福岡県津屋崎に生育するホンダワラ類 5 種の卵放出

難波 信由, 奥田 武男

(1991 年 10 月 11 日受付)

Egg Release of Five Fucalean Species in Tsuyazaki, Japan

Nobuyoshi Nanba* and Takeo Okuda*

Egg release in tagged individuals of five fucalean species was studied between June 1987 and June 1988 in Tsuyazaki, northern Kyushu, Japan, where water temperature ranges from 10.1 to 28.9°C. *Sargassum macrocarpum* released eggs in summer, *S. autumnale* and *S. ringgoldianum* ssp. *coreanum* in autumn, and *S. siliquastrum* in spring. In *Myagropsis myagroides*, some individuals began to release eggs in early winter, but many individuals released eggs from late winter to mid-spring. These results indicate that egg release of fucalean species can be observed throughout the year in this study site. *S. macrocarpum* mainly released eggs both in the spring tides and the neap tides, and *M. myagroides* soon after the neap tides, but in other species eggs were not released at periodic intervals. Germlings remained on the receptacles for only one day in *S. ringgoldianum* ssp. *coreanum* and *S. autumnale*, two days in *S. macrocarpum*, from one to six days in *S. siliquastrum*, and from seven to eleven days in *M. myagroides*.

近年ガラモ場の造成試験が試みられており,^{1,2)} その種苗として幼胚が用いられている。ホンダワラ類の卵放出期は種や地域により異なっており、幼胚を入手するには対象とする種の卵放出期や放出日等を明らかにすることが望ましい。卵放出に関する詳細な研究は春期に奥田³⁾ が福岡県津屋崎でアカモク *Sargassum horneri* 等 4 種、四井⁴⁾ が長崎県野母でヒジキ *Hizikia fusiformis* 等 8 種、秋期には本多、奥田^{5,6)} が山口県柳井市のアカモクと高知県土佐市のトゲモク *S. micracanthum* について行っている。

本研究は津屋崎において 1 年間観察を継続し、ホンダワラ類 5 種の卵放出期や卵放出の周期性の有無等を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

福岡県津屋崎 (Fig. 1) に生育する多年性のホンダワラ類であるノコギリモク *S. macrocarpum*, アキヨレモク *S. autumnale*, ヤナギモク *S. ringgoldianum* ssp. *coreanum*, ジョロモク *Myagropsis myagroides*, ヨレモク *S. siliquastrum* についてそれぞれ生殖器床をもつ雌の個体に標識を付け、1987 年 6 月 26 日から 1988 年 6 月 18 日にかけて、毎日 1 回放出卵あるいは幼胚の有無を潜水観察し、同時に水温を測定した。ノコギリモクでは標識

Fig. 1. Location of study sites in Tsuyazaki. St. 1. *Sargassum macrocarpum*; St. 2. *S. siliquastrum*, *Myagropsis myagroides* (I), (II); St. 3. *S. autumnale*, *S. ringgoldianum* ssp. *coreanum*.

個体 1 個体中の生殖器床が数 10 個になった時点で観察を打ち切ったが、他の 4 種では標識個体すべての生殖器床が枯死流失するまで観察を行った。

* 九州大学農学部水産学科 (Department of Fisheries Faculty of Agriculture, Kyushu University, Hakozaki, Fukuoka 812, Japan).

Fig. 2. Mean monthly water temperatures in Tsuyazaki. Vertical bars indicate range of water temperature.

標識個体数はノコギリモクで 24 個体, アキヨレモク, ヤナギモクでそれぞれ 35 個体, ヨレモクで 15 個体であった。ジョロモクの群落では卵放出開始時が異なる 2 つの個体群が見られたので, それらを (I) と (II) に分けそれぞれ 19 個体と 20 個体に個体標識を行った。またそれぞれの種で観察終了時まで標識が残ったのはノコギリモクで 9 個体, アキヨレモクで 18 個体, ヤナギモクで 20 個体, ジョロモクでは (I) で 18 個体 (II) で 19 個体, ヨレモクでは全個体の 15 個体であり, 本研究ではこれらの個体のデータのみを用い結果とした。

