

原著論文

有珠湾におけるアサリ人工種苗の中間育成

清水洋平*¹・板倉祥一*²・川崎琢真*¹・菊池亜衣子*¹・井上志乃*¹Intermediate culture of asari clam *Ruditapes philippinarum* in Usu Bay, Hokkaido

Yohei SHIMIZU, Shoichi ITAKURA, Takuma KAWASAKI, Aiko KIKUCHI and Shino INOUE

Intermediate culture of artificial seeds of the asari clam, *Ruditapes philippinarum*, was conducted in bags formed of raschel net with gravel mixed with fragmented scallop shells or pelletized oyster shells as a substrate in the fishing ground of the asari clam in Usu Bay, the east coast of Funka Bay, Hokkaido. Small (mean shell length, 1.11 mm) and large seeds (10 to 20 mm) were cultured in the bags placed on the sea bottom for 10 months from June 2, 2014. The growth rates of the artificial spats were comparable to those of natural clams in Hakodate Bay. The grain size of the sediments of Usu Bay was considered to be too fine for the Asari clam culture. However, use of the intermediate culture system tested in this study may help improve Asari clam production in Usu Bay.

キーワード：アサリ，人工種苗，中間育成，漁場改善

2015年7月29日受付 2017年1月26日受理

北海道におけるアサリ漁業の中心は釧路地区および根室地区であり，両地区で北海道の全漁獲量の99%以上を占めている。その他，網走地区，胆振地区および渡島地区で若干の漁獲が行われている（農林水産省北海道農政事務所2013）。胆振地区，噴火湾の東岸にある有珠湾内のアサリ漁場は，かつてのり養殖が行われていた干潟である（沼田1952）。その後，アサリ漁業が行われるようになったが，泥分の堆積や還元層の発生，アサリ資源の減少により近年はほとんど行われていない。

近年，新たなアサリ漁業の形態として，網袋を用いた天然採苗とコンテナやカゴを用いた垂下養殖手法が開発されている（日向野2014）。この新しい手法では，袋網に砂利やカキ殻加工固形物（ケアシエル，ケアシエル株式会社）を入れた採苗器を用いており，採苗されたアサリの良好な成長や袋による外敵防除の効果が示されている（日向野2014）。また，同様の基質を用いた垂下養殖でも，アサリの良好な成長および身入りがみられ，高品

質アサリの生産が可能となっている（安信2014）。これらの新たな技術を導入することにより，衰退したアサリ漁場の再生やこれまでアサリ漁業の行われていない新たな海域での採苗や養殖が可能となり，アサリ漁業の復活および新規創出が期待されている。

これまで北海道では，人工種苗生産技術の開発が進められているが（清水2008，清水2014），陸上育成にコストがかかることから，殻長0.5mm程度の稚貝を生産することを目標としてきた。しかしながら，このサイズの稚貝放流は波浪や結氷等の影響で散逸・死亡する個体が多いと考えられ（清水2008），小型種苗の放流技術や大型種苗の生産技術の開発が求められている。また，人工種苗を基にしてアサリの養殖を行うためには，養殖に用いるサイズまでの中間育成技術の開発が必要である。

そこで本研究では，養殖もしくは放流に用いる大型稚貝を確保する技術の開発を目的とし，三重県で天然採苗器として使われている資材を活用して，資源が減少した

*¹ 地方独立行政法人北海道立総合研究機構栽培水産試験場

〒051-0013 北海道室蘭市舟見町1-156-3

Mariculture Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Muroran, Hokkaido 051-0013, Japan

