

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

2022年5月23日～2023年6月14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2021年産1年貝(以下、1年貝)を使用して試験を行った。なお、野辺地については、漁業者が籠養殖向けにパールネットに収容した1年貝を保有していなかったため、養殖施設に垂下していた耳吊り養殖の1年貝を試験開始直前に耳吊りロープから外して試験に用いた。

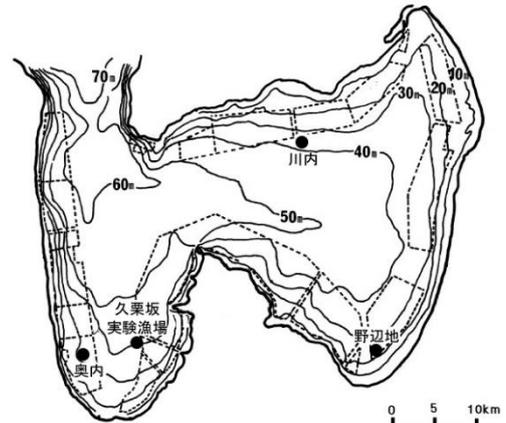


図1. 各試験地点の養殖施設位置図

試験区は、養殖方法をもとに、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、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。さらに、最善法及び次善法において養殖籠の種類及び収容枚数をもとに、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)。各地点の養殖施設の幹網には、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、久栗坂と川内については、最善法と次善法を同じ養殖施設に設定した。

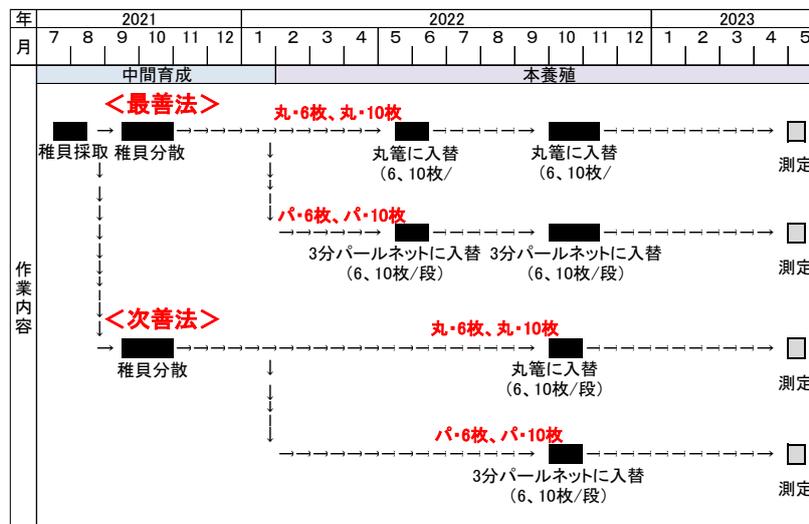


図2. 本試験における養殖作業工程の概略

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(野辺地のみ直前に耳吊り養殖施設から回収した耳吊りロープから1年貝を外し)、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、野辺地ではロープから外した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。

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。また、測定用サンプルとして、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。

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連を回収した。試験区毎に貝を取り出し、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。

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	12 (25)*	100	100	100	1	無	尺1	1	3

*:2022年7月5日~10月20日の深度

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	2021年8月3日	150	2.2分	目合2分、10段、ラッセル	鉛100匁
稚貝分散	2021年10月30日	15	無選別	目合3.5分、10段、蛙又	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0.0%、異常貝率は2.0%、殻長は90.1mm、全重量は61.7g、軟体部重量は27.4g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
2022年6月10日	0.0	2.0	90.1	4.8	61.7	8.7	27.4	4.6

(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 2022 年 6 月 10 日では 13.9℃であったが、徐々に上昇し、2022 年 7 月 20 日に 1、2 年貝の成長が停止する 20℃を上回り、8 月 23 日に最高値の 25.1℃に達した。その後、水温は下降し、2022 年 10 月 17 日に 20℃を下回り、2023 年 2 月 16～18 日に最低値の 4.9℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2023 年 4 月 18 日では 9.8℃であった。

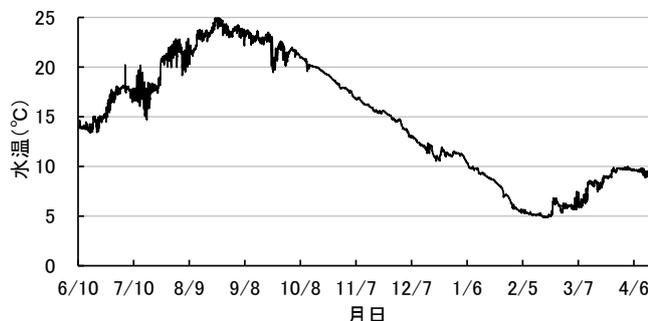


図 3. 試験期間中の水温の推移(奥内)

(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、2022 年 6 月、2023 年 2～4 月を除き、北向き(北西～北東間)の出現頻度が全体の 42.5～58.5%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。

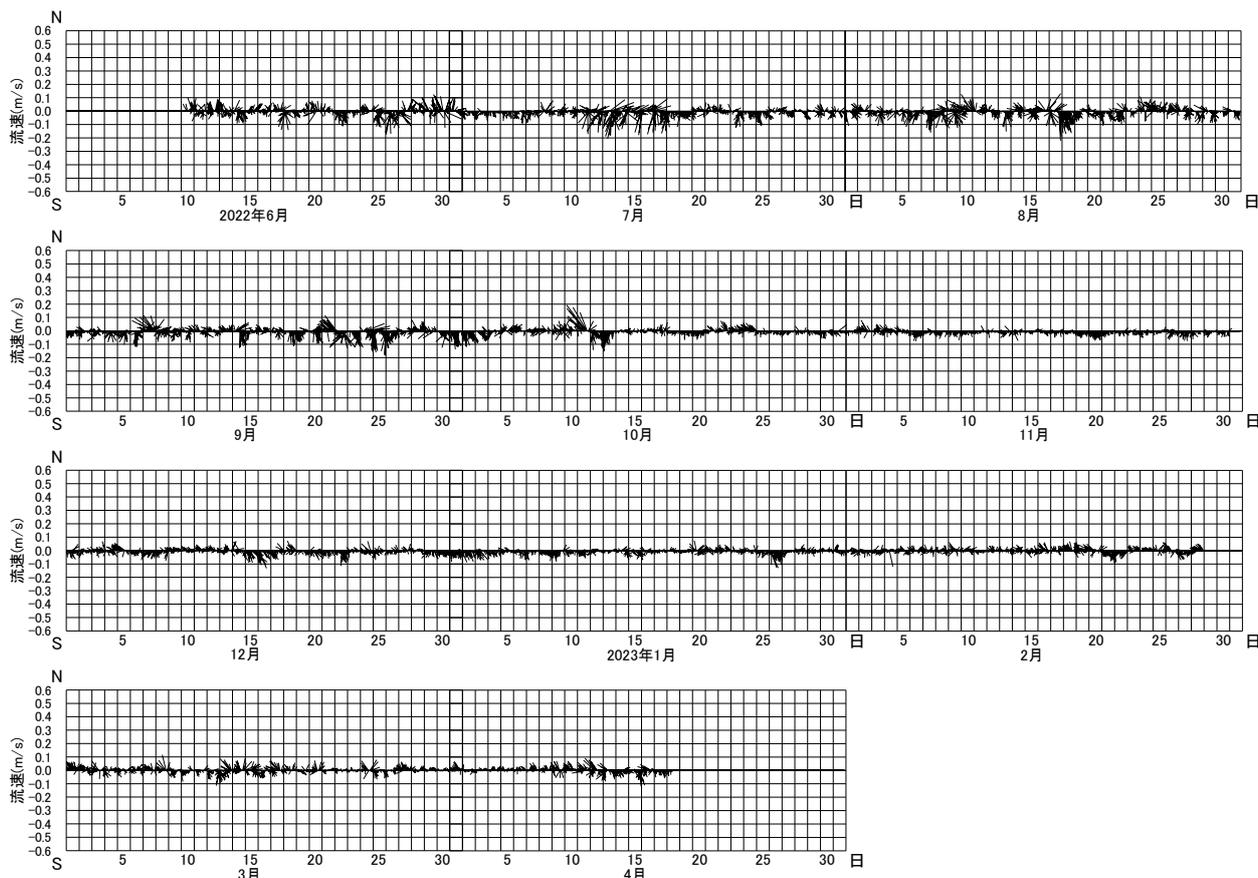


図 4. 試験期間中の流向流速の推移(奥内)

(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0.7%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。

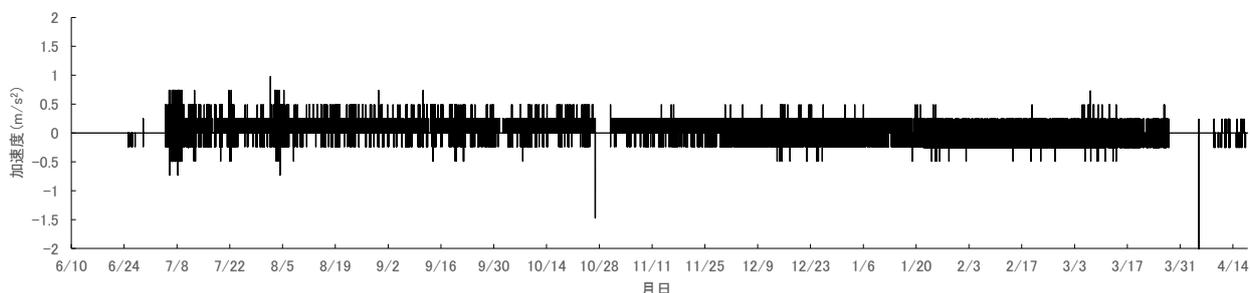


図5. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(奥内)

(6) 秋季籠替え時

2022年10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11.8%、丸・10枚区が6.1%、パ・6枚区が5.7%、パ・10枚区が1.2%、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3.3%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で92.5mm、丸・10枚区で93.2mm、パ・6枚区で94.1mm、パ・10枚区で92.1mm、全重量が丸・6枚区で67.1g、丸・10枚区で68.1g、パ・6枚区で71.7g、パ・10枚区で70.3g、軟体部重量が丸・6枚区で24.6g、丸・10枚区で23.9g、パ・6枚区及びパ・10枚区で24.4g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、いずれの試験区も低く、養殖籠の種類による明確な差は見られなかった。また、貝の成長も同様に、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枚入れよりも低かった。異常貝率は、いずれの試験区も低く、収容枚数による明確な差は見られなかった。貝の成長は、いずれも収容枚数による明確な差は見られなかった。

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
2022年10月27日	丸・6枚	11.8	0.0	92.5	3.6	67.1	10.4	24.6	5.9
	丸・10枚	6.1	3.3	93.2	3.2	68.1	7.6	23.9	4.5
	パ・6枚	5.7	3.3	94.1	5.0	71.7	12.3	24.4	6.2
	パ・10枚	1.2	0.0	92.1	4.6	70.3	11.1	24.4	5.6

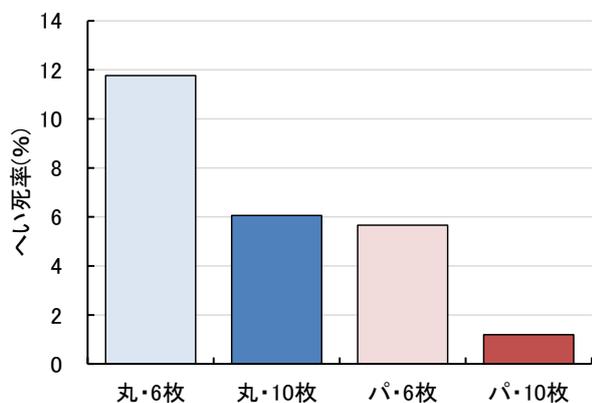


図6. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率(奥内)

