

# 陸奥湾ほたてがいがい養殖効率化事業 養殖施設における漁場環境調査

秋田佳林・吉田達

## 目的

ヤマセによる潮流等がホタテガイの成育に及ぼす影響を明らかにするため、ホタテガイ養殖漁場における漁場環境モニタリングを行った。

## 材料と方法

図 1 に示した蓬田村の漁業者施設、久栗坂実験漁場、平内町小湊地区の漁業者施設、川内実験漁場において、ホタテガイ養殖漁場の中層と下層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、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。各地区における、上記測器の設置水深および期間等を表 1 に示す。なお、波浪や潮流の影響を抑えるため流向流速計には 300 匁の鉛を 2 つ取り付けており、中層の流速計に設置した深度計と加速度計は幹綱の水深と加速度を示すものとする。また、蓬田、久栗坂、小湊では中層と下層の観測には幹綱水深 10m の同一の養殖施設を使用しており、15m または 20m の手棒を付けることで設置水深を調整した。川内では幹綱水深が 10m と 25m の 2 つの施設を使用した。



図 1. モニタリング地点

表 1. 測器の設置位置及び期間

地区	漁場水深	設置水深	流向流速計 (水温計)	深度計		加速度計		設置日	回収日
				流速計	ネット	流速計	ネット		
蓬田	35m	中層 10m	○	○	-	○	○	2019/8/19	2019/10/21
		下層 25m	○	○	○	○			
久栗坂	45m	中層 10m	○*	-	-	-	○	2019/7/29	2019/9/27
		下層 30m	○*	-	○	-	○		
小湊	32m	中層 10m	○	○	-	○	○	2019/8/6	2019/10/10
		下層 25m	○	○	○	○	○		
川内	33m	中層 10m	○*	-	-	-	○	2019/8/2	2019/10/2
		下層 25m	○*	-	○	-	○		

\* 久栗坂と川内の流向流速計は周年設置

底層の泥の舞い上がりによる漁場の濁度の変化を捉えるため、2019 年 7 月 3 日から久栗坂では同年 10 月 3 日まで、川内では同年 10 月 2 日まで、メモリー式濁度計 (JFE アドバンテック社、INFINITY-CLW) を水深 10m (中層) と 30m (下層) に設置して、1 時間間隔の濁度を測定した。

これらの観測結果は、陸奥湾海況自動観測システムの東湾ブイの風向データをもとに、ヤマセが吹いた時期と合わせて考察した。

## 結果と考察

### 1. 蓬田の漁業者施設

蓬田における観測結果を図 2~5 に示した。流向流速計のデータをみると、中層も下層も設置から 8 月末までと 9 月中旬に潮の流れが速く、10 月になると穏やかだった。期間を通じて 0.2m/s を超える流速を

観測した回数は中層で 49 回、下層では 8 回、0.3m/s を超えたのは中層でのみ 4 回と、中層の方が潮の流れが速かった。また、8 月 23～24 日、9 月 1 日、10 月 20 日には中層では南向きの流れ、下層では北向きの流れが観測され、中層と下層で流れが逆向きであったことも確認できた。観測期間で最大流速は中層で 8 月 29 日の 0.33m/s、下層で 8 月 20 日の 0.28m/s であり、8 月 20 日にはヤマセが吹いていた。

水温データを見ると、毎時水温が最も高かったのは中層で 9 月 9 日の 25.6℃、下層でも同日 25.1℃であった。中層と下層とで水温は大きな差はなく、日平均水温で 8 月 21 日にみられた 1.6℃差が最大であった。ホタテガイ稚貝の成長が鈍化する 23℃<sup>1)</sup>を超えた日数は、中層では 31 日、下層では 29 日と大きな差はなかった。8 月 24 日、29 日、9 月 9 日、24 日、30 日のヤマセが終わると下層の水温の上昇し、その幅は最大で 2.0℃だった。これは、湾口から地形に沿って外海水が流入したことによると考えられる<sup>2)</sup>。

養殖施設に垂下した流速計に設置した深度計のデータは中層、下層ともに大きな変化はみられなかった。本試験で測器を設置した施設には試験用のパールネット以外は養殖籠を下げていなかったため、ホタテガイの成長に伴って施設が沈んだり、玉付け作業で施設が浮いたりすることがなかったためと考えられる。一方で下層のパールネットに設置した深度計では数時間で 10m 程度浮き上がるような変化がみられた。前述のとおり、流向流速計とパールネットには 15m の手棒がついており、流向流速計には 300 匁の鉛が 2 つ付けていたが、パールネットでは 50 匁の鉛が 1 つと軽かったために、長い手棒で振り子の様に浮き上がったと考えられる。

