斐伊川濁水調査

保健環境科学研究所

背景）

- 本WG報告書においてりんの削減に主眼を置いた対策が必要と提言
- 斐伊川高頻度採水調査(平成22年～23年)により斐伊川の全りん濃度（流入負荷量）は大きな出水があったときに顕著に上昇することが示されている。
- 昨年度、出水時に斐伊川支川で調査を実施し出水時の全りん濃度は赤川が高いことが示唆された。

↓

- 今年度以降で非特定汚染源負荷についてどの発生源がりん濃度増加に大きく寄与しているかを調査する。
- 今年度は赤川の源流域（山林地域）を対象に出水により各成分の濃度がどのように変化するか調査を実施した。
- また砂防ダムによる濁水発生抑制効果についても検討を試みた。

調査概要（今年度実施分）

①山林からの流出水調査

山林地域から流出する流出水について、週1回程度採水し各項目を測定。また同時に水位と流速を計測しH-Q式を作成した。このH-Q式は今後流出負荷量を算出する際の流量計算に用いる。

②砂防ダムからの流出水調査

砂防ダムから越流する流出水位ついて上記①と同時期に採水し各項目を測定、水質に違いが見られるか確認。

調査期間：平成２８年１２月２日～平成２９年２月２４日（計８回）

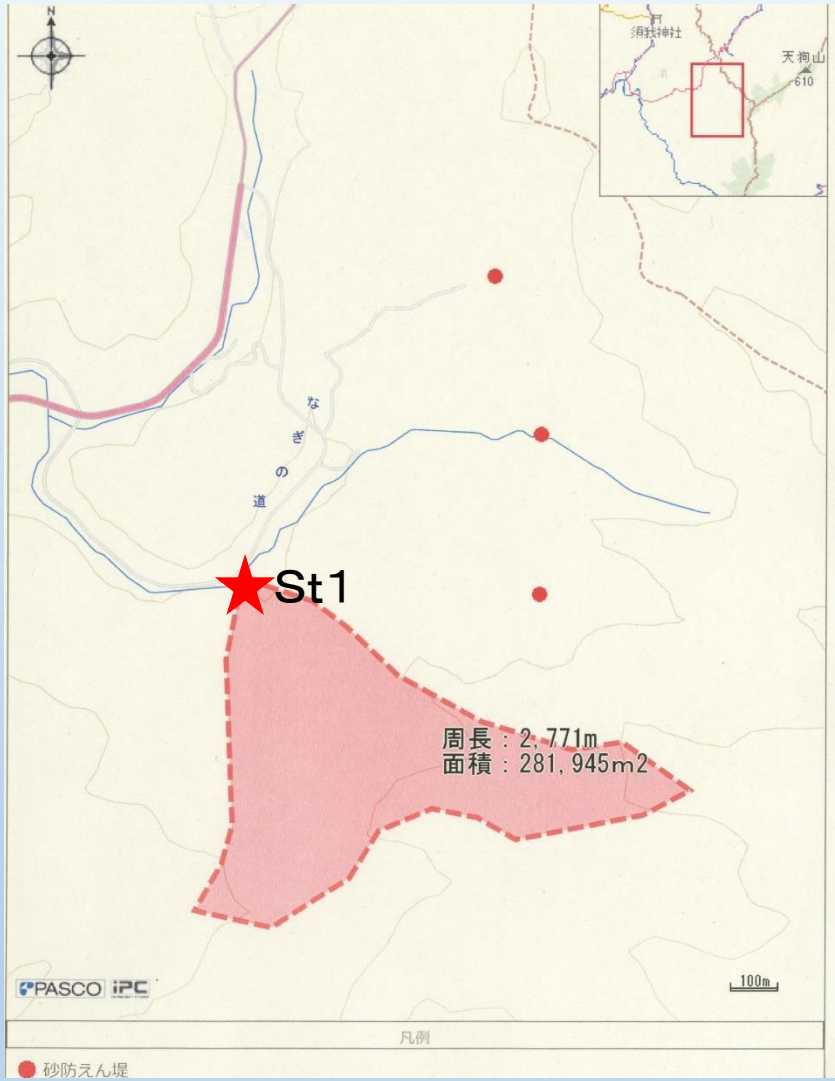
調査地点

- St1：山林からの流出水調査地点
  赤川源流域引那岐川支流（流域面積28.2ha）

- St2：砂防ダムからの流出水調査
  赤川源流域古屋川えん堤（流域面積8.6ha）

山林からの流出水調査地点（st1）

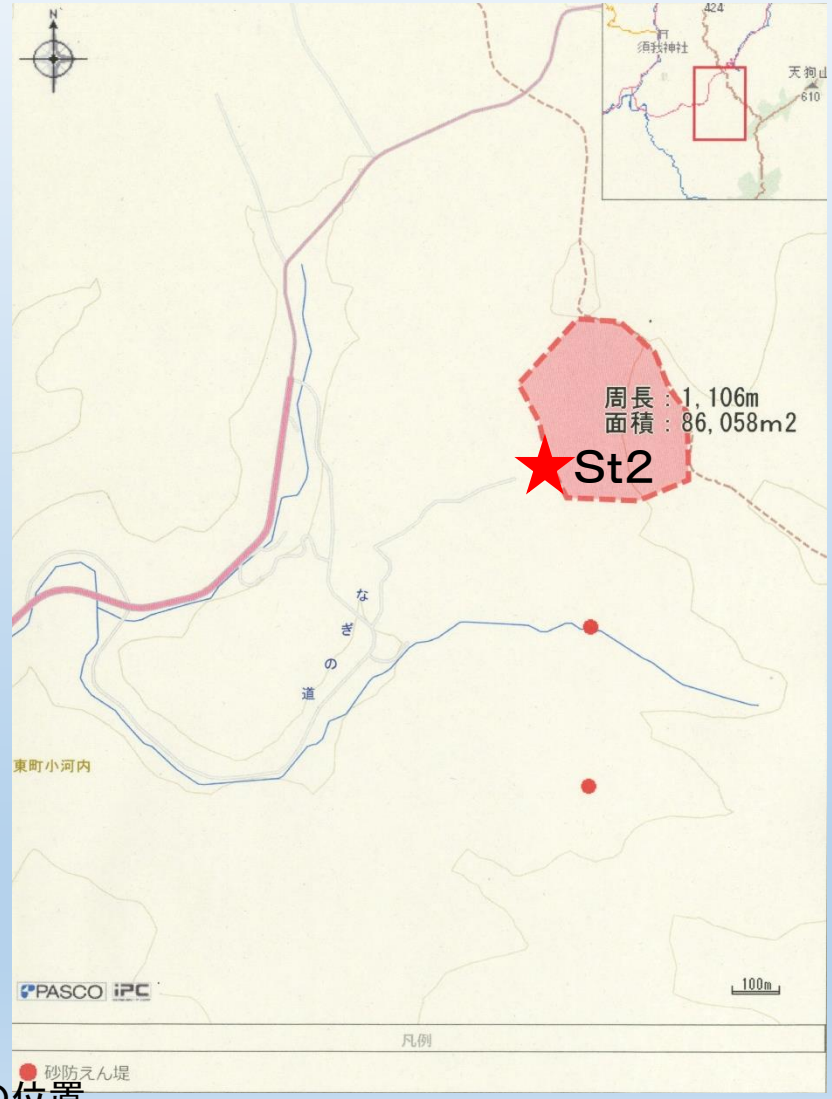
島根県統合型GISデータより



● 砂防堰堤の位置

砂防ダムからの流出水調査地点（st2）

島根県統合型GISデータより



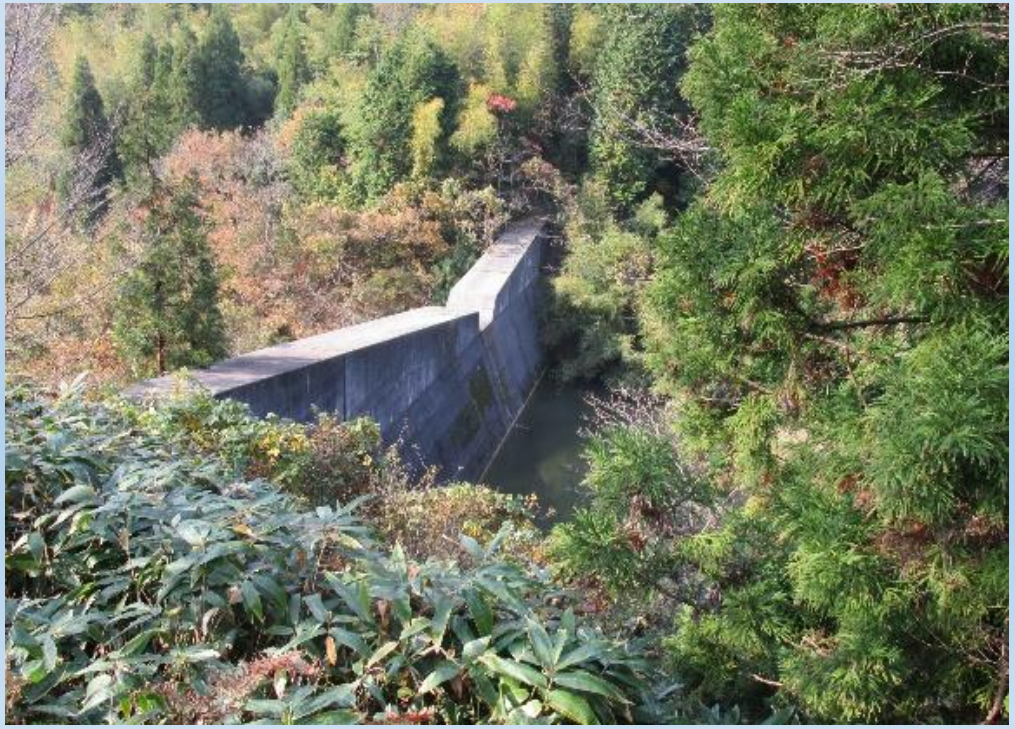
● 砂防堰堤の位置

St1

St1概要

- 山林からの流出水が集まり引那岐川へ合流
- 水路は3面コンクリートで幅60cm
- 集水域はほぼ山林で最下流部にわずかに水田あり
- 無降水時の水深は6cm程度
- 水深、流速の測定は容易

St2



St2概要

- ダム上流部は山林
- ダムには上部に円形の穴2か所、下部に円形の穴が1か所あり。
- 下部の穴はふさがっているが周囲の水田への用水としてパイプが通してあり常時パイプから排水あり
- 通常時には上部から流出水の越流はないが降水があると上部より流出水がある

調査手法

〇河川流量とH-Q式の作成（st１）

・現場採水時にメジャーにて水深の測定、電磁流速計により流速の測定（水路中央部、右岸部、左岸部）

・3か所の流速の平均を調査時の流速とし水深×流速により流量を計算

・水深と流量よりH-Q式を作成

〇分析項目（st１及びst2）

pH、EC、SS、COD、TN、各態窒素、TP、PO4-P、TOC、DOC等

〇調査期間：平成28年12月2日～2月24日（計8回）

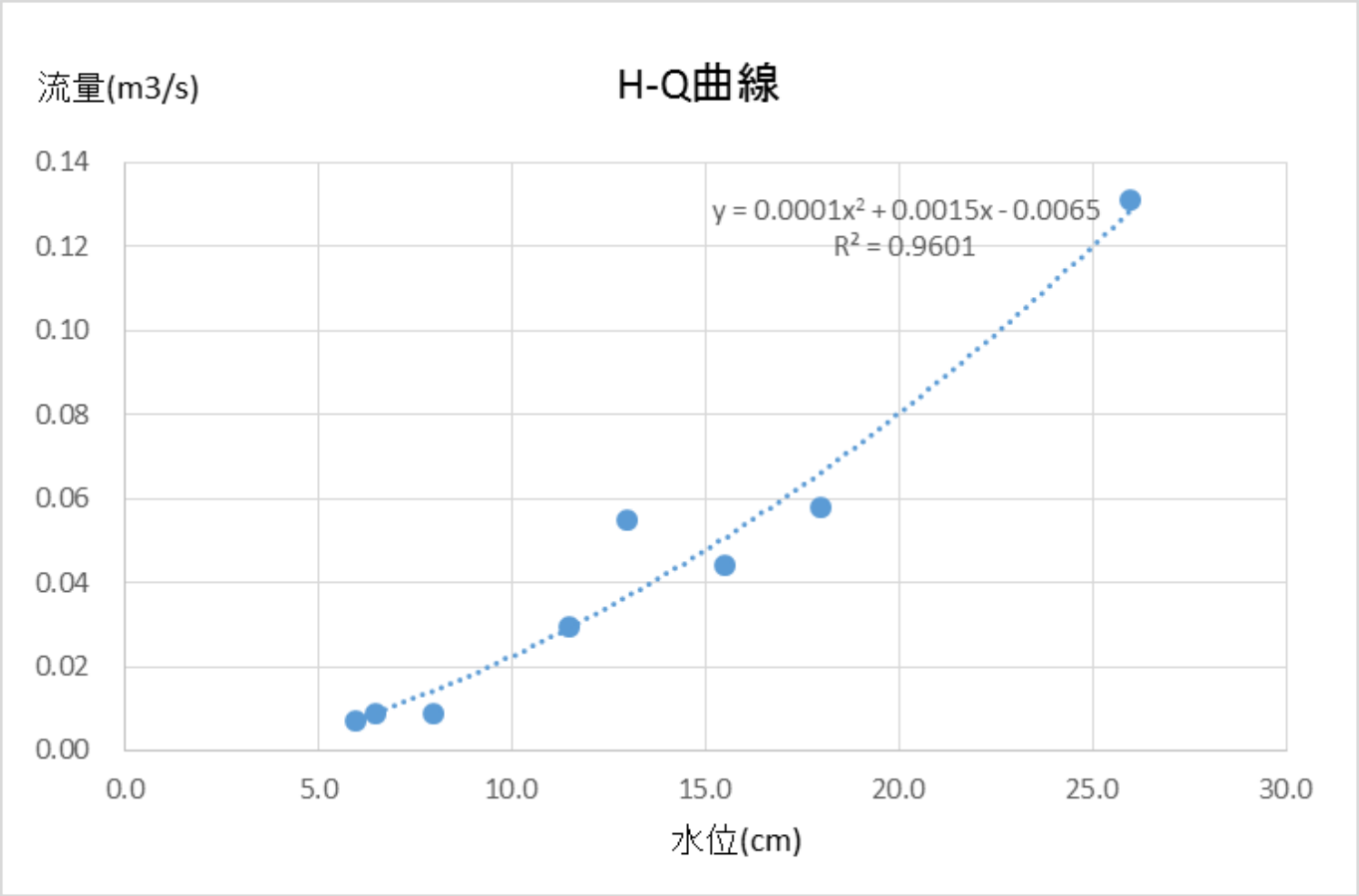
調査風景（st1）

調査風景（st2）

調査結果
St1(山林からの流出水)について

採水日	水深（cm）	流量（m3/s）	前24時間の降水量(mm)
12月2日	6.0	0.0072	0.0
12月9日	6.5	0.0090	1.0
12月14日	15.5	0.0442	21.5
1月19日	8.0	0.0089	0.5
1月30日	26.0	0.1312	26.0
2月8日	11.5	0.0293	0.0
2月17日	18.0	0.0579	2.0
2月24日	13.0	0.0549	9.5

