

二枚貝養殖試験事業結果報告書

平成 26 年 5 月 尾鷲市水産商工食のまち課

目次

二枚貝養殖試験事業の目的、内容、実施場所	1
二枚貝養殖試験事業結果の概要	2
アサリ養殖試験	4
アカガイ養殖試験	17
シングルシードマガキ養殖試験	28
二枚貝養殖期間中における環境条件について	43
養殖コンテナに垂下したアサリ稚貝について	45
その他の二枚貝の養殖の検討について	47
アサリ養殖マニュアル	50
アカガイ養殖マニュアル	54
シングルシードマガキ養殖マニュアル	56

二枚貝養殖試験事業の概要

事業の目的

尾鷲市の魚類養殖業は市全体の漁業生産量の約4分の1、金額の約半分を占め、重要な基幹産業と位置付けられています。しかし近年、経営状況の悪化によって、市内の経営体数は減少の一途を辿っているため、魚類養殖業者の生き残り対策の実施が急務となっています。収入増につながる取組としては、ブランド化、新魚種の開拓、コスト削減等のほか、副業の実施が挙げられ、中でも給餌の必要が無く、養殖物と天然物の評価に差がない二枚貝養殖業は大変魅力的であり、市内の魚類養殖業者から注目されています。市内の魚類養殖業者数名がアサリ等の養殖試験を試みたものの、経営が逼迫し、人手不足が深刻化している状況下では、成長、環境条件等の詳細なデータ不足、容器の最適な交換頻度等を明らかにすることが困難であったため、当地に最適な技術の確立にまでは至っておりませんでした。

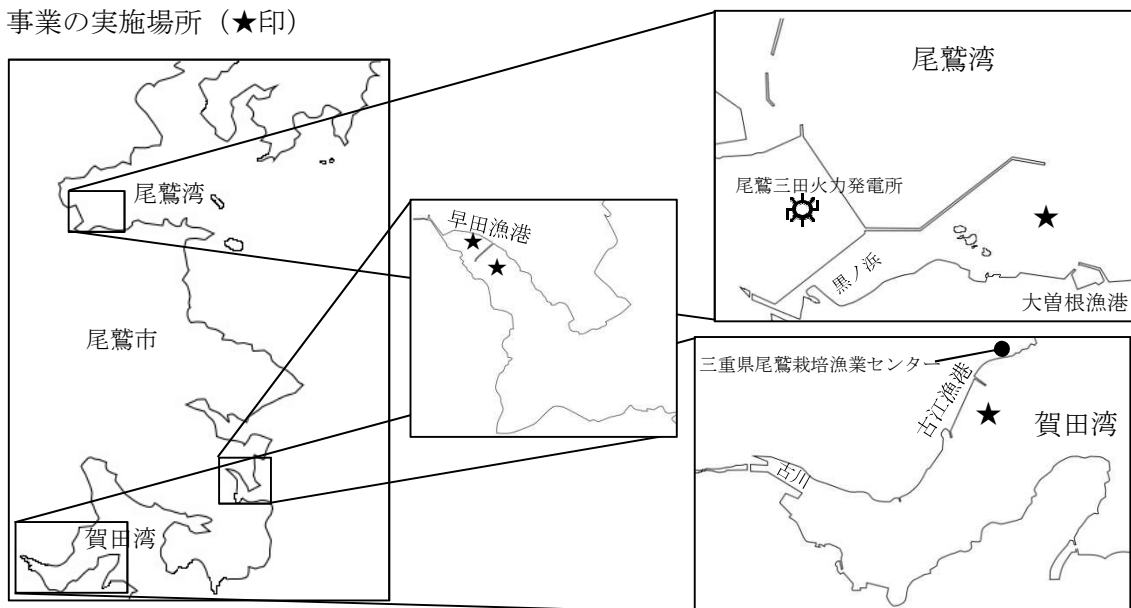
そこで本事業において、市が主体となって詳細な基礎データの取得、養殖技術の検討を行い、当市の海域における汎用性のある養殖技術を確立することによって、市内の魚類養殖業者に技術を普及することで、業者の経営改善を図ることを目的としました。

事業の内容

試験の対象種としては、アサリ、アカガイ、トリガイを当初の予定としていましたが、トリガイは種苗の入手が困難であったため、実施することができませんでした。また、当初は予定しておりませんでした。短期間の養殖で収穫できることに着目し、近年新しい技術が確立されつつある大型種苗と防汚カゴを用いたシングルシードマガキについて試験を行いました。

平成23年度から平成25年度において、三重県水産研究所尾鷲水産研究室及び三重県尾鷲栽培漁業センターに協力いただき、試験小割にて二枚貝を容器に収容して垂下し、定期的に計測作業を行い、データを記録しました。

事業の実施場所（★印）



二枚貝養殖試験事業結果の概要

アサリ

成長、生残、適正な養殖期間、水深、容器、基質、収容密度等の基礎的なデータを得ることができた。天然採苗したアサリを夏に導入すると7～9割の生残率で翌年の春から初夏に殻長3.5～4.0 cmで収穫できた。尾鷲市沿岸は冬場の最低水温が14℃前後と、伊勢湾内から湾口域に比べて高いため、秋仔の冬季の成長が速く、早期により大きい天然種苗を得られることと、養殖する親貝が冬季も成長できること等、アサリ養殖にとって有利な条件が揃っていることがわかった。

また、蓄養による肥育試験を行い、身入りの良い高品質のアサリを生産できることが実証できた。

養殖の収支試算では天然採苗のアサリを100箱養殖した場合で1シーズン15～26万円、他産地の大型種苗を導入し、蓄養を100箱行った場合に1シーズン14～22万円の利益が見込めた。

課題となっている容器の重量の軽量化を試み、軽石と網カゴ、網袋を使った方式を試験したが、コンテナに比べて成長は25%劣った。アサリ養殖の歴史は浅く、発展途上であるため、種苗の確保、容器の軽量化等、他の先進地でもクリアすべき課題は残されているが、養殖技術は完成に近いところまで来ており、今後更にチャレンジしながら、これらの課題をクリアしていきたい。

		試験結果のまとめ			
期間		2011年～2012年	2012年～2013年	2013年～2014年	2012年～2013年
種苗の産地		黒ノ浜	コンテナ内着底		松阪
大曽根	開始日	2011/8/3	2012/9/5	2013/8/2	2012/11/29
	終了日	2012/5/11	2013/5/15	2014/5/14	2013/3/25
	(A)1個体あたり開始時重量	2.89 g	2.87 g	4.48 g	11.36 g
	(B)1個体あたり終了時重量	13.35 g	11.36 g	10.99 g	18.28 g
	(C)生残率	89%	93%	71%	93%
	1個体あたり重量増加率(B÷A)	4.62	3.96	2.46	1.61
総重量増加率(B÷A×C)		4.13	3.67	1.73	1.49
古江	開始日	2011/8/15	2012/10/14	2013/7/31	2012/11/29
	終了日	2012/5/24	2013/5/15	2014/5/16	2013/4/26
	(A)1個体あたり開始時重量	3.38 g	2.52 g	5.31 g	11.36 g
	(B)1個体あたり終了時重量	13.00 g	8.74 g	9.30 g	19.84 g
	(C)生残率	86%	93%	93%	92%
	1個体あたり重量増加率(B÷A)	3.85	3.46	1.75	1.75
総重量増加率(B÷A×C)		3.30	3.21	1.64	1.61



アカガイ

成長、生残、適正な養殖期間、水深、容器、基質、収容密度等の基礎的なデータを得ることができた。飼育開始から約 2 年半後で大曾根では平均殻長 72.5mm、平均重量 101.6 g、古江では平均殻長 56.2mm、平均重量 51.9 g に成長した。生残率は大曾根で 54.7%、古江では 60.8%であった。大曾根では、90%が商品価値の高い殻長 70mm以上に達したが、古江では 70mm以上に達した個体はなく、アカガイの養殖は適していないことが示唆された。

大曾根の結果をもとに養殖の収支試算を行った結果、100 箱で年間 10 万～20 万円の利益が見込めた。



シングルシードマガキ

成長、生残、身入り、適正な養殖期間、水深、容器、収容密度等の基礎的なデータを得ることができた。9 月から大型種苗を 10 円／個で垂下すると 2 月以降の出荷が可能であった。小粒ではあるがカップが深くて身入りが良く、試食の評価は非常に高かった。養殖期間が短期間である上、カゴを防汚することにより養殖期間中の手入れが不要であることが実証され、副業として着手しやすい養殖であることがわかった。

単価を 50 円／個と設定すると、5 連 100 吊で 1 シーズン約 30 万円の収入が見込めた。



環境条件

日平均水温が 28℃以上の日は大曾根で 2012 年に 17 日、2013 年には 6 日、27℃以上の日は 2012 年に 48 日、2013 年には 22 日であった。古江では 28℃以上の日は 2012 年に 0 日、2013 年に 8 日、27℃以上の日は 2012 年に 32 日、2013 年には 23 日であった。最低水温は 14℃以下の日が 2013 年の大曾根で 3 日のみであった。試験期間中には、紀伊半島大水害を引き起こした 2011 年の台風 12 号をはじめとする台風の来襲を数回経験した。台風の影響による貝の目立った斃死はなかったが、一部容器の破損や基質の流失が起こった。全体を通して、古江の方が、被害は小さかった。

アサリ養殖試験

方法

尾鷲湾内に位置する大曾根漁港地先の三重県水産研究所尾鷲水産研究室の大曾根試験小割及び賀田湾内に位置する古江漁港地先の三重県水産振興事業団尾鷲栽培漁業センターの海面施設において、アサリの垂下養殖試験を実施した。供試貝については、2011年8月からの試験は尾鷲湾内の黒ノ浜産の天然アサリを用い、古江では賀田湾内の古川河口に設置したケアシェル入りの網袋採苗で得られたアサリを用いた。2012年6月以降はアサリ及びアカガイの容器内に着底したアサリを用いた。また、2012年11月から2013年5月にかけて、松阪産の大サイズの天然アサリの蓄養試験を行った。容器には、PP製の有効内寸が395×304×200mmのコンテナ(サンボックス#24-2 三甲株式会社)を用い、100mmの深さになるように基質を入れ、容器上面に網蓋をし、3から5m層に垂下した。なお、網蓋の目合いは飼育1年目ではラッセル3分目を用い、成長に伴って蛙又8分目を用いた。また、松阪産の蓄養試験についても蛙又8分目を用いた。更に、容器の軽量化を検討するため、古江において、基質に軽石を用いてアサリと一緒に網袋(ラッセル2分目)に収容したものをビニルシート敷いて網カゴ(蛙又8分目、4方手)に収容し、コンテナと成長、生残を比較した。特記しない限り基質にはアンスラサイト(粒径1.5mm):ケアシェル(粒径5mm):砂(黒ノ浜)を5:2:3の割合で混ぜたものを用いた。定期的に1容器あたりの湿重量、個体数、殻長を計測、記録した。飼育コンテナと網蓋は記録作業の際に、必要に応じて清掃、交換を行った。



結果

殻長

図1に平均殻長の推移を示す。黒ノ浜産は養殖を開始した2011年8月には大曾根で24.0mm、古江では27.8mmであったが、翌年2012年5月にはそれぞれ40.2mm、39.7mmに成長した。2012年8月以降の成長速度は1年目に比べるとやや低下し、2013年5月に大曾根で47.4mm、古江44.8mmとなり、5cmを超える個体もみられた。この時点で古江では黒ノ浜産の飼育を終了し、大曾根では更に1年間飼育を継続したが、ほとんど成長せず、2014年5月においても47.9mmであった。古江で長期間飼育した古川産のアサリについても同様の傾向であり、2014年5月で48.0mmであった。

蓄養試験を行った松阪産の大サイズのアサリは2012年11月末導入時の36.0mmから2013年2月末には大曾根で41.4mm、古江で41.2mmに、2013年5月には大曾根で43.4mm、古江で44.5

mmに成長した。

2012年にコンテナ内に着底した稚貝は大曾根で2012年8月の26.3mmから2013年5月には40.2mmに、古江では2012年6月の24.0mmから2013年5月には38.3mmに成長し、この時点までは2011年8月から2012年5月の黒ノ浜産とほぼ同様の成長であった。古江でその後飼育を継続した結果、ほとんど成長せず、2014年5月で40.8mmであった。2013年5月において2013年7月から8月に得られたコンテナ内の着底稚貝は前年よりも大きく、大曾根で29.6mm、古江で31.0mmであったが、その後の成長は前年よりも緩やかで、2014年5月に大曾根で38.8mm、古江で35.6mmとなった。

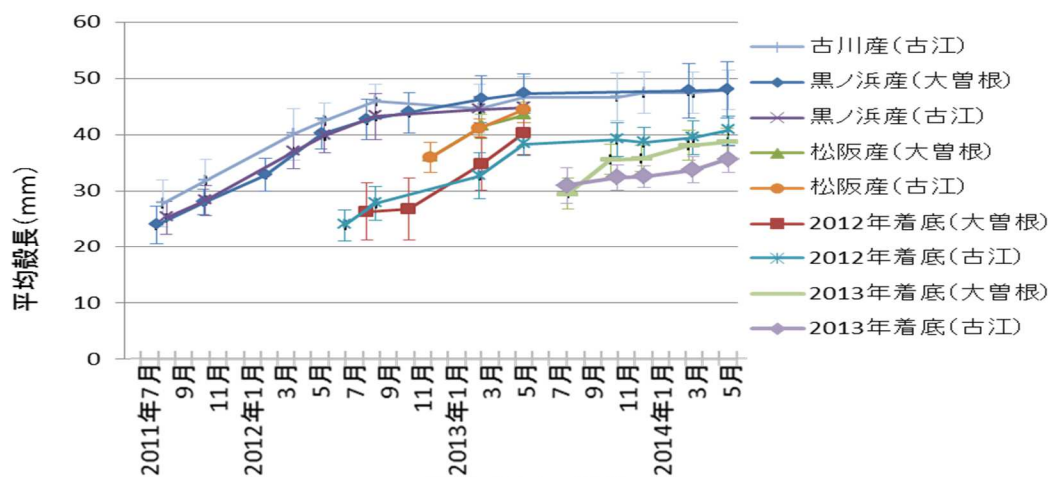


図 1. 平均殻長の推移

重量

図 2 に平均重量の推移を示す。重量はほぼ毎月計測したため、殻長の推移よりも詳細な変化がみられた。黒ノ浜産は、大曾根で2011年8月の2.9gで開始し、9ヶ月後の2012年5月に13.4gとなり、6月にやや重量が低下したが、再び増加し、1年9ヶ月後の2013年5月には22.7gとなり、2年9ヶ月後の2014年5月に29.0gに成長した。古江で飼育した黒ノ浜産については、2011年8月に3.4gで開始し、9ヶ月後の2012年5月に13.0gとなり、大曾根で重量が低下した6月も増加を続け、2012年7月に15.5gとなったが、それ以降は成長が停滞し、1年9ヶ月後の2013年5月でも15.8gであった。古川産について、養殖1年目の2011年7月から11月に成長が停滞したが、それ以降は再び成長し、2014年5月には26.6gとなった。

蓄養試験を行った松阪産の大サイズのアサリは2012年11月末導入時の11.4gから2013年3月末には大曾根で18.3g、古江で17.8gに、2013年5月には大曾根で19.9g、古江で20.4gに成長した。

2012年にコンテナ内に着底した稚貝については、大曾根では2012年9月から11月にかけて成長が停滞したが、それ以降は良く成長し、2013年5月に11.4gとなった。古江では2013年5月に8.7gとなったが、その後2013年10月まで成長は停滞し、その後の成長は緩やかであった。2013年7月から8月に得られたコンテナ内に着底した稚貝については、大曾根、古江とも前年よりも大きかったが、8月以降の成長は前年よりも緩やかであり2014年5月に大曾根で11.0g、古江で9.3gであった。

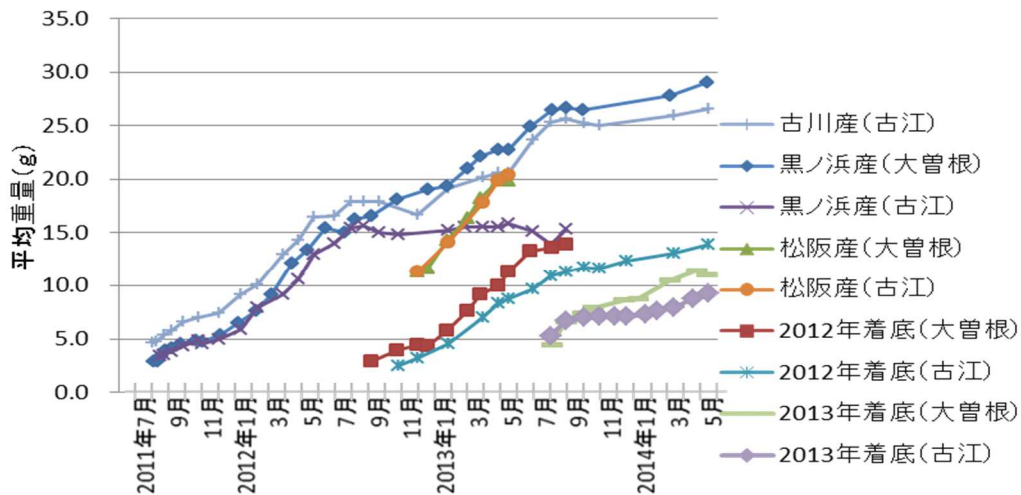


図 2. 平均重量の推移

生残率

図 3 に生残率の推移を示す。黒ノ浜産は養殖開始直後に 90% 近くになったが、その後約 1 年間は 80 から 90% で推移した。大曽根では 2012 年 9 月から 12 月にかけて低下し、その後安定したが、2013 年 3 月から 8 月にかけて大幅に低下した。開始から 2 年 9 ヶ月後の 2014 年 5 月における生残率は 25% であった。古江では 2012 年 11 月から 2013 年 1 月に大幅な低下がみられ、その後飼育を終了する 2013 年 4 月までは安定した。古川産については、2012 年 11 月から 2013 年 1 月にかけて低下した後、2013 年 3 月までは安定したが、その後約一年間低下し続けた。

蓄養試験を行った松阪産の大サイズのアサリについて大曽根 2012 年 5 月で 94%、古江で 92% であった。

2012 年にコンテナ内に着底した稚貝については大曽根で試験を終了した 2013 年 9 月において 84% であったが、古江では 2013 年 5 月まで 93% を維持していたが、2013 年 12 月まで低下し続け、2014 年 5 月で 43% となった。2013 年にコンテナ内に着底した稚貝については大曽根では 2013 年 8 月から 12 月にかけて低下し、2014 年 5 月に 71% であった。古江では 2013 年 7 月末から 2014 年 5 月までの生残率は 93% であった。

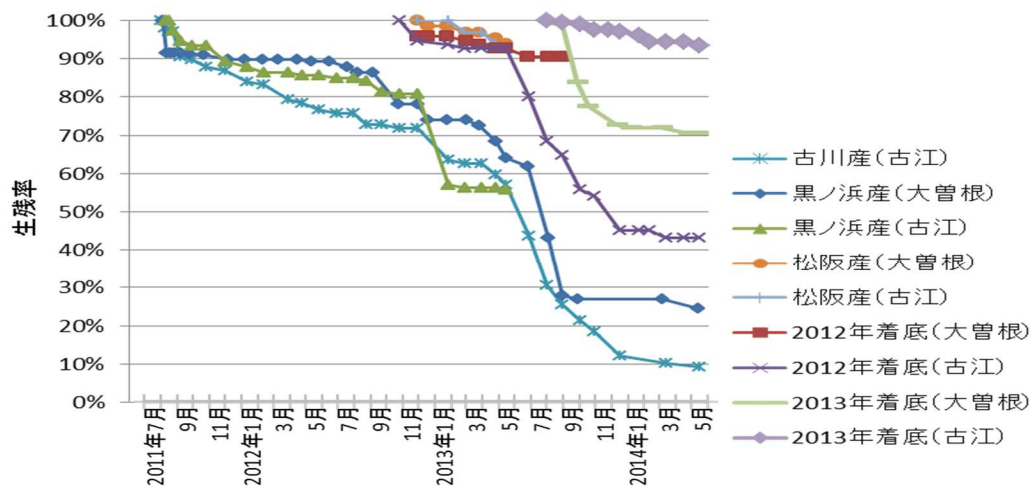


図 3. 生残率の推移

肥満度

肥満度の推移を図4に示す。黒ノ浜産の肥満度は養殖開始時2011年8月の49.0から2012年4月に大曽根では77.9に、古江では75.0になった。その後大曽根では1月毎に上下を繰り返したが、古江では緩やかに低下した。2013年2月以降も、大曽根の肥満度は54.2から57.1で停滞した。松阪産については、導入時2012年11月29日の41.7から、大曽根では1月23日に68.5と急激に増加し、2月28日に79.9となり、3月2日には85.7とピークをむかえたのち、4月25日に58.5、5月15日58.0と低下した。古江では大曽根よりもピークが遅く、3月29日に68.4、4月26日に80.5となり、5月15日に67.4と低下した。

