

平成16年度ホタテガイ活貝供給促進事業

吉田 達・小坂 善信・篠原 由香・鹿内 満春

1 目 的

青森県のホタテガイ生産量の9割以上が加工用原料に向けられており、生鮮向けは数%に過ぎない。近年、ホタテガイ生産者価格は低迷しており、活貝の供給促進により価格の向上と安定化を図る必要があることから、活貝の蓄養方法、輸送方法等に関する技術開発を行うものである。

2 試験研究方法

(1) 漁業者の水槽での蓄養時における歩留り等の変化

平成16年6月7日に平内町茂浦地区の漁業者の蓄養用コンクリート水槽にホタテガイを収容し、蓄養開始から0日目、3日目、7日目にそれぞれ50個体をサンプリングして、殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量、貝殻重量を測定し、軟体部歩留り（軟体部重量÷（軟体部重量+貝殻重量））を算出した。

なお、水槽内に自記式水温計（オンセットコンピューター社StowAwayTidbiT）を設置して、1時間間隔で水温を測定した他、水槽内の海水を採取して、ワットマンGF/Cフィルター（孔径1.2μm）でろ過後、蛍光法（日本分光FP-750）によりクロロフィルa量を測定した。

また、9月6日から同様の試験を行い、前記測定項目に加えて、ホタテガイの活力を3段階（①外套膜への刺激で閉殻する、②貝柱への刺激で閉殻する、③外套膜、貝柱への刺激で閉殻しない）に分けて測定した。

(2) 輸送時における梱包方法、温度の違いによる活力の変化

平成16年9月6日に平内町茂浦地区の漁業者よりホタテガイを入手して、当研究所内の200ℓFRP製水槽に一時蓄養した後、9月7日に梱包方法と保管温度の異なる5種類の試験区を作成した（表1）。試験開始時、1日目（全試験区）、2日目（海水試験区のみ）に、50個体の殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量、貝殻重量、活力を測定し、軟体部歩留りを算出した。

なお、FRP水槽内の海水温、保管場所の室温、梱包容器内の温度を、自記式水温計（同上）を用いて、1時間間隔で測定した。自記式水温計は、木箱のみ上段（貝の上）と下段（箱の底）に、それ以外の梱包容器は容器の底に設置した。

表1 輸送時における梱包容器、保管温度別試験の試験方法

梱包容器			梱包方法、保管温度	
種類	サイズ(内寸) (cm)	容積 (ℓ)	梱包方法	保管温度
①発泡スチロール箱	51×31×15.5	24.506	ビニール袋にろ過海水を注入し、ホタテガイを50個体収容し、中に500gの保冷材(-30℃)を2個入れた。	冷蔵 (0.6~3℃)
②発泡スチロール箱	51×31×15.5	24.506	ビニール袋にホタテガイを50個体ずつ収容し、その上から角氷(-30℃)をかけた。	
③木箱	58×35×11	22.330		
④発泡スチロール箱 (穴あき、蓋なし)	51×31×15.5	24.506	ホタテガイを50個体収容し、シート(紙パウチ)を乗せ、角氷(-30℃)をかけた。氷は溶け具合を確認しながら、補充した。	室温 (17~21℃)
⑤コンテナ箱	48×33×20	31.680		

(3) 酸素充填による梱包方法による鮮度保持

平成16年6月7日に平内町茂浦地区の漁業者からホタテガイ2年貝を入手し、縦750mm、横650mm、厚さ0.07mmのガスバリアー製の袋の底に水分を吸着するために新聞紙を敷き、その上にホタテガイを8kg入れ、酸素を充填後に袋の口を結束バンドで塞いだ。ホタテガイを入れた袋は、さらに外寸392mm×240mm×322mm、内寸342mm×221mm×272mmの発泡スチロールに入れ、その上に保冷剤500gを入れた。発泡スチロールの本体には厚さ5mmの蓋をして本体と蓋とはガムテープで目張りをして2℃の冷蔵庫に1週間保存した。

なお、比較対照のためにガスバリアー製の袋に酸素を入れないで密閉した試験区も設定した。試験開始時、1日目、3日目、5日目、7日目に、それぞれ活力測定、殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量を20個体測定した。活力の判定は外套膜、貝柱をピンで刺激し、貝柱と外套膜ともに反応したものを最も活力のある個体、貝柱だけ反応する個体を次に活力のある個体、全く反応しない個体を最も活力のない個体とした。同様の試験を冬季間の12月14日から3日間後に酸素を充填した試験区と酸素を入れない区の比較を行った。なお、梱包容器内の温度を、自記式水温計（同上）を用いて、1時間間隔で測定した。

さらに、ガスバリアー製の袋を用いなくて酸素を発泡スチロールに直接充填する方法として、外寸392mm×240mm×322mm、内寸342mm×221mm×272mmの発泡スチロールに直接ホタテガイを8kg入れて、その上に保冷剤500gを入れ、厚さ5mmの発泡スチロールの蓋をして本体と蓋との間はガムテープで目張りする方法を検討した。酸素を充填した区は、蓋から酸素を本体内に充填できるように外径10mm、長さ15cmのシリコンチューブを蓋の角2箇所差込んで、ガムテープで目張り後に、一方のチューブから酸素を充填して、もう一方のチューブから本体内の空気を排出して、酸素を充填後にチューブをビニールテープで縛って酸素が出ないようにした。比較対照のために、ガムテープで目張り後に酸素を充填しないで何の操作もしなかった試験区も設定した。このようにして梱包したホタテガイの活力を2℃の冷蔵庫内に保存して、3日後に活力等を測定した。