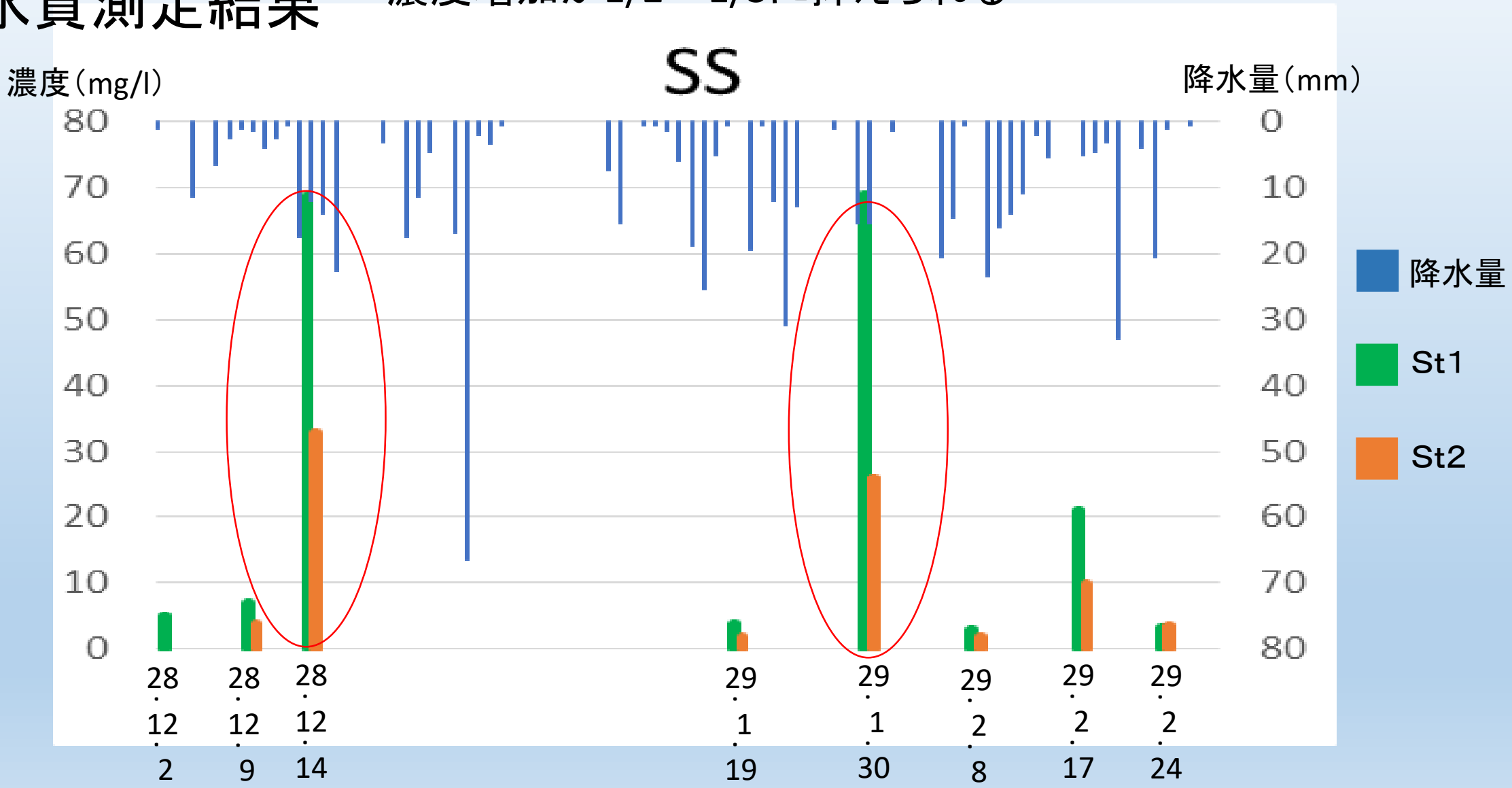
※降水量は気象庁アメダスの大東地点のデータ



今後データを蓄積し、より正確なH-Q曲線を作成し流量算出に利用予定

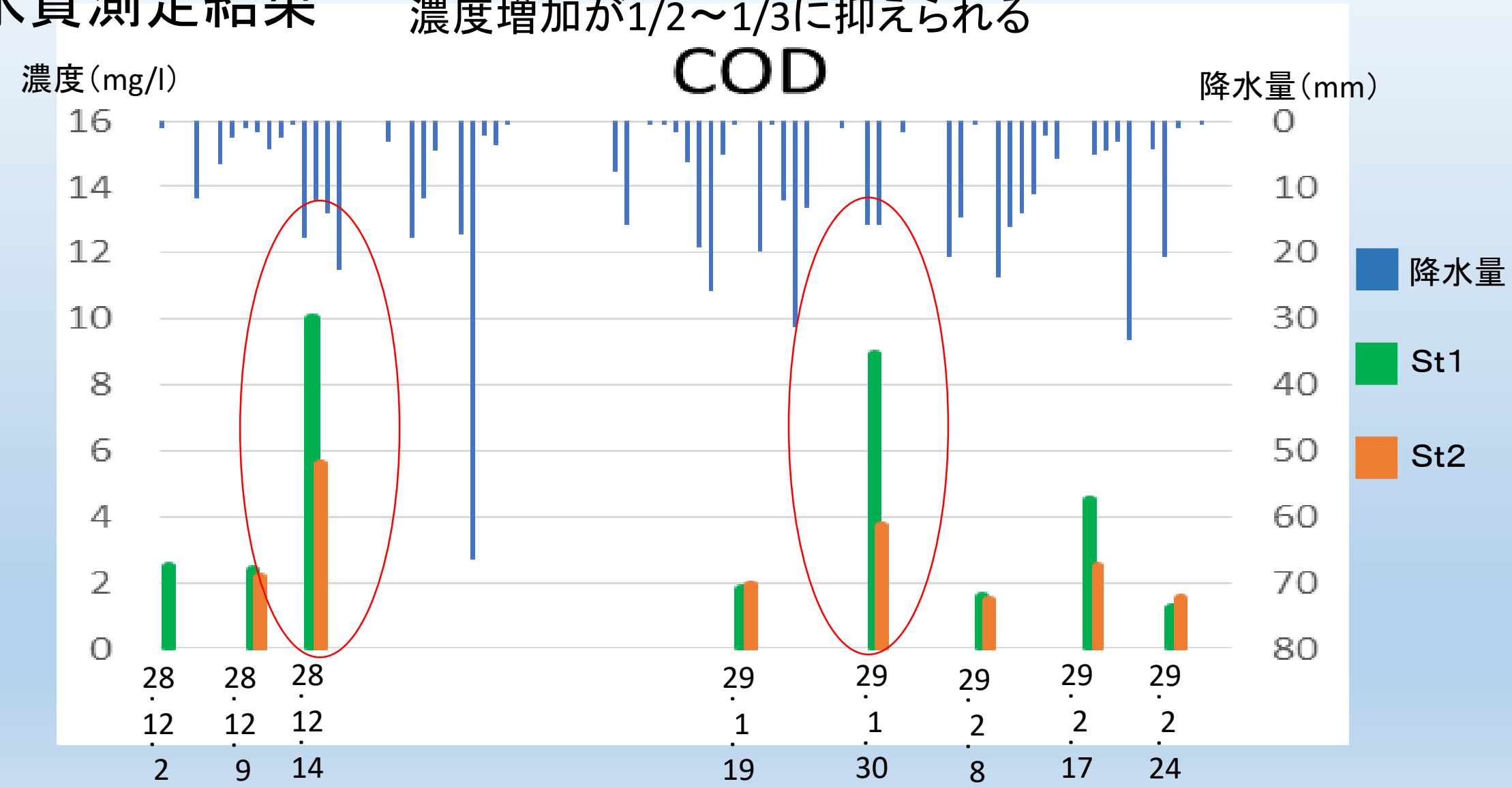
調査結果
水質測定結果

砂防ダムにより高出水時の濁水による
濃度増加が1/2～1/3に抑えられる



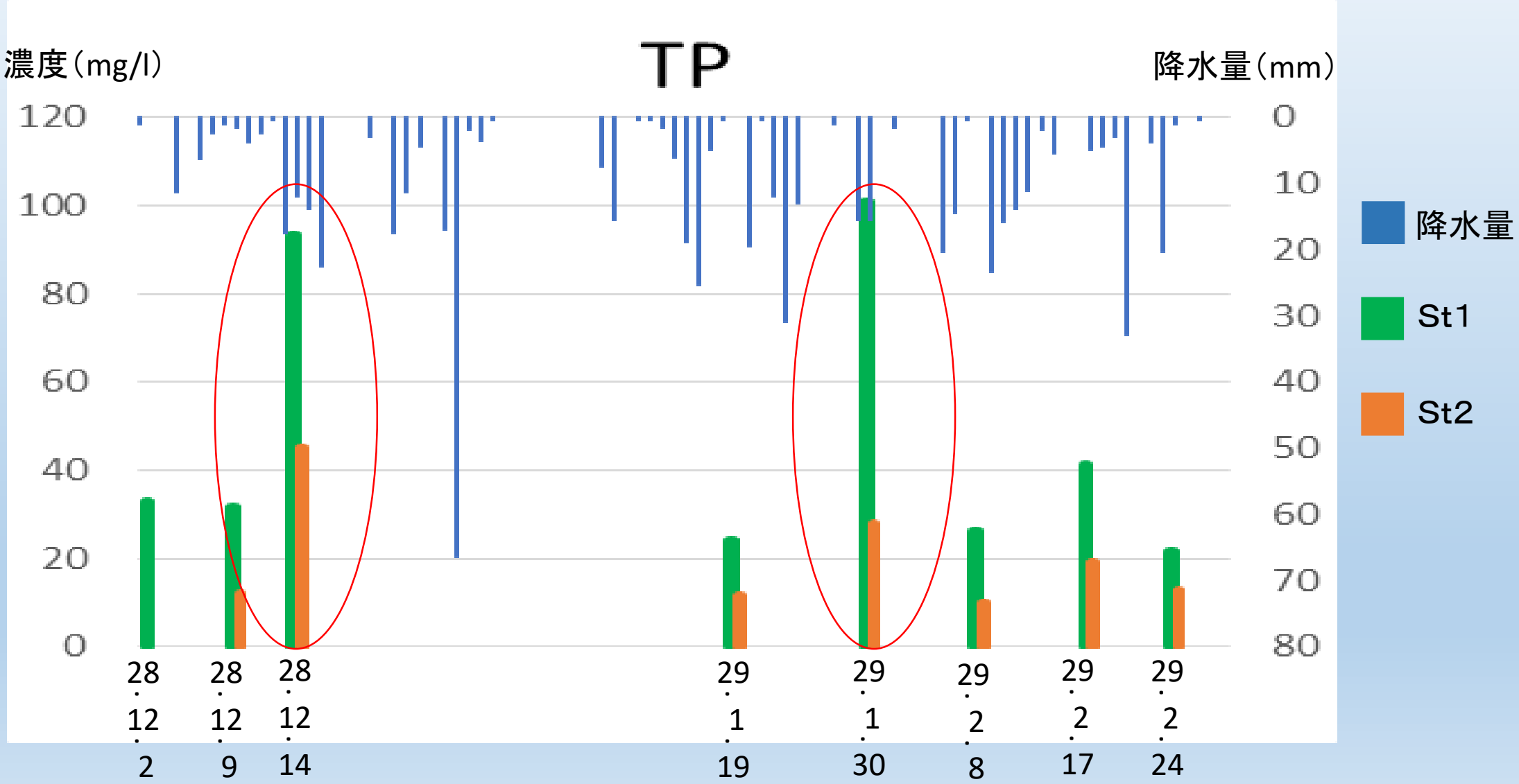
調査結果
水質測定結果

砂防ダムにより高出水時の濁水による
濃度増加が1/2～1/3に抑えられる



調査結果
水質測定結果

砂防ダムにより高出水時の濁水による
濃度増加が1/2～1/3に抑えられる



調査結果（まとめ）

・斐伊川支流である赤川源流域で山林からの流出水調査を実施
・現場で水深、流速を測定しH-Q式を作成した。
・前日に20㎜以上の降水があるとst1、2ともに各項目の濃度が上昇することが分かった。

・st1とst2で水質を比較し、砂防ダムによりSS、COD、TPについて1/2～1/3程度まで降水による濁水の流出が抑制されることが分かった

今後の方向性

〇本調査を次年度も継続

・1,2週に一度の通常調査（平水時、降水時問わず）

⇒st１及び2での水質の違いを確認する。

・st1に水位連続測定器を設置し水位の連続観測を実施する。

⇒H-Q式から流量を求め、st1における流出負荷量を算出し、出水時に流出負荷量がどのくらい増大するか確認する。

・大きな降水が見込まれる時に降水前から降水終了まで連続的に採水し降水によってどのように濁水が発生するかを確認する。

今後の方向性

〇調査にあたって考慮すべき点

・砂防ダムからの流出水については現在濃度のみの評価となっているが負荷量の調査も必要か？その際の流量の測定方法をどのように行えばよいか？

⇒砂防ダム下流部は土砂や草が生い茂っており水位、流速の測定が困難。また、ダム管理者、地元への調査説明が必要

今後の方向性

〇その他の非特定汚染源からの濁水発生状況調査

・平成29年度：山林調査を継続

・平成30年度：水田からの濁水発生状況調査

⇒年間を通した水田からの流出水調査を実施

代掻き、田植え、水管理、中干し、収穫までの流出水の水質、負荷量を調査する。

↓

・山林、水田いずれの負荷が濁水の発生に大きく寄与しているのかを明らかにする

宍道湖・中海連結系での流動生態系モデルの構築

田中陽二
東京都市大学

はじめに

数値シミュレーションの役割

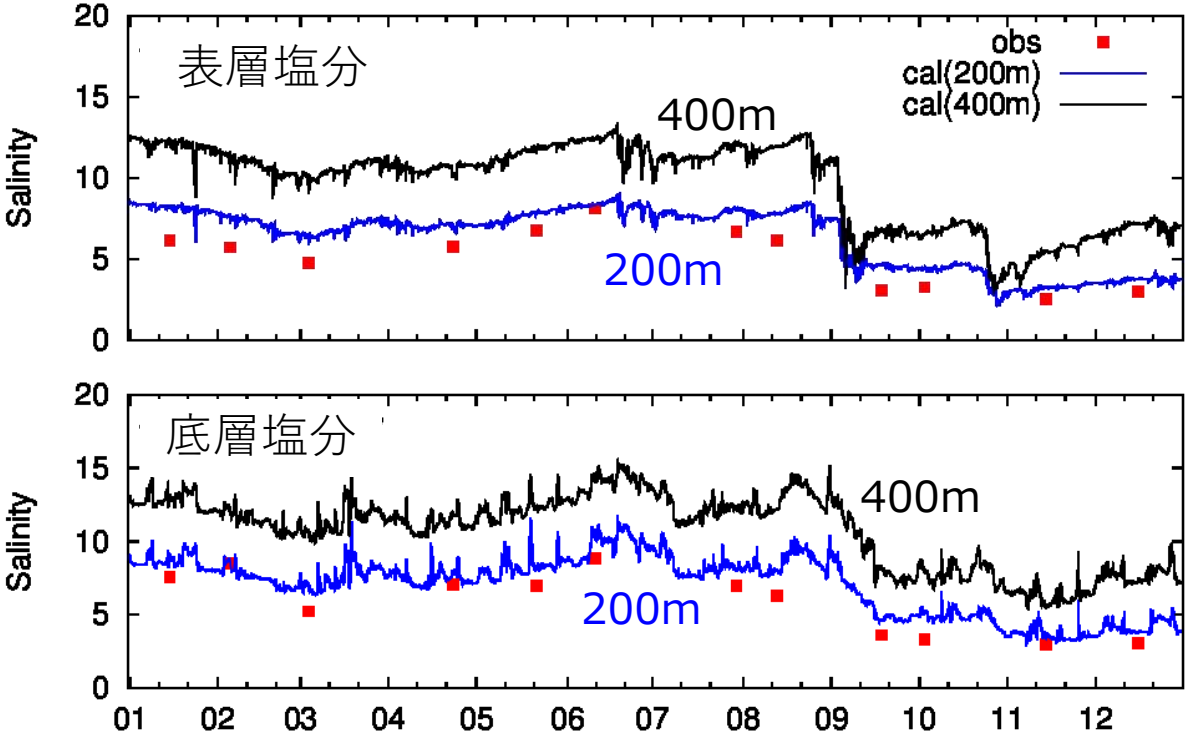
- 現状把握・・・・・塩水侵入の動態や残差流分布など、観測では解析が困難な現象を捉えられる。
- シナリオ計算・・・流入負荷削減の効果など、環境施策の影響を把握できる。

既往研究等

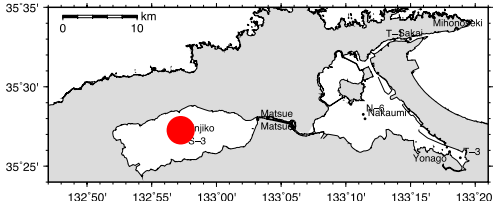
- 宍道湖（中海）の計算は、福岡ら（1995）、Nakata et al.(2000)、溝山ら（2011）などによって実施されてきた。
- ただし、宍道湖・中海に特有の現象（２段階の塩分遡上、数cm規模の成層形成、宍道湖の貧酸素化）の再現性に改善の余地あり。

2015年度の成果

- 宍道湖・中海を連結した流動モデルの構築。
- 水平200mと400mのメッシュを作成。
- 両湖の塩分を概ね再現。



図：宍道湖湖心の塩分（2013年）

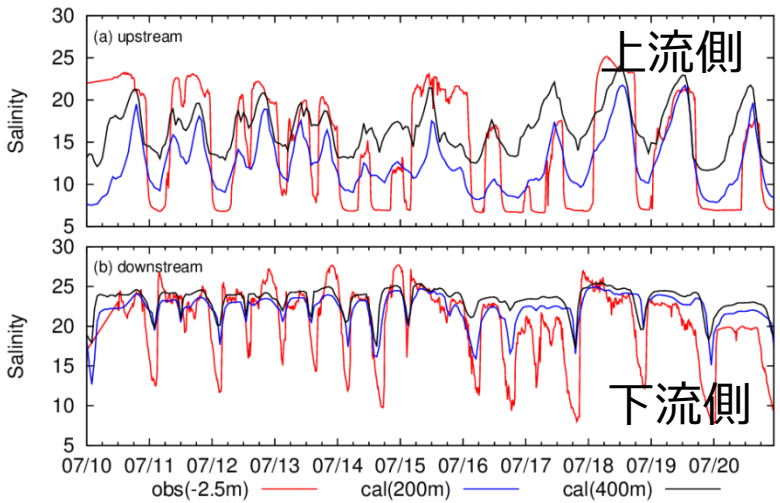


宍道湖湖心

2015年度のまとめ（塩分遡上の再現性）

表：大橋川の塩分遡上の再現性

項目	200m	400m
位相	○	○
振幅	△	△
バイアス	○	△



図：大橋川の塩分変動

- 位相（タイミング）は、両メッシュともに問題ない範囲。
- 振幅（変動幅）は、両メッシュとも同程度の誤差。
- 400mメッシュで、過大評価のバイアス（特に上流）。

- 振幅の誤差は密度成層が緩いため。
- 粗いメッシュでは大橋川の塩分遡上が過大評価となる。

2015年度のまとめ

- 宍道湖・中海連結系での年間流動シミュレーションを行い、再現性の検証を行った。特に、水平メッシュサイズ（200m, 400m）の影響について検討した。
- 400mメッシュでも、水位・水温の再現性は問題ないが、塩分が過大評価となった。水平メッシュサイズは大橋川での塩分遡上に大きな影響を与える。
- 密度成層の再現性については、両メッシュともに課題が残った。
- 次年度は生態系モデルのシミュレーションを実施する予定。

前回の指摘事項など

・中海の再現性に改良の余地あり
→　風データについて、GPVデータの活用
→　中浦水門付近の水深の精査
→　境界条件（塩分）のデータ収集

今年度の作業概要

メイン：宍道湖・中海での貧酸素水塊の再現

- 宍道湖・中海連結系で、生態系シミュレーションを実施する。
- 夏～秋の底層貧酸素水塊を再現する。

① 塩分の再現性向上

- 計算条件の見直しにより、塩分の再現性を向上させる。

② 貧酸素水塊の再現

- 貧酸素水塊の再現性を検証し、課題事項を洗い出す。

数値シミュレーションの概要

- 「塩分の再現性向上」と、「貧酸素水塊の再現」の目的に合わせて、メッシュとモデルを分けた。

	①塩分の再現性向上	②貧酸素水塊の再現
水平メッシュ	200m	400m
鉛直メッシュ	67層	67層
モデル	流動モデル	流動生態系モデル

① 塩分の再現性向上（流動モデル）

計算条件

基本項目の設定

項目	設定	前年度
水平メッシュ	200m正方格子	同じ
鉛直メッシュ	レベル座標系：67層 （水深10mまで0.2m間隔）	同じ
乱流モデル	Richardson数モデル	やや改良
移流項スキーム	TVDスキーム	同じ

