

隠岐諸島におけるイワガキシングルシードの海面中間育成試験

佐々木 正¹・佐藤勇介^{2a}・近藤徹郎²・常盤 茂³

Examination of intermediate culture for single-seed Iwagaki Oyster *Crassostrea nippona* caging in pearl-net in Oki Island, Japan

Tadashi SASAKI, Yuusuke SATOU, Tetsurou KONDOU, and Shigeru TOKIWA

キーワード：イワガキ，シングルシード，中間育成，隠岐諸島

はじめに

島根県では隠岐諸島を中心にイワガキの養殖が盛んであり、種苗の主な供給元である公益社団法人島根県水産振興協会栽培漁業センター（以下栽培センターとする）においてホタテ殻原盤を用いた採苗器が年間約10万枚以上生産され、県内の各養殖業者に配布されている。出荷後の採苗器については従来、養殖業者の海面施設において数年間垂下養殖された後に出荷直前に採苗器周囲に塊状に成長したイワガキを個別に剥がして出荷されている。一方近年では、イワガキの成長や殻の形を良くすることを目的に、貝が大きくなる前に採苗器から剥がし、個別にロープに固定して飼育する方法（耳吊り法，水中セメント法）も行われつつある。しかし、この方法では採苗器から種苗を剥がす作業量が多く、人件費の増加や殻の破損による種苗の損失等が課題であった。そこで、これを解決するための方策として、平成26年度から栽培センターにおいて新たにシングルシード（1個ずつ個別に分離した種苗）の生産・供給を開始することとなった。

著者らは島根県におけるシングルシードを用いた養殖技術の普及を目的に、県内各地の養殖施設およびその近傍の複数個所において、シングルシードの中間育成における基礎的なデータを取得するための飼育試験を実施した。このうち、連続して測定データが得られた地区を対象にその結果をまとめたのでここに報告する。

資料と方法

試験に供したシングルシードは、著者らが栽培セ

ンターにおいて2014年7月に大量生産法¹⁾で生産した付着期幼生を用いてシングルシード用採苗器（佐々木ら2017投稿中）で採苗し、同年12月に採苗器から剥離した後、パールネット（縦×横：各34cm）に収容して栽培センターの海面飼育筏で2015年2月まで垂下育成したものである。パールネット1カゴ当たりの収容重量を変えた4つの試験区（50g，100g，200g，300g区）を設定し、同年2月16日に隠岐諸島の島前海域6地点（西ノ島3，海士2，知夫1）に配布して飼育試験を開始した（図1，表1）。

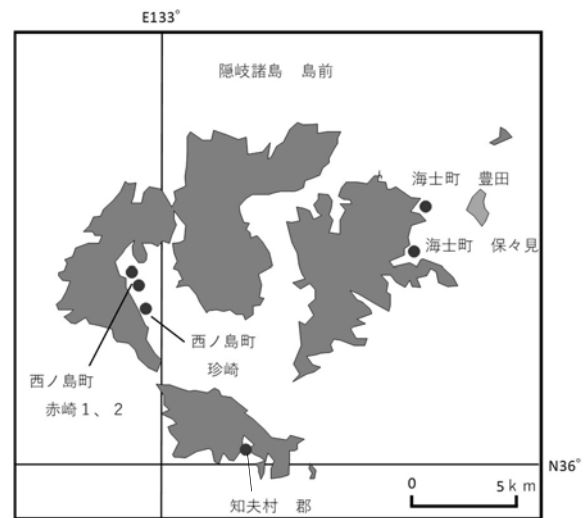


図1. 試験実施海域（丸印）。

表1. 試験実施海域および各試験区におけるイワガキ種苗収容個数の概要。

町村名	地区名	設置場所	施設	水深 (m)	垂下深度 (m)	50 g 区 (個数)	100 g 区 (個数)	200 g 区 (個数)	300 g 区 (個数)
西ノ島町	珍崎	漁港内	筏	5	1~3	19	32	51	75
	赤崎①	養殖場	筏	7	1~3	16	28	47	71
	赤崎②	養殖場	筏	13	2~4	22	24	37	70
海士町	保々見	養殖場	延縄	20	2~4	21	35	59	78
	豊田	養殖場	延縄	14	2~4	18	33	52	68
知夫村	知夫	漁港内	筏	12	1~3	24	36	53	62