3 結果と考察

(1) 漁業者の水槽での蓄養時における歩留り等の変化

平成16年6月の試験における水温の推移を表2、図1に示した。開始時と終了時の水温はそれぞれ15.7℃、18.6℃であり、試験期間中13.3℃～18.6℃の範囲で推移した。なお、クロロフィルa量は0.43μg/lであった。

平成16年6月の軟体部重量等の測定結果を表3-4、図2に示した。6月7日～14日までの1週間の蓄養中、3日目では変化が見られなかったが、7日目では軟体部重量と軟体部歩留りで有意（P<0.05）に減少した。なお、へい死貝は開始時から7日目まで全く見られなかった。

表2 蓄養期間別試験における水温の推移

単位:℃	
項目	水温
開始時	15.7
終了時	18.6
最大	18.6
最低	13.3

※試験期間中に1時間程度の全換水を1日行ったが、影響はないと考えられる。

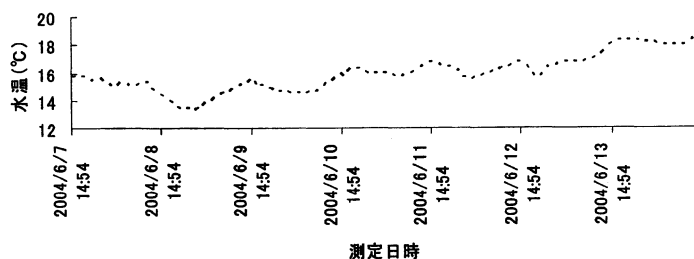


図1 蓄養期間別試験における水温の推移

表3 屋内蓄養水槽内における蓄養期間別の歩留り等の推移

		単位:殻長(mm)、重量(g)、歩留り(%)					
		殻長	全重量	軟体部重量	貝柱重量	貝殻重量	軟体部歩留り
開始時(6/7)	平均値	116.9	157.8	68.4	26.9	74.2	47.9
	標準偏差	3.6	16.3	8.8	4.7	8.1	2.9
3日目(6/10)	平均値	115.9	156.8	67.4	26.9	72.1	48.3
	標準偏差	3.0	12.2	6.8	3.4	6.1	2.1
7日目(6/14)	平均値	117.8	157.9	64.3	27.3	73.2	46.7
	標準偏差	5.4	20.4	9.1	4.1	9.5	2.1

※軟体部歩留り=軟体部重量÷(軟体部重量+貝殻重量)

表4 屋内蓄養水槽内における蓄養期間別のへい死率の推移

	生貝(枚)	死貝(枚)	へい死率(%)
開始時(6/7)	50	0	0
3日目(6/10)	50	0	0
7日目(6/14)	50	0	0

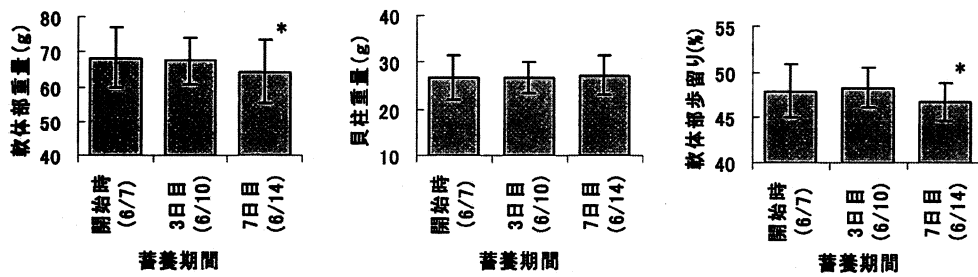


図2 蓄養期間別の軟体部重量、貝柱重量、軟体部歩留りの推移
(開始時と比較して、*はP<0.05で有意差あり)

平成16年9月の試験における水温の推移を表5、図3に示した。開始時と終了時の水温はそれぞれ22.4℃、21.7℃であり、試験期間中22.6℃～21.1℃の範囲で推移した。なお、クロロフィルa量は0.13 μg/lであり、6月の試験時よりも低かった。

