

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・伊藤欣吾・伊藤良博・小谷健二・川村 要

目 的

ホタテガイ養殖の現場では、度々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 26 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、稚貝分散時及び平成 27 年 4 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、試験終了時には、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 26 年 8 月から平成 27 年 4 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、5 分間隔の幹綱の鉛直方向の加速度を測定した。

本結果を、過去に両地先で行った調査結果と比較した。

2. 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 26 年産稚貝の養殖施設において、稚貝分散を行った平成 26 年 9 月 29 日から平成 27 年 4 月 9 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 離して垂下した目合 3 分、段数 10 段、鉛錘 100 匁(375g)のパール

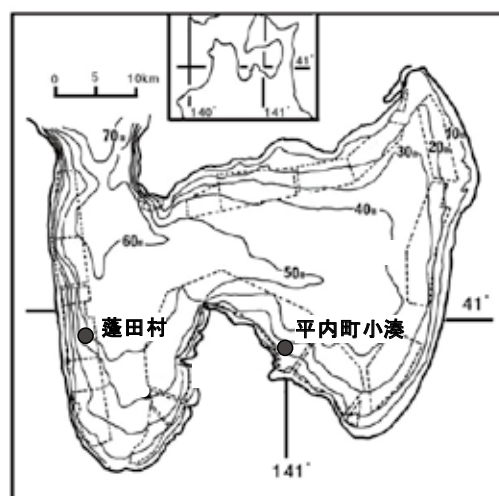


図 1. モニタリング地点

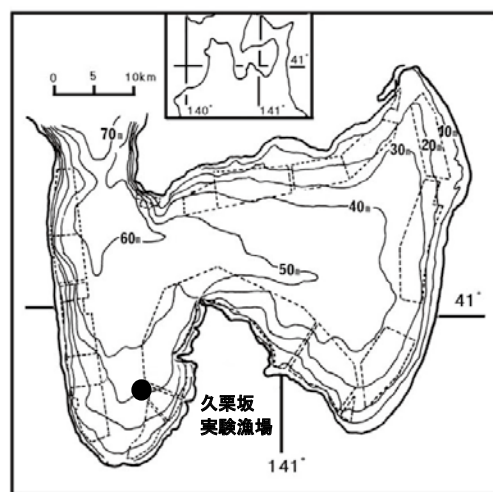


図 2. 試験施設の位置

ネットの各段に平成 26 年産稚貝を 15 個体ずつ無作為に抽出して収容した。

試験終了時に、パールネットの上部(1～3 段目)、中部(4～7 段目)、下部(8～10 段目)に収容されている全ての貝を採取して生貝と死貝を計数しへい死率を求めた。さらに、各部からそれぞれ無作為に抽出した 30 個体の殻長、全重量及び軟体部重量を測定するとともに、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、HOB0 ペンダント G Logger)を設置し、5 分間隔で鉛直方向の加速度を測定した。

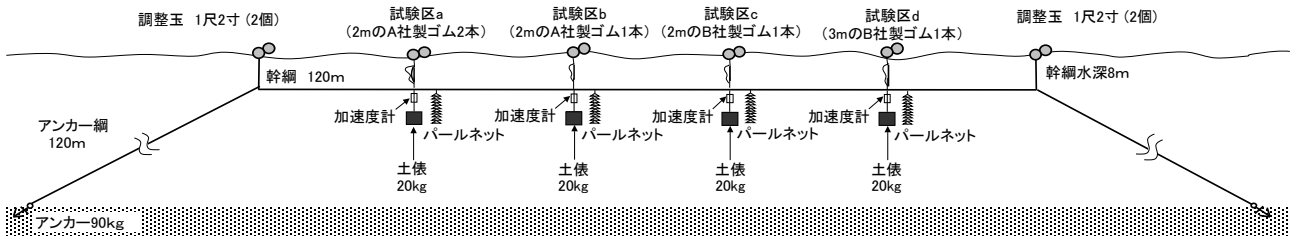


図 3. 養殖施設の構造

3. 貧酸素による影響調査

貧酸素によるホタテガイ稚貝のへい死状況をモニタリングするため、むつ市大湊及び浜奥内地先(図 4)において、平成 26 年産稚貝の養殖施設各 1 か統を対象に、平成 26 年 10 月の稚貝分散時にパールネットの上部(1 段目)、中部(5 段目)、下部(10 段目)に収容されている全ての貝を採取して生貝と死貝を計数し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 50 枚と全ての死貝について、殻長を測定し、殻長組成を求めた。また、平成 26 年 8 月の稚貝採取から稚貝分散まで、上述の養殖施設の直下にメモリー式溶存酸素計(JFE アドバンテック社製 COMPACT-DOW、水温センサー内蔵)を取り付け 1 時間間隔の溶存酸素飽和度及び水温を測定した。なお、溶存酸素計は、各施設に 2 基設置し、1 基を土俵 5kg を入れたカニ籠に取り付けて養殖施設直下の海底から 15cm に設置し、1 基を幹網とカニ籠を連結したロープに取り付けてパールネット下段と同じ水深に設置した(図 5)。

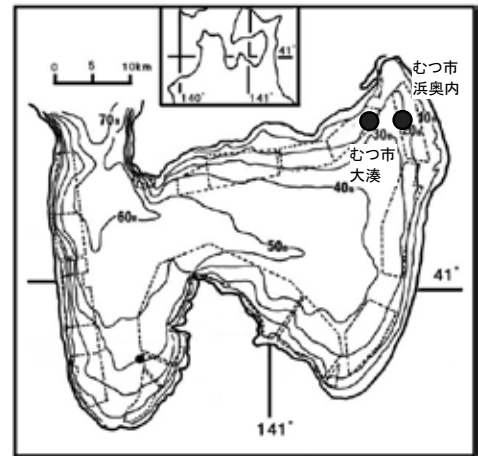


図 4. モニタリング地点

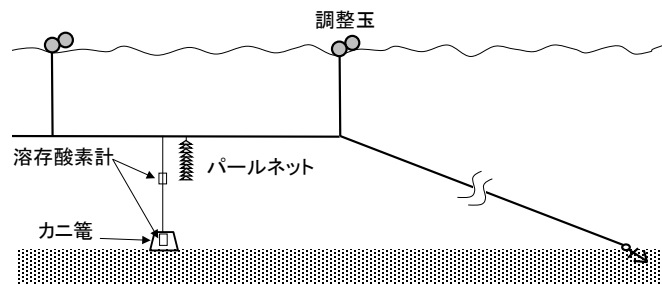


図 5. 溶存酸素計の設置方法

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、稚貝採取は約5週間遅く、稚貝分散は約3週間早く、稚貝採取時では幹綱水深が5m深く、パールネットの連数は50~100連少なく、稚貝分散時の選別機の日合いは4mm大きくなっていった。

表1. 養殖作業の時期

稚貝採取	稚貝分散
H26.9.7	H26.10.24

表2. 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	稚貝分散時			重量	個数	
40m	25m	12m	100m	150m	110kg	片側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		錘
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	400連	100個体/段	鉛50匁 下1段太枠	篩の日合2分
分散時	※1	※1	4ヶ所	ABS製1尺3寸	25個	3分	10段	500連	15個体/段	鉛50匁 下1段太枠	選別機の日合20mm

※1 両端がABS製1尺3寸2個、その内側2ヶ所はABS製1尺3寸1個

平成26年度の測定結果を表4に、平成19年度から平成26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6~8に示す。稚貝採取時の成育状況は、へい死率が3.7%で平成19~25年度平均(以下「平均」)0.8%より高く、殻長が8.5mmで平均9.9mmより小さかった。稚貝分散時の成育状況は、へい死率が32.7%で平均25.4%より高く、殻長が18.8mmで平均23.7mmより小さかった。試験終了時の成育状況は、へい死率が22.6%で平均15.1%より高く、殻長が68.0mmで平均60.9mmより大きく、全重量が30.3gで平均22.2gより重く、軟体部重量が13.8gで平均9.1gよりも重かった。平成26年産稚貝の成育状況は、調査期間を通じてへい死率が平均よりも高かったが、試験終了時の殻長、全重量、軟体部重量は、平成19年度以降最も高い値であった。

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
H26.9.7	稚貝採取	選別後の稚貝を適宜	158	6	-	3.7	-	8.5 ± 1.2	-	-	-
H26.10.24	稚貝分散	パールネット(未分散)1段分	72	35	-	32.7	-	18.8 ± 2.9	-	-	-
H27.4.23	試験終了	パールネット1連分(10段)	212	62	0	22.6	0.0	68.0 ± 4.6	30.3 ± 5.8	13.8 ± 2.9	45.7

