

韓国向けほや生産拡大事業

工藤 敏博・吉田 達・山田 嘉暢・小谷 健二・小倉 大二郎・川村 要

目 的

宮城県では平成19年2月から養殖マボヤの被囊が柔らかくなり、重篤な場合は破裂してへい死する「被囊軟化症」という疾病が発生したが、陸奥湾のマボヤ養殖用種苗のほとんどが宮城県産のため、このままでは移入種苗を通して「被囊軟化症」が陸奥湾内に持ち込まれる可能性がある。

このため、養殖用種苗確保のため安心安全な陸奥湾産マボヤを用いた種苗生産技術の確立を図るとともにマボヤを長期間新鮮な状態に保つ安価な梱包技術を開発することを目的として本事業を実施した。

材料と方法

1 種苗生産技術開発

(1)人工採苗及び中間育成試験

1)採卵

平成21年10月15日から11月16日にかけて野辺地町漁協から刺網で採捕された天然ホヤを順次購入し(平均重量420g)、丸籠に収容して当所の棧橋に垂下した。

これらは10日に一度の割合で生殖巣の発育状況を観察し、十分に成熟したと考えられた11月12日に146個体を1.15㎡角形FRP製水槽に(1回次)、11月19日に96個体を1㎡アルテミアふ化槽に(2回次)収容し、調温もしくは無加温ろ化海水をかけ流して水槽内で自然産卵をさせ、目合い100μmのプランクトンネットで受精卵を回収した。

また、88個体については11月下旬に0.2㎡角形FRP製水槽に収容して6.4℃の冷海水で産卵抑制を行った後、12月1日に1.15㎡角形FRP製水槽に収容し、同様に採卵を行った(3回次)。

2)採苗(量産試験)

量産規模での生産技術開発を目的として実施した。

長さ3.3mのパームロープ製採苗器(ロープ1本の太さ8mm、2つ折で3つ編み、総延長約20m)122本をあらかじめ収容した10㎡コンクリート製円形水槽に、平成21年11月17日から12月4日にかけて1~3回次で得られた受精卵を収容し、付着が終了すると考えられた12月10日までは水温を維持するため14℃の調温ろ過海水を、それ以降は無加温ろ過海水を流しながら飼育を行った。これらの採苗器は平成22年1月5日に取り上げて当所の棧橋に垂下した。

3)採苗(収容密度試験)

適正な受精卵収容密度を検討するため実施した。

室温を15℃に設定した恒温室内に、長さ1.4mのパームロープ製採苗器(量産試験と同じ構造、総延長約8.4m)各6本をあらかじめ収容した0.2㎡FRP製角形水槽3面を設置し、平成21年12月1日に3回次の受精卵をそれぞれ8万、16万、32万粒収容して12月10日まで止水・微通気で飼育を行った。12月11日以降は無加温ろ化海水をかけ流しながら飼育し、平成22年1月5日にはこれらの採苗器を取り上げて当所の棧橋に垂下した。

4) 中間育成試験

人工採苗した採苗器は付着後 10 日以降沖出し可能となるが¹⁾、沖出し直後は採苗器に付着したマボヤを肉眼で確認することができず、養殖作業を行うためには眼で見ではつきりと確認できる大きさになるまで育成する必要がある(中間育成)。しかし、これまでの経験から、陸奥湾内ではムラサキイガイやキヌマトイガイなどの付着生物が非常に多く、これらがマボヤ採苗器に多数付着した場合、マボヤがへい死や脱落することが知られている。このため、効率的な中間育成技術の開発を目的として試験を実施した。

試験の設定内容を表 1 に示したが、平成 22 年 1 月 5 日に当所棧橋に垂下した採苗器を用い、①ホタテガイ養殖施設(陸奥湾西湾と東湾)での中間育成、②浅海域(当所棧橋及び魚類養殖網生簀内)での中間育成、③麻痺性貝毒が確認されない外海域(日本海と津軽海峡海域)での中間育成、④生海水供給による水槽内での中間育成を実施し、平成 22 年 6 月 22 日から 8 月 3 日にかけて引きあげ、マボヤ及びその他生物の付着状況を調査した。

