

# 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

秋田佳林・吉田達

## 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、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

図 1 に示した蓬田村、平内町小湊地先において、2019 年産稚貝の養殖施設各 1 ヶ統を対象に、施設の構造を聞き取りするとともに、2019 年 8 月の稚貝採取時にホタテガイをサンプリングし、生貝及び死貝数からへい死率を求め、生貝 50 個体及び死貝の殻長を測定した。同年 10 月の稚貝分散時には上記に加え生貝の異常貝率を求めた。さらに、2020 年 3 月の試験終了時にはパールネット 1 連を上・中・下段に分けてそれぞれ 30 個体ずつ計 90 個体の生貝の殻長、全重量、軟体部重量と死貝の殻長を測定し、分散時と同様にへい死率、異常貝率を求めた。なお、稚貝分散時と試験終了時の死貝は、障害輪の有無によって、採取または分散直後と成長後に分けて測定した。



図 1. モニタリング地点

また、稚貝採取時から試験終了時まで、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、INFINITY-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、DEFI2-D10) 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、さらにパールネットの最下段上部にもメモリー式加速度計を取り付け、1 時間間隔で流向、流速、水温及び水深、5 分間隔で鉛直方向の加速度を測定した。

これらの結果を、過去に両地先で行った調査結果<sup>1)</sup>と比較した。

## 結果と考察

### 1. 蓬田村

稚貝採取は 2019 年 8 月 2 日で前年度と比較すると 3 週間早く、稚貝分散は同年 10 月 21 日と前年度と同時期であった。養殖施設の基本構造を表 1 に、養殖施設の構造等を表 2 に示す。施設構造を前年度と比較すると漁場水深が 5m 浅く、選別機の日合いは稚貝採取時は 3 厘大きく、稚貝分散時は 1 分小さくなっていった。

表 1. 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
	採取時	分散時			重量	個数	
35m	25m	12m	100m	100m	110kg	片側1丁	無

表 2. 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	收容数		錘
採取時	ABS製1尺3寸	2個	3箇所	ABS製1尺3寸	12個	2分	10段	300連	150個体/段	鉛50匁または下段太枠	篩の目合2分3厘
分散時	ABS製1尺3寸 ABS製1尺3寸	1個 2個	2箇所 2箇所	ABS製1尺3寸	17個	3分	10段	400連	25個体/段	鉛50匁または下段太枠	選別機の目合4分

2019年度の測定結果を表3に、2007年度から2019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2～5に示す。稚貝採取時の成育状況は、へい死率が2.3%と2007～18年度平均(以下「蓬田平均値」)の6.5%より低く、殻長が10.0mmと蓬田平均値9.3mmより大きかった。稚貝分散時は、成長後へい死率が58.7%と蓬田平均値13.0%より高く、2007年以降最も高かった。直後の死貝を合わせたへい死率は2013、2010年に次いで3番目に高かった。また、異常貝率は6.0%で前年と同じだった。殻長は21.2mmと平均値23.7mmより小さかった。試験終了時は、成長後へい死率が10.7%と蓬田平均値12.2%より低く、異常貝率が10.0%と蓬田平均値8.8%よりも高く、殻長が63.2mmと蓬田平均値62.5mmより大きく、全重量が27.4gと蓬田平均値24.7gより重く、軟体部重量が12.5gと蓬田平均値10.4gより重かった。

表 3. 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)	成長後死貝*2(枚)	異常貝(枚)	へい死率(%)	成長後へい死率*2(%)	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
2019.8.2	稚貝採取	選別後の稚貝を適宜	208	5	-	-	2.3	-	-	10.0 ± 1.5	-	-
2019.10.21	稚貝分散	パールネット*1(未分散)3段分	193	280	274	3	59.2	58.7	6.0	21.2 ± 2.9	-	-
2020.3.25	試験終了	パールネット*1(1連(10段))	399	141	48	9	26.1	10.7	10.0	63.2 ± 4.6	27.4 ± 5.6	12.5 ± 2.6

\*1 サンプリング用パールネットを事前配布して回収した。目合い、段数は表3に同じ。  
\*2 成長後死貝及び成長後へい死率は採取または分散直後の死貝を除いた値

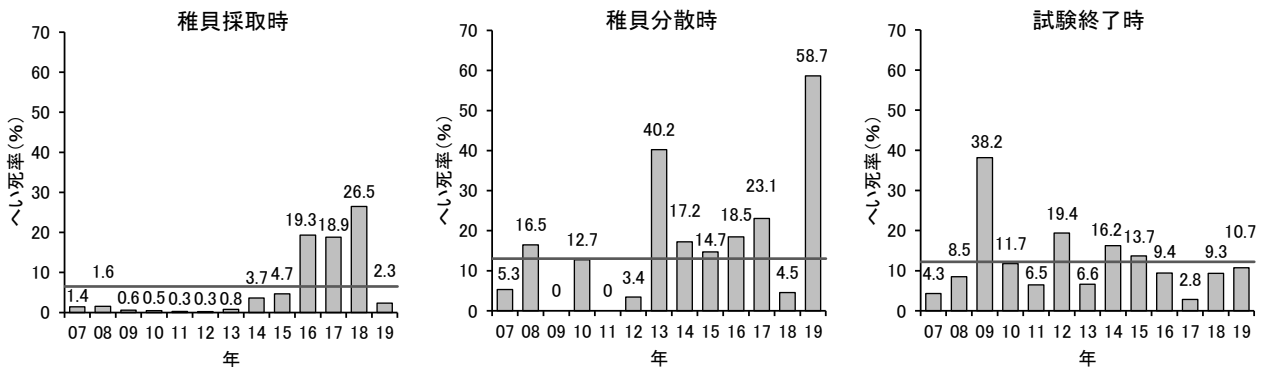


図 2. 年別、時期別のホタテガイのへい死率の推移(2012年の稚貝分散時のへい死率はサンプル数が少ないため参考値。稚貝分散時及び試験終了時のへい死率はそれぞれ採取及び分散直後の死貝を除いた値、直線は蓬田平均値)

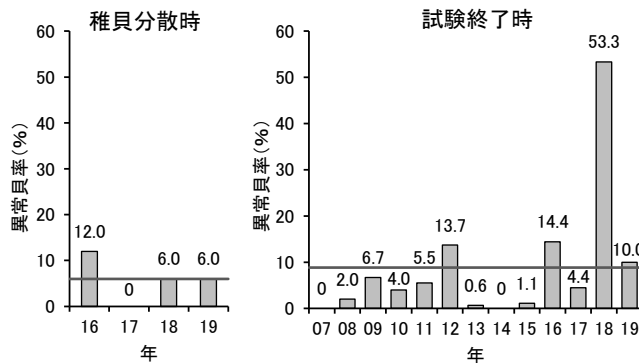


図 3. 年別、時期別のホタテガイの異常貝率の推移(2016年から稚貝分散時の異常貝率の測定を追加、直線は蓬田平均値)