shimizu-yohei@hro.or.jp

*² 北海道檜山振興局檜山地区水産技術普及指導所

有珠湾のアサリ漁場でアサリ人工種苗の中間育成を行い、その育成を確認した。

材料と方法

噴火湾の表層海洋データ 北海道胆振地区水産技術普及指導所では、有珠湾の北にある虻田漁港の2km沖（北緯42°32.020′東経140°44.888′，図1）で海洋環境測定を行っている。ここでは、月に1回から2回、表層から水深30mまで、1m間隔で水温、塩分およびクロロフィル濃度を測定している。本報告では、有珠湾での海洋環境の参考として、2014年6月2日から2015年4月6日までの表層水温、表層塩分および表層クロロフィルa濃度について取りまとめた。水温および塩分はJFEアドバンテック株式会社のASTD 102により観測された。クロロフィルa量は以下のように測定した。定点にて表層水を採水した後、試水100mLをガラス繊維濾紙(Whatman GF/C)で濾過した。その後99.5%アセトン6mLで24時間抽出した後、クロロフィル蛍光強度を蛍光光度計(10-AU Fluorometer, Turner Designs社)を用いて測定し、クロロフィルa濃度を算出した。

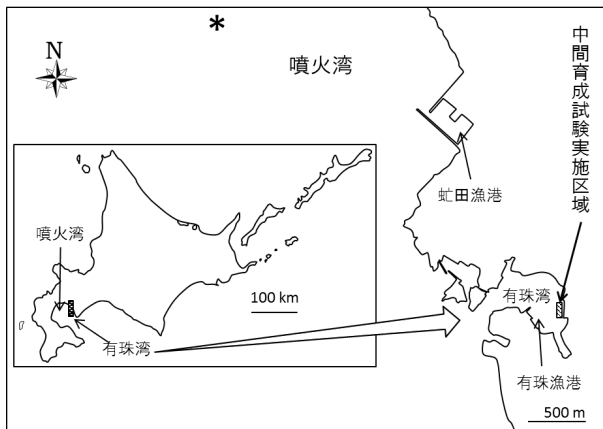


図1. アサリ人工種苗の中間育成試験実施場所および海洋データ観測位置(*)

有珠湾アサリ漁場の底質の把握 底質の採取・分析は、「アサリ増殖場の維持管理ガイドライン」(北海道2008)、「干潟生産力改善のためのガイドライン」(水産庁2008)を参考にして行った。有珠湾内のアサリ漁場において、2011年12月12日に面積5.6cm²、深さ10cmの底質を採取した。試料を内径15cmのガラスシャーレに移した後、約200mLの水道水を加えて攪拌した上で、目視によりゴミや生物を除去した。1晩静置した後、シルト分が流れない程度にシャーレを傾けて上澄みを流した。これを110°Cの乾燥機により1日間乾燥させた。乾燥させた試料を乳鉢へ移し、乳棒で粉碎した後、目開き2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mmおよび

0.063mmのふるいを用い、電磁式ふるい振とう機(AS200 ヴァンダー・サイエンティフィック株式会社)により30分間振とうさせてサイズ別に分離した。0.063mm以下のシルトおよび各ふるいに残った試料をそれぞれ電子上皿天秤で重量を測定した。この結果を基に粒径加積曲線を描き、累積頻度5%、16%、50%、84%および95%の粒径を求めた。さらにこの値から淘汰度を算出した。淘汰度の算出方法は「アサリ増殖場の維持管理ガイドライン」(北海道2008)に従った。

小型人工種苗の中間育成 平均殻長1.11±0.42mm(平均値±標準偏差)の人工種苗を用いて試験を行った。中間育成器は三重県で用いられている天然採苗器(日向野2014)を基にして作製した。目合4mmのラッセル網製の袋(40cm×60cm)へ砂利6Lと1cm以下に粉碎したホタテガイ貝殻片2Lを混合した基質を入れて中間育成器を作製し、これに2,500個体の人工種苗を収容した。この中間育成器1袋を2014年6月2日に有珠湾内アサリ漁場へ設置して試験を開始した。また、同時に、人工種苗を収容していない中間育成器2袋を天然採苗区として設置した。2015年4月7日に中間育成器を回収した後、基質とアサリを分離し、計数および殻長の測定を行った。

