

アワビ種苗生産効率化試験

上野 幸徳

1 目的

深層水は表層水に比べると低水温性・清浄性に優れており、アワビの種苗生産に利用した場合、親貝からの早期採卵、稚貝の成長・生残率が向上する可能性が期待される。本試験では深層水を用いることによって、早期採卵、稚貝のへい死率を低下させ成長の促進を図るなどのより効率的な種苗生産の可能性を探ることを目的に実施した。

2 深層水混合による早期採卵試験

1) 試験方法

試験に供試したクロアワビ親貝は、平成3年8月12日に徳島県牟岐町の牟岐東漁協で購入した83個体（平均殻長9.8cm、平均体重137.1g）で、シェルターをいれた飼育籠（50×80×50cm）に入れ、屋内のFRP水槽（1.0×2.0×1.0m、実容量1000L）に収容して試験を開始した。

試験区は、表層水と深層水を混合して水温をコントロールした深層水混合区と表層水のみを表層水区とし、深層水混合区には41個、表層水区には42個を収容した。両区の10個体に標識を施した。

深層水混合区の飼育水温は当初、25℃台で開始し、その後、10日に1℃程度水温を降下させ10月上旬に水温が20℃台になるようにした。換水率は1回/時で、餌料は干しコンブを飽食量給餌した。その後、9月13日には両区とも雌雄別々に分け水槽に収容して飼育した。

2) 結果及び考察

(1) 生残率

12月27日まで飼育した水温及び生残率の推移を図1、2に示した。

深層水混合区の水温は17.9～25.9℃であった。表層水区の水温は18.2～29.2℃で、深層水混合区より常に高い水温であった。深層水混合区の飼育

水温は水温コントロールを日々管理することにより、目標とした10月上旬に水温を20℃台に設定することができた。表層水区の水温は11月上旬にアワビの産卵水温である22℃以下に下降した。

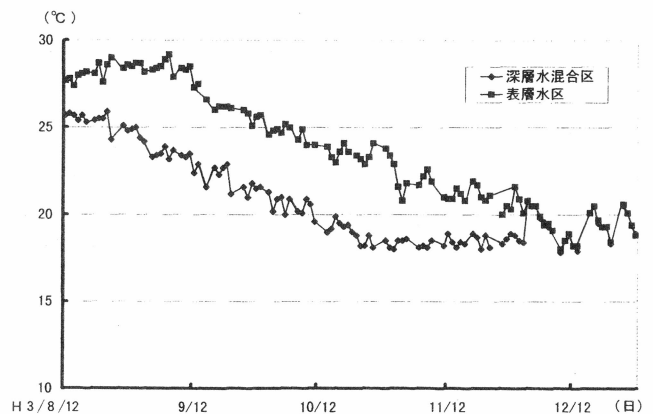


図1 飼育水温

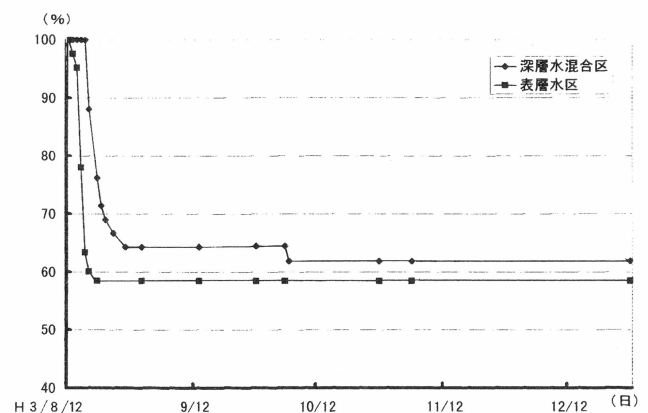


図2 生残率

深層水混合区は収容後5日目からへい死個体が見られるようになった。一方、表層水区は収容した翌日からへい死が見られ、前者は後者より3～4日遅れてへい死個体が出現したのが特徴的であった。表層水区のへい死は収容後約1週間で、深層水混合区は収容後約2週間で治まり、これ以降は両区共にほとんどへい死は起きなかった。試験期間を通じた深層水混合区の生残率は61.9%、表層

