂芽による栄養生殖を基本とするウメノキゴケを材料にして、本種が採集された静岡市清水地区の 38 地点の墓地を対象として、地衣菌と共生藻それぞれの rDNA ITS 領域の遺伝的多様性を解析した。さらに、ウメノキゴケが着生している基物の気生藻を 22 カ所から採取し、*Trebouxia* 属およびその近縁属の *rbcL* 遺伝子に特異的なプライマーによって増幅された PCR 産物を用いて変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (DGGE) 法により基物の気生藻とウメノキゴケの共生藻について比較を行った。その結果、菌と藻の遺伝的な違いによる組合せは 10 パターン検出され、分子系統解析によって両者の系統は一致しないことから共生藻の入れ替えが生じていることが示唆された。着生基物には地衣共生藻として知られる *Trebouxia* 属が 1 ~ 数種気生藻として存在し、基物上のウメノキゴケの共生藻と同一である場合も DGGE 解析によって多数確認された。

以上の結果は、地衣類の栄養生殖器官による繁殖では、共生に適合する気生藻を地衣体に取り込み、母体由来の共生藻と入れ替えが起こることがあることを示唆している。このことは、共生藻を入れ替えることにより地衣類が生態的な適応範囲を拡大しているものと考えられる。

(* 国環研・学振, ** 国環研, *** 広島大・院・教育)

B30 ○瀧下清貴*・石田健一郎**・丸山正*：フコキサンチン誘導体を有する渦鞭毛藻類 *Karenia*, *Karlodinium* 属の GAPDH 遺伝子の分子進化

光合成真核生物の GAPDH には、細胞質の解糖系で機能するものと、葉緑体のカルビンサイクルで機能するものの二タイプが存在する。光合成を行う渦鞭毛藻類の大部分はペリディンタイプの葉緑体を有するが、その葉緑体内のカルビンサイクルでは、細胞質 (解糖系) タイプ GAPDH の遺伝子重複を起こしたものが機能していると考えられている。ところが本研究において、主要カロテノイドとしてペリディニンではなく、フコキサンチン誘導体を有する *Karenia* および *Karlodinium* 属の葉緑体内では、その細胞質タイプ GAPDH 遺伝子由来ではなく、ハプト藻類の葉緑体タイプ GAPDH 遺伝子由来の産物が機能していることが、分子系統解析により示唆された。*Karenia* および *Karlodinium* 属の葉緑体の起原はペリディンタイプのものとは異なり、ハプト藻類であると考えられている。したがって、*Karenia* および *Karlodinium* 属の共通の祖先が三次共生によってハプト藻類を取り込んだ際、そのハプト藻類の葉緑体タイプ GAPDH 遺伝子が宿主である渦鞭毛藻類に水平移動した可能性がある。

(* 海洋科学技術センター, ** 金沢大理学部)

B31 ○張文波*・武智克彰*・高野博嘉*・滝尾進**：スサビノリ葉状体のプロトプラスト化によるレトロトランスポゾン遺伝子の発現誘導

レトロトランスポゾン (RE) は逆転写酵素をコードし、RNA を介してゲノム上の他の部位に転移する可動性遺伝因子である。高等植物では細胞培養やプロトプラスト化により転移する RE が同定され、遺伝子機能解析に利用されている。RE はコピヤ型とジブシー型に大別され、それらの逆転写酵素領域の保存配列を用いたゲノミック PCR により多くの陸上植物でその存在が確認されている。しかし、藻類の RE については数種の緑藻を除き報告されていなかった。私達は常法のゲノミック PCR によりスサビノリからもコピヤ型・ジブシー型 RE 断片が増幅できることを昨年度の本大会において報告した。今回は、スサビノリから転移能をもつ RE を分離するため、葉状体のプロトプラスト化により転写量が增大する RE の検索を行った。

スサビノリの葉状体とプロトプラストより全 RNA を抽出し、RT-PCR により RE 断片を分離した。コピヤ型 RE 断片はプロトプラストからは増幅できたが、葉状体からは得られなかった。一方、ジブシー型は葉状体・プロトプラストともに増幅された。ノーザン解析の結果、コピヤ型にはプロトプラスト化により発現が誘導されるクローンがあることがわかった。
(*熊本大・院・自然科学, **熊本大・沿岸域センター)

B33 ○長船哲齊*・板倉栄作*・江原友子**：免疫電顕法によるユーグレナの LHCP II タンパク質の輸送経路

細胞核支配の光合成タンパク質は細胞質で合成されたのち、どのような経路でプラスチド (葉緑体) に運ばれ、生物種によっては 2, 3 あるいは 4 重膜をもつ葉緑体包膜をどのように通過するのか。現在、このような解決すべき課題が残されている。本研究はユーグレナ (*Euglena gracilis* Z) の葉緑体形成過程で、光化学系 II に光を集める LHCP II 分子がゴルジ装置、ゴルジ小胞、葉緑体への輸送に着目し、電顕観察したものである。ユーグレナを Hutner 培地で弱嫌気培養すると、5 日間で細胞質内にパラミロンおよび wax ester が蓄積する。このような脂質蓄積細胞を暗所で、アンモニウム塩を含む無機培地に移し、1.5% 炭酸ガスを通気すると脂質の減少にともなう、クロロフィルの合成能、RuBisCO の比活性、タンパク質も増大し、プロプラスチドの内部構造の発達が起こる。暗所 144 時間後の細胞に 9,000 ルックスの光を照射し、連続超薄切片法を用いて、ゴルジ小胞の動態を電顕で追跡した。その結果、2 タイプのゴルジ小胞が、葉緑体包膜と融合することが分かった。同時に免疫電顕法によって、LHCP II タンパク質分子を追跡すると、ゴルジのトランス面からゴルジ小胞によって、葉緑体に輸送されることが明かになった。さらには、ゴルジ小胞とミトコンドリア膜との融合像も観察された。今後、免疫電顕法によって、ミトコンドリアのタンパク質についても同じようにゴルジ局在の有無を調査したい。

(*日体大・生命科学, **東京医大・微生物)

B32 ○平川泰久・石田健一郎：クロララクニオン藻への遺伝子導入系の開発

クロララクニオン藻は二次共生由来の藻類で、4 枚の包膜に囲まれた葉緑体をもつ。この葉緑体にはその祖先となった共生緑藻の退化核 (ヌクレオモルフ) が付随する点で、進化的上大変興味深い。この葉緑体で機能するタンパク質遺伝子の多くは、葉緑体やヌクレオモルフではなく宿主側の核にコードされている。従って、細胞質で翻訳された葉緑体タンパク質を 2 枚ではなく 4 枚の膜を通過させて葉緑体内に輸送する機構が、二次共生の過程で獲得されたことになる。どのような機構がどのように獲得されたのかは、二次共生によって動物細胞が植物化する進化機構を理解する上で大変興味深い。近年、他の二次共生由来生物である珪藻やアピコンプレクサにおいて、細胞質から葉緑体/アピコプラストへのタンパク質輸送メカニズムの *in vivo* 解析が行われ始めた。しかし、二次共生におけるタンパク質輸送機構の進化を総合的に理解するには、これらの生物とは大きく異なる細胞内構造をもつクロララクニオン藻でも解析が必要である。

本研究ではクロララクニオン藻において、葉緑体タンパク質の輸送経路および機構を GFP を指標とし *in vivo* で解析する為の遺伝子導入系の開発を行っている。現在までに、1) 独自のテスト用導入ベクターの作成、2) 形質転換体を選別する為の抗生物質の選別、を行った。現在、パーティクルガンによるクロララクニオン藻への遺伝子導入条件の検討を行っている。今回は、これらの結果について報告したい。
(金沢大・理・生物)

B34 ○山岸隆博*・菱沼佑**・片岡博尚*：胞子体-配偶体プロトプラストの融合により示されたハネモにおける核の再編成

ハネモ *Bryopsis plumosa* の配偶体および胞子体から、小型な核を多数有する配偶体プロトプラストと巨大核 1 つを有する胞子体プロトプラストをそれぞれ調製し、これら異世代のプロトプラスト間での融合をおこない、それからの再生体の形態、細胞壁や核の形状について解析した。

融合プロトプラストからの再生体は 2 つの異なるタイプ (Type G と Type S) に分けられた。Type G は胞子体由来の 1 個の巨大核と配偶体由来の多数の小さい核をもち、その形態は配偶体と酷似していた。一方、Type S は胞子体の巨大核に類似した多数の巨大な核のみをもっていた。連続的に顕微鏡で観察した結果、これらの巨大な核は胞子体巨大核の分裂によって生じたのではなく、小型の配偶体核の形態変化により生じたことがわかった。Type S の細胞壁は xylan を主成分とする配偶体の細胞壁を染色する Congo Red により染色されないことから、胞子体と同じ細胞壁をもつ可能性を示した。さらに、二次元電気泳動法による配偶体、胞子体、Type S におけるタンパク質の発現解析から、Type S のタンパク質の発現パターンは胞子体のタンパク質の発現パターンと極めて類似することが明らかとなった。

以上の結果から、異世代プロトプラストの融合体からの Type S の再生は配偶体核から胞子体核へ核が再編成された結果によると考えられる。

(*東北大・院・生命科学, **山形大・理・生物)

B35 ○峯一朗・吉松公彦・小馬場宏晃・奥田一雄：多核緑藻ハネモの配偶子流出運動

巨大多核細胞であるハネモの配偶体は直立する主軸と羽状の側枝からなり、成熟すると側枝が配偶子嚢に分化して内部に多数の配偶子を形成する。暗期の後、成熟配偶子嚢に光が当たると配偶子の運動が誘導され、やがて先端部に開いた放出孔から配偶子が放出される。配偶子が配偶子嚢の中から放出孔を通して外に流出する運動（配偶子流出運動）は、方向および速度において、個々の配偶子の遊泳運動とは無関係である。また、配偶子流出運動は放出孔が開いた後しばらくの間持続することから、この運動の原動力は配偶子自体の鞭毛運動や放出前に配偶子嚢に蓄えられた内圧によるものではないと考えられる。本研究では、ハネモの配偶子流出運動の仕組みを明らかにするために、光を照射した後の配偶子嚢の形態変化や、配偶子流出運動を顕微鏡ビデオ画像により解析し、配偶子嚢の切断や化学固定の影響を調べた。

光を照射した配偶子嚢は配偶子放出開始までに継続的に収縮し、全長は約10%ほど短くなった。また、高張処理により光照射なしで配偶子放出が誘導された。光照射により配偶子運動を誘導した配偶子嚢を切断した配偶子嚢断片でも、無傷のものと同様に持続的な流出運動がみられた。光照射直後に切断した配偶子嚢では、切断直後には起こらなかった流出運動が時間の経過と共に観察されるようになった。配偶子嚢を光照射直後にホルムアルデヒドで固定した場合は流出運動が起こらなかったが、配偶子運動誘導後に固定した場合は流出運動が観察された。

