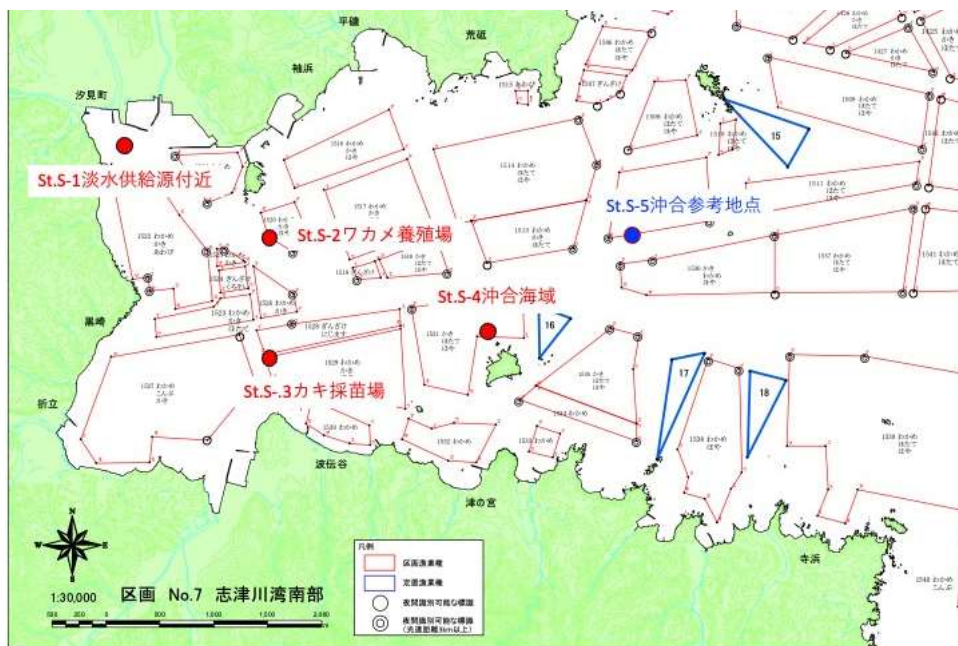


B 宮城県南三陸町志津川湾(以下、志津川湾)

B.1 海洋観測

志津川湾に、Stn.H-1: 淡水供給源近傍、Stn.H-2: カキ採苗場、Stn.3: アマモ場近傍、Stn.4: 沖合(志津川湾の標準的な水質)、Stn.S-5: 沖合参考地点の 5 定点を設けた。なお、Stn.S-5 については、連続観測は実施せず、多項目水質計による定期観測のみを行った(図B-1)。



地図は宮城県の区画漁業権図より引用



図 B.1 志津川湾における観測定点 Stn.H-1 ~Stn.H-5

B.1.1 定点連続観測

(1) 観測方法

志津川湾の Stn.S-1: 淡水供給源近傍、Stn.S-2: カキ採苗場、Stn.S-3: アマモ場近傍、Stn.S-4: 沖合(図 B-1)の4定点すべてに①、②、Stn.S-3 のみに③、④を係留設置し、2022年4月～2023年3月まで連続観測を継続した(表 B.1.1、図 B.1.1)。すべての観測機器は1カ月に1～2回、付着した生物の除去等の清掃と2～3カ月に1回のデータ回収を行うとともに、②については2～3カ月に1回程度の頻度で人工海水を用いたセンサーの校正作業を行った。また、すべての観測機器は、3ヶ月に1回を目安に電池を交換した。

- ⑦ ワイパー式メモリー水温塩分計 INFINITY-CTW ACTW-USB (JFE アドバンテック)
- ⑧ 海水用pHセンサーSPS-14 (紀本電子工業(株))
- ⑨ ワイパー式メモリークロロフィル濁度計 INFINITY-ACLW2-USB (JFE アドバンテック)
- ⑩ ワイパー式メモリー DO 計 INFINITY-AROW2-USB (JFE アドバンテック(株))

S-1 についてはシロザケ稚魚の中間育成施設、S-2 は標識灯係留施設、S-3 は戸倉地区青年研究会の養殖試験施設、S-4 についてはカキ養殖施設に取り付けた。設置にはカキ養殖に使用するロープを用い、水温・塩分計と pH メーターを結束バンドで固定し、さらに幅 50mm のビニールテープで巻いて一体化したものを水面下 1m に垂下した。センサー部への付着軽減をねらい、再設置の際、屋内でネズミの侵入防止に用いられる銅ネットでセンサー部の外枠を覆った。Stn.S-3 には、さらにワイパー式メモリークロロフィル濁度計 INFINITY-CLW 及びワイパー式メモリー DO 計 RINKO W (いずれも JFE Advantech Co.,Ltd.)を水深1mに設置し、連続計測を行った。センサー部に付着する生物等は、採水等の実施日に船上に引き揚げて歯ブラシ等を用いて除去した。

表 B.1.6 定点連続観測の方法

| 項目 | 方法 | 数量 |
|----------------|---|-----------------|
| ・水温 ・塩分 | ワイパー式メモリー水温塩分計(ACTW-USB, JFE アドバンテック)を海面下 1m の位置に固定し、10 分間隔の 5 秒間計測を 1 年間連続で実施した。 | 1 層×4 定点(S-1～4) |
| ・pH | 海水用 pH センサー(SPS-14, 紀本電子工業)を海面下 1m の位置に固定し、60 分間隔の 5 秒間計測を 1 年間連続で実施した。 | 1 層×4 定点(S-1～4) |
| ・DO | ワイパー式メモリー溶存酸素計(AROW2-USB)を海面下 1m の位置に固定し、10 分間隔の 5 秒間計測を 1 年間連続で実施した。 | 1 層×1 定点(S-3) |
| ・クロロフィル ・濁度 | ワイパー式メモリークロロフィル濁度計(ACLW2-USB)を海面下 1m の位置に固定し、10 分間隔の 5 秒間計測を 1 年間連続で実施した。 | 1 層×1 定点(S-3) |

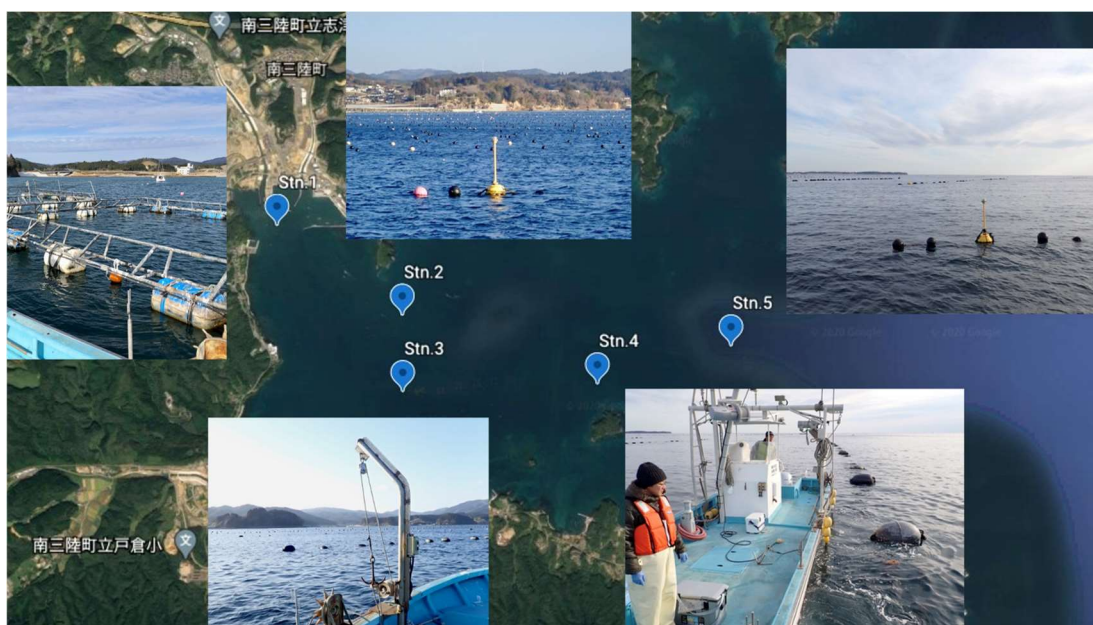


図 B.1.1 志津川湾における観測機器の設置状況

















| | 7/25 | 9/26 | 11/28 | 12/20 |
|------|---|---|---|--|
| Stn1 |  |  |  |  |
| Stn2 |  |  |  |  |
| Stn3 |  |  |  |  |
| Stn4 |  |  |  |  |

図 B.1.2 連続観測測器への付着生物の付着状況

連続観測測器への付着生物の種類、付着量は定点により異なっていたが、付着盛期は夏から秋にかけてであった。主な付着生物は、ヒドロ虫類、コケムシ類、マガキ、アカフジツボ、ホヤ類、ワレカラ類、藻類であり、冬季には pH 電極の表面を覆うように珪藻類の付着が確認された。

(2) 観測結果

水温・塩分の連続観測結果を示す(図 B.1.312)。水温・塩分の連続観測では、湾内の各調査点で同期的な塩分低下が見られ、降水の影響による湾内の一時的な塩分の低下の様子を良く捉えており、2022年7月16日の豪雨後は、湾内の塩分の急激な低下が観測され、淡水供給源近傍の Stn.S-1 の塩分は 10 を下回り、Stn.S-2 でも 12、Stn.S-3 で 15、Stn.S-4 で 18 と沖合になるほど塩分低下は弱まったものの、その影響は湾全域に及んだ。

次に pH の連続観測結果を示す(図 B.1.4)。グラフでは実際の計測値と採水サンプルの値によるドリフト補正を行った結果を示した。7月豪雨後に pH の急激な低下が観測されており、河川水の流入が湾内の pH の低下を引き越し Stn.S-1、Stn.S-2 では 7.5 を下回った。

Stn.3 に設置した溶存酸素(DO)計(図 B.1.5)及びクロロフィル・濁度計による計測結果を示す(図 B.1.6)。

昨年度の計測で見られたクロロフィル濃度が上がり続けるという異常な挙動については、機器を設置する際の角度が真下を向きすぎていたため、設置用ロープに増殖した海藻のクロロフィルを拾っていたのではないかとメーカーからの指摘があった。このため、クロロフィルセンサーを斜め下方向を向くような設置方法にあらためたところ、正常な計測が行えるようになった。



八幡川の水位上昇により陥没した国道398号=16日午前8時すぎ、宮城県南三陸町志津川御前下(県気仙沼土木事務所提供)

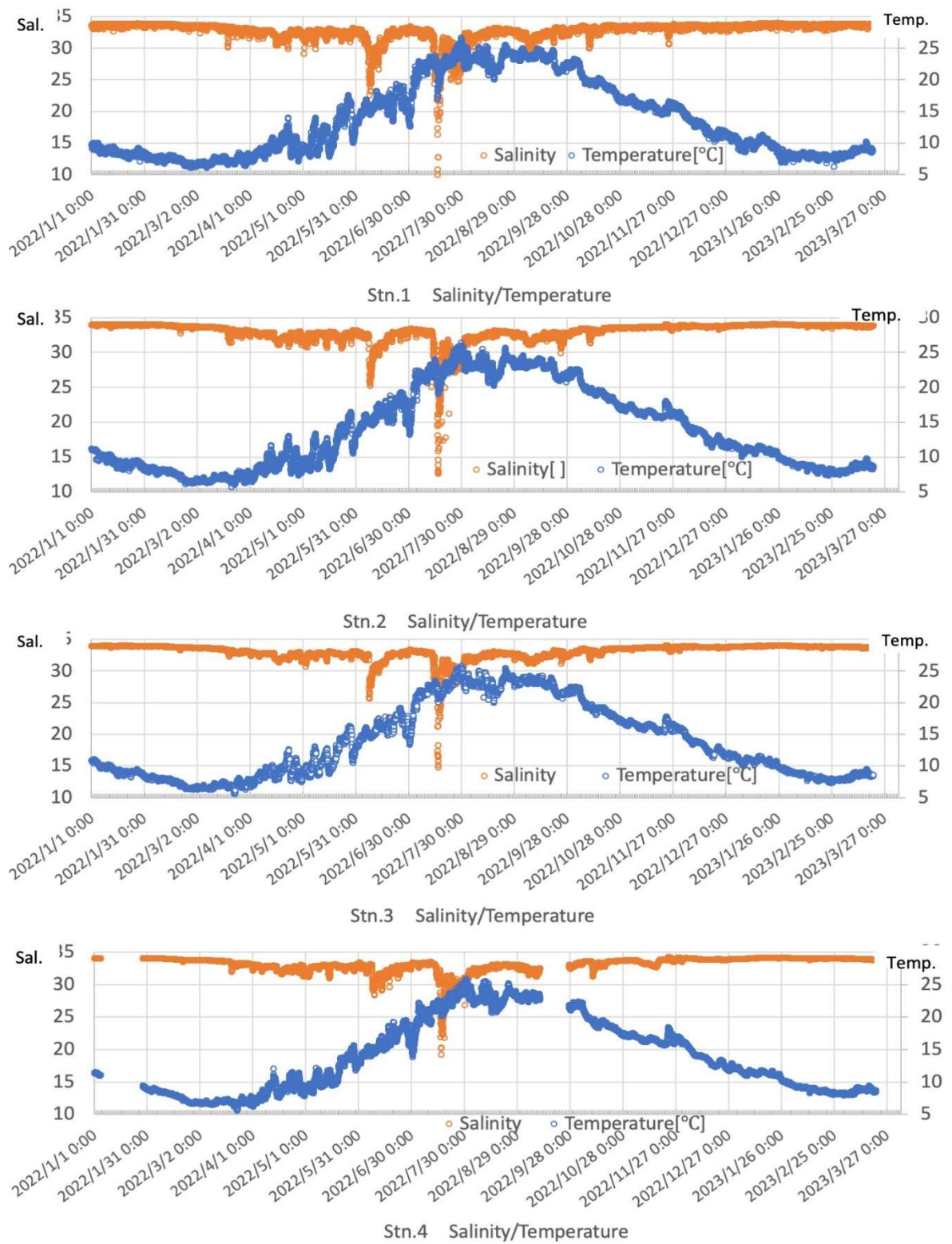


図 B.1.3 Stn.S-1～S-4 における水温・塩分の連続観測結果

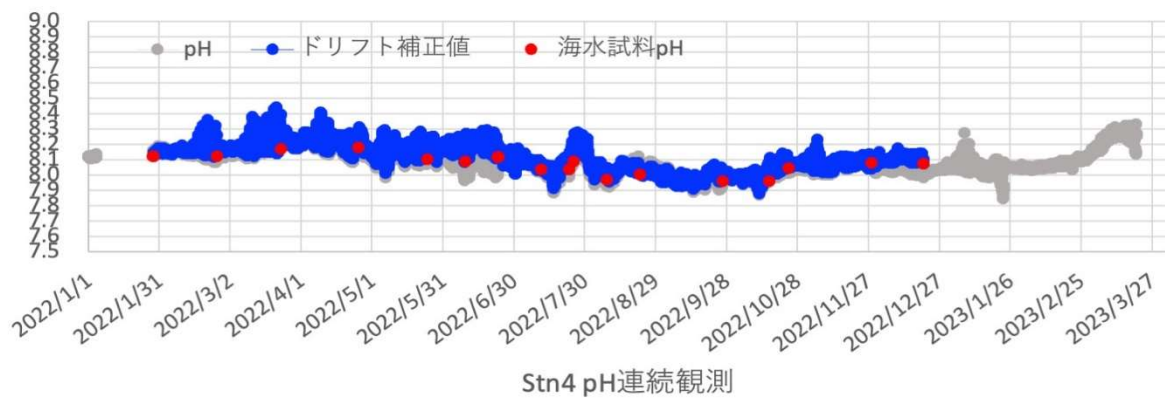
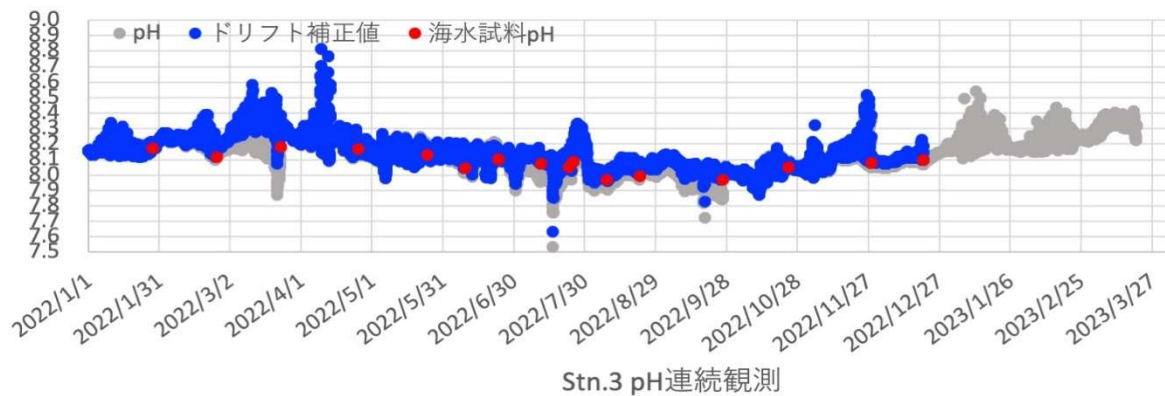
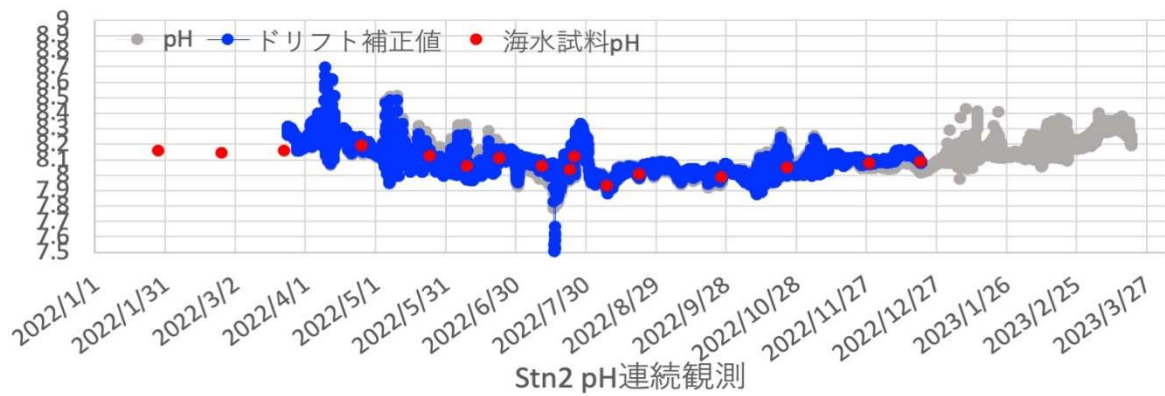
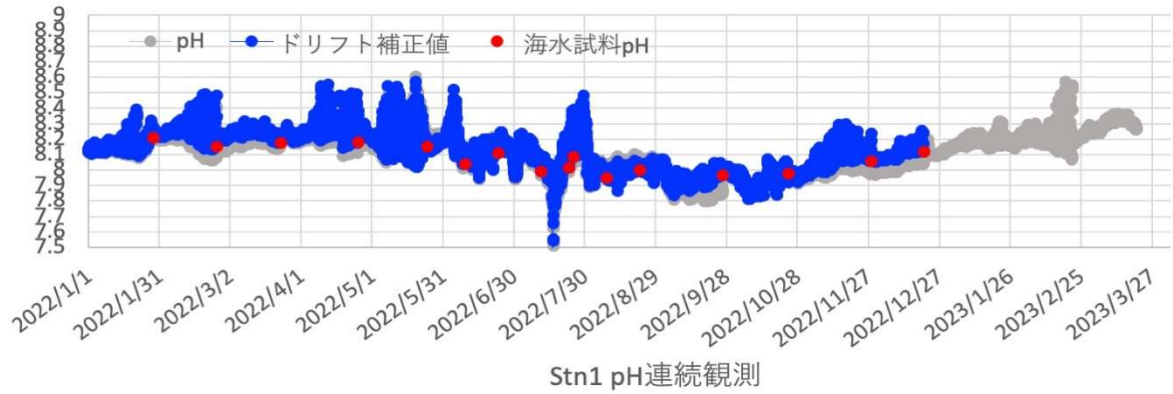


図 B.1.4 Stn.S-1～S-4 における pH の連続観測結果

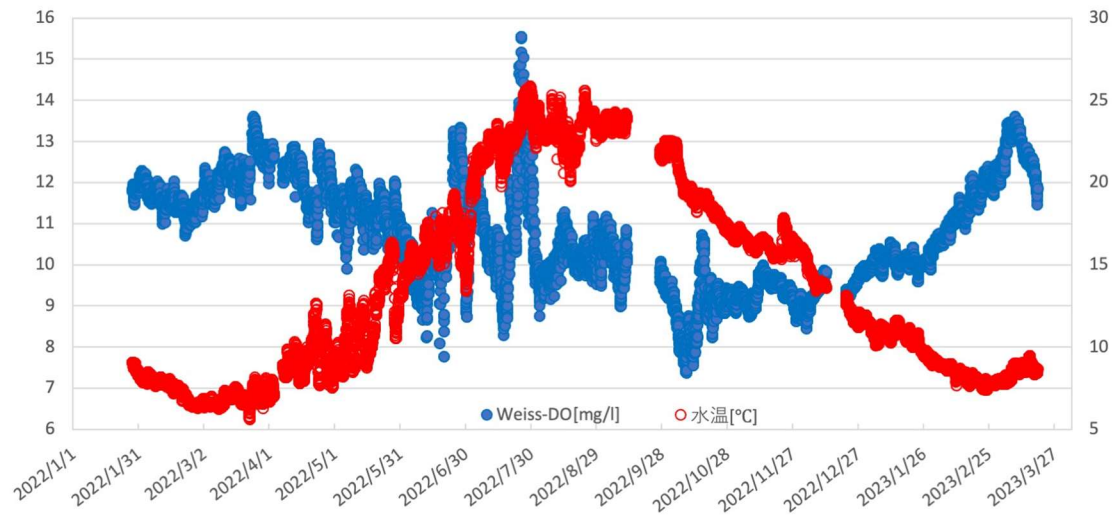


図 B.1.5 Stn.S-3 における水温・DO の連続観測結果

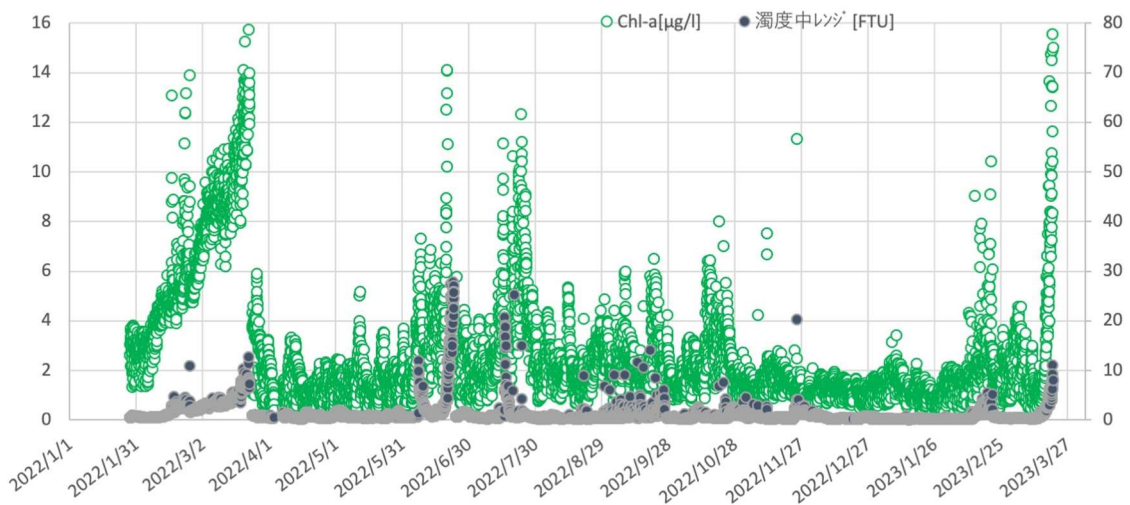


図 B.1.6 Stn.S-3 におけるクロロフィル・濁度の連続観測結果

B.1.2 定点定期観測および採水分析

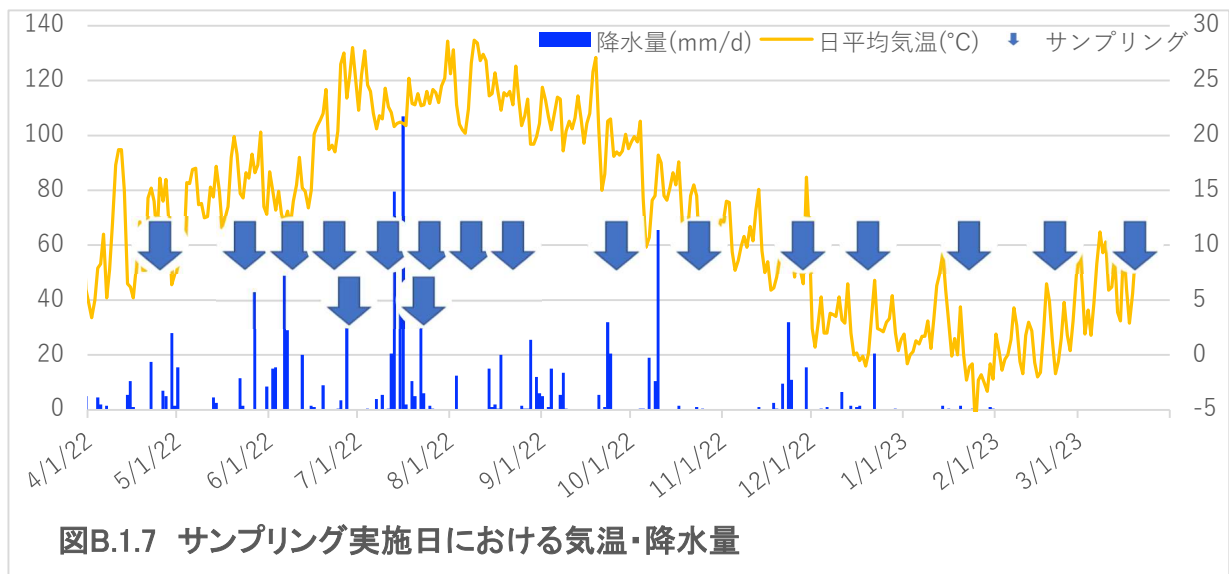
(1) 観測方法

定期的な調査として、多項目水質計 RINKO-Profiler ASTD102 (JFE Advantech Co.,Ltd.: D, T, S, Chl, DO) と HOBO MX2501 pH・温度データロガー (Onset Computer Corporation: pH) を用いた現地観測と、採水調査を行った。採水はニスキン採水器 (GENERAL OCEANICS, INC. 8L) を使い、Stn.S-1～Stn.S-4 の各表

層(海面下 1.0m)と底層(海底面上 1.0 m)にて実施した。採水調査の分析項目は、全炭酸(DIC)、全アルカリ度 (A_T)、塩分(S)、栄養塩(NP)、アラゴナイト飽和度 (Ω_a)である。栄養塩は宮城県水産技術総合センター気仙沼水産試験場に分析を依頼し、 A_T DIC および S については、JAMSTEC に送付し分析を行った。 Ω_{ara} は pH と A_T から計算で求めた。滴定で測定された A_T と DIC を用いて、現場で計測された pH の事後校正を行った。6~8 月については月 2 回の頻度で、また、降雨直後のサンプリングを 2 回実施した(表 B.1.2)。調査日と志津川で記録された降水量・平均気温は図 B.1.7 のとおり。なお、調査は、南三陸町自然環境活用センターの全面的な協力のもとに実施した。

表 B.1.2 定期観測および採水実施年月日

| | 日時 | 降雨後 | 採水 (表層) | 採水 (底層) | 機器清掃 | データ回収 |
|--------|-------|-----|---------|---------|------|-------|
| 2022 年 | 4/25 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 5/24 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 6/9 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 6/23 | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 6/28 | ○ | ○ | | ○ | |
| | 7/11 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 7/23 | ○ | ○ | | ○ | |
| | 7/25 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 8/8 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 8/22 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 9/26 | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 10/24 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 11/28 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 12/20 | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2023 年 | 1/23 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 2/21 | | ○ | ○ | ○ | |
| | 3/20 | | ○ | ○ | ○ | ○ |



図B.1.7 サンプル実施日における気温・降水量

(2) 定期観測結果(図 B.1.8～13)

毎月の計測で湾内の水温・塩分・水質の変化の様子が明らかとなった。水温のプロファイルを見ると、成層の形成は昨年より1ヵ月早い4月から始まり、8月にかけて顕著であった。9月から3月までは鉛直混合が起こっている様子が示された。塩分に関しては、7月の記録的な豪雨の影響で各観測点で大幅な低下が観測された。溶存酸素は6月から9月にかけて、底層で低下する傾向が見られた。クロロフィルは6月の中層で顕著な極大が、7月の豪雨後には表層で極大値が観測された。それ以外は各定点とも5 μ g/Lに達することはまれだった。

なお、計測の際は、RINKO-Profiler ASTD102 に HOBO MX2501 pH・温度データロガーをケーブルタイで固定して同時計測しているが、7月11日と3月20日の一部はデータ取得の不具合、8月22日はソフトウェアアップデートによる不具合で、それぞれ欠測となった。HOBO MX2501 pH・温度データロガーは、スマートフォンのアプリケーションによる操作・設定が可能で使い勝手がよいが、機器やソフトウェアの特性を理解しておかないとソフトウェアアップデートにより生じる不具合など、急な事態に対応できない場合がある。今後、観測網を広げていく上では、こうした現場のトラブル事例やちょっとした工夫についての情報共有を図っていく必要があるとともに、より頑健で扱いやすい機器の開発も望まれる。

