

海面養殖業高度化事業 ホタテガイ養殖技術モニタリング事業

東野敏及*・吉田達・伊藤良博・森恭子・小谷健二・川村要

目 的

潮流や波浪が原因と考えられるホタテガイのへい死が依然として発生していること、将来的には温暖化の影響によるへい死も危惧されることから、ホタテガイ及び漁場環境の長期的モニタリングを行う。また、漁業者から要望の強いホタテガイのへい死原因の解明と対策に取り組む。

材料と方法

1 養殖ホタテガイと漁場環境のモニタリング

漁業者が養殖しているホタテガイの成長を長期的にモニタリングするために、蓬田村、平内町小湊の2地区(図1)で、同一の養殖施設に垂下されているホタテガイを平成24年8月～平成25年3月にかけて定期的に採取して、生貝数と死貝数を計数し、へい死率を求めた。また、生貝50個体の殻長、全重量、軟体部重量、異常貝数を測定及び計数し、異常貝率を求めた他、死貝の殻長を測定し、へい死時期を推定した。

ホタテガイを採取した養殖施設における漁場環境を同時にモニタリングするために、メモリー式流向流速計(アレック電子COMPACT EM、水温センサー内蔵)を設置し、1時間間隔で流向、流速、水温を記録した。また、潮流・波浪による養殖施設の動揺に関するデータを収集するために、メモリー式深度計(アレック電子MDS-MkV/D)を用いて1分間隔で幹綱水深を記録した他、メモリー式加速度計(Onset Computer社、HOB0 G Logger)を用いて、6分間隔で垂直方向の加速度を記録した。

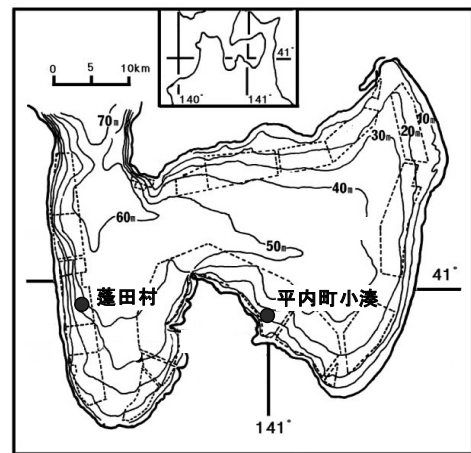


図1 モニタリング地点

2 ホタテガイのへい死対策

(1) ゴム式改良調整玉の経費削減に向けた更なる改良

平成21～23年度の調査^{1)～3)}で、ゴム式改良調整玉は波浪によって生じる施設の上下動を軽減し、ホタテガイの成長、生残率を向上させる効果があることが明らかになってきたが、波浪による施設の上下動を抑制するためのゴム紐(以下、ゴム)として使用している船舶用のショックコードは1mあたりの単価が通常のロープに比べて高いため、漁業者から経費削減の要望がある。また、これまでの調査^{1)～3)}では比較的単価が高い太さが7mmのマーロー社製(以下A社製)の船舶用のショックコードを使用していたが、それに比べて単価が安く、太さが8mmのマリンサービス社製(以下B社製)の船舶用のショックコードも販売されており、ゴム式改良調整玉の更なる経費削減を目的として、この2種類の船舶用のショックコードの養殖施設の上下動抑制効果の違いを調べるため、以下のような試験を実施した。

* 青森県下北地域県民局地域農林水産部むつ水産事務所

平成 24 年 7 月 31 日に久栗坂実験漁場(図 2)の養殖施設へ、調整玉ロープに 2 種類の船舶用のショックコードを使用し、長さ及び本数を変えたゴム式改良調整玉(A 社製ゴム 2m×2 本区、A 社製ゴム 2m×1 本区、B 社製ゴム 2m×2 本区、B 社製ゴム 2m×1 本区)を取り付けた(図 3)。各ゴム式改良調整玉を使用した試験区及び試験施設の両端の調整玉は 1 尺 2 寸のものを 2 個連結(浮力 433N)して、浮力を同じにした。全ての調整玉直下の幹網には前述のメモリー式加速度計を設置し、3 分間隔で垂直方向の加速度を記録した。加速度計が潮流の影響を受けないようにするために、調整玉直下には 20kg の土俵を錘としてそれぞれ取り付けた。

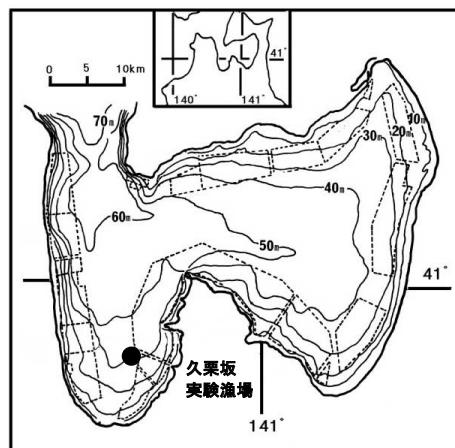


図 2 試験施設の位置

平成 24 年 9 月 14 日に観測機器を回収し、各試験区における養殖施設の上下動の違いについて調べた。

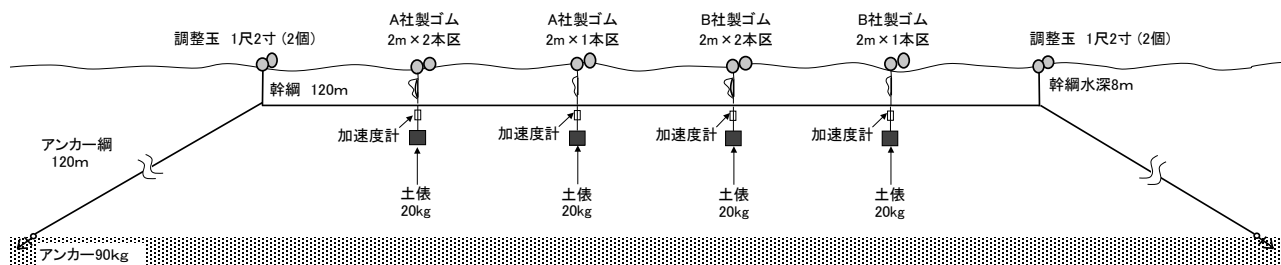


図 3 養殖施設の構造(久栗坂実験漁場)

(2) 稚貝分散時以降の長さ及び本数を変えたゴム式改良調整玉の効果

平成 23 年度における夏季の稚貝採取から秋の稚貝分散までのゴム式改良調整玉を用いた試験³⁾において、久栗坂実験漁場では長さ 2m のゴムを用いた場合、養殖施設の上下動を抑制する効果が見られた。一方、久栗坂実験漁場において、秋の稚貝分散時以降のゴムの本数や長さに関する検討は行っていないため、稚貝分散から春の半成貝出荷時までの冬期間におけるゴムの本数や長さを変えたゴム式改良調整玉の効果調べるために、以下のような試験を実施した。

平成 24 年 10 月 17 日に久栗坂実験漁場(図 2)の養殖施設へ従来調整玉(従来調整玉区)、調整玉ロープに船舶用のショックコードを使用し、長さ及び本数を変えたゴム式改良調整玉(ゴム 2m×2 本区、ゴム 2m×1 本区、ゴム 1m×1 本区)を取り付けた(図 4)。従来調整玉区、各ゴム式改良調整玉を使用した試験区及び試験施設の両端の調整玉は 1 尺 2 寸のものを 2 個連結(浮力 433N)して、浮力を同じにした。全ての調整玉直下の幹網には前述のメモリー式加速度計を設置し、5 分間隔で垂直方向の加速度を記録した。また、調整玉直下の幹網を基点として、1m 離れた位置に目合 3 分、段数 10 段、鉛 100 匁の錘を取り付けたパールネットを設置し、それぞれの段に平成 24 年産ホタテガイを 1 段当り 15 個体収容した。

平成 25 年 4 月 18 日に観測機器とパールネットを回収し、上段(1~2 段目)、中段(5~6 段目)、下段(9~10 段目)のホタテガイの生貝数、死貝数をそれぞれ計数することによりへい死率を求めた。また、それぞれの段の生貝については殻長、全重量及び軟体部重量を測定するとともに、異常貝数を計数して異常貝率を求めた。

