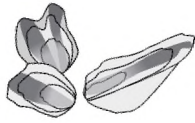


成果普及資料  
地場種苗を活かしたマガキ養殖のすすめ  
～その理論と実践～



「マガキ養殖システム」共同研究機関



目次

「地場ガキのすすめ」の作成にあたって（研究支援者 日向野純也）	1
～ 理論編 ～	
第 1 章. はじめに（長谷川夏樹，宮田勉）	2
第 2 章. 殻付きカキの経済と経営学	
2-1. 国内外の殻付きカキマーケット（宮田勉，若松宏樹，神山龍太郎）	4
2-2. 地場ガキ流通販売の課題抽出と対策の検討（宮田勉，若松宏樹，神山龍太郎）	9
2-3. 地場ガキ養殖の経営計画支援プログラム（神山龍太郎，宮田勉，若松宏樹）	13
第 3 章. シングルシード地場採苗技術	20
3-1. 潮間帯採苗（「マガキ養殖システム」共同研究機関）	21
3-2. 潮下帯採苗（谷田圭亮）	26
第 4 章. 殻付きカキ養殖の生産向上技術	30
4-1. 餌制限による生産性向上技術（近田靖子，武山悟，長谷川夏樹）	30
4-2. 抑制の再評価（伊藤篤，村上倫哉，長谷川夏樹）	35
～ 実践編 ～	
第 5 章. 地場種苗を活かした殻付きカキ養殖のモデルケース	37
5-1. 三重県におけるケアシェルガキ生産（長谷川夏樹，山口恵，山口慶子）	37
5-2. 兵庫県における殻付きカキ生産（谷田圭亮）	41
5-3. シングルシード養殖が盛んな大分県での地場種苗利用 （森本遼平，木村聡一郎，宇都宮のぞみ）	46
5-4. 特色のある有明海の地ガキ（松山幸彦，塚本達也）	48
おわりに（外部アドバイザー 中山一郎）	51

## 「地場ガキのすすめ」の作成にあたって

私がマガキの地場採苗に積極的にたずさわるようになったきっかけは、2011年に遡ります。忘れもしない3月11日の東日本大震災で発生した津波は、東日本沿岸に未曾有の被害をもたらしただけでなく、紀伊半島沿岸にも押し寄せ、当時の私の職場があった三重県のカキ養殖いかだや魚類養殖の網生簀を著しく破壊しました。三重県鳥羽市浦村町のカキ養殖業者のみなさんは、早々に災害復旧に取り掛かりましたが、翌年用の種ガキの確保に懸念がありました。鳥羽に限らず日本国内の多くのカキ産地では、「宮城種（だね）」と呼ばれる宮城県産の種ガキを使っていたのです。2011年の夏に宮城種が取れなければ2012年冬のシーズンに出荷するカキが生産できなくなってしまう。このため、多くのカキ養殖業者の皆さんが、宮城県の採苗業者の方々の支援にも出向かれましたが、同時に地元でも採苗できないか検討することになりました。

私たち研究者は、種ガキの確保を支援するために地元の三重県内での採苗を検討し、宮城県や広島県で行われているような浮遊幼生調査や種見盤を用いた付着状況調査の結果をもとに、ホタテ殻の採苗器を投入して採苗する方式を模索しました。しかし、鳥羽海域では付着期の幼生が高密度で出現するタイミングは極めて短期間で、種ガキの確保は容易ではありませんでした。採苗に苦心する中で、鳥羽磯部漁協的矢支所の辻村理事が、岸壁の潮間帯にホタテ殻を吊るして1ヶ月程度かけて種ガキを確保されているのを見せていただきました。付着期の浮遊幼生の来遊数が少なくても、干出と浸漬を繰り返す潮間帯ではホタテ殻が比較的清浄に保たれるため、累積的に幼生が付着することができるためでした。まさに、カキの生態に適合した「潮間帯採苗」です。

また、鳥羽磯部漁協浦村支所の地種研究会のメンバーが、同時期に実施していたアサリの採苗や垂下養殖の実験の資材であったカキ殻加工固形物「ケアシェル」にカキが付着し、形の良いシングルシードのカキが育っているのを見つけました。これをヒントに、潮間帯採苗で効率的にケアシェルにカキを付着させ、地場産の「ケアシェルガキ」を生産することを夢見たことが、本事業のきっかけとなりました。

災害対策のために始めた地場採苗の試みが、ご当地ガキのためのシングルシード採苗と養殖管理の技術開発へと進化していったわけで、足掛け6年で様々な地域と研究分野を巻き込んで本資料の発行にまで到達したのは嬉しい限りです。本資料が活用されて、全国各地で美味しいカキを堪能することができることを願っています。また、日本各地の地場ガキが世界に羽ばたく日も夢見ています。

一般社団法人マリノフォーラム21  
日向野純也（研究支援者）

## ～理論編～

### 第1章. はじめに

日本では、ホタテガイの原盤（カルチ）を連ねた採苗器を使った天然採苗によって確保される大量かつ安価な天然種苗「種ガキ」（図1-1 左・中央）を、筏や延縄施設で水中に吊るして早く・大きく育てるマガキの垂下養殖（図1-1 右）が全国で行われています。このことによって、日本のカキ生産量は中国、韓国に続く世界第3位となっています（東日本大震災前は第2位）。また、収穫されたカキの多くはむき身に加工され流通し、冬の味覚として親しまれてきました。

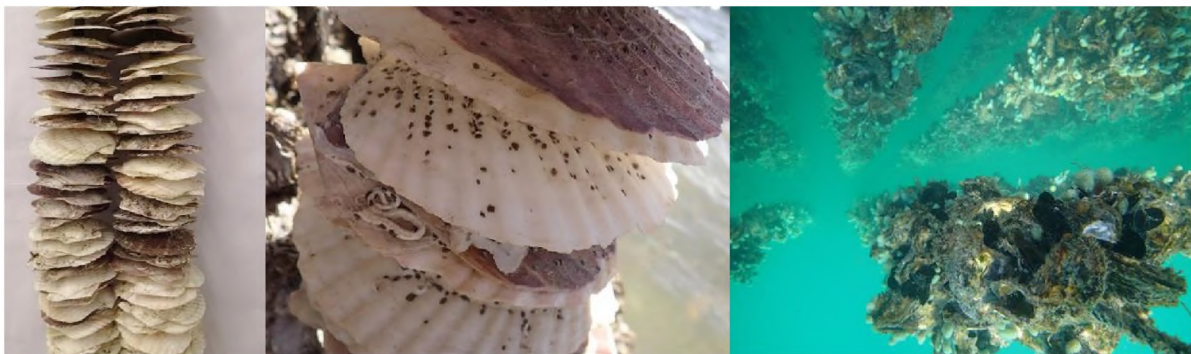


図1-1. ホタテガイ原盤（カルチ）のマガキ天然種苗（左と中央）とそれを使った垂下養殖の様子（右）

二大産地である広島県と宮城県では、大規模な天然採苗によって自らの養殖用種苗を確保するとともに、採苗を行っていない中小の養殖産地へ種苗を供給して全国のカキ生産を支えています。しかし、近年、水質や気候変動等の環境変化が原因と考えられる、採苗不調により種苗の供給不安が続いていること、養殖中の歩留まりが悪化しているとされる中で、生産者が生産量を維持するためにより多くの種苗を必要としています。また、これまで日本のカキ養殖の主軸となっていたむき身生産では、人手不足による「むき子」の確保が大きな課題となっています。

一方で、むき身カキにくらべて1個あたりの単価が高い生食用殻付きカキは、オイスターバーの増加によって需要が高まり、また生産者自らが営むカキ小屋など6次産業化・地産地消の人気の高まりから、殻付きカキの養殖生産に活路を見出す生産者や新たな経営体の出現が見受けられます。しかし、現状、殻付きカキの生産に適したシングルシードと呼ばれる種苗は単価の高い人工種苗が中心であるため、その種苗コストに見合うマーケットはオイスターバーなどの高級レストランに限られており、産地や生産者間の競争が激化しています。

しかし、よりリーズナブルな価格帯の飲食店における生食用殻付きカキの流通は限定的であることから、種苗コストの低減やむき身労賃削減などの生産効率化によって、販売価格の低下を図りつつ収益性を高めることができれば、マーケットの裾野を拡大することにもつながります。また、経済発展が著しく、日本からも比較的近い東アジアや東南アジアを中心とした海外マーケットへの販路の拡大にも、種苗コストも含めたコストダウンは欠かせません。なぜなら、輸入国到着時点価格100～200円の殻付きカキが世界には多く出回っているからです。先進国で安全なカキを生産している世界第3位の日本がこの価格帯で安定した量を輸出できれば、輸出競争力は非常に高くなります。

種苗コストを抑えるアプローチとして私たちが着目したのは、殻付きカキ生産用のシングルシードを

養殖産地で自ら天然採苗で確保する「地場採苗」です。原盤の天然種苗は広く流通しているものの、シングルシードの「天然種苗」はほとんど流通しておらず、自前で採苗する必要があります。また、オイスターなどでは産地ブランドごとの食べくらべなどが一般的であり、各産地オリジナルの「地場種苗」から生産した殻付きカキは「生まれも育ちも〇〇」として絶好の差別化要素となることが期待されます。

なお、カキでは生きた種苗の移動にともなって、病原菌、寄生虫、有害なプランクトン、ホヤや巻貝など、カキ自身にとっても好ましくない生物の混入・付着が知られています。このような生物の拡散や持ち込みリスクを回避する観点からも地場種苗の活用は意義があります。

そこで、本資料では殻付きカキ養殖生産の普及を目指し、その生産に適した地場種苗の確保とそれを活かした殻付きカキ生産システムについて、基礎的な知見や技術を“理論編”，パイロット的な各地での取り組み事例を“実践編”として取りまとめました。

(長谷川夏樹，宮田勉)

## 第2章. 殻付きカキの経済と経営学

### 2-1. 国内外の殻付きカキマーケット

#### 国内オイスターバーの実態と消費者ニーズ

オイスターバー市場は成熟期を迎えており、2016年頃をピークに低下し、COVID-19の影響で今後さらに市場縮小が加速すると予想されていることから（富士経済、2020）、今、新たな産地対応が求められています。

オイスターバーは、ハーフシェルの生カキを主に提供していますが、カキ以外のメニューも豊富な店やハーフシェル生カキ食べ放題の格安店もあり、ここ数年、このような多様性のある店舗が増えていると推察されます。本調査対象店舗は101店舗ですが、他の報告ではオイスターバーは全国110店舗であるとしています（富士経済、2020）。ただし、図2-1を概観の通り、東京に一極集中し、また、大都市を抱える都道府県に多くの店舗があることがわかります。オイスターバーにおける推計年間販売個数は2,229万個（約2,229トン、100g/個換算）、国内生産量（2018年）の約1.3%程度です。店舗の無い県もあり、特に西日本に多く、そのような地域での店舗拡大、あるいは和食、居酒屋、イタリアンやフレンチレストラン等への販売など、まだ市場拡大の余地は残されていると推察されます。

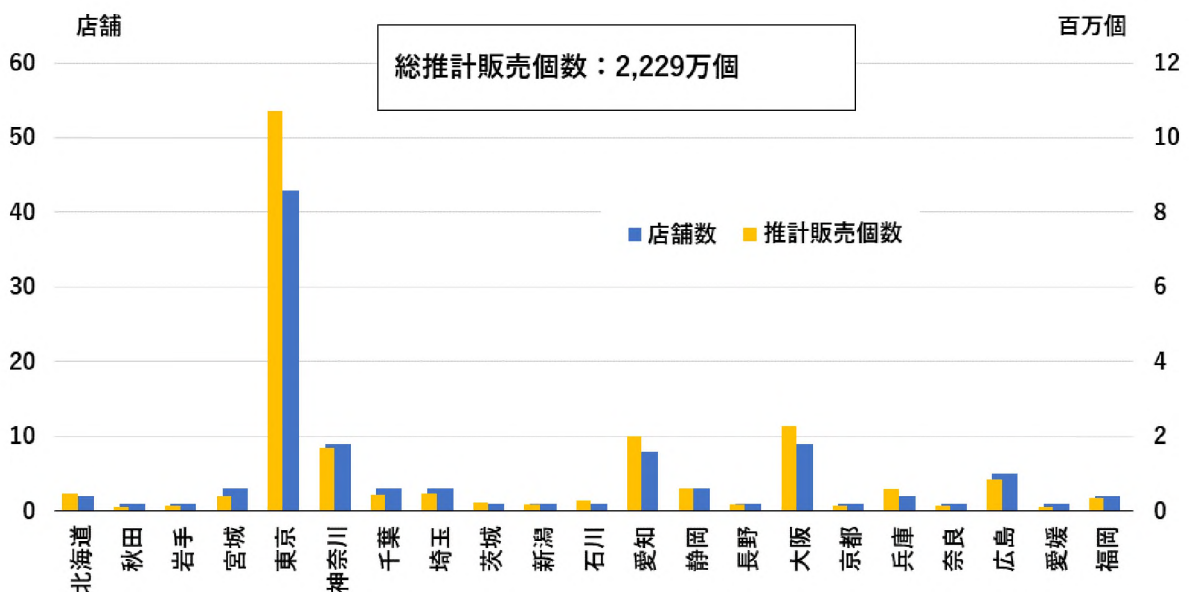


図2-1. 国内のオイスターバーにおける推計年間消費量。

ぐるなび（2020年10月閲覧）に登録されている店舗の席数（他のWebサイト参照含む）に、大手オイスターバーの席あたりの販売個数を乗じて算出。その際「オイスターバー」で検索、かつ生カキをハーフシェルで提供している店舗を選定。

次にオイスターバーで提供されるカキを想定して、消費者のカキの好みを分析しました。見た目の品質である身質や身入は、味（グリコーゲンの多寡など）の評価に代わる品質になります。また、一部の消費者はこのような見た目の品質をあまり気にすること無く注文しますが、その他の消費者は、次のような特徴を持つカキを好むことがわかりました（図 2-2）（宮田ら，2021）。

- ①サイズ：殻高 110mm の大型カキ，または， 70mm の小型カキ（2 極化），
- ②殻の形状：殻長：殻高が 1：1.5 のバランス
- ③身入：殻いっぱいに行が充満したものよりもやや身が小さく殻もある程度見えるような状態
- ④身質：本調査では明確な傾向は得られなかったが、オイスターバーの聞取調査結果からぶっくらした乳白色の身質が好まれる

なお、最近では、生殖腺の発達した「卵持ちカキ」も“クリーミー”と評価されて流通していますが、エグミが強い生殖腺の発達したカキの流通は避けるべきだと思われまます。

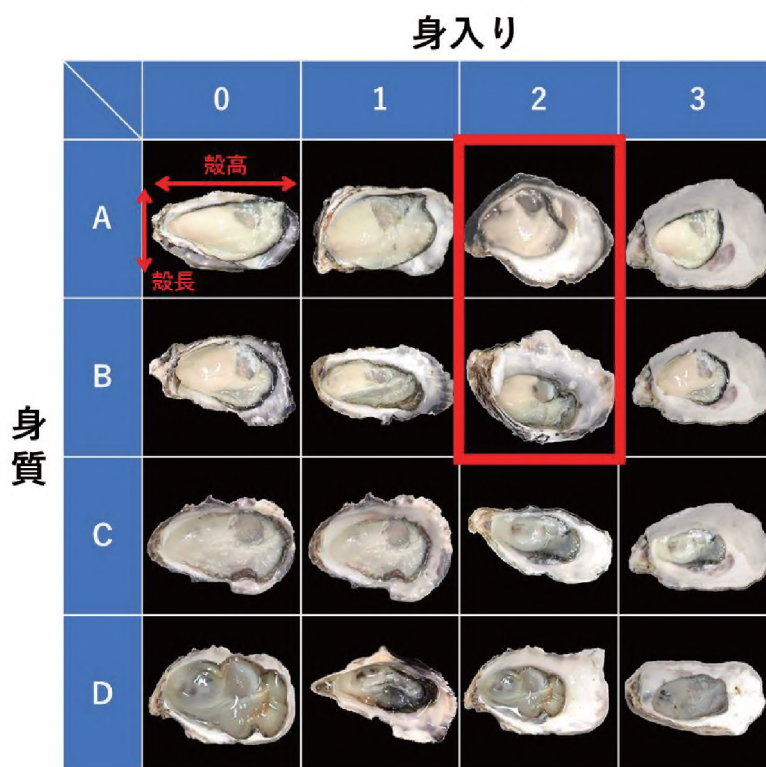


図 2-2. 殻付きカキの身入りと身質のサンプル。  
赤い枠で囲まれた身入りと身質のカキが消費者による評価が最も高かった。

## 海外の活カキ市場

カキ養殖業の成長産業化を目指す観点から、世界的なカキ貿易実態を解明することは重要なテーマです。しかし、そのような先行研究がないことから、貿易統計を利用して各国の活・生鮮カキ輸入の実態解明を試みました（主に中進国と先進国が対象）。2018年の各国の輸入量は、フランスの500トン/月、イタリアの430トン、香港の350トン、アメリカの350トン、スペインの170トン、中国の150トンの順でした。価格はインドネシア、オーストラリア、メキシコ、韓国などが価格の高い活・生鮮カキを輸入していましたが（図2-3）、これらの国の輸入量は非常に少ない状況です。世界のカキ貿易市場の需要と供給を経済学的手法で分析した結果、各国の貿易価格が10%増加すると、輸入量が全体で約9%低下することが明らかになりました。ただし、10%供給量を増やしても価格低下は0.2%程度となり、価格が供給に及ぼす影響は大きいものの、供給が価格に及ぼす影響は小さい結果となりました。また、家計の支出（所得）が10%上昇すると活・生鮮カキ消費量が62%上昇することが明らかになりました。現在、多くの中進国が高い経済成長により発展を続けていることを鑑みれば、中進国の所得が今後も上昇し、それに伴って活・生鮮カキの消費量も大きく拡大すると見込まれます。つまり、日本が大量の活・生鮮カキを輸出したとしても、供給量の増加は価格にあまり影響しないうえ、所得が増加している経済発展の著しい中進国がその受け皿となり得ることを示しています。そのなかでも、輸送コストの観点から、日本近隣国がターゲットになるでしょう。輸入量と価格、経済モデル分析、そして日本の地理条件を検討した結果、現状（香港の政情、コロナ禍の要因を除く）では香港や上海（中国の主要都市）がメインターゲットであり、それらに準ずるマーケットとして、タイ、台湾、シンガポールなどとなりました。

現在のアジアの活・生鮮カキ輸入金額（一部再輸出も含む）は9千万ドル（US）≒約100億円であり、生鮮食品としては大きな市場です（FAO統計、2018）。次に、香港、中国、シンガポール、（タイ）における輸入カキの流通実態について、現地調査の結果を報告します（宮田、2019）。

現在のアジアの活・生鮮カキ輸入金額（一部再輸出も含む）は9千万ドル（US）≒約100億円であり、生鮮食品としては大きな市場です（FAO統計、2018）。次に、香港、中国、シンガポール、（タイ）における輸入カキの流通実態について、現地調査の結果を報告します（宮田、2019）。

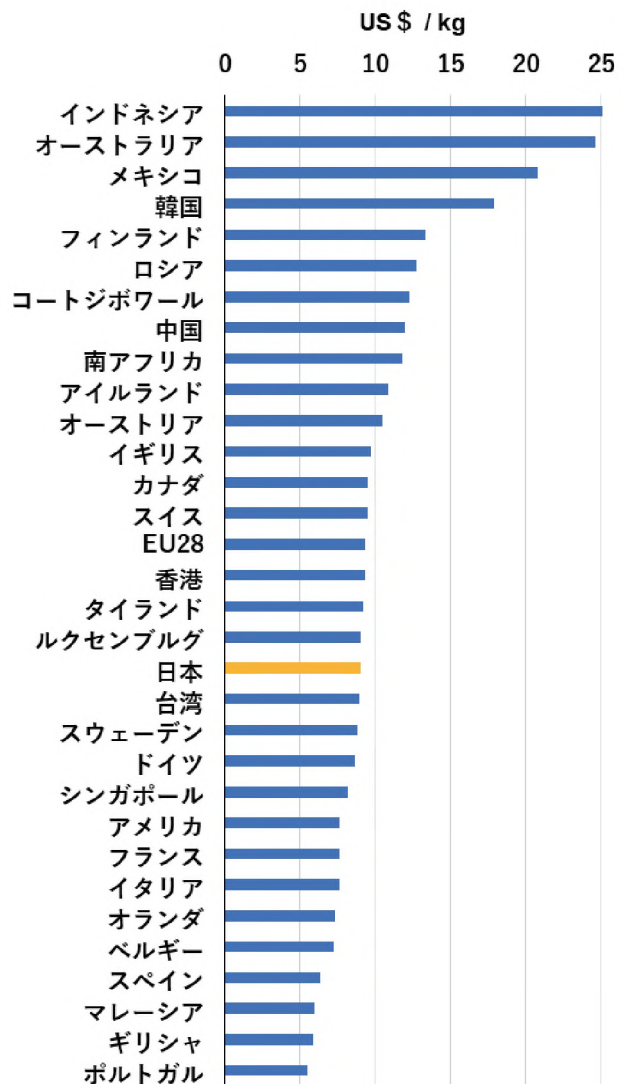


図2-3. 各国の推計輸入カキ価格（2018年）.  
Global Trade Atlas Database (2003-2018)より推計.