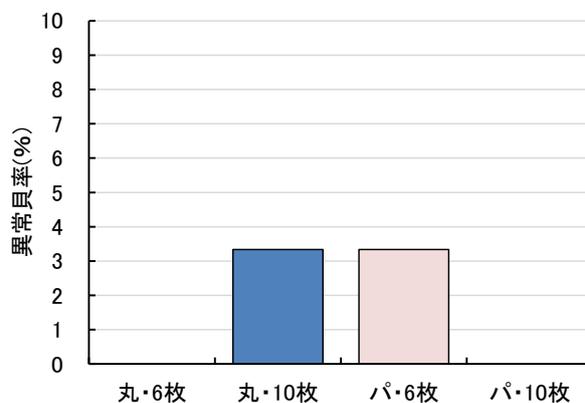


図7. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率(奥内)

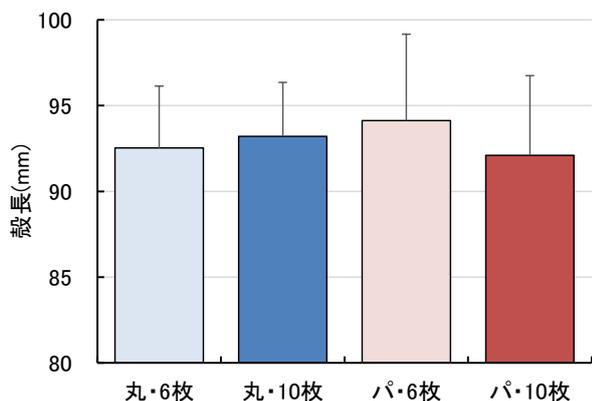


図 8. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(奥内) (バーは標準偏差)

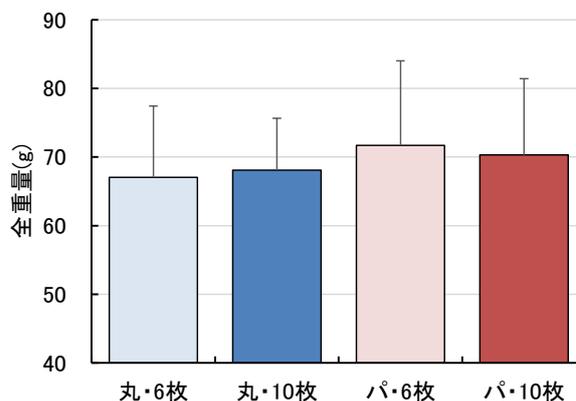


図 9. 秋季籠替え時の各試験区の全重量(奥内) (バーは標準偏差)

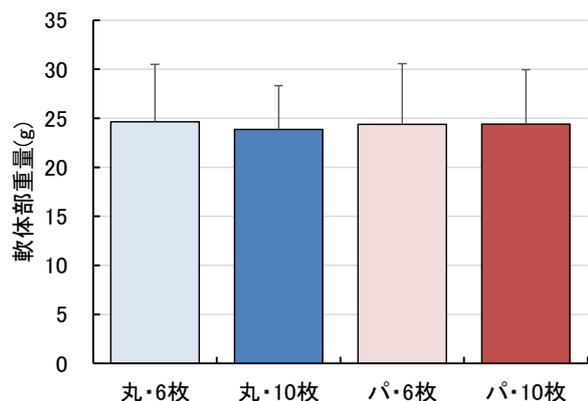


図 10. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(奥内) (バーは標準偏差)

(7) 試験終了時

試験終了時における測定結果を表 5、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 11～15 に示した。へい死率は、丸・6枚区が 20.3%、丸・10枚区が 17.6%、パ・6枚区が 11.5%、パ・10枚区が 5.0%、異常貝率は、丸・6枚区及びパ・6枚区が 3.3%、丸・10枚区及びパ・10枚区が 6.7%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で 112.7mm、丸・10枚区で 108.0mm、パ・6枚区で 113.0mm、パ・10枚区で 105.7mm、全重量が丸・6枚区で 150.6g、丸・10枚区で 135.9g、パ・6枚区で 149.2g、パ・10枚区で 127.2g、軟体部重量が丸・6枚区で 72.4g、丸・10枚区で 64.6g、パ・6枚区で 72.1g、パ・10枚区で 59.1g 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、いずれもパールネットが丸籠よりも低く、異常貝率は、いずれも同じ値を示し、養殖籠の種類による差は見られなかった。貝の成長は、6枚入では養殖籠の種類による明確な差が見られず、10枚入では軟体部重量においてパールネットが丸籠よりも軽かった。

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枚入れよりもやや低く、異常貝率は、いずれも 6枚入が 10枚入れよりもやや高かったものの、いずれもその差は 1割未満と低かった。貝の成長は、丸籠、パールネットいずれも 6枚入が 10枚入れよりも成長がよかった。

これらのことから、奥内ではパールネットを用いて収容枚数を少なくすることにより、成長の良い成貝を生産できることが考えられた。

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
2023年4月18日	丸・6枚	20.3	3.3	112.7	9.0	150.6	27.8	72.4	15.1
	丸・10枚	17.6	6.7	108.0	7.3	135.9	21.5	64.6	10.8
	パ・6枚	11.5	3.3	113.0	7.5	149.2	24.7	72.1	12.9
	パ・10枚	5.0	6.7	105.7	7.8	127.2	17.9	59.1	9.8

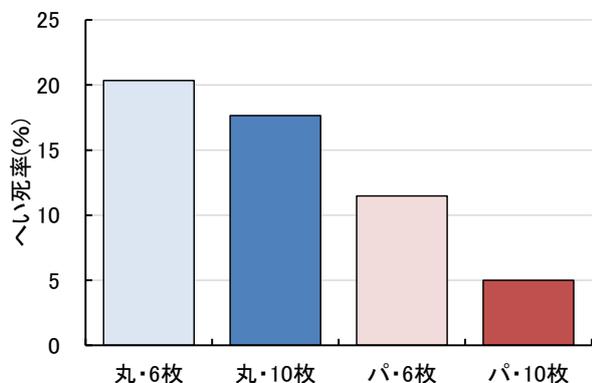


図 11. 試験終了時の各試験区のへい死率(奥内)

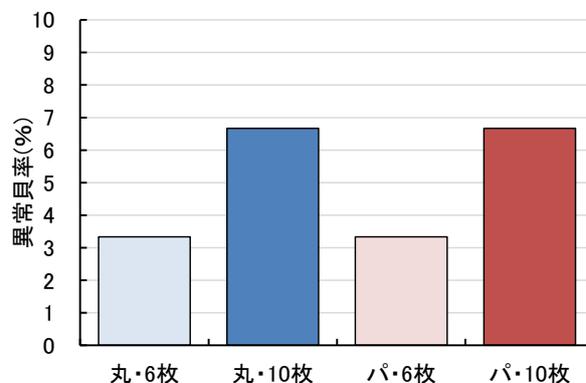


図 12. 試験終了時の各試験区の異常貝率(奥内)

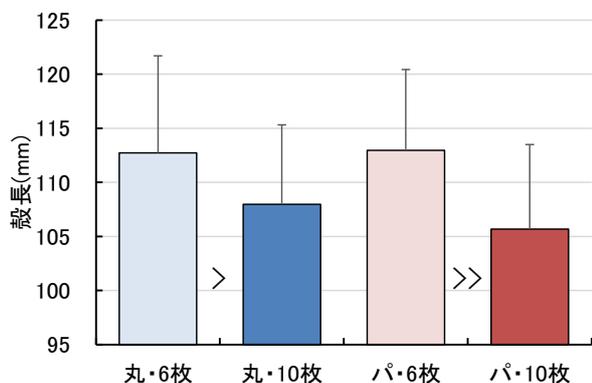


図 13. 試験終了時の各試験区の殻長(奥内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

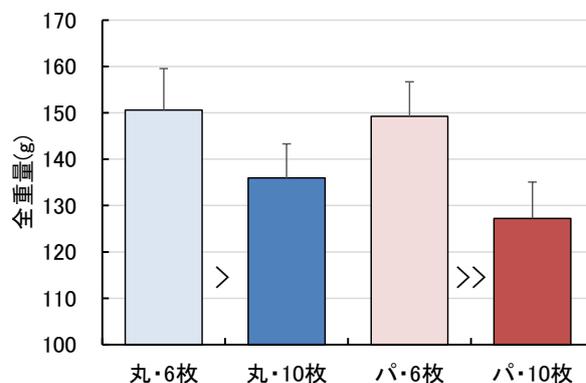


図 14. 試験終了時の各試験区の全重量(奥内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

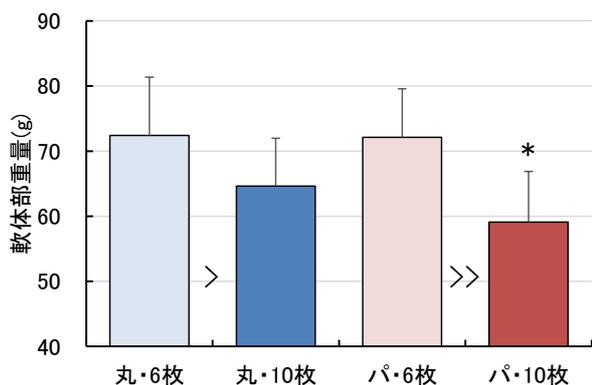


図 15. 試験終了時の各試験区の軟体部重量(奥内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ で有意差あり)

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

*: 2022年5月24日～10月13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	2021年7月16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	2021年9月21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。へい死及び異常貝はなく、殻長は 89.2 mm、全重量は 69.7 g、軟体部重量は 31.6 g 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
2022年5月23日	0.0	0.0	89.2	5.5	69.7	11.1	31.6	5.4

(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 16 に示した。水温は、試験開始時の 2022 年 5 月 24 日では 11.0℃であったが、徐々に上昇し、2022 年 7 月 28 日に 1、2 年貝の成長が停止する 20℃を上回り、8 月 23 日に最高値の 24.5℃に達した。その後、水温は下降し、2022 年 10 月 18 日に 20℃を下回り、2023 年 2 月 16 日に最低値の 5.2℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2023 年 5 月 12 日では 11.2℃であった。



図 16. 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 17 に示した。流向は、概ね東向き(北東～南東間)及び南向き(南東～南西間)の出現頻度がそれぞれ全体の約 3～4 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。