表5 蓄養期間別試験における水温の推移

単位:℃	
項目	水温
開始時	22.4
終了時	21.7
最大	22.6
最低	21.1

※試験期間中に1時間程度の全換水を1日行ったが、影響はないと考えられる。

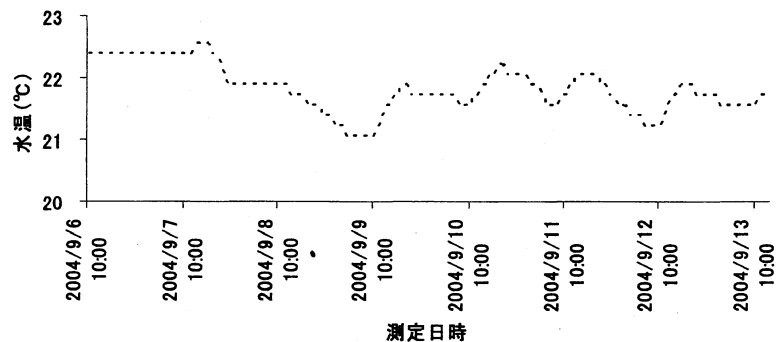


図3 蓄養期間別試験における水温の推移

軟体部重量等の測定結果を表6、図4に示した。9月6日～13日までの1週間の蓄養中、軟体部歩留りの3日目では有意差(P<0.05)が見られたが、7日目では見られなかったことから、収容時の個体差の可能性が考えられた。

表6 屋内蓄養水槽内における蓄養期間別の軟体部重量等の推移

		単位:殻長(mm)、重量(g)、歩留り(%)					
		殻長	全重量	軟体部重量	貝柱重量	貝殻重量	軟体部歩留り
開始時(9/6)	平均値	112.9	151.9	62.2	24.5	76.4	44.8
	標準偏差	3.2	15.3	7.4	3.3	8.4	3.1
3日目(9/9)	平均値	115.0	161.0	62.4	25.4	80.4	43.6
	標準偏差	2.8	16.1	9.1	4.5	8.5	2.9
7日目(9/13)	平均値	113.5	155.3	61.3	24.0	78.7	43.8
	標準偏差	3.4	14.7	6.3	3.3	8.2	2.2

※軟体部歩留り=軟体部重量÷(軟体部重量+貝殻重量)

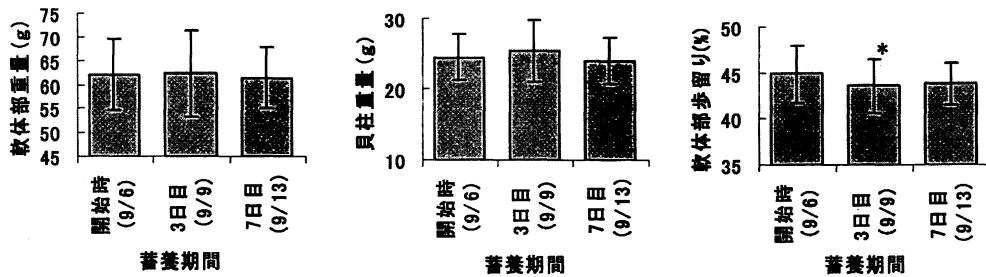


図4 蓄養期間別の軟体部重量、貝柱重量、軟体部歩留りの推移 (開始時と比較して、*はP<0.05で有意差あり)

また、開始時に閉殻行動の見られない個体が1個体あり、3日目、7日目のへい死貝はそれぞれ2個体、1個体であったことから、開始時に既に活力のない個体がへい死したものと考えられた。なお、3日目に閉殻行動のない個体が1個体、貝柱刺激で閉殻行動する個体がそれぞれ1個体見られたが、7日目にはそれぞれ見られなかったことから、これらの活力低下は収容時の個体差の可能性が考えられた(表7、図5)。

表7 屋内蓄養水槽内における蓄養期間別の活力の推移

	単位:個体			
	死貝	閉殻動作なし	活 力	
			貝柱への刺激で閉殻	外套膜への刺激で閉殻
開始時(9/6)	0	1	0	49
3日目(9/9)	2	1	1	46
7日目(9/13)	1	0	0	49

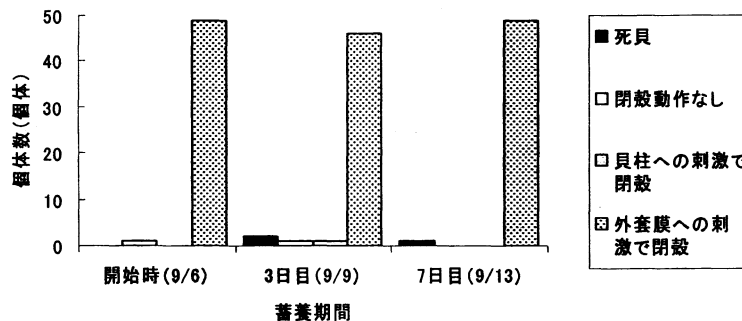


図5 屋内蓄養水槽内における蓄養期間別の活力の推移

(2) 輸送時における梱包方法、温度の差異による活力の変化

水、保冷材の使用量、試験終了時の状況について表8に示した。冷蔵試験区の、海水中の保冷材は1日目で既に完全に溶けていたが、氷はほとんど残っていた。また、室温試験区は、14時30分と20時30分の2回、氷を補充しており、コンテナ箱、木箱、発泡スチロール箱の順で氷が溶けにくかった。

