

原著論文

網袋を使った養殖用アサリの天然採苗の試み - 三重県五ヶ所湾の事例 -

長谷川夏樹^{*1}・藤岡義三^{*1}・石樋由香^{*1}・渡部諭史^{*1}・日向野純也^{*2}・水野知巳^{*3}・
畑直重^{*4}・西濱晃道^{*5}・山川倫徳^{*5}

Challenge to natural seed collection of asari *Ruditapes philippinarum* – the case in Gokasho Bay, Mie, Japan

Natsuki HASEGAWA, Yoshimi FUJIOKA, Yuka ISHIHI, Satoshi WATANABE, Junya HIGANO,
Tomomi MIZUNO, Naotsugu HATA, Terumichi NISHIHAMA and Michinori YAMAKAWA

The efficacy of using polyethylene net bags containing gravel and pelletized oyster shell powder for natural seed collection of asari clam (*Ruditapes philippinarum*) was tested at ten study sites along the coast of Gokasho Bay, Mie, Japan. Numerous clams were collected in tidal flats on the left side of river mouths. In the tidal flat around the mouth of Gokasho River, where the largest number of clams were collected among the ten sites, the level of clam collection was high in the lower parts of intertidal areas and subtidal areas. However, the survival rate of the clams was lower in the subtidal areas than in the intertidal ones. The large spatial differences in collectability and survival of the clam seeds observed in this study indicate that pre-assessment of the collection site plays a critical role in effective clam seed collection by using net bags on a large scale.

キーワード：アサリ，網袋，天然採苗，五ヶ所湾
2015年8月3日受付 2017年1月26日受理

全国的にアサリ *Ruditapes philippinarum* の漁獲量が低迷するなか，アサリの垂下養殖や地まき養殖による生産が注目されているが，これらの養殖にあたっては，漁獲された小型のアサリを購入して種苗としたり（鈴木2009），人工生産された種苗の利用を模索したりする動きがある（小林ら2012）。ただし，漁獲量が低迷する中で，養殖に適した良質の天然種苗を安定的に確保することが難しくなっている一方で，人工種苗生産では生産コ

ストの削減が課題となっている（安信2012）。このような状況の下で，長谷川ら（2012）が基質を封入した網袋を干潟などに敷設すると，その中にアサリが混入・成長し，この網袋が天然採苗器として機能することを発見したことから，三重県鳥羽市浦村ではこの採苗器で得たアサリを垂下養殖用の種苗とする取り組みが進んでいる。網袋式採苗器を使ったアサリの天然採苗の試みは各地で始まっているが（秋元・石井2015，霜村2013），海域や場所の

*1 国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所

〒516-0193 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦 422-1

National Research Institute of Aquaculture, Japan Fisheries Research and Education Agency, 422-1 Nakatsuhamaura, Minami-ise, Mie 516-0193, Japan

hasena@fra.affrc.go.jp

*2 国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所

*3 三重県水産研究所

*4 三重県農林水産部水産資源課

*5 南伊勢町役場

違いによる採苗の可否や採苗量のばらつきは十分には整理されていない。そこで、アサリの養殖生産や天然資源の増加を目指して、三重県南伊勢町内の各地で進められてきた網袋を使った天然採苗試験について採苗成果の場所による差異に関して報告する。

材料と方法

試験 1: 五ヶ所湾内 10 試験区における採苗試験 三重県度会郡南伊勢町の五ヶ所湾において (図 1a), 採苗に適した海域を探索するため, 湾内の五ヶ所川河口干潟 (図 1b) の右岸 (A) と左岸 (B), 伊勢路川河口干潟 (図 1c) の右岸 2ヶ所 (C, D) と左岸 2ヶ所 (E, F), および大きな河川の流入がない迫間浦の 4ヶ所の海岸 (G, H,