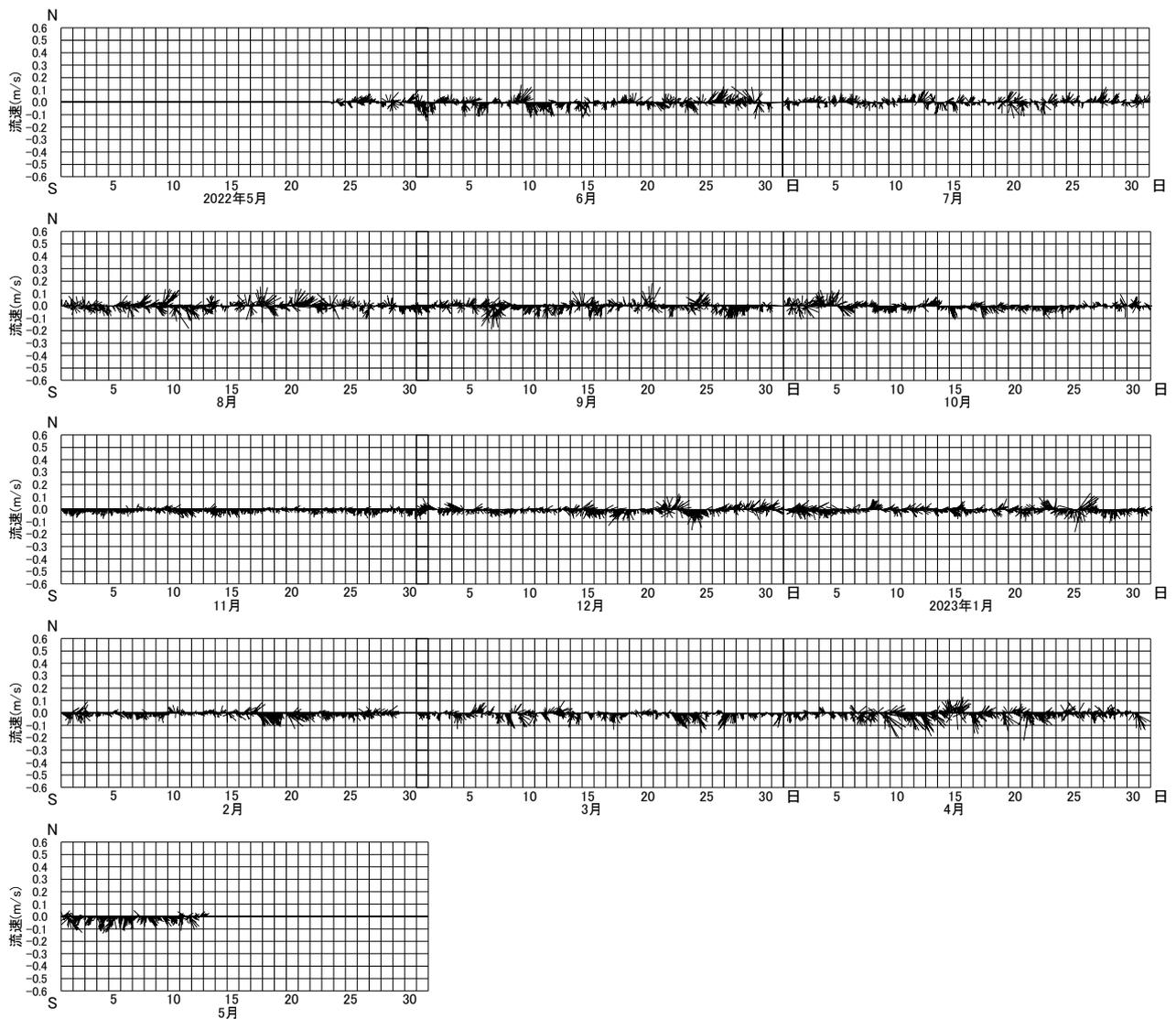


図 17. 試験期間中の流向流速の推移(久栗坂)

(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の推移を図 18 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 0.7% 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。

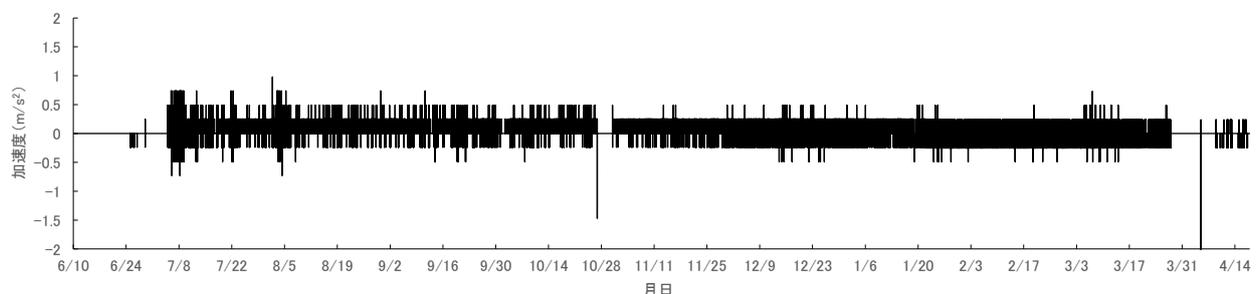


図 18. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(久栗坂)

(6) 最善法の秋季籠替え時及び次善法の試験開始時

2022 年 10 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 19～23 に示した。へい死率は、丸・6 枚区が 1.8%、丸・10 枚区が 2.5%、パ・

6枚区が25.0%、パ・10枚区が6.1%、異常貝率は、丸・6枚区及び丸・10枚区が6.7%、パ・6枚区が16.7%、パ・10枚区が13.3%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で97.2mm、丸・10枚区で95.6mm、パ・6枚区で95.3mm、パ・10枚区で95.1mm、全重量が丸・6枚区で86.0g、丸・10枚区で84.9g、パ・6枚区で84.7g、パ・10枚区で84.3g、軟体部重量が丸・6枚区で31.5g、丸・10枚区で31.3g、パ・6枚区で30.8g、パ・10枚区で29.5g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、へい死率及び異常貝率は、いずれも丸籠がパールネットよりも低かった。貝の成長は、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。パールネットのへい死率と異常貝率が高かった要因は、パールネット1段当りの容積(0.028m³)が丸籠(0.039m³)よりも少なく、また貝の成長に差が見られないことから、丸籠よりも収容密度が高く、貝のぶつかり合いやかみ合わせが起りやすかったためと考えられた。

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枚入れよりも低く、パールネットでは10枚入が6枚入れよりも低かった。異常貝率は、いずれの試験区も概ね同じ値を示し、収容枚数による明確な差は見られなかった。貝の成長は、いずれも収容枚数による明確な差は見られなかった。

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
2022年10月26日	丸・6枚	1.8	6.7	97.2	5.3	86.0	13.3	31.5	5.3
	丸・10枚	2.5	6.7	95.6	6.4	84.9	13.6	31.3	6.1
	パ・6枚	25.0	16.7	95.3	5.4	84.7	14.2	30.8	6.2
	パ・10枚	6.1	13.3	95.1	4.0	84.3	19.4	29.5	5.0

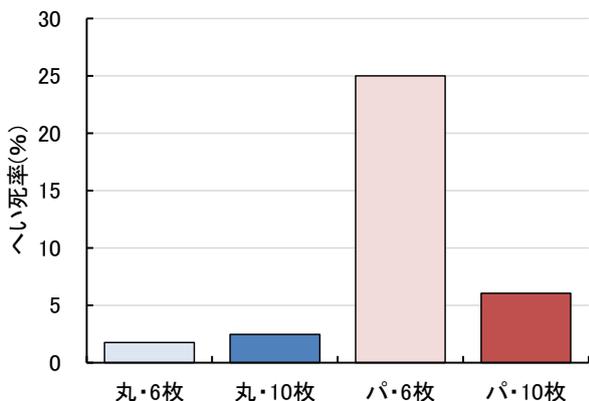


図19. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率(久栗坂)

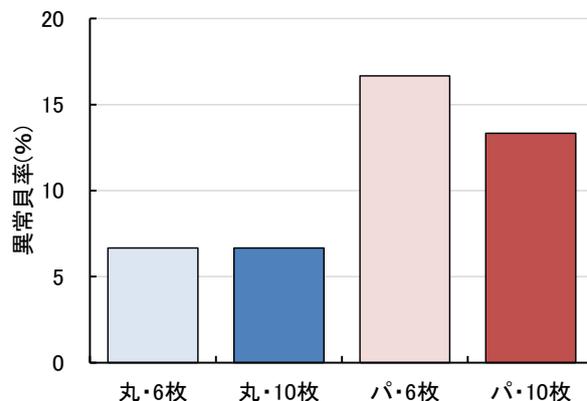


図20. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率(久栗坂)

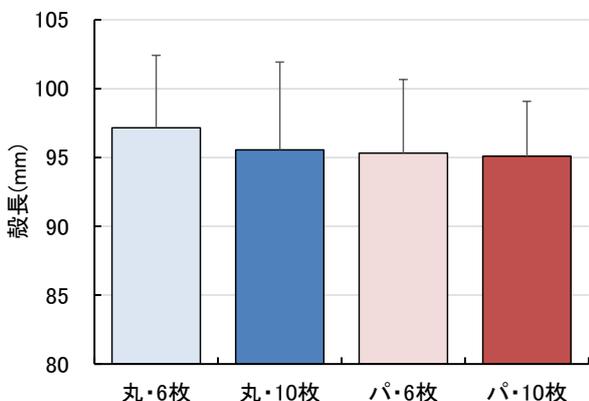


図21. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(久栗坂)
(バーは標準偏差)

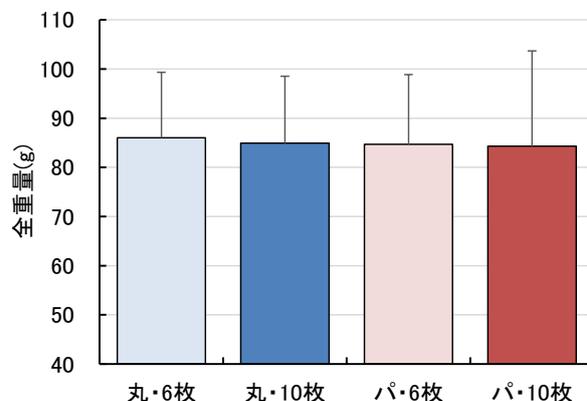


図22. 秋季籠替え時の各試験区の全重量(久栗坂)
(バーは標準偏差)

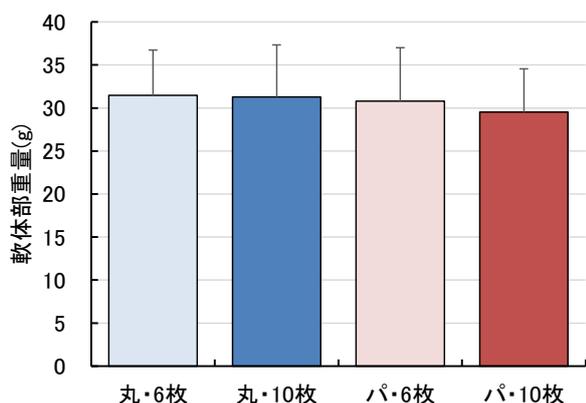


図 23. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(久栗坂) (バーは標準偏差)

2022年10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5.4%、異常貝率は16.7%、殻長は99.3mm、全重量は92.5g、軟体部重量は33.9g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
2022年10月26日	5.4	16.7	99.3	4.8	92.5	14.4	33.9	6.1

(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24~28に示した。へい死率は、丸・6枚区が13.3%、丸・10枚区が9.1%、パ・6枚区が25.4%、パ・10枚区が21.2%、異常貝率は、丸・6枚区が6.7%、丸・10枚区が10.0%、パ・6枚区が30.0%、パ・10枚区が33.3%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で117.6mm、丸・10枚区で115.3mm、パ・6枚区で115.8mm、パ・10枚区で110.2mm、全重量が丸・6枚区で169.8g、丸・10枚区で164.3g、パ・6枚区で156.3g、パ・10枚区で147.5g、軟体部重量が丸・6枚区で80.3g、丸・10枚区で75.0g、パ・6枚区で69.0g、パ・10枚区で65.1g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、へい死率及び異常貝率は、いずれも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軽く、10枚入では全項目でパールネットが丸籠よりも悪かった。パールネットのへい死率及び異常貝率が高く、貝の成長が悪かった要因は、秋季籠替え時においてパールネットのへい死率及び異常貝率が丸籠よりも高かったことから、左記時点で貝の活性が低かったためと考えられた。

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枚入れよりもやや低かった。異常貝率は、いずれも10枚入が6枚入れよりもやや高かった。貝の成長は、丸籠では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において6枚入が10枚入れよりも大きかった。

