

アカモク *Sargassum horneri* の増殖試験

秋本 恒基・松井 繁明・中本 崇・濱田 弘之
(研究部)

福岡県では以前からアカモクを食用に供する慣習はほとんどなく、機能性食品として着目されてから加工して販売をはじめた漁協が増えてきている。アカモク資源を安定的に持続生産するために、種苗生産及び増殖試験を試みた結果、アカモク卵及び幼胚の簡易的な大量採集方法として粉碎法を考案した。海面育成試験ではブロック基質に着生させた種苗は最大で9 m以上に生長した。また、延縄に設置した種苗は最大で約3 mに生長して良好な生長を示した。しかし、増殖策として漁業者が実施する手法としては母藻投入による卵や幼胚の供給が最も簡便で有効な手法と考えられた。

キーワード : *Sargassum horneri*, アカモク, 採苗, 母藻, 養殖, 増殖

褐藻アカモクは北海道東岸を除く日本列島のほか、朝鮮半島から香港まで広く分布^{1, 2)}する一年生の海藻で生長が非常に早く、全長が10 m以上に伸長することが知られている。県内では離島の波浪の影響が少ない南側海域に形成される静穏域の一部で優占する海藻群落を形成し、魚介類の産卵場、稚仔魚の育成場及び浮遊幼生のコレクターとしての機能を担っている。本県では、ホンダワラ類のガラモ場をタカモやナガモと呼んでいるが、枯死して「流れ藻」として流出する時期には厄介視すらされていた。

福岡県糸島郡二丈町の糸島漁業協同組合福吉支所では婦人部で「あかもく部会」組織し、県内では先駆けて組織的な生産に2005年から着手した。その後、筑前海の複数の漁協で生産・販売を開始し、豊前海でも同様に取り組まれるようになっている。

本県地先におけるアカモクの生息状況は、早期成熟群と晩期成熟群がみられ³⁾前者では資源量の年変動が大きな地域もみられている。ホンダワラ類の成熟期は短期に限られ、卵の滞留期間や配偶子の放出間隔は間歇的⁴⁻⁶⁾であり、一時期に大量に確保するのは難しく、効率的に卵や幼胚を採集する方法及び資源量が少ない海域での増殖策について検討できるように基礎的な知見を得たので報告する。

方 法

1. 種苗生産試験

アカモクの卵は2007年3月27日に図1に示す福岡県二丈町福吉の羽島地先で採取した母藻から採集した。一

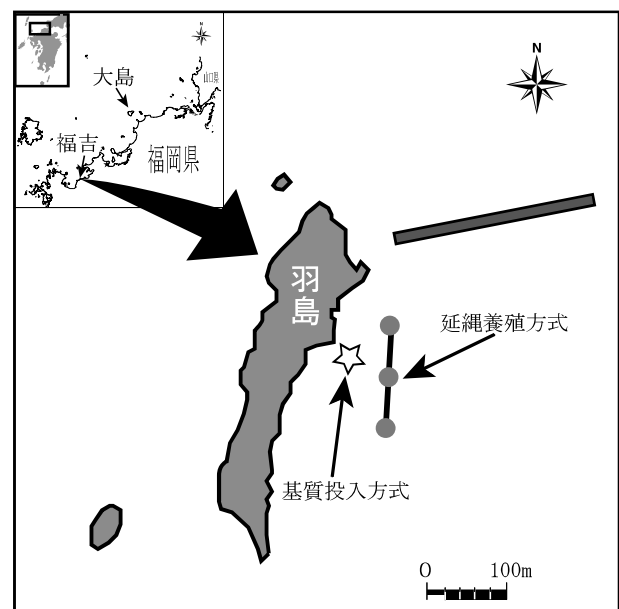


図1 アカモク母藻の採取及び海面育成試験実施海域

時期に大量の卵を採集するために、新たに考案した図2に示す粉碎法を用いた。粉碎法は生殖器床のみを母藻から取り出し、ミキサーで生殖器床ごと約20秒間粉碎する方法である。卵や幼胚を生殖器床から効率的に分離し、2種類のネット(500 μ m, 120 μ m)で粉碎された生殖器床片と卵を仕分けることが可能で、卵を短時間で大量に採集することが可能である。採集した卵は、ネット内で淡水及び海水で洗浄し、夾雑物を取り除いた。卵はろ過海水と共に、ジョウロで屋外の円形FRP水槽内に敷設したコンクリート製ブロック基質に播種(以下、ブロック種苗という)し、約1週間は止水飼育したが、以降は付着珪藻等の着生を軽減するためにブルーシートで水槽全

