

川内町ホタテガイへい死軽減対策試験

吉田雅範・吉田達

目的

むつ市川内町ではここ数年6月頃から半成貝のへい死が発生していることから、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

漁業者の実態を把握するために、川内町の4カ統（図1の施設No.1~4）の施設に垂下されている2019年産貝を2020年3月30日に入れ替えて、分散方法、籠の種類及び収容枚数の異なる試験区を作成した（表1）。試験区作成時には施設の構造を聞き取りし（表2）入れ替え前の貝を測定した。2020年10月9日及び16日にそれらの試験区を回収して貝を測定した。試験区作成時

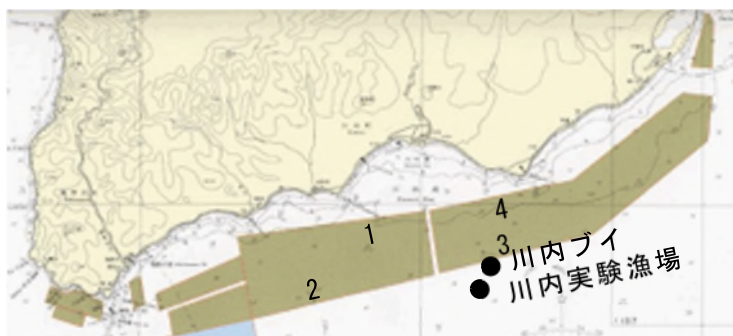


図1. 調査地点

及び回収時の貝の測定枚数を30枚、測定項目を殻長、全重量、軟体部重量、へい死率、異常貝率とした。また、上述の各養殖施設の幹綱の調整玉と調整玉の中間に、メモリー式加速度計（Onset Computer社、HOB0ペンダントG Logger）、メモリー式深度計（JFEアドバンテック社、DEFI2-D10）及びメモリー式水温計（Onset Computer社、HOB0 Water Temp Pro v2）を取り付け、丸籠の最下段にメモリー式加速度計（同上）を取り付け、5分間隔で鉛直方向の加速度を、1時間間隔で深度及び水温を測定した（図2）。

表1. 試験区の種類

施設No.	元籠					入替後			
	分散時期	分散方法	籠種類	素材目合	収容枚数(枚/段)	月日	籠種類	素材目合	収容枚数(枚/段)
1	10月中旬	通常分散	ネット*2	ラッセル1.5分	21	3月30日	丸籠	蛙又7分	10
	10月中旬	通常分散	ネット*2	ラッセル1.5分	21	3月30日	丸籠	蛙又7分	17
	10月中旬	通常分散	ネット*2	ラッセル1.5分	21	3月30日	ネット*2	ラッセル3分	4
	10月中旬	通常分散	ネット*2	ラッセル1.5分	21	3月30日	ネット*2	ラッセル3分	8
	9月9日	一発採り*1	ネット*2	ラッセル2分	18	3月30日	丸籠	蛙又7分	10
	9月9日	一発採り*1	ネット*2	ラッセル2分	18	3月30日	丸籠	蛙又7分	17
	9月9日	一発採り*1	ネット*2	ラッセル2分	18	3月30日	ネット*2	ラッセル3分	4
	9月9日	一発採り*1	ネット*2	ラッセル2分	18	3月30日	ネット*2	ラッセル3分	8
2	10月中旬	通常分散	丸籠	蛙又4分	31	3月30日	丸籠	蛙又7分	10
3	10月中旬	通常分散	丸籠	蛙又4分	26	3月30日	丸籠	蛙又7分	10
	9月2日	一発採り*1	ネット*2	ラッセル2分	22	3月30日	丸籠	蛙又7分	10
4	9月9日	通常分散	ネット*2	ラッセル2分	28	3月30日	丸籠	蛙又7分	10

*1: 秋の分散をしない養殖形態

*2: パールネット

表 2. 試験区を作成した養殖施設の構造

施設 No.	漁場水深 (m)	幹綱深度 (m)	幹綱長 (m)	錨綱長 (m)	アンカー	土俵	調整玉	備考
1	39	20	200	150	100kg、2丁	無	尺2寸、5か所	丸籠400連を垂下
2	47	23	200	150	100kg、1丁	無	尺2寸、5か所	丸籠400連を垂下
3	30	23	200	90	105kg、2丁	無	尺2寸、7か所	丸籠100連を垂下
4	28	10	200	150	100kg、2丁	無	尺2寸、8か所	耳づり数連を垂下



図 2. 養殖施設の幹綱に設置した観測機器
(メモリー式加速度計については丸籠最下段にも設置)

結 果

試験区作成時の貝の測定結果を示した(表 3)。へい死率は施設 No. 1 の一発採りが 9.4%、No. 4 が 21.5% と高めで、その他が 0.6%~3.2%であった。異常貝率は 2.0%~10.4%であった。