加速度計のデータを見ると、中層、下層ともに流速計は設置から 1 週間程度は多少の振動がみられたが、それ以外は期間を通じて安定していた。一方で、パールネットに設置した加速度計では大きな変動がみられた。これは中層と下層で同じ時期で、下層のパールネットに設置した深度計の変化と一致しており、測器の設置から 8 月末までと 9 月中旬に潮の流れが速かったことが要因として考えられる。

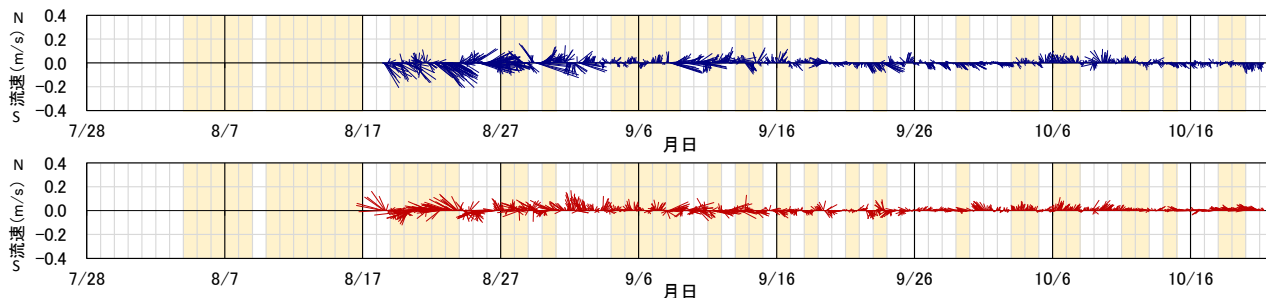


図 2. 蓬田における流向流速の推移(上段中層、下段下層、網掛けはヤマセ時期)

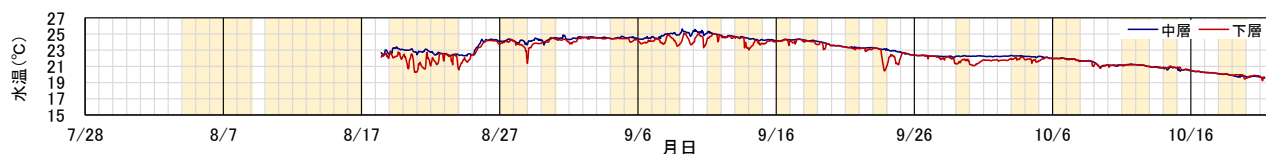


図 3. 蓬田における水温の推移(網掛けはヤマセ時期)

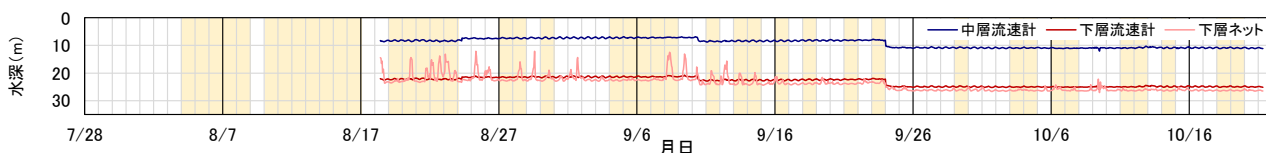


図 4. 蓬田における水深の推移(網掛けはヤマセ時期)

