

令和6年2月15日（木）
令和5年度環境放射能監視検討会

女川湾の水質環境の長期変動について

宮城県水産技術総合センター
環境資源チーム

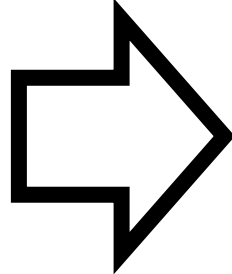
【背景①】

宮城県沖合の黒潮の動向の変化

これまでの傾向
(~2017年)



常磐沖あたりで東に向かう



最近の傾向
(2017年~)



※紀伊半島から東海沖で蛇行し大きく離岸する

宮城県沿岸近くまで北上してから東に向かう

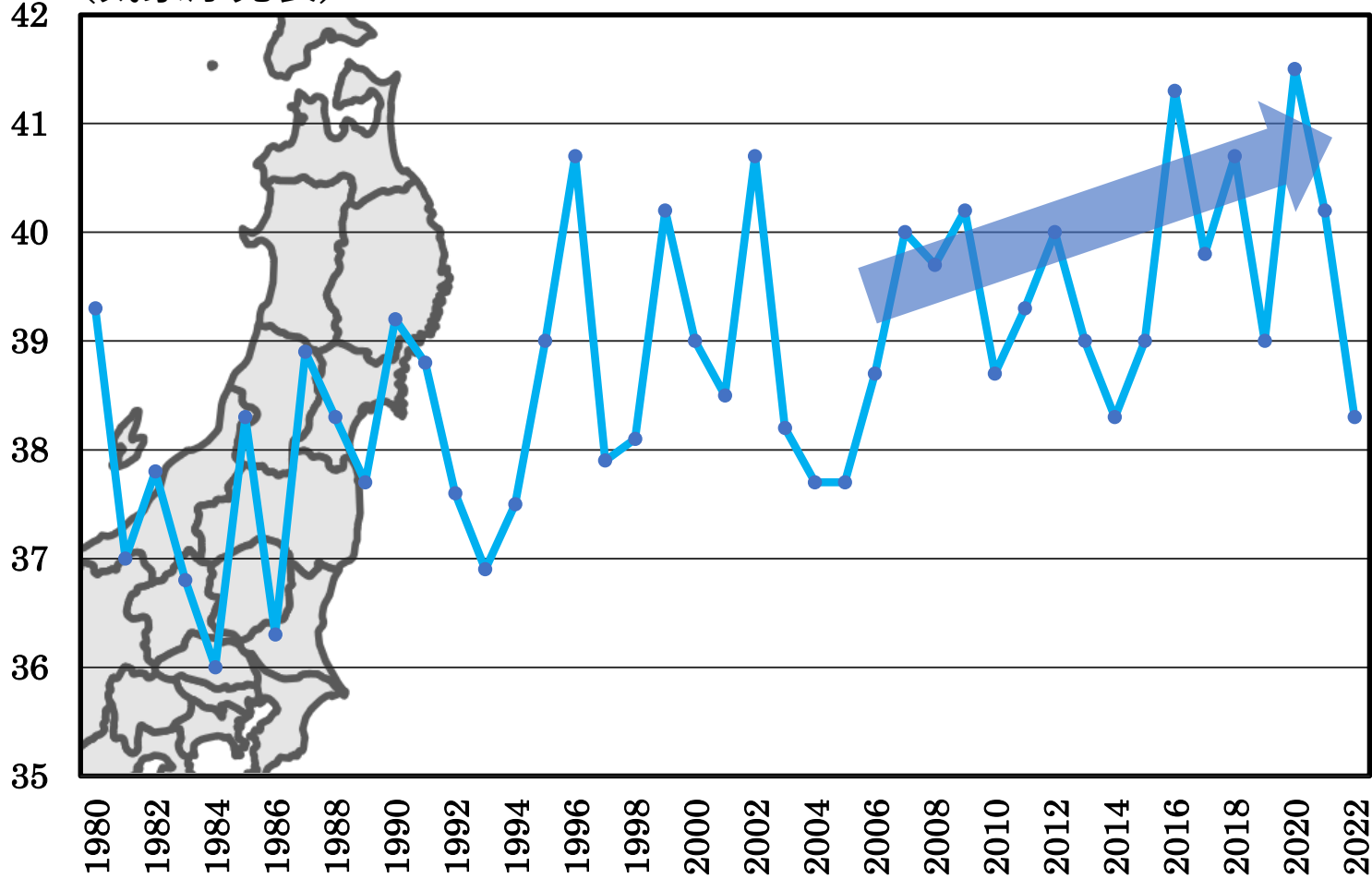
2017年8月に黒潮が大蛇行の状態となって以降、宮城県海域に黒潮系水が接岸、波及しやすくなっている

