

第7回 網走湖汽水環境保全方策検討委員会 (本編)

試行的対策における調査結果と 今後の低塩分化対策検討の方向性

網走開発建設部 治水課
令和8年1月29日

【目次】

《試行的対策における調査結果》

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 1. 低塩分化対策検討の位置付けとこれまでの経緯 | ・ ・ ・ ・ P.3 |
| 2. 低塩分化対策（試行的対策）の概要 | ・ ・ ・ ・ P.7 |
| 3. 過年度R4～6年度の試行的対策状況 | ・ ・ ・ ・ P.9 |
| 4. 第6回網走湖汽水環境保全方策検討委員会の開催概要 | ・ ・ ・ ・ P.14 |
| 5. 今年度の試行的対策概要 | ・ ・ ・ ・ P.16 |
| 6. 試行的対策結果の概要（過年度との比較） | ・ ・ ・ ・ P.19 |
| 7. フェンス内外の状況について（まとめ） | ・ ・ ・ ・ P.27 |
| 8. 過去4年間の外力・湖内・フェンス内の状況まとめ | ・ ・ ・ ・ P.30 |

《今後の低塩分化対策検討の方向性》

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 9. 低塩分化の要因及び今後予想される変化 | ・ ・ ・ ・ P.34 |
| 10. 大曲堰活用の可能性 | ・ ・ ・ ・ P.42 |
| 11. 今後の低塩分化対策検討の方向性 | ・ ・ ・ ・ P.45 |

《試行的対策における調査結果》

1. 低塩分化対策検討の目的・位置付けとこれまでの経緯

1. 低塩分化対策検討の目的

【網走湖が現在抱えている課題】 ※「新たな事象」

淡水層の塩分が低い状況が確認され、網走湖を代表するヤマトシジミの産卵不振や再生産への影響等が生じている可能性がある。

【目的】

水域に存在する水生生物の保全を含めた汽水環境の保全
(特に、地域産業にとって重要な資源であり、汽水環境の代表種である
ヤマトシジミの産卵環境の保全)

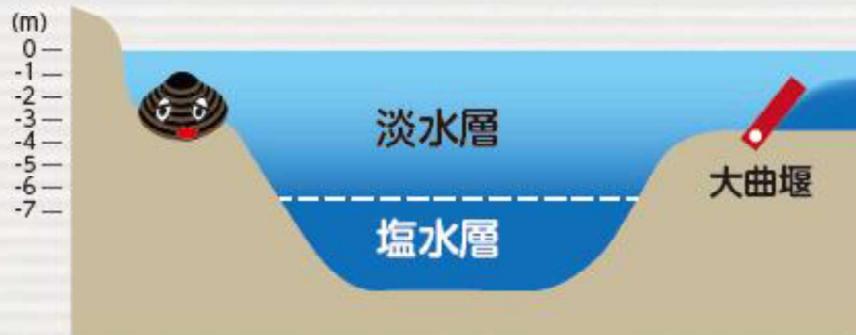
【試行的対策で何を確認するのか】

- 低塩分化対策として、淡水層の一部で塩分を高めることが可能か確認する。
- 塩水による湖水の二層構造で、水質や底質、底生生物等に悪影響がでないか確認する。
(汽水生物(ヤマトシジミ)の産卵環境が保全されているか確認する。)

1. 低塩分化対策検討の位置付け

「青潮抑制」と「淡水層の低塩分化対策」を両立させる対策として以下を試行。

青潮の発生を減らす環境



塩淡境界層水深 6 ～ 7m を維持

塩淡境界層を低く保つことで低塩分化
→ ヤマトシジミの産卵がしづらい環境

ヤマトシジミの産卵に必要な環境

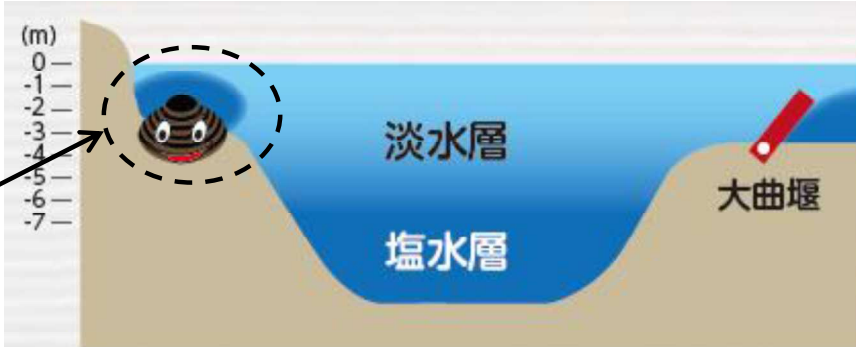


ヤマトシジミの生息域は水深 1 ～ 4m

塩淡境界層が上昇すると青潮発生リスクが高まる
→ 青潮が発生するとさけ・ますが大量死

これまでどおり堰の運用で青潮・アオコ発生頻度を低減させると共に、湖の一部について淡水層の塩分を高め、ヤマトシジミの産卵環境を保全したい。

※将来的には動力を使わずに、このような環境を形成したい。



塩淡境界層水深 6 ～ 7m を目標としつつ、
淡水層の一部で塩分を高める

現地調査により
対策の可能性や
影響等を確認

1. 低塩分化対策検討の経緯

- ・低塩分化対策等の検討のため、「網走湖汽水環境保全方策検討委員会」を設立
- ・委員会において、試行的対策実施の確認およびその技術的指導を実施。

【令和2年度】

(第1回検討委員会) R2.12.14

- ・網走湖の現状に関する情報共有
- ・汽水環境を保全するための方向性確認
(淡水層の一部で塩分を高める方策を
試行的対策として実施していく)

【令和3年度】

(フェンス設置) R3.11.29

- ・試行的対策を実施するための技術的検討
およびフェンスの設置

【令和4年度～7年度】

(ポンプ導水開始) R4.7.18

(改良して様々な条件下で対策継続)
R5～R7年度

- ・試行的対策におけるポンプ導水の開始
- ・試行的対策のモニタリング結果確認及び効果検証
- ・外力条件を考慮した対策一時中止 (R5, 6年度)
- ・試行的対策の結果の検討および継続的な対策改良
(R4～R7年度)



(第7回検討委員会) R8.1.29 (本会議)

- ・試行的対策結果からの本低塩分化対策の評価
- ・近年の網走湖の塩分状況変化の要因検討
- ・今後の低塩分化対策の方向性

2. 低塩分化対策（試行的対策）の概要

2. 低塩分化対策(試行的対策)の概要

【フェンス設置とポンプ導水による低塩分化対策の実施】

- ・大曲湖畔園地前面にフェンスを設置し大曲堰からポンプによる導水を令和4年度から開始した。
- ・フェンス内外に塩分等の観測機器を設置し、導水による効果をモニタリングした。

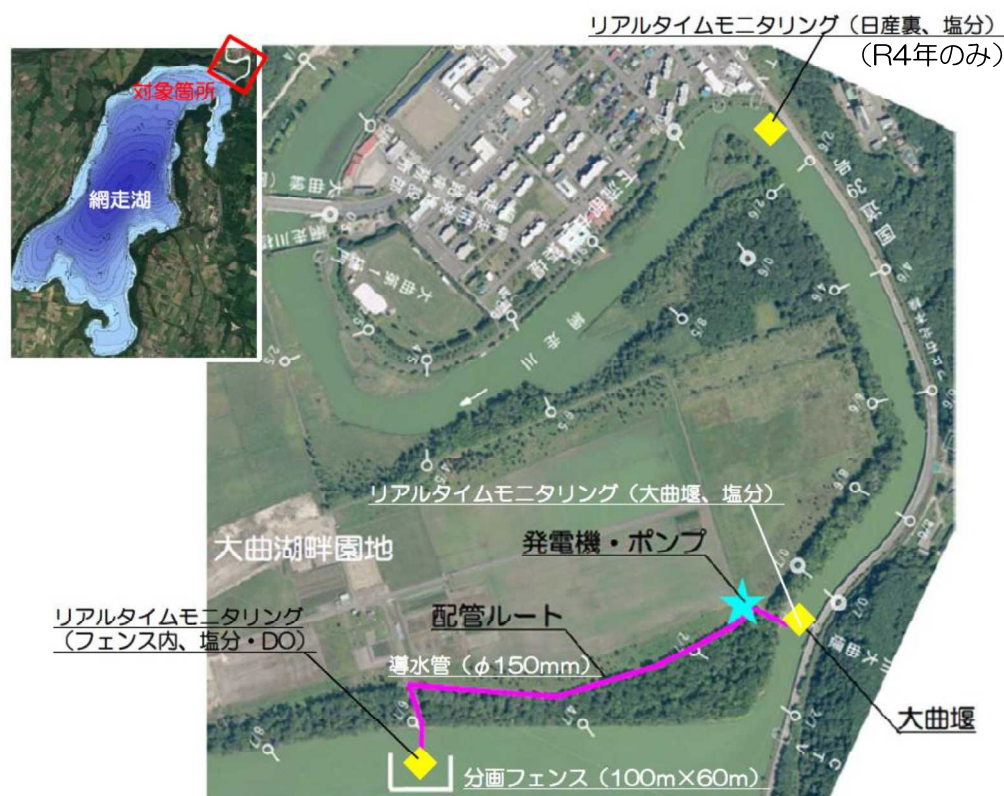


図-低塩分化対策実施箇所

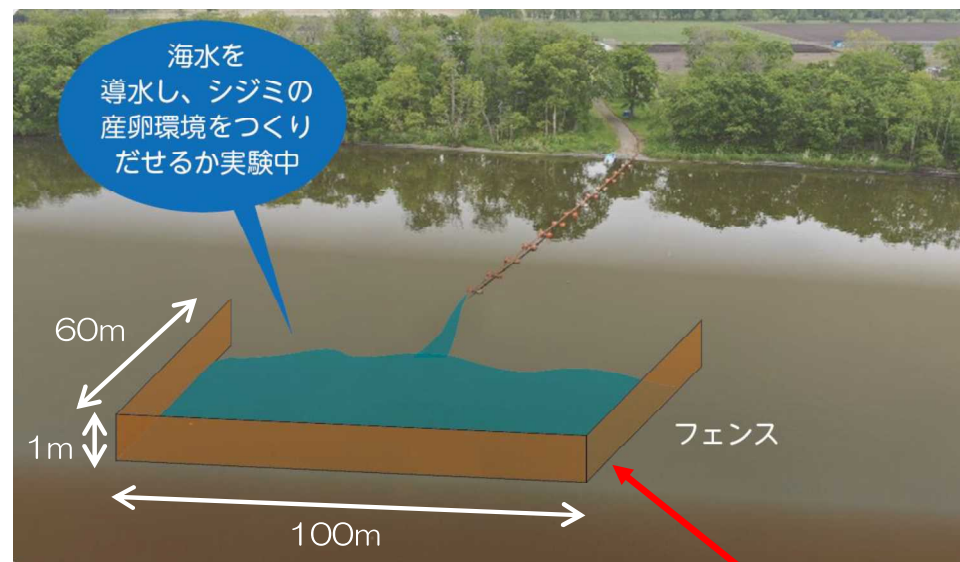


図-フェンスの設置状況



3. 過年度R4～6年度の試行的対策状況

3. 過年度R4～6年度の試行的対策状況①

【R4年度試行的対策の条件】

- ・R4年度（初年度）には、以下の条件で試行的対策を実施した。

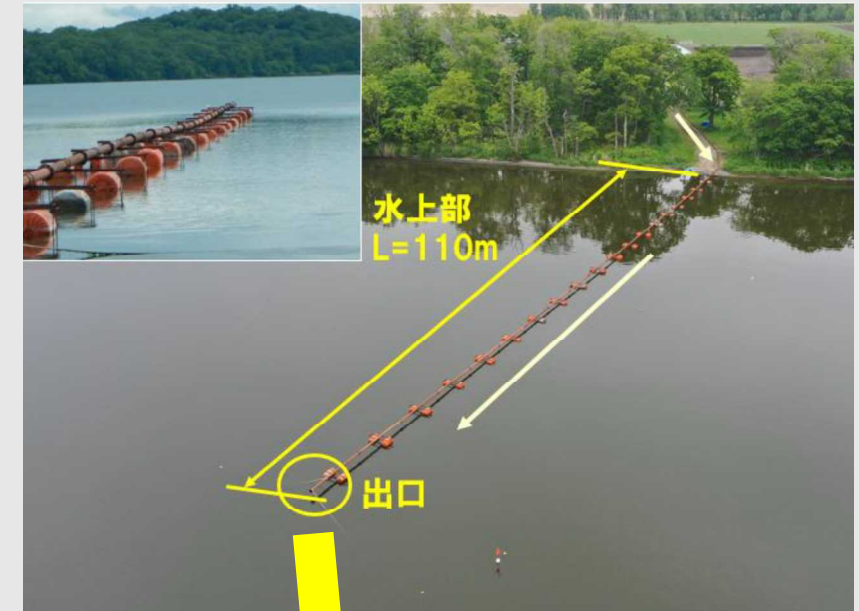
【R4試行的対策の開始時の条件】

①ポンプの選定（導水量）

速やかな対策開始のため、ポンプについては調達の容易性を考慮して、 $1.3\text{m}^3/\text{min}$ の水中ポンプを使用。

②ポンプ導水方法

- 1) 前半（R4.7.12～）：表層放流
ポンプ導水された海水を、水面上から直接放水。
- 2) 後半（R4.9.13～）：底層放流
委員会での指摘より、導水管を水中へ延伸。



【フェンス下層塩分目標（R4年度）】 5 PSU



表層放流（R4年前半）

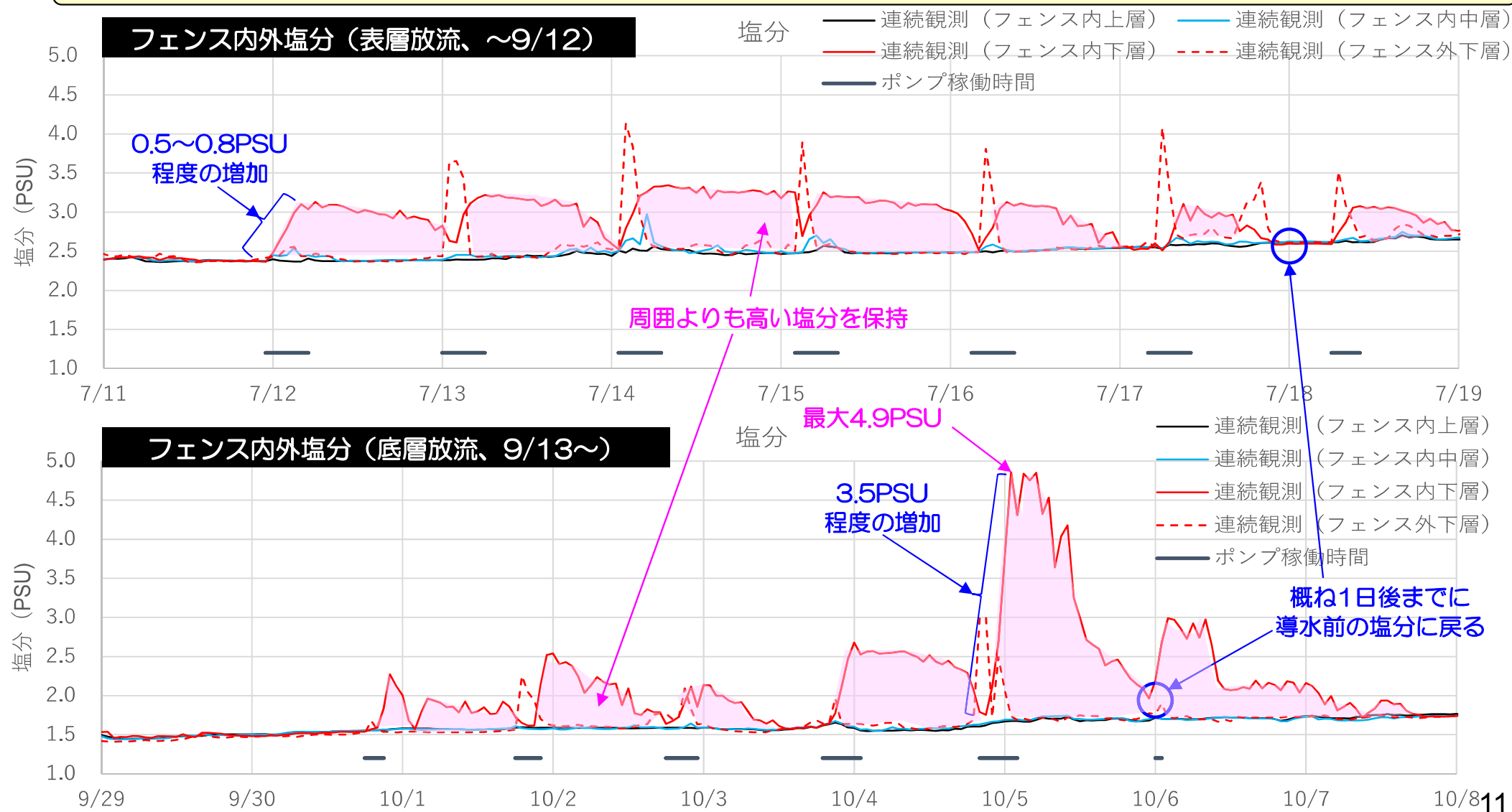


底層放流（R4年後半）

3. 過年度R4～6年度の試行的対策状況②

【R4年度試行的対策結果の概要と課題】

- ・R4年度では、フェンス内で塩分があまり上昇しなかった（目標5PSUを設定）。
- ・放流方法の改良（表層放流→底層放流）で若干改善したが、十分な塩分上昇はみられない結果となった。



