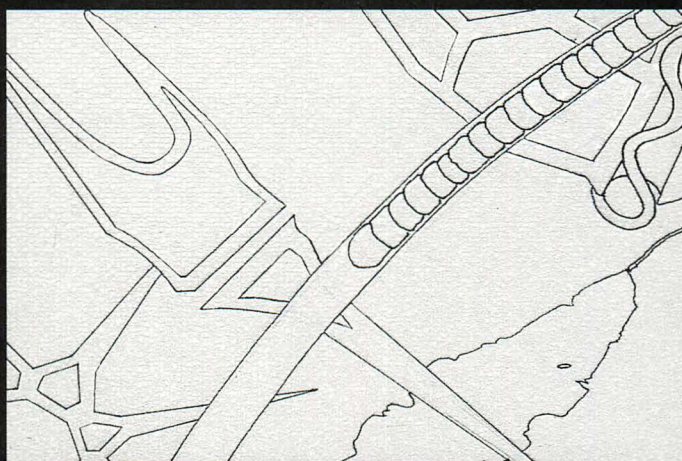


藻類

The Japanese Journal of Phycology (Sôru)

第53卷 第1号 2005年3月10日

The 29th Annual Meeting



The Japanese Society of

Phycology

Kyoto 2005

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。本会は定期発行物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) 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学内海域環境教育研究センター

羽生田岳昭 Tel 078-803-5781 Fax 078-803-5781 e-mail hanyut@kobe-u.ac.jp

(会員事務担当：入退会、住所変更、会費) 〒917-0003 小浜市学園町1-1 福井県立大学生物資源学部海洋生物資源学科

神谷充伸 Tel 0770-52-9606 Fax 0770-52-6003 e-mail mkamiya@fpu.ac.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) 〒658-8501 神戸市東灘区岡本8-9-1 甲南大学理工学部生物学科

本多大輔 Tel 078-435-2515 FAX 078-435-2515 e-mail dhonda@konan-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>

2005-2006年役員

会 長：川井浩史 (神戸大学)

庶務幹事：羽生田岳昭 (神戸大学)

庶務幹事：神谷充伸 (福井県立大学) (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：本多大輔 (甲南大学)

評 議 員：鱒坂哲朗 (京都大学)

出井雅彦 (文教大学)

井上 勲 (筑波大学)

今井一郎 (京都大学)

大城 香 (福井県立大学)

奥田一雄 (高知大学)

梶原忠彦 (山口大学)

川口栄男 (九州大学)

倉島 彰 (三重大学)

嵯峨直恆 (北海道大学)

南雲 保 (日本歯科大学)

野呂忠秀 (鹿児島大学)

原 慶明 (山形大学)

藤田大介 (東京海洋大学)

堀口健雄 (北海道大学)

前川行幸 (三重大学)

吉崎 誠 (東邦大学)

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)

鹿児島県屋久島の河川におけるアユの分布と付着藻類植生

阿部信一郎¹・井口恵一朗¹・南雲 保²・片野 修¹

¹水産総合研究センター中央水産研究所 (〒386-0031 長野県上田市小牧1088)

²日本歯科大学 (〒102-8159 東京都千代田区富士見1-9-20)

Shin-ichiro Abe¹, Kei'ichiro Iguchi¹, Tamotsu Nagumo² and Osamu Katano¹: Distribution of ayu (*Plecoglossus altivelis*) and benthic algal flora in the Yaku Island, Kagoshima Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 53: 1 - 5, Mar. 10, 2005

Benthic algal flora and fish fauna were investigated in thirteen streams through the Yaku Island, Kagoshima Prefecture, Japan. In the all streams the grazing goby, *Sicyopterus japonicus*, was observed by snorkeling census, although ayu, *Plecoglossus altivelis*, was recognized in the four of thirteen streams. Filamentous cyanobacteria, *Homoeothrix janthina*, predominated in the streams with and without ayu, although their biomass was greater in the streams with ayu than without ayu. The distribution of the other fish had no significant effects on the biomass of the filamentous cyanobacteria and there were no significant differences in nine environmental factors (width, water velocity, depth, pH, temperature, total nitrogen and phosphorus, the ratio of nitrogen and phosphorus and sky openness) between the streams with and without ayu. It appeared that the presence of ayu allow the filamentous cyanobacteria to increase in the natural environment.

Key Index Words: ayu, benthic algal flora, grazing goby, *Homoeothrix janthina*, *Plecoglossus altivelis*, Yaku Island

¹National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, Komaki 1088, Ueda, Nagano, 386-0031 Japan

²The Nippon Dental University, Fujimi 1-9-20, Chiyoda, Tokyo, 102-8159 Japan

藻食魚類の採食は、河川付着藻類の群落構造を変化させ (Power and Matthews 1983, Power *et al.* 1985, 1988, Wootton & Oemke 1992, Gelwick *et al.* 1997), 生態系に多大な影響を及ぼすことが知られている (Stewart 1987, Gelwick & Matthews 1992, Flecker 1992, Pringle and Hamazaki 1997)。日本の河川においても数種の藻食魚類が分布しており、なかでもアユ (*Plecoglossus altivelis* Temminck & Schlegel) は広く分布し、かつ、水産的に重要な魚種として各地で盛ん

に増殖事業が行われている。これまでに人工河川を用いた実験から、アユの採食により付着藻類群落が、珪藻優占群落から糸状藍藻 (*Homoeothrix janthina* (Bornet & Flahault) Starmach) 優占群落へ変化することが知られている (Abe *et al.* 2001)。しかし、天然河川においてアユの採食の影響を調査した例は少ない (Abe *et al.* 2000, 2003)。

屋久島は、鹿児島県大隈半島から約60km離れた沖合にあり (Fig. 1), 堆積岩からなる熊毛層群に花崗岩が隆起して形成

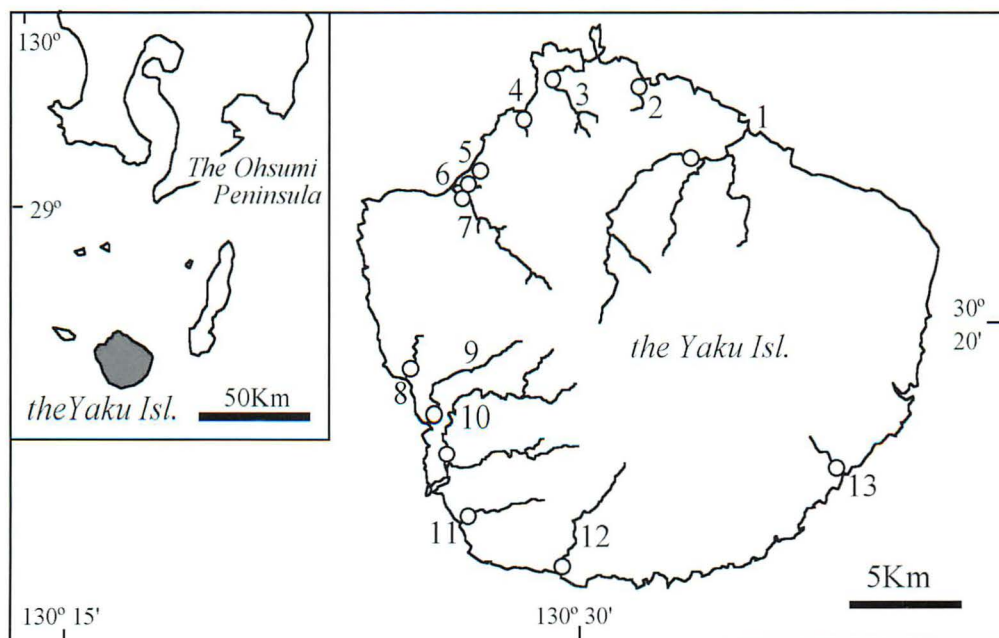


Fig. 1. Map of the Yaku Island and the thirteen streams (1 - 13). 1. the Miyanoura River, 2. the Shitoko River, 3. the Isso River, 4. the Yoshida River, 5. an anonymous stream, 6. the Domen River, 7. the Nagata River, 8. the Segiri River, 9. the Oho River, 10. the Koyouzi River, 11. the Nakama River, 12. the Yu River, 13. the Nakase River. Open circle shows the location of the study site in each stream.

Table 1. List of fish taxa observed by snorkeling census in the thirteen streams (1 - 13). Plus mark (+) indicates presence.

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Plecoglossus altivelis</i>	+		+				+			+			
<i>Sicyopterus japonicus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stiphodon elegans</i>					+					+	+		
<i>Tridentiger kuroiwae</i>	+					+							
<i>Rhinogobius giurinus</i>	+			+		+				+	+		
<i>Rhinogobius spp.</i>	+	+	+		+	+		+	+	+		+	+
<i>Kuhlia marginata</i>	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	

された南西諸島中帯の島である。屋久島は、約500km²程度の小さな島であり、標高1900mを超える奥岳山塊に源を發し急峻な斜面を流れ下る多くの河川を有している。本研究では、天然河川における付着藻類群落に及ぼすアユの採食の影響について検討するため、屋久島においてアユが分布する河川と分布していない河川の付着藻類植生を調査したので報告する。

方法

調査は、2003年10月29 - 31日に屋久島を流れる13河川(宮之浦川、志戸子川、一奏川、吉田川、無名の河川、土面川、永田川、瀬切川、大川、小楊枝川、中間川、湯川、中瀬川)にて行った(Fig. 1)。各河川の調査地点は、アユの移動を妨げる堰および滝などの下流に設定した。各地点において、約200mの区間を約10分間、潜水観察し魚類相を調査した他、川幅、流速、水深、水温、水質(pH、全窒素、全リン、全窒素対全リン比)および開空率を測定した。本研究では、開空率を全天写真において空が見える部分の面積の比率によって表し、日照条件の指標とした。なお、開空率は、魚眼レンズ(オリンパスFC0N-02)付きデジタルカメラ(オリンパスC-900 Zoom)により撮影した全天写真をコンピューターソフト(CanopOn ver. 1.10, <http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/canopon>)を用いて解析した。流速は、プロペラ式流速計(コスモ理研CR-7型)を用いて測定した。河川水の全窒素および全リン濃度は、アルカリペルオキシ二硫酸ナトリウム溶液およびペルオキシ二硫酸ナトリウム溶液をそれぞれ添加し加熱分解した後、オートアナライザー(ブラン・ルーベ(株)社TRAACS 800)を使って測定した。各地点の底質は、いずれも粒径10cm以上の石および巨石が優占していた。

付着藻類は、各地点において無作為に選んだ6個の石の上に置いた方形枠内(5 x 5cm)からナイロンブラシと洗ビンを使って採集した。6個の石から採集した付着藻類を1つに併せ、さらに2つに小分けした後、その1つに直ちにホルマリン(5%)を加え種類組成測定用の試料とした。残りの試料は、ガラス繊維ろ紙(Whatman GF/C)を使ってろ過し、残渣を80°Cで24時間乾燥させ乾燥重量を求めた後、500°Cで燃焼させ灰分重量を測定した。付着藻類の現存量は、乾燥重量から灰分重量を引いて求めた強熱減量により表した。固定した付着藻類試料は、細胞計数板を用いて光学顕微鏡(x40)10視野内における珪藻細胞数を計数し、さらに、緑藻および藍藻を同定した後、それらの被度を算出して優占度とした。また、

糸状藍藻の現存量は、試料中の糸状体密度と糸状体の平均サイズ(>0.1μm)を測定し、それらの値を使って算出した体積により表した。その後、試料を南雲(1995)の方法を用いて洗浄し、プルーラックスに封入後、光学顕微鏡(x100)を用いて珪藻を同定した。この際、出現種ごとに被殻数を計数し相対頻度を求めた。また、顕微鏡写真から、各珪藻種の殻面面積を算出した。各珪藻種の優占度は、光学顕微鏡10視野内の珪藻細胞数に、相対頻度および殻面面積を掛合せ求めた被度により表した。

データは、*t*検定法を用いて解析した。なお、データの正規性および等分散性を高めるため、優占度および開空率データは逆正弦変換および現存量データは対数変換によりそれぞれ変数変換し解析した。

結果

潜水観察の結果、13河川より7種類の魚類が確認され、そのうち2種類の藻食魚が認められた。アユは13河川のうち4河川(宮之浦川、一奏川、永田川および小楊枝川)において観察されたが、ボウズハゼ(*Sicyopterus japonicus* (Tanaka))は全ての河川で認められた。さらに、アユの分布が確認された河川および未確認の河川において、雑食性魚類であるナンヨウボウズハゼ(*Stiphodon percnopterygionus* Watson & Chen)、ナガノゴリ(*Tridentiger kuroiwae* Jordan & Tanaka)、ゴクラクハゼ(*Rhinogobius giurinus* (Rutter))、ヨシノボリ類(*Rhinogobius* spp.)およびユゴイ(*Kuhlia marginata* (Cuvier))が観察された(Table 1)。

本研究では、13河川より採集した付着藻類試料より、38種類(緑藻1種類、藍藻4種類、珪藻33種類)を同定した(Table 2)。アユの分布が確認された河川および未確認の河川、いずれにおいても糸状藍藻*Homoeothrix janthina*(Fig. 2)が優占(平均50%以上)していた。また、珪藻では、アユが未確認の河川で、*Achnanthes subhudsonis* Hustedt(Fig. 3)、*A. crenulata* Grunow(Fig. 4)、*Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow(Fig. 5)、*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot(Fig. 6)および*Reimeria sinuata* (W. Gregory) Kociolek & Stoermer(Fig. 7)が優占(平均2%以上)していた。一方、アユの分布が確認された河川では*Gomphonema parvulum* Kützing(Fig. 8)および*N. cryptotenella*がそれぞれ優占(平均2%以上)していた。

アユの分布が未確認の河川における*H. janthina*の優占度

Table 2. List of algal taxa identified in the benthic algal communities in the thirteen streams (1 - 13). Plus mark (+) indicates presence. The shaded columns are indicates the streams where ayu were observed.

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BACILLARIOPHYCEAE													
<i>Achnanthes cremulata</i>			+	+	+	+		+			+		
<i>A. oblongella</i>		+				+	+	+		+	+	+	+
<i>A. subhudsonis</i>		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+
<i>Achnantheidium convergens</i>		+	+	+		+	+	+		+	+		+
<i>A. exiguum</i>					+		+						
<i>A. minutissima</i>		+	+	+		+	+	+	+		+		+
<i>Brachysira brebissonii</i>								+		+			
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>			+		+	+				+	+		
<i>Cymbella silesiaca</i>	+	+	+	+			+	+					+
<i>Eunotia exigua</i>	+	+						+		+			
<i>E. pectinalis</i>											+		+
<i>Fragilaria capucina</i>	+	+											
<i>F. vaucheriae</i>		+				+	+	+		+			
<i>Gomphonema augur</i>		+			+								
<i>G. biceps</i>		+	+			+				+	+		
<i>G. clevei</i>	+	+			+	+	+	+		+		+	
<i>G. parvulum</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Melosira varians</i>										+	+		
<i>Navicula cryptotenella</i>	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
<i>N. gregaria</i>			+	+			+				+		
<i>N. notha</i>		+	+			+	+						
<i>N. pseudacceptata</i>				+	+								
<i>Nitzschia amphibia</i>			+	+									
<i>N. hantzschiana</i>				+									
<i>N. palea</i>		+	+	+		+					+		
<i>Planothidium lanceolatum</i>				+	+	+							
<i>Reimeria simuata</i>		+	+				+		+		+	+	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			+										
<i>Stauroneis japonica</i>						+							
<i>S. kriegerii</i>					+						+		
<i>Sullaphore pupula</i>					+		+						
<i>Surirella linearis</i>		+	+			+					+	+	
<i>Synedra ulna</i>		+	+					+			+		
CYANOPHYCEAE													
<i>Homoeothrix janthina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chamaesiphon</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Calothrix</i> sp.		+				+							
<i>Phormidium</i> spp.		+	+			+	+		+				+
CHLOROPHYCEAE													
Filamentous green algae		+		+	+	+						+	+

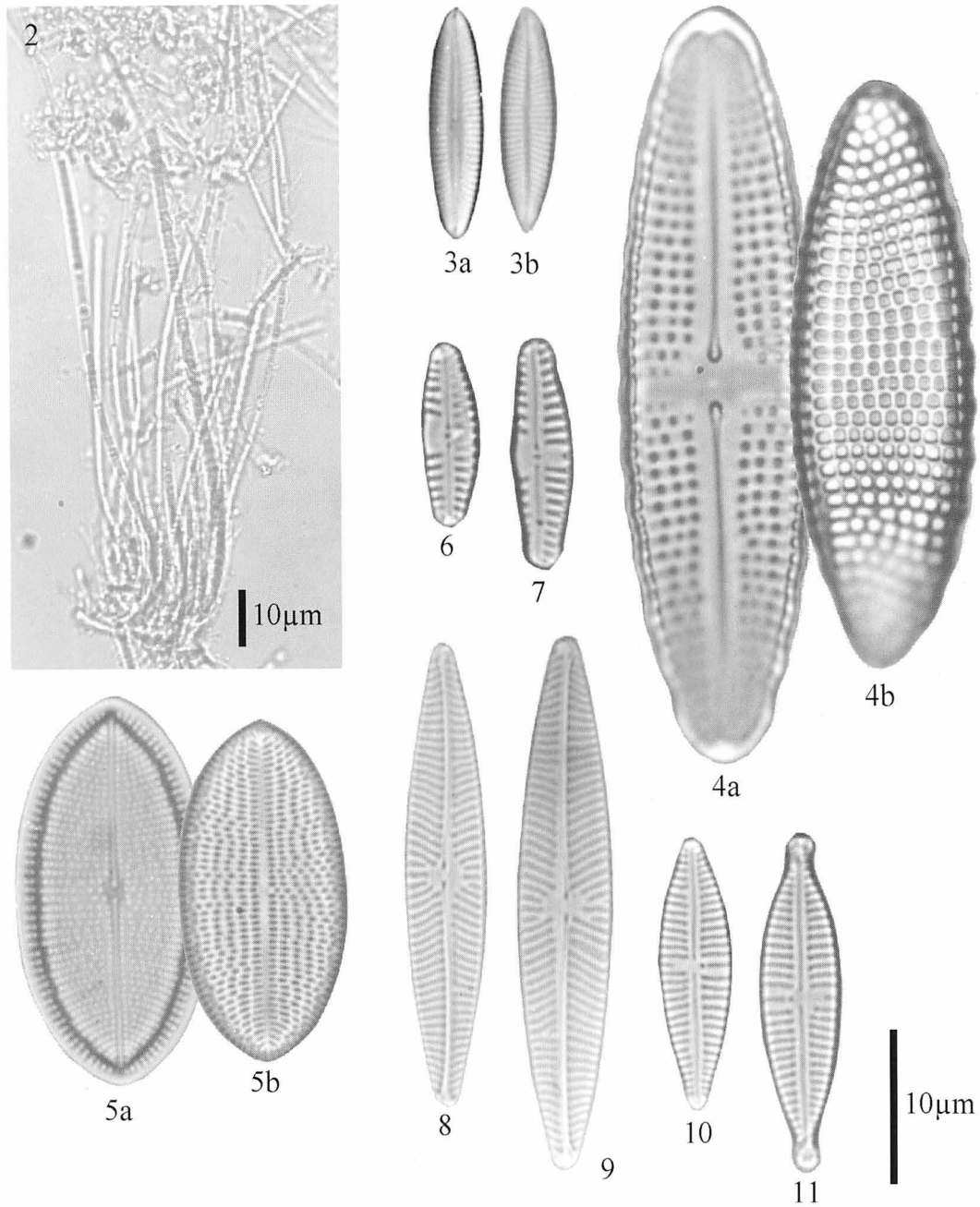


Fig. 2. *Homoeothrix janthina*. Fig. 3. *Achmanthes subhudsonis*: a. Raphe valve. b. Rapheless valve. Fig. 4. *Achmanthes cremulata*: a. Raphe valve. b. Rapheless valve. Fig. 5. *Cocconeis placentula* var. *euglypta*: a. Raphe valve. b. Rapheless valve. Fig. 6, 7. *Reimeria sinuate*. Fig. 8, 9. *Navicula cryptotenella*. Fig. 10, 11. *Gomphonema parvulum*

は、珪藻類の優占度との間に有意な差は認められなかった ($t = 1.450$, $p > 0.1$, Fig. 12A)。しかし、アユの分布が確認された河川における *H. janthina* の優占度は、珪藻類に比べ有意に高かった ($t = 6.335$, $p < 0.01$, Fig. 12A)。さらに、*H. janthina* の現存量は、アユが未確認の河川に比べ、アユの分布が確認された河川で有意に高かった ($t = 3.698$, $p < 0.05$, Fig. 12B)。一方、*H. janthina* の現存量に対し、ナンヨウボウズハゼ ($t = 0.137$, $p > 0.5$)、ナガノゴリ ($t = 0.314$, $p > 0.5$)、ゴクラクハゼ ($t = 0.392$, $p > 0.5$)、ヨシノボリ類 ($t = 0.177$, $p > 0.5$) およびユゴイ ($t = 1.539$, $p > 0.1$) の有無による影響は認められなかった。また、調査地点の川幅、流速、水深、水温、水質 (pH, 全窒素, 全リ

ン, 全窒素対全リン比)、開空率および付着藻類の現存量について、いずれもアユの分布が確認された河川および未確認の河川間で有意な差は認められなかった (Table 3)。

考察

屋久島ではアユが離散的に分布し、アユの分布する河川では、アユが確認されなかった河川に比べ、糸状藍藻の現存量が高くなっていた。本研究では、アユの他、5種類の雑食性魚類の分布が離散的に確認されたが、糸状藍藻の現存量に対しこれら魚類の分布の影響は認められなかった。さらに、調査した9項目の物理・化学的環境要因について、アユの分布する河川および分布が確認されなかった河川の間で有意な違

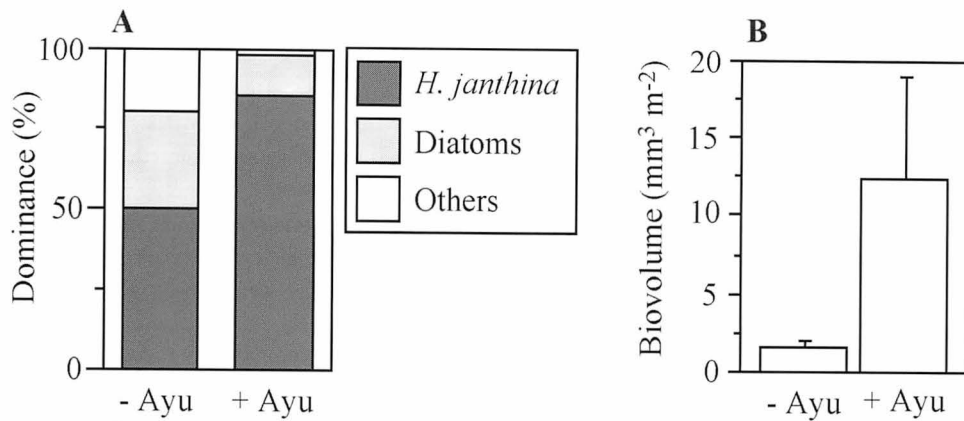


Fig. 12. Dominance of the algal taxa (A) and biovolume of *H. janthina* (B) in the streams with (+ Ayu) and without ayu (- Ayu). Vertical bars indicate standard errors.

いは認められず、アユの分布が付着藻類の群落構造に強く影響を及ぼしていたものと考えられる。これまでに、人工河川を用いた実験から、アユの採食によって河床に糸状藍藻優占群落の形成されることが報告されており (Abe *et al.* 2001)、天然河川においてもアユに頻りに採食された場所では糸状藍藻が優占すること (Abe *et al.* 2000)、アユの遡上に伴い珪藻群落から糸状藍藻群落に変化することがそれぞれ報告されている (Abe *et al.* 2003)。本研究の結果は、これらの既報の知見と一致し、天然河川においてもアユの採食が付着藻類群落に強い影響を及ぼしていることを示す。

叢状のコロニーを形成する糸状藍藻類は、魚類の採食に対し強い抵抗性を有しており (Abe *et al.* 2001)、様々な種類の藻食魚によって採食されている環境下で繁茂することが知られている (Power *et al.* 1988, Gelwick *et al.* 1997, Flecker 1996, Pringle & Hamazaki 1997)。本研究では、調査した全ての河川において藻食性のボウズハゼが分布しており、アユの分布が確認されなかった河川においても糸状藍藻が優占種となっていた。しかし、アユの分布が確認されなかった河川では、糸状藍藻の現存量が低く、珪藻と糸状藍藻の優占度にも有意な差は認められなかった。この結果は、糸状藍藻の増殖に及ぼす影響が、藻食魚の種類により異なることを示

している。水生昆虫を用いた実験から、付着藻類の群落構造に及ぼす影響は、藻食動物の採食行動の違いにより異なることが知られている (Hill & Knight 1988, Karouna & Fuller 1992)。今後、魚類においても口器の形態および採食行動等の比較研究を通して、付着藻類群落に及ぼす藻食魚の影響について検討していくことが必要である。

引用文献

- Abe, S., Uchida, K., Nagumo, T. & Tanaka, J. 2001. Effects of a grazing fish, *Plecoglossus altivelis* (Osmeridae), on the taxonomic composition of freshwater benthic algal assemblages. *Arch. Hydrobiol.* 150: 581-595.
- Abe, S., Katano, O., Nagumo, T. & Tanaka, J. 2000. Grazing effects of ayu, *Plecoglossus altivelis*, on the species composition of benthic algal communities in the Kiso River. *Diatom* 16: 37-43.
- Abe, S., Uchida, K., Shimizu A., Nagumo, T. & Tanaka, J. 2003. Algal succession corresponding with the upstream migration of ayu *Plecoglossus altivelis* in the Nezugaseki River. *Proceeding of Algae 2002*: 11-15.
- Flecker, A. S. 1992. Fish trophic guild and the structure of a tropical stream: weak direct vs. strong indirect effects. *Ecology* 73: 927-940.
- Flecker, A. S. 1996. Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a

Table 3. Ranges of nine environmental factors (width, water velocity, depth, temperature, pH, total nitrogen (TN), total phosphorus (TP), the ratio of TN to TP (N/P ratio), sky openness) and algal biomass in the streams with (+ Ayu) and without ayu (- Ayu). Asterisk indicates $p > 0.05$.

	- Ayu (n = 4)	+ Ayu (n = 9)	t value
Width (m)	2.4 - 17.5	6.0 - 13.0	0.601*
Water Velocity (cm s ⁻¹)	19.1 - 132.9	26.1 - 41.7	0.843*
Depth (cm)	15.0 - 79.6	38.0 - 83.1	2.030*
Temp. (°C)	14.7 - 17.1	14.8 - 17.9	0.595*
pH	7.0 - 7.9	6.7 - 7.5	1.469*
TN (mg L ⁻¹)	0.073 - 0.271	0.060 - 0.112	1.003*
TP (mg L ⁻¹)	0.002 - 0.015	0.001 - 0.004	1.867*
N/P ratio	6 - 142	15 - 85	0.687*
Openness (%)	23.9 - 61.8	48.7 - 63.5	2.245*
AFDM (g m ⁻²)	0.56 - 2.55	0.79 - 1.45	0.214*

- diverse tropical stream. *Ecology* 77: 1845-1854.
- Gelwick, F. P. & Matthews, W. J. 1992. Effect of an algivorous minnow on temperate stream ecosystem properties. *Ecology* 73: 1630-1645.
- Gelwick, F. P., Stock, M. P. & Matthews, W. J. 1997. Effect of fish, water depth, and predation risk on patch dynamics in a north-temperate river ecosystem. *Oikos* 80: 382-398.
- Hill, W. R. & Knight, A. W. 1988. Concurrent grazing effects of two stream insects on periphyton. *Limnol. Oceanogr.* 33: 15-26.
- Karouna, N. K. & Fuller, R. L. 1992. Influence of four grazers on periphyton communities associated with clay tiles and leaves. *Hydrobiologia* 245: 53-64.
- 南雲 保. 1995. 簡単に安全な珪藻被殻の洗浄法. *Diatom* 10: 88.
- Power, M. E. & Matthews W. J. 1983. Algae-grazing minnows (*Camptostoma anomalum*), piscivorous bass (*Micropterus* spp.), and the distribution of attached algae in a small prairie-margin stream. *Oecologia* 60: 328-332.
- Power, M. E., Matthews, W. J. & Stewart, A. J. 1985. Grazing minnows, piscivorous bass, and stream algae: dynamics of a strong interaction. *Ecology* 66: 1448-1456.
- Power, M. E., Stewart, A. J. & Matthews, W. J. 1988. Grazer control of algae in an Ozark Mountain stream: effects of short-term exclusion. *Ecology* 69: 1894-1898.
- Pringle, C. M. & Hamazaki, T. 1997. Effects of fishes on algal response to storms in a tropical stream. *Ecology* 78: 2432-2442.
- Stewart, A. J. 1987. Responses of stream algae to grazing minnows and nutrients: a field test for interactions. *Oecologia* 72: 1-7.
- Wootton, J. T. & Oemke, M. P. 1992. Latitudinal difference in fish community trophic structure, and the role of fish herbivory in a Costa Rican stream. *Environ. Biol. Fishes* 35: 311-319.

(Received 3 May 2004; Accepted 1 Feb. 2005)

山口県沿岸のホンダワラ類の生育適温と上限温度

原口展子¹・村瀬 昇¹・水上 譲¹・野田幹雄¹・吉田吾郎²・寺脇利信²

¹ 水産大学校生物生産学科 (759-6595 山口県下関市永田本町 2-7-1)

² 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 (739-0452 広島県佐伯郡大野町丸石 2-17-5)

Hiroko Haraguchi¹, Noboru Murase¹, Yuzuru Mizukami¹, Mikio Noda¹, Goro Yoshida², Toshinobu Terawaki²: The optimal and maximum critical temperatures of nine species of the Sargassaceae in the coastal waters of Yamaguchi Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôri) 53: 7 - 13, Mar. 10, 2005

Culture experiments were established at 5°C intervals from 10°C to 35°C and 1°C intervals from 25°C to 35°C to determine the optimal and maximum critical temperatures for growth of eight species of *Sargassum* and *Myagropsis myagroides*. Experimental thallus samples were collected during the summer of 2002 from the coastal areas of the Seto Inland Sea and Sea of Japan, Yamaguchi Prefecture, Japan. The nine species are segmented into two narrow (15-20°C or 20-25°C) or two broad (10-25°C or 15-25°C) optimal growth temperature regimes. Species included in the narrow, colder temperature regime are *Sargassum horneri*, *S. piluliferum*, *S. hemiphyllum* and *S. micracanthum*. Species included in the narrow warmer temperature regime are *S. patens*, *S. fulvellum* and *S. macrocarpum*. The broad temperature tolerating species include *S. thunbergii* and *Myagropsis myagroides*. The maximum critical temperatures are 27°C for *Sargassum horneri*, *S. hemiphyllum* and *S. micracanthum*, 30°C for *S. piluliferum*, *S. fulvellum* and *Myagropsis myagroides* and 31°C for *S. patens*, *S. macrocarpum* and *S. thunbergii*.

Key words: critical temperature, culture, growth, Myagropsis, optimal temperature, Sargassum, thallus

¹Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University, 2-7-1 Nagatahonmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan

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

ホンダワラ類は、褐藻綱ヒバマタ目に属する大型海藻で、北海道から南西諸島に至る日本沿岸の岩礁域に広く分布する (Yoshida 1983, 吉田 1998)。ホンダワラ類の群落は、ガラモ場と呼ばれ、多様な生物を育む生態系を構成し、沿岸の一次生産者として水産生物資源を支えるとともに、環境保全上においても重要な役割を担っている。

海藻は海底に固着して生活するため、温度や光などの環境変動の影響を強く受ける。その中でも温度は海藻の水平分布を規制する主な要因と考えられている (横浜 1986, Lüning 1990)。近年、二酸化炭素の排出が主な原因とされる温暖化が地球規模で進行し、世界的にこの問題について早急な対処が望まれている。温暖化による海洋への影響は、海水温および平均海水面の上昇などが予測される (原沢 2003)。また、海水温は表層の方が大気的气温変動に応答しやすいことから (小池 2003)、沿岸浅海域で繁茂する藻場は温暖化の影響を受けやすいと考えられる。温暖化などによる水温上昇が藻場へ及ぼす影響については、高知県土佐湾で 1990 年からの 10 年間の水温が過去 25 年間と比べて 0.5 - 1.0°C 上昇し、藻場構成種が変化したとの報告がある (大野 2003)。このように、温暖化などによる水温上昇が藻場へ及ぼす影響については現象面で報告されているにすぎず、藻場構成種の生育限界と温度との関係に着目した詳細な研究は極めて少ない (Morita *et al.* 2003a, b)。そこで、本研究では山口県沿岸でガラモ場を構成するホンダワラ類の葉状部を用いて培養実験を行ない、生育適温および生育上限温度を求め、ホンダワラ類の生育特性を明らかにした。

材料および方法

材料として、褐藻ホンダワラ科のアカモク *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh, ヤツマタモク *S. patens* C. Agardh, マメタワラ *S. piluliferum* (Turner) C. Agardh, ノコギリモク *S. macrocarpum* C. Agardh, ホンダワラ *S. fulvellum* (Turner) C. Agardh, ウミトラノオ *S. thunbergii* (Mertens ex Roth) Kuntze, イソモク *S. hemiphyllum* (Turner) C. Agardh, トゲモク *S. micracanthum* (Kützinger) Endlicher および ジョロモク *Myagropsis myagroides* (Mertens ex Turner) Fensholt (吉田ら 2000) の 9 種を用いた。

アカモク, ヤツマタモク, マメタワラ, イソモク および トゲモクを山口県の瀬戸内海に面した田布施町馬島沿岸で、ノコギリモク, ホンダワラ および ジョロモクを山口県の日本海側に面した下関市蓋井島沿岸で、さらに、ウミトラノオを日本海に面した豊浦町川棚漁港沿岸でそれぞれ採集した (Fig. 1)。馬島沖の 1987 年から 1992 年の表層平均水温は、3 月に最低 11.1°C, 8 月に最高 25.8°C であった (村瀬ら 1993)。また、蓋井島および川棚沖の 1984 年から 1991 年の表層平均水温は、3 月に最低 12.8°C, 8 月に最高 25.7°C であった (下関沿岸漁業振興調査計画検討委員会 1993)。材料については、8 - 10 月に採集し、採集時の水温は 23.0 - 28.6°C であった (Table 1)。

採集した藻体を水産大学校水産植物学研究室に持ち帰り、傷がつかないように付着生物を取り除き、生長点を含む主枝 (アカモクのみ茎) の先端から約 2cm の長さの葉状部を切り出した (松井ら 1994)。切り出した葉状部を光量 100 μmol m⁻²

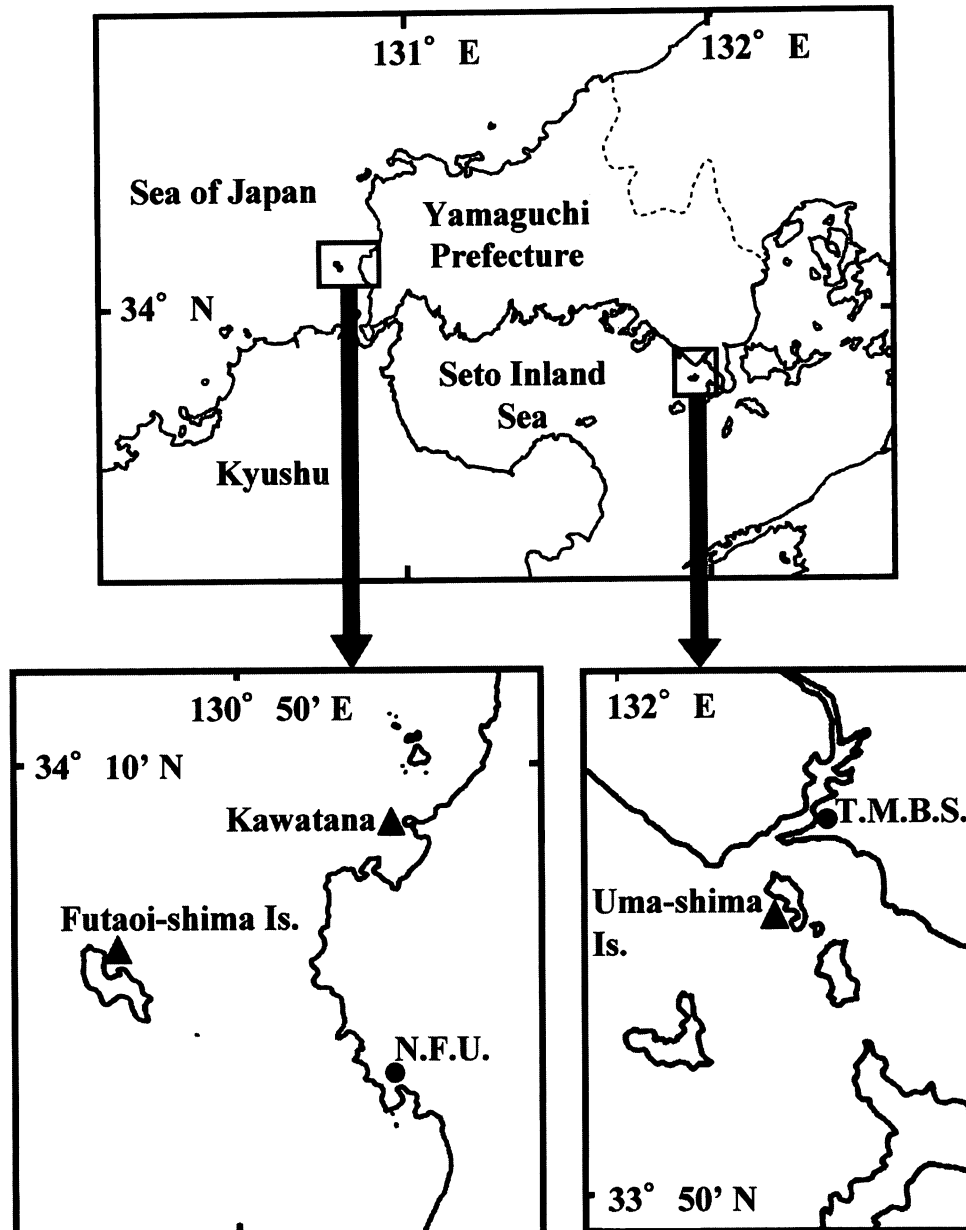


Fig. 1. Maps indicating sampling sites (▲) at Futaoui-shima Island, Kawatana and Uma-shima Island in Yamaguchi prefecture. N.F.U., National Fisheries University; T.M.B.S., Tana Marine Biological Station of National Fisheries University.

s^{-1} (白色蛍光灯, 20W × 3本), 明暗周期 12L : 12D, 20°C で約 1 週間通気して予備培養した。

まず, 10 – 35°C の 5°C 間隔で生育適温および生育上限温度の範囲を培養実験で調べた。次に, 生育上限温度を明らかにするため, 25 – 30°C もしくは 30 – 35°C の 1°C 間隔で培養実験を行なった。培養期間中, 藻体の先端からの主枝 (もしくは茎) の長さを主枝長 (茎長) として 5 個体ずつ 3 日ごとに 12 日間測定した。生長の評価については以下の計算式によって求め, 相対生長率で表わした。

相対生長率 = $\log_e(\text{最終日の値} / \text{開始日の値}) / \text{培養日数} \times 100$

5°C 間隔の培養実験には空冷式恒温器 (SANYO, MIR-153) を使い, 1°C 間隔の培養実験には流水式 6 連温度勾配培養装置 (Morita *et al.* 2003a) を用いた。これらの培養装置には, 予備培養後の材料と培地が入った容量 1L の平底フラスコを各

温度区に設置し, 光量 $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 明暗周期 12L : 12D の光条件下で通気して培養した。培地には PESI 海水を用いた (Tatewaki 1966)。

結果

1. 生育適温

5°C 間隔の培養実験結果を Fig. 2 に示す。アカモクは, 実験開始時の茎長が $1.57 \pm 0.13 \text{cm}$ であった (Table 1)。培養 12 日間の相対生長率は 10°C で最も低く, 15 および 20°C では高かった (Fig. 2a)。相対生長率は 15 および 20°C では, それぞれ $3.8 \pm 2.0\% \text{ day}^{-1}$, $3.4 \pm 3.3\% \text{ day}^{-1}$ で有意な差が認められなかった (*t*-test, $p < 0.05$)。25°C では相対生長率が低下し, 30 および 35°C では, 藻体が柔らかくなり, 葉や生長点の脱落が認められ, すべての藻体が枯死した (Fig. 3)。よっ

Table 1. Sargassaceae sampling data and experimental results

Species	Sampling			Experiment	
	Site	Date	W.T.* (°C)	T.L.** (cm)	Length*** (cm)
<i>Sargassum horneri</i>	Uma-shima Is., Tabuse	Sept. 2002	26.6	2.4±0.4	1.57±0.13
<i>S. patens</i>	Uma-shima Is., Tabuse	Aug. 2002	28.6	23.5±2.0	2.14±0.03
<i>S. piluliferum</i>	Uma-shima Is., Tabuse	Oct. 2002	23.8	26.3±6.0	1.98±0.08
<i>S. macrocarpum</i>	Futaoi-shima Is., Shimonoseki	Oct. 2002	23.0	31.0±1.5	1.50±0.06
<i>S. fulvellum</i>	Futaoi-shima Is., Shimonoseki	Oct. 2002	23.0	30.9±2.7	2.10±0.07
<i>S. thunbergii</i>	Kawatana, Toyoura	Sept. 2002	28.2	12.7±2.1	2.31±0.07
<i>S. hemiphyllum</i>	Uma-shima Is., Tabuse	Aug. 2002	27.7	19.0±1.4	2.18±0.09
<i>S. micracanthum</i>	Uma-shima Is., Tabuse	Oct. 2002	23.8	24.7±3.1	1.54±0.06
<i>Myagropsis myagroides</i>	Futaoi-shima Is., Shimonoseki	Oct. 2002	23.0	27.8±3.6	1.83±0.02

*, Water temperature; **, Total length (Means±95% confidence level, n=20); ***, Length of main branches or stems (Means±95% confidence level, n=50).

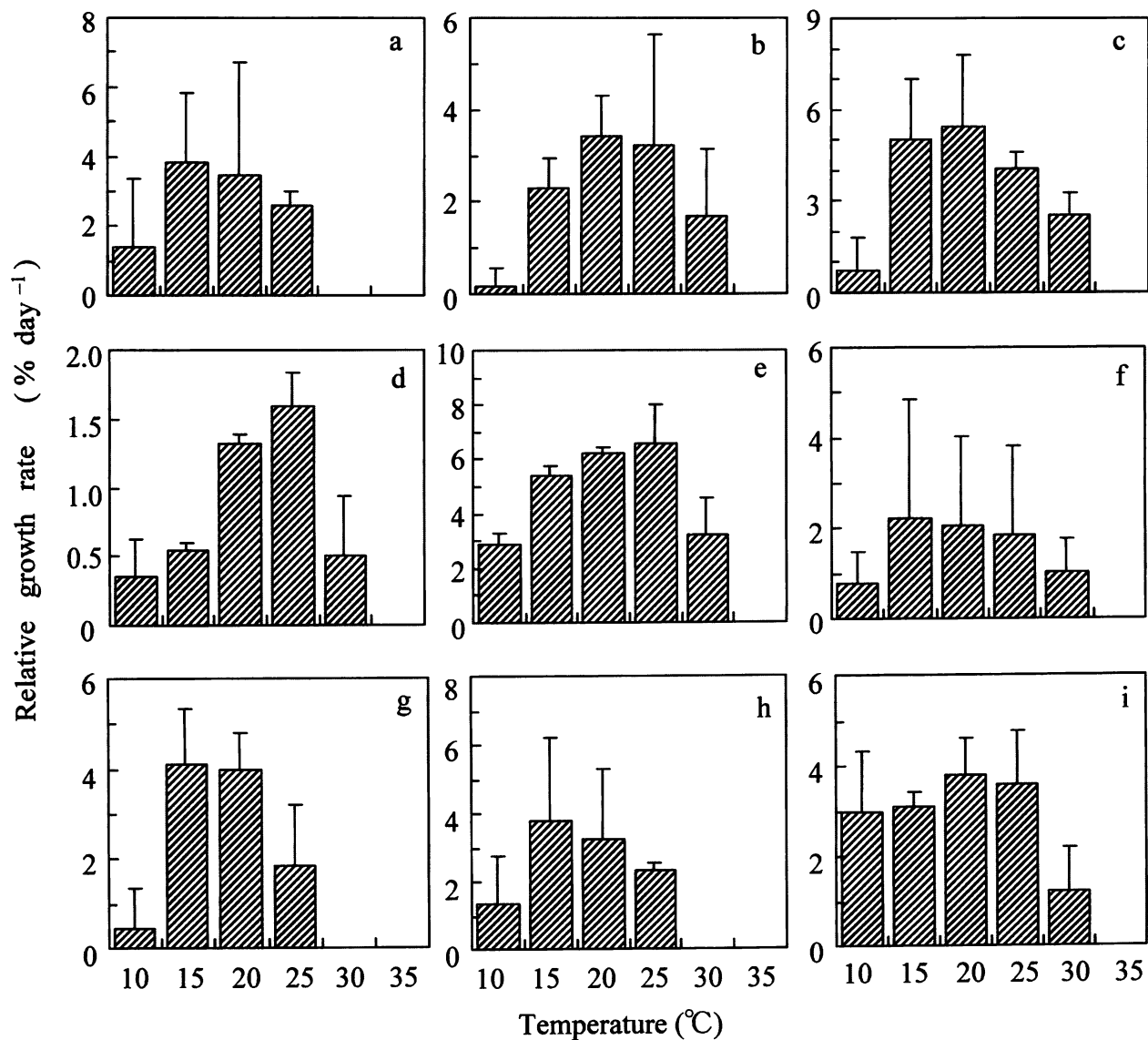


Fig. 2. Relative growth rates of thallus tips of *Sargassum horneri* (a), *S. patens* (b), *S. piluliferum* (c), *S. macrocarpum* (d), *S. fulvellum* (e), *S. thunbergii* (f), *S. hemiphyllum* (g), *S. micracanthum* (h) and *Myagropsis myagroides* (i) at 5°C intervals from 10°C to 35°C. The culture experiments were carried out under the light intensity of 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for 12 days. Upper bars are 95% confidence level. n=5.

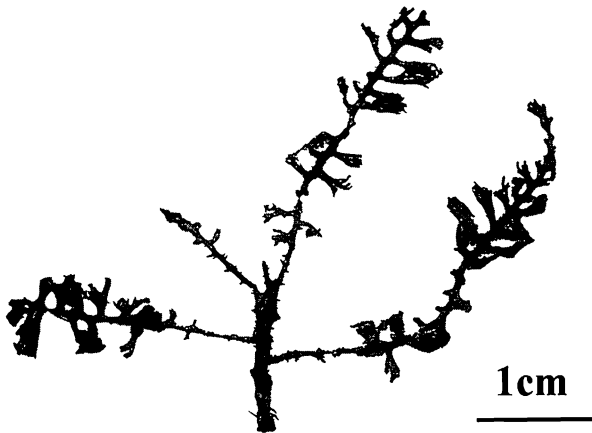


Fig. 3. Withering thallus tip of *Sargassum horneri*.

て、アカモクの生育適温は15および20°Cであった (Table 2)。ヤツマタモクは、実験開始時の主枝長が 2.14 ± 0.03 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10–20°Cの範囲で温度が上昇するにつれて高い値を示した (Fig. 2b)。相対生長率は20および25°Cでは、それぞれ $3.4 \pm 0.9\%$ day⁻¹、 $3.2 \pm 2.4\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。30°Cでは相対生長率が低下し、35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、ヤツマタモクの生育適温は20および25°Cであった (Table 2)。マメタワラは、実験開始時の主枝長が 1.98 ± 0.08 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10°Cで最も低く、15および20°Cでは高かった (Fig. 2c)。相対生長率は15および20°Cでは、それぞれ $5.0 \pm 2.0\%$ day⁻¹、 $5.4 \pm 2.3\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。25および30°Cでは相対生長率が順に低下し、35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、マメタワラの生育適温は15および20°Cであった (Table 2)。ノコギリモクは、実験開始時の主枝長が 1.50 ± 0.06 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10–25°Cの範囲で温度が上昇するにつれて高い値を示した (Fig. 2d)。25°Cの相対生長率は $1.6 \pm 0.3\%$ day⁻¹ であった。30°Cでは相対生長率が低下し、35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、ノコギリモクの生育適温は25°Cであった (Table 2)。ホンダワラは、実験開始時の主枝長が 2.10 ± 0.07 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10–25°Cの範囲で温度が上昇するにつれて高い値を示した (Fig. 2e)。相対生長率は20および25°Cでは、それぞれ $6.2 \pm 0.2\%$ day⁻¹、 $6.6 \pm 1.4\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。30°Cでは相対生長率が低下し、35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、ホンダワラの生育適温は20および25°Cであった (Table 2)。ウミトラノオは、実験開始時の主枝長が 2.31 ± 0.07 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10°Cで最も低く、15–25°Cでは高かった (Fig. 2f)。相対生長率は15–25°Cでは、 1.9 ± 2.0 – $2.2 \pm 2.6\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。30°Cでは相対生長率が低下し、35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、ウミトラノオの生育適温は15–25°Cであった (Table 2)。イソモクは、実験開始時の主枝長が 2.18 ± 0.09 cmであった (Table 1)。培

養12日間の相対生長率は10°Cで最も低く、15および20°Cでは高かった (Fig. 2g)。相対生長率は15および20°Cでは、それぞれ $4.1 \pm 1.3\%$ day⁻¹、 $4.0 \pm 0.8\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。25°Cでは相対生長率が低下し、30および35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、イソモクの生育適温は15および20°Cであった (Table 2)。トゲモクは、実験開始時の主枝長が 1.54 ± 0.06 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10°Cで最も低く、15および20°Cでは高かった (Fig. 2h)。相対生長率は15および20°Cでは、それぞれ $3.8 \pm 2.4\%$ day⁻¹、 $3.3 \pm 2.0\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。25°Cでは相対生長率が低下し、30および35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、トゲモクの生育適温は15および20°Cであった (Table 2)。ジョロモクは、実験開始時の主枝長が 1.83 ± 0.02 cmであった (Table 1)。培養12日間の相対生長率は10–25°Cの範囲で高い値を示した (Fig. 2i)。相対生長率は10–25°Cでは、 3.1 ± 0.3 – $3.8 \pm 0.8\%$ day⁻¹ で有意な差が認められなかった (t-test, $p < 0.05$)。30°Cでは相対生長率が低下し、35°Cではすべての藻体が枯死した。よって、ジョロモクの生育適温は10–25°Cであった (Table 2)。

2. 生育上限温度

1°C間隔の培養実験結果を Fig. 4 に示す。アカモクは、25–27°Cで生長が認められ、相対生長率が 2.3 ± 1.8 – $2.8 \pm 0.4\%$ day⁻¹ であった (Fig. 4a)。28°Cでは培養12日目までに、29および30°Cでは培養9日目までにすべての藻体が枯死した。よって、アカモクの生育上限温度は27°Cであった (Table 2)。ヤツマタモクは、30および31°Cで生長が認められ、相対生長率はそれぞれ $1.7 \pm 1.5\%$ day⁻¹、 $1.1 \pm 1.1\%$ day⁻¹ であった (Fig. 4b)。32°Cでは培養6日目までに、33°C以上では培養3日目までにすべての藻体が枯死した。よって、ヤツマタモクの生育上限温度は31°Cであった (Table 2)。マメタワラは、30°Cで生長が認められ、相対生長率は $2.5 \pm 0.8\%$ day⁻¹ であった (Fig. 4c)。31および32°Cでは培養9日目までに、33°C以上では培養3日目までにすべての藻体が枯死した。よって、マメタワラの生育上限温度は30°Cであった (Table 2)。ノコギリモクは、30および31°Cで生長が認められ、相対生長率はそれぞれ $0.5 \pm 0.4\%$ day⁻¹、 $1.0 \pm 1.1\%$ day⁻¹ であった (Fig.

Table 2. The optimal temperature (O.T.) and the maximum critical temperature (M.T.) for growth of nine species of Sargassaceae collected in summer of 2002

Species	O.T. (°C)	M.T. (°C)
<i>Sargassum horneri</i>	15·20	27
<i>S. patens</i>	20·25	31
<i>S. piluliferum</i>	15·20	30
<i>S. macrocarpum</i>	25	31
<i>S. fulvellum</i>	20·25	30
<i>S. thunbergii</i>	15–25	31
<i>S. hemiphyllum</i>	15·20	27
<i>S. micracanthum</i>	15·20	27
<i>Myagropsis myagroides</i>	10–25	30

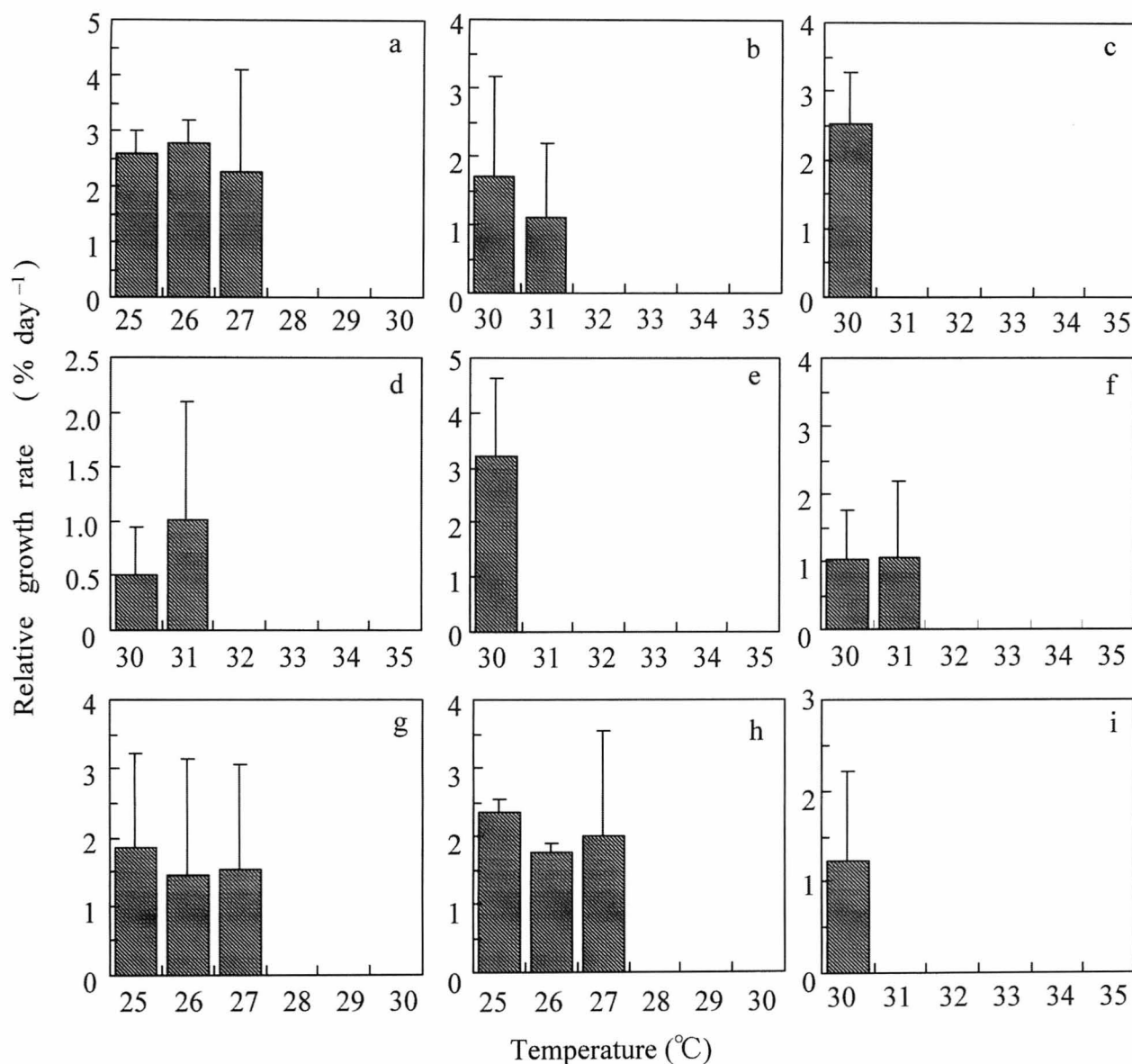


Fig. 4. Relative growth rates of thallus tips of *Sargassum horneri* (a), *S. patens* (b), *S. piluliferum* (c), *S. macrocarpum* (d), *S. fulvellum* (e), *S. thunbergii* (f), *S. hemiphyllum* (g), *S. micracanthum* (h) and *Myagropsis myagroides* (i) at 1°C intervals from 25°C to 30°C or from 30°C to 35°C. The culture experiments were carried out under the light intensity of 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for 12 days. Upper bars are 95% confidence level. $n=5$.

4d)。32–35°Cでは培養3日目までにすべての藻体が枯死した。よって、ノコギリモクの生育上限温度は31°Cであった (Table 2)。ホンダワラは、30°Cで生長が認められ、相対生長率は $3.2 \pm 1.4\% \text{ day}^{-1}$ であった (Fig. 4e)。31°Cでは培養6日目までに、32–35°Cでは培養3日目までにすべての藻体が枯死した。よって、ホンダワラの生育上限温度は30°Cであった (Table 2)。ウミトラノオは、30および31°Cで生長が認められ、相対生長率はそれぞれ $1.0 \pm 0.7\% \text{ day}^{-1}$ 、 $1.1 \pm 1.1\% \text{ day}^{-1}$ であった (Fig. 4f)。32および33°Cでは培養12日目までに、34°Cでは培養9日目までに、35°Cでは培養6日目までにすべての藻体が枯死した。よって、ウミトラノオの生育上限温度は31°Cであった (Table 2)。イソモクは、25–27°Cで生長が認められ、相対生長率が 1.5 ± 1.7 – $1.9 \pm 1.4\% \text{ day}^{-1}$ であった (Fig. 4g)。28–30°Cでは培養12日目までにすべての藻体が枯死した。よって、イソモクの生育上限温度は27°Cで

あった (Table 2)。トゲモクは、25–27°Cで生長が認められ、相対生長率が 1.8 ± 0.1 – $2.4 \pm 0.2\% \text{ day}^{-1}$ であった (Fig. 4h)。28–30°Cでは培養12日目までにすべての藻体が枯死した。よって、トゲモクの生育上限温度は27°Cであった (Table 2)。ジョロモクは、30°Cで生長が認められ、相対生長率は $1.2 \pm 1.0\% \text{ day}^{-1}$ であった (Fig. 4i)。31°Cでは培養6日目までに、32–35°Cでは培養3日目までにすべての藻体が枯死した。よって、ジョロモクの生育上限温度は30°Cであった (Table 2)。

考察

本研究で明らかにした生育適温は、15–20°Cの低温型、20–25°Cもしくは25°Cの高温型および10–25°Cもしくは15–25°Cの広温型の3つに分けることができた。低温型にはアカモク、マメタワラ、イソモクおよびトゲモクが、高温型には

ヤツマタモク、ノコギリモクおよびホンダワラが、広温型にはウミトラノオおよびジョロモクが相当した。低温型の成熟時期の水温は、アカモクが13–24°C（秋穂湾（河本・富山 1968）、忍路湾（丸伊ら 1981）、小浜湾（Umezaki 1984）、小田和湾（寺脇 1986）、松島湾（谷口・山田 1988）、広島湾（Yoshida *et al.* 2001）、マメタワラが19–25°C（土佐湾（Ohno 1979）、野母崎（四井ら 1984））、イソモクが18–20°C（野母崎（四井ら 1984））およびトゲモクが15–23°C（秋穂湾（河本・富山 1968）、野母崎（四井ら 1984）、津屋崎（本多・奥田 1990））と報告されている。高温型の成熟時期の水温は、ヤツマタモクが18–25°C（飯田湾（谷口・山田 1978）、野母崎（四井ら 1984））、ノコギリモクが20–28°C（飯田湾（谷口・山田 1978）、津屋崎（難波・奥田 1992）、深川湾（Murase and Kito 1998））およびホンダワラが15–23°C（秋穂湾（河本・富山 1968））と報告されている。広温型の成熟時期の水温は、ウミトラノオが15–28°C（舞鶴湾（Umezaki 1974）、忍路湾（丸井ら 1981）、野母崎（四井ら 1984））、ジョロモクが10–16°C（津屋崎（難波・奥田 1992））と報告されている。本研究で明らかにした各種の生育適温は既に報告された成熟時期の水温範囲に含まれているか、それとほぼ近い値を示した。温度はホンダワラ類の生長を促進し、成熟を誘引する要因の一つとして考えられており（De Wreede 1976, Ohno 1979, Prince & O'Neal 1979）、本研究の結果もこれを支持するものと考えられる。

本研究で明らかにした生育上限温度は、アカモク、トゲモクおよびイソモクが27°C、マメタワラ、ホンダワラおよびジョロモクが30°C、ヤツマタモク、ノコギリモクおよびウミトラノオが31°Cであった（Table. 2）。一方、須藤（1992）は海藻の水平分布と現場海域での海水温との関係を調べ、ホンダワラ類が生育する海域の夏季の最高水温は27–28°Cと報告し、種による違いを明瞭に示さなかった。本研究においては、生育上限温度が種により1–4°Cの違いが認められた。これは、25–35°Cの高温域で1°C間隔という詳細な培養実験を行なったためであり、ホンダワラ類の葉状部の水温応答に関わる生理的特性を明らかにできた。

Morita *et al.* (2003a, b) はワカメおよびヒロメにおいて1°C間隔の培養実験を行ない、配偶体では成熟水温、幼孢子体では生育下限温度が両種の水平分布を規制する要因のひとつであると指摘している。このため、ホンダワラ類の水平分布について温度特性の面から解明するために、生育段階別や低温域での培養実験を実施中である。

温暖化に伴う水温上昇は、沿岸の浅所で繁茂する藻場に大きな影響を与えると考えられる。高知県土佐湾では、コンブ科のカジメ *Ecklonia cava* Kjellman 群落水温上昇により衰退し、南方産のホンダワラ類で構成されるガラモ場に変化したとの報告がある（大野 2003）。本研究の結果に基づいて水温上昇の影響を予測してみると、現存のガラモ場を構成する種のうち、生育上限温度の低い種が衰退し、生育上限温度の高い種に交代することが推察される。すなわち、本研究の調査海域では、水温の上昇が顕著であった場合、生育上限

度の低いアカモク、イソモクおよびトゲモク（生育上限温度27°C）の群落は衰退し、生育上限温度の高いヤツマタモク、マメタワラ、ノコギリモク、ホンダワラ、ウミトラノオおよびジョロモク（同30–31°C）の群落が優占して繁茂することが予測される。また、生育上限温度および生育適温と水平分布との関係については、生育上限温度が27°Cと低く、生育適温が低温型であるアカモクは、北海道（東部を除く）から九州にかけて分布し、本研究で用いた材料の中では北に位置する種である（Yoshida 1983, 吉田 1998）。一方、生育上限温度が31°Cと高く、生育適温が高温型であるヤツマタモクは、日本海側の青森から九州、太平洋側の関東地方から南西諸島にかけて分布し、本研究で用いた材料の中では南に位置する種である（Yoshida 1983, 吉田 1998）。また、生育上限温度が31°Cと高く、生育適温が広温型であるウミトラノオは、北海道から南西諸島にかけて広範囲に分布する種である（Yoshida 1983, 吉田 1998）。このように、生育上限温度と生育適温は、水平分布を反映するひとつの指標になり得るものと考えられる。しかし、他の種においてはこれらの関係を明瞭に示すことができなかった。今後は、温度以外にも光、波浪および干出などの他の環境要因についても考慮する必要がある（Uchida 1993, 吉田ら 1997）、これらを反映させた室内実験系を開発する必要がある。

本研究ではホンダワラ類の葉状部の生育上限温度を求めることで、各種の生育特性の違いを温度の面から明らかにすることができた。本研究で実施した詳細な温度条件下での培養実験手法は、藻場や海藻養殖における水温上昇の影響を評価する上で新たな手がかりを提供するものと思われる。

謝辞

本研究の実験材料の採集にあたり、海域の提供を賜った山口県田布施漁業協同組合の各位、ならびにご理解と調査船の便宜を賜った水産大学校田名臨海実験実習場の半田岳志博士および事務官三木浩一氏に厚くお礼申し上げます。また、英文校閲にあたりご教示下さった University of Southern Maine の Dr. Ike Levine に心から感謝致します。

文献

- De Wreede, R. E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. *Phycologia* 15: 175-183.
- 原沢英夫 2003. 地球温暖化の影響問題. p 77-89. 吉田正敏・福岡義隆（編）環境気候学. 東京大学出版会. 東京.
- 本多正樹・奥田武男 1990. 春・秋に成熟するトゲモクの卵放出、胚発生および光合成速度の季節変化. *藻類* 38: 263-268.
- 河本良彦・富山昭 1968. ホンダワラ類の増殖に関する研究-I. クレモナ化繊糸による採苗、培養について. *水産増殖* 16: 87-95.
- 小池勲夫 2003. 地球の気候はどのように変化してきたか?. p. 17-22. 総合科学技術会議環境担当議員、内閣府政策統括官（科学技術政策担当）（編）地球温暖化研究の最前線. 財務省印刷局. 東京.
- Lüning, K. 1990. Introduction to vertical and geographical distribution. p. 3-21. Seaweeds. *John Wiley & Sons, Inc.* New York.

- 丸井満・稲井宏臣・吉田忠生 1981. 北海道忍路湾におけるホンダワラ類の生長と成熟について. 藻類 29 : 277-281.
- 松井敏夫・大貝政治・村瀬昇 1994. 褐藻類アカモク・ヤツマタモクの幼胚および葉状部の成長に及ぼす光質・光量の影響. 日本誌 66 : 727 - 733.
- Morita, T., Kurashima, A. & Maegawa, M. 2003a. Temperature requirements for the growth and maturation of the gametophytes of *Undaria pinnatifida* and *U. undarioides* (Laminariales, Phaeophyceae). *Phycol. Res.* 51: 154-160.
- Morita, T., Kurashima, A. & Maegawa, M. 2003b. Temperature requirements for the growth of young sporophytes of *Undaria pinnatifida* and *U. undarioides* (Laminariales, Phaeophyceae). *Phycol. Res.* 51: 266-270.
- 村瀬昇・松井敏夫・大貝政治 1993. 山口県瀬戸内海沿岸東部海域の海藻相. 水産大研報 41 : 237 - 249.
- Murase, N. & Kito, H. 1998. Growth and maturation of *Sargassum macrocarpum* C. Agardh in Fukawa Bay, the Sea of Japan. *Fisheries Science* 64: 393-396.
- 難波信由・奥田武男 1992. 福岡県津屋崎に生育するジョロモク藻体の季節的消長. 水産増殖 41 : 333-337.
- Ohno, M. 1979. Culture and field survey of *Sargassum piluliferum*. *Rept. Usa Mar. Biol. Inst.* 1: 25-32.
- 大野正夫 2003. 地球温暖化に順応した藻場創生. 日本水産資源保護協会 460 : 9 - 12.
- Prince, J.S. & O'Neal, S.W. 1979. The ecology of *Sargassum pteropleuron* Grunow (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. *UJ. Growth, reproduction and population structure. Phycologia* 18: 109-114.
- 下関沿岸漁業振興調査計画検討委員会 1993. 5 海域の海洋環境. p. 65-172. 下関市北浦沿岸海域環境調査漁業振興対策検討報告書.
- 須藤俊造 1992. 海藻・海草相とその環境条件との関連をより詰めて求める試み. 藻類 40 : 289 - 305.
- 谷口和也・山田悦正 1978. 能登半島飯田湾の漸深帯における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 日本水産研報 29 : 239 - 253.
- 谷口和也・山田秀秋 1988. 松島湾におけるアカモク群落の周年変化と生産力. 東北水研報 50 : 59-65.
- Tatewaki, M. 1966. Formation of a crustacean sporophyte with unilocular sporangia in *Scytosiphon lomentaria*. *Phycologia* 6: 62-66.
- 寺脇利信 1986. 三浦半島小田和湾におけるアカモクの生長と成熟. 水産増殖 33 : 177 - 181.
- Uchida, T. 1993. The life cycle of *Sargassum horneri* (Phaeophyta) in laboratory culture. *J. Phycol.* 29: 231-235.
- Umezaki, I. 1974. Ecological Studied of *Sargassum thunbergii* (Mertens) O. Kuntze in Maizuru bay, Japan Sea. *Bot. Mag. Tokyo* 87: 285-292.
- Umezaki, I. 1984. Ecological studies of *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh in Obama bay, Japan Sea. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 50: 1193-1200.
- 横浜康継 1986. 海藻の分布と環境要因. p. 251-308. 秋山優, 有賀祐勝, 坂本充, 横浜康継 (編) 藻類の生態. 内田老鶴圃. 東京.
- 吉田吾郎・新井章吾・寺脇利信 1997. 広島湾大野瀬戸産ノコギリモク幼体の成長に及ぼす光量・水温の影響. 南西水研報 30: 137-145.
- Yoshida, G., Yoshikawa, K. & Terawaki, T. 2001. Growth and maturation of two populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta) in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea. *Fisheries Science* 67: 1023-1029.
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)* 13: 99-246.
- 吉田忠生 1998. ひばまた目. p. 359-416. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃. 東京.
- 吉田忠生・吉永一男・中嶋泰 2000. 日本海藻目録 (2000年改訂版). 藻類 48 : 113 - 166.
- 四井敏雄・中村伸司・前迫信彦 1984. 長崎県野母崎沿岸におけるホンダワラ類 8 種の成熟期. 長崎水試研報 10 : 57-61.