乱流モデルはパラメータを調整した（最大鉛直渦動粘性係数を1.0×10^{-4}[m^2/s]から2.0×10^{-5} [m^2/s]に変更）。

気象条件

前年度

- 松江の気象データを一様に与えた（1時間間隔）。

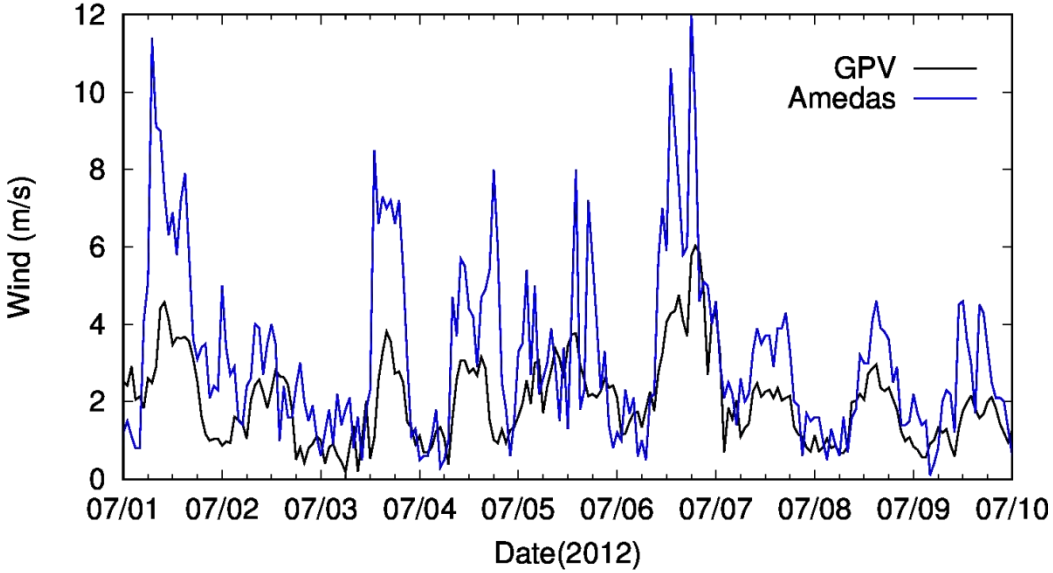
今年度

- 風・気温は気象庁GPV予測値から各メッシュに空間補間した（1時間間隔）。
- その他の気象データは松江の気象観測値を一様に与えた（1時間間隔）。

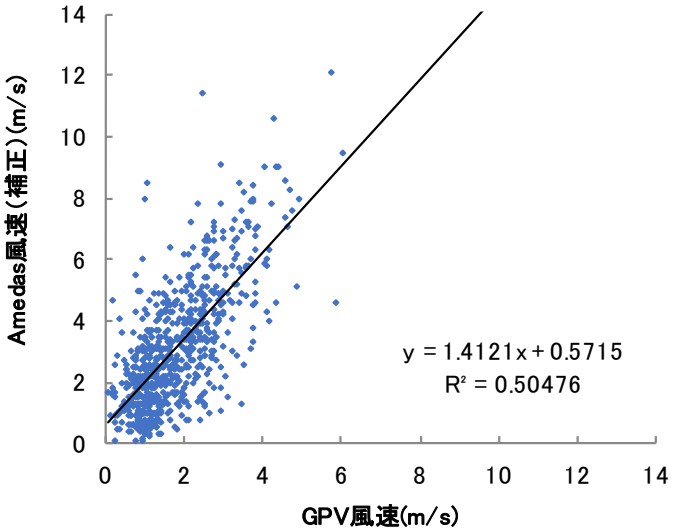
【補足】

GPVデータの検証（風速）

- GPVの風速の大きさが適切か、検討した。
- アメダス（松江）と、GPVデータを松江に空間補間したデータを比較する。



図：GPVとアメダス（松江）の風速



図：GPVとアメダス（松江）の風速比較（2012年7月）

- 単純比較では、アメダスの風速が大きいが、高さの補正が必要。

【補足】

風速の高さの補正方法

- 地表付近での風速の鉛直分布は、一般的に対数則に従っている。
- 高さz_Aの風速（U_A）を、高さz_Bの風速（U_B）に補正するには、次式を用いる。

$$U_B = U_A \frac{\ln(z_B/z_0)}{\ln(z_A/z_0)}$$

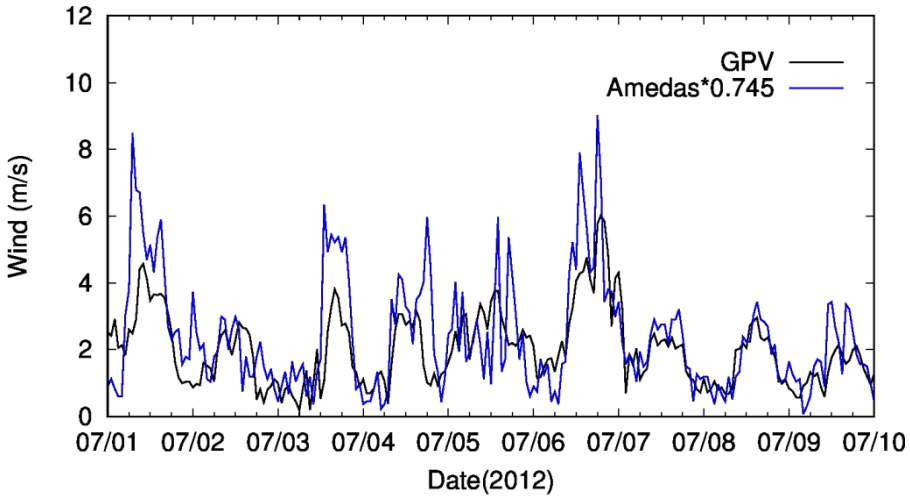
z_0 ：粗度(m)

- 松江の風速計高さは26.8m（地上より）。
- GPVの風速データの高さは10m。
- 松江の粗度は42～79cmで、平均55.6cm（*）。

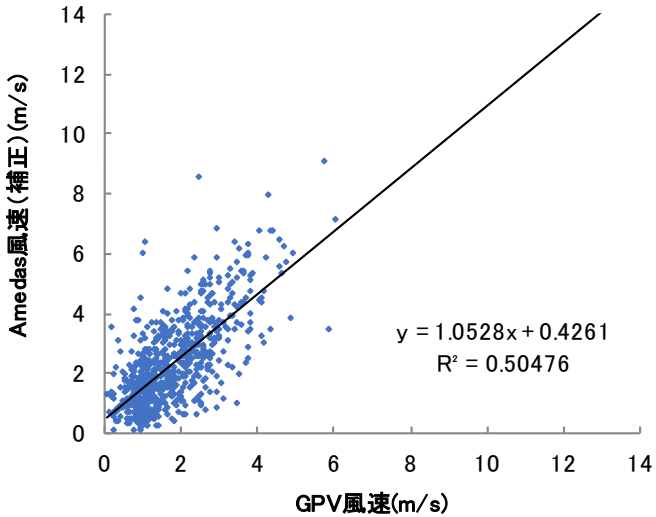
* 桑形・近藤（1991）西日本アメダス地点における地表面粗度の推定, 天気, 38(8), pp.491-494.

【補足】

GPVデータの検証（風速）



図：GPVとアメダス（松江）の風速比較（補正済み）



図：GPVとアメダス（松江）の風速比較（2012年7月）（補正済み）

結論

- GPVの風速データの大きさは問題ないと判断された。

河川境界条件

前年度

- 河川：斐伊川のみ。
- 流量：灘分での水位–流量近似式より推定。
- 水温：大津での気温–水温関係式より推定。

今年度

- 河川：斐伊川、中小河川（飯梨川・伯太川など17河川）
- 流量：上島での水位–流量近似式より推定（流量増）。
- 水温：大津での気温–水温関係式より推定。

（注）中小河川は、斐伊川との流域面積比×0.814で算出。

外洋境界条件

前年度

- 潮汐：美保関の観測値（1時間間隔）。
- 水温：湯梨浜町の観測データから季節変化の近似式。鉛直一様。
- 塩分：一定値（33psu）。鉛直一様。

今年度

- 潮汐：美保関の観測値（1時間間隔）。
- 水温：境水道の底層水温（1ヶ月間隔）から直線近似。鉛直一様。
- 塩分：境水道の底層塩分（1ヶ月間隔）から直線近似。鉛直一様。

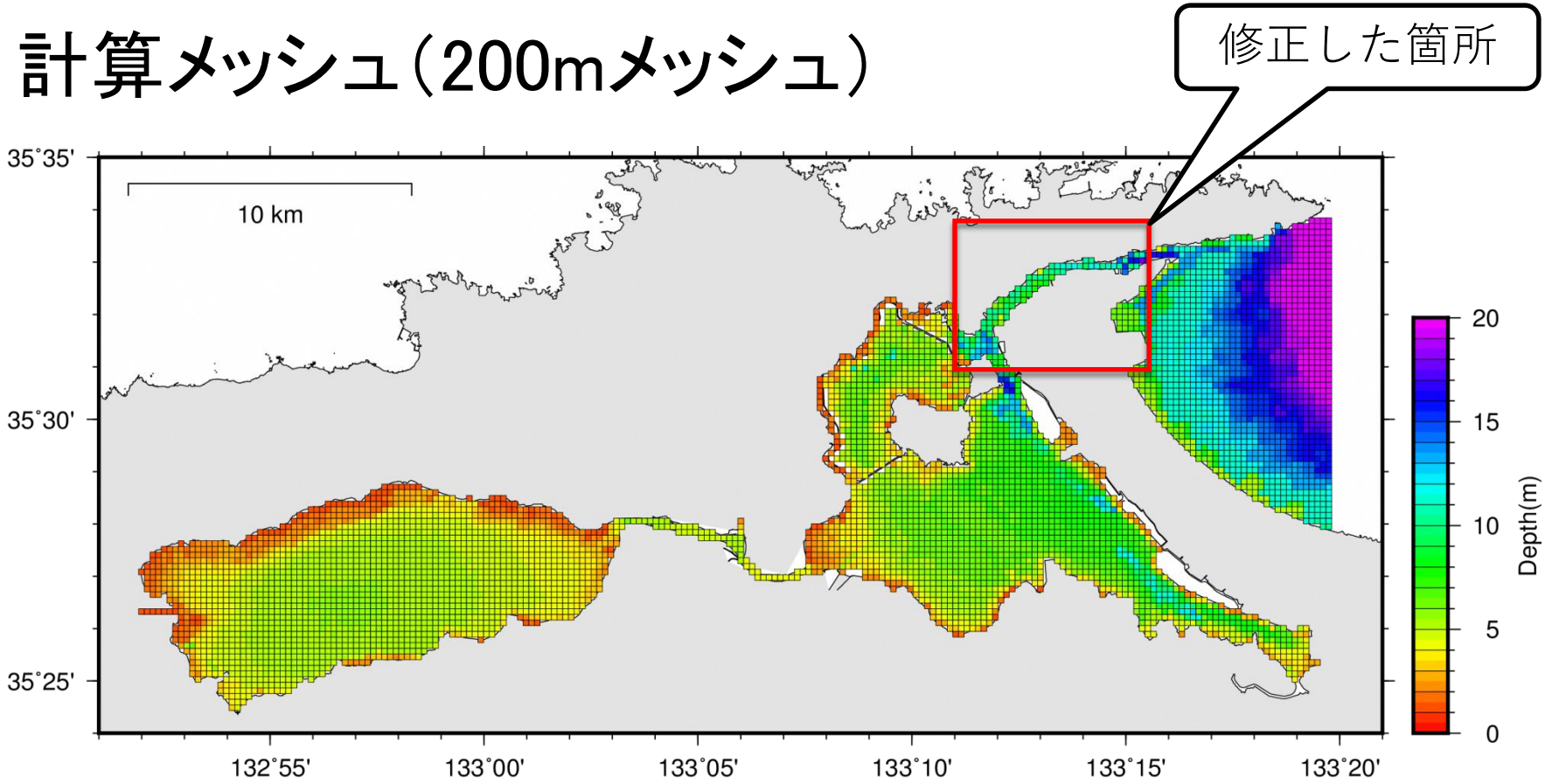
計算メッシュの修正

表：メッシュ作成に使用した水深データ

場所	測量年	データ形式	提供元
宍道湖	2001年	メッシュ（200m）	出雲河川事務所
大橋川	2005年	コンター（0.5m間隔）	出雲河川事務所
中海	2000～2010年	メッシュ（100m）	出雲河川事務所
境水道	2002年	横断面分布	出雲河川事務所
日本海	不明	メッシュ（500m）	JODC

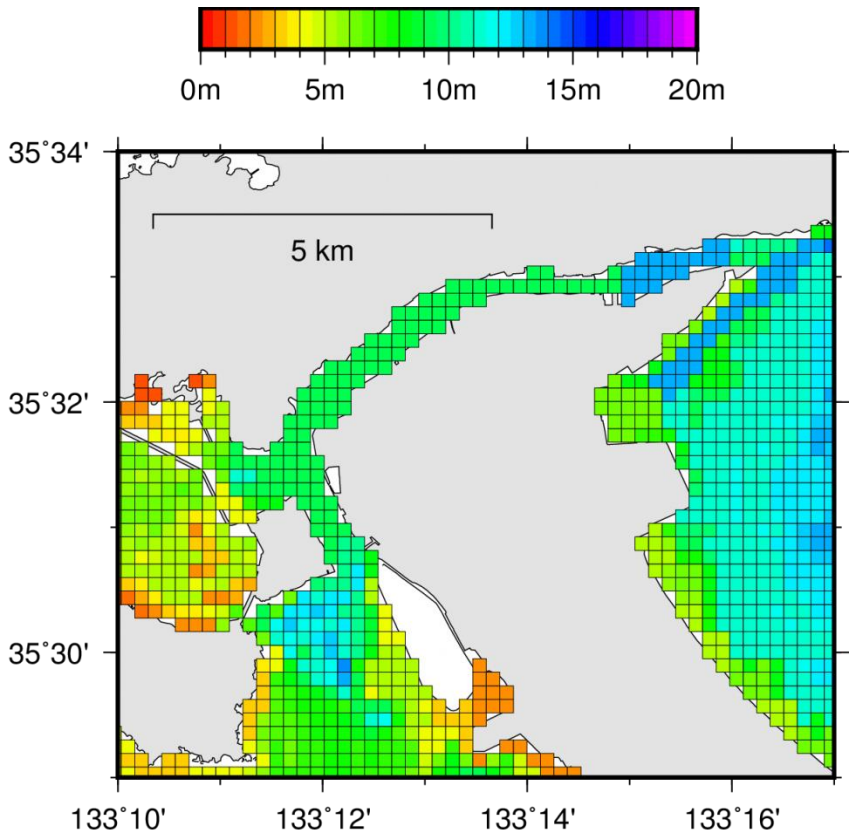
- 新たに、境水道の水深を修正。
- 旧中浦水門付近を修正（やや水深増加）。

計算メッシュ（200mメッシュ）

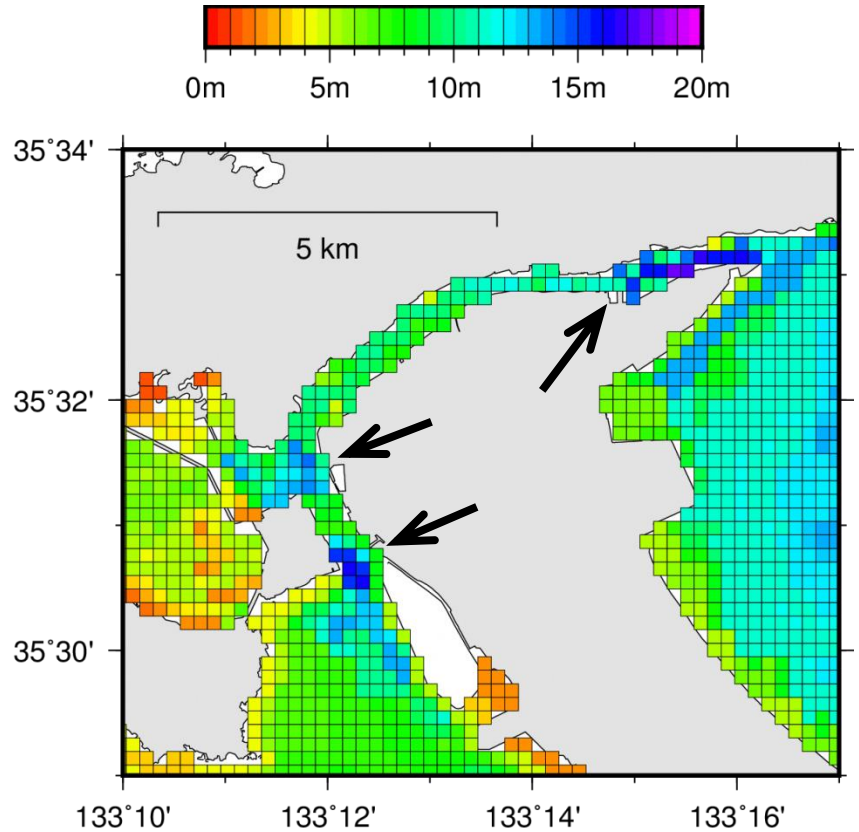


- メッシュ数：212×90
- 大橋川の横幅が1～2メッシュ。
- 境水道の横幅が2～4メッシュ。

メッシュの修正（中浦水門～境水道）



図：修正前（前年度）



図：修正後（今年度）

- 境水道を9m一様から、9～15mに修正。
- 中浦水門付近の窪地を修正。

その他の計算条件

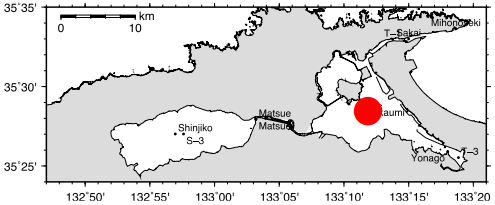
計算期間

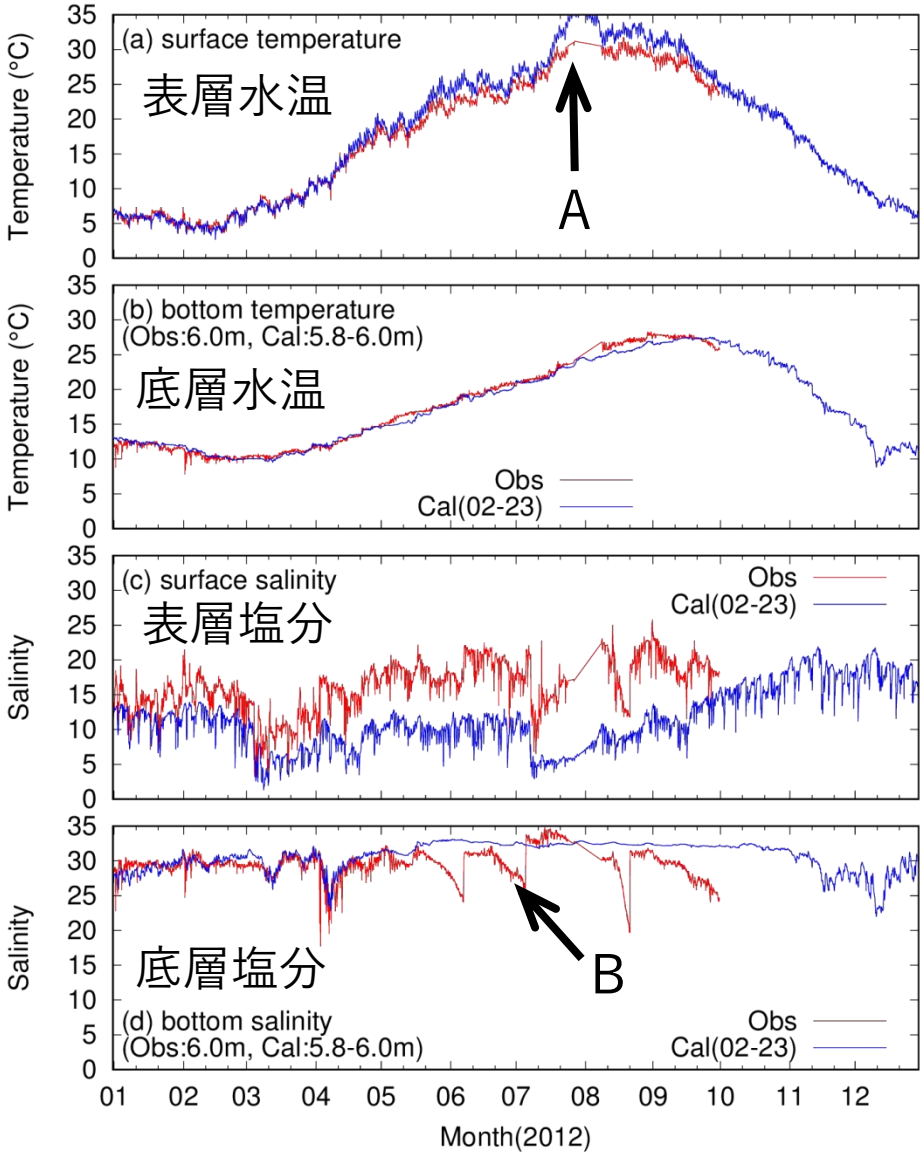
- 2011年9月～2012年12月の1年4ヶ月（Δt=30s）。
- 解析には2012年を使用（助走期間4ヶ月）。