3. 過年度R4～6年度の試行的対策状況②

【R5～6年度試行的対策の改良】

- ・R5～6年度には、フェンス内塩分を高めるため、以下3点の改良を実施した。

【低塩分化対策の改良点】

①ポンプ導水量の増強

1.3m³/min → 1.8m³/minに増強

②流速低減対策

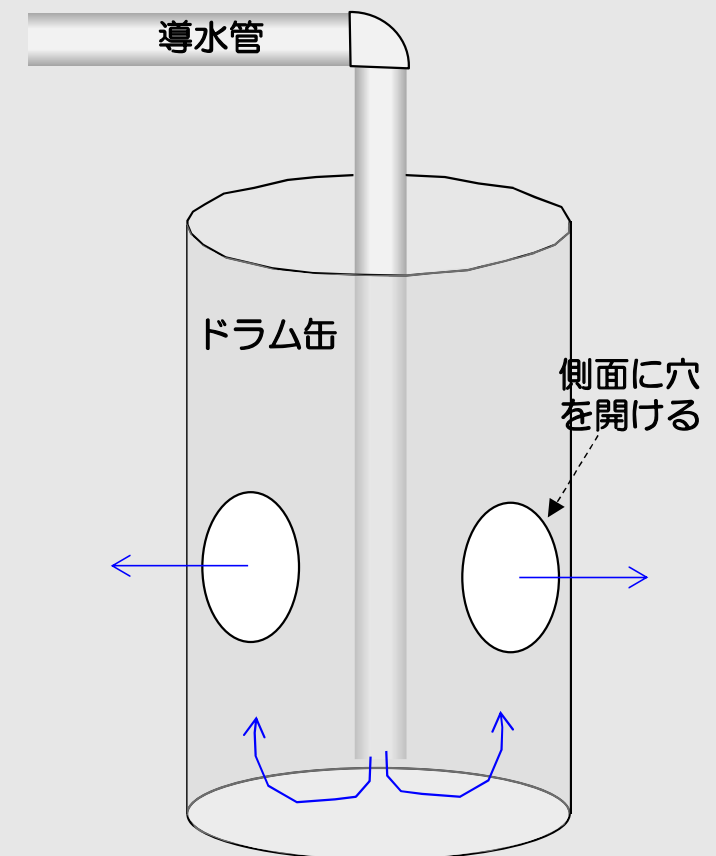
導水管吐口にドラム缶を設置（吐口前面流速を低下させ、導水した塩分が混在することを抑制）



③漏水対策

フェンス下の隙間塞ぎ(5箇所、土嚢の設置)
(フェンス下の隙間からの塩水漏れを防止)

②流速低減対策の概要



※流速（机上計算）

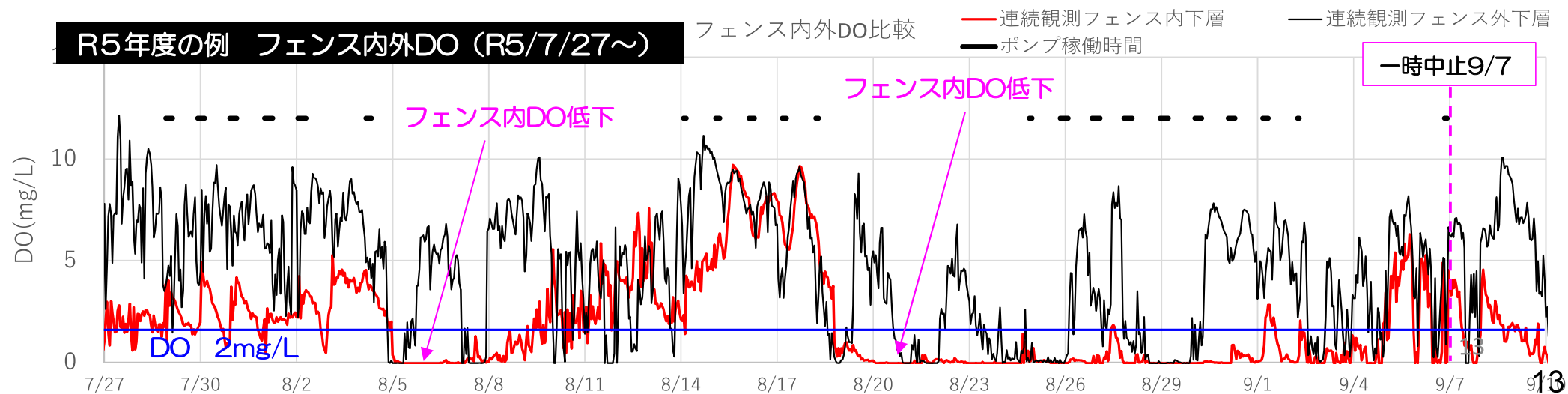
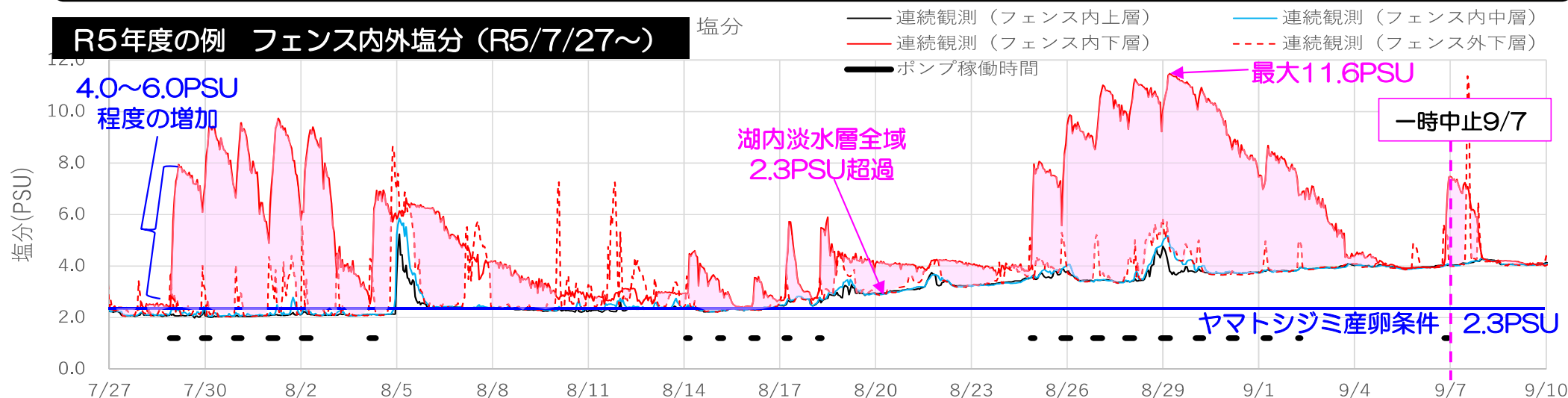
2022年吐口前面流速	約1.4m/s
2023年ドラム缶前面流速	約0.4m/s

【フェンス下層塩分目標（R5年度～）】 フェンス周囲塩分 + 2 PSU

3. 過年度R4～6年度の試行的対策状況③

【R5年度及びR6年度試行的対策結果の概要と一時中止】

- R5、R6年度では、前ページの改良を実施し、フェンス内塩分が大きく上昇した。
(R4年度：4.9PSU⇒R5年度：11.6PSU)
- 一方で、フェンス内下層DOが大きく低下した。また、淡水層全域で塩分が高く、低塩分化対策に不適な環境となったため、試行的対策を一時中止した。



4. 第6回網走湖汽水環境保全方策検討委員会の開催概要

4. 第6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7年3月7日（金）15:00～17:00
【会議形式】Web会議システムによるオンライン会議



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
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
隼野 寛史	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
三上 英敏	北海道立総合研究機構 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所 環境保全部 水環境保全グループ 研究主幹
吉川 泰弘	北見工業大学 工学部 社会環境系 教授

表1-1 出席された委員名簿（敬称略、五十音順）

「今年度における試行的対策の結果報告」について	これまでの試行的対策で塩分を上昇させる効果は十分みられている。 <u>フェンス底の貧酸素化のリスクは見られるが、導水方法の改善の試行を繰り返すことで改善していくと考えられる。</u>
	<u>今回の試行的対策の目的である塩分を上げるという点からは、非常に良い結果が得られた。</u> 試行的対策の中止については、現在の網走湖の塩淡水境界層水深が浅く、やむを得ない判断であったと思われる。
	試行的対策の目的である塩分や水温を上昇させることは確認されており、 <u>試行的対策自体は成功している</u> 印象である。引き続き試行錯誤が必要である。
「次年度における試行的対策の改善内容」について	底生動物はフェンス内外で明確な差が表れていることから、調査を継続した方がよい。
	<u>今年度の結果を踏まえて、次年度の塩分成層をコントロールする方策はいいアイデアだと思われる。</u>
	<u>改善案を実施することで、同様の形で今後試行的対策を続けるかどうか方針を決めることができる</u> と考えられる。 <u>そのため、改善案をやる必要がある。</u>
その他	これまでのデータや来年度のデータを踏まえ、最終的にどのような結果が欲しいのかを明確にして、観測データが目標を説明できるものなのかどうか、明確にしていく必要がある。
	汽水域を自然の力を借りながらいかにヤマトシジミの産卵環境の保全に繋がられるか考えていく必要があり、 <u>そのためには大曲堰をうまく活用</u> するなど様々な方法を今後検討していく必要があると思われる。
	このような試行は網走湖でしか実施していないようなものだと思う。事例として使えるように、データを残していきたい。

5. 今年度の試行的対策概要

5. 今年度試行的対策の改良

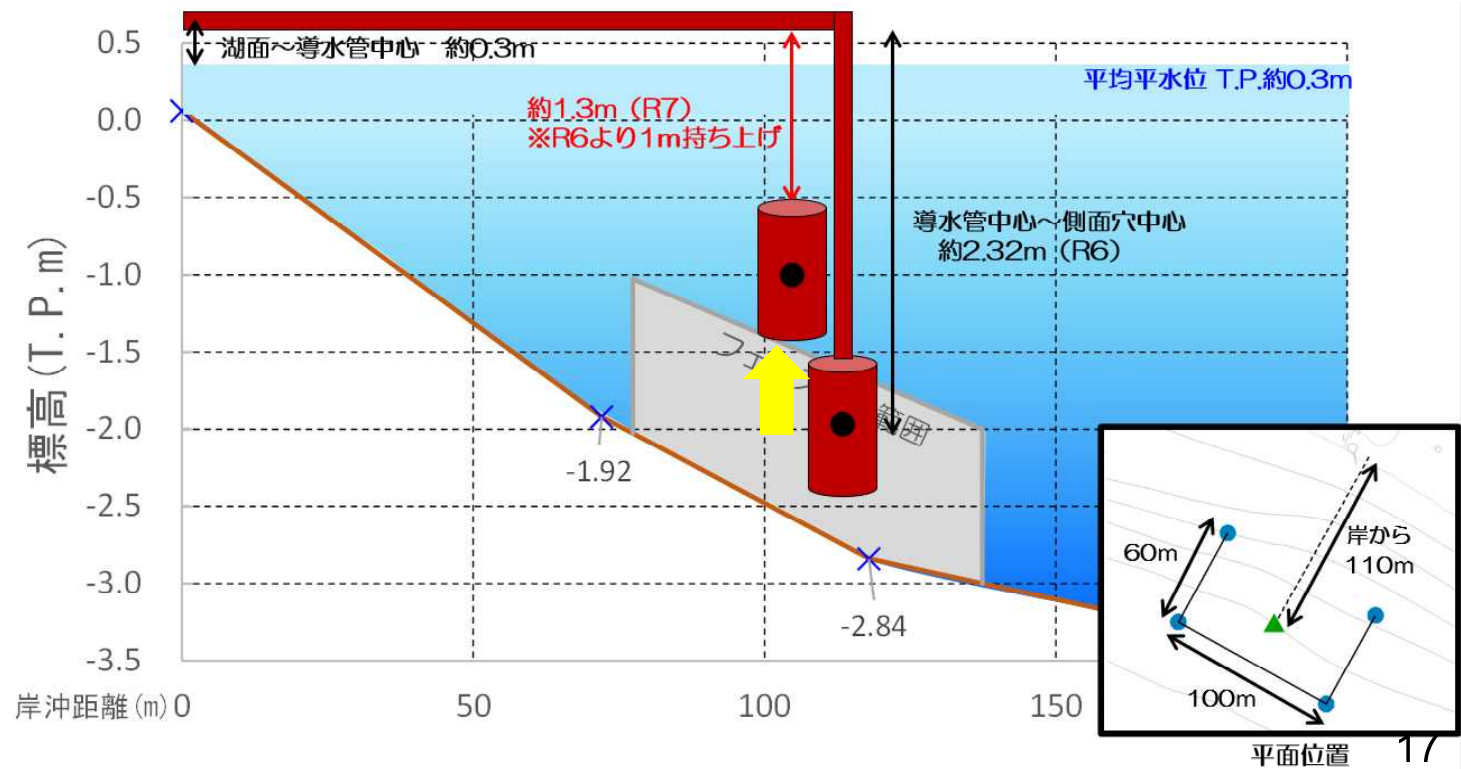
【R7年度試行的対策の改良】

- 「フェンス内塩分を高めつつも塩分成層を弱める」ことを目的に、以下改良を実施。

【低塩分化対策の改良点】

- ①中層放流（導水管吐口の1m持ち上げ）
導水管吐口を上を持ち上げ、導水海水の沈降距離を長くすることにより、海水導水時の混合を促進する。
- ②漏水対策
フェンス下の隙間塞ぎ(2箇所、土嚢の設置)
(フェンス下の隙間からの塩水漏れを防止)

