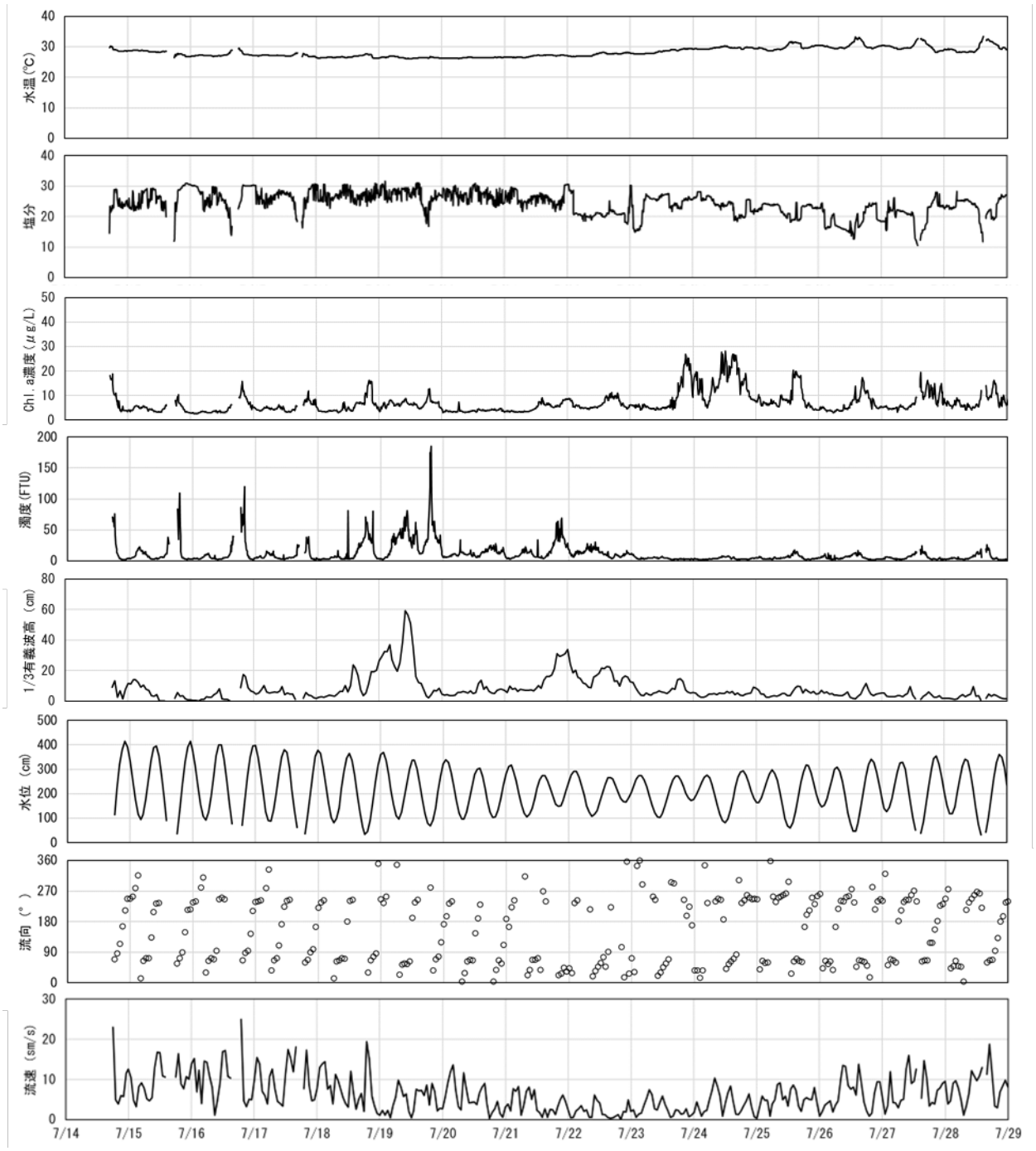



図 12　連続観測結果（St.2’夏季）

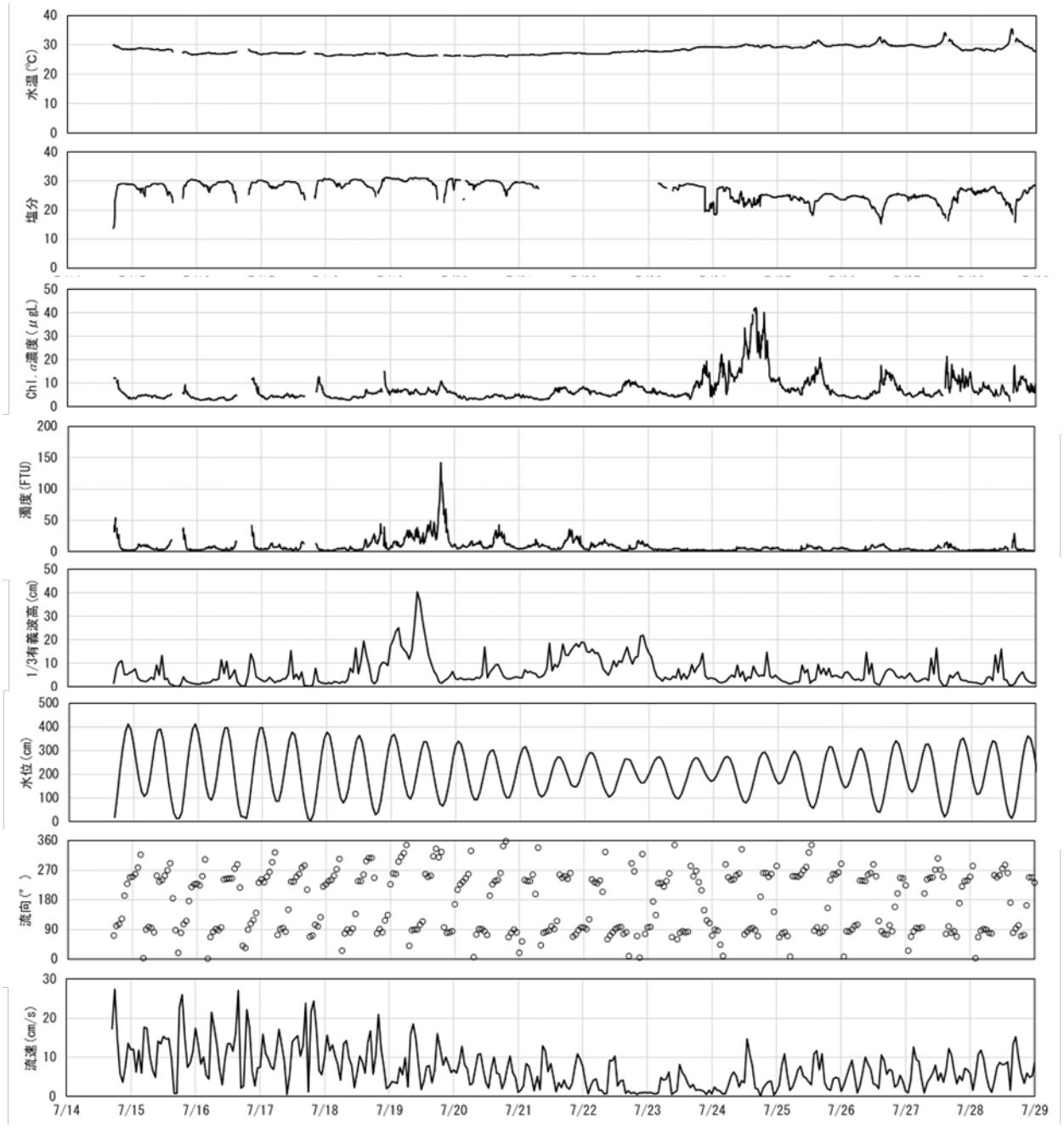



図 13　連続観測結果（St. 4 夏季）

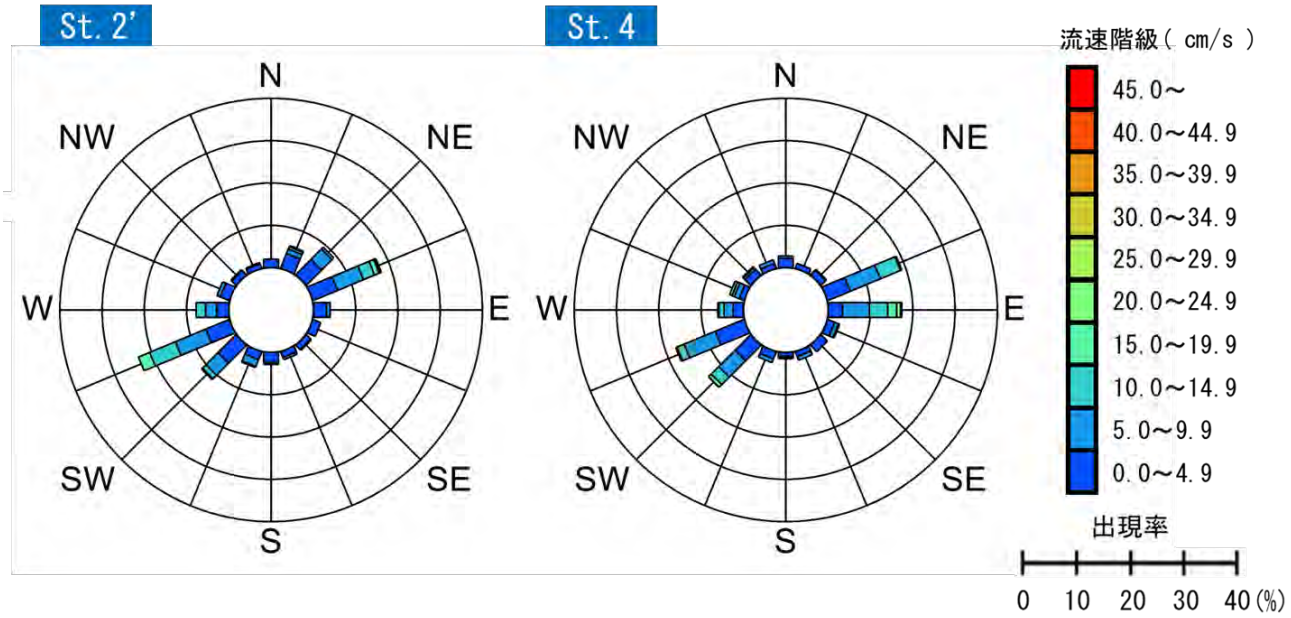



図 14　流向流速頻度分布図(St. 2' 及び St. 4 夏季)