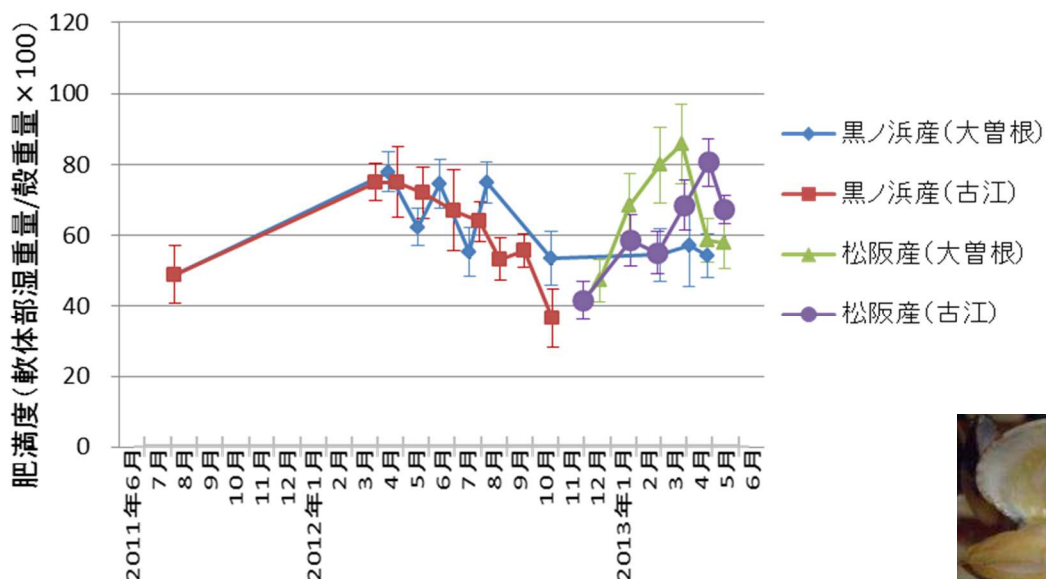


図4. 肥満度の推移



松阪産の蓄養したアサリ

垂下水深

異なる垂下水深で飼育したアサリの成長、生残率を比較した。2011年8月から10月にかけては5mと7mの比較を行い（水深比較試験①）、2012年11月からは3mと5mの比較を行った（水深比較試験②）。なお、大曽根では成長に伴い、2012年6月に間引きを行ったほか、コンテナを垂下していたロープが9月30日の台風17号の通過に伴って小割を固定する中層のロープと擦れて切れたため、5mに垂下していたコンテナが脱落し、試験は9月までとなった。5mと7mの比較を行った水深比較試験①の結果は殻長の差はなかったが、容器内の総重量においては、大曽根、古江ともに5mの方が、成長がやや良好である傾向がみられ（図5）、生残率は90%以上で同程度であった（図6）。3mと5mを比較した水深比較試験②においても殻長に差はみとめられなかったが、容器内の総重量においては大曽根、古江ともに3mの方が、成長がやや良好である傾向がみられた（図7、9）。古江の3mに垂下した供試具については2012年秋に産卵による衰弱と考えられる斃死がみられ、生残率が著しく低下した（図10）。

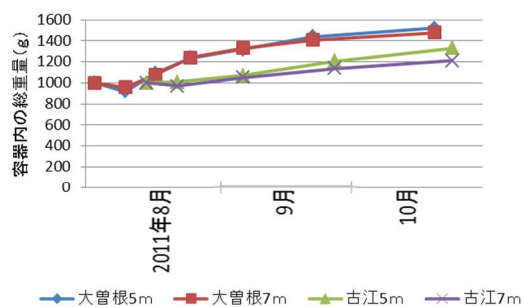


図 5. 水深比較試験① 容器内総重量の推移

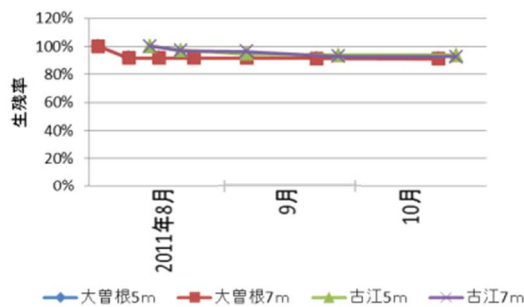


図 6. 水深比較試験① 生残率の推移

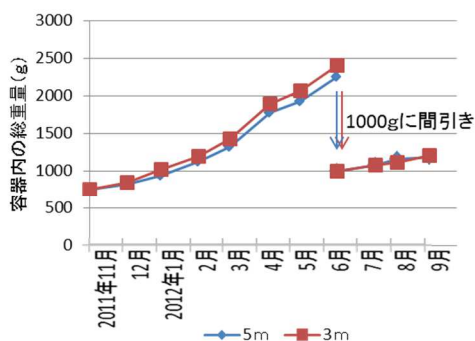


図 7. 水深比較試験② 大曾根 容器内総重量の推移

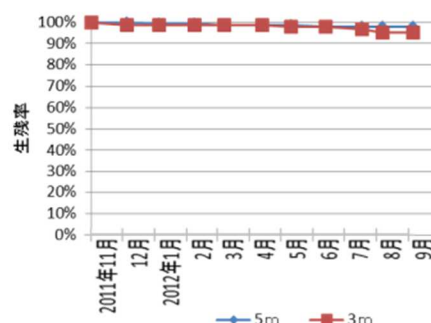


図 8. 水深比較試験② 大曾根 生残率の推移

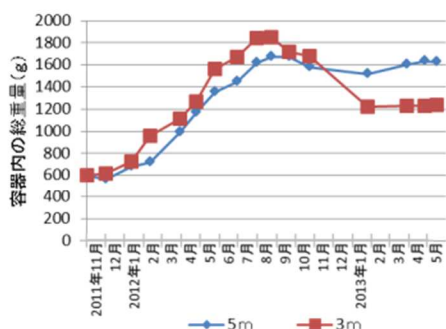


図 9. 水深比較試験② 古江 容器内総重量の推移

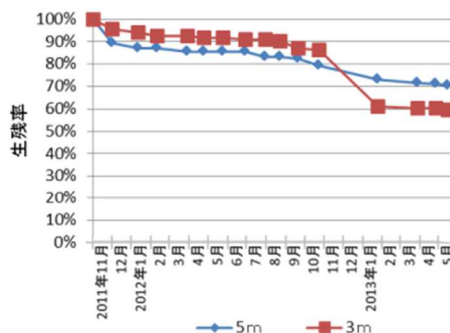


図 10. 水深比較試験② 古江 生残率の推移

密度

2011 年 11 月から 2012 年 5 月にかけて、異なる収容密度で飼育したアサリの成長、生残率を比較した。大曾根では開始時に 1520 g 315 個体の高密度区と 750 g 152 個体の低密度区を設定、古江では高密度区 1330 g 277 個体と低密度区 600 g 131 個体を設定し、成長、生残を比較した。2012 年 5 月における容器内の総重量の増加率は大曾根の高密度区で 1.91 倍、低密度区で 2.57 倍、古江の高密度区で 1.82 倍、低密度区で 2.25 倍であった。低密度区のコンテナ 2 箱分の成長と高密度区を比較すると、1500 g～1800 g あたりで成長に差が出はじめた（図 11、12）。また、大曾根では 2 月に、古江では 3 月に殻長を計測したが、どちらも低密度区の方が有意に大きかった（Welch の t 検定, $p < 0.05$ ）。生残率については古江の低密度区が試験開始後 1 ヶ月で 89%に低下した以外は 90%以上を維持し、最終的に 2012 年 5 月には大曾根高密度区、低密度区、古江高密度区、低密度区でそれぞれ 97%、99%、99%、85%となり密度のちがいによる生残率のちがいはみられなかった（図 13）。

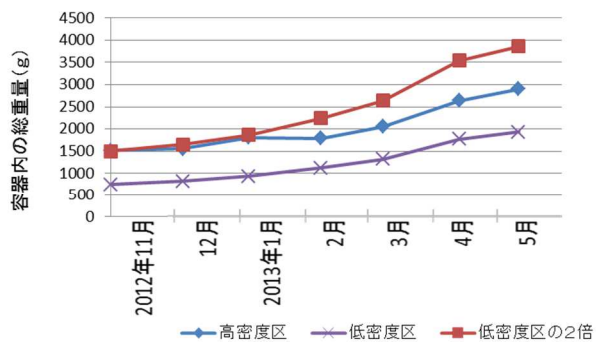


図 11. 大曽根 密度比較試験 容器内総重量の推移

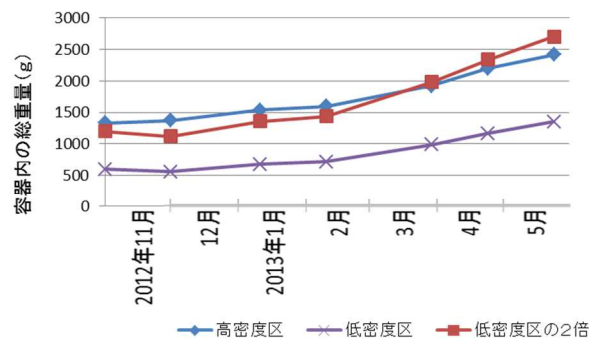


図 12. 古江 密度比較試験 容器内総重量の推移

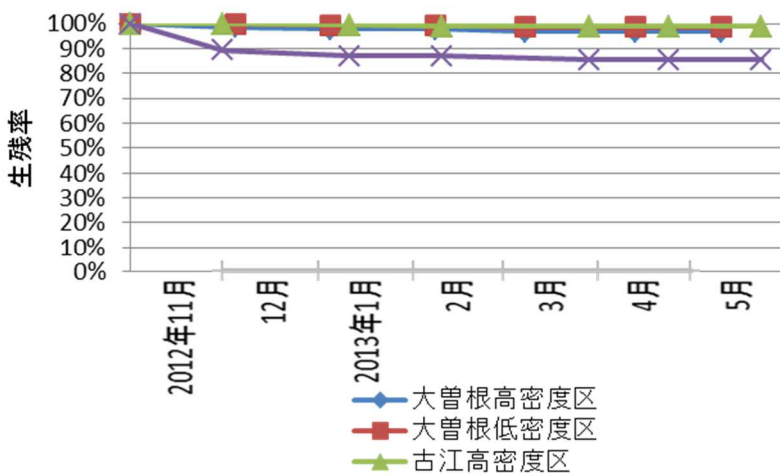


図 13. 密度比較試験 生残率の推移

基質清掃有無の比較

計測作業の前には基質ごとふるいにかけてアサリを取り出す作業を行うため、この際に基質が清掃される。2012 年 8 月から 2013 年 5 月の 10 ヶ月の期間に飼育したコンテナ内に着底した稚貝及び 2012 年 11 月から 2013 年 5 月の約 6 ヶ月の期間に蓄養した松阪産のアサリについて、1 回の計測作業を行ったコンテナ（基質清掃有り）と何も行わなかったコンテナ（基質清掃無し）の成長、生残率を比較した。



着底稚貝

平均殻長は2013年5月の大曽根で基質清掃有りが、40.3mm、基質清掃無しが35.7mm(図14)、古江で基質清掃有りが38.3mm、基質清掃無しが34.1mmで(図16)、基質清掃有りの方が、基質清掃無しよりも成長は良好であった(Welchのt検定, $p < 0.05$)。基質清掃無しのコンテナでは基質表面に多毛類の棲管が密に形成されており、また捕食者である甲幅4cm程度のベニツケガニの移入が確認されたコンテナでは多数の斃死が確認された。

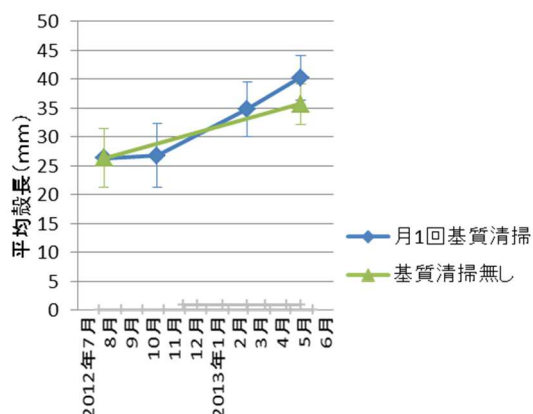


図14. 着底稚貝(大曽根)平均殻長 基質清掃有無の比較

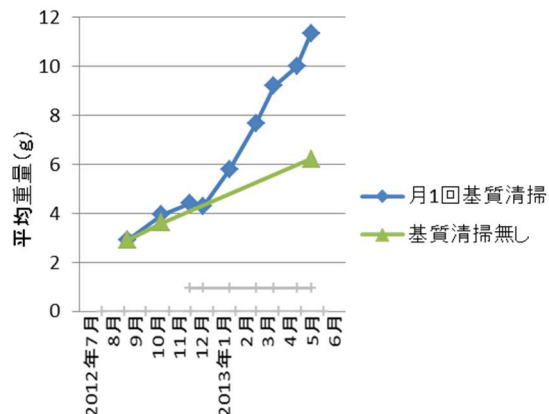


図15. 着底稚貝(大曽根)平均重量 基質清掃有無の比較

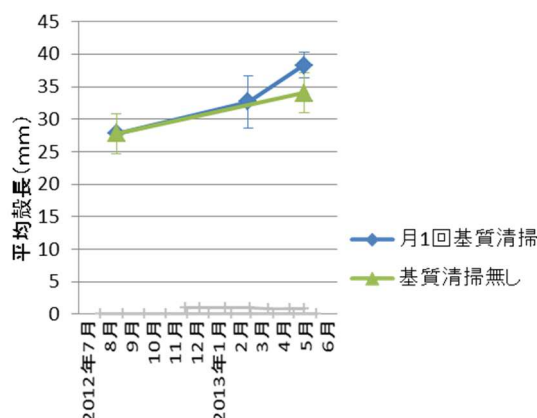


図16. 着底稚貝(古江)平均殻長 基質清掃有無の比較

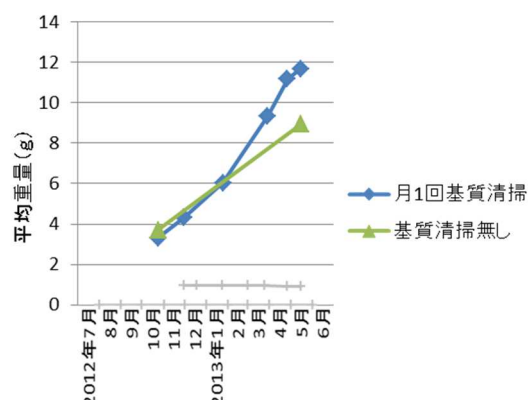


図17. 着底稚貝(古江)平均重量 基質清掃有無の比較

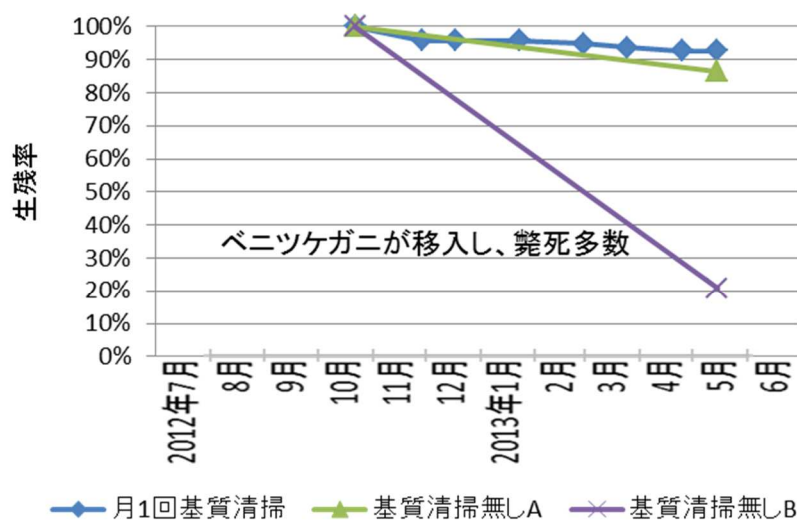


図18. 着底稚貝(大曽根)生残率 基質清掃有無の比較



基質清掃無しのコンテナ

松阪産蓄養

秋に商品サイズのアサリを導入して身入りを良くし、翌年春に出荷を行う蓄養の期間は、水温が低下するため、容器交換等のメンテナンスの省略が期待できる。そこで松阪産の大サイズのアサリ（平均殻長 36.0 cm）を 11 月 29 日に導入し、基質清掃の有無による成長及び生残率のちがいと基質のちがいによる成長生残のちがいを検証するための実証試験を行った。試験終了時 2013 年 5 月の大曽根、古江どちらにおいても、基質清掃有無による平均殻長の差はみとめられず (Welch の t 検定, $p < 0.05$)、生残率も差はなかった。また同様に、基質のちがいによる平均殻長の差はみとめられず (Welch の t 検定, $p < 0.05$)、生残率の差もなかった。