【背景②】

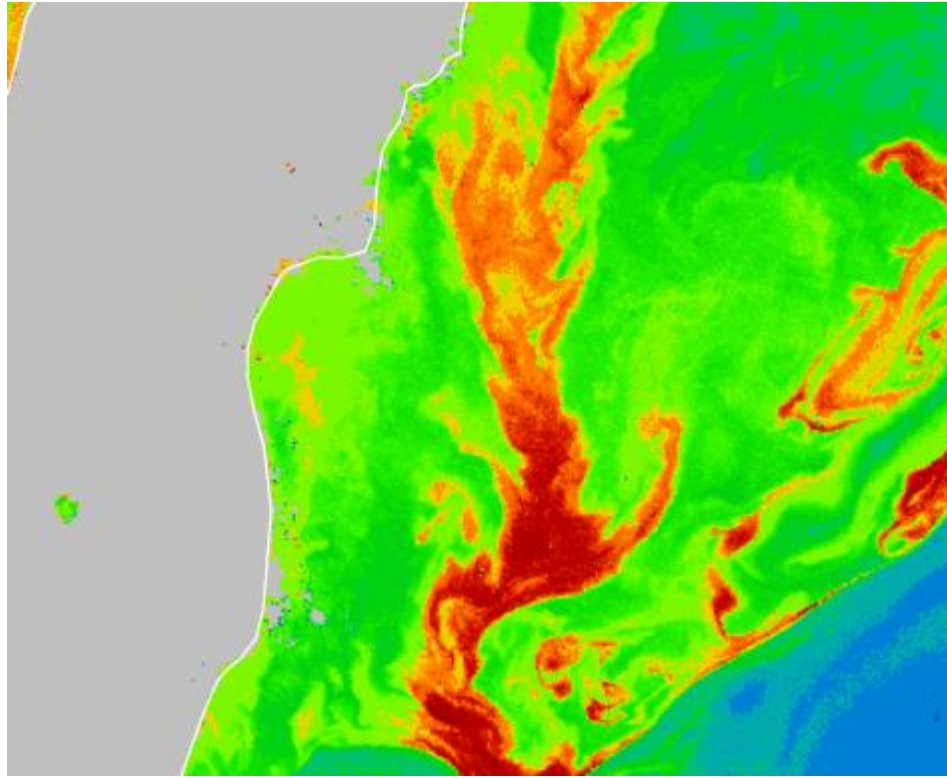
宮城県沖合の親潮の動向の変化

(気象庁発表)

3～5月の親潮平均南限緯度



令和4年3月12日 クロロフィルa濃度
「しきさい」衛星画像



- 2016年以降、**親潮**が春季に南下してこない傾向
- 2022年春は、久しぶりに**親潮**が南下し宮城県沿岸に波及
- 2023年春は**黒潮**が強勢な中、勢力は強くは無いが**親潮**が南下

【背景③】

親潮：低水温・低塩分・高栄養塩 ⇔ **黒潮**：高水温・高塩分・低栄養塩
黒潮と**親潮**の動向の変化は、宮城県沿岸の水質環境に影響する可能性がある。

仙台湾の事例

「仙台湾における水質環境の推移とその変動要因」日本水産学会誌 2023年89巻4号 p.353-364

- 2003年～2021年の仙台湾の水質環境の推移を解析
- 震災後、特に2016年以降、**春季に高水温、高塩分**となっている
- 溶存酸素と栄養塩濃度は低下



