

# 耳吊りへい死対策試験

秋田佳林・吉田達

## 目的

横浜町漁協において、2018年産の耳吊り用稚貝にへい死や異常貝が多くみられた<sup>1)</sup>ことから、へい死原因を解明する。

## 材料と方法

### 1. 付着物除去作業の影響

2019年9月27日に当研究所の久栗坂実験漁場において、幹綱水深30mの養殖施設から2019年産貝を回収し、対照として付着物除去なし区、提灯網に收容して左右に30回振ることで付着物を除去した提灯網区、回転して付着物を除去する機械（以下、「ガラガラ」、図1）に入れて10回転させたガラガラ弱区、30回転させたガラガラ強区を作成し、目合3分10段パールネットに15個体/段で收容して幹綱水深15mの養殖施設に垂下した。このとき、選別後の稚貝を無作為に約100個体サンプリングし、生貝数と死貝数を計数してへい死率を求めたほか、生貝50個体の殻長を測定するとともに、異常貝の有無を確認して異常貝率を求めた。



図1. 付着物除去機械  
(ガラガラ)

2020年2月12日に前述のパールネット4連を回収して、生貝数を計数し、そのうち無作為に抽出した30個体の殻長、全重量、軟体部重量を測定するとともに、異常貝の有無を確認して異常貝率を求めた。死貝は稚貝分散後の貝殻形成の有無により、分散直後と成長後に分けて計数し、へい死率を求めた。なお、成長後のへい死率は、(成長後の死貝数) ÷ (生貝数 + 成長後の死貝数) × 100で求めた。



図2. 流速計設置位置

### 2. 冬季の流速モニタリング

図2に示したとおり野辺地町有戸沖、横浜町百目木沖、むつ市浜奥内沖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）を設置して、1時間間隔で流向、流速を測定した。

### 3. 耳吊り時期の稚貝成育状況調査

2020年4月3日に、図3に示した横浜町漁協管内の百目木地区、横浜地区、源氏ヶ浦地区、鶏沢地区の漁業者それぞれ1名から2019年産の耳吊り用稚貝を收容したパールネットを1連ずつサンプリングした。ホタテガイの生貝数を計数し、無作為に抽出した生貝50個体の殻長、全重量、軟体部重量を測定するとともに、異常貝の有無を確認し、異常貝率を求めた。死貝は前回調査<sup>1)</sup>と同様に、稚貝分散後の貝殻形成の有無により分散直後と成長後に分けて計数し、分散直後のへい死率は (分散直後の死貝数) ÷ (生貝数 + 分散直後の死貝数 + 成長後の死貝数) × 100で、成長後のへい



図3. 成育状況調査位置

死率は (成長後の死貝数) ÷ (生貝数 + 分散直後の死貝数 + 成長後の死貝数) × 100で求め、全ての死貝の殻長を測定した。さらに、養殖施設の構造、稚貝分散時の作業内容等を漁業者から聞き取りした。これらの結果を、2018年産貝を対象として2019年3月に実施した前回調査<sup>1)</sup>と比較した。

## 結果と考察

### 1. 付着物除去作業の影響

試験開始時及び終了時の測定結果を表1、図4、5に示す。試験開始時のへい死率は2.8%で、異常貝は見られなかった。試験終了時のへい死率は除去なし区で14.7%、提灯網区で25.2%、ガラガラ弱区で12.0%、ガラガラ強区で22.8%と、提灯網区、ガラガラ強区で高く、すべての試験区で成長後のへい死の方が多かった。また、異常貝率は除去なし区で10.0%、提灯網区で23.3%、ガラガラ弱区で13.3%、ガラガラ強区で23.3%と、へい死率と同様に提灯網区、ガラガラ強区で高かった。また、殻長、全重量、軟体部重量はガラガラ弱区で有意に小さく、成長が悪い結果となった。図6のとおり、提灯網やガラガラによる付着物除去は試験区作成に必要な分だけ行ったが、漁業者の作業では一度により多くの貝を収容して付着物除去を行うことから、ぶつかり合いやかみ合わせが起りやすく、へい死や異常貝はより多くなると考えられる。また、試験終了時の測定は2月だったが、横浜町漁協管内での耳吊り作業盛期の3~4月には、よりへい死が増えている可能性がある。ガラガラ弱区でへい死は少なく、成長が悪かったことから、へい死や異常貝になるような致命的な状態ではないが、成長にエネルギーを使えない程のダメージを負っていたと思われる。これらの結果から、いずれの作業もホタテガイの生残、成長に影響を及ぼすことが考えられ、付着物除去作業はできるだけ行わないほうが良いと言える。ただし、付着物が多く、除去作業を行わざるを得ない場合は、へい死や異常貝が発生するリスクを認識して行うべきである。なお、試験終了時における付着物除去作業別の付着状況は図7のとおりで、付着物のほとんどはサンカクフジツボであった。2019年は9~10月を中心に、11月初めまでサンカクフジツボが付着しており<sup>2)</sup>、9月27日の試験区作成時に除去しきれなかった、若しくはそれ以降に付着したと考えられ、試験終了時の付着量に大きな差はなかった。