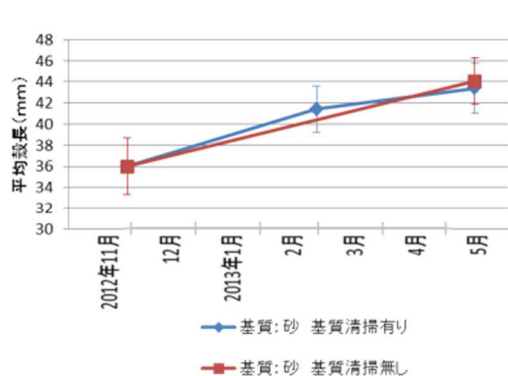


図 19. 松阪産(大曽根) 平均殻長 基質清掃有無の比較

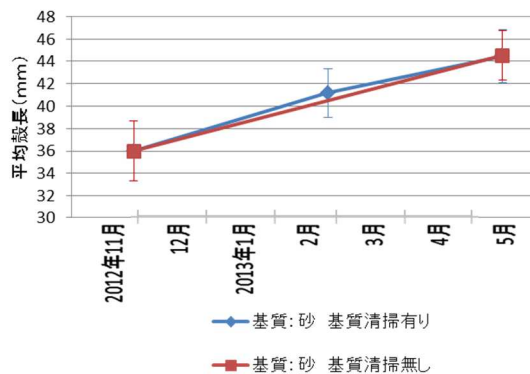


図 20. 松阪産(古江) 平均殻長 基質清掃有無の比較

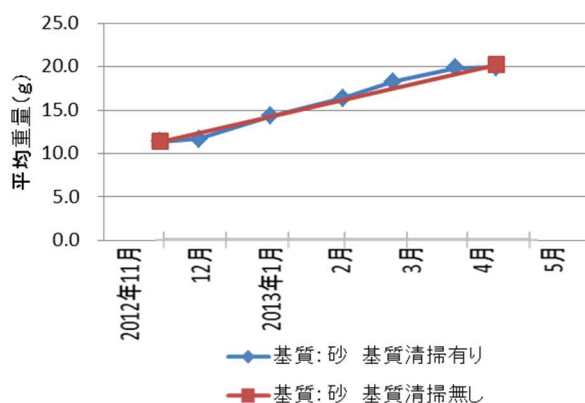


図 21. 松阪産(大曽根) 平均重量 基質清掃有無の比較

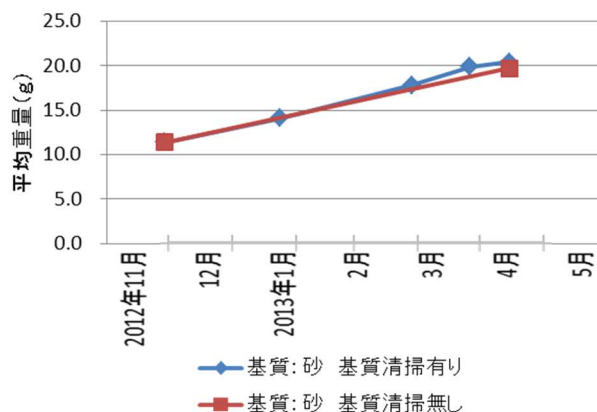


図 22. 松阪産(古江) 平均重量 基質清掃有無の比較

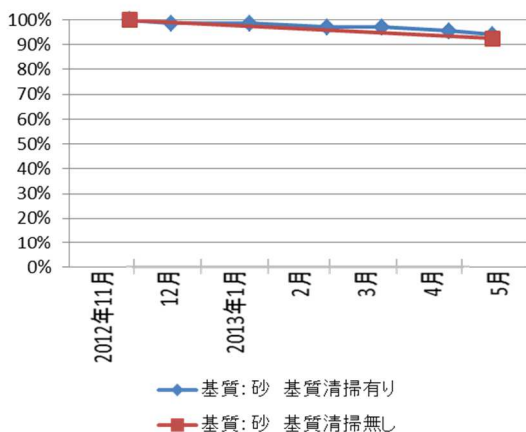


図 23. 松阪産(大曽根) 生残率 基質清掃有無の比較

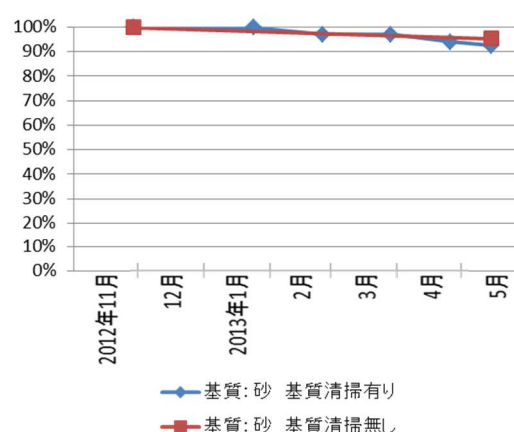


図 24. 松阪産(古江) 生残率 基質清掃有無の比較

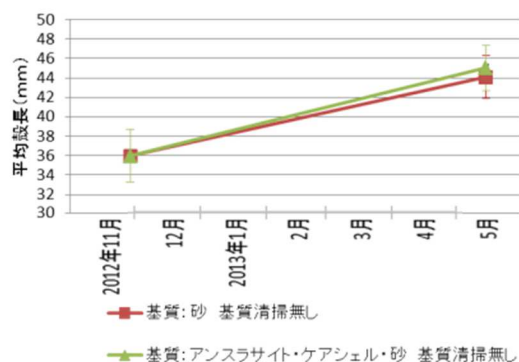


図 25. 松阪産(大曽根) 平均殻長 基質の比較

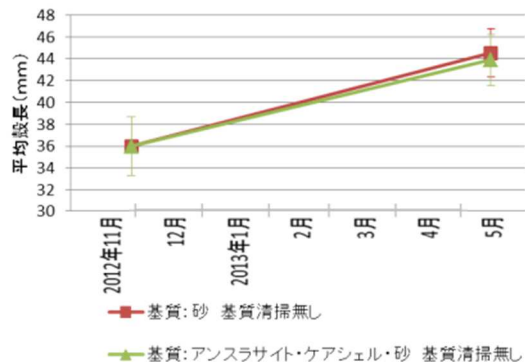


図 26. 松阪産(古江) 平均殻長 基質の比較

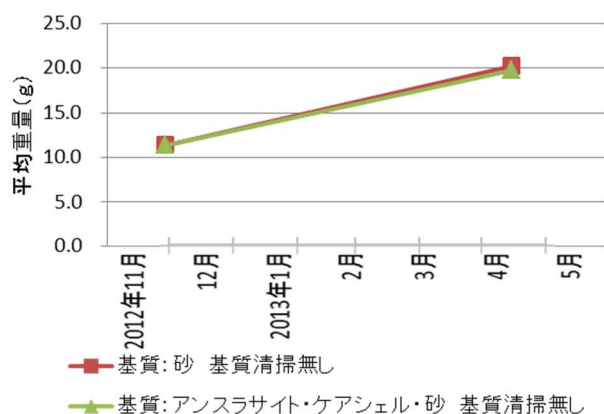


図 27. 松阪産(大曽根) 平均重量 基質の比較

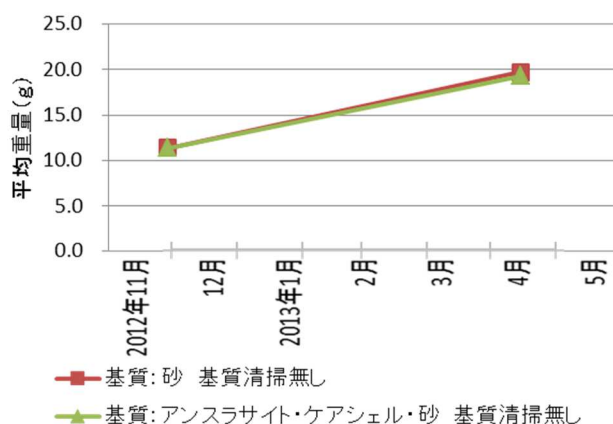


図 28. 松阪産(古江) 平均重量 基質の比較

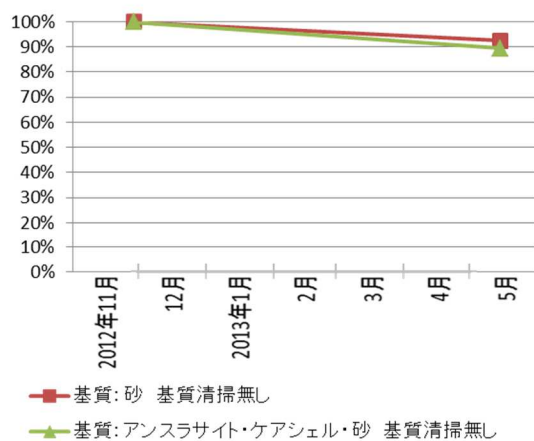


図 29. 松阪産(大曽根) 生残率 基質の比較

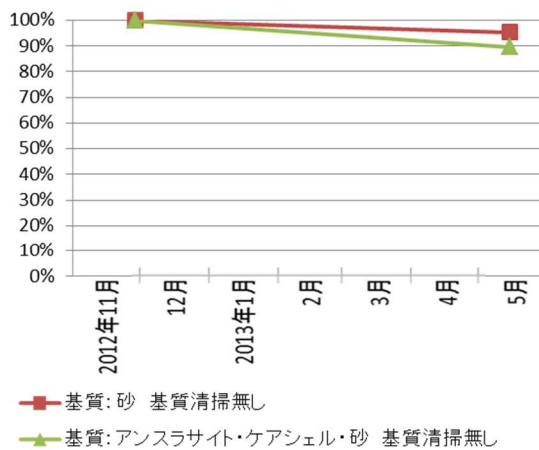


図 30. 松阪産(古江) 生残率 基質の比較



基質清掃無しのコンテナ (大曽根)



基質清掃無しのコンテナ (古江)

容器の軽量化

図 31 にコンテナと網カゴで飼育したアサリの成長を表す。開始時の 12 月ではコンテナ飼育の平均殻長のほうが網カゴ飼育よりも大きかったが、3 月には差が認められず、5 月には更に差が明確になった。容器内の総重量については、開始時はどちらの容器も 735 g に設定したが、5 月にはコンテナ 930 g、網カゴ 880 g となり、重量の増加量は網カゴがコンテナよりも 25.6%低い結果となった。生残率はコンテナで 96%、網カゴで 100%であった。

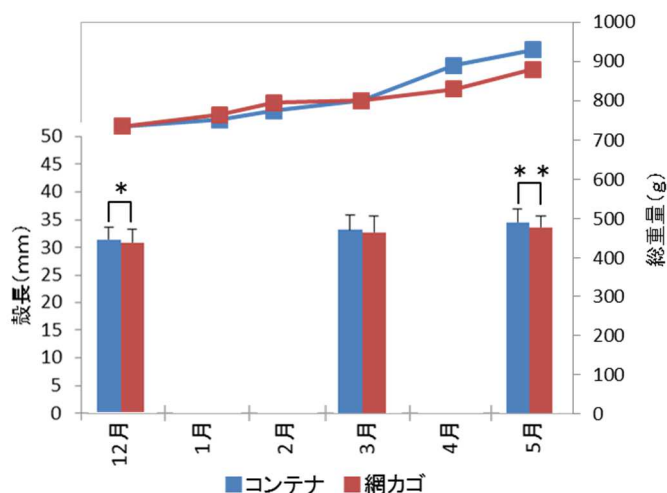


図 31. コンテナと網籠の成長の比較
Welch の t 検定 * : $p < 0.05$ ** : $p < 0.001$



網カゴでの飼育方法

軽石とアサリを網袋に入れ、ビニルを敷いた網カゴに収容

アサリ養殖の収支試算

養殖試験で得られた結果（表 1）をもとに、アサリ養殖の収支を試算した。コンテナ内に着底したアサリの重量増加率は年度によって大きく異なったが、5 月時点での重量は近い値であったため、終了時の容器内の総重量から開始時に必要な種苗数を逆算した。天然採苗のアサリを養殖する際の開始時に必要な種苗数を検討した結果を表 2 に示す。コンテナ内の終了時の収容密度を 1800 g とすると、開始時の収容個数は大曾根で 231 個体、古江で 221 個体となった。

蓄養の開始時に必要な種苗の重量を検討した結果を表 3 に示す。終了時の容器内の総重量を 1800 g とし、期間中の総重量の増加率から開始時に必要な種苗数を逆算した。これらの結果をもとに、天然採苗で得た種苗を用いて 9 ヶ月間の飼育を行う場合と、商品サイズを用いて 5 ヶ月蓄養する場合においてそれぞれ 100 箱あたりの収支について試算を行った。なお、基質はコストを抑えるために、砂を用いて 0 円とし、コンテナ、フタ、ロープの単価については当事業での実績を用いた。容器の垂下方法には筏や小割、延縄等、場所によって様々なケースが想定されるため、試算からは省いた。また、貝毒検査費用は漁協や自治体を実施するケースも想定されるため、試算からは省いた。また、漁場使用料についても漁協毎に条件が異なるため、試算からは省いた。

販売単価の設定には、アサリ垂下養殖の先進地の単価を参考にした。先進地ではそれぞれの販売努力により、1,000 円～1,600 円／kg の高価格でアサリを販売している。

表 1. 試験結果のまとめ

期間		2011年～2012年	2012年～2013年	2013年～2014年	2012年～2013年
種苗の産地		黒ノ浜	コンテナ内着底		松阪
大曽根	開始日	2011/8/3	2012/9/5	2013/8/2	2012/11/29
	終了日	2012/5/11	2013/5/15	2014/5/14	2013/3/25
	(A)1個体あたり開始時重量	2.89 g	2.87 g	4.48 g	11.36 g
	(B)1個体あたり終了時重量	13.35 g	11.36 g	10.99 g	18.28 g
	(C)生残率	89%	93%	71%	93%
	1個体あたり重量増加率(B÷A)	4.62	3.96	2.46	1.61
	総重量増加率(B÷A×C)	4.13	3.67	1.73	1.49
古江	開始日	2011/8/15	2012/10/14	2013/7/31	2012/11/29
	終了日	2012/5/24	2013/5/15	2014/5/16	2013/4/26
	(A)1個体あたり開始時重量	3.38 g	2.52 g	5.31 g	11.36 g
	(B)1個体あたり終了時重量	13.00 g	8.74 g	9.30 g	19.84 g
	(C)生残率	86%	93%	93%	92%
	1個体あたり重量増加率(B÷A)	3.85	3.46	1.75	1.75
	総重量増加率(B÷A×C)	3.30	3.21	1.64	1.61

表 2. 天然採苗

場所	(A)5月収穫時平均重量	(B)生残率	(C)収容密度	開始時収容個数(C÷A÷B)
大曽根	10.99g	71%	1800g	231
古江	8.74g	93%	1800g	221

表 3. 蓄養

場所	(A)総重量増加率	(B)収容密度	開始時重量(B÷A)
大曽根	1.49	1800g	1208
古江	1.61	1800g	1118

天然採苗

販売単価を 1,000 円／k g に設定し、1 年目の初期投資を除いた 2 年目以降の 1 箱あたりの収支を考えると、種苗代 0 円、販売金額 1,800 円の年間 1,800 円／箱となる。これを 100 箱吊るした 2 年目以降の年間収支は 180,000 円となり、10 年間の収支は 1,521,600 円となった。仮に器具の更新が 10 年サイクルと考えると、11 年目には再度投資が必要になる。販売単価を 1300 円／k g、1600 円／k g とした場合の初期投資を除いた年間収支は、それぞれ 234,000 円、288,000 円となり、初期投資を含めた 10 年間の収支は 2,061,600 円、2,601,600 円となった。

表 4. 天然採苗した稚貝を用いて垂下養殖を行った場合の収支試算

項目	規模	1年目	2～10年目	11年目	備考
ロープ類	10m×150セット(予備50)	43,500		43,500	耐用年数10年・29円/m
コンテナ	150箱(予備50)	210,600		210,600	耐用年数10年・1404円/個
フタ(3分目)	150枚(予備50)	24,300		7,290	耐用年数10年・162円/枚 (1年目)
種苗費	大曽根231個/箱、古江221個/箱	0	0	0	0円/個
砂	6ℓ/箱	0	0	0	0円/ℓ
支出計		278,400	0	261,390	
販売金額	1.8kg/箱×1,000円/kg	180,000	180,000	180,000	1,000円/kg
収支		-98,400	180,000	-81,390	

蓄養

種苗単価については試験の実績で 2012 年 11 月に購入した松阪産大サイズの 535 円/kg とし、これを購入して 1200 g/箱で開始し、1800 g/箱で出荷すると仮定した。販売単価は 1,300 円に設定した。1 年目の初期投資を除いた 2 年目以降の 1 箱あたりの収支を考えると、種苗代 642 円、販売金額 2,340 円の年間 1,698 円/箱となる。これを 100 箱吊るした 2 年目以降の年間収支は 169,800 円となり、10 年間の収支は 1,414,650 円となった。販売単価を 1,600 円/kg とした場合の初期投資を除いた年間収支は、223,800 円となり、初期投資を含めた 10 年間の収支は 1,954,650 円となった。

表 6.蓄養を行った場合の収支試算

項目	規模	1年目	2～10年目	11年目	備考
ロープ類	10m×150セット(予備50)	43,500		43,500	耐用年数10年・29円/m
コンテナ	150箱(予備50)	210,600		210,600	耐用年数10年・1404円/個
フタ(8分目)	150枚(予備50)	29,250		29,250	耐用年数10年・195円/枚
種苗費	1.2kg/箱×100箱	64,200	64,200	64,200	535円/kg
砂	6ℓ/箱	0	0	0	0円/ℓ
支出計		347,550	64,200	347,550	
販売金額	1.8kg/箱×1,300円/kg	234,000	234,000	234,000	1,300円/kg
収支		-113,550	169,800	-113,550	

考察

大曾根、古江両試験実施区におけるアサリの成長、生残、肥満度の基礎知識が得られた。成長については 1 月から 6 月にかけて良好で、7 月以降はやや成長速度が低下し、9 月から 12 月に停滞した。2011 年 8 月に導入した黒ノ浜産アサリにおいても、また、2012 年 6 月以降に導入したコンテナ内に着底したアサリについても、同様の成長が確認でき、飼育開始の夏から翌年春には殻長 4 cm 前後に成長した。黒ノ浜産のアサリは、古江よりも大曾根の方が成長は良好であり、古江においては古川産のアサリの方が、黒ノ浜産よりも良好な成長であった。この結果は地場産の種苗の方が適していることを示唆していると考えられる。

生残については飼育開始直後に最大 1 割程度の低下があり、その後は安定した。しかし 2 年目の大型貝では秋から冬にかけての著しい生残率の低下がみられた。これは産卵による衰弱死と考えられる。肥満度は大曾根では 3 月から 4 月にかけて増加、5 月には一旦低下し、その後は 1 月毎に上下を繰り返しながら 10 月以降は停滞した。古江においては 4 月にピークを向かえ、その後緩やかに低下した。また、松阪産の供試貝を短期蓄養したものは著しく肥満度が増加した。

垂下水深試験の結果によると 3m が、成長が良好である傾向がみられたが、大曾根で 2012 年 11 月から 2013 年 4 月、2013 年 9 月から 2014 年 4 月の期間に実施した 5 連の提灯カゴを用いたマガキシングルシードの養殖試験の結果では、3.2m から 5.9m の間の 5 階層の水深帯の中では 3.2m ～ 5.3 m のほうが 6.0m よりも成長が良好であったという結果が得られている。

2012 年 8 月から 2013 年 5 月の 6 ヶ月間実施した基質清掃有無の比較試験では、明らかに基質清掃の方が成長、生残が良好という結果が得られた。しかしながら、2012 年 11 月から松阪産の蓄養試験においては、基質清掃の有無による成長、生残のちがいはみとめられず、水温が低下する時

期においては基質清掃を省略できることが実証された。更に肥満度は垂下養殖開始後に著しく増加した。

これらの結果により、天然採苗したアサリを夏に導入すると7～9割の生残率で翌年の春から初夏に殻長3.5～4.0cmで収穫できることがわかった。尾鷲市の海域は冬場の最低水温が14℃前後と、伊勢湾内から湾口域に比べて高いため、秋仔の冬季の成長が速く、早期により大きい天然種苗を得られることと、養殖する親貝が冬季も成長できること等、アサリ養殖にとって有利な条件が揃っていることがわかった。

また、大型種苗の蓄養によって身入りの良い高品質のアサリを生産できることが実証できた。今回の試算では天然採苗のアサリを100箱養殖した場合で1シーズン15～26万円、大型種苗の蓄養を100箱行った場合に1シーズン14～22万円の利益が見込めた。天然採苗で8月～翌年5月までの養殖を行った場合、採苗にかかる作業や資材の購入費、夏～秋の容器交換作業が伴うほか、台風シーズンを経験するというリスクも伴うが、稚貝から尾鷲産という付加価値を付加することができる上、天然個体群の遺伝的多様性の保全に配慮した手法といえる。それに対して、蓄養を行う場合は、容器交換作業が必要無く、台風シーズンを経験することはない上、高品質のアサリが生産できることが実証できた。天然種苗の採捕が安定せず、とりあえずアサリ養殖にチャレンジするには、蓄養がいいかもしれないが、天然資源への増殖効果、付加価値の高さから考えると、やはり地場産の種を使った養殖を目指すべきであると考ええる。

容器の軽量化を検討するため、網カゴを用いた養殖試験を行ったが、網カゴの方が、重量で25.6%成長が低下する結果となったため、今後更なる検討が必要である。

アサリは他の二枚貝に比べて単価は高いとはいえないが、天然資源は減少の一途をたどっており、国産アサリの需要は今後更に高まっていくと考えられる。垂下養殖したアサリは天然のアサリに比べて栄養状態が著しく良くなるため、産卵量の増加による天然資源の増殖効果が期待でき、天然採苗と垂下養殖の好循環を構築できる可能性を秘めている。アサリの垂下養殖は歴史が浅く、発展途上であるため、種苗の確保、容器の軽量化等、他の先進地でもクリアすべき課題は残されているが、養殖技術は完成に近いところまで来ており、今後更に技術の向上を図り、これらの課題をクリアしていきたい。

アカガイ養殖試験

方法

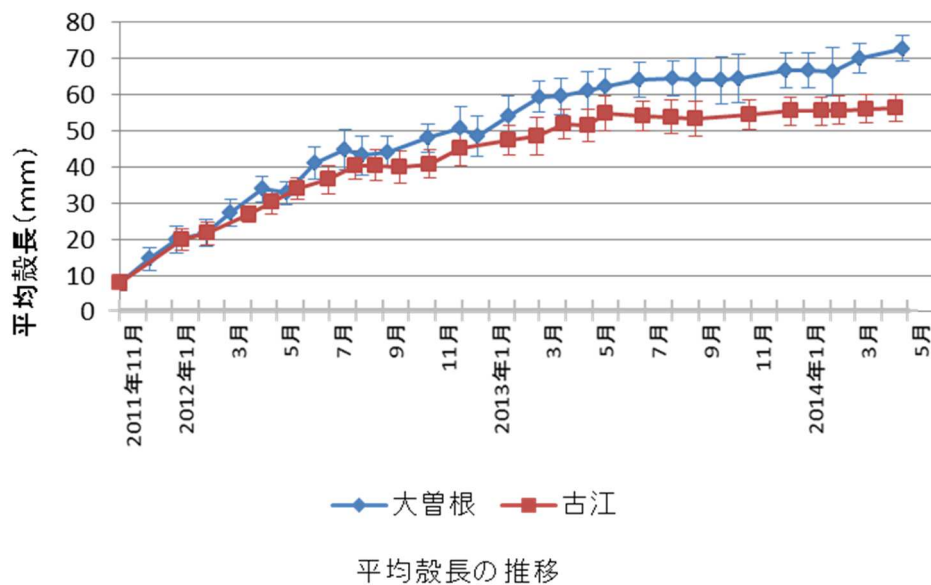
尾鷲湾内に位置する大曽根漁港地先の三重県水産研究所尾鷲水産研究室の大曽根試験小割及び賀田湾内に位置する古江漁港地先の三重県水産振興事業団尾鷲栽培漁業センターの海面施設において、アカガイの垂下養殖試験を実施した。供試貝については、2011 年 11 月からの試験は伊勢志摩種苗センターで生産された人工種苗を用い、2012 年 7 月以降は株式会社西海養殖技研より提供いただいた、伊勢志摩種苗センターで生産されたアカガイを垂下していた海域で得られた、同アカガイ由来と考えられる九州で採苗された天然種苗を用いた。容器には、PP 製の有効内寸が 395×304×200mm のコンテナ（サンボックス #24-2 三甲株式会社）を用い、100mm の深さになるようにアンスラサイト（粒径 1.5mm）を入れ、容器上面に網蓋をし、3 から 5m 層に垂下した。なお、網蓋の目合いは飼育 1 年目ではラッセル 3 分目を用い、成長に伴って蛙又 8 分目を用いた。定期的に 1 容器あたりの湿重量、個体数、殻長を計測、記録した。飼育コンテナと網蓋は記録作業の際に、必要に応じて清掃、交換を行った。



