

## 秋に成熟するアカモクの卵放出, 胚発生および光合成速度の季節変化

本多正樹\*・奥田武男\*\*

\*電力中央研究所我孫子研究所生物部 (270-11 我孫子市我孫子1646)

\*\*九州大学農学部水産学教室 (812 福岡市東区箱崎6-10-1)

HONDA, M. and OKUDA, T. 1989. Egg liberation, germling development and seasonal changes in photosynthetic rates of autumnal *Sargassum horneri*. Jpn. J. Phycol. 37: 53-59.

This paper presents the results of studies on egg liberation, germling development and seasonal changes in photosynthetic rates of autumnal *Sargassum horneri* from the coast at Yanai in Yamaguchi Pref. 1) Egg liberation does not synchronize the lunar cycle. 2) Egg size varies within a receptacle and also among receptacles of a plant. 3) Division of rhizoid cell is radial 8-celled type as in the ordinary *S. horneri*. After these 8 cells develop into 8 primary rhizoids, 8 secondary rhizoids elongate. 4) The photosynthetic rate is highest in autumn. This is the same to ordinary vernal *S. horneri* at Tsuyazaki in Fukuoka Pref. from summer to autumn.

**Key Index Words:** Egg liberation—egg size—Phaeophyceae—photosynthesis—rhizoid—Sargassaceae—*Sargassum horneri*.

Masaki Honda, Biology Department, Central Research Institute of Electric Power Industry, 1646 Abiko, Chiba, 270-11 Japan; Takeo Okuda, Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-04, Fukuoka, 812 Japan

褐藻ホンダワラ類のアカモクは一年生で漸深帯に生育し、日本の分布域南部では冬から初春に、北限では夏に成熟する種である(YOSHIDA 1983)。特定の場所での季節的消長あるいは成熟、卵放出に関する研究は丸井ら(1981)が北海道忍路湾で、中嶋・今野(1979 a, b)が千葉県小湊で、TAHARA(1913)、猪野(1947)、寺脇(1986)が神奈川県三浦半島で、UMEZAKI(1984)が福井県小浜湾で、河本・富山(1968)が山口県秋穂湾で、OKUDA(1981)が福岡県津屋崎で行っており、また瀬川ら(1959 a, b)は流れ藻の調査資料からみた九州北部海域のアカモクについて報告している。

これらの報告によるとアカモクは冬から春に成熟する種であると言える。しかし奥田(1987)は秋に成熟するアカモクがあるとの報告をしている。

本研究では、この秋に成熟するアカモクの卵放出、胚の発生様式について観察を行い、生長と密接な関係がある光合成速度の季節変化を調べ、春に成熟するアカモクと比較した。

### 材料と方法

秋に成熟するアカモクについては1984年11月5日よ

り11月17日まで、山口県柳井市沿岸(Fig. 1)に生育するものを対象とし、卵放出間隔、放出様式、放出卵の大きさ、幼胚の発生様式についての観察を行った。また光合成速度の季節変化を調べ、一方福岡県津屋崎町沿岸(Fig. 1)に生育し春に成熟するアカモクでも調べて比較した。

卵放出間隔、放出様式は生育場所で生殖器床に標識し、1日1回干潮時に放出卵の有無と、卵がある場合にはその生殖器床上での存在部位を調査した。放出卵の大きさは水産大学校田名臨海実験実習場の屋外水槽に移植した藻体を用いて一藻体上における生殖器床の部位、また生殖器床上の放出卵の部位に留意して測定した。幼胚の発生様式は生育場所より持ち帰った藻体の幼胚を実習場で観察した。

光合成速度は、秋に成熟するアカモクでは7月、9月、成熟期初期の10月の藻体上部の葉を材料として用いた。なお7月の平均主枝長は1.1cmであった。春に成熟するアカモクでは2月、5月、11月に採取した藻体上部の葉を用いた。採取した葉は通気しながら柳井からは1日で、津屋崎からは数時間で九州大学に持ち帰り、現地と同水温に保った。光合成速度は2月にはWinkler法、他は酸素電極法で測定した。実験には

