

ホタテガイ成貝づくりによる生産体制強化事業・養殖方法別試験

小谷 健二

目 的

安定的な天然採苗に向けたホタテガイ成貝づくりを推進するため、漁場環境変化に対応する成貝の適正な養殖方法を検討する。

材料と方法

2023年5月23日～2024年8月2日に青森市奥内沖、野辺地町沖(以下、奥内、野辺地)の漁業者の養殖施設、久栗坂実験漁場、川内実験漁場(以下、久栗坂、川内)の養殖施設(図1)において、各地点で育成した2022年産1年貝(以下、1年貝)を使用して試験を行った。

試験区は、まず、養殖作業1年目の稚貝分散作業以降、2年目の春季籠替え作業及び秋季籠替え作業を経て、3年目に成貝として出荷する「最善法」を全地点に設定し、次に作業1年目の稚貝分散作業以降、2年目の春季籠替え作業を行わずに秋季籠替え作業のみを経て、3年目に成貝として出荷する「次善法」を久栗坂及び川内の2地点に設定した。なお、久栗坂と川内の最善法と次善法は、いずれも同じ養殖施設に設定し

た。さらに、最善法及び次善法において養殖籠の種類及び1段当りの収容枚数をもとに、丸籠・6枚入区、丸籠・10枚入区、パールネット・6枚入区、パールネット・10枚入区(以下、それぞれ丸・6枚、丸・10枚、パ・6枚、パ・10枚)の4つの試験区をそれぞれ設定した(図2)。また、野辺地については籠養殖の試験区と比較するため、漁業者から耳吊り養殖1年貝を提供してもらい、耳吊り貝区(以下、耳吊り)を設定した。各地点の養殖施設の幹綱には、観測機器であるメモリー式流向流速計(JFE アドバンテック社、INFINITY-EM、水温センサー内蔵)及びメモリー式加速度計(Onset Computer社、HOB0ペンダントG Logger)を取り付け、1時間間隔で流向、流速及び水温を、5分間隔で鉛直方向の加速度を測定した。なお、観測機器セッティング時の不具合により、川内については2023年6月14日に、久栗坂については2023年6月15日に、奥内については2023年6月21日に各養殖施設へ観測機器を取り付けた。なお、久栗坂及び川内についてはメモリー式加速度計の設定不具合により、2024年1月25日午前9時以降のデータが欠測となった。

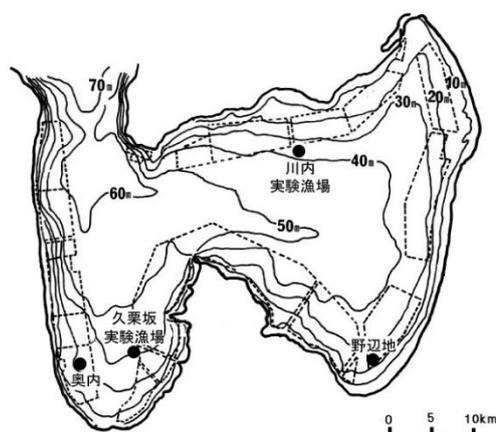


図1. 各試験地点の養殖施設位置図

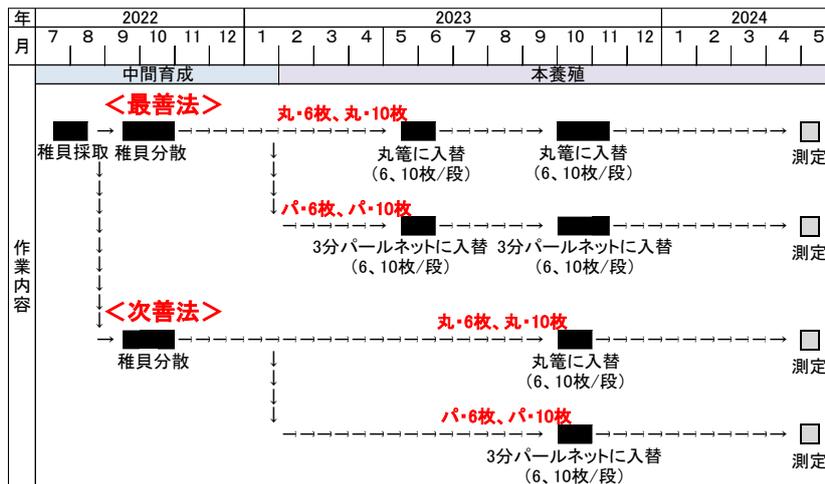


図 2. 本試験における籠養殖作業工程の概略

試験開始時に奥内及び野辺地の養殖施設を管理している漁業者に養殖施設の構造や養殖作業工程について聞き取りした。試験に使用した養殖籠は、全地点において丸籠が目合7分、10段、パールネットが目合3分、10段にそれぞれ100匁の鉛錘を付けたものを使用した。試験区作成時には、最善法、次善法ともに養殖施設から回収した稚貝分散時のパールネットから1年貝を取り出し、試験区毎に設定した収容枚数で丸籠、パールネットへ貝を収容し、3連を作成して養殖施設に垂下し、野辺地では籠養殖の試験区に隣接して漁業者が事前に作成した耳吊りロープ(以下、ロープ)を4連垂下した。また、測定用サンプルとして、野辺地を除く3地点では養殖施設から回収したパールネットから無作為に1連を抽出し、1連分の生貝数と死貝数を計数してへい死率を求めるとともに、パールネットから取り出した1年貝から無作為に生貝30個体を抽出し、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝出現率(以下、異常貝率)を求め、野辺地では漁業者により養殖籠の試験区作成用に事前にパールネットから取り出し、生死貝を選別した1年貝から無作為に生貝30個体を抽出し、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。なお、野辺地の耳吊り区については、試験開始時点の測定用サンプルを確保できなかったため、欠測とした。

最善法の秋季籠替え時には、試験開始時に垂下した各試験区の養殖籠各3連を養殖施設から回収し、試験区毎に3連の内、2連について養殖籠から貝を取り出し、同じ種類の養殖籠及び収容枚数で貝を収容し、1連を作成して養殖施設に垂下した。なお、奥内及び野辺地では、2023年夏季異常高水温により各試験区の貝が大量へい死した。そのため、奥内のパ・6枚区については、回収した養殖籠3連分から取り出した生存貝7個体を準備したパールネット1連の中段1段にのみ収容して養殖施設へ垂下し、残りの3試験区及び野辺地の養殖籠の4試験区については、回収した養殖籠3連分から取り出した生存貝の総数が各試験区の養殖籠1段分の収容枚数未満であったため、各試験区の生存貝を全て測定用サンプルへ充当し、以降の2地点の籠養殖試験区の試験継続を断念した。測定用サンプルについては、久栗坂及び川内では、試験区毎に残りの1連から貝を取り出し、1連分の生貝数と死貝数を計数してへい死率を求めるとともに、無作為に生貝30個体を抽出し、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。奥内では、試験区毎に3連から貝を取り出し、3連分の生貝数と死貝数を計数してへい死率を求めるとともに、パ・6枚区では測定用の1個体、それ以外の3試験区では3連分の全生貝を用いて、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。野辺地の耳吊りでは、ロープ4連の内、1連を回収して海底に着底していたと考えられる下部10段分を除外してロープから貝を外し、1連分の生貝数、死貝数、脱落貝数を計測してへい死率を求めるとともに、無作為に生貝30個体を抽出し、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。

試験終了時に各地点の養殖施設に垂下した観測機器及び各試験区の養殖籠各1連もしくはロープ2連を回収した。久栗坂及び川内では、試験区毎に養殖籠から貝を取り出し、1連分の生貝数と死貝数を計数してへい死率を求めるとともに、無作為に生貝30個体を抽出し、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。奥内では、パ・6枚区のパールネット1段から貝を取り出し、1段分の生貝数と死貝数を計数してへい死率を求めるとともに、生貝の殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。野辺地では、回収したロープ1連当りの生貝が30個体未満であったため、ロープ2連について、海底に着底していたと考えられる下部10段分を除外してロープから貝を外し、2連分の生貝数、死貝数、脱落貝数を計測してへい死率を求めるとともに、2連分の全生貝を用いて、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。

結果と考察

1. 奥内

(1) 養殖施設の構造及び養殖作業工程

各養殖施設の構造を表1に、稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程を表2に示した。

表1. 養殖施設の構造(奥内)

漁場水深 (m)	幹綱深度 (m)	幹綱長 (m)	錨綱長 (m)	アンカー		土俵	調整玉		
				重量 (kg)	片側個数 (丁)		サイズ	個数 (個)	箇所数 (箇所)
36	18	150	100	70	1	無	尺1	1	4

表2. 稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程(奥内)

養殖作業	実施年月日	収容枚数 (枚/段)	選別時の 目合	パールネット	錘
稚貝採取	2022年7月下旬	120	2.0分	目合2分、10段、ラッセル	鉛50匁
稚貝分散	2022年10月下旬	15	4分	目合3分、10段、ラッセル	鉛100匁

(2) 試験開始時(春季籠替え時)

試験開始時における測定結果を表3に示した。へい死率は1.0%、異常貝率は0.0%、殻長は82.4mm、全重量は51.3g、軟体部重量は22.4gだった。

表3. 試験開始時におけるホタテガイ測定結果(奥内)

測定年月日	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年5月30日	1.0	0.0	82.4	5.0	51.3	8.1	22.4	4.0

(3) 試験期間中の水温

試験期間中における養殖施設の水温を図3に示した。水温は、試験開始時の2023年6月21日では17.4℃であったが、徐々に上昇し、2023年7月13日に1、2年貝の成長が停止する20℃を上回り、9月2日に最高値の27.5℃に達した。その後、水温は下降し、2022年10月22日に20℃を下回り、2024年3月24日に最低値の6.1℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の2024年6月21日では17.6℃であった。

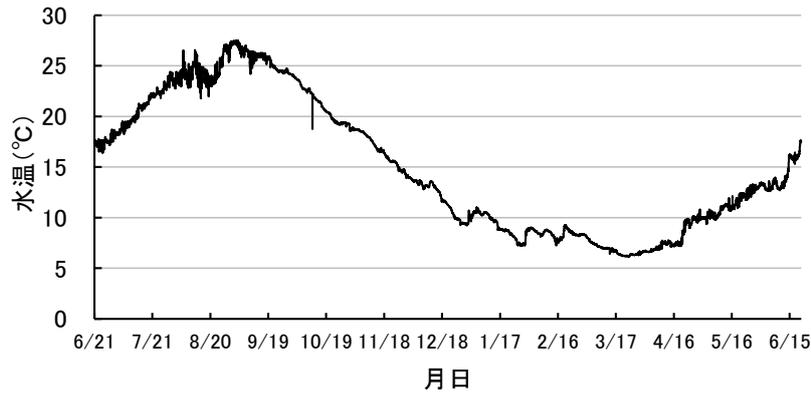


図 3. 試験期間中の水温の推移(奥内)

(4) 試験期間中の流向流速

試験期間中における養殖施設周辺の流向流速を図 4 に示した。流向は、2023 年 6～8 月及び同年 12 月～2024 年 3 月では北向き(北西～北東間)の出現頻度が全体の 42.5～55.1%、2023 年 9～11 月及び 2024 年 4～6 月では南向き(南東～南西間)の出現頻度が全体の 42.5～55.1%と最も多かった。流速は、局所的に 0.2m/s 以上の流れが確認されたものの、概ね 0.1m/s 未満の緩やかな流れで推移していた。