結果

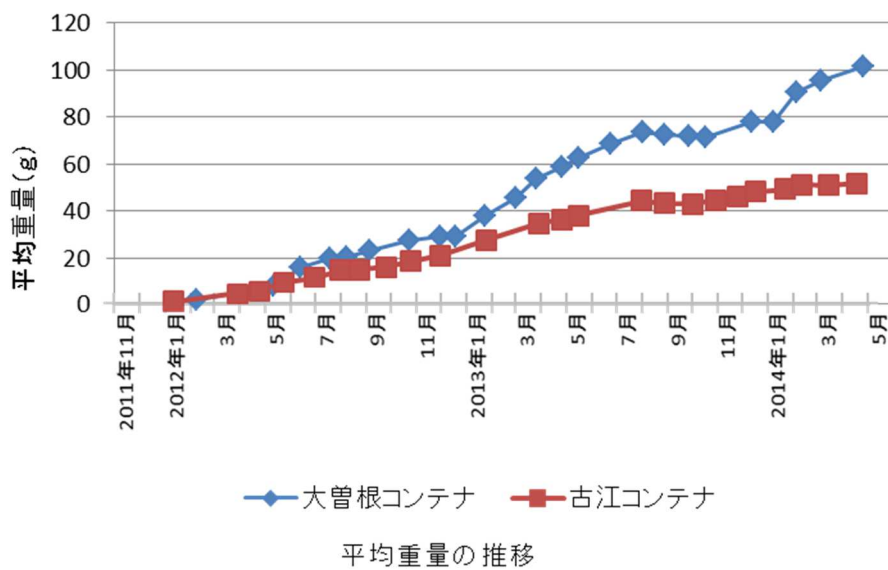
殻長

2011 年 11 月の養殖開始時 8.08mm から 2014 年 4 月 25 日に大曽根で 72.5mm、2014 年 4 月 17 日に古江で 56.2mm であった。大曽根では 90% が高値で取引される 70mm 以上に達した。



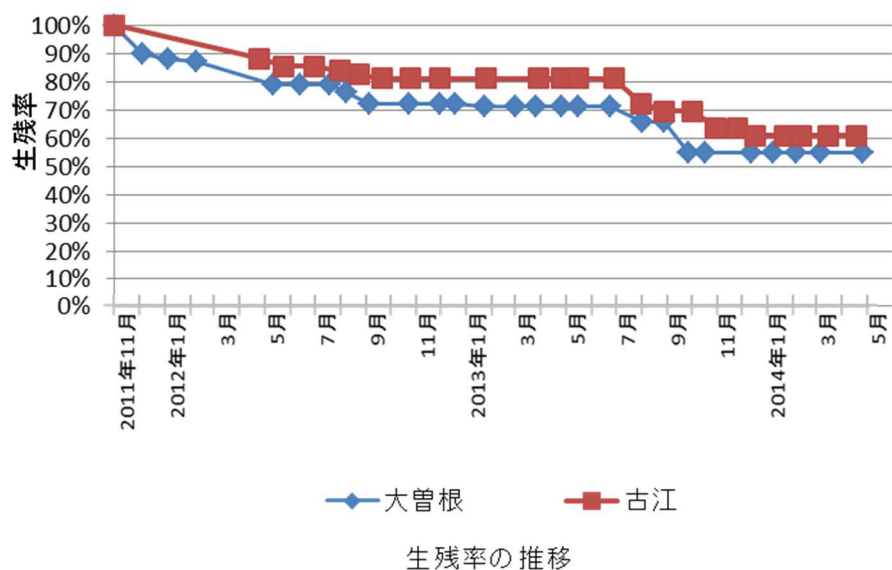
重量

2011年11月の養殖開始時1g未満から2014年4月25日に大曽根で101.6g、2014年4月17日に古江で51.9gであった。



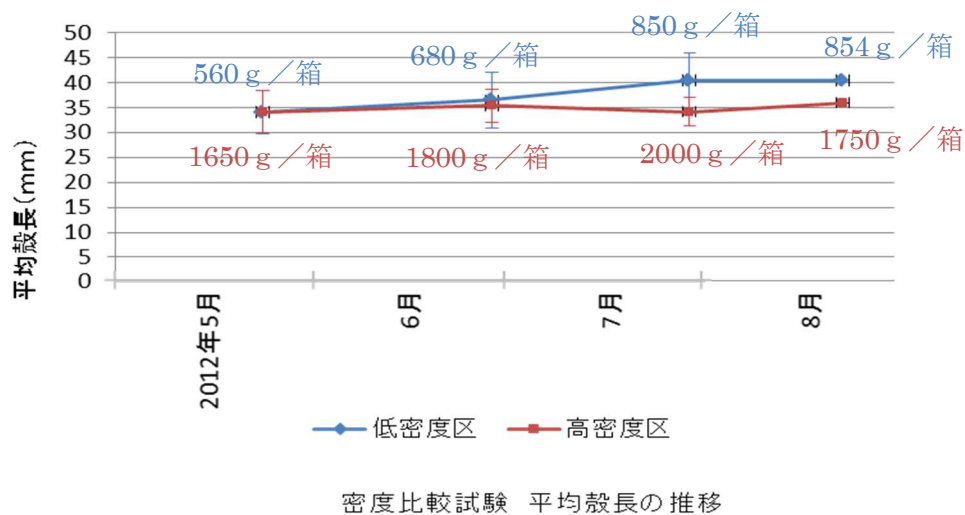
生残率

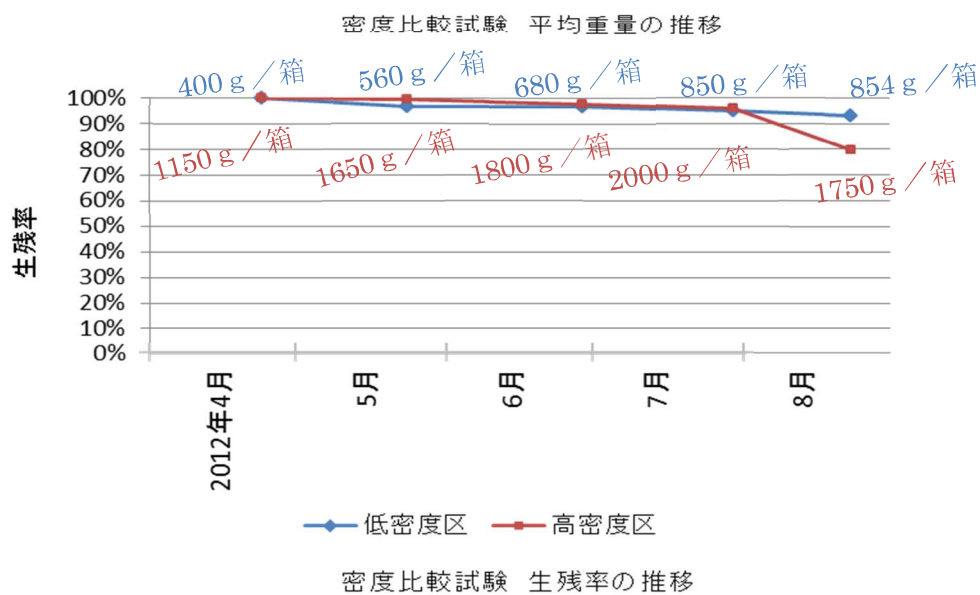
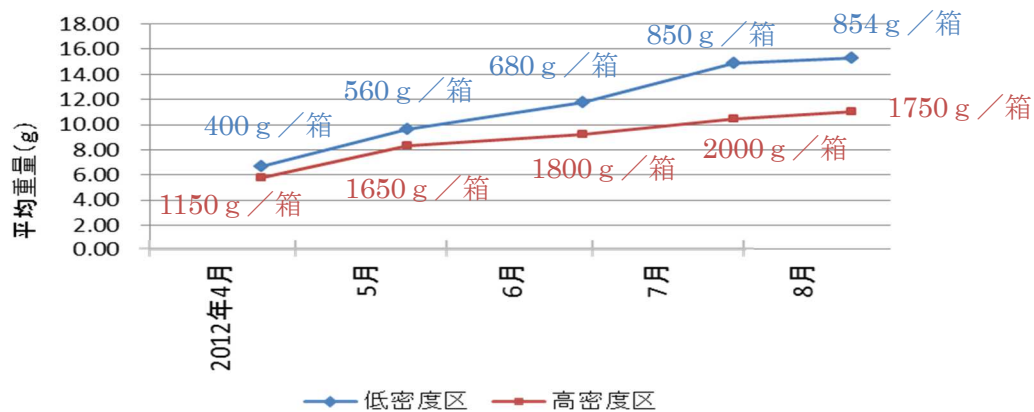
2014年4月25日に大曽根で54.7%、2014年4月17日に古江で60.8%であった。両試験区ともに2年目の夏から秋にかけて斃死が多かった。



密度の比較

2012年4月から8月の期間、古江において、収容密度の比較試験を行った。2012年8月の試験終了時の殻長は低密度区の方が大きく(Welchのt検定, $p < 0.05$)、重量、生存率においても低密度区の方が良好であった。高密度区の1箱あたりの重量が1800gから2000gになる時点で低密度区と成長の差が見られた。高密度区では1箱あたりの重量が2000gになった7月から8月にかけて斃死個体が増加した。

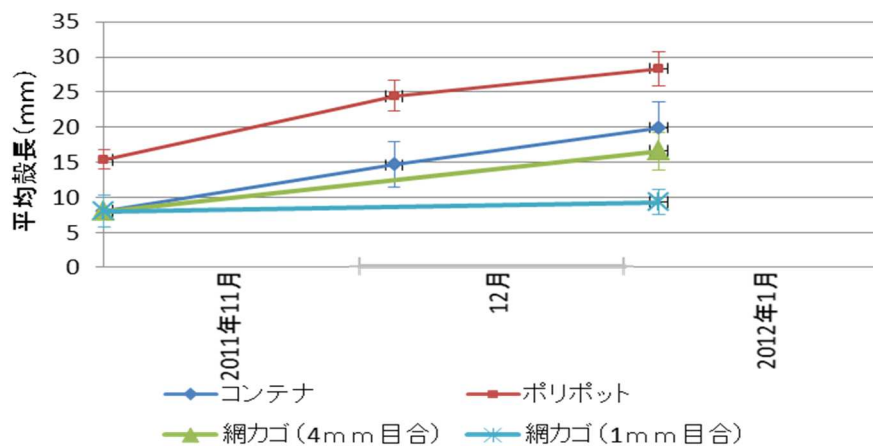




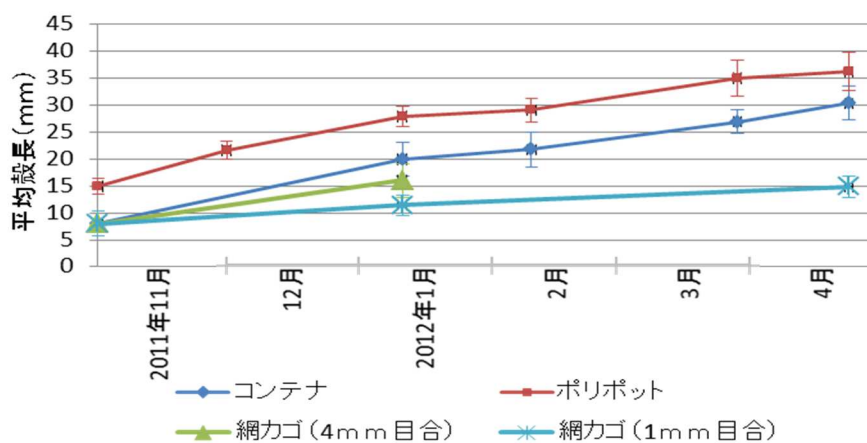
容器の比較

稚貝の飼育期間

2011年11月に導入した稚貝をコンテナ、ポリポット、4mm目合及び1mm目合の網カゴに入れてそれぞれ飼育した結果、ポリポットとコンテナは同様の成長具合で、次に4mm目合の網カゴの成長が良く、1mm目合の網カゴはほとんど成長しなかった。この結果は大曾根と古江で同じ傾向であった。なお、大曾根、古江とも1月の殻長に有意差が認められた（一元配置分散分析, $p < 0.05$ ）。

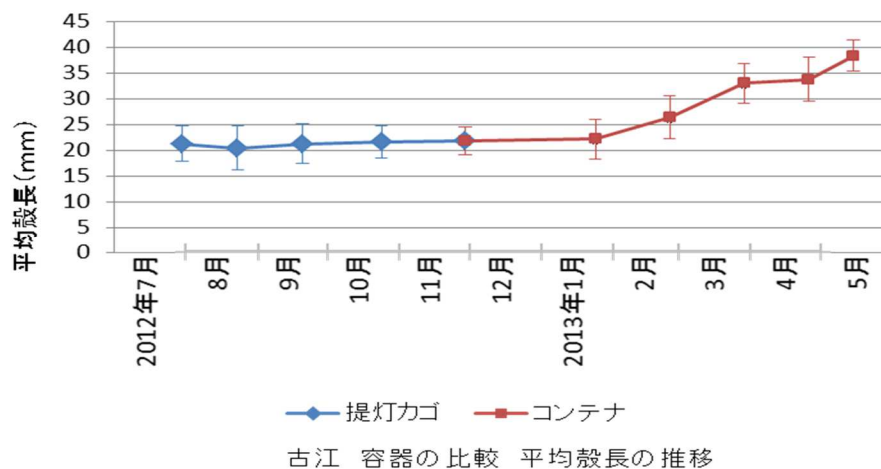


大曽根 稚貝飼育期間における容器の比較 平均殻長の推移



古江 稚貝飼育期間における容器の比較 平均殻長の推移

次に、2012年7月に導入した殻長21.3mmのアカガイをアクアセイフティで防汚した1分目（3mm目合）の提灯カゴで飼育したが、成長が見られなかったため、アンスラサイトを入れたコンテナに移したところ、良好な成長が見られた。成長率の変化は同じ期間に比較していないため、容器のちがいによるものかどうかはわからなかった。

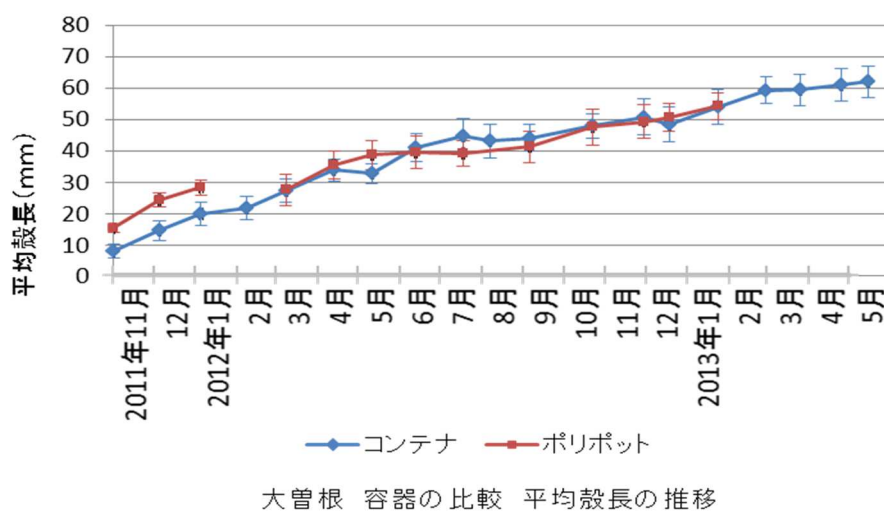


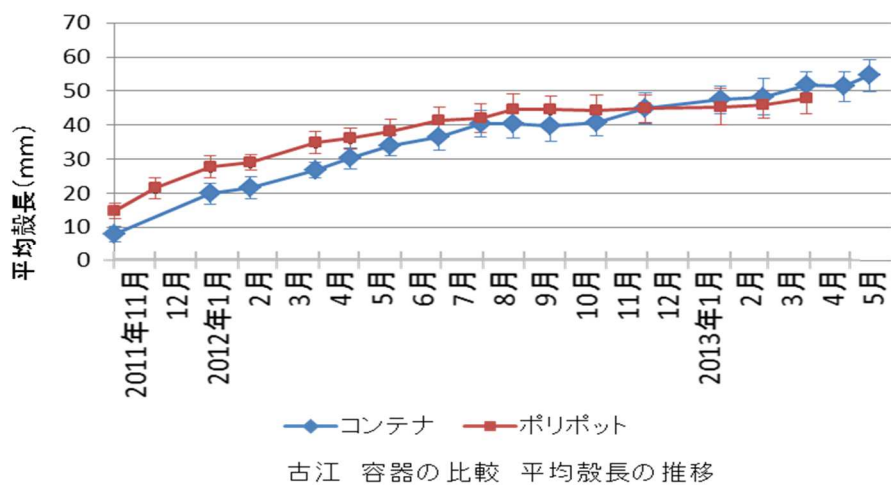
コンテナとポリポットの比較

大曽根と古江両地区において、コンテナと鳥羽市で行われているポリポットの容器の比較を行った。ポリポットには大きいサイズを選抜して飼育を開始したが、大曽根においては2012年1月から2月の間にトレーが破損したため、3月以降コンテナと同サイズの供試貝で飼育を再開した。

殻長

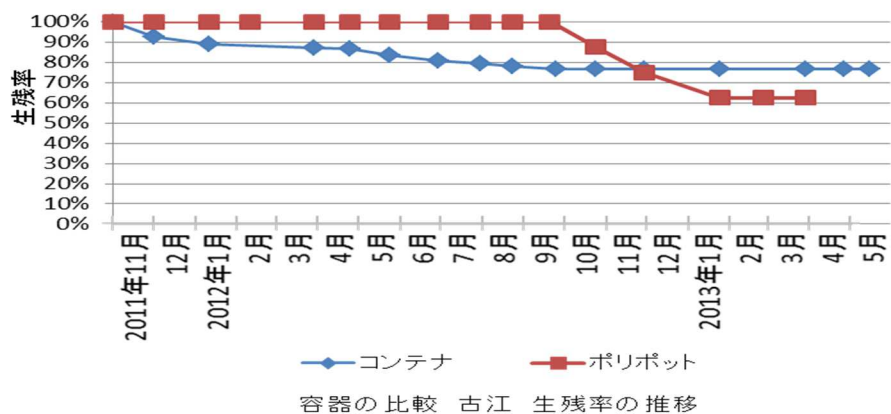
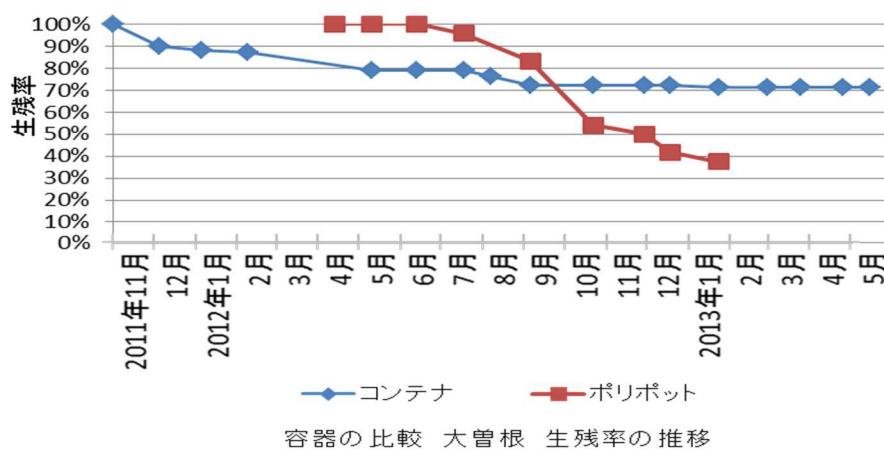
大曽根ではコンテナとポリポットで、ポリポットの斃死や移出が発生する以前の2012年6月で差がみとめられず、試験終了時の2013年1月でも差がみとめられなかった (Welch の t 検定, $p < 0.05$)。また古江においてはポリポットの斃死や移出が発生する以前の2012年9月ではポリポットの方が大きく、試験終了時の2013年3月ではコンテナの方が大きくなった (Welch の t 検定, $p < 0.05$)。なお、古江の斃死個体は必ずしも平均値を大きく上回るサイズではなく、コンテナの方が、成長が良くなった結果であると考えられる。