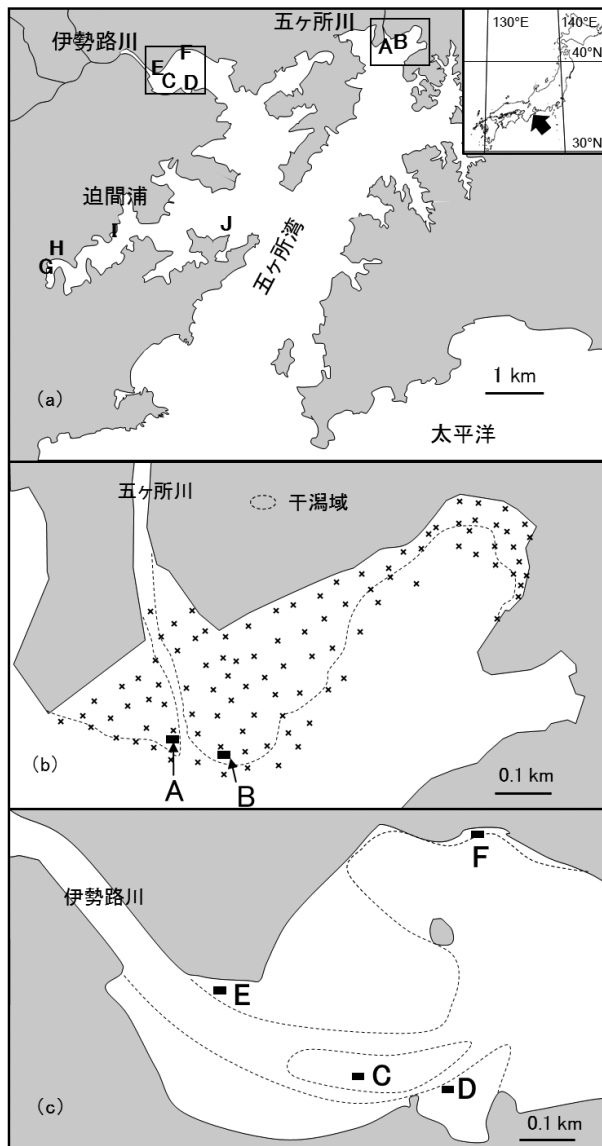


図 1. 三重県南伊勢町五ヶ所湾内の 3 海域の採苗試験区 (a), 五ヶ所川河口干潟の採苗試験区と網袋設置地点 (b) および伊勢路川河口干潟の採苗試験区 A~J は採苗試験区, × は五ヶ所川河口干潟における 100 地点の網袋設置位置を示す

I, J) に計 10ヶ所の試験区を設定し網袋による採苗試験を行った。

2013 年 10 月に地盤高 D.L. +0.3~0.5m の潮間帯の 10 試験区に, 粒径 5~10mm の中礫 3kg とカキ殻加工固形物ケアシエル (ケアシエル (株), 特許 3999585 号) 1kg を混合した礫混合基質を 3 種類の目合 (3mm, 3.6mm および 4.5mm) の 300 × 450mm のポリエチレン製ラッセル網袋に封入し, 規則性をもたせず並べて設置した。このうち五ヶ所川河口干潟の試験区 A と B, 迫間浦の H と I については, 設置区域に散乱する大礫によって網袋が浮き上がるなどして定位しなかったため, 2014 年 4~5 月にこれらの大礫などを除去し, 網袋を再設置する作業を行った。設置から約 1 年半後, 再設置からは約 1 年後となる 2015 年 3~4 月 (B では一部を 2014 年 11 月と 2015 年 1 月に) に網袋内の基質および堆積物を採取し, 目合 9.5mm の篩上の残渣中の二枚貝を採集し, 種別に計数を行うとともにアサリについては総重量 (湿重量) の計測を行った。なお, B 以外の試験区では 3 種類の目合の網袋 (各 5~20 個) を隙間なく並べて設置したが, B における試験では, より多い各 30 個を 5 × 3m の区画内に規則性をもたせず格子状に隙間なく並べて設置した。このため, 中心部など設置位置によっては, 周囲からの稚貝や浮遊幼生が縁辺部の網袋で捕集される一方で, 中心部に近い位置ではこれらが到達せず, 設置位置による採苗成績に差異が生じることが危惧された。そこで, 格子状の設置位置による採苗成績の比較を行った。また, 五ヶ所川河口左岸の試験区 B では, 中礫 4kg のみ (ケアシエル 0%), 中礫 3kg とケアシエル 1kg (25%), 中礫 2kg とケアシエル 2kg (50%), 中礫 1kg とケアシエル 3kg (75%) およびケアシエル 4kg (100%) を基質として封入した目合 3.0mm の網袋を各 10 個設置, 2015 年 4 月に上述と同様に回収を行い, ケアシエルの混合比率による採苗成績の比較を行った。