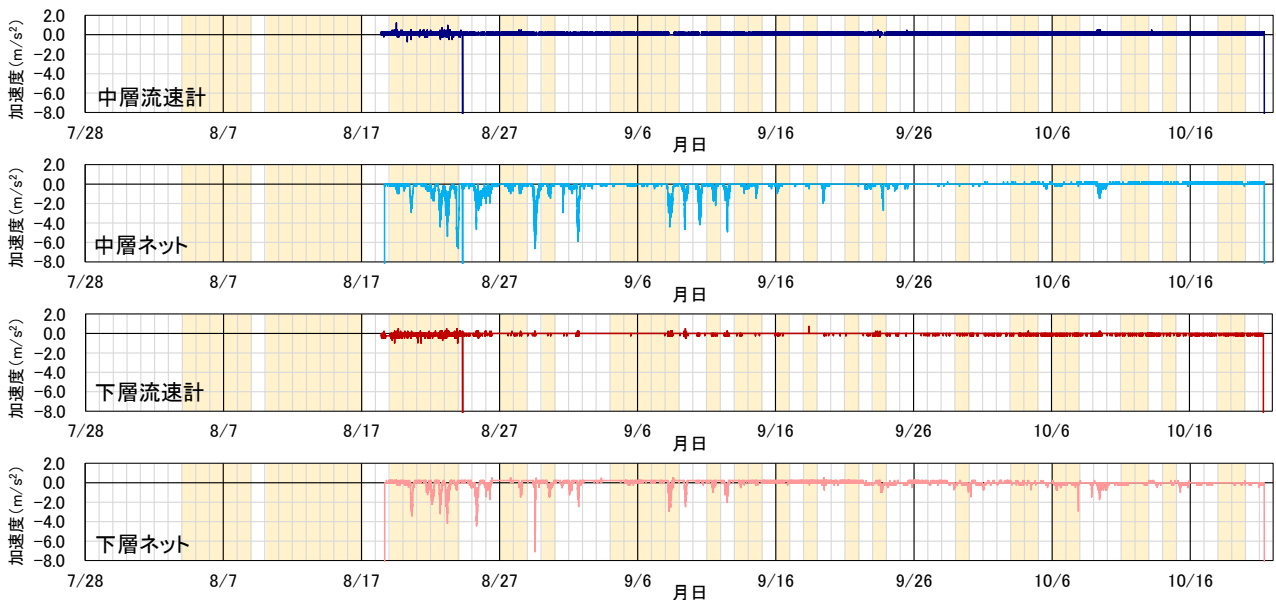


図 5. 蓬田における加速度の推移(網掛けはヤマセ時期)

## 2. 久栗坂実験漁場

久栗坂における観測結果を図 6～9 に示した。流向流速計のデータを見ると、中層も下層も 0.2m/s を超えたのは 8 月 10 日の 1 回のみで比較的穏やかな流れだった。また、8 月 25～26 日、9 月 22～23 日、10 月 7～8 日には中層と下層では逆向きの流れが確認された。観測期間で最大流速は中層で 8 月 10 日の 0.20m/s、下層で同じく 8 月 10 日の 0.21m/s であり、この日はヤマセが吹いていた。

水温データを見ると、毎時水温が最も高かったのは中層で 9 月 10 日の 25.1℃、下層では 9 月 12 日 24.6℃であった。8 月 25 日までは中層と下層の水温が差がみられ、日平均水温で最大 4.6℃差だったが、それ以降は下層の水温も上昇し、大きな差はみられなかった。また、ホタテガイ稚貝の成長が鈍化する 23℃を超えた日数は、中層では 38 日、下層では 21 日と、下層の水温が低かった。蓬田と同様に 8 月 9 日、18 日、24 日、9 月 15 日、24 日のヤマセ終了時に下層水温の上昇がみられ、その幅は最大で 5.4℃だった。

下層に垂下したパールネットに設置した深度計のデータは、概ね 32m 程度で安定していたが、8 月 10 日には 8m、8 月 26 日には 5m 程度急激に浮き上がったのが確認された。このパールネットには錘がなく、前述のとおり 8 月 10 日は期間で最大の流速が、8 月 26 日も 0.1m/s を超える流速が観測されていることから、潮の流れが速かったことで浮き上がったものと考えられる。

加速度計のデータを見ると、中層の方が下層よりも大きく変動していたのが確認された。下層の加速度の変動が深度変化と一致していることから、中層のパールネットも下層と同様に流速が速い時期にパールネットが振られていた可能性がある。

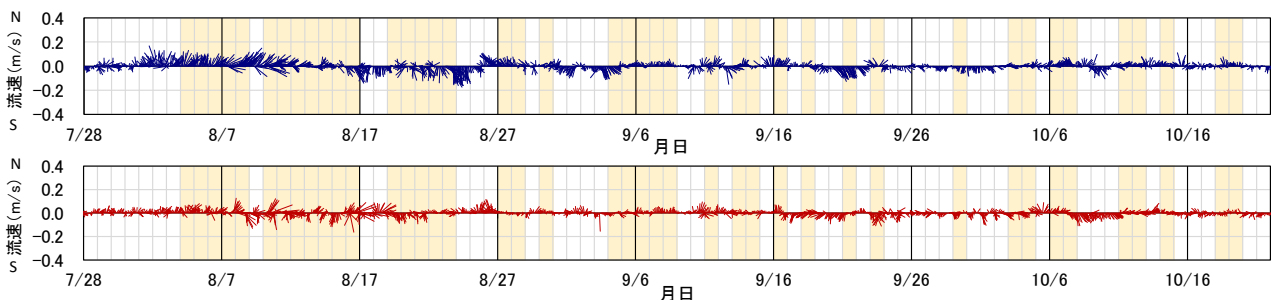


図 6. 久栗坂における流向流速の推移(上段中層、下段下層、網掛けはヤマセ時期)