表8 輸送時における梱包方法・温度別試験における氷、保冷材の使用量

	氷・保冷材の使用量				終了時の状況
	単位:g				
	8:30	14:30	20:30	合計	
①冷蔵(発泡+海水+保冷材)	1,000	-	-	1,000	1日目、2日目とも完全に溶けていた。
②冷蔵(発泡+氷)	2,900	-	-	2,900	ほとんど残っていた。
③常温(木箱+氷)	4,600	3,000	8,800	16,400	ほとんど溶けていた。
④常温(発泡+氷)	4,600	2,300	7,600	14,500	かなり残っていた。
⑤常温(コンテナ+氷)	4,600	4,250	11,300	20,150	ほとんど溶けていた。

FRP水槽内の海水温、保管場所の室温、梱包容器内の温度の推移を表9、図6に示した。

試験期間中、冷蔵庫内の温度は0.6~3.0℃、室温試験区の室温は16.7~20.6℃で推移した。冷蔵区の氷のみの区は1.6℃まで温度が低下したが、海水+保冷材の区では最低温度が4.6℃とやや高めであった。室温区の木箱の上段は氷が直接接触したため-0.7℃まで低下したが、下段は6.4℃までしか下がらなかった。また、発泡スチロール箱の最低温度は8.3℃、コンテナは3.7℃であった。

表9 輸送時における梱包方法、温度別試験における水温の変化

項目	単位:℃								
	一時蓄養の海水	冷蔵試験区			室温試験区				
		冷蔵庫内	発泡(海水+保冷材)	発泡+氷	室温	木箱+氷(上段)	木箱+氷(下段)	発泡+氷	コンテナ+氷
開始時	20.4	2.2	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	
終了時	20.3	1.5	4.6	1.6	18.6	1.9	7.8	9.5	4.2
最大	20.4	3.0	18.5	19.3	20.6	18.5	19.0	19.6	19.2
最低	20.3	0.6	4.6	1.6	16.7	-0.7	6.4	8.3	3.7

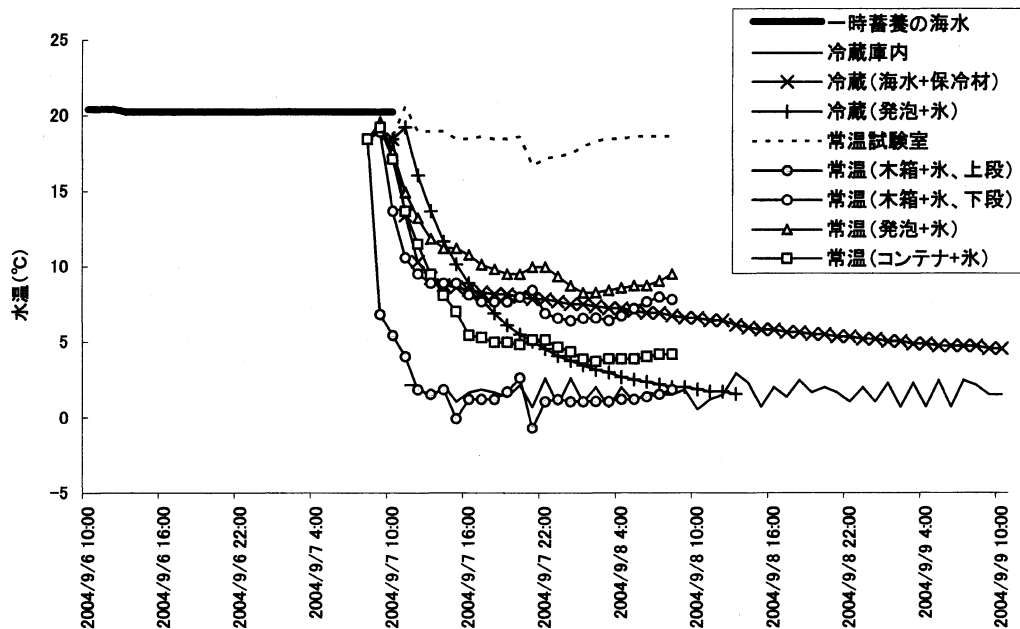


図6 輸送時における梱包方法、温度別試験における水温の推移

各試験区の軟体部重量等の測定結果を表10、図7に示した。9月7日~9日の試験中、各試験区で軟体部重量、貝柱重量、軟体部歩留りには特定の減少傾向は見られなかった。これは試験期間が1~2日間と短かったため、収容時の個体差の可能性が考えられた。

表10 輸送時における梱包方法、温度別試験の軟体部重量等の推移

		単位:殻長(mm)、重量(g)、歩留り(%)					
		殻長	全重量	軟体部重量	貝柱重量	貝殻重量	軟体部歩留り
開始時	平均値	114.5	157.6	61.3	24.1	81.1	43.0
	標準偏差	3.5	18.0	8.4	4.5	10.3	2.7
冷蔵(発泡+海水+保冷材)1日目	平均値	113.9	155.9	64.7	26.0	81.5	44.1
	標準偏差	3.0	14.7	8.8	3.4	7.2	2.7
冷蔵(発泡+海水+保冷材)2日目	平均値	114.1	149.7	59.7	25.4	80.0	42.7
	標準偏差	3.7	18.3	9.2	4.4	9.7	2.6
冷蔵(発泡+氷)	平均値	112.4	143.4	57.1	25.9	81.0	41.3
	標準偏差	14.5	15.1	7.3	3.5	8.5	2.7
常温(木箱+氷)	平均値	112.7	139.4	57.7	24.8	77.7	42.6
	標準偏差	2.6	11.4	6.3	3.1	7.3	2.8
常温(発泡+氷)	平均値	115.9	147.4	59.2	26.3	84.6	41.1
	標準偏差	3.0	13.8	7.4	3.6	8.2	2.8
常温(コンテナ+氷)	平均値	115.2	145.1	58.9	26.3	82.3	41.7
	標準偏差	3.2	15.9	8.0	3.5	9.6	2.9