表 3. 試験区作成時の測定結果

施設 No.	養殖形態	資材種類	資材目合	異常貝 (枚)	へい死率 (%)	へい死率*3 (%)	異常貝率 (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)		軟体部指数
								平均値	±SD	平均値	±SD	平均値	±SD	
1	通常	ネット*2	ラッセル1.5分	2	3.3	6.3	4.0	68.0	3.2	31.5	4.5	13.2	2.1	41.9
1	一発採り*1	パールネット	ラッセル1.5分	5	9.4	11.1	10.4	73.4	6.8	40.2	9.2	17.3	3.9	43.0
2	通常	丸籠	丸籠4分	1	3.2	3.2	2.0	66.7	4.2	30.7	4.5	12.7	2.1	41.4
3	通常	丸籠	丸籠4分	2	0.8	1.2	4.0	68.7	4.1	33.1	5	14.4	2.1	43.5
3	一発採り*1	ネット*2	ラッセル2分	4	0.6	1.1	8.0	68.5	3.4	31.4	4.4	13.2	2.3	42.0
4	通常	ネット*2	ラッセル2分	2	21.5	25.3	4.0	72.2	4.1	39.4	5.5	16.9	3.1	42.9

*1: 秋の分散をしない養殖形態

*2: パールネット

*3 分散直後にへい死したものを含む

試験区回収時の貝の測定結果を示した(表 4)。

表 4. 試験区回収時の測定結果

施設 No.	試験区の種類				回収時の測定結果														
	元籠 (分散方法、籠種類)	入替後 (籠種類、収容枚数 (枚/段))	調査月日	実際の収容枚数 (枚/段)	生貝 (枚)	死貝 (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	死貝殻長 (mm) 平均値	±SD	軟体部指数		
1	通常分散	ネット*2	丸籠	10	10月16日	9.7	67	30	30.9	26.0	91.1	5.2	74.7	10.8	25.9	4.2	89.9	5.9	34.7
	通常分散	ネット*2	丸籠	17	10月16日	14.2	107	35	24.6	30.0	91.5	4.4	69.8	9.3	24.2	4.0	84.3	6.5	34.7
	通常分散	ネット*2	ネット*2	4	10月16日	4.5	35	1	2.8	8.6	94.8	5.1	75.9	12.1	25.4	4.6	96.8	—	33.5
	通常分散	ネット*2	ネット*2	8	10月16日	7.9	60	3	4.8	18.0	92.0	5.5	73.0	11.1	25.4	4.1	90.3	4.1	34.8
	一発採り*1	ネット*2	丸籠	10	10月16日	9.9	74	25	25.3	28.0	95.8	5.8	83.3	13.2	28.7	6.0	89.8	7.6	34.5
	一発採り*1	ネット*2	丸籠	17	10月16日	15.7	99	58	36.9	60.0	90.5	5.3	74.0	19.6	24.2	7.5	86.3	6.5	32.7
	一発採り*1	ネット*2	ネット*2	4	10月16日	3.8	23	7	23.3	17.4	97.4	6.9	91.2	13.7	32.7	5.6	92.7	8.7	35.9
1	一発採り*1	ネット*2	ネット*2	8	10月16日	7.6	56	5	8.2	10.0	96.3	5.0	84.7	11.1	30.6	5.2	74.5	6.4	36.1
2	通常分散	丸籠	丸籠	10	10月9日	10.0	65	35	35.0	30.0	91.8	4.4	75.7	10.0	25.6	4.3	82.9	8.1	33.8
3	通常分散	丸籠	丸籠	10	10月9日	10.0	92	8	8.0	16.3	92.0	4.6	74.8	8.5	24.4	3.4	90.6	5.0	32.6
	一発採り*1	ネット*2	丸籠	10	10月9日	8.8	77	11	12.5	12.0	91.2	5.8	72.0	12.5	23.6	5.0	73.7	9.7	32.8
4	通常分散	ネット*2	丸籠	10	10月9日	9.9	93	6	6.1	18.0	95.4	6.3	85.3	14.0	28.4	5.2	86.1	10.0	33.3

*1: 秋の分散をしない養殖形態

*2: パールネット

丸籠とパールネット（ネット）を比較するために施設 No. 1 の籠種類別のへい死率及び異常貝率を示した（図 3）。施設 No. 1 のへい死率は丸籠で 30.9%、24.6%、25.3%、36.9%と高く、パールネットで 2.8%、4.8%、23.3%、8.2%と低かった。異常貝率も丸籠で 26.0%、30.0%、28.0%、60.0%と高く、パールネットで 8.6%、18.0%、17.4%、10.0%と低かった。丸籠のへい死率、異常貝率が高い傾向が見られた。