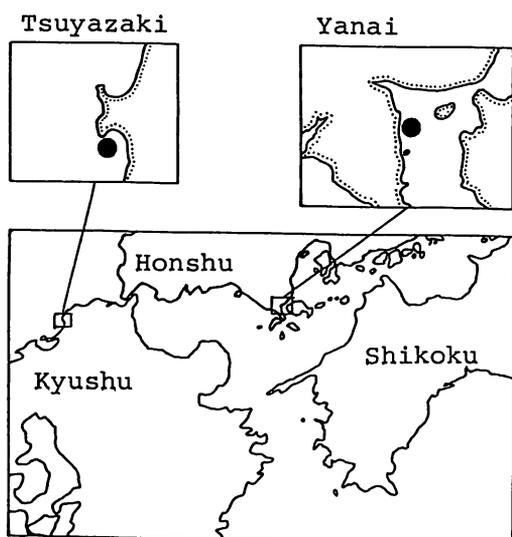


Fig. 1. Maps of sampling stations.

Lyman & Fleming の人工海水を用い、光源には東芝フォトリフレクタランプ (100V500W) フラッドを用いた。

実験の光条件は2月は0, 170, 500, 1000, 2000  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  の5段階, 5月は0, 100, 300, 500, 1000, 2000  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  の6段階, 7月, 9月, 10月, 11月は0, 140, 200, 300, 500, 1000, 1500  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  の7段階であった。温度条件は秋に成熟するアカモクでは7月 20°C, 9月 25°C, 10月 20°C であり, 生育場所の水温はそれぞれ 19°C, 23.3°C, 21.4°C であった。

Table 1. Dates of egg liberation in autumnal *Sargassum horneri* at Yanai, November 1984.

Receptacle number	Date																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
					○								●				
1	+			+			+						-				
2	+	+		+			+						-				
3	+			+			+						-				
4	+			+	+		+						-				
5	+			+			+						-				
6	+	+		+	+								-				
7	+			+	+	+							-				
8	+						+	+					- +				
9	+			+			+						-				
10	+			+			+						-				
11	+			+			+						-				
12	+			+			+						-				
13	+			+			+			+			-				
14	+			+			+						-				

- : Could not observe.

春に成熟するアカモクでは2月 10°C, 5月 20°C, 9月 25°C, 11月 20°C であり, 生育場所の水温はそれぞれ 10.2°C, 19.8°C, 26°C, 20.1°C であった。

## 結 果

### 卵放出

生殖器床別の卵放出日を Table 1 に示す。放出間隔にははっきりした周期性は見られず, 2日連続して放出する場合, 放出後2日目に再度放出する場合, 3日目に放出する場合, 5日目に放出する場合があった。標

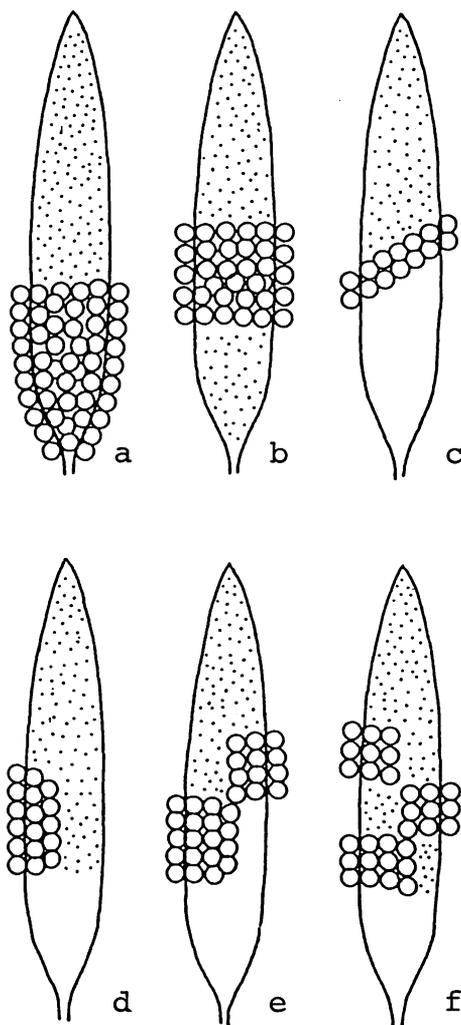


Fig. 2. Types of egg liberation in autumnal *Sargassum horneri* at Yanai. a, general type; b, skipped type; c, inclined type; d, one-sided type; e, f, patched type.