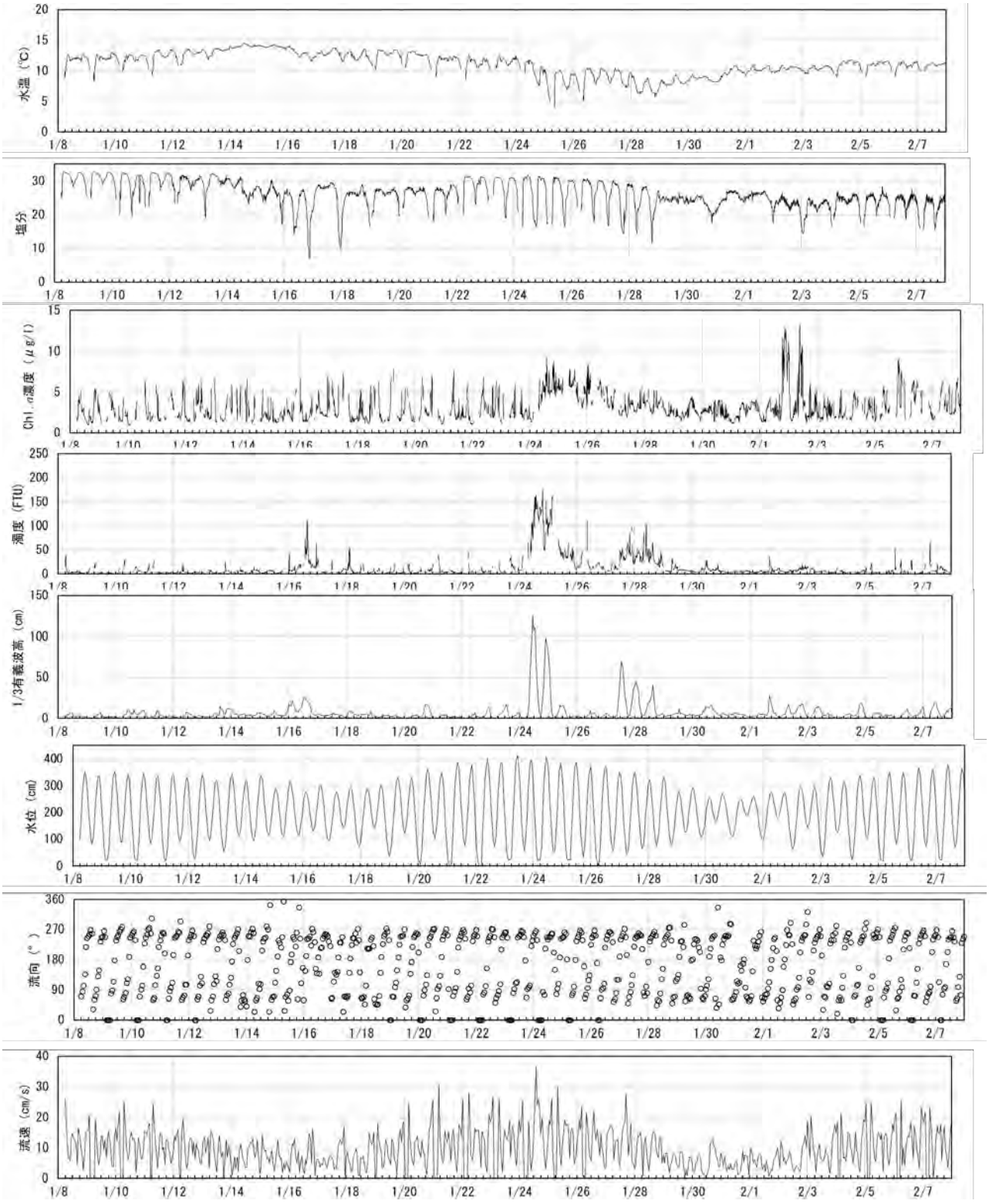



図 15　連続観測結果（St. 2' 冬季）

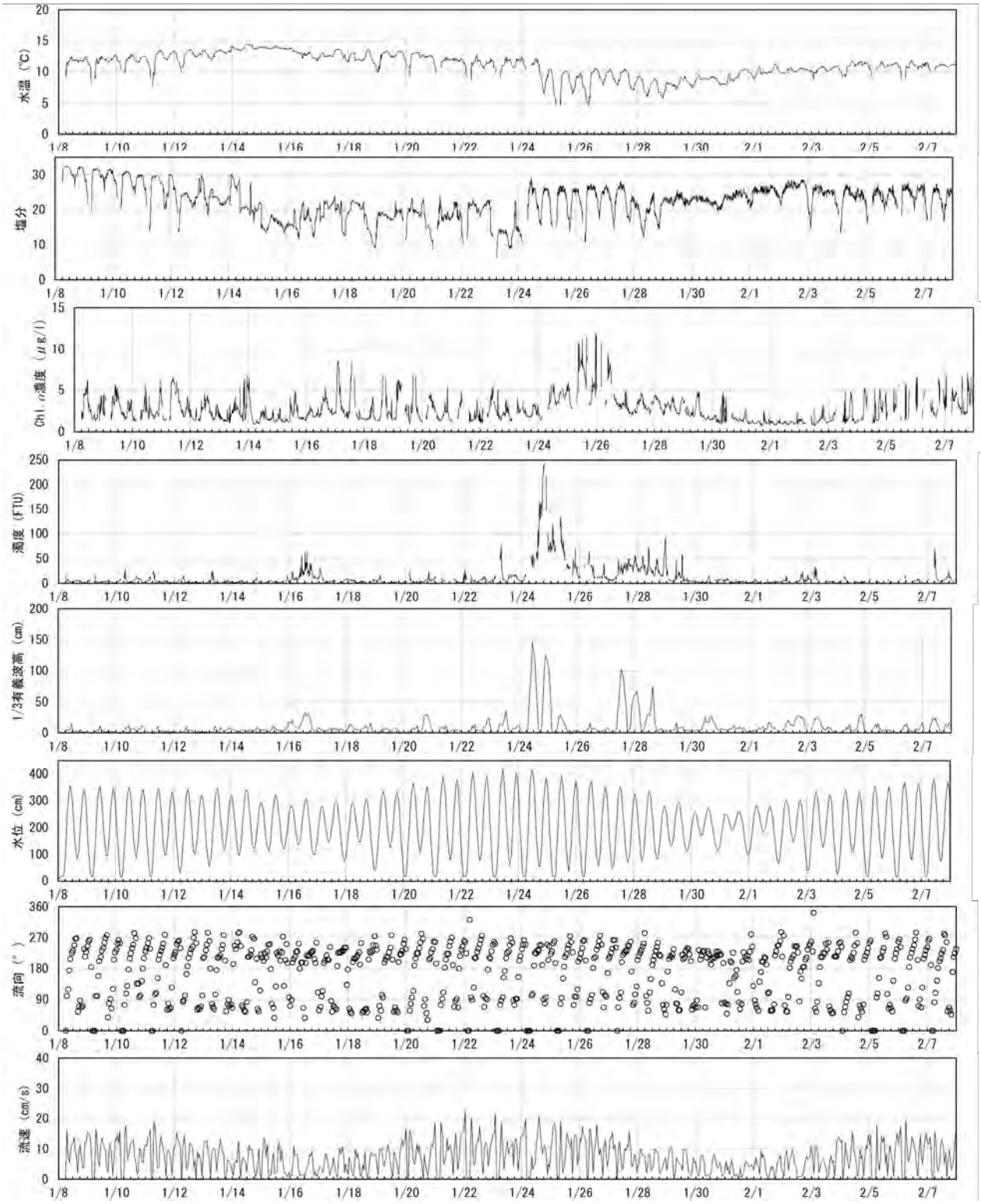



図16　連続観測結果（St.4冬季）

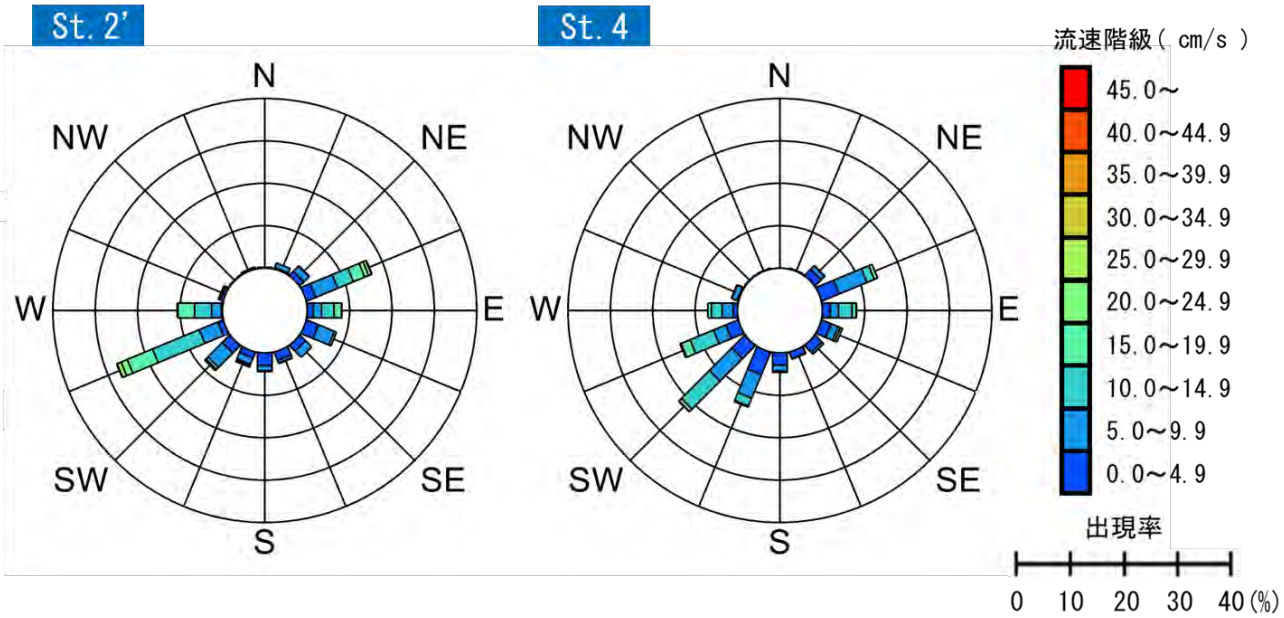
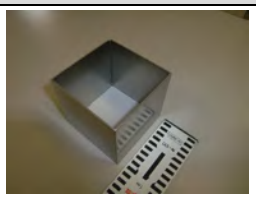
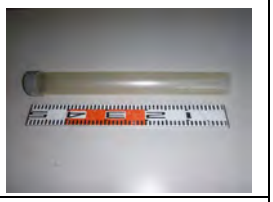
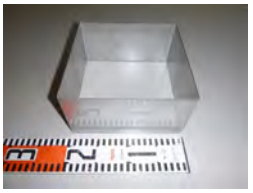
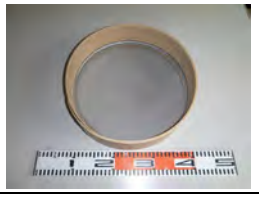



図 17　流向流速頻度分布図(St. 2' 及び St. 4 冬季)

## 2.2 底質調査・生物調査

底質調査・生物調査の項目、採集時期及び採集方法を表 4 に示す。

表 4　底質調査・生物調査

| 調査 | 調査項目 | 時期 | 採取方法 | 写真 |
|---|---|---|---|---|
