



クエ人工種苗の放流施設として適した人工魚礁に関する研究 2 -貝殻基質の餌場・隠れ場機能の検証-

小竹宙未・藤澤真也・穴口裕司・青山智 (海洋建設株式会社)

富澤直人・津村誠一 (岡山理科大学専門学校)

1. はじめに

クエ *Epinephelus bruneus* は、日本では本州中部以南から東シナ海までの沿岸域の岩礁地帯に生息する高級魚で、一部の地域では経済を支える重要な漁業資源である¹⁾。長崎県や和歌山県など西日本を中心に種苗生産技術の確立や種苗放流が行われており、資源の維持・増大に向けた研究開発が求められている。このような背景のなか、貝殻基質を使用した人工魚礁が小型魚類や放流幼魚の生息場として重要な役割を果たしていることが確認されている²⁾が、クエ種苗に適した生息場がどのようなものであるかについては情報が少なく、資源管理の視点から放流種苗の生き残りを高めるための保護礁の開発が求められている³⁾。著者らは、過去に水槽実験において、クエ種苗が好む空間や構造を明らかにし、その結果をもとに設計した試験礁による現地放流実験で放流初期の生残率を高め、放流受け皿としての効果を確認した^{4,5)}。

本研究では、前述の試験礁に使用した貝殻基質のクエ種苗に対する餌料効果を明らかにするため、貝殻基質で増殖する天然餌料（小型甲殻類や多毛類、魚類など）の利用状況を水槽実験で検証するとともに、試験礁設置海域における貝殻基質による餌料培養効果を調査した。

2. 実験・餌料培養効果調査の内容

1) 水槽実験⁶⁾

(1) 実験材料

使用したクエ種苗は、2021年8月24日に(株)長崎県漁業公社から輸送されてきた80個体、平均全長は55.3mmであった。実験には、透明アクリル製オーバーフロー水槽（45×60×45cm 約100L）を使用した。クエ種苗を収容した水槽は水温約22℃であった。水槽実験は、2021年8月27日～9月6日までの10日間実施した。

(2) 実験① 貝殻基質由来の餌料の利用状況

貝殻基質で増殖した餌料動物の利用状況を検証する

ため、No.1,2,3の水槽に、餌付き貝殻基質（海域から回収した天然餌料の生息しているカキ殻基質）、カキ殻＋餌料（海域から回収し、天然餌料が付着した状態のカキ殻基質から取り出された動物）、餌料なし貝殻基質（海域に設置していないカキ殻基質）をそれぞれ投入し（写真-1）、クエ種苗を15個体ずつ収容した。各水槽から1,2,3,5,10日目に3個体ずつサンプリングし、FA100で麻酔後に10%ホルマリンで固定した後、各個体の全長、体重、消化管内容物（種類、大きさ、重量）を測定し、摂餌個体率（%）＝摂餌した個体数/調査個体数×100、胃充満度＝消化管の内容物重量/体重×100で算出した。



No. 1 餌付き貝殻基質



No. 2 カキ殻＋餌料



No. 3 餌料なし貝殻基質

写真-1 実験水槽

(3) 実験② 餌場の存在による行動の比較

餌料動物の与える影響を検証するため、実験①のNo.1とNo.3の水槽の前にビデオカメラ（GoPro HERO 8 BLAK）を設置し、5分毎に1回のタイムラプス撮影によりクエ種苗の貝殻基質への潜入個体数を調べた。両水槽について貝殻基質の外にいるクエ種苗を記録画像から計数し、水槽内に収容していたクエ種苗個体数を除いた値を潜入個体数とした。なお、撮影ができなかった夜間および作業中は計数しなかった。



(4) 実験③ 餌料動物の嗜好性

クエ種苗が好んで摂餌する餌料動物について検証するため、密閉式濾過装置を取り付けた 60cm ガラス水槽 (30×60×36cm) に、天然海域により入手した天然餌料 (シマハゼ類、ギンボ類、アカシマモエビ、オウギガニ類、カニダマシ類、ヤドカリ類、フジツボ類、ミズヒキゴカイ類、巻貝類、クモヒトデ類) を投入し、そこへクエ種苗を 10 個体収容した。24 時間後にクエ種苗を取り出し、水槽内に残った天然餌料を計数し、水槽に投入した天然餌料の個体数から差し引いた値を摂餌個体数とした。摂餌率 (%) = 摂餌された個体数 / 収容した個体数 × 100 で算出した。