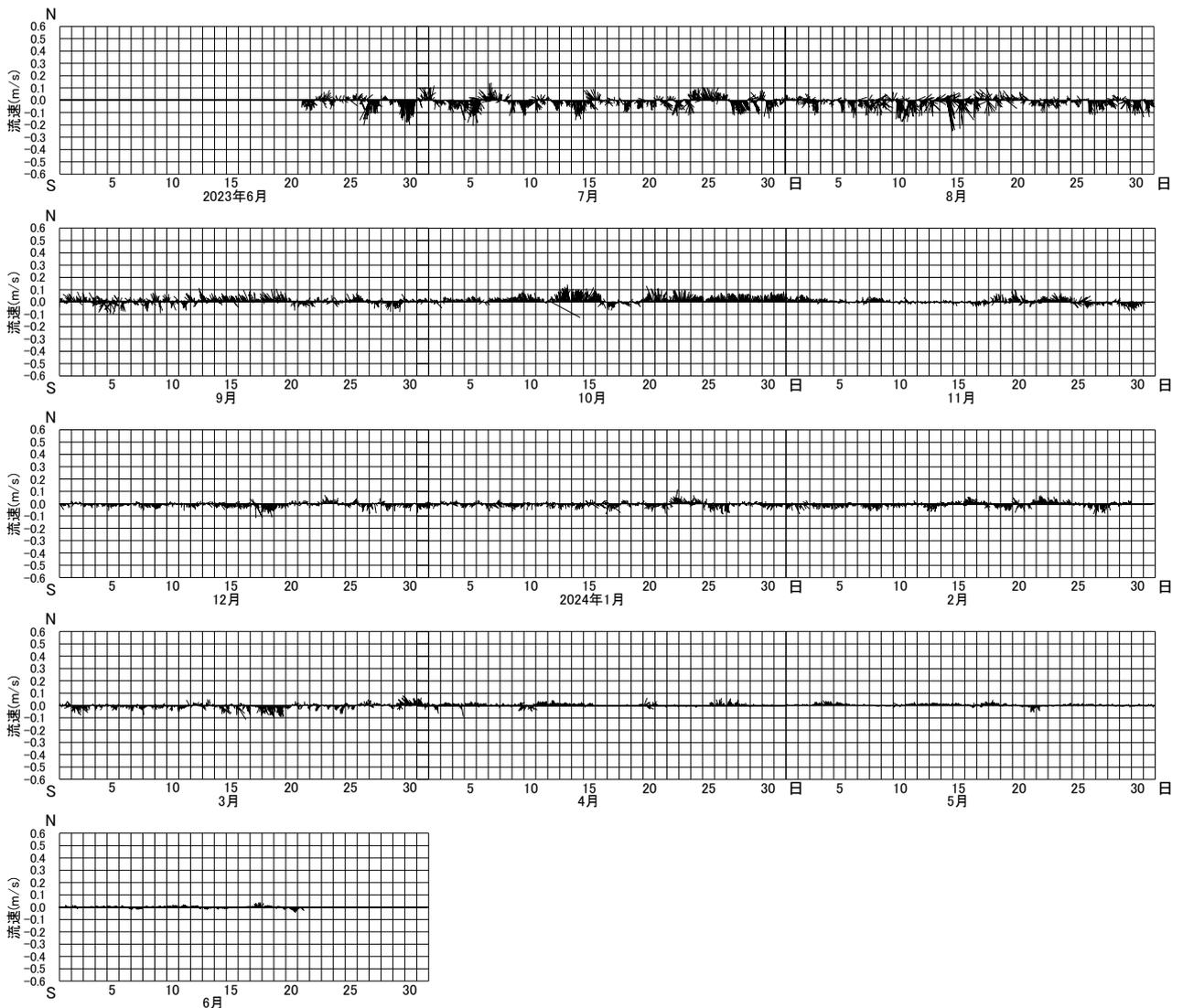


図 4. 試験期間中の流向流速の推移(奥内)

(5) 試験期間中における養殖施設の幹綱の鉛直方向の加速度

試験期間中における養殖施設の鉛直方向の加速度の推移を図5に示した。加速度は、局所的に最大、最小の絶対値が大きい値を示しているものの、 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の出現頻度が全体の1.3%であり、概ね加速度の変動が小さく、波浪による振動が少なく安定していたと考えられた。

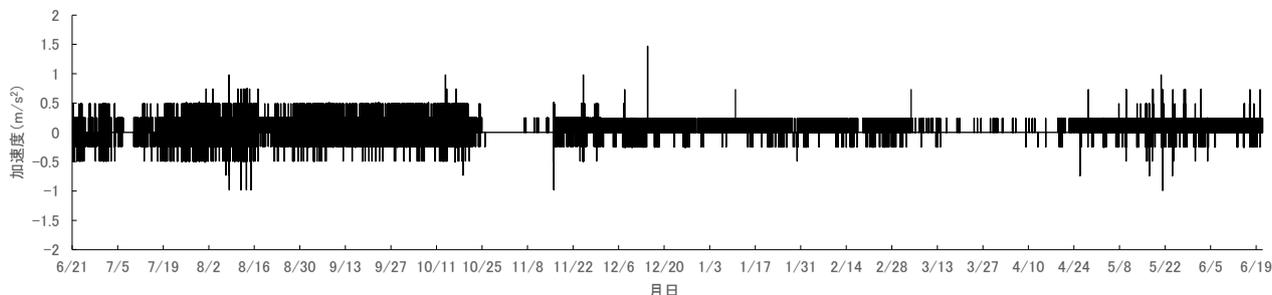


図5. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(奥内)

(6) 秋季籠替え時

2023年11月の秋季籠替え時における測定結果を表4、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図6~10に示した。へい死率は、丸・6枚区が97.8%、丸・10枚区が100%、パ・6枚区が96.1%、パ・10枚区が99.3%、異常貝率は、丸・6枚区が25.0%、パ・6枚区及びパ・10枚区が100%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で91.1mm、パ・6枚区で84.7mm、パ・10枚区で86.2mm、全重量が丸・6枚区で65.9g、パ・6枚区で57.6g、パ・10枚区で67.9g、軟体部重量が丸・6枚区で16.7g、パ・6枚区で11.8g、パ・10枚区で17.5gであった。各試験区のへい死率が高い要因は、養殖施設の幹綱水深が18mと中層に位置しており、2023年夏季の異常高水温の影響を強く受けたことにより、貝が衰弱したため、また、衰弱により貝同士の噛み合わせやぶつかり合いが起こった時に軟体部が傷つきやすかったためと考えられた。

表4. 秋季籠替え時におけるホタテガイ測定結果(奥内)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年11月16日	丸・6枚	97.8	25.0	91.1	2.5	65.9	8.8	16.7	3.5
	丸・10枚	100	-	-	-	-	-	-	-
	パ・6枚	96.1	100	84.7	-	57.6	-	11.8	-
	パ・10枚	99.3	100	86.2	4.8	67.9	5.3	17.5	1.9

※パ・6枚区の標準偏差:測定個体が1個体のため、計算不可

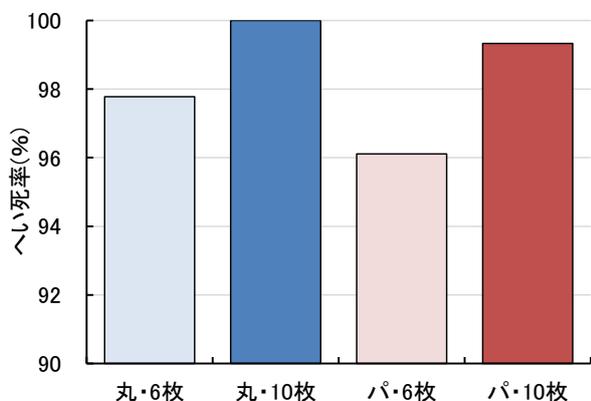


図6. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率(奥内)

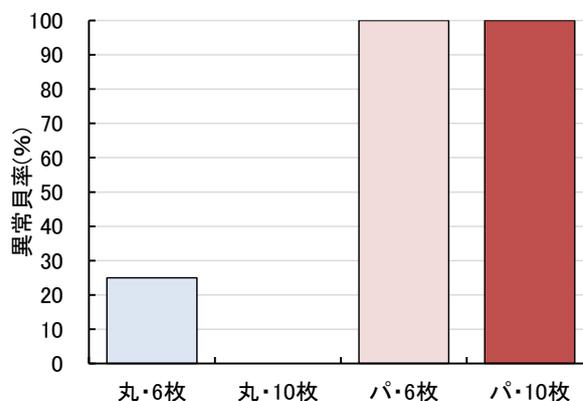


図7. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率(奥内)

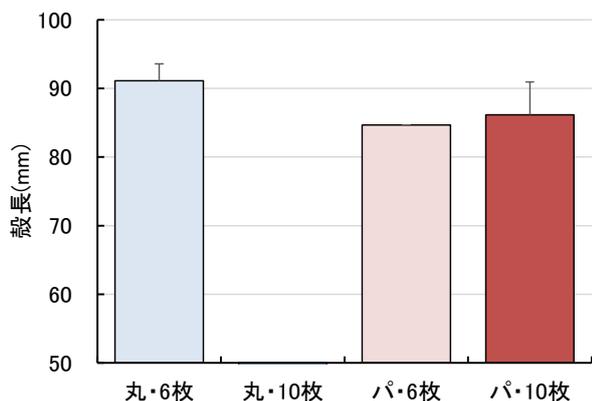


図 8. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(奥内) (バーは標準偏差)

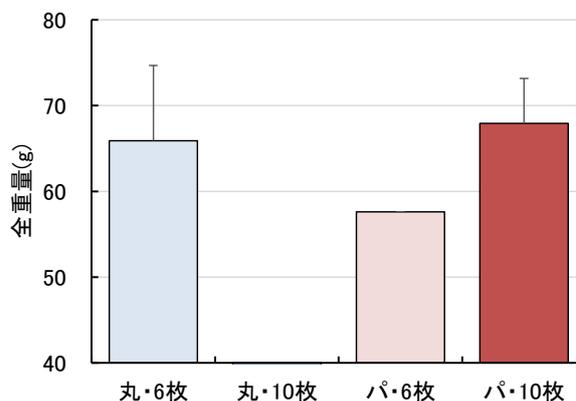


図 9. 秋季籠替え時の各試験区の全重量(奥内) (バーは標準偏差)

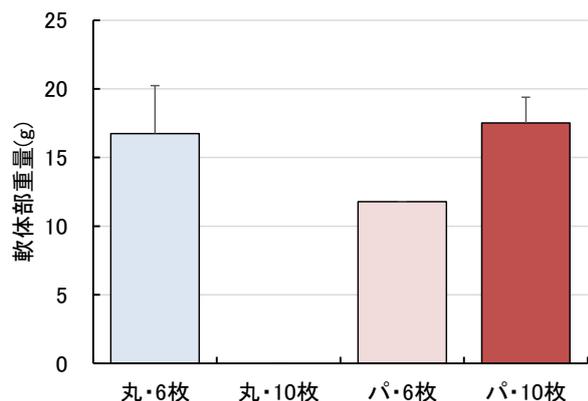


図 10. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(奥内) (バーは標準偏差)

(7) 試験終了時

試験終了時における測定結果を表 5 に示した。丸・6枚区のへい死率は 16.7%、異常貝率は 0.0%であった。また、丸・6枚区の貝の成長は、殻長が 99.2mm、全重量が 122.4g、軟体部重量が 55.0gであった。

本試験では、2023年夏季異常高水温の影響により試験区毎の育成状況の特性を適正に判断することが困難であったものの、養殖施設の幹綱をより深く沈めることで高水温の影響を低減させ、へい死率を軽減できる可能性が考えられた。

表 5. 試験終了時におけるホタテガイ測定結果(奥内)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年6月21日	パ・6枚	16.7	0.0	99.2	10.4	122.4	32.3	55.0	17.8

※中段1段分の値

2. 久栗坂

(1) 養殖施設の構造及び養殖作業工程

各養殖施設の構造を表 6 に、稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程を表 7 に示した。

表 6. 養殖施設の構造(久栗坂)

漁場水深 (m)	幹綱深度 (m)	幹綱長 (m)	錨綱長 (m)	アンカー		土俵	調整玉		
				重量 (kg)	片側個数 (丁)		サイズ	個数 (個)	箇所数 (箇所)
45	15 (30)*	200	100	90	1	40kg・4箇所	尺3	1	2

*:2023年5月26日～10月26日の深度

表 7. 稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程(久栗坂)

養殖作業	実施年月日	収容枚数 (枚/段)	選別時の 目合	パールネット	錘
稚貝採取	2022年8月22日	50	2.3分	目合2分、10段、ラッセル	コンクリ錘1kg
稚貝分散	2022年10月13日	15 (10)	7分	目合3分、10段、ラッセル	コンクリ錘1kg

※稚貝分散の収容枚数:上段が最善法、下段が次善法

(2) 最善法の試験開始時(春季籠替え時)

最善法の試験開始時における測定結果を表 8 に示した。へい死率は 1.9%、異常貝率は 3.3%、殻長は 87.7 mm、全重量は 58.8g、軟体部重量は 24.8g だった。

表 8. 最善法の試験開始時におけるホタテガイ測定結果(久栗坂)

測定年月日	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年5月26日	1.9	3.3	87.7	4.8	58.8	9.3	24.8	4.2

(3) 試験期間中の水温

試験期間中における養殖施設周辺の水温を図 11 に示した。水温は、試験開始時の 2023 年 5 月 26 日では 12.6℃であったが、徐々に上昇し、2023 年 7 月 17 日に 1、2 年貝の成長が停止する 20℃を上回り、9 月 1 日に最高値の 26.9℃に達した。その後、水温は下降し、2023 年 10 月 22 日に 20℃を下回り、2023 年 3 月 21 日に最低値の 6.2℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2023 年 5 月 28 日では 13.4℃であった。