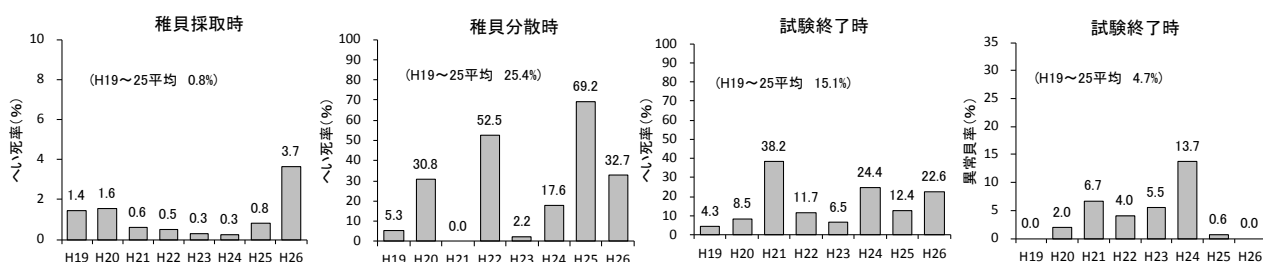


図6. 年度別、時期別のホタテガイのへい死率、異常貝率の推移
(H24の稚貝分散時のへい死率はサンプル数が少ないため参考値)

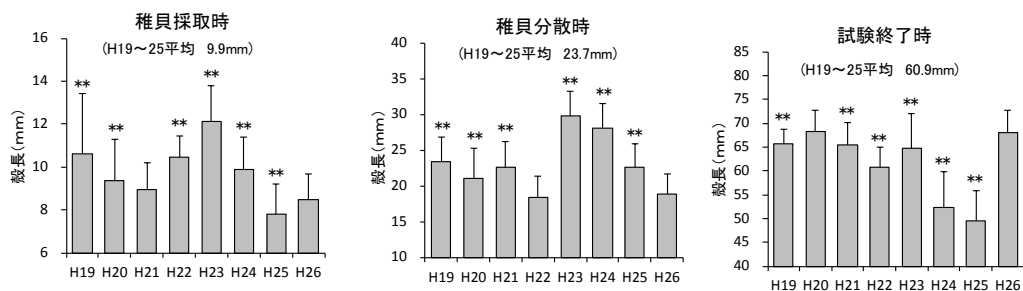


図 7. 年度別、時期別のホタテガイの殻長の推移
(バーは標準偏差の範囲、**は H26 と比較して有意水準 1% で有意差があることを示す。)

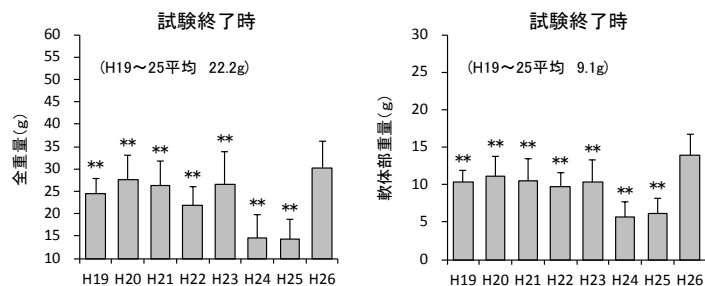


図 8. 年度別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移
(バーは標準偏差の範囲、**は H26 と比較して有意水準 1% で有意差があることを示す。)

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 9 に示す。稚貝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、殻長が稚貝分散時と同じ個体と 30mm 程度大きい個体が混在していたことから、稚貝分散直後にへい死した個体と稚貝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。

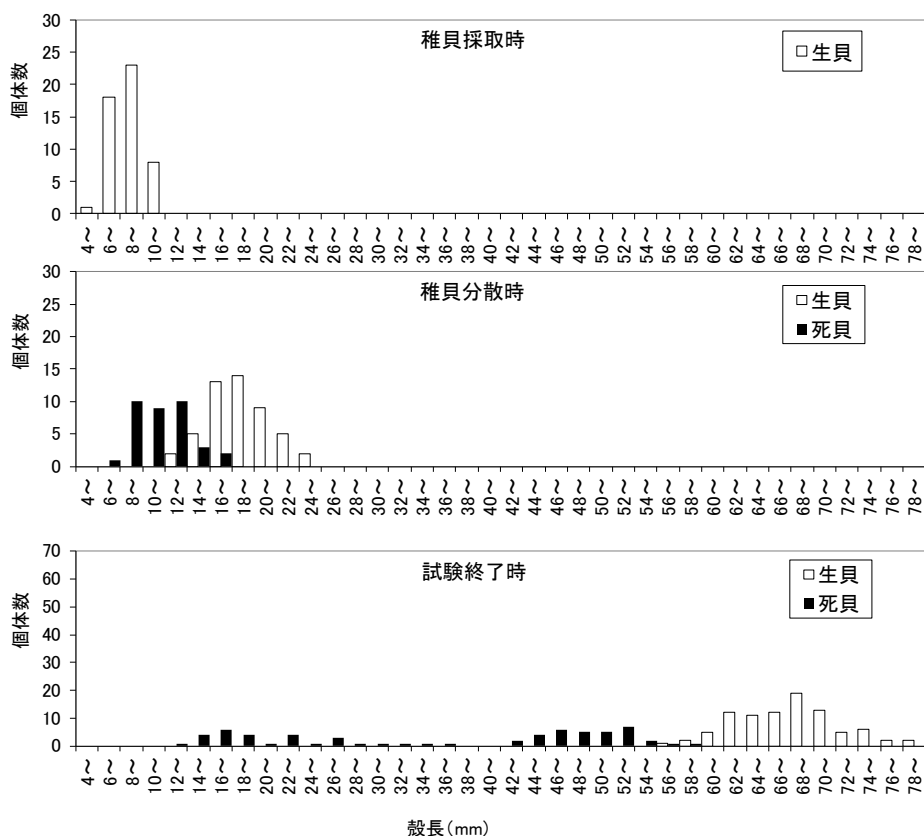


図 9. 時期別の生貝、死貝の殻長組成

養殖施設における水温の推移を図 10 に、平成 19 年以降の稚貝採取から稚貝分散の期間における日平均水温の水温別日数を図 11 に示す。平成 26 年度の水温は、稚貝採取時が 22.3℃で、9 月 9 日から 17 日まで 23℃を超える時間帯が見られたが、その後はなだらかに下降した。平成 26 年は 23℃以上の日数が 0 日間で、平成 21 年と同様であった。



図 10. 養殖施設の水温の推移

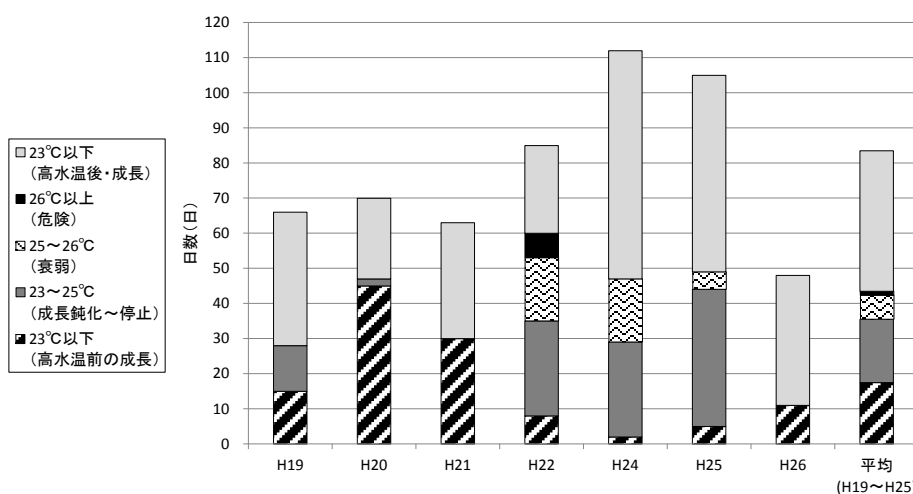


図 11. 日平均水温の水温別日数

養殖施設の幹綱水深の変化を図 12 に、幹綱の加速度を図 13 に示す。幹綱水深は、稚貝採取から稚貝分散までは 21~29m、稚貝分散から試験終了までは 5~28m であった。また、幹綱水深が 3~6m 沈み込んで短時間で戻る変化が稚貝採取から 10 月 4 日までに何度も見られた。なお、幹綱水深が平成 27 年 1 月 26 日に 5m、4 月 4 日に 20m 近く 3 分以内に急上昇していたが、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、稚貝分散以前に比べ稚貝分散以降 2 月上旬まではシケや玉付けの影響により値が大きくなっていたが、2 月中旬から 4 月初めにかけてはホタテガイの成長や付着生物の影響により、養殖施設が沈み込んで値が小さくなっていた。