(Received 4 Jun. 2004; Accepted 1 Feb. 2005)

シリーズ

藻場の景観模式図

寺脇利信¹・新井章吾²：

18. 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロック

はじめに

本シリーズでは、瀬戸内海沿岸に関し、過去に2回、藻場の景観模式図を紹介した。瀬戸内海西部の本州沿岸に位置する広島湾奥部・大野瀬戸中央部の亀瀬において、砂泥底に点在する巨礫では、水深+1mでタマハハキモク *Sargassum muticum* (Fensholt) Yendo が、水深0~3mでクロメ *Ecklonia kurome* Okamura が優占し、水深1mではワカメ *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar が、水深2mではヤハズグサ *Dictyopterus latiuscula* (Okamura) Okamura が、水深3mではスギノリ *Chondracanthus tenellus* (Harvey) Hommersand が混生した(寺脇・新井 2001b)。瀬戸内海東部の四国沿岸に位置する高松市沖・女木島北端部の磯地先では、バフンウニの密度が最大160個体/m²と高く、潮間帯上部を除いて直立海藻が生育せず、無節サンゴモ類の被度が90%に達し、バフンウニの過剰な食圧による磯焼けであった(寺脇・新井 2003)。

今回は、瀬戸内海西部の四国沿岸に位置する愛媛県八幡浜市沖・三王島(みおうしま)地先に設置された異型ブロックについて、岩礫性藻場をつくる海藻類の着生基質と見なし

て、観察したので報告する。

18. 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロック

現地概要と方法

三王島は、愛媛県八幡浜市沖の南西約10kmの宇和海に浮かぶ伊予大島・地大島という兩大島をつなぐ位置に立地する小島である。伊予大島・地大島については、芹澤ら(2001)によって、藻場の海藻植生についての詳細な報告がなされ、クロメ、フクロノリ *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbes et Solier in Castagne, ヒロメ *Undaria undarioides* (Yendo) Okamura, ヒラアオノリ *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees, ヤツマタモク *Sargassum patens* C. Agardh, フトモズク *Tinocladia crassa* (Suringar) Kylin が、海底の水深や地質の特徴的な環境ごとに、主な優占種であることが知られている。

1990年7月13日に、SCUBA潜水により、三王島地先の水深5~6mに設置されているN型(異型)ブロック群を観察した(図1)。次に、砂面から離れた露岩上に海底面に対して50度の角度で立てかけて設置されたN型ブロックについて、観察

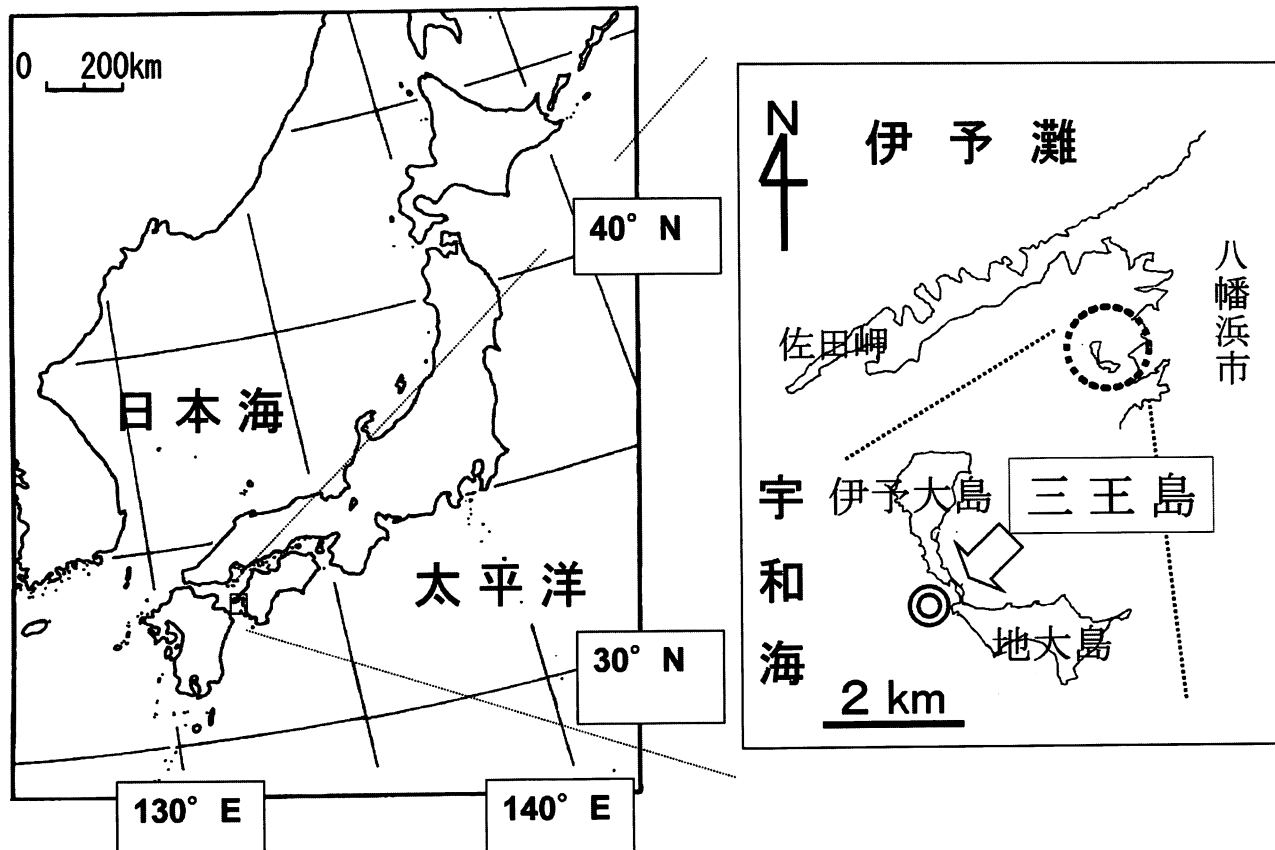


図1 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロックの概略位置

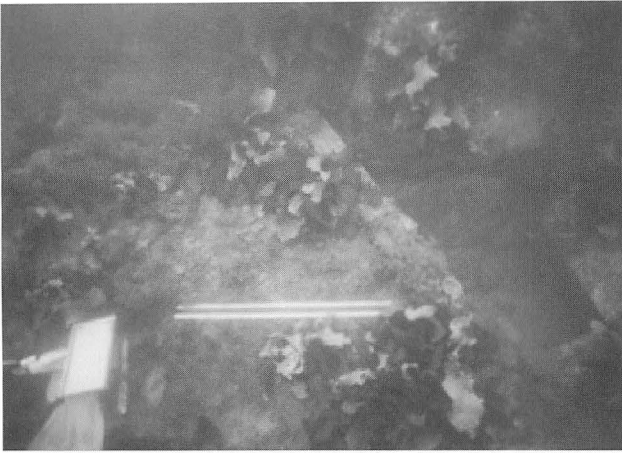


図2 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロックにおける藻場の写真(1990年7月；中央横向きに置いたスケールは長さ1m)

面に対してなるべく平行となる角度から、全体が一枚に収まるように写真撮影した(図2)。続いて、N型ブロックについて、クロメの着生部位を記録し、観察面の中心線において、海底面からの比高別の10cmまたは20cmごとに堆積泥の被度および厚さを測定した。2004年12月7日に、海底観察の際に撮影した写真を用い、対象のブロックの観察領域を相観(新井1997)によって5区分し、それぞれの区分内の主要な海藻類の景観被度(写真上の投影面積の割合)を計測した。

結果

愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロックにおける藻場の景観模式図を図3に示した。

区分A(水深5.0~5.1m, 海底面からの比高0.5~0.6m): クロメ3個体がブロックの稜線に集中的に生育するため被度80%で優占しており, 多年生ホンダワラ類のノコギリモク *S. macrocarpum* C. Agardhが被度5%で混生し, 堆積泥は被度5%, 厚さ1mmとわずかだった。

区分B(水深5.1~5.2m, 海底面からの比高0.4~0.5m): 多年生ホンダワラ類のヤツタモクが被度20%で生育し, ウミウチワ *Padina arborescens* Holmes が10%で混生し, 堆積泥は被度20%, 厚さ2mmと増大した。

区分C(水深5.2~5.3m, 海底面からの比高0.3~0.4m): ヤツタモクの被度が40%と増大し, ノコギリモクが5%で混生し, 堆積泥は被度50%, 厚さ3mmと増大した。

区分D(水深5.3~5.5m, 海底面からの比高0.1~0.3m): ヤツタモクの被度が50%とさらに増大し, クロメ幼体1個体が生育するため被度40%を示し, 堆積泥は被度70%, 厚さ5mmと増大した。

区分E(水深5.5~5.6m, 海底面からの比高0~0.1m): 一年生ホンダワラ類のホンダワラ *S. fulvellum* (Turner) C. Agardhが被度10%で生育し, ヤツタモクは被度5%へ減少し, 堆積泥は被度90%, 厚さ13mmと増大した。

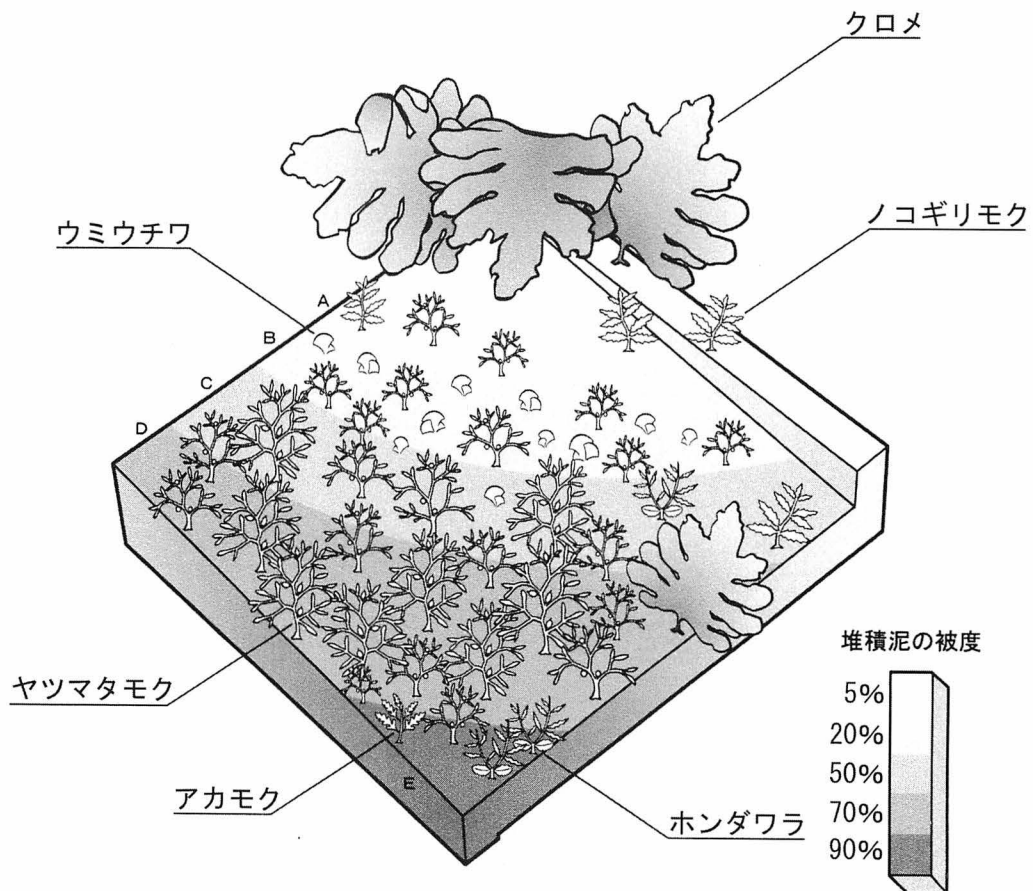


図3 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロックにおける藻場の景観模式図(1990年7月)

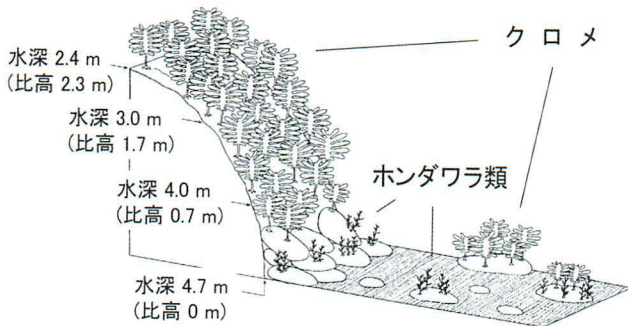


図4 三王島地先における自然海底での藻場の景観模式図（電中研1991に加筆）

まとめ

1990年7月13日に、愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の水深5～6mにおいて、露岩上の海底面に対して50度の角度で設置された異型ブロックでは、海底面からの比高が60cmから0cmへ小さくなるほど、堆積泥の被度および厚さが大きくなり、優占種はクロメ、ヤツマタモクを経てホンダワラへと変化しながら海藻被度が小さくなった。

注目点

八幡浜市沖・三王島地先の露岩上の海底に立てかけて設置された異型ブロックでは、海底面からの比高が小さくなるほど、堆積泥が増大し、優占種はクロメからホンダワラ類へ変化し、海藻被度が小さくなった。伊予大島・地大島においては、芹澤ら（2001）により、今野（1984）が示した「基質の安定性が高いほど被植率（海藻の占める割合）が増加し、遷移段階が高次にある」ことが、確認されている。今回の異型ブロックは、近接する他の露岩に周りを囲まれている環境の露岩上に設置されていたため、海底面からの比高の大きな上部では波浪の影響を受けやすいものの、下部では急激に静穏化し、波浪の影響をほとんど受けていないようであった。この観点からは、今回の異型ブロックでは、海底面からの比高が小さい位置は、水深も深いので、海藻植生の遷移段階が高次に至ることが妥当と考えられる。

しかし、河川から供給される土壌（粘土など）が感潮域で有機・無機物との凝集・吸着により形成される「粘土ブロック」を指す浮泥（海生研 1998）は、ごく狭い範囲の地先海域内においても、局所的に静穏な環境条件の範囲に相対的に集中して堆積することが知られている（寺脇ら 1998）。堆積泥の影響については、同じ瀬戸内海の広島湾の海底での、階段型の実験藻礁を用いた実験生態学的研究によって検証され、静穏な深所なら、砂泥海底に接している基質であっても、海藻植生の遷移に大きな影響を及ぼすことが指摘されている（Terawaki *et al.* 2000）。以上のことなどから、今回観察した異型ブロックにおいて、水深が深く海底面からの比高が小さい位置では、堆積した泥の影響によって海藻類の繁殖が妨げられ、遷移段階が低次にとどまっていたと考えられる。

一方、今回観察した海域では、宇和海に面して開放的な砂泥底から立ち上がる天然岩礁、点在する礫、および、砂泥底に倒して設置された同型の異型ブロックにおける砂面からの

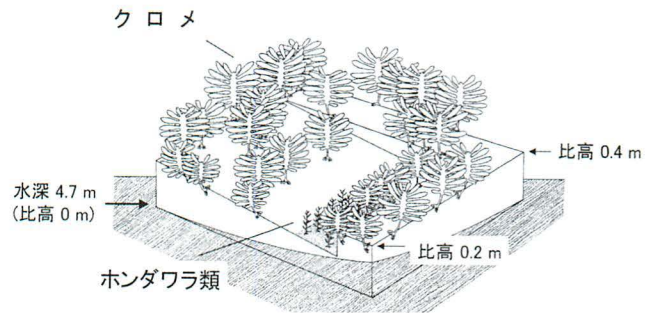


図5 三王島地先の砂泥底に倒して設置されたN型異型ブロックでの藻場の景観模式図（電中研1991に加筆）

比高と海藻植生の関係が報告されている（図4, 5）。それらの海藻植生は、砂面からの比高が小さいほど、天然および人工基質とも、転動・反転などの程度での物理的条件では安定な基質であるにもかかわらず、遷移段階が低次のホンダワラ類の優占に止まっていた（電中研 1991）。これらの場合には、砂面からの比高が小さい範囲は、波浪の影響で移動する砂泥の作用により変動する砂面境界域内（寺脇・新井 2001a）にあたり、調査時には砂泥が被覆していなかったものの、砂の被覆・衝突などの影響で、遷移段階が低次に止まっていたと考えられている。

なお、A区分のクロメを刈り取ったところ、クロメの直下は、泥の堆積が見られないだけでなく、無節サンゴモ類が基面を覆い、鮮やかなピンク系統の色調となり、局所的に、周囲と異なる植生となっていた（図6）。A区分のような凸地形部においては、この海域に特徴的な茎長の小さいクロメ藻体の側葉が波・流れの作用であおられる際に、直下の海底面を履きだす状態が繰り返される様子がみられた。これらの部位では、クロメの側葉による基面の攪乱の作用により、泥の堆積も小さいものの、直立海藻の発芽体の生育も阻害され、例えば過剰な食圧等の厳しい環境にも耐えて繁殖可能な無節サンゴモ類のみが目立つ状態にあると推察された。

以上のように、今回報告した八幡浜市沖・三王島地先では、同じ海域内において、泥堆積、砂泥移動および海藻体による基面の攪乱などの複数の要因が、それぞれ局所的に、海藻植



図6 クロメ（刈り取り後）直下での基面は泥が堆積せず無節サンゴモ類が繁殖しピンク系色

生の遷移を制限しつつ、並存する様子が伺える。本シリーズにおける報告は、目視観察による海藻植生の遷移を制限する要因についての、局所的で定性的な把握が主である。本シリーズの各回において繰り返し列挙している事例を参照し、より多くの研究者が、海藻植生の遷移を制限する諸要因の推定を進めるとともに、推定された要因の条件についての定量的な調査に着手されることを期待したい。

謝辞

潜水観察にご協力いただいた(株)興国コンクリートの平松 亘氏(当時)、観察地点の確保にご協力いただいた八幡浜市漁業協同組合の皆様、および、本模式図を描いていただいた(株)海中景観研究所の新井良一氏に感謝する。本模式図の公表に際し便宜を図って下さった(財)電力中央研究所にお礼を申し上げる。

文献

新井章吾 1997. 海藻群落の相観に基づく層(Stratum)の認識と標本抽出. 月刊海洋, 326 : 475-478.
電力中央研究所 1991. 海中砂漠緑化技術の開発 第4報 砂地海底に設置したコンクリートブロック上でのアラメ・カジメ類の生育. 電力中央研究所報告 No. U91024, 31pp.

海洋生物環境研究所 1998. ニゴリの生成機構と生態学的意義. 153pp.
今野敏徳 1984. 漸深帯海藻群落の構造と群落形成に関する実験的研究. 北海道大学学位論文(理学), 390pp.
芹澤如此古・田井野清也・長谷川和清・井本善次・崔 昌根・大野正夫 2001. 愛媛県八幡浜市伊予大島・地大島の藻場調査報告. 藻類 49:125-129.
寺脇利信・吉田吾郎・玉置 仁・薄 浩則 1998. 広島湾の石積み護岸マウンド沿いに成立した海草・藻類植生. 南西水研報 31:13-18.
Terawaki, T., Yoshida, G., Yoshikawa, K., Arai, S. & Murase, N. 2000. "Management-free techniques" for the restoration of *Sargassum* beds using subtidal, concrete structure on sandy substratum along the coast of the western Seto Inland Sea, Japan. *Environmental Science* 7: 165-175.
寺脇利信・新井章吾 2001a. 藻場の景観模式図 7. 千葉県館山市坂田地先. 藻類 49:131-135.
寺脇利信・新井章吾 2001b. 藻場の景観模式図 8. 広島湾奥部の大野瀬戸・亀瀬. 藻類 49:199-202.
寺脇利信・新井章吾 2003. 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)



研究技術紹介

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海中林の造成

芹澤如比古¹・井本善次²・田井野清也³・崔 昌根⁴・石川 徹^{2,3}・大野正夫²・平岡雅規²

¹千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) (日本学術振興会特別研究員)

²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)

³高知県水産試験場 (785-0167 高知県須崎市浦ノ内灰方1153-23)

⁴韓国釜慶大學養殖學科 (韓国 608-737 釜山市南區大淵3洞 599-1)

Marine afforestation of *Ecklonia cava* by using a spore bag method at an ISOYAKE area in Tosa Bay, southern Japan.

Yukihiko Serisawa¹, Zenji Imoto², Seiya Taino³, Chang Geun Choi⁴, Tetsu Ishikawa^{2,3}, Masao Ohno², Masanori Hiraoka²

Marine afforestation of *Ecklonia cava* by using the spore bag method was tried at an ISOYAKE (barren ground) area in Tosa Bay, southern Japan. Several net bags, in which mature *E. cava* sporophytes were put and tied to a float with a sinker, were set in autumn 1999, 2001 and 2002 at different areas of 5 to 10 m depth. In each area, many young sporophytes (10-100 ind./m²) appeared around the spore bags in the following Spring. Sporophytes appeared mainly within a 10-m radius from the spore bags and dispersed to a maximum of 26 m apart from a spore bag. The sporophytes survived until August with decreasing numbers, but all of them had lost by September or October due to herbivore grazing and storm-induced high waves.

Keywords: *Ecklonia cava*, ISOYAKE, marine afforestation, seaweed-bed construction

¹Marine Biosystems Research Center, Chiba University, Uchiura, Amatsu-kominato, Awa-gun, Chiba 299-5502, Japan (JSPS Research Fellow)

²Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

³Kochi Prefectural Fisheries Experimental Station, Uranouchi, Susaki, Kochi 785-0167, Japan

⁴Department of Aquaculture, Pukyong National University, 599-1 Daeyon 3 dong, Namku, Pusan 608-737, Korea

近年、日本各地の沿岸では藻場や海中林の消滅や衰退が伝えられており、最近では土佐湾手結地先で180 haの海中林が完全に消滅し(芹澤ら2000)、その海域におけるアワビ類 *Haliotis* spp. の漁獲量も皆無となったことが報告されている(Serisawa *et al.* 2004)。沿岸部で一次生産を支えている藻場や海中林の消滅や衰退は、付近の他の様々な動植物にも重大な影響を与えていることが予想され、また、磯根水産資源の確保という観点からも、藻場造成あるいは海中造林は重要な課題である。

本州中部から四国、九州に分布するカジメ *Ecklonia cava* は、海中林を形成し、高い生産力を持つ多年生の大型褐藻である。これまでに、カジメ海中林の造林のためには、カジメ林の周縁に人工構造物を設置する方法や(山本ら1986, Watanuki and Yamamoto 1990, 芹澤・大野1995)、種苗生産した幼体を人工構造物上に設置する方法(広田・山口1983)、建材ブロックなどに固定した母藻を投入する方法(中島・大野1976, 大野ら1983)などが試行されており、最近になって水中用接着剤を用いた母藻の移植技術が確立しつつある(平田ら1990, 1997, Serisawa *et al.* 2002, 2003)。しかし、簡便に施行可能なスポアバッグ法(Choi *et al.* 2000)を用いて、カジメの生育していない海域に海中造林を目指す試みについては知見が乏しい。

我々は土佐湾の磯焼けの海域に継続的なカジメ海中林を造林することを目的に実験を行なっている。今回、周辺にカジメの生育が見られない土佐湾横浪半島沿岸の磯焼け海域にスポアバッグを設置したところ、カジメの出現が確認され、その分散や生育状況に関して知見が得られたので報告する。

スポアバッグの設置

今回調査を行った高知県横浪半島の白ノ鼻から竜岬にかけての範囲(宇佐地先, Fig. 1)は、比較的塩分の低い浦ノ内湾(28~33 PSU, *cf.* Somsueb *et al.* 2001)の内湾水の影響や、台風による波浪の影響をしばしば受けている海域である。浦ノ内湾周辺の大型海藻としてはフタエモク *Sargassum duplicatum*, トゲモク *S. micracanthum*, ヤツマタモク *S. patens*, マメタワラ *S. piluliferum*などのホンダワラ属海藻の生育が確認されているが、土佐湾のいくつかの場所で大きな群落を形成するカジメやアントクメ *Eckloniopsis radicata*などのコンブ科植物の生育は確認されていない。また、横浪半島の白ノ鼻から竜岬にかけての範囲は、特に大型海藻の乏しい海域で、無節サンゴモ類が繁茂する、いわゆる磯焼けの海底が広がっていることが知られている。

カジメ母藻を入れたスポアバッグの設置は、横浪半島の白ノ鼻から竜岬にかけての範囲(Fig. 1)で、次に示すように

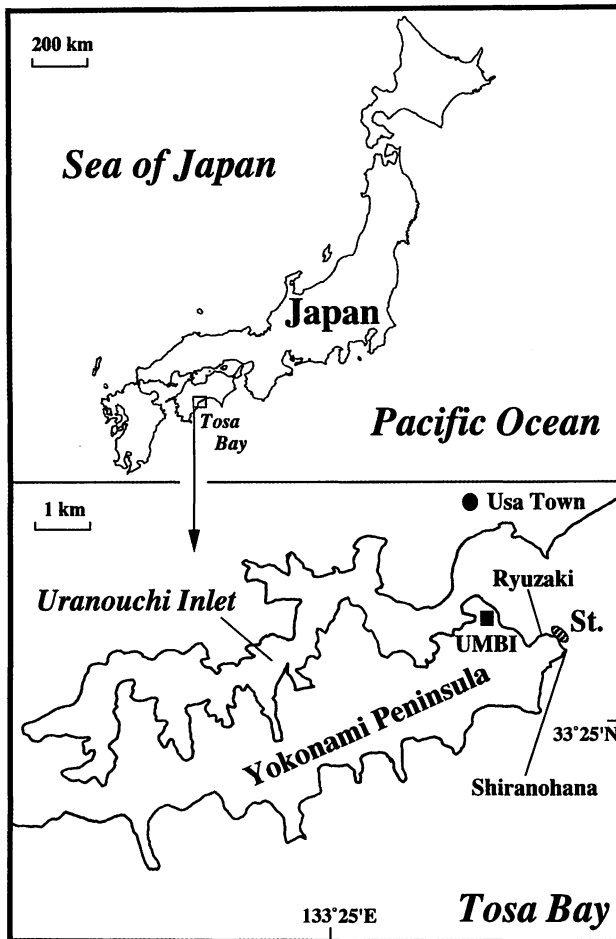


Fig. 1. Map showing the study sites (shaded area, St.) off Usa in Tosa Bay, southern Japan.

3回、3区画で行った (Fig. 2)。

1999年設置・投げ込み式：1999年10月20日に調査船上から水深5～10mの岩礁帯にスポアバッグ6個を投入した (Fig. 2)。なお、調査船 (高知大学海洋生物教育研究センター所有) には、海底の地形と水深が表示される魚群探知器が付いており、その表示を基に水深と底質を選定した。スポアバッグとしては、海底で直立するように浮子 (漁網用の長径約16cmの発砲フロート、浮力1.4kg) と沈子 (土のう袋、約20kg) を網カゴ (釣魚用の直径40cm、高さ50cm程度の円筒状のもの) に結束したものをを用いた。1つの網カゴには、子嚢斑を充分付けたカジメ藻体 (孢子体) 3～7個体を入れた。その成熟藻体は、前日に高知県夜須町手結地先からスキューバ潜水によって採集され、クーラーボックスに入れて高知大学海洋生物教育研究センターへ輸送され、海水を満たした直径約1.5m、高さ85cmのパンライト水槽内に保存されていたものである。カジメの鮮度を保つため、水槽中には毎分10L程度の海水を注水・放水し、さらにエアレーションを行って海水の滞留を防いだ。

2001年設置・一文字ロープ固定式：2001年10月25日に潜水によって水深8mの海底に40mのロープを海岸線に対して平行に一直線 (一文字) に張り、建材ブロック3個 (約30kg) を沈子として用いたスポアバッグ5個 (Fig. 3) を10m間隔で

ロープに結束した (Fig. 2)。1999年に行った投げ込み式の結果を踏まえ、波浪による網カゴの損失がなく、カジメ幼体が出現した水深8mにロープを設置し、水中で目立ち、網カゴと頑強に結束できる沈子として建材ブロックを用いた。網カゴの中には子嚢斑を充分付けたカジメ2～3個体を入れた。その成熟藻体は、前日に高知県大方町田野浦地先からスキューバ潜水によって採集され、前述の水槽中に同様の方法で保存されていたものである。なお、手結地先のカジメ群落が消滅したため (芹澤ら2000, Serisawa *et al.* 2004), 母藻に用いたカジメの産地を変更した。

2002年設置・十文字ロープ固定式：2002年11月1日に潜水によって水深8mの海底に40mのロープを海岸線に対して平行に張り、建材ブロック3個を沈子としたスポアバッグ5個 (Fig. 3) を10m間隔でそのロープに結束した。また、もう1本、40mロープを海岸線に対して垂直に、先の海岸線に対して平行に張ったロープの中心でクロスするよう十文字に張り、同様のスポアバッグ4個を10m間隔でロープに結束した (クロス部分は除く) (Fig. 2)。したがって、設置したスポアバッグの数は9個である。なお、海岸線に対して垂直に引いたロープは最浅部では6m、最深部では10mであった。網カゴの中には子嚢斑を充分付けたカジメ1～2個体を入れた。その成熟藻体は、前々日に高知県大方町田野浦地先からスキューバ潜水によって採集され、高知県水産試験場の屋外流水槽 (2×4×1m) に保存されていたものである。なお、カジメの鮮度を保つため、この大型水槽では毎分100L程度の海水を注水・放水し、エアレーションも行っており、海水の滞留を防いだ。

1999年に設置した投げ込み式の結果を踏まえ、2001年と2002年のスポアバッグの設置場所は遊走子が分散し、藻体が出現しても重ならない程度、それぞれ50m以上離れた (Fig. 2)。2003年9月まで、1～3ヶ月毎にスキューバ潜水による観察と水中写真及びビデオ撮影を行った。また、カジメの全長 (茎長+中央葉長) の測定、それぞれのスポアバッグ設置箇所、あるいはロープを基準としたカジメの分散距離の測定と、方形枠 (1m×1m, 50cm×50cm) を用いた密度の測定を行った。

スポアバッグ設置後の追跡調査

1999年設置・投げ込み式：1999年10月に投入したスポアバッグは、土のう袋と網カゴの結束部分の破損が生じ、2000年6月の調査では水深8mに投入されたスポアバッグ1つの残存しか確認できなかった。したがって、投入されたスポアバッグ間の位置関係が不明瞭となり、追跡調査が困難であった。カジメ幼体は、残存が確認された水深8mのスポアバッグの周辺で3月に出現し、6月にはスポアバッグから半径5m以内の岩盤上に10～30個体/m²で着生していた (Fig. 4)。また、スポアバッグから最長12m離れた場所でも藻体の着生を確認できた。9月にはスポアバッグが消滅していたが、スポアバッグのあったと思われる場所の周辺で、側葉を数枚持ち子嚢斑を付けた藻体が3～10個体/m²確認された。しかし、10月には藻体を確認できなかった。ところが、2001年7月には

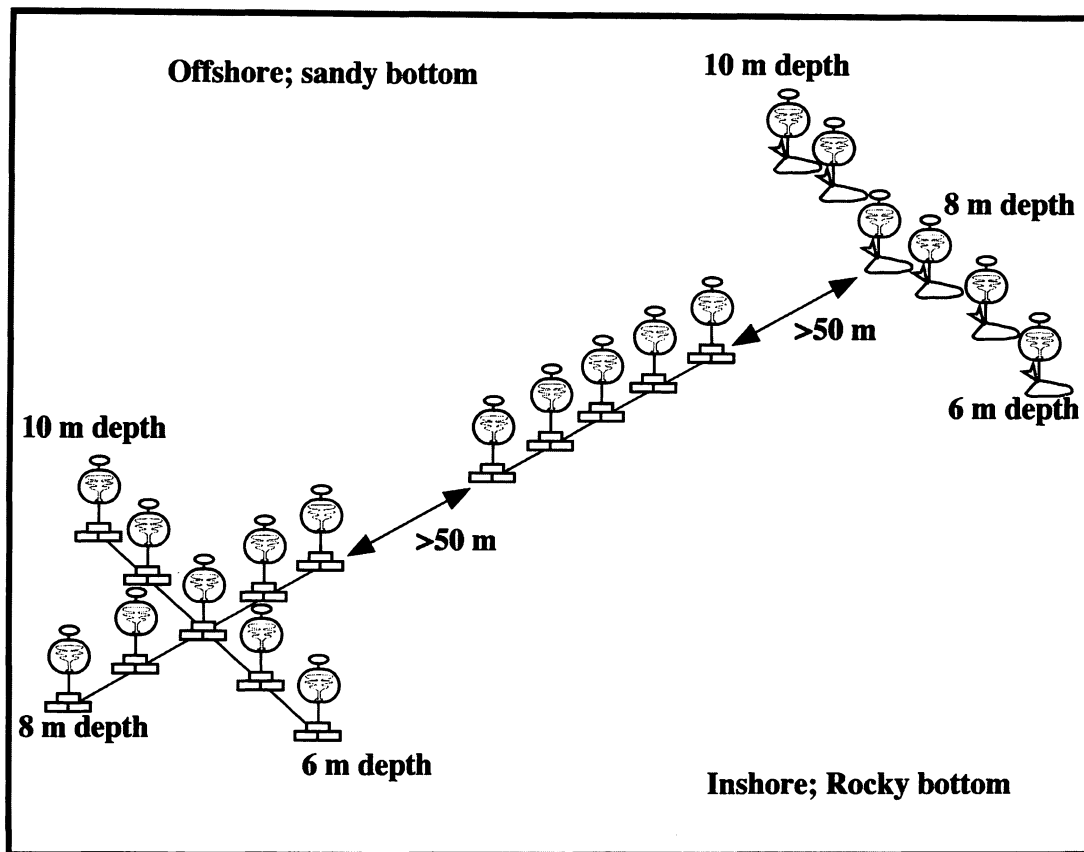


Fig. 2. Arrangement of spore bags set in the ISOYAKE area.

側葉を数枚有している藻体の生育が再び認められ、その生育密度は5~20個体/m²であった (Fig. 5)。9月には個体数が激減しており (1~2個体/m²)、残存した藻体の葉部には魚類によると思われる摂食痕が多く見られ、子嚢斑は確認できなかった。そして、2001年10月以降は藻体の生育を確認できなかった。

2001年設置・一文字ロープ固定式：2001年10月に設置したスポアバッグは、海底に匍わせたロープが目印となり、また海水中で比較的目立つ建材ブロックを沈子として使用したため、調査期間を通して容易に設置位置を確認できた。また、設置後6ヶ月以内での網カゴの流失が少なく、網カゴが流失した場合も建材ブロックが目印となった。2002年2月には全長1~5cmのカジメ幼体が数百個体、設置した全てのスポアバッグの周辺、特に建材ブロックや網カゴ、ロープの上などに集中して着生していた (Fig. 5)。3月には全長10cm程度までの幼体が、網カゴ、ロープ、建材ブロック、そして周辺の岩盤上に30~100個体/m²着生していた (Fig. 4)。4月にはスポアバッグ (ロープ両端のものは除く) から半径10m以内でカジメ幼体が高密度に生育している様子が確認された。また、海底を一直線に這わせたロープに対しては、岸側に11~25m、沖側に10~18m離れた場所で、ロープの末端のスポアバッグからは12mあるいは26m離れた場所でカジメ幼体の着生が確認できた。5月の生育密度は10~50個体/m²であり、全長30cmを越える藻体も多数見られた。7月の生育密度は10~40個体/m²であり、数枚の側葉を持つ藻体も確認された。8

月には個体数は減少したが (5~10個体/m²)、側葉を数枚持った藻体が生残していた。2~8月のいずれの調査時でも、多くの藻体の葉部で藻食動物、特に魚類によると考えられる摂食痕が認められた。2002年9月にはほとんどの藻体が消滅しており、確認できた藻体はわずか10個体程度/m²であったが、それらは葉部の一部あるいは多くの部分が欠損しており、子嚢斑は確認できなかった。そして、2002年10月以降はカジメの生育を確認できなかった。いくつかのスポアバッグ内の母藻は6月までは生残したが、7月には網カゴの破損とともに消

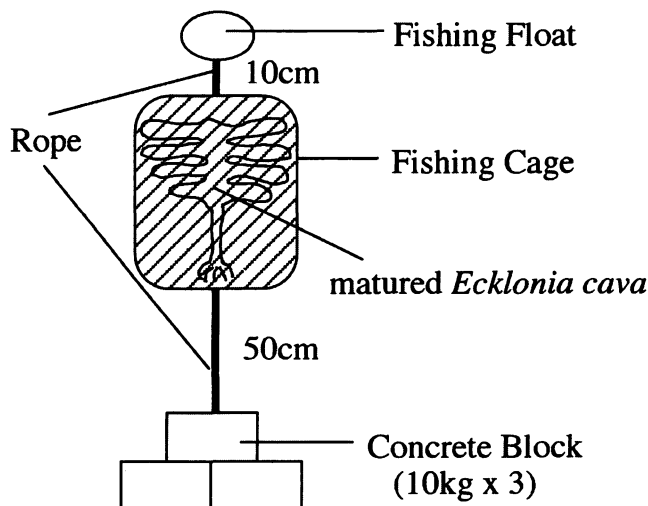


Fig. 3. Schematic of a spore bag used in this experiment.

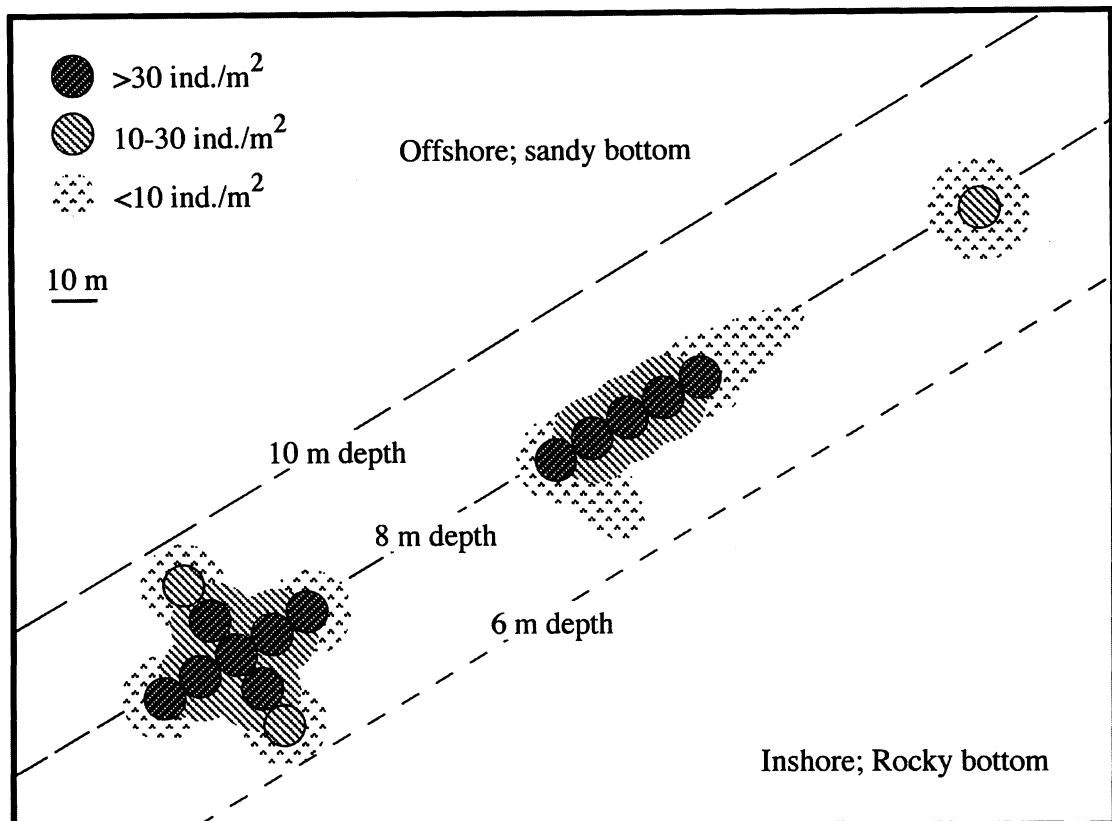


Fig. 4. Dispersal area and density of *Ecklonia cava* sporophytes at the peak of appearance from spring to early summer.

滅した。

2002年設置・十字ろープ固定式：2002年11月に設置したスポアバッグも同様に海底に匍わせたろープや、沈子として用いた建材ブロックが目印となり、調査期間を通して容易に設置位置を確認できた。また、6ヶ月以内での網カゴの流失も少なかった。2003年3～4月には全長20cm程度までのカジメの幼体が、網カゴ、ろープ、建材ブロック、そして周辺の岩盤上に20～80個体/m²着生していた (Fig. 4, 5)。個々のスポアバッグから半径約10m以内で藻体の分散が確認され、半径5m以内では密度が高かったが、最深部あるいは最浅部に設置したスポアバッグ周辺では水深8m付近に設置したものに比べると少なかった (Fig. 4)。7月には、多くの藻体の葉部に藻食動物、特に魚類によると考えられる摂食痕が見られ (Fig. 5)、個体数も減少し、最も密度が高かったろープがクロスした部分でも個体数が8～22個体/m²となった。8月には生残した藻体の数がさらに減少し、ろープがクロスした場所周辺での密度は10個体/m²以下となり、全ての藻体の葉部には摂食痕が見られ、葉状部が半分以上を欠損している藻体も多く認められた。9月にはわずかに生残している藻体が見られたが、それらは葉部がほとんど無い状態で、子嚢斑をつけた藻体は確認できなかった。スポアバッグ内の母藻は5～6月までは生残したが、7月には網カゴの流出とともに消滅した。

スポアバッグ法の有効性と問題点

投げ込み式は、船から母藻を入れた網カゴを土のう袋ごと

海底へ投入するという簡単な方法であり、特別な技術や労力を要せず、かつ低予算で施行可能な方法である。しかし、今回の実験では、土のう袋と網カゴとの結束部分に破損が生じるとともに、土のう袋は2～3ヶ月で周囲と同化し、海中で目立たなくなった。沈子に建材ブロックを使った場合には (Fig. 3)、海中で確認しやすく、網カゴを頑強に結束できたために6ヶ月以内での網カゴの流失が少なく押さえられた。また、ろープ固定式では、ろープ自体が海中で目立つため海中で確認しやすく、スポアバッグの位置関係が把握しやすかった。したがって、追跡調査を行なう場合には沈子を建材ブロックとしてろープに固定する方法が適していると考えられる。

今回の実験では、建材ブロックやろープを基準にカジメの分散距離を測ることができ、その分散距離は10～26mであることが分かった (Fig. 4)。大野ら (1983) は成熟したカジメ母藻を建材ブロックにゴムバンドで結束して白ノ鼻地先の外海側に設置したところ、カジメの分散距離は10～45mであったことを報告している。ゴムバンド法では子嚢斑を付けた葉片が脱落して遊走子を散布しながら海底を浮遊したことも予想されるので、葉片がほとんど流出しないと考えられる今回の実験の分散距離と一概に比較することはできないが、ゴムバンド法を用いた白ノ鼻の外海側では今回実験を行なった内湾側に比べて明らかに潮通しが良いことから、両者の最大分散距離に倍近い差が出たのは、潮通しなどの流れも関係している可能性がある。

スポアバッグに入れる母藻の数は、1999年に5～7個体、

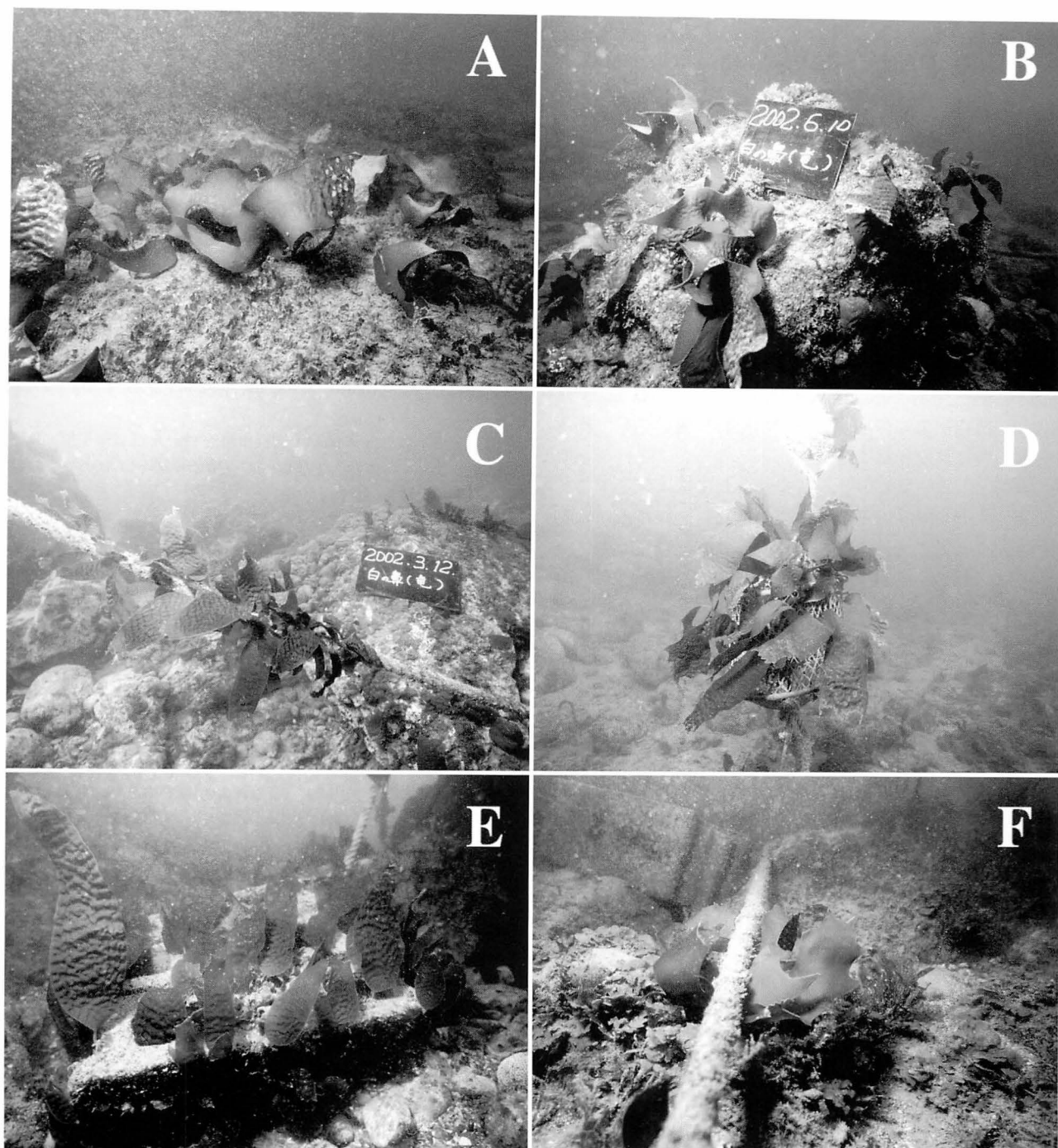


Fig. 5. Photographs showing the experimental sites after setting of spore bags. A, sporophytes with several bladelets growing on the rocky ground in July 2001 at a site where spore bags were set in October 1999; B, sporophytes growing on a rock in June 2002 at a site where spore bags were set in October 2001; C, sporophytes growing on the rope in March 2002 at a site where spore bags were set in October 2001; D, sporophytes growing on the cage in May 2002 at a site where spore bags were set in October 2001; E, sporophytes growing on the blocks in April 2003 at a site where spore bags were set in November 2002; F, several sporophytes damaged by fish grazing in July 2003 at a site where spore bags were set in November 2002.

2001年に2~3個体, 2002年に1~2個体と年を重ねるごとに減らしたが, 母藻の数の影響は確認できず, むしろ母藻の成熟の状態が影響したためか, 初回の母藻5~7個体を入れたものが最も周囲での出現個体数が少なかった (Fig. 4)。一方, 分散の範囲は, いずれの年でも基本的にスポアバッグを中心に半径10m程度であった。そして投げ込み式では, 1個のスポアバッグのみが残存したので約300m² (10 m × 10 m × 3) の範囲に, 一文字ロープ固定式では約1400m² (70m × 20m) の

範囲に, 十文字ロープ固定式では, 重なり部分を考慮に入れると約2000m² (20m × 60m + 20m × 60m - 20m × 20m) の範囲にカジメを分散させることができたことと概算された。投げ込み式の母藻起源で出現したカジメは, 子嚢斑を付けた側葉を出すまでに生長した後, 10月には見られなくなったが, 翌々年7月に再びカジメが繁茂していたことから, 9月まで生残した藻体が遊走子を充分放出していたために次世代が再形成されたものと考えられる。一方, 一文字や十文字ロープ固定式で

は7~8月に個体数が激減しており、9月にはほとんど藻体が見られなくなり、また残存した藻体にも子嚢斑は確認されなかったことから、これらは遊走子を放出できず、次世代を再生産できなかつたと考えられる。したがって、スポアバッグの設置により出現した藻体が9~10月に消滅する前に、成熟して遊走子を放出できれば、翌年にもまた藻体が出現するものと推察される。

今回の3回のスポアバッグ設置実験ではいずれも出現したカジメ藻体が9~10月には消滅したが、その理由としては、藻食性の動物類による生物的な要因と台風などの波浪による物理的な要因の影響が考えられる。波浪などの物理的要因を取り除くことは困難であるが、出現したカジメ藻体を動物類の摂食から保護することは不可能ではないと思われる。大野ら(1983)は白ノ鼻の外海側で行なった移植実験から、藻食性の魚類、特にブダイによる食害が大きかったこと、クレモナ網の防護カゴや、黒ビニール幕を張った中にはブダイなどが入り難かったため、母藻の生残率がそれらを施さないものに比べて高かったことを報告している。今回の調査でもウニ類や貝類よりはむしろ魚類によると考えられる摂食痕(桐山ら2001)が多く認められ(Fig. 5)、夏季には藻体の葉部における顕著な欠損が認められた。藻食性の動物類、特に魚類の食害からカジメ藻体を保護することが、同地で再生産可能なカジメ海中林の造林のためには重要な課題であり、今後、大きな波浪でも破損しない丈夫な防護カゴや、クレモナ糸を数本張った魚類の進入防止柵などの設置によって、カジメが遊走子を放出する9~10月まで藻体を保護する方法を検討する必要がある。また現在、高知県水産試験場が土佐湾の他の磯焼け海域で実施中である、他の海藻類、特にホンダワラ属海藻類を混植することによって魚類の摂食圧を軽減させる方法も、検討する必要がある。

四井・前迫(1993)は長崎県対馬東岸の磯焼け海岸でカジメの近縁種であるアラメ *Eisenia bicyclis* によるスポアバッグ法(成熟藻体を発泡スチロール片と共にタマネギ袋に入れ、海底に設置したロープに結束する)を試みるとともに、アラメを食すると考えられる藻食性の底生動物類(貝類とウニ類)の徹底した除去を行い、900m²の範囲で多年生のアラメ海中林の造林に成功している。今回の実験では藻食性の底生動物類の除去を行なわなかったが、実験を行なった岩礁にはサザエ *Batillus cornutus*、ムラサキウニ *Anthocidaris crassispina*、ガンガゼ *Diadema setosum*、クボガイ *Chlorostoma lischkei* など明らかに藻食性と考えられる底生動物類も多く認められたことから、これらの除去によっても効果が上がることが期待される。

今回の実験から、ロープや網カゴ、建材ブロックなど、新たに設置した基質に幼体がよく着生することが分かった(Fig. 5)。これまでに土佐湾手結地先のカジメ群落内に12月に人工礁を設置すると、1年半で周囲と同等のカジメ海中林が形成されたことが報告されており(芹澤・大野1995)、人工基質の設置時期の違いで着生する海藻の優占度も異なることが報告されている(Serisawa *et al.* 1998)。したがって、

スポアバッグの設置と同時、あるいは12月までにカジメの着生基盤をそのスポアバッグの周辺に設置することで、より効果的にカジメの着生を誘導できる可能性がある。

謝辞

本研究にご協力いただいた高知県宇佐漁業協同組合、鳴滝清一郎組合長に謝意を表す。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。

文献

- Choi, C.G., Serisawa, Y., Ohno, M. & Sohn, C.H. 2000. Construction of artificial seaweed beds; Using the spore bag method. *Algae* 15: 179-182.
- 平田徹・坂本和弘・多田諭・横浜康継. 1990. 接着剤を用いたアラメ・カジメ個体の人工基盤への移植. *藻類* 38: 61-67.
- 平田徹・青木優和・倉島彰・植田一二三・土屋泰孝・佐藤寿彦・横浜康継. 1997. 海中造林のための接着剤を用いたカジメ藻体の移植. *藻類* 45: 111-115.
- 広田仁志・山口光明. 1983. 海岸構造物を利用したカジメ海中林造成. *水産土木* 18: 15-18.
- 桐山隆哉・野田幹雄・藤井明彦. 2001. 藻食性魚類数種におけるクロメの摂食と摂食痕. *水産増殖* 49: 431-438.
- 中島敏男・大野正夫. 1976. カジメ成葉体の固着力. *水産増殖* 24: 93-95.
- 大野正夫・笠原均・井本善次. 1983. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究 II. 成体からの移植実験. *高知大海洋生物研報* 5: 65-75.
- 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. *日本水産学会誌* 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.
- Serisawa, Y., Taino, S., Ohno, M. & Aruga, Y. 1998. Succession of seaweeds on experimental plates immersed during different seasons in Tosa Bay, Japan. *Bot. Mar.* 41: 321-328.
- Serisawa, Y., Yokohama, Y., Aruga, Y. & Tanaka, J. 2002. Growth of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes transplanted to a locality with different temperature conditions. *Phycol. Res.* 50: 201-207.
- Serisawa, Y., Aoki, M., Hirata, T., Bellgrove, A., Kurashima, A., Tsuchiya, Y., Sato, T., Ueda, H. & Yokohama, Y. 2003. Growth and survival rates of large-type sporophytes of *Ecklonia cava* transplanted to a growing environment with small-type sporophytes. *J. appl. Phycol.* 15: 311-318.
- Serisawa, Y., Ishikawa, T., Imoto, Z. & Ohno, M. 2004. Decline of an *Ecklonia cava* population associated with increased seawater temperatures in Tosa Bay, southern Japan. *Fish. Sci.* 70: 189-191.
- Somsueb, S., Ohno, M. & Kimura, H. 2001. Development of seaweed communities on suspended substrata with three slope angles. *J. appl. Phycol.* 13: 109-115.
- Watanuki, A. & Yamamoto, H. 1990. Settlement of seaweeds on coastal structures. *Hydrobiologia* 204/205: 275-280.
- 山本秀一・児玉理彦・野口雄二・綿貫啓. 1986. 相模湾西部海域におけるカジメ場造成試験. *水産土木* 23: 13-18.
- 四井敏雄・前迫信彦. 1993. 対馬東岸の磯焼け帯における藻場回復実験. *水産増殖* 41: 67-70.

秋季藻類シンポジウム(2004. 11. 26)
「海藻産業の海外事情－現状と展望－」要旨

井上 修：最近の寒天産業について－新規寒天・用途・原料事情－

はじめに

寒天は江戸時代(1656年)山城国伏見(現在の京都)の美濃屋太郎左衛門が偶然に発見したと言われている。350年の歴史を持つこの伝統食品は、最近の健康志向で注目度が上がり、科学のメスが入ることによって新しい機能が発見され、さまざまな用途への拡大が見られる。また、地産地消・身土不二という言葉で代表される環境への配慮が叫ばれるなか、改めてその価値が見直されている。

海藻は既に縄文時代・弥生時代に常食の痕跡があり(アラメ・ホンダワラ・カジメなど)、大和朝廷時代になると税として我々の生活に入り込んできた。701年大宝律令・海産物29種に8種の海藻。8種の海藻にはアラメ、テングサなど含まれて朝廷に納められたのち、再び都の人に売られていて、その一部テングサは、寒天の発明に繋がる「ところてん」の原料として使われていた。当時、ところてんは寺院で販売されていたという記述がある。寒天は乾物では350年の歴史ですが、ところてんは、1000年近い食経験の歴史があり、この長さが最も安全性を証明するものだという考え方も最近多くなってきた。江戸時代に、鹿児島島の島津藩が寒天を密造していたという痕跡が残っている。

1. 寒天の原料

寒天の原料は、紅藻であり、主にテングサ属 *Gelidium* のマクサ *G. elegans* (図1) であるが、ヒラクサ *Ptilophora subcostata* オニクサ *G. japonicum*, オオブサ *G. pacicum* も採取されている。オバクサ属 *Pterocladia*, ユイキリ *Acanthopeltis* の仲間も寒天原藻に使われている。テングサ類は、モロッコ、スペインなどに良質のものが輸入されている。

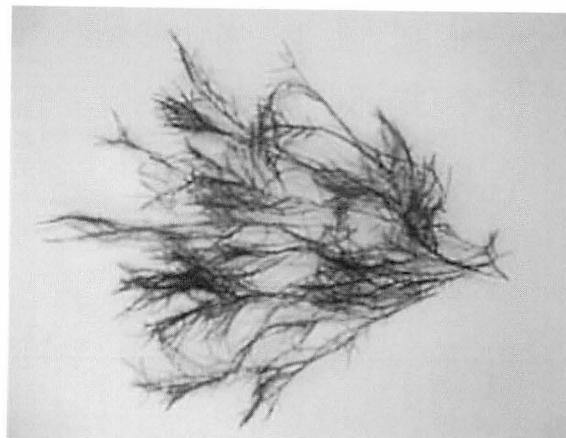


図1 寒天原藻 マクサ *Gelidium amansii*

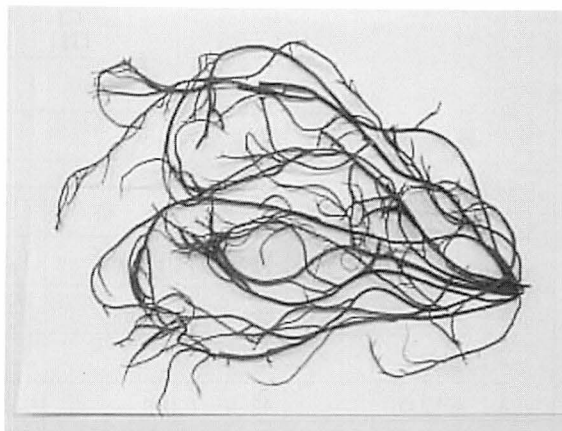


図2 寒天原藻 オゴノリ属の一種 *Gracilaria* sp.

表1 県別テングサの漁獲量の推移 (単位: トン)

	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年
東京都	173	147	178	95	78	67
静岡県	155	138	169	159	176	202
三重県	29	32	38	51	44	27
和歌山県	57	47	36	48	36	27
徳島県	99	103	47	98	146	71
愛媛県	174	195	156	138	128	132
高知県	34	23	17	32	29	5
長崎県	27	26	32	21	28	18
上記合計	748	721	673	642	665	549
全国生産量	988	938	821	789	768	658

((株)森田商店調べ)

表2 寒天原藻の輸入量の推移 (単位: トン)

	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
テングサ	2007	1871	1992	1941	2164	2633	2905	2127	1731	1752	2348
他の海藻	4083	3736	4107	2326	2511	2017	2539	1605	1296	936	1162

((株)森田商店調べ)

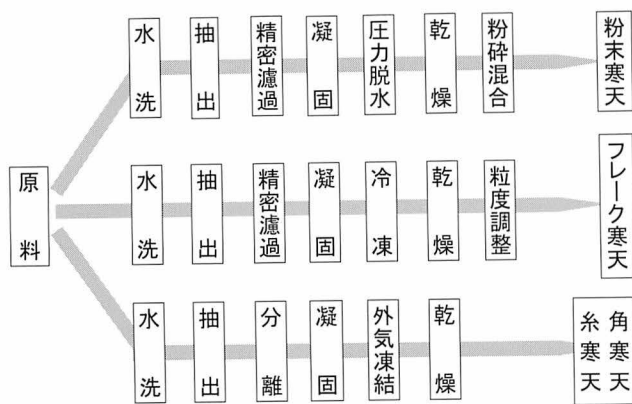


図3 寒天の製造工程

一般的に、寒天の分子量は25～40万程度。分子量に着目したユニークな寒天も開発されています

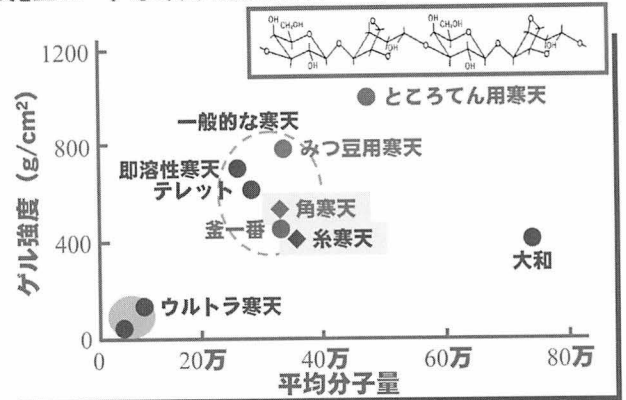


図4 伊那寒天の分子量マップ

表3 寒天の品質規格表

年 月 日		
品質規格書		
品名	伊那寒天 S-7	
項目	規格	測定方法
1. ゼリー強度	730±20 g/cm ²	1.5% ゲル, 日寒水式
2. シュガーテスト	850±30 g/cm ²	試料 4g, 砂糖250g を200ccの水に煮沸溶解し, ゲル化後日寒水式にて測定
3. pH	7.0±1.0	1.5% ゴル
4. 凝固点	42.0±1.0℃	1.5% ゴル
5. 融解点	87.0±1.0℃	1.5% ゲル
6. ゴル粘度	9.0±2.0 mPa·s	1.5% ゴル, B型回転粘度計, 85℃
7. 離漿値	1050±100mg	60mm×40mm×20mmのゲルを5分間濾紙に乗せ吸着水分を測定
8. 粒度	50 メッシュ パス 90%以上	JIS ふるい
9. 乾燥減量	22.0%以下	常圧加熱乾燥法
10. 灰分	4.0%以下	直接灰化法
11. 不溶性残渣物	0.5%以下	ミルクセディメントテスト
12. ヒ素	2 μg/g以下	食品衛生検査指針
13. 重金属	10 μg/g以下	食品衛生検査指針
14. 一般生菌数	3000/g以下	標準寒天培地
15. 大腸菌群	陰性	デソキシコーレート培地
16. ホウ酸	1 g/kg以下	食品衛生法に基づく
備考	品質保証期間：製造後2年間	

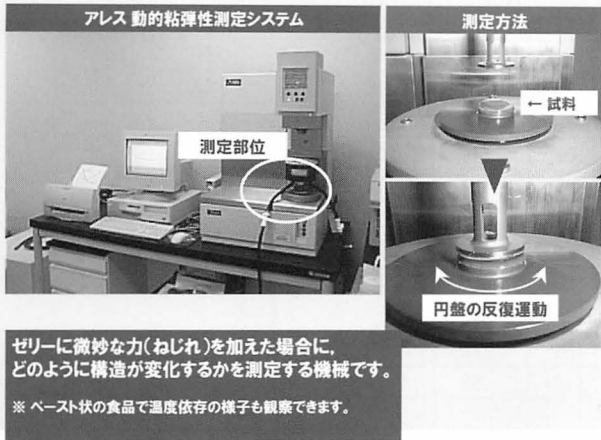


図5 介護食の評価器

ほかに寒天の原料には、オゴノリ属 *Gracilaria* の仲間を用いている (図2)。オゴノリは、チリでは養殖が盛んに行われており、食用寒天の原料の60%以上を供給している。オゴノリ類は、ほかに南アフリカ、インドネシアなどで採取されている。

2. 寒天原藻の供給

国内のテングサの漁獲量は、1960年代は15,000トン台を推移していたが、1970年代に入って漁獲量が減少してゆき、1980年の後半では1,000トン割るようになり、最近では、700トン前後の漁獲量になった。国内の漁獲量の減少とともに、価格は高騰している。最近の県別のテングサ漁獲量を表1に示す。採取漁業者の高齢化と他の水産物との条件の差で、採取意欲がなくなっており、天草を採らないから海がある (他の海藻が繁茂)、あれてるから採らないの悪循環になって

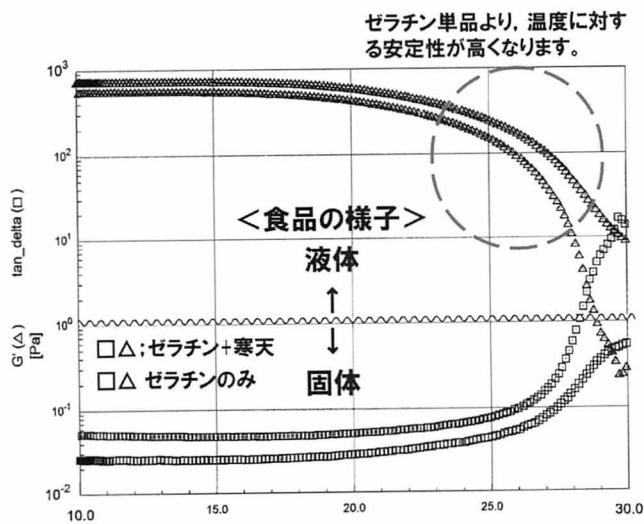


図6 介護食用ゼラチン寒天の物性. G' : 強度と相関を持つ数値. $\tan\delta$: 食品の状態 (液体 or 固体) を表す指標. G' の値が大きい→強度が高い, 硬い食品. $\tan\delta$ が1より大きい液体のようなペースト食品. $\tan\delta$ が1より小さい→固体のようなゼリー食品.

いる。しかし、価格の高騰で、テングサ採取を積極的に行うところもでてきた。

寒天の製造が海外で多く行われるようになり、表2に示すように寒天原藻の輸入量も年々減少している。

3. 寒天の製造工程

寒天の製造工程は図3の通りであるが、最近、原料の選択、工程の条件によりさまざまな寒天が生産されるようになった。図4に示すように、分子量が25万~40万の従来の寒天の枠を超え、数万のウルトラ寒天、同じく分子量80万以上の寒天・大和などが開発されている。また、沸騰溶解の条件を低減し80℃加熱で溶解できる即溶性寒天や、錠剤の崩壊剤用とし「崩壊用精製寒天」なども開発された。これらの寒天は従来の寒天では求め得なかった新しい用途への利用を可能にしている。

4. 特殊寒天の特徴

- ①伊那寒天「大和」: 高い分子量を持ち低強度でありながら高い粘弾性を示し、瑞々しい味立ちを生かしたソフトなゼリーを作る。蒟蒻に近い食感。
- ②伊那寒天「ウルトラ寒天」: 平均分子量を数万程度に小さくしたユニークな寒天。低強度で曳糸性や糊状感がなく、且つ保水力に優れていて食品分野ばかりでなく化粧品分野にも利用されている。また、従来寒天では不得手とされていた洋菓子への応用も始まっている。
- ③伊那寒天「即溶性寒天」: 80℃加熱で溶解可能な寒天。従来の溶解濃度限界3%を超えて、10~15%の高濃度溶解可能。
- ④伊那寒天「崩壊用精製寒天」: 錠剤の水への膨潤を速め、迅速な崩壊を促す。打錠方法を問わず高い崩壊性が期待できる。作業性の改善では錠剤硬度を高め、キャッピングやラミネーション現象を改善する。低反応性であり他の素材 (薬効成分) との反応性が低く、化学的に安定。

5. 寒天の品質管理

物性面での寒天の管理も用途の広がりとともに変化し続けている (表3)。現状は表3の各項目の数値で管理され決定されているが、最近介護食関係の広がりとともに、ARES・動的・静的粘弾性測定システム (図5) を使った咀嚼による崩壊の状態 (図6) などが必要となっている。又安全性を求めた以

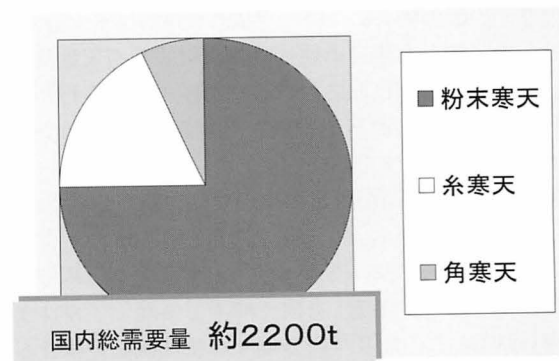


図7 国内で消費する寒天市場 (使用寒天別). (伊那食品工業 (株) 資料)

表4 最近10年のテングサ輸入統計 (単位:トン)

天 草	94年	95年	96年	97年	98年	99年	00年	01年	02年	03年
韓 国		14			762	394	215	349	395	615
北 朝 鮮	251	228	247	301	236	439	254	168	250	297
中 国	68	72	67	226	107	111	107	57	82	198
シンガポール	17	9	9		7	21	14			
タ イ				3						
マレーシア										10
インドネシア	79	124	143	114	129	79	48	24	71	66
ベルギー								4		
ポルトガル	210	319	175	255	154	126	90	72	81	107
ス ペ イ ン	63	119	162	146	112	97	70	41		
ポ ー ラ ン ド	17									
オーストラリア					16					
アメリカ合衆国						17				
メ キ シ コ	67	60	18	30						
ペ ル ー			1							
チ リ ー	503	314	301	343	257	242	319	203	139	149
モ ロ ッ コ	401	298	578	367	539	943	624	510	606	751
西 サ ハ ラ	19	51								
エ ジ プ ト			20	70	120	110	49	40	10	22
マダガスカル	146	242	49	167	59	97	157	39		
ナ ミ ビ ア						20				
南アフリカ共和国	158	142	170	142	135	210	181	226	118	133
オーストラリア	7									
テングサ計	2006	1992	1940	2164	2633	2906	2128	1733	1752	2348

(財務省統計局)

下のような要求が多くなり、自社にて機器を導入して要求に答えている。重金属(鉛, 砒素等)→原子吸光光度計やイオンクロマト使用 残留塩素→比色計使用 残留溶媒(例えばIPAは→ガスクロ使用) 遺伝子組換え→PCR法 残留農薬→GC-マス使用 アレルゲン物質→プレートリーダー使用 におい→GC-マス 異物同定→FT

6. 寒天や寒天オリゴ糖の生理学的機能

寒天は乾物状態での食物繊維含有率が81.29%と全食品中で最も高く、大正九年の第四改正日本薬局方から緩下剤として収載され、(カンテン末; 適用・粘滑薬(緩下)又は包摂薬として、慢性便秘に、水に溶かすか粉末として服用するか、あるいは配合剤として用いる。そのほか、製剤の添加料とする)古くから便秘に対する効果は高いと考えられて来た。しかし寒天ゼリーの改善効果について定量的な検討は不十分であり、同ゼリーを摂取した場合の便性改善に対する適正量及びその効果、ならびに過剰摂取における安全性の検討が行われ(別添資料・寒天摂取による女子学生の排便状況の改善効果)寒天の食物繊維としての効果が実証されてきた。それらを踏まえて3種類の寒天製品が特定保健用食品に認可された。又、寒天の主成分アガロース(1.3位で結合しβ-D-ガラクトースと、1.4位で結合した3.6アンヒドロ-ガラクトースを繰り返しの単位とする中性多糖)を酸や酵素で処理しアガロオリゴ糖が得られる。このオリゴ糖の様々な生理機能が報告されている。(別添資料:寒天・アガロオリゴ糖の生理的作用と応用)

7. 寒天の用途(実例紹介)

現在、国内の寒天の総需要は図7に示すように、約2,200トンである。その約75%は粉末寒天を用いている。糸寒天や、角寒天は、和菓子の製造につかわれている。寒天の用途の事例を、下記に示す。

- ①嚥下食関係 最近富に多い実例である。嚥下障害者への補助としてその物性(付着性, 融点), 味立ちの点で寒天の出番が多い。又補助のゼリーはそのまま嚥下しやすい薬としての展開もある。
- ②洋菓子 低強度の寒天の開発により、ソフトな食感が可能になり、クリームを保形性やスポンジの生地を保湿などに使用される例が多くなった。
- ③岩のりのポーシオン 日本人が最もよくわかっている味の一つの岩のりの製造適正(充填)の為にゲル化剤に相手の味を殺さない「寒天」が採用された例。
- ④化粧品関係 クリーム, ローション, ジェル等への使用が始まっている。

保湿性や保形性などの物性と、「寒天」という単語を打ち出して健康イメージを作ろうという企画の商品もある。

- ⑤植物の組織培養 この技術はいまやインドとポーランドで世界の生産量を二分している。
- ⑥番外・歌舞伎の演目に使われる水に、油のような粘度を出す為に寒天が使われた。
- ⑦寒天のサプリメント 粉末寒天をそのままパックしてあって、抗酸化作用を唄ったサプリメントとして売られている。(アメリカ)

表5 最近10年のテングサ以外の海藻輸入統計 (単位: トン)

その他海藻	94年	95年	96年	97年	98年	99年	00年	01年	02年	03年
韓 国	128	281	47	83	60	58	64	64	35	58
中 国	18	33	13	4	1					
台 湾	60	40	3				15		4	5
タ イ								20		
ベ ト ナ ム					12					
シンガポール	4	25	46	13	26					
マレーシア				78	80				9	
フィリピン	614	478	92	100	124	159	109	82	2	16
インドネシア	862	337	88	270	156	71	73	22	4	10
イ ン ド			7							
スリランカ			3	11	8	12			4	44
マカオ										20
ス ペ イ ン				4	6	6				
ポルトガル	16	48	66							
トルコ	37	90	58	28	71	82	15			
アメリカ合衆国			10		30					
カナダ	1	1				7	10	11	2	7
メキシコ			22	68	8	92	31	16	44	31
パナマ			40							
ペルー		26	73					3		
チリ	1571	1980	1179	1357	1197	1784	1039	945	636	730
ブラジル	85	36	59	82	18	9	52			
アルゼンチン	305	290	88							
モロッコ		42			22	31	47	20	20	20
セネガル							7	27	29	71
ナミビア	51	149	89	198	79	78		14	58	19
南アフリカ共和国	331	253	308	204	123	150	144	71	64	111
キリバス							11	36		
その他海藻計	4083	4109	2327	2511	2021	2539	1606	1295	937	1162

(財務省統計局)

⑧歯科印象剤 アルギン酸との連合印象。

8. 海外の原料事情・寒天生産について

最近10年間の海藻の輸入統計は表4, 5に示す通りである。表より、オゴノリの最大産地であるチリと天草の最大産地であるモロッコについて触れてみたい。また、インドネシアは、現状は日本との原料・製品の流通は多くはないが、大きな寒天メーカーが育っており、その現況をレポートする。チリのオゴノリは、2003年実績・ドライで20,000トンあるが、95%が養殖である。産地は、チロエ島(75%)、プエルトモンテ、コンセプション、コキンボ、アントイファガスタ等である。およそ20年前の1985年の生産量は10,000トンであり、その2倍になっている。現在は漁師・組合など含めて1,000人以上がオゴノリの養殖、採取に関与している。チリ国内でオゴノリ17,500トンが寒天製造に使われており、2,500トンの粉末寒天が製造されている。モロッコのテングサの採取総量(オゴノリの漁獲は殆どなし)は全て天然で15,000トン(ドライ)あり、そのうち10,000トンの内需があり(2社で使用)、残の

5,000トンの輸出内訳は韓国2,000トン、スペイン1,500トン、フランス300トン、メキシコ・チリ200トン、ポルトガル100トン、中国60トン他となっている。インドネシアは国策の数千haのオゴノリの養殖場があり(セレヴェス島)寒天生産も活発である。寒天工場もキャパシティでは年間3,000トンの会社がある。製品はほぼ自国の消費である。

参考文献

- 1) 西澤一俊(1989) 海藻学入門 202頁, 講談社学術文庫
- 2) 明尾一美, 宮下博紀, 滝ちづる, 小島正明, 江田節子(2001) 寒天摂取による女子学生の排便状況の改善効果. 健康・栄養食品研究, 4, 27-36.
- 3) 藤田大介(2004) テングサ類, 291-225. 大野正夫編, 有用海藻誌, 内田老鶴圃
- 4) 宮下博紀(2004) 伝統的な寒天産業, 420-432, 大野正夫編, 有用海藻誌, 内田老鶴圃
- 5) 松野薫(2004) 寒天・アガロオリゴ糖の生理的作用と応用. Food Style, (4), 55-58.
- 6) 新・かんてんなんでも百科(1988) 主婦の友出版

(伊那食品工業株式会社)

秋季藻類シンポジウム(2004. 11. 26)
「海藻産業の海外事情—現状と展望—」要旨

唐川 敦：カラギナン—原料海藻と世界の市場の現状—

はじめに

カラギナンは紅藻類の海藻から抽出される多糖類であり、硫酸基を持つガラクトランの一種である。カラギナンはこれらの海藻の基本的な構成成分として知られており、海藻の細胞壁や細胞間に存在している。カラギナンは、乾燥状態の原料海藻中に、一般的に30～60%、多いものでは70～80%含まれている¹⁾。

海外では古くから食品に使用されてきた歴史があり、その起源は600年前のアイランドであると言われている。アイランド地方の人々はその地方に生育するアイリッシュモスと呼ばれる海藻を天日乾燥して粉末にしたものを牛乳に入れ、加熱溶解してミルクデザートを作っていた。このアイリッシュモスとは現在でもカラギナン製造において原料海藻として使用されている *Chondrus crispus* の別名である。

19世紀初期にはアイリッシュモスの粉末の商取引が始まり、ビールのおり下げ剤、繊維用糊料としての用途でその市場を拡大していった。20世紀に入り、イギリスで精製抽出された物が工業的に生産されるようになってからは、これまでの海藻を粉末化したものから、精製品に徐々にその市場は移っていった¹⁾。その後第二次世界大戦の影響で寒天の供給が滞り、結果としてヨーロッパ、米国でカラギナンが本格的に生産されることとなった。現在では南米、アジアでも生産が行われている。また、カラギナンという名称は、アイランドの海藻集荷地の町であるカラギーンに由来しており、1959年にアメリカ科学会の有機化学部会で正式にカラギナンという名称が決定された。

日本に於いては同じ紅藻類から抽出した寒天が伝統的に使われていたが、1960年頃に欧米よりカラギナンが紹介されて以来、食品用のゲル化剤、増粘剤としての利用が始まった。当初は主にアイスクリームの安定剤として使用されていたが、カラギナンには寒天とは異なるゲルの特性があり、また他の多糖類には見られないような、タンパク質との反応性等の性質を持っているため、これらの特徴を利用した様々な用途に利用されている。

1. カラギナンの製造

1-1 原料海藻の生産

現在、カラギナンを含む紅藻類は数多く知られているが、工業的に生産が始まった当初は、*Chondrus crispus* が唯一の原料として利用されていた。その後、カラギナンの需要が世界的に年々増加したことから、カラギナンメーカーは、原料を長期間に渡って安定に確保するため、原料海藻となる他の種の調査を行った。その結果、現在では *Cottonii*、*Spinosum*、*Gigartina* 等の紅藻類が原料として使用されるようになり、その中でも *Cottonii*、*Spinosum* は、フィリピン、インドネシア

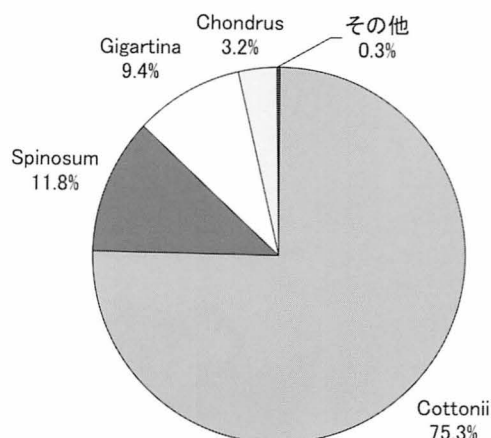


図1 原料海藻の生産量割合

で養殖による計画的な生産が行われている。原料海藻の養殖を行うことにより、(1) 天候の変動に左右されにくくなり価格が安定する、(2) 海藻採取の効率を良くすることができる、(3) 単一種を養殖することにより、純粋な原料を確保できる、(4) 特徴のある性質を持つカラギナンを含有する海藻やカラギナン含量の高い海藻を選択できる可能性がある、等の利点がある。

現在、世界で生産される原料海藻は年間170,000トン(乾重量)であり、その約65%はフィリピンで生産されている。原料海藻の種別で見ると *Cottonii* が最も多く、次いで *Spinosum* が多い(図1)。

原料海藻の価格は、ここ数年高値で安定しており、その原因としては世界的なカラギナンの需要の増加がある。特にロシア、東ヨーロッパ、アジアの需要の伸びが好調である。また、最近では中国が原料海藻を積極的に確保する動きを示していることから、今後も高値の状態が続くものと予想されている。

1-2 主要な原料海藻について(図2)

(1) *Cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*)

以前は *Eucheuma cottonii* と呼ばれていたが、再分類により *Kappaphycus alvarezii* となった。商業的には *Cottonii* と呼ばれており、現在、最も収穫量の多い原料海藻である。主にフィリピン、インドネシア、タンザニアのザンジバル諸島等で養殖されている。 κ -カラギナンの原料として利用され、また半精製品である加工ユーケマ藻類の原料にも使用される。

Cottonii の養殖の方法には、海中に張られたロープを使う方法と浮かべた筏を使う方法の2つがある。ロープを使う方法は、まず海岸に近い浅瀬に約5～10mの間隔で2本の杭を立て、その間にプラスチック製のロープを海底から20～30cmくらいのところに張る。そのロープに小さな藻体をくく

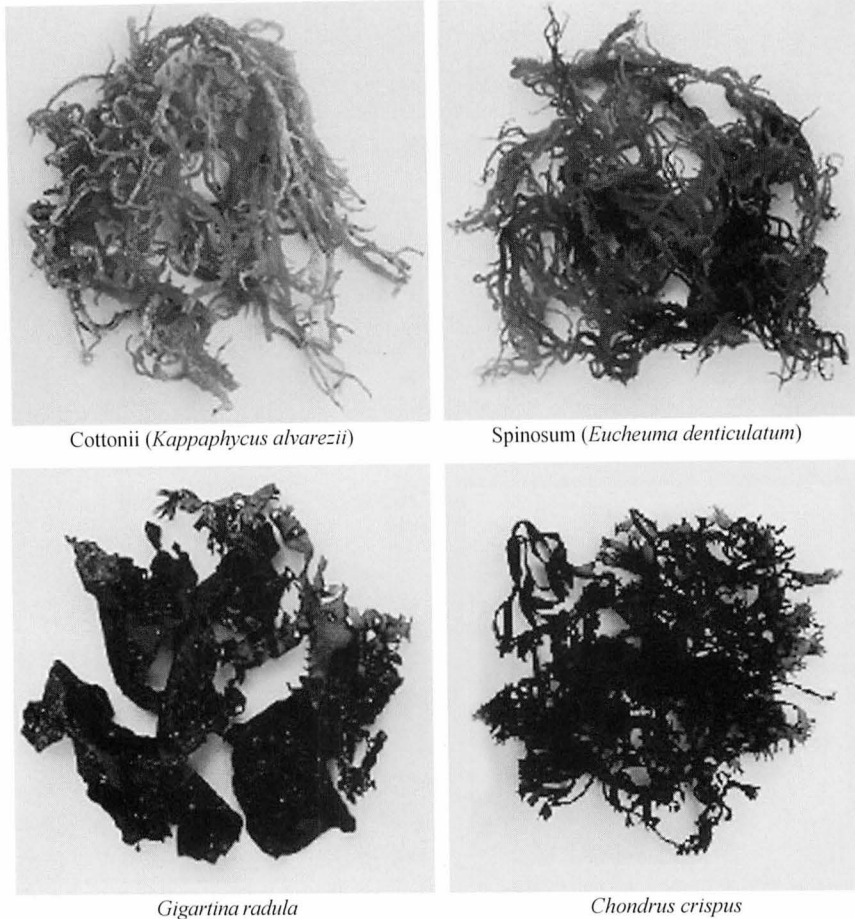


図2 主要な原料海藻

りつけ、10倍ほどの大きさになったら収穫するというものである。もう一つの筏を使う方法は、木や竹で組んだ筏の内側に10～15cm間隔でプラスチック製のロープを一方方向のみに平行に張り、そこに藻体をくくりつけるという方法である。この筏は海底にロープで固定されるが、海藻が大きくなり重量が増して沈みすぎる場合は、浮きをつけて沈みすぎないようにする。

(2) *Spinosum* (*Euचेuma denticulatum*)

ι-カラギナンの唯一の原料であり、以前は *Euचेuma spinosum* と呼ばれていたが、再分類により *Euचेuma denticulatum* となった。商業的には *Spinosum* と呼ばれている。*Cottonii* と同じ地域で養殖されており、収穫量は *Cottonii* に次いで多い。養殖の方法も *Cottonii* と同じ方法が使われている。

(3) *Gigartina*

この *Gigartina* 属の紅藻類には、*Gigartina skottsbergii*, *Gigartina canaliculata*, *Gigartina chamissoi*, *Gigartina pistillata*, *Gigartina radula*, *Gigartina acicularis* 等、カラギナンの原料となる種が多く知られており、チリ、ペルー、メキシコ、モロッコで採取されている。*Gigartina* は藻体が大きいものでは全長5mになる種もあり、またカラギナンの含量が高い(35～50%程度)のが特徴である。*Gigartina* から抽出されるカラギナンは、κタイプ、λタイプの混成品となる。

(4) *Chondrus crispus*

カラギナンの原料としては最も古い歴史をもつが、現在ではその数量は年々減少している。カナダのプリンス・エドワード・アイランド、ノバ・スコシア沿岸、フランス、スペイン、ポルトガルの北大西洋沿岸等で採取されている。藻体は全長10cm程度でパセリの様な形状をしている。*Chondrus crispus* から抽出されるカラギナンは、κタイプ、λタイプの混成品となる。

1-3 カラギナンの製造方法と生産量

原料海藻は製造の前に付着している塩分や砂等の不純物を水で洗い落とした後、高温の水またはアルカリによって、組織中のカラギナンを抽出する。抽出液は濾過や遠心分離によって海藻の残渣が取り除かれる。カラギナンを単離する方法としては、塩化カリウムを添加、冷却してゲル化させた後に圧搾脱水するゲルプレス法、アルコールを添加して沈澱させるアルコール沈澱法の2つが一般的である。アルコール沈澱法は、ゲルプレス法に比べてコストが高いが、純度の高いカラギナンを製造でき、また、抽出可能なカラギナンのタイプが広い方法である。このようにして単離されたカラギナンは粉碎され、その用途に応じて一定の力価になるようにショ糖、塩類あるいはカラギナン同士を混合することで標準化される。また、精製カラギナンと区別して、*Euचेuma* 属を原料海藻とし、その全藻をそのまま乾燥、粉碎したものをユーケ