観察不可能な日の翌日に幼胚が生殖器床に付着していた場合や, 同一個体が 2 日以上連続して卵を放出する可能性のあることも考慮し, これらの場合の卵放出日を確認するために, 放出卵または幼胚が付着した生殖器床

を標識個体 1 個体につき数個採集しそれらの胚発生の段階を観察した。

また, ジョロモク (I), (II) とヨレモクにおいて目視観察により藻体を上部・中部・下部に分け, どの部分から卵の放出が始まるかを観察した。

結 果

観察時には標識個体だけでなく群落全体も広く観察したが, 卵放出に関して標識個体と他の個体に差は見られなかった。

卵放出期 ノコギリモクの卵放出は一部の個体で 1987 年 6 月 29 日に始まったが, 多くの個体が卵を放出したのは 7 月 12 日から 8 月 3 日にかけてであった (Fig. 3)。卵放出期の水温の範囲は 21.2~27.9°C, 平均水温は 24.7°C であった (Fig. 2)。

アキヨレモクの卵放出は 1987 年 8 月下旬から 1988 年 1 月上旬まで非常に長い期間にわたって観察された。卵放出期の水温の範囲は 13.8~28.9°C, 平均水温 21.0°C であった (Fig. 2)。放出盛期は卵放出が開始された 8 月下旬から 10 月上旬にかけてであり, 11 月に入ると枯死によりすべての生殖器床を失う個体が現われた。また 11 月上旬にすべての生殖器床を失った個体の内の 4 個体では, 生殖器床消失後 7 日から 26 日して再び新たな生殖器床が形成され, これらの生殖器床からは 11 月下旬から 12 月下旬に卵が放出された (Fig. 3)。

ヤナギモクの卵放出は 1987 年 9 月 7 日に始まり, 最後の放出は 12 月 4 日であった。卵放出開始時から多

Fig. 3. Dates of egg release of five fucalean species.

くの卵が放出され、放出盛期は 10 月下旬まで続いたが、11 月に入ると主枝の枯死が進み、卵放出量は減少した (Fig. 3)。卵放出期の水温の範囲は 15.1~27.2°C、平均水温 21.6°C であった (Fig. 2)。

ジョロモクの観察を行った St. 2 の群落内では一部の個体 (ジョロモク (I)) が 1987 年 12 月上旬に卵放出を開始し、1988 年 4 月中旬まで続いた。これらジョロモク (I) の卵放出期の水温の範囲は 10.1~15.9°C、平均水温 12.7°C、放出盛期は卵の放出が始まった 1987 年 12 月上旬から 1988 年 1 月上旬であった。しかし、ジョロモク群落内の大部分の個体 (ジョロモク (II)) が卵を放出したのは 1988 年 2 月中旬から 4 月下旬であり、卵放出期の水温の範囲は 10.1~16.4°C、平均 12.4°C であった (Fig. 2)。ジョロモク (II) においても (I) と同じく卵放出開始時から多くの卵が放出され、盛期は 3 月中旬まで続いた。なおジョロモクの観察を開始した日には (I)、(II) 共に、生殖器床に幼胚が附着していたが、すでに幼胚が落下して色の薄くなった生殖器床は見られず、これらは最初に放出されたものであった (Fig. 3)。また藻体のどの部位から卵の放出が始まるかを観察したところ、ジョロモク (I)、(II) 共にすべての標識個体において藻体の上部から始まり中部そして下部へ移った。

ヨレモクの卵放出期は 1988 年 3 月下旬から 6 月中旬であったが、放出開始時の卵の放出量は少なく、多くの卵が放出された盛期は 4 月上旬から中旬であった (Fig. 3)。卵放出期の水温の範囲は 12.1~22.2°C 平均水温 16.8°C であった (Fig. 2)。またすべての標識個体で卵の放出は藻体のほぼ全体から始まったが卵放出期の後期では藻体の上部は既に枯死しており下部のみ生殖器床から卵放出が見られた。