水区は58.5%であり、深層水混合区と表層水区との間には生残率に明らかな差は見られなかった。今回の試験では、両区とも収容後2週間以内のへい死が多い結果となった。この原因については、採捕時の傷によるものと考えられる。

(2) 個体重量

標識を施した個体の体重変化を図3に示した。

天然親貝を用いた飼育試験では収容後体重が一時期減少することは一般的に見られる現象である。8月30日(収容後13日目)の測定では、両区とも体重は収容時に比べて減少していた。9月13日(収容後27日目)の測定時には深層水混合区の体重は収容時のそれより増重した個体が出ていた。一方、表層水区では収容時の体重より増重し

ている個体は見られなかった。収容後の体重の減少については、深層水混合区は表層水区より早く体重が回復することが認められた。

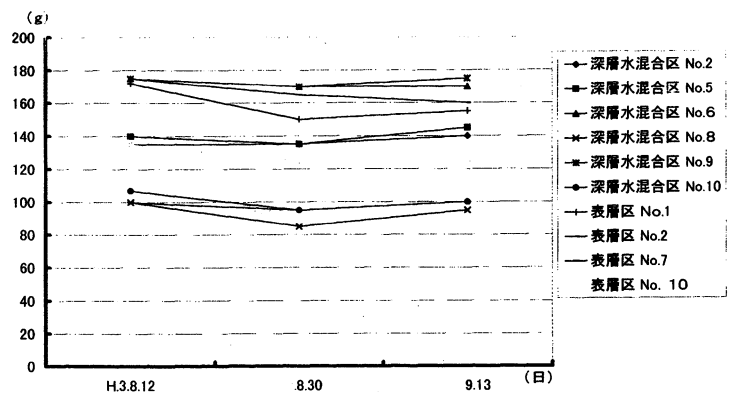


図3 体重の変化

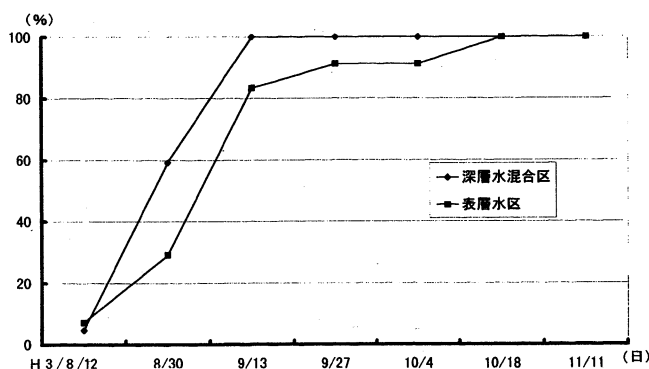


図4 性別判明率

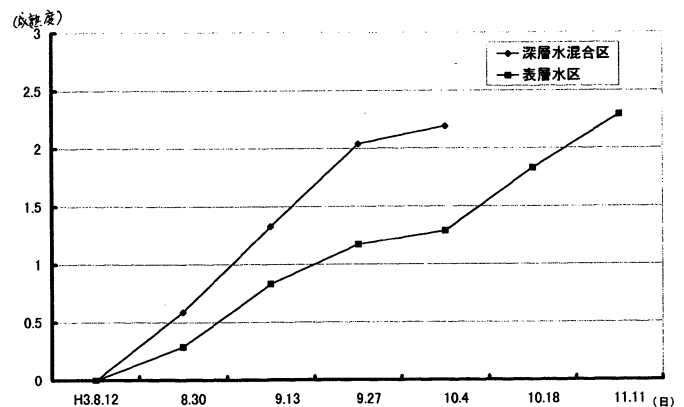


図5 成熟度

(3) 成熟

性別判明率、成熟度を図4、5に示した。

深層水混合区の性別判明率は、8月中旬5%であったものが8月下旬60%となり、9月中旬には100%に達したのに対し、表層水区のそれは8月中旬7%、8月下旬30%、9月中旬83%で、判明率が100%に達したのは10月上旬であった。また、深層水区の平均成熟度は9月中旬1.3、9月下旬2.0、10月上旬2.2に上昇したのに対し、表層水区では、9月中旬0.8、9月下旬1.2、10月上旬1.3であった。これは、低水温である深層水混合区の方が、表層水より早くアワビの成熟に適した水温になったことによる。このことから、深層水を表層