試験 2: 五ヶ所川河口干潟における採苗試験 試験 1 の結果後述のように, 五ヶ所川河口干潟 (A, B) では, 他の試験区にくらべ多数のアサリが回収された。そこで, この河口干潟域における採苗可能範囲を明らかにするため, 2014 年 4 月に五ヶ所川河口干潟 (地盤高 D.L. +0.1~1.1m) およびその周囲の潮下帯 (地盤高 D.L. -0.5~0m) の 100 地点に目合 4.5mm の網袋を各 1 個設置し, 2014 年 10 月に上述のように網袋中のアサリおよびその他の二枚貝類の採集や計測, アサリの死殻の計数を行った (図 1b)。また, 網袋内の二枚貝類の採集調査にあわせて網袋に隣接する場所で 200 × 200mm の方形枠を用いて表面から深さ 100mm までの堆積物の枠取り採集を各 1 回を行い, 網袋と同様に目合 9.5mm の篩上の残渣中の二枚貝類を採集し, 1m² あたりの二枚貝類の個体数を算出した。

結果

試験 1: 五ヶ所湾内 10 試験区における採苗試験 採苗試験を行った 3 海域の 10 試験区うち、試験区 C と J 以外の試験区では網袋内からアサリが回収され、アサリが最優占種の二枚貝であった。10 試験区のうちもっとも多くのアサリが採集されたのは五ヶ所川河口干潟で、その右岸の試験区 A と左岸の B では網袋あたり平均 39~47 個体、74~262 個体のアサリが回収され (図 2)、これらの平均個体数は網袋のサイズ (300 × 450mm) をもとに換算すると 290~360 個体/m²、549~1938 個体/m² の個体密度に相当する。また、試験区 A と B の網袋あたりのアサリ総重量は、平均 164~19g、300~680g となり、1m² あたりに換算すると 1,217~1,423g/m²、2,291~5,031g/m² となった。

一方、伊勢路川河口干潟右岸の試験区 D や左岸の E では網袋あたりのアサリ個体数および総重量は、平均 8 個体未満および 23g 未満だったが、左岸の F では網袋あたり平均 1~36 個体、2~105g であった。

迫間浦の試験区 H では網袋あたり平均 3~8 個体、19~62g のアサリが回収されたが、J ではまったく回収されず、G や I での採苗数・量は、網袋あたり平均 1 個体、5g 未満だった。

アサリの平均個体重量は多くの試験区で 4g/ 個体であったが、迫間浦の試験区 H では 6g/ 個体を超え、より大型のアサリが回収された。

五ヶ所川河口干潟では、アサリ以外の二枚貝類としてオオノガイ *Mya (Arenomya) arenaria oonogai* やイオウハマグリ *Pitar sulfureus*、シオヤガイ *Anomalocardia squamosa*、ソトオリガイ *Laternula (Exolaternula) marilina* が採集された。このうち、オオノガイは五ヶ所川河口干潟左岸の試験区 B と伊勢路川河口干潟左岸の試験区 F において多数が回収され、それぞれ網袋あたり 4.3 ± 6.6 個体 (平均 ± 標準偏差)、19.4 ± 2.6 個体となり、アサリに次ぐ優占種であった。

多くのアサリが採苗された五ヶ所川河口干潟の試験区 A と B では、網袋の目合の違いによるアサリの採苗個体数や総重量に明瞭な差は見られなかったが、五ヶ所川河口干潟に比べ採苗個体数や総重量が少なかった伊勢路川河口干潟では、目合が最も小さい 3.0mm の網袋で採苗個体数や重量が最も多かった。

