

資料－１

試行的対策における 今年度の調査結果と次年度改善案

1. 前回の討議内容の確認
2. 令和4年度 試行的対策（低塩分化対策）の調査結果
3. 令和5年度 試行的対策（低塩分化対策）の調査内容

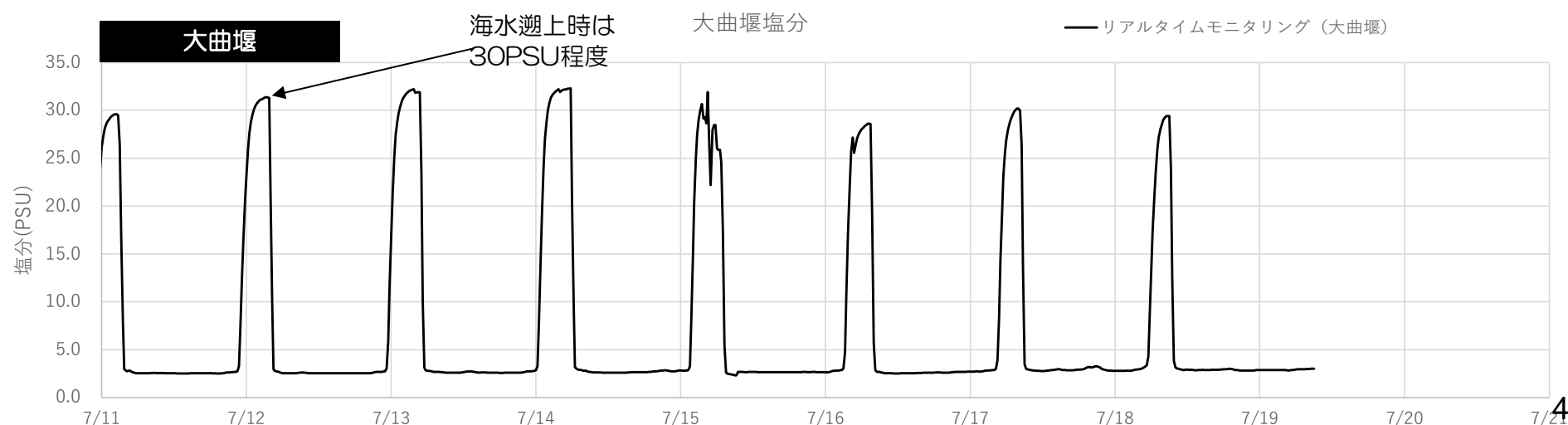
1. 前回の討議内容の確認

塩分の観測結果(ポンプ導水開始以降)

【観測結果の概要】

ポンプ導水を開始した7/12以降における塩分の連続観測を確認した。

- ①海水遡上時にはポンプ稼働により、フェンス内塩分が0.5～0.7PSU程度上昇した。
- ②ポンプ非稼働時はフェンス内塩分が低下し、概ね15～24時間程度で元の塩分に戻る。



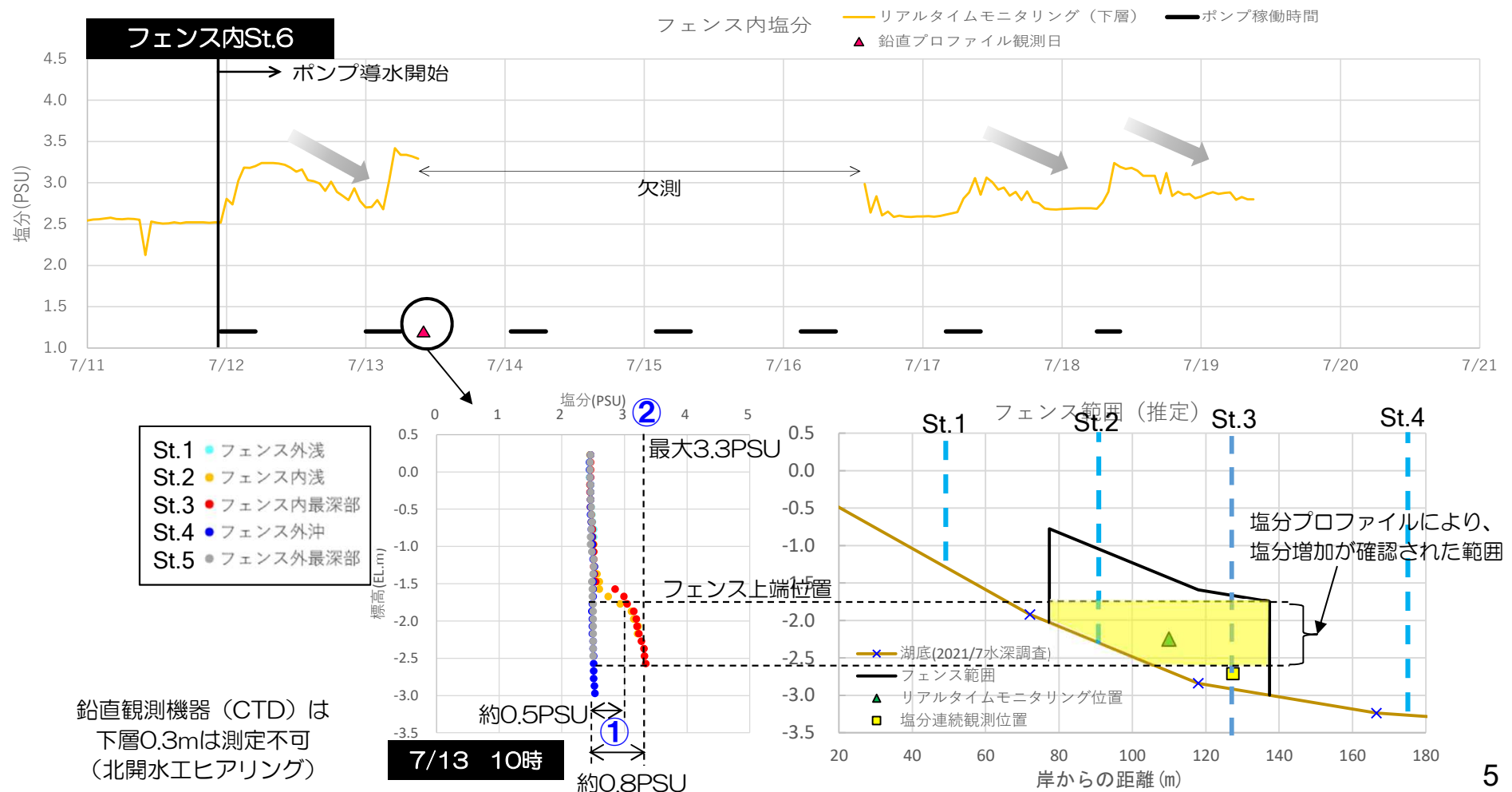
塩分の観測結果(導水後の塩分鉛直プロファイル)

【観測結果の概要】

現時点で導水後唯一の塩分鉛直プロファイル観測を確認した。

(導水2回目(7/13 0~6時)終了の4時間後(10時))

- ①フェンス内ではフェンス上端位置あたりまで、塩分が0.5~0.8PSU程度高い。
- ②ポンプによる海水導水はフェンス内に入っているが、**濃い塩分は確認されていない。**



第3回網走湖汽水環境保全方策検討委員会の開催概要

【開催日】 令和4年8月9日（火） 9:30～11:30
【開催場所】 林-ツ・文化交流センター 2階大会議室



写真1-1 開催状況

氏 名	所 属 等
柿沼 孝治	土木研究所 寒地土木研究所寒地水圏研究グループ水環境保全チーム 上席研究員
駒井 克昭	北見工業大学 工学部 社会環境系 教授
佐々木 義隆	北海道立総合研究機構 水産研究本部 さけます・内水面水産試験場 場長
園田 武	東京農業大学 生物産業学部 海洋水産学科 助教
中山 恵介 （委員長）	神戸大学大学院工学研究科 市民工学専攻 教授
吉川 泰弘	北見工業大学 工学部 社会環境系 准教授

表1-1 出席された委員名簿 （敬称略、五十音順）

「試行的対策の状況
報告」について

データから考えると、フェンスから塩分が漏れている可能性が高いが、フェンスの中でも風等で拡散する可能性がある。

フェンス内のDOについては、継続的に留意してデータをみて行く必要がある。
また、塩分とDOの関連性や観測値の測定精度について確認が必要である。

自然の塩水遡上というのは底の方を伝ってくるので、直接フェンス下層に塩水を入れたほうが、フェンスから漏れているかどうかの確認のためにも良いと思われる。

フェンスから塩分の漏れがあることを前提に考えることや漏れを踏まえた上で運用することも必要と思われる。

「試行的対策の現地
視察」について

フェンスから塩分が漏れている可能性を確かめる上で、ダイバーや水中ドローンによって、まずは現状を確認する必要がある。

現場の運用については、ICTを有効に活用しており素晴らしいと思う。

2. 令和4年度 試行的対策（低塩分化対策）の調査結果

第3回網走湖汽水環境保全方策検討委員会の開催概要

【開催日】令和4年8月9日（火）9:30～11:30
【開催場所】 林-ツ・文化交流センター 2階大会議室



写真1-1 開催状況

氏 名	所 属 等
柿沼 孝治	土木研究所 寒地土木研究所寒地水圏研究グループ水環境保全チーム 上席研究員
駒井 克昭	北見工業大学 工学部 社会環境系 教授
佐々木 義隆	北海道立総合研究機構 水産研究本部 さけます・内水面水産試験場 場長
園田 武	東京農業大学 生物産業学部 海洋水産学科 助教
中山 恵介 （委員長）	神戸大学大学院工学研究科 市民工学専攻 教授
吉川 泰弘	北見工業大学 工学部 社会環境系 准教授

表1-1 出席された委員名簿 （敬称略、五十音順）

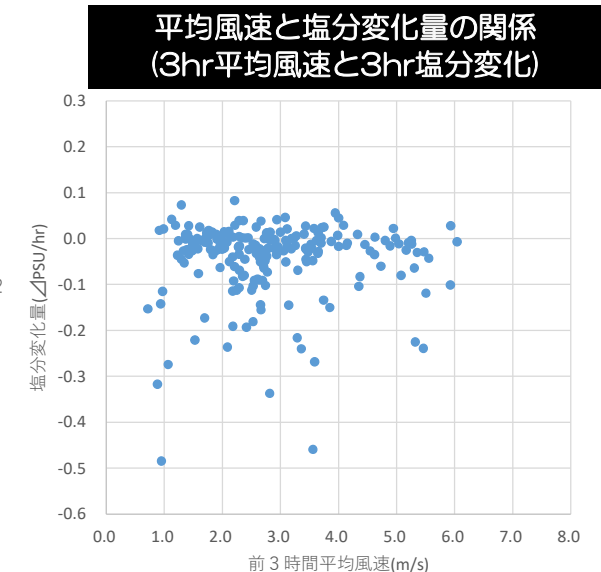
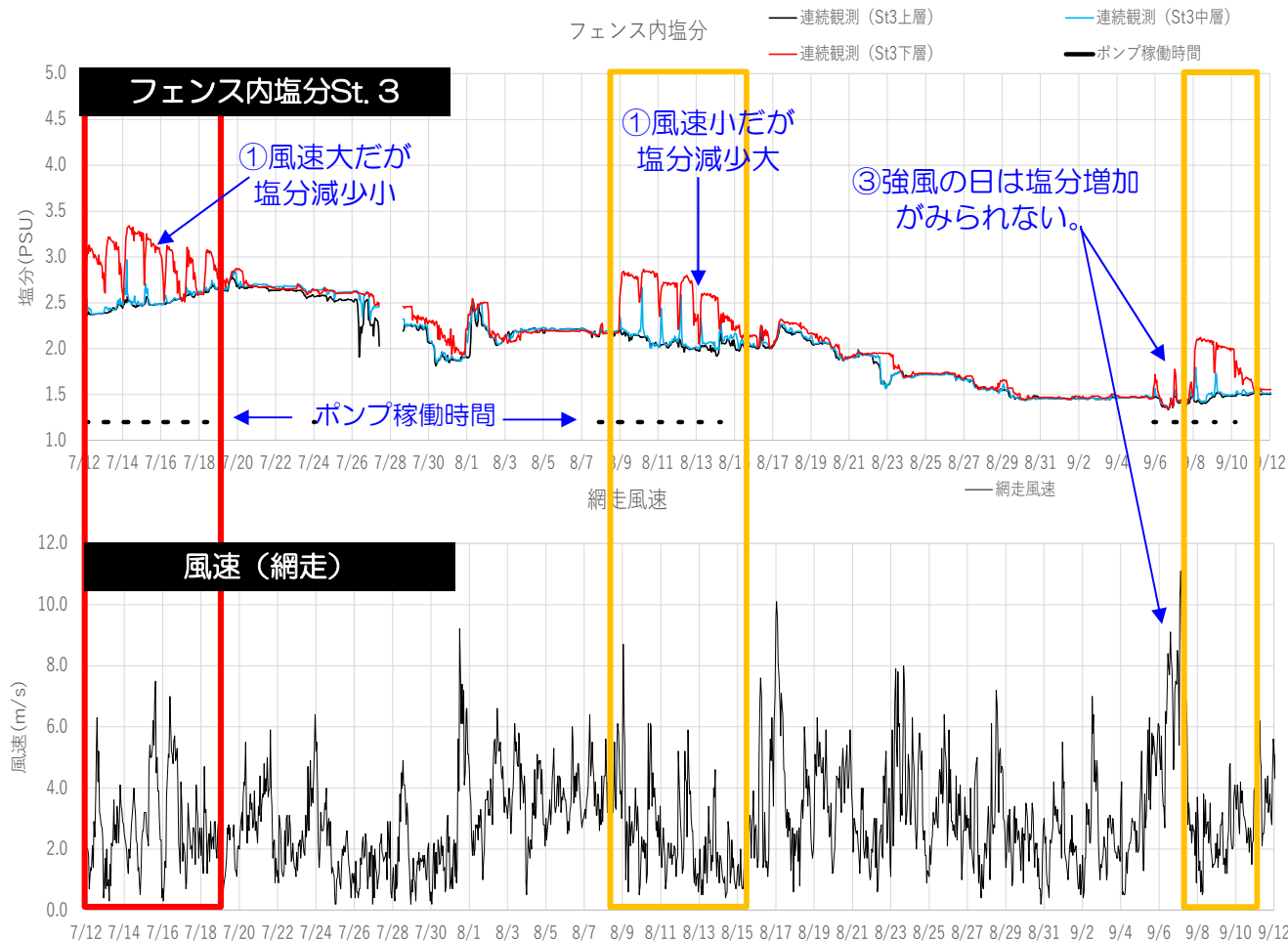
「試行的対策の状況報告」について	データから考えると、フェンスから塩分が漏れている可能性が高いが、 1) フェンスの中でも風等で拡散する可能性がある。
	2) フェンス内のDOについては、継続的に留意してデータをみて行く必要がある。 また、 塩分とDOの関連性 や観測値の測定精度について確認が必要である。
	3) 自然の塩水遡上というのは底の方を伝ってくるので、 直接フェンス下層に塩水を入れたほうが、フェンスから漏れているかどうかの確認のためにも良いと思われる。
	フェンスから塩分の漏れがあることを前提に考えることや漏れを踏まえた上で運用することもあると思われる。
「試行的対策の現地視察」について	4) フェンスから塩分が漏れている可能性を確かめる上で、 ダイバーや水中ドローンによって、まずは現状を確認する必要がある。
	現場の運用については、ICTを有効に活用しており素晴らしいと思う。

