

# 真珠挿核技術イノベーションと高生残・高品質スーパーアコヤ貝の現場への導入による革新的真珠養殖実証研究

## スーパーアコヤ貝の品質特性の把握

青木秀夫・渥美貴史・田中真二

### 目的

近年、真珠養殖業においては、高水温時期のへい死の発生や真珠の品質の低下が大きな課題となっている。そこで本事業では、アコヤガイの生理・栄養状態を反映する「閉殻力」を指標とした選抜育種により生産された、高品質の真珠を高い割合で生産するとともに、高い生残率を示すアコヤガイ（スーパーアコヤ貝）の現場への普及を図るため、スーパーアコヤ貝と養殖現場で多く使用されている交雑貝（日本産貝と外国産貝の交雑種）との間で生残率や生理状態、真珠品質を比較して、スーパーアコヤ貝の有効性を調査した。

### 方法

#### 1. 3年貝を用いた養殖特性および真珠品質の比較調査

平成22年に三重県栽培漁業センターで生産されたスーパーアコヤ貝3年貝と交雑貝を試験貝として、平成24年5月、6月、7月に同じ生産者に依頼して各月で150個体ずつに挿核施術を行った。使用した核のサイズは直径6.22mmとした。挿核後、試験貝は英虞湾の越賀漁場（11~29, 平均22）で飼育し、12月に試験貝を取り上げて死亡率を求めるとともに、生残貝の生理状態を検査した。また、試験貝から真珠を取り出してシミ・キズの程度を指標として以下の通り品質の評価を行った。

Aランク＝シミ・キズが全くないか僅かに形成されている高品質真珠

Bランク＝シミ・キズがAランクの真珠より大きく形成されているが商品価値のある真珠

Cランク＝商品価値のない真珠（シミ・キズが顕著に形成されている真珠、有機質真珠、稜柱層真珠）

#### 2. 2年貝および1年貝を用いた養殖特性の比較調査

平成23年に三重県栽培漁業センターで生産されたスーパーアコヤ貝2年貝と交雑貝を試験貝として飼育試験を行った（4名、7月~12月、英虞湾漁場）。また、平成24年に生産された1年貝についても飼育試験を行った（4名、8月~12月、英虞湾漁場）。両試験とも試験期間中の生残率および試験貝の生理状態を調査した。

### 結果および考察

#### 1. 3年貝を用いた養殖特性および真珠品質の比較調査

試験貝の死亡率を図1に示した。試験期間中におけるスーパーアコヤ貝の死亡率は、5月挿核貝=17.2%、6月挿核貝=16.5%、7月挿核=15.0%であった。交雑貝の死亡率は、5月挿核貝=12.3%、6月挿核貝=20.3%、7月挿核=14.5%で、各挿核月とも両試験貝の間に有意な差はなかった。アコヤガイ赤変病の症状の一つである閉殻筋の赤色度（a値）の平均値に関してもスーパーアコヤ貝と交雑貝で差はみられなかった。アコヤガイの生理状態の指標である閉殻力、閉殻力/全湿重量比、軟体部の栄養蓄積状態、閉殻筋重量/全湿重量比については、各挿核月においてスーパーアコヤ貝と交雑貝の間で一定の傾向はみられず、いずれも正常であると評価された。生殖巣の充実度については、各挿核月とも交雑貝の方がスーパーアコヤ貝に比べて高い値を示した。

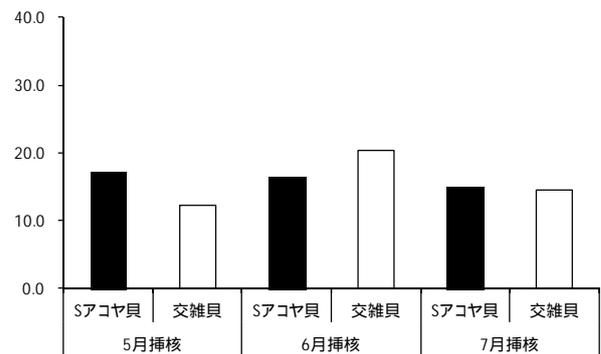


図1. 5~7月に挿核したスーパーアコヤ貝（sアコヤ貝）と交雑貝の死亡率（%）

試験貝から取り出した真珠の品質評価結果を図2に示した。各挿核月におけるスーパーアコヤ貝と交雑貝を比較すると、5~7月のいずれもスーパーアコヤ貝の方が高品質真珠であるAランクの割合が高かった（図2-a）。交雑貝では、スーパーアコヤ貝に比べてシミ・キズが形成されたCランクの低品質真珠の割合が高く、特に7月挿核の場合に顕著であった。各試験貝の真珠品質を挿核月別に比較すると、スーパーアコヤ貝、交雑貝とも5月挿核の真珠においてAランクの割合が低かった（図2-b）。Cランクの真珠の割合は、スーパーアコヤ貝では7月が最も低かったが、交雑貝では5月から7月にかけて増加し、両試験貝で異なる傾向がみられた。

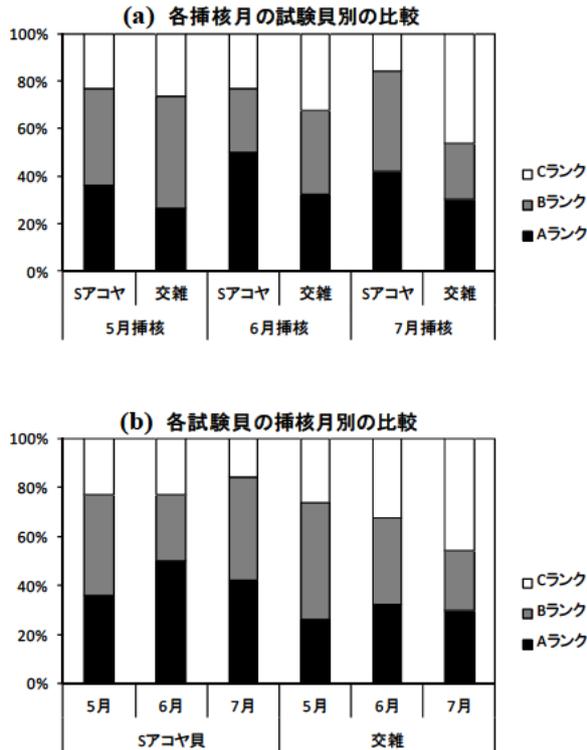


図 2. 5～7月に挿核したスーパーアコヤ貝 (sアコヤ貝) と交雑貝から採取した真珠の品質評価結果

以上の結果から、スーパーアコヤ貝3年貝は交雑貝と比べて、生残率、生理・栄養状態は同程度であり、真珠品質は優れていると評価された。

## 2. 2年貝および1年貝を用いた養殖特性の比較調査

試験期間中の2年貝の生残率は、スーパーアコヤ貝が11.2%、交雑貝8.6%であった。試験員の生理状態を示す①軟体部/全湿重量比、②閉殻筋/全湿重量比、③軟体部の栄養蓄積状態について、スーパーアコヤ貝と交雑貝の値は、それぞれ①52.0%、52.5%、②4.4%、4.5%、③3.5、3.7で両試験員の間に差はなく、いずれも正常の範囲にあると評価された。一方、生殖巣の充実度については、3年貝と同様に交雑貝の方がスーパーアコヤ貝に比べて有意に高かった。また1年貝の生残率は、スーパーアコヤ貝、交雑貝ともに3.3%であった。1年貝の生理状態にも両試験員の間に大差はなく、いずれも正常の範囲にあると評価された。

以上の結果から、スーパーアコヤ貝2年貝および1年貝の生残率、生理・栄養状態については、3年貝と同様に交雑貝と同程度であると評価された。

# 真珠挿核技術イノベーションと高生残・高品質スーパーアコヤ貝の現場への導入による革新的真珠養殖実証研究

## 挿核貝の養生技術の効率化

渥美貴史・青木秀夫・田中真二

### 目的

真珠養殖業は本県の主要な海面養殖業であるが、採取した真珠のうち、商品価値の高い1級品の割合は10~30%程度と低く、シミ・キズのある商品価値の無いものが30%程度を占めている。そのため、真珠養殖の現場では高品質真珠の生産率を向上させることが大きな課題となっている。これまでの研究から、真珠養殖工程の一つである「養生」を低塩分海水で実施することにより、シミ・キズのない真珠の生産率が向上することがわかった(渥美 2011)。そこで本研究では、低塩分海水による養生技術の確立を目的とし、低塩分養生の期間短縮の検討に取り組んだ。

### 方法

三重県水産研究所の陸上水槽施設(大型循環濾過水槽)において、水槽養生の期間短縮を検討する試験を行った。試験は6~7月にかけて4回行った。養生中の水槽水温は漁場水温と同程度とし、試験区は水槽養生期間4, 8, 14日の3試験区(水槽4, 8, 14日区)および真珠筏での養生(海上区)の計4試験区とした。沖出し後60日間の養成を行い、真珠を採取し、シミ・キズの有無を評価した。

### 結果および考察

図1に各試験の真珠採取率を示した。試験区間で真珠採取率に有意差は認められなかった。図2に各試験の挿核貝数に対する無キズ珠率を示した。水槽養生区は、3区とも海上区よりも無キズ珠率が有意に高かった( $p < 0.05$ )。水槽4日区と8日区では、水槽8日区の無キズ珠率が高い傾向が見られた。水槽8日区と14日区では、水槽8日区の無キズ珠率が高い傾向が見られた。これらの結果から、低塩分養生を8日間行くと、最も効率的に無キズ珠率が高められることが明らかとなった。

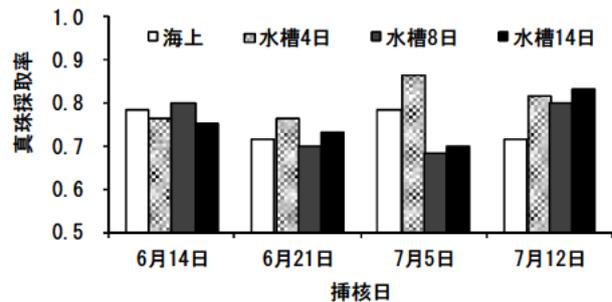


図1. 水槽養生期間の異なる真珠採取率

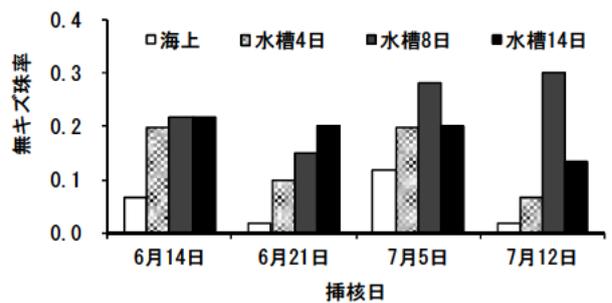


図2. 水槽養生期間の異なる挿核貝数に対する無キズ珠率

### 引用文献

渥美貴史・石川卓・井上誠章・石橋亮・青木秀夫・西川久代・神谷直明・古丸明(2011) 低塩分海水養生によるキズ・シミの無い真珠の生産率向上効果 日水誌 77(1) 68-74

# 新しい真珠養殖技術実証化事業

## スーパーピース貝の開発研究

青木秀夫・田中真二・渥美貴史

### 目的

真珠養殖は三重県水産業の重要な漁業であるが、需要の低迷に加え、他県産や輸入品との競争にさらされており、養殖経営状態は厳しさを増している。また近年ではアコヤガイのへい死被害の発生や真珠の品質低下により生産量や生産額が低迷している。こうした状況を改善するには、高品質な真珠を効率的に生産する技術を開発することが重要である。そのため本事業では、真珠の品質面で重要視される「光沢・干渉色」を改善し、高品質化を図るためのアコヤガイの育種および養殖技術の開発を目的とする。本年度は、スーパーピース貝の作出技術の開発に必要な、アコヤガイ貝殻真珠層の光沢の計測手法について検討するとともに、真珠の光沢に及ぼすピース貝の影響について調査した。

### 方法

#### 1. スーパーピース貝の作出技術の開発

真珠の光沢・干渉色は、アコヤガイ母貝、ピース貝（外套膜片給与体）の性質および漁場環境の影響を受けると考えられる。光沢・干渉色の程度は真珠層における炭酸カルシウム結晶の構造の状態によって異なり、真珠表面付近の結晶が整然と積層された場合には光沢・干渉色が優れる傾向がみられる。真珠層は炭酸カルシウム結晶と有機基質（タンパク質シート）が交互に積層した構造となっており、これらは真珠を取り囲む外套膜上皮細胞（真珠袋）により分泌・形成される。したがって、真珠の光沢は外套膜上皮細胞の由来もとであるピース貝の性質に大きく左右されると考えられる。そのため、本研究では貝殻真珠層の光沢の良好なアコヤガイを作出して、ピース貝とすることとし、そのための技術として真珠層の光沢を指標とした選抜育種の有効性について検討する。

貝殻真珠層の光沢を指標として親貝を選抜し、育種の効果を判定するには光沢を計測（数値化）する必要がある。そこで本年度の取り組みでは、貝殻真珠層の光沢を計測する方法として、真珠層を直径 10mm 前後の円形に切り出して、これを試料として市販の光沢計を用いて計測できるかどうか調査した。アコヤガイの貝殻真珠層の光沢の程度を目視により評価して、A-1~A-3（3段階：良~不良）、B-1~B-4（4段階：良~不良）の2つのサンプルセットを確保し、それぞれ市販の光沢計により光

沢度を計測した。

#### 2. 真珠の光沢・干渉色に及ぼすピース貝の真珠層の光沢・干渉色の影響に関する調査

目視による相対評価により、貝殻真珠層の光沢が良好および不良と判断された2種類のピース貝系統を用いて、2012年7月にアコヤガイ3年貝50個体ずつに挿核施術（核サイズ=直径6.22mm）を行い、13年1月に真珠の浜揚げを行った。得られた真珠の光沢・干渉色を真珠品質計測装置（ディスク・テック株式会社、DTP-100）で計測した。計測対象とした真珠は真珠層真珠のみとし、シミ・キズの形成された真珠や変形した真珠、有機質真珠、稜柱層真珠は除外した。