識した生殖器床でまったく放出卵が認められなかったのは12日の観察期間中4日であった。また生殖器床上での幼胚の残留日数は2日が高頻度であった。卵放出様式は生殖器床の基部側から順次先端部側に向い帯状に放出 (Fig. 2a) するのが一般的であった。しかし基

部側ではまだ放出されていないにもかかわらず中央部で放出が行われる型 (Fig. 2b), 傾いた輪状の放出 (Fig. 2c), 片側のみの放出 (Fig. 2d), 片側の放出が数段一度に起こる型 (Fig. 2e, f) など多様であった。放出卵の大きさ

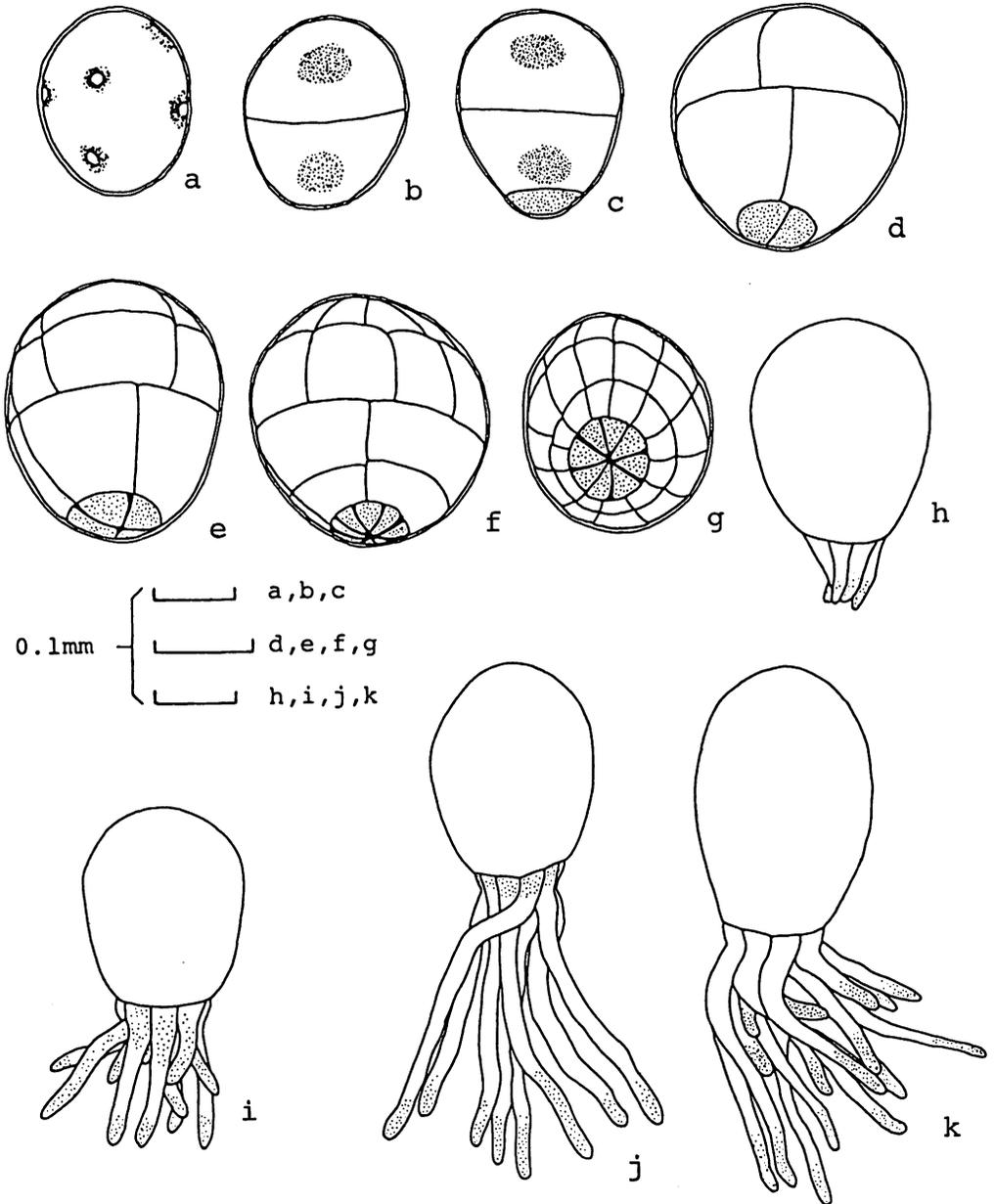


Fig. 3. Germling development of autumnal *Sargassum horneri* at Yanai. a, egg with 8 nuclei; b, first segmentation; c, second segmentation, forming the rhizoid cell; d, first segmentation of the rhizoid cell; e, second segmentation of the rhizoid cell; f, g, rhizoid cell in a radial 8-celled stage; h, rhizoids somewhat elongated; i, secondary rhizoids elongated; j, primary rhizoids further elongated; k, further development of rhizoids.

Table 2. Egg size in mean value for autumnal *Sargassum horneri* at Yanai.

Position in one plant	Position in one receptacle	
	Basal	Upper
Upper	204 X 170	
Middle	256 X 206	> 218 X 177
Basal	252 X 207	> 218 X 178

|| : Difference is not significant. (P<0.01)

∧, > : Difference is significant. (P<0.01)

放出卵の大きさは藻体上の生殖器床の部位、また生殖器床上の放出卵の部位で異なっていた。秋に成熟するアカモクの藻体上部では、生殖器床の基部側の放出卵の大きさの平均は  $204 \times 170 \mu\text{m}$  (長径×短径)であった。藻体中部および下部の場合は、生殖器床の先端部側ではそれぞれ  $218 \times 177 \mu\text{m}$ ,  $218 \times 178 \mu\text{m}$ であり、生殖器床の基部側ではそれぞれ  $256 \times 206 \mu\text{m}$ ,  $252 \times 207 \mu\text{m}$ であって、この間に有意な差が認められ (Table 2), 春に成熟するアカモクにも同様の傾向が認められた (Table 3)。放出卵の大きさは秋に成熟するもので小さかった。