生残率

コンテナで飼育したものは大曽根の2013年1月で71%、古江の2013年3月で77%であった。ポリポットで飼育したものについては、大曽根の2012年3月から2013年1月の期間における斃死が6個体、移出が13個体で38%、古江の2011年11月から2013年3月における斃死が7個体、移出が0個体で63%と、いずれもコンテナよりも低かった。

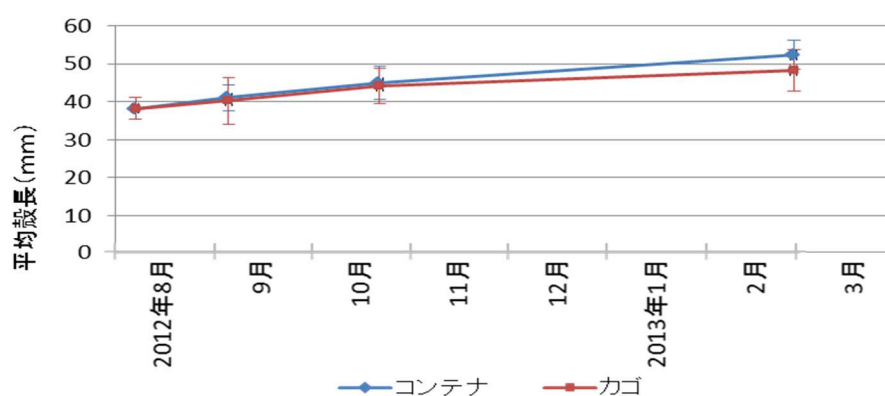


ポリポットによる飼育では、コンテナに比べ、トレーやポリポットへ付着したムラサキイガイの除去や容器の交換に手間がかかる上、コンテナよりも良好な成長や生残がみとめられなかった。

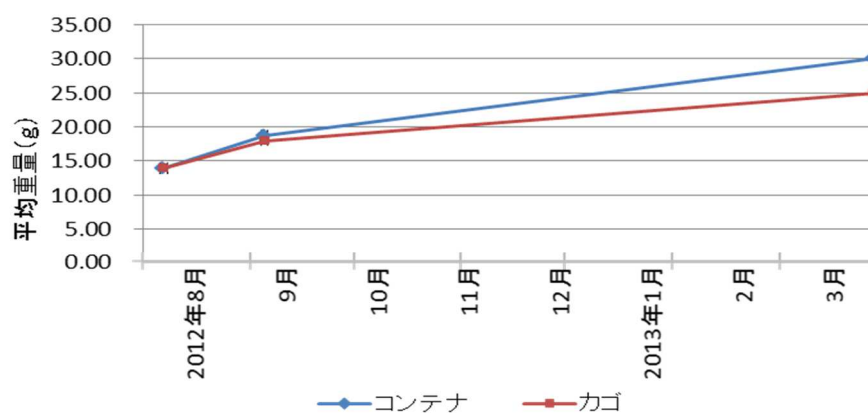


コンテナとミカンカゴの比較

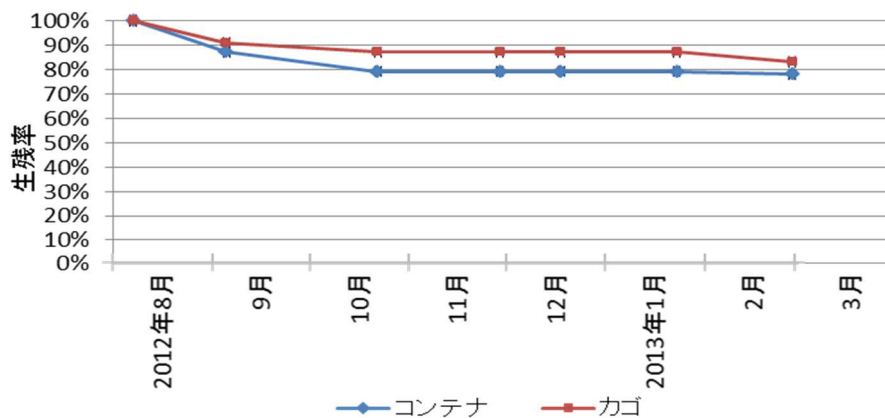
大曾根において、コンテナとミカンカゴの容器比較を行った。なお、ミカンカゴの容器内には 1mm 目合の網カゴを入れた。試験終了時の殻長はコンテナの方が大きく (Welch の t 検定, $p < 0.05$)、平均重量も大きかった。生残率はミカンカゴのほうがやや高かった。



容器比較試験 平均殻長の推移

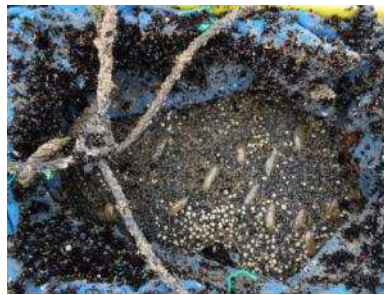


容器比較試験 生残率の推移



容器比較試験 生存率の推移

ミカンカゴはコンテナに比べると水抜けが良いため、作業負担の軽減が期待されたものの、付着物の量はコンテナに比べると多く、また付着物が多くなると水抜けも悪くなるため、作業負担の軽減は期待したほどのものでもなかった。



アカガイ養殖の収支試算

アンスラサイトを敷いたコンテナを用いて 100 箱垂下した場合についてアカガイ養殖の収支を試算した。ただし、古江では試験期間中に商品価値の高い殻長 70mm に達しなかったため、大曽根の試験結果をもとに試算を行った。試験結果より、1 箱あたりの最大収容密度は 1800 g とすると、出荷時の収容個数は約 100 g / 個のアカガイを 18 個 / 箱となる。歩留りが 54% であったため、必要な種苗数は 3333 個となり、生残個体のうち 70 mm 以上に成長する割合が 90%、販売単価は、70mm 以上を 200 円 / 個、70mm 未満を 100 円 / 個とした。資材の単価については、当事業での実績を用いた。容器の垂下施設は筏や小割、延縄等、場所によって様々なケースが想定されるため、試算からは省いた。また、貝毒検査費用は漁協や自治体を実施するケースも想定されるため、試算からは省いた。また、漁場使用料についても漁協毎に条件が異なるため、試算からは省いた。

アカガイ養殖の収支（基質にアンスラサイトを用いた場合）

項目	規模	1年目	2年目	3年目	4～10年目	11年目	12年目	13年目	備考
ロープ類	1年目10m×45セット(予備15) 2、3年目10m×150セット(予備50)	13,050	43,500	43,500		13,050	43,500	43,500	耐用年数10年・29円/m
種苗費	3,333個	8,333	8,333	8,333	8,333	8,333	8,333	8,333	2.5円/個
コンテナ	1年目30箱(予備15) 2、3年目150箱(予備50)	42,120	210,600	210,600		42,120	210,600	210,600	耐用年数10年・1404円/個
フタ(3分目)	45枚(予備15)	7,290				7,290			耐用年数10年・162円/枚 (1年目)
フタ(8分目)	2、3年目150枚(予備50)		29,250	29,250			29,250	29,250	耐用年数10年・195円/枚 (2年目以降)
アンスラサイト	1年目0.36㎡ 2、3年目1.2㎡	54,720	193,344	229,824	83,904	83,904	83,904	83,904	152円/ℓ 毎年20%補充
支出計		125,513	485,027	521,507	92,237	154,697	375,587	375,587	
販売金額	1,620個×200円/個 180個×100円/個	0	0	342,000	342,000	342,000	342,000	342,000	歩留り54.7%、90%を200円/個、 10%を100円/個として
収支		-125,513	-485,027	-179,507	249,763	187,303	-33,587	-33,587	

1年目に30セット、2年目に100セット、3年目に100セットの垂下が必要で、3年目に初めて出荷が可能となる。3年目以降は毎年種苗代と補充分のアンスラサイトのみが必要経費となるため、4年目以降は年間249,763円の黒字となり、10年間のトータル収支は958,294円となった。

アカガイ養殖の収支（基質に砂を用いた場合）

項目	規模	1年目	2年目	3年目	4～10年目	11年目	12年目	13年目	備考
ロープ類	1年目10m×45セット(予備15) 2、3年目10m×150セット(予備50)	13,050	43,500	43,500		13,050	43,500	43,500	耐用年数10年・29円/m
種苗費	3,333個	8,333	8,333	8,333	8,333	8,333	8,333	8,333	2.5円/個
コンテナ	1年目30箱(予備15) 2、3年目150箱(予備50)	42,120	210,600	210,600		42,120	210,600	210,600	耐用年数10年・1404円/個
フタ(3分目)	45枚(予備15)	7,290				7,290			耐用年数10年・162円/枚 (1年目)
フタ(8分目)	2、3年目150枚(予備50)		29,250	29,250			29,250	29,250	耐用年数10年・195円/枚 (2年目以降)
砂	1年目0.36㎡ 2、3年目1.2㎡	0	0	0	0	0	0	0	0円/ℓ
支出計		70,793	291,683	291,683	8,333	70,793	291,683	291,683	
販売金額	1,620個×200円/個 180個×100円/個	0	0	342,000	342,000	342,000	342,000	342,000	歩留り54.7%、90%を200円/個、 10%を100円/個として
収支		-70,793	-291,683	50,317	333,667	271,207	50,317	50,317	

アンスラサイトが高価であるため、これを0円の砂に代えた場合について試算した。なお、砂の場合でも成長、生残が同等と仮定した。4年目以降は年間333,667円の黒字となり、10年間のトータル収支は2,023,510円となった。

考察

2011 年 11 月 1 日の養殖開始から、2014 年の 4 月で大曾根では平均殻長 72.5mm、平均重量 101.6 g、古江では平均殻長 56.2mm、平均重量 51.9 g に成長した。生残率は大曾根で 54.7%、古江では 60.8%であった。平成 25 年 5 月に平均 51.9 g のアカガイを試食したところ、味が濃く美味しいと高い評価を得た。大曾根では最終的に生残したアカガイの 90%が商品価値の高い殻長 70mm以上に達したが、古江では 70mm以上に達した個体はなく、アカガイの養殖は適していないことが示唆された。

容器についてはコンテナが適しており、密度は 1 箱 1800 g 以上で成長が低下することが明らかになった。

稚貝の飼育容器は種苗を供給いただいた伊勢志摩種苗センター、株式会社西海養殖技研の両業者からは、ともに網カゴを推奨されたが、試験の結果では網カゴは成長が悪く、早期にアンストラサイトを敷いたコンテナ及びポリポットの方が、成長が良いことがわかった。

当地でのアカガイ養殖は種苗の受け入れから出荷までに 2 年以上かかるため、出荷が 3 年目になり、年間収支が黒字になるのは 3~4 年目になる。

大曾根の試験結果をもとに養殖の収支試算を行った結果、100 箱で年間 10 万~20 万円の利益が見込めた。

アカガイの市場は中国及び韓国産の安価な輸入物が多くを占める一方で、国産アカガイの流通量は少ない。輸入物は多くが中型サイズであるため、国産の大型アカガイを安定して生産できれば、更に付加価値を高め、高く売れる可能性がある。



方法

また、養殖試験で得られた結果をもとに、シングルシードマガキ養殖の収支を試算した。

試験実施箇所(★印)

尾鷲湾

尾鷲市

尾鷲三田火力発電所

黒ノ浜

大曽根漁港

早田漁港

①

②

賀田湾

三重県尾鷲栽培漁業センター

古山漁港

賀田湾

28



2013 年 11 月 7 日 開始



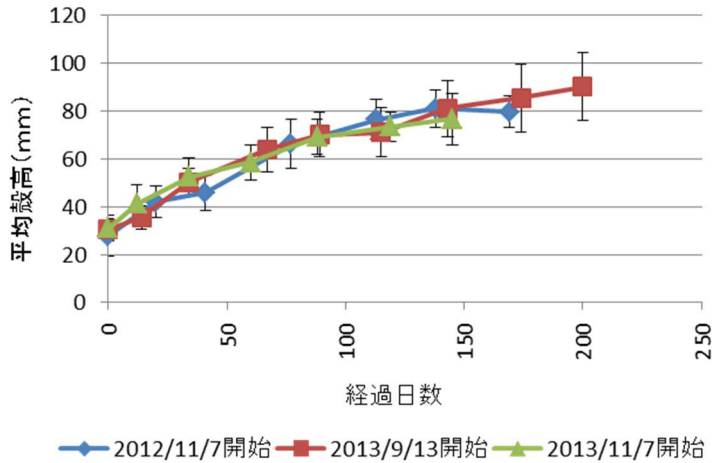
2013 年 9 月 13 日 開始



結果

殻高の成長

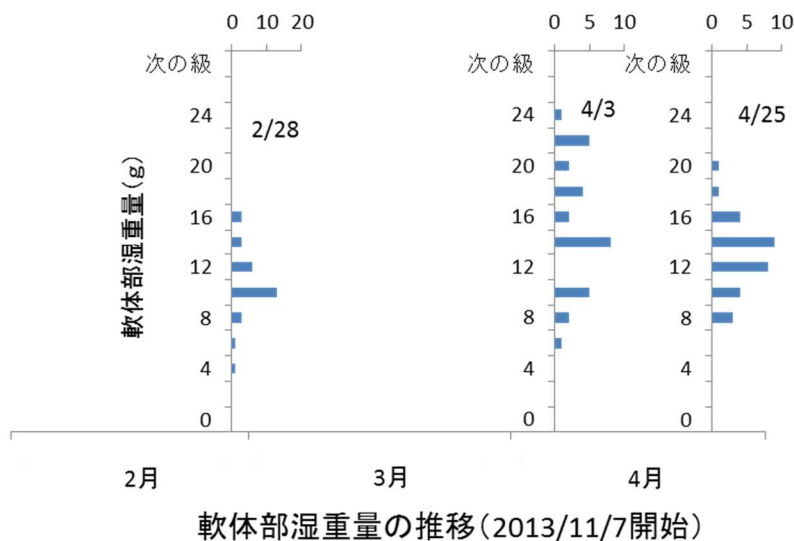
どの試験区においてもほぼ同様の成長を示した。約 3 c m で開始し、1 ヶ月で約 5 c m、2 ヶ月で約 6 c m、3 ヶ月で約 7 c m となり、4 ヶ月で約 7.5 c m、5 ヶ月で約 8 c m となった。

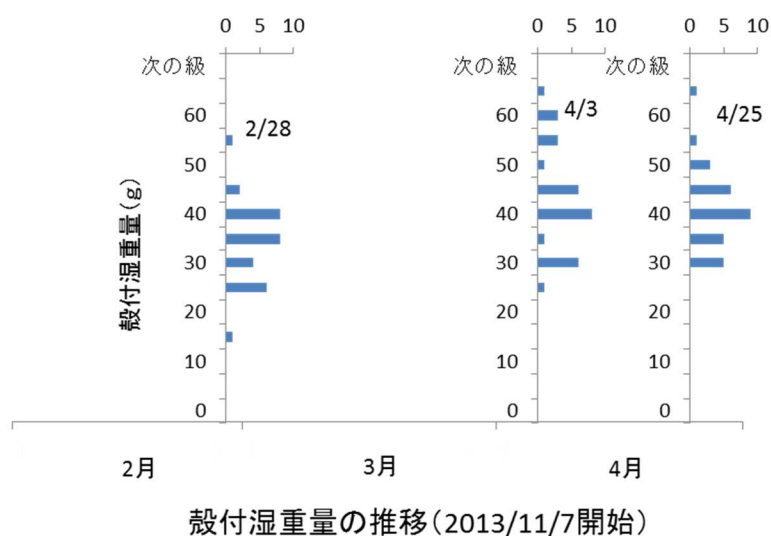


開始時期別シングルシードマガキ平均殻高の推移

重量の成長

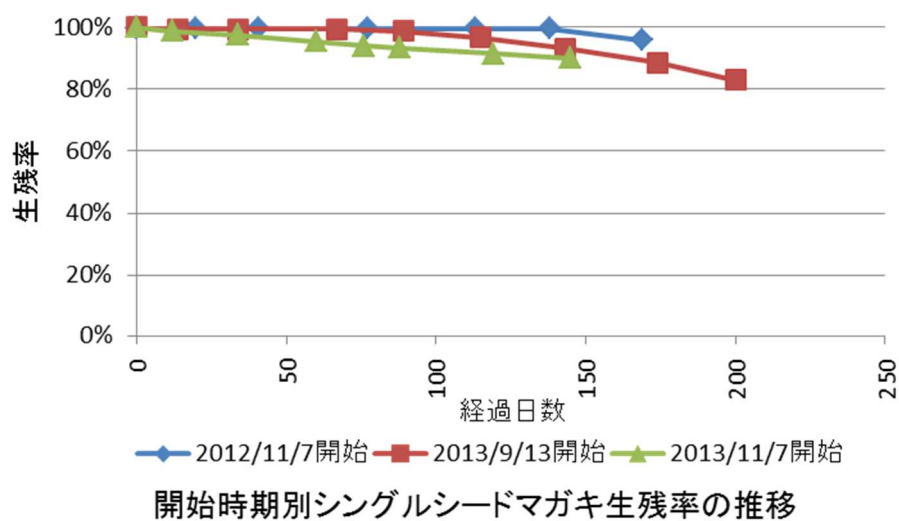
2012 年 11 月 7 日に開始したマガキについて、軟体部湿重量の推移を調べた。2 月 28 日に 9.8 g (S D=2.74)、4 月 3 日に 14.5 g (S D=4.75)、4 月 25 日に 12.0 g (S D=2.81) であった。軟体部と殻を合わせた湿重量は 2 月 28 日に 31.7 g (S D=8.05)、4 月 3 日に 40.5 g (S D=10.64)、4 月 25 日に 38.2 g (S D=7.85) であり、最終的に 83% が商品サイズとなる殻付重量 30 g 以上に達した。





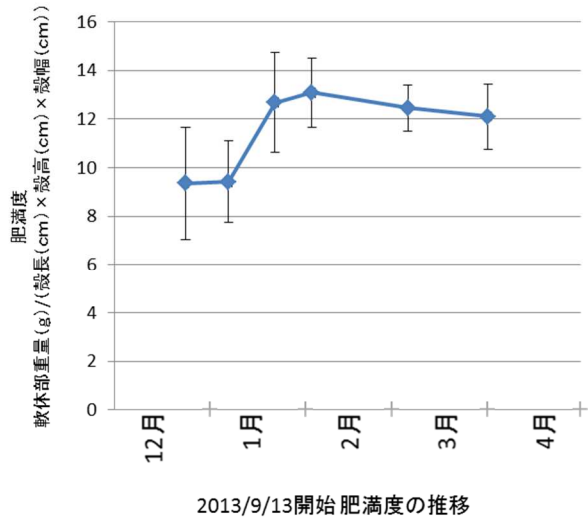
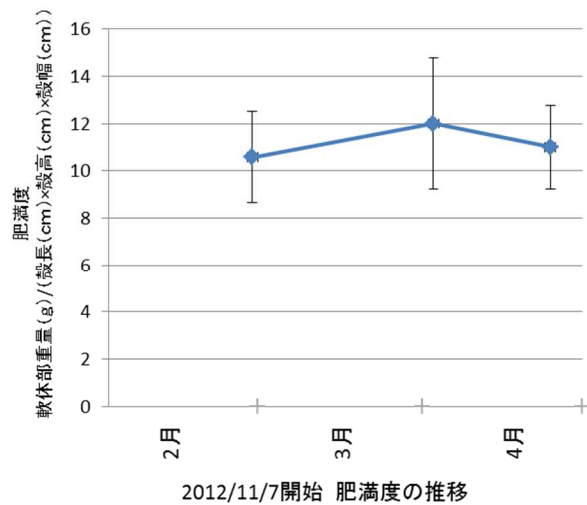
生残