香港：着値で1ドル/個の活カキが多く流通していることから（市場が成熟している）、また近年、日本の輸出業者が販路を開拓していることから、差別化、ブランド化をとまなう輸出戦略構築が課題です。さらに、日本産食品は高級デパートに常設棚があるほど人気を博し、産地として都道府県名が浸透していることから、都道府県を細分化した「〇〇県△△産」のネーミング/ブランドの方が良いとされています。

上海：さっぱりした味のカキの評価が高く、日本の東北産や北海道産が好まれるとのこと。さらに、中国では長きに亘りフランス産が流通するとともにブランド（国名、産地名、商品名、企業名がブランド名に）となっています。香港と同様に、1ドル≒110円/個程度の輸入カキが多く流通しています。海外では約75g/個、殻高約80mmのカキが主流です。75g/個サイズの輸送送料+資材は約58円/個で、これに国内送料と商社手数料が40~50円/個です（条件によって変化します）。なお、衛生検査費用は別です。これは香港も同様です。日本でもこのようなやや小さなカキを生産することによって、1個あたりの価格を引き下げる（送料は重量のため）、また一度の輸送量を多くして送料を引き下げる、あるいはフランス企業のように、長期的に安定した量を輸出してブランドを浸透させることによって価格を高める必要があります。さらに、輸入生カキを食べる中国の人々はアップミドル以上で、カキの安全性を高く評価するため、日本産の安全性を“ウリ”にしたブランド化を図り、2~3ドル/個のカキの輸出を目指すことも必要であると思われます。フランス産は偽物も見受けられるため、ブランド化を目指す際は徹底したブランド管理によって安全性を担保する必要があります。

シンガポール：卸売価格帯は、安いカナダ産1.5ドル/個~ブランド化されたフランス産4ドル/個で、低価格帯は市場規模が大きく、高価格帯は市場が小さくなります。衛生検査（食品庁の検査や書類審査）があるものの、日本の主要な生食用カキ養殖産地ではクリアできる内容となっています。サイズは60g/個、殻高約70mm、さっぱりした味（≒東北・北海道産）が好まれます。安いカキは、最大の活カキマーケットといわれるホテルのビュッフェで大量に使われています。しかし、日本からシンガポールへの送料は高く（航空運賃が高い）、資材費含めて約100円/個です。従って、着値2ドル/個以上の市場を狙う必要があります。メニューに各産地（国名）ブランドを明記しているオイスターバーがダウンタウンに多く、また郊外にもあり、そのような販路を持つ現地の仲卸売業者と連携する必要があります。実際にそのような現地の仲卸売業者に日本人も関わっており（従業員や日本企業の系列）、比較的輸出し易い下地は整っています。シンガポールで流通するカキは、カップに深みがあり、形状は楕円形もあれば長いカキもありますが、銘柄・産地で統一した形状となっています。カップの深み以外は、ある程度のロットがあれば適宜仲卸売業者が仕分けするので、問題ではないということでした。

また、これらの国々・地域における流通上の懸念材料については、以下の様に整理することが出来ました。

**エコラベル認証**：上海、香港の仲卸売業者等は重要ではないと考えていましたが、シンガポールでは、外資系のホテルがエコラベルを求めることから、もしエコラベルが取得できれば優先的に販売できるとのことでした。有名ホテルとの取引に成功することはブランド化の第一歩となることから、その意味で国際認証を取得することは価値があります（特にシンガポール）。

**ノロウイルス問題**：上海と香港の大手外食企業は問題視しており、そこに卸す日本の業者も問題視していましたが、シンガポールの仲卸売業者はSFA（Singapore Food Agency）が検査しているので、特段問題視していませんでした。

**関税**：香港、上海、シンガポールも関税は0%ですが、中国では養殖と認められないと7%の関税となります。ただし、中国では関税に限らず、頻繁に制度が変更されるとのことで、輸出の際に確認が必要です。

**輸送コスト**：空輸便の貨物コンテナの（最低）単位が300kgであることから、混載も含めて1回の輸出をこの重量にすると輸送コストを引き下げることができます。

（宮田勉，若松宏樹，神山龍太郎）

## 【トピックス1】

2019年10月のタイ出張で、オイスターバーや生カキを提供する飲食店が増えていることを実感しました。2011年からほぼ毎年タイに出張していますが、玄関口のスワンナプーム空港だけでも2店舗も増えていました。コロナ禍前は、欧米からタイに多くの観光客が訪れており、シーフード、フレンチ、イタリアンなどの洋食レストランも多くあったので、潜在的な需要はあったものと思われます。このため、コロナ禍の終息で観光客が再び戻れば、その需要は顕在化すると予想されます。また、2018年にバンコク市内に日本生鮮卸売市場（トンロー市場）も完成し、輸出し易い条件は整いつつあります。

世界のカキ輸出企業、ジラルド（フランス）、テイラー（アメリカ）、コーストシーフード（アメリカ）、ハニーベイ（カナダ）などが世界の活カキ市場を牽引しています。特に、中国と香港はこのジラルドのブランドが強い状況です。その殻にはレーザーを使ってGillardeauのGマークが刻印され、ブランド化・管理を図っています。



## 2-2. 地場ガキ流通販売の課題抽出と対策の検討 地場マガキのポジションマッピング

2-1で述べたように、国内のオイスターバー市場は成熟期を迎えており、産地の販売戦略は益々重要になっています。マーケティングでは、“商品の差別化”が重要であり、他の商品と自らの商品を比較して差別化要素を見出し、その要素をプロモーション等で多用します。ここでは、2-1で説明した品質を中心に据え、試験生産カキがどのような位置づけであるのかを、ポジションマッピングと呼ばれる手法で評価した事例を示します。

サイズと殻の形状については、2-1の消費者調査では大型のカキと小型のカキが高く評価されるとともに、殻長：殻高が1：1.5のバランスが好まれたため、ベンチマーク（消費者が最も良いと判断したカキ）が2つに分かれてプロットされています（図2-4左）。また、殻いっぱいになり身が充実したものよりもやや身が小さく殻もある程度見えるような身入や、ぶっくらした乳白色の身質にベンチマークがプロットされています（図2-4右）。

試験生産カキのポジションを確認する前に、輸入カキのポジションを確認します。アメリカのピュージェットサウンドやオーストラリアのコフィンベイのカキは日本の輸入量が多いメジャーなブランドですが、ピュージェットサウンドのカキは大型のベンチマーク近くに、コフィンベイは小型のベンチマーク近くに位置していることが分かります。その一方で、カナダのフレンチキスは細長くベンチマークからはずれていますが、その形や乳白色の殻色を差別化要素とする戦略をとっていると考えることが出来ます。

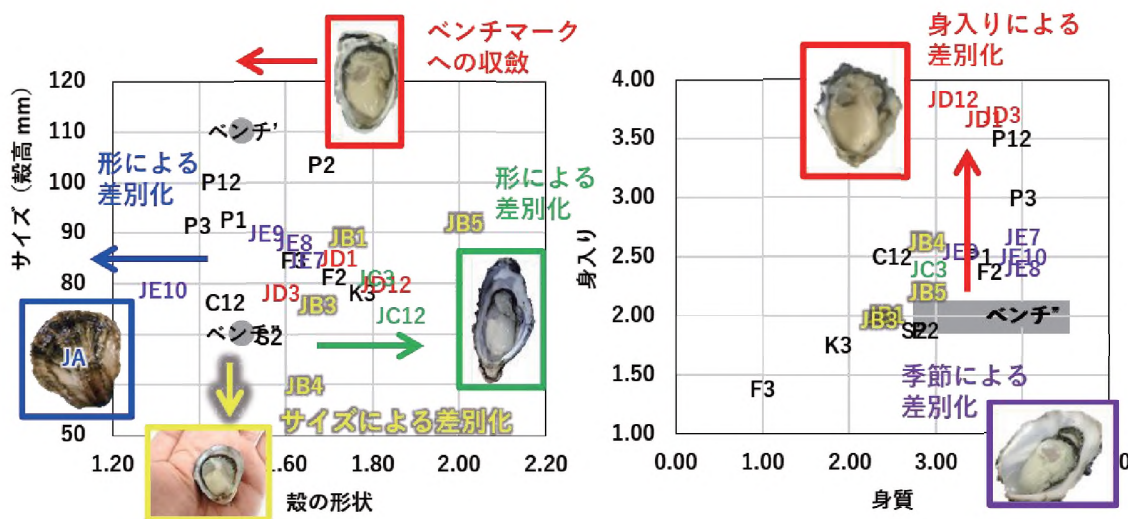


図2-4. 輸入活カキと試験生産した地場カキのポジションマッピングと差別化戦略の事例。  
ベンチ（グレーの部分）；消費者が最も良いと判断したベンチマークとなるカキ，P；ピュージェットサウンド（アメリカ，三倍体），C；コフィンベイ（オーストラリア），F；フレンチキス（カナダ），S；シゴク（アメリカ），K；カイバラオイスター（ニュージーランド），JA～JEが日本各地で試験生産されたカキ，数値は水揚げした月を表す。

## 国内で試験生産したカキ JA～JE のポジションマッピングとマーケティング戦略の例

ベンチマークは消費者分析に基づく(宮田ら, 2021), 多くの人が好むカキとなっています。しかし, どの産地もこのベンチマークと同じ品質になったら, 差別化できません。そうはいつても, このベンチマークから離れても良くない品質もあります。身質が極端に悪いカキや身入が極端に悪いカキです。それ以外は差別化要素として殻付きカキ市場に売り込むことができます。その事例を, 試験生産したカキ JA～JE のデータを用いて以下に示します。

**JA:** ベンチマークのみならずマップ外に位置するほど丸い殻の形状を, 重要な差別化要素とすることができます。円形に近いフランス産のベロンは, 海外で人気のあるカキです。

**JB:** ベンチマーク(小型)のカキよりもかなり小ぶりのカキについては, その他のブランド要素と併せることで, 例えば, 小粒の未産卵カキは雑味が少ないとされ, バージンオイスターとしてオイスターバーで評価されているし, ブランドガキの「クマモトオイスター(シカメガキ)のように, 濃い味+小粒(30~40mm)のように何か別の要素と結びつくと, 真の差別化要素として機能します。JB4 やマップ外の写真のカキは未産卵のバージンオイスターで, “零オイスター”, “ティアードロップ・オイスター”などのネーミングで, 雑味ない味+小さいことを差別化要素とする戦略も考えることもできます。

**JC:** ベンチマークより長い殻の形状となっており, “ロングボード・オイスター”として他の産地にはない差別化要素として捉えることもできます。写真よりもっと長くても良いと思われれます。

**JD:** 一部のカキは, 殻の形状がベンチマークとずれており, 無理のない養殖管理改善によって簡単にベンチマークに近づけることができれば, マーケットへの適合性が高くなります。一方で, 特別な養殖管理をしなくても豊かな養殖環境によって身入が非常に良くなるならば, これについてはむしろ差別化要素ととらえる戦略が想定されます。ブランド名+充溢オイスターというキャッチコピー的なサブネームも良いかもしれません。

**JE:** サイズや殻の形状, 身入と身質もベンチマークに近いカキです。重要な差別化要素は, 国内の他の産地がこのような品質のカキを供給できない9~10月にこのようなカキを生産できること, “季節的な差別化”です。この時期は非常に品薄になるうえ, シーズン初期なので, 初物ブランドとして非常に高い価値を持ちます。

事例の様にポジショニングマップを作成すると, 各産地の特徴や差別化戦略が明確になります。消費者のニーズに沿ったベンチマークに近いカキを生産すること, あるいはベンチマークとは外れたカキをあえて生産し差別化を図ること, どちらもマーケット戦略となりえます。ただし, このようなマーケット戦略に際しては, 安定品質, 安定した量の供給が不可欠です(宮田ら, 2005)。このため, 無理してベンチマークに合わせるよりは, 各漁場に応じた高い生産性を維持しつつ, 差別化要素を全面に出した販売戦

略が良いといえます。また、国内市場競争は激化しており、海外市場も高い値段で簡単に売れるような状況ではありません。このことから、漁場に応じた生産方法をさらに探求することに加えて、コスト最小にすることも重要になります。このような生産から消費までを貫いて経営を考えることが真のマーケティング戦略といえます。

## 産直や地産地消

産直ではコロナ禍前と後でもふるさと納税が好評であったことから、ふるさと納税サイトで選ばれるようなストーリー、Webデザインなどが重要となります。Aサイト（国内最大手＝出品数が最大）で「殻付きカキ、生食」で検索すると、北海道が17件、三重県は0件、兵庫県14件、広島県が34件、大分県が2件、長崎県が7件でした（2021年1月15日に閲覧）。全国では165件がヒットし、食材19,779件の0.8%のシェアでした。上述した産地の差別化要素の訴求以前の問題として、Webサイトでは殻付きカキの写真、生産者の写真が多いことから、消費者が、なぜむき身でなく殻付きを選ぶのか、なぜカキ焼き用ではなく生食用殻付きカキを選ぶのか、なぜオイスターバーに行くのか消費者心理の理解が不足していると思われました。家庭にオイスターバーの雰囲気、そしてふるさとの素材を使ったオイスターバーのメニュー（活カキだけでなく、加熱調理用トッピング、ワインなど）をWebサイトで売り込む/持ち込む必要があります。例えば、加熱のカキ料理であるアヒージョでは、地元のニンニク、地元の唐辛子、地元のフランスパン、カキのロックフェラーなら地元のニンニク、地元のチーズ、地元のハウレンソウなどのように素材も一緒に販売するのが効果的です。同じ都道府県産ワインや日本酒などをセットにして販売するのも魅力的です。そして、このセットとともに、オイスターバーの雰囲気を醸し出している背景のWebデザインも必要かと思えます。

また、産直や通販に限らず、消費者は認知、訴求、調査、行動、再行動、推奨の順序で行動するとして近年定義されています（コトラー、2017）。特に、「推奨」は、購入を考えている人が既存購入者の評価を見て購入を決定する重要な手掛かりとなります。この観点からも、決して消費者の期待を裏切るような商品を出荷しないようにする管理が必須です。オイスターバーではカキを開いて客に提供するか判断しますが、直販や宅配ではこの判断ができずに身質や身入りが悪いカキを送ることになり、ブランド価値を大きく損なわせます。ふるさと納税サイトには、レビューページがあり、産地名が明記されたクレームが多数あり（上記の推奨に強く影響）、このような商品を出荷することは、出品したカキのブランドだけでなく、地域全体のブランドを傷つけることとなります。

産地におけるカキ焼き小屋がコロナ禍前は盛況でしたが、市場がピークに達していたことから、新たな業態、すなわち、産地におけるお洒落なレストランが増加してきていました。北海道東部の厚岸町の道の駅「コンキリエ」内の飲食店は、6年連続で北海道じゃらんの食事メニュー部門で1位を取るなど、地元密着型レストランは人気があります。この道の駅では厚岸産カキを売りにしていました（図2-5）。また、漁協関連レストランも非常に人気が高くなっています。鹿児島県内の人口数万人の漁村にある漁協が直営するレストランは平日の昼でも満員御礼、さらに本格的なフレンチを提供する神奈川県内の漁協直営レストランも非常に人気があり、このような事例は多くあります（宮田、2013）。兵庫県にもカキ養殖関係者が営むお洒落なカキ・レストランがあり、盛況です。このような漁協・漁家レストランの魅力の要因

については、地物を使った手ごろな価格のメニュー（直販なので原価は低い）、及び、ある程度アクセスのよい漁村で目の前に海が見える場所の条件がそろえば成功する可能性が高くなります（宮田, 2011）。ただし、カキ焼き小屋のトイレなどの設備の綺麗さは消費者評価にそれなりに影響しており、つまり問題は投資額と店舗内外装の機能性とお洒落度のバランスです。コロナ禍が終息すれば、インバウンド需要も増え、欧米人を中心に活カキを提供する機会も増えると推測されます。まだまだこのようなレストランが少なく、今後のマーケットとして期待されます。



図 2-5. 道の駅コンキリエのカキ料理サンプルとカキの陳列

### 2-3. 地場ガキの経営計画支援プログラム

漁場環境に応じたコスト最小化は今後の経営戦略においても最も重要な要素です。そこで、表計算ソフトを用いて、平均養殖密度、導入種苗数、生残率、出荷個数、出荷比率、単価などを変数として、殻付きカキ専業経営に必要となるカゴ数（目合ごとに）や筏数、労働量、最終的な水揚金額や費用をシミュレーションできる経営計画支援プログラム<sup>(注)</sup>を開発しました。このシステムを活用することで、価格や労働、費用の条件をどう調整すれば、どれくらい利益が出るのかを簡単に計算することができます。各地域において、地場採苗により種苗単価がどう変化するか、採苗や育成にかかる労働がどう変化するか、販売単価がどう変化するか、といった条件が分かれば、地場採苗のシングルシードは経営にどのような影響をもたらすのかを事例ごとに計算することができます。

3-1-2 や 5-1 で紹介する潮間帯でのカキ殻加工固形物「ケアシェル」を使った地場採苗を例にとると、付着率やシングル率など（後述）の採苗成績や必要となる資材や作業量をもとに地場種苗のコストを試算することができます。なお、労働の単価は漁業経営調査（農林水産省統計）における雇用労賃と陸上及び海上の雇用者による労働時間を参考に、1,200 円/時としています。試算の結果、付着率とシングル率がそれぞれ 50%と 70%という標準的な水準の場合、種苗 1 個あたりの採苗費用は 2.94 円と推定されました（図 2-6）。