#### 幼胚の発生様式

秋に成熟するアカモク幼胚の発生様式を Fig. 3 に示す。放出卵は8核を有し (Fig. 3a), 受精後1核のみ残り他の核は消える。第一分割は長軸に対して垂直に起こる (Fig. 3b)。第二分割でレンズ状の仮根細胞が形成される (Fig. 3c)。この仮根細胞は1回目の細胞分裂で等大の2細胞に分けられ (Fig. 3d), 第二分割壁が垂直に走り4細胞に分けられる (Fig. 3e)。次の分割で第三分割壁が中心を通過して走るため輪状に並んだ8細胞に分けられる (Fig. 3f)。その8個の細胞そ

Table 3. Egg size in mean value for *Sargassum horneri* at Tsuyazaki.

Position in one plant	Egg liberation		
	1st	2nd	3rd
Upper	265 X 207	> 246 X 188	
Middle	281 X 228	< 289 X 235	> 253 X 200
Basal	279 X 222	> 268 X 214	> 242 X 194

∧, V, >, < : Difference is significant. (P<0.01)

れぞれから仮根が伸びだし、8本の第一次仮根となる (Fig. 3h, i)。さらに時間がたつと第二次仮根が伸長し (Fig. 3j, k), 計16本の仮根が見られるようになる。

#### 光合成速度の季節変化

春に成熟するアカモクの2月, 5月, 9月, 11月の単位面積当りの純光合成速度に基づいて作成した光-光合成曲線を Fig. 4 に示す。2月には純光合成速度は  $170 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$  で光飽和に達しており, その値は  $0.9 \mu\text{molO}_2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$  であった。成熟盛期の5月には  $500 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$  で光飽和に達しており, その値は  $1.5 \mu\text{molO}_2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$  であった。5月のIk値は約  $170 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$  となった。その後, 藻体は流失し, 9