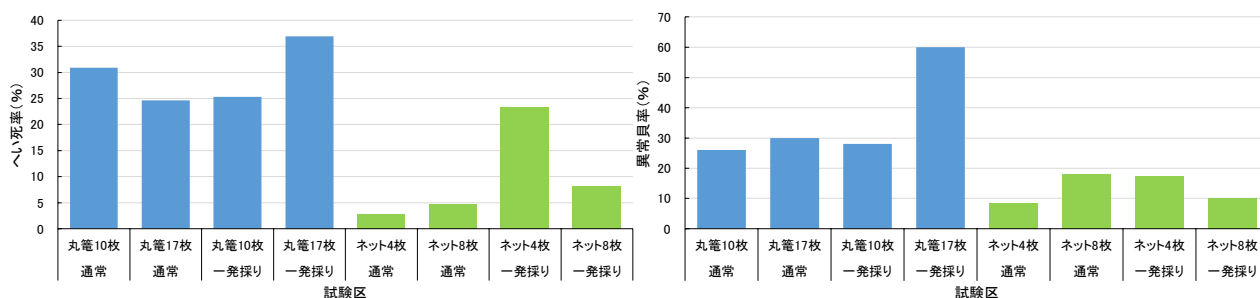


図 3. 施設 No. 1 の籠種類別のへい死率（左）と異常貝率（右）

施設間を比較するために、へい死率が高かった丸籠のへい死率及び異常貝率を施設別に示した（図 4）。通常分散の丸籠 10 枚/段のへい死率は施設 No. 1 で 30.9%、No. 2 で 35.0%と高く、No. 3 で 8.0%、No. 4 で 6.1%と低かった。異常貝率も施設 No. 1 で 26.0%、No. 2 で 30.0%と高く No. 3 で 16.3%、No. 4 で 18.0%と低かった。一発採りの丸籠 10 枚/段のへい死率は施設 No. 1 で 25.3%と高く、No. 3 で 2.5%と低かった。異常貝率も施設 No. 1 で 28.0%と高く、No. 3 で 12.0%と低かった。丸籠のへい死率、異常貝率を比較すると No. 1、No. 2 で高く、No. 3、No. 4 で低い傾向が見られた。

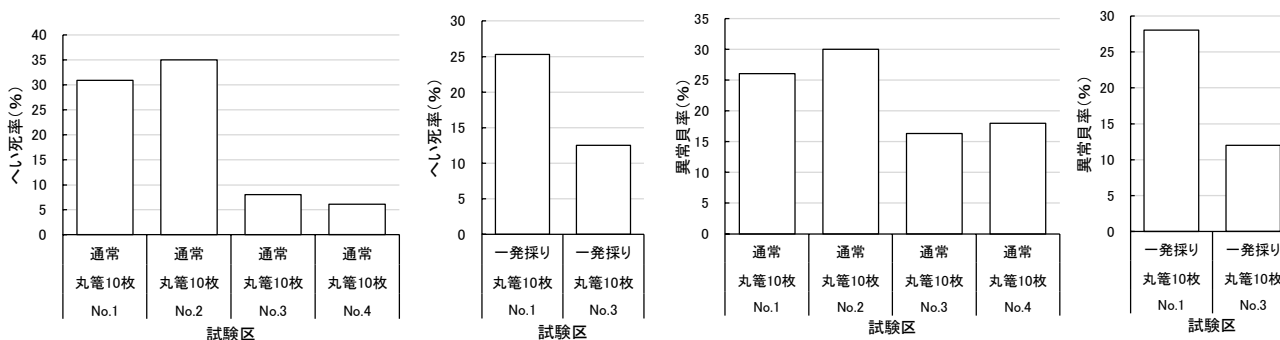


図 4. 施設別のへい死率（左）と異常貝率（右）

へい死率の高かった施設 No. 1 の丸籠の平均殻長は通常分散の 10 枚/段が生貝 91.1mm、死貝 89.9mm、17 枚/段が生貝 91.5mm、死貝 84.3mm、一発採りの 10 枚/段が生貝 95.8mm、死貝 89.8mm、17 枚/段が生貝 90.5mm、死貝 86.3mm であった。同様にへい死率の高かった施設 No. 2 の平均殻長は生貝 91.8mm、死貝 82.9mm であり、何れの試験区も死貝の殻長が小さく、死貝のモードも小型であった (図 5)。