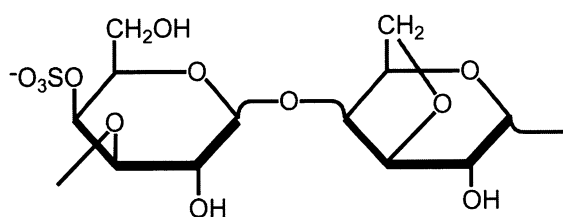
マ藻末、高温の水酸化カリウムで処理した後に乾燥、粉碎したものを加工ユーケマ藻類という。

2003年の資料によると、年間32,500トンのカラギナンが製造されている。その製造法による内訳は、ゲルプレス法が36%、アルコール沈殿法が38%、半精製品の加工ユーケマ藻類が26%であった。市場分析によれば、ゲルプレス及びアルコール沈殿法によって製造された精製カラギナンは年2%の割合で生産量が増加、加工ユーケマ藻類は年4~5%の増加が見込まれている。カラギナンの価格が高値で安定していることから、ゲルプレスの精製カラギナンと加工ユーケマ藻類を混合した安価な製品が市場に流通しており、数量を増やしている。

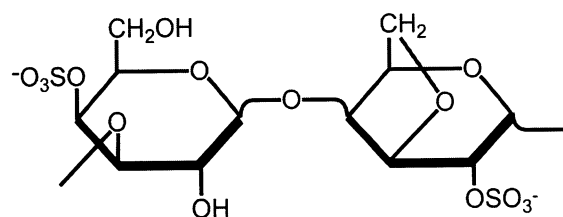
2. カラギナンの特徴と用途

2-1 カラギナンの構造

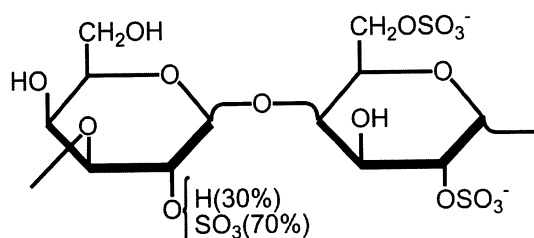
カラギナン分子の基本構造は2つのガラクトースから成る



カッパカラギナン



イオタカラギナン



ラムダカラギナン

図3 カラギナンの化学構造²⁾

二糖であり、これを反復単位として、500~2,000単位が結合している。カラギナンはその分子中のアンヒドロ基と硫酸基の量の違いから、 κ 、 ι 、 λ の3つのタイプに分類される。 κ タイプ、 ι タイプに見られるような、3,6-アンヒドロ基はカラギナンのゲル化性に寄与しており、逆に親水性の硫酸基はゲル化性を低くする。(図3)

2-2 ゲル化性

カラギナンの3つのタイプの内、 κ -、及び ι -カラギナンはカリウムイオンやカルシウムイオン等の陽イオンの存在下でゲル化する。これらの陽イオンはダブルヘリックスを会合させ、その構造をより強固なものにする。 κ -カラギナンは、カリウムイオンの増加に伴ってゲル強度が増加する。また、カリウムイオンとカルシウムイオンの両イオンが存在するときに κ -カラギナンのゲルは最も強くなる。 κ -カラギナンのゲルは脆くて離水しやすい性質がある。

一方、 ι -カラギナンは κ -カラギナンと異なりカルシウムイオンによって最も強いゲルを形成する。このゲルは内部強度が強い、弾力性に富む、離水しない、凍結・解凍に安定、といった性質を持つ。

2-3 増粘性

増粘効果に優れているカラギナンは ι -カラギナンであり、その水溶液はチキソトロピックな粘性を持っている。また、その粘度は、カルシウムイオンの添加で上昇する。例えば、25℃で0.5%の ι -カラギナン水溶液にカラギナン1gあたり40~60mgのカルシウムイオンを添加すると、その粘度は4~5倍上昇する。

λ -カラギナンはゲル化性が無く、冷水や低温のミルクに対して溶解性が高いという特性を利用した用途に使用されている。

2-4 他の多糖類との反応

κ -カラギナンのゲルは、脆く、離水が多いため、他のガム類を併用することによりその欠点を補うことができる。特にローカストビーンガムを κ -カラギナンと併用することが多いが、その他に ι -カラギナン、キサントガム、LMペクチン、コンニャクマンナン等も併用されることがある。

ローカストビーンガムを併用するとゲルの弾力性及びゲル強度が増し、離水が抑えられ保水性の優れたゲルになる。

2-5 タンパク質との反応

カラギナンは硫酸基を有したガラクトタンであることから水溶液のpHに関わらず負に荷電しており、他の荷電している高分子と反応する。例えばタンパク質との反応はその系のpHとそのタンパク質の等電点に著しく依存している。タンパク質がそれらの等電点以下のpHで溶解している系にカラギナンを添加すると不溶性の複合体を形成し沈澱を生ずる。この性質はタンパク質を含んだ廃水の処理やビール、清酒等の製造時において下げ剤として利用されている。

また、ミルク中では κ -カラギナンは、0.01~0.03%の添加率でミルクに構造粘性を与え、また0.1~0.2%の添加率でゲルを形成する。このように低い添加率で効果が高いのは、カゼインミセルが近接するカラギナンのダブルヘリックスの

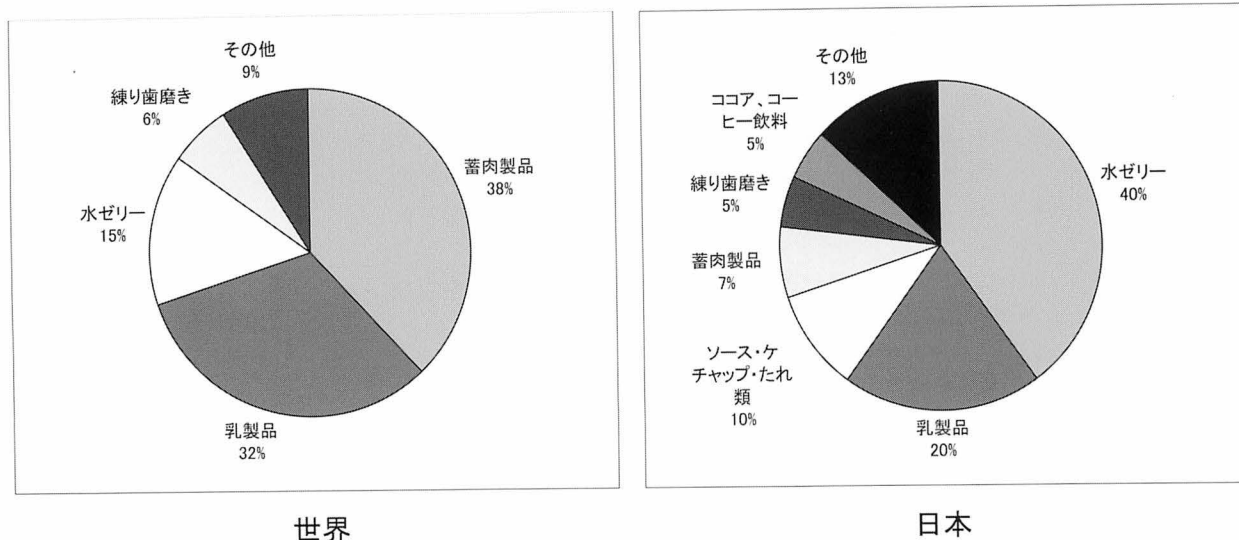


図4 カラギナンの用途別使用割合

ランダムな部位に結合することでヘリックス間の架橋となりネットワーク構造を強化することによるものと考えられている。

2-6 用途

カラギナンは前述の特性を生かして、主として食品用途に使用されている。現在、全世界で年間32,500トンのカラギナンが消費されているが、その用途別の使用割合の世界と日本の比較を図4に示した。その用途毎の割合は食文化の違いから世界と日本では異なっている。前述したように世界的にはカラギナンの需要が伸びており、年間約2%程度の伸びがあるが、日本市場は、ここ数年は横ばい状態で年間約1,400～1,500トンが消費されている。

次に主な用途について述べる(表1)。

①水ゼリー

κ -カラギナンは水系の食品にゲル化剤として広く使用

されている。例として、デザートゼリー、アスピックゼリー(魚や肉類を固めたゼリー)、水羊羹、ジャム及び缶詰等がある。添加量は0.2～1.0%程度で、通常は ι -カラギナンやローカストビーンガム等と併用されることが多く、その配合比率によって様々な食感のゲルを作ることが可能である。

ι -カラギナンは、その凍結解凍安定性、チキソトロピー性というユニークな性質から、冷凍ゼリーや低温充填が必要なゼリー類に使用することが出来る。

②乳製品

ミルク中に κ -カラギナンを0.02～0.03%の低濃度で添加すると、ミルク中のタンパク質と κ -カラギナンの複合体が出来、非常に弱いゲルのネットワークが形成される。このゲルには流動性があり、注いだり、飲用したりしたときにはゲルを確認出来ない程度である。このゲルの網目構造は、その中に不溶性の固体粒子やミルク中の脂肪球を補足することが

表1 カラギナンの用途例

用途例	GENU carrageenanのタイプの例	機能	添加量 (%)
デザートゼリー, ドリンクゼリー	SWG-J (κ , ゲル強度大) WG-108 (κ) WR-78-J (κ , ゲル強度大)	ゲル化	0.1～0.3
	J-J (ι)	離水防止	0.1～0.2
プリン, ミルクデザート	P-100-J (κ)	ゲル化	0.1～0.3
ヨーグルトゼリー, チーズ製品	LRA-50 ($\kappa \cdot \lambda$)	ゲル化	0.6～1.0
畜肉加工品	CHP-40i-J (κ) CHP-200 (κ)	保水性, 歩留まり向上	0.3～0.6
	K-100-J (κ)	懸濁安定, 口あたり改良	0.02～0.03
ココアミルク	K-100-J (κ)	懸濁安定, 口あたり改良	0.02～0.03
アイスクリーム	L-100-J (κ)	ホエイ分離防止, メルトダウン性の調節	0.01～0.02
ケチャップ	J-J (ι)	離水防止	0.1～0.2
インスタントムースパウダー, インスタントミルクセーキ	CSW-2 (κ , 冷水可溶) CJ (ι , 冷水可溶)	気泡の安定, ボディ感の付与, 増粘	0.2～1.2
インスタントアイスクリーム	CSM-2 ($\kappa \cdot \lambda$, 冷ミルク可溶)	氷晶成長防止	0.07～0.6

出来るため、それらの分散を安定に保つ働きがある。チョコレートミルクではココアの粒子の沈降や脂肪球のクリーミングを防止するために κ -カラギナンが使用されている。また、グアーガムやローカストビーンガムをベースにしたアイスクリーム安定剤は、アイスクリームミックスが分離（ホエイオフ）を起こすが、 κ -カラギナンを併用すると、同様の効果でミックス中に弱いゲルが出来て、この分離を防止できる。

ゲル化や構造粘性の要求される牛乳製品には、普通その機能性とコスト的な理由によってカラギナンが用いられている。ミルクプリン等のミルクデザートでは、 κ -カラギナンが0.05~0.6%程度の添加率で使用されるか、または澱粉やその他のゲル化剤と併用される。低温充填が必要な場合は ι -カラギナンが0.3%程度添加される。

λ -カラギナンは、その粘性と溶解性を利用して、食感改良剤、安定剤として使用されている。例としては、冷水や冷ミルクに粉末を溶解するタイプの製品（インスタントのココアミルク、ミルクセーキ、ムース、アイスクリーム製品等）、ホイップクリーム、コーヒーホワイトナー等に使用される。

また、最近の用途開発より、チーズ製品にカラギナンを品質改良剤として利用できることが分かっている。クリームチーズに κ ・ λ タイプのカラギナンを0.2~0.6%添加することで、離水の防止、滑らかで伸びの良い良好な組織の形成、ボディ感の付与といった効果が期待できる。プロセスチーズ製品の場合は、保水性の向上、食感改良、メルトダウンやスライス性の改善に効果がある。また、低脂肪、低タンパク質含量のチーズ製品、イミテーションチーズ等の製品の品質を改善することが出来る³⁾。

③畜肉製品

畜肉製品の保存方法の一つとして、古くから塩漬け（キュアリング）が利用されてきた。この方法では、肉組織に食塩、リン酸塩、亜硝酸塩等を溶かしたピクル液をインジェクションやマッサージによって浸透させるが、このピクル液に κ -カラギナンを使用することで保水性や歩留まりの向上、スライス性等の品質を改良することが出来る。 κ -カラギナンはピクル液に分散された状態で肉組織に浸透させ、

その後の加熱によって肉中で溶解し、最終的に肉組織中でゲルのネットワークを形成して、その効果を発揮する。

④その他の食品用途

その他の食品用途として、ベーカリー用のタルトグレースや無糖ジャムのゲル化剤、ケチャップ類の離水防止剤、あん類やフラワーペーストの離水防止、艶出し剤及びドレッシング類の懸濁安定剤としてカラギナンが使用される。また、ビールや清酒の製造においては、タンパク質性の不純物を沈澱させるための加工助剤（おり下げ剤）として使用される。

⑤食品以外への応用

食品以外の用途として、カラギナンは芳香剤や練り歯磨きで使用されている。練り歯磨きにおいては、その効果的な保水力、及び弱い水ゲル形成力、そしてそのゲルが酵素的分解に対して安定であるという性質から、増粘剤として0.4~1.0%の添加率で使用されている。カラギナンの使用によりペーストの保水性、フレーバーリリース及びびすずぎ性が向上する。写真用のフィルム⁴⁾においては、カラギナンはゼラチンのゲル溶解温度を高めるために使用できる可能性があり、また、皮膜形成能があるので、シャンプーのコンディショナーや錠剤のコーティング剤として適している。また強い水ゲル形成力、ゲル中での溶質の拡散性を持つことから、カラギナンは固定化酵素や固定化菌体のゲル化剤⁵⁾として使用されている。

3. 新規のカラギナン製品（ゼラチン代替物としてのカラギナン）

ゼラチンは、その特性を利用してゼリー、グミキャンディー、マシュマロ、ヨーグルト等の食品に広く用いられている。ゼラチンは牛や豚の骨、皮等が原料であることから、特に欧米諸国では、ベジタリアン用や宗教的な理由により植物由来のゼラチンの代替物の需要があった。しかしながら、既存のゲル化剤では、ゼラチンの柔らかくて弾力があるゲルの物性や滑らかな食感を模倣するまでには至らなかった。また近年では狂牛病の影響もあり、植物性の原料によるゼラチン代替物が求められるようになった。

CP Kelco社では、新しい原料海藻と新しい抽出法から製造

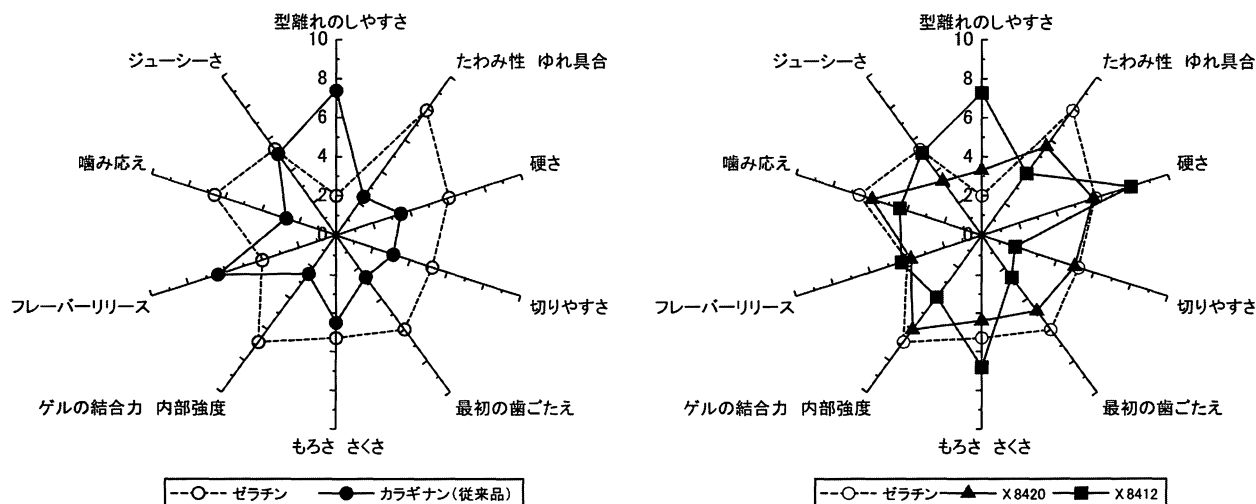


図5 スパイダーダイアグラムによる物性の評価

されたカラギナンが、既存のカラギナンと比べて、よりゼラチンに近い物性のゲルを作ることを見だし、このカラギナンを新規のゼラチン代替物 GENUTINE™ として販売している。

3-1 GENUTINE™ のゲルの物性

GENUTINE™ の開発は、ゼラチンの重要な特性の一つであるゲル化性に着目し、ゼラチンのゲルの特徴を官能試験により分析することから始められた。その官能試験はゼラチンのゲルの物性を表すのに適するように考えられている。具体的には以下の10項目について、各10点満点で評価し、その値をスパイダーダイアグラム(図5)と呼ばれるグラフにして評価を行った。

- ①型離れのしやすさ:ゲルをカップから取り出す時に、カップの内側にゲルが残る程度。
- ②たわみ性, ゆれ具合:ゲルを揺らしたときのゲルの振動の速さ, 程度。
- ③硬さ:2本の指でゲルの上面を2~3回押したときに感じる硬さ。
- ④切りやすさ:スプーンでゲルを1さじ分, 切り取ろうとする時の切り取り易さ。
- ⑤最初の歯ごたえ:ゲルを口に入れて噛む時, 最初にゲルに歯が入る際に感じる抵抗力。
- ⑥もろさ, さくさ:ゲルを口に入れて3回噛んだ後に, どの程度ゲルが壊れて小片になるか。
- ⑦ゲルの結合力, 内部強度:口の中でゲルを3~6回噛んだ時に感じられるゲルの強さ。
- ⑧フレーバーリリース:ゲルを舌と口の間に挟み, 力を加えた時に感じるフレーバーリリースの早さ。
- ⑨噛み応え:ゲルを噛み砕こうとする時に, 細くなるまでに要する力。
- ⑩ジューシーさ:ゲルを飲み込もうとする直前に感じられる, ゲルから染み出る離水の程度。

ゼラチンのゲルの物性を, この官能試験及び数種の分析方法を用いて明らかにし, よりゼラチンに近いゲルの物性を示すカラギナンを製造するための原料, 製造法を検討した結果, 今までになかったゼラチン代替物としてGENUTINE™が開発された。また, GENUTINE™は, ゼラチン代替を目的として開発されたゲル化剤ではあるが, その特徴のあるゲルの性質を利用, また他のカラギナンタイプとの組み合わせにより, 多様な食感を製品に与えることが可能である。

3-2 GENUTINE™ の用途と特徴

GENUTINE™を, 水ゼリー, ミルクゼリー, アスピックゼリー等のゼリー類, ムース類, グミキャンディー等のコンフェクショナリー類に使用した時, 次のような特徴がある。

①ゼリー用

- ・容器からの型離れが良好である。
- ・ゼリーがゼラチン類似の「たわみ性」や「弾力性」を示す。
- ・スプーンですくうときの感触がゼラチンと類似, 寒天等の従来のゼラチン代替品に比べて「さくい」感じがない。
- ・最初の食感又は噛みごたえが, ゼラチンのような「弾力性」と「粘着性」を示す。
- ・噛むと口中でゼリーが細かく散らばり, ゼラチンのような「口どけ状態」に近い食感が得られる。
- ・ゼリーの粘着性が「ゼラチンのような食感」を感じさせる。
- ・ゼリーのフレーバーリリースが良好。また, 最初の噛みごたえはチューインガムのような感じとなるが, ゼリーが細かく口中に散らばり, フレーバーリリースが良いこともあり, ゼラチンゼリーのようなジューシー感が得られる。

②ムース用

- ・製品輸送中も安定した泡が保たれる。
- ・離水の少ないムースを作ることが可能。
- ・ボディ感を付与し, 口当たりを改善することが可能。

③コンフェクショナリー用

- ・製品のゲル化速度, 離型性を向上。
- ・最終テクスチャーを他のゲル化剤よりも早く得ることが可能。
- ・チューイーで弾力のある(ゼラチンと類似した)食感が得られる。
- ・柔らかい食感又はしっかりした食感のグミを製造することが可能。
- ・耐熱性のあるグミキャンディー・マシュマロが得られる。

おわりに

以上, カラギナンの製造及びその利用の現状, カラギナンの性質, 新しいカラギナン製品について述べてきた。現在, 世界的にカラギナンの需要が伸びており, この傾向は暫く続くと予想されている。日本に於いては, 水ゼリーのブーム以降, カラギナンを利用したヒット商品で目立つものはないが, 今後, 消費量を拡大するためには, 新しい性質のカラギナン, 新しい利用法を開発, 紹介していくことが重要である。

参考文献

- 1) Georg H. Therkelsen, in "Industrial Gums 3rd ed.", ed. Roy L. Whistler and James N. BeMiller, p.146 (1993)
- 2) Georg H. Therkelsen, in "2cIndustrial Gums 3rd ed.", ed. Roy L. Whistler and James N. BeMiller, p.155 (1993)
- 3) Christian Gilleladden, and Gerd Frank Pedersen, "Hercules Food Gums in Cheese Applications", Copenhagen Pectin A/S(1998)
- 4)「GENU HANDBOOK」Copenhagen Pectin A/S, 三晶株式会社 p.219 (1986)

(三晶株式会社 中央研究所)

秋季藻類シンポジウム(2004. 11. 26) 「海藻産業の海外事情—現状と展望—」要旨

笠原文善：アルギン酸の原料事情～チリ沿岸の資源調査と中国の実情～

1. はじめに

アルギン酸は、コンブ、ワカメに代表される褐藻類から抽出される高分子多糖類である。世界のアルギン酸市場はおおよそ30,000～35,000トン/年と推定され、うち2割が食品用途に消費される。その他8割は医薬品、化粧品、繊維染色、水産、畜産、農業、鉄鋼、建築、製紙、排水処理など幅広い分野で利用されており、特に繊維染色用(捺染用糊料)として利用されるものが半数以上を占めている。食品以外の用途が圧倒的に多いというのは、海藻由来のハイドロコロイドの中でもアルギン酸独特のものと言える。

本講演ではアルギン酸について簡単な紹介をするとともに、その原料となる海藻の現状についていくつか事例を挙げて解説したい。なお、以下単に「アルギン」と呼ぶ場合は、アルギン酸、アルギン酸塩、アルギン酸エステルを含めたアルギン酸関連製品一般の総称とご理解いただきたい。

2. アルギン酸の構造と特徴

アルギン酸は、マンヌロン酸(M)とグルロン酸(G)という2種類のウロン酸が直鎖状に重合したポリマーである。重合度の大小は水溶液の粘性を左右し、MとGの量比(M/G比)およびその配列は、ゲル化したときの性質に大きな影響を及ぼす。

アルギン酸は水に不溶であるが、Na⁺などの一価金属とイオン交換して塩をつくると水溶性になる。アルギン酸塩の水溶液は、他の天然ガム質に比べ極めてなめらかな流動性を示す特徴を持つ。

この水溶液にCa²⁺などの多価金属イオンを加えると、瞬時にイオン交換して不溶性の塩をつくる。このときCa²⁺イオンの量と添加方法を適切にコントロールすることで、良好なゲルを形成することができる。寒天やカラギーナンなど、加熱・冷却によってゲル化する多糖類と異なり、アルギンのゲル化はCa²⁺によるイオン架橋によって行われる。この反応には加熱も冷却も必要なく、任意の温度条件下で進行させることができる。また得られたゲルは加熱・冷却しても溶解しない、熱不可逆性のゲルとなる。

さらに、アルギン酸にプロピレングリコール基を導入した、アルギン酸エステルという誘導体も食品用途で広く用いられている。アルギン酸エステルは、通常アルギン酸塩を溶解することができない低pHあるいは高Caの条件でも水溶性を維持できるため、ドレッシングや果汁飲料のような酸性食品、あるいは乳製品のような高Caの食品に対する増粘・安定剤として活発に利用されている。

3. アルギン酸の製造工程

アルギン酸を海藻から抽出する工程は、アルギン酸がイオ

ン交換によって水溶性へ、あるいは不溶性へと変化する独特の性質を最大限に利用して行われる。

天然の海藻の中で、アルギンは海水に含まれる様々なミネラルとイオン交換し、塩を作って存在している。その大半はCa塩のような水に溶けない塩をつくり、ゼリー状になって細胞間隙を充滿しながら、海藻のしなやかなボディを支える役割を果たしている。このアルギンを海藻の組織の外へ抽出するためには、Na⁺でイオン交換させてCa²⁺によるイオン架橋を解き、水溶性のNa塩に置換してやればよい。

Na塩へのイオン交換で十分に抽出を進めた後、抽出液をろ過して海藻の組織とアルギンを分別する。ろ過については様々な方法が考案され、各メーカーそれぞれにノウハウを積み重ねているが、いずれの場合も非常に粘度の高い液体をろ過することになるため、ろ過の前に大量の水を加えて希釈し、粘度を落とす工程が必要である。

続いて、ろ過によって得られたろ液に酸あるいはCaを加えてアルギンを再び不溶化させ、析出した固形分を取り出す。海外メーカーではCa凝固法、日本国内では酸凝固法が使われることが多い。いずれの方法でも凝固析出させたものは粘性のないパルプ状になり、容易に脱水することができる。

こうして得られたパルプ状のアルギンを元に、再びイオン交換を行い、あるいは洗浄したりエステル化反応を行ったりして、アルギン酸ナトリウムやアルギン酸エステルなどに加工し、最終的には乾燥・粉碎した粉末として製品化されている。

4. アルギンの原料海藻

上述の通り、アルギンの原料は褐藻類である。褐藻の中には生長力が旺盛で、短期間で巨大な藻体に生長するものが多くあり、工業原料として大変望ましい性質を持つ天然資源と言える。こうした褐藻類は、各大陸の海岸線で寒流の流れる地域を中心に広く分布しているが、工業的なアルギン酸製造原料として利用するためには、いくつかの条件を満たす必要がある。

1) アルギン酸含有量: 海藻中のアルギン酸含有量は、海藻の種によって様々である。マコンブでは約30%、チリの*Lessonia*で約40%、タスマニアの*Durvillea*には60%ものアルギン酸が含まれている(いずれも乾燥藻体換算)。生産性の面からは、なるべく含有量の高い方が経済的である。

2) 種の均一性: アルギンのM/G比は海藻の種によって異なり、種が同じであればM/G比の個体差は小さい。M/G比の違いはアルギンの物性に大きく影響するため、一定品質のアルギンを生産し続けるためには、特定の海藻だけを選んで使用することが必要となる。したがって同じ種類でまとまって、大量に群生するような海藻が理想的である。



図1 中国のコンブ養殖

3) 採集, 乾燥の容易さ: 原料海藻のコストは, 最終製品(アルギン)の採算性に大きく影響する。海藻のコストを抑えるためには, 容易に採集でき, また安価に乾燥できることが必要である。収穫地が, 海藻を腐敗させることなく天日乾燥できるような気候条件であることが望ましい。

4) 物流手段: いかに素晴らしい資源が存在しても, これを流通させる手段がなければ宝の持ち腐れになってしまう。適切なコストで, きちんと輸送できる物流が整っていることが不可欠である。

このような条件を満たし, 現在アルギン製造原料として利用されている代表的な海藻として, 次のようなものが挙げられる。

- 南米(チリ)の *Lessonia*
- 米国西海岸の *Macrocystis*
- 南アフリカの *Ecklonia*
- 豪タスマニアの *Durvillea*
- 北欧の *Ascophyllum*
- 中国の養殖コンブ

これらの海藻資源は, 世界のアルギンメーカー各社がそれぞれの立地条件から最も経済的で利用しやすいものを選んで利用している。その中で, いま南米チリ産の *Lessonia* は世界中のアルギンメーカーが注目する重要な原料海藻となっている。

表1 中国における養殖コンブ生産量

年	万トン
1985	25.38
1986	20.34
1987	17.89
1988	21.64
1989	27.29
1990	24.43
1991	35.67
1992	49.41
1993	60.19
1994	73.39
1995	64.45

(真道 2002)

チリは南米大陸の西岸に位置し, 長大な海岸線を持つ国で, 沿岸を北上する寒流(フンボルト海流)の恩恵により, 広い範囲に大量の褐藻類が繁殖している。チリ北部は砂漠地帯であり, 雨の降らない乾燥した気候のため, 採取した海藻は浜辺に引き上げておくだけで容易に天日乾燥することができる。海藻の加工や SHIPPING などのルートも確立しており, アルギンの原料海藻としては理想的な条件がそろっている。

このように, 安定した品質の海藻が安価に入手できることから, 今日では世界のアルギンメーカーがチリから海藻を輸入して利用する動きを強めている。当社のアルギン原料も, 現在はほとんどがチリからの輸入品である。

一方, 中国ではコンブの養殖がさかんに行われており, およそ半数が食用, 残り半分が中国国内のアルギンメーカーで使用されるアルギン原料として消費されている。

これら海藻資源の中で, 特に目立った動きを見せている事例を以下に紹介する。

5. 中国のコンブ養殖

中国におけるコンブ養殖は, 20世紀初頭に日本の養殖技術を導入するかたちで始まった。30年以上の長きにわたって試行錯誤を重ねながら人工養殖技術の開発が続けられ, 1960年代から本格的な大量生産が行われるようになった。現在, コンブの養殖は渤海湾沿岸の山東省, 遼寧省を中心に行われている(図1)。

中国の統計データによれば, 養殖コンブの生産量は1990年頃まで年間20~30万トンで推移していたが, その後年々増加する傾向にある。1995年には年間生産量65万トンに達し, 今や世界最大のコンブ生産国に成長している。生産されたコンブはアルギン原料のみならず, 食用として, またヨードやマンニトールの原料としても, 重要な経済資源となっている(表1)。

この養殖コンブの生産に, 今年は大きな異変が生じた。もともと中国のコンブ養殖では生産量と市場価格が安定しにくく, 年間数万トンという規模で生産量が上下する。通常こうした変動は経済的な理由による場合が多く, 生産過剰による価格低下と, 不作による価格高騰を繰り返してきた。

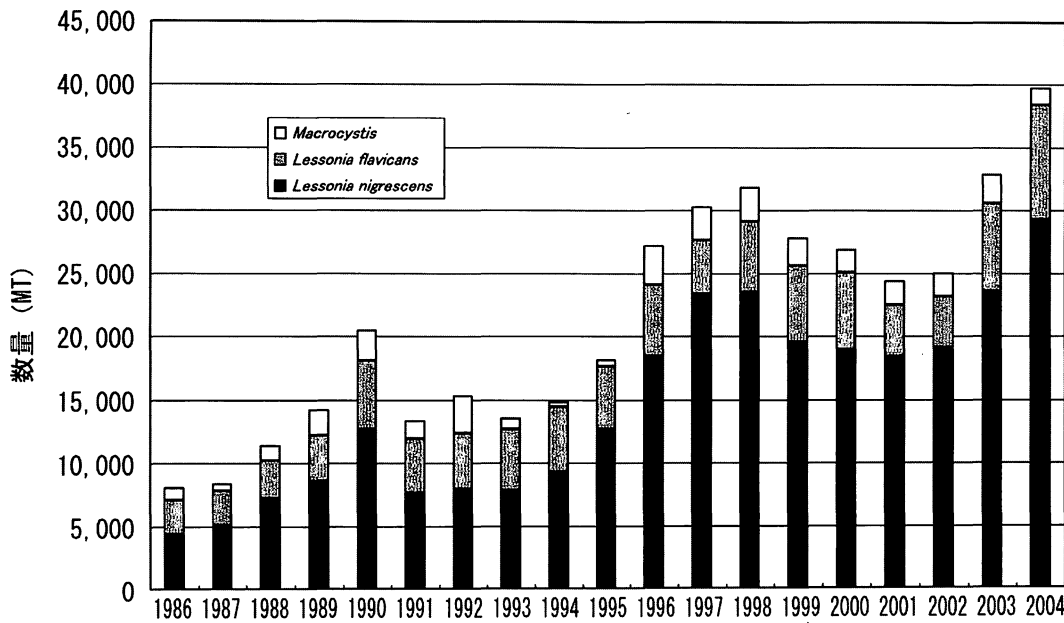


図2 チリ海藻輸出量

ところが今年はそれだけにとどまらず、天候不順が大きく影響して近年にない大不作を招いている。中国養殖コンブの主要生産地と言われる山東省の榮成地区で、収穫の最盛期である6月以降およそ2ヶ月にわたって雨や曇りの日が続き、天日に干していたコンブの大半が腐敗してしまうという異常事態が発生したのである。この地区での被害が与える影響は大きく、中国養殖コンブの総生産量を約20%減少させるものと

見積もられている。この大規模な減産により、中国養殖コンブの市場価格は例年にない高騰を見せている。

また中国全体の生活水準が向上し、中国国内での加工食品の需要も急激に伸びている。これに伴ってアルギンのアプリケーションも増え、使用量が増加してきた。この時期にコンブの不足と価格高騰が重なったことから、中国のアルギンメーカー各社は海外の原料海藻、とりわけチリ海藻を手当する動きを急速に強めている。

REGIONAL DIVISION OF CHILE

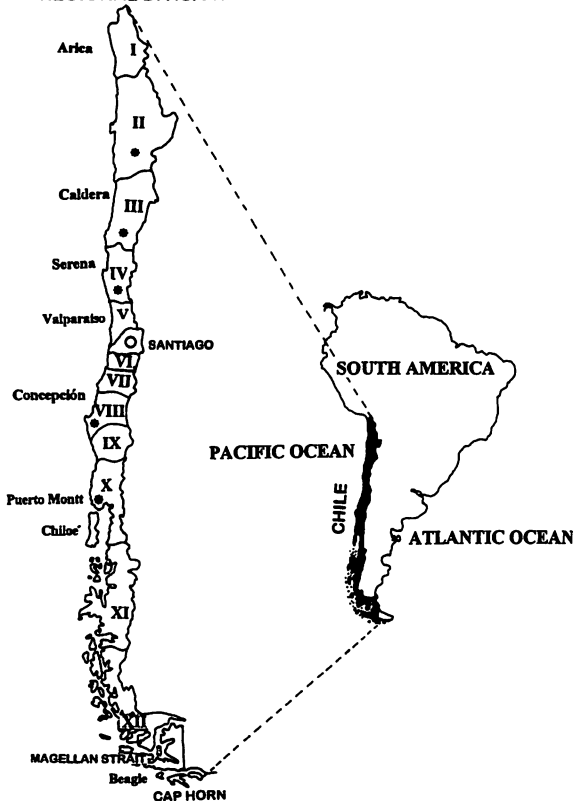


図3 チリ地図。(Krisle 1997)

6. チリ海藻資源

中国からの海藻買い付けは、チリ海藻資源に少なからぬ影響を及ぼしている。

チリ海藻輸出は1980年代から本格化し、以後20年近くの間、日本と欧米を中心に年間20,000トン前後の輸出を行って来た(図2)。チリ海岸での海藻の収穫は、十分に生長した個体が波浪などで離岸し、浜に漂着したものだけを拾い集めるという方式が基本であり、人為的な刈り取りを行わないため、エル・ニーニョのような気象要因を除けば海藻資源はさぶる安定で、環境への影響も少ない、良好なサイクルができていた。

チリからの海藻輸出量は年々増加傾向にあるものの、20,000~30,000トン/年という量であれば十分安定供給できるだけの資源を有すると見られている。

ところが、ここ数年中国から10,000トン/年を超える大量の海藻買い付けが始まり、チリの安定的な資源量を上回る勢いで輸出が行われるようになった。不足を補うために浜では漁民が海に入って海藻を刈り取るようになり、その結果沿岸の海藻が減少し、大きな個体が育ちにくくなっている。

チリではウニやアワビ(ロコ貝)など、海藻食性の魚介類も重要な輸出産品であり、海藻の減少はこうした海産物の生産にも大きな打撃となる。この事態を憂慮したチリの漁業庁

は、海藻の刈り取りを禁止し、あるいは採取制限を設けるような動きを見せ始めた。

資源保護の観点から、近い将来チリでの海藻採取に対して何らかの規制がかかる可能性は高いが、これに先立って我々チリの海藻の輸出入に関わる企業が主体となり、客観的な資源量を把握すべく、地元カトリカ大学 (Universidad Catolica Del Norte) の調査グループに委託し、海藻の資源量調査を実施した。

チリは南北に細長く伸びた独特の地形をもつ国で、国内は12の州に区分されている (図3)。アルギン原料として輸出量の大半を占める *Lessonia nigrescens* は、第三州と第四州の沿岸を中心に繁殖しているが、潮間帯に生育するため乱獲されやすく、ここ数年でかなり数が減ったと言われている。今回の調査で、第三州と第四州に56,000トンを超える *L. nigrescens* が生育していることが確認され、これが順調に生長すれば需要を十分賄えるだけの量が収穫できるという予想が立てられた。しかし、調査チームの Dr. Vasquez によれば今の段階ではまだ発育不十分な若い個体が多く、これが十分に育って離岸と漂着が始まるには、来年3月まで手を着けるべきではないとの見解である。これを待たずに刈り取るようなことが行われると、収穫期には十分な海藻が得られないことになり、次世代の再生も困難になるなど、将来の海藻資源への悪影響が懸念される。

また、同じくアルギン原藻として輸出される *Lessonia flavicans* も第三州と第四州に多く繁茂している。水深の深いところに分布していることもあり、今回の調査では *L. nigrescens* より一桁多い、80万トンを超える現存量が報告されている。資源的には問題ないようであるが、自然に離岸し漂着するものが少ないため、今後潜水して機械的に収穫する

ような業者が増えるものと予想される。地元で海藻売買を産業とする漁民の生活を考慮すると、一概に禁漁を強制することもできないというのが行政の実状のようであるが、生態系に悪影響を与えないような計画的採取が望まれる。

7. おわりに

天候不順による養殖コンブ不作に端を発した海藻市場の混乱は、今後もしばらく継続すると見込まれている。チリの実況の無秩序な乱獲を反省し、計画的採取のサイクルを取り戻すための具体的なアクションを模索する時期に来ている。定量的な調査データに基づく客観的な判断を踏まえ、さらに国際的な協調や協議も含めて、早急に対策を打たねばならない。

また同時に、利用度の低い他の海藻資源を再評価したり、あるいは海藻の増養殖を推進するなど、既存の価値観にとらわれない柔軟な考え方で、アルギン原料海藻を総合的に見直していくことも必要になるだろう。アルギンという有益な素材を将来にわたって安定的に供給し、発展させていくためには、自然環境との共存が不可欠である。海藻資源の計画的かつ有効な利用について、引き続き積極的な取り組みを進めていきたい。

参考文献

- 1) 笠原文善・宮島千尋. 2004. アルギン酸 その特性と産業への展開. 大野正夫編: 有用海藻誌, 440-454, 内田老鶴圃.
- 2) 真道重明. 2002. 統計から見た中国の水産業. 養殖, 11
- 3) Krisler Alveal. The seaweed resources of Chile. Critchly A. T. & M. Ohno 1997. Seaweed resources of the world. p.347, JICA
- 4) 中国統計年鑑. 2003.

(株式会社キミカ)

秋季藻類シンポジウム(2004. 11. 26) 「海藻産業の海外事情—現状と展望—」要旨

佐藤純一：海外のワカメ産業の現状と課題

ワカメは現在、日本、韓国、中国で養殖生産されており、主に我国と韓国で消費されている。近年、国産ワカメの生産は減少の一途をたどり、海外産ワカメ、特にここ数年は中国産ワカメの輸入が急増している。海外のワカメ生産国である韓国、中国のワカメ産業の現状と課題についてまとめる。

1. 韓国のワカメ産業

(1) 韓国のワカメ食用の歴史

韓国ではワカメのことを 미역 (Miyeok) とする。韓国人たちはワカメと言えばまず「お産」と「誕生日」を思い浮かべる。韓国ではお産の後には21日間、産後の回復食としてワカメスープを毎日、毎食食べる。ワカメを食べることで体内の古い血が浄化され、体力もぐんぐん回復し、お乳の出もよくなり、赤ちゃんにも栄養がいきわたると言われている。

この由来は唐の時代の類書（現代の百科事典の様なもの）である「初学記」に「高麗の人々が子を産んだ鯨が傷を治すために海に潜り、ワカメをかじっているところを見たことから、高麗では産婦にワカメを食べさせるようになった。」と記されているようである。

また、高麗時代に編集された「三國有史」にはもっと具体的に「迎日湾・長生浦（現在の蔚山広域市・長生浦）と梁山・機長郡一帯（現在の釜山広域市・機長郡）に鯨が子を出産しに群がって来たが、鯨は子を産んだ後ワカメをたくさん取って食べた。」と記されているようである。韓国の東海岸では昔から捕鯨が盛んに行われており、蔚山市・長生浦はかつて捕鯨の基地として栄えた港である。また、この地域は昔から天然ワカメの産地としても有名であり、「機長ワカメ」は今でも韓国の高級ブランドであることからこの言い伝えが今日の「産後にワカメスープ」につながっているのは一理あると思われる。

その後、朝鮮王朝時代に書かれた世宗実録を見れば「高麗時代には王子が誕生すれば王は王子に必ず塩釜（塩をつくる釜）と魚梁（漁を取る装置）を授け、また、「田（海藻採取場）も授けた。」と記録されている。「藿田」の「藿」はワカメの意味である。「藿田」とはまさしく「ワカメの田んぼ」のことであり、ワカメは王室でも重要な食べ物であったことが良く判る。朝鮮王朝時代に韓国ではワカメのことを漢字で「藿」または「甘藿」と記した。

この「産後にワカメスープ」という習慣からか、韓国では「ワカメスープ」は家族の誕生日に必ず登場するメニューとなっている。家族の誰かの誕生日には朝から「長寿の願い」が込められた「ワカメスープ」が食卓を飾る。韓国では1970年代初にワカメの養殖が始まるまでは天然ワカメの生産量はごく僅かであり、ワカメは貴重品であった。ワカメは我々日本人には特別な食べ物では無いが、韓国人達にとっては「ハ

レの日のご馳走」だったのである。

(2) 沿革

韓国では元々ワカメは全て天然産であったが、1960年代にワカメ養殖技術の産業的展開が行われ、南部海域を中心に大々的に養殖が行われるようになった。韓国のワカメの生産量は1970年代に急激に伸び、70年には6,600トン、71年に11,100トン、72年は29,000トンと倍増し、73年には一気に107,800トンとなった。その後生産量は伸び続け97年には過去最高の431,872トンを記録したが、その後は減少が続いており、ここ数年は20万トン代の前半で推移している。

韓国産ワカメの日本への輸入は1970年から開始された。最初の何年間かは天然産の原藻が素干し加工されて輸入されたいが、養殖技術の導入と発展、湯通し塩蔵ワカメの加工技術の日本からの指導等で急速に輸入量は伸び、1973年には湯通し塩蔵ワカメで1,781トン、74年に3,568トン、75年に8,243トンと急速に増えて、1977年には24,361トンに達したが、韓国ワカメの日本への輸入増加により、日本市場の混乱、日本産への圧迫が問題となった。日本側は全漁連、韓国側は社団法人韓国水産物輸出組合が窓口となり、毎年輸入数量に関する交渉を行い、秩序ある輸入を行うこととなり、1978年から輸入自主協定数量19,000トン（湯通し塩蔵ワカメ）でスタートした。また、翌1979年からは協定価格制度が導入された。その後、1989年には輸入協定数量24,500トンに対して史上最高の27,947トン輸入された。この年には乾燥ワカメが約1,800トンも輸入されており、合わせて湯通し塩蔵品換算で3万トンを突破する勢いであった。しかし、順調であった韓国産湯通し塩蔵ワカメの輸入は湯通し塩蔵ワカメよりも乾燥ワカメでの輸入が増えてきたこと、安価な中国産ワカメの輸入増などの影響で徐々に数量は減少し、自主協定数量は有名無実となり、1995年には自主協定数量が撤廃され、協定価格も1998年に撤廃された。2003年には湯通し塩蔵ワカメで僅か4,079トンと1989年に記録した史上最高輸入量の約六分の一まで減少した。（日本への輸入数量の推移は表1参照）

韓国でのワカメの養殖は南西部の全羅南道の莞島郡、珍島郡、長興郡、高興郡及び南東部の慶尚南道の機張郡で行われてきたが、全羅南道では1986年ごろから病虫害発生の問題が起り、外洋系の漁場から内部の漁場に移ってきており、元々の主産地であった莞島郡の島々から産地は長興郡、高興郡へ移動している。機張郡での養殖は年々衰退し、現在では韓国国内市場向けの生原藻出荷と板ワカメの生産が主で輸出向けの加工はほとんど行われなくなった。珍島郡でもワカメの養殖・加工は著しく減少している。

(3) 韓国のワカメ養殖

韓国のワカメ養殖は基本的には日本での養殖工程とほぼ同じであり、5月末から6月初旬に化学繊維のクレモナ糸に採

表1 ワカメ輸入量の推移. 湯通し塩蔵:生原藻=1:5, 乾燥ワカメ:生原藻=1:25として換算(単位:トン)

年 度	韓国湯通し塩蔵	韓国湯通し生換算	韓国乾燥ワカメ	韓国乾燥生換算	韓国生換算合計	中国湯通し塩蔵	中国湯通し生換算	中国乾燥ワカメ	中国乾燥生換算	中国生換算合計
1973	1,781	8,905	0	0	8,905	0	0	0	0	0
1974	3,568	17,840	0	0	17,840	0	0	0	0	0
1975	8,243	41,215	0	0	41,215	0	0	0	0	0
1976	21,564	107,820	0	0	107,820	186	930	0	0	930
1977	24,361	121,805	0	0	121,805	220	1,100	0	0	1,100
1978	14,126	70,630	0	0	70,630	23	115	0	0	115
1979	21,497	107,485	0	0	107,485	146	730	0	0	730
1980	24,206	121,030	0	0	121,030	0	0	0	0	0
1981	26,962	134,810	0	0	134,810	16	80	0	0	80
1982	23,357	116,785	0	0	116,785	513	2,565	0	0	2,565
1983	24,032	120,160	0	0	120,160	912	4,560	0	0	4,560
1984	26,035	130,175	1,300	32,500	162,675	1,411	7,055	0	0	7,055
1985	26,915	134,575	1,041	26,025	160,600	2,515	12,575	0	0	12,575
1986	25,864	129,320	1,066	26,650	155,970	2,894	14,470	0	0	14,470
1987	25,702	128,510	1,172	29,300	157,810	5,537	27,685	0	0	27,685
1988	22,675	113,375	1,472	36,800	150,175	4,254	21,270	0	0	21,270
1989	27,947	139,735	1,876	46,900	186,635	6,538	32,690	0	0	32,690
1990	27,228	136,140	2,109	52,725	188,865	8,008	40,040	0	0	40,040
1991	21,155	105,775	2,556	63,900	169,675	11,699	58,495	0	0	58,495
1992	17,638	88,190	2,441	61,025	149,215	11,774	58,870	0	0	58,870
1993	18,749	93,745	2,744	68,600	162,345	13,006	65,030	0	0	65,030
1994	18,329	91,645	3,257	81,425	173,070	17,694	88,470	0	0	88,470
1995	11,771	58,855	3,216	80,400	139,255	17,888	89,440	1,364	34,100	123,540
1996	9,729	48,645	2,596	64,900	113,545	20,252	101,260	2,042	51,050	152,310
1997	9,321	46,605	2,163	54,075	100,680	19,914	99,570	3,180	79,500	179,070
1998	9,655	48,275	2,092	52,300	100,575	17,007	85,035	3,728	93,200	178,235
1999	9,794	48,970	1,864	46,600	95,570	20,098	100,490	4,649	116,225	216,715
2000	6,859	34,295	1,725	43,125	77,420	17,437	87,185	5,198	129,950	217,135
2001	4,272	21,360	1,327	33,175	54,535	17,659	88,295	6,915	172,875	261,170
2002	4,957	24,785	1,110	27,750	52,535	13,362	66,810	6,925	173,125	239,935
2003	4,079	20,395	1,187	29,675	50,070	12,309	61,545	7,150	178,750	240,295

(財務省通関統計)

苗し、育苗は陸上タンクで行われる。10月頃に仮移植(タンク育苗から海中育苗への移行)を行った後、本養殖を行う。親縄への種糸の定着は従来「巻き込み法」であったが、10年程前から「挟み込み法」に代わってきた。養殖施設は鳴門地方と同じ水平いかだ式で1ha(100×100m)が基準である(図1)。各地方の海洋水産事務所(日本でいうと水産試験場)では親縄20本、5m間隔での養殖を指導してきたが、実際には親縄40～50本、つまり2～2.5m間隔、挟み込みの間隔も約20～30cmと密殖傾向となっている。しかし、4～5年ほど前から、「中国ワカメとの競争の中で韓国ワカメが生き残るには品質向上しかない。」という意識の改革が芽生え始め、親縄を1haに30本程度つまり約3m間隔とし、挟み込みも40～50cm間隔とする漁場も出てきた。沖出しも採取時期を考慮して、

10日毎に3回程度に分けて行うようになってきている。

韓国ではいわゆる「新芽ワカメ」として茎付きで大都市向けに生原藻のまま出荷されるものは12月の中旬頃から収穫される。その後、湯通し塩蔵加工向けの収穫は2～4月に行われる。韓国では元々、養殖ロープ上の大きな藻体をまず手で刈って収穫する「間引き採取」が行われていた。一回目の刈り取りの後に養殖ロープに残ったものをさらに生長させて2回目、あるいは3回目の刈り取りが行われ、最初に収穫される原藻が「一番草」その後が「二番草」「三番草」と呼ばれ、ある程度大きさのそろった原藻が収穫可能であった。しかし、年々深刻となる人手不足のために「機械採取法」が開発され、現在ではごく一部の漁場を除いて「機械採取」による一斉刈りとなっている。「機械採取法」は2～3隻の小船を準備し、

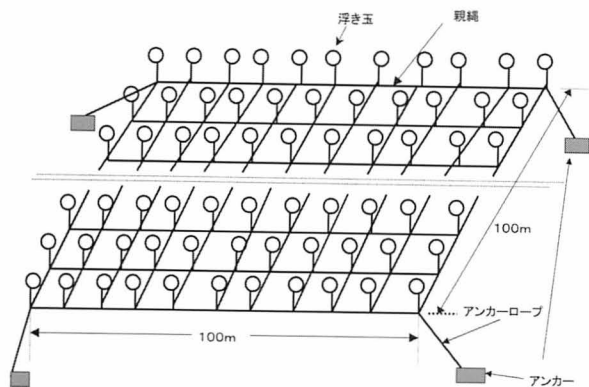


図1 韓国ワカメの養殖施設模式図



写真1 韓国での機械採取

先頭の船にウインチを設備し、浮を外した養殖ロープをウインチで巻き上げながら、2番目あるいは3番目の船の上で移動するロープ上のワカメをカマで刈る方法で養殖ロープ上のワカメを大小かまわず、根こそぎ刈っていく。(写真1) 従来の「間引き採取」ではある程度大きさのそろった葉体を収穫できたが「機械採取」では大小まじりの原藻となるため、湯通し加工を行う際に大きめの原藻に湯通し条件を合わせれば小さ目の原藻はボイル過多となり、小さい原藻に合わせれば大き目の原藻はボイル不足になってしまうという問題がある。また、韓国の漁民は原藻の選別（末枯れと元茎の除去）を行わないため、後工程での選別に手間がかかり、製造原価を圧迫する要因となっている。韓国で機械採取による一斉刈りは人手不足の解消という問題に関しては画期的な採取方法であるが、密殖で大きさが均一な原藻が養殖されない状況下では品質面では問題が残る。

ワカメ養殖業漁家数は1993年には5,890軒であったが、2003年には1,861軒と10年間で1/3以下まで激減している。韓国でも我国と同じ様に漁業従事者全体の高齢化、後継者不足が深刻である。ただし、養殖業の経営規模は我国と根本的に異なる。我国のワカメ養殖は一経営体当りの生産量が10トン弱と家内工業的規模で小規模な養殖生産が行われているが、韓国ではワカメ生産者は個人経営であるが協業化、企業化が進んでおり、養殖規模は大きい。正確な統計的な資料は無いものの一漁家当りの養殖規模は小規模なところで原藻換算40～50トン、大規模なところでは1000トンを超える。



写真2 韓国 全自動ボイル釜



写真3 韓国 冷却水路

(4) 韓国のワカメ加工と消費

韓国では昔、王にワカメを献上した時代から、ワカメの加工品は素干しワカメであった。これは日本と同じく、生原藻を海水でさっと洗って吊るして干したものだだったという。素干しワカメの加工が長く続いたが、1960年代になって養殖ワカメが大量に生産されるようになると、より保管性が良く商品価値を高めた板ワカメが加工されるようになった。板ワカメは海水で洗った原藻を長方形の枠に合わせて乾燥されており、1cm程度の厚みがあり、大きさも1.0～1.5m×0.2～0.3mと大きく、日本の島根県特産の板ワカメとは全く異なる。板ワカメは現在も生産されており、出産時の贈答品として珍重されている。

養殖ワカメの時代になると日本への湯通し塩蔵ワカメの輸出に伴って、韓国国内向けにも湯通し塩蔵ワカメが販売されるようになった。併せて日本からの糸ワカメの加工指導が行われ、湯通し塩蔵ワカメを原料とした糸ワカメが生産される様になり、保存性が良い糸ワカメが韓国で流通販売されているワカメ製品の主体となっている。さらにカットワカメが生産される様になり、現在、大手スーパーの海藻乾物売り場には古来の板ワカメ、糸ワカメ、カットワカメが並んでいる。

また、12月頃からは芯付の新芽ワカメが原藻そのままでも Seoul 等の大都市へ出荷されている。新芽ワカメは元々産地

近隣で消費されていたが、韓国の交通網の発達に伴って大都市へも出荷される様になり、主に生のまま和え物で食べられている。

韓国の湯通し塩蔵ワカメの加工工場は今から15年程前には二百数十工場あったが、工場数は減少の一途をたどり、今では1/10程度まで減っている。現在、ほとんどの工場が大規模であり、ボイル加工量は原藻で100～300トン/日と非常に多い。また、機械化、省力化が進んでおり、ボイル釜、冷却水路、脱水、塩混合等も連続ラインで無人運転の設備が多くなっている。(写真-2、写真-3参照)近年、若い人はワカメの加工場では働かなくなり、労働人口は高齢化しており、人手不足が深刻となっている。

生原藻の湯通し加工時期は2月中旬から3月下旬であり、対日輸出の湯通し塩蔵ワカメを先に加工してからカットワカメ用原料及び韓国国内向け原料の加工に移る。韓国では国内消費があるので品質良好な部類のものは対日輸出し、残りは国内消費されるので極端に品質の劣るものは輸出されない。

韓国でのワカメ加工工場従事者の人手不足は年々深刻となり、2003年から半製品(湯通し塩蔵のみで中芯付のもの)を中国へ運んで労働力の豊富な中国で芯抜き、選別が行われ始めた。運送費等の費用を考慮しても人手不足の韓国で選別作業を行うよりは良いらしい。ほとんどは中国で選別後に日本へ輸出されるが、一部は韓国へ再輸入され国内向けの糸ワカメ、カットワカメの原料として加工されている。

また、近年、韓国でのワカメ生産量の減少に伴って、生産量の一部を対日輸出する一方で韓国国内消費の不足分が中国より輸入されている。中国からの輸入量は2000年には湯通し塩蔵ワカメで1,049トン、乾燥ワカメで僅か4トンであったが、2003年は各々3,215トン、238トンと大幅に増えており、原藻換算すると2万トン強が輸入されており、今後もこの傾向は続くと思われる。(この数字はあくまでも統計上のデータであり、実際はもっと輸入されているとのこと。)

韓国のワカメ産業は1980年代に養殖ワカメが増産されたが、対日輸出によって需給バランスを保ち発展してきた。つまり、元々対日輸出依存が強かった。しかし、1990年代になると中国産ワカメの日本への輸入が始まり、韓国ワカメの対日輸出は減少の一途をたどった。特に90年代の終りには過剰生産による供給過剰が大きな問題となった。当時、韓国内のワカメ市場でのワカメの販売の場は各地の在来市場であり、販売メーカーも弱小であり、国内消費は低迷していた。しかし、2000年代になると、大手食品メーカーが乾燥ワカメのOEM生産品を販売し始めた。また、2000年代には都市部を中心に大型ディスカウントスーパー(E-MART, Lotte Mart, Carrefour等)が相次いで出店し、ワカメはこれらの売り場で売られることになり、国内市場が伸張、安定してきた。乾燥ワカメのOEM生産は元々対日輸出を行ったワカメ加工業者に委託されており、加工業者は対日輸出よりも国内向け生産への意欲が強くなってきているようだ。

現在、乾燥ワカメ(板ワカメ、糸ワカメ、カットワカメ)の他に即席ワカメスープ、即席ワカメカップ等も販売されて

いる。また、即席袋ラーメンにも小サイズのワカメが粉末スープにネギ等と一緒に入っており、袋ラーメン向けだけでもカットワカメで1,000トン以上の需要があると言われている。

日本ではワカメを使ったメニューといえば「味噌汁」が代表であるが、韓国での代表的なメニューは前述のように「ワカメスープ」である。「ワカメスープ」にはたっぷりのワカメが使われ、時には箸が立つほどたくさん入ることもあり、味噌汁に使われるワカメの量とは雲泥の差がある。「ワカメの味噌汁」はワカメを汁と一緒にすすって食べるが、「ワカメスープ」ではたっぷりのワカメを食・べ・る・スープであり、味噌汁にももっと沢山のワカメを入れるようになればワカメの消費量の大幅な拡大が期待されるだろう。

2. 中国のワカメ産業

(1) 沿革

第二次大戦中に当時日本統治下の大連にあった関東州水産試験場に勤務していた大槻洋四郎氏がワカメ、コンブの人工採苗、養殖に成功したのがワカメ養殖の始まりであり、中国・大連はワカメ養殖発祥の地である。コンブ養殖はその後中国大陸の沿岸に広まり、中国は世界一のコンブ生産国となった。

中国ではワカメ養殖は需要が無かったこともあって、1970年代までは全く行われていなかった。しかし、コンブの供給過剰の問題等と日本からの技術指導によって、1980年代に入るとワカメの養殖が開始された。1981年には遼寧省の大連で天然産の原藻を使用して湯通し塩蔵ワカメの製造テストが行われた。また、同年に養殖がテスト的に始まり、翌1982年に採取された原藻は全て湯通し塩蔵ワカメに加工され日本へ輸出された。その後、中国産湯通し塩蔵ワカメの輸入量は伸び続け1987年には一気に5,000トンを超え、4年後の1991年には10,000トンを超えるなど勢いは衰えず、1997年には20,000トンを突破した。当初、中国産ワカメは「どろ臭い」「溶けやすい」といった問題があり、なかなか日本のワカメ市場に普及しなかった。しかし、行政、養殖加工業者、研究機関の「官・民・学」が一体となった安定生産と品質改善が計られ、日本の業者の積極的な技術指導、日本からの種苗の移入等により、



写真4 中国 採苗作業

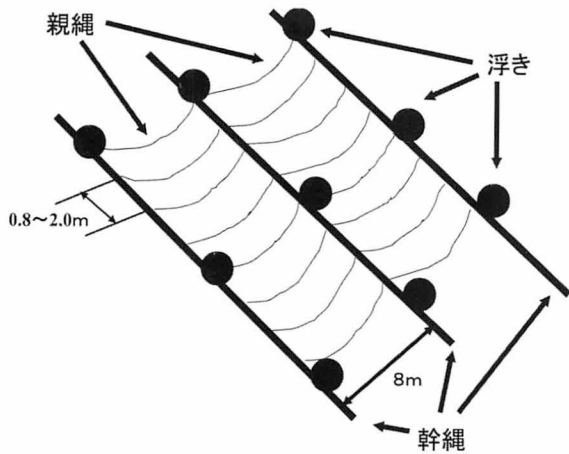


図2 中国でのワカメ養殖ロープの模式図

品質の底上げが進んだことで中国産ワカメは大躍進した。また、中国産ワカメが国産や韓国産ワカメよりも遥かに安価であることも輸入量増大の大きな要因である。その後、日本への輸入数量は増え続けている。しかし、躍進著しい中国産ワカメであったが湯通し塩蔵での輸入は頭打ちとなり、17,000～20,000トンで推移している。逆にカットワカメの輸入は1995年に1,364トンが最初に輸入されたのを契機に爆発的に増え続け、わずか5年後の2000年には5,000トンを突破し、中国産カットワカメの輸入の伸びは過去の韓国産カットワカメ輸入の伸びと比較すると倍以上のスピードである。(日本への輸入数量の推移は表1参照)

中国ワカメの生産量の公式な統計データは無いが、中国・大連裙帯菜(ワカメ)協会によると2003年1～6月の生産量は20万トン(原藻換算)であり、2004年1～6月の生産量は24万トンとのことである。

(2) 中国のワカメ養殖

現在、中国での主産地は遼寧省の大連市を中心とした地域であり、徐々に大連市の外側(特に東側)へ養殖場は広がっている。また、山東省でも行われているが黄河の流入による濁りの問題があり、安定生産と品質向上は難しいと言われている。

中国での養殖方法は中国独特の方法が行われており、特に種苗の作り方は「半人工育苗」「全人工育苗」の二通りの方法があり、現地では各々省略して「半人工」「全人工」と呼ばれている。

「半人工育苗」は親縄(横縄とも呼ばれる)に直接採苗し、これを海中で育苗していくという非常に大胆なやり方であり、中国独自の採苗方法である。(写真4)親縄のみを準備すれば良いこと、陸上での育苗施設が要らないという長所があるが、種苗の密度調整が難しいこと及び太くて重い親縄を取り扱うことは大変煩わしく、採苗用のめかぶが大量に必要である。また、「半人工」に用いられる親縄は数シーズンに渡って再利用されるのでコストの面でのメリットも大きい。初夏のワカメ養殖場近くの岸壁や広場は海から引き上げられた親縄を干す作業が行われる。

「全人工育苗」は日本や韓国と同じく、メカブから種糸(ク

レモナ糸)に採苗し、室内で育苗していく方法であり、大連水産学院を中心に技術開発が行われた。

現在、いずれの方法でも母藻は養殖したワカメ藻体が使用されるが最近では日本産の種苗の移入が頻繁に行われている様であり、「日本種」、「三陸種」をうたったものもある。大連地区では設備、コストの面から「半人工採苗」がまだ多く、「全人工採苗」は予備の種苗として使われる程度である。

中国での養殖は「横縄式」と呼ばれる中国独特の養殖施設で本養成が行われる。これは鳴門や韓国で行われている水平いかだ式に近いが60～100mの幹ロープを8m間隔で海に設置し、これに0.8～2.0m間隔で親縄(横縄)を張っていく。(図2)「全人工採苗」の場合は親縄(横縄)に種糸を約30cm間隔で挟み込むが、「半人工採苗」では親縄(横縄)に直接採苗したものがそのまま用いられる。この施設方式では親縄(横縄)がたるみやすく、親縄が水中に没するために養殖水深が一定で無く、生長にばらつきがでる。また、施設が隙間なく海に並ぶため、異常な密殖状態となり、非常に潮通しが悪い状態となり、良質ワカメの養殖は難しい。しかし、幸いに中国には豊富で安価な労働力があるため、人手による「間引き採取」が行われている。(写真5)これは密殖状態で生育するワカメを大きいものから順に刈っていく方法である。通常原藻採取は早いところで12月末から開始され、旧正月前には1回目採取が行われ、その後、2番草、3番草が採取されるが、採取は4月或いは5月初旬に入ってから続き、4番草、5番草まで採取される。漁場環境にもよるが当然、遅く採取される原藻ほど品質の低下が激しくなるので採取時期の規制等を要望しているが難しい状況である。

このような過度の密殖状態での養殖では量の面ではメリットがあるが品質の劣る原藻しか生産されないこととなる。また、大連では冬季の最低水温が1℃代まで下降する。一般にワカメは水温が5℃以下になると生育障害を起こし、また、冬の水温が2℃以下の所には自生しないと言われている。大連の水温はワカメにとって非常に過酷な環境であり、一般に「中国ワカメはコシが無い。」と言われていることの一因であると思われる。また、色調の劣化(くすみ)、異常葉(毛そう、病虫害、付着生物、汚れ)等はワカメの品質の重要なポイン



写真5 中国 ワカメ採取作業



写真6 中国 ボイル釜

トであるが、採取時期が遅れるほどこれらは酷くなるため、密殖の防止、早期の採取・加工が望まれ、特に横縄式を通常の水平いかだ式に移行するように指導しているが、中国でも韓国と同様に「質より量」という発想が主であり、なかなか改善されない。

また、大連市の観光政策により、海岸の景観の問題から大連市内のワカメ養殖漁場の一部が2005年から養殖禁止となる。また、別途、港湾整備で同じく2005年から養殖禁止となる漁場もあり、これら漁場の養殖施設は東部の漁場へ移設される予定とのことである。今後、このような政策が続くのかも注視したい。

(3) 中国のワカメ加工と消費

中国で養殖生産されるワカメは全量がまず、湯通し塩蔵ワカメに加工され、そしてさらにこれを原料としてカットワカメに加工される。養殖漁場は加工工場に近い所がほとんどであり、人手で間引き採取したものをクレーンで工場まで運ぶところが多い。韓国と同じく、大量加工を行っているが安価な若年層の労働力に恵まれており、省力化、機械化よりは人海戦術で加工されている。(写真6, 7)

中国ではワカメ養殖生産者が湯通し塩蔵ワカメを加工し、さらにカットワカメを加工する。我国や韓国では生産者、加工業者が別であるが、中国では養殖→加工を同じ業者が行なうため安いコストで生産することが可能である。しかし、日本側の価格競争(安売り)の影響で中国産ワカメの対日輸出価格は湯通し塩蔵ワカメ、カットワカメ共に年々下降傾向にあり、中国のワカメ産業も低迷状態が続いている。



写真7 中国 ワカメ選別作業

生原藻の湯通し加工時期は12月下旬から4月下旬(5月上旬)までで比較的品質良好な部類のものは湯通し塩蔵ワカメとして対日輸出されるが、中国国内での消費は殆ど無いため湯通し塩蔵ワカメの選別雑までがカットワカメに加工されて輸出されている。特にここ数年でカットワカメを生産できる工場が急激に増えて、カットワカメでの輸出が急増している。この背景には皮肉にも韓国のカットワカメ設備のメーカーが貢献した。カットワカメに加工すると枯れ葉や病虫害で穴があいたり、斑点があるワカメでも外観上は目立たないため、品質の非常に劣るワカメもカットワカメに加工されて日本に輸出されている。場合によっては湯通し塩蔵ワカメの選別雑をカットワカメに仕立てた(≒化けさせた)ものも散見される。依然として菌、異物等衛生面で問題のあるものもある。中国ワカメの輸入量の増加は品質の底上げによる部分が大きいですが、全体のレベルはまだまだ低い。低グレードの輸入ワカメの増加は日本のワカメ市場の品質レベルの低下を招く大きな問題であり、品質の改善が急務である。また、中国産カットワカメの輸入急増により、国内で輸入原料を使ってカットワカメを製造するメーカーは無くなってきており、ほとんどの業者が輸入カットワカメの選別と包装加工のみを日本で行ったり、現地で包装までした製品が輸入されており、我国のワカメ加工業界も空洞化が進んできている。また、元々ワカメ加工メーカーでない異業種企業の参入も目立っている。

中国では元々ワカメが生産されていなかったためワカメを消費する習慣が無かったが、ワカメの養殖・加工が始まるとワカメの葉は日本へ輸出され、輸出されずに余った茎が国内

表2 冷凍メカブ輸入量推移

年度\地域	韓国	前年比	中国	前年比	合計	前年比
1997年	447,960	—	5,391,050	—	5,839,010	—
1998年	663,712	148%	7,793,662	145%	8,457,374	145%
1999年	1,255,560	189%	12,436,707	160%	13,692,267	162%
2000年	894,819	71%	7,921,408	64%	8,816,227	64%
2001年	1,120,980	125%	10,255,260	129%	11,376,240	129%
2002年	1,090,936	97%	14,983,579	146%	16,074,515	141%
2003年	1,999,129	183%	13,561,604	91%	15,560,733	97%
2004年	8,658,158	433%	27,598,923	204%	36,257,081	233%

で主に漬物等として消費されるようになった。また、台湾では茎ワカメを日本や韓国から輸入していたが、中国でワカメが生産されてからは中国から輸入する様になった。このような状況から現在、中国では葉よりも茎の人气が高く、価格も葉よりも茎が高いという現象が起きている。

最近では中国でもカットワカメがスーパーの店頭に並ぶようになってきた。また、即席ワカメスープ、即席ワカメ味噌汁等も見られるようになり、徐々にではあるがワカメ（葉）の消費も芽生えつつある。

3. メカブ人気

ワカメの胞子葉であるメカブはその成分であるフコイダンの免疫活性化効果が話題となり、近年、生チルド売り場で市場が拡大しているが、昨年夏に「メカブが体臭、口臭を抑制する」というテレビ放映の後、爆発的に販売量が増え、2003年産の原料在庫が一掃され、2004年は各社原料手持ちゼロの状態からスタートした。よって、2004年の冷凍メカブ原料は「メカブ戦争」と言われるまでに過熱し、いずれの産地でもメカブの取引の話題のみでワカメ（葉）の取引の話題は無かったという。

生チルドで販売されるメカブはほとんどが輸入品である。2004年の冷凍メカブの輸入量は韓国産が2003年の1,999トンに対して2004年は8,658トン（前年対比433%）、中国産が2003年の13,561トンに対して2004年は27,599トン（前年対比204%）、合計で2003年の15,560トンに対して36,257トン（前年対比233%）となった（表-2参照）。

価格も高騰し、韓国産で前年対比約120%、中国産で約140%となった。2004年の中国ワカメの生産が2003年の20万ト

ンに対して24万トンと20%も増えたのはメカブの加工量の増加に伴うものである。また、メカブが生長すると葉の品質は悪くなるので、韓国、中国共にメカブ採取を重視したために葉の品質低下が問題となっている。

輸入量は急増したが、これだけ大量の原料を消化できる市場があるのかは甚だ疑問である。

4. おわりに

韓国は我国と共にワカメの消費国であるが、漁業従事者の高齢化によるワカメ養殖業従事者の減少、加工工場での人手不足等ワカメ産業の基礎的な部分を揺るがす問題が生じている。現在、ワカメ生産の中心となっている中国・大連でも価格低迷、養殖禁止海域の設定、メカブ人気による原藻品質の低下等の問題が出ている。ワカメ消費国である我国がこれらを隣の問題として楽観することはできない。

2000年に発足した「3国若布協議会（日本側；日本わかめ協会、韓国側；韓国水産物輸出組合海藻分科委員会、中国側；中国・大連裙帯菜協会）」では「品質向上、価格安定、市場開拓」の3項目を目標に掲げ活動を開始しているが、その中でも日本のワカメ業界の積極的な施策に期待したい。

参考資料

- 1) 農林水産省 漁業・養殖業生産統計年報.
- 2) 財務省(旧大蔵省) 貿易統計 1973-2004(2004はWebより).
- 3) 社団法人水友会 現代韓国水産史 1987.
- 4) 韓国・統計庁 浅海養殖業生産統計 1993-2003.
- 5) 韓国・関税庁 国家別品目別輸入統計 1970-2003.
- 6) 韓国海洋水産開発院 ワカメ養殖業の価格安定化支持制度改善のために政策方向 2001.12.

理研食品株式会社

秋季藻類シンポジウム(2004. 11. 26)

「海藻産業の海外事情—現状と展望—」要旨

石渡誠之：海苔業界の現況：日本・韓国・中国

1. 日本の現状

平成15年度ノリ漁期は、平成に入って有明海の異変で揺れた平成12年度に次ぐ不作という結果となった。共販枚数85億4千万枚、共販金額877億円、平均単価10円27銭で、前年と比較して、枚数が87%、金額が96%とともに前年を下回った。前年との比較は数字を評価する上でなくてはならない手段だが、その評価は右肩上がりの安定した生産状況下であれば、その実態が良くつかめる。ところが、近年は漁期当初の気候の温暖化にともなう高水温による弊害、漁期終盤の広域かつ長期化する色落ちで一段と生産が不安定になっており、比較する前年では、その実情がつかめないといった状況にある。たとえ前年を枚数、金額で上回っていても、なんら厳しさに変わりはない。累積する借金が一層、肩の荷に重くのしかかるノリ生産者は少なくないはずである。また前年との比較と同様、全体の数字の中で地域の格差が埋もれてしまうのも、最近の顕著な傾向と抑えることができる。これが現在のノリ生産の一面である。

こうした国内の生産事情の中で、韓国は対日ノリ輸出量の増加を要求し、中国は対日ノリ輸出の門戸を開くよう積極的に働きかけている。これ以上、国内の生産が不安定であれば、足らずを補うためのノリ輸入が現実のものとして目の前に迫ってくることになる。足らずを補うだけであれば問題はないように思うが、競争原理のもとノリ価格が下がりこそすれ、上がることがないようであれば、いまのノリ養殖経営を抜本的に見直さなければならない。またそれ以上に外国産のノリに安心安全がどこまで求められるのか、国内生産者と消費者との間で築き上げてきた信頼は食としての生命線だけに怖さが残る。

環境省は、海域環境に関して、今年を目標とする第5次総量規制を受けて、第6次総量規制の在り方を、現在、専門委員を設けて検討中である。ノリ養殖にとっても赤潮による色落ち被害は年を追うごとに深刻さを増している。窒素、リンの陸域からの負荷削減だけでは、赤潮の発生抑制にはつながないことが実証されたような気もする。ただし、見方を変えれば更なる規制強化とつながる。沿岸海域を問わず

自然界は弱肉強食の食物連鎖を基本とする生態系の世界である。そのなかに組み込まれたのが現在のノリ養殖であり、生態系がうまく機能しているかどうかのバロメーターでもある。赤潮を未然に防ぐため、プランクトンの増殖を招く物質を取り除くことを第一にあげ、貧酸素水塊形成に赤潮等の負荷物質の存在を上げる。赤潮の発生は問題だが、プランクトンが増殖する環境は必要である。水質汚濁に対して敢然と戦ってきたのがノリ漁民である。そのノリ漁民が困るような水質規制に問題はないのか、天候、海況とともに漁場の変化に今後どう対応してゆくのか、ノリ漁民全員の問題としてクローズアップされる。

日本の漁業生産額とノリ養殖業の実体

平成13年の日本の漁業生産額は、図1に示すように1兆7,803億円である。そのなかで、海面養殖業(ブリ、カキ、ノリ等)は、5,029億円で漁業生産額の28.3%を占めている。しかも、その養殖業のなかで、図2に示すように、ノリ養殖はブリ養殖とほぼ同じで、1位を競い、平成14年度の生産額は1,128億円であり、海面養殖生産額の総額の23.6%を占める大きな産業のひとつになっている。

(1) ノリ養殖業の変遷

ノリ養殖の技術、生産量、平均単価、経営体の推移を昭和36年から平成14年(ノリ年度)の推移を図3に示す。ノリ養殖は、大きな沿革を3つに分けることができる。

① 昭和43年以前：養殖技術は、人工採苗普及、冷蔵網技術普及、浮き流し養殖普及が、まだ試験段階で生産量は40億枚を前後で、海苔養殖業は、大きな生産量の増大が起きていず、海面養殖の一つとして、年により変動がある産業としてしか見られていなかった。

② 昭和44年年～57年：冷凍網、浮流し、浮上筏、品種改良等技術革新の導入が全国的に展開して、ノリの生産は年々増大して80億万枚を越す安定した産業として成長した。

③ 昭和58年以降：大型乾燥機の普及により加工の能率が良くなりノリ生産量が100億枚を越す大量生産時代になった。そのために在庫が増加し、1枚あたりの平均価格が10円を前後して、価格低迷をもたらすようになった。

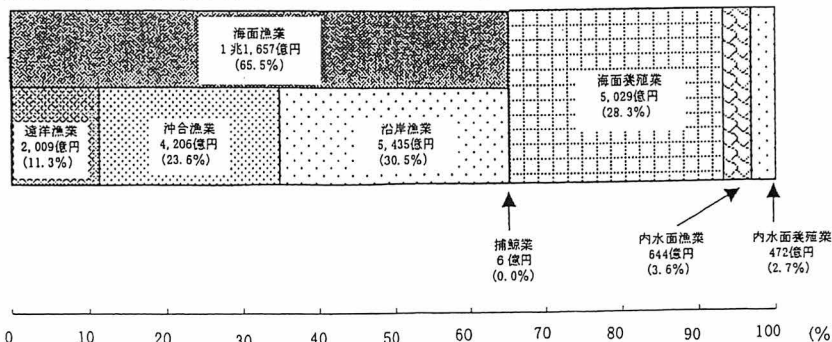


図1 漁業生産額の部門別構成割合 (平成13年度). (農林水産省平成14年度「漁業・養殖業生産統計年報」)

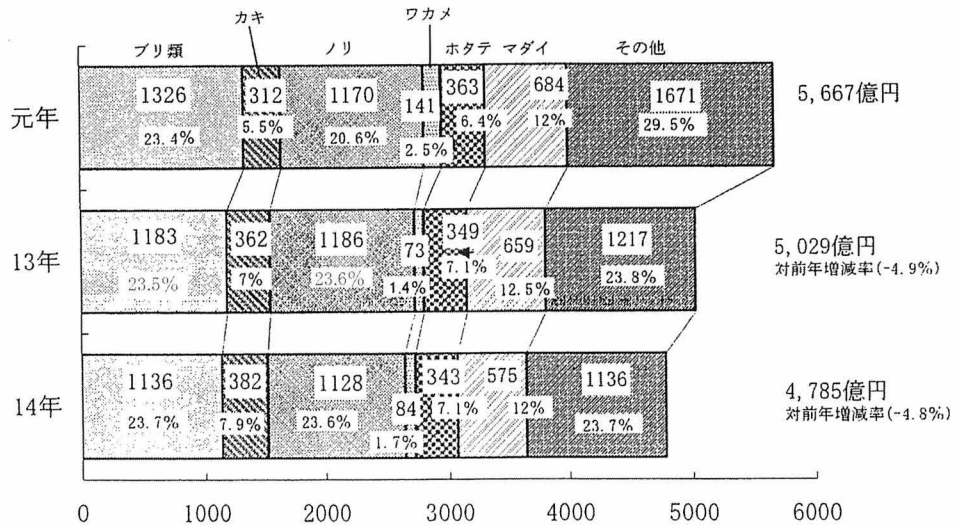


図2 海面養殖業主要魚種別生産量及び生産額の推移. 生産額の合計には、種苗養殖を含む. 生産量の海藻類は生換算、貝類は殻付重量. (農林水産省平成14年 漁業・養殖業生産統計年報).