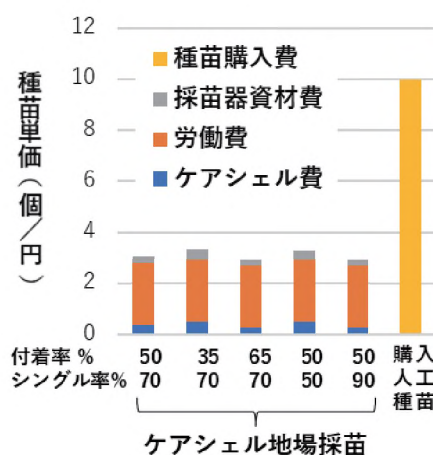


図 2-6. ケアシェルを用いた地場採苗における種苗単価の比較。ケアシェル採苗での付着率およびシングル率別の推定種苗単価と購入した場合の種苗費（人工種苗）。

実際の採苗では、付着率やシングル率などにはばらつきがあります。そこで、シングル率を 70%に固定して付着率が 35%と 65%に変化した場合、付着率を 50%に固定してシングル率が 50%と 90%に変化したときの 4 つのケースの種苗単価を推定しました（図 2-6）。図 2-6 では、採苗に使うケアシェル購入にかかるコスト「ケアシェル費」、採苗にかかる労働時間に労働単価をかけた「労働費」、採苗に使う資材の減価償却費「採苗器資材費」、地場採苗ではなく種苗を外部から購入する場合の単価「種苗購入費」（ヒアリング結果に基づき 10 円/個と設定）も示しています。付着率の 15%上昇やシングル率の 20%上昇は種苗単価の約 5%削減につながる一方、付着率の 15%低下やシングル率の 20%低下は種苗単価の 8~9%増加につながると試算されました。必要となるケアシェル数 = 目標採苗数 / (付着率 × シングル率) という式から、付着率やシングル率が低下すればするほど、コストの上昇幅も大きくなるという関係が数値に現れた結果です。

以上のようにケアシェル採苗の種苗単価は 3 円/個程度と見積もられました。これはシングルシードを外部から購入する場合の単価 10 円/個よりも安く、ケアシェル採苗では種苗費の削減が期待されます。ただし、特異な想定ですが、付着率やシングル率が非常に低い漁場（例えば、付着率 5%、シングル率 55%）や労働・資材に多く費用のかかる地域では、種苗単価が 10 円を超えるケースもあります。そうした地域

では人工種苗の存在が非常に重要と考えられます。また、ケアシェル以外にも天然採苗に用いる採苗器が考案されており、コストの観点からも地域に適した採苗技術の活用が必要と考えられます。

開発したシステムでは種苗単価だけではなく収支全体を見積もることができますので、以下ではその仕組みを説明します。システムでは、大きく分けて6つのテーマ「1.養殖方法」「2.種苗導入・分養の計画」「3.販売計画」「4.労働」「5.費用」「6.資本」について、条件設定をおこないます。条件設定は全て経営計画支援プログラムの「入力シート」というシートでおこないます。他のシートは計算過程や計算結果の出力となります。以下では、「入力シート」への入力方法を説明します。以下の1～3は図2-7を参照ください。なお、4～6の入力シート例は割愛しています。

## 1 養殖方法について (図2-7 (b))

- (1) カゴやバスケット1つで何個体のカキを育成するか、目合の大きさごとに[1-1]に入力。  
(例：目合1を2分カゴ，目合2を3分カゴ，目合3を5分カゴと想定し，  
目合1 2000 個体/カゴ，目合2 500 個体/カゴ，目合3 65 個体/カゴと入力)
- (2) 養殖施設1台にいくつカゴを垂下するかを[1-2]に入力。(例：120カゴ)

## 2 種苗導入・分養の計画について (図2-7 (b))

- (1) 導入する種苗の総数を[2-1]に入力 (例：200,000 個)。
- (2) 導入する種苗総数のうち地場採苗する個数を[2-2]に入力 (例：100,000 個)。  
これを入力すると，導入する種苗総数との差から，外部から購入する種苗の数が自動的に計算されます。
- (3) 地場採苗の条件を入力。  
具体的には，[2-3]付着率，[2-4]シングル率，[2-5]採苗にかかる総投下労働量（作業人数×1日あたり作業時間×作業日数）です。必要となる労働量が分からないときは次の参考値を使います。試験採苗時は1千個あたり約2時間の労働がかかったことから，2,002 時間×地場採苗数÷1,000 で求めます。(例：付着率 50%，シングル率 70%，採苗の労働量 200.2 時間)
- (4) 種苗が付着しなかったケアシェルを再利用するか[2-6] (再利用する⇒1 と入力，再利用しない場合は入力しない)，その際に再利用できるケアシェルの割合は何%か[2-7]，翌年の再利用時の採苗性能は1年目を100%としたときに何%となるか[2-8] (劣化しない場合は性能100%)を入力。
- (5) 地場採苗について，何月に採苗するか (=育成を始める月) [2-9]，種苗を各目合のカゴにいつでもどれだけ分養するか[2-10]，生残率はどれくらいか[2-11]を【スケジュール表 1-1】に月別に設定。

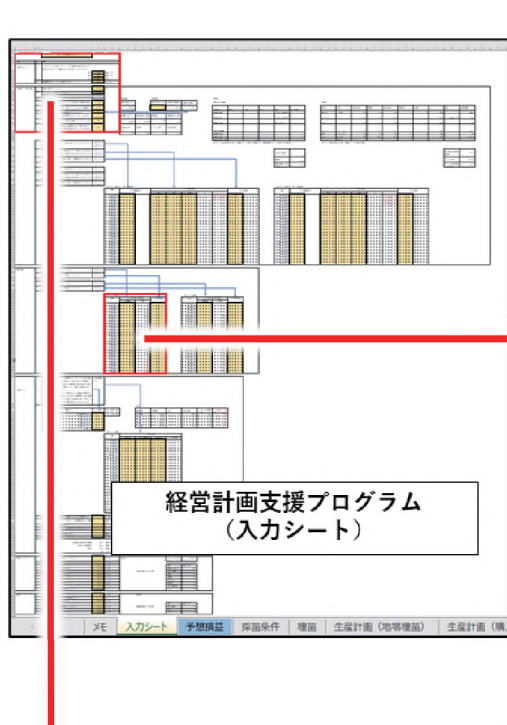
種苗導入月の欄のうち，採苗する月に「1」と入力します。分養のタイミングはカキの成長に依存しますが，必ずしも分析対象の経営におけるカキの成長データがあるとは限りません。そこで，本システムでは「育成中のカキの何%を何月に分養するか」という大まかな設定をおこなうこととしました。月ごとの合計が100になるように，各目合に育成するカキの割合を入力します。生残率については，導入した種苗数に対して何%が生残しているか，という数値を各月に設定します。

- (6) 購入する種苗について、前項の地場種苗と同様に、何月に購入するか（＝育成を始める月）[2-12]，種苗を各目合のカゴにいつどれだけ分養するか[2-13]，生残率はどれくらいか[2-14]を【スケジュール表 1-2】に月別に設定。

### 3 販売計画（図 2-7(a)）

- (1) 地場種苗について、各月の出荷個数[3-1]と販売単価[3-2]を入力。  
各月の出荷後の在庫数が「在庫数」の列に自動的に計算されますので、在庫数が最終的にゼロになるように各月に出荷個数を配分します。
- (2) 購入する種苗についても同様に、各月の出荷個数[3-3]と販売単価[3-4]を【スケジュール表 2-2】に入力。

(a) 販売計画の入力部分



【スケジュール表2-1】

漁期	3-1.出荷計画 (地場種苗)		3-2.販売単価
	出荷個数	在庫数	
第1漁期6月		0	80
第1漁期7月		0	80
第1漁期8月		100,000	80
第1漁期9月		100,000	80
第1漁期10月		100,000	80
第1漁期11月		97,140	80
第1漁期12月		94,290	80
第1漁期1月		91,430	80
第1漁期2月		88,570	80
第1漁期3月		85,710	80
第1漁期4月		82,860	80
第1漁期5月		80,000	80
第2漁期6月		75,330	80
第2漁期7月		70,670	80
第2漁期8月		66,000	80
第2漁期9月		61,330	80
第2漁期10月	20,000	40,000	80
第2漁期11月	20,000	20,000	80
第2漁期12月	20,000	0	80
第2漁期1月	20,000	-20,000	80
第2漁期2月	50,000	-70,000	80
第2漁期3月	11,800	-81,800	80
第2漁期4月	0	-81,800	80
第2漁期5月	0	-81,800	80

(b) 養殖密度、種苗数、採苗条件等の入力部分

※入力は黄色のセル

大項目	No.	質問	入力値	単位	
1.養殖方法について	1-1.	バスケット・カゴの目合いごとに、1カゴに何個体の密度で育てますか？目合いの大きさは1, 2, 3の順に大きくなると考え、入力してください。	目合1	2,000	個体/カゴ
			目合2	500	個体/カゴ
			目合3	65	個体/カゴ
	1-2.	養殖施設1台にいくつのカゴを垂下しますか？	120	カゴ/台	
2.種苗導入・分養の計画について	2-1.	種苗の導入数はいくつですか？	200,000	個	
	2-2.	うち地場採苗する種苗はいくつですか？	100,000		
		残りの購入種苗数は右の通りです。	100,000		
	以下、地場採苗について				
	2-3.	ケアシセルの付着率（採苗に使うケアシセルの粒数にする種苗の付着したケアシセルの割合）は何%ですか？	50		
	2-4.	ケアシセルのシングル率（種苗が付着したケアシセルのうち、種苗がひとつだけついているケアシセルの割合）は何%ですか？	70		
	2-5.	ケアシセルでの採苗にかかる労働時間はどれくらいですか？	200.2		
	2-6.	付着しなかったケアシセルを翌年再利用しますか？「はい」ならば「1」と入力してください。	1		
2-7.	減耗せず再利用できるケアシセルの割合は付着しなかったケアシセルの何%ですか？	100			
2-8.	再利用するケアシセルの採苗性能は、毎回同じですか？同じであれば「100」、性能が下がる場合は1年目の性能を100%としたときに何%の性能になりますか？	100			

図 2-7. 地場ガキ養殖の経営計画支援プログラム。

## 4 労働

### (1) 殻付きカキ生産に必要な投下労働量を計算 [4-1]。

計算の方法は2種類あります。試験的な養殖でどれくらいの投下労働量が必要となるか予想が難しいケースでは、下記①の方法を使うことで分析を進めることができますし、ある程度経験や知識があり作業スケジュール等が見えているケースでは、下記②の方法で細かく計算することができます。

#### ① 5つの事例漁家における出荷個数あたり投下労働量の参考値から適当な値を選択します。

選択内容と「3.販売計画」で入力した出荷個数の合計から、投下労働量が自動的に計算されます。

#### ② 選択肢のうち「数値を入力」の入力欄に「1」と入力した上で、各月の作業日数、作業時間、作業人数を【スケジュール表3】に入力する方法です。入力結果から投下労働量が自動的に計算されます（投下労働量＝作業人数×一日あたり作業時間×作業日数）

### (2) 労働調達の条件を入力。

具体的には、経営者自身の労働日数[4-2]と一日あたり労働時間[4-3]、フルタイム雇用者の雇用数[4-4]と殻付きカキへの従事率[4-5]、パートタイム雇用者の雇用数[4-6]と1日あたり労働時間[4-7]、雇用日数[4-8]を入力します。入力結果から調達した合計の投下労働量が自動的に計算されます。調達した投下労働量と前項の必要となる投下労働量の大小関係から、労働に余裕があるか、不足があるかが自動的に計算され提示されますので、それを参考に調達する労働量の増加や必要となる労働量の削減などの調整をおこないます。

## 5 費用について

### (1) 購入する種苗の単価[5-1]、ケアシェル1個の単価[5-2]、フルタイム労働の月給[5-3]、パートタイム労働の時給[5-4]について入力。

ここまでの入力結果と組み合わせて、種苗費や雇用労賃が計算されます。

### (2) 消耗品費[5-5]、燃油費[5-6]、修繕費[5-7]、販売手数料[5-8]、利子[5-9]、租税公課[5-10]、その他[5-11]については年間の金額を直接入力。

年間の金額については参考値として漁業経営調査の数値を掲載しており、金額がどうしても分からない場合はその値を仮入力することで計算を進めることができます。

## 6 資本について

### (1) バスケット・カゴ、養殖施設に関しては、1単位あたりの取得価額[6-1, 6-3]と耐用年数[6-2, 6-4]を入力。

バスケット・カゴの数や施設の台数は「1. 養殖方法について」と「2. 種苗導入・分養の計画について」の入力内容から自動的に計算されます。

### (2) 建物・構築物[6-5]、漁船[6-6]、その他[6-7]に関する年間の減価償却費を直接入力。

これも漁業経営調査の数値を参考として掲載しており、仮入力できます。

以上で入力完了です。「予想損益」のシートに、以上の入力に基づいて計算される損益の推定結果が出力されます（図 2-8）。出荷個数の過不足や労働の不足があると、エラーメッセージに赤字で注意書きが表示されますので、その場合は販売計画や労働の条件を見直してください。なお、ここでの「種苗費」にはケアシェルにかかる費用のみ掲載されており、採苗にかかる労働費は「雇用労賃」の項目、採苗器の資材費は「減価償却費」の項目に含まれています。採苗にかかる労働費や減価償却費も含めた種苗費は、右下の「非現金支出も含めた種苗費」の下に出力されます。

その他のシート「採苗条件」「種苗」「生産計画（地場種苗）」「生産計画（購入種苗）」「労働」「減価償却」では、入力内容に基づく計算過程や計算結果の一覧が掲載されており、予想損益がどのように計算されたかという背景を確認することができます。

カキ養殖業に限らず、水産業は温暖化などの地球規模の環境変動にさらされています。また、二酸化炭素排出や海洋プラスチックごみの削減など SDGs（持続可能な開発目標）にもとづく水産業の実施が求められ始めています。このような自然・社会環境の変化の下で経営計画を見直す際にも、本プログラムが活用できるのではないかと期待しています。

分類	入力方法	項目	(円)								
目標利益	直接入力		4,500,000								
予想利益	計算		2,363,244								
↓エラーメッセージ											
<input type="text"/>											
↓在庫が不足しています											
<input type="text"/>											
↓非現金支出も含めた種苗費											
<table border="1"> <tr> <td>労働費</td> <td>240,278</td> </tr> <tr> <td>ケアシェル費</td> <td>76,630</td> </tr> <tr> <td>資材の減価償却費</td> <td>105,366</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>422,273</td> </tr> </table>				労働費	240,278	ケアシェル費	76,630	資材の減価償却費	105,366	合計	422,273
労働費	240,278										
ケアシェル費	76,630										
資材の減価償却費	105,366										
合計	422,273										
予想収支計算											
収益	計算	水揚金額	11,344,000								
費用	直接入力	漁船・漁具費	321,000								
		油費	450,000								
		修繕費	693,000								
		販売手数料	647,000								
		負債利子	20,000								
		租税公課諸負担	334,000								
		その他	2,787,000								
計算	計算	雇用労賃	828,000								
		種苗費	76,630								
		減価償却費	2,824,126								
計算	計算	費用合計	8,980,756								

図 2-8. 予想損益の出力結果の例.

(注) 経営計画支援プログラムの提供や詳しい説明については、担当者までご連絡ください。

(神山龍太郎, 宮田勉, 若松宏樹)

## 【トピックス2】

私たちの生活になくてはならない価格の安いプラスチック製品には使い捨てされるものも多く、環境中に流出してしまうことも少なくありません。流出したプラスチックのほとんどが最終的に海にたどりつき、「海洋プラスチックごみ」となってしまいます。こうした大量の海洋プラスチックごみは、既に海の生態系に甚大な影響を与えており、今後ますますこの問題が拡大していくことが懸念されています。

陸上で使用され捨てられるプラスチックに加え、漁具など漁業で用いられるプラスチックも海洋プラスチックごみには多く含まれています。カキ養殖でも、養殖カゴ・バスケットやフロート（浮き）、ロープ、採苗基質など、プラスチック製の資材が多くあります。このため、カキ養殖においても、プラスチックのリデュース（Reduce=出すごみの総量の削減）、リユース（Reuse=再利用）、リサイクル（Recycle=再生産に回す）、が求められています。カキ養殖の現場では、原盤（カルチ）の間隔を維持するためのパイプを生分解性プラスチックに変更する取り組みや、フロートの回収や処分への推進などの取り組みが始まっています。



### 第3章. シングルシード地場採苗技術

マガキの天然採苗は、広島県や宮城県など大産地で大規模に行われている沖域の筏から海中に採苗器を吊るす筏採苗（図3-1左）と、国内の小産地や海外で行われている潮間帯（干潮時に干出する場所）採苗（図3-1右）の2つに大別されます。なお、大産地の広島県においても昭和40年代までは潮間帯である干潟での採苗が広く行われていました（木村&兼保, 2003）。

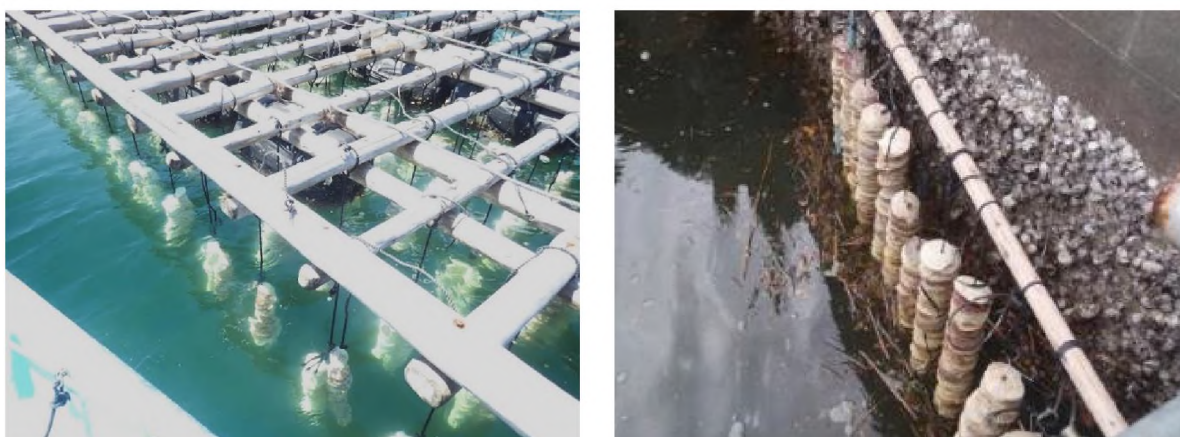


図3-1.ホタテガイ原盤を用いた筏でのマガキの天然採苗の様子（左）と潮間帯での天然採苗の様子（右）。

このうち、筏採苗は、親貝から産み出され海中に漂うカキの浮遊幼生の調査や、採苗器を海中に試験的に投入し、種苗の付着を確認する種見調査を行い、付着のピーク時を狙って一斉に採苗器を投入することで、短期間でたくさんの種苗を確保できる手法です。このようにタイミングを見計らうのは、採苗器を長期に海中に沈めたままにしておくと、そこに泥や他の生物が付着し、カキが付着しにくくなるためです。タイミングを見計らいカキを付着させるには、調査や顕微鏡などを使って1mmに満たない浮遊幼生（図3-2）を検鏡する技術や労力、経験の蓄積が必要となります。調査を簡便化する技術や経験を補う予測シミュレーションなどの開発も進んでいますが（長谷川&坂見, 2019）、筏採苗を成功させるには、海域内の多数の生産者による協力体制の構築が欠かせません。

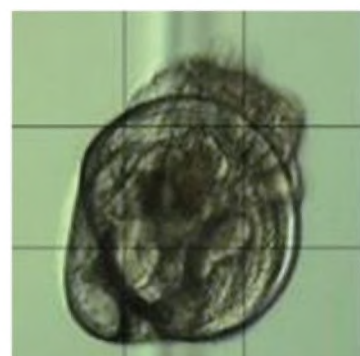


図3-2. マガキの浮遊幼生.