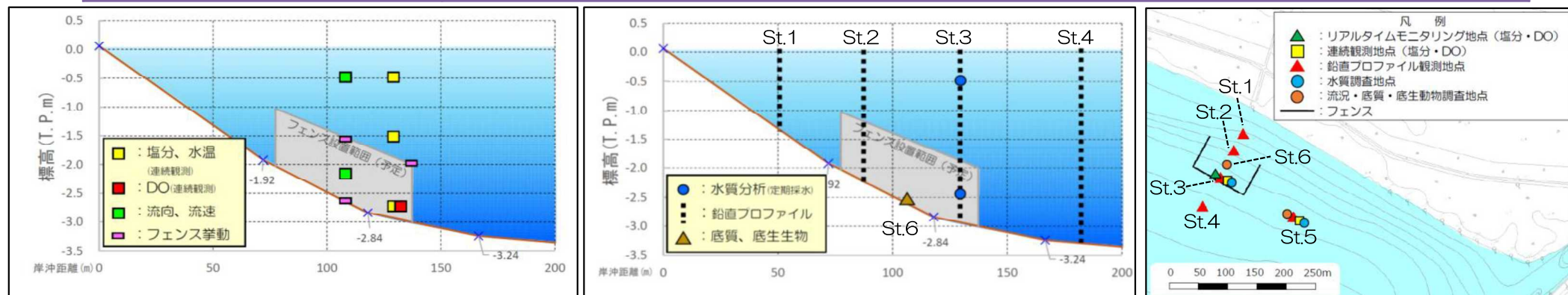
①中層放流の概要



5. 今年度の試行的対策概要

- ・R7年7月18日から9月18日の期間においてポンプ導水による試行的対策を実施。

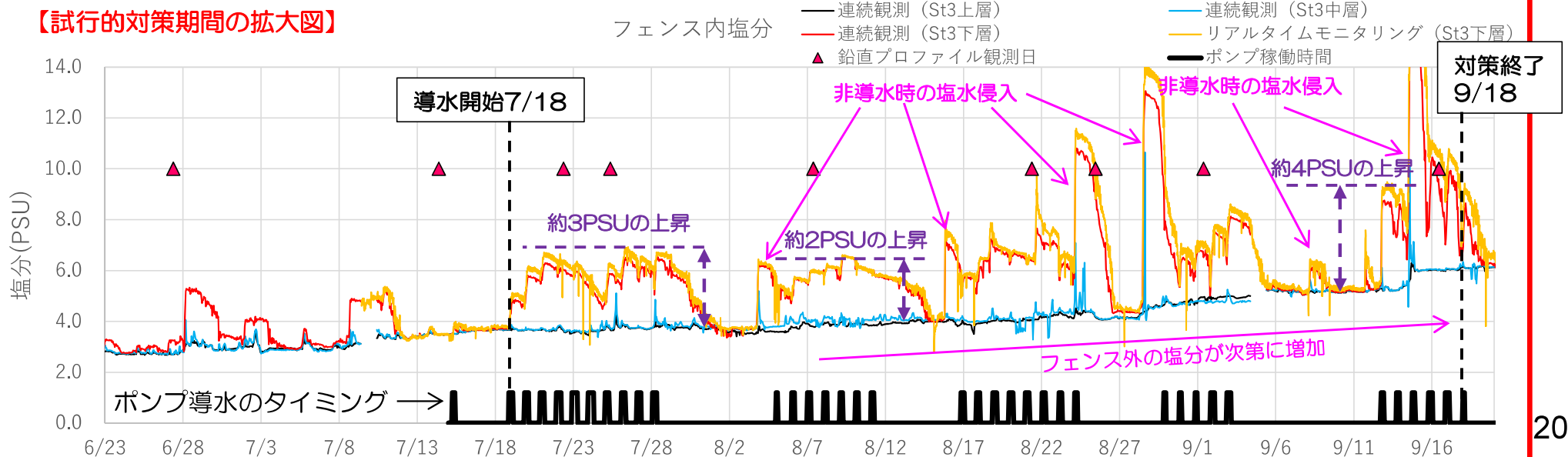
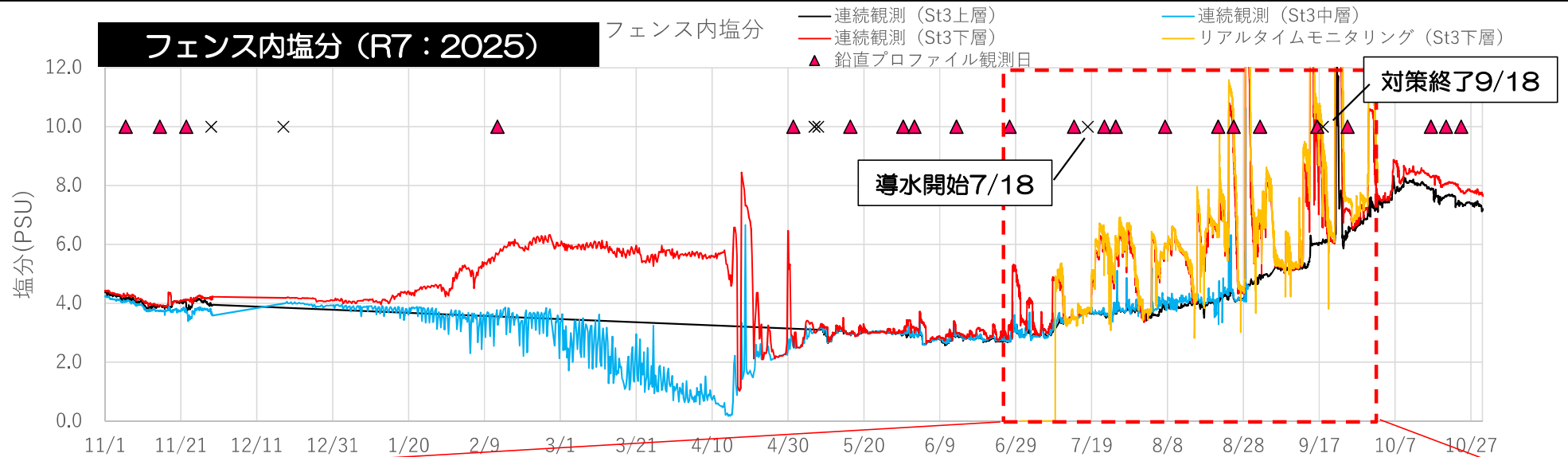
項目	内容
試行的対策期間	7月18日～9月18日 ※6月下旬～7月上旬に学識者に相談の上、開始を判断。 (対策期間はほぼ例年どおり: R6(2024)年7月16日～9月16日、 R5(2023)年7月18日～9月15日、R4(2022)年7月12日～11月4日)
フェンス下層塩分目標	フェンス周囲塩分 + 2PSU
対策の改良点	R7年度は以下の対策を実施 ①中層放流(導水管吐口をR5～6年度より1m持ち上げ) ②漏水対策(フェンス下の隙間からの塩水漏れを防止) ※ポンプ導水量1.8m ³ /min、流速低減対策(導水管吐口にドラム管を設置)は同様。
導水回数	R7年:36回(参考: R6年:35回、R5年:23回、R4年:43回(放流管延伸後は23回))
モニタリング内容	①塩分、水温、DO(フェンス内外で上層・中層・下層の3深度に設置) ➡フェンス内下層と大曲堰でリアルタイム観測も実施 ②流速・流向の観測(フェンス内外で2深度に設置) ③フェンス挙動の調査(R5で調査終了) ④水質分析(定期採水) ⑤水質(鉛直分布) ⑥底質、底生生物



6. 試行的対策結果の概要（過年度との比較）

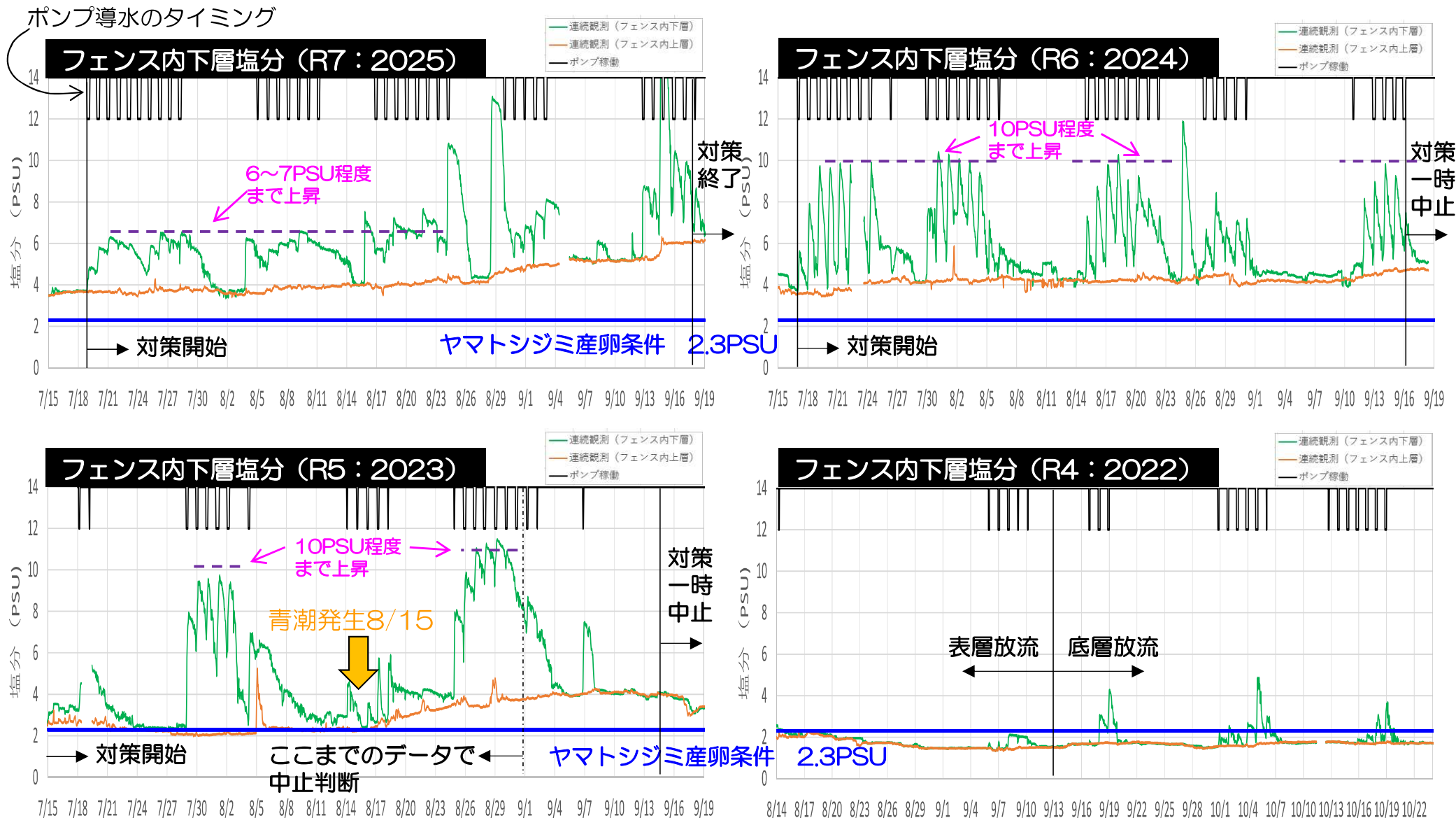
6.試行的対策結果の概要①

- 7月18日から9月18日において試行的対策を実施した。【目標：フェンス周囲塩分+2PSU】
- 試行的対策期間中、フェンス内の下層において最大15.6PSUまで塩分が上昇した。
(網走湖下層水の流入によると思われる。)
- 導水によってフェンス内下層では最大4.0PSU程度の塩分上昇を確認した。



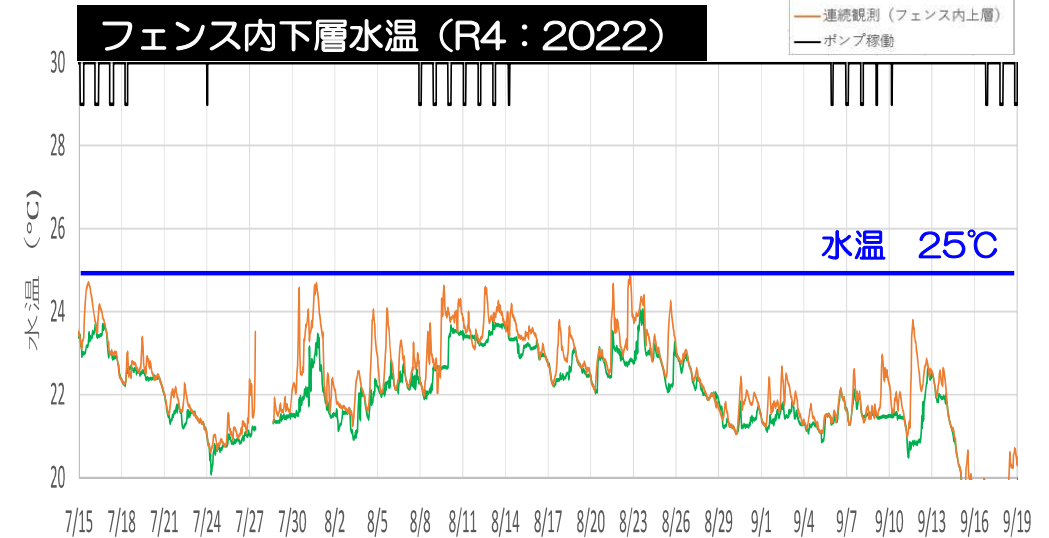
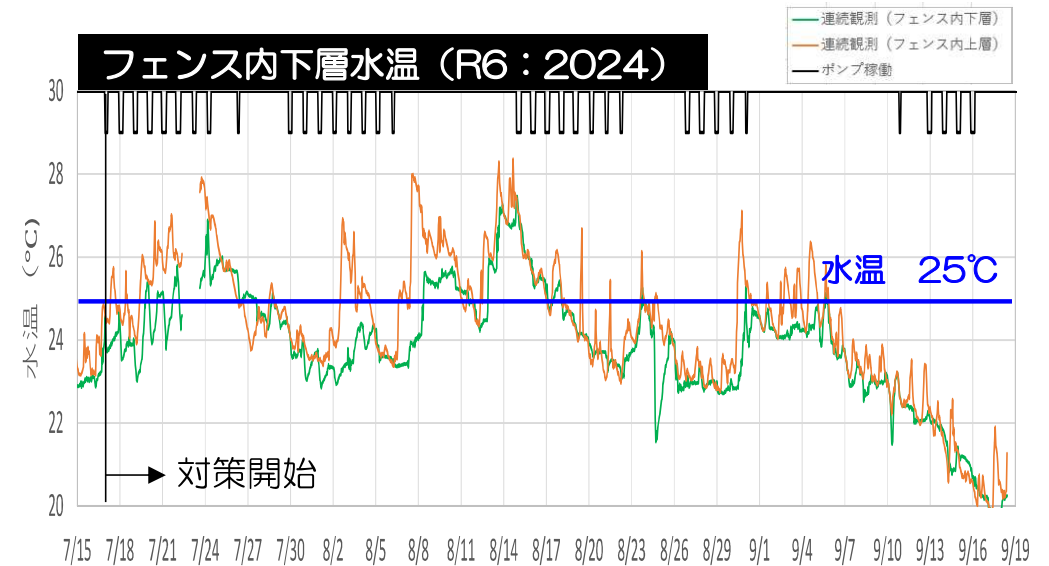
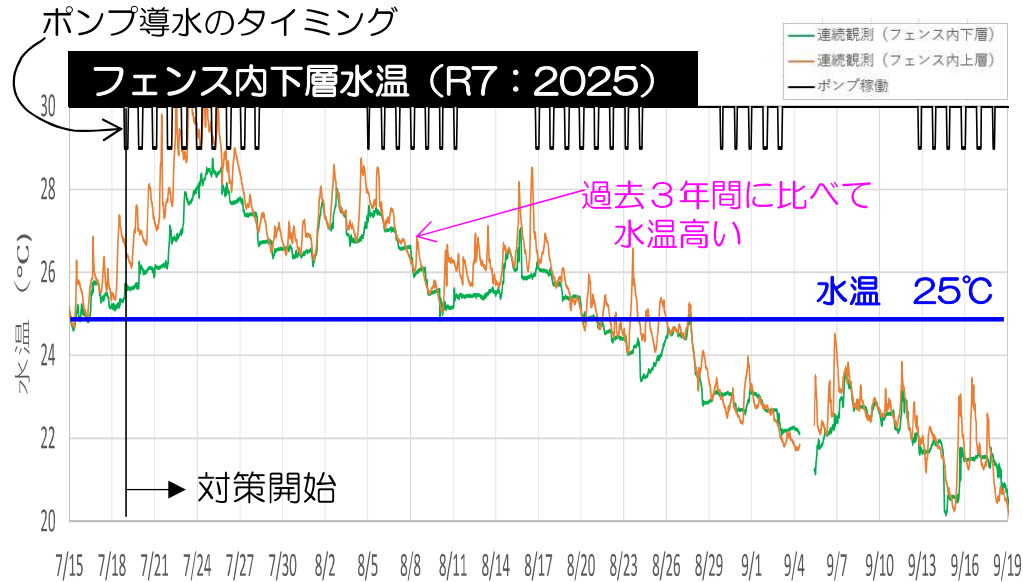
6. 試行的対策結果の概要②(塩分)