表 1 マボヤ種苗生産技術開発における中間育成試験設定内容

試験開始年月日	採苗器設置場所	採苗器設置本数	開始時付着密度(個/cm)	目的	種苗由来
H22. 2. 22	久栗坂実験漁場 ホタテガイ養殖施設(西湾)	5	10.0	ホタテガイ養殖施設での検討	量産試験
H22. 1. 8	野辺地町漁協 ホタテガイ養殖施設(東湾)	6	10.0	〃	〃
H22. 1. 5	水総研の棧橋	41	10.0	浅海域での検討	〃
H22. 1. 18	脇野沢村漁協 クロソイ養殖筏の生簀網内	10	10.0	〃	〃
H22. 1. 22	佐井村漁協 ワカメ養殖施設	10	10.0	外海域での検討	〃
H22. 1. 20	北金ヶ沢 多機能静穏域海藻養殖施設	10	10.0	〃	〃
H22. 1. 5	1t水槽(生海水供給)	20	10.0	陸上水槽での検討	〃
H22. 1. 5	水総研の棧橋	6	0.7	浅海域での検討	収容密度試験
〃	〃	6	1.7	〃	〃
〃	〃	6	3.1	〃	〃

(2) 天然採苗試験

陸奥湾内における天然採苗の可能性を探るため実施した。

大潮直前の平成 21 年 10 月 29 日及び 11 月 13 日、野辺地町漁協区画漁業権内の岡側及び沖側に設置されたホタテガイ養殖施設(漁場水深それぞれ 30m 及び 40m)の幹網(水深 10m)に、長さ 3.3m のパームロープ製採苗器(量産試験と同じ)を手棒の長さを調整して水深 11、16、21、26m の位置にそれぞれ 1 本ずつ設置した。これらの採苗器は、平成 22 年 7 月 2 日に引きあげ、マボヤ及びその他生物の付着状況を調査した。

2 梱包技術開発

将来的に陸奥湾から韓国へマボヤを輸出する場合、到着までに要する期間を 3 日間と想定し、ホタテガイで活用されている酸素充填法²⁾の技術を利用した梱包技術を開発するため、下記試験を実施した。

(1) 梱包時酸素濃度比較試験

表 2 に試験の設定内容を示した。

陸奥湾産養殖ホヤ 3 年子(約 200 g /個)を事前に水槽で 3~4 日蓄養し、内寸 510mm×310mm×185mm、内容量 29.3 l の発泡スチロール容器に隙間なく収容した後に密閉し、酸素濃度を、大気濃度、中濃度、高濃度、高々濃度として、室温 5℃の冷蔵庫に 3~4 日間保存した。これらは梱包容器から取り出した後に水槽に収容し、24 時間後に生残数を調査した。

併せて1回目の試験では750mm×650mm、厚さ0.07mmのガスバリアー製袋にほぼ同数のホヤを100の海水とともに収容し、酸素を海水中で封入した後、同様に冷蔵庫で保管し、生残率を調査した。

表2 梱包時酸素濃度比較試験設定内容

設定内容	第1回(6/11~6/16)				第2回(6/19~6/23)		
	大気濃度	中濃度	高濃度	ガスバリア	大気濃度	高濃度	高々濃度
平均重量(g)	180	180	180	180	189	189	189
梱包重量(g)	9,315	9,440	9,530	7,870	8,280	8,615	8,210
梱包個数(個)	53	52	54	42	46	43	41
事前蓄養日数(日)	3	3	3	3	4	4	4
事前蓄養時平均水温(°C)	14.4	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	14.3
梱包日数(日)	4	4	4	4	3	3	3
蓄養時水温(°C)	14.5	14.5	14.5	14.5	17.6	17.6	17.6

(2) 事前蓄養日数比較試験

酸素充填法を用いる場合、事前にマボヤを蓄養する期間により生残率に差があるかどうかを調査するため実施した。

基本的に梱包時酸素濃度比較試験と同様の設定としたが(表3)、酸素濃度はすべて高濃度とし、事前蓄養日数を0、1、4日として生残率を比較した。

表3 梱包時事前蓄養日数比較試験設定内容

設定内容	6/22~6/26		
	事前蓄養 0日	事前蓄養 1日	事前蓄養 4日
平均重量(g)	208	208	208
梱包重量(g)	9,145	9,490	6,225
梱包個数(個)	42	45	31
事前蓄養時平均水温(°C)	16.4	16.9	17.5
酸素濃度	高濃度	高濃度	高濃度
梱包日数(日)	3	3	3
蓄養時水温(°C)	18.0	18.9	17.2