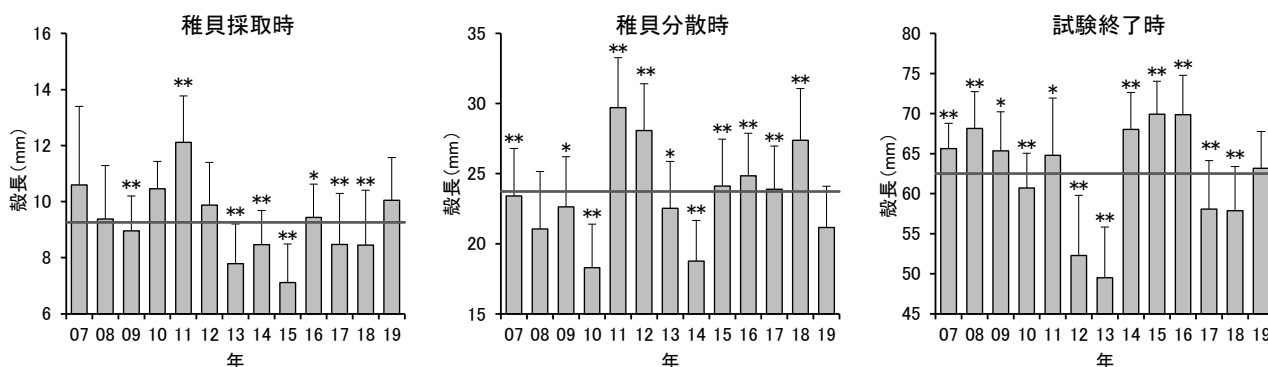


図 4. 年別、時期別のホタテガイの殻長の推移(バーは標準偏差、直線は蓬田平均値、2019 年と比較して\*\*は有意水準 1%、\*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

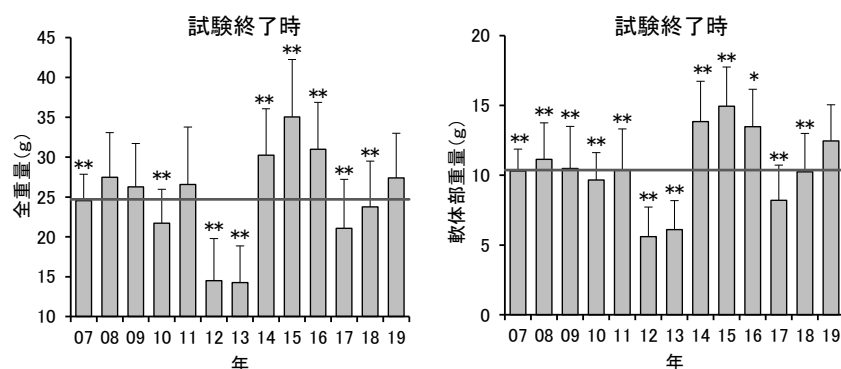


図 5. 年別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移(バーは標準偏差、直線は蓬田平均値、2019 年と比較して\*\*は有意水準 1%、\*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

稚貝採取から試験終了までの時期別の生貝及び死貝の殻長組成を図 6 に示す。ただし、死貝の一部は割れていて殻長の測定ができなかったため、表 3 の死貝数とは一致しない。

稚貝分散時に採集された成長後の死貝の殻長は 10~22mm でばらつきがあまりなく、稚貝採取後に数 mm 程度成長した後、短期間もしくは成長が停止している間にへい死したと考えられる。また、試験終了時に採集された成長後の死貝の殻長組成にはばらつきがみられ、分散後からしばらくへい死が続いたと考えられる。これらは、稚貝分散時の障害輪形成以降に貝殻の成長が見られた死貝であるが、その成長がわずかだった個体も多く、小さい死貝の殻長は稚貝分散時の生貝と重なっていた。なお、分散直後の死貝、すなわち分散後に成長できずにへい死した個体は 93 個体と、成長後の死貝の約 2 倍あった。稚貝分散時にパールネットに収容する際、それ以前にへい死していた貝を除ききれなかった可能性もあるが、分散後成長できずにへい死した貝や分散以降わずかに成長してからへい死した貝が多くみられたことから、分散時点で瀕死の貝が多数あったと推察される。一方で、試験終了時の死貝のうち生貝の殻長組成と重なるのは 1 個体のみであることから、分散後のへい死が終息した後、生残した貝は順調に成育したものと考えられる。

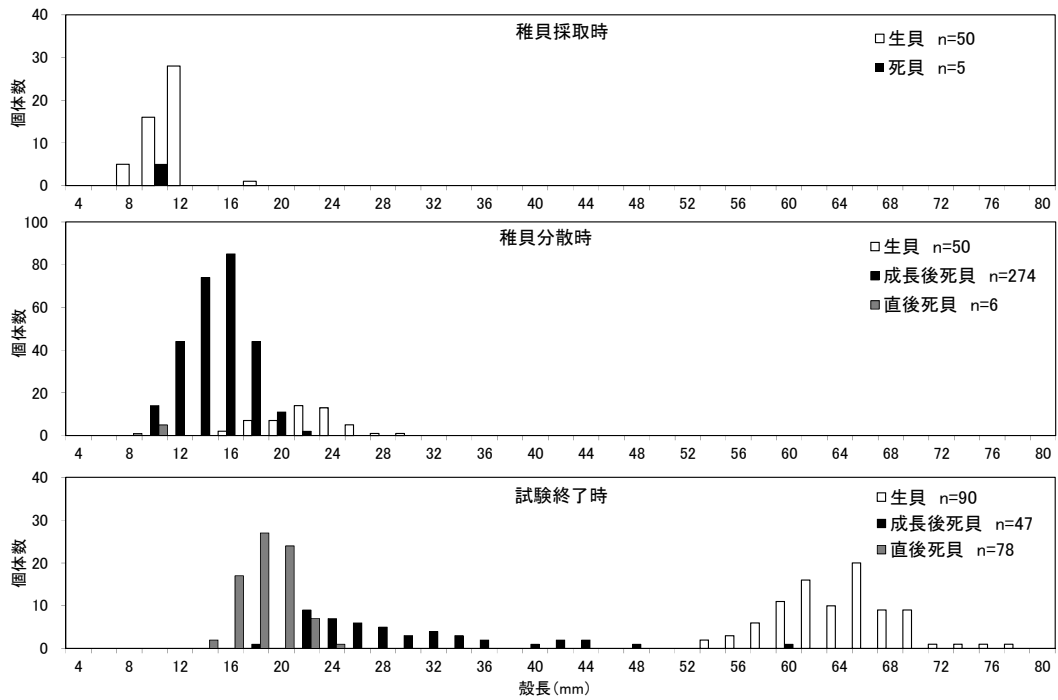


図 6. 時期別の生貝及び死貝の殻長組成

養殖施設における毎時水温の推移を図 7 に、稚貝採取から稚貝分散までの日平均水温の年別比較を図 8 に示す。2019 年度の毎時水温は、稚貝採取時が 22℃ 台で、2019 年 9 月 11 日の 25.0℃ がピークであった。稚貝の成長が鈍化する目安の 23℃ を超える水温は、8 月 5～14 日と 8 月 25 日～9 月 23 日に観測された。日平均水温が 23℃ を超えたのは稚貝分散までに 35 日あり、これは夏季に高水温だった 2010、2012、2013 年を除くと最も長く、稚貝が成長する 23℃ 以下の日数は 46 日で 2010 年に次いで 2 番目に短かった。また、1～3 月の水温は平年よりも 2℃ ほど高く推移した。