1) フェンス内塩分変化と外力の関係の確認

- ①塩分変化と風の関係
- ②塩分変化と潮汐の関係

1)①フェンス内塩分変化と風速の比較(表層放流期間)

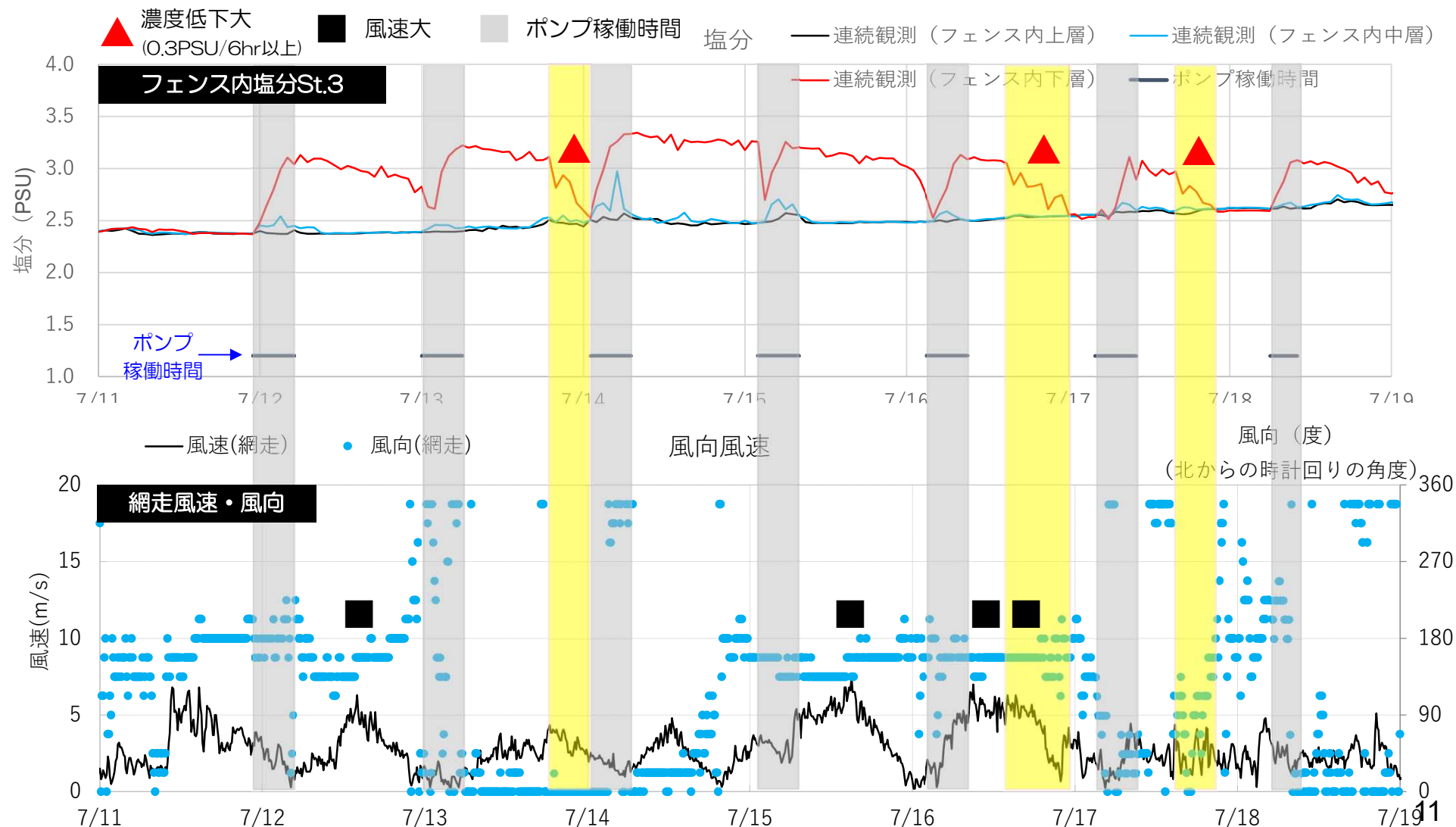
- 海水導水期間における導水後の塩分変化とその時の平均風速の関係を確認した。
- ①風速（網走）が小さくても塩分が減少する期間や、風速が大きくても塩分が減少しない期間がある。
- ②風速と塩分変化量の明瞭な関係はみられない。
- ③非常に風が強い時は、フェンス内下層で塩分上昇があまりみられない。



②風速と塩分変化量の明瞭な関係はみられない。

1)①フェンス内塩分変化と風速・風向の比較(7/12~7/18)

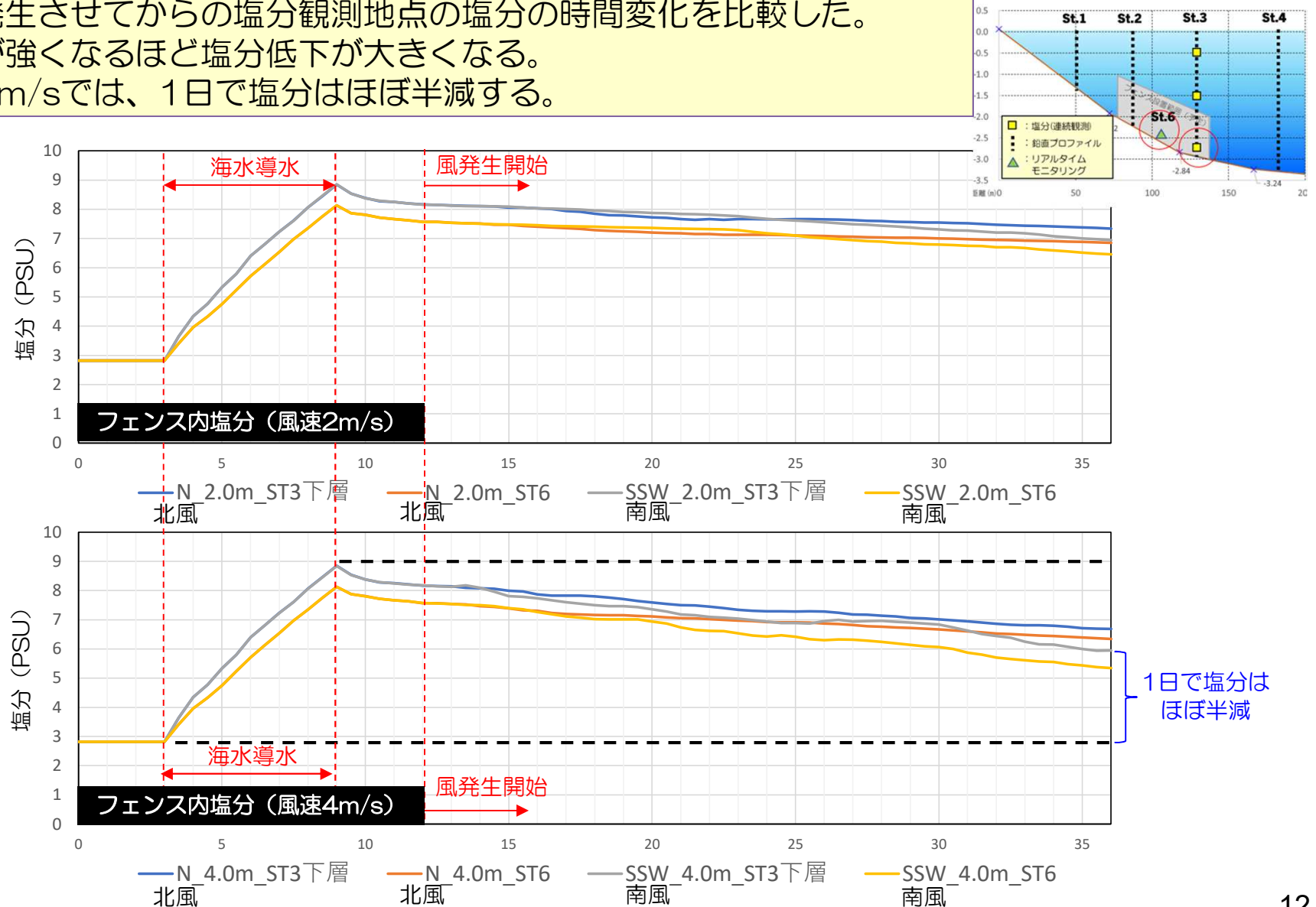
- 7/13、7/16、7/17は塩分低下が大きい。
- 7/16夜は風がやや強い時間帯に整合する。
- 風速・風向との明瞭な関係はみられない。



1)①高精度3Dモデルによる風向・風速による塩分変化の試算

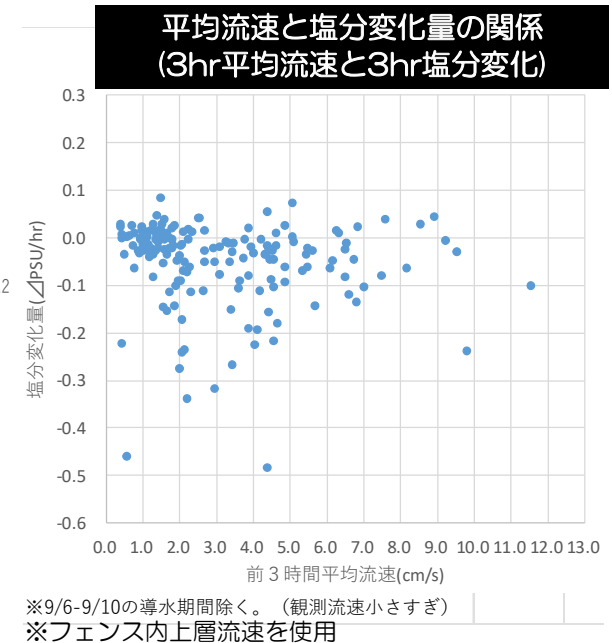
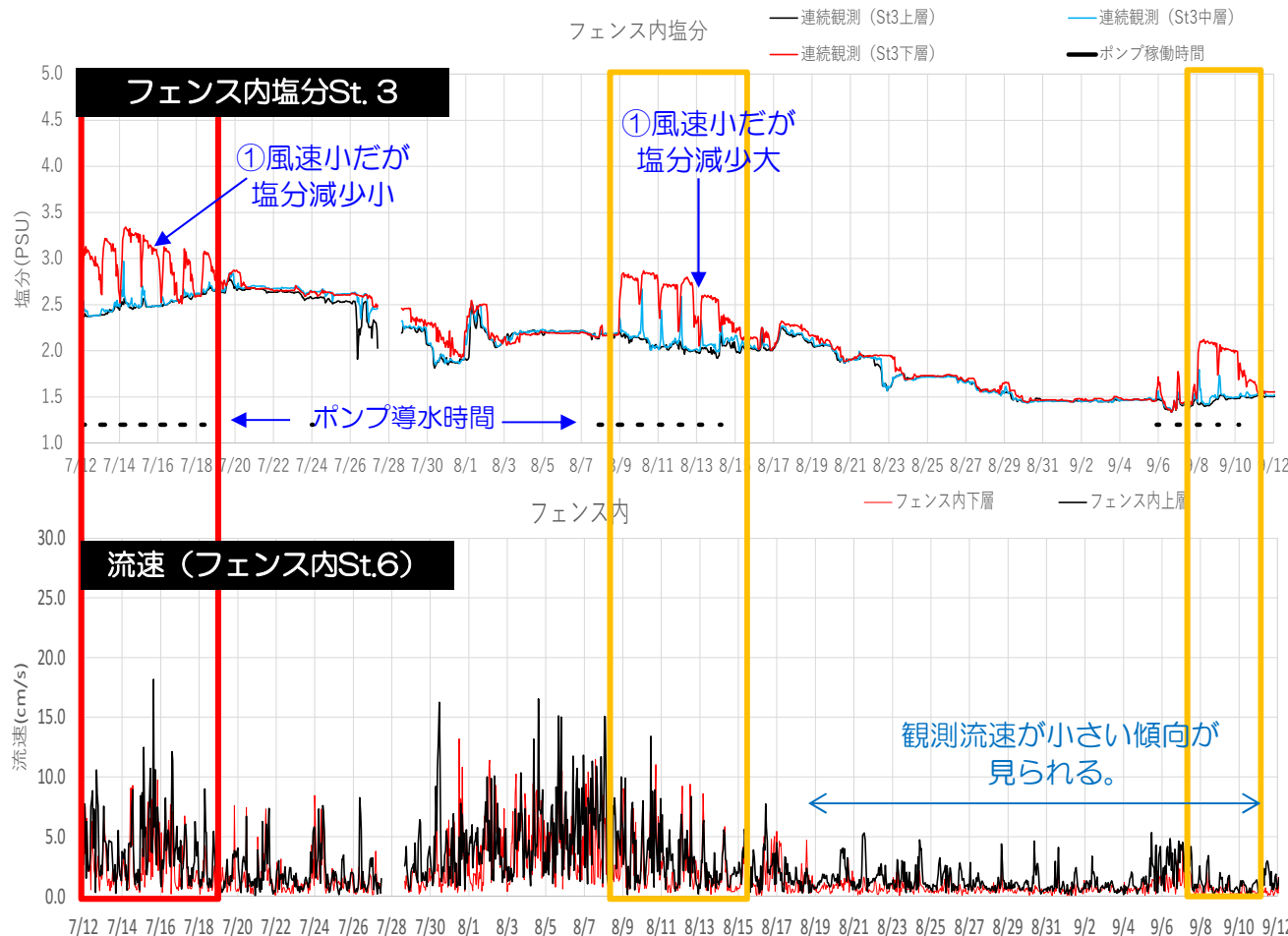
◆風の影響の確認（シミュレーションによる感度分析）