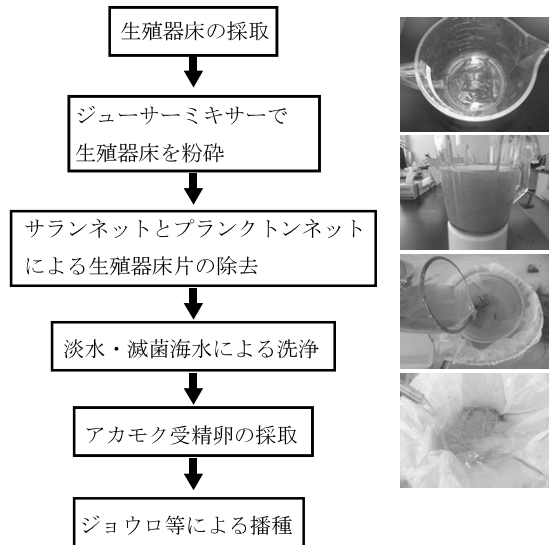


図2 粉砕法によるアカモク卵の大量採集方法

面を覆い、エアレーションして流水飼育した。育苗中は2週間に1回程度、付着珪藻など藻体付着物を洗浄した。

大島の水深5m以深に生息する早期成熟群の母藻から2008年2月27日に前述の手法で採卵し、屋外及び屋内水槽でブロック及びクレモナ糸に播種（以下、クレモナ種苗という）した。クレモナ種苗は付着物の着生を軽減するために、流水飼育に加えて半止水で水槽底面に設置した。半止水飼育は1週間に1回の全換水を反復していたが、夏季の水温上昇のため7月3日からは流水で飼育した。測定は約1ヵ月に1回程度、任意に抽出した約30個体の全長を測定した。

アカモク卵の冷蔵保存試験は、大島地先の水深3m以浅に生息する晚期成熟群の母藻を用いて2007年4月26日～5月15日までに4回、また、福吉羽島地先で採取した母藻は2009年5月14日に採苗して、500ml ペットボトルに濾過海水中で卵を収容し、アルミ箔で遮光して4℃の暗冷蔵庫内で一定期間保存した。冷蔵保存した卵は、常温の殺菌海水中でマルチウェルプレート内で約1～2週間飼育し、仮根及び芽の発芽が確認できる個体を発芽個体として発芽率を求めた。

2. 海面育成試験

海面育成試験に用いた種苗は、種苗生産試験から育苗した種苗を用いた。屋外円形FRP水槽で2007年に生産したブロック種苗は、2007年8月27日及び9月21日に、羽島地先の水深約5mの砂質域の海底に設置した。また、屋内水槽で育成したクレモナ種苗は水深約3mに敷設した延縄ロープの幹縄に、8月27日、9月21日及び10月27日に巻きつけ及び挟み込みにより設置した。測定は設置後、約1ヵ月に1度の割合で10月23日、11

月21日、12月19日にSCUBA潜水で、折尺及びメジャーを用いて全長を計測して記録した。ブロック種苗は2008年1月25日以降も、2月21日及び3月18日に同様に測定した。また、近くに生息する天然アカモク試料を採取し、全長を測定し成熟の有無を確認した。

2008年に生産したブロック種苗は10月22日に2007年の設置場所に敷設した。クレモナ種苗は付着物を軽減するために2007年設置よりも深い水深約5mの延縄ロープに巻きつけた。設置後、約2ヵ月に1度の割合で12月24日、2009年1月28日、4月3日、5月14日、8月6日及び10月14日に測定し記録した。