(2) ノリ養殖主要指数の推移

ノリ養殖の主要指数を昭和50年から平成14年までについて表1に示す。この期間で特徴的なことは2点ある。

- ① 経営体の減少：ノリ養殖の経営体は、昭和36年には68,725経営体、昭和50年には、37,507経営体であったが、減少が続き、平成14年度では7,029経営体になった。経営体の減少傾向はまだ続く。九州地区と東日本地区に経営体の減少が目立ち、高年齢・小規模経営体の離脱が多い。
- ② 小規模・機械類の稼働効率：平成14年の1経営体あたりの施設面積は12,060m²であり、1経営体あたりの生産数量

は1,400千枚となっている。その内訳は、1日3,600×10本＝36,000枚（約10時間稼働）、約40日分（140日漁期）⇒約1,400千枚。

平均単価が10円として、ノリ生産による収入は約1,400万円である。機械類の償却費などを考えると、今後は、機械類の稼働率を上げるため、協業化・分業化の施策が必要と思われる。

(3) ノリ消費動向

平成15年度の相場動向

漁期突入までにはここ数年の傾向で冷静な相場付きが予想

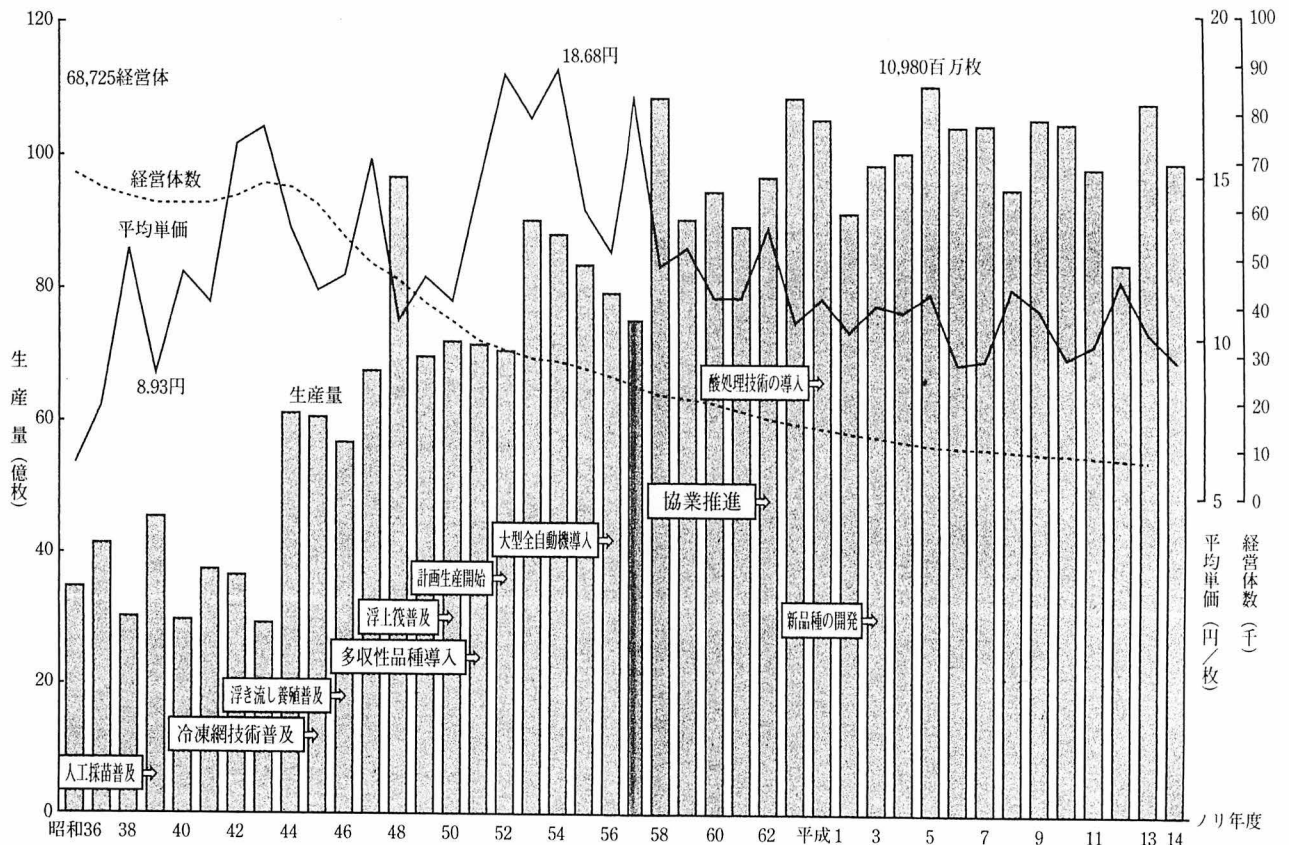


図3 海苔養殖の変遷 (海苔手帳 2002)

表1 ノリ養殖主要指数の推移。1冊当たりの網規格は、昭和53年までは18.2m×1.2m、昭和54年以降は18.2m×1.5m。昭和59年から、「漁業養殖業生産統計年報」は昭和49年までさかのぼって漁場面積を施設面積に変更。

	昭和50年	昭和60年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年	過去の最高値	
									年	値
経営体数	37,507	20,405	9,187	8,789	8,274	7,748	7,359	7,029	S 36	68,725
施設面積(千㎡)	156,133	125,056	104,556	103,354	98,684	96,011	93,236	84,769	S 49	187,020
※共販出荷量(百万枚)	6,727	9,075	10,298	10,236	9,679	8,296	10,686	9,846	H 13	10,686
※共販金額(百万円)	75,813	103,562	111,701	96,215	94,644	97,452	108,043	91,205	S 54	154,932
※平均単価(円/枚)	11.27	11.41	10.85	9.40	9.78	11.75	10.11	9.26	S 54	18.68
※1経営体当たり施設面積(千㎡)	4.16	6.13	11.38	11.76	11.92	12.39	12.67	12.06	H 13	12.67
※1㎡当たり共販量(枚)	43	73	98	99	98	86	115	116	H 14	116
※1経営体当たり共販量(千枚)	179	445	1,121	1,165	1,170	1,071	1,452	1,400	H 13	1,452
※1経営体当たり共販金額(千円)	2,021	5,075	12,159	10,947	11,439	12,578	14,682	12,976	H 13	14,682
漁家所得(千円)	3,462	5,462	12,068	10,188	9,499	13,473	12,749	10,973	H 12	13,474
漁業所得(千円)	1,912	2,606	8,251	6,439	5,747	8,013	8,888	7,654	H 13	8,888
漁業依存度(%)	55	48	68	63	61	59	70	70	S 53	74

(農林水産省 漁業養殖業生産統計年報、漁業経営調査報告。※は全海苔調査)

された。しかし顕著な降雨不足による栄養塩量低迷、早期の病害発生等の影響で秋芽生産は不作。用途に係わらず品薄感が漂い、品質は思わしくなかったが全体的に相場は高騰した。冷凍網生産に入っても特に瀬戸内以西で栄養塩量が回復せず、色落ちに見舞われた地区が多かった。例年業務用中心に形成される相場の過熱感ではなく、良質な在庫確保への不安が市場を席卷したまま、漁期共販を終えることとなった。

全般的な消費動向

ノリ消費量の推移を図4に示す。贈答筋の巻き返しは依然見受けられず、反発材料に乏しい。家庭用消費についても苦戦が続く、総務省の調査では一世帯あたりのノリ年間消費金額が対前年比で4.5%減少している。確かに大型店舗の売り出し企画に袋物商品が並ぶ回数は減っている。新用途の開発が突破口として訴求されて久しいが、いまだその命題はクリアできていない。品質、味を重視し、従来の品とは差別化した品種ブランドの台頭に期待したい。

一方、業務用消費はコンビニエンスストアのおにぎり商品が引き続き旺盛な需要を示している。業界最大手は年間販売数量合計でついに10億個の大台を突破した。立ち筋のすし店は、外食産業規模推計資料からすれば相変わらず低迷。景気回復を実感できるには至っていない。

(4) ノリ需給動向

ノリ養殖の計画生産

ノリ生産量は100億万枚に達して、需要の伸びも低迷しているため、ノリ養殖は計画生産の時代に入っている(表2,3)。その計画生産には下記の目標が掲げられている。

- ① 需要に見合った適正生産量の確保
- ② 製品向上—消費者に歓迎されない粗悪品の排除
- ③ 漁家経営の合理化

この目標を達成するために、具体的な対策は、平成15年度の漁期には、つぎのような対策案がとられた。

- ① 共販期間の設定—地域の実情にあわせ140日を基準とする。
- ② 良品対策—全国最低基準価格：3円(3円未満は不良品と

して消却)

③ 品質向上対策—消費者嗜好に基づく「うまい海苔作り」を推進し、選別、厳正検査の徹底を図り消費拡大につなげる。

また、ノリ年度のノリ生産の総生産量を、昭和49ノリ年度より、前年度の在庫量などの推定から、民間団体である全漁連、全海苔魚連が協議の上、目標生産数量を自主的に設定し、適正生産数量の確保を目指している。事例を挙げると、昭和49年度生産の目標生産数量は70億枚、平成15年度生産は目標生産数量95億枚であり、平成16年度生産は目標生産数量95億枚である。

2. 韓国の現状

韓国では、海藻の調理方法や食べ方が、日本とは異なるが、よく海藻類を食べる国民である。時差がない外国とは韓国であり、成田からでも2時間でゆける近距離であるが、ノリの食習慣、なぜかノリに関する食感が遠距離に感ずる国である。

(1) 韓国のノリ産地

ノリ養殖は、韓国の南西海岸が主要な漁場である。群山・

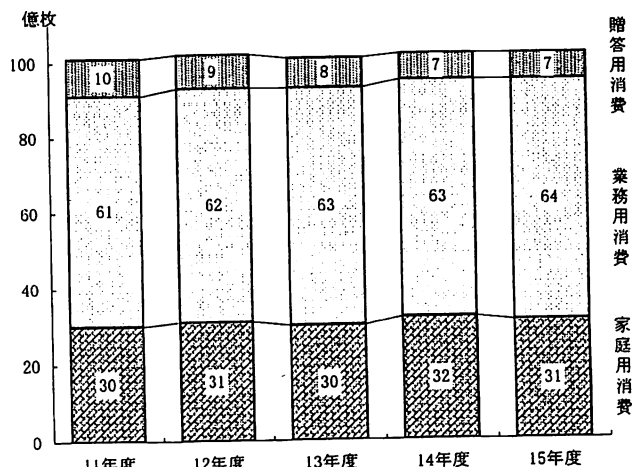


図4 海苔推定消費量の推移 (単位: 億枚)

(農林水産省平成14年度「漁業・養殖業生産統計年報」)

表2 過去4カ年の県別共販出荷量、平均単価と全国生産量及び生産金額

海苔年度 単 位 県 名	12年度		13年度		14年度		15年度	
	出荷量 百万枚	単価 円/枚	出荷量 百万枚	単価 円/枚	出荷量 百万枚	単価 円/枚	出荷量 百万枚	単価 円/枚
[産地共販]								
北海道	0.2	15.51	—	—	—	—	—	—
宮 城	830	11.68	670	9.07	797	9.48	705	8.81
千 葉	496	13.22	507	10.49	489	11.00	433	11.68
神 奈 川	21	11.73	21	9.51	18	10.37	18	10.64
愛 知	500	12.79	730	10.28	781	10.16	546	10.02
三 重	354	11.98	476	9.62	466	8.98	383	9.97
和 歌 山	1.9	9.72	1.4	7.03	1.0	6.59	0.3	6.08
大 阪	2.6	10.79	1.6	8.06	3.4	7.18	1.0	7.17
兵 庫	1,587	11.60	1,704	9.22	1,734	9.59	1,149	10.05
岡 山	326	11.50	355	9.50	320	7.86	288	7.79
広 島	96	10.13	101	7.39	87	5.23	91	7.05
山 口	190	11.86	183	9.86	144	7.67	102	10.12
徳 島	230	12.09	209	9.16	219	8.76	110	8.20
香 川	979	11.40	937	8.21	617	7.42	737	9.23
愛 媛	129	10.66	161	8.33	105	6.53	83	8.18
大 分	36	10.87	37	7.73	29	5.39	10	5.03
福 岡	589	9.89	1,556	12.16	1,201	9.87	1,130	11.16
佐 賀	989	13.27	1,804	11.77	1,426	10.25	1,645	11.80
長 崎	20	9.52	26	8.82	28	7.47	26	8.78
熊 本	752	10.86	1,037	9.19	1,208	8.10	963	9.97
鹿 児 島	15	15.15	9	10.32	17	8.68	12	10.67
[消費地共販]								
全海苔漁連	151	10.82	161	9.19	155	8.27	107	9.87
共 販 合 計	8,296	11.75	10,686	10.11	9,846	9.26	8,540	10.27
生産量(百万枚)	8,380		10,740		9,879		8,580	
生産金額(億円)	985		1,086		915		881	

(全漁連, 全海苔漁連調べ)

新安・木浦・珍島などで多くの生産を上げている。南海岸では、海南・莞島・所安にノリ養殖場がある。釜山の沿岸でもノリ養殖が行われている(図5)。

(2) 韓国海苔の種類と特徴

韓国の海苔1枚の平均重量が2gで、日本海苔が3g以上で

あるのに比較して軽く(薄く)なっている。韓国では、海苔の種類として、大きく“本岩海苔”、“半岩海苔”、“一般の黒海苔”区分されている。これらの特徴は、つぎのようである。

① 本岩海苔: 岩のり系の品種だけで、マルバアサクサノリ・オニアマノリ・イチマツノリなどから海苔が製造されている。

表3 ノリの受給動向の推移

(単位: 100万枚)

年度	11	12	13	14	15	16
()内はノリ年度	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
(1) 生産量	10,410	9,790	8,380	10,740	9,879	8,580
(2) 前年繰越量	6,238	6,617	6,327	4,757	5,477	5,366
(3) 韓国ノリ	69	120	150	180	210	240
(4) 総供給量 (1)+(2)+(3)	16,717	16,527	14,857	15,677	15,566	14,186
(5) 推定消費量	10,100	10,200	10,100	10,200	10,200	—
(6) 翌年繰越 (4)-(5)	6,617	6,327	4,757	5,477	5,366	—

(全漁連, 全海苔漁連調べ)



図5 韓国海苔産地

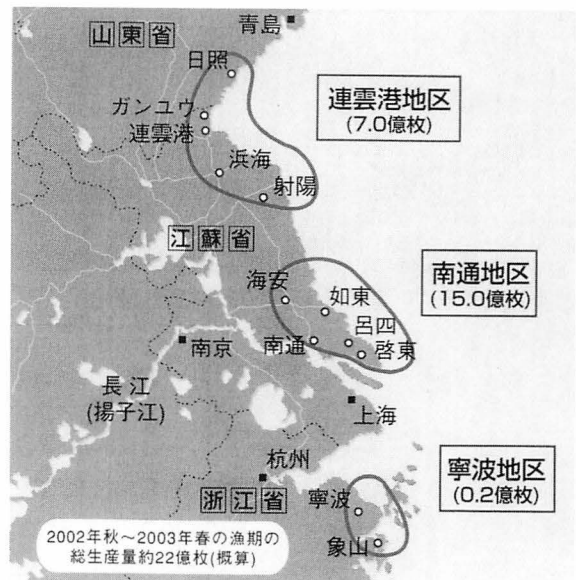


図6 中国海苔産地. (「江蘇省ノリ協会」パンフレット 2004)

板海苔で穴が目立ち、目が粗いが、風味、旨味がある。新芽生産が主力であり収穫量が少なく、高価格で取引されている。

② 半岩海苔: 岩海苔系とスサビ系が天然に混合された品種である。

③ 一般(黒)海苔: 日本より持ち込んだ品種で、特にスサビ系の品種が使われている。多収穫ではあるが、岩海苔に比較して風味、旨味に欠ける。

(3) 海苔の生産量と養殖法

統計資料がないため、生産数量はよくわからない。ただし、関係者の意見を総合すると約70億枚前後であろうと推察されている。海苔の養殖法は、品質の向上と耐病性増進のため浮き流し漁場でもノリ網の周囲にフロートを設置し、採摘前に

3~5回干出をかける。

(4) 消費形態

韓国風味つけ海苔(ゴマ油に塩をまぶす)が主力であり、日本のように、ご飯を巻く食べ方をせずに海苔だけを食べる。のり巻(太巻)や麺類のふりかけ(トッピング)に使われるが、この場合は多くは焼き海苔は使わず、干し海苔である。最近ではCVSでのおにぎりがヒット商品となっている。

(5) 海苔の輸出

韓国産海苔は、主にアメリカ、中国、日本等に輸出されている。日本への「海苔」の輸入割当はIQ制度下での運用が行われている。16年度の商社割当て(実績分)は、43.7百万枚、先着順割当て(一般抽選)48.3百万枚、需要者割当て(海苔

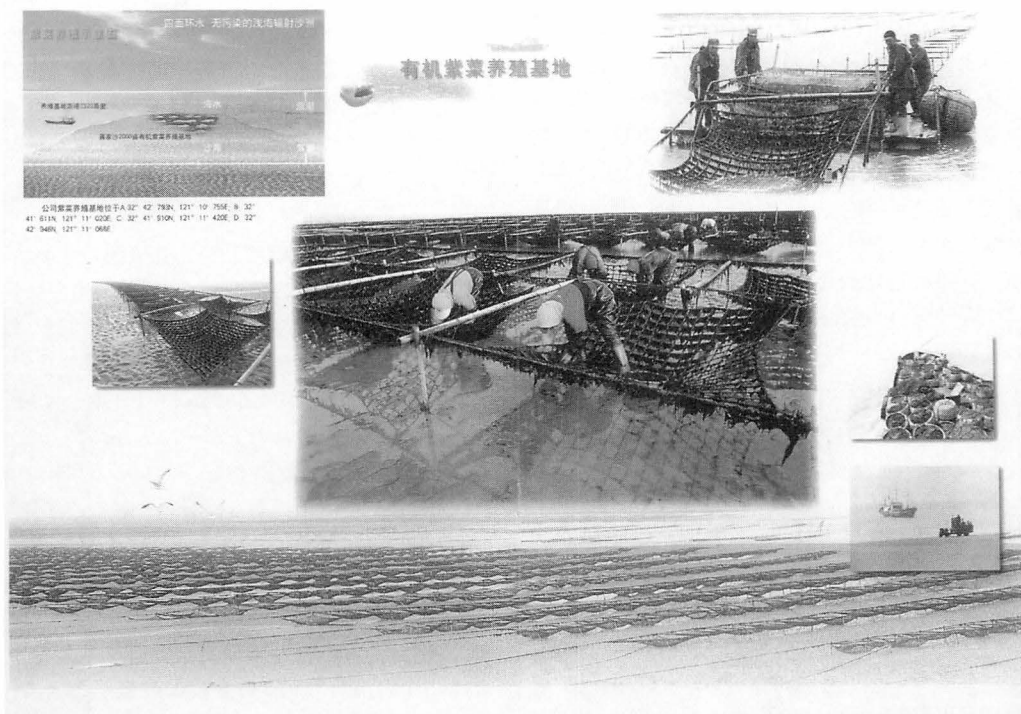


図7 中国海苔養殖. (「江蘇省ノリ協会」パンフレット 2004)



図8 中国の海苔加工，一次加工と二次加工。（「江蘇省ノリ協会」パンフレット 2004）

問屋）は148百万枚で、総量は240百万枚となっている。

3. 中国の現状

中国ではノリを紫菜（しさい・チーサイ）と呼び、沿岸部の人々は食用としてきた。近年、このノリ養殖が産業として成立し、新たな動きが見え始めている。

それは、中国最大のノリ養殖産地をもつ江蘇省で、民間主導による「江蘇省ノリ協会」を設立し、2003年漁期より一部入札会も実施した。すでにWTOに加盟した中国は、市場経済化を推し進めると共に、我が国の「のり」の輸入割当制度（IQ）について、WTO規則に違反しているかどうかの調査と現状等についての意見交換をすることになった。中国側は、のりについて韓国のみ輸入を認め、中国からは認めていないことが対外貿易障壁であるとの主張に対し、日本は「のり」は極めてセンシティブな品目であり、需給状況（30年間にわたり計画生産を実施、有限な特定天然資源）から輸入を受け入れる状況にないが、話し合いで解決にむけて意見交換を継続することに同意した。

このように中国海苔は、経済的にも、政治的にも大きな課題となってきているが、我々生産者団体である全海苔魚連・JF全漁連は、IQ制度堅持中国のり輸入反対を主張している。

(1) 中国海苔の種類と産地

中国産の海苔は、ふたつに区分される。海苔の生産地を図6に示す。

① 壇紫菜（タンチーサイ）

この仲間は、中国では昔から自生されたものを採取されている岩のり系で日本にないノリの品種である。27℃前後で種付けをして、長江（揚子江）河口より南、江蘇・浙江・福建・

広東省などで養殖が行われている。海苔製品は、直径20センチ前後の丸く荒く抄きあげる。板のり換算で90～100億枚の生産数量である。壇紫菜の利用法は、料理名を「紫菜湯」と言い、海苔をちぎってスープに入れ、ノリスープとして食べる。

② 条班紫菜（チャオバンチーサイ）

この仲間は1970年代より養殖品種として使われており、日本のスサビノリが原形である。

干出・低比重に対する耐性が高い品種である。海苔の主力産地は、江蘇省と山東省・浙江省の一部である。江蘇省・如東県・海安県・連雲港で海苔入札会を開催している。

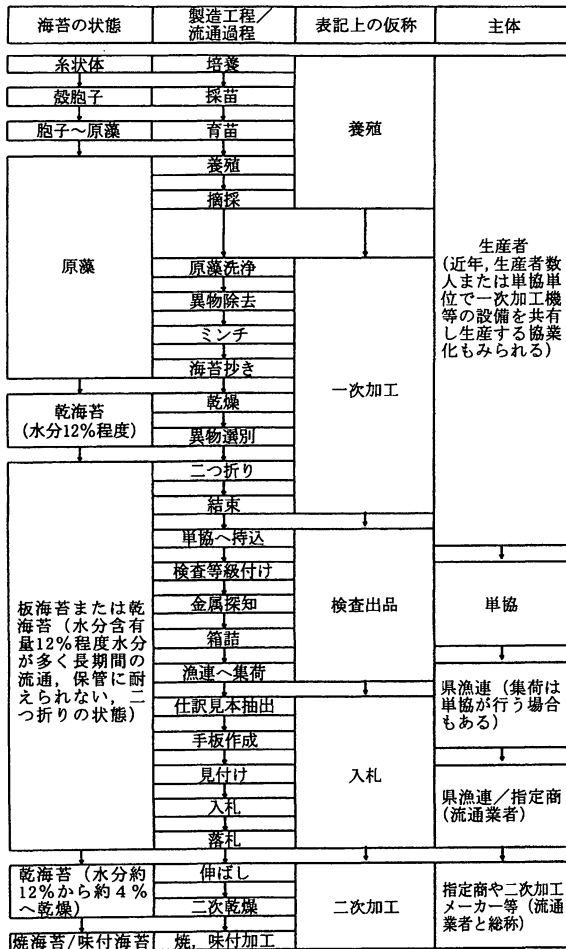
中国産の1枚あたりの大きさは、19cm×21cm、3g以上で、平均単価、約3円である。

(2) 海苔養殖の現状

中国の海苔生産の現状は、主産地の江蘇省ノリ協会の資料によると、江蘇省のノリ協会の会員は、ノリ養殖企業及び加工生産企業114社、ノリ取引市場関係3社、技術開発・普及・会社団体6社で、会員数は、123社である。

ノリ養殖面積は90,000ムー（日本網換算：54万枚）である。ノリ養殖の場合の1ムーは2.0m×2.0m×36枚、または、2.3m×2.3m×36枚の144m²～190m²（平均値：160m²とすると日本網1.5×18.0換算6枚分）である。協会会員の生産量は、15.2億枚（江蘇省の70%を占める）である。ノリ養殖・加工企業は107社であり、1社あたり1,420万枚を生産している。全自動乾燥機は約300台導入されているといわれている。これは協会会員当たりの保有全自動の乾燥機数は2.0台と想定され、1台当たり約720万枚の乾燥能力を持つ。7枠の1時間当たりの乾燥能力を6,000枚とすると1,200時間掛かり、24

表4 日本海苔の一般的な工程



時間フル操業でも50日必要となる。生産効率の高率化は日本の約2倍となっており、作業の分業化も進んでいる(図7, 8, 表4, 5)。

(3) 中国の海苔消費と輸出

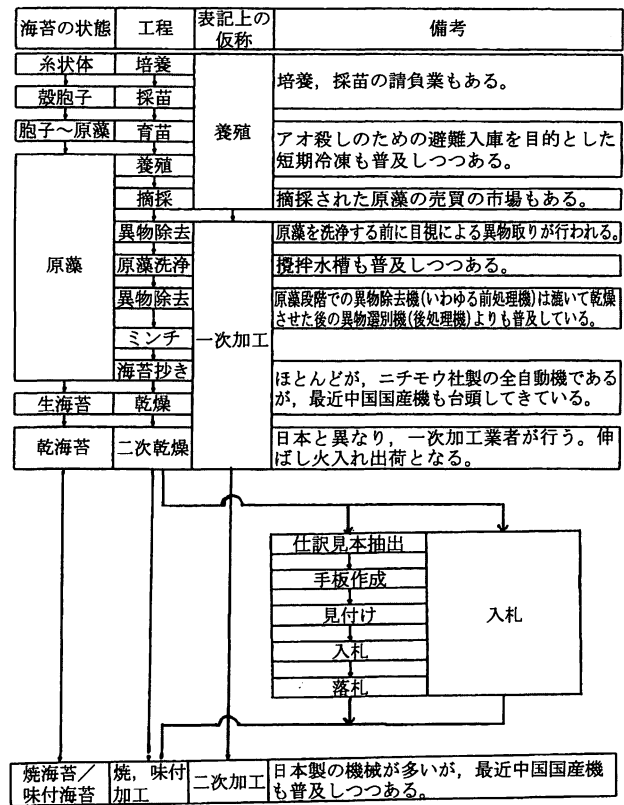
中国の海苔は、中国国内で消費される海苔製品の主力は、日本の味付け海苔と同様なものであり、テレビCMの宣伝効果も

表6 中国海苔生産枚数の推移

年度	枚数	年度	枚数
1991~1992	3億2,000	1997~1998	4億6,228
1992~1993	5億5,000	1998~1999	10億4,201
1993~1994	3億0,000	1999~2000	10億6,887
1994~1995	4億4,000	2000~2001	9億5,181
1995~1996	3億8,000	2001~2002	15億7,216
1996~1997	3億6,000	2002~2003	21億1,848

(全漁連, 全海苔漁連調べ)

表5 中国海苔の一般的な工程



あり急速に伸びている。麺類のふりかけ(トッピング)やノリスープにも使用されている。現在, 中国の国内消費数量は, 3~4億枚である(表6)。生産量の多くは輸出商品として, アメリカ・オーストラリア・EU等世界各国へ輸出されている。そのため, 二次加工業者は, 取得にかなり難しいと思われるEU向のハサップをも認証取得している企業が多い。それにより, かつての海外の日本産ノリ市場が, ほとんど, 中国海苔に取って変わってしまった。

おわりに

ノリ養殖を産業とする日本・韓国・中国のそれぞれの生産工程における現状の概要だけを述べてきたが, 日本のノリ生産は非常に難しい状況におかれている。これを打破するためには, 消費量の拡大に大いに力を注がねばならない。よりノリの栄養価, 機能性をピーアールし, 視野を世界に向ける必要がある。現にアメリカ, オーストラリア, EUでは, のり巻が定番として普及している。残された大消費地は中国であろう。おいしい食物には国境はありません。

参考文献

- 1) 農林水産省平成14年 漁業・養殖業生産統計報告
- 2) 日本食糧新聞社 加工海苔入門 105頁, 173頁, 181頁
- 3) 海苔PRESS Vol.25.

(全国海苔貝類漁業協同組合連合会)

梶村光男：日本産海藻の新和名について

筆者が今日までに報告した本邦産の緑藻1新種、褐藻1新変種及び紅藻14新種1新変種には和名がないため、それらにここで新和名を提案する。

Chlorophyceae 緑藻綱

Siphonocladaceae マタタマモ科

1. *Cladophoropsis corallinicola* Kajimura, 1987b, p. 177
サンゴモドリゲ (新称)
和名は仮根がサンゴモの体内に内生することによる。

Phaeophyceae 褐藻綱

Sargassaceae ホンダワラ科

2. *Sargassum miyabei* Yendo var. *okiensis* Kajimura, 1993a, p. 23
オキミヤベモク (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ。

Rhodophyceae 紅藻綱

Galaxauraceae ガラガラ科

3. *Scinaia flabellat* Kajimura, 1988, p. 175.
コノテフサノリ
和名は葉状体が扇形であることに由る。
4. *Scinaia okiensis* Kajimura, 1988, P. 175.
オキフサノリ (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ。
5. *Scinaia pseudo-moniliformis* Kajimura, 1991, P. 513.
ジュズフサノリモドキ (新称)
和名は本種の果孢子子の構造がジュズフサノリとは異なるが、葉状体の外形はジュズフサノリによく似ていることに由る。
6. *Scinaia tokidae* Kajimura, 1988, P. 175.
トキダフサノリ (新称)
和名は筆者の恩師、時田 博士を記念したことに由る。
- Dumontiaceae リュウモンソウ科
7. *Dudresnaya kuroshioensis* Kajimura, 1994a, p. 343.
クロシオヒビロウド (新称)
和名はタイプ産地が黒潮の真只中に有ることに由る。
8. *Dudresnaya okiensis* Kajimura, 1993b, p. 40.
オキヒビロウド (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ。
- Nemastomataceae ヒカゲノイト科
9. *Predaea bisporifera* Kajimura, 1987a, p. 419.
ニブンホウシユルヂギヌ (新称)
和名は雌性配偶体に二分胞子を生ずる特徴に由る。
10. *Predaea kuroshioensis* Kajimura, 1995b, p. 293.
クロシオユルヂギヌ (新称)
和名はタイプ産地が黒潮の真只中に有ることに由る。
11. *Predaea tokidae* Kajimura, 1987a, p. 419.

トキダユルヂギヌ (新称)

和名は筆者の恩師、郁田博士を記念したことに由る。
Ceramiaceae イギス科

12. *Aglaothamnion okiense* Kajimura, 1994b, p. 83.
オキアグラオタムニオン (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ。
13. *Antithamnion okiense* Kajimura, 1987b, p. 177.
オキフタツガサネ (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ
14. *Plumariella minima* Kajimura, 1986, p. 455
チャボイトシノブ (新称)
和名は葉状体が小型であることに由る。
15. *Ptilocladia okiensis* Kajimura, 1995a, p. 239.
オキプティロクラディア (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ。
- Dasyaceae ダジア科
16. *Dasysiphonia okiensis* Kajimura, 1992b, p. 407
オキダジシフォニア (新称)
和名はタイプ産地の隠岐にちなんだ。
17. *Dasya rigidula* (Kützting) Ardissonne var. *okiensis* Kajimura, 1998, p. 53.
オキカタダジア (新称)
和名は葉状体がやや堅いことおよびタイプ産地が隠岐であることに由る。

引用文献

- Kajimura, M. 1986. *Plumariella minima* sp. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan and Plumarielleae trib. nov. Bot. Mar. 29: 455-463.
- Kajimura, M. 1987a. Two new species of *Predaea* (Nemastomataceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Phycologia 26: 419-428.
- Kajimura, M. 1987b. *Cladophoropsis corallinicola* sp. nov. and *Antithamnion okiense* sp. Nov. : Two deep-water algae from the Sea of Japan. Bot. Mar. 30: 177-186.
- Kajimura, M. 1988. Three new deep-water species of *Scinaia* (Galaxauraceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Bot. Mar. 31: 175-185.
- Kajimura, M. 1991. *Scinaia pseudo-moniliformis* sp. nov. (Galaxauraceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Bot. Mar. 34: 513-520.
- Kajimura, M. 1992. A new species of *Dasysiphonia* (Dasyaceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Bot. Mar. 35: 407-413.
- Kajimura, M. 1993a. A new variety of *Sargassum miyabei* Yendo (Sargassaceae, Phaeophyta) from the Sea of Japan. Mem. Fac. Sci. Shimane Univ. 27: 23-30.
- Kajimura, M. 1993b. *Dudresnaya okiensis* sp. nov. (Dumontiaceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Phycologia 32: 40-47.
- Kajimura, M. 1994a. *Dudresnaya kuroshioensis* sp. nov. (Dumontiaceae, Rhodophyta) from Japan. Phycologia 33: 343-350.
- Kajimura, M. 1994b. *Aglaothamnion okiense* sp. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Bot. Mar. 37: 83-89.

Kajimura, M. 1995a. *Ptilocladia okiensis* sp. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from the Sea of Japan. Bot Mar. 38: 239-249.

Kajimura, M. 1995b. *Predaea kuroshioensis* sp. nov. (Nemastomataceae, Rhodophyta) from Japan. Phycologia 34: 293-298.

Kajimura, M. 1998. A new variety of *Dasya rigidula* (Dasyaceae, Rhodophyta) from the sea of Japan. Bull. Fac. Life Env. Sci. Simane Univ. 3: 53-63.

(685-0104 島根県隠岐郡都万村大字都万 2589)

有用海藻増殖研究会：日本海沿岸の海藻に関する情報 (2)

海藻の食べ方昨今、海藻は自然食・健康食ブームで見直され、地域によっては海藻祭や漁協婦人部などが開催する料理創作活動やコンテストも盛んになっている。例えば、戦後の食糧難の時代に海藻の積極的な利用を説いた大島(1952)は、酢の物、味噌和え、煮物、あぶり物、漬物(粕漬け、味噌漬け)、ふりかけ、心太、刺身のつま、汁の実というように9通りの食用法しか挙げていないが、半世紀を経た現在、乾燥スナック、菓子・飲料・麺類への混入、炒め物、キムチ和え、胡麻和え、炊き込みご飯などが加わり(藤田 2001)、食皿の脇役(刺身のつま)から主役(海藻サラダ)への転身、あるいはジャム(ワカメとモズク、秋田県)への加工などの新展開も認められている。漁村においても入手可能な食材や調味料の種類が増え、扱いやすい調理・加工器具も普及していることから、新たな調理法や新製品の開発にも期待がかかる。

しかし、海藻の食文化を紹介した「日本の食生活全集」(農山漁村文化協会刊)、奥本(1985, 1986)、今田(2003)などからも明らかなように、古来日本各地の沿岸で利用されてきた海藻の種類は昨今の利用対象種(ほとんどが養殖種か天然の量産種)よりもはるかに多く、中には増養殖技術の開発の余地があり、地域特産化が望まれるものも含まれている。

有用海藻増殖研究会は、本誌50巻1号に本州日本海沿岸の海藻の地方名について紹介したが、今回は同時に調べた海藻の伝統的な食べ方について報告する。ここでは、各府県担当者が1998年に実施した漁業者への聴き取りを主として分類群ごとの利用としてとりまとめたほか、「日本の食生活全集」の各府県版や地方出版物を参考に県別の追加情報を載せ、併せて付表にまとめた。なお、本州日本海沿岸では江戸時代に周航していた北前船の寄港地を中心にコンブの利用が各地の食文化に深く入り込んでいるが、今回は天然コンブを産する青森県だけを取り上げた。

分類群別にみた海藻の利用

緑藻

アオサ・アオノリ・ヒトエグサなどの汁物(吸い物、味噌汁、以下同様)、ふりかけ、乾燥品が一般的であるが、天ぷら、酢物、サラダ、佃煮、菓子混入剤などにも用いられる。フサイワズタは「海ぶどう」で知られる沖縄県産のクビレズタと同じくサラダや酢の物にも利用される。このほか、本州の両端でミルの利用も挙げられた。

褐藻

モズク類は酢の物か汁物としての利用が普通で、一部におひたし(新潟)や煮物(兵庫)にされる。ハバノリ類は、セイヨウハバノリとハバノリが汁物、酢物、ふりかけ、佃煮、煮物、焼きノリにされるほか、石川県ではハバモドキがふりかけとして利用される。アラメ・カジメ類では、アラメとクロメが本州南部、ツルアラメが本州北部の日本海側で利用され、利用法としては、煮物、佃煮、汁物、雑炊、油炒め、アラメ巻、酢物などが挙げられた。

ワカメは汁物、酢物、サラダ、煮物、佃煮、ふりかけ、ス

ナック菓子、味噌漬、羊羹、茶、焼きワカメ、塩漬など、食べ方も多い。メカブ(胞子葉)についてはゆがくだけでなく直火で焼いた後に酢醤油や三杯酢に漬けたり、ご飯や蕎麦にかけたりする。なお、ワカメの利用法をまとめた福井県水産試験場(1963)には日本海沿岸における製品形態として、板ワカメ(島根)、簾ワカメ(石川、福井)、絞りワカメ(島根県隠岐、福井)、モミワカメ(福井―越前)、塩蔵ワカメ(福井―越前)、ワカメ菓子(島根)が挙げられている。

ホンダワラ類では、アカモク(およびかつてシダモクとされていたもの)、ヒジキ、ホンダワラ、ヤツマタモクおよびミヤベモクの5種で利用法を確認することができた。ヒジキは、日本海沿岸では大きな群落の分布が京都府以南に限られることから、地場産の利用はこの範囲に限られ、煮物にされている。これに対して、アカモクとホンダワラは日本海沿岸域で広く利用され(池原 1987)、酢物、汁物(主に味噌汁)および煮物が主で、ほかに、佃煮、麺の具、製麺時の混入剤、サラダ、味噌漬、刺身のつまなどが挙げられた。ヤツマタモクは枝の先端部が酢の物として利用される。鳥取県では、モンバ(種類不詳)が「オワエ」豆腐こんにやくに合えられ、モク(一般的呼称?)の乾燥粉末がメリケン粉と混ぜてパンにされるという。

紅藻

アマノリ類の利用法としては、味噌汁、汁物、佃煮、板海苔が一般的で、新潟県ではおひたしにもされる。

テングサ類では主にマクサ(地域によってはオバクサも混ざる)が寒天原藻となっている。寒天は、心太のほか、「すいぜん」(米粉を混ぜる)、「えびす」(または「べろべろ」、卵とじ)などがある。ウミゾウメンは主に酢物として利用され、灰をまぶした乾燥品が流通している。

ムカデノリ類ではムカデノリ、ヒラムカデ、カタノリ、キョウノヒモ、サクラノリおよびマツノリの6種が食され、ムカデノリは刺身のつま、サラダまたは煮物、カタノリは生食のほか、煮物、味噌漬または汁物として利用される。マツノリはフクロフノリとともに汁物とされ、ヒラムカデやキョウノヒモは寒天原藻(混入材料?)として使われる。

スギノリ目のうち、スギノリとオキツノリが刺身のつまとして使われ、後者は藻体が硬いので飾りとしてのみ用いる。フクロフノリの食用法としては汁物や刺身つまが一般的で、秋田県では県の魚ハタハタを用いた飯寿司の薬味、新潟県では蕎麦のつなぎとしての利用がある。

ツノマタ類では、ツノマタとマルバツノマタの2種が利用され、若い芽が汁の実として利用される。石川ではツノマタが心太の原料として使われる。イバラノリ類(イバラノリとカズノイバラ)は汁物、しゃぶしゃぶに用いられる。

オゴノリ類ではオゴノリ、シラモおよびカバノリの3種が寒天原藻として利用され、酢物やおきゅうとの原料となる。イギス目では、エゴノリの利用が最も盛んで、寒天原藻として用いられている。なお、エゴノリで作った寒天はアオモ(石川)やウゴ(京都)などと呼ばれる。なお、今田(1994, 1995)

によれば、エゴノリ寒天は刺身（生姜，からし，胡麻，砂糖）醤油や白和えで食べる。アミクサやイギスも寒天原料として用いられる。

フジマツモ目ではユナが日本海沿岸の広域で汁物や煮物として利用される（梅崎 1953）ほか，秋田県ではイトフジマツが汁物，ウラソゾが汁物や煮物として利用されている。以上の紅藻のうち，富山県～兵庫県（と瀬戸内海）のテングサ，エゴノリ，イギス（アミクサ），オゴノリおよびシラモの食習俗について今田・小川（1988）が報告している。

県別の追加情報

以下に，文献による情報を県別に記録した。（全）とあるのは「日本の食生活全集」の各県版により，それ以外の情報についてののみ文献を示した。

青森県

本州日本海沿岸では唯一のコンブ産出県で，津軽海峡付近では古くから食材として利用されている。また，ところてんに関して，「てんを食べねば盆みたいでない」「てんは夏の汗をきってくれる。だからてんを食べると夏の汗を切ってくれる。」との云われがある（全）。なお，工藤ら（1986）は日本海南部でアカバギンナンソウを利用したアカハダモチの利用を認めているが，太平洋岸八戸地方が主産地である。

秋田県

男鹿半島で海藻の利用が盛んで，エゴノリの「えごもち」（精進料理），「煮菜」（切り刻んだツルアラメを野菜とともに煮てショツツルや味噌で味付けする料理），「すえこ」（刻んで湯通ししたツルモの大根おろし和え，菊の節句のもちに添える料理）などの料理がある（全）。

山形県

飛島を中心に海藻の利用が盛んで，「つぼのり」（ノリをイカ・タコと一緒に煮込む正月料理），「ぼん巻き」（ツルアラメを使った魚の昆布巻）などの料理がある（全）。

新潟県

佐渡を中心に海藻の利用が盛んで，野田・北見（1962）のほか，小木民族博物館（1995），浜口（1999）など，多くの郷土資料がある。「えごねり」の本場で，仏事，お盆，祭りに利用され，からし味噌，きざみねぎ・醤油，砂糖・きな粉などの味付けがある（全）。また，そばのつなぎとしてのフクロフノリが用いられ，余り物が「そばのりの味噌漬」にされる（全）。浜口（1999）によれば，採れたてのイワノリを汁に放ったものをシマヘギという。近年，佐渡特集の雑誌にワカメの記事（伊藤 2004）が掲載された。

富山県

海藻の利用が盛んなのは県東部の魚津周辺である。カタノリの佃煮，寒天に卵を加えて固める「べっこう」（全）などが特色であるが，利用は限られている。

石川県

能登半島は日本海沿岸で最も食用海藻の種類が多い。有名な輪島の朝市・夕市でも生・乾燥品が並び，民宿や居酒屋でも季節の海藻が出される。特に，魚醤油「いしる（り）」や味噌を用いた海藻のしゃぶしゃぶはイバラノリ（アクタス編集局

2002）やイワノリなど多くの種類が使われる。なお，寒天料理の「べろべろ」は加賀地方で冠婚祭に，「すいぜん」は輪島地方で葬儀・仏事に用いられる（アクタス編集局 2002）。海水浴や釣りのおやつとしてカタノリやタオヤギソウが生食される（藤田 聴取）。

福井県

越前海岸や若狭湾の岩礁海岸では，ワカメの保存方法として「板ワカメ」（木枠を使った重ね干し）と「しぼりわかめ」の2型がある（全）。「もみわかめ」も名産で，メカブをてんぷらに，茎にニンニクや唐辛子を加えて佃煮にするという（千万 2002）。カヤモノリは板状に干され，「板サガモ」と呼ばれる。ホタテの貝殻を利用したイワノリの「貝焼き」では醤油の絞り粕で味付ける（全）。なお，福井県の若狭湾沿岸，京都府および兵庫県北部にかけての海藻の食習慣は今田（1995）がまとめている。

京都府

丹後半島周辺では，エゴノリの白あえ（祝事・仏事），季節の魚を入れたわかめなます，たけのこのもずく煮などの特色ある料理が知られている（全）。

兵庫県

但馬海岸では，ホンダワラの佃煮，ハバノリのごま味噌和えや佃煮などの郷土料理が知られており，ところてんの味付けも，からし醤油，じゃこだし・醤油，きな粉というようにバラエティに富んでいる（全）。

鳥取県

因幡海岸では「わかめとじゃがいもの煮物，はばの雑煮（中風予防にいいとされる）などがあるほか，ところてんが仏事に用いられ，「てんは仏様の鏡」と言われる（全）。県中部ではイギス寒天がつくられ，酢醤油，味噌和え，白あえなどで食される。また，大山山麓ではエゴノリの寒天が，ごま醤油，酢味噌，黄な粉などで食され，「じょうくさ（エゴノリ）が寄ると餓死年が来る」との云われがある（全）。なお，鳥取県，島根県および山口県の海藻の食習慣については今田（1994）がまとめている。

島根県

わかめの保存方法に福井県と同様の2型，「板わかめ」と「しぼりめのは」がある（全）。わかめの変った食べ方として，唐辛子味噌をつけてあぶる「こしょめのは」があり，アラメやホンダワラの白あえも珍しい（全）。なお，同県に加賀周辺の海藻調理について桑本・西村（1984）が紹介しているが，興味深いことに，硫酸成分をもつタバコグサが酢物や汁物に使われるという。また，コメノリがソゾと同様に食べられるという。

山口県

北浦海岸ではアオノリやカサメと呼ばれる海藻が年末につく「こおりもち」（おかき）に入れられるほか，「こぼのり」や「はるも」と呼ばれる海藻（種不明）が刺身のツマや汁物にされる（全）。「はるも」は虫下しの薬にもなる。なお，わかめの利用法として「わかめむすび」（中山 2001，今田 2003）がある。

終わりに

俗に「海藻に毒なし」と言われるように、本州の日本海沿岸の漁村では多くの海藻が食材として利用されている実態が明らかになった。各種の海藻の利用地域は、本州日本海沿岸全域に分布し広く利用されているもの(例:モズク、アカモク、マクサ、アマノリ類、エゴノリ)、分布域内では広く利用されているもの(例:ヒジキ、アラメ)、分布域内で利用域が偏っているもの(例:ツルアラメ<日本海中・北部>、カタノリ<日本海中・北部>、サクラノリ<日本海中部>)、分布域内に利用域が点在しているもの(例:ユナ)、ごく限られた地域で利用されているもの(例:イトフジマツ、タバコグサ)というように、類型化することが可能である。中には、冠婚葬祭の行事食として用いられているものも多い(今田 1994, 1995, 2003, 今田・小川 1998)。先の(1)地方名と同様、さらなる知見をお持ちの方は、著者らまたは各府県の担当者にご教示願えれば幸いである。

本州日本海沿岸産食用海藻目録

県名略号: 青:青森県, 秋:秋田県, 形:山形県, 新:新潟県, 富:富山県, 石:石川県, 福:福井県, 京:京都府, 兵:兵庫県, 鳥:鳥取県, 島:島根県, 口:山口県

文献略号: F:藤田による地方誌探索・聴き取りによる, +各県の「日本の食生活全集」(農山漁村文化協会編), I(今田1994または1995), KN(桑本・西村 1984)。

そのほか: 汁物(味噌汁, すまし汁などを含む)

Ulvophyceae アオサ藻綱 (いわゆる緑藻)

Ulvales アオサ目

Monostromataceae ヒトエグサ科

・*Monostroma* spp. ヒトエグサ属海藻
→汁物(青, 石), 佃煮(石), 煮物(島), 焼海苔(島)

Ulvaceae アオサ科

・*Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees ヒラアオノリ
→汁物(形, 石), 佃煮(石), ふりかけ(石),

・*Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh ウスバアオノリ
→汁物(秋, 石), 佃煮(石), ふりかけ(石), 煮物(島), 焼海苔(島)

・*Enteromorpha prolifera* (Oeder) J. Agardh スジアオノリ

→汁物(石), 佃煮(石), ふりかけ(石, 口), 煮物(島), 焼海苔(島)

・*Enteromorpha* spp. アオノリ類

→汁物(青, 新), 乾海苔(新), 天ぷら(新), 酢物(新) サラダ(新), ふりかけ(京, 兵), かき餅(福)

・*Ulva pertusa* Kjellman アナアオサ
→汁物(青, 秋, 形, 新), 佃煮(石), ふりかけ(石, 京, 兵), 乾海苔(新), 天ぷら(新), 酢物(新) サラダ(新)

Caulerpales イワズタ目

Caulerpanceae イワズタ科

・*Caulerpa okamurae* Weber van Bosse フサイワズタ
→酢物(福), サラダ(島) ウミブドウ(青, 福, 島)

Codiales ミル目

Codiaceae ミル科

・*Codium fragile* (Suringar) Hariot ミル
→青(不詳), 酢物(口I), 空煎り(口I), 虫下し(口)

Phaeophyceae 褐藻綱

Chordariales ナガマツモ目

Acrotrichaceae ニセモズク科

Chordariaceae ナガマツモ科

・*Papenfussiella kuromo* (Yendo) Inagaki クロモ
→酢物(秋, 形, 新, 石), 汁物(形, 新, 石), おひたし(新), 不詳(青)

・*Sphaerotrichia divaricata* (C. Agardh) Kylin イシモズク

→酢物(青, 秋, 形, 新, 石, 福, 兵, 島), 汁物(形, 新, 石, 兵, 島), 煮物(兵), おひたし(新)

・*Tinocladia crassa* (Suringar) Kylin フトモズク

→酢物(石), 汁物(石)

Spermatochneaceae モズク科

・*Nemacystus decipiens* (Suringar) Kuckuck モズク

→酢物(青+, 秋, 形, 新, 石, 福, 鳥, 島, 口), 汁物(形, 新, 石, 兵, 鳥, 島), 煮物(青+, 兵), 雑炊(島KN)

Scytosiphonales カヤモノリ目

Scytosiphonaceae カヤモノリ科

・*Petalonia fascia* (O.F. Müller) Kuntze セイヨウハバノリ

→汁物(石), 酢物(石, 福), ふりかけ(石, 京), 炒め物(F石), 佃煮(福), 味噌田楽(F新)

・*Petalonia binghamiae* (J. Agardh) Vinogradova ハバノリ

→汁物(新, 石, 兵, 島), 酢物(石), ふりかけ(石), 炒め物(F石), 煮物(京, 兵, 島), 佃煮(京), 焼海苔(F石, 島)

・*Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link カヤモノリ

→汁物(青, 秋, 形, 石, 福I, 京I), 煮物(秋), 酢物(石), ふりかけ(石, 福+), あぶり物(福), 佃煮(福I), 味噌煮(福+), 大根おろしあえ(福+)

Desmarestiales ウイキョウモ目

・*Desmaresita tabacooides* Okamura タバコグサ

→汁物(島KN), 酢物(島KN)

Laminariales コンブ目

Chordaceae ツルモ科

・*Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse ツルモ

→不詳(青), 汁物(秋), 酢物の物(秋), 煮物(新, 石), 炒め物(新), 寿司の具(新)

Alariaceae チガイソ科

・*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar ワカメ

→汁物(青, 秋, 形, 新, 富, 石, 福, 京, 島, 鳥), 酢物(青, 秋, 形, 新, 富, 石, 福, 京, 島), サラダ(秋, 新, 島), 煮物(新, 福+→わかたけ, 鳥+→わかじゃが), 佃煮(新),

ふりかけ (新, 鳥+), スナック菓子 (秋), 木の芽和え (F新), 味噌漬 (石), 羊羹 (石), 茶 (石), 焼きワカメ (石), 塩漬 (富, 石, 鳥), 握り飯 (口), わかめご飯 (新+)

Laminariaceae コンブ科

• *Ecklonia kurome* Okamura クロメ

→佃煮 (福, 京), 煮物 (鳥), 汁物 (鳥), 雑炊 (鳥), 茹で干し (鳥)

• *Ecklonia stolonifera* Okamura ツルアラメ

→汁物 (青+<ナスの味噌汁>, 秋, 石, 兵), 煮物 (秋, 新, 石, 兵), 佃煮 (新), 油炒め (新), 酢物 (石), アラメ巻 (新)

• *Eisenia arborea* Areschoug アラメ

→ふりかけ (口), 煮物 (兵, 鳥, 口), 汁物 (兵, 鳥), 雑炊 (鳥), 茹で干し (鳥), アラメ飯 (福, 京)

• *Laminaria japonica* Areschoug マコンブ

→昆布巻 (青+), だし (青+)

• *Laminaria religiosa* Miyabe ホソメコンブ

→煮物 (青)

Fucales ヒバマタ目

Sargassaceae ホンダワラ科

• *Sargassum fusiformis* ヒジキ

→煮物 (兵, 鳥, 口), 佃煮 (京), 油炒め (青+), ひじき飯 (京 I)

• *Sargassum fulvellum* (Turner) C. Agardh ホンダワラ

→とろろ (秋), 酢物 (形, 新, 石, 京, 兵 I, 鳥), 汁物 (秋, 新, 石), 麺類の具 (新), 刺身ツマ (新), サラダ (新), 味噌漬 (新), 佃煮 (兵), 煮物 (兵, 鳥), ふりかけ (鳥)

• *Sargassum hemiphyllum* C. Agardh イソモク

→酢物 (石), 汁物 (石)

• *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh アカモク

→不詳 (青), とろろ (秋), 酢物 (形, 新, 石), 汁物 (形, 新, 石), 麺類の具 (新), 味噌漬 (石), 糟漬 (石), 串焼き (石 F), 酢の物 (鳥), 煮物 (兵, 鳥), ふりかけ (鳥)

• *Sargassum miyabei* Yendo ミヤベモク

→ふりかけ (口), 汁物 (口)

• *Sargassum patens* C. Agardh ヤツマタモク

→酢物 (F 石)

• *Sargassum* spp. ホンダワラ類

→黒胡麻和え (鳥), 豆腐・こんにゃく和え (鳥), パン混入剤 (鳥)

Rhodophyceae 紅藻綱

Bangiales ウシケノリ目

Bangiaceae ウシケノリ科

• *Porphyra denticulata* オニアマノリ

→汁物 (石, 兵, 鳥), 佃煮 (兵), 焼海苔 (石, 兵, 鳥), 煮物 (鳥)

• *Porphyra okamurae* Ueda クロノリ

→汁物 (新, 石, 兵), 佃煮 (兵), 焼海苔 (石, 兵)

• *Porphyra pseudolinearis* Ueda ウップルイノリ

→汁物 (秋, 形, 石, 兵, 鳥), 煮物 (鳥), 佃煮 (秋, 兵), 焼海苔 (兵, 京), ?(口)

• *Porphyra suborbiculata* Kjellman マルバアマノリ

→汁物 (兵, 鳥), 佃煮 (兵), 煮物 (鳥), 焼海苔 (兵, 鳥)

• *Porphyra yezoensis* Ueda スサビノリ

→汁物 (石, 鳥), 焼海苔 (石, 鳥), 煮物 (秋, 鳥), 菓子 (秋), 味噌汁 (形)

• *Porphyra tenera* Kjellman アサクサノリ

→汁物 (石), 板ノリ (石)

• *Porphyra* spp. アマノリ類

→汁物 (青, 秋, 新, 福+), 煮物 (秋), 雑煮 (福+), 板海苔 (新), 佃煮 (新, 福+), おひたし (新), 貝焼き (福+)

Nemalionales ウミゾウメン目

Nemaliaceae ウミゾウメン科

• *Nemalion vermiculare* Suringar ウミゾウメン

→酢物 (青, 秋, 新, 兵, 京, 石, 福, 鳥), 汁物 (秋, 形, 兵, 鳥 KN), ふりかけ (福 I)

Rhodymeniales マソゴシバリ目

Champiaceae ワツナギソウ科

• *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey ワツナギソウ

→サラダ (石), 寒天・心太 (石)

Rhodymeniaceae マサゴシバリ科

• *Chrysmenia wrightii* (Harvey) Yamada タオヤギソウ

→生食 (石 F)

Gelidiales テングサ目

Gelidiaceae テングサ科

• *Gelidium elegans* Kützing マクサ

→寒天・心太 (青+, 秋, 形, 新, 富, 福, 京, 兵, 鳥, 鳥, 口)

• *Pterocladia tenuis* (Okamura) Shimada, Horiguchi et Masuda オバクサ

→寒天・心太 (富, 石, 鳥)

Gigartinales スギノリ目

Dumontiaceae リュウモンソウ科

Endocladaceae フノリ科

• *Gloiopeltis furcata* (Postels et Ruprecht) J. Agardh フクロフノリ

→汁物 (青, 秋, 兵, 鳥 I, 口 I), 飯寿司薬味 (秋), 刺身ツマ (石, 鳥 I, 口 I), そばのつなぎ (F 新)

Gigartinaceae スギノリ科

• *Chondracanthus tenellus* (Harvey) Hommersand スギノリ

→汁物 (秋), 不詳 (青)

• *Chondrus nipponicus* Yendo マルバツノマタ→汁物 (秋)

• *Chondrus ocellatus* Holmes ツノマタ

→汁物 (青, 秋), サラダ (石), 寒天・心太 (石)

Halymeniaceae ムカデノリ科

• *Grateloupia divaricata* Okamura カタノリ

→汁物 (秋), 煮物 (新, 鳥, 兵), 味噌漬 (新), サラダ (石), 寒天・心太 (石), 不詳 (青)

• *Grateloupia asiatica* Kawaguchi et Wang ムカデノリ

→酢物(青), サラダ(石), 寒天・心太(石), 煮物(兵), 佃煮(京)

・*Gratelopia livida* (Harvey) Yamada ヒラムカデ

→サラダ(石), 寒天・心太(石), 酢味噌和え(島KN), 白和え(島KN), 煮物(島KN), 炒め物(島KN)

・*Gratelopia imbricata* Holmes サクラノリ

→刺身ツマ(石)

・*Gratelopia okamurae* Yamada キョウノヒモ

→寒天(F石)

Hypneaceae イバラノリ科

・*Hypnea* spp. イバラノリ類

(主に*H. charoides* Lamouroux イバラノリ, *H. flexicaulis* Yamagishi et Masuda カズノイバラ)

→汁物(秋, 形), サラダ(石), 寒天・心太(鳥, 石), シャブシャブ(F石)

Phylloporaceae オキツノリ科

○*Ahnfeltiopsis flabelliformis* (Harvey) Masuda オキツノリ

→刺身のツマ(富), サラダ(石), 寒天原藻(石)

Gracilariales オゴノリ目

Gracilariaceae オゴノリ科

・*Gracilaria bursa-pastoris* (Gmelin) Silva シラモ

→サラダ(石), 寒天・心太(石, 鳥)

・*Gracilaria textorii* カバノリ

→サラダ(石), 寒天・心太(石), 刺身ツマ(石)

・*Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss オゴノリ

→サラダ(石), 寒天・心太(石, 京, 鳥), 酢物(福), 刺身ツマ(京I), 不詳(青)

Ceramiales イギス目

Ceramiaceae イギス科

・*Campylaephora hypnoides* J. Agardh エゴノリ

→酢物(青), エゴテン(青, 秋), 寒天(秋, 石, 福, 京, 鳥, 島, 口), エゴネリ(形, 新), えごもち(秋+)

・*Ceramium boydenii* Gepp アミクサ

→寒天(福)

・*Ceramium kondoi* Yendo イギス

→寒天(新, 石, 鳥, 島)

Rhodomelaceae フジマツモ科

・*Chondria crassicaulis* Harvey ユナ

→汁物(秋, 形, 兵, 鳥, 島), 煮物(島KN), 酢醤油(島KN, 口), 刺身ツマ(口), 酢味噌(島KN)

・*Laurencia nipponica* Yamada ウラソゾ

→汁物(鳥), 煮物(鳥)

・*Laurencia* spp. ソゾ類(ミツデソゾI?)

→佃煮(京, 福I), 酢物(島KN), 酢味噌和え(島KN), 粕漬(島KN), 汁物(福I, 京I, 兵I, 島KN), 煮物(京I)

・*Neorhodomela munita* (Petersenko) Masuda イトフジマツ

→汁物(秋)

文献

アクタス編集部 2002. 北陸食紀行. 海藻を味わう. アクタス, 158, 40-47.

藤田大介 2001. 氷見市・高岡市沿岸の海藻と藻場. 氷見漁業協同組合. 氷見.

福井県水産試験場 1963. わかめの利用法とその検討. 福井県水産試験場. 敦賀.

浜口一夫 1999. 佐渡の珍味 海辺の幸. 高志書院, 東京.

池原宏二 1987. 日本海沿岸における食用としてのホンダワラとアカモク. 藻類 35:233-234.

今田節子 1994. 山陰沿岸地帯にみられる海藻の食習慣とその背景. 日本家政学会誌 45:621-632.

今田節子 1995. 北近畿沿岸地帯にみられる海藻の食習慣とその背景. 日本家政学会誌 46:1069-1080.

今田節子・小川真由美 1988. 今田節子・小川真由美 海藻の食習俗 一瀬戸内・北近畿・北陸沿岸地帯にみられる紅藻類の事例より一. ノートルダム清心女子大学生活文化研究所年報 2:3-43.

伊藤亜弥 2004. 新潟の食材わかめ. 新潟発 14:66-73.

今田節子 2003. 海藻の食文化. 成山堂書店. 東京.

工藤由紀子・紺野仁・斎藤宗勝 1986. 東北女子大学・東北女子短期大学紀要 25:45-48.

黒木宗尚 1962. 食用としてのアカモク. 藻類 10:36-37.

桑本千賀子・西村輝子 1994. 島根半島加賀周辺海藻調理をたずねて. 調理科学 17:91-94.

中山美鈴 2001. ふるさとの食卓. 葦書房. 福岡.

野田光蔵・北見健彦 1962. 佐渡島の「板アラメ」について. 藻類 10:96-101.

小木民族博物館 1995. 小木町の伝承料理. 佐渡.

大島勝太郎 1949. 海藻と漁村. 目黒書店. 東京.

大島勝太郎 1952. 富山湾海藻誌. 目黒書店. 東京.

奥本光魚 1985. 健康食. ワカメ・ヒジキ. 海藻料理150. 農山漁村文化協会. 東京.

奥本光魚 1986. 健康食. コンブ・ノリ. 農山漁村文化協会. 東京.

千万卓丈 2002. ふくい味紀行. エーアンドエス. 福井.

梅崎勇 1953. ユナ食用に供さる. 藻類 1:65.

有用海藻増殖研究会(調査担当当時の勤務先)

青森県: 桐原慎二, 山内弘子(県水産増殖センター)

秋田県: 三浦信昭, 中林信康(県水産振興センター)

山形県: 茂木省三(県水産試験場)

新潟県: 唐木沢秀之(県水産海洋研究所)

富山県: 藤田大介(県水産試験場, 現在, 東京海洋大学)(まとめ, 文責)

石川県: 戒田典久, 池森貴彦(県水産総合センター)

福井県: 池田華子(県水産試験場)

京都府: 浜中雄一・道家章生(府立海洋センター)

兵庫県: 増田恵一(県但馬水産事務所)

鳥取県: 山田英明・岸本好博(県水産試験場)

島根県: 石田健次(県水産試験場鹿島浅海分場), 勢村均(県栽培漁業センター)

山口県: 由良野範義(県水産研究センター-外海研究部)

湖城重仁：志摩和具（三重県）に足跡を印した海藻研究者たち—思い出すままに—

一昨年（2003年）3月、日本藻類学会大会が三重県津市で開催された。この機会に地元の紹介もかねて、これまで私が長年勤務した志摩地方に、海藻研究の目的で足跡を印された諸先生のことを、思い出すままに述べてみたい。

志摩地方は古くより海藻の豊富などとして知られ、古代、朝廷への貢物の目録などにもその名を連ねている。特に、志摩和具はその地名が岡村金太郎著日本海藻誌（1936）にたびたびに出ているせいもあって、多くの藻類学の先賢が調査研究に来訪されている。昨今でこそ、新幹線を使い、さらに名古屋駅経由で賢島まで私鉄<近畿日本鉄道>の延伸により、志摩への交通は便利になったが、高度成長期以前は乗り換えが多く、便数も少なく、和具は不便なところであった。

山田知治先生と岡村金太郎先生

志摩周辺の海藻の分布の解明には、昭和初期、当時の和具町（現・志摩市和具）にあった志摩水産学校（現・三重県立水産高等学校）の教諭として在職していた山田知治氏の貢献が大きいといわれている。

岡村・日本海藻誌には志摩、和具、英虞湾など、志摩の地名がよく出てくるが、このような記述は山田の三重県産海藻目録（三重県教育局 1932）がベースであったという。私が水産高校に赴任した当初、「山田先生は」とか「山田先生が」などの言葉を地元の方々から伺うことが多く、てっきり山田幸男先生のことと思っていたが、実はその方は山田知治先生であった。山田知治先生は大正13年3月北海道大学水産専門部のご出身で大正15年から昭和11年まで11年間水産学校に在職され、その後は北海道の試験指導機関に移られたと伺っている。志摩に在任中には盛んに海藻を調べ、採集して標本を作り、斯界の泰斗岡村金太郎先生が来訪の折に標本の同定や調査方法を中心に指導を受けるなど、親しく交流をされたという。この目録によると、山田知治先生の主な採集地は志摩半島周辺の和具、越賀、布施田などで、採集した海藻の種類は、緑藻類38種、褐藻類55種、紅藻類139種、計232種に及ぶ。因みに1951年の三重県産生物目録（三重県生物調査委員会編纂で海藻類は瀬木紀男担当）では、緑藻類41種、褐藻類72種、紅藻類174種、計287種をリストしているので、20年も前に山田先生は既にその約8割余に及ぶ海藻の生育を志摩地方において明らかにしていることになる。称えられるべき業績であろう。

これらの経緯は後年、山田先生と私との往復書簡によって得られた知見に基づくものであるが、このことを詳しく伺ったとき、私は日本の藻類学の開祖岡村金太郎先生を身近に感じ、そして不思議な親近感を持ったことを覚えている。なお、山田知治先生の研究と山田先生と岡村先生の交流等については、喜田和四郎先生が、主に山田先生と私との往復書簡をもとにして、三重県が1996年に発行した三重県史自然編に詳しく紹介しておられる。

なお、英虞湾の海藻植生の概略については、喜田和四郎先生と前川行幸先生の共著（1982）「英虞湾の海藻植生」、三重

大学附属水産実験所研究報告3があり、英虞湾の海藻群落については谷口森俊先生の（1960）「志摩英虞湾の海藻群落」日本生態学会誌10(3)がある。

猪野俊平先生と片田實先生

猪野俊平博士の著書「海藻の発生」（1947）に志摩の和具や越賀などの地名が挙げられている。私は、昭和25年（1950）、水産講習所の学生時代、片田實先生の指導でマクサの発生を卒論にした。その準備段階の文献調査で、猪野先生が、三重県立志摩水産学校の実験室を使って海藻胞子を培養されたこと、研究材料として紅藻ヌラクサ、ヒロハフシツナギを当時の志摩郡越賀村（現・志摩市越賀）、フサノリ、マクサ、ツノマタ、ハブタエノリ及びヒオドシグサを和具（現・志摩市和具）、さらにツノマタを和具大島などで採集されたことを知った。そのときはあまり気に留めていなかったことであるが、実際赴任してみるとそこへの交通は実に不便であり、実験室の設備も不完全である。海藻の野外調査の環境としては申し分ないけれども、とくに猪野先生の来訪は戦時中の昭和17年（1942）であったので、ご苦労はさぞかしであったろうと思われた。実験室には水道の設備がなく、水質の検定の時には雨水を利用していただいていたほどであった。

恩師の片田先生は、下関より上京の途次に志摩に立ち寄られることがあり、いろいろと助言を下された。ある時、実験室のひどさを見かねて、私の上司に水道の充実を訴えられたことがあったが、多くの研究者がこれで苦労したのだなどと呟くように話された。紅藻テングサ類の発生型についての猪野先生と片田先生の論争を知る私には、片田先生のお気持が察しられ、微笑ましい呟きだと思った。なお、猪野の「海藻の発生」によると、ヌラクサの発生型は二原細胞型、ヒロハフシツナギとツノマタは直接盤状型、フサノリは直接糸状型、マクサはテングサ型、ハブタエノリとヒオドシグサは直立型及び吸盤直立型であったと述べられている。

瀬川宗吉先生と山田幸男先生

私が三重県に赴任する時、九州大学の瀬川宗吉先生（当時水産講習所の兼務講師であり植物学と水産植物学を講義され、卒論実験に助言を下された）から、志摩は不便なところだが、静かで勉強ができるよ、昔から海藻の研究材料が豊富でも有名なところだよと、お言葉をいただいた。

私は、昭和26年（1951）から平成3年（1991）まで志摩の水産高校に在職した。赴任して3年目の1953年に日本水産学会秋季大会が三重大学（当時は三重県立大学水産学部）で行われた。瀬川先生にも片田先生ともお会いできると、私は期待に胸を膨らませて大会に参加した。ちょうどコンコセリス論議が盛んな頃で、瀬川先生はアマノリ関連の分科会の司会をなさっていた。久しぶりのこととて、休憩時について長話をしてしまった。その時私は先生から昼食券をいただいた。（図1）もったいなくて今でもお守りがわりに持っている。乗り物や司会によるお疲れに気づかずに、話込んだ私の気のきかんと不器用さを今振り返ってしみじみと反省している。

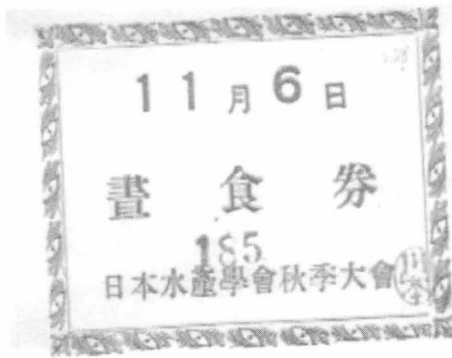


図1 瀬川先生からいただいた昼食券

その後、先生は英虞湾の真珠養殖場の養殖筏に生育産する紅藻ファルケンベルギアの胞子発生に深い関心を持たれ、幾回ともなく福岡からお越しになられた。私はその都度お供をし、海藻のことやそれ以外のことなどでも指導を受けたものである。

ある時、それは旧盆の時期であり、先生は志摩の盆踊りにぎやかな雰囲気を楽しまれた。その後、ご案内申しあげた古びた宿の六畳一間で、「まあお座りなさい」とおっしゃられて、学問のことや人生についていろいろとお話をされた。特に大学以外での教育についてのご意見は、おもしろく、しかも新米教師の私には、ためになることが多く、今でもその時のことを思い出す。余談になるが、そのとき先生は、旅館の箆袋に献立のことを細かく書き込まれていた。これは私にとって忘れられない、ある種の発見であった。留守宅の家人に話す材料であるとのことだ。後年、私も真似をしている。この微笑ましい所作は、採集観察の旅に限らず応用してみるとよいだろう。ものがあふれ、宿泊も容易になった時代だからこそと思うのは私だけであろうか。

瀬川先生が保育社の原色海藻図鑑の著者であることはよく知られている。先生は学問に実に厳格であり、慎重であった。記載事項の細部を検討のためお越しになり、お供をするときなどは感銘させられることが多かった。当時は戦前の岡田喜一や東道太郎などの海藻図鑑を回し読みのように使っていたので、戦後の出版事情がまだ充分によくない時代に、瀬川先生の原色図鑑の出現は今では想像できない程、私たちには嬉しいことであった。私は真珠養殖業者や学校関係者に、瀬川先生の志摩でのエピソードの話をまじえながら、数ある図鑑の中でも本図鑑を勧めている。

瀬川先生の恩師である山田幸男先生にはフィールドで一緒にすることはなかったが、親しく教をいただく機会を持ったことはこの上なく幸いであった。1957年ごろのこと、山田先生から予告なしに連絡があり、和具大島に渡ってみたいので寄り道をしたのだがとのことであった。残念なことに勤務の関係で大島へお供することはできなかったが、そのことが縁で海藻標本の同定をいただき、また現場で海藻を研究する際の課題などを親切に教えていただいた。当時の私の海藻研究は、水産高校に戦前から保存されていた山田知治先生採集の標本と自身の採集標本を照合するなどをしながらの独学で

あったので、山田先生から教えていただいている時の心境は天にも昇るようであった。

そのころ三重県には、同年代の海藻学者・後藤和四郎（喜田）先生が瀬木紀男先生の教室に勤務されており、あれこれと教えていただく機会には恵まれた。

瀬木先生といえば、先生が山田幸男先生と共同で三重県から新種として記載されたナガシマモク (*Sargassum racemosum* Yamada et Segi; 現在の学名は *S. segii* Yoshida) を同定していただいたことがある。地元の和具小学校の児童の夏休みの宿題で、わからないホンダワラ類の標本があったので、後日指導を仰ぎ、教をいただいたところ、「これはナガシマモクです。標本は体の一部だけれども大切にしてください」とおっしゃられた。経緯を話して標本を担当の教師に届けたのであるが、その後たずねたら現物の所在はわからなくなったとのこと。分布域が狭い海藻であるだけに、もったいないことをしたと今も残念に思っている。

千原光雄先生と奥田（澤田）武男先生

その後、1959年秋伊勢湾台風により、私の赴任以来の海藻標本をはじめとしてオゴノリ、養殖ノリの移植などの資料、さらに海洋観測、アコヤガイ浮遊稚貝の資料などをほとんど散逸させてしまった時期に、千原光雄先生との出会いがあった。すでに1956年春以来文書の往復はあったのだが、直接指導をいただいたのはこのときである。

先生の来訪は紅藻カギノリ科の生活環研究の一環ということで、真珠養殖筏につくファルケンベルギアやカギケノリの発芽体を得ることや四分胞子付けをすることなどが主な目的であった。滞在中に千原先生から多くのことを教えていただいたのだが、そのひとつに発芽体培養用のスライドガラスのセット装置がある。写真（図2）のように、スライドガラスが容易に取り出せ、しかもセット後はスライドガラスを木枠で固定するという手作り木製の簡単なもので、これを真珠養殖筏に吊るして培養するのだが、新しいスライドガラスをセットすれば、周辺の花房を構成する藻類特に附着微小藻のコレクターの役割もするというわけである。自ら手作りの工夫こそ肝要であるということを学んだ。

後に、これを使って私はヒラムチモの発生を試みたが、その成果を発表するまでには至っていないのは残念である。また、先生に和具周辺海藻リストをお目につけたところ、

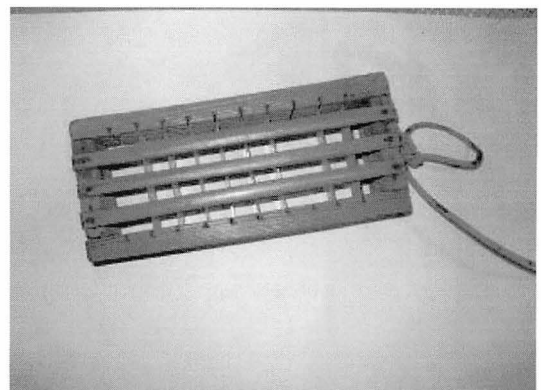


図2 千原先生からいただいたコレクター

まとめ方の細部にわたってご指導を受け、このあとのつめが大事なことから一層の努力をとの激励をいただき、ローカルのアマチュア観察家の陥りやすい点などをあらためて知った。海藻の調査・研究はその後あまり進展をさせることができなかったが、この時いただいた言葉はその後の職業生活の励みとなった。

真珠養殖用の筏は、その後も純理学的な海藻研究に役に立っていた。1971年春に九州大学の奥田（澤田）武男先生からアオサについて調査をしたいので筏に附着するアオサの生育状況を知りたいとの問い合わせがあった。最初は文書でやりとりしていたのだが、やがて先生は和具に來訪され、実際に真珠筏につくアオサの成熟を中心に、いろいろな調査をされた。当時アオサについての私の知識は貧弱なもので、養殖場のじゃまものといった程度であったが、このとき、生殖、生態など、アオサについての基礎的な情報を奥田先生からいただき、それ以来私は授業の教材にアオサを使うことが多くなり、また魚類養殖における酸素不足対策としてアオサを用いるプロジェクトに興味を持ち、さらに三重大の前川行幸先生の教室で行っていた不稔性アオサの育成や培養に関心をも

つなど、水産面だけでなく、環境保全の面からもアオサに深い関心をもつようになった。奥田先生から基礎的なことを教わったことをあらためて感謝している。

最近、和具の周辺は英虞湾の新時代という掛け声のもとに架橋工事が進み、昔日の面影は薄れ、磯はすっかり汚れてしまい、海藻植生の観察場所としては不向きとなってきた。山田知治先生の時代以来、多くの先生方の海藻の研究に貢献してきた真珠養殖筏も、真珠産業の不況や学校の体質変化に伴い、今は撤去されてしまった。幸い、昨今、英虞湾再生を目指し、英虞湾の自然を取り戻すプロジェクトが進められている。プロジェクトの順調な発展を期待し、その進捗を見守りたいと思う。

本稿は平成15年春日本藻類学会大会が三重大で開催された折に、当地紹介の記事として「藻類」に投稿するべく計画したものであるが、筆者の怠慢と遅筆から掲載が今日にいたってしまった。執筆を勧めてくださった前川行幸先生、並びに内容についてご意見をいただきました文章の添削をして下さった千原光雄先生の両先生に深く感謝申し上げます。

(〒517-0703 三重県志摩郡志摩町和具2007)

山田味佳：2004年度「藻類談話会」参加報告

11月13日に奈良女子大学で2004年度藻類談話会が開催されました。今年は23名の方が参加され、古都の風情漂う大学で終始熱気ある議論が交わされました。今回は4つの講演があり、演者（敬称略）及び題目は次の通りでした。

演者及び題目（敬称略）

- ・ 森田詠子（奈良女子大院・人間文化）：不等毛類ラビリンチュラのDHA生成
- ・ 池田己喜子（岡山県立大・保健福祉）：カサノリとプロトンポンプ
- ・ 畑啓生（京都大院・人間・環境学）：サンゴ礁の中の藻園なわばり性スズメダイ類に栽培されるイトグサ属藻類
- ・ 上井進也（神戸大・内海城）：大型褐藻にみられる遺伝的多様性と日本近海における系統地理

森田先生は不等毛類ラビリンチュラ (*Schizochytrium limacium*) の高度不飽和脂肪酸類について研究されています。ラビリンチュラは乾燥重量当たりTotal fatty acidを45.4%含有し、n-3系脂肪酸であるDHAは37%を占めるそうです。先生に成長した細胞と遊走子の顕微鏡写真を公開していただきました。写真から成長した細胞にオイルボディーがぎっしり詰まっていることが分かりました。その一方で遊走子からはオイルボディーを確認することはできませんでした。先生はDHAが遊走子及び着床後間もない細胞で合成され、オイルボディーに蓄積されていると考えられています。

池田先生はカサノリのプロトン活性について研究をされています。先生はカサノリから抽出したV-ATPaseのDNAを酵母に形質転換させ、その機能について調べられました。V-ATPaseはオルガネラに広く存在するプロトンポンプであり、



写真1 発表会場でのひとこま



写真2 懇親会

プロトン輸送路として6種のプロテオリピッドサブユニットが存在するそうです。これまでの研究で、先生はカサノリのプロトン活性がプロテオリピッドサブユニット遺伝子VMA11では機能しないが、VMA3で機能することを突き止めたそうです。また、先生は抗体を用いてカサノリの液胞におけるV-ATPaseの分布を調べられました。今後、カサノリ自体の液胞でのプロトン活性について研究を進められるそうです。

畑先生はスズメダイの藻園管理の研究をされています。サンゴ礁になわばりをもつスズメダイ類はその中に生育する藻類を主食としながらなわばりを防衛することで藻園管理を行っているそうです。スズメダイ類の中でもクロソラスズメダイはハタケイトグサのみの藻園を管理しているそうで、その美しく赤い藻園の写真を公開していただきました。先生はクロソラスズメダイがハタケイトグサ以外の藻類を除草する行動を確認されました。

上井先生はワカメの遺伝的多様性に関する研究をされています。ワカメは本来日本や朝鮮半島、中国の一部で生育していましたが、近年ではヨーロッパやオーストラリアなど世界各地で見られるようになったそうです。先生は分子系統解析からこれらの種が日本や朝鮮半島から移入を何度も繰り返していると考えられています。

談話会を終えて、私は藻類学という枠の中に多種多様な研究があることを知ることができました。そしてこの会が藻類を扱う私たちにとってそれらを異なる視点から知り、新たな発見を生む大きなチャンスを与える場であることに気がきました。来年の京都大学で開催される談話会がさらに藻類学に新風を吹き込む会になることを心より願っております。

最後に談話会の開催にあたり、お忙しい中会計等のとりまとめをいただいている幡野恭子先生（京都大院・人間・環境学）と野口哲子先生（奈良女子大・理）に感謝しております。

（神戸大院・内海城）

Sherwood, A. R.¹・Vis, M. L.²・Sheath, R. G.³: ハワイ固有種淡水藻類 *Batrachospermum spermatiophorum* (紅色植物門, カワモヅク目) のフェノロジーと系統的位置について

Alison R. Sherwood, Morgan L. Vis and Robert G. Sheath: Phenology and phylogenetic positioning of the Hawaiian endemic freshwater alga, *Batrachospermum spermatiophorum* (Rhodophyta, Batrachospermales)

Batrachospermum spermatiophorum の個体群はハワイの東マウイの小さな小川にしか生育していない。本研究では、2001年11月から2002年10月まで本種のフェノロジーを調査するためこの地で採集を行った。加えて、本種の分類学的地位についても調べた。Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenaseの大サブユニット (*rbcL*) 遺伝子による系統解析で、本種はカワモヅク属の *Contorta* 節内に所属することが確かめられた。*Contorta* 節に所属している10種を含めカワモヅク属藻類の利用可能な *rbcL* データを比較したところ、本種の *rbcL* 塩基配列は他のものとは異なり、独立した種として認識すべき事が示された。本種のフェノロジーは、これまでのほとんどのカワモヅク属の生殖様式とは異なっていた。本種の配偶体は年間を通じて存在し、一方で巨視的なシャントランシア期はまったくでこなかつた。晩秋と初冬において藻体長は最も長くなり、配偶子形成は2月～3月にかけてピークを迎えた。果胞子体は7～8月にのみ急激に増加し、果胞子を付けた果胞子体の割合は晩夏から初秋にかけて高くなった。小川の状態とフェノロジーに関する形質のあいだで重要な相関が見られるか調べてみたが、唯一pHのみが成熟に関する幾つかの形質と相関が見られた。ただし、このことはカワモヅク属のフェノロジー研究では一般的でない。小川に生育する大型藻類の成熟時期に関しては、あるものは一年中あるものは突発的に成熟しており一定の秩序はない。カワモヅク属の配偶体が一年中見られたが、これは日長や水温などの小さな季節変化の組み合わせによって引き起こされた結果と考えられる。この日長や水温などの小さな季節変化は温帯域より熱帯域でより引き起こされる。また、配偶体が維持されるのを妨げる極端な環境状態が無いことも理由の1つと考えられる。¹Botany Department, Univ, Hawaii; ²Environmental and Plant Biology Department, Ohio Univ.; ³Provost's Office, California State Univ.)