（注）2012年は宍道湖で大規模な貧酸素化が生じた年。

計算結果

中海湖心の再現性（連続観測）

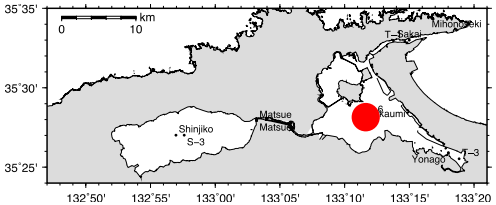


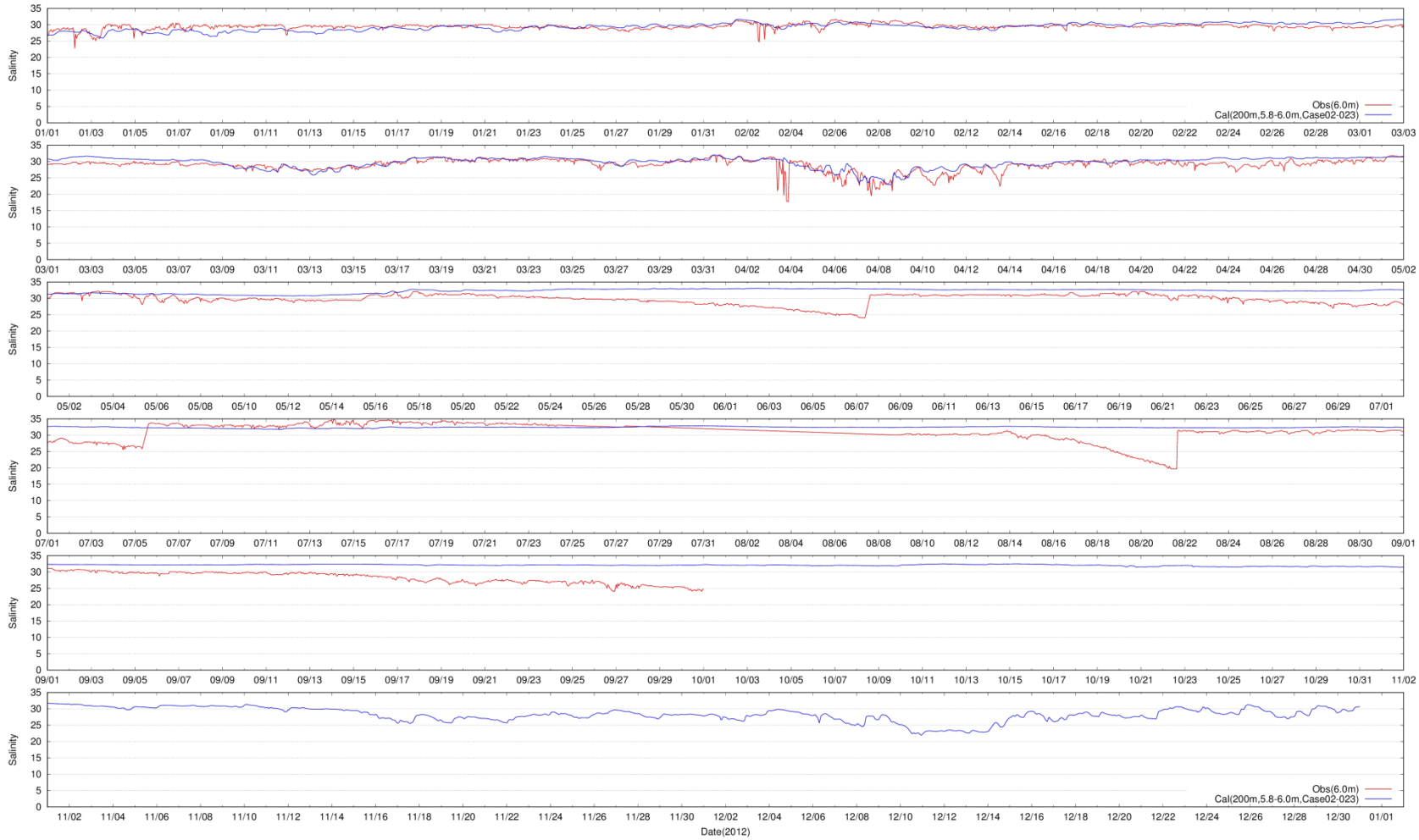


△	表層水温は夏期に過大評価（A）。
◎	底層水温はよく一致している。
△	トレンドは概ね一致しているが、過小評価
◎	【参考】底層塩分の緩やかな低下は生物付着による観測エラー（B）。