一方、潮間帯での採苗「潮間帯採苗」（干潟採苗とも呼ばれています）は、潮間帯の天然のマガキの付着（図3-3）を目安に干潮時には干出する岸壁などの海岸構造物や干潟などに設置した棚などに、採苗器を数ヶ月間設置し、期間中に来遊する浮遊幼生の付着を待つ手法です。干潮時に干出する潮間帯は付着生物などが付きにくく、採苗器を長期間設置したままにしておくため、浮遊幼生の調査などを行ってタイミングを見計らう必要はありません。このため、少人数あるいは小規模から始めることができる手法です。ただし、マガキが付着しやすい採苗に適した海岸や地盤の高さは、海域や採苗器のタイプによって異なるため、採苗適地の探索や適した採苗器の選定が重要となるとともに、種苗の確保に日数を要す場合もあります。

むき身カキの生産を主軸とした国内のカキ養殖生産では、原盤種苗が広く利用されており、一枚の貝殻の上に複数の種苗が付着した状態で養殖が行われます。本資料では殻付きカキの養殖生産に着目しており、種苗の段階からカキが一つずつ分かれており、養殖カゴに入れて養殖して良型のカキに育てやすいシングルシード（一粒がき）の天然採苗を取り上げます。天然採苗でシングルシードを確保する手法としては、ケアシェル（後述）のような小さな基質に種苗を1個体ずつ付着させる手法や、ペットボトルや円盤状の採苗専用の樹脂資材に多数のカキを付着させた後にこれらの基質から剥離させてシングルシードを確保する手法があります。

このように、地場種苗の確保のための天然採苗の手法は複数あり、「採苗に適した海岸があるか？」や「採苗のための地域の協力体制が築けるか？」など各海域の特長や事情にあわせて選択することとなります。また、天然採苗が難しい場合には、人工種苗の生産や種苗の購入に頼らざるを得なくなります。この後の節では、潮間帯採苗と海中採苗の具体的な手法や特性を解説します。

### 3-1. 潮間帯採苗

海岸において満潮時に水没し干潮時は空中にさらされる場所のことを「潮間帯」と呼びます。潮間帯では、乾燥などのストレスのため生息できる生物は限定されます。養殖マガキの多くは海面に浮かんだ筏や延縄などから海中に吊り下げられており、常に海中に位置していますが、ストレスに強いマガキは、潮間帯の干潟に転がる石や岩礁、コンクリート岸壁などの人工構造物に多数付着しており、このような場所が本来のマガキの生息場と言えます（図 3-3）。親貝から産み出され海中を漂いながら成長したマガキの浮遊幼生は、固着生活を始めるための基質を探し始めますが、海中の泥や他の生物が付着した基質にはほとんど付着しません。潮間帯では生息できる生物が少ないため、カキが付着できる状態の基質が長く保たれます。潮間帯採苗はこのようなマガキの生態を活かした手法で、沖域での筏採苗よりも古くから営まれてきた採苗法です（新川，1988）。



図 3-3. 潮間帯のコンクリートの護岸に付着した天然のマガキ。

## 潮間帯採苗の方法と注意点

**時期**：西日本ではマガキは6月頃に産卵期に入り、餌や水温に応じて9月頃まで複数回の産卵を繰り返します。産み出された卵からふ化した浮遊幼生は海を漂いながら成長し、約2週間後に基質に付着し固着生活を始めます。このため、比較的長期にわたってマガキの浮遊幼生が付着できる基質状態が維持される潮間帯では、産卵期に併せて採苗器を設置し付着を待つことで採苗を行うことができます。また、6月頃のシーズンの最初の産卵は多くのカキが同調的に産卵し多数の種苗の付着が期待できるとともに、水温の高い季節を利用してその種苗を早く大きく成長させることが期待できます。ただし、夏季に急成長した種苗はへい死しやすと言われており、環境によってはその年のうちに成熟・産卵することが知られています。

**地盤高（潮間帯中の位置）**：潮間帯の中でもより地盤の低い場所は海中にある時間が長く、また乾燥などのストレスも弱いためマガキの種苗が多く付着する傾向にあります（図3-4左）。しかし、他の生物の付着も多くマガキの種苗の付着が阻害される恐れや付着後のマガキがヒラムシなどの天敵生物の食害を受けやすくなります（図3-4右）。また、特に泥などの堆積した海底に近い場所では、巻き上がった泥が採苗器に付着し種苗の付着が阻害される恐れもあります（図3-5）。

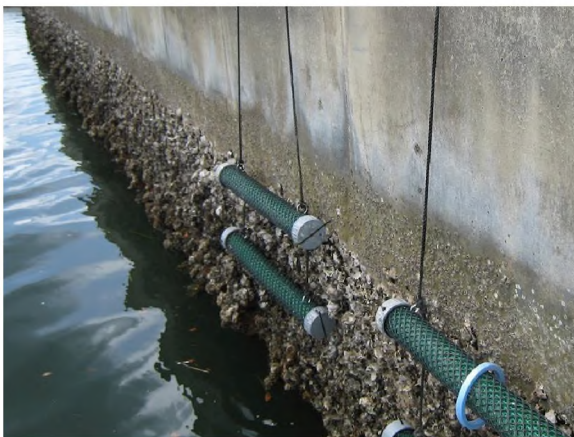


図3-4.潮間帯採苗における採苗器の設置位置（左）と食害生物のヒラムシ（右）。

自生する天然のマガキの付着を目印とすれば、もっと低い位置に採苗器を設置した方が多くの種苗の付着が期待されるが、ヒラムシなどによる食害リスクも増加する。



図3-5.泥や付着性の珪藻類が表面を覆った採苗用のペットボトルの様子。このような状態になると、マガキの採苗は難しくなる。

**設置場所**：さまざまな場所に採苗器を設置して調査をした結果、外海などに開けた開放的な場所に設置した採苗器でより多くの種苗が付着する傾向にあります（長谷川ら，2018）。これは、開放的な場所では波あたりが強く、また潮通しも良いため来遊するカキの浮遊幼生が多いためではないかと推察しています。ただし、有明海の試験では、岸壁に囲まれた漁港内でも多数の種苗が付着したことから、潮の干満差が大きい海域では潮の流れに乗って多くの浮遊幼生が通過するためか閉鎖的な場所でも付着が多くなると考えられます。なお、後述する採苗器の種類によって、開放度と採苗成績の関係は異なっており、樹脂製採苗器ではより開放的な場所で付着が多い傾向がある一方で、ケアシエル採苗は中程度の開放度の地点で最も付着が多い傾向にあります（図 3-6）。これは、ケアシエルがそれを収容した養殖カゴなどの採苗器の中で動きやすく、開放度が大きく波あたりがきつい場所では削れてしまい、付着した種苗が脱落してしまうことなどが原因と考えられます。ケアシエル（株）では、この対策として、原料比率を変更して通常のケアシエルより硬くて摩耗しにくいカキ採苗専用のケアシエルも開発しています。

注意しなければならないのは、どのような採苗器でも非常に開放的で波あたりなどがきつい場所では、採苗器そのものの破損や流失が発生しやすくなります。また、その対策のために強固な採苗器の作製や設置をすることはコストや労力の増加につながるため注意が必要です。

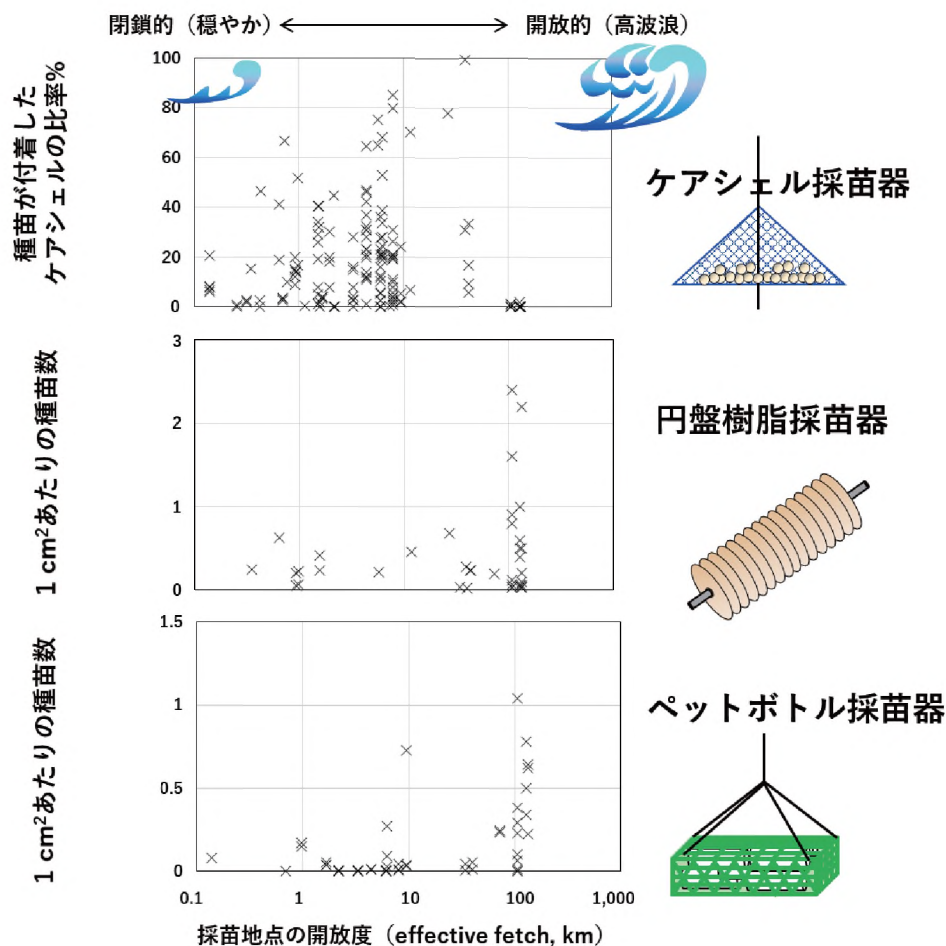


図 3-6. 採苗地点の開放度と採苗成績の関係。  
採苗地点の波あたり（静穏～高波浪）の指標となる開放度（閉鎖的～開放的）と種苗の付着量には関係性がみられるが、その傾向は採苗器の種類によって異なる。

## 採苗器の種類と特長、注意点

養殖カゴやバスケットなどに入れて殻付きカキ生産に用いるシングルシードを採苗する手法としては、樹脂資材（ペットボトルや市販されている円盤状の採苗専用樹脂など）に多数のカキを付着させた後にこれらの基質から剥離させて確保する手法や、小さな粒状の基質（ケアシェルなど）に種苗を1個体ずつ付着させる手法があります。

**樹脂製基質**：カキの種苗はさまざまな樹脂製の基質にも付着するため、両端をカットした飲料ペットボトルをカゴなどに詰めた採苗器や（図 3-7）、市販されている円盤型樹脂を束ねた採苗器で採苗することができます（図 3-8）。付着した種苗を基質から剥離すれば、容易にシングルシード種苗を確保することができます。比較的柔らかい素材であるペットボトルでは、手作業でも容易に種苗を剥離することができます。また、既製品の樹脂製採苗器でも衝撃を加えるなどすると手作業でも種苗を剥離することができますが、剥離するための専用の機械も販売されており、大規模に実施する際には活用することができます。



図 3-7. 兵庫県でのマガキ採苗などにに使われているペットボトル採苗器（左）とペットボトルに付着したマガキ種苗（右）。



図 3-8. カキの採苗用基質として市販されている円盤状の樹脂製採苗器（左）とその採苗器に付着したマガキ種苗（右）。

ただし、種苗がまだ小さい段階では貝殻も薄いため殻の破損による歩留まりの悪化が懸念されるため、ある程度殻に厚みがでる 10mm を超えた段階で剥離すると良いようです。また、比較的柔らかい素材であるペットボトルは、手作業でも容易に種苗を剥離することができます。既製品の樹脂製採苗器でも衝撃を加えるなどすると手作業でも種苗を剥離することができますが、剥離するための専用の機械も販売されており、大規模に実施する際には活用することができます。

※次節の筏採苗のペットボトルを用いた採苗も参考にして下さい。

**カキ殻加工固形物「ケアシェル」**：ケアシェルはケアシェル（株）が製造販売している養殖用資材で、農業用肥料などにも用いられるカキ殻の粉末を海産のマグネシウムと混合して粒状に成型したものです（図 3-9 左）。このケアシェルを養殖カゴや樹脂製のメッシュ容器に入れたものを採苗器として潮間帯に係留することで、ケアシェルに種苗を付着させ潮間帯採苗を行うことができます（図 3-9 右）。特に、1 個体だけ種苗がケアシェルに付着したものはシングルシードとして殻付きカキの養殖種苗に用いることができます（図 3-10 左）。ケアシェルに付着したカキは、ケアシェルの直径よりも成長した段階でふるいを使って選別でき、まだ小さい種苗は次の選別まで育成し、最終的に種苗が付着していないケアシェルは、翌年など次の採苗に再利用できます（図 3-10 右）。なお、ケアシェル以外の粒状の基質、たとえば、砂利や軽石、貝殻片にも種苗は付着します。



図 3-9. カキ殻加工固形物「ケアシェル」(左) とケアシェルを収容した養殖カゴを使った潮間帯採苗の様子(右) .



図 3-10. マガキ種苗が付着したケアシェル (左) とふるいによる選別の様子 (右) .

ケアシエルでの採苗では、1粒のケアシエルに複数の種苗が付着してしまうとシングルシードではなく言うなればダブルやトリプルシードになってしまい、良型の殻付きカキの生産に用いることが難しくなる点に注意する必要があります（長谷川ら，2018）。サイズが大きいケアシエルを使うと付着できる表面積が増えるためシングルシードにならない可能性が高くなるので、できるだけ小粒のケアシエルを使用する必要があります。また、6月頃のシーズンの最初の産卵は多くのカキが同調的に産卵し多数の種苗が付着しやすいため、ケアシエル採苗には不向きといえます。さらに、潮間帯の中～下部は種苗が多く付着する傾向にあるので、ケアシエル採苗では潮間帯の上部（カキの付着帯の上限）を目安に採苗器を設置し、種苗の付着状況を見ながら付着しすぎない採苗を心掛ける必要があります。

（「マガキ養殖システム」共同研究機関）

### 3-2. 潮下帯採苗

先述のように、沖域の筏などから海中に採苗器を吊るして行う筏採苗では、事前に浮遊幼生調査を行い付着時期の見極めを行う必要があります。ここでは新たに筏採苗による地場種苗の確保をはじめた兵庫県を例に、採苗法を紹介します。

兵庫県のカキ養殖産地であるたつの市室津地区と赤穂市坂越地区における地場種苗を使ったカキ養殖への機運の高まりを受け、兵庫県農林水産技術総合センターが「採苗マニュアル」（図 3-11）を作成し、技術移転を行いました。これにより、浮遊幼生の出現時期には生産者自らが調査を行い、採苗器の設置タイミングを的確につかみ採苗する取り組みが進んでいます。

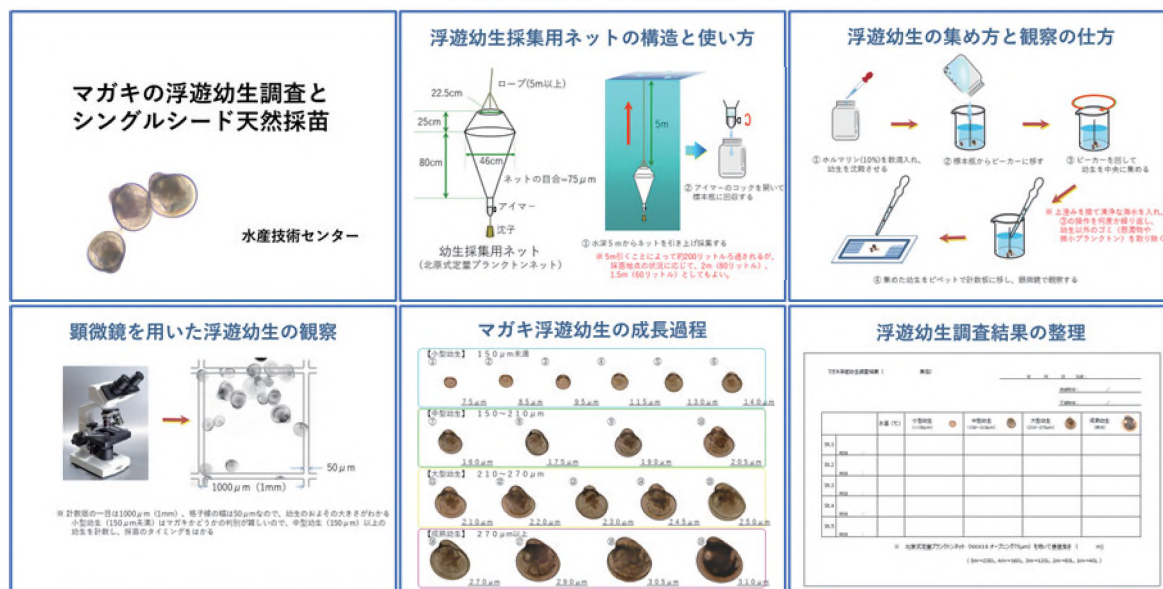


図 3-11. 兵庫県農林水産技術総合センターが作成した浮遊幼生調査マニュアル。プランクトンネットの使い方、採集したサンプルの検鏡方法、浮遊幼生出現数の評価方法などを解説している。兵庫県では、このマニュアルにもとづいて研修を行い、生産者の採苗活動を支援している。

## 赤穂市漁協坂越支所における浮遊幼生調査と採苗

赤穂市漁協坂越支所の一部の生産者は、採苗マニュアルにもとづいて、浮遊幼生調査の実施を以下のように行うこととしています。

- ・坂越湾内の採苗地点での調査の頻度はほぼ毎日とし、午前8時ごろに実施する。
- ・通常、プランクトンネットによる5.0mの垂直びき（ろ水量200L）が基本となっているが、採苗地点の水深を考慮して1.5mの垂直びきを2回（ろ水量120L）を実施する。
- ・幼生の計数では、150 $\mu$ m以下の小型幼生はマガキ以外の二枚貝幼生と区別しにくいので参考程度とし、明らかにマガキ幼生だと判別できる150～210 $\mu$ mの中型幼生以上の幼生数を基準に、採苗器の設置時期を決定する。
- ・300 $\mu$ m以上になり眼点がはっきり確認できる成熟幼生（便宜的に成熟幼生と呼んでいるが、付着直前になった幼生を意味する）が増加傾向にあり、ろ水量120Lあたり10個以上確認できるようになった段階で採苗器を設置する。