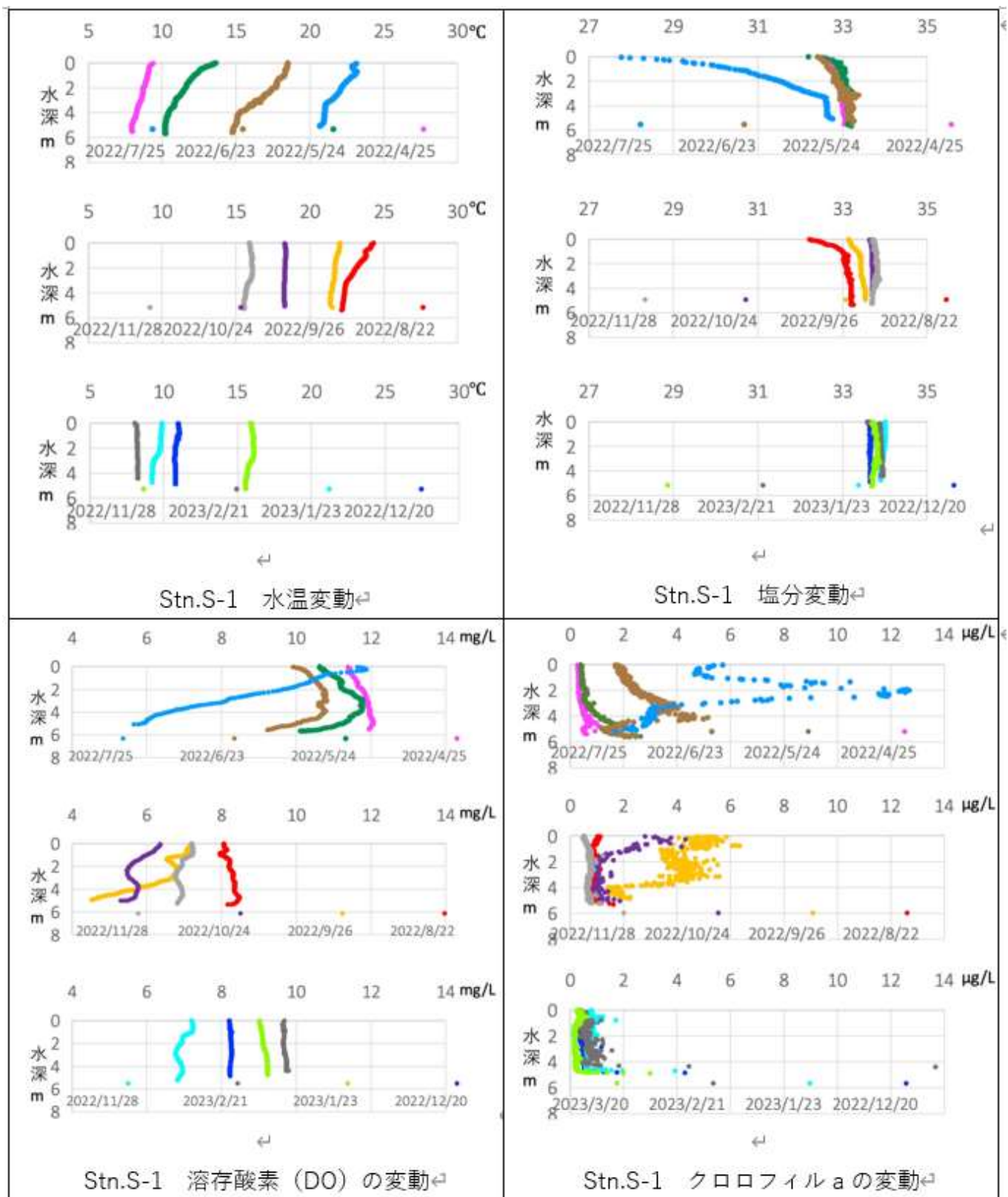


図 B.1.8 Stn.S-1 における定期観測結果

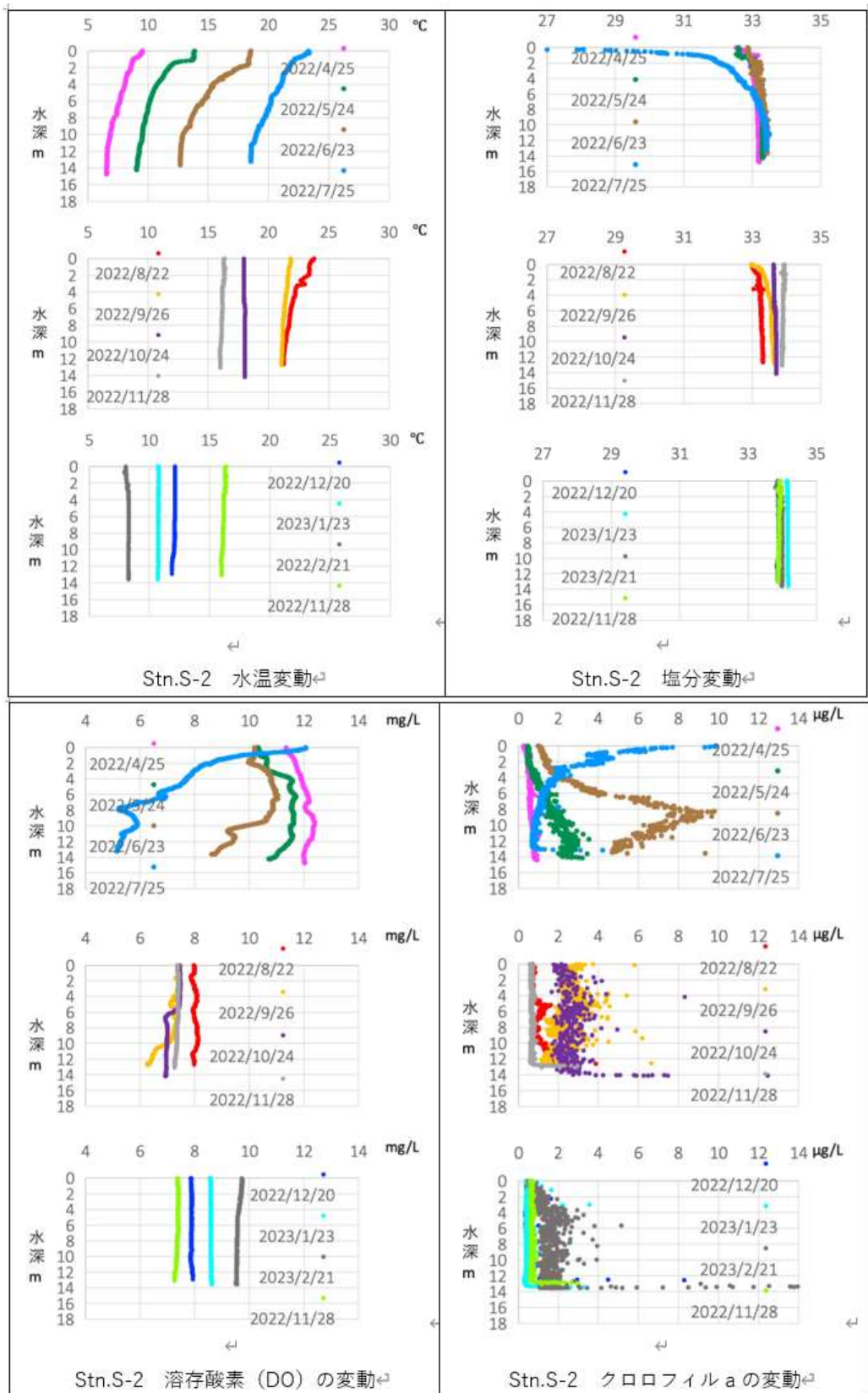


図 B.1.9 Stn.S-2 における定期観測結果

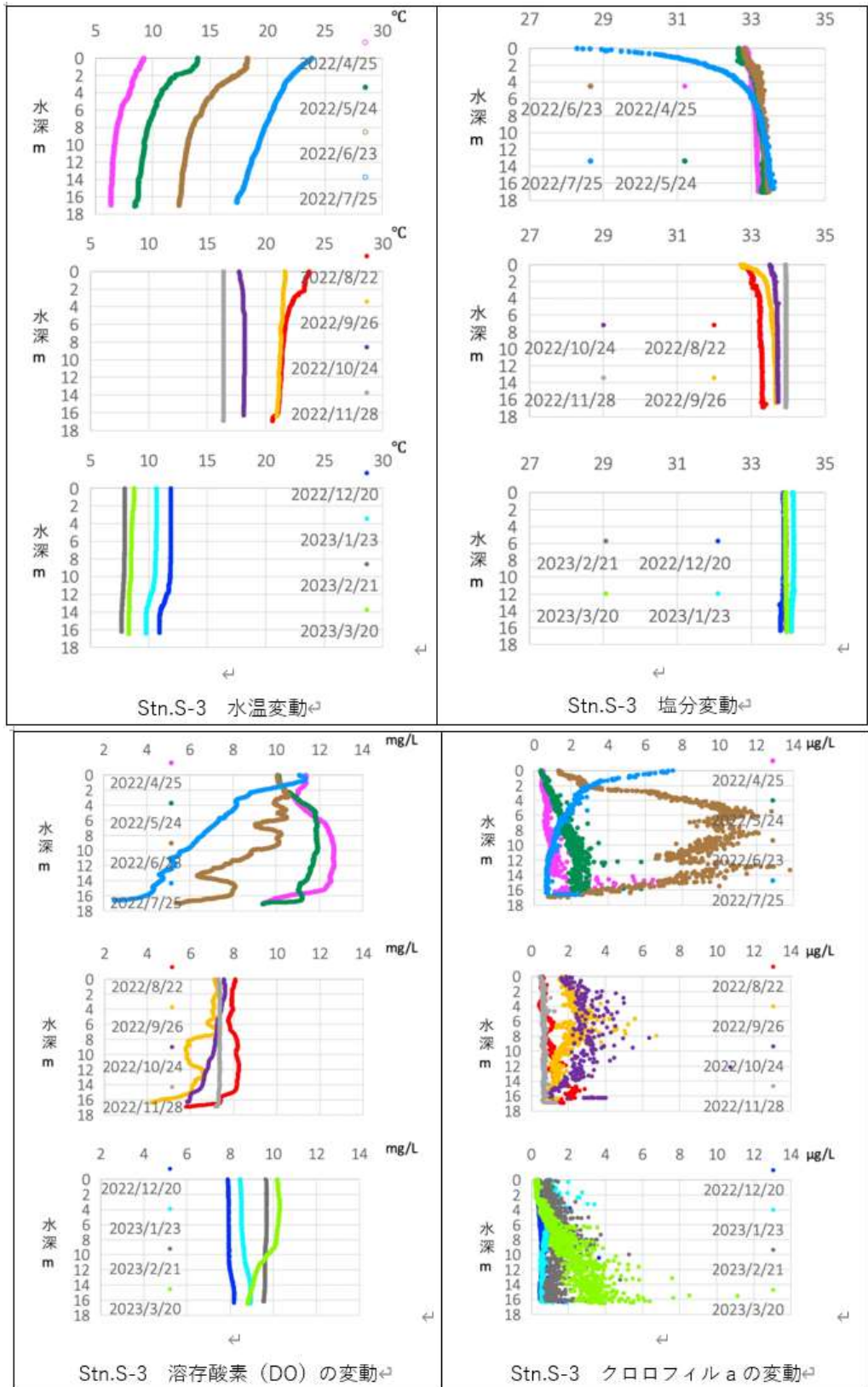


図 B.1.10 Stn.S-3 における定期観測結果

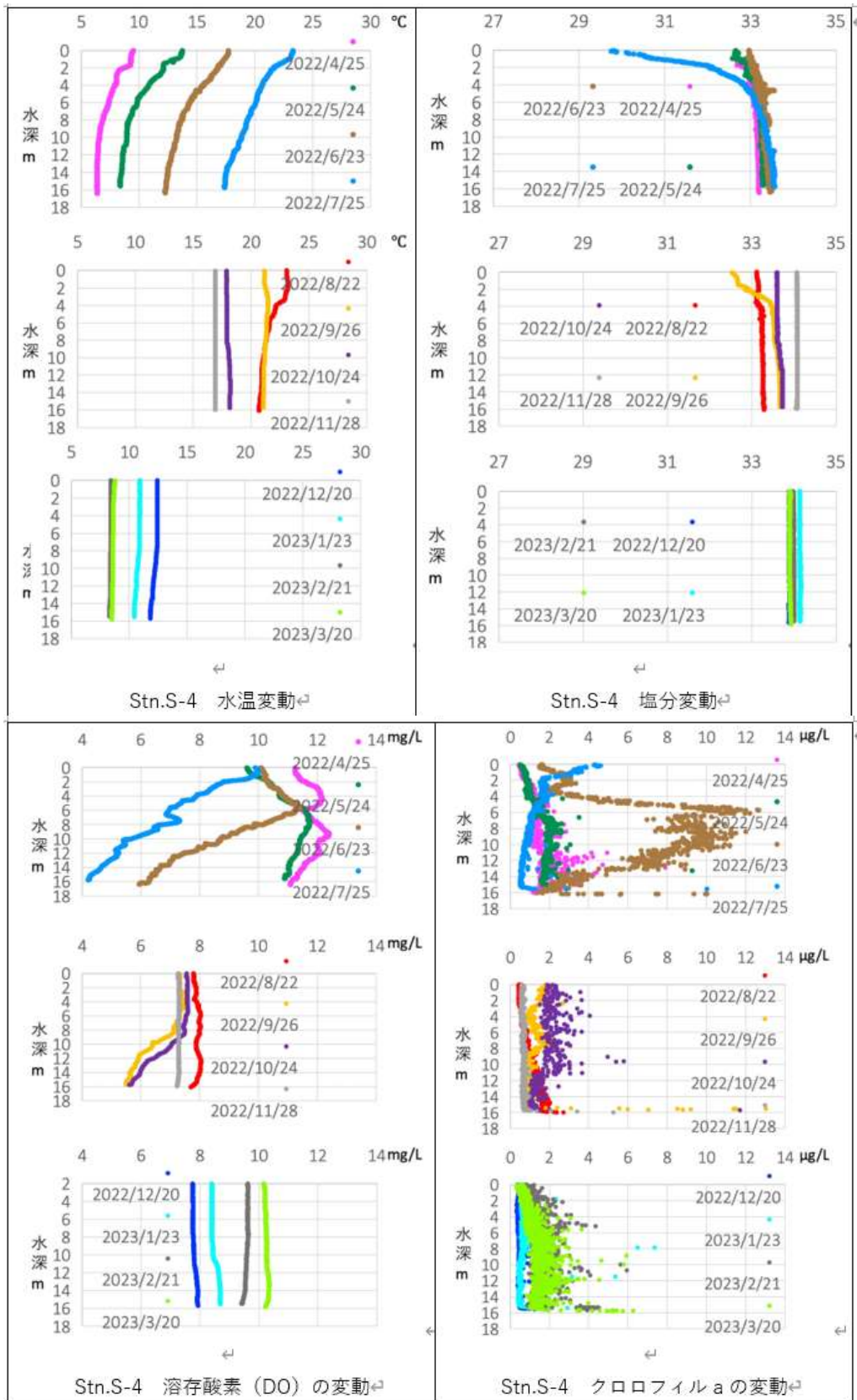


図 B.1.11 Stn.S-4 における定期観測結果

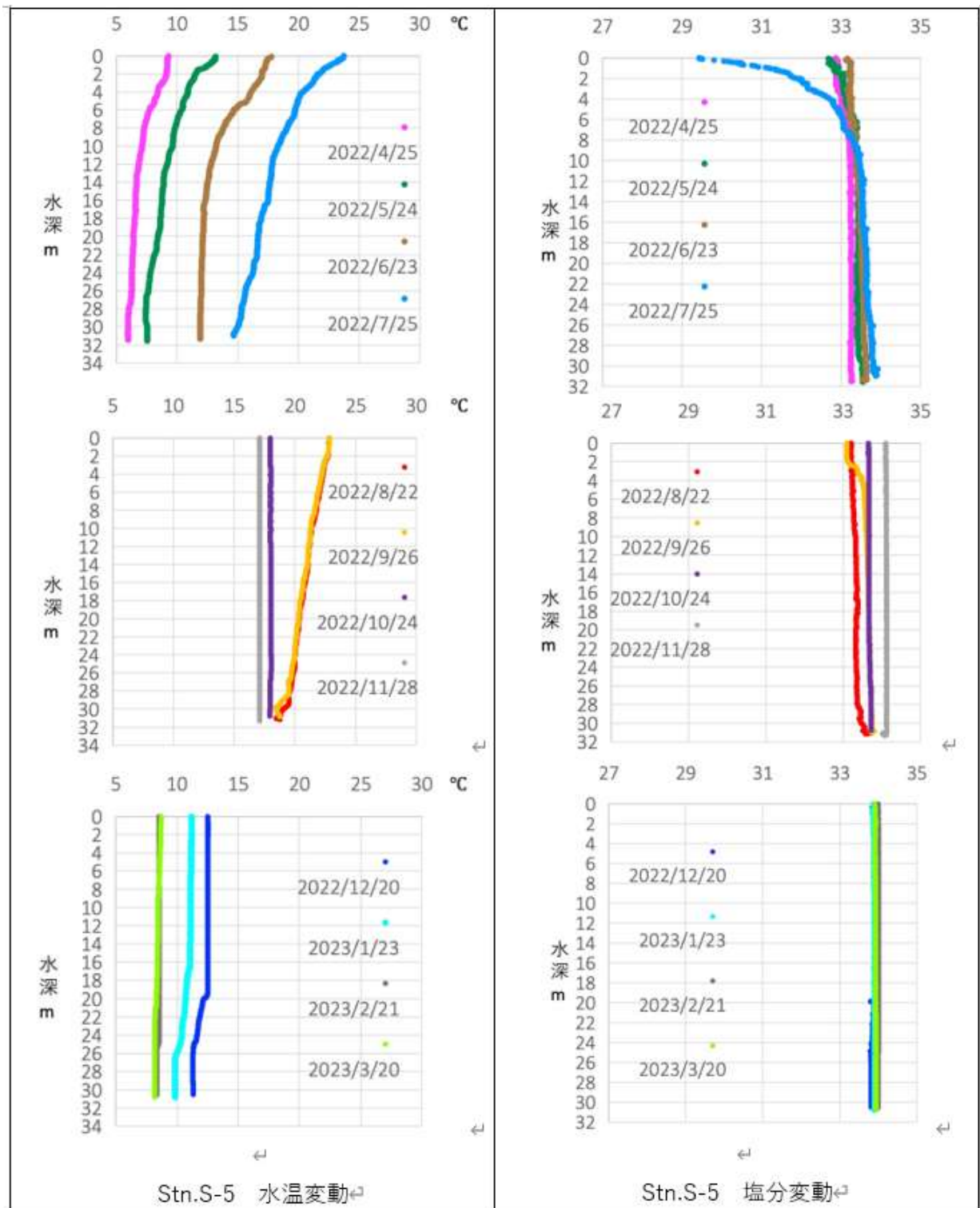


図 B.1.12 Stn.S-5 における水温・塩分の定期観測結

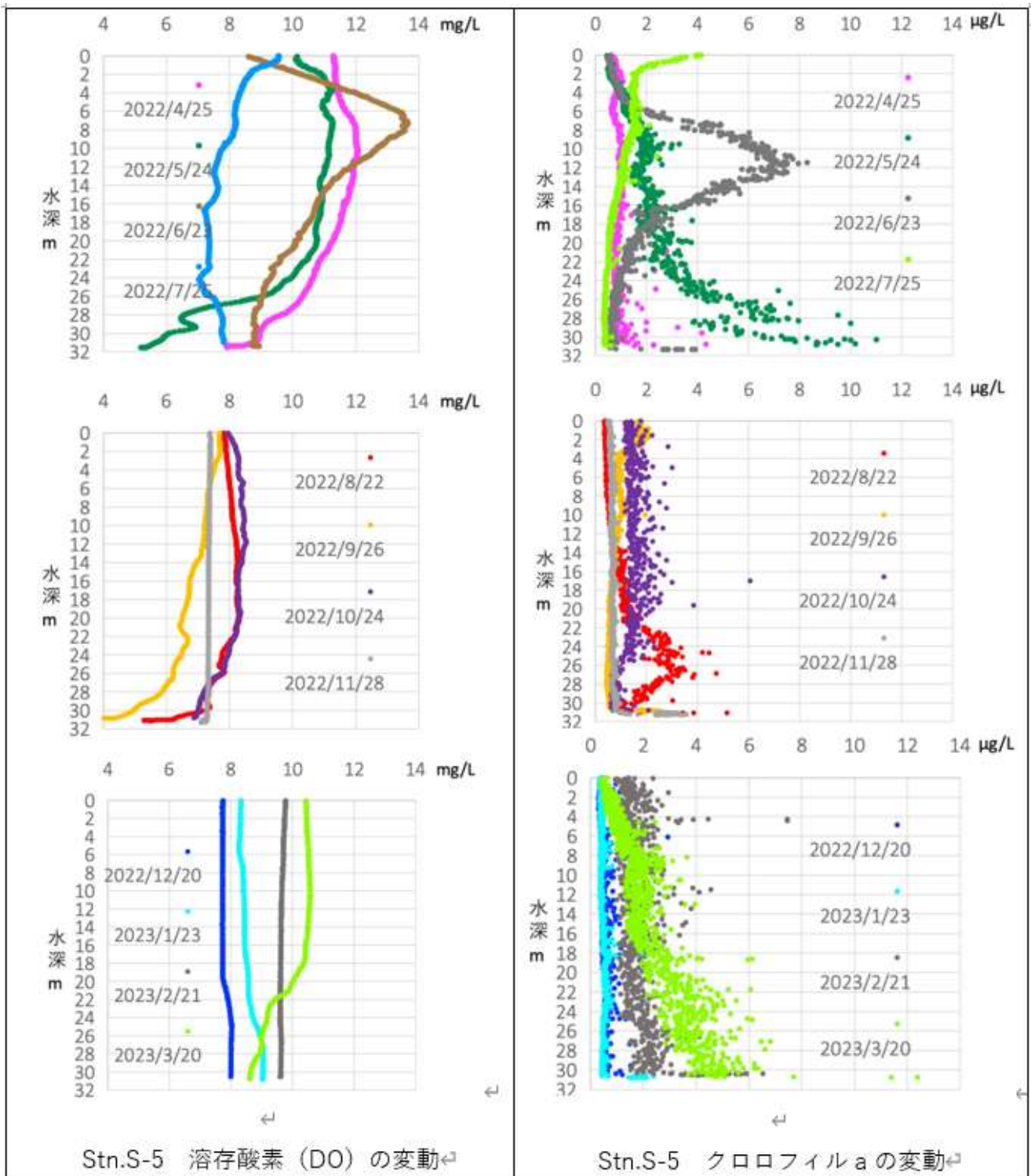


図 B.1.13 Stn.S-5 における DO・クロロフィルの定期観測結果

(3) 採水サンプルの分析結果

ア. 栄養塩類

採水したサンプルを宮城県気仙沼水産試験場にとって分析した結果、栄養塩濃度は表層は底層と比べて低く、特に夏季はチッ素、リンともに低い傾向が見られた(図 B.1.14)。成層の影響で表層の栄養塩のみが枯渇したものとみられる。鉛直混合の起こる秋から冬にかけては、表層と低層の差は小さかった。

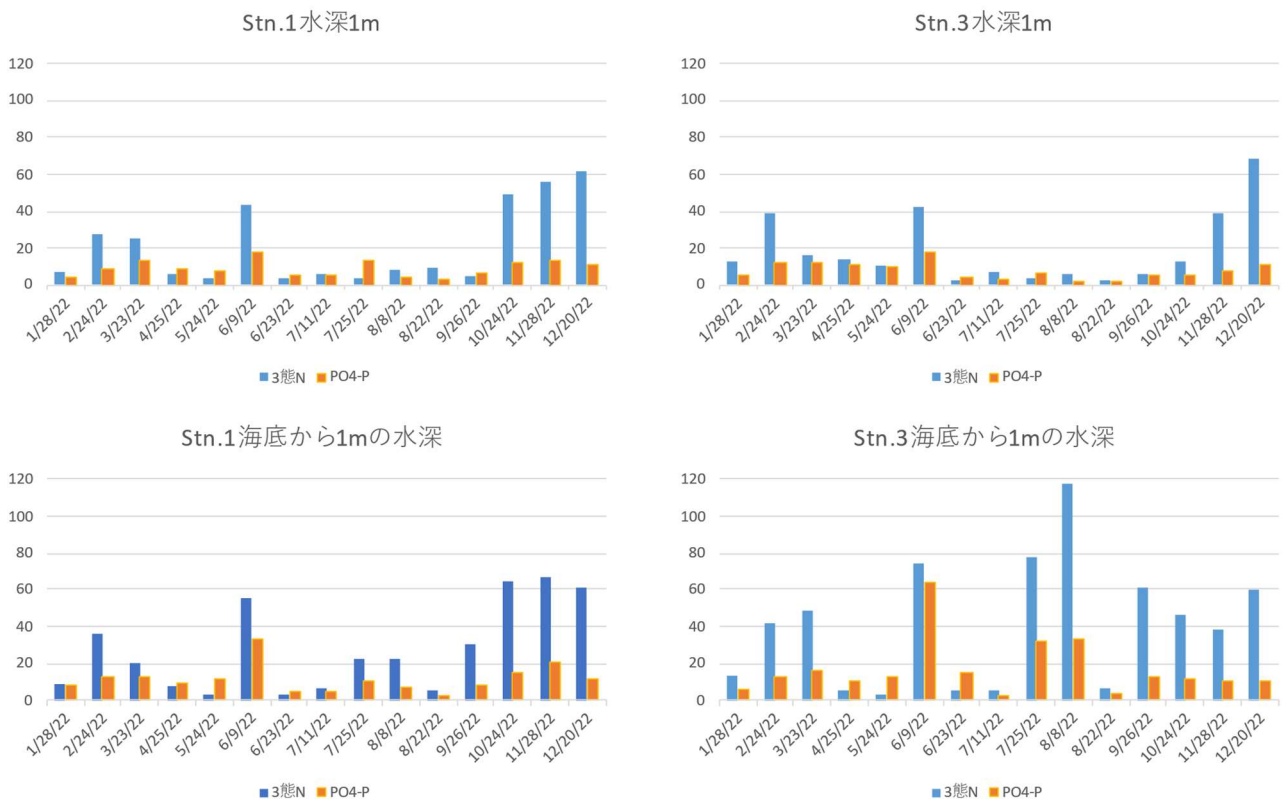


図 B.1.14 Stn.S-1～4 における栄養塩類の変動

イ. アラゴナイト飽和度

毎月の採水により DIC、TA、塩分の値を測定し、pH 及びアラゴナイト飽和度 (Ω ara) を算出した(図 B.1.15、図 B.1.16)。各採水日におけるアラゴナイト飽和度は、表層ではカキやウニの幼生にすぐさま影響を与える値ではなかったが、底層では夏季に 1.7 を下回る値も見られ、ウニやカキの幼生の出現時期とも重なることから引き続き注視していく必要がある。

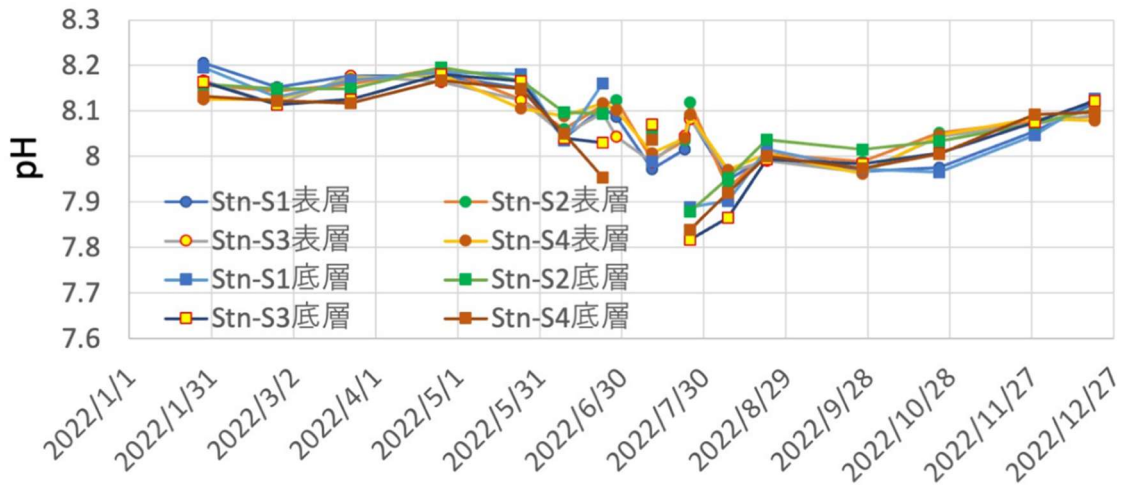


図 B.1.15 Stn.S-1～4 における pH の変動

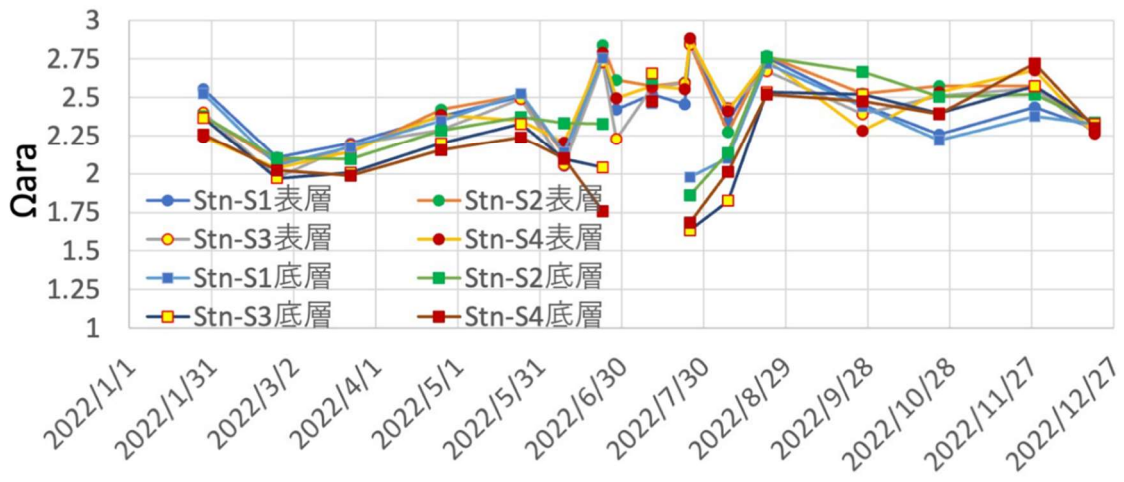


図 B.1.16 Stn.S-1～4 におけるアラゴナイト飽和度 Ω_{ara} の変動

B.2 マガキ浮遊幼生の観測

(1) 観測方法および結果

宮城県気仙沼水産試験場が、志津川湾内 10 定点(図 B.2.1)において実施した計 7 回の調査(7 月 26 日、8 月 2 日、8 月 11 日、8 月 16 日、8 月 23 日、8 月 30 日、9 月 6 日)における顕微鏡による目視観察では浮遊幼生の形態異常は見つからなかった。また、検鏡後のサンプルを撮影し、詳細に観察し、異常形態の画像と図 A.1.27~29 と比較し検証したが、特に問題になるような浮遊幼生は発見されなかった(図 B.2.2)。

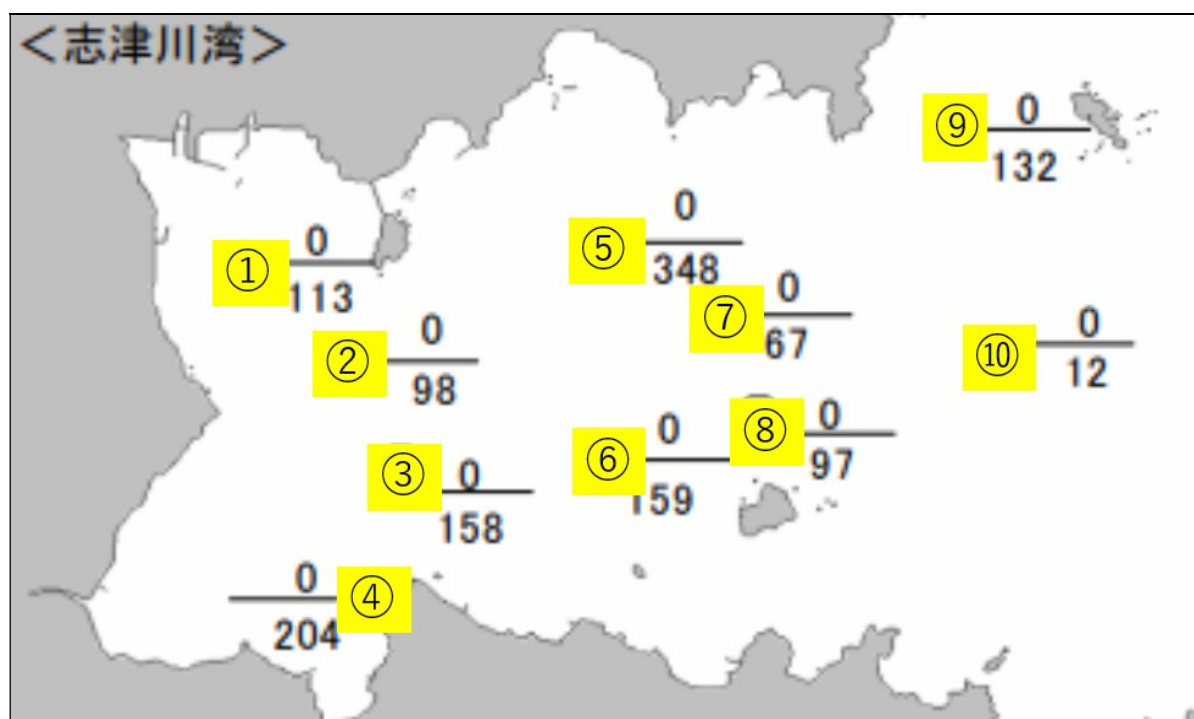


図 B.2.1 志津川湾におけるカキ浮遊幼生観測定点

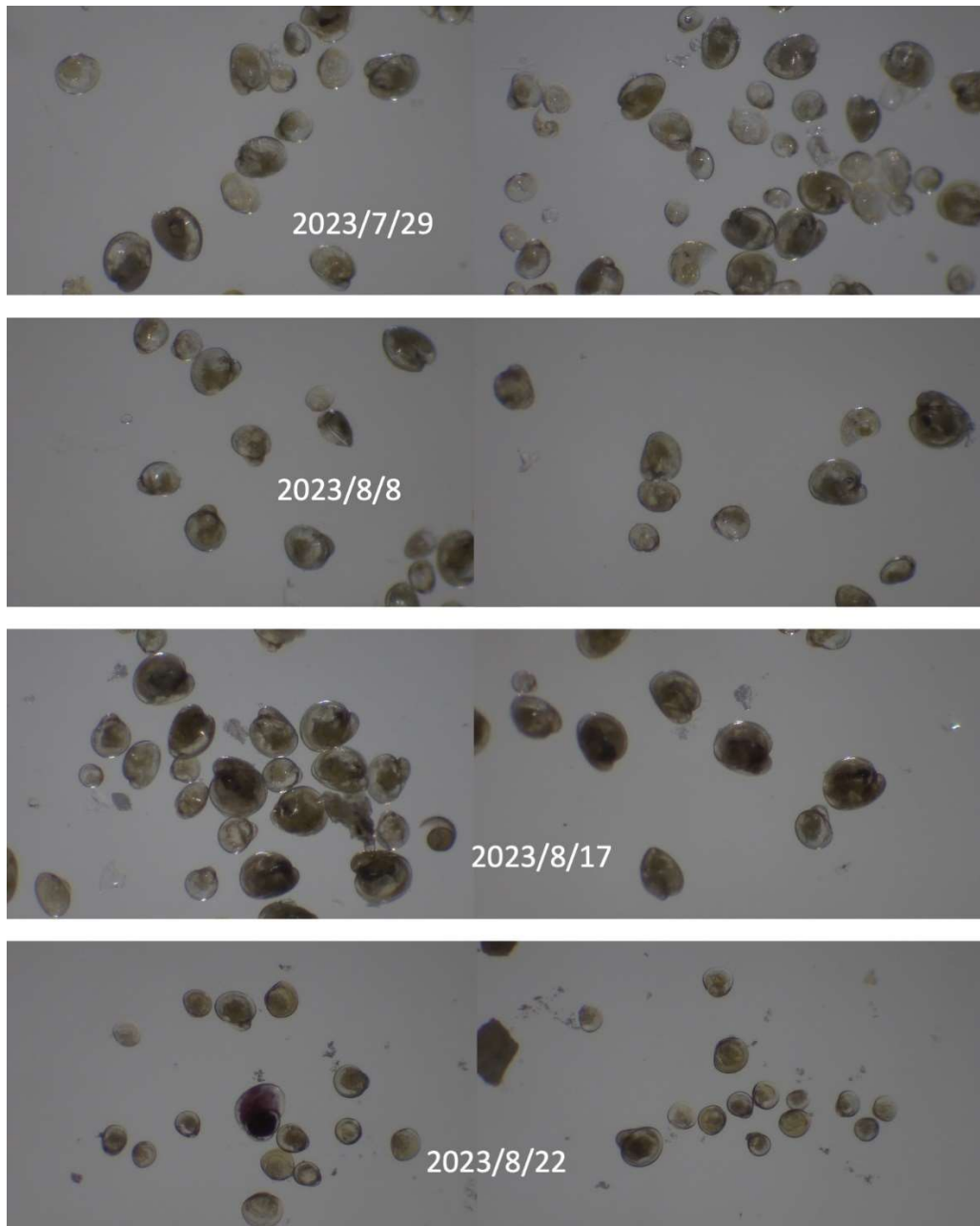


図 B.2.2 志津川湾で採取されたマガキ浮遊幼生の顕微鏡画

C 広島県廿日市地先(以下、廿日市)における海洋観測

C.1 定点連続観測

(1) 観測方法

廿日市市地先にある水産研究・教育機構水産技術研究所廿日市庁舎の敷地内観測サイトに Stn.HH-1:淡水供給源近傍(図 C.1:水深 5m)を設け、水面下 1m に次の観測機器①～④を 1 台ずつ設置し、保守管理、データ回収とデータ整理解析を行った。

また、2022年8月26日から、底層(海底上1m)にも①、③、④、⑤、⑥を設置し、連続観測を行ったが、③クロロフィル・濁度については2022年11月2日までの観測とした。

- ① ワイパー式メモリー水温塩分計 INFINITY-CTW ACTW-USB (JFE アドバンテック 株)
- ② 海水用pHセンサーSPS-14 (紀本電子工業株)
- ③ ワイパー式メモリークロロフィル濁度計 INFINITY-ACLW2-USB (JFE アドバンテック 株)
- ④ ワイパー式メモリー DO 計 INFINITY-AROW2-USB (JFE アドバンテック株)
- ⑤ pH センサーHOBO MX2501 (Onset)
- ⑥ 深度計 DEFI2-D10 (JFE アドバンテック)

観測場所 (広島県廿日市市, 水産機構廿日市庁舎)

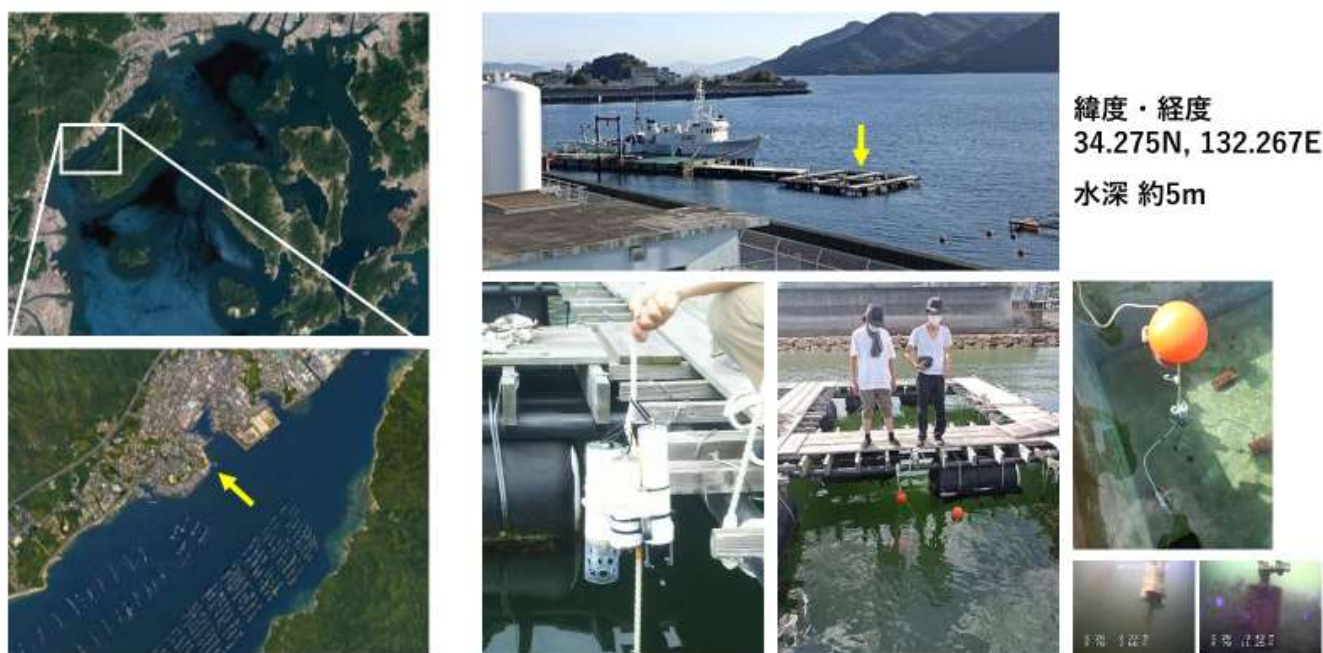


図 C.1 廿日市における観測定点 Stn.HH-1

観測期間は2022年4月～2023年3月までとし、原則として1カ月に1～2回の観測機器に付着した生物の除去等の清掃と2～3カ月に1回のデータ回収を行うとともに、②については2～3カ月に1回程度の頻度で人工海水を用いたセンサーの校正作業を行った。また、すべての観測機器について、適宜、電池を交換する。得られたデータについては基本的な整理、解析を行った。

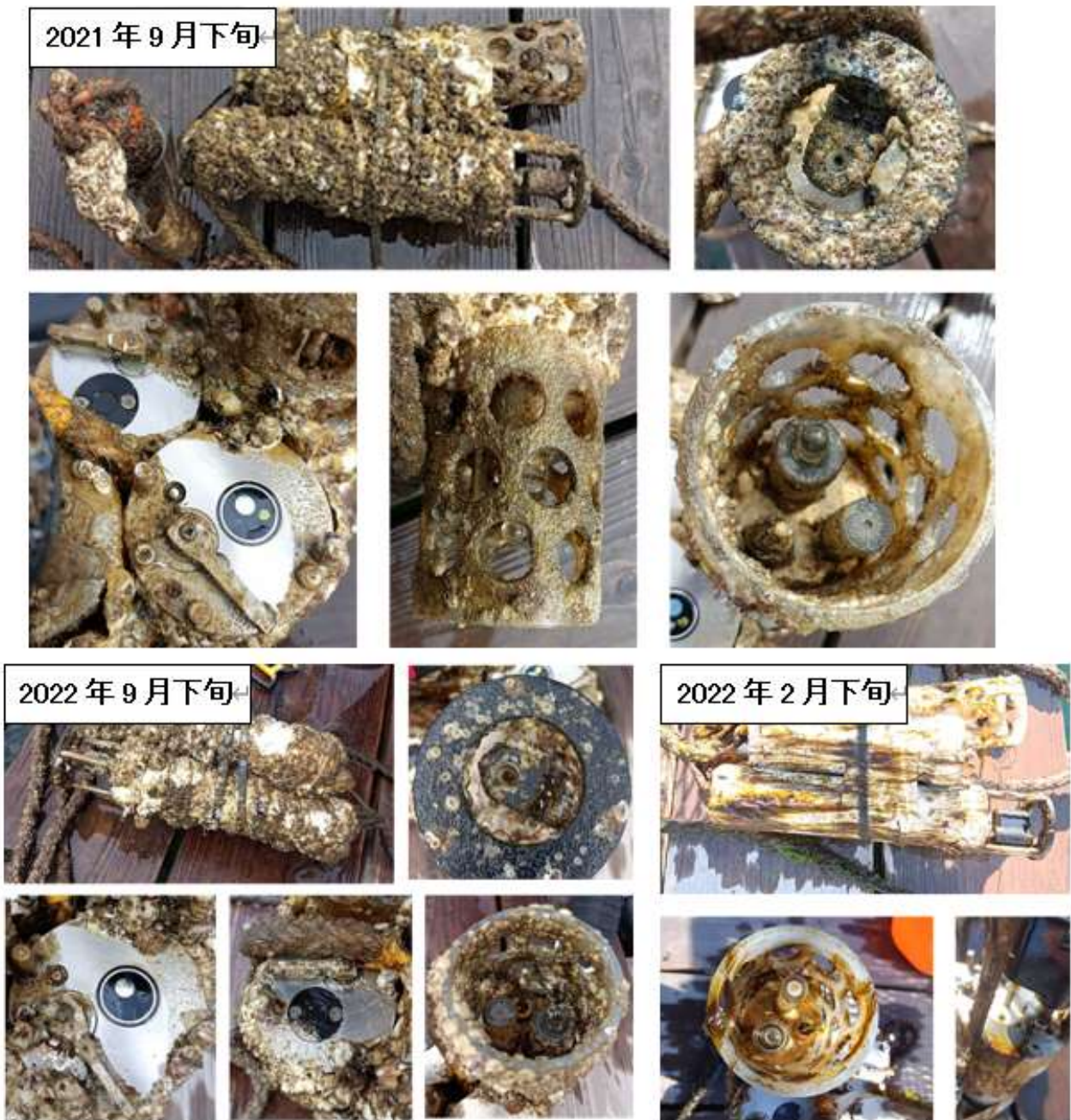


図 C.2 連続観測測器の付着生物の状況

付着生物の着生は夏季に多く、冬季に少なく、表層に多く底層で少なかったが、9月中には表層で1~2回/週、底層で1回/月程度の清掃が必要であった。

(2) 観測結果

2021年6月~2022年12月までの表層水温は8.85~30.97°C、底層水温は11.07~28.16°Cであった。表層水温の積算水温が、マガキ産卵の目安とされる600°Cを超えたのは2022年6月18日であった。

表層塩分は6.46~32.47、底層塩分は14.56~32.21で、特に表層ではまとまった降雨の後に顕著に低下した

表層クロロフェイルは0.52~511.82、底層クロロフェイルは0.65~100.67で、表層では植物プランクトンが増殖する7~10月にいくつかのピークが認められた。

表層DOは109.3~459.9 μmol 、底層DOは46.5~380.4 μmol で、底層DOは8~9月にかけて低い値を示した。

表層pHは7.36~8.62で最低値は7.4を下回り、7~9月の塩分低下時と10~11月のDO低下時に著しく低下した。底層pHは7.45~8.17と最低値は7.45まで下がったがpH低下時にはDOの低下が伴った

表層 Ω_{ara} は0.13~4.73で、1.5を下回ったのは7~9月の塩分低下時と10~11月のDO低下時で、0.13と特に極端に低下したのは継続した降雨の後であった。

底層 Ω_{ara} は0.17~3.34で、特に8~9月にかけて1.5を大きく下回ったが、この際にもDOの低下が伴った。

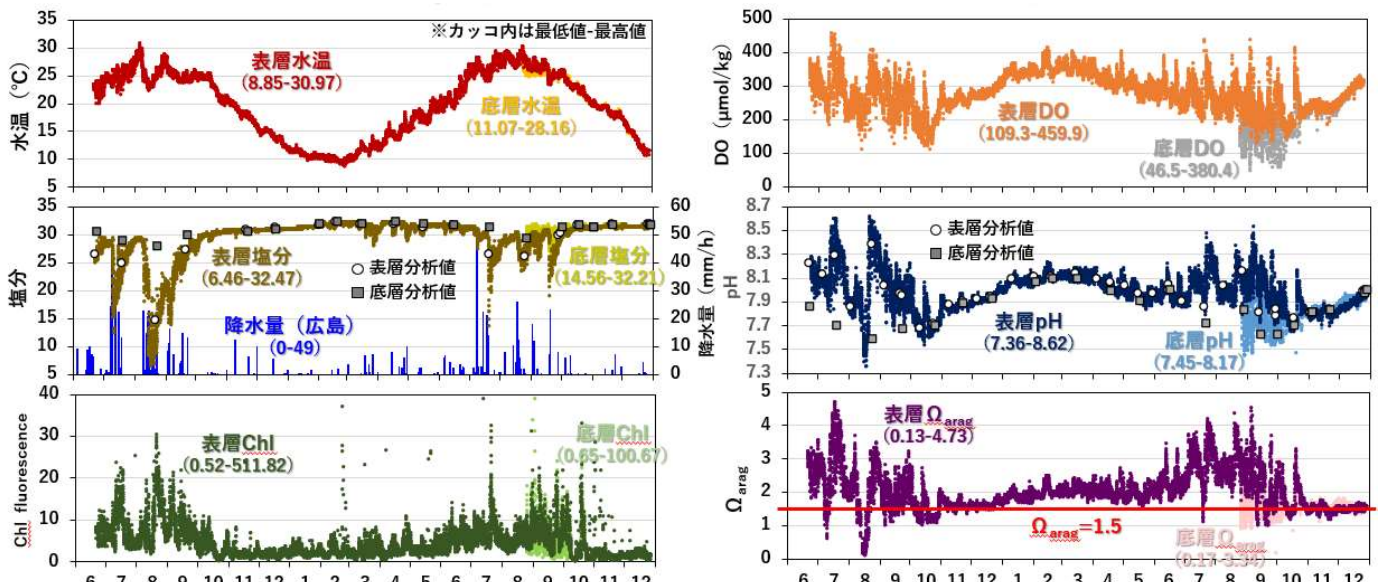


図 C.3 Stn.HH-1 における連続観測結果

表層:2021年6月22日~2022年12月28日

底層:2022年8月26日~2022年12月28日(クロロフィルは11月2日まで)