| 底質調査 | 粒度<br>含水率 | 6, 8, 10, 1 月 | 10cm 方形枠を表層 2cm 貫入させて 3 か所以上で採取した混合物を分析<br>分析方法：JIS A 1203, JIS A 1204 |  |
| | 強熱減量<br>硫化物<br>COD<br>ｸﾛﾛﾌｨﾙ-*a* | | φ50mm コアサンプラーを表層 2cm 貫入させて 3 か所以上で採取した混合物を分析<br>分析方法：（ｸﾛﾛﾌｨﾙ-*a* を除く）底質調査方法（平成 24 年 8 月環境省 水・大気環境局）、（ｸﾛﾛﾌｨﾙ-*a*）海洋観測指針準拠 |  |
| 生物調査 | 初期稚貝 | 5, 6, 7, 10, 11, 12, 1 月 | 先端を切断した容量 50ml のシリンジを表層 10mm 以上貫入させて採取した隣接する 3 回分の混合物を 1 検体とし、ランダムに 3 か所分を分析<br>分析対象：殻長 0.3mm 以上 1.0mm 未満 | |
| | アサリ<br>生息状況 | 底質調査時 | 20cm 方形枠を 10cm 貫入させて採取した試料を 1mm 目でふるったものを 1 検体とし、3 検体分を分析 |  <br>  |

