

広島湾大野瀬戸における秋に成熟するアカモクの初期成長と減耗

吉田 吾郎・寺脇 利信・吉川 浩二・有馬 郷司

Early Growth and Mortality of Autumnal-Fruiting Type of *Sargassum horneri* (Phaeophyta) in Ohno-seto Strait, Hiroshima Bay

Goro Yoshida, Toshinobu Terawaki, Koji Yoshikawa
and Satoshi Arima

Early growth and mortality of the autumnal-fruiting type of *Sargassum horneri* were surveyed at Ohno-seto strait, Hiroshima Bay. Embryos were planted on artificial substrata in December 1994 and were placed at two stations in the area: St. 1 without natural individuals, and St. 2 with dense distribution of *S. horneri*.

The growth of germlings on the substrata was slow during the winter and early spring at both stations. Rapid increase of thallus length occurred at St. 2 as water temperature rose after May, but growth at St. 1 was greatly inhibited due to the accumulation of fine sediments on the thalli in summer.

The mortality was high during the first month after setting the substrata and also from June to September, and relatively low from February to May. Although the survival curves were similar, the ecological and physiological features of germlings were quite different at the two stations. Germlings at St. 1 were covered with fine sediments and discolored, and germlings at St. 2 were damaged by abrasive effects of sand sediments during winter and from amphipod nesting activities in spring. Among these, the sedimentation might be the most important factor which affects the settlement, growth and consequently the distribution of *S. horneri* in this area.

Key words: *Sargassum horneri*, autumnal-fruiting type, early growth, mortality, environmental factors

1年生のホンダワラ類であるアカモク *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh は、日本沿岸とその周辺に分布し、主要なガラモ場の構成種である (吉田 1985)。西日本のアカモクの成熟期は春季とされ、瀬戸内海においても一般的には成熟盛期は3~5月とされてきた (吉川・月館 1986, 奥田 1987)。しかし、1987年に山口県柳井市沿岸と広島県黒島において秋季 (10~12月) に成熟するアカモクが報告されて以来、瀬戸内海の各地の沿岸で同様のアカモクの分布が確認されている (奥田 1987, 奥田 1990)。これら成熟期の異なるアカモクが存在について生物学的、あるいは藻場造成などの応用的見地から興

味が持たれており (本多・奥田 1989, Okuda and Satoh 1989)、生活環完結技術を応用した交配実験も試みられている (Uchida and Arima 1993)。しかしながら秋に成熟するアカモクの現場における消長、その生育する環境条件など生態的な知見については未だ詳細な報告例は無いと思われる。

アカモクの春季の幼胚の成長には、長日、高照度、高温 (20~25°C) 条件が適している (吉田他 1995)。しかし秋に成熟するアカモクの幼胚は、年間のうちでも最も日が短く、水温も低下していく時期に母藻から放出されることになる。筆者等は秋に成熟するアカモクが現場でど

のようにその初期段階を過ごしているかに興味を持ち、その分布が確認されている広島湾大野瀬戸（奥田 1990）において調査を行ったが、天然の海底上の発芽体の発見は困難であった。

そこで、放出された秋のアカモクの幼胚を人工基盤に付着させて現場に沈め、その上の発芽体の成長の過程を追跡、観察した。あわせて基盤上のアカモクの減耗の様子と生育場の環境特性を調査したので報告する。

材料と方法

調査定点 調査を行った場所（Fig. 1）は広島県大野町丸石にある2つの漁港に挟まれた埋め立て地の人工護岸沿岸である。護岸は大野瀬戸に面し、船の航行による後流以外は静穏な海域である。護岸の構造は、直径数10 cmから1 mほどの敷き石を組み合わせたおよそ30度、5 m程度のスロープである。スロープの上端は潮位基準面から2.0 mの高さで、満潮時には完全に海

中に没するが、年間を通じて干潮時にスロープ全体が露出することは無い。スロープの下端から先には平坦な砂泥質の海底が続いているが、その境界付近に転石や集積したカキ殻が見られる所もある。転石や護岸の敷き石上にはアカモクをはじめアナアオサ、マクサ等様々な海藻が生育している。

1994年12月26, 27日に潜水によって上記の護岸沿岸域のアカモク成体の分布を調べた。直線的な護岸の汀線を30 mごとに区分し、その区分内の敷き石や転石上に生えているアカモク成体の数を計数し、分布図を作成した。この分布調査の結果に基づき、幼胚を着生させた人工基盤を設置する2定点（Fig. 2）を選んだ。アカモク成体の分布の見られなかった区分内に St. 1（水深2.3 m）を、最も密な分布の見られた区分内に St. 2（水深1.6 m）を設定した。ともにスロープの下端付近の海底上に基盤を設置したが、St. 1では護岸を構成する敷き石が海底にも敷きつめられており、その上に基盤を設置した。St. 2では海底は砂泥で、基盤はその上に置いた。St. 2付近では転石や集積したカキ殻等も見られた。

初期成長・減耗の観察 幼胚を着生させる人工基盤として15×10 cm、厚さ8 mmのスレート製のプレートを用いた。プレートには深さ、幅とも0.5 mm程度の溝がおよそ1 mmの間隔でタテヨコ等間隔に刻まれ基盤の目状となっており、その8×8マスが12×12 mmに相当する。プレートの4隅に直径5 mmの穴をあけ、針金で設置用ブロックに固定して上記の定点に設置した。