¹内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

²隠岐支庁水産局 Oki Regional Office of Fisheries Affairs

³元・総合調整部 formerly General Coordination Division

^a現所属：漁業生産部 Fisheries Productivity Division

各試験区のパールネット（縦×横：各 34 cm）の目合は 1.5 分目のものを使用し、上から 50 g, 100 g, 200 g, 300 g 区の順に 1 連の PP ロープに連結し、垂下深度は表層（1~4m）とした。試験は水中セメント法（太平洋セメント株式会社、カイデライト）でロープに種苗が容易に固定可能となる殻高 60mm 程度（養殖業者への聞き取り）に種苗が成長するまで実施することとし、概ね 2 か月毎に各試験区の総重量（カゴ重量を除く）、種苗の殻高、殻重量および死貝数を計数・計測した。殻高、殻重量の測定数は 50 g, 100 g 区は全数を、200 g, 300 g 区は各 30 個とし、殻高、殻重量の計測にはノギスおよびデジタル電子天秤を用いた。種苗にフジツボ等の付着物が見られた場合は、極力除去した後に測定を行った。なお、試験開始時における種苗の殻高、殻重量については試験区毎に測定を実施せず、試験に供した飼育カゴから予め無作為に抽出しておいた 150 個体の測定値を開始時の平均値として用いた。また、各測定時における生残率の算出は試験開始時の収容個数から測定時に回収した累積死殻個数を除した値を生残個体数として計算した。4 月と 8 月にはカゴ替えを実施し、同時にカゴの目合を 3 分目、8 分目に拡大した。試験は大部分の種苗が殻高 60mm 程度まで成長した 10 月に終了した。

結果

試験開始時および各測定時における各試験区の飼育カゴの外観を図 2 に、試験終了時の種苗の外観を図 3 に示す。カゴの目合が比較的小さかった 4~8 月には付着物による網目の目詰まりが観察された。8 月以降は目合を大幅に拡大したことにより網目の目詰まりはほとんど無くなった。飼育期間中、種苗にはフジツボ、ムラサキイガイ、小型海藻類等の付着が見られたがその量は僅かであった。試験終了時の種苗の形状は、一部に変形個体が観察されたものの大部分の個体がカップ状となり、外見上は種苗として特に問題無く使用可能であると判断された。以上の傾向は、各試験区および各地区でほぼ同様であった。

図 4 に試験開始時および試験終了時の種苗の殻高・殻重量組成を示す。殻高は 2 月の試験開始時には概ね 20~50mm（平均殻高 32.2mm）の範囲であったが、10 月の試験終了時は各試験区とも 40~100mm まで成長し、大部分の種苗が個別にロープに容易



図 2. 試験開始時、各測定時および試験終了時における各試験区の飼育カゴの外観。

- 1 段目：2 月の試験開始時、左から 50 g 区、100 g 区、200 g 区、300 g 区
- 2 段目：4 月の測定時、1.5 分目カゴ替え前（左側）、3 分目カゴ替え後（右側）
- 3 段目：8 月の測定時、3 分目カゴ替え前（左側）、8 分目カゴ替え後（右側）
- 4 段目：10 月の試験終了時、左から 50 g 区、100 g 区、200 g 区、300 g 区