計算結果

中海湖心の再現性（底層塩分）

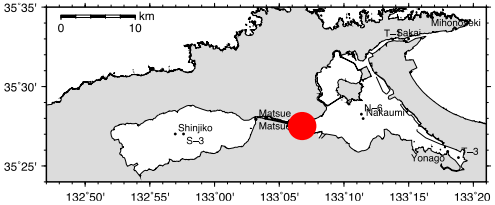


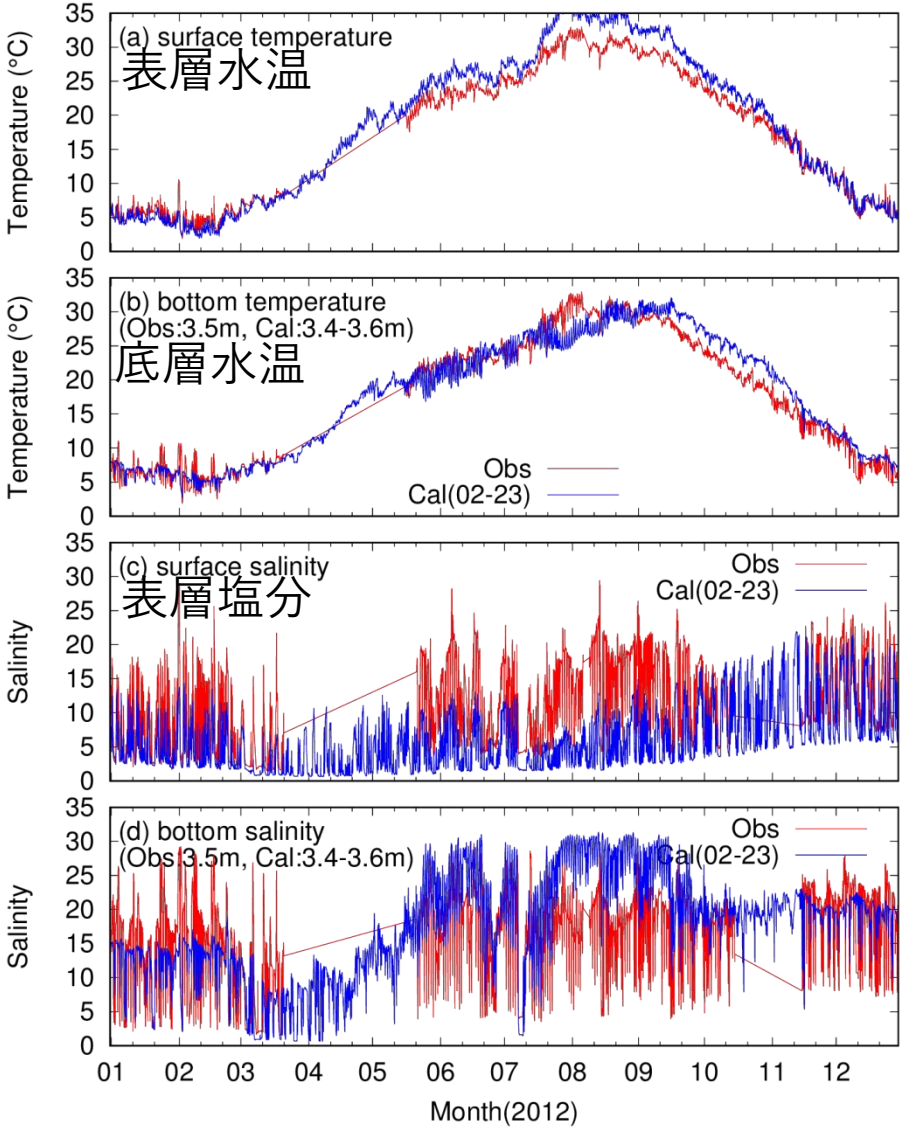


- 再現性は非常に良い。

計算結果

大橋川下流の再現性（連続観測）

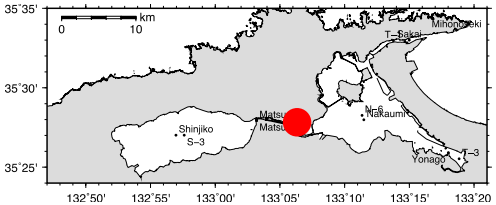




△	6～11月が高水温となっている。
△	7～11月にずれが生じている。
△	全体的に塩分が低い。
△	変動の周期は概ね一致。変動の大きさがずれている。

計算結果

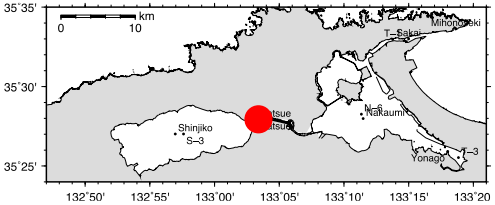
大橋川下流の再現性（底層塩分）

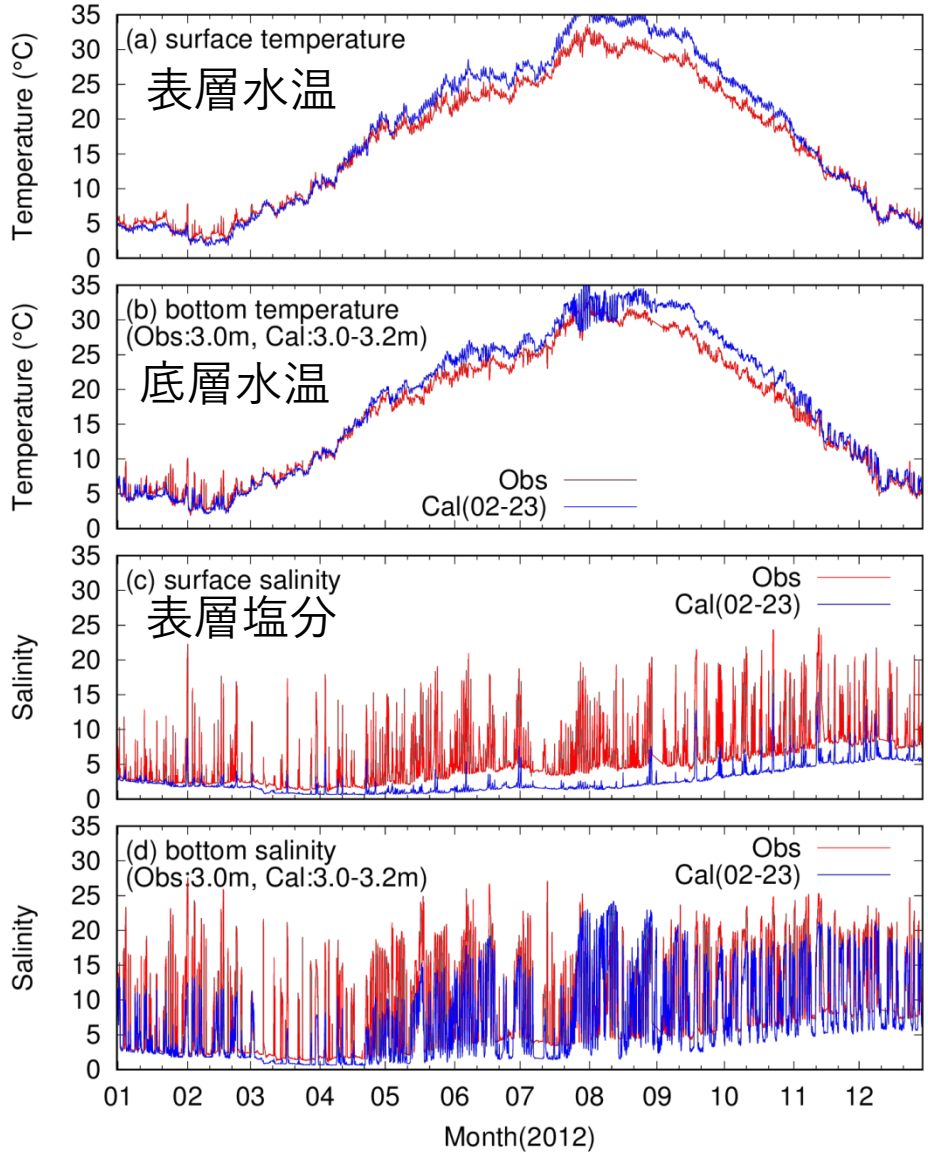


- 変動の周期は概ね一致。変動の大きさがずれている。
- 夏期は塩分が過大評価となっている。

計算結果

大橋川上流の再現性（連続観測）

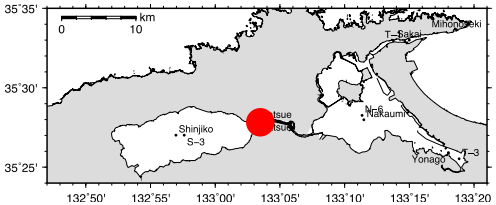


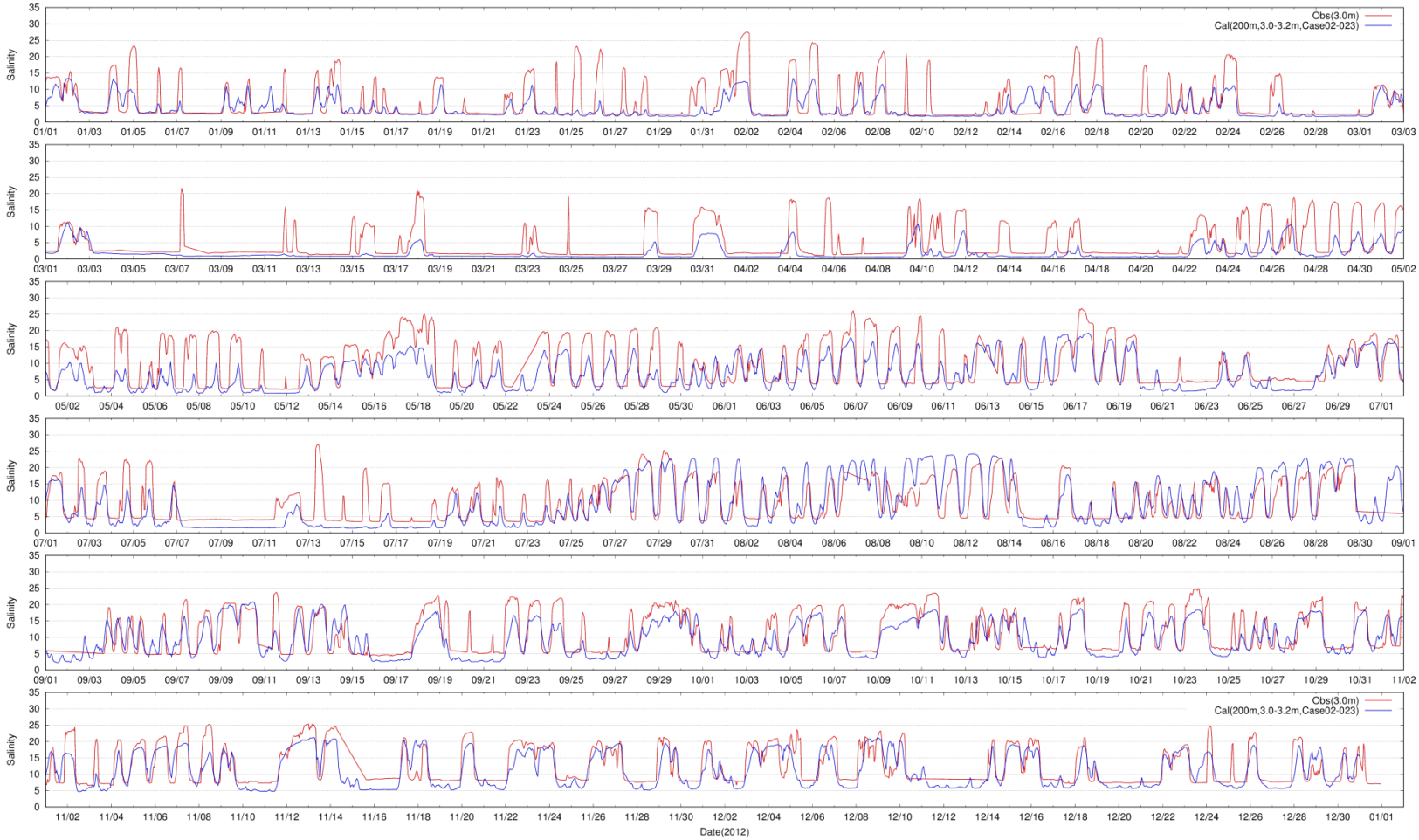


△	5～11月は過大評価となっている。
△	同上
△	全体的に過小評価となっている。
◎	１日１～２回の周期で起きる塩分変動が概ね再現できている。

計算結果

大橋川上流の再現性（底層塩分）

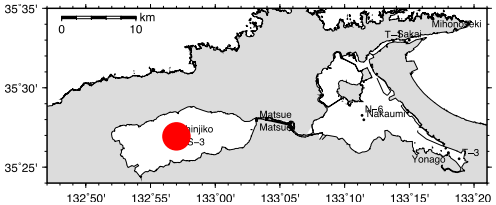


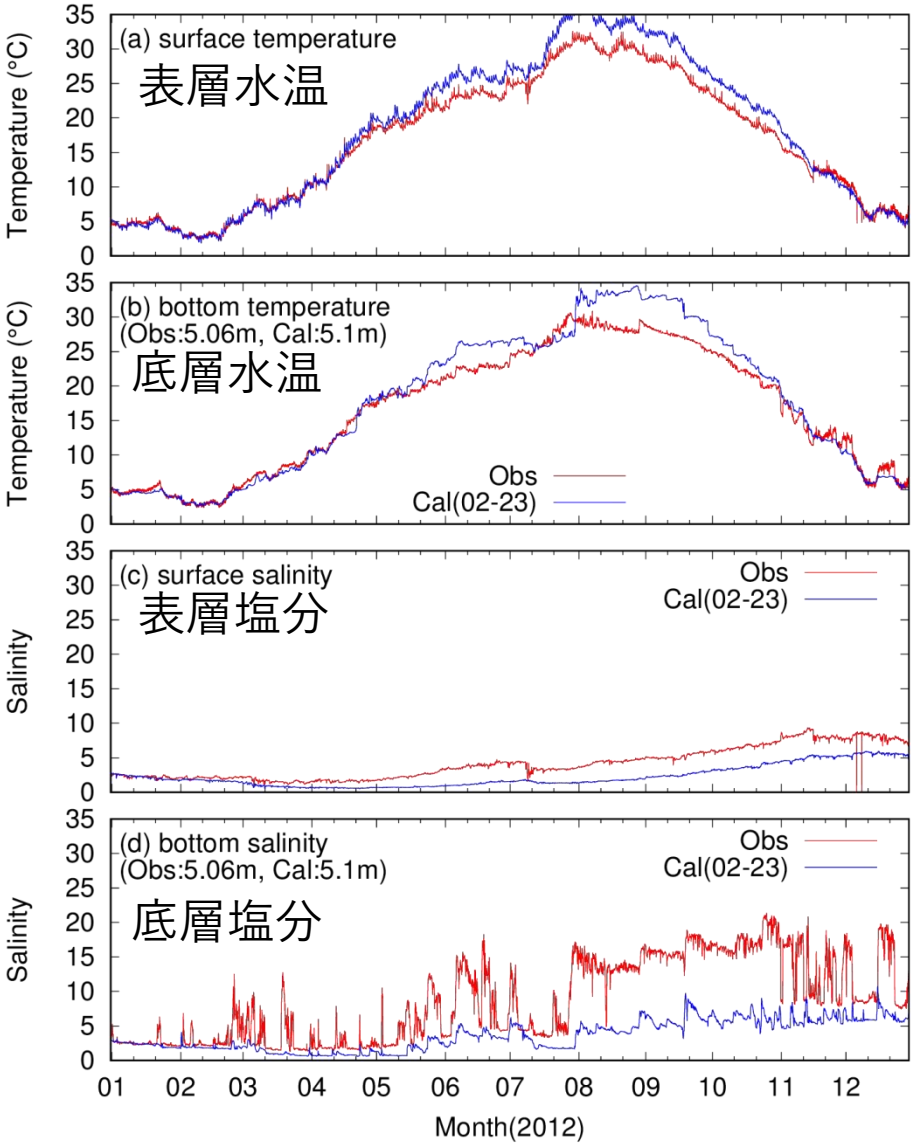


- 再現性は良い。

計算結果

宍道湖湖心の再現性（連続観測）

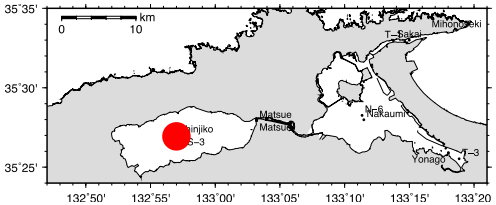


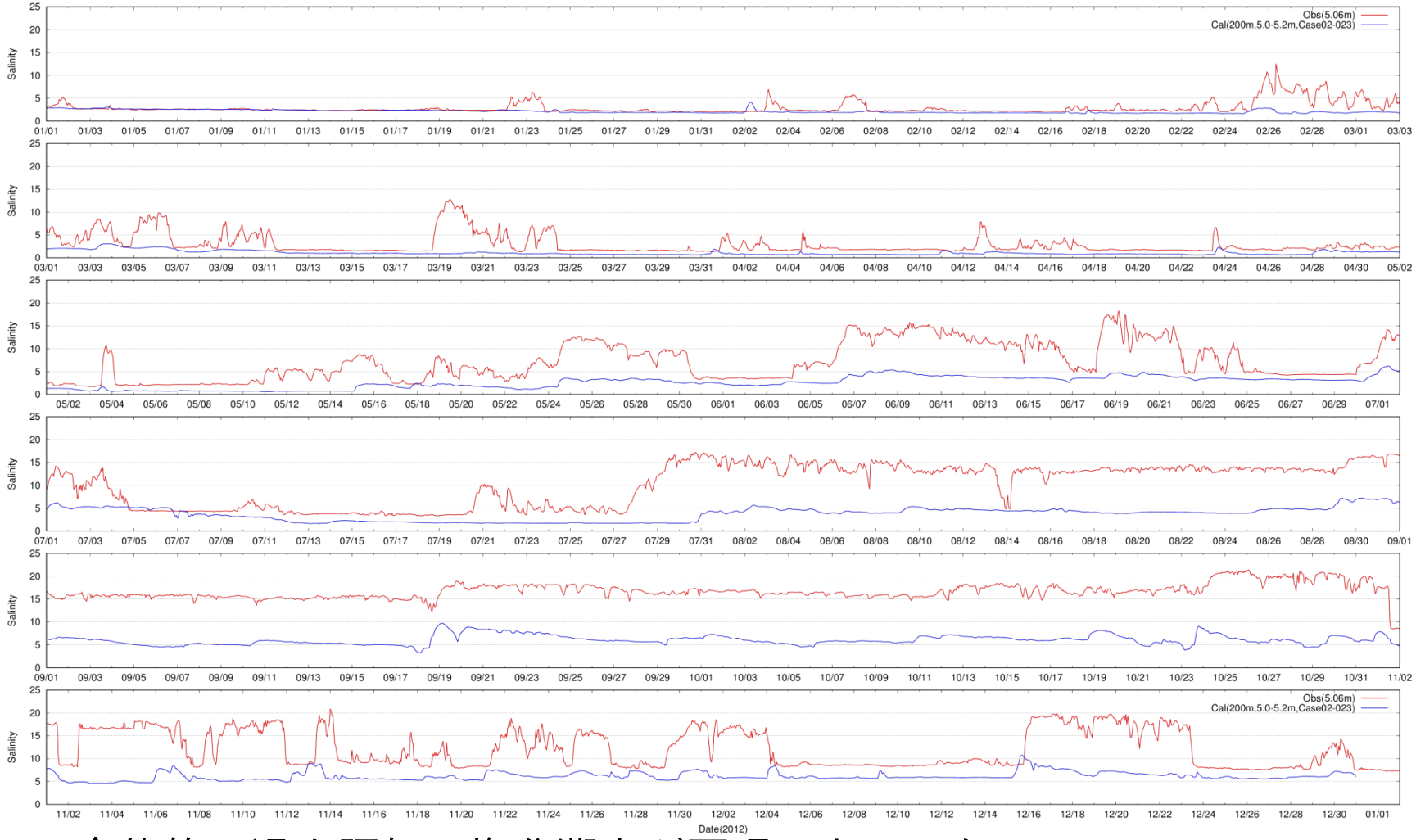


△	5～11月に過大評価。
△	6～11月に過大評価。
△	トレンドは概ね一致しているが、4月以降は過小評価。
×	塩分遡上が十分再現されていない。

計算結果

宍道湖湖心の再現性（底層塩分）

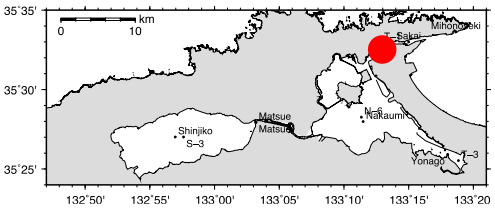