### 浮遊幼生調査と採苗スケジュールの事例（令和2年夏） ※図3-12を参照

7月12日：調査開始、これ以降ほぼ毎日調査

※水温が低く推移し幼生の出現が遅く成熟幼生の確認は7月下旬にずれ込んだ

8月10日：成熟幼生の増加を確認

8月11日：成熟幼生が11～16個/120Lとなったため採苗器を設置

8月12日：成熟幼生が25～60個/120L

※タイミングよく採苗が開始できたことを確認

8月15日：採苗器のペットボトルに十分な数の種苗の付着を確認（図3-13）

※剥離可能な10mm程度に成長するまで、そのまま垂下管理を継続

9月15日：剥離作業を行い、試験養殖に移行

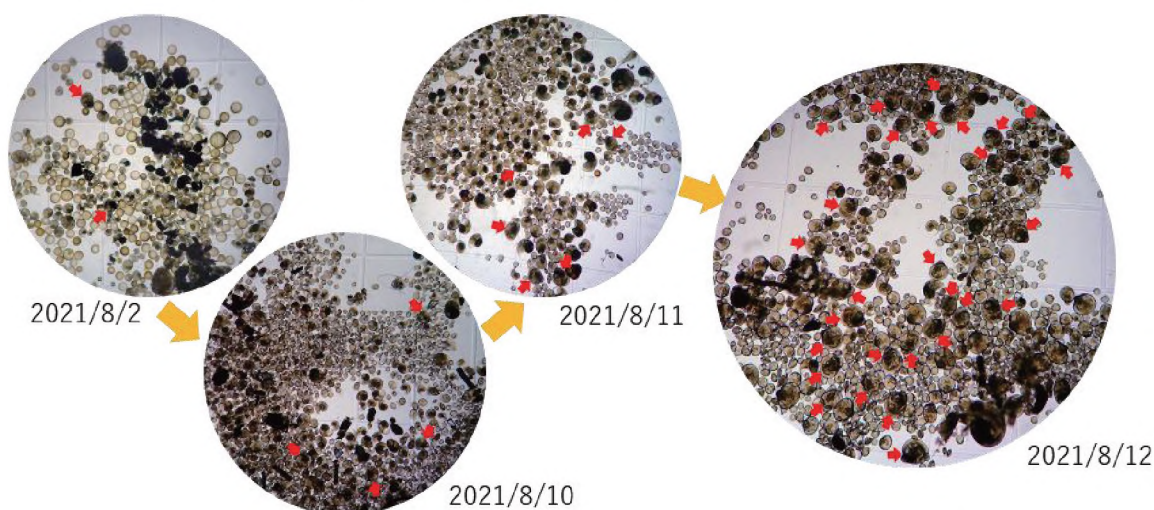


図3-12. 赤穂市漁協坂越支所における令和2年度浮遊幼生調査。

8月上旬に成熟幼生（付着直前の浮遊幼生）の出現が始まり、8/10にさらに増加、8/11には11～16個/120Lとなったため採苗器を設置。翌日の8/12にも25～60個/120Lの成熟幼生が確認され、タイミングよく採苗が開始できたと判断した。



図3-13. ペットボトルの表面に無数に付着したマガキ種苗。  
8/15（設置後4日）に0.5mm程度の種苗が多く付着していることを確認。

兵庫県ではさまざまな採苗器を試した結果、樹脂製の採苗器の一種といえる飲料ペットボトルを付着基質とした採苗器を用いています（谷田，2020）。この採苗器は、両端を切り落とした小容量のペットボトルを野菜カゴに収容して製作します（図3-14）。この採苗器を用いて、令和元年度には赤穂市漁協坂越支所では採苗器18基で約10万個（1基あたり約5,600個，付着密度=0.38個/cm<sup>2</sup>），室津漁協では採苗器15基で約5万個（1基あたり約3,300個，付着密度=0.22個/cm<sup>2</sup>）のシングルシードが得られ，令和2年度には室津漁協で採苗器31基で約60万個（1基あたり約1万9,000個，付着密度=1.30個/cm<sup>2</sup>）のシングルシードが得られました。

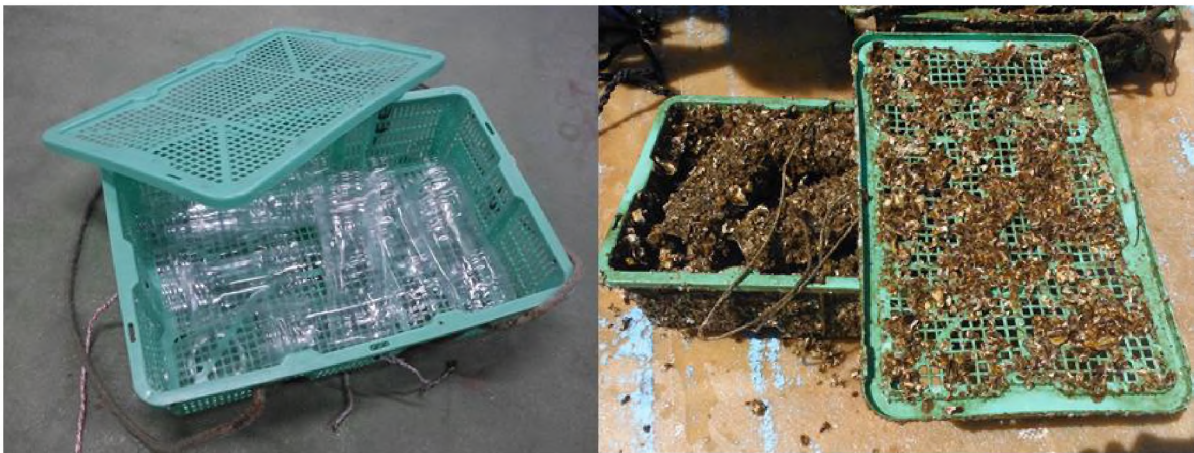


図3-14. 兵庫県のマガキの地場採苗で主に使われているペットボトル採苗器。  
両端を切り落としたペットボトルを野菜カゴに収容して採苗器としている。

また，赤穂市漁協坂越支所では，当初は野菜カゴのペットボトル採苗器を使用していましたが，試験協力者の発案で両端を切り落とした大容量のペットボトルを連結し外側に活魚運搬用の網袋（目合い6mm）をかぶせるといふ新たな採苗器も製作し活用しています（図3-15）。野菜カゴの採苗器では，種苗の剥離をすべて手作業で行う必要がありましたが，網袋の採苗器は，種苗を剥離する際に海中で強く振とうするだけで7～8割の種苗が剥離し，袋内にシングルシードを回収することができます。この新しい採苗器を活用し，赤穂市漁協坂越支所では令和元年度に採苗器70基で約70万個（1基あたり約1万個，付着

密度=0.56 個/cm<sup>2</sup>), 令和 2 年度には採苗器 80 基で約百万個 (1 基あたり約 1.25 万個, 付着密度=0.69 個/cm<sup>2</sup>) のシングルシードを得ることができました。

なお、兵庫県では、マガキ種苗を付着させる基質として、種苗が剥離しやすく、効率的にシングルシードを回収でき、材料の入手が容易でコストもかからない、という点からペットボトルを利用してしています。その際、脱プラスチック問題に対応するため、採苗時に野菜カゴや網袋で覆うことにより海中への流出を回避するとともに、採苗後には全量を回収し産廃業者を通じた処理をすることによって環境への逸散防止を徹底しています。また、採苗用のペットボトルは生産者が日常的に使用したものや直販施設等への来場者が捨てたものを再利用しており、このことにより浜のゴミの分別と減量化という副次的な効果も得られるようになっていきます。



図 3-15. 赤穂市漁協坂越支所の生産者の発案により改良された採苗器。  
両端を切り落とした大容量ペットボトルを連結し網袋で覆った改良型の採苗器は、海中で強く振とうすると付着種苗の 7~8 割が自然に剥離し袋内に回収でき、剥離作業が大幅に軽減された。

(谷田圭亮)

## 第4章. 殻付きカキ養殖の生産向上技術

天然のマガキは潮汐によって干上がったたり海中になったりする潮間帯に生息しています。マガキは干潮で空気にさらされている時、乾燥から身を守るために殻を閉じており、その間は餌を食べることはできません。潮が満ちて海水に浸かると殻を開けて餌を食べ始めます。筏や延縄養殖施設から海中にカキを吊るして飼育する垂下養殖では、常に餌を食べられるため潮間帯に生息している天然のカキよりも早く大きく成長させることができます。しかし、本来の生息場所（潮間帯）とは異なる環境で育成しているためか、養殖マガキは、夏季に成熟や産卵に起因すると考えられる衰弱や斃死、産卵後の身入りの回復の遅れなどで生産が不安定になることがあります。さらに、近年は地球温暖化など海洋環境の変化などにより、それらの現象が深刻化してきているとも言われています。この章では、養殖マガキの成熟・産卵を制御することで身入り不良、へい死などを軽減して、養殖マガキの高品質化や生産性の向上、出荷期間の長期化を可能にするための技術を、養殖海域の環境を模した陸上水槽での飼育試験と、北海道、三重県や広島県の海域での実証試験をもとに検討します。

種苗がバラバラのシングルシードのマガキ養殖では、カゴやバスケットなどの容器に収容して養殖を行う必要がありますが、結果として原盤種苗にくらべ通水性の異なる容器への移し替え（餌の制限）や漁場間の移動（筏と棚）などの養殖管理が容易になります。そのメリットを活かし、品質の向上や出荷時期の調整、へい死軽減による生産性の向上を図る餌制限や抑制などの養殖管理を導入することは、地場シングルシード養殖の成功のカギと言えます。

### 4-1. 餌制限による生産性向上技術

餌環境がマガキの生殖巣の発達に及ぼす影響を調べるために、成熟期にかけてのカキを用いて水槽で飼育試験をしたところ、カキの餌となる植物プランクトン（図4-1）が多いと生殖巣が大きく発達するのに対し、餌が少ない、あるいはほとんどなくても成熟が進み生殖巣が発達するものの、体の中の生殖巣の割合は、餌が多い場合にくらべて小さいことがわかりました（図4-2）。また、成熟の途中で餌の植物プランクトンが少なくなった場合も、ずっと餌が少なかった場合と同じように、体の中の生殖巣の割合が小さくなることがわかりました（長谷川ら、2020）。

この飼育実験の結果から、養殖マガキの成熟や産卵をコントロールするためには、餌の環境を変えることが有効であることがわかりました。餌が少ない環境におけば、カキの成熟や産卵を抑えることができますが、ずっと餌の少ない環境に置いておくと、マガキは大きくならないので、そのタイミングが重要になります。餌の環境を変える具体的な方法の1つとして、餌であ

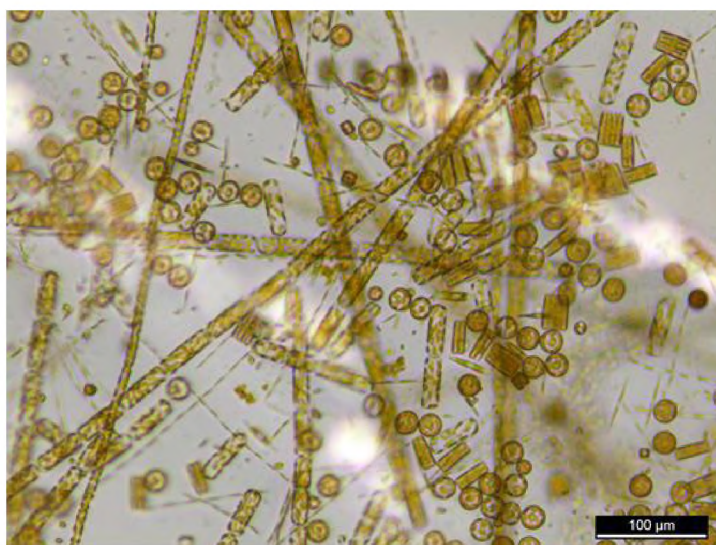


図4-1. カキの餌となる植物プランクトンの顕微鏡写真（撮影：渡辺剛氏）。

る植物プランクトンの少ない海域に養殖カキを移動することが考えられます。また、養殖海域を変えなくても、養殖容器に覆いをかけて通水性を妨げることで、カキの餌環境を制限することもできます。ここでは、成熟期のカキを網袋に入れて通水性を妨げて餌を食べにくくし、成熟や産卵をコントロールすることで出荷時期を早める養殖技術を紹介します。

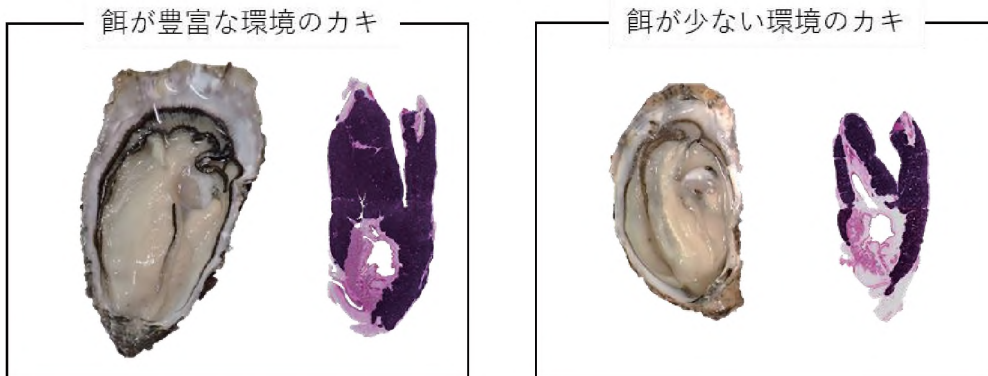


図 4-2. 餌が豊富な環境下（左）と餌が少ない環境下（右）で飼育した産卵直前のカキの軟体部と組織断面図。組織断面図は外套膜や閉殻筋（貝柱）を取り除いた内臓部を切断し染色して作成。濃い紫色の部分が生殖巣（精巣）で、餌が豊富な環境のカキの方が比率が高い。

### 北海道厚岸海域におけるカキえもんの早期出荷技術

北海道東部に位置する厚岸町では、親潮の影響を受けて水温が低い厚岸湾と、水深が浅く夏場には水温が上昇しやすい汽水湖の厚岸湖の2つの海域（図 4-3）を活用したマガキ養殖が盛んです。宮城県から購入する原盤種苗を使った養殖もされていますが、厚岸町カキ種苗センターで国内初のシングルシード方式で地場人工種苗を使って生産される“カキえもん”（武山，2016）は、「厚岸生まれ厚岸育ち」のブランドガキとして人気です（図 4-4）。

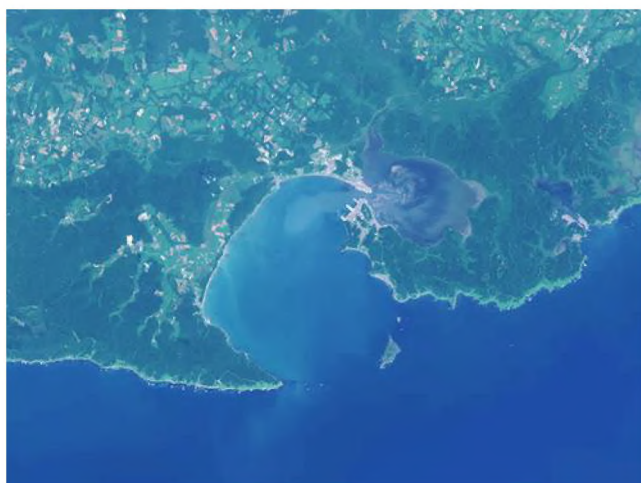


図 4-3. 北海道厚岸海域。  
衛星画像は Land sat 8 (USGS) のデータから AIST が作成・配布。



図 4-4. カキえもんの PR ポスター

カキえもんの養殖では、5月頃に5mm程度に成長した種苗が漁業者へ引き渡され、水温が低い厚岸の海で約2年程度ゆっくりと養殖され、生まれてから3年目となる夏の産卵後の晩秋に身入りを回復させて出荷するのが、一般的な養殖サイクルです。このような養殖サイクルでは、水温が上昇しやすい厚岸湖はカキを成長させたり成熟・産卵させる漁場、水温が低いものの海域が広く餌が多い厚岸湾は身入りを回復させる漁場として利用されます。

カキえもんの出荷は、通常、産卵が終了し身入りが回復する10月下旬頃から始まります(図4-5上)。しかし、温暖化の影響で全国的に産卵期の長期化とそれともなう身入り回復の遅れが問題となっており、厚岸海域でも出荷開始が遅れる傾向にあります。水温が高い状態で餌を十分に食べて栄養状態が良いカキは、成熟途中で新たに次の精子や卵などの配偶子の形成を始めるために、産卵後にもすぐに生殖巣が大きく発達する“再成熟”が生じやすく(図4-6左)、成熟と産卵が連続的に起こることがその原因と考えられます。そんな中、厚岸海域でのカキえもんを使った養殖試験によって、春から夏の産卵期にかけて網袋で覆ってカキを養殖しカキが餌を食べにくくする“餌制限”を施すと、生殖巣の発達が抑えられることがわかりました(図4-6右)。これは、餌の制限によって成熟途中での新たな配偶子の形成が抑制され、産卵後に再成熟が生じにくくなるためです(近田&武山, 2020)。成熟期に餌制限を行い、産卵期に入ったらずちに人工的に産卵誘発をして、産卵を速やかに終了させ、早期に身入りを回復させることで、秋の走りの時期に身入りの良いマガキを生産できるようになります(図4-5下)。以下にその詳細を説明します。

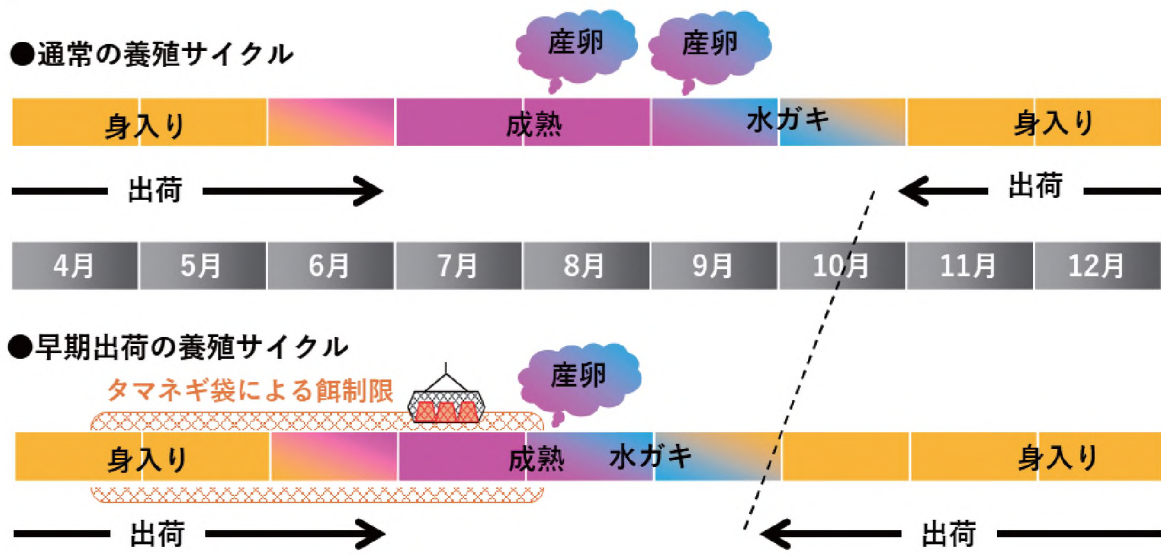


図4-5. カキえもんの通常の養殖サイクルと早期出荷の養殖サイクル



図4-6. 通常の養殖で産卵後に再び生殖巣が発達し再成熟したカキ(左)と餌制限によって再成熟が抑制され身入りが回復したカキ(右)。

**性成熟期の網袋を使った餌制限：**カキをタマネギなどの収穫用網袋(通称:タマネギ袋)に収容し養殖カゴに入れることで通水性を抑え、餌を食べにくくすることで餌制限を行います(図4-7)。養殖を行う場所によって餌の量に多少がありますので、技術を導入する際には、カキの様子を見ながらその場所に合わせて袋の枚数を調節します。厚岸湖の試験では、5枚の網袋を重ねた試験区で最も良好な結果が得られました。なお、餌制限を行うと、成長も止まるため、制限を始める段階でほぼ出荷サイズに達したカキがこのような養殖管理の対象となります。