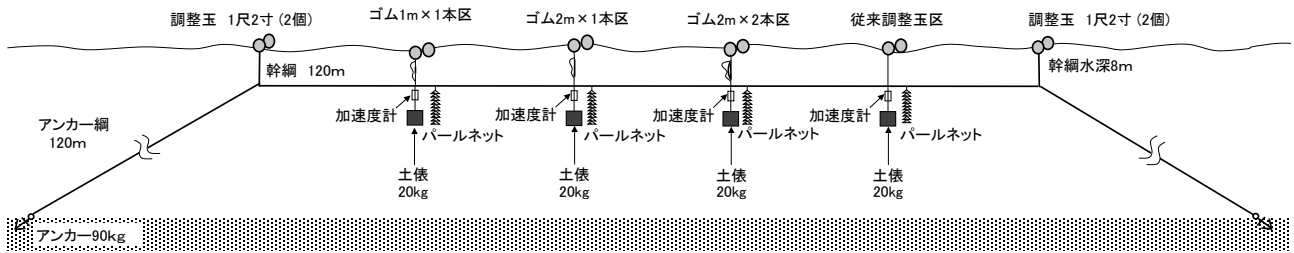


図 4 養殖施設の構造 (久栗坂実験漁場)

結果と考察

1 漁場環境、養殖ホタテガイのモニタリング

(1) 蓬田村

養殖作業及びホタテガイの測定時期を表 1 に、養殖施設の構造を表 2 に示した。

作業時期や施設の基本的な構造等は前年度と若干異なっていた。稚貝採取の時期は前年度に比べ約 2 週間程度、稚貝分散の時期については、前年度に比べ約 1 ヶ月程度遅くなっていた。養殖施設の基本構造については、前年度に比べ、漁場水深が 43m から 38m に、幹網水深が稚貝採取時は 15m から 18m に、稚貝分散時は 10m から 12m に、錨綱長が 130m から 100m へと変わっていた。また、稚貝採取時の調整玉の個数は 1 個 4 箇所から 2 個 3 箇所に、底玉の個数が 20 個から 10 個に、稚貝分散時の底玉の個数が 16 個から 25 個に、パールネットの連数が稚貝採取時は 400 連から 300 連に、稚貝分散時は 380 連から 500 連に、稚貝分散時の選別機の目合いが 20 mm から 6 分目 (約 18 mm) へと変わっていた。

表 1 養殖作業等の時期

稚貝採取	稚貝分散	試験終了
H24.8.23	H24.12.14	H25.3.27

表 2 養殖施設の構造

漁場水深	幹網水深		幹網長	錨綱長	アンカー		土俵	備考		
	稚貝採取時	分散時			重量	個数				
38m	18m	12m	100m	100m	100kg	片側1丁	無			
	調整玉		底玉(最初)		パールネット			備考		
	種類	個数	箇所数	種類	個数	目合	段数		連数	収容数
稚貝採取時	ABS製1尺3寸	2個	3ヶ所	ABS製1尺3寸	10個	2分	10段	300連	100個体/段	鉛50匁 篩の目合2分
分散時	ABS製1尺3寸	1個	4ヶ所	ABS製1尺3寸	25個	3分	10段	500連	25個体/段	鉛50匁 選別機の目合6分

ホタテガイの測定結果を表 3 に示した。また、平成 19 年度から平成 24 年度までのへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図 5~7 に示した。

稚貝採取時のへい死率は 0.3%、殻長は 9.9 mm であり、過去 5 ヶ年と比較すると、へい死率は昨年度同様に低かったが、殻長は平成 21 年度よりは大きかったものの、平成 22 年度及び平成 23 年度に比べ小さかった。これは、平成 24 年春の低水温の影響で、稚貝の成長が例年に比べて遅れていたためと考えられる。

稚貝分散時のサンプル数が少ないため参考値ではあるが、へい死率は 17.6%であった。また、殻長は 28.1mm であり、過去 5 ヶ年と比較すると、平成 23 年度に次いで 2 番目に大きい値であった。

試験終了時のへい死率は 24.4%、異常貝率は 13.7%であり、過去 5 ヶ年と比較して非常に高い値であった。また、殻長、全重量、軟体部重量はそれぞれ 52.3mm、14.5g、5.6g であり、過去 5 ヶ年と比較して最も成長が悪かった。

表 3 ホタテガイの測定結果

作業内容	調査年月日	サンプリング方法	生貝	死貝	異常貝	へい死	異常貝出	殻長(mm)	全重量(g)	軟体部重量(g)	軟体部
			(枚)	(枚)	(枚)	率(%)	現率(%)	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	歩留(%)
蓬田村	稚貝採取	H24.8.23	選別後の稚貝を適宜	1182	3	-	0.3	-	9.9 ± 1.5	-	-
	分散	H24.12.14	パールネット(未分散)1段分	28	6	-	17.6	-	28.1 ± 3.3	-	-
	試験終了	H25.3.27	パールネット1連分	204	66	28	24.4	13.7	52.3 ± 7.5	14.5 ± 5.3	5.6 ± 2.1

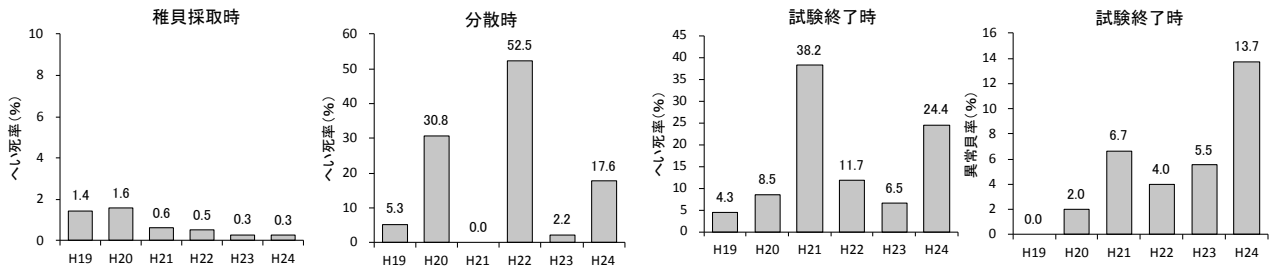


図 5 年度別、時期別のホタテガイのへい死率、異常貝率の推移 (H24の稚貝分散時のへい死率はサンプル数が少ないため参考値)

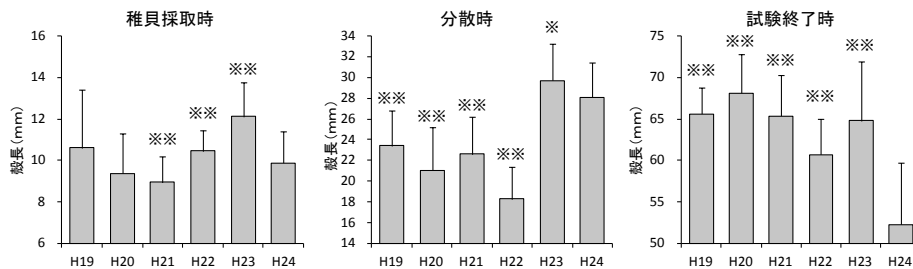


図 6 年度別、時期別のホタテガイの殻長の推移 (バーは標準偏差、※は H24と比較して P<0.05 で、※※は P<0.01 で有意差あり)

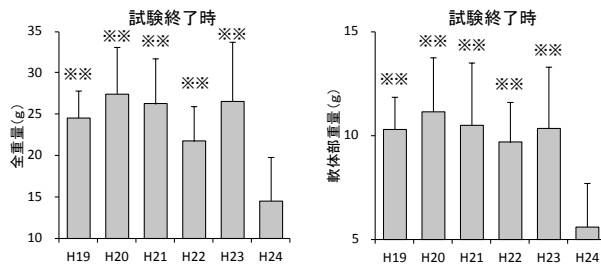


図 7 年度別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移 (バーは標準偏差、※※は H24と比較して P<0.01 で有意差あり)

稚貝採取から試験終了までの時期別の生貝、死貝の殻長組成を図 8 に示した。

平成 24 年 8 月 23 日の稚貝採取時の生貝殻長と、12 月 14 日の稚貝分散時の死貝殻長がほとんど同じであることから、稚貝分散時の死貝は稚貝採取後にほとんど成長できないままへい死に至ったものと考えられた。

また、平成 25 年 3 月 27 日の試験終了時における死貝殻長が稚貝分散時の生貝殻長よりもやや大きいことから、稚貝分散後、やや成長してからへい死に至ったものと考えられた。なお、死貝殻長が広範囲にわたっていることから、へい死時期は特定の時期ではなく、徐々にへい死が起きたと考えられた。