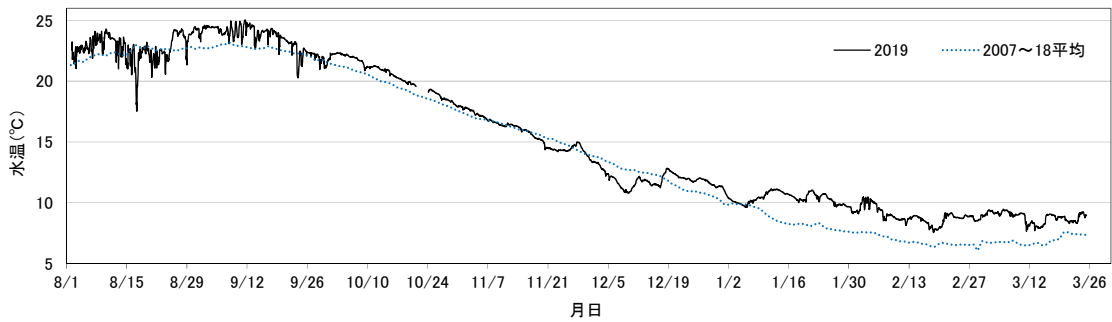


図 7. 養殖施設の毎時水温の推移

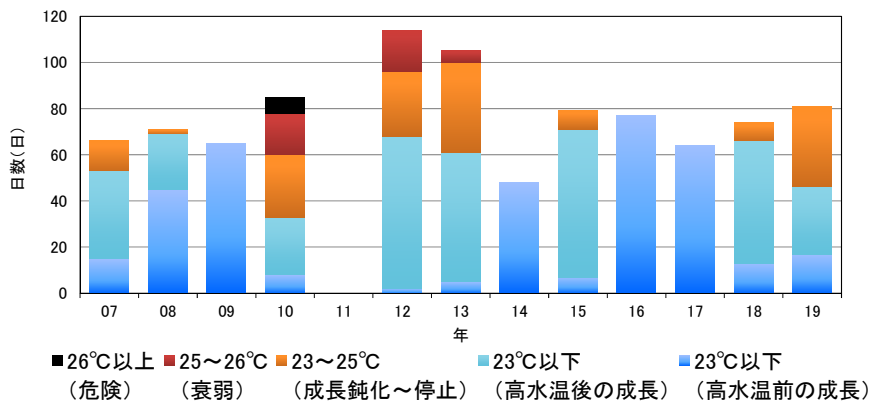


図 8. 稚貝採取から稚貝分散までの日平均水温の年別推移(2011 年は欠測)

養殖施設の水深の変化を図9に示す。幹綱水深は、稚貝採取から稚貝分散までは15~25m程度、稚貝分散から試験終了までは5~25mであった。前述のとおり、採取時から水温が高かったことから漁業者は下層へ施設を沈めるため調整玉ロープを25mとしていたが、採取直後の幹綱は15m程度に浮いていた。これは底玉を付け過ぎていたためと推測され、調整玉ロープに遊びがあり、余分なロープが海面に浮いている状態だったと思われる。稚貝採取から8月末までは数時間で5m以上沈み込むような大きな深度変化が頻繁にみられた。9月以降幹綱深度は比較的安定していたが、9月10~30日にも数時間程度だけ3~5m沈み込むようなスパイク状の深度変化がみられた。その後日平均水温が22℃前後と低下したため、10月1日には養殖施設を12m台に浮かせた。稚貝分散後の幹綱水深は、稚貝採取直後と同様に調整玉ロープは12mだったが実際は5mに浮いており、稚貝の成長に伴って徐々に沈んでいった。その後、1月下旬以降は施設が沈む速度が速かった。3月5日に玉付け作業を行い、水深が25mから12mに上昇したが、その後も同様に施設は沈んだ。これは、1~3月の水温が平年より高めに推移したことでホタテガイの成長が促進され、垂下しているパールネットの重量が増したためと思われる。

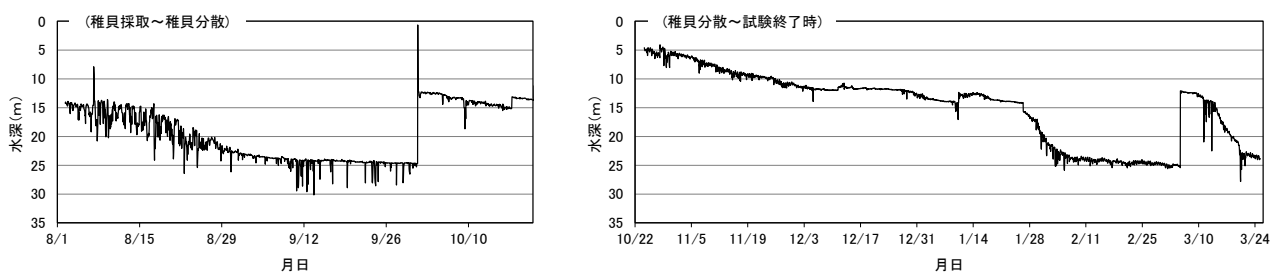


図9. 養殖施設の水深の変化

養殖施設における加速度の推移を図10-1及び10-2に示す。稚貝採取から稚貝分散までの幹綱の加速度は比較的安定していたが、8月中旬に $-0.5\text{m/s}^2$ を超える加速度が観測された。パールネットは稚貝採取以降、 $-2.0\text{m/s}^2$ を超える振動が多く観測された。これは、後述する流向流速計のデータから、8月は潮の流れが速かったこと、前述のとおり調整玉ロープに遊びがある状態だったことによると考えられる。その後、施設を浮かせた10月1日以降は潮の流れが比較的穏やかで調整玉ロープの長さや底玉の浮力のバランスがとれ、幹綱は安定していた。稚貝分散後は、幹綱が大きく振動していたが、これは2018年度に養殖施設の錨元に設置した加速度のデータと似ている。本試験での加速度計の設置位置が、養殖施設の端に近かったために大きな振動が観測されたと考えられる。ただし、ホタテガイの成長に伴い養殖施設の幹綱水深が25mまで沈み込んでいた、2月頃は幹綱が安定していた。表2のとおり、この施設に土俵は付いていないが、重量を増したパールネットが錘の役割を果たし、施設の振動が抑えられたと考えられる。また、3月5日頃に大きな振動が見られたが、これは玉付け作業の影響と思われる。稚貝分散以降のパールネットは幹綱ほど振動は大きくなかった。2018年度の加速度のデータでは、養殖施設の錨元が大きく振動していても、錨元と調整玉の間に設置した幹綱の加速度計では大きな振動がみられなかったことから、2019年度も同様に錨元に近い位置の幹綱は振動していたが、少し離れた位置に垂下したパールネットは比較的安定していたと考えられる。

