

# 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

森 恭子・吉田 達<sup>1</sup>・伊藤良博・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発生していることに加え、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、ホタテガイの成育及び漁場環境をモニタリングし、へい死原因の解明と対策に取り組む。

## 材料と方法

### 1. ホタテガイの成育状況と漁場環境のモニタリング

蓬田村、平内町小湊地先(図1)において、平成25年産稚貝の養殖施設各1か統を対象に、施設の構造を聞き取りするとともに、稚貝採取時、分散時及び平成26年3月(以下「試験終了時」)に貝を採取して生貝と死貝の殻長組成とへい死率を求めた。なお、平成26年3月には、これらに加え生貝の全重量と軟体部重量を測定するとともに、異常貝の出現率を求めた。

また、平成25年8月から平成26年3月まで、上述の養殖施設の幹綱にメモリー式流向流速計(JFE アドバンテック社製 COMPACT EM、水温センサー内蔵)、メモリー式深度計((JFE アドバンテック社製 MDS-MkV/D)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時間間隔の流向、流速及び水温、1分間隔の幹綱水深、3分間隔の幹綱の鉛直方向の加速度を観測した。なお、稚貝分散時以降、加速度の観測を5分間隔に変更した。

本結果を、過去に両地先で行った調査結果と比較した。

### 2. ホタテガイのへい死対策(ゴム式改良調整玉に使用するゴムの種類の検討)

久栗坂実験漁場(図2)の平成25年産稚貝の養殖施設において、稚貝採取を行った平成25年7月26日から平成26年4月17日まで、太さ7mmのマーロー社製(以下「A社製」)及び太さ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を使用し、長さ及び本数を変えた4つのゴム式改良調整玉試験区(試験区a:長さ2mのA社製ゴム2本、試験区b:長さ2mのA社製ゴム1本、試験区c:長さ2mのB社製ゴム1本、試験区d:長さ3mのB社製ゴム1本)を設定し(図3)、貝の成育を比較した。試験区間で浮力に差異が生じないように、図3に示したとおり、各試験区及び養殖施設の両端に2個ずつ、計12個の1尺2寸の調整玉(浮力433N)を取り付けた。各試験区の調整玉直下から水平方向に1m離して

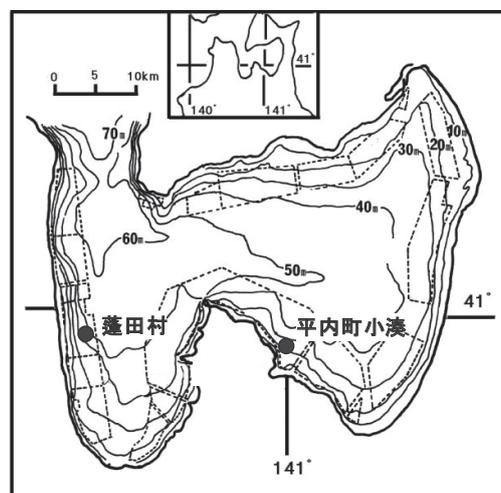


図1. モニタリング地点.

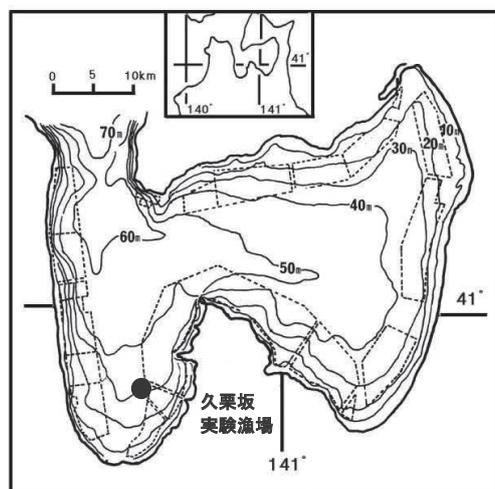


図2. 試験施設の位置.

<sup>1</sup>青森県農林水産部水産局水産振興課

垂下した目合2分、段数10段、鉛錘100匁(375g)のパールネットの各段に平成25年産稚貝を100個体ずつ収容して試験を開始し、平成25年10月7日の稚貝分散時には目合3分のパールネットにそれらのうち15個体を無作為に抽出して収容した。

稚貝分散時に、未分散のパールネットの上部(1、2段目)、中部(5、6段目)、下部(9、10段目)に収容されている稚貝を採取し、死貝の割合からへい死率を求めるとともに、各部から無作為に抽出した生貝100個体の殻長を測定した。また、試験終了時には、全ての貝の殻長、全重量及び軟体部重量を測定するとともに、パールネット各部の異常貝の出現率を求めた。

また、各試験区の調整玉直下にメモリー式加速度計(Onset Computer社、H0B0ペンダントG Logger)を設置し、試験開始から稚貝分散時までの間は3分間隔で、稚貝分散時から試験終了までの間は5分間隔で鉛直方向の加速度を観測した。

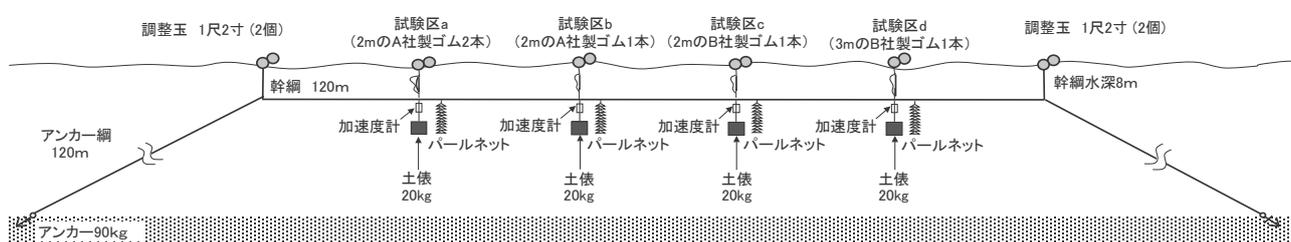


図3. 養殖施設の構造(久栗坂実験漁場).

## 結果と考察

### 1 ホタテガイの成育状況と漁場環境のモニタリング

#### (1) 蓬田村

養殖作業の時期を表1に、養殖施設の基本構造を表2に、養殖施設の構造等を表3に示す。作業時期と施設構造を前年度と比較すると、稚貝採取と稚貝分散はそれぞれ約3週間、約1ヵ月間早く、稚貝採取時では幹網水深が2m深く、パールネットの連数は100~150連多く、稚貝分散時の選別機の日合いは2mm小さくになっていた。

表1. 養殖作業の時期

稚貝採取	稚貝分散
H25.8.4	H25.11.16

表2. 養殖施設の基本構造

漁場水深	幹網水深		幹網長	錨綱長	アンカー		土俵
	稚貝採取時	分散時			重量	個数	
40m	20m	12m	100m	100m	100kg	両側1丁	無

表3. 養殖施設の構造等

	調整玉		底玉		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	4ヶ所	ABS製1尺3寸	18個	2分	10段	450連	100個体/段	鉛50匁 篩の日合2分
分散時	ABS製1尺3寸	2個	4ヶ所	ABS製1尺3寸	25個	3分	10段	600連	20個体/段	鉛50匁 選別機の日合16mm

平成 25 年度の測定結果を表 4 に、平成 19 年度から平成 25 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 4～6 に示す。稚貝採取時の成育状況は、へい死率が 0.8% で平成 19～24 年度平均（以下「平均」）0.8% と同程度、殻長が 7.8mm で平均 10.2mm より小さかった。分散時の成育状況は、へい死率が 69.2% で平均 18.1% より高く、殻長が 22.5mm で平均 23.9mm より小さかった。試験終了時の成育状況は、へい死率が 12.4% で平均 15.6% より低く、殻長が 49.5mm で平均 62.2mm より小さく、全重量が 14.3g で平均 23.5g より軽く、軟体部重量が 8.1g で平均 9.6g よりも低い値であった。平成 25 年産稚貝の成育状況は、分散時のへい死率が平成 19 年以降で最も高く、調査期間を通じて貝が小さかった。

表 4. ホタテガイの測定結果

調査年月日	作業内容	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	軟体部指数
H25.8.4	稚貝採取	選別後の稚貝を適宜	124	1	-	0.8	-	7.8 ± 1.4	-	-	-
H25.11.16	分散	パールネット(未分散)1段分	86	193	-	69.2	-	22.5 ± 3.4	-	-	-
H26.3.19	試験終了	パールネット1連分	155	22	1	12.4	0.6	49.5 ± 6.3	14.3 ± 4.6	6.1 ± 2.1	42.8

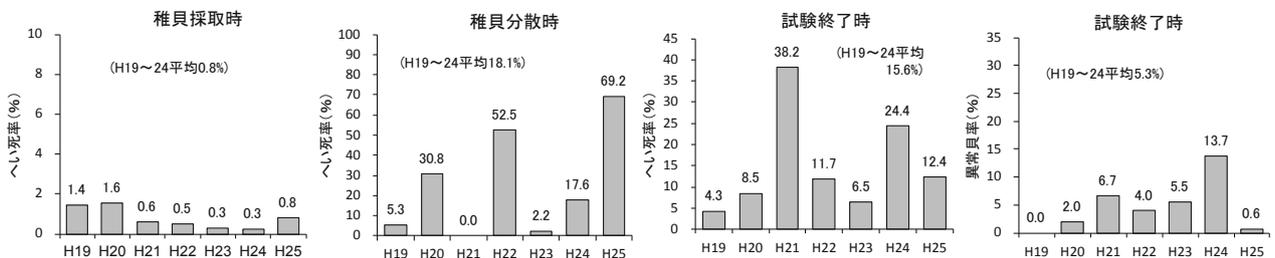


図 4. 年度別、時期別のホタテガイのへい死率、異常貝率の推移。

(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)