表 1. 試験開始時及び終了時のほたてがい測定結果

試験区	へい死率(%)	成長後へい死率*(%)	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
開始時	2.8	-	0.0	22.3 ± 2.1	-	-	-
除去なし	14.7	12.3	10.0	70.6 ± 3.7	36.5 ± 5.3	14.8 ± 2.3	40.4
提灯網	25.2	21.3	23.3	69.7 ± 3.5	35.9 ± 5.8	14.9 ± 2.5	41.5
ガラガラ 弱	12.0	9.6	13.3	68.3 ± 4.1	32.7 ± 5.6	13.0 ± 2.1	39.8
ガラガラ 強	22.8	20.0	23.3	70.9 ± 3.5	36.1 ± 5.1	14.8 ± 2.4	41.0

\* 分散直後の死貝を除いた値

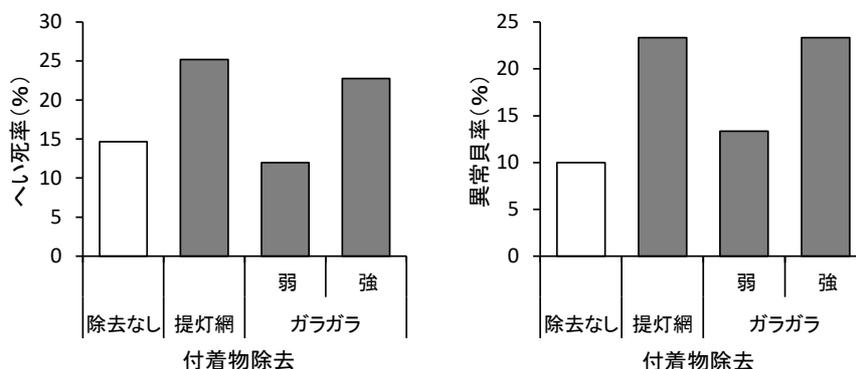