水に混合することにより、夏期においてもアワビの成熟が促進されることが予想された。

(4) 採卵

9月25日、深層水混合区では底掃除中に最初の放精が確認された。

深層水混合区から生殖巣の発達したものを選び、干出刺激と紫外線照射海水刺激で9月27日に雌2個体より260万粒、10月4日に雌3個体より370万粒採卵できた。9月下旬から10月上旬の採卵は通常飼育親貝からの採卵に比べて約1カ月早い採卵である。採卵状況を表1に示した。

表1 採卵結果

産卵日	採卵誘発	親貝数 (個)	反応個体 (個)	採卵数 (万個)	受精率 (%)	ふ化幼生数 (万個体)	ふ化率 (%)
9月27日	干出刺激+紫外線照射 海水刺激	♀ 4	2	260	95	220	85
		♂ 3	3	370	90	310	83
10月4日	同上	♀ 3	3				
		♂ 3	3				

表2 飼育結果

区 分	開始時(平成3年5月23日)		終了時(平成4年2月18日)		飼育 日数	日間成長量 殻長(μ)
	殻長(mm)	個体数	殻長(mm)	個体数		
深層水混合区	7.3±2.23	1,610	24.7±6.8	930	281	61.9
表層水区	7.5±2.21	1,595	21.5±5.6	907	〃	49.8

9月27日と10月4日に採卵しふ化した幼生を採苗水槽(2.0×1.0×0.5m、実容量800L)にそれぞれ100万個体あて収容し、深層水を0.5回転/日の割合で注水しながら微流水飼育を行った。しかし、採苗は止水に切り換える方法により行ったため、採苗時に飼育水温が24~26℃台まで上昇し、採苗期間中に幼生が死滅した。外気温の高い早期採卵時の採苗方法については、幼生を深層水で流水飼育しながら採苗する方法を検討が必要である。

3 深層水混合による中間育成試験

1) 試験方法

試験に供したクロアワビ稚貝は、高知県栽培漁業センターが生産した平均殻長7.4±2.21mmの稚貝で、平成3年5月23日に同栽培センターより輸送したものをシェルター(黒色塩ビ板、90×66cm、2枚)をいれた飼育籠(1.0×1.4×0.5m)に入れ、屋内のFRP水槽(1.6×1.1×0.6m、実容量640L)に収容して飼育を開始した。試験区は、深層水と表層水を混合して飼育水温をコントロールした深層水混合区と表層水区の2区で、深層水混合区には1610個(平均殻長7.3±2.23mm)、表層水区には1595個(平均殻長7.5±2.21mm)を収容した。深層水混合区の飼育水温は表層水区のそれに比べて飼育当初は2~3℃低く、高水温期の7月~9月には4~5℃低くした。飼育期間中の換水率は1.0~1.5換水/時で、餌料として塩蔵ワカメを小さく刻み塩抜きしたものを飽食量給餌し、両区の生

残率、成長について比較検討した。なお、水槽上面は常時90%の遮光を行った。

2) 結果及び考察

試験区別に平成3年5月13日から平成4年2月18日までの281日間飼育を行い、試験開始時および終了時の殻長、個体数ならびに日間成長量を表2に示した。

生残率

平成4年2月18日(飼育日数281日)までの水温及び生存率の推移を図6、7に示した。

飼育期間中、深層水混合区の水温は14.7~24.0℃、表層水区は15.7~29.2℃の範囲で推移し、表層水区は深層水混合区に比べて水温の変動幅が大きかった。

飼育期間中のへい死については、収容後から6月下旬までは深層水混合区にへい死がやや多く見られ、7~9月の高水温期には表層水区に多く見られた。10月以降12月の間は両区ともへい死が少なかったが、1月以降は、深層水混合区にへい死が多く見られるようになった。飼育期間を通じての深層水混合区と表層水区の生残率はそれぞれ57.8%、と56.9%で、深層水混合区と表層水区の生残率の違いは認められなかった。(χ²=0.229、df=1、p<0.05)