- ・風を発生させてからの塩分観測地点の塩分の時間変化を比較した。
- ・風速が強くなるほど塩分低下が大きくなる。
- ・風速4m/sでは、1日で塩分はほぼ半減する。



1)②フェンス内塩分変化と流速の比較(表層放流期間)

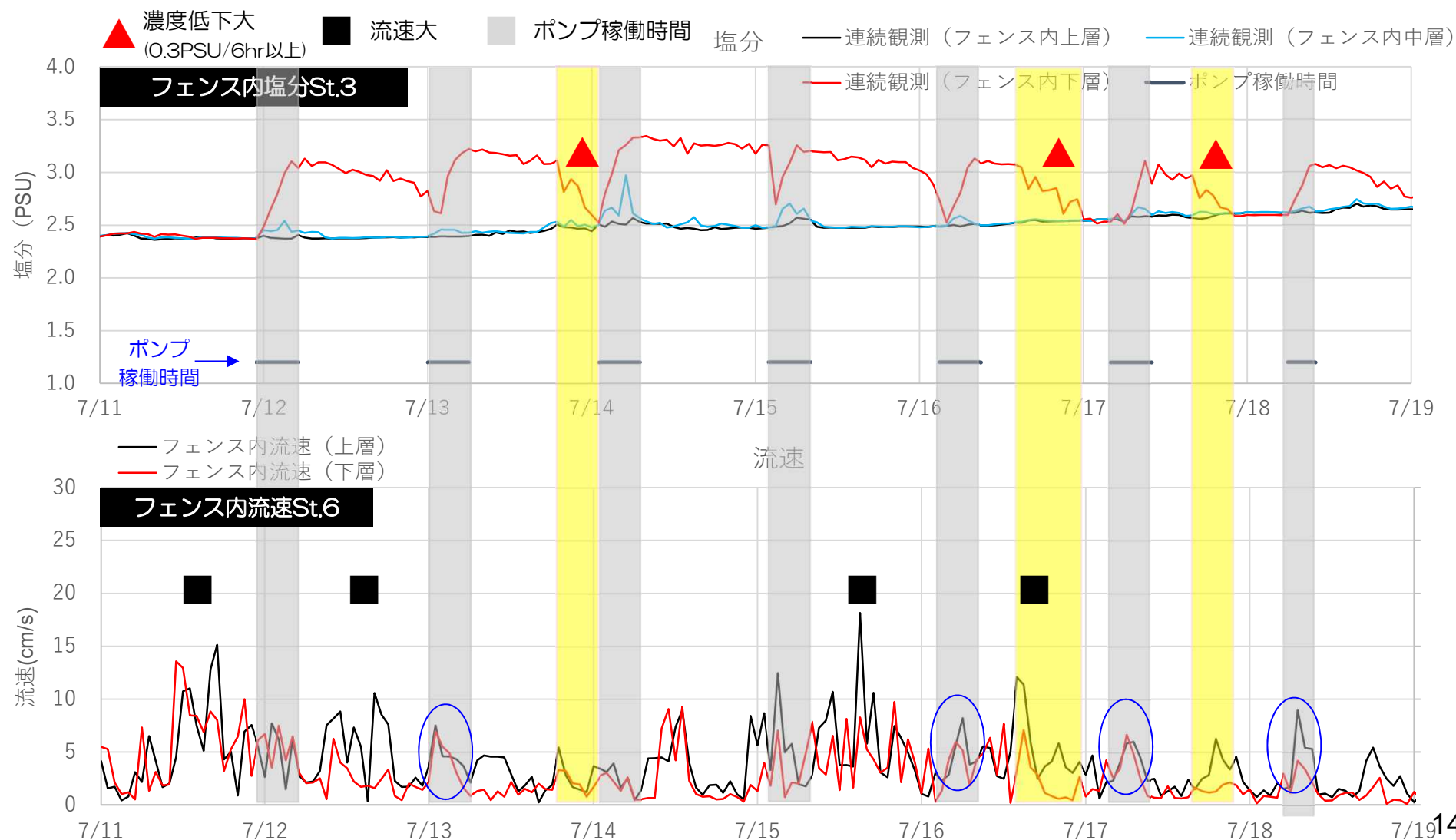
- 海水導水期間における導水後の塩分変化とその時の平均流速の関係を確認した。
- ①流速（フェンス内上層）が小さくても塩分が減少する期間や、流速が大きくても塩分が減少しない期間がある。
- ②流速と塩分変化量の明瞭な関係はみられない。



②流速と塩分変化量の明瞭な関係はみられない。

1)②フェンス内塩分変化と流速の比較(7/12~7/18)

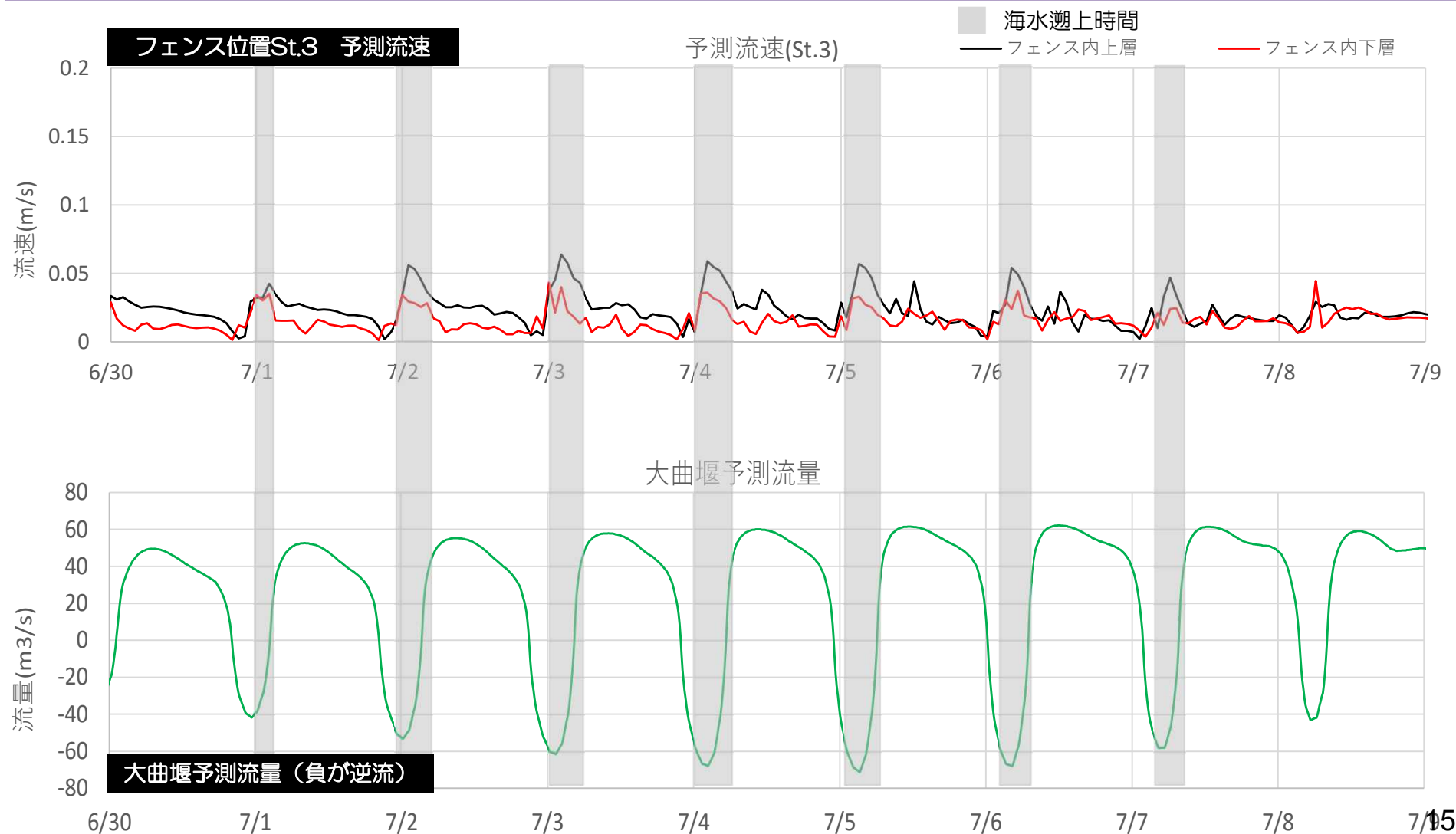
- ①7/16の塩分低下は流速増加時と概ね整合するが、流速増加が塩分低下と明瞭に関係してはいない。
- ②ポンプ導水時には5~10cm/s程度の流速が上がる。



1)②高精度3Dモデルによる潮汐による流速変化の試算

◆潮汐の影響の確認（シミュレーションによる感度分析）

- ・ 計算条件は、風なし、網走港予測潮位、網走川平水流量、とした。
- ・ 海水遡上時には、フェンス位置で5cm/s程度の流速の発達が見られる。



1)フェンス内塩分変化と外力の関係について(まとめ)

<塩分変化と風との関係>

- 観測では風と塩分低下の関係はあまり明瞭ではない。
- 計算による感度分析では、4m/sの風でも1日で塩分が半分程度に低下する。

<塩分変化と潮汐との関係>

- 大潮の逆流時にはフェンス周辺で流れの発達が見られる。

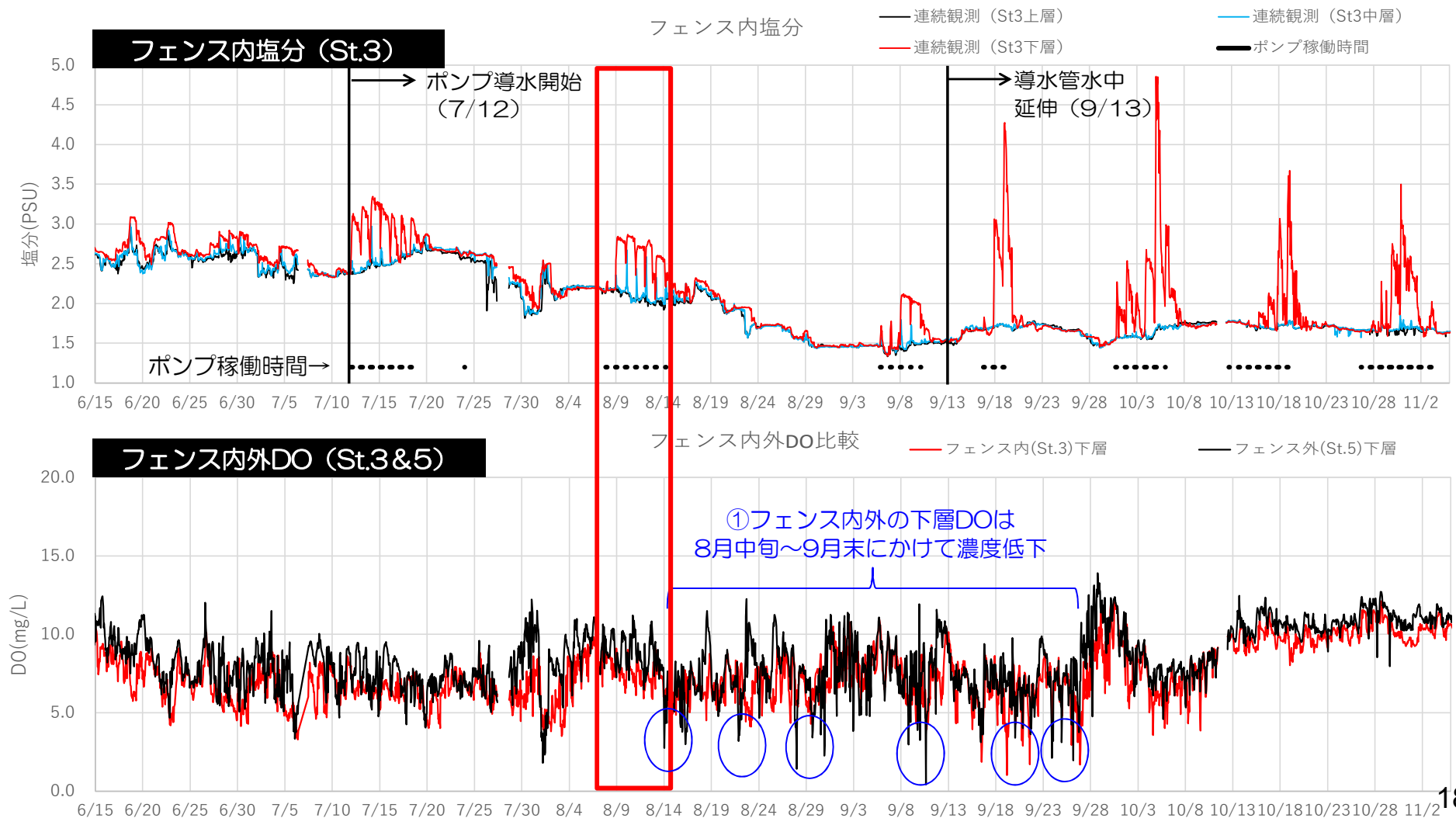
<まとめ>

- フェンス内塩分が1日後に導水前の塩分に戻るのには、潮汐の影響が大きいと推測される。
- 網走の観測風速の影響はあまり明瞭ではないが、風がフェンス内塩分に影響している可能性は十分考えられる。
- ただし、フェンス下の隙間からの塩分漏出の影響もあると考えられる。

2) フェンス内塩分変化とD0の関係の確認

2)フェンス内塩分変化とDOの関係(6/15~11/4)

- ・フェンス内St3上中下層の塩分と、フェンス内外St.3、5下層のDOの変化を示す。
- ①フェンス内外の下層のDOは概ね類似した変動を示している。
- ②フェンス内外の下層のDOは、8月中旬~9月末にかけて濃度が低い時間帯がみられる。



国土交通省
北海道開発局
網走開発建設部

-
- Figure 10 consists of two vertically stacked time-series plots sharing a common x-axis representing dates from August 7 to August 15.
- The top plot displays salinity (PSU) on the y-axis, ranging from 1.0 to 3.5. It includes data for continuous observation at St3 (top layer, middle layer, bottom layer) and real-time monitoring at St6 (bottom layer). The plot features vertical gray bars indicating pump operation times and vertical pink bars indicating low concentration areas. Annotations include '塩分' (Salinity) in a black box and '濃度低下大フェンス内塩分 (0.3PSU/6hr以上)' (Low concentration large fence area salinity (0.3PSU/6hr or more)) in pink.
- The bottom plot displays DO (mg/L) on the y-axis, ranging from 0.0 to 14.0. It includes data for continuous observation at St3 (bottom layer) and real-time monitoring at St6 (bottom layer). The plot features vertical gray bars indicating pump operation times and vertical pink bars indicating low concentration areas. Annotations include 'DO' in a black box, 'フェンス内下層DO' (DO in the bottom layer of the fence area), and 'リアルタイムモニタリング (下層)' (Real-time monitoring (bottom layer)). Blue arrows point to specific DO trends with labels ① and ②.