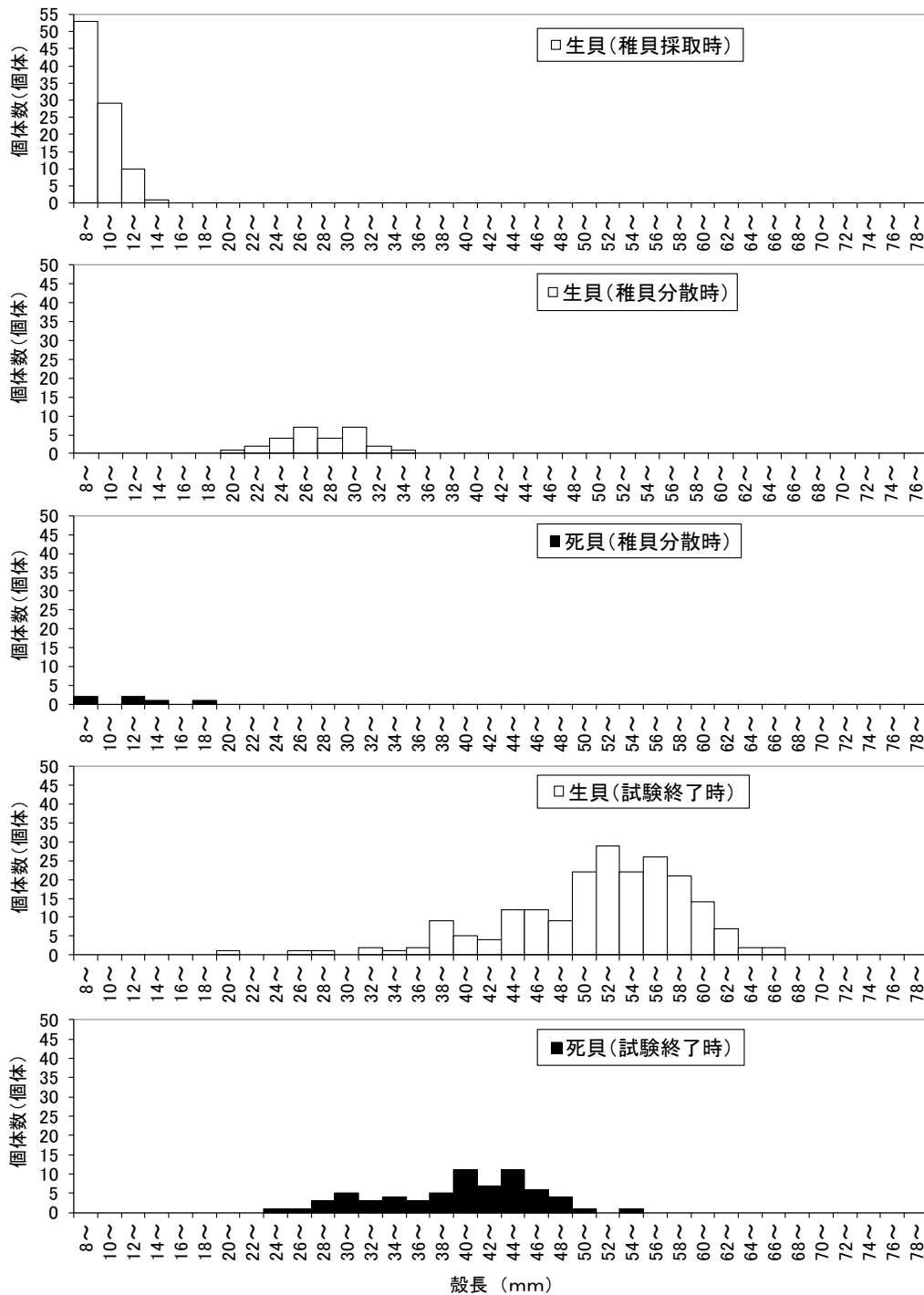


図8 時期別の生貝、死貝の殻長組成

養殖施設の水温の推移を図9に示した。

水温は 4.7~26.7℃の間で推移しており、短期間で大きく変化することがしばしば見られた。これは、玉付け作業によって幹綱水深が変わったこと及び湾内外への海水の流出入による影響と考えられた。

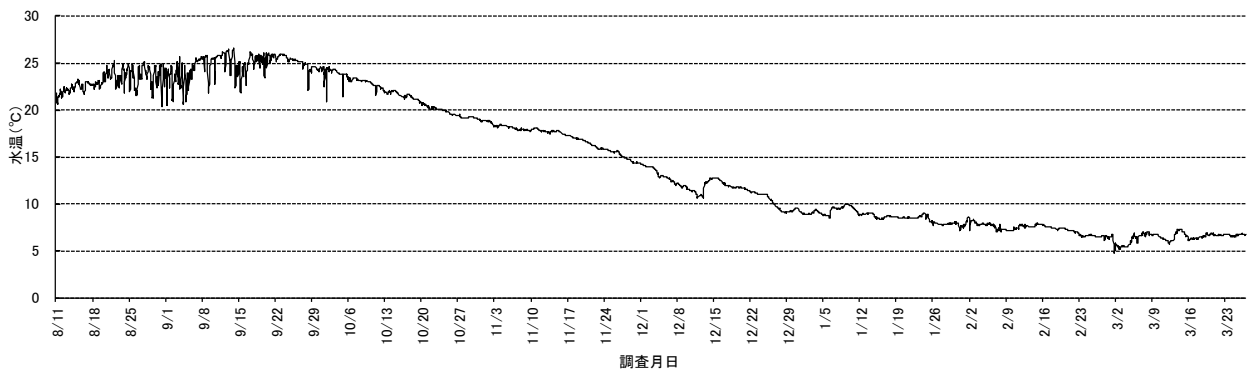


図9 養殖施設の水温の推移

養殖施設の幹綱水深の変化を図10に、幹綱の上下動を図11に示した。

幹綱水深は、平成24年8月21日の稚貝採取時は約12mであった。その後、夏季高水温の影響を避けるため、約30m前後に沈められていた。その後、水温が下がり始めた10月2日に約18mと浅くし、10月15日には再び12mにまで浅くしていた。稚貝分散時以降は平成25年1月14日、2月15日、3月4日、3月18日、3月24日の計5回、幹綱水深を約15m前後に維持するように玉付け作業がなされていた。

幹綱水深が平成25年2月上旬から中旬にかけて、約18m前後から約30mへと急激に深くなっていたが、これは、幹綱に垂下しているホタテガイや付着生物が成長により重くなったためと考えられた。また、2月2日や3月1日のように、幹綱水深が短時間で10m前後、急激に変化している時が見られ、急激な施設の沈み込みが生じていた。