以上の結果から、ハネモ配偶子の流出運動の機構について考察する。（高知大・理・自然環境）

P01 ○笠井文絵*・川井浩史**・井上勲***・寫田智****・渡辺真之*****・河地正伸*・渡辺信*：生物資源としての藻類の収集・保存・提供

一部の藻類は生理学や遺伝学などのモデル生物として教育や研究に用いられてきた。また、藻類が進化的に多系統であることから、系統進化の研究に欠かせない実験材料であることも知られてきたし、機能性食品や抗腫瘍物質を生産するものとしての利用可能性も示されている。特に日本では昔から様々な藻類が食糧資源として利用されている。しかし、藻類全体のもつ多機能性に比べると、その利用はまだ十分であるとはいえない。これは、必要な株が培養株になっていない、身近にない、株のアノテーションや所在情報が欠如しているなど、収集・保存・提供体制が不十分であることによると考えられるため、その改善が必要である。

現在、国が重要な生物資源を確保するため、生物ごとに中核拠点を定めて生物資源の収集・保存・提供体制を整備するナショナルバイオリソースプロジェクト（文部科学省）が進められている。藻類においては国立環境研究所が中核機関となり、筑波大学、国立科学博物館、東京大学（以上微細藻類）、神戸大学、北海道大学（以上大型海藻）の6機関で藻類の体系的な収集・保存を行うための整備が行われようとしている。本発表では、ナショナルバイオリソースプロジェクト「藻類」の紹介と、藻類資源の利用拡大や収集・保存を、これらの機関をこえて、日本全体に広げるための問題提起を行いたい。（*国立環境研究所、**神戸大学、***筑波大学、****北海道大学、*****国立科学博物館）

B36 ○関田諭子*・吉永臣吾*・末友靖隆**・中村愛麻*・奥田一雄*：黄色植物におけるセルロース合成酵素複合体の進化

セルロースマイクロフィブリル (CMF) は、原形質膜に結合するセルロース合成酵素複合体 (terminal complex = TC) によって合成される。TCには、CMFを合成するという機能は同じであるが、構造の異なる複数のタイプが存在する。また、同じ系統群に属する種は同じタイプのTCを持つことから、TC構造は植物の系統を反映することが示唆されている。

黄色植物門は、少なくとも11の綱を含む大きな系統群であり、分子系統学的研究などにより、同一起源をもつと考えられている。黄色植物のCMFとTCの構造は、現在までに、褐藻綱の9種、黄緑藻綱の3種、真正眼点藻綱の1種、ファエオタムニオン藻綱の3種で明らかにされている。TCを構成する顆粒は、褐藻と真正眼点藻では1列直線状、黄緑藻では複数列斜め階段状、ファエオタムニオン藻では2列または3列で直線状に配列する。すべてのTCは扁平なりボン状のCMFを合成する。本研究では、黄色植物のCMFの形態およびTCの構造を比較し、黄色植物におけるTC構造の進化について考察する。（*高知大・理・自然環境、**神戸大・自然科学研究科）

P02 ○近藤公彦*・植田邦彦*・石田健一郎**：複数の葉緑体コード蛋白質配列を用いたクロララクニオン藻の葉緑体の起源に関する系統解析

クロララクニオン藻は二次共生由来の海産単細胞藻の1群である。本藻群の葉緑体は4重の包膜に覆われ、その祖先となった真核藻類の痕跡核(ヌクレオモルフ)が付随する点で特徴的である。以前の研究により、本藻群の起源はアメーバ鞭毛虫類の無色ケルコゾア(Cercozoa)の一つが、二次共生により緑色植物門に属する真核藻を取込み葉緑体を獲得したものであると考えられている。しかし、この葉緑体の祖先がどの緑色植物かについては、過去の分子系統解析などでは研究ごとに異なる結果が出されている。これは各解析において単一の分子種のみを用いていることや、ヌクレオモルフコードの分子の場合進化速度が通常と異なることなどが理由として考えられる。本研究では、クロララクニオン藻の葉緑体の起源についてより詳細な解析を行うため、葉緑体DNAにコードされた複数の蛋白質(PsaA, PsaB, PsaC, PsaD, PsaE, PsaF, PsaG, PsaH, PsaI, PsaJ, PsaK, PsaL, PsaM, PsaN, PsaO, PsaP, PsaQ, PsaR, PsaS, PsaT, PsaU, PsaV, PsaW, PsaX, PsaY, PsaZ, PsaAA, PsaAB, PsaAC, PsaAD, PsaAE, PsaAF, PsaAG, PsaAH, PsaAI, PsaAJ, PsaAK, PsaAL, PsaAM, PsaAN, PsaAO, PsaAP, PsaAQ, PsaAR, PsaAS, PsaAT, PsaAU, PsaAV, PsaAW, PsaAX, PsaAY, PsaAZ, PsaBA, PsaBB, PsaBC, PsaBD, PsaBE, PsaBF, PsaBG, PsaBH, PsaBI, PsaBJ, PsaBK, PsaBL, PsaBM, PsaBN, PsaBO, PsaBP, PsaBQ, PsaBR, PsaBS, PsaBT, PsaBU, PsaBV, PsaBW, PsaBX, PsaBY, PsaBZ, PsaCA, PsaCB, PsaCC, PsaCD, PsaCE, PsaCF, PsaCG, PsaCH, PsaCI, PsaCJ, PsaCK, PsaCL, PsaCM, PsaCN, PsaCO, PsaCP, PsaCQ, PsaCR, PsaCS, PsaCT, PsaCU, PsaCV, PsaCW, PsaCX, PsaCY, PsaCZ, PsaDA, PsaDB, PsaDC, PsaDD, PsaDE, PsaDF, PsaDG, PsaDH, PsaDI, PsaDJ, PsaDK, PsaDL, PsaDM, PsaDN, PsaDO, PsaDP, PsaDQ, PsaDR, PsaDS, PsaDT, PsaDU, PsaDV, PsaDW, PsaDX, PsaDY, PsaDZ, PsaEA, PsaEB, PsaEC, PsaED, PsaEE, PsaEF, PsaEG, PsaEH, PsaEI, PsaEJ, PsaEK, PsaEL, PsaEM, PsaEN, PsaEO, PsaEP, PsaEQ, PsaER, PsaES, PsaET, PsaEU, PsaEV, PsaEW, PsaEX, PsaEY, PsaEZ, PsaFA, PsaFB, PsaFC, PsaFD, PsaFE, PsaFF, PsaFG, PsaFH, PsaFI, PsaFJ, PsaFK, PsaFL, PsaFM, PsaFN, PsaFO, PsaFP, PsaFQ, PsaFR, PsaFS, PsaFT, PsaFU, PsaFV, PsaFW, PsaFX, PsaFY, PsaFZ, PsaGA, PsaGB, PsaGC, PsaGD, PsaGE, PsaGF, PsaGG, PsaGH, PsaGI, PsaGJ, PsaGK, PsaGL, PsaGM, PsaGN, PsaGO, PsaGP, PsaGQ, PsaGR, PsaGS, PsaGT, PsaGU, PsaGV, PsaGW, PsaGX, PsaGY, PsaGZ, PsaHA, PsaHB, PsaHC, PsaHD, PsaHE, PsaHF, PsaHG, PsaHH, PsaHI, PsaHJ, PsaHK, PsaHL, PsaHM, PsaHN, PsaHO, PsaHP, PsaHQ, PsaHR, PsaHS, PsaHT, PsaHU, PsaHV, PsaHW, PsaHX, PsaHY, PsaHZ, PsaIA, PsaIB, PsaIC, PsaID, PsaIE, PsaIF, PsaIG, PsaIH, PsaII, PsaIJ, PsaIK, PsaIL, PsaIM, PsaIN, PsaIO, PsaIP, PsaIQ, PsaIR, PsaIS, PsaIT, PsaIU, PsaIV, PsaIW, PsaIX, PsaIY, PsaIZ, PsaJA, PsaJB, PsaJC, PsaJD, PsaJE, PsaJF, PsaJG, PsaJH, PsaJI, PsaJJ, PsaJK, PsaJL, PsaJM, PsaJN, PsaJO, PsaJP, PsaJQ, PsaJR, PsaJS, PsaJT, PsaJU, PsaJV, PsaJW, PsaJX, PsaJY, PsaJZ, PsaKA, PsaKB, PsaKC, PsaKD, PsaKE, PsaKF, PsaKG, PsaKH, PsaKI, PsaKJ, PsaKK, PsaKL, PsaKM, PsaKN, PsaKO, PsaKP, PsaKQ, PsaKR, PsaKS, PsaKT, PsaKU, PsaKV, PsaKW, PsaKX, PsaKY, PsaKZ, PsaLA, PsaLB, PsaLC, PsaLD, PsaLE, PsaLF, PsaLG, PsaLH, PsaLI, PsaLJ, PsaLK, PsaLL, PsaLM, PsaLN, PsaLO, PsaLP, PsaLQ, PsaLR, PsaLS, PsaLT, PsaLU, PsaLV, PsaLW, PsaLX, PsaLY, PsaLZ, PsaMA, PsaMB, PsaMC, PsaMD, PsaME, PsaMF, PsaMG, PsaMH, PsaMI, PsaMJ, PsaMK, PsaML, PsaMM, PsaMN, PsaMO, PsaMP, PsaMQ, PsaMR, PsaMS, PsaMT, PsaMU, PsaMV, PsaMW, PsaMX, PsaMY, PsaMZ, PsaNA, PsaNB, PsaNC, PsaND, PsaNE, PsaNF, PsaNG, PsaNH, PsaNI, PsaNJ, PsaNK, PsaNL, PsaNM, PsaNN, PsaNO, PsaNP, PsaNQ, PsaNR, PsaNS, PsaNT, PsaNU, PsaNV, PsaNW, PsaNX, PsaNY, PsaNZ, PsaOA, PsaOB, PsaOC, PsaOD, PsaOE, PsaOF, PsaOG, PsaOH, PsaOI, PsaOJ, PsaOK, PsaOL, PsaOM, PsaON, PsaOO, PsaOP, PsaOQ, PsaOR, PsaOS, PsaOT, PsaOU, PsaOV, PsaOW, PsaOX, PsaOY, PsaOZ, PsaPA, PsaPB, PsaPC, PsaPD, PsaPE, PsaPF, PsaPG, PsaPH, PsaPI, PsaPJ, PsaPK, PsaPL, PsaPM, PsaPN, PsaPO, PsaPP, PsaPQ, PsaPR, PsaPS, PsaPT, PsaPU, PsaPV, PsaPW, PsaPX, PsaPY, PsaPZ, PsaQA, PsaQB, PsaQC, PsaQD, PsaQE, PsaQF, PsaQG, PsaQH, PsaQI, PsaQJ, PsaQK, PsaQL, PsaQM, PsaQN, PsaQO, PsaQP, PsaQQ, PsaQR, PsaQS, PsaQT, PsaQU, PsaQV, PsaQW, PsaQX, PsaQY, PsaQZ, PsaRA, PsaRB, PsaRC, PsaRD, PsaRE, PsaRF, PsaRG, PsaRH, PsaRI, PsaRJ, PsaRK, PsaRL, PsaRM, PsaRN, PsaRO, PsaRP, PsaRQ, PsaRR, PsaRS, PsaRT, PsaRU, PsaRV, PsaRW, PsaRX, PsaRY, PsaRZ, PsaSA, PsaSB, PsaSC, PsaSD, PsaSE, PsaSF, PsaSG, PsaSH, PsaSI, PsaSJ, PsaSK, PsaSL, PsaSM, PsaSN, PsaSO, PsaSP, PsaSQ, PsaSR, PsaSS, PsaST, PsaSU, PsaSV, PsaSW, PsaSX, PsaSY, PsaSZ, PsaTA, PsaTB, PsaTC, PsaTD, PsaTE, PsaTF, PsaTG, PsaTH, PsaTI, PsaTJ, PsaTK, PsaTL, PsaTM, PsaTN, PsaTO, PsaTP, PsaTQ, PsaTR, PsaTS, PsaTT, PsaTU, PsaTV, PsaTW, PsaTX, PsaTY, PsaTZ, PsaUA, PsaUB, PsaUC, PsaUD, PsaUE, PsaUF, PsaUG, PsaUH, PsaUI, PsaUJ, PsaUK, PsaUL, PsaUM, PsaUN, PsaUO, PsaUP, PsaUQ, PsaUR, PsaUS, PsaUT, PsaUU, PsaUV, PsaUW, PsaUX, PsaUY, PsaUZ, PsaVA, PsaVB, PsaVC, PsaVD, PsaVE, PsaVF, PsaVG, PsaVH, PsaVI, PsaVJ, PsaVK, PsaVL, PsaVM, PsaVN, PsaVO, PsaVP, PsaVQ, PsaVR, PsaVS, PsaVT, PsaVU, PsaVV, PsaVW, PsaVX, PsaVY, PsaVZ, PsaWA, PsaWB, PsaWC, PsaWD, PsaWE, PsaWF, PsaWG, PsaWH, PsaWI, PsaWJ, PsaWK, PsaWL, PsaWM, PsaWN, PsaWO, PsaWP, PsaWQ, PsaWR, PsaWS, PsaWT, PsaWU, PsaWV, PsaWW, PsaWX, PsaWY, PsaWZ, PsaXA, PsaXB, PsaXC, PsaXD, PsaXE, PsaXF, PsaXG, PsaXH, PsaXI, PsaXJ, PsaXK, PsaXL, PsaXM, PsaXN, PsaXO, PsaXP, PsaXQ, PsaXR, PsaXS, PsaXT, PsaXU, PsaXV, PsaXW, PsaXX, PsaXY, PsaXZ, PsaYA, PsaYB, PsaYC, PsaYD, PsaYE, PsaYF, PsaYG, PsaYH, PsaYI, PsaYJ, PsaYK, PsaYL, PsaYM, PsaYN, PsaYO, PsaYP, PsaYQ, PsaYR, PsaYS, PsaYT, PsaYU, PsaYV, PsaYW, PsaYX, PsaYY, PsaYZ, PsaZA, PsaZB, PsaZC, PsaZD, PsaZE, PsaZF, PsaZG, PsaZH, PsaZI, PsaZJ, PsaZK, PsaZL, PsaZM, PsaZN, PsaZO, PsaZP, PsaZQ, PsaZR, PsaZS, PsaZT, PsaZU, PsaZV, PsaZW, PsaZX, PsaZY, PsaZZ)