- ・塩分は、R7年導水時にフェンス内下層で6～7PSU程度であり、R5～6年と比較しやや低下している。
- ・R7年の非導水時塩分は次第に増加し、9月には6PSUを超過しており、過去3年よりかなり高い。
- ・R7年の高塩分は、塩淡水境界層水深が非常に浅かったことによると考えられる。



6. 試行的対策結果の概要③(水温)

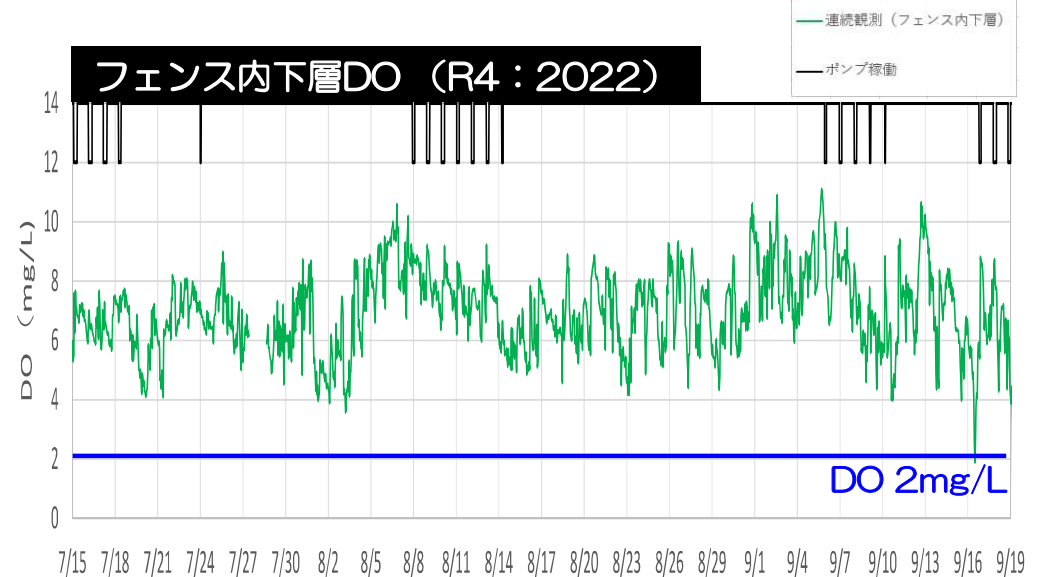
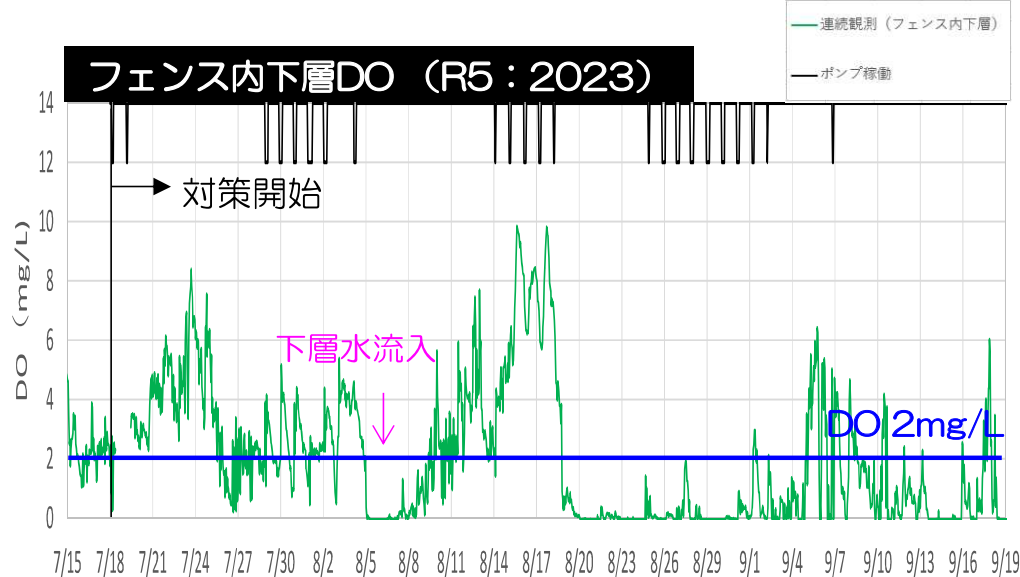
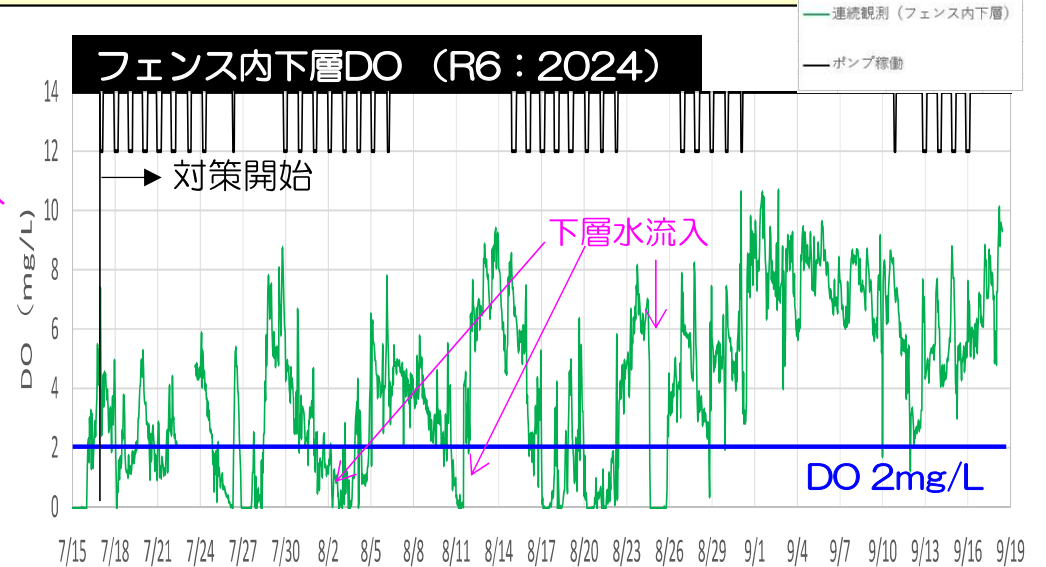
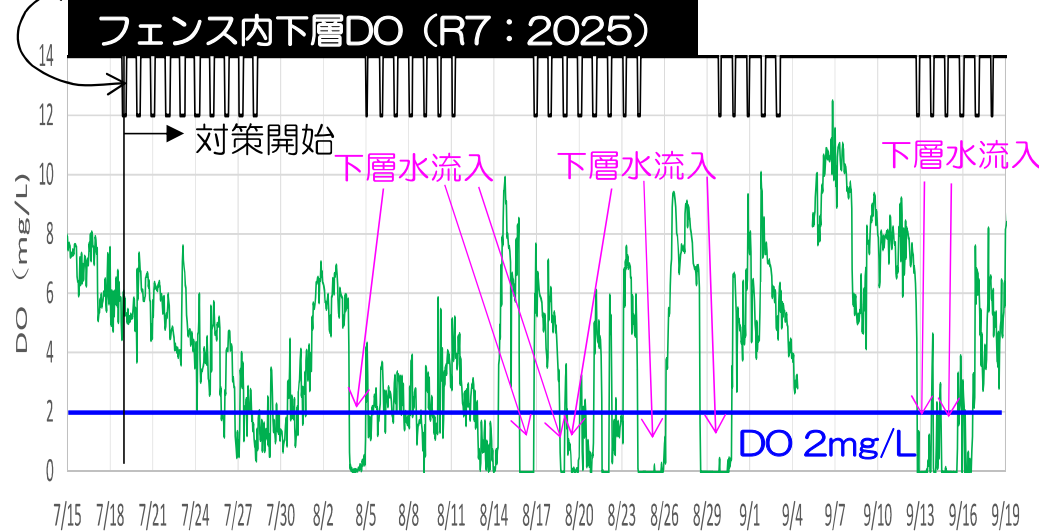
- 水温は、フェンス内下層でR7年の7月中旬～8月中旬にかけて25℃を大きく超過した。
- R5年やR6年もフェンス内下層で7～8月に25℃を超過した。一方、R4年は常時25℃以下で推移している。
- R5～R7年は非常に気温が高かったことによると考えられる。



6. 試行的対策結果の概要④(DO)

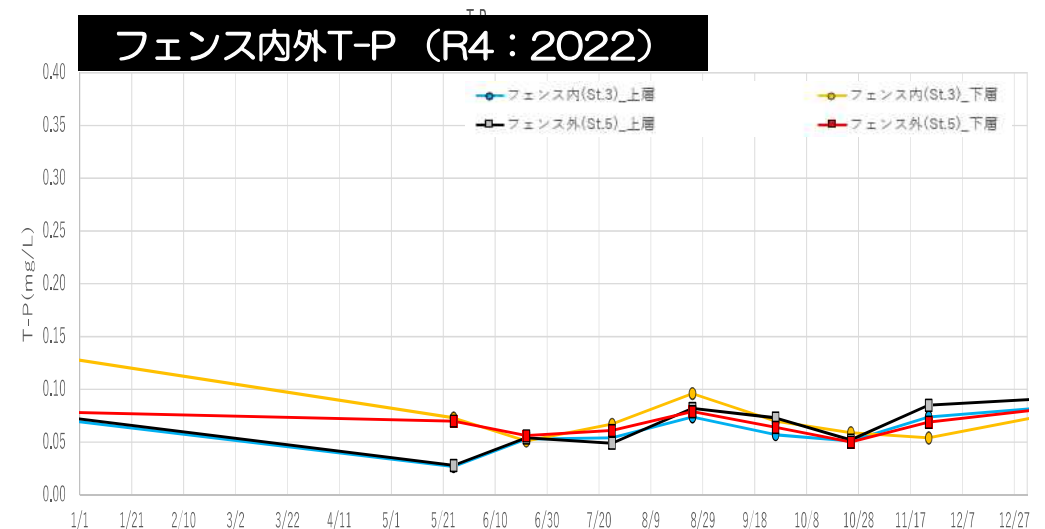
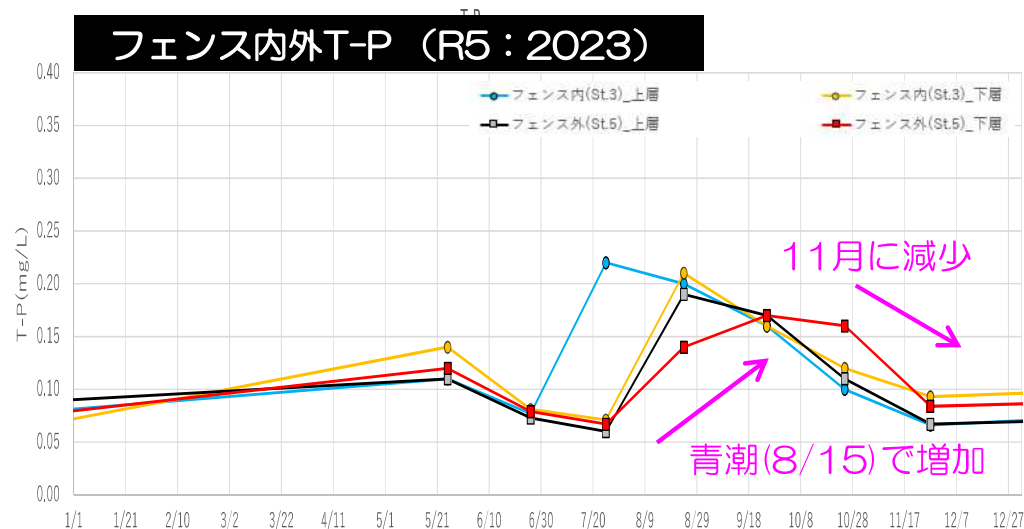
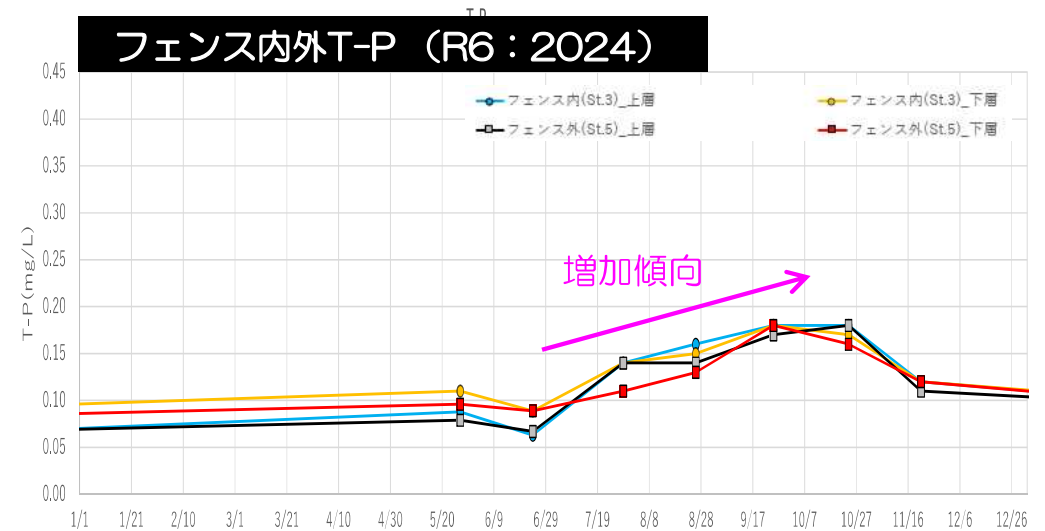
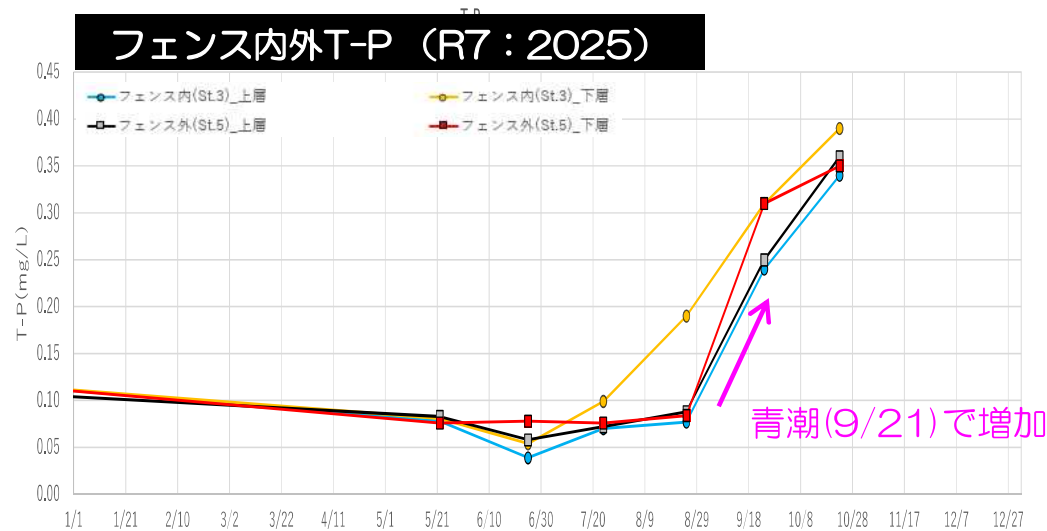
- R7年の7月下旬以降、底層DOが低下し、7月下旬以降に底層貧酸素となっている。網走湖下層水の流入によると思われる貧酸素化も度々発生している。
- R5年およびR6年も底層貧酸素化期間が長い。一方、R4年は底層貧酸素は一時的であった。
- R4年とR5～7年の違いは、フェンス内塩分成層状況や水温状況、底泥状況等が影響している可能性がある。(P.21～22、P.25参照)

