

農林水産業競争力アップ技術開発事業

「アカモク藻場造成技術の開発」

大野弘貴

目 的

海藻が繁茂する藻場は水産生物の産卵場所や餌場等の提供、幼稚仔魚の生息場所、酸素供給機能など海洋生態系の基礎的な機能を担っている¹⁾。このため県内各地で藻場造成に取り組まれているが、植食性魚類による食害が大きな障害となっている²⁾³⁾⁴⁾。これまでの研究で食害は低水温下で減少することが知られており⁵⁾、この低水温下の短期間中に急成長する海藻が藻場造成には有効であると考えられる。この特徴を持ち、大型になる代表的な海藻としてアカモクが挙げられるが、本県においてアカモクによる藻場造成技術は確立していない。そこで本研究では効率的な藻場造成のため、人工種苗を用いたアカモク藻場造成技術の開発を目指す。

方 法

1. 種苗生産手法の検討

効率的な採卵のためには、短期間で大量の受精卵を獲得できる技術が求められる。このため生殖器床を粉碎し、卵を抽出する手法⁶⁾（以下、「粉碎法」という）を検討し、自然落下により採卵する手法⁶⁾⁷⁾（以下、「自然落下法」という）と比較した。試験に使用したアカモクは、2022年5月2日に由良町戸津井地先にて採集した。試験前に藻体を電解殺菌海水により洗浄した。試験は5月9日に実施した。

粉碎法では、ハサミを用いて藻体から生殖器床のみを切除し、雌雄、生殖器床上の卵や粘液の放出の有無を基準として、雌放出無し、雌放出有り、雄放出無し、雄放出有りの計4種類のパターンに分けた。これら4パターンに分けた理由は、粉碎法は間歇的に放出されるアカモクの配偶子を一時期に大量に確保するために開発された方法であり⁶⁾、卵・精子放出の有無がポイントとなるため、雌雄×配偶子放出の有無とした。これらから2種類のパターンを10gずつ、雄×雌で組合せを作り4試験区（雌放出無し×雄放出無し、雌放出無し×雄放出有り、雌放出有り×雄放出無し、雌放出有り×雄放出有り）とし、電解殺菌海水50mlを注水した後に、ミルサー（岩谷産業株式会社製「IFM-700G」）により約40秒間粉碎した。粉碎後、受精させるため約24時間インキュベーター（日本医科機械製作所「LH-100-RD」）内にて、室温20℃、明条件で保管した。

自然落下法は200Lアルテミア孵化水槽を使用し、アカモク雌雄株をそれぞれ湿重量で1.5kgずつ、合計3kg収容した。水槽へは毎分2L注水し、藻体が水槽底面に堆積しないようにエアストーンを用いて曝気した。採卵は原則毎日行なった。

それぞれの手法により得られた卵からランダムに一部を抽出し、目合い90μmのプランクトンネットを用いて洗卵し、電解殺菌海水で100mlにメスアップした。その後、インキュベーター内にて室温20℃、明条件で保管し、一週間後に顕鏡して発芽率を比較した。

2. 種苗着生基質の検討

種苗着生基質として、硬質な素材と軟質な素材でアカモクの生残率を比較した。基質は、漁業現場で比較的入手しやすい資材の中から、硬質な素材としては200mm×100mm×35mmのコンクリートレンガ（株式会社コメリ製「ベイピングストーンレッド」）（以下、「レンガ」という）、カキ殻の内側及び外側を用い、軟質な素材としては直径10mmのポリエチレンロープ（以下、「PEロープ」という）及び直径10mmのクレモナロープ（以下、「クレモナ」という）、直径5cm及び20cmのポリエチレンパイプ（タキロンシーアイ製「ネトロンパイプ」）（以下、「PEパイプ」という）を使用した。PEロープとクレモナは、長さ1mを切り取り、渦状に巻いたものを高密度ポリエチレン