2012年11月7日開始区は169日経過後の4月25日で95.8%、2013年9月13日開始は200日経過後の4月1日で82.8%、2013年11月7日開始は145日経過後の4月1日で90.0%であった。



身入り

2012年11月7日開始は2013年2月25日に10.6、4月3日に12.0でピークになり、4月25日に11.0となった。2013年9月13日開始は12月24日、2014年1月7日いずれも9.4であったが、1月22日には12.7となり、2月3日に13.1でピークになり、3月6日、4月1日にそれぞれ12.4、12.1であった。図には示していないが、2013年11月7日開始は4月1日に14.0であった。



2012年11月7日開始 (2013年4月3日撮影)



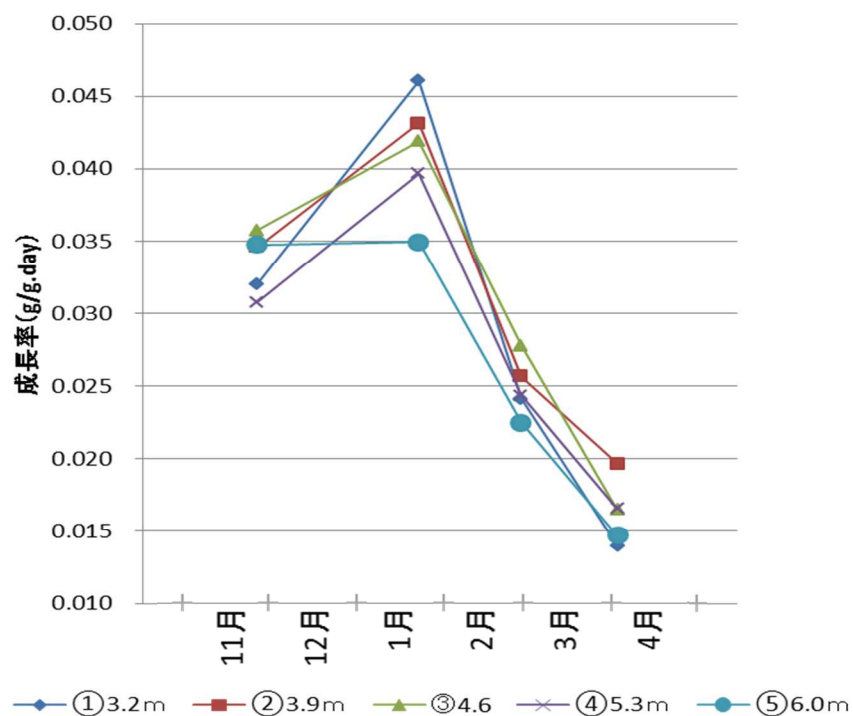
2013年9月13日開始 (2014年3月6日撮影)

水深別成長

2012年11月7日開始の全期間の平均値は、2段目が最も高く、次いで3段目、1段目、4段目であり、5段目が最も低かった。2012年11月27日～2013年1月23日の期間についてのみ水深が浅いほど成長が良い傾向がみられた。

水深別期間別成長率 (大曾根 2012年11月7日開始)

期間	1段目 3.2m	2段目 3.9m	3段目 4.6m	4段目 5.3m	5段目 6.0m
2012/11/7～11/27	0.032	0.035	0.036	0.031	0.035
2012/11/27～2013/1/23	0.046	0.043	0.042	0.040	0.035
2013/1/23～2/28	0.024	0.026	0.028	0.024	0.022
2/28～4/3	0.014	0.020	0.016	0.017	0.015
平均	0.029	0.031	0.030	0.028	0.027

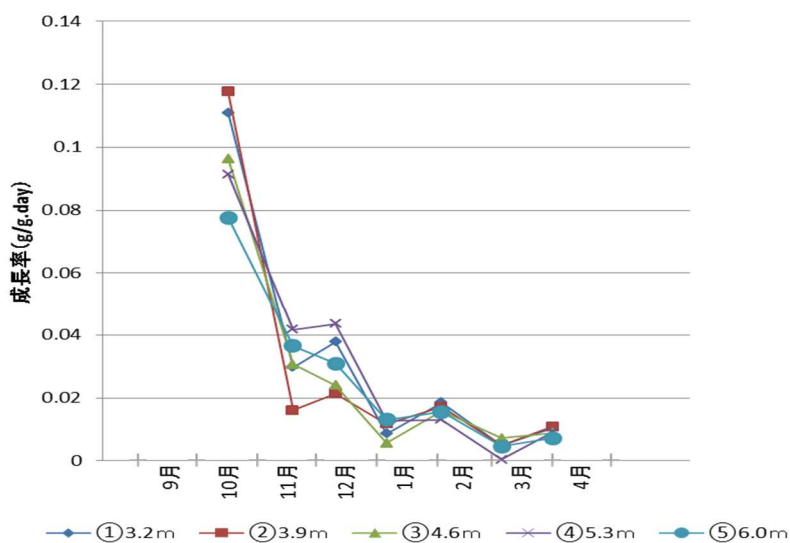


水深別期間別成長率 (大曽根 2012年11月7日開始)

2013年9月13日開始区は、全期間の平均値は1段目が最も高く、次いで4段目、2段目であり、3段目、5段目が最も低かった。9月27日～10月17日の期間においてのみ、水深が浅いほうが成長が良い傾向が顕著であった。

水深別期間別成長率 (大曽根 2013年9月13日開始)

期間	(g/g・day)									
	1段目	3.2m	2段目	3.9m	3段目	4.6m	4段目	5.3m	5段目	6.0m
2013/9/13～9/27	平		均		0		0	6	7	
9/27～10/17	0.111		0.118		0.096		0.091		0.078	
10/17～11/19	0.030		0.016		0.031		0.042		0.037	
11/19～12/11	0.038		0.021		0.024		0.044		0.031	
2013/12/11～2014/1/6	0.009		0.012		0.006		0.013		0.013	
1/6～2/3	0.019		0.017		0.016		0.013		0.016	
2/3～3/6	0.005		0.005		0.007		0.000		0.005	
3/6～4/1	0.010		0.011		0.009		0.009		0.007	
平均	0.036		0.033		0.032		0.035		0.032	

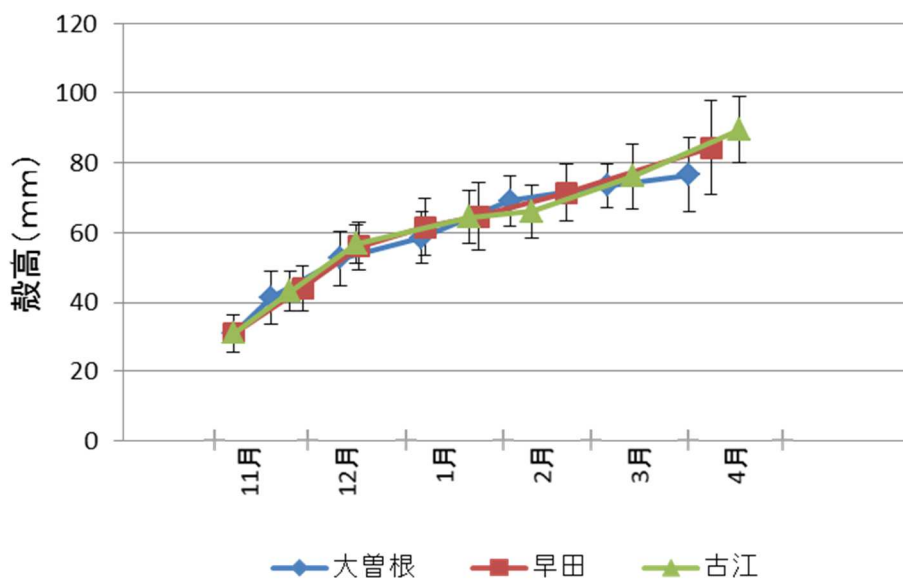


水深別期間別成長率(大曾根 2013年9月13日開始)

漁場の比較

成長

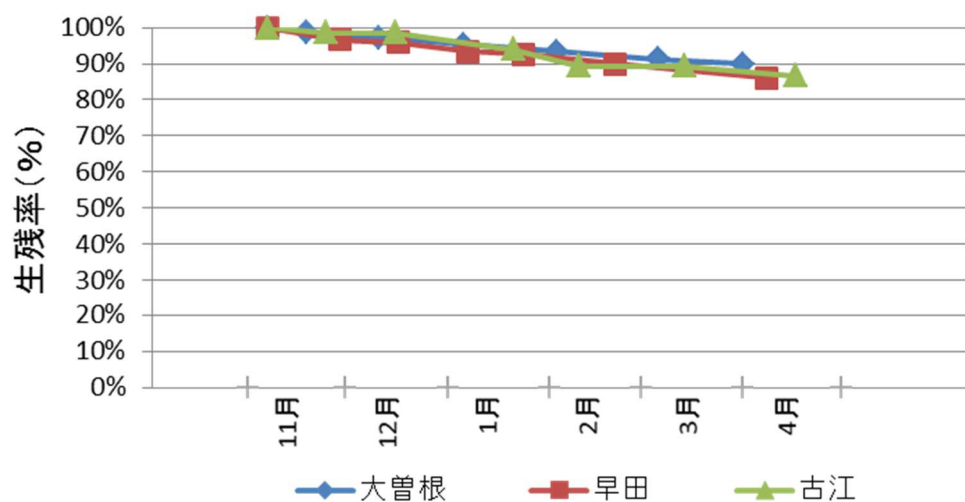
大曾根、早田、古江ではほぼ同様の成長であった。なお、早田においては、開始時の11月8日から11月29日の間は漁港内に係留している船舶に垂下していたが、他の漁場と成長は変わらなかった。



地域別シングルシードマガキの平均殻高の推移

生残

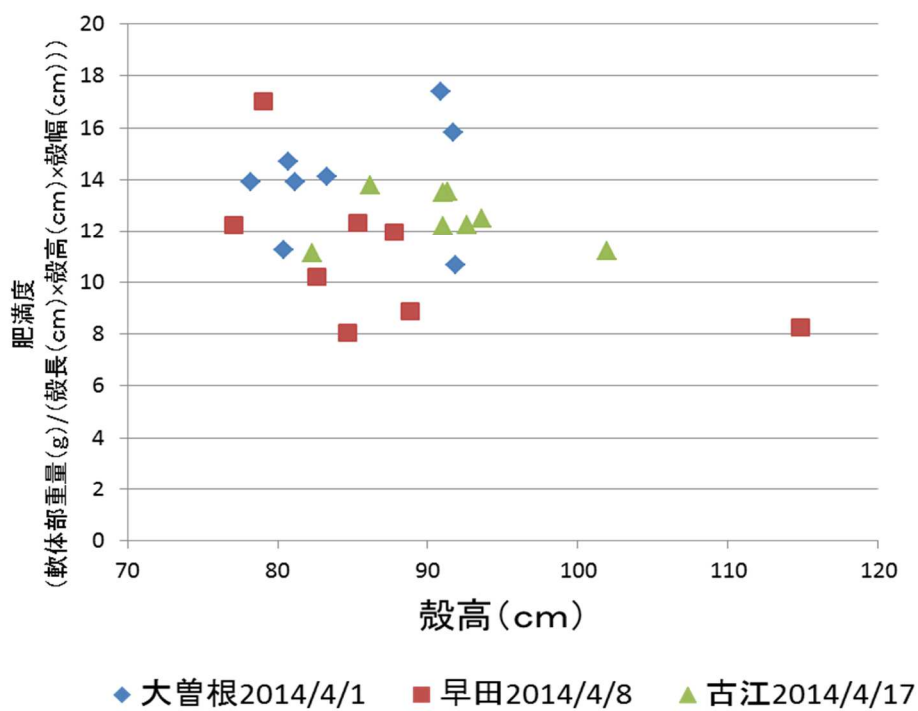
大曽根で4月1日に90%、早田で4月8日に86%、古江で4月17日に87%であり、全ての地区で高い生残率を維持した。



地域別シングルシードマガキの生残率の推移

身入り

肥満度の平均値は大曽根で4月1日に14.0、早田で4月8日に11.1、古江で4月17日に12.5であった。



大曾根
4月1日



早田
4月8日



古江
4月17日



殻の付着生物

付着生物の種類はシロボヤ、ベニボヤ、ゴカイ類、カイメン類、コケムシ類、フジツボ類、小型海藻等であった。古江においては2013年12月に殻全体がフジツボに覆われたが、その後の付着は少なかった。同じ賀田湾内の三木浦においても同様であったが、大曽根、早田ではこのようにフジツボに覆われることはなかった。これらの付着生物は高圧洗浄機を用いて容易に除去することができた。



大曽根 9月13日垂下 11月19日撮影



大曽根 9月13日垂下 12月11日撮影



大曽根 9月13日垂下 2月3日撮影



大曽根 9月13日垂下 4月1日撮影



早田 11月8日垂下 4月8日撮影



早田 11月8日垂下 4月8日撮影



古江 2013 年 11 月 8 日垂下 12 月 16 日撮影



古江 2013 年 11 月 8 日垂下 1 月 21 日撮影



古江 2013 年 11 月 8 日垂下 3 月 14 日撮影



古江 2013 年 11 月 8 日垂下 3 月 14 日撮影

カゴの付着生物

カゴは防汚したため、期間中における清掃は不要であった。付着生物の種類はシロボヤ、ベニボヤ、ゴカイ類、カイメン類、コケムシ類、小型海藻等であった。



2012 年 11 月 7 日垂下 3 月 25 日撮影



2012 年 11 月 7 日垂下 4 月 25 日撮影



2013年9月13日垂下 2014年2月3日撮影 2013年9月13日垂下 2014年4月1日撮影



左：11月25日垂下、防汚なし 真中：11月8日垂下、防汚あり 右：1月21日垂下、防汚なし
2月10日撮影

食味の評価

試験で育てたカキは蒸し牡蠣、焼き牡蠣に、小さいものは剥き身にして牡蠣ご飯、佃煮に調理し、試食を行った結果、殻自体は小粒であるものの身が詰まっていて甘みが強く、食味の評価は良好であった。



シングルシードマガキ養殖の収支試算

養殖試験で得られた結果をもとに、シングルシードマガキ養殖の収支を試算した。15,000 個の種苗を 10 円／個で購入し、提灯カゴを 5 連にして 100 吊または、丸カゴを 4 連にして 100 吊して養殖し、50 円／個で販売した場合の収支について試算を行った。試験結果より、歩留りを 82%、商品サイズに成長する割合を 83%と設定した。資材の単価については、当事業での実績を用いた。容器の垂下施設は筏や小割、延縄等、場所によって様々なケースが想定されるため、試算からは省いた。また、貝毒検査費用は漁協や自治体が実施するケースも想定されるため、試算からは省いた。また、漁場使用料についても漁協毎に条件が異なるため、試算からは省いた。

提灯カゴ

試験で用いた 36 c m×36 c mの提灯カゴに出荷時のマガキを最大 30 個体収容することになると、15,000 個を収容するのに 500 カゴが必要となる。防汚剤の効果を 1 シーズン、資材の耐用年数を 10 年とすると、毎年種苗費と防汚剤が必要となり、10 年に 1 回資材の更新が必要となる。

1 年目の初期投資を除いた 2 年目以降の 1 カゴあたりの収支を考えると、種苗代 300 円、防汚剤 40 円、販売金額 1,020 円で、収支は 680 円となる。これを 5 連にして 100 吊るした 2 年目以降の年間収支は 340,000 円となり、10 年間の収支は 3,253,400 円となった。

シングルシードマガキの収支計算（提灯カゴを用いた場合）

項目	規模	1年目	2～10年目	11年目	備考
ロープ類	5m×150セット(予備50)	21,750		21,750	耐用年数10年・29円/m
提灯カゴ	5連×110吊(予備10吊)	124,850		124,850	耐用年数10年・227円/カゴ
種苗費	15,000個	150,000	150,000	150,000	10円/個
防汚剤	提灯カゴ 500枚	20,000	20,000	20,000	アクアセイフティ17,000円/15kgとして 提灯カゴ編地約70g×50%×1.13円/g≒40円/カゴ
支出計		316,600	170,000	316,600	
販売金額	10,200個×50円/個	510,000	510,000	510,000	歩留り82%、商品サイズ83%として 種苗15,000個×0.82×0.83≒10,200個
収支		193,400	340,000	193,400	

丸カゴ

試験中は提灯カゴ内のマガキ密度増加を調整するために、適宜分養を行ったが、提灯カゴの開閉は口を糸で縫い合わせる作業を行わなければならない、手間がかかった。提灯カゴではなく、巾着式の丸カゴを用いることで開閉作業の効率化が期待できるため、丸カゴを用いた場合の収支試算を行った。

直径 45 c mの丸カゴに出荷時のマガキを最大 37.5 個体収容することになると、

15,000 個を収容するのに 400 カゴが必要となる。提灯カゴの場合と同様、防汚剤の効果をも 1 シーズン、資材の耐用年数を 10 年とすると、毎年種苗費と防汚剤が必要となり、10 年に 1 回資材の更新が必要となる。

1 年目の初期投資を除いた 2 年目以降の 1 カゴあたりの収支を考えると、種苗代 375 円、防汚剤 42 円、販売金額 1,275 円で、収支は 858 円となる。これを 400 カゴ吊るした 2 年目以降の年間収支は 343,200 円となり、10 年間の収支は 3,161,210 円となった。

シングルシードマガキの収支計算（丸カゴを用いた場合）

項目	規模	1年目	2～10年目	11年目	備考
ロープ類	5m×150セット(予備50)	21,750		21,750	
丸カゴ	4連×110吊(予備10吊)	249,040		249,040	耐用年数10年・566円/カゴ
種苗費	15,000個	150,000	150,000	150,000	
防汚剤	丸カゴ 400枚	16,800	16,800	16,800	アクアセイフティ17,000円/15kgとして 丸カゴ編地約74g×50%×1.13円/g≒42円/カゴ
支出計		437,590	166,800	437,590	
販売金額	10,200個×50円/個	510,000	510,000	510,000	歩留り82%、商品サイズ83%として 種苗15,000個×0.82×0.83≒10,200個
収支		72,410	343,200	72,410	

考察

2012 年 11 月 7 日に開始した試験では、翌年 2 月 28 日に 63%が出荷サイズの殻付重量 30 g 以上となり、4 月 3 日には 76%、4 月 25 日には 83%が 30 g 以上に達した。カキの出荷時期は 4 月までであり、短期間の養殖で出荷サイズのマガキの生産が可能であることが実証された。2013 年 9 月 13 日に開始した試験では、高値で販売できる 12 月までに出荷サイズに成長することを期待したが、身入りが良くなるのは 1 月下旬以降であった。垂下水深は 3.2mから 6.0mまでの範囲で試験を行った結果、養殖期間の初期においては、浅いほど成長が良い傾向は 2012 年、2013 年の両年で一致していたため、特に初期の垂下水深は更に浅くするほうがいいかもしれない。

供試貝は試験終了後全て試食し、食味の感想を聞き取った。焼きカキ、蒸しカキ等に加熱調理して試食を行った結果、小粒だが身が詰まっていて甘みが強く、大変おいしいと高い評価を得た。シングルシードマガキが高値で流通するオイスターバー向けの市場では、30～40 g の殻付重量でオイスターバーに 1 個 100 円で出荷され、末端価格は 1 個あたり約 2 ドルで販売されている。この需要は未だニッチな市場であり、カキの生産量に対してごくわずかの需要であるが、今後市場が拡大する可能性を秘めている。一方で、カキの産地ではカキ小屋等での産地消費が増えている。県内では浦村、福岡県では唐泊が有名である。尾鷲市の隣の紀北町で生産される渡利かきは地元を中心に消費されているほか、生産者がインターネットによる通販等を行い、毎年開催される渡利カキまつりは人気のイベントとして地元に着定している。

収支試算においては単価を 50 円/個と設定し、5 連 100 吊で 1 シーズン約 30 万円の

収入が見込めた。販路開拓の努力次第で更なる収入増が期待できる。

養殖にかかる作業は、カゴの防汚、カゴへの種苗収容、カゴの垂下、分養、収穫、洗浄、選別、殺菌海水による浄化となる。カゴを防汚しているため、養殖期間中は1ヶ月に一回程度分養する作業のみであり、収穫後はカルチ養殖のようにカキばらしの作業がない分、作業の負担は軽くて済む。本試験では定期的に分養を行ったが、カゴへの収容個体数を最初から出荷時の密度を見込んだ数にしておけば、養殖期間中は作業をしなくて済むため、今後このような方法の検証も必要である。