親潮の波及が減少した一方で**黒潮**が波及するようになったことで
仙台湾内の水質環境が変化している

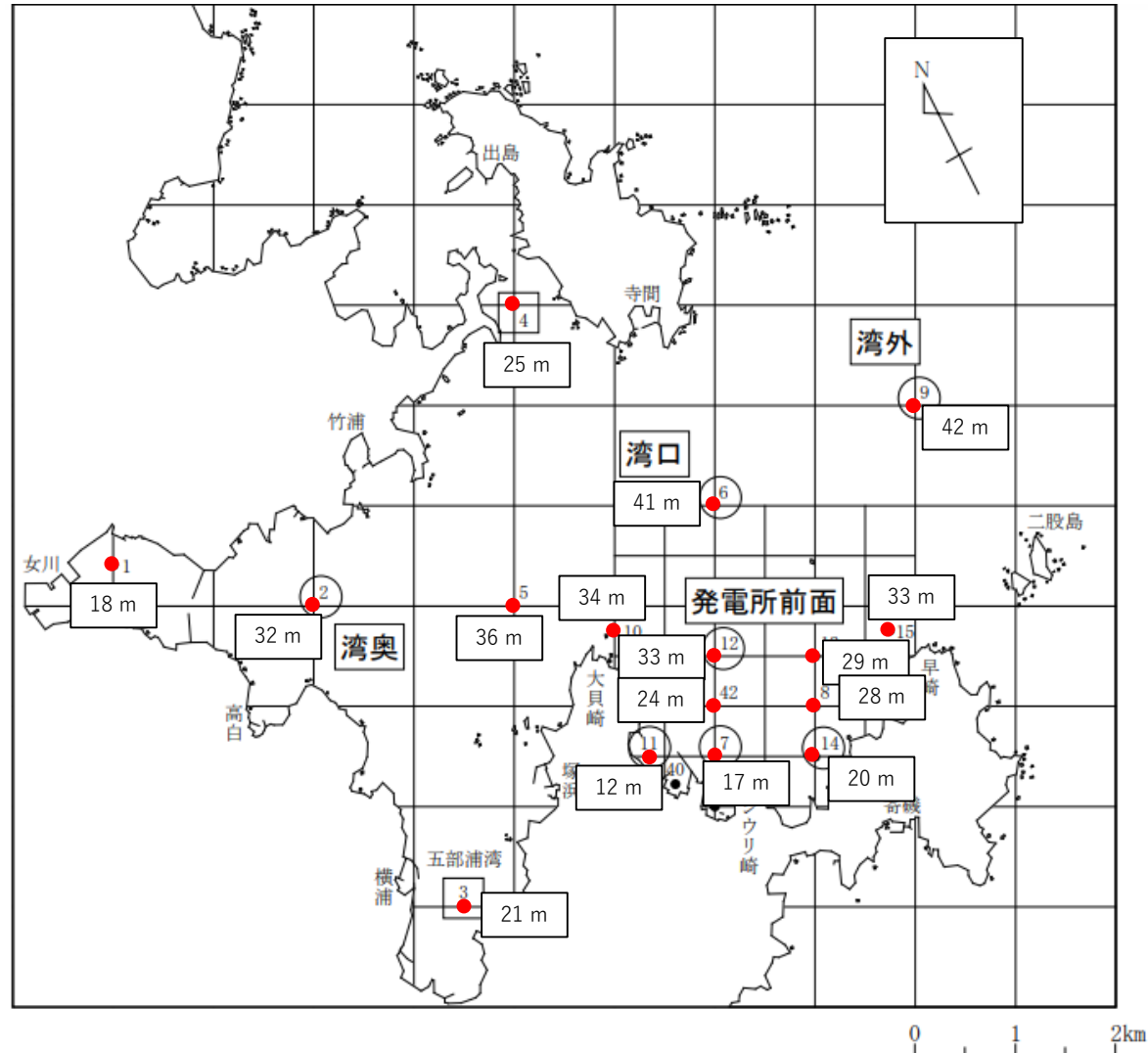
【本日の発表の内容】

- ・ 2003年4月～2023年2月（※）の女川湾の水質環境の推移を解析し、近年の**親潮**と**黒潮**の動向の変化が水質環境にどのような変化を及ぼしているかを調べた。

※第166回女川原子力発電所環境保全監視協議会で承認を受けた【女川原子力発電所温排水調査結果（令和4年度）】までのデータを対象とした

- 仙台湾の事例から、春に高水温、高塩分となり、溶存酸素や栄養塩濃度の低下が見られる可能性。

【調査方法】



(St. 1~15, 42 測定月：4, 7, 10, 1月 測定者：宮城県)

(St. 1~15, 40~42 測定月：5, 8, 11, 2月 測定者：東北電力)

※St. 40、41のデータは今回使用しなかった。

● 調査月

1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11月

※宮城県と東北電力で交互に調査を実施

● 調査点

調査点16点 (水深12~42 m)

