

# 増養殖研究レター

第6号 (2016年2月) 貝類特集号



編集 増養殖研究所



国立研究開発法人  
水産総合研究センター

## 巻頭言

- 養殖で二枚貝を育てる 3

## 研究情報

- 新素材を用いたマガキの天然採苗 4
- 資源や環境を有効活用したアサリ養殖  
ー干潟より成長のよい垂下養殖で国産アサリを食卓へー 5
- アコヤガイ外套膜から分離した貝殻形成細胞の移植による真珠生産法の開発 6
- 給餌養殖からの栄養負荷を利用した多栄養段階統合養殖 (IMTA) 技術の開発  
ー貧栄養化が進む海域での栄養の有効利用ー 7

## 所の動き

- 第 43 回天然資源の開発利用に関する日米合同会議 (UJNR) 開催報告
- 研究開発推進会議報告 8

### 表紙写真説明

増養殖研究所ではさまざまな貝類の研究に取り組んでいます。

表紙の写真は、本号でとりあげた貝類の垂下養殖の様子です。

左上は真珠養殖での抑制飼育、右上はコンテナを用いたアサリの垂下養殖、右下は、天然採苗でホタテガイの殻に付着させた稚貝から育てたマガキの垂下養殖の様子です。

## 養殖で二枚貝を育てる

(養殖システム部長：日向野純也)



世界漁業・養殖業白書によると、2012年の世界の海面養殖生産量2,469万トンのうち二枚貝類が60%を占め、魚類や甲殻類を遙かに上

回っています。移動性が小さい二枚貝は管理しやすく養殖に適しているためだと思われます。多くの二枚貝は、海中を浮遊する植物プランクトンなどを濾し取って食べる過食性を有しています。水中の懸濁物を取り除き糞などとして固めて海底に落とすとともに老廃物をアンモニアの形で尿として排泄し、物質循環の上で大きな役割を果たしています。このような生態学的な機能のある二枚貝を養殖することは、海域の浄化や水産物の生産性の向上という点で大きな意味があると考えています。ここでは、私達が取り組んでいる二枚貝の養殖に関する研究を紹介します。

マガキは古くから垂下式で養殖されてきた二枚貝です。その種苗は海中に漂っている浮遊幼生をホタテガイの殻などの基質に付着させる天然採苗が一般的ですが、適切な時期と場所に採苗器を投入するためには、非常に綿密な調査が必要です。その手間を減らすために私達が進めている採苗方法や垂下養殖技術の研究について紹介します。

アサリは食卓に最も身近な二枚貝であると同時に潮干狩りなど海浜レジャーの代表選手でもあります。しかし、日本におけるアサリの生産量は激減し、最盛期の8分の1以下になりました。その原因究明と資源回復の対策は極めて困難ですが、養殖によってアサリの

生産は回復できると信じています。アサリにも垂下養殖を導入することによって身入りの良い付加価値の高いアサリの生産が可能になります。私達が開発した網袋によるアサリの天然採苗法を基礎にして、地域の特産物となるアサリ養殖を発展させるため技術開発と普及を進めています。ここでは垂下養殖による成長の速さを示した研究事例を紹介します。

また、食用ではありませんが、近代日本の重要産業として燦然と輝いてきた真珠養殖は、生産量こそ低下しているものの、地域の重要な水産業の柱であることに変わりはありません。日本の真珠はアコヤガイで作られますが、主に海外から輸入されるシロチョウガイやクロチョウガイの真珠や他国産アコヤ真珠との激しい競争に曝されています。その中でいかに良質な真珠を作るかが課題になっています。様々な取り組みがある中で、増養殖研でおこなっている貝殻形成細胞の移植による良い形質を持った真珠の形成法について紹介します。

複数の種類の生物を組み合わせることを複合養殖と呼びます。先に述べた二枚貝の特性を利用し、魚類などの給餌養殖とマガキやアサリなどとの複合養殖で物質収支がどう変化するか試算しています。また、これらの二枚貝も販売することにより、経済的な効果も期待されます。さらに海藻やナマコなど様々な栄養段階に属する生物を組み合わせる養殖によって、海域の浄化と多様な産物を得る一石二鳥の取り組みについて紹介します。

このように、二枚貝を鍵として自然の営みを出来る限り享受させ、養殖産業の発展に寄与したいと考えています。



## 新素材を用いたマガキの天然採苗



(養殖システム部：長谷川夏樹)

マガキ養殖は我が国の水産業で重要な地位を占め、生産量は年間 20 万トン、生産金額は 300 億円に達します。広島・宮城の 2 大産地が国内生産量の 7 割以上を占めますが、日本各地に中小のマガキ養殖産地があり、地域特産のカキを生産しています。これら中小の養殖産地は、宮城や広島から購入する天然種苗(稚貝)を使って養殖を行っていますが、東日本大震災や近年の採苗不調により宮城や広島から供給される種苗の不足やそれに伴う価格高騰の問題に直面しています。このため、中小の産地の一部では、自ら採苗を行い自前で種苗を確保する「地場採苗」の取り組みに挑戦しています。