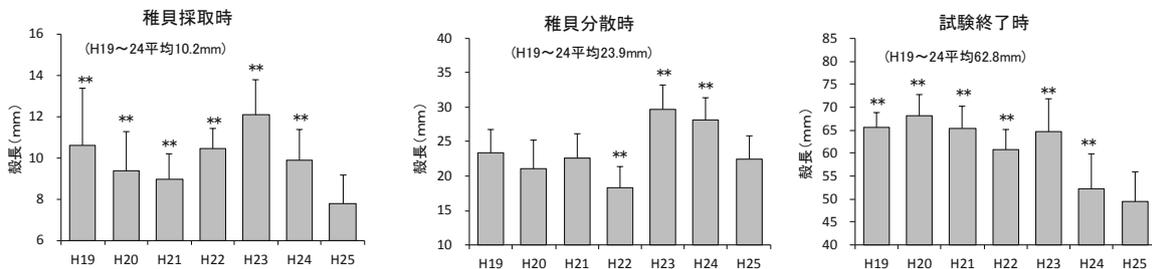


図 5. 年度別、時期別のホタテガイの殻長の推移。

(バーは標準偏差の範囲、\*\*は H25 と比較して P<0.01 で有意差あり)

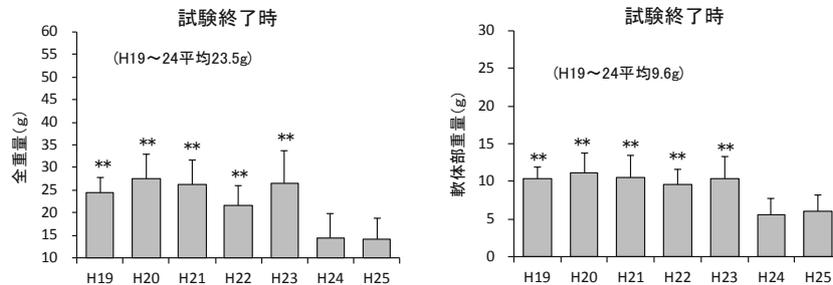


図 6. 年度別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移。

(バーは標準偏差の範囲、\*\*は H25 と比較して P<0.01 で有意差あり)

稚貝採取時から試験終了までの時期別の生貝、死貝の殻長組成を図7に示す。分散時に採集された死貝は、殻長が稚貝採取時より2~6mm大きいことから、稚貝採取後に成長してからへい死したと考えられた。また、試験終了時に採集された死貝は、殻長が分散時と同じ個体と20mm程度大きい個体が混在していたことから、分散直後にへい死した個体と分散後に成長してからへい死した個体があったと考えられた。

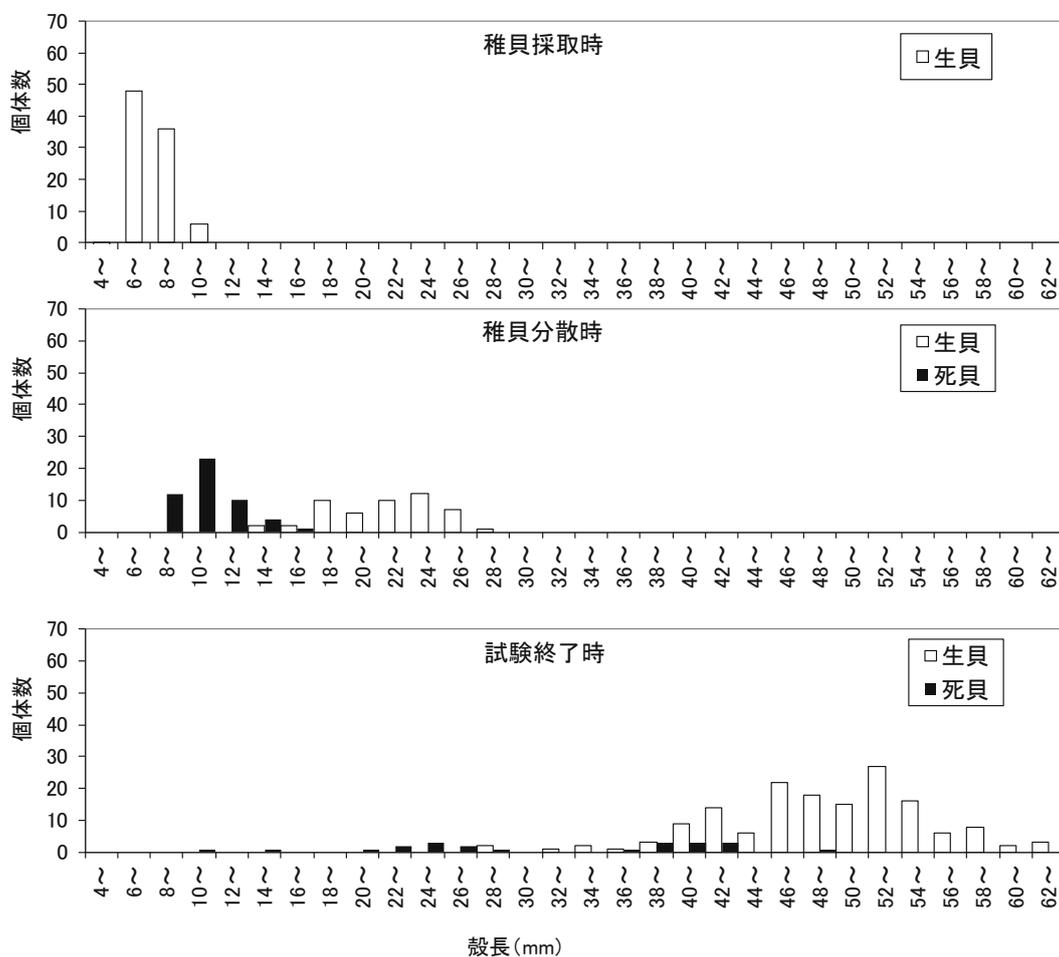


図7. 時期別の生貝、死貝の殻長組成.

養殖施設における水温の推移を図8に、平成19年以降の水温別日数を図9に示す。平成25年の水温は、稚貝採取時の21°Cから8月18日の25.7°Cまで上昇した後、9月10日までは25°C前後で推移し、その後10月13日まで2~4°Cの昇降を繰り返しながら下降し、10月14日以降はなだらかに下降した。水温別日数をみると、平成25年の23°C以上の日数は、44日間、平成19~24年の21日間よりも多かったものの、平成22年の52日間より少なく、平成24年の45日間と同程度であった。

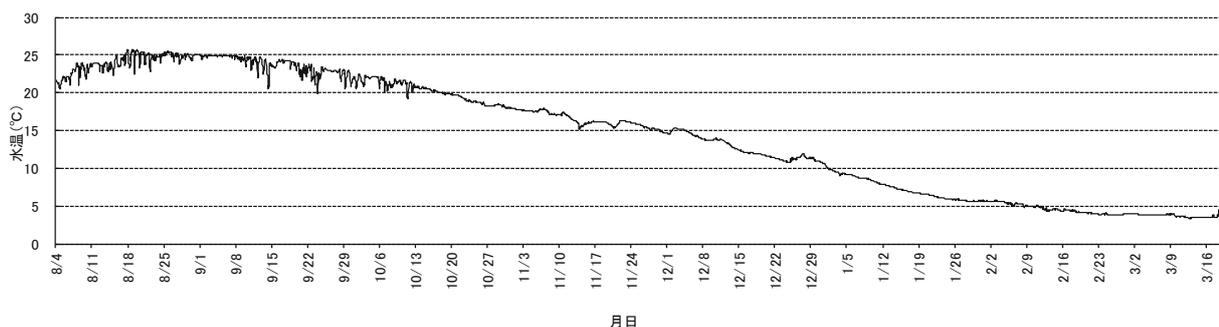


図8. 養殖施設の水温の推移

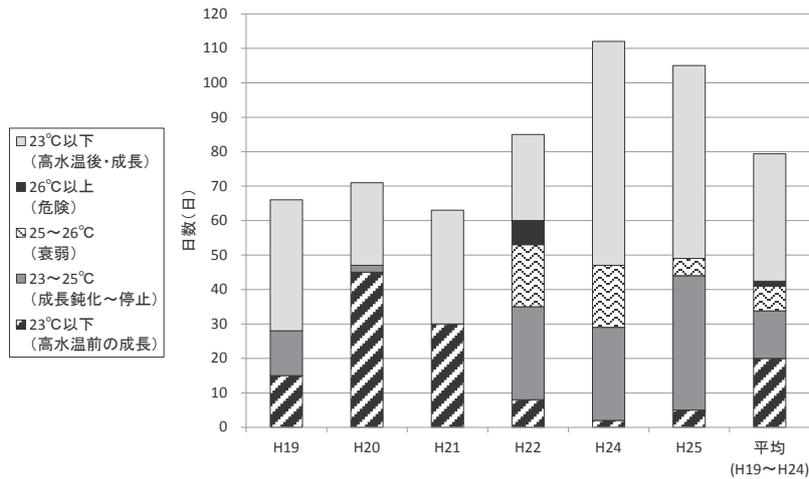


図 9. 水温別日数.