1994年12月19日に、成熟したアカモク成体数個体を現場から持ち帰り、屋外水槽中で放卵させた。卵割を確認後、生殖器床を摘み取って、滅菌海水を満たしたシャーレに適量入れ、振とう機で振とうしながら幼胚を集めた。幼胚のサイズは長径 $248 \pm 22 \mu\text{m}$ 、短径 $193 \pm 21 \mu\text{m}$ で、仮根はまだ見られていなかった。集めた幼胚を海水を満たしたバットに沈めた上記のプレート上にピペットで散布し、その後静かに濾過海水をかけ流し、9日間室内培養し着生を待った。この間のバット内の水温は12~14°Cであつ

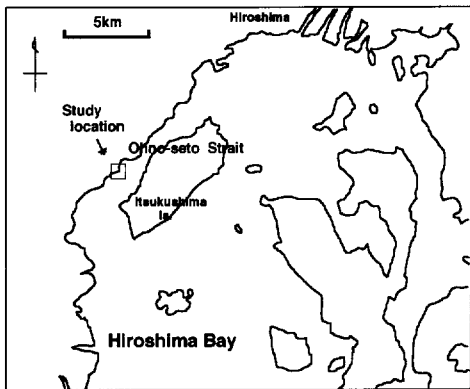


Fig. 1. Study location of the autumnal-fruiting type of *Sargassum horneri*.

た。

12月28日に、2つの定点に幼胚を付着させたプレート(Plate I. A)を4枚ずつ設置した。設置時の幼胚の密度はプレートにより $1.00\sim 2.35 \times 10^5$ 個/m²の幅があったが、平均はSt.1で 1.92×10^5 個/m²、St.2で 1.85×10^5 個/m²であった。設置時の幼胚の平均全長は $296 \pm 29 \mu\text{m}$ であった。なお、天然の幼胚の入植量を見るために、幼胚を着生させていないプレートも各定点に2枚ずつ設置した。

設置後、不定期にプレートをブロックから取り外して実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下でプレート上のアカモクの個体数、成長の様子を観察した。個体数の多かった設置1ヶ月後までは、顕微鏡下でプレート上からランダムに選んだ5視野(1視野は 8×8 マス、 1.44 cm^2)を数え密度を求めたが、1995年2月以降個体数が減少したためプレート上の全個体数を数えた。プレートごとに生残率を求め、定点ごとに平均を出した。

個体の成長の指標として、茎が形成される以

前は葉数と全長(最大葉長)を測定した。プレート上からランダムに20個体(生残がそれ以下の時は全個体を測定)を選び、直立している場合はカバーガラスをかぶせて測定し、平均を求めた。明瞭な茎の伸長(吉田他1995)が認められてからは茎長と、全長(葉を茎に沿って上方に伸ばしたときの藻体の長さ)を測定した。測定とともに個体の外観(色調、損傷の有無等)も観察した。測定・観察の終わったプレートは直ちに現場に戻した。観察は1995年9月8日に終了するまで計7回(1月初旬、1月下旬、2月初旬、3月初旬、4月下旬~5月初旬、6月下旬、9月初旬)行った。

環境測定 光量と水温を週に数回、13時から14時の間に両定点において測定した。光量はライカLI-192SAセンサーを用いて海面直下と海底の到達光量子量を、水温は表層と5月以降は両定点の海底の水温も測定した。栄養塩は毎月2回現場から採った表層水をGF/Cフィルターで濾過し、Buran Lubbe社 TrAAcs800自動分析装置を用いて測定した。また両定点における沈降物量