人工種苗と天然群との検定はMann-WhitneyのU検定を用いた。

3. 母藻投入による幼胚供給

大島曾根地先において2007年4月5日及び4月26日にアカモク母藻約100kgをノコギリモクが優占する地先に投入した。幼胚を供給した地先の海藻の生息状況を0.5×0.5mコードラートを用いて、2007年4月26日、10月30日及び11月27日に採取し、種類数及び湿重量を測定した。

福吉羽島地先では2009年2月27日にウニ類を除去した海域に、大島地先で採取したアカモク母藻約40kgを、麻縄と石で2～3株ずつ固定して100セット作成し、4月7日に約10m間隔で投入した。生息状況調査を8月6日及び10月14日に潜水目視により観察した。

結 果

1. 種苗生産試験

受精卵の採取に用いた粉砕法は1度に大量の卵を短時間で採取することが可能となり、また洗浄を徹底することでヨコエビ類や小型巻貝類の混入による食害を軽減することが可能で良質な卵と採苗の効率化を図ることができた。

基質別の人工アカモク種苗の生長を図3に示した。屋外円形水槽で2007年に生産した種苗は、採苗87日後は平均全長約2cm、122日後の7月23日は4cmで夏季はほとんど生長しなかった。7月23日には全長が10cmを越えた個体が全体の5%に達し気胞が形成していた。採苗154日後の8月24日には全ての個体で気胞が形成し平均全長は35cmで急激に伸長し、最大全長は約70cmに達した。生長に伴い茎の先端部が水面に達したため水位を上昇させたが、20日後の9月14日までの間に付着珪藻が藻体の全面に付着して、葉や茎が枯死し平均全長は33cmに低下し、最大全長も48cmとなった。屋外水槽での育種は、これらの付着珪藻類やスジアオノリ類などの