※軟体部歩留り=軟体部重量÷(軟体部重量+貝殻重量)

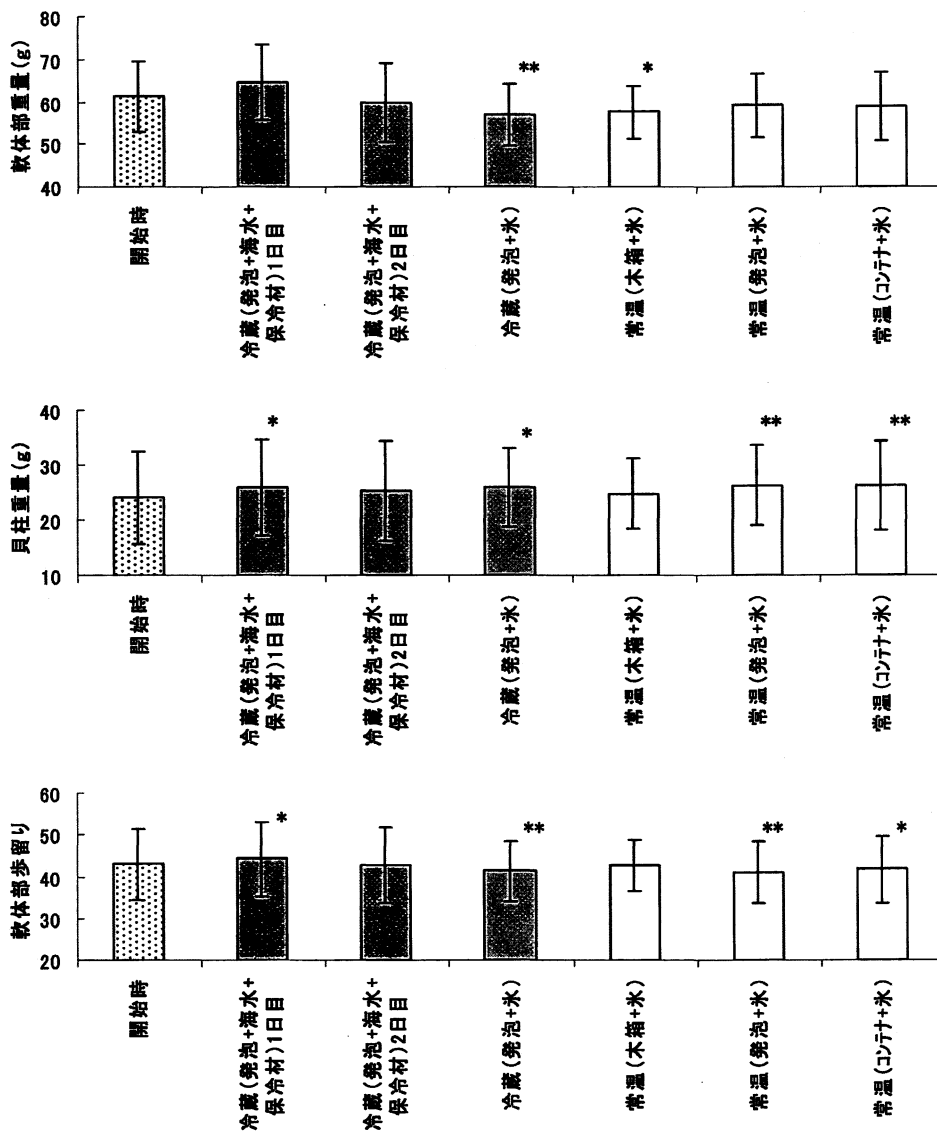


図7 輸送時における梱包方法、温度別試験の軟体部重量、貝柱重量、軟体部歩留りの推移 (開始時と比較して、**はP<0.01で有意差あり、*はP<0.05で有意差あり)

活力の測定結果について表11、図8に示した。冷蔵区の発泡スチロール箱（氷）で閉殻行動のない個体が13個体、貝柱刺激で閉殻行動する個体がそれぞれ6個体見られた。また、同じく室温区の発泡スチロール箱で閉殻行動のない個体が11個体、貝柱刺激で閉殻行動する個体がそれぞれ3個体見られた。

さらに、冷蔵区の発泡スチロール箱（海水+保冷材）は、1日目で若干活力の低下が見られ、2日目には閉殻行動のない個体が4個体、貝柱刺激で閉殻行動する個体がそれぞれ29個体見られた。

これに対して、室温区の木箱、コンテナの活力低下が少なかった。木箱、コンテナのような通気性の良い非密閉性容器が活力維持という点で優れていることがわかったが、この理由については今後、さらに検討する必要がある。