芹澤 (松山) 和世^{1,2}・芹澤如比古^{2,3}・田中次郎⁴: 汽水産ネダシグサ属の一種 (緑色植物門, シオグサ科) の生長, 成熟および光合成と塩分の関係

Kazuyo Matsuyama-Serisawa, Yukihiro Serisawa and Jiro Tanaka: Growth, maturation and photosynthesis of the brackish water alga *Rhizoclonium* sp. (Cladophoraceae, Chlorophyta) in relation to salinity

東京湾に流れ込む運河に生育する汽水産糸状藻, ネダシグサ属の一種 (緑藻, シオグサ科) の生長, 成熟および光合成に対する塩分の影響を調べた。本種はこの生育地では1996年の11月中には日によって5～23%, 大潮の日には時間によって6～24%の広い塩分範囲に曝されていた。20 μ mol photons $m^{-2}s^{-1}$, 20 $^{\circ}C$ での培養実験の結果, 本種は10～40%の広い塩分範囲で生長し, 成熟したが, 0%では生長も成熟も見られなかった。20 $^{\circ}C$, 20%での光合成 光曲線上の光飽和点は100 μ mol photons $m^{-2}s^{-1}$ であり, 陰性藻類の特徴を示した。20 $^{\circ}C$, 飽和光下 (160 μ mol photons $m^{-2}s^{-1}$) での光合成 塩分曲線において純光合成速度は30%までは塩分の上昇とともに増加したが, 40%では減少した。20 $^{\circ}C$, 20 μ mol photons $m^{-2}s^{-1}$ (現場の光量に近似) での光合成 塩分曲線では, 光合成 速度は0～40%の範囲でほとんど同じであった。従って, 本種は広い塩分範囲において比較的効率良く生長, 成熟および光合成を行うことができ, 汽水環境によく適応していることがわかった。¹海洋研究開発機構, ²千葉大・海洋セ, ³日本学術振興会, ⁴海洋大・藻類)

吉松定昭¹・鳥海三郎²・Dodge, J.³: 日本産海産砂生渦鞭毛藻 *Thecadinium* 属の4新種を含む5種の形態と分類: *Thecadinium arenarium* sp. nov., *Thecadinium ovatum* sp. nov., *Thecadinium striatum* sp. nov. 及び *Thecadinium yashimaense* sp. nov.

Sadaaki Yoshimatsu, saburo Toriumi and John D. Dodge: Morphology and taxonomy of five marine sand-dwelling *Thecadinium* species (Dinophyceae) from Japan, including four new species: *Thecadinium arenarium* sp. nov., *Thecadinium ovatum* sp. nov., *Thecadinium striatum* sp. nov. and *Thecadinium yashimaense* sp. nov.

海産砂生渦鞭毛藻 *Thecadinium* 属の5種を四国沿岸から採集し, 形態を顕微鏡と走査電顕で観察し, 4新種を記載した。*Thecadinium inclinatum*は長楕円形, 従属栄養, 細胞長は55-75 μ mで鎧板構造はPo, 3', 7', ?c, ?s, 5'', 1''''。 *T. ovatum* と *T. striatum*は互いに類似しており, ともに従属栄養で鎧板構成は3', 6'', 6c, 5s?, 5'', 1''''。 *T. ovatum*は側面から見て卵形で細胞長は40-50 μ m。 *T. striatum*は側面からみて長楕円形で細胞長は33-41 μ m。 *T. yashimaense* と *T. arenarium*は互いに類似しており, ともに独立栄養で鎧板構成はPo, 3', 1a, 6'', 5c, 4s, 5'', 1''''。 *T. yashimaense*は腹側からみて長楕円形で細胞長44-65 μ m。 *T. arenarium*は腹側からみて広い紡錘形で細胞長35-41 μ m。4新種は細胞の大きさ, 外形, 鎧板構成及び鎧板の様子の違いから *Thecadinium* 属の他の種から区分された。¹香川赤潮研, ²横浜市本郷台, ³Worcester, UK)

Huisman, J. M.¹・Harper, J. T.²・Saunders, G. W.³: LSU rRNA 遺伝子に基づくウミゾウメン目(紅色植物門)の系統学的研究: 新科 Scinaiaaceae の分離と *Dichotomaria* Lamarck の復活

John M. Huisman, James T. Harper, Gary W. Saunders: Phylogenetic study of the Nemaliales (Rhodophyta) based on large-subunit ribosomal DNA sequences supports segregation of the Scinaiaaceae fam. nov. and resurrection of *Dichotomaria* Lamarck

紅藻ウミゾウメン目 13 属 18 種の核コード大サブユニットリボソーム R N A 遺伝子の塩基配列を新たに決定し, Acrochaetiales, Colaconematales, Palmariales を含めた広域的な分子系統解析を行った。その結果, 1) Scinaiaaceae (新科; タイプ属: *Scinaia*), 2) Galaxauraceae (*Actinotrichia*, 広義の *Galaxaura*, *Tricleocarpa*), 3) Liagoraceae の 3 科が認められた。この Scinaiaaceae は広義の Galaxauraceae から分離され, *Scinaia*, *Gloiophloea*, *Nothogenia* およびおそらく *Whidbeyella* も含まれる分類群である。この Scinaiaaceae の 4 属は, 藻体が石灰化せず, 異形世代交代型生活史で四分胞子体がより小さく糸状体もしくは殻状体である点で Galaxauraceae と区別される。このタイプの生活史は Galaxauraceae の中では *Tricleocarpa* にしかみられない。また, もし *Actinotrichia* と *Tricleocarpa* を認めるならば *Galaxaura* が側/多系統群になる事が示された。これを改善するため, *G. marginata* 種複合体, *G. diesingiana* および *G. obtusata* を *Galaxaura* からはずし, 復活させた *Dichotomaria* Lamarck に含めた。*Galaxaura marginata* は広範囲に分布し, 形態的にも変異が大きいと考えられているが, 幾つかの種から構成されていることが明らかである。そこで, *Galaxaura tenera* Kjelman (南アフリカ産) と *Brachycladia australis* Sonder (オーストラリア産) を *G. marginata* のシノニムから分離し, それぞれを独立した種と認め, *Dichotomaria* に移行した。一方, Nemaliaceae と Dermonemataceae は造果枝の形態と囊果の発達様式の違いにより Liagoraceae とは別の科として認められることがあったが, 分子系統解析の結果それらは Liagoraceae に含まれた。これらの科を定義していた生殖器官の特徴についても考察する。(School of Biological Science and Biotechnology, Murdoch Univ., ²Department of Biology, Univ, New Brunswick, ³Department of Botany, Univ. British Columbia)

Lokhorst G. M., Star W. and Zuccarello G. C.: 新属 *Koliellopsis* (緑色植物門, トレボウクシア藻綱): 微細構造と核コードのリボソーム DNA 配列に基づく系統的な位置について

Gijsbert M. Lokhorst, Wim Star and Giuseppe C. Zuccarello: New genus *Koliellopsis* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta): its phylogenetic position inferred from ultrastructure and nuclear ribosomal DNA sequences

新属新種 *Koliellopsis inundata* (トレボウクシア藻綱) をベルギーとオランダの国境地域の定期的に洪水に見舞われる農地から採集し記載した。この新しい無分枝の糸状藻類は,

比較的長い栄養細胞, 薄層状の二裂する葉緑体および葉緑体中央のくびれ部分に存在する核によって特徴づけられる。糸状体は基部-上部の分化はなく, 両端は同じ形の丸いかやや先細りの細胞で終わる。半陸上性ではあるが, おそらく粘質物を生成し付着物として機能する末端細胞を欠くことから, 硬い基質には着生しない。本属の緑藻内での系統的な位置を細胞分裂様式の微細構造的な調査と 18S rRNA 遺伝子の部分配列における系統解析から推定した。(National Herbarium of the Netherlands, Univ. Leiden Branch)

Yokoya, N. S.¹, West, J. A.³ and Luchi, A. E.²: *Gracilaria tenuistipitata* と *Gracilaria perplexa* (紅色植物門, オゴノリ目) の無菌組織培養でのカルス形成, 成長および再生における植物成長調整物質の影響

Nair S. Yokoya, John A. West and Anges E. Luchi: Effects of plant growth regulators on callus formation, growth and regeneration in axenic tissue cultures of *Gracilaria tenuistipitata* and *Gracilaria perplexa* (Gracilariales, Rhodophyta).

Gracilaria tenuistipitata Chang et Xia と *Gracilaria perplexa* Byrne et Zuccarello (紅色植物門, オゴノリ目) のカルス形成, 成長および再生におけるオーキシンとサイトカイニンの影響について報告した。0.1 から 100 μmol の範囲で調整したインドール-3-酢酸, 2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸 (2, 4-D) およびキネチン (K) の植物成長調整物質 (PGR) を ASP12-NTA 固形培地 (0.7% 寒天) に添加し, 頂端および介在組織片 (実験開始時藻長 5 mm) を培養した。K の濃度と *G. tenuistipitata* の介在組織片の成長率は, 一次直線的な正の相関で K が成長率を促進した。一方, 1.0 μM の 2, 4-D と 10.0 μM の K は, *G. perplexa* の頂端と介在組織片のそれぞれ成長率を促進した。また, 頂端, 中間部および基部のカルスの同時形成が, 紅藻の無菌組織培養において初めて報告された。*G. tenuistipitata* の介在組織片では, ほとんどの材料で基部のカルス誘導率は頂端および中間部のカルスより高く, オーキシンがすべてのカルスタイプの形成に関して促進効果を示した。*G. perplexa* の頂端組織片では, 中間部のカルス形成は 1.0 μmol の K 処理のみ促進されたが, 頂端部のカルス形成はインドール-3-酢酸 (1.0-10.0 μmol), 2, 4-D (10.0-100.0 μmol), または K (0.1 μmol) によって促進された。また, *G. perplexa* の介在組織片は中間部のカルスのみを発達させ, PGR で処理したほとんどの材料では, 頂端組織片よりも介在組織片の方がカルス形成率を促進した。カルス細胞からの二次的な幼枝の再生は, *G. tenuistipitata* の介在組織片に発達したカルスにおいて, 基部や中間部よりも頂端部のカルスで高かった。さらに, オーキシンとサイトカイニンは, 中間部のカルスにおいて再生を誘導するために必須だったが, 基部と頂端部のカルスでは種特異的な濃度条件が再生を促進した。藻体の再生は, *G. perplexa* でカルスを固形培地から液体培地へ移した後にのみ観察され, PGR で処理したほとんどの材料は促進効果を示した。培養 2 ヶ月後, *G. perplexa* 再生体は四分胞子囊を発達させ, 配偶体へと成長する四分胞子を放出した。本

研究の結果は、オーキシンとサイトカイニンが *G. tenuistipitata* と *G. perplexa* の形態形成と成長において調整機能を有すること、両種において見られたこれらの物質に対する反応の多様性が種特異的な発達システムと関連することを示唆する。(1 Seção de Ficologia and 2 Seção de Anatomia e Morfologia, Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, Brazil; 3 School of Botany, University of Melbourne, Victoria, Australia)

Lee Y.: 韓国の済州島からのアヤニシキ属2新種(紅色植物門, コノハノリ科)

Youngpil Lee: Two new species of *Martensia* (Delesseriaceae, Rhodophyta) from Jeju Island, Korea

アヤニシキ属2新種(紅色植物門, コノハノリ科)を韓国の済州島から採集し記載した。*Martensia jejuensis*は、格子の縦軸のラメラから発出する長い直線状の軸、直線状の軸の末端および側面から発出する扇状の小葉片、格子の前縁に距離をおいて付く刺状もしくはへら状突起、およびへら状突起を除く全ての部位に形成される四分胞子などの特徴をもつ。*Martensia bibarii*は、房状へりのある外観、裂片を持ったリボン状の葉、裂片から発出する扇状の小葉片、小葉片には房べりもしくは末端に格子を持ち、房べりは多くの細いストラップ状のラメラから成り、四分胞子嚢は葉片にのみ形成される。(Depart. Biology, Cheju national Univ.)

長里千香子¹・上森千尋¹・加藤敦之²・本村泰三¹: *Ochromonas danica* (黄金色藻綱) と *Scytosiphon lomentaria* (褐藻綱) のセントリン遺伝子の同定

Chikako Nagasato, Chihiro Uemori, Atsushi Kato and Taizo Motomura: Characterization of centrin genes from *Ochromonas danica* (Chrysophyceae) and *Scytosiphon lomentaria* (Phaeophyceae)

EF-hand motifを持ちCa²⁺結合タンパク質であるセントリンは多くの真核細胞の鞭毛基部装置やセントリオールに局在する。本研究では、不等毛藻類におけるセントリン遺伝子の同定を初めて行った。黄金色藻の *Ochromonas danica* Prings (UTEX LB1298) と褐藻綱の *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) LinkのcDNAとゲノムDNAを単離し、解析を行った。*Ochromonas* のセントリン遺伝子は163個のアミノ酸からなるオープン・リーディング・フレーム (ORF) を持つことがわかった。推定アミノ酸配列 (Odcen) は、*Chlamydomonas*, *human*, *Arabidopsis* のセントリンとそれぞれ85%, 78%, 59% のホモロジーを持っていた。*Scytosiphon* のセントリン遺伝子は164個のアミノ酸からなるORFを持つことがわかった。推定アミノ酸配列 (Slcen) は、*Chlamydomonas*, *human*, *Arabidopsis* のセントリンとそれぞれ84%, 77%, 59% のホモロジーを持っていた。OdcenおよびSlcenは、4個のEF-handドメインとそれに続くC末端側の芳香族アミノ酸配列部分、および、多くの生物種でのセントリンと同様にN末端側に存在するホモロジーが大きく異なるアミノ酸配列部分を持っていた。サザンハイブリダイゼーションを行った結果、*Ochromonas* と

Scytosiphon ではセントリンは単一遺伝子であることが示された。cDNAとゲノムDNAの配列からOdcen遺伝子は3つのイントロン、Slcen遺伝子は5つのイントロンを含むこと、エキソンとイントロンの連結部分がGT-AGルールにのっていることが明らかになった。Slcen遺伝子に含まれるイントロンは長いため、結果としてSlcen遺伝子はOdcen遺伝子の7倍の長さになっていた。(1 北大・北方フィールド, 2 北大・院理・生物科学)

須田彰一郎¹・渡邊信¹・井上勲²: *Nephroselmis olivacea* (緑色植物門, プラシノ藻) の有性生殖過程の電子顕微鏡観察

Shoichiro Suda, Makoto M. Watanabe and Isao Inouye: Electron microscopy of sexual reproduction in *Nephroselmis olivacea* (Prasinophyceae, Chlorophyta)

プラシノ藻の一種、*Nephroselmis olivacea* Steinの接合子形成過程、接合子発芽初期過程の電子顕微鏡観察を行った。配偶子は同形であるが、行動が異なっていた。マイナス配偶子は細胞の左側を基質に付着し、そこにプラス配偶子が遊泳してきて、細胞の腹側やや左側でマイナス配偶子の右側に付着し、融合が開始した。配偶子融合の方向は常に一定で、マイナス配偶子の右側とプラス配偶子の腹側から融合が開始することから、両者のd-鞭毛根系微小管の関与が示唆された。細胞鱗片は有性生殖過程を通じて残存していた。核融合前に、両配偶子核の間に小胞体のネットワークの発達が認められた。この位置はプラス配偶子の収縮胞の位置に相当した。配偶子の融合はマイナス配偶子がプラス配偶子に引き込まれるように進行し、半球形の接合子となった。接合子表面には鱗片層を埋め込んだ繊維状物質が現れ、徐々に厚みを増すと共に、基質への付着をより強固にした。この時期には核融合が終了していた。厚い接合子壁は二層で構成され、電子密度の高い外層と層状のやや電子密度の低い内層からなり、繊維状物質と鱗片の下に形成された。接合子は、減数第一分裂後、繊維状物質と鱗片の層が割れ、薄く引き延ばされた接合子壁の内層に包まれて2個の発芽細胞ごと発芽した。発芽細胞は新たに形成された鱗片で覆われ、それぞれ2個のデンプン粒が存在したが典型的なピレノイドは存在しなかった。(1 国立環境研究所, 2 筑波大・生物科学系)

Jørgensen M. F.¹, Murray S.² and Daugbjerg N.¹: 広義 *Amphidinium* に含まれていた無殻砂地性渦鞭毛藻類の、光学・電子顕微鏡と大サブユニットリボゾーマルDNA部分配列を用いた系統解析に基づく新属 *Togula* gen. nov. について

Mårten Flø Jørgensen, Shauna Murray and Niels Daugbjerg: A new genus of athecate interstitial dinoflagellates, *Togula* gen. nov., previously encompassed within *Amphidinium sensu lato*: Inferred from light and electron microscopy and phylogenetic analyses of partial large subunit ribosomal DNA sequences.

今では左に偏向する小さな上錐を持つ種のみを含む *Amphidinium* 属(渦鞭毛藻綱)の近年におけるその定義修正により、100以上の種がはっきりとした属の所属がないまま

となっている。本研究では、その定義とは異なるタイプの上錐を持つ種の1つである *Amphidinium britannicum* (Herdman) Lebour と同定される培養株と、サイズは小さいが *A. britannicum* に似ている6つの培養株について、光学顕微鏡、走査型・透過型電子顕微鏡を用いて観察を行い、それらの系統関係を明らかにするために核コード大サブユニットリボゾームDNAの部分配列の解析を行った。*Amphidinium britannicum* は、分子系統解析に用いた他のいずれの属とも近縁ではなかったが、ベイズ法による解析では6つの小さいサイズの培養株のものと一緒に高く支持されるクレードを形成した。また、6つの培養株は高く支持される1つのクレードを形成した。このクレードは近縁であるが異なる2つのクレードから成る。光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡では、遊泳性栄養細胞間の有意な違いは見つからなかったが、細胞分裂しようとしている細胞で、2つのクレードのうち1つでは下錐に縦方向に伸びる条線が発達するのに対して、もう片方では発達しなかった。2つのクレードとも、サイズや形と同様に大サブユニットリボゾームDNAの部分配列においても *A. britannicum* とははっきりと異なっていた。形態学的な類似と大サブユニットリボゾームDNAの部分配列の証拠に基づい

て、*Togula britanica* (Herdman) comb. nov. をタイプ種とする、新属 *Togula* gen. nov. を設立した。細胞分裂のパターンと大サブユニットリボゾームDNA遺伝子の部分配列の分岐の違いに基づいて、さらに *Togula compacta* (Herdman) comb. nov. と *Togula jolla* sp. nov. を記載した。(1Univ. Copenhagen, Denmark, 2Univ. Sydney, Australia)

Park, T-G,¹ Kim, C-H,¹ 大島泰克: 韓国沿岸から分離した渦鞭毛藻 *Gymnodinium catenatum* の麻痺性貝毒組成

Tae-Gyu Park, Chang-Hoon Kim and Yasukatsu Oshima: Paralytic shellfish toxin profiles of different geographic populations of *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) in Korean coastal waters.

韓国の黄海および南海沿岸から分離した *Gymnodinium catenatum* 計30株の生産する麻痺性貝毒を蛍光HPLCで分析した。黄海の3海域から分離した培養株はすべてカルバモイル毒群を主成分としたのに対し、南海の3海域からの分離株はC1, C2をはじめとするN-スルホカルバモイル毒群を主成分としており、明らかに毒組成を異にする生物群集が存在することが明らかになった。(1釜慶大・水産増殖, 2東北大・院・生命科学研究所)

英文誌 52巻4号掲載和文要旨

”Max” Taylor, F. J. R.: 希望の光、それとも混乱? 形態学的観点から見た渦鞭毛藻類の分子系統学的データ

F. J. R. “Max” Taylor: Illumination or confusion? Dinoflagellate molecular phylogenetic data viewed from a primarily morphological standpoint.

近年の複数遺伝子による分子系統解析の結果は、異なった方法論や用いる遺伝子によって結果が異なったりあるいは分岐が不確かになるということが生じることから、すでに存在する形態データから再検証する必要がある。本論文では、主に形態学の立場からの現状を概観する。鎧板配列に基づくグループ分けは、リボソームの小サブユニット (SSU) や大サブユニット (LSU) 系統樹とは一致する; しかしながら、いくつかのもの、特にプロロケントルム類やペリディニウム類では一致しない部分もある。プロロケントルム類の場合には、主に用いている分子が適当でないことが本質的な理由となっている。ペリディニウム類に関しては、このグループ自体が側系統群であることに由来しているようである。その他の人為的な理由としては、*Oxyrrhis* が SSU 系統樹とタンパク質系統樹では全く異なる位置に来ることや、*Noctiluca* が用いる塩基数によって異なる位置に出てくる事などが挙げられる。無殻のグループや詳細の不明なグループが多系統であることが確かめられ、これらのあるものがごく目立たない薄い鎧板をもつことにより、間違ったグルーピングがなされていたことなどによる。渦鞭毛藻核をもつ現生の無殻のグループがスエシア類といった多数の鎧板をもつグループやペリディニウム類、ゴニオラックス類より先に分岐したのかどうかは明らか

ではない。らせん状のアクロベース (頂端の溝) をもつギムノディニウム類はより複雑な無殻の種へと進化して行ったようである。一方、ギムノディニウム属は多数の鎧板をもつウオロスジンシキア類やスエシア類と姉妹関係となる。ペリディニウム類とゴニオラックス類の分岐はそれらの分岐よりは後の出来事のようなものである。ディニフィシス類とプロロケントルム類はペリディニウム類から進化したようである。アクチンや α チューブリンなどのタンパク質に基づく系統樹は鍵となるグループの系統的位置を解明する助けとなるであろう。しかしながら今のところ十分な分類群についてそれらのデータが得られているわけではない。(Departments of Earth and Ocean Sciences and Botany, Univ. British Columbia)

Versteegh, G. J. M.¹・Blokker, P.²: 微細藻類の巨大抵抗性子

Gerard J. M. Versteegh and Peter Blokker: Resistant macromolecules of extant and fossil microalgae

微細藻類の巨大分子抵抗性 (細胞) 壁とそれらの化石の巨大分子類似物の発生と組成についてレビューした。今までのところ、いくつかの藻類グループは化石化される生体巨大分子をつくるのがわかっている。たった2つの生合成経路がこれ (化石化される生体巨大分子) について関与していて、緑藻や真正眼点藻、渦鞭毛藻によって使われる酢酸/リンゴ酸経路は、密に関係しているアルジーナンと呼ばれる一連の抵抗性生体巨大分子になると考えられている。アルジー

ナンは直鎖の卓越する炭素鎖のネットワークより構成されている。それとは違う経路は、まだ同定されていないが、渦鞭毛藻によって使われていて、その休眠期胞子の芳香族（からなる）壁を生成する。ポリケチドあるいは酢酸生成経路は、生体巨大分子の合成を経るか、3つ目の経路—レゾルシノール（に關係した）脂質の‘死後の’重合化を経てから、レゾルシノールに基づく藻類、あるいはアクリターク *Gloeocapsamorphia prisca* のバクテリアに由来する微化石に關与するだろう。脂質における死後の重合化は、パキスタンからの始新世の渦鞭毛藻の形態をした残渣物における、脂肪酸を基本とする巨大分子の形成にも關与するようだ。最後に、藻類がつくる生体巨大分子と堆積物中の化石（巨大分子）類似物の間での化学的相違を解明する必要があることは明らかである。これは、特に、通常および上昇する温度・圧力条件とともに、脂肪族と芳香族部位の解放と濃縮に適用される（で説明できる）。¹Hanse Wissenschaftskolleg, Institute of Ecological Science, ²Vrije Univ.)

Consuelo Carbonell-Moore, M. : ポドランパス科（渦鞭毛藻綱）の *Lessardia Saldarriaga* et Taylor の分類学的な位置について

M. Consuelo Carbonell-Moore: On the taxonomical position of *Lessardia Saldarriaga* et Taylor within the family Podolampadaceae Lindemann (Dinophyceae).

渦鞭毛藻綱ポドランパス科に所属する *Lessardia elongata* Saldarriaga et Taylor の位置を検証した。この科のほとんどのメンバーは形態だけではなく、分布、栄養要求性においてたいへん均一である。*Lessardia* の鑑板配列は Po Pi CP 3' 1-2A 5" 3C 6S 4" 3" である。一方、他のポドランパス科のメンバーの鑑板配列は Po Pt X 3' 1a 5" 3C 4-5S 4-5" 1" である。両者の主な相違点は下殻の鑑板配列である。1枚の底板の代わりに3枚の底板をもつという特徴から本種はポドランパス科からははずすべきである。その他の相違点についても詳細に検討し、本種を所属させる新しい科としてレッサルディア科の設立を提唱する。(Dinoflagellate International)

Hernández-Becerril, D. U.¹・Alonso-Rodríguez, R. : 形態変異が大きく、分類学的に混乱している海産プランクトン性渦鞭毛藻 *Ceratium divaricatum* (渦鞭毛藻綱) に関する研究

David U. Hernández-Becerril and Rosalbe Alonso-Rodríguez: Study of the marine planktonic dinoflagellate *Ceratium divaricatum* (Dinophyceae), a confused and considerably variable species.

ツノモ属の一種 *Ceratium divaricatum* (Lemmermann) Kofoid は、長らく誤同定や分類学的混乱のたねであった。この種に関する歴史は複雑である：もともと Bergh (1881) が *Ceratium tripos* var. として記載したが、これに Lemmermann は *Ceratium tripos* var. *divaricatum* の名を与えた。Kofoid (1908) は *Ceratium divaricatum* という種名を用いたが、そ

の著者名などは引用されなかった。本種は形態変異が激しく、また、前角や後角に自切が見られる場合がある。この形態変異は、一般的なプランクトン調査での誤同定を招き、本種に関しては、*Ceratium dens*, *Ceratium porrectum*, *Ceratium tripos* var. *ponticum*, *Ceratium balechii* などの名が用いられることとなった。本論文では、太平洋メキシコ沿岸からのサンプルに基づき、本種を再記載した。本種と近縁種の間には、形態的あるいは生態的な差異が存在する。*C. divaricatum* の分布範囲は、以前に考えられていたよりも広いことがわかったが、これは誤同定が多かったことも反映している。すなわち、カナダのブリティッシュコロンビアから温帯または亜熱帯海域のメキシコまでの北太平洋沿岸、そして非連続的に、ペルーとチリ沿岸、さらに南西大西洋のベンゲラ地域に分布する。太平洋の熱帯赤道地域では、より繊細な形態のものが存在し、ここでは、それを新変種 *Ceratium divaricatum* var. *balechii* として提唱する。*Ceratium divaricatum* var. *balechii* は比較的豊富に存在し、カナダやメキシコ沿岸の太平洋岸では、非毒性の赤潮を形成することもあるようである。本変種は沿岸性のようであり、水温の変化には敏感で、その分布はおそらく湧昇流域と関係している。¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nacional Autónoma de México, ²Instituto Tecnológico del Mar no. 2 Mazatlan)

河村 裕 : 熱帯貧栄養性海域（南シナ海スダ棚）大陸棚から大陸斜面での渦鞭毛藻シストの分布

Hiroshi Kawamura: Dinoflagellate cyst distribution along a shelf to slope transect of an oligotrophic tropical sea (Sunda Shelf, South China Sea)

南シナ海スダ棚の大陸棚から大陸斜面までのトランセクト上にて採集された51表層堆積物試料より31種類の有機物壁をもつ渦鞭毛藻シストを同定した。スダ棚上熱帯貧栄養性海域の渦鞭毛藻シスト群集は *Spiniferites* 種、*Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium israelianum* などの Gonyaulacoids グループが大半を占めていた。堆積物内のシスト密度は低く、シルトと泥質堆積物合計の割合と相関があった。堆積物粒子分布を主な渦鞭毛藻シスト密度と比較した結果 *Spiniferites* 種、*Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium israelianum* は海水内では13-18 μ mの堆積物粒子に類似した振る舞いをする事が判明した。反対に大陸斜面上の泥質堆積物内の渦鞭毛藻シスト群集は Proteridinioids グループの種が多かった。これは弱度の冬季湧昇域による高い栄養供給を反映しているものと考察される。大陸棚上の渦鞭毛藻シスト密度は海流によって第二次移動及び振り分けられているために表層水の状態を反映していないと考えられる。(Institut fuer Geowissenschaften der Christian Albrechts Universitaet zu Kiel)

Azanza, R. V.¹・Siringan, F. P.²・San Diego-Mcglone, M. L.¹・Y. guez, A. T.^{1,3}・Macalalad, N. H.²・Zamora, P. B.²・

Agustin, M. B.²・松岡數充⁴: フィリピン国マニラ湾における渦鞭毛藻シストの水平分布、堆積物特徴および底性フラックス

Azanza, R. V., Siringan, F. P., San Diego-Mcglone, M. L., Yñiguez, A. T., Macalalad, N. H., Zamora, P. B., Agustin, M. B. and Matsuoka, K.: Horizontal dinoflagellate cyst distribution, sediment characteristics and benthic flux in Manila Bay, Philippines

マニラ湾における表層堆積物特徴及び渦鞭毛藻シスト分布を調査し、これらの要素がどの様に *Pyrodinium bahamense* Plate var. *compressum* (Boehm) Steidinger, Tester et Taylorの有害ブルームに関連性があるかを調査した。その結果、泥質堆積物は海岸線に向けて増加する事が判明した。これはフロキュレーション（コロイド粒子の凝集）と河川によってもたされた堆積物の堆積によるものと考えられる。湾南部の表層堆積物は砂質が多い事が特徴である。これはおそらく高い砂質堆積物の流入量と比較的強い潮流の影響だと考えられる。湾東部の堆積物の堆積重量密度は低かった。これは下水道および人間活動よりもたらされる高い有機物を反映していると考えられる。採集地 NHs での底性フラックス計算によると50%以上の栄養塩は堆積物よりもたされている。一般的にはパンパンガ湾を除き渦鞭毛藻シスト密度は湾中央部より海岸線に向けて増加する。合計23種の渦鞭毛藻シスト種がマニラ湾にて確認された。その内5種 (*Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, *Gonyaulax* spp., *Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall et Dale, *Protoceratium reticulatum* (Claparede et Lachmann) Buetschli, *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*) は独立栄養性であり、その他は主に *Protoperdinium* spp. と *Diplopsalis* spp. であった。全シストの70%は従属栄養性のものであった。*Pyrodinium*のシスト数は独立栄養性が主である湾北西部に向け増加した。*Pyrodinium*の生シスト密度は窒素及びリン酸フラックス、窒素対リン酸比、全有機炭素量と反相対関係が見られた。しかし窒素対リン酸比が高い地域では豊富な*Pyrodinium*の生シストが確認された。(¹The Marine Science Institute, and ²National Institute of Geological Sciences, Univ. the Philippines, ³National Center for Caribbean Coral Reef Research, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS), Univ. Miami, ⁴Faculty of Fisheries, Nagasaki Univ.)

Wang, Z.¹・Qi, Y.¹・Lu, S.¹・Wang, Y.¹・松岡數充²: 長江河口地帯表層堆積物内における渦鞭毛藻シストの季節分布
Zhaohui Wang, Yuzao Qi, Songhui Lu, Yan Wang and Kazumi Matsuoka: Seasonal distribution of dinoflagellate resting cysts in surface sediments from Changjiang River Estuary

東経122度-123.5度, 北緯29-32度, 2002年5月-2003年2月に行われた4航海にて採集された15試料に基づいて、長江河口地帯表層堆積物内渦鞭毛藻シストの分布を調査した。その結果1形態種を除く6グループ21属に属する38種類の形態種が属レベルまで同定された。堆積物内の渦鞭毛藻シ

スト種数の幅は10-25種, 乾燥密度の幅は1グラム当り12-587個体であった。渦鞭毛藻シスト群集および密度には顕著な傾向は見られなかったが、夏および冬に採集された試料内で高い種数及び密度が認められた。従属栄養性のシストは全試料平均55.7%を占めた。シスト密度および種数は東及び南に向かって増加した。有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium catenella* と *Alexandrium tamarensis* は全試料より確認され、その乾燥試料最大密度は1グラムあたり81個体に達した。(¹Institute of Hydrobiology, Jinan Univ., ²Laboratory of Coastal Environmental Sciences, Faculty of Fisheries, Nagasaki Univ.)

Wang, Z.¹・松岡數充²・Qi, Y.¹・Chen, J.¹・Lu, S.¹: 南シナ海大亜湾における近年堆積物内の渦鞭毛藻シストの記録

Zhaohui Wang, Kazumi Matsuoka, Yuzao Qi, Jufang Chen and Songhui Lu: Dinoflagellate cyst records in recent sediments from Daya Bay, South China Sea

2001年8月にTFO採泥機を用い採集された8-26cmの長さの9コアを用い堆積物内の渦鞭毛藻シストの分布を調査した。その結果65試料より22属51形態種の渦鞭毛藻シストが同定された。その内21種は独立栄養性であり30種は従属栄養性であった。シストの種多様度 (Species Richness) は12-29、Shannon-Weaver 多様性指数は0.15-4.13であった。シストの種多様度、Shannon-Weaver 多様性指数はコア深度2-6cm間で明らかに増加した。シスト密度は乾燥堆積物1グラムあたり154-113483個体であり特に上部の堆積物は明らかに高かった。上部の堆積物内では *Scropsiella trochoidea* が群集の90%以上を占めた。これは2000年に起こった本種のブルームを反映していると思われる。これらの鉛直分布の結果は1980年代に始まり1990年代中盤に急速に進んだ人為的な富栄養化など水質の変化を反映している。主に *Alexandrium catenella* 及び *Alexandrium tamarensis* complex などに代表される *Alexandrium* のシストは高頻度及び大量にこの地域で確認されており最大で一グラム当りの密度503個体、群集の22.3%を占めた。これらの多くの *Alexandrium* のシストはブルームを起こす「苗床」になり冬におこる麻痺性貝毒発生の原因になる。(¹Institute of Hydrobiology, College of Life Science and Technology, Jinan Univ., ²Laboratory of Coastal Environmental Sciences, Faculty of Fisheries, Nagasaki Univ.)

水島康一郎¹・松岡數充²: 瀬戸内海・呉湾で採取した堆積物試料中の *Alexandrium* 属シストの鉛直分布と発芽能力

Koichiro Mizushima and Kazumi Matsuoka: Vertical distribution and germination ability of *Alexandrium* spp. Cysts (Dinophyceae) in the sediments collected from Kure Bay of the Seto Inland Sea, Japan

本研究では、2000年9月に瀬戸内海・呉湾で採取した柱状堆積物試料（堆積物の長さ63cm）中の *Alexandrium tamarensis/catenella* (以下 *Alexandrium* spp.) シストの鉛直

分布と発芽能力について調べた。同シストの鉛直分布は柱状堆積物を表層から1cmずつ切り分け、原形質を含む生シストと原形質を含まない空シストを区別して計数を行った。また、同堆積物試料の表層から深さ13cmまでの各層から赤色顆粒を含む生シストを24個体ずつ取り出し、発芽実験を行うことで発芽能力を調べた。柱状堆積物の各層の推定堆積年代には、 ^{210}Pb 法から算出した平均堆積速度を用いた。*Alexandrium* spp. シストの鉛直分布は59-60cm層から表層まで継続して産出されたが、生シストと空シストの密度比は堆積物の深さと関係が見られなかった。9-10cm層以浅の同シストは、10-11cm層以深に比べて高密度で産出されていた。 ^{210}Pb 法より算出した平均堆積速度(1.6 cm/year)より、同シストは少なくとも約1962年から継続して算出されており、約1993年に急激に増加したことが分かった。この急激な増加は、広島湾と呉湾で1992年に初めて発生した*A. tamarense*の異常増殖がもたらした結果だと考えられる。*Alexandrium* spp. シストの発芽は、表層から12-13cm層までの全層で確認された。このことより、*Alexandrium* spp. シストは少なくとも約8年間は発芽能力を保持していることが明らかになった。¹長崎大学大学院生産科学研究科 ²長崎大学水産学部

Kraberger A. C.・Montagnes D. J. S. : 有毒プランクトンの分類及び生態学的情報に関するオンライン・リソースの活用

Alexandra C. Kraberger and David J. S. Montagnes: Use of online resources in the taxonomy and ecology of harmful phytoplankton.

生物学関連の情報の普及にインターネットが活用される場面が増えている。その中では、広い範囲の読者にすばやく情報を伝えることができ、大量の情報源を構築し、分配することができる。サイトには検索機能も存在するし、それらの情報はデジタルデータとして作業出来るし、プリントアウトすることも可能である。有毒種も含む多くの植物プランクトンの写真や図版を載せた電子図書館が存在する。しかしながら、一方で、有用な情報を提供しているものもありながら、別のサイトでは焦点が定まっておらず、例えば、*Dinophysis*や*Alexandrium*といった主要なグループの形態変異といった、特定の問題について何ら触れられていないものもある。しかしながら、こういった形態変異の問題は、有毒種の分類学的研究や生態学的研究の際には大きな問題となるものである。分類学的な情報やそのサンプルがどこで、いつ採れ、どのように固定されたのかといった情報もしばしば掲載されていない。このことが、分類学的なサイト同士の比較を困難にしている。したがって、ある分類群について述べてあるサイトであっても、分類学的なトレーニングや研究のツールとしては使い物にならないということがある。しかしながら、もしオンライン・リソースがそのような複雑な事情に配慮して構築

されるならば、データの普及とともに研究やトレーニングのツールとして有用なものになることであろう。サイト毎に統一性がないのは、このような動きがごく最近のことであり、どのような内容や構造をもつべきかといった合意が無いということにもよるだろう。この報文では、使用目的(教育か研究科)によって用途の異なる、分類学的なリソースの構築について、リバプール大学で実践している有毒プランクトンプロジェクト(<http://www.liv.ac.uk/hab>)をユーザー・フレンドリーなサイトの例として引用しつつ、論議してみたい。(School of Biological Sciences, Univ. of Liverpool)

Licea, S.・Zamudio, M. E.・Luna, R.・Soto, J. : メキシコ湾南部の自由生活性渦鞭毛藻の記録(1979-2002年)

Sergio Licea, Maria Eugenia Zamudio, Ruth Luna and Jesús Soto: Free-living dinoflagellates in the southern Gulf of Mexico: Report of data (1979-2002).

本論文は、メキシコ湾南部における252種(10985サンプル)のプランクトン性渦鞭毛藻の出現記録である。本研究の元となったサンプルは1797年6月から2002年12月までの間実施された計11回の航海の間に採集された608カ所の採水やネットサンプルである。*Ceratium*(47種)、*Protoperidinium*(28種)、*Dinophysis*(26種)、*Oxytoxym*(19種)、*Prorocentrum*(15種)が多く種の属であった。頻出した種は、*Ceratium breve*, *Ceratium contortum*, *Ceratium furca*, *Ceratium furca* var. *eugranum*, *Ceratium fusus*, *Ceratium fusus* var. *seta*, *Ceratium kofoidii*, *Ceratium macroceros*, *Ceratium massiliense*, *Ceratium pentagonum*, *Ceratium teres*, *Ceratium trichoceros*, *Ceratium tripos*, *Dinophysis caudate*, *Ornithocercus magnificus*, *Podolampas palmipes*, *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium divergens*, *Pyrophacus steinii*であった。13種類は有毒である可能性があるもので、このうち*Karenia brevis*は魚の大量死の原因である。他の有毒種としては、*Amphidinium carterae*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis caudate*, *Dinophysis fortii*, *Dinophysis mitra*, *Dinophysis rotundata*, *Dinophysis tripos*, *Prorocentrum mexicanum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*がネットサンプル中に見つかった。非有毒の*Ceratium furca*, *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*, *Scrippsiella trochoidea*, *Gonyaulax polygramma*は夏期に赤潮を形成した。定性的なデータからは、渦鞭毛藻類は7月から8月の水界条件と連動して出現したことがわかる。種のチェックリストと出現の記録を掲載した。(Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nacional Autónoma de México)

日本藻類学会会員の皆様へ

日本藻類学会会長 川井浩史

ご承知のように、日本藻類学会は藻類学（藻学）の分野では世界でも有数の規模と50年を超える歴史を持つ学会であり、その活動の中心となる会報（英文誌「Phycological Research」と和文誌「藻類」）は53巻を数え、春季大会は来年には第30回を迎えます。また、2002年には筑波で本学会の50周年記念大会とのジョイントで開催されたアジア太平洋地域藻類学フォーラムが大きな成功を収め、今後は2007年には神戸で国際海藻学会議が、2009年には東京で国際藻類学会議が予定されるなど、本学会は世界の藻類学の進展にもきわめて重要な役割を果たしております。

しかしその一方で、会員数はここ数年国内外において微減傾向にあり、また2004年度には英文誌発行経費の3割近くをまかなっていた学術刊行助成金がカットされるなど、学会の運営はきわめて厳しい状況にあります。このような状況の中で、今後も本学会が日本の藻類学研究の中心的な学会として存続し、また真に国際的な学会として発展していくためには、外国人会員の獲得や学会活動の国際化（たとえば外国人会員に国内会員と同等の権利・サービスを与えることや、インターネットなどによる広報）に真剣に取り組み、英文誌についてもさらに国際化を進めていく必要があると考えております。また、国内の会員に対しては、和文誌やホームページを通じての様々な情報の提供や、大会・シンポジウム・ワークショップなどによる会員相互の交流と共同研究などへのきっかけの提供が求められていると感じております。

この大変な時期に会長を仰せつかったことは、きわめて重たいことではありますが、先輩諸氏のこれまでのご努力を無駄にしないためにも、会員の皆様のご協力を得て、なんとか学会活動の活性化を進められればと考えております。どうぞよろしく申し上げます。

学 会 録 事

1. 2004年度日本藻類学会第3回持ち回り評議員会報告

平成16年12月3日から11日の期間に第3回持ち回り評議員会開催し、下記の案件について審議した。

1) 日本学術会議会員候補者推薦および情報提供について

本年日本学術会議法の一部が改正されて、第19期(今期)までの登録学術研究団体から推薦する方式を改め、今後は日本学術会議が自ら会員候補者を選考する方式(co-optation)へと制度が改正された(「藻類」52巻2号133頁参照)。今回の制度改正後の会員候補者選考に関しては、日本学術会議に設置された「日本学術会議会員候補者選考委員会」が学術研究団体等から広く会員候補者情報を収集し、選考することとなり、「日本学術会議会員候補者に関する情報提供について」という依頼が各学会協に送られた。日本藻類学会には「地方在住者の数」を3名以上、「産業人・実務家、若手研究者、女性研究者の合計」を「3名以上」とし、そのうち「女性研究者の数」は1名以上という条件で、6名以内の日本学術会議会員候補者の推薦とその科学者(学術会議会員候補者)の情報提供が求められた。この求めに応じ、評議員に項目ごとに適任者を推薦してもらい、その結果を集計し、それぞれ上位3名を日本藻類学会の候補者として推薦することを提案し、了承された。

2) 科研費申請に際しての学会名使用許諾に関して

独立法人製品評価技術基盤機構、宮道慎二氏より、「微生物の世界」と題する写真集をシリーズで刊行する計画があり、その助成を受けるため科学研究費に応募する際に監修として日本藻類学会の名称を借用したい旨の依頼があり、学会としては実質的な負担がなく、学会会員の教育・研究にも少なからず貢献すべき活動と判断し、時間的な制約もあり、会長の責任で名称使用を許諾した。この件についての事後承諾を提案し、承認された。

2. 2004年度日本藻類学会第4回持ち回り評議員会報告

平成16年12月14日から17日の期間に第4回持ち回り評議員会開催し、下記の案件について審議した。

1) 日本学術会議会員候補者の推薦および情報提供について
第3回持ち回り評議員会における投票の結果、産業人の項目以外では候補者が絞れきれなかったため、第3回持ち回り評議員会の結果を踏まえて、若手および女性については各2名の候補者を、その他の候補者については7名の候補者を挙げて、各項目ごとに再度選挙を行った。その結果、1) 若手研究者として藤田大介氏、2) 女性研究者として長里千香子氏、3) 産業人として新井章吾氏、4) その他の候補者として大野正夫、川井浩史、原慶明の3氏を選出し、各候補者に情報提供を依頼するとともに、提供された情報を事務局が一括して日本学術会議に送付した。

2) 第8回マリンバイオテクノロジー学会大会開催の協賛について

マリンバイオテクノロジー学会事務局より第8回大会開催

の協賛と雑誌「藻類」への開催要領掲載の依頼があり、審議の結果、承認された。

3. 秋期シンポジウムの開催

2004年度日本藻類学会秋期シンポジウム「海藻産業の海外事情—現状と展望—」が、日本海藻協会と日本応用藻類学研究会との共催で、2004年11月26日午後1時より、東京・日本橋のロイヤル・パークホテルにおいて開催された。演題と講演者(所属)は次の通りである。

1. 最近の寒天産業について—新規寒天・用途・原料事情—: 井上修(伊那食品工業株式会社)、2. カラギナン—原料海藻と世界の市場の現状—: 唐川 敦(三晶株式会社中央研究所)、3. アルギン酸の原料事情—チリ沿岸の資源調査と中国の実情—: 笠原文善(株式会社キミカ)、4. 海外のワカメ産業の現状と課題: 佐藤純一(理研食品株式会社)、5. 海苔業界の現況: 日本・韓国・中国: 石渡誠(全国海苔貝類漁業協同組合連合会)。

シンポジウムには、海藻業界の多くの分野から約150名の参加があり、活発な討議がなされた。また、シンポジウム後に開かれた懇親会には70名が出席し、和やかな中で積極的な情報や意見の交換が行われた。

4. 日本分類学会連合

第4回総会およびシンポジウム(平成17年1月8日: 国立科学博物館新宿分館)が開催された。

[主な報告事項]

1) 第3回シンポジウムの開催。2) 宣伝イベント「なん種類の生物が日本にいるか知っていますか?—日本分類学会連合ブックフェア」の開催。3) ニュースレター5~6号の発行。4) ホームページ: ニュースレターPDF版・WEB版公開, 分類群情報ページ, 研究者データベースの作成。5) 日本産生物種数調査: 既存データの更新。未完成の分類群についての調査の継続。6) タイプ標本データベース(下記URLにデータベースを公開中, <http://foj.c.u.tokyo.ac.jp/jtypes>): 平成16年度科学研究費補助金が採択され, 新たなデータを追加。7) メーリングリスト: 2005年1月8日現在のTAXAの登録者数(678名)の報告。8) 第3回シンポジウムの内容の出版(「生物科学」の移入種特集号として)。

[主な審議事項]

1) 2004年度決算と監査: 収入1,245,185円, 次年度繰越金996,675円, 支出248,510円。2) 2005年度事業計画: 第5回シンポジウム「ミドリムシは動物?それとも植物?: 原生生物の不思議な世界」(仮題)。3) ニュースレター7号, 8号の刊行。4) ホームページ: ニュースレターの公開, 分類群情報のページの稼働。5) 日本産生物種数調査: 調査の継続, データの更新の受付。6) 日本タイプ標本データベース: 平成17年度科学研究費補助金が採択された場合, 新規データの追加

を進める。7) 分類学者データベースの公開。8) メーリングリスト：昨年と同様に活動を行う。9) 2005年度予算案の承認と加盟学会分担金の徴収(1万円/学会)。10) 会則第9条の改正。

[シンポジウム]

種の違いをどのように見分けるか—生物を種の違いで見よう—「連合代表あいさつ」松浦啓一(科博)、「爬虫類の種—ヘビとトカゲの見分け方」疋田努(京大)、「昆虫の種を見分ける方法—いくつかのアリ共生型昆虫とアリを例に」丸山宗利(科博)、「分子系統からみた褐藻コンブ類の多様性と種」川井浩史(神戸大)、「自然界に生きるカビの種を探る」出川洋介(神奈川県博)、「巨樹バオバブを分類する」湯浅浩史

(進化生物学研究所)・「生きている化石、ウミユリの分類—どの形質が重要か?」大路樹生(東大)

5. 日本藻類学会 2005-2006 年度評議員の変更について

日本藻類学会 2005-2006 年度評議員選挙の結果、中部地区からは前川行幸氏、石田健一郎氏、倉島彰氏の3名が選出された(藻類 53 巻 3 号 182 頁参照)。しかしながら、石田氏が昨年度に引き続き庶務幹事(海外担当)を担当することから、附則第3条に照らし合わせ、石田氏には評議員を辞退していただいた。これに伴い、評議員選挙の結果中部地区で次点であった大城香氏に評議員を依頼し、承諾を得た。

学会・シンポジウム情報

第1回北西太平洋地域における赤潮/HABに関する国際ワークショップの開催概要(案)

(The First International Workshop on HAB in the Northwest Pacific Region)

1. 会議名：第1回北西太平洋地域における赤潮/HABに関する国際ワークショップ

(The First International Workshop on HAB in the Northwest Pacific Region)

2. 会議の目的

NOWPAP 関係諸国(日本、中国、韓国、ロシア)の専門家が一堂に会して、NOWPAP 地域(日本海及び黄海)における赤潮/HABの現状、モニタリングやその結果の解析・評価手法に関する最新情報の交換を行う。また、NOWPAP 地域における関係機関のネットワークを構築する。

3. 開催時期

2005年6月30日(木)～7月1日(金)

4. 開催地

富山県富山市タワー 111 スカイホール

施設連絡先

〒930-0856

富山市牛島新町5番5号

TEL: 076-432-1414

FAX: 076-431-5698

URL: <http://www.intec.co.jp/tower111/>

5. 開催機関等

(1) 主催

(財)環日本海環境協力センター

(2) 共催(予定)

IOC/WESTPAC、東京大学アジア生物資源環境研究センター、(社)日本水産学会

(3) 後援(予定)

富山県、環境省、NOWPAP/RCU

6. プログラム

テーマ：北西太平洋における赤潮/HABに関する取組み
(Suggested Activities for HAB in the Northwest Pacific Region)

セッション1：北西太平洋地域またはそれに関連する海域の赤潮/HABの発生状況について

セッション2：北西太平洋地域における赤潮/HABに関する観測について

セッション3：北西太平洋地域における赤潮/HABの原因種について

セッション4：北西太平洋地域における赤潮/HABへの対策及び緩和技術について

ポスターセッション

7. 使用言語

英語

8. 連絡先(事務局)

〒930-0856

富山県富山市牛島新町5-5

(財)環日本海環境協力センター

TEL: 076-445-1571

FAX: 076-445-1581

URL: <http://www.npec.or.jp/>

第4回日本応用藻類学研究会総会・春季シンポジウム 「アマモ類の多様性と漁業・自然環境の保全と再生」

日時：2005年6月25日(土曜日)、場所：東京海洋大学

企画の趣旨

アマモ類の多くは比較的静穏な浅海の砂泥域に群落を形成し、各種の形態や生育環境にはそれぞれ類似性が認められる。海草の祖先植物は陸上の種子植物から分化したものであるが、異なるいくつかの分類群から進化したことが知られている。海草には、アマモ類をはじめ、世界に56種ほど知られるが、日本沿岸には、そのうちの約16種が生育し、種や遺伝的多様性の高い重要な海域とされている。アマモ類は、海藻とは異なり、海底の砂泥質中に伸びる地下茎や根を持ち、地下部からの栄養塩類の吸収と海水中に直立する葉によって光合成を行う。また、陸上の顕花植物と同様に、種子と地下茎の栄養繁殖によって沿岸域に群落を広げる。アマモ類の群落はアマモ場と呼ばれ、沿岸の基礎生産者として生態系に果たす役割は大きい。昔から、魚介類の産卵場や幼稚仔の棲息場、摂餌場として知られており、漁業資源の生産にとって重要な役割や機能を持つ群落、即ち、「藻場」の一つとして高く評価されている。しかし、高度経済成長期以降、日本の沿岸域では、埋立てや離岸堤の建設、河川改良などの人工的改変によって物理的、化学的環境が変化し、直接または間接的な影響によってアマモ場も急激に減少した。昨今、種類によっては、絶滅危惧種に含められるものも現われてきた。このような状況下を背景として、沿岸域の自然環境や漁業環境の保全、維持、管理などの観点から、アマモ類の移植や人為的な造成が行われるようになってきたが、これらの行為にもいくつかの問題が危惧され、自然再生事業や環境保全のあり方の難しさが現われて

いる。そこで、本シンポジウムでは、アマモ類の一般的な認識として、種やその分布、生育環境、利用の歴史を踏まえ、種や系統の分子的特性や藻場としての特徴を知るとともに、アマモ場の保全や造成、管理のための具体的な取り組みのあり方や方向性について論議することを目的として企画した。

参加費（講演要旨代を含む）：

事前申込者：日本応用藻類学会会員 1,000円(当日2,000円)、非会員 3,000円(当日4,000円)

講演要旨代：1,000円(講演要旨のみの請求の場合)

弁当代：1,000円(土曜日は大学生協の食堂は閉店のため、希望者に予約販売)

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)

申し込み・問い合わせ先：

参加申込先および弁当・懇親会申込先(6月10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@s.kaiyodai.ac.jp, Tel & Fax: 03-5463-0537

参加希望者は弁当・懇親会の有無も含め、メールでご連絡下さい。参加費等は当日会場にて徴収。

問い合わせ先：東京海洋大学応用藻類学研究室

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

お詫びと訂正

藻類52巻3号の裏表紙目次において、学会録事、会員移動のページが実際と異なっております。お詫びして訂正致します。正しくは以下の通りです。

	誤	正
学会録事・「地球環境研究総合推進費」17年度新規研究課題の公募について	183	182
会員異動	184	183

編集後記

毎年の事ながら、どうして年度末はこんなに忙しいのだろう。会議の連続、博論、修論、卒論、報告書、お客さん、来年度の計画書、引き続いての学会。まあ、これで給料を頂いているのだから仕方ないとはいえ、忙しすぎる。あと何年続く事やら。こんな事を考えるのは定年が近づいた年寄りの考える事だと誰かに言われた。そういえば、私もあと・・・年。いつのまにか両手で数えられるまでになってしまった。ちょっと寂しい気もするが、忙しい内が花だと慰めてくれる人もいる。

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が判断します。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ひ，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を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

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)
日本製菓 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 (〒060-0808 札幌市北区北8条西3丁目28 札幌エルプラザ11階)

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'クル'イ'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。

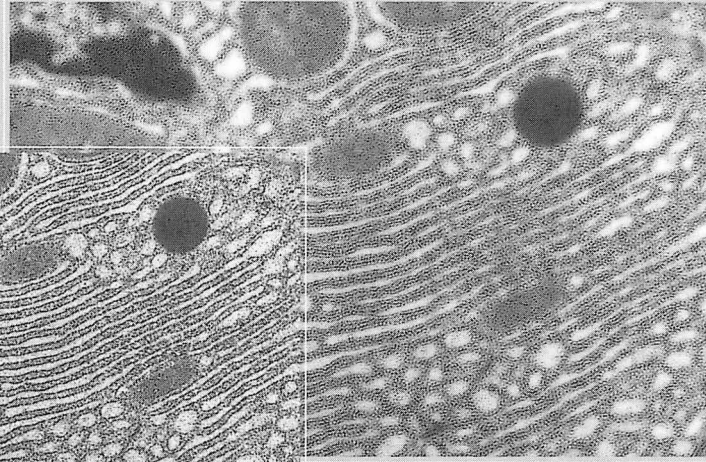
※人工海水 SP は千寿製菓株式会社の技術提携商品です。

製造  日本製菓株式会社 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
大阪府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：高精度ハイバーステージ

加速電圧：40~120kV

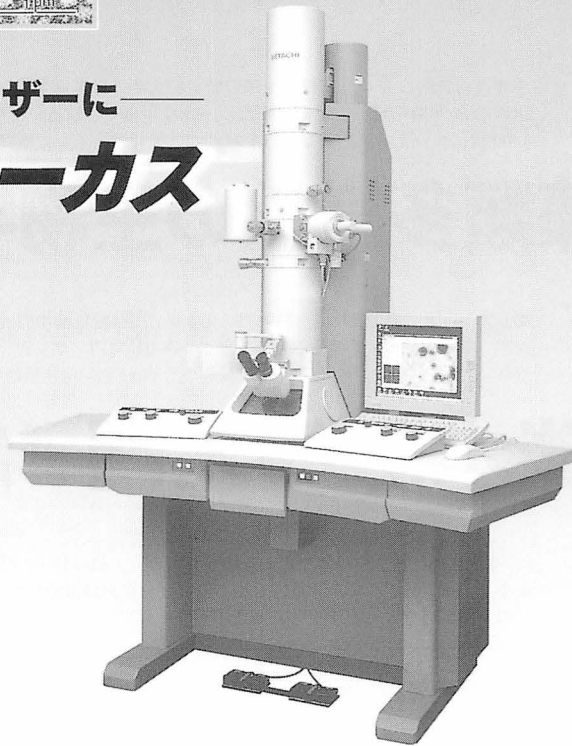
倍率：Low Magモード×50~×1,000
Zoomモード×700~600,000

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) (0298)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)593-5851 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。

【内容目録】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／ワカメ産業の現状と展望／ひじきと海藻サラダ産業の現状の展望／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状／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、実際にどのように観察・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
堀 輝三 共訳

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

会 告

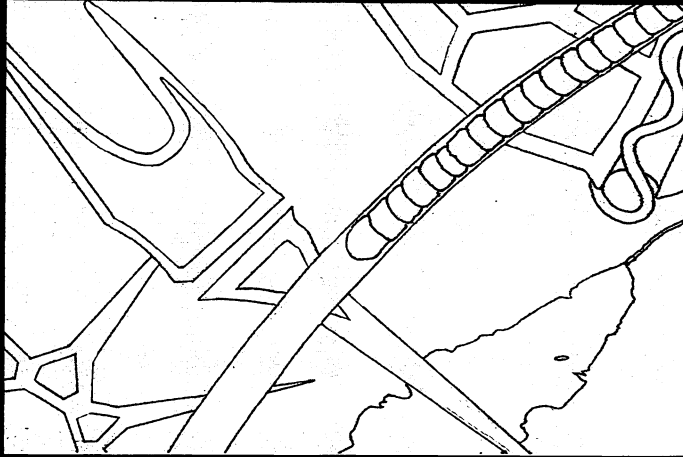
日本藻類学会第29回大会（京都2005）

プログラム

学会会長 川井浩史

大会会長 中原紘之

The 29th Annual Meeting



The Japanese Society of

Phycology

Kyoto 2005

会 期 2005年3月27日（日）～3月30日（水）

会 場 京都大学吉田南総合館北棟

1. 会場までの交通

京都大学は、京都駅中央口を出てすぐ、市バスA乗り場で17番に乗車で百万遍下車、または206番に乗車で京大正門前下車、共に所要時間は約40分です。運賃は220円。

また地下鉄利用の場合は、京都駅乗車で今出川駅下車(230円)、市バス201番に乗り継ぎ京大正門前下車、所用約10分です。大会会場である京都大学吉田南総合館北棟へは、地図を参照して下さい。

京都大学への交通と会場案内は、京都大学のホームページ (<http://www.kyoto-u.ac.jp/>) にも掲載されていますので、ご利用ください。

2. 会場 (図1, 2)

編集委員会・評議員会：京都大学総合人間学部棟1103室

(前回の藻類52巻3号で会場を農学研究科応用生物科学専攻演習室N-158とご案内しましたが、変更となりましたのでご注意ください)

大会：京都大学吉田南総合館北棟

懇親会：京都大学生協吉田食堂

公開シンポジウム：京都大学時計台記念館百周年記念ホール

3. 日程

3月27日(日)	15:00 - 16:30	編集委員会
	16:30 - 18:00	評議員会
3月28日(月)	8:30 - 9:30	ポスター要旨口頭発表(OHP, 1題3分)
	9:45 - 12:00	口頭発表
	13:00 - 17:30	口頭発表
	17:30 - 18:30	総会
	18:45 - 20:45	懇親会
3月29日(火)	8:30 - 11:00	口頭発表
	11:00 - 12:00	ポスター発表
	13:00 - 14:30	口頭発表
3月30日(水)	15:00 - 17:00	公開シンポジウム「藻類を通じて環境を考える」
	9:00 -	エクスカージョン(琵琶湖博物館等)

4. 受付

大会会場1階ホール(ベルラウンジ)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(月)8:00 - 18:40, 3月29日(火)8:00 - 14:45

大会会場2階(共北28)のクロークにて荷物をお預かり致します。

6. 公開シンポジウム

3月29日午後3時より、京都大学時計台記念館百周年記念ホールにて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ご来聴も歓迎致します。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(火)15:00 - 17:00

テーマ：「藻類を通じて環境を考える」

主催：日本藻類学会第29回大会実行委員会

共催：(独)国立環境研究所

演題および講演者

(1)「藻類と環境政策」

渡邊 信(国立環境研究所・生物圏環境研究領域長)

(2)「藻類と地域環境」

熊谷道夫(琵琶湖研究所・総括研究員)

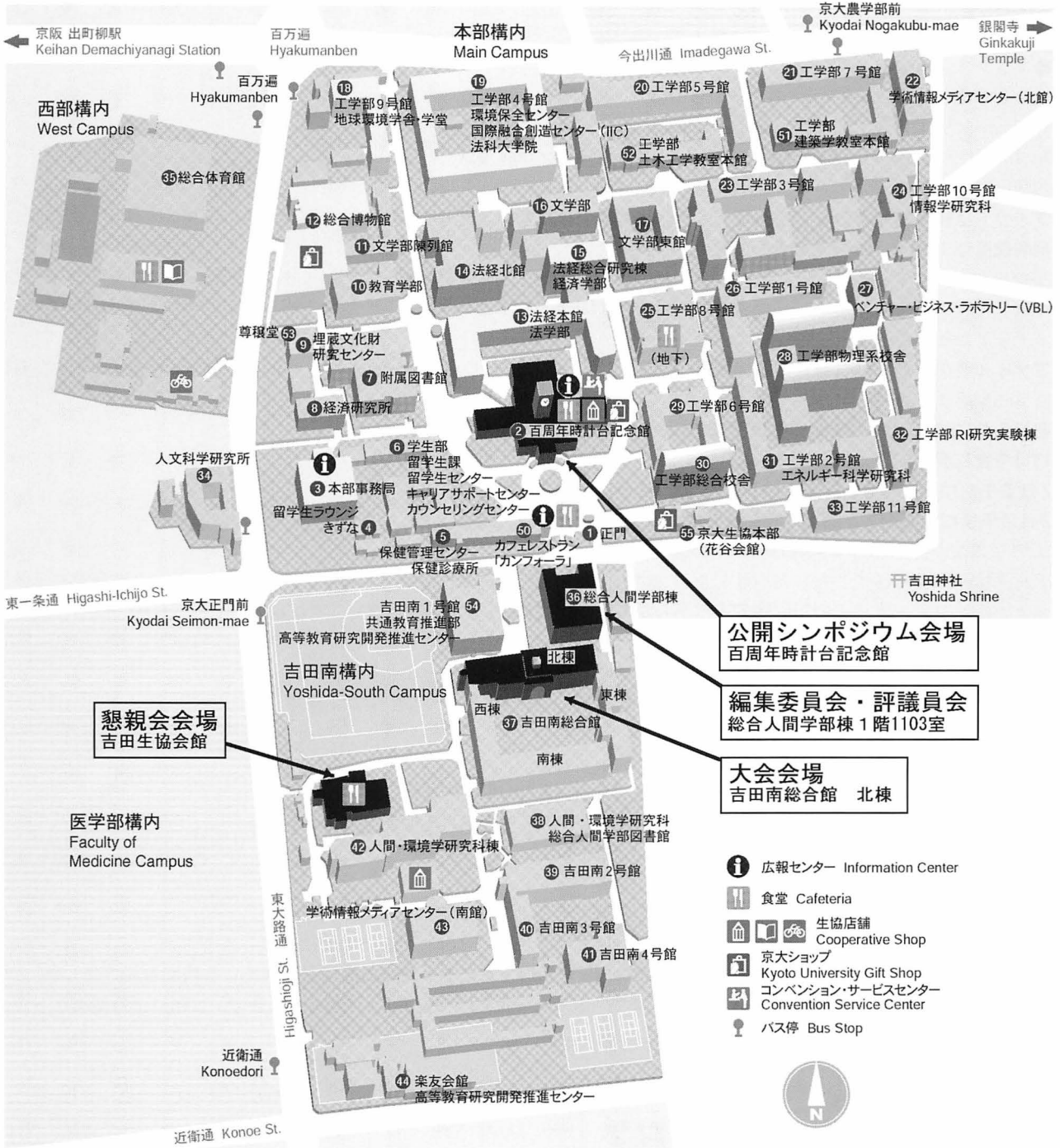


図1 大会会場地図

- (3) 「海藻類と沿岸環境」
川井浩史 (神戸大学内海域環境教育研究センター・教授)
- (4) 「藻類と環境教育」
石川依久子 (東京学芸大学・非常勤講師)

7. 発表形式

(1) 口頭発表

- ・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Windows XPです)

Macintoshの方:Office2001 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。

初日午前に発表の方:28日8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日目午前に発表の方:29日8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で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実行委員会にご相談下さい。

●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。係は付きませんのでご了承下さい。

(2)ポスター発表(図3)

- ・ポスター展示パネルの大きさは、基本的に縦169cm、横110cm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。
- ・ポスター発表者には、3月28日8:30~9:30にOHPを用いたポスター要旨の簡潔な発表を行う時間を設けました。A会場でP19~P40、B会場ではP1~P18及びP41です。ポスター番号順に整列し、1題3分厳守で、口頭による簡潔な発表をお願い致します。

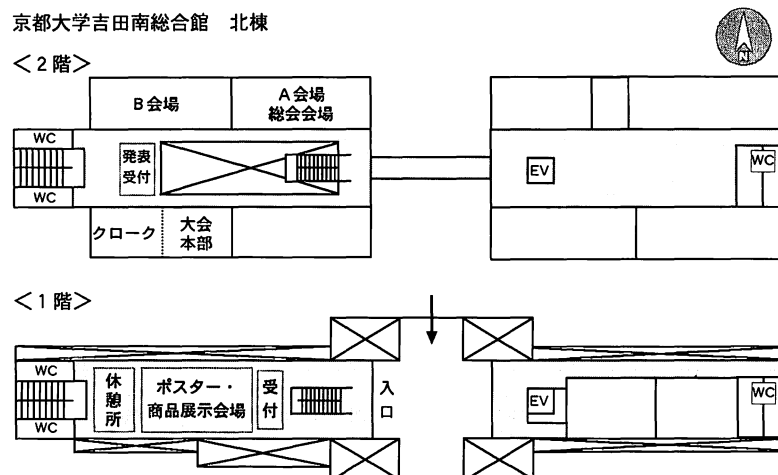


図2 吉田南総合館北棟

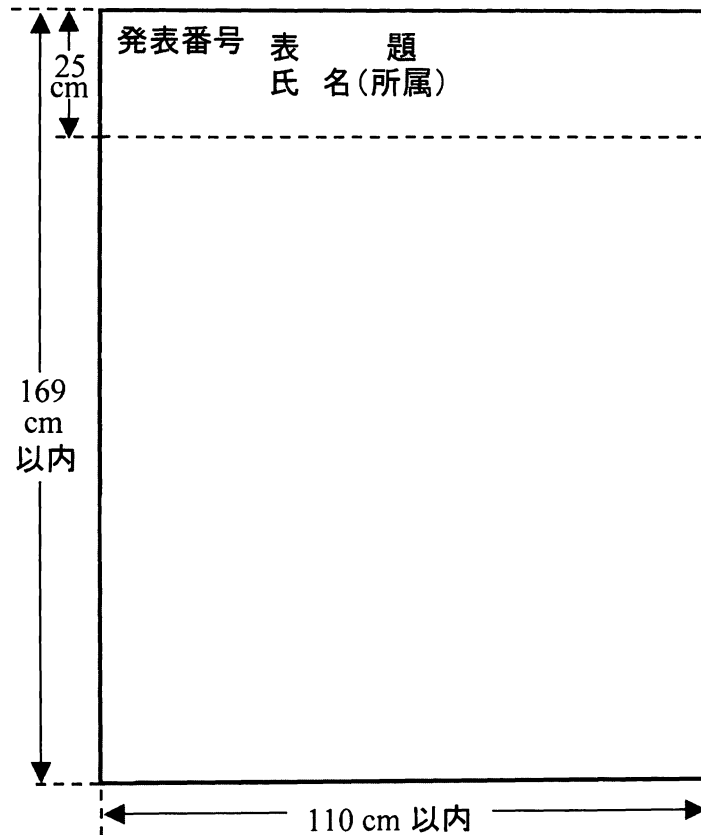


図3 ポスター説明図

8. エクスカーションについて

3月30日午前9時，大会会場前に集合して下さい。引率者のご案内します。

9. その他

第29回大会参加者は，3月27日（日）と30日（水）に，京都大学総合博物館を無料で観覧いただけます。開館時間は9：30～16：30，入館は16：00までです。27日（日）は事前に大会参加申込の手続きをされた方に限ります。30日（水）には博物館入口で大会の名札をご提示ください。

日本藻類学会第29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。

10. 連絡先

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院農学研究科

応用生物科学専攻 海洋環境微生物学分野内

日本藻類学会第29回大会実行委員会

Tel:075-753-6356, Fax : 075-753-6375

e-mail: imailro@kais.kyoto-u.ac.jp (今井一郎)

ajisaka@kais.kyoto-u.ac.jp (鯨坂哲朗)

miyashita@hml.mbox.media.koto-u.ac.jp (宮下英明)

kyokohat@bioh.mbox.media.kyoto-u.ac.jp (幡野恭子)

公開シンポジウムプログラム

3月29日(火) 京都大学時計台記念館百周年記念ホール

テーマ:「藻類を通じて環境を考える」

主催: 日本藻類学会第29回大会実行委員会

共催: (独) 国立環境研究所

15:00	S01	藻類と環境政策 渡邊 信 (国立環境研究所)
15:25	S02	藻類と地域環境 熊谷道夫 (琵琶湖研究所)
15:50	S03	海藻類と沿岸環境 川井浩史 (神戸大学内海城環境教育研究センター)
16:15	S04	藻類と環境教育 石川依久子 (東京学芸大学)
16:40		総合討論

日本藻類学会第29回大会講演プログラム

3月28日(月) 午前の部

A会場 共北25(2階)

- 8:30 P19 ~ P40 ポスター要旨口頭発表 (OHP, 1題3分)
- 9:45 A01 ラオスにおけるカイ (カモジシオグサ) とタオ (アオミドロ類) の利用について
○鯨坂哲朗*・若菜 勇** (*京大院・地球環境, **阿寒湖畔エコミュージアム)
- 10:00 A02 緑藻アオサ・アオノリ類の分子系統解析～北海道産および河川アオノリの種多様性
○横山奈央子*・平岡雅規**・寫田 智***・新井章吾****・増田道夫* (*北大・理・生物, **高知大海洋セ, ***北大・先端研セ, ****海藻研(株))
- 10:15 A03 *Chara fibrosa* species complex 集団間の葉緑体ハプロタイプ多型と系統
○坂山英俊*・野崎久義**・笠井文絵*・渡邊 信* (*国環研・生物, **東大院・理・生物科学)
- 10:30 A04 日本におけるウミヒルモ属の分類に関する新発見
○内村真之*・新井章吾**・宮崎 勤***・横山奈央子****・井上徹教*・中村由行*・寫田 智***** (*港湾空港技術研究所, **海藻研, ***海中研, ****北大・理・生物, *****北大・先端研セ)
- 10:45 A05 淡水カイゴロモ (仮称) (アオサ藻綱、シオグサ目) について
宮地和幸 (東邦大・理・生物)
- 11:00 A06 フクリンアミジ (褐藻アミジグサ目) の生殖器官の形態
○孫 忠民・田中次郎 (東京海洋大・藻類)
- 11:15 A07 褐藻ホンダワラ亜属の分類形質としての主枝組織構造
○島袋寛盛・森 郁美・野呂忠秀 (鹿児島大・水産)
- 11:30 A08 ミトコンドリアハプロタイプからみた移入ワカメの起源地の推定
○上井進也*・Nelson W.**・Neil K.**・Boo S. M.***・王 偉定****・Aguilar-Rosas L. E.*****・北山太樹*****・Peters A. F.*****・川井浩史* (*神戸大・内海域セ, **NIWA, ***Chungnam National University, ****浙江省海洋水産研, *****Universidad Autónoma de Baja California, *****国立科学博物館, *****Station Biologique de Roscoff)
- 11:45 A09 菊池川水系におけるチスジノリの集団解析; 受精から果孢子形成まで
○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)

B会場 共北26(2階)