ネット（タキロンシーアイ製「トリカルネットHタイプ」）に固定した。2022年5月12日に基質は全て1トン角型FRP水槽（内寸：長さ181cm、幅91cm、深さ70cm）へ設置した後、水深30cmになるように砂濾過海水を注水し、毎分2Lでかけ流した。5月13日に自然落法法による卵を約150粒/cm²の密度で、止水にした水槽内の基質上へ卵が無い上がらないよう計量カップ等を用いて静かに播種した（図1）。播種4時間後にかけて流しを再開した。FRP水槽は場内に設置していたため、エアストーンを用いた曝気により複雑な水流を起こすと共に、蛍光灯により6時から18時までの間照射した。生残率は播種から概ね6週間後の6月27日に1cm²当りの株数を計数して求めた。



図1 種苗着生基質への播種状況

3. 人工種苗の移植実証試験

種苗着生基質の検討において生産した人工種苗が、実際の自然環境下にて成育するか確認するため、野外の現場海域への移植試験を実施した。実際に事業としてのアカモク藻場造成を想定すると、野外展開までは種苗を中間育成する必要があるが、その労力を可能な限り減らすためには適切な野外展開時期を把握する必要がある。このため、移植試験は時期を変えて実施した。

移植日まで種苗を水産試験場内の水槽で、または同場地先の試験生簀内で海面から2.5mの位置に吊るして、それぞれ管理した。播種後は、概ね2週間に1度の頻度で、基質上の浮泥やゴミ、付着生物をブラシ等を用いて除去した。

試験地は由良町大引地先及び同町戸津井地先とし、2022年6月28日、11月8日、12月13日に計3回移植した（図2）。移植には39×19×10cmのコンクリート製ブロック（株式会社コメリ製「C-10」）に水中ボンド（コニシ株式会社製「E380」）を用いて、移植前日までに基質を固定した。1回あたりの移植基質は、2種類のロープをそれぞれ50cm、レンガ及びPEパイプをそれぞれ2個、カキ殻の内側及び外側をそれぞれ約20cm²ずつとした。

移植はスキューバ潜水によりコンクリート製ブロックを横に3個（39×57×10cm）並べ、その上に移植基質を固定したコンクリート製ブロック3個を重ね、ロープ及び結束バンドによりこれら6個を連結した（図3）。また、試験地間での水温差を確認するため、6月の移植時に、基質に水温ロガー（Onset社製「TidbiTv2」）を設置し、1時間毎の水温を記録した。

結果は2023年2月17日に潜水調査を行い、基質ごとの生残種苗数を計数した。そして、面積当たりの種苗数を生残率として算出し、試験地ごとに平均した。また、それぞれの試験地において、基質ごとに最も長く伸びた株から順に10個体の全長を計測し、2地点で合計20個体の平均全長を求めた。これらの結果から、効率的な移植時期及び移植基質について評価した。