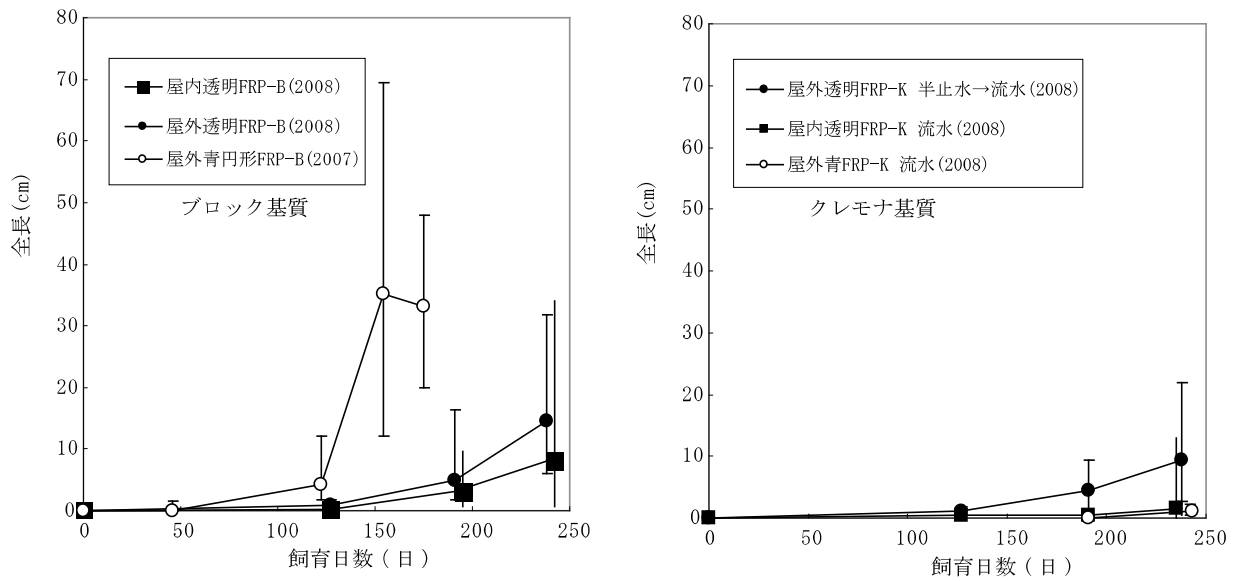


図3 基質別の人工アカモク種苗の生長

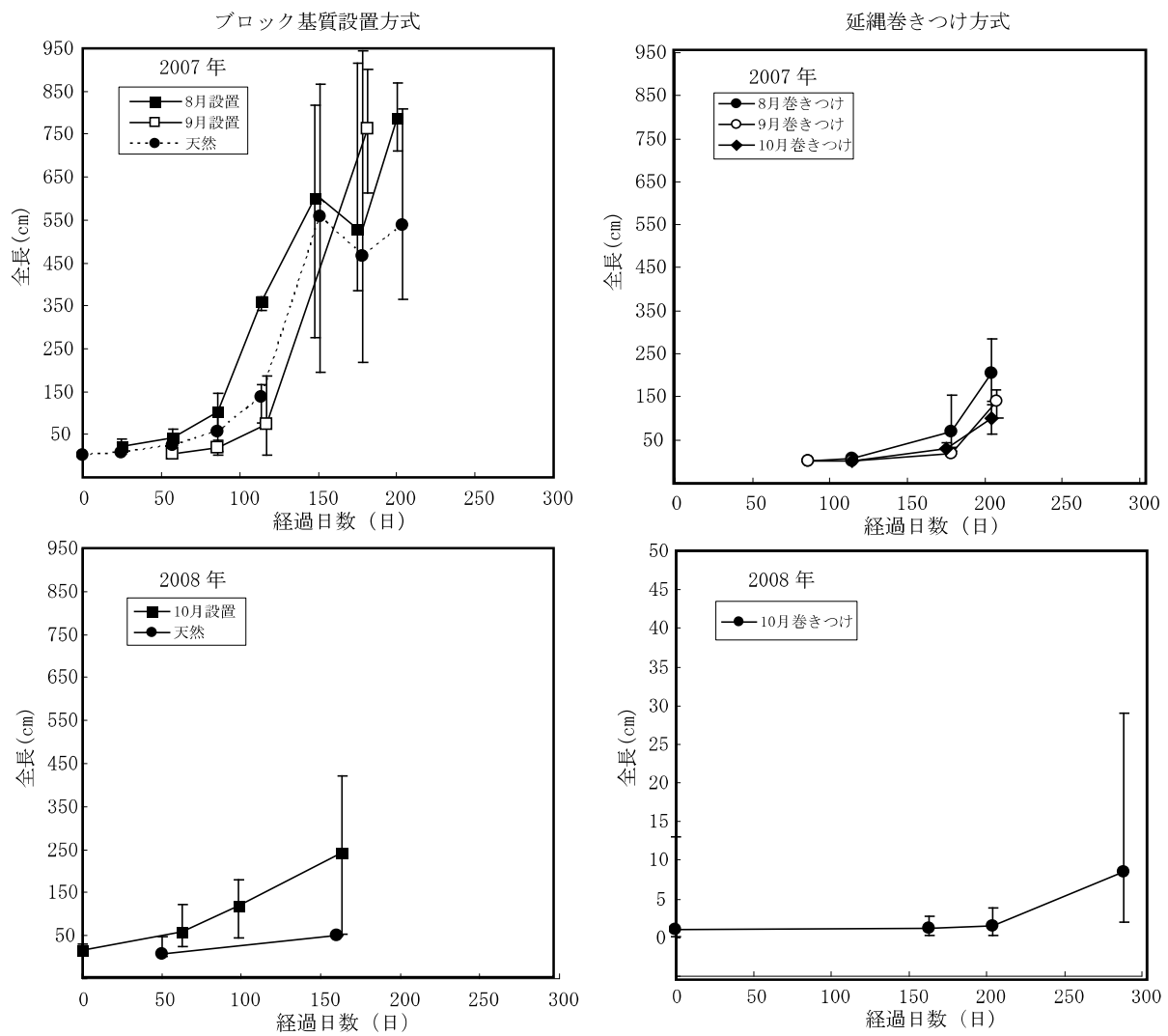


図4 海面育成試験における人工アカモク種苗の生長

緑藻類及びシオグサ類が次々と繁殖し、アカモクの藻体を覆った。屋内で飼育した種苗は屋外飼育に比べ付着物は少ないが、生長が遅く全長が0.5cmに満たない矮小個

体で、種系枠を垂下飼育した状態では枠の面による生長差が顕著で、両面を均一に生長させることはできなかった。