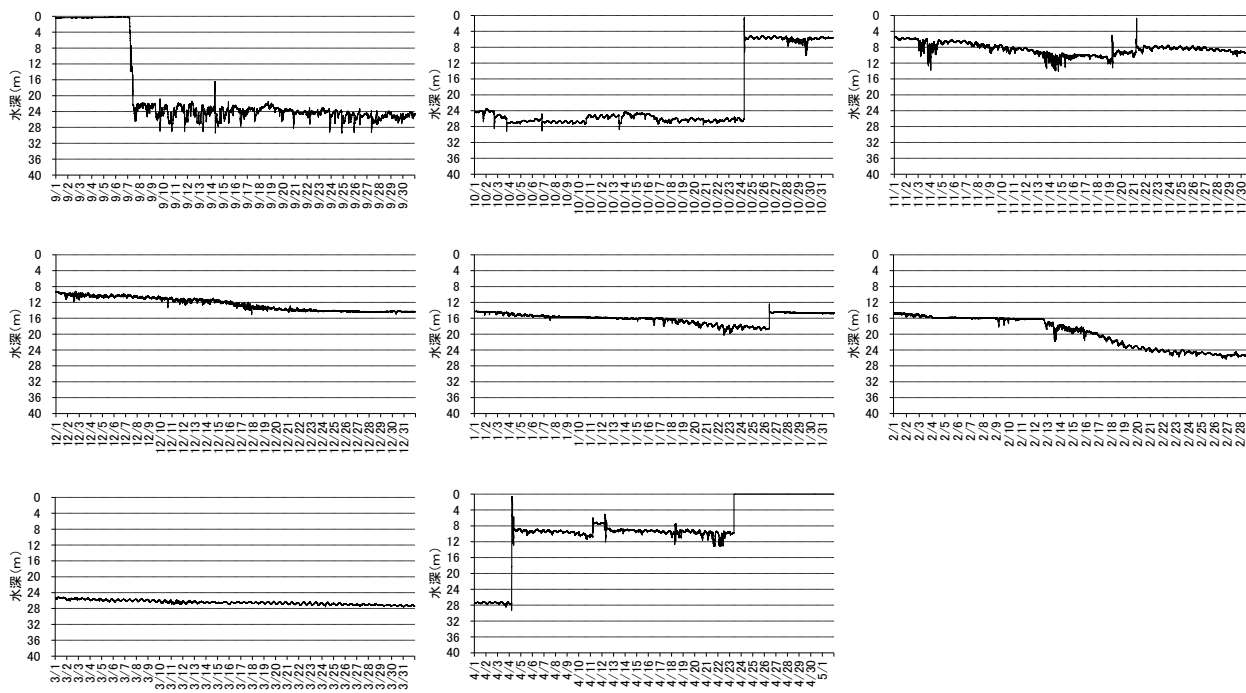


図 12. 養殖施設の幹綱水深の変化

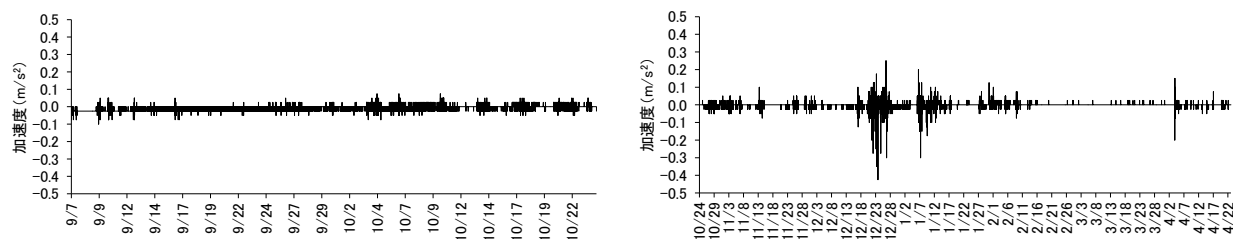


図 13. 養殖施設の幹綱の加速度

養殖施設の流向流速の推移を図 14 に、稚貝採取から稚貝分散の期間における最高流速と流速別出現数を表 5 に示す。9月 9 日～10 日、11 月 4 日及び 11 月 19 日～20 日の期間に流速 0.1～0.2m/s の南向きの流れが観測されたが、それ以外の期間では 0.1m/s 以下の流れがほとんどであった。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 104 回で平成 19～25 年の平均 294 回より少なく、0.2 m/s 以上の出現数は 1 回で平成 19～25 年の平均 28 回より少なかった。

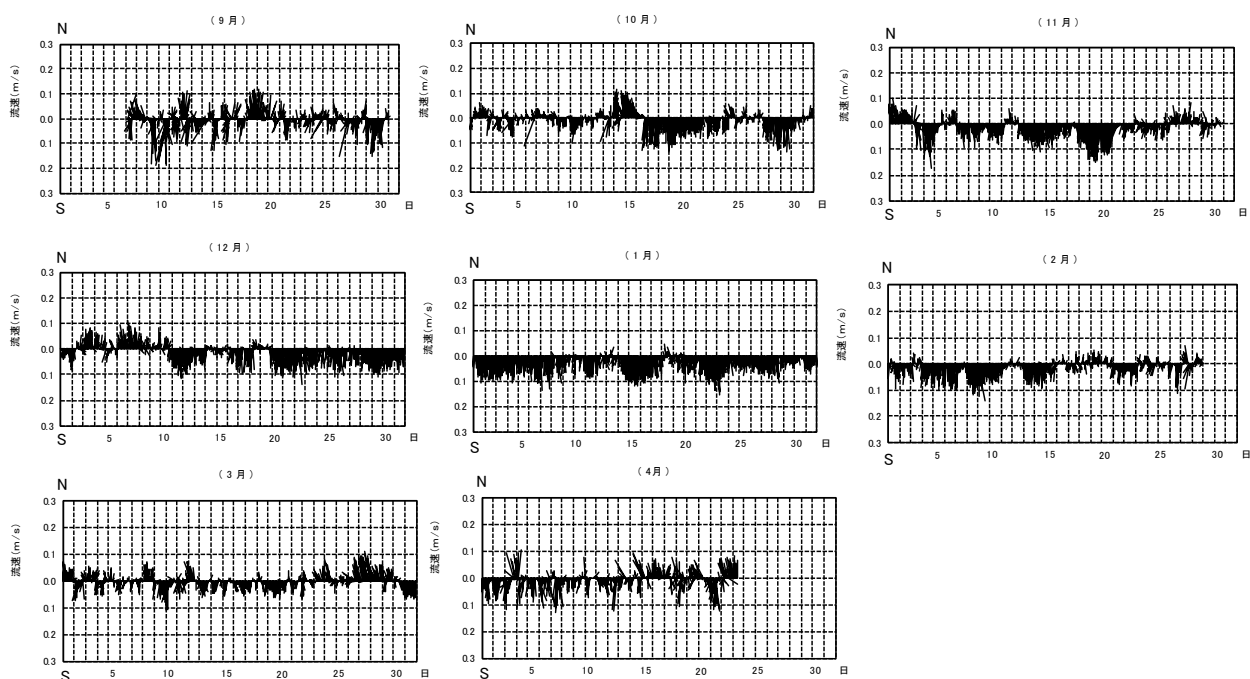


図 14. 養殖施設の流向流速の推移

表 5. 最高流速と流速別出現数

	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H19-25平均
最高流速(m/s)	0.4	0.3	0.3	0.3	-	0.3	0.2	0.2	0.3
流速0.3m/s以上の出現数(回)	6	5	8	0	-	2	0	0	4
流速0.2m/s以上の出現数(回)	60	37	39	10	-	6	16	1	28
流速0.1m/s以上の出現数(回)	338	271	433	187	-	150	385	104	294
合計(回)	1,563	1,666	2,024	2,013	-	2,713	2,448	1,133	2,071

※H21 7/31～8/4及びH23は欠測

平成 26 年のへい死率は、稚貝採取時、稚貝分散時及び試験終了時のいずれも平均よりも高かった。稚貝採取時にへい死した個体については、稚貝採取が 9 月にずれ込んだため、採苗器内でへい死したものと推察された。稚貝採取直後のへい死は、9 月に幹綱水深が頻繁に変化していたことから、施設の動揺による貝同士のぶつかり合いが原因と考えられるが、9 月の蟹田沖における有義波高は 1m 未満(354 ページ参照)であることから、施設の動揺は波浪の影響によるものではなく、北向きと南向きの流れの変化が頻繁に起きたことによるものと推察された。稚貝分散直後のへい死は 11 月 3 日から 5 日と、11 月 13 日から 16 日にかけて幹綱水深が頻繁に変化していたことから南向きのやや速い流れによるものと推察された。稚貝分散後に成長してからへい死した個体については、12 月 18 日から 28 日と、1 月 7 日から 1 月 22 日にかけて、施設が大きく上下動していること、同時期の蟹田の風速(図 15)を見ると、平均風速が 10m/s と非常に強い風が吹いていたことから、潮流よりも波浪の影響を強く受けたものと推察された。

なお、稚貝分散時の殻長が小さかったのは、稚貝採取から稚貝分散までの期間が 48 日と平均 83 日より非常に短い期間であったためであり、試験終了時の育成が良かったのは、

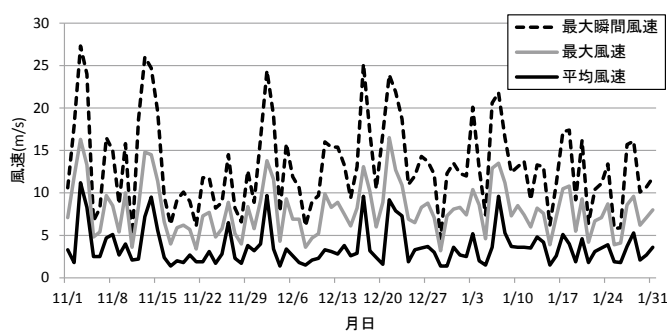


図 15. 平成 26 年 11 月から平成 27 年 1 月の蟹田における風速 (気象庁データより)