その結果全ての解析で、クロララクニオン藻の葉緑体が単系統であり緑色植物に由来することが再確認された。緑色植物内での位置については、現在詳細な解析を進めており、その結果に基づいてクロララクニオン藻の葉緑体の起源について考察する。（*金沢大・院・自然科学、**金沢大・理・生物）

P03 ○坂口美亜子・中山剛・橋本哲男・井上勲：太陽虫 *Raphidiophrys contractilis* の分子系統解析

太陽虫は淡水から海水域にわたり広く分布している捕食性の原生生物で、軸糸微小管からなる仮足を細胞体から放射状に伸ばした特有の形をしている。形態学的研究から太陽虫はアメーバや放散虫と共に肉質虫類に分類されており、これまでに微小管の配置パターンや鱗片、エクストルソームなどの微細構造の報告がなされているが、分子データによる解析はほとんど行われておらず、その系統的位は不明のままである。そこで、本研究では有中心粒目太陽虫 *Raphidiophrys contractilis* を用いて分子系統上の位置を明らかにすることを目的とした。

18S rDNA 遺伝子による系統解析を行った結果、本種は既知の他の有中心粒目太陽虫と単系統を形成したが、他の原生生物との類縁性は見られず、はっきりとした系統的位を決定することはできなかった。

詳細な系統的位を確定するために、他の遺伝子情報として a-tubulin 及び b-tubulin を用いた分子系統解析を現在行っており、その結果についてもあわせて報告する。
(筑波大・生物科学系)

P05 山本修・○大谷修司：松江市近郊放棄水田における緑藻ミカヅキモ類の有性生殖と物理的環境要因

松江市西生馬町の放棄水田において、ミカヅキモ類の生活史と物理的環境要因の関連を検討するために、2001年12月～2003年12月の期間、定期的にミカヅキモ類の採集を行い、現地の水温、電気伝導度、pH、水深、照度を測定した。また、クローン培養株を作製し、交配実験を行った。

放棄水田からは6種のミカヅキモが採集でき、優占種は *Closterium ehrenbergii* であり、本種の接合子とその発芽を観察することができた。本種の配偶子の対合や接合子は、2003年4月上旬～5月上旬に観察され、この時期の水温(10日間の平均値)は約11～14℃、水深3～5cm、草本の背丈は低く、照度(1日の最大値)は約50～1200 lumens/sqであった。接合子形成後の6～10月は水がほとんどなくなり、草本と落葉樹の葉が茂るため、照度は最大でも約600 lumens/sqであった。接合子の発芽は2002年11月上旬に観察され、水温は約12℃、水深数cm、草本は枯れはじめ、照度は200～300 lumens/sqであった。栄養細胞の期間は12月～5月中旬であり、水温は約4～16℃であった。電気伝導度は調査期間中170～230 μS/cm、pHは6～7であった。本種はヘテロタリックであり、交配実験の結果、複数の+株および-株が得られた。
(島根大・教育)

P04 ○御園生拓・梶里早・津田浩二：水素生産に向けた *Spirulina* の培養と酵素遺伝子解析

次世代エネルギー資源の開発は現代社会の急務である。燃料電池を始め、燃料としての水素の需要は今後ますます高まるものと考えられる。そこで、生物の代謝機能を利用して水素を生産する試みが1970年代から行われてきた。我々は、光エネルギーによって水素を発生する生物としてシアノバクテリアの *Spirulina* を選び、水素生産に向けた培養および代謝制御法の開発をめざしている。

S. platensis N-39 株を通常の SOT 培地で培養し、得られたバイオマスよりキサントゲン酸カリウム-SDS (XS) 法によって DNA を抽出した。水素代謝に関係する酵素のうち、まず取り込み型ヒドロゲナーゼ (Hup) の小サブユニットをコードする *hupS* 遺伝子について、共通配列部分をプライマーとした PCR 反応による検出を試みた。しかし、DNA 断片の増幅は全く見られず、この株は Hup を持たないことが示唆された。さらに、双方向型ヒドロゲナーゼおよびニトロゲナーゼについての解析を行うと共に、大量培養-プラント化に向けた培養液としての海水強化培地の検討や、水素発生能力の詳細などについての検討も行う。

(山梨大・工・循環システム)

P06 ○出井雅彦*・南雲 保**：海産珪藻 *Trigonium formosum* の増大胞子構造

徳島県堂浦湾内の海藻付着試料中より *Trigonium formosum* の増大胞子を見いだした。これらの微細構造を観察したところ、特徴的な構造を見いだしたので報告する。

Trigonium 属の珪藻は、その名前が示すように三角形の殻を持つものが多い。他にも三角形の殻を持つ属としては、*Triceratium* 属、*Lithodesmium* 属、*Lampriscus* 属などがあり、*Lithodesmium* 属や *Lampriscus* 属の増大胞子は、円形の中心珪藻では見られない特徴的なプロペリゾニウム (properizonium) を持つことが知られている。今回の観察で、同じ三角形の殻を持つ本種にも同様のプロペリゾニウムがあることが明らかになった。本種の増大胞子は殻面観ではほぼ正三角形であるが、帯面観ではつぶれた半球状で、背腹の区別が見られる。増大胞子は、多数のプロペリゾニウムバンド (properizonial band) と鱗片 (scale) で被われている。プロペリゾニウムバンドは中央の1個のY字形バンド (triradiate primary band) とその外側を順々に取り囲むおよそ15本の細い閉鎖型のバンドからなり、全体として三角形の布のようになる。この布は、三角形のおむすび形の細胞を互いの頂角が重ならない位置で背側から被い、さらにその頂角部分で腹側を包み込む。そしてこのプロペリゾニウムバンドでは被うことができない頂角部分と腹側の一部は、多数の鱗片で被われている。

(* 文教大学女子短期大学部, ** 日本歯科大・生物)

P07 ○宮村新一*・南雲 保**：ミル *Codium fragile* の受精、雌雄異形配偶子の構造と行動

緑色藻類の雌雄配偶子は走光性や走化性を利用して出会い受精することが知られている。ミル *Codium fragile* の雌雄配偶子はともに2本の鞭毛を持ち、眼点がなく、走光性を示さないが、その大きさには著しい差がある異形配偶子である。ミルの受精については光学顕微鏡をもちいた研究があるが、詳細については不明な点が多い。そこで、ミルの雌雄配偶子がどのようにして出会い、受精するのかを明らかにするために高速度ビデオによる配偶子の行動と超高分解能走査電顕による細胞表面構造の観察を行った。