### (1) 底質調査

水質及び底質調査の結果を表５に示す。

両地点とも細粒分を除いて同程度の値を示した。細粒分については６月にはSt.４の方がSt.２’よりも低い値であったが、８月にはその傾向が逆転し、St.２’の方がSt.４よりも低い値であった。10月には両地点ともに低下し、SIを下回った。これは、粒径の大きな砂が減少したことを示している。また、中央粒径はSt.４においてほぼ（？）通年でSIを下回った。今年度は例年夏季に発生することが多い台風や大雨が少なかったにも関わらず、10月以降の底質がアサリにとってはより厳しいものになったことが示唆された。

表５　底質調査結果

| 分析項目 | 調査地点 | 6月 | 8月 | 10月 | 1月 |
|---|---|---|---|---|---|
| 細粒分（%） | St.２’ | 7.９ | 5.３ | 2 | 5.６ |
| | St.４ | 5.４ | 6.８ | 2.３ | 3 |
| 中央粒径（mm） | St.２’ | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.25 |
| | St.４ | 0.19 | 0.17 | 0.18 | 0.22 |
| 強熱減量（%） | St.２’ | 2.７ | 2.８ | 2.４ | 2.７ |
| | St.４ | 2.４ | 2.７ | 2.４ | 2.３ |
| 硫化物（mg/g） | St.２’ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | St.４ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COD（mg/g） | St.２’ | 3.２ | 2.４ | 1.５ | 2.２ |
| | St.４ | 2.８ | 2.８ | 1.４ | 1.４ |
| Chl.$a$（$\mu$g/kg） | St.２’ | 1.２ | 1.５ | 0.74 | 1.４ |
| | St.４ | 1.３ | 1.７ | 0.72 | 1.１ |
| フェオフィチン | St.２’ | 12 | 4.２ | 4.６ | 11 |
| | St.４ | 14 | 10 | 11 | 6.７ |

赤字は令和３年度本事業[11]におけるアサリの適正指数（SI）が好適でない状況下にあったものを示す。

### (2) 生物調査

#### 1) アサリ生息調査

殻長1 ㎜以上のアサリの生息状況の調査結果を表6に示す。通年で、St.2’の方がSt.4よりも高密度で生息していた。St.2’において、昨年度は密度のピークが6月の1,500 ind./㎡であったのに対して、今年度は8月まで1975.0 ind./㎡以上を維持した。また、8月時点の殻長は10 ㎜程度であった。殻長は両地点共に6月から10月にかけて成長していた（図18)。

表6　アサリ生息調査結果

| 項目 | 調査地点 | 6月 | 8月 | 10月 | 1月 |
|---|---|---|---|---|---|
| 個体数密度 (ind./$m^2$) | St.2’ | 3,591.7 | 1,975.0 | 550.0 | 29.9 |
| | St.4 | 1,175.0 | 200.0 | 0.0 | 0.0 |
| 平均殻長 (㎜) | St.2’ | 3.84±1.52 | 9.99±3.16 | 12.83±3.28 | 16.42±3.17 |
| | St.4 | 2.83±1.03 | 9.38±3.31 | － | － |

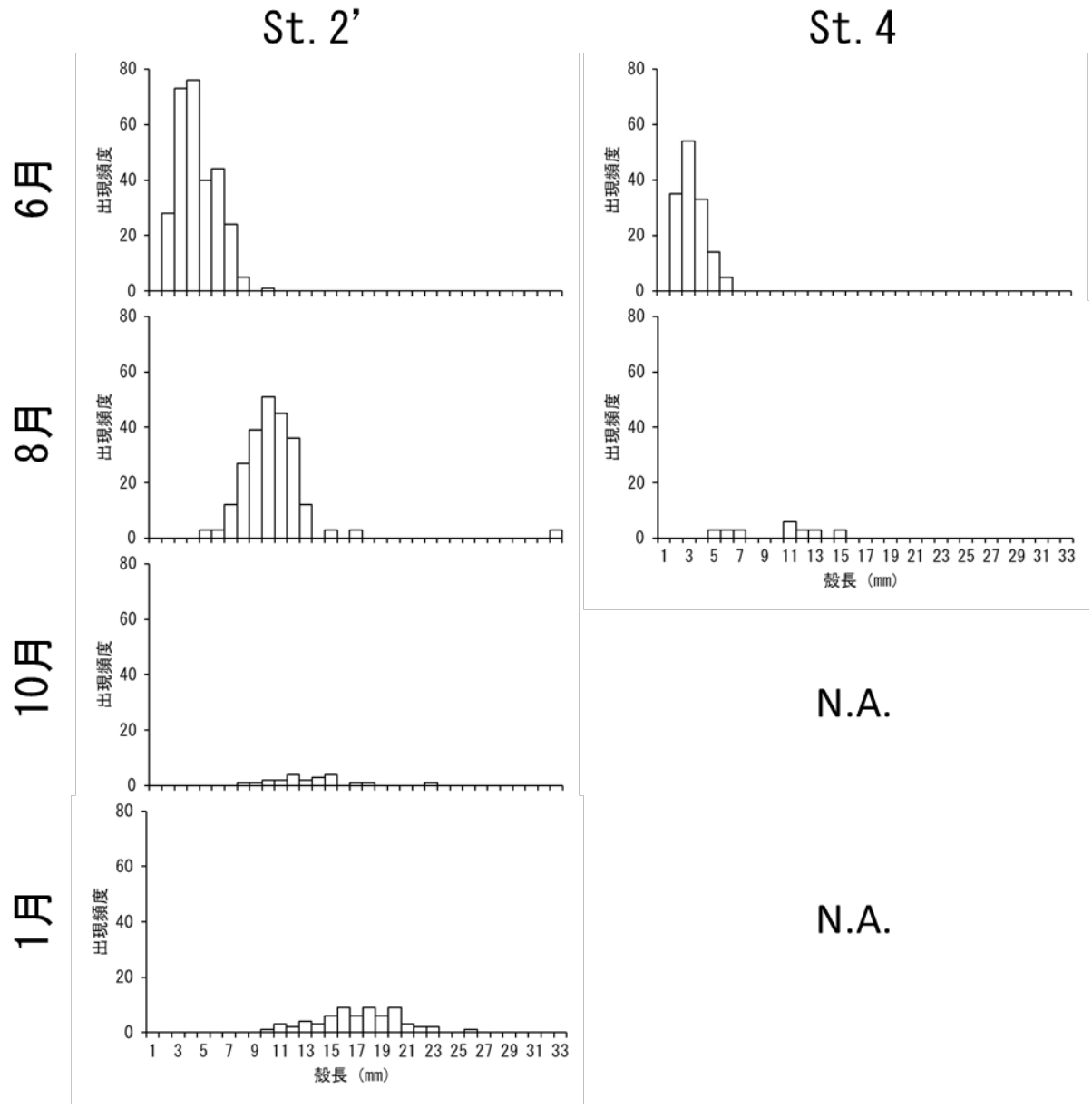



図 18　アサリ生息調査におけるアサリの殻長(6, 8, 10 月)

### 2）初期稚貝

当該地先における平成30年（2018年）から令和4年（2022年）における初期稚貝の個体数密度の季節変動を図19に示す。アサリ漁場であるSt.2では、例年、11月から翌年の4月にかけて初期稚貝が出現する傾向がみられ、11月から1月の間に極大が確認される。しかし、令和4年は3月に112,739 ind./㎡の極大が確認され、例年よりもピークが遅かった。St.2’では令和3年まで12月か1月に21,801 ind./㎡以下の小さなコホートが見られたが、令和4年は2月と4月にそれぞれ71,761、161,993 ind./㎡の極大値が確認された。澪筋の北側に位置するSt.4において、令和3年までは12月から1月にかけて8,434 ind./㎡以下の出現しか確認されなかったが、令和4年は2月に83,570 ind./m2を記録し、5月まで5,652 ind./㎡と高密度を維持した。