(3) 梱包時・蓄養時温度比較試験

酸素充填法を用いる場合、梱包時の温度や梱包終了後の水槽内蓄養時の水温により生残率に差があるかどうかを調査するため実施した。

基本的に梱包時酸素濃度比較試験と同様の設定としたが(表4)、酸素濃度はすべて高々濃度とし、保冷剤の有無により梱包時の温度の差を、梱包終了後の蓄養時には、ろ過海水と冷却海水を用いて生残率を比較した。

表4 梱包時・蓄養時温度比較試験

設定内容	7/27~7/31		
	保冷剤無・ろ 過海水蓄養	保冷剤有・ろ 過海水蓄養	保冷剤有・冷 海水蓄養
平均重量(g)	211	211	211
梱包重量(g)	8,742	8,438	8,556
梱包個数(個)	43	39	40
事前蓄養日数(日)	0.5	0.5	0.5
事前蓄養時平均水温(°C)	21.7	21.7	21.7
酸素濃度	高々濃度	高々濃度	高々濃度
梱包日数(日)	3	3	3
梱包1日後温度(°C)	8.1	7.2	6.3
蓄養時水温(°C)	21.4	21.4	14.3

結果と考察

1 種苗生産技術開発

(1) 人工採苗及び中間育成試験

1) 採卵

図1に水温と1日1個体当たり産卵数の推移を、表5に人工採卵結果を示した。

産卵抑制しなかった1回次及び2回次の産卵は、11月中旬の大潮の期間から始まり、その次の大潮の期間に終了した。11月下旬に冷海水で飼育して産卵抑制した3回次の産卵は、無加温ろ過海水に戻した直後に産卵を開始し、短期間に終了した。各回次の産卵期間を通しての1個体当たりの産卵数は、148~186千粒(平均165千粒)で、受精率は85.6~91.5%(平均89.3%)であった。

また、一度にまとまった数の受精卵を得ようとして、加温刺激を数度行ったが(午前8時30分から飼育水温を2°C昇温)、顕著な効果は見られなかった。

なお、沼宮内らによると陸奥湾に棲息するマボヤには、11月の午前9時30分～10時頃から放卵・放精する第1群（Aタイプ）、10月末～11月の夕方に放卵・放精する第2群（Bタイプ）、12月～4月の昼に放卵・放精する第3群（Cタイプ）の3つの産卵時期と時刻が異なる種内群があるとしているが³⁾、いずれの回次も産卵は午前10時～正午前後にかけて行われたため、野辺地産天然ホヤは第1群（Aタイプ）であるものと判断された。