大型人工種苗の中間育成 試験には2013年7月8日から2014年5月16日まで有珠湾内アサリ漁場で中間育成されたアサリを用いた。このアサリをサイズ別(約10mm、12mm、14mm、16mmおよび20mm)に分け、砂利6Lとカキ殻加工固形物2Lを目合4mmのラッセル網製袋(40cm×60cm)に入れて作製した中間育成器へ入れた。中間育成器へ入れた個体数は、10mm稚貝で100個体もしくは200個体とした。他のサイズはすべて100個体とした。各試験区の中間育成器それぞれ1袋を2014年6月2日に有珠湾内アサリ漁場へ設置した。2015年4月7日に中間育成器を回収した後、基質とアサリを分離し、計数および殻長の測定を行った。10mm個体を100個体もしくは200個体入れた試験区間での殻長比較はスチューデントのt検定により行った。

結果

噴火湾の表層海洋データ 虻田漁港の1マイル沖における表層の水温、塩分およびクロロフィル量を図2に示した。中間育成器を設置した6月の水温は14°C台であった。その後上昇し、8月19日に21.8°Cとなった後、8月以降は次第に低下し、3月9日には3.1°Cとなった。中間育成器を回収した4月の水温は4.6°Cだった。表層塩分が30を下回ったのは2014年6月16日および2015年3月24日のみであった。特に後者は25.7と低い値を示した。クロロフィルa濃度は、2014年6月、11月および2015年3月に高い値を示し、それぞれ7μg/Lを超えた。

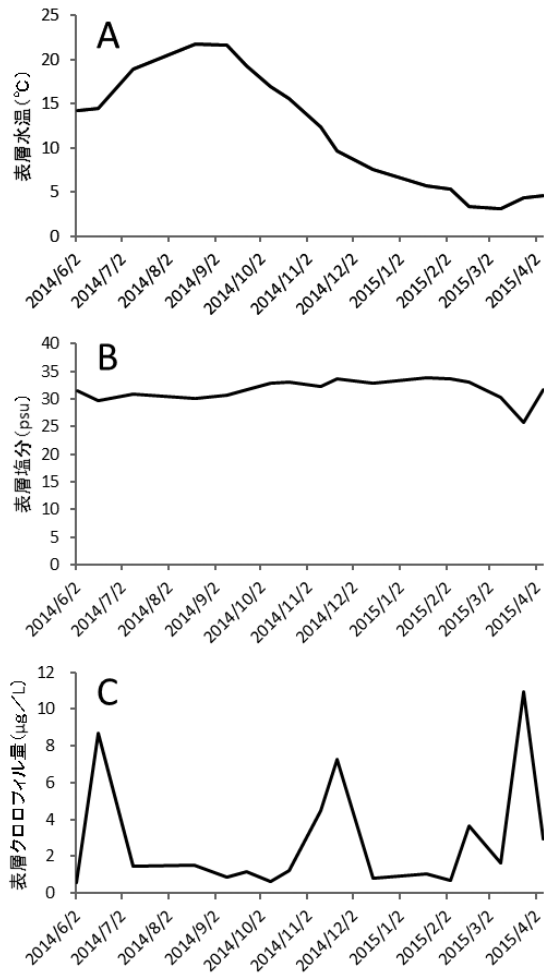


図 2. 虻田漁港 1 マイル沖における表層水温 (A)、表層塩分 (B) およびクロロフィル量 (C) の変化

表 1. 有珠湾アサリ漁場における底質の粒径組成

粒径 (µm)	底質	重量 (g)	割合 (%)
~63	シルト	37.57	19.54
63~125	微粒砂	45.98	23.92
125~250	細粒砂	52.69	27.41
250~500	中粒砂	35.11	18.26
500~1000	粗粒砂	13.37	6.95
1000~2000	極粗粒砂	7.52	3.91
2000~	細礫	0.00	0.00

有珠湾アサリ漁場の底質の把握 底質の粒度組成を表 1 に示した。最も多かった底質は細粒砂であり、全体の 27.4% を占めた。次いで微粒砂が 23.9%、シルトが 19.5% だった。これらのデータから累積曲線を描き、累積頻度 5%、16%、50% (中央粒径)、84% および 95% の粒径を求めた結果、それぞれ 0.017mm、0.052mm、0.148mm、0.391mm および 0.845mm となった。これら