養殖施設の幹綱水深の変化を図 10 に、幹綱の加速度を図 11 に示す。幹綱水深は、稚貝採取から 10 月 14 日までは 20~33m、10 月 14 日から試験終了時までは 12~19m であった。また、幹綱水深が 4~12m 沈み込んで短時間で戻る変化が稚貝採取時から 10 月 14 日までに何度も見られたが、この要因については不明である。なお、幹綱水深が 10 月 14 日、11 月 16 日、12 月 31 日、平成 26 年 1 月 7 日、2 月 12 日、2 月 23 日に 3 分以内に 3m 以上急上昇していたが、これらは幹綱が沈降しないように玉付け作業が行われたためと考えられた。また、幹綱の加速度は、分散時以前に比べ分散時以降の値が大きくなっていった。

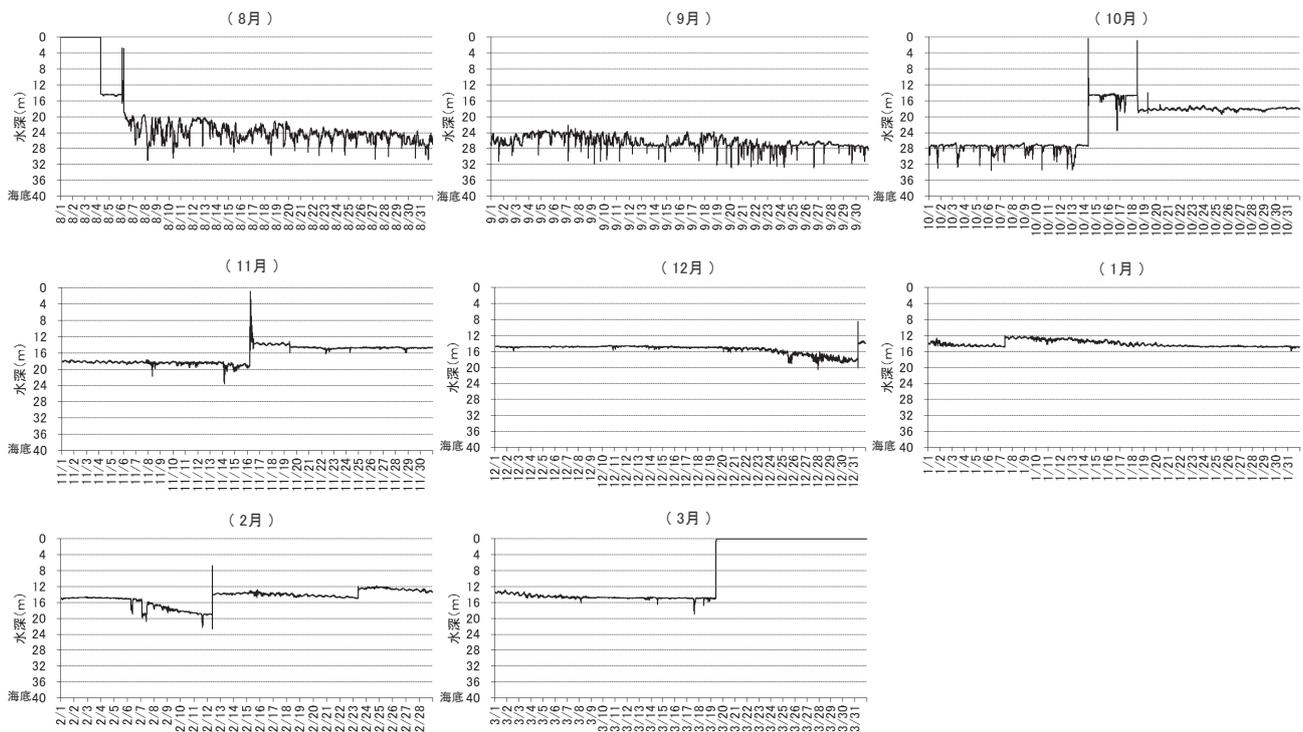


図 10. 養殖施設の幹綱水深の変化.

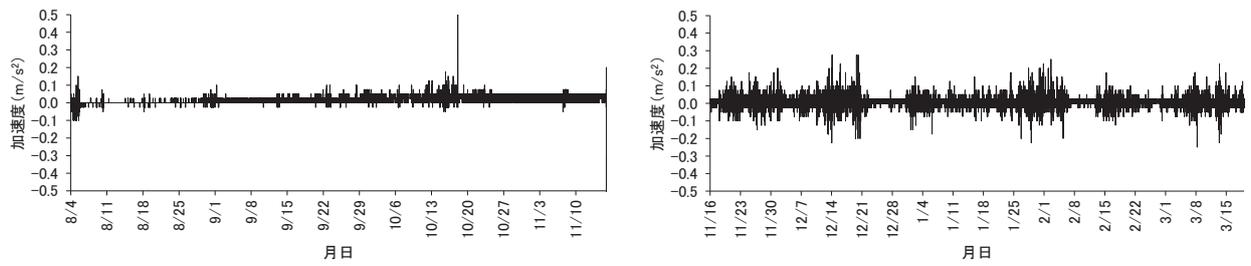


図 11. 養殖施設の幹綱の加速度.

養殖施設の日別合成平均流向流速の推移を図 12 に、稚貝採取から稚貝分散時における最高流速と流速別出現数を表 5 に示す。稚貝採取時～10 月 17 日及び 11 月 21 日～12 月 10 日の間に流速 0.1～0.3m/s の南向きの流れが頻繁に観測されたが、それ以外の期間では 0.1m/s 以下の流れであった。流速別出現数について過去のデータと比較すると、0.1m/s 以上の出現数は 361 回で平成 19～24 年の平均 276 回より多く、0.2 m/s 以上の出現数は 16 回で平成 19～24 年の平均 30 回より少なかった。

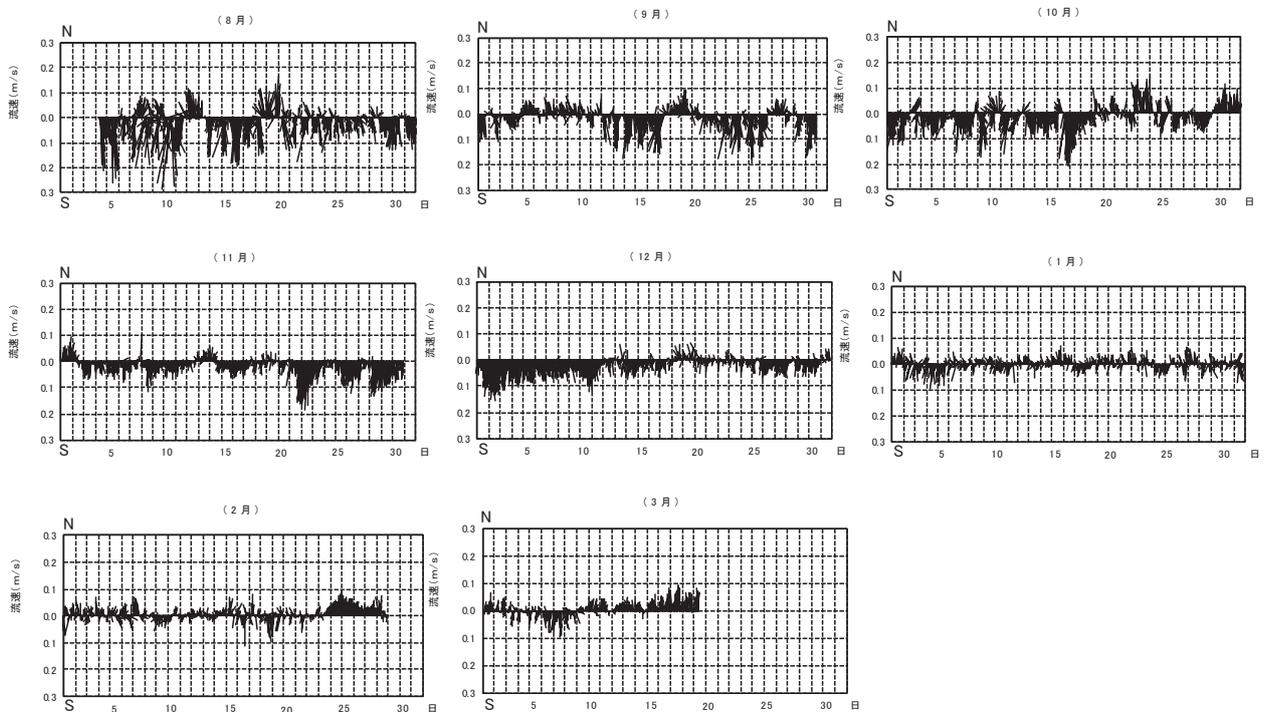


図 12. 養殖施設の流向流速の推移.