また、幹綱の上下動については、加速度がほぼ一定の値で推移していることから、波浪の影響をあまり受けず、比較的安定していたものと考えられた。

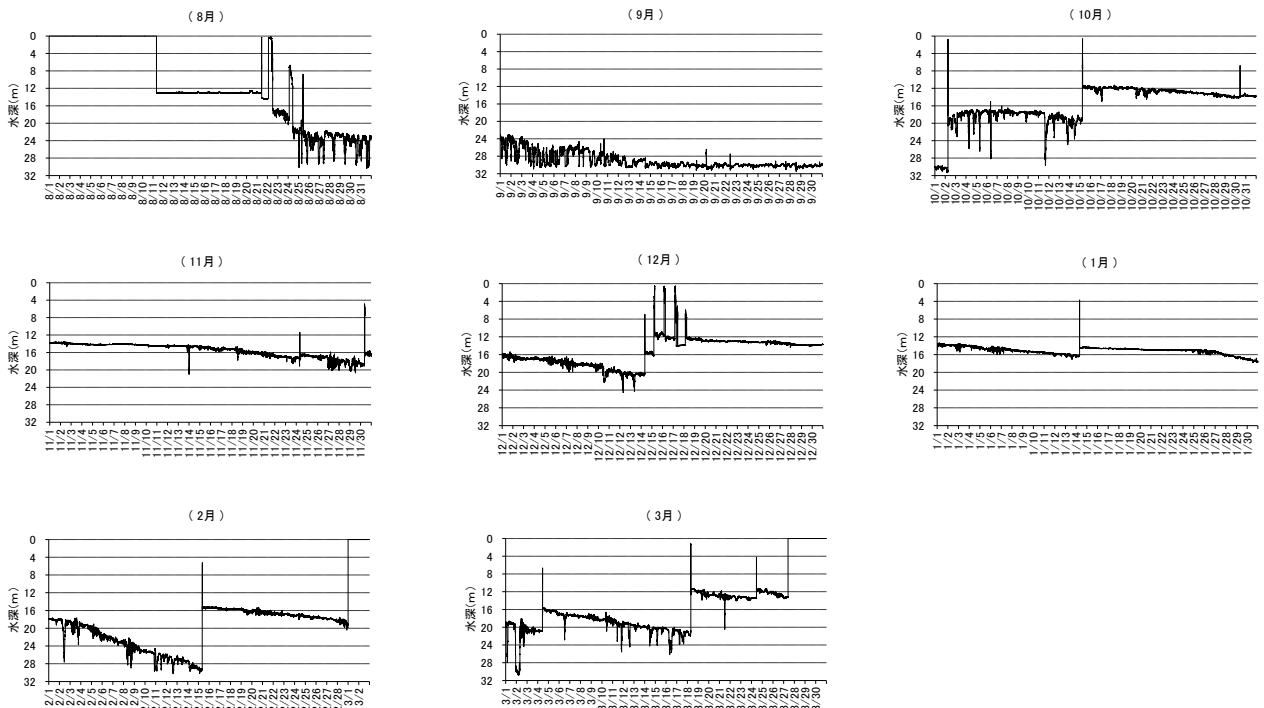


図10 養殖施設の幹綱水深の変化

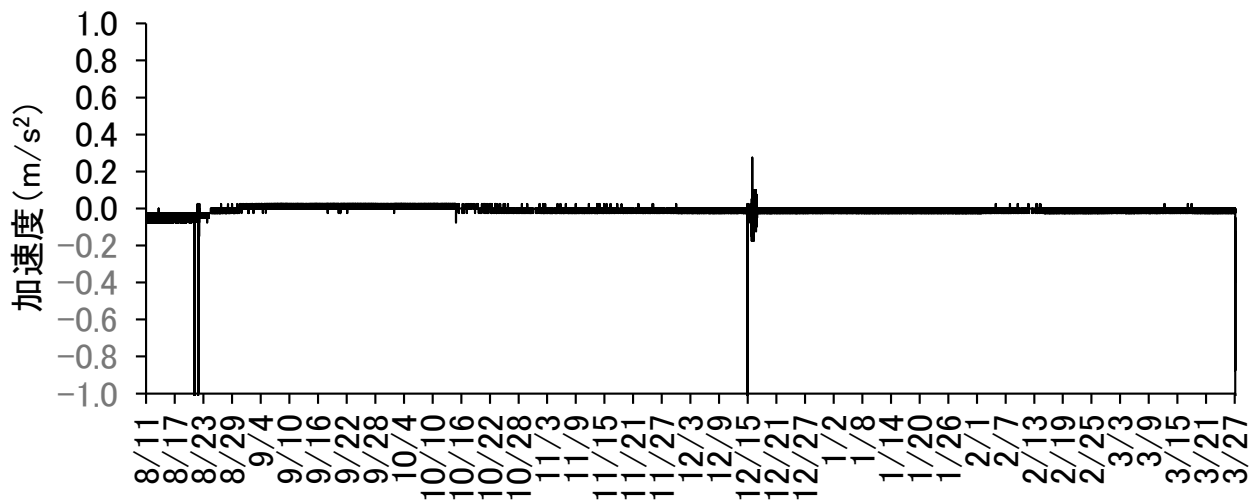


図 11 養殖施設の幹網の上下動

養殖施設の流向流速の推移を図 12 に示した。

平成 24 年 8 月 11 日～平成 25 年 3 月 27 日における最高流速は 8 月 20 日の 0.40m/s (0.73 ノット) であり、0.54m/s (1 ノット) 以上の強い流れは観測されなかった。また、冬季よりも夏季に流れが強い傾向が見られた。

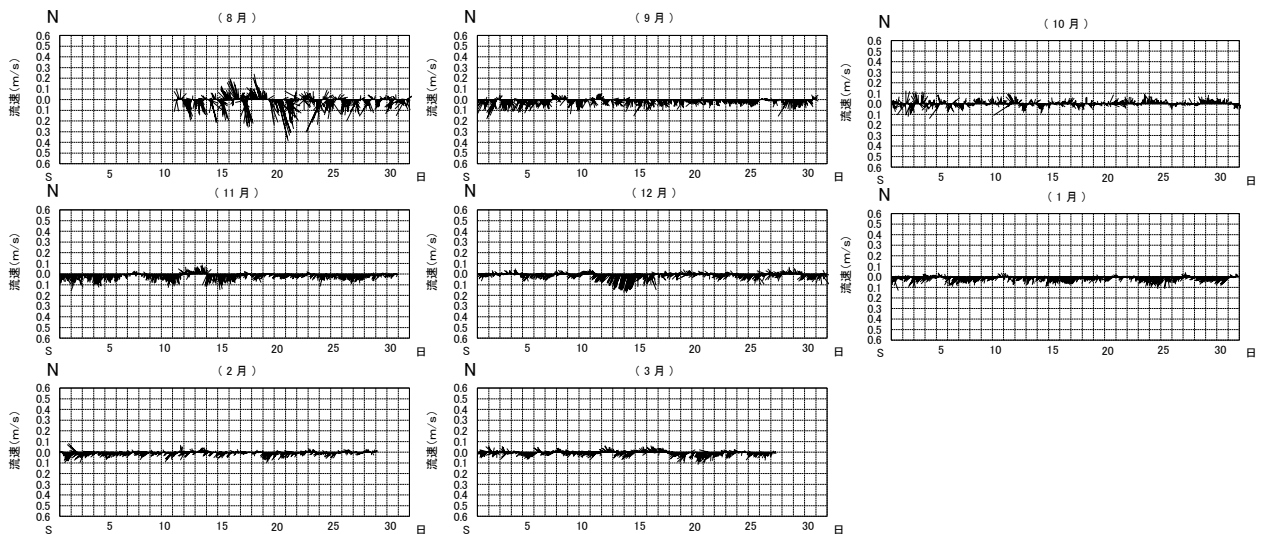


図 12 養殖施設の流向流速の推移

以上の結果から、試験終了時のへい死率や異常貝率が高い原因については、試験終了時の生貝に成長差があること、死貝が成長後に断続的にへい死していること、幹網水深に大きな変化が見られることから、高水温の影響により一部の貝の活力が低下し、さらに急激な施設の沈み込みによる貝のぶつかり合いの影響があったためと考えられた。

(2) 平内町小湊

養殖作業及びホタテガイの測定時期を表4に、養殖施設の構造を表5に示した。作業時期については、稚貝分散が前年度に比べ約3週間程度遅れていた。また、施設の基本的な構造については、例年とほぼ同じであったが、前年度とは分散時の漁場水深が7mから6mに、アンカーが片側2丁から1丁に、調整玉が発泡7個から発泡6個とABS製1尺2寸玉1個に、稚貝分散時のパールネットの連数が500連から600連に、パールネット1段あたりの収容数が稚貝分散時において20個体から18個体に、稚貝採取時に用いた篩の目合が1分5厘から2分に、稚貝分散時に用いた選別機の目合が16.5mmから5分(15mm)に変わっていた。

表4 養殖作業等の時期

稚貝採取	稚貝分散	試験終了
H24.8.21	H24.11.13	H25.3.12

表5 養殖施設の構造

漁場水深	幹綱水深		幹綱長	錨綱長	アンカー		土俵	備考			
	稚貝採取時	分散時			重量	個数					
20m	6m	6m	120m	80m	100kg	片側1丁	60kg2個				
	調整玉(※1)		底玉(最初)		パールネット						
	種類	個数	箇所数	種類	個数	目合	段数	連数	収容数	錘	
稚貝採取時	発泡	1個	6ヶ所	ABS製1尺2寸	10個	1分5厘	8段	420連	200個体/段	鉛100匁	篩の目合2分
	ABS製1尺2寸	1個	1ヶ所	ABS製1尺3寸	2個						
分散時	発泡	1個	6ヶ所	ABS製1尺2寸	12個	3分	8段	600連	18個体/段	鉛75匁	選別機の目合5分
	ABS製1尺2寸	1個	1ヶ所	ABS製1尺3寸	12個					鉛50匁	

※1 一端がABS製1尺2寸、残り6ヶ所は発泡

ホタテガイの測定結果を表6に示した。また、平成18年度から平成24年度までのへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量を図13~15に示した。

稚貝採取時のへい死率は0%、殻長は7.7mmであり、過去6カ年と比較すると、へい死率は例年並みに低い値であったが、殻長はこれまでで最も低い値であった。これは、平成24年春の低水温の影響で、稚貝の成長が例年に比べて遅れていたためと考えられる。