の値から淘汰度 (北海道 2008) は 1.58 と算出された。
小型人工種苗の中間育成 平均殻長±標準偏差が 1.11 ± 0.42mm の人工種苗 2,500 個体を中間育成した結果、130 個体の稚貝が回収された。回収された稚貝の殻長組成を図 3 に示した。殻長は 7.8mm から 23.1mm の間に見られ、平均値±標準偏差は 14.1 ± 3.8mm の範囲にあった。天然採苗区では 2 袋の中間育成器から合計 14 個体のアサリが採集された (図 4)。そのうち、小型中間育成で得られた殻長範囲内 (7mm~24mm) の個体数は 8 個体であり、この 8 個体の殻長の平均値±標準偏差は 13.7 ± 4.1mm であった。これらのアサリを天然発生小型個体と仮定し、中間育成器から回収されたアサリの殻長の積算から天然個体の殻長の積算を除き、平均殻長を再計算した結果、平均値は 14.1mm となった。また、1 袋あたり 4 個体の天然個体が混入したと仮定すると、中間育成後の実際の回収数は 126 個体となり、試験開始時の個体数に対する回収した個体数の割合 (回収率) は 5.0% と算出された。

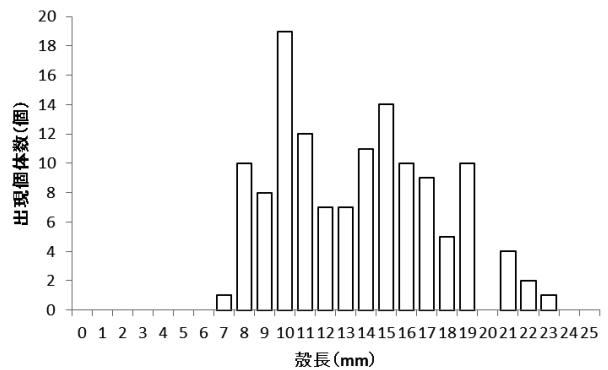


図 3. 小型人工種苗の中間育成終了時の殻長組成

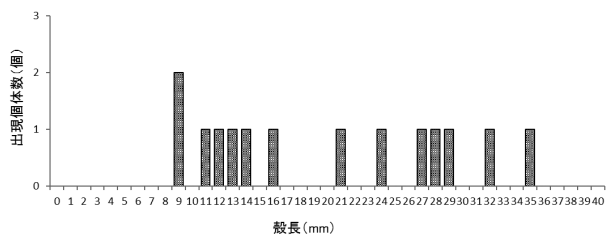


図 4. 天然採苗器 2 袋から得られたアサリの殻長組成

大型人工種苗の中間育成 2015 年 4 月 7 日に中間育成器を回収し、得られたアサリの殻長を計測した結果、試験開始時のアサリより小型の個体が、8mm から 14mm の範囲で見られた (14mm-100 個体区、16mm-100 個体区および 20mm-100 個体区)。しかしながら、天然個体と試験に用いた個体の区別がつかなかったため、解析の

表 2. 大型人工種苗の中間育成試験結果

試験区	試験開始時 (2014年6月2日)		試験終了時 (2015年4月7日)			
	収容個体数 (個体)	平均殻長±標準偏差 (mm)	回収個体数* (個体)	平均殻長±標準偏差 (mm)	回収率* (%)	死亡個体数* (個体)
10mm-100個体区	100	9.6±1.0	70	23.0±4.5	70.0	34
10mm-200個体区	200	9.7±1.1	139	21.3±3.4	69.5	87
12mm-100個体区	100	12.2±1.1	69	26.3±2.8	69.0	27
14mm-100個体区	100	14.7±1.1	87	24.9±6.9	87.0	63
16mm-100個体区	100	16.6±1.2	87	27.5±4.7	87.0	13
20mm-100個体区	100	20.6±2.2	81	29.8±4.9	81.0	24