表 5. 稚貝採取～稚貝分散における最高流速と流速別出現数

	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H19-24平均
最高流速(m/s)	0	0	0	0	-	0	0	0
流速0.3m/s以上の出現数(回)	6	5	8	0	-	2	0	4
流速0.2m/s以上の出現数(回)	60	37	39	10	-	6	16	30
流速0.1m/s以上の出現数(回)	338	271	433	187	-	150	361	276
合計回数(回)	1,563	1,666	2,024	2,013	-	2,713	2,496	1,996

※H21 7/31～8/4、H23欠測

平成 25 年の分散時のへい死率は、異常高水温の影響を受けた平成 22 年の 52.5%よりも高かった。この要因については、平成 25 年夏期の水温が平成 22 年よりも低かったことから、直ちに高水温による影響とはみなせなかった。ただし、平成 25 年の稚貝は、成長が鈍化し始める 23℃以上の水温にさらされた日数が 44 日間と平成 22 年に次いで多かったことから、高水温の影響で衰弱していた可能性が考えられる。また、平成 25 年は、本調査の養殖施設に近い奥内地区のへい死率も 55.5%と高く、高水温の影響で衰弱した稚貝が 9 月 16 日の強い波浪の影響を受けて大量にへい死した可能性が示唆されている(354 ページ参照)。しかし、本調査では 9 月 16 日の波浪の影響による施設の動揺は観測されなかった。

(2) 平内町小湊

養殖作業の時期を表 6 に、養殖施設の基本構造を表 7 に、養殖施設の構造等を表 8 に示す。作業時期を前年度と比較すると、稚貝採取は約 2 週間早く、稚貝分散は約 2 週間遅くなっていた。施設構造を前年度と比較すると、稚貝採取時では幹綱水深が 4m 深く、パールネットの連数が 80 連多く、パールネットの目合が 1 分 5 厘から 2 分になり、稚貝分散時では選別機の目合いが 2 分大きくなっていた。

表 6. 養殖作業の時期

稚貝採取	稚貝分散
H25.8.6	H25.11.29

表 7. 養殖施設の基本構造

漁場水深	幹綱水深		幹綱長	錨綱長	アンカー		土俵
	稚貝採取時	分散時			重量	個数	
20m	10m	6m	120m	70m	100kg	片側1丁	60kg2個

表 8. 養殖施設の構造等

	調整玉			底玉		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		錘
稚貝採取時	ABS製1尺2寸	1個	7ヶ所	ABS製1尺2寸	2個	2分	8段	500連	180個体/段	鉛75匁	篩の目合2分
				ABS製1尺3寸	11個						
分散時	発泡(※1)	1個	1ヶ所	ABS製1尺2寸	2個	3分	8段	600連	20個体/段	鉛75匁	選別機の目合7分
	ABS製1尺2寸	1個	6ヶ所	ABS製1尺3寸	11個						

※1 中心が発泡、残り6ヶ所はABS製1尺2寸

ホタテガイの測定結果を表 9 に、平成 18 年度から平成 25 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 に示す。稚貝採取時の成育状況は、へい死率が 0.2%で平成 18~24 年度平均(以下平均) 0.9%より低く、殻長が 7.6mm で平均 9.6mm より小さかった。分散時の成育状況は、へい死率が 8.7%で平均 23.4%より低く、殻長が 28.3mm で平均 24.0mm より小さかった。試験終了時の成育状況は、へい死率が 1.2%で平均 3.7%より低く、殻長が 55.1mm で平均 65.7mm より小さく、全重量が 18.5g で平均 32.5g より軽く、軟体部重量が 7.9g で平均 14.0g よりも低い値であった。平成 25 年産稚貝の成育状況は、へい死率が低いものの、成長が悪かった。

表 9. ホタテガイの測定結果

調査年月日	作業内容	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	軟体部指数
H25.8.6	稚貝採取	選別後の稚貝を適宜	3327	8	-	0.2	-	7.6 ± 1.1	-	-	-
H25.11.29	分散	パールネット(未分散)1段分	105	10	-	8.7	-	28.3 ± 2.2	-	-	-
H26.3.18	試験終了	パールネット(未分散)1段分	162	2	3	1.2	1.9	55.1 ± 5.6	18.5 ± 4.6	7.9 ± 2.0	42.9

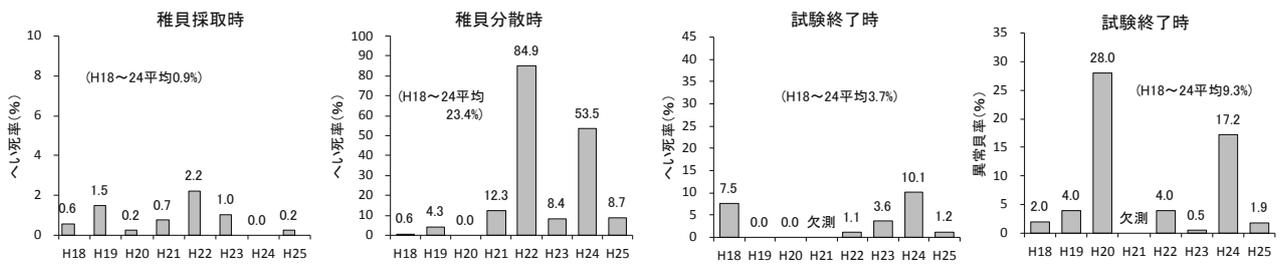


図 13. 年度別、時期別のホタテガイのへい死率、異常貝率の推移。

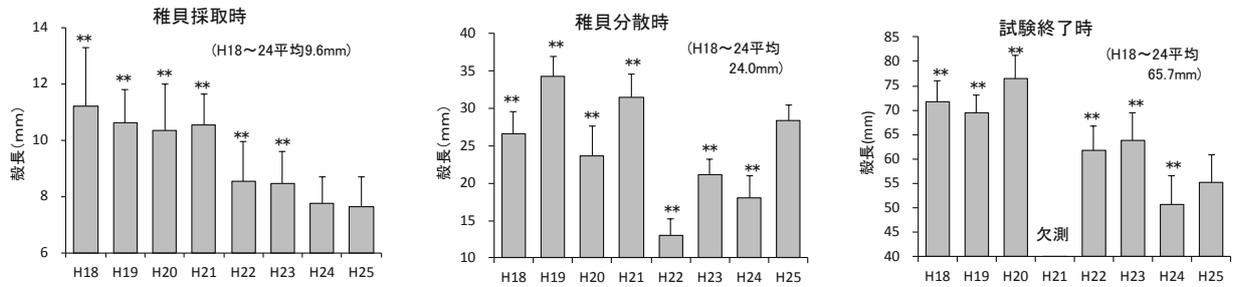


図 14. 年度別、時期別のホタテガイの殻長の推移。

(バーは標準偏差の範囲、\*\*は H25 と比較して P<0.01 で有意差あり)

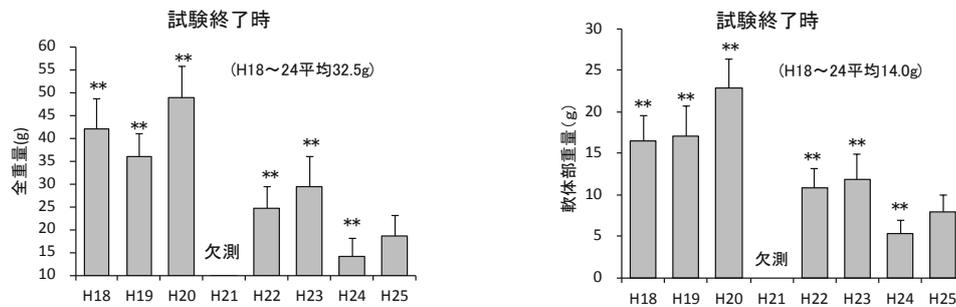


図 15. 年度別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移。

(バーは標準偏差の範囲、\*\*は H25 と比較して P<0.01 で有意差あり)

稚貝採取時から試験終了時までの時期別の生貝、死貝の殻長組成を図 16 に示す。分散時に採集された死貝は、1 個体を除いて殻長が稚貝採取時の殻長範囲内であったことから、ほとんどが稚貝採取直後にへい死したと考えられた。また、試験終了時に採集された 2 個体の死貝は、殻長が分散時と同じ個体と 6mm 程度大きい個体であったことから、分散直後にへい死した個体と分散後に成長してからへい死した個体があったと考えられた。