● 観測・採水層

海面、5 m、10 m、20 m、海底直上

● 観測・分析項目

今回は水温、塩分、溶存酸素、
栄養塩類 (溶存無機態窒素DIN、溶存無
機態リンDIP) について報告

【データ解析】

- **調査月と季節**

1-2月を「冬」、4-5月を「春」、7-8月を「夏」、10-11月を「秋」とした。

- **各調査点の結果を平均して解析**

予備解析の段階で、季節や年による時間的な変動と比べ、水平的な水質環境の変動は大きくないと考えられたため。

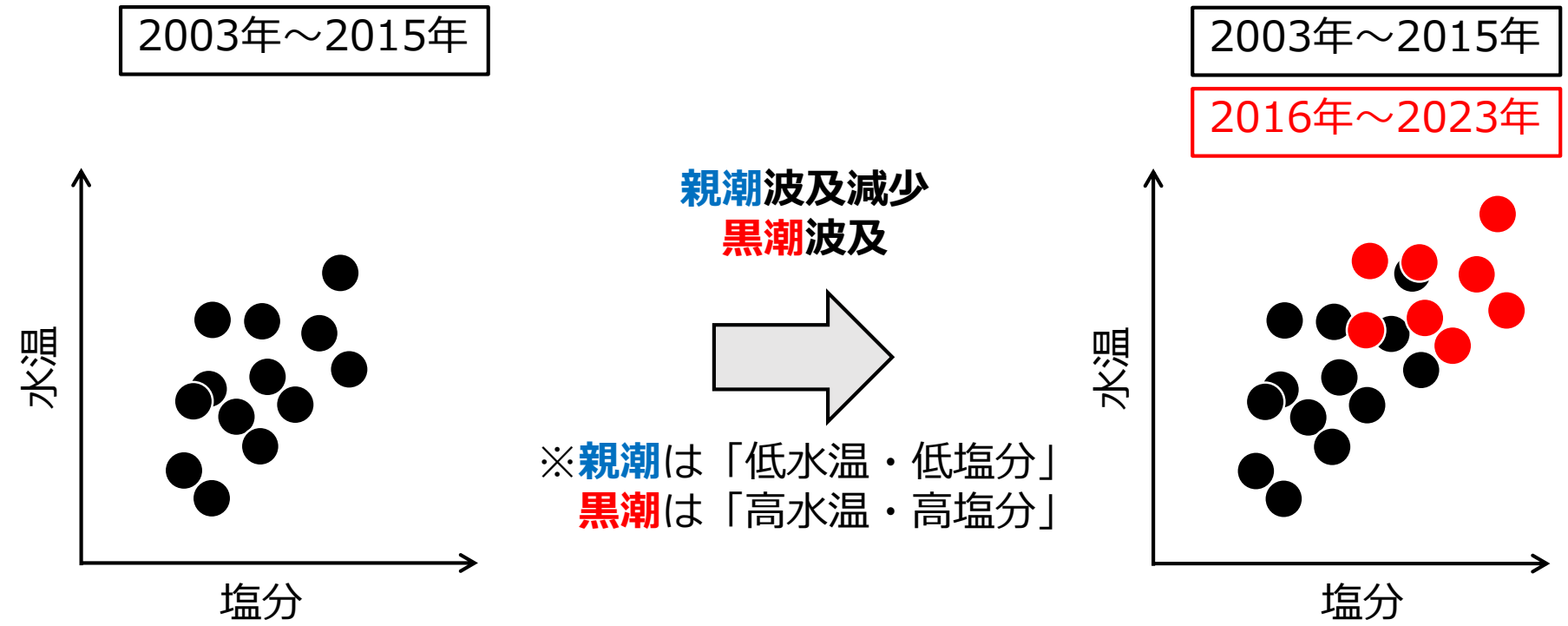
- **調査年の区分**

調査年を2015年以前と**親潮**が北偏した2016年以降に分けて解析。

※ただし、2019年、2022年は親潮南下

【親潮と黒潮の動向の解析】

● 水温・塩分関係からの親潮と黒潮の動向の変化の検出



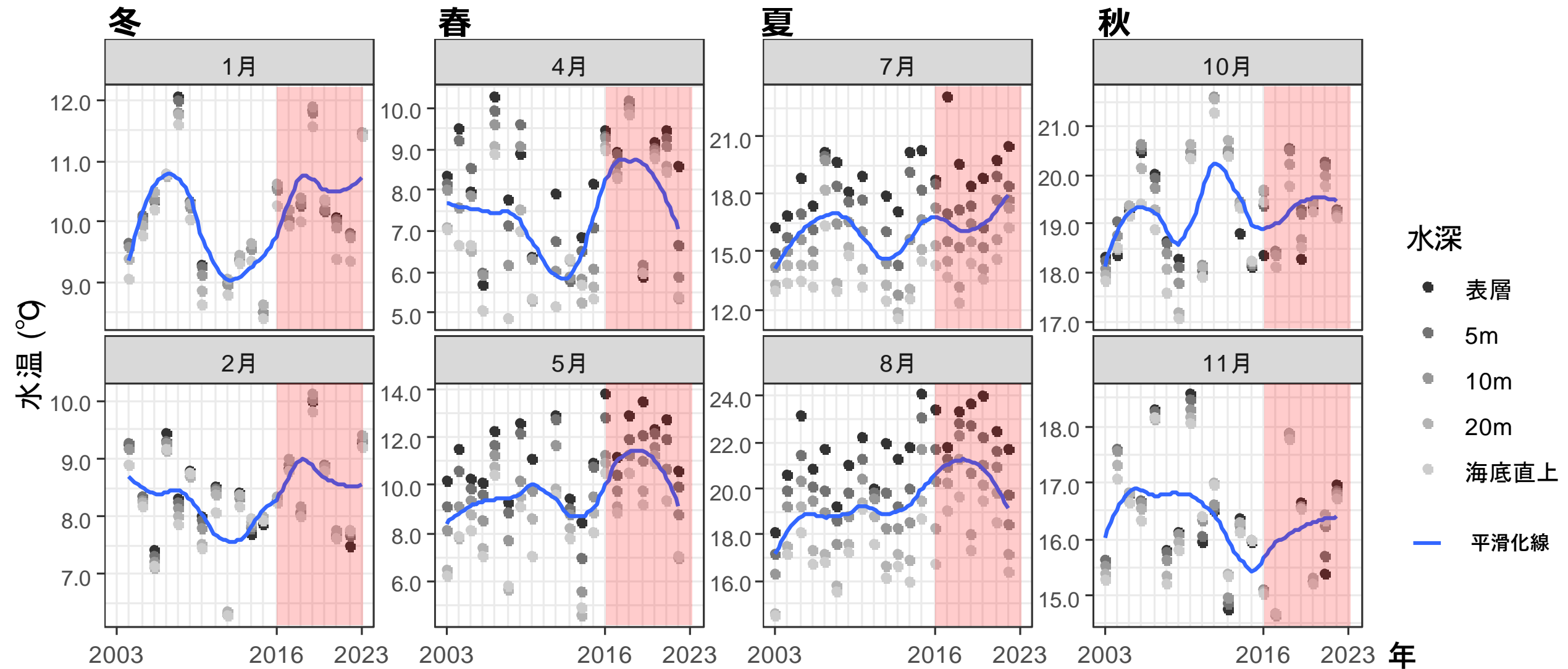
2016年以降に親潮波及が減少し黒潮が波及しているのであれば、2016年以降のデータは水温塩分関係において右上に位置すると仮定できる。