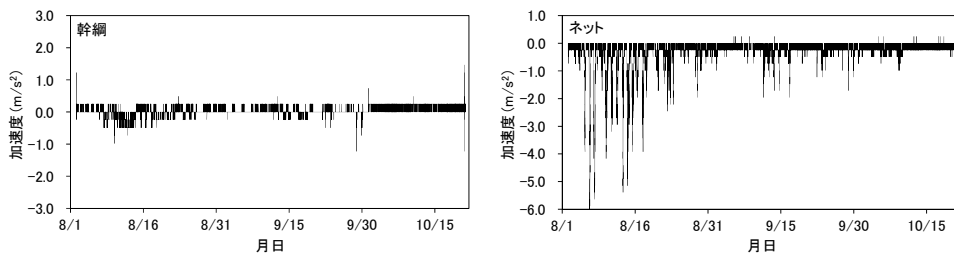


図10-1. 養殖施設における加速度の推移(稚貝採取～稚貝分散)

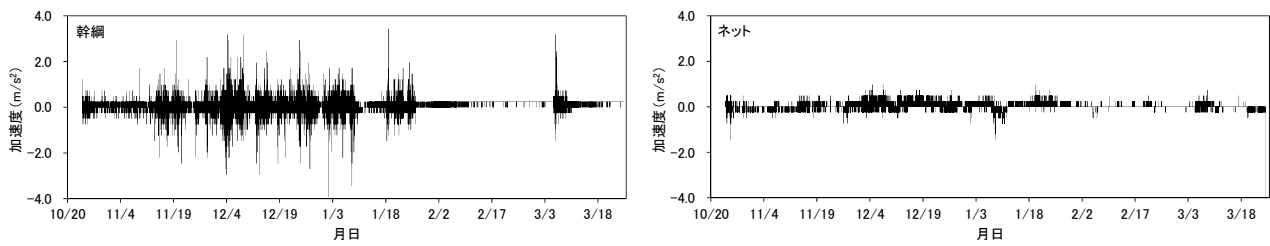


図 10-2. 養殖施設における加速度の推移(稚貝分散～試験終了時)

養殖施設の流向流速の推移を図 11 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 4 に示す。8～9 月は比較的潮の流れが速く、9 月 9 日には期間中最速の 0.27m/s の流れを観測した。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 196 回で蓬田平均値 287 回より少なく、0.2m/s 以上の出現数は 6 回で蓬田平均値 39 回より少なく、0.3m/s 以上は観測されなかった。稚貝分散以降は、0.2m/s 以上を観測したのは 10 月 26 日の 1 度だけで、2019 年度は流れが穏やかだったと言える。

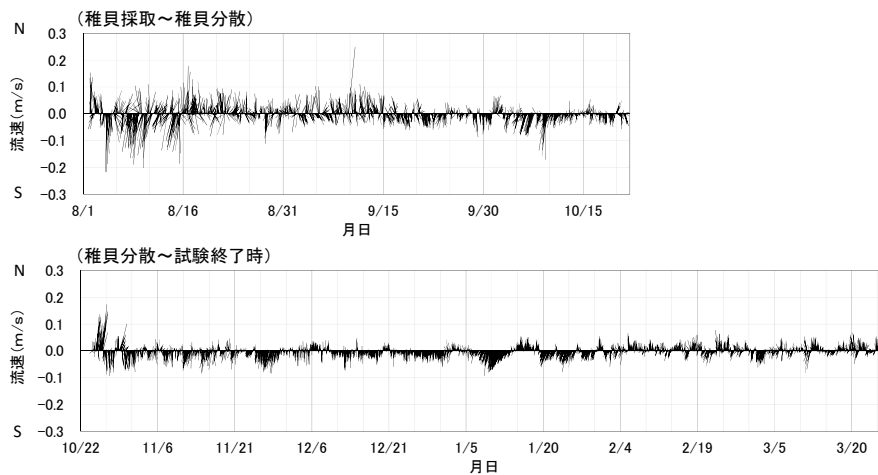


図 11. 養殖施設の流向流速の推移

表 4. 最高流速と流速別出現数(稚貝採取～稚貝分散)

年	07	08	09*	10	11*	12	13	14	15	16	17	18	19	07-18平均
最高流速(m/s)	0.37	0.34	0.33	0.26	-	0.33	0.29	0.21	0.45	0.34	0.55	0.36	0.27	0.35
流速0.3m/s以上の出現数(回)	6	5	8	0	-	2	0	0	25	2	15	7	0	6
流速0.2m/s以上の出現数(回)	60	37	39	10	-	6	16	1	114	43	35	67	6	39
流速0.1m/s以上の出現数(回)	338	271	433	187	-	150	361	104	367	427	220	296	196	287
合計(回)	1,562	1,665	2,023	2,012	-	2,712	2,495	1,132	1,873	1,822	1,517	1,892	1,924	1,882

\*2009年7/31～8/4及び2011年は欠測

2019 年度の稚貝分散時の成長後へい死率は、過去 13 年で最も高かった。稚貝採取から分散までは、高水温期を迎えるまでに 23℃以下の水温帯で育成した日数や、高水温期が継続した日数がへい死率に大きく影響することが分かっている<sup>2)</sup>。2019 年 8～9 月に、23℃を超える水温にさらされたことに加え、同時期に比較的潮の流れが速く、稚貝を収容したパールネットも振動していたことで、貝同士の噛み合わせやぶつかり合いが起りやすい状況だったと思われる。そのため、高水温で体力が消耗していた個体がダメージを受け、成長後へい死率は過去最も高くなったと推察される。

試験終了時の異常貝率は過去 4 番目に高く、その全てに欠刻が見られた。サンプリングしたパールネットは、約 50 個体/段で収容されており、籠内でホタテガイ同士のぶつかり合いが起きやすい状況であったと考えられる。しかし、2020 年 1～3 月は水温が高く、パールネットの振動も小さく、ホタテガイの育成により漁場環境だったことから、収容枚数が多く、ぶつかり合いやかみ合わせが発生して外套膜が損傷した場合でも傷の修復ができ、へい死には至らなかったものと考えられる。