その結果、小さな雄配偶子はパピラの先端が多少突出した涙滴形をしており、その表面は平滑であるのに対して、大きな雌配偶子は丸みのある紡錘形をしており、パピラ以外の細胞体表面が凹凸の激しい物質で覆われていた。雌雄配偶子の鞭毛運動は鞭毛の基部で発生した波が先端部に伝播される鞭毛打であった。配偶子は、2本の鞭毛を後方に向けて動かし、雄は素早く、雌はゆっくりと遊泳した。雌雄配偶子を混合すると、雄配偶子は直ちに雌配偶子の周りに集まり、接近を繰り返した。このとき、雌雄配偶子はお互いの鞭毛で接触し、ついで細胞体同士が接着した。雄配偶子の接着部位は、雌配偶子のパピラの下側のこともあったが、それ以外の場合も観察された。雄配偶子は、やがて雌配偶子表面の凹凸の激しい物質に覆われて、雌配偶子の中に取り込まれ、動接合子が形成された。5~10分後、動接合子の中で雌雄の核が融合し、その後、動接合子は基物に着生した。

(*筑波大・生物科学系、**日本歯科大・生物)

P09 ○半田信司*・益田芳樹**・坪田博美***・中野武登****・中原美保***：ヌマカイメン (*Spongilla lacustris*) より単離した共生藻の分類学的検討

淡水海綿のヌマカイメン (*Spongilla lacustris*) から共生藻を単離し、培養による生活史の観察に基づいて分類学的検討を行った。また、あわせて18S rRNAによる系統解析を行った。その結果、この共生藻は *Choricystis* 属 (緑藻、トレボウクシア藻綱) の一種であることが確認された。

淡水海綿の共生藻として一般的な小型の緑藻類は、これまで zoochlorellae として扱われ、分類学的な位置はほとんど明らかになっていない。本研究では定量的な分離手法により、共生藻をヌマカイメンの生体から79株、芽球から49株単離した。単離株はいずれもほぼ同様な形態であり、ヌマカイメンに含まれる共生藻は1種であることが確認された。細胞は幅1.5-3.5 μ m、長さ2-4 μ mの楕円形、長円形、洋ナシ形などで、増殖は2個の自生孢子形成によるものであった。これらの形質から、この共生藻は *Choricystis minor* に近縁と考えられる。なお、孢子形成の際に、出芽に似た不規則な分裂をする細胞が高い頻度で見られた。

18S rRNA 遺伝子による系統解析からも、解析を行った単離株は野生およびミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) に共生している *C. minor* に近い系統であることが示された。

(*財)広島県環境保健協会、**川崎医大・生物、***広島大・院・理・生物科学、****広島工大・環境・環境情報)

P08 ○河地正伸*・M-H Noel*・W. Yongmanitchai**・彼谷邦光***・笠井文絵*・渡邊 信*：タイ沿岸域におけるハプト藻 *Platychnysis* 属の多様性

タイの Kasetsart 大学と協同で、多様な沿岸環境と陸水環境を対象として、微細藻類の多様性調査を行っている。これまでの調査から、種々の微細藻類を検出できたが、中でもハプト藻、*Platychnysis* 属の構成種は、塩濃度の異なる様々な環境において広範囲に分布が確認された。特にマングローブ域や養殖池では、ドミナントな種の一つであった。*Platychnysis* は、扁平・円板状の細胞形状と細胞表面を覆う鱗片の微細形態により特徴づけられ、4種が記載されている。タイ沿岸環境から、分離・確立した約20株の培養株について、光学顕微鏡、電子顕微鏡による形態観察と分子系統解析、そして予備的な毒性調査を行っている。これまでのところ *Platychnysis simplex* と *P. pinarrii* に加え、鱗片の微細構造上の特徴から1新種を確認した。18SrDNAの系統解析では、*Platychnysis* の種群は有毒性の *Prymnesium* 属の種群および *Chrysochromulina* 属の一部の有毒性種と単系統群を形成した。*Platychnysis* の遊泳細胞は *Prymnesium* に酷似しており、近縁性が指摘されていたが、*Platychnysis* に最も近縁なのは *Chrysochromulina kappa* であった。予備的な毒性試験では、これまでに調査した5株の *Platychnysis* のうち2株で *Prymnesium* と同レベルの強い毒性が認められ、有毒性ハプト藻群の単系統性が示唆された。

(*国立環境研究所、**Kasetsart 大学、***東北大学)

P10 ○M-H Noel*・M. Kawachi*・W. Yongmanitchai**・F. Kasai*・M. M. Watanabe*：Biodiversity of microalgae in Southern Thailand mangroves

The Ranong mangrove forest is located on the Andaman Sea coast of southern Thailand. 4 different mangroves were selected for the microalgae biodiversity study; natural (up and downstream), exploited (abandoned tin mining) and rehabilitated (3 years old seedling plantations) mangroves. 6 sites with 26 surface-sediment samples were collected on 15-16th Sep. 2003. Thin surface of sediment and its interstitial water was collected. Samples were subdivided for fixation with glutaraldehyde and for enrichment culture, and all samples were brought back to Japan. 10 days after collection, new enrichment (late enrichment) was prepared and 130 strains could be isolated.

The salinity of the delta waterway, Klang Ngao, ranged from 12 to 24‰. The pH and dissolved oxygen were sporadic (site-samples) with a range from 6.6 to 8.0 for the pH and 21 to 87% for the DO. Warm temperature characterized in general all the samples (26-32 °C). On-site measurements of the nutrients gave a range of concentration in mg/L of <0.02 to 0.1 in NO₂⁻; <1 to 2 in NO₃⁻; <0.16 to 5 in NH₄⁺; <0.05 to 5 in PO₄³⁻. Though discrepancy of the concentrations within each site, the highest levels of nutrients concentrations were found in natural type of mangroves. Diverse genus/species of microalgae could be revealed after enrichment technique with green, yellow-green and red picoplankton; green coccoids; colorless flagellates. The microalgae taxa observed were chlorophytes, prasinophytes; raphidophytes; dictyochophytes; chrysophytes; haptophytes; cryptophytes; unicellular rhodophytes; dinophytes and cyanobacteria. Interestingly, the late enrichment plates showed different microalgae composition than the plates prepared on the collection day, with more numerous and diverse microalgae content, especially for the haptophytes. For example, *Platychnysis* species were present only in late enrichment plates. The detailed microalgae composition and abundance will be presented in the poster, with analysis of the field parameters influence. (*National Institute for Environmental Studies, Japan, **Kasetsart University, Thailand)

P11 ○川見寿枝*・岩滝光儀*・高山晴義**・吉田天士***・広石伸互***・松岡數充*：日本沿岸における無殻渦鞭毛藻 *Gymnodinium microreticulatum* の出現

2000年9月に福井県小浜湾、2002年8月に長崎県佐世保港で採集した無殻渦鞭毛藻の培養株を作製し、光学顕微鏡とSEMによる観察をおこなった。細胞は楕円形で、条線構造のない典型的な *Gymnodinium* の特徴を示し、細胞長25-3-3SEMでは、馬蹄形の上錐溝と、葉緑体と同じ方向への細胞表面の畝状構造が観察された。これらの特徴は2株で共通しており、核の位置と葉緑体の形状より *G. microreticulatum* と同定された。本邦では本種の初出現例となる。さらにSSU rDNAによる分子系統解析をおこなった結果、本種は *Gymnodinium Steinemend. G. Hansen et Moestrup* の系統群中で *G. catenatum* と最も近縁となった。本種は *G. catenatum* と類似した網目模様をもつ小型のシストを形成することが知られている。同様のシストは対馬や伊万里湾から報告されていたが、種同定には至っていなかった。麻痺性貝毒原因種である *G. catenatum* の分布はシストからも把握しうるが、今後この結果より、麻痺性貝毒原因種でない本種と *G. catenatum* のシストを確実に識別することが必要となる。

(*長崎大・水産, **広島水試, ***福井県立大・生物資源)

P13 ○奥田弘枝*・中川禎人**：カラギーナンの特性変化と金属類の結合能

【目的】 海藻多糖類は大量の水を保持し、食物繊維の有するイオン交換性により重金属イオン等による体内汚染を防ぐ効果が注目されている。一方、アルミニウムイオンはアルツハイマー病や透析痴呆との関連性が疑われていることから、アルミニウムと海藻多糖類とがイオン交換することによってこれらの毒性を防ぐことできるのではないかと考えられる。本研究では、カラギーナンとアルミニウムイオンとの結合能およびその特性変化を *in vitro* で明らかにすることを目的とする。

【方法】 市販品のκ-カラギーナンから転換したカルシウム型カラギーナンを用いて、硝酸アルミニウムおよび乳酸アルミニウム溶液中における反応時間・温度・濃度・pHの違いによるアルミニウムイオン交換能をキレート滴定法で測定した。

【結果】 反応時間の早い時期から硝酸アルミニウム、乳酸アルミニウムともに約90~70%の結合率を示した。温度の影響は、両溶液ともに温度が高くなるにしたがって結合率が上昇し、50℃で100~90%の交換率であった。濃度の影響は、高濃度になるにしたがって交換率が増加し、0.1Mでほぼ平衡に達した。

(*広島女学院大, **九州栄福大)

P12 ○江原 亮*・大谷修司**・石飛 裕***・國井秀伸****：中海における渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* 赤潮の消失と細胞内デンブレン粒の増加

中海における赤潮の優占種は渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* であり、細胞密度が5月にピークを迎え、6月には急激に減少することが報告されている。本研究では、赤潮消失のメカニズムの解明を目的とし、中海の3定点において船上より試料を採取し、①細胞数の時間変化、②細胞数の空間変化(垂直・水平)、③細胞を占めるデンブレン粒の割合の時間変化を調べた。

2003年は、赤潮が4月16日に発生し5月28日には消失した。本種による赤潮はパッチ状に分布するため、地点により細胞数に変動はあったが、中海湖心において5月21日に細胞密度の最高値は 5.0×10^7 cells/l であった。細胞数は、風による攪拌のない限り、表層で最も高い値を示した。中海湖心試料では、細胞内のデンブレン粒が占める割合は、赤潮発生初期に1割程度であったものが後期には4割程度まで増加し、デンブレン粒の占める面積の値は、3倍以上となった。また、赤潮発生初期に比べて後期にはデンブレン粒そのもののサイズが大きくなるのが観察された。発表では、1997年に島根県保健環境科学研究所により採取された試料を用いて、デンブレン粒の増加と栄養塩の関係についても併せて報告する。

(*島根大・院・生物資源科学, **島根大・教育, ***島根県保健環境科学研究所, ****島根大・汽水研セ)