当該地先では、令和3年までは11月から翌年の5月まで初期稚貝が発生し、そのうち極大時期は11月から1月の間に現れ、6月から10月までは低密度になる傾向が見られた。しかし、今年度は例年以上に高密度での出現が確認され、加えて、極大時期が遅れた。有明海沿岸では主に年2回の産卵盛期があり[16]、浮遊幼生の出現盛期は初夏と秋～初冬である[6,17,18,19]。熊本県沿岸では、4月から5月の春と、10月から11月の秋にアサリの産卵ピークが認められるが、平成13年度以降は、秋発生群が春～夏発生群より多い傾向であるとされている[20]。また、浮遊幼生期は約1か月であり、その後着底し、着底稚貝（殻長200～230 μm）となる[20]。そのため、令和3年度3月から今年度4月にかけて高密度で確認された初期稚貝は、令和3年度の秋に産卵した個体群に由来すると考えられる。

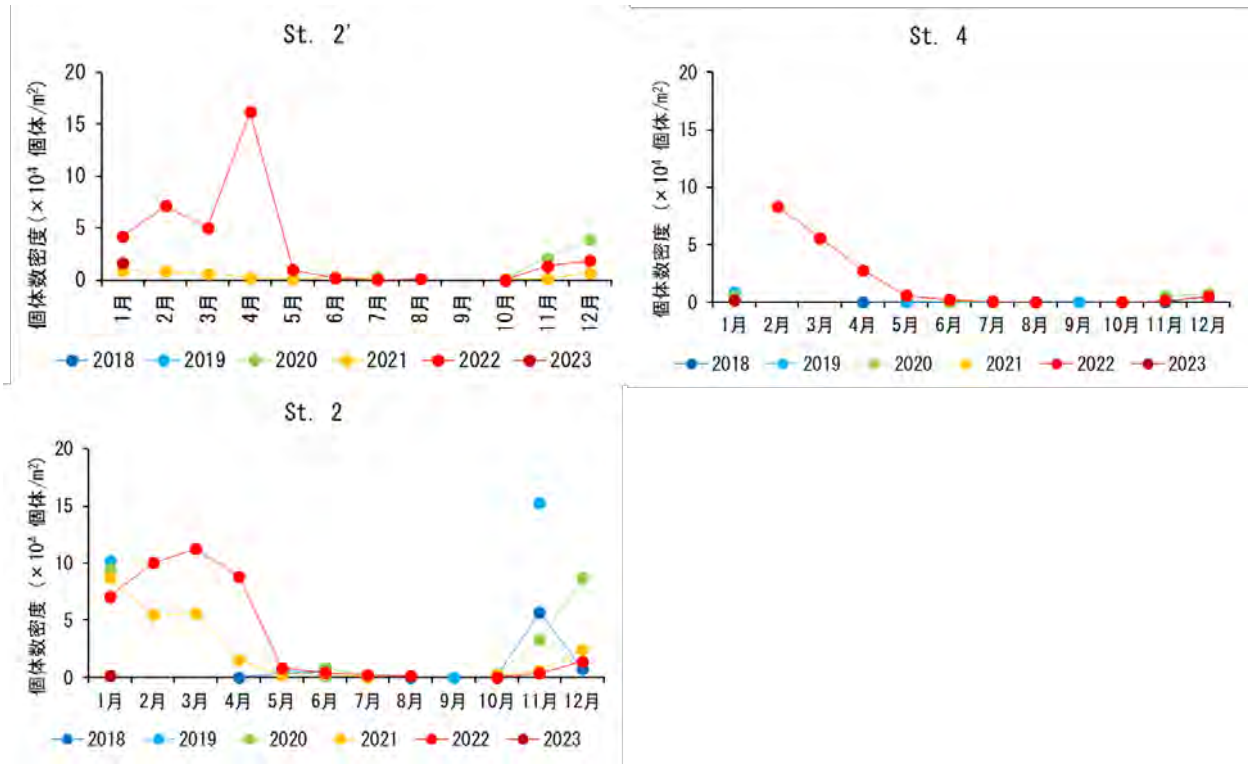



図19　住吉地先におけるアサリ初期稚貝個体数密度の季節変動（平成30年度～令和4年度）

### (3) せん断応力と移動限界判定

せん断応力の経時変化を図 20 に、堆積物・サイズ別の稚貝の移動限界判定を図 21 に示す。それぞれの設定条件を表 7 に示す。調査地点は St.2’及び St.4 で、調査期間は令和 4 年 7 月 14 日～29 日(夏季)及び令和 5 年 1 月 8 日～2 月 8 日(冬季)である。

夏季の連続観測の結果では、両地点共に、7 月 18 日前後及び 21 日から 22 日にかけて、せん断応力が大きくなり、特に St.2’で増加が大きかった。調査期間を通じて、両地点共に、殻長 5㎜ 及び 10㎜ の稚貝の移動限界を恒常的に超えていた。殻長 1㎜ の稚貝では、せん断応力が移動限界を下回る時間帯も見られるものの、わずかであった。

冬季の連続観測の結果では、夏季と同様に、調査期間を通じて、殻長 5㎜ 及び 10㎜ の稚貝の移動限界を恒常的に超えていた。また、両地点共に、1 月 24 日から 25 日の暴風雪が要因と見られるせん断応力の増加が確認された。