### 結果および考察

#### 1. スーパーピース貝の作出技術の開発

貝殻真珠層試料の光沢の計測結果を図1に示した。AおよびBサンプルとも、光沢度は目視による評価結果と

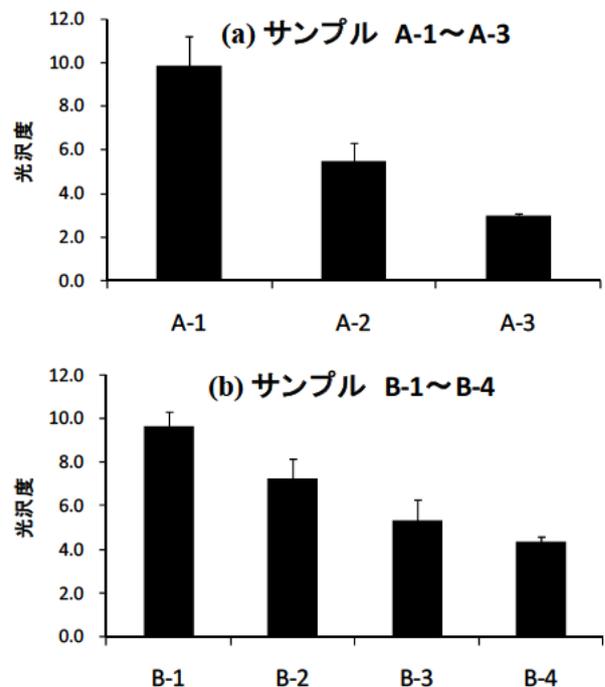


図1. 光沢計による貝殻真珠層の光沢度の計測結果（各サンプルについて4回測定した平均値と標準偏差を示す）

同じ傾向を示した。本結果から、市販の光沢計を用いることにより、貝殻真珠層の光沢の程度を計測することができると考えられた。

## 2. 真珠の光沢・干渉色に及ぼすピース貝の真珠層の光沢・干渉色の影響に関する調査

本試験で得られた真珠ではシミ・キズが形成されたものが多く、光沢・干渉色を計測できたのは、光沢良区で7検体、不良区では6検体であった。それらの真珠の光沢度は、光沢良区では  $0.160 \pm 0.0040$ 、不良区では  $0.150 \pm 0.0025$  で、良区の方が平均値は高かったものの両試験区の間には有意差はなかった。干渉色度は、良区では  $0.1179 \pm 0.0582$ 、不良区では  $0.0621 \pm 0.0395$  で、光沢度と同様に良区の方が平均値は高かったものの有意差はなかった。以上のことから、真珠の光沢・干渉色はピース貝の真珠層の光沢・干渉色の影響を受ける傾向にあることが示唆されたものの、明確な結論を得るに至らなかった。今後は計測数を増やせるよう試験系を再度設計して、ピース貝の影響について明確にする必要がある。

# 新しい真珠養殖技術実証化事業

## シミキズ形成低減メカニズムの解明

渥美貴史・青木秀夫・田中真二

### 目的

これまでの研究から、真珠養殖工程の一つである「養生」を低塩分海水で飼育することにより、シミ・キズの少ない真珠の生産率が向上することがわかってきた。そこで、本研究では低塩分海水養生がシミ・キズ形成を低減するメカニズムを解明することを目的とした。本研究の初年度となる本年度は、シミ・キズ珠を効率的に形成させる方法の検討を行った。なお、真珠生産現場では、シミとは真珠層以外の稜柱層や有機質の沈着等によって茶褐色化や黒色化した箇所を言い、キズとは真珠表面に形成された凸状または凹状の箇所を言う。

### 方法

真珠生産現場で通常使用される真珠核とパラフィン核を球状にした核（パラフィン核）をアコヤガイに挿入し、それぞれの核で生産された真珠の品質を評価する試験を行った。試験は2回行い、1回目の試験の挿核日は6月28日、2回目は7月18日とした。2回の挿核手術は、同一の真珠養殖業者が行った。本試験に使用した真珠核は直径6.44～6.50mm、平均6.47mmであった。パラフィン核は直径6.26～6.54mm、平均6.36mmであった。試験毎に真珠核とパラフィン核それぞれ150個を3年貝に1個ずつ挿入した。各核を挿入した貝（挿核貝）は、養生籠に入れ12日間の養生後、ポケット籠に並べて60日間飼育した。その後、挿核貝から真珠を採取した。真珠は、真珠層真珠、稜柱層真珠、有機質真珠、およびしら珠の4種類に目視で分類した。さらに真珠層真珠については、突起の有無を目視で判別した。稜柱層真珠、有機質真珠、突起のある真珠層真珠（突起珠）および真珠表面積の1/4以上の面にシミのある真珠層真珠（大シミ珠）を総じて悪質珠とした。

### 結果および考察

挿核数に対する悪質珠率は、パラフィン核区の方が真珠核区よりも高い傾向が見られた（図1）。挿核数に対する大シミ珠率も、パラフィン核区の方が真珠核区よりも高い傾向が見られた（図2）。稜柱層真珠について、パラフィン核区で稜柱層真珠が出現したのに対し、真珠核区では出現しなかった（図3）。挿核数に対する突起珠率は、1回目の試験でパラフィン核区の方が真珠核区よりも高い傾向

が見られ、2回目の試験では試験区間に差は認められなかった（図4）。これらの結果から、パラフィン核は真珠核より悪質珠率が高くなり、悪質珠の中でも稜柱層真珠、大シミ珠の生産率が高いことが明らかになった。したがって、パラフィン核の使用はシミ形成メカニズムを効率的に解明する有益な手法になると考えられる。

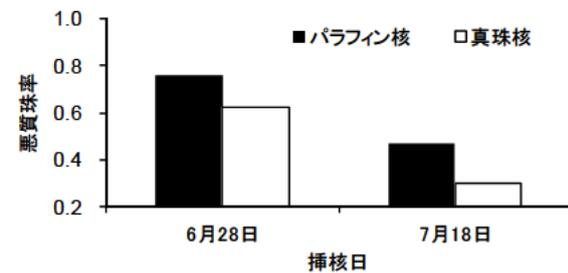


図1. 挿核数に対する悪質珠率

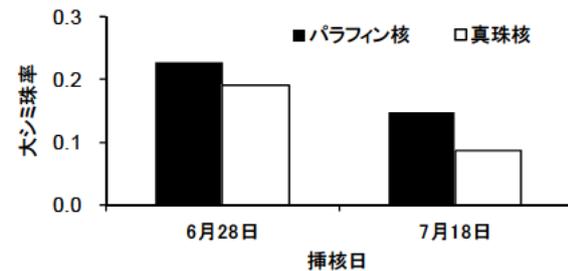


図2. 挿核数に対する大シミ珠率

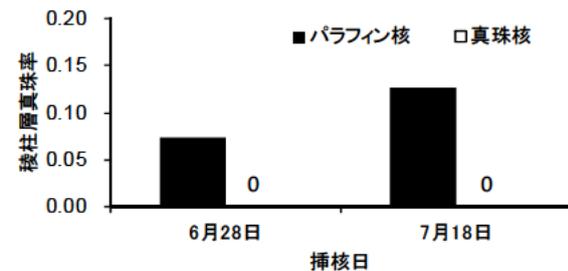


図3. 挿核数に対する稜柱層真珠率

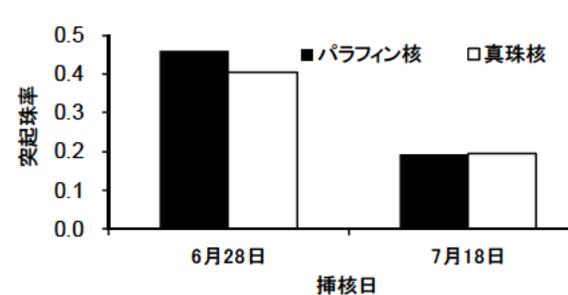


図4. 挿核数に対する突起珠率

# 新しい真珠養殖技術実証化事業

## 新・白色系ピース貝生産技術開発研究

田中真二・青木秀夫・渥美貴史

### 目的

経済的価値の高い白色真珠をつくる貝殻真珠層白色系アコヤガイの新しい系統（新・白色系ピース貝）の生産技術を確立する。

### 方法

1. 新・白色系ピース貝候補系統を用いた真珠生産試験  
平成 23 年度に種苗生産した新規ピース貝候補 3 系統（尾鷲市九鬼天然貝，福井県天然貝，長崎県五島天然貝）の 2 年貝を用いる 3 試験区と養殖業者手持ちのピース貝（民間ピース貝）を用いる対照区の計 4 試験区を設定し，5 名の養殖業者に依頼して真珠生産試験を行った。4 月下旬～6 月中旬に，各区とも 100 個ずつの母貝に 1.9 分または 2.1 分の核を 1 個入れて挿核した。挿核に用いたピース貝の殻を回収し，殻体真珠層黄色度（YI 値）を測定した。試験貝は 12 月に浜揚げし，真珠の黄色度，巻き，干渉度および光沢度を測定した。

### 2. 新・白色系ピース貝候補系統の作出

#### 1) 平成 23 年度生産種苗の育成

平成 23 年度に種苗生産して神前浦漁場で育成していた 6 ロット（九鬼，福井および五島の 3 系統それぞれの保存系統とピース貝）および対照区として設定した栽培センター母貝系統の計 7 ロットについて，平成 24 年 6 月に 1 ロットあたり 240～360 個体をちょうちん籠に收容して継続飼育し，11 月に各ロット 20 個体ずつ湿重量測定を行うとともに，生残率を求めた。

#### 2) 平成 24 年度種苗生産

九鬼および福井の各天然貝由来の系統について，系統保存用に同ロット内の無選抜の親貝を用いて交配した。また，五島系統同士，栽培センター母貝×九鬼交雑系統と福井系統，母貝×九鬼交雑系統同士，および母貝系統同士の 4 通りの組み合わせについて，殻体真珠層が白色の親貝を選抜して交配し，来年度の真珠生産試験用ピース貝として種苗を生産した。

### 結果および考察

1. 新・白色系ピース貝候補系統を用いた真珠生産試験  
ピース貝(右殻)の殻体真珠層黄色度を図 1 に示す。新

規ピース貝 3 系統は民間ピース貝に比べて黄色度が高い傾向を示し，対照区に白貝を用いた A 業者では 3 系統とも有意差が認められた。

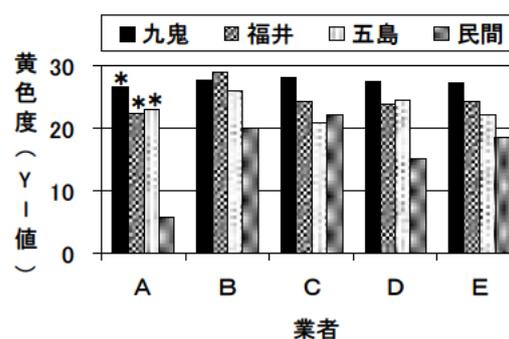


図 1. 真珠生産試験に用いたピース貝の殻体真珠層黄色度 (\*同一業者内で民間貝との間に有意差あり ( $p < 0.05$ ))

生産された真珠の黄色度，巻き，干渉度および光沢度の測定結果を図 2 に示す。黄色度は，いずれの業者でも新規系統の真珠は民間貝に比べて高く，4 業者で有意差が認められた。黄色度の違いは肉眼でも認められるものであったことから，ピース貝の種苗生産における親貝の貝殻黄色度による選抜をより厳しくする必要があると考えられる。巻きは，新規系統は概ね民間貝と同等以上であり，3 業者で有意に巻きの厚い系統が認められた。干渉度は，3 業者で五島系統が民間貝より低い傾向がみられ，うち 1 業者で有意差が認められたが，他の 2 業者では民間貝と同程度であった。また，九鬼および福井系統は民間貝と概ね同程度であった。光沢度は，3 業者で九鬼系統が低い傾向がみられ，うち 2 業者で有意差が認められたが，他の 2 業者では同等以上であった。また，福井および五島系統は概ね民間貝と同等以上の値であった。

以上の真珠生産試験の結果から，新規ピース貝は黄色度の改善が必要であると考えられる。一方，巻き，干渉度および光沢度については，概ね民間貝と遜色ない成績であった。

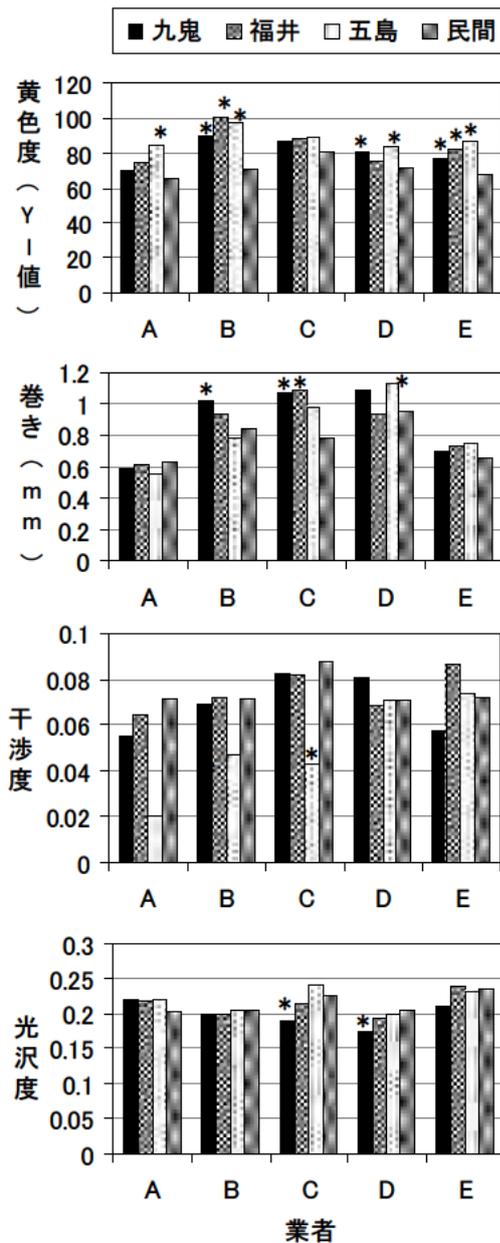


図 2. 新・白色系ピース貝候補系統を用いて生産された真珠の測定結果(\*同一業者内で民間貝との間に有意差あり ( $p < 0.05$ ))