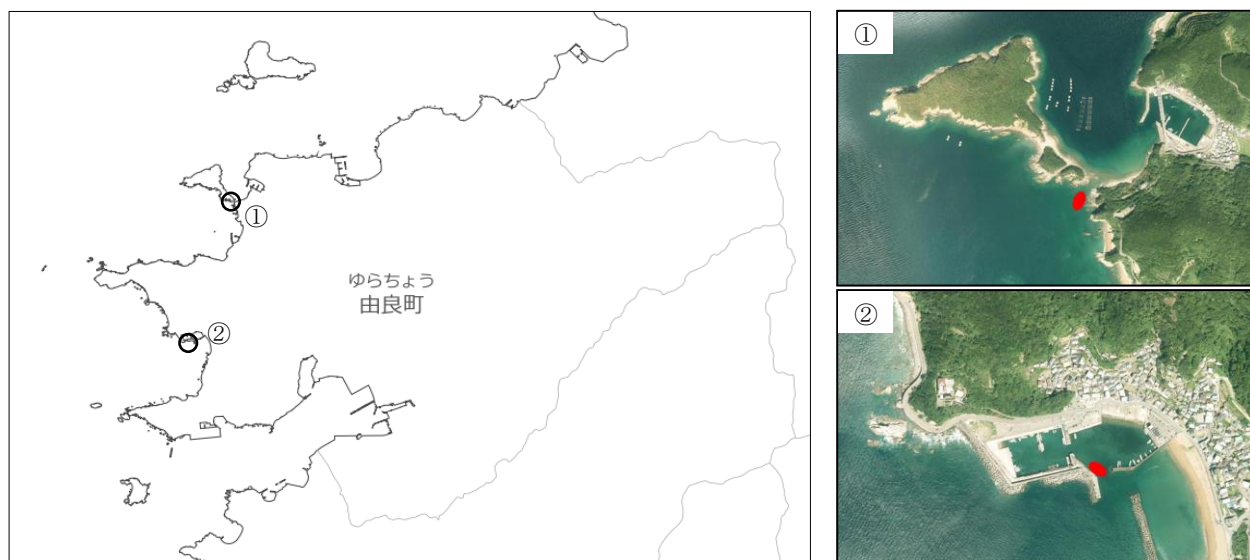


図2 移植実証試験の試験地（国土地理院ウェブサイト⁸⁾の地図データをもとに作成）

①由良町大引，②由良町戸津井



図3 11月に戸津井地先へ移植した種苗

結果及び考察

1. 種苗生産手法の検討

粉碎法では全ての組合せにおいて発芽しなかった。また卵が生殖器床上に未放出である未熟な生殖器床では、粉碎後も器床内に卵が取り残されたままであり、卵のみの分離は困難であった。一方、卵が生殖器床上に放出されている場合は、秋本ら⁶⁾の報告と同様、粉碎により卵のみの分離は可能であった。しかし、粉碎することにより、粉碎液の粘性が強くなったため、卵と粉碎液の分離が困難であった。

自然落下法では5月2日から同月13日まで採卵を行い、約52万粒の卵を得た。この卵の一部をピペットでランダムに3回抽出し、同月20日に顕鏡して3回のランダム抽出ごとに発芽率を求めた。その結果、3回のランダム抽出の平均発芽率は91.7%であった（表1）。京都府の報告⁹⁾によると、アカモクの卵は生殖器床上で受精した後に脱落するとされており、受精した卵を効率的に得るには自然落下法の方が適切と考えられた。

表 1 サンプルングごとの発芽率

サンプリング	卵合計数 (粒)*	発芽 (粒)	未発芽 (粒)	発芽率 (%)
1回目	33	32	1	97.0
2回目	80	75	5	93.8
3回目	64	54	10	84.4
平均				91.7

* サンプルングの回数により卵合計数 (粒) が異なるのは、卵をピペットでランダム抽出しているためである。

2. 種苗着生基質の検討

結果を表 2 に示す。硬質な素材、軟質な素材、それぞれ内での基質による生残率に有意差は認められなかった(硬質素材: ANOVA, $F=9.55$, $df=2, 3$, $p>0.05$ 軟質素材: ANOVA, $F=9.55$, $df=2, 3$, $p>0.05$)。一方、硬質な素材と軟質な素材の 2 グループ間で生残率の違いを比較した結果、平均生残率は前者が 7.8% で後者の 5.0% より高く、統計的に有意差が認められた (t -検定, $t=2.28$, $n=6$, $p<0.05$)。このことから、種苗着生基質は硬質な素材の方が効率的と考えられた。

表 2 種苗着生基質ごとの生残率

		硬質な素材			軟質な素材		
		レンガ	カキ殻 (外側)	カキ殻 (内側)	PEロープ	クレモナ	PEパイプ
生残率 (%)	①	7.9	9.6	8.1	3.7	6.0	3.5
	②	7.3	4.0	9.9	3.1	8.9	4.8
	平均	7.6	6.8	9.0	3.4	7.4	4.1
	標準偏差	0.3	2.8	0.9	0.3	1.4	0.7

3. 人工種苗の移植実証試験

中間育成していた種苗の株数は、浮泥や付着生物等を除去したものの、時間の経過とともに減耗した。

各移植時期における各基質の種苗の生残率を表 3、藻体平均全長を表 4、地点ごとの月平均水温を図 4 にそれぞれ示す。生残率は、いずれの基質も移植時期の遅い方が高くなった。今後は、成長や生残率がより好成績となる時期を検討する必要があると考えられた。