2)フェンス内塩分変化とDO変化の関係について(まとめ)

◆塩分とDOの関係について

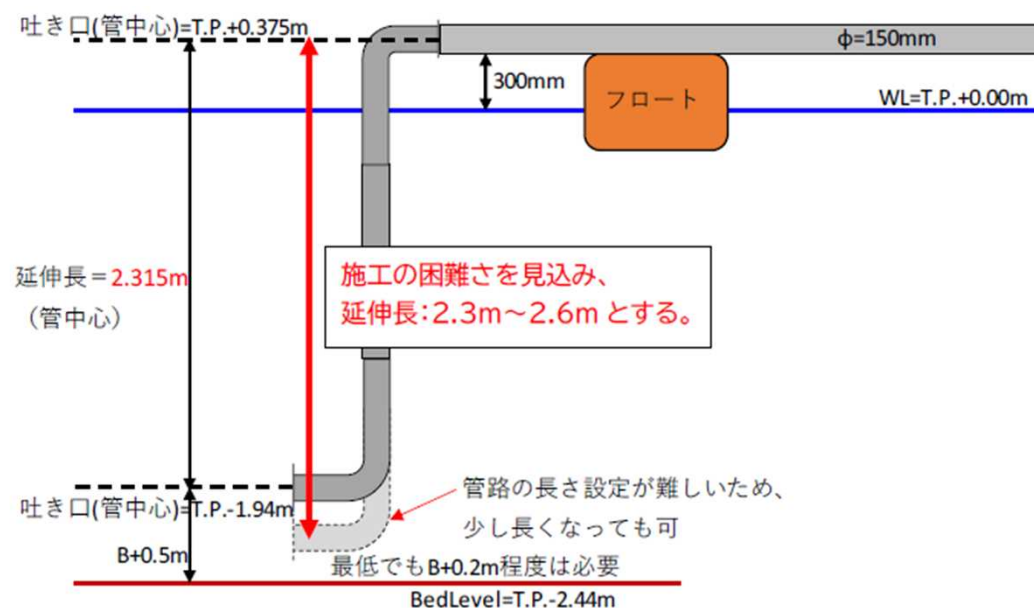
- 海水導水時にDOが上昇する傾向がみられる。
- 8～9月においては、海水導水後にフェンス内DOが低下する傾向がみられる。
- 塩分低下後にDOが上昇する傾向がみられる。

3) 直接フェンス下層に塩分を入れる対応

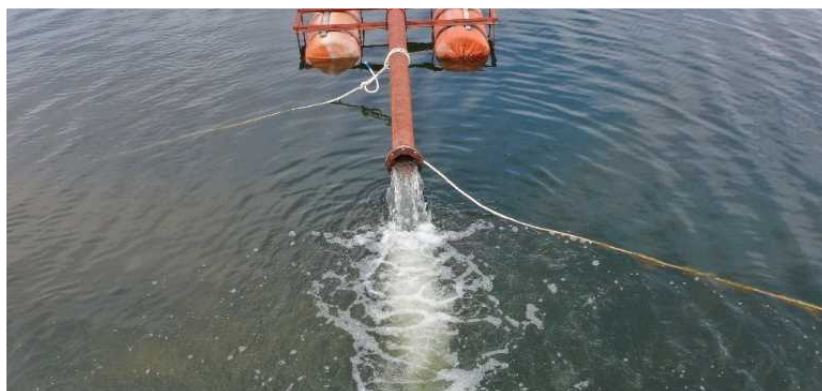
3)導水管の水中への延伸の実施

導水管の延伸方法、放水口の形状

- ・ 導水管を下向きにして放水口をB+0.5m以深に設置。
- ・ 流れ（管内流速1.2m/s程度）で底質が巻き上がらない様に、水平に向ける。



導水管の延伸



改良前 表層放流（～R4.9.12）



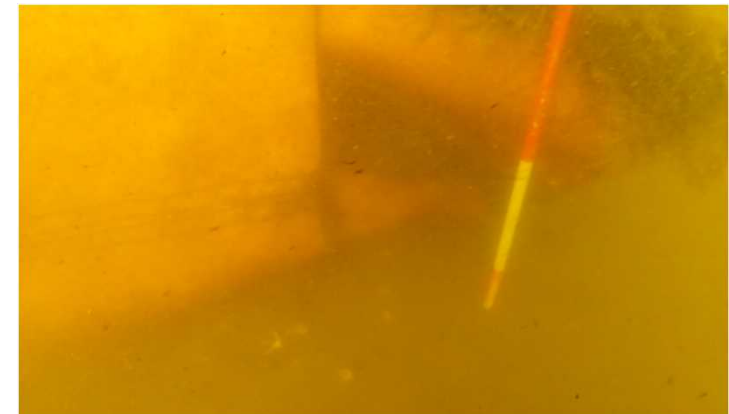
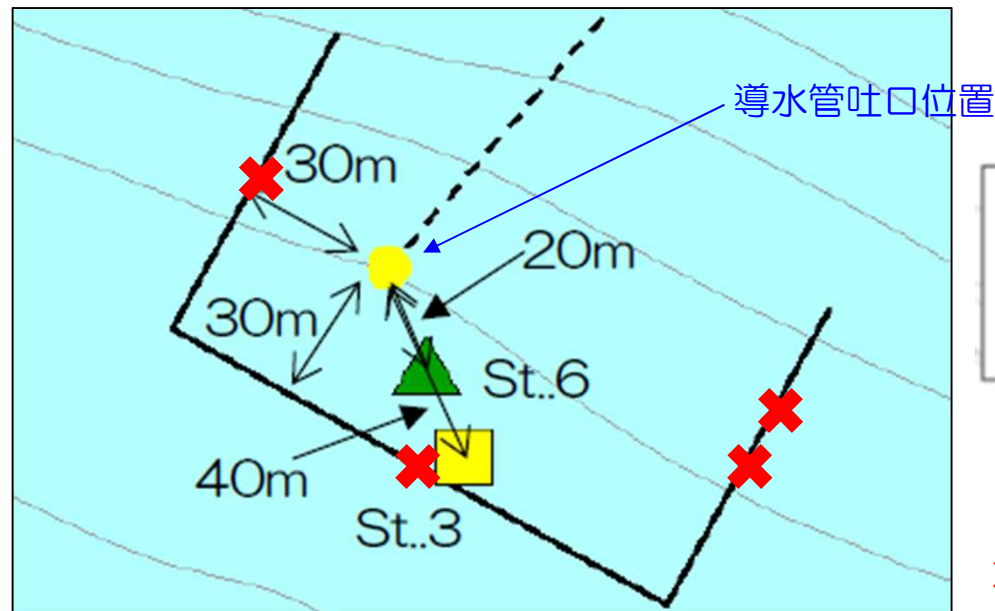
改良後 下層放流（R4.9.13～）

4) ダイバーによる漏れの確認

4)ダイバーによるフェンス確認結果(隙間4箇所)

◆ダイバーによる隙間、フェンス破れ等の確認（第3回委員会意見対応）
=>フェンスつなぎ目下に隙間確認（4箇所）

- ・フェンス周辺のダイバーによる目視確認を実施したところ、隙間4箇所が確認された。
- ・対応のためのダイバー確保が困難なため、対策は次年度実施。



凡 例	
	: リアルタイムモニタリング地点 (塩分・DO)
	: 連続観測地点 (塩分・DO)
	: 鉛直プロファイル観測地点
	: フェンス (当初設計位置)

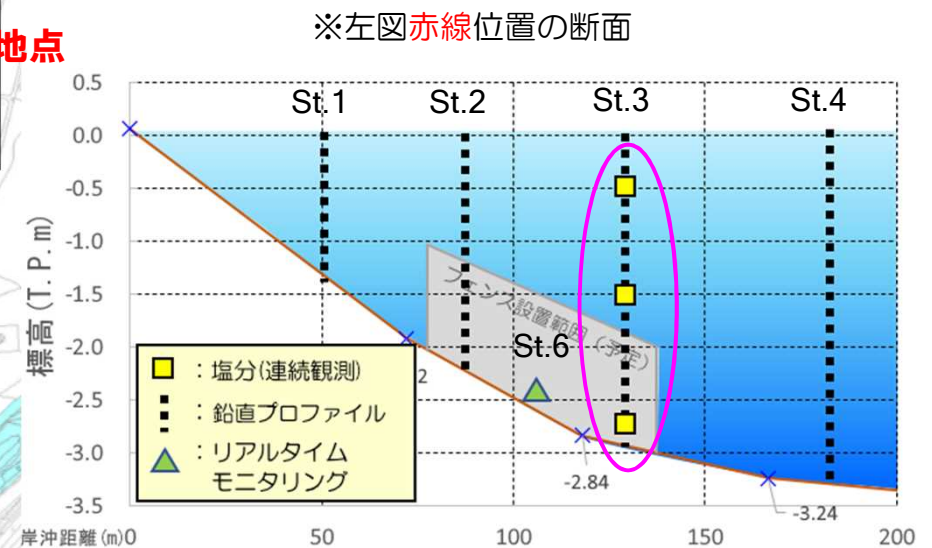
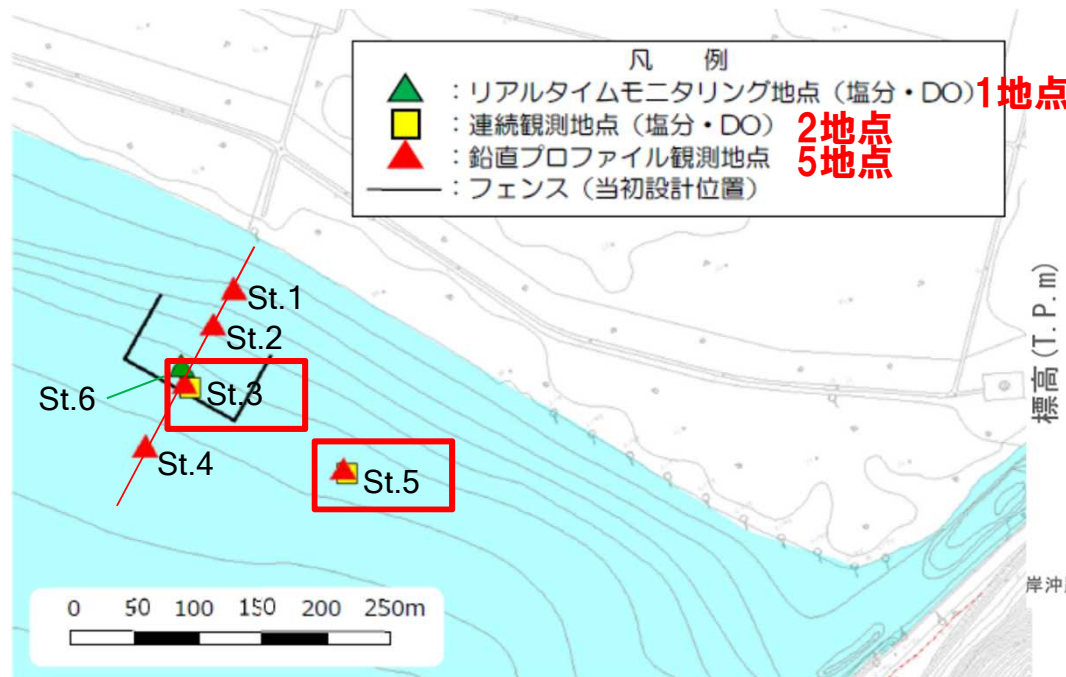
✕ : 隙間位置

5) 低塩分化対策の今年度現地調査結果 (塩分)