他の試験区よりも多くの網袋を格子状に設置した五ヶ所川河口干潟左岸の試験区 B では、アサリの個体数および総重量は、五ヶ所川に近い西側の区域の網袋 30 個では網袋あたり 9.6 ± 31.6 個体 (平均 ± 標準偏差) で 44.2 ± 124.0g、中心部の 30 個では 148 ± 109 個体で 558.5 ± 327.9g、東側の区域の 29 個 (1 個が流失) では 265.7 ± 118.3 個体で 810.2 ± 283.7g であり、設置区画の西の五ヶ所川側の網袋での採苗が低調だったのに対して、中心部から東に設置された網袋では、網袋の目合に

かかわらず多数のアサリが回収された (図 3)。一方で、設置区域の縁辺部と中央部に明瞭な採苗個体数の差はみられなかった。

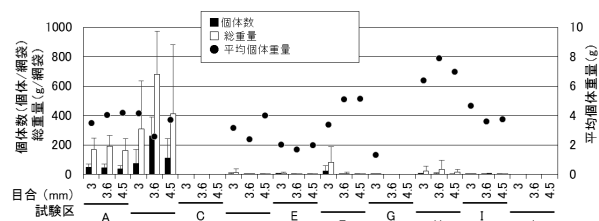


図 2. 三重県南伊勢町五ヶ所湾 3 海域 10 試験区での網袋採苗試験におけるアサリ採苗個体数、総重量および平均個体重量 (重量は湿重量、縦棒およびバーはそれぞれ平均値および標準偏差を示す)

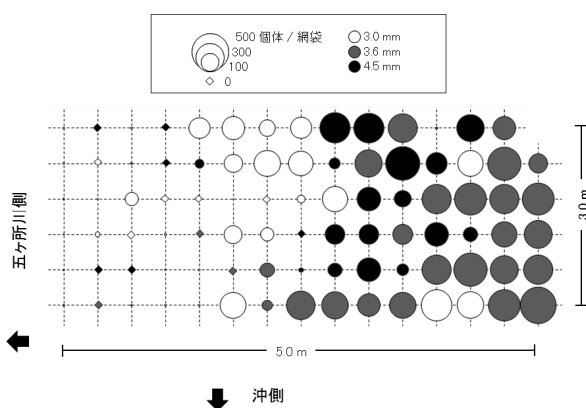


図 3. 三重県南伊勢町五ヶ所川河口左岸の干潟 (試験区 B) において採苗されたアサリ個体数

また、同様に五ヶ所川河口左岸の干潟の試験区 B で行った網袋に封入する基質中のケアシセルの比率を変えて行った採苗試験では、網袋から回収されたアサリの採苗個体数と総重量は、ケアシセル 0% (網袋 1 個が流失) で網袋あたり 19.8 ± 20.4 個体と 99.3 ± 124.3g、25% で 22.1 ± 13.4 個体と 104.3 ± 71.4g、50% で 16.4 ± 8.8 個体と 73.3 ± 44.7g、75% で 14.2 ± 6.9 個体と 57.1 ± 29.4g、そして 100% で 16.0 ± 10.7 個体と 70.3 ± 54.0g となり、ケアシセルの比率と採苗個体数や総重量に明瞭な傾向はみられなかった (図 4a, b)。

試験 2: 五ヶ所川河口干潟における採苗試験 試験では 100 個の網袋を設置したが 6ヶ月後に回収できたのは 88 個にとどまった。網袋内から回収された二枚貝類のうち最優占種はアサリで、網袋あたり 3.4 ± 10.4 個体と 5.4 ± 16.7g、1m² あたりに換算するとそれぞれ、25.0 ± 77.1 個体/m² と 39.9 ± 123.7g/m² だった。アサリは、干