*天然採苗個体を含む

一部を除き、回収したすべてのアサリを用いて解析を行った。10mm-100 個体区および 10mm-200 個体区では、回収時にそれぞれ 70 個体および 139 個体のアサリを得ることができた。両区の回収率はそれぞれ 70.0% および 69.5% だった (表 2)。また、回収した全個体の平均殻長は両区間で有意差が認められなかった ($p>0.05$)。ところが、天然個体と考えられる 14mm 未満の個体を除き平均殻長を算出したところ、10mm-100 個体区および 10mm-200 個体区ではそれぞれ 24.1 ± 2.8 mm (平均値 ± 標準偏差) および 21.5 ± 3.1 mm (同) となり、この場合は両区間で有意な差が検出された ($p<0.01$)。12mm から 20mm のアサリを 100 個体収容して中間育成を行った区では回収率が 69.0% から 87.0% であった (表 2)。また、収容時の平均殻長が大きいほど、回収時の平均殻長も大きくなる傾向が見られた (図 5)。

考察

有珠湾で平均殻長 1.11mm の小型人工種苗 2,500 個体を中間育成器に入れ、6 月からおよそ 10ヶ月間の中間育成を行った結果、回収率は 5.0% だった。清水 (2014) はこの前年にも同様の中間育成器に 12,000 個体を入れて同様の試験を行っており、そのときの回収率が 7.8% であった。これらの結果から、中間育成器に入れる小型種苗の個体数は回収率に大きな影響を与えないことが推察される。おそらく、天然採苗器に用いているラッセル網の目合いが 4mm と人工種苗よりも大きく、多くの人工種苗が等しい機会に散逸したため、回収率に大きな差が見られなかったと考えられる。田村ら (2014) は、道南函館湾における天然アサリの成長を、障害輪を基にして調べた。その結果、函館湾の 6 月の調査では、当歳貝の平均殻長のピークは 6mm に見られている (田村ら 2014)。本試験に用いた人工種苗は、6 月の天然当歳貝に比べて 5mm ほど小さかったが、中間育成を行った後の人工種苗の平均殻長は 14.1mm となった。4 月の天然

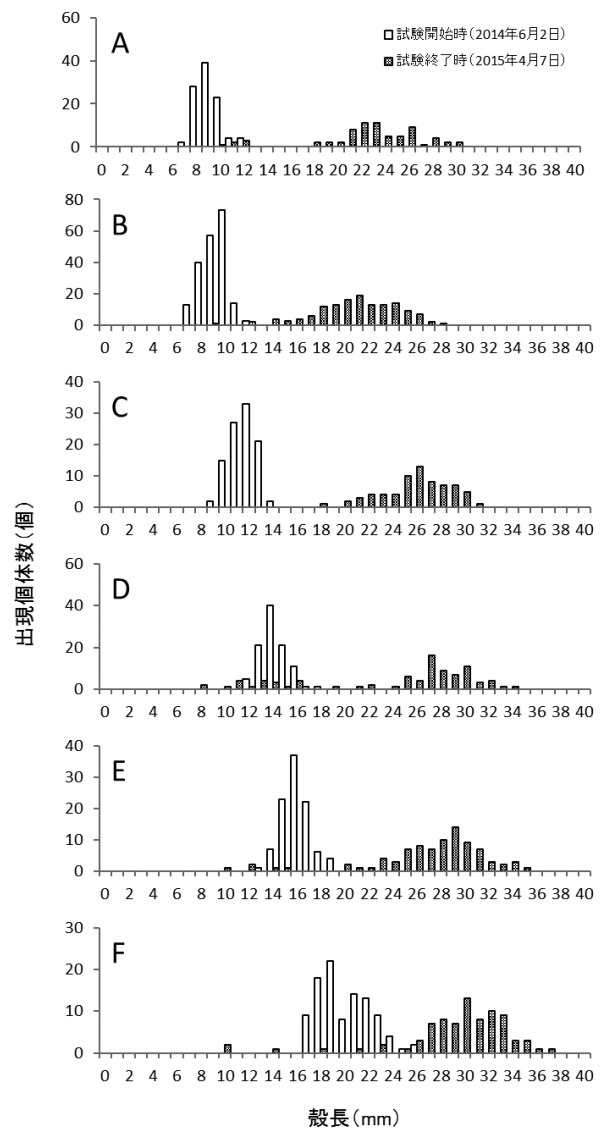


図 5. 大型人工種苗の中間育成開始時および終了時の殻長組成
A : 10mm-100 個体区, B : 10mm-200 個体区, C : 12mm-100 個体区, D : 14mm-100 個体区, E : 16mm-100 個体区, F : 20mm-100 個体区