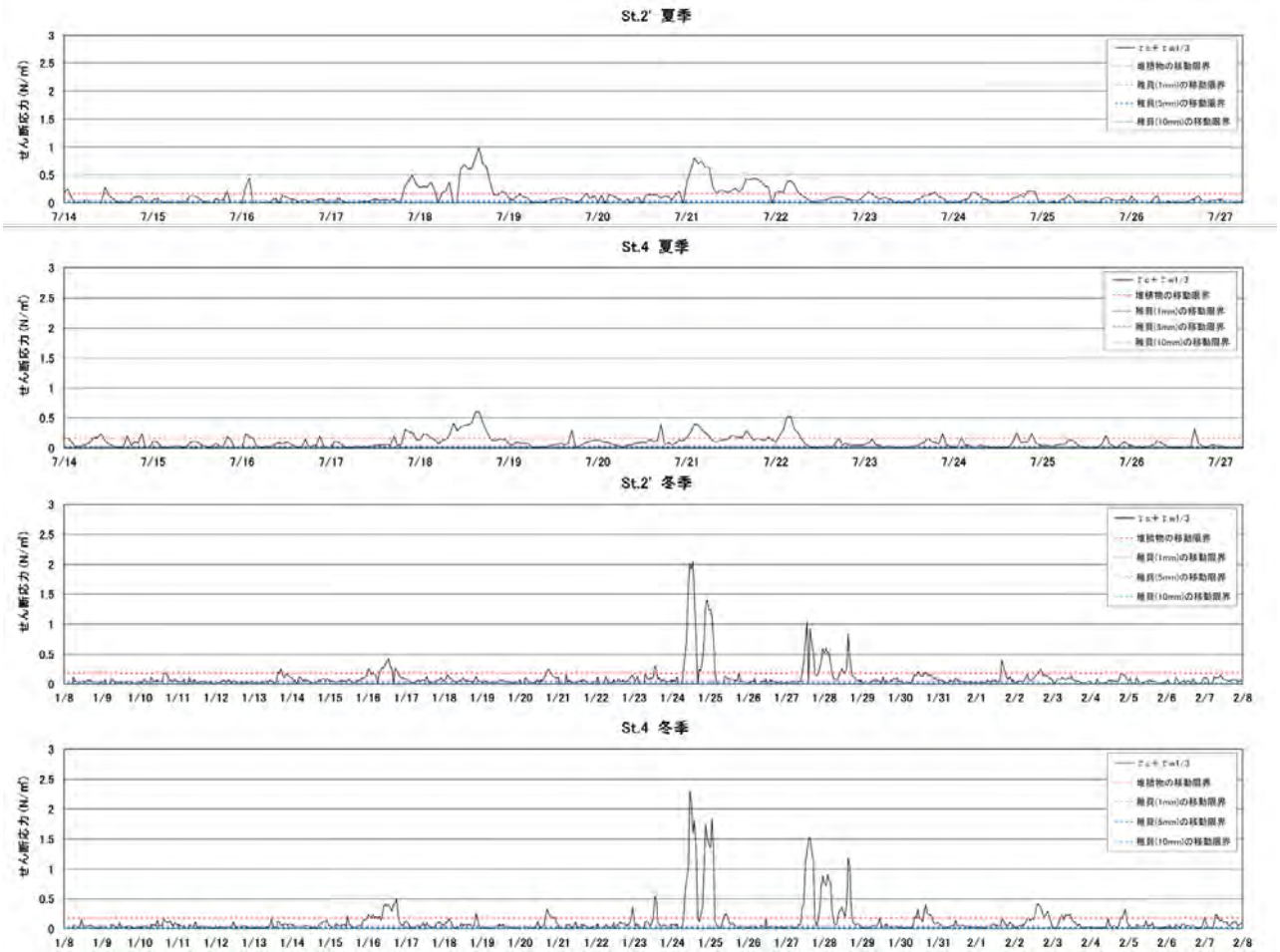



図 20　せん断応力の経時変化

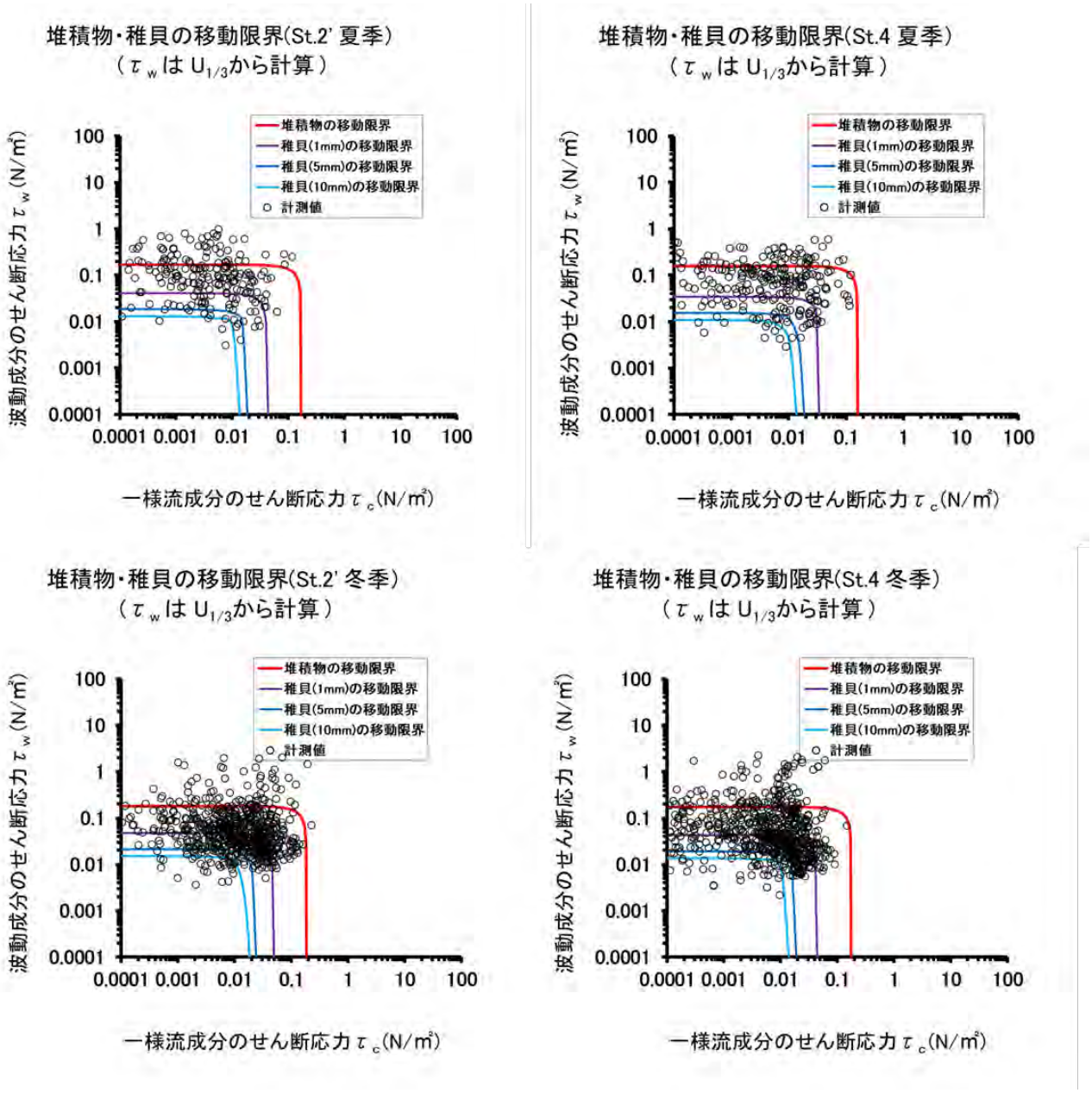



図 21　せん断応力と移動限界判定

表 7　入力した地点及び季節のパラメータ

| 地点･季節 | 海水 | 底質 | | アサリ稚貝 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 密度 (g/cm³) | 中央粒径 (mm) | 密度 (g/cm³) | 殻長 (mm) | 密度 (g/cm³) |
| St. 2’ ・夏季 | 1. 015 | 0. 21 | 2. 721 | 1, 5, 10 | 1500 |
| St. 2’ ・冬季 | 1. 020 | 0. 25 | 2. 750 | 1, 5, 10 | 1500 |
| St. 4・夏季 | 1. 016 | 0. 17 | 2. 750 | 1, 5, 10 | 1500 |
| St. 4・冬季 | 1. 017 | 0. 22 | 2. 759 | 1, 5, 10 | 1500 |

## 3. 母貝育成技術の開発（小課題 1-2-1）

### 3.1 実用規模実証実験

令和 3 年度の小規模実証実験より、アサリ母貝の育成には、牡蠣養殖用カゴよりも砕石入り網袋を用いた方が、生残率及び殻長の成育が良いという結果が得られた [3)]。肥満度は網袋、牡蠣養殖用カゴともに秋季と春季に極大が見られた。生殖腺の組織観察では、網袋、牡蠣養殖用カゴともに春季に産卵の盛期が確認された [3)]。牡蠣養殖用カゴは、カゴ内上部に牡蠣が付着・成長することで通水性が低下し、アサリの成長を阻害すると考えられる。そこで、牡蠣増殖の対策として、カゴを毎潮毎に回転させ牡蠣が付着した場所を海底面側にして設置することで、牡蠣の増殖が抑えられると推察した。

これらのことから、本実験では、砕石入り網袋及び牡蠣養殖用カゴの設置数を令和 3 年度の小規模実証実験よりも増やし、大規模に拡大しても漁獲サイズの 30 ㎜以上に育成できるか、また、問題点がないかを確認するとともに、再現性を立証することを目的とした。加えて牡蠣養殖用カゴを大潮ごとに回転させることで牡蠣の増殖を抑制する実験も実施した。