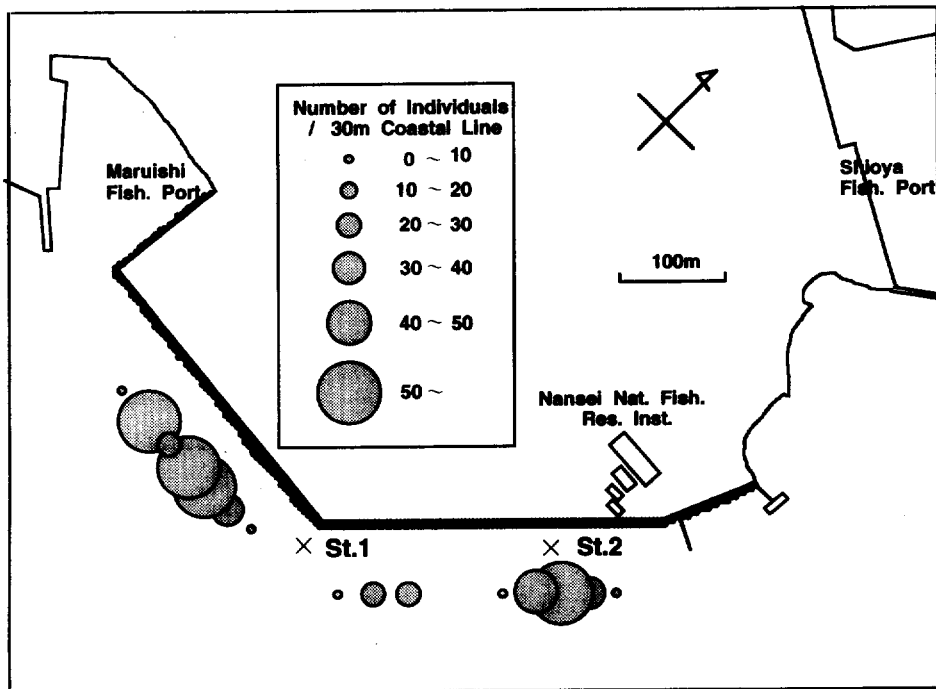


Fig. 2. The individual distribution of autumnal-*Sargassum horneri* in the study area, researched on 26, 27 th December 1994.

を、2種類の捕集器を48時間海底に設置して調べた。用いた捕集器は円筒型（塩化ビニール製、口径5 cm、高さ15 cm）と皿型（アルミニウム製、28×20×2 cm）捕集器である。円筒型は高さと口径の比が3以上となるように作られ、一度捕集された沈降物が再懸濁されにくく（佐藤・澤田1979）、設置期間中の総量を推定できる。一方皿型は捕集物が波浪などで再び舞いあがる等、より設置した実験用プレートの表面に近い状況を表わせると考えられる。2つの手法で冬季（1,2月）、夏季（7,8月）沈降物をとらえ、乾重量を求めて定点間で比較した。

結 果

護岸沿岸のアカモク成体分布 成体の分布調査を行った12月下旬には、計数したアカモク全個体の92.6%が生殖器床を有しており、成熟の盛期もしくは終盤期にあたっていると思われた。平均藻長は117 cmであった。

護岸沿岸のアカモク成体の分布には大きな偏りが見られた（Fig. 2）。最も多くの分布が見られた調査区分内には60個体以上が計数されたが、全く見られない区分もあった。アカモクは護岸のスロープ上の最低低潮線付近から護岸下端の転石上に生えており、分布の上下の幅は2~3 mで、護岸に沿った帯状を呈していた。護岸沿岸にはアカモクの他に、タマハハキモク、ノゴリモク等のホンダワラ類が見られ、特にノゴリモクはアカモクの分布の見られなかったSt. 1付近の水深2 m以深に比較的まとまって分布していた。

護岸沿岸の環境 両定点の海底到達光量（Fig. 3）は、調査時の潮位と水の濁り具合により海面下光量の13~57%（St. 1）、13~81%（St. 2）と大きく変動したが、平均はそれぞれ31%、42%であった。現場海域の表層水温は10.0~29.9°Cの幅で変動し、最低値は2月初旬に、最高値は8月下旬に記録された（Fig. 4）。5月以降の水温の上昇は急で、夏季には顕著な成層構造が比較

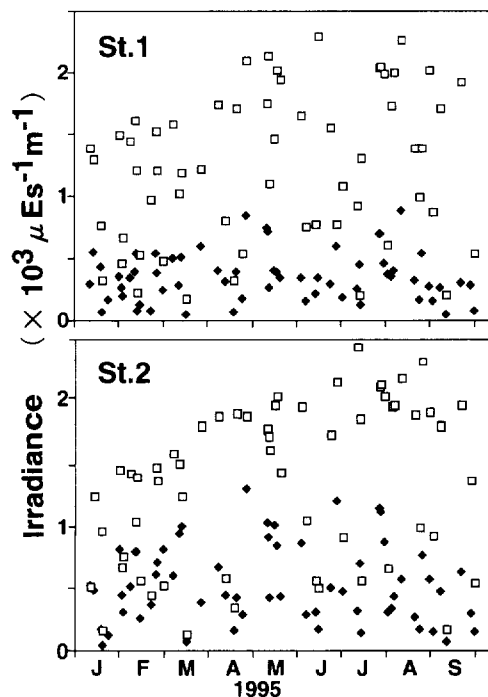


Fig. 3. Irradiances at both stations. Each datum was the average for one minute between 13:00 and 14:00.
□: Surface ◆: Bottom

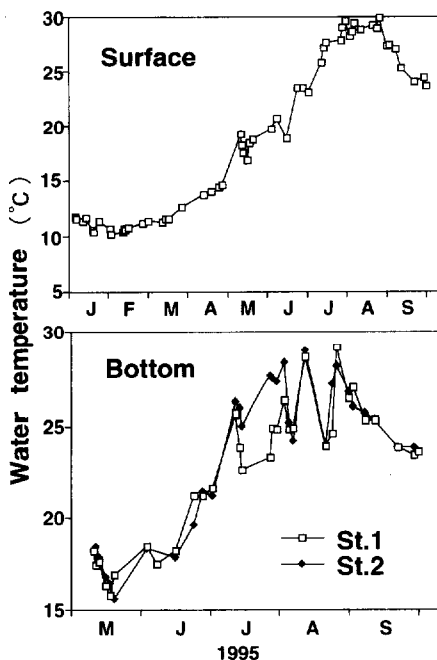


Fig. 4. Seasonal variation of water temperature in 1995.
Upper: Surface
Lower: Bottom of both stations (May to September)