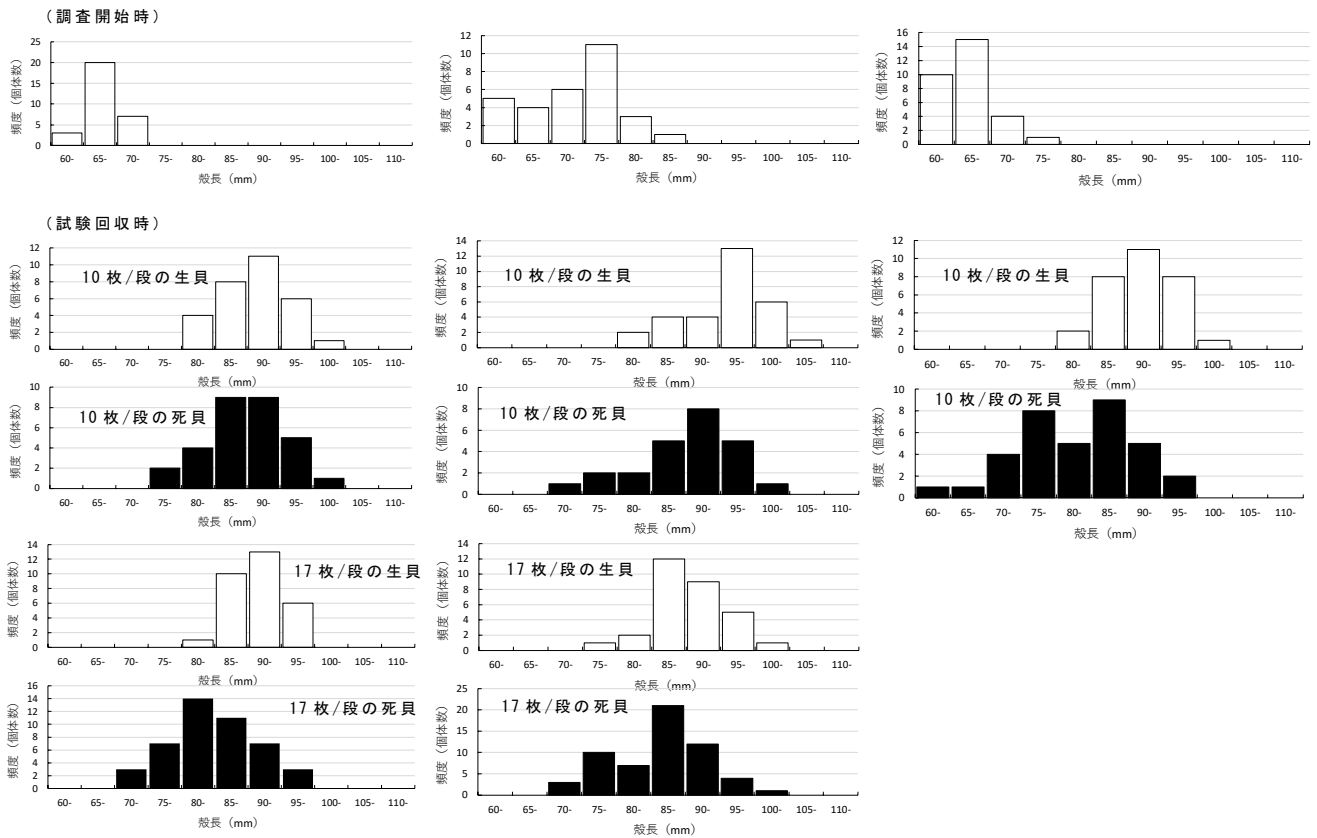
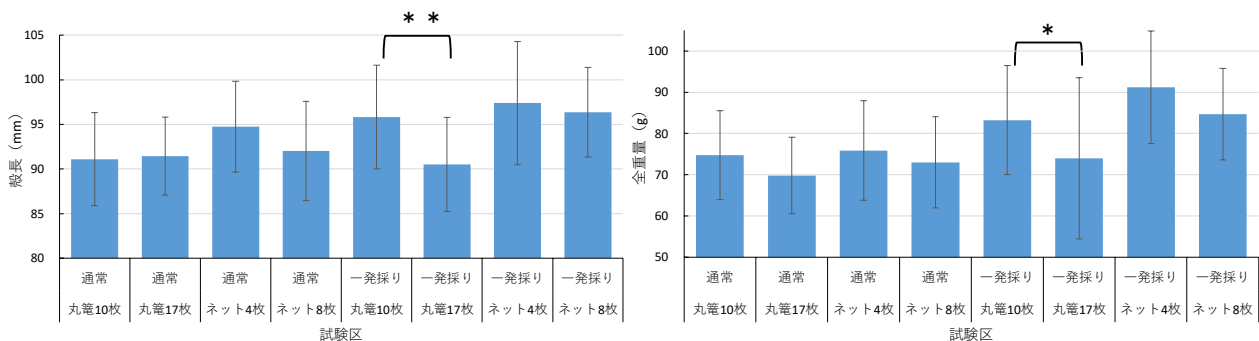


図 5. 丸籠の生死貝の殻長

(左：施設 No. 1 の通常分散、中：施設 No. 1 の一発採り、右：施設 No. 2)
(上段が試験開始時、2~5 段が試験区回収時で白抜きが生貝、黒塗りが死貝)

収容枚数の違いによる成長を比較するために施設 No. 1 の殻長と全重量を示した (図 6)。一発採りの丸籠で 10 枚/段が殻長 95.8mm、全重量 83.3g と 17 枚/段の殻長 90.5mm、全重量 74.0g よりも有意に成長が良かった。籠の種類、分散方法が同一の条件下では収容枚数の少ない方が成長の良い傾向が見られた。



同一条件で収容枚数別に比較して危険率 1% で有意差あり：**、危険率 5% で有意差あり：*

図 6. 施設 No. 1 の収容枚数別の殻長 (左) と全重量 (右)

養殖施設の水温は 6.9℃~24.7℃で 24℃を超える高い水温を記録した (図 7)。6 月中旬から 8 月中旬及

び9月に水温変動が大きく、施設 No.2 は7月8日から10日の2日間で約7℃の水温上昇が見られた。施設間の水温差も大きく、6月23日の施設 No.2 と No.4 の水温差は8.0℃であった。