図 4. 試験終了時におけるへい死率と異常貝率

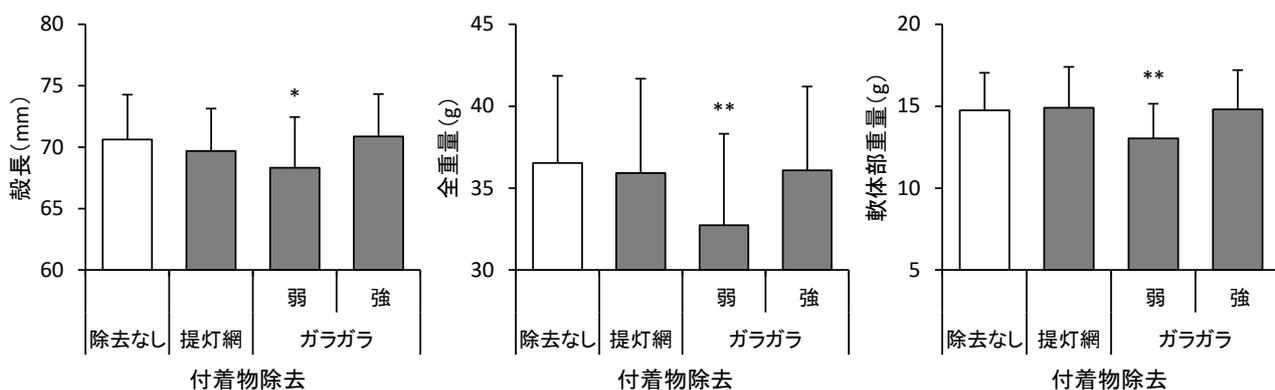


図5. 試験終了時における殻長、全重量および軟体部重量（バーは標準偏差、除去なしと比較して\*\*は有意水準1%、\*は有意水準5%で有意差があることを示す）



図6. 提灯網（左）とガラガラ（右）による付着物除去作業



図7. 試験終了時の付着物の量（上段左から、除去なし区、提灯網区、下段左からガラガラ弱区、ガラガラ強区）

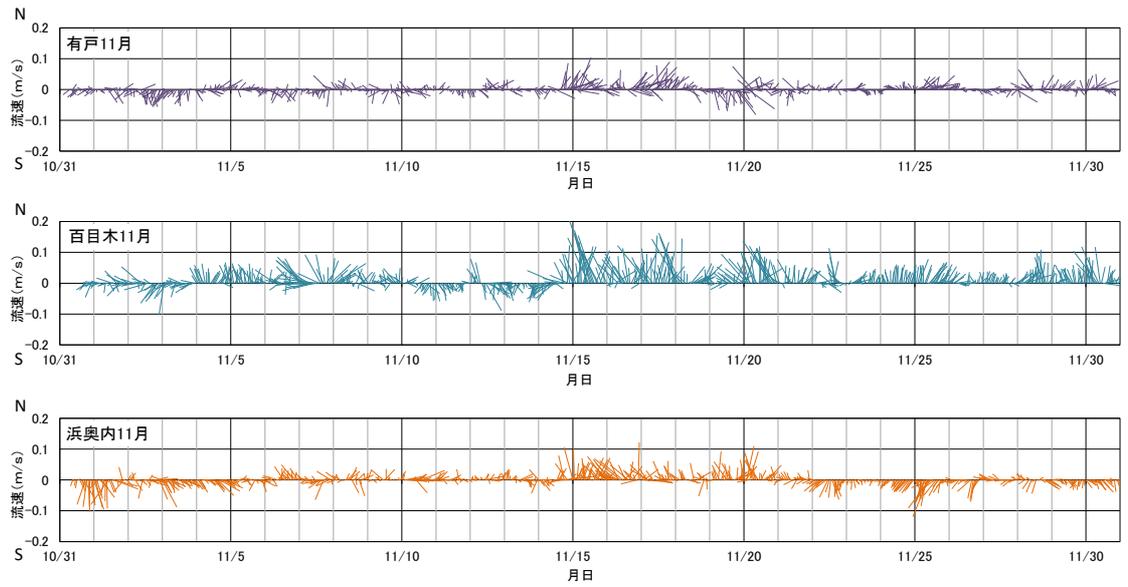
## 2. 冬季の流速モニタリング

メモリー式流向流速計の設置位置を表2に、流向流速の推移を図8に示す。流速0.1m/sを超える流れを観測した回数は、有戸沖3回、百目木沖117回、浜奥内7回と百目木沖では潮の流れが速く、北向きの流れが多く見られた。