的浅所で形成された。プレートを置いた水深は躍層の境界付近にあたり、潮の干満に伴い水温が大きく変動し (Fig. 4), 8月下旬には St. 1 で表層と最大 5.3°C の水温差が記録された。

無機態窒素濃度の推移は 1.3~10.2 $\mu\text{g-atl}^{-1}$ であったが、冬季に低く、夏季に高くなった。リン酸態リン濃度も 0.1~1.2 $\mu\text{g-atl}^{-1}$ の範囲で同様の傾向を示した (Fig. 5)。

2種類の捕集器で捕らえられた沈降物量は、特に円筒型捕集器の結果で両定点間の差が顕著であり、冬季、夏季とも St. 2 の方が多かった (Table 1)。捕らえられた沈降物は、この海域の海水中に多い有機質の懸濁物が沈降したものとされる微細な粒子である。St. 1 においては、

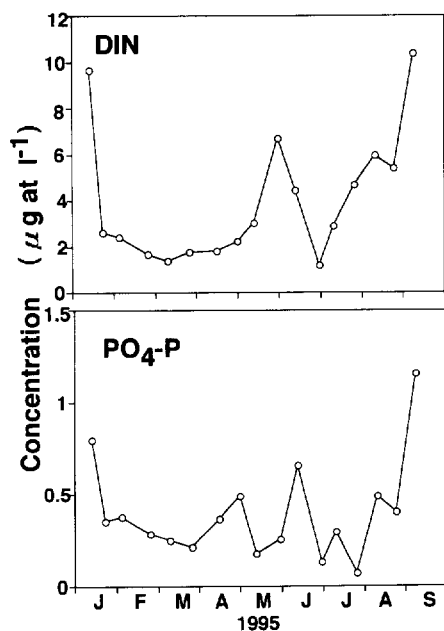


Fig. 5. Seasonal variation of nutrient concentration at the study area.

St. 2 に比べて捕集器で捕らえられた沈降物量は少なかったにもかかわらず、実験プレート上では設置直後からこの微粒子がマット状にこびりつくのが観察された。このような水中の有機懸濁物に由来する沈降物は、St. 2 の底質の砂泥とは異質であり、区別のために浮泥と称する。浮泥は St. 2 の捕集器においても捕集されたが、プレートへの沈積は観察されず、その表面は比較的露出したまま保たれていた。また St. 2 では、1月に例外的に近接した海底の砂泥が大きく動き、大量に捕集され、プレートもかぶっていた。両定点における沈降物の挙動については後で考察する。

プレート上の発芽体の初期成長 なお、ここでは海底に設置以後の実験プレート上の幼胚を発芽体と呼称する。両定点における全長の推移を Fig. 6 に示す。発芽体は冬の低水温期にもゆっくりと成長した。プレートを設置してからおよそ10日後の1月初旬の発芽体 (Plate I. B) の全長は、設置時に比べ St. 1 で 1.9 倍、St. 2 で 2.2 倍に増加し、線形全縁の扁圧した円柱形の第1葉となった。第1葉がゆっくりと伸長していくとともに、第2葉以降の葉の形成が始まった。第2葉以降は切れ込みが認められるようになり (Plate I. E)、一般的なアカモクの初期形態形成と同様であった (寺脇他 1983)。St. 2 では1月下旬には約半数の発芽体が第2葉を形成していたが、St. 1 ではほとんど見られなかった。3月中旬の葉の枚数の平均は St. 1 で 2.5 枚、St. 2 で 4.0 枚であった (Table 2)。

両定点の発芽体の平均全長は3月までほぼ同等にゆっくりと増加したが、5月以降水温の上昇とともに形成された葉が大きく伸び始めた。6月の調査時には明瞭な茎の形成も見られ、そ

Table 1. The amount of sediment trapped by tray and cylinder sediment traps at both stations (mg dry weight/cm²)

Term of setting	St. 1		St. 2	
	Tray	Cylinder	Tray	Cylinder
Jan. 11~13 th	0.64	5.83	18.04	40.93
Feb. 14~16 th	0.38	7.38	0.25	10.67
Jul. 10~12 th	0.26	9.34	0.44	28.70
Aug. 24~26 th	-	30.63	-	53.53

の平均の長さは St. 1 で 2.1 mm, St. 2 で 3.2 mm であった (Table 3)。夏季の St. 2 における伸長は急速で (Fig. 6), 9 月 8 日の実験終了時の St. 2 の生残個体 (Plate I. H) の平均全長は 55.1 mm, 茎長は 21.4 mm ($n = 15$) であった。St. 1 の 5

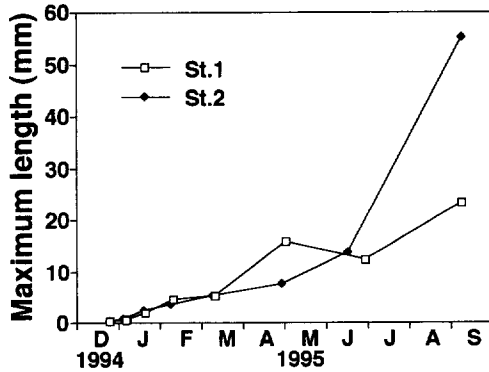


Fig. 6. Early growth (maximum length) of autumnal-*Sargassum horneri* on the artificial substrata.