## 2. 新・白色系ピース貝候補系統の作出

### 1) 平成 23 年度生産種苗の育成

育成貝の重量と生残率を図 3 に示す。新規系統の平均貝重量は 42.2~46.9g で、母貝系統(38.3 g)と同等以上であり、成長に問題はないと考えられる。生残率は新規系統で 54.0~78.8%であり、九鬼および福井系統は母貝系統(79.2%)と同程度であったが、五島系統は保存系統とピース貝のいずれも母貝系統より有意に低かった。

### 2) 平成 24 年度種苗生産

生産した種苗は、各系統につき約 1,000 個体をちょう

ちん籠に収容し、神前浦漁場で育成中である。

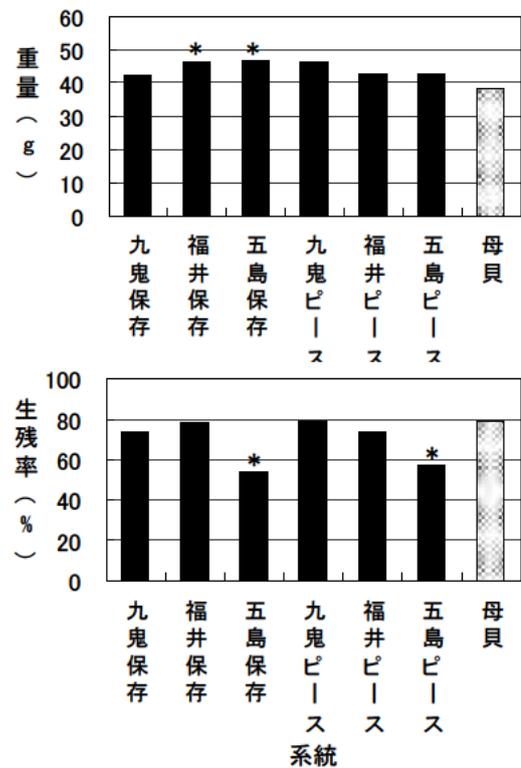


図 3. 平成 23 年度に生産された新・白色系ピース貝候補系統 2 年貝の重量と生残率 (\*母貝系統との間に有意差あり ( $p < 0.05$ ))

# イセエビ種苗生産の安定性向上に関する研究

松田浩一・阿部文彦

## 目的

安定したイセエビ種苗（稚エビ）の生産安定につながる技術の開発を目的として、クライゼル水槽での好適な幼生飼育条件の検討を行う。さらに、幼生飼育の効率化と疾病予防による安定化のための技術開発を実施する。

## 1. 注水条件の違いがイセエビ幼生の成長、生残に及ぼす影響

### 方法

設定した注水条件は強、中、弱の3条件で、強は幼生が強い注水によって水槽に広く分散する程の注水、弱は幼生が水槽底面近くに蟄集する程度の注水、中はこれらの中の注水とした。実験はふ化幼生（以下、初期幼生）を用いるものと、平均体長 13.9 mm（日令 154）の幼生（以下、中期幼生）を用いるものの2回実施した。使用したクライゼル水槽は、高さ 50cm、幅 16cm、容量 31L で、各注水条件で2水槽を用いた。各水槽に収容した幼生数は、初期幼生で 400 個体、中期幼生で 50 個体とした。実験期間は 1 カ月で、終了時に水槽毎に生残数を計数し、体長を測定した。餌料として養成アルテミアとムラサキイガイ生殖腺を用い、水温 25℃、日長は 14L:10D に設定した。飼育水槽は 1 週間に 2 回交換し、その際にフロムフェニコール 1ppm で一昼夜薬浴し疾病を予防した。

## 結果

初期幼生、中期幼生ともに、注水が強い程実験終了時における幼生の体長は大きく、生残率は高い傾向が見られた（図 1, 2）。以上のことから、クライゼル水槽でイ

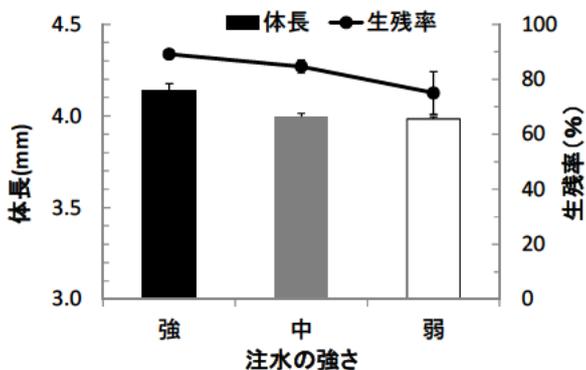


図 1. 注水条件を違えて飼育した初期幼生の実験終了時における体長と生残率

セエビ幼生を飼育する際の注水は、幼生が水槽中に広く分布する程度に強く行うことが適当と考えられた。

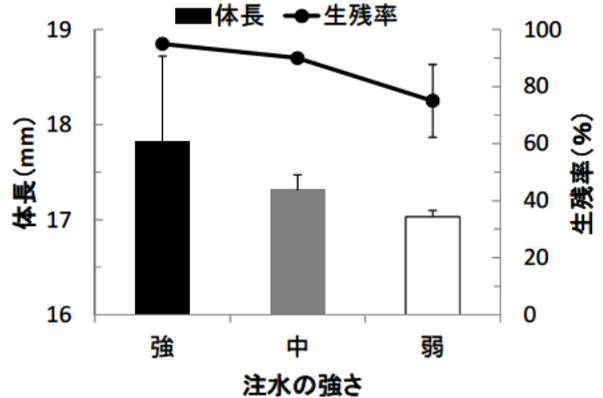


図 2. 注水条件を違えて飼育した中期幼生の実験終了時における体長と生残率

## 2. 給餌間隔の違いがイセエビ幼生の成長、生残に及ぼす影響

### 方法

設定した給餌頻度は 5 条件で、2 日間に 1 日の頻度で給餌する実験区、3 日間に 2 日の頻度で給餌する実験区、5 日間に 4 日の頻度で給餌する実験区、7 日間に 6 日の頻度で給餌する実験区、毎日給餌する実験区とした。実験は、平均体長 4.8mm の幼生（4.8mm 幼生）と、平均体長 9.9mm の幼生（9.9mm 幼生）の 2 群を用いて、それぞれで 1 回実施した。飼育実験は、容量 100mL の小型ガラス容器に幼生を個別で収容して止水式で行った。餌料は、アルテミアとムラサキイガイ生殖腺を用い、給餌する日は両方の餌料を給餌し、給餌しない日は両方の餌料を給餌しなかった。実験はそれぞれの幼生が 3 回脱皮するまでとした。

## 結果および考察

4.8mm 幼生を用いた実験では、1 回目の脱皮と 2 回目の脱皮の間の日間成長量（脱皮による体長の伸長量/脱皮間隔）は給餌頻度が多い程大きい傾向があった（図 3）。2 回目の脱皮と 3 回目の脱皮の間の日間成長量では、5 日間に 4 日の頻度で給餌する実験区、7 日間に 6 日の頻度で給餌する実験区、毎日給餌する実験区で差はなく、これら以外の実験区では小さくなった（図 3）。実験終了時の生残率は、毎日給餌区で 86%、他の実験区では 100% であった。

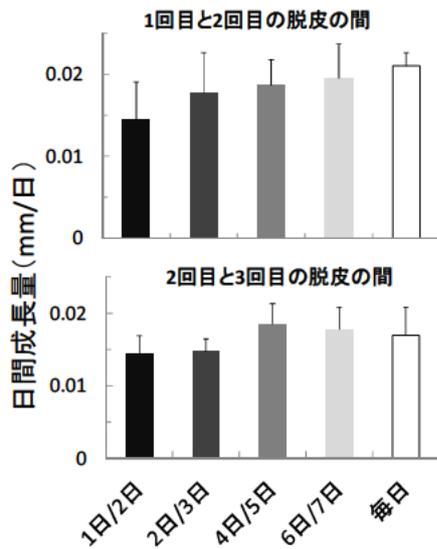


図3. 給餌頻度を違えて飼育した4.8mm幼生の日間成長量（横軸は給餌頻度を示す）

9.9mm幼生を用いた実験では、1回目の脱皮と2回目の脱皮の間の日間成長量、2回目の脱皮と3回目の脱皮の間の日間成長量ともに給餌頻度が多い程大きい傾向があった（図4）。実験終了時の生残率は、5日間に4日の頻度で給餌する実験区で57%、毎日給餌する実験区で100%、これら以外の実験区で86%と一定の傾向は認められなかった。

以上のことから、7日間に6日の頻度で給餌した場合でも毎日給餌した実験区と幼生の成長、生残に大きな差はなく、1週間に1日程度給餌しないことで飼育作業の省力化が可能と考えられた。

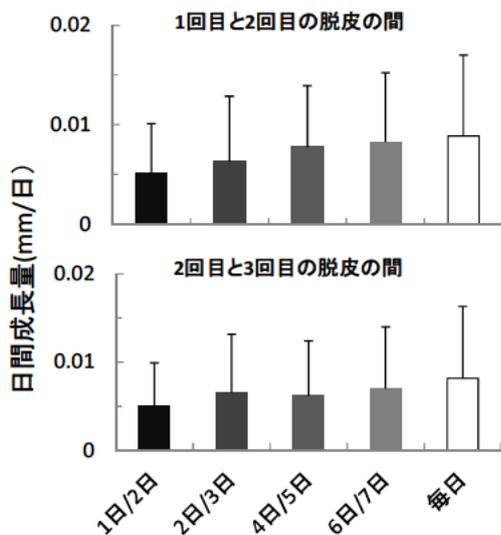


図4. 給餌頻度を違えて飼育した9.9mm幼生の日間成長量（横軸は給餌頻度を示す）

### 3. クライゼル水槽を用いた長期飼育試験

#### 方法

飼育に用いたクライゼル水槽は、高さ73cm、幅18cm、容量75Lで、この水槽2槽に日令38（体長4mm）の幼生186個体ずつを収容して飼育を行った。水温25℃、注水量1.5L/h、日長14L:10Dに設定し、餌料としてアルテミアとムラサキイガイ生殖腺を用いた。水槽交換は1週間に2回行い、その際に疾病を予防するためのフロムフェニコール葉浴（1ppm）を一昼夜行った。

#### 結果および考察

日令240までは両水槽ともに飼育は安定し、生残率は90%以上を維持した。しかしながら、その後は脱皮失敗や共食い、原因不明のへい死、腸管閉塞が多く発生し、生残率は急速に低下した（図5）。プエルルスへの変態は、日令230から始まり、両水槽ともに次第に変態数が増加した。日令343（平成25年3月23日）における生残率は、No.1水槽で44%、No.2水槽で36%、プエルルスへの変態数は、No.1水槽で31個体、No.2水槽で29個体となっており、次年度も引き続いて飼育を行うこととしている。

以上のことから、クライゼル水槽では中期幼生までは安定して飼育が可能であり、容量75L程度の水槽では30個体程度のプエルルスの生産が可能と考えられた。

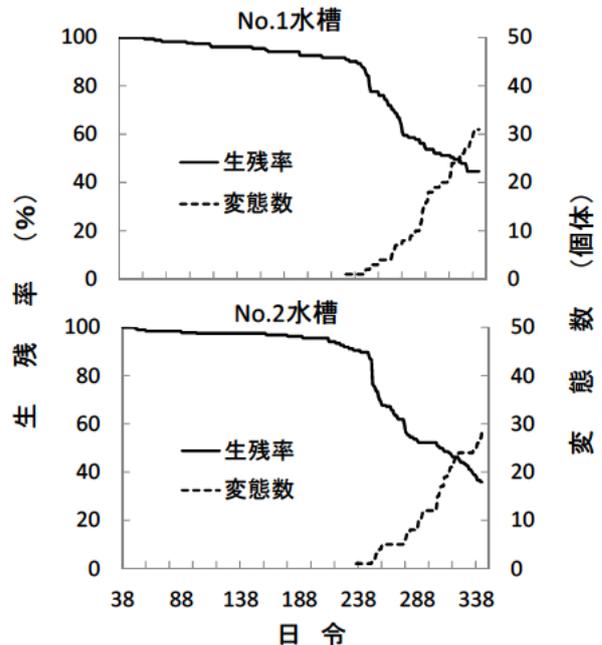


図5. 75Lクライゼル水槽を用いて飼育したイセエビ幼生の生残率とプエルルスへの変態数の推移

# アワビ資源回復のための稚貝成育適地調査事業

阿部文彦・松田浩一

## 目的

近年のアワビ資源低迷は、稚貝の発生量の低下が原因とされている。本事業では、漁場に人工的に稚貝を着底させる浮遊幼生の放流技術の有効性を検証するとともに、着底した稚貝の追跡調査により生残・成長に優れた成育適地の条件を解明し、今後の稚貝成育場の整備技術の開発に資することを目的とする。

## 1. 浮遊幼生の放流方法の改良

### 1) 幼生の標識開発

#### 方法

幼生放流によって着底した初期稚貝を他の天然貝と区別するために、ALC（アリザリンコンプレキソン）による浮遊幼生に対する染色標識の有効性を検討した。ALCによる染色は、100L アルテミアふ化槽に収容した3日齢のクロアワビ浮遊幼生（92万個体）を100ppmの溶液に24時間浸漬して行った。浸漬後、着底基質（無節サンゴモが付いた転石）を収容した水槽に幼生を収容し、着底し稚貝となった個体について、蛍光顕微鏡を用いてALC標識の確認性について、非染色の稚貝と比較を行った。

## 結果および考察

染色後の浮遊幼生は活発に遊泳しており、生残率は92%とALC溶液への浸漬による生残への影響は低いと考えられた。

ALC染色処理を行った稚貝（0.4mm程度）と非染色の稚貝と比較し観察したところ、染色区の稚貝の幼殻部分を中心に発色が認められ、ALCによる初期稚貝の染色標識の有効性が確認された（図1）。今後、このALC標識がどの程度の殻長の稚貝まで追認できるか検討するとともに、漁場での放流試験を行い標識の有効性を検証する必要があると考えられる。



図1. ALCによって染まった稚貝(左)と非染色稚貝(右)