C.2 定期観測

(1) 観測方法

2022年4月～2022年3月まで、HH-1(図 C.1)において、毎月1回、多項目水質計 AAQ-RINKO(JFE アドバンテック株)を使用し、T, S, Chl, DO, pH を測定して解析し、定点の海域特性や季節変化等を把握した。

また、2022年6月～2022年3月まで、上記の定点観測に併せて毎月1回、表層(1.0m)と底層(海底面上1.0m)で採水し、分析用サンプルとして国立研究開発法人 JAMSTEC に発送する。採水方法等は p.29-30「酸性化モニタリングのサンプルの採水方法と保存方法」に従った。

JAMSTEC においては、滴定法など標準手法を用いて塩分(S)、溶存態無機炭素(DIC)、全アルカリ度 (A_T)を分析し、これらの数値からアラゴナイト飽和度(Ω_a)を算定した。また、測定された A_T と DIC を用いて、現場で計測された pH の事後校正を行う。なお、栄養塩の分析については、水産研究・教育機構 水産技術研究所において行うこととする。

(2) 観測結果

顕著に成層している時期の9月30日(測定時は大潮満潮で水深約6.5m)の鉛直プロファイルを見ると、特に pH が表層 7.82～7.85、底層 7.55 と大きな差があり、DO の低下とよく連動していた。

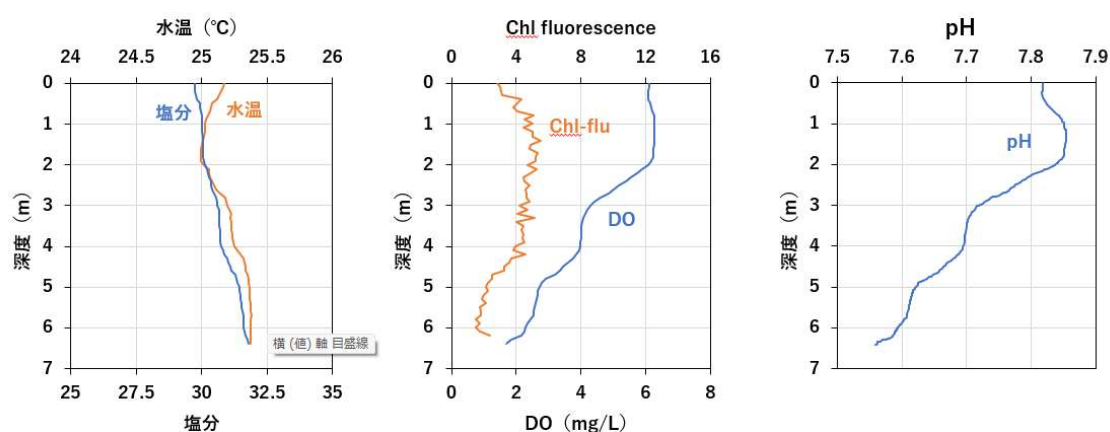


図 C.4 Stn.HH-1 における鉛直プロファイル(2022年9月30)

(3) 採水サンプルの分析結果

ア. 栄養塩類

採水サンプルは0.45 μm のフィルターで濾過後、 -20°C 以下で冷凍保存し、後日に解凍して分析に供した。分析は、QuAAtro39(ビーエルテック)で実施した。

表底、底層ともにDIN、DIP、DSiの季節変動は概ね一致しており、1~6月に低く、7~12月に高い傾向にあった。

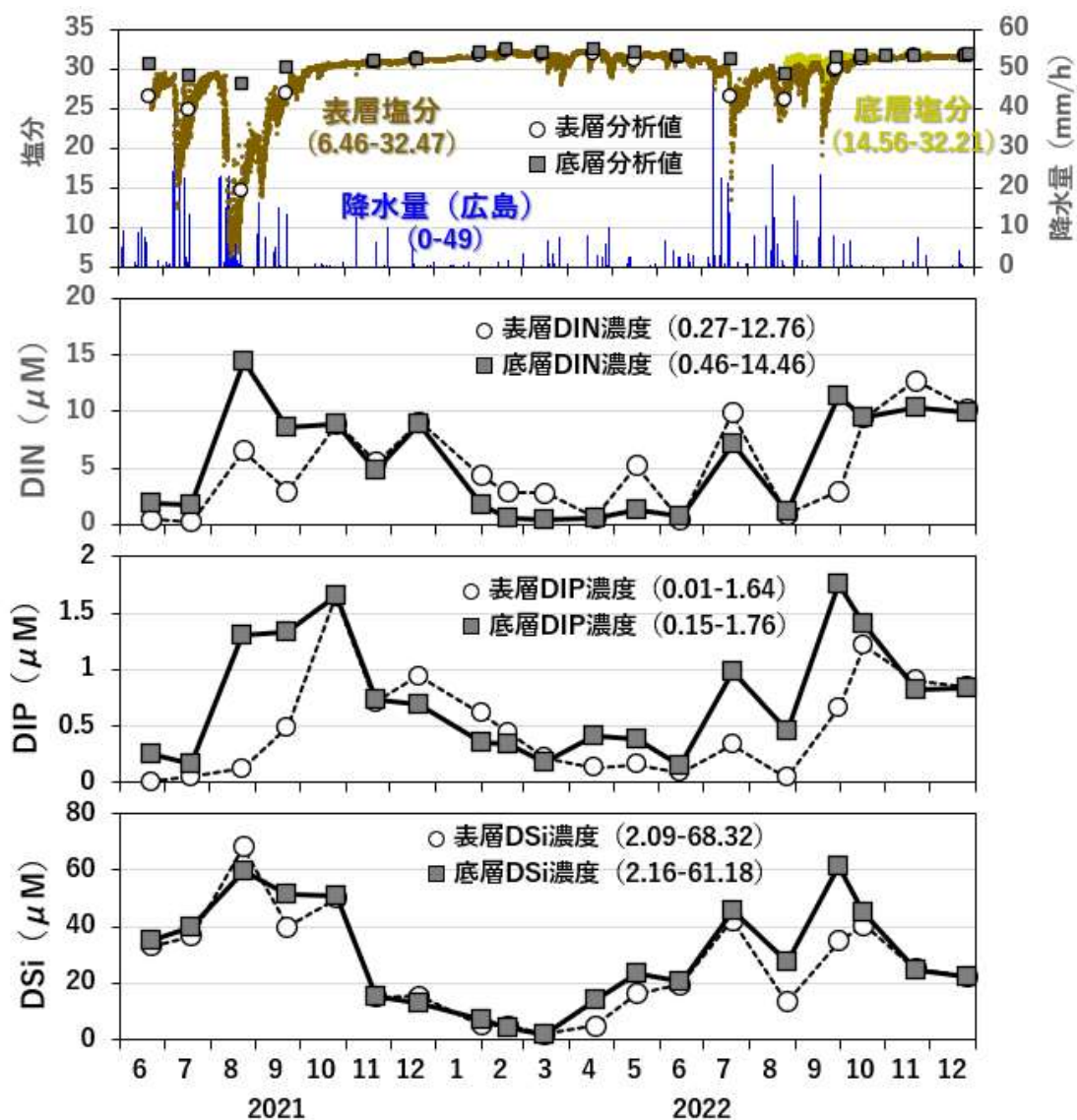


図 C.4 Stn.HH-1 における栄養塩類の変

C.3 まとめと考察

秋季の pH および DO の変動要因については、pH の変動は DO の変動とよく一致しており、表層・底層の pH 差と DO 差の間には明らかに正相関が認められる(図 C.5, C-6)。DO 増加時にはクロロフィルが増加し、周期性が認められる。DO・pH・Chl の変動は類似しており、大潮・小潮周期と概ね一致しているように見え、小潮時に振れが大きくなって大潮時に小さくなる。例外なのは、台風通過時の 9 月中旬から下旬で、台風が接近して強風のため鉛直混合されてその後に成層した状況が見受けられた(図 C.7, C.8)。

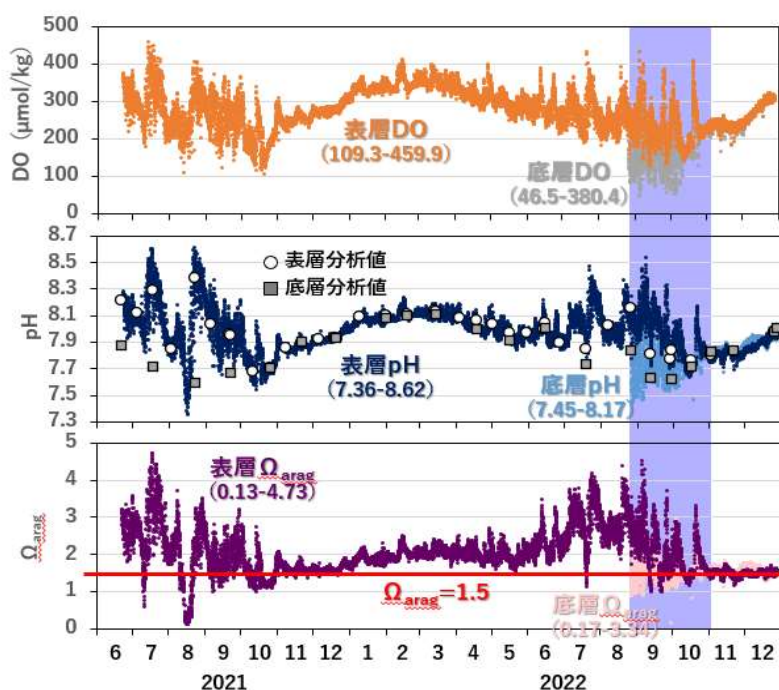


図 C.5 Stn.HH-1 における表層・底層の DO・pH・ Ω_{arag} の変動

大潮時 8 月 28 日 0:00~8 月 30 日 0:00、小潮時 9 月 4 日 0:00~9 月 6 日 0:00 で拡大して見てみると、満潮時には半日周期でかなり変動しており、例えば満潮により水深が深くなって底に貧酸素水塊差し込んできて DO が減少するようなことが起こっている。小潮時には半日周期に日周変動が加わってきて半日周期がクリアにはなっていなかった。

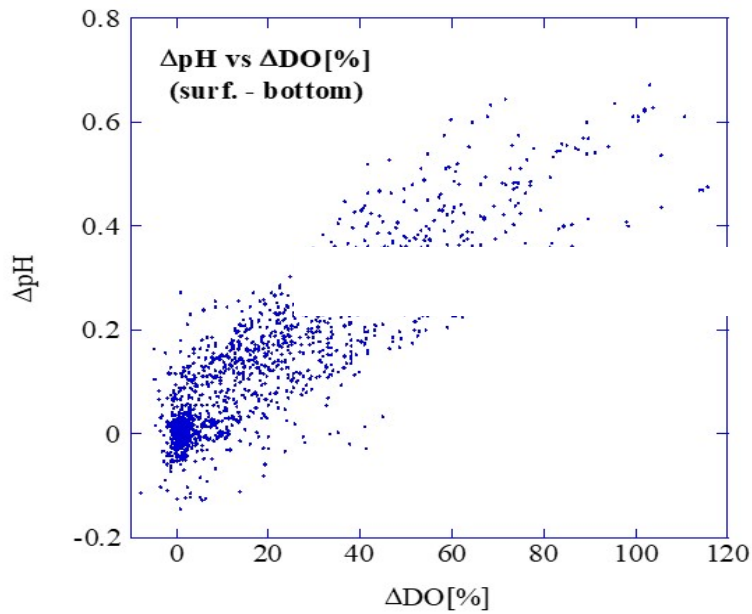


図 C.6 Stn.HH-1 における表層・底層のpH差と DO 差の相関(両者に正の相関)

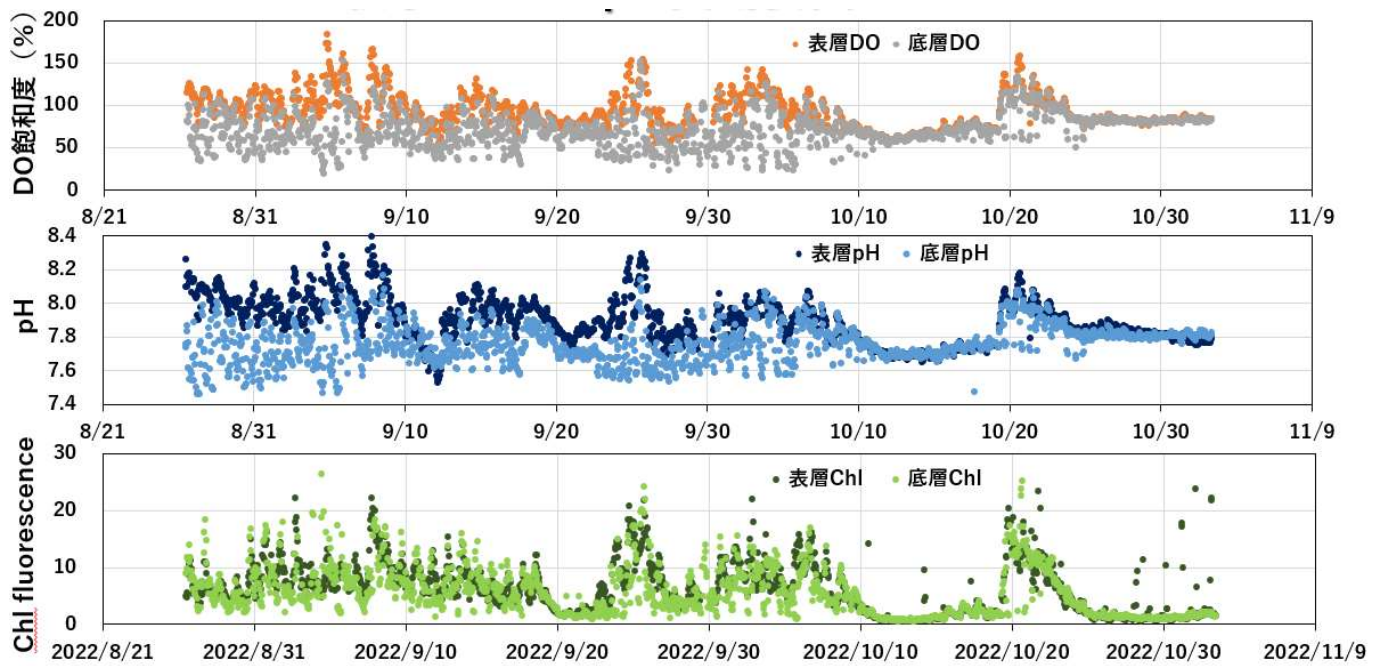


図 C.7 Stn.HH-1 における表層・底層の DO・pH・Chl の変動

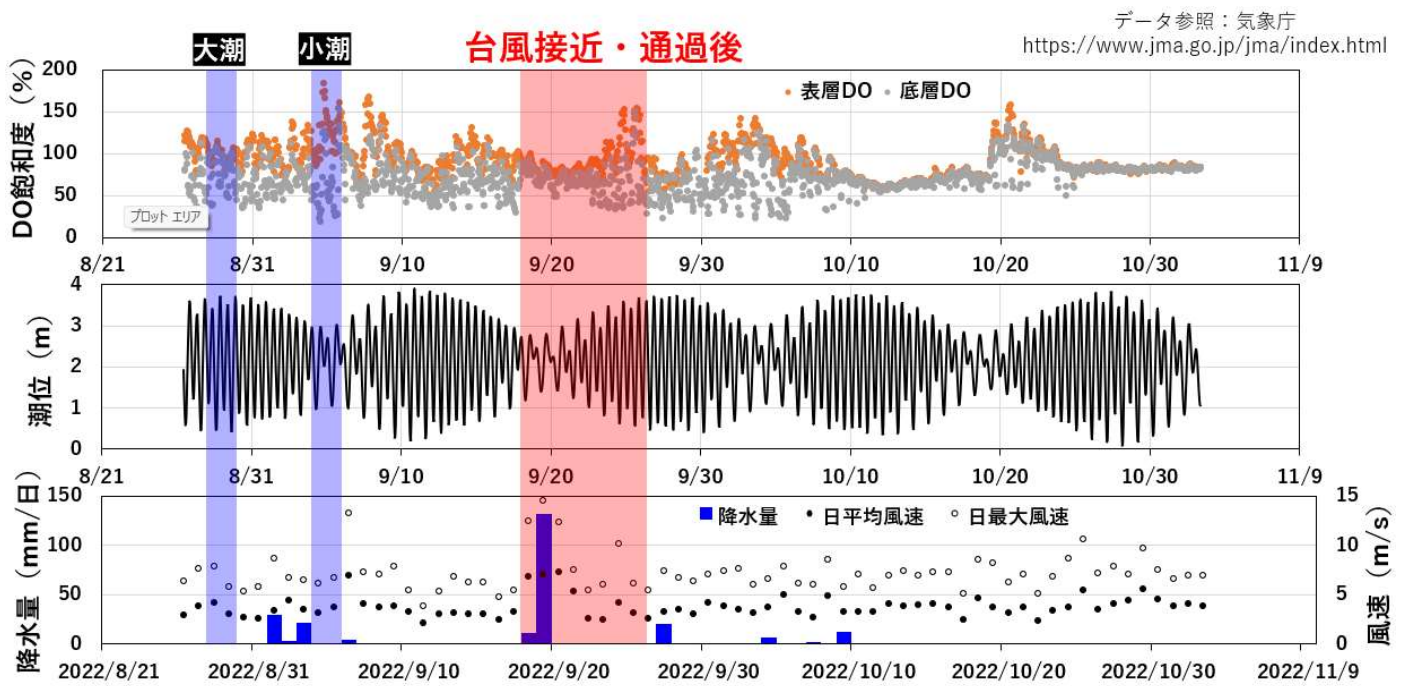
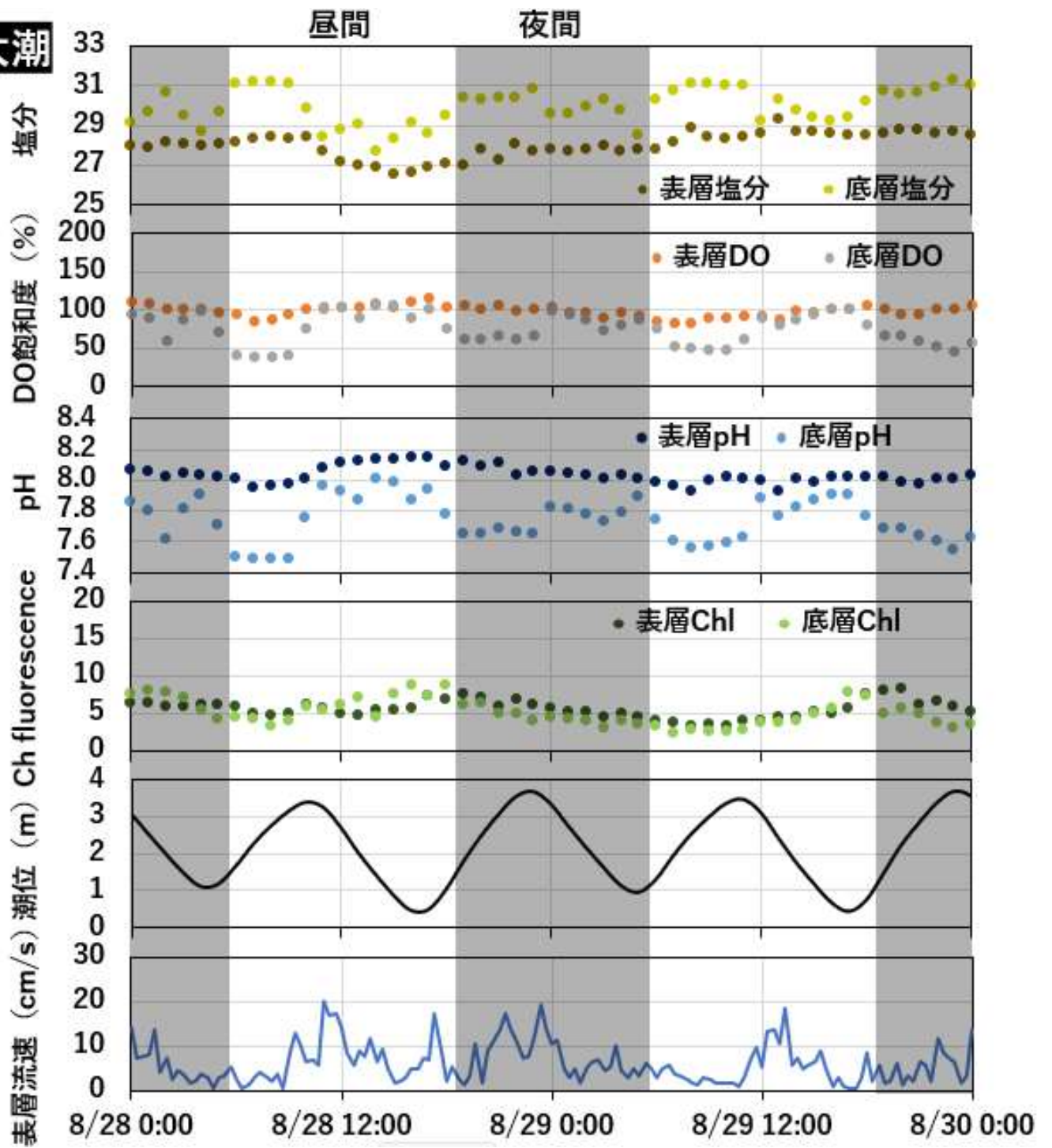
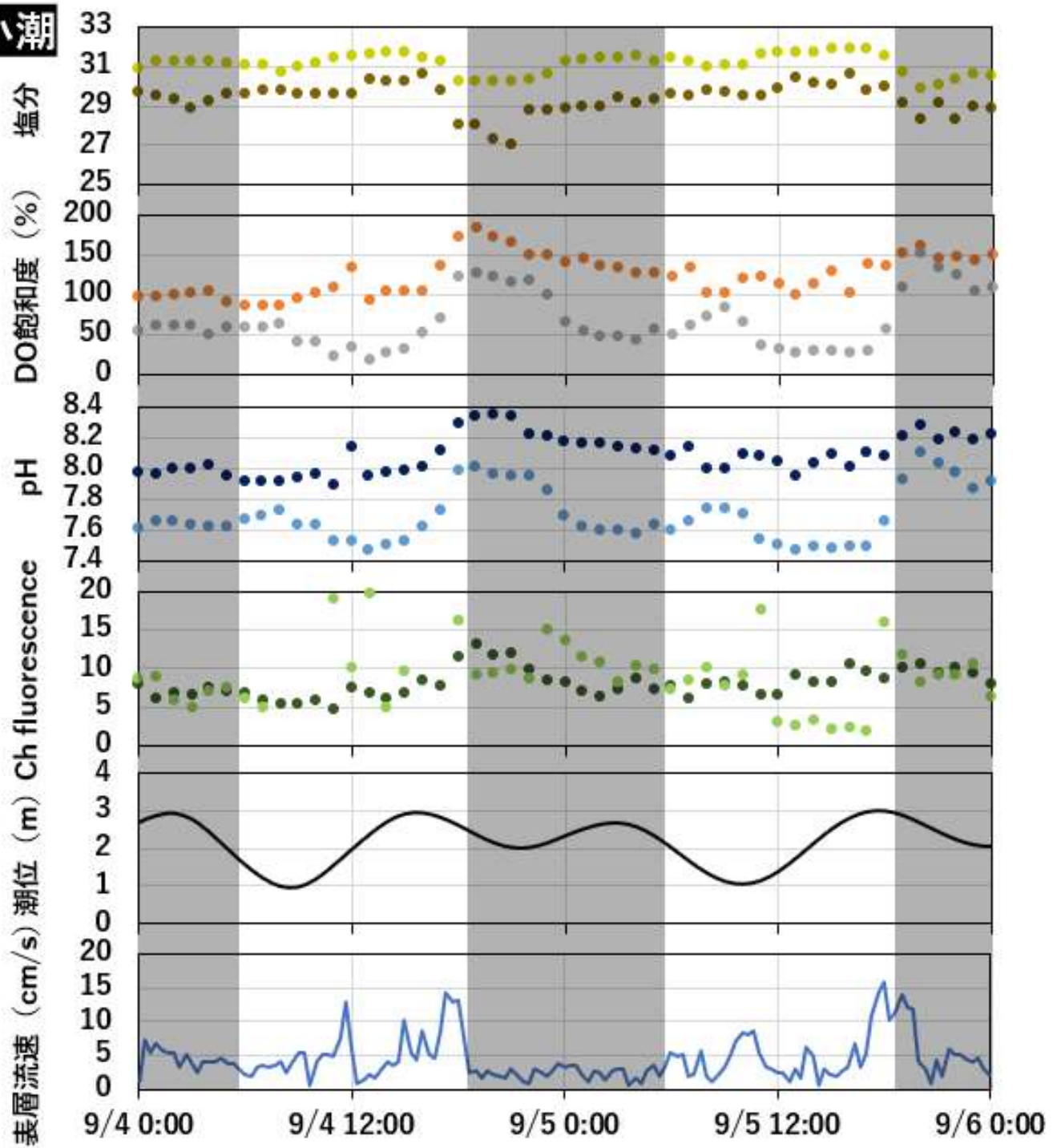


図 C.8 Stn.HH-1 における表層・底層の DO と潮位・気象の関係

大潮



小潮



D. 豊後水道における海洋観測

D.1 定点連続観測

(1) 観測方法

豊後水道は、南から侵入する黒潮水塊と、北から河川水や下水等の影響を受けた内海の水塊が流下し、これらが約 25～30km の範囲で激しく鉛直混合される海域で Stn.B-1～B-3 の 3 つの観測定点を設け(図 D.1)、それぞれの海域特性に応じて次の観測機器①～④を選択して設置し、2022 年 4 月～2023 年 3 月までの保守管理データ回収、データ整理解析を行った。



図 D.1 豊後水道における観測定点 Stn.B-1、B-2、B-3

- ① ワイパー式メモリー水温塩分計 INFINITY-CTW ACTW-USB (JFE アドバンテック株)
- ② 海水用pHセンサーSPS-14 (紀本電子工業株)
- ③ ワイパー式メモリークロロフィル濁度計 INFINITY-ACLW2-USB (JFE アドバンテック株)
- ④ ワイパー式メモリー DO 計 INFINITY-AROW2-USB (JFE アドバンテック株)

Stn.B-1 は佐田岬先端で鉛直混合域の特性を代表する海域で、地先の流れが強く海底は深く抉られ水深 300mに達し、外洋深層水が差し込み栄養塩の豊富なエリアである。ここでは、愛媛大学沿岸環境科学研究センターにより、2004 年以降、水温、塩分、Chl.a/濁度、pH、栄養塩濃度のモニタリングを継続しており

(DOは0.7mで飽和のため未測定)、pHは2021年6月から測定を開始した。センサー間隔は20分、栄養塩間隔1日、センサー清掃1回/月、センサー設置水深2mで、栄養塩濃度の採水場所は、図D.2の2004~2010年にはStn.1、2010年以降はStn.2である。付着生物は少ないが、薄膜状のものに被われるので1回/月程度の頻度で清掃した。



図 D.2 佐田岬先端 Stn.B-1 の概況

2020/10/22 - 2021/6/7



半年経過後
生物付着状況

2021/6/7 - 7/5



2021/7/5 - 8/6



2021/8/6 - 9/9



図 D.3 佐田岬先端 Stn.B-1 における生物付着状況

Stn.B-2 は西部の佐伯湾の大規模なブリ養殖場の近傍にあり、南西に位置する大入島ではカキ養殖が盛んに行われており、九州の河川水の影響を強く受ける海域でもある(図 D.1)。大規模なブリ養殖場がすぐ近くにあり、自動昇降式センサーによる環境モニタリングも行われている。観測測器は自動昇降観測筏 Stn.1(図 D.4:水深 41m) (図 D.4)に設置し、センサー間隔 20 分、栄養塩濃度も高く付着生物は多いので清掃頻度 1 回/週で、水温、塩分、流向流速、クロロフィル・濁度、pH、DO を測定した。

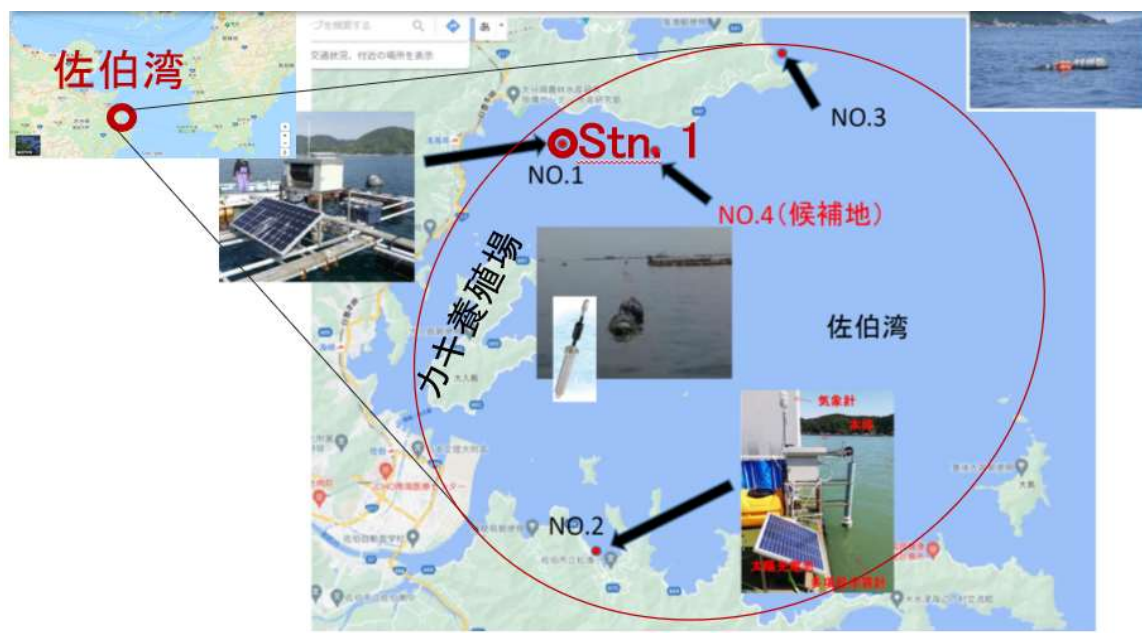


図 D.4 佐伯湾 Stn.B-2 の概況



図 D.5 内海 Stn.B-3 の概況

Stn.B-3 は東部の内海で、黒潮の影響を強く受ける海域である。御荘湾の湾口部にあるマグロとスマの養殖筏Stn.1(図 D.5: 水深 53m)に観測機器を設置し、センサー間隔 60 分、清掃頻度 1 回/月で、水温、Chl.a/HAI index、DO、pH、塩分を連続観測した。また、赤潮を感知する HAI センサーによる赤潮モニタリングも実施されている。

(2) 観測結果および考察

佐田岬先端 Stn.B-1 では、2022 年 9 月初めに超大型台風に襲われ観測機器が流失し、塩分計は破損したためその後欠測となったが、他のセンサーは海底から回収でき観測を再開した。pH は 7 月上旬から 10 月上旬にかけて 8 を下回る数値が継続的に認められ、この間の最低値は 7.85 であった。やはり、これには塩分低下が伴っており、北からの内海水または大分川など九州の河川水の流入によるものと考えられた。

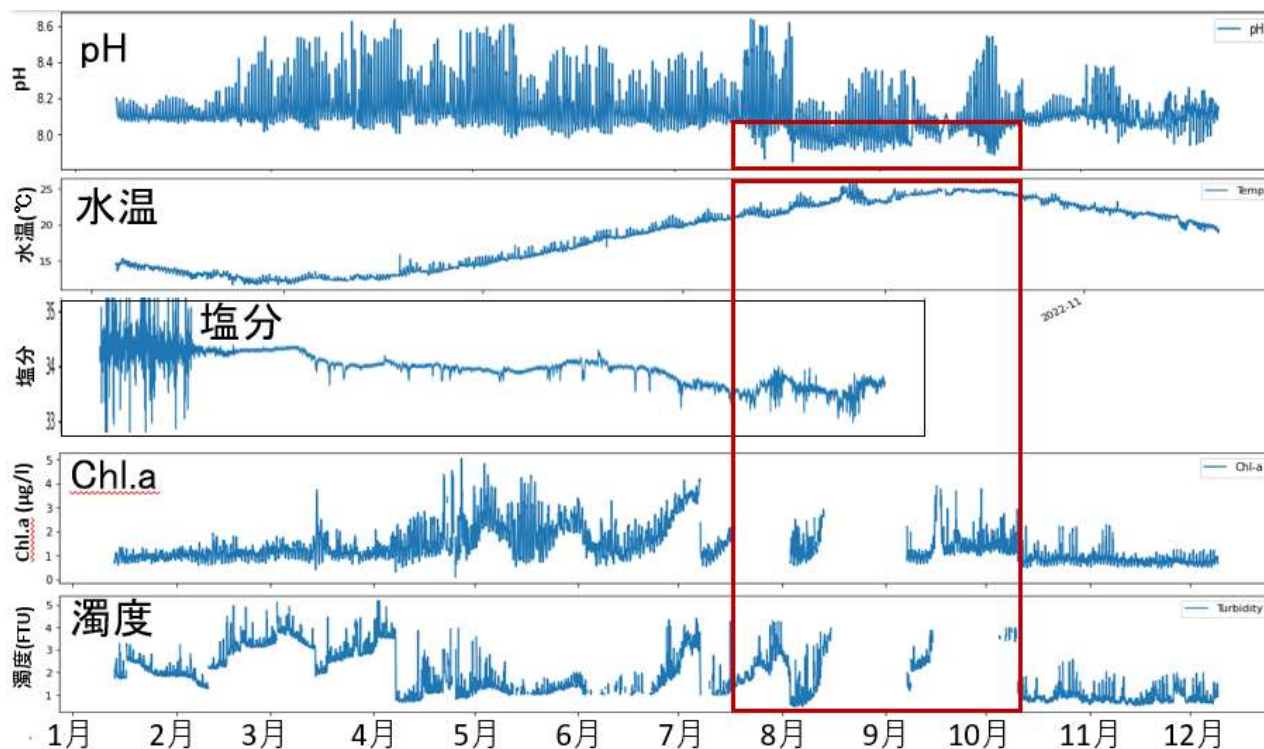


図 D.6 佐田岬先端 Stn.B-1 における 2022 年 1 月～12 月の時系列変化

佐伯湾 Stn.B-2 でも、初めて佐伯湾の高精度 PH 変動が捉えられた。水深5mにセンサーを設置し 50 分ごとに取得したデータによれば、pH は夏季に低く、6～7月に塩分が 3 回ほど下がった後にpHが下がって負のピークが現れ、9 月には DO 低下に伴って pH が低下するなど、ここでも陸水や瀬戸内海内部の水塊の影響が示唆された。

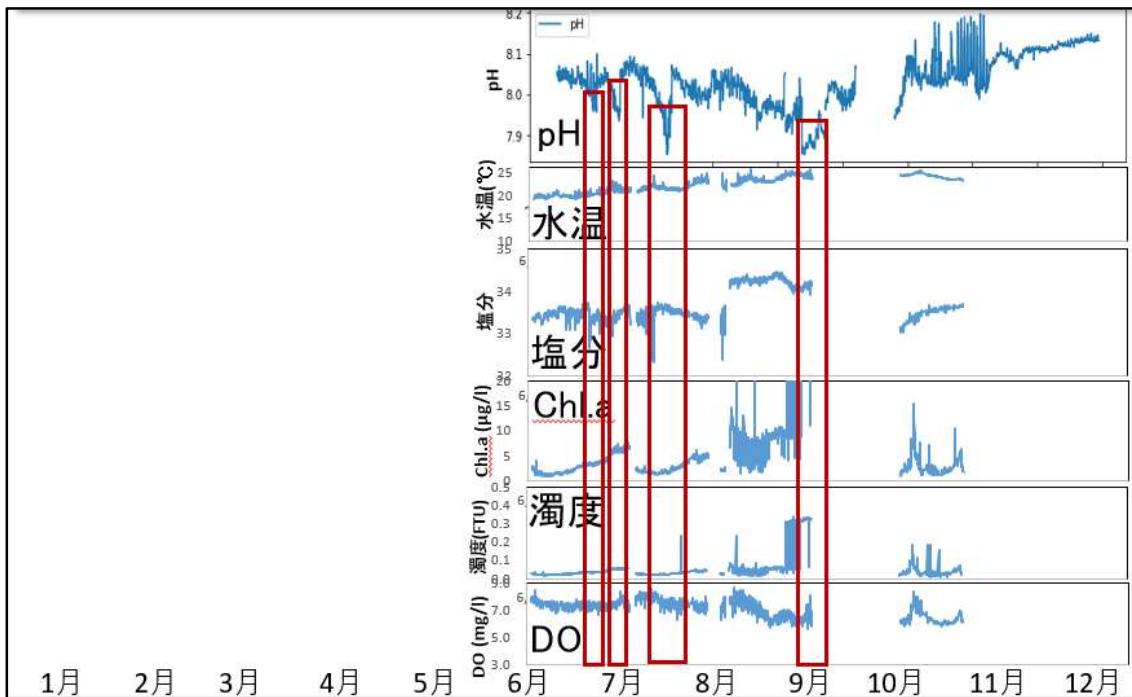


図 D.7 佐伯湾 Stn.B-2 における 2022 年 6 月～12 月の時系列変化

内海 Stn.B-3 においても、台風による欠測はあったものの、初めて高精度 PH 変動が捉えられた。他の定点と大きく異なる点は、pH の日周変動が小さく、夏季は秋季よりも低い値を示したものの、顕著な負のピークは認められず、6～11月までの間に8を下回ることがなかったことで、黒潮の影響を強く受けていることが示唆された。