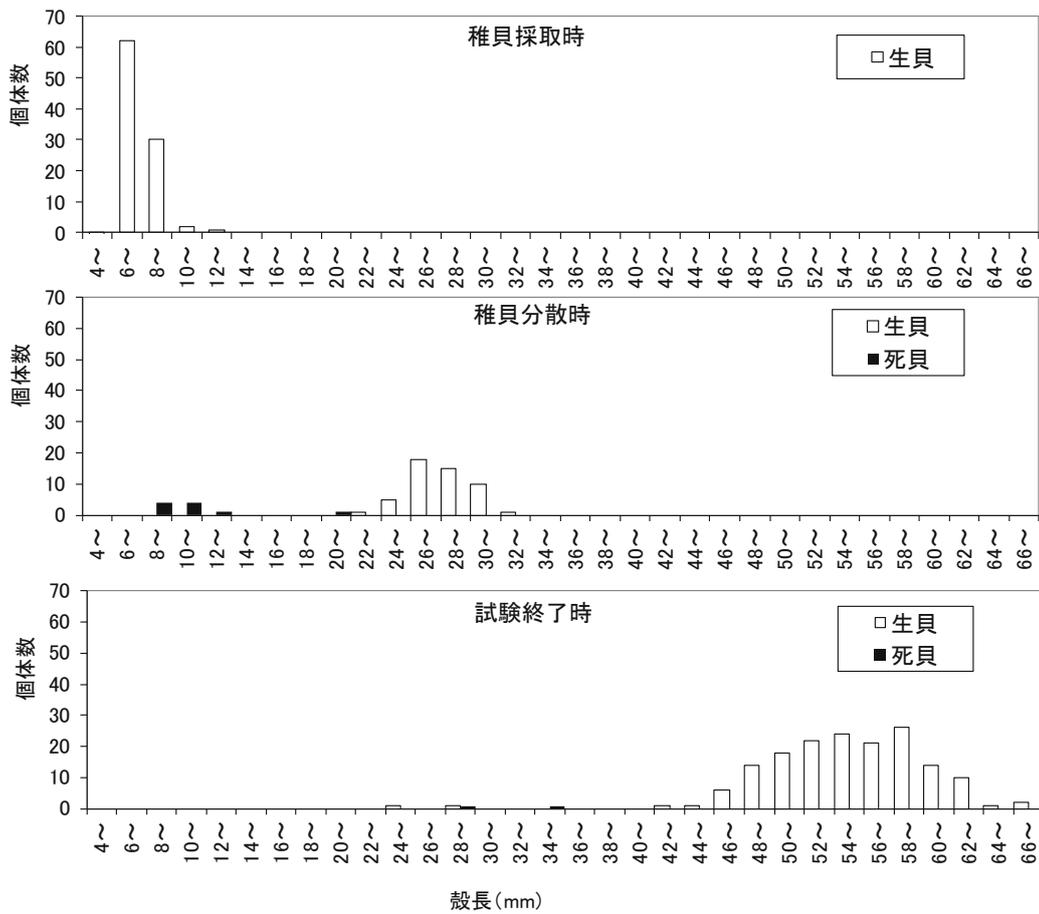


図 16. 時期別の生貝、死貝の殻長組成.

養殖施設における水温の推移を図 17 に、平成 18 年以降の水温別日数を図 18 に示す。平成 25 年の水温は、稚貝採取時の 21℃から 8 月 13 日の 25.0℃まで上昇した後、9 月 17 日までは 25℃前後で推移し、その後はなだらかに下降した。水温別日数をみると、平成 25 年の 23℃以上の日数は、45 日間で、平成 18～24 年の平均 22 日間よりも多かったものの、平成 22 年の 51 日間より少なく、平成 24 年の 47 日間と同程度であった。

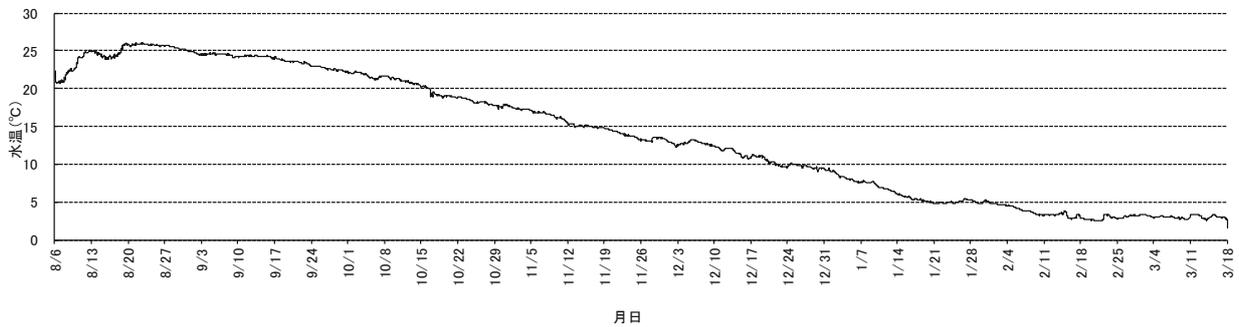


図 17. 養殖施設の水温の推移.

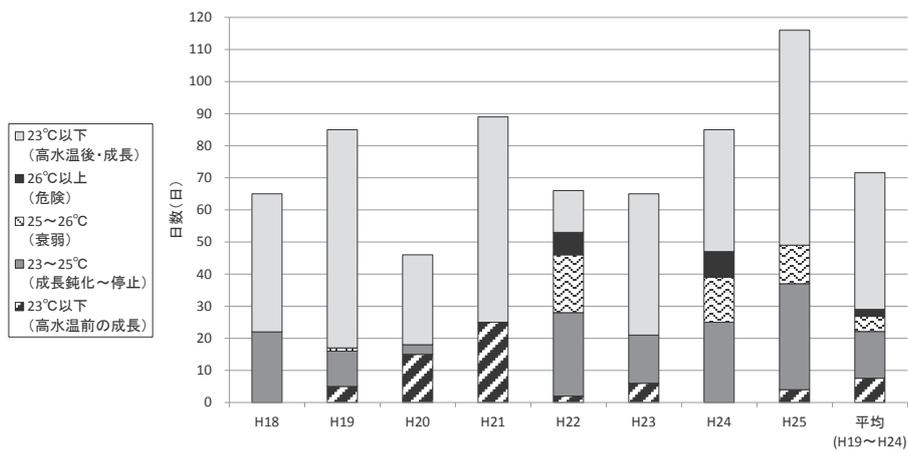


図 18. 水温別日数.

養殖施設の幹綱水深の変化を図 19 に、幹綱の加速度を図 20 に示す。幹綱水深は、稚貝採取から 9 月 27 日までは 10~17m、9 月 27 日と 9 月 30 日に上昇した後、10 月 18 日までは 5~9m、10 月 18~28 日は 9~15m、10 月 28 日から試験終了までは 8m 前後であった。また、幹綱水深が 3~5m 沈み込んで短時間で戻る変化が 8 月 11 日から 9 月 16 日までに何度か見られた。なお、幹綱水深が 9 月 27 日、9 月 30 日、10 月 28 日、平成 26 年 2 月 10 日に 3 分以内に 2m 以上急上昇していたが、これらは幹綱が沈降しないように玉付け作業が行われたためと考えられた。また、幹綱の加速度は、9 月 30 日に  $0.1\text{m/s}^2$  を超えた他は、全て  $0.1\text{m/s}^2$  未満であった。

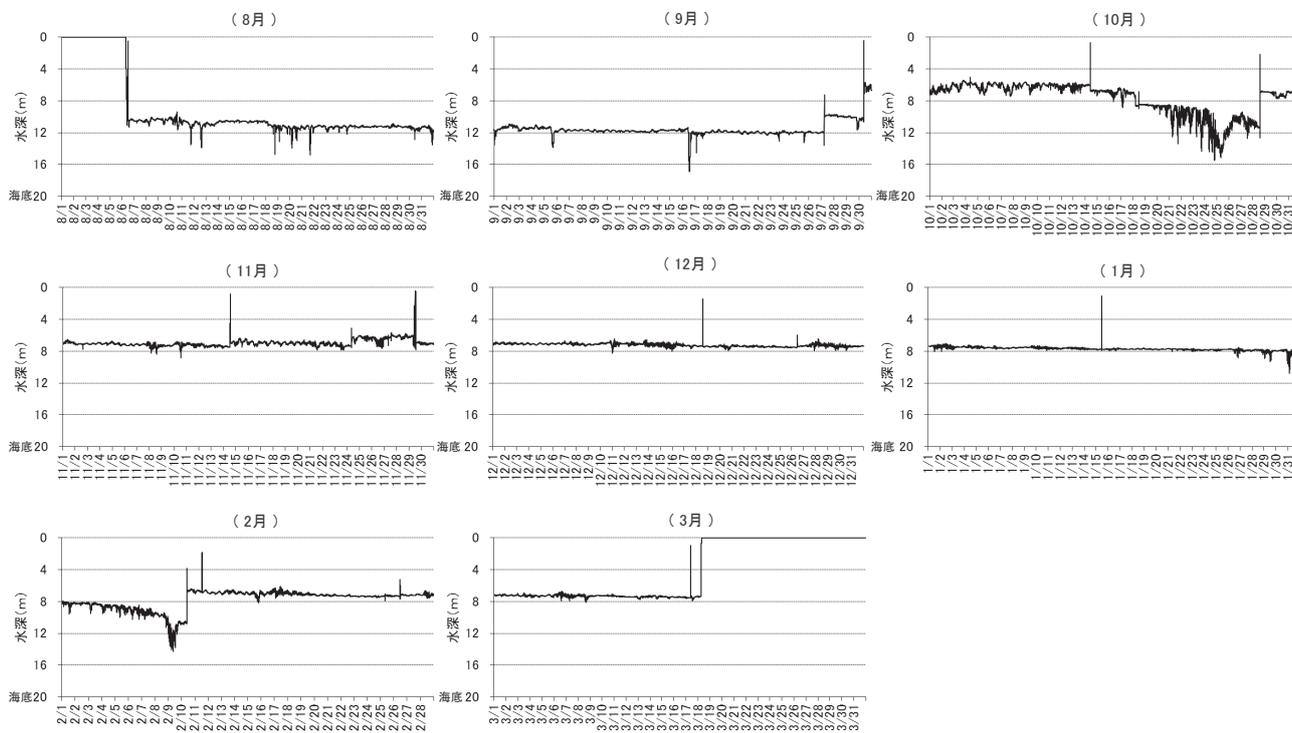


図 19. 養殖施設の幹綱水深の変化.