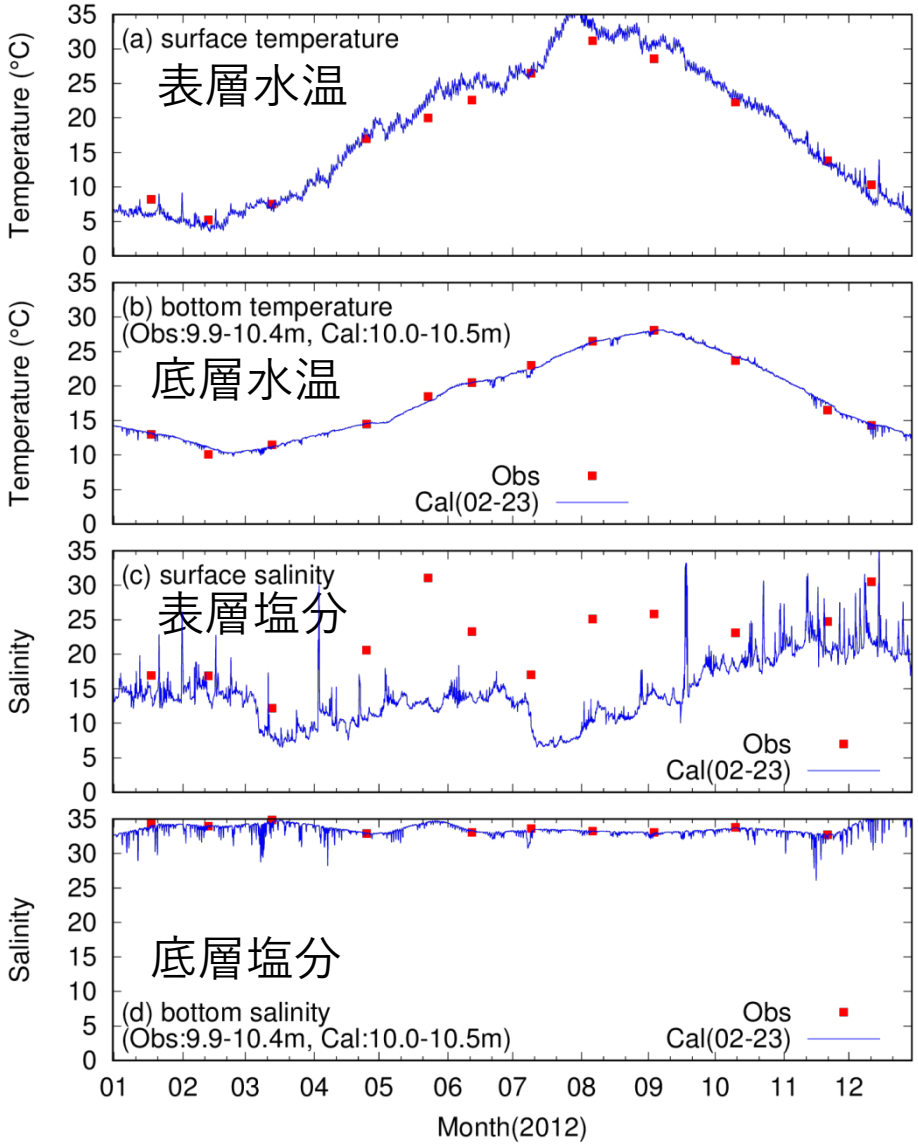


- 全体的に過小評価。塩分遡上が再現できていない。

計算結果

境水道の再現性（毎月観測）

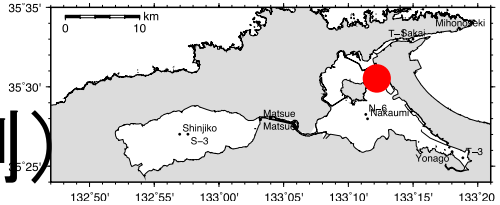


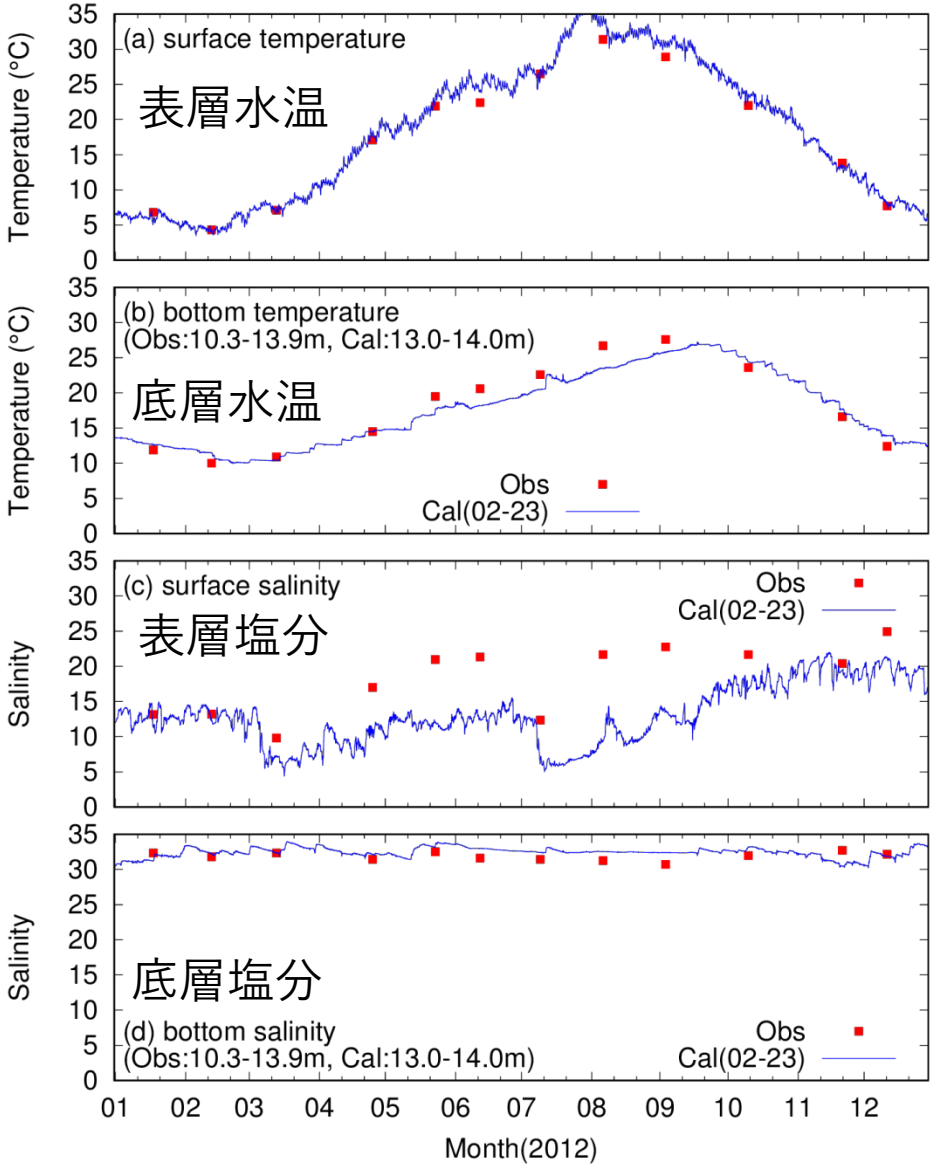


△	夏期に過大評価。
◎	よく一致している。
×	全体的に過小評価。
◎	よく一致している。

計算結果

中海（渡町地先）の再現性（毎月観測）

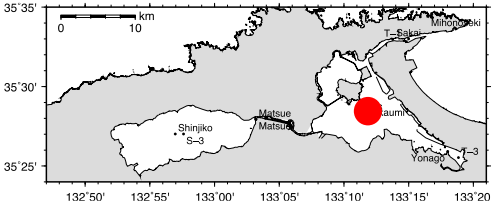


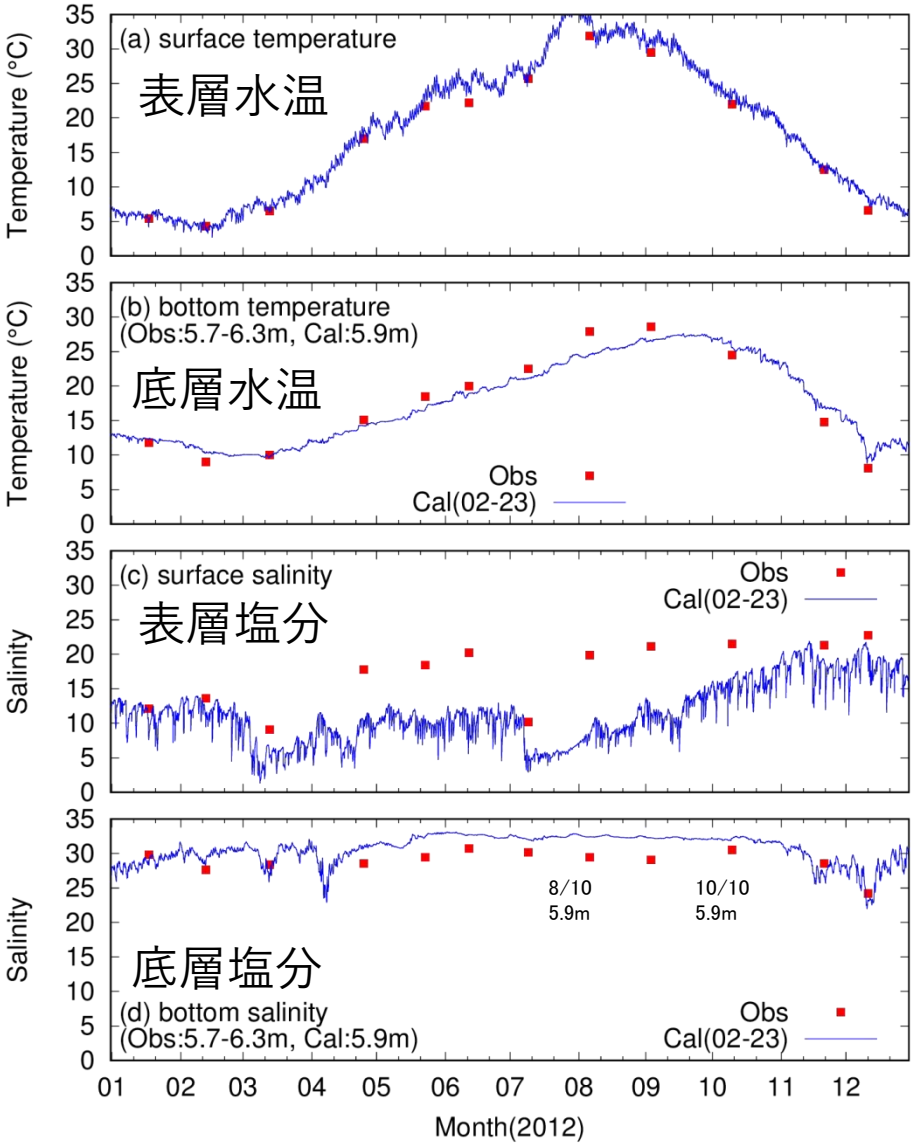


○	夏期にやや過大評価。
△	5～9月が過小評価。
×	4～10月が過小評価。
○	夏期にやや過大評価。

計算結果

中海（湖心）の再現性（毎月観測）

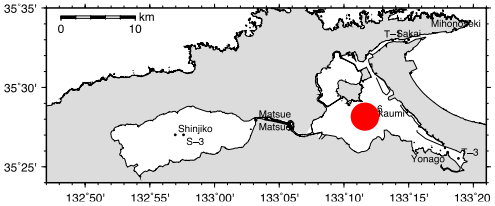


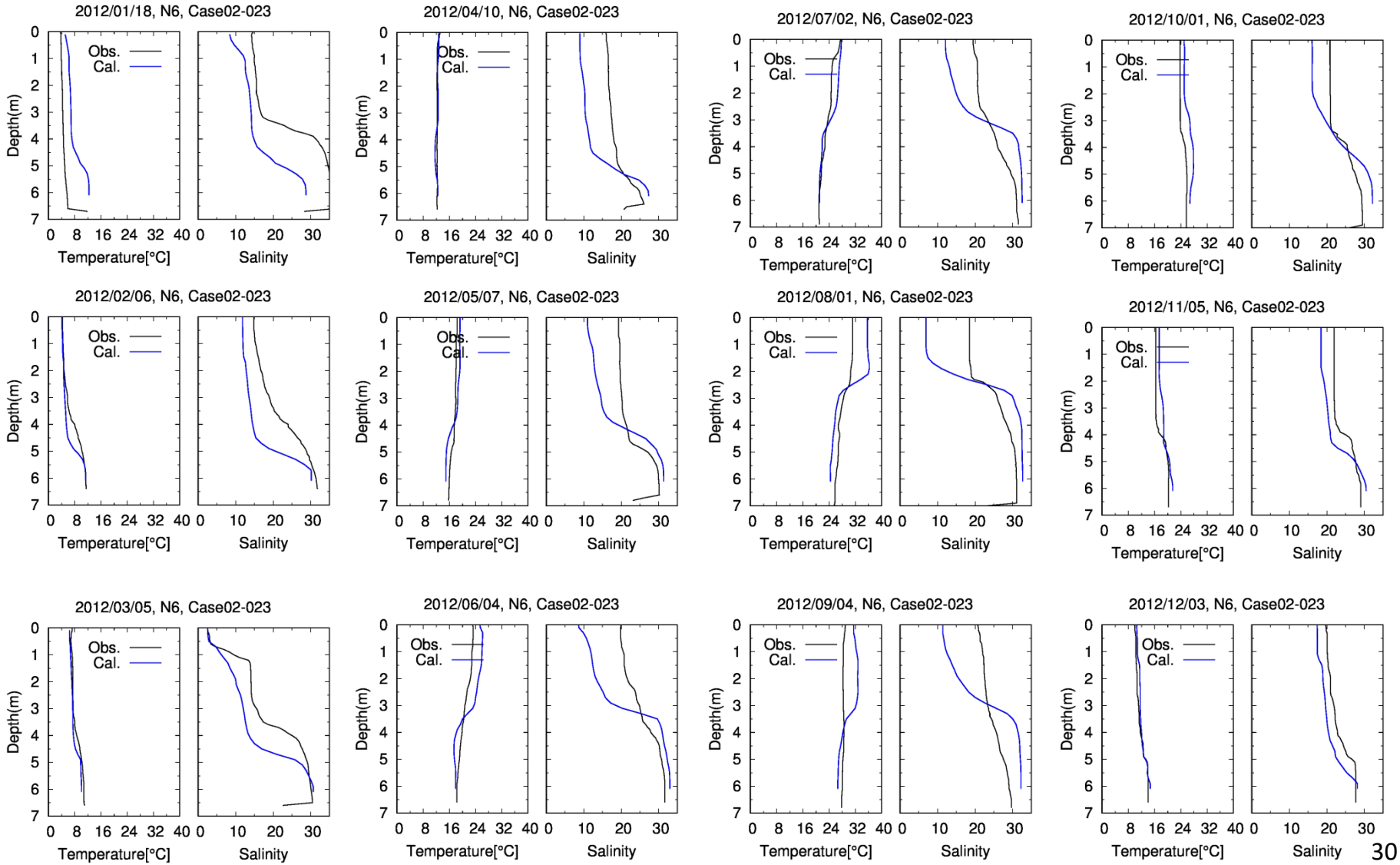


○	一致しているように見える。連続観測では夏場に過大評価。
○	連続観測ではよく一致していた。
×	全体的に過小評価。
△	5～10月は過大評価。

計算結果

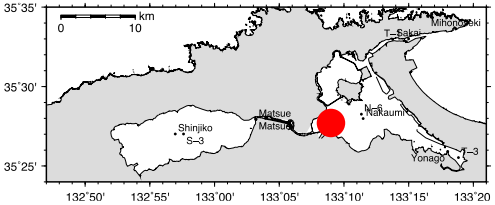
中海（湖心）の再現性（鉛直）

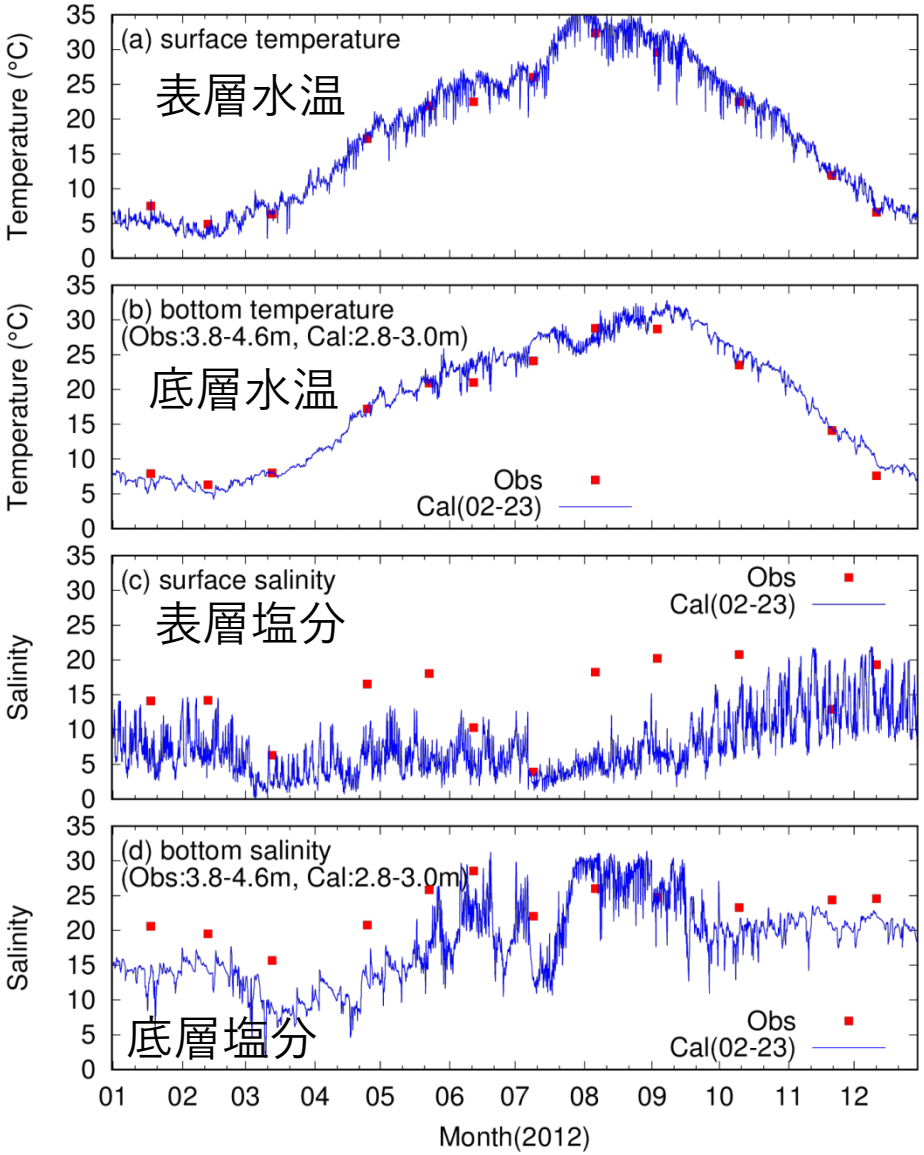




計算結果

中海(N1)の再現性(毎月観測)

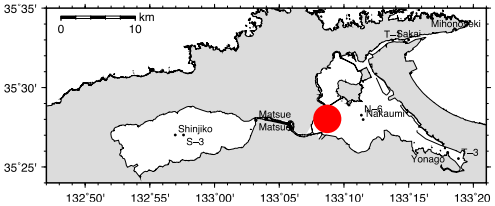


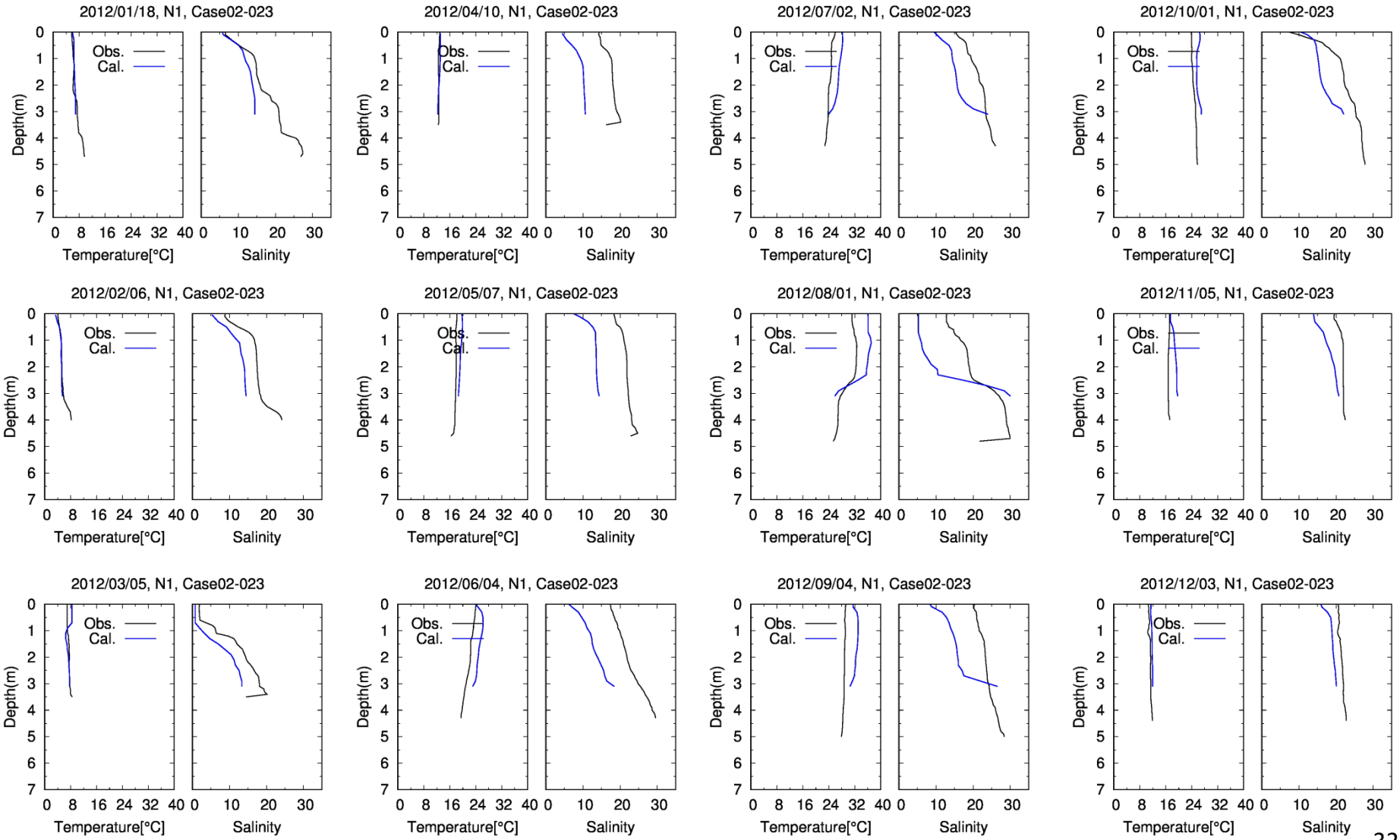


◎	よく一致している。
○	よく一致している。
×	全体的に過小評価。
△	全体的に過小評価。

計算結果

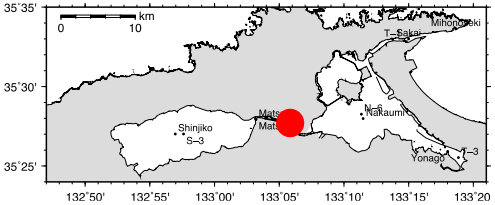
中海(N1)の再現性（鉛直）

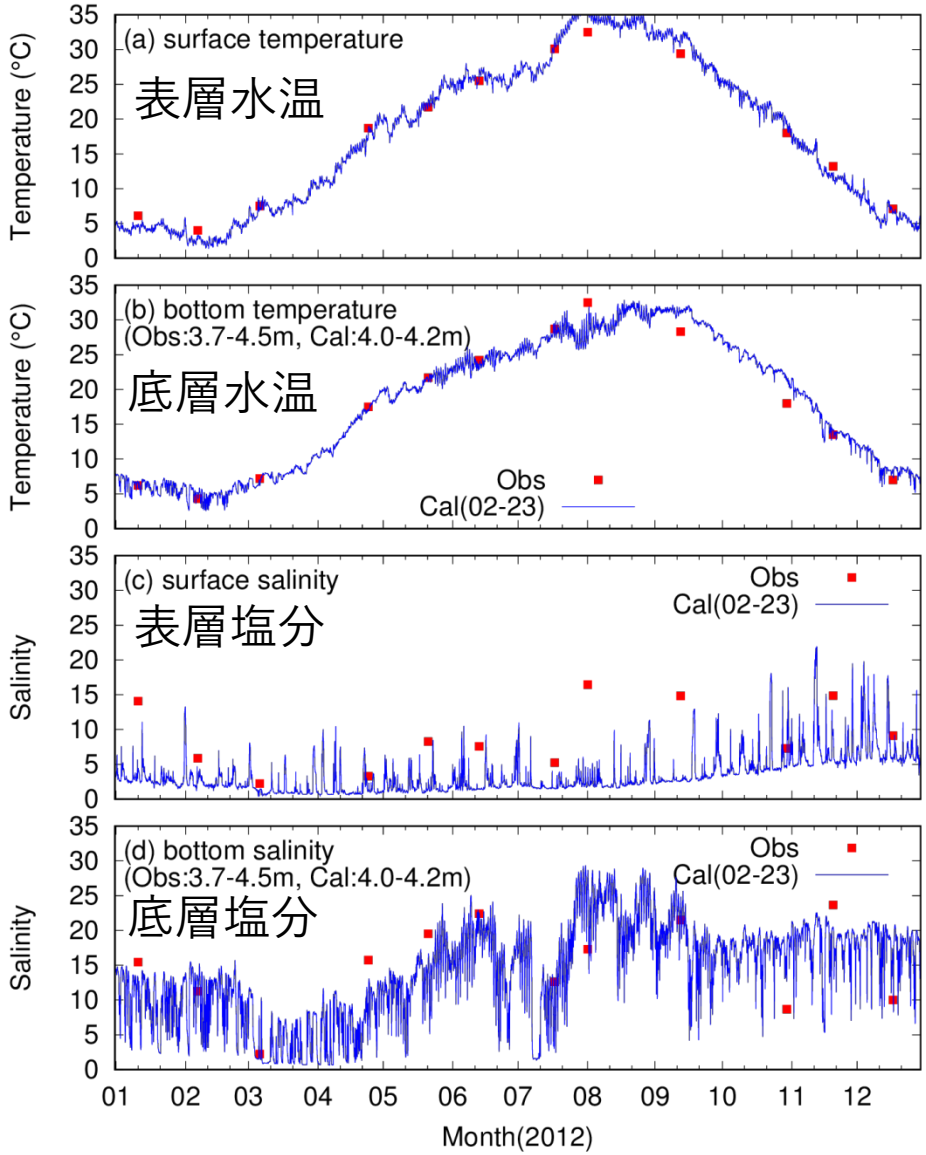




計算結果

大橋川(S5)の再現性(毎月観測)