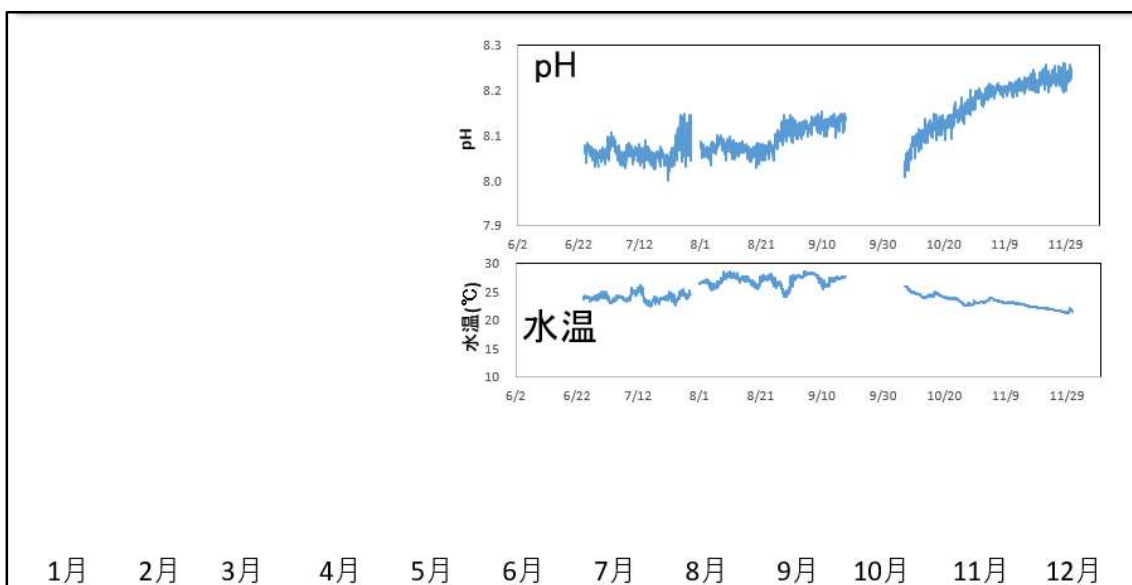


図 D.8 内海 Stn.B-3 における 2022 年 6 月～12 月の時系列変化

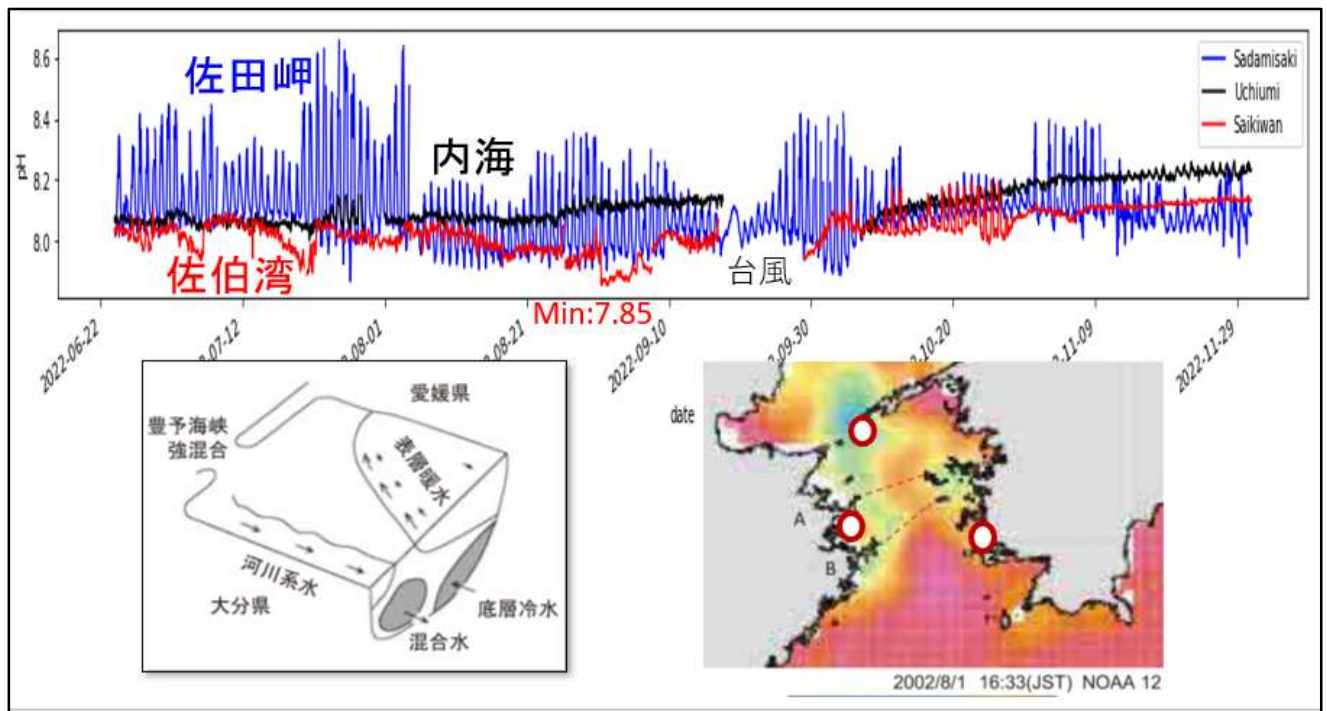


図 D.9 Stn.B-1～B-3 における観測結果のまとめ

豊後水道 3 定点の pH 時系列を重ねてみると(図 D.9)、最低 pH は、陸水や瀬戸内海内部水の影響を受ける佐伯湾と佐田岬で見られ、外洋の黒潮系水の影響を受ける内海の pH は高い傾向が見られ、ここでは水温も他定点より 2℃程度高かった。この期間のセンサー値による最低値は、佐田岬と佐伯湾で pH7.85 程度であった。日周変動は、海域差が大きく、特に佐田岬で日周変動が著しく大きいことがわかった。黒潮水塊は四国側に沿って侵入し佐田岬周辺で内海水と混合され、九州側から外海に出て行くため、このような現象が生じていると考えられる(図 D.9)。佐田岬 Stn.B-1 では、日周変動が特に大きく、季節によっても変動するし、潮流が非常に強いので大潮、小潮によっても大きく変動する。冬季の 3 日間の pH と塩分、pH と水温、pH と Chl.a、pH と潮汐の日周変動をグラフ化すると(図 D.10)、水温と正の相関、Chl.a と負の相関が認められ、潮汐に関連し、下げ潮時に pH が低下していることから、瀬戸内海内部水の影響が強く示唆された。

季(5月14日-16日)の3日間で見ると(図 D.11)、水温と非常に良い正の相関、Chl.a と負の相関が認められた。潮汐に関連しているようにも見えるが、Chl.a と負の相関は盛んな光合成で植物プランクトンが増殖したものの動物プランクトンなどに捕食された可能性もあり、単純な応答ではなく、さらなる検証が必要である。

2022年2月12日-2月14日

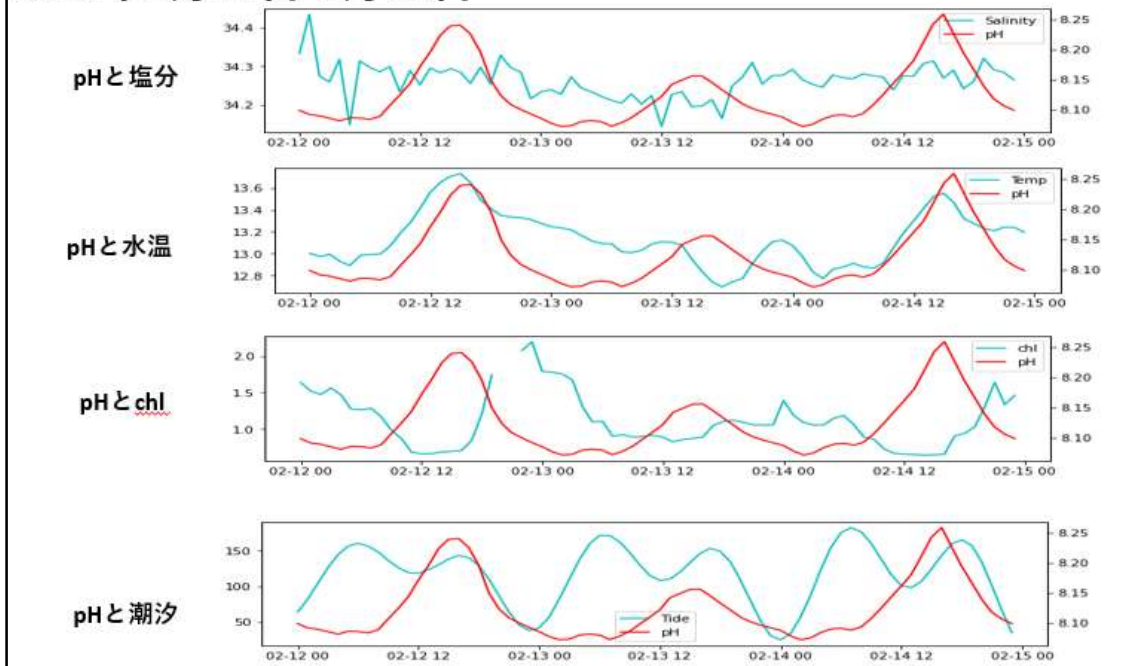


図 D-10 佐田岬 Stn.B-1 における 2022 年 2 月 12-14 日の日周変動

2022年5月14日-5月16日

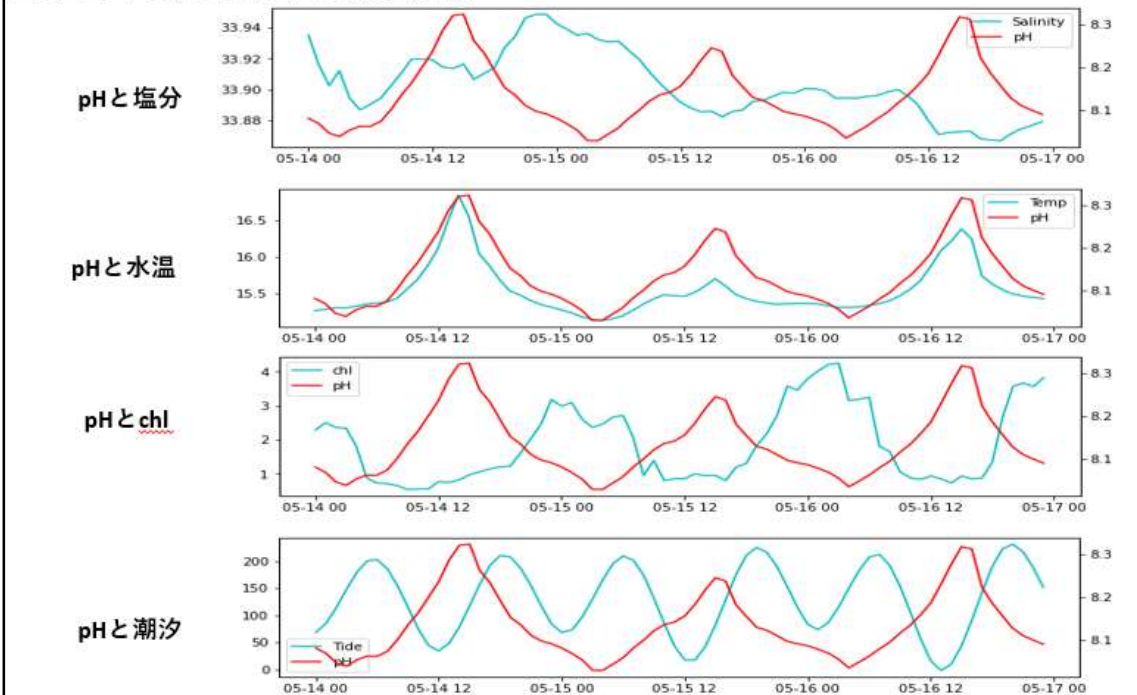


図 D-

2022年8月7日-8月9日

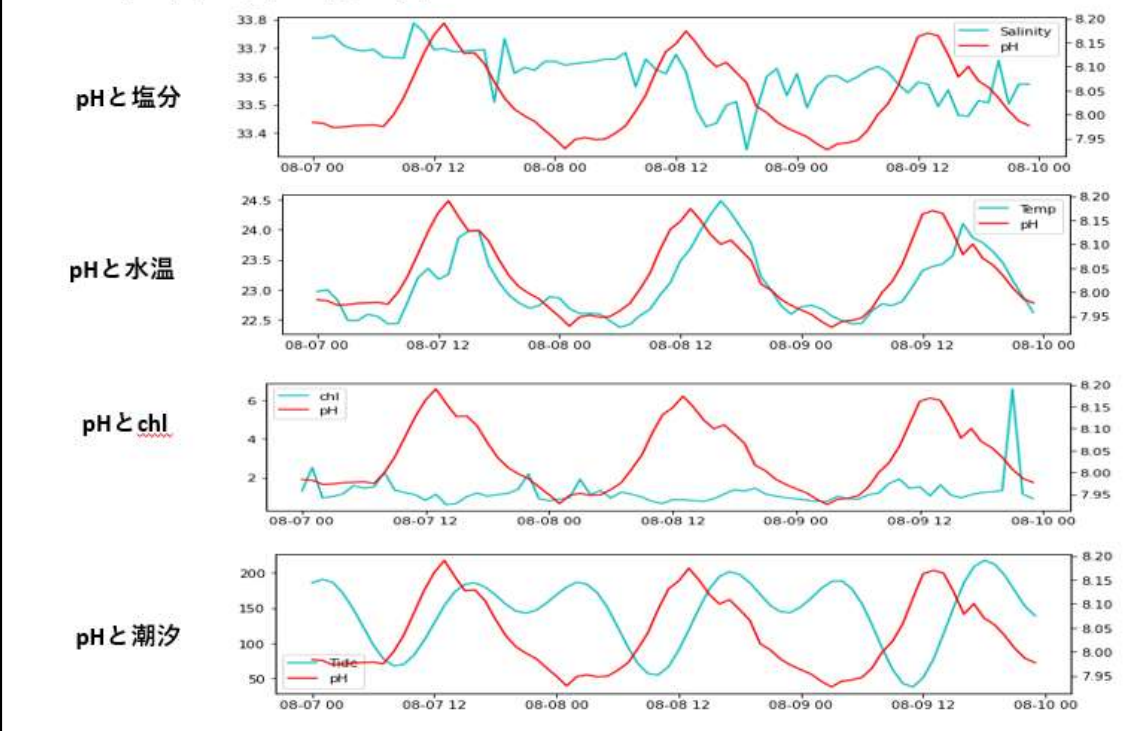


図 D-12 佐田岬 Stn.B-1 における 2022 年 8 月 7-9 日の日周変動

2022年11月12日-11月14日

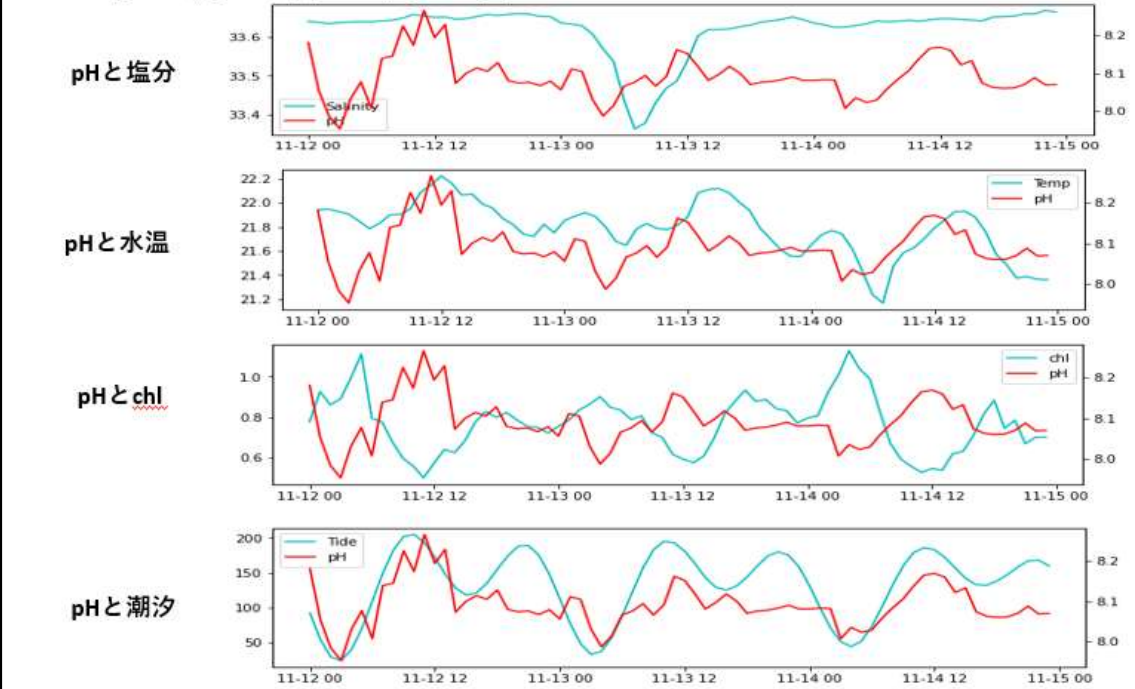


図 D-13 佐田岬 Stn.B-1 における 2022 年 11 月 12-14 日の日周変動

夏季の3日間(8月7-9日)の日周変動では(図 D.12)、水温と非常に良い正の相関が認められるが、Chl.aとの相関はまったく認められなくなり、やはり捕食圧による影響があるものと推察された。潮汐に関連しているようにも見えた。

秋季の3日間(11月12-14日)の日周変動では(図 D.13)、海況が荒れて混合が促進される時期であるが、水温と非常に良い正の相関が認められ、Chl.aとの相関は認められず、潮汐と正の相関があるように思われた。これらの現象は、内海水と外海水の混合の効果的な指標としてpHが有効であるかもしれない可能性を示唆するものと捉えられる。

日周変動と環境要因の相関解析をした結果をまとめてみると(表 D-1)、冬から夏にかけては、水温と正の相関が認められ、夏以外はChl.aと負の相関が認められた。

表 D-1 佐田岬のpHと環境要素との関連性

| 期間 | pH-Temp(相関) | pH-chl(相関) | pH-Temp(p値) | pH-chl(p値) |
|-----------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 0113-0210 | 0.26 | -0.48 | 0.00 | 0.00 |
| 0211-0314 | 0.30 | -0.58 | 0.00 | 0.00 |
| 0315-0407 | 0.56 | -0.45 | 0.00 | 0.00 |
| 0408-0512 | 0.44 | -0.33 | 0.00 | 0.00 |
| 0513-0610 | 0.39 | -0.41 | 0.00 | 0.00 |
| 0611-0708 | 0.39 | -0.10 | 0.00 | 0.01 |
| 0709-0804 | 0.49 | 0.02 | 0.00 | 0.65 |
| 0806-0814 | 0.72 | 0.03 | 0.00 | 0.68 |
| 0805-0909(欠損値多数) | | | | |
| 0910-0918 | 0.33 | -0.23 | 0.00 | 0.00 |
| 0910-1012(台風による欠損値多数) | | | | |
| 1013-1110 | -0.10 | 0.01 | -0.22 | 0.00 |
| 1111-1211 | -0.12 | -0.43 | 0.00 | 0.00 |

豊後水道のpHは、ローカルな環境変動だけではなく、陸水・瀬戸内海内部水の水平移流、外洋の黒潮系水の進入の影響を受けることが示唆された。同じような貝類養殖がなされていても、海域によりそのpHは大きく異なり、特に、陸水や瀬戸内海内部水の影響を受けやすい海域では、酸性化の影響を受けやすく、外洋水の進入がある海域では、たとえ魚類養殖をしていてもその影響は受けにくい可能性が示唆された。

今後とも、佐田岬での大きな日周変動のメカニズムの解明を目指していくこととする。

E. 岡山県笠岡市北木島地先(以下、北木島)

E.1 定点連続観測

(1) 観測方法

北木島地先カキ漁場に設けた1つの調査定点、Stn.K-1(図)の水面下1mに設置した次の観測機器の保守管理を行い、2~3カ月に1回のデータ回収を行うとともに、適宜、電池を交換した。また、②については2~3カ月に1回程度の頻度で人工海水を用いたセンサーの校正作業を行った。

① ワイパー式メモリー水温塩分計 INFINITY-CTW ACTW-USB (JFE アドバンテック 株)

② 海水用pHセンサーSPS-14 (紀本電子工業株)

観測期間は2022年6月~2023年3月までとし、原則として1カ月に1~4回の観測機器に付着した生物の除去等の清掃を行った。また、2~3ヶ月に1回のデータ回収とセンサー校正、電池交換の際に表層(1.0m)で採水し、分析用サンプルとして水産研究・教育機構 水産資源研究所に発送し分析した。採水方法等は別紙「酸性化モニタリングのサンプルの採水方法と保存方法」に従ったが、ここでは塩化第二水銀が使用できないため、JAMSTEC と紫光技研が共同開発した深紫外線殺菌装置(図 E-1)を使用した。分析は、滴定法など標準手法を用いて塩分(S)、溶存態無機炭素(DIC)、全アルカリ度 (A_T)を分析し、これらの数値からアラゴナイト飽和度 (Ω_a)を算出し求めた。また、測定された A_T と DIC を用いて、現場で計測された pH の事後校正を行った。



図E-1 深紫外線殺菌装置

なお、栄養塩の分析については岡山県水産研究所で行った。

(2) 観測結果および考察

北木島については、採水時に塩化第二水銀が使用できないため JAMSTEC と紫光技研が共同開発した深紫外線殺菌装置(図E-1)を使用した。分析の際に生物反応らしき現象が確認されたため、今後は褐色採水瓶を使用することとする。

観測期間中の塩分は、27.75~31.72の間で変動し6月20日~10月下旬頃まではほとんど30以上で変動幅も小さかったが、その後12月7日まで変動幅が大

きくなった。7月21日9:00～17:30頃まで塩分の急激な減少が認められ、最低23.7まで低下した。pHは7.73～8.18の間で推移したが、塩分の変動に呼応した変化は見られなかった。淡水供給源としては、最も近い芦田川河口部からは約12km、高梁川河口部からは約18kmの直線距離がある。過去の人工衛星撮像によるプリューム画像解析から、この塩分低下は高梁川からの水潮による影響である可能性が高いと思われるが、強固な塩分躍層により淡水は到達するものの、それに伴う有機物はトラップされて沈降し、その影響を受けなかったのかもしれない。

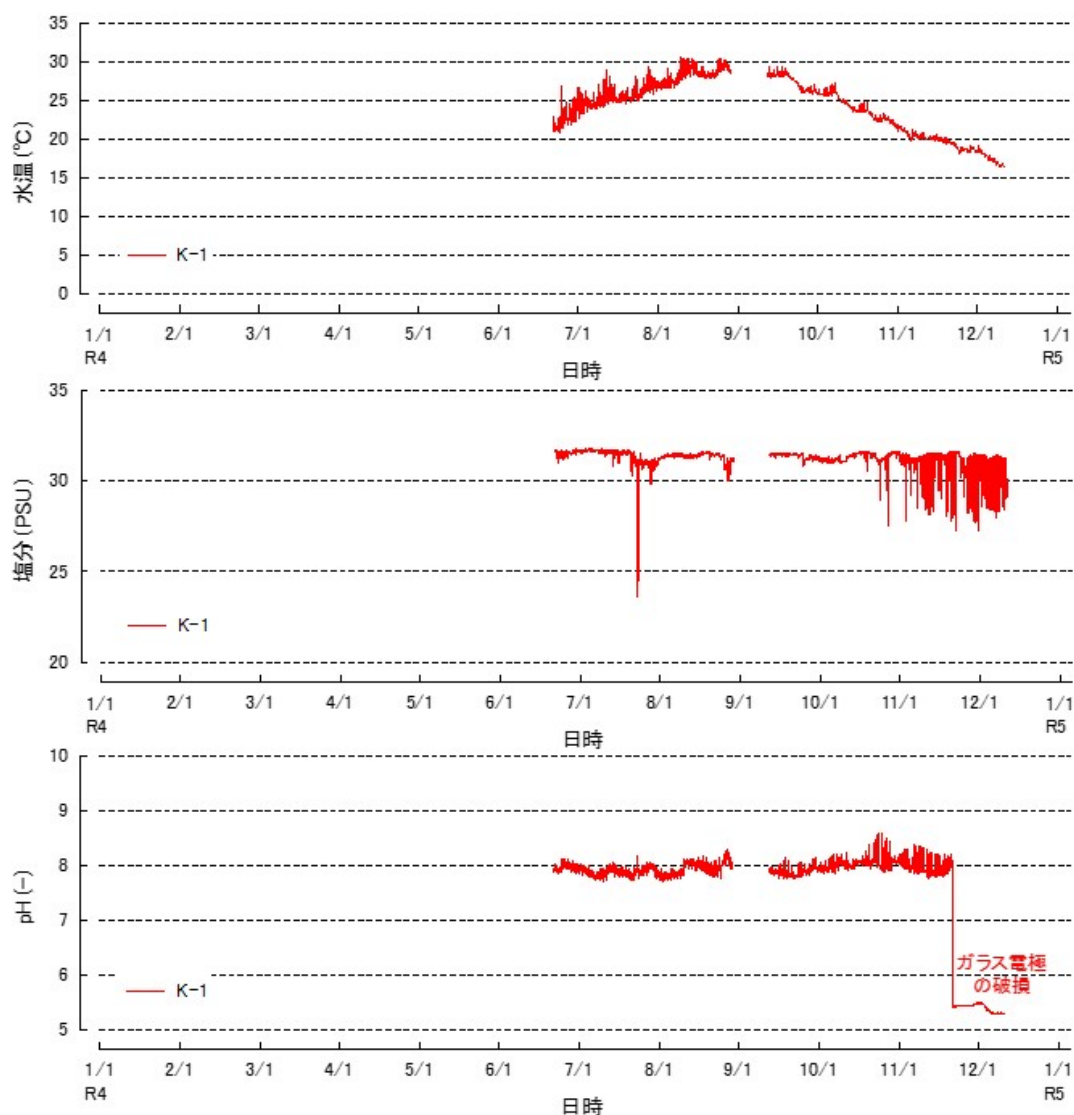
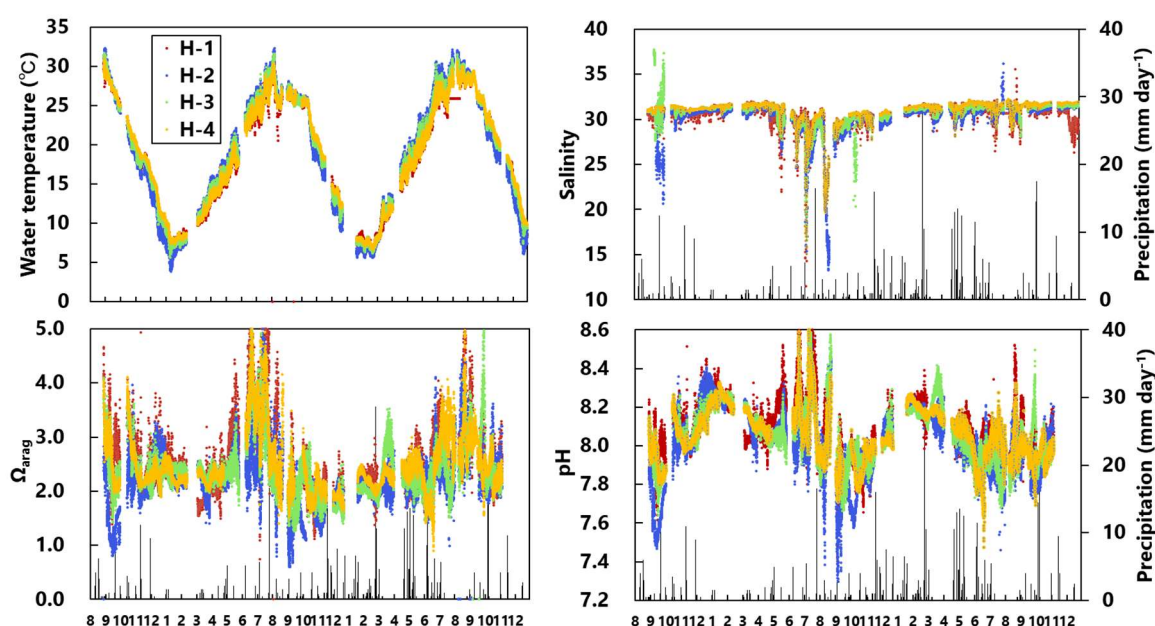


図 E-2 K-1 における 2022 年 6 月～12 月の水温・塩分・pH の推移

IV 5 海域 7 箇所の調査結果の総括とまとめ

本年度から、北木島1箇所、豊後水道 3 箇所が加わり、我が国沿岸 5 海域 7 箇所での pH 等の長期的変化を比較検討することができた。7 箇所のうち、酸性化傾向が顕著に現れたのは志津川湾、日生、廿日市であり、pH の大幅な低下はないものの塩分と pH の相関が明らかになったのは豊後水道の佐田岬と佐伯湾、pH の大幅な低下もなく塩分と pH の明確な相関も認められなかったのは北木島と豊後水道の内海であった。

Ω_{arag} が閾値 1.5 を下回ったのは志津川湾、日生、廿日市であった。いずれにおいても塩分と DO の低下が伴い、これは、大気中の CO_2 濃度の増加に伴う海洋酸性化ではなく、淡水の流入とそれに伴う有機物分解に起因する沿岸酸性化であることが解明された。北木島では著しい塩分低下は見られたものの、それに伴う pH 低下は認められず、河口部から遠いことから有機物の影響を受けなかったものと推測された。内海では黒潮の影響が強く pH の低下が観測されなかったが、また、これにより少なくとも豊後水道沖の太平洋では海洋酸性化の進行はないものと考えられた。



図IV-1 日生における 2020 年 8 月から 2022 年 12 月までの連続観測結果

日生における 2020 年 8 月～2022 年 12 月までの約 2 年半の連続観測の結果では、複数回に亘って Ω_{arag} が閾値 1.5 を下回っていた。我が国沿岸の貝類養殖場で Ω_{arag} が閾値 1.5 を大幅に下回った事例が発見されたのは、本プロジェクトが初めてである。しかし、これまでの観測では、異常形態の浮遊幼生は確認されてい

ない。マガキの産卵期以外の時期に Ω_{arag} が閾値 1.5 を下回っても影響が及ぶことはないが、2022 年には産卵期に当たる時期に半月近くも 1.5 を下回っていた。マガキ浮遊幼生は、塩分 20 以下の低塩分水から忌避するとされている。大雨が降った翌日 2022 年 7 月 20 日 9 時 30 分前後に、日生の主要なマガキ採苗場所である Stn.H-2 周辺の表層において、北原式プランクトンネット(目合い 50 μm)により任意の 20m ラインを水平に 5 本曳いてマガキ浮遊幼生の採集を試みたが、持ち帰って顕微鏡観察したところまったく視認されなかった。また、2022 年度は、例年どおり、ラーバ観測や種見調査で 8 月に入るとアンボ期幼生も順調に増加し、採苗のタイミングは何度も訪れ採苗作業をしたものの、その度に降雨に阻まれて遅くまで採苗が 8 月末まで完遂せず、カキ漁師達が不安を感じた程であった。これらの状況から見ても、マガキ浮遊幼生が低塩分水から忌避することは間違いないと考えられる。今後、気候変動によって広範囲に亘る豪雨やゲリラ豪雨など局地的な極端現象の増大が懸念され、沿岸酸性化は規模的にも期間的にも拡大されると予測される。これにグローバルな大気中の CO_2 濃度の増加に伴う海洋酸性化が進行してくれば今後のリスクはさらに大きくなっていく。塩分低下と DO 低下に伴う沿岸酸性化のマガキ幼生に対する影響については、引き続きさらなる精査が求められる。

Ω_{arag} の算定に必須であるアルカリ度については、現時点では連続観測方法が実用化されておらず、観測データは 1~2 回/月の採水分析によって得られるボトルデータのみである。2020 年 8 月~2022 年 12 月までの約 2 年半の日生と志津川の 8 点のデータを総合的に分析したところ、アルカリ度と塩分の間に非常に高い相関があることが分かった(図 IV-2)。

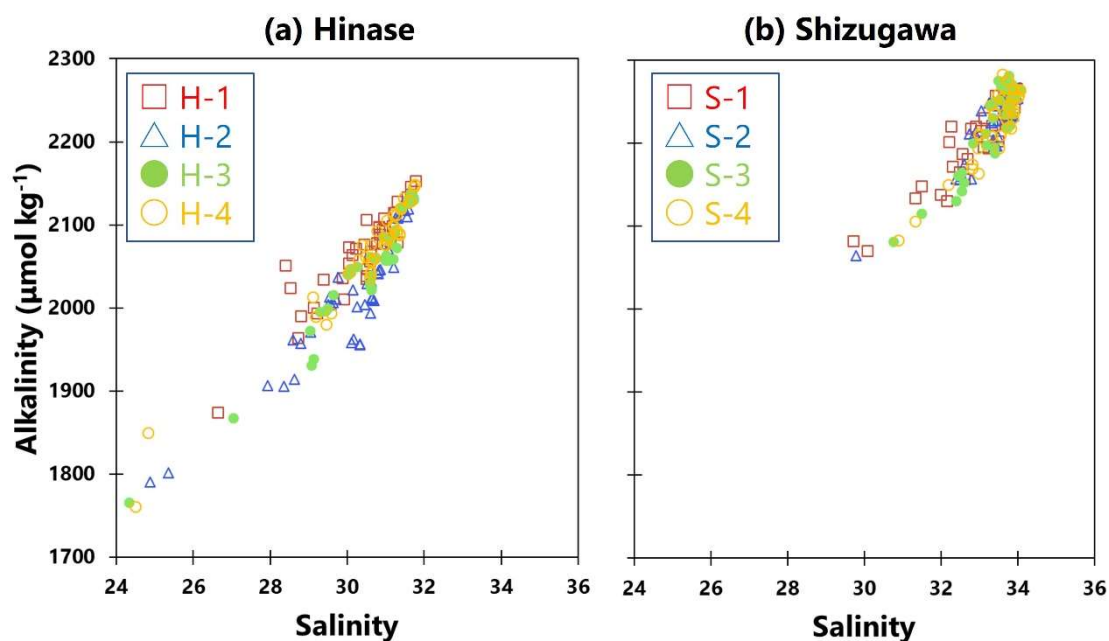
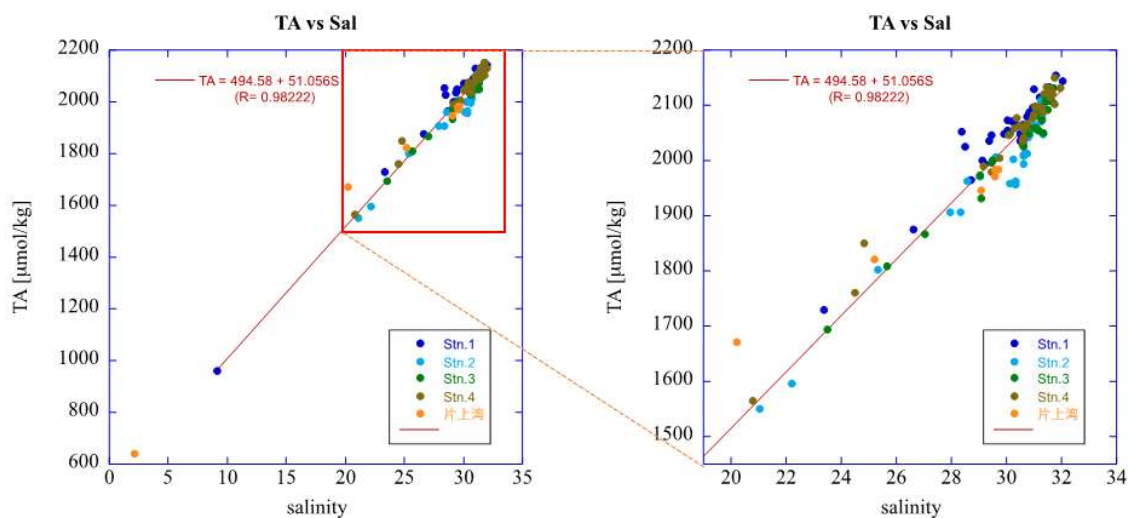


図 IV-2 日生および志津川における塩分とアルカリ度の相関関係

また、日生の Stn.H-2 におけるアルカリ度のデータで異常値ととれる低い数値が得られたため、陸域からの工場排水など特殊な物質の流入による可能性を確認するとともに、河口部周辺における塩分とアルカリ度の相関を見るため、Stn.H-2 への淡水供給源となっている片上湾内に流入する小河川等の河口部 8 箇所(図IV-3)において採水し、塩分とアルカリ度を分析したところ、やはり両者には明らかな相関があり、また Stn.H-1~H-4 のデータをプロットした関係式にフィットした(図IV-4)。これは、この関係式によってアルカリ度の連続観測データを塩分から算定できることを示している。

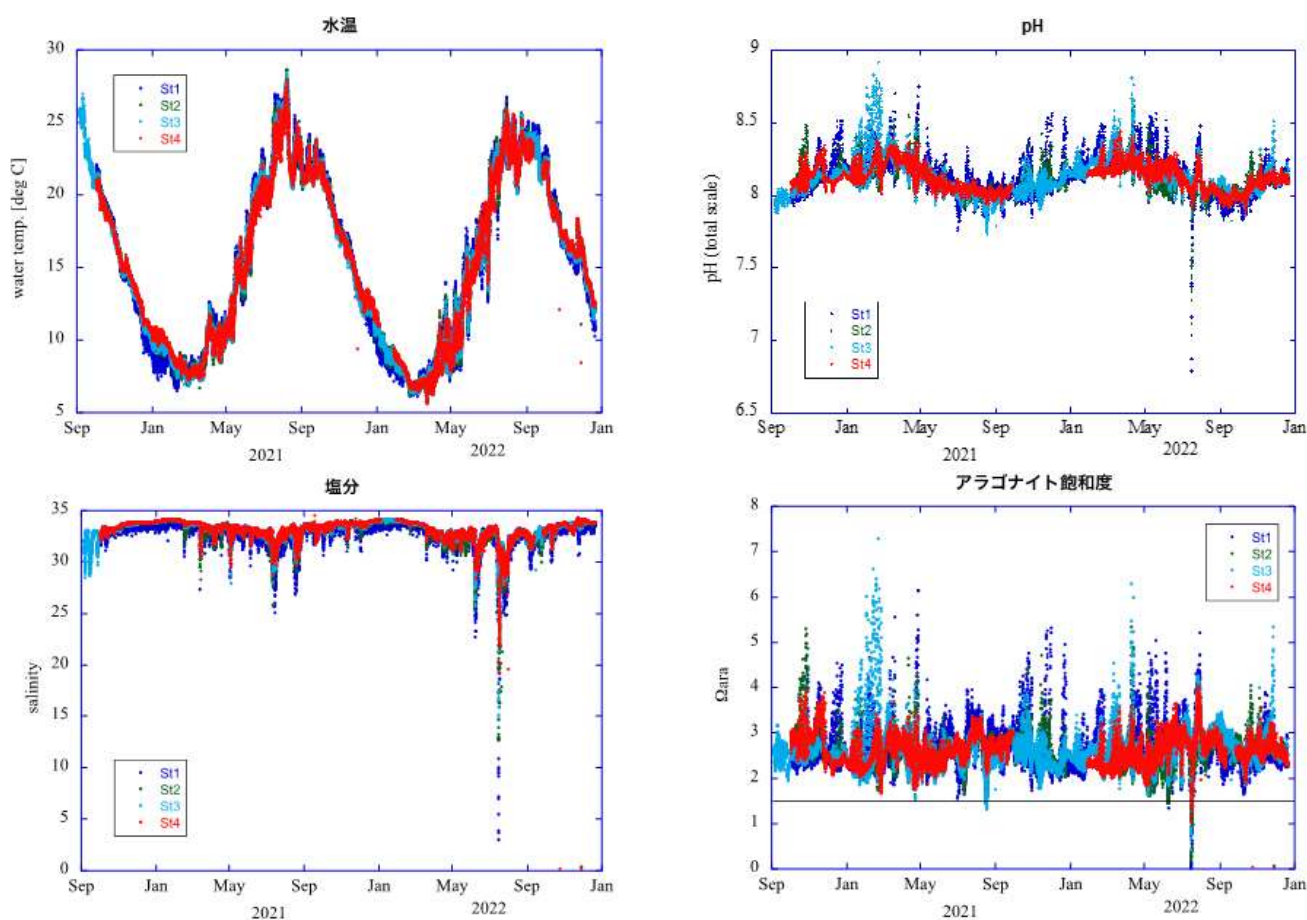


図IV-3 片上湾における採水定点(2022年4月28日)