5)塩分の観測地点

【塩分の観測地点】

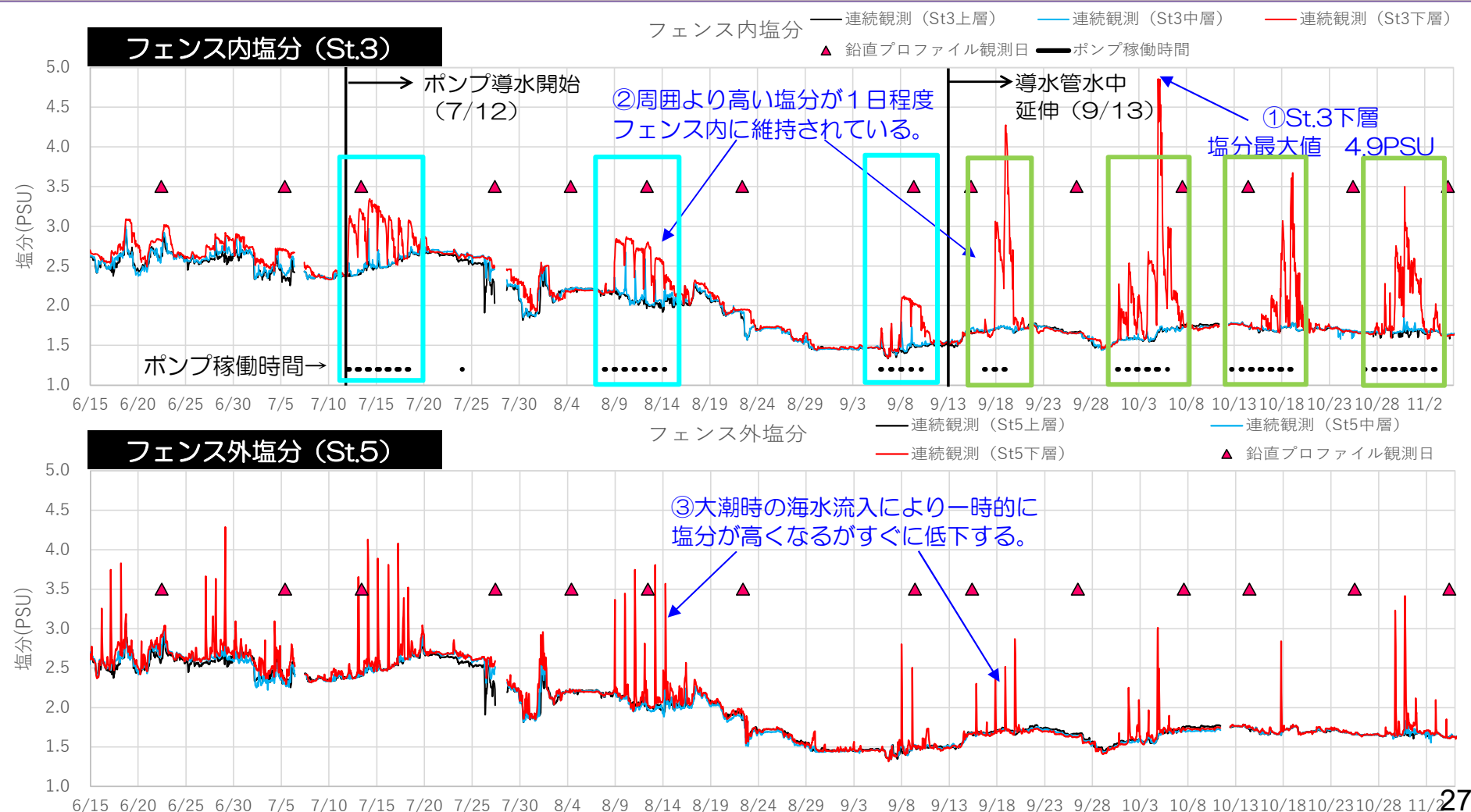
- ・塩分については以下の観測を実施中。観測場所は下図参照。
 - ・連続観測（フェンス内外計2地点（St.3, St.5））
 - ・定期観測（鉛直プロファイル観測、計5地点（St.1～5））
 - ・リアルタイムモニタリング（フェンス内（St.6）・網走川下流計3地点）



現場測定湖底標高：St.1、-1.2 ELm
 St.2、-2.3 EL.m
 St.3、-2.9 EL.m
 St.4、-3.3 EL.m
 St.5、-2.8 EL.m
 St.6、-2.5 EL.m

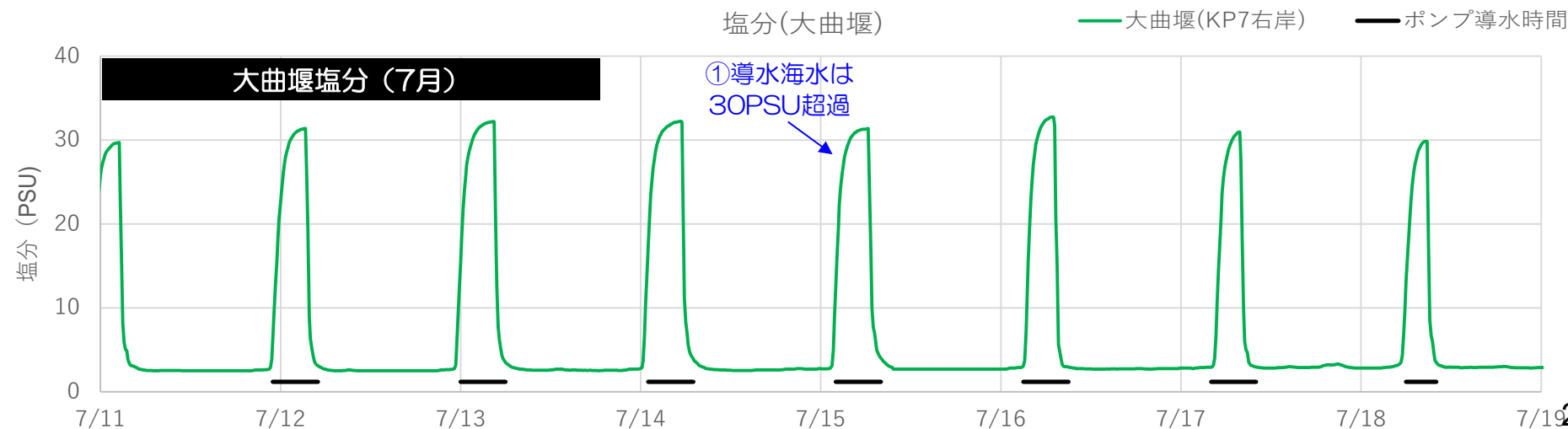
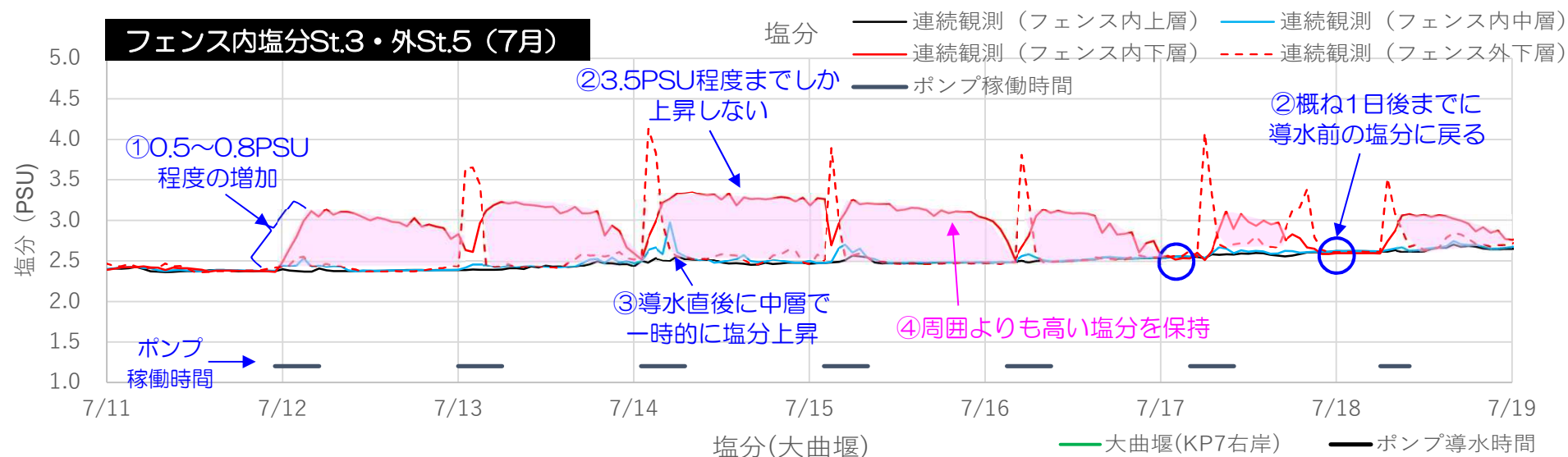
5)塩分の観測結果

- ・フェンス内St3上中下層とフェンス外St.5上中下層の塩分変化を示す。
- ①フェンス内St3下層は、塩分目標の5PSUに達していない（最大4.9PSU）。
- ②フェンス内下層塩分は周囲より高い塩分が1日程度保持される。
- ③フェンス外下層塩分は湖口からの海水流入により、一時的に塩分が高くなる。



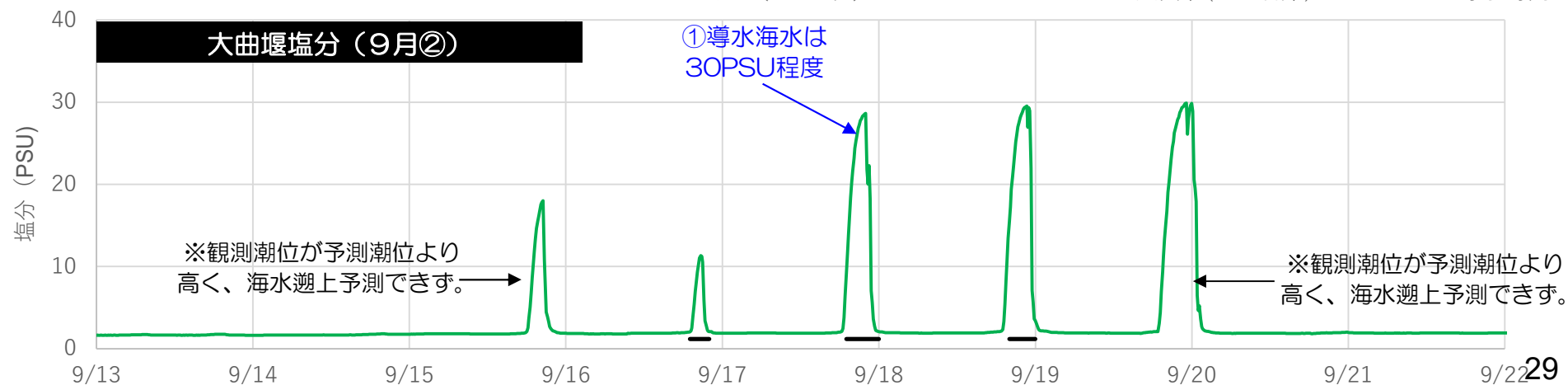
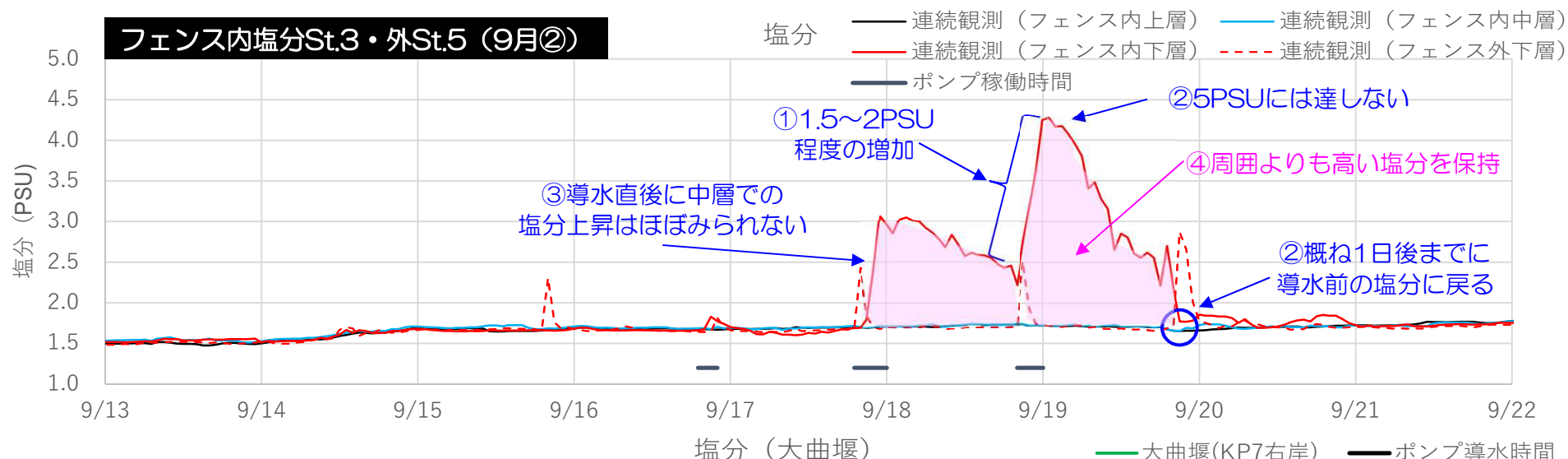
5)7月上旬(表層放流)の状況

- ①導水時のフェンス内下層塩分増加が0.5～0.8PSU程度である。導水海水は30PSU超過。
- ②導水後も3.0～3.5PSU程度までしか達せず、約1日後に導水前塩分に戻っている。
- ③導水直後は中層の塩分も一時的に上昇しており、フェンス上から塩分が漏出している。
- ④フェンス内は、導水期間中は高い塩分を保持している。



5)9月中旬(下層放流)の状況

- ①導水時のフェンス内下層塩分増加が1.5~2.0PSU程度となった。導水海水は30PSU程度
- ②導水後も目標の5PSUには達せず、次の導水までに導水前塩分に戻っている。
- ③導水後後の中層塩分の一時的上昇はほぼみられない。
- ④フェンス内は、導水期間中は高い塩分を保持している。



5)低塩分化対策の現地調査(塩分まとめ)