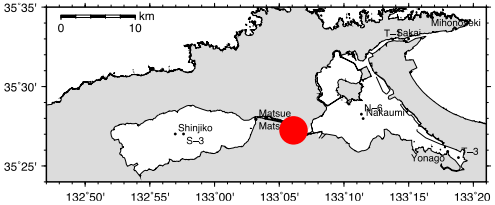


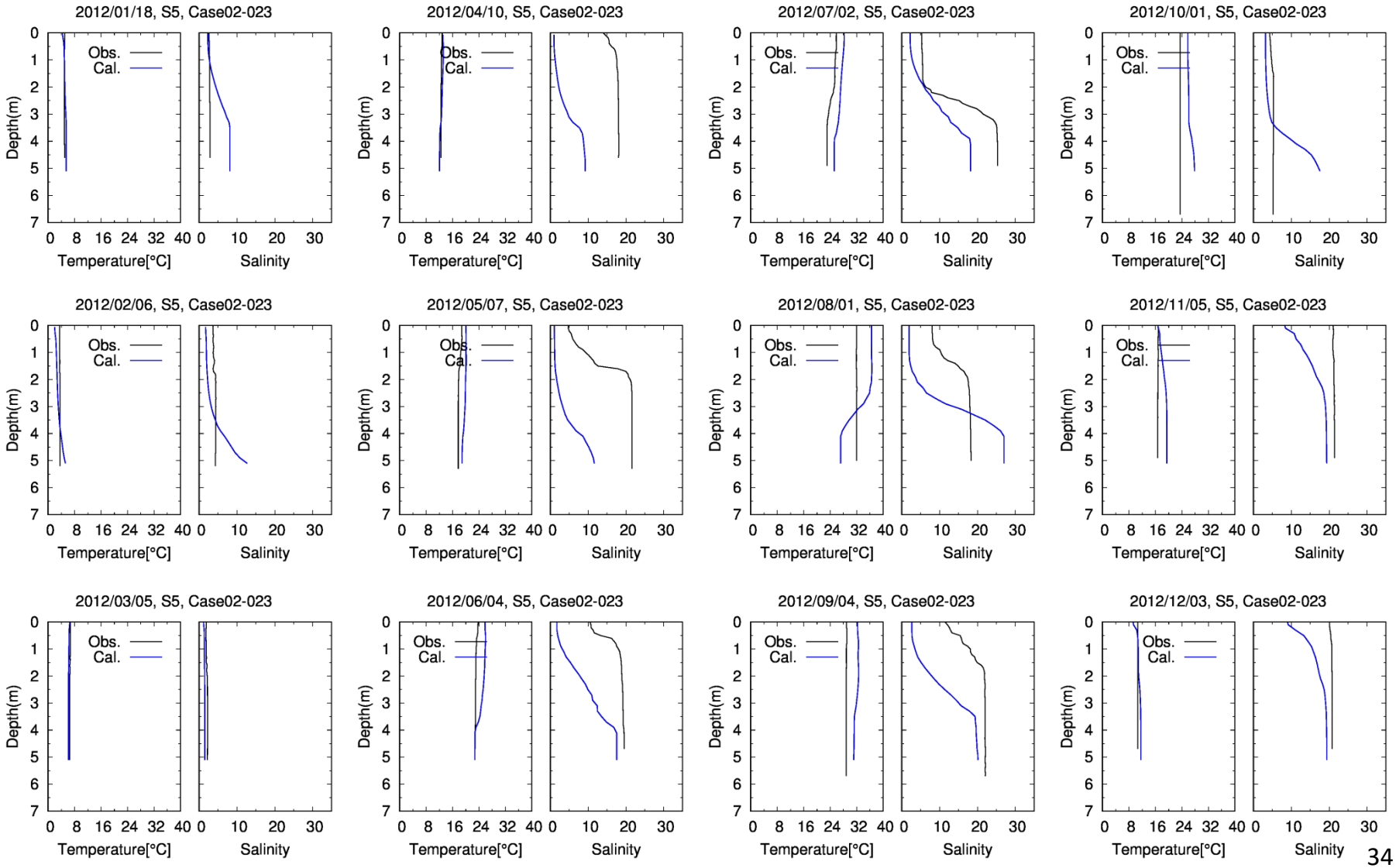


○	夏場は過大評価。
○	同上。
×	全体的に過小評価。
△	やや過小評価。

計算結果

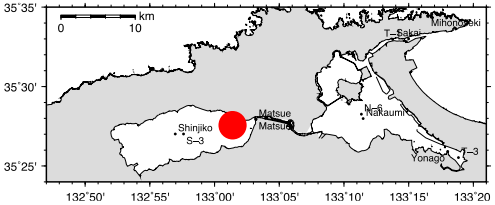
大橋川(S5)の再現性（鉛直）

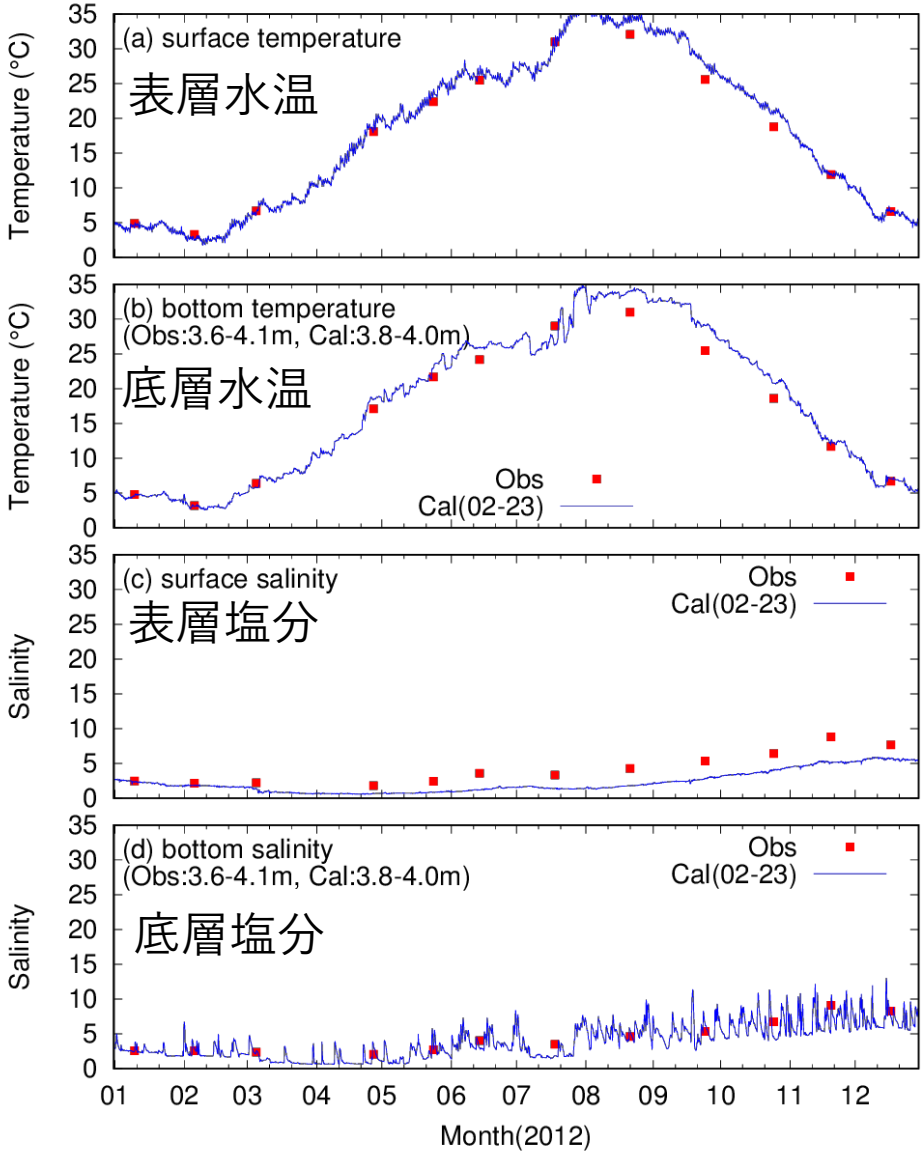




計算結果

宍道湖(S1)の再現性(毎月観測)