表 3 各移植時期における基質毎の種苗生残率

移植時期		PEロープ	クレモナ	PEパイプ	レンガ	カキ殻 (外側)	カキ殻 (内側)	平均
6月	移植時の種苗数 (個体/cm) [A]	4.97	10.97	6.11	11.30	10.03	13.35	9.46
	調査時の種苗数 (個体/cm) [B]	0.03	0.03	0.07	0.14	0.20	0.13	0.10
	生残率 (%) [(B/A)×100]	0.6	0.3	1.1	1.2	2.0	1.0	1.0
11月	移植時の種苗数 (個体/cm) [A]	0.36	0.23	0.32	1.41	0.80	0.63	0.63
	調査時の種苗数 (個体/cm) [B]	0.03	0.07	0.09	0.10	0.43	0.38	0.18
	生残率 (%) [(B/A)×100]	8.33	30.43	28.13	7.09	53.75	60.32	31.34
12月	移植時の種苗数 (個体/cm) [A]	0.18	0.13	0.23	0.20	0.68	0.53	0.33
	調査時の種苗数 (個体/cm) [B]	0.09	0.08	0.10	0.14	0.48	0.43	0.22
	生残率 (%) [(B/A)×100]	50.0	61.5	43.5	70.0	70.6	81.1	62.8

表 4 平均全長 (mm)

移植時期	PEロープ	クレモナ	PEパイプ	レンガ	カキ殻 (内側)	カキ殻 (外側)
6月	94	60	71	57	53	28
11月	257	267	448	312	380	411
12月	360	496	594	1,020	593	754

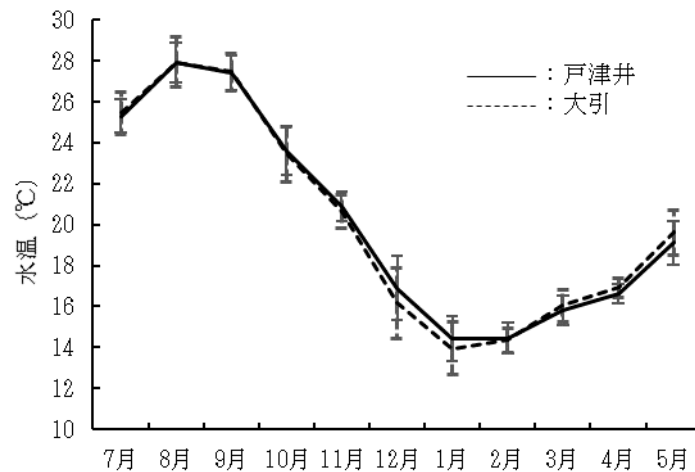


図 4 月平均水温

文 献

- 1) 水産庁 (2021) 第 3 版 磯焼け対策ガイドライン, 247.
- 2) 木村創 (1986) 藻礁を用いた海中造林試験－Ⅰ. 昭和 59 年度和歌山県増養殖試験場事業報告, 97-106.
- 3) 木村創・藤井久之 (1987) 藻礁を用いた海中造林試験－Ⅱ. 昭和 60 年度和歌山県増養殖試験場事業報告, 47-56.
- 4) 藤田大輔・野田幹雄・桑原久美 編著 (2006) 海藻を食べる魚たち, 成山堂書店, 東京, 230-241.
- 5) 山内信・木村創・高橋芳明 (2009) アイゴのカジメに対する摂餌率の日変化と季節変化. 和歌山水研報, 第 1 号, 13-16.
- 6) 秋本恒基・松井繁明・中本崇・濱田弘之 (2010) アカモク *Sargassum horneri* の増殖試験. 福岡水海技セ研報, 第 20 号, 67-72.
- 7) 山口内海水産試験場 (1974) 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.
- 8) 国土地理院ウェブサイト. <http://mapps.gsi.go.jp>
- 9) 京都府農林水産技術センター海洋センター (2016) 海藻アカモクの養殖技術. 季報, 第 109 号, 1-16.