図 3. 試験終了時における各試験区の種苗の外観
上段左側から 50 g 区、100 g 区、下段左側から 200 g 区、300 g 区

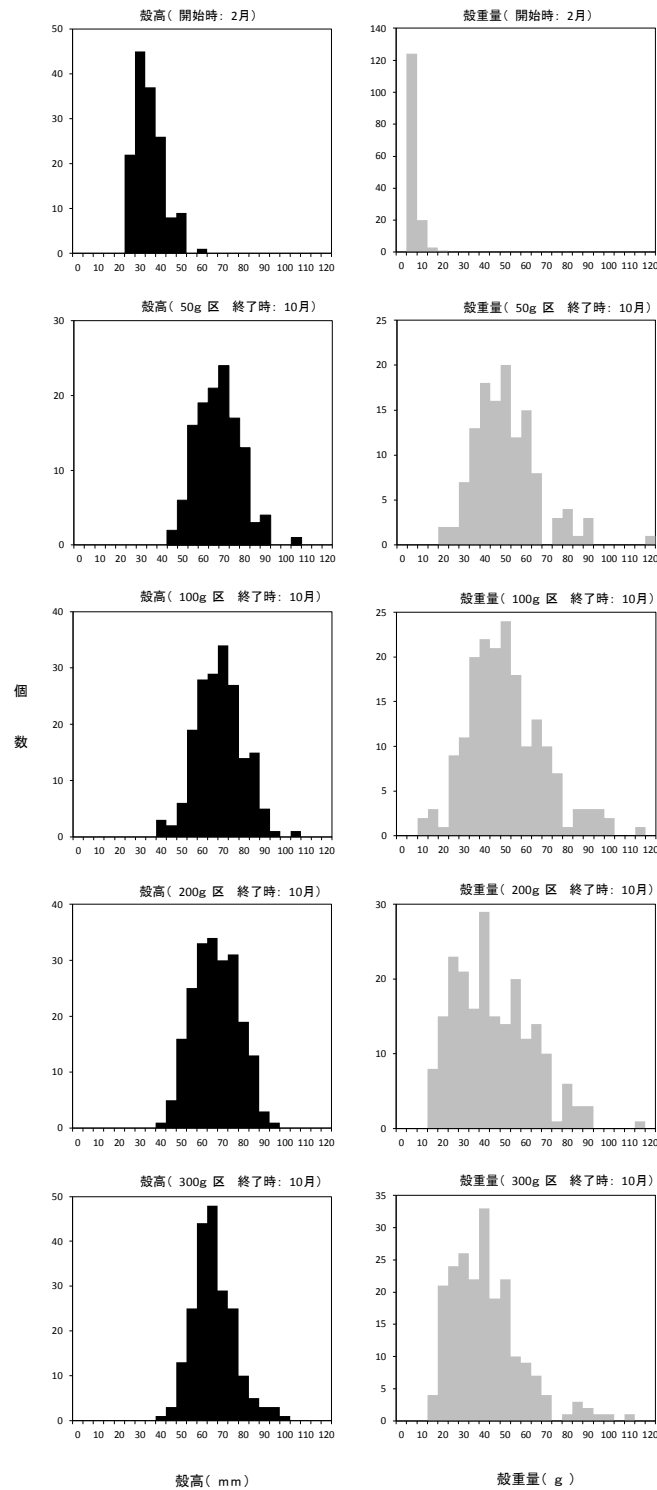


図4. 試験開始時（最上段）および試験終了時（2～5段目）の殻高・殻重量組成。
試験終了時は各海域で測定したサンプル全ての値を集計したもの

に固定することのできる殻高 60mm以上となった。一方、殻重量は試験開始時には概ね 1～10 g（平均殻重量 3.4 g）であったが、試験終了時は概ね 20～

100 g まで成長し、種苗の収容量が多い試験区ではその組成が小さい方へ偏り、殻高の組成とやや異なる傾向が見られた。

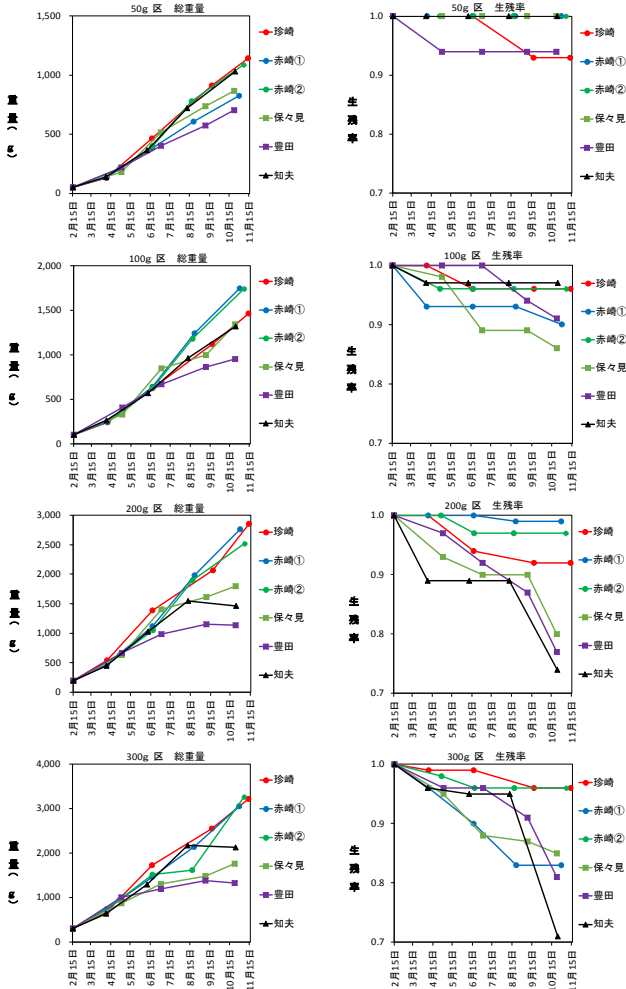


図 5. 各試験区における総重量 (左側), 生残率 (右側) の推移.

各地区における試験区毎の総重量・生残率および平均殻高・平均殻重量の推移を各々図 5, 6 に示す. なお, 試験開始時の殻高, 殻重量の値については, 試験区毎に実施していないため 4 月以降の測定値を図示した. 総重量は, 試験終了時には 50 g, 100 g, 200 g, 300 g 区で各々概ね 700~1,100 g, 1,000~1,800 g, 1,100~2,900 g, 1,300~3,300 g の範囲となり, 収容量が多い試験区ほど総重量が多く, 試験地点毎の差が大きい傾向が認められた. 生残率は, 試験終了時には 50 g, 100 g, 200 g, 300 g 区で各々 0.93~1, 0.86~0.97, 0.74~0.99, 0.71~0.96 の範囲となり, 収容量が多い試験区ほど生残率が低く, 総重量と同様に試験地点毎の差が大きい傾向が認められた. 一方, 平均殻高と平均殻重量は, 試験終了時には 50 g, 100 g, 200 g, 300 g 区で各々 59~73mm, 59~74mm, 56~73mm, 58~68mm の範囲, 40~58 g, 33~67 g, 31~63 g, 27~50 g の範囲となり, 収容量が多い試験区ほど値が低くなったが,