一般的なカキの天然採苗では、浮遊幼生調査や種見調査などにより、タイミングを見計らってカキを付着させる採苗器(ホタテガイの貝殻を束ねたもの)を投入します。これは、カキの幼生が汚れや他の付着生物が付いた採苗器には付着しにくく、カキが付着する直前に採苗器を海中に投入することが不可欠だからです。しかし、タイミングを見計らうための調査は費用や手間がかかることから、中小の生産地では継続的に行うことは難しい状況にあります。また、海域によっては、調査を行っても浮遊幼生の出現が日和見的で、採苗器を投入するタイミングを見計らうのが困難で、安定的に種苗を確保することが難しい場合もあります。このため、大産地からの種苗供給が回復すると、自前で種苗を確保しようという機運も下がってしまい、地場採苗の取り組みはなかなか定着していません。

そこで、私たちは、研究機関や行政機関、漁協そして民間会社などとともに、新たなマガキ採苗技術などの開発を通じて中小そして

日本全国のマガキ養殖業を支援することを目指す研究を始めています(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」)。この研究では、新素材を用いて「簡単に、調査も要しない」方法で天然採苗を行う技術(図 1)や人工種苗生産において種苗を早期に沖出しすることで餌代などの種苗生産コストを抑える技術の開発を行っています。



図 1. 新素材で採苗したマガキ種苗(養殖管理がしやすいシングルシードと呼ばれる一粒ガキ)

また、これらの種苗を利用することで、西日本のマガキ養殖現場で問題となっている原虫類の寄生が原因で発生する「卵巣肥大症」(図 2)を軽減する養殖や、マガキの身入りの良し悪しに関係する成熟産卵の制御によって高品質で付加価値の高いマガキを生産する養殖システムを開発することを目指しています。



図 2. 「卵巣肥大症」のマガキ軟体部(「卵もち」や「異常卵塊」と呼ばれることもある)

## 資源や環境を有効活用したアサリ養殖 —干潟より成長のよい垂下養殖で国産アサリを食卓へ—



(養殖システム部：石樋由香)

アサリの生産量は、1980年代後半から減少の一途をたどり、2000年代以降はピーク時の5分の1以下の水準で推移しています(図1)。その原因は、生息場所の減少、環境の悪化、餌不足、乱獲など、様々考えられますが、根本的な資源回復の対策は見つかっていません。アサリは、全国どこかのスーパーマーケットにもある国民になじみの深い水産物の一つですが、国内生産の低迷により輸入されたアサリが6~7割を占めるに至り、その上、産地偽装の問題も跡を絶ちません。

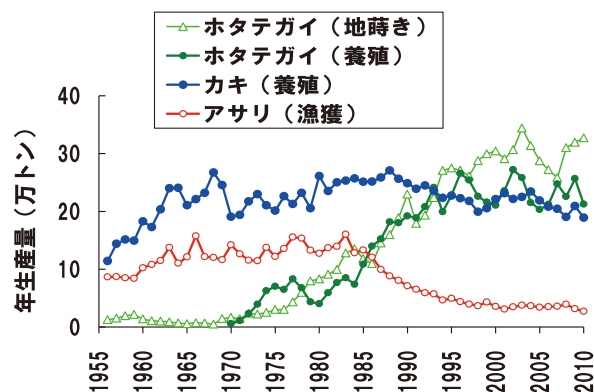


図1. アサリ・カキ・ホタテガイの年生産量の推移

アサリと並んで人気のあるカキやホタテガイでは、早くから養殖技術が確立されており、天然資源に頼らずにアサリの何倍もの安定した国内生産を長年維持しています(図1)。アサリ資源の先行きが暗い今、天然から漁獲するだけでなく、稚貝から育てて収穫するアサリ養殖が注目を集めています。環境管理グループでは、平成24年度から農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「地域特産化をめざした二枚貝垂下養殖システムの開発」に取り組み、アサリの養殖技術の開発を進めてきました。

アサリの一生は、卵からふ化した後、しばらく海中を浮遊する幼生時代を過ぎま

す。やがて干潟などにたどりついた幼生が稚貝となります。まず生息に適した場所に着底できるかが難関ですが、その後も魚やエイやカニなど、さまざまな外敵に命を狙われて、食卓にのぼるまで成長できるものは、ほんのわずかです。そのままでは死んでしまう大多数のアサリ稚貝を、人の手をかけて食べられるサイズまで育てる、それが新しいアサリ養殖技術です。