### 2) 放流した幼生の分散範囲の把握

#### 方法

ビニール袋に収容した浮遊幼生を海底で放流した場

合（図2）の分散範囲を把握するために、クロアワビ浮遊幼生（41万個体）を4×4mの範囲内に放流した後に、放流地点、および放流地点から3方向に5mの地点から転石を回収（放流地点から12個、5m地点から9個）し、着底した初期稚貝の密度を比較した（図3）。なお、幼生放流直前に行った調査では、各地点で初期稚貝の分布は認められなかった。



図2. 幼生放流の様子

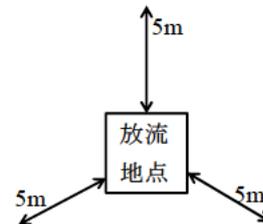


図3. 放流した幼生の分散範囲の調査地点

## 結果および考察

放流3日後の調査で出現した初期稚貝の個体密度は、放流地点で2367個体/m<sup>2</sup>、5m地点で12個体/m<sup>2</sup>であった（図4）。これより、幼生放流によって初期稚貝が着底する範囲は放流地点付近に限定され、5m離れると着底量は大きく減少すると考えられた。したがって、現状の幼生放流技術を用いて広範囲に稚貝を着底させるには、多地点で分散して放流する必要があると考えられた。

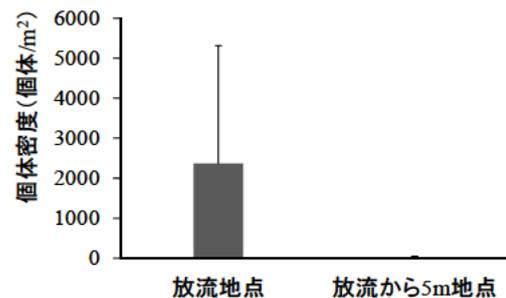


図4. 各地点における初期稚貝の出現密度

## 2. アワビ稚貝の育成適地の検討

### 1) 稚貝の着底、生残・成長に及ぼす環境条件

志摩市浜島町地先（水深 8m）において、長径 30 cm 程度の転石を用いて造成された投石漁場のアワビ稚貝の育成場としての有効性を検討した。

### 方法

まず、人工投石が浮遊幼生の着底基質として選択されるか水槽実験で検証した。実験は、30L パンライト止水水槽に造成漁場の人工投石と天然転石を 2 個ずつ計 4 個設置し、そこに 4 日齢クロアワビ浮遊幼生を 300 個体収容して着底させ、各石における着底密度を比較した。

次に、H24 年 11 月 23 日に、実際の造成漁場およびその周辺の天然転石域において、クロアワビの幼生放流（各 156 万個体）を行い、その後それぞれの放流地点の石に付着する初期稚貝の着底状況および生残・成長について調査を行った。

### 結果および考察

水槽実験において着底した初期稚貝の個体密度は、人工投石で 574 個体/m<sup>2</sup>、天然転石で 1254 個体/m<sup>2</sup>であり、人工投石では天然転石の半分程度の着底に留まった（図 5）。

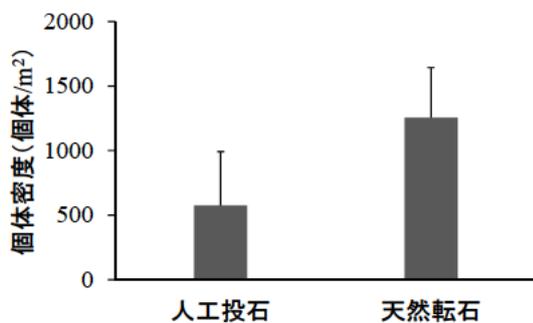


図 5. 各石に対する初期稚貝の着底密度

漁場における幼生放流では、放流前（11 月 21 日）に比べ、放流後（11 月 26 日）に人工投石および天然転石の両環境で初期稚貝の密度が急増したが、着底密度は水槽実験と同様に、天然転石（8655 個体/m<sup>2</sup>）の方が人工投石（966 個体/m<sup>2</sup>）より高密度となった（図 6）。しかし、その後の調査では個体数密度の急減がみられ、12 月 12 日（放流 19 日後）には、天然転石 111 個体/m<sup>2</sup>、人工投石 7 個体/m<sup>2</sup>となった。さらにその後の 1 月 10 日（放流 48 日後）には、人工投石では初期稚貝が確認されなかったのに対し、天然転石では 72 個体/m<sup>2</sup>（採集稚貝数は 6 個体）が維持された。

着底直後（11 月 26 日）の初期稚貝の殻長は、人工投

石 0.38±0.02mm (N=45) と天然転石 0.39±0.02mm (N=268) で同様であった（図 6）。その後は、天然転石では、12 月 6 日 0.60±0.04mm(N=11)、同 12 日 0.75±0.08mm(N=15)、1 月 10 日 1.74±0.20mm(N=6)となり、放流から 50 日程度で殻長 2mm 弱まで成長することが推察された。一方、人工投石における初期稚貝は、12 月 6 日、同 12 日とも 1 個体みの採集となり平均値は得られなかったが、その殻長は 0.52mm、0.90mm となった。

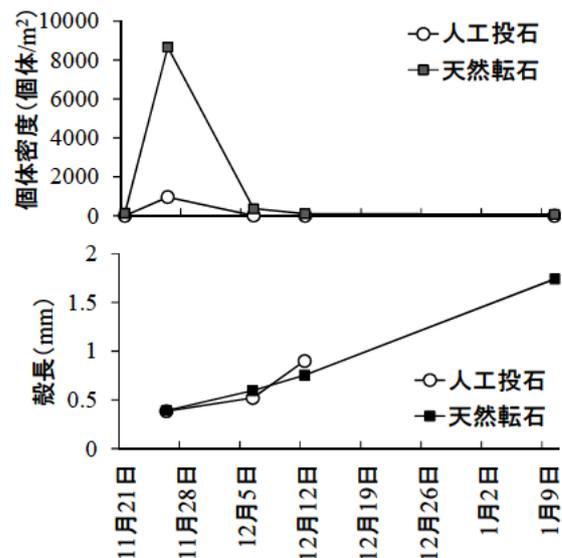


図 6. 漁場における幼生放流後の稚貝の生残（上）および成長（下）

以上より、人工投石には、天然転石よりも少ないながら初期稚貝の着底が認められることがわかったが、アワビ浮遊幼生は着底する際に基質選択性が高いことも明らかとなった。また、人工投石は着底した後の生残も天然転石より悪かったことから、着底基質、生育環境の両面において天然転石に比べて劣っていると考えられた。

今後、天然の当歳貝が生息する天然環境について調査を行い、造成漁場との比較を行いながら、アワビ類稚貝の好適な育成場の条件を抽出していく計画である。

# 環境創造型養殖推進事業

## 人工採苗によるヒジキ養殖技術開発

井上 美佐

### 目的

国内で流通している乾ヒジキの約9割は大韓民国や中華人民共和国などからの輸入ものである。近年の消費者の食品の安全・安心に対する関心の高まりや、JAS法の改正による産地表示義務化などを受けて、高品質な三重県産ヒジキの増産が関係業界から望まれている。同時に、魚介類養殖の不振による経営の多角化の一つとしてヒジキ養殖の技術開発が期待されている。しかし現在行われている国内外のヒジキ養殖は、天然ヒジキ藻体の挟み込みが主体であり、このまま養殖規模を拡大するのでは天然ヒジキ資源に悪影響が及ぶ。このことから、本事業ではヒジキ母藻から大量に放出される幼胚に着目し、これを利用した養殖技術の開発を目的とした。

### 材料および方法

#### 1. 養殖試験

平成24年7月9日に鳥羽市菅島で採取したヒジキ母藻を屋外コンクリート水槽に浮かべ、幼胚の放出を待った。翌日以降、幼胚が大量に放出されたのを確認し、クレモナ糸を巻いた種糸枠を底面に沈め、幼胚を付着させた。

幼胚が付着した種糸は順次屋外コンクリート水槽で育成し、ヒジキ幼体を約5mmまで生長させた後、11月16日に志摩市大王町船越の海面養殖施設へ3枠分(種糸約210m)を移行した。平成25年3月末現在、養殖試験を継続しているため、これまでの養殖の経過を報告する。

#### 2. ヒジキ幼胚の生長に与える環境の影響

今年度は、ヒジキ幼胚の生長に及ぼす水温、pH、照度、塩分、種糸の間隔の影響について調査した。各項目の設定条件は以下のとおりである。

**温度** 濾過海水を満たしたシャーレにヒジキ幼胚を適量入れ、20、25、30の3段階に設定したインキュベーターに収容し、仮根の伸長を調べた。光量はそれぞれ3,000luxで日長条件は12L:12Dとした。

**pH** 牡蠣殻固化板を濾過海水に浸した上澄み(pH8.71)と濾過海水(pH8.11)、クエン酸を溶かした濾過海水(pH7.93)の3種の海水を作成し、それぞれにヒジキ幼胚を適量加えた。各シャーレを人工気象器に収容し仮根の伸長を調べた。温度は25、光量は3,000luxで日長条件は12L:12Dとした。

**照度** 濾過海水を満たしたシャーレにヒジキ幼胚を適量入れ、0lux、300lux、3,000luxの3段階に設定した人工気象器に収容し、仮根の伸長を調べた。温度は25とし日長条件は12L:12Dとした。

**塩分** 真水、濾過海水、食塩を用いて塩分が0%、3%、10%、15%、20%の条件となる溶液を作成し、それぞれにヒジキ種糸を浸漬した。浸漬開始後20分、40分、60分、120分の経過ごとにヒジキ幼体への影響を調べた。

**種糸の間隔** ヒジキ幼体がついた種糸を間隔を空けずにきっちり枠に巻いたもの、種糸を直径10cmの塩ビ管に密着するように巻き付けたもの(糸と糸の間隔は空けた)、と同じ枠であるが間隔を空けて種糸を巻き付けたものの3種類を設定し(図1)、10月20日~11月9日まで屋外水槽で20日間育成した。育成後、種糸1cm当たりの幼体数による密度と葉の枚数を比較した。

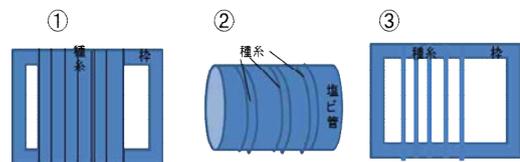


図1. 枠および管への種糸巻き付け(模式図)

#### 3. 養殖適正海域の検討

ヒジキの養殖適正海域を把握するため、種苗の挟込養殖試験を紀北町三浦、南伊勢町贄浦、志摩市浜島町迫子浦、志摩市大王町船越の4海域で実施した(図2)。各海域には自記記録式温度計を取り付け、水温を1時間ごとに計測した。挟込養殖試験のヒジキ種苗はすべて紀北町三浦産の天然ヒジキを使用した。



図1. 養殖試験海域

## 結果および考察

### 1. 養殖試験

種糸を直径20mmのロープに巻き付け沖出ししたが、ロープが浮いた状態だったため、近隣の藻場から流出したジョロモクが養殖試験ロープにコイル状に絡まり、試験途中で多くのヒジキ藻体が切られて流失した。その後、ロープを少し海面から下げる処置を行ったところ、残っていた部分からのヒジキの生長が再び見られるようになった。3月末現在養殖試験を継続中であり、4月末に収穫し、品質、収量の調査を実施することとしている。

### 2. ヒジキ幼体の生長に与える環境の影響

温度 20, 25, 30 のいずれも仮根の伸長はみられたが、30 ではシャーレ底面への固着力がやや弱いように感じられた。藻体の伸長は25 が良好であったが、各温度で大きな違いはみられなかった。

pH pH8.71 と pH8.11 では、どちらも同様に仮根の伸長が確認できた。しかし pH7.93 の海水では仮根が伸長しなかった。よって酸性に傾いた海水ではヒジキ幼体に悪影響があると推察された。

照度 0lux, 300lux, 3,000lux のいずれも仮根の伸長が認められた。よって暗黒下でも仮根は伸長することがわかった。

塩分 ヒジキ幼体への塩分の影響を表1に示した。ヒジキは3~15%までの塩分の場合、120分の浸漬でも影響はみられなかったが、塩分0%では60分で、塩分20%では40分で藻体の色が変化する、収縮するなどの影響が認められた。

表1. 塩分の違いによるヒジキ幼体の変化

		塩分濃度				
		0%	3%	10%	15%	20%
浸漬時間	20分					
	40分					
	60分					×
	120分	×				×

○:変化なし    △:やや変化    ×:変化あり

種糸の間隔 各条件における種糸1cm当たりの幼体数(密度)と平均藻体長を表2に示した。密度は塩ビ管に密着している種糸で高い傾向が見られたが大きな違いはみられず、間隔を空けたことにより生じる流れによる流出はなかったと考えられた。藻体長は間隔を空けた条件で伸長しており、多方向からの流れが生長を促進したと考えられた。

表2. 種糸の間隔の違いによる密度と藻体長

	種糸1cm当たりの幼体数	平均藻体長(mm)
通常巻き付け	6.2	1.3
密着巻き付け	7.2	1.7
間隔空け巻き付け	6.6	1.9

### 3. 養殖試験

挟込養殖試験は11月中旬に各地で開始した。開始時の種苗の藻体長±標準偏差は $9.6 \pm 2.7$ cmであった。3月上旬の時点では、紀北町で平均藻体長±標準偏差が $34.1 \pm 10.5$ cmであった。南伊勢町では $46.7 \pm 21.3$ cmであった。志摩市浜島町迫子浦に設置した試験ロープは浮泥がかぶり、ヒジキ種苗は先端が腐り落ち、開始時よりも短くなっていた。また志摩市大王町船越に設置したロープは前述のとおりジョロモクが絡み、藻体が切られてしまって短くなっていた。この結果、3月の時点では南伊勢町におけるヒジキが最も生長が良好であった。現時点では、まだヒジキの生長期が継続していることから試験も継続する。

水温の推移を図3に示した。紀北町で8.8~20.7(平均14.8)、南伊勢町では9.7~20.0(平均14.1)、志摩市浜島町迫子浦では-2.0~18.1(平均11.1)、志摩市大王町船越で10.1~19.0(平均13.7)であった。英虞湾奥に位置する志摩市浜島町迫子浦では表層水温の変化が非常に激しかった。浜島町迫子浦を擁する英虞湾は複雑に入り組んだリアス式の地形であり、湾奥における流れが微弱であることからこの地点の表層海水温は気温に鋭敏に反応していることが窺われた。生長が良かった南伊勢町は水温変動が比較的小さかった。昨年度の結果においても水温変動の小さい海域のほうがヒジキの生長が良好であった。このことから、ヒジキ養殖に適した海域条件として、温度変動が小さいことが好ましいと考えられた。