- 8:30 P1 ~ P18, P41 ポスター要旨口頭発表 (OHP, 1題3分)
- 9:45 B01 *Noctiluca scintillans* (ヤコウチュウ) の遊走子形成過程と遊走子の形態
○福田康弘・遠藤 浩 (金沢大院・自然)
- 10:00 B02 渦鞭毛藻2種におけるミニサークルDNA非コード領域の種内比較
○林 愛子・石田健一郎 (金沢大院・自然)
- 10:15 B03 従属栄養性有殻渦鞭毛藻 *Diplopsalis* 類5種の系統関係
○川見寿枝・岩滝光儀・松岡敷充 (長崎大・水産)
- 10:30 B04 Hyaline cyst を形成する無殻渦鞭毛藻類の系統と分類
○岩滝光儀・川見寿枝・松岡敷充 (長崎大・水産)
- 10:45 B05 SSUおよびLSU rDNAに基づく従属栄養性渦鞭毛藻プロトペリディニウム属の分子系統解析
○山口愛果・河村 裕・堀口健雄 (北大院・理・生物科学)
- 11:00 B06 プランクトンに寄生する渦鞭毛藻類の研究～特にヘマトディニウム属の一種について～
○原田 愛*・大塚 攻**・堀口健雄* (*北大院・理・生物, **広大院・生物園科)
- 11:15 B07 クレプトクロロプラストを持つ無殻渦鞭毛藻類の系統分類学的研究
○高野義人・堀口健雄 (北大院・理・生物)

- 11:30 B08 日本沿岸域に分布する有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* 個体群のマイクロサテライト多型解析
○長井 敏*・練 春蘭**・鈴木雅巳*・浜口昌巳*・松山幸彦*・板倉 茂*・嶋田 宏***・加賀信之助****・
山内洋幸*****・尊田佳子*****・西川哲也*****・Kim Chang-Hoon*****・宝月岱造***** (*瀬戸内水研,
** 東大アジアセ, *** 道中央水試, **** 岩手水技セ, ***** 宮城水研セ, ***** 愛知水試, ***** 兵庫水技セ,
***** 釜慶大学, ***** 東大農)
- 11:45 B09 瀬戸内海から分離した有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamiyavanichii* の分子系統解析と毒分析
○長井 敏*・呉 碩津**・鈴木雅巳*・松山幸彦*・板倉 茂* (*瀬戸内水研, ** 九大院・農)

3月28日(月) 午後の部

A会場 共北25(2階)

- 13:00 A10 大阪湾産紅藻アマノリ属の未記載種について
○菊地則雄*・新井章吾**・吉田吾郎*** (*千葉海の博物館, ** (株)海藻研, *** 瀬戸内水研)
- 13:15 A11 神奈川県江ノ島で夏期に生育が認められたアマノリの形態
○長浦一博・藤田大介・能登谷正浩 (東京海洋大・応用藻類)
- 13:30 A12 形態および分子系統解析に基づく野生スサビノリと養殖スサビノリの比較
○二羽恭介*・加藤亜記**・小檜山篤志***・川井浩史**・有賀祐勝**** (*兵庫水技セ, ** 神戸大・内海域
セ, *** 北里大・水産, **** 東京農大)
- 13:45 A13 スサビノリの生活環を通じた各種胞子の発生過程について
○植木知佳*・長里千香子**・本村泰三**・嵯峨直恆* (*北大院・水産, ** 北大・フィールド科学セ)
- 14:00 A14 有性生殖株の交雑によって誘導される無性生殖化現象について
○神谷充伸*・John A. West** (*福井県大・生物資源, ** メルボルン大)
- 14:15 A15 アサクサノリとスサビノリ養殖品種の培養葉体の生理特性と形態変化
○神谷 晃・藤田大介・能登谷正浩 (東京海洋大・応用藻類)
- 14:30 A16 カサノリ (*Acetabularia ryukyuensis*) の沖縄本島における生育分布と生態について
○堤 敏郎*・香村真徳** (*那覇港管理組合, ** (財)沖縄環境科学セ)
- 14:45 A17 水中の光環境が褐藻コンブ目の垂直分布に及ぼす影響—モニタリングデータによる解析—
○坂西芳彦*・伊藤 博*・飯泉 仁**・松本里子***・谷口秀策****・田中次郎**** (*北水研, ** 日水研,
*** 日本国際湿地連合, **** 東京海洋大)
- 15:00 A18 カジメとトゲモクを混植した藻場礁上での魚によるカジメ食害状況
○田井野清也*・石川 徹*・林 芳弘*・川村秀明**・平岡雅規*** (*高知水試, ** 大旺建設, *** 高知大・
海洋セ)
- 15:15 A19 山口県沿岸に生育するアラメおよびクロメの培養による生育上限温度
○村瀬 昇*・原口展子*・水上 譲*・野田幹雄*・吉田吾郎**・寺脇利信** (*水大校, ** 瀬戸内水研)
- 15:30 A20 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の継続観察
○寺脇利信*・吉田吾郎**・新村陽子**・玉置 仁*** (*瀬戸内水研, ** 科学技術振興事業団・瀬戸内水研,
*** 石巻専修大)
- 15:45 A21 山口県沿岸に生育するホンダワラ類4種の光合成—温度特性
○原口展子*・村瀬 昇*・水上 譲*・野田幹雄*・吉田吾郎**・寺脇利信** (*水大校, ** 瀬戸内水研)
- 16:00 A22 能登半島西岸におけるアイゴの採食によるジョロモク群落の衰退
○新井章吾*・中越信和** (*広島大院・国際協力, ** 広島大・総合科学)
- 16:15 A23 駿河湾海底より採集された大型褐藻類
○三上温子*・高井則之**・小松輝久* (*東大・海洋研, ** 日大・臨海)
- 16:30 A24 中国浙江省枸杞島におけるガラモ場の種組成と繁茂期生物量
○小松輝久*・立川賢一*・王 偉定**・劉 惠飛**・鯨坂哲朗***・章 守宇****・田中克彦*****・周 民棟
*****・上井進也*****・杉本隆成***** (*東大・海洋研, ** 浙江省・海洋水産研, *** 京大院・地球環境, ****
上海水産大, ***** 志津川自然セ, ***** 泗県海洋漁業局, ***** 神戸大・内海域セ, ***** 東海大・海洋研)
- 16:45 A25 環境特性の異なる京都府沿岸3海域におけるホンダワラ科海藻の年間純生産量
○八谷光介*・西垣友和*・道家章生**・井谷匡志*・和田洋藏* (*京都海洋セ, ** 京都府水産課)
- 17:00 A26 クロメ *Ecklonia kurome* の側葉の季節変化

- 松本里子*・田中次郎** (*NPO 法人・日本国際湿地保全連合, ** 東京海洋大・海洋環境)
 17:15 A27 自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査 (全国藻場調査) について
 ○松本里子*・青木優和**・北沢克己*** (*NPO 法人・日本国際湿地保全連合, ** 筑波大下田臨海セ,
 *** 環境省生物多様性セ)

B会場 共北 26 (2階)

- 13:00 B10 浜名湖底泥中に存在する有毒渦鞭毛藻類 *Alexandrium* 属のシストについて
 ○板倉 茂*・小谷祐一**・長井 敏*・松山幸彦*・山口峰生*・白石智孝***・小泉鏡子**** (*瀬戸内水研,
 ** 中央水研, *** 京大院・農, **** 静岡県)
- 13:15 B11 中海における赤潮藻類 *Prorocentrum minimum* の現存量, 栄養細胞の形態及び細胞内デンプン粒の蓄積の
 季節変化
 ○江原 亮*・大谷修司**・石飛 裕***・國井秀伸* (*島根大・汽水研セ, ** 島根大・教育, *** 島根保健
 環境科研)
- 13:30 B12 宍道湖・中海における赤潮とアオコの発生状況 (1996年～2003年)
 ○大谷修司*・石飛 裕** (*島根大・教育, ** 島根保健環境科研)
- 13:45 B13 有害プランクトン *Chattonella ovata* の香川県海域における出現動向
 ○本田恵二・吉松定昭・大山憲一 (香川赤潮研)
- 14:00 B14 有明海における有害ラフィド藻 *Chattonella* シスト分布密度の経年変化
 ○山口峰生*・坂本節子*・山口晴生*・板倉 茂*・渡辺朋英**・石田貴子***・今井一郎** (*瀬戸内水研,
 ** 京大院・農, *** 日本ミクニヤ)
- 14:15 B15 菌類および細菌類シデロホアによる赤潮藻の鉄利用と増殖に及ぼす影響
 ○内藤佳奈子・今井一郎・中原紘之 (京大院・農)
- 14:30 B16 *Cocconeis* 属のタイプである *Cocconeis scutellum* var. *scutellum* の増大胞子微細構造
 ○鈴木秀和*・水野 真**・南雲 保***・田中次郎**** (*青山学院高, ** 東農大・生物生産, *** 日歯大・生物,
 **** 東京海洋大・藻類)
- 14:45 B17 珪藻 *Pleurosira* の驚動反応
 ○石川依久子*・渡辺正勝** (*東学大・非常勤, ** 総合研究大学院大)
- 15:00 B18 異なる場所で採集された羽状珪藻 *Pinnularia acidojaponica* および近縁種の形態変異と分子系統
 ○真山茂樹*・平田恵理*・四柳 敬*・Richard Jordan**・出井雅彦*** (*東学大・生物, ** 山形大・地球
 環境, 文教大・短大)
- 15:15 B19 細胞壁の内側に鞭毛を持つ新規不等毛植物の分類と系統
 ○甲斐 厚*・吉井幸恵***・中山 剛**・井上 勲** (*筑波大院・生命環境, ** 筑波大・生命環境, *** 福
 井大・医)
- 15:30 B20 新規ピコソエカ類 *Cafeteria dimorpha* の微細構造と生活史
 ○中山 剛・雪吹直史・井上 勲 (筑波大院・生命環境)
- 15:45 B21 褐藻シオミドロ (*Ectocarpus*) の複子嚢形成, 特に鞭毛分化過程の微細構造
 ○本村泰三・長里千香子 (北大・フィールド科学セ・室蘭臨海)
- 16:00 B22 黄色藻類 *Sulcochrysis biplastida* の鞭毛切断機構の解明 ～鞭毛移行部と Ca イオンに対する反応性～
 ○木村 圭・本多大輔 (甲南大院・生物)
- 16:15 B23 ミドリムシ青色光受容体, 光活性化アデニル酸シクラーゼの活性化と光驚動反応の関係について
 ○吉川伸哉*・渡辺正勝**・伊関峰生* (*科学技術振興機構・さきがけ, ** 総合研究大学院大・先導科
 学, *** 基生研)
- 16:30 B24 黄緑藻トリボネマ属の一種のセルロース合成酵素複合体の構造
 ○関田諭子*・内藤知恵**・奥田一雄* (*高知大院・黒潮圏, ** 高知大院・理)
- 16:45 B25 ユーグレナの LHCP II タンパク質のゴルジ装置から葉緑体への輸送
 ○長船哲齊・畠田好章 (日体大・生命科学)
- 17:00 B26 クロロフィルの化学進化ーパルビンによる Chl *a* → Chl *d* 変換の発見ー
 小泉 創*・伊藤由加*・細田定正*・渡部 覚*・後藤高紀*・白岩善博**・土屋 徹***・宮下英明***・三
 室 守***・山下 俊****・○小林正美* (*筑波大・物質工学, ** 筑波大・生物科学, *** 京大院・地球環境,
 **** 東京理科大・理工)

- 17:15 27 種を超えて転移するミトコンドリアの group I イントロンとそれを支えるホーミング酵素の長くて曖昧な DNA 配列認識
黒川さゆり*・生田享介**・別所義隆***・横山 茂***・○大濱 武* (*高知工大・物質環境, **大阪教育大・理科, ***理研・ゲノム構造)

3月29日(火) 午前の部

A会場 共北25 (2階)

- 8:30 A28 植食性魚類による過剰採食からの藻場の回復と維持～宮崎県門川町
○荒武久道*・清水 博**・渡辺耕平** (*宮崎水試, **西日本オーシャンリサーチ)
- 8:45 A29 大分県南部におけるカジメ群落の現状と海水懸濁物中の過酸化脂質量
○桑野和可*・阿南慎也**・吉越一馬** (*長崎大院・生産, **長崎大・水産)
- 9:00 A30 香川県詫間町大浜地先におけるホンダワラ類天然・造成藻場の状況
○藤原宗弘・山賀賢一 (香川水試)
- 9:15 A31 褐藻スジメ生育特性と養殖技術
○佐藤康子*・桐原慎二*・能登谷正浩** (*青森増養殖研, **東京海洋大)
- 9:30 A32 海洋深層水によるコンブ類とアワビの陸上タンク養殖システム
○岡 直宏*・平岡雅規**・川井唯史***・四ツ倉典滋****・中明幸広***** (*愛媛大院・連合農, **高知大・海洋セ, ***北海道原子力環境セ, ****北大・フィールド科学セ, *****北海道中央水試)
- 9:45 A33 大分県でのヒジキ養殖の現状と人工種苗の可能性
伊藤龍星 (大分海洋水産研究セ・浅海研)
- 10:00 A34 館山市沖ノ島における紅藻ミリンの生育状況と養殖の可能性
○小川晃弘・藤田大介・能登谷正浩 (東京海洋大・応用藻類)
- 10:15 A35 ハバノリの生長と成熟に及ぼす光強度と日長の影響
○倉島 彰*・阿部真比古*・中村起三子*・栗藤和治**・前川行幸* (*三重大・生物資源, **尾鷲市水産課)
- 10:30 A36 三重県英虞湾立神浦におけるコアマモの光合成・温度特性
○横田圭五・阿部真比古・後藤真樹・倉島 彰・前川行幸 (三重大・生物資源)
- 10:45 A37 三重県英虞湾立神浦における一年生アマモの貯蔵炭水化物の季節変化
○後藤真樹・阿部真比古・横田圭五・倉島 彰・前川行幸 (三重大・生物資源)

B会場 共北26 (2階)

- 8:30 B28 紅藻オキツノリ着生微細藻の形態的, 生理的特性
○浅井智広*・三室 守**・村上明男*** (*神戸大・理, **京大院・地球環境, ***神戸大・内海域セ)
- 8:45 B29 日本沿岸に生息する *Acaryochloris* spp. の地理的分布
○大久保智司*・宮下英明*・村上明男***・土屋 徹*・竹山春子****・三室 守* (**京大院・人間・環境, **京大院・地球環境, ***神戸大・内海域セ, ****農工大院・工)
- 9:00 B30 炭化水素生産緑藻 *Botryococcus* の増殖に及ぼす各種炭素源の影響
○田野井孝子*・河地正伸・藏野憲秀**・渡邊 信* (*国環研, **海洋バイオテック研)
- 9:15 B31 ミドリゾウリムシ: *Paramecium bursaria* と細胞内共生藻の系統
○保科 亮・鎌戸伸一郎・今村信孝 (立命館大・理工・化学生物工)
- 9:30 B32 沖縄島および南西諸島沿岸域のピラミモナス属について
○須田彰一郎・古賀暢子 (琉球大・理・海洋自然)
- 9:45 B33 *Follicularia* 属 (Sphaeropleales, Chlorophyceae) の系統的位置
渡邊 信 (富山大・教育)
- 10:00 B34 日本新産種 *Gonium multicoccum* (緑藻綱・ボルボックス目) について
○山田敏寛*・宮地和幸*・野崎久義** (*東邦大・理・生物, **東京大・理・生物)
- 10:15 B35 培養株の比較研究に基づく *Hafniomonas* 属 (緑藻綱) の分類学的研究
○仲田崇志・野崎久義 (東大院・理・生物科学)
- 10:30 B36 緑藻類ボルボックス科2新種の分類学的研究

- 野崎久義*・Ott, F.D.**・Coleman, A.W.*** (*東大・理, **Phycologist (USA), ***Brown University (USA))
- 10:45 B37 二次共生生物クリプト藻におけるヌクレオモルフ (共生体核) のゲノムサイズの多様性
○小野寺直子*・谷藤吾朗*・恵良田真由美**・原 慶明*** (*山形大院・理工, ** (財)地球・人間環境フォーラム, ***山形大・理・生物)

11:00-12:00 ポスター発表 1階ベルラウンジ

- P01 緑藻におけるCOXサブユニット遺伝子の存在部位と系統進化
中澤千紘*・○林八寿子** (*新潟大院・自然科学, **新潟大・自然科学系)
- P02 気生藻 *Prasiolopsis ramosa* (トレボウクシア藻綱, カワノリ目)の形態と系統的位置
○半田信司*・大村嘉人**・中原美保***・坪田博美***・河地正伸**・中野武登**** (* (財)広島環境保健協, **国環研, ***広島大・院理・生物科学, ****広島工大・環境・環境情報)
- P03 東京湾産新種プラシノ藻の系統分類学的研究
○吉井幸恵*・秦千夏子**・吉井 裕*・中山 剛**・井上 勲** (*福井大・医, **筑波大・生物)
- P04 円弧構成モデルにもとづく *Navicula viridula sensu lato* の計量形態学的解析
○大塚泰介*・有田重彦**・中井大介***・戸田 孝* (*琵琶湖博物館, **たんさいぼうの会, ***京大院・農)
- P05 18S rRNA, チューブリン, 及びアクチン遺伝子に基づく太陽虫 *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)
- P06 二次共生藻から見た葉緑体とミトコンドリアの原核型分裂遺伝子 *FtsZ* の進化
○西川壽一・佐藤繭子・梶谷博之・河野重行 (東大院・新領域・先端生命)
- P07 シーボルトが持ち帰り C.G. Ehrenberg が研究した微細藻類で日本最古と考えられる標本について
○辻 彰洋*・谷村好洋** (*科博・植物, **科博・地学)
- P08 陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) においてみいだされた遺伝的多様性と他の *Nostoc* 属との関係を探る
試み
○堀口法臣・石田健一郎・坂本敏夫・和田敬四郎 (金沢大院・自然科学)
- P09 藍藻 *Phormidium* の根圏における動態と機能
○石川依久子*・中村津由美**・安部 浩*** (*東学大・非常勤, ** (株)みどり共生, ***農工大院・生命農学)
- P10 分離源の異なる *Acaryochloris* 株の比較
○宮下英明*・大久保智司**・村上明男***・三室 守* (**京大院・地球環境, **京大院・人間環境, ***神戸大・内海域セ)
- P11 2種の *Scenedesmus* 属緑藻の増殖と環境要因の関係
○山本芳正・中原紘之 (京大院・農)
- P12 流速と栄養塩濃度の違いが河川付着藻類群落の発達に及ぼす影響
阿部信一郎 (中央水研)
- P13 ラムサール条約登録湿地片野鴨池と周辺2池の微細藻類相
○高島 央・石田健一郎 (金沢大院・自然科学)
- P14 原始紅藻 *Porphyridium* におけるアミロース合成
○下永高弘*・金子美樹*・藤原祥子*・桜井 彩**・中村保典**・都筑幹夫* (*東薬大・生命, **秋田県大・生物資源)
- P15 系統解析に基づいた抗腫瘍性マクロリドを生産する *Amphidinium* 属渦鞭毛藻の迅速探索法の開発
○岩本理恵*・泉井直子*・津田正史*・小林淳一*・勝又和人**・堀口健雄** (*北大院・薬, **北大院・理)
- P16 水素生産に向けたシアノバクテリアの *hox* 遺伝子の解析
○御園生拓・梶 里早 (山梨大院・医工総合)
- P17 海産単細胞ラン藻 (*Gloeotheca* sp. 68DG 株) の窒素固定酵素関連遺伝子の解析
○谷内由貴子・大城 香 (福井県大・生物資源・海洋生物資源)
- P18 陸棲ラン藻 *Nostoc commune* における光合成活性のストレス耐性機構
○田丸義之・高荷弥生・吉田尚之・坂本敏夫・和田敬四郎 (金沢大院・自然)
- P19 東シナ海における流れ藻 (アカモク) の遺伝的, 形態学的多様性について
○上井進也*・小松輝久**・立川賢一**・王 偉定***・川井浩史*・鯉坂哲朗**** (*神大・内海域セ, **東大・海洋研, ***中国浙江省海洋水産研, ****京大院・地球環境)

- P20 カリフォルニア産ムチモの性比
○北山太樹*・Kathy Ann Miller** (*科博・植物, **California大学・植物標本館)
- P21 殻状紅藻イワノカワ属の日本新産種 *Peyssonnelia armorica* について
○加藤亜記*・増田道夫**・川井浩史* (*神戸大・内海域セ, **北大院・理・生物科学)
- P22 紅藻イソマツの体構造と生殖器官の観察
○鈴木雅大・吉崎 誠 (東邦大院・理)
- P23 ハワイ諸島産紅藻オゴノリ科藻類の分類と分布
寺田竜太 (ハワイ大マノア校・植物, 鹿児島大・水産)
- P24 兵庫県上郡町・安室川の流況変化と淡水産紅藻チスジノリ (*Thorea okadae*) の出現
○佐藤裕司*・横山 正**・真殿克麿***・辻 光浩****・水野雅光****・魚留 卓****・妹尾嘉之****・杉野伸義****・永野正之****・三橋弘宗****・浅見佳世*・道奥康治*****・原田一二三***** (*兵庫県大・自然研, **佐用高校, ***東洋大姫路高, ****リバーフロント整備セ, *****八千代エンジニアリング, *****環境総合テクノス, *****兵庫県・人博, *****神戸大・工, *****上郡土木)
- P25 オアフ島におけるウミヒルモ属2種の生育特性
○新井章吾*・内村真之**・寺田竜太*** (* (株)海藻研, **港湾空港技研, ***ハワイ大)
- P26 広島湾の柱島における海藻植生のモニタリング
○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)
- P27 広島湾・阿多田島におけるノコギリモクの季節消長～3年間のモニタリングから～
吉田吾郎*・○新村陽子**・内村真之***・玉置 仁****・梶田 淳*****・村瀬 昇*****・寺脇利信* (*瀬戸内水研, **科学技術振興事業団・瀬戸内水研, ***港湾技研, ****石巻専修大, *****水圏リサーチ (有), *****水大校)
- P28 隠岐の島町南岸の礫地における台風による藻場の衰退
○宮崎 勤*・斎賀守勝*・中山恭彦*・玉置 仁**・新井章吾* (* (株)海中景観研, **石巻専修大)
- P29 三重県英虞湾立神浦における一年生アマモ群落の季節変化
○阿部真比古・川原利恵・横田圭五・後藤真樹・倉島 彰・前川行幸 (三重大・生物資源)
- P30 褐藻ホンダワラ属付着器の細胞組織構造
○島袋寛盛・野呂忠秀 (鹿児島大・水産)
- P31 紅藻サビノリの硝酸同化に関与する遺伝子の解析
○松本竜也・西村寿弘・山岸幸正・三輪泰彦 (福山大・生命工・海洋生物工)
- P32 紅藻サビノリのアルカリ性ホスファターゼ遺伝子の発現解析
○三輪泰彦・吉水正則・山岸幸正 (福山大・生命工・海洋生物工)
- P33 紅藻サビノリの窒素吸収に関与する遺伝子の単離
○山岸幸正・西村寿弘・三輪泰彦 (福山大・生命工・海洋生物工)
- P34 紅藻サビノリのリン酸トランスポーターホモログ遺伝子の構造と発現
○岸田将義・山岸幸正・三輪泰彦 (福山大・生命工・海洋生物工)
- P35 紅藻サビノリのリン酸結合タンパク質遺伝子の発現解析
○河野貴文・矢野陽子・山岸幸正・三輪泰彦 (福山大・生命工・海洋生物工)
- P36 Isolation and characterization of the improved varieties in *Porphyra haitanensis* Chang et Zheng (Bangiales, Rhodophyta)
○YAN Xing-hong*・LIANG Zhi-qiang*・ARUGA Yusho** (*Shanghai Fisheries University, **Tokyo University of Agriculture)
- P37 地下海水を利用した海藻陸上養殖—水質が海藻生長に与える影響
○江端弘樹*・寫田 智**・四ツ倉典滋***・佐藤義夫****・平岡雅規*****・山岸幸正***** (*芙蓉海洋開発 (株), **北大・先端研, ***北大・北方生物圏フィールド科学セ, ****東海大・海洋, *****高知大・海洋生物教育研究セ, *****福山大・生命工)
- P38 アマノリ養殖品種の特性に関する研究
○福本真司・藤田大介・能登谷正浩 (東京海洋大・応用藻類)
- P39 江戸時代中期に描かれた海藻 (草) 図譜
○藤原宗弘*・吉松定昭**・藤田彰一*** (*香川水試, **香川赤潮研, ***香川歴史博物館)

- P40 日本産海藻抽出物の殺細胞作用
○田嶋祥乃介*・長谷川和清*・田中次郎*・小宮山寛機**・林 正彦**・柴田 潔*** (*東京海洋大・海洋環境保全, **北里大・生命研, ***日歯大・化学)
- P41 *Cephaluros* 属気生藻 (緑藻) の樹木葉上における成長経過と配偶子・遊走子の放出・発芽
○周藤靖雄*・大谷修司** (*元島根林技セ, **島根大・教育)

3月29日(火) 午後の部

A会場 共北25 (2階)

- 13:00 A38 海産種子植物3種の現存量と生理特性の季節変化
○井上千鶴・田中次郎 (東京海洋大・藻類)
- 13:15 A39 陸奥湾のスゲアマモの繁殖特性と藻場造成手法
○桐原慎二*・能登谷正浩** (*青森増養殖研, **東京海洋大)
- 13:30 A40 クビレツタの生長と形態の変化に及ぼす光量の影響
○川越 大*・木村 創**・藤田大介*・能登谷正浩* (*東京海洋大・応用藻類, **和歌山農水総合技術セ・水試・増養研)
- 13:45 A41 ヘライワツタ *Caulerpa brachypus* (アオサ藻綱) の配偶子における細胞融合部位の雌雄特異性
○宮村新一*・南雲 保** (*筑波大・生物, **日本歯科大・生物)
- 14:00 A42 褐藻カヤモノリの鞭毛フラビンタンパク質の同定
藤田悟史*・伊関峰生**・吉川伸哉**・牧野由美子***・渡辺正勝****・本村泰三*****・川井浩史*****・村上明男***** (*神戸大・自然科学, **科学技術振興事業団・さきがけ, ***基生研, ****総研大, *****北大・フィールド科学セ, *****神戸大・内海域セ)
- 14:15 A43 緑藻ミルの光合成アンテナ系一構成と光捕獲の戦略
○三室 守*・秋本誠志**・村上明男***・樋口倫也****・山崎 巖** (*京大院・地球環境, **北大院・工, ***神戸大・内海域センター, ****京大院・人間環境)

B会場 共北26 (2階)

- 13:00 B38 クロララクニオン藻のヌクレオモルフゲノムサイズの多様性
○小池さやか*・小藤累美子**・石田健一郎** (*金沢大・理・生物, **金沢大院・自然科学)
- 13:15 B39 パラオ産クロララクニオン藻の1培養株の分類上の位置と生活環
○大田修平・植田邦彦・石田健一郎 (金沢大院・自然科学)
- 13:30 B40 灰色藻 *Cyanophora paradoxa* のシアネレ分裂の動態とFtsZリング形成
○佐藤繭子・西川壽一・山崎誠和・河野重行 (東大院・新領域・先端生命)
- 13:45 B41 糸状性シアノバクテリアのホルモゴニア形成を制御する新規遺伝子の単離とその解析
○富谷朗子*・Paula S. Duggan**・David G. Adams** (*独) 海洋研究開発機構・地球内部変動研究セ, **University of Leeds (UK))
- 14:00 B42 遺伝子破壊株を用いたシアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC6803 の乾燥耐性の解析
○岡田克彦・平野昌行・増井 幸・松本玲奈・都筑幹夫 (東京薬大・生命科学)
- 14:15 B43 Clonal vs. panmictic ~ シアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* の遺伝構造
○田辺雄彦・渡辺 信 (国環研)

公開シンポジウム要旨

渡邊 信：藻類と環境政策

1960年代に顕在化した環境問題は、複雑化・広域化をたどり、人間の健康と生活に係わる課題のみならず、人類の存続そのものに係わる課題となってきた。人間の生活環境に係わる環境政策において、藻類は水汚染ではアオコや赤潮として問題となっている生物である。また、大気汚染では、藻類と菌類の共生体である地衣類が指標生物となっており、欧州では肺ガン発生率と地衣類の分布に高い相関が見られたという。人間の健康に係わる環境政策においては、有毒アオコとその毒素が国際的に大きな問題となっており、1997年にWHO（世界保健機構）は自然水域での有毒アオコの毒素の安全基準を暫定的に $1\mu\text{g L}^{-1}$ と設定した。人類の生存基盤に係わる地球環境政策として、地球温暖化があるが、藻類は水域の一次生産者であることや光合成で二酸化炭素を効率よく固定することから、温暖化防止政策において注目されている生物である。特に石油を生産する藻類は21世紀における新エネルギー源として注目される。2010年までに生物多様性減少速度を大幅に減少させるというにおける国際合意を実現するために、絶滅の危機に瀕する生物を把握し、その保全を行うことが重要である。藻類においても多くの種が絶滅の危機に瀕しており、2000年刊行の環境省のレッドデータブックでは、47種の藻類が絶滅、野生絶滅あるいは絶滅危惧種とされている。バイオリソースとして藻類の培養株保存は絶滅危惧藻類の生息域外保全政策に直接貢献し、藻類を利用した研究や行政調査の安定的・効率的推進に多大な貢献を果たしている。

講演者紹介 渡邊 信（わたなべ まこと）

国立環境研究所生物圏環境研究領域長 北海道大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士

専門分野は環境微生物学及び生物多様性保全学。国立環境研究所研究員、主任研究員、室長などを経て、現職。筑波大学生物科学研究科教授、総合科学技術会議参事官等を併任及び日本微生物資源学会会長、世界微生物株保存連盟副会長等を歴任。

主な著書に「新版微生物学実験法」（共編著、講談社サイエンティフィク）、「環境微生物図鑑」（共著、講談社サイエンティフィク）、「Biodiversity: Its Complexity and Role」（共編、Global Environmental Forum）、「Advances in Microalgal and Protozoal Studies in Asia」（共編、Global Environmental Forum）、「Algal Culture Techniques-Chaps. 1, 25 and Appendix」（Academic Press）等

関連情報 <http://www.nies.go.jp/index-j.html>（国立環境研究所）

熊谷道夫：藻類と地域環境

琵琶湖における浮遊性微細藻類（植物プランクトン）の経年変化を中心に述べる。藻類の異常増殖は、自然発生的なものほかに、人為的な要因によるものがある。近年の閉鎖性水域における赤潮やアオコの発生は、周辺の人間社会構造の変化に伴う環境変動が原因するものが多い。例えば、地域住民の生活様式の利便化や、都市化による人口集中、水田などの農業排水の増加といった湖を取り巻く環境の変化によって、多量の栄養塩が集水域から流入し、藻類が急激に増殖する富栄養化現象があげられるだろう。琵琶湖で淡水赤潮が発生したのは1977年で、その後、1983年には琵琶湖南湖でアオコが発生し、1994年には北湖に拡大した。このような迷惑な藻類の増加傾向は現在でも続いている。滋賀県立衛生環境センターでは、植物プランクトンの経年変化を1978年から計測してきているが、詳細に見ると、1985年から1990年にかけて、富栄養化現象だけでは説明がつかない変化が見られる。それは、藻類だけでなく、魚類や水質などにも見られる急激な変化で、琵琶湖におけるEcological Regime Shiftの一つであると思われる。最近の傾向としては、富栄養化のような地域環境の変化と、温暖化に代表される地球環境による変化の複合的な影響によって藻類の種組成も変わってきている。したがって、藻類の異常増殖について、何が原因であるかを特定するために、より多角的な調査研究を行うことが求められるようになってきた。琵琶湖研究所では自律型潜水ロボット「淡探」を用いた植物プランクトンの調査も行っているもので、併せてご紹介したい。

講演者紹介 熊谷道夫（くまがい みちお）

滋賀県琵琶湖研究所・総括研究員 京都大学大学院理学研究科修了 理学博士

専門分野は、地球物理学。琵琶湖を中心に、湖水の動態、環境観測、観測技術開発、水質改善技術の開発など様々な研究に取り組んでいる。英国サウサンプトン大学海洋学部客員研究員、滋賀県琵琶湖研究所研究員、主任研究員、専門研究員を経て、現職。

日本学術会議陸水研連委員、日本陸水学会英文誌編集委員長、日本陸水学会評議員、立命館大学客員教授等を歴任し、現在、世界水と気候ネットワーク（WWECN）事務局長も努めている。

関連情報 <http://www.lbri.go.jp/kumagai/mainj.htm>（熊谷先生のホームページ）

公開シンポジウム要旨

川井浩史：海藻類と沿岸環境

海藻類は、日本人にとってなじみの深い食品であると同時に、沿岸の生態系にとって欠かすことのできない生物要素である。なかでも大型の海藻（草）類が繁茂する場所である藻場（もば）は、陸上の森のように多様な動植物の生活に不可欠である。しかし、日本の広い範囲の沿岸、特に東京湾や瀬戸内海のような閉鎖性の海岸において、沿岸部の埋め立てや水質汚染などによる沿岸環境の悪化から、藻場の減少・消失が大きな問題となっている。

閉鎖性の海域においては、埋め立てによる浅場の消失だけでなく、河川から流入する懸濁物や、大量に発生する植物プランクトンのため、海水の透明度が減少し、海藻類の生育できる水深（光補償深度）は浅くなる。また海底に沈降した浮泥などが海藻類の孢子・卵の着生を阻害するほか、付着した孢子などの上に沈降した場合は光合成を阻害する。この結果、海藻類の植生はより浅い部分だけに限定され、単純な種組成になることが多い。たとえば大阪湾においては湾口部の紀淡海峡や明石海峡においてはかなり豊かな海藻植生が見られるのに対して、湾奥部に入るにつれ著しく貧弱化する。これに対して、埋め立て地や高度に富栄養の沿岸における環境改善のために護岸形状の改修、移植などによる藻場の造成などが広く行われるようになってきており、またさらには海藻類や付着動物の育成と取り上げによる積極的な栄養塩類の取り上げなどが試みられている。ここではその具体例として、神戸港周辺における護岸形状と生物多様性に関わるモニタリング調査と藻場創出実験、尼崎における沿岸環境修復実験の取り組みなどにつき紹介する。

講演者紹介：川井浩史（かわい ひろし）

神戸大学教授、神戸大学内海域環境教育研究センター・センター長 北海道大学大学院理学系研究科博士課程 理学博士
専門：褐藻類を中心とした系統分類学。褐藻類の系統分類と生物地理、海藻類の生態と環境保全に関する研究を行っている。

日本学術振興会博士課程奨励研究員、北海道大学理学部植物学科助手、講師、ドイツ連邦共和国フンボルト財団研究員（コンスタンツ大学）、神戸大学理学部生物学科助教授、神戸大学内海域機能教育研究センター・教授、同センター長（併任）、センター改組により現職。日本藻類学会会長

主な著書には、「藻類の多様性と系統」裳華房（千原光雄編）分担執筆

「多様性の植物学1. 植物の世界」東京大学出版会（岩槻邦男、加藤雅啓編）分担執筆

「神戸の海藻 ～神戸・淡路地域の海藻～」(財)神戸市体育協会

関連情報 <http://www.kobe-u.ac.jp/kurcis/>（神戸大学内海域環境教育研究センター）

石川依久子：藻類と環境教育

「なぜ“藻類”が人々の知識の中に根付かないのだろうか」という疑問と苛立ちは30年前も今も変わらない。30年前は、北から南へと長い列島の日本が世界まれな海藻王国であるにもかかわらず、欧米の大陸文化に押されて、科学の面でも食料の面でも藻類を打ち出していこうという意欲があまりにもないことへの日本人としての苛立ちであった。しかし、近年は、世界に向けて「藻類を知って欲しい」という叫びのようなものになった。「酸素発生型の光合成は30億年前に藻類によって始まり、長い長い時間の流れの中で陸上植物を生み出し、多種多様な動物を発展させ、植物とわれわれ動物との的確なバランスが生命の星地球を保ってきた。そして近代文明の象徴たる石油はもとより鉄鉱石さえも藻類が作り出した。」という事実を政治家も一般人も十分に理解していたら、この人類の未来を脅かす環境破壊は起こっていなかったに違いない。藻類の科学は欧米の大陸文化の盲点だったと思っている。今こそ、政治家を含む一般人が藻類に目を開いて、藻類を開発し、環境汚染で行き詰まった文明に新しい力を投げかけていくべきだと思っている。一つの例として、農業がある。人類の生存を脅かす化学肥料の改善に土壌藻類が大きく寄与することが予期される。今、藻類知識の普及のために、われわれ藻類関係者は何をすべきか、すでに少しずつ始まっている試みを紹介しつつみんなで考えてみたい。

講演者紹介 石川依久子（いしかわ いくこ）

東京学芸大学非常勤講師、東邦大学客員講師、東京農工大学共同研究員他 東京大学大学院博士課程修了 理学博士

専門は、藻類学全般。藻類の開発および普及活動に努力されている。

東京医科大学微生物学教室助手、大阪大学教養部生物学教室助手・講師・助教授、東京学芸大学生物学科教授、定年退官後、現職。1997年-1998年 日本藻類学会会長

主な著書には、「人も環境も藻類から」裳華房（単著）

A01 ○鯉坂哲朗*・若菜 勇**：ラオスにおけるカイ（カモジシオグサ）とタオ（アオミドロ類）の利用について

2004年1月と12月にラオスのメコン川流域の中流部に位置するVientianとLuang Prabang周辺でカイ（カモジシオグサ）とタオ（アオミドロ類）の利用および生息場の水質環境調査をおこなった。カイは普通生か日干し乾燥して、野菜とおなじように調理して食べるが、Luang Prabang近郊のみで板海苔様（カイペーン）として加工されて、おもにみやげ物として販売されている。その加工工程について現場観察と聞き取り調査をおこなった。また、原料となるカイの採集場において収穫の様子を観察し、同時に生育場所の水質環境調査（pH、電気伝導度、水温、塩分濃度、光量などの測定）を行った。また現場の水をそのまま、または濾過して持ち帰り、重金属などの水質分析も行った。また、タオについてもその利用と生育場所の環境調査を同じように行った。現在、カイとタオについては、遺伝子分析と形態調査からそれぞれカモジシオグサ（*Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kuetzing）と*Spirogyra* spp. と同定され、それらの栄養分析でも特異性がみられている。これらについて詳しく報告する。

(*京大・院・地球環境 **阿寒湖畔エコミュージアム)

A03 ○坂山英俊*・野崎久義**・笠井文絵*・渡邊 信*：*Chara fibrosa* species complex 集団間の葉緑体ハプロタイプ多型と系統

*Chara fibrosa*はヨーロッパを除く世界各地に広く分布し、Wood (1965)により23種以下分類群に細分されている。Wood (1965)は本種を主に托葉冠・皮層細胞・棘細胞・苞細胞等の栄養器官形態で特徴づけ、それらの変異の幅を広く認めたために多くの分類群が本種のシノニムと扱われた。しかし、*Chara*属では同一種内に生殖的に隔離された地域集団が存在することが認められている(Proctor 1980)。従って、Wood (1965)の本種の分類体系を再検討する必要がある。

本研究では、日本・アジア・オセアニア地域の18集団から採集した*C. fibrosa*と形態的に同定できるサンプルの培養株を用いて、その栄養器官形態と卵孢子形態を観察・比較し、またcpDNAのタンパク質コード領域(*rbcL*, *matK*)と非コード領域(*trnK3'*側イントロン, *petB*イントロン等)のハプロタイプを検出し、各集団間の系統関係を推定した。

その結果、ほとんどのサンプルはお互いに異なった遺伝子型であり、種内に遺伝的に分化した複数の系統群が認められた。従って、Wood (1965)が提唱した*C. fibrosa*には生殖的に隔離された地域集団又は隠蔽種が含まれている可能性が示唆された。また、本種内では従来重要な分類形質として用いられてきた托葉冠の特徴よりも、輪生枝の節数・苞細胞と終端細胞の長さ・卵孢子の形態が系統を反映していた。

(*国環研・生物, **東大院・理・生物科学)

A02 ○横山奈央子*・平岡雅規**・畠田 智***・新井章吾****・増田道夫*：緑藻アオサ・アオノリ類の分子系統解析～北海道産および河川アオノリの種多様性

緑藻アオサ・アオノリ類は世界各地の沿岸域に生育し、世界で約150種、日本で18種が確認されている。しかしこの仲間は体制が単純で分類形質が少なく、その形質も環境によって変化するため分類学的混乱が生じている。近年、特に本属に関しては、ITS領域を用いた系統分類学的研究が世界中で行われ、大凡の種の分子同定が可能となった。

そこで本研究では、未だ詳細な調査が行われていない北海道産アオサ・アオノリ類および河川に生育するアオノリの種多様性を明らかにするため、核コードITS2領域での分子系統解析を行った。これに加え河川アオノリに関しては、分布域拡大の方向性、環境適応の回数・起源を解明するため、ITS2領域よりも解像度の高い5S spacer領域を用いた分子生物地理学的解析を行った。その結果、北海道においてはアオサ・アオノリ類10種を確認し、そのうちの2種は未記載種であった。また、河川アオノリには4種類が含まれ、そのうち沖縄を除くサンプルは全て近縁で、海産ウスバアオノリと同種の可能性が示された。ただし、5S spacer領域の解析では海に生育するウスバアオノリと河川株には遺伝的差異が生じており、全ての河川株は単系統になった。このことから、海産ウスバアオノリ起源の河川アオノリは河川毎に何度も汽水環境へ適応したのではなく、おそらく何処かの単一株が低塩分耐性を獲得し、それが日本各地へ広まったと考えられる。

(*北大・理・生物, **高知大海洋セ, ***北大・先端研セ, ****海藻研(株))

A04 ○内村真之*・新井章吾**・宮崎 勤***・横山奈央子****・井上徹教*・中村由行*・畠田 智*****：日本におけるウミヒルモ属の分類に関する新知見

今年度から沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所からの委託を受け、「沖縄県中城湾泡瀬地区の海藻・草類についての研究」が開始された。日本に生育している海産顕花植物は8属16種が記載され、世界で二番目に多様性が高い。しかし、ウミヒルモ属に関しては、*Halophila ovalis* (ウミヒルモ)および*H. decipiens* (ヒメウミヒルモ)の2種しか確認されていない。本研究ではウミヒルモ属の種多様性を明らかにするために、泡瀬地区における毎月の定点観察に加え、比較検討のため石垣島、奄美大島などの南西諸島や本州域でもウミヒルモ属を採集した。その結果、形態によって数タイプに区別することができた。泡瀬地区のウミヒルモ属を既報告の2種だけに分類することが困難であったため、形態と核コードITS領域の塩基配列による分子系統解析も含めて検討した。既報の2種に加えて日本新産の*H. minor*と*H. australis*に該当する2種が含まれることがわかった。また、2003年に泡瀬地区で発見されたホソウミヒルモは分子系統解析でも新種である事が示唆されたが、ハワイ原記載の*H. hawaiiensis*と形態が酷似しているのが最終分析を行なっている。また、今まで本州でウミヒルモと同定されていたものは、別の新種であることがわかった。したがって日本に生育するウミヒルモ属は、これまでの2種から6種へと大幅に増えることになる。(*港湾空港技術研究所, **海藻研, ***海中研, ****北大・理・生物, *****北大・先端研セ)

A05 宮地和幸：淡水カイゴロモ（仮称）（アオサ藻綱、シオグサ目）について

一昨年2003年10月香川県三木町男井間池よりタニシに付着するシオグサ目タニシゴロモ科植物で、日本新産あるいは新種と思われる緑藻を採集した。その結果については既に昨年の札幌大会で報告した。このタニシゴロモ科植物を昨年2カ所から相次いで、採集した。1カ所は千葉県千葉市の田圃から、もう1カ所は島根県出雲市の池からであった。このタニシゴロモ科植物は海産のカイゴロモと似た一層の匍匐体から立ち上がり、少量の分枝のある短い直立枝からなる密生した糸状体からなっている。この基本的な形態は昨年度の報告したものほとんど変わらなかった。但し、島根県産のそれでは、枝の先端部の数細胞が前回観察されたものと大きく異なっていた。香川県産のそれは、棍棒状あるいは大きな球形だったのに対して、島根県産のそれは、大きな楕円体細胞で、複数の乳頭状の突起が長辺側から出ており、その乳頭状突起から生殖細胞が放出された。基部匍匐細胞、下部細胞、先端細胞のそれぞれの細胞の微細構造を調べたが、基本的には、シオグサ目マリモグループの特徴を示した。このタニシゴロモ科植物はロシアのバイカル湖から報告されている *Gemmiphora* の外形に良く似ているが、但し、ピレノイドがないところやアキネートを形成する点が異なっており、この植物に同定すべき属や種が見つからず、新種とも考えるが、今後さらなる検討をしたい。
(東邦大・理・生物)

A07 ○島袋寛盛・森 郁美・野呂忠秀：褐藻ホンダワラ亜属の分類形質としての主枝組織構造

褐藻ホンダワラ属の分類は、その外部形態の特徴に重点が置かれ、組織構造を分類形質とした報告はなく、それに関する知見もほとんどない。その中でホンダワラ属は外部形態の特徴から5つの亜属に分けられているが、この亜属レベルの分類には疑問を抱く研究者も多く、新たな知見が求められている。そこで筆者らはホンダワラ属の主枝断面の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。日本沿岸で採集した3亜属 (*Bactrophyucus*, *Schizophycus*, *Sargassum*) と、北海道大学理学部と国立科学博物館に収蔵されている2亜属 (*Phyllotrichia*, *Arthrophyucus*) を比較観察したところ、*Sargassum*, *Shizophycus*, *Phyllotrichia* の主枝組織構造は、皮層から髓層にかけて細胞の大きさが小さくなっていくのに対し、*Bactrophyucus*, *Arthrophyucus* には同様の特徴はなく、皮層から髓層にかけてほぼ均一の大きさの細胞が並んでいた。さらに *Arthrophyucus* は主枝の稜角を結ぶように小さな細胞が帯状に並ぶなど、それぞれに構造の違いが見られた。以上のことからホンダワラ属の主枝組織断面は、亜属を分類する上での分類形質となりうる事が示唆された。
(鹿児島大・水産)

A06 ○孫 忠民・田中次郎：フクリンアミジ（褐藻アミジグサ目）の生殖器官の形態

フクリンアミジ (*Dilophus okamurae*) の生殖については、夏に生育する四分胞子体に関する報告があるが、四分胞子の発生及び配偶体による有性生殖は知られていない。

千葉県館山市坂田で、フクリンアミジの全ての世代を得た。フクリンアミジは一年中生育しており、生育季節などにより、形態の変化が激しい。冬から秋まで、枝の狭く薄い葉状体(以下、薄い藻体)が優占したが、夏から秋まで、枝の広く厚い葉状体(以下、厚い藻体)が優占した。有性生殖は2月から3月まで薄い藻体でみられた。薄い藻体では、四分胞子嚢は表面に散在する濃い色の大型細胞から形成され、生卵器は群を形成し、造精器は小型の水疱状の造精器群を形成する。放出された四分胞子の直径は $63.6 \pm 3.5 \mu\text{m}$ であり、卵は直径 $68.5 \pm 1.1 \mu\text{m}$ であり、精子は直径 $5.1 \pm 0.7 \mu\text{m}$ である。一方、6月に同地で遮光された人工プールで厚い藻体をもつ配偶体を得た。生卵器は群にならず、胞子嚢と区別しにくく、造精器は広い範囲を占める。厚い藻体は、髓層が多層化して丈夫になり、栄養繁殖のための付着部を形成するので、長期間生育でき、夏から秋の高温環境に適応している。一方、四分胞子体から形成された薄い藻体である雌雄配偶体は、冬から春にかけての低温環境に対して有性生殖を行うことで適応していると考えられる。
(東京海洋大・藻類)

A08 ○上井進也*, Nelson W. **, Neil K. **, Boo S. M. ***, 王 偉定****, Aguilar-Rosas L. E. *****, 北山太樹*****, Peters A. F. *****, 川井浩史*: ミトコンドリアハプロタイプからみた移入ワカメの起源地の推定

ワカメ(褐藻コンブ目)は極東アジア原産であるが世界各地で人為的移入が報告されている。今回ミトコンドリアゲノムの2領域を用いて世界各地の移入ワカメ集団内での遺伝的多様性の解析と原産地の推定を試みた。cox3領域ではヨーロッパ、メキシコ、メルボルン(オーストラリア)、ニュージーランドで東北太平洋岸と中国大陸に分布するハプロタイプが、タスマニア(オーストラリア)で瀬戸内海・本州日本海沿岸に分布する別のハプロタイプがみられた。東北太平洋岸・中国大陸と同じcox3をもつ移入集団のミトコンドリアゲノムの別の領域を調べると、ヨーロッパとメキシコで日本に多いハプロタイプが、メルボルンで中国大陸に多いハプロタイプがみられた。NZでは6つのハプロタイプがみられ、そのうち2つは中国大陸で、2つは日本でみられたものと一致した。以上の結果から原産地域からの移出は繰返し起きており、NZの集団だけをみても複数の地域からの移入に起源していることが示された。

(*神戸大・内海域セ, **NIWA, ***Chungnam National University, ****浙江省海洋水産研, *****Universidad Autónoma de Baja California, *****, 国立科学博物館, *****, Station Biologique de Roscoff)

A09 ○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集団解析；受精から果孢子形成まで

淡水産大型紅藻チスジノリ (*Thorea okadae* Yamada) は秋～冬季に雌雄異株の大型の配偶体 (n) が出現し、春～夏季は配偶体が消失して小型の孢子体 (2n) で過ごすという季節的消長を伴った異型世代交代を行うことが知られている。また、環境省レッドデータブックでは絶滅危惧Ⅱ類に分類され、保全が必要だが、生育状況の把握や増殖条件、生活史の各ステージの詳細な情報が不足している。また、培養系が確立されておらず、実験室での生活環の検証は困難であり、集団の維持機構、集団動態そして集団の遺伝的構造に関する詳細な報告もほとんどない。従って、生育地での自然集団の詳細な個体群動態の観察が重要である。本研究では、熊本県北部を流れる菊池川水系におけるチスジノリ集団の繁殖生態を明らかにすることを目的として、雄株と雌株の分布、受精率、雌雄の割合の変動を6地点で調査した。その結果、1) 雄株と雌株の分布には規則性が見られなかった、2) 受精した株は3月以降に出現した、3) 雌株の約80%が受精した、4) 1株当たり40～50%の受精毛が受精に成功した、5) 雄株は雌株よりも先に消失する傾向が見られた。これらの結果から、雄株の割合が多い集団で受精率が高くなるのではなく、雌雄が近接して生育している集団で受精率が高くなる傾向が見られた。(*筑波大・院・生命環境, **国立環境研究所)

A11 ○長浦一博・藤田大介・能登谷正浩：神奈川県江ノ島で夏期に生育が認められたアマノリの形態

神奈川県藤沢市江ノ島において、Miura (1967) はアマノリ類5種 (ベンテンアマノリ, ヤブレアマノリ, ツクシアマノリ, オニアマノリ, マルバアマノリ) の生育を報告した。いずれの種も生育期間は冬から早春で、夏にアマノリ類の生育が認められたという報告は他にもない。ところが、演者らは2004年7月に同島の人工構造物上で葉長1cm前後のアマノリ類1種を採集した。この藻体は上部の厚さが約20 μm と薄く、縁辺部に顕微鏡的な鋸歯を有し、原胞子を盛んに放出した。その後、毎月採集を行ったところ、2005年1月に成熟藻体を採集できたので、形態を詳細に観察した。その結果、本種は雌雄同株、単層膜状で、各細胞は1個の星状色素体を持ち、最も大きな藻体は葉長5.9cmであった。葉長3cm以上の成熟した葉状体の葉形は卵形、倒卵形、あるいは披針形であった。原胞子の平均直径は15.8 μm 、精子の平均直径は5.5 μm 、接合胞子の平均直径は14.6 μm であった。藻体の厚さは上部の最薄部で17 μm 、下部の最厚部で30 μm であった。精子囊の分割式は16 (a/2, b/2, c/4) か32 (a/2, b/4, c/4)、接合胞子囊の分割式は8 (a/2, b/2, c/2) か16 (a/2, b/4, c/2) であった。本種の形態形質はMiura (1967) が報告した上記アマノリ類、および本邦で記載されているアマノリ類 (吉田 1998) のいずれにも一致しなかった。(東京海洋大・応用藻類)

A10 ○菊地則雄*・新井章吾**・吉田吾郎***：大阪湾産紅藻アマノリ属の一未記載種について

大阪湾の漸深帯から採集された、赤みを帯びた葉状の紅藻の一種の生活史と形態を調べた。2003年8月26日に、大阪府岬町地先の水深6mの砂泥底に堆積する二枚貝の死貝の殻に付着した本藻が採集された。雌雄生殖器官が認められなかったため、天然藻体を室内培養したところ、葉状体から多くの原胞子が放出された。原胞子から成長した葉状体を培養したところ、3ヶ月後に雌雄生殖器官を形成し、放出された接合胞子は糸状体へと成長した。糸状体には殻胞子囊が形成され、放出された殻胞子は、葉状体へと成長した。天然の未成熟葉状体と培養で成熟した葉状体の形態を観察したところ、次のことがわかった。本藻はアマノリ属ヒトエアマノリ亜属の特徴を有する。葉状体はピンクもしくは赤みを帯びた橙色である。しばしば裂葉を有する。雌雄同株で、雌雄生殖器官は藻体縁辺部付近に混在し、精子囊斑は縁辺に沿って形成されるか、小斑点状を示し、肉眼では不明瞭である。小斑点状の精子囊斑からの精子の放出とともに藻体に穴が生じる。造果器は断面観で楕円形か紡錘形で、受精毛の先端は鈍形である。精子囊の分裂表式は最大で128 (a/4, b/4c/8)、接合胞子囊の分裂表式は最大で16 (a/2, b/2, c/4) である。以上の特徴から、本藻は紅藻アマノリ属の一種であるものの、生育地、形態、生活史等を既知種と比較すると、これまで報告されていない未記載種であると考えられた。(千葉海の博物館, ** (株) 海藻研, *** 瀬戸内水研)

A12 ○二羽恭介*・加藤亜記**・小椋山篤志***・川井浩史**・有賀祐勝****：形態および分子系統解析に基づく野生スサビノリと養殖スサビノリの比較

現在、ノリの養殖品種のほとんどはスサビノリの一品種であるナラワスサビノリであり、遺伝的画一化が生じている。そのため養殖ノリの品種改良を進めるうえで、遺伝資源として利用できる野生スサビノリを収集することは重要である。我々は葉緑体 *rbcL*-spacer 領域のPCR-RFLP分析とその塩基配列の比較から、宮城県雄勝産の野生ノリ糸状体がナラワスサビノリとアサクサノリのいずれとも異なるハプロタイプを示すことを確認した。そこでこの野生ノリの種を同定するため、1) 核rDNAのITS領域を用いたPCR-RFLP分析、2) ITS-1および葉緑体 *rbcL* 遺伝子塩基配列による分子系統解析、および3) 葉状体の詳細な形態学的観察を行った。その結果、1) ではナラワスサビノリと同一の遺伝子型を示すこと、2) および3) では、ナラワスサビノリに最も近縁であるが、これとは明らかに異なる特徴を持つ野生スサビノリであることが明らかになった。さらに、この野生スサビノリとナラワスサビノリを同一条件下で室内培養して葉状体の生長を比較したところ、野生スサビノリはナラワスサビノリより生長が遅く、より短く幅広い葉形を示した。また、殻胞子発芽体の初期生長において、野生スサビノリではナラワスサビノリに比べより早い時期に横方向の分裂がおこることが確認された。これらのことから、この野生スサビノリは生長特性においてもナラワスサビノリとは遺伝的に異なるものと推定される。(*兵庫水技セ, **神戸大・内海域セ, ***北里大・水産, ****東京農大)

A13 ○植木知佳*・長里千香子**・本村泰三**・嵯峨直恆* :
スサビノリの生活環を通した各種胞子の発生過程について

スサビノリ (*Porphyra yezoensis* Ueda) は、生活環を通して以下の3種の胞子を放出する。単胞子は、葉状の配偶体から無性的に放出され、発芽後に体細胞分裂を繰り返して配偶体に成長する。果胞子は、配偶体に形成された有性生殖細胞、すなわち造果器と精子の受精によって形成され、発芽して糸状の胞子体へと発生する。胞子体から放出される殻胞子は、発芽過程における最初の核分裂時に減数分裂を生じて配偶体となる。本研究では、以上の各種胞子の発生過程に着目し、透過型電子顕微鏡による微細構造の観察を行った。また、間欠撮影によって単胞子ならびに果胞子の放出直後から開始する変形運動を観察した。

透過型電子顕微鏡観察によって各種胞子の微細構造は、単胞子ならびに果胞子では配偶体、殻胞子では胞子体の特徴を葉緑体の形態などで保持していることが明らかになった。細胞壁形成については、単胞子ならびに果胞子ではその微細構造が異なっていた。放出直後の殻胞子の核は、他の2種の胞子とは異なった形態をしており、減数分裂の初期であることが示唆された。間欠撮影から単胞子ならびに果胞子は、基物への着生までに形態変化を頻りに繰り返しながら移動あるいは旋回したことが明らかになった。また、両胞子において細胞質分裂に要した時間が明確に示された。

(* 北大院・水産, ** 北大・フィールド科学セ)

A15 ○神谷 晃・藤田大介・能登谷正浩: アサクサノリとスサビノリ養殖品種の培養葉体の生理特性と形態変化

多様な養殖品種の形態や生理特性の統一的な比較は、野外の栽培環境下では、地域や年変動により困難である。そこで当研究室では、室内の一定環境下で培養した藻体を用いて特性比較を試みている。材料は韓国南海からアサクサノリ系の葉状体を、北海道茂辺地からスサビノリ系の葉状体をそれぞれ採取し、それらを母藻として、葉状体を培養した。培養は、温度5°C~25°C、光量約50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期14L:10Dと10L:14Dを組み合わせた10条件下で行なった。培養葉状体は1週間ごとに12週間に渡って観察し、形状や生長、成熟を比較した。その結果、5°Cでは、両種ともほとんど生長しなかった。25°Cでは、アサクサノリは2週目から原胞子を放出し始め、8週目以降に全ての葉状体は流出したが、スサビノリでは原胞子を放出することなく数週間後に枯死した。10-20°Cでは、両種とも概ね15°C、20°C、10°Cの順に早く大型の葉状体になった。スサビノリは、10°C下では生長が遅いが、生殖細胞の放出が少ないことから、長期間の培養では大型となった。原胞子の放出時期は両種では異なり、アサクサノリでは幼葉期と雌雄生殖細胞の放出時期の2回、スサビノリでは放出開始以降、葉状体が流出するまで続いた。培養葉状体の大きさや付着器付近の形は母藻とは異なった。雌雄生殖細胞の分割表式や生殖斑の型は両種とも培養条件によって変化することはなかった。以上のことから、葉状体の大きさや基部の形などは生育環境により大きく変化すると考えられた。

(東京海洋大・応用藻類)

A14 ○神谷充伸*・John A. West** : 有性生殖株の交雑によって誘導される無性生殖化現象について

胞子体のみで生活史を完結する無性生殖種は、紅藻類の様々な分類群で観察されており、種によっては大きなニッチを占めていることから、無性生殖化は紅藻の進化や生態を考える上で重要な現象である。我々は、アヤギヌ類の一種 *Caloglossa monosticha* を用いた交配実験により、特定の有性生殖株の交雑によって無性生殖化が誘導されることを明らかにした。北オーストラリアEast Alligator川の雄株とインドネシアLombok島の雌株間で交雑させると、嚢果から果胞子が放出され、 F_1 胞子体が生じたが、この胞子体から放出された胞子は配偶体にならずにふたたび胞子体へと発芽し、3年間培養し続けても配偶体は生じなかった。雄雌逆の組み合わせでは全く生殖反応が起こらなかったことから、両者は遺伝的にかなり分化していると考えられる。もし、遺伝的に分化が進んだ個体間の交雑によって無性生殖化が起きるとすれば、無性生殖化した個体は必ずヘテロ接合体となっているはずである。これまでに様々な集団からアヤギヌ類の無性生殖株が単離され、分子系統学的解析によって、この藻群では無性生殖化が独立に何度も起こったことが示唆されている (West et al. 2001)。そこで、これらの無性生殖株のリボソームRNAのITS領域をクローニングし、クローン間で配列を比較したところ、いくつかの無性生殖株には2種類以上の配列が存在することが明らかになった。この結果により、交雑による無性生殖化は自然界でも実際に起きている可能性が示唆された。(* 福井県大・生物資源 ** メルボルン大)

A16 ○堤 敏郎*・香村眞徳** : カサノリ (*Acetabularia ryukyuensis*) の沖縄本島における生育分布と生態について

水産庁編のデータブック(1998)において「危急種」として取り扱われているカサノリの生態は、いまだに未知なところが多く、生育条件、生活サイクル期間、配偶子放出・接合に至る過程など、今後の研究を待たなければならない。筆者らは2004年の約1年間定期的に沖縄本島においてカサノリの生態観察を行い、以下のような観察結果が得られたので報告する。

1. カサノリは現在においても沖縄本島沿岸域の各所に広く生育しており、東海岸においては、北は国頭村(伊部)から、東村、名護市、金武町、沖縄市、与那城町、勝連町で、南は知念村、玉城村、具志頭村、西海岸では那覇市、浦添市、名護市(屋我地)でカサノリが観察された。
2. 一般的にカサノリの藻体は夏季には消失して生長しないと考えられていたが、本島東海岸の与那城町屋慶名や具志頭村坂名城などでは、夏季にも秋~冬季と類似の生活サイクルで出現、消失を繰り返し、1年を通じて世代の異なるカサノリが重なり合い発芽生長しているようである。また、発芽からカサノリの消失まではおおそ3ヶ月程度と観察された。
3. 生育が活発な地点では、サンゴ片、貝殻に限らず様々な着生基盤(石、岩、ガラス、金属、プラスチック、ゴム、布、その他)からの発芽が観察された。
4. 与那城町屋慶名や平安座、那覇市那覇空港、浦添市浦添海岸などホソエガサも生育する地点では、カサノリとホソエガサの混在がごく一般的に観察された。

(* 那覇港管理組合, ** (財)沖縄環境科学セ)

A17 ○坂西芳彦*・伊藤 博*・飯泉 仁**・松本里子***・谷口秀策****・田中次郎****:水中の光環境が褐藻コンブ目の垂直分布に及ぼす影響—モニタリングデータによる解析—

光量は水中に生育する海藻の垂直分布を制限する重要な環境要因の一つである。代表的な大型褐藻については、天然で観察される垂直分布には理論的な根拠があり、光環境から生育限界水深の推定が可能で、物質収支に及ぼす温度の影響は光環境により大きく異なることなどが明らかになってきた。このように、海藻の生態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、沿岸浅海域で長期にわたり高い頻度でまたは連続的に測定された水中の光環境に関するデータは極めて少ない。

本研究では、北海道東部と本州中部の太平洋沿岸における水中光量子量のモニタリングデータと植生および現存量データをもとに、コンブ目藻類の垂直分布に及ぼす光環境の影響を明らかにした。

北半球の様々な海域で報告されているコンブ目の生育限界水深の違いは、海水の吸光係数を介した水中の光環境の違いによって概ね説明可能であり、生育限界水深と吸光係数との関係は定式化できることが明らかになっている(坂西・飯泉 2004)。今回は、さらにデータを加えてコンブ目の生育限界水深の違いを水中の光環境および種の生理生態特性から検討した。

また、本州中部太平洋岸で、水深別にコンブ目藻類の現存量を調べたところ、現存量は水深の増大とともに指数関数的に減少した。この現存量の減少は、*Lambert-Beer*の法則にしたがって指数関数的に減衰する水中光量子量を反映したものと推察された。

(*北水研, **日水研, ***日本国際湿地連合, ****東京海洋大)

A19 ○村瀬 昇*・原口展子*・水上 譲*・野田幹雄*・吉田吾郎**・寺脇利信** : 山口県沿岸に生育するアラメおよびクロメの培養による生育上限温度

コンブ科のアラメおよびクロメは藻場を形成し、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、温暖化など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、それを予測・評価するための基礎的な研究は極めて少ない。本研究では温度に注目し、培養実験により両種の生育上限温度を明らかにした。

本研究は、山口県の日本海側の蓋井島沿岸に繁茂するアラメと瀬戸内海側の馬島沿岸に繁茂するクロメの成体を対象にし、生長点付近の若い側葉の約2cm部分を切り出して材料とした。培養実験では、光量 $100 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の下、5°Cから30°Cまでの5°C間隔で生育適温を、25°Cから30°Cまでの1°C間隔で生育上限温度を調べた。

5°C間隔の培養実験から、両種の生育はともに、15°Cで最も高く、次いで10°C、20°C、25°C、5°Cの順で良好であった。30°Cでは両種とも枯死した。生育適温は両種とも10°Cおよび15°Cと考えられた。また、1°C間隔の培養実験から、生育上限温度はアラメが29°C、クロメが28°Cであった。

これまで演者らが報告したホンダワラ類と比較すると、生育上限温度は、多年生ホンダワラ類>アラメ>クロメ>アカモクであった。このような生育上限温度の違いは、温暖化などの水温上昇に伴う藻場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もたらすものと考えられた。

(*水産大学校, **瀬戸内水研)

A18 ○田井野清也*・石川 徹*・林 芳弘*・川村秀明**・平岡雅規***:カジメとトゲモクを混植した藻場礁上での魚によるカジメ食害状況

【目的】カジメとトゲモクを混植し、魚類による食害に対する防御効果を検証する。

【方法】2004年12月に安芸郡芸西村西分漁港に設置した間伐材藻場造成礁にカジメとトゲモクを異なる移植間隔で取り付けた。各試験区の移植間隔は次の通りである。試験区1:カジメのみを移植, 試験区2: 移植間隔30cm, 試験区3:20cm, 試験区4:10cm。試験前に、移植するカジメの茎長, 中央葉長, 最大側葉長(両側), 10cm以上の側葉数(両側), 湿重量を測定し、それぞれ番号札により個体識別した。追跡調査は移植後1, 2, 3, 5, 7日後に行い、潜水によりカジメの中央葉長, 最大側葉長(両側), 10cm以上の側葉数(両側), 被食指数を観察した。試験終了時には全てのカジメを回収し、湿重量を測定した。

【結果】移植の翌日には試験区1では摂食痕が見られる個体が多数認められ、ブダイによる食害と判断された。さらに、試験区1では2日後に茎状部のみとなった個体が見られた。移植後5日目には試験区1と3, 4, 試験区2と3, 4の被食状況にそれぞれ有意な差($p < 0.01$)が認められた。これらから、10~20cmの間隔でカジメとトゲモクが混在すれば魚類からの食害をある程度は防ぐことができると考えられた。

(*高知水試, **大旺建設, ***高知大洋洋セ)

A20 ○寺脇利信*・吉田吾郎**・新村陽子**・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の継続観察

藻食性の小型巻貝等によって珪藻類などの繁殖を抑制し、人為的な環境の攪乱を避けるため水槽の掃除なしで、海草・藻類を栽培した。その際には容積 2 トンの FRP 水槽に注水ホースを砂中に置き、浜砂を敷いて、排水管上部から海水をオーバーフローさせ、浮泥の沈積を防いだ。

1998年6月に播種し、翌年1月に確認されたアマモ10発芽体からの、株分けのみによる生長を追跡した。アマモは、発芽後2年目の繁茂期から毎年花枝を形成し、季節消長を経て生長を続け、5年目の繁茂期に底面積 2m^2 に対して394株(栄養株167株, 花枝227株)に達したが、6年目に初めて前年以下の水準へ減少して推移した。アマモ葉部の花枝を含む生産・脱落量も、発芽後4年目の $292.9 \text{ g. d. w. /m}^2/\text{y}$, 5年目の $352 \text{ g. d. w. /m}^2/\text{y}$ に対して、6年目には $191.3 \text{ g. d. w. /m}^2/\text{y}$ と著しく減少した。採苗後、本水槽内で栽培したアカモクは、越年した付着器からの栄養繁殖による茎の伸長が、20試料中1試料のみで観察された。

(*瀬戸内水研, **科学技術振興事業団・瀬戸内水研, ***石巻専修大)

A21 ○原口展子*・村瀬 昇*・水上 譲*・野田幹雄*・吉田吾郎**・寺脇利信**：山口県沿岸に生育するホンダワラ類4種の光合成-温度特性

演者らは、前回大会において、褐藻綱ホンダワラ科のアカモク、ヤツマタモクおよびマメタワラについて、種ごとに生育上限温度が異なることを発表した。今回は、新たにノコギリモクを加えた4種について、光合成および呼吸-温度関係を明らかにすることを目的とした。

山口県馬島および蓋井島沿岸で夏季に採集した藻体について、生長点を含む先端部の長さ5~9cmの部分を取り出した葉状部を試料として用いた。光合成・呼吸測定にはプロダクトメーターを使用した。温度条件については5~35°Cの5°C間隔に設定した。光条件については、光量100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で光合成速度を、暗黒下で呼吸速度を求めた。

光合成最適温度は、主に、アカモクが20~25°C、ヤツマタモク、マメタワラおよびノコギリモクが25~30°Cであった。水温20°C区に対する25および30°C区の光合成速度の相対値は、ヤツマタモク、マメタワラおよびノコギリモクの方がアカモクに比べ高かった。一方、前3種の呼吸速度の相対値は、アカモクよりも低かった。

前回の発表結果を考慮すると、生育上限温度が高いヤツマタモク、マメタワラおよびノコギリモク(30~31°C)は、高温域において高い光合成活性と低い呼吸活性を示すことが認められた。

(*水大校, **瀬戸内水研)

A22 ○新井章吾*・中越信和**：能登半島西岸におけるアイゴの採食によるジョロモク群落の衰退

演者は1985年以来、毎年秋に能登半島で潜水しているが、1日当たり例年の5~60倍のアイゴを2004年10月に観察した。アイゴによる選択的な採食によって、能登半島西岸におけるジョロモク群落の衰退が認められたので報告する。

体長5~10cmのアイゴ100~300個体の群れがジョロモク、ホンダワラ、マメタワラ、ヤツマタモク、ヤナギモクの順にホンダワラ類を選択的に採食していた。それらのホンダワラ類と同所的に生育するクロメ、ノコギリモク、ヨレモク、トゲモクおよびフシシジモクは採食されていなかった。

海水流動の比較的激しい場所の水深0.5, 1.7, 4.5mおよび静穏な場所の水深1mにおいて、ジョロモク各5個体を採集して藻長を測定し、写真撮影を行った。ジョロモクの平均藻長は水深0.5mで42.6cm, 1.7mで26.6cm, 4.5mで40.3cmであった。水深0.5mの藻体では葉がわずかに採食されていたが、1.7mと4.5mでは葉と主枝が採食され、4.5mの藻体ではほとんどの葉が採食されていた。水深4.5mの方が1.7mより茎が長かったため、藻長が大きかった。海水流動の強い水深の浅いところほど、アイゴの採食活動が制限されると考えられた。静穏域のジョロモク群落においては、葉と主枝の上部が採食された個体が多く、平均藻長は14.7cmと短かった。

冬季水温の温暖化によって、アイゴの分布域が北にシフトすることで、日本海中南部に磯焼けが拡大する可能性がある。
(*広島大・院・国際協力, **広島大・総合科学)

A23 ○三上温子*・高井則之**・小松輝久*：駿河湾海底より採集された大型褐藻類

2004年5月、伊豆半島戸田村から土肥町にかけての沖合約3~4km、水深約200~400mの海域から底曳網により大型褐藻類を採集した。採集したサンプル中でもっとも湿重量に占める割合が高い種類はホンダワラ類であった。ホンダワラ類よりも量的に少ない褐藻類として、コンブ類、切れて細かい破片状になったカジメやワカメが多く確認された。また、紅藻類も出現したが、湿重量に占める割合は低かった。ホンダワラ類のなかでは、ヨレモクモドキ、トゲモク、ヤツマタモクが多く確認された。ホンダワラ類の主枝の長さは数mあり、基部を有するものもあった。

戸田村沿岸にはヨレモクモドキが優占するガラモ場が広がっていることから、海底より採集されたヨレモクモドキは、戸田村沿岸に生育するものではないかと推測された。また、水深200~400mの海域では、海面養殖は行われていない。

これらのことから、底曳網により採集した海藻類は、沿岸に生育していた大型褐藻類や紅藻類が波などで海岸付近から流出し、流れにより輸送され、沖合海底に堆積したものではないかと推定される。

(*東大・海洋研, **日大・臨海)

A24 ○小松輝久*, 立川賢一*, 王 偉定**, 劉 惠飛**, 鯉坂哲朗**, 章 守宇**, 田中克彦**, 周 民棟**, 上井進也**, 杉本隆成**：中国浙江省枸杞島におけるガラモ場の種組成と繁茂期生物量

2004年5月20~23日に、中国浙江省枸杞島の潮下帯に分布するガラモ場で50cm×50cmの方形枠内の坪刈により大型藻類を採集し、種組成と繁茂期生物量を調べた。3定線上の2~5m深の間で3深度、計9枠坪刈した。

潮下帯に分布するガラモ場の範囲は岸から沖側およそ20mまでにある水深約6mまでの海域であった。出現した大型藻類はアカモク、ウミトラノオ、ワカメで、坪刈した場所の近くには*Sargassum vachellianum*もわずかであるが分布していた。生物量が最も多かったのはアカモクで、坪刈した大形藻類中に占める湿重量の割合は93.9%で、ついでワカメ5.5%、ウミトラノオ0.6%の順であった。アカモクの平均株数は91.1株/m²、6300g/m²(湿重)であった。また、最大主枝長は302cmであった。

(*東大・海洋研, **浙江省・海洋水産研, ***京大院・地球, ****上海水産大, *****志津川自然セ, *****, 泗県海洋漁業局, *****, 神戸大・内海域セ, *****, 東海大・海洋研)

A25 ○八谷光介*・西垣友和*・道家章生**・井谷匡志*・和田洋蔵*：環境特性の異なる京都府沿岸3海域におけるホンダワラ科海藻の年間純生産量

京都府沿岸には、舞鶴湾（内湾的）、丹後海（若狭湾西部海域の通称：中間的）、日本海（外海的）といった環境特性の異なる3海域がある。それらの海域ではホンダワラ科海藻が藻場を形成し、一次生産者として重要な役割を担っている。そこで、これら3海域の優占種について、1年間にわたり月毎の生産構造図を作成し、単位面積あたりの年間純生産量を推定した。

舞鶴湾捻松崎では、水深0.5～1.0mからアキヨレモク、ヨレモクを採集した。各種の最大全長、最大現存量、年間純生産量は、それぞれ130～156cm, 2,122～3,038g dw/m², 3,949～4,037g dw/m²/yrであった。丹後海養老では、水深2.0～2.5mからヤツマトモク、ノコギリモク、マメタワラ、ヨレモク、ジョロモクを採集した。各種の最大全長、最大現存量、年間純生産量は、それぞれ335～450cm, 779～1,607g dw/m², 1,197～2,407g dw/m²/yrの範囲内であった。日本海に面した京丹後市ツンダメでは、水深3.5～5.5mからジョロモク、ヨレモク、フシスジモクを採集した。各種の最大全長、最大現存量、年間純生産量は、それぞれ103～167cm, 492～839g dw/m², 710～1,110g dw/m²/yrの範囲内であった。ホンダワラ科海藻の最大全長は丹後海で最長となったが、最大現存量と年間純生産量は、舞鶴湾で最大、日本海で最小となった。

(*京都海洋セ, **京都府水産課)

A27 ○松本里子*・青木優和**・北沢克己***：自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査（全国藻場調査）について

本邦沿岸には、多様な海藻・海草藻場が広がり、古来より私達は、その恩恵を受けてきた。近年、本邦沿岸の海藻・海草藻場生態系は、変貌を遂げつつある。従って、藻場の現状を捉え、その保全を図ることは急務である。本邦沿岸の藻場の生物相情報を収集することを目的として自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査（全国藻場調査）が進められている。

本調査は、平成14年から開始された5カ年の事業であり、全国129の藻場を対象としている。各調査地点では、潜水調査により、出現種の種組成調査と周辺環境の目視調査を行っている。重点調査箇所では、ベルトトランセクト法を用いた分布調査と優占種のつぼ刈りも行っている。

結果の一部は、ホームページ <http://www.moba-r.jp/> にて公開中である。また、採集標本は、調査地毎に環境省生物多様性センターに納入され、データベース化されつつある。

本事業を通じて、本邦沿岸の藻場の現状を捉え、各地の藻場の保全に役立てたい。

(*NPO法人・日本国際湿地保全連合, **筑波大下田臨海セ, ***環境省生物多様性セ)

A26 ○松本里子*・田中次郎**：クロメ *Ecklonia kurome* の側葉の季節変化

2002年7月から2003年11月にかけて、千葉県館山市坂田地先の水深8.5mおよび12.5m付近に生育するクロメ群落内に、0.5m×0.5mの永久枠を設置し、枠内の個体の葉面積がどのような季節的な増減をするのかを測定した。クロメは寿命が3～4年と推定されているが、枠内にある全ての個体を対象とした。

その結果、個体の葉面積はどの水深においても、晩秋（10月～11月）に最小となり、冬季12月より増大し始めた。初春に少し減少した後、3月から8月にかけて再度増大に転じ、その後減少するという年間の変化が観察された。

いずれの個体も、年間を通じて同様な葉面積の変化をたどるが、3月から8月にかけての葉面積の増大期では、時間の経過とともに個体間で大きな差異が見られた。増大期の初期に葉面積を拡大できた個体は、その後も葉面積の拡大を続けることが可能で、広い葉面積を維持する。このことは、生育水深の深い測定区において顕著であった。すなわち、葉面積の減少期から増大期への移行期には、生育場の光をめぐる個体間の激しい競争があり、その後の各個体の葉面積の増大を大きく左右するものと推察される。

(*NPO法人・日本国際湿地保全連合, **東京海洋大・海洋環境)