P14 ○山岸幸正*・増田道夫**：紅藻イバラノリ属 *Hypnea* の分類と系統

紅藻イバラノリ属 *Hypnea* (スギノリ目、イバラノリ科) は世界で約50種、日本では12種が認められている。日本およびマレーシア各地から採集した標本の形態学的観察を行い、さらに *rbcL* 塩基配列をもとに本属の分子系統学的解析を行った結果、西太平洋域で未報告であるいくつかの種の存在が確認できた。特に以下の2つの新種について詳しく報告する：(1) 和名フサゲイバラ。本州日本海沿岸に分布し、明瞭な主軸を持ち、分枝回数が少なく(第3~5位)、周軸細胞はしばしば細くなり、藻体全体に垂直方向に真っ直ぐな不定枝を密に形成する。台湾の *H. boergesenii* と形態が似るが、本種は枝の出る角度が広く、不定枝が細長いなどの特徴で区別できる。*rbcL* 塩基配列は属内の他種と27~87 bp異なり、分子系統樹ではイバラノリを含む主軸の明瞭な種からなるクレードに含まれた。(2) 北海道南部から本州日本海沿岸に分布し、明瞭な主軸を持ち、第5~7位の分枝がみられ、非常に細長くなる不定枝を密に形成し、しばしばクチクラが厚くなる。*rbcL* 塩基配列において属内の他種と45~103 bp異なり、分子系統樹ではホシガタイバラ・大西洋の *H. musciformis*・ヒモイバラ・スジイバラノリからなるクレードに含まれた。本種は *H. musciformis* と単系統となったが、後者がカギ状枝を形成するのに対して前者にはカギ状枝はみられない。

(*福山大・生命工, **北大・理・生物科学)

P15 ○川口栄男*・寫田智**：インドネシア産紅藻イソノハナ属（ムカデノリ科）の一種について

ハワイのビショップ博物館標本庫の標本中に、薄いバラ色で、楕円形ないし卵形をした膜状の藻体を持つ材料が4点見出された。これらはすべてインドネシアのバタム島（01-02' N; 104-02' E）から採集されており、仮の同定でカリメニア属の種とされた。しかし、詳しい観察の結果、本藻の雌性体はアンピュラ構造を有し、ムカデノリ科に属することが判明した。本藻の特徴は：1) 藻体に円形の小孔が散在する；2) 皮層は薄く、3-5細胞からなる；3) 髓層部は細胞糸が疎らに分布し、皮層間を垂直に走るものが顕著である；4) 皮層下に屈折性の大型星状細胞が時折みられる；5) 助細胞アンピュラは第3位まで分枝し、開口部が狭い；6) 四分胞子嚢は皮層に埋入し、十字状に分裂する。これらの特徴のうち、疎らな髓糸が皮層間を垂直に走る栄養体構造や第3位まで分枝する助細胞アンピュラ構造は、本藻がイソノハナ属の種であることを強く示唆する。*rbcL*遺伝子解析もこの形態学的観察結果を支持した。

インド・太平洋海域で、イソノハナ属の種は20種以上が報告されているが、楕円形で孔のある藻体を持つ種はこれまで知られていない。形態的に最も類似したインド原産の *Halymenia porphyraeformis* (= *H. porphyroides*) は、その外形が円形で縁辺が波打つこと、また藻体に孔がない点で異なる。本種はイソノハナ属の新種である可能性が高いが、最終的結論を出すにはさらに検討が必要であろう。

(*九大・院・農, **北大・先端科学センター)

P17 ○吉崎 誠・鈴木雅大：佐渡ヶ島産コナハダ属の果胞子体形成過程

コナハダ属植物は熱帯・亜熱帯海域に広く分布する。日本海の本州沿岸は対馬暖流の影響を強く受ける所で、北山（国立科学博物館）によると青森県大間までコナハダ属植物が生育するという。佐渡ヶ島ではNoda(1987)が両津市願からヨゴレコナハダを採集したという報告がある。演者らは両津市玉崎と両津市浦川で多数のコナハダ属植物を採集し、有性生殖器官と果胞子体形成過程を観察したのでここに報告する。

玉崎では5月～8月にかけて出現し、親水護岸基盤として設置したコンクリート壁の低潮線付近に群生する。高さ3から12cm、直径3～5mmの盤状付着部から直立し、直立枝は規則正しく叉状に5から10回分枝する。基部の太い所で直径3mmで、先端に向かって次第に細くなる。色は黄色がかった褐色である。雌雄同株で雄性生殖器官は同化糸の先端部に形成される。造果枝は同化糸の基部細胞から数えて1～2番目の細胞に形成される。支持細胞の肩部が細胞質を充実してここに造果枝が形成される。後にこの肩部が少し成長し、造果枝は支持細胞に側生的に形成されたようになる。受精後造果器は上下2個の娘細胞に分割し、上部の細胞が盛んに細胞分裂をしてゴニモプラストを形成し、下部の細胞は柄細胞として残存する。ゴニモプラストは同化糸の間をぬいながら伸長成長する。この果胞子体は moderately diffuse type (Huisman and Wynne 1999) である。

(東邦大学大学院理学研究科)

P16 井上真吾*・成瀬豪*・Gregory N. Nishihara*・寫田智**・寺田竜太*：日本産紅藻オゴノリ科5種の生長に対する光・水温等の影響

紅藻オゴノリ科は、食用や寒天の原藻として各地で利用されているが、生長等に対する環境条件の影響についての知見は十分に得られていない。そこで本研究では、5種の生長特性と光合成活性、塩分濃度等に対する耐性を明らかにすることを目的とした。

材料は、鹿児島産ツルシラモ *Gracilaria chorda* と本種に生殖器官の形態が近縁な沖縄産 *G. sp. 1* (Gr-1)、沖縄産クビレオゴノリ *G. blodgettii* と *G. sp. 2* (Gr-2)、鹿児島産オオオゴノリ *G. gigas* を用いた。培養は、光周期 12L12D、光量 46-156 $\mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 、水温 16-32°C の条件の組み合わせで21日間実施し、生長率を得た。光合成活性は、プロダクトメーターを用いて光量 0-410 $\mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 、水温 16-32°C の条件の組み合わせで実験した。塩分濃度の耐性は、天然の海水を100%として0-200%の条件で21日間培養した。

その結果、生長率と酸素発生速度とも、ツルシラモは水温 16-20°C が高かったが、Gr-1は28°C が最も高く、異なった。またクビレオゴノリとGr-2も、28°C が最も高かった。一方、オオオゴノリは24°C が最も高かった。塩分濃度は、クビレオゴノリが50%海水でも生残したが、オオオゴノリとGr-2は体色が白色に変化し、種によって異なった。このことから、5種の至適生長条件は、各材料の生育環境や成熟時期の水温等との関連が示唆された。また、ツルシラモとGr-1では至適水温が異なったが、*cox2-3*のspacer領域に基づく分子系統解析の結果、Gr-1はツルシラモに最も近縁な姉妹群となったが、2.3%の塩基置換が生じていた。今後は、ツルシラモ近縁群の分類についてもさらに検討する必要があると考える。

(*鹿大・水産, **北大・先端研セ)

P18 ○高橋潤*・飯塚治**・植木知佳**・嵯峨直恒**：海産紅藻スサビノリ3株の単胞子を用いた諸形質の多型性に関する研究

海産紅藻スサビノリ (*Porphyra yezoensis* Ueda) は重要な水圏の産業種である。本種は、配偶体世代である葉状体 (n) の主に初期発生に単胞子を放出し葉状体になるといった副生活環を併せ持つ。単胞子は遺伝的にクローン同様の無性の生殖細胞であり、放出誘導が可能である。このため、単胞子を用い、その後の分裂様式の観察により、株特有の遺伝形質を明らかにすることが可能と考えられる。

本研究ではスサビノリ純系3株 (TU-1, TU-2, TUH-25) の単胞子を材料として用い、これらの分裂様式、単胞子の大きさ、時間経過に伴う分裂の方向性、細胞分裂数等といった諸形質の比較検討を行った。

結果として、3株とも一様に、2細胞期に基部細胞が仮根細胞に変成して、細胞分裂が停止し、3細胞となるものが多く存在し、その後、基部上部の細胞が分裂し成長した。単胞子の大きさはTUH-25, TU-1, TU-2の順に大きく、有意な差がみられた。第一縦分裂はTU-1, TU-2では10細胞前後、TUH-25は20細胞前後で生じた。成熟日数ではTU-2が最も早く、TU-1, TUH-25の順であり、成熟パターンはTU-1型とTU-2型の2つ存在することが示唆された。これらのことから、単胞子の大きさや第一縦分裂が生じるタイミング等の初期発生パターンが、葉状体の形態や成熟等の形質に大きく関与していると考えられる。

(*北大・水産・生物, **北大院・水産・生命)

P19 ○YAN Xing-hong*, LI Lin*, LIANG Zhi-qiang* and ARUGA Yusho**: Genetic analysis of pigmentation mutants in *Porphyra haitanensis* Chang et Zheng (Bangiales, Rhodophyta)

Several pigmentation mutant strains with different colors were obtained after treatments of young gametophytic blades of *Porphyra haitanensis* with N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) or ^{60}Co - γ -ray. The mutant strains were relatively stable in color in both gametophytic blade and conchocelis phases. Blades of each mutant strain showed characteristic differences in their *in vivo* absorption spectra, and had different contents of the major photosynthetic pigments (chlorophyll *a*, phycoerythrin and phycocyanin) as compared with the wild type and with each other. When a red orange mutant was crossed with the wild type, there appeared 4 color phenotypes (2 parental and 2 recombinant colors), 4 types of single-colored blades and many types of color-sectored blades with 2-4 sectors in the F₁ gametophytic blades developed from the heterozygous conchocelis. Over 95% of the F₁ blades were color-sectored. These results indicate that the color phenotype of the mutant was a result of two mutations in different genes, and that in *P. haitanensis* the meiosis occurs during the first two cell divisions of a germinating conchospore. Thus, it is considered that the initial four cells of a developing conchospore constitute a linear tetrad leading to the formation of sectored blades later. Although the gametophytic blade of *P. haitanensis* is dioecious and different from the monoecious blade of *P. yezoensis*, the meiosis occurs at the same stage in the life cycle of both species of *Porphyra*.