図IV-4 アルカリ度-塩分の相関プロット(2022年9月まで)

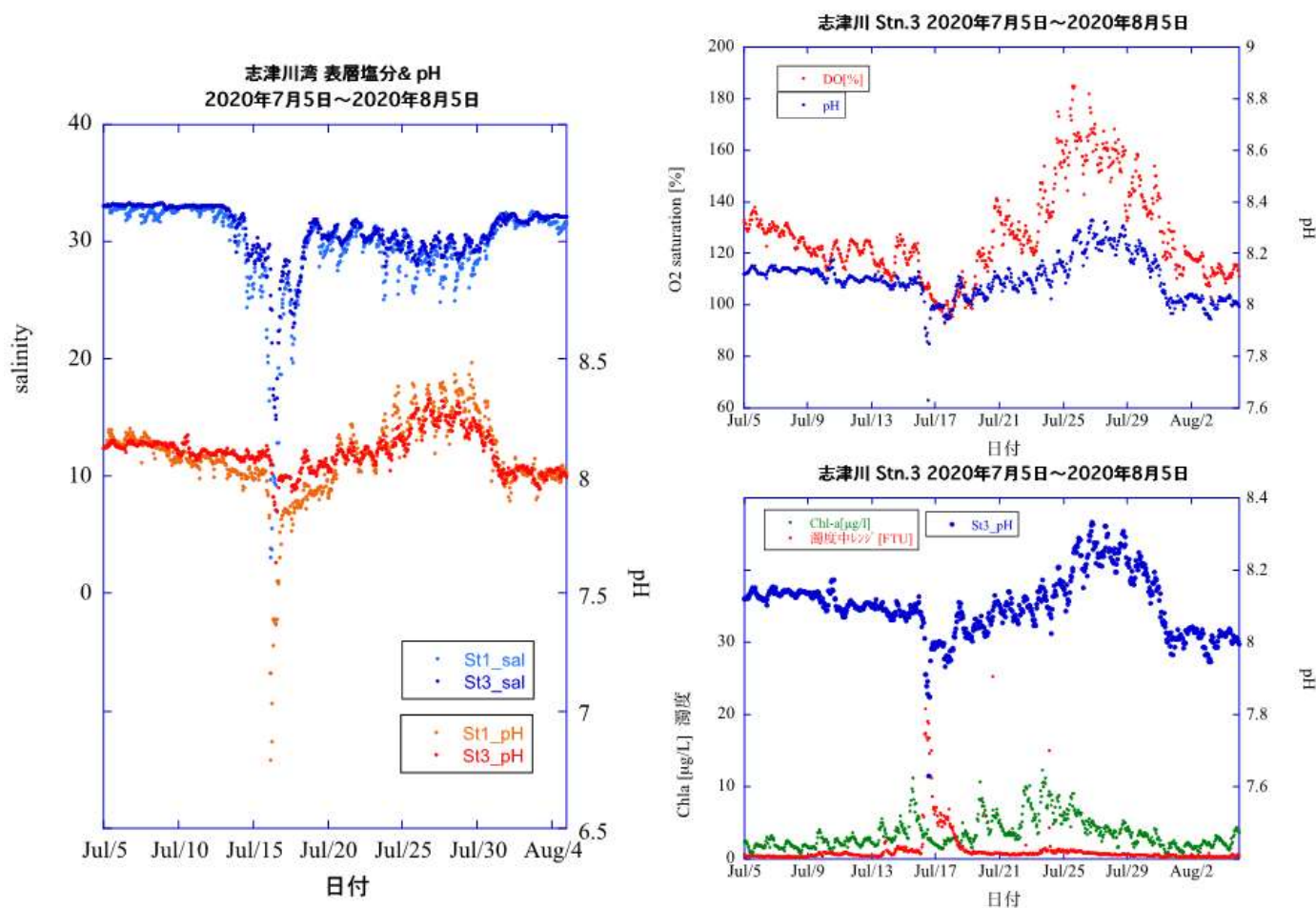
志津川における 2022 年度のトピックスは、7 月に大きな災害を引き起こした大豪雨が襲ったことである。この豪雨によってこれまでに見たことのない塩分低下現象が起きた。また、これによって pH は 7 を切って酸性に達し、 Ω_{arag} に至っては 1 をはるかに下回り 0 に近い数値になった。全期を通じて見ると、2022 年度の志津川は前年に比べて降雨が少なく Ω_{arag} も比較的維持されていたが、この 7 月 16 日の大豪雨という極端現象によって、降雨の後に何故に Ω_{arag} が低下するのかを考えるうえで多くのヒントを与えてくれた(図 IV-5)。



図IV-5 日生における 2020 年 8 月から 2022 年 12 月までの連続観測結果

2022 年 7 月 16 日の豪雨の際には塩分が 5 を下回るまで低下したが、pH が下がったのは 24 時間程度のタイムラグがあり 1 日後の 17 日で、pH 低下時には濁度は上がったが、Chla は上がらなかったこと、pH 低下時には DO 飽和度も低下したことが確認できた。そして、低塩イベントの 1 週間後 (7/24 頃) に Chla が上昇し、その後に DO 飽和度と pH のピークが来た(図 IV-6)。この現象は、出水時の pH 低下は川から来た栄養塩に由来する生物活動でなく、川から来た有機物粒子の分解に

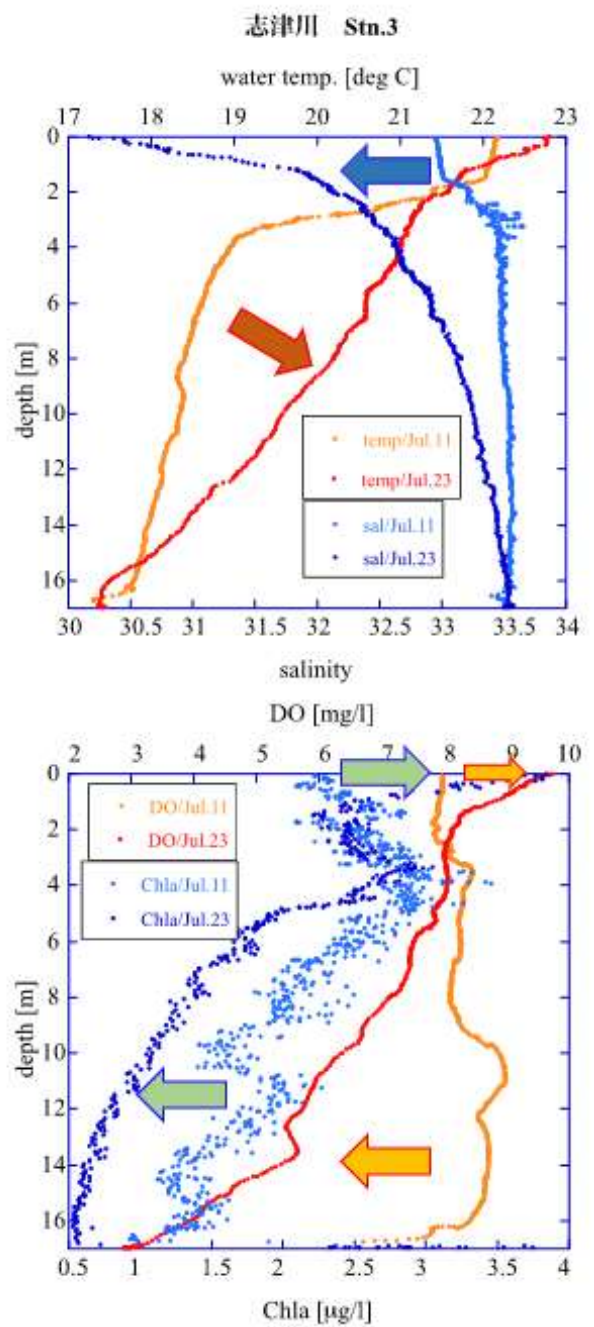
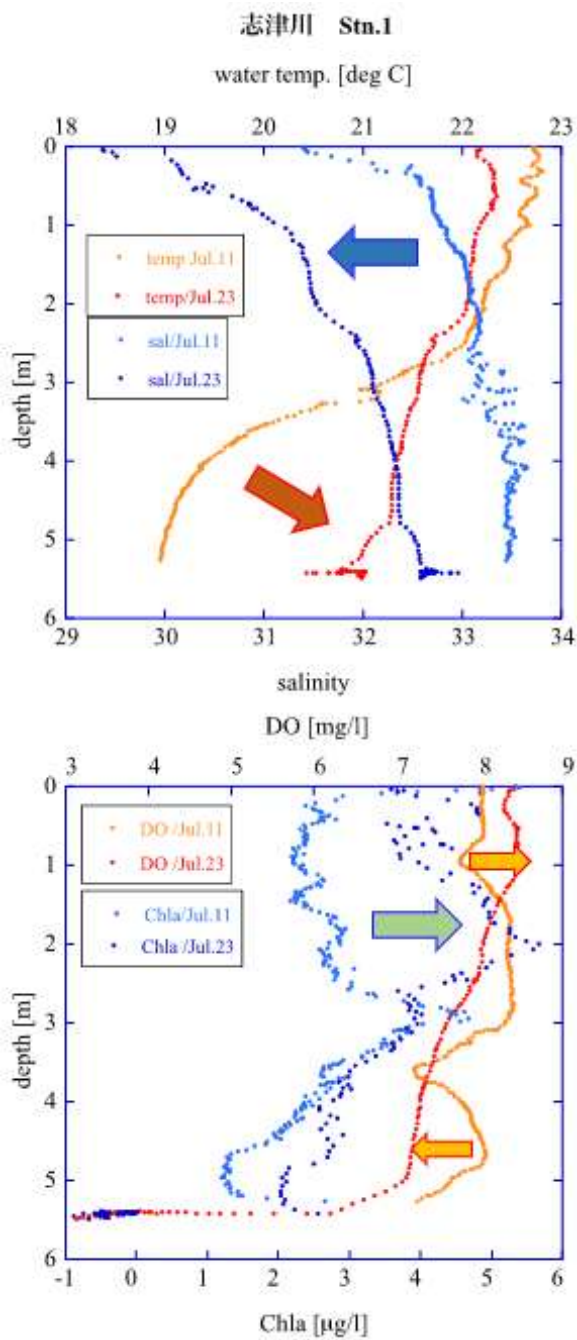
より生じていることを示しており、この有機物粒子の分解で生じた栄養塩が、1 週間後に流下先で植物プランクトンを増殖させ pH を増加させている、ということを示している。物質収支は±0 になるが、この間に pH と Ω_{arag} が大きく下がるのが問題である。



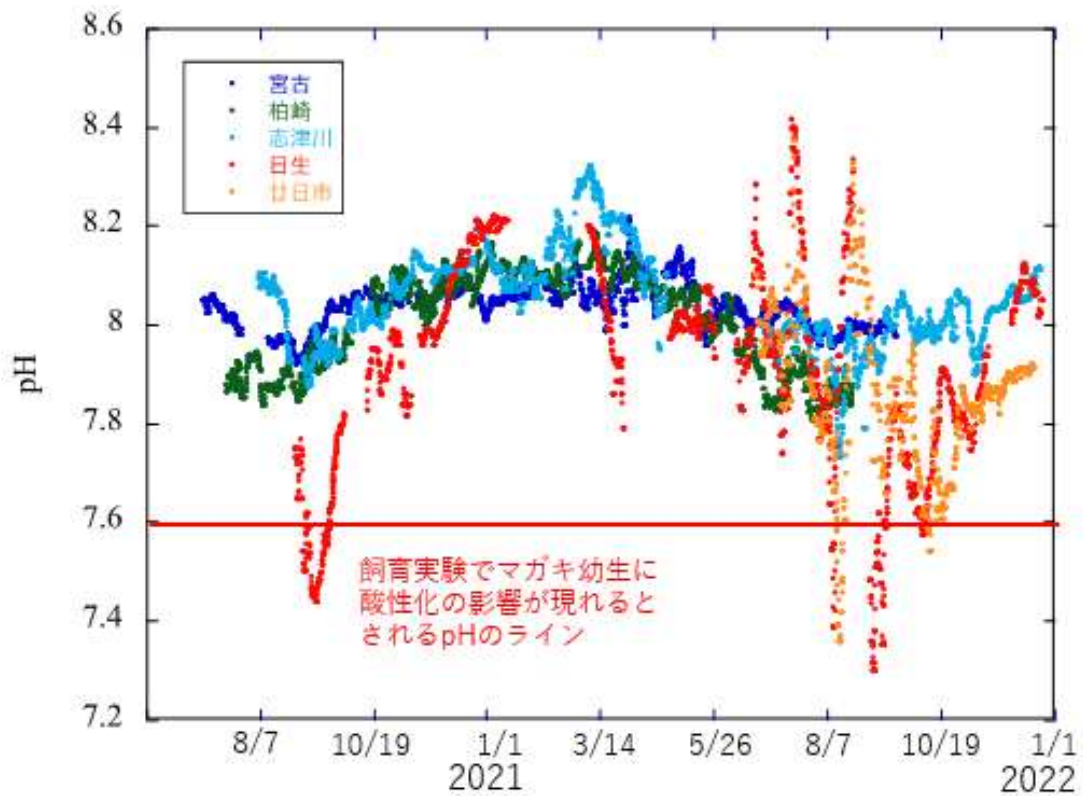
図IV-6 志津川における大規模出水時の応答

これまでの 2 年半の間にも同じ事が繰り返し起こっていると考えられるが、まず栄養塩が来て Chla が上昇することもあるので、これまでのデータを再整理してこのメカニズムを精査する必要がある。

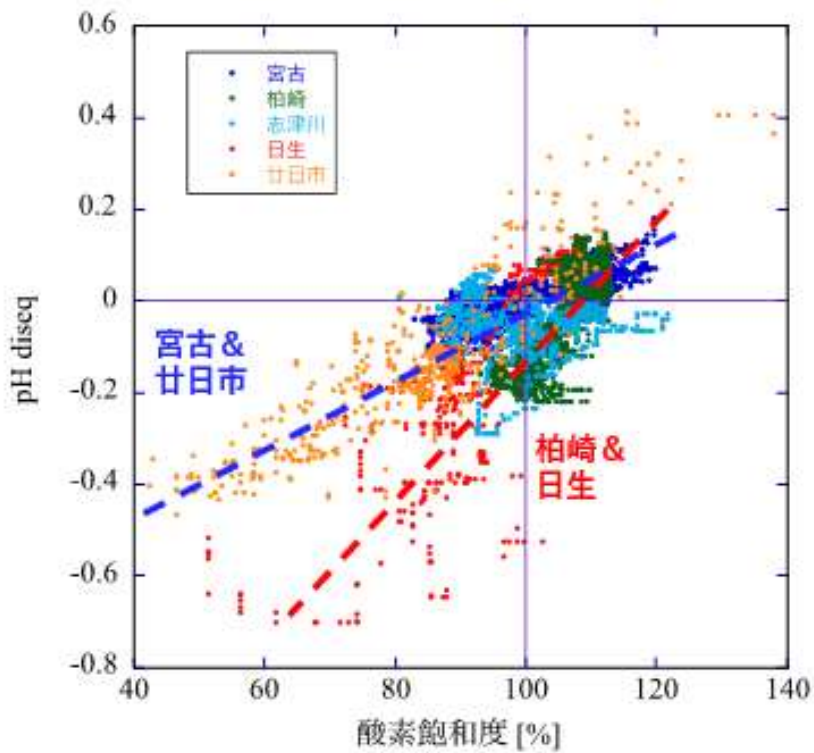
鉛直方向にも様々なことが起きており、志津川で 4 月 17 日に観測、採水した後、7 月 16 日に豪雨があったが、その後の鉛直プロファイルを見ると、Stn.S-1 でも S-3 でも出水後に塩分は低下して、水温は鉛直混合が起きて水平方向にも水塊が動き、植物プランクトンの増殖とこれらの沈降による有機物分解も生ずるので、Chla も DO も表層、底層で複雑な様相を呈する。特に廿日市のような浅い場所では底層で生じた現象が鉛直混合によって表層の pH を悪化させるので、浅い場所でも底層の時系列データを取得して底層で生じている現象を把握しなければならない。



図IV-6 志津川における大規模出水時の底層での応答



図IV-7 現在の沿岸域における pH の変化パターン



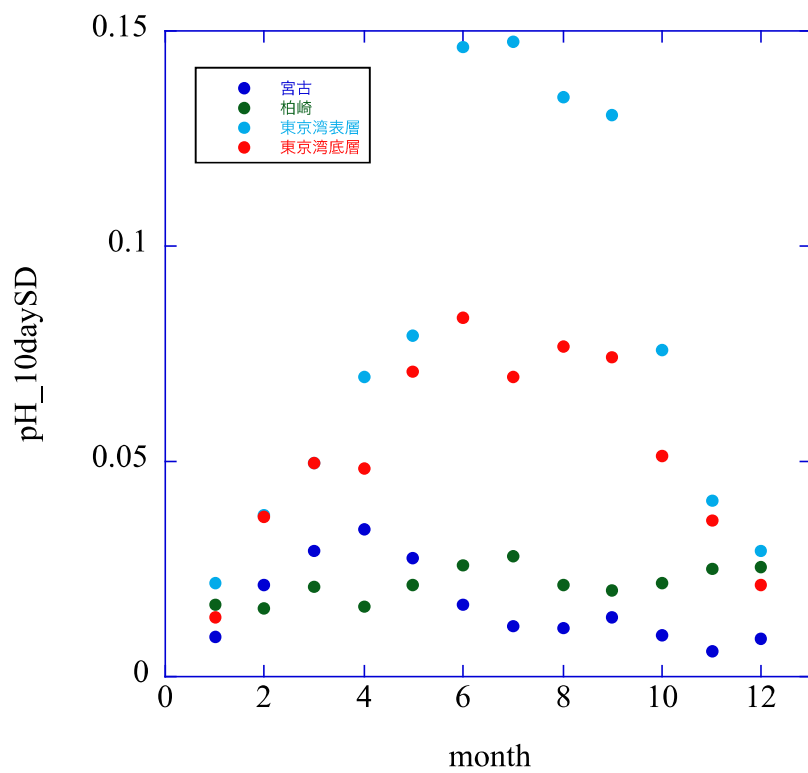
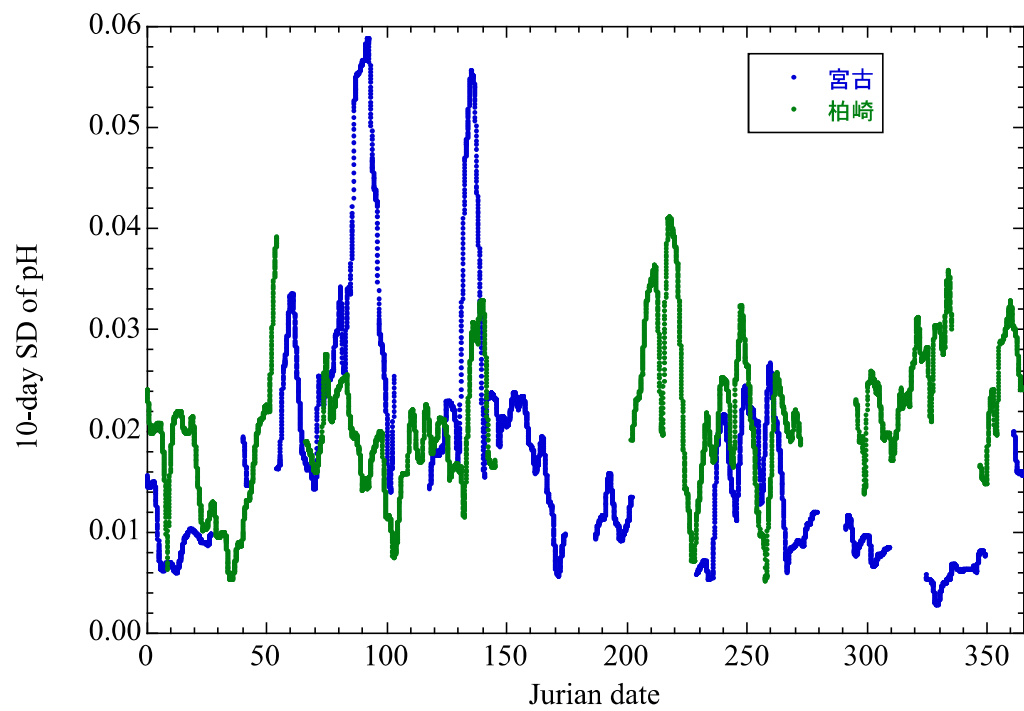
図IV-8 pH の変動と酸素飽和度との相関関係

志津川と日生のデータに、宮古、柏崎、廿日市の3点のデータを加えたものが**図IV-7**である。左がpHで右がアラゴナイト飽和度で、志津川と日生はそれぞれ、4点のうちから最もマガキの採苗海域に近い観測点だけを代表として表示している。

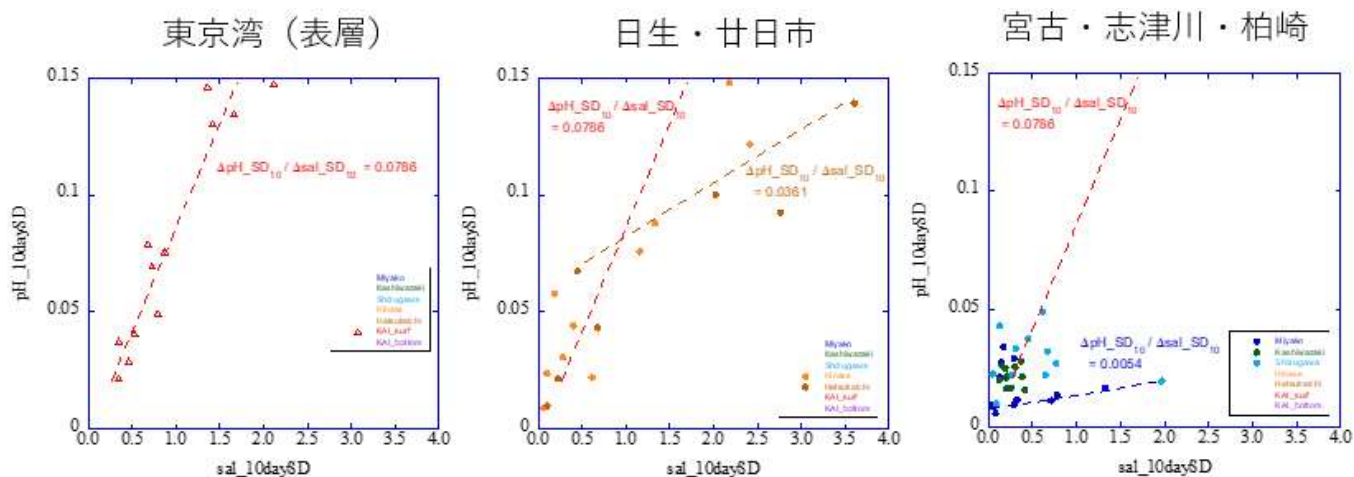
各点ともpHは冬に高く、夏から秋にかけて低下するが、三陸と柏崎では年間のpHの変動幅が比較的小さいのに対して、瀬戸内海の2点のpHの振幅は大きい。また、アラゴナイト飽和度は、三陸と柏崎では冬から春に低下し、夏から秋に上昇するが、瀬戸内ではむしろ夏から秋の方がアラゴナイト飽和度が低くなる。そしてこの基本的な季節変動パターンの上に、降雨に伴う短期的なpH・アラゴナイト飽和度の低下イベントが生ずる。この変動の原因は降雨であるが、DOとの関係が非常に深い(**図IV-8**)。宮古と廿日市は両者はきれいに乗ってくるが、日生と柏崎はエスチュアリー循環によって異なった勾配になっている。特に日生 Stn.H-2 と志津川 Stn.S-3 は底層の影響を受けていることが浮き彫りになり、やはり底層の時系列データが必要であることが再認識された。志津川・日生・廿日市では、この短期的なpH低下イベント時に、アラゴナイト飽和度が一時的に1.5を下回ることがあり、主に夏の後半から秋にかけて起こっている(**図IV-7**)。志津川ではマガキの主要な採苗時期は5~7月であるため、アラゴナイト飽和度が1.5を下回ることがないが、日生では近年は盆種と呼ばれるように8月上旬から下旬にかけてが主要な採苗時期になっており、2022年度の採苗が完了したのは8月末で、pH・アラゴナイト飽和度の低下イベントと重なっていた。それでも異常形態のマガキ浮遊幼生は発見されなかったが、気候変動により豪雨等の頻度は大きくなることが予想され、引き続き注視していく必要がある。

現在の沿岸域では、平常時のpHは生物に影響が現れるとされるレベルよりも充分高いが、夏~秋の降雨時に、pHが短期的に危険レベルまで下がることもある。この短期的なpHの低下は、溶存酸素濃度の減少とセットで発生し、出水時に輸送されてきた有機物粒子の分解が原因と推定される(**図IV-8**)。降雨時のpH低下幅を抑制することができれば、とりあえず直近の不安は解消されるが、降雨時のpH低下幅は何で決まっているのかを探ってみる。

降雨時にpH・DOが下がってまた上がるまでの時間スケールは10日間程度なので、各海域のpH・DOの日最低値を算出し、この値の10日間のばらつきを標準偏差として算出し、水温、塩分についても同様に日最低値の10day_SDを計算した。降雨時の塩分低下とDO・pHの短期的な低下にはタイムラグがあり、そのラグの大きさは一定ではない。このため10day_SD同士のラグ関をとってもうまくシグナルは出ない。そこで、水温、塩分、DO、pHそれぞれの10day_SDの月平均値を計算し、その間の相関を解析した(**図IV-9**)。



図IV-9 各海域の DO・pH の短期変動成分を抽出



図IV-10 各海域の塩分の短期変動に対する pH 短期変動の感度

東京湾のデータも入れて、6 海域の塩分の短期変動に対する pH 短期変動の感度を比較してみた。

陸域負荷の大きい東京湾では、塩分の短期変動強度と pH の短期変動強度はどこまでも同じ傾きで正比例する。

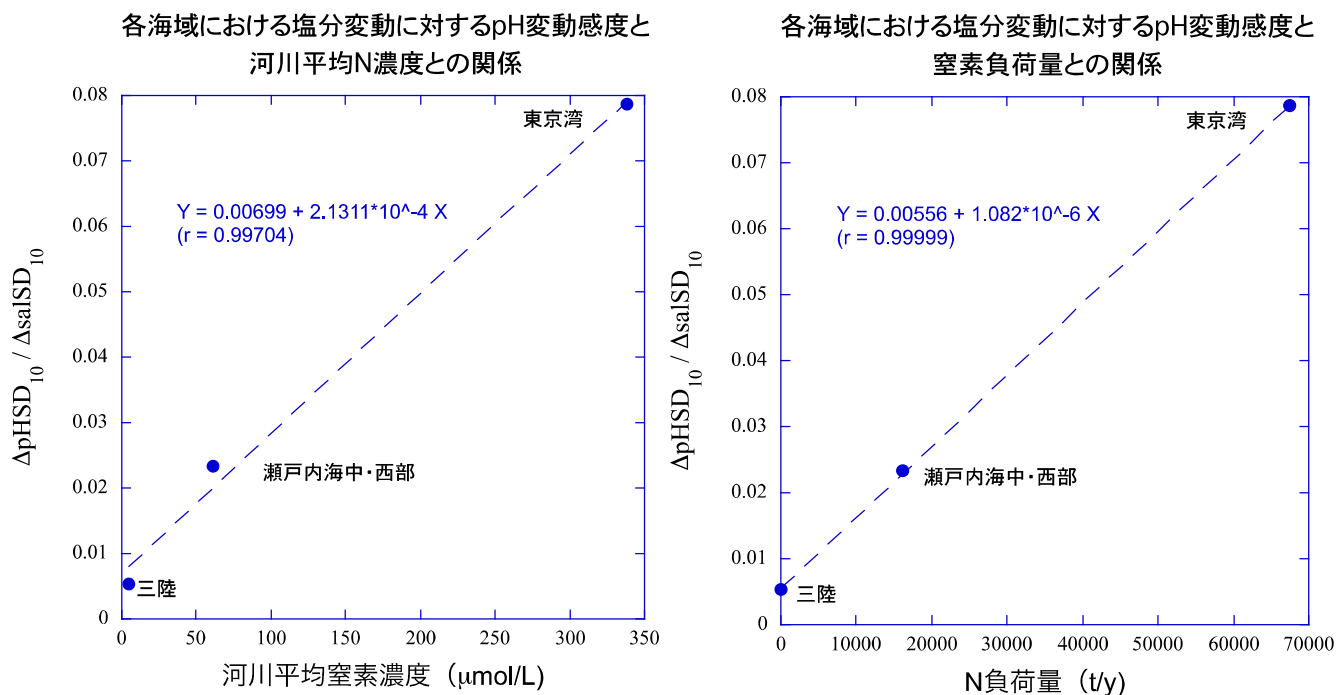
陸域負荷が中位の瀬戸内海では、塩分の短期変動が小さい時には東京湾と同じ感度で pH の短期変動強度が増大するが、ある規模の塩分の短期変動強度からは、pH の短期変動強度の比例係数が低下する。

陸域負荷の小さい三陸・中越では、一定規模以上の塩分の短期変動強度に対する pH の短期変動強度の比例係数はさらに小さくなる。陸域負荷が小さくなると、ある程度以上の出水からは、出水中の栄養塩濃度が薄まり始めるなどの理由であろうか、栄養塩負荷量が比例して増加できなくなる。

同じ塩分の短期変動幅に対する pH 短期変動幅の感度は、現在の各海域への栄養塩負荷量（外部負荷量）とほぼ正比例しており、同じ出水量であれば栄養塩負荷量が多いほど同じ塩分の短期変動幅に対する pH 短期変動幅の感度は大きくなる。つまり、同じ量の陸水が海に流れ込んだ場合、栄養塩負荷量が高いほど pH の低下幅が大きくなる。

沿岸酸性化の進行が懸念される一方で、我が国沿岸域は貧栄養化による生産性の著しい低下に悩まされている。沿岸酸性化は栄養塩が多いほど進行するので、栄養塩を減らせば良いという短絡的な解決策に向かう状況にはなく、両者のバランスを勘案して総合的な解決策を導き出さなければならない。そもそも、この横軸に持ってくるべきものは、現時点ではデータとして栄養塩(N)しかないのが、栄養塩を使用せざるを得ないが、栄養塩ではないのかもしれない。沿岸酸性化に対して栄養塩そのものは植物プランクトンを増殖させ、むしろ pH を上昇させる方向に作用する。この横軸に持ってくるべきものは、栄養塩に分解される前の河川内、河口域ある

いは沿岸海底に蓄積された有機物そのものであるかもしれない。「これらの有機物が流出して分解過程で CO_2 を発生させ酸性化を進行させる。」というメカニズムと考えれば合点がいく。そうであれば、対策としては栄養塩のコントロール(栄養塩管理)ではなく、有機物のコントロール(有機物管理)であり、物質循環の促進こそが最も効果的な適応策となり、干潟の整備や藻場の再生などの対策がさらに重要な位置付けになってくる。まずは、この横軸の実態の解明を急がねばならない。



図IV-11 大規模出水時における、塩分変動に対するpH変動の感度と陸域負荷量との関係

V. 海洋酸性化に関する意識調査

1. 海洋酸性化に関するヒアリング調査

海洋酸性化に対する認識や、それによる漁業影響等に対する対応のあり方を検討するために、漁業者および漁業者以外の方々のご意見について、構造化された質問票を元に、ヒアリングもしくは、質問票の送付・回収により意見を聴取した。

1.1. 漁業者対象のヒアリング調査結果

漁業者対象のヒアリングは、2020年10月1日～2021年10月8日にかけて、主に対面での個別ヒアリングをもとに実施され、33件の回答を得た。

1.1.1 回答者属性

(1) 回答者属性

回答者は、平均47歳で、全て男性、そのほとんどがカキ養殖に従事し、居住歴は20年以上であった。カキ養殖以外の漁業に従事している方は、2名のみにとどまったので、以後の解析は、区別せずに集計することとした(図1、図2)。

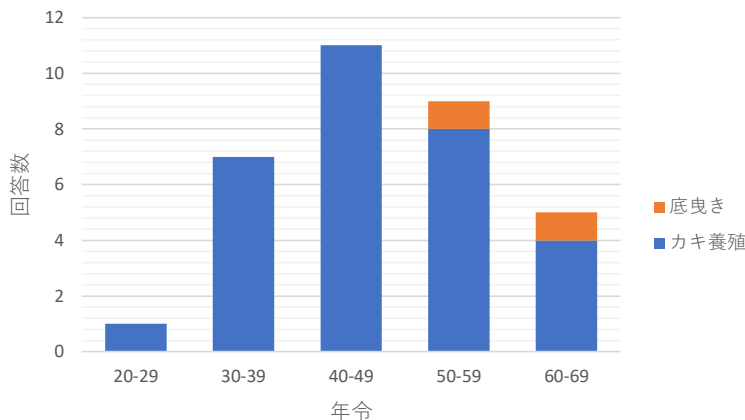


図1 回答者年齢・主な生計手段

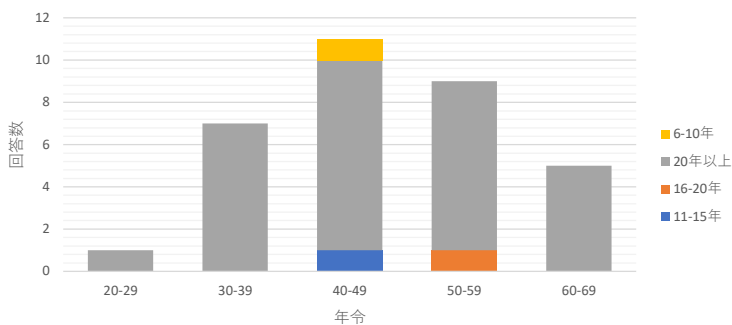


図2 回答者年齢・居住歴分布

(2) その他の生計手段

主たる漁業の他に携わっている漁業については半数近くが専業であり、底曳き、つぼ網がそれに続き、およそ 1/3 を占め、その他が 1/4 となっていた。その他については、イダゴツボ網を実施しているとの回答が 1 件あった(エラー! 参照元が見つかりません。3)。

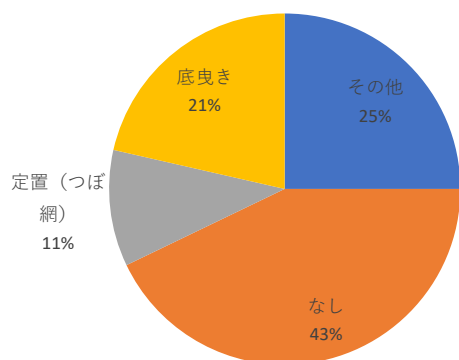


図 3 他に携わっている漁業

(3) 漁業歴

漁業歴は年齢とともに長くなっており、およそ 10-20 代にカキ養殖を開始していることがわかる(図 4)。

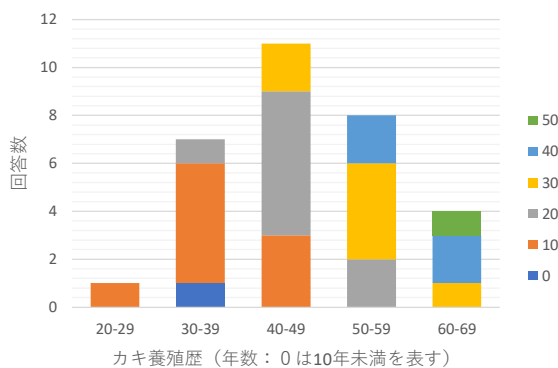


図 4 年齢別漁業歴

1.1.2. カキ養殖・漁業に関する意思決定

(4) 意思決定

地域の漁(全般)に関して、どのような決定を下したり、協力したりしているかについては、漁業協同組合の運営や、漁獲方法/加工方法の決定にそれぞれ回答者の3割程度の人々が関与しており、次いで、漁獲する魚/養殖する魚の決定や地域開発、漁獲割当の決定について1.5割程度の人々が関係している一方で、特に関与していない人3割強いた(図5)。

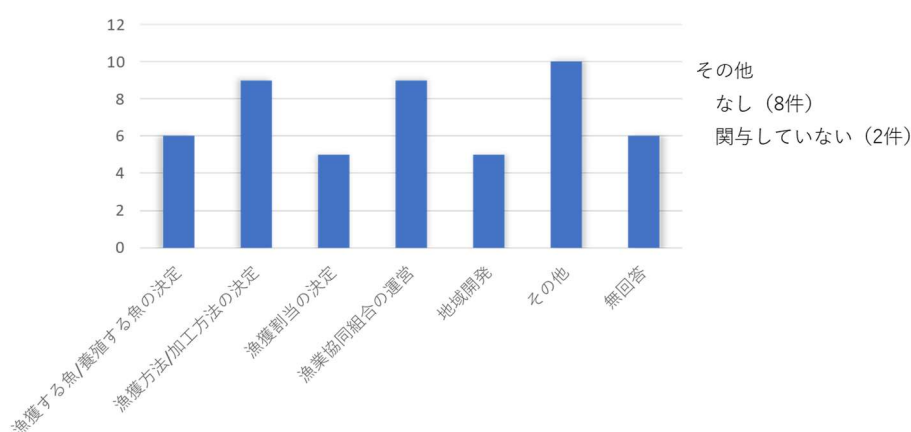


図5 意思決定への関与

(5) 関与の実態とあり方

カキ養殖・漁業に関して、人・機関がどの程度、決定に関与しているか、大いに関与している(◎:回答数に2の重みづけ)、関与している(○:回答数に1の重みづけ)、関与していない(×:回答数に-1の重みづけ)、不明(? :集計対象外)で現状を評価し、本来の関与のあり方について、もっと寄与すべき(↑:回答数に2の重みづけ)、寄与すべきではない(↓:回答数に-1の重みづけ)、適切(☆:回答数に1の重みづけ)、不明(? :集計対象外)で評価した結果、現状として、養殖・収穫量の決定、カキ養殖・漁業の方法、収穫の時期については、自身、漁業者、組合などの関与実態が高いとともに、本来の関与であると評価されていた。全体を通して、科学者や行政、政府については関与実態が薄く、本来関与すべきと考えられており、特に環境適応については、いずれの主体もより深い関与をすべきと回答されていた。なお、販売価格については、組合以外の関与が薄く、自身や業者、組合、行政の関与があるべきとの回答がなされていた(表1、図6)。