ポンプ導水のタイミング



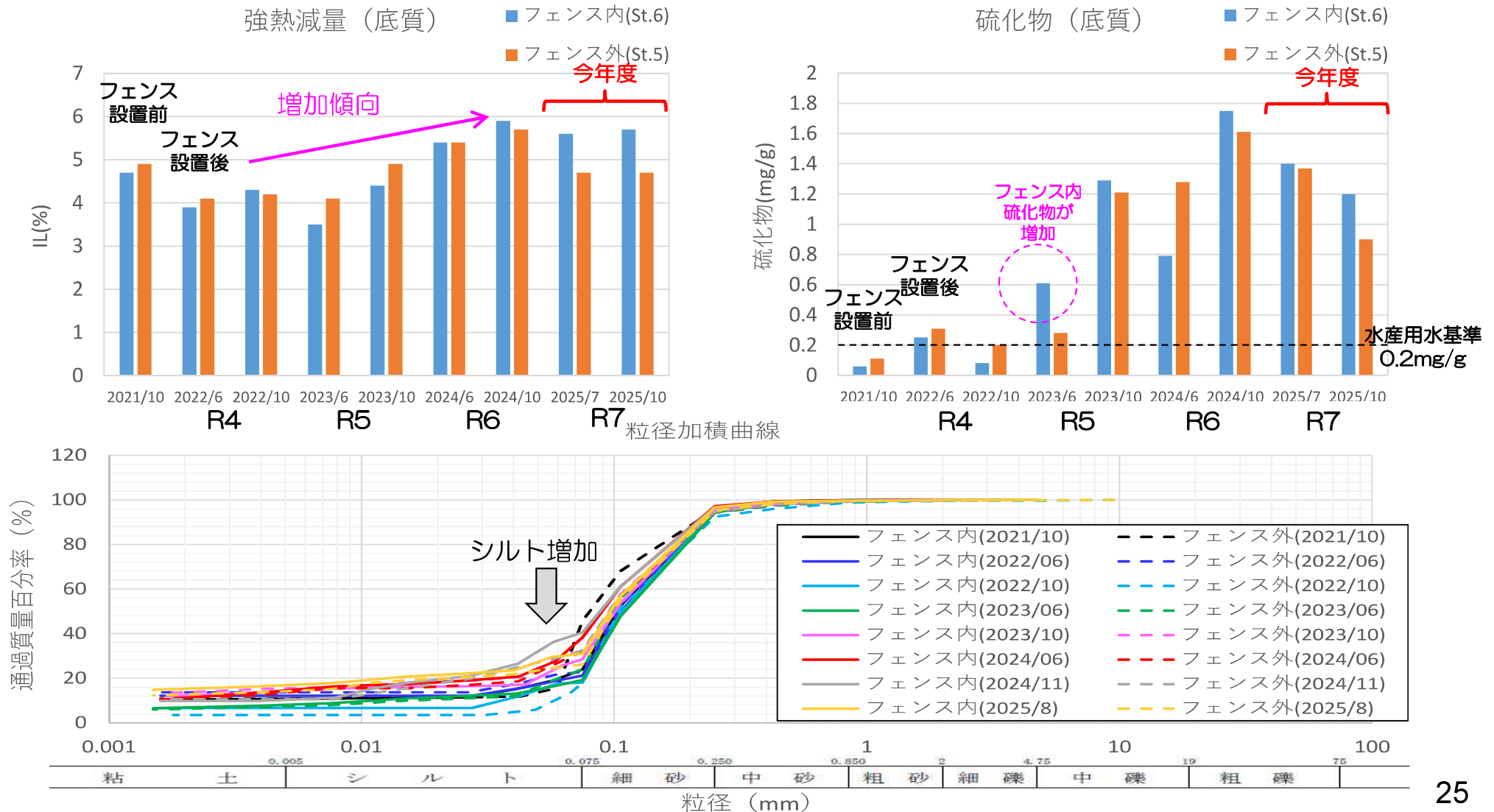
6. 試行的対策結果の概要⑤（水質）

- R7年の全リンは、9月青潮発生により大きく増加し、5月の4倍程度に達している。
- R7年のフェンス内下層の全リンは、7月以降、フェンス内上層より常時濃度が高い。
- R5年及びR6年も全リンは夏季に増加したが、R7年程の増加はみられない。



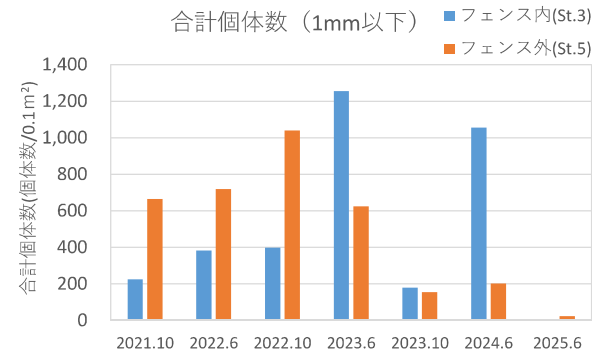
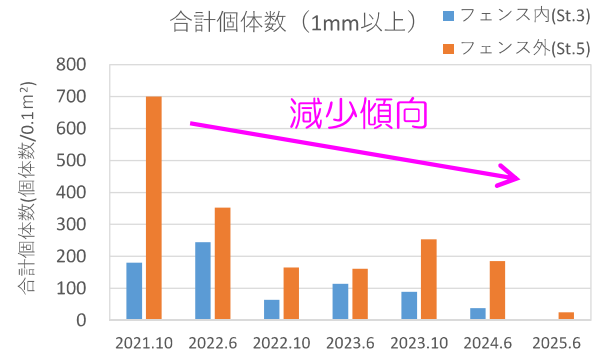
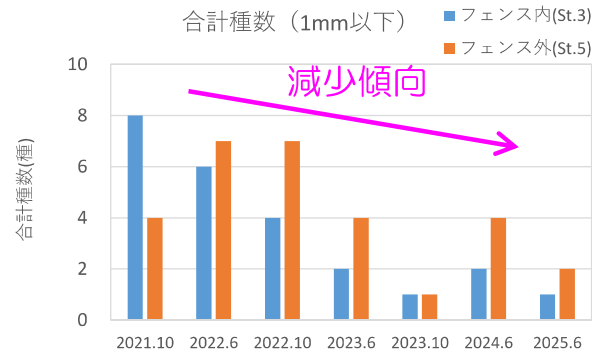
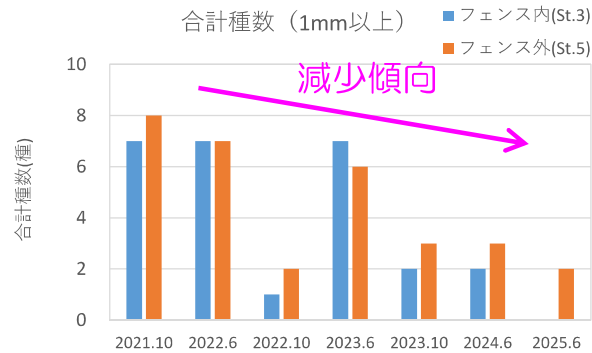
6. 試行的対策結果の概要⑥（底質）

- 底質の強熱減量（有機汚染の指標）は、R5～R6年でフェンス内外ともにやや増加する傾向がみられる。また、R7年はフェンス内でフェンス外よりも濃度が高い。
- 底質の硫化物も、R5～R6年でフェンス内外ともに増加傾向があり、底質が悪化傾向にある。
- 底質の粒径は、フェンス内のシルト成分でやや増加傾向がみられる。
- 底質の変化（強熱減量の増加、硫化物の増加、シルト成分の増加）から考えると、ヤマトシジミの生息環境は悪化していると考えられる。



6. 試行的対策結果の概要⑦（底生動物）

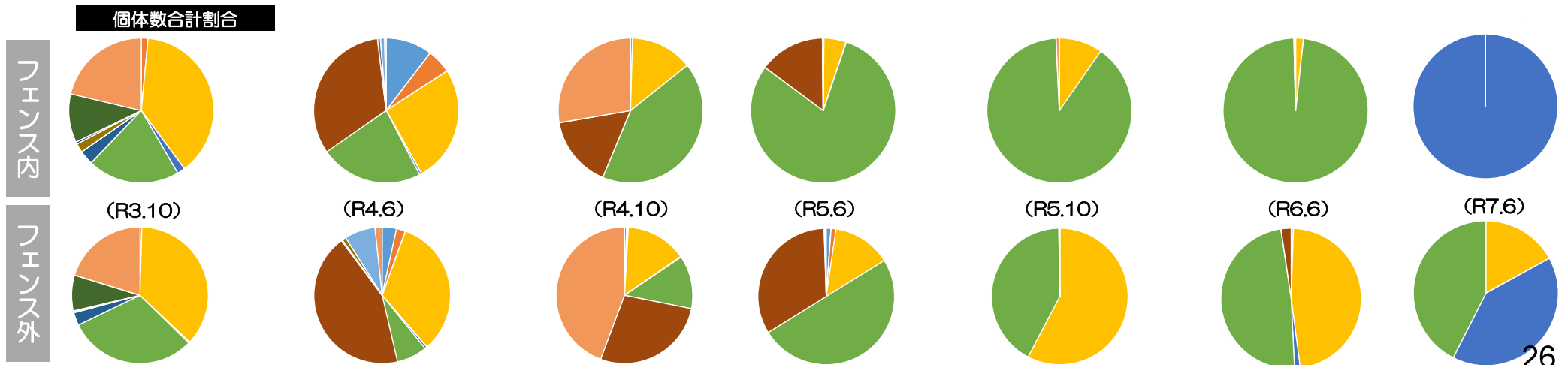
- 底生動物の種数は、フェンス内外ともにやや減少傾向がみられる。
- 合計個体数(1mm以上)はフェンス内外ともにやや減少傾向がみられる。
- 個体数合計割合は、R5年以降、貧酸素環境に強いイトミミズ亜科やカワゴカイ属が増加している。



フェンス内 (St.3)	個体数合計		
	1位	2位	3位
2021.10	ヤマトシジミ	ユスリカ亜科	イトミミズ亜科
2022.6	ニッポンシロクーマ属	ヤマトシジミ	イトミミズ亜科
2022.10	イトミミズ亜科	ユスリカ亜科	ニッポンシロクーマ属
2023.6	イトミミズ亜科	ニッポンシロクーマ属	ヤマトシジミ
2023.10	イトミミズ亜科	ヤマトシジミ	ユスリカ亜科
2024.6	イトミミズ亜科	ヤマトシジミ	シロクーマ科
2025.6	カワゴカイ属	—	—

フェンス外 (St.5)	個体数合計		
	1位	2位	3位
2021.10	ヤマトシジミ	イトミミズ亜科	ユスリカ亜科
2022.6	ニッポンシロクーマ属	ヤマトシジミ	エダヒゲユスリカ属
2022.10	ユスリカ亜科	ニッポンシロクーマ属	ヤマトシジミ
2023.6	イトミミズ亜科	ニッポンシロクーマ属	ヤマトシジミ
2023.10	ヤマトシジミ	イトミミズ亜科	ユスリカ亜科
2024.6	イトミミズ亜科	ヤマトシジミ	ニッポンシロクーマ属
2025.6	イトミミズ亜科	カワゴカイ属	ヤマトシジミ

- 扁形動物門
- カワザンショウガイ科
- カワゴカイ属
- シロクーマ科
- ニッポンドロソコエビ
- ナガレユスリカ属
- エダヒゲユスリカ属
- 紐形動物門
- ヤマトシジミ
- イトミミズ亜科
- ニッポンシロクーマ属
- ユスリカ属
- キザキユスリカ
- ユスリカ亜科



7. フェンス内外の状況について（まとめ）

7. フェンス内外の状況について(まとめ①)

- ・ 目論見通りに導水時の塩分を低下させたため、フェンス下層塩分目標達成率はやや減少した。
- ・ 一方、フェンス外塩分が高く、ヤマトシジミ産卵条件（2.3PSU）を常時超過。
- ・ ポンプ非稼働時にフェンス内に網走湖下層水（高塩分水）が流入していると思われる。

表 試行的対策概要

※：R4年目標 5PSU、R5年以降目標 周囲+2PSU

*：データ欠測1日除く

項目		R4年度	R5、R6年度	R7年度
改良点	ポンプ容量増	1.3 m ³ /min	1.8 m ³ /min	1.8 m ³ /min
	導水管吐口改良	表層放流（7/12～9/12） 底層放流（9/13～）	底層放流＋ 流速低減	中層放流＋ 流速低減
	フェンス隙間	5箇所	0箇所	0箇所
試行的対策開始日		7/12	7/18	7/18
試行的 対策 結果	ポンプ導水日数	39日 （空振り除く）	23日（R5年度） 34日（R6年度）	36日
	フェンス下層塩分目標 達成率 ※	0%（0日/39日）	91%（20日/22日：R5年度）* 94%（32日/34日：R6年度）	75%（27日/36日）
	フェンス内最大塩分	4.9 PSU	11.6 PSU（R5年度） 10.2 PSU（R6年度）	15.8 PSU ※網走湖下層水の流入と思われる。
	フェンス外塩分 （スパイク状変化除く）	1.5 ～ 2.7 PSU	2.1～4.2 PSU（R5年度） 3.7～4.9 PSU（R6年度）	3.7～6.1 PSU
	最大塩分差① （フェンス内外、塩分ピーク時）	約3.0 PSU	約7.5 PSU（R5年度） 約5.5PSU（R6年度）	約9.1PSU
	最大塩分差② （フェンス内外、導水後約1日）	約0.5 PSU	約3.5 PSU（R5年度） 約2.5 PSU（R6年度）	約2.2 PSU
	ポンプ非稼働時最大塩分増加	約0.6 PSU	約2.0 PSU（R5年度） 約8.0 PSU（R6年度）	約8.4 PSU