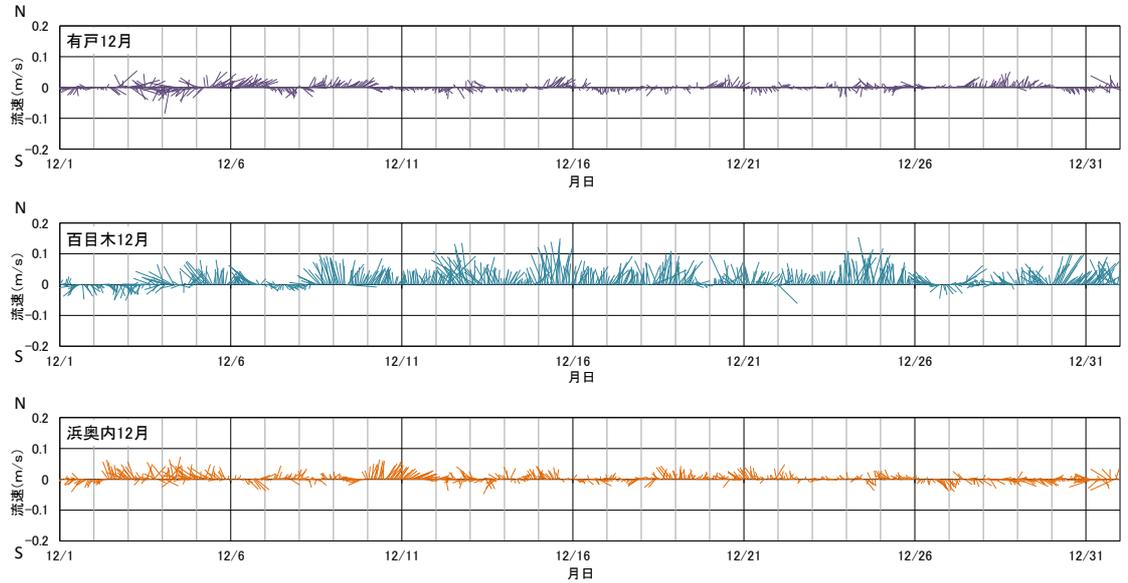
表2. 流向流速計設置位置

地区	漁場水深	幹網水深
野辺地町有戸	33m	12m
横浜町百目木	32m	20m
むつ市浜奥内	25m	10m

2019年  
11月



2019年  
12月



2020年  
1月

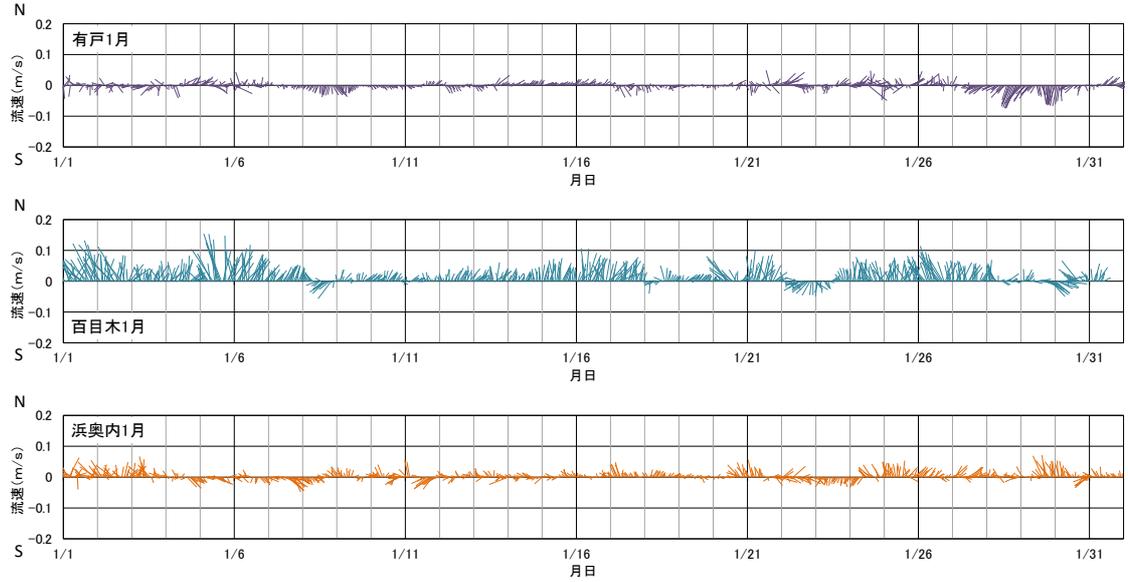


図 8. 有戸沖、百目木沖、浜奥内沖における流向流速の推移 (2019年11月~2020年1月)

流速計を設置した漁業者の養殖施設から、2019年10月に稚貝分散した2019年産貝を、2020年4月にサンプリングして測定しており、そのへい死率と異常貝率を図9に示した。有戸は小泉らによる試験<sup>3)</sup>の野辺地早期、百目木は後述する耳吊り時期の稚貝成育状況調査の百目木地区、浜奥内は小泉らによる試験<sup>3)</sup>の浜奥内晩期の測定結果である。へい死率は有戸で2.9%、百目木で8.3%、浜奥内で8.1%、異常貝率は有戸で6.7%、百目木で2.0%、浜奥内では0%であった。全湾的な時化の指標として、陸奥湾海況自動観測システム東湾ブイにおける11月から翌1月の風速別出現割合を図10に示した。2019年は15m以上の風速出現割合が過去2番目に高く、流速モニタリングを行った期間は比較的時化が多かったと考えられるが、流速とへい死率や異常貝率との関係は認められなかった。へい死や異常貝が発生する要因は、流速以外にも分散時の貝の状態や冬季の水温など複数考えられることから、2020年冬季も同様の流速モニタリングを行い影響を評価することとしたい。