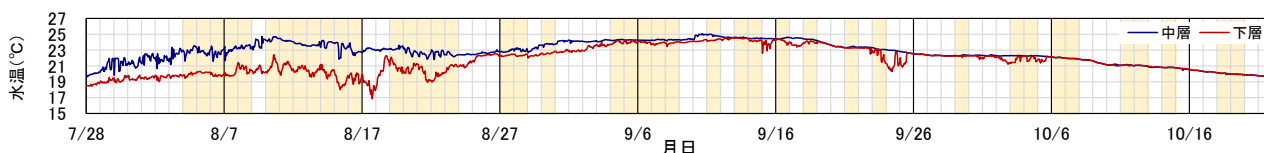


図 7. 久栗坂における水温の推移(網掛けはヤマセ時期)

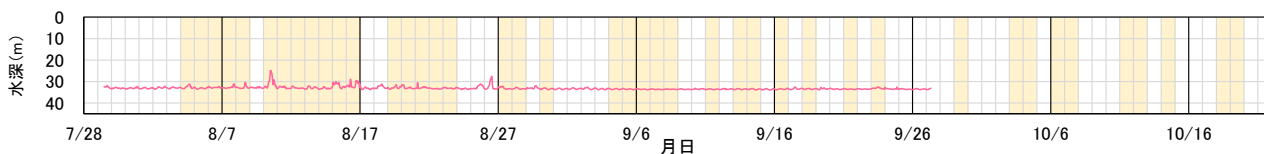


図 8. 久栗坂における水深の推移(網掛けはヤマセ時期)

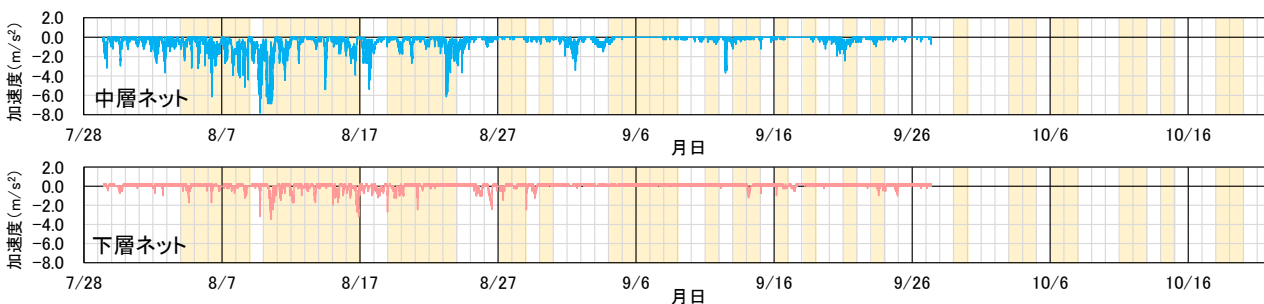


図 9. 久栗坂における加速度の推移(網掛けはヤマセ時期)

### 3. 小湊の漁業者施設

小湊における観測結果を図 10～13 に示した。流向流速計のデータをみると、0.2m/s を超えたのは中層で 4 回、下層で 1 回と潮の流れは比較的穏やかだった。また、8 月 28～29 日、9 月 15～17 日には中層と下層では逆向きの流れが確認された。観測期間で最大流速は中層で 8 月 28 日の 0.24m/s、下層で 8 月 17 日の 0.22m/s であり、8 月 28 日にはヤマセが吹いていた。

水温データをみると、毎時水温が最も高かったのは中層で 9 月 11 日の 24.8℃、下層では 9 月 13 日 24.2℃であった。久栗坂と同様に 8 月 25 日までは中層と下層の水温に差がみられ、日平均水温で最大 3.8℃ 差があったが、それ以降は概ね水温差はなかった。ホタテガイ稚貝の成長が鈍化する 23℃ を超えた日数は、中層では 22 日、下層では 20 日と大きな差はなかった。また、東湾の小湊でも、西湾の蓬田や久栗坂と同様に 8 月 9 日、17 日、24 日、29 日のヤマセ終了時に下層水温の上昇がみられ、その幅は最大で 4.8℃ だった。地形に沿って流入した外海水が夏泊半島を越えて小湊へも影響していると考えられる。