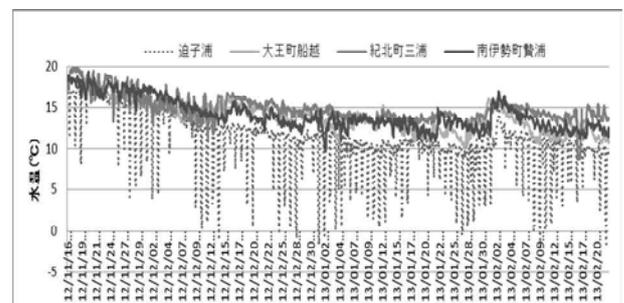


図3. ヒジキ挟込養殖試験海域の水温の推移

# 環境創造型養殖推進事業

## アオノリ（ヒトエグサ）の養殖技術の高度化

井上 美佐

### 目的

ヒトエグサは地方名でアオサ、アオノリと呼ばれる緑藻の一種である。海苔佃煮の主な原料であるが、近年は姿売と呼ばれる乾燥させた状態のものも多く流通している。三重県の養殖ヒトエグサ生産量は全国生産量の6～7割を占め、生産額は約20億円である。しかし、養殖経営体数の減少や環境の変化などによって、10年前に比べると県内ヒトエグサ生産量は半減しており、養殖の効率化や安定性向上のための支援や環境変化への対策が必要となっている。

本事業では、ヒトエグサの採苗・養殖管理などの技術向上のための調査を行うとともに、近年養殖生産が不調になっている海域では別の種類のアオノリ養殖を導入することを試みた。

### 1. ヒトエグサ遊走子放出状況調査

方法 平成24年8月27日～10月2日にかけて英虞湾と尾鷲湾の5地点において、クレモナ糸を海中に垂下し、1cm当たりのヒトエグサ遊走子の付着状況を週1回の割合で確認した。また自記記録式水温計を同地点の海底上に設置し、水温の推移も把握した。

結果 各地点における日平均水温は、英虞湾の鶴方で31.0～25.8℃、迫子で31.9～25.8℃、浜島で31.3～24.0℃、船越で30.0～25.3℃、尾鷲湾の矢口で29.6～24.8℃であった。

矢口では調査期間全てで遊走子の放出が確認された。英虞湾では、第1週には4地点全てで遊走子は確認できなかったが、第2週以降に鶴方と浜島で確認され、第3週以降は全地点で確認された。水温との関連では、29℃以下になると多くの地点で放出がみられるようになり、一旦遊走子が放出されるようになると、その後29～31℃に上昇しても放出は継続して確認された。27℃以下に低下すると採苗に十分な量の遊走子の放出が確認された。

考察 遊走子は水温29℃以下になると放出が始まり、その後水温が29～31℃に上昇しても放出は継続して確認された。よって本海域では放出が確認できれば9月上旬から中旬にかけてでも天然採苗は可能であることが分かった。従って、安定的な採苗のためには遊走子放出の確認と採苗海域の水温の観測が重要であると思われた。

### 2. 漁場の栄養塩と水温の調査

方法 的矢湾、五ヶ所湾、尾鷲湾における6カ所のヒトエグサ養殖漁場の水質調査を行った。調査期間は10月～3月で、調査項目は、硝酸態窒素+アンモニア態窒素（以下、窒素）、リン酸態リン（以下、リン）、水温である。水温の測定は、海底に接するよう各漁場のヒトエグサ網の支柱に自記記録式温度計を設置して行った。水温の計測は1時間に1回の設定としたが、ヒトエグサ漁場は干潮時に干上がるため、干潮時は気温を計測している。水温と気温は特に分けずに記載した。

結果 各調査地点における窒素とリンの推移を図1-1および1-2に示した。窒素は的矢湾の千賀、西ノ浦、深江浦、飯浜よりも五ヶ所湾の内瀬、尾鷲湾の矢口で高めに推移した。リンは千賀、内瀬で高めであった。

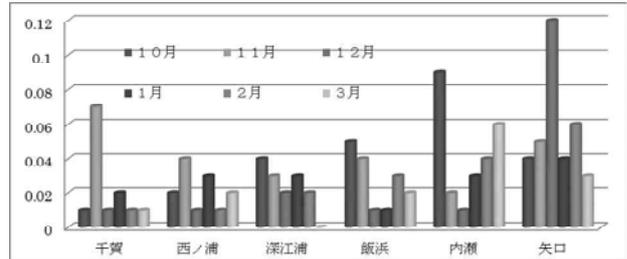


図1-1. 硝酸態窒素+アンモニア態窒素の推移(mg/L)

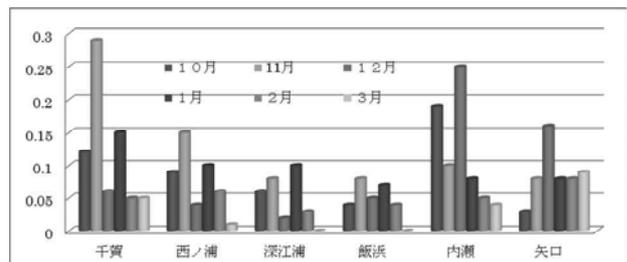


図1-2. リン酸態リンの推移(mg/L)

的矢湾の湾口部に位置する千賀では、-0.7～24.1（平均13.0）μg/L、的矢湾中央部に位置する西ノ浦、深江浦ではそれぞれ-3.0～24.0（平均10.9）μg/L、-3.4～24.2（平均9.1）μg/Lであった。的矢湾奥の飯浜では温度計を水面に浮かせた状態で設置したため、2.6～22.2（平均11.0）μg/Lと温度変化幅が他漁場よりも小さかった。五ヶ所湾内瀬では-1.9～28.8（平均10.1）μg/L、尾鷲湾矢口では0.0～23.5（平均15.4）μg/Lであった。今期は低

水温傾向が強く、水温が10℃を下回る期間が長かった。  
的矢湾の飯浜、深江浦は近年ヒトエグサの生育不良が目立つ海域である。今回の調査では生長に大きく関与するリンが他の漁場と比較して低めで推移していたが、生育不良要因を特定するにはさらに調査が必要と考えられた。

### 3. ウスバアオノリ養殖試験

アオノリ（ヒトエグサ）の生育が著しく不良となっている的矢湾伊雑ノ浦海域において、自生しているウスバアオノリの養殖の可能性を検討するため、人工採苗技術開発および養殖試験を行った。

#### (1)人工採苗

伊雑ノ浦海域に自生する成熟細胞をもつウスバアオノリを採取し、洗浄後、人工採苗母藻として使用した。母藻の成熟状況や胞子の放出状況は一定ではなく、水中への胞子放出量や網糸への胞子付着量には個体差が大きかった。おおむね海水1リットルにつき、母藻1g(湿重量)を投入すると養殖に適当な濃度に胞子を付着させることができたが、母藻からの胞子放出は採取当日から3日目までが限度であり、4日目以降はまったく放出されない状況であった。人工採苗は平成25年1月中旬～2月上旬まで行い、採苗した網の枚数は170枚であった。それらは的矢湾内の漁場に沖出しした。

#### (2)生育状況

1月下旬に伊雑ノ浦に沖出しした人工採苗網を2月22日に調査した。低水温のため生長速度は遅かったが、網の汚れはなく、きれいな状態であり、1～2cmほどのウスバアオノリが網糸の周囲にびっしりと生えているのが確認できた。細胞は縦1列に連なっており、藻体はごく細かい状態であった。この期間、水温は2.6～12.6（平均8.6℃）で推移した。

#### (3)加工方法の検討

養殖した藻体の加工方法について検討を行うこととしていたが、年度内には人工採苗網からの収穫が見込めなかったため、天然のウスバアオノリを利用して行った。試験加工に用いたウスバアオノリは伊雑ノ浦に自生するもので、平成25年1月25日に採取した。採取後ただちに、ヒトエグサの洗浄・加工方法に準じて流式水洗浄を行い、30℃で乾燥させた。乾燥させた後の歩留まりは9.3%であった。この製品を、三重県漁業協同組合連合会の平成24年度第2回青さのり入札市に出品したところ、キロ当たり7,900円で落札された。ウスバアオノリの加工はヒトエグサの加工と同様の方法で行うことが可能と判断された。



図1 沖出し後約1ヶ月経過の人工採苗ウスバアオノリ  
（平成24年5月）

#### 関連報文

平成24年度の的矢湾漁場環境改善事業効果調査業務報告書

# 水域環境保全創造事業

## 食用海藻ヒジキの増殖を目的とする藻礁設置に関する研究

井上 美佐・館 洋

### 目的

ヒジキは潮間帯に育つ代表的な海藻であり、日本の伝統的な健康食品である。しかし天然資源に依存しているヒジキは絶対的に生産量が少なく、国内流通しているヒジキの約9割は韓国・中国産のものである。ヒジキを増殖させることは、磯焼けの回復を促すことにつながり、海洋生態系の維持に役立つ。また漁業者の収益にもなり、安全で安心な国内産の天然ヒジキを消費者に安定供給させることで、食料自給率の向上を図ることもできる。

本研究では天然ヒジキ資源の増大を図るため、設置された試験礁における調査およびヒジキ藻礁に適する資材や藻礁の形状などについての実験を行い、効果的な増殖方法のための知見を得ることを目的とする。

### 材料および方法

平成24年6月に南伊勢町宿浦地先に水産基盤整備事業の一つとして人工藻礁（試験礁）が設置された。試験礁は潮間帯に位置し、外寸は4m×9mである。上部に傾斜のついた試験面が4面あり、それぞれ縦2m×横1mの大きさである。試験面1と2は表面に砕石（直径30mm）を敷均したもので、1は遮光ネットで表面が陰になるように覆い2はそのままとした。試験面3は強化プラスチック製の擬岩、試験面4はポーラスコンクリート製の擬岩を積載している。試験面1の遮光ネットは9月頃に波浪のため破損し無くなった。

卵散布作業は平成24年7月4日に行った。卵散布は試験面以外の被覆石上にも行った。また卵採取に用いた母藻をネットに入れスポアバッグとして試験面の間に設置した。

試験面4面それぞれに水温ロガーを設置し、1時間ごとの水温（干出時は気温）を記録し、卵散布以降1ヶ月に一度、試験面の調査を実施した。

基質の検討については、人工的に干満を行えるように設定した研究所内の陸上水槽において行った。図1に示す7種類の基質を用いてヒジキ幼体の着生について検討した。試験基質は干出のかかる水深帯に設置した。またそのうちの3種（平板コンクリート、透水コンクリート、溝有コンクリート）の基質については建材ブロックを下面と背後の支えに使用して、0°、15°、30°、45°、60°の傾斜に配置した傾斜をつけて行った。

### 結果

試験礁 試験面1は3.2～44.6（7月4日～12月15日）、試験面2は0.6～42.5（7月4日～2月28日）、試験面3は0.2～41.4（7月4日～2月28日）、試験面4は0.5～40.5（7月4日～2月28日）の範囲で推移した。

8月～2月にかけて毎月1回生育状況を調査したが、ヒジキの着生を確認することはできなかった。1月、2月の調査では、最も低い被覆石上と試験面の最下部のところにカヤモノリ、中層にウスバアオノリとマルバアマノリ、最上部の被覆石上にウシケノリの着生が確認された。

卵散布の後8月の調査から食害生物と思われるウラウズガイ、サザエ、ガンガゼなどの貝類、ウニ類が被覆石上に蟻集しているのが確認された。ウラウズガイは試験面3のタイドプール状になった場所にも確認され、海水が満ちている間に試験面に上っていることが推察された。11月の調査時には、試験面と試験面の間に海水が流入しており、その海水中にもエビ類と思われる動物が多数確認された。12月の調査でもウニ類、貝類が被覆石上にみられたが、1月以降、食害生物は確認されなかった。

基質の検討 干出する水深帯では、いずれの基質表面にもヒジキは生育しなかった。干出しない水深帯に設置した基質についてはヒジキの幼体が確認された。卵散布から1ヶ月後の基質別幼体着生数を図1に示した。もっとも付着数が多かったのはカキ殻を粉碎固化したカキ殻板であった。また、基質を囲っていた木枠にも付着が多く見られた。

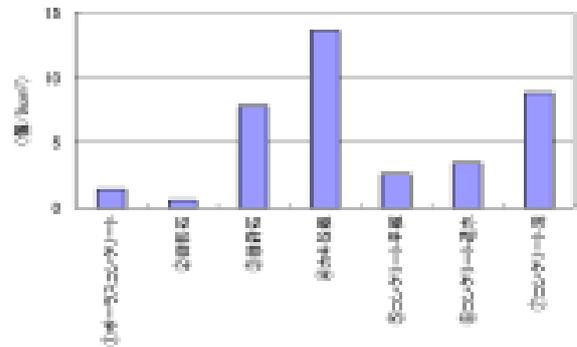


図1 基質別のヒジキ幼体着生数

干出した基質で幼体の生育が見られなかった原因として温度が考えられる。干出直後はいずれも30 未満であったが、干出から30 分後にはほとんどの基質で32 以上となり、1 時間後には40 を超える基質も見られた。特に色の濃い基質で高温になっており、光の吸収により温度が上昇しているものと考えられた。

卵散布から1 ヶ月程度までは干出しない基質で付着が見られていたヒジキ幼体はその後減少し、2 ヶ月以降はほとんど確認できなくなった。これは、基質にホソエダアオノリなど他の海藻が多く付着してヒジキ幼体を覆ってしまったことが原因と考えられた。一方、干出する基質の表面ではヒジキ幼体の付着は見られなかったが、側面では生存している幼体が観察された。また、ポーラスコンクリートの隙間などにも幼体の生存が確認された。