稚貝分散時のへい死率は53.5%、殻長は18.1mmであり、過去6カ年と比較すると、へい死率は異常高水温の影響により過去最高であった平成22年度に次いで非常に高く、殻長も過去最低であった平成22年度に次いで低い値であった。

試験終了時のへい死率は10.1%、異常貝率は17.2%であり、過去6カ年と比較すると、へい死率は最も高く、異常貝率も平成20年度に次いで2番目に高かった。殻長、全重量、軟体部重量はそれぞれ50.7mm、14.2g、5.3gであり、平成21年度を除く過去5カ年と比較すると、最も低い値であった。

表6 ホタテガイの測定結果

作業内容	調査年月日	サンプリング方法	生貝(枚)	死貝(枚)	異常貝(枚)	へい死率(%)	異常貝出現率(%)	殻長(mm) 平均値±SD	全重量(g) 平均値±SD	軟体部重量(g) 平均値±SD	軟体部歩留(%)
稚貝採取	H24.8.21	選別後の稚貝を適宜	301	0	-	0.0	-	7.7 ± 1.0	-	-	-
分散	H24.11.13	パールネット(未分散)1段分	121	139	-	53.5	-	18.1 ± 2.9	-	-	-
試験終了	H25.3.12	パールネット1連分	116	13	20	10.1	17.2	50.7 ± 6.0	14.2 ± 3.9	5.3 ± 1.5	37.4

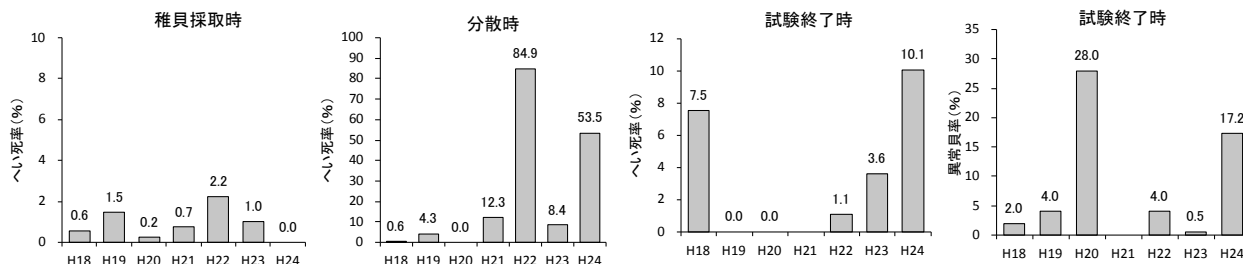


図13 年度別、時期別のホタテガイのへい死率、異常貝率の推移

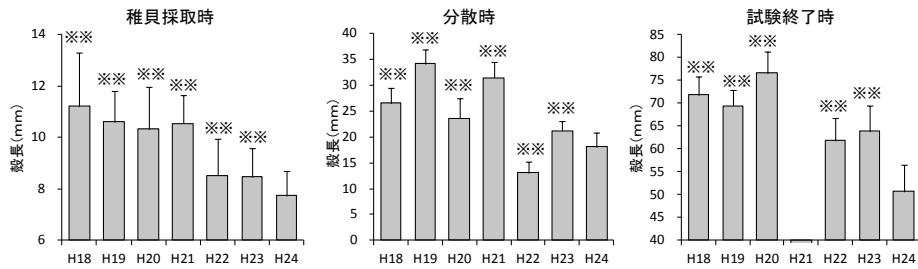


図 14 年度別、時期別のホタテガイの殻長の推移
(バーは標準偏差、**は H24 と比較して P<0.01 で有意差あり)

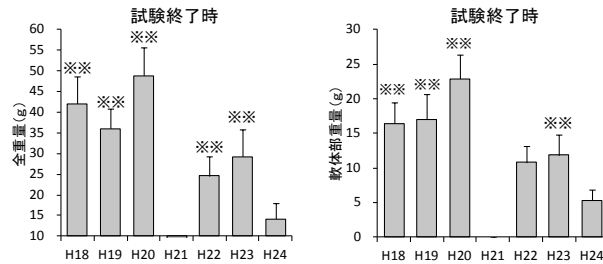


図 15 年度別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移
(バーは標準偏差、**は H24 と比較して P<0.01 で有意差あり)

稚貝採取から試験終了までの時期別の生貝、死貝の殻長組成を図 16 に示した。

平成 24 年 8 月 21 日の稚貝採取時の生貝の殻長組成と、11 月 13 日の稚貝分散時の死貝の殻長組成がほとんど同じであることから、稚貝分散時の死貝は稚貝採取後にほとんど成長できないままへい死に至ったものと考えられた。

また、平成 25 年 3 月 12 日の試験終了時において、①死貝の殻長組成が 1 個体を除いて試験終了時の生貝の殻長組成とほぼ同じであり、大部分は稚貝分散後、かなり成長してからへい死に至った、②死貝の殻長組成が広範囲にわたっていることから、へい死時期は特定の時期ではなく、稚貝分散後、しばらく経ってから徐々にへい死が起きたと考えられた。

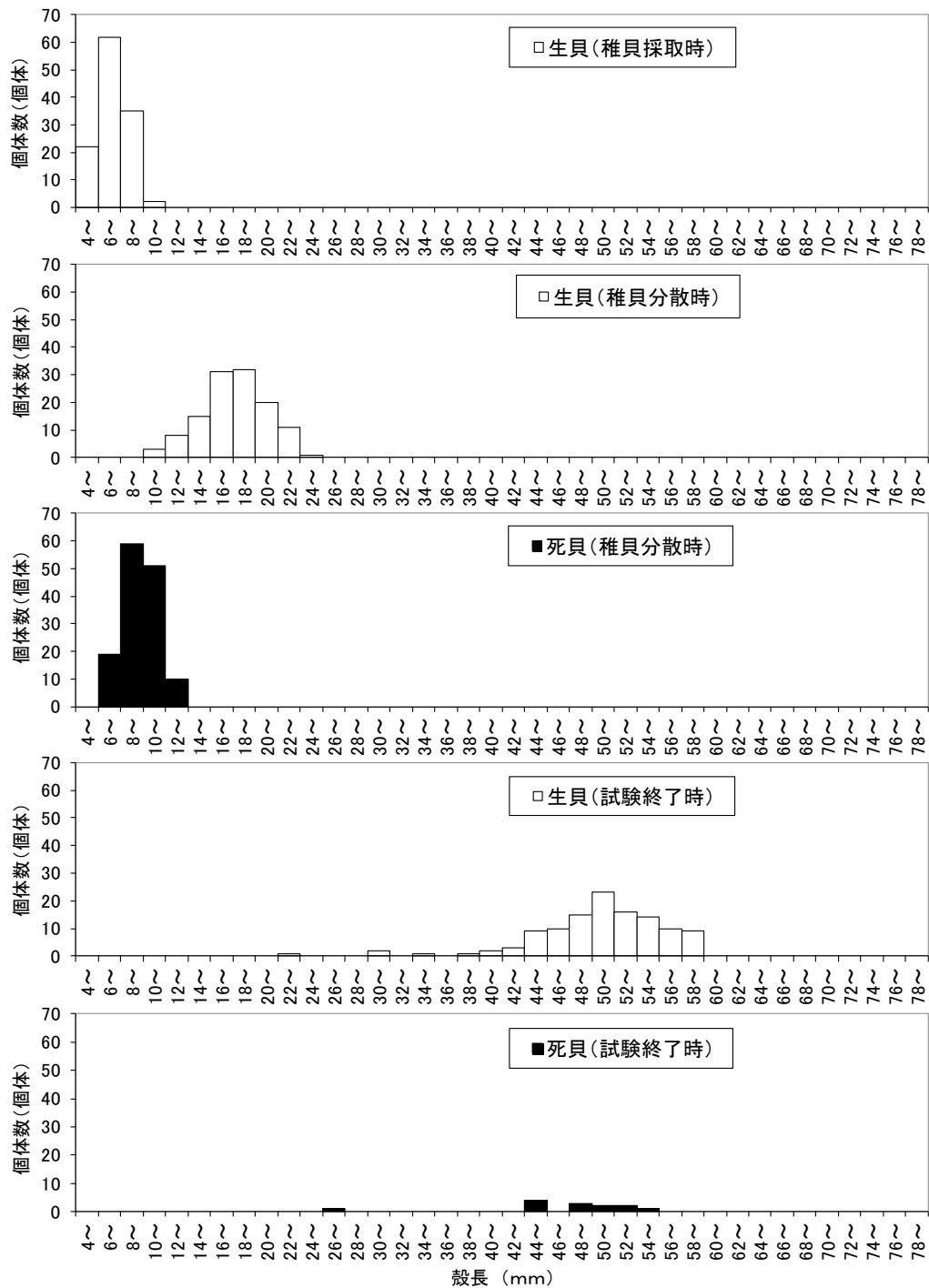


図 16 時期別の生貝、死貝の殻長組成

養殖施設の水温の推移を図 17 に示した。

調査期間を通じての最高水温は 26.8℃（平成 24 年 9 月 19 日、9 月 20 日）、最低水温は 3.3℃（平成 25 年 3 月 12 日）であった。