稚貝分散から試験終了までの期間が 182 日と平均 142 日より長い期間であったことと、図 16 に示すとおり、水温が高めに推移したことにより成長が促進されたためであると考えられた。

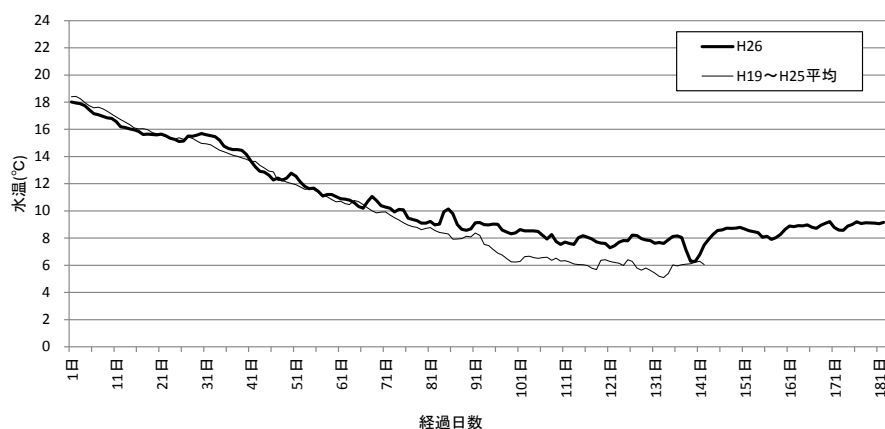


図 16. 稚貝分散から試験終了までの水温の推移

(2) 平内町小湊

養殖作業及びホタテガイの測定時期を表 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 3 週間遅く、稚貝分散は約 10 日遅くなっていた。施設構造を前年度と比較すると、稚貝採取時ではパールネットの連数が 75 連少なく、稚貝分散時ではパールネットの連数が 120 連多く、選別機の目合いが 1 分 5 厘大きくなっていた。

表 6. 養殖作業の時期

稚貝採取	稚貝分散
H26.9.2	H26.11.18

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	稚貝分散時			重量	個数	
20m	10m	6m	120m	80m	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	発泡	1個	7ヶ所	ABS製1尺3寸	17個	2分	8段	415連	200個体/段	鉛75匁	篩の目合2分
分散時	発泡	1個	6ヶ所	ABS製1尺3寸	26個	3分	8段	720連	20個体/段	鉛75匁	選別機の目合8分5厘
	ABS製1尺2寸	1個	1ヶ所								

※1 片端が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 9 に、平成 18 年度から平成 26 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 17~19 に示す。稚貝採取時の成育状況は、へい死率が 3.8%で平成 18~25 年度平均(以下平均) 0.8%より高く、殻長が 10.0mm で平均 9.4mm より大きかった。稚貝分散時の成育状況は、へい死率が 0.0%で平均 21.6%より低く、殻長が 31.1mm で平均 24.5mm より大きかった。試験終了時の成育状況は、へい死率が 6.9%で平均 3.4%より高く、殻長が 65.5mm で平均 64.2mm より大きく、全重量が 31.7g で平均 30.5g より重く、軟体部重量が 13.3g で平均 13.2g とほぼ同じ値であった。平成 26 年産稚貝の成育状況は、稚貝採取時と試験終了時のへい死率が平均よりも高かったものの、いずれも 10%未満と目立ったへい死はなく、試験終了時の殻長、全重量、軟体部重量は、平成 22 年度以降最も高い値であった。

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 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
H26.9.2	稚貝採取	選別後の稚貝を適宜	201	8	-	3.8	-	10.0 ± 1.4	-	-	-
H26.11.18	稚貝分散	パールネット(未分散)1段分	58	0	-	0.0	-	31.1 ± 3.1	-	-	-
H27.4.13	試験終了	パールネット1連分(8段)	230	17	3	6.9	0.1	65.5 ± 4.3	31.7 ± 5.6	13.3 ± 2.5	42.0

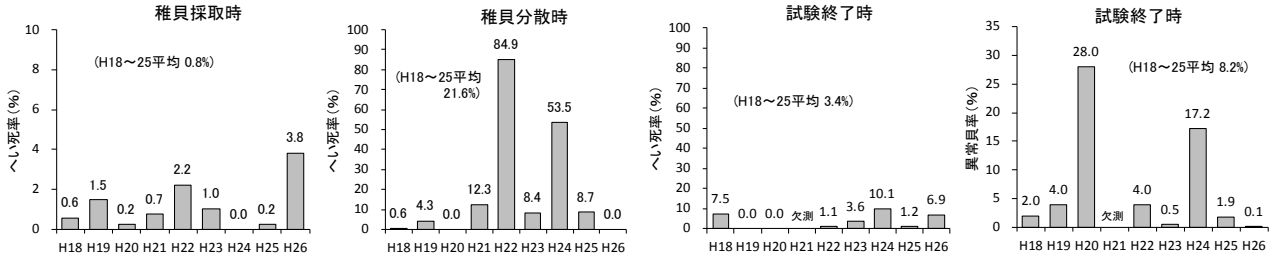


図 17. 年度別、時期別のホタテガイのへい死亡率、異常貝率の推移

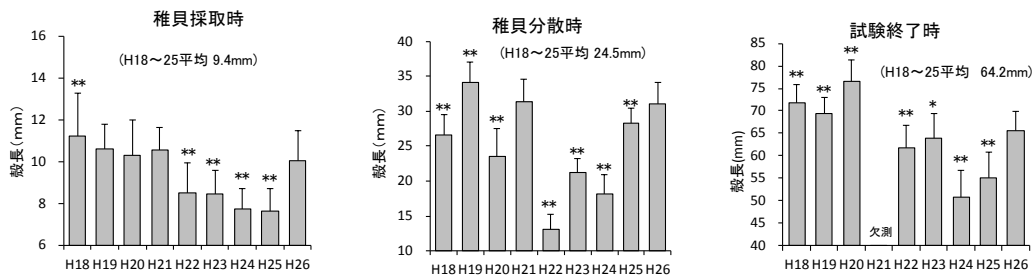


図 18. 年度別、時期別のホタテガイの殻長の推移

(バーは標準偏差の範囲、H26 と比較して**は有意水準 1%、*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

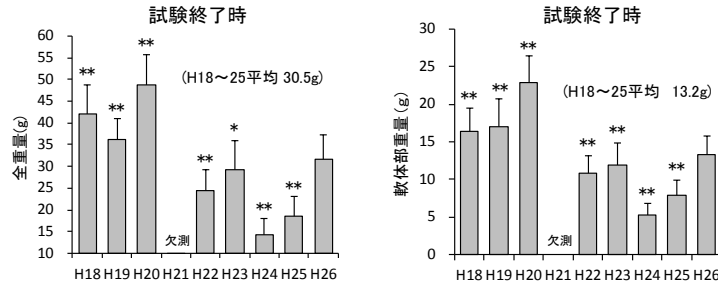


図 19. 年度別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移

(バーは標準偏差の範囲、H26 と比較して**は有意水準 1%、*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

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 20 に示す。試験終了時に採集された 17 個体の死貝のうち 4 個体を除いて、殻長が稚貝分散時と同じ個体であったことから、稚貝分散直後にへい死した個体がほとんどで、稚貝分散後に成長してからへい死した個体は少なかったと考えられた。