Table 2. Mean number of leaves of autumnal *S. horneri* germlings ($n=20$)

Date of observation	Jan. 4~6 th	Jan. 19~21 th	Feb. 7~13 th	Mar. 8~15 th
St. 1	1	1.1	2.1	2.5
St. 2	1	1.5	2.9	4.0

Table 3. Mean length (mm) of stems of young *S. horneri*

	Jun. 26~28 th	Sep. 8 th
St. 1	2.1 ± 0.1 ($n = 20$)	5.4 ± 0.8 ($n = 19$)
St. 2	3.2 ± 0.1 ($n = 20$)	21.4 ± 4.3 ($n = 15$)

月以降の成長は著しく停滞し, 9 月 8 日の全長, 茎長はそれぞれ 23.4 mm, 5.4 mm ($n = 19$) であった。St. 1 の藻体には葉にも茎にも浮泥が付着しているのが認められた (Plate I. G)。

プレート上の発芽体には常に何割かが損傷を受けていたり, 藻体の脱色などの異常が見られたが, その割合は定点間や季節で異なっていた。St. 1 のアカモク発芽体には脱色しているものが多く (Plate I. C), 2 月の調査時にはプレートごとに割合に違いはあったが, 平均で 36% の発芽体に藻体の全体あるいは一部の脱色が見られた (Table 4)。St. 1 のプレート上には設置直後から浮泥がマット状に積もるのが観察されたが, 脱色した個体や部位は例外無く浮泥におおわれており, これらの脱色部は容易に流失した。2 月以降発芽体の脱色が顕著となることは無かったが, 浮泥の藻体上への沈積は観察期間を通じて観察された。これに対し St. 2 のプレート表面はきれいに保たれていたが, 2 月には 34% の発芽体が何らかの作用により切断され (Table 4), 基部のみ残った状態になっていた (Plate I. D: これらの個体は成長の測定から除外)。また残った発芽体も葉が途中で切り取られているものが目立った。この現象は St. 2 では 4 月下旬にも見られ, 平均 46% の発芽体が切断され基部のみになっていた (Table 4)。他の個体も葉が途中で直線的に切り取られているものが多く, この時期の St. 2 の発芽体の全長の平均は St. 1 よりも小さい結果となった (Fig. 6)。この時期から 6 月にかけて, St. 2 ではヨコエビ類がアカモクの基部の間に砂泥や切り取ったアカモクの葉などを用いて営巣しているのが多数観察された。

Table 4. Mean percentage, range and features of damaged germlings of autumnal *S. horneri* on the substrata

	Date of observation	Features of damaged germlings	Mean percentage (range)
St. 1	Feb. 9 th	Discolored	36.0 (2.0~62.2)
		Abraded	11.3 (1.0~19.1)
St. 2	Feb. 7 th	Abraded	34.4 (19.7~44.3)
	Apr. 28 th	Abraded	46.7 (41.0~51.9)

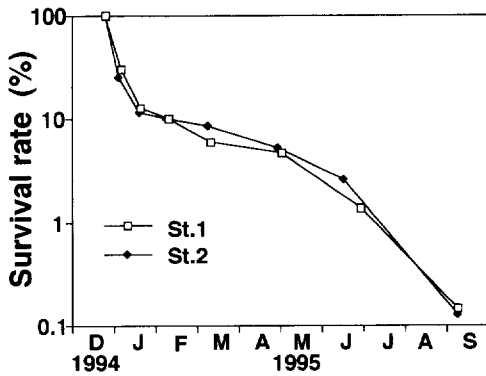


Fig. 7. Survival rate of autumnal-*Sargassum horneri* on the artificial substrata.

初期減耗 前述の脱色個体や葉状部が切断され基部のみ残った発芽体は、死亡の確認が困難であったため、生残個体として計数した。従ってここで述べる死亡とは「基面からの流失」と同義である。

両定点において調査期間中に見られた幼胚の自然加入は、最大でもプレート当たり12個体で1月に入植が見られた。これは着生させた幼胚の個体数の0.5%未満であったため、プレート上の減耗を見る上では無視してよいと考えられた。

調査期間を通じての減耗の様子を Fig. 7 に示す。プレート設置1ヶ月後の1月下旬のアカモク発芽体の生残率は St. 1 が 12.6%, St. 2 が 11.4% で、両定点ともこの期間に当初の個体数の 1/10 近くまで急激に減少した。なおこの期間に生き残った個体は全てプレート表面の溝の中に着底したものであった。その後、2月から5月にかけての減耗は比較的緩やかであり、6月下旬の生残率は St. 1 が 1.4%, St. 2 が 2.6% と、1月からさらに 1/10 近く減耗するのに5カ月近くを要した。夏季の間の減耗は両定点とも大きく、9月初旬での生残率は St. 1 で 0.15%, St. 2 で 0.13% と2ヶ月余りでさらに 1/10 まで減耗した。