なお、他県から搬入される海水にホタテガイを入れて梱包したものは、2日目はかなり活力が低下していることから、これらの貝との差別化を図ることが県内産ホタテガイの販売上は非常に重要である。

表11 輸送時における梱包方法、温度別試験の活力の推移

	活力		
	閉殻動作なし	貝柱への刺激で閉殻	外套膜への刺激で閉殻
開始時	0	0	50
冷蔵(発泡+海水+保冷材)1日目	3	3	44
冷蔵(発泡+海水+保冷材)2日目	4	29	17
冷蔵(発泡+氷)	13	6	31
常温(木箱+氷)	1	2	47
常温(発泡+氷)	11	3	36
常温(コンテナ+氷)	4	4	42

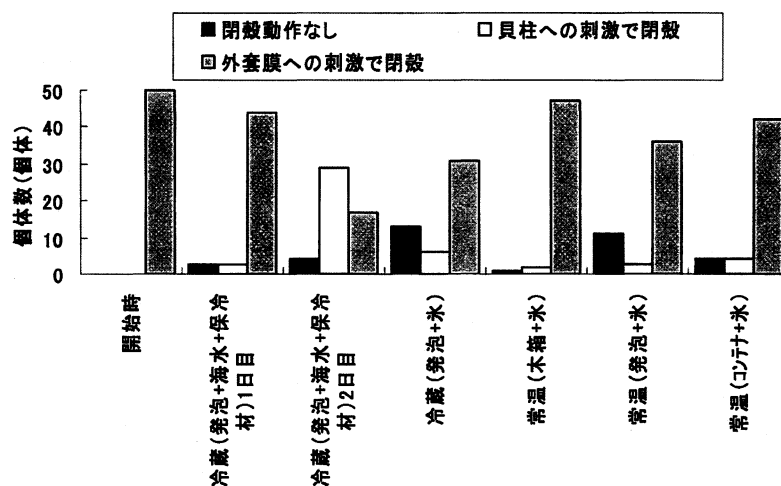


図8 輸送時における梱包方法、温度別試験の活力の比較

(3) 酸素充填による梱包方法による鮮度保持

試験開始時のホタテガイを収容していた水温は15.7℃あり、冷蔵庫保管中の発泡スチロール内の平均温度は2.2℃となった。試験開始から1日目、3日目、5日目、7日目の全重量、軟体部重量、貝柱重量の変化を図9～11に示した。試験開始から日数が経つにつれて酸素を充填した区は全重量、軟体部重量が有意に減少していったが、貝柱重量の有意な減少は見られなかった。一方、酸素を充填しなかった区は5日目までは全重量、軟体部重量は有意に減少し、貝柱重量は5日目まで有意な減少が見られなかったが、7日目には全ての項目で増加する傾向が見られた。

活力の測定結果を図12、13に示した。酸素を充填しない区は、1日目には反応が鈍い外套膜のみの反応を示す個体が45%出現するようになり、3日目には既に貝柱も外套膜も無反応の個体が10%現れ

てきた。5日には全くの無反応のへい死した個体が85%占めるようになる。さらに、7日目には90%はへい死した個体となった。一方、酸素充填区では、3日目までは最も活力を示す貝柱と外套膜の両方が反応する個体が100%を占めていて、5日目でも外套膜だけが反応する個体が5%出るだけであった。7日目でも全くの無反応の個体は5%だけであった。