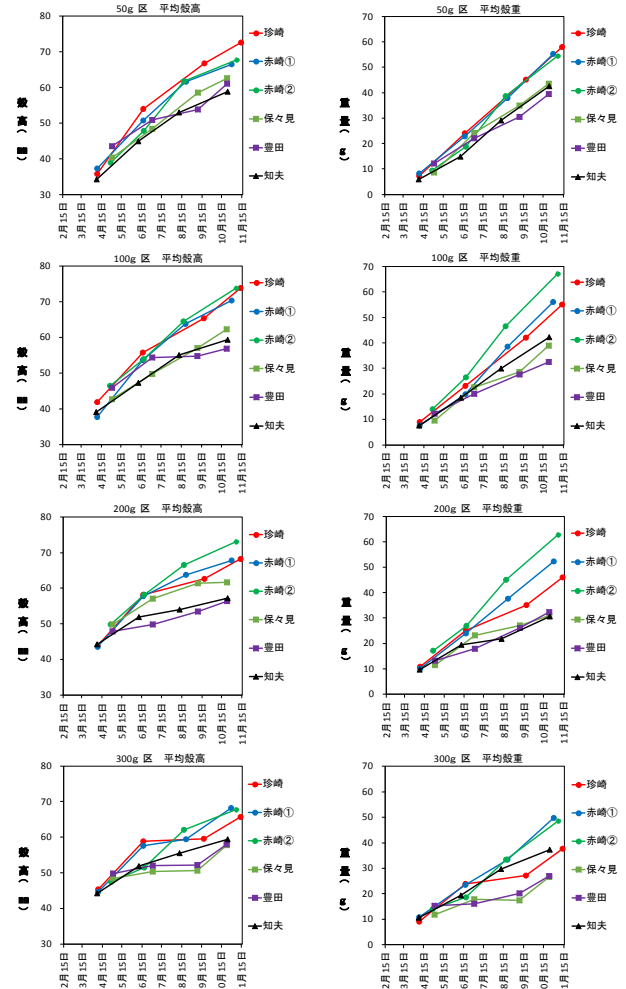


図 6. 各試験区における平均殻高 (左側), 平均殻重量 (右側) の推移.

試験地点毎の差は比較的小さく, 総重量・生残率とやや傾向が異なった. 各試験区で若干のバラツキはあるが, 概ね西ノ島の 3 地区の試験場所の総重量や生残率が他の地区より高い傾向が見られたことから, 便宜的に西ノ島, 海士, 知夫の 3 地区毎に集計し, 各試験区および試験地区間の比較を行った. 集計では, 地区毎に測定日が異なることから, 測定の前後の値を基準に算出した日間増加率を用いて総重量・殻高・殻重量・生残率の各値を各測定月のほぼ中央である 15 日時点の値に補正し, 試験区毎に各値の増加率および 2 ヶ月間毎の期間増加率・期間生残率を求めた.

図 7-1~3 に地区毎に集計した総重量・殻高・殻重量・生残率, 生残率を除く各値の増加率および期間増加率・期間生残率の推移を示す. なお, 総重量の増加率は試験を開始した 2 月を起点としたが, 殻高・殻重量の増加率は試験開始時の試験区毎の正確な値が不明であることから 4 月を起点とした.