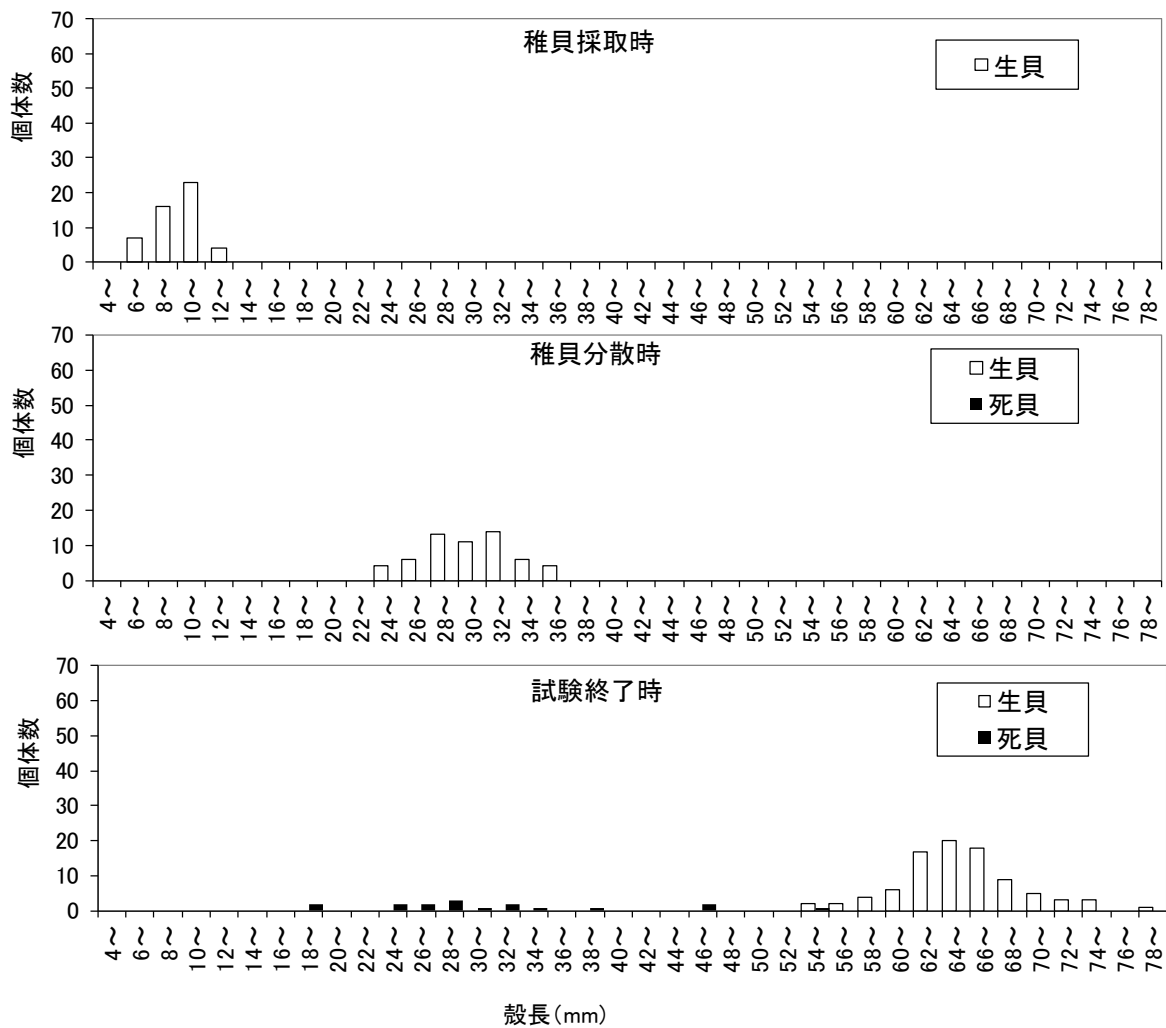


図 20. 時期別の生貝、死貝の殻長組成

養殖施設における水温の推移を図 21 に、平成 18 年以降の稚貝採取から稚貝分散の期間における日平均水温の水温別日数を図 22 に示す。平成 26 年度の水温は、稚貝採取時が 22.4℃で、9 月 8 日の 22.9℃をピークに、その後はなだらかに下降した。平成 26 年は 23℃以上の日数が 0 日間で、平成 21 年と同様であった。



図 21. 養殖施設の水温の推移

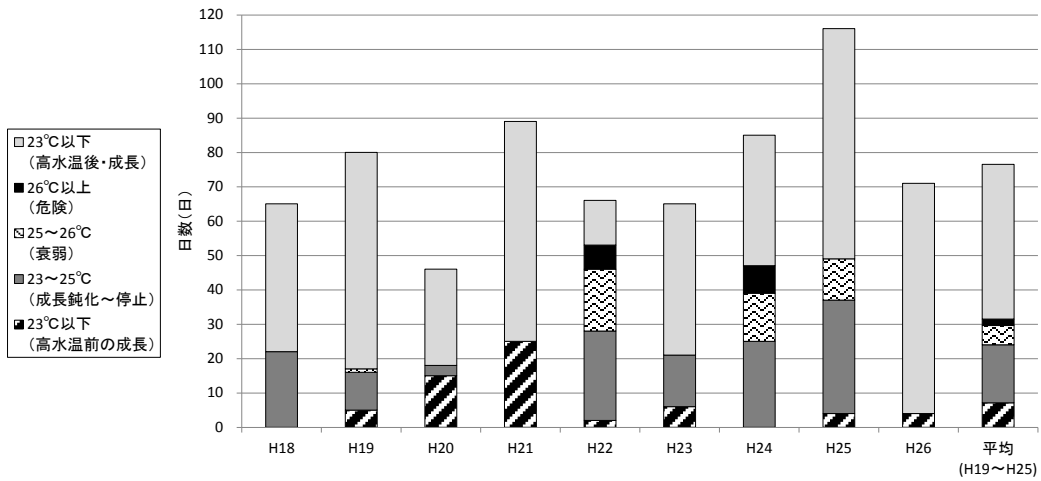


図 22. 日平均水温の水温別日数

養殖施設の幹綱水深の変化を図 23 に、幹綱の加速度を図 24 に示す。幹綱水深は、全期間を通じて 7~12m の間でほぼ同じ水深が保たれていたが、11 月 4~5 日、11 月 14~16 日、12 月 21 日、2 月 24 日に幹綱水深が 3~5m 沈み込んで短時間で戻る変化が何度か見られた。また、幹綱の加速度は、12 月 3 日及び 1 月 17 日に 0.1m/s^2 を超えた他は、全て 0.1m/s^2 未満であった。

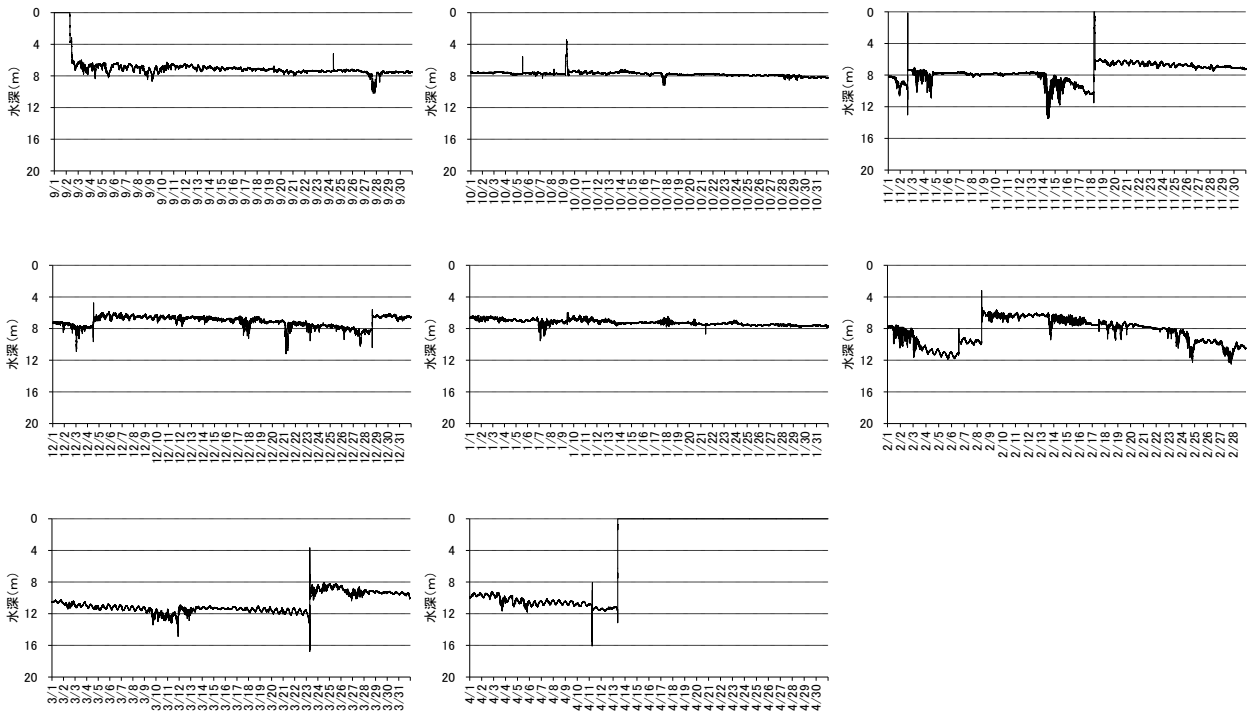


図 23. 養殖施設の幹綱水深の変化

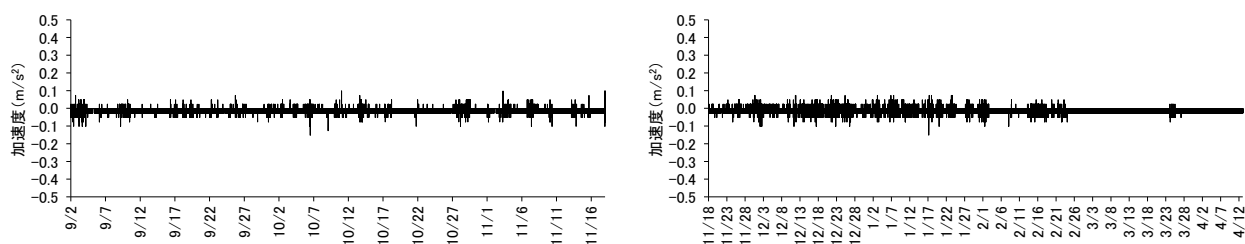


図 24. 養殖施設の幹綱の加速度

養殖施設の流向流速の推移を図 25 に、稚貝採取から稚貝分散の期間における最高流速と流速別出現数を表 10 に示す。稚貝採取から 10 月 27 日にかけて流速 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 174 回で平成 18~25 年平均 203 回より少なく、0.2 m/s 以上の出現数は 33 回で平均 9 回より多く、0.3m/s 以上の出現数は 3 回で平均 1 回より多かった。