#### 3.1.1 材料と方法

令和 3 年 10 月から令和 4 年 10 月まで、St. 2’において、砕石 5 kg を入れたラッセル袋（以下、網袋）、砕石約 15 kg を入れた牡蠣養殖用カゴ（以下、基質入りカゴ）、大潮ごとに接地面を回転させる牡蠣養殖用カゴ（以下、回転カゴ）を用いて母貝育成実験を実施した（図 22）。育成するアサリには、令和 3 年度の小規模実証実験において 10 月時点で 20 ㎜以上に成長したアサリを用いた。実験に用いた材料の条件は以下のとおりである。

・ラッセル網袋（大きさ：300×600 ㎜、目合：4×4 ㎜角目、設置面積：約 0.1 ㎡）
・牡蠣養殖用カゴ（大きさ：750 ㎜×200 ㎜、設置面積：0.15 ㎡）
・砕石（大きさ：7 号、2.5-5 ㎜、収容量：網は 5 kg、基質入りカゴは約 7.5 kg）

網袋の設置面積は設置した形を台形とみなし、上底 200 ㎜、下底 300 ㎜、高さ 400 ㎜で算出した。

図 22　砕石入り網袋（左）と牡蠣養殖用カゴ（右）

各機材の設置数及びアサリの収容個体数は以下のとおりである。

・網袋……100 個体/袋　×　389 袋

・基質入りカゴ…150 個体/カゴ　×　30 カゴ

・回転カゴ……150 個体/カゴ　×　10 カゴ

使用したアサリの個体数は網袋においては計 38,900 個体、基質入りカゴは計 4,500、回転カゴは計 1,500 個体である。

設置した機材のうち、種類ごとに 5 セットをモニタリング用として確保し、月 1-2 回の頻度で殻長、生残率及び湿重量を計測した。肥満度は鳥羽・深山[21]に基づき、月 1 回の頻度で殻長、殻高、殻幅及び軟体部重量から算出した。生殖腺の組織観察は産卵期と考えられる 10 月-1 月と 4 月-6 月に月 1 回の頻度で松本ら[22]に基づき、発達段階を評価した。肥満度と郡成熟度については、4 月時点で基質入りカゴと回転カゴで大きな差が見られなかったことから、5 月からは基質入りカゴのみの分析とした。また、再現性の立証のため、令和 3 年度の小規模実証実験の網袋及び基質入りカゴ（牡蠣養殖用カゴ）と比較検証した。

### 3.1.2 結果

生残率は、実験開始の令和 3 年 10 月から令和 4 年 1 月までの数ヶ月間、減耗があったが、3 月から 5 月にかけては網袋で 84.2%以上、基質入りカゴで 63.7%以上、回転カゴで 69.2%以上を維持した。しかし、6 月から再度減耗が進み、7 月時点では網袋で 77.2%、基質入りカゴで 54%、回転カゴで 63.7%であった（図 23）。実験終了時の 9 月ならびに 10 月には網袋で 32.2%、基質入りカゴで 16%、回転カゴで 27.6%まで低下した。殻長は実験開始から令和 4 年 3 月までは 3 種類とも成長が見られ、網袋においては、6 月に再度成長が見られた。基質入りカゴと回転カゴは令和 3 年 3 月以降、明瞭な成長が見られず、8 月以降は、殻長が減少した。1 個体あたりの湿重量は、網袋においては 4 月に一時的に成長が止まったが、それ以外は、8 月まで上昇した。基質入りカゴと回転カゴは春以降の成長が乏しかった。肥満度は、網袋のみ 11 月に小さなピークが見られた。3 月には網袋、基質入りカゴ及び回転カゴの全てで 22.2-22.9 のピークを示した。群成熟度は、3 種類とも令和 3 年 10-11 月と令和 4 年 3-5 月にピークが見られた。令和 4 年 7 月には 0 近くまで低下したが、実験終了時の令和 4 年 10 月には再度上昇が見られた。生殖腺の組織切片は、実験開始の 10 月から既に成熟期と放出期のアサリが 95%を占めており（図 24）、1 月までに放出が終了した様子がうかがえた。5 月にも 75%以上が成熟期と放出期であり、7 月には成熟期が 10%以下に低下した。