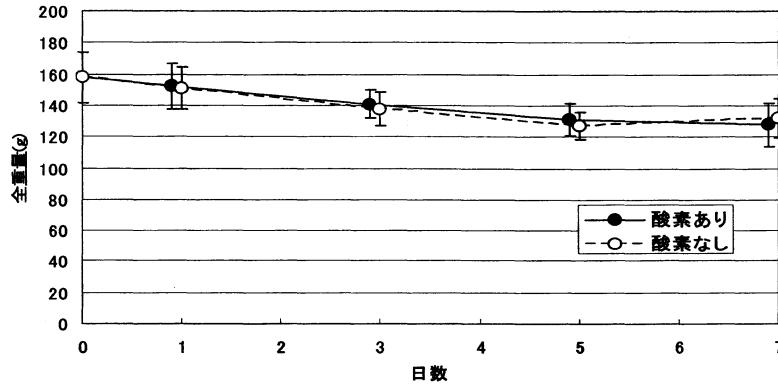


図9 酸素封入保存法における全重量の変化

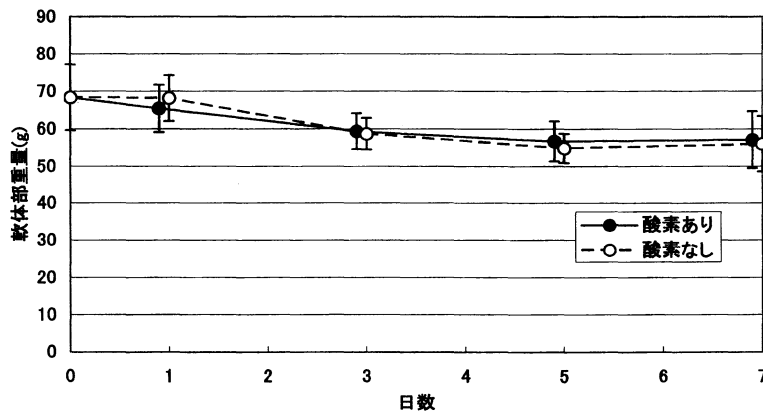


図10 酸素封入保存法における軟体部重量の変化

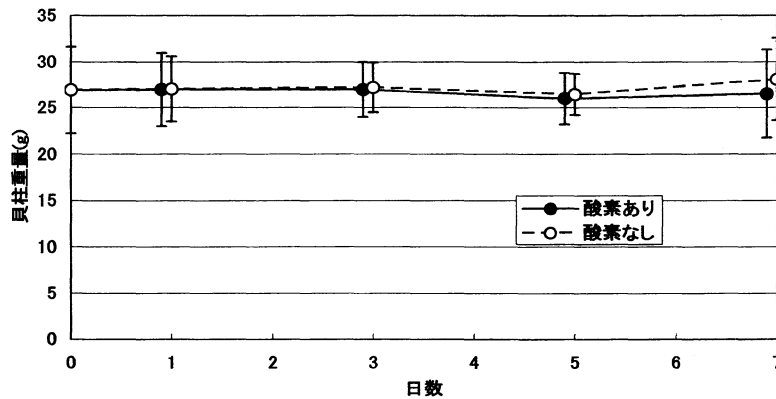


図11 酸素封入保存法による貝柱重量の変化

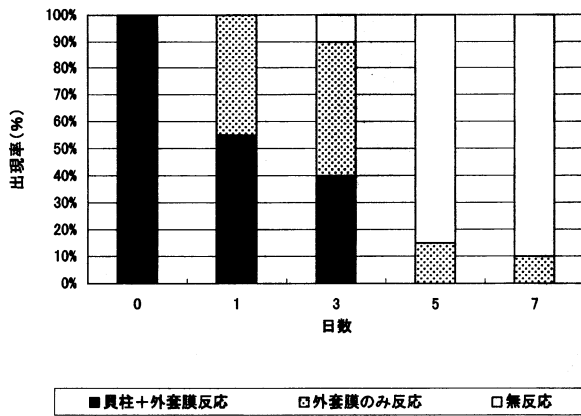


図12 活力の推移 (酸素なし)

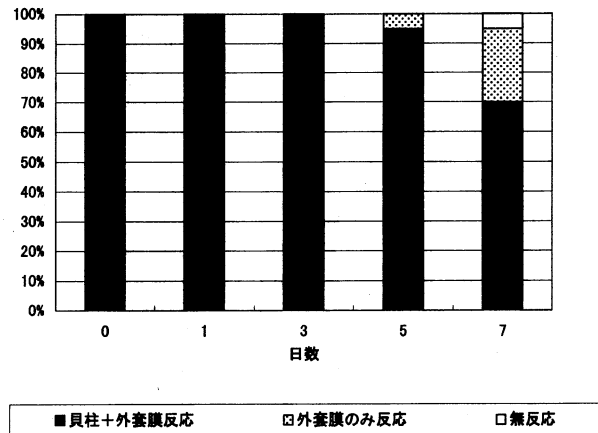


図13 活力の推移 (酸素あり)

同様の試験を12月14日の冬季に行ったが、その時にホタテガイを収容していた水温は9.8℃であり、冷蔵庫保管中の発泡スチロール内の平均温度は2.1℃となった。酸素充填したものと酸素を充填しなかったものの全重量、軟体部重量、貝柱重量の変化を表12に示した。酸素充填したものと酸素を充填しなかったものも共に全重量、軟体部重量は減少したが、貝柱重量は有意な減少は見られなかった。軟体部歩留まりは酸素を充填しなかったもので有意に減少した結果となった。さらにそれぞれの活力を判定した結果を図14に示した。酸素を充填した区は97.5%が外套膜と貝柱ともに反応を示し、2.5%の個体が外套膜だけ反応を示し、全く無反応のへい死した個体は見られなかった。一方、酸素を充填しなかった区は、全く無反応のへい死した個体が55%を占め、外套膜のみの反応した個体は37.5%で、外套膜、貝柱ともに反応する個体は7.5%しかなかった。

酸素を直接発泡スチロールの中に充填する方法で、鮮度保持法を検討した。開始時のホタテガイを収容していた水温は8.6℃であり、冷蔵庫保管中の発泡スチロール内の平均温度は2.2℃となった。

酸素充填したものと酸素を充填しなかったものの全重量、軟体部重量、貝柱重量の変化を表13に示した。酸素充填したものと酸素を充填しなかったものも共に全重量、軟体部重量、軟体部歩留まりは減少したが、貝柱重量は有意な減少は見られなかった。

さらに、それぞれの活力を判定した結果を図15に示した。酸素を充填した区は96.7%が外套膜と貝柱ともに反応を示し、3.3%の個体が外套膜だけ反応を示し、全く無反応のへい死した個体は見られなかった。一方、酸素を充填しなかった区は、全く無反応のへい死した個体が26.7%を占め、外套膜のみの反応した個体は60.0%で、外套膜、貝柱ともに反応する個体は13.3%しかなかった。