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
2023年5月12日	丸・6枚	13.3	6.7	117.6	7.8	169.8	23.6	80.3	24.8
	丸・10枚	9.1	10.0	115.3	9.2	164.3	28.0	75.0	14.6
	パ・6枚	25.4	30.0	115.8	6.3	156.3	24.0	69.0	14.8
	パ・10枚	21.2	33.3	110.2	7.9	147.5	24.3	65.1	11.2

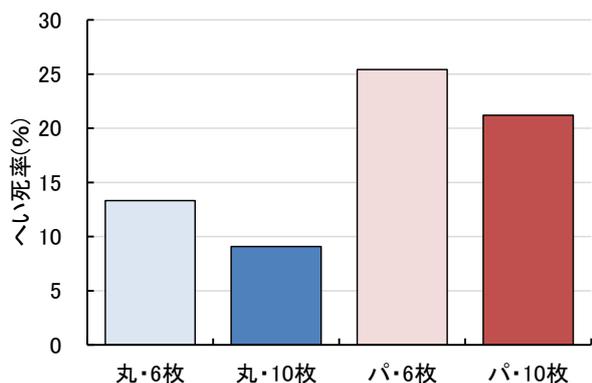


図 24. 最善法の試験終了時の各試験区のへい死率 (久栗坂)

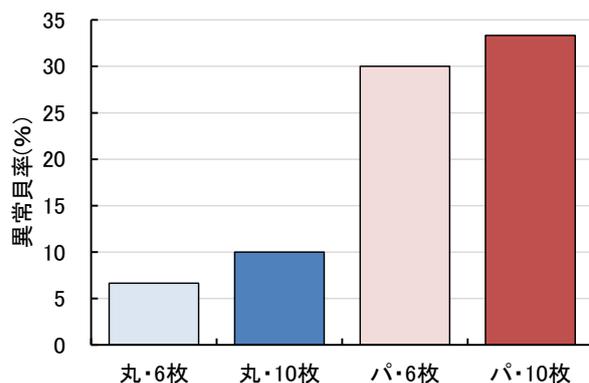


図 25. 最善法の試験終了時の各試験区の異常貝率 (久栗坂)

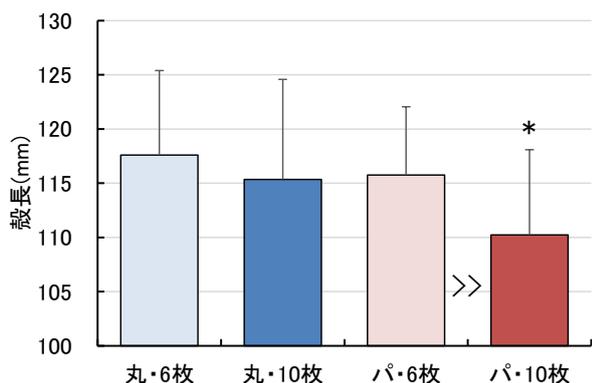


図 26. 最善法の試験終了時の各試験区の殻長 (久栗坂) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の 10 枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ で有意差あり)

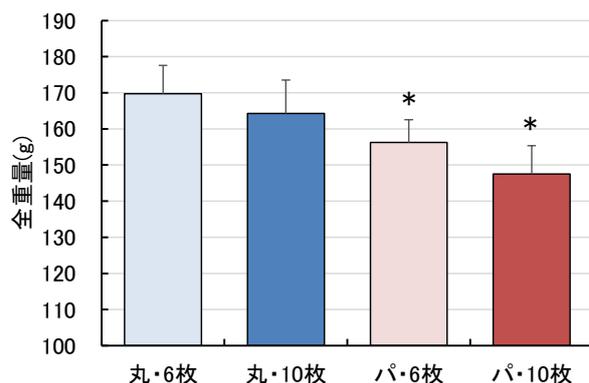


図 27. 最善法の試験終了時の各試験区の全重量 (久栗坂) (バーは標準偏差、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ で有意差あり)

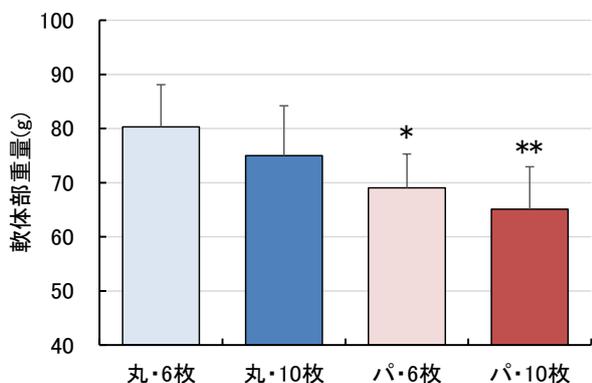


図 28. 最善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量 (久栗坂) (バーは標準偏差、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

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 29～33 に示した。へい死率は、丸・6枚区が 5.0%、丸・10枚区及びパ・10枚区が 8.0%、パ・6枚区が 1.6%、異常貝率は、丸・6枚区及びパ・10枚区が 6.7%、丸・10枚区が 0.0%、パ・6枚区が 3.3%と、いずれも低い値を示した。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で 120.4mm、丸・10枚区で 117.7mm、パ・6枚区で 120.8mm、パ・10枚区で 117.3mm、全重量が丸・6枚区で 171.5g、丸・10枚区で 163.9g、パ・6枚区で 174.2g、パ・10枚区で 162.6g、軟体部重量が丸・6枚区で 79.3g、丸・10枚区で 75.1g、パ・6枚区

で 84.1g、パ・10 枚区で 75.7g 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 枚入ではパールネットが丸籠よりも低く、10 枚入では丸籠がパールネットよりも低く、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、丸籠、パールネット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、6 枚入が 10 枚入れよりも低かった。異常貝率は、丸籠では 10 枚入が 6 枚入れよりも低いのにに対し、パールネットでは 6 枚入が 10 枚入れよりも低く、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 枚入れよりも重かった。

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、いずれも次善法が最善法よりも低く、異常貝率は、丸・6 枚が同じ値を示したものの、概ね次善法が最善法よりも低かった(表 11、12、図 24、25、29、30)。貝の成長は、丸籠では次善法と最善法による明確な差は見られなかったものの、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よかった(表 11、12、図 26~28、31~33)。

これらのことから、西湾では前述の奥内におけるパールネットを用いて収容枚数を少なくすることに加え、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考えられた。

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
2023年5月12日	丸・6枚	5.0	6.7	120.4	7.9	171.5	30.1	79.3	14.5
	丸・10枚	8.0	0.0	117.7	9.2	163.9	27.6	75.1	14.4
	パ・6枚	1.6	3.3	120.8	5.5	174.2	18.1	84.1	8.9
	パ・10枚	8.0	6.7	117.3	8.1	162.6	24.7	75.7	12.1

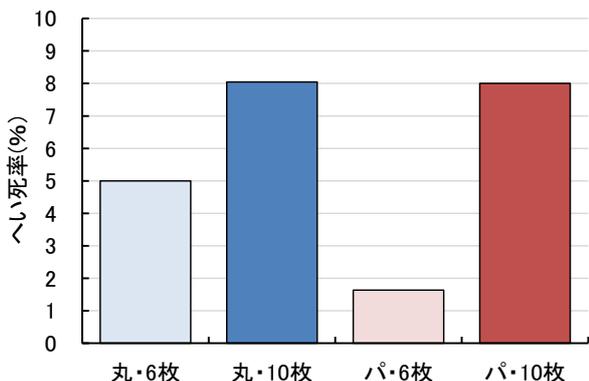


図 29. 次善法の試験終了時の各試験区のへい死率(久栗坂)

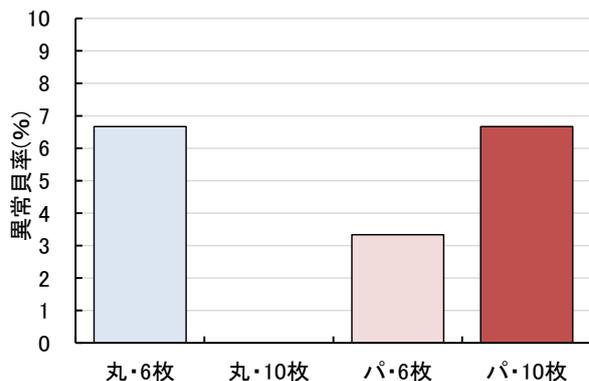


図 30. 次善法の試験終了時の各試験区の異常貝率(久栗坂)

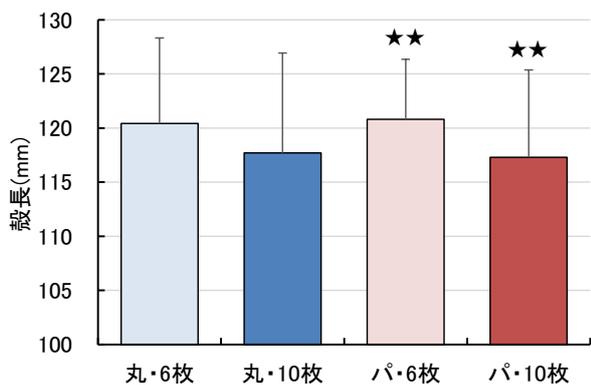


図 31. 次善法の試験終了時の各試験区の殻長(久栗坂) (バーは標準偏差、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

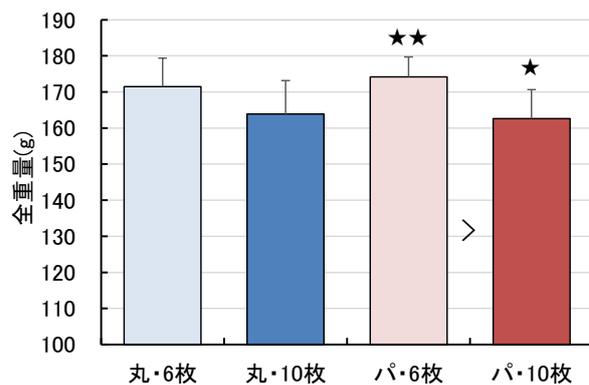


図 32. 次善法の試験終了時の各試験区の全重量(久栗坂) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.05$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

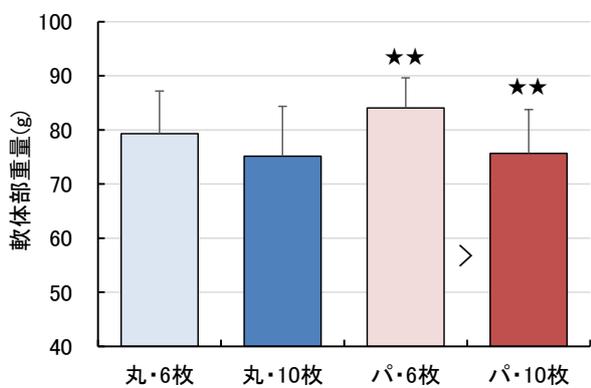


図 33. 次善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量(久栗坂) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

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 に示した。

表 13. 養殖施設の構(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)
21.5	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	2021年7月下旬	80	1.8分	目合1.5~2分 10段、ラッセル	鉛100匁
稚貝分散	2021年10月20日	15	6.5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 15 に示した。異常貝率は 10.0%、殻長は 85.1 mm、全重量は 66.4g、軟体部重量は 28.2g だった。

表 15. 試験開始時における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
2022年6月3日	-	10.0	85.1	4.9	66.4	8.9	28.2	4.4

※へい死率: 耳吊りした貝をロープから外して養殖籠に收容したため、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 34 に示した。水温は、試験開始時の 2022 年 6 月 3 日では 13.7℃であったが、徐々に上昇し、2022 年 7 月 21 日に 1、2 年貝の成長が停止する 20℃を上回り、8 月 23 日に最高値の 24.5℃に達した。その後、水温は下降し、2022 年 10 月 15 日に 20℃を下回り、2023 年 2 月 26 日に最低値の 3.9℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2023 年 6 月 14 日では 14.8℃であった。