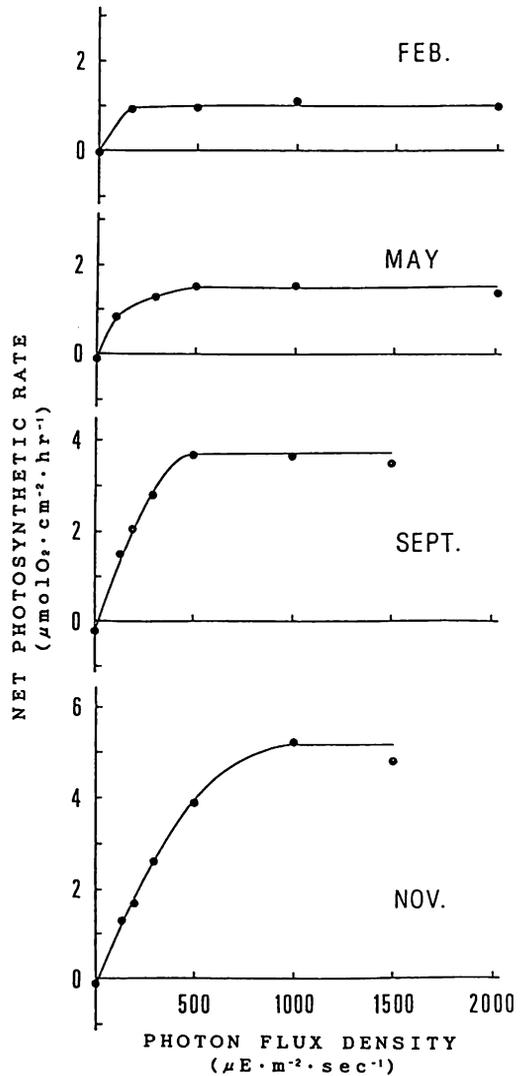


Fig. 4. Seasonal changes in photosynthesis-light relationships of *Sargassum horneri* at Tsuyazaki.

月に平均主枝長 1.4 cm の新たな藻体が認められた。これを用いて測定を行い、 $500 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  で光飽和に達しており、その値は  $3.7 \mu\text{molO}_2\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$ 、Ik 値約  $300 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  を得た。11月には  $1000 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  で光飽和に達しており、その値は  $5.2 \mu\text{molO}_2\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$ 、Ik 値は約  $570 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  となった。

秋に成熟するアカモクの7月、9月、10月の単位面積当りの純光合成速度に基づいて作成した光-光合成曲線を Fig. 5 に示す。7月には純光合成速度は  $300 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  でほぼ光飽和に達しており、その値は  $3.3 \mu\text{molO}_2\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$  であった。7月の Ik 値は約  $280 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  となった。9月には  $550 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$

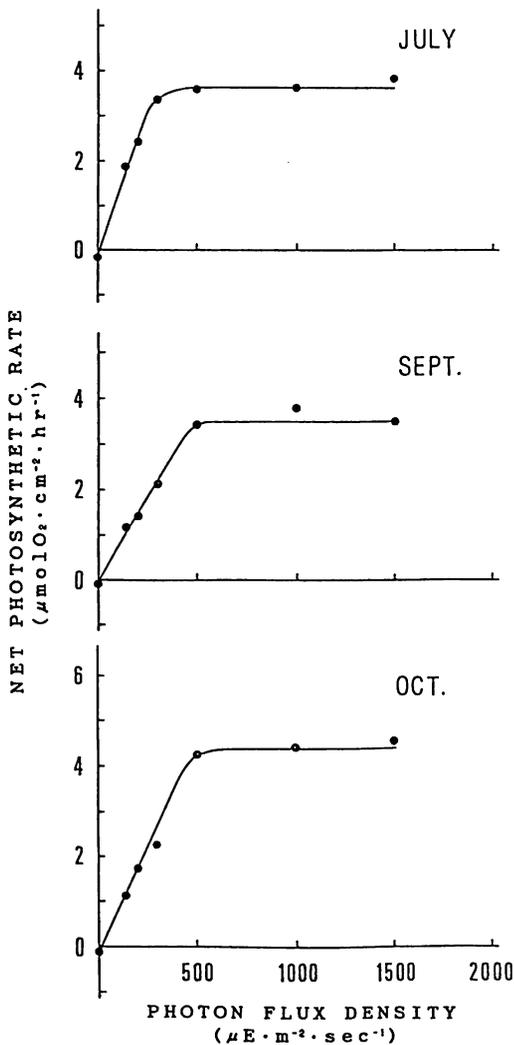


Fig. 5. Seasonal changes in photosynthesis-light relationships of autumnal *Sargassum horneri* at Yanai.