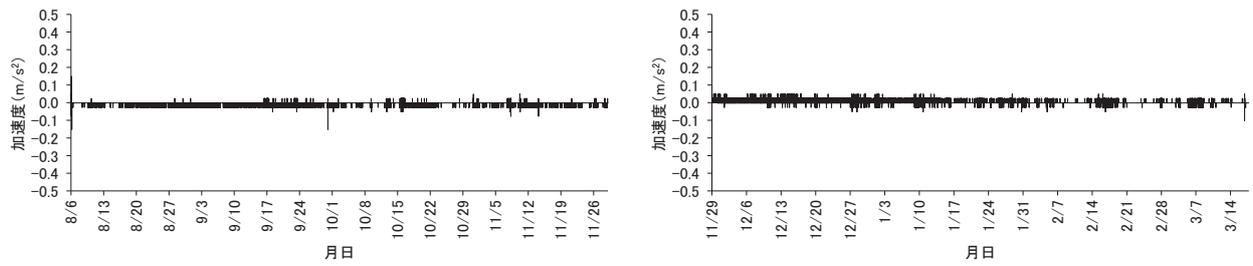


図 20. 養殖施設の幹綱の加速度.

養殖施設の日別合成平均流向流速の推移を図 21 に、稚貝採取から稚貝分散時における最高流速と流速別出現数を表 10 に示す。稚貝採取時～10月 25 日に流速 0.1～0.2m/s の北向きの流れが頻繁に観測されたが、それ以降は 0.1m/s 以下の南向きの流れが多かった。流速別出現数について過去のデータと比較すると、0.1m/s 以上の出現数は 303 回で平成 18～24 年平均 189 回より多く、0.2 m/s 以上の出現数は 6 回で平均 9 回より少なかった。

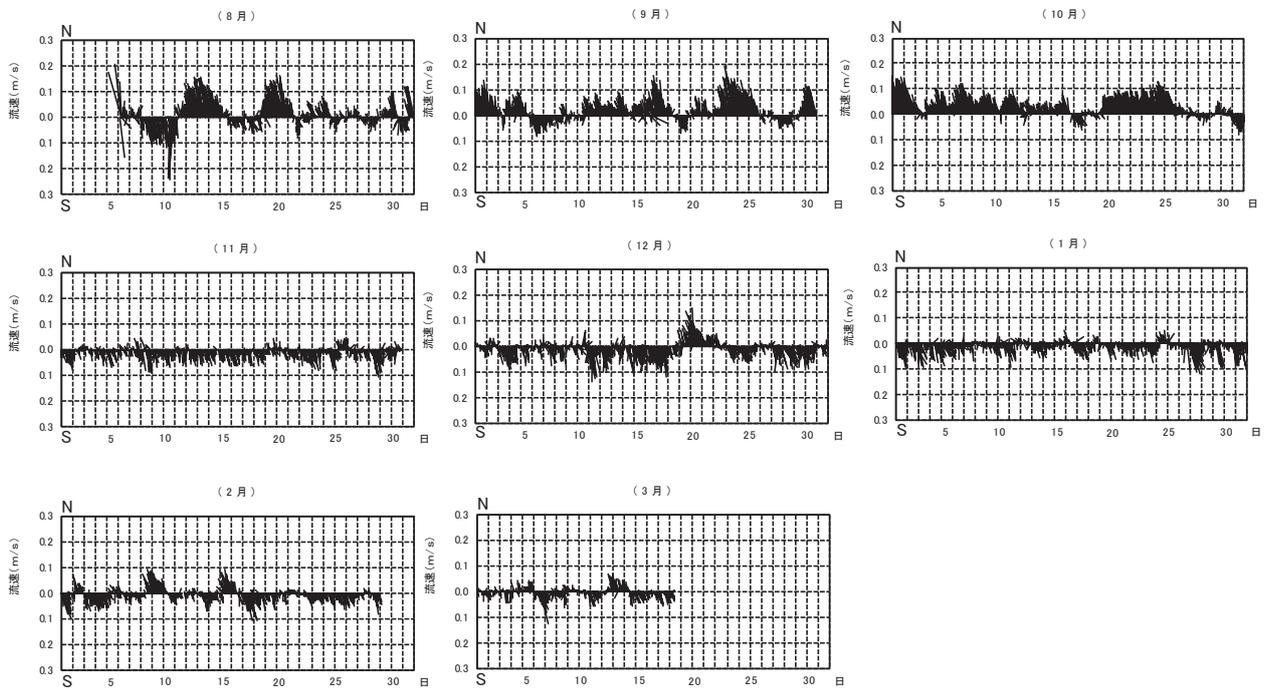


図 21. 養殖施設の流向流速の推移.

表 10. 稚貝採取～稚貝分散における最高流速と流速別出現数

	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H18-24平均
最高流速(m/s)	0.19	0.31	0.36	0.22	0.24	0.58	0.18	0.25	0.30
流速0.3m/s以上の出現数(回)	0	2	4	0	0	1	0	0	1
流速0.2m/s以上の出現数(回)	0	25	16	7	12	4	0	6	9
流速0.1m/s以上の出現数(回)	140	211	184	176	337	161	114	303	189
合計回数(回)	1,543	1,895	1,019	2,120	1,560	1,542	2,018	2,764	1,671

※H20 9/11～14 欠測

以上の結果から、平成 25 年の稚貝のへい死率が低かった要因については、成長が鈍化し始める 23℃以上の水温にさらされた日数が 45 日間と平成 22 年、平成 24 年に次いで多かったものの、施設が安定していたためと思われた。

## 2. ホタテガイのへい死対策（ゴム式改良調整玉に使用するゴムの種類の検討）

### (1) 稚貝採取時から稚貝分散時までのホタテガイの成育状況

ホタテガイの測定結果を表 11、図 22 に示す。

へい死率は、試験区 a が 2.4～12.2%(平均 7.6%)、試験区 b が 2.9～12.0%(平均 6.3%)、試験区 c が 1.1～14.4%(平均 6.3%)、試験区 d が 2.0～28.3%(平均 15.6%)で、試験区 d が他の試験区よりも高かった。

異常貝率は、試験区 a が 3.2～6.6%(平均 4.7%)、試験区 b が 3.0～4.5%(平均 3.7%)、試験区 c が 2.2～8.0%(平均 4.3%)、試験区 d が 1.3～4.0%(平均 2.9%)で、全ての試験区で低かった。

平均殻長は、試験区 a が 16.0～17.3mm(平均 16.7mm)、試験区 b が 17.0～17.6mm(平均 17.3mm)、試験区 c が 16.4～17.2mm(平均 16.9mm)、試験区 d が 17.3～17.6mm(平均 17.4mm)で、試験区間で差が無かった。前報<sup>1-4)</sup>において通常のロープを用いた調整網に比べ生残及び成長が優れることが明らかとなっている A 社製の 2m のゴムを 2 本用いた試験区 a と他の試験区を段別に比較したところ、殻長は、上段と中段では他の試験区すべてが有意に高い値を示し、下段では試験区 c のみ有意に低い値を示した。

表 11. ホタテガイの測定結果

	試験区a				試験区b				試験区c				試験区d			
	上	中	下	平均												
生貝(個体)	124	137	122	-	66	141	132	-	125	182	143	-	76	147	147	-
死貝(個体)	3	19	11	-	9	6	4	-	21	2	5	-	30	15	15	-
へい死率(%)	2.4	12.2	8.3	7.6	12.0	4.1	2.9	6.3	14.4	1.1	3.4	6.3	28.3	9.3	9.3	15.6
異常貝率(%)	3.2	4.4	6.6	4.7	4.5	3.5	3.0	3.7	8.0	2.2	2.8	4.3	1.3	3.4	3.4	2.7
平均殻長(mm)	16.0	16.8	17.3	16.7	17.1	17.6	17.0	17.3	17.1	17.2	16.4	16.9	17.4	17.3	17.3	17.4