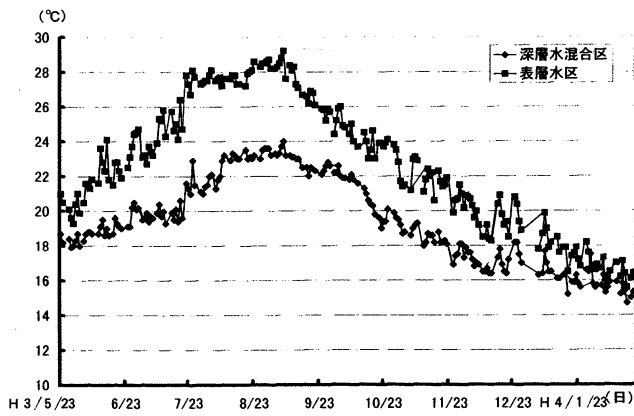


図6 中間育成試験における飼育水温

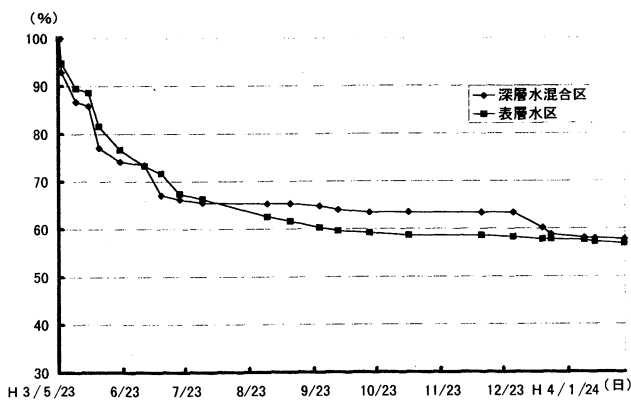


図7 中間育成試験における生残率

成長

試験期間中の殻長の変化を図8に、試験開始時の殻長組成を図9に示した。

試験開始時には、ほとんど同じ大きさであったが、2ヶ月後には差が生じはじめ、試験終了時には深層水混合区が平均殻長 $24.7 \pm 6.8\text{mm}$ になったのに対し、表層水区は $21.5 \pm 5.6\text{mm}$ にとどまった。

試験開始時の深層水混合区と表層水区の稚貝の殻長について、二群の差の有無を市販検定ソフト Sigma Stat2.0を用い検定したところ、両群は正規分布、等分散であり、t検定の結果、二群間に有意差は認められなかった ($P=0.615$)。

試験終了時の殻長組成を図10に示した。

深層水混合区と表層水区による成長の優劣があるかを上述のソフトにより検定したところ、両群は正規分布ではなく、マン・ホイットニーランクサムテストを行ったところ稚貝の殻長の中央値は表層水区が 20.8mm 、深層水混合区が 24.2mm であり、

両区に有意差が認められた ($P < 0.001$)。

両区における終了時の殻長の標準偏差をみると、成長の良い深層水混合区のはらつきが大きく、個体差も大きい。放流サイズを 20mm 以上とすると、深層水混合区の 20mm 以上の占有率は76%、表層水区のそれは62%で、この点に関しても深層水混合区が良いといえる。

