

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

宝田和磨・藤澤真也・穴口裕司（海洋建設株式会社）

野田幹雄（国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産大学校）

富澤直人・津村誠一（岡山理科大学専門学校）

1. はじめに

ハタ類は天然の資源量が少ないため希少で、また良質で美味しい白身は食材として高く評価されている。特にクエ *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、長崎県、福岡県、三重県、和歌山県、高知県などでは地域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の西日本においては、種苗生産量産化技術の確立や試験的な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、放流された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されたクエ種苗の生き残りを高める人工魚礁の開発が求められている³⁾。本研究では、水槽実験で実験的規模の構造物を使用し水槽内でのクエ人工種苗の蛸集性を調べ、種苗が好む空間や構造を検討した。またそれを踏まえて設計し長崎県対馬市美津島町賀谷漁港内に沈設した試験礁6基にクエ人工種苗を放流し、フィールド調査で種苗の受け皿としての効果を調べた。

2. 実験・フィールド調査内容

1) 水槽実験

(1) 実験材料

実験で用いたクエ種苗は、2019年10月7日に長崎県栽培漁業センターから輸送されてきた102個体を水産大学校にある方形水槽に搬入し、活力のある15個体を選んで実験に用いた。実験への慣れによる個体間干渉を考慮して一定期間で個体を入れ替え、最終的に4群で実験した。それらの平均体長は、121.6~134.8mmであった。各個体にはリボンタグを背鰭前部の基部に取付け、タグの色とフェルトペンで書いた模様を組み合わせで個体識別した。実験には室内に設置されているFRP製で断熱仕様の方型水槽（内寸の幅1000mm×長さ2000mm×高さ900mm）を使用した。メッシュパ

イプ中にカキ殻を充填した基質の利用を前提として、クエ種苗の保護育成に適した構造・形状等を検討するために、直径150mm、長さ500mmのプラスチックネットにカキ殻を充填した基質とアクリル板を組み合わせた実験用構造物4タイプ（写真-1）を使用し、クエ人工種苗の構造物に対する蛸集性を調べた。いずれも幅450mm×奥行500mm×高さ600mmの立方体を基本形としている。Aタイプはカキ殻パイプを2段配置し上段200mm、下段100mmの棚間隔を空け、天端と3側面を黒いアクリル板で覆った構造物、Bタイプは箱状の構造物、CタイプはAタイプから天端以外の3側面のアクリル板を除去した構造物、Dタイプは3側面を無色透明のアクリル板を使用した構造物、Eタイプは3側面を白色のアクリル板を取り付けた構造物、FタイプはAタイプの構造物から1側面のアクリル板を除去した構造物とした。水槽実験は2019年10月から12月の期間で実施した。実験水温については魚類の活動性の高い25℃とクエ人工種苗放流時期の19℃で同様の実験を実施したが、クエ種苗の行動には明確な差が見られなかった。



Aタイプ



Bタイプ



Cタイプ



Fタイプ

写真-1 実験用構造物4タイプ

(2) 実験①：内部空間のある構造物に対する蛸集性

Aタイプの構造物を基準として他のB, C, Fタイプの構造物と比較した。実験水槽内に2種類の構造物を配置し、個体識別したクエ種苗が構造物に集まる状況をビデオ撮影した。クエ種苗が構造物に集まる状況を1時間毎に構造物の位置を入れ替えて計2時間ビデオ撮影した。その映像の結果から、標識個体ごとの位置を記録し各構造物の利用回数を計測した。

(3) 実験②：内部空間の高さと蛸集性

内部空間の違いによるクエ種苗の空間選択性を調べるため図-1に示すAタイプの構造物を使用し下部のみの棚間隔を調整し、100mmと200mm、50mmと100mmでそれぞれ比較した。クエ種苗が構造物に集まる状況を1時間毎に構造物の位置を入れ替えて計2時間ビデオ撮影した。ビデオ映像の結果から、個体識別したクエ種苗の10分ごとの位置を記録し、各構造物の利用回数を計測した。

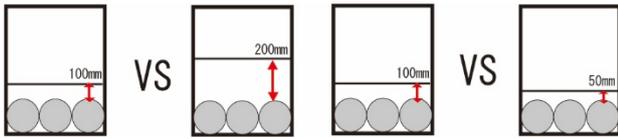
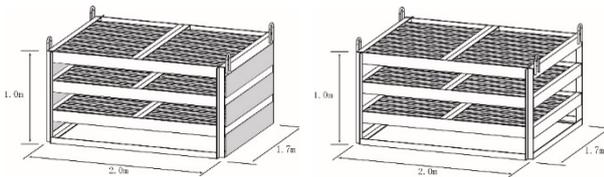