表 1 意思決定の現状と本来あるべき姿

| 決定事項 | | 養殖・収穫量の決定 | | カキ養殖・漁業の方法 | | 収穫の時期 | | 販売価格 | | 環境適応 | |
|--------|-----|-----------|----|------------|----|-------|----|------|----|------|----|
| | | 現状 | 本来 | 現状 | 本来 | 現状 | 本来 | 現状 | 本来 | 現状 | 本来 |
| 養殖量の決定 | 自身 | 42 | 39 | 42 | 40 | 33 | 41 | 12 | 47 | 22 | 37 |
| | 漁業者 | 26 | 39 | 23 | 38 | 26 | 39 | 10 | 42 | 13 | 35 |
| | 組合 | 37 | 41 | 35 | 42 | 38 | 44 | 38 | 39 | 30 | 40 |
| | 科学者 | -7 | 22 | -7 | 29 | -12 | 25 | -12 | 19 | 8 | 36 |
| | 行政 | -11 | 20 | -9 | 20 | -16 | 18 | -18 | 25 | -2 | 39 |
| | 政府 | -18 | 22 | -19 | 21 | -21 | 18 | -21 | 23 | -10 | 36 |
| | その他 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |

※プラス評点を暖色、マイナス評点を緑色で示している。その他の回答として「品質」について行政が関与していることが示されるとともに、その他の関与として「漁業連合会」の関与が指摘された。

(6) 決定のための情報源

前項(5)の意思決定の根拠となっている情報源としては、漁業者、漁協、カキ養殖団体や独学での情報収集がなされている実態が示されるとともに、家族や科学者からの情報も一定数活用されている回答があった。なお、その他の情報源として「他地域の漁業者」という回答があった(図)。

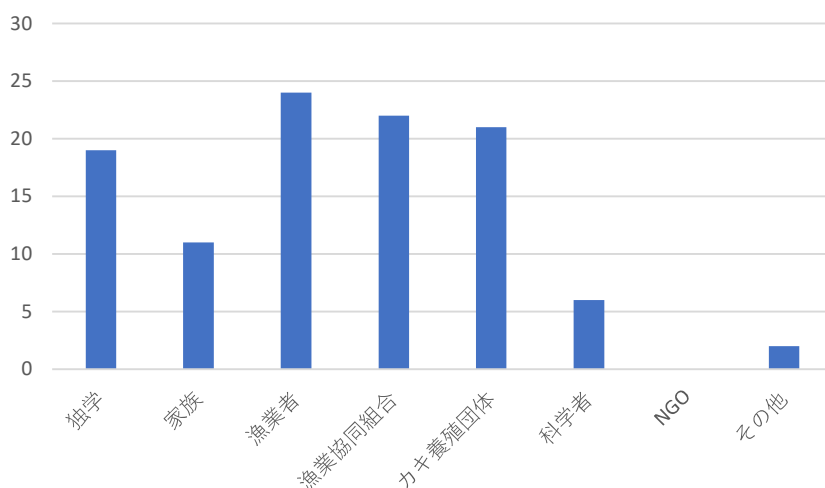


図 6 意思決定のための情報源

(7) 意思決定に関与しない理由

前々項(5)の意思決定に関与しない理由としては、参加できない、情報が無いという回答が多かったとともに、全ての意思決定に関与していると回答した人が1/3を超える割合であった(図7)。

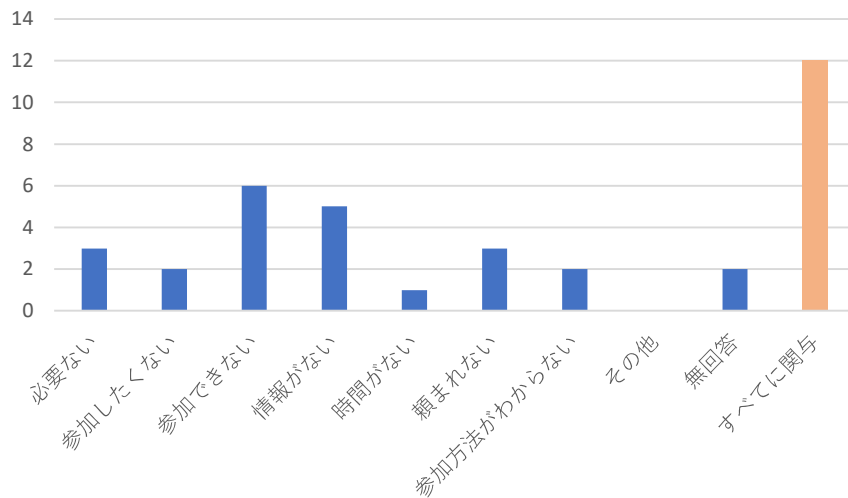


図 7 意思決定に関与しない理由

(8) 満足度

カキ養殖をするための決定方法への満足度は、過半数がやや不満と回答した(図 8)。

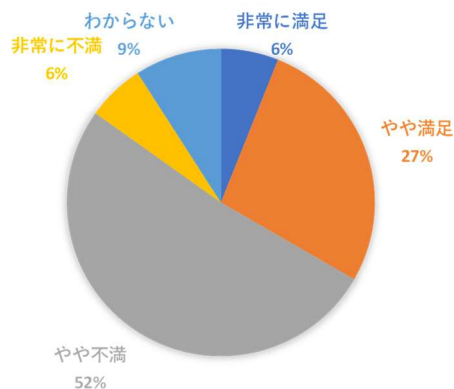


図 8 意思決定への満足度

(9) 重視する決定要因

カキ養殖・漁業を管理するための決定について、あなたが重視する程度を 4 段階で評価し、とても重要(2 点)、いくらか重要(1 点)、それほど重要でない(0 点)、重要でない(-1 点)で集計した結果、「決定の理由と方法の透明性」が最も重要視され、次に「取り組むべき課題の妥当性」が高い決定要因となっていた(図 9)。

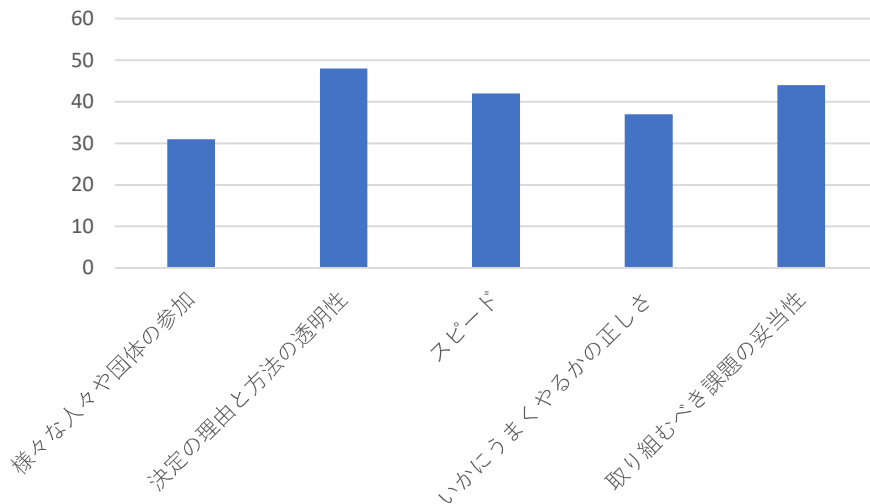


図 9 重視する決定要因

1.1.3. データについて

(10) データの収集と重要度

カキ養殖・漁業の意思決定に際し、収集しているデータ(1点)不収集(0点)と、そのデータの重要度をとても重要(◎:2点)、重要(○:1点)、重要でない(×:-1点)、不明(?)で整理したところ、値段についてのデータ収集への参加が重要度とともに1番となった。収穫物の大きさや健康度、環境については温度などが重要視されていた(図10)。

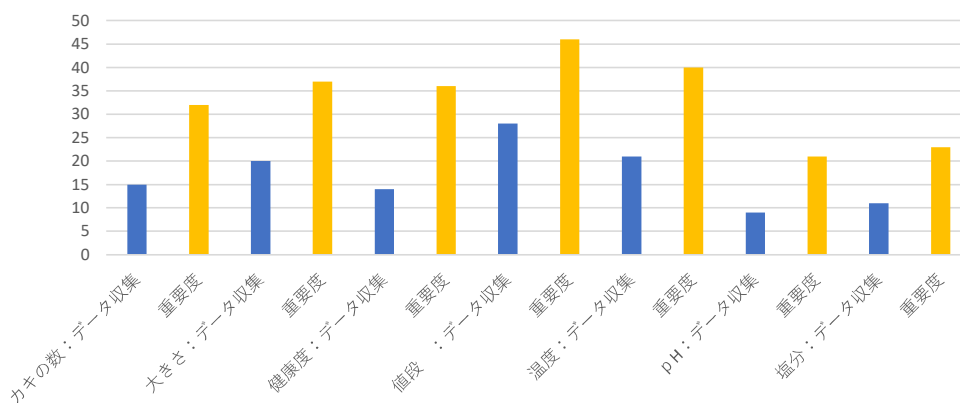


図 10 収集データとその重要度

(11) 管理への参加とその重要度

カキ養殖・漁業に関する管理のために、計画を立てたり、データを収集したり、データを利用したりする活動への参加(1点)不参加(0点)、その重要度をとても重要(◎:2点)、重要(○:1点)、重要でない(×:-1点)、不明(?)で整理したところ、

半数以上の人が事業計画やデータ収集に参加しており、いずれの項目についても高い重要度が認識されていた(図 710)。

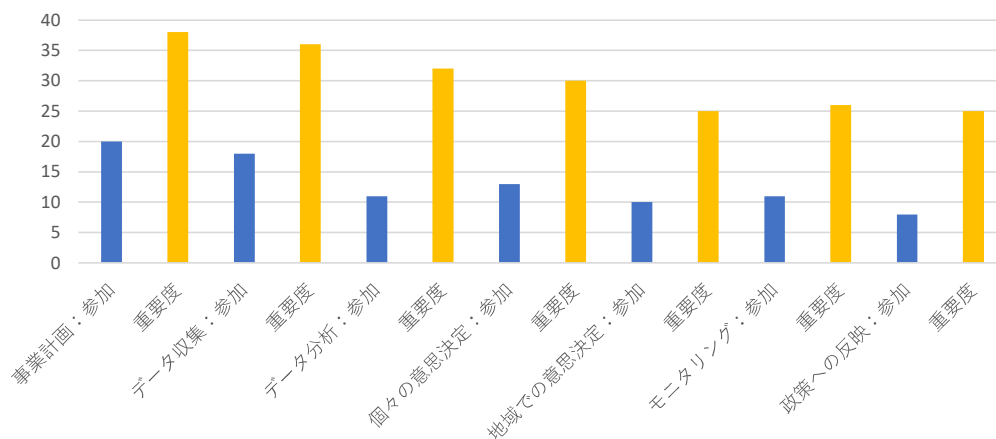


図 70 データ収集のための活動参加とその重要度

(12) 参加しなかった理由

前項(11)の活動に参加しなかった理由は、「必要ない」と「頼まれない」が過半数を占めた(図 11)。

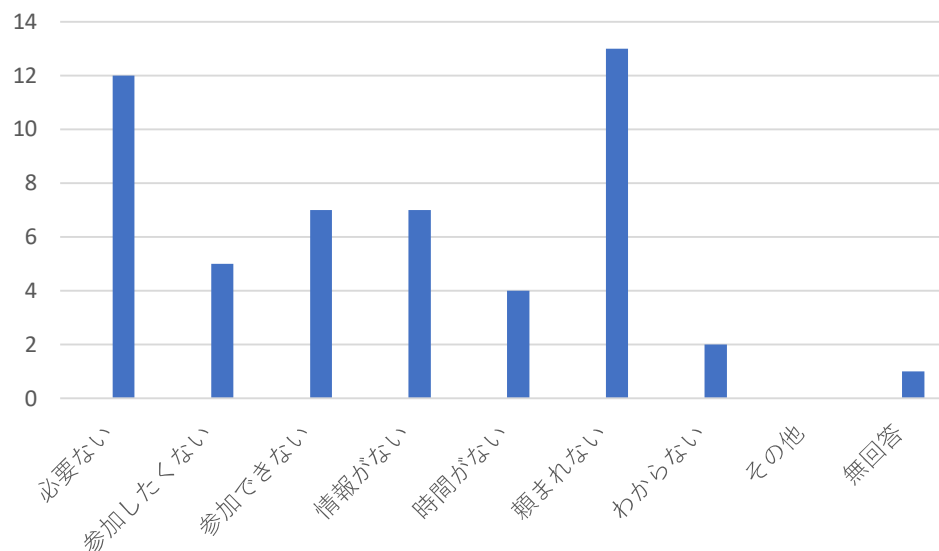


図 11 データ収集活動に参加しない理由

(13) 意思決定への影響要因

意思決定への影響要因としては、圧倒的に自身の収入への影響が大きかった(表 2)。

表 2 データ収集のための活動に参加しなかった理由

| | |
|----------------------|----|
| あなたの収入 | 27 |
| 他者の収入 | 1 |
| 環境の保全・再生 | 1 |
| 利害調整 (他の漁師や政府などとの調整) | 1 |

(14) 意思決定への参加について

カキ養殖・漁業の意思決定について、自由意見を求めたところ、以下のような意見があり、具体的な参加に対する希望が述べられるとともに、現状維持や、できれば参加したくないという意見も見られた。

- ・金銭に関わる部分で参加していきたい
- ・現役のうちには現状通り協力をしていきたい
- ・忙しすぎて参加したくないが、将来の日生の漁業を存続させるためにしっかりと参加していきたい
- ・辞めるまで今のまま協力してやっていきたい
- ・特にしたくない。上で決まったことに従う。上で決まったことは覆らない。
- ・もっと決定事項を皆で協議し様々な意見を取り入れる
- ・必ず平等ではないが、皆の意見をまずは聞く、考えるなど意見を言い合える環境を作る
- ・様々なチャレンジをもっと取り上げていく
- ・現状通り
- ・今後のカキ養殖や販売方法など
- ・集荷を1時間ずらしてほしい
- ・時代や環境に適した事業を目指す

1.5 海洋酸性化について

(15) 海洋酸性化についての認識

海洋酸性化の認識について、「よく知っている」「少し知っている」「聞いたことはあるが、あまり知らない」「聞いたことはあるが、その名前(海洋酸性化)は知らない」「初めて知った」という段階で聞いたところ、「あまり知らない」が半数、「初めて知った」が1/3程度で大多数であった(図 12)。

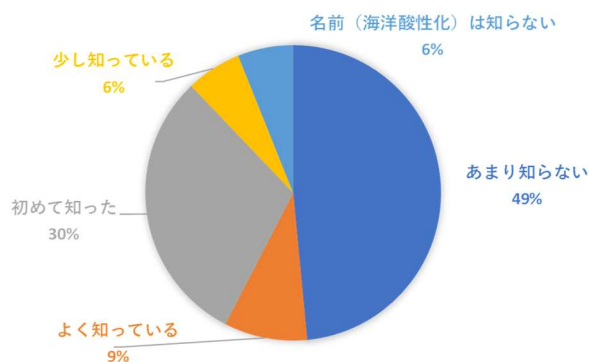


図 12 海洋酸性化に関する認識

(16) 漁業への影響

海洋酸性化の漁業への影響については、過半数(23 人)が「わからない」と答え、8 人が影響を受けている、1 人が影響を受けていないと回答した。影響を受けている人の内、5 人が 10 年前くらいから、2 人が 5 年くらい前からの影響を指摘した。

(17) カキ養殖・漁業への脅威

懸念されるカキ養殖・漁業への脅威について、重大な脅威である(◎:2 点)、なんらかの脅威である(○:1 点)、脅威ではない(×:-1 点)、わからない(?)と整理し、とその解決について、大変難しい(×:2 点)、やや難しい(△:1 点)、わからない(?)で整理した。その結果、気候変動、自然災害、病気などが脅威として高く認識されるとともに、その解決の難しさが認識されていた(図 13)。

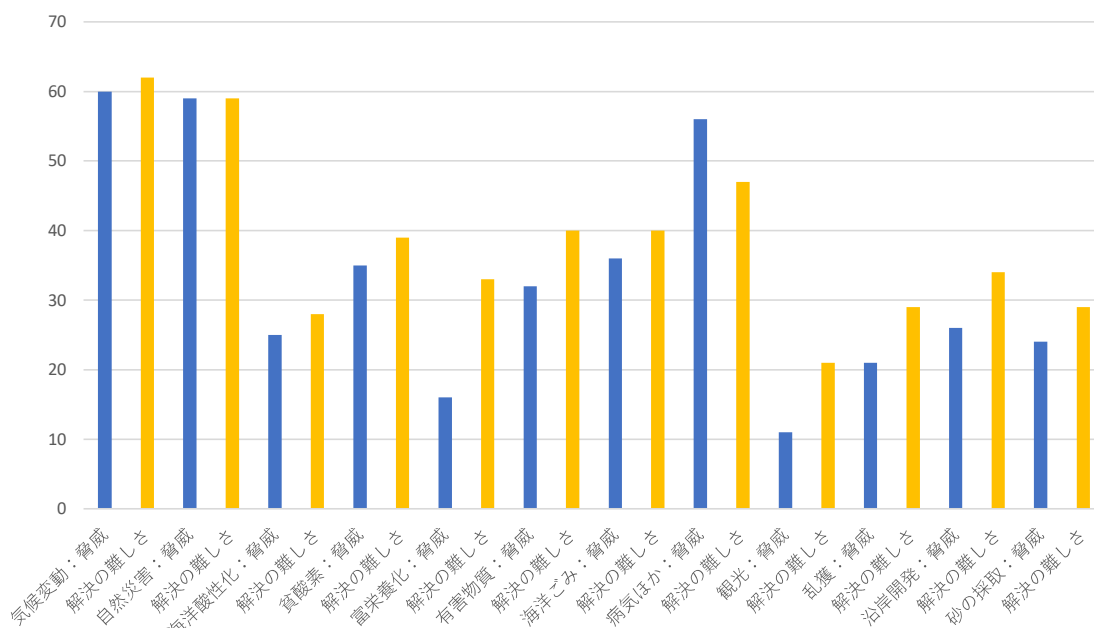


図 13 カキ養殖・漁業に対する脅威

(18) 情報の入手先

海洋酸性化、地球温暖化についての情報源については、独学が最も多く、次いで、漁協、科学者となっていた。特に地球温暖化については独学での情報集が過半数を超えており、興味の高さが示された(図 14, 図 15)。

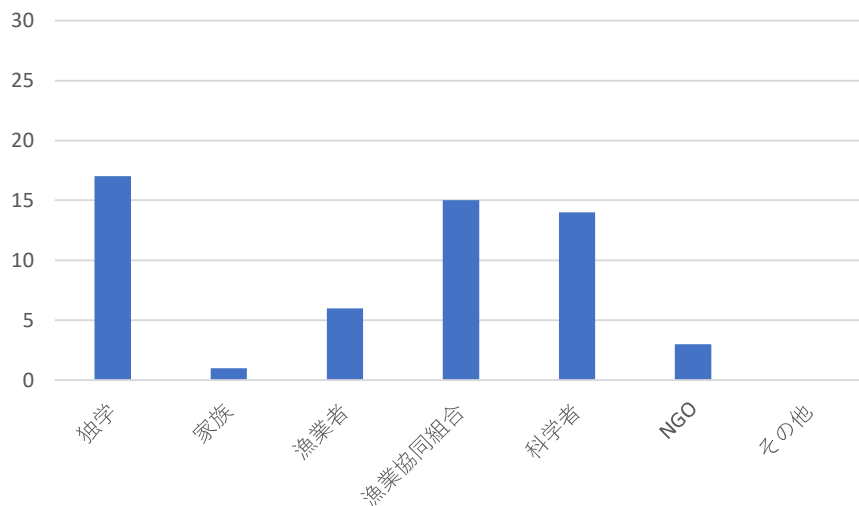


図 14 海洋酸性化についての情報の入手先

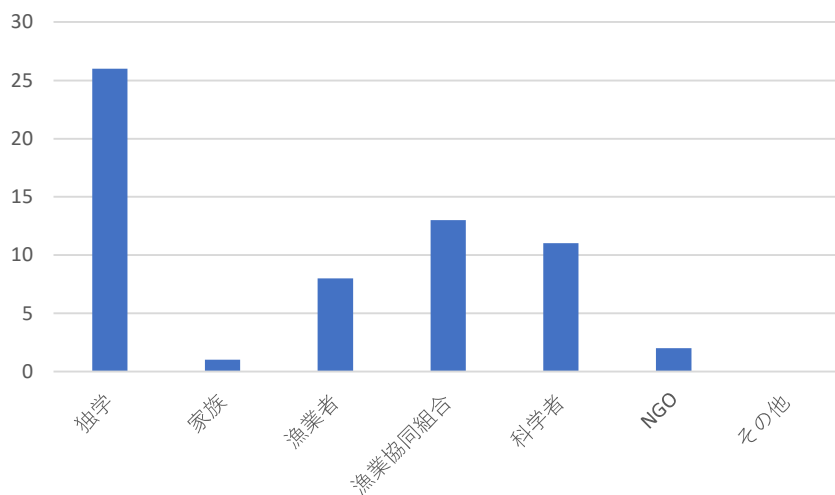


図 15 地球温暖化についての情報の入手先

(19) 海洋酸性化の脅威

カキ養殖・漁業の安定性を考えた場合の海洋酸性化の脅威については、5 年以上先に脅威と答えた人が 44%で、5 年以内に脅威となると回答した人 34%を若干超えていた(図 16)。

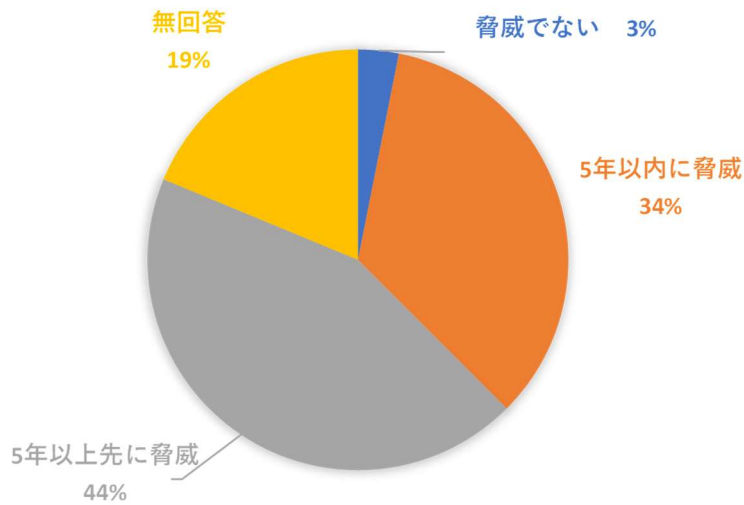


図 16 カキ養殖・漁業に対する海洋酸性化の脅威

(20) 影響への心配

海洋酸性化がカキ養殖・漁業に与える影響について、非常に心配、心配を足すと過半数を超え、少し心配も含めると 3/4 を超える人が影響についての不安を持っていることが示された(図 17)。

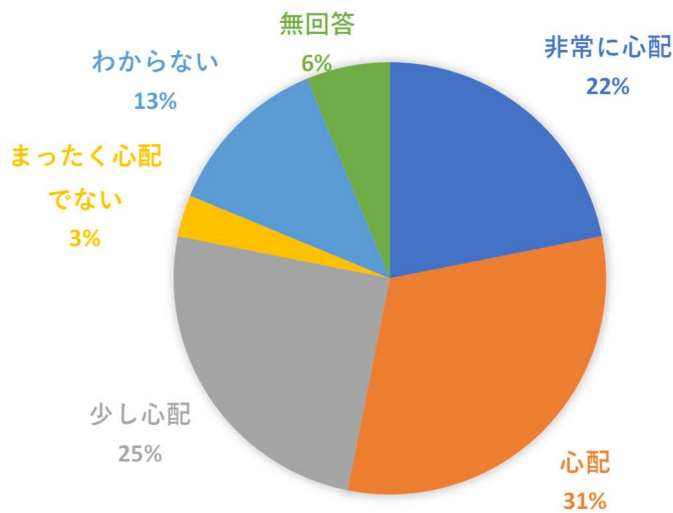


図 17 海洋酸性化がカキ養殖・漁業に与える影響への懸念

(21) 対応策の必要性

海洋酸性化がカキ養殖・漁業に与える影響について、早急な対応策が必要と感じている人は 23%であった(図 18)。

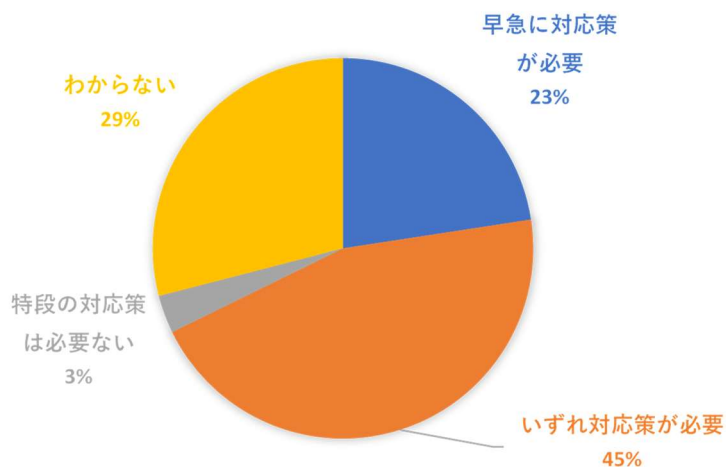


図 18 海洋酸性化への対応策の必要性

(22) 海洋酸性化の検知のために必要なこと

海洋酸性化がカキ養殖・漁業に与える影響の検知のために必要なこととして、28人が現地観測を、22人が影響を学ぶこと(図 19)を上げた。

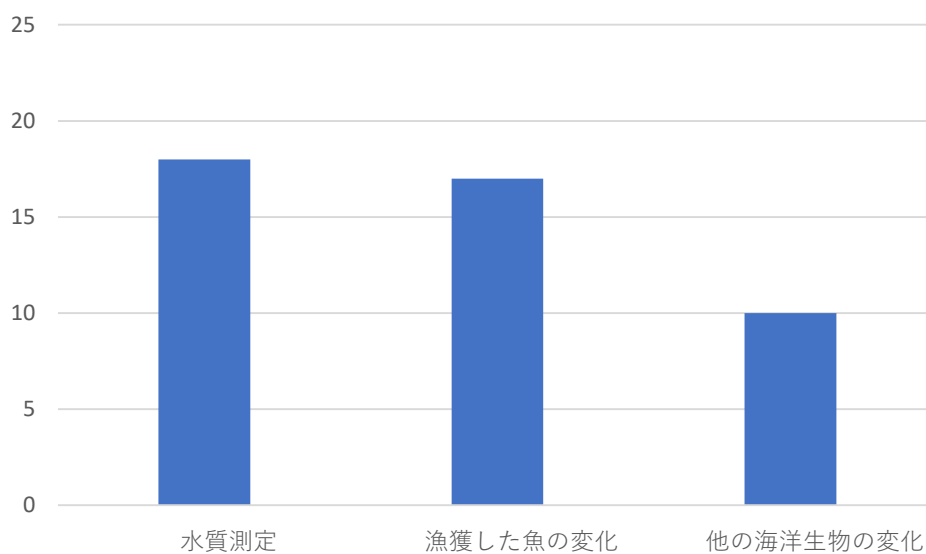


図 19 海洋酸性化の影響を検知するための現地観測

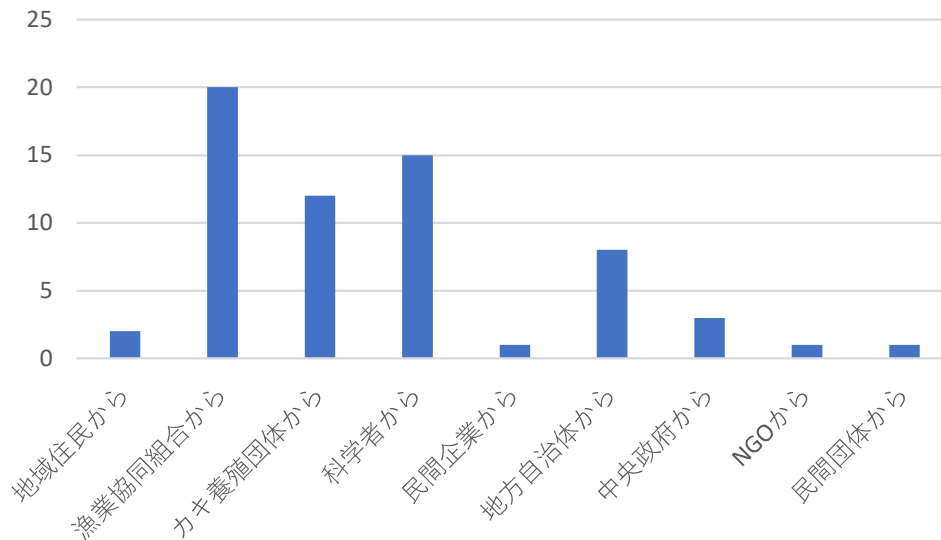


図 20 海洋酸性化の影響を検知するために学ぶ先

(23) 影響を与えているシナリオ

海洋酸性化がカキ養殖・漁業に影響を与えているシナリオについて想像してもらった結果、以下のような回答を得た。まずは、現状認識が大切であるという回答とともに、具体的な対策についてのアイデアが提示された。

- ・ どのように影響が出てきているのか分からないので想像できない
- ・ カキ殻を散布する(2件)
- ・ 影響が出てからその都度考えるしかない
- ・ 何にどのようにお金をかけるかといった決定
- ・ まずは問題を正しく理解する。その後具体的な根拠を持ってしっかり考える。
- ・ 上の決定に従う体制を整える
- ・ 品種改良
- ・ 減産したり、カキ以外の可能性を考える
- ・ 漁業者の知識向上から始める
- ・ 酸性化が影響を与える情報をまずは入手していく
- ・ 陸上養殖
- ・ 海底の汚泥等を除去
- ・ 行政や研究機関等と連携し対策を講じる
- ・ 光合成できる海草・藻類の育成
- ・ 新しい漁業の取り組み

(24) 海洋酸性化の詳細を相談する先

海洋酸性化が起こっているかどうか不確かな場合、詳細を知るために確実に相談する先(◎:2点)、場合によって相談する先(○:1点)、相談しない先(×:-1点)、わからない(?)と整理した。また、意思決定における影響の度合いを、大きな影響(◎:2点)、ある程度の影響(○:1点)、少ない影響(△:0.5点)、影響しない(×:0点)、として整理した。地域住民や民間団体に対しては厳しい評価が与えらえる一方で、漁協やカキ養殖団体に対しては高い信頼と影響力のあることが示され、科学者、地方行政がそれに続いた(図 21)。

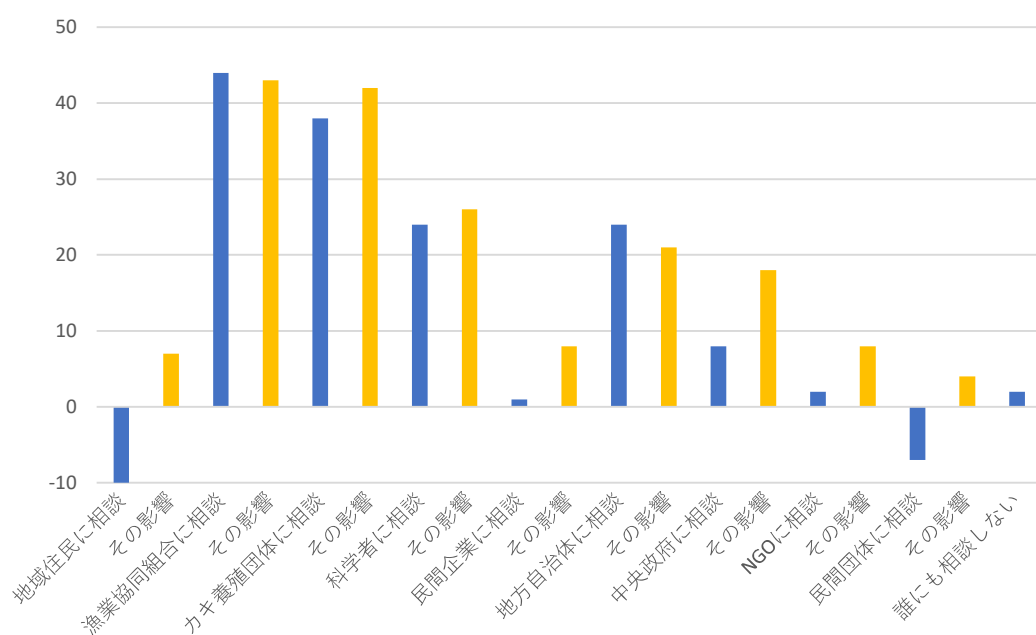
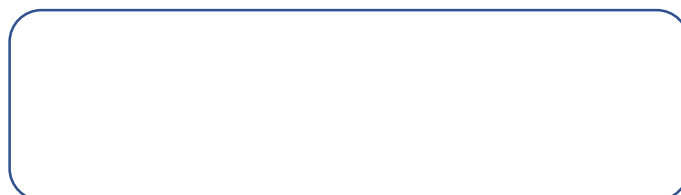


図 21 海洋酸性化の詳細を相談する先

1.2. 非漁業者対象のヒアリング調査結果

漁業者対象のヒアリングは、2020年11月27日に備前市里海里山ブランド推進協議会 with ICMにおいて配布し、その後回収された回答票をもとに整理され、36件の回答を得た。

現在整理中



2. カキ養殖漁業者に対する海洋酸性化に関するアンケート調査

海洋酸性化は、貝類の再生産への悪影響が懸念されることから、調査対象はカキ養殖に従事している漁業者とした。具体的には、カキの主要な生産地である広島県、兵庫県、宮城県、岩手県のカキ養殖に従事している漁業者を対象にアンケート調査を行った。調査方法は、漁業協同組合に調査票を送付し、当該組合に所属し、カキ養殖に従事している漁業者の代表(例えば、養殖カキ部会の部会長)に調査票を渡し、記入済みの調査票は郵送にて回収した。調査内容は、種ガキの入手状況、カキの育成、気候変動の影響やその対応方法などである。発送数 66 通のうち、35 通の回答があった。本項の構成としては、各項目が調査票の問いに対応しており、1.回答者について、2.種ガキの入手方法、3.カキ養殖の方法、4.気候変動と回答者の対応方法等、5.カキ斃死時等の対応となっている。回答から酸性化の影響はうかがわれなかったものの、夏場の水温の高い日が増えていること、さらに西日本では食害が増えていることが明らかとなり、海の異変やその対策についての議論につながる成果が得られた。

【調査の概要】

調査の目的: 海洋酸性化による貝類の再生産への悪影響が懸念されるなか、カキ養殖現場の実状を明らかにし、今後の対策に資する。

調査の内容: (1)回答者について (2)種ガキについて (3)カキ養殖について
(4)気候変動について (5)カキの斃死時等の対応について

調査対象の選定: カキの主要な産地である広島県、兵庫県、宮城県、岩手県でカキ養殖に従事している漁業者の代表(養殖カキ部会(以下、カキ部会)の部会長等)が調査の対象である。ある組合のカキ部会から部会長及び役員(3人)の回答があったが、それ以外は1つの組合(宮城県は1つの支所)につき代表1人の回答となった。

調査の実施方法: アンケート調査票を、カキ養殖に従事している漁業者が所属する漁業協同組合(以下、漁協。なお、宮城県は支所)に郵送で配布し、漁協を通して同調査票をカキ養殖漁業者の代表に渡した。調査票の回収も郵送によった。

調査の時期: 2022年8月1日～9月16日

回収率: 1組合1人という括りの場合、回答者数は合計 32 人となった。回収率は、調査対象全体(63人)に対し、回答者数 32 人で回収率 50.8%である。県別には、右表のとおりである。なお、前述の役員を含めると回答者数は合計 35 人となり、回収率は対象全体(66人)に対し、53.0%となる。

(単位 人、%)

| | 調査対象者数 | 回答者数 | 回答率 |
|-----|--------|------|------|
| 岩手県 | 9 | 5 | 55.6 |
| 宮城県 | 15 | 5 | 33.3 |
| 兵庫県 | 5 | 3 | 60.0 |
| 広島県 | 34 | 19 | 55.9 |
| 全体 | 63 | 32 | 50.8 |

海洋酸性化アンケート調査票（カキ養殖漁業者代表様）

（特定非営利活動法人 里海づくり研究会議の委託に基づき、農林中金総合研究所が実施しています）

このアンケートは、カキ養殖に従事する皆様に海洋酸性化に対するご認識を把握した上で、今後の対策のあり方を検討するために、ご意見を伺うことを目的としています。このアンケートを含むすべての調査結果は、匿名とし、回答者様の個人情報を守ります。

問1 ご自身についてうかがいます。 N=32

- (1) ご年齢をうかがいます。あてはまるものに1つ○をしてください。
1. 10～19歳 2. 20～29歳 3. 30～39歳 4. 40～49歳 18.8%
5. 50～59歳 28.1% 6. 60～69歳 28.1% 7. 70歳以上 25.0%
- (2) 最終学齢をうかがいます。あてはまるものに1つ○をしてください。
1. 中学校卒業 6.3% 2. 水産高等学校卒業 18.8%
3. 水産高等学校でない高等学校卒業 50.0%
4. 大学卒業 21.9% 5. 大学院卒業 6. それ以外（具体的に） 無回答3.1%
- (3) カキ養殖を始めて何年になりますか。（ ）内にご記入ください。
（平均 37.0）年 n=22

問2 ご自身の種ガキの入手方法についてうかがいます。 N=32

- (1) 種ガキの入手方法についてお聞きします。あてはまるものに1つ○をしてください。
1. 天然種苗を採取(⇒(2)へ) 43.8% 2. 種ガキを購入(⇒(3)へ) 28.1%
3. 採苗も購入も行う(⇒(2)と(3)へ) 25.0% 無回答3.1%
- (2) 前問(1)で「1. 天然種苗を採取」または「3. 採取も購入も行う」に○をつけた方にお聞きします。天然種苗についてここ3年間で過去と比べて変化がありましたら、あてはまるものに全て○をしてください。
n=22
1. 種苗の発生する時期が変わった 27.3% 2. 種苗の発生場所が変わった 9.1%
3. 種苗の発生する量が少なくなった 9.1% 4. 種苗を確保し難くなった 36.4%
5. 奇形の種苗が多くなった 0.0% 6. 種苗が消えてしまうことが増えた 63.6%
7. 成長が遅くなった 22.7% 8. 特に変化はない 18.2%
9. その他（具体的に） 0.0%
- (3) 前問(1)で「2. 種ガキを購入」または「3. 採取も購入も行う」に○をつけた方にお聞きします。n=17
- a. 購入している種ガキの生産地を全てお書きください。都道府県のみでも構いません。
（ ）
- b. 購入している種ガキは必要量を入手していますか。あてはまるものに1つ○をしてください。
1. はい 88.2% 2. いいえ(⇒(c)へ) 5.9% 無回答5.9%
- c. 前問bで「2. いいえ」と回答した方にお聞きします。その理由をお書きください。
（ ）

問3 ご自身のカキ養殖の方法についてうかがいます。

- (1) あてはまる養殖方法に全てご記入ください。

| いかだ垂下式、簡易垂下式 | | ➤ はえ縄 | 地まき式、ひび建て式 | | |
|----------------------------|-------|--|------------|-----------------------------------|-----|
| 台数 n=27 | 27.1 | ➤ 幹縄(海面に水平に張った垂下連を支える縄(ロープ)の長さ(m) n=10 | ➤ 510.0 | 養殖している養殖場の面積(m ²) n=1 | 3.6 |
| 平均面積(m ²) n=20 | 367.8 | | | | |