図 17 養殖施設の水温の推移

養殖施設の幹綱水深の変化を図 18 に、幹綱の上下動を図 19 に示した。

幹綱水深が約 8m を維持するように施設管理されていたが、ホタテガイや付着生物の成長に伴い、幹綱が少しずつ沈み込む様子がたびたび見られた。また、平成 24 年 12 月 24 日から平成 25 年 1 月 12 日の間は、養殖施設を安定させるために幹綱水深を約 16m と深くしていた。さらに、平成 24 年 9 月 28 日、10 月 11 日、11 月 27 日、12 月 18 日、平成 25 年 2 月 3 日、3 月 1 日～2 日、3 月 6 日～7 日、3 月 10 日において、幹綱水深が大きく変化していた。

幹綱の上下動については、加速度がほぼ一定の値で推移していることから、養殖施設は波浪の影響をあまり受けず、比較的安定していたものと考えられた。

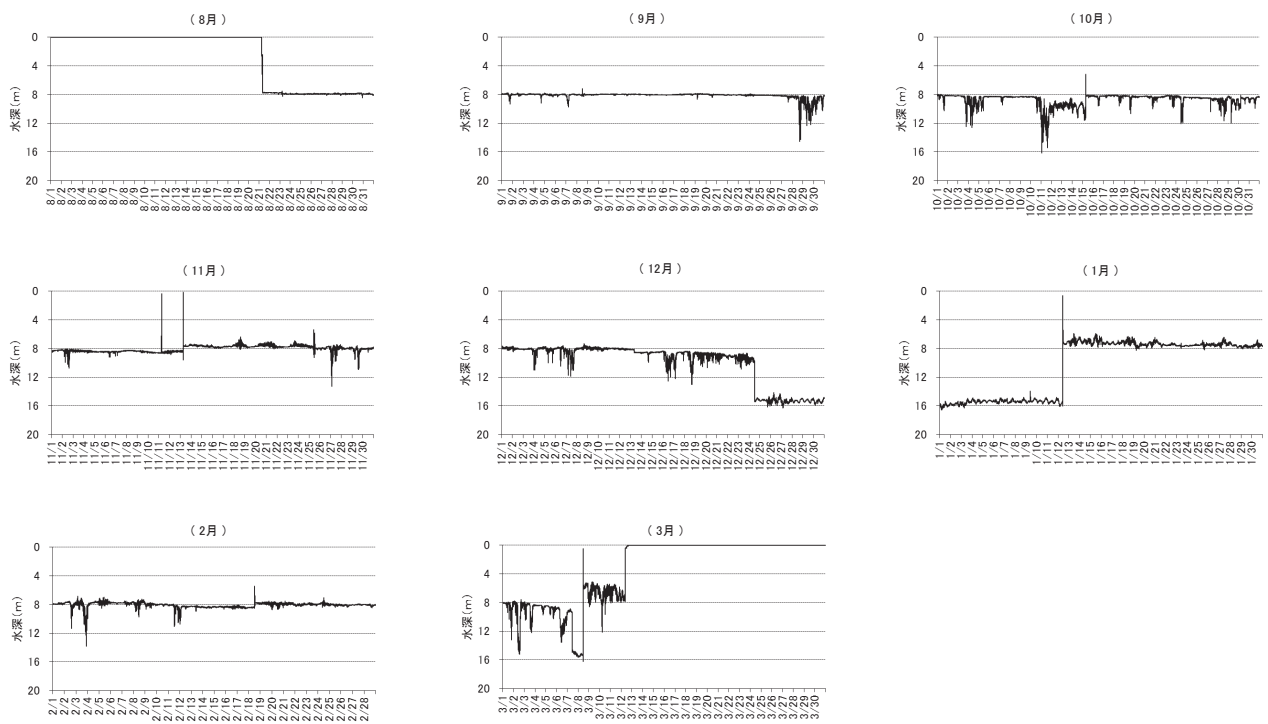


図 18 養殖施設の幹綱水深の変化

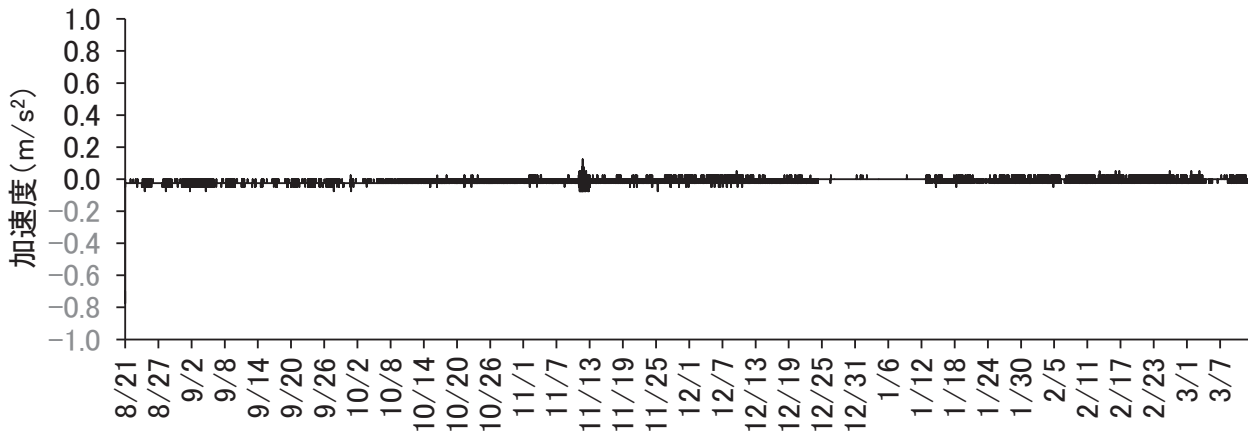


図 19 養殖施設の幹網の上下動

養殖施設の流向流速の推移を図 20 に示した。なお、平成 24 年 12 月 19 日～平成 25 年 3 月 12 日においては、流速計の故障により流向流速は欠測となっている。

平成 24 年 8 月 21 日～12 月 18 日にかけて、0.1m/s (約 0.185 ノット) を超える流れが観測された日は少なかった。また、観測期間を通じての最高流速は平成 24 年 11 月 27 日の 0.20 m/s (約 0.36 ノット) であり、0.54m/s (1 ノット) 以上の強い流れは観測されなかった。

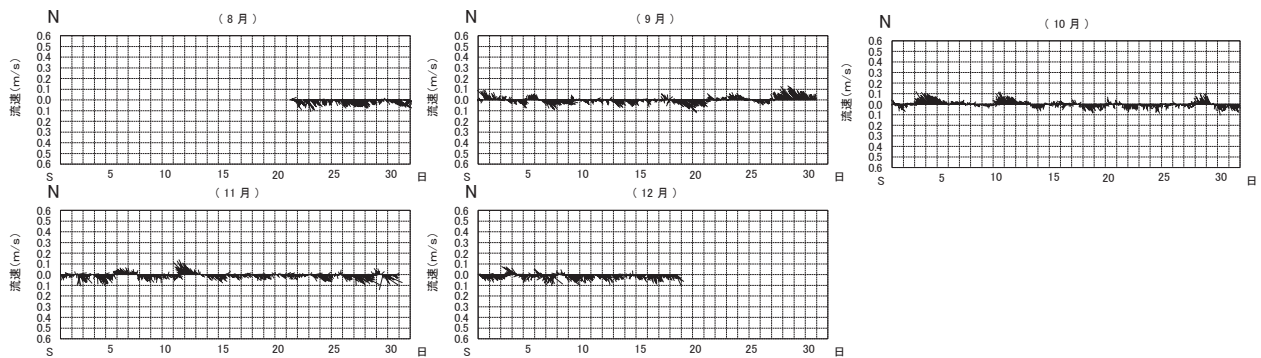


図 20 養殖施設の流向流速の推移

以上の結果から、稚貝採取直後に多くの稚貝が夏季高水温の影響によりへい死したものと考えられた。また、試験終了時のへい死率や異常貝率が高い原因については、流速計の故障により、正確な冬期間の潮流の影響は不明であるが、試験終了時の生貝に成長差があること、死貝が成長後に断続的にへい死していること、幹網水深に大きな変化が見られることから、高水温の影響により、一部の貝の活力が低下し、さらに急激な施設の沈み込みによる貝のぶつかり合いの影響があったためと考えられた。