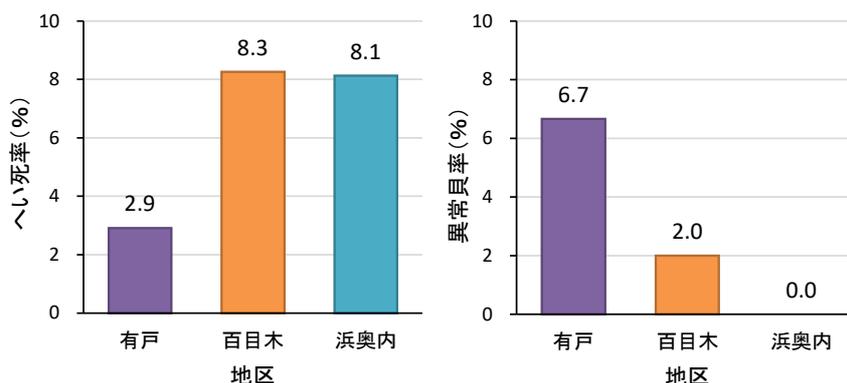


図 9. 流速計設置地区のへい死率と異常貝率

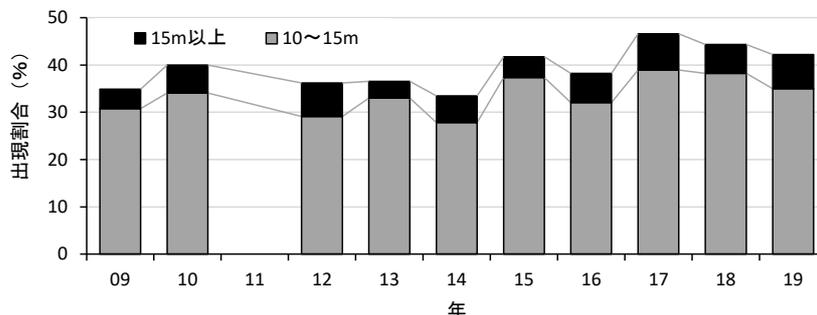


図 10. 東湾ブイにおける 11 月から翌 1 月の風速別出現割合

### 3. 耳吊り時期の稚貝成育状況調査

漁業者から聞き取りした養殖施設の位置、養殖施設の構造、稚貝分散時の作業内容、サンプリングしたパールネットの目合いと網地と錘の種類を表3に示した。養殖施設の幹綱水深は15~20m、調整玉は3~5箇所で、全ての施設に土俵が付いていた。稚貝分散は2019年10月中旬~下旬に漁港内で行っており、選別機の目合いは5.5~7分で、横浜地区ではガラガラを使い付着物除去を行っていた。パールネットの目合いは2~4分ですべてがラッセル、太枠または錘が付いていた。前回調査と比べると、稚貝分散時の選別機の目合いが小さく、付着物除去作業をしなかった漁業者が増えた。

表 3. 漁業者からの聞き取り内容

地区	漁場水深 (m)	幹綱水深 (m)	施設長 (m)	調整玉 (箇所)	土俵 (箇所)	稚貝分散				パールネット		
						時期	場所	選別機の目合い	付着物除去	目合い	網地	錘
百目木	32	15	200	5	8	10月下旬	漁港内	6.5分	なし	2分	ラッセル	太枠
横浜	32	20	200	3	11	10月下旬	漁港内	7分	ガラガラ	3分	ラッセル	100匁
源氏ヶ浦	23	15	200	4	10	10月中旬	漁港内	5.5分	なし	2分	ラッセル	50匁
鷄沢	24	13	200	3	9	10月中旬	漁港内	7分	なし	4分	ラッセル	100匁

測定時のへい死率と異常貝率を表4、図11に示した。へい死率は8.3～23.8%と前回調査22.2～68.8%より低く、分散直後2.4～18.8%及び成長後4.3～10.9%も前回調査の分散直後8.1～33.1%及び成長後14.1～43.5%より低かった。また、地区別に見ると横浜で成長後のへい死が多かった。前回調査よりもへい死率が低かったのは、稚貝分散時の付着物除去を行わなかった漁業者が多かったことが要因の1つとして考えられる。本調査でも横浜地区の漁業者はガラガラを使用して付着物除去を行っており、他の3地区よりも成長後のへい死率が高かったことと一致する。異常貝は2.0～6.0%と前回調査22.0～84.0%よりも大幅に低かった。これも稚貝分散時の付着物除去の影響が考えられる。