図 11. 試験期間中の水温の推移(久栗坂)

(4) 試験期間中の流向流速

試験期間中における養殖施設周辺の流向流速を図 12 に示した。流向は、概ね東向き(北東～南東間)の出現頻度が全体の約 3～6 割を占めて最も多く、次いで南向き(南東～南西間)の出現頻度が多かった。流速

は、局所的に 0.2m/s 以上の流れが確認されたものの、概ね 0.1m/s 未満の緩やかな流れで推移していた。

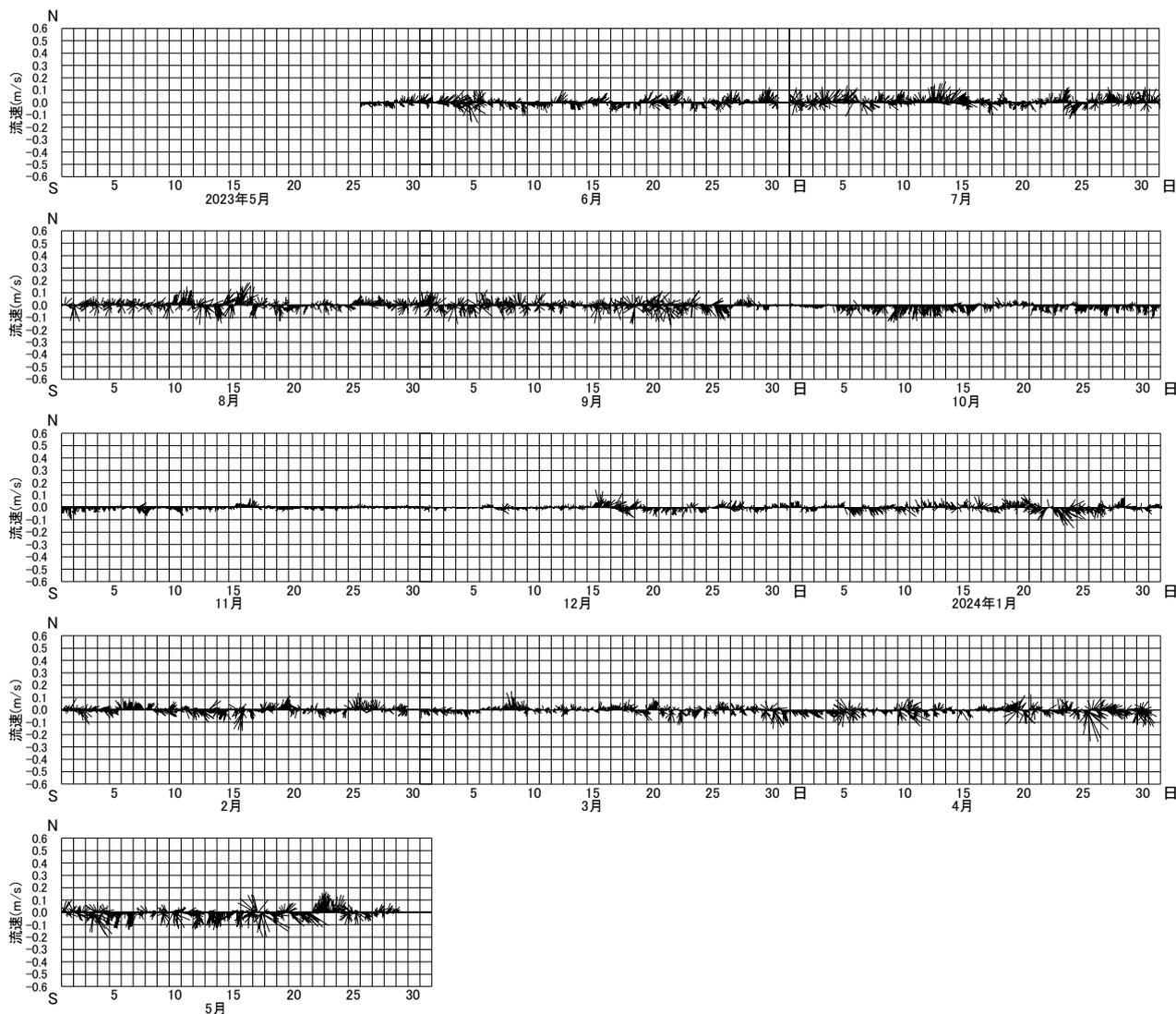


図 12. 試験期間中の流向流速の推移(久栗坂)

(5) 試験期間中における養殖施設の幹綱の鉛直方向の加速度

試験期間中における養殖施設の鉛直方向の加速度の推移を図 13 に示した。加速度は、局所的に最大、最小の絶対値が大きい値を示しているものの、 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の出現頻度が全体の 0.01% であり、概ね加速度の変動が小さく、波浪による振動が少なく安定していたと考えられた。

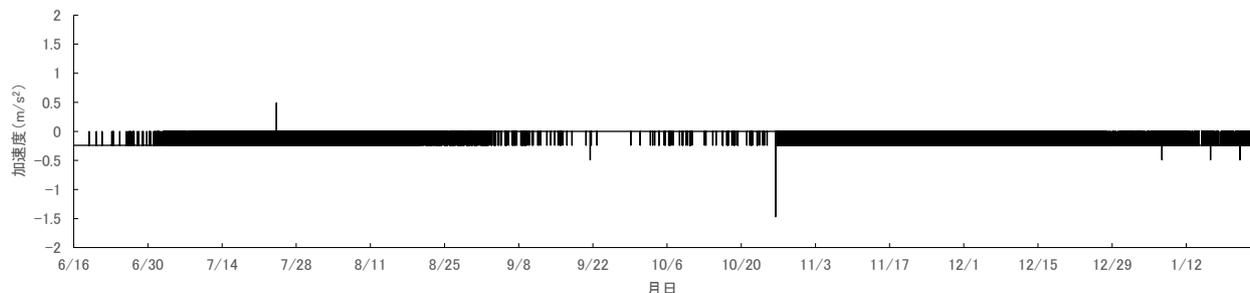


図 13. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(久栗坂)

(6) 最善法の秋季簞替え時及び次善法の試験開始時

2023年12月の最善法の秋季籠替え時における測定結果を表9、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図14～18に示した。へい死率は、丸・6枚区が18.3%、丸・10枚区が10.1%、パ・6枚区が14.0%、パ・10枚区が7.1%、異常貝率は、丸・6枚区が3.3%、丸・10枚区及びパ・6枚区が6.7%、パ・10枚区が13.3%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で100.9mm、丸・10枚区で103.1mm、パ・6枚区で100.7mm、パ・10枚区で100.5mm、全重量が丸・6枚区で108.2g、丸・10枚区で112.9g、パ・6枚区で109.8g、パ・10枚区で102.8g、軟体部重量が丸・6枚区で38.7g、丸・10枚区で40.5g、パ・6枚区で39.3g、パ・10枚区で37.8gであった。

同じ収容枚数において養殖籠の種類別に比較を行ったところ、へい死率は、いずれもパールネットが丸籠よりもやや低く、異常貝率は、6枚入では丸籠がパールネットよりもやや低く、10枚入では丸籠がパールネットよりも低かった。貝の成長は、6枚入では明確な差は見られず、10枚入では殻長、全重量及び軟体部重量においてパールネットが丸籠よりも悪かった。

同じ養殖籠の種類において収容枚数別に比較を行ったところ、へい死率は、いずれも10枚入が6枚入れよりも低かった。異常貝率は、いずれも6枚入が10枚入よりもやや低かった。貝の成長は、丸籠では殻長において10枚入が6枚入よりも大きく、パールネットでは全重量において6枚入が10枚入よりも重かった。

表9. 秋季籠替え時におけるホタテガイ測定結果(久栗坂)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年12月15日	丸・6枚	18.3	3.3	100.9	4.4	108.2	9.0	38.7	5.4
	丸・10枚	10.1	6.7	103.1	3.8	112.9	10.7	40.5	11.4
	パ・6枚	14.0	6.7	100.7	3.8	109.8	12.3	39.3	6.8
	パ・10枚	7.1	13.3	100.5	3.3	102.8	8.2	37.8	4.6

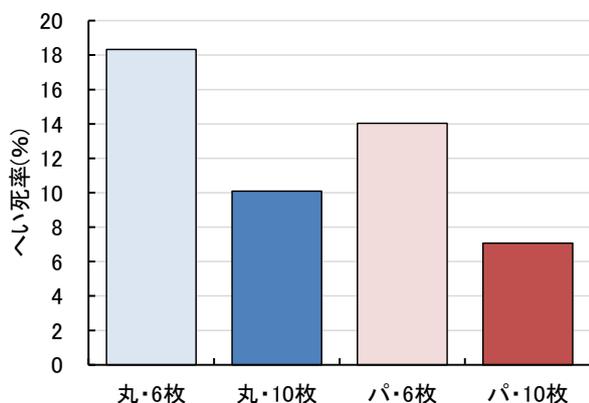


図14. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率(久栗坂)

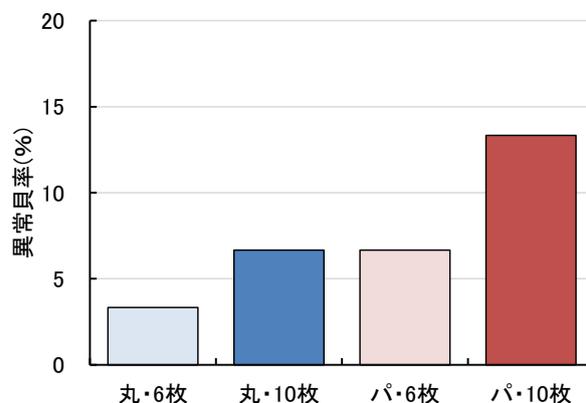


図15. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率(久栗坂)

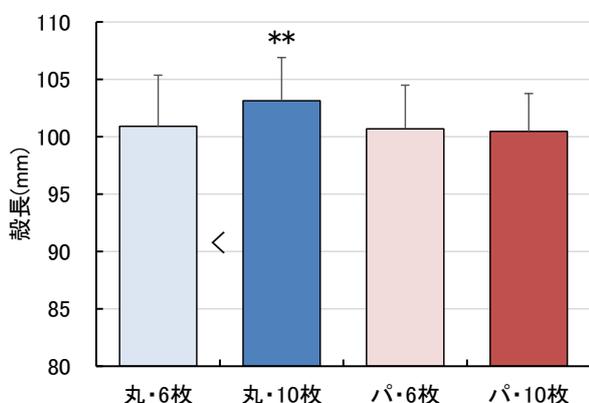


図16. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(久栗坂)
(バーは標準偏差、<は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

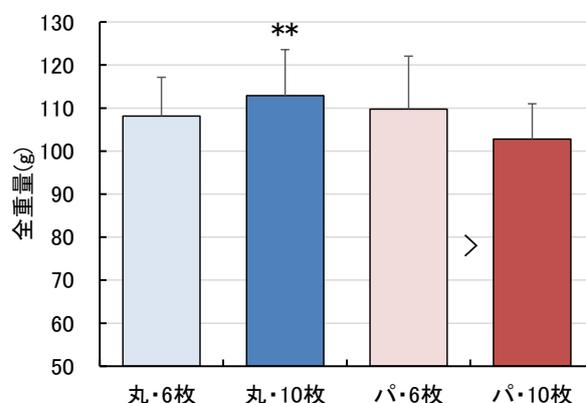


図17. 秋季籠替え時の各試験区の全重量(久栗坂)
(バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

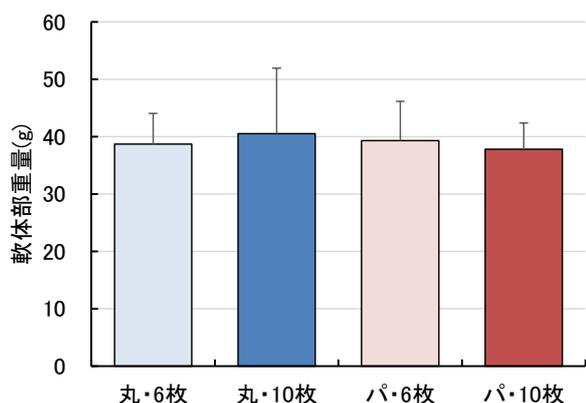


図 18. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(久栗坂) (バーは標準偏差)