2 ホタテガイのへい死対策

(1) ゴム式改良調整玉の経費削減に向けた更なる改良

養殖施設の幹網の垂直方向における加速度の推移を図 21 に示した。

各試験区の加速度を比較するために分散を求めたところ、B 社製ゴム 2m×1 本区は 0.00071 m/s² と他の試験区に比べ大きかった。一方、A 社製ゴム 2m×2 本区は 0.00021 m/s²、A 社製ゴム 2m×1 本区は 0.00016 m/s²、B 社製ゴム 2m×2 本区は 0.00011m/s² といずれも小さかった(図 22)。

これらのことから、B 社製 2m×2 本区で A 社製のゴムと同様の上下動抑制効果が見られた。

また、B社製 2m×1 本区は、これまでの試験で用いていた従来式の調整玉よりは、上下動抑制効果があると思われるが、A社製の試験区に比べると上下動抑制効果が低いことが明らかとなった。

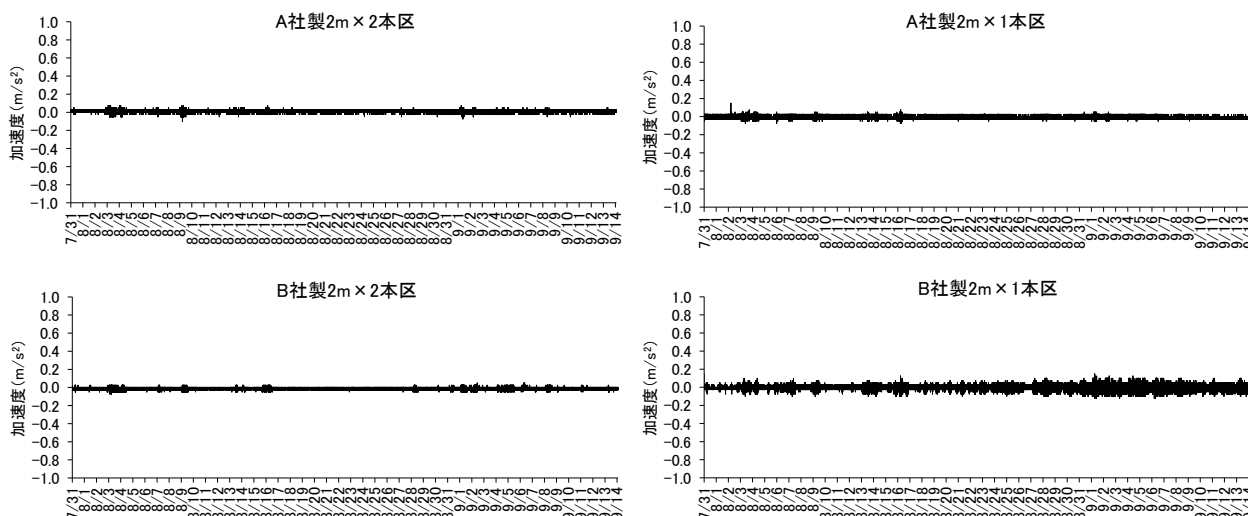


図 21 養殖施設の幹網の垂直方向における加速度の推移

今回の試験により単価の安い B社製ゴム 2mを 2 本使用した場合（経費：756 円）でも養殖施設の上下動の抑制効果があることが確認できたが、単価の高い A社製ゴム 2mを 1 本使用した場合（経費：840 円）と経費がそれほど変わらず、経費削減効果は低く、実用性のあるものを開発する上では更なる経費の削減が必要である。

青森県産業技術センター工業総合研究所によるゴムの引張試験において、ゴムの伸縮については、A社製ゴムは自然長の 2 倍、

B社製ゴムは 1.5 倍の長さまではゴムの弾性により伸びることが明らかとなっていることから、今後は、経費を更に安くするために単価の安い B社製ゴム 3mを 1 本使用した場合（経費：567 円）における養殖施設の上下動の抑制効果の有無を調べる必要があると考えられた。

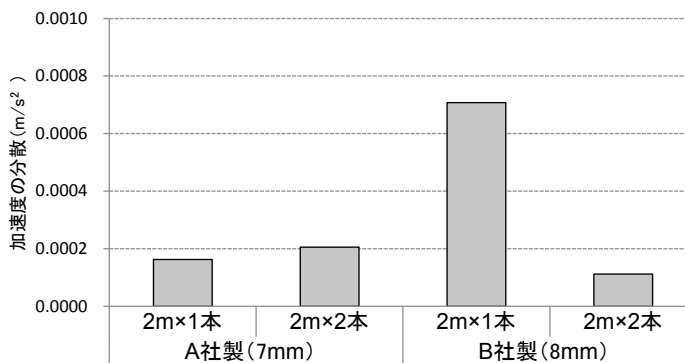


図 22 加速度の分散

(2) 稚貝分散時以降の長さ及び本数を変えたゴム式改良調整玉の効果

ホタテガイの測定結果を表 7、図 23 に示した。

へい死率はゴム 2m×2 本区が 13.9～46.3% (平均 28.2%)、ゴム 2m×1 本区が 41.7～78.4% (平均 58.9%)、ゴム 1m×1 本区が 20.5～56.1% (平均 35.9%)、従来調整玉区が 43.9～51.4% (平均 48.0%) で、ゴム 2m×1 本区 > 従来調整玉区 > ゴム 1m×1 本区 > ゴム 2m×2 本区の順で高い値を示していた。ゴム式改良調整玉の試験区の中ではゴム 2m×2 本区が最もへい死率が低かった。

異常貝率はゴム 2m×1 本区の中段で 4.5%、下段で 9.5%、ゴム 1m×1 本区の下段で 3.2%、従来調整玉区の中段で 4.3%の他は 0%であり、全体的に低かった。

平均殻長、平均全重量、平均軟体部重量はゴム 2m×2 本区がそれぞれ 55.3～64.1mm (平均 60.2mm)、23.7

～32.4g(平均 28.5g)、9.7～13.6g(平均 11.8g)、ゴム 2m×1 本区が 37.5～54.2mm(平均 47.5mm)、9.5～19.6g(平均 15.4g)、3.2～7.5g(平均 5.8g)、ゴム 1m×1 本区が 43.1～55.2mm(平均 50.8mm)、12.0～21.5g(平均 18.0g)、4.6～8.2g(平均 7.0g)、従来調整玉区が 53.4～57.4mm(平均 56.1mm)、20.0～23.4g(平均 22.0g)、7.8～9.5g(平均 8.6g)であった。従来調整玉区と比較するため、段別に平均値の差の検定を有意水準 1%で行ったところ、殻長、全重量及び軟体部重量について、ゴム 2m×2 本区の中段と下段で有意に高い値を示し、ゴム 2m×1 本区の上段と中段、ゴム 1m×1 本区の上段で有意に低い値を示した。

表 7 ホタテガイの測定結果

	ゴム2m×2本区			ゴム2m×1本区			ゴム1m×1本区			従来調整玉区		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
生貝(個体)	22	31	31	8	22	21	18	33	31	18	23	23
死貝(個体)	19	9	5	29	29	15	23	15	8	19	22	18
へい死率(%)	46.3	22.5	13.9	78.4	56.9	41.7	56.1	31.3	20.5	51.4	48.9	43.9
異常貝率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	9.5	0.0	0.0	3.2	0.0	4.3	0.0
平均殻長(mm)	55.3	64.1	61.2	37.5	50.7	54.2	43.1	54.1	55.2	53.4	57.4	57.4
平均全重量(g)	23.7	32.4	29.5	9.5	17.3	19.6	12.0	20.4	21.5	20.0	23.4	22.5
平均軟体部重量(g)	9.7	13.6	12.1	3.2	6.8	7.5	4.6	8.2	8.1	7.8	9.5	8.6