7. フェンス内外の状況について(まとめ②)

- 水質：フェンス内上層で、R5～7年は**7月以降全リンが増加している**。(P.23)
- 底質：**強熱減量や硫化物の上昇による底質の悪化**がみられる。**シルトの成分にやや増加傾向**がみられる。(P.24)
- 水温：R5～7年は非常に水温が高い。特にR7年は高温であり、25℃以上の期間が非常に長かった。(P.21)
- 底層DO：R5～7年は**貧酸素(DO=<2.0mg/L)となる期間が長い**。(P.22)
- シジミ産卵：今年度は6月下旬～7月上旬に最大の産卵が起こった。フェンス内でも産卵が確認され、網走湖下層水とポンプ導水による塩分増加が影響。試験力ゴ内底質は黒色軟泥化。**フェンス内下層貧酸素化の程度がヤマトシジミの産卵に影響**。(園田委員ヒアリング)

表 水質等への影響概要

項目		R4年度	R5～R6年度	R7年度
水質 (採水)	COD、T-N、T-P フェンス内上層	COD:4.9～7.1 mg/L T-N:0.52～1.1 mg/L T-P:0.027～0.074mg/L	COD:6.7～ 23 mg/L (R5年度まで) T-N:0.58～ 4.7 mg/L (R5年度) 0.68～1.4 mg/L (R6年度) T-P:0.066～ 0.22 mg/L (R5年度) 0.063～ 0.18 mg/L (R6年度)	COD: — mg/L T-N:0.44～1.5 mg/L T-P:0.039～ 0.34 mg/L
底質	強熱減量	フェンス内：3.9～4.3 % フェンス外：4.1～4.2 %	フェンス内：3.5～4.4 % (R5年度) 5.4～5.9 % (R6年度) フェンス外：4.1～4.9 % (R5年度) 5.4～5.7 % (R6年度)	フェンス内： 5.6～5.7 % フェンス外：4.7～4.7 %
	硫化物	フェンス内：0.08～0.25 mg/g フェンス外：0.20～0.31 mg/g	フェンス内：0.61～ 1.29 mg/g (R5年度) 0.79～ 1.75 mg/g (R6年度) フェンス外：0.28～ 1.21 mg/g (R5年度) 1.28～1.61 mg/g (R6年度)	フェンス内： 1.40 mg/g フェンス外： 1.37 mg/g
水質 (連続観測)	水温 下層最大 ※	24.7 °C	27.1 °C (R5年度) 27.5 °C (R6年度)	28.7 °C
	水温 下層25℃以上発生時間※	0 hr	410 hr (17.1日) (R5年度) 308 hr (12.8日) (R6年度)	1002 hr (41.8日)
	DO 下層最小 ※	1.0 mg/L	0.0 mg/L (R5、R6年度)	0.0 mg/L
	DO 貧酸素発生時間 (=<4.3mg/L) ※	62 hr	1436 hr(59.8日) (R5年度) 963 hr(40.1日) (R6年度)	1178 hr(49.1日)
	DO 貧酸素発生時間 (=<2mg/L) ※	4 hr	906 hr (37.7日) (R5年度) 510hr (21.3日) (R6年度)	822 hr (34.3日)
ヤマトシジミ 産卵	GSI (生殖腺指数)	フェンス内で産卵が 早まった可能性	フェンス内で産卵未確認 (R5年度) フェンス内で産卵確認 (湖内他所と同 時期) (R6年度)	フェンス内で産卵確認 (ポンプ導水時)

水産用水基準
2005、内湾漁
場の夏季底層
において最低限維
持すべき濃度

水質
(連続
観測)

環境省水質基準：
二枚貝生息に
おける底層DOの
水質目標値

8. 過去4年間の外力・湖内・フェンス内の状況まとめ

8. 過去4年間の外力・湖内・フェンス内の状況まとめ

外力・湖内状況

上下位3位

	項目	R4年	R5年	R6年	R7年	備考
外力状況	気温	高い 19.2℃ (8位/直近32年)	非常に高い 21.0℃ (2位/直近32年)	非常に高い 19.9℃ (3位/直近32年)	非常に高い 21.7℃ (1位/直近32年)	() 内は網走の 7～9月平均気温
	河川流入	多い (5位/直近24年) ※欠測多いH24-25年除く	平均的 (13位/直近24年)	— ※おそらくR5年より小	— ※おそらくR5年より小	() 内は本郷の 7～9月流量
	塩水流入	少ない (25位/直近28年)	平均的 (12位/直近28年)	多い (4位/直近28年)	非常に多い (2位/直近28年)	() 内は7～9月の塩水の 入りやすさ指標
湖内状況	表層塩分	平均的 2.1PSU (11位/直近22年)	平均的 3.0PSU (9位/直近22年) ※8/15青潮発生前平均 2.3PSU、発生後平均3.6PSU	非常に高い4.3PSU (2位/直近22年)	非常に高い4.8PSU (1位/直近22年)	() 内は青潮観測 装置の7～9月平均 塩分 (2m)
	塩淡水境界層 水深	平均的 6.0m (13位/直近22年)	浅い 4.7m (5位/直近22年)	非常に浅い 4.0m (2位/直近22年)	非常に浅い 3.7m (1位/直近22年)	() 内は青潮観測 装置の7～9月平均 塩淡水境界層水深
	水温	平均的 22.3℃ (14位※/直近22年) ※9/7以降欠測のため 7/1～9/6で比較	非常に高い24.7℃ (2位/直近22年)	非常に高い24.5℃ (3位/直近22年)	非常に高い25.0℃ (1位/直近22年)	() 内は青潮観測 装置の7/1～9/6平 均水温 (2m、0時)

フェンス内状況

	項目	R4年	R5年	R6年	R7年	備考
フェンス内状況	導水時塩分 (下層)	△ (最大4.9PSU)	○ (最大11.6PSU)	○ (最大10.2PSU)	○ (最大10.4PSU) ※下層塩水流入影響のない 9/16の値	R4年は9月に塩水 導入方法変更
	水温 (下層)	低い (25℃超過せず)	高い (25℃以上410hr)	高い (25℃以上308hr)	高い (25℃以上1002hr)	() 内は7～9月 集計
	DO (下層)	高い (貧酸素発生4hr)	低い (貧酸素発生906hr)	低い (貧酸素発生510hr)	低い (貧酸素発生822hr)	() 内は7～9月 集計 2mg/L以下

8. 試行的対策の評価

【フェンス内塩分】

- 導水方法を試行・改善し、フェンス内成層状況のコントロールを試みた。

R4年前半
・表層放流

塩分低すぎ

R4年後半
・底層放流

塩分上昇したが低い

R5・6年
・底層放流
・流速低減（ドラム缶）
・隙間埋め
塩分上昇したが貧酸素

R7年
・中層放流
・流速低減（ドラム缶）
・隙間埋め
塩分低下したが貧酸素

【外力条件】

- 4年間の気象条件は、概ね気温高めだったが、流量条件、塩水流入条件は様々であった。

R4年
・河川流量 大
・塩水流入 小

R5年
・河川流量 中
・塩水流入 中

R6年
・河川流量 小
・塩水流入 大

R7年
・河川流量 未確定
・塩水流入 大

【フェンス内水質・底質・生物環境】

- フェンスにより、**淡水層の一部で塩分を高めることは可能**であった。
- フェンス内には導水後に塩分成層が形成され、R5年以降は**フェンス内で貧酸素化が発生**する傾向がみられた。また、フェンス内では**嫌気的環境を好む生物種が卓越**するようになった。
- フェンス内の流速低下により、フェンス内湖底は**細粒分がやや増加**する傾向がみられた。

【試行的対策の評価】

- 4年間の異なる外力条件下で試行的対策を実施できた。
- 導水方法の改良等により、フェンス内で塩分を高めることについては成功した。
- しかしながら、フェンス内で嫌気化や底泥細粒化が生じるなど、ヤマトシジミの産卵環境に対して悪影響が生じた。
- 自然状態（動力による鉛直混合なし）では、「湖内の一部に高塩分水域を形成し、ヤマトシジミの産卵環境を維持する」対策は困難である。

試行的対策は終了

《今後の低塩分化対策検討の方向性》

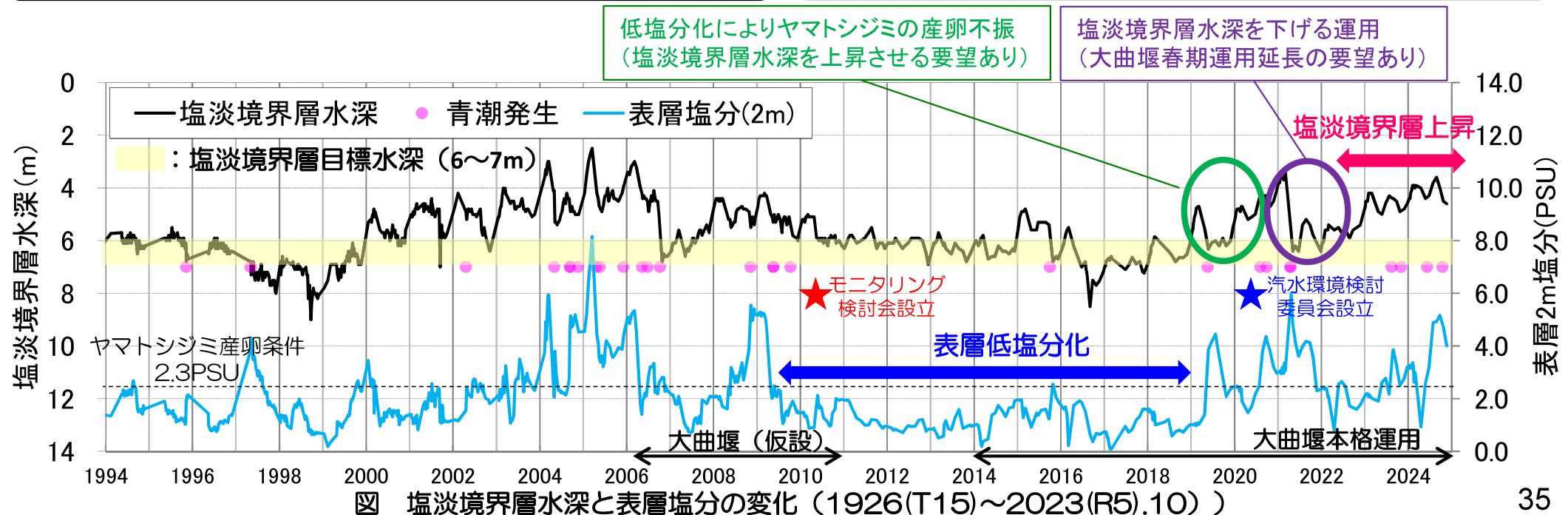
9. 低塩分化の要因及び今後予想される変化

9. 網走湖の抱える問題(低塩分化・塩淡水境界層上昇)

- ・近年、網走湖では表層低塩分化に続き、塩淡水境界層が上昇する現象が発生している。
- ・「網走湖汽水環境保全方策検討委員会」、「網走湖水環境モニタリング検討会」でそれぞれ対応が議論されている。

・表層低塩分化：2010～2018年頃に発生
⇒ヤマトシジミ産卵不振の原因となる。
⇒網走湖汽水環境保全方策検討委員会を設立、
対応議論
【網走湖汽水環境保全方策検討委員会】
設立：2020（R2）年
目的：低塩分化解消等、汽水環境の保全を図る
ための総合的な方策の検討

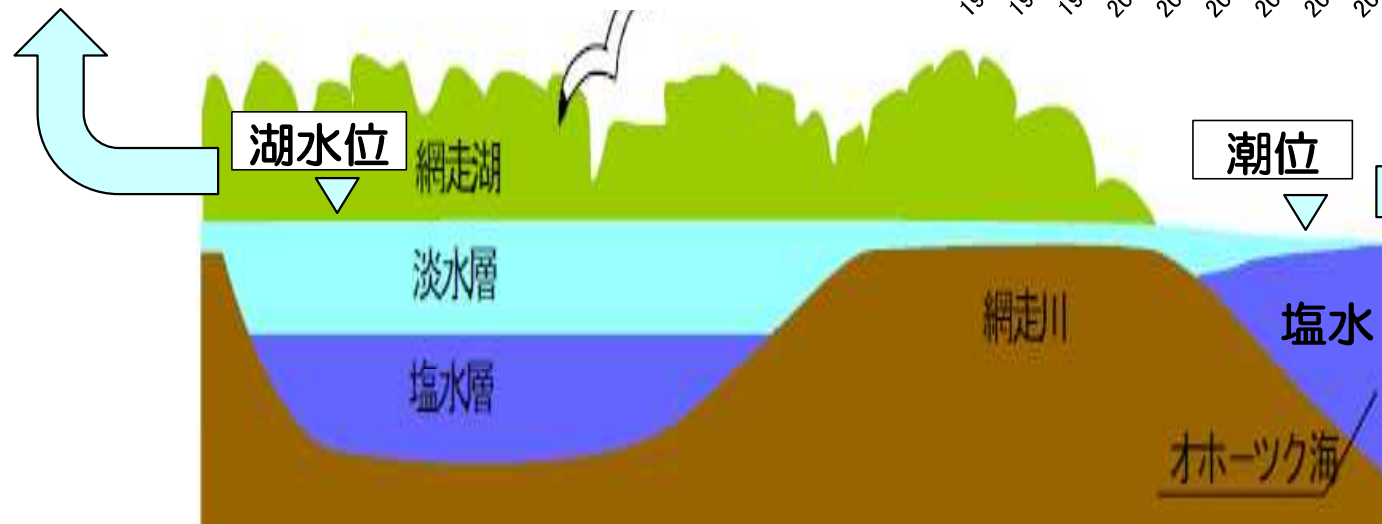
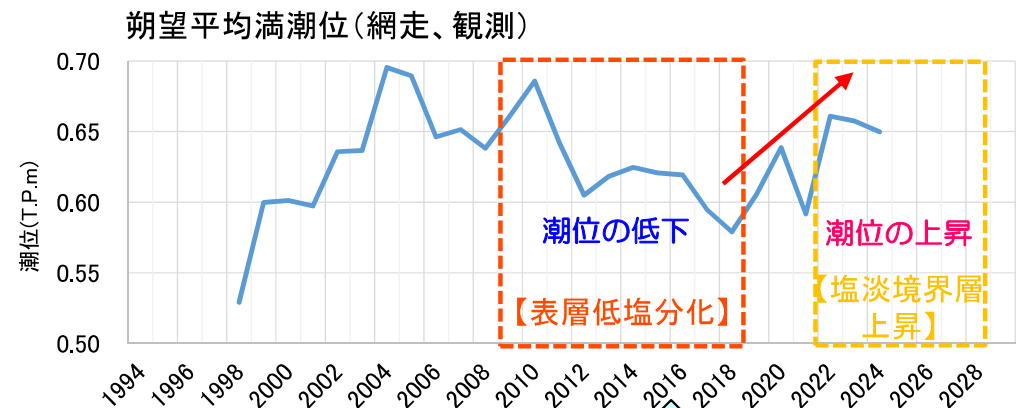
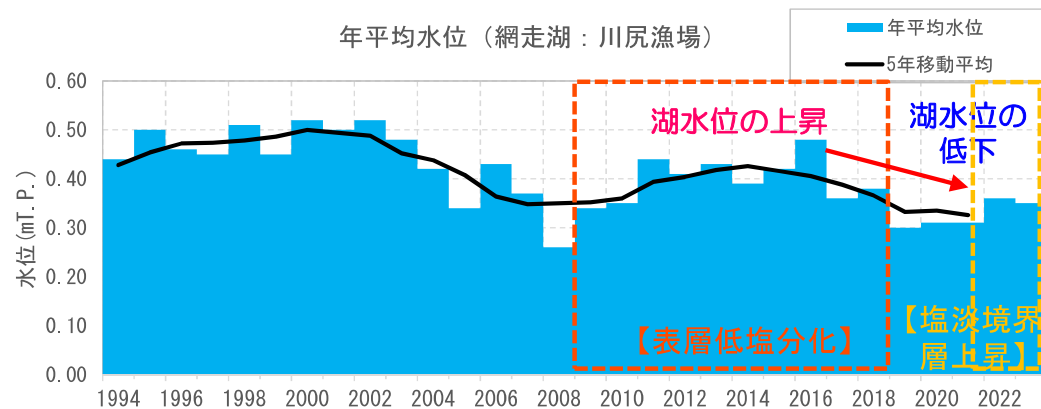
・塩淡水境界層上昇：2023～2025年に発生
⇒青潮発生・アオコ発生の原因となる。
⇒網走湖水環境モニタリング検討会で
対応議論
【網走湖モニタリング検討会】
設立：2010（H22）年
目的：清ルネIIの事業効果の評価、大曲堰の
毎年の運用方針の決定