図2. アサリの網袋採苗器

この養殖手法では、まず浮遊幼生を生息に適した砂利入り網袋で捕捉し、外敵から稚貝

を守ってアサリ種苗を作ります(図2)。この種苗を養殖筏からつるしたコンテナやカゴに收容し、餌のたっぷり含まれた海水中で大きく育てます(図3)。鳥羽市生浦湾や南伊勢町五ヶ所湾での試験結果では、このように垂下養殖したアサリは、海底で育ったアサリより殻長で1.7~3.3倍、重量で1.9倍~4.3倍も大きくなり、身入りもよくて美味しいことが分かりました。

アサリ養殖はまだ始まったばかりで、コストや労力の問題など、クリアしなければならない課題は山のようにありますが、美味しい国産アサリを日本の食卓に届けられるよう、試験研究データを積み重ねています。



図3. アサリの垂下養殖

## アコヤガイ外套膜から分離した貝殻形成細胞の移植による真珠生産法の開発



(育種研究センター：淡路雅彦)

アサリやアワビなどの貝類は、生きている時は貝殻の内側に「外套膜」という膜状の組織が密着していて、この外套膜が貝殻を作っています。アコヤガイなどの真珠貝は貝殻の内側が美しい真珠光沢で彩られていますが、これも真珠貝の外套膜の働きによるもので、その性質を利用して真珠の養殖が行われています。アコヤガイを用いた真珠養殖では、アコヤガイの外套膜の一部を切り出した小片（ピース）と貝殻で作った小球（真珠核）とを密着させて他のアコヤガイ（母貝）の体内に埋め込む手術をします。手術なので母貝は体が傷つくことにはなりますが、傷が治るとともに、移植されたピースに含まれる貝殻をつくる細胞（外套膜外面上皮細胞）が増殖して真珠核を袋状に取り巻くようになり（真珠袋）、やがて真珠核の表面に真珠光沢をもつ物質が形成され始めるのです。真珠袋をつくるのはピースに含まれる色々な細胞の中で外套膜外面上皮細胞だけなので、ピースに換えてこの細胞だけを真珠核と一緒に母貝に移植しても真珠ができるはずですが、もし外面上皮細胞の移植で効率よく真珠がつくれれば、ピースに含まれる不必要な組織を移植せずに済み母貝のストレスが減ることや、色や輝きが微妙に違う真珠をつくる細胞を混ぜて移植してより美しい真珠をつくることなどが期待できます。そこで外套膜外面上皮細胞の移植方法を開発し、その方法を使って色の異なる真珠をつくる外面上皮細胞を混合して移植し、形成される真珠の色を解析してみました。

まずアコヤガイの外套膜をタンパク質分解酵素で処理して外面上皮細胞を高純度で含む細胞懸濁液を準備しました。その液を真珠核に掘った直径1mmほどの小さな穴に入

れて、これを母貝に移植しました。すると8割以上の真珠核でその表面に真珠層が形成され、予想どおり外面上皮細胞の移植により真珠が形成されることがわかりました。次に貝殻内面の真珠層の黄色味が強いアコヤガイ（黄色系）と黄色味の少ないアコヤガイ（白色系）の外套膜から外面上皮細胞を分離し、それらを様々な比率で混合して移植してみました。すると黄色系の細胞が多いほど形成される真珠の黄色味が強くなることがわかりました（写真1）。この結果から、異なる個体から分離され混合移植された外面上皮細胞は、混合比をほぼ維持しながら移植先で共存して真珠袋を形成し、それぞれの細胞が持つ特徴を互いに発揮して真珠を作ると考えられます。

外面上皮細胞移植による真珠生産は真珠養殖の現場に直ちに導入できるものではありませんが、将来的に育種により作出される複数のピース貝系統の優れた形質を、細胞レベルで共存させ重ね合わせる方法としての利用が期待されます。



写真1 混合移植で生産された黄色味の違う真珠。aは黄色系2：白色系1で混合、bは黄色系0：白色系3。aは黄色味が強い。



## 給餌養殖からの栄養負荷を利用した多栄養段階統合養殖 (IMTA) 技術の開発 — 貧栄養化が進む海域での栄養の有効利用 —



(養殖システム部：渡部諭史)

日本沿岸の漁業資源が減少している理由の一つとして、海域の貧栄養化があげられています。高度成長期以降、生活排水や農業排水などの増加により、海に大量の窒素やリンが流入して起こる富栄養化が問題となっていました。また、魚類養殖から発生する排泄物や残餌が海の環境を有機汚染し、赤潮の発生や海底に堆積した有機物の分解による酸素欠乏（貧酸素化）による魚の大量へい死も問題となっていました。