下層の流速計とパールネットに設置した深度計のデータをみると、観測開始から 8 月 14 日まで漁場水深の 32m 程度で一定だったことから、流速計もパールネットも海底に接していたと考えられる。漁業者からの聞き取りでは、この養殖施設は幹綱水深 10m とのことだったが、実際は 20m 近くまで沈んでおり、漁業者の想定と養殖施設の実態とにずれがあったと考えられる。その後玉付け作業により養殖施設は 5m 程浮かせたことで下層の流速計とパールネットも海底から離れたと思われる。しかし、漁業者によると速い潮の流れで 8 月 25 日頃に養殖施設のアンカーが外れ、9 月 5 日に直すまで施設は不安定な状態であった。それ以降は水深の変動は少なかった。

加速度計のデータをみると、下層が 8 月 14 日まで海底に接していた時期を除くと概ね大きな変動は認められず、他の 3 地区に比べて施設もパールネットも安定していたと言える。アンカーが外れて養殖施設が不安定だった期間も加速度には大きな変動が見られなかった。流速計の加速度では中層も下層も、観測期間の終盤に小刻みな振動がみられた。この時潮の流れは 8 月や 9 月に比べて穏やかで、水深の変動もみられず、その要因を特定できなかった。

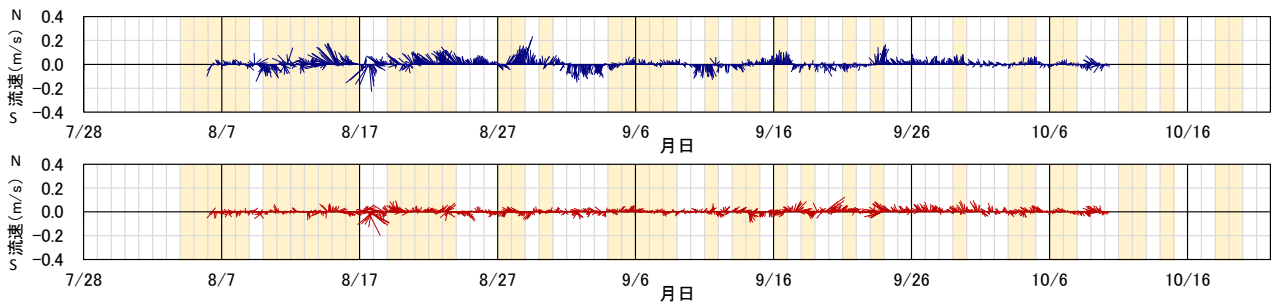


図 10. 小湊における流向流速の推移(上段中層、下段下層、網掛けはヤマセ時期)

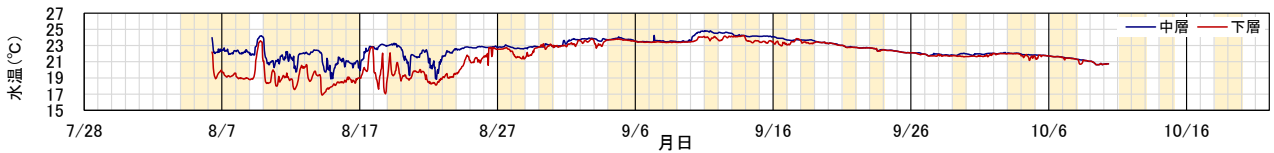


図 11. 小湊における水温の推移(網掛けはヤマセ時期)

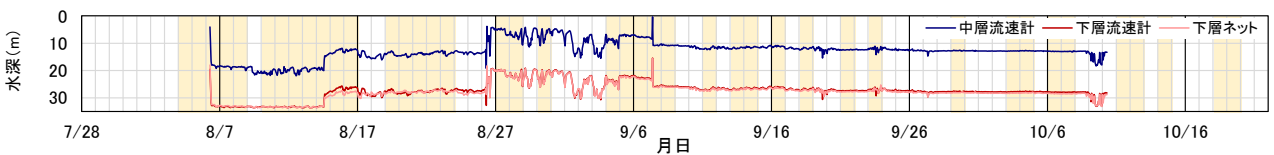


図 12. 小湊における水深の推移(網掛けはヤマセ時期)