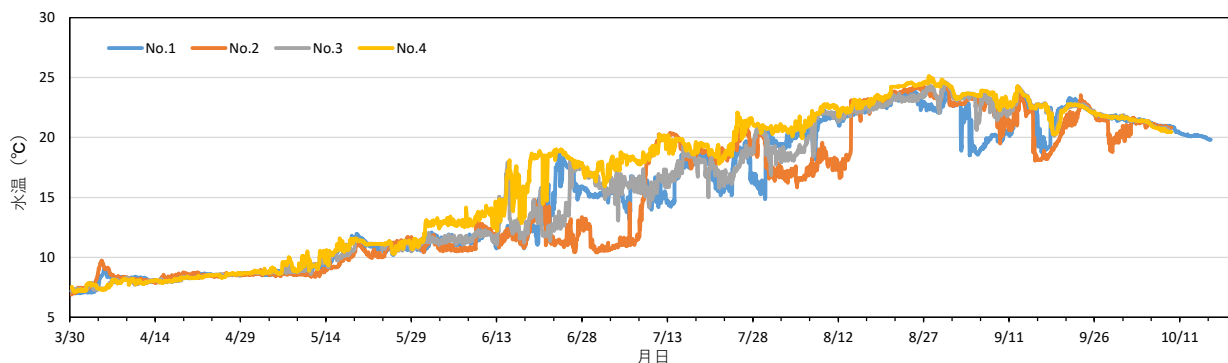


図 7. 養殖施設の水温

養殖施設の幹綱深度の変化から施設 No.1 は徐々に深度 20m から 10m~15m 程度に沈み込み、玉付けで元の深度 20m に戻る傾向が見られた (図 8)。施設 No.3 の沈み込みは数 m 程度で、No.4 の沈み込みはほとんど見られなかった。養殖籠の重量が増して深度が変化するだけでなく 5 月中旬、6 月下旬~7 月を中心に深度の変化が見られた。施設 No.2 は機器の不具合により欠測であった。

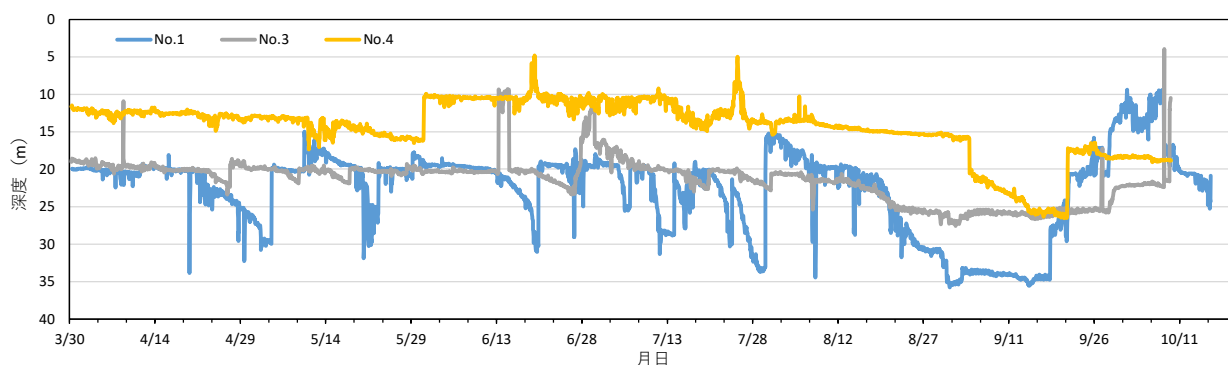


図 8. 養殖施設幹綱の深度

波の影響による施設の上下動の目安となる幹綱の加速度は全ての施設でほぼ $\pm 0.5 \text{ m/s}^2$ の範囲内であり (図 9)、養殖作業の影響等と思われる瞬間的な振動を除き $\pm 1 \text{ m/s}^2$ を超える値を示したのは No.4 の7月中旬と9月上旬であった。

流れの影響の目安となる養殖籠の加速度は No.1 で最大 $\pm 2 \text{ m/s}^2$ 台、No.2、No.3 で最大 $\pm 5 \text{ m/s}^2$ 台、No.4 で最大 $\pm 6 \text{ m/s}^2$ 台であった (図 10)。