Table 1. The frequency of egg release in individuals of five fucalean species

Species name	Frequency of egg release	
	Mean	Range
<i>Sargassum macrocarpum</i>	3.3	2-5
<i>S. autumnale</i>	15.4	12-18
<i>S. ringgoldianum</i> ssp. <i>coreanum</i>	12.4	9-17
<i>Myagropsis myagroides</i> (I)	12.2	7-19
<i>M. myagroides</i> (II)	7.5	5-11
<i>S. siliquastrum</i>	7.2	5-11

卵放出間隔 ノコギリモクでは大潮の 7 月 12 日、25 日と小潮の 8 月 3 日に多くの個体が卵を放出したが、7 月 18 日の小潮には卵は放出されなかった。この種では生殖器床の採集を行わなかったため、卵が 2 日以上連続して放出されているかどうかは確認できなかった。ジョロモクでは (I)、(II) 共に小潮から大潮にかけての間に数回放出される傾向が見られた。他の種では卵放出と潮汐周期との関連や周期性は認められなかった。アキヨレモクの卵放出間隔は 3~8 日または 1 日即ち連続して放出される場合が多く、ヤナギモクでは 1 日または 4 日が多く 9 日までが大半を占めていた。ヨレモクでは 1、5、9 日または 10~12 日の例が多かった。卵放出における個体間の同時性は今回観察したすべての種で明らかであった (Fig. 3)。

卵放出回数 卵放出回数はノコギリモクで 1 個体当たり平均 3.3 回、アキヨレモクで 15.4 回、ヤナギモクで 12.4 回、ジョロモクでは (I) で 12.2 回、(II) で 7.5 回、ヨレモクでは 7.2 回であった (Table 1)。また今回

Fig. 4. Histograms showing how many days germlings were retained on the receptacle surface of five fucalean species.

観察を行ったホンダワラ類では1生殖器床の卵放出は2, 3回であった。

幼胚が生殖器床上に付着していた日数 ノコギリモクの幼胚は1~3日間生殖器床上に付着していたが, 2日間の例が大半であった。アキヨレモク, ヤナギモクの幼胚は1~2日間生殖器床上に付着していたが, 両種共に1日間の例が80%を越えており, 大部分の幼胚は放出された翌日には落下した。ジョロモクの幼胚の付着日数は(I)では7日間, (II)では10日間または11日間が多く, ヨレモクでは1~6日間にわたったが, 2日間の例が多かった(Fig. 4)。また, ジョロモク(II)とヨレモクでは正常発生しない卵が多く見られた。

考 察

奥田³⁾はアカモク等4種の卵放出について報告しており, 津屋崎では, 多くのホンダワラ類は春期に卵を放出している。今回観察したヨレモクの卵放出期も春期であったが, ノコギリモクで夏期, ヤナギモクで秋期, アキヨレモクで秋期~冬期, ジョロモクでは冬期~春期に卵を放出しており, 本研究の結果から津屋崎では夏期~冬期の間にも卵放出を行う種が存在していることが明らかになった。また, ノコギリモクでは高温期, ヤナギモク, アキヨレモクでは水温下降期, ジョロモクでは低水温期, ヨレモクでは水温上昇期に卵を放出しており, 成熟に關しての水温に対する対応はこれらの種では異なっていると言えよう。

吉田⁷⁾は津屋崎のヤナギモクの成熟期は8月下旬から10月上旬であろうと報告しており, これは今回観察を行ったヤナギモクの卵放出盛期とほぼ一致していた。四井ら⁴⁾は長崎県野母のヨレモクの卵放出期が5月上旬から下旬(水温の範囲17~20°C), 卵放出回数は2~3回としているが, これに比べ津屋崎のヨレモクでは卵放出期間は長く, 水温の範囲も広がっており, 放出回数も倍以上であった。野母においては藻体を移植し観察を行っており, 移植による藻体への影響や, 野母と津屋崎という生育地域の違いによりこの差が生じたのではないかと考えられる。

今回観察を行ったホンダワラ類5種の内, アキヨレモク, ジョロモクの卵放出期間はそれぞれ4.6ヶ月と4.5ヶ月で他の種に比べ長い期間続いた。丸伊ら⁵⁾は北海道忍路湾のアカモク, 寺脇⁶⁾は三浦半島小田和湾のヒジキで共に藻体が枯死する時期に新たに生殖器床が形成され成熟が更に継続したと報告しているが, 津屋崎のアキヨレモクにおいてもすべての生殖器床を失った後新たに生殖器床を形成した個体があったため長い間卵放出が続いた。しかしジョロモクではアキヨレモク等とは違い, 1つの群落内で卵放出の開始時期が異なる2つの個