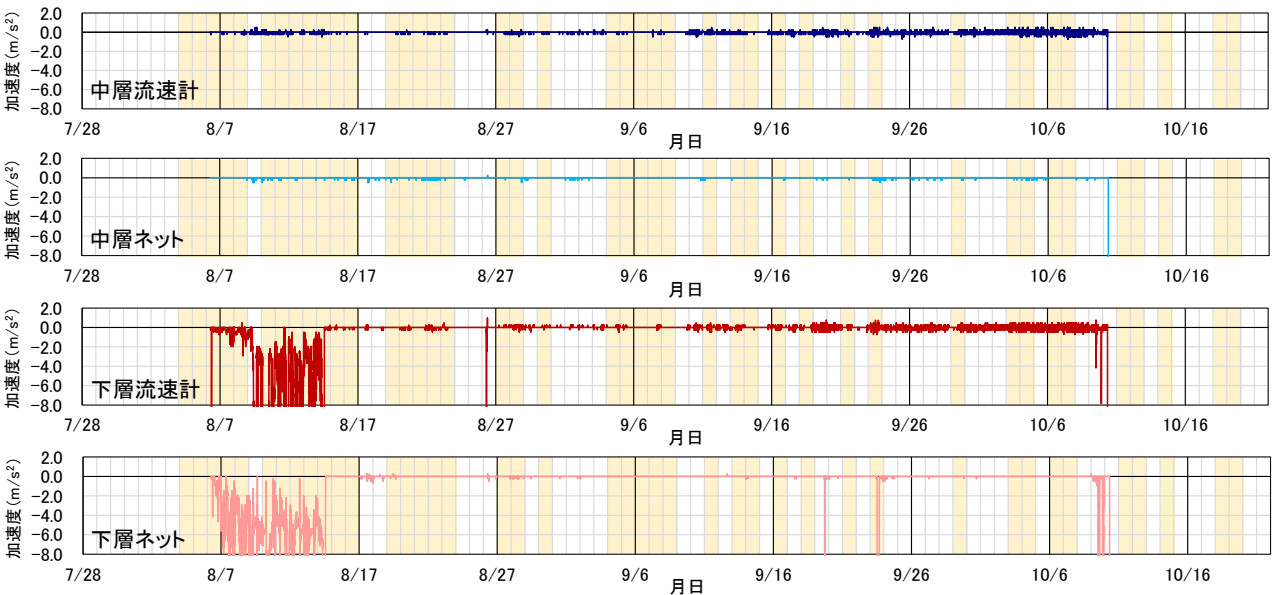


図 13. 小湊における加速度の推移(網掛けはヤマセ時期)

#### 4. 川内実験漁場

川内における観測結果を図 14～17 に示した。流向流速計のデータをみると、特に 8 月から 9 月中旬まで潮の流れが速く、期間を通じて 0.2m/s を超える流速を観測した回数は中層で 174 回、下層では 47 回、0.3m/s を超えたのは中層で 3 回、下層で 2 回と、下層でも速い流れが観測された。また、8 月中旬までの期間は中層と下層では逆向きの流れが確認された。観測期間で最大流速は中層で 8 月 27 日の 0.33m/s、下層で 8 月 10 日の 0.31m/s であり、いずれの日もヤマセが吹いていた。

水温データをみると、毎時水温が最も高かったのは中層で 9 月 7 日の 24.3℃、下層では 9 月 18 日 23.7℃であった。9 月初めまで中層と下層の水温は日平均で最大 5.6℃の差がみられた。ホタテガイ稚貝の成長が

鈍化する 23℃を超えた日数は、中層では 29 日、下層では 14 日と下層では水温が低かった。また、他の地区と異なり、ヤマセが終わると中層の水温の低下がみられ、その幅は最大で 7.1℃であった。湾口から地形に沿って流入した外海水とは別の水塊が影響していると思われる。

下層に垂下したパールネットに設置した深度計のデータは、20~23m で安定していた。川内の下層は他の地区のように長い手棒をつけていないため、蓬田や久栗坂でみられたような急激なパールネットの浮き上がりもなかった。

パールネットに設置した加速度計のデータを見ると、中層、下層ともに変動が大きかった。下層の深度は大きな変動が見られなかったことから、パールネットは久栗坂で見られた振り子のように浮き上がるのではなく、振動していたものと考えられる。