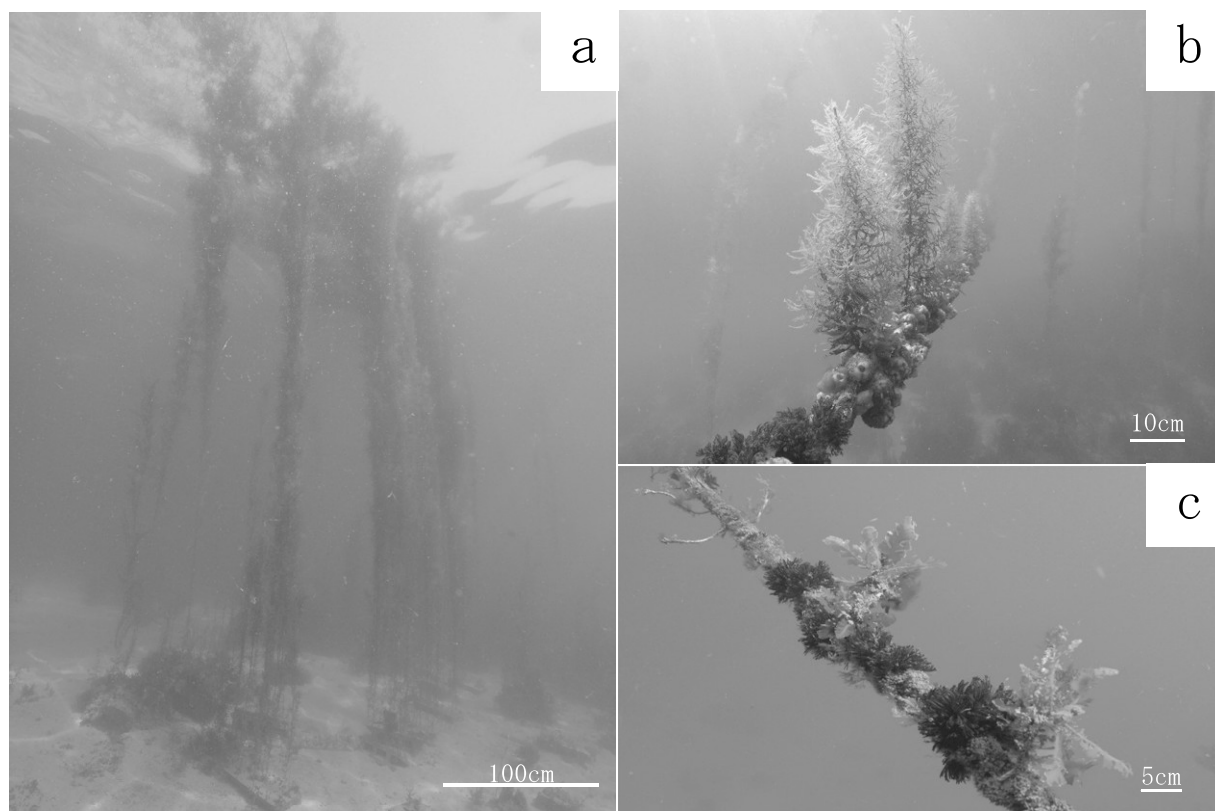


図5 基質別アカモク人工種苗の育成試験（設置178日後）、ブロック基質8月設置（a）、延縄巻きつけ（b）、延縄挟みこみ（c）

大島産の人工種苗は、2007年の福吉産種苗のような8月の急激な生長はみられず、屋外飼育で100日程度長く飼育しても平均全長は半分の15cmにも満たなかった。生長は屋外飼育の半流水飼育の方が、屋内の流水飼育よりも良かった。クレモナ種苗は水槽底面に設置したにもかかわらず、いずれの水槽でもブロック基質よりも生長が悪かった。