考 察

初期成長と環境要因 潜水調査により天然の海底上に発芽体が初めて見つかったのは6月初旬

であった。見つかった発芽体のサイズは全長 21.3 mm, 莖長 2.9 mm ($n = 16$) で、St. 2 付近の他の海藻に覆われていない転石上や、カキ殻に着生していた (Plate I. F)。従来のアカモクの消長を観察した報告 (丸伊他 1981, Umezaki 1984, 寺脇 1986) では、放出された幼胚が成熟期から2~4ヶ月程度で全長 0.5 cm から 2, 3 cm の発芽体として発見されている。しかし、今回調査した秋に成熟するアカモクではおよそ半年かかることになり、成長の初期段階の期間が長いことが推測される。母藻から放出された幼胚はゆっくりと成長しながらも、冬季を小さなサイズで過ごすため、見つけるのが難しかったのではないと思われる。プレート上の発芽体の成長も春までは緩慢であったが、5月から夏季には急速に伸び始めた。多くのホンダワラ類の初期成長の最適温度は 20~25°C の範囲にあり、10°C 付近で成長は停止することはないが極めて遅くなる (De Wreede 1978, 月舘 1984, Hales and Fletcher 1989, 吉田他 1995)。また、5月以降は水温が急速に上昇する時期と一致することから、秋に成熟するアカモクの初期成長の速度は水温によって制限されていると考えられる。

培養下では光周期を変換することにより莖の伸長・成熟が引き起こされ (Uchida 1993)、日長もアカモクの生活史を制御している条件と考えられている。自然環境下では春季・秋季に成熟するアカモクでは異なる日長条件の変化のパターンの中で生活史を送っているはずであるが、培養下で莖の伸長・成熟などを引き起こす光周期条件は両者で等しい (Uchida and Arima 1993)。今後は両者の季節消長等、生態学的な観察・比較を行い、水温や日長等の環境条件との対応を詳細に調べる必要がある。

減耗と環境要因 両定点ともプレート設置直後の1ヶ月 (12~1月) と夏季の減耗が比較的激しかった。設置1ヶ月後に残った個体は全てプレートの溝の中に着生したものであったことから、この期間の減耗の主要因として、波浪などの物理的作用によりはぎとられた可能性が考えられる。調査場所は波静かな海域であるが、冬季の低水温下では幼胚の成長が緩慢で、付着器の発達にも時間がかかるため、些細な外力で流

失しやすいものと思われる。また夏季の減耗については、コンブ類などでも伸長期に比較的高い死亡率が観察されていること（佐々木 1969）、またこの時期の高水温環境の影響等、生理的な面から検討する必要がある。

プレート上の発芽体の減耗の様子は似通っていたが、発芽体のダメージの受け方から、両定点の環境と発芽体にかかるストレスの質的な差異が推測される。環境測定の結果から、特に円筒型捕集器でとらえられた沈降物の量が St. 2 の方が多く、設置中の沈降物量が総量としては St. 1 より St. 2 の方が多いということが示唆された。しかし、両定点に置いたプレートの状況が、St. 1 では恒常的に浮泥が積もっていたのに対し、St. 2 のプレートの表面は露出している期間が長かった。これらは矛盾しているようだが、おそらく両定点では沈降物の挙動が異なっているのではないかとと思われる。すなわち、St. 2 の方がより底質をめぐる物理的攪乱が大きく、1 度沈降したものが再び動きやすい環境にあることが推測される。St. 2 では近接した海底の砂泥が冬季に動くことが観察されたことから、それが裏付けられる。St. 1 では反対に St. 2 程の攪乱はなく、浮泥が積もったままの状況が長いのではないかと考えられる。

St. 1 で観察された発芽体の脱色の原因は明らかではないが、それらのほとんどが浮泥に覆われていたことから、両者には何らかの因果関係があるものと思われる。St. 2 では上記の砂泥の「ヤスリ効果」（新井 1988）等の物理的影響により、基盤の表面や藻体が新鮮に保たれる反面、発芽体もそれにより流失したり損傷を受けたりしていると考えられる。発芽体の減耗には藻食性動物の存在も関わると思われるが今回は確認できなかった。St. 2 では 4 月下旬～6 月にヨコエビ類の営巣行動によって葉状部が切断されているのが観察されたが、食物として利用されているのかは不明である。葉状部を切断された個体は冬季のものも含めて必ずしも死亡するのではなく、その後残った基部から再生するものも見られた。

個体の分布と環境 今回調査した護岸域においてアカモクの分布は偏っていたが、幼胚の付着する基盤をめぐる物理的攪乱の程度が関係していると思われる。基盤上の沈積粒子が海藻の生殖細胞の着生を大きく阻害することが知られている^{*}（Deviny and Volse 1978）。攪乱の小さい St. 1 付近においては、常時基盤上に積もった浮泥が幼胚の着生を阻害し、仮に着生できても藻体上に沈積し、成長、再生産が阻害されている可能性がある。また St. 2 のように、適度な物理的攪乱のある場所では、基盤表面が刷新されアカモクの入植が可能であると考えられる。しかし同時に砂泥の作用などの攪乱はアカモクの減耗の要因ともなりえるので、これらのプラスとマイナスのバランスがとれたところにアカモク群落が成立しているものと思われる。