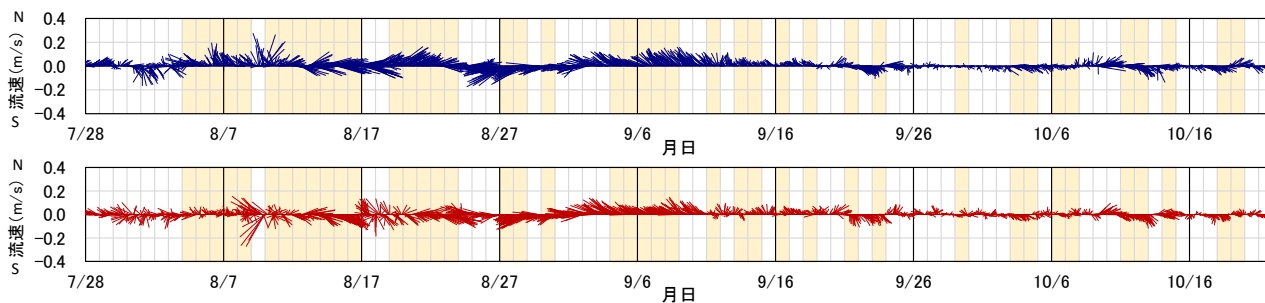


図 14. 川内における流向流速の推移(上段中層、下段下層、網掛けはヤマセ時期)

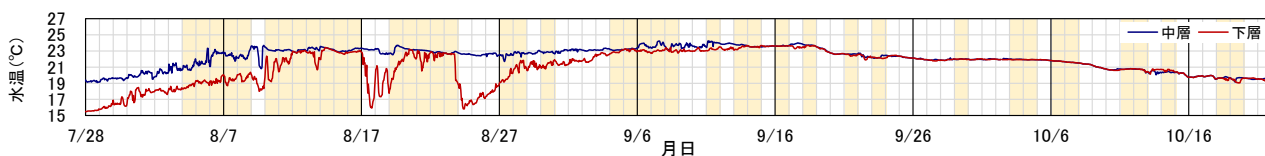


図 15. 川内における水温の推移(網掛けはヤマセ時期)

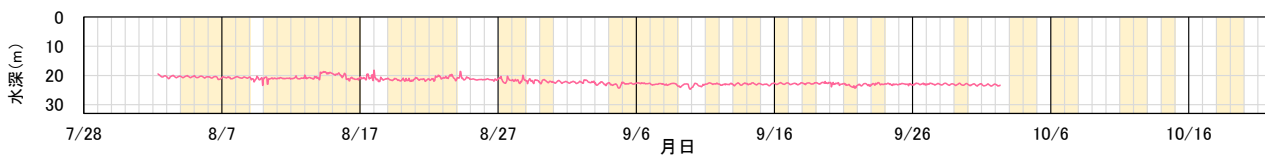


図 16. 川内における水深の推移(網掛けはヤマセ時期)

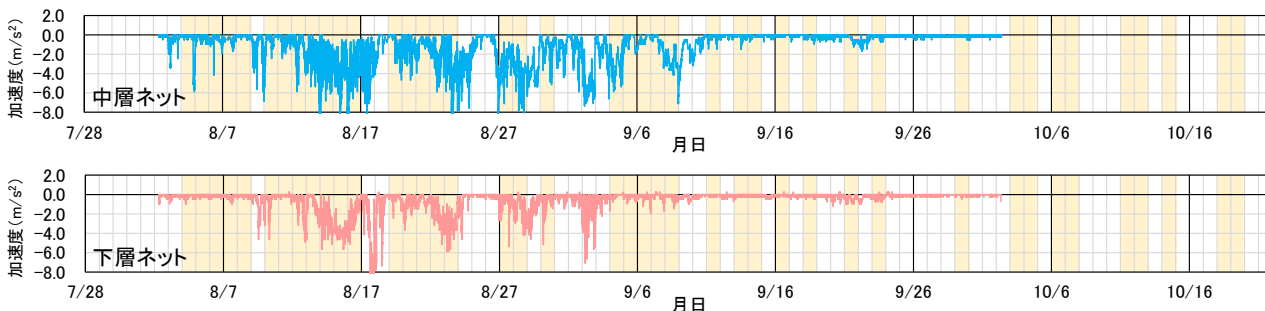


図 17. 川内における加速度の推移(網掛けはヤマセ時期)

## 5. 濁度計

久栗坂及び川内における濁度計のデータを図 18、19 に示す。濁度計はクロロフィル量の測定と同様に<sup>3)</sup> ネットロン製ネットを被せ、毎月 2 回ネットの交換を行ったが、そのネット交換の前後で大きく値が異なるなどエラー値が見られた。ネットを使わない設置方法を検討して再度観測を行うこととする。