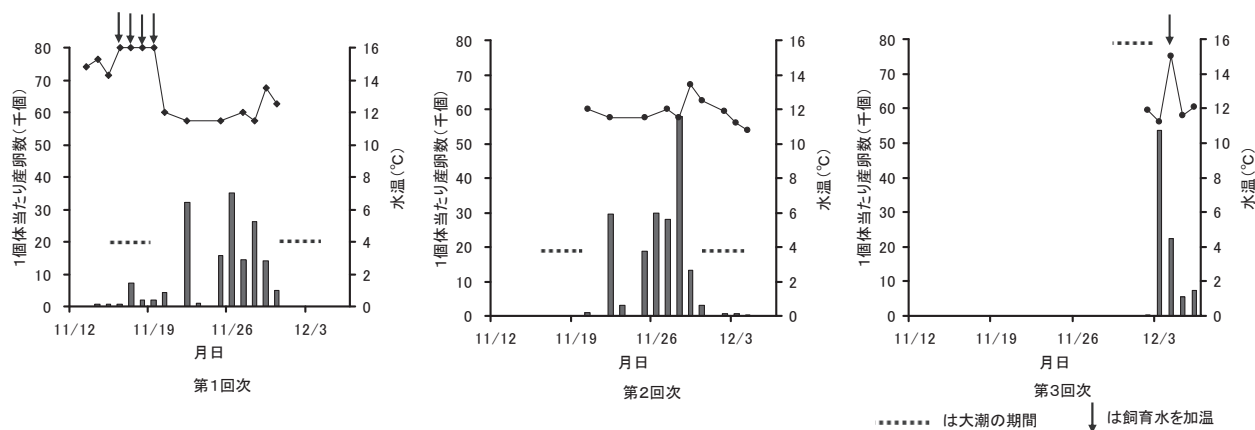


図1 マボヤ種苗生産技術開発における水温と1日1個体当たり産卵数の推移

表5 マボヤ種苗生産技術開発における人工採卵結果

回次	採卵試験月日	採卵日数(日)	水温(°C)	使用親ホヤ数(個)	総採卵数(千個)	1個体当たり採卵数(千個/個体)	平均受精率(%)
1	H21.11.14～H21.11.30	17	11.5～15.3	146	23,518	161	90.7
2	H21.11.20～H21.12.2	13	10.8～13.4	96	17,870	186	91.5
3	H.21.12.1～H21.12.4	4	10.8～12.1	88	12,980	148	85.6
合計又は平均		11		330	54,368	165	89.3

2) 採苗（量産試験及び収容密度試験）

表6に人工種苗生産結果を示した。飼育水温は量産試験では6.2～14.5℃、収容密度試験では6.2～14.4℃であった。

量産試験では122本の採苗器に対して24,190千個の受精卵を収容して32～49日間飼育し、1月5日の取り上げ時点では10.0個/cmの付着が見られた（写真1）。

受精卵数の収容密度を変えて行った収容密度試験では、受精卵の収容数が多いほど取り上げ時の採苗器1cm当たりの付着数が多く、「採苗器1cm当たり付着個数=0.0495×採苗器1cm当たり受精卵収容数」という関係が見られた。

今回の採苗では、量産試験は円形の大型水槽を用いた流水飼育を、収容密度試験は角形の小型水槽を用いた止水飼育を実施したが、これら2つの飼育方法を比較すると、①大型水槽は収容する受精卵が大量に必要なが、一度に回収できる受精卵数に限度がある

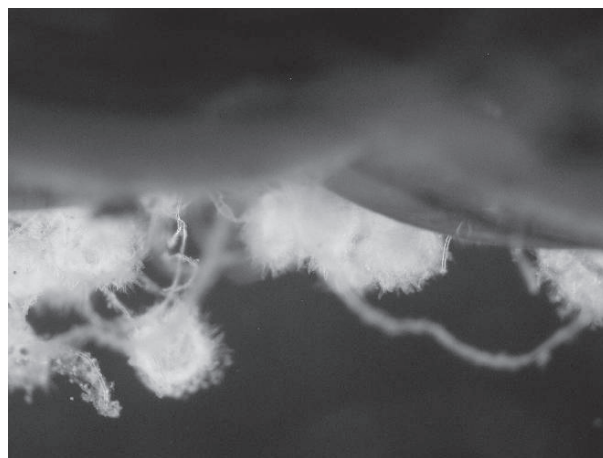


写真1 量産試験の採苗器に付着した稚ボヤ

ことから数日にわたって継ぎ足し収容しなければならないこと、②大型水槽ではふ化した幼生が均一に分布しづらく、採苗器への付着にバラツキが生じやすいこと、③採苗器に安定して稚ボヤを付着させるため、ふ化～付着時期に飼育水温を一定以上に保つ必要があり¹⁾、当所の大型水槽では調温海水を微流水として温度調整を行ったが、排水のアンドン部分にふ化した幼生が引き寄せられ減耗が見られたこと、④採苗器収容の際に角形水槽は効率的に収容できるが円形水槽は無駄なスペースが生じること、などから今後は量産をする場合にあっても、比較的小型の角形水槽を用い（必要な分は水槽数を増やす）、最初は止水で飼育（必要であればヒーターで加温）した方が効率的であるものと考えられた。

表6 マボヤ種苗生産技術開発における人工種苗生産結果

水槽	目的	試験開始時					試験終了時 (H22.1.5)	
		受精卵収容 月日	受精卵収容 数(千個)	採苗器収容 数(本)	受精卵収容 密度(個/㎡)	受精卵収容 密度(個/種 糸1cm)	採苗器1cm当 たり付着個数	受精卵収容から 沖出しまでの日 数
10㎡円型(水 量8㎡)	量産試験	H21.11.17~ H21.12.4	24,190	122	3.0	99	10.0	32~49
0.2㎡角形(水 量0.16㎡)	収容密度試験	H21.12.1	80	6	0.5	16	0.7	35
"	"	"	160	6	1.0	32	1.7	"
"	"	"	320	6	2.0	63	3.1	"