2023年12月の次善法の試験開始時における測定結果を表10に示した。へい死率は32.0%、異常貝率は6.7%、殻長は100.2mm、全重量は87.1g、軟体部重量は27.4gだった。

表 10. 次善法の試験開始時におけるホタテガイ測定結果(久栗坂)

測定年月日	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年12月15日	32.0	6.7	100.2	5.1	87.1	14.0	27.4	5.4

(7) 試験終了時

試験終了時における最善法の測定結果を表11、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図20~24に示した。へい死率は、丸・6枚区が10.0%、丸・10枚区が24.8%、パ・6枚区が15.3%、パ・10枚区が9.7%、異常貝率は、丸・6枚区及びパ・6枚区が10.0%、丸・10枚区が13.8%、パ・10枚区が20.7%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で118.2mm、丸・10枚区で113.0mm、パ・6枚区で117.0mm、パ・10枚区で114.9mm、全重量が丸・6枚区で173.1g、丸・10枚区で158.0g、パ・6枚区で170.6g、パ・10枚区で157.3g、軟体部重量が丸・6枚区で84.1g、丸・10枚区で72.3g、パ・6枚区で78.3g、パ・10枚区で72.9gであった。

同じ収容枚数において養殖籠の種類別に比較を行ったところ、へい死率は、6枚入では丸籠がパールネットよりもやや低く、10枚入ではパールネットが丸籠よりも低かった。異常貝率は、6枚入では差が見られず、10枚入では丸籠がパールネットよりも低かった。貝の成長は、殻長、全重量、軟体部重量いずれも養殖籠の種類別に明確な差が見られなかった。

同じ養殖籠の種類において収容枚数別に比較を行ったところ、へい死率は、丸籠では6枚入が10枚入よりも低く、パールネットでは10枚入が6枚入れよりもやや低かった。異常貝率は、丸籠では6枚入が10枚入よりもやや低く、パールネットでは6枚入が10枚入よりも低かった。貝の成長は、丸籠では殻長、全重量、軟体部重量いずれも6枚入が10枚入よりもよく、パールネットでは全重量において6枚入が10枚入よりも重く、丸籠において6枚入が10枚入よりも成長がよい傾向が見られた。

表 11. 最善法の試験終了時におけるホタテガイ測定結果(久栗坂)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年5月28日	丸・6枚	10.0	10.0	118.2	7.5	173.1	26.4	84.1	18.5
	丸・10枚	24.8	13.8	113.0	8.4	158.0	29.5	72.3	14.3
	パ・6枚	15.3	10.0	117.0	7.2	170.6	26.9	78.3	14.8
	パ・10枚	9.7	20.7	114.9	7.6	157.3	23.8	72.9	13.3

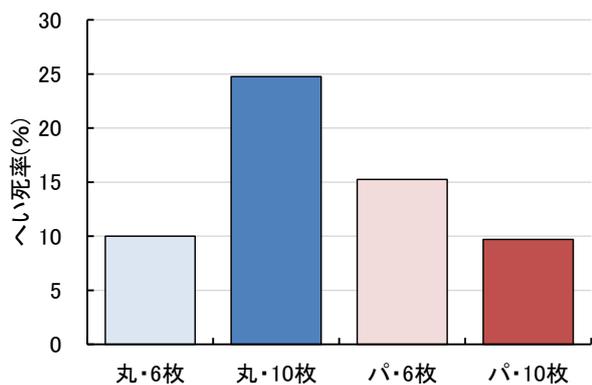


図 20. 最善法の試験終了時の各試験区のへい死率 (久栗坂)

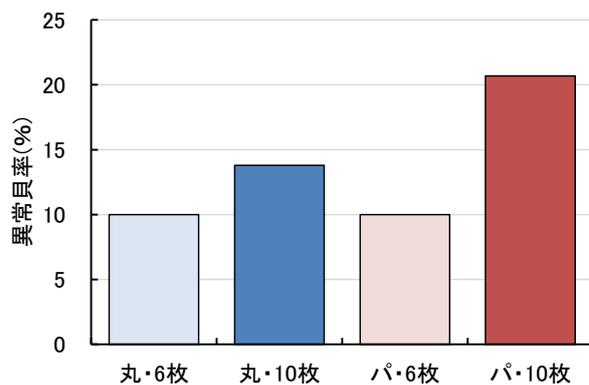


図 21. 最善法の試験終了時の各試験区の異常貝率 (久栗坂)

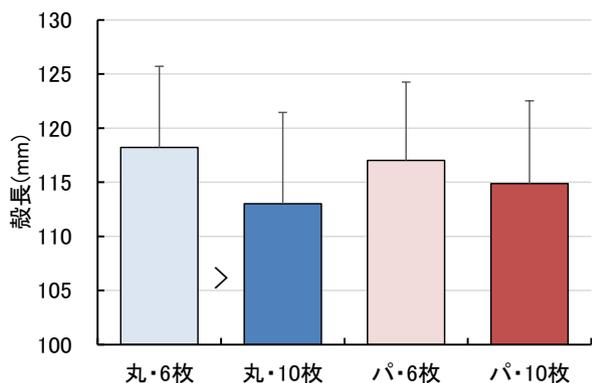


図 22. 最善法の試験終了時の各試験区の殻長 (久栗坂) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の 10 枚区と比べて $p<0.05$ で有意差あり)

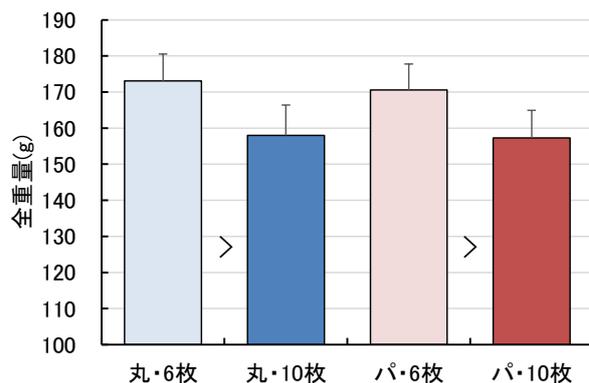


図 23. 最善法の試験終了時の各試験区の全重量 (久栗坂) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の 10 枚区と比べて $p<0.05$ で有意差あり)

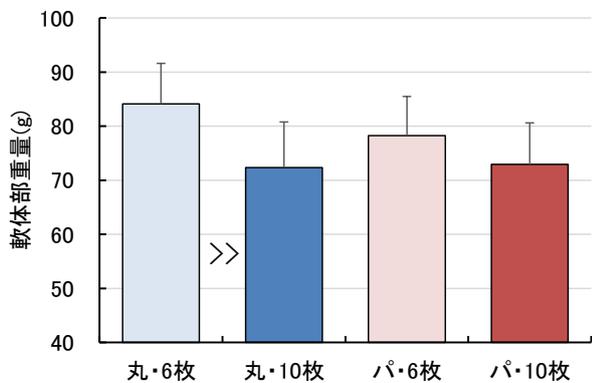


図 24. 最善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量 (久栗坂) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の 10 枚区と比べて $p<0.01$ で有意差あり)

試験終了時における次善法の測定結果を表 12、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図 24～28 に示した。へい死率は、丸・6 枚区が 18.6%、丸・10 枚区が 8.2%、パ・6 枚区が 8.6%、パ・10 枚区が 10.0%、異常貝率は、丸・6 枚区及びパ・10 枚区が 0.0%、丸・10 枚区及びパ・6 枚区が 6.7%と、異常貝率がいずれも低い値を示した。貝の成長は、殻長が丸・6 枚区で 114.3mm、丸・10 枚区で 112.9mm、パ・6 枚区で 112.1mm、パ・10 枚区で 109.2mm、全重量が丸・6 枚区で 155.0g、丸・10 枚区で 149.4g、パ・6 枚区で 149.6g、パ・10 枚区で 136.5g、軟体部重量が丸・6 枚区で 74.8g、丸・10 枚区で 70.9g、パ・6 枚区で 69.4g、パ・10 枚区で 62.7g であった。

同じ収容枚数において養殖籠の種類別に比較を行ったところ、へい死率は、6枚入ではパールネットが丸籠よりも低く、10枚入では概ね同じ値を示し、パールネットが丸籠よりも低い傾向が見られた。異常貝率は、6枚入では丸籠が、10枚入ではパールネットが低く、養殖籠の種類による明確な差は見られなかった。貝の成長は、6枚入では殻長、全重量、軟体部重量いずれも収容枚数による明確な差が見られず、10枚入では丸籠がパールネットよりもよかった。

同じ養殖籠の種類において収容枚数別に比較を行ったところ、へい死率は、丸籠では10枚入が6枚入よりも低く、パールネットでは6枚入が10枚入よりもやや低かった。異常貝率は、丸籠では6枚入が10枚入よりも低いのにに対し、パールネットでは10枚入が6枚入よりも低く、また、いずれの試験区も低い値を示し、収容枚数による明瞭な差は見られなかった。貝の成長は、丸籠では殻長、全重量、軟体部重量いずれも収容枚数による明確な差が見られず、パールネットでは全重量及び軟体部重量において6枚入が10枚入よりも重かった。

次善法と最善法の同じ試験区について比較を行ったところ、へい死率は、丸・6枚区では次善法が最善法よりも高く、丸・10枚区及びパ・6枚区では次善法が最善法よりも低く、パ・10枚区では概ね同じ値を示し、異常貝率は、いずれも次善法が最善法よりも低かった(表11、12、図20、21、24、25)。貝の成長は、丸籠では全重量及び軟体部重量において次善法が最善法よりも成長が悪く、パールネットではいずれも次善法が最善法よりも成長が悪かった(表11、12、図22~24、26~28)。次善法の成長が悪い傾向を示した要因は、2023年夏季異常高水温により次善法の試験開始が遅れたこと、2023年春に入替作業を行った最善法と比較すると、付着物が多く付着していたことにより、最善法よりも成長が阻害されていたためと考えられた。

これらのことから、西湾では前述の奥内のように2023年夏季異常高水温の影響により試験区毎の成育状況の特性を適正に判断することが困難であった地区があったものの、養殖施設の幹綱をより深く沈めることで高水温の影響を低減させ、へい死率を軽減できる可能性が考えられたほか、次善法かつパールネットを用いて収容枚数を少なくすることでも成長の良い成貝を生産できることが示唆された。

表 12. 次善法の試験終了時におけるホタテガイ測定結果(久栗坂)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年5月28日	丸・6枚	18.6	0.0	114.3	9.0	155.0	26.0	74.8	15.1
	丸・10枚	8.2	6.7	112.9	5.9	149.4	16.8	70.9	10.7
	パ・6枚	8.6	6.7	112.1	6.0	146.6	17.9	69.4	10.8
	パ・10枚	10.0	0.0	109.2	7.2	136.5	19.8	62.7	10.9

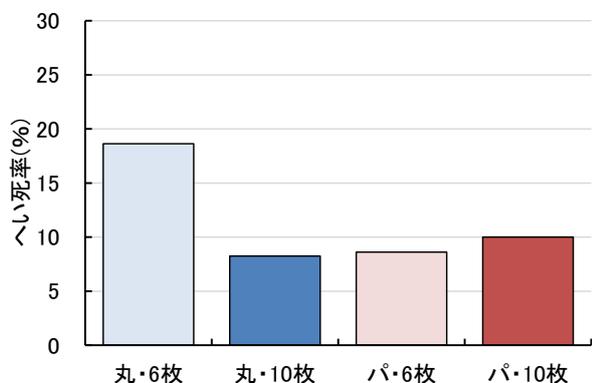


図 24. 次善法の試験終了時の各試験区のへい死率(久栗坂)

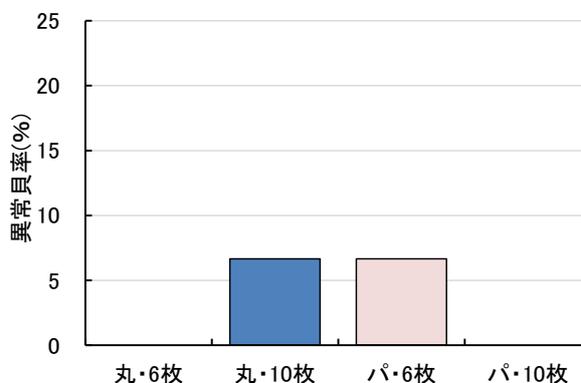


図 25. 次善法の試験終了時の各試験区の異常貝率(久栗坂)