以上のように海水を入れずに酸素を充填することによって、長期間鮮度保持が可能なものと考えられた。

表12 冬季における酸素封入したホタテガイの軟体部重量等の変化

		重量(g)、歩留り(%)			
		全重量	軟体部	貝柱重量	軟体部歩留り
開始時	平均値	175.401	74.287	27.144	42.391
	標準偏差	22.604	9.862	4.527	2.292
酸素充填	平均値	159.695 **	65.652 **	26.457	41.146
	標準偏差	18.923	9.161	5.011	3.629
酸素なし	平均値	149.573 **	59.850 **	26.889	40.052 *
	標準偏差	21.041	10.009	4.87	3.923

開始時と比較して**はP<0.01で有意差あり、*はP<0.05で有意差あり

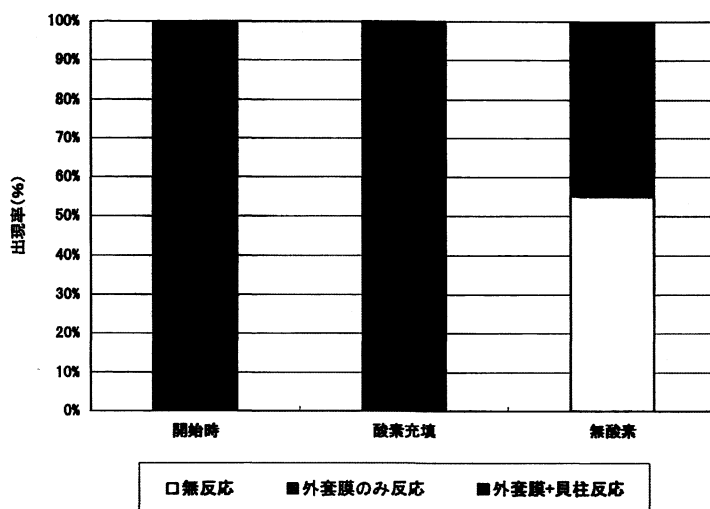


図14 冬季における酸素封入法によるホタテガイの活力

表13 直接法による酸素充填したホタテガイの軟体部重量等の変化

		重量(g)、歩留り(%)			
		全重量	軟体部重量	貝柱重量	軟体部歩留り
開始時	平均値	162.452	68.704	23.429	42.225
	標準偏差	18.709	10.331	4.186	3.281
酸素充填	平均値	148.200 **	57.175 **	23.397	38.657 **
	標準偏差	19.516	7.635	5.282	2.626
酸素なし	平均値	143.849 **	53.952 **	23.067	37.538 **
	標準偏差	19.047	7.733	3.989	2.901

開始時と比較して**はP<0.01で有意差あり、*はP<0.05で有意差あり

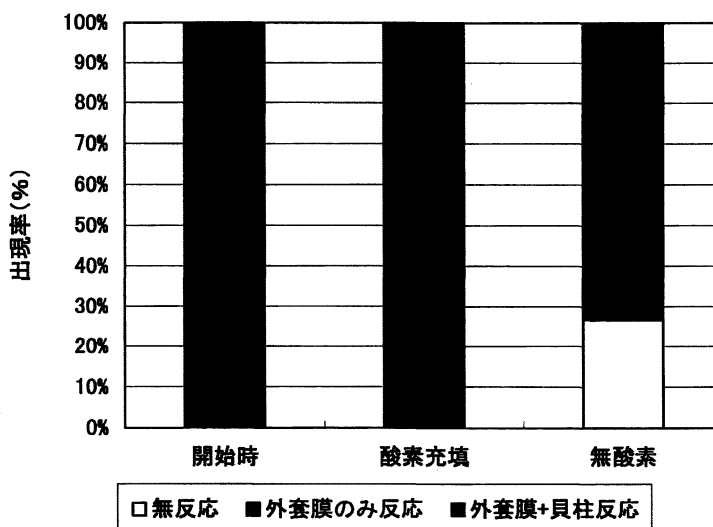


図15 直接法での酸素充填によるホタテガイの活力

(4) まとめ

漁業者が水揚げから出荷までの間、海水をかけ流した屋内水槽でホタテガイを蓄養する場合、1週間程度の期間であれば6月、9月ともに、歩留りの極端な低下は見られないことがわかった。しかし、漁業者によっては、水槽内の収容密度が異なることが想定されるため、収容密度別の試験を行う必要がある。

また、出荷時の梱包容器については、宅配ではなく、中央卸売市場経由等で大量に出荷する場合（出荷から販売まで1日間）は、発泡スチロール容器より木箱やコンテナのような非密閉性容器が適していることがわかった。木箱は、現在、リサイクルする業者があり、1箱当り約100円で漁業者が利用できることから、コンテナについても同様のリサイクルシステムを確立できるかどうかは課題である。なお、仮にコンテナのリサイクルが難しいと判断された場合には、通気性の良い発泡スチロール等の開発が必要であるが、その場合、強度と単価が課題である。

さらに、他県などへの長期輸送には海水を入れなくて酸素を充填することによって、かなり長期間保存できることが分かった。