稚貝の成長は、稚貝分散時の殻長は過去4番目に小さかったが、試験終了時は平年並みで、終了時の全重量や軟体部重量も平年を上回った。分散時の成長不良は前述のとおり水温の影響で体力の消耗が激しく、稚貝が成長できる23℃以下の水温の日数も短かったことが影響している<sup>2)</sup>と思われる。その後は潮の流れが穏やかで、パールネットも安定しており、水温が平年より2℃程高かったことで成長が促され、試験終了時の成長が良好であったと考えられる。

なお、2019年はサンカクフジツボの付着が多く、図12のとおり稚貝分散時には殻表面の大部分をサンカクフジツボが覆っていた。しかし、最終測定時ではサンカクフジツボの付着は蝶番付近のみで、本試験においてはホタテガイの成育に影響はなかったものと思われる。最終測定時に96個体のホタテガイ全重量とそれに付着していたサンカクフジツボの重量を測定したところ、サンカクフジツボ重量はホタテガイ全重量の9.5%であった。



図12. サンカクフジツボの付着状況（左：稚貝分散時、右：最終測定時、○印はサンカクフジツボ除去跡）

## 2. 平内町小湊

稚貝採取は2019年8月6日で、前年度とは漁業者が異なるが、比較すると約1週間早く、稚貝分散は同年10月10日と約2週間早かった。養殖施設の基本構造を表5に、養殖施設の構造等を表6に示す。施設構造を前年度と比較すると漁場水深が12m深く、分散時の幹綱水深が13m深く、選別機の日合いは稚貝分散時は5厘小さくになっていた。

表5. 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
	採取時	分散時			重量	個数	
32m	10m	20m	200m	100m	80kg	片側1丁	40kg 2個

表6. 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
採取時	ペットボトル	1個	2箇所	ABS製1尺2寸	8個	2分	8段	200連	220個体/段	鉛75匁	提灯網の日合2分
分散時	ペットボトル	1個	2箇所	ABS製1尺2寸	8個	3分	8段	300連	25個体/段	鉛100匁	選別機の日合6分

ホタテガイの測定結果を表7に、2006年度から2019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13～16に示す。稚貝採取時の成育状況は、へい死はなく、殻長は9.6mmと2006～18年度平均(以下「小湊平均値」)の9.2mmより大きかった。稚貝分散時の成育状況は、成長後へい死率が10.2%と小湊平均値3.1%より高く、2006年以降最も高かった。直後の死貝を合わせたへい死率は2010、2012年に次いで3番目に高かった。また、異常貝率は4.0%で、前年度の8.0%よりも低かった。殻長は20.5mmと小湊平均値25.7mmより小さかった。試験終了時の成育状況は、成長後へい死率が8.3%と小湊平均値

3.2%より高く、異常貝率は12.2%と小湊平均値6.8%より高く、殻長は69.2mmと小湊平均値66.0mmより大きく、全重量が34.3gと小湊平均値32.7gより重く、軟体部重量が15.6gと小湊平均値14.4gよりも重かった。

表 7. 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)	成長後死貝 <sup>*2</sup> (枚)	異常貝(枚)	へい死率(%)	成長後へい死率 <sup>*2</sup> (%)	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
2019.8.6	稚貝採取	選別後の稚貝を適宜	85	0	-	-	0.0	-	-	9.6 ± 1.3	-	-
2019.10.10	稚貝分散	パールネット <sup>*1</sup> (未分散)3段分	448	72	51	2	13.8	10.2	4.0	20.5 ± 2.4	-	-
2020.3.19	試験終了	パールネット <sup>*1</sup> 1連(8段)	154	45	14	11	22.6	8.3	12.2	69.2 ± 4.6	34.3 ± 6.7	15.6 ± 4.1

\*1 サンプリング用パールネットを事前配布して回収した。目合い、段数は表8に同じ。

\*2 成長後死貝及び成長後へい死率は採取または分散直後の死貝を除いた値

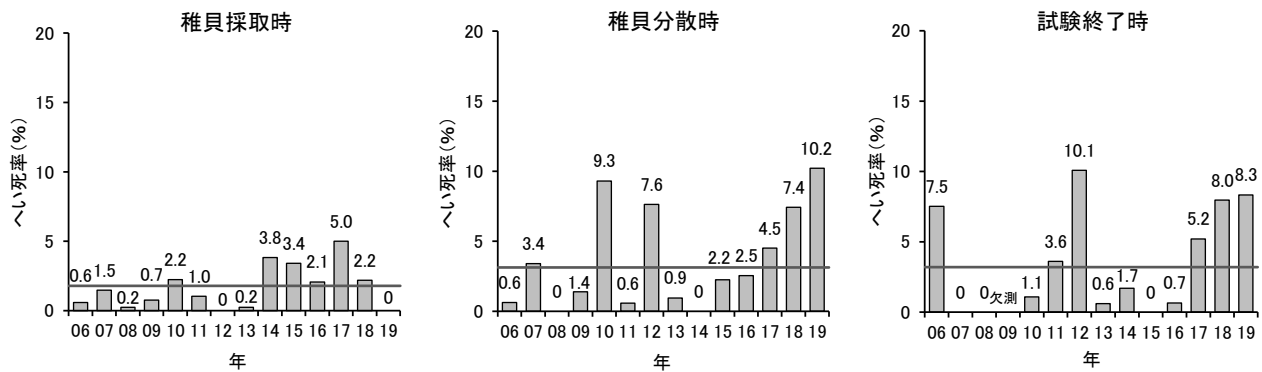


図 13. 年別、時期別のホタテガイのへい死率の推移(稚貝分散時及び試験終了時のへい死率はそれぞれ採取及び分散直後の死貝を除いた値、直線は小湊平均値)

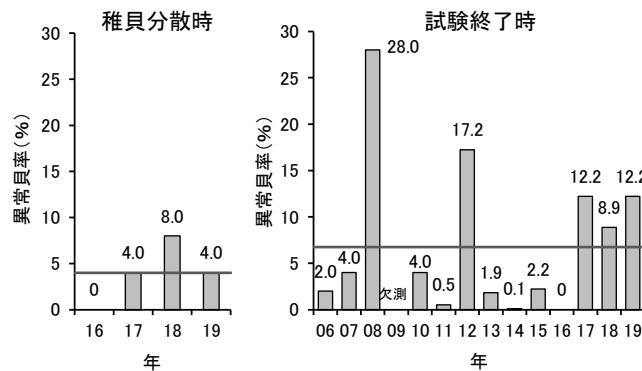


図 14. 年別、時期別のホタテガイの異常貝率の推移(2016年から稚貝分散時の異常貝率の測定を追加、直線は小湊平均値)