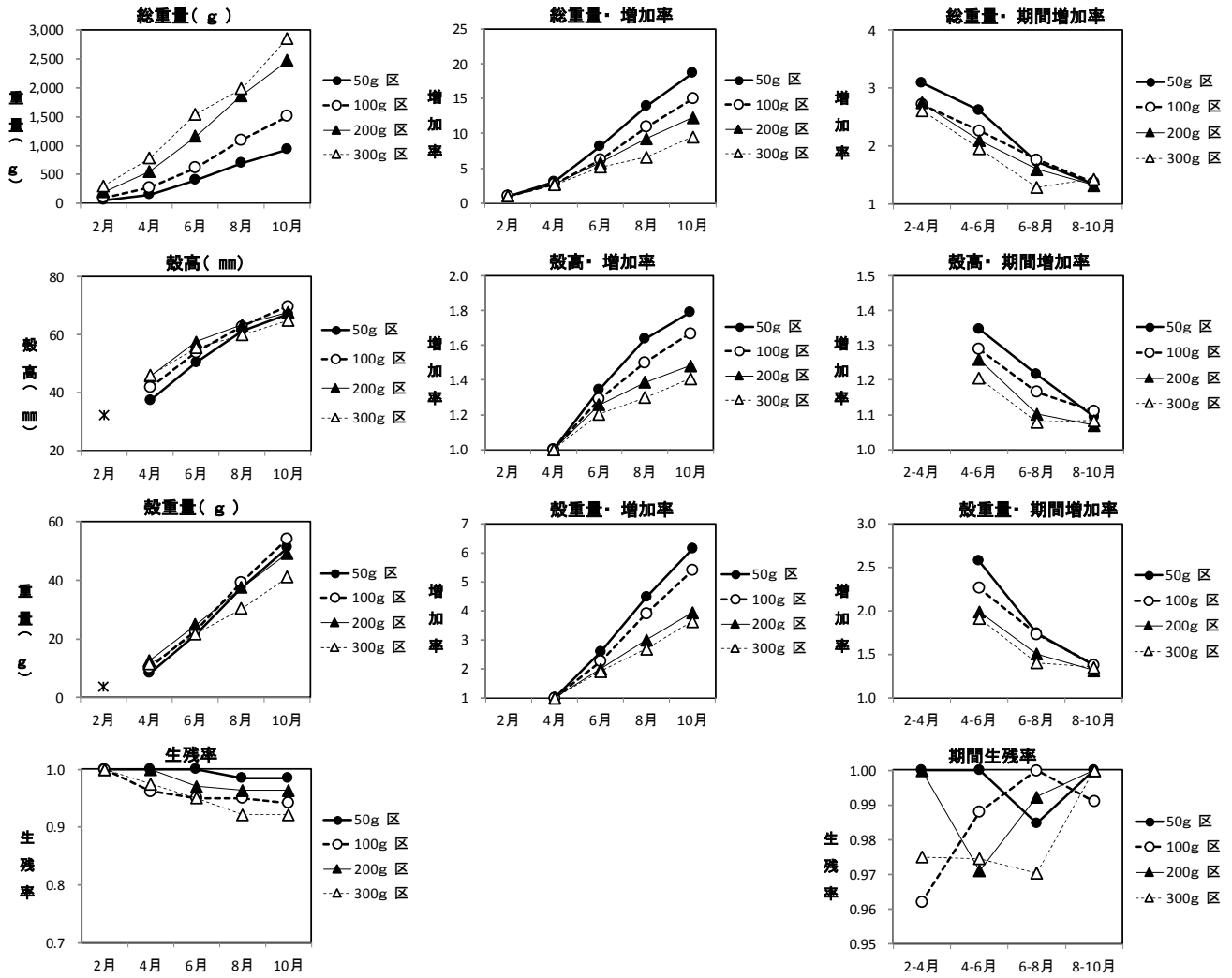


図 7-1. 西ノ島地区における総重量・殻高・殻重量・生残率（左側），総重量増加率・殻高増加率・殻重量増加率（中央）および期間総重量増加率・期間殻高増加率・期間殻重量増加率・期間生残率（右側）の推移。

*：試験開始時のサンプル全体の平均値

西ノ島地区（図 7-1）では、総重量は各試験区とも飼育期間を通じて増加した。試験終了時の総重量の増加率は開始時の 9.5~18.7 倍となり、収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められた。総重量の期間増加率も収容量が少ない試験区ほど高い傾向が見られたが、試験期間の後半には大きく低下して試験区毎の差は減少した。一方、殻高・殻重量は、4月に収容量の少ない 50 g, 100 g 区の値が収容量の多い試験区より低い値を示したが、50 g, 100 g 区は収容量の多い試験区と比較して試験開始時の 1 カゴ当りの收容個数が相対的に多いこと（表 1）から、この原因は成長差によるものではなく試験開始時の平均サイズが小さかったことによるものであると推察された。殻高・殻重量の増加率は収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められ、総重量と同様に飼育

期間の後半には期間増加率は大きく低下して試験区毎の差は減少した。生残率は各試験区とも 0.9 以上の高い値で推移し、収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められ、期間生残率は全試験期間を通じて高い値を維持した。

海士地区（図 7-2）では、総重量は各試験区とも飼育期間を通じて増加した。試験終了時の総重量の増加率は開始時の 5.1~15.3 倍となり、西ノ島地区と同様に収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められたが、その値は全ての試験区で西ノ島地区より低い値であった。総重量の期間増加率は西ノ島地区と同様に収容量が少ない試験区ほど高い傾向が見られ、試験期間の後半には大きく低下して試験区毎の差は減少した。一方、殻高・殻重量は、4月に収容量の少ない 50 g, 100 g 区の値が収容量の多い試験区