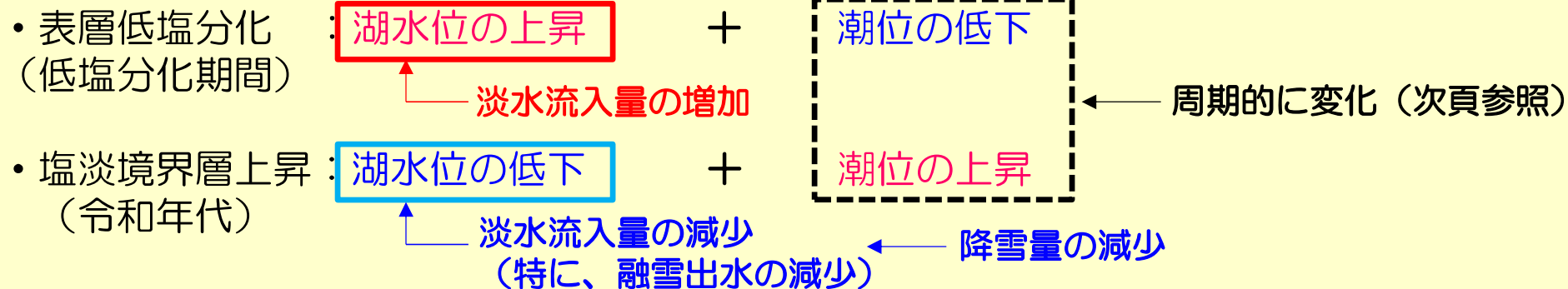
9. 現象の発生要因

・現象の発生要因は、以下と考えられる。

【表層低塩分化】	湖水位の上昇	+	潮位の低下	…塩水が入りにくい
【塩淡水境界層上昇】	湖水位の低下	+	潮位の上昇	…塩水が入りやすい

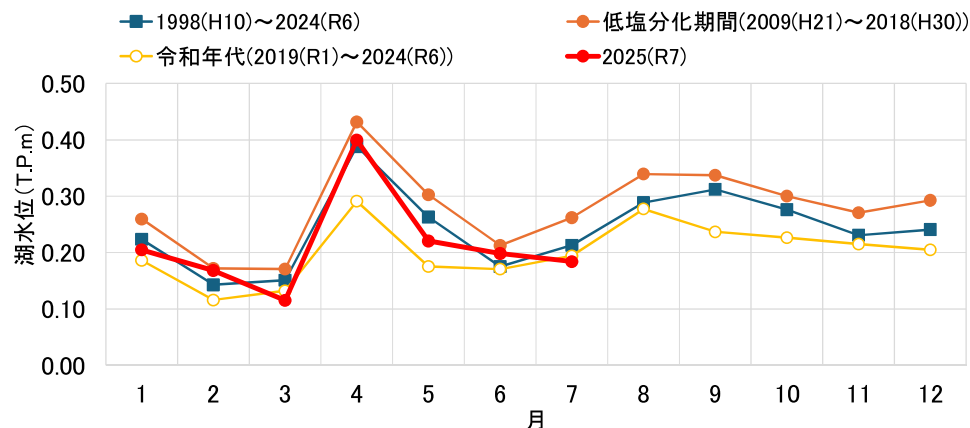


9. 湖水位上昇・低下の発生要因



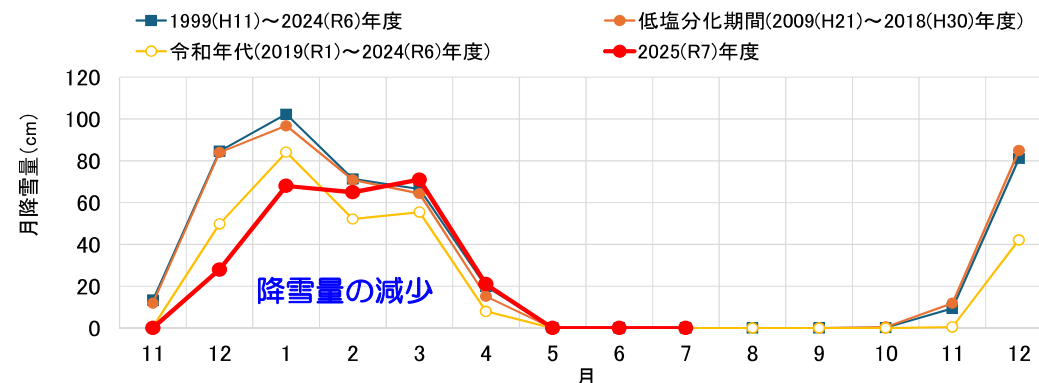
【湖水位の上昇・低下】

湖水位の月毎平均値（川尻漁場）

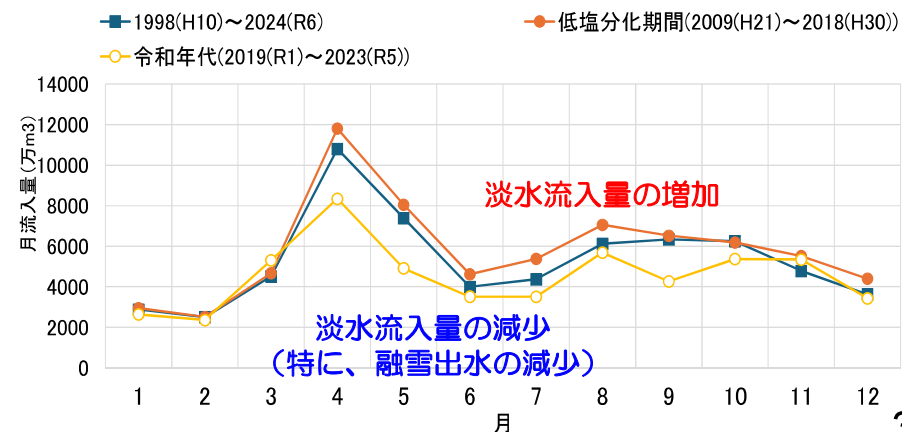


【湖水位の変化要因】

降雪量の月毎平均値（津別）



淡水流入量の月毎平均値（本郷）

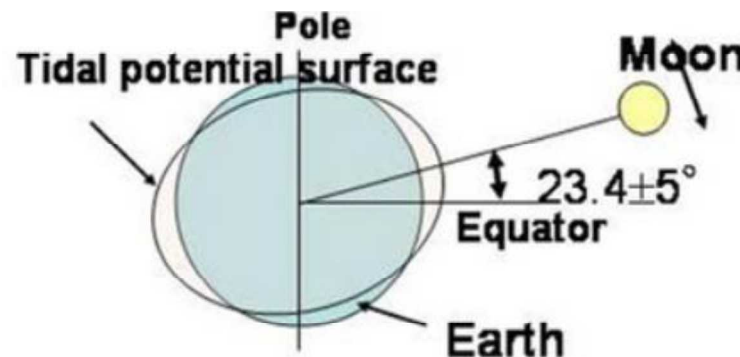
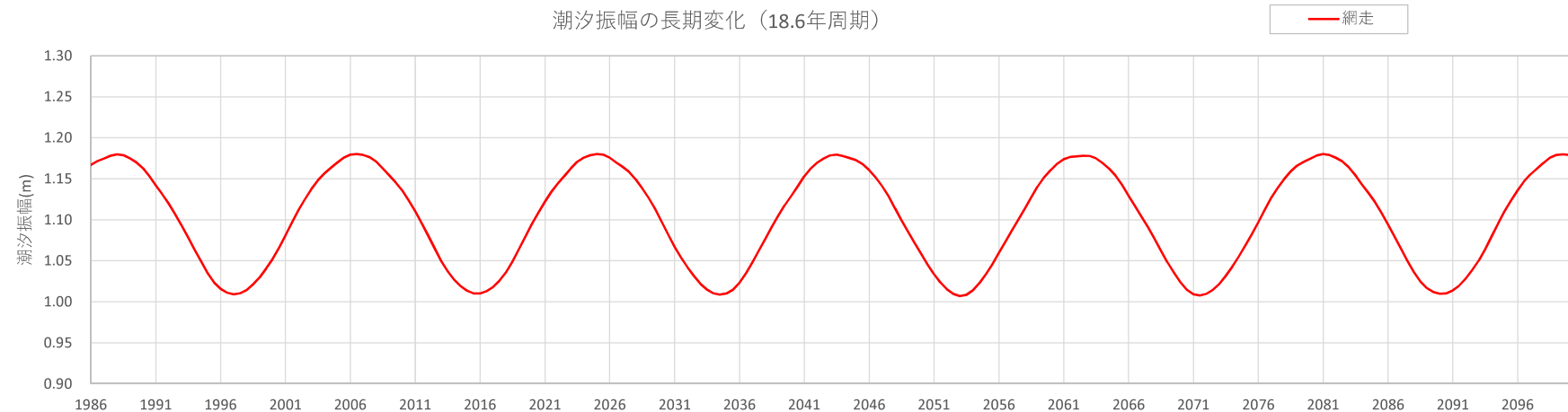


9. 今後の現象発生の可能性

- 発生要因のうち、潮位の上昇・低下には約20年周期の長期変動があるため、2つの現象は今後も周期的に繰り返す可能性が高い。

【表層低塩分化】	湖水位の上昇	+	周期的に変化 潮位の低下	…塩水が入りにくい
【塩淡水境界層上昇】	湖水位の低下	+	潮位の上昇	…塩水が入りやすい

- 潮汐には、18.6年周期で振幅が変動する長期変動がある。
- 長期変動は、月の地球に対する公転軌道が18.6年周期で変化することによって生じる。
- この変動により、1日周期の潮汐振幅が最大約20%、半日周期の振幅が約4%変動する。