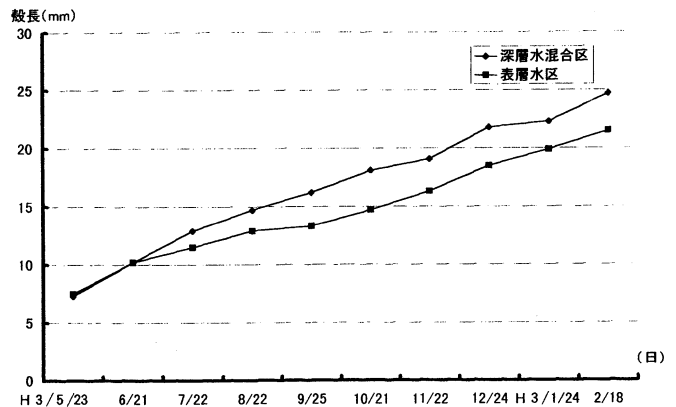


図8 中間育成試験における殻長の変化

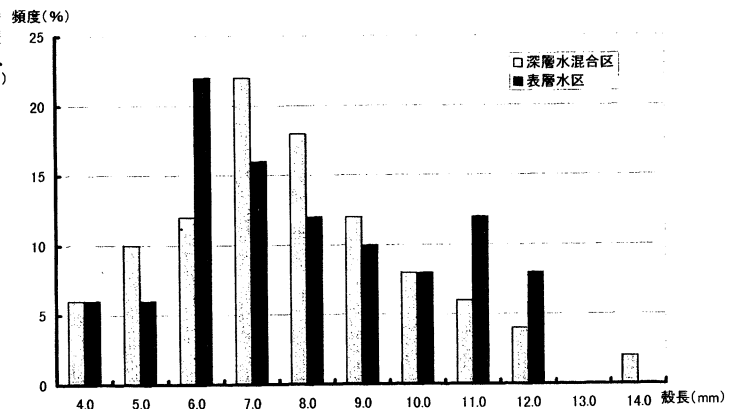


図9 中間育成試験開始時殻長組成

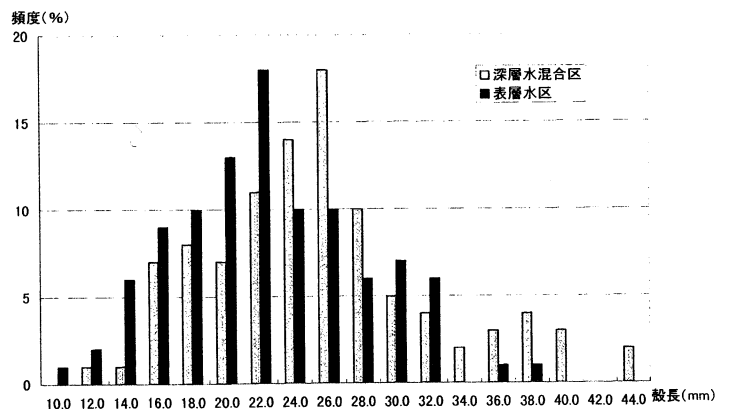


図10 中間育成試験終了時殻長組成

4 水温一定条件下における深層水、表層水による稚貝の飼育試験

1) 試験方法

平成3年7月8日に高知県栽培漁業センターから分与された稚貝の中から殻長のほぼ同じ200個体を選び、平成4年2月17日までの間飼育試験を実施した。2区画に区切った低発泡ポリエチレン水槽（1.5×0.9×0.2m、実容量135L）に水切り籠（40×25×12cm、シェルター入り）をそれぞれ1個セットして深層水区と表層水区の試験区とし、両区に100個体ずつ収容した。

2区に分けた100個体の稚貝は全供試稚貝200個体を母集団として、そのうちからアトランダムに取り出しものである。両区の稚貝の殻長・体重の差の有無を上述のソフトを用い検定したところ、体重は正規分布、等分散であり、t検定の結果、平均値に有意差は認められなかった（ $P=0.189$ ）。殻長については正規分布ではなく、マン・ホイットニーランクサムテストにより、中央値に有意差が認められなかった（ $P=0.999$ ）。

飼育水として用いた深層水の温度管理は表層水と簡易熱交換器とヒータ（200V、1kw 1個）を用いて行い、表層水の温度管理は深層水と簡易熱交換機とヒータ（200V、1kw 1個）を用い、それぞれ水温を 20 ± 1 ℃にコントロールした。換水率はほぼ1回/時で、餌料として塩蔵ワカメを小さく刻み塩抜きしたものを飽食量給餌した。水槽上面は常時90%の遮光ネットで覆いを行った。