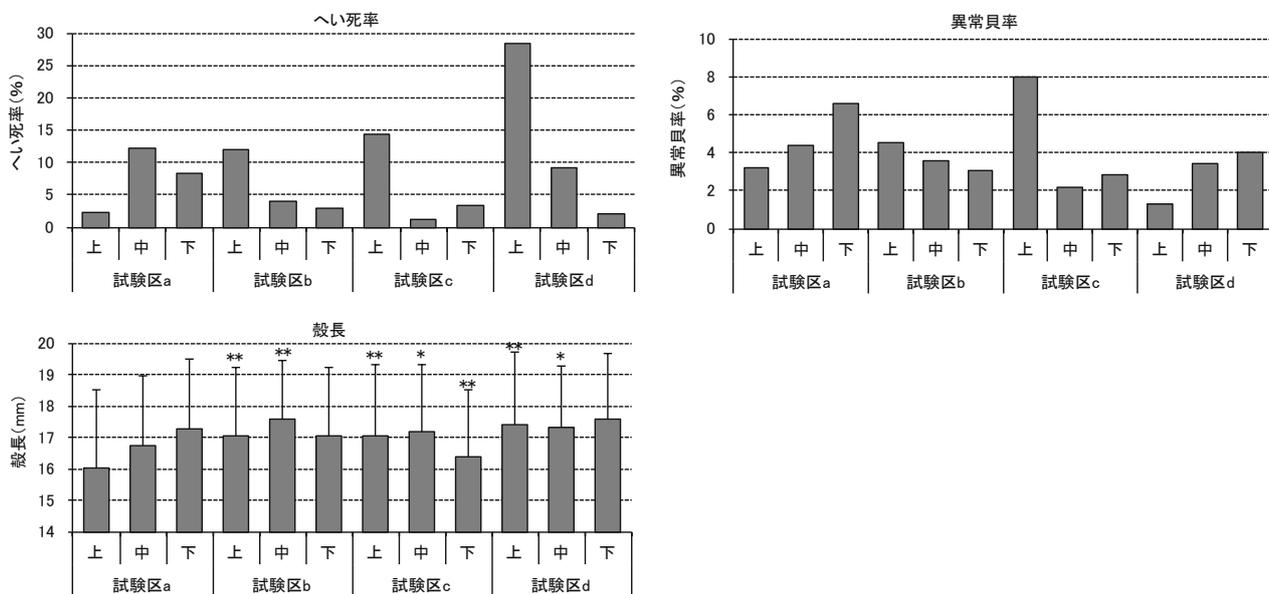


図 22. ホタテガイの測定結果(バーは標準偏差の範囲、試験区 a と段別に比較した場合、\*\*は有意水準 1%、\*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

養殖施設の幹網の鉛直方向における加速度を図 23 に示す。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、試験区 d が 0.00031 と最も大きく、次いで試験区 c が 0.00021、試験区 b が 0.00016、試験区

a が 0.00011 であった (図 24)。

これらの結果から、単価の安い B 社製のゴムを使用する場合は、3m を 1 本使用するよりも、2m を 1 本使用することにより、A 社製のゴムと同様に施設の上下動を抑制することができると考えられた。

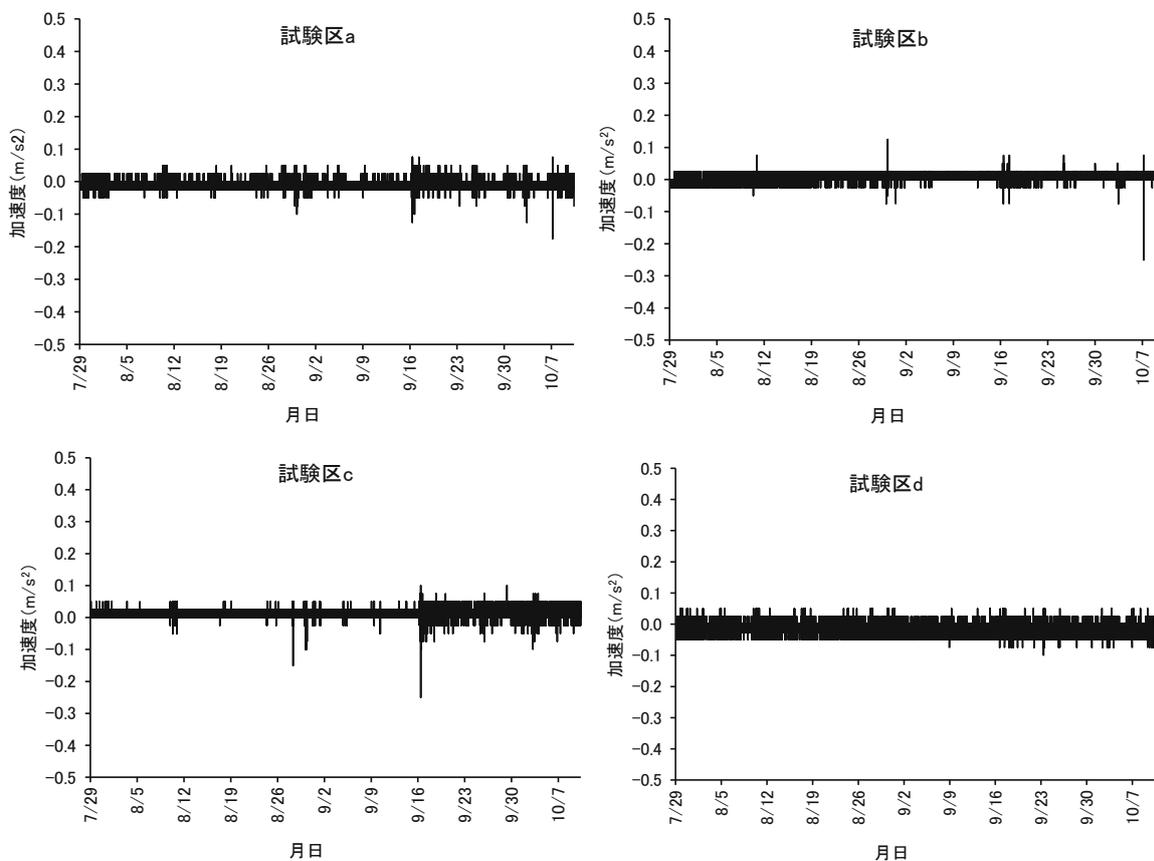


図 23. 養殖施設の幹綱の鉛直方向における加速度。

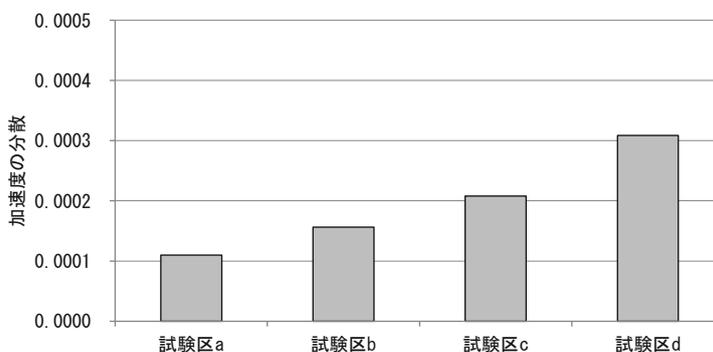


図 24. 加速度の分散。

(2) 稚貝分散時から試験終了時までの成育状況

ホタテガイの測定結果を表 12、図 25 に示す。

へい死率は、試験区 a が 4.1～9.8% (平均 6.9%)、試験区 b が 9.1～17.5% (平均 14.5%)、試験区 c が 4.5～32.6% (平均 19.3%)、試験区 d の上段が 12.2% (中・下段は流失により欠測) で、試験区 c、試験区 b、試験区 d、試験区 a の順で高かった。

異常貝率は、試験区 a 及び試験区 c の中段で 4.3%、試験区 d の上段で 11.1%、その他は 0% であり、試験区 d の上段のみ高かった。

平均殻長、平均全重量、平均軟体部重量は、試験区 a がそれぞれ 68.2~71.8mm(平均 69.9mm)、34.6~39.5g(平均 37.3g)、14.7~17.6g(平均 16.2g)、試験区 b が 70.9~71.9mm(平均 71.6mm)、37.7~38.2g(平均 37.9g)、16.4~17.0g(平均 16.6g)、試験区 c が 62.8~69.1mm(平均 66.4mm)、29.1~38.6g(平均 34.1g)、12.3~17.0g(平均 14.8g)、試験区 d の上段が 64.1mm、30.8g、13.1g であった。前報<sup>1-4)</sup>において通常のロープを用いた調整網に比べ生残及び成長が優れることが明らかとなっている A 社製の 2m のゴムを 2 本用いた試験区 a と他の試験区を段別に比較したところ、殻長は試験区 c と試験区 d の上段で有意に低く、全重量と軟体部重量は試験区 c の上段のみ有意に低かった。

表 12. ホタテガイの測定結果

	試験区a				試験区b				試験区c				試験区d		
	上	中	下	平均	上	中	下	平均	上	中	下	平均	上	中	下
生貝(個体)	40	47	37	-	40	49	33	-	42	46	29	-	36	-	-
死貝(個体)	3	2	4	-	4	10	7	-	2	12	14	-	5	-	-
へい死率(%)	7.0	4.1	9.8	6.9	9.1	16.9	17.5	14.5	4.5	20.7	32.6	19.3	12.2	-	-
異常貝率(%)	0.0	4.3	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	1.4	11.1	-	-
平均殻長(mm)	68.2	69.5	71.8	69.9	70.9	71.9	71.9	71.6	62.8	67.4	69.1	66.4	64.1	-	-
平均全重量(g)	34.6	37.8	39.5	37.3	37.7	37.8	38.2	37.9	29.1	34.5	38.6	34.1	30.8	-	-
平均軟体部重量(g)	14.7	16.4	17.6	16.2	16.5	16.4	17.0	16.6	12.3	15.1	17.0	14.8	13.1	-	-