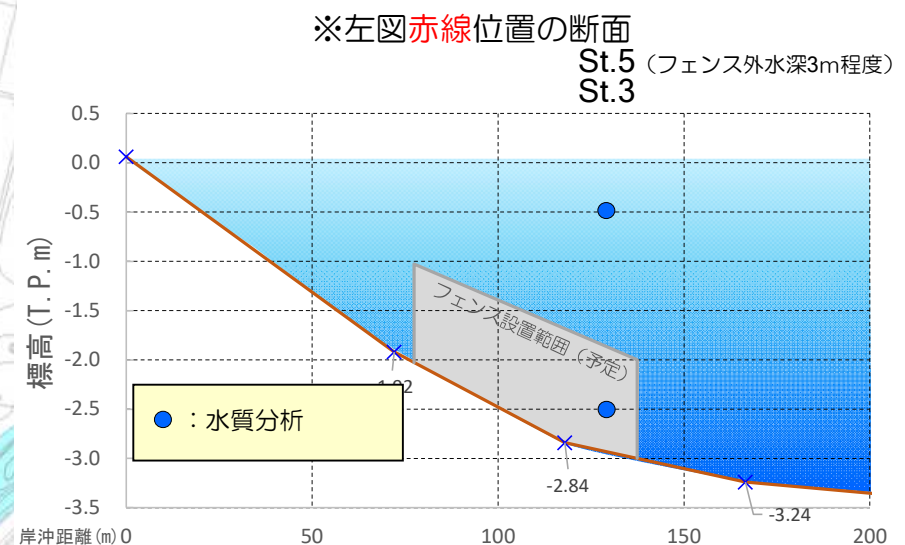
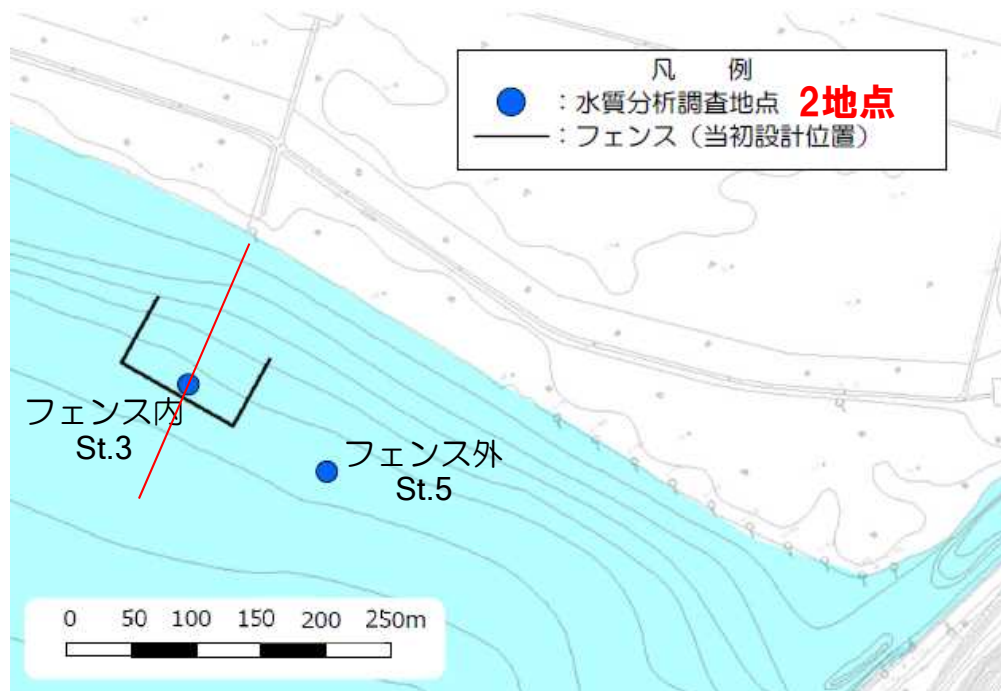
<実験結果(塩分)>

- 目標であるフェンス内「5PSU以上の保持」は未達成。
(導水管の水中延伸により改善したが、5PSU未満)
- 塩分保持時間は、フェンス外より長いが、およそ1日で元の塩分に戻る。
(導水後約1日はフェンス内の高塩分を保持)

6) 低塩分化対策の今年度現地調査結果 (①水質、②底質、③底生生物)

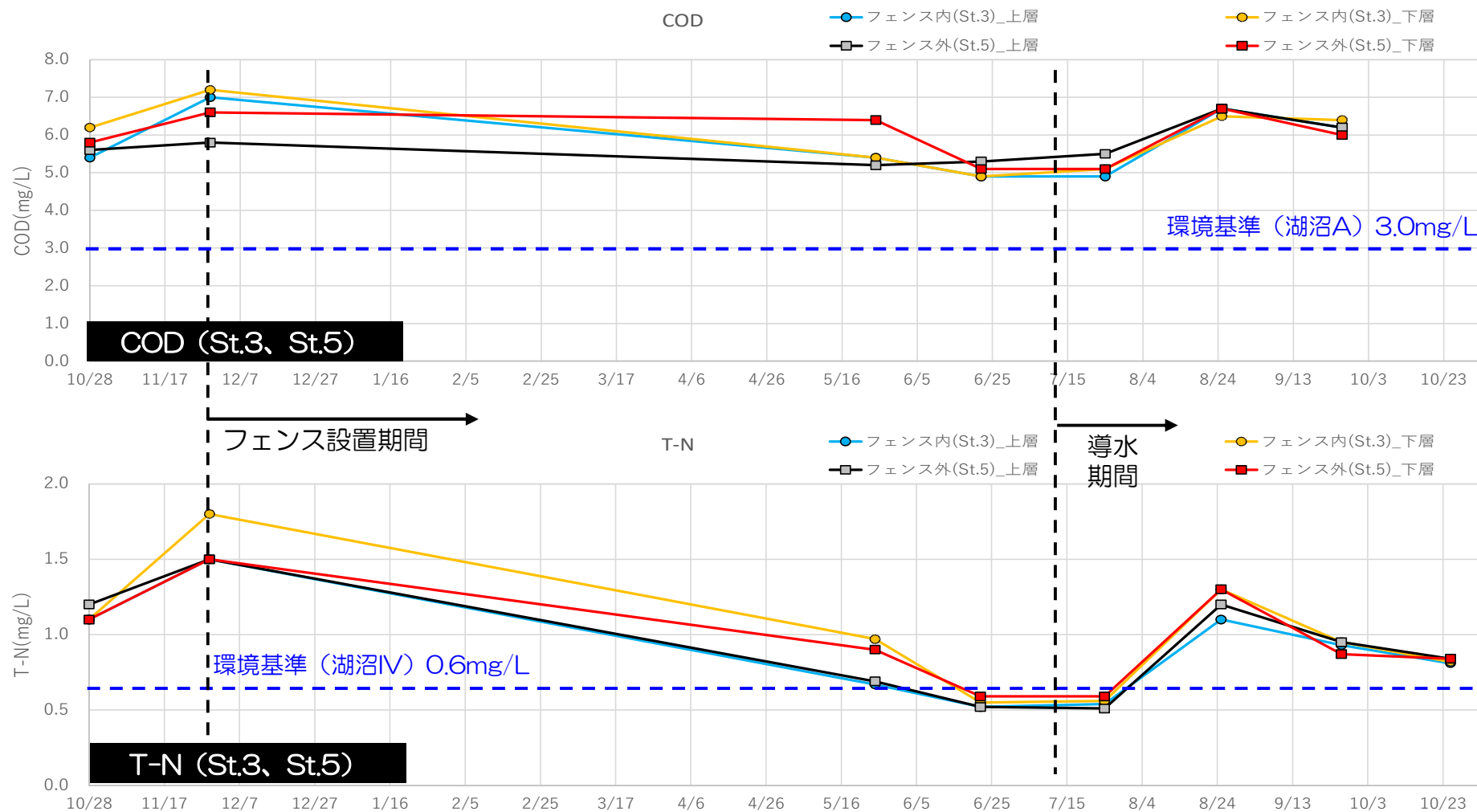
6) ①水質分析地点

- 水質については以下地点で観測を実施中。
 - フェンス内 (St.3)、2層：湖面から0.5m、湖底から0.5m
 - フェンス外 (St.5)、2層：湖面から0.5m、湖底から0.5m



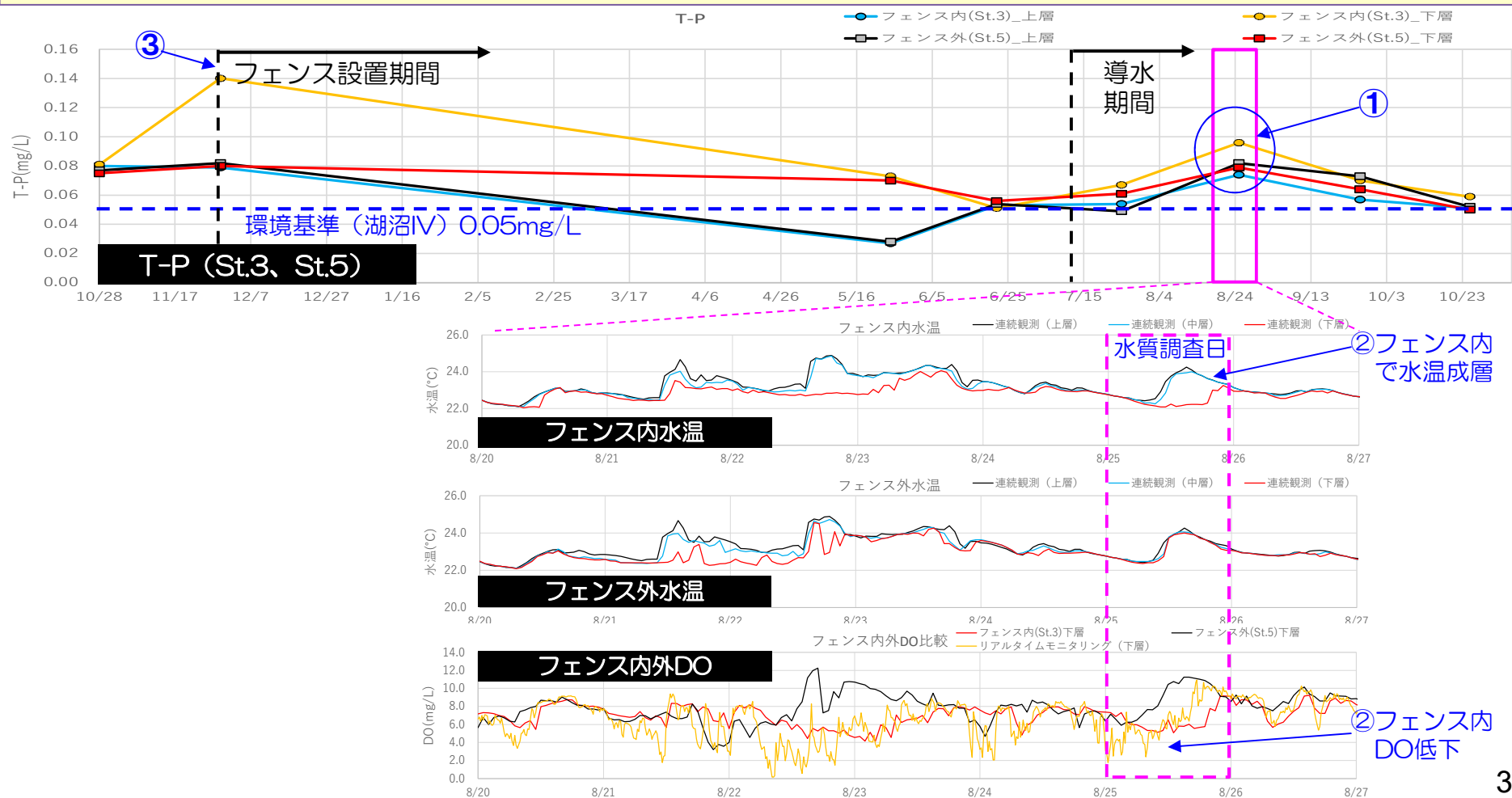
6) ①水質分析結果(COD、全窒素)

- ・ CODは、フェンス内外で概ね同様の变化傾向を示す。
- ・ 全窒素T-Nは、フェンス内外で概ね同様の变化傾向を示す。



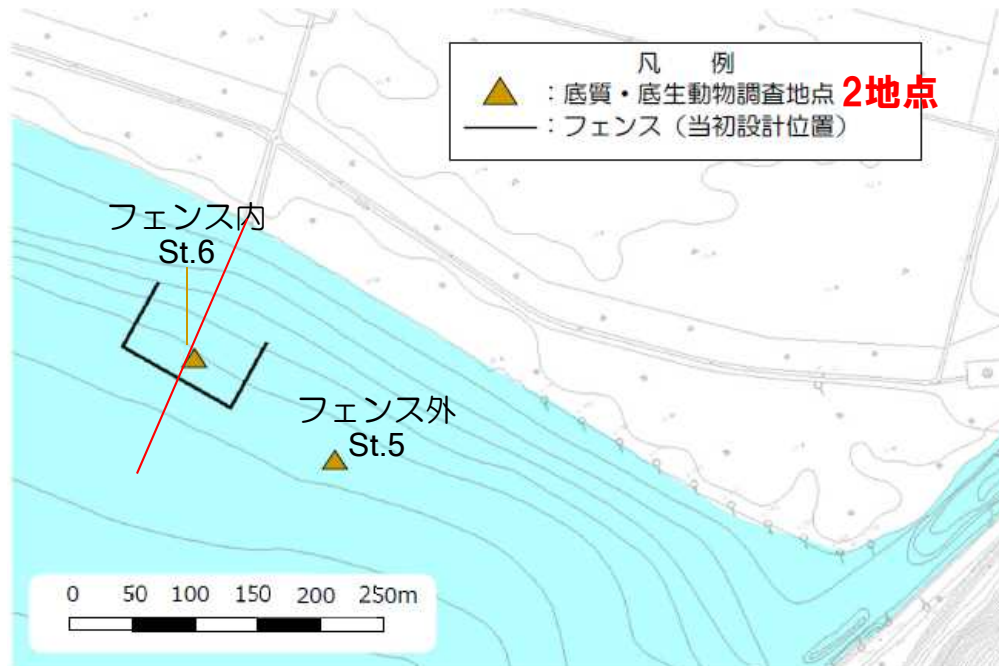
6) ②水質分析結果(全リン)

- ①全リンT-Pは8/25にフェンス内下層でフェンス外下層と比較してやや高い傾向がある。
- ②これはフェンス内で水温成層が形成され、下層でややDOの低下傾向がみられているため、この影響があった可能性がある。
- ③2021/11/29にフェンス内下層のT-Pのみ高いが、この日はフェンス設置日であったため、フェンス設置による底質の巻上げ等の影響があった可能性がある。