夏季の飼育管理の軽減を図るためにアカモク卵の冷蔵保存による発芽試験結果を表1に示した。採苗から19日目までの採苗直後の発芽率は、採苗日で大きく異なり20～80%であった。採苗直後の発芽率が低かった4月26日採苗の卵は、141日間の冷蔵後の発芽率が45%であったが、217日後には発芽を確認できなかった。採苗直後の発芽率の最も高かった5月1日採苗の卵は、136日後の発芽率は45%に半減したが、212日後でも発芽率は変わらなかった。4ヵ月以上の冷蔵期間でも発芽率は4割以上であった。

2. 海面育成試験

海面飼育試験における人工アカモク種苗の生長を図4に示した。また、基質別アカモク人工種苗の育成試験を2008年2月21日に撮影し図5に示した。

2007年8月設置のブロック種苗は、水温が20℃を下回る11月には平均全長が1mを越え、翌年の1月には平均全長は6mに達した。全長が8mを越えた個体で

表1 冷蔵アカモク種子の冷蔵期間と発芽率

採苗日	2007/4/26	2007/5/1	2007/5/8	2007/5/15	2009/5/14
採苗からの日数(日)	19	14	7	0	N.D.
直後発芽率(%)	20	80	39	53	N.D.
冷蔵期間(日)	141	136	129	122	110
発芽率(%)	45	45	58	61	46
冷蔵期間(日)	217	212	205	198	
発芽率(%)	0	47	63	70	

は生殖器床が形成し成熟が確認できた。漁獲開始直前の2月21日の人工種苗と天然群の全長には有意な差($P>0.05$)は認められなかった。2008年に設置したブロック種苗は設置163日後の4月に平均全長が2mを越えた程度で、天然群も2007年度より生育は不良であった。

延縄に設置した2007年生産種苗は、早期の8月に設置した種苗でも、設置5ヵ月後の12月19日まで殆ど生長しなかった。最低水温は2月2日の10.7℃で、水温の上昇に伴い生長し、設置204日後の3月18日に平均全長が2mを越え、最大全長は283cm（全重1.2kg）に達していたが雌雄の判別はできなかった。早期に設置した試験区の方が大きい傾向がみられたが有意な差($P>0.05$)はみられなかった。早期設置した延縄では種苗にホヤ類やイガイ類が付着して種苗数が減少した。そのため2008年生産種苗では10月に設置したが、設置283日後の8月でも平均全長は約9cmで最大全長でも30cmに満たなかった。10月の調査時には矮小個体を除き、茎のみになっており、生長していた個体の殆どが枯

表2 大島曾根におけるアカモク母藻投入域での海藻生息状況

母藻投入前					母藻投入後					
調査日 2007/4/26					2007/10/30			2007/11/27		
枠番号 1		2			1		1		2	
項目	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
ノコギリモク	11	1,250	8	726	32	615	8	767	1	164
トゲモク	7	1,355	1	16	3	104	1	150	0	0
アラメ	1	567	2	790	3	5	0	0	0	0
ヤツマタモク	0	0	1	130	0	0	0	0	0	0
アカモク	0	0	0	0	11	45	1	6	2	127
ウミウチワ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

* 枠獲面積は0.5×0.5m²

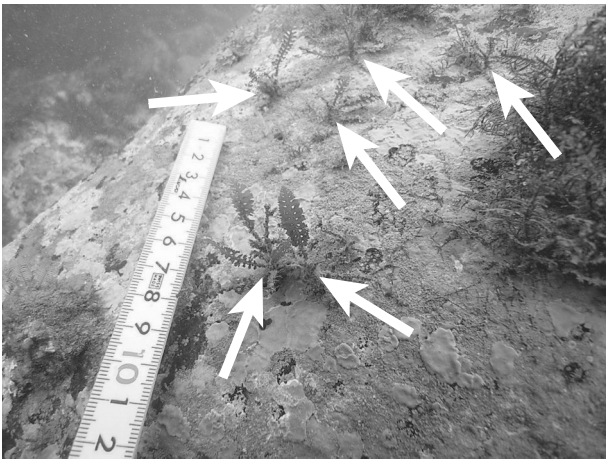


図6 福吉羽島地先のアカモク葉体 (2009年8月6日撮影)