1歳貝の平均殻長のピークは14mmに見られており(田村ら2014)、両者に差は見られなくなった。函館湾の水温は24.6°C(8月)から4.5°C(1月)であり(田村ら2014)、最高および最低となる時期が噴火湾より1ヵ月から2ヵ月ほど早いものの、その範囲に差は見られなかった。餌となる植物プランクトンについては、函館湾では秋期のブルーミングが見られなかった(田村ら2014)のに対し、噴火湾では、2014年11月21日にクロロフィル α 濃度が7.3 $\mu\text{g/L}$ となった(図2)。この秋期のブルーミングも高成長の一因と考えられる。

平均殻長10mm~20mmの大型人工種苗を用いた中間育成では、小型人工種苗と異なり、人工種苗がラッセル網袋の目合いより大型のため、中間育成器から散逸するとは考えづらい。一方で小型アサリが混入することはあり得る。そのため、回収時に中間育成器内のアサリの総数が収容個体数を超える事例が見られた(表2)。特に、14mm-100個体区では、回収生残個体と死亡個体の合計が150個体となっており、少なくとも50個体が混入したと考えられる。実際、この試験区では、試験開始時とほぼ同じ大きさの8mmから16mmのアサリが採集されており、25mmから32mmに見られるピークから大きくはずれている。一方、回収個体数と死亡個体数の合計が100個体に満たなかった12mm-100個体区では、回収時に18mm未満の個体はみられていない。そのため、14mm-100個体区で回収された8mmから1mmの個体は、中間育成期間中に天然個体が混入した可能性が、または、近接した場所で小型個体の中間育成試験を行ったため、散逸した小型人工種苗が混入した可能性が考えられた。

平均殻長10mmの個体を異なる密度で中間育成を行った結果、10mm-100個体区と10mm-200個体区では、中間育成開始時の平均殻長に差はなかったものの、試験終了時には低密度区で有意に平均殻長が大きかった。櫻井ら(2014)はアサリ人工増殖場の適地選定手法開発を目的として、アサリの密度を変えたコンテナを増殖場へ設置してアサリの成長を調べた。その結果、同一地点では密度が高いほど成長が遅くなると報告している。本試験の結果も同一地点、同一条件であり、成長差は密度の影響によると考えられる。また、中間育成器へ大きさの異なるアサリを100個体ずつ収容した結果、収容したアサリが大きいほど回収時の平均殻長が大きくなり、大きさによる成長抑制は見られなかった。中間育成器の大きさは40cm×60cmであったが、100個体のアサリが育成するには十分な面積であったと考えられる。函館湾における天然アサリの2歳4ヶ月の殻長は25mm程度と推測されている(田村ら2014)。本研究でも12mm以上の1歳のアサリを用いた場合には、2歳4ヶ月で平均殻長が25mmを超えていた。本研究および清水(2014)の結果では、約1mmの稚貝を1年間中間育成することにより、平均殻長12mmから14mmの稚貝が得られた。これらの結果から、アサリ人工種苗を中間育成器により中間育