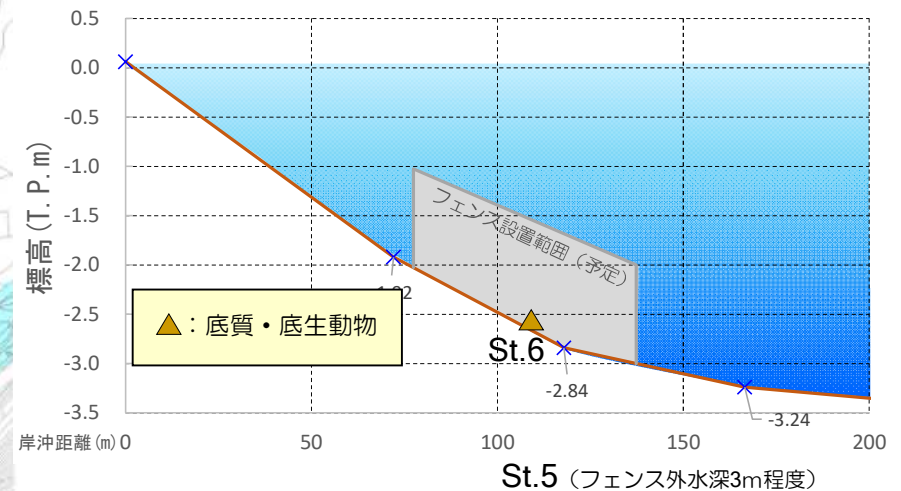


6)②底質・③底生動物分析地点

- 底質・底生動物分析については以下地点で観測を実施中。観測場所は下図参照。
 - フェンス内 (St.6)
 - フェンス外 (St.5)

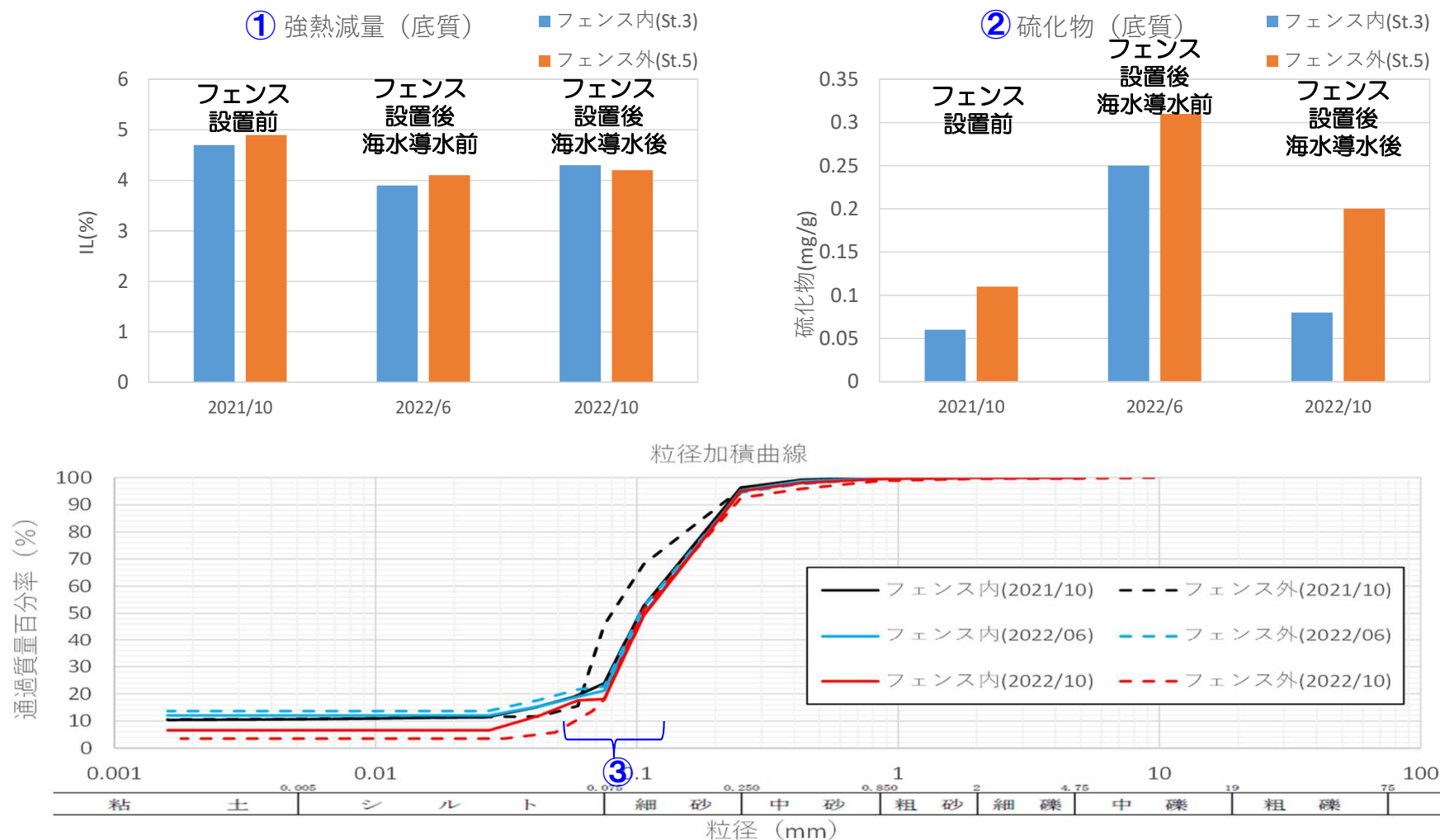


※左図赤線位置の断面



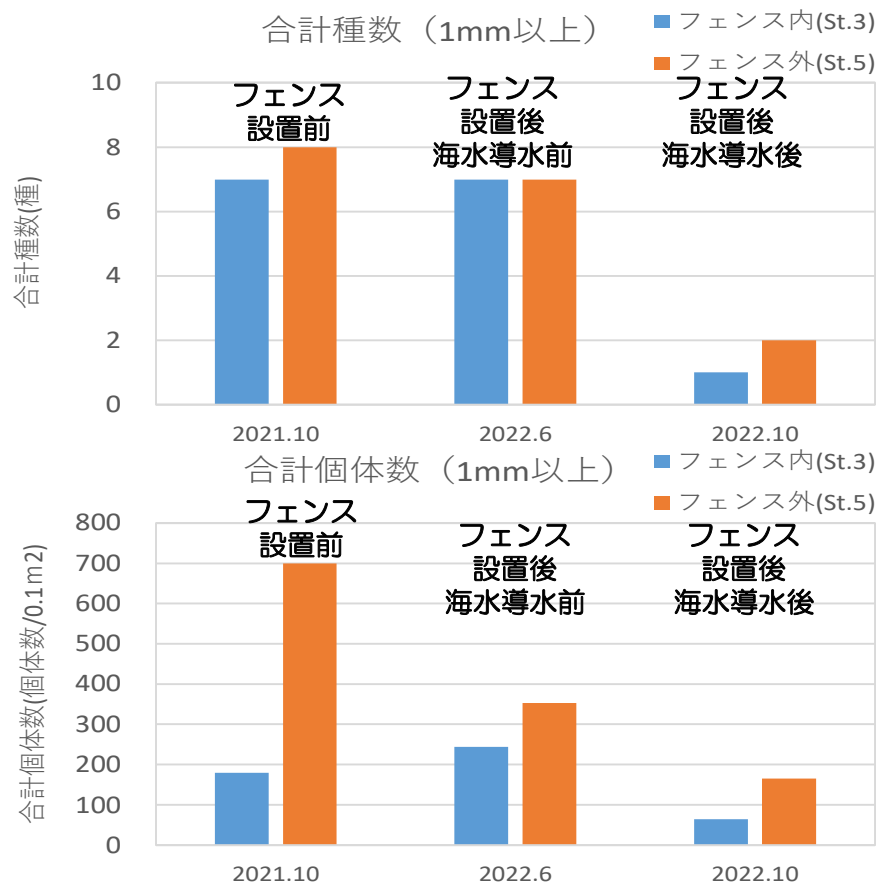
6)②底質分析結果

- ①強熱減量は、フェンス内外で同じような数値を示した。
- ②硫化物は、フェンス内の方がフェンス外よりもやや小さく、同じような変化を示した。
- ③フェンス内外ともシルト～細砂が多く、細粒分砂質(SF)に分類される。

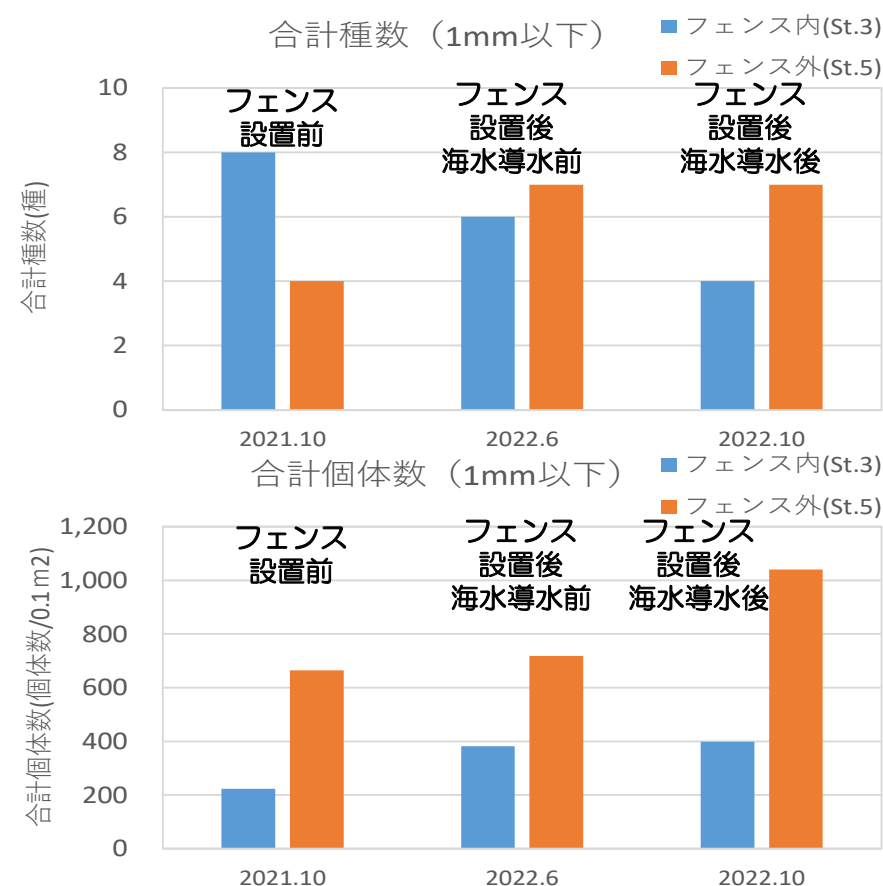


6)③ー1底生動物分析結果

- ①底生生物の種類数は、フェンス内外であまり変わらない。
- ②合計個体数は、フェンス内よりフェンス外の方が多いが、フェンス設置前も同様である。
- ③フェンス内外ともにヤマトシジミやユスリカ亜科等が多く、優占種は類似している。



フェンス内(St.3)	個体数合計		
	2021.10	2022.6	2022.10
1位	ヤマトシジミ	ニッポンシロクマ属	イトミミズ亜科
2位	ユスリカ亜科	ヤマトシジミ	ユスリカ亜科
3位	イトミミズ亜科	イトミミズ亜科	ニッポンシロクマ属

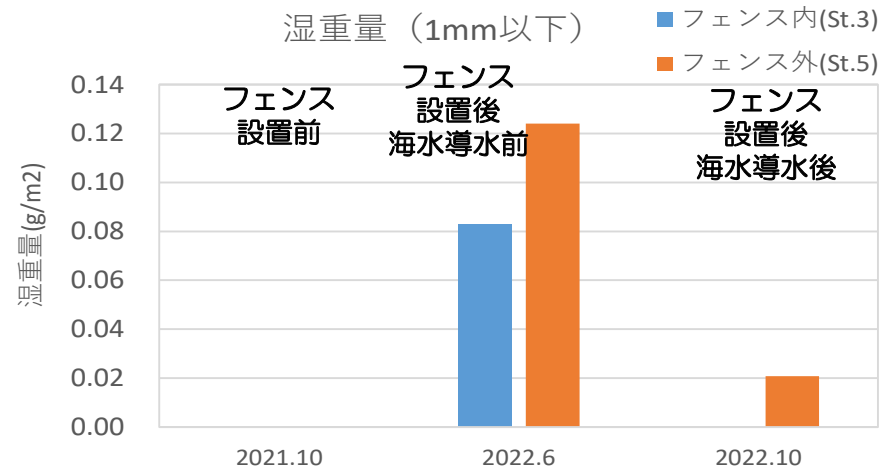
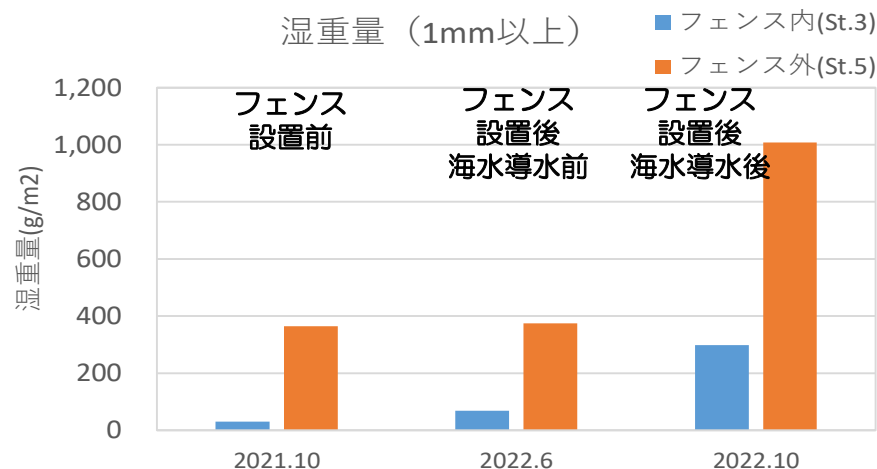
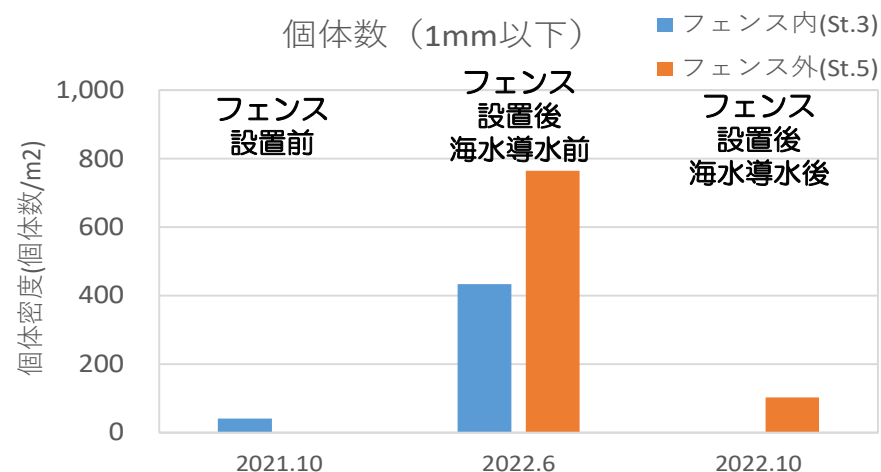
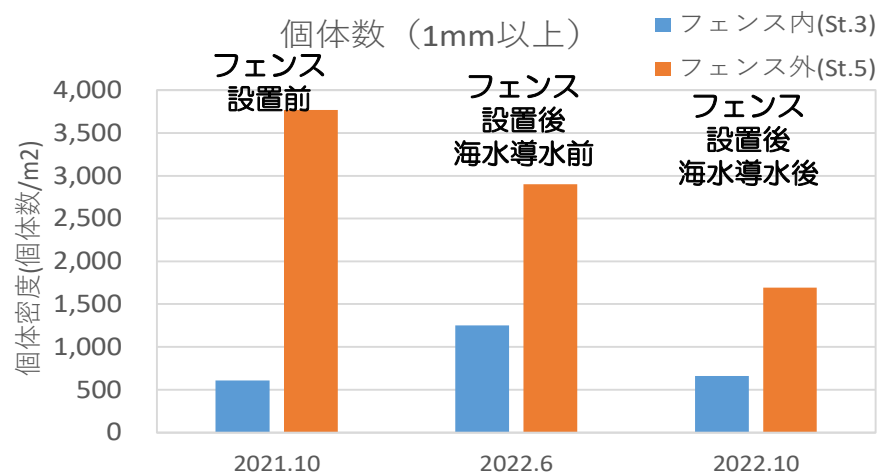