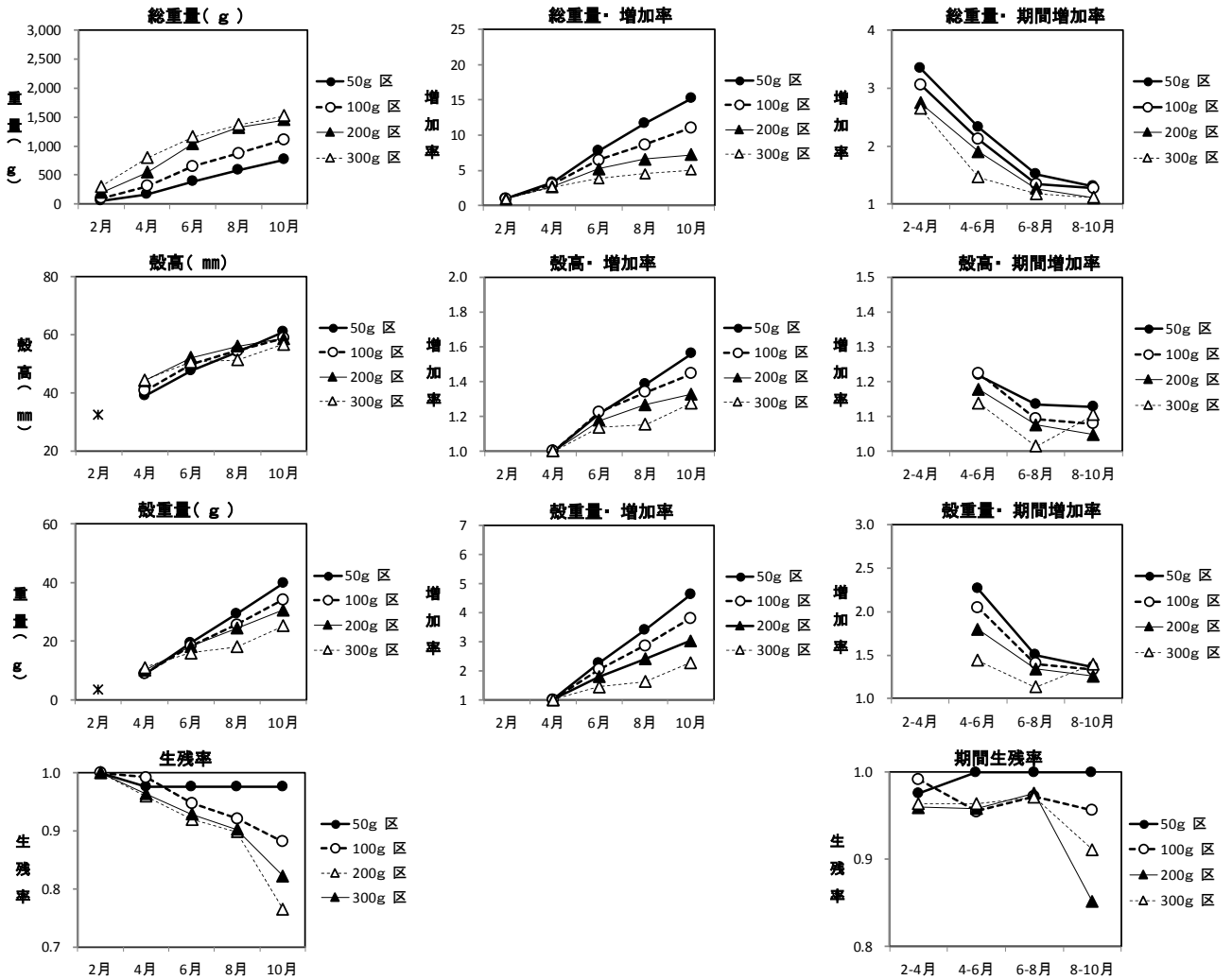


図 7-2. 海士地区における総重量・殻高・殻重量・生残率（左側）、総重量増加率・殻高増加率・殻重量増加率（中央）および期間総重量増加率・期間殻高増加率・期間殻重量増加率・期間生残率（右側）の推移。
 ＊：試験開始時のサンプル全体の平均値図

よりやや低い値を示したが、西ノ島地区と同様にこの原因は成長差によるものではなく試験開始時の平均サイズが小さかったことによるものであると推察された。殻高・殻重量の増加率は収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められ、300g区以外は西ノ島地区と同様に飼育期間の後半には期間増加率は大きく低下して試験区毎の差は減少した。なお、300g区の8月以降に殻高・殻重量の期間増加率が増加した原因としては、8月に飼育カゴの網目を拡大した際に小型個体が網目から抜けるのが観察されたことから、試験終了時の測定値が相対的に大型の個体に偏ったことにより見かけ上増加率が高くなったものと推察された。生残率は試験区で大きく異なり、50g区は西ノ島地区と同様に高い値を示したものの100g区以上の収容量が多い試験区では試験後半にかけて大き

く低下した。なお、300g区の試験終了時の生残率および8-10月の期間生残率は200g区より高い値を示したが、8月の測定時に小型個体が抜けたため小型個体の死亡個体が計上されなかったことにより値が実際より過大評価となった可能性が考えられた。

知夫地区（図 7-3）では、総重量は各試験区とも200g区、300g区の後半を除くと飼育期間を通じて増加した。試験終了時の総重量の増加率は開始時の7.1~19.8倍となり、他の地区と同様に収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められた。総重量の期間増加率も他の地区と同様に収容量が少ない試験区ほど高い傾向が見られ、試験期間の後半には大きく低下して試験区毎の差は減少した。一方、殻高・殻重量は、4月には収容量の少ない50g、100g区の値が