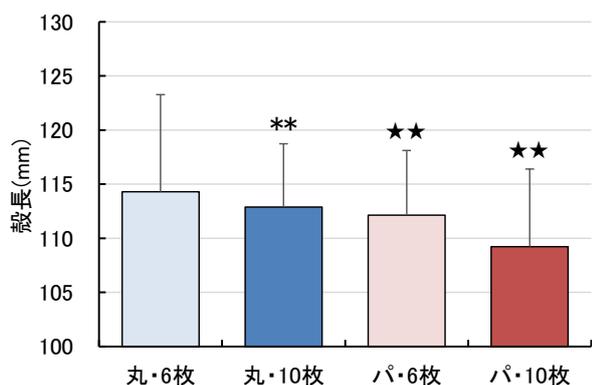


図 26. 次善法の試験終了時の各試験区の殻長(久栗坂) (バーは標準偏差、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

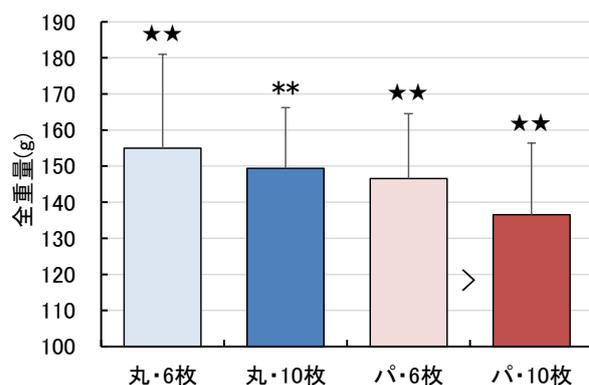


図 27. 次善法の試験終了時の各試験区の全重量(久栗坂) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

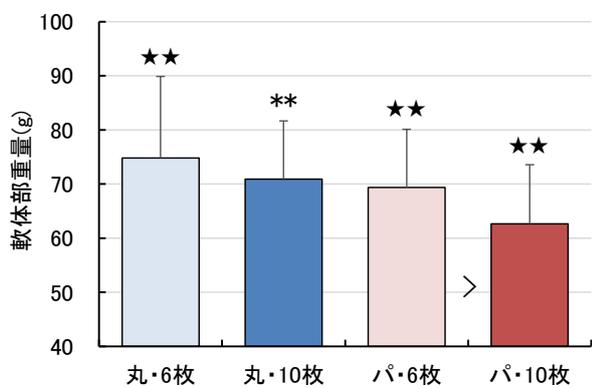


図 28. 次善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量(久栗坂) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

3. 野辺地

(1) 養殖施設の構造及び養殖作業工程

各養殖施設の構造を表 13 に、稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程を表 14 に、耳吊りの養殖作業工程を表 15 に示した。

表 13. 養殖施設の構造(野辺地)

漁場水深 (m)	幹綱深度 (m)	幹綱長 (m)	錨綱長 (m)	アンカー		土俵	調整玉		
				重量 (kg)	片側個数 (丁)		サイズ	個数 (個)	箇所数 (箇所)
22.2	6	150	40	80	1	無	尺3+尺1	1+1	2
							尺2	1	1

表 14. 稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程(野辺地)

養殖作業	実施年月日	収容枚数 (枚/段)	選別時の 目合	パールネット	錘
稚貝採取	2022年8月2日	80	2分	目合2分、10段、ラッセル	鉛100匁
稚貝分散	2022年10月20日	15	4分	目合3分、10段、ラッセル	鉛100匁

表 15. 耳吊りの養殖作業工程(野辺地)

養殖作業	実施年月日	選別時の 目合	吊り数(1連当り)		ロープ長	段の 間隔
			段数	貝の枚数		
耳吊り	2023年4月4日	6cm	80	160	9m52cm	12cm

(2) 試験開始時(春季籠替え時)

試験開始時における養殖籠の試験区用の貝の測定結果を表 16 に示した。異常貝率は 10.0%、殻長は 84.1 mm、全重量は 61.1g、軟体部重量は 26.4g だった。

表 16. 試験開始時における養殖籠の試験区用のホタテガイ測定結果(野辺地)

測定年月日	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年6月14日	-	10.0	84.1	5.6	61.1	8.9	26.4	3.9

※へい死率:パールネットから取り出し、生貝選別後の貝を使用したため未測定

(3) 試験期間中の水温

試験期間中における養殖施設の水温を図 29 に示した。水温は、試験開始時の 2023 年 6 月 14 日では 15.4℃であったが、徐々に上昇し、2023 年 7 月 7 日に 1、2 年貝の成長が停止する 20℃を上回り、8 月 28 日に最高値の 28.1℃に達した。その後、水温は下降し、2022 年 10 月 21 日に 20℃を下回り、2024 年 3 月 10 日に最低値の 4.2℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2024 年 8 月 2 日では 24.4℃であった。



図 29. 試験期間中の水温の推移(野辺地)

(4) 試験期間中の流向流速

試験期間中における養殖施設周辺の流向流速を図 30 に示した。流向は、2023 年 6、7、9 月、2024 年 4～8 月では西向き(南西～北西間)の出現頻度が全体の約 4～8 割、2023 年 8、10 月、2023 年 12 月～2024 年 3 月のほぼ冬季にかけて東向き(北東～南東間)の出現頻度が全体の約 4 割を占め、最も多かった。流速は、局所的に 0.2m/s 以上の流れが確認されたものの、概ね 0.1m/s 未満の緩やかな流れで推移していた。

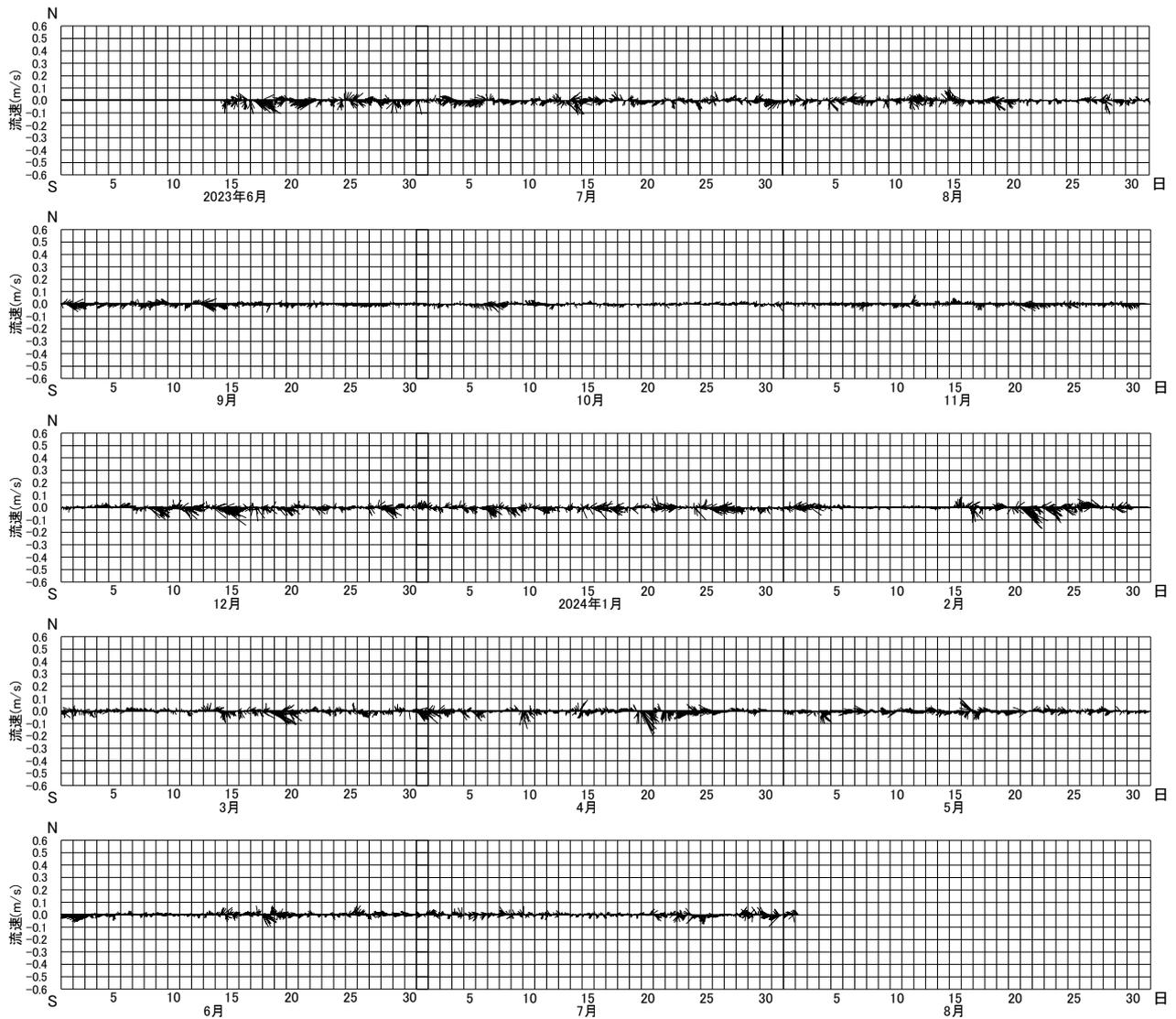


図 30. 試験期間中の流向流速の推移(野辺地)

(5) 試験期間中における養殖施設の幹綱の鉛直方向の加速度

試験期間中における養殖施設の鉛直方向の加速度の推移を図 31、各地点の幹綱鉛直方向の加速度 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の絶対値の出現頻度を図 32 に示した。加速度は、 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の出現頻度が全体の 23.0%を占め、また、他の地点と比較したところ、 $\pm 0.5 \text{ m/s}^2$ 以上、 $\pm 1 \text{ m/s}^2$ 以上のより絶対値の大きな加速度の出現頻度も多かった(図 32)。このことから、養殖施設は、波浪により鉛直方向の振動が断続的に発生していたと考えられた。

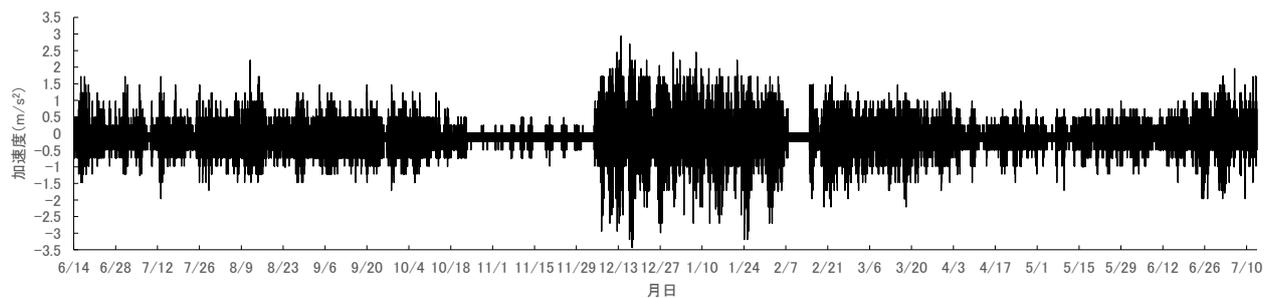


図 31. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(野辺地)

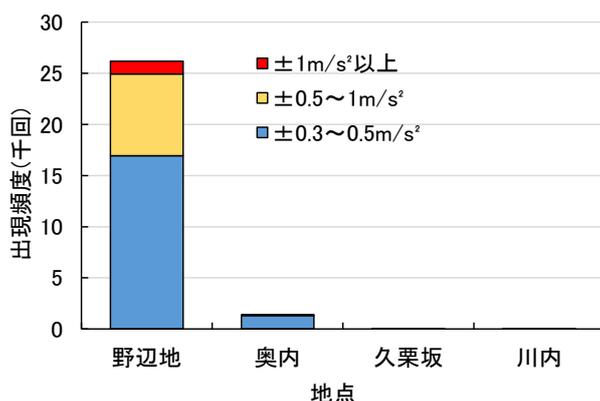


図 32. 各地点の幹綱鉛直方向の加速度 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の絶対値の出現頻度