- ① 水温・塩分関係を月ごとに検討し、親潮と黒潮の動向の変化が認められる季節を検出
- ② 降雨や河川水の塩分への影響を除去するため、海底直上のデータのみ使用

● 親潮と各水質項目の関係

気象庁が発表している「春季の親潮の平均南限位置（緯度）」と各水質項目の関係を単回帰分析で解析した。

【結果①水温の年変動】



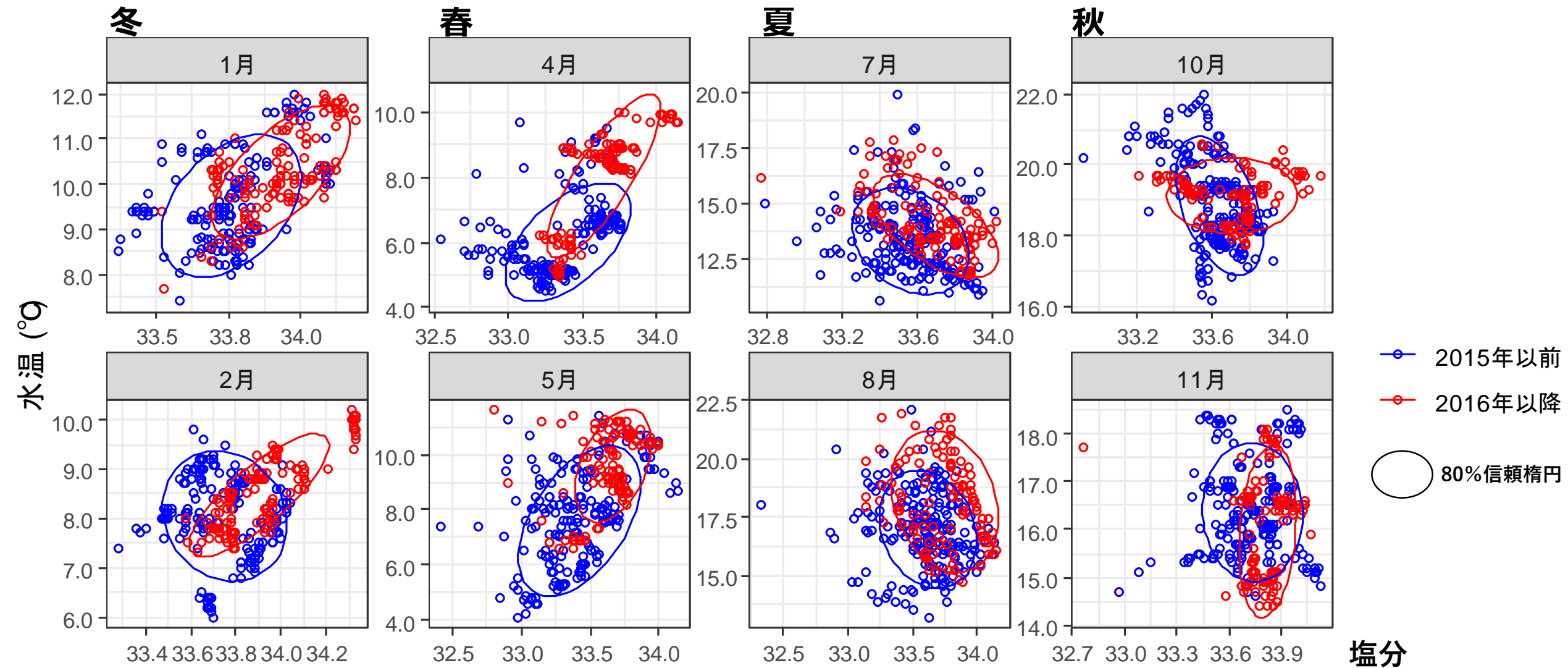
・ 2016年以降やや高い。

・ 2016年以降高い（特に底層）。
・ 親潮年の2019、2022年に4月は低め。

・ 8月に全体的な上昇傾向。

・ 水温の上昇傾向は認められない。

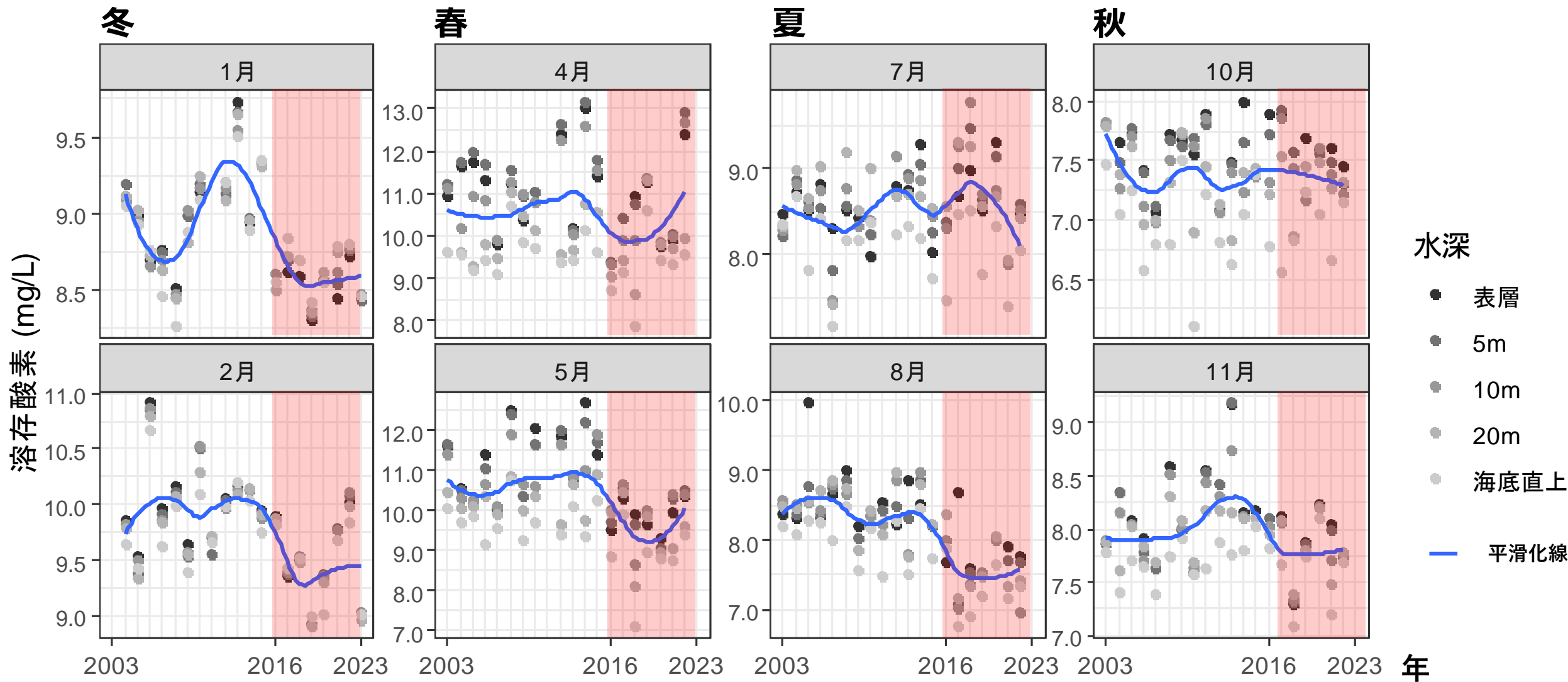
【結果②水温・塩分関係（海底直上）】



- ・冬と春は2016年以降のデータが右上に位置する傾向。
- ・1,2,4月には2015年以前には観測されていない高水温・高塩分を確認。