図 34. 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 35 に示した。流向は、2022 年 6~9 月、2023 年 5、6 月では西向き(南西~北西間)の出現頻度が全体の 4~6 割、2022 年 11 月~2023 年 3 月のほぼ冬季にかけて南向き(南東~南西間)の出現頻度が全体の 4~5 割を占め、最も多かった。また、北向き(北西~北東間)の出現頻度は、期間中 4%未満と、ほとんど見られなかった。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。

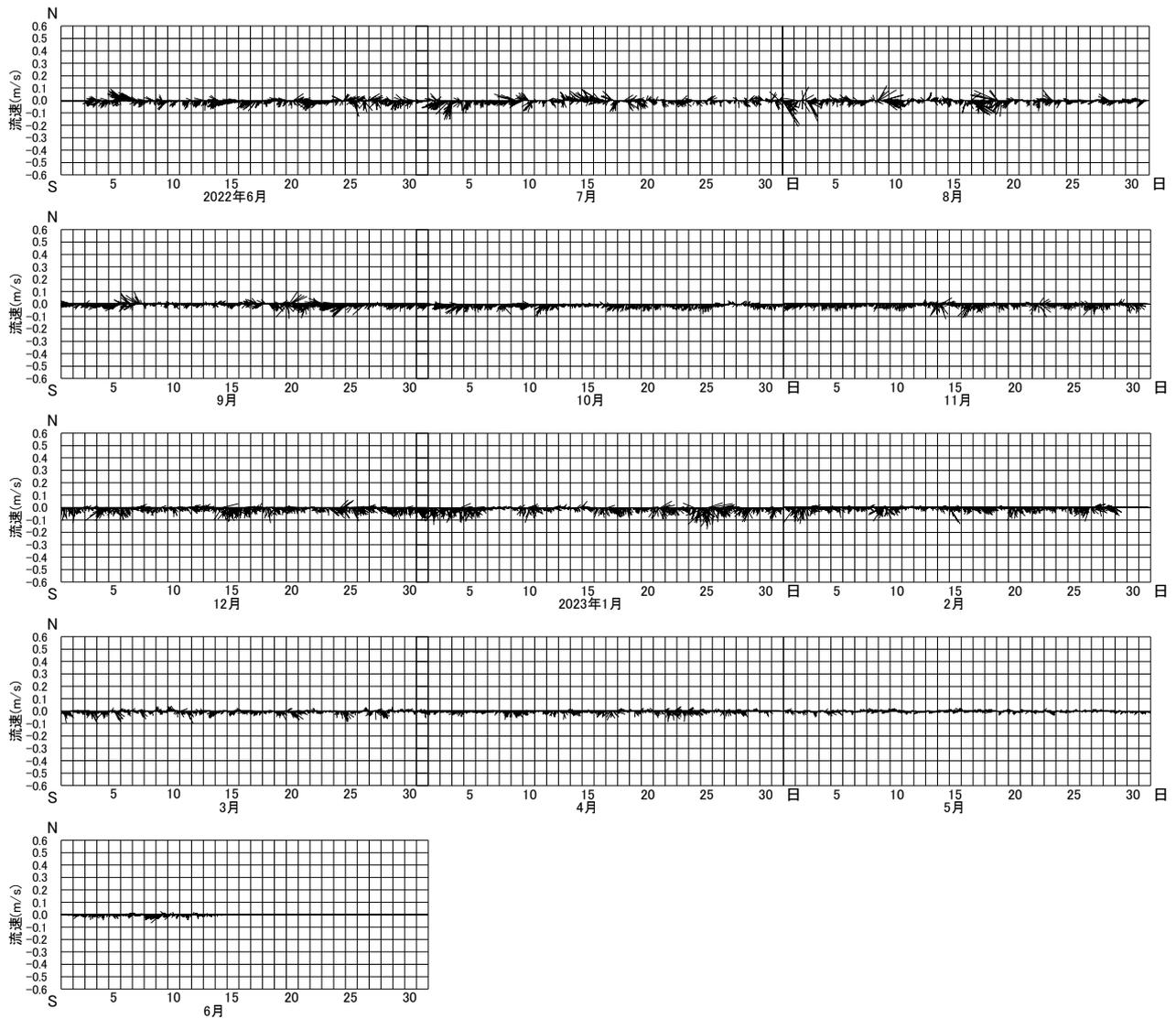


図 35. 試験期間中の流向流速の推移(野辺地)

(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の推移を図 36、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 37 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 12.8% 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 37)。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。

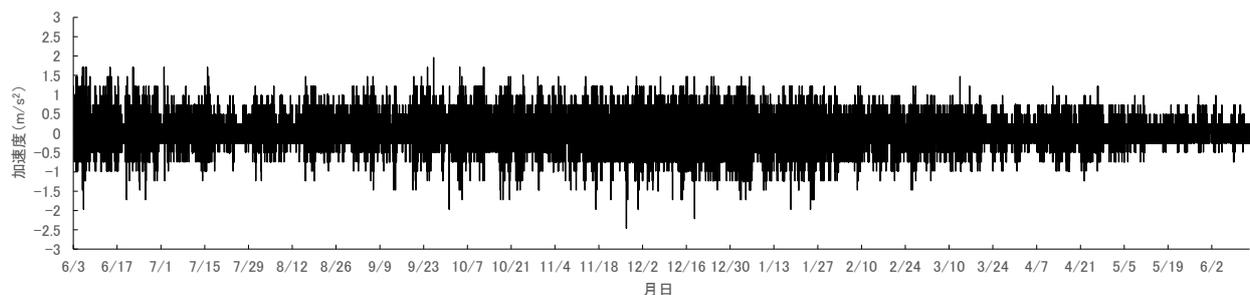


図 36. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(野辺地)

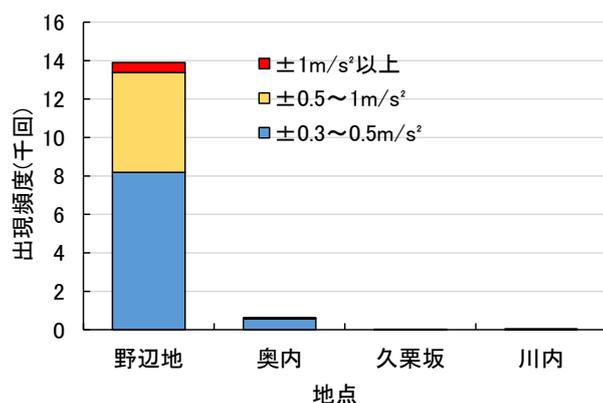


図 37. 各地点の幹綱鉛直方向の加速度 $\pm 0.3 \text{ m/s}^2$ 以上の絶対値の出現頻度

(6) 秋季籠替え時

2022年11月の秋季籠替え時における測定結果を表16、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38~42に示した。へい死率は、丸・6枚区が75.0%、丸・10枚区が68.0%、パ・6枚区が74.1%、パ・10枚区が83.0%、異常貝率は、丸・6枚区が26.7%、丸・10枚区が30.0%、パ・6枚区が23.5%、パ・10枚区が58.3%と、へい死率、異常貝共にいずれの試験区も高い値を示した。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で88.6mm、丸・10枚区で88.4mm、パ・6枚区で85.9mm、パ・10枚区で85.8mm、全重量が丸・6枚区で75.6g、丸・10枚区で78.9g、パ・6枚区で73.0g、パ・10枚区で74.7g、軟体部重量が丸・6枚区で24.6g、丸・10枚区で26.5g、パ・6枚区が26.8g、パ・10枚区で23.4g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36、37)、特に貝の成長が停止する水温 20°C 以上の夏季において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かったためと考えられた。

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、へい死率及び異常貝率は、6枚入では概ね同じ値を示し、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、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。パールネットのへい死率と異常貝率が高かった要因は、前述の久栗坂と同様に、パールネット1段当りの容積が丸籠よりも少なく、また貝の成長に差が見られないことから、丸籠よりも収容密度が高く、貝のぶつかり合いやかみ合わせが起こりやすかったためと考えられた。

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、いずれも概ね同じ値を示し。収容枚数による明確な差は見られなかった。異常貝率は、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枚入れよりも低かった。貝の成長は、いずれも収容枚数による明確な差は見られなかった。

表 16. 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
2022年11月11日	丸・6枚	75.0	26.7	88.6	5.0	75.6	11.9	24.6	7.9
	丸・10枚	68.0	30.0	88.4	3.7	78.9	10.0	26.5	5.6
	パ・6枚	74.1	23.5	85.9	4.2	73.0	9.8	26.8	11.1
	パ・10枚	83.0	58.3	85.8	4.8	74.7	11.7	23.4	7.3

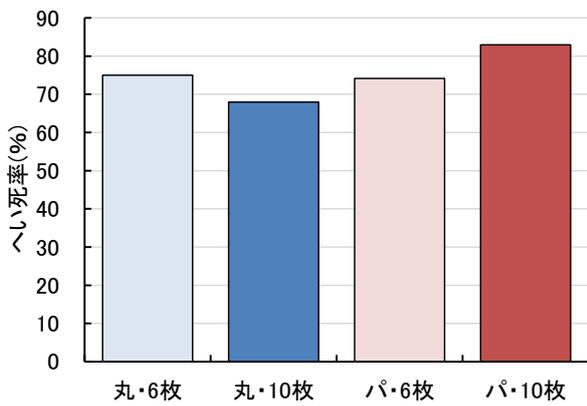


図 38. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率(野辺地)

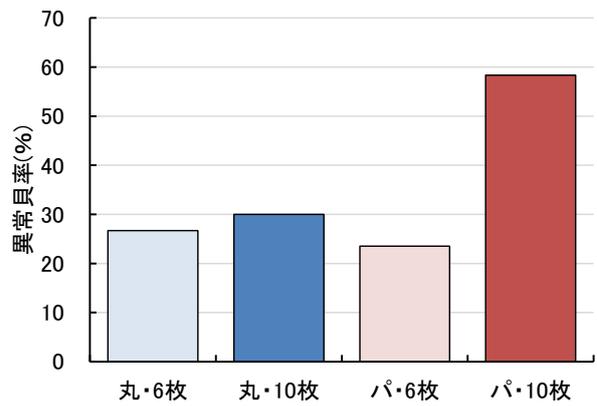


図 39. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率(野辺地)

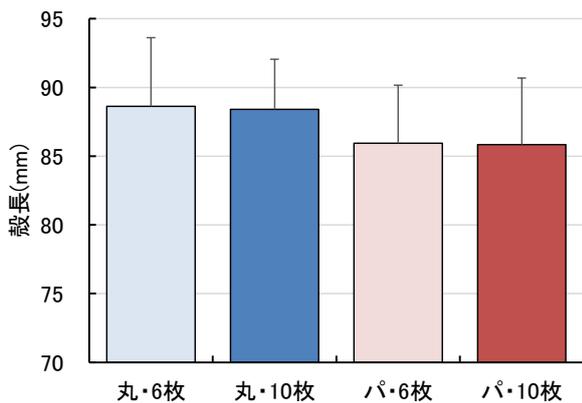


図 40. 秋季籠替え時の各試験区の殻長(野辺地)
(バーは標準偏差)

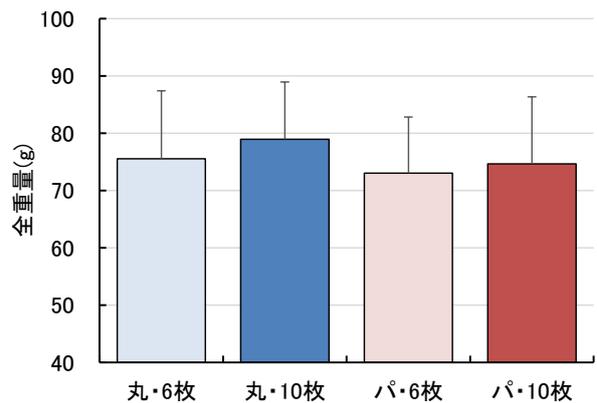


図 41. 秋季籠替え時の各試験区的全重量(野辺地)
(バーは標準偏差)