で光飽和に達しており、その値は  $3.4 \mu\text{molO}_2\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$  であった。Ik 値は約  $430 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  となった。10月には  $500 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  で光飽和に達しており、 $4.2 \mu\text{molO}_2\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$  の値をとった。Ik 値は  $500 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$  であった。

## 考 察

ホンダワラ類の卵放出は大潮時に起こるとの報告が多い。猪野 (1939) はマメタワラ等、須藤 (1948) は神奈川県三崎町のアカモク等の卵放出が大潮時に起こると報告し、FLETCHER (1980) はイギリスのタマハハキモクの卵放出が大潮時の最大振幅の後、13日間隔で起こると報告している。一方 TAHARA (1913) は三崎町のアカモクの卵放出は7日から12日で周期的かつ同時に起こるが大潮との関連はないと報告し、河本・富山 (1968) は山口県秋穂湾のアカモク等の卵放出が約一潮経過して起こると報告している。OKUDA (1981) はアカモクの卵放出間隔は2日から8日が多く、稀に同一生殖器床で2日連続して卵放出が起こることもあると報告している。これらをまとめると、卵放出は1) 大潮時に起こる、2) 大潮時ではないが周期的、同時に起こる2型となり、柳井の秋に成熟するものは後者となるが、周期は必ずしも一定ではないことが明らかになった。

小河 (1983) はアカモクの卵が成熟し放出されるに至るまでの時間は温度に影響を受けると報告している。これは水温条件の違いが卵放出間隔の違いを引き起こす可能性を示すが、柳井における今回の観察時期の水温は  $17^{\circ}\text{C}$  から  $21^{\circ}\text{C}$  で、河本・富山 (1968) の  $15^{\circ}\text{C}$  から  $23^{\circ}\text{C}$  の温度範囲にあり、卵放出間隔の違いは温度以外の要因によると思われる。

TAHARA (1913), KUNIEDA (1940), 河本・富山 (1968) はアカモクの卵放出は生殖器床の基部側から求頂的に2回ないし3回に分けて起こると報告し、生殖器床の基部側の生殖器巣は先端部側のものより早く成熟することを示唆している。秋に成熟するアカモクでは一般的には前記の放出様式をとるものが多かったが、例外も認められた。春に成熟するアカモクでもこのような放出は皆無ではないが秋に成熟するものに比べれば極めて少ない。

猪野 (1947) は卵の大きさは各属各種で一定しており、一般に体制の複雑な、分類学的に上位にあるものほど大きいと述べている。アカモクでは三崎の材料によって  $264 \times 198 \mu\text{m}$  としているが、寺脇ら (1983) は

鹿児島県桜島の材料によって  $328(\pm 27) \times 271(\pm 26)$   $\mu\text{m}$  と報告している。同一藻体内であっても生殖器床のできる部位、また同一生殖器床であっても基部と先端部では差のあることを今回明らかにしたので、比較を行うには放出部位まで考慮することが必要と思われる。また、ある場所にみられる群落が、全体としてはどのような変異の幅を持つか、あるいは地理的な差、ないし傾向があるかは興味ある問題である。

奥田 (1987) が報告したように、秋に成熟するものは春に成熟するものに比べて細づくりであること、生殖器床に不規則な性質がみられること、今回明らかにしたように卵は小さめであること等の違いはあるが、仮根細胞の分裂壁を含めて受精後の幼胚形成に関しては両者とも同じであり類似点と相違点が共に存在することが分かった。