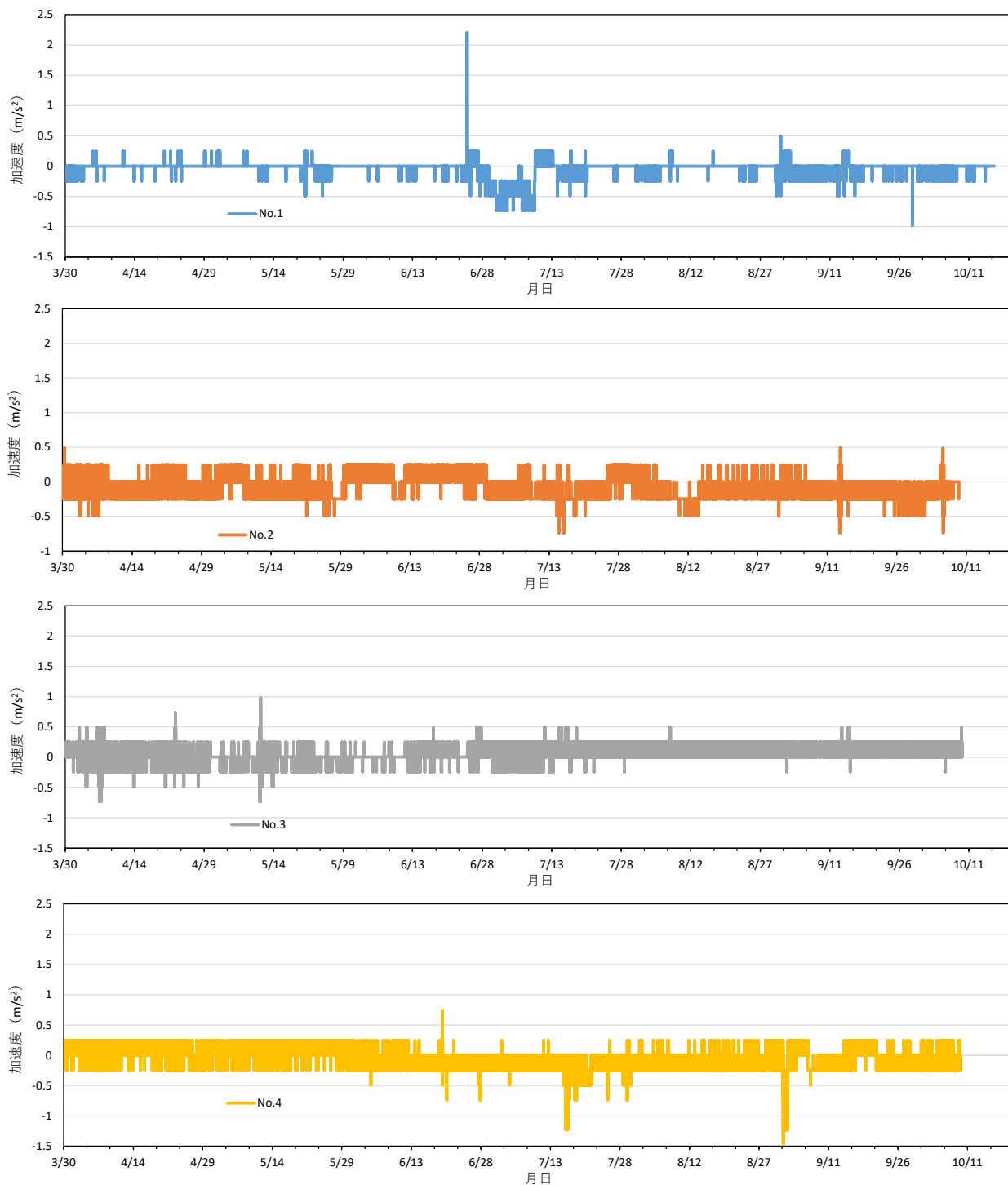


図 9. 養殖施設幹綱の加速度

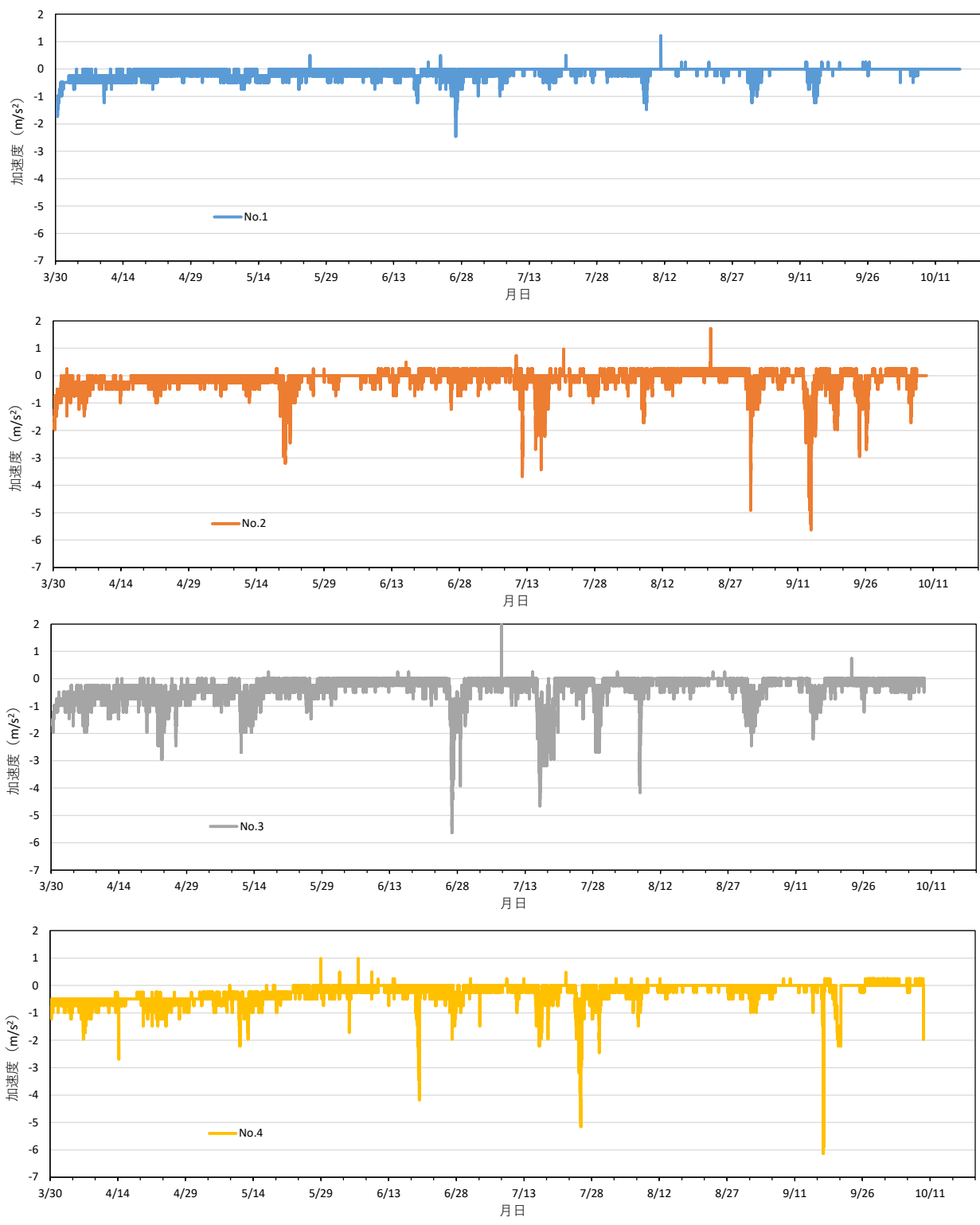


図 10. 養殖籠の加速度

考 察

聞き取りによると施設 No. 3 は丸籠 100 連のみ、施設 No. 4 は耳づり数連のみ垂下されており、両施設は空き施設を利用した試験区となっていた。施設 No. 1、No. 2 は 200m の幹綱に 13~14 枚/段の丸籠が 400 連垂下されており連間隔は 50cm であった。川内町での丸籠の連間隔は平成に入った頃から 50cm 台が現れ始め、ここ 20 年程度は 50cm 台が主流となっている。