令和 3 年度の小規模実証実験と同様に牡蠣養殖用カゴよりも網袋の方がアサリ成貝の成長が良く、成熟に関しては育成方法で大きな差が無い結果となった（図 25）。

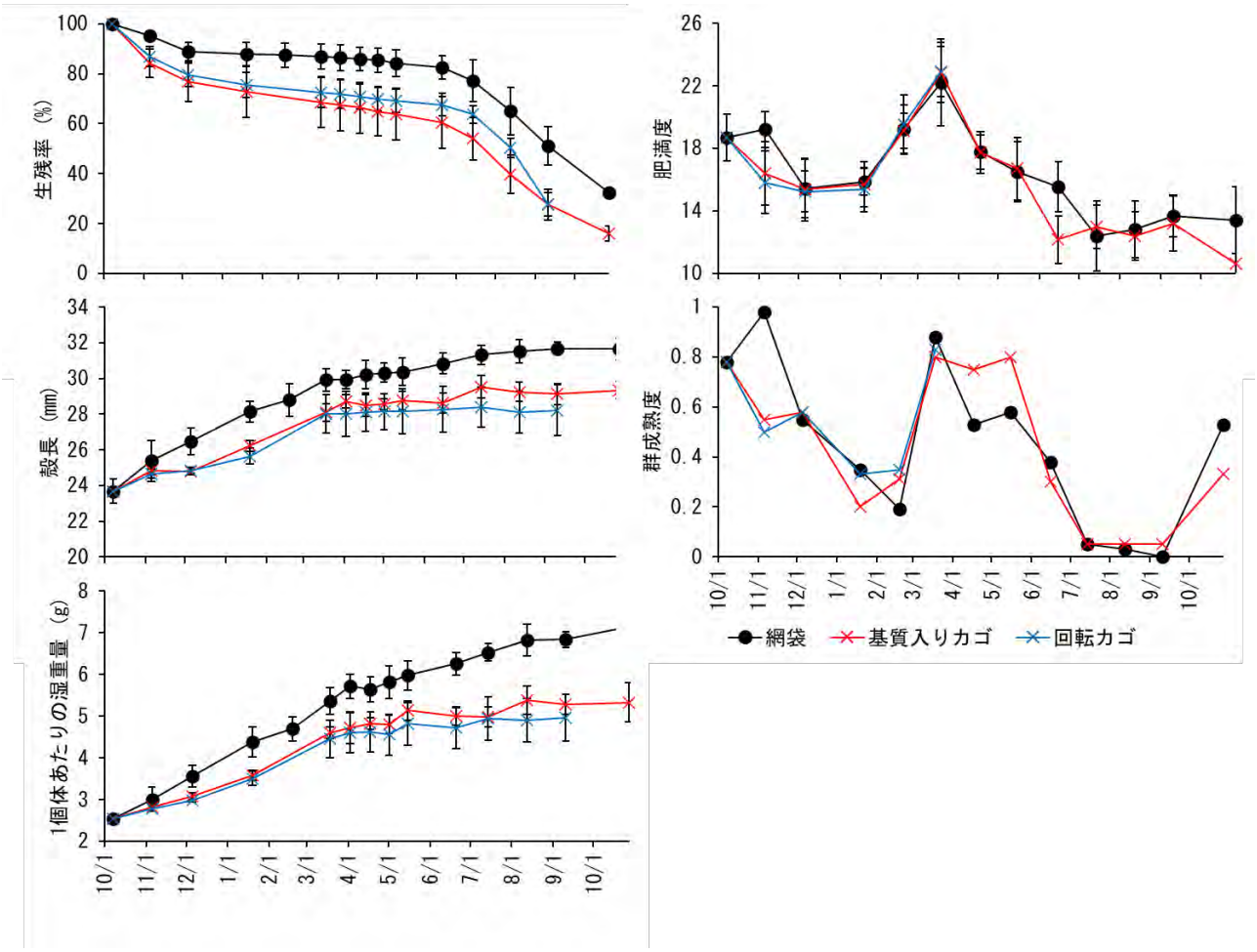



図 23　実用規模実証実験における網袋（黒）、基質入りカゴ（赤）、回転カゴ（青）別の生残率、殻長、湿重量、1 個体あたりの湿重量及び群成熟度

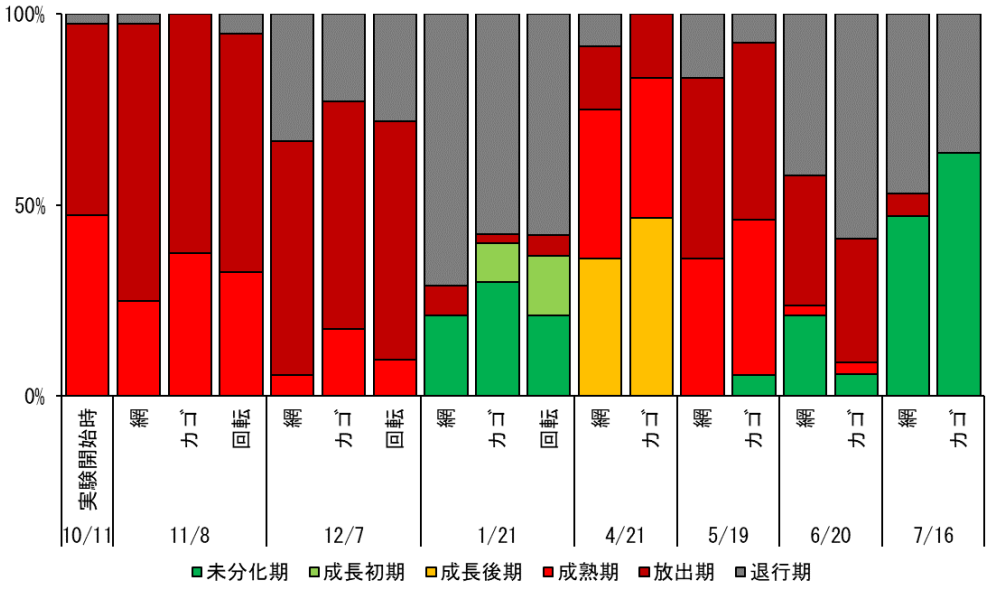



図 24　実用規模実証実験におけるアサリ産卵期の生殖腺の組織切片観察結果

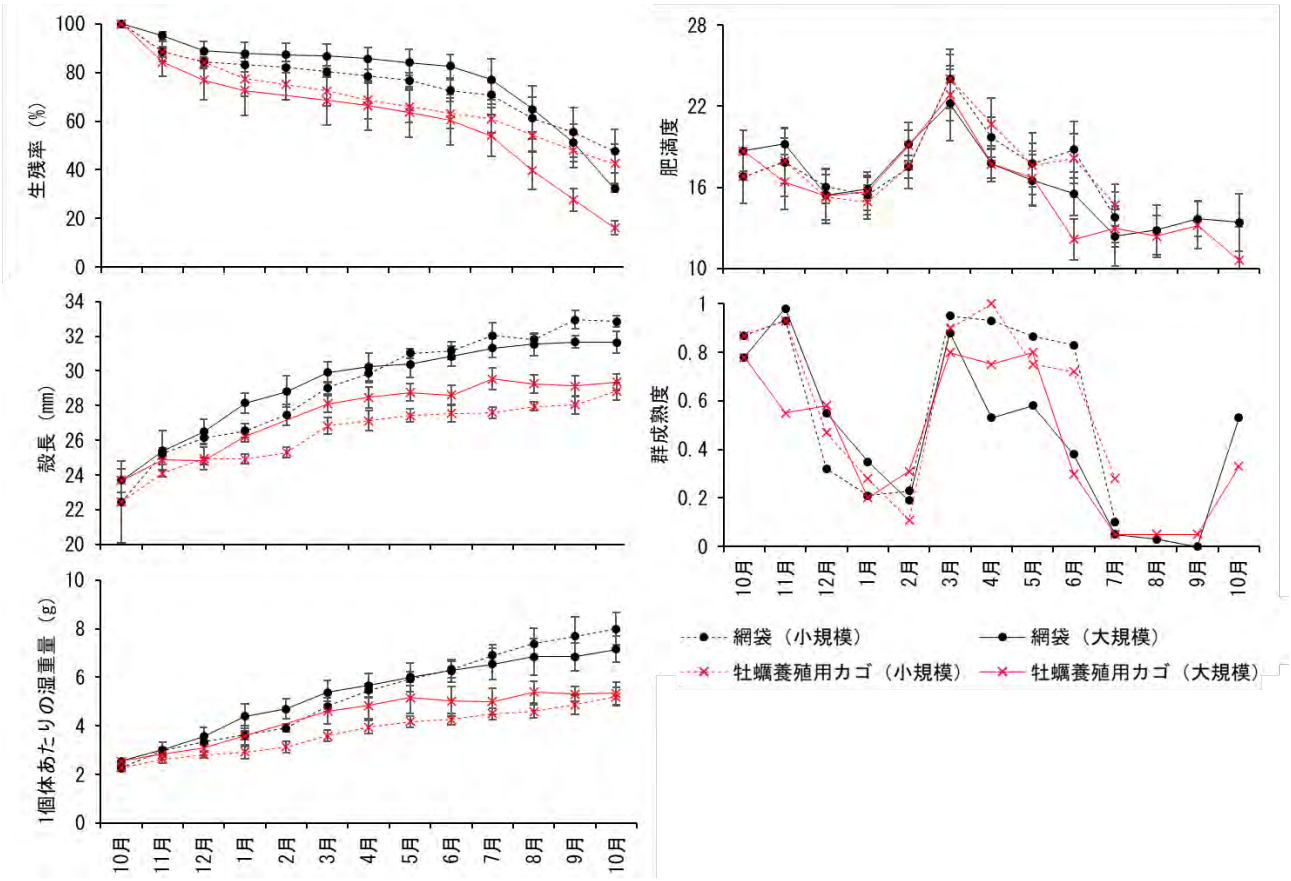



**図 25　網袋と牡蠣養殖用カゴ（基質入りカゴ）における小規模実験（令和 3 年）と大規模実験（令和 4 年）におけるアサリの生残率、殻長、１個体あたりの湿重量、肥満度及び群成熟度**

### 3.1.3 考察

本実験では網袋が生存率、殻長及び1 個体あたりの湿重量で最も成育が良い結果となった。肥満度と郡成熟度に関しては、いずれの成育方法でも産卵時期に大きな差が見られない結果となった（$p$ <0. 05)。これらの結果は、令和3 年度の小規模実証実験（令和3 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業）と同様の結果となり、再現性の面で担保される結果となった。

回転カゴは、牡蠣養殖用カゴを大潮ごとに回転させ、牡蠣やフジツボなどの付着生物を海底面側にして設置することで付着生物を除去することを目的とした。牡蠣養殖用カゴを回転させることで付着物を死滅除去することは出来たが、それに伴い発生する硫化物によって、アサリにも悪影響を及ぼすことが示唆された。

基質入りカゴは、激しい流況によって牡蠣養殖用カゴの網目から基質が流出し、牡蠣養殖用カゴ上部に空間が出来、牡蠣が付きやすくなることが明らかとなった。また、基質が逸脱されることにより、アサリが潜伏する深度を保てなくなることが危惧された。しかし、牡蠣養殖用カゴの目合いを小さくし、基質の粒径を大きくするなどの方法で、基質の逸脱を防ぐことが出来れば牡蠣養殖用カゴでの成育も向上する可能性がある。