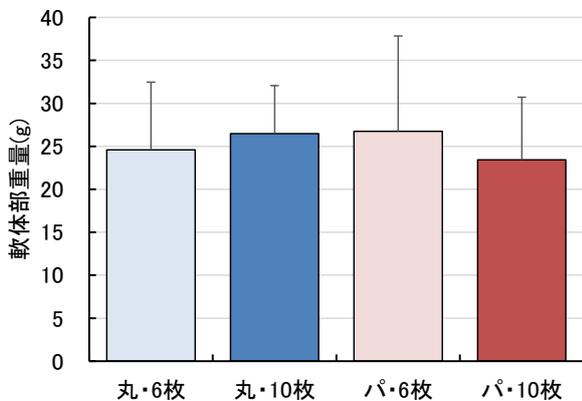


図 42. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量(野辺地)
(バーは標準偏差)

(7) 試験終了時

試験終了時における測定結果を表 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 43～47 に示した。へい死率は、丸・6枚区が 65.0%、丸・10枚区が 57.1%、パ・6枚区が 37.5%、パ・10枚区が 47.5%と、いずれの試験区も高い値を示した。異常貝率は、丸・6枚区が 42.9%、丸・10枚区が 33.3%、パ・6枚区が 13.3%、パ・10枚区が 52.4%と、パ・6枚区でやや低かったものの、いずれの試験区も概ね高かった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で 107.7mm、丸・10枚区で 109.4mm、パ・6枚区で 109.1mm、パ・10枚区で 105.1mm、全重量が丸・6枚区で 141.2g、丸・10枚区で 142.0g、パ・6枚区で 141.9g、パ・10枚区で 126.5g、軟体部重量が丸・6枚区で 58.0g、丸・10枚区で 57.5g、パ・6枚区で 59.3g、パ・

10枚区で49.6g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が、これは、前述の秋季籠替え時点の高いへい死率及び異常貝率と同様の要因のためと考えられた。

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かった。異常貝率は、6枚入ではパールネットが丸籠よりも低かったものの、10枚入では丸籠がパールネットよりも低く、養殖籠の種類による差は見られなかった。貝の成長は、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、へい死率及び異常貝率いずれも丸籠では10枚入が6枚入れよりもやや低く、パールネットでは6枚入が10枚入れよりもやや低かった。貝の成長は、いずれも収容枚数による明確な差は見られなかった。

これらのことから、野辺地では養殖籠によるホタテガイ養殖よりも、貝同士のぶつかり合いやかみ合わせが起こりにくい耳吊り養殖がより適していることが示唆された。また、漁業者からの聞き取りにより、本試験に用いた養殖施設に近接し、水深及び幹綱深度が概ね同じ養殖施設において、垂下していた耳吊り貝が本試験の秋季籠替え時、試験終了時点でほとんどへい死していなかったという情報を得た。そのため、次年度の試験において、養殖籠に加え、耳吊りも試験区に加えて比較試験を行い、検討する必要があると考えられる。

表 17. 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
2023年6月14日	丸・6枚	65.0	42.9	107.7	11.5	141.2	37.0	58.0	17.5
	丸・10枚	57.1	33.3	109.4	9.1	142.0	30.2	57.5	14.9
	パ・6枚	37.5	13.3	109.1	10.3	141.9	37.7	59.3	17.0
	パ・10枚	47.5	52.4	105.1	9.1	126.5	32.6	49.6	15.0

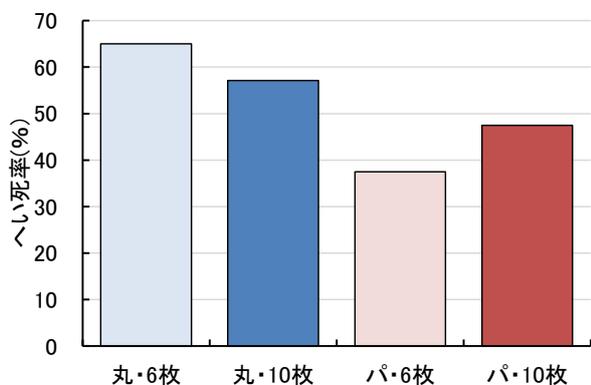


図 43. 試験終了時の各試験区のへい死率(野辺地)

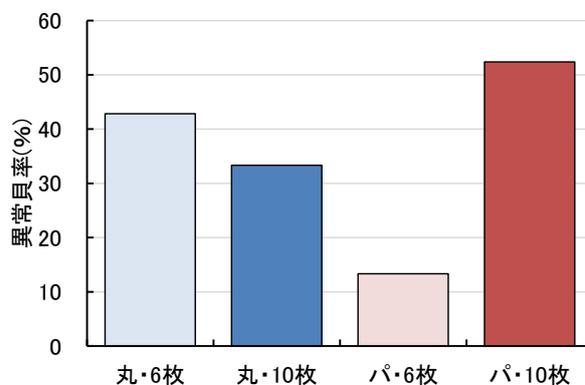


図 44. 試験終了時の各試験区の異常貝率(野辺地)

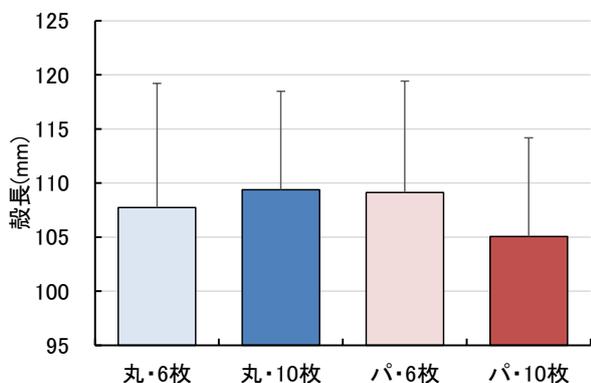


図 45. 試験終了時の各試験区の殻長(野辺地)
(バーは標準偏差)

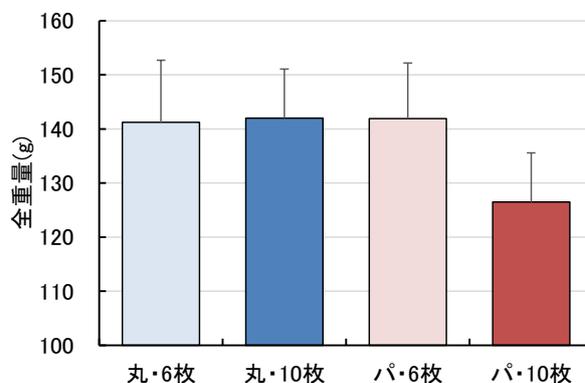


図 46. 試験終了時の各試験区の全重量(野辺地)
(バーは標準偏差)

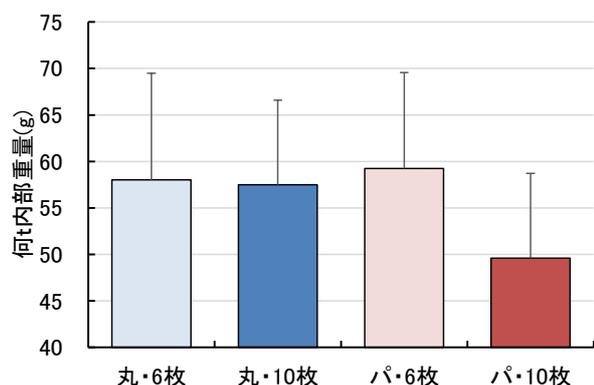


図 47. 試験終了時の各試験区の軟体部重量(野辺地) (バーは標準偏差)

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 18 に、稚貝採取及び稚貝分散時の養殖作業工程を表 19 に示した。

表 18. 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

*: 2022年5月25日～10月13日の深度

表 19. 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	2021年7月19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	2021年9月22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 20 に示した。へい死及び異常貝はなく、殻長は 87.5 mm、全重量は 64.2g、軟体部重量は 26.9g だった。

表 20. 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
2022年5月24日	0.0	0.0	87.5	5.0	64.2	8.7	26.9	4.2

(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 48 に示した。水温は、試験開始時の 2022 年 5 月 24 日では 9.7℃であったが、徐々に上昇し、2022 年 8 月 6 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 24.1℃に達した。その後、水温は下降し、2022 年 10 月 14 日に 20℃を下回り、2023 年 2 月 22 日に最低値の 3.2℃まで低下した後、上昇傾向となり、試験終了時の 2023 年 5 月 12 日では 9.7℃であった。



図 48. 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 49、各地区の流速別の出現頻度を表 21 に示した。流向は、いずれの月も概ね西向き(南西～北西間)の出現頻度が全体の約 4～7 割を占め、最も多かった。また、北向き(北西～北東間)の出現頻度は、2022 年 6 月の 16.3%が最も高く、ほとんどの月において他の流向に比べて最も少なかった。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 0.25m/s 以上の流れも観測された(表 21)。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。

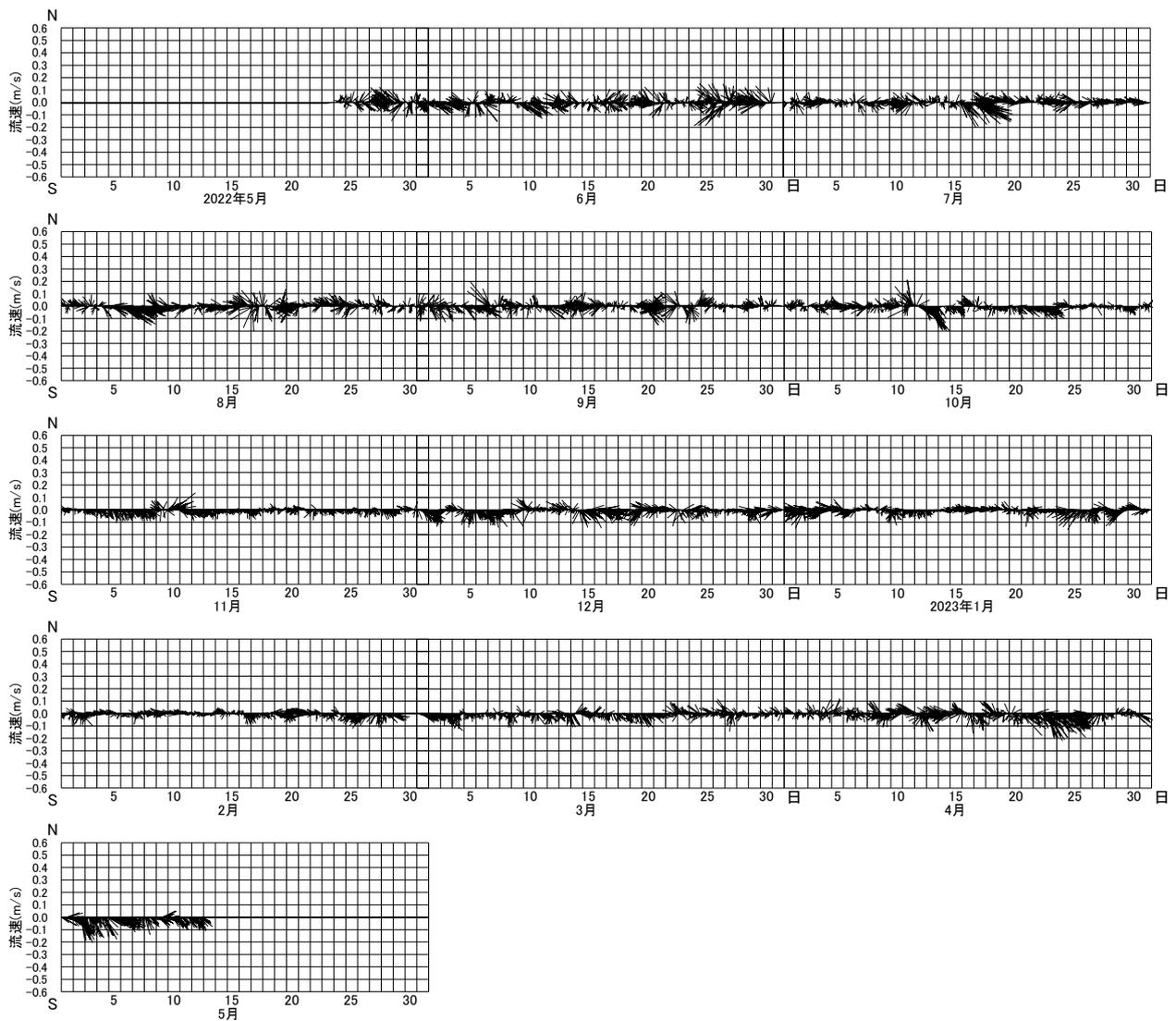


図 49. 試験期間中の流向流速の推移(川内)