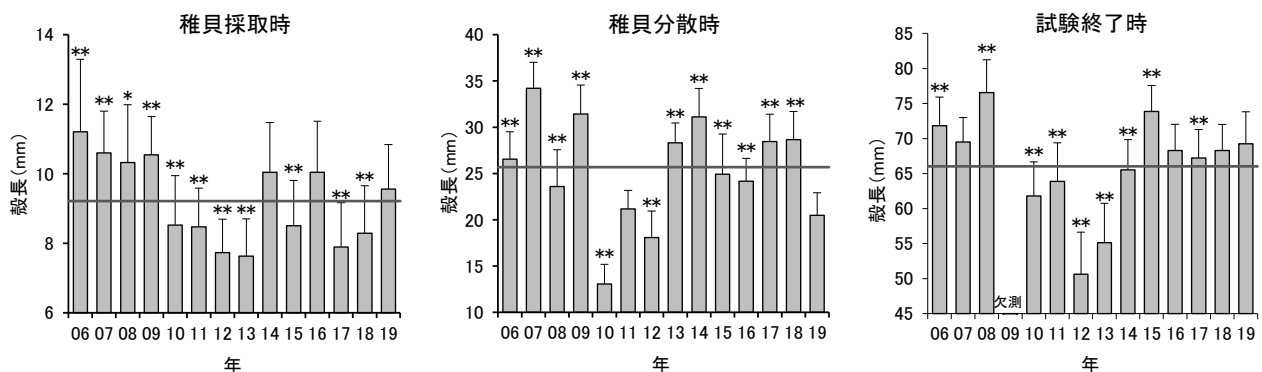


図 15. 年別、時期別のホタテガイの殻長の推移(バーは標準偏差、直線は小湊平均値、2019年と比較して\*\*は有意水準1%、\*は有意水準5%で有意差があることを示す。)



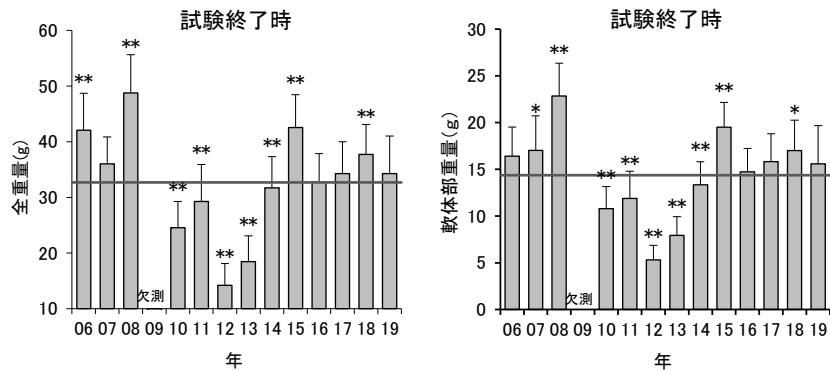


図 16. 年別のホタテガイの全重量、軟体部重量の推移(バーは標準偏差、直線は小湊平均値、2019年と比較して\*\*は有意水準 1%、\*は有意水準 5%で有意差があることを示す。)

稚貝採取から試験終了までの時期別の生貝及び死貝の殻長組成を図 17 に示す。ただし、死貝の一部は殻が割れて殻長測定ができなかったため、表 7 の死貝数とは一致しない。

稚貝分散時に採集された成長後死貝の殻長は 12~20mm で、ばらつきは大きくなく、生貝の殻長組成と重なっていた。このことから、稚貝分散時にへい死が進行中であったと考えられる。これは、分散時の生貝と試験終了時の分散直後の死貝の殻長組成がほぼ一致していることから推察できる。試験終了時の成長後の死貝の殻長は、28mm 台の 1 個体を除き、50mm 以上であり、分散後 30mm 以上成長してからへい死したと考えられる。

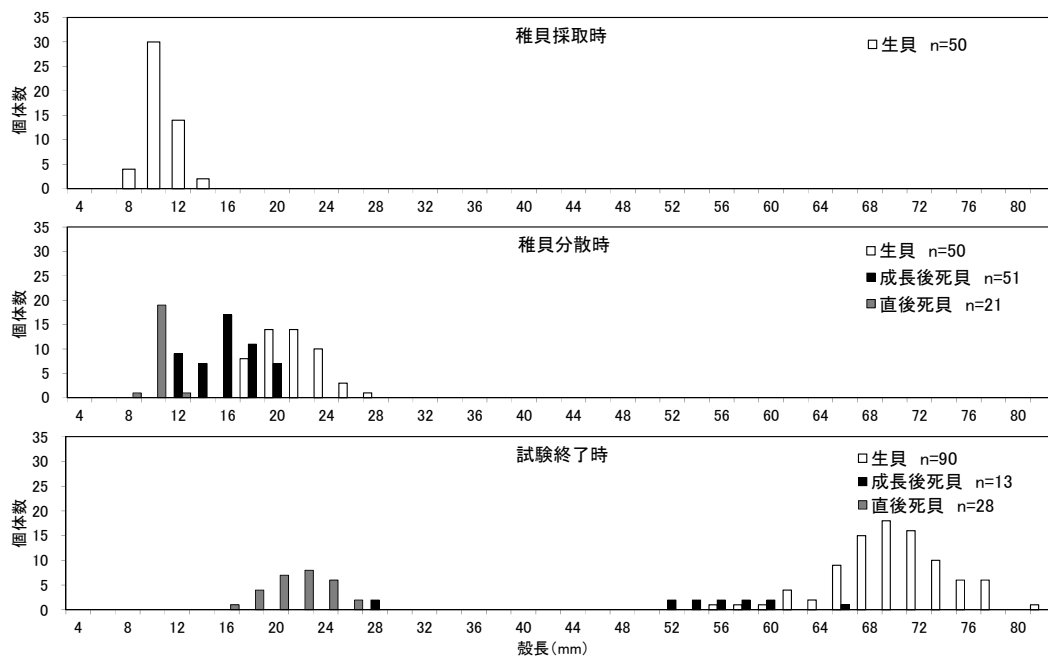


図 17. 時期別の生貝及び死貝の殻長組成

養殖施設における毎時水温の推移を図 18 に、稚貝採取から稚貝分散までの日平均水温の年別比較を図 19 に示す。2019 年度の毎時水温は、稚貝採取時が 22℃ 台で、2019 年 9 月 10~11 日に観測された 24.8℃ がピークであった。稚貝の成長が鈍化する目安の 23℃ を超える水温は、8 月 18~19 日、9 月 1~20 日に観測された。日平均水温では、23℃ を超える日が稚貝分散までに 22 日あり、夏季に高水温だった 2010、2012、2013 年を除くと 2016 年に次いで長く、稚貝が成長する 23℃ 以下の日数は 44 日であった。また、1~3 月の水温は平年よりも 2~4℃ ほど高く推移した。