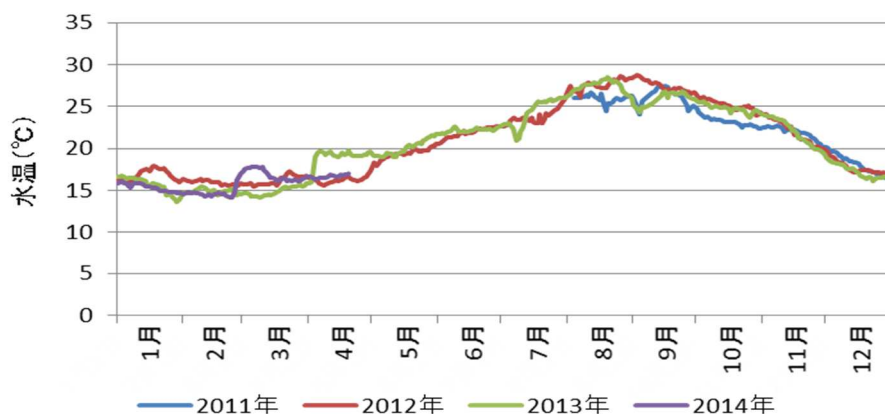
二枚貝養殖試験期間中における環境条件

水温

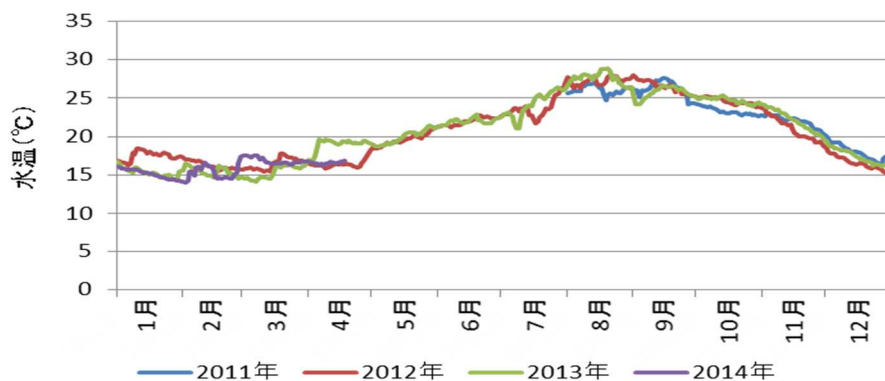
自記式水温計（Onset社製 HOBOPendant）をコンテナ内に収容し、2011年8月から2014年4月にかけて、飼育期間中の水温を計測した。

5mにおける日平均水温を図に示した。ただし、大曽根の2012年8月8日から2013年1月24日の間は欠測のため、同期間に計測していた3mの水温から推定した。具体的には、2012年7月1日から8月6日の3mと5mの水温の回帰式から2012年8月8日から2012年11月30日の水温を、2013年1月23日から2月28日の3mと5mの水温の回帰式から2012年12月1日から2013年1月23日の水温を推定した。

日平均水温が28℃以上の日は大曽根で2012年に17日、2013年には6日、27℃以上の日は2012年に48日、2013年には22日であった。古江では28℃以上の日は2012年に0日、2013年に8日、27℃以上の日は2012年に32日、2013年には23日であった。最低水温は14℃以下の日が2013年の大曽根で3日のみであった。



大曽根水深5mにおける日平均水温の推移



古江水深5mにおける日平均水温の推移

台風の被害状況

養殖試験期間中の 2011 年 8 月から 2014 年 5 月までに日本に上陸した台風の数、気象庁によれば、2011 年で 2 回、2012 年で 2 回、2013 年で 2 回であった。また、同期間中に東海地方に接近した台風は、気象庁によると 2011 年、2012 年、2013 年でそれぞれ 2 回、3 回、3 回であった。そのうち、この地方で影響が強かった台風と、被害状況を表に示した。網カゴにアンスラサイトを敷いたものは台風のたびに湾曲したため、2011 年の台風 15 号以降には使用を中止した。フタ網が外れるもしくはずれることが多く、フタ網は被覆番線で止めていたため、改善の余地がある。2013 年の 18 号台風の際には大曽根で一部基質がほとんど流失したコンテナもあり、試験期間中では最も大きな被害となった。しかしながら同じ台風でも古江ではほとんど被害がなく、全体を通して古江の方が、被害が小さかった。

年月	台風	概要	大曽根	古江
2011 年 9 月	12 号	紀伊半島大水害 降水量累計 927mm 最大瞬間風速 33.7m/s	網カゴが湾曲 網カゴのフタがずれる 網カゴのアンスラサイトが流失	網カゴがわずかに湾曲 網カゴのフタがずれる
	15 号	東日本に上陸した台風 としては戦後最大級 降水量累計 431mm 最大瞬間風速 28.7m/s	網カゴが湾曲 5m に垂下した網カゴのアンスラサイトが流失、7m は流失なし コンテナのフタがずれる	網カゴのフタがずれる
2012 年 10 月	17 号	降水量累計 143mm 最大瞬間風速 30.4m/s	なし	なし
2013 年 9 月	18 号	降水量累計 432.5mm 最大瞬間風速 27.2m/s	一部コンテナの砂が流失 一部コンテナのフタが外れる 底付近に垂下したコンテナに砂や貝殻破片、ヘドロが堆積	なし



台風の波浪で湾曲した網カゴ



基質が流失し、貝だけが残ったコンテナ

養殖コンテナ内に着底したアサリ稚貝について

アサリ、アカガイ等の飼育コンテナ内にアサリが多数着底した。平成 24 年度及び平成 25 年度においては、このように着底したアサリを供試貝として用いた。

着底状況

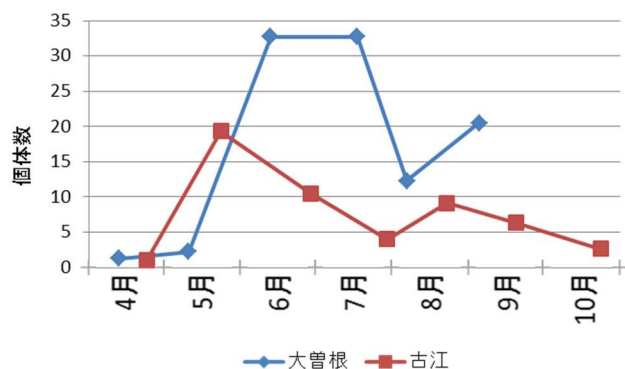
表 1 に着底したアサリの個体数を示す。計測時にはコンテナのフタに使用している目合い 9mm のフタ網でふるいにかけているため、そのふるいで残る殻長約 15mm 以上のアサリの個体数を記録した。2012 年においては、コンテナ 1 箱あたり大曽根で 85.40 個体、古江で 53.71 個体の着底が確認された。2013 年には大曽根で 23.83 個体、古江で 33.45 個体と前年に比べてやや少なく、2014 年 5 月 14 日現在においては、古江ではほとんど着底したアサリは確認できていないのに対して、大曽根では 71.00 個体の着底が確認されている。

表 1. コンテナ内に着底したアサリの個体数

大曽根				古江			
2012/4/13～9/5				2012/4/24～11/29			
垂下開始日	供試貝の種類	基質	個体数	垂下開始日	供試貝の種類	基質	個体数
2011/12/5	アカガイ	アンスラサイト	84	2011/11/1	アカガイ	アンスラサイト	35
2011/8/3	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	20	2011/11/1	アカガイ	アンスラサイト	11
2011/8/3	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	9	2011/11/1	アカガイ	アンスラサイト	52
2011/8/3	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	84	2011/8/1	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	161
2011/8/3	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	230	2011/8/15	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	6
				2011/8/15	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	38
				2011/11/1	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	73
			平均				平均
			85.40				53.71
2013/8/2				2013/8/28			
垂下開始日	供試貝の種類	基質	個体数	垂下開始日	供試貝の種類	基質	個体数
2011/12/5	アカガイ	アンスラサイト	0	2011/11/1	アカガイ	アンスラサイト	0
2011/12/5	アカガイ	アンスラサイト	0	2012/11/29	アカガイ	アンスラサイト	29
2011/8/3	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	0	2011/8/1	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	0
2012/7/18	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	12	2011/8/15	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	0
2012/11/29	松阪産アサリ	砂	123	2011/11/1	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	0
2012/11/29	松阪産アサリ	砂	8	2012/6/29	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	2
				2012/11/29	松阪産アサリ	砂	64
				2012/11/29	松阪産アサリ	砂	147
				2012/11/29	松阪産アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	2
				2012/11/29	松阪産アサリ	砂	104
				2012/11/29	松阪産アサリ	砂	20
			平均				平均
			23.83				33.45
2014/5/14							
垂下開始日	供試貝の種類	基質	個体数				
2011/12/5	アカガイ	アンスラサイト	55				
2011/12/5	アカガイ	アンスラサイト	57				
2013/8/2	アサリ	アンスラサイト・ケアシェル・砂	3				
2013/5/22	ウチムラサキ	アンスラサイト	0				
2012/11/29	ハマグリ	砂	97				
2013/5/27	ハマグリ	アンスラサイト	214				
			平均				
			71.00				

個体数の推移

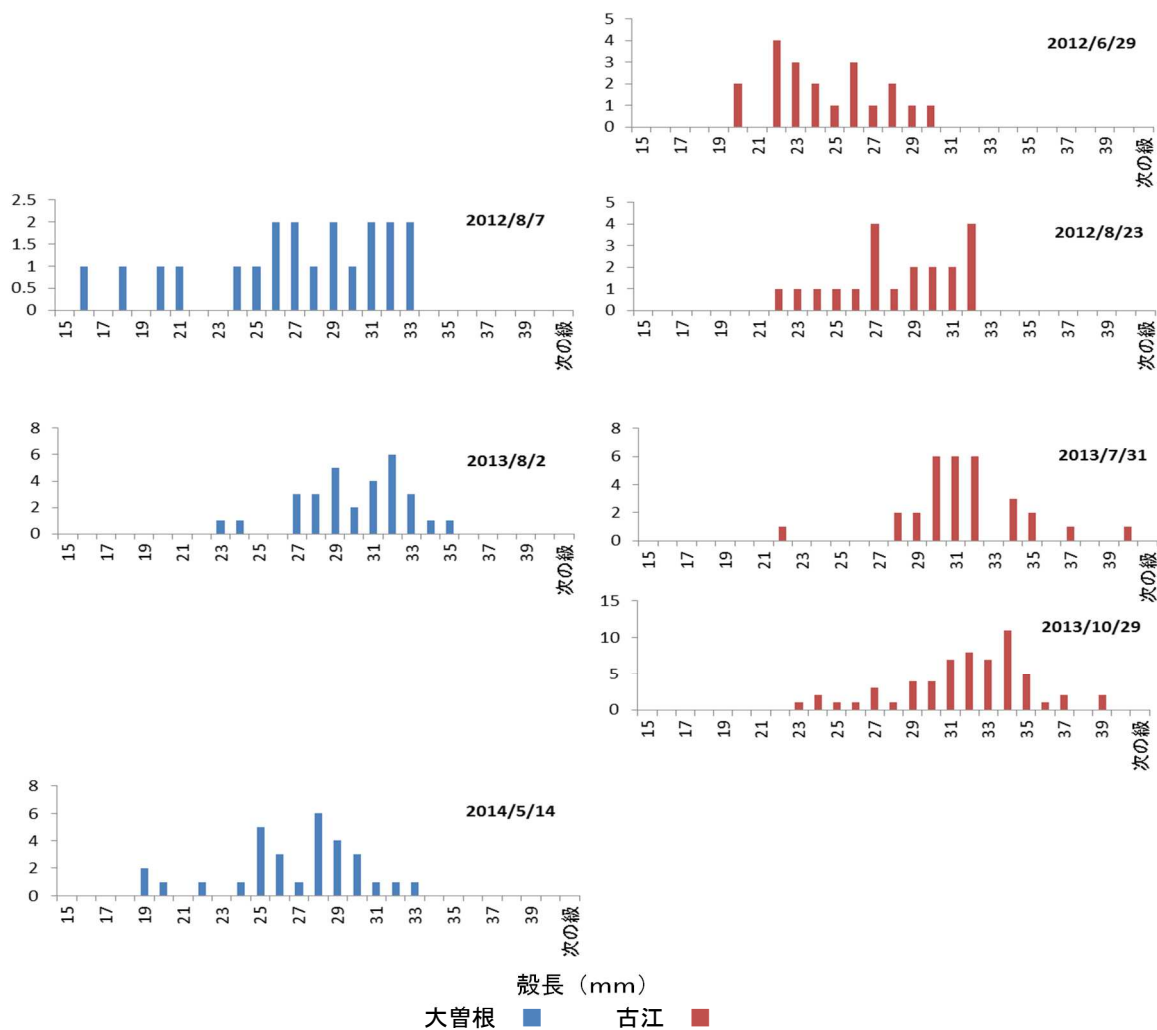
2012 年において、コンテナ内に着底したアサリの個体数の推移を図 1 に示す。ふるいに残った殻長約 15mm 以上の個体は 5 月から 7 月にかけてピークがあり、8 月から 9 月にかけて小さいピークがあった。



2012年にコンテナ内に着底したアサリの個体数の推移

殻長組成

大曽根では2012年8月に15mmから20mmの小さい山と23mmから32mmの大きな山があり、2013年8月も同様に22mmから23mm、26mmから34mm、2014年5月には18mmから19mm、23mmから32mmと、全ての年において大きな山と小さな山があった。古江では2012年は明確な山はないが、2013年では大きな山と小さな山があった。また、大曽根、古江ともに2013年は2012年よりも平均殻長が大きかった。



コンテナ内に着底したアサリの殻長組成

その他の二枚貝養殖の検討について

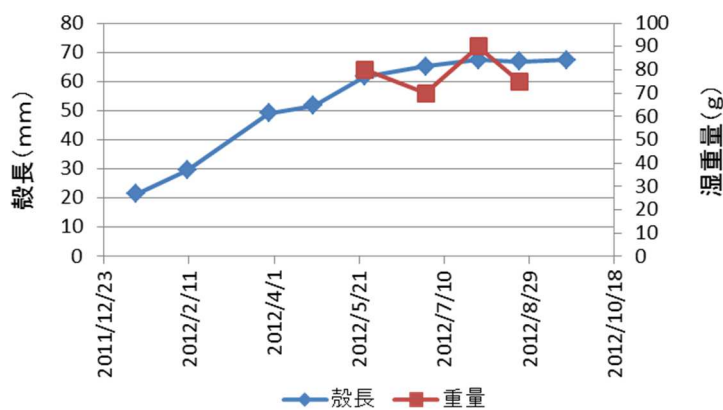
アサリ、アカガイ等の飼育コンテナ内にはアサリの他、トリガイ、イタヤガイ、ウチムラサキ、オオトリガイ、ミルクイ等が着底した。これらの二枚貝養殖について検討するため、成長を記録した。また古川河口産のパカガイ及び伊勢市大湊町産のハマグリについても養殖試験を行い、垂下養殖の可能性を検討した。

トリガイ

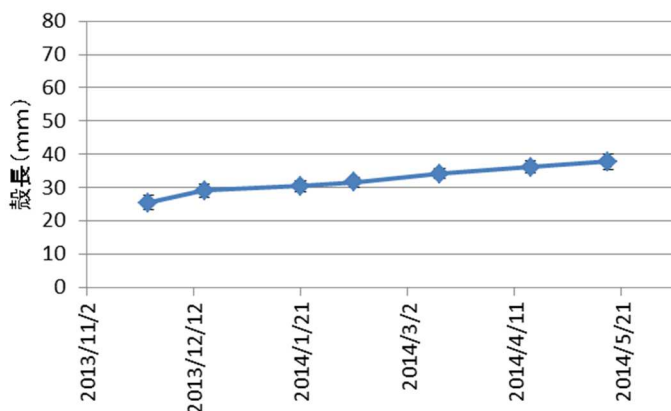
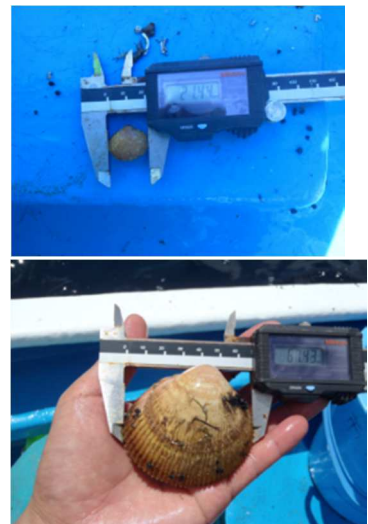
大曾根で2012年7月に7個体、8月に5個体、古江は2012年1月に1個体、2013年10月に1個体、2013年11個体の着底が確認できた。飼育を試みたもののハンドリングの際に殻を割ってしまうこともあったが、古江に着底した一部は長期間飼育することができた。

2012年2月に着底が確認できた1個体は成長が良好であったが、2月から5月にかけて順調に成長したが、6月以降は成長が停滞し、9月に斃死が確認された。殻長は67.33mmであった。

2013年11月に着底が確認できた10個体は1月に1個体の斃死が確認されたが、2014年5月現在9個体が生残している。しかし2012年の1個体の時よりも成長速度が遅く、2014年5月の平均殻長は37.80mmであった。



容器内に着底したトリガイの殻長および湿重量の推移(2012年2月～2012年9月)

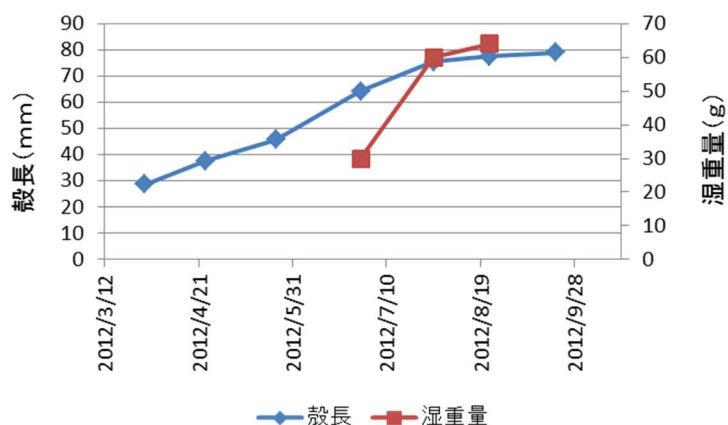


容器内に着底したトリガイの殻長の推移(2013年11月～2014年5月)



イタヤガイ

大曾根で2012年6月に2個体、古江で2012年3月に1個体の着底を確認した。古江の1個体は長期間飼育でき、3月29日の28.63mmから9月20日78.85mmに成長した。トリガイと同様、9月に斃死が確認された。



容器内に着底したイタヤガイの殻長および湿重量の推移(2012年3月～9月)



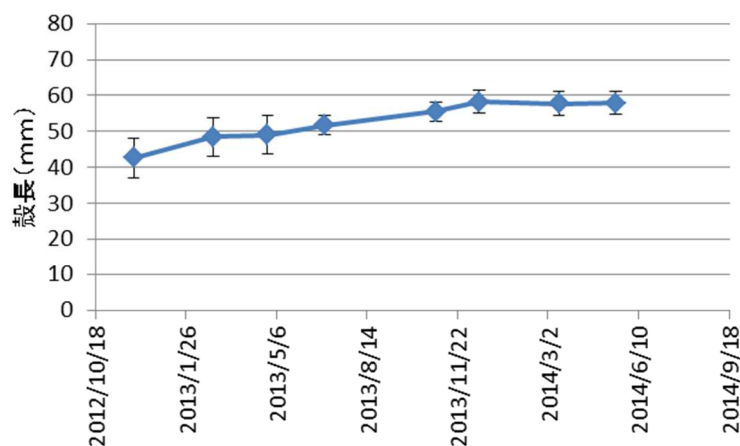
ウチムラサキ

アサリの稚貝と似ており、最初は区別できていなかったことから、着底が確認できた時期は不明であるが、2013年に大曾根で41個体、古江で41個体を得た。2013年5月22日に51個体を1コンテナに収容して飼育したところ、平均殻長37.94mm、平均重量11.08gから、1年後の2014年5月14日現在で平均殻長47.06mm、平均重量32gに成長し、50個体が生残している。



オオトリガイ

古江において2012年8月に11個体の着底が確認できた。2014年5月16日現在で7個体が生残し、平均殻長は2012年11月29日の42.62mmから2014年5月16日の57.93mmに成長した。



容器内に着底したオオトリガイの殻長の推移(2012年11月～2014年5月)