(*Key Laboratory of Germplasm Resources, Ecology in Aquacul., Ministry of Agricul., Shanghai Fish. Univ., China; **Tokyo Univ. of Agricul., Japan)

P21 ○吉田吾郎*・新井章吾**・寺脇利信*: 広島湾の内湾域に設置した基質上の海藻類の出現特性 - 一種間競合の推定 -

広島湾の大野瀬戸は周年静穏であり、人工護岸に沿って海藻類の生育が見られる。同地には、潮間帯にはアナアオサが、また漸深帯にはマクサ等の紅藻類が繁茂し、アカモク、タマハハキモク等の内湾性のホンダワラ類が疎生している(寺脇等1997)。同地における植生の形成過程を調べるために、現地海底(水深1m)に1996年6月から1997年7月までほぼ1ヶ月に1回、合計11区の実験基質(40×40×10cm)を設置し、1999年2月まで基質上に出現した海藻類とその被度を追跡した。実験期間中に基質上に出現した海藻類の全種数は、緑藻6種、紅藻36種、褐藻11種の計57種であった。設置月の異なる11区の基質のうち、どれか1区において被度が50%以上になった種は、アナアオサ、ミゾオゴノリ、マクサ、タマハハキモク、アカモク等計8種であった。これら主要種の基質上への出現の様子から、特に多年生紅藻類と1年生ホンダワラ類の競合関係について考察する。

(*瀬戸内海水研, **株・海藻研)

P20 ○鈴木雅大・吉崎誠: 佐渡島の海藻相についてのいくつかの新知見

佐渡島は本州日本海沿岸のほぼ中央に位置し、周囲220kmという大きな島である。良く発達した岩礁に囲まれた複雑な海岸線に豊富かつ多様な海藻が生育している。演者らはこれまでに10回の採集・調査を行った。島の海藻相は対馬暖流の影響を強く受けた暖温帯性フロラに属し、北緯37-38°という高緯度でありながらフサイワヅタ、ヨゴレコナハダ、ソデガラミ等、属としては亜熱帯性の海藻も見られる。また、アオノリ類、*Ectocarpus*等の着生褐藻類、アミジグサ類、ウミウチワ類等が目立って多く、特にカイフモク、フシスジモク等のホンダワラ類は夏季でも干出する事が無い為年間を通して群生が見られる。それに対し、潮間帯において紅藻類が見た目に少なく、多くが漸深帯の深所に生育する。また、島の日本海側の岩礁地帯では冬季に季節風の影響を受けた荒波に洗われるため潮間帯を遥かに超えた高所にウップルイノリが生育する。これまでに広橋(1937)、Noda(1960, 1973, 1975, 1982 and 1987他)、矢田(2002)による報告があり、特にNodaは詳細な調査・観察を行い348種を記載した。その内訳は緑藻33、褐藻120、紅藻195である。演者らの調査を加えて整理すると緑藻40、褐藻96、紅藻184の計320種となる。新産種は緑藻11、褐藻11、紅藻9種で、この内ナンバンハイミル、ヒロハコモングサ、ガサガサハバモドキ等を新知見として紹介する。

(東邦大学大学院理学研究科)

P22 ○寺脇利信*・吉田吾郎*・三浦正治**・岸田智穂**・玉置仁***: 容積2トン屋外水槽でのアマモおよびアカモクの生長と成熟

1997年6月、容積2トンのFRP水槽に浜砂を敷き、注水ホースの出口を砂中に置き、海水を排水管上部からオーバーフローさせ、浮泥の沈積を防いだ。藻食性の小型巻貝等を投入し、珪藻類などの繁殖を抑制した。人為的な環境の攪乱を避けるため水槽の壁面を掃除しない状態で、海草・藻類の栽培を続けた。

1998年6月に播種したアマモは、翌年1月に10発芽体が確認され、夏に32株に達したものの、花枝を形成しなかった。アマモは、季節消長を経て、発芽後2年目の繁茂期から毎年花枝を形成し、5年目の繁茂期には394株(栄養株167株、花枝227株)に達した。アマモ葉部(花枝を含む)の生産・脱落量は、発芽後4年目が293g. d. w. /m²/y, 5年目が352g. d. w. /m²/yであった。水槽内で栽培され成熟したアカモク第一世代を母藻として2002年1月に採苗された第二世代の藻体は、翌年1月に最大で藻長89cmに達した。第一世代のアカモクは、附着器から繰り返し新生した茎が伸長せず、巻貝類の食圧を強く受けていたと考えられる。

(*瀬戸内水研, ** (財)海生研・実証試, ***石巻専修大)

P23 ○松山和世*・芹澤如比古**・川越力***・藤下まり子****・河野重行****:暖海産および寒海産コンブ科藻類のゲノムサイズについて

暖海産および寒海産コンブ科藻類のゲノムサイズを比較することを目的に、成熟したカジメ胞子体(暖海産)とマコンブ胞子体(寒海産)を採集し、それらの遊走子の核DNAを蛍光定量した。

カジメは千葉県・小湊地先から、マコンブは北海道・臼尻地先から採集した。藻体の子嚢斑部位を切り取り、それを数十分乾燥させた後、滅菌海水に浸し、遊走子を放出させた。遊走子懸濁液を遠心機にかけて遊走子を集め、カルノアで固定した後、70%エタノール中で冷蔵(4℃)保存した。RNase処理した遊走子をプロピディウムイオダイドで染色した後、レーザースキャニングサイトメーターを用いて核DNAの蛍光量を測定した。今回はコンブ科両種の核DNAにおける相対値を得るための内部標準として、蛍光ビーズを用いた。また、同様に染色したシロイヌナズナの葉から単離した核(2n=230.8Mbp)と蛍光ビーズの蛍光量比から、コンブ科両種の核DNA量を算定した。

その結果、カジメの核DNAの蛍光量は、マコンブのそれのおよそ1.45倍であることがわかった。また、これらの測定値から算定したカジメおよびマコンブのゲノムサイズは、それぞれ378.7Mbpと260.8Mbpであった。カジメの方が大きいことが明らかになったことから、測定する種数を今後増やすことで、北方起源であるコンブ科藻類のゲノムサイズは寒海域に分布する種より、暖海域の種の方が大きい傾向が見られる可能性がある。

(*海洋科学技術セ, **学振(千葉大・海洋セ), ***北大院・水産, ****東大・新領域)

P25 ○田井野清也*・大河俊之*・檀野修一**・木下泉**：高知県鏡川汽水域に生育するコアマモの成熟

【目的】鏡川に生育するコアマモの繁殖生態を明らかにする。

【方法】2002年1月から2003年12月にかけて毎月1回、鏡川汽水域の2地点において方形枠を用いてコアマモを採取した。持ち帰った草体は栄養株と花穂を持つ繁殖株に分けて計数を行うとともに、草丈の計測、地上部と地下部の乾燥重量の測定を行った。繁殖株については花穂の成熟度を6段階に分けて観察した。環境条件としてコアマモ群落の上流端から下流端の間に設けた7地点で、最深部の水温、塩分を表層から底層まで1m間隔で測定した。

【結果】栄養株は2003年3月に384株/m²と最小、2003年8月に4363株/m²と最大になった。繁殖株は5月から形成され始め、2002年9月に3424株/m²と最大になった。この時期には繁殖株が総株数の57.5%を占める地点も見られた。成熟の早い個体では、6月に葍が開裂し、7月に開裂した脂肪壁から種子を確認できた。繁殖株は3-4月にかけては形成されなかった。本汽水域に生育するコアマモは既存の内湾等に生育するものと比べ、大量に繁殖株が形成されること、繁殖期が長いことが特徴的であった。

(*高知水試, **高知大・海洋セ)

P24 ○芹澤如比古*・井本善次**・大野正夫**・田井野清也***・石川徹***:土佐湾の磯焼け海域におけるスポアバッグ法によるカジメ藻体の出現と拡散

人工的な海中造林による磯焼け海域の緑化を行なうための手法検討として、大型多年生褐藻のカジメを用いたスポアバッグ法の効果を検証した。ブイとオモリに結んだ網カゴの中に成熟したカジメ藻体を入れ、1999、2001、2002年の秋季(10~11月)に、土佐湾の磯焼け海域である宇佐地先の水深5~10mの海底にそれぞれ区域を違えて設置し、カジメの出現の有無、出現時期、出現場所および生育状況について調べた。

その結果、いずれの年に設置した区域でも、その翌年の春季(3~4月)にはカジメ幼体が多数(10~100個体/m²)出現し、8月までは徐々に個体数を減少させながらも生残したが、9~10月には全て消滅することが分かった。消滅した理由としては、台風などによる波浪や、藻食性動物類による食害の影響が考えられた。1999年に設置した区域では、翌年の春季に出現した藻体が秋季に子嚢斑を形成するまで残存した後に消滅したため、翌々年にもカジメの出現が確認された(9~10月には消滅)。スポアバッグ設置箇所から最大で26m離れた場所でカジメの出現が確認され、1つのスポアバッグから半径10m以内にはカジメが高密度に出現することが分かった。カジメが衰弱すると考えられる高水温期の8~9月に、波浪や食害の影響を最小限に止めることで、カジメは子嚢斑を形成して次世代を生産できるものと考えられ、継続的なカジメ場の形成に繋がることを期待される。

(*学振研究員(千葉大・海洋セ), **高知大・海生セ, ***高知水試)

P26 ○松井香里*・青木優和**・北沢克巳***:全国重要藻場調査(環境省自然環境保全基礎調査)の経過報告 - 1. 調査開始の経緯と調査の現況

平成11年5月、ラムサール条約第7回締約国会議において各国の国際的に重要な登録湿地倍増が決議されたことを受け、環境省は平成14年2月に藻場を含む全国の湿地から「日本の重要湿地500」を選定発表した。その選定経緯において我が国は海に囲まれ沿岸の多様な生態系に恵まれていながら、藻場の実態の把握が不十分であると再三指摘された。そこで演者等は平成14年度より5カ年計画で、藻場に関わる多分野の専門家の協議を経て統一された手法を設定し、選定された全国の重要な藻場129カ所を対象に専門家による調査を開始した。本調査では、毎年10-11カ所を重点的に、それ以外については簡易調査を加えている。

これまでの調査結果から、磯焼けの現況、海藻分布の変化、日本初記録や未記載種発見、葉上動物の密度や分布の傾向など、新規の情報が蓄積され始めている。今回は調査経過を伝えるホームページ(<http://www.mobar.jp/>)の掲示から調査を行った藻場について、正確な位置、海藻・海草の分布、葉上動物の様子を一括して紹介する。調査現場ではビデオ映像も蓄積もしており、各標本は環境省生物多様性センターで保管・管理する。環境行政、水産学、生物学のそれぞれの分野を繋いでベテランと若手が連携・協力する場を提供し、葉上動物の生息分布状況も手がけて、新しい取組みの発展を目指している。

(*国際湿地保全連合日本委員会, **筑波大学下田臨海実験センター, ***環境省自然環境局生物多様性センター)

P27 ○桐原慎二*・藤川義一**・能登谷正浩***：キタムラサキウニの摂餌を利用したマコンブ藻場造成

キタムラサキウニの摂餌を利用して雑海藻を除去し、マコンブ藻場の造成を試みた。2001年10月に大間地先水深5mのスガモ有節サンゴモ混生群落中に144 m²の観察区を設け、植物の生育状況を観察した後、観察区の中央に2500個体のウニを放流した。その後、翌年3月まで毎月ウニの摂餌による裸地面形成状況と生育植物を観察した。2002年3月には放流したウニを採取し、10月には植物現存量を求めた。その結果、裸地面は、放流の翌月に52m²、翌年3月には81m²（観察区の56%）となった。有節サンゴモ類とスガモ群落は放流時には各々約102m²、29m²であったが、翌年3月にはウニの摂餌に伴い31m²、23m²に減少した。10月には、裸地面以外の場では植物は26種、3.6kg/m²で、うちスガモが2.5kg/m²と卓越し、次いでヤハズシコロ436g/m²、ジョロモク268g/m²であった。マコンブは59g/m²（5.3個体/m²）のみであった。裸地面では26種の植物が認められ、マコンブは570g/m²（39個体/m²）で総植物現存量の90%を占めた。ホンダワラ類の幼体も同所に観察され、ジョロモクが173個体/m²で最も多かった。これまで大間崎沿岸では成熟時期の違いから、12月以前に新生面を造成した場合にはマコンブが、1月以降の場合にはジョロモクが多く発生することが知られている。従って、マコンブ成熟期にウニを大量に放流し、その摂餌により裸地面を形成させることで、マコンブ藻場の再生が可能と考えられた。（*青森県増養殖研，**青森県水産振興課，***東京海洋大）