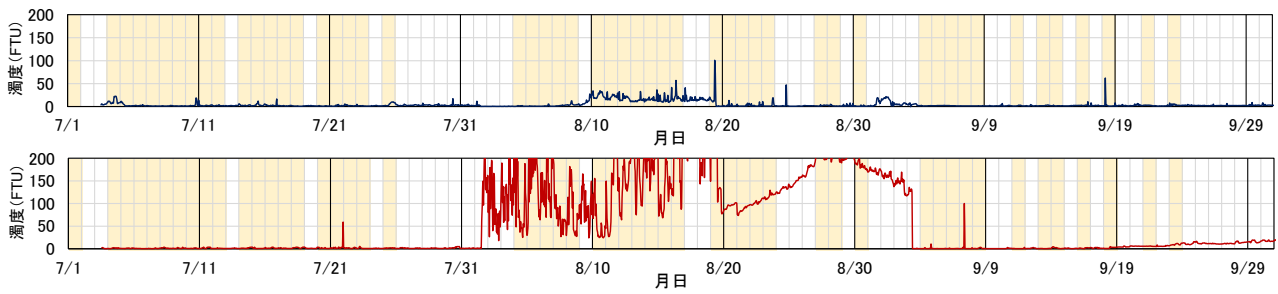


図 18. 久栗坂における濁度の推移(上段中層、下段下層、網掛けはヤマセ時期)



図 19. 川内における濁度の推移(上段中層、下段下層、網掛けはヤマセ時期)

## 6. まとめ

4 地区において、ヤマセ時期には速い潮の流れが観測された。各地区の流速別出現割合及び日平均水温 23℃以上の観測日数を表 2 に示した。久栗坂や小湊よりも蓬田や川内の方が速い流速を観測した割合が高く、特に川内では中層で 40%以上、下層でも約 30%の出現割合であった。また、蓬田と川内では、下層でも速い流速が多く観測された。さらに、速い潮の流れが観測された時期には、特にパールネットに設置した加速度計で大きな変動が見られた。その際、深度計のデータによるとパールネットが振り子のように数 m 浮き上がるのも確認された。ただし、本試験では、下層に設置するパールネットは 15m または 20m の長い手棒を付けているが、漁業者がパールネットを下層に沈める際には幹綱の水深を調整して手棒の長さは通常どおりなので、本試験でみられたような 10m も浮き上がることはないと思われる。

ホタテガイ稚貝は水温が 23℃を超えると成長が鈍化し、24~25℃で成長が停止、衰弱する<sup>1)</sup>ことから、漁業者は水温が上がる前に施設を下層に沈める対策をとっている。今回調査を行った 4 地区では日平均水温が 23℃を超えていた日数は西湾より東湾の方が少なく、中層より下層の方が少なかった。さらに 24℃以上の日数は、蓬田では中層と下層で 3 日しか差がなかった。一方で東湾では 24℃を超える日数はまれで、川内の下層では超えることがなかった。蓬田のように下層であっても水温が高くと、施設を沈めたとしても高水温を回避するのは難しいと考えられる。

このような漁場環境がホタテガイの成長に与える影響は別報<sup>4)</sup>で明らかにする。

表 2. 流速別出現割合及び日平均水温別観測日数

地区	垂下水深	0.1m/s以上	0.2m/s以上	0.3m/s以上	23℃以上	24℃以上
蓬田	中層	15.3%	3.2%	0.3%	31日	24日
	下層	12.0%	0.5%	0.0%	29日	21日
久栗坂	中層	10.0%	0.0%	0.0%	38日	21日
	下層	2.7%	0.0%	0.0%	21日	10日
小湊	中層	10.0%	0.3%	0.0%	22日	6日
	下層	2.3%	0.1%	0.0%	20日	1日
川内	中層	42.8%	8.4%	0.1%	29日	1日
	下層	28.2%	2.3%	0.1%	14日	0日

## 文 献

- 1) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・東野敏及・川村要(2014) 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 24 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 394-405.
- 2) 扇田いずみ(2018) 2017 年夏のヤマセと陸奥湾の海況について. 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・内水面研究所青森県水産研究情報“水と漁”. 第 27 号, 5.
- 3) 山内弘子・吉田達(2019) ほたてがい輸出拡大推進事業(漁場環境とホタテガイの成長に関する研究). 平成 29 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, 308-316.
- 4) 秋田佳林・吉田達(2021) 陸奥湾ほたてがい養殖効率化事業 養殖施設におけるホタテガイの成育状況調査. 令和元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, 326-334.