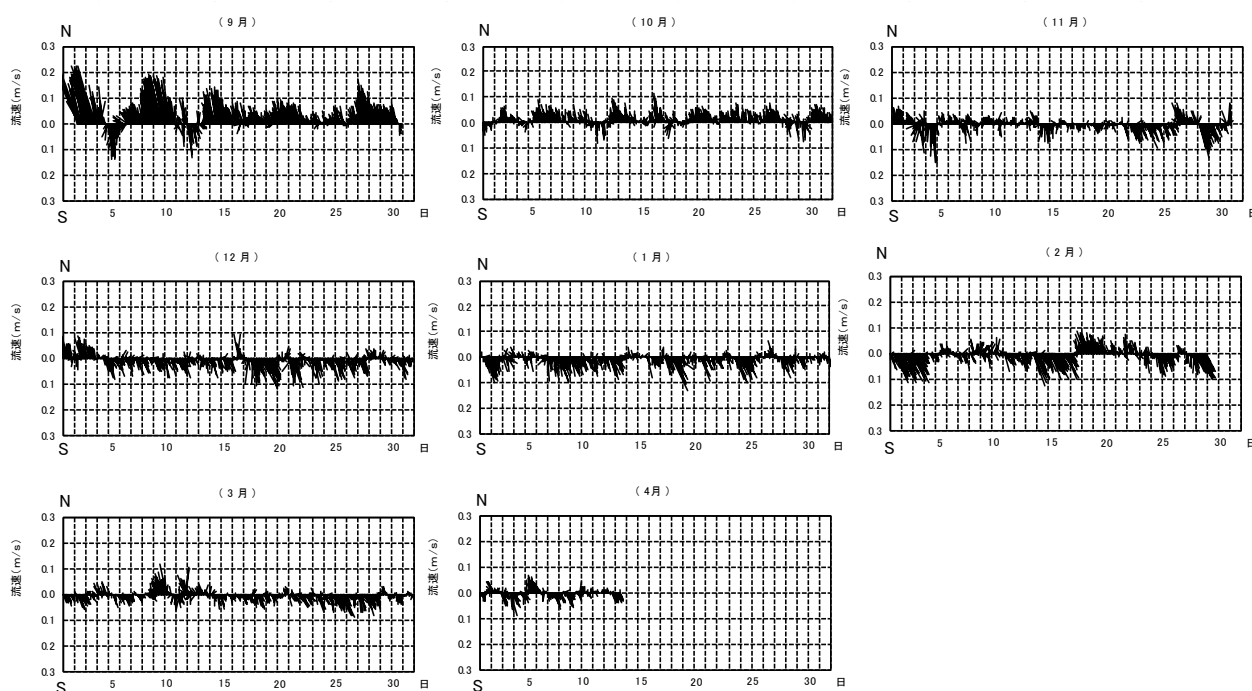


図 25. 養殖施設の流向流速の推移

表 10. 最高流速と流速別出現数

	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H18-25平均
最高流速(m/s)	0.19	0.31	0.36	0.22	0.24	0.58	0.18	0.25	0.36	0.29
流速0.3m/s以上の出現数(回)	0	2	4	0	0	1	0	0	3	1
流速0.2m/s以上の出現数(回)	0	25	16	7	12	4	0	6	33	9
流速0.1m/s以上の出現数(回)	140	211	184	176	337	161	114	303	174	203
合計回数(回)	1,543	1,895	1,019	2,120	1,560	1,542	2,018	2,764	1,825	1,808

※H20 9/11~14は欠測

平成 26 年のへい死率は、稚貝採取時と試験終了時が平均よりも高く、稚貝分散時が平均より低かった。稚貝採取時のへい死は、稚貝採取が 9 月にずれ込んだため、採苗器内でへい死したものと推察された。稚貝採取から稚貝分散までへい死が見られなかったのは、成長が鈍化し始める 23℃以上の水温にさらされた日数が 0 日間で順調に成育できたことにより、11 月の 2 度の大きな施設の浮き沈みによる影響を免れたためと推察された。稚貝分散から試験終了までのへい死は、4m 前後の施設の浮き沈みが何度かあったためと推察された。

2. ゴム式改良調整玉に使用するゴムの種類の検討

ホタテガイの測定結果を表 11、図 26 に示す。へい死率は、試験区 a が 16.2～34.9%(平均 23.4%)、試験区 b が 2.4～9.5%(平均 6.4%)、試験区 c が 20.9～35.7%(平均 26.8%)、試験区 d が 2.4～22.7%(平均 12.8%) で、試験区 c、試験区 a、試験区 d、試験区 b の順で高かった。異常貝率は、試験区 a の上段で 6.7%、試験区 c の上段で 3.3%、その他は 0%であり、全体に低かった。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 60.5～69.5mm(平均 66.1mm)、29.6～41.7g(平均 36.9g)、12.9～18.2g(平均 16.1g)、試験区 b が 75.5～79.4mm(平均 77.9mm)、56.8～57.7g(平均 57.2g)、23.3～26.1g(平均 25.1g)、試験区 c が 57.9～69.0mm(平均 64.5mm)、28.9～41.3g(平均 35.8g)、12.5～18.3g(平均 15.8g)、試験区 d が 72.9～74.4mm(平均 73.6mm)、45.0～47.4g(平均 46.0g)、20.1～21.7g(平均 20.7g)であった。前報¹⁻⁴⁾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 b と試験区 d の全段で有意に高く、試験区 c の上段及び中段で有意に低かった。全重量と軟体部重量は試験区 b と試験区 d の全段で有意に高かった。

表 11. ホタテガイの測定結果

		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
試験区a	上	28	15	2	34.9	6.7	60.5 ± 4.0	29.6 ± 5.0	12.9 ± 2.9	43.6
	中	42	10	0	19.2	0.0	68.4 ± 3.7	39.3 ± 5.9	17.2 ± 2.8	43.8
	下	31	6	0	16.2	0.0	69.5 ± 4.5	41.7 ± 8.6	18.2 ± 3.9	43.6
	平均	-	-	-	23.4	2.2	66.1	36.9	16.1	43.7
試験区b	上	40	1	0	2.4	0.0	75.5 ± 3.4	57.2 ± 4.8	23.3 ± 2.9	40.8
	中	52	4	0	7.1	0.0	78.6 ± 2.9	56.8 ± 6.2	25.9 ± 3.3	45.5
	下	38	4	0	9.5	0.0	79.4 ± 3.3	57.7 ± 6.6	26.1 ± 2.8	45.3
	平均	-	-	-	6.4	0.0	77.9	57.2	25.1	43.9
試験区c	上	27	15	1	35.7	3.3	57.9 ± 4.5	28.9 ± 4.9	12.5 ± 2.4	43.2
	中	42	13	0	23.6	0.0	66.6 ± 2.8	37.2 ± 3.7	16.7 ± 1.8	44.9
	下	34	9	0	20.9	0.0	69.0 ± 3.5	41.3 ± 5.4	18.3 ± 2.5	44.2
	平均	-	-	-	26.8	1.1	64.5	35.8	15.8	44.1
試験区d	上	34	10	0	22.7	0.0	72.9 ± 3.4	45.0 ± 5.8	20.1 ± 3.1	44.7
	中	46	7	0	13.2	0.0	73.4 ± 3.3	47.4 ± 5.3	21.7 ± 2.7	45.8
	下	40	1	0	2.4	0.0	74.4 ± 3.7	45.7 ± 6.1	20.3 ± 2.8	44.4
	平均	-	-	-	12.8	0.0	73.6	46.0	20.7	45.0