体群があったために卵放出期が長期化する結果となった。

今日までホンダワラ類の卵放出と潮汐周期との関連については多くの種について報告されているが,^{1, 10-12)} 田原,¹³⁾ 須藤¹⁴⁾は卵放出には周期性はあるが潮汐周期との関連性は無いとしている。更に卵放出には一定の周期性は見られないとする報告もある。³⁻⁶⁾ 今回観察を行ったノコギリモクとジョロモクでは卵放出に潮汐周期との関連が見られたが, 他の種では一定の周期性は認められず, 種により異なっていた。

今回観察を行ったホンダワラ類の1個体当たりの卵の放出回数は, 1生殖器床の卵の放出回数を上回っており, 10回を越える種も見られた。このことはジョロモク, ヨレモクで明らかのように他の種においても卵の成熟状態は生殖器床が形成されている藻体の部位により異なっており, 卵の放出日が違っているからである。

幼胚が生殖器床から落下する時の発生段階は, すべての種で仮根細胞が切り出され, 突起としてもりあがる頃であったが, 生殖器床上に幼胚が付着していた日数は種により異なっていた。その日数はジョロモクでは特に長く, 卵放出も小潮から大潮にかけての間に数回行われたので, 1987年12月から翌年の4月にかけての卵放出期間中大半の日で生殖器床上に幼胚が付着しているのを見ることができた。またジョロモク(II)とヨレモクでは卵放出期の全般にわたって正常発生しない卵が多く見られたが, 健全な幼胚を得るためには, 今後その原因を明らかにする必要がある。

謝 辞

本研究を通して, 有益なご助言を頂いた九州大学農学部水産学第二講座川口榮男博士に深謝する。また, 逐次便宜を計って下さった九州大学農学部附属水産実験所北島力教授をはじめとする職員の方々にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 河本良彦, 富山 昭: ホンダワラ類の増殖に関する研究—I. クレモナ化纖糸による採苗, 培養について. 水産増殖, 16, 87-95 (1968).
- 2) K. Yamauchi: The formation of *Sargassum* beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH and *S. muticum* (YENDO) FENSHOLT. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50, 1115-1123 (1984).
- 3) T. Okuda: Egg liberation in some Japanese *Sargassaceae* (Phaeophyceae). *Proc. 10th Int'l Seaweed Symp.*, 197-202 (1981).
- 4) 四井敏雄, 中村伸司, 前迫信彦: 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 (1984).
- 5) 本多正樹, 奥田武男: 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. 藻類, 37, 46-52 (1989).
- 6) 本多正樹, 奥田武男: 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 (1990).

- 7) T. Yoshida: On the growth rings found in the root of *Sargassum ringgoldianum* HARVEY (Fucales). *Nippon Suisan Gakkaishi*, **26**, 673-678 (1960).
- 8) 丸伊 満, 稲井宏臣, 吉田忠生: 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 (1981).
- 9) 寺脇利信: 三浦半島小田和湾におけるヒジキの生長と成熟. 水産増殖, **33**, 115-118 (1985).
- 10) 猪野俊平: 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週期的放出に就いて. 植動, **7**, 781-783 (1939).
- 11) 須藤俊造: ホンダワラ類の受精に就いて. 植維, **61**, 34-36 (1948).
- 12) R. L. Fletcher: Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (YENDO) FENSholt. III. Periodicity in gamete release and 'incubation' of early germling stages. *Bot. Mar.*, **23**, 425-432 (1980).
- 13) M. Tahara: Oogonium liberation and the embryogeny of some fucaceous algae. *J. Coll. Sci. Tokyo Imp. Univ.*, **32**, Art. 9, 1-13 (1913).
- 14) 須藤俊造: ヒジキの卵・精子の放出及び幼胚の離脱と着生について (海藻の胞子付けの研究 第 11 報). 日水誌, **17**, 9-12 (1951).