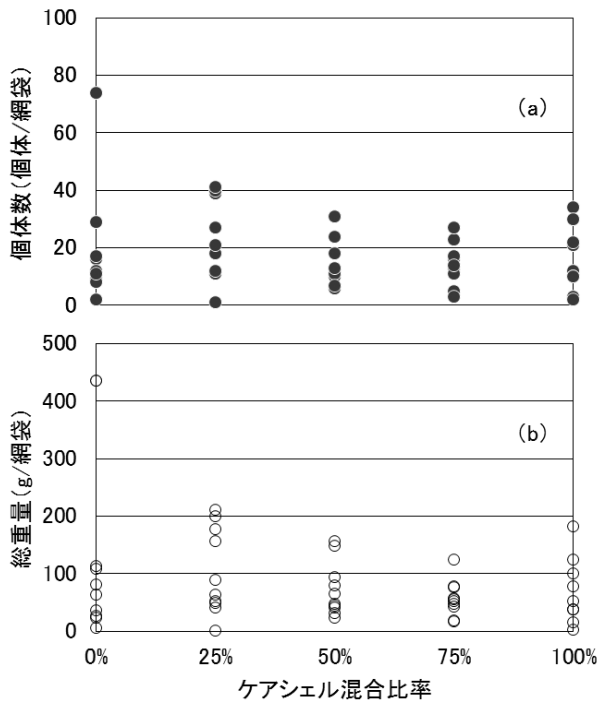


図4. 三重県南伊勢町五ヶ所川河口左岸の干潟（試験区B）での網袋試験における基質のケアシルの混合比率とアサリ採苗個体数（a）および総重量（b）の関係
重量は湿重量

潟上の潮間帯下部や干潟縁辺部の潮下帯に設置された網袋から多数回収され、特に左岸では、網袋あたり最大62個体が回収された（図5a）。ただし、採苗個体数が最も多かった潮下帯の網袋にはその量を上回る104個体分のアサリの死殻も含まれており、その周辺の潮下帯の複数の地点では死殻のみが回収された（図5b）。一方で、干潟縁辺部の潮間帯の網袋では、生残しているアサリの比率が80%以上と高かった。五ヶ所川の河道部に設置した網袋からは、アサリ以外にヒメアサリ *Ruditapes variegatus* も出現し、網袋あたり最大10個体が回収された。また、4地点でホトギスガイが網袋あたり5個体以上回収された。方形枠による採集では、シオヤガイやケマンガイ *Gafrarium divaricatum* がそれぞれ最大225個体/m²と125個体/m²で優占種として採集されたが、アサリは河口左岸の潮間帯中部でのみ採集され、アサリの平均個体密度は6.3 ± 16.6個体/m²で最大でも100個体/m²だった。

考察

今回の試験では、五ヶ所湾内の3海域のうち、五ヶ所川が流入する河口干潟域では網袋あたり最大200個体を超えるアサリが回収され、伊勢路川河口に位置する干潟でも一部の試験地では目合の小さい（3.0mm）網袋で網袋あたり平均30個体以上のアサリが回収された。一方、