A28 ○荒武久道*・清水博**・渡辺耕平**：植食性魚類による過剰採食からの藻場の回復と維持～宮崎県門川町

近年、特に南西日本においてアイゴやブダイなどの植食性魚類が海藻を過剰に採食することが藻場の衰退や制限要因の一つとして注目されている。宮崎県下でも、藻場の衰退の過程で魚類の過剰採食が観察され、衰退の一つの要因となったことが確認された事例がある。その一方で、本研究の対象地である門川町尾末湾のクロメ藻場は、過去、少なくとも4回の壊滅的な過剰採食を受けており、それ以外にも例年のように直径1m程度の範囲でクロメが葉状部を失う、小規模で局部的な過剰採食が発生しているにもかかわらず、その度に回復し、現在でも良好な状態で藻場が存続している。これまでに確認された過剰採食および小規模局部的な過剰採食にはいくつかの共通点がある。すなわち、湾全体で見れば、湾口側から発生し湾奥側へ進行していくこと、1つの藻場で見れば、浅所側から始まり深所側へ進行していくこと、秋に発生し、おそらく早春には終息していることである。過剰採食が終息した後は、葉状部を失ったクロメ成体の近くに大量の幼体の加入が見られ、それらの生長と生残は非常に良好であり、速やかな藻場の回復が見られている。回復と維持には、過剰採食の発生および終息のタイミングと当藻場のクロメの成熟期との関係、ウニ・貝類等の底生植食動物の分布との関係が絶妙なバランスで成り立っていることと、魚類による過剰採食以外に藻場の制限要因がないことが深く関係していると考えられる。

(*宮崎水試, **西日本オーシャンリサーチ)

A29 ○桑野和可*・阿南慎也**・吉越一馬**：大分県南部におけるカジメ群落の現状と海水懸濁物中の過酸化脂質量

大分県南部では、カジメ群落が急速に衰退している。これまでの調査・研究によって、海水中の懸濁物、特にその中に含まれる過酸化脂質がカジメに傷害を与えていることが示唆されている。磯焼け地帯の周辺では魚類養殖が行われており、そこで大量に使われる配合飼料は過酸化脂質を含む懸濁物の最も重大な発生源と考えられる。そこで本研究では、蒲江町沿岸の海水中の懸濁物に含まれている過酸化脂質量を測定した。2004年9月、11月、12月に8地点から海水を採取し、グラスファイバーフィルターで海水を濾過して懸濁物を集めた。Gérard-Monnier *et al.* (1998)の方法により、懸濁物中の総マロンジアルデヒド(MDA)量を測定し、過酸化脂質量とした。配合飼料の影響が比較的少ない深島周辺では最大で $9.3 \times 10^{-4} \mu\text{M}$ のMDAが検出されたのに対し、配合飼料の影響を強く受けている猪串湾や屋形島近くでは、それぞれ最大で 3.7×10^{-2} 、 $1.1 \times 10^{-2} \mu\text{M}$ のMDAが検出された。懸濁物中のMDA量とChl *a*量の間には相関関係は認められなかった。一方、粉末にした配合飼料を海水に加えて調製した1%懸濁液を21°Cで通気すると、MDA量は3日後に最大になり、 $13.4 \mu\text{M}$ であった。2003年にカジメの大量枯死がおきた波当津では、2004年春にはほとんどが1年目の個体からなるカジメ群落が形成されたが、夏以降不健全な個体が多数見られるようになった。

(*長崎大・院・生産, **長崎大・水産)

A31 ○佐藤康子・桐原慎二*・能登谷正浩**：褐藻スジメ生育特性と養殖技術

青森県で食用に供されるスジメ種苗の作成法を検討した。2004年5月に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°Cで9段階)、光量(0-80 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ で5段階)、明暗周期(15:9, 12:12, 9:15)を組合せた117条件下で64日間静置培養した。暗黒下の配偶体は培養40日後に15°C、短日、80 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ に、24°C下の配偶体は各々の同光量、同光周期下の10、15、20°Cに移し20日間培養した。この結果、28、30°Cでは10日後までに、26°Cでは20日後までに枯死した。24°Cでは配偶体は孢子体の形成には到らなかった。孢子体は20日後に、10-20°Cの短日下、15及び20°Cの中日下、20°Cの長日下にある各々6、4、1条件で認められ始め、高光量下でよく形成された。22°C下では40日後、5°C下では50日後から孢子体が形成された。暗黒下では5-24°Cで2細胞以下の発芽体で生存し、明条件に移行20日後に孢子体を形成した。24°Cから10-20°Cに移した配偶体は、10日後に全て孢子体を形成した。15°Cの80 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 、短日下では最もよく生長した。以上の結果を用い、クレモナ系上で24°C、短日、高光量下で20日間培養した配偶体を、暗黒下で3か月間保存した後に、15°C、短日、高光量下に移して効率よく種苗を生産できた。2003年10-12月の各月に八戸地先水深2-3mに沖出した種苗のうち、10月のものは2004年3月に葉長が最大となり収穫された。

(*青森増養殖研, **東京海洋大)

A30 ○藤原宗弘・山賀賢一：香川県詫間町大浜地先におけるホンダワラ類天然・造成藻場の状況

香川県詫間町大浜地先は瀬戸内海中央部の燈灘に面している。調査海域は岩礁域が多く、半島の陰には主にヨレモクを主体とした多年生ホンダワラ類が群落を形成している。1995年5月から藻場造成に関する基礎資料を得るため、人工構造物を設置し、ホンダワラ類の着生状況、遷移状況の観察を行った。また、天然藻場では標識をつけ個体識別したヨレモク藻体のモニタリングを行った。2003~2004年にかけては、人工構造物上に生育しているホンダワラ類と天然群落のホンダワラ類の現存量の測定を行った。

構造物上のホンダワラ類はヨレモク、ヤツマタモク、マメタワラ、アカモク、タマハハキモクが観察された。試験開始時は単年生のアカモク、タマハハキモクが繁茂したが、3年目以降徐々に多年生のヨレモク、ヤツマタモクが優占するようになった。個体識別したヨレモクは、年々減少する状況が観察されたが、最長で8年間同一個体の成育が観察された。

現存量の調査は、2003年12月から2004年12月まで6回実施した。人工構造物上では4月が最大で1085 g 乾重/ m^2 、6月が最小で401 g 乾重/ m^2 、天然藻場も同様に4月が最大で862 g 乾重/ m^2 、6月が最小で195 g 乾重/ m^2 であった。

(香川水試)

A32 ○岡直宏*・平岡雅規**・川井唯史***・四ツ倉典滋****・中明幸広*****：海洋深層水によるコンブ類とアワビの陸上タンク養殖システム

アワビ養殖には、餌料生海藻の供給不足、人工飼料給餌による水質悪化に伴う大量斃死等の問題がある。本報では、海洋深層水を養殖水として利用し、周年生産したコンブ目海藻(ワカメ、ホソメコンブ)を連続的にアワビへ給餌するという養殖システムを検討した。

餌料として用いるコンブ類の養殖では、ワカメ孢子体は生長率が周年20%、ホソメコンブ孢子体は秋から春に20%以上と高い生長率であった。また養殖された葉体はともに、表層水で養殖したものよりタンパク質含量が多く、アワビ餌料に適した性状であった。

アワビ養殖では、1個体も斃死はみられず健全に育成され、最適養殖水温下での1個体(殻長60mm)の日間摂餌量は、ワカメで1.7g、ホソメコンブで0.9gであった。

今回コンブ類及びアワビの養殖に関する因子から、深層水を用いた集約的タンク養殖システムを構築した。配偶体の成熟誘導から約2ヶ月で、藻体をアワビ餌料として給餌可能な大きさに生長させることができ、4日毎に15kg前後をアワビに給餌する。アワビ1個体の日間摂餌量により約4000個体の養殖が可能なが分かった。

(*愛媛大院・連合農, **高知大・海洋セ, ***北海道原子力環境セ, ****北大・フィールド科学セ, *****北海道中央水試)

A33 伊藤龍星:大分県でのヒジキ養殖の現状と人工種苗の可能性

食用海藻ヒジキは、その7割以上が韓国など国外からの輸入で占められている。しかし、近年の消費者ニーズの変化に伴い、国産ヒジキ増産への要望も強い。大分県では1999年度から国東半島で、天然幼体を種苗とした挟み込み養殖試験を実施し、実用化のめどもついてきた。しかし、本法は種苗を天然に依存しているため、規模拡大時には過剰採取によるヒジキ資源への悪影響も懸念される。このため、現在は組織培養を利用して人工的に種苗を作る技術にも取り組んでいる。

ここでは、本県の養殖方法や現状を紹介するとともに、人工種苗利用の可能性について報告する。

養殖試験 秋季に長さ10cm程度のヒジキを採取し、ロープに5cm間隔で挟み込み、海面に張り込んだ。翌年の春季には全長1mを超え、生産量はロープ1mあたり10kg以上(湿重量)と推定された。課題は雑藻等の付着物対策である。

人工種苗 ヒジキの付着器部分を洗浄し、長さ5mmに切断して静置培養した。培養は水温17~23℃、照度7,000~13,000lux、光周期12L:12Dの条件下で行った。20日後には、切断片の約80%から幼芽の発生が見られ、1ヵ月後には長さ約4~5mmに達した。通気培養に移し、切断2ヵ月後には1cmを超えた。さらに、屋外水槽で培養したところ、切断3ヵ月後には、早いものでは6~10cmに生長し、養殖用種苗として利用できる長さにまで生長した。大量に切断する場合には家庭用ミキサーの使用が有効であると思われる。

(大分海洋水産研究セ・浅海研)

A35 ○倉島 彰*・阿部真比古*・中村起三子*・栗藤和治**・前川行幸* : ハバノリの生長と成熟に及ぼす光強度と日長の影響

ハバノリは高価で販売されるため養殖も試みられているが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確立のための基礎的知見を得ることを目的とし、光特性について実験を行った。

ハバノリは静岡県下田市で採集し、配偶子から得た糸状体・盤状体と葉状体を材料とした。光強度実験は200, 100, 50, 25, 12.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の5段階、光周期12L:12D、温度20℃で行った。日長実験は短日(8L:16D)、中日(12L:12D)、長日(16L:8D)の3条件、100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、20℃で行った。糸状体・盤状体は面積と葉状体発芽率、葉状体は全長と成熟率を測定した。

糸状体・盤状体の相対生長速度は100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で飽和した。葉状体は糸状体・盤状体から直接発芽した。葉状体は50~200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で先に発芽し、次いで25, 12.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の順で発芽した。葉状体の相対生長速度は100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で飽和した。葉状体成熟率は50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上で100%, 25 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下で0%であった。

日長実験では糸状体・盤状体の相対生長速度は長日、中日、短日の順で高かった。葉状体発芽率は、配偶子から培養した場合は中日、長日、短日の順に高かったが、保存株から培養した場合は差が見られなかった。葉状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)

A34 ○小川晃弘・藤田大介・能登谷正浩:館山市沖ノ島における紅藻ミリンの生育状況と養殖の可能性

ミリンは生食または軽い湯通しで利用できる海藻サラダ向けの紅藻(スギノリ目, ミリン科)であるが、利用や増養殖の基礎となる生態学的知見がない。そこで、演者らは、和名の由来地となっている房総半島、千葉県館山市沖ノ島沿岸で本種の季節的消長および生育状況を調べた。

沖ノ島では3月から7月まで島と本土を繋ぐ砂州域で打ち上げ藻体を得られた。また、4月から磯採集や潜水採集を行った結果、本種は潮間帯下部から水深5m付近まで分布し、主要生育帯は水深3~4m付近であることが判明した。生育地は砂地に露出する岩盤や礫で、アラメやホンダワラ類も点在していた。成熟個体(果孢子体, 雄性体, 四分孢子体)は5月と6月に認められ、7月には藻体が消失した。新芽は10月以降に観察され、カキやフジツボなど石灰質の基質に付着していることが多かった。当地のミリンには、分枝が多く枝が長い型と分枝が少なく枝が短い型が認められた。4月に採集した藻体約93gを富山県入善町海洋深層水活用施設に設置した水槽(100L容)に収容し、加温深層水(14℃, アワビ飼育排水)を用いて流水培養した結果、130日間で2459g(約26倍)となり、養殖も可能と考えられた。

(東京海洋大・応用藻類)

A36 ○横田圭五・阿部真比古・後藤真樹・倉島 彰・前川行幸 : 三重県英虞湾立神浦におけるコアマモの光合成・温度特性

三重県英虞湾立神浦におけるコアマモの生育に対する水温と光条件に着目し、これらの要因がコアマモの生育に与える影響について明らかにし、水平分布を規制する要因についても考察した。種子から培養した全長8~10cmのコアマモ実生を用い、光強度100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期12L:12D、水温5~35℃の5℃間隔、27~29℃の1℃間隔の各条件下で6日間培養し、培養0日目と6日目の面積から生長を測定した。同時にプロダクトメーターで光合成・呼吸活性も測定した。

相対生長率は20~25℃で最も高く、3.8~4.2% day⁻¹であった。29℃では2.6% day⁻¹と比較的高い値を示したが、30℃では0.6% day⁻¹と急激に低くなり、草体の一部が枯死し、継続して培養した結果、10日目までに全ての草体が枯死した。光合成活性は5~27℃まで水温の上昇に伴って、徐々に増加した。28~29℃ではそれぞれ、20.4, 25.1 $\mu\text{l O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ の高い値を示した。30℃では13.3 $\mu\text{l O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ と急激に低下した。したがって、コアマモの温度限界は29℃であり、アマモに比べて1℃高く、コアマモはアマモに比べより南方に分布できると考えられた。

(三重大・生物資源)

A37 ○後藤真樹・阿部真比古・横田圭五・倉島 彰・前川行幸：三重県英虞湾立神浦における一年生アマモの貯蔵炭水化物の季節変化

海産頭花植物アマモ *Zostera marina* には一年を通して生育する多年生群落と、夏季に草体が完全に消失する一年生群落とがある。アマモに含まれるスクロースやデンプンなどの貯蔵炭水化物は生長・成熟のためのエネルギー源として本種の生理・生態に大きな影響を与えていると考えられている。本研究では一年生アマモ群落の消長と貯蔵炭水化物の季節変化に着目し、一年生・多年生アマモの相違点と特徴を明らかにすることを目的とした。

本研究では2003年6月～2004年9月の間、三重県英虞湾立神浦の一年生アマモ群落について、葉、葉鞘及び地下茎などの部位毎に、貯蔵炭水化物の含有率の季節変化を調べた。貯蔵炭水化物のほとんどはスクロースであり、デンプンは種子と夏季の地下茎にのみ蓄積されていた。スクロース含有率は6～8月に最大となり、乾燥重量あたり葉部で約20%、地下茎で約35%となった。9月には草体が消失した。10月～翌年2月の発芽・分枝・伸長期には低い値を示した。3～6月の成熟期には増加し、草体が消失する直前の7月においても比較的高い含有率が維持された。生殖株では茎及び地下茎でそれぞれ最大17%、32%と高い値を示し、茎及び地下茎を通しての転流の可能性が示唆された。これらのことから、一年生群落は効率的な種子生産により夏季の衰退・消失に対応しつつ、衰退期においてもスクロースやデンプンを蓄積するという多年生の特徴も備えていた。

(三重大・生物資源)

A39 ○桐原慎二*・能登谷正浩**：陸奥湾のスゲアマモの繁殖特性と藻場造成手法

陸奥湾におけるアマモ藻場造成手法を検討するため、2000年10～11月に清水川地先の水深2.5, 5, 10mに生育する10シュート前後を持つスゲアマモ草体の各5個体に標識を着け、その後2003年2月まで凡そ月1回、計28回、シュートの数と長さを測定し、同年3月には各個体の乾燥重量と窒素及び炭素含有量を求めた。同時に各水深の卓越群落1m²から草体を採取し、地上と地下の現存量を求めた。その結果、2003年2月に水深2.5, 5, 10mの草体は各々、標識付着時の26.4, 16.9, 2.6倍、平均213.4本、133.0本、42.4本の栄養シュートを持つ個体に生長した。試験終了時には各々平均33.4g, 22.1g, 8.8gとなり、浅所ほど大型個体となった。炭素(平均32.0～32.3%)と窒素(同1.2～1.3%)の含有量には、水深による差はなかった。栄養シュートは、いずれの水深でも7, 8月に最長、2, 3月に最短となり、深所でよく伸長した。生殖シュートは4～7月に認められ、水深2.5, 5, 10mの草体で調査を通じて計42, 36, 60本が観察された。地上部の現存量は、水深2.5, 5, 10mでは各々128.1, 86.1, 69.4g/m²、地下部のそれは各々360.7, 183.2, 101.2g/m²であり、浅所で高かった。以上のことから、スゲアマモは、栄養繁殖が旺盛な浅所では、効率よく藻場を造成できると考えられた。

(*青森増養殖研, **東京海洋大)

A38 井上千鶴・田中次郎：海産種子植物3種の現存量と生理特性の季節変化

千葉県館山市波左間地先の潮間帯に同所的に生育する海産種子植物、アマモ、コアマモ、ウミヒルモの純群落で25×25cm²のコードラート内の各草体を採集した。シュート密度、葉部現存量、地下部現存量などを測定した。さらに、ウミヒルモとコアマモについては照度条件を変化させ、プロダクトメーターを用いて光合成速度を測定し、光合成-光曲線を求めた。以上の実験を季節ごとに行い、季節変化を調べた。

アマモは葉部の現存量が冬に向かうにつれ、減少する傾向が見られた。コアマモは夏季に地下部の現存量が増加する傾向が見られた。さらにコアマモは葉部現存量に対する地下部現存量の割合が他種と比べ高いという傾向が見られた。光合成-光曲線では、コアマモのIk値(光合成測度が最大になる照度)がウミヒルモと比べて高かった。

コアマモは一般的に潮間帯に生育する種とされているが、アマモとウミヒルモは本来比較的深所に生育していることが知られている。調査地点では3種は広い砂浜海岸の潮間帯に同所的に存在している。本研究においては、コアマモは葉部現存量/地下部現存量値が小さくIk値が高いなど、潮間帯への適応と考えられる特性が見られたが、アマモとウミヒルモについては見られなかった。またアマモやウミヒルモの生育上限を決定する要因のひとつに、波浪の影響が考えられる。調査地点は大潮の干潮時には潮位が0～20cmほどになるが、静かな内湾であるため、アマモやウミヒルモの生育が可能であったと考えられる。

(東京海洋大・藻類)

A40 ○川越 大*・木村 創**・藤田大介*・能登谷正浩*：クブレヅタの生長と形態の変化に及ぼす光量の影響

和歌山県田辺湾で緑藻クブレヅタの海中養殖に適した光条件を明らかにするため、陸上水槽による遮光区別培養と海面における深度別育成を行った。陸上水槽(流水)では2004年7月13日～8月19日の37日間(水温26.9～29℃)、自然光を30, 72または83%遮光して藻体100gを育成した結果、72%遮光区で匍匐枝長、直立枝長、湿重量/個体、直立枝数/個体の4項目、30%遮光区で直立枝重量/藻長と直立枝重量/体重の2項目で最高値を示し、83%遮光区では匍匐枝長以外は最低値を示した。食用には直立枝の伸長が不可欠で、先の2区のみ利用可能であった。海面では同年8月13日～9月17日の35日間(水温26.7～28.8℃)、藻体20gを入れたカゴ(円筒形)を水深0.3m(27.4%、海面光量に対する割合)、1.5m(78.9%)および3.0m(87.1%)に垂下して育成した結果、水深の浅い順に生長が良く、水深3.0mでは生長しなかった。9月10日～10月8日の28日間(水温24.0～27.8℃)にも、水深0.3m(27.4%)、0.5m(70%)、0.8m(78.2%)および1.5m(78.2%)にカゴ(四角錐状)を垂下して育成実験を行った。先の実験と同様、水深とともに匍匐枝(直立枝)の伸長が大きくなる傾向にあったが、2週目以降は深所の藻体ほど魚類の食害と思われる減耗が認められた。以上、光量の増加に伴い、小嚢形成密度が高い直立枝が形成されることが判明した。

(*東京海洋大・応用藻類, **和歌山農水総合技術セ・水試・増養殖研)

A41 ○宮村新一*・南雲 保**：ヘライワツタ *Caulerpa brachypus* (アオサ藻綱) の配偶子における細胞融合部位の雌雄特異性

海産緑藻ヘライワツタ *Caulerpa brachypus* の配偶子は涙滴形の細胞先端部に2本の鞭毛を持ち、眼点を持つ雌配偶子と眼点を持たない雄配偶子に分けられる。受精過程における雌雄配偶子の細胞融合部位と眼点など細胞表層構造の挙動を電界放射型走査電顕を用いて観察したところ、雌雄配偶子ともにパピラの先端に窪みがあり、雌配偶子の後部には楕円形の眼点が観察された。雌雄配偶子を混合すると雌雄ともに鞭毛基部の下側で接着、融合し4本鞭毛の動接合子になった。融合部位は雌配偶子の1d-2s 鞭毛根側で、*Ulva arasakii*, *Enteromorpha compressa*, *Bryopsis maxima* の雌配偶子と共通していた。また、動接合子では雌雄のパピラの窪みが融合し一体となり、雌のno.2鞭毛と雄の1本の鞭毛がともに眼点方向を向いて鞭毛運動を行った。以上の結果から、これまで *Chlamydomonas reinhardtii* (Holmes & Dutcher 1989), *Collinsiella cava* (Nakayama & Inouye 2000) などの同形配偶子で報告された2つの性の間での細胞融合部位の特異性がヘライワツタなどの異形配偶子でも普遍的な現象である可能性が示唆された。

(*筑波大・生物, **日本歯科大・生物)

A43 ○三室 守*・秋本誠志**・村上明男***・樋口倫也****・山崎 巖**：緑藻ミルの光合成アンテナ系一構成と光捕獲の戦略

【目的】緑藻ミルには特異なカロテノイド、シフォナキサンチン(以下Sxと略記)が存在し、Sxが吸収した光エネルギーは高い効率でクロロフィル(以下Chlと略記)へ転移されることが知られている。我々は、近年発展した超高速蛍光分光法を援用して、ミルの光合成アンテナ系の構成と光捕獲の戦略、機構を明らかにした。

【方法】藻体は淡路島の海岸で採取し、付着藻などを洗浄した後、葉緑体を単離し、緩衝溶液中に懸濁して用いた。

【結果】葉緑体で特異的に観測される530-535nmの吸収帯は、蛍光異方性の測定からSxとタンパク質の相互作用によって生じたSxの新しい電子状態だと考えられた。

緩和過程を詳細に検討すると、SxからChl aへのエネルギー移動は、S1状態を経由し400fsで起こることが判明した。また、Chl a, Chl bの色素集団中でエネルギーが一定時間保持されていることも判明した。

ミルのLHC II構造は明らかではないが、昨年発表されたホウレンソウのLHC IIの構造と円偏光二色性スペクトルを基に考えると、Sx間の相互作用は強くはなく、むしろSxとタンパク質間の相互作用を強くすることによりSxの電子状態を規定し、それによって効率の良いエネルギー移動系を作り上げていると考えることができる。

ルテインを主成分とするLHC IIとの比較からミルのアンテナ系の特性を考察する。

(*京大・院・地球環境, **北大・院・工, ***神戸大・内海城センター, ****京大・院・人間環境)

A42 藤田悟史*・伊関峰生**・吉川伸哉**・牧野由美子***・渡辺正勝****・本村泰三*****・川井浩史*****・村上明男*****：褐藻カヤモノリの鞭毛フラビンタンパク質の同定

走光性能をもつ褐藻遊泳細胞には、後鞭毛が緑色自家蛍光を発する、眼点を有する、眼点と対峙する部位の後鞭毛基部に膨潤部が存在する、等の共通した特徴がある。我々は、後鞭毛局在の緑色蛍光物質をフラビンタンパク質と想定し、大量に分取した鞭毛から41kDaのFMN結合タンパク質を精製した(第27回本大会で報告)。今回は、このタンパク質の内部アミノ酸配列に基づいたcDNAのクローニングについて報告する。

フラビンタンパク質は、褐藻カヤモノリ *Scytosiphon lomentaria* の単離鞭毛から凍結融解により抽出し、イオン交換クロマトにより精製した。アミノ酸シーケンスの結果、N末端ブロックが確認されたので、V8プロテアーゼを用いたIn gel digestion法によりペプチドに断片した。6つのペプチド断片をシーケンスしたところ、41残基と22残基の2つの連続したアミノ酸配列が得られた。次に、この配列を基にcDNAのクローニングを行い、全アミノ酸配列を推定した(Fujita, et al. (2005) *Eur. J. Phycol.* in press)。その結果、鞭毛フラビンタンパク質は、1932年にフラビン結合タンパク質として初めて発見された酵母の“Old Yellow Enzyme”に類似することが判明した。

(*神戸大・自然科学, **JST・さきがけ, ***基生研, ****総研大, *****北大・フィールド科学セ, *****神戸大・内海城セ)

B01 ○福田康弘・遠藤 浩: *Noctiluca scintillans* (ヤコウチュウ) の遊走子形成過程と遊走子の形態

渦鞭毛虫 *Noctiluca scintillans* (ヤコウチュウ) は、大量に増殖し赤潮の原因生物となる海産の渦鞭毛虫である。ヤコウチュウは二分裂によって増殖する無性生殖過程のほかに、遊走子を形成しそれが融合する有性生殖過程が存在することが報告されている。しかし、遊走子形成に関する報告は少なく、生活環についての記述は十分とは言えない。そこで、ヤコウチュウの全生活環を解明するため、ヤコウチュウの遊走子形成とその後の過程を観察した。遊走子形成期に入ったヤコウチュウの細胞には大きな形態変化が見られた。通常、二分裂期の細胞はナス型をしており、触手、桿状体、細胞口等の構造が見られる。ヤコウチュウが遊走子形成期に入ると、細胞は球形に変化し、触手、桿状体、細胞口が消失した。また、核が細胞外殻の直下へ移動した。その後、核は2回の分裂後、細胞質を伴って細胞外殻表面へ移動し、突出した。この四個の突出はクラスターを形成しながら8~10回分裂を継続した後、遊走子へと変化した。ヤコウチュウの遊走子は半紡錘形をしており、頭部に複数の顆粒と細胞後部に核が位置していた。また、遊走子は明らかに長さの異なる二本の鞭毛を持っており、これは今までの報告とは異なっていた。また、遊走子には渦鞭毛虫の特徴である縦溝や横溝は確認できなかった。

(金沢大・院・自然)

B02 ○林 愛子・石田健一郎: 渦鞭毛藻2種におけるミニサークルDNA非コード領域の種内比較

近年、渦鞭毛藻の一部から、葉緑体遺伝子をコードする *lgene-1circle* のミニサークルDNAが発見された。そして、その非コード領域について、「異なる遺伝子をコードするサークル間で、種に特有の保存領域(コア)がある」、「コアの数と配列は、属が同じでも種が違くと全く異なる」といわれてきた。しかし実際は、1種につき1株でしかその配列が調べられていない場合が多く、同種異株間での比較がほとんどされていない。そこで、今回、*Amphidinium carterae* と *Amphidinium massartii* について、23SrRNA と *psbA* のミニサークルDNAの配列を複数の株間で比較した。その結果、ミニサークルDNA非コード領域には種内多様性があり、非常に進化速度が速いことが示唆された。また、コア配列は株ごとに保存される傾向にあるのに対して、コア以外の非コード領域は異なる株の同じ遺伝子をコードするサークル間で保存されていた。このことは、コアとそれ以外の非コード領域の進化には異なる機構が働いていることを示唆する。

(金沢大・院・自然)

B03 ○川見寿枝・岩滝光儀・松岡敷充: 従属栄養性有殻渦鞭毛藻 *Diplopsalis* 類5種の系統関係

有殻渦鞭毛藻 *Diplopsalis* 類は、細胞が球形または楕円形で縦溝左側に翼片をもつ。有殻類では鎧板配列が主要な分類形質となるが、*Diplopsalis* 類では鎧板枚数が種により異なるため、属の新設と再編成が繰り返されてきた。本研究では、*Diplopsalis* 類の渦鞭毛藻綱内における系統的位の推定と分類形質の評価を目的として、SSU rDNAを用いた系統解析を行った。構成種は従属栄養性で形態が類似しているため、天然試料中の細胞を鎧板の蛍光観察により同定した後に、単細胞PCR法で分子を増幅し、塩基配列を決定した。試料採集は、2003~2004年にかけて東シナ海を含む長崎県周辺海域で行い、*Diplopsalis* 類5属7種と *Protopteridinium* 属6種の配列を決定した。系統樹では、*Diplopsalis* 類は渦鞭毛藻綱内で2つの系統群に分かれた。1つの系統群は *Diplopsalis lebourae*, *Diplopsalopsis bomba*, *Gotoius excentricus*, *Oblea torta*, *Oblea* sp. の5種で構成され、*Protopteridinium* 属の姉妹群となった。この結果より、本系統群は *Protopteridinium* 属の祖先群ではなく、近縁な系統群であることが示された。これらの共通祖先は、2枚の前挿間板、2枚の底板と頂孔板をもっており、鎧板枚数は減少する方向に変化したことが示唆された。

(長崎大・水産)

B04 ○岩滝光儀・川見寿枝・松岡敷充: Hyaline cystを形成する無殻渦鞭毛藻類の系統と分類

Gymnodinium 属や *Gyrodinium* 属に代表される無殻渦鞭毛藻類は、近年の分子系統解析の結果より多系統群であることがわかっている。系統群ごとの構成種と共有派生形質の把握を目的として、従属栄養性種を含む無殻渦鞭毛藻類の形態観察と SSU rDNA を用いた分子系統解析を行っている。2003年より長崎県周辺海域を中心に試料採集と観察を行い、現在までに29種を解析した。系統樹では、無殻類は互いに類縁の不明な10群以上に分かれた。この中で多くの種は単独で分枝したために近縁種は不明であったが、狭義の *Gymnodinium* 属や狭義の *Gyrodinium* 属の他に、*Gyrodinium falcatum* の含まれる系統群が複数種で構成されたため種間の類縁を推定できた。*G. falcatum* の系統群には、葉緑体をもつ *Gymnodinium* spp. (八代海・橘湾沖) と *Cochlodinium* cf. *convolutum* が含まれており、これらは横溝の段差と交差の程度より3属に分類されてきたが、hyaline cystの形成が共通の特徴であることが示唆された。ただし、hyaline cystの形成種で従属栄養性の *Erythropteridinium agile* や *Nematodinium* spp. は、狭義の *Gymnodinium* 属と近縁になっていた。また、類縁種の不明な *Cochlodinium polykrikoides* にも hyaline cystの形成が知られるが、同種の細胞は皮膜内で鞭毛をもたないため、性質の異なるものであると考えている。

(長崎大・水産)

B05 ○山口愛果・河村 裕・堀口健雄:SSUおよびLSU rDNAに基づく従属栄養性渦鞭毛藻プロトペリディニウム属の分子系統解析

*Protoperidinium*は海洋の主要なプランクトンで、形態学的研究は古くから行われている。いくつかの属内分類系が提案されているが、形態が多様であるため、どの形質が系統を反映するのか明確でない。また、多様な形態がどのように進化したのか、その過程を探ることも興味深い課題である。

本属の種の系統関係及び属内分類系の妥当性ならびに形態形質の進化過程を検証するため、6つのSection (*Avellana*, *Conica*, *Divergentia*, *Excentrica*, *Oceanica*, *Protoperidinium*)に属する種のSSUおよびLSU rDNAに基づく系統解析を行った。その結果、Section *Conica*以外のSectionはそれぞれ単系統性を示したが、前挿間板を2枚もつことから*Archaeperidinium*亜属としてまとめられるSection *Avellana*と*Excentrica*は単系統とはならなかった。今回の結果から、(1)一部を除いて現行の属内分類系は概ね妥当であること、(2)本属の祖先はorthoの頂板1'をもち、そこからSection *Oceanica*が分岐し、残りから頂板1'がmeta, paraであるSection *Divergentia*と*Protoperidinium*のクレードが、前挿間板が2枚のSection *Avellana*, *Excentrica*が独立にそれぞれ派生したことがわかった。また、*P. crassipes*を非細胞系餌料により増殖させることに成功したので、このことについても報告する。
(北大・院理・生物科学)

B07 ○高野義人・堀口健雄:クレプトクロプラストを持つ無殻渦鞭毛藻類の系統分類学的研究

渦鞭毛藻類では、典型的でない特徴の葉緑体を持つ種が知られる。その一つに葉緑体を持たない渦鞭毛藻が、クリプト藻を取り込み、ある期間だけその葉緑体を活性状態で保持する、“クレプトクロプラスト”現象を示すものがある。無殻の渦鞭毛藻類で、クレプトクロプラストを持つものとして6種が知られる。その内、*Amphidinium latum*のみが走査型電子顕微鏡による観察で、*Gymnodinium*の特徴である反時計回りの馬蹄形のapical grooveを持つことが示されているが、他の種については詳細な観察は無い。さらに、*A. latum*を含めそれら6種において分子系統学的研究は行われていない。そこで、これら特徴的な「葉緑体」をもつ渦鞭毛藻類の系統関係を明らかにするために、4種(海産種*A. latum*, 淡水産種*A. amphidinioides*, *Gymnodinium aeruginosum*, *G. acidotum*)について、走査電顕を用いた観察と単細胞PCR法を用いた分子系統解析を行った。4種は全て、反時計回りの馬蹄形のapical grooveを持っていた。また、SSU rDNAとLSU rDNAの部分配列を用いた分子系統解析の結果、本研究の4種は、高いブートストラップ値で支持される一つのクレードを形成し、これはまた、*Gymnodinium*と*Lepidodinium*のタイプ種を含むより大きな系統群に含まれた。これら4種は、*Gymnodinium*/*Lepidodinium*系統群と共有する特徴をもつものの、すでに遺伝的に分化しており、またクレプトクロプラストという特殊な現象を共有派生形質としてもつことから、新属として独立させることが妥当である。
(北大・院理・生物)

B06 ○原田 愛*・大塚 攻**・堀口健雄*:プランクトンに寄生する渦鞭毛藻類の研究～特にヘマトディニウム属の一種について～

寄生性の渦鞭毛藻類は魚類、無脊椎動物、プランクトンに寄生し、宿主の健康状態、生存、繁殖、ひいてはバイオマスにも影響を与えていると考えられ生態学的にも重要である。しかし我が国においてはそれらの研究はほとんど行われておらず、多様性も明らかにされていない。そこで、我々は日本沿岸における寄生性渦鞭毛藻類の多様性の解明を目的として研究を進めている。また、寄生性の渦鞭毛藻類は形態および生活史が自由生活性の種とは非常に異なっているものがある。このような寄生性種の進化過程を、分子系統学的手法を用いて明らかにすることも目的としている。

現在までに各地から海産プランクトンに寄生する7属8種の寄生性渦鞭毛藻類を採集した。そのうちの7種でSSU rDNA配列を用いた系統解析を行った結果、寄生性渦鞭毛藻類の各グループは独立に進化したらしいことが示唆されている。

今回はこの中から瀬戸内海で採集されたヘマトディニウム*Hematodinium*の一種について報告する。本属の種は今までに北大西洋や北海においてワタリガニやヨーロッパアカザエビに寄生することが知られており、水産業に大きな打撃を与えている。一方、本研究の材料は、未だ宿主としては確認されたことのないプランクトン性カイアシ類*Paracalanus parvus* s. l.に寄生していたものである。光学顕微鏡・透過型電子顕微鏡での観察に加えてSSU rDNA配列を用いた系統解析の結果から、本種をヘマトディニウム属の一種であると結論づけた。
(*北大・院理・生物,** 廣大・院・生物圏科)

B08 ○長井 敏*・練 春蘭**・鈴木雅巳*・浜口昌巳*・松山 幸彦*・板倉 茂*・嶋田 宏***・加賀信之助****・山内洋幸*****・尊田佳子*****・西川哲也*****・Kim Chang-Hoon*****・宝月 岱造*****:日本沿岸域に分布する有毒渦鞭毛藻*Alexandrium tamarense*個体群のマイクロサテライト多型解析

【目的】本研究では、日本沿岸各地に広く分布する有毒渦鞭毛藻*Alexandrium tamarense*について、Microsatellite マーカー(以下、MS)を用いて個体群の遺伝的構造と遺伝子交流について解析した。

【方法】日本沿岸9地点および韓国Jinhae湾から採集した海水および底泥サンプルを用いてクローン培養株を確立した(各地点41-63株)。集藻後、株毎にDNAを抽出し、MSを用いて各個体の遺伝子型を調べた。その結果を用いて、日本沿岸*A. tamarense*個体群内の遺伝構造および個体群間での遺伝的分化を推定した。

【結果】PCR増幅の良好な9個のMSを用いて、採取した520株の遺伝子型を調べた。個体群間の遺伝距離(Nei 1972)は0.072~0.286の範囲にあり、地理的距離との間に有意な相関が認められ($r=0.60$, $n=45$, $P=0.0002$; Mantel test), 海流などの自然現象による個体群間の遺伝子交流が制限されていることが明らかとなった。また、集団分化は、約半分のペア集団間で有意差があった($P<0.001-0.05$)。一方、極めて高いP値を示すペア集団(大船渡/仙台と広島県太田川)が認められた。地理的に約1,000km離れているにもかかわらず、高いP値を示したことは、バラスト水や水産種苗の移送などの人為的な要因により、個体群間の遺伝子交流が生じてきたことが強く示唆された。

(*瀬戸内水研,** 東大アジアセ,*** 道中央水試,**** 岩手水技セ,***** 宮城水研セ,***** 愛知水試,***** 兵庫水技セ,***** 釜慶大学,***** 東大農)

B09 ○長井 敏*・呉 碩津**・鈴木雅巳*・松山幸彦*・板倉 茂*：瀬戸内海から分離した有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamiyavanichii* の分子系統解析と毒分析

【目的】近年、西日本沿岸域において麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻 *A. tamiyavanichii* が出現し、二枚貝毒化現象が報告されるようになった。しかし西日本に出現する株の生理・生態学的情報は乏しい。今回は、瀬戸内海沿岸域から分離した本種のクローン株の遺伝子解析と毒分析を行い、株間のバリエーションについて検討した。

【方法】大分県猪串湾、山口県徳山湾、広島県福山湾、徳島県ウチノ海湾の海水中から、クローン培養株を合計56株確立した。毒成分分析に56株、遺伝子解析用に28株を用いた。本種を、改変 f/2 培地を用いて、温度 27°C、光強度 100 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (12hL:12hD) の条件下で約10日間培養し集藻した。遺伝子解析は28S-rDNAと5.8S-rDNAを含むITS領域をPCR増幅し、塩基配列の決定後、近隣結合法を用いて系統樹を作成した。遺伝子・毒分析とも株間の差を比較した。毒分析は蛍光HPLC法にて行った。

【結果】28S-rDNA 5.8S-rDNAを含むITS領域の解析の結果、28株の配列はいずれの遺伝子においてもほぼ完全に一致し、マレーシア産の株とも同じ配列を示した。56株はいずれも有毒株で、無毒株は見つからなかった。1細胞あたりの毒含量は40~424 fmole cell⁻¹の範囲にあった。毒組成はC1+C2 toxinが40%前後含まれ、副成分として、GTX1+4、GTX2+3、GTX5、neoSTXとSTX、微量成分としてC3+C4 toxinを含んでいた。毒組成から見ても、株間の大きな差異は見出せなかった。
(*瀬戸内水研, **九大院農)

B11 ○江原 亮*・大谷修司**・石飛 裕***・國井秀伸*：中海における赤潮藻類 *Prorocentrum minimum* の現存量、栄養細胞の形態及び細胞内デンプン粒の蓄積の季節変化

中海における赤潮の優占種は渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* である。本種による赤潮は、1973年12月に初めて観察され、その後冬季と春季に度々赤潮を形成している。春期の赤潮消失の理由としては、中海上層への下層から供給される無機態窒素の急激な減少が赤潮消失の要因として挙げられている。しかし、これまでに生物学的な視点から研究された例はない。本研究では、栄養塩と赤潮消失の関係を明らかにすることを目的とし、赤潮消失時における本種の形態変化を詳細に観察した。

2003、2004年の赤潮発生時と消失時における栄養細胞の詳細な観察により、明らかな細胞の小型化が確認された。また、赤潮の消失時期には細胞内部に明らかなデンプン粒の蓄積があることを確認した。これら2つの現象は、一般に栄養塩制限状態にある時に見られる反応であり、赤潮消失時には本種が栄養塩制限下におかれている事が示唆された。そこで、細胞内C:N:P比とデンプン粒の増減の関係を調べた結果、C:N比と相関が認められた。発表では野外での結果に加え、培養実験による栄養塩制限下(窒素、リン制限)でのデンプン粒の蓄積についてもあわせて報告する。

(*島根大・汽水研セ, **島根大・教育, ***島県保健環境科研)

B10 ○板倉 茂*・小谷祐一**・長井 敏*・松山幸彦*・山口峰生*・白石智孝***・小泉鏡子****：浜名湖底泥中に存在する有毒渦鞭毛藻類 *Alexandrium* 属のシストについて

【目的】静岡県浜名湖では有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium catenella* のブルームによってアサリやカキの毒化事例が報告されているが、近縁種である *A. tamarense* の出現も確認されている。両種は形態的にほぼ同一な長楕円体のシストを形成し、浜名湖底泥にはそのような長楕円体シストが比較的高密度で存在している。演者らは以前に、徳山湾と呉湾の海底泥中に存在する *Alexandrium* 属シストに関する解析結果から、*A. catenella* と *A. tamarense* のシストの長径に差異が認められることを報告した。本研究では、浜名湖底泥中に存在する *Alexandrium* 属シストのサイズ組成と既存データを比較することで、浜名湖底泥中の *Alexandrium* 属シストの種組成に関する情報を得ることを目的とした。

【方法】1999年10月に浜名湖の1測点(湖心)で柱状採泥器による底泥の採取を行った後、試料底泥表層に存在する *Alexandrium* 属シストを蛍光色素プリムリンで染色し、画像解析ソフト (NIH Image) を用いて102個のシストの長径を測定した。

【結果】浜名湖底泥中の *Alexandrium* 属シストの長径は、39.9 ~ 64.8 μm の範囲にあり、平均値は49.8 μm であった。この値は、*A. catenella* シストが優占している徳山湾底泥中の *Alexandrium* 属シストのサイズ組成とほぼ一致する。この結果から、浜名湖底泥中の *Alexandrium* 属シストの大半は *A. catenella* シストで占められていると推察された。現在、浜名湖シストの発芽実験を行うと共に、リアルタイムPCR法によりシストの種組成を解析中である。

(*瀬戸内水研, **中央水研, ***京大・院農, ****静岡県)

B12 ○大谷修司*・石飛 裕**：宍道湖・中海における赤潮とアオコの発生状況 (1996年~2003年)

宍道湖・中海において、1996年度から2003年度まで赤潮およびアオコの発生状況を調べた。

中海では、渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* が優占し、夏を除いて赤潮を形成する傾向があり、その時の表層の電気伝導度は約20-30mS/cmの範囲であった。本種は2000年を除き5月に赤潮を形成し6月に急に衰退する現象が見られた。宍道湖では、中海より電気伝導度が低い(約10mS/cm)条件で1996年、1999年6月に本種の赤潮が発生した。宍道湖ではこれまでに報告の無い赤潮が2度発生し、ひとつは、2001年4月に宍道湖西岸に発生した渦鞭毛藻 *Heterocapsa rotundata* による赤潮、もうひとつは、2002年12月に湖心西部に発生した原生動物 *Mesodinium rubrum* による赤潮であった。この時の表層水の電気伝導度は約15mS/cmと普段より高い値であった。

宍道湖では、藍藻 *Microcystis* 属の種が優占するアオコが、表層水の電気伝導度が2.5mS/cm程度まで低下した場合に発生することが報告されており、調査期間中では、電気伝導度が2.5mS/cm以下まで低下した1997年に発生した。1998年、1999年は塩分が5mS/cmを超えてもアオコが出現した。

(*島根大・教育, **島根保健環境科研)

B13 ○本田恵二・吉松定昭・大山憲一：有害プランクトン *Chattonella ovata* の香川県海域における出現動向

【目的】2004年7月に香川県備讃瀬戸海域で、*Chattonella ovata* 単一種による赤潮が発生し、ハマチ養殖に被害が生じた。また同時期、隣接する岡山、広島両県においても *C. ovata* による赤潮発生が報告されている。過去に *C. ovata* による被害発生の事例は国内においてなく、そのため、同種の生態に関する知見も少ない。今回、香川県海域における *C. ovata* の出現動向を把握することを目的に、これまでに蓄積された調査データを解析し、検討したので報告する。

【方法】香川県赤潮研究所が実施した調査結果(1990～2004年)から、*C. ovata* の出現が記録されている約2,000件のデータを抽出し、出現水温等を整理した。また、播磨灘南部海域K4定点での1983年以降の出現状況を取りまとめた。

【結果】調査した1990年以降 *C. ovata* は毎年出現しており、出現はここ数年、概ね増加する傾向が伺える。出現時期、水温および塩分はそれぞれ5月中旬～11月下旬、15.8～31.3°C、18.4～33.02PSUであった。さらに100細胞/ml以上の *C. ovata* の出現数が見られたのは、2002年(小豆北部:最高1,140細胞/ml)及び2004年(備讃瀬戸:最高475細胞/ml)で、出現時期、水温及び塩分はそれぞれ7月下旬～8月上旬、26.0～29.5°C、31.47～31.97 PSU だった。2002年は小豆北部で *C. ovata* が大量に出現したが、*C. antiqua* 及び *C. marina* がより多く出現していた(*C. antiqua* 及び *C. marina* の合計最高1,580細胞/ml)。一方2004年は *C. ovata* の赤潮形成時は、*C. antiqua* 及び *C. marina* の出現数は最高20細胞/mlと少なく、他の植物プランクトンも少なかった。K4定点では、1983～1992年の間は *C. ovata* は表層から底層まで散見される状態で、1993年以降夏から秋に低密度ながら全層に分布する傾向が見られた。(香川赤潮研)

B15 ○内藤佳奈子・今井一郎・中原紘之：菌類および細菌類シデロホアによる赤潮藻の鉄利用と増殖に及ぼす影響

鉄は藻類の増殖における必須微量元素の一つである。しかし、自然海中では難溶性の酸化水酸化鉄を形成するため、生物利用可能とされる溶存無機鉄濃度は沿岸域でさえも藻類の鉄要求量より低い。そのため、ほとんどの藻類は生理的に鉄不足ストレスを受けていると考えられるが、赤潮を発生させる藻類は沿岸域で実際には大量に増殖し、多大な被害を及ぼしている。このような鉄不足環境下における鉄取り込み戦略として、多くの菌類や細菌類はシデロホア(鉄運搬体)を生産し、細胞内に鉄を取り込んでいとされる。

本研究では、鉄不足環境下での赤潮藻による他の微生物由来のシデロホア利用と増殖に及ぼす影響について検討した。主要な赤潮藻の増殖を可能とする人工合成培地を改変し(改変 IHN 培地)、赤潮藻15種(ラフィド藻、渦鞭毛藻、緑藻、クリプト藻、珪藻、ユーグレナ藻、ハプト藻)を対象に検討を行った。その結果、鉄と有機配位子との濃度比が1:1であるとき、菌類シデロホアとの鉄錯体である Ferrichrome は、ユーグレナ藻の *Eutreptiella gymnastica* の増殖に利用された。また、細菌シデロホアとの鉄錯体である Ferrioxamine B は、渦鞭毛藻の *Karenia mikimotoi*、クリプト藻の *Rhodomonas ovalis*、珪藻の *Ditylum brightwellii* およびハプト藻の *Pleurochrysis carterae* の増殖に利用可能であった。さらに、鉄カテコール錯体は、ラフィド藻の *Chattonella* 属、*Fibrocapsa japonica* および渦鞭毛藻の *K. mikimotoi* 以外の8種の増殖に対して利用可能であることが分かった。しかし、これらの有機配位子濃度が高くなると全ての赤潮藻が増殖を示さないことが判明した。以上から、赤潮藻の増殖に、他の微生物が生産するシデロホアを介した鉄取り込み機構の可能性と、高濃度シデロホアによる鉄や他の必須微量元素のマスクングからの増殖阻害を提案する。(京大・院農)

B14 ○山口峰生*・坂本節子*・山口晴生*・板倉 茂*・渡辺朋英**・石田貴子***・今井一郎**：有明海における有害ラフィド藻 *Chattonella* シスト分布密度の経年変化

【目的】有明海では、1990年頃から有害ラフィド藻 *Chattonella* による赤潮が発生し始め、近年その発生件数が増加傾向にある。本種赤潮は、魚介類に甚大な漁業被害を及ぼすため、水産業にとって大きな脅威となっている。本研究では *Chattonella* 赤潮の発生機構を解明するため、現場海底泥中におけるシスト(休眠期細胞)の分布特性を明らかにすることを目的とした。

【方法】2001年、2002年、2003年および2004年の6月に有明海に設けた調査定点(22～29点)において採泥を行い、泥表層から3cm深までに存在する *Chattonella* シストを計数した。計数はクロロフィルの自家蛍光に基づく直接計数法による。

【結果】*Chattonella* シストの高密度分布域は有明海北西部が中心であり、この傾向は調査年によって大きく変化することはなかった。また、シストの高密度域では堆積物の泥分率が高い傾向がみとめられた。一方、シストの分布密度は、2001年にはND～576(平均90 cysts/cm³)、2002年にはND～233(平均29 cysts/cm³)、2003年にはND～34(平均7 cysts/cm³)、2004年にはND～85(平均22 cysts/cm³)であり、調査年により大きく変動した。シスト密度の変動には前年の赤潮発生の有無が影響を及ぼしている可能性が示唆された。

(*瀬戸内水研, **京大・院農, ***日本ミクニヤ)

B16 ○鈴木秀和*・水野 真**・南雲 保***・田中次郎****：Cocconeis 属のタイプである *Cocconeis scutellum* var. *scutellum* の増大胞子微細構造

演者等は現在、本邦産の *Cocconeis* 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。今回は北海道網走市藻蔭湖で採集した *C. scutellum* var. *scutellum* を単離培養中、増大胞子形成が見られ、詳細に観察する機会を得たので、その結果を報告する。

有性生殖は2個の栄養細胞(配偶子囊)の対合に始まる。それぞれ1個ずつ配偶子を形成、そして接合後、増大胞子が1個形成される。十分に生長した増大胞子は、全体が36-40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斂し、全体を巾着様に包む。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。またこれらの内側に長軸方向に伸張した縦バンドが少なくとも3枚形成される。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、胞紋の配列に規則性を欠く。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* のいくつかの種および淡水産 *C. 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, **東農大・生物生産, ***日歯大・生物, ****東京海洋大・藻類)

B17 ○石川依久子*・渡辺正勝**：珪藻 *Pleurosira* の驚動反応

驚動反応は、俗に「びっくり反応」ともいう。外的刺激に対して、すばやい反応で護身する動態を藻類も備えている。鞭毛を持つ微細藻類や滑走運動を行う藍藻などは、特定波長の刺激光によって逃避運動を行う。本研究の試料である珪藻 *Pleurosira laevis* は、運動器官を持たず、長さ100 μmの円筒型で、約200個の葉緑体を持っている。この多数の葉緑体が接触刺激、青色光刺激によってすばやく求心的に核域に集合し、緑色光照射によって細胞表層に転位運動することを報告してきた。青色光照射と緑色光照射は葉緑体の逆向きの転位を誘導することから、一対の葉緑体運動刺激光として捉えてきた。しかし、今回、レーザービームによる微光束照射で探査した結果、青色光は接触刺激と同等の生理作用による光驚動反応誘引因子であることを確認した。青色光刺激は、接触刺激と同様に、細胞膜の興奮を引き起こし、Ca²⁺チャンネルを開き、外液Ca²⁺の瞬時流入をもたらし、流入したCa²⁺は、微小管の脱重合を引き起こし葉緑体の核域への集合をもたらすと推測された。15min後には青色光の有無にかかわらず、核域集合の“緊張”状態が解けて、葉緑体は、ランダム配置に戻る。また、接触刺激と同様に、核域集合は、刺激を受けていない隣接細胞へ次々と伝播していく。葉緑体を直接に動かす細胞骨格のすばやい反応の詳細について研究中である。

(*東学大・非常勤, **総合研究大学院大)

B18 ○真山茂樹*・平田恵理*・四柳 敬*・Richard Jordan**・出井雅彦***：異なる場所で採集された羽状珪藻 *Pinnularia acidojaponica* および近縁種の形態変異と分子系統

本邦の固有種である *Pinnularia valdetolerans* および *P. acidojaponica* は、以前は共に *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* と同定されていた縦溝珪藻である。この2種は生育地が *P. valdetolerans* は強腐水域、*P. acidojaponica* が強酸性域という違いこそあれ、光頭的にも電頭的にも非常に類似する形態を示すものである。強酸性水域に出現する *P. acidojaponica* については古くからさまざまな研究者が報告を行っているが、その光頭的形態は産地ごと、あるいは個体群ごとに若干ではあるが違っているように思われる。

本研究では、4地点から得た *P. acidojaponica* の個体群および *P. valdetolerans* の1個体群の形態を9変数について計測した。また、この2種と単系統をなす、*Caloneis silicula*, *Mayamaea atomus*, *Eolomna minima*, *Sellaphora seminulum* と共に18S rDNAに基づく分子系統樹を作成した。計測値を主成分分析した結果、*P. acidojaponica* では、各個体群は重なりを持つクラスターとして散布図上に現れた。この重なりは最も離れたクラスター間(潟沼産と御釜産)では重なりは認められないものであったが、両者での塩基配列の置換は3カ所であった。これに対し、*P. valdetolerans* とは17の置換が認められ、塩基配列の置換数は形態的および生態的相違を指示する結果となった。

(*東学大・生物, **山形大・地球環境, 文教大・短大)

B19 ○甲斐 厚*・吉井幸恵***・中山 剛**・井上 勲**：細胞壁の内側に鞭毛を持つ新規不等毛植物の分類と系統

不等毛植物門において、褐藻綱と黄緑色藻綱、近年提唱されたファエオタムニオン藻綱、シゾクラディア藻綱らは単系統群を形成することが分子系統学的研究から示唆されている。この大きな系統群は細胞壁を持つという共通形質を持つが、その体制は単細胞不動性から褐藻のような多細胞体までさまざまである。褐藻類は沿岸域の重要な生産者であると同時に、陸上植物に匹敵する複雑な体制を持つことからこの褐藻-黄緑色藻系統群における体制の進化は興味深い問題である。しかし近年の分子系統解析の結果からはこれらの綱の間の系統関係は明らかではなく、またこの系統群には不等毛植物門において、祖先的と考えられる自由遊泳性の種が知られていないことから、自由遊泳性の祖先からどのように不動性単細胞、さらに褐藻のような多細胞体に至ったかは明らかではない。

今回報告する藻は、細胞壁で覆われた単細胞不動性の球状細胞期を持ち、分子系統解析や光合成色素組成の比較からこの系統群に属する新規単細胞藻であることが判明している。本研究では新たな系統解析に加え、これまで観察が困難だった遊泳細胞の鞭毛装置を含めた微細構造観察を行った。その結果、鞭毛装置構造の比較から本藻がこの系統群において独自の形質を持っていることが示された。また本藻は球状、遊泳細胞期ともに、細胞が2本の鞭毛を有し、鞭毛を含めたオルガネラの配置が共通していた。そのため本藻の球状細胞期は本質的には細胞壁に包まれた遊泳細胞であると考えられる。本藻はこの系統群において自由遊泳性の祖先から不動性単細胞に進化する中間段階の形質を残す存在である可能性がある。(*筑波大・院・生命環境, **筑波大・生命環境, ***福井大・医)

B20 ○中山 剛・雪吹直史・井上 勲：新規ピコソエカ類 *Cafeteria dimorpha* の微細構造と生活史

ストラメノパイルは、不等毛植物(褐藻・珪藻など)と共に、卵菌など従属栄養性物を含む真核生物における一大系統群である。中でもピコソエカ類はストラメノパイルの中で比較的初期に分かれたグループであると考えられていると同時に、水圏の一次消費者として極めて重要な位置を占めている。しかしピコソエカ類に関する生物学的知見はいまだ乏しい。

2002年5月、東京湾より1本鞭毛性の鞭毛虫を単離し、培養株としたが、培養の過程で *Cafeteria* によく似た2本鞭毛性の鞭毛虫が混在するようになった。再度の単離の結果も同様であり、同一種における異なる細胞相の可能性が示されたため、DNA量を測定したところ、1本鞭毛性のものが単相、2本鞭毛性のものが複相であることが示唆された。培養実験の結果、低温や培養後期では複相細胞が優占する傾向が見られた。接合やシスト形成などは見られなかった。微細構造形質を調査したところ、複相細胞は既知の *Cafeteria* のそれと酷似していた。また18S rDNA分子系統解析の結果も *Cafeteria* 属のタイプ種である *C. roenbergensis* と姉妹群を形成した。以上の結果から、本鞭毛虫を *Cafeteria* 属の新種、*C. dimorpha* として記載予定である。ピコソエカ類には1本鞭毛性の種がいくつか知られ、これらが多系統であることが示唆されているが、これは本来1本鞭毛相と2本鞭毛相をもっていったものが、種によってどちらかの相が優占するようになったものだと考えられる。

(筑波大院・生命環境)

B21 ○本村泰三・長里千香子:褐藻シオミドロ (*Ectocarpus*) の複子嚢形成, 特に鞭毛分化過程の微細構造

不等毛藻類の遊泳細胞は構造も機能も異なる2本の鞭毛を有する。長鞭毛にはマスチゴネマが付着し、短鞭毛にはフラビン結合タンパク質が局在している。鞭毛内部にはリボソームが存在していないから、構成タンパク質は細胞質で合成され、何らかの制御のもとにそれぞれの鞭毛に運搬されているはずである。2本の鞭毛の伸長と分化の過程を調べる目的で、褐藻シオミドロの複子嚢形成について急速凍結置換法を用いた電子顕微鏡観察を行った。一連の細胞分裂の後、中心子の末端にはbasal plate、付近には微小管性鞭毛根が形成され始め、中心子は細胞膜へと移動する。この時、鞭毛伸長する細胞膜と細胞壁の間隙には局所的に細胞質小胞が蓄積され始める。これらの小胞は中心子付近の微小管の突出により形成される。2本の鞭毛伸長は同時に開始される。短鞭毛の基底小体は葉緑体側に位置している。鞭毛伸長の初期からすでに長鞭毛の直径は短鞭毛のそれよりも大きくなっている。鞭毛伸長の際には、前述した間隙内の小胞が鞭毛膜と融合する像が確認された。鞭毛はそれ自体が細胞膜と細胞壁の間を伸長していくのではなく、むしろ鞭毛基底小体を含めた細胞自体が回転することによって伸長する。マスチゴネマの付着過程、フラビン結合タンパク質の集積過程については現在不明であるが、鞭毛がある程度伸長した後におこる。さらにマスチゴネマはかなり伸長した長鞭毛においても基部付近の片面だけに整然と付着していた。

(北大・フィールド科学セ・室蘭臨海)

B23 ○吉川伸哉*・渡辺正勝**・***・伊関峰生*:ミドリムシ青色光受容体、光活性化アデニル酸シクラーゼの活性化と光驚動反応の関係について

光活性化アデニル酸シクラーゼ(PAC)はミドリムシ(*Euglena gracilis*)のステップアップ光驚動反応の青色光受容体として副鞭毛体(PFB)より見出された約400 kDaのフラビントタンパク質である。PACはアデニル酸シクラーゼ活性を示し、その活性は青色光照射下において上昇する。このことからPACの活性化によるミドリムシ細胞内のcAMP量の増加がステップアップ光驚動反応を引き起こすことが推測される。我々はPACの光活性化とミドリムシの光驚動反応の関係を明らかにするため、ミドリムシから精製したPAC標品を用いた各種光照射条件下におけるPACの活性化の解析に加え、光驚動反応時におけるミドリムシ細胞内のcAMP量の変動を調べた。その結果、1) PACの活性は酵素濃度1ng/ml反応溶液では光強度 $2 \mu\text{mol} \sim 50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の範囲で光強度依存的に上昇すること、2) 刺激光として0.05秒の明暗周期の繰り返しパルス光を用いた場合も活性の上昇がみられること、3) 活性の上昇は光照射時のみに見られ、光照射を止めると活性の低下がみられること、4) PAC活性化はUV-B/CとUV-A、青色領域の刺激光で起こること、5) 青色光照射によりミドリムシ細胞内のcAMP量が増加することが示された。

(* 科学技術振興機構・さきがけ, ** 総合研究大学院大・先端科学, *** 基生研)

B22 ○木村 圭・本多大輔:黄色藻類 *Sulcochrysis biplastida* の鞭毛切断機構の解明 ~鞭毛移行部とCaイオンに対する反応性~

真核生物の鞭毛は外部環境の変化により切断されるものが知られている。鞭毛切断機構は緑藻 *Chlamydomonas* で詳しく研究されているが、他の生物についてはほとんど報告が無い。そこで本研究では、緑藻類と系統を異にする黄色藻 *Sulcochrysis biplastida* が様々な刺激で容易に鞭毛切断を起こすことに注目して、本藻について微細構造と細胞生理学的性状を調査し、*Chlamydomonas* と比較した。電子顕微鏡観察の結果、鞭毛移行部のproximal helixと鞭毛軸糸二連管のA管との間を連結する構造が見られた。また、高塩濃度処理によって鞭毛切断を起こす細胞は100%であるのに対し、EGTAでCaイオンを除去して同様の処理を行うと鞭毛切断を起こす細胞は約10%となるのが分かった。*Chlamydomonas* では鞭毛移行部の星状構造が二連管のA管に連結していること、星状構造にはCaイオン結合性の収縮タンパク質centrinが存在し鞭毛切断に関係することが示されている。すなわち、二連管のA管と連結する構造が見られる点、Caイオンが鞭毛切断に関与する点で共通点があることが分かった。しかし、鞭毛切断は*Chlamydomonas* では基板より先端側で起こるのに対し、*S. biplastida* では基部側で起こる点で異なることも分かっており、これらが相同の機構であるかについてはさらに検討が必要である。

(甲南大・院・生物)

B24 ○関田諭子*・内藤知恵**・奥田一雄*:黄緑藻トリボネマ属の一種のセルロース合成酵素複合体の構造

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、現在までの研究では、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。黄緑藻綱におけるCMFとTCの研究は、現在までに、フシナシミドロ目に属する2種、ミスコックス目に属する1種についてのみ報告がある。それらのTCを構成する顆粒は、複数列斜め階段状に配列し、扁平なりボン状のCMFを合成する。本研究は、トリボネマ目に属するトリボネマ属の一種を用いて、CMFおよびTCの構造を明らかにすることを目的とした。

トリボネマ属の一種のCMFは、幅が2-14 nm(平均6.67 nm)、厚さが2.26 nmのりボン状の形態を示した。また、TCは、原形質膜PF面にのみ存在し、顆粒が二列または三列の直線状に配列する構造であった。このTC構造は、今までに知られている黄緑藻のTC構造とは全く異なる。このことから、黄緑藻は同一系統群に異なるタイプのTCをもつ例であることが初めて明らかになった。

(* 高知大・院・黒潮圏, ** 高知大・院・理)

B25 ○長船哲齊・畠田好章：ユーグレナのLHCPIIタンパク質のゴルジ装置から葉緑体への輸送

ユーグレナのプラスチド(葉緑体)形成過程で、光化学系IIに光を集めるLHCPII分子がゴルジ装置、ゴルジ小胞を経由して葉緑体へ輸送される経路に着目し、免疫電子顕微鏡法を用いて経時的に観察した。

脂質蓄積ユーグレナ細胞を暗所で無機培地に移し、1.5%炭酸ガスを通気すると脂質の減少にともなう、暗所で葉緑体の一部が発達する。暗所144時間後の細胞に9,000ルクスの光を照射し、0時間から48時間まで経時的に採取し、包埋の後、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確認され、葉緑体包膜と融合することが分かった。ゴニオメーターを使用し、融合部位を観察すると、ゴルジ装置由来の小胞が最初に3層構造の葉緑体包膜の最外膜と中間膜とに融合する像がみられた。また、動物細胞などで報告されているmultivesicular body様の構造が葉緑体包膜に融合している像が観察された。さらに、ゴルジ装置由来の2タイプの小胞がミトコンドリア外膜と融合している像も観察された。すなわち、細胞核支配のミトコンドリアのタンパク質の一部もゴルジ装置を経由する可能性が示唆された。同時に、LHCPII分子を免疫電顕法で経時的に観察すると、ゴルジ装置のトランス面からゴルジ小胞によって、葉緑体に輸送されていることが明らかになった。以上の結果、電顕観察によって形態学的にも、LHCPII前駆体タンパク質がゴルジ装置を経由し、ゴルジ小胞から葉緑体へ輸送されることが明らかになった。
(日体大・生命科学)

B27 黒川さゆり*・生田享介**・別所義隆***・横山 茂***・○大濱 武*：種を超えて転移するミトコンドリアのgroup Iイントロンとそれを支えるホーミング酵素の長くて曖昧なDNA配列認識能

相同性の高い配列を持つgroup Iイントロンが、系統進化的に遠縁の生物種からも散発的に見いだされることが陸上植物や菌類のオルガネラゲノムDNAの解析で知られるようになった。我々はこのような種を超えたイントロンの転移が緑藻(Gene 1998, 1-7)や黄色藻(Gene 2000, 157-167)でも見られることを報告している。また、世界各地で採集された褐藻*Pylaiella littoralis*のミトコンドリアCOXI遺伝子内にあるイントロンの数や、その内部欠失が異なることを明らかにした[川井(神戸大), Muller(独)との共同研究, 未発表]。このようなイントロン転移は、ゲノムDNAの塩基特異的な切断がきっかけになって生じることがわかっている。group Iイントロンでは、その内部にコードされているホーミング酵素がゲノムDNAを特異的に切断する。従って、あるgroup Iイントロンが転移できる範囲は、そのホーミング酵素が切断できるDNA配列を持つ種に限定されると考えられる。我々は*Chlamydomonas smithii*のミトコンドリア内にあるgroup Iイントロンがコードするホーミング酵素が切断可能な配列を解析した。このホーミング酵素は、イントロンの挿入点を中心とした16塩基を認識し、高い冗長性を有していた。アミノ酸配列の変化を引き起こさないコドンの3番目などに対しては特に高い冗長性を示し、ターゲットDNA配列の多様性に対応した認識能を持っていることがわかった。
(*高知工科大学・物質環境, **大阪教育大・理科, ***理研・ゲノム構造)

B26 小泉 創*・伊藤由加*・細田定正*・渡部 覚*・後藤高紀*・白岩善博**・土屋 徹***・宮下英明***・三室 守***・山下 俊****・○小林正美*：クロロフィルの化学進化-パピインによるChl a → Chl d変換の発見-

1996年に宮下らはパラオ島の群生ホヤからChl dを主要色素に持つ海洋原核藻類*Acaryochloris marina* (*A. marina*)を発見した。Chl dは、Chl bと同様に、Chl aの酸化により生合成されていると考えられているが、その詳細は未だ不明である。最近我々は、含水有機溶媒中で、パピインがChl aをChl dに変換することを偶然発見した。パピインはプロテアーゼの一種で、活性中心にチオール基を持つ。Chl a → Chl d変換では、Chl aのビニル基がC=C結合の切断を伴う酸化反応によってホルミル基となる必要がある(-CH=CH₂ → -CHO)。この反応の基質特異性を評価するために、Chl bとPhe aを基質として、パピインによる酸化反応を検討したところ、Chl b → 3-formyl-Chl b変換はChl a → Chl d変換に比べて非常に効率が低く、またPhe a → Phe d変換はほとんど進行しないことを明らかにした。

*A. marina*にはPhe dおよび3-formyl-Chl bは存在しないことから、太古の昔にパピインような酵素によってChl a → Chl dなる化学進化が起きたのかもしれない。
(*筑波大・物質工学, **筑波大・生物科学, ***京大・地球環境, ****東京理科大・理工)

B28 ○浅井智広*・三室 守**・村上明男***：紅藻オキツノリ着生微細藻の形態的、生理的特性

淡路島江崎海岸に繁茂する真正紅藻オキツノリ*Ahnfeltipsis flabelliformis*の藻体には多くの微細藻の付着が認められる。この着生微細藻の中から、主要光合成色素としてクロロフィルdをもつ特異なシアノバクテリア*Acaryochloris* sp. (strain Awaji)を我々は単離した(Murakami et al. (2004) Science 303:1633)。混在して生育する他の紅藻類、オオバツノマタなどと比べても、オキツノリに着生する微細藻の種類や量は顕著に多い。オキツノリ着生藻としては、中心目珪藻、糸状体の緑藻、紅藻類なども見られるが、形態学的特徴からSection II (Pleurocapsales目)に属するシアノバクテリアの群生が特に目立つ。これらのシアノバクテリアは、細胞のサイズが大きい(約30 μm)、ベオシスト(内生孢子)を形成して増殖する、細胞の形状に極性が見られる、など他のシアノバクテリアには見られない特異な形質をもつ。

本研究では、北淡町江崎の人工護岸で採集したオキツノリを用いて、藻体組織内での微細藻の分布や着生様式、着生藻の細胞形態、光合成色素組成、季節的消長、などの特徴を解析した。顕微分光観察したところ、オキツノリの皮層に外生する微細藻では、細胞塊によりフィコエリスリン/フィコシアニン組成比が異なっていた。
(*神戸大・理, **京大・地球環境, ***神戸大・内海域セ)

B29 ○大久保智司*・宮下英明**・村上明男***・土屋 徹*・**・竹山春子****・三室 守* ** : 日本沿岸に生息する *Acaryochloris* spp. の地理的分布

我々は淡路島沿岸において採取した紅藻 *Ahnfeltiopsis flabelliformis* からクロロフィル (Chl) *d* をもつシアノバクテリア *Acaryochloris* sp. 淡路株を分離し、これまでに紅藻から検出・報告されてきた Chl *d* が付着シアノバクテリアに由来することを示した。本研究では、海藻に付着する *Acaryochloris* spp. の地理的分布を明らかにすることを目的とした。そこで淡路島、室蘭、伊勢・志摩、若狭湾において海藻を採取し、甲殻類等の動物を除いた後、各海藻から DNA を抽出・精製した。これを鋳型として、*Acaryochloris* 特異的プライマーを用いて PCR-DGGE 解析をおこなった。その結果、採取した紅藻、緑藻、褐藻を含むすべての海藻から 2-4 本の DGGE バンドが得られ、どのバンドも分子系統解析によって *Acaryochloris* 属と同一クレードに帰属された。これにより、*Acaryochloris* spp. は様々な海藻に付着する性質をもち、日本沿岸の広い範囲にわたって分布していることが明らかとなった。また、各海藻から色素を抽出し、HPLC 分析したところ、Chl *d* を検出できたのは一部の海藻だけであった。これは、生育地域や海藻の種類によって *Acaryochloris* spp. の存在量や付着しやすさが異なるためだと考えられる。
(* 京大院・人間・環境, ** 京大院・地球環境, *** 神戸大・内海域セ, **** 農工大院・工)

B31 ○保科 亮・鎌戸伸一郎・新村信孝: ミドリゾウリムシ: *Paramecium bursaria* と細胞内共生藻の系統

ミドリゾウリムシは、数百の緑色藻類を細胞内共生させる単細胞性の原生動物である。この共生藻は形態的特徴から *Chlorella* (Trebouxiophyceae) に近縁であり、生理特性やウイルスへの感受性からは、主にヨーロッパを分布の中心とする “Northern type” と北アメリカを中心とした “Southern type” の 2 群が指摘されている (Kvitko et al. 2001)。本研究で演者らは 18S rDNA および ITS2 領域に基づく共生藻の系統解析をおこなったところ、分析した全ての共生藻は真の *Chlorella* (Huss et al. 1999) に所属すること、日本産-中国産-アメリカ産、イギリス産-ドイツ産の共生藻がそれぞれ近縁なグループを形成することなどが判明した。またホスト側の遺伝子 (18S rDNA) を比較したところ、共生藻のケースと同様の 2 グループが認識された。縁者らの認識する 2 グループの共生藻は Northern type と Southern type に当てはまると同時に、共生藻の系統はホストの系統に依存したものであると考えられる。
(立命館大・理工・化学生物工)

B30 ○田野井孝子*・河地正伸・藏野憲秀**・渡邊 信*: 炭化水素生産緑藻 *Botryococcus* の増殖に及ぼす各種炭素源の影響

緑藻 *Botryococcus* は光合成によって二酸化炭素を固定し、炭化水素を生産するユニークな藻類で、その炭化水素は石油製品の代替品となり得るため応用利用が期待されているが、増殖の遅さから実用化には至っていない。*Botryococcus* の増殖は様々な要因により影響されるが、本研究では特に炭素源としての糖に注目し、その増殖に及ぼす影響を調査した。自然界から独自に分離した *Botryococcus* の無菌株 3 株について、炭素源として 4 種の糖 (グルコース、マンノース、ガラクトース、スクロース) と酢酸ナトリウム添加時の増殖について調べた。

培養には 24 穴培養プレートを用い、培地は AF-6 培地に各種炭素源を加えたものを使用した。温度 25°C、蛍光灯による照射条件下 (12L:12D, 65 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$) で培養し、蛍光プレートリーダーを用いて経時的にクロロフィル量を測定、これを藻体乾重量に換算して増殖速度を求めた。その結果、4 種の糖が全ての株の増殖を促進することが判明した。増殖に最も効果的な糖はグルコースであり、更にグルコースに酢酸ナトリウムを添加した条件で最も増殖が促進され、培養 9 日後の乾重量は無添加時の 7 倍に達した。以上より、糖が藻体に積極的に取り込まれること、そして酢酸ナトリウムも糖と同様に増殖を促進する効果が期待されることが、本研究により初めて示された。
(* 国環研, ** 海洋バイオテック研)

B32 須田彰一郎・古賀暢子: 沖縄島および南西諸島沿岸域のピラミモナス属について

沖縄島および南西諸島沿岸域は、サンゴ礁・島嶼域としてユニークな環境を有し、多様な生物の生育する場として重要である。しかしながら、家庭廃水や農業廃水などによる富栄養化や赤土汚染、埋め立てなどによる直接的な人為影響、さらには地球温暖化の影響とも言われるサンゴの白化現象などにより、その環境は急速に変化しつつあり、生物多様性が失われることが懸念される。一方、当該地域における微細藻類に関する情報は非常に乏しく、早急な情報の蓄積が必要である。今回、当該地域におけるブラシノ藻ピラミモナス属について報告する。

ピラミモナス属は分子遺伝学的系統解析、鞭毛装置構造、光合成色素の多様性などから緑色植物の原始的藻群と考えられるブラシノ藻類の中で *Halosphaera* 属、*Pterosperma* 属などと共にピラミモナス目を形成し、特異な位置を占めている。体制は単細胞遊泳性で、ブラシノ藻類の中では最大の約 50 種が知られており、主に海水域に生育する。

2002 年 10 月から 2004 年 12 月にかけて、沖縄島を中心に海水や砂を採取し、粗培養を行い、出現したピラミモナス様藻類の分離培養を試み、36 株を得た。現在 21 株を維持している。光学顕微鏡下での細胞の形、大きさ、培養藻体の色調、ピレノイドとデンプン粒の形態、眼点の数・位置・大きさなどの形質を既知種と比較したところ、約半数の株は未記載種であり、未記載種として 6 種以上存在する可能性が明らかとなった。現在、分子遺伝学的系統解析と微細構造の解析を行っている。

(琉球大・理・海洋自然)

B33 渡邊 信: *Follicularia* 属 (Sphaeropleales, Chlorophyceae) の系統的位

Follicularia 属は1924年に *F. paradoxalis* をタイプ種として記載された多核で球形の単細胞緑藻で、細胞は単独または寒天質に埋もれ、葉緑体は多数の多角不定形で1個のピレノイドを有し、不動胞子、遊走子で増殖する。*Follicularia* 属7種のうち、*F. starrii* (= *Planktosphaeria gelatinosa* UTEX124)、*F. maxima* (= *P. maxima* UTEX1248)、*F. botryoides* (= *P. botryoides* UTEX951) の3種の微細構造と18S rDNAの塩基配列から系統的位を推定した。遊泳細胞の鞭毛基部は直線型の配列であることから、この属はSphaeroplealesの一員である。いずれもピレノイドに細胞質が嵌入していたが、*F. starrii* はピレノイドにチラコイドが侵入する点で例外的である(Kouwets 1994)。系統樹でSphaeroplealesの23種は8つのクレードに分かれた。本属の3種は単系統のクレードを構成し、*Bracteacoccus* 属のクレードと姉妹群になった。この2属では多核細胞と多角不定形の葉緑体をもつことが共通するが、ピレノイドの有無、鞭毛の等長性、鞭毛基部の配列型などで異なる。(富山大・教育)

B35 ○仲田崇志・野崎久義: 培養株の比較研究に基づく *Hafniomonas* 属 (緑藻綱) の分類学的研究

Hafniomonas Ettl et Moestrup は4鞭毛性無壁の淡水産単細胞性緑藻類で、鞭毛基部装置の微細構造や葉緑体複製遺伝子の系統解析からはこの属が緑藻綱の基部付近で分岐した可能性が示唆されている (O' Kelly & Floyd, 1984; Nozaki et al., 2003)。一方で *Hafniomonas* 属の内部分類の研究は遅れており、培養株に基づく微細構造・分子系統の研究は11種1変種中、*H. reticulata* (Korshikov) Ettl et Moestrup と *H. montana* (Geitler) Ettl et Moestrup でしか行われていない (Ettl & Moestrup, 1980; 須田・渡辺, 1995; Nakayama et al., 1996; Nozaki et al., 2003 ほか)。

本研究では新たに国内の6地点より *Hafniomonas* 属を単離培養し、既存の *H. montana* 2株と比較観察した。これらは細胞形態、葉緑体の表面構造、ピレノイドの微細構造、眼点の層状構造、収縮胞の個数および粘液胞の含有物などに基づき4種に分けられ、新たな培養株は *H. reticulata* var. *conica* (Ettl) Ettl et Moestrup, *H. radiata* (Ettl) Ettl および未記載種に分けられた。核コードの18S rDNA および葉緑体コードの *psaB* 遺伝子の分子系統からもこれらの3種が *H. reticulata* や *H. montana* と異なる独立種であることが確認された。

(東大・院理・生物科学)

B34 ○山田敏寛*・宮地和幸*・野崎久義**: 日本新産種 *Gonium multicoccum* (緑藻綱・ボルボックス目) について

Gonium は8, 16, または32個の等長2鞭毛型の細胞が一層に配列する平板状の群体をもつことを特徴とし、主に淡水の池沼や水田土壌より採集される。世界各地より7種、日本からは3種 (*G. pectorale*, *G. viridistellatum*, *G. formosum*) が報告されている。

今回、福岡県朝倉郡の水田土壌より *Gonium* を分離・培養し、光学顕微鏡による形態観察を行った結果、これまでに日本から報告のなかった *G. multicoccum* と同定された。