成をすることで、函館湾と同等の成長が見込め、かつ、高い回収率で稚貝を得ることができると考えられる。

有珠湾の底質は、シルトから中粒砂が大部分を占め、中央粒径は0.148mm、淘汰度は1.58と算出された。これらの数値から、底質の地盤硬度がアサリの潜砂に支障をきたす3kg/cm²を超えると想定される(北海道2008)。このアサリ育成に適していない底質が有珠湾のアサリ資源減少の一因であると考えられる。既知のアサリ漁場の底質改善方法としては、ホタテガイ貝殻散布(櫻井ら2014)や砕石散布(生嶋ら2012)、カキ殻加工固形物(長谷川ら2012)など、粒径の大きな資材を散布もしくは設置する方法が知られている。それぞれ、稚貝の蝸集効果や成長促進効果が報告されている(櫻井ら2014、生嶋ら2012、長谷川ら2012)。砂利とかき殻加工固形物の混合した資材についても、天然採苗および稚貝の成長促進効果が示されている(日向野2014)。本試験で用いた中間育成器は、これらの成果をふまえ、砂利にホタテガイ貝殻もしくはかき殻加工固形物を混合した資材を用いた。この資材をラッセル網製袋に入れて作製した中間育成器は、約10ヵ月の間、漁場へ設置し続けたが、完全に埋没することはなく、中間育成器に入れたアサリの成長および生残を確認することができた。北海道では冬季の波浪による資材の散逸が危惧されるが、長谷川ら(2012)や日向野(2014)のように、資材を袋に入れることで散逸を防ぐことができる。このような資材を用いることで、有珠湾のアサリ漁場の底質改善とこれを用いたアサリの育成が可能であると考えられる。

清水(2014)および本研究では、殻長1mm程度の人工種苗を用いて、1年もしくは2年間中間育成により約14mmから30mm程度のアサリを育成させることができることを示した。20mm-100個体区では、30mmを超えるアサリも得られた。近年、新たなアサリ漁業として、垂下養殖技術の開発が進められている(日向野2014)。これには稚貝の確保が必須要件である。有珠湾ではアサリの天然発生が少なく、天然採苗も多くは期待できない。このような場合は、人工種苗を中間育成することにより、養殖開始に適した大きさのアサリを生産することが可能である。安信(2012)は殻長0.5mmのアサリ稚貝を56日間海中に垂下することにより殻長2mmから4mmの稚貝を得ている。人工種苗生産にはコストがかかるものの、このような垂下式中間育成技術や本試験の中間育成器を用いることで、低コストで目的のサイズの稚貝を生産できると考えられる。

謝辞

アサリの中間育成試験を行うにあたり、人工種苗生産に用いる親貝の提供や漁場の使用など、いぶり噴火湾漁業協同組合有珠支所の山本堅治支所長の多大なるご配慮に対し深く感謝申し上げます。また、虻田沖1マイルにお

ける海洋観測データの提供や有珠アサリ漁場におけるアサリ調査、アサリ親貝採集等にご協力いただいた北海道胆振総合振興局胆振地区水産技術普及指導所の東幸兵所長をはじめ職員の皆様にお礼申し上げます。本論文は、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（課題番号24019C）」で得られた成果の一部である。

文 献

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。
日向野純也（2014）アサリの天然採苗と垂下養殖。豊かな海，**33**，56-58。
北海道（2008）アサリ増殖場の維持管理ガイドライン。札幌。
生嶋 登・齊藤 肇・那須博史（2012）アサリ稚貝の着底と生残を促進するための碎石散布と支柱柵設置の水力学的効果

に関する干潟での野外実験。水産技術，**5**，75-86。
農林水産省北海道農政事務所（2013）平成23年北海道農林水産統計年報（水産編）。
沼田 武（1952）有珠湾の海苔養殖（概報）。北海道地理学会報，**16**，61-62。
櫻井 泉・中山威尉・秦 安史・前川公彦・山田俊郎・田中良男・桑原久実（2014）人工造成場におけるアサリの成長および生残適地の選定手法。水産技術，**80**，776-785。
清水洋平（2008）北海道におけるアサリ種苗生産技術と増殖。育てる漁業，**418**，3-7。
清水洋平（2014）北海道におけるアサリ漁場を用いた資源回復試験。豊かな海，**33**，18-23。
水産庁（2008）干潟生産力改善のためのガイドライン。東京。
田村亮輔・中川宙飛・五嶋聖治（2014）北海道函館湾におけるアサリの成長。北海道大学水産科学研究彙報，**64**，37-44。
安信秀樹（2012）垂下カゴ式飼育によるアサリの間育成。水産技術，**5**，33-38。
安信秀樹（2014）播磨灘におけるアサリ垂下養殖の取り組み。豊かな海，**33**，29-32。