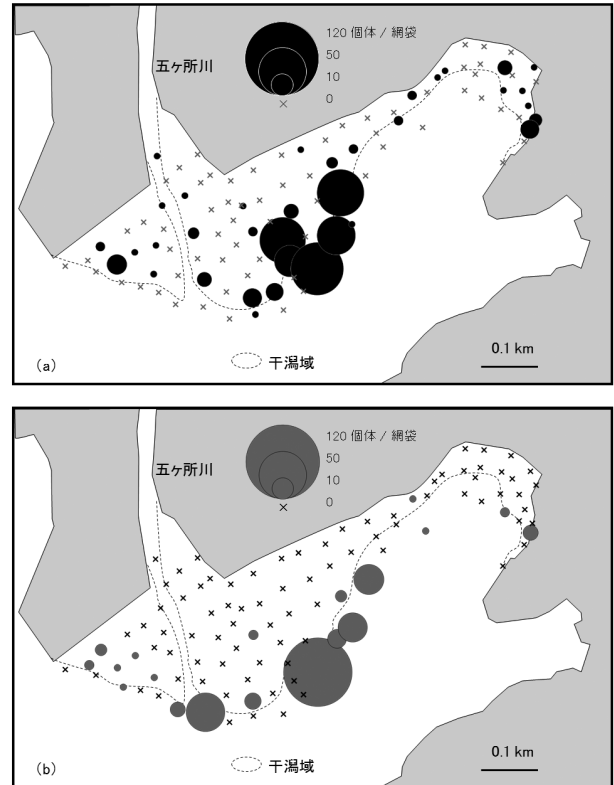


図5. 三重県南伊勢町五ヶ所川河口干潟における採苗可能範囲探索試験におけるアサリ採苗個体数（a）および死殻数（b）

大きな河川の流入がない追間浦でのアサリの採苗個体数は網袋あたり最大でも数個体であり極めて少なかった。また、アサリが多く採苗された河口域では、右岸にくらべ左岸での採苗数が多かった。このことから、河川の影響を受ける干潟・海岸域が網袋を使ったアサリの採苗に適した海域と判断され、網袋を用いたアサリの採苗技術の確立に向け重要な知見が得られた。石田ら（2005）は、アンボ期や着底前のフルグロウン期のアサリの浮遊幼生が低塩分（21～23）への選択性を持つことを報告している。このため、塩分が低下しやすい河口域では、アサリの浮遊幼生が選択する水塊が形成され、浮遊幼生や着底稚貝の高密度化が起こりやすいと期待されるが、浮遊幼生の低塩分層の選択は、塩分が高い底層からエスチュアリー循環を利用して河口域へ回帰するのを妨げる可能性もある。ただし、鳥羽ら（2012）はアサリ浮遊幼生の鉛直分布が幼生の成長に伴って深い方へ偏ることを示しており、このような特性は河口域への回帰を可能にしているかもしれない。ただし、五ヶ所川河口域の地点間でもアサリの採苗数は大きく異なり、試験2ではわずか数mの河道からの距離の違いで採苗数は大きく変化した。松田ら（2008）は96時間曝露実験の結果、塩分10以下ではアサリがほぼ全滅したことを報告しており、塩分変化の大きい河口域では局所的にアサリの生残率が異なり採苗数に影響を与えた可能性がある。また、干潟域内の採

苗可能な範囲を探索する試験を行った五ヶ所川河口干潟では、潮間帯の下部から縁辺部の潮下帯の網袋から多数のアサリが回収され、その数は網袋あたり最大 62 個体であった。しかし、これらの地点では死殻も多く、その数は網袋あたり最大 104 個体に達した。鳥羽ら (2014) は、アサリの中・大型幼生が干潟域の沖の前置斜面域底層に偏在し、上げ潮とともに干潟域に高密度域が移動したことを報告している。干潟域の下部や縁辺部は、着底期のアサリ浮遊幼生が最も多く到達し、採苗数が多くなったと推察される。しかし、五ヶ所川河口干潟において杵取りによって採集されたアサリ個体数は平均 6.3 ± 16.6 個体 $/m^2$ であったが、網袋での採苗個体数が多かった干潟縁辺部や潮下帯では採集されず、この場所では捕食者や波・流れによる攪乱からの保護効果を持つと考えられる網袋内でなければアサリの生残率は極めて低いものと推察される。また、五ヶ所川河口干潟の干潟縁辺部の潮下帯では、多くのアサリが採苗されたにもかかわらず死殻が優占し、全滅している地点もあったことから、この海域の潮下帯では網袋内のアサリの侵入後の生残率が低いと考えられ、採苗後に速やかに移動させるなど設置後の運用を検討する必要がある。一方、秋元・石井 (2014) は神奈川県横須賀市のアサリ漁場の地盤高 D.L. +10 cm, +40~50cm, 0cm および -50cm の 4 つの水深帯に設置した網袋のうち、死殻を含めアサリが採集されたのは地盤高 D.L. +40~50cm の水深帯のみであったことを報告しており、海域によって採苗可能な水深帯 (地盤高) は異なるとも考えられる。