2) 結果及び考察

飼育は平成3年7月8日から平成4年2月17日までの224日間行った。水温は計画どおり、期間中 20 ± 1 ℃にコントロールできた。試験開始時お

よび終了時の殻長、体重、生残個体数、日間成長量を表3に示した。

生残率

両区共にへい死はほとんど起きなかった。試験期間を通じた深層水区の生残率は96%で、表層水区のそれは91%であった。深層水区と表層水区の間に生残率の有意な差は認められなかった。

$$(\chi^2=1.317, df=1, p<0.05)$$

成長

アワビの試験開始時の殻長・体重組成は図11、12に示すとおりであった。両区の差を上述のソフトを用いて検定したところ、殻長・体重ともに正規分布ではないが等分散しており、マン・ホイットニーランクサムテストにより中央値は殻長・体重ともに有意差は認められなかった（殻長中央値深層水区12.5mm、表層水区12.8mm、 $P=0.561$ 、体重中央値深層水区0.25g、表層水区0.29g、 $P=0.419$ ）。224日間飼育した結果、深層水区の平均殻長は 24.9 ± 2.21 mm、平均体重は 2.11 ± 0.99 gになったのに対し表層水区は平均殻長 23.2 ± 1.75 mm、平均体重 1.75 ± 0.76 gとやや表層水区が劣る結果が得られた。

殻長・体重組成は図13、14に示すとおりである。両区の差を上述のソフトを用いて解析したところ、殻長については正規分布ではないが等分散しており、マン・ホイットニーランクサムテストにより、中央値に有意差が認められた（深層水区25.5mm、表層水区24.1mm、 $P=0.003$ ）。体重については、等分散ではないが、正規分布であり、t検定の結果両区の平均値に有意差が認められた（ $P=0.007$ ）。

表3 飼育結果

区分	開始時（平成3年7月8日）			終了時（平成4年2月17日）			飼育 日数	日間成長量 殻長（ μ ）
	殻長（mm）	体重（g）	個体数	殻長（mm）	体重（g）	個体数		
深層水区	12.6 ± 0.26	0.26 ± 0.05	100	24.9 ± 2.21	2.11 ± 0.99	96	224	55.0
表層水区	12.6 ± 0.27	0.27 ± 0.06	100	23.2 ± 1.75	1.75 ± 0.76	91	〃	47.3

また、深層水区の中央値が25.5mm、表層水区は24.1mmであり、深層水区は殻長27mm以上の大型稚貝が多いのが特徴的であった。

以上により成長については、深層水区の方が表層水区より若干良い成長を示し、深層水区と表層水区間には有意な差があるものと考えられた。

5 まとめ

・低水温性と清浄性を有する深層水を表層水に混合しクロアワビ親貝を飼育することで、通常の表層水を用いた親貝飼育より約1カ月早い9月下旬から10月上旬の採卵が可能になった。

・深層水混合海水と表層水を用いたクロアワビ稚貝の中間育成試験を行い、生残、成長を比較した。生残については両区間に差はみられなかったが、成長については、深層水混合区は表層水区より成長が優れていた。また、夏期の高水温期においても稚貝により適した生育環境を提供することが可能で、この期間の稚貝の成長が保証されることが示唆された。