図4-7. タマネギ袋にカキを収容し餌制限を行っている様子。

カキの成熟と産卵は、経験的に水温環境でよく説明できることが知られており、水温が10°Cを超えると性成熟を開始し、水温が10°Cを超えてから、毎日の平均水温から10引いた数値の累計を計算する積算水温( $\Sigma$ 日平均水温-10°C)が600°Cに達すると成熟盛期となり、産卵するとされています(大泉ら, 1971)。餌制限の開始時期が遅れ、水温が10°Cを大きく超える時期が続き成熟が進んでから餌制限を行っても、産卵後に再び成熟してしまうために、餌制限の効果が低くなります。このため、遅くとも積算水温が300°Cになる前に餌制限を開始する必要があるようです。

**産卵誘発：**マガキの産卵時期は、前述した積算水温である程度予測できるので、予測される産卵時期の少し前に網袋から取り出して産卵させます。これは、網袋の中で放卵放精がおこると、生み出された卵や精子がネットの中にとどまってしまう、網袋内の環境が悪化して、マガキのへい死につながる恐れがあるからです。十分に成熟したマガキでは、一時的な干出や紫外線滅菌海水での畜養で、放卵放精を誘発することができます。このため、網袋から取り出して海中で自然産卵を待つのではなく、人工的に産卵を誘発して少しでも早く産卵を終了させることも養殖管理の選択肢の一つといえます。カキえもんの試験では、日陰で5~7時間程度干出させた後、紫外線殺菌海水の掛け流し水槽に収容することで、産卵を誘発しています(図4-8)。産卵が起こると海水が激しく泡立ちます。



図4-8. 紫外線滅菌海水による産卵誘発の様子。産み出された卵や精子によって泡立っている。産卵放精したカキの卵や精子を吸い込んだ別のカキもそれに刺激され次々に放出が始まる。

**身入り回復：**産卵誘発が終了したら養殖施設へ再垂下しますが、産卵後は網袋による餌制限を行わず、通常の養殖カゴで餌をしっかりと食べさせます。この際、高い水温が維持される海域で再垂下すると、身入りの回復ではなく、再び成熟し生殖巣が大きく発達する可能性があることから、水温の低い海域に垂下する必要があります。また、再垂下の時期が早すぎると、水温の上昇が続いて、やはり再成熟してしまうこ

とから、水温上昇が終わる時期（厚岸では8月中旬）に入ってから再垂下するように、日程を調節することが重要です。厚岸湖は浅いため気温の影響を受けて春の早い時期から水温が上昇することから、4月下旬から厚岸湖でカキを養殖すると、産卵の目安の積算水温 600°Cに達する時期が7月中旬になります（図4-9上）。7月中旬に産卵させて再垂下しても、この時期の厚岸湾の水温はまだ上昇するため、カキに再び成熟するスイッチが入りやすく、餌制限していない場合と同様に再成熟の割合が高まってしまいます。春に少し長く冷たい厚岸湾に垂下しておき、5月下旬頃から厚岸湖で餌制限を施した養殖を開始すると、ちょうど産卵後には厚岸湾内の水温も上げ止まり、再成熟せずに身入り回復へと進みやすくなります（図4-9下）。海域にもよりますが、1ヶ月半～2ヶ月程度で成熟せずに身入りが回復し、9月下旬～10月のはしりの時期にカキ本来のおいしさを堪能できる状態で出荷可能となります（図4-10）。

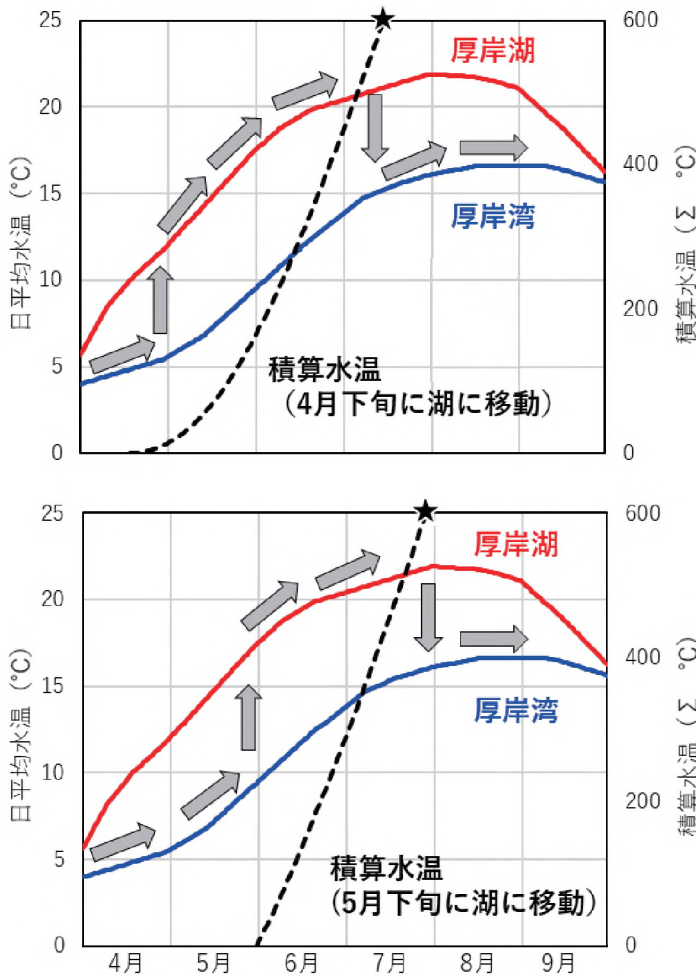


図4-9. 厚岸湖と厚岸湾の水温変化と厚岸湖へ移動時期の違いによる積算水温の試算.



図4-10. タマネギ袋による餌制限と産卵誘発によって早期出荷できる身質・身入りとなったカキえもん (2020年10月9日)

(近田靖子, 武山悟, 長谷川夏樹)

## 4-2. 抑制の再評価

国内のマガキ養殖は筏や延縄をつかう垂下養殖がほとんどですが、最近では大分県中津の「ひがた美人」(柳田, 2019) や宮城県松島の「あたまっこカキ」(神山, 2016) など、マガキの本来の生息場所である潮間帯で干出させながら養殖するマガキも流通するようになってきました。これらは、潮間帯という環境を活かして育てられた特徴的な殻付きカキです。また、一般的なマガキの垂下養殖の工程の中にも「抑制」と呼ばれる工程を取り入れている産地があります。それは、採苗したマガキの原盤種苗を抑制棚(図 4-11) と呼ばれる干潮時に干上がる場所で養殖する方法で、成長を抑制しながら脆弱な種苗を淘汰するとともに産卵による疲弊を防ぐ、言わばカキを鍛えつつ垂下養殖を開始できる種苗を確保する工程です(平田ら, 2006)。私たちは、原盤種苗の抑制でも指摘されている産卵による疲弊を防ぐことでへい死が軽減する効果を期待し、シングルシードの種苗からの殻付きカキ生産における潮間帯での抑制に関する試験をおこないました。

試験は広島県と三重県で実施し、養殖方法(筏での表層垂下養殖: 筏垂下群と潮間帯の棚等での抑制: 棚抑制群) が生残や成長に与える影響を調べました(図 4-12)。



図 4-11. 潮間帯の抑制棚における原盤種苗の抑制の様子。



図 4-12. 筏の表層での垂下養殖(左)と潮間帯の棚における抑制(右)の様子。

その結果、広島県での試験では成熟産卵期にあたる採苗翌年の春から晩夏にかけて多くのカキのへい死が6月下旬と9月中旬に発生しましたが、棚抑制群ではその死亡率が低い傾向にありました

(図 4-13 左)。この際、筏垂下群では体の中の生殖巣の割合が大きくなりましたが、棚抑制群は筏群の3分の1程度に留まり、抑制棚での飼育によって成熟や産卵が抑えられていることがわかりました。

一方、三重県では採苗翌年の晩夏9月にへい死が発生しましたが、このへい死発生時の死亡率は筏垂下群と棚抑制群で明瞭な差はありませんでした(図 4-13 右)。ただし、三重県の筏垂下群では、晩夏へい死にあわせてカキの平均サイズが低下するという現象も確認されました。これは、大きく育ったカキほど死にやすいことを示唆しています。また、三重県では採苗年の秋から翌春にかけても筏垂下群で多くのカキが死んでいます。

このような結果から、潮間帯の棚等による抑制は、カキの生残率の向上に寄与するようですが、その効果を最大限に発揮するには、カキを成長させず小型に留めおくことが重要と推察されます。

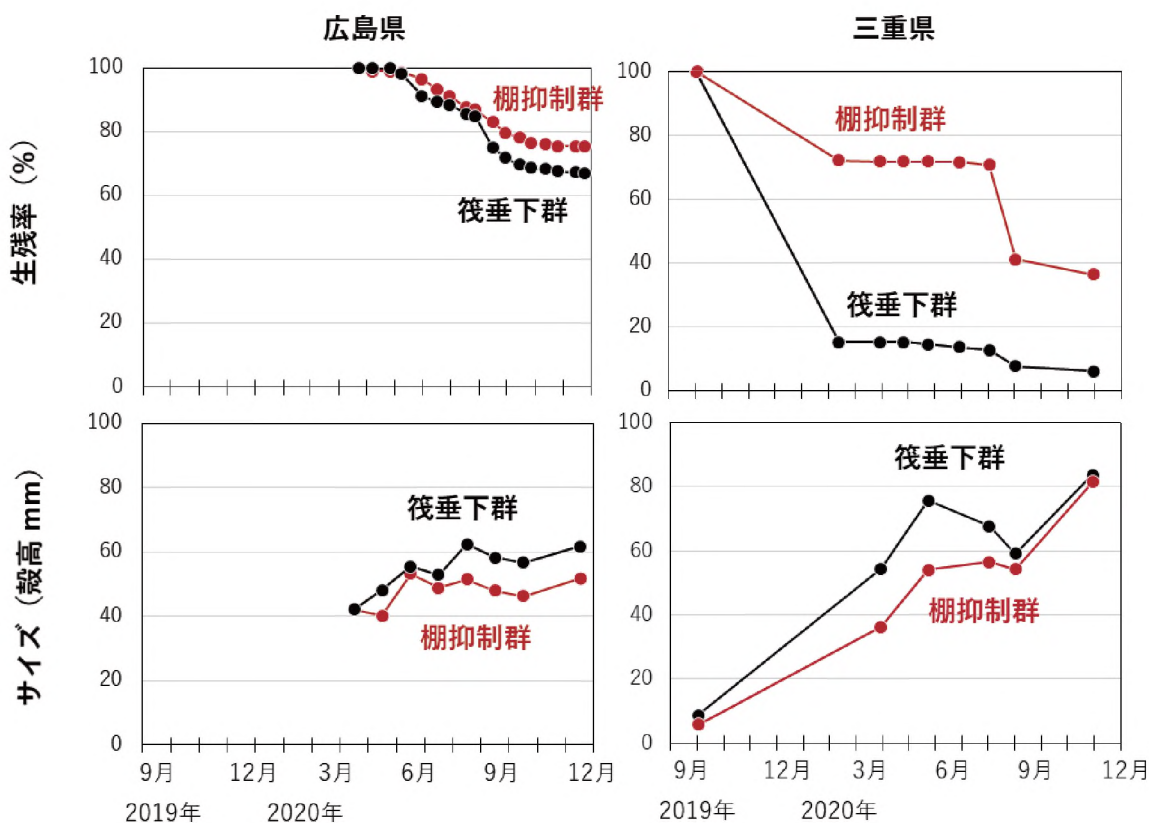


図 4-13. 広島県 (左) と三重県 (右) の養殖試験における生残率と平均サイズの推移。  
筏垂下群：筏の表層で垂下養殖したカキ，棚抑制群：潮間帯の棚で抑制したカキ。

(伊藤篤，村上倫哉，長谷川夏樹)

## ～実践編～

### 第5章. 地場種苗を活かした殻付きカキ養殖のモデルケース

#### 5-1. 三重県におけるケアシェルガキ生産

伊勢湾の湾口部に位置する三重県の鳥羽海域や的矢湾では、複雑なりアス海岸地形を活かしてカキ養殖が盛んです（図5-1）。また、これらにくらべると小規模ですが、南伊勢町の五ヶ所湾などでもカキ養殖が営まれています。これらのカキ養殖産地で使われるカキの種苗は、宮城県や三重県南部の白石湖で採苗された原盤種苗が中心です。しかし、的矢湾では、生産者が潮間帯に原盤採苗器を吊るして行う地場採苗も小規模ながら営まれており、また、2011年の東日本大震災を契機に、鳥羽市浦村地区の有志が「浦村地種研究会」を結成し、原盤を使った海中採苗に取り組んでいます。これらの産地では、むき身生産に加え殻付きカキ生産も盛んで、特に鳥羽地区では、カキ生産者が営む焼きカキ小屋が人気で（図5-2）、シーズンの休日ともなると関西や東海の都市圏からの車で幹線道路が渋滞するほどです。



図5-1. 三重県の主要なカキ産地



図5-2. 盛況なカキ小屋の様子と所せましと車が並ぶ駐車場

このように、大産地にくらべれば殻付きカキ生産比率が高い産地ですが、その生産方法は、垂下養殖した原盤種苗のカキを出荷シーズン前に水揚げしてばらして養殖カゴに入れ直し、身を入れるスタイルです。そんな中で、産地の顔となるような殻付きカキ生産を目指して、シングルシードを使った養殖も始まっています。それは、カキ殻加工固形物「ケアシェル」(3章, 図3-9)を使った地場採苗とそれを活かした殻付きカキを生産する取り組みです（木村, 2019）。

鳥羽市では、カキ養殖で大量に排出されるカキ殻の有効利用のため、粉碎・肥料化する工場があり、さらに、その粉碎したカキ殻を原料とした粒状の加工固形物「ケアシェル」がアサリの採苗養殖用資材として製造・販売されています。このアサリの採苗に用いた網袋（図 5-3）の中のケアシェルにマガキが付着しているのに気付いた浦村の漁業者の声をヒントに、水産機構などが開発したのがケアシェルを使った潮間帯採苗技術です。廃棄カキ殻の有効利用「リサイクル」の産物であるケアシェルで確保した「生まれも育ちもココ」を標ぼうできる地場種苗は、産地の顔としてぴったりです。



図 5-3.干潟に設置されたアサリ採苗用網袋（ケアシェルや砂利が封入）とその中でケアシェルなどに付着し育ったカキ

**ケアシェル採苗**：三重県におけるケアシェルによる潮間帯採苗は、マガキの産卵期にあたる 6～8 月に開始しています。養殖カゴ（提灯カゴやザブトンカゴなどと呼ばれるもの）や樹脂製のネットで制作したパイプ型の採苗器にケアシェルを収容し、それらを棧橋の柱に固定したパイプや鉄筋などで仮設した棚に係留して採苗を行います（図 5-4）。種苗の付着は入り江の奥まった場所よりも、海水交換の良い入り江の口部などで良好な傾向にあるため、採苗器の設置はそのような場所で行っています。ただし、私たちは、産地の顔となるような良型なカキの生産を目指しているため、形がいびつになりやすく、分割作業などの手間も増えるシングルシード以外の種苗は好ましくありません。ケアシェル採苗では、種苗の付着が多すぎるとシングルシードの比率が低下します。このため、採苗器の設置は、岸壁などのカキ付着帯の上限を目安にしています。また、大量の浮遊幼生が産み出される産卵期前半ではなく、後半（三重県では 7 月下旬以降）が適していると考えています。シングルシードの比率が高い種苗を確保するには、採苗器に入れたケアシェルの数の半分ぐらいに種苗が付着するように調整するとうまくいくようです。



図 5-4. ケアシェル採苗器の設置の様子。  
作業用棧橋の橋脚を利用した設置（左）、仮設の棚を利用した設置（中央）、岸壁への設置（右）。

種苗の回収は9月下旬から開始します。採苗に使ったケアシエルのサイズ（直径）に合わせたふるいで成長した種苗が付着したケアシエルと、そうでないケアシエルを選別します（第3章，図3-10）。抜け落ちたケアシエルにもまだ小さい種苗が付着しているものもあります。種苗数が不足する場合は，これらのケアシエルを再び海に吊るして種苗が成長してふるい分けできるようになるのを待ちます。種苗数が十分な場合は，抜け落ちたケアシエルは陸上で干しあげた後に保管すれば，翌年の採苗に用いることができます。

なお，多くのカキが養殖されている鳥羽海域だけでなく，養殖されているカキの数はそれほど多くはない五ヶ所湾でも，毎年たくさんの種苗の付着が確認されることから，岸壁や岩場に自生する天然のマガキも幼生の供給源となっていると推察されます。

**ケアシエルガキの養殖：**鳥羽海域の浦村地区や五ヶ所湾で行われているケアシエル種苗を用いたカキの試験養殖は，主としてオーストラリア製のバスケット（樹脂製の養殖カゴ）で行っています（図5-5）。



図5-5. 養殖用バスケットを使ったケアシエルガキ養殖の様子。

三重県では，筏施設によるカキ養殖が基本となっているため，良型のカキに育てるとともに種苗同士の再付着を防ぐため，筏から海面にバスケットを吊るし，波による揺動を与えながら育てます。この際，過密にならないように成長に合わせて分割やバスケットの目合いの変更を行います。