(5) 実験④ 隠れ場 (貝殻基質) の存在による成長の変化

隠れ場の存在がクエ種苗の成長に与える影響を検証するため、水槽の中央に隠れ場として、直径 15cm、長さ 15cm のカキ殻基質 2 基を連結させて設置した (水槽 No.4)。対照区は何も入れない水槽 (No.5) とした。2021 年 8 月 27 日に両水槽へクエ種苗を 5 個体収容して 35 日間飼育し、7 日間ごとに全個体の全長を測定した。飼育期間中には、配合飼料を 0.5g/日、1 回/日、1 週間に 6 日間給餌した。

2) 餌料培養効果調査

(1) 調査対象、調査海域

貝殻基質を棚状に配置した試験礁の上面に直径 15cm、長さ 30cm の貝殻テストピースおよび同形のコンクリート製シリンダー (以下、平面形状テストピース) を取り付けた (写真-2)。各テストピースを取り付けた試験礁を 2020 年 7 月に長崎県対馬市美津島町賀谷漁港内の水深 7m の貝殻交じりの砂泥底に設置した。



写真-2 試験礁に設置したテストピース

(2) 調査内容

試験礁に取り付けた貝殻テストピースと平面形状

テストピースを 2020 年 10 月 (設置 3 カ月後)、2021 年 11 月 (設置 1 年 4 カ月後) に回収し、生息していた付着生物を全て剥ぎ取り、1mm の目合の篩で残ったものを試料とし 10%ホルマリンで固定した。試料は種ごとに個体数、湿重量を計測し、分析を行った。

3. 調査結果

1) 水槽実験⁶⁾

(1) 貝殻基質由来の餌料の利用状況

クエ種苗は、餌付き貝殻基質 (No.1)、カキ殻+餌料 (No.2) をそれぞれの水槽底面へ設置後すぐにエビ類、ハゼ類、多毛類などを摂餌していた (写真-3)。摂餌された餌料は、貝殻基質や貝殻から離れた時に襲われていた。実験期間中の摂餌個体率は、No.1 および No.2 とほぼ同じで、50%以上となり半数の個体が摂餌をしていた。また、クエ種苗はハゼ類、エビ類などを積極的に摂餌することが確認できた。胃充満度については、No.1 は 2.4% で No.2 の 0.7% よりも高かった (図-1)。

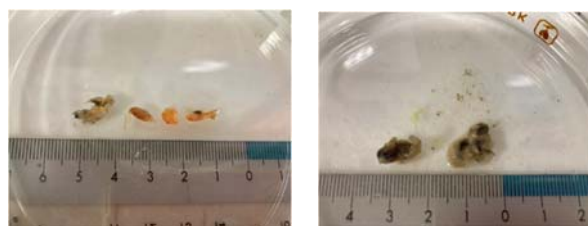


写真-3 クエ種苗の消化管内容物から出現した生物 (左: エビ類, 右: 魚類)

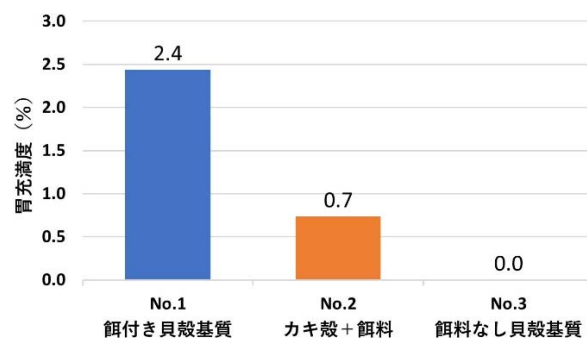


図-1 クエ種苗の胃充満度 (%) の比較

(2) 餌場の存在による行動の比較

クエ種苗は、No.1 の餌付き貝殻基質の方が No.3 の餌なし貝殻基質よりも貝殻基質の中に潜入または貝殻基質付近に分布する傾向がみられた。No.3 の餌なし貝殻基質のクエ種苗は貝殻基質から離れ、水面付近の角部に浮いている様子が観察された (写真-4)。



写真-4 クエ種苗の分布状況
 (上: 餌付き貝殻基質, 下: 餌なし貝殻基質)

(3) 餌料動物の嗜好性

クエ種苗は魚類, エビ類を主に摂餌し, シマハゼ類, アカシマモエビはそれぞれ 83%, 90%と高確率に摂餌していた。また, ヤドカリ類, ミズヒキゴカイ類, クモヒトデ類なども摂餌していた (表-1)。一方, オウギガニ類, カニダマシ類, 巻貝類, フジツボ類などは摂餌しなかった。