(6) 秋季籠替え時

2023年12月の秋季籠替え時における測定結果を表17、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図33~37に示した。へい死率は、丸・6枚区が98.9%、丸・10枚区が100%、パ・6枚区が97.8%、パ・10枚区が99.7%、耳吊り区が78.7%、異常貝率は、丸・6枚区が100%、パ・6枚区が25.0%、パ・10枚区が100%、耳吊り区が15.4%と、耳吊り区が養殖籠の試験区よりも低い値を示したものの、へい死率、異常貝ともに全試験区で高い値を示した。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で85.5mm、パ・6枚区で86.3mm、パ・10枚区で86.8mm、耳吊り区で89.0mm、全重量が丸・6枚区で66.1g、パ・6枚区で72.8g、パ・10枚区で72.7g、耳吊り区で79.9g、軟体部重量が丸・6枚区で21.6g、パ・6枚区で21.8g、パ・10枚区で27.7g、耳吊り区で28.0gであった。へい死率及び異常貝率がいずれの試験区も高かった要因は、幹綱深度が6mと浅く(表13)、試験期間中、養殖施設が他の地点よりも断続的に振動しており(図30、31)、養殖籠内の貝同士のぶつかり合いやかみ合わせ等が起こりやすく、さらに、2023年夏季の異常高水温の影響を強く受け、夏季にダメージが大きくなりやすかったためと考えられた。

表 17. 秋季籠替え時におけるホタテガイ測定結果(野辺地)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年12月5日	丸・6枚	98.9	100	85.5	2.5	66.1	11.0	21.6	6.7
	丸・10枚	100	-	-	-	-	-	-	-
	パ・6枚	97.8	25.0	86.3	5.6	72.8	7.1	21.8	4.9
	パ・10枚	99.7	100	86.8	-	72.7	-	27.7	-
	耳吊り	78.7	15.4	89.0	4.9	79.9	11.4	28.0	8.4

※丸・10枚は生貝がないため、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量のデータなし、パ・6枚は生貝が1個体のため、標準偏差が未計算

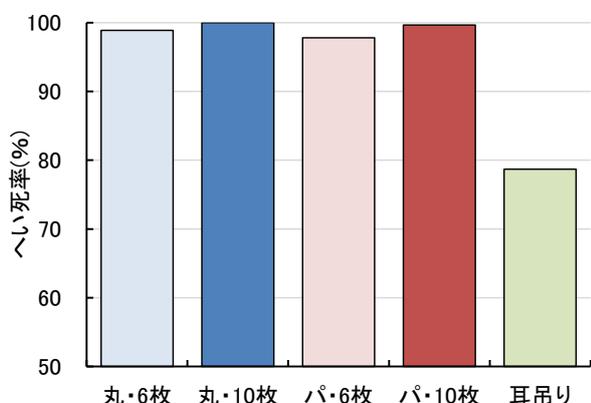


図 33. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率(野辺地)

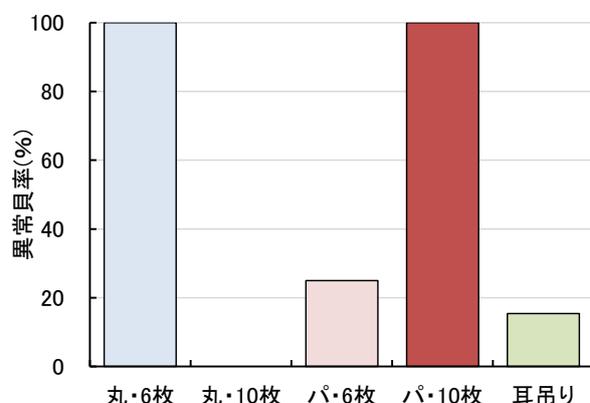


図 34. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率(野辺地)

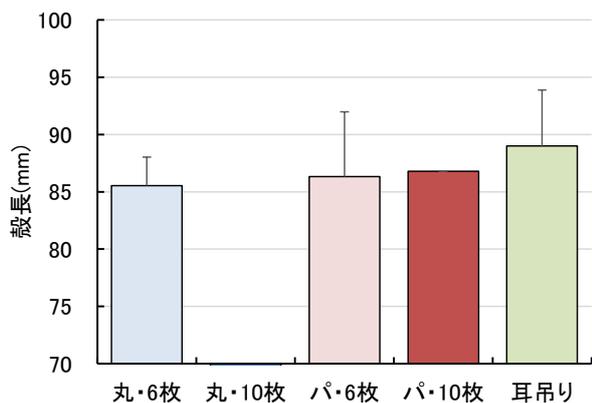


図 35. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(野辺地)
(バーは標準偏差)

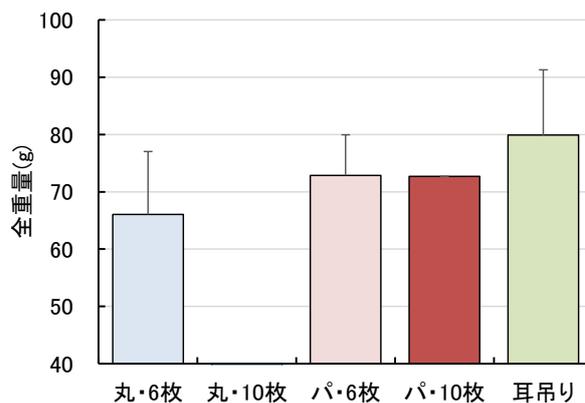


図 36. 秋季籠替え時の各試験区の全重量(野辺地)
(バーは標準偏差)

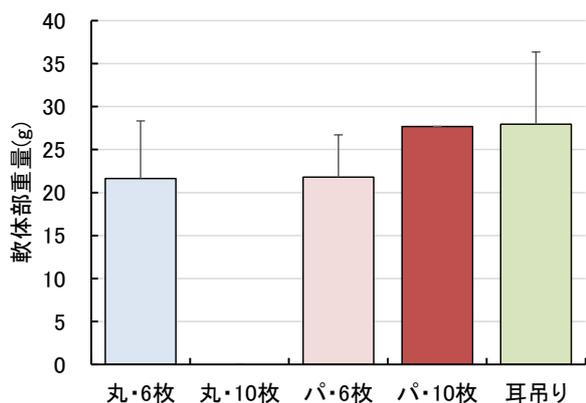


図 37. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(野辺地)
(バーは標準偏差)

(7) 試験終了時

試験終了時における測定結果を表 18 に示した。耳吊り区のへい死率は 93.7%と、高い値を示した。異常貝はなかった。耳吊り区の貝の成長は、殻長が 105.1mm、全重量が 134.5g、軟体部重量が 52.1g であった。

本試験では、2023 年夏季異常高水温の影響により試験区毎の育成状況の特性を適正に判断することが困難であったものの、養殖施設の幹綱をより深く沈めることで高水温の影響を低減させ、へい死率を軽減できる可能性が考えられた。

表 18. 試験終了時におけるホタテガイ測定結果(野辺地)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年8月2日	耳吊り	93.7	0.0	105.1	4.0	134.5	16.3	52.1	7.0

4. 川内

(1) 養殖施設の構造及び養殖作業工程

各養殖施設の構造を表 19 に、稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程を表 20 に示した。

表 19. 養殖施設の構造(川内)

漁場水深 (m)	幹綱深度 (m)	幹綱長 (m)	錨綱長 (m)	アンカー		土俵	調整玉		
				重量 (kg)	片側個数 (丁)		サイズ	個数 (個)	箇所数 (箇所)
33	15 (23)*	200	100	90	1	40kg・4箇所	尺3	1	2

*: 2023年6月2日～10月24日の深度

表 20. 稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程(川内)

養殖作業	実施年月日	収容枚数 (枚/段)	選別時の 目合	パールネット	錘
稚貝採取	2022年8月8日	50	2.0分	目合2分、10段、ラッセル	コンクリ錘1kg
稚貝分散	2022年10月14日	15 (10)	6分	目合3分、10段、ラッセル	コンクリ錘1kg

※稚貝分散の収容枚数:上段が最善法、下段が次善法

(2) 最善法の試験開始時(春季籠替え時)

最善法の試験開始時における測定結果を表 21 に示した。へい死及び異常貝はなく、殻長は 81.9 mm、全重量は 48.5g、軟体部重量は 18.7g だった。

表 21. 最善法の試験開始時におけるホタテガイ測定結果(川内)

測定年月日	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2023年6月2日	0.0	0.0	81.9	4.6	48.5	7.4	18.7	3.4

(3) 試験期間中の水温

試験期間中における養殖施設の水温を図 38 に示した。水温は、試験開始時の 2023 年 6 月 2 日では 10.2℃であったが、徐々に上昇し、2023 年 7 月 29 日に 1、2 年貝の成長が停止する 20℃を上回り、9 月 19 日に最高値の 25.2℃に達した。その後、水温は下降し、2023 年 10 月 22 日に 20℃を下回り、2023 年 3 月 10 日に最低値の 4.3℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2024 年 6 月 6 日では 13.3℃であった。

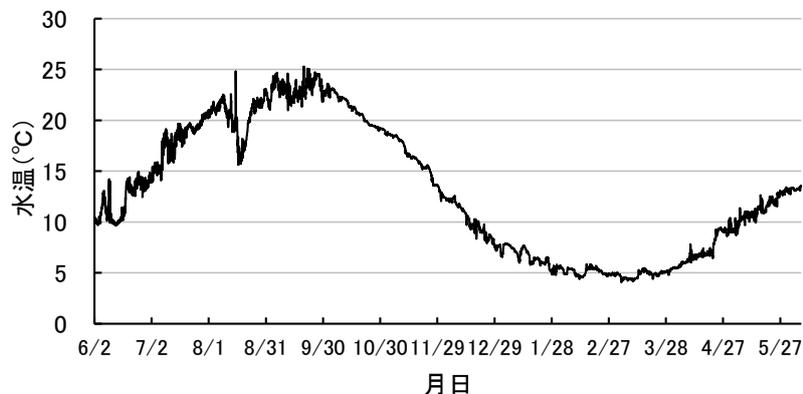


図 38. 試験期間中の水温の推移(川内)

(4) 試験期間中の流向流速

試験期間中における養殖施設周辺の流向流速を図 39、各地区の流速別の出現頻度を表 22 に示した。流向は、2023 年 6~9 月、11 月では西向き(南西~北西間)の出現頻度が全体の約 4~5 割、2023 年 10 月、2024 年 2~6 月では東向き(北東~南東間)の出現頻度が全体の約 3~5 割を占め、最も多かった。流速は、他の地区と比較して 0.15m/s 以上の流れが多く出現し、当地区のみ 0.3m/s 以上の流れも観測された(表 22)。このことから、養殖施設に垂下した養殖籠が潮流により断続的に動揺していたと考えられた。

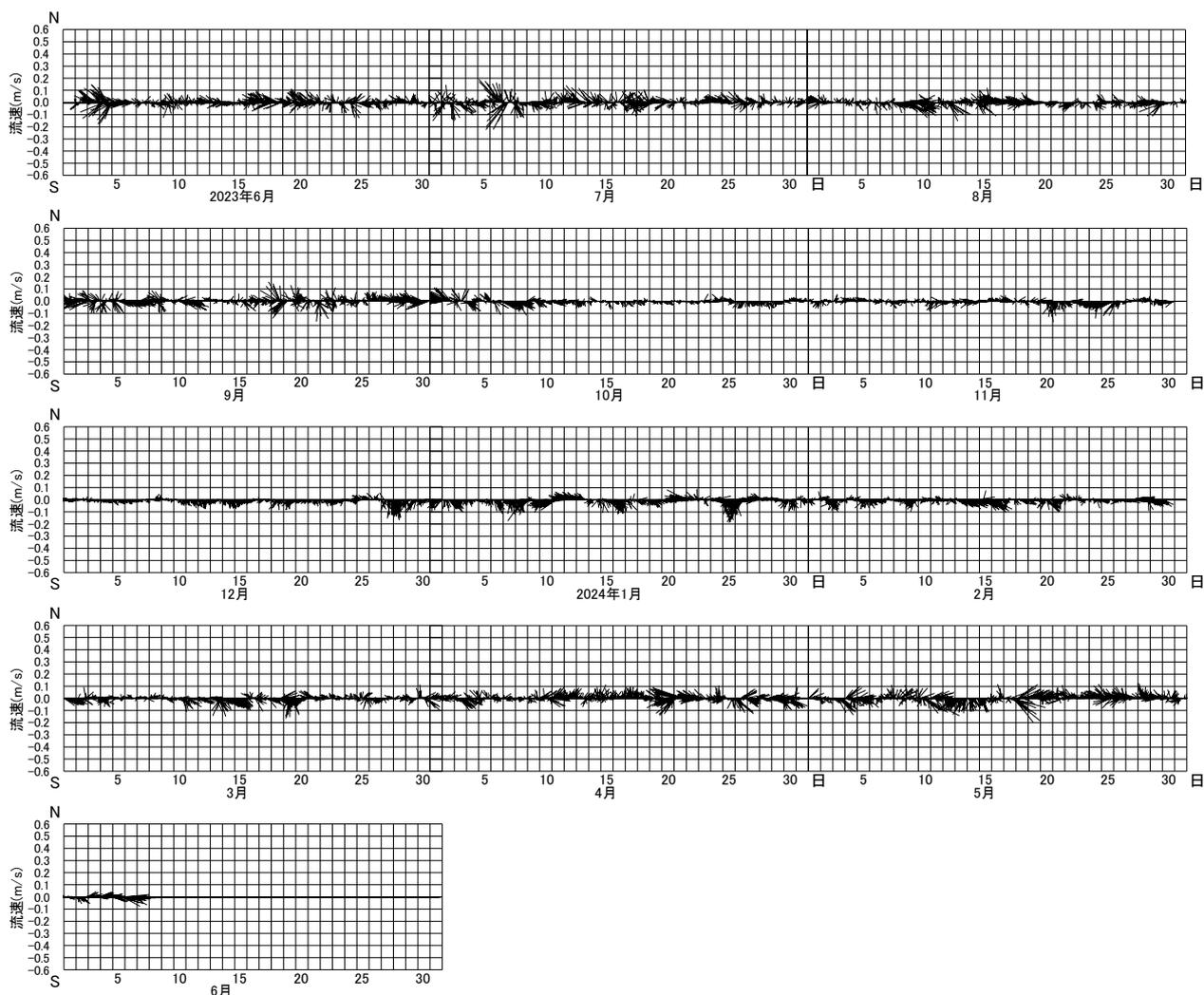


図 39. 試験期間中の流向流速の推移(川内)