三重県では，夏から秋にかけて採苗した種苗の翌春（採苗から約半年）出荷と，越夏させ翌秋以降（採苗から1年以上）出荷の2つの選択肢があります（図5-6）。

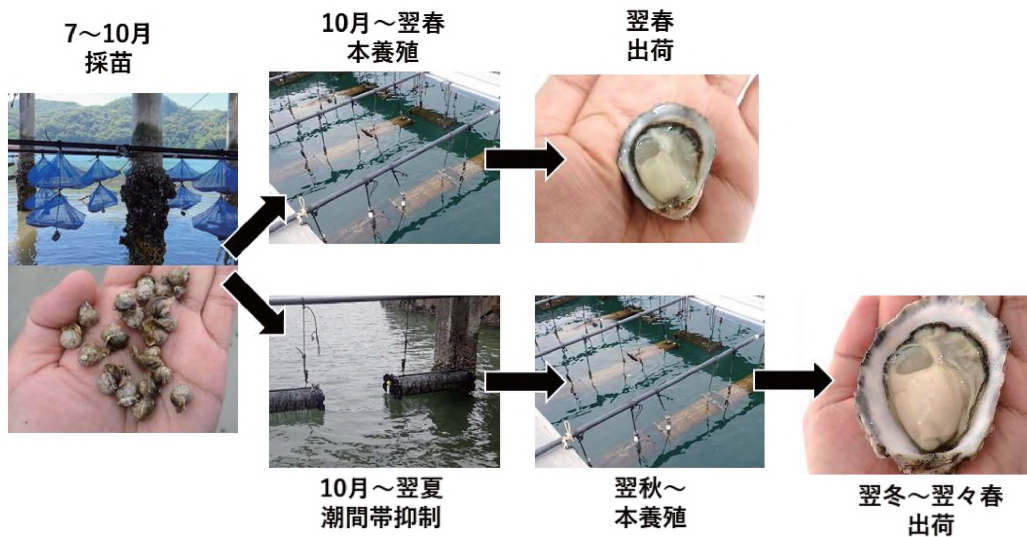


図5-6. 三重県におけるケアシエルガキ養殖サイクルの事例。

翌春出荷はカキのサイズが小さいため単価を高く設定しにくくなりますが、産卵期を経ないため歩留まりが良くコストを抑えることができます。伊勢湾の湾口部に位置する鳥羽海域では、冬季に水温が低下しやすく、採苗の翌春に出荷できるカキの数は多くはなく、また出荷できるとしてもサイズは決して大きくはありません。ただし、生産者の多くが生食用の浄化設備を有し、海域の衛生検査なども実施されているため、ケアシェルガキの「生まれも育ちも鳥羽、リサイクル」のストーリーをPRポイントとして、出荷販売する取り組みが進められています（図5-7）。



図5-7. さまざまな大きさのケアシェルガキと春のケアシェルガキ盛

一方で、より南に位置する五ヶ所湾では、冬季も水温が比較的高く推移するため、9月に採苗から養殖に移行する養殖方法では、翌春には30gを超えて生食用の出荷サイズに到達する個体の比率が鳥羽海域にくらべて多くなります。ただし、五ヶ所湾の生産者は加熱カキの出荷を基本としているため、加熱カキとしてはこれらのサイズでは不十分です。このため、越夏し秋以降の出荷を目指した養殖を進めることとなりますが、夏のカキの産卵期には、大量へい死が発生し、生残率が30%を切るなど生産上の大きな課題に直面します（図5-8）。



図5-8. 2019年夏に発生したマガキのへい死殻が開いて死亡が目立つ原盤養殖のカキ（左）、生き残ったカキ（コンテナ）よりも死亡したカキが多い試験養殖中のケアシェルガキ（右）。

カキを常に海中に吊り下げて育てる垂下養殖ではなく、潮間帯で育成する「抑制」と呼ばれる方法を用いて養殖すると、このようなへい死が軽減されることが期待されます（理論編を参照）。抑制では、カキが干出ストレスを受けるため成長が抑えられますが、小さいカキほど生殖巣が小さいため、成熟産卵にともなうダメージを少なくできるためと考えられています。ただし、五ヶ所湾では2017年から始まった黒潮の蛇行にともなって水温が高く推移するとともに、カキの餌となる植物プランクトンの発生が極端に低下していることが影響してか、劇的な生残率の改善にはつながっていません。また、餌の不足は、秋～春の出荷時の身入りの不足の原因ともなっています。一方で、五ヶ所湾では古くからマダイ等の魚類養殖がおこなわれている入り江があり、その海域では養殖魚への給餌が栄養源となってカキの餌となる植物プランクトンの発生が良好となっています。この海域の生産力を一時的に利用することでカキの身入りを高めることができます。五ヶ所湾周辺は、鳥羽海域のようにカキを目当てに訪れる観光客は多くはありませんが、冬でも温暖な気候やリアス式海岸に沿ったワインディングロードを楽しむバイクツーリングなどのドライブ客でにぎわいます。原盤カキにくらべ収穫時の作業が少ないシングルシードの殻付きカキの特長を活かし、これらの人々をターゲットにした直販強化の取り組みなども進められています。

（長谷川夏樹，山口恵，山口慶子）

## 5-2. 兵庫県における殻付きカキ生産

兵庫県では昭和50年代後半以降になって本格的なマガキ養殖が行われるようになり、その後に養殖規模が急速に拡大し、平成30年には約8,700トン（殻付き換算）を水揚げ、広島県、宮城県、岡山県に次ぐ全国第4位の生産県となっています。兵庫県のマガキ養殖は、県西部の播磨灘海域の7漁協で、主に筏垂下式養殖法で行われています（図5-9）。水揚げされたマガキはそれぞれの生産者がもつ加工場（兼直売所）でむき身加工を行い、出荷するのが一般的です。しかし、最近は流通形態の多様化により、殻付きでの出荷が増加してきたことに加え、直販施設での販売（殻付き、むき身）、消費地市場や個別の飲食店への直送販売も増加しています。いずれも、漁協による共同販売は行われておらず、生産者が個々に販売ルートをもっているのが特徴です。



図5-9. 兵庫県におけるマガキ養殖漁場。

兵庫県のマガキ養殖は、県西部の播磨灘海域の7漁協で、主に筏垂下式養殖法で行われており、養殖に用いる原盤種苗はそのほとんどを県外から購入している。

兵庫県では養殖に用いる種苗のほとんどを県外から購入する原盤種苗に頼っています。通常、種苗購入費は生産額の1割程度ですが、供給県での採苗の好不調によって種苗価格は大きく変動し、このことが養殖経営を圧迫するひとつの要因となっています。

兵庫県ではこれまで天然採苗はほとんど行われてきませんでした。その最大の理由は本県海域の干満差が小さいため抑制棚を設置できる漁場が限られていることによります。そのような中、平成13～17年には水産技術センターが天然採苗技術普及のための調査研究を実施し、一時は抑制棚の収容限界数に近い、原盤種苗100万枚程度の採苗が行われましたが(岡本, 2006)、その後は種苗が比較的安定して入手できる年が続いたため、自ら天然採苗を行う意欲が低下し、採苗される原盤数も減少してしまいました。

ところが、平成23年の東日本大震災によって宮城県産の種苗が減少して以降、種苗価格の上昇基調が続いたことに加え、平成26年の広島県での採苗不調によりさらに高騰し(長谷川&坂見, 2019)、種苗の入手が困難になりました。これを契機に再び天然採苗を行って種苗を安定的に確保しようという動きがみられるようになり、この翌年、生産者の要望のもと、水産技術センターは採苗技術研修会の開催や漁場調査による採苗適地の探索等を行い、養殖現場では徐々に天然採苗への取組みが広がってきました。そして、平成30年度から令和2年度にかけて「天然採苗によって得られた地場種苗を用いて、抑制棚を使わない新たな養殖方法(シングルシード)によって育成し、殻付きカキとして出荷する」という、収益性の高いマガキ養殖システムの開発をめざした研究を実施しました。

**シングルシードの地場採苗**：「3-2. 潮下帯採苗」で述べたように、潮間帯採苗ができるような干潟域が少ない兵庫県の養殖漁場では、潮下帯においていったん基質に付着させた稚貝を剥離してシングルシードを得るという方法で採苗を行うこととしました。さまざまな採苗器で、稚貝の付着数や剥離時の作業性を評価したところ、「両端を切り落とした飲料ペットボトルを野菜カゴに入れた採苗器」が最も有効であったため、これを兵庫県のシングルシード採苗器のスタンダードとしました(3章, 図3-14)。さらに、赤穂市漁協坂越支所では試験協力者によって改良された「両端を切り落とした大容量ペットボトルを連結し外側に網袋をかぶせた採苗器」も活用されています(3章, 図3-15)。

いずれにしろ、潮下帯で採苗を行うには、的確なタイミングで採苗器を設置することが重要であり、このための浮遊幼生調査を自らが実施できるようになる必要があります。このため「採苗マニュアル」

(3章, 図3-6)を作成し、技術移転を行なった結果、生産者が自ら幼生調査を行って地場採苗を実施する体制が定着しつつあります(3章, 図3-7)。

**シングルシードの地場種苗を使った養殖**：ペットボトル採苗で得られたシングルシードは、9月以降、赤穂市漁協坂越支所では筏から垂下した丸カゴと延縄漁場のバスケットを併用して2週間～1ヶ月ごとに入れ替えながら育成する方法、室津漁協では延縄漁場のバスケットのみを用いて育成する方法(吉本, 2019, 津田, 2019)で本養殖に移行します。(図5-10)。

本養殖開始から約6ヶ月後の3月には、丸カゴとバスケットを併用した赤穂市漁協坂越支所では殻高約80mm、殻付き重量50g、バスケットのみの室津漁協では殻高約70mm、殻付き重量約45gに到達します(平成30年度成績)。赤穂市漁協坂越支所では一定期間、静穏な漁場で丸カゴを用いて育成することによって成長を促し、室津漁協では常にバスケット内で転がしながら育成することで、殻幅が大きく

丸みを帯びた形状（カップが深い）にすることをめざし、それぞれ異なる養殖方法を取り入れています。（図 5-11）。

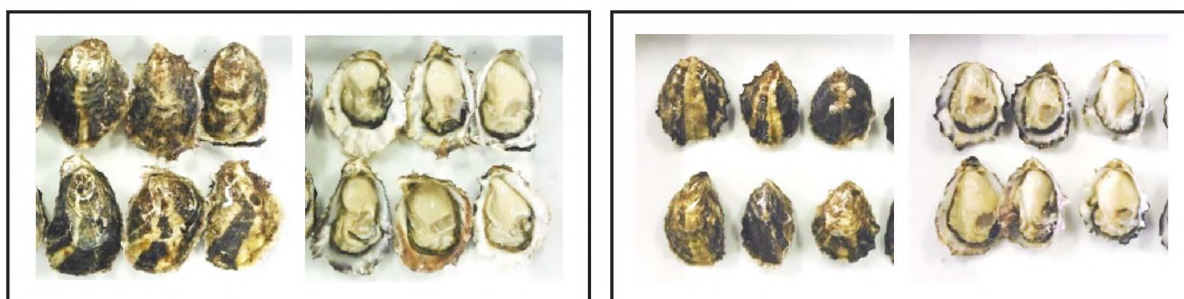
これまでの養殖試験で、採苗から8ヶ月ほどで出荷サイズにまで育成できることが確認されたことで、本県のように抑制漁場が狭小なために十分な種板をつくれないうところであっても、天然採苗による種苗を活用し、短期間で出荷、販売できることが明らかとなり、各漁協では生産体制の強化を進めています。



赤穂市坂越地

たつの市室津

図 5-10. 赤穂市坂越地区およびたつの市室津地区におけるシングルシード養殖試験の様子。  
赤穂市漁協坂越支所では筏から垂下した丸カゴと延縄漁場のバスケットを併用して2週間から1ヶ月ごとに入れ替えながら育成し、室津漁協では延縄漁場のバスケットのみを用いて育成しました。



赤穂市坂越地

たつの市室津

図 5-11. 異なった養殖方法で育成されたシングルシードマガキの形状の比較。  
赤穂市漁協坂越支所では成長は早いものの殻の形状にばらつきが大きく、室津漁協では成長は遅いがカップの深い形状の整ったマガキが育成されました。

**地場ガキの販売：**ペットボトルで採苗したシングルシードの地場種苗から育てたカキは、通常の前盤種苗から筏での垂下式養殖で育てたカキと比べるとかなり小ぶりです。赤穂市漁協坂越支所と室津漁協では、このような地場天然種苗を用いたシングルシードマガキの流通の可能性を探るため、試験販売を行いました。

赤穂市漁協坂越支所では、平成30年度には消費地市場や個別の飲食店や大手仲買業者を対象とした試験販売では、通常の前盤マガキとの違いを明確化し、販売価格に反映させることができず、販売価格は低調にとどまりました。そこで、令和元年度には直販施設での販売や、「ふるさと納税返礼品」として活用することとし、坂越産シングルシードマガキ「せとのゆりかご」と命名、申し込みを募りました

(図5-12)。しかし、試験販売を始める3月下旬にはすでに新型コロナウイルス感染症のまん延拡大による影響が出ており、消費地市場や個別の飲食店への出荷ができなくなっていました。また、直販施設にも客足が遠のき、450～500円/kgで販売せざるを得ない状況となりました。一方、ふるさと納税返礼品としての申し込みは155件(155kg)あり、予定通りに出荷(2,000円/kg)することができました。しかし、兵庫県では漁場行使規則により夏越しのカキをもてないため、最終的には数万個の処分を余儀なくされました。

室津漁協では、令和元年度の2月以降、30g以上に成長したものから順次、仲買への出荷および直販施設での販売を行いました。直販施設では、2、3月の通常の前盤マガキと比べると非常に小さく、物珍しさも相まって顧客の反応は良好でした。その際の30～40gサイズで60円/個(約2,000円/kg)での販売は、通常の前盤マガキの価格(900～1,200円/kg)を大きく上回っていました。しかし、3月中旬以降は新型コロナウイルス感染症のまん延拡大により、仲買への出荷は休止、直販施設の営業も停止したため、販売を終了せざるを得なくなりました。

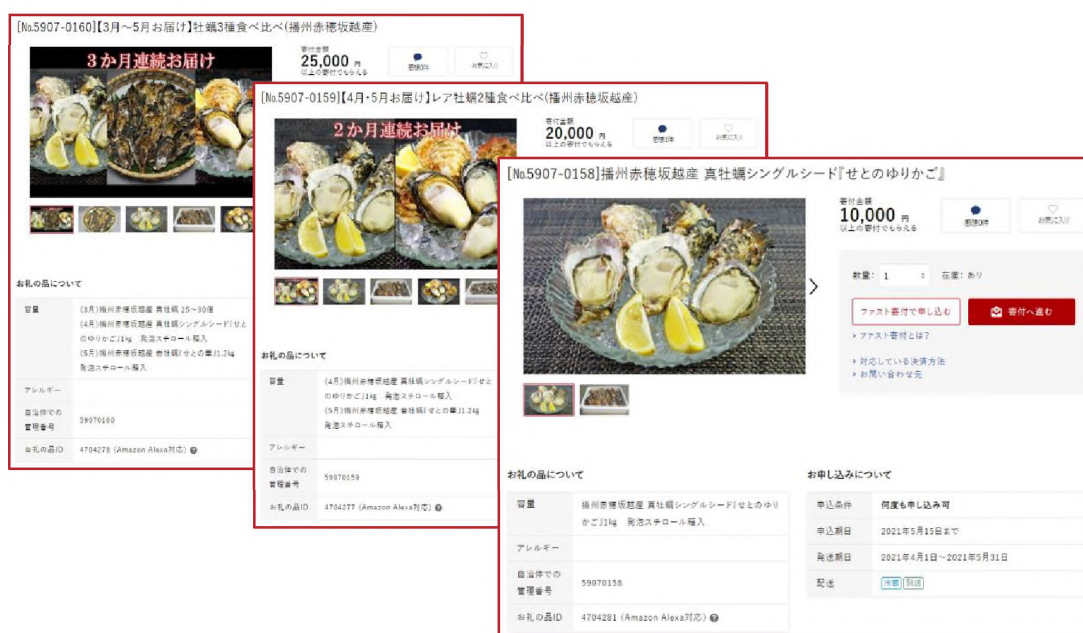


図5-12. ふるさと納税返礼品としての活用例(出典:「ふるさとチョイス」HP)。

赤穂市漁協坂越支所では消費地市場や飲食店への出荷や直販施設での試験販売のほか、ふるさと納税返礼品:坂越産真牡蠣シングルシード「せとのゆりかご」として申込みを募っている。

これから：兵庫県において、地場種苗を活用したマガキ養殖を普及するためには、採苗した種苗をそのまますぐに養殖用種苗として利用できることが必要条件となります。シングルシード養殖はこの条件に適した手法であると考えられますが、「純兵庫県産マガキ」(大野, 2016)として他県産の種苗を用いた通常養殖のマガキとの差別化を図り、付加価値の高い販売戦略を構築しなければなりません。これまでに実施した試験販売によって、「ふるさと納税返礼品」としての活用は高単価が見込めることがわかりました。また、それぞれの生産者がもつ直販施設では、同時に販売する通常養殖マガキと並べることによって養殖方法や種苗の違いを明示できること、さらには味分析により通常養殖マガキに比べて酸味がやや強く旨味がやや弱い(=あっさりしている)という特徴(図 5-13)をPRし、「純兵庫県産のシングルシードマガキ」として付加価値を高めて販売することができるのではないかと考えられます。しかし、これらの方法で販売できる量は限られており、今後、生産量の増加が想定される上で、安定的な販売システムを確立していく必要があります。

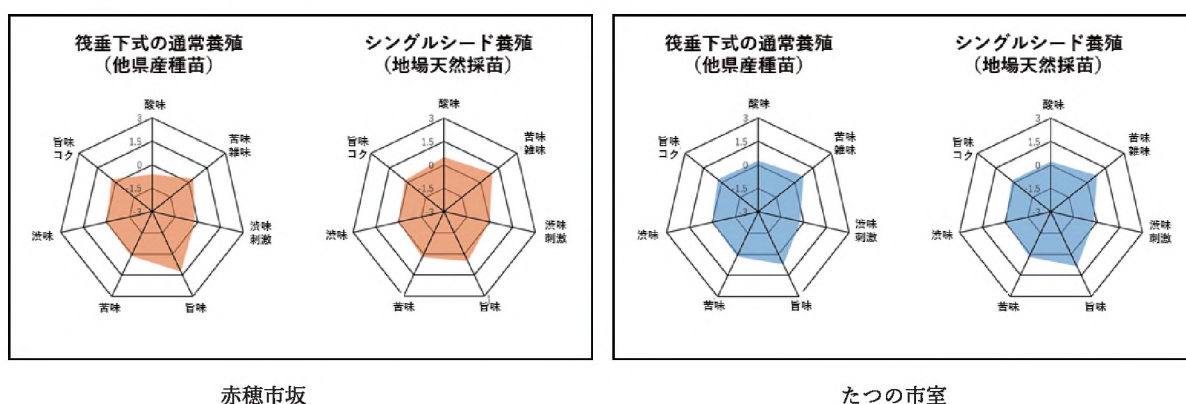


図 5-13. 従垂下式の通常養殖の他県産種苗マガキと地場天然採苗のシングルシードマガキの味分析結果。  
2020年1月27日に水揚げし、23日間の冷凍保存後に味覚センサーを用いて分析。  
室津ではほとんど差がなかったが、坂越では地場天然採苗のシングルシードマガキは通常養殖のマガキより酸味がやや強く旨味がやや弱い(あっさりしている)という特徴がみられた。

(谷田圭亮)

### 5-3. シングルシード養殖が盛んな大分県での地場種苗利用

大分県内のマガキ養殖の生産量は年間 120 トン前後で推移しています。県内生産量の大部分を占める杵築市をはじめ、これまで県内のマガキ養殖では基質にホタテ殻（主に宮城県産天然種苗）を用いたカルチ養殖が主体でしたが、近年、中津市の「ひがた美人」（図 5-14 左）、佐伯市の「大入島オイスター」（図 5-14 右）といった、シングルシード種苗を用いた新たな養殖も始まっています。