死していた。

3. 母藻投入による幼胚供給

大島地先でのアカモク母藻投入域での海藻生息状況を表2に示した。母藻投入後には投入前にみられなかったアカモクの葉体が複数個体確認され、幼胚供給による増殖効果が示唆された。福吉羽島地先のアカモク葉体を母藻投入の約4ヵ月後の状況を図6に示した。投入付近の転石上で約2cm程度のアカモク葉体を複数確認できた。しかし、2ヵ月後の10月には葉体はほとんどなくなっており、南海域で数10cmに生長した藻体を僅かに確認できる程度であった。

考 察

アカモク種苗の生産における卵及び幼胚の採集は、自然落下⁶⁾や振とう法⁷⁾が用いられている。しかし、自然落下による採苗では、卵の採集までに期間を要することや振とう法では取り残しが生じる可能性が高く、効率的な大量採取には課題も多い。アカモク原藻を水槽に収容して自然落下で採苗した場合、付着器への幼胚の着生は均一にはならず、ヨコエビ類が混入して藻体を摂餌し

したケースがみられた。ヨコエビ類などの甲殻類は、約30分間の淡水浴で駆除することができるが、小型巻貝の駆除は困難で食害を受け、種苗数が激減した事例がみられた。アカモク卵及び幼胚採集の手法として新たに考案した粉碎法では、卵や幼胚を簡易的に効率良く採集できるようになった。今回の試験では生殖器床のみを採取して粉碎したが、卵以外の夾雑物の除去が可能なので葉体ごと粉碎することも可能と思われる。卵のみを効率的に採集できると洗浄が容易なために、飼育中のヨコエビ類や小型巻貝類など混入がなく、食害による種苗の減少はみられず有効な手法と考えられる。ただし、過度の粉碎は卵等への影響も考えられることから生殖器床の成熟条件、ミキサーへの注水量及びミキシング時間等を考慮して極力短時間での処理が重要である。

種苗の屋外培養は吉田ら⁸⁾も遮光による付着珪藻の増殖防止を実施しているが、光量不足による葉や枝の脱落がみられ光量確保と珪藻対策に苦慮している。飼育水槽の設置場所や構造によって光条件が異なり、採苗からの定期的な洗浄や遮光などの飼育管理は煩雑で、生長等が飼育条件の差で個々で異なるため状況判断によって対応しなければならない。そのため、一定条件下で良質な種苗を安定生産することは難しかった。2008生産種苗の生長が2007年生産種苗に比較して不良であったのも飼育条件の相違によるものと思われる。吉田ら⁹⁾は水温が初期成長期の長さに影響を与える可能性を示唆しており、初期成長の遅れが、その後の成長に大きな影響を与えた可能性が考えられた。更に、ブロック種苗に比べクレモナ種苗の生長が悪いのは、クレモナ種苗の方が付着珪藻に覆われやすく除去しにくいと光条件による差が影響したと考えられる。

冷蔵種苗の成熟は吉田ら⁹⁾が水槽実験で確認しており、夏季の飼育管理を軽減する上では有効な手法と考えられる。しかし、水温が初期生長に影響を与える点を考慮すると、春季の生長レベルまで秋季からの飼育で挽回

するには飼育条件など更なる検討が必要と思われる。屋外水槽で採苗して育苗初期に伸長させた後に、夏季期間中には管理しやすい屋内水槽へ搬入し、再び屋外で飼育するなどの飼育方法も考えられるが、着生基質の種類によっては作業が煩雑である。海面飼育までの人工種苗の良否がその後の生長に大きく影響することから、事業レベルでの生産には、生産方法を含め漁業者が実践可能なレベルで対応できるような簡易的な飼育手法の選択が必要であろう。