表 22. 試験期間中における各地区の流速別の出現頻度

流速	地区			
	奥内	久栗坂	野辺地	川内
0.05m/s未満	7,026	5,162	7,139	4,013
0.05m/s～0.1m/s	1,447	2,965	2,388	3,223
0.1m/s～0.15m/s	262	635	366	1,306
0.15m/s～0.2m/s	38	74	51	303
0.2m/s～0.25m/s	7	14	11	51
0.25m/s～0.3m/s	4	6	0	7
0.3m/s以上	0	0	0	1

(5) 試験期間中における養殖施設の幹綱の鉛直方向の加速度

試験期間中における養殖施設の鉛直方向の加速度の推移を図 40 に示した。加速度は、局所的に最大、最小の絶対値が大きい値を示しているものの、 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の出現頻度が全体の 0.02% であり、概ね加速度の変動が小さかった。このことから、試験期間中の養殖施設は、波浪による振動が少なく、安定していたと考えられた。

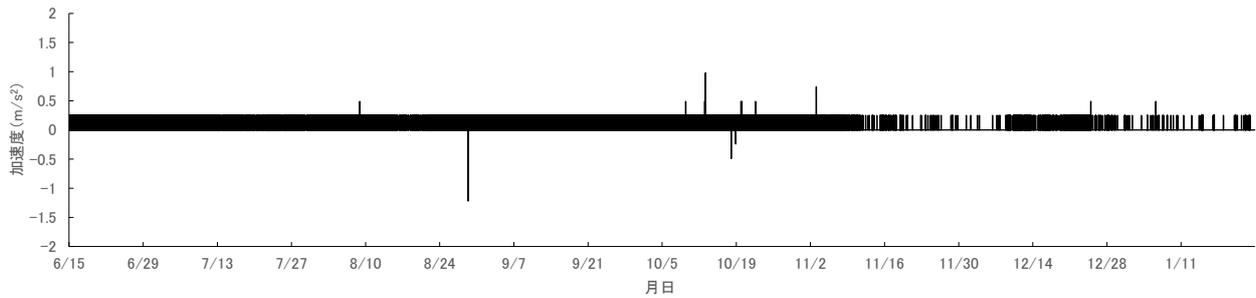


図 40. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移 (川内)

(6) 最善法の秋季籠替え時及び次善法の試験開始時

2024 年 1 月の最善法の秋季籠替え時における測定結果を表 23、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図 41～45 に示した。へい死率は、丸・6 枚区が 19.0%、丸・10 枚区が 17.9%、パ・6 枚区が 3.3%、パ・10 枚区が 10.0%であった。異常貝率は、丸・6 枚区が 6.7%、丸・10 枚区が 3.3%、パ・6 枚区が 3.3%、パ・10 枚区が 0.0%と、いずれの試験区も低かった。貝の成長は、殻長が丸・6 枚区及び丸・10 枚区で 94.5mm、パ・6 枚区で 97.5mm、パ・10 枚区で 97.7mm、全重量が丸・6 枚区で 91.5g、丸・10 枚区で 91.4g、パ・6 枚区で 99.6g、パ・10 枚区で 94.2g、軟体部重量が丸・6 枚区で 29.3g、丸・10 枚区で 29.8g、パ・6 枚区で 34.3g、パ・10 枚区で 32.4g であった。

同じ収容枚数において養殖籠の種類別に比較を行ったところ、へい死率は、いずれもパールネットが丸籠よりも低く、異常貝率は、いずれも明確な差は見られなかった。貝の成長は、6 枚入では殻長、全重量、軟体部重量いずれもパールネットが丸籠よりも成長がよく、10 枚入では殻長においてパールネットが丸籠よりも大きかった。

同じ養殖籠の種類において収容枚数別に比較を行ったところ、へい死率は、丸籠では概ね同じ値を示し、パールネットでは 6 枚入が 10 枚入よりも低かった。異常貝率は、いずれも低い値を示し、明確な差は見られなかった。貝の成長は、殻長、全重量、軟体部重量いずれも明確な差は見られなかった。

表 23. 秋季籠替え時におけるホタテガイ測定結果 (川内)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年1月31日	丸・6枚	19.0	6.7	94.5	4.5	91.5	13.8	29.3	5.7
	丸・10枚	17.9	3.3	94.5	4.2	91.4	10.0	29.8	4.3
	パ・6枚	3.3	3.3	97.5	4.4	99.6	9.6	34.3	5.1
	パ・10枚	10.0	0.0	97.7	5.7	94.2	15.2	32.4	6.6

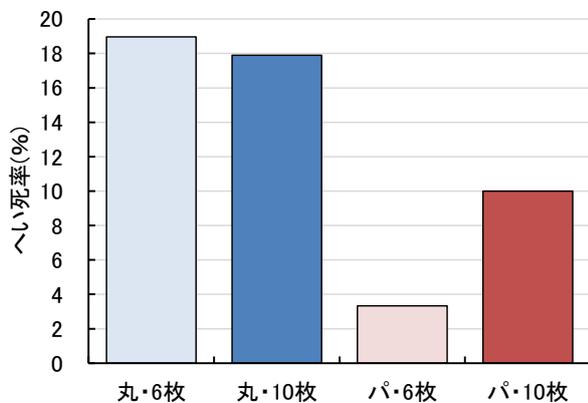


図 41. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率 (川内)

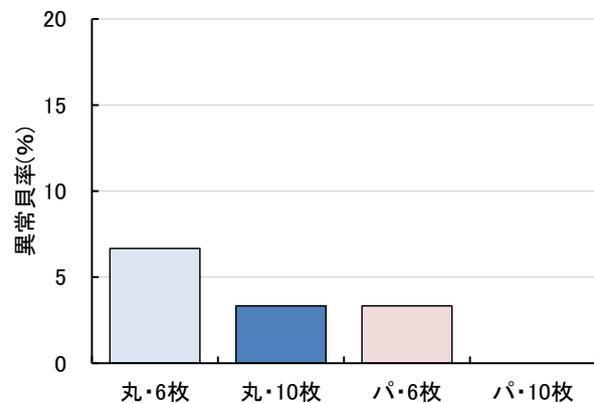


図 42. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率 (川内)

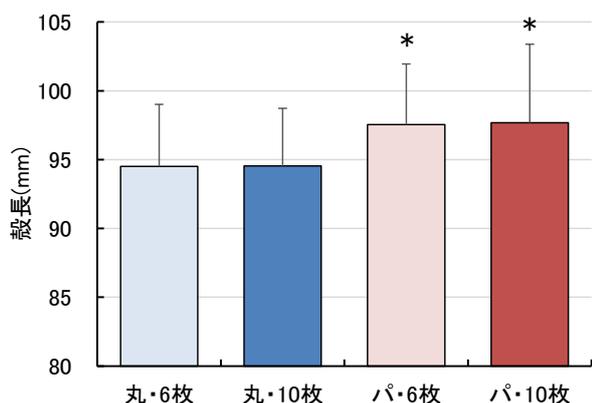


図 43. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(川内) (バーは標準偏差*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ で有意差あり)

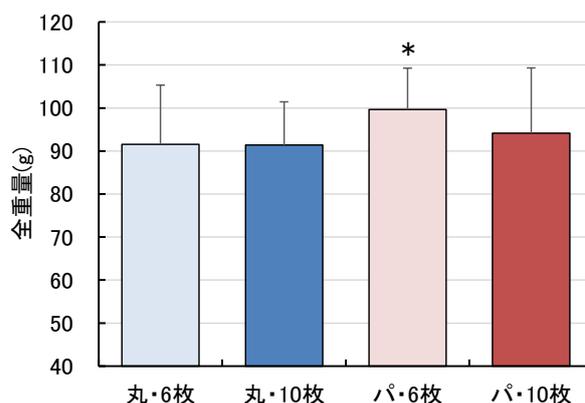


図 44. 秋季籠替え時の各試験区の全重量(川内) (バーは標準偏差、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ で有意差あり)

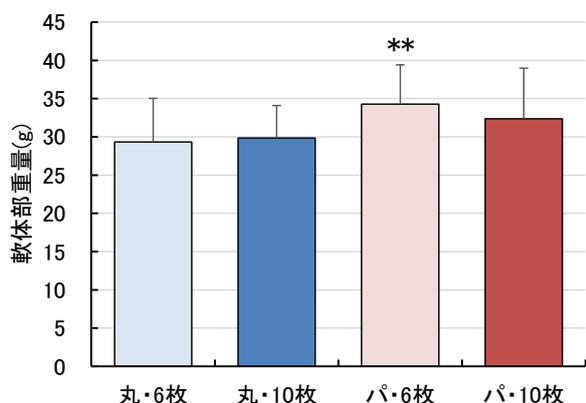


図 45. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(川内) (バーは標準偏差、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

2024年1月の次善法の試験開始時における測定結果を表24に示した。へい死率は7.5%、異常貝率は3.3%、殻長は95.8mm、全重量は93.8g、軟体部重量は35.4gだった。

表 24. 次善法の試験開始時におけるホタテガイ測定結果(川内)

測定年月日	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年1月31日	7.5	3.3	95.8	4.8	93.8	12.7	35.4	6.4

(7) 試験終了時

試験終了時における最善法の測定結果を表25、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図46～50に示した。へい死率は、丸・6枚区が18.3%、丸・10枚区が44.9%、パ・6枚区が13.6%、パ・10枚区が17.0%と、丸・10枚区が高い値を示した。異常貝率は、丸・6枚区及びパ・6枚区が3.3%、丸・10枚区が10.3%、パ・10枚区が6.7%と、丸・10枚区がやや高かった。丸・10枚区が高いへい死率を示した要因は、異常貝率が高いことから、他の試験区よりも籠内において貝同士のおつかり合いやかみ合わせが起りやすい状況であったためと考えられた。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で104.2mm、丸・10枚区で100.1mm、パ・6枚区で107.4mm、パ・10枚区で102.6mm、全重量が丸・6枚区で125.5g、丸・10枚区で113.9g、パ・6枚区で137.5g、パ・10枚区で118.5g、軟体部重量が丸・6枚区で53.3g、丸・10枚区で48.1g、パ・6枚区で59.6g、パ・10枚区で51.0gであった。

同じ収容枚数において養殖籠の種類別に比較を行ったところ、へい死率は、6枚入ではパールネットが

丸籠よりもやや低く、10枚入ではパールネットが丸籠よりも低かった。異常貝率は、6枚入では明確な差が見られず、10枚入ではパールネットが丸籠よりも低かった。貝の成長は、6枚入では殻長及び全重量においてパールネットが丸籠よりも大きく、10枚入では明確な差は見られなかった。

同じ養殖籠の種類において収容枚数別に比較を行ったところ、へい死率は、丸籠では6枚入が10枚入よりも低く、パールネットでは概ね同じ値を示し、異常貝率は、いずれも6枚入が10枚入よりも低かった。貝の成長は、殻長、全重量、軟体部重量いずれも6枚入が10枚入よりも良かった。