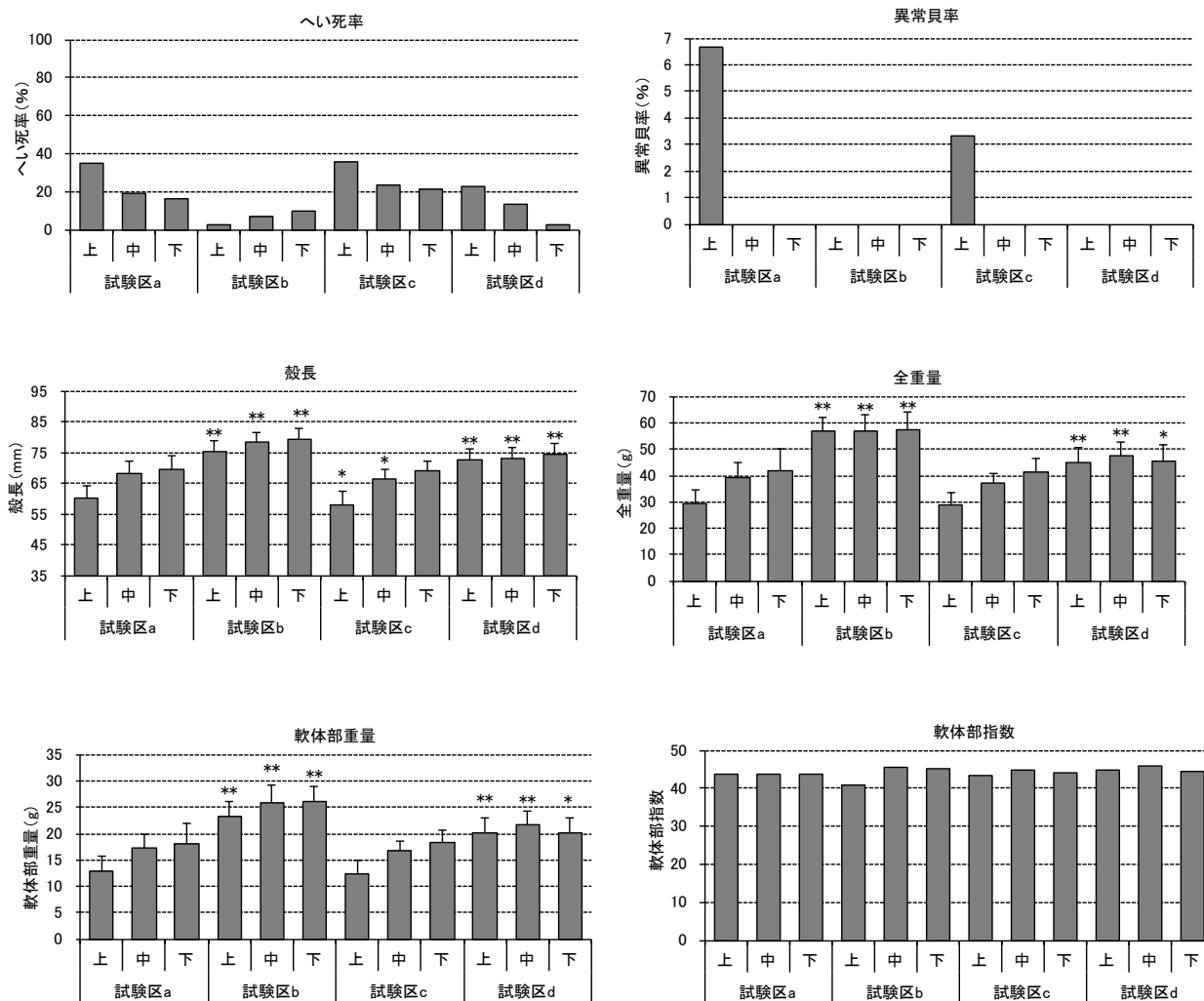


図 26. ホタテガイの測定結果

(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。)

養殖施設の幹綱及びパールネット下段の鉛直方向における加速度を図 27 及び図 28 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、幹綱では試験区 c が 0.000620 と最も大きく、次いで試験区 a が 0.000266、試験区 d が 0.000252、試験区 b が 0.000162 で、パールネットでは試験区 c が 0.000454 と最も大きく、次いで試験区 d が 0.000303、試験区 a が 0.000295、試験区 b が 0.000147 であった(図 29)。

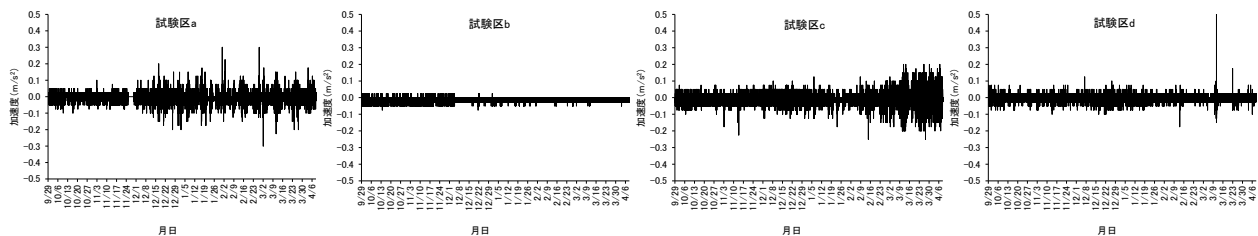


図 27. 養殖施設の幹綱の垂直方向における加速度

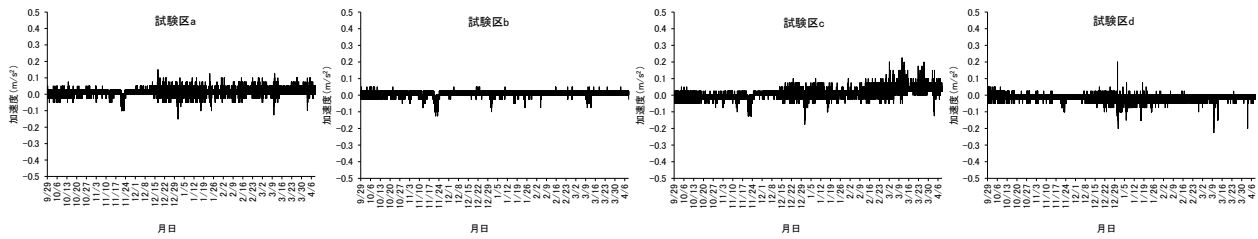


図 28. 養殖施設のパールネット下段の垂直方向における加速度

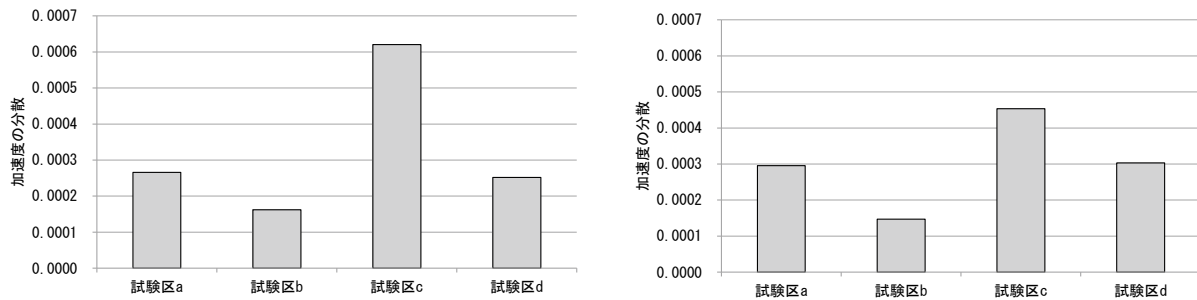


図 29. 幹網（左）とパールネット下段（右）における加速度の分散

試験終了時に、試験区 a はゴムが 2 本とも切断されており、試験区 b はゴムが切断され調整玉が流失していたことから、A 社製のゴムを使用した試験区 a 及び b と B 社製のゴムを使用した試験区 c 及び d との効果比較は出来なかった。加速度の状況から 12 月 4 日前後にゴムが切断されたと推察され、試験区 a ではゴムの伸び縮みによる施設の上下動を抑制する効果が得られなかったことから、へい死率も高く成長も悪かったと考えられた。一方、試験区 b は調整玉が流失したことにより、施設の上下動の影響が軽減され施設が安定していたため、へい死率が低く成長も良かったと考えられた。B 社製のゴムは、試験区 c よりも試験区 d の方が、へい死率が低く成長も良かったことから、単価の安い B 社製のゴムを使用する場合は、2m を 1 本使用するよりも、3m を 1 本使用することにより施設の上下動を抑制することが出来ると考えられた。ただし、前年度に行った試験⁵⁾では、稚貝採取から稚貝分散の期間に B 社製のゴムを使用する場合は、2m を 1 本使用した方が施設の上下動を抑制が出来ることが分かっている。試験時期の違いにより効果が異なっていた要因については、ホタテガイや付着生物の成長に対して適切な幹網水深の調整が出来なかったためにゴムが伸びきってしまい、施設の上下動を抑制する効果が低下していた可能性が考えられ、今後検証する必要がある。

3. 貧酸素による影響調査

養殖作業の時期を表 12 に、漁場水深、幹網水深及び溶存酸素計の設置水深を表 13 に、ホタテガイの測定結果を表 14 に、生貝、死貝の殻長組成を図 30 に示す。両地区のホタテガイのへい死率は、2.5%、2.2% と低い値であった。

表 12. 養殖作業の時期

	稚貝採取	稚貝分散
むつ市大湊	H26.8.11	H26.10.13
むつ市浜奥内	H26.8.1	H26.10.21

表 13. 溶存酸素計の設置水深等

漁場水深	幹網水深	溶存酸素計の設置水深	
		パールネット下段付近	海底付近
26	10.5	海底から12.5m上 (水深13.5m)	海底から15cm上
28	23	海底から2m上 (水深26m)	海底から15cm上