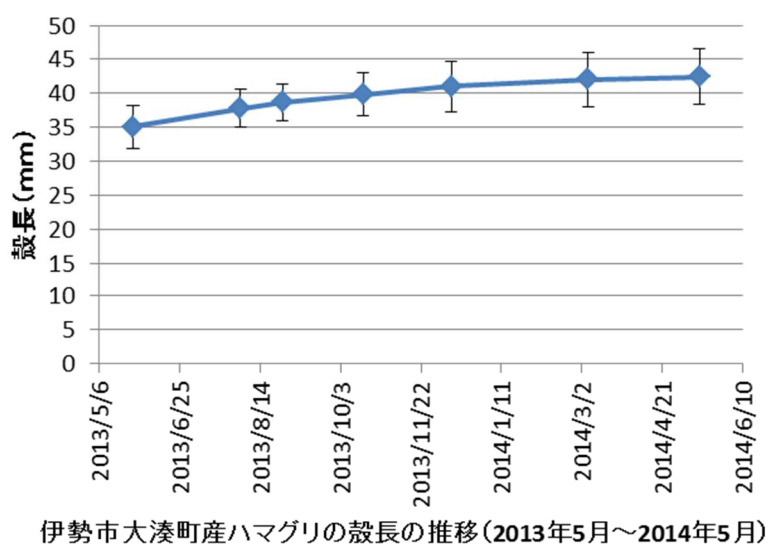
ミルクイ

古江において 2012 年 8 月に 2 個体の着底が確認でき、2014 年 5 月 16 日まで生残している。平均殻長は 2012 年 11 月 29 日の 49.64mm から 2014 年 5 月 16 日の 72.26mm に成長した。



ハマグリ

伊勢市大湊町鷺ヶ浜にて採捕したハマグリを養殖した。5 月 27 日に平均殻長 35.10mm の 45 個体を収容し、2014 年 5 月 14 日には 42.47mm に成長した。生残率は 82% であった。



バカガイ

賀田湾の古川河口にて採捕した平均殻長 26.91mm のバカガイ 6 個体を 2013 年 3 月 27 日から収容し、2014 年 5 月 14 日に 2 個体が生残し、平均殻長は 64.00mm に成長していた。コンテナの清掃頻度が少なかったために付着生物の除去があまり行われず、基質表面にムラサキイガイのマットが形成されていたため、生残率が低くなった可能性がある。

アサリの養殖方法

現在実際に行われている方法は、天然採苗で種苗を採捕する養殖方法と、商品サイズのアサリを購入し、短期間で肥育させる方法になります。

天然採苗からの養殖

養殖作業スケジュール

	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
アサリ(天然採苗)	天然採苗(網袋採苗)																		
										養殖(定期的な掃除)								出荷	

天然採苗

アサリの産卵期は春と秋にピークがあるため、秋に採苗器を設置し、秋仔の採捕を期待します。昼間の潮位が低くなって作業がしやすくなる3月頃以降に秋仔の回収を始めるのがいいでしょう。採苗器はそのまま設置しておいても効果が低下することはないので、夏には春仔の採捕も期待できます。

垂下養殖～出荷

垂下養殖を始めると成長が一気に早くなりますが、掃除の手間等を考えて、折り合いのつく時期に垂下養殖を開始します。1年の中でも1月～4月が最も成長する期間です。出荷時期は産卵前の身入りが最も良くなる3月～4月が最適です。一度産卵すると身はやせてしまいますが、春の産卵後なら回復し、再び産卵を繰り返しますので、夏の間は出荷が可能です。秋の産卵後から水温が低下してく12月頃まではしばらく回復しないので、出荷には不向きです。

天然採苗の方法

干潟に砂利やカキ殻加工品のケアシェルを入れた網袋を敷いて採苗を行います。これまでの試験により、賀田湾では古川河口で100個／袋の種苗が採捕されています。アサリは水管によって海水の取入れ、排出を行うため、網袋が完全に埋没すると死んでしまいます。採苗器は定期的に様子を確認し、埋没させないように注意します。設置する水深帯は潮位基準面から+20cmあたりが最適です。



天然採苗で準備するもの

資材名	規格	備考
網袋	4mm目合 30 c m×60 c m	目合は砂利やケアシェルの粒径以下で、小さいカニやツメタガイ等の捕食者の侵入をできるだけ防止できる大きさ。
砂利	川砂利 2 分 (6mm) 4 k g	ふるいにかけたときに落ちる程度の粒径のほうが、アサリを回収しやすい。
ケアシェル	1 k g	1 袋あたり重量比 砂利：ケアシェル＝4：1
杭、重石、ロープ		網袋の流失防止のため設置。場所によっては不要。
ふるい	目合 1 c m 程度	

商品サイズのアサリを購入し、短期間で肥育する方法

養殖作業スケジュール

	11	12	1	2	3	4
アサリ(蓄養)	購入					
		養殖			出荷	

種苗の購入

病気の持ち込みや遺伝子のかく乱を防ぐため、国外の種苗はもちろん、他県産のものは避け、県内産の種苗を購入しましょう。産卵を終えて身入りが低下している 11 月～12 月以降に導入することで、当海域における 1 月～4 月の高成長期に効率よく肥育することができま

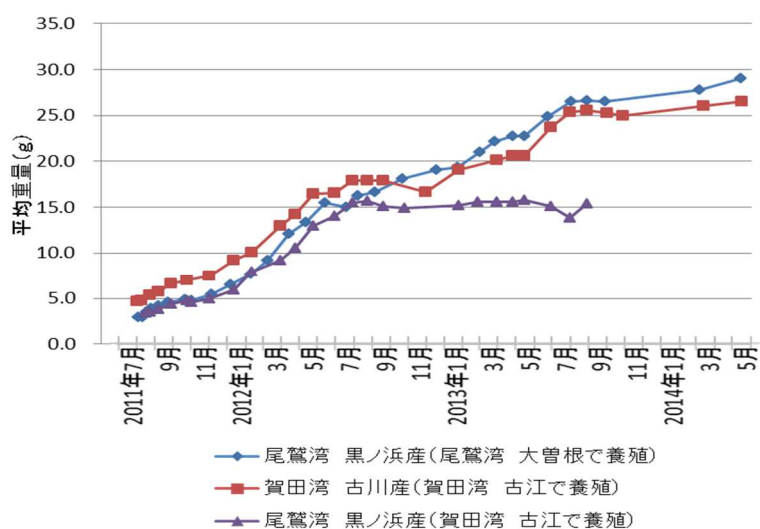
垂下養殖～出荷

年によって環境条件が異なるため一概には言えませんが、基本的には掃除の手間が不要です。市の試験においては、尾鷲湾では 3 月、賀田湾では 4 月に身入りのピークを向かえました。ただし、ピークを向かえた一ヶ月後に、産卵による急激な身入りの低下が懸念されますので、出荷前のチェックを行う等、出荷時期の見極めには注意が必要です。

地場産種苗の良さ

市が実施した試験結果において、種苗の産地の違いが尾鷲湾と賀田湾で異なるだけで、成長が異なりました。

この結果は養殖を行う際に地場産の種苗が適しているということを裏付けるものであり、養殖に地場産の種苗を用いることは、遺伝子の多様性を保全する観点からも重要なことです。



垂下養殖の方法

水深	3～5mが適している。	
基質	基質の選択 基質のちがいによる成長のちがいはそれほど大きくないため、資材の選択基準は作業の効率性とコストとの兼ね合い。 深さ アサリは基質の中で縦になって水管を外に出す姿勢を取らないと殻が大きく成長しないため、容器に入れる基質の量は、5cm以上の深さが必要。	砂：0円 最も安価であるが、重い。 アンスラサイト：300 4,560円 軽いが、台風の波浪で流失しやすい。 ケアシェル：100 4,200円 使用初期にヘドロ化を抑制する効果がある。 比重は砂より軽くアンスラサイトより重い。 軽石：140 450円 軽く、網袋を用いれば流失もない。
容器	コンテナ 成長が良い。清掃は木槌で叩くと意外と容易。基質を清掃しないとヘドロ化し、貝が黒ずみ、最終的に斃死を招く恐れがある。水はけが悪く、引き揚げが重労働。 網フタ 成長に合わせて最初は目合い9mm、大きくなってきたら30mm程度を使用。 網カゴ、網袋 水はけが良く、引き揚げの負担は軽い。潮通しが良いため、ヘドロ化しにくく、貝がきれい。成長はコンテナより25%劣る。	
密度	1.25 g/cm²～1.5 g/cm²以下で成長が良好。 良く成長している時期には1.25 g/cm²になったら分養。	
清掃	1～2ヶ月に一度基質をふるいにかけることでヘドロを飛ばし、カニ等の食害生物も除去する（写真参考）。ただし、水温が低下する11月後半～4月にかけては、清掃を省略できる。高水温時の容器内に溜まるヘドロ（硫化水素）はアサリの生残に影響するので、最も注意が必要。	



試算

天然採苗

今回試験で用いたコンテナ（PP製 有効内寸 395×304×200mm（サンボックス #24-2 三甲株式会社））の場合、1箱あたりの最大収容密度が 1,800 g なので、単価を 1,000 円／k g とすると 1 箱あたりの収入が 1,800 円となります。初期投資には筏以外に容器、フタ、基質、ロープの資材費がかかりますが、天然採苗ができれば種苗代は 0 円です（ただし、天然採苗に必要な経費は考慮していません。）。基質は 0 円の砂を用い、コンテナ 1,404 円、フタ 162 円、ロープ 10 m 290 円の合計 1,856 円になり、1 年目は 56 円の赤字になりますが、翌年度からは販売金額の 1,800 円／箱がそのまま利益として見込めます。実際養殖に取り組む際には、更に安価なコンテナを使って経費を抑えることができます。

蓄養

今回試験で用いたコンテナの場合、1箱あたりの最大収容密度が 1,800 g なので、単価を 1,300 円／k g とすると 1 箱あたりの収入が 2,340 円となります。11 月に開始し、4 月に収穫する場合、総重量は約 1.5 倍になるため、開始時に 1,200 g 収容しておけば 1,800 g の収穫が見込めます。初期投資には筏以外に容器、フタ、基質、ロープの資材費と 1,200 g 分の種苗代が必要です。基質は砂を用い、コンテナ 1,404 円、フタ 162 円、ロープ 10 m 290 円、種苗代 642 円の合計 2,498 円で、1 年目は 158 円の赤字になりますが、翌年度からは販売金額から種苗代を差し引いた 1,698 円／箱の利益が見込めます。実際養殖に取り組む際には、更に安価なコンテナを使って経費を抑えることができます。

養殖作業スケジュール

月		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
アカガイ	1年目	購入		定期的な掃除									
	2年目	定期的な掃除											
	3年目	出荷											

養殖の開始 米粒大～500 円玉大になるまでの養殖

垂下養殖の開始時には、一般に目合 3mm程度の網カゴで飼育し、500 円玉程度に大きくなったものから潜砂することができるため、その時になって初めて基質を入れた容器で飼育を開始するとされています。しかし、市が行った試験では、導入時の米粒程度の大きさから基質を入れた容器内で飼育したものの方が成長、生残が良い結果となりました。

垂下養殖の方法（アサリと同様）

水深	3～5mが適している。		
基質	基質の選択 基質のちがいによる成長のちがいはそれほど大きくないため、資材の選択基準は作業の効率性とコストとの兼ね合い。 深さ 容器に入れる基質の量は、アカガイが砂に完全に埋まるよう、最終的には 10 c mの深さが必要。		砂：0 円 最も安価であるが、重い。 アンスラサイト：300 4,560 円 軽いが、台風の波浪で流失しやすい。 軽石：140 450 円 未検証
容器	コンテナ 成長が良い。清掃は木槌で叩くと意外と容易。基質を清掃しないとヘドロ化し、最終的に斃死を招く恐れがある。水はけが悪く、引き揚げが重労働。 網フタ 成長に合わせて最初は目合い 9mm、大きくなってきたら 30mm程度を使用。		
密度	1.25 g / cm²～1.5 g / cm²以下で成長が良好。 良く成長している時期には 1.25 g / cm²になったら分養。		

清掃	1～2 ヶ月に一度基質をふるいにかけることでヘドロを飛ばし、カニ等の食害生物も除去する（写真参考）。ただし、水温が低下する 11 月後半～4 月にかけては、清掃を省略できる。高水温時の容器内に溜まるヘドロ（硫化水素）はアカガイの生残に影響するので、最も注意が必要。 
----	--

試算

今回試験で用いたコンテナの場合、1 箱あたりの最大収容密度が 1,800 g なので、出荷時のサイズを 100 g とすると、出荷時の収容個数は 18 個となります。販売単価は殻長 70mm 以上を 200 円／個、70mm 未満を 100 円／個とすると、9 割が 70mm 以上になるので、1 箱あたりの収入が 3,436 円となります。歩留りは 54% なので種苗（2.5 円／個）は 1 箱あたり 33.3 個購入します。初期投資には筏以外に容器、フタ、基質、ロープの資材費と種苗代が必要です。基質はアンスラサイトを用いると、コンテナ 1,404 円、フタ 162 円、ロープ 10m 290 円、アンスラサイト 1201,824 円と種苗代 83 円の合計 3,763 円となります。1、2 年目は収穫できず、3 年目に収穫でき、3,436 円の売り上げで、その間アンスラサイトの補充分 4.80730 円が必要となり、3 年間の収支は 1,057 円の赤字になります。次の 3 年後の収穫までは、アンスラサイトの補充分 7.201,094 円と種苗代 83 円が経費となり、3,436 円の売り上げで 2,259 円の黒字となります。

アンスラサイトの代わりに 0 円の砂を使用した場合、初期投資が 1,939 円となり、基質の補充に必要な経費も 0 円で 3 年目に収穫して 3,436 円の売り上げに対し 1,939 円の経費で 1,497 円の黒字になります。次の 3 年後の収穫までは種苗代 83 円のみ経費となり、3,353 円の黒字となります。

実際養殖に取り組む際には、更に安価なコンテナを使って経費を抑えることができます。

シングルシードマガキの養殖方法

養殖作業スケジュール

	9	10	11	12	1	2	3	4
シングルシードマガキ	購入							
	養殖(定期的に分養)							
						出荷		

大型種苗の導入

民間企業が生産している大型の種苗を購入すれば、短期間の養殖で商品サイズに育てることができます。9月に導入すれば2月以降、11月に導入すれば3月以降に出荷が可能です。



シリコン系防汚剤によるカゴの防汚

市販されているシリコン系防汚塗料でカゴを防汚します。塗料を容器に入れてカゴごと浸漬し、乾燥中に液垂れした塗料は集めて缶に戻し、再利用します。適宜専用の希釈液で濃度を調整します。



分養

シングルシードマガキはカゴの中で適度に転がることで特徴である深い殻が形成されます。収容密度が高いとがシングルシードマガキの特徴である深い殻の形が形成されない上、マガキどうしの殻の癒着やカゴの編地への癒着が起こるおそれがあるため、定期的に分養や間引きを行い、密度をコントロールします。1ヶ月に1回程度、マガキが混み合っただけで動かなくなる前に分養を行います。

垂下養殖に必要な資材

提灯カゴもしくは丸カゴ ラッセル1分 (3mm) 目合	提灯カゴ：227 円 安価、口を糸で縫い合わせて開閉。 丸カゴ：566 円 巾着式の丸カゴは提灯カゴより開閉作業は楽になる。 目合いが小さいほうが、殻が転がりやすく、丸みを帯びたカップの深い殻が形成される。目合が大きいと潮通しはよくなるように思われるが、殻が転がりにくいため丸みを帯びた殻の形成されにくく、カキ殻のカゴの編地への癒着が起こりやすくなる。
シリコン系防汚剤 網カゴ浸漬用	カゴに付着生物が付いて潮通しが悪くなり、成長が阻害されるのを防ぐため、防汚塗料を使用。一回の防汚で半年の養殖期間中は容器の清掃が不要。  左：11月25日垂下、防汚なし 真中：11月8日垂下、防汚あり 右：1月21日垂下、防汚なし 2月10日撮影

出荷前の洗浄

出荷前には表面に付着したホヤ、フジツボ、カイメン等が表面に付着しますが、養殖期間が短いため、高圧洗浄機で容易に除去することができます。



9/27

2/3

4/1

シングルシード養殖とカルチ養殖の比較

カルチ養殖とは一般に普及している方法で、ホタテ貝殻等にマガキ種苗を付着させ、抑制によって稚貝を鍛え、その後貝殻の間隔を1枚1枚開けるように通し替え、垂下する養殖方法です。粗放的に安価に大量養殖が可能ですが、夏期の高水温による斃死リスクが高く、垂下物重量が重く、大規模な筏が必要となります。シングルシード養殖は1粒ごとばらばらにした人工採苗を用い、カゴで養殖する方法で、カルチ養殖に比べて殻の形状が良く、身入りが良い高品質のマガキを生産できますが、カルチ養殖よりも種苗代が高くなります。本試験で取り入れた手法は、民間企業が生産し、更に中間育成した大型のシングルシードマガキ種苗を養殖する方法で、養殖期間が短く、夏期の高水温による斃死リスクが軽減できるメリットがあります。また、防汚剤を用いることで、シングルシード養殖のデメリットであるカゴの付着物対策を解決するものであり、全国各地でこの大型種苗と防汚カゴを使った養殖方法が広まりつつあります。

	広島	浦村	的矢	厚岸	本試験
採苗	カルチ 7～9月	カルチ 宮城県産購入		シングルシード 人工種苗購入	シングルシード 大型種苗購入
抑制	10月～	10月～		—	—
筏養殖	翌年10月～			5月～	9月～
収穫	翌々年10月～	翌年9月～	翌年10月～	翌年5月～	翌年2月～
ばらし	○	○	○	—	—
選別	○	○	○	○	○
殻洗浄	○	○	○	○	○

試算

提灯カゴ

今回試験で用いた提灯カゴの場合、1カゴあたりの最大収容密度が30個、歩留り82%、商品サイズに成長するのが83%とすると、1カゴあたり20.4個の収穫で、単価を50円／個とすると1カゴあたりの収入が1,020円となります。初期投資には筏以外に提灯カゴ、ロープ、防汚剤の資材費、種苗代10円／個が必要です。提灯カゴ227円、ロープ5m145円、防汚剤40円、種苗代300円の合計712円になり、308円／カゴの利益が見込めます。翌年度からは販売金額から防汚剤40円、種苗代300円を差し引いた680円／カゴの利益が見込めます。これを5段に吊れば、1吊3,400円の利益となります。

丸カゴ

提灯カゴよりも巾着式の丸カゴを用いることで、カゴの開閉作業は楽になりますが、初期投資のコストが高くなります。丸カゴの最大収容密度は37.5個、歩留りは提灯カゴと同様、82%、商品サイズが83%とすると、1カゴあたり25.5個の収穫でき、単価50円／個で1カゴあたりの収入が1,275円となります。初期投資は提灯カゴ227円が丸カゴ566円に、編地が増える分防汚剤の必要量が40円から42円に増え、ロープ代は同じで5m145円、種苗代375円の合計円になり、147円／カゴの利益が見込めます。翌年度からは販売金額から防汚剤42円、種苗代375円を差し引いた858円／カゴの利益となります。

謝辞

多くの方々のご協力により、「おわせ元気・満足度アップ事業」において平成 23 年度から平成 25 年度まで実施した二枚貝養殖試験の報告書を完成することができました。

アサリの垂下養殖、採苗技術等に関して多大なご助力をいただきました独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所日向野さま、石樋さま並びに養殖システム部の皆様、浦村アサリ研究会浅尾さま、株式会社ケアシェル山口さま、今井さま、アサリ養殖の現地視察を快く受け入れていただいた室津漁業協同組合の方々、トリガイ養殖の現地視察を快く受け入れていただいた京都府漁業協同組合に所属する漁業者の方々、京都府農林水産技術センター海洋センター藤原さま、京都府水産事務所海のにぎわい課廣岡さま、アカガイの種苗の供給と養殖技術のご助言をいただきました伊勢志摩種苗センター世古さま、大型種苗と防汚カゴを用いたシングルシードマガキの養殖技術に関して種苗の供給とご助言をいただきました株式会社西海養殖技研北原さま並びにヤンマー株式会社研究開発ユニットソリューション推進部マリンファーム加藤さま、事業の全般にわたり多大なご助言、ご協力をいただきました三重県水産研究所尾鷲水産室並びに尾鷲農林水産事務所漁政課の皆様、三重県尾鷲栽培漁業センターの皆様、尾鷲漁業協同組合、大曽根漁業協同組合及び三重外湾漁業協同組合の方々に深く感謝申し上げます。

二枚貝養殖試験事業結果報告書

平成 26 年 5 月

【問い合わせ先】

尾鷲市水産商工食のまち課 水産振興係

〒519-3646 尾鷲市中央町 10-43

Tel:0597-23-8231 Fax:0597-22-9184

E-mail:suisan@city.owase.lg.jp