図-1 実験用構造物の模式図

2) フィールド調査

(1) 調査対象、調査海域

水槽実験の結果を踏まえ図-2に示す試験礁を製作した。試験礁Aは高さ200mmの棚空間を3段設け、側面2面に側壁を付けた構造。試験礁Bは、試験礁Aと同様に、高さ200mmの棚空間を3段設けているが、側壁がない構造物。試験礁Cは骨組みのみの構造となっている。各試験礁を2020年7月に長崎県対馬市美津島町賀谷漁港内の試験区で水深7mの貝殻交じりの砂泥底に2基ずつ、2~3mの間隔で設置した。



試験礁A 試験礁B

図-2 クエ放流保護育成礁

(2) 調査内容

試験礁を沈設した「試験区」と試験区から200m以

上離れた漁港内の岩礁帯の12m四方の範囲を「漁港区」、漁港内の港外に面した砂地域の12m四方の範囲を「対照区」とし、2020年9月28日に各区3箇所全長12~14cm、体重20~30gのクエ種苗をダイバーにより各区にそれぞれ200個体放流した。スキューバ潜水により試験区・漁港区・対照区におけるクエの滞留個体数の計測を放流1時間後・放流1日後・放流1週間後・放流1ヵ月後に実施した。試験区では試験礁A, Bの棚空間の上段・中段・下段及び礁外の4つに区分、漁港区・対照区では範囲内・外の2つに区分して計数した。また放流したクエ種苗の天然餌料摂餌状況を調べるために、放流1週間後の試験礁に滞留する種苗を潜水による旋網で5検体試験捕獲し、全長・体重を測定し消化管内容物の分析を行った。

3. 調査結果

1) 水槽実験

(1) 内部空間のある構造物に対する蛸集性

Aタイプの利用頻度は高く、Bタイプとは8倍、Cタイプとは2.6倍の差が見られた。Fタイプとの比較ではAタイプよりも若干、利用頻度が高かったが有意差はなかった(図-3)。また、実験にはDタイプとEタイプを同様に使用したが、内部空間が明るいCタイプとの明確な差が見られなかった。

クエ種苗は構造物の内部空間に長時間留まることはなく、構造物内の出入りが頻繁であった。構造物外では水槽内を動き回る様子や水面付近を定位する行動も観察され、カキ殻パイプ内の狭い空間も利用する状況も若干見られた。

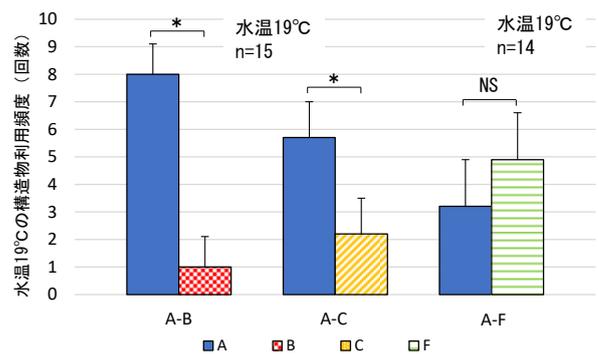


図-3 実験用構造物ごとの平均利用頻度

(2) 内部空間の高さと蛸集性 (図-4)

棚間隔 200 mm と 100 mm の比較では、クエ種苗は 200 mm の空間に対する利用頻度が 3.2 回/時と 100 mm 間隔 (1.5 回) の 2 倍以上となった。一方で棚間隔 100 mm と 50 mm の比較では利用頻度がともに約 2 回/時で差が認められなかった。

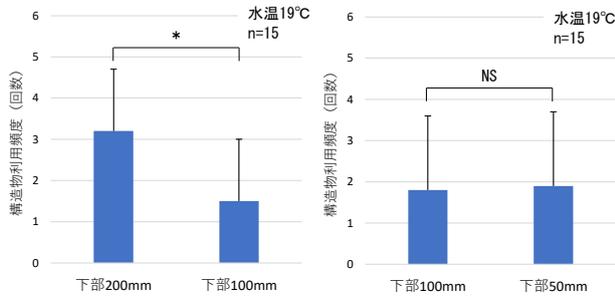


図-4 実験用構造物ごとの平均利用頻度 (回数)