表 14. ホタテガイの測定結果

		生貝	死貝	へい死	生貝殻長(mm)	死貝殻長(mm)
		(枚)	(枚)	率(%)	平均値±SD	平均値±SD
むつ市 大湊	上	95	3	3.1	27.0 ± 2.2	15.8 ± 1.5
	中	103	3	2.8	27.9 ± 2.2	18.0 ± 2.4
	下	119	2	1.7	27.0 ± 2.5	12.8 ± 5.3
	平均	-	-	2.5	27.3	15.5
むつ市 浜奥内	上	124	1	0.8	25.0 ± 2.2	13.3
	中	119	3	2.5	25.6 ± 2.3	15.5 ± 0.7
	下	232	8	3.3	23.3 ± 2.8	9.0 ± 1.8
	平均	-	-	2.2	24.6	12.6

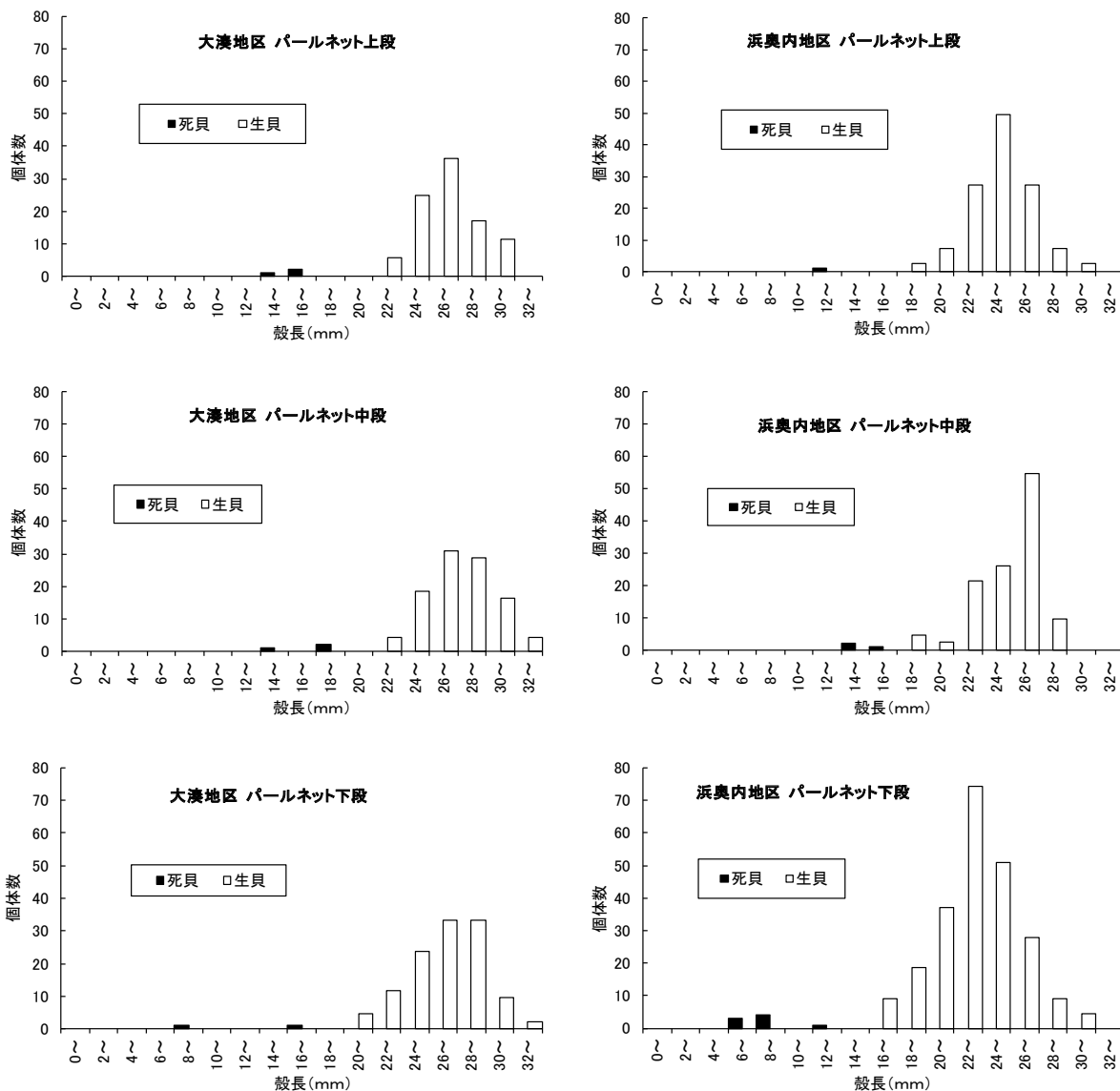


図 30. 生貝、死貝の殻長組成

養殖施設のパールネット下段付近及び海底から 15cm 付近における水温を図 31 に、溶存酸素量を図 32 に示す。大湊地区では、パールネット下段付近と海底付近の水温差が大きかったが、浜奥内地区では、ほぼ一致していた。溶存酸素量は、浜奥内地区の海底から 15cm 付近では水産用水基準 4.3mg/l を下回る日が続いたが、大湊地区のパールネット下段付近の水深帯では、8~9mg/l と高かった。なお、調査終了後の動作確認点検において、大湊の海底付近と浜奥内のパールネット下段付近を測定した溶存酸素計については、D0 電極の劣化による異常値が出力されたことから、今回の測定結果は参考値として掲載する。

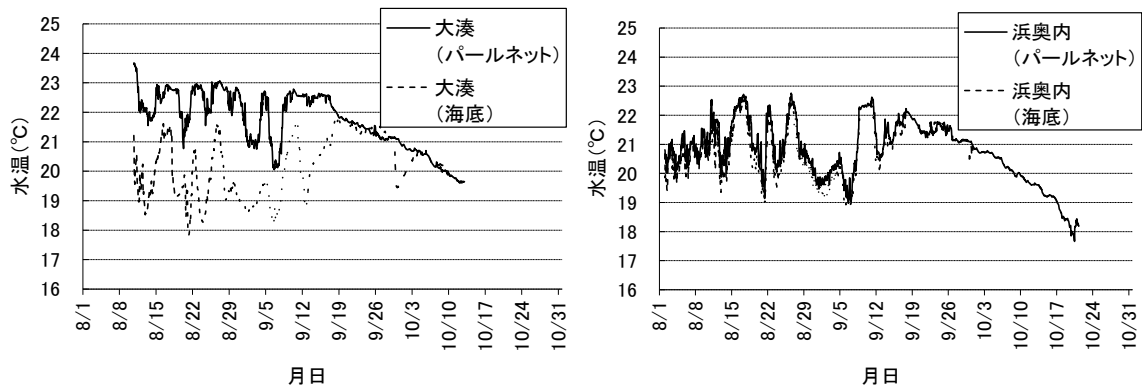


図 31. 水温の推移

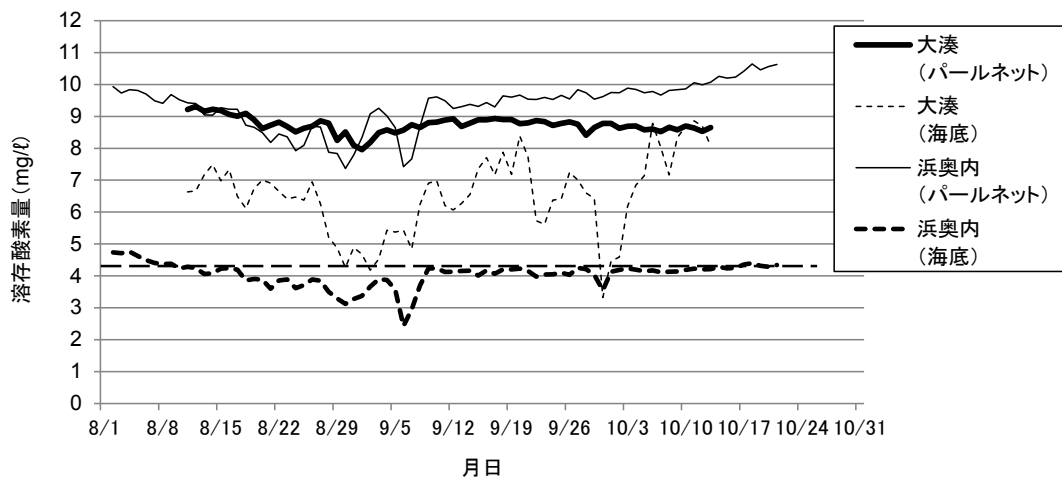


図 32. 溶存酸素量の推移

(破線の直線は水産用水基準 4.3mg/L、大湊海底付近と浜奥内パールネット下段付近は参考値)

謝 辞

養殖ホタテガイと漁場環境のモニタリング及び貧酸素による影響調査につきまして、調査にご協力いただいた蓬田地区、平内町小湊地区、むつ市大湊地区、浜奥内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.

- 5) 森恭子・吉田達・伊藤良博・小谷健二・川村要(2015) 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 25 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, 324-339.