表 21. 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	5,191	4,233	4,513	2,437
0.05m/s～0.1m/s	1,928	2,680	2,431	3,198
0.1m/s～0.15m/s	309	500	459	1,417
0.15m/s～0.2m/s	52	65	69	350
0.2m/s～0.25m/s	6	8	14	61
0.25m/s～0.3m/s	0	0	0	15
0.3m/s以上	0	0	0	8

(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延長区方向の加速の推移を図 50 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 0.1% 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。

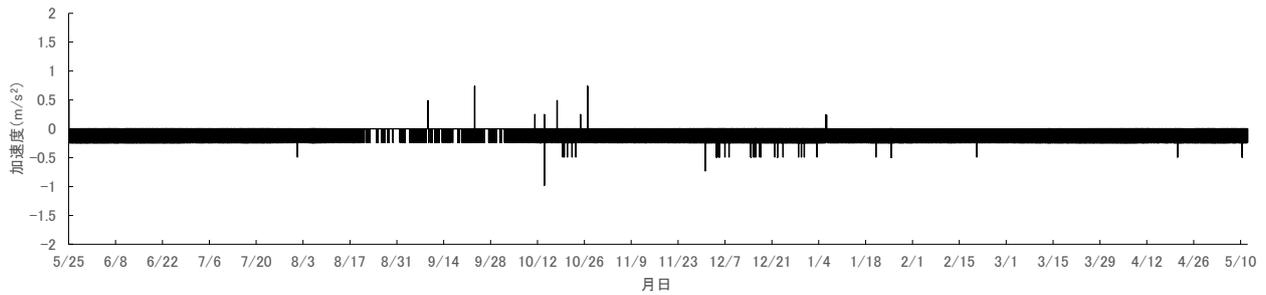


図 50. 試験期間中の鉛直方向の加速度の推移(川内)

(6) 最善法の秋季籠替え時及び次善法の試験開始時

2022年10月の最善法の秋季籠替え時における測定結果を表22、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39.3%、丸・10枚区が23.6%、パ・6枚区が27.6%、パ・10枚区が30.8%と、いずれの試験区も高い値を示した。異常貝率は、丸・6枚区が10.0%、丸・10枚区が16.7%、パ・6枚区が0.0%、パ・10枚区が6.7%であった。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で95.3mm、丸・10枚区で98.2mm、パ・6枚区で99.1mm、パ・10枚区で97.2mm、全重量が丸・6枚区で85.5g、丸・10枚区で94.6g、パ・6枚区で95.1g、パ・10枚区で89.8g、軟体部重量が丸・6枚区で30.1g、丸・10枚区で34.8g、パ・6枚区で33.9g、パ・10枚区で32.8gであった。へい死率がいずれの試験区も高かった要因は、試験期間中、他の地区よりも速い潮流が断続的かつ多く出現し(表20)、養殖施設に垂下した各試験区の養殖籠が動揺したことにより、養殖籠内の貝同士のぶつかり合いやかみ合わせ等が起りやすかったためと考えられた。

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、10枚入では丸籠が低く、異常貝率は、いずれもパールネットが丸籠よりも低かった。貝の成長は、6枚入ではパールネットが丸籠よりも成長がよく、10枚入では全重量において丸籠がパールネットよりも重かった。

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枚入れよりも低く、パールネットでは概ね同じ値を示した。異常貝率は、いずれも6枚入が10枚入れよりも低かった。貝の成長は、丸籠では10枚入が6枚入よりも成長がよく、パールネットでは全重量において6枚入が10枚入よりも重かった。

表 22. 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
2022年10月14日	丸・6枚	39.3	10.0	95.3	5.3	85.5	11.0	30.1	4.4
	丸・10枚	23.6	16.7	98.2	4.1	94.6	7.8	34.8	3.3
	パ・6枚	27.6	0.0	99.1	4.4	95.1	9.4	33.9	3.5
	パ・10枚	30.8	6.7	97.2	4.4	89.8	9.6	32.8	4.4

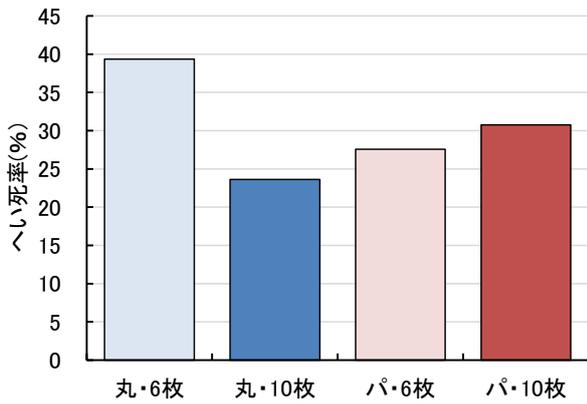


図 51. 秋季籠替え時の各試験区のへい死率 (川内)

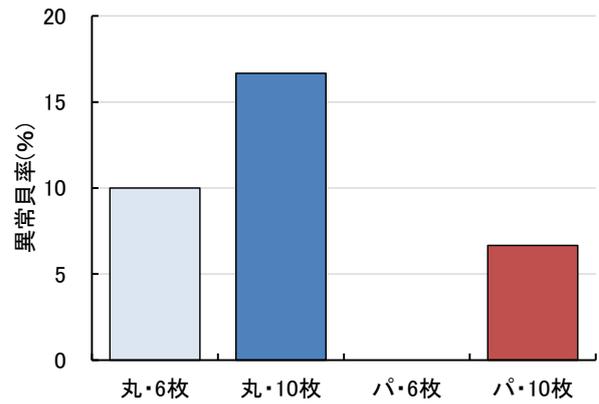


図 52. 秋季籠替え時の各試験区の異常貝率 (川内)

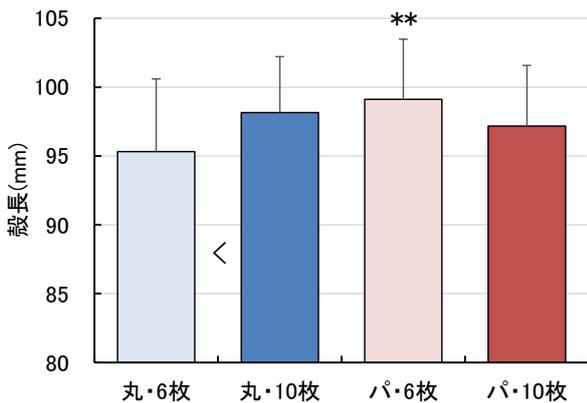


図 53. 秋季籠替え時の各試験区の殻長 (川内) (バーは標準偏差、<は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

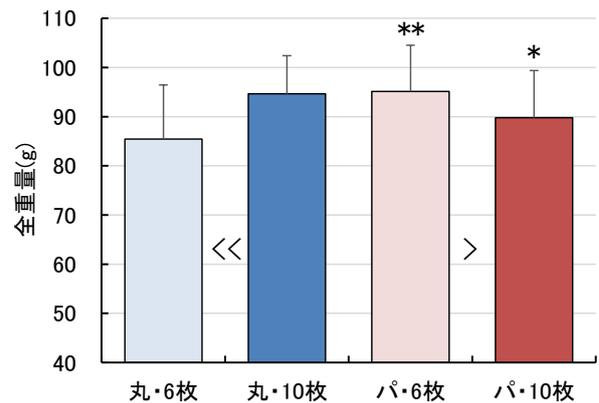


図 54. 秋季籠替え時の各試験区の全重量 (川内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、<<は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

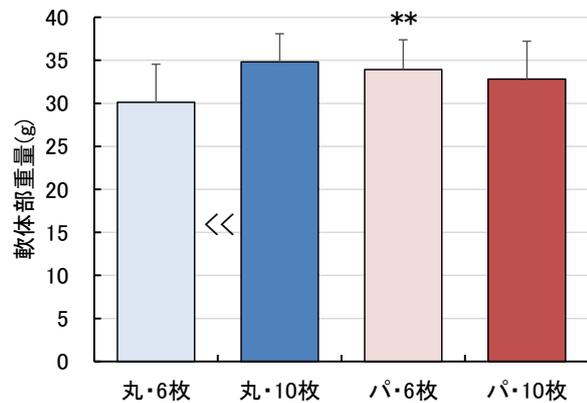


図 55. 秋季籠替え時の各試験区の軟体部重量 (川内) (バーは標準偏差、<<は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

2022年10月の次善法の試験開始時における測定結果を表23に示した。へい死率は4.0%、異常貝はなく、殻長は94.9mm、全重量は81.9g、軟体部重量は28.2gだった。

表 23. 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
2022年10月14日	4.0	0.0	94.9	3.9	81.9	9.6	28.2	4.2

(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 24、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 56～60 に示した。へい死率は、丸・6 枚区が 52.7%、丸・10 枚区が 63.6%、パ・6 枚区が 35.6%、パ・10 枚区が 22.2%、異常貝率は、丸・6 枚区が 73.1%、丸・10 枚区が 63.3%、パ・6 枚区及びパ・10 枚区が 13.3%であった。貝の成長は、殻長が丸・6 枚区で 108.9mm、丸・10 枚区で 106.1mm、パ・6 枚区で 117.5mm、パ・10 枚区で 112.2mm、全重量が丸・6 枚区で 146.5g、丸・10 枚区で 134.1g、パ・6 枚区で 175.2g、パ・10 枚区で 154.6g、軟体部重量が丸・6 枚区で 62.0g、丸・10 枚区で 55.9g、パ・6 枚区で 79.1g、パ・10 枚区で 69.8g であった。へい死率がいずれの試験区も高かったのは、前述の秋季籠替え時における高いへい死率と同様の要因のためと考えられた。

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、へい死率及び異常貝率は、いずれもパールネットが丸籠よりも低く、貝の成長は、いずれもパールネットが丸籠よりもよかった。

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 6 枚入が 10 枚入れよりも低く、パールネットでは 10 枚入が 6 枚入よりも低かった。異常貝率は、丸籠では 10 枚入が 6 枚入よりも低く、パールネットでは差が見られなかった。貝の成長は、丸籠では収容枚数による明確な差が見られず、パールネットでは 6 枚入が 10 枚入れよりも良かった。

表 24. 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
2023年5月12日	丸・6枚	52.7	73.1	108.9	11.2	146.5	42.6	62.0	20.4
	丸・10枚	63.6	63.3	106.1	11.5	134.1	33.9	55.9	16.8
	パ・6枚	35.6	13.3	117.5	6.6	175.2	23.4	79.1	12.1
	パ・10枚	22.2	13.3	112.2	8.3	154.6	30.7	69.8	21.6