P29 ○佐藤康子*・桐原慎二*・能登谷正浩**：褐藻ツルモの種苗生産技術の開発

青森県で食用にされるツルモの養殖種苗の作成方法を検討した。2003年9月に三厩地先の水深5mで採取された成熟個体から遊走子を得て、50ml容管瓶中で培養液にPESIを用いて、温度（5-30℃で9段階）、光量（0-80μE/m²/sで5段階）、明暗周期（15:9, 12:12, 9:15）を組合せた117条件下で80日間静置培養した。培養80日目には26℃と28℃下で培養した配偶体を同光量、光周期下の5-22℃の5段階に各々移し、さらに25日間培養した。この結果、30℃下では10日目までに、暗黒下では5-15℃で発芽体の生育が維持されたが、20-28℃では80日目までに枯死した。これ以外の条件下では、配偶体は24-28℃で高光量ほどよく生長したが、胞子体の形成には到らなかった。20-22℃では、20日目に40-80μE/m²/sの各光周期下で異常な形態の胞子体が各1個体発生したが、その後それらは枯死した。胞子体は5-15℃では、50日目から形成が認められ始め、80日目には比較的低温、高光量、長日下ほどよく形成された。高温（26-28℃）から低温（5-22℃）に移した配偶体は、その後25日目には5-10℃で殆どが体長1-2mmの胞子体が形成された。以上の結果を応用して、24-28℃の40-80μE/m²/s下で3か月間培養した配偶体を、5-10℃下に移して約30日間培養することによって種苗が生産され、2003年3月に深浦地先の水深2-3mに冲出した結果、6月には最大（平均体長43cm）となり7月には成熟した。（*青森県増養殖研，**東京海洋大）

P28 ○桐原慎二*・藤川義一**・能登谷正浩***：磯焼け海域からのキタムラサキウニ除去によるマコンブ藻場の回復

キタムラサキウニの摂餌によって「磯焼け」になったとみなされる青森県佐井地先水深約10mにある1.2haから、1994年9月に約87,000個のウニを除去した後、当該海域と周辺で1994年10月から1997年3月まで計15回入植海藻を観察した。ウニの除去前7月にはケウルシグサ94g/m²のほか、アミジグサ、シワヤハズ、ハリガネ計4g/m²であった。ウニ除去後、調査期間中に出現した海藻は延べ36種で、現存量は平均3.1kg/m²であった。そのうちマコンブが97%（3.0kg/m²）を占め、次いでアカモク1.6%（49g/m²）、ケウルシグサ1.0%（31g/m²）、スジメ0.3%（9g/m²）の順であった。1995年2月には、マコンブの幼胞子体が5g/m²（1,061個体/m²）、ケウルシグサが0.4g/m²入植した。その後、マコンブは3月に50g/m²（1,300個体/m²）、7月に4.0kg/m²（159個体/m²）と増加し、1996年7月には2年目藻体となり10.1kg/m²（38個体/m²）がみられた。1997年3月には、新たに幼胞子体114g/m²（15個体/m²）が入植した。その後、2002年7月には1年目藻体が2.4kg/m²（76個体/m²）生育し、マコンブ藻場は維持されていた。ウニを除去しなかった場では、「磯焼け」状態が続き、海藻の総現存量は平均237g/m²と低かった。したがって、当「磯焼け」海域では、ウニ摂餌圧の抑制によって、マコンブ藻場が回復してきた。（*青森県増養殖研，**青森県水産振興課，***東京海洋大）

P30 ○佐藤康子*・山内弘子*・桐原慎二*・能登谷正浩**：青森県深浦沿岸の紅藻エゴノリの生育

青森県日本海沿岸でエゴノリの生育状況を観察した。2003年2-6月と10月に深浦地先の水深5mでエゴノリが着生するホンダワラ類6種を約10個体採取し、主枝の長さとして着生するエゴノリの個体数、付着箇所、湿重量の関係を求めた。この結果、四分胞子体は2-6月に観察された。2月に付着器を持つ個体は68%であったが、3月には39%に減少し、4月-6月には4%以下となり、ほとんどの個体は鉤状枝や体の一部によってホンダワラに着生していた。付着器による着生密度（主枝長当たり個体数）は、着生するホンダワラ類の間では明瞭な差異はなかった。エゴノリは2-3月の低温期（11℃以下）に鉤状枝を多量に形成するが、鉤で着生する個体数は他のホンダワラ類に比べヨレモクで常に高密度であった。特に3月には主枝1cm当たり0.9箇所他種の3倍以上の鉤状枝での付着数であった。10月には四分胞子体に加えて、体長約1cmの雌性配偶体がヨレモクに加えてヤツマタモク、トゲモクにも着生が認められた。また、2-6月にエゴノリが多量に生育するホンダワラ類群落100m²について観察した結果、7種、約5000個体のホンダワラ類が各調査で認められた。そのうちヨレモクは93%を占めており、エゴノリ四分胞子体の着生は2月には12%であったが、6月には30%に達した。したがって、ヨレモクの主枝はエゴノリの鉤状枝に最も適合しているものと推察され、当海域でのエゴノリ増産にはヨレモク群落を拡大することが有効と考えられた。（*青森県増養殖研，**東京海洋大）

日本藻類学会 (入会申込・住所等変更届) (〇で囲んでください)

以下の会員登録事項について、下線部に記入、□には該当するものをチェックしてください。(コピーしてお使い下さい)

氏名 _____	性別 <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
英語表記(姓) _____ (名) _____ (入会申し込みの方のみ) 入会年度: 200__年度より入会	
所属機関名 _____	
住所 〒 _____	
電話 _____	Fax _____ 電子メール _____
自宅住所 〒 _____	
電話 _____	Fax _____ 電子メール _____
専門分野・興味の対象など _____	
会員の種類と年会費: <input type="checkbox"/> 普通会員 8,000円 <input type="checkbox"/> 学生会員 5,000円 (指導教員の署名が必要です)	
指導教員の署名: _____	
会費納入方法: <input type="checkbox"/> 同封 <input type="checkbox"/> 郵便振替 (できるだけ郵便振替をご利用下さい)	
会誌の送付先: <input type="checkbox"/> 所属機関 <input type="checkbox"/> 自宅	
(送付先住所の英語表記) _____	
名簿への記載を希望しない項目をチェックして下さい(「性別」は記載しません)。 所属機関: <input type="checkbox"/> 機関名 <input type="checkbox"/> 住所 <input type="checkbox"/> 電話番号 <input type="checkbox"/> FAX番号 <input type="checkbox"/> 電子メール 自宅: <input type="checkbox"/> 住所 <input type="checkbox"/> 電話番号 <input type="checkbox"/> FAX番号 <input type="checkbox"/> 電子メール	

以上の事項を記入の上、郵送またはFAXにて下記宛先までお送り下さい。

同様の事項を電子メールにてお送り頂いても結構です。

入会手続き、会費の支払い、会誌の発送などに関してご不明の点がありましたら下記宛にお問い合わせ下さい。

入会申込・住所等変更届の送付先: 〒780-8520 高知市曙町2-5-1 高知大学理学部自然環境学科 峯 一朗

Tel 088-844-8309 Fax 088-844-8356 mine@cc.kochi-u.ac.jp もしくは jsphycol@anet.ne.jp

会費払込先: 郵便振替口座番号 01640 - 8 - 2747 加入者名 日本藻類学会

学会事務局使用欄

受付	名簿	発送リスト	入金確認	学会録事

賛 助 会 員

北海道栽培漁業振興公社 (060-0003 北海道札幌市中央区北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 (085-0463 北海道阿寒郡阿寒町字阿寒湖畔)
全国海苔貝類漁業協同組合連合会 (108-0074 東京都港区高輪 2 - 16 - 5)
有限会社 浜野顕微鏡 (113-0033 東京都文京区本郷 5 - 25 - 18)
株式会社 ヤクルト本社研究所 (186-8650 東京都国立市谷保 1769)
神協産業 株式会社 (742-1502 山口県熊毛郡田布施町波野 962 - 1)
理研食品 株式会社 (985-8540 宮城県多賀城市宮内 2 - 5 - 60)
マイクロアルジェコーポレーション (MAC) (104-0061 東京都中央区銀座 2 - 6 - 5)
(株) ハクジュ・ライフサイエンス (173-0014 東京都板橋区大山東町 32 - 17)
(有) 祐千堂葛西 (038-3662 青森県北津軽郡板柳町大字板柳字土井 38 - 10)
株式会社 ナボカルコスメティックス (151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5 - 29 - 7)
日本製薬 株式会社 ライフテック部 (598-8558 大阪府泉佐野市住吉町 26)
共和コンクリート工業株式会社 (060-0061 北海道札幌市中央区南1条西1丁目8有楽ビル)

海産微細藻類用培地

<特徴>

- ◎ 多様な、微細藻類に使用できる。
- ◎ 手軽に使用できるので、時間と、労力の節約。
- ◎ 安定した性能。
- ◎ 高い増殖性能。

海産微細藻類用 ダイ IMK培地

- ・ 100L用×10 コード：398-01333
- ・ 1000L用×1 コード：392-01331

海産微細藻類用 IMK培地添加人工海水 ダイ IMK-SP培地

- ・ 1L用×10 コード：399-01341

海産微細藻類培養 ダイ 人工海水SP

- ・ 1L用×10 コード：395-01343

「多くの微細藻類に共通して使える培地が市販されていない。」
という声にお答えして、“株式会社 海洋バイオカゾー研究所”
により、研究開発された培地です。

又、人工海水は海水 SP の成分が自然に近い形で混合されてお
り、精製水に溶かすだけで海水として手軽に使用できます。

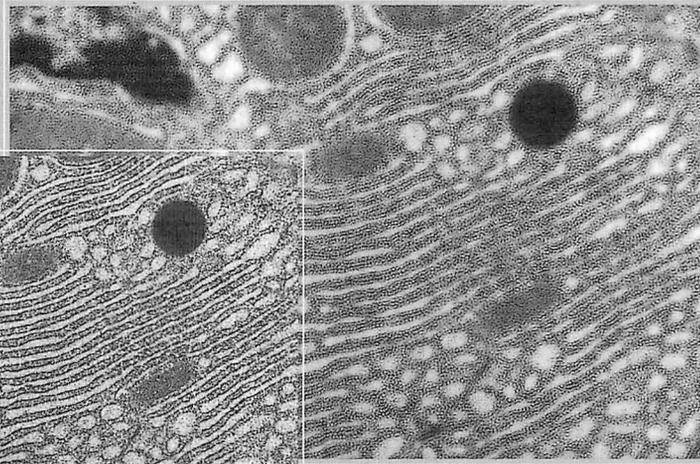
※人工海水 SP は千寿製薬株式会社の技術提携商品です。

製造 ㊤日本製薬株式会社 ライフテック部
大阪府泉佐野市住吉町 26 番
〒598-0061 TEL 0724-69-4622
東京都千代田区東神田一丁目 9 番 8 号
〒101-0031 TEL 03-3869-9236