2) フィールド調査

(1) 試験礁の形状と蛸集状況

試験区に放流したクエ種苗はほとんどの個体がすぐに拡散し試験礁内部へ向かって逃避した。一方で漁港区、対照区では放流直後ほとんどの個体が密着して海底に定座した。数分後、徐々に拡散し始め、岩礁の隙間や海底のわずかな窪みに身を潜める行動を示した。

放流 1 時間後では試験礁 A5 尾、試験礁 B50 尾、試験礁 C は 0 尾と試験礁 B に蛸集する個体が多かった。その後、放流 1 週間後にはクエ種苗の生息数が増加し、試験区全体では 72 個体で最大になった。組成比率は試験礁 A57%、試験礁 B37%、試験礁 C6%となり、側壁がある試験礁 A に優位性が認められた (図-5)。

試験礁の部位別のクエ種苗生息数 (図-6) では放流 1 時間後は中段 11 尾、下段 44 尾で、下段の組成比率が高く、その後、時間経過とともに上段・中段への移動がみられた。1 週間後には概ね均等に分散し、部位による差は認められなかったが、試験礁 A では側壁に沿うように定位している個体が目立った。

放流 1 時間後から放流 1 カ月後におけるクエ種苗生息個体数と滞留率 (各区内の観察個体数/放流数 200 尾) を図-7 に示す。放流 1 時間後における試験区クエ種苗の滞留率は 27.5%。漁港区は 24.5%であり、対照区は 17%であった。放流 1 週間後の試験区におけるクエ種苗の滞留率は増加し 36.0%となり、漁港区の滞留率は 13.5%、対照区は 6.5%と減少した。放流 1 カ月後のクエの生息数は激減し、各区内で 0.5~3.0%であった。観察期間中、漁港区と対照区では放流したクエ種苗がアオリイカに捕食される様子が確認された。