結果でも記したように、アカモクの分布しない St. 1 付近では、多年生ホンダワラ類のノコギリモクが分布していた。今回見られたアカモクとノコギリモクの分布の違いは、付着基盤をめぐる物理的環境がより安定するにつれ、その上のホンダワラ類の植生が一年生の種類から多年生の種類に移行していくという従来の観察結果（新井 1988, 今野 1985, 寺脇他 1996）と合致する。しかし、St. 1 のノコギリモクの藻体上にもかなりの量の浮泥の沈積が見られ、これらが生理的に健全な状態にあるのか、また再生産が順調に行われているのかは未確認である。これからの観察を継続していくとともに、アカモクとの生理生態特性の違いを検討していく予定である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、海藻類の繁殖戦略に関する有益な御教示をいただいた京都大学農学部の中原紘之教授に深謝する。また、本稿を御校閲いただいた南西海区水産研究所資源増殖部長の森岡泰啓博士に御礼を申し上げますとともに、水質環境の測定と結果の解析に御協力いただいた同研究所赤潮環境部の板倉 茂博士に

^{*} 鈴木祥広・丸山俊朗・三浦昭雄・申宗岩, 1996: 懸濁または堆積カオリン粒子のスナビノリ殻胞子の基質への着生と発芽に及ぼす影響。土木学会第51回年次学術講演会要旨, 460-461.

感謝する。

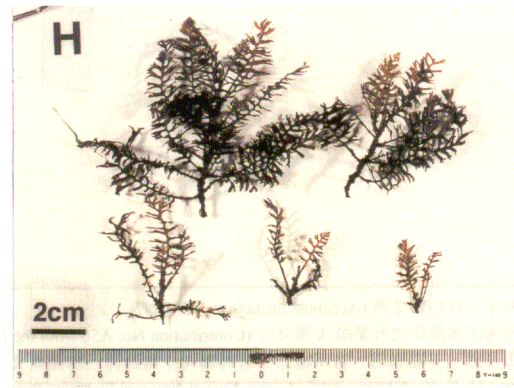
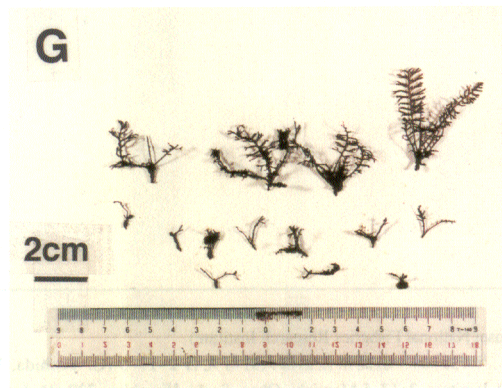
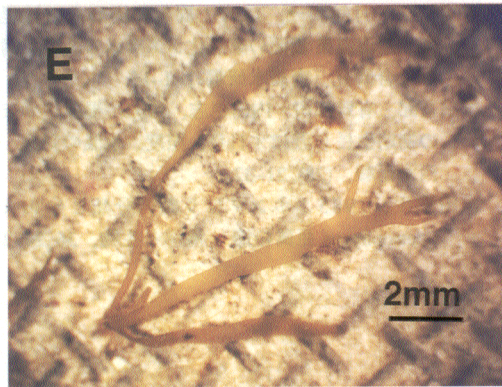
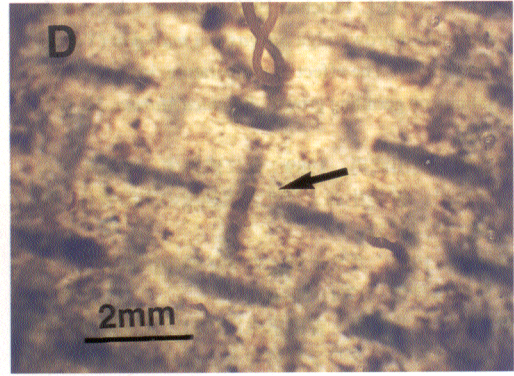
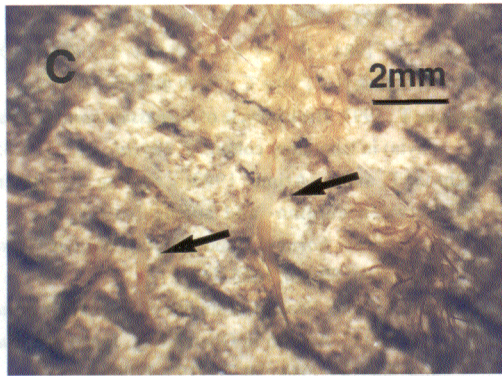
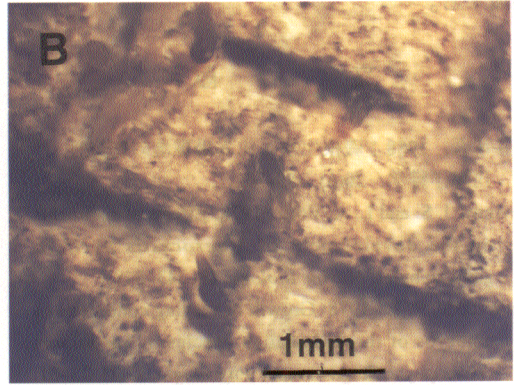
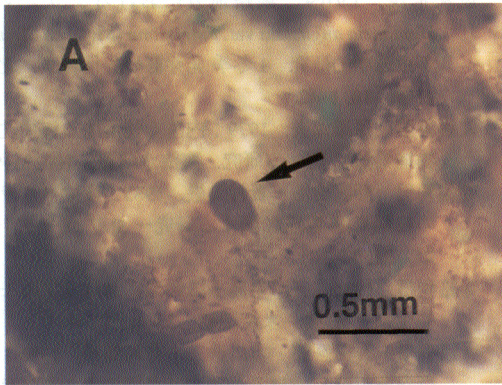
文 献