※量産試験の採苗器の長さは3.3m(総延長20m)、収容密度試験の採苗器の長さは1.4m(総延長8.4m)

3) 中間育成試験

表7に中間育成試験結果を示した。

量産試験の採苗器を用いた中間育成試験では、陸奥湾内のホタテガイ養殖施設、クロソイ養殖筏の生簀内、日本海側の海藻養殖施設、生海水を供給した水槽に設置したもののいずれも稚ボヤの付着はほとんど見られず、当所棧橋と津軽海峡のワカメ養殖施設で実施したものだけが養殖用種苗として適度な付着数と言われるパームロープ1cm当たり1~2個¹⁾の1/10~1/5程度の付着が見られただけであった。

表7マボヤ種苗生産技術開発における中間育成試験結果

試験開始時		試験終了時				
年月日	採苗器設置場所	年月日	終了時付着密 度(個/cm)	採苗器1本当 たり平均付 着個数(個)	平均被囊 長(mm)	付着物等の状況
H22.2.22	久栗坂実験漁場 ホタテガイ養殖施設(西湾)	H22.6.22	0	0	-	ハイドロゾア、キヌマトイガイが非常に多い
H22.1.8	野辺地町漁協 ホタテガイ養殖施設(東湾)	H22.7.2	0.002	4	-	ハイドロゾア、キヌマトイガイが非常に多い
H22.1.5	水総研の棧橋	H22.6.25	0.2	397	4.2	キヌマトイガイ、ハイドロゾアが多い
H22.1.18	脇野沢村漁協 クロソイ養殖筏の生簀網内	H22.8.3	0	0	-	キヌマトイガイが非常に多い
H22.1.22	佐井村漁協 ワカメ養殖施設	H22.8.2	0.1	229	4.9	上層のみムラサキイガイが多い。下層にマボヤ多く付着
H22.1.20	北金ヶ沢 多機能静穏域海藻養殖施設	H22.7.9	0.01	20	3.6	ムラサキイガイが多い
H22.1.5	1t水槽(生海水供給)	H22.6.25	0.01	11	3.7	泥が付着
H22.1.5	水総研の棧橋	H22.6.23	2.1	1,738	5.0	ハイドロゾア、キヌマトイガイがやや付着
"	"	"	2.8	2,345	4.6	"
"	"	"	2.7	2,287	4.5	"

この量産試験の採苗器は、いずれもキヌマトイガイやハイドロゾアなどの付着生物が非常に多く見られ、これらの影響で稚ボヤがへい死・脱落したとも考えられたが、同じく当所棧橋に垂下した収容密度試験の採苗器は、試験開始時には量産試験の採苗器より少ない付着数であったのにもかかわらず、試験終了時は2.1~2.8個/cmと十分な付着数であった。このことから、量産試験の採苗器を用いた中間育成試験で稚ボヤがほとんど付着していなかった原因は、一概に付着物の影響だけとは言い切れず、飼育方法や沖出しの期間短縮など種苗生産方法自体を検討する必要があるものと考えられた。

(2) 天然採苗試験

表 8 に結果を示した。

水深別の付着数を比較すると、施設の岡・沖側や投入年月日にかかわらず、水深が深いほど多くの稚ボヤが付着する傾向が見られ、水深 26m の位置に設置した採苗器には 7 月 22 日の取り上げ時点で 1cm 当たり 0.83 ～ 1.44 個と十分な数の稚ボヤが確認された（写真 2）。また、投入時期別の付着数を比較すると、施設の岡・沖側に関わらず、10 月 29 日に投入したものよりも 11 月 13 日に投入した物の方が明らかに付着数が多く、早く採苗器を投入すれば多くの稚ボヤが付着するというわけではなく、投入適期があるということがわかった。また、施設の岡・沖側での付着数の顕著な差は見られなかった。