アカモクの養殖試験は各地で実施されているが、浜口ら¹⁰⁾が神戸で実施した事例や山口内海水試⁶⁾が実施した藻場造成でも最大葉長は2 m程度で、2007年種苗の延縄方式と比較しても大差はなかった。他の報告事例でも最大葉長は5 m程度であり、ブロック種苗が9 m以上に伸長した今回の試験は、生長面では良好な結果であったと思われる。しかし、事業規模で考えた場合に基質を用いた増殖方法では、種苗生産の非効率的な課題や基質の回収等の問題があり、必ずしも有効な手段とは考えにくい。このため延縄や水平に設置する網タイプ¹⁰⁾の養殖方法が試みられているが、海域での育成においても珪藻による芽の枯死などの多くの問題を抱えている。また、効率的で良好な種苗の生産が必然であるが、事業規模での種苗生産には育成期間中の定期的な飼育管理が必要で種苗生産に係る課題は多い。

母藻投入による増殖は、成熟期のアカモクが容易に入手できれば、作業面や管理面からも最も実施しやすい手法である。大島で実施した地先は、海流の緩やかな海域で、成熟盛期のアカモクであれば生殖器床の増重にともない浮力が相殺されているため、原藻のみで投入しても逸散は極めて少なく投入海域に留まり、効果があったものと思われる。アカモク単一種を選択的に増殖させる場合でも、海藻の現存量の多い場所では問題は少ないと思われるが、福吉地先のように現存量が少ない場所では、ウニ類の食害を軽減してもアイゴ稚魚等による食害がアカモクに集中することが推察される。このため、ノコギリモクなどの比較的食害に強い種を含めた多種、長期間に渡る母藻の供給が重要である。アカモクの早期成熟群が晩期成熟群に比較して不安定な点は、夏季のアイゴ稚魚活性の高い時期と早期成熟種苗の伸長時期が重なるこ

とにより食害の影響をより強く受けている可能性がある。晩期成熟群はアイゴ稚魚の活性が高い時期には小型の藻体で食圧をさほど受けずに過ごし、活性が鈍くなった時期に伸長するために資源が安定していると考えられる。母藻投入による増殖は比較的簡易的な手法ではあるが、食害等も考慮して投入場所や生長期を考慮した成熟タイプを選択することが重要である。

文 献

- 1) 吉田忠生：「新日本海藻誌 日本産海藻類総覧」内田老鶴圃，東京，1998；pp. 367-402.
- 2) 寺脇利信：「海藻類の生活史集成 第2巻 褐藻・紅藻類」（堀輝三編），内田老鶴圃，東京，1993，pp. 160-161.
- 3) 秋本恒基，後川龍男，深川 敦平：宗像市大島地先におけるアカモクの生長と成熟．福岡水技研報，**No. 19**，(2009)
- 4) 奥田武男：ホンダワラ類における幼胚の入手と着生機構，「海洋科学」，175，海洋出版，東京，1985，pp. 38-44.
- 5) 難波信由，奥田武男：福岡県津屋崎に生育するホンダワラ類5種の卵放出．**58**(4)，日水誌，659-663 (1992)
- 6) 山口内海水産試験場：人工種苗によるアカモク藻場造成について．栽培技研，**3**(1)，133-142 (1974).
- 7) 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).
- 8) 吉田吾郎，吉川浩二，寺脇利信：低温保存したアカモク幼胚の発芽率と成長．日水誌，**66**(4)，739-740 (2000).
- 9) 吉田吾郎，吉川浩二，内村真之，寺脇利信：一年生ホンダワラ類アカモク冷蔵種苗の成長と成熟．藻類，**49**，177-184 (2001).
- 10) 浜口 章，井口久和，吉田 司，葉山政治，田中靖，上田晶子，根津允雄：アカモクの種苗生産及び育成に使用した培養用新素材複合樹脂とビニロン燃糸の比較．水産増殖，**36**(3)，171-182 (1988).