無回答(全ての項目に○なし)3.1%

(4) 養殖施設の設置場所についてうかがいます。N=32

a. 養殖施設の設置場所にあてはまるものに全て○をしてください。

- | | | | |
|---------------|-------|-----------------|-------|
| 1. 河川が近くにある | 59.4% | 2. 陸地から近い | 78.1% |
| 3. 藻場が近くにある | 28.1% | 4. 海藻の養殖場が近くにある | 21.9% |
| 5. 水深は20mより浅い | 87.5% | 6. 潮流は速い | 46.9% |

b. 養殖施設の設置場所は毎年同じですか。

- | | | | | | |
|-------|-------|--------|-------|-----|------|
| 1. はい | 71.9% | 2. いいえ | 25.0% | 無回答 | 3.1% |
|-------|-------|--------|-------|-----|------|

c. 前問 bで「2. いいえ」と回答した方にお聞きします。養殖施設の設置場所の決定方法についてあてはまるもの1つに○をしてください。n=8

- | | | | |
|-------------------|-------|-------------|-------|
| 1. 漁業者間で話し合っ決めて | 25.0% | 2. くじびきで決めて | 50.0% |
| 3. ローテーションで移動している | 12.5% | | |
| 4. その他(具体的に) | 12.5% | | |

問4. 気候変動とご自身のカキ養殖についてうかがいます。N=32

(1) カキの育成中にここ数年間で過去と比べ変化がありましたら、全てに○をしてください。

- | | | | |
|----------------------|-------|---------------------|-------|
| 1. 斃死する量が増えた | 50.0% | 2. 成長が悪くなった | 56.3% |
| 3. 台風等の被害が増えた | 9.4% | 4. 漁場に淡水が流入することが増えた | 12.5% |
| 5. 夏場の水温が高い日が増えた | 81.3% | 6. 食害が増えた | 50.0% |
| 7. 卵を持つ時期が長くなった | 18.8% | 8. 貝毒の発生頻度が増えた | 21.9% |
| 9. ノロウィルスが発生する頻度が増えた | 15.6% | 10. 原因不明の斃死が増えた | 25.0% |
| 11. 殻が薄くなった | 9.4% | 12. 身入りが悪くなった | 43.8% |
| 13. 特に変化なし | 9.4% | | |
| 14. その他(具体的に) | 9.4% | | |

(2) カキの養殖技術においてわからないことがあったときの対応、情報収集先を全てご記入ください。

| 対応 | 当てはまる場合は○ | 具体的な情報収集先 |
|--------------|-----------|-------------|
| 関連する文献を読む | 3.1% | 書名・新聞・雑誌名など |
| インターネットを検索する | 15.6% | サイト名など |
| 水産試験場に相談する | 43.8% | |
| 水産普及員に相談する | 25.0% | |
| 漁業者仲間に相談する | 65.6% | |
| その他 | 6.3% | |

(3) 気候変動の影響について、ご自身でお考えの対策も含めご自由にお書きください。

問5. カキ種苗や育成中のカキが斃死したり、成長不良が起きた場合、どのような対応を考えますか？過去の例があれば、その経験も含め具体的に教えてください。

～ご協力ありがとうございました～

1. 回答者について一問 1

(1) 回答者の構成

本調査は、35 人の方から回答をいただいた。このうち、32 人はカキ養殖に従事している漁業者の代表として、1 組合当たり1人が回答している。県別には、回答者数が最も多いのは広島県で 19 人、岩手県と宮城県はともに 5 人、兵庫県が 3 人であった。

なお、全回答者のうち 3 人は、同じ組合のカキ部会の役員である。本報告書では、特に記述のない限り、1 組合当たり1回答者という同一基準での回答状況を示す。一方、回答者全てを対象にした場合は全回答者と記す。

(2) 回答者の年齢、最終学歴、カキ養殖歴

回答者の年齢層は、50 歳台と 60 歳台がともに 28.1%となった。70 歳以上は、25.0%であり、40 歳台が 18.8%だった。

回答者の最終学歴は、「高等学校(水産高等学校を除く)卒業」が最も多く、50.0%を占めた。次に「大学卒業」が 21.9%となり、「水産高等学校卒業」は 18.8%、「中学校卒業」は 6.3%だった。

カキ養殖歴を回答した人は 22 人で、平均 37.0 年である。最も短い人で 20 年、最も長い人で 65 年だった。カキ養殖歴を階層にすると「30 年～39 年」が 25.0%、「40～49 年」と「50 年以上」がともに 15.6%、「20～29 年」が 12.5%となった。

(3) 県別にみた回答者

県別の回答者の年齢層は、**図表 1-1** のとおりである。岩手県、広島県で「70 歳以上」の人が占める割合が最も高く、それぞれ、40.0%、31.6%となった。

最終学歴は、岩手県、宮城県で、「水産高等学校卒業」の割合が最も高い(**図表 1-2**)。それに対して、広島県は「高等学校卒業」が

63.2%と最も多く、大学卒業も 31.6%となった。概して、東北 2 県では、若いうちから専門性を深める一方、広島県は、高等学校や大学へ進学し、幅広い教育を受けていた。

また、県別のカキ養殖歴の平均は、広島県が 40.3 年、宮城県が 35.3 年、岩手県が 32.5 年と 30 年を超えるのに対し、比較的新しい産地である兵庫県では 27.5 年

図表 1-1 回答者の年齢

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 年齢 | | | |
|-----|------|--------|--------|--------|-------|
| | | 40～49歳 | 50～59歳 | 60～69歳 | 70歳以上 |
| 全 体 | 32 | 18.8 | 28.1 | 28.1 | 25.0 |
| 岩手県 | 5 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 40.0 |
| 宮城県 | 5 | 20.0 | 40.0 | 40.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 0.0 |
| 広島県 | 19 | 15.8 | 26.3 | 26.3 | 31.6 |

だった。

図表1-2 回答者の最終学歴

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 最終学歴 | | | | |
|-----|------|-------|----------|--------|------|-----|
| | | 中学校卒業 | 水産高等学校卒業 | 高等学校卒業 | 大学卒業 | 無回答 |
| 全体 | 32 | 6.3 | 18.8 | 50.0 | 21.9 | 3.1 |
| 岩手県 | 5 | 20.0 | 40.0 | 20.0 | 20.0 | 0.0 |
| 宮城県 | 5 | 0.0 | 60.0 | 40.0 | 0.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 0.0 | 0.0 |
| 広島県 | 19 | 0.0 | 0.0 | 63.2 | 31.6 | 5.3 |

年齢とカキ養殖歴を比較すると、40歳台のカキ養殖歴は20～29年、50歳台では30～39年と、概ね年齢層から20を引いた階層にカキの養殖歴が集中する関係がある(図表1-3)。

図表1-3 回答者の年齢とカキ養殖歴の関係

(単位:人,%)

| | 回答者数 | カキ養殖歴 | | | | |
|--------|------|--------|--------|--------|-------|------|
| | | 20～29年 | 30～39年 | 40～49年 | 50年以上 | 無回答 |
| 全体 | 32 | 12.5 | 25.0 | 15.6 | 15.6 | 31.3 |
| 40～49歳 | 6 | 66.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.3 |
| 50～59歳 | 9 | 0.0 | 55.6 | 11.1 | 0.0 | 33.3 |
| 60～69歳 | 9 | 0.0 | 33.3 | 33.3 | 11.1 | 22.2 |
| 70歳以上 | 8 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 50.0 | 37.5 |

(4) 全回答者について

全回答者35人の年齢層の分布は、40歳台が20.0%、50歳台と60歳台がともに25.7%、70歳以上は、28.6%と、カキ部会の部会長のみの集計に比べ、40歳台と70歳以上の階層の割合がやや高かった。

全回答者の最終学歴は、「中学校卒業」が8.6%、「水産高等学校卒業」が17.1%、「高等学校(水産高等学校を除く)卒業」が51.4%、「大学卒業」が20.0%だった。

カキ養殖歴の平均は、カキ部会の部会長のみの集計の場合は37.0年だったが、全回答者では37.8年となった。

2. 種ガキについて一問 2

(1) 種ガキの入手方法

種ガキの入手方法は、「天然種苗を採苗」が最も多く、43.8%を占め、次に「種ガキを購入」が28.1%だった(図表 2-1)。また、「採苗も購入も行う」は、25.0%だった。

県別には、岩手県と兵庫県で、全ての回答者

図表2-1 種ガキの入手方法

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 種ガキの入手方法 | | | |
|-----|------|----------|--------|----------|-----|
| | | 天然種苗を採苗 | 種ガキを購入 | 採苗も購入も行う | 無回答 |
| 全 体 | 32 | 43.8 | 28.1 | 25.0 | 3.1 |
| 岩手県 | 5 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 宮城県 | 5 | 80.0 | 0.0 | 20.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 広島県 | 19 | 52.6 | 5.3 | 36.8 | 5.3 |

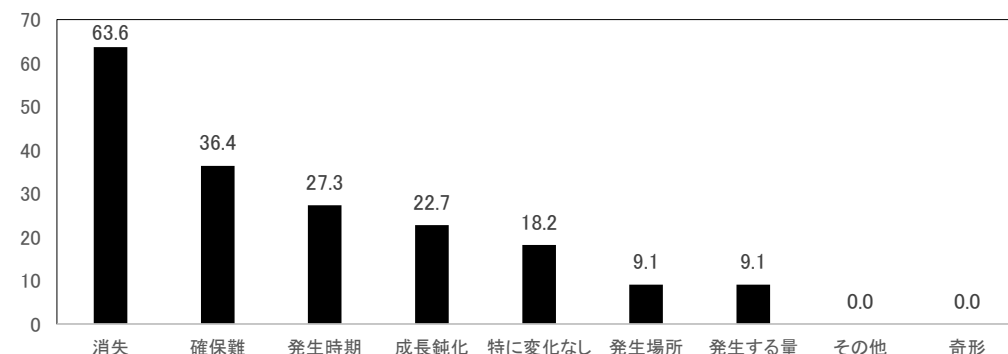
が「種ガキを購入」と回答した。一方、宮城県と広島県では「天然種苗を採苗」がそれぞれ 80.0%、52.6%となった。また、「採苗も購入も行う」という回答は、宮城県で20.0%、広島県で36.8%であった。つまり、これら2県では、概して、採苗した天然種苗のみか、採苗した天然種苗に加え購入した種苗でカキ養殖が行われていた。

(2) 天然種苗について過去3年間と比較した変化

天然種苗を採苗している人(「天然種苗を採苗」もしくは「採苗も購入も行う」と回答した人)は、広島県の17人、宮城県の5人の計22人だった。広島県、宮城県は種ガキの主要産地でもある(後述)。

ここ3年間で採苗時の変化を尋ねたところ、図表 2-2 のようになった。最も多かった答えが「種苗が消えてしまうことが増えた」(図表では、消失)で63.6%だった。次に多かったのが、「種苗を確保し難くなった」で36.4%だった。「種苗の発生する時期が変わった」は27.3%、「成長が遅くなった」は22.7%であった。「奇形の種苗が多くなった」は、0.0%だった。また、「特に変化なし」は、18.2%だった。

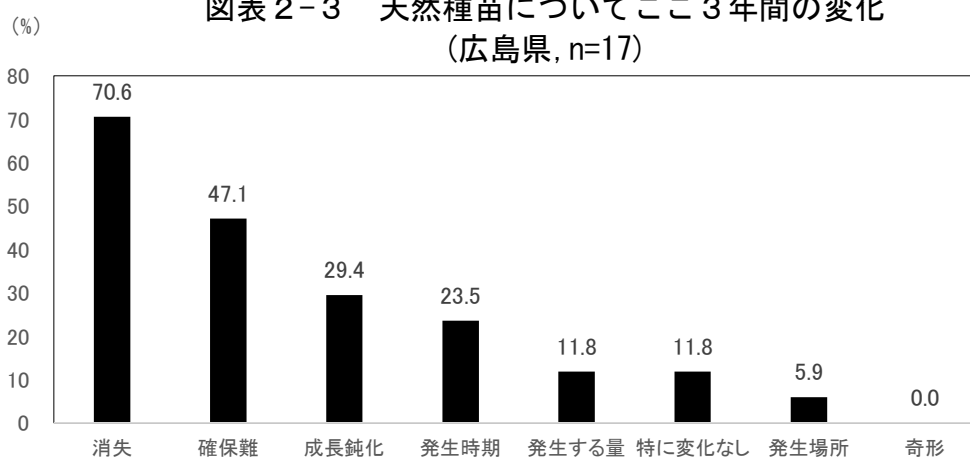
図表 2-2 天然種苗についてここ3年間の変化(n=22)



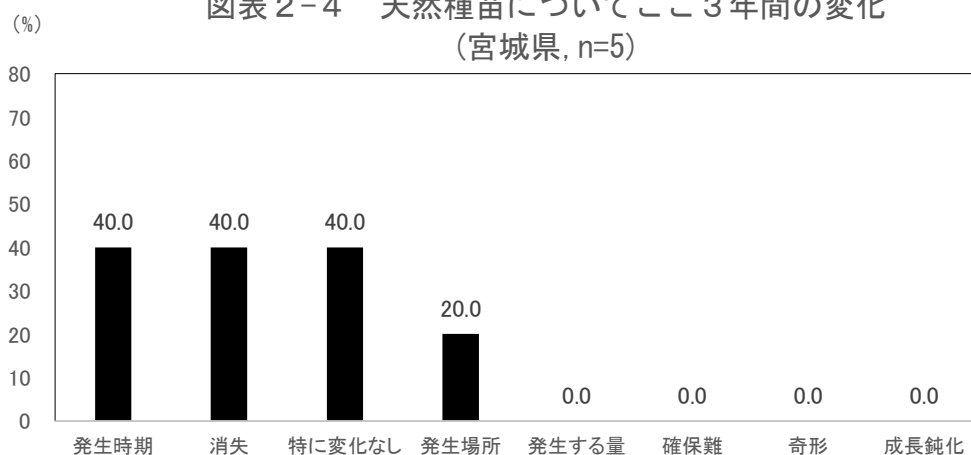
県別には、広島県で「種苗が消えてしまうことが増えた」は、70.6%となっている(図表 2-3)。また、「種苗を確保し難くなった」は 47.1%と、およそ半数の回答者が種苗の確保に苦労していることが明らかとなった。

これに対し、宮城県では、「種苗の発生する時期が変わった」、「種苗が消えてしまうことが増えた」に加え、「特に変化はない」がともに 40.0%だった(図表 2-4)。また、宮城県では、「種苗の発生する量が少なくなった」、「種苗を確保し難くなった」、「成長が遅くなった」という回答は 0.0%だった。

図表 2-3 天然種苗についてここ 3 年間の変化
(広島県, n=17)



図表 2-4 天然種苗についてここ 3 年間の変化
(宮城県, n=5)



(3) 種ガキの購入状況

種苗を購入している人(「種ガキを購入」もしくは「採苗も購入も行う」と回答した人)は、岩手県の5人、宮城県の1人、兵庫県の3人、広島県の8人の計17人である。

そのうち、16人が購入している種ガキの生産地を具体的に回答した。14人が1つの県を、1人が2つの県、1人が3つの県を挙げていた。種ガキの生産地として最も多かったのが宮城県であった(図表2-5)。それに続き、広島県、岡山県となっている。

宮城県産の種ガキは、調査対象である全4県で利用されていた。また、回答において、「宮城県石巻市」、「宮城県松島」など、宮城県内でも複数の産地名が挙げられていた。広島県産や岡山県産の種ガキは、兵庫県や広島県で利用されていた。広島県ではカキの三倍体を利用しているという記述があった。

種苗を購入している人に、必要量を入手しているか尋ねたところ、「はい」という回答が88.2%となった(図表2-6)。「いいえ」は、5.9%となった。

県別には、岩手県、宮城県は「はい」が100%だったのに対し、広島県は87.5%、兵庫県は66.7%だった(図表2-7)。

(4) 全回答者について

全回答者の種ガキの入手方法の分布は、「天然種苗を採苗」が42.9%を占め、「種ガキを購入」が31.4%、「採苗も購入も行う」が22.9%だった。カキ部会の部会長のみを集計の場合より、「種ガキを購入」が3.3%ポイント高かった。

全回答者のうち、同じ組合に属する4人については、「天然種苗を採苗」する人

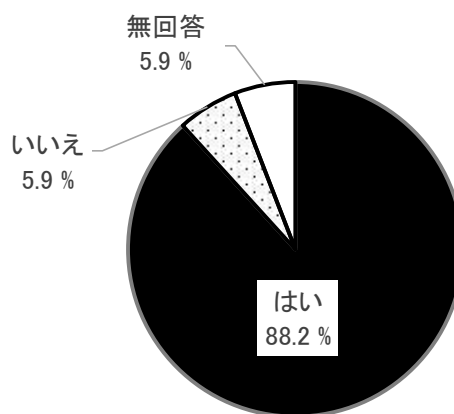
図表2-5 購入した種ガキの生産地

(単位:人)

| | 回答者数 | 購入した種ガキの生産地 | | |
|-----|------|-------------|-----|-----|
| | | 宮城県 | 広島県 | 岡山県 |
| 全 体 | 16 | 13 | 4 | 2 |
| 岩手県 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 宮城県 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 兵庫県 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 広島県 | 8 | 6 | 2 | 1 |

(注)自由回答を整理した。

図表2-6 種ガキの入手状況(n=17)



図表2-7 種ガキの入手状況

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 必要量を入手しているか | | |
|-----|------|-------------|------|------|
| | | はい | いいえ | 無回答 |
| 全 体 | 17 | 88.2 | 5.9 | 5.9 |
| 岩手県 | 5 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 宮城県 | 1 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 66.7 | 0.0 | 33.3 |
| 広島県 | 8 | 87.5 | 12.5 | 0.0 |

参考1 貝類の消費動向

総務省「家計調査年報」によると、2人以上の世帯において、1世帯当たりの貝類全体の購入量は世帯構成人員の減少もあり、ここ20年間減少を続けている。

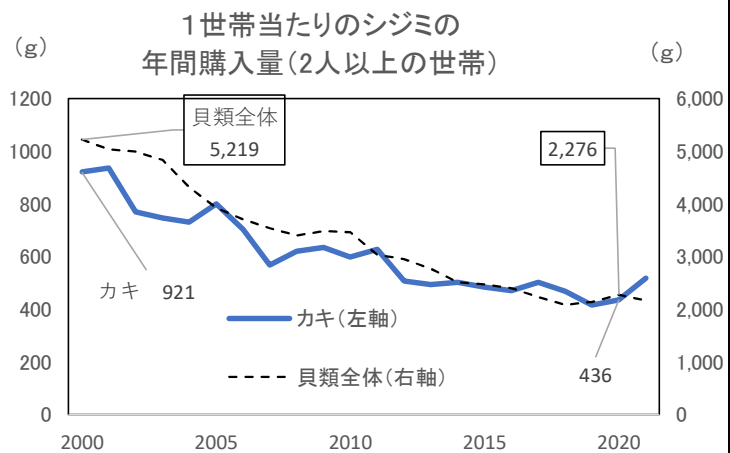
ただし、カキについては、底堅い動きとなっている。

また、購入された貝類の内訳について2000年と2020年を比較してみると、全体に占めるカキの割合は00年の17.6%から20年には19.2%と存在感を強めている。

その理由の1つとして、20年前と比べて値上がり幅がカキは最も小さいことが挙げられる。

さらに、カキは粒が大きく、むいた状態で販売されることも多く、アサリ、シジミより、調理・廃棄の面でも使い勝手がよいことも消費が底堅い理由として考えられる。

近年、西日本でマガキの生産地が広がっており、より消費者に身近な貝となっている。



(資料)総務省「家計調査年報」(令和3年)より作成

貝類の年間購入数量の内訳

| | 2000年 | | 2020年 | |
|------|-----------|------------|-----------|------------|
| | 数量 (g) | 構成比 (%) | 数量 (g) | 構成比 (%) |
| アサリ | 2,080 | 39.9 | 743 | 32.6 |
| ホタテ貝 | 844 | 16.2 | 571 | 25.1 |
| カキ | 921 | 17.6 | 436 | 19.2 |
| シジミ | 762 | 14.6 | 260 | 11.4 |
| 他の貝 | 613 | 11.7 | 243 | 10.7 |
| 貝類全体 | 5,219 | 100.0 | 2,276 | 100.0 |

(資料)総務省「家計調査年報」(令和3年)より作成

(注)端数処理のため、構成比の合計が100%にならない場合がある。

各貝類の価格の推移

| | 2000年 平均価格① (円) | 2020年 平均価格② (円) | 価格比 ③=②÷① (倍) |
|------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| アサリ | 79.84 | 104.74 | 1.31 |
| ホタテ貝 | 183.46 | 215.25 | 1.17 |
| カキ | 167.31 | 180.55 | 1.08 |
| シジミ | 98.27 | 141.13 | 1.44 |

(資料)上図と同じ

(注)価格は100g当たりである。

が1人、「種ガキを購入」する人は3人だった。このうち、「天然種苗を採苗」する人は採苗時の変化について「その他」と回答していたが、具体的記述はなかった。3人の「種ガキを購入」する人は皆、必要量を入手できており、入手先は1人が「宮城県石巻市」、「宮城県南鳴瀬町」と2か所を、もう1人が「宮城県渡波」、残りの1人が「宮城県」と回答しており、同じ組合の中でも、また同一人物でも多様な入手先があることがわかった。

3. カキ養殖について一問3

(1) 養殖方法と養殖施設の規模

回答者の84.4%に当たる27人が「いかだ垂下式、簡易垂下式」の台数を回答しており、その台数は平均27.1台となった(図表3-1)。「いかだ垂下式、簡易垂下式」の1台当たりの平均面積を回答した人は20人となり、1台当たりの平均面積は平均で367.8㎡となった。

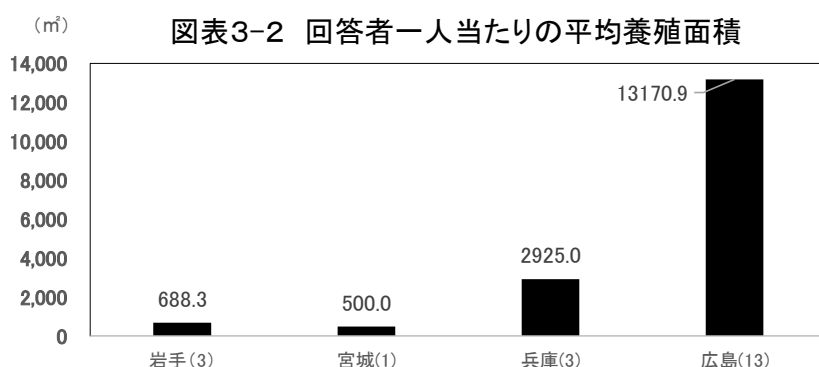
養殖施設の規模を県別にみると、いかだの台数、1台当たりの平均面積を平均したものは、ともに広島県が他県を大きく上回っている。

台数、1台当たりの平均面積をともに回答した回答者20人について「いかだ垂下式、簡易垂下式」の養殖面積を算出すると、最大で83,349㎡、最小で200㎡となった。

回答者1人当たりの平均養殖面積は、9,128.1㎡である。県別には、広島県が13,170.9㎡と最も大きくなっている(図表3-2)。

図表3-1 養殖施設の規模1

| | いかだ垂下式、簡易垂下式 | | | |
|-----|--------------|-------|---------|---------------|
| | 回答者数(人) | 台数(台) | 回答者数(人) | 1台当たりの平均面積(㎡) |
| 全 体 | 27 | 27.1 | 20 | 367.8 |
| 岩手県 | 3 | 10.7 | 3 | 84.5 |
| 宮城県 | 3 | 9.3 | 1 | 100.0 |
| 兵庫県 | 3 | 13.0 | 3 | 225.0 |
| 広島県 | 18 | 35.1 | 13 | 486.8 |



(注)()内は、いかだ垂下式、簡易垂下式の台数と1台当たりの平均面積をともに回答した人の数

図表3-3 養殖施設の規模2

| | はえ縄 | |
|-----|---------|----------|
| | 回答者数(人) | 幹縄の長さ(m) |
| 全 体 | 10 | 510.0 |
| 岩手県 | 4 | 1097.5 |
| 宮城県 | 4 | 125.0 |
| 兵庫県 | 1 | 60.0 |
| 広島県 | 1 | 150.0 |

また、「はえ縄」の幹縄の長さを回答した人は 10 人(回答者の 31.3%)で、その長さは平均 510.0m だった。はえ縄の回答者は、岩手県、宮城県、ともに 4 人であり、それぞれの県の回答者の 8 割が利用していた。はえ縄の幹縄の長さは、岩手県が他県を大きく上回った(図表 3-3)。

シングルシードを導入していたのは、回答者全体の 15.6%だった(図表 3-4)。県別には、兵庫県が 66.7%、広島県で 15.8%となった一方、岩手県、宮城県では利用がなかった(図表 3-5)。

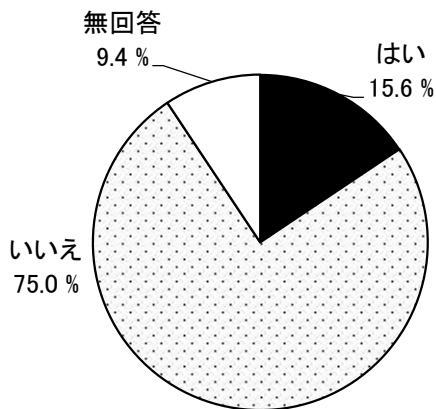
図表3-5 シングルシードの導入状況

(単位:人,%)

| | 回答者数 | シングルシードの導入 | | |
|-----|------|------------|-------|------|
| | | はい | いいえ | 無回答 |
| 全 体 | 32 | 15.6 | 75.0 | 9.4 |
| 岩手県 | 5 | 0.0 | 80.0 | 20.0 |
| 宮城県 | 5 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 66.7 | 33.3 | 0.0 |
| 広島県 | 19 | 15.8 | 73.7 | 10.5 |

図表3-4 シングルシードの導入状況

(N=32)



参考 2 2018 年漁業センサスとの比較

農林水産省の「2018 年漁業センサス」によれば、全国で 3,021 経営体がカキ類を養殖している。本調査で対象としている 4 県の生産構造は、広島県で「かき類養殖のみ」が最も多い。その一方、岩手県、宮城県、兵庫県は他の養殖や採捕を組み合わせている。

漁業センサスの 1 経営体平均養殖面積と本調査の回答者 1 人当たりの平均養殖面積と比較すると、漁業センサスより、広島県、兵庫県が広がっている。

一方、岩手県、宮城県では、漁業センサスよりも小規模となっている。両県については、「いかだ垂下式、簡易垂下式」の 1 台当たりの平均面積の未記入も多かったため、回答者 1 人当たりの平均養殖面積が小規模になっている可能性がある。

カキ類：採捕・養殖の組合せ別経営体数

(単位：経営体)

| | 計 | かき類 養殖の み | かき類養殖との組合せ | | |
|-----|-------|-----------------|------------|-----|-----------------|
| | | | 他の 養殖 | 採捕 | 他の 養殖と 採捕 |
| 全 国 | 3,021 | 1,001 | 391 | 975 | 654 |
| 岩手県 | 318 | 25 | 26 | 80 | 187 |
| 宮城県 | 529 | 137 | 100 | 123 | 169 |
| 兵庫県 | 79 | 14 | 14 | 31 | 20 |
| 広島県 | 301 | 265 | 1 | 33 | 2 |

(資料)農林水産省「2018年漁業センサス」

平均養殖面積の比較

(単位：㎡)

| | 漁業センサス (注1) 1経営体平均養殖面 積 | 本調査 (注2) 回答者1人当たりの 平均養殖面積 |
|-----|----------------------------------|------------------------------------|
| 岩手県 | 1,662 | 972 |
| 宮城県 | 1,751 | 500 |
| 兵庫県 | 2,556 | 2,945 |
| 広島県 | 7,280 | 13,183 |

(資料)農林水産省「2018年漁業センサス」

(注1)養殖面積を当該養殖を営んだ経営体数で除して算出。

(注2)台数、平均面積をともに回答した回答者20人について「いかだ垂下式、簡易垂下式」の養殖面積を算出したものに「はえ縄」の養殖面積を加え、それを県別に平均。

(注3)漁業センサス、本調査ともにはえ縄の幅を1mとしている。つまり、幹縄の長さが面積となる。

(2)カキの育成期間

カキの育成期間は、「2 年子を出荷」が 62.5%と最も多く、次に「3 年子を出荷」が 37.5%、「1年以内に出荷」が 31.3%となった(図表 3-6)。県別には、「1年以内に出荷」の割合が大きいのが、宮城県(60.0%)、兵庫県(100.0%)であった。一方、「2年子を出荷」が中心なのが、岩手県(80.0%)、広島県(73.7%)だった。

図表3-6 カキの育成期間

(単位：人、%)

| | 回答 者数 | カキの育成期間(複数回答) | | |
|-----|----------|---------------|--------|--------|
| | | 1年以内 出荷 | 2年子を出荷 | 3年子を出荷 |
| 全 体 | 32 | 31.3 | 62.5 | 37.5 |
| 岩手県 | 5 | 0.0 | 80.0 | 40.0 |
| 宮城県 | 5 | 60.0 | 40.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 広島県 | 19 | 21.1 | 73.7 | 52.6 |

カキの育成期間の組合せの状況については、「2 年子出荷のみ」が 29.0%、「2 年

子と3年子の組合せ」が25.8%となった(図表3-7)。県別には、兵庫県、宮城県で「1年以内出荷のみ」の回答が多かった。その一方、岩手県は「2年子出荷のみ」が最も多く、広島県では「2年子と3年子の組合せ」が38.9%となっており、2年子を中心とした作業体系が組み立てられているとみられる。

図表3-7 育成期間の組合せ

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 育成期間を1つのみ回答 | | | 育成期間を2つ回答 | |
|-----|------|-------------|---------|---------|----------------|---------------|
| | | 1年以内に出荷のみ | 2年子出荷のみ | 3年子出荷のみ | 1年以内と2年子の組み合わせ | 2年子と3年子の組み合わせ |
| 全体 | 31 | 22.6 | 29.0 | 12.9 | 9.7 | 25.8 |
| 岩手県 | 5 | 0.0 | 60.0 | 20.0 | 0.0 | 20.0 |
| 宮城県 | 5 | 60.0 | 40.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 広島県 | 18 | 5.6 | 22.2 | 16.7 | 16.7 | 38.9 |

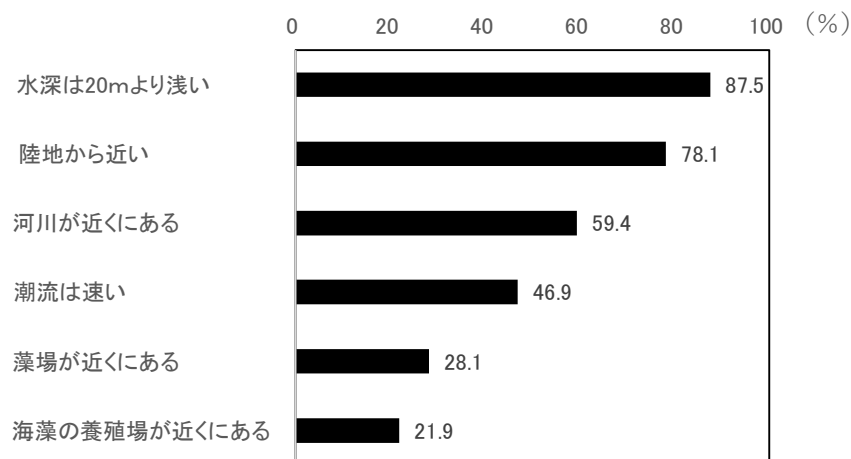
(3) 養殖施設の設置場所

養殖施設の設置場所の特徴として、回答者が最も多く挙げたのは、「水深は20mより浅い」で87.5%となった。「陸地から近い」(78.1%)、「河川が近くにある」(59.4%)がこれに続いた(図表3-8)。

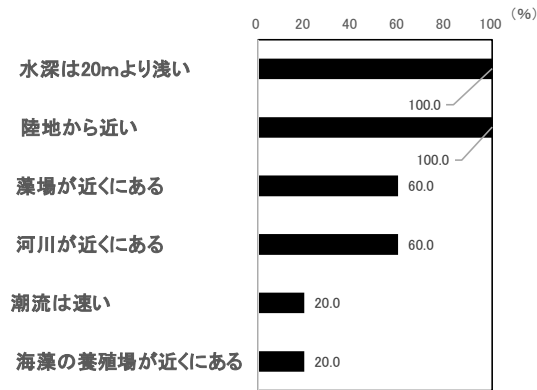
「水深は20mより浅い」は、どの県でも最上位となった(図表3-9から図表3-12)。岩手県と兵庫県で、「陸地から近い」が100.0%であった。宮城県では、「潮流は速い」が80.0%を占めた。

「藻場が近くにある」という回答は、岩手県で高く、60.0%となった。「海藻の養殖場が近くにある」という回答は、宮城県で60.0%と全体(21.9%)より高かった。

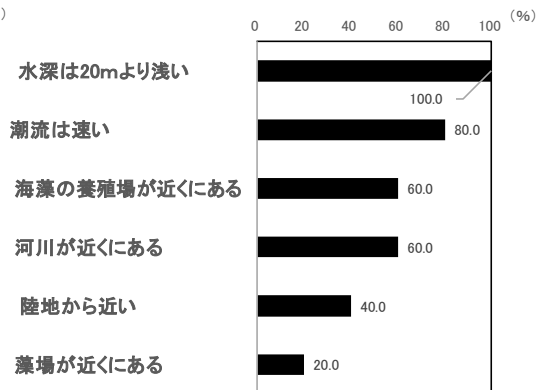
図表3-8 養殖施設の設置場所(複数回答)



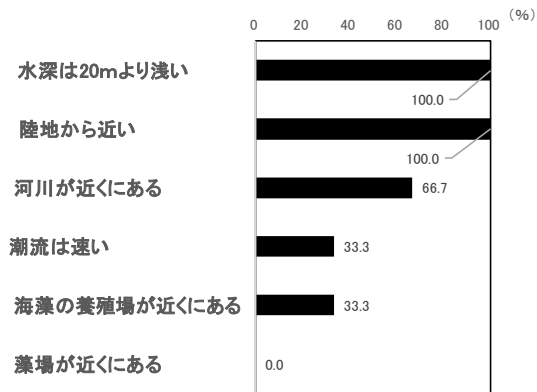
図表3-9 養殖施設の設置場所(岩手県)



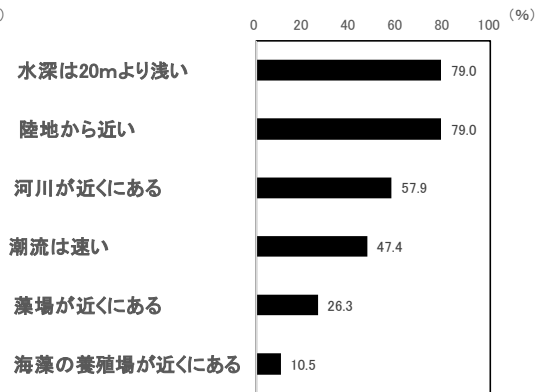
図表3-10 養殖施設の設置場所(宮城県)



図表3-11 養殖施設の設置場所(兵庫県)



図表3-12 養殖施設の設置場所(広島県)



養殖施設の設置場所の特徴間の関係を見ると、「河川が近くにある」を選んだ人のうち、42.1%が「藻場が近くにある」を選んだ(図表 3-13)。これに対し、「河川が近くにある」を選ばなかった人のうち、「藻場が近くにある」と回答した人の割合は 7.7%であった。「藻場が近くにある」という回答割合が高い岩手県を除いても、この関係は確認され、河川と藻場の関係が示唆された(図表 3-14)。

図表3-13 養殖施設の設置場所の特徴間の関係(全4県)

(単位: 人, %)

| | 回答者数 | 藻場が近くにある | 〇なし |
|----------|------|----------|------|
| 全体 | 32 | 28.1 | 71.9 |
| 河川が近くにある | 19 | 42.1 | 57.9 |
| 〇なし | 13 | 7.7 | 92.3 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)5%で有意。

図表3-14 養殖施設の設置場所の特徴間の関係(岩手県を除く)

(単位: 人, %)

| | 回答者数 | 藻場が近くにある | 〇なし |
|----------|------|----------|-------|
| 全体 | 27 | 22.2 | 77.8 |
| 藻場が近くにある | 16 | 37.5 | 62.5 |
| 〇なし | 11 | 0.0 | 100.0 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)10%で有意。

(4) 養殖漁場の利用方法

「養殖施設の設置場所は毎年同じですか」という質問に対し、「はい」という回答が

71.9%であった(図表 3-15)。一方、「いいえ」は 25.0%だった。

県別には、兵庫県で「いいえ」が 66.7%と最も高かった。広島県、宮城県は、「はい」という回答が 8 割を超えた。

「養殖施設の設置場所は毎年同じですか」という質問に対し、「いいえ」と回答した人に養殖施設の設置場所の決定方法について尋ねたところ、「くじびきで決める」という回答が最も多く、50.0%を占めた。「漁業者間で話し合っで決める」が 25.0%、「ローテーションで移動している」、「その他」はともに 12.5%となった。「その他」として「区画」が挙げられていた。

図表3-15 養殖施設の設置場所は毎年同じか

(単位:人,%)

| | 回答者数 | はい | いいえ | 無回答 |
|-----|------|------|------|------|
| 全 体 | 32 | 71.9 | 25.0 | 3.1 |
| 岩手県 | 5 | 60.0 | 40.0 | 0.0 |
| 宮城県 | 5 | 80.0 | 20.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 0.0 | 66.7 | 33.3 |
| 広島県 | 19 | 84.2 | 15.8 | 0.0 |

(5) 全回答者について

全回答者の場合、「いかだ垂下式、簡易垂下式」の台数は平均 25.6 台、1台当たりの平均面積を平均したものは 326.1 m²と、カキ部会の部会長のみの集計の場合(27.1 台、367.8 m²)より小規模になった。一方、はえ縄の幹縄の長さは平均 554.5m となった。

シングルシードの導入状況は、「はい」が 14.3%、「いいえ」が 77.1%だった。カキの育成期間は、「1 年以内に出荷」が 31.4%、「2 年子を出荷」が 65.7%、「3 年子を出荷」が 42.9%となった。

養殖施設の設置場所は、「河川が近くにある」が 62.9%、「陸地から近い」が 80.0%、「藻場が近くにある」が 25.7%、「海藻の養殖場が近くにある」が 20.0%、「水深は 20 mより浅い」が 85.7%、「潮流は速い」が 48.6%となった。カキ部会の部会長のみの集計の場合と比べ、「河川が近くにある」、「陸地から近い」、「潮流は速い」の 3 項目の回答割合が高かった。

全回答者のうち、同じ組合に属する 4 人は、全員が「2 年子を出荷」を選択した。カキの育成期間の組合せを比較すると、2 年子のみを出荷している人が 1 人、2 年子と 3 年子の両方を出荷している人が 2 人、1 年以内に出荷だけでなく、2 年子と 3 年子も出荷している人が 1 人と、2 年子を中心としながらも、育成期間の組合せは様々であった。