傾斜をつけた平板コンクリート、透水コンクリート、溝有コンクリートの3 種類の基質は、いずれも干出する水深帯に設置しており、基質面でのヒジキ生育は確認されなかった。しかし、傾斜をつけた基質の下面と下支えに使った建材ブロックとの隙間の陰には多数生育していることが確認された。前述の結果とあわせて考えると、ヒジキ幼体はカキ殻板や木材のような比較的ざらついた表面に付着しやすいものと考えられる。水深は干出しない、もしくは干出しても温度が上がらない条件であることが重要であると考えられた。そのためには、干出しても乾燥しにくい基質を用いることや、直射日光を避ける工夫（設置面の向き、遮光ネットなど）が必要と考えられる。

#### 考察

今年度は試験礁上にヒジキの生育を確認することはできなかった。これは試験面の温度が高くなりすぎたため、ヒジキの卵が高温により枯死してしまったためと思われる。ヒジキ卵や幼体は三重大学の研究によると32 程度が高温耐性の限界とされている。試験面1~4 はいずれも7 月中にそれを上回る温度を記録しており、次の調査（8 月3 日）を行うまでの間に高温によってヒジキ卵が枯死してしまったと考えられた。また干出時には試験面や被覆石が乾燥状態になるが、乾燥もヒジキの着生を妨げる（新井 1983）。基質別のヒジキ幼体着生試験、基質の傾斜の検討においても同様の傾向を示した。このため、ヒジキの着生を図るには、より効果のある高温対策を実施し、人工藻礁の試験面をヒジキの適正な生育温度や湿度に保つ工夫が必要である。

ウラズガイやガンガゼなどの貝類、ウニ類が、周囲の天然礁よりも人工藻礁に明らかに多く蝸集していた。調査は干潮時に行われたため、それらの生物が試験面上

に上っている姿を見ることはなかったが、試験面が海中に没している間にヒジキ卵あるいは幼体が食害を受けた可能性も考えられた。ホンダワラ類の新芽は生長量が少ないことから摂餌圧があれば食い尽くされてしまう（森 2006）。またモエビ類も藻類の幼体を食害することが報告されている（長谷川 2012）。

そのほか、人工藻礁は6 月に海中に設置されたばかりであり、卵散布を行った7 月の時点ではコンクリートなどがまだ新しい状態であった。新しいコンクリートがヒジキにどのような影響を与えるかは不明であるが、新しいコンクリートからはCa(OH)<sub>2</sub>を主成分とするいわゆるアクが出るということが知られており、そのアクは海水のpH を上昇させ、ノリの生長に悪影響を与えることが報告されている（中尾 1986）。

人工藻礁では設置から約半年過ぎて、海藻の着生が確認された。カヤモノリ、ウスバアオノリ、マルバアマノリはヒジキと同様の潮間帯に生息する海藻である。これらの海藻類が自然に着生したことから、人工藻礁の基質や環境が海藻の生育環境としてまったく不適というわけではないと考えられる。また安藤ら（1998）の報告によると、被覆ブロックにホンダワラ類が着生するまでに設置から約1 年半を要しており、人工藻礁に着生する海藻は、現在遷移が進行中の状態であると推察される。

来年度、卵散布によるヒジキの着生を確実にするには、まず夏期の生育適正温度を保持することと食害生物の侵入を防ぐことが解決すべき課題であると考えられる。

#### 関連報文

三重県水産研究所・三重大学 平成24 年度水域環境保全創造事業調査報告書

#### 参考文献

- 新井朱美・新井章吾(1983) ヒジキとウミトラノオの入植に影響する諸条件 水産増殖 30 : 4 号
- 森 鐘一・熊谷明生・金澤 剛(2006) 熊野灘における藻場の繁茂と衰退海域に関する研究 環境工学研究論文集 43 : 449-457
- 長谷川一幸・山本正之・藤井誠二・磯野良介・北野慎容・鷲見浩一(2012) アカモクおよびヤツマタモク幼体の生残に及ぼす小型十脚類アシナガモエビモドキの摂食の影響について 水産工学 49 : No.1 : 27-32
- 中尾義房(1986) コンクリートの“アク”がノリにおよぼす影響 佐賀有明水試報 10 : 123-125
- 安藤 巨・山本純道・池上 真(1998) 海藻の着生に配慮した被覆ブロックの表面処理の効果 海洋開発論文集 14 : 53-57

# 水域環境保全創造事業（藻礁整備事業）

阿部文彦・松田浩一・竹内泰介

## 目的

『海藻の生育』と『水産資源のすみ着き』の両方に適した藻礁の構造について検討するとともに、既存の藻礁における海藻の生育状況を調査し、より有効な藻礁の整備に貢献する。

## 1. 海藻の生育に適した藻礁の材質の検討

### 方法

藻礁の材質の違いによる海藻の生育状況を比較するために、H24年3月に志摩市浜島地先（水深6～8m）に天然石とコンクリートの藻礁（2×2×1m）をそれぞれ3基設置した。藻礁への生育対象とする海藻は、サガラメ、カジメおよびアカモクとした。なお、藻礁の設置場所の周辺には、各海藻の群落が広がっていた。藻礁への各海藻の着生は、周辺の天然母藻からの種供給を期待するのに加え、各海藻の成熟期に藻礁上にスポアバッグを設置し（アカモク：H24年5月、カジメ：10月、サガラメ；11月）着生促進を図った。その後、各海藻の芽生えが確認されて以降、周辺の天然藻場もあわせて生育状況の調査を実施した。

### 結果および考察

アカモクはH24年12月に、サガラメとカジメはH25年2月に肉眼によって生育を確認することができた。H25年2月における3種の海藻の生育密度を図1に示した。いずれの海藻でも天然石礁の方がコンクリート礁よりも高密度で生育していた。また、天然藻場との比較では、アカモクとカジメについて天然石礁で天然藻場より高密度となっており、スポアバッグ設置の効果が表れているものと考えられた。以上のことから、海藻の着生や生長は、コンクリート礁より天然石礁の方が優れていると考えられた。

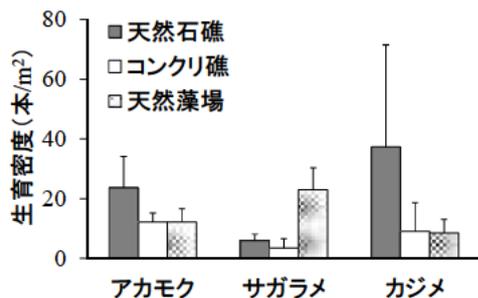


図1. H25年2月における各海藻の生育密度  
次に、各海藻が生育する藻礁の部位について検討する

ために、藻礁の表面および側面で生育密度を比較したところ（図2）、アカモクは藻礁の表面、サガラメ、カジメは藻礁の側面において生育密度が高くなる傾向が認められた。

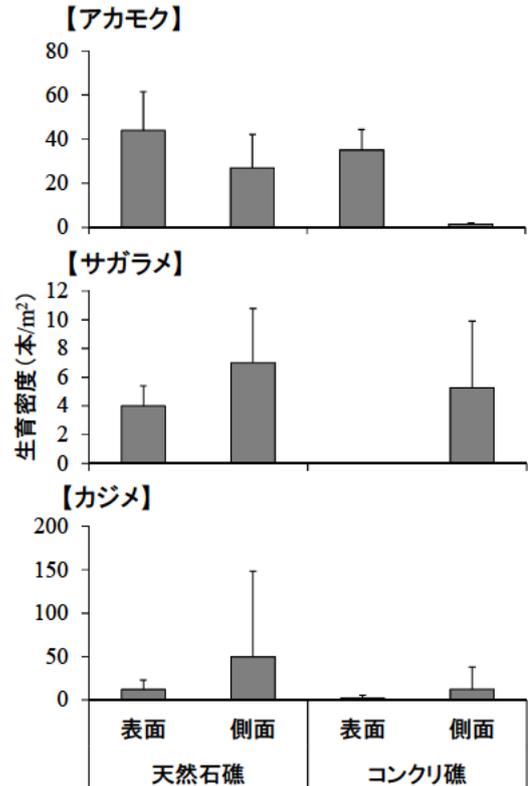


図2. 藻礁の部位別にみた各海藻の生育密度

## 2. アワビ類の生息に適した藻礁構造

### 方法

アワビ類の生活史の変化にあわせて多様な生息場所を創出するために、中央に転石（30cm内外）、周囲に岩（1m程度）を配したアワビ礁（7×7×1m）を、H24年3月に志摩市浜島町地先に設置した（図3）。



図3. アワビ礁

アワビ礁の設置後、転石および岩に生息する天然アワ

ビ類稚貝を調査した。

### 結果および考察

設置から2ヶ月のH24年5月には当歳貝の生息が認められ、時間経過とともに個体密度は高くなり、H25年1月以降の生息密度は一定化した(図4)。アワビ礁の部位別にみると、転石では個体ごとに転石底面に分散して生息していたのに対し、岩では岩と岩が接している境界面に多くの稚貝が集中して生息しているのが観察された。以上から、アワビ礁は天然稚貝の生息環境として機能していることが考えられた。

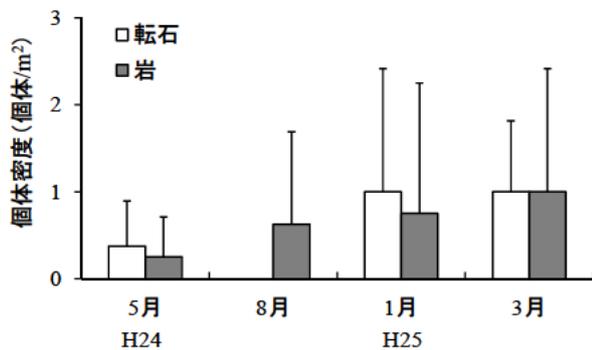


図4. アワビ礁の各部位におけるアワビ類稚貝の生息密度

### 3. 既存藻礁における海藻の生育状況の把握

#### 方法

大紀町錦においてH18~21年度にかけ設置された藻礁(水深10~12m)におけるカジメの生育状況について、H24年2月からH25年3月にかけてモニタリングを実施した(3~4ヶ月間隔)。錦の藻礁は、4×4×0.7mのコンクリ土台とステム(Φ0.2×1.3m)、ミニストーン(Φ0.2×0.15m)で構成されたもの(図5)4基を1セットとし、106×64mの範囲内に37セット配置されている。

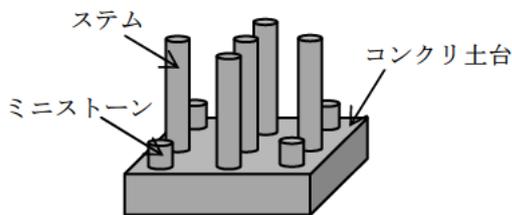


図5. 錦に設置されている藻礁の模式図

### 結果および考察

カジメの生育密度を部位別にみると、ミニストーンにおいて年間を通じて高かった(図6)。ステムではH24年2月にカジメの芽生えが多数観察されたため高密度となったが、その後も生残・生長する株が少なく、密度が急激に低下した。ステムにおけるカジメの生育密度が低

下した原因として、ステムに多数付着するフジツボ等と葉が擦れることで側葉数が少なくなり、その結果生育不良を招いていることが一因と考えられた(図7)。H24年12月以降水温が低めで推移したことが関係して、ミニストーン、コンクリ土台において多くの芽生えが確認され、H25年3月現在のカジメの生育は、高密度となっている(図6)。

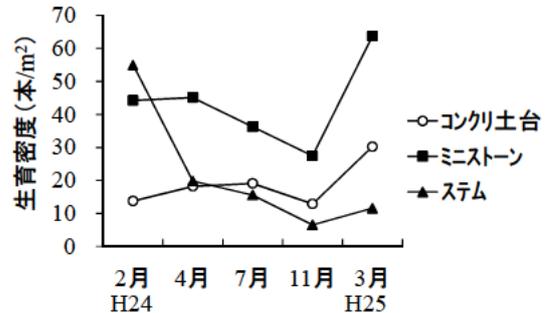


図6. 藻礁の部位別のカジメの生育密度

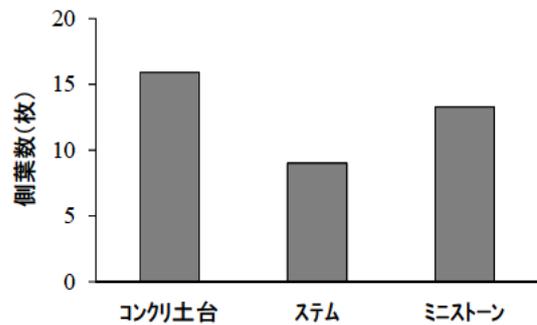


図7. 藻礁の各部位に生育する茎の長さ15cm以上のカジメの側葉数

藻礁の設置以降に別事業で行われた調査結果を加えてカジメの生育密度を経年的に見ると、カジメの生育密度は年々高くなっており、カジメ群落の拡大がすすんでいると判断された(図8)。

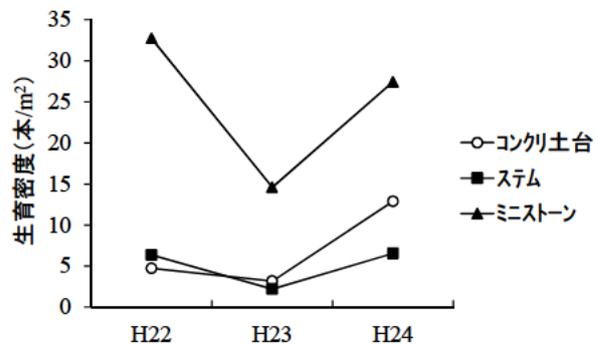


図8. H22~24年の11月におけるカジメの生育密度

# 魚病診断結果

田中真二・宮本敦史・羽生和弘・中村砂帆子・井上美佐

## 目的

県内の養殖魚等の魚病発生状況を把握するとともに、その対策指導を行い、魚病被害の軽減をはかる。

## 方法

平成24年4月～平成25年3月に水産研究所，同尾鷲水産研究室および同鈴鹿水産研究室に診断依頼のあった魚について，病気の診断を行った。

## 結果および考察

総診断件数は347件（海産魚337件，淡水魚10件）であった。魚種，魚病別の診断結果を表1～6に示す。マダイでは，平成21年度以降診断件数が少なかったマダイイリドウイルス病が8件確認された。細菌病では，例年診断件数の多いエドワジエラ症が今年度も29件と多かった他，夏季を中心にピブリオ病とパスツレラ症が多発した。ブリでは，昨年度と同様，秋季にノカルジア症が多発した。