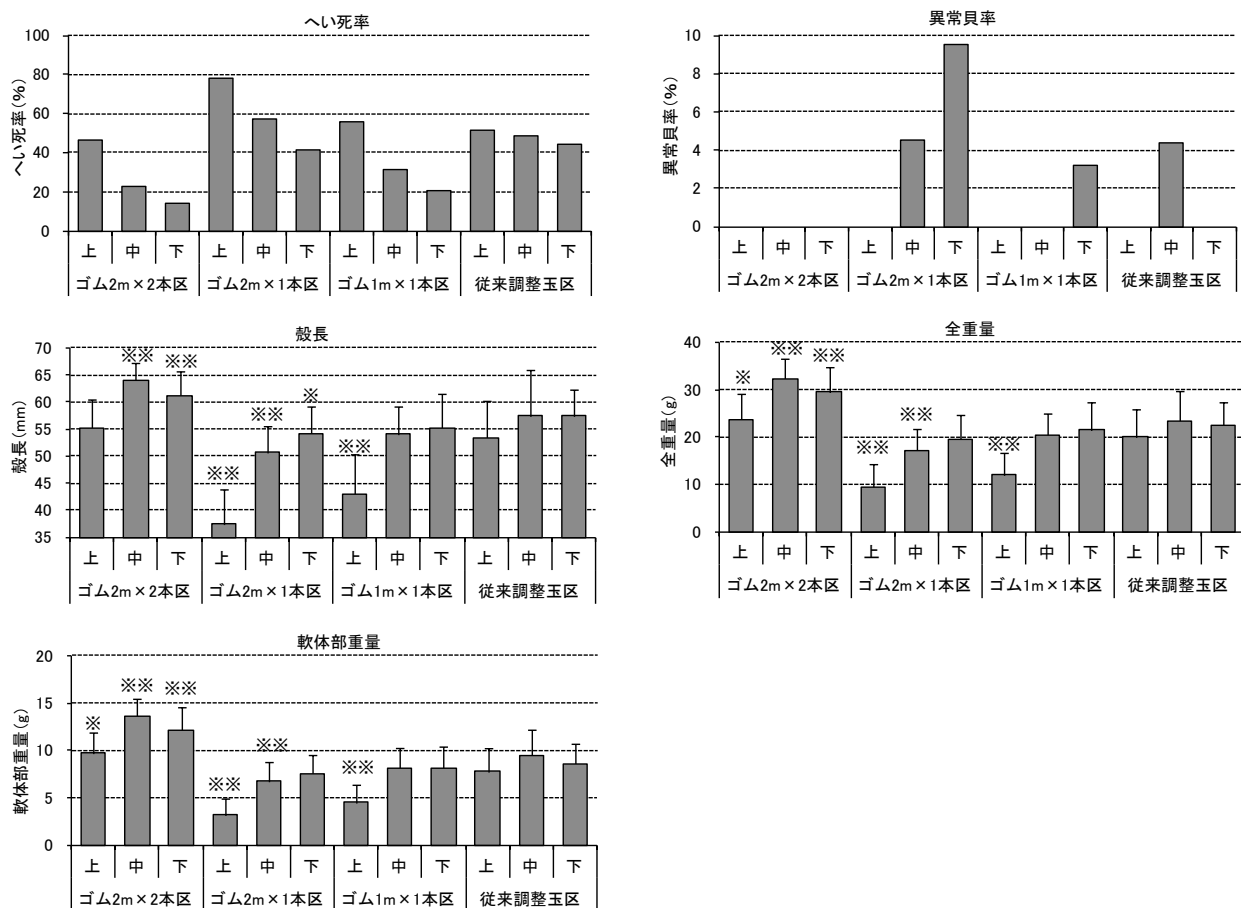


図 23 ホタテガイの測定結果(バーは標準偏差、従来調整玉区と段別に比較した場合、※は P<0.01 で有意差あり)

養殖施設の幹網の垂直方向における加速度の推移を図 24 に示した。

各試験区の加速度を比較するために分散を求めたところ、ゴム 2m×1 本区が 0.00295 m/s²と最も大きく、次いでゴム 1m×1 本区が 0.00137m/s²、従来調整玉区が 0.00041m/s²、ゴム 2m×2 本区が 0.00034m/s²であ

った(図 25)。ゴム式改良調整玉の試験区の中では、ゴム 2m×2 本区が最も小さい値を示した。

施設の上下動について、これまでのゴムを使用した試験の結果では従来調整玉区がゴムを使用した試験区よりも加速度の分散は大きく、施設の揺れも激しいという結果^{1)~3)}であったが、今回の結果では、最も施設の上下動が抑制されていたゴム 2m×2 本区と従来調整玉区の揺れがほとんど変わらず、ゴム 2m×1 本区やゴム 1m×1 本区は施設の上下動を抑制できていなかった。試験に使用した養殖施設の両端の調整玉が試験開始時と試験終了時で異なっていたことから、何らかの原因により途中で調整玉が流出し、養殖施設全体のバランスが崩れてしまったため、ゴム式改良調整玉が本来の機能を発揮できなかった可能性が考えられる。今後は、同様の試験をもう一度行い、稚貝分散時以降の長さ及び本数を変えたゴム式改良調整玉の効果を再検証する必要がある。

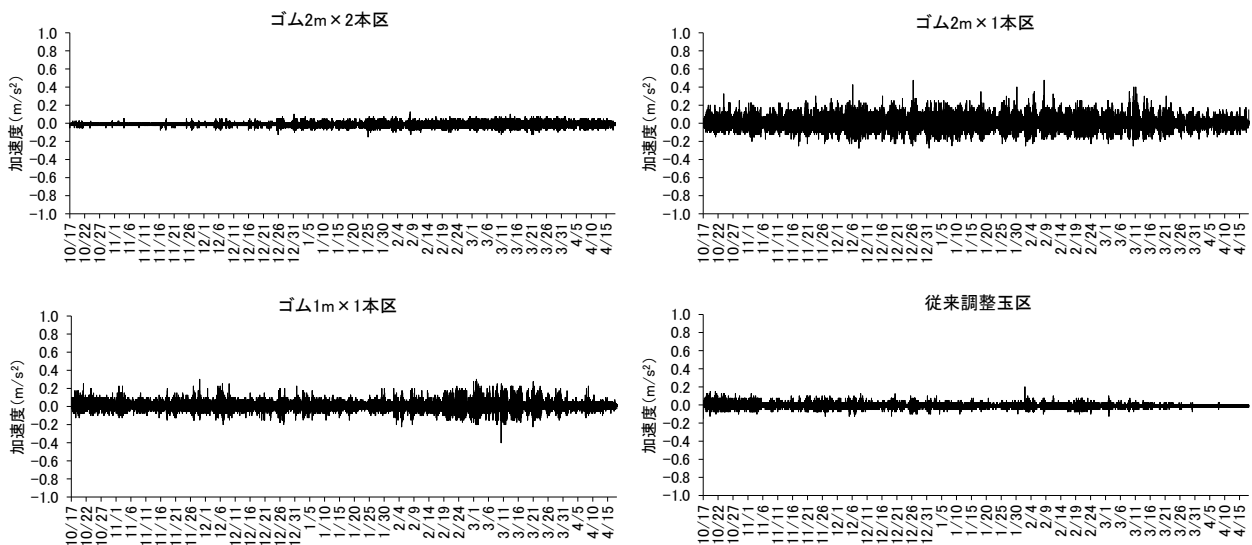


図 24 養殖施設の幹綱の垂直方向における加速度の推移

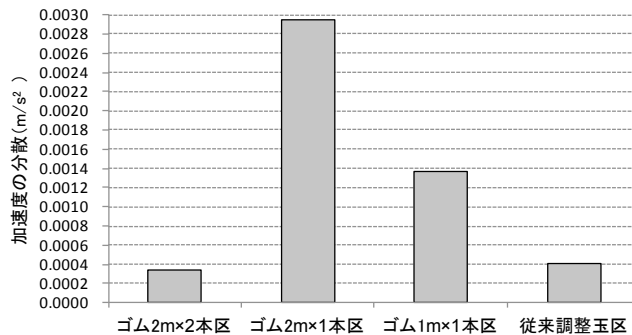


図 25 加速度の分散

引用文献

- 1) 吉田達・工藤敏博・山田嘉暢・小谷健二・川村要(2012) 海面養殖業高度化事業(ホタテガイ養殖技術モニタリング事業). 平成 21 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 294-319.
- 2) 吉田達・工藤敏博・松尾みどり・小谷健二・川村要(2012) 海面養殖業高度化事業(ホタテガイ養殖技術モニタリング事業). 平成 22 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 337-373.

- 3) 東野敏及・吉田達・伊藤良博・小谷健二・小倉大二郎・川村要(2013)海面養殖業高度化事業(ホタテガイ養殖技術モニタリング事業). 平成23年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 447-471.