また、養殖施設の設置場所については、4 人全員が「河川が近くにある」、「陸地か

ら近い」を選択した。また、3人が「水深が20mより浅い」、2人が「潮流は速い」と答えた。養殖施設の設置場所については、全員が毎年同じであると答えた。

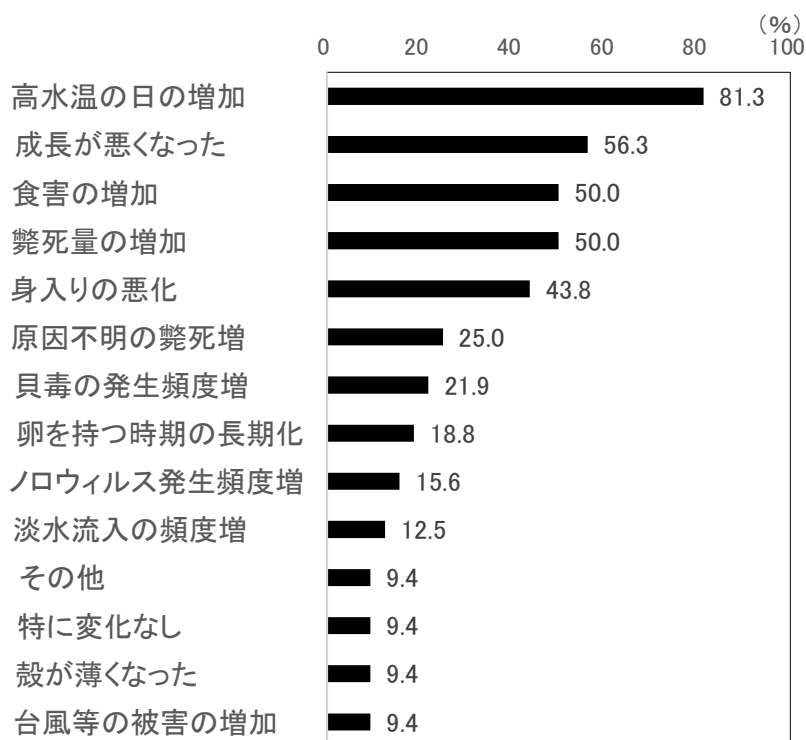
4. 気候変動について一問 4

(1)ここ数年のカキの育成中の変化

ここ数年のカキの育成中に起こった変化を尋ねたところ、「夏場の水温が高い日が増えた」が81.3%と最も高くなった(図表4-1)。その次に、「成長が悪くなった」が56.3%と続いた。

その他として、「昔より悪い」(広島県)、「ザラボヤやフジツボ等の付着物が多くなった」(岩手県)、「身入りがよくなった」(岩手県)という意見があった。

図表4-1 カキ育成中のここ数年の変化(複数回答)



カキの育成中の変化について、カキ以外の事象の変化である4項目、すなわち「夏場の水温が高い日が増えた」、「食害が増えた」、「漁場に淡水が流入することが増えた」、「台風等の被害が増えた」について県別の回答状況をみたものが図表4-2である。

図表4-2 カキ育成期間中の変化—カキ以外の事象の変化(複数回答)

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 高水温の日の増加 | 食害の増加 | 淡水流入の頻度増 | 台風等の被害増 |
|-----|------|----------|-------|----------|---------|
| 全 体 | 32 | 81.3 | 50.0 | 12.5 | 9.4 |
| 岩手県 | 5 | 80.0 | 0.0 | 40.0 | 20.0 |
| 宮城県 | 5 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 兵庫県 | 3 | 33.3 | 66.7 | 0.0 | 0.0 |
| 広島県 | 19 | 84.2 | 73.7 | 10.5 | 10.5 |

「夏場の水温が高い日が増えた」の回答した人の割合は、兵庫県(33.3%)を除き、岩手県、宮城県、広島県の3県で80.0%を超えた。「食害の増加」は、岩手県、宮城県で回答がなかった一方、兵庫県、広島県で60.0%を超えた。特に広島県は、「夏場の水温が高い日が増えた」と「食害が増えた」の2項目が高い割合で回答されていた。岩手県は、「漁場に淡水が流入することが増えた」(40.0%)や「台風等の被害が増えた」(20.0%)の回答も比較的高かった。

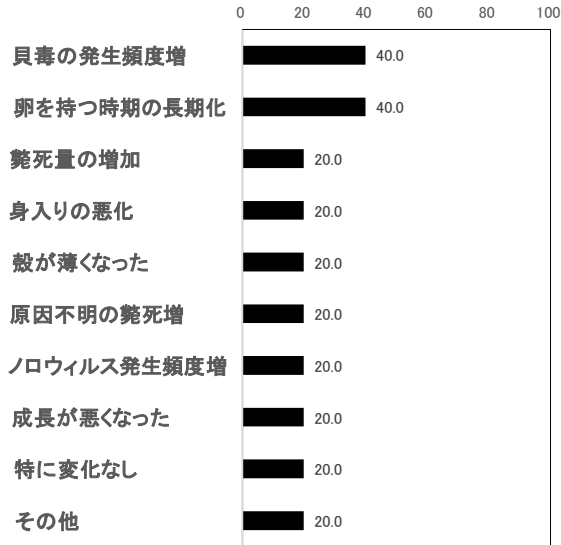
次に、カキの育成中の変化について、県別にカキについて変化についてみたものが図表4-3から図表4-6である。広島県を除いて、「貝毒の発生頻度が増えた」が上位になった。「成長が悪くなった」は、広島県で73.7%、兵庫県で66.7%と、カキについての変化として上位の回答となった。

育成中の問題を表す12の選択肢(GT表の間4(1)の「1.斃死する量が増えた」から「12.身入りが悪くなった」)について、一人の回答者が選択肢をいくつ選んだかをみると、最小で0(何も回答されなかった)、最大が8、平均で3.9となった。選ばれた選択肢数の平均値を県別にみると、広島県が4.5、岩手県が3.4、宮城県が3.0、兵庫県が3.0と、広島県の回答者が選択肢をより多く選んでいた。

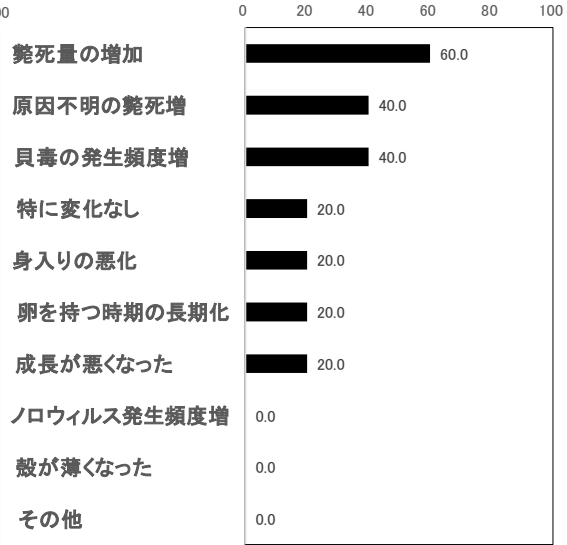
2つ以上の選択肢が選ばれた場合、「成長が悪くなった」と「夏場の水温が高い日が増えた」が同時に選ばれることが多かった(回答者32人のうち16人が選択)。また、「斃死する量が増えた」と「夏場の水温が高い日が増えた」や、「身入りが悪くなった」と「夏場の水温が高い日が増えた」の組合せも多くみられた(いずれも14人が選択)。

選択肢間の関係については、「成長が悪くなった」を選んだ人のほうが、選ばなかった人より、「斃死する量が増えた」、「原因不明の斃死が増えた」、「身入りが悪くなった」を高い割合で選んでおり(図表4-7、図表4-8、図表4-9)、成長の悪化、斃死増や身入りの悪化という現象も同時に起こっていることが想定される。

図表4-3 カキ育成中のここ数年の変化
—カキについての変化—(岩手県)



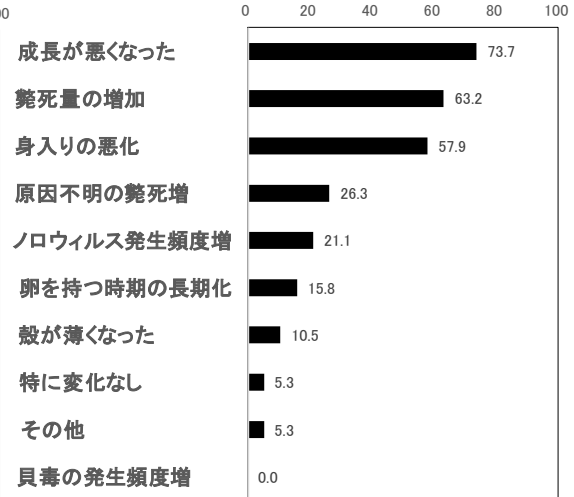
図表4-4 カキ育成中のここ数年の変化
—カキについての変化—(宮城県)



図表4-5 カキ育成中のここ数年の変化
—カキについての変化—(兵庫県)



図表4-6 カキ育成中のここ数年の変化
—カキについての変化—(広島県)



図表4-7 育成期間中の変化間の関係1

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 斃死量の増加 | ○なし |
|----------|------|--------|------|
| 全体 | 32 | 50.0 | 50.0 |
| 成長が悪くなった | 18 | 66.7 | 33.3 |
| ○なし | 14 | 28.6 | 71.4 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)10%で有意。

図表4-8 育成期間中の変化間の関係

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 原因不明の斃死増 | ○なし |
|----------|------|----------|------|
| 全体 | 32 | 25.0 | 75.0 |
| 成長が悪くなった | 18 | 38.9 | 61.1 |
| ○なし | 14 | 7.1 | 92.9 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)10%で有意。

図表4-9 育成期間中の変化間の関係2

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 身入りの悪化 | ○なし |
|----------|------|--------|------|
| 全体 | 32 | 43.8 | 56.3 |
| 成長が悪くなった | 18 | 61.1 | 38.9 |
| ○なし | 14 | 21.4 | 78.6 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)5%で有意。

また、「卵を持つ時期が長くなった」を選んだ人のほうが、選ばなかった人より、「原因不明の斃死が増えた」、「殻が薄くなった」を高い割合で選んでいた(図表 4-10、図表 4-11)。

図表4-10 育成期間中の変化間の関係

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 原因不明の斃死増 | ○なし |
|------------|------|----------|------|
| 全体 | 32 | 25.0 | 75.0 |
| 卵を持つ時期の長期化 | 6 | 66.7 | 33.3 |
| ○なし | 26 | 15.4 | 84.6 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)5%で有意。

図表4-11 育成期間中の変化間の関係

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 殻が薄くなった | ○なし |
|------------|------|---------|------|
| 全体 | 32 | 9.4 | 90.6 |
| 卵を持つ時期の長期化 | 6 | 33.3 | 66.7 |
| ○なし | 26 | 3.9 | 96.2 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)10%で有意。

カキ以外の事象との関係については、「夏場の水温が高い日が増えた」を選んだ人のみが「身入りが悪くなった」を選んでいた(図表 4-12)。

兵庫県、広島県の回答者に絞って、「食害の増加」と養殖施設の設置場所の関係をみたところ、養殖施設の設置場所が「陸地から近い」と回答した人の8割超が「食害の増加」を選んだ(図表 4-13)。一方、「陸地から近い」を回答しなかった人が「食害の増加」を選んだ割合は25.0%だった。

図表4-12 育成期間中の変化間の関係

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 身入りの悪化 | 〇なし |
|-------------|------|--------|-------|
| 全体 | 32 | 43.8 | 56.3 |
| 夏場の高水温の日の増加 | 26 | 53.9 | 46.2 |
| 〇なし | 6 | 0.0 | 100.0 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)5%で有意。

図表4-13 育成期間中の変化間の関係2

(単位:人,%)

| | 回答者数 | 食害の増加 | 〇なし |
|--------|------|-------|------|
| 全体 | 22 | 72.7 | 27.3 |
| 陸地から近い | 18 | 83.3 | 16.7 |
| 〇なし | 4 | 25.0 | 75.0 |

(注)フィッシャーの正確確率検定で有意水準(両側検定)5%で有意。

(2) カキの養殖技術においてわからないことがあったときの対応について

カキの養殖技術においてわからないことがあったときの対応について尋ねたところ、65.6%の回答者が「漁業者仲間に相談する」を選んだ(図表 4-14)。それに続き、「水産試験場に相談する」(43.8%)、「水産普及員に相談する」(25.0%)となった。その他として、「自身で対応」、「自身で考え、研究する」という意見があった。

具体的な情報収集先として挙げられたのは、関連する文献が「中国新聞」、インターネット検索が「ヤフーなどでカキ関係のものを検索する」、水産試験場と水産普及員がともに「広島県水産海洋技術センター」であった。

県別でも「漁業者仲間に相談する」が最も多く、その次に「水産試験場に相談する」選ばれた(図表 4-15、図表 4-16、図表 4-17、図表 4-18)。「水産普及員に相談する」は、岩手県で 40.0%、宮城県で 20.0%、広島県で 26.3%であった。一方、全ての県で、「関連する文献を読む」はほとんど選ばれず、「インターネットを検索する」も広島県を除いて同様であった。より身近な人や機関が、文書よりは対話が、重視されていると考えられる。

図表4-14 カキの養殖技術でわからないことがあったときの対応(複数回答) (%)

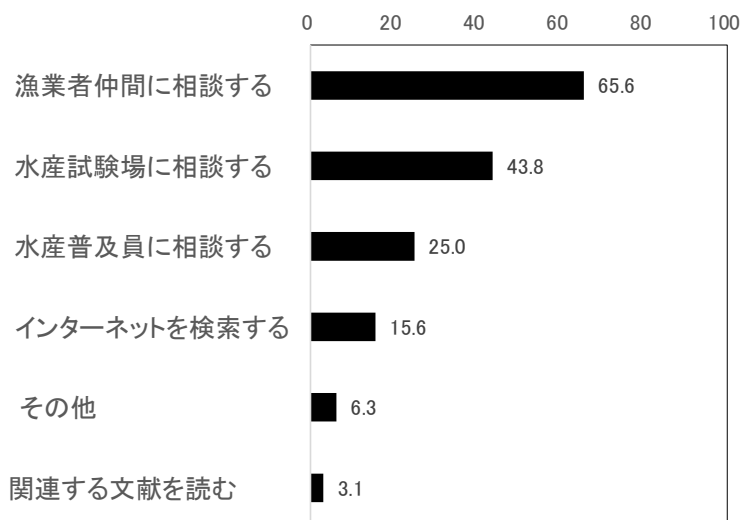


図4-15 養殖技術でわからないことがあったときの対応(岩手県)

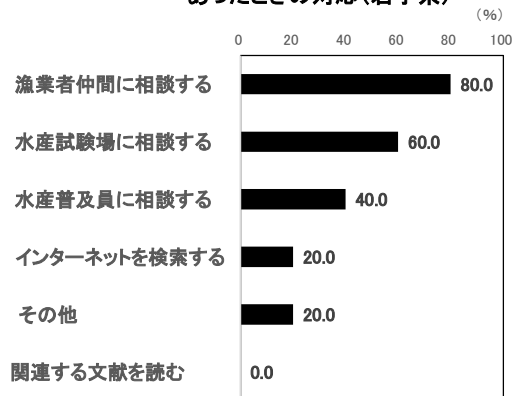


図4-16 養殖技術でわからないことがあったときの対応(宮城県)

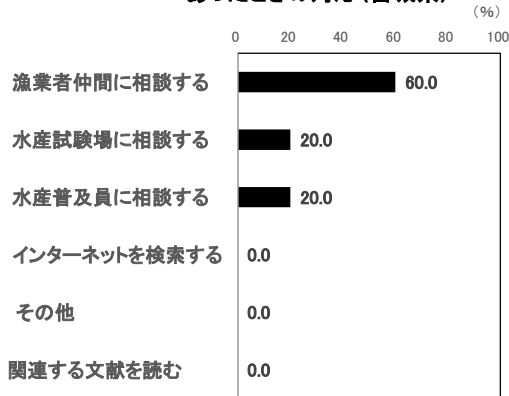


図4-17 養殖技術でわからないことがあったときの対応(兵庫県)

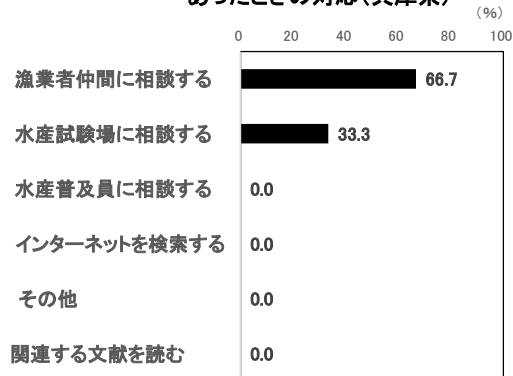
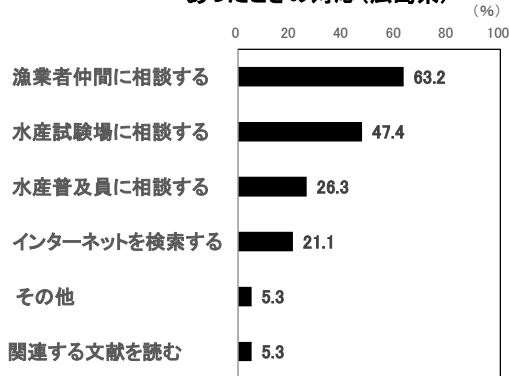


図4-18 養殖技術でわからないことがあったときの対応(広島県)



回答者の年齢別でも、「漁業者仲間に相談する」、「水産試験場に相談する」が上位となった(図表 4-19、図表 4-20、図表 4-21、図表 4-22)。年齢が若いほど「漁業者仲間に相談する」傾向がみられた。「インターネットを検索する」は、60 歳台が最も高く、33.3%となった。60 歳台と 70 歳以上の層は、「その他」も選んだ。

図4-19 養殖技術でわからないことがあったときの対応(40歳台)

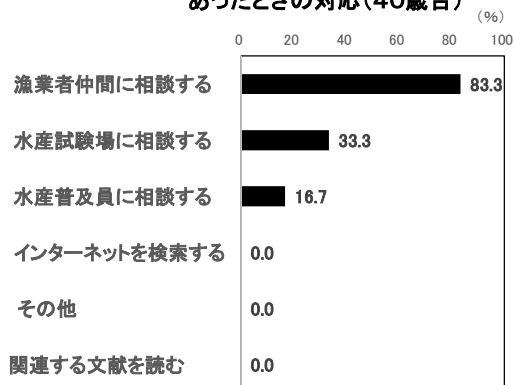


図4-20 養殖技術でわからないことがあったときの対応(50歳台)

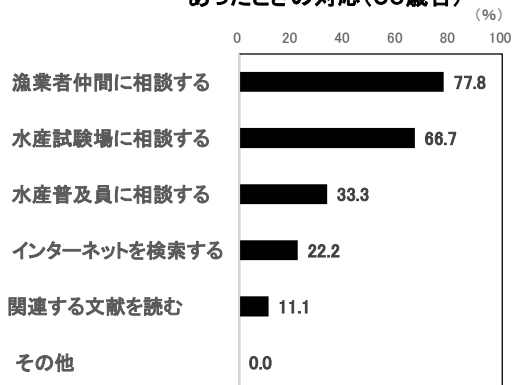


図4-21 養殖技術でわからないことがあったときの対応(60歳台)

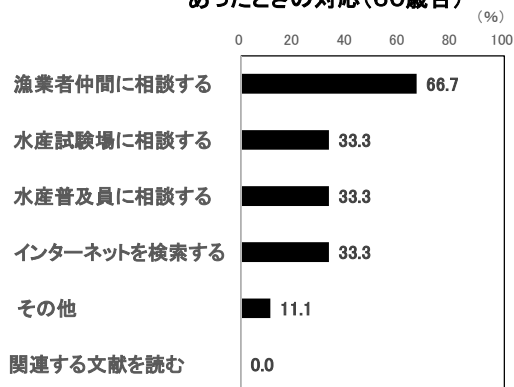
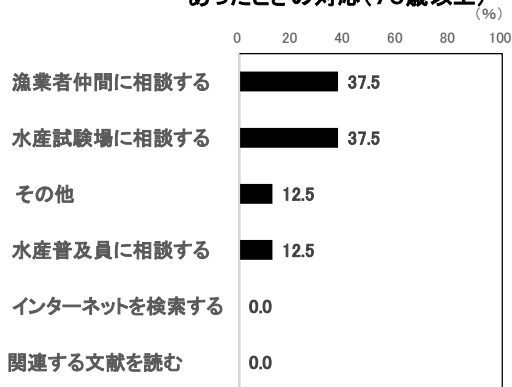


図4-22 養殖技術でわからないことがあったときの対応(70歳以上)



回答者の最終学歴別でも、「漁業者仲間に相談する」、「水産試験場に相談する」が上位である(図表 4-23、図表 4-24、図表 4-25、図表 4-26)。「大学卒業」の回答者は、「水産試験場に相談する」と並んで「インターネットを検索する」を選んだ。

図4-23 養殖技術でわからないことがあったときの対応(中学校卒業)

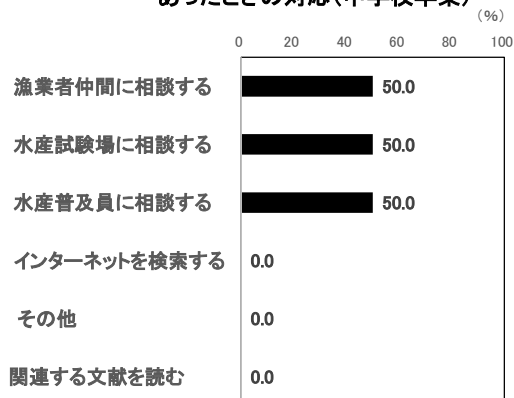


図4-24 養殖技術でわからないことがあったときの対応(水産高等学校卒業)

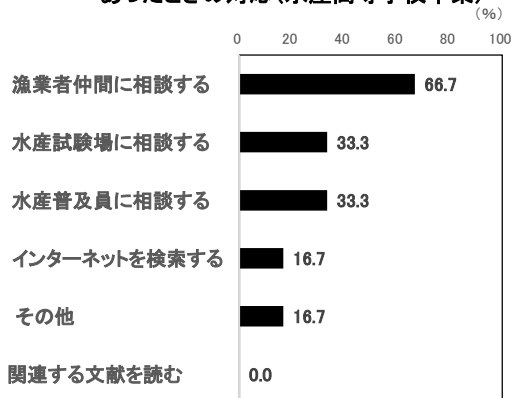


図4-25 養殖技術でわからないことがあったときの対応
(水産高等学校でない高等学校卒業)

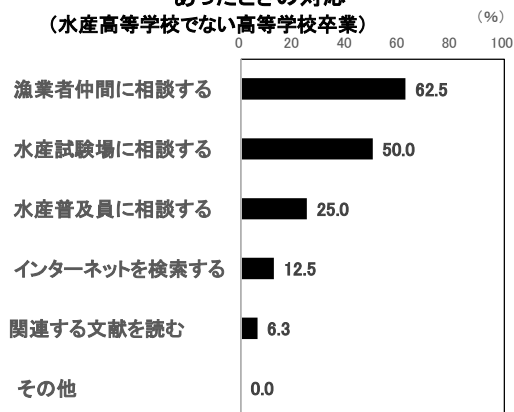
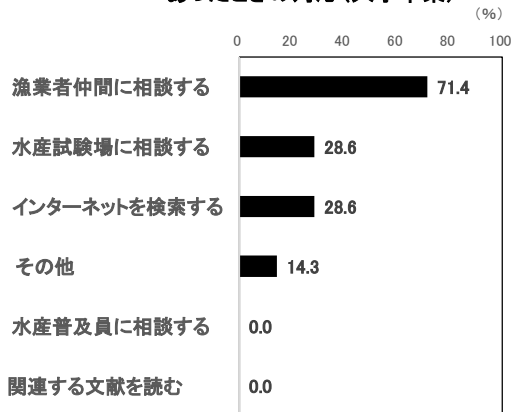


図4-26 養殖技術でわからないことがあったときの対応(大学卒業)



回答者のカキ養殖歴別でも、「漁業者仲間に相談する」、「水産試験場に相談する」が上位となった(図表 4-27、図表 4-28、図表 4-29、図表 4-30)。

図4-27 養殖技術でわからないことがあったときの対応(養殖歴20~29年)

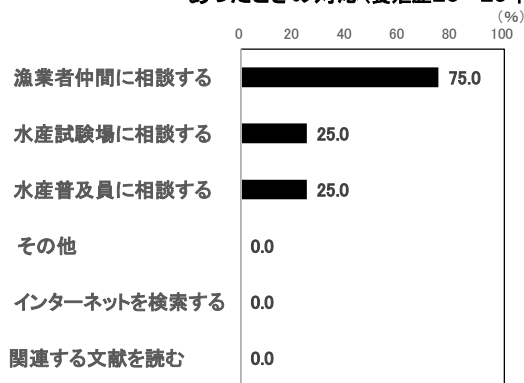


図4-28 養殖技術でわからないことがあったときの対応(養殖歴30~39年)

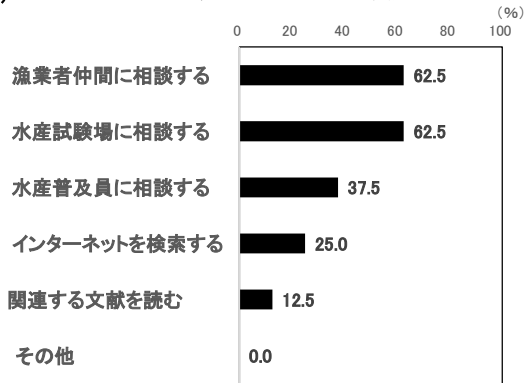
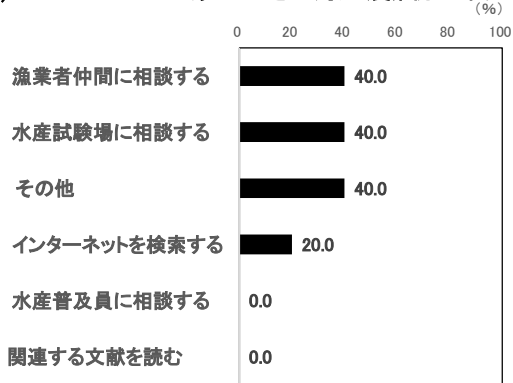


図4-29 養殖技術でわからないことがあったときの対応(養殖歴40~49年)



図4-30 養殖技術でわからないことがあったときの対応(養殖例50年以上)



参考3 漁協の青年部

カキの養殖技術においてわからないことがあったときの対応について、若い回答者ほど「漁業者仲間に相談する」を選ぶ傾向にあったが、その理由の1つが漁業士会や漁協の青年部という組織の存在だと思われる。

特に漁協の青年部は、単に若い漁業者の親睦を目的とした組織というだけでなく、生産や資源等に関する調査研究活動のための組織であり、活動を通じて経営者としての素養を身につけ、リーダーを育成する場となってきた。

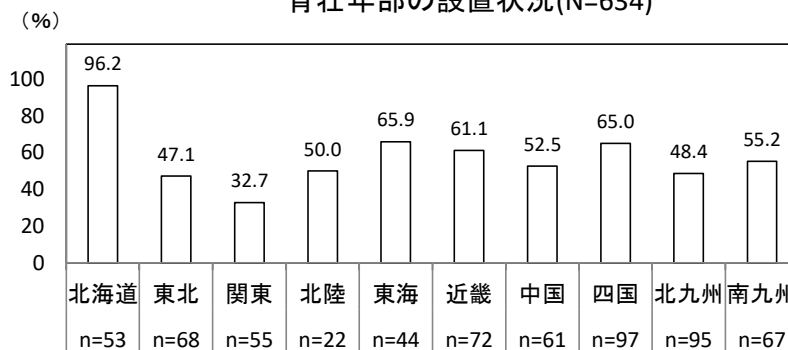
漁協(支所)を超えた青年部の交流の機会を独自に設ける地域もある。例えば、宮城県では宮城県漁業協同組合(以下、JFみやぎ)の青年部が主催、同組合指導部が事務局となり、毎年1回、「水産青年フォーラム」を開催し、各支所の青年部(研究会という名称のことも多い)の部会員が参加する。これは青年の意見を広く反映することを目的とし、1982年に宮城県と懇談会を開催したのが始まりとなっている。同フォーラムの参加者は、講師による講演を聴講した後、県の水産関係に携わる職員や県漁協の職員を助言者とし7つの分科会(カキ、ワカメ、ノリ、ホタテ、ホヤ、ギンザケ、漁船漁業)に分かれる。分科会に参加した若手漁業者は自身の営む漁業に関する状況や問題について情報交換を1時間程度行う。県内の若手漁業者が集えるよう宿泊も組み込まれており、このような機会を通じて、交流が盛んとなっている。

なお、JFみやぎでは、青年部の親世代についても青年部を経験して漁業者になった人を中心に養殖種類ごとに部会(経済事業部が事務局)、漁船漁業については漁業種類ごとに委員会(指導部が事務局)が形成されており定期的に情報交換が行われている。

兵庫県では、将来の漁業の人材育成のため、2005年に「大輪田塾」が開講された。同塾は、兵庫県漁業協同組合連合会及び兵庫県水産課が主体となり、設立され、現在は、一般財団法人兵庫県水産振興基金が運営している。入塾するのは、若手漁業者だけでなく、漁協・系統団体職員も含まれる。大輪田塾は大学のような単位制と

なっており、参加者は様々な分野の専門家から講義を受けることができる。2016年には大輪田塾OB会が組織され、修了者の交流は継続している。

青壮年部の設置状況(N=634)



(資料)農林中金総合研究所「2014年度漁協アンケート調査結果」

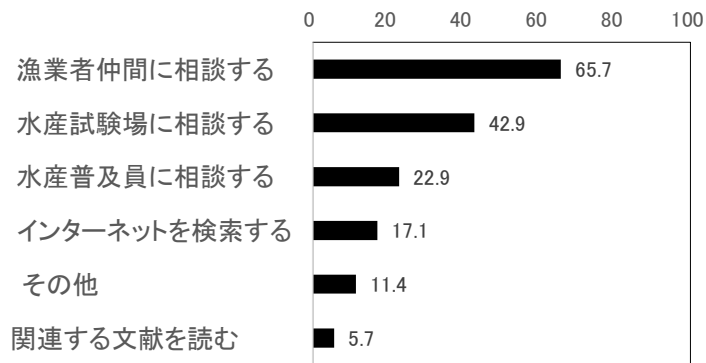
(3) 全回答者について

全回答者のカキの育成中の変化でも、「夏場の水温が高い日が増えた」(82.9%)、「成長が悪くなった」(51.4%)、「食害が増えた」(45.7%)、「斃死する量が増えた」(45.7%)が上位となった(図表 4-31)。

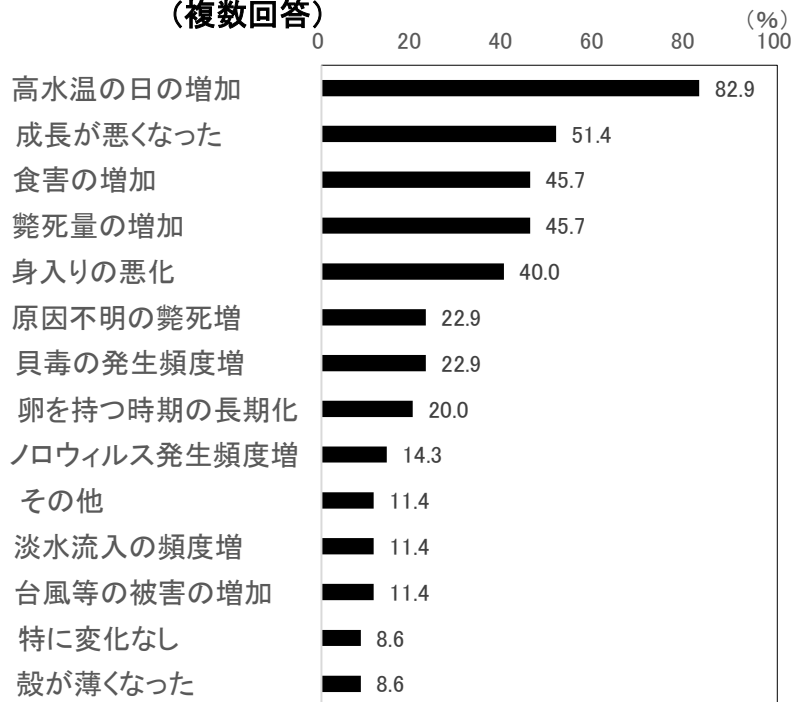
全回答者のうち、同じ組合に属する 4 人のうち、1 人が「特に変化なし」を選んだが、残りの 3 人はともに「夏場の水温が高い日が増えた」と答えた。

カキの養殖技術についてわからないことがあったときの対応についても、カキ部会の部会長のみを集計と順位は変わらなかった(図表 4-32)。

図表4-32 カキの養殖技術でわからないことがあったときの対応(複数回答) (%)

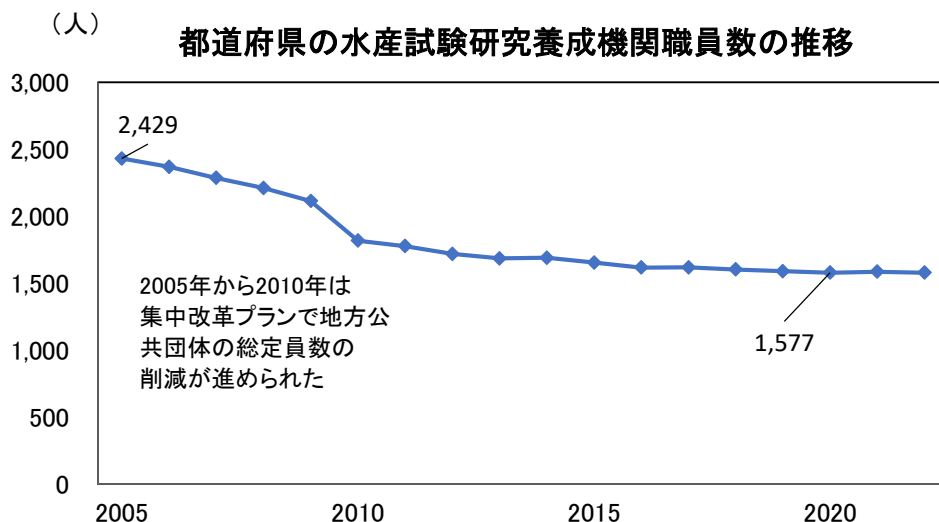


図表4-31 カキ育成中のここ数年の変化(複数回答)



参考 4 水産試験場の職員

カキの養殖技術においてわからないことがあったとき、漁業者は相談先として地元の水産試験場を頼りにしている。ただ、水産試験場の職員数は 2005 年から減少傾向にあった。総務省「地方公共団体定員管理調査」によると、2005 年には 2,429 人だった水産試験研究養成機関職員数が、15 年後の 2020 年には 1,577 人に減少した。ただ、このところ歯止めもかかっている。



(資料)総務省「地方公共団体定員管理調査」

(注)海面のある都道府県のみ集計した。

本調査の調査対象である 4 県の水産試験研究養成機関職員数は、2022 年において 2020 年との比較では、岩手県を除き、増加傾向となった。

調査対象県の水産試験研究養成機関職員数の推移

(単位:人)

| | | 2005 | 2020 | 2022 |
|----|-----|-------|-------|-------|
| 全 | 国 | 2,429 | 1,577 | 1,577 |
| うち | 岩手県 | 66 | 52 | 50 |
| | 宮城県 | 68 | 56 | 60 |
| | 兵庫県 | 51 | 19 | 20 |
| | 広島県 | 26 | 19 | 20 |

(資料) 総務省「地方公共団体定員管理調査」

(注)海面のある都道府県のみ集計した。

(4) 気候変動の影響

【気候変動の影響や対応策など具体的内容】

12人(全回答者が対象)から以下の回答が寄せられた。特に、広島県で様々な海の異変が同時に起こっていることを示す内容がみられた。

問 4(3)

| |
|---|
| ①対策 |
| 台風、高潮等については前もって被害が少ない漁場へ避難。高水温の場合は表層を避ける為、吊込みをやや深くし、ある程度成長を上げる。 |
| 影響をまともに受けている感じです。毎年同じ養殖方法をしてはよいカキを作ることは出来ない。身入り、漁場にもって帰る時期、手を上げる時期等は夏の暑さを考慮して、海水温も考え、台風等を頭に入れ行います。毎年同じとはいえない。 |
| 近年、高気温、高水温、多雨の影響を受けカキが斃死したり、身入りが悪くなったり、卵が抜けにくくなってきたりしている傾向があるので、身入り漁場への移動を遅らせたり、水面から3m以上沈めたりして対策しています。 |
| あまり影響に左右されない三倍体の増産 |
| 卵巣肥大症を防ぐために、種ガキの採苗が始まる前に、すべて沖出しを完了するようにしている。 |
| 私は今の気候変動について対策はなにもしていないのですが、例としてカキは夏でも出荷できるので気温が高くても貝毒の頻度が低いのでカキの方が収入が上がりました。ホタテの方は気温が高くなると死んでしまうので出荷時期を変えて出荷しています。 |
| 杉、松を造林せずに広葉樹の林を作っている。作業場の暖房は薪を使用している。 |
| 海水温の上昇により、付着物の種類の変化やカキの抱卵時期のずれにより夏場の高温時の作業時間帯等の調整をしている。 |
| ②その他 |
| 特になし |
| カキの成長には現時点で影響はみられない |
| すべての変動に対応できなければ生きることができない。津波以後10年すぐ対応してまだ共済をもらっていない。 |
| 現時点では考えていない |

5. カキの斃死時等の対応について一問 5

【カキの斃死や生育不良時の対応について具体的内容】

自由記入をお願いしたところ、15 人(全回答者が対象)の回答が得られた。斃死などの経験がないといった回答は岩手県に多い。

| |
|--|
| ①対策 |
| 前年に種苗したカキをつかう。漁業共済へ保険請求を行うが、保険金では従業員への支払いや生活が難しい。 |
| 種場にかかる本数を減らしたり、筏を移動させる。 |
| 漁場がいくつかあるので、改善の見込める漁場へ筏を移動させる。 |
| 自然相手なのでこれといった良い方法はありません。しかし、確かにいえることは、筏に多くかき連を下げない、いわゆる密植を避けること。潮通しを良くすること、決して筏周りもやわまないこと、養殖漁場の海水の状況を知ること、これは自分達ではできないことで、水産大学とか、その専門家に頼むことにしています。 |
| 種苗について一度にせず、数回に分けて採苗したりしています。斃死に関しては、原因が1つではなく、毎年状況が違うので今はこれといった対策はしていません。 |
| 1年子を沖出しする際に、タルの沈みが悪い場合は、出荷が早く終わることを想定して、次の1年子を沖出しできるように準備している。 |
| 次年度頑張れるように余裕をもった計画。色々なケースが有り出荷との関連もあり具体的には説明が難しい。今のところ可能と思っているが、70歳を過ぎたので今後は自信がない。 |
| 山田湾ではカキが死んだり病気になることがそんなになく、成長不良で私がやっていることは温湯作業をしてカキにつく付着物を殺して身入りをよくする方法です。これで成長不良を改善できました。あと、密集養殖にならないようにカキ種購入数を考えています。 |
| 他のものに切り替える |
| ②その他 |
| これまでそのような経験がない |
| 今まで異常や斃死したことはない。 |
| 特になし |
| なし |
| ヘテロカプサが発生して、陸側から沖側に移動したが、移動させた後にカキが斃死した。移動させたのも沖側のほうが安全ではないかとの意見もあったため。 |
| 過去に斃死したのは1年だけ。2年物が死亡した原因がわからず時間の経過を待つしかなかった。成長不良の場合、海流の早い場所に垂下したり垂下ロープの間隔を60～80cm位に広げる。 |