表1. マダイの診断結果

病名	年齢	月別診断件数												計
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
マダイイリドウイルス病	0				1		7							8
ウイルス性出血性敗血症	0												2	2
リル性白血病	0					1					2			3
ピブリオ病	0	2	8										1	11
滑走細菌症	0			1										1
	1	1												1
ピブリオ病	0			12	4	2	2							20
	1		1											1
エドワジエラ症	0				7	4	8	1	1					21
	1			2	1	2	2	1						8
パスツレラ症	0			10	4	1								15
レンサ球菌症( )	1						1							1
トリコナ症	0											1	1	2
	1	1												1
心臓ハカヤ症	0				5	4								9
	1						1							1
ピルキナ症	0	1	1					1	1	8				12
	2								1					1
ラロフィス加症	0		1											1
カガ鉤頭虫症	0					1								1
	1				1									1
住血吸虫症	0											1		1
体表ル，潰瘍	0								1		1			2
	1	1		1										2
	2			1										1
鰓腐れ	0											1		1
輸送障害	0				1									1
不明	0	1	3	2	3					1	1		11	
	1	1	1	1							1	2		6
健康診断	0	5	1	2	3			1			1			13
	1	1	2											3
計		5	12	6	41	25	21	20	2	3	4	5	18	162

ヒラメでは，年明け以降，ウイルス性出血性敗血症が1養殖場において蔓延した。

表2. ブリの診断結果

病名	年齢	月別診断件数												計
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
類結節症	0				1		4							5
ノカルジア症	0							1	2	5				8
ピブリオ病	0							4	1					5
	1									1				1
レンサ球菌症( )	1									1				1
レンサ球菌症	1									2				2
ニコケリア症	0									1				1
細菌性溶血性黄疸	0									1				1
ハラキナ症	1									1	1			2
ノカルジア症	0									1				1
体表ル，潰瘍	1										1			1
上湾症	2		1											1
不明	0									1				1
	1							1	1	2	1			5
計		0	1	0	1	1	11	13	6	2	0	0	0	35

表3. ヒラメの診断結果

病名	年齢	月別診断件数												計	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
ウイルス性出血性敗血症	0											3	13	16	
ピブリオ病	0							1				1		2	
レンサ球菌症	0							1	1					2	
エドワジエラ症	0							1		1			7	9	
ウチホド症	0									1				1	
白点病	0							1						1	
酸素欠乏	0												1	1	
ネオヘリコリウム症	0									1				1	
計		0	0	0	0	0	4	1	2	1	0	4	21	0	33

主要病原菌の薬剤感受性試験結果を表7に示す。マダイ由来エドワジエラ症および類結節症（パスツレラ症）原因菌は概ね感受性は良好であった。一方，ヒラメ由来エドワジエラ症および溶血性レンサ球菌症原因菌では，一部の菌で薬剤耐性がみられた。

以上の診断結果とは別に，2月のコイ死亡事例1件についてコイヘルペスウイルス病の検査を行ったが，陰性であった。アワビのキセノハリオチス症については，5月から3月にかけて親貝14件，種苗7件の計21件について検査を行い，全て陰性であった。ヒラメのクドア症（*Kudoa septempunctata*）については，4月に放流種苗の検査を1件行い，陰性であった。

表4. クロマグロの診断結果

病名	年齢	月別診断件数												計
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
滑走細菌症	0												2	2
ビブリア病	0				1	1								2
	1				1	1	1							3
住血吸虫症	0									1				1
脊椎骨骨折	0			1	1	1	1	1			3	1	1	10
低水温障害	0											1	1	2
不明	1							1						1
計		0	0	0	3	3	3	1	2	0	5	2	2	21

表5. ハギ類の診断結果

病名	年齢	月別診断件数												計
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
<b>(カワハギ)</b>														
低水温障害	0											1		1
計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>(ウマツラハギ)</b>														
ビブリア病	0					1								1
	1				2	3	3							8
	2						1							1
バズルラ症	1			1	2									3
シュートモス病	1	1												1
レンガ球菌症( )	1			2	1		1	1						5
レンガ球菌症	1			2										2
ミコバクテリア症	2			1										1
ネバネバ病	1						1							1
吸虫性旋回病	0							1						1
ペニクス症	1			1										1
不明	0				1	1	1							3
	1				1									1
計		1	0	4	10	5	8	1	0	0	0	0	0	29

表7. 主要病原菌の薬剤感受性

エドワジエラ症 原因菌 (マダイ)					
薬剤名	菌株数				計
	-	+	++	+++	
塩酸オキシテトラサイクリン				7	7
フロルフェニコール				3	3
オキシリン酸		1		6	7
アンピシリン				4	4

エドワジエラ症 原因菌 (ヒラメ)					
薬剤名	菌株数				計
	-	+	++	+++	
塩酸オキシテトラサイクリン	1	2		4	7
ホスホマイシン	2			2	4
オキシリン酸				4	4

溶血性レンガ球菌症 原因菌					
薬剤名	菌株数				計
	-	+	++	+++	
エリスロマイシン	1	1	1	5	8
リンコマイシン			2		2
塩酸オキシテトラサイクリン				6	6
フロルフェニコール	1		1	6	8
オキシリン酸	2	1			3

類結節症 (パスツレラ症) 原因菌					
薬剤名	菌株数				計
	-	+	++	+++	
アンピシリン				1	1
オキシリン酸				3	5
安息香酸ピコグマイシン				1	1
フロルフェニコール			1	6	7
塩酸オキシテトラサイクリン	2			2	4

表6. その他の魚種の診断結果

病名	年齢	月別診断件数												計
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
<b>(魚種)</b>														
<b>(マハタ)</b>														
ウイルス性神経壊死症	1					1	1							2
脳粘液胞子虫症	1							1						1
健康診断	1					1								1
マハタ小計		0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4
<b>(ホウセキハタ)</b>														
スケチカ症	不明									1				1
ホウセキハタ小計		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>(シマアジ)</b>														
滑走細菌症	0												1	1
ビブリア病	0					1			1	1	1			4
	1	1	1				1							3
	2	1												1
バズルラ症	0						1							1
レンガ球菌症( )	1						1		1	1				3
	2					1								1
レンガ球菌症	0										1			1
シュートモス病	1	1												1
不明	0						3						1	4
	1		1										1	2
シマアジ小計		2	3	0	1	7	0	1	2	2	1	0	3	22
<b>(マアジ)</b>														
滑走細菌症							1							1
ビブリア病	0					1	1	1						3
	1				1	3	2							6
レンガ球菌症( )	0					1								1
	1				1	1	1							3
レンガ球菌症	不明					1								1
体表スル	1											1	1	1
不明	1											1	1	1
マアジ小計		0	0	2	8	1	4	0	0	0	0	2	0	17
<b>(マサバ)</b>														
ビブリア病	1		1		1									2
マサバ小計		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>(スズキ)</b>														
ビブリア病	0					1								1
不明	0						1							1
	1						1							1
スズキ小計		0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>(カサゴ)</b>														
スケチカ症	不明									1				1
カサゴ小計		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>(トラフグ)</b>														
アノロキリウム症	0									1				1
不明	0					1								1
トラフグ小計		0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<b>(サツキマス)</b>														
不明	0									1	2		3	3
	1					1							1	1
サツキマス小計		0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	4
<b>(アマゴ)</b>														
せっそう病	0		2	2	1								5	5
	1		1							1			2	2
アマゴ小計		0	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7
<b>(アユ)</b>														
冷水病	0											1	1	1
真菌性肉芽腫症	0											1	1	1
不明	0							1					1	1
アユ小計		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
<b>(メガイアワビ)</b>														
不明	0											1	1	1
メガイアワビ小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
合計		2	7	5	14	12	6	2	5	3	3	5	3	67

# 水産技術クラスター構築による水産物高付加価値化促進事業

(水産物の付加価値向上にかかる取り組み)

竹内泰介・松田浩一

## 目的

水産研究所を核に、生産者や加工・流通業者、行政・研究機関等と水産技術クラスターを形成し、県内の水産物の生産・加工・流通に関するイノベーションを持続的に創出するための環境づくりを行う。今年度は漁業者及び水産加工業者に対する聞き取りを重視し、ニーズを聞き取るとともに、有望と考えられた資源について多様な主体と連携することで商品化に関する取り組みを実施した。

## 1. アカモク有効活用にかかる取り組み

三重県において褐藻類アカモクは肥料等への利用を除くとほぼ未利用であるが、食品として流通している府県もある。三重県においても資源量は多いと推測されるので、漁業者、流通加工業者及び行政・地域商工会等が連携したアカモク有効活用にかかるクラスターの形成を進めた。今年度は漁業者との連携を中心としたクラスターと地域商工会を中心としたクラスターの活動を行った。この取り組みの中で、アカモクの活用に中心的に取り組む主体の違いにより、事業規模、商品の種類等で大きな違いが見出されたので、それぞれの取り組みの長所短所を報告する。

## 漁業者を中心としたクラスターでの取り組み

鳥羽市浦村地先の漁業者グループが中心となり結成されたクラスターであり、漁業者グループにとっては春から夏にかけてのマガキ及びワカメ養殖業の閑期の取り組みである。水産研究所は漁業者らに対し、アカモクの基礎的な情報 特に繁茂する場所 種判別方法、成熟や雌雄の別に関する情報、素材特性を引き出す簡易な加工方法等を指導した。漁業者グループは、自ら商品を開発・製造するだけでなく、販路の開拓等営業活動にも取り組んだ。この結果、茹でて刻んだ加工品を鳥羽地域の朝市で継続して販売することを実現しているほか、この茹で刻みの加工品は鳥羽地域の飲食店や宿泊業者等においても麺や寿司のトッピング等に活用され始めている。この漁業者中心の取り組みを通じて、漁業者が自ら加工・販売することにより漁業者が消費者のニーズを把握しやすいこと、ニーズに合致したアカモクの漁獲と加工品の製造を効率的に行えることが漁業者中心のクラスターの長所として考えられた。

また短所として、少人数での取り組みであるため商品展開できる加工品の品目数が限定されること、加工設備のための資金、人員、さらに販路開拓のための人脈等に限界があり、大規模な取り組みに結び付けることが現状では困難であることが明らかとなった。この短所は、当クラスターに参加する漁業者を増やし、また、近隣地区の漁業者のクラスター形成とクラスター間の連携を促進し事業規模を拡大させることで改善できると考えられた。事業規模が大きくなることで、商品の安定供給、生産量増大及び販路拡大もなしえると考えられる。

## 商工会との連携を中心としたクラスターでの取り組み

志摩市商工会では、地域産品から毎年1つの素材を選定しての名産品づくりを実施しており、平成24年度には水産研究所の助言によりアカモクを対象として商品開発を進めた。水産研究所からはアカモクの有用性を商工会員に対して解説するとともに、採取する地域漁業者への働きかけと漁獲・洗浄及び輸送に関する技術指導、アカモクの加工保存方法の提案、商品化に関する他地域での事例紹介を行うとともに、アカモクの粉末化及び粉末を活用した商品化に関して、地区外の食品加工団体等と商工会の間のクラスター構築を促した。この取り組みにより、志摩地域及び三重県内においてアカモクを素材とした菓子類、乾燥食品やアレルゲンフリーハンバーグ等加工食品の商品化が進みつつあり、平成25年度以降の販売に向け準備が進んでいる。この取り組みにおいて、漁獲、流通、加工、販売、消費に至る経路すべてにおいて参画できる事業主体を同時に確保し、収益や市場の展望等を明確にしながらアカモクの採取から加工販売までを促すコーディネーターの役割が重要であると考えられた。商工会が事業主体となることの長所として、様々な加工業者が参画していることから多種多様な新商品開発が可能であること、参画業者が多くなることでアカモク事業規模拡大が可能であること、事業規模拡大を通じてアカモク需要が増すことにより広範囲での漁業者に新しい漁獲物の提案が可能となること、さらに、商工会の有する地域内外のバイヤー等との既存のネットワークが活用できたため商品の開発から販売が一貫して行えることが上げられる。一方で、短所としては事業者間の考え方

と動きをそろえることが困難であった。漁業者は食品として認識していなかったアカモクの取り扱いが不慣れであり、また品質基準の設定と漁業者への周知徹底が不十分であったため漁獲されたアカモクの品質がばらつき、加工業者らによる選別や洗浄作業に多くの手間が必要となった。今後は漁業協同組合など漁業者組織に働きかけ、漁業者らのアカモク有効活用に対する意識啓発を徹底指導するとともに、漁業者独自で加工販売に取り組むことで、採取する時点での選別と洗浄等高品質化が必要であるとの意識啓発が進むと考えられる。

以上のことから、漁業者らを中心とした取り組みと商工会を中心とした取り組みではそれぞれに長所と短所があり、お互いの短所を克服するにはこれらの取組を融合させ相乗効果を得ることが必要であろう。

## 2. 低未利用水産資源有効活用クラスターの取り組み ゴマサバを活用するための基礎的調査

ゴマサバは三重県内における漁獲物の多くが飼料等食用外の用途で安価に販売されていることから、食用利用を促進することが求められている。このため、ゴマサバの有効活用にかかる課題を抽出することを目的として食品加工団体、水産加工業者及び飲食店等に聞き取りを実施した。三重県産ゴマサバの加工販売に関心があると答えた事業者県内外 14 社のうち、ゴマサバ商品を有するのは 8 事業者であった。ゴマサバの食品展開にかかる課題については、以下の 2 点に集約された。まず、頭、内臓、骨除去等を施しフィレ加工されたものでなければ食品加工原料として取扱うことが難しく、ゴマサバの一次加工処理がゴマサバの食品利用の障壁となっている。また、ゴマサバに特有の臭気、味及びすり身加工が難しい等により消費者が嗜好する商品を作ることが困難であり、さらに鮮度低下の速さ及びヒスタミンによるアレルギー様食中毒症の可能性等ゴマサバの原料特性も課題となっている。の一次加工処理については、食品加工業者にとって三重県産の一次加工処理を施された原料では供給量が足りず、三重県産品を使いたいというニーズを有するものの、結果として県外産または国外産の原料を使っているとのことである。このため、三重県においてゴマサバの食品利用を促進するためには大規模な一次加工処理施設及び冷凍保管施設の整備・充実が必要であると推察された。