幹綱の水温は 8 月以降ほぼ 20℃ 以上で貝の成長が止まっていたと考えられること^{1) 2)} から、死貝のほとんどは 7 月以前にへい死したものと考えられた。6 月下旬には東湾ブイで風速 10m/s 以上の強い東風が吹き (図 11)、川内ブイの底層の水温が急激に上昇し (図 12)、川内実験漁場の流速が速かった (図 13)。東風により表層水が湾外に流出し、それを補う形で水温の高い外海水が底層から湾内に流入したことにより潮流が速くなり、各養殖施設の深度が大きく変化したものと考えられた。

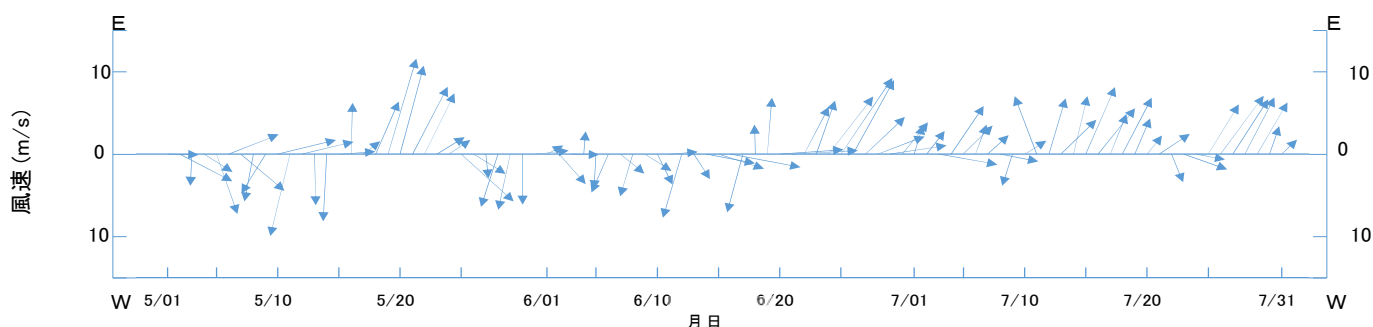


図 11. 東湾ブイの風速

(「Excel アドイン工房」<http://www7b.biglobe.ne.jp/~hayakari/>の潮流ベクトル図アドインを利用)