- 新井章吾, 1988: 磯根生物と住み場環境の安定性. 月刊海洋科学, **20**(6), 355-362.
- Deviny, J. S. and L. A. Volve, 1978: Effects of sediments on the development of *Macrocystis pyrifera* gametophytes. *Marine Biology*, **48**, 343-348.
- De Wreede, R. E., 1978: Growth in varying conditions of embryos of three Hawaiian species of *Sargassum* (Phaeophyta, Sargassaceae). *Phycologia*, **17**(1), 23-31.
- Hales, J. M. and R. L. Fletcher, 1989: Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt IV. The effect of temperature, irradiance and salinity on germling growth. *Botanica Marina*, **32**, 167-176.
- 本多正樹・奥田武男, 1989: 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.
- 今野敏徳, 1985: ガラモ場・カジメ場の植生構造. 月刊海洋科学, **17**(1), 57-65.
- 丸伊 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.
- 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.
- Okuda, T. and Y. Satoh, 1989: Conceptacular development in *Sargassum filicinum* and autumnal *S. horneri* (Phaeophyceae). *Jpn. J. Phycol.*, **37**, 279-283.
- 奥田武男, 1990: シダモク及びアカモクの2型における分布と生態. 南西海ブロック水産業関係試験研究推進会議藻類研究会誌, **10**, 59-60.
- 佐々木茂, 1969: 釧路地方におけるナガコンブ *Laminaria angustata* var. *longissima* (Miyabe) Miyabe の生態学的研究 1 冬季発芽群の生活様式. 北水試報, **10**, 1-42.
- 佐藤善徳・澤田保夫, 1979: 内湾で使用する海中沈降物捕集器に関する研究. 東海水研報, **100**, 91-99.
- 寺脇利信・野沢洽治・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**(4), 177-181.
- 寺脇利信・吉田吾郎・吉川浩二・有馬郷司, 1996: 瀬戸内海西部における基面の高さ別のホンダワラ類の観察. 南西水研報, (29), 49-58.
- 月館潤一, 1984: ヤツマタモクとヨレモクの幼体の最適生長条件について. 南西水研報, (16), 1-9.
- Uchida, T., 1993: The life cycle of *Sargassum horneri* (Phaeophyta) in laboratory culture. *J. Phycol.*, **29**, 231-235.
- Uchida, T. and S. Arima, 1993: Crossing experiments between autumn- and spring-fruiting types of *Sargassum horneri* (Phaeophyta). *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**(10), 1685-1688.
- Umezaki, I., 1984: Ecological studies of *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **50**(7), 1193-1200.
- 吉川浩二・月館潤一, 1987: 周年藻場形成の管理技術. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究(南西水研編), 1-16.
- 吉田吾郎・有馬郷司・内田卓志, 1995: 褐藻アカモクの初期生長に及ぼす日長, 照度, 水温の影響. 南西水研報, (28), 21-32.
- 吉田忠生, 1985: ホンダワラ類の分類と分布 (3) *Bactrophyucus* 亜属の節. 海洋と生物, **36**, 24-27.

1997年1月13日受理 (Accepted on January 13, 1997)

南西海区水産研究所業績 A 第56号 (Contribution No. A56 from the Nansei National Fisheries Research Institute)

吉田吾郎・寺脇利信・吉川浩二・有馬郷司: 南西海区水産研究所 〒739-04 広島県佐伯郡大野町丸石 2-17-5 (G. Yoshida, T. Terawaki, K. Yoshikawa and S. Arima: Nansei National Fisheries Research Institute, 2-17-5 Maruishi, Ohno, Saeki, Hiroshima 739-04, Japan)



-
- Plate I. A** An embryo of *S. horneri* attached to the artificial substratum before setting (28 th Dec. 1994).
Plate I. B Germlings of *S. horneri* on the artificial substratum at st. 2, on 4 th Jan. 1995.
Plate I. C Discolored germlings at St. 1, on 9 th Feb. 1995.
Plate I. D An abraded germling at St. 2, on 7 th Feb. 1995.
Plate I. E A young plant at St. 2, on 8 th Mar. 1995.
Plate I. F A young plant on a natural substratum (oyster shell observed at St. 2, on 7 th Jul. 1995).
Plate I. G Young plants on the artificial substrata at St. 1 at the end of the experiment (8 th Sep. 1995).
Plate I. H Young plants on the artificial substrata at St. 2 at the end of the experiment (8 th Sep. 1995).