- ・夏と秋は2015年以前と2016年以降の重なりが大きい。
- ・8月は2016年以降のデータがやや右上に位置した。

【結果③溶存酸素の年変動】



・ 2016年以降低い。

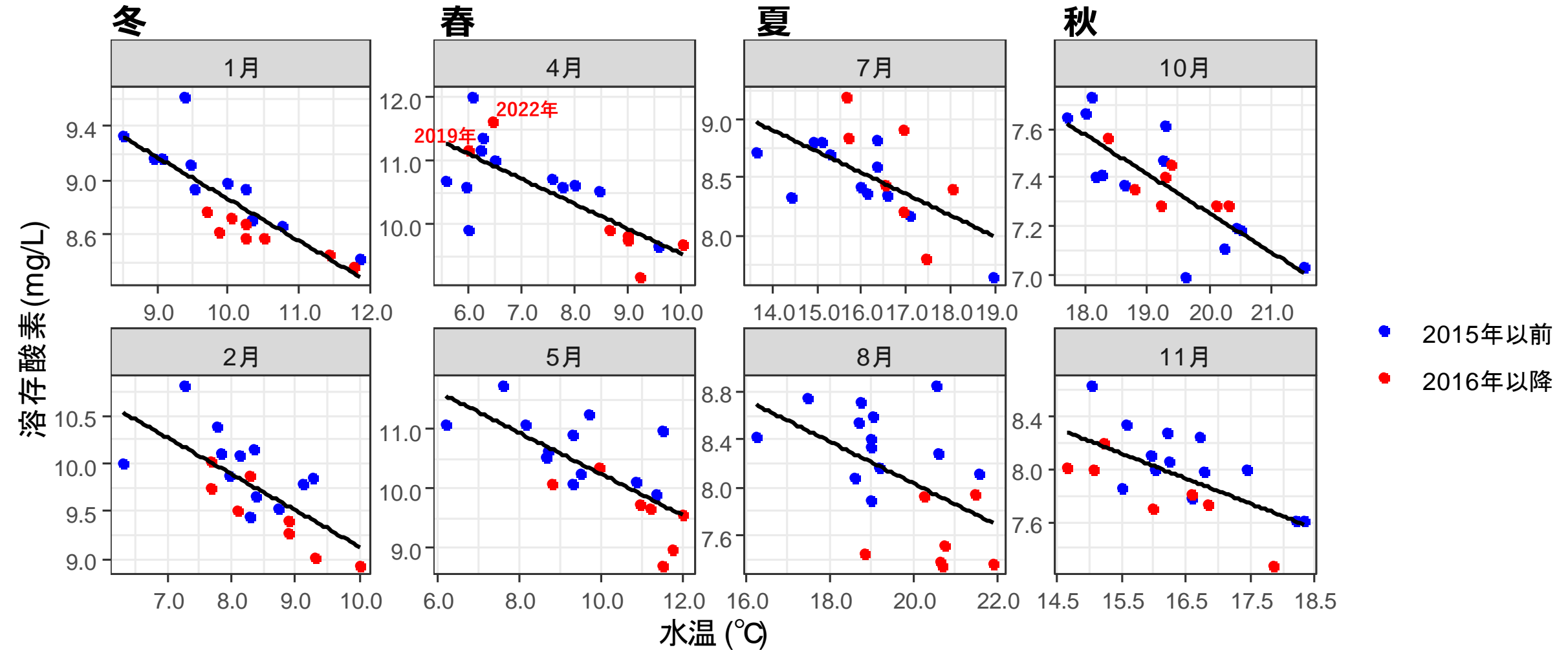
・ 2016年以降低い（特に中底層）。
 ・ 親潮年の2022年4月は高め。

・ 8月に全体的な低下傾向かつ、2016年以降に低い傾向

・ 2016年以降11月にやや低い傾向

【結果④ 溶存酸素と水温の関係】

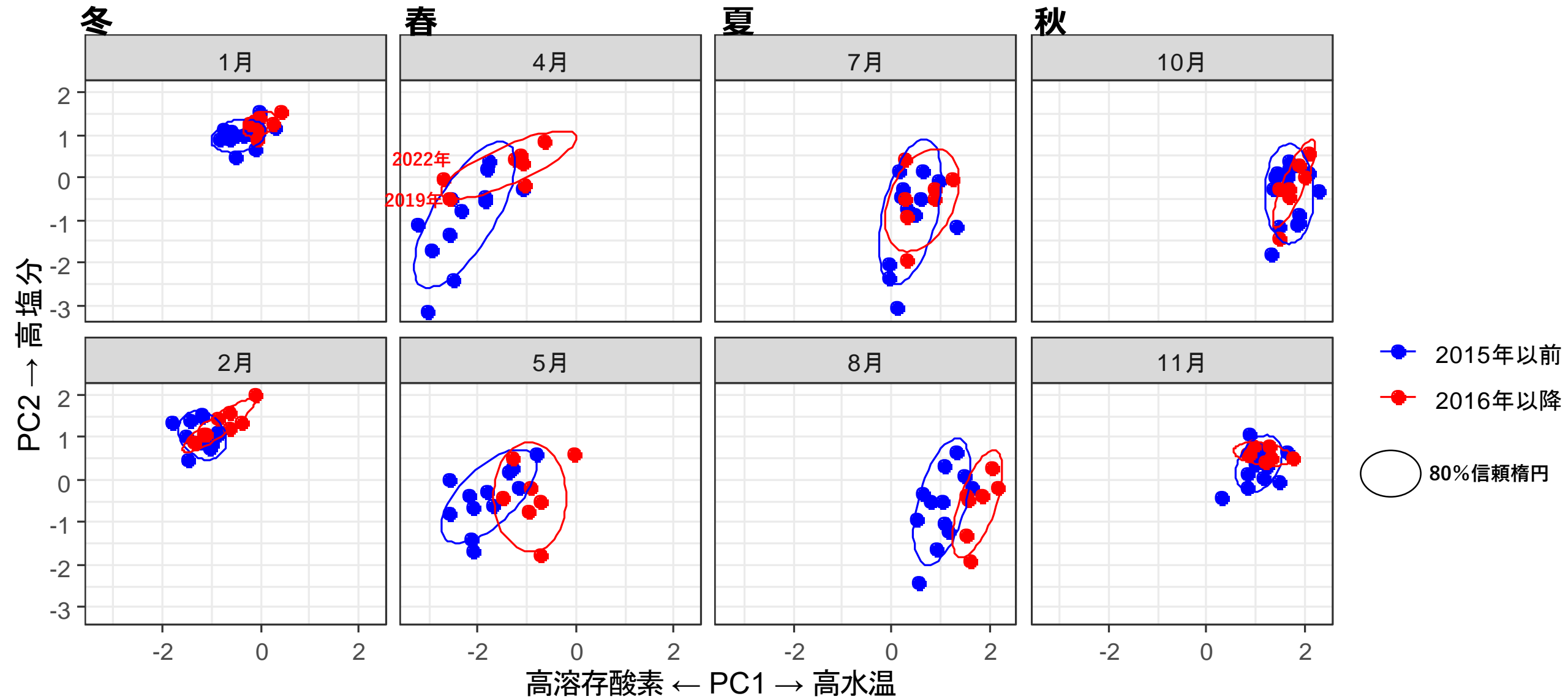
※全ての月で負の相関が認められた。



・ 冬と春は、4月の親潮年を除き、2016年以降に2015年と比べ高水温・低溶存酸素濃度の傾向。
→近年の高水温による酸素飽和量の低下が溶存酸素濃度減少の一要因と考えられた。