表 25. 最善法の試験終了時におけるホタテガイ測定結果(川内)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年6月6日	丸・6枚	18.3	3.3	104.2	6.0	125.5	15.4	55.3	8.7
	丸・10枚	44.9	10.3	100.1	4.5	113.9	14.8	48.1	9.3
	パ・6枚	13.6	3.3	107.4	6.1	137.5	18.8	59.6	9.1
	パ・10枚	17.0	6.7	102.6	6.3	118.5	19.7	51.0	13.1

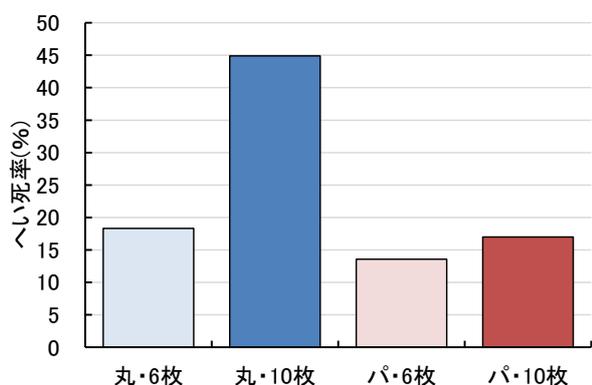


図 46. 最善法の試験終了時の各試験区のへい死率(川内)

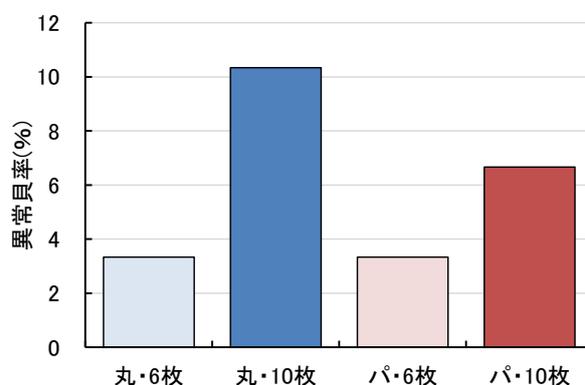


図 47. 最善法の試験終了時の各試験区の異常貝率(川内)

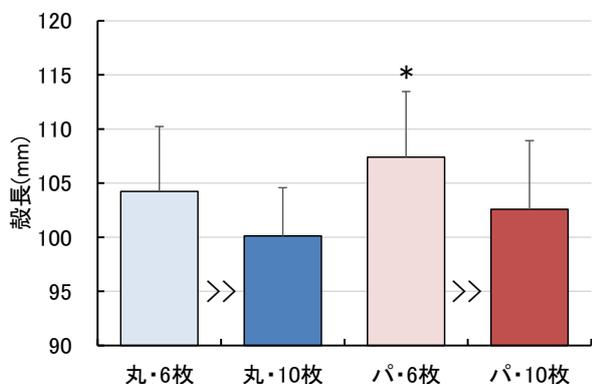


図 48. 最善法の試験終了時の各試験区の殻長(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ で有意差あり)

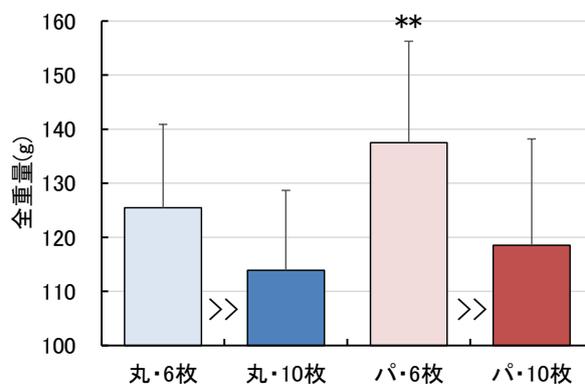


図 49. 最善法の試験終了時の各試験区の全重量(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

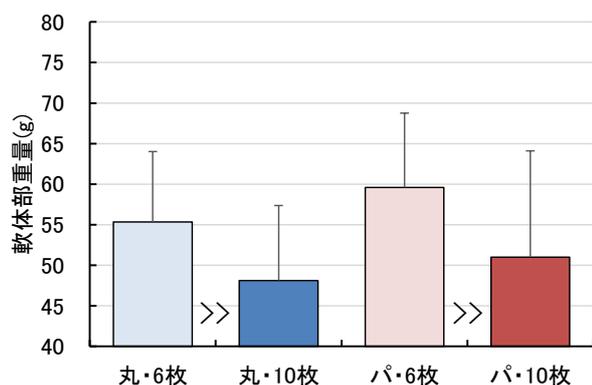


図 50. 最善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

試験終了時における次善法の測定結果を表 26、各試験区のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図 51～55 に示した。へい死率は、丸・6枚区が 7.3%、丸・10枚区が 5.9%、パ・6枚区が 8.3%、パ・10枚区が 7.9%といずれも低い値を示し、異常貝は、全試験区で確認されなかった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で 112.0mm、丸・10枚区で 110.5mm、パ・6枚区で 111.3mm、パ・10枚区で 107.6mm、全重量が丸・6枚区で 145.2g、丸・10枚区で 140.0g、パ・6枚区で 140.9g、パ・10枚区で 134.5g、軟体部重量が丸・6枚区で 68.7g、丸・10枚区で 64.0g、パ・6枚区で 65.4g、パ・10枚区で 61.1g であった。

同じ収容枚数において養殖籠の種類別に比較を行ったところ、へい死率は、いずれも丸籠がパールネットよりもやや低かったものの、低い値を示しており、養殖籠の種類による明確な差は見られなかった。異常貝は、いずれも確認されず、養殖籠の種類による差は見られなかった。貝の成長は、殻長、全重量、軟体部重量いずれも養殖籠の種類による明確な差は見られなかった。

同じ養殖籠の種類において収容枚数別に比較を行ったところ、へい死率は、いずれも 10 枚入が 6 枚入よりもやや低かったものの、いずれの試験区も低い値を示し、収容枚数による明瞭な差は見られなかった。異常貝は、養殖籠の種類による明確な差は見られなかった。貝の成長は、丸籠では殻長、全重量、軟体部重量いずれも収容枚数による明確な差が見られず、パールネットでは殻長及び全重量において 6 枚入が 10 枚入よりも大きい値を示した。

次善法と最善法の同じ試験区について比較を行ったところ、へい死率及び異常貝率いずれも、各試験区において次善法が最善法よりも低かった(表 25、26、図 46、47、51、52)。貝の成長は、丸籠では殻長、全重量、軟体部重量いずれも次善法が最善法よりも成長が良く、パールネットでは全重量を除き、次善法が最善法よりも成長が良かった(表 25、26、図 48～50、53～55)。

これらのことから、前述の西湾と同様に東湾でも野辺地のように 2023 年夏季異常高水温の影響により試験区毎の成育状況の特性を適正に判断することが困難であった地区があったものの、養殖施設の幹綱をより深く沈めることで高水温の影響を低減させ、へい死率を軽減できる可能性が考えられたとともに、次善法かつパールネットを用いて収容枚数を少なくすることで成長の良い成貝を生産できることが示唆された。

表 26. 次善法の試験終了時におけるホタテガイ測定結果(川内)

測定年月日	試験区	へい死率 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
2024年6月6日	丸・6枚	7.3	0.0	112.0	5.3	145.2	15.9	68.7	9.7
	丸・10枚	5.9	0.0	110.5	5.9	140.0	18.0	64.0	9.8
	パ・6枚	8.3	0.0	111.3	5.3	140.9	15.3	65.4	8.7
	パ・10枚	7.9	0.0	107.6	6.2	134.5	17.3	61.1	9.3

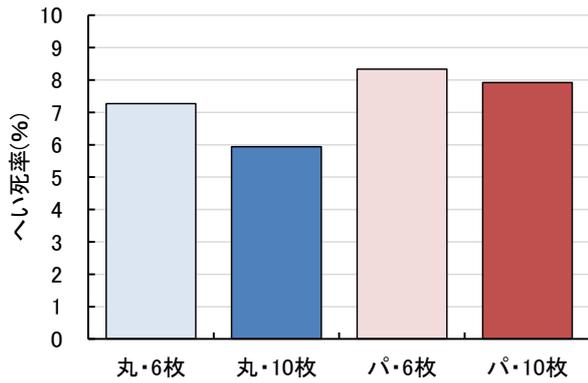


図 51. 次善法の試験終了時の各試験区のへい死率 (川内)

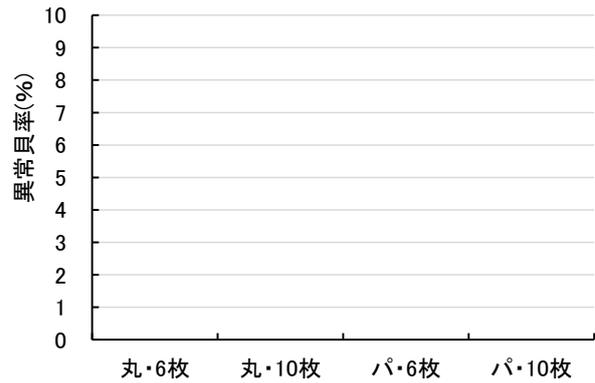


図 52. 次善法の試験終了時の各試験区の異常貝率 (川内)

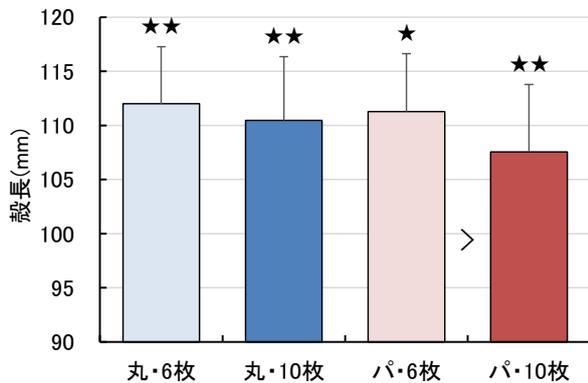


図 53. 次善法の試験終了時の各試験区の殻長 (川内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.05$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

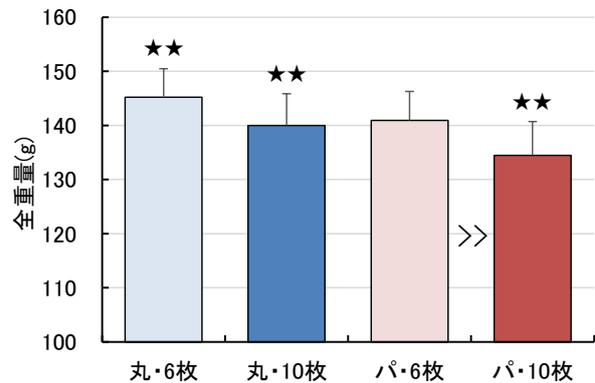


図 54. 次善法の試験終了時の各試験区の全重量 (川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.05$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

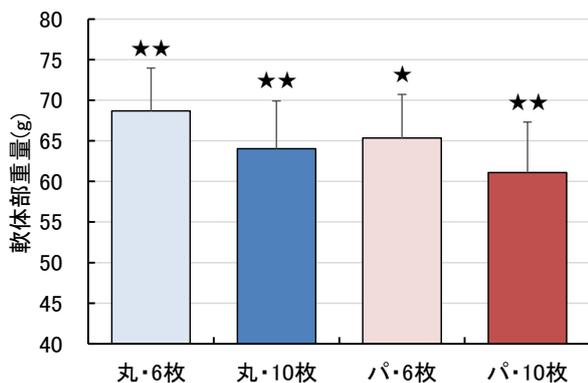


図 55. 次善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量 (川内) (バーは標準偏差、★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.05$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

5. まとめ

本試験の結果から、2023年夏季異常高水温の影響により試験区毎の育成状況の特性を適正に判断することが困難であった地区があったものの、次善法による成貝養殖が有効であり、1年貝(新貝)の秋季籠替え時に収容枚数を少なくし、パールネットを用いることで成長の良い2年貝(成貝)を作ることができること

が示唆された。また、耳吊りの試験区においても再度養殖籠との比較試験を行い、検討する必要があると考えられた。

一方、成貝養殖を行う際には、稚貝採取時にパールネット1段当たり50～100枚以内を目安に、稚貝分散時にパールネット1段当たり15～20枚以下(最善法)、10枚以下(次善法)を目安に収容し、養殖作業1年目から成貝向けの貝を作成し、育成することが重要であると考えられた。また、夏季の高水温時に養殖施設に垂下した貝をできる限り安静にさせるため、なるべく水深の深い場所の養殖施設に垂下し、夏季には幹網水深をできる限り沈めて水温が低下する秋季までなるべく手をかけないこと、波浪や潮流の影響を少なくするために養殖施設に土俵(立ちきり)を設置することが有効だと考えられた。