春に成熟するアカモクの光飽和点および  $I_k$  値は冬季に低く、秋季に特に高くなった。また光飽和に達した状態での純光合成速度は  $I_k$  値が高くなるほど大きくなった。UMEZAKI (1984) は若狭湾のアカモクで水温が  $17.5^\circ\text{C}$  から  $9.2^\circ\text{C}$  に下降する時期に急伸長期があると報告している。この水温は津屋崎のアカモクの光合成速度の高い時期の水温と重なる。

秋に成熟するアカモクは水温が低下している秋季に  $I_k$  値が高くなり、純光合成速度も高くなった。成熟期が津屋崎の春に成熟するものとおよそ半年違っているにもかかわらず、巨視的大きさになっている夏季から秋季にかけての光合成活性の季節変化が同様であったことは、生活史において光合成能の変化のパターンが異なることを示す。植物は生殖生長に移行するまでに一定量以上の栄養生長を達成しなければならず、生長は光合成に依存する。生活史における光合成能の変化のパターンの違いは一定量以上の栄養生長を達成する時期に影響を与える。

DE WREEDE (1976) は *Sargassum oligocystum* MONTAGNE 等で水温が成熟の引金として働くことと推察している。秋に成熟するアカモクにおいても水温が刺激となることは考えられるが、同範囲の水温になる春季 (春のアカモクの成熟期) には生殖生長への移行に十分な栄養生長を達成できないことになる。秋に成熟するアカモクはその光合成能の変化のパターン故に春に成熟するアカモクとは異なる個体群を形成すると考えられる。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、逐次便宜を計ってください

た水産大学校松井敏夫氏、滝澤敬氏、三木浩一氏に謝意を表す。

## 文 献

- DE WREEDE, R. E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. *Phycologia* 15: 175-183.
- FLETCHER, R. L. 1980. Studies on the recently introduced blown alga *Sargassum muticum* (YENDO) FENSHOLT. III. Periodicity in gamete release and "incubation" of early germling stages. *Bot. Mar.* 23: 425-432.
- 猪野俊平 1939. イソモク、マメタハラ、ノコギリモクの生殖細胞の同時的且周期的放出について。植・動 7: 781-783.
- 猪野俊平 1947. 海藻の発生。北隆館、東京。
- 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.
- KUNIEDA, H. 1940. On the fertilization in *Sargassum horneri* Ag. *Jap. J. Bot.* 11: 141-146.
- 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.
- 中嶋 泰・今野敏徳 1979a. 千葉県小湊の漸深帯に生育するホンダワラ属海藻の成熟・卵放出期間 (日本藻類学会第 3 回秋季大会講演要旨)。藻類 27: 53.
- 中嶋 泰・今野敏徳 1979b. 千葉県小湊の漸深帯に生育するホンダワラ属海藻の季節的消長 (日本藻類学会第 3 回秋季大会講演要旨)。藻類 27: 54.
- 小河久朗 1983. ホンダワラ類の成熟に及ぼす温度の影響 II. アカモクの造卵器。大槌臨海研究センター報告 (9): 35-42.
- OKUDA, T. 1981. Egg liberation in some Japanese Sargassaceae (Phaeophyceae). *Proc. Xth Int'l Seaweed Symp.* : 197-202.
- 奥田武男 1987. アカモクにおける雌雄同株個体と秋季の成熟。藻類 35: 221-225.
- 沢田武男 1956. シダモク (?) に関する観察及びその胚発生。九大農芸誌 15: 541-549.
- 瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩・吉田忠生 1959a. 流れ藻の海藻学的研究-III. 流れ藻形成機構に関する考察。九大農芸誌 17: 299-305.
- 瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩・吉田忠生 1959b. 流れ藻の海藻学的研究-IV. 流れ藻調査資料からみたホンダワラ類の生長。九大農芸誌 17: 429-435.
- 須藤俊造 1948. ホンダワラ類の受精に就いて。植雑 61: 34-36.
- TAHARA, M. 1913. Oogonium liberation and the embryogeny of some Fucaceous algae. *J. Coll. Sci., Tokyo Imp. Univ.* 32, art. 9: 1-13.
- 寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983. ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究-III. アカモク。藻類 31: 97-101.
- 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.  
 UMEZAKI, I. 1984. Ecological studies of *Sargassum horneri* (TURNER) C. AGARDH in Obama Bay, Japan. Sea. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 50: 1193-1200.