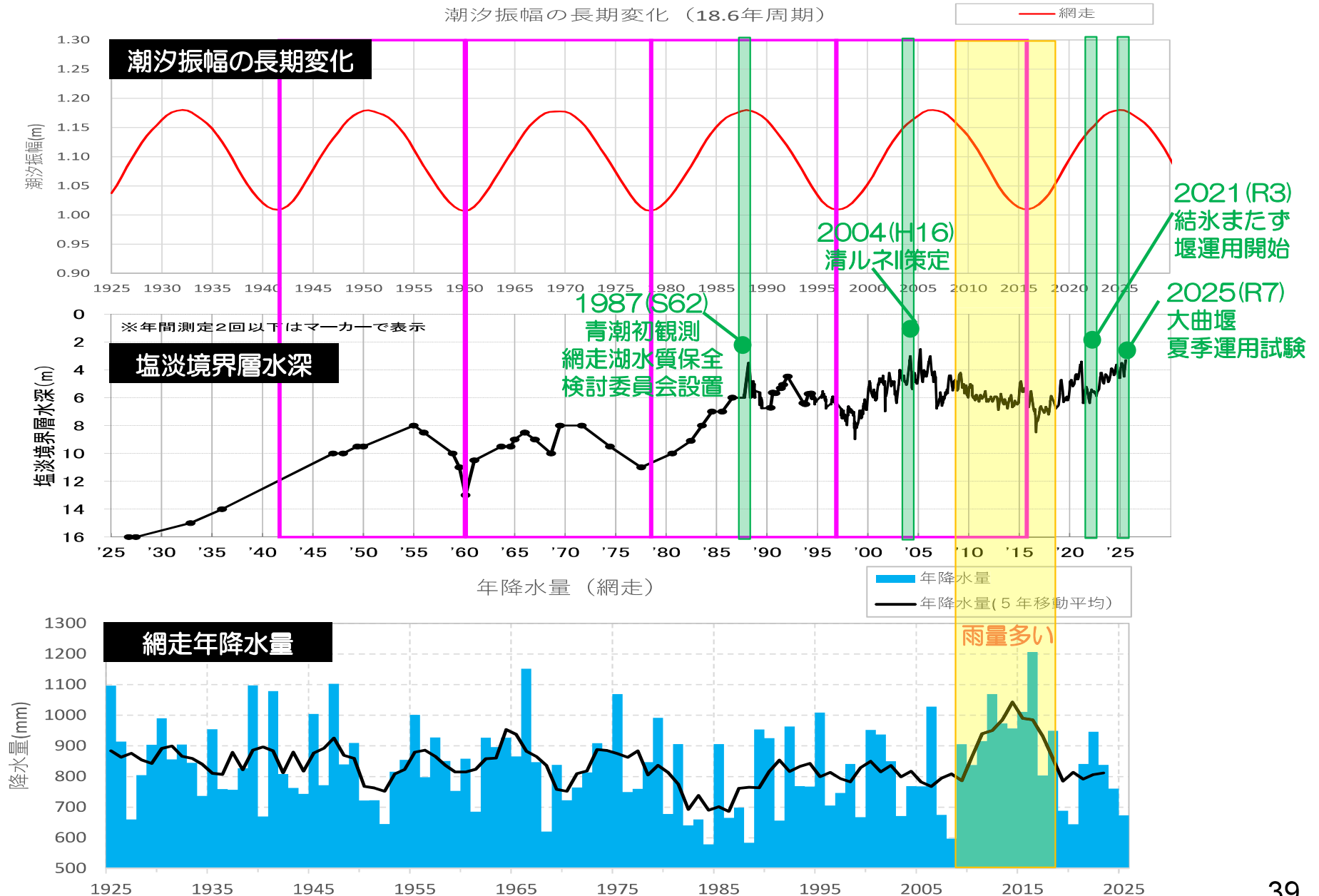


※潮汐振幅：上図では「日本沿岸潮汐調和定数表（H4.2、海上保安庁）」の網走に掲載の40分潮の振幅の総和で作図（可能最大振幅）

9. 塩淡水境界層水深の変化と潮位の周期的変動・年降水量

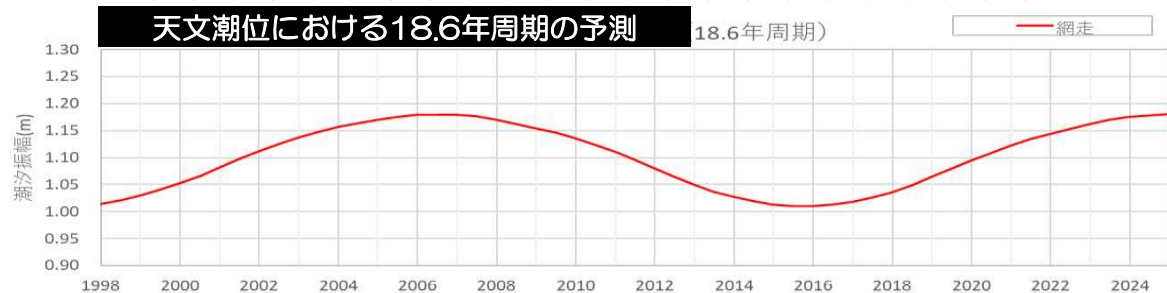
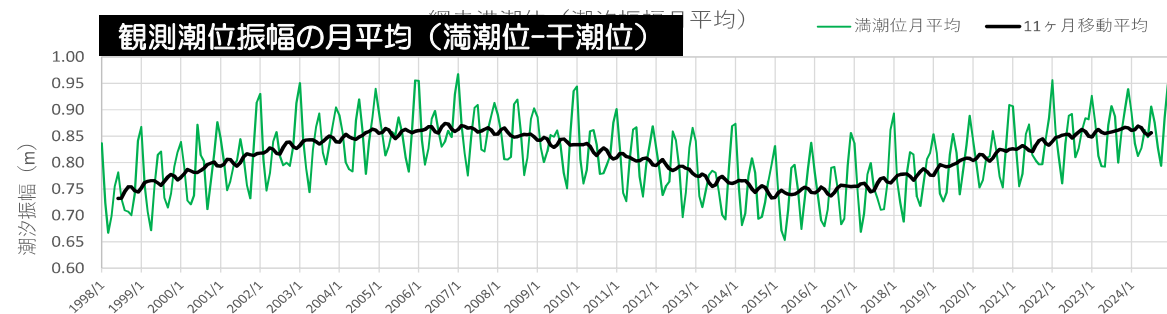
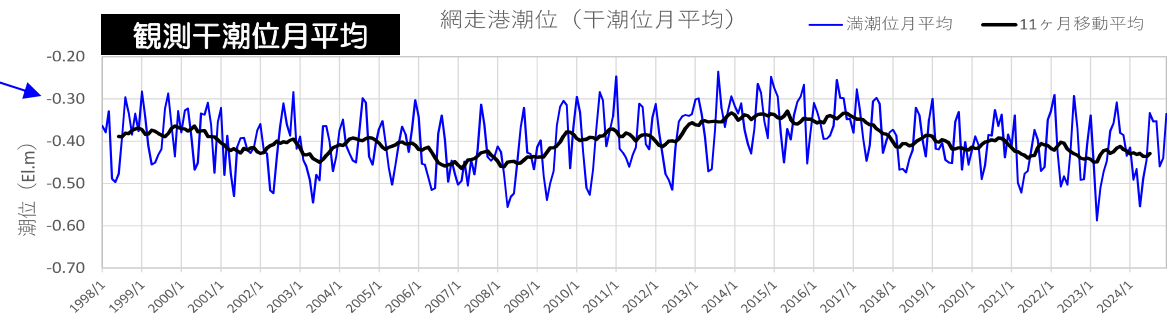
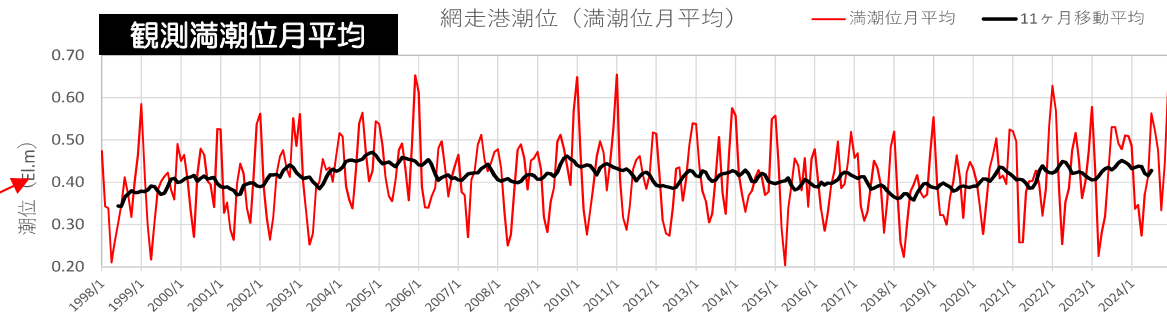
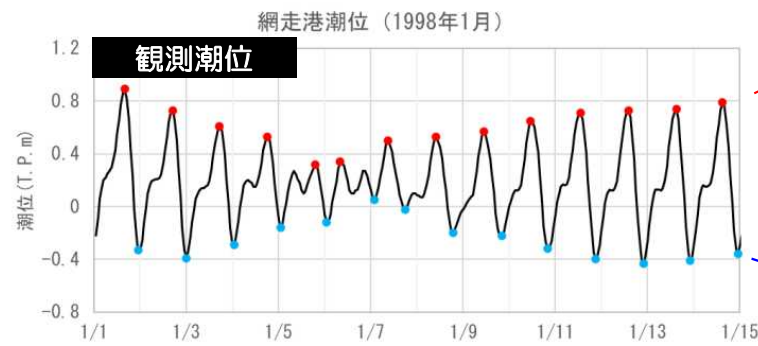
- 塩淡水境界層水深の長期的な変化は、潮位の周期的変動と概ね整合している。
- 青潮初観測、清ルネII策定、大曲堰夏季運用は、潮汐振幅のピークとほぼ対応している。

※潮汐振幅：右図では「日本沿岸潮汐調和定数表（H4.2、海上保安庁）」の網走に掲載の40分潮の振幅の総和で作図（可能最大振幅）



9. 観測潮位における周期的変動

- ・ 網走港の観測潮位から、干満潮位を抽出して月平均を確認、これらより潮位振幅を確認した。
- ・ 観測された潮汐振幅にも18.6年周期の変動が確認された。



9. 気候変動の影響可能性(将来的な変化)

・将来的な気候変動の影響は以下が想定される。全体的には、塩水流入リスク≒塩淡水境界層上昇リスクが増加 すると考えられる。

- ①気温の上昇・積雪量の減少 ⇒ 融雪出水の減少（湖水位の低下） 塩水流入の増加
- ②海面の上昇 ⇒ 潮位の上昇 塩水流入の増加
- ③線状降水帯発生（低頻度極端現象の増加）
⇒ 出水時流量の増加（湖水位の上昇） 塩水流入の減少

【表層低塩分化】

✓ 表層低塩分化のリスクは減少する方向

（ただし、極端現象による強雨発生により、年によっては顕著な低塩分化の可能性）

【塩淡水境界層上昇】

✓ 塩淡水境界層上昇のリスクは増加する方向

潮汐振幅 + 海面上昇の経年変化

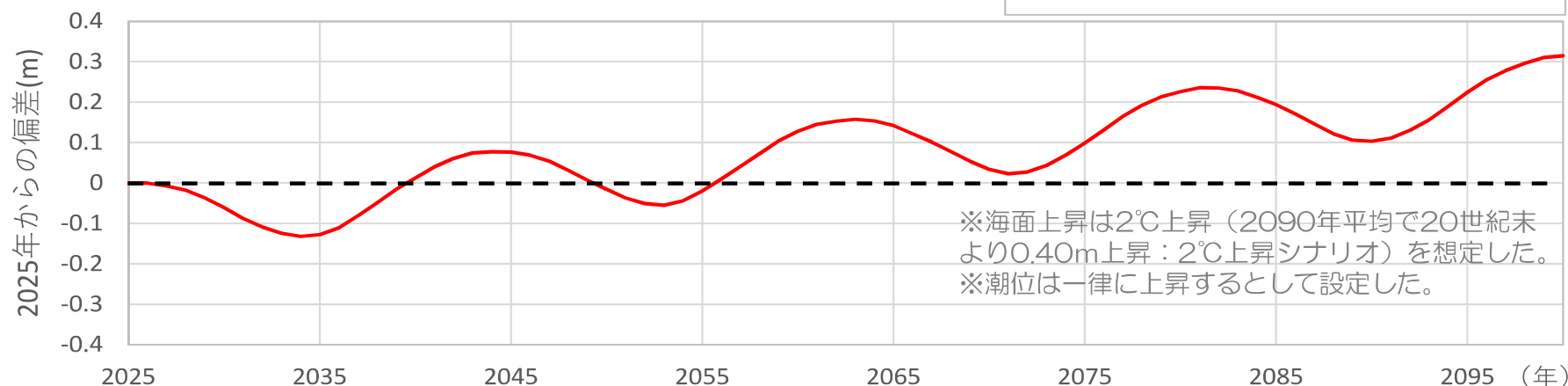


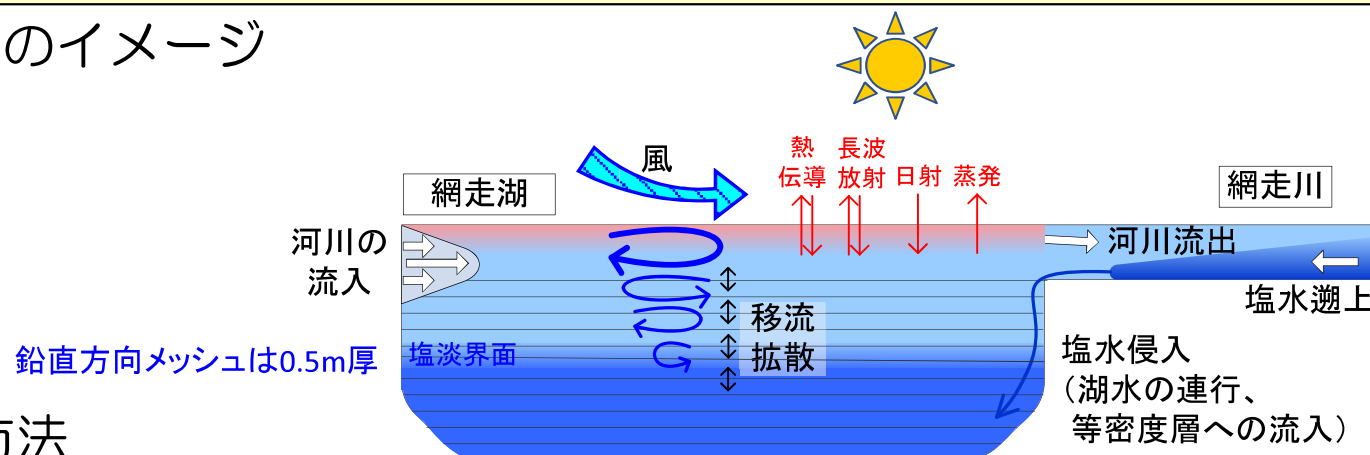
図 今後の海面上昇と潮汐振幅による変化（2025年をゼロとした場合の変化）

10. 大曲堰活用の可能性

10. 大曲堰冬季運用制限についての予測計算(鉛直1D水質モデル)

- ・第6回委員会で指摘があった大曲堰の活用可能性について検討した。
- ・大曲堰の運用期間は11/1～3/31。塩淡水境界層水深が7m以浅の場合に操作を実施。
- ・大曲堰の冬季運用を制限した場合の影響を、鉛直1D水質モデルで予測検討した。

■鉛直1次元水質モデルのイメージ



■予測計算条件の設定方法

計算条件		設定方法
湖盆条件		国土地理院の湖沼データに基づき作成
塩水流入条件 (網走川下流からの流入条件)	流量	不等流計算により作成した潮位・湖水位に対する流量テーブルから設定。 流量テーブルは、大曲堰倒伏・直立それぞれに対して作成し、それぞれH-ADCPに基づく実績流量により検証。
	塩分	入潮量(上記逆流流量の積算値)と湖水・海水混合率の関係から設定 (※湖水・海水混合率はKP5.0(大曲橋)実績塩分をもとに作成)
	水温	海水温・湖表層水温と海水・湖水の混合率から遡上水温を推定 (※海水温は網走近傍の海面水温読み値)
淡水流入条件 (網走湖上流からの流入条件)	流量	本郷地点の流量に基づき、網走湖の流域面積との比を用いて推定
	塩分	常時ゼロ(淡水)
	水温	治水橋の定期水質調査結果から水温と網走気温との関係式を作成し、設定
気象条件	風速	青潮観測装置の実績値
	気温、日射量等	気象庁網走観測所の実績値
結氷による影響		12～3月を結氷期間と仮定し、この間は風応力ゼロ

10. 冬季運用制限による塩分への影響予測結果

- ・2014(H26)年以降から2018(H30)年までの5ヵ年を対象に予測計算を実施した。
- ・大曲堰の運用を、「11～3月運用（操作要領）」、「実績運用※」、「運用なし」の3ケース設定して結果を比較した。 ※実績運用は運用期間がいずれも2ヶ月程度の短縮運用
- ・11～3月運用と運用なしを比較すると、塩淡水境界層が0.58～1.31m上昇、表層塩分が0.13～0.65PSU増加する。

対象年	塩淡水境界層の水深(m)				表層塩分(PSU)			
	前年11/1	当年3/31			前年11/1	当年3/31		
		堰起立 「多」	堰起立 「少」	堰起立 「無」		堰起立 「多」	堰起立 「少」	堰起立 「無」
	堰運用開始前	11月～3月運用	実績通り運用	冬季運用制限	堰運用開始前	11月～3月運用	実績通り運用	冬季運用制限
①2014(H26) 主な運用期間: 1/14～2/28	6.87m	6.82m	6.00m (△0.82)	5.91m (△0.91)	1.06PSU	0.12PSU	0.24PSU (△0.12)	0.25PSU (△0.13)
②2015(H27) 主な運用期間: 1/20～3/27	6.89m	6.42m	5.92m (△0.50)	5.84m (△0.58)	1.11PSU	0.74PSU	1.24PSU (△0.50)	1.39PSU (△0.65)
③2016(H28) 主な運用期間: 1/4～2/24	6.71m	6.16m	5.23m (△0.93)	4.97m (△1.19)	1.82PSU	0.28PSU	0.36PSU (△0.08)	0.42PSU (△0.14)
④2017(H29) 主な運用期間: 1/16～3/17	7.55m	7.20m	6.52m (△0.68)	6.12m (△1.08)	0.72PSU	0.14PSU	0.22PSU (△0.08)	0.27PSU (△0.13)
⑤2018(H30) 主な運用期間: 2/1～3/27	7.46m	7.02m	5.75m (△1.27)	5.71m (△1.31)	1.25PSU	0.20PSU	0.38PSU (△0.18)	0.41PSU (△0.21)

※（）内は、堰起立「多」（操作規則通り前年11月～当年3月まで運用したケース）と比較した場合の変化量。

※上記の表中に示す数値は、網走湖St.5塩分プロファイルに基づく実績ではなく、数値シミュレーションによる予測結果である。

11. 今後の低塩分化対策検討の方向性

11. 今後の低塩分化対策の方向性と委員会統合の必要性

- ・低塩分化対策については、動力なしで下層貧酸素化回避は困難。ただし、大曲堰の冬季運用を抑制することで、低塩分化を若干でも緩和できる可能性がある。
- ・気候変動による海面上昇により、塩淡水境界層が上昇することにより、青潮・アオコの発生頻度が高くなることが想定される。大曲堰の運用変更は、塩淡水境界層上昇の抑制対策としても有効と考えられる。
- ・よって、低塩分化対策と塩淡水境界層上昇の抑制対策を両睨みした「大曲堰の柔軟運用（最大活用）」の検討が必要。併せて「抜本的な対応」についても必要性を検討。

・表層低塩分化：考えられる対策は以下

①湖内に高塩分水域を形成し、シジミの産卵環境を維持する。

⇒試行的対策から、DO低下により生物環境等は厳しいことが判明

②大曲堰の冬季運用を抑制し、塩水流入を増加させる。

・塩淡水境界層上昇：考えられる対策は以下

①大曲堰の運用変更（運用期間の変更等）により塩水流入を減少させる。

大曲堰の柔軟運用
（最大活用）

迅速かつ効率的に検討を進めるため、関係する委員会の統合（発展的統合）が必要。

大曲堰の柔軟運用と併せて「抜本的な対応」についても必要性を検討