しかし、近年では下水処理技術の大幅な発達や養殖技術の高度化や規模縮小などによって、海水中の栄養が少なく（貧栄養）なったために、一次生産（植物プランクトンや海藻の増殖）のための栄養が足らなくなり、アサリなどの沿岸資源が少なくなった可能性が考えられています。一次生産は、食物連鎖の基底をなすので、これが減少すると海洋生物が全体的に減少すると考えられます。また、貧栄養によるノリの色落ち（白っぽくなって価値が下がること）も問題になっています。

このことから、養殖システム部環境管理グループでは、マダイやブリなどの給餌養殖から発生する栄養を二枚貝や海藻の養殖に効率よく利用するための研究を行っています。

複数の魚種を同じ場所で養殖することを複合養殖と呼びます。中国では紀元前から、複数のコイ科の魚類を同じ池で養殖する方が、それぞれ別の池で飼うよりも生産効率が良いことが知られていました。このように複合養殖は古くから知られる手法で、様々な生物の組み合わせが行われてきました。

近年では、考え方を少し広げて、Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) という考え方が世界的に広まりつつあります。正

式な和名はありませんが、直訳すると「多栄養段階統合養殖」となります。食物連鎖の中の段階（一次生産者、一次消費者、二次消費者）を栄養段階と呼びます。これらをうまく組み合わせ、かつ養殖池のような閉鎖水域ではなく、湾スケールの栄養の収支を考えた複合養殖の一つが IMTA です（図 1）。

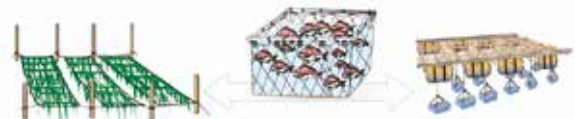


図 1. マダイ養殖から発生する栄養をノリと二枚貝の養殖に利用する IMTA の例

私たちの IMTA 研究では、特にアサリの垂下養殖技術（図 2）やノリ養殖に重点を置いています。全国的かつ長期的なアサリ資源の減少が問題になっています。干潟の生産力に問題があるのですが、その理由も対策も完全には理解されていません。



図 2. アサリの垂下養殖

これまでの試験研究で、アサリの垂下飼育は成長や生残に優れることがわかってきました。これを利用して、マダイ養殖から発生する栄養をアサリに利用させる IMTA 研究を行っています。

水槽実験とは異なり、天然海域での IMTA 技術開発は非常に複雑で困難なため、クリアしなくてはならない課題がたくさんあります。地道な基礎研究を積み上げることで、養殖業に役立つ技術開発に取り組んでいます。

## 第43回天然資源の開発利用に関する日米合同会議(UJNR)を開催しました

平成27年11月10日～13日にかけて、UJNR事務会議(西海区水産研究所)、「増養殖における育種研究」をテーマにしたシンポジウム(長崎大学文教キャンパス)、現地検討会、サテライトシンポジウム(上浦庁舎)が開催されました。事務会議では、日米間双方の育種研究戦略等の情報交換や、次年度の開催について協議しました。科学シンポジウムでは、日本側から6題、米国側から10題の育種研究について研究発表がありました(増養殖研究所のホームページに、プログラムと要旨集を掲載しています)。現地検討会では、小長井漁協組合、佐賀有明海漁協組合、ニッスイ中央研究所を訪問し、九州北部地域の最先端の養殖業を間近に見学することができ大変有意義なものとなりました。



事務会議(西海区水産研究所 11.10)



シンポジウムの風景  
(長崎大学文教キャンパス 11.10-11)

## 研究開発推進会議を開催しました

増養殖研究所が担当する各推進会議・部会は、今年度も以下の様に開催されました。今年度の「中央ブロック水産関係研究開発推進会議」と「内水面関係研究開発推進会議」は、これまでと同様に傘下の部会よりも前に開催し、研究課題整理及び外部資金獲得へ向けた検討を行う戦略会議として位置づけて開催しました。また、これら両会議の活動状況については「活動報告」資料として後日関係機関へ配布される予定です。

### 1. 中央ブロック水産関係研究開発推進会議

日時：平成27年8月20日(木)

場所：愛知県産業労働センター

参加機関：12機関(37名)

### 2. 水産増養殖関係研究開発推進会議

#### 1) 養殖産業部会

日時：平成27年12月1日(火)

場所：伊勢市観光文化会館

参加機関：17機関(52名)

#### 2) 魚病部会

日時：平成27年12月3日(木)

場所：伊勢市観光文化会館

参加機関：22機関(45名)

### 3. 内水面関係研究開発推進会議

日時：平成27年9月17(木)～18日(金)

場所：東京水産振興会

参加機関：31機関(49名)

増養殖研究レター No.6 (平成28年2月)

編集・発行：(研)水産総合研究センター増養殖研究所  
業務推進部(乙竹 充、皆川昌幸、鈴木由美)

〒516-0193 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦 422-1

TEL: 0599-66-1830 FAX: 0599-66-1962

URL: <http://nria.fra.affrc.go.jp/>