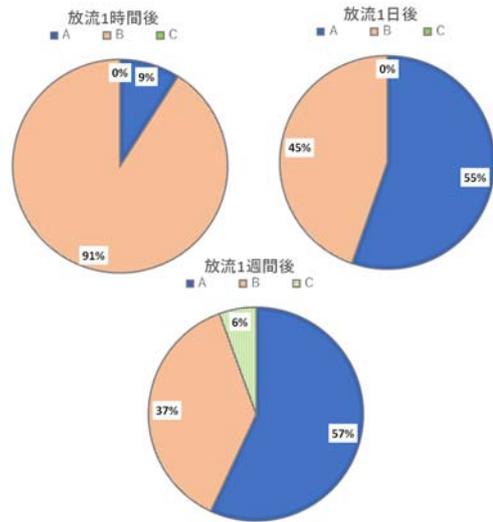


図-5 各試験礁別組成比率

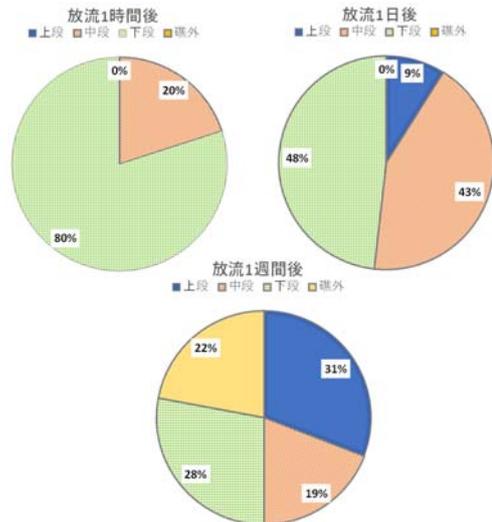


図-6 試験礁 A, B の部位別組成

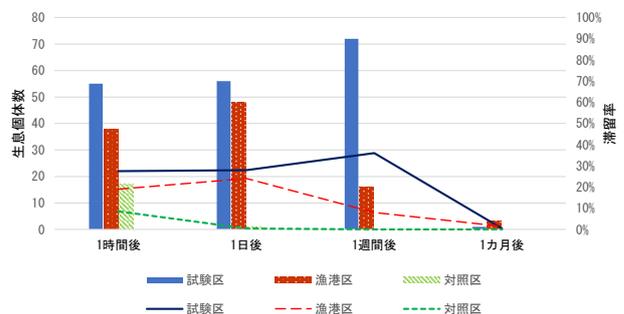


図-7 各区のクエ種苗生息数及び滞留率の推移

(2) クエの食性

放流 1 週間後の試験区において、クエ種苗の試験漁獲を行い、消化管内容物の分析を実施した。漁獲した

クエ種苗の消化管内容物は、4 検体で消化が進行した消化物が検出され、1 検体は砂が検出された。

4. 考察

1) 水槽実験

水槽実験において、クエ種苗は内部が暗い空間かつ比較的広がりのある内部に入り込める空間に強い蝸集性を示すと考えられた。内部空間の広さとしては、空間間隔が 200mm というのが一つの目安になると考えられた。これよりも空間間隔を広くしてもクエ種苗は蝸集すると考えられるが、捕食者が侵入しやすくなる。暗さについては、2 側面の覆いにして同様な結果であったため、ある程度の暗い環境が確保されていれば、影響はないものと考えられた。また、内部空間の蝸集性については、キジハタやカサゴは、物体に対する強い走触性を示す⁴⁾一方、クエ種苗は、構造物へ身を寄せて接触させるような行動はあまり観察されず、狭い空間も多く個体はあまり積極的に利用しないようである。しかし、本実験において、カキ殻パイプの隙間のような狭い空間も利用する状況が若干認められた。このような性質は、おそらく個体差に基づくと考えられ、人工種苗では、天然種苗と異なる行動特性を示す場合が多いことはよく知られている⁵⁾。このクエ種苗の狭い空隙の好みは、天然種苗でも認められるのか、人工種苗に見られる特性なのかは不明である。キジハタやカサゴのように、好ましい構造物内あるいはその直近で長時間留まるといことはほとんどなく、かなり周辺を動き回る個体も観察された。クエは元来南方系のハタ類であり、低水温域には分布していない⁶⁾ため、低水温時には、構造物に対する行動が変化する可能性がある。しかし、本研究の結果では、水温 25°C と水温 19°C では、構造物に対する反応は基本的に変化が認められなかった。さらに水温が低下するとどうなるかは不明であるが、水温 19°C で放流を行っている長崎県では、本研究の結果が適用できると考えられる。

2) フィールド調査

フィールド調査において試験区（試験礁）では、放流 1 時間後では試験礁 B を利用する個体が多かったが時間の経過とともに移動し、放流 1 週間後では組成比率は試験礁 A が 50% 以上占めており、側壁がある試験礁 A に優位性が認められた。試験礁 A においては、2 面の側壁があることで、礁内側ではクエ種苗が側壁に偏って分布していた。これは水槽実験結果と同様に広がりのある空間と比較的暗い空間を選択的に利用したと考えられた。

漁港区と対照区ではクエ種苗が食害に遭う状況が確認され、試験礁のような隠れ場がなかったためクエ種苗の捕食者であるアオリイカやマダコが見つかりやすく捕食しやすい状況であったと考えられた。漁港区と対照区の生息数を比較しても試験区は明らかに高く、クエ種苗の生息に適した場所に放流することで滞留率を上げることができ、試験礁はクエ種苗の放流受け皿として機能していると判断された。しかしながら放流 1 カ月後はすべての調査区でクエ種苗の滞留率 3% 以下になり、この期間に何等かの外的要因（雨による淡水の流入、水温・塩分濃度の低下、餌料不足など）による広域的な生息場所の移動があったと推察された。また、今回の調査では、クエ幼魚の食性を明らかにできなかった。今後はクエ種苗の適正生息密度や水域環境、クエ種苗の餌料生物種と摂餌量を特定することで、滞留率を長期間上げることができ、カキ殻基質に生息する餌料動物がクエに与える影響を明らかにできると考えられた。

謝辞：本調査を実施するにあたりご協力いただきました一般社団法人水産土木建設技術センター、美津島町漁業協同組合東海支所、JF 長崎漁連、対馬市、長崎県の皆様に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 中山雅弘：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) 奥村重信、津村誠一、丸山敬悟：水槽実験によるキジハタ幼魚保護礁の素材評価、日本水産学会誌、68、186-191、2002
- 5) 北島力編：水産学シリーズ 93 放流魚の健苗性と育成技術、恒星社厚生閣、東京、1993
- 6) 中川雅弘、種子田雄：長崎県福江島周辺海域におけるハタ科魚類の漁獲量変化と海水温との関係、およびその有効利用に関する活動の紹介、日本水産学会中国四国支部例会・瀬戸内海水産フォーラム合同シンポジウム講演要旨、広島、2019