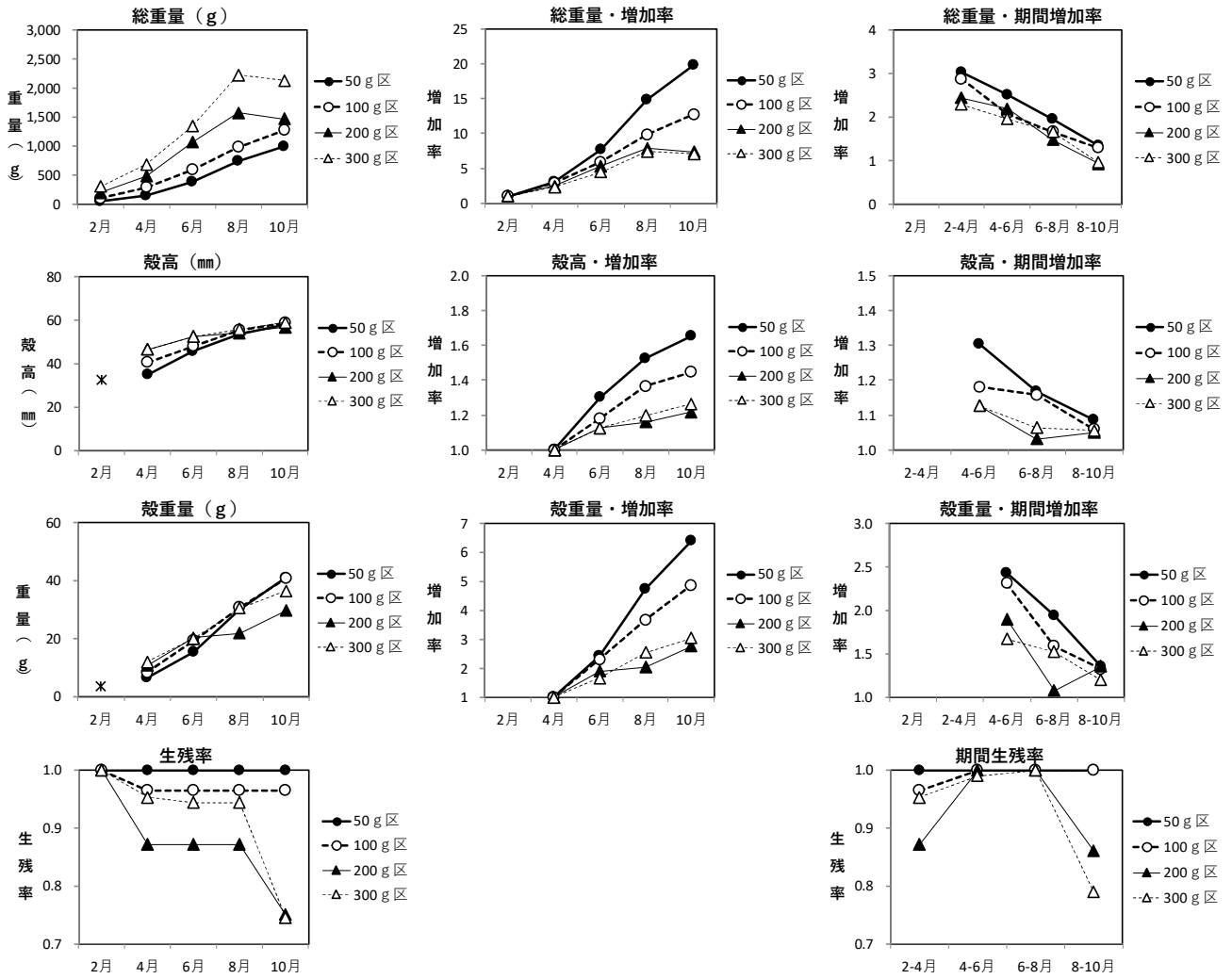


図 7-3. 知夫地区における総重量・殻高・殻重量・生残率（左側）、総重量増加率・殻高増加率・殻重量増加率（中央）および期間総重量増加率・期間殻高増加率・期間殻重量増加率・期間生残率（右側）の推移。
*：試験開始時のサンプル全体の平均値図

収容量の多い試験区より低い値を示したが、他の地区と同様にこの原因としては成長差によるものではなく試験開始時の平均サイズが小さかったことによるものであると判断された。殻高・殻重量の増加率は収容量が少ない試験区ほど高い傾向が認められ、他の地区と同様に飼育期間の後半には期間増加率は大きく低下して試験区毎の差は減少した。生残率は試験区で大きく異なり、50g区、100g区は西ノ島地区と同様に高い値を示したが、200g区、300g区は試験終了時に大きく低下した。なお、この試験終了時の低下の原因としては、8月の測定以降に垂下ロープが切れて落下したことから、収容密度が高かった200g区、300g区ではその影響をより大きく受けて生残率の大幅な低下が生じ、結果的に総重量も低下したものと判断された。

考察

国内においてカキ類のシングルシードを用いた養殖は、マガキ^{2,3)}やイワガキ⁴⁾で行われているが、本研究で対象とした殻高 30~60mmサイズのシングルシードの飼育に関する報告は無い。そこで、今回の試験では中間育成の基礎的なデータの取得を主な目的としたが、同時に県内の養殖業者にシングルシードを用いた新たな養殖方法を広く体験してもらうことも意図した。このため、試験実施地点が複数となったことから定期的な測定作業時における作業量の軽減を図るため試験区の数をも最小限に抑え、さらに試験期間中に収容量を調整しない簡便な方法で試験を実施した。従って、今回の試験において最適な中間飼

育方法を検討するまでのデータは取得できなかったものの、中間育成中の成長や生残に関する基礎的な知見は得られたものと考えられる。

ここでは、複数地点のデータが得られた西ノ島地区と海士地区について収容密度と種苗の成長・生残の関係を主体に検討する。西ノ島地区では、各試験区とも3地区の中で最も総重量の増加率が高い結果となったが、これは種苗の殻重量の増加率と生残率がともに高く推移したことに起因するものである。各試験区の殻重量の期間増加率と総重量の関係をみると、各期間増加率は総重量が多い試験区ほど低い値を示したことから、収容密度の高い試験区ほど収容した種苗の密度効果の影響を受け、餌料等の条件が悪化したことにより成長率が低下したとみなされる。期間生残率についても、多少のバラつきはあるものの総重量が多い試験区ほど低い値を示したことから殻重量と同様に密度効果の影響を受けたと考えられるが、試験区間の差は僅かであった。このことから、各試験区の総重量の差は、生残率の差よりも殻重量の増加率の差の影響を大きく受けたと考えられる。一方海士地区では、各試験区とも総重量の増加率は西ノ島地区より低い結果となったが、これは種苗の殻重量の増加率と生残率がともに低く推移したことに起因するものである。そして、期間殻重量の増加率および期間生残率と総重量の関係から、西ノ島地区と同様に総重量が多い試験区ほど密度効果の影響を受けたとみなされ、西ノ島地区との比較においては、殻重量の増加率が試験期間を通じて西ノ島地区より低く推移したことや8-10月の期間生残率が大きく低下したこと等が特徴的であった。