について、ゴマサバ特有の風味、加工特性及びヒスタミンによるアレルギー様食中毒症は高鮮度を維持しての一次加工処理及び冷凍保管により改善されると考えられる。また、ゴマサバをすり身化するための技

術開発ニーズも複数寄せられた。他県ではゴマサバをすり身原料として活用している事例があるため、今後はベンチマーキング等を通じてゴマサバの原料特性に適したすり身加工技術を検討する必要がある。また、すり身以外の用途についても多様な主体と連携しながらゴマサバの加工特性に合致した商品開発を実施していく必要があると考えられた。今後は一次加工処理を行える業者と連携し、消費者の嗜好に合致した商品の開発と販売を行えるクラスターの形成を進めることが必要である。

## ボラ有効活用クラスターの取り組み

三重県においてボラは秋期にカラスミを採取する目的で一本釣りにより漁獲されるほか、定置網等でも混獲される。しかしながら、ボラの利用は主に雌の卵巣採取に重点が置かれており、卵巣を摘出した後の魚肉と雄個体の大部分が廃棄されている。このため、カラスミ製造業者らと三重県内外で飲食チェーン店を営営する企業が連携したクラスターを構築し、ボラ肉の有効活用を図る取組を実施した。この取り組みにより平成 24 年度にはすり身加工製品として 1 t 程度のボラの未利用肉が飲食店での料理に供された。料理人からは、ボラ肉はすり身原料として有望であるとの評価であったが、ボラ肉を収集する段階でのカラスミ製造業者らの取り扱いが悪く、外観と鮮度等を損ねていることが課題であった。今後は、カラスミ製造業者らに対してボラ肉の有効活用に対する意識を啓発し、洗浄及び鮮度管理の徹底等品質向上に取り組む必要があると考えられた。

## その他クラスター形成の取り組み

三重県企業による小型かつ安価に微小な氷結晶を製造する製氷装置の開発が進んでいることを背景として、この装置を活用して水産物を高度鮮度に保持しながら流通させるクラスター構築を支援した。このクラスターには養殖業者、仲卸業者、機器開発企業、大学等研究機関が参加し、平成 25 年度中の商品化の実現に取り組んでいる。

また、鳥羽市役所を中心に漁業者、水産加工業者が連携して海藻を活用した地域おこしが行われており、水産研究所は既存の海藻加工における技術的なアドバイスに加えて、ミル等低未利用海藻類の有効活用に向けた提案と操業・加工指導を行っている。平成 24 年には数品目の試作がなされ、平成 25 年度の商品化を進めている。

# 三重県の漁村に伝わる水産塩蔵品の発掘と品質の向上による商品化へ向けた研究

竹内泰介・松田浩一

## 目的

当研究では、主に鳥羽から志摩までの各地における塩辛、特にこの地域に特有に見出される魚肉を高塩・常温で熟成した伝統的塩辛「しょっから」に関して製造者への聞き取りによる原料、製造時期、製法、特徴等の情報を収集し、将来において再現可能な加工技術として保存するための知見を集積することを主な目的とした。また、しょっからに含有すると推測されるアレルギー様食中毒症状の主原因物質であるヒスタミンの濃度分析を通じ、おいしさとリスクを把握することとした。

## 方法

### 1 製造者からの聞き取り

聞き取り調査を始めるにあたって、まず、漁協及び漁村において漁業者、住民に対し広く声掛けを行い、しょっからに関する情報提供及び製造業者、個人製造者の紹介を受けた。その結果、9軒の製造者が判明し、それらに対し聞き取り調査を行うとともに、可能であれば仕込み時期に工場、家庭を再訪問し製造工程を観察した。聞き取り内容は、製造品は商用か自家用か、原材料とその加工法、塩分、仕込み時期、熟成期間、副原料の有無、重石の有無である。

### 2 しょっからのリスク

しょっからの主要なリスク指標としてアレルギー様

食中毒症状の主原因物質であるヒスタミンに着目し、アミノ酸分析と同じ試料をキッコーマン社製ヒスタミンチェッカーキットを用いたヒスタミン濃度分析に供した。

## 結果と考察

### 1 製造者からの聞き取り

聞き取りを実施したしょっから製造者9軒から聞き取った内容を表1に示した。

しょっからに用いられる魚種はサバ、カツオ、ウルメイワシ、カタクチイワシ、サンマで、基本的に地域で産するものが用いられており、他の地域で産した原材料が用いられたものは概ね自家用であった。サバを原料としている製造者は4軒あり、いずれも商用であった。サバしょっからの特徴は、頭、内臓類が除去され、小さく切断されていることであり、カツオしょっからでは、魚体は背開きにされ、内臓除去の後1本丸ごと漬け込まれていた。一方でイワシ類等小型魚種のしょっからは魚体が丸ごと用いられていた。サバ及びカツオ等大型魚種で丸ごと用いないのは、切断により増えた表面から塩を速く浸透させること、内臓除去により食中毒原因細菌の増殖を防ぐことが期待できると考えられた。

業者Aで原材料に対する塩の割合を定めているが、その他製造者はいずれも目分量であり、正確な塩分はわからず、仕込みの都度大幅に塩分が異なる可能性が

表1 聞き取り調査結果

聞き取りを行ったしょっから製造者	所在地	製造目的	素材魚	素材の一次加工	塩分	熟成期間	重石の有無	副資材副原料	仕込み時期	ヒスタミン分析
A	志摩市内	商用	サバ	ぶつ切り	約15%	半年～1年	有	-	初夏	
"	志摩市内	商用	ウルメイワシ	丸ごと	約15%	半年～1年	有	-	秋	
B	志摩市内	商用	サバ	ぶつ切り	目分量	半年～2年	有	-	初夏	
C	志摩市内	商用	サバ	ぶつ切り	目分量	半年～1年	有	-	初夏	
D	志摩市内	商用	カツオ	背開き	目分量	半年～1年	有	ワラ	初夏	
"	志摩市内	商用	サンマ(地元産)	丸ごと	目分量	2～3か月	有	-	秋～冬	
E	志摩市内	自家用	カマス類	丸ごと	目分量	半年	有	ワラ、日本酒	秋	
F	志摩市内	自家用	サンマ(東北海域)	丸ごと	目分量	2～3か月	有	-	秋～冬	
G	志摩市内	自家用	サンマ(東北海域)	丸ごと	目分量	2～3か月	有	-	秋～冬	
"	志摩市内	自家用	カタクチイワシ	丸ごと	目分量	2～3か月	有	-	秋	
H	鳥羽市内	商用	サバ	フィレ	目分量	半年～1年	有	ワラ、焼酎	初夏	
"	鳥羽市内	商用	ウルメイワシ	丸ごと	目分量	半年～1年	有	ワラ、焼酎	秋	
I	鳥羽市内	商用	カタクチイワシ	丸ごと	目分量	1～2か月	有	-	秋、春	

ぶつ切り、背開き及びフィレのものはいずれも内臓が除去されている。

ある。また、全ての製造者が重石を用いていたものの、重石の重量や副材料・副資材の有無及び考え方は業者間でかなり異なるようである。副資材としてワラが用いられているものがあるが、これは滲出する油脂の吸着を目的としたものと推察された。また、ワラに付着する菌類が熟成に影響を及ぼす可能性がある。今後は塩分、重石、ワラ及び酒類等がしょっから品質に及ぼす効果を明らかにする必要があると考えられた。

仕込みの時期に関して、多くの製造者が「暑すぎず、寒すぎず」ということを語っていた。このことは、しょっからの熟成・発酵と関連していると推測され、仕込み時期における気温とが重視されているようである。熟成期間は小型の魚ほど短い傾向がある。出来上がりの目安は、白粒子が魚対表面に析出すること(図)、筋肉が鮮やかな桃赤色を呈すること、及び香ばしい芳香を呈することであり、これらの目安項目を総合的に判断して主観的に熟成終了時期を決めているようである。この白粒子はアミノ酸のチロシン及びカルシウム化合物結晶でないことは分かったが、成分は不明である。しかしながら、しょっから製品に見出される白粒子は異物として顧客からクレームの対象となる可能性があり、今後も白粒子の構成成分及び発生の抑制方法を検討する必要があると考えられた。

## 2 しょっからのリスク

今回測定したしょっから6検体におけるヒスタミン濃度は15.1~473.1ppmであった(表2)。うち3検体が107.5~473.1ppmといった高いヒスタミンを有していた。欧米における食中毒原因物質ヒスタミンの規制値として、米国食品薬品局(FDA)では、魚介類では注意喚起レベルとして50ppmでの規制値が定められている。日本では規制値が未設定であるが、海外での規制値を参考にするとこれら3検体は米国の規制値を大幅に上回っていた。食中毒症状の発症には個人差があると考えられるものの、食品として流通するものとしてはリスクを有すると判断される。ヒスタミンが17.2ppmであった業者Aのサバしょっからは、一次加工後施塩した後1週間程度冷蔵庫内で魚肉への塩の浸透を図ったものであり、ヒスタミン濃度がいずれも15.1ppmであった業者Hの2製品はいずれも鮮度に細心の注意を払っていると聞き取った。すなわち、熟成初期に低温環境下におく、あるいは鮮度管理を徹底する等ヒスタミンのリスク回避の努力を行うことで、しょっから製造においてヒスタミン抑制が可能であることを示しており、今後は当技術を確認したうえで製造者に周知を徹底していく必要があると判断された。

しょっからは、鳥羽志摩地域の一部で販売される商品であるだけでなく、家庭でも作られる地域の重要な伝統食品であることが聞き取りにより明らかである。残念なことに、近年は若い世代のしょっから等伝統的水産食品の消費が減少し、製造者の高齢化に伴い技術保持者の減少が著しいとのことである。しかしながら、しょっからはカタクチイワシの塩蔵発酵品として国際的に市場を持つアンチョビと熟成過程がほぼ同じであり類似の食品と考えられるので、しょっからのパッケージや包装を工夫し洋食分野での用途を想定した販売戦略も可能であり、複雑な旨味を活用した新商品に展開することが可能と考えられる。今後はヒスタミン汚染リスクの軽減とよりおいしい製品づくりに向けた製造方法の確立とマニュアル化により、地域の伝統文化に根差した新しい地域資源を創造しうると考えられた。

表2 ヒスタミン濃度 (mg/L = ppm)

業者	魚種	ヒスタミン濃度 (ppm)
A	サバ	17.2
A	ウルメイワシ	107.5
B	サバ	473.1
D	カツオ	241.9
H	サバ	15.1
H	ウルメイワシ	15.1

# 冷凍アサリ保存技術開発事業

竹内泰介

## 目的

アサリ類は主に活きたまま周年流通しているが、アサリの漁獲量、身入りの程度は季節変動することが知られている。このため、漁獲量が多く味の良い季節に漁獲し、冷凍保存することで、均質で高品質なアサリが周年流通できると考えられる。このため、アサリの冷凍保存技術を開発する目的で、凍結法を違えて保存を行い品質を比較した。

## 方法

松阪地先において桁網で漁獲された殻長  $31.7 \pm 2.2$ mm のアサリを漁獲から 2 日日研究所の水槽に收容し、流水環境下で砂抜き処理したものを実験に供した。

初期凍結方法については、-18℃ の家庭用冷凍庫での緩慢凍結法、プロトン凍結機を用いた急速凍結法を用い、凍結の前に、熱湯浸漬処理したアサリ約 50 個を冷凍保存した。また、液体窒素を用いた瞬間凍結についても試みた。

保存期間はいずれの凍結方法においても家庭用冷凍庫（-18℃）で 1 か月とした。冷凍後の品質に関する評価項目は、煮熟したアサリの開殻率、殻の割れ、煮汁のアミノ酸量とした。煮熟手順として、任意の 9 個体のアサリを 500ml ビーカーで 300ml の沸騰させた蒸留水に投じ、ガスコンロで再沸騰させた後成分が抽出できるよう 5 分間煮熟した。煮熟後の殻の割れ、開殻率について 3 回の繰り返し試験により評価した。また、煮熟水は粗熱を取った後メスシリンダーに移し 300ml に蒸留水でメスアップした煮汁のアミノ酸分析を HPLC 法により実施し、冷凍後の煮汁のおいしさの指標とした。なお、冷凍前のアサリについても同様の手順を行い、開殻率、殻の割れの調査及びアミノ酸分析を行い、冷凍後との比較を行った。

## 結果と考察

液体窒素で凍結したアサリは、液体窒素と接触した直後に殻及び軟体部が細かい小片に砕けてしまったので、この時点で実験を終了し、アミノ酸分析は行わなかった。凍結方法の違いによる 1 か月保存の後の煮熟時の状態を表 1 に示した。

表1 凍結方法の違いによる煮熟後の状態

	冷凍前	急速凍結	通常冷凍
開殻率 (%)	100	92.6 ± 6.4	85.2 ± 6.4
割れの発生割合 (%)	0	3.7 ± 6.4	3.7 ± 6.4

凍結前では、煮熟後の開殻率は 100% であったが、急速凍結及び通常冷凍によるアサリは、軟体部の一部が殻の両側に癒着するものが 1~2 割見られた。また、殻の一部、主に成長末端部が欠ける個体がいずれも 3.7% 生じていた。

表 2 に冷凍アサリの品質の指標となるタウリン、グルタミン酸、グリシン及びアラニンの濃度を示した。1 か月の冷凍保存により冷凍前と比較しいずれのアミノ酸においても若干の低下が見られた。また、急速凍結は通常冷凍と比較し若干アミノ酸量が高い傾向があった。今回の結果からアサリの凍結により、煮汁の味わいが若干減少する可能性があると考えられた。

今回実施した緩慢凍結及び急速凍結において、今回熱湯浸漬処理によって開殻誘導を施したものでも 1~2 割が商品とならない可能性があった。また、旨味に關与する煮汁のアミノ酸量が冷凍により若干低下していることから、冷凍アサリの商品化にあたっては冷凍方法、保存温度や保存期間の再検討が必要と考えられた。

表2 アサリ煮汁におけるアミノ酸量 (mg/100ml 煮汁)

	冷凍前	通常冷凍	急速凍結
タウリン	0.57	0.44	0.54
グルタミン酸	0.05	0.03	0.04
グリシン	0.16	0.13	0.15
アラニン	0.08	0.06	0.07