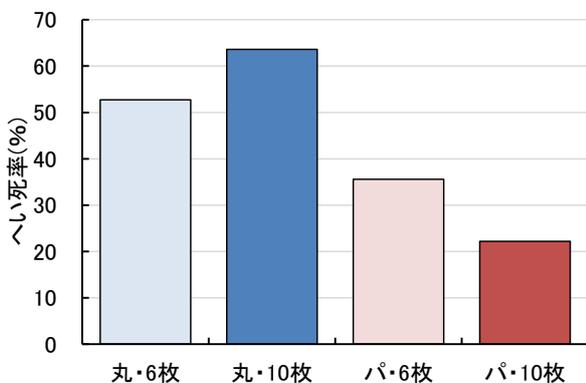


図 56. 最善法の試験終了時の各試験区のへい死率(川内)

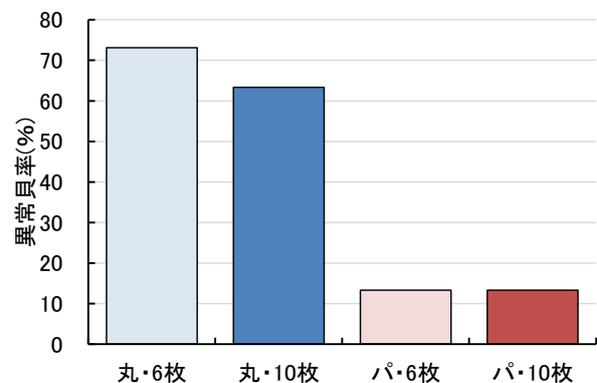


図 57. 最善法の試験終了時の各試験区の異常貝率(川内)

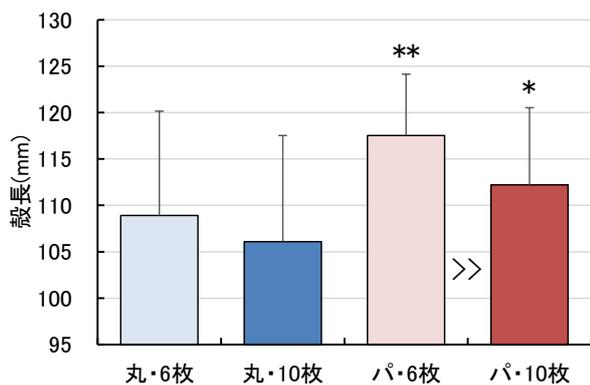


図 58. 最善法の試験終了時の各試験区の殻長(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

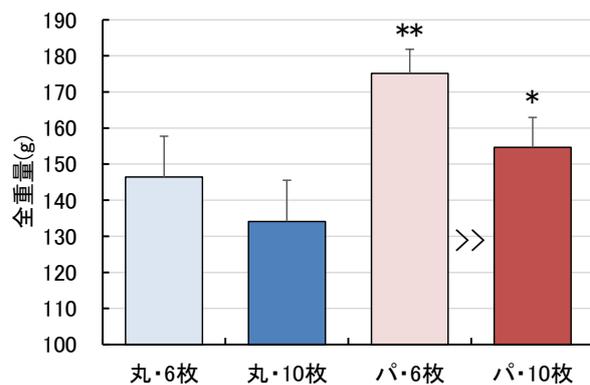


図 59. 最善法の試験終了時の各試験区の全重量(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

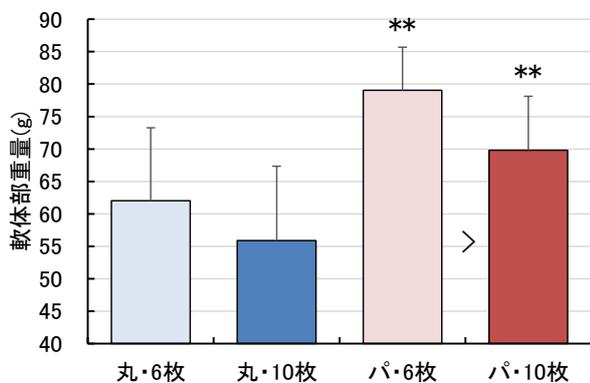


図 60. 最善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量(川内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、**は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

試験終了時における次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 61～65 に示した。へい死率は、丸・6枚区及びパ・6枚区が 0.0%、丸・10枚区が 2.1%、パ・10枚区が 4.0%、異常貝率は、丸・6枚区及びパ・10枚区が 3.3%、丸・10枚区が 6.7%、パ・6枚区が 0.0%と、いずれも低い値を示した。貝の成長は、殻長が丸・6枚区で 117.7mm、丸・10枚区で 117.1mm、パ・6枚区で 117.3mm、パ・10枚区で 112.3mm、全重量が丸・6枚区で 174.1g、丸・10枚区で 168.5g、パ・6枚区で 173.3g、パ・10枚区で 157.8g、軟体部重量が丸・6枚区で 81.5g、丸・10枚区で 77.1g、パ・6枚区で 79.0g、パ・10枚区で 71.0g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枚入では差が見られず、10枚入では丸籠がパールネットよりもやや低かったものの、いずれも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。異常貝率は、6枚入、10枚入いずれもパールネットが丸籠よりもやや低かったものの、いずれも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。貝の成長は、6枚入では籠の種類による明確な差は見られず、10枚入では殻長及び軟体部重量において丸籠がパールネットよりも大きい値を示した。

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、へい死率及び異常貝率いずれも、6枚入が10枚入れよりも低かったものの、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。貝の成長は、丸籠では収容枚数による明確な差が見られず、パールネットでは6枚入が10枚入れよ

りも良かった。

次善法と最善法と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 24、25、図 56、57、61、62)。貝の成長は、丸籠ではいずれも次善法が最善法よりも成長が良く、パールネットでは次善法と最善法による明確な差は見られなかった(表 24、25、図 58~60、63~65)。

これらのことから、東湾では波浪や潮流の影響によりへい死率及び異常貝率が高かったものの、西湾と同様にパールネットを用いて収容枚数を少なくすることに加え、次善法かつ丸籠を用いることでも成長の良い成貝を生産できることが考えられた。

表 25. 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
2023年5月12日	丸・6枚	0.0	3.3	117.7	5.1	174.1	17.5	81.5	9.0
	丸・10枚	2.1	6.7	117.1	5.0	168.5	18.8	77.1	9.0
	パ・6枚	0.0	0.0	117.3	5.2	173.3	17.8	79.0	10.6
	パ・10枚	4.0	3.3	112.3	8.8	157.8	26.3	71.0	14.0

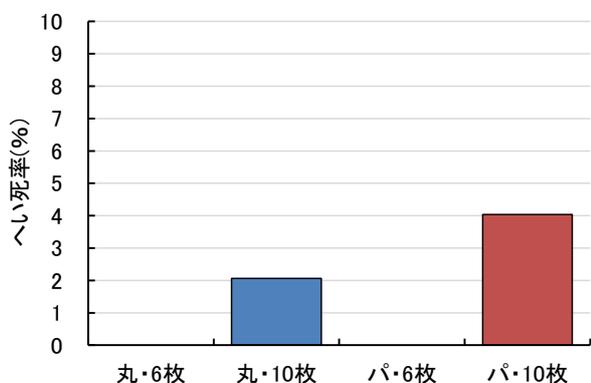


図 61. 次善法の試験終了時の各試験区のへい死率(川内)

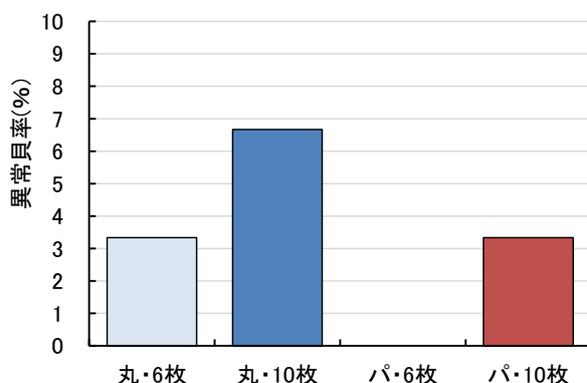


図 62. 次善法の試験終了時の各試験区の異常貝率(川内)

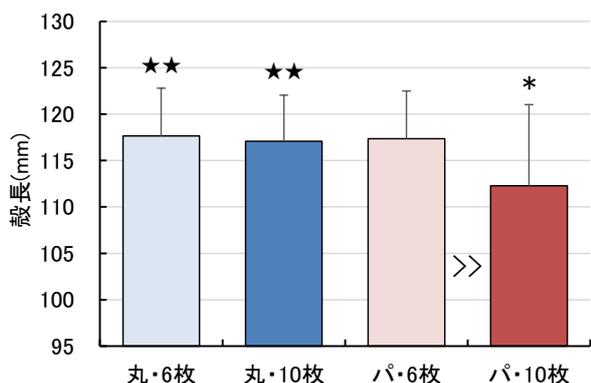


図 63. 次善法の試験終了時の各試験区の殻長(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ 、**は最善法と同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

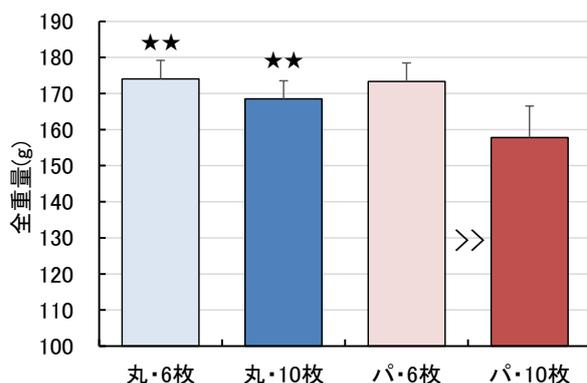


図 64. 次善法の試験終了時の各試験区の全重量(川内) (バーは標準偏差、>>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.01$ 、**は最善法と同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

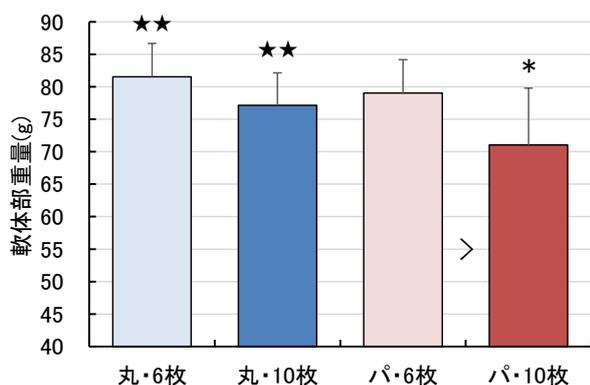


図 65. 次善法の試験終了時の各試験区の軟体部重量(川内) (バーは標準偏差、>は同じ養殖籠の10枚区と比べて $p < 0.05$ 、*は同じ収容枚数の丸籠区と比べて $p < 0.05$ 、★★は最善法の同じ試験区と比べて $p < 0.01$ で有意差あり)

5. まとめ

本試験の結果から、最善法の場合、概ね1年貝(半成貝)の春季籠替え時に収容枚数を少なくすることにより、成長の良い2年貝(成貝)を作ることができると思われた。また、次善法による成貝養殖も西湾、東湾いずれも有効であり、1年貝(新貝)の秋季籠替え時に収容枚数を少なくすること、西湾ではパールネット、東湾では丸籠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と思われた。また、野辺地においては漁業者からの聞き取りの情報をもとに、次年度の試験において、養殖籠に加え、耳吊りも試験区に加えて比較試験を行い、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、夏季には幹綱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。