本藻は8, 16だけでなく、32細胞性の群体をつくり、葉緑体の中に7-8個のピレノイドをもつ点で日本産の報告されている3種とは異なっていた。32細胞性の群体をつくる *Gonium* は2種、*G. multicoccum* と *G. discoideum* があるが、*G. discoideum* は2個のピレノイドをもち、*G. multicoccum* はピレノイドの数が最大6-12個という点で本藻と一致していた。

有性生殖はhomothallicであり、接合培地に変換後2日以内に休眠接合子を形成した。成熟した休眠接合子は平滑で肥厚した細胞壁をもち、その周囲は寒天状の基質によって覆われており、*G. pectorale* とは異なり一次細胞壁を脱ぎ捨てることはなかった。また *rbcL* 遺伝子の塩基配列を比較したところ、Nozaki & Kuroiwa (1991) が報告したネパール産の *G. multicoccum* と最も近縁であることが判明した。

(* 東邦大・理・生物, ** 東京大・理・生物)

B36 野崎久義*・Ott, F. D.**・Coleman, A. W.***: 緑藻類ボルボックス科2新種の分類学的研究

ボルボックス科の *Pleodorina* 属は球形の群体に非生殖細胞をもち、有性生殖が異形配偶である事の特徴としているが、最近の分子系統学的研究から多系統群であることが解析されている (Coleman 1999, PNAS; Nozaki et al. 2000, MPE)。従って、本属等の分類学的研究には形態学的観察と分子系統学的解析の両方が必須である。

今回我々は、形態的には *Pleodorina* と同定される2新種について報告する。第一の種は神奈川県相模湖等で発生するもので、32, 64細胞性の群体をもち、群体の前方の1/3程度の細胞が小さく非生殖細胞であった。メチレンブルーで染色すると群体のゼラチン状基質が各細胞を包囲する球形の細胞鞘となっていた。このような細胞鞘はタイプ種 *P. californica* や *P. japonica* では観察されないが、*P. indica* で亀甲状のものが観察されている。第二の種はテキサス州産で、32細胞性の群体の前方に12個の非生殖細胞をもち、群体を包むゼラチン状基質が波状である点で特異である。色素体遺伝子5個を結合した6021塩基配列を用いた系統解析を実施した結果、第一の種は *P. indica* と姉妹種となり、*P. californica* や *P. japonica* とは分離し、第二の種はこれらの2系統とは異なる基部の系統であることが判明した。これら2種の属レベルの分類を議論する予定である。

(* 東大・理、** Phycologist, USA、*** Brown University, USA)

B37 ○小野寺直子*・谷藤吾朗*・恵良田眞由美**・原 慶明*** 二次共生生物クリプト藻におけるヌクレオモルフ(共生体核)のゲノムサイズの多様性

クリプト藻のヌクレオモルフは染色体が3本で、ゲノムプロジェクトが完遂した *Guillardia theta* ではそのゲノムサイズが約550kbであることが判明している。これらの情報は数種のクリプト藻の研究によるもので、実際にヌクレオモルフの染色体数やゲノムサイズにどれほどの変異があるのか定かではない。そこで、二次的に光合成能を失った *Chilomonas paramecium* とコントロールの *G. theta* を含む5属12種を用いて、パルスフィールド電気泳動法および18SrDNAと *rbcL* をプローブとしたサザンハイブリダイゼーションでヌクレオモルフの多様性を調査した。その結果、染色体数は全て3本、それらのゲノムサイズは約530kb~810kbの範囲で変異していた。ゲノムサイズの最小値は *C. paramecium* で、最大値は *Chroomonas caudata* であった。ヌクレオモルフがなぜ残存しているかという理由の一つは、葉緑体の光合成機能維持といわれるが、光合成能を持つクリプト藻でゲノムサイズが最小の *G. theta* と *C. paramecium* のそれが僅差であることはヌクレオモルフの存在意義の再考を促すものといえる。現在、*G. theta* のヌクレオモルフに存在する約20個の光合成関与遺伝子が *C. paramecium* のヌクレオモルフにコードされているかを追及している。

(*山形大・院・理工, ** (財)地球・人間環境フォーラム, ***山形大・理・生物)

B39 ○大田修平・植田邦彦・石田健一郎：パラオ産クロララクニオン藻の1培養株の分類上の位置と生活環

本研究では、2003年にパラオ周辺海域より採取されたコナミウチワを粗培養後、分離したクロララクニオン藻の培養株について、ビデオ顕微鏡法での生活環の観察、微細構造の観察、および18S rDNAの系統解析を行なった。

本藻のピレノイドとヌクレオモルフの微細構造の観察の結果、本藻は *Gymnochlorella* 属に分類されることが分かった。

栄養細胞は仮足を放射状にのばすアメーバ状で、二分列により増殖した。しかし、同じカルチャー内に、扁平で、匍匐運動をしない細胞 (flattened amoeboid cell) もわずかに混在していた。この細胞は、細胞分裂の後、一方はflattened amoeboid cellのままであるが、もう一方は通常のアメーバ状細胞となった。また、*Gymnochlorella* 属の唯一の既知種 *G. stellata* より報告された巨大多核細胞の形成 (金田ら2000, 日本藻類学会) は観察されなかった。また、本藻は *G. stellata* より、細胞直径がわずかに小さく [7-(9.7)-14 μm]、核小体内の電子密度の高い顆粒の存在位置が、両種で異なる。これらの形質を総合すると、本藻を *Gymnochlorella* 属の新種とするのが妥当であると考えられ、18S rDNAによる系統樹もこれを支持した。

(金沢大・院・自然科学)

B38 ○小池さやか*・小藤累美子**・石田健一郎**：クロララクニオン藻のヌクレオモルフゲノムサイズの多様性

クロララクニオン藻は、ケルコゾア類に属する無色アメーバ鞭毛虫が緑藻を取り込んで4重包膜の葉緑体を獲得した二次共生由来の生物である。各葉緑体には、取り込まれた緑藻の痕跡核であるヌクレオモルフ (Nm) が付随している。Nmは真核的な構造の直鎖状染色体を3本もち、そのゲノムサイズは500kbp以下と非常に小さい。

Nmは、二次共生の過程で共生藻がオルガネラ化する際の共生藻核ゲノムの変化、およびホスト核への細胞内遺伝子転移等を知る上で重要な細胞内小器官である。これまでに、クロララクニオン藻の比較的近縁な3属においてNmゲノムサイズに違いがあることが報告されている。しかし本藻群全体での多様性は明らかではなかった。

本研究では、クロララクニオン藻の全既知系統群のNmゲノムサイズの多様性と進化傾向を明らかにすることを目的とした。そこで、Nmゲノムサイズの調査が行われていない系統群に属する3種について、パルスフィールド電気泳動法とサザンハイブリダイゼーション法を用いてNmゲノムサイズを推定した。過去の報告と合わせると、クロララクニオン藻のNmゲノムサイズは約380~455kbの範囲となった。また核コード18SrDNAの分子系統樹 (大田 2004 日本植物学会) との比較から、Nmゲノムサイズの変化が各系統群で独立に起こった可能性が示唆された。

(*金沢大・理・生物, **金沢大・院・自然科学)

B40 ○佐藤繭子・西川壽一・山崎誠和・河野重行：灰色藻 *Cyanophora paradoxa* のシアネレ分裂の動態とFtsZリング形成

灰色藻の葉緑体 (シアネレ) は二重包膜の間にペプチドグリカン壁が残存するなど、原始的な形態をとどめた葉緑体である。そのため、シアネレ分裂では通常の葉緑体に比べ、原核型葉緑体分裂遺伝子の役割が大きいと考えられる。原核型葉緑体分裂遺伝子の一つである *FtsZ* の関与を調べるため、緑藻 *Nannochloris bacillaris* の抗 *FtsZ* 抗体を用いて、遊泳性の灰色藻 *Cyanophora paradoxa* のシアネレを間接蛍光抗体染色した。シアネレの分裂面にリング状構造が観察された。*FtsZ* の蛍光は、最初にシアネレ分裂面の片側に現れ、次いで包膜の陥入が始まる頃に *FtsZ* の帯が伸びてリングを形成する。*FtsZ* リングが収縮して、シアネレはダンベル型になる。葉緑体内包膜の陥入が終了する頃になると、*FtsZ* リングは2つに縦裂し娘シアネレに分配される。分配された後も *FtsZ* は収縮を続け、1つのドット状の輝点として見えるようになり、最終的には消滅する。シアネレ分裂完了前に、次の分裂面に *FtsZ* が現れているシアネレが観察されることがあった。この場合、娘シアネレの分裂は、母シアネレの分裂面に対し垂直な面で起こっていた。こうした分裂面の入り方は球形のシアノバクテリア *Synechocystis* sp. でも報告されている。ペプチドグリカン合成を阻害する抗生物質でシアネレ分裂を阻害することができる。分裂を阻害されたシアネレの *FtsZ* リング形成についても報告する。

(東大院・新領域・先端生命)

B41 ○富谷朗子*・Paula S. Duggan**・David G. Adams**：糸状性シアノバクテリアのホルモゴニア形成を制御する新規遺伝子の単離とその解析

シアノバクテリアは形態的多様性に富む生物群である。そのため、形態的特徴は分類の重要な基準のひとつとして扱われてきた。中でも糸状性シアノバクテリアは、環境条件に応じて細胞が4種類（栄養細胞、異質細胞、アキネート、ホルモゴニア）に分化し、発生学的・進化的に興味深い。

本研究では、ホルモゴニア形成の分子機構を解明するため、糸状性シアノバクテリアのモデル生物である *Nostoc punctiforme* ATCC29133 株を材料に分子遺伝学的手法を用いて、新規遺伝子の単離と解析を行った。

ホルモゴニアは同調的分裂により形成される、運動能力を獲得した一時的な細胞群であり、栄養条件や光環境の変化や共生宿主である植物の存在によって誘導されることが知られている。ホルモゴニア形成の分子レベルでの制御機構の解明は、シアノバクテリアの形態的多様化の背景や、植物との共生関係の成立過程を考える上で重要な手がかりとなることが期待される。

(* (独) 海洋研究開発機構・地球内部変動研究セ,
**University of Leeds, UK)

B42 ○岡田克彦・平野昌行・増井 幸・松本玲奈・都筑幹夫：遺伝子破壊株を用いたシアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC6803 の乾燥耐性の解析

微細藻類やシアノバクテリアは水中で生育しているものが多いが、木や土の表面などの気生の状態で生育しているものもある。また、水界の中でも渇水などにより、しばしば脱水・乾燥ストレスを受ける。これまで、乾燥ストレスは高塩濃度や高浸透圧などのストレスと異なり知見がほとんどない。本研究ではシアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC6803 を用いて、乾燥ストレスに応答する遺伝子を解析した。乾燥ストレス処理は細胞の懸濁液を吸引濾過によりメンブレンフィルター上にシート状に付着させ、湿度85% 気温34℃の大気中でインキュベートすることにより行った。まず、乾燥ストレスに応答する遺伝子を同定したところ、糖の合成に関与する *sll10045* などが見いだされた。それらの遺伝子の発現の解析を行ったところ、高塩濃度ストレスや浸透圧ストレスでも発現するものと、乾燥処理でのみ発現が増加するものが見いだされた。このことから、乾燥ストレスへの応答は高塩濃度や高浸透圧へのストレス応答が複雑にからみ合ったものであると考えられる。乾燥応答遺伝子を破壊した変異株を用いて、乾燥ストレス処理後のプレート上でのコロニー形成率を求めた。その結果、*sll10045* は乾燥耐性に関与することが明らかとなった。

(東京薬大・生命科学)

B43 ○田辺雄彦・渡辺 信：Clonal vs. panmictic シアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* の遺伝構造

バクテリアは一般に二分裂によって無性的に増殖することから、遺伝的にほぼ均質な個体が自然集団を構成する、すなわち“clonal”な遺伝構造を有するというのが90年代初頭までの通念であった。しかしながら最近の研究によれば、個体間でプラスミド等の染色体外遺伝因子を介した遺伝子の組み替え(recombination)が高頻度で起こった結果、有性生殖時に期待されるような、すなわち“panmictic”な遺伝構造を有するバクテリアの種もあることがわかってきている。このような遺伝構造の解析の対象は、応用上の必要性からこれまではほとんど病原性バクテリアに限られており、シアノバクテリアのようなfree-livingなバクテリアの遺伝構造については現在までほとんど解析されていない。今回、湖沼にアオコを形成するシアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* を対象に、主に日本からの分離株についてゲノム中7箇所遺伝子座の塩基配列を決定し、これらを基に各対立遺伝子間の連鎖不平衡のレベルを調べた。この結果から本種シアノバクテリアにおけるrecombinationの遺伝構造への影響を考察したのでこれについて示す。

(国環研)

P01 中澤千紘*・○林八寿子**：緑藻におけるCOXサブユニット遺伝子の存在部位と系統進化

ミトコンドリアはもともと独自の遺伝子を持っていたが、共生の過程で遺伝情報の大部分を失うか、または核(宿主ゲノム)へ移行させている。しかし、ミトコンドリアには遺伝暗号変異が知られており、そのような種では、ミトコンドリア遺伝子が単純に核へ移行してもその遺伝子は正しく機能することができない。そのため、ミトコンドリアの遺伝暗号変異は、遺伝子の核移行の障壁となるはずである。チトクロームcオキシダーゼサブユニットのうち、*cox1*は全真核細胞においてミトコンドリアゲノム上に存在するが、緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* では、*cox2* と *cox3* は核ゲノム上に移行している。緑藻 *Scenedesmus obliquus* においては、ミトコンドリアゲノム上には *cox2* の後半部分が存在しないことが明らかとされている。この *S. obliquus* は、ミトコンドリアに遺伝暗号変異がある。そこで、*S. obliquus* や *C. reinhardtii* の近縁の緑藻8種について *cox2* と *cox3* の遺伝子の構造とミトコンドリアの遺伝暗号変異の有無を調べ、その存在部位を類推した。解析した遺伝子はすべてミトコンドリアゲノム上にあると推測された。また、*Coelastrum microporum* と *Kirchneriella lunaris* については、新しい遺伝暗号変異や *cox2* の後半部分がミトコンドリアゲノム上に無いことが分かった。これらの結果から、ミトコンドリア遺伝暗号変異とミトコンドリア遺伝子の核移行時期との関係について考察する。(*新潟大院・自然科学, **新潟大・自然科学系)

P03 ○吉井幸恵*・秦千夏子**・吉井 裕*・中山 剛**・井上 勲**：東京湾産新種プラシノ藻の系統分類学的研究

緑色植物門プラシノ藻綱は、その多くが単細胞遊泳性の藻類で、緑色植物の中でも原始的な一群であるとされている。

2003年8月、著者らは東京湾海水から新種プラシノ藻を発見した。本藻の細胞は豆型(長径5-10 μm)で、細胞背側に杯状葉緑体が1つ、その中央にピレノイドが1つ存在していた。また、眼点を欠き、細胞腹側から4本の等長鞭毛(20-40 μm)が生じていた。細胞・鞭毛表面には複数種の鱗片が確認でき、これらはピラミモナス目 *Pterosperma cristatum* の鱗片に類似しているが、若干の差異が認められた。また、*P. cristatum* は鞭毛打による後方遊泳しか行なわないのに対し、本藻は後方遊泳に加え放射状に広げた鞭毛を鞭毛打させる前方遊泳を行なった。さらに、本藻は不動胞子であるファイコーマを形成した。ファイコーマの表面構造はプレロスペルマ科において重要な分類形質として知られ、*Pterosperma* 属の場合は翼状の構造物が存在する。一方、本藻のファイコーマ表面には翼はなく、代わりに大小2種類の刺状突起が見られ、孔はなかった。こうしたファイコーマの形態は他に報告がない。また、18S rDNA塩基配列を決定し系統解析を行なったところ、本藻は *P. cristatum* と姉妹群を形成したが、1752塩基中39塩基の差異が見られた。以上の結果から、本藻をピラミモナス目内の新属新種として分類するのが適当であると結論付けた。

(*福井大・医, **筑波大・生物)

P02 ○半田信司*・大村嘉人**・中原美保***・坪田博美***・河地正伸**・中野武登****：気生藻 *Prasiolopsis ramosa* (トレボウクシア藻綱, カワノリ目)の形態と系統的位置

カワノリ目は、4属を含むカワノリ科1科からなり、海産、淡水産藻類、気生藻として20種以上が知られている。カワノリ科の *Prasiolopsis ramosa* は岩上、樹皮上から報告されている気生藻で、細胞はポケット状に集合あるいは枝分かれした糸状体となり、群体を形成する。群体は生長すると腕状に伸び、肉眼的なコロニーとなる。

本研究では、*P. ramosa* を日本新産として広島市のニセアカシアなどの樹皮から確認し、野生状態および培養状態の形態観察を行うとともに、*rbcl* 遺伝子による系統解析を行った。その結果、*P. ramosa* は培養状態、野生状態ともに同様の形態的特徴を示し、単細胞あるいは糸状体の *Stichococcus* 属と、葉状体を形成する *Prasiola* 属との中間的な体制を持つことが確認された。また、系統解析の結果、*P. ramosa* は *Prasiola* 属および *Rosenvingiella constricta* と同一のクレードに含まれた。このクレードを構成する種は、星型の葉緑体を持つという形質で特徴付けられる。さらに、*Stichococcus bacillaris*, *S. ampulliformis* や、ポケット状群体を形成する *Diplosphaera chodatii* とも近縁であることが示された。

(*財)広島環境保健協, **国環研, ***広島大・院理・生物科学, ****広島工大・環境・環境情報)

P04 ○大塚泰介*・有田重彦**・中井大介***・戸田 孝*：円弧構成モデルにもとづく *Navicula viridula sensu lato* の計量形態学的解析

Navicula viridula sensu lato, すなわち *N. viridula* (Kütz.) Ehrenb. およびその変種とされてきた一群の珪藻は、殻の基本的な構造が互いにほぼ同じであり、質的形質による区別は困難である。しかし最近これを、主に量的形質に基づいていくつかの種に分ける考え方が広まってきた(例えば Lange-Bertalot 2001)。そこで本研究では、西日本の河川で採集された *N. viridula sensu lato* の顕微鏡写真を計量形態学的に解析し、種の判別を試みた。

殻の外形を、有田・大塚(2004)の円弧構成モデルに基づいて定量化した。これは、珪藻の殻外形を、互いに滑らかに接合する複数の円弧の組み合わせとして捉えるモデルである。本研究で検討対象とした全ての殻の外形は、殻央付近の殻縁を構成する主円弧、殻端付近を構成する極円弧、および主円弧と極円弧をつなぐ凸と凹の2つの副円弧の、計4つの円弧に近似的に分解された。他の量的形質として、条線の密度、条線が頂軸となす最大角度、および胞紋の密度を用い、量的形質の多変量同時分布を明らかにした。

解析の結果、西日本の河川に生息する *N. viridula sensu lato* は少なくとも7種に分けられることがわかった。また、そのうち2種については新種である可能性が高い。

(*琵琶湖博物館, **たんさいぼうの会, ***京大院・農)

P05 ○坂口美亜子・中山 剛・橋本哲男・井上 勲：18S rRNA, チューブリン, 及びアクチン遺伝子に基づく太陽虫 *Raphidiophrys contractilis* の分子系統解析

太陽虫は、軸足とよばれる仮足を細胞体から放射状に伸ばした特有の形をしており、その形態的特徴からアメーバや放射虫と共に肉質虫類 (Sarcodina) に分類されていた。近年分子データによる解析から、太陽虫のうち2目はリザリア (Rhizaria), 1目はストラメノパイル (stramenopiles) に含まれることが明らかとなったが、有中心粒目 (Centrohelida) 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* を材料として分子系統解析を行った。

α -チューブリン, β -チューブリン, 及びアクチン遺伝子配列の結合データを基にしたML法による系統解析の結果, Centrohelidaは紅藻 (Rhodophyta) と最も高い近縁性を示したが, WSH及びAU検定の結果からアメーボゾア (Amoebozoa) と姉妹群になる可能性も否定されなかった。さらにWSH検定の結果から, Amoebozoaあるいは緑色植物 (Viridiplantae) の分岐前後にCentrohelidaが位置する可能性も否定されなかった。これらの結果から, CentrohelidaがRhodophytaあるいはAmoebozoaと姉妹群であること, または分子系統上AmoebozoaとRhodophytaとの分岐間に位置することが考えられ, Centrohelidaがバイコンタ (bikonts) の中でも初期に分岐した生物群である可能性が示唆された。

(筑波大・生物科学系)

P07 ○辻 彰洋*・谷村好洋**：シーボルトが持ち帰りC. G. Ehrenbergが研究した微細藻類で日本最古と考えられる標本について

日本の微細藻類フロラの研究のためには、日本を含む東アジアから新種記載された種のタイプ標本調査が欠かせない。そのため、演者らは、Skvortzow, Hustedt, Meisterらの標本調査を行うと共に、奥野春雄, 平野実, 市川渡, 金谷太郎氏らの標本を整理してきた。

日本からの微細藻類の古い記録としては、Ehrenberg (1854) の "Mikrogeologie" 中の記載, およびBrun (1889) の "Diatomees Fossiles du Japon" の記載がある。このうち, Brun (1889) が記載した "Sendai" および "Yedo" からの分類群については、原試料が見つかり、秋葉らによって解析が進められている。

今回、新たにベルリン自然史博物館にEhrenberg (1854) の日本産原試料19本と原スライド (マイカ) が保存されていることが明らかになった。原試料には "Hrn. v. Siebold" の採集者の記載とシーボルト自身によると思われるサインが見つかった。

これらの試料について原スライドの検鏡および原試料から新たに処理・作成したスライドを用いて、Ehrenbergが日本から記載した種の検討を行った。

本発表では、これらの試料の検鏡結果について報告すると共に、Ehrenberg (1854) が日本から記載した新種の分類学的検討を行いたい。

(*科博・植物, **科博・地学)

P06 ○西川壽一・佐藤繭子・梶谷博之・河野重行：二次共生藻から見た葉緑体とミトコンドリアの原核型分裂遺伝子 *FtsZ* の進化

原核生物の細胞分裂遺伝子の1つである *ftsZ* は、原核型オルガネラ分裂遺伝子として、真核生物になっても葉緑体とミトコンドリアの分裂に関与している。葉緑体 *FtsZ* としては、藻類を含む緑色植物でZ1とZ2型が、紅藻と二次共生藻 (黄金色藻, 珪藻) では紅藻型ともいべき *FtsZ* が見出されている。一方、ミトコンドリア *FtsZ* としては、原始紅藻と二次共生藻で、 α -プロテオバクテリアの *ftsZ* に類似したものが見出されている。今回、黄緑藻 *Tribonema aequale* とハプト藻 *Isochrysis* sp., *Isochrysis galbana*, *Emiliania huxleyi*, ユーグレナ藻 *Euglena gracilis* var. *bacillaris* から、*FtsZ* の葉緑体型5種類と、ミトコンドリア型6種類を単離した。SignalPやChloroPで解析した結果、*Isochrysis* sp. の葉緑体型 *FtsZ* のN末端には、一次共生藻に見られる葉緑体移行配列に加え、ER移行のためのシグナル配列が付加されていた。この *FtsZ* は、葉緑体4重膜を通過し、葉緑体に移行するタンパク質をコードしており、陸上植物や紅色植物と同様に、葉緑体の分裂に関与しているものと考えられる。系統樹からミトコンドリア型とされた *FtsZ* には、TargetP解析の結果、ER移行シグナル配列はなく、ミトコンドリア移行配列と考えられる配列があった。

(東大院・新領域・先端生命)

P08 ○堀口法臣・石田健一郎・坂本敏夫・和田敬四郎：陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) においてみいだされた遺伝的多様性と他の *Nostoc* 属との関係を探る試み

Nostoc 属は群体基質中に糸状体が集合しているという形態的特徴をもつラン藻である。有効な識別形質が少ないことに加えて、生育環境によって形態が変化する場合があり、従来からの識別形質は *Nostoc* 属内の種の同定に有効なのかという疑問が生じている。これまでに被子植物であるグンネラ属や地衣類などに共生している *Nostoc* spp. のほとんどについてはその形態から自由生活を営む *Nostoc punctiforme* と近縁な分類群に属するものであると言われてきた。また、現段階では、細胞の大きさとアキネートの有無だけを識別形質として *N. commune* と *N. punctiforme* の区別ができない。我々がこれまでに陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) についての分子系統解析を行った結果、*N. commune*, *N. punctiforme* および地衣共生 *Nostoc* spp. はひとつの単系統群を形成し、それぞれのクレードを形成しないことがわかってきた。これは、*N. commune* のなかに自由生活から共生生活に転換したものがいる可能性を示唆する。今後の課題として *N. commune* を分類するための適切な生理学的・形態学的識別形質があるのかどうかを調べる必要がある。さらに *N. commune* と他の *Nostoc* 属の関係を解明することをめざして地衣共生 *Nostoc* spp. を含めて *Nostoc* 属内の系統関係を解析する。

(金沢大・院・自然科学)

P09 ○石川依久子*・中村津由美**・安部 浩***：藍藻 *Phormidium* の根圏における動態と機能

貧栄養土壌に、土壌改良剤「G-star」を施用すると、収量、品質ともに優れた作物が得られるが、同時に、その土壌が緑色化する傾向が見られる。緑色化の要因は、*Phormidium* の増殖であった。このことから土壌藍藻が、農作物に有為な環境を導いていると判断され、根圏における *Phormidium* の動態と作物への関与を実験検討した。滅菌砂丘砂に「G-star」を混入して小松菜を播種すると実生の生育は促進されるが、これに、別途培養した *Phormidium* を添加すると生育はさらに促進された。滅菌砂丘砂を無菌寒天に代え、粉剤「G-star」を水抽出液 (Gex) に代えて実験系とした。*Phormidium* は Gex のみで培養した。作物の生育は Gex 濃度に依存し、*Phormidium* の増殖は Gex 3 倍液まで加速された。寒天培地に生育する実生の根に *Phormidium* が集積することがみられるので、根圏の *Phormidium* の動態をタイムラプスビデオで追った。個々の藻体を明瞭に観察するためにスライドグラス上に根片と藻体をおき、落射型蛍光顕微鏡を用いて映像をとらえた。*Phormidium* 糸状体は根に向かって滑走運動し、2-3 時間後には根片を厚く覆った。*Phormidium* を誘引する物質 (または環境) について研究中である。また、集積した *Phormidium* の分泌物が作物の生長促進作用をもたらしていることが示唆されるので、この物質についても研究中である。
(*東学大・非常勤, ** (株)みどり共生, ***農工大・生命農学)

P11 ○山本芳正・中原紘之：2 種の *Scenedesmus* 属緑藻の増殖と環境要因の関係

Scenedesmus 属は湖沼や水田など幅広い淡水域に出現する植物プランクトンである。2003年10月以降京都大学構内の人工池においておこなってきた定期観測によると、本調査地には *S. brasiliensis* が夏季に比較的高い密度で存在する一方、共存する *S. acutus* の密度は低く抑えられていることがわかった。本研究ではこのような密度の違いが両種の環境要因に対する反応性の相違に起因するものと仮定し、様々な水温、照度、日長時間、pH および窒素・リンの濃度条件の下でこれらの培養株の増殖特性を調べた。

25°C, 90 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (14L:10D), pH 7.0, 2.26 mmol N l⁻¹, 0.174 mmol P l⁻¹ で培養した時の *S. brasiliensis* と *S. acutus* の比増殖速度 (μ) は、それぞれ 0.98 - 1.2 d⁻¹, 0.95 - 1.1 d⁻¹ であった。*S. brasiliensis* は高照度条件では μ が上昇したが、*S. acutus* は上昇しなかった。5段階の水温条件の下で日長時間を変えて培養したときの μ の最大値は、*S. brasiliensis* は 32°C (14L:10D) または 26°C (10L:14D) で得られた。一方、*S. acutus* の場合、日長時間に関らず 26°C で得られた。低 pH 条件 (< 6.8) では *S. acutus* は μ が低下した。調査地の pH は 6.4 - 7.0 であったが、このような pH 条件は *S. acutus* の増殖には不利であると考えられた。(京大・院・農)

P10 ○宮下英明*・大久保智司**・村上明男***・三室 守*:**：分離源の異なる *Acaryochloris* 株の比較

最近我々は、*Acaryochloris* sp. が淡路島の海藻表面に存在することを明らかにした。本研究では、室蘭沿岸から Chl *d* 生産株を分離し、パラオ、淡路島の各沿岸から分離した株と分子系統学的位置、生育特性をそれぞれ比較し、株間に形質の違いがあるかを明らかにすることを目的とした。海藻表面からの微細藻類の分離は、葉上動物を除去した後、メスで細断した海藻片を、IMK 培地 (日本製薬) 中で、室温、光照射下 (蛍光灯, 14/10 明暗サイクル) で培養後、現れた緑色コロニーを分離して Chl *d* 生産株を得た。HPLC によって色素組成を比較した。顕微鏡下で細胞サイズを計測した。SSU rDNA 断片約 1.25 kbp の配列を決定し、分子系統解析した。15-35°C 間の生育を比較した。その結果、室蘭株も Chl *d* を主な色素とし *Acaryochloris marina* MBIC11017 株の色素組成と一致した。細胞は短径 2.5-3 μm 程度の楕円球形の単細胞体で、パラオ株や淡路株にくらべ大きかった。SSU rDNA 配列は MBIC11017 株と 99% 前後の相同性であった。分離源に関わらず全ての株において至適生育温度が 30°C であった。室蘭株、淡路株は、35°C 下では白化した。これらの結果から分離源の異なる 3 株は、分子系統位置が同じである一方で、細胞形態や生育温度特性に若干の差異があることがわかった。

(*京大院・地球環境, **京大院・人間環境, ***神戸大・内海城セ)

P12 阿部信一郎：流速と栄養塩濃度の違いが河川付着藻類群落の発達に及ぼす影響

水流は、物理的剥離により河川付着藻類群落の生長を抑制する一方、栄養塩のとりこみ速度を高め、群落の生長を促進する効果を併せ持つ。しかし、水流による生長促進効果は、流水中の栄養塩濃度により変化することが予想される。そこで、流速 (120, 59, 26 cm/s) および PO₄-P 濃度 (129, 45, 13, 3 $\mu\text{g/L}$, N/P 比一定) を調節した人工水路を用いて実験を行い、付着藻類群落の発達に及ぼす流速と栄養塩濃度の影響について調べた。各実験条件下の水路に発達した付着藻類群落の現存量時間変化をロジスティック式に当てはめ、増加速度 (μm) および最大現存量 ($B\text{m}$) を推定した。その結果、 μm および $B\text{m}$ は PO₄-P 濃度 13 $\mu\text{g/L}$ 以上で共に飽和し、 μm は流速が高いほど低下する傾向が認められた。一方、 $B\text{m}$ は、飽和 PO₄-P 濃度条件下では流速が高いほど低下したが、低い濃度 (3 $\mu\text{g/L}$) では流速が高いほど増加する傾向が認められた。栄養塩濃度が未飽和の条件下では、水流による生長促進効果が顕著に表れるものと考えられる。(中央水研)

P13 ○高島 央・石田健一郎:ラムサール条約登録湿地片野鴨池と周辺2池の微細藻類相

石川県加賀市にある片野鴨池は、伝統的鴨漁である坂網漁が現在でも行われる貴重な湖沼の一つで、江戸時代より人の立入が制限されてきた。また、1993年にはラムサール条約の登録湿地となり、池周辺環境の保全のための様々な調査研究等が行われている。しかし、水圏生態系の重要な構成要素である藻類に関する調査研究は全く行われていない。そこで、藻類を含めた片野鴨池生態系の包括的な理解への第一歩として、片野鴨池の微細藻類相の調査を行った。また、近隣にあり、様々な環境が片野鴨池と異なる2池(下福田貯水池、犬沢池)についても調査し、片野鴨池との比較を行った。

調査は、片野鴨池への立入りが許可される4月~9月(2004年)の期間、各池に複数の定点を設け、約2週間毎に行った。観察は、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡を用いて行った。

その結果、片野鴨池では76種、下福田貯水池では48種、犬沢池では21種が確認され、片野鴨池における微細藻類の多様性が高い傾向が見られた。また、片野鴨池では灰色藻3種(*Cyanophora biloba*, *C. paradoxa*, *Glaucocystis nostochinearum*)を確認できた。片野鴨池と下福田貯水池は用水により繋がっているにも関わらず、出現種に違いが見られた。また、下福田貯水池では特定の種だけ優先することが度々あり、アオコも発生した。犬沢池は種数が他の2池と比較すると少なかった。この池が他の池との交流が少ないことによるものと推測できる。

(金沢大・院・自然科学)

P15 ○岩本理恵*・泉井直子*・津田正史*・小林淳一*・勝又和人**・堀口健雄**：系統解析に基づいた抗腫瘍性マクロリドを生産する *Amphidinium* 属渦鞭毛藻の迅速探索法の開発

*Amphidinolide*類は、海産扁形動物 *Amphiscolops* sp. の体内に共生する渦鞭毛藻 *Amphidinium* sp. が生産するマクロリドであり、培養腫瘍細胞に対して強力な細胞毒性を示すことが知られている。本研究では、当研究室で保有する *Amphidinium* 株について18S rDNA配列の違いを解析し、マクロリド生産能を有する *Amphidinium* 株の迅速的な探索法を検討したので報告する。

18S rDNA 系統解析の結果より、マクロリド生産能を有する株は、マクロリドを生産しない株と異なる系統に属することが判明し、遺伝子配列の相違に基づいてマクロリド生産能をもつ株に特異的な遺伝子プローブを設計した。新たに分離した *Amphidinium* 株について予備培養後、PCR, dot blot hybridization および FISH 法を検討した。その結果、数種の *Amphidinium* 株について *Amphidinolide* 生産能を有することが示唆され、これらの株の抽出物について *Amphidinolide* 類の生産を分離分析的手法により確認した。FISH 法は、マクロリド生産能の有無を簡便な操作で検出することが可能であった。さらに、渦鞭毛藻1個体を用いたPCR (single-cell PCR) を適用することで、*Amphidinolide* 生産能を有する *Amphidinium* 株のより迅速なスクリーニングが可能となった。(*北大院・薬, **北大院・理)

P14 ○下永高弘*・金子美樹*・藤原祥子*・桜井 彩**・中村保典**・都筑幹夫*：原始紅藻 *Porphyridium* におけるアミロース合成

高等植物や緑藻類のデンプンはアミロペクチンとアミロースからなる。しかし、紅藻類では一部の微細紅藻類にアミロースをもつとの報告があるものの、貯蔵多糖の構造とその生合成系に関してはほとんど調べられていない。

本研究では、*Porphyridium purpureum* (原始紅藻亜綱チノリモ目) を用いてアミロースの存在の確認を行うと同時に、アミロース合成に関与すると考えられるデンプン粒結合タンパク質を見出し、その基質特異性を検討した。紅藻類は高等植物のデンプン合成とは異なり、基質としてUDP-glucoseを用いるといわれている。そこで、デンプン粒結合タンパク質のデンプン合成酵素活性を調べたところ、ADP-glucoseとUDP-glucoseともに活性は観察されたがUDP-glucoseを基質として用いた方が高い活性が得られた。緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* では、同様の実験でADP-glucoseを基質として用いた方が高い活性が得られた。以上のことから紅藻のアミロース合成の基質はUDP-glucoseである可能性が示唆された。

また、*Cyanidium caldarium* の貯蔵多糖はシアノバクテリアのグリコーゲン型に近かったことから、原始紅藻内で貯蔵多糖に多様性があることが示唆された。

(*東薬大・生命, **秋田県大・生物資源)

P16 ○御園生拓・梶 里早:水素生産に向けたシアノバクテリアの *hox* 遺伝子の解析

水素生産能力を持つ生物による水素生産は、環境調和性に優れた水素供給システムとして注目を集めている。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 *Spirulina platensis* N-39 株を選び、水素生産に向けた培養および代謝制御法の開発を目指している。

シアノバクテリアは光合成とカップリングして水素ガスを発生することが知られている。この水素生産経路にはヒドロゲナーゼ及びニトロゲナーゼが関与しているが、さらにヒドロゲナーゼには、取り込み型 (Hup) と双方向型 (Hox) の二種類がある。ところが、昨年の本大会で報告したとおり、本株にはHupが存在しないことが示唆されているので、今回確認したこの株の水素発生 ($6.2 \text{ nmol H}_2 \mu\text{g Chl } a^{-1} \text{ day}^{-1}$) は、Hoxのみによるものであると考えられる。そこで、今回はHoxをコードする遺伝子についての解析を行った。

まず、本株を通常のSOT培地で培養し、得られたバイオマスの対数増殖期初期のものからDNAを抽出した。抽出には、キサンタン酸カリウム-SDS (XS) 法にさらにCTAB処理を加えることで、PCRや制限酵素処理を行える純度のDNAを得ることができた。このDNAを用いて、Hoxヒドロゲナーゼ部位のサブユニットをコードする *hoxH* および、*hoxY* 遺伝子についてPCRによる増幅・塩基配列解読を通じた構造解析を進めている。この酵素の発現量などを上げることで、水素生産効率を上げることができよう。

(山梨大・院・医工総合)

P17 ○谷内由貴子・大城 香:海産単細胞ラン藻(*Gloeothece* sp. 68DG株)の窒素固定酵素関連遺伝子の解析

窒素固定酵素関連遺伝子(*nif*遺伝子)は、窒素固定酵素(ニトロゲナーゼ)のFe-タンパク質 α サブユニットとFeMo-タンパク質アルファ、 β サブユニットをそれぞれコードする*nifH*, *nifD*, *nifK*遺伝子の近傍に19~30(ORF含む)存在することが知られている。ヘテロシストを形成する*Anabaena* sp. PCC7120株では、15の*nif*遺伝子が3つのオペロンを形成し、*nifHDK*オペロンには転写時に切り出される約11kbの挿入配列が存在することが報告されている。本研究では、好気条件下で窒素固定をおこなう単細胞ラン藻*Gloeothece* sp. 68DG株を窒素固定条件と非窒素固定条件で培養し、それぞれの細胞から抽出したDNAを用いて*nifHDK*近傍約10kbの塩基配列を決定し、(1) *nifHDK*オペロンに挿入配列は存在しない、(2) *nifH*, *nifD*, *nifK*は既報の窒素固定ラン藻の*nifH*, *nifD*, *nifK*とそれぞれ85, 82, 80%以上の相同性を示す、(3) Feタンパク質とFe-Moタンパク質の複合体形成に関わる領域のアミノ酸配列は他の窒素固定生物と高い相同性(90%以上)を示す、(4) *nifHDK*オペロン上流には*nifS-nifU-orf1-nifB*と相同性(53%~76%)を示す4つのORFが、下流には*nifE*と相同性(75%)を示す1つのORFが存在することを明らかにした。(福井県大・生物資源・海洋生物資源)

P19 ○上井進也*, 小松輝久**, 立川賢一**, 王 偉定***, 川井浩史*, 鯉坂哲朗****:東シナ海における流れ藻(アカモク)の遺伝的, 形態学的多様性について

毎年春期になると東シナ海に大量の流れ藻(多くがアカモク)が出現する。中国起源ともいわれているが明らかにされていない。今回東シナ海の流れ藻(アカモク)の形態的特徴およびミトコンドリアゲノムのtTrp-tLeu領域を日本各地、および中国(舟山諸島)のアカモク集団と比較し、その起源地の推定を試みた。形態学的形質は特に葉、気胞、および生殖器床について、各集団100個体以上の測定値に基づき統計処理を行い詳細に調べた。流れ藻および中国や日本各地の集団では集団間に大きな違いは見られず、集団内に大きな変異がみられた。生殖器床の先端からさらに枝を伸ばす特殊形態が流れ藻(雄)に見られたが、これと同じものが熊本県天草の集団(雌・雄)でもみられた。遺伝的解析では中国と日本各地、特に日本海沿岸の集団とについて調べた結果、中国のサンプルの半数以上は日本沿岸ではみられないハプロタイプであった。また東シナ海の流れ藻は全て同じハプロタイプであったが、このハプロタイプは中国ではみられず、九州西岸(長崎)の集団の一部がこれと同じハプロタイプをもっていた。一方で九州西岸の集団にはほかのハプロタイプも含まれており、直ちにこの地域を流れ藻(アカモク)の起源地と断定することはできない。形態学的研究の結果と合わせて考えると、今後韓国や九州西岸の集団をさらに調べていく必要がある。(* 神大・内海域セ, ** 東大・海洋研, *** 中国浙江省海洋水産研, **** 京大・院・地球環境)

P18 ○田丸義之・高荷弥生・吉田尚之・坂本敏夫・和田敬四郎:陸棲ラン藻*Nostoc commune*における光合成活性のストレス耐性機構

陸棲ラン藻*Nostoc commune*(イシクラゲ)は地球上の陸地に広く分布し、数珠状に連なった細胞が細胞外多糖類に包まれたコロニーを形成している。野外に生息するため、様々なストレスに耐えて光合成機構を保持する仕組みをもつと考えられる。本研究では*N. commune*の光合成活性のストレス耐性と細胞外多糖類のストレス耐性への関与を調べた。自然乾燥したコロニーは光合成能を示さないが、水を与えると光合成能を示した。乾燥と水和処理を繰り返しても酸素発生能に損傷は見られなかった。乾熱オープンを用いた乾燥処理により、重量あたり約10%(w/w)の水が取り除かれた。乾燥処理後、大気にさらすとすみやかに重量が回復し、高い吸湿性を示した。強度の乾燥ストレス処理を行っても、酸素発生能は残存していた。塩ストレスに対しては、弱塩耐性を示した。細胞外多糖類を除去した細胞を調製し、ストレス耐性の比較を行った。細胞外多糖類を除去した細胞では乾燥耐性と凍結耐性が著しく減少したのに対し、塩耐性には変化は見られなかった。これらの結果は、光合成活性の乾燥・凍結耐性において細胞外多糖類が重要な役割を果たしているが、塩耐性には関与しないことを示している。さらに、*N. commune*におけるストレス耐性機構を調べるために行ったシャペロニンの解析をあわせて報告する。(金沢大・院・自然)

P20 ○北山太樹*・Kathy Ann Miller**:カリフォルニア産ムチモの性比

ムチモ*Cutleria cylindrica* Okamura(褐藻, ムチモ目)は、直立する配偶体(ムチモ期)と殻状の孢子体(アグラオゾニア期)が交互に現れる異形世代交代型の生活環をもつ。配偶体は雌雄異株で、個体群は基本的に1:1に近い性比を保っている。しかし、津軽海峡沿岸には雌の比率が高い個体群のあることが知られている(Kitayama et al. 1992)。

ムチモは日本と韓国に分布するが、1970年代後半になって米国カリフォルニア州サンタカタリナ島に生育する個体が発見された(Hollenberg 1978)。今回、カリフォルニアにおけるムチモの性比を明らかにするため、カリフォルニア大学(UC)に所蔵されているカリフォルニア産ムチモ(褐藻ムチモ目)の標本を調査したところ、成熟している藻体12個体のうちのすべてが雌性配偶体であり、雄性の個体がないことが判明した。現在も標本調査を進めているので、その原因について考察を行いたい。

(* 科博・植物, ** California 大学・植物標本館)

P21 ○加藤亜記*・増田道夫**・川井浩史*：殻状紅藻イワノカワ属の日本新産種 *Peyssonnelia armorica* について

イワノカワ属(スギノ目イワノカワ科)は殻状紅藻の中では最大の属で、世界中の熱帯から寒帯にかけて広く分布している。これまでに世界で約70種が記載されているが、日本での報告は9種と少ない。イワノカワ属は、配偶体と四分胞子体がともに同形同大の殻状体であるため、種の同定には、栄養組織と生殖器官の内部構造の知見が不可欠である。本研究では、南西諸島から得たイワノカワ属の1種を、詳細な形態観察から *Peyssonnelia armorica* (P. Crouan et H. Crouan) Weber-van Bosse に同定した。この種は、フランス大西洋岸のプレストから1859年に記載され、今までに大西洋とインド洋からの報告があるが、太平洋では初めての報告である。

Peyssonnelia armorica は、漸深帯上部の小石などに藻体全体でしっかりと固着し、鮮紅色で、直径1~6cm、厚さは80~120 μ mと非常に薄い。藻体は、基層と基層細胞から出る直立細胞系の2層で構成される。基層の細胞系はよく分枝しているため、基層の表面は多数の扇形を並べたように見える。直立細胞系は互いにゆるく接着しているため、藻体はもろい。石灰質は、藻体下の方に沈着している。配偶体は雌雄同株で、生殖器官は藻体上のそれぞれ別のネマテシウムに形成される。果胞子嚢は、助細胞から形成される造胞糸から発達し、1つの造胞糸あたり8個できる。精子嚢は1対の精子嚢が6~10層に連なった2列鎖状の精子嚢糸に形成される。四分胞子嚢は1個の柄細胞を伴って直立細胞系の末端に形成される。
(*神戸大・内海域セ, **北大・院理・生物科学)

P23 寺田竜太:ハワイ諸島産紅藻オゴノリ科藻類の分類と分布

ハワイ諸島は太平洋のほぼ中心に位置し、どの大陸や島嶼域からも隔離された位置にあることから固有種が多く、分類学的に興味深い。本研究では、同諸島に生育するオゴノリ科藻類を採集するとともに、Bishop Museum 収蔵の標本を用いて形態学的に分類と分布を再検討した。また、本科藻類の生育地や利用の現況についても調査した。その結果、既知の9種を確認するとともに、形態が *Gracilaria coronopifolia* に類似するが藻体上部の分枝が密で匍匐茎を有する点で異なる未同定種 *Gracilaria* sp. を確認した。7種がハワイ諸島固有であり、近年生育が確認されていなかった希少種の *G. abbotiana*, *G. dawsonii*, *G. dotyi*, *G. epihippisor* の生育を再確認した。ハワイ諸島では、外来種とされる一部の海藻が大繁殖し、地域固有の種多様性を維持する点で深刻な問題となっているが、1970年代後半に移入したとされるフシクレノリ *G. salicornia* はオアフ島南部および南東部、ハワイ島北東部の潮間帯下部から水深2-3mにかけての場所に優占種として生育しており、一部の場所では駆除されていた。市場では、本種や固有種である *G. parvispora*, *G. coronopifolia* の他に、大西洋から持ち込まれ現地で養殖されている *G. tikvahiae* も販売されていたが、一部の海岸で *G. tikvahiae* の生育が報告されており、今後問題となることが懸念された。
(ハワイ大マノア校・植物, 鹿児島大・水産)

P22 ○鈴木雅大・吉崎 誠:紅藻イソマツの体構造と生殖器官の観察

イソマツ属 *Gastroclonium* は Kuetzing (1848) によって創設された属で、現在世界中に約10種が生育する。茎状部が中実であることからワツナギソウ属と区別される。イソマツは我が国太平洋中部沿岸に広く分布し、砂がかった岩上に好んで生育する。高さ約10cm。良く分枝した仮根状付着部から中実の茎状部を直立し、上部に長さ約1cmの小枝を密生する。岡村(1907)はイソマツの体構造と胞子嚢を観察し、四分胞子と多分胞子を生じることを報じている。Dawson(1944, 1950)は果胞子体の形成過程を観察しているが、造果枝や果胞子体の形成過程は明確にされていない。同属の他の種類においても不完全な観察報告が多い。このように、イソマツ属の生殖器官の構造や果胞子体形成過程の詳細は明らかとされていない。

演者らは千葉県銚子に生育するイソマツの体構造と生殖器官、果胞子体形成過程を観察したのでここに報告する。体は多軸型構造で、若い体の先端部はいわゆる筈状構造を呈する。茎状部は中実である。雌雄異株。小枝表面に精子嚢を密生する。造果枝は若い枝の先端付近に形成され、4細胞から成り、2細胞から成る2個の助細胞枝を持つ。助細胞は受精前に形成される。受精後助細胞は発達し、大きな融合細胞を作る。果胞子体の周囲の細胞は果胞子体を取り囲むように発達する。成熟した嚢果は球形で体の外側に突出する。四分胞子嚢は小枝に形成される。四分胞子嚢のみを形成するものもみられたが多くは多分胞子嚢を形成した。
(東邦大・院・理)

P24 ○佐藤裕司*・横山 正**・真殿克麿***・辻 光浩****・水野雅光****・魚留 卓*****・妹尾嘉之*****・杉野伸義*****・永野正之*****・三橋弘宗*****・浅見佳世*・道奥康治*****・原田一二三*****:兵庫県上郡町・安室川の流況変化と淡水産紅藻チスジノリ (*Thorea okadae*) の出現

2004年1月、兵庫県西部を流れる千種川水系・安室川において、淡水産紅藻チスジノリの生育が9年ぶりに確認された。安室川では1991年に初めてその生育が確認されて以後、1994年まで配偶体の出現がみられたが、1995年以降は出現しなくなっていた。今回のチスジノリ配偶体の出現要因として、前年の2003年8月に発生した洪水にともなう河床の攪乱が考えられる。夏期の洪水発生によって配偶体の出現数が増加することは、熊本県の菊池川などでも観測されているが、流況データをもとに議論された事例はきわめて少ない。このような流況変化とチスジノリ出現との関係は、河川における希少藻類ならびに生物多様性保全の取り組みにとって重要な情報と思われ、本報告では安室川における過去の流況データなどをもとに、チスジノリ配偶体の出現条件を考察する。
(*兵庫県大・自然研, **佐用高校, ***東洋大姫路高, ****リバーフロント整備セ, *****八千代エンジニヤリング, *****環境総合テクノス, *****兵庫県・人博, *****神戸大・工, *****上郡土木)

P25 ○新井章吾*・内村真之**・寺田竜太***：オアフ島におけるウミヒルモ属2種の生育特性

ハワイ諸島において海草は、ウミヒルモ属の *Halophila hawaiiiana* と *H. decipiens* の2種のみが生育している。*H. hawaiiiana* は、ハワイ諸島の固有種である。オアフ島南岸における2種の生育状況を観察する機会を得たので報告する。

H. hawaiiiana の生育する Wai' alae Beach と *H. decipiens* の生育する Ala Moana Beach において、景観区分によるベルトトランセクト調査をし、25cmX25cmにおけるウミヒルモ属の地下茎の総延長距離を計測した。また、*H. hawaiiiana* の調査ラインに沿って、砂面から岩盤までの砂層厚を測定した。両調査地とも沖合にリーフが発達するが、Wai' alae Beach の方が沖合に突き出た地形で、海水流動が Ala Moana Beach より強く、礁池の *H. hawaiiiana* の生育基盤は小礫混じりの砂であった。Ala Moana Beach においては、礁池の砂浜海岸と平行に水深 5.5m の水路が掘られていて静穏であり、*H. decipiens* の生育基盤は砂から砂泥であった。*H. hawaiiiana* は水深 0.6~0.9m の比較的平坦な岩盤上に最大被度 60% で生育し、砂を集積することで最高 16cm のマウンドを形成していた。*H. decipiens* は水深 2.6~5.1m に最大被度 25% で生育するが、マウンドを形成していなかった。密生区における *H. hawaiiiana* の地下茎の総延長距離は 19.8m と *H. decipiens* の 2.1m に比べて長く、アマモタイプの熱帯性海草のように、海水流動の比較的強い場所において底質を保持する。このような機能は、競合種が存在しないことで発達したと考えられる。
(* (株) 海藻研, ** 港湾空港技研, *** ハワイ大)

P27 吉田吾郎*・○新村陽子**・内村真之***・玉置 仁****・梶田 淳*****・村瀬 昇*****・寺脇利信*：広島湾・阿多田島におけるノコギリモクの季節消長～3年間のモニタリングから～

沿岸域における藻場の衰退・消失現象の要因にはさまざまな環境の変化が関与すると考えられる。しかし、環境の変化による藻場への作用についての経時的な観察例は少ない。環境変化による藻場への作用の影響を解明する上では、藻場を構成する海藻群落の経年・季節消長と環境条件の両者のモニタリングが必要である。今回は、広島湾の阿多田島地先のノコギリモク群落について、1999年11月～2002年11月の3年間の季節消長、および、対象としたノコギリモク上の付着藻類の2003年12月～2004年1月の季節消長を報告する。

ノコギリモク群落の現存量は、6～8月 ($400 \sim 500 \text{ gDW m}^{-2}$) に低く、最大になる月が年によって異なり、12～4月の間に $1100 \sim 1600 \text{ gDW m}^{-2}$ に達した。2000年には、成長期の10～12月および成熟期の2～4月に、顕著な藻体部位の脱落が認められた。成長期にもかかわらず藻体が脱落した場合には、藻体上に付着珪藻類が卓越して生育していた。藻体上の付着珪藻類の付着量は、とくに2003年12月に藻体DW 1gあたり $582.5 \pm 161.4 \text{ mg}$ と大きく、付着珪藻類の現存量のみで 1 m^2 あたり約 1 kgDW に達した。以上のことなどから、阿多田島地先のノコギリモクは、葉上付着珪藻類の増殖によって藻体が部分的に枯死し、および、その脱落によって成熟期における生殖器床の形成が阻害される可能性が示唆された。

(*瀬戸内水研**JST(瀬戸内水研)***港湾技研****石巻専修大*****水圏リサーチ(有)*****水大校)

P26 ○寺脇利信*・吉田吾郎*・新村陽子**・梶田 淳***・新井章吾****：広島湾の柱島における海藻植生のモニタリング

広島湾の柱島地先において、浅所から帯状分布するアカモク(中心:0m付近の岩と石～礫の境界)、ノコギリモク(中心:1～2mの石～礫上)およびクロメ群落(中心:3～9mの石～礫上)の海藻植生の遷移系列を明らかにするため、2001年10月にノコギリモクおよびクロメ群落内で、一辺1mの定置枠(天然区)および1m枠内の直立海藻類を除去した定置枠(実験区)を設け、1年後(2002年)および2年後(2003年)に海藻被度等を測定した。2004年には、台風18号が広島湾地方を直撃してから3ヶ月後の12月の同時期に、海藻群落の概況を被度観察によって把握した。

2年後までの実験区の経過から、柱島地先においては、一年生ホンダワラ類のアカモク→多年生ホンダワラ類のノコギリモク→クロメの遷移系列が3～4年で極相に到達すると見込まれていた。ところが、大型台風の直撃を受けた直後の2004年には、ノコギリモク群落内ではノコギリモク優占群落に到達していたものの、クロメ群落では3～5mmの厚い堆泥が認められ、天然を含めて群落が著しく衰退していた。
(*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)

P28 ○宮崎 勤*・斎賀守勝*・中山恭彦*・玉置 仁**・新井章吾*：隠岐の島町南岸の礫地における台風による藻場の衰退

2004年9月と10月に発生した大型の台風18と23号に伴う隠岐近海における最大波高は10.3と7.5mであり、隠岐の島町蛸木の礫地海岸の地形が変形するほどの影響が認められた。蛸木地先のガラモ場において、5月と10月に無線操縦ヘリコプターによって空撮し、11月にSCUBA潜水による調査を行った。礫地のガラモ場が、台風による底質の攪乱で衰退することを明らかにしたので報告する。

空撮画像中の20m×20mのホンダワラ類の被度は、5月に80%であったが、台風通過後の10月に25%に減少していた。10月の空撮画像から20cm以上の礫の判読が可能であり、同所において全94個の礫の大きさを測定した。短径20～30cmで89.5%、30～40cmで32.1%、40～50cmで17.2%、50～60cmで7.1%の礫が反転していた。短径60～90cmの礫は反転していなかった。また、反転した礫のホンダワラ類の被度は5～55%であり、反転していない礫のそれは65～100%であった。反転している礫と反転後元に戻った礫および礫の衝突の痕跡のある礫においては、ホンダワラ類の藻体の損傷と剥離が認められた。

島の南岸に位置する蛸木は日本海において季節風による底質攪乱の影響を受けにくく、小礫から大礫にホンダワラ類が生育するので、台風などの一過性の底質攪乱の影響が顕在化しやすいと考えられる。

(* (株)海中景観研, ** 石巻専修大)

P29 ○阿部真比古・川原利恵・横田圭五・後藤真樹・倉島 彰・前川行幸：三重県英虞湾立神浦における一年生アマモ群落の季節変化

アマモ群落は一般的に多年生であるが、一年生群落の存在も知られている。本研究は群落構造の季節変化から、一年生アマモ群落の生態学的特性を明らかにしようとした。

調査は英虞湾立神浦の水深2-3mに生育するアマモ群落を対象とした。2003年4月から2004年11月にかけて毎月2回、50×50cm方形枠を用いてアマモを採集した。採集した草体は実生・栄養株・側生株・生殖株に分け、草体長を測定した後、層別刈り取りを行った。各層において生葉・枯死葉・葉鞘・花穂・茎の部位に分け、葉面積と乾燥重量を測定した。

2003年4月では株密度860 shoots m⁻²、最大草体長90cmであった。この時30cm以上の草体はほとんどが成熟しており、成熟率は44.7%であった。その後、密度はほぼ一定であるが、草体長は徐々に伸長し、5月下旬に最大134cmに達した。成熟率は6月上旬に最大84.1%となった。成熟が終わると密度も草体長も急激に減少した。9-10月にかけて全ての草体が枯死した。水温が低下し始める10-11月にかけて実生が多数出現し、密度は約1600 shoots m⁻²と急激に増加した。その後密度を減らしながら草体長を伸ばし、側生株も形成された。3月下旬からは30cm以上の草体に成熟が確認された。4月からは前年同様の組成を示した。生産構造は成熟盛期以外ではイネ科型を示した。

本研究およびこれまでの多年生群落の形態学、生態学的研究から、アマモ群落の多様な繁殖戦略と適応戦略の存在が示唆された。(三重大・生物資源)

P31 ○松本竜也・西村寿弘・山岸幸正・三輪泰彦：紅藻スサビノリの硝酸同化に関与する遺伝子の解析

窒素は植物の生長に不可欠な栄養元素である。一般に植物は、細胞内に吸収した硝酸イオンを硝酸還元酵素 (NR) によって亜硝酸イオンに還元し、さらに亜硝酸還元酵素 (NiR) によってアンモニウムイオンに還元してアミノ酸合成に用いることが知られている。海藻においては窒素同化機構に関する細胞・分子レベルでの研究は少なく、未知の部分が多い。そこで紅藻スサビノリを材料として窒素同化機構の解明を目指した。スサビノリの培養葉状体から調製した素抽出液からNRおよびNiRの活性を検出した。つぎに、かずさDNA研究所のスサビノリEST解析の情報をもとに3' RACE法によりcDNAの単離を行った。その結果、単離したNRホモログをコードするcDNAは2,987bpの長さで892アミノ酸残基からなるORFを、NiRホモログをコードするcDNAは2,226bpの長さで598アミノ酸残基からなるORFをコードしていた。各遺伝子産物は緑藻 *Chlamydomonas* のものと高い相同性を示した (NR; 46.5%, NiR; 55.3%)。モチーフ検索の結果、NRではモリブデンとヘムの各結合ドメインが、NiRでは鉄/イオウおよびシロヘム結合部位がそれぞれ推定された。さらにEMBL3のスサビノリゲノムライブラリーからNRおよびNiR遺伝子を単離して解析を行った。両遺伝子ともイントロンは存在しなかった。現在、NRおよびNiR遺伝子の翻訳領域を用いた大腸菌内でのタンパク質の発現を試みている。

(福山大・生命工・海洋生物工)

P30 ○島袋寛盛・野呂忠秀：褐藻ホンダワラ属付着器の細胞組織構造

日本産ホンダワラ属について、各部位ごとの細胞組織構造を比較観察した。用いた材料は採集後に10%ホルマリン海水で固定し、凍結マイクロームで50μmの厚さに切り、プレパラート標本とした。それによれば、葉、主枝、気胞の横断面は、原形質の詰まった一層の表層細胞と、原形質を欠く、密に並んだ球形の内部細胞から形成されていた。さらにこれら各組織を縦断面で薄切すると、葉と主枝の内部細胞は、藻体の伸長方向に伸びた棒状の細長い形態を呈していたが、気胞では横断面と同様に球形の細胞であった。さらに繊維状の付着器を持つイソモクとヒジギ、また盤状、仮盤状付着器の、アカモク、ヤツマタモク、エンドウモクなどの各付着器を同様にマイクロームで切ったところ、繊維状の付着器の内部には主枝と同様に円筒形の細胞が並んでいた。一方、盤状、仮盤状の付着器では、球形の細胞の間を、表層細胞から伸びた細長い細胞が通る組織構造が確認された。また棒状の細胞が縦横交互に密に配列する構造も確認され、基質に藻体が固着するための強度を補強する役割があるものと考えられた。(鹿児島大・水産)

P32 ○三輪泰彦・吉水正則・山岸幸正：紅藻スサビノリのアルカリ性ホスファターゼ遺伝子の発現解析

大型海藻のリン酸環境の適応機構は不明な点が多い。そこで紅藻スサビノリのリン酸飢餓の環境変化に適応した遺伝子の発現調節機構の解明を目指した。我々はグリセロリン酸を含まない合成培地 (-Pi) で培養したスサビノリ葉状体においてpH8付近に至適pHをもつアルカリ性ホスファターゼ (ALP) を見出した。そこで -Pi で培養した葉状体から硫酸分画、ゲル濾過カラムクロマトグラフィー、限外濾過法により均一なタンパク質まで精製した結果、ALPが76kDaのポリペプチドで、二量体を形成していることが明らかになった。精製ALPのN末端のアミノ酸配列から76kDaのポリペプチドをコードするcDNAの部分クローンを取得した。次にオリゴキャップ法を用いてcDNAの5'末端を決定した結果、完全長cDNAは、全体で2,294bpの長さで705アミノ酸残基 (75,159Da) からなるORFをコードしていた。推定上のプロセッシング部位のアミノ酸配列と精製ALPのN末端のものが完全に一致したことから成熟型は658アミノ酸残基 (70,570Da) からなることが示唆された。また精製ALPのN-グリカナールゼによる分解産物を解析した結果、ALPは6kDaのN-結合型糖鎖をもつ糖タンパク質であることが示唆された。さらにノーザン解析や定量的PCRを行った結果、リン酸飢餓条件下で特異的に約2,600baseのALP遺伝子の転写産物の誘導合成がみられた。

(福山大・生命工・海洋生物工)

P33 ○山岸幸正・西村寿弘・三輪泰彦：紅藻スサビノリの窒素吸収に関与する遺伝子の単離

窒素は植物にとって多量に必要とされる重要な栄養元素である。海藻はほかの海洋植物と競合しながら海水中の限定された窒素を吸収して有効に利用していると考えられるが、海藻の窒素吸収機構については不明な点が多い。本研究では、紅藻スサビノリの窒素吸収機構を分子レベルで解明することを目的とし、窒素吸収に関わるトランスポーター遺伝子の解析を行った。まず、EST解析の情報をもとに3' RACE法によりcDNAの単離を試みた。その結果、硝酸トランスポーター(NRT)ホモログをコードするcDNAは1,876bpの長さで479アミノ酸残基からなるORFを、一方アンモニアトランスポーター(AMT)ホモログをコードするcDNAは1,833 bpの長さで483アミノ酸残基からなるORFをコードしていた。各遺伝子産物を相同性検索したところ前者は珪藻類やヒメツリガネゴケのNRT、後者は細胞性粘菌、シロイヌナズナやイネのAMTと比較的高い相同性を示した(それぞれ~45.2%, ~48.6%)。スサビノリのNRTはNRT2ファミリーに属する高親和性のNRTであると推定された。スサビノリのNRTおよびAMTの構造をTMHMMプログラムを用いて推定したところ、それぞれ12回および11回の膜貫通領域をもつ膜タンパク質であることが示唆された。つぎに、λ EMBL3のスサビノリゲノムライブラリーからNRT遺伝子を含むDNAクローンを単離し、解析を行った。本遺伝子にはイントロンが含まれなかった。(福山大・生命工・海洋生物工)

P35 ○河野貴文・矢野陽子・山岸幸正・三輪泰彦：紅藻スサビノリのリン酸結合タンパク質遺伝子の発現解析

大型海藻の環境適応機構の分子レベルでの研究は全く皆無である。そこで紅藻スサビノリを研究対象としてリン酸飢餓に対する適応機構の解明を目指した。我々は、これまでにグリセロリン酸を含まない合成培地(-Pi)で培養したスサビノリ葉状体において大量に誘導合成される32kDaのタンパク質を検出した。このタンパク質の機能を解析するために-Piで培養した葉状体から硫酸分画、ゲル濾過法、限外濾過法により32kDaのタンパク質を均一なタンパク質まで精製した。精製タンパク質のN末端のアミノ酸配列をもとに合成したdegenerateプライマーを用いて3'-RACEを行い、cDNAの部分クローンを得た。さらにオリゴキャップ法とプライマー伸長法を用いてcDNAの5'末端を決定した結果、完全長cDNAは、全体で1,231bpの長さで323アミノ酸残基からなるORFをコードしていた。ホモロジー検索の結果、323アミノ酸残基からなるタンパク質は海産の藍藻や大腸菌のリン酸結合タンパク質とそれぞれ高い相同性を示した。そこで³²P正リン酸と精製タンパク質の相互作用をゲル濾過法によって解析した結果、タンパク質溶出ピーク画分に放射能活性が検出されたことから32 kDaのタンパク質がリン酸結合タンパク質(PBP)であると結論した。ノーザン解析とウェスタン解析の結果、PBP遺伝子はリン酸飢餓によって発現誘導されることが明らかになった。(福山大・生命工・海洋生物工)

P34 ○岸田将義・山岸幸正・三輪泰彦：紅藻スサビノリのリン酸トランスポーターホモログ遺伝子の構造と発現

大型海藻は恒常的にリンが飢餓状態にある環境下でも生存できるしくみをもつと考えられる。そこで紅藻スサビノリのリン酸飢餓状態に対する適応機構を分子レベルで解明することを目指した。今回、リン酸飢餓に应答して発現するリン酸トランスポーターホモログ遺伝子を単離したので報告する。Degenerateプライマーを用いた3'-RACE法でアルカリ性ホスファターゼ遺伝子を単離する過程でリン酸飢餓条件によって特異的に増幅される1.8kbのDNA断片を検出した。この断片の塩基配列を決定し、さらにオリゴキャップ法によりcDNAの5'末端を決定した結果、全長2,020bpからなるcDNAは615アミノ酸残基からなるORFをコードしていた。ホモロジー検索の結果、この推定アミノ酸配列はアカパンカビや緑藻の*Chlamydomonas*および*Tetraselmis*のリン酸トランスポーターとそれぞれ相同性(31.8%, 44.4%, 31.3%)を示した。次に遺伝子の構造を解析した結果、リン酸トランスポーター(PHT)遺伝子内に1つのイントロン(323bp)が存在することが明らかになった。ノーザン解析を行った結果、リン酸飢餓条件下で特異的に約2,600baseの転写産物の誘導合成がみられた。現在、タンパク質を同定するために中央部分にある親水性領域を大腸菌内で発現させ、組換えタンパク質に対する抗体を作製中である。(福山大・生命工・海洋生物工)

P36 ○YAN Xing-hong*, LIANG Zhi-qiang* and ARUGA Yusho** : Isolation and characterization of the improved varieties in *Porphyra haitanensis* Chang et Zheng (Bangiales, Rhodophyta)

Single somatic cells of *Porphyra haitanensis* Chang et Zheng were isolated enzymatically from the wild-type blades irradiated by ⁶⁰Co-γ-ray, and were regenerated into blades. From the regenerated blades, five improved varieties (YZ1, YZ2, YZ3, YZB1 and YZB2) were established and characterized with regard to morphology, color, blade thickness, phycobilliprotein contents, growth and maturation as compared with the wild type (W). *In vivo* absorption spectra of the blades of these five varieties were similar to that of the wild type in the wavelength range of 350-750 nm, but showed higher absorbance than the wild type especially at $2\lambda_{max}$ and $3\lambda_{max}$. The varieties had different contents of the major photosynthetic pigments (chlorophyll a, phcoerythrin and phycocyanin) as compared with the wild type and with each other. The content of phycobilliprotein (PE+PC) was higher in the varieties than in the wild type with increase of 25.6, 30.2, 23.4, 11.3 and 10.2% in YZ1, YZ2, YZ3, YZB1 and YZB2, respectively; especially the PE content was much higher in the varieties than in the wild type with increase of 36.0, 39.7, 23.6, 41.9 and 23.8%, respectively. The mean thickness of the blades was thinner in YZ1, YZ2, YZ3, YZB1 and YZB2 than the wild type with decrease of 12.5, 15.7, 12.6, 19.6 and 25.5%, respectively. The morphology and the above-mentioned good characters of each variety appeared in their conchospore germlings, indicating that each variety was genetically stable in their characters. Maturation of the blade was much later in the varieties than in the wild type (*Shanghai Fisheries University, **Tokyo University of Agriculture)

P37 ○江端弘樹*・寫田 智**・四ツ倉典滋***・佐藤義夫****・平岡雅規*****・山岸幸正*****：地下海水を利用した海藻陸上養殖—水質が海藻生長に与える影響

地下海水は水温や塩分が年間を通してほぼ一定で、生物の生育に必要な栄養分が豊富であるため、魚介類の飼育、藻類の培養など様々な分野での利用が期待されている。我々は、昨年度より、静岡県静岡市において地下約50mから汲み上げられている清浄な地下海水を用いて、海藻の陸上養殖技術に関する研究開発を実施している。

周年に渡る、水温、塩分、pH、ORP、栄養塩（三態N、P、Si）、マンガンおよび鉄などの測定を行った結果、この地下海水は水温が約20℃で周年安定しており、無酸素で、硫化水素、鉄、マンガン、三態窒素などを豊富に含んでいること、中でも、マンガンとアンモニウム塩が非常に高濃度（それぞれ、3.69～4.28ppm、71.2～403 μM）であることが明らかとなった。イワツタ属、コンブ属、イバラノリ属など様々な海藻を地下海水を用いて予備的に室内培養実験を行った結果、数種において生長阻害傾向が見られた。

そこで、地下海水中の濃度が特に高いマンガンとアンモニウム塩に着目し、これらをさまざまな濃度で添加した海水培地で数種の海藻を培養し、これらの添加成分が藻体生長に与えた影響について報告する。

(*芙蓉海洋開発(株)、**北大・先端研、***北大・北方生物圏フィールド科学セ、****東海大・海洋、*****高知大・海洋生物教育研究セ、*****福山大・生命工)

P38 ○福本真司・藤田大介・能登谷正浩：アマノリ養殖品種の特性に関する研究

アマノリ類の多様な養殖品種の形態や生理特性を比較し、評価基準を検討する場合、地域や年変動による環境の違いにより形質が大きく変動するため、栽培環境下では困難である。本研究では、スサビノリ系統の養殖品種5株(A～E)、北海道見日産野生種1株を同一条件下で室内培養し、生長、葉形、精子嚢斑および原胞子の放出状況を比較した。培養は、フリー系状態から殻胞子を得て枝付きフラスコ(300mL容、Grund改変培地)に入れ、水温10、15、20℃の各恒温器で、光量60～80 μmol/m²/s、光周期10L:14Dで9週間の通気培養を行った。生長は6株とも15、20、10℃の順に速く、15℃ではD、A、C、E、B、Wの順に速かった。しかし、10℃で著しく生長が遅いC、20℃でも比較的生長が速いBなど、株ごとに特徴が認められた。葉形は、円形(W)、波皺が浅い線形(A、B、C)、波皺が深い披針形(D、E)の3型に分けられた。精嚢斑は、株ごとに形成される温度範囲が異なり、広い面積を形成する株ほど温度範囲も広くなる傾向が認められた。また、その形状や形成部位が株により異なることや、原胞子の放出時期や放出量も異なることが判明した。以上の結果から、生長は葉長(従来)ではなく葉面積で評価し、水温別に比較する必要があると考えられた。また、精子嚢斑の形状は従来スサビノリでは縦縞状とされていたが、これとは異なる様式が初めて観察された。

(東京海洋大・応用藻類)

P39 ○藤原宗弘*・吉松定昭**・藤田彰一***：江戸時代中期に描かれた海藻(草)図譜

江戸時代には、18世紀半ば頃から博物学を趣味とする大名が現れ、美しい博物図譜が制作された。これらは、観察と写生に基づいた真に迫る出来映えで、当時の豊かな自然の状態を今日の私たちにも伝えてくれる。図譜は様々な動植物を対象としているが、海藻の図を収録するものは非常に珍しい。

讃岐高松藩12万石の中興の名君とされる五代藩主松平頼恭(1711～71)は、博物学愛好大名の中心的存在で、とりわけ魚類を好んだ。約250年前の1760年代には、魚類や水産物などを描いた「衆鱗図」4帖、鳥類を描いた「衆禽画譜」3帖、植物を描いた「衆芳画譜」4帖・「写生画帖」3帖を次々とまとめていった。その監修には志度(香川県さぬき市)出身の平賀源内(1728～79)も加わっていたとされている。

今回紹介する海藻の図は、「衆芳画譜」葉木の帖の最後に「ガラモ」「ウミタケ」「モハ(モバ)」として描かれたものであるが、今見ても種名の同定(推定)が可能であるほど緻密であり、その質感や完成度は江戸時代中期以降に描かれた海藻図譜の中でも群を抜いている。

(*香川水試、**香川赤潮研、***香川歴史博物館)

P40 ○田嶋洋乃介*・長谷川和清*・田中次郎*・小宮山寛機**・林正彦**・柴田潔***：日本産海藻抽出物の殺細胞作用

近年、海藻が産生する様々な生理活性を示す二次代謝産物が注目されている。一部の産物では殺細胞作用を示した報告はあるが、詳細な記述は少ない。そのため、殺細胞作用に関しては統一した基準を用いた評価の必要がある。一方、海藻中の活性成分の多くは乾燥後に見いだされていたものが多く、揮発性物質を見逃している可能性も否めない。そこで本研究では食用種および代表的な日本産海藻を対象に、生の藻体から有機溶剤にて成分抽出を行い、粗物質を得たのち、Jurkat細胞を用い最終濃度12.5 μg/mlにおいて殺細胞作用の評価を行った。

結果、今回使用した海藻に限れば、褐藻アミジグサ目の大部分は強い殺細胞作用を示す事が明らかになった。特にアミジグサ、ウスバコモングサ、サナダグサ、ジガミグサ、シワヤハズ、フクリンアミジは強い殺細胞作用を示した。また、それ以外にはまとまった分類群として殺細胞作用を示す群はなかったが、以下の個々の種では強い殺細胞作用を示した。ハゴロモ、アズマネジモク、クロモ、カギケノリ、タマイタダキ、カバノリ、コトジツノマタ、ソデガラミ、ホソバナミノハナ、ユカリ。

(*東京海洋大・海洋環境保全、**北里大・生命研、***日歯大・化学)

P41 ○周藤靖雄*・大谷修司** : *Cephaleuros* 属気生藻 (緑藻) の樹木葉上における成長経過と配偶子・遊走子の放出・発芽

Cephaleuros 属の4モルフォタイプの盤状体はいずれも8月上旬から樹木葉上に微細な点状に生じ, 9~10月, さらに翌年3~5月にほぼ円形に拡大した。配偶子のうはおもに越冬後に葉表の盤状体組織内に生じて, 5~6月に成熟して配偶子を形成した。遊走子のう柄は葉表または葉裏上に3~4月から伸長し, 6~7月に成熟して遊走子のうと遊走子を形成した。8月以降, 配偶子や遊走子のう柄が生じた部位は破壊・腐敗したが, その周囲に新しい藻体が伸長する場合があった。配偶子のうや遊走子のうを水に浸すと配偶子や遊走子を放出したが, 放出量は試料によって大きな差があった。配偶子や遊走子の放出がいったん停止した配偶子のうや遊走子のうを針先などで攪拌すると配偶子や遊走子を再び放出する場合があった。配偶子は接合をまったく認めず, 遊走子と同様に発芽した。配偶子と遊走子は水中に遊出後1~2時間活発に遊泳した後動きを停止して球形になり, 12~48時間休止状態を保った。その後配偶子と遊走子の一端に突起が生じて, これが伸長・分枝して糸状体となった。配偶子と遊走子の発芽率は試料によって大きな差があった。配偶子と遊走子から生じた糸状体をBBM寒天やCA寒天に移植したが, それぞれの培養株はほぼ同様なコロニーで成長し, また糸状体の細胞も同様な形態を示した。

(*元島根林技セ, **島根大・教育)

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。

2005年 3月 5日

2005年 3月 10日

© 2005 Japanese Society of Phycology

日 本 藻 類 学 会

禁 転 載
不 許 複 製

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

印刷所

株式会社東ブリ

〒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 (Sôru)

第53巻 第1号 2005年3月10日

目次

阿部信一郎・井口恵一朗・南雲 保・片野 修：鹿児島県屋久島の河川における アユの分布と付着藻類植生・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
原口展子・村瀬 昇・水上 譲・野田幹雄・吉田吾郎・寺脇利信：山口県沿岸のホンダワラ類の 生育適温と上限温度・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	7
藻場の景観模式図 寺脇利信・新井章吾：18. 愛媛県八幡浜市沖・三王島地先の異型ブロック・・・・・・・・	15
<hr/>	
研究技術紹介 芹澤如比古・井本善次・田井野清也・崔 昌根・石川 徹・大野正夫・平岡雅規：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海中林の造成・・・・・・・・	19
秋季藻類シンポジウム (2004. 11. 26) 「海藻産業の海外事情－現状と展望－」 要旨	
井上 修：最近の寒天産業について－新規寒天・用途・原料事情－	25
唐川 敦：カラギナン－原料海藻と世界の市場の現状－	31
笠原文善：アルギン酸の原料事情～チリ沿岸の資源調査と中国の実情～	37
佐藤純一：海外のワカメ産業の現状と課題	41
石渡誠之：海苔業界の現況：日本・韓国・中国	49
梶村光男：日本産海藻の新和名について	57
有用海藻増殖研究会：日本海沿岸の海藻に関する情報 (2)	59
湖城重仁：志摩和具 (三重県) に足跡を印した海藻研究者たち－思い出すままに－	65
山田味佳：2004年度「藻類談話会」参加報告	68
英文誌 Phycological Research 52(3), 52(4) 掲載論文和文要旨	69
川井浩史：学会会長よりのごあいさつ	76
学会録事・学会シンポジウム情報	77
投稿案内	80
<hr/>	
日本藻類学会第29回大会 (京都, 2005) プログラム	83