図 5-14. 大分県内で生産されているブランドガキの「ひがた美人」（左）や「大入島オイスター」（右）。（写真提供：大分県漁業協同組合中津支店および合同会社新栄丸・宮本信一代表）

「ひがた美人」は平成 24 年に大分県中津市地先において試験養殖が開始され、平成 26 年から本格的なカキ養殖が行われるようになりました（柳田，2019）。シングルシードの人工種苗をフラブシーで中間育成後、干潟域に設置した養殖カゴに収容し、養殖しています。本格出荷が開始された平成 26 年から漁協直営のカキ小屋も開設されています。将来的に生産規模拡大による雇用の場の創出も期待されています。また、「大入島オイスター」は平成 30 年に大分県佐伯市大入島地先において試験養殖が開始され、令和元年から本格的なカキ養殖が行われています。自家採苗した天然種苗や人工種苗を用い、沿岸漁場でバックに収容したカキの「揺らし」と「天日干し」を専用船で行うフリップファームシステム養殖を採用しています。令和元年には佐伯市シングルシード養殖協議会が立ち上げられたことにより、佐伯市広域にわたるカキ養殖の普及拡大が期待されています。

このような先導的な取り組みなどによって、大分県内においては、シングルシード種苗を用いた養殖への関心が高まっています。一方、養殖現場では種苗の多様化や低コスト化への要望も強いことから、天然採苗による地場種苗を用いたシングルシード養殖の普及拡大が大いに見込めると考えています。

**大分県における地場種苗利用の可能性：**平成 30 年度から令和 2 年度にかけて、大分県内のマガキ産地である杵築市、中津市、豊後高田市の 3 地区で潮間帯でのマガキの天然採苗試験を実施し、主に下記の 4 つのことが明らかとなりました。

- ①大分県内海域においても潮間帯を利用した天然採苗が可能
- ②港奥部などよりも波あたりの強い港口部で種苗の付着・成長が良好
- ③7～8月に種苗の付着のピークがある
- ④岸壁等のマガキの付着帯の中心から 10～60cm 下が種苗の付着が良好な水深帯

これらの結果から、7～8月に、波あたりが比較的強い海域の潮間帯上部で採苗を行うのが最も効率的であるということが分かりました。

地場採苗で確保した種苗を使って豊後高田市高田港で養殖試験を行った結果、採苗時（7月下旬）には殻高25.2mm・殻付き重量1.5g（平均）であった種苗サイズは、同年10月下旬には63.3mm・25.4g、翌年2月下旬には69.3mm・49.9gとなり、この時点でも出荷サイズの目安とした50gを上回るカキも4割ほど確認されました（図5-15）。このため、大分県内の天然採苗で得られたシングルシードの地場種苗も、殻付きカキ生産に利用できることが分かりました。



【 2020年7月31日 】  
平均殻長 25.2 mm 平均重量 1.5 g



【 2021年2月22日 】  
平均殻長 69.3 mm 平均重量 49.9 g

図5-15. 潮間帯採苗によって得られた地場種苗（左）と試験養殖したマガキ（右）。  
2月下旬の段階で4割が出荷サイズ（50g）に達していた。

現在、杵築市や佐伯市などの一部海域では天然採苗によるカキ類の養殖生産が行われているほか、国東市でも天然採苗による地場種苗の利用に関心の声が上がっています（図5-16）。当該技術の普及拡大により、大分県内における地場種苗を用いた養殖生産量の増加が期待されるとともに、安価な地場天然種苗を活用した手ごろな殻付きカキの量産により、さらなるマーケットの拡大も期待しています。



図5-16. 大分県内の既存のブランドガキ生産地と地場採苗技術の普及拡大が見込まれる生産地。

（森本遼平，木村聡一郎，宇都宮のぞみ）

#### 5-4. 特色のある有明海の地ガキ

有明海は大潮の干満差が最大 6m あり、国内に存在する干潟の 40%にあたる約 2 万 ha が現存しています。このため、カキ類もマガキ *Crassostrea gigas* だけでなく、小型種のシカメ *C. sikamea* や大型種のスミノエガキ *C. ariakensis* (図 5-17) などの固有種も生息しています。干潟では潮間帯の上部から、シカメ、マガキ、スミノエガキの順に種の遷移がみられますが、これは広大かつ多様な干潟を有する有明海だからこそ、複数種の共存が可能です。



図 5-17. 有明海固有種のスミノエガキ。

本種は有明海のカキ類の中でも大型種であるため、かつて地蒔き式養殖が行われていた。現在存在するカキ礁の多くは、本種の採苗棚の跡に天然のカキ類が着生したものである。

有明海のカキ類の多くは、カキ礁として存在しています (図 5-18)。カキ礁は泥干潟の上に天然のカキが多段的に着生して小島のようなもので、かつては有明海の奥部に干潟面積の 10%を占めていました。多くは自然発生的に成長したのですが、湾奥西部では漁業者が大正時代からスミノエガキの地蒔き養殖のために組んだ竹製採苗器を起点として広がったものも多いとされています。1977 年に撮影された航空写真を元に推定した有明海奥部のカキ礁面積は 546ha、重量で約 17 万トン存在していましたが、ノリ養殖の区画の拡大により破壊され、現在は約 1/5 まで減少しています。

いずれにしても、有明海では遺伝資源とし



図 5-18. 有明海奥部の泥干潟に広がるカキ礁。

ノリ漁場の拡大にともない、カキ礁はこの半世紀で 5 分の 1 にまで減少している。潮間帯の上部からシカメ、マガキ、スミノエガキの順番に種の遷移がみられる。

てのカキ類の多様性は辛うじて保持されていることから、この特性を活用したカキ養殖の展開が期待されます。既に熊本県では、「クマモトオイスター」としてシカメガキを活用した養殖に取り組んでいます。

**有明海を含む長崎県海域のカキ養殖**：長崎県海域のカキ養殖については、外海側は九十九島海域や五島で、内海側は大村湾と有明海で行われており、平成30年の長崎県海域の水揚量は1,348トン(殻付重量)となっています。有明海以外の海域では、旧真珠漁場から転業したケースが多く、真珠養殖同様、延縄あるいは筏式の垂下養殖で生産されています。九十九島海域や有明海ではブランド化とカキ焼き小屋の整備が進んでおり、冬期は多くの消費者が集って重要な観光資源となっています。また、マガキだけでなくイワガキの養殖も盛んに取り組まれており、周年を通じた現金収入を目指している生産者も多いのが特徴です。

長崎県海域の有明海では、枝湾である諫早湾内の2漁協(諫早湾漁業協同組合、佐賀県有明海漁業協同組合大浦支所)がカキ養殖に取り組んでいます。有明海は、遠浅で潮流も早く、大型の流入河川も存在することから、東京湾や伊勢湾に匹敵するほど内部生産が高く、富栄養化して有機物に富むという特徴があります。このため、生産された養殖カキは肥満度が極端に高く、焼いても身が縮まないということで全国的に注目を集めています。アサリやタイラギなど天然二枚貝資源が減少しているなかで、カキ養殖は年々生産量を拡大してきている貴重な存在です。

その一方で、活発な内部生産に伴う貧酸素水塊の発生、夏場の高水温や低塩分による大量死、頻繁に來襲する台風による筏の損壊、フジツボやホヤの着生による生産減など、生産阻害要因も多く、漁家収入が不安定なことが大きな課題となっています。特に夏場の養殖カキのへい死は生産量に直結することから、大量死が発生した場合は、生産量が激減して需要をまかなえない事態が発生しています。また、フジツボなどの付着物の多さはカゴなどを用いたシングルシード養殖の阻害要因となっています。

**地場種苗活用の可能性と課題**：長崎県海域のカキ養殖は、天然採苗技術がほとんど確立されていないことから、宮城県産の種苗に依存しています。なお、宮城県産以外の種苗の導入には異論が多く、他産地の種苗の移入などで長年疾病や侵入寄生虫等に悩まされた真珠養殖業者らしい対応となっています。一方で、有明海側ではカキ礁からもたらされる膨大で長期間にわたる浮遊幼生の発生が見られ、カキもフジツボやホヤ類と同様の付着生物の一種です。このため、天然カキ礁や原盤種苗を一時的に育成する潮間帯の棚に採苗器を設置し潮間帯採苗に取り組んだ結果、さまざまな採苗器で多数のマガキ種苗を採苗することができました。特に、採苗基質としてネトロンネットを使うと、その他の樹脂基質ではフジツボの混入が5割に達したのに対して、マガキ種苗がフジツボとの競合に打ち勝って混入が1割未満とその優占度を高めることができました(図5-19)。有明海では5月末から最初のマガキの種苗の付着がはじまり、10月頃まで付着が続きます。5月末など早期に採苗した種苗は、翌年3月までに出荷サイズに達することも期待されます。

この有明海産の地場種苗と他県産の種苗を用いた比較試験では、地場種苗が有明海での養殖生産において高い生残率を示すことや成長が優れるという傾向はなく、地場種苗を用いることで生産性を高めることができる可能性は確認されていません。しかし、有明海産の地場種苗から生産したカキには、丸みを帯びた殻形状のカキが2~3割ほど出現しました(図5-20)。このような形は、ブロンと呼ばれるヨーロッパヒラガキ *Ostrea edulis* を彷彿させます。また、この丸いカキは、身入りが良好な上に殻が横長

で貝柱が大きいのも特徴です。さらに、諫早湾で養殖された地場種苗の丸い形のカキと宮城県産種苗から育てたカキについて、ヒトの味覚に近い評価が可能とされる味認識装置を使って分析すると、丸いカキの方が苦味雑味はやや低く、塩味はかなり低いという特徴が明らかとなり、独特の味を有していることが示唆されました。

もともと、地元の生産者も養殖カキに自然に付着し成長した丸いカキの存在を知っており、「有明海の地種はクリーミー」と異口同音に評価し、このようなカキが最も食味が良いことは理解していたようですが、殻が横長に伸びるため殻高が出荷サイズに達しにくく、未利用となっていたようです。このような地場種苗の特徴を活かしたマーケットへの展開が期待されています。



図 5-19. カキ礁に設置した樹脂製ネットの採苗器（左）とネットに付着したマガキ種苗（右）。  
付着初期はフジツボが優占したが、フジツボはネットの網目上では大きく成長できないため、成長したマガキが優占する状態に変化した。



図 5-20. 丸みの強い有明産の地場種苗から養殖したマガキにみられる丸みの強い殻形状のカキの外観（左）とその身（右）  
一般的にマガキでは殻長にくらべ殻高が顕著に長くなるが、これらのカキはほぼ同じになる。

（松山幸彦， 塚本達也）

## おわりに

カキ“Oyster”は世界商材であり、特に欧米、オセアニア、アジアでは、高級な海産嗜好品として好まれています。しかし、この COVID-19 禍で、水産物消費動向は大きく変わりました。我が国でも外食向けはとても厳しい状況が続いています。一方で、在宅勤務の増大による家庭消費向け商材は伸びており、この流れに乗れるかどうか、近年の消費動向にかかっています。殻付きの生カキを家庭で食すのは、今まであまり経験がないこともあり、消費拡大をどう進めていくかが重要となっています。とはいえ、COVID-19 もいずれは収束すると見込まれることから、その後のことを考えていく必要もあります。輸出、インバウンドとも困難となっている今こそ、何とか耐え忍んで次の時代に備えていく必要があります。その際に、地域の特産、ワインでいうところのテロワールのように、地域ごとの特徴とストーリー性を持った売り方を考えていく必要があります。本資料が、それぞれの地域での地場採苗を活かし、地域特産のカキを生産するための参考となることを祈っています。この困難な状況の中、研究・開発を必死で進めた研究者達の努力に大いなる尊敬の念を込め、また、頑張っって美味しいカキを育てている生産者の方々の発展を祈念し、本資料の「おわりに」とさせていただきます。

日本水産株式会社 中央研究所  
中山一郎（外部アドバイザー）

## 謝辞

本資料は、生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の成果にもとづいて作成しました。事業の実施にあたってご協力いただいた全国のカキ生産者・生産団体のみなさま、試験出荷や販売に際してご協力いただいた流通販売業・飲食店のみなさま、研究開発にあたって補助者として支援してくださったみなさまに御礼申し上げます。最後に、先行事業である農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「新技術による地場採苗を活かしたマガキ養殖システムの開発」において、研究支援者としてご助言・指導いただき、本事業開始年に急逝された故・村田孝雄氏（元・鳥羽磯部漁協浦村支所 理事）に本資料を捧げます。

## 引用資料

- フィリップ・コトラー, ヘルマワ・カルタジャヤ, イワン・セティアワン (2017). コトラーのマーケティング 4.0 スマートフォン時代の究極法則. 株式会社朝日新聞出版, 東京, 92-109.
- FAO (2018) FAO 統計. FishStatJ.
- 富士経済 (2020) 外食産業マーケティング便覧. 東京, 217-220.
- 長谷川夏樹, 東屋知範, 鶴沼辰哉, 近田靖子, 武山悟 (2020) マガキ DEB モデルの改良による餌料環境に応じた産卵量変化と多回産卵の再現. 2020 年度水産海洋学会研究発表大会 (オンデマンド) 講演要旨集, 42.
- 長谷川夏樹, 日向野純也, 栗山功, 土橋靖史, 浅尾大輔, 木村勲, 山本善幸, 中村和馬, 山口恵 (2018) カキ殻加工固形物「ケアシエル」を用いた潮間帯でのマガキ天然採苗技術. JATAFF ジャーナル, 6(5), 35-38.
- 長谷川夏樹, 坂見知子 (2019) 日本におけるカキ採苗の変化とシングルシード採苗技術. 月刊養殖ビジネス, 56(5), 14-17.
- 平田靖, 若野真, 高山恵介, 赤繁悟 (2006) 広島湾におけるかき抑制漁場の環境下でのマガキ稚貝の生残および成長. 広島県立水産海洋技術センター研究報告, 1, 1-7.
- 神山孝史 (2016) 宮城県の新しい高品質カキ(あまころ牡蠣とあたまっこカキ): 地元定着を目指した養殖実証研究 (特集 食料生産地域再生のための先端技術展開事業の成果) JATAFF ジャーナル, 4(8), 47-52.
- 木村勲 (2019) 三重県浦村: 独自のバスケット活用法の確立. 月刊養殖ビジネス, 56(5), 28-41.
- 木村知博, 兼保忠之 (2003) 広島かきの養殖-主として昭和の発展と問題-. 広島かき生産者協同組合, 広島, pp. 338.
- 近田靖子, 武山悟 (2020) 網袋を使った養殖マガキの身入り改善効果. 令和 2 年度日本水産学会大会春季大会 (東京) 講演要旨集, 142.
- 宮田勉 (2011) 漁村内地産地消による地域活性化-福岡県におけるカキ焼き小屋を対象に-. フードシステム研究, 18(3), 239-244.
- 宮田勉 (2013) 町おこしと魚食おこしの芽生え: 漁協レストランと漁家レストラン. 月刊漁業と漁協, 51(1), 26-29.
- 宮田勉 (2019) アジア最大の活カキ輸入地域・香港などから見た日本産マガキ輸出の可能性. 養殖ビジネス, 56(11), 11-16.
- 宮田勉, 石田知子, 阿部繁弘 (2005). 新規養殖業マツカワのマーケティング研究. 岩手県水産技術センター研究報告, 5, 21-33.
- 宮田勉, 神山龍太郎, 若松宏樹 (2021) オイスターバー向け殻付カキの外観品質評価-潜在クラスモデルによるコンジョイント分析-. 日本水産学会誌, 受理済み.
- 岡本繁好 (2006) 純播磨産カキの養殖に向けて~相生湾における養殖カキの天然採苗. 平成 18 年度兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター研究発表会 (明石市) .
- 大野泰史 (2016) 生産量が伸びる兵庫県「播磨のかき」で知名度アップ. 月刊養殖ビジネス 53(11), 36-37.

- 大泉重一, 伊藤進, 小金沢昭光, 酒井誠一, 佐藤隆平, 菅野尚 (1971) 第2章カキ養殖の技術. 今井丈夫監修. 浅海完全養殖-浅海養殖の進歩. 恒星社厚生閣, 東京, 153-189.
- 新川英明 (1988) 牡蠣の生物学. 共文社, 東京, pp.168.
- 武山悟 (2016) シングルシード養殖のパイオニア 北海道の「カキえもん」. 月刊養殖ビジネス, 53(11), 42-43.
- 谷田圭亮 (2020) 生産量第4位: 兵庫県 ペットボトル採苗器の実力とバスケット養殖. 月刊養殖ビジネス, 57(5), 22-25.
- 津田裕典 (2019) 兵庫県室津: 干潟以外でのバスケット養殖法の確立. 月刊養殖ビジネス, 56(5), 36-37.
- 柳田いずみ (2019) 大分県中津: 国内干潟カキ養殖の先駆け「ひがた美人」. 月刊養殖ビジネス, 56(5), 32-34.
- 吉本剛宏 (2019) シングルシードによる“日本式”バスケット養殖の普及. 月刊養殖ビジネス, 56(5), 9-13.

イノベーション創出強化研究推進事業

「地場種苗・健康診断・経営戦略でピンチをチャンスにかえるマガキ養殖システムの確立」担当者一覧  
(所属は担当時, \*執筆担当者)

■国立研究開発法人水産研究・教育機構

長谷川夏樹 (研究総括者) *	宮田勉*
伊藤篤*	若松宏樹*
神山龍太郎*	馬久地みゆき
小林正裕	渡部諭史
鬼塚年弘	鵜沼辰哉
東屋知範	松本才絵
石樋由香	坂見知子
前田雪	山崎英樹
山田充哉	松山幸彦*
坂本達也*	

■地方独立行政法人北海道立総合研究機構 釧路水産試験場  
近田靖子\*

■三重県水産研究所

奥村宏征	藤原正嗣
久野正博	栗山功
矢野央樹	

■兵庫県立農林水産技術総合センター

谷田圭亮*	増田恵一
五利江重昭	岡本繁好

■広島県立総合技術研究所 水産海洋技術センター

村上倫哉*	永井崇裕
水野健一郎	黒田麻美
加川真行	若野真
柳川建	

■大分県農林水産研究指導センター

森本遼平*	木村聡一郎*
宇都宮のぞみ*	白樫真
林亨次	崎山和昭
山田英俊	濱田真悠子

■厚岸町

武山悟\*

■国立大学法人 東京大学

伊藤直樹

北川健斗

■ケアシエル株式会社

山口恵\*

山口慶子\*

■日本水産株式会社 中央研究所

中山一郎（外部アドバイザー）

■一般社団法人マリノフォーラム21

日向野純也（研究支援者）

**【免責】**

本資料は、調査・研究データ等にもとづいて作成しておりますが、その正確性、信頼性および完全性を保証するものではありません。また、記載内容は事前の連絡無しに変更されることもあります。資料の情報に起因して発生した損害については、その内容如何にかかわらず一切責任を負いません。また、資料中の意見に相当する部分は、著者の個人的意見であり、所属組織の見解を代表するものではありません。

**【編集・お問い合わせ】**

国立研究開発法人水産研究・教育機構 釧路庁舎

〒085-0802 釧路市桂恋 116

TEL：0154-01-9136 FAX：0154-91-9355

資料内容を無断で記載・転用することはお断りいたします。