写真 2 天然採苗試験の採苗器に付着した稚ボヤ

これらのことから、陸奥湾においても、適切な時期に採苗器をなるべく深い水深（親ホヤが棲息する海底近くに）に設置することで、天然採苗ができる可能性があるものと考えられた。

表 8 マボヤ種苗生産技術開発における天然採苗試験結果

採苗器設置場所	試験開始時			試験終了時				
	垂下水深 (m)	年月日	採苗器設置本数	年月日	終了時付着密度 (個/cm)	採苗器1本当たり平均付着個数 (個)	平均被囊長 (mm)	付着物等の状況
野辺地 岡側ホタテガイ養殖施設 (漁場水深 30m)	11	H21.10.29	1	H22.7.2	0.00	0		キヌマトイガイ非常に多い、ハイドロゾア多い
	16	"	"	"	0.00	0		キヌマトイガイ、ハイドロゾア多い
	21	"	"	"	0.01	10		"
	26	"	"	"	0.01	28	3.5	"
野辺地 沖側ホタテガイ養殖施設 (漁場水深 40m)	11	H21.11.13	"	"	0.06	111		キヌマトイガイ、ムラサキイガイ多い
	16	"	"	"	0.11	222		"
	21	"	"	"	0.33	667		ハイドロゾア非常に多い、キヌマトイガイ多い
	26	"	"	"	1.44	2,889	3.9	キヌマトイガイ、ハイドロゾア多い
野辺地 沖側ホタテガイ養殖施設 (漁場水深 40m)	11	H21.10.29	1	H22.7.2	0.00	1		キヌマトイガイ非常に多い
	16	"	"	"	0.00	1		"
	21	"	"	"	0.00	4		"
	26	"	"	"	0.01	23		"
野辺地 沖側ホタテガイ養殖施設 (漁場水深 40m)	11	H21.11.13	"	"	0.33	667		キヌマトイガイ多い、ユウレイボヤ少々
	16	"	"	"	0.33	667	3.9	"、ドロボヤ少々
	21	"	"	"	0.44	889		"
	26	"	"	"	0.83	1,667	4.8	"

2 梱包技術開発

図 2、3 に梱包時酸素濃度比較試験結果を示した。梱包容器内の酸素濃度を大気濃度とした場合は 60% 台の生残率であったが、酸素濃度を高くするほど生残率が高くなり、高々濃度では 90.2% と高い生残率が得られた。しかし、中濃度、高濃度、高々濃度での間の生残率の差はそれほど大きなものではなく、ある程度の酸素濃度にするにより、効率的に生残率を向上させることができるものと考えられた。また、海水とともに収容して酸素を封入した区では、7.1% と低い生残率であった。

図 4 に事前蓄養日数比較試験の結果を示した。ホヤを購入後に直ちに梱包し、酸素濃度を高濃度として 3 日間梱包した場合は 71.4% の生残率であったが、購入後 1 日水槽で事前に蓄養してから梱包した場合は 80.0%、4 日蓄養してから梱包した場合は 87.1% と、購入後すぐに梱包するのではなく、ある程度水槽内

で蓄養して安静にした後に梱包することにより生残率が高くなることがわかった。

図5に梱包時・蓄養時温度比較試験の結果を示した。梱包時に保冷剤を入れずに梱包期間終了後に21.4℃の海水で蓄養したものは生残率が44.2%、梱包時に保冷剤を入れて同様の方法で実施したものは生残率が69.2%と梱包時に保冷剤を入れたものの方が明らかに高い生残率であった。図6にこれら梱包容器内の温度の推移を示したが、冷蔵庫で保管したため最終的にはどちらも5℃まで低下したものの、保冷剤を入れたものの方が速やかに温度が低下しており、このことが生残率の差に影響を及ぼしたものと考えられた。

また、梱包時に保冷剤を入れて梱包終了後に21.4℃の海水で蓄養したものは生残率が69.2%、同様に梱包し14.3℃の海水で蓄養したものは生残率が95.0%と梱包期間終了時後に低い水温で蓄養したもののの方が高い生残率であった。

以上の試験結果から、マボヤを購入後水槽で数日蓄養して安静にし、梱包容器に保冷剤とともに収容した後、酸素を中濃度以上封入して5℃で保管することにより、3日程度はほぼ新鮮な状態で保管できるものと考えられた。また、梱包期間終了後はなるべく低い水温で蓄養することが重要であると考えられた。