YOSHIDA, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophycus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. V 13: 99-246.

## 新 刊 紹 介

GREUTER, W., H. M. BURDET, W. G. CHALONER, V. DEMOULIN, R. GROLLE, D. L. HAWKSWORTH, D. N. NICOLSON, P. C. SILVA, F. A. STAFLEU, E. G. VOSS, and J. MCNEILL (ed.): *International Code of Botanical Nomenclature*, adopted by the Fourteenth International Botanical Congress, Berlin, July-August 1987. *Regnum Vegetabile* volume 118. xiv+328 pp. Koeltz Scientific Books, Königstein. 1988. DM 60.00 (約 6,000円). ISBN 3-87429-278-9.

国際植物命名規約の新しい版が発行された。第14回国際植物学会議における決定を盛りこんだもので、会議開催地にちなんで“Berlin Code”と略称される。会議から1年で印刷されたのはこれまでになく早いものである。いうまでもなく、これからはこの“Berlin Code”に従って命名上の取り扱いをしなければならず、以前の版はもはや有効ではない。

今回の改訂でまず目につくのは、規約本文が英語だけになり、フランス語・ドイツ語で書かれた部分が除かれたことであろう。そのため全体のページ数は140ページ少なくなった。規約の適用範囲が明示され、藍藻はこの規定に従うこととし、その他の原核生物は細菌の命名規約 (Bacteria Code) によるとされた。原核生物=細菌という主張からの論議や混乱はこれで一応解消された。しかし、これでは *Prochloron* や *Prochlorothrix* がこの規約の範囲外になってしまうという問題を残している。

規約そのものは大きな変更はなく、最後の属名の性にかんする勧告が規約に組み込まれて第76条となっているけれども、非合法名の取り扱いに関する第66, 67条が削除されたので、全体としては71条からなっていることになる。変更は規約の適用を明確にするためのもので、条項をふやしたり、例を加えたり、より適

切なものにしてある。

改訂の重要な点はタイプに関係するものである。これまで、タイプは標本またはその他の要素 “one specimen or other element” とされていたのが標本または図解 “one specimen or illustration” となった。これで古い時代の記載 (例えば Hudson 1762) をタイプとすることはできなくなった。タイプに関する第7条が強化されて、Sydney Code で「タイプ決定の手引き」で規定されていた内容が第7条に組みこまれた。1990年1月1日以降は、学名の正当な発表のためにはタイプを明確に指定し、“Typus” ないし “Type” の語を付けて、その保管場所も示さなければならない。これまで勧告などで示されていたものが条文の中に入って、新分類群の発表の条件が厳しくなっている。

科名の保留の方法について意見が分かれ、Congressのときに決まらず、その後分類群ごとの委員会で討議され表決がおこなわれた。藻類委員会ではこれまでどおり特定の廃棄名に対して保留する事になった。これと同様の決定をしたのは羊歯類である。これに対して、せん苔類と種子植物では、保留名はすべての異名に対して保留されることになり、これに伴って保留科名のリストが二つに分けられた (Appendix IIA 藻類, 菌類, 羊歯類, IIB せん苔類, 種子植物)。

保留属名の表 (Appendix IIIA) にはいくつかの追加がある。藍藻には *Anabaena*, *Rivularia*, 紅藻には *Audouinella*\*, *Corynomorpha*, *Hildenbrandia*\*, *Lithothamnion*, *Nemastoma*\*, *Suhria*, 珪藻 *Cerataulina*, *Cyclotella*, *Hemiaulus*, *Rhopalodia*, 黄色藻 *Anthophysa*, 黄緑色藻 *Botrydiopsis*, *Centritractus*\*, *Tetraedriella*, 緑藻 *Anadyomene*\*, *Chlamydomonas*, *Gloeococcus*, *Prasiola*, *Sphaeroszma* (\*は緩りの保留) が加えられている。

(北海道大学理学部植物学教室 吉田忠生)