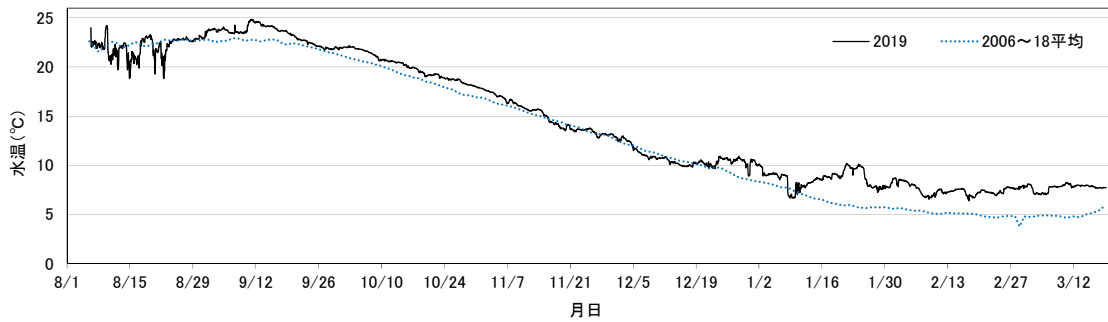


図 18. 養殖施設の毎時水温の推移

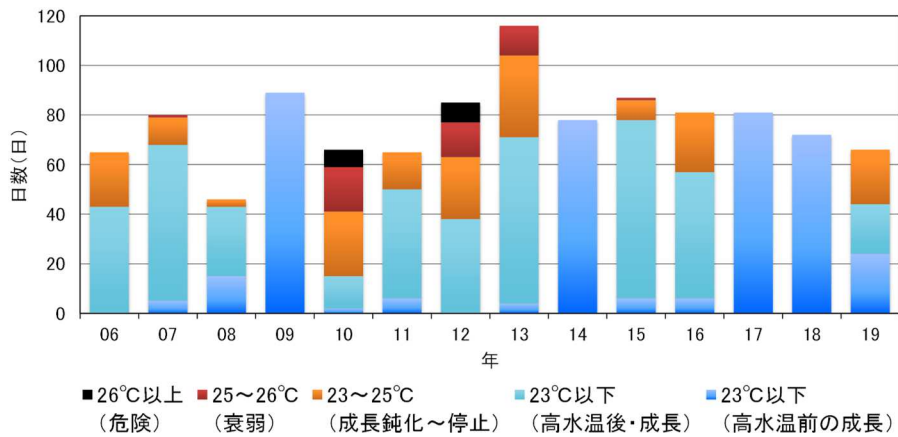


図 19. 稚貝採取から稚貝分散までの日平均水温の年別推移

養殖施設の幹綱水深の変化を図 20 に示す。幹綱水深は稚貝採取以降、約 20m に沈めていたが、8 月 14 日には 15m に浮かせていた。その後、漁業者によると潮の流れが速く 8 月末から 9 月初めまで施設のアンカーが外れていたとのことであった。その間幹綱水深は 5m 程度まで浮いており、数時間で 5~10m の大きな深度変化が見られた。それ以降は 12~13m 程度で安定していた。稚貝分散以降は水深 20m 以深に沈めており、12 月下旬以降はホタテガイの成長に伴い 28m 程度まで沈むこともあった。その後は月に 1 回程度玉付け作業を行い、幹綱水深は概ね 20m 以下で管理していた。

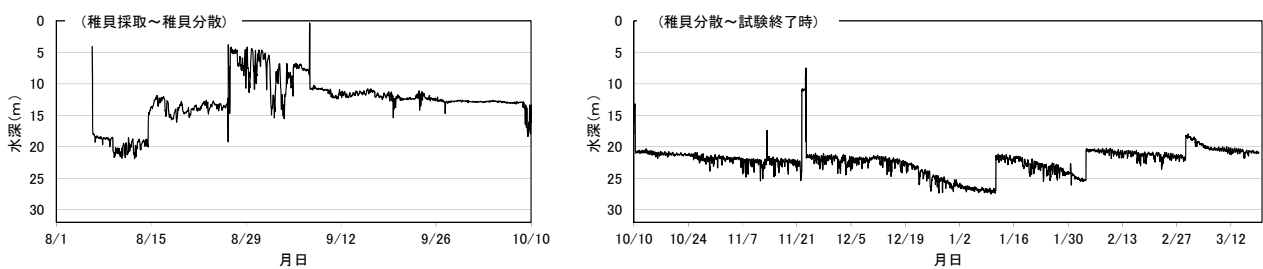


図 20. 養殖施設の幹綱水深の変化

幹綱及びパールネット下段の加速度を図 21-1 及び 21-2 に示す。稚貝採取から分散までの期間、幹綱の加速度は、主に 9 月下旬以降振動していた。ただし、その間パールネットでは大きな振動は確認されておらず、稚貝への影響は限定的であったと思われる。パールネットで  $-1.0\text{m/s}^2$  を超える加速度を観測したのは、8 月 10 日頃と 28 日頃であった。後者はアンカーが外れた時期と一致するが、ネットの振動は継続的なものではなかった。稚貝分散から試験終了までは幹綱もパールネットも概ね安定していたが、中でも期間の後半は振動が少なかった。これは、ホタテガイが成長し、パールネットの重量が増したことで幹綱が沈みこみ、施設全体が安定したことによると考えられる。

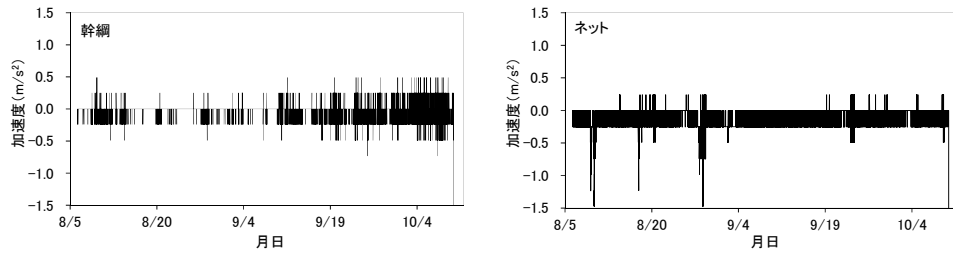


図 21-1. 養殖施設の加速度の推移 (稚貝採取～稚貝分散)

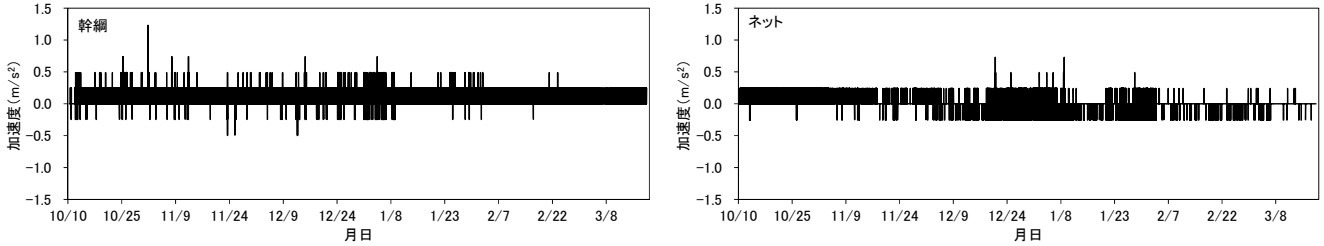


図 21-2. 養殖施設における加速度の推移 (稚貝分散～試験終了時)