表-1 收容した主な餌料生物の摂餌率

收容した餌料生物	シマハゼ類	ギンボ類	アカシマモエビ	ヤドカリ類	ミズヒキゴカイ類	クモヒトデ類
收容個体数	6	4	10	7	10	7
24時間後の個体数	1	3	1	6	8	6
摂餌個体数	5	1	9	1	2	1
摂餌率 (%)	83.3	25.0	90.0	14.3	20.0	14.3

摂餌率 (%) = 摂餌された個体数 / 收容した個体数 × 100

(4) 隠れ場 (貝殻基質) の存在による成長の変化

隠れ場として貝殻基質を設置した No.4 では, 1 個体が基質内に潜入し, 他の個体は水槽の四隅に分散する傾向があった。一方, 隠れ場のない No.5 では, 5 個体が水槽の四隅に分散するように定位した。ただし, 一箇所は複数になることがあり, 威嚇行動が見られた。給餌時には水面に移動し摂餌した。No.4 の個体は基質から出にくく摂餌に積極的ではなかったように観察された。35 日目の成長には個体により差がみられたが, 最大個体の全長の推移をみると No.4 のクエ種苗は 21 日目以降に No.5 のクエ種苗と比べ 4mm 以上の差が示された (図-2)。

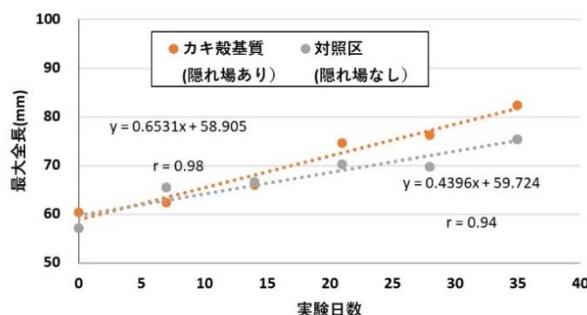


図-2 貝殻基質 (隠れ場あり) と対照区 (隠れ場なし) の水槽に收容したクエ種苗の最大全長の比較

2) 餌料培養効果調査

貝殻テストピースにおける主な動物群による湿重量は, 顎脚綱 (フジツボ類) 48.52g, 二枚貝綱 28.09g, 軟甲綱 (エビ類・カニ類) 7.63g の順に多かった (表-2)。一般的な魚類が好んで摂餌するとされる選好性餌料動物⁷⁾ (多毛綱・軟甲綱) の占める割合は, 個体数で 34%, 湿重量で 11%であった。また, 小型魚類のハゼ類が 1 個体確認された。貝殻テストピースは平面形状テストピースよりも顎脚綱 (フジツボ類) では 0.6 倍と少なかったが, 軟甲綱 (エビ類・カニ類) では 69.4 倍, 多毛綱では 35.8 倍, 腹足綱 (巻貝類) では 13.3 倍と多くなった (表-2)。

貝殻テストピースにおける付着生物の湿重量は, 設置 3 カ月後では 16.6g, 設置 1 年 4 カ月後では 114.3g となり, 6.7 倍に増加した (図-3)。個体数は, 設置 3 カ月後は 403 個体, 設置 1 年 4 カ月後は 770 個体となり, 約 2 倍に増加した。種数は, 設置 3 カ月後は 45 種, 設置 1 年 4 カ月後は 79 種となり, 1.7 倍に増加した。

また, クエの消化管内容物調査を行ったが, 消化が進んでおり内容物の確認はできなかった。

表-2 各テストピースの主な動物群による湿重量

動物群	カキ殻 TP(A)	コンクリート TP(B)	(A/B)
腹足綱 (巻貝類)	0.53	0.04	13.3
二枚貝綱	28.09	4.27	6.6
多毛綱	5.01	0.14	35.8
顎脚綱 (フジツボ類)	48.52	79.87	0.6
軟甲綱 (エビ類・カニ類)	7.63	0.11	69.4
棘皮動物門	0.33	0.09	3.7
硬骨魚綱	0.18	0	-