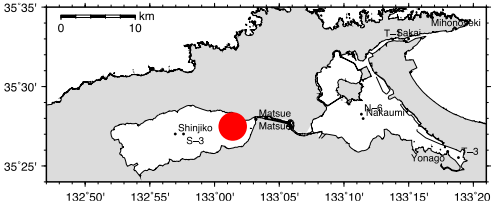


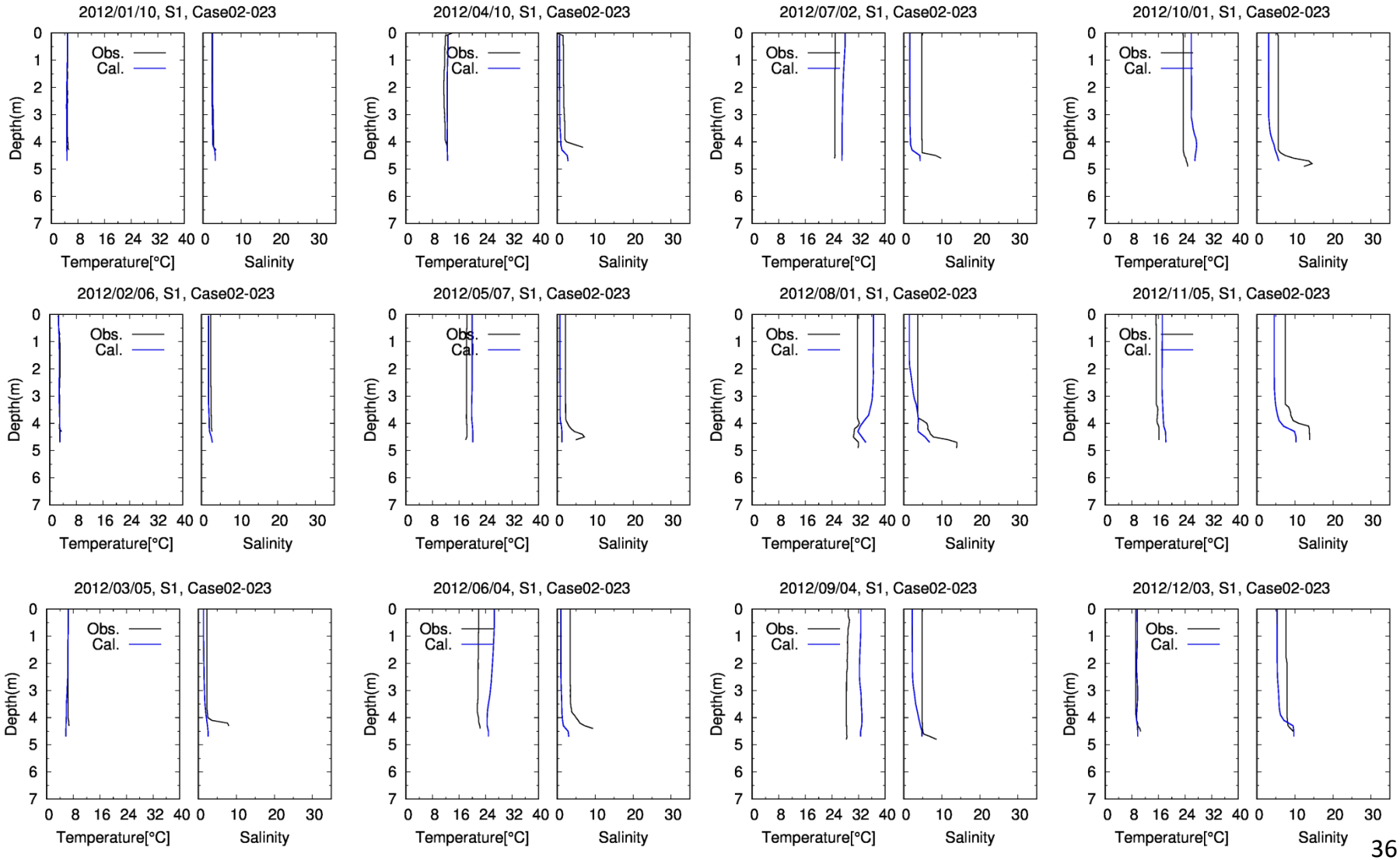


△	8～11月は過大評価。
△	同上。
△	全体的に過小評価。
○	よく一致している。

計算結果

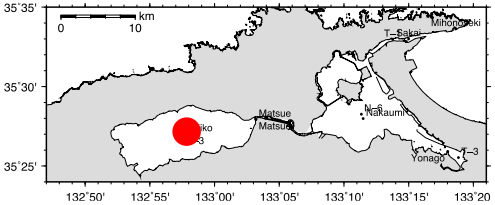
宍道湖(S1)の再現性（鉛直）

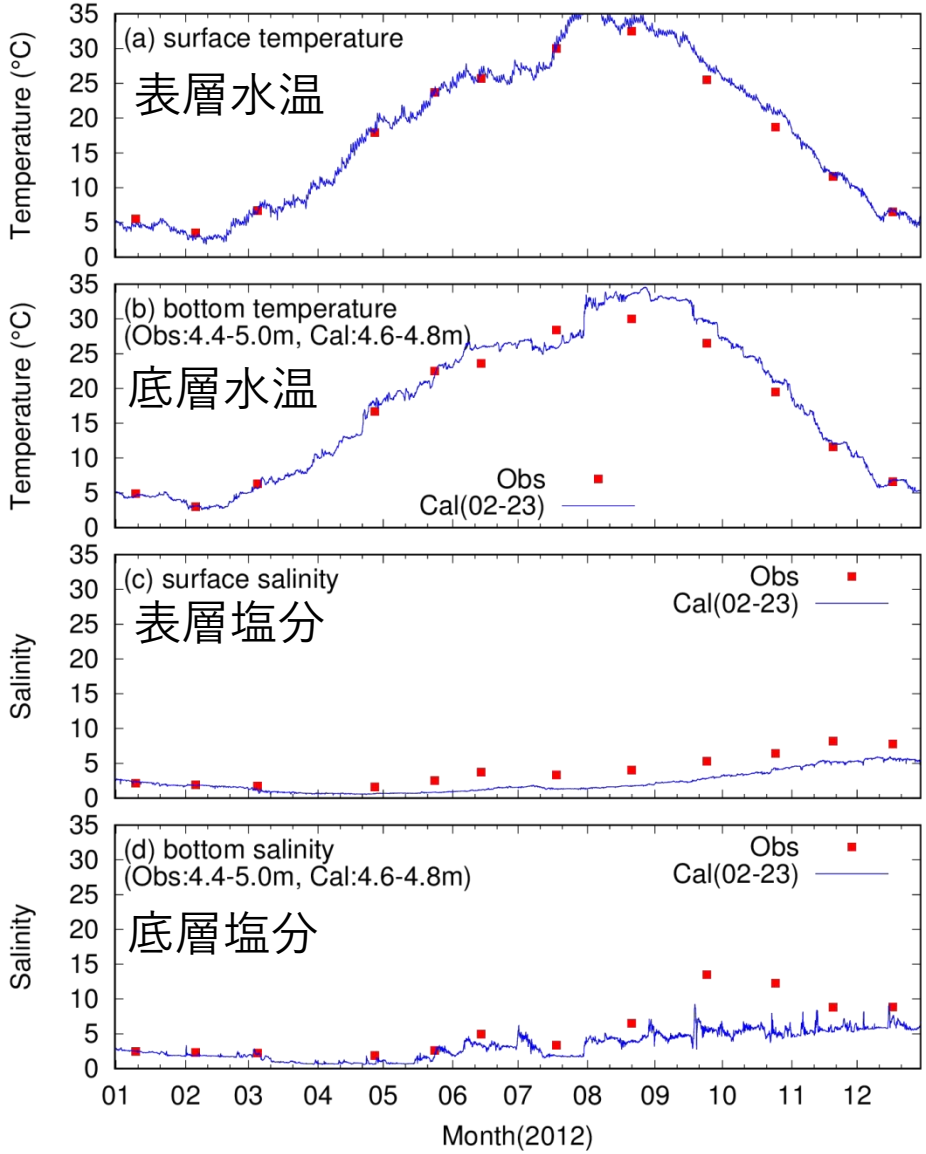




計算結果

宍道湖湖心の再現性（毎月観測）

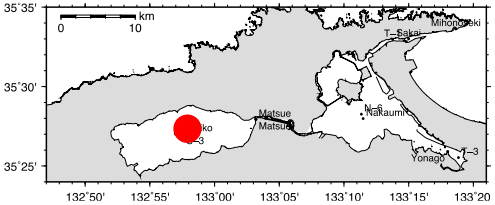


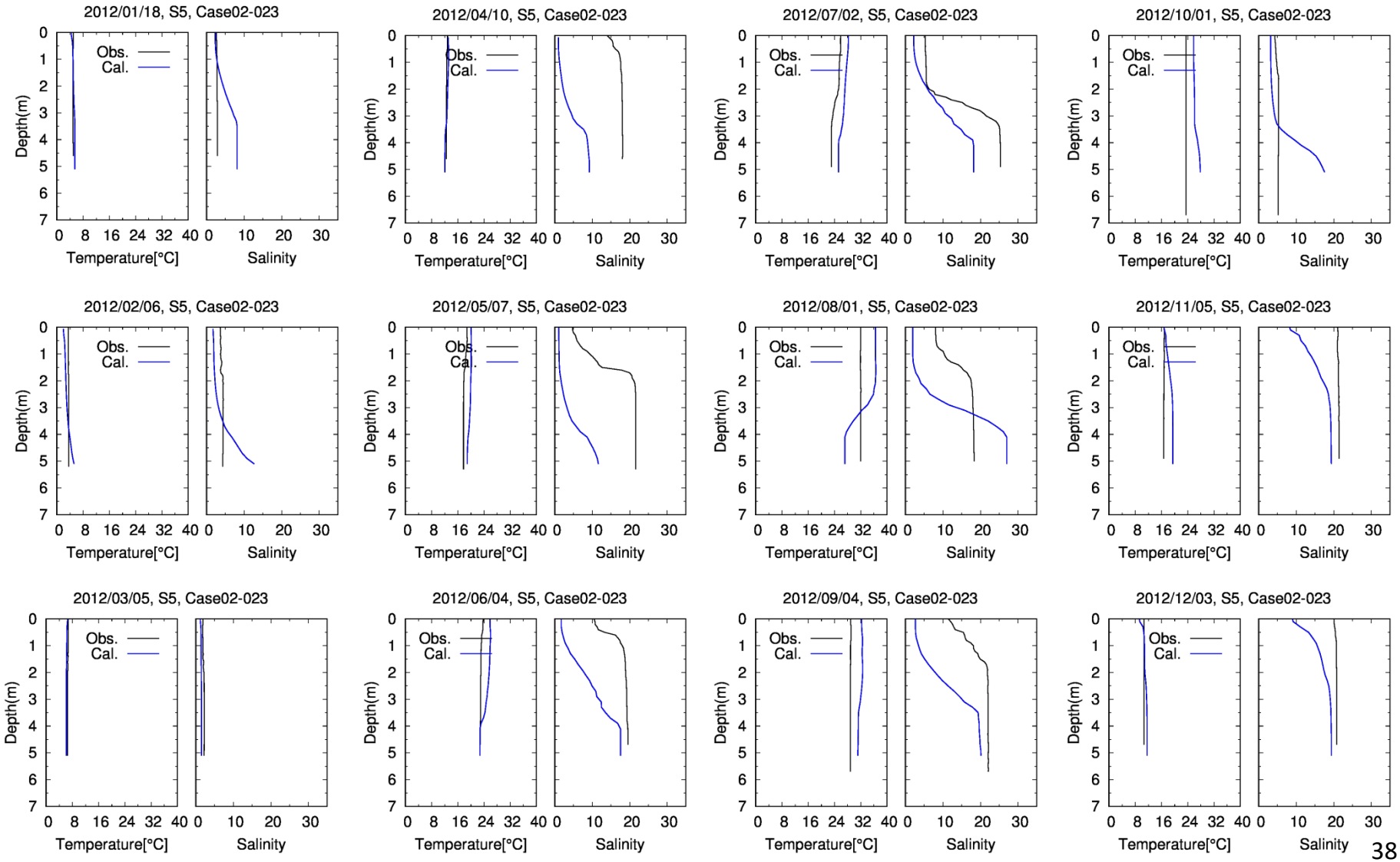


○	一致しているように見える。 連続観測では夏期に過大評価。
△	8～11月に過大評価。
△	全体的に過小評価。
△	8～11月に過小評価。

計算結果

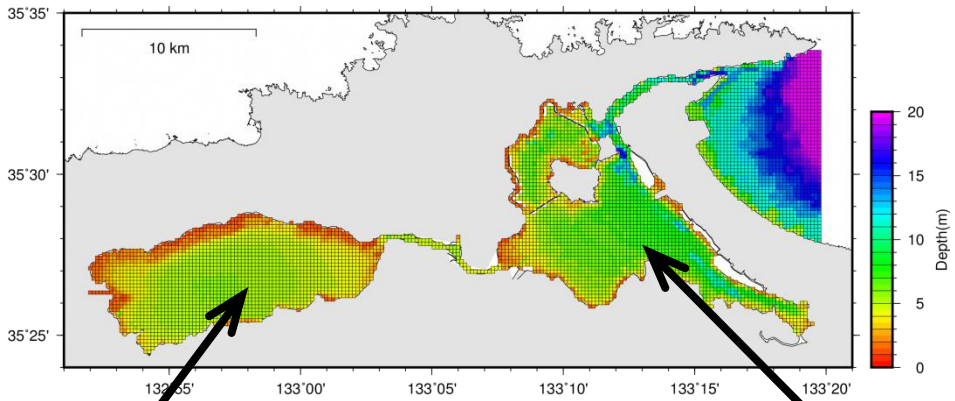
宍道湖湖心の再現性（鉛直）





流動モデルのまとめ

- 計算条件として、気象・河川・外洋境界・水深などの改良を行った。
- 詳細な比較をするために、連続観測データとの比較を行った。



【宍道湖】

塩分が全体的に過小評価。

【中海】

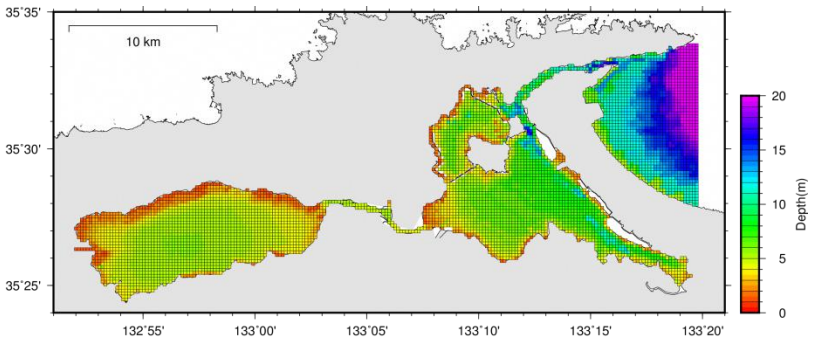
表層塩分が過小評価。

底層塩分は良好。

- 計算条件をより厳密に与えたが、塩分はかえって合わなくなった。
- 塩分を合わせるにはどうするべきか？　→補足で検討。

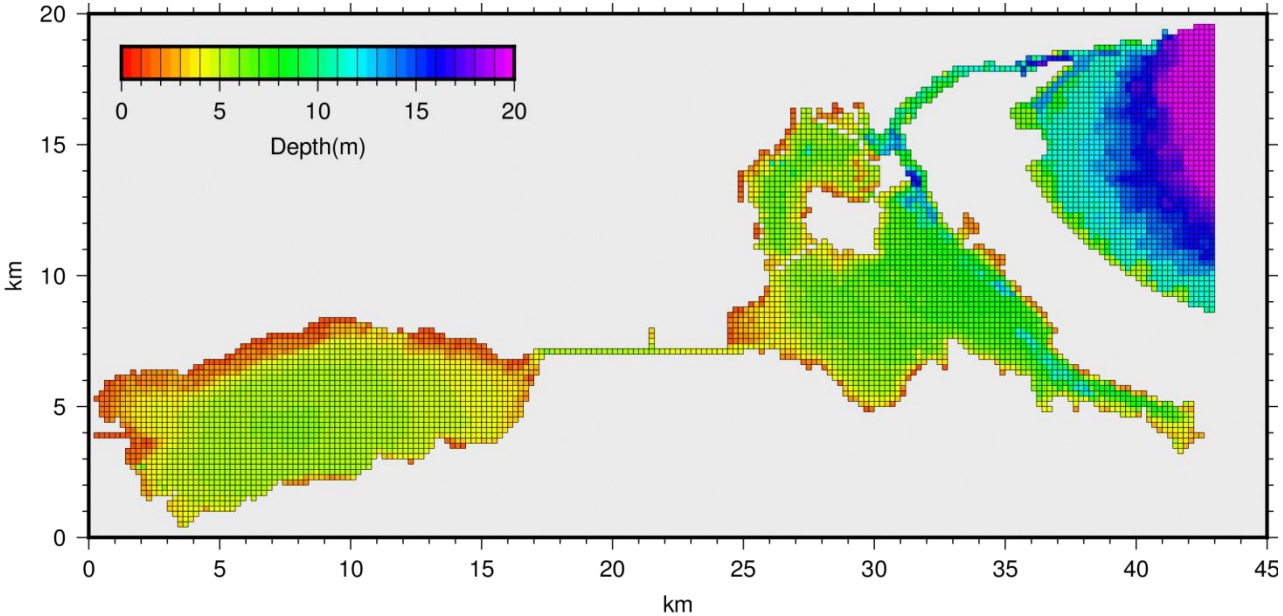
【補足】大橋川の直線化の検討

数値実験の概要



- 大橋川の塩分遡上が少ない。

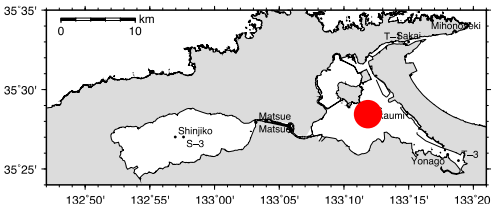
  → メッシュが曲がりくねっているからかも・・・

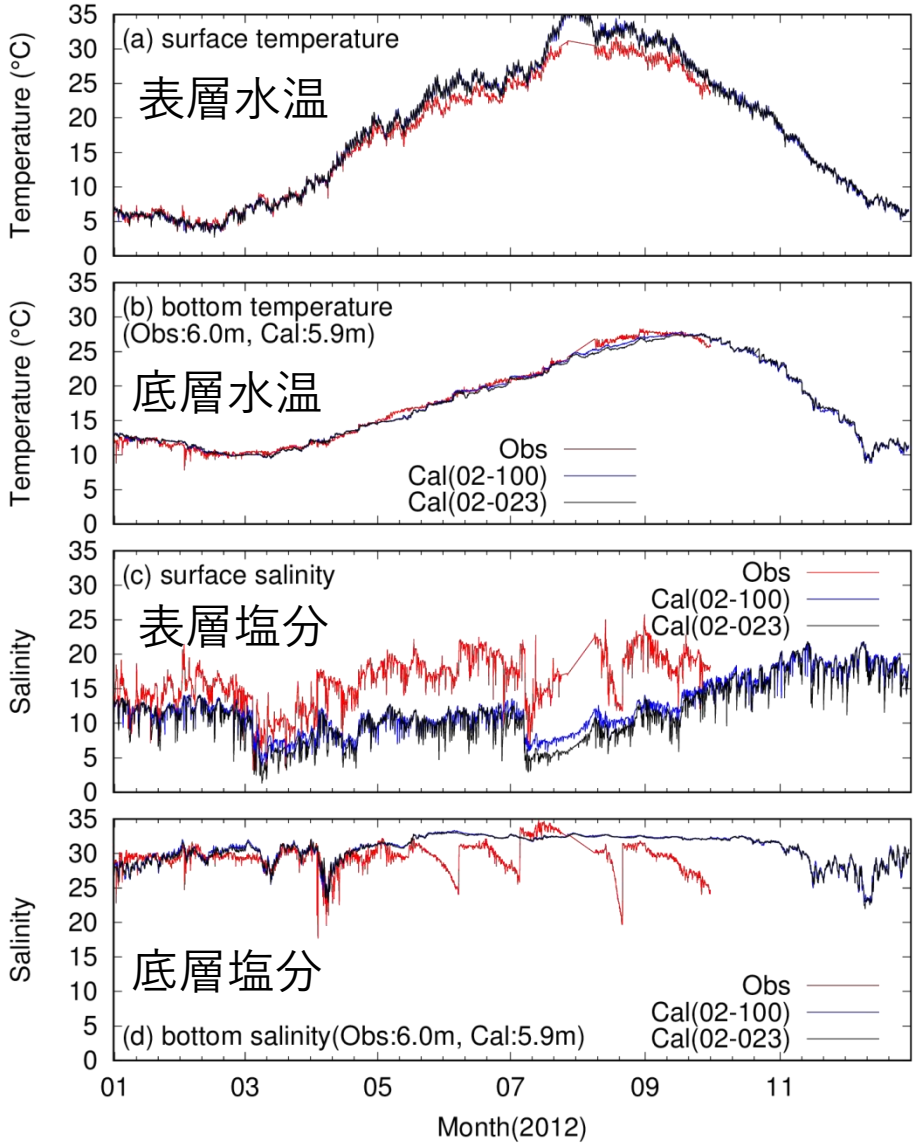


- 大橋川を擬似的に直線化（長さは流路距離）。
- 塩分遡上はどうなるのか？

計算結果

中海湖心の再現性（連続観測）





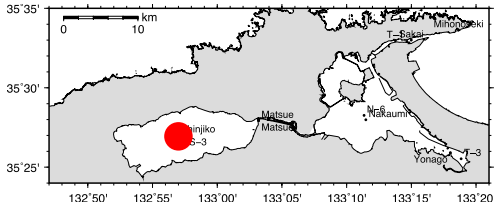
Case02-100：直線化(200m)

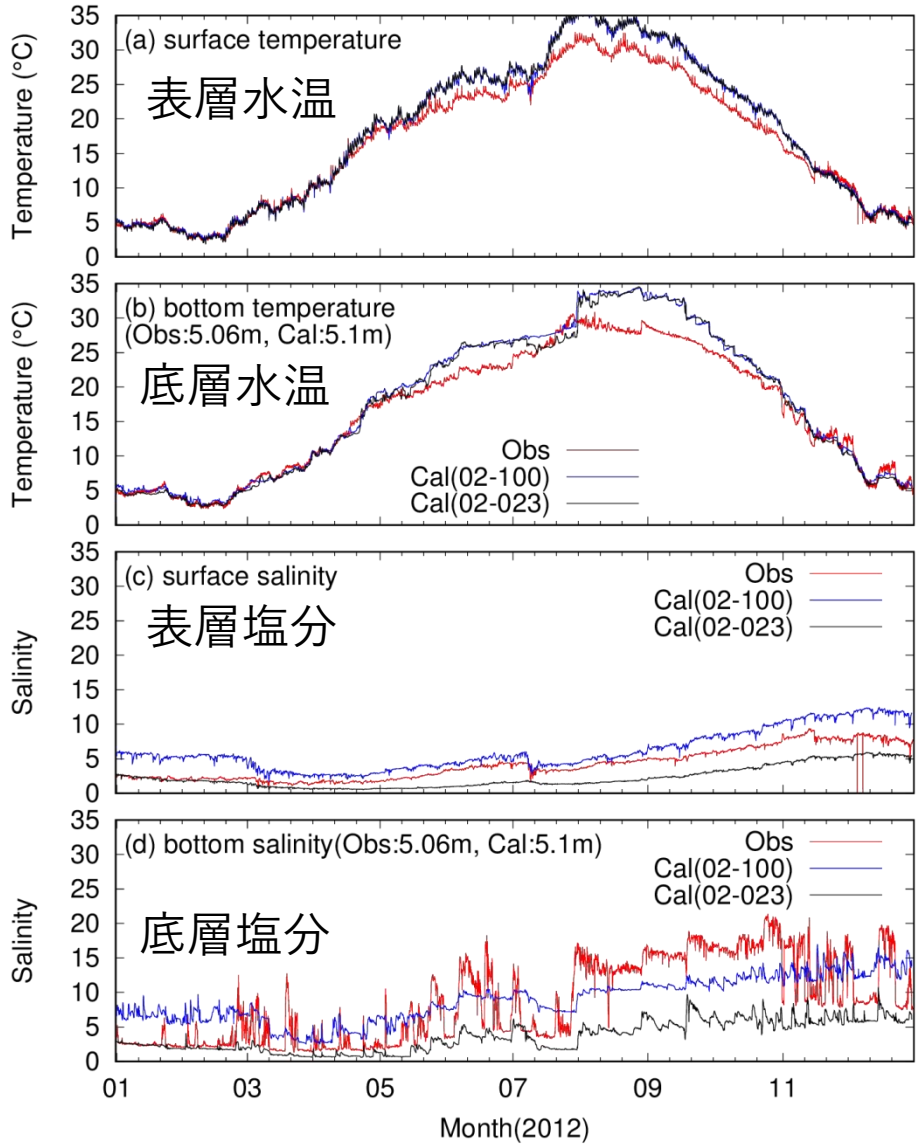
Case02-023：ノーマル(200m)

- 直線化は、表層塩分が微増したのみ。

計算結果

宍道湖湖心の再現性（連続観測）



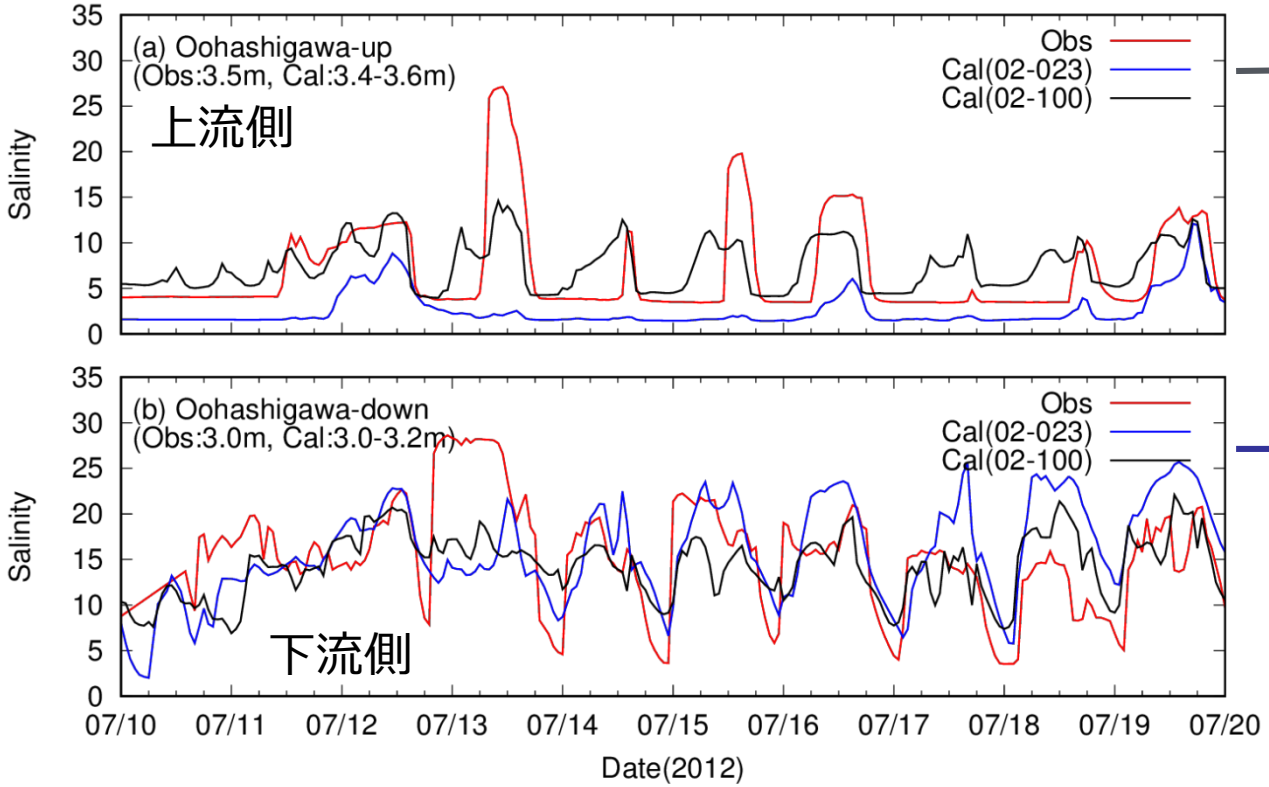


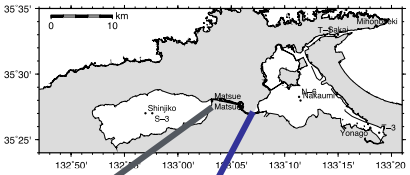
Case02-100：直線化(200m)

Case02-023：ノーマル(200m)

- 底層塩分は全体的に増加（＝塩分遡上up）。
- 表層塩分は増加しすぎ。

大橋川の再現性（底層塩分）





Case02-023：ノーマル(200m)

Case02-100：直線化(200m)

- 下流側の再現性は、どちらもまずまず。
- 直線化の違いは上流側で大きい。直線化は、中海→宍道湖への塩分遡上の再現性に有効。

数値実験（大橋川直線化）のまとめ

宍道湖の底層塩分

- 宍道湖の底層塩分は全体的に増加した。
- ただし、塩分の増減にメリハリがなく、定常的に塩分遡上が生じるようになった。
- 直線化だけでは、非定常な塩分遡上の再現ができない。

中海の表層塩分

- 宍道湖の表層塩分が過大評価となったが、中海表層の塩分上昇はわずかであった。
- 中海表層の塩分過小評価は、宍道湖（大橋川）が要因ではないと考えられる。

②底層貧酸素水塊の再現（生態系モデル）