・ 7、10、11月は2015年以前と2016年以降の違いは不明確。
・ 8月のみ、冬や春と同様な傾向。

【結果⑤主成分分析（水温、塩分、溶存酸素）】



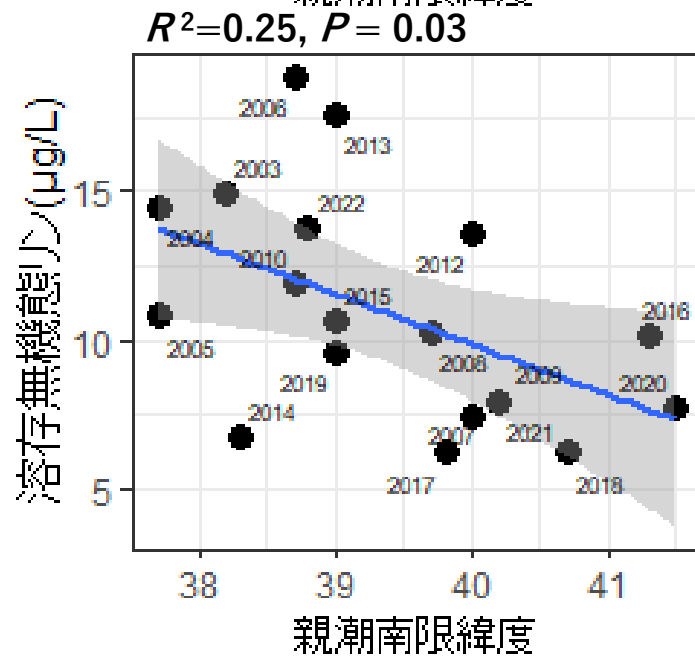
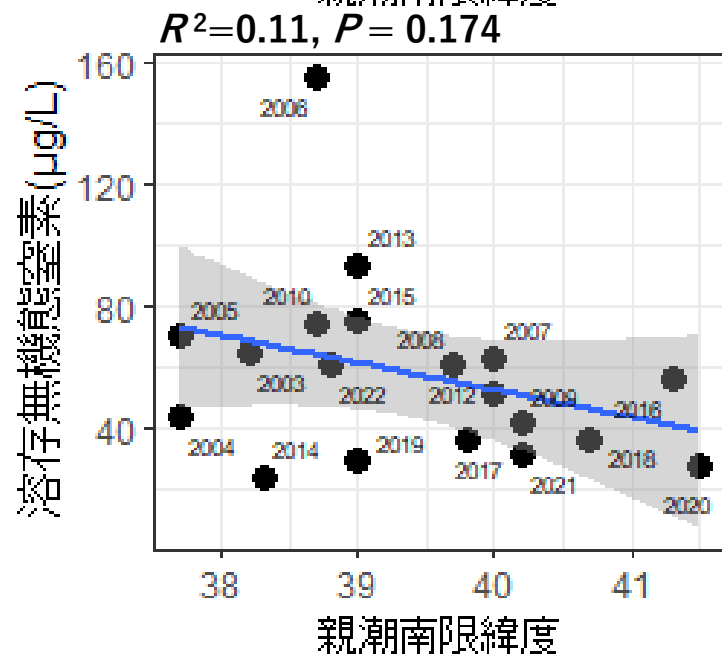
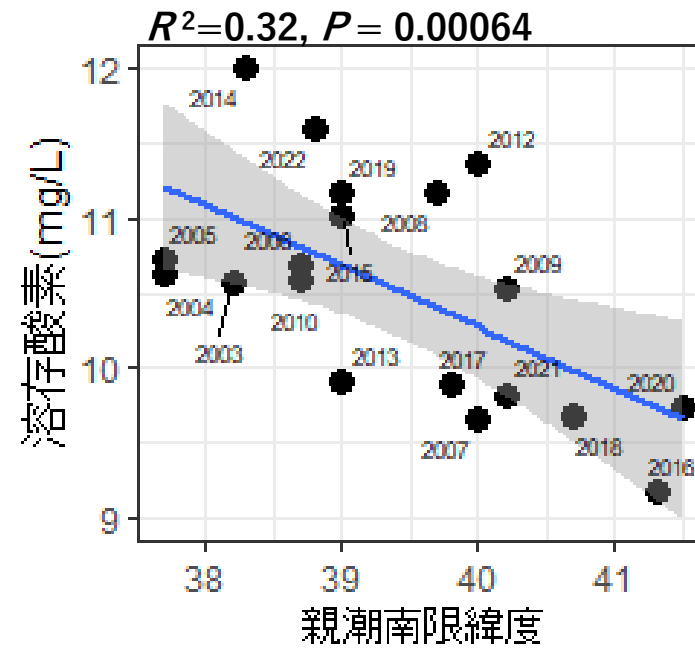
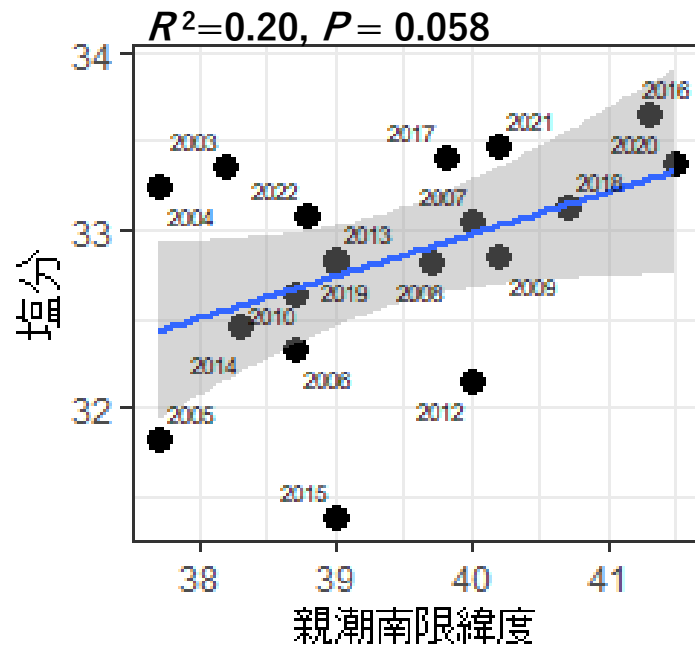
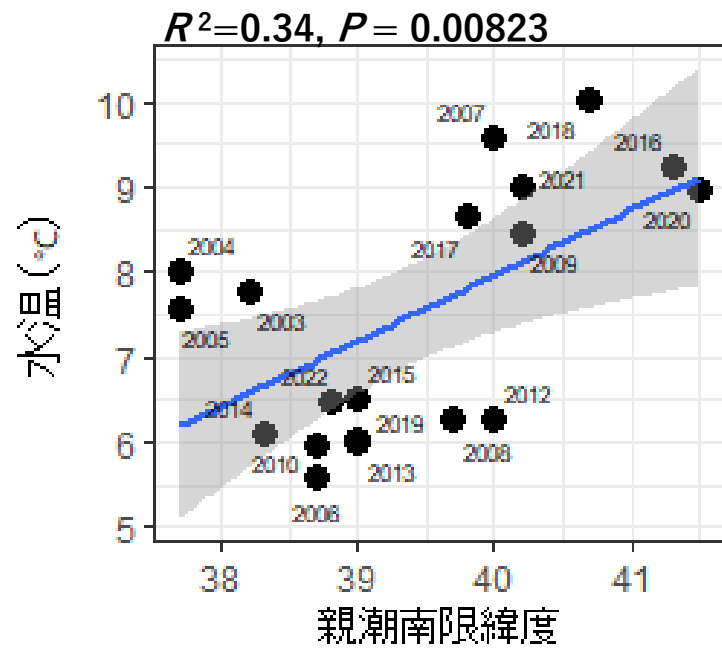
・ 2016年以降に高水温、高塩分、低溶存酸素の傾向。

・ 4月は2016年以降高水温、高塩分、低溶存酸素。親潮年の2019、2022年のみ低水温、高溶存酸素

・ 8月に2016年以降高水温、低溶存酸素となったが高塩分の傾向は認められない

・ 2016年以降に水質環境が変化している兆候は認められない。

【結果⑥親潮と春（4月）の水質環境の関係】