販売 ㊤和光純薬工業株式会社
大阪市中央区道修町三丁目 1 番 2 号
〒541-0045 TEL 06-6203-3741
東京都中央区日本橋四丁目 5 番 13 号
〒103-0023 TEL 03-3270-8571

HITACHI

オートフォーカスOFF



オートフォーカスON



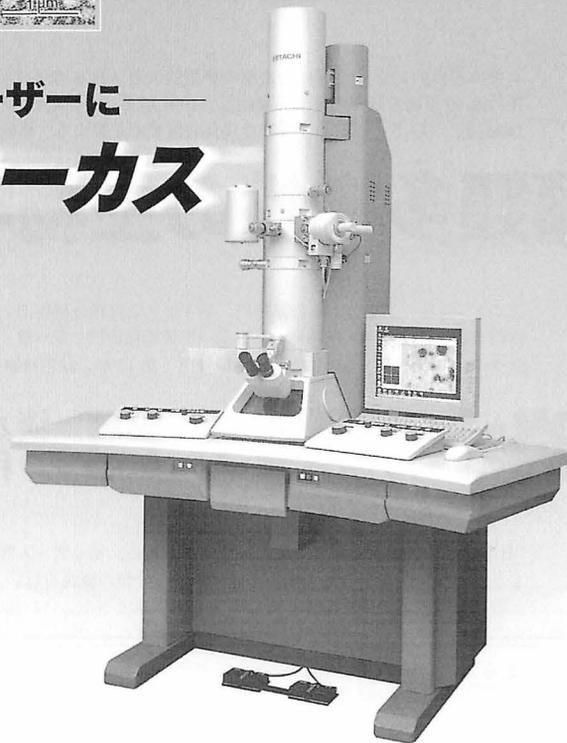
すっきり画像をすべてのユーザーに—— 高速オートフォーカス

特長

- 1 高速オートフォーカス機能を搭載し、0.9秒で焦点合わせが可能
- 2 TVカメラを標準装備し、明るい部屋で試料の視野探し撮影が可能
- 3 PC制御、GUI採用により、容易な操作
- 4 ネットワーク対応でリモート操作が可能 (オプション)

仕様

分解能：0.204nm(格子像)、0.36nm(粒子像)
試料ステージ：高精度ハイパスステージ
加速電圧：40～120kV
倍率：Low Magモード×50～×1,000
Zoomモード×700～600,000



株式会社 日立ハイテクノロジーズ

本社 〒105-8717 東京都港区西新橋一丁目24番14号
電話ダイヤルイン (03) 3504-7211

事業所	北海道(札幌)	(011) 221-7241	関西(大阪)	(06) 4807-2551
	東北(仙台)	(022) 264-2211	京都(京都)	(075) 241-1591
	筑波(土浦)	(0293) 25-4811	四国(高松)	(0878) 62-3391
	横浜(横浜)	(045) 451-5151	中国(広島)	(082) 221-4514
	中部(名古屋)	(052) 583-5851	九州(福岡)	(092) 721-3501
	北陸(金沢)	(0762) 63-3480		

インターネットホームページ <http://www.hitachi-hitec.com/science/>

日立電子顕微鏡

H-7600

新刊

有用海藻誌

海藻の資源開発と利用に向けて

大野 正夫 編著 B5判上製・総頁592頁・本体価格20000円

本書は海藻の生物学の解説にはじまり、応用の具体的事例を数多く紹介するとともに、今後期待される新分野、機能性成分についても現在得られている知見を盛り込む。生物学編、利用編、機能性成分編の3編31章から構成され、それぞれの分野で、長く研究にかかわってきた執筆者が、専門の分野を詳述する。

【内容主目】有用海藻の生物学 ヒトエグサ／アオサ類／アオノリ類／イワズタと暖海産緑藻／ワカメ／コンブ／モズク類とマツモ／ヒバマタ目類／アラメ・カジメ類／アマノリ類／テングサ類／オゴノリ類／ツノマタ類／サンゴモ類／地方特産の食用海藻／世界の海藻資源の概観 海藻の利用 海苔産業の歴史とその推移／昆布産業の歴史・現況と展望／ワカメ産業の現況と展望／ひじきと海藻サラダ産業の現況の展望／沖縄のモズク類養殖の発展史—生態解明と養殖技術／青海苔産業の歴史と現況／伝統的な寒天産業／カラギナン—その産業と利用—アルギン酸—その特性と産業への展開—藻の文化 海藻の機能性成分 海藻の抗がん作用／海藻と健康—老化防止効果—海藻の化学成分と医薬品応用への可能性／海藻と肥料／海藻と化粧品 学名索引 和名索引 事項索引

新日本海藻誌 — 日本産海藻類総覧 —

吉田 忠生 著

B5判・総頁1248頁・本体価格46000円

本書は古典的になった岡村金太郎の歴史的大著「日本海藻誌」(1936)を全面的に書き直したものである。「日本海藻誌」刊行以後の約60年間の研究の進歩を要約し、1997年までの知見を盛り込んで、日本産として報告のある海藻(緑藻、褐藻、紅藻)約1400種について、形態的な特徴を現代の言葉で記載する。植物学・水産学の専門家のみならず、広く関係各方面に必携の書。

藻類多様性の生物学

千原 光雄 編著

B5判・400頁・本体価格9000円

第1章 総論 第2章 藍色植物門 第3章 原核緑色植物門 第4章 灰色植物門 第5章 紅色植物門 第6章 クリプト植物門 第7章 渦鞭毛植物門 第8章 不等毛植物門 第9章 ハプト植物門 第10章 ユーグレナ植物門 第11章 クロララクニオン植物門 第12章 緑色植物門 第13章 緑色植物の新しい分類

淡水藻類入門 淡水藻類の形質・種類・観察と研究

山岸 高旺 編著

B5判・700頁(口絵カラー含む)・本体価格25000円

「日本淡水藻図鑑」の編者である著者がまとめる、初心者・入門者のための書。多種多様な藻類群を、平易な言葉で誰にも分かるよう、丁寧に解説する。I編、II編で形質と分類の概説を行い、III編では各分野の専門家による具体的事例20編をあげ、実際にごのように観察・研究を進めたらよいかを理解できるように構成する。

小林珪藻図鑑 近刊

小林 弘 著
南雲 保・出井雅彦・真山茂樹・長田敬五

日本の赤潮生物

—写真と解説—

福代・高野 共編
千原・松岡
B5・430p・13000円

原生生物の世界

細菌、藻類、菌類と原生動物の分類

丸山 晃 著
丸山雪江 絵
B5・440p・28000円

藻類の生活史集成 堀 輝三 編

第1巻 緑色藻類 B5・448p(185種) 8000円
第2巻 褐藻・紅藻類 B5・424p(171種) 8000円
第3巻 単細胞性・鞭毛藻類 B5・400p(146種) 7000円

日本淡水藻図鑑

廣瀬弘幸・山岸高旺 編集
B5・960p・38000円

陸上植物の起源

—緑藻から緑色植物へ—

渡邊 信 共訳
堀 輝三
A5・376p・4800円

表示の価格は本体価格ですので、別途消費税が加算されます。

〒112-0012 東京都文京区大塚3-34-3
TEL 03-3945-6781 FAX 03-3945-6782

内田老鶴園

学 会 出 版 物

下記の出版物をご希望の方に頒布いたしますので、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, 各号, 会員1,750円, 非会員3,000円; 30巻4号(創立30周年記念増大号, 1-30巻索引付き)のみ会員5,000円, 非会員7,000円; 欠号1-2巻, 4巻1, 3号, 5巻1, 2号, 6-9巻全号。「藻類」バックナンバーの特別セット販売に関しては本誌記事をご覧ください。
2. 「藻類」索引 1-10巻, 価格, 会員1,500円, 非会員2,000円; 「藻類」索引 11-20巻, 価格, 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, 価格, 会員3,000円, 非会員4,000円。
3. 山田幸男先生追悼号 藻類25巻増補, 1977, A5版, xxviii + 418頁。山田先生の遺影, 経歴・業績一覧・追悼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.Abbot・黒木宗尚共編, 1972, B5版, xiv + 280頁, 6図版。昭和46年8月に札幌で行わ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のと最近の増養殖学的研究 1977, B5版, 65頁。昭和49年9月に札幌で行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。

2004年 3月 5日

2004年 3月 10日

© 2004 Japanese Society of Phycology

日 本 藻 類 学 会

編集兼発行者

前川行幸

〒514-8507 三重県津市上浜町1515

三重大学生物資源学部

Tel & Fax 059-231-9530

禁 転 載
不 許 複 製

印 刷 所

株式会社東プリ

〒144-0052 大田区蒲田4-41-11

Tel 03-3732-4155

Fax 03-3730-8286

Printed by TOPRI

発行所

日本藻類学会

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12

山形大学理学部生物学科

Tel 023-628-4610

Fax 023-628-4625

藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôruï)

第52巻 第1号 2004年3月10日

目次

山本民次・鈴木雅巳：植物プランクトン数種の増殖に及ぼす攪拌の影響	1
山本民次・呉 碩津・後藤郁恵：底生微細藻 <i>Nitzschia</i> sp. の増殖に及ぼす 水温，塩分及び光強度の影響	5
富永春江・芹澤如比古・大野正夫：高知県土佐湾産カジメにおける葉状部の生産量と 葉状部基部の大きさの季節変化	13
<hr/>	
藻場の景観模式図	
寺脇利信・新井章吾：15. 新潟県岩船郡粟島の方位別地先	21
学会・シンポジウム情報	25
第3回日本応用藻類学研究会総会・春季シンポジウム	
英文誌 Phycological Research 51 (3) 掲載論文和文要旨	26
学会録事	29
会則・投稿案内	32
<hr/>	
日本藻類学会第28回大会（札幌，2004）プログラム	35