表 4. 測定時のへい死率と異常貝率

地区	生貝数 (個体/連)	死貝数		へい死率		全体 (%)	異常貝率 (%)	収容密度 (個体/段)
		成長後 (個体/連)	分散直後 (個体/連)	成長後 (%)	分散直後 (%)			
百目木	211	10	9	4.3	3.9	8.3	2.0	23.0
横浜	158	22	22	10.9	10.9	21.8	2.0	20.2
源氏ヶ浦	138	9	34	5.0	18.8	23.8	4.0	18.1
鶏沢	229	15	6	6.0	2.4	8.4	6.0	25.0

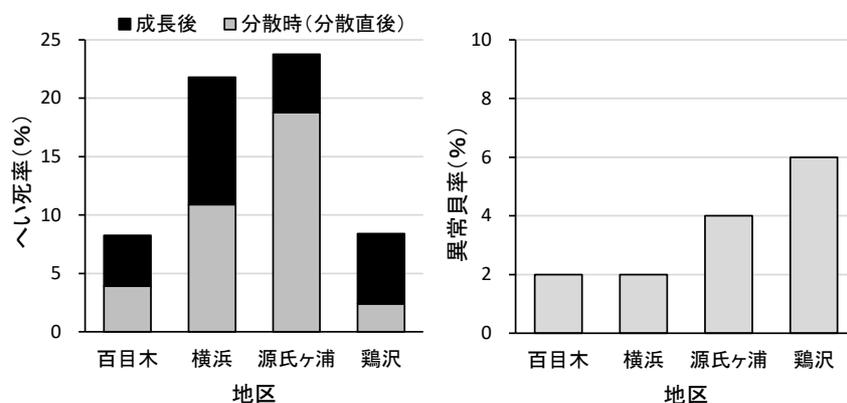


図 11. 測定時のへい死率と異常貝率

測定時の生貝の殻長、全重量、軟体部重量を表5、図12に示した。生貝の殻長は65.8～71.4mm、全重量は29.0～36.4g、軟体部重量は12.6～16.5gと、いずれも前回調査の現在殻長56.2～64.6mm、全重量18.6～25.5g、軟体部重量8.5～11.4gよりも成長が良かった。これは稚貝分散時の付着物除去作業のダメージがなかったことと、図13に示したように2019～2020年の冬季水温が平年よりも高めに推移したことが要因として考えられる。本調査結果を地区別に比較すると、横浜、鶏沢、源氏ヶ浦、百目木の順に成長が良かった。横浜及び鶏沢地区では、分散時に大きい稚貝を収容したことが要因として考えられる。また、図14の地区別付着物の状況のとおり、地区によってサンプリングしたパールネットの付着物の種類や量には差があり、付着物の多寡や目合いによる筐内の潮通しの影響、さらには収容枚数の影響も要因として考えられる。図15の生貝及び死貝の殻長組成をみると、前回調査では現在殻長と死貝殻長の分布が一部重なっていたが、本調査では生貝と死貝の殻長の分布は分かれており、稚貝分散直後または数mm成長後にへい死した個体がほとんどで、それ以降稚貝は順調に成育したと考えられる。

表 5. ホタテガイ測定結果

地区		生貝			死貝の殻長	
		現在殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	成長後 (mm)	分散直後 (mm)
百目木	平均	65.8	29.0	12.6	21.8	17.6
	最大	73.3	42.4	19.1	29.9	21.1
	最小	53.0	12.7	5.6	18.3	14.3
	標準偏差	4.6	6.0	2.8	3.4	1.8
横浜	平均	71.4	36.4	16.5	24.2	19.5
	最大	80.5	70.5	36.5	37.0	21.6
	最小	60.9	21.5	8.8	20.4	16.4
	標準偏差	4.9	8.3	4.2	3.9	1.3
源氏ヶ浦	平均	68.1	32.5	14.2	19.7	17.9
	最大	78.3	47.5	25.7	24.5	20.3
	最小	59.0	21.5	8.9	17.0	14.8
	標準偏差	4.7	6.4	3.2	2.4	1.6
鶏沢	平均	70.4	35.0	15.4	24.4	19.0
	最大	78.1	46.4	20.8	43.1	20.1
	最小	58.2	19.4	8.2	19.5	18.0
	標準偏差	4.3	6.0	2.8	5.7	0.9