・ 春季の親潮南限緯度と4月の水質環境との関係を見ると、水温、溶存酸素、溶存無機態リンで有意な相関 ($P < 0.05$) が認められ、親潮の動向が春の女川湾の水質環境に影響を与えていると考えられた。

【まとめ 2016年以降の女川湾の水質環境の変化】

水質環境	冬	春	夏	秋
水温	上昇傾向	上昇傾向	8月に上昇傾向	2015年以前と変化なし
塩分	上昇傾向	上昇傾向	2015年以前と変化なし	2015年以前と変化なし
溶存酸素	減少傾向	減少傾向	8月に減少傾向	2015年以前と変化なし

- **女川湾の水質環境は、仙台湾と同様に親潮と黒潮の動向の変化の影響を受け変動していた。**
- ✓ 冬と春に高水温、高塩分、低溶存酸素となる傾向があり、親潮と黒潮の北偏の影響を受けたものと考えられた。
- ✓ 水質環境の変動は春（4月）に大きく、親潮の動向の影響を受け水質環境が変動していた。
- ✓ 夏（8月）の高水温と低溶存酸素については今後検証が必要（黒潮・親潮以外の影響？）。
- ✓ 秋には2016年以降に水質環境が変動している傾向は認められなかった。

<今後の検討課題>

- ・ 2023年4月以降の高水温の影響
- ・ 底質や植物プランクトン相の変動、降雨の影響、親潮・黒潮以外の海流（津軽暖流水等）との関係