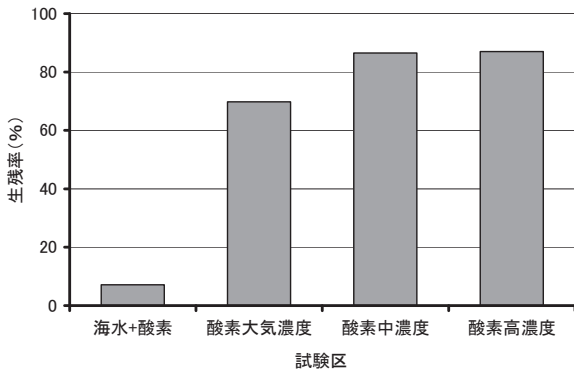


図2 第1回梱包時酸素濃度比較試験結果

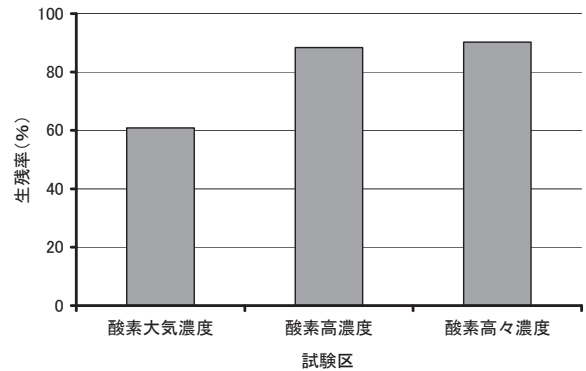


図3 第2回梱包時酸素濃度比較試験結果

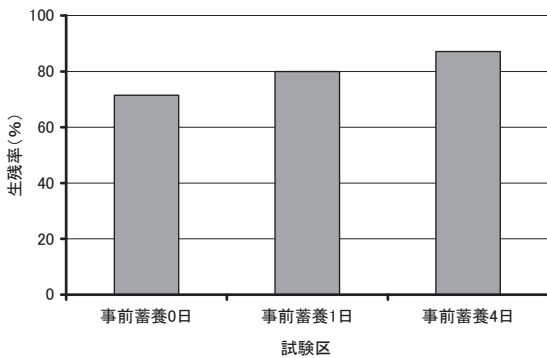


図4 事前蓄養日数比較試験結果

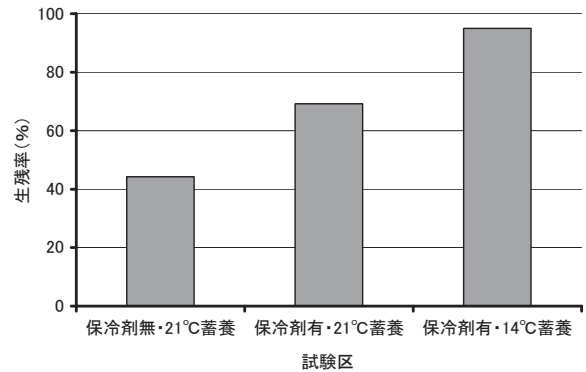


図5 梱包時・蓄養時温度比較試験結果

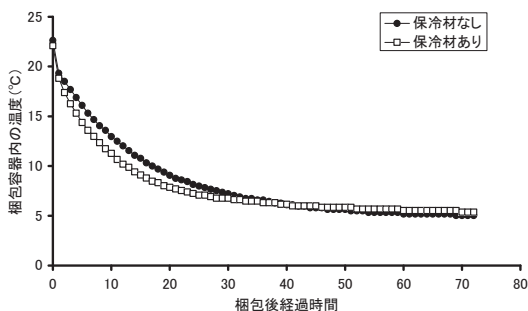


図6 梱包時・蓄養時温度比較試験における容器内温度の推移

4 引用文献

- 1) 気仙沼地方振興事務所水産漁港部 (2006) : ホヤタンク採苗の手引き
- 2) 山内弘子・小坂善信・吉田達・鹿内満春 (2007) : ホタテガイ活貝供給促進事業. 青水総研増事業報告書, **36**, 183-198.
- 3) 沼宮内隆晴・石川優 (1988) : 海産無脊椎動物の発生実験, 培風館, pp. 183