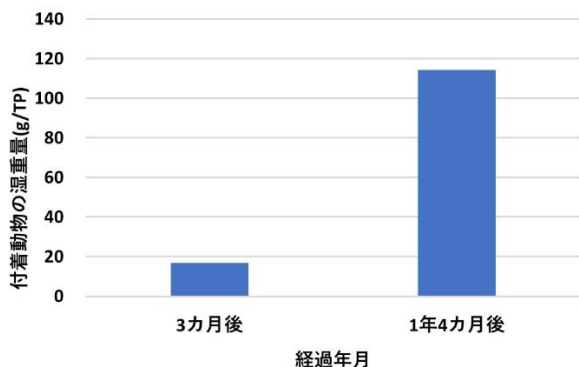


図-3 カキ殻テストピースの付着生物の湿重量推移

4. 考察

水槽実験において、クエ種苗は貝殻基質に生息するエビ類やハゼ類、多毛類などを摂餌していた。嗜好性に関する実験では、カニ類などの選好性餌料動物が利用されなかったが、漁業者からの聞き取り調査ではこれら動物をよく食べていることがわかっている。クエ種苗の行動から餌付き基質付近に分布する傾向があり、摂餌された餌料動物は貝殻基質や貝殻から離れた時に襲われており、胃充満度の高さからも立体的な形状をした貝殻基質が餌料を摂餌しやすいのではないかと考えられた。また、田中(1998)は貝殻基質の特性について、魚類による餌料生物の捕捉性や餌料培養機能が高いと評価している⁸⁾。放流試験を行った海域に設置された貝殻テストピースからも実験でクエ種苗が摂餌した餌料動物が多く確認されたことから、貝殻基質はクエに必要な餌料動物環境を形成していると考えられた。

隠れ場の存在によるクエの成長への影響を調べる実験では、貝殻基質を入れたクエ種苗の方が、成長が良かった。これは、コンクリート製のU字側溝をシェルターとしてクエ幼魚の成長を調べた岡田ら(1994)の実験結果⁹⁾と同様であり、貝殻基質が隠れ場として機能し、クエ種苗のストレスが軽減され成長に寄与したものと考えられた。

以上のことから、クエ種苗の放流施設として開発した貝殻基質を使用した保護礁は、種苗の餌場や隠れ場としての機能を備え、クエの放流基盤として効果が高いと考えられた。

謝辞：本研究を実施するにあたりご協力いただきました国立研究開発法人水産研究・教育機構水産大学校、美津島町漁業協同組合東海支所、長崎県漁連、対馬市、長崎県の皆様に心よりお礼申し上げます。なお、当研究はきらめき岡山創成ファンド支援事業の補助を受けて実施したものである。

参 考 文 献

- 1) 中川雅弘：クエ資源の維持・増大に向けてのアプローチ①, (クエの社会的ニーズと漁業実態). 豊かな海第22号, 2-3, 2010
- 2) 穴口裕司, 瀧岡仁志, 川畑智彦, 伊藤 靖：岩礁性魚類を対象とした幼稚魚保護育成施設の開発. 平成18年度日本水産工学会講演要旨集, pp.31-34, 2006
- 3) 中川雅弘：クエ資源の維持・増大に向けてのアプローチ②, (栽培漁業技術の活用). 豊かな海, 第23号, 3-5, 2011.
- 4) 宝田和磨, 藤澤真也, 穴口裕司, 野田幹雄, 富澤直人, 津村誠一：クエ人工種苗の放流施設として適した人工魚礁に関する研究. 2022年度日本水産工学会学術講演会.
- 5) 富澤直人, 津村誠一, 藤澤真也, 宝田和磨：貝殻基質の隠れ場機能の検証試験 貝殻基質を利用した「クエ放流保護育成礁」の開発. 生物生産教育研究センター 活動報告第1号2022年3月, 33-38, 2022.
- 6) 富澤直人, 津村誠一：貝殻基質の餌場機能の検証試験 カキ殻を利用した「クエ放流保護育成礁」の開発. 令和3年度受託研究報告書2022年2月.
- 7) 水産庁漁港漁場整備部, (財)漁港漁場漁村技術研究所：平成15年度水産基盤整備生物環境調査「原単位把握のための調査」(魚礁事業における増殖効果指標検討調査) 報告書. 平成16年3月.
- 8) 田中丈裕：カキ殻による餌料培養. 沿岸の環境圏, 1226-1243, フジ・テクノシステム, 東京, 1998.
- 9) 岡田貴彦, 米島久司, 宮下盛, 村田修：クエ飼育水槽へのシェルター及び遮光シートの設置効果. 近畿大学水産研究報告 第4号(平成6年3月), pp. 119-125, 1994.