迫間浦では、アサリの採苗個体数は他の海域にくらべて大幅に少なかったものの、アサリの平均個体重量は採苗数が多かった五ヶ所川河口干潟のそれらの 2 倍近く、成長が良好であったと推察される。平川ら (2006) は、魚類養殖の盛んな迫間浦では、水中のクロロフィル濃度が高く、植物プランクトンが豊富であることを報告している。迫間浦は、アサリの採苗には不適であるものの、他の試験区より大型のアサリが網袋から回収されたことから、良好な成長が期待される地まき養殖や垂下養殖の候補地となることを示唆しているだろう。

長谷川ら (2012) は、ケアシエルのみを基質とした網袋によって周辺の干潟よりも大きく成長したアサリが回収されたことを報告している。このため、各地で行われる網袋を用いたアサリの採苗では、基質の一部としてケアシエルを利用するケースが多い。しかし、五ヶ所川河口左岸の干潟で行った網袋試験では、中礫やケアシエルの比率と、採苗されたアサリの個体数や重量に明瞭な関係は確認されなかった。このため、本試験地における同様な採苗においては、基質としてのケアシエルの使用は必須ではないと考えられる。

全国で取り組みが進む網袋を使った採苗によるアサリ種苗の確保にあたっては、本格的な網袋の設置に先立っ

て、海域の選定や採苗可能な海域内で効率的な採苗が可能となる範囲を探索する試験を実施することが望ましい。三重外湾漁業協同組合五ヶ所湾アサリ研究会では、平成 25・26 年度二枚貝資源緊急増殖対策委託事業 (水産庁) において、本試験結果などを参考にアサリ採苗のための網袋設置が進められている。

謝辞

本研究を行うにあたり、三重外湾漁業協同組合五ヶ所湾アサリ研究会 (会長: 光永吉久氏) の皆様、三重県伊勢農林水産事務所 南勝人氏と阿部久代氏には多大なる理解と協力を賜った。また、調査や計測にあたっては松岡真也氏、世古圭子氏ならびに廣千尋氏にご協力をいただいた。本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業委託事業「地域特産化をめざした二枚貝垂下養殖システムの開発」(平成 24~26 年度) によって実施した。

文献

- 秋元清治・石井 洋 (2014) 横須賀市走水海岸潮間帯におけるアサリの天然採苗試験。神奈川県水産技術センター研究報告, 7, 9-15.
- 長谷川夏樹・日向野純也・井上誠章・藤岡義三・小林節夫・今井芳多賀・山口 恵 (2012) アサリ増殖基質としてのカキ殻加工固形物「ケアシエル」の利用。水産技術, 5, 97-105.
- 平川和正・坂見知子・阿保勝之・高柳和史・谷村 篤 (2006) 五ヶ所湾マダイおよびアコヤガイ養殖場におけるプランクトン群集構造の季節遷移。水産総合研究センター研究報告, 17, 37-55.
- 石田基雄・小笠原桃子・村上知里・桃井幹夫・市川哲也・鈴木輝明 (2005) アサリ浮遊幼生の成長に伴う塩分選択行動特性の変化と鉛直移動様式再現モデル。水産海洋研究, 69, 73-82.
- 小林 豊・鳥羽光晴・川島時英 (2012) 被覆網を用いた春から夏季におけるアサリ人工稚貝干潟育成試験。水産技術, 5, 67-74.
- 松田正彦・品川 明・日向野純也・藤井明彦・平野慶二・石松 惇 (2008) 低塩分がアサリの生残、血リンパ浸透圧および軟体部水分含量に与える影響。水産増殖, 56, 127-136.
- 霜村胤日人 (2013) 浜名湖のアサリ資源の回復に向けて。はまな, 543, 1-3.
- 鈴木杏子・山本義和・高岡素子 (2009) 兵庫県における垂下養殖アサリと天然アサリの比較。ヒューマンサイエンス, 12, 7-17.
- 鳥羽光晴・山川 紘・庄治紀彦・小林 豊 (2012) 東京湾盤洲沿岸での夏季1潮汐間におけるアサリ幼生の鉛直分布の特徴。日本水産学会誌, 79, 355-371.
- 安信秀樹 (2012) 垂下カゴ式飼育によるアサリの中間育成。水産技術, 5, 33-38.