一般にカキ類の成長速度については、養殖場の水温や餌料の水質環境^{5,6)}の他、養殖施設の振動⁷⁾が関係することが報告されている。西ノ島地区と海士地区で種苗の成長や生残率に差が生じた要因については、前述の餌料環境等の海域特性の差(内湾と外海)や養殖施設の構造の差(筏と延縄)の他、養殖場の飼育密度の差等が可能性として考えられるが、水質環境等の情報が不足するため現時点ではその要因は不明である。一方、今回の種苗の成長について、過去に西ノ島地区において貝殻原盤に付着させた状態で垂下飼育したイワガキ種苗の8月の殻高と殻重量の平均値52.2mm, 25.6g⁸⁾と、各試験区と同じ8月の平均値と比較すると、西ノ島地区は各々60~63.4mm, 30.3~39.3gの範囲、海士地区は各々54~56mm, 18.2~29.4gの範囲であった。このことから、西ノ島地区の成長は過去の事例より良好であり、海

士地区の成長は過去の事例とほぼ同等であったとみなされる。シングルシードと貝殻原盤に付着させた種苗を単純に比較することは適当ではないものの、今回の収容量の多い試験区では、8月の総重量が西ノ島地区で約2,000g, 海士地区で約1,400gまで増加し、いずれもやや過密な状態であったことを考慮すると、今回の種苗の成長は全般的に良好に推移したと判断できる。そして、続く10月には大部分の種苗が今回目標としたロープに種苗が容易に固定可能となる殻高60mmまでに成長したが、この時、収容密度が高い試験区では殻重量の値が低くなる傾向が認められた。この原因には、収容密度が高い試験区では相対的に肥満度が低かった可能性が考えられることから、今後は殻高だけでなく肥満度の差がその後の飼育に与える影響について検討する必要があると推察される。

今回の試験結果から、種苗の収容密度と種苗の成長・生残には密接な関係があり、収容密度が高い場合は密度効果により成長・生残が低下するものの、その程度は生残より成長での影響が大きいことが判明した。今後は、地区毎に詳細な飼育試験を実施して、海域の環境や養殖施設の各条件の違いに応じた最適な飼育条件を明らかにするとともに、種苗の成長・生残だけでなく、作業効率や生産コスト等の各条件のバランスを考慮した上で、適切な飼育密度を決定する必要があると考えられる。

謝辞

本試験を実施するにあたり、県内の各イワガキ養殖漁業関係者の皆様には養殖施設の提供に関して便宜を図って頂いた。また、今回のデータ解析には使用しなかったものの隠岐島後や島根半島の養殖場でも同様の育成試験を実施し、隠岐支庁水産局の富田賢司水産業改良普及員、木下光主任技師、原颯太郎技師および松江水産事務所の吉村真理主任技師(いずれも当時)には測定にご協力頂いた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

文献

- 1) 佐々木 正・近藤徹郎・常盤 茂 (2016) 半屋外 100 kL 水槽を用いたイワガキ *Crassostrea nippona* 付着期幼生の大量生産における飼育条件の検討. 水産増殖, 64, 295-307.

- 2) 加藤元一 (2002) 厚岸カキの人工種苗生産技術とシステム. 養殖, 39 (4), 86-88.
- 3) 鬼木 浩 (2013) 養殖技術講座-二枚貝-第2回マガキシングルシードの養殖と経営. 月刊養殖ビジネス, 50 (3), 21-23.
- 4) 新山 洋 (2016) 魚介類の飼育排水を利用したイワガキの種苗生産について. 豊かな海, 38 (3), 47-48.
- 5) 徳田眞考・濱田弘之・神菌真人・江藤拓也: 豊前海における養殖カキの特性と環境要因の関係, 福岡県水産技術センター研究報告, 1, 155-163 (1993).
- 6) 奥村 裕・縄田 暁・小野寺 毅・伊藤 博・原 素之: 宮城県萩浜湾におけるカキ個体成長モデルについて, 水産環境学会誌, 40 (4), 167-173 (2017).
- 7) 上妻智行・江崎恭志・長本 篤・片山幸恵・中川 清: 豊前海における養殖カキの成長格差と環境要因, 福岡県水産技術センター研究報告, 13, 31-34 (2003).
- 8) 勢村 均 (2015) 島根県沿岸における二枚貝の増養殖に関する研究. 島根県水産技術センター研究報告, 7, 58-61.