養殖施設の流向流速の推移を図 22 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 8 に示す。8～9月に 0.1m/s を超える流れが見られ、8月 28日には期間中最大の 0.24m/s を観測された。これは、アンカーが外れ、パールネットの振動が見られた時期と一致する。その他、10月 25～26日にも 0.2m/s を超える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。流速別出現数を過去のデータと比較すると、0.1m/s 以上の出現数は 155 回で小湊平均値 240 回より少なく、0.2m/s 以上の出現数は 4 回で小湊平均値 29 回より少なく、0.3m/s 以上の流れは観測されなかった。

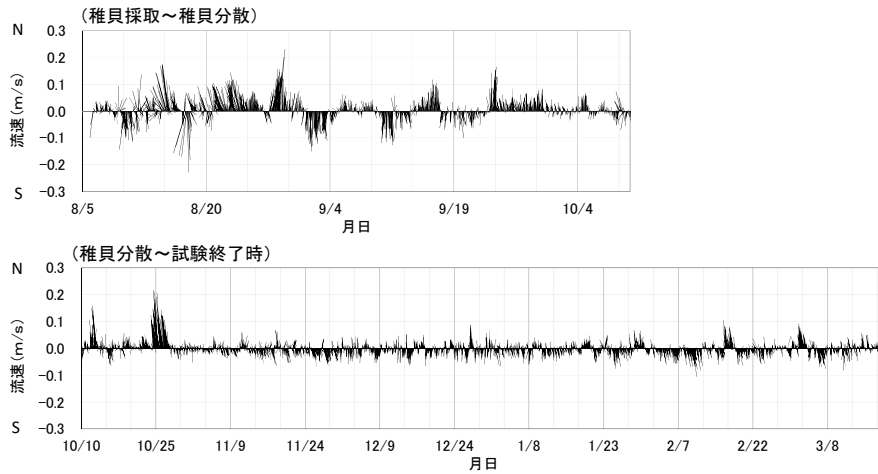


図 22. 養殖施設の流向流速の推移

表 8. 最高流速と流速別出現数

年	06	07	08*	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	06-18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	0.20	0.28	0.43	0.22	0.24	0.29
流速0.3m/s以上の出現数(回)	0	2	4	0	0	1	0	0	3	0	0	39	0	0	4
流速0.2m/s以上の出現数(回)	0	25	16	7	12	4	0	6	33	0	31	235	4	4	29
流速0.1m/s以上の出現数(回)	140	211	184	176	337	161	114	303	174	222	440	481	174	155	240
合計回数(回)	1,542	1,894	1,018	2,119	1,559	1,541	2,017	2,763	1,824	1,917	1,917	1,919	1,704	1,562	1,826

\*2008年 9/11～14は欠測

2019年度の成長後へい死率は、稚貝分散時は過去14年で最も高く、試験終了時は過去2番目に高かった。稚貝採取から分散までは、23℃以上の高水温が継続した日数がへい死率に大きく影響することが分かっており<sup>2)</sup>、2019年では22日続いたことがへい死した要因として考えられる。日平均水温が23℃を超え

た日数が 20 日以上あった 2010、2012、2013、2016 年は稚貝採取直後のへい死が多かったが、2019 年では成長後のへい死が多かった。これは、稚貝採取から 23℃を超えるまでに 24 日あったことで、稚貝採取からわずかに成長し、その後へい死したためと思われる。試験終了時は分散直後の死貝が多かったが、分散時の生貝と死貝の殻長組成は重なっており、分散時の選別で死貝を除ききれなかった可能性がある。試験終了時は過去の試験と比較して成長後へい死率が高いことに加え、異常貝率も過去 3 番目に高く、その全てに欠刻が見られた。図 20 の幹綱水深の推移をみると、2 月 3 日の玉付け後に施設が沈まなかったことから、この時期にへい死が起こったと推察される。成長後の死貝は稚貝分散後 30mm 以上成長しており、水温の影響で消耗した体力は回復していたと考えられる。分散後の幹綱水深は 20m 以深であるため波浪の影響は少なかったと考えられ、流速計のデータでは潮の流れは比較的穏やかで、パールネットに設置した加速度のデータでも振動は確認されなかった。サンプリングしたパールネットには約 20 個体/段で収容しており、貝同士がぶつかり合う危険性が高いとは言えず、へい死や異常貝が発生した要因は本試験では明らかにできなかった。

稚貝の成長は、稚貝分散時の殻長は過去 3 番目に小さかったが、試験終了時は殻長、全重量、軟体部重量ともに平年を上回った。これは蓬田村の場合と同様に、稚貝採取から分散までは水温の影響で体力を消耗したことにより成長不良となり、その後は潮の流れが穏やかで、パールネットも安定しており、水温が平年より 2℃程高かったことで成長が促され、試験終了時の成長が良好であったと考えられる。

なお、図 23 に示したとおり、小湊地区におけるサンカクフジツボの付着はほとんど見られなかった。

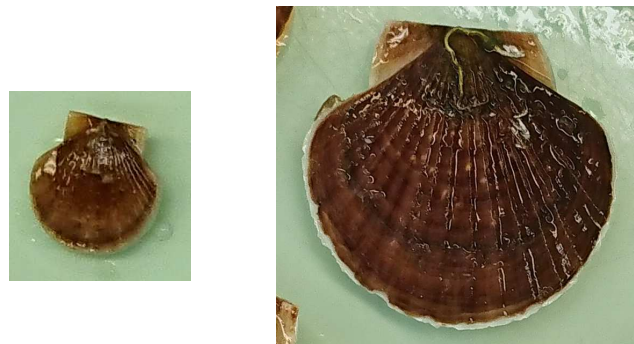


図 23. サンカクフジツボの付着状況（左：稚貝分散時、右：最終測定時）

### 3. まとめ

年によって養殖漁場の環境は異なり、水温の上昇や潮の流れなどホタテガイの体力を消耗する要因が重なることがあるので、高水温を避けて養殖施設を沈めること、ホタテガイに振動を与えないよう施設を安定させること、さらに貝同士がぶつかり合いやかみ合わせしないよう収容枚数を適正にすることが重要であるとされる。

## 文 献

- 1) 秋田佳林・吉田達(2020)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 30 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 268-278.
- 2) 森恭子・吉田達・伊藤良博・小谷健二・川村要(2015)ほたてがい高水温被害回避対策事業 高水温時の養殖技術の開発. 平成 25 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 350-371.