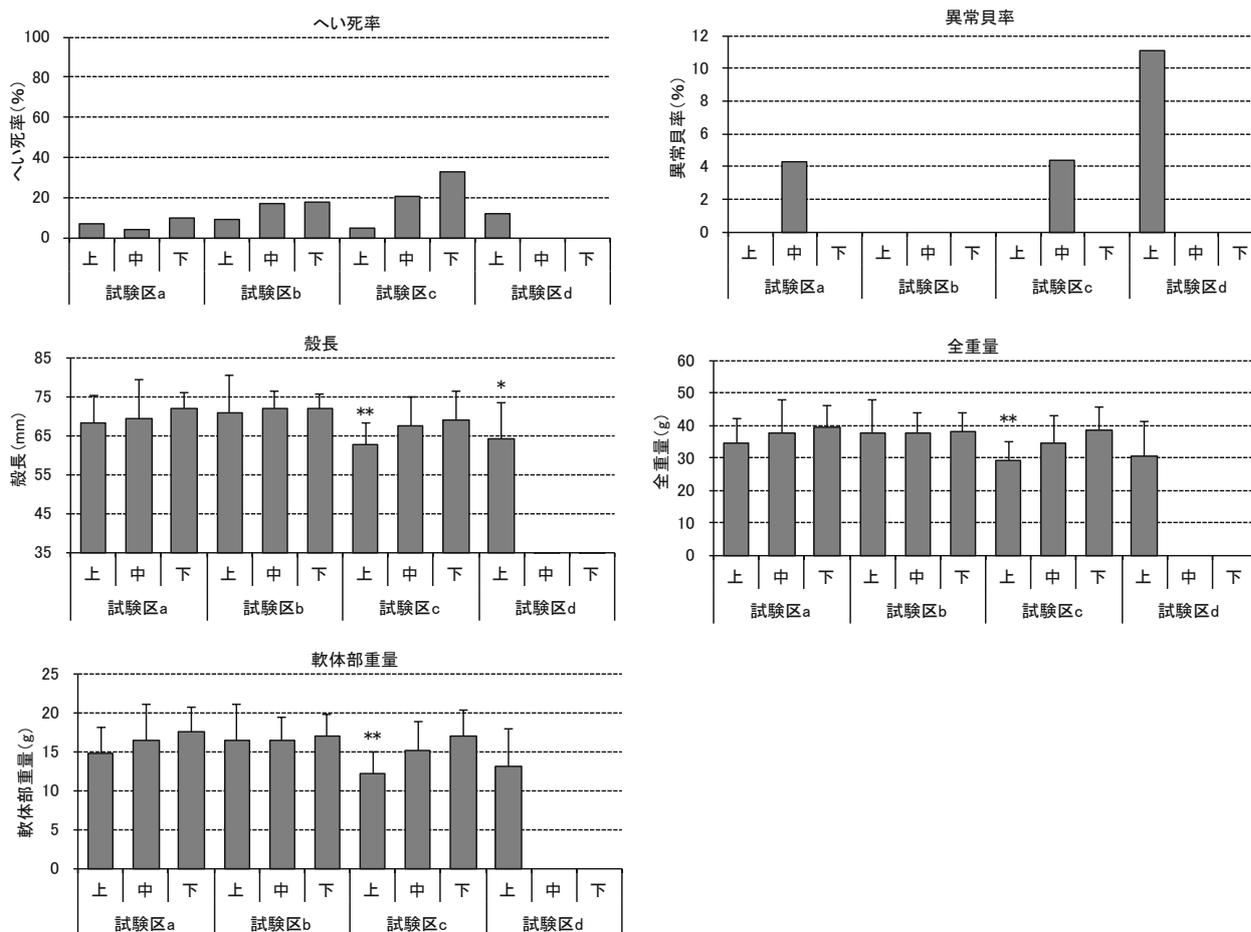


図 25. ホタテガイの測定結果(バーは標準偏差の範囲、試験区 a と段別に比較した場合、\*\*は有意水準 1%、\*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

養殖施設の幹網の鉛直方向における加速度を図 26 に示す。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、試験区 c が 0.00037 と最も大きく、次いで試験区 d が 0.00023、試験区 a が 0.00024、試験区 b が 0.00009 であった(図 27)。

A 社製のゴムと比較して B 社製のゴムは、へい死率が高く、かつ上段での成長が悪かった。なお、試験区 d の中・下段が流失により欠測となっているため、検証する必要がある。

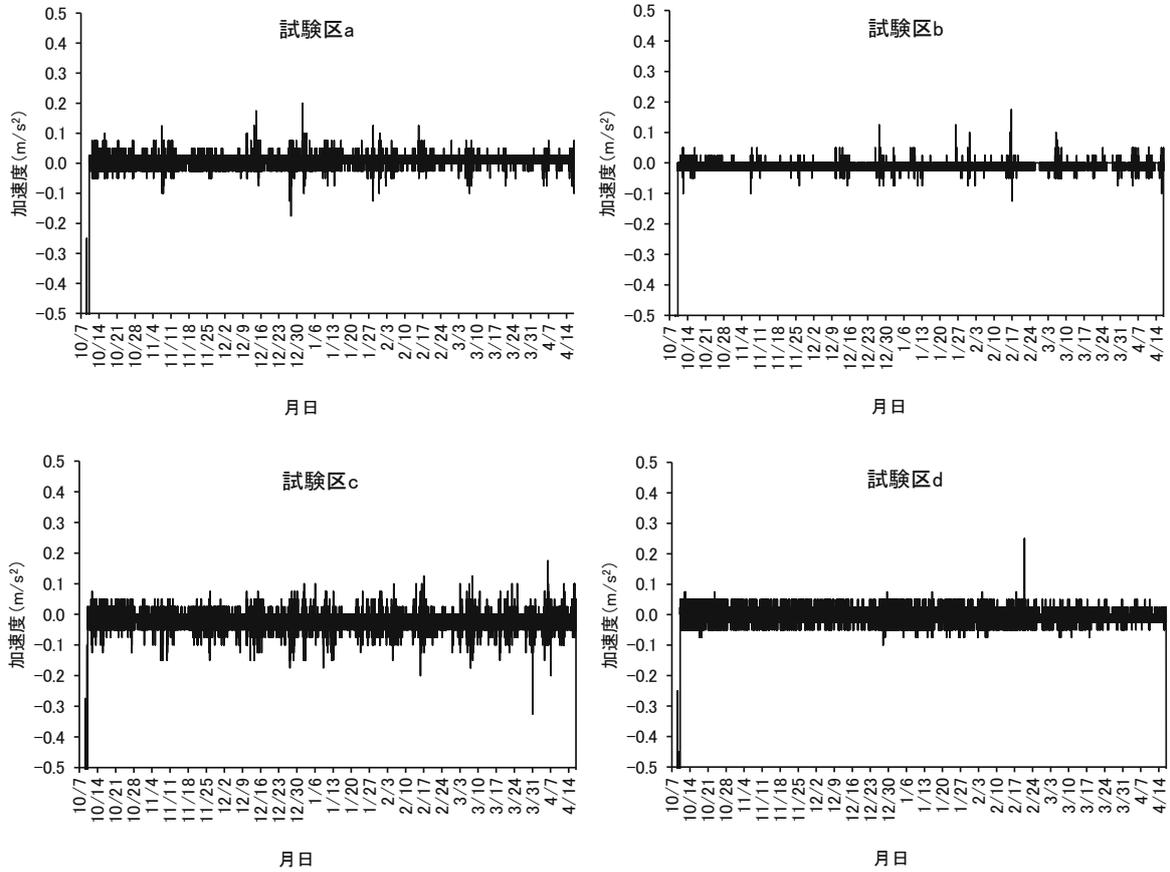


図 26. 養殖施設の幹網の垂直方向における加速度.

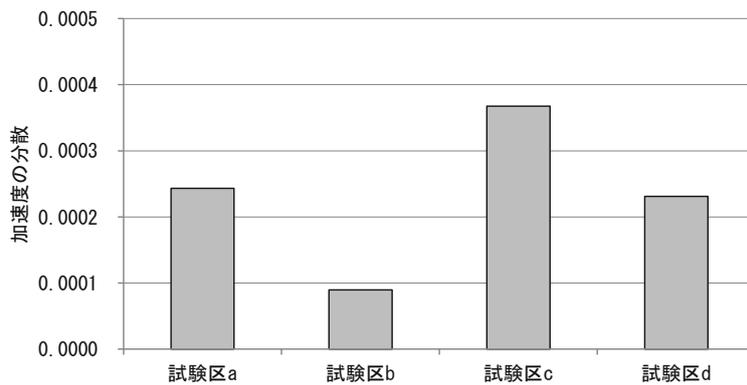


図 27. 加速度的分散.

## 謝 辞

養殖ホタテガイと漁場環境のモニタリングにつきまして、調査にご協力いただいた蓬田地区、平内町小湊地区の各漁業者並びに漁業協同組合の職員の皆様にお礼申し上げます。

## 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.
- 4) 東野敏及・吉田達・伊藤良博・森恭子・小谷健二・川村要(2014) 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 24 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, 344-359.