フェンス外(St.5)	個体数合計		
	2021.10	2022.6	2022.10
1位	ヤマトシジミ	ニッポンシロクマ属	ユスリカ亜科
2位	イトミミズ亜科	ヤマトシジミ	ニッポンシロクマ属
3位	ユスリカ亜科	エダヒゲユスリカ属	ヤマトシジミ 37

③

6)③ー2ヤマトシジミ殻長調査結果

- ・ 個体数・湿重量（1mm以上、1mm以下）ともに、フェンス内よりフェンス外の方が多い。
- ・ これらはフェンス設置前から同じ状況である。



6) ヤマトシジミ産卵調査結果(園田委員より提供)

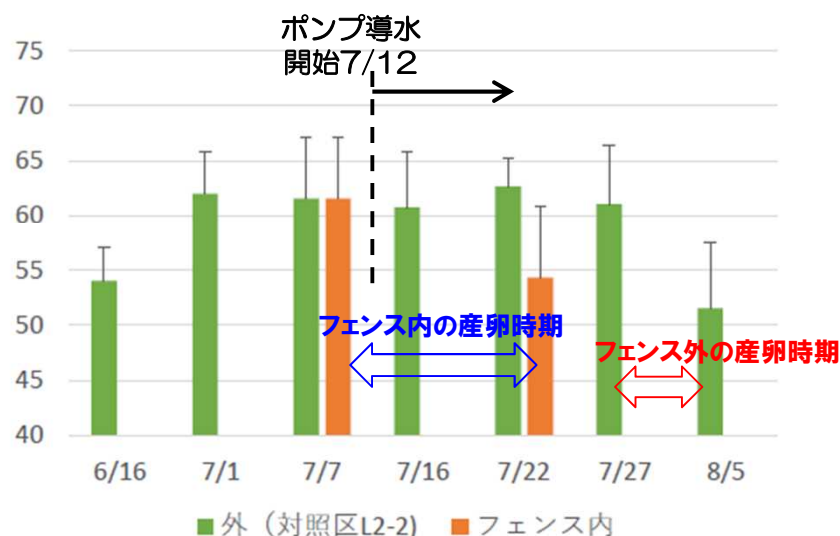
生殖腺指数 (GSI(%)) = 生殖巣/軟体部重量) は、フェンス内で7/22に低下、フェンス外で8/5に低下しており、フェンス内の方が産卵が早まった可能性がある。
(フェンス内には産卵を促す環境条件が形成されていた可能性がある。)

1. 7/7にフェンス内中央部にシジミ母貝を入れたカゴを設置して、近隣の同じ水深の調査地点(対照区)と、産卵状況を比較した。



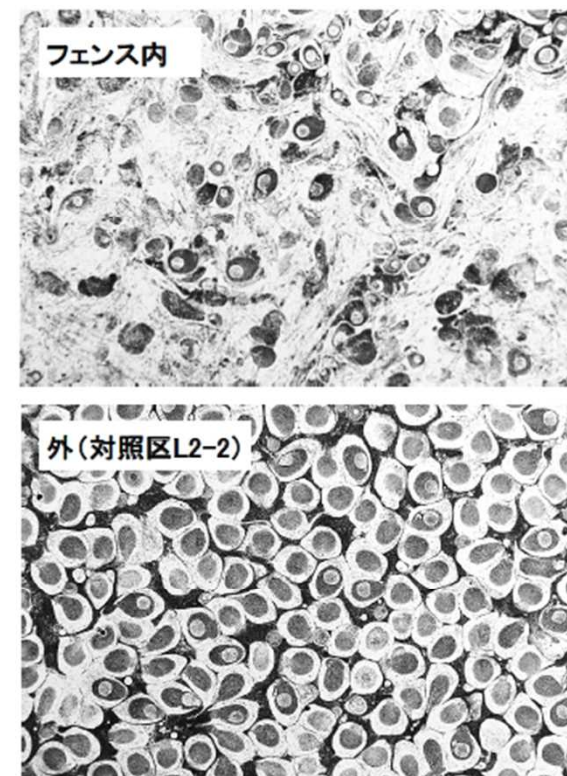
2. 生殖腺指数(GSI)の比較

フェンス内のシジミは、7/22時点で対照区と比較してGSIが大きく低下した。



3. 卵細胞の状況

7/22の比較からフェンス内では産卵が起こったと考えられた。



【考察】 対照区でGSIが大きく低下したのは8/5だったが、フェンス内では7/22に低下が認められたことから、フェンス内には産卵を促す環境条件が形成されていた可能性があると考えられた。

6)低塩分化対策の現地調査(水質・底質・底生動物まとめ)

＜実験結果（水質、底質、底生動物）＞

水質

- ・CODおよび全窒素T-Nは、フェンス内外で概ね同様の变化傾向を示す。
- ・全リンT-Pは、8月のフェンス内下層がやや高い。フェンス内で形成された水温成層が影響した可能性がある。

底質

- ・強熱減量、硫化物、粒度組成には、フェンス内外で大きな差はみられない。

底生動物

- ・底生動物の種類数・優先種はフェンス内外で大きな差はみられない。
- ・底生動物の個体数はフェンス内よりフェンス外の方が多いが、フェンス設置前から同じ状況である。

ヤマトシジミ

- ・ヤマトシジミは個体数、湿重量ともにフェンス内よりフェンス外の方が多いが、フェンス設置前から同じ状況である。

ヤマトシジミ産卵調査

- ・フェンス内には産卵を促す環境条件が形成されていた可能性がある。

3. 令和5年度 試行的対策（低塩分化対策）の調査内容

9月の改良後も塩分が上昇しない原因と対策

◆原因①フェンス下隙間から塩水が漏れている

- ・ダイバーによる目視確認より、フェンスたわみにより隙間4箇所が確認された。

◆対策①フェンス下の隙間塞ぎ

- ・次年度に対応予定。
- ・ダイバーによる土嚢等の設置。

◆原因②導水管吐口前面で塩水が薄まっている

- ・吐口前面の塩分計でもフェンス内下層塩分と同程度の塩分しか確認できない。
- ・管内流速が速い（約1.2m/s）

◆対策②吐口前面での流速低減

- ・導水管の吐口付近に流速低減のための工夫をする。

◆原因③フェンス上部や岸側から風や潮汐等で塩水がフェンス外へ漏れている。

- ・フェンス内塩分は、概ね翌日の導水までに導水前塩分に戻っている。
- ・大潮の海水逆流時には周辺で流れが発達する。
- ・第3回委員会において「**フェンスから塩分の漏れがあることを前提に考えることや漏れを踏まえた上で運用することもある**と思われる」と委員意見があった。

◆対策③フェンス内の塩分を増加させる対策の実施

- ・風や潮汐による流れの発生は制御できない。
- ・フェンス内の塩分が低下することを前提として、今年度よりもフェンス内塩分をより増加させるような対策を実施する。

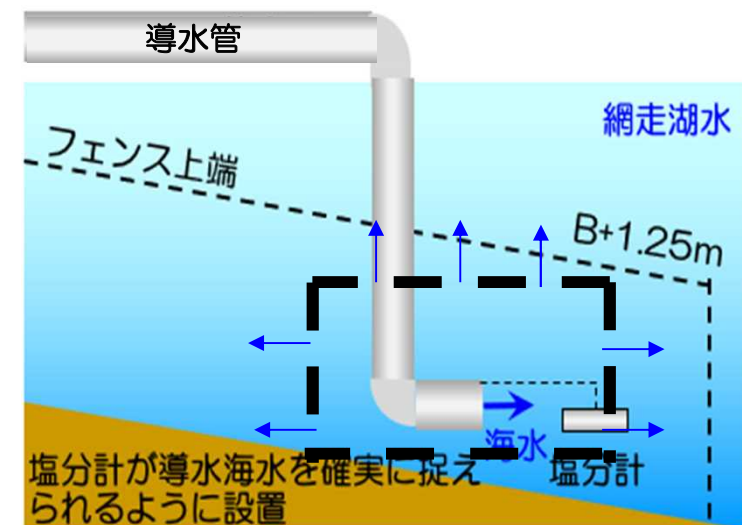
※湖底から塩水が漏れている可能性は低いと思われる。

対策②導水管吐口前面での流速低減

◆導水管の管内流速の確認

⇒管内流速は約1.2m/s（現場実測値）

- ・吐口前面（1m手前）の塩分計でもフェンス内下層塩分と同程度の塩分しか確認できない。（下図緑線）
- ・吐口前面での流速低下の工夫が必要。（今後要検討）



導水管吐口で流速低下させる対策を実施
例）吐口にかごを設置

対策③フェンス内の塩分を増加させる対策の具体案

◆1：導入海水の増加⇒次年度の実施を検討。

- ・フェンス内に導水する海水を増加させ、フェンス内の塩分増加を目指す。
- ・以下の3方法が想定される。
 - ~~1) KP7のポンプ導水を二線化する。~~ ⇒設備増設によるコスト増(×)
ポンプ、導水管（場合によっては発電機）の増設が必要。
 - 2) KP7のポンプ能力を増加する。 ⇒ポンプ入手は可能($Q=1.3 \rightarrow 2.2 \text{ m}^3/\text{min}$)
今年度設置のポンプより高性能なポンプの設置が必要
 - ~~3) KP5にポンプを移設する。~~ ⇒新ルート＋横断工作物によるコスト増(×)
大曲湖畔園地を横切って下流（KP5周辺）側への導水管・ポンプの設置が必要。

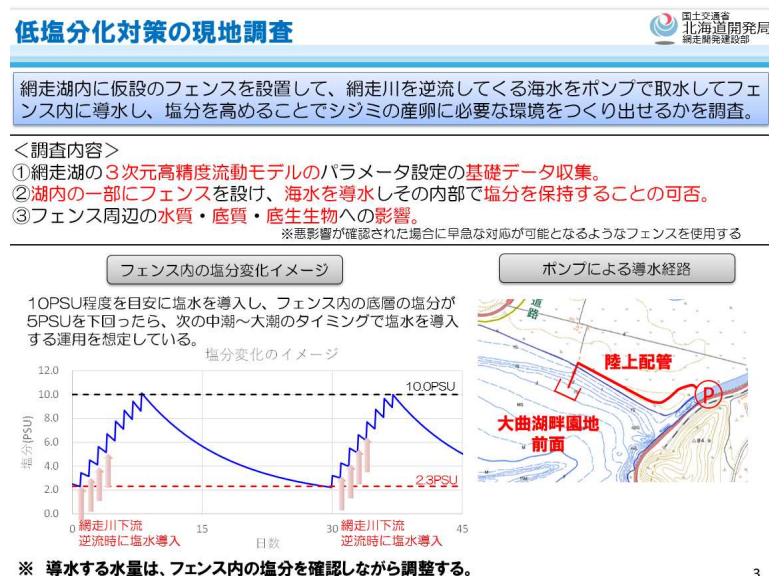
◆2：~~フェンス範囲の縮小・囲い方の変更~~ ⇒工程面、コスト面から実現困難。

- ・導水量に対して、フェンス内の容量を減少させ、フェンス内の塩分増加を目指す。
- ・次年度フェンスの再設置作業が必要。
(現状のフェンスの連結部分を分解して、一回持ち上げて、設置時と同じように作業台船に括り付けて船で曳航し、移設場所に再設置。時間と費用が必要。)

次年度の目標塩分について

網走湖内に仮設のフェンスを設置して、網走川を逆流してくる海水をポンプで取水してフェンス内に導水し、塩分を高めることで多様な生物に必要な環境をつくり出せるかを調査。

**R4年度 = 5.0PSU以上に保持
することを目標**



**R5年度 = 今年度の実績を踏まえて、
周囲 + 2.0PSUを目標**

【塩分の実験結果からの考察】

・ 塩分が1日程度でもとに戻るという状況は、外力に大きく依存するため制御することは困難である。

・ シジミは河口域の汽水環境に生息しており、潮汐により塩分が一時的に低下することはごく自然な状況である。

・ 今年の実験結果では、塩分が大きく増加した時でも周囲+2PSU程度なので、これを次年度の目標とするのが良いと考える。