・深層水区の成長は表層水区より優れており、深層水は稚貝の飼育に適していることが示唆された。その要因には低水温性と清浄性があげられる。

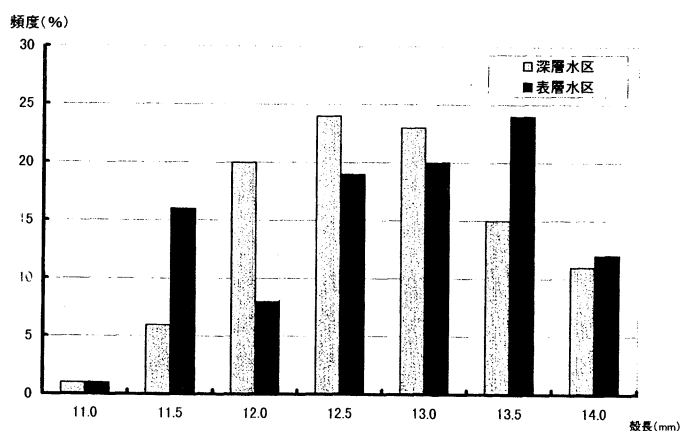


図11 水温一定条件下における稚貝飼育試験開始時殻長組成

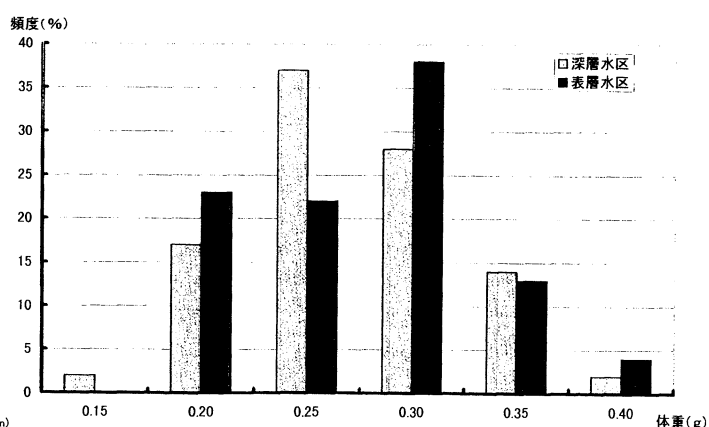


図13 水温一定条件下における稚貝飼育試験終了時殻長組成

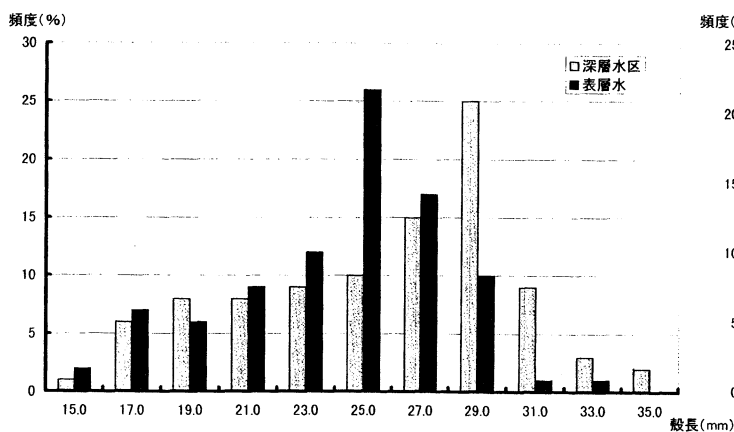


図12 水温一定条件下における稚貝飼育試験開始時体重組成

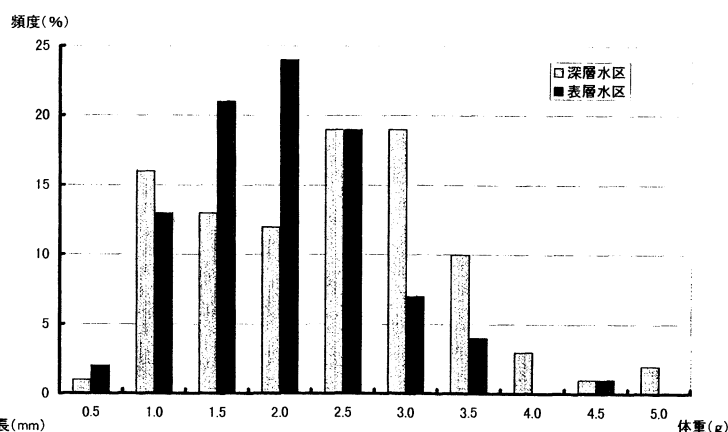


図14 水温一定条件下における稚貝飼育試験終了時体重組成