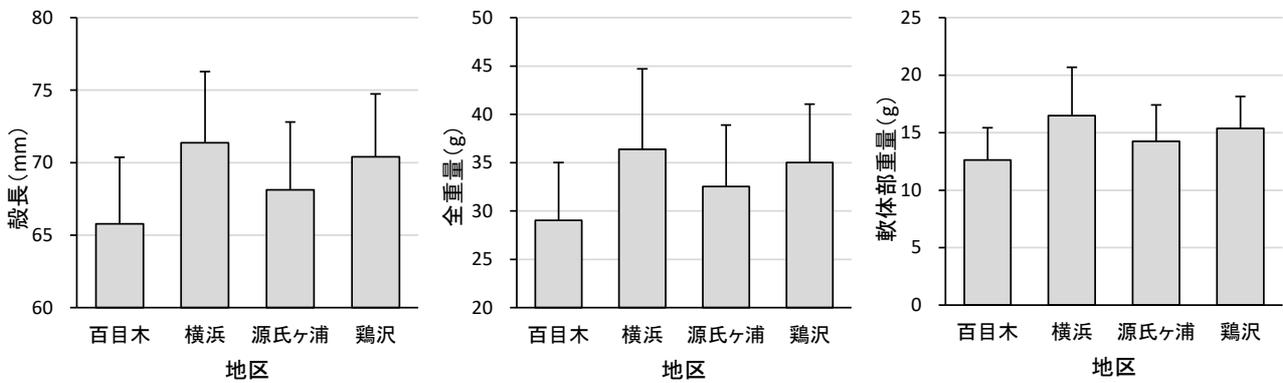


図12. 測定時の殻長、全重量、軟体部重量（バーは標準偏差）

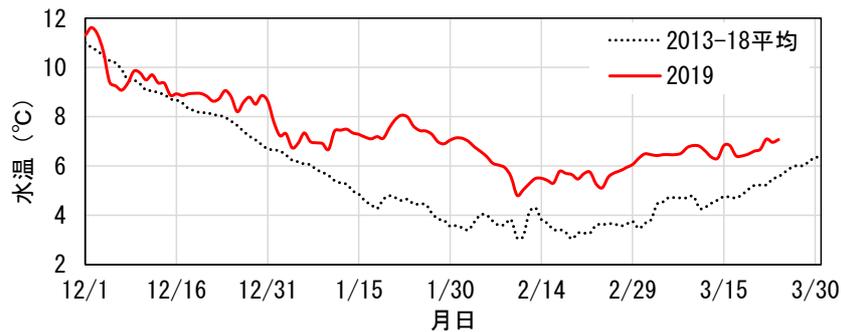


図13. 横浜ブイ10m層における12月から翌3月の水温の推移

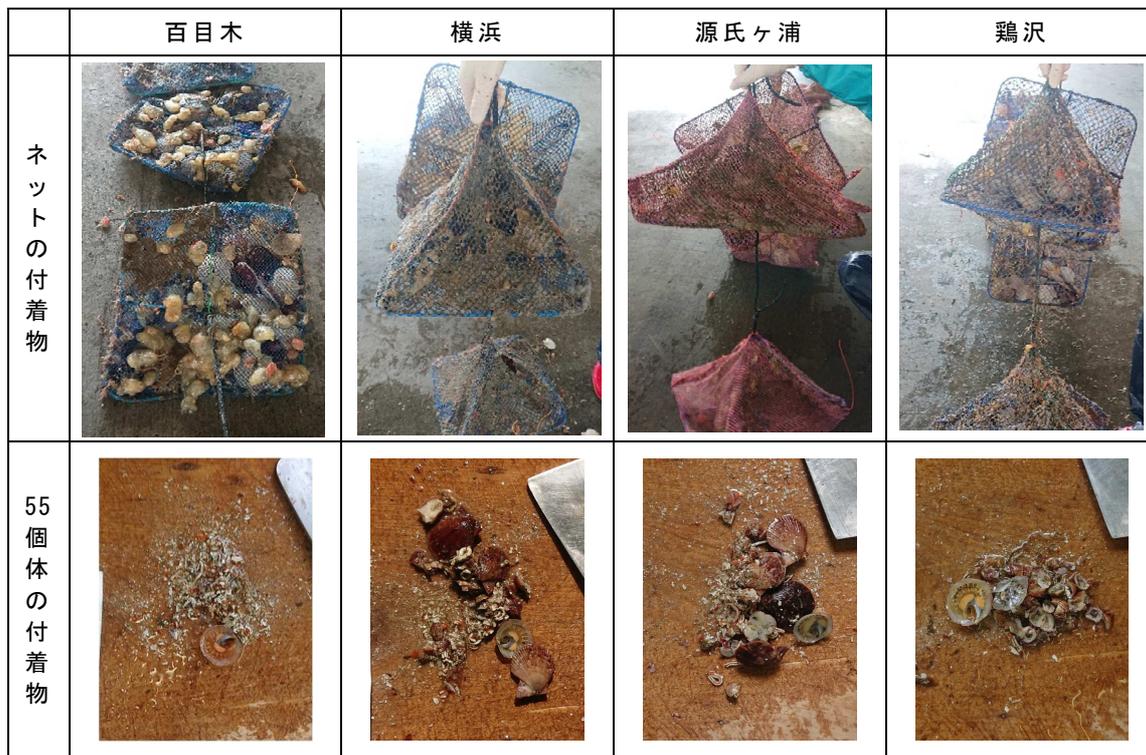


図 14. 地区別付着物の状況

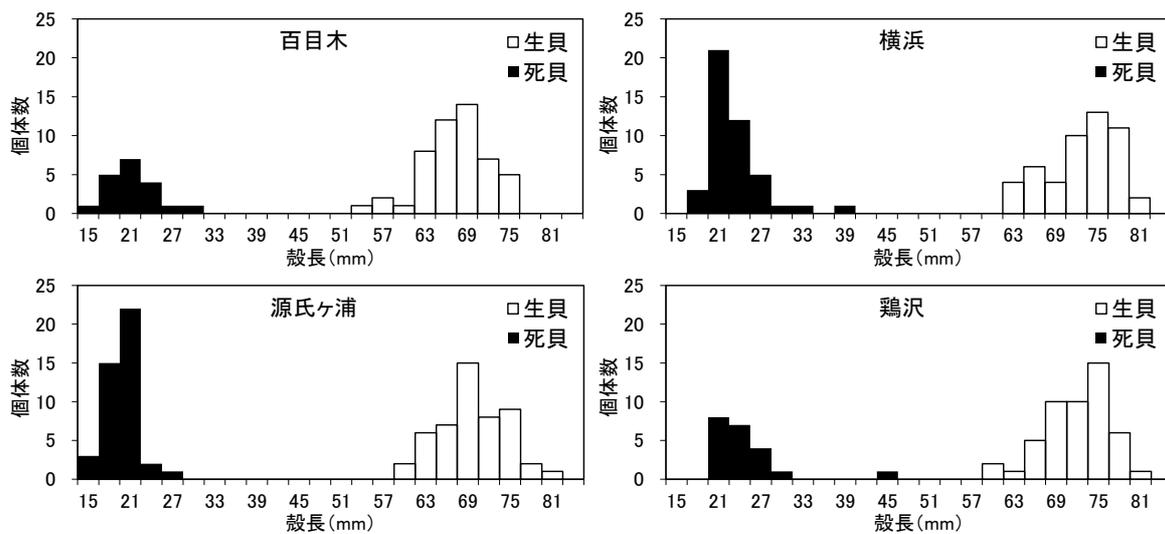


図 15. 測定時の生貝及び死貝殻長

#### 4. まとめ

以上の結果から、付着物除去作業はできるだけ行わない方がよいこと、冬季の潮流が速いだけではへい死しないこと、2020年の耳吊り時期にはへい死が少なく、成長が良かったことが分かった。へい死要因は1つに限定されるものではなく、様々な要因が重なって起こることから、稚貝分散時、冬季の養殖管理、耳吊り作業時等においてへい死リスクを抑える対策が必要である。

#### 文 献

- 1) 吉田達・牛崎圭輔 (2020) 耳吊り用稚貝の成育状況調査(横浜地区). 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, 322-327.

- 2) 吉田達 (2021) 2019年のサンカクフジツボの付着時期. 令和元年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 350-351.
- 3) 小泉慎太郎・吉田達 (2021) ICTを利用したホタテガイ養殖作業の効率化技術の開発事業 ホタテガイ半成貝のへい死予測技術開発に関する試験. 令和元年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 335-349.