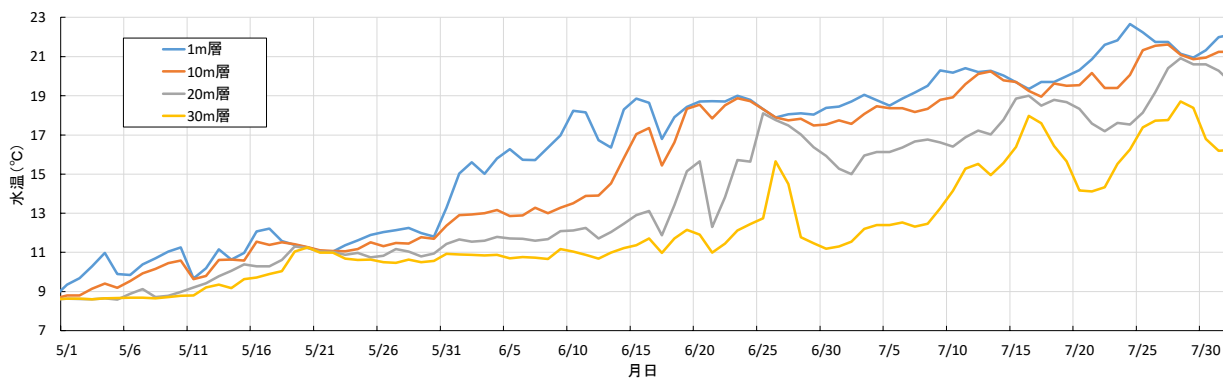


図 12. 川内ブイの水温

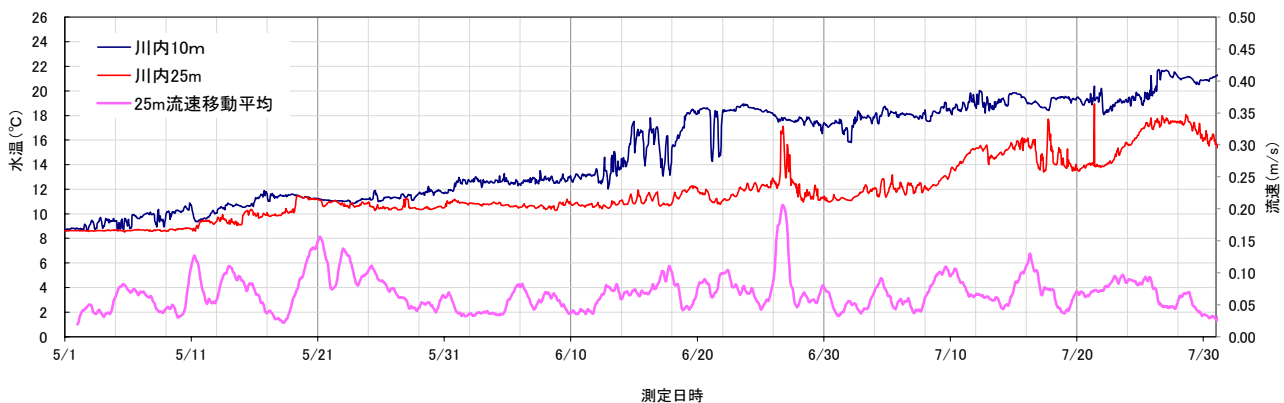


図 13. 川内実験漁場の水温と流速

ホタテガイはもともと海底の砂に潜って静的な環境で生活する生き物であり、養殖施設という動的な環境下では、流れや波浪の影響で、ホタテガイ同士がぶつかったり、籠やロープに擦れたりするため、ホタテガイの外套膜に外傷が生じる³⁾。上下動がないものとして加速度から籠の最大傾き角度を推定すると施設 No.1 は 40°、施設 No.2~4 は 70°であった。施設の深度が大きく変化した時期に籠は大きく振られており、それにより外套膜が損傷しへい死につながったものと考えられた。

2014 年に 2,000 トンであった川内町漁協の生産量は、生産効率の良い丸籠を増やして 2016 年に 4,000 トンと倍増し、翌年の 2017 年からへい死が続いている。生産量を伸ばしたことで養殖施設の管理作業が遅れたり管理作業が行き届かなくなったりした他に、入れ替え作業時に貝への負担が大きくなった可能性が示唆される。直ぐに我々ができる対策として、3 月の入替作業時に籠の下にマットを敷く等貝へのダメージを最小限に抑えることが考えられる。また、今回の調査では丸籠のへい死率が高くパールネットのへい死率が低いため、ラッセル地のパールネットの割合を増やすことも対策の一つと考えられた。

文 献

- 1) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・森恭子・川村要 (2015) 猛暑時のホタテガイへい死率を低減する養殖生産技術の開発 (ホタテガイ養殖生産技術の改善). 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, 377-392.
- 2) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・東野敏及・小倉大二郎・川村要 (2013) 猛暑時のホタテガイへい死率を低減する養殖生産技術の開発. 平成 23 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 514-520.
- 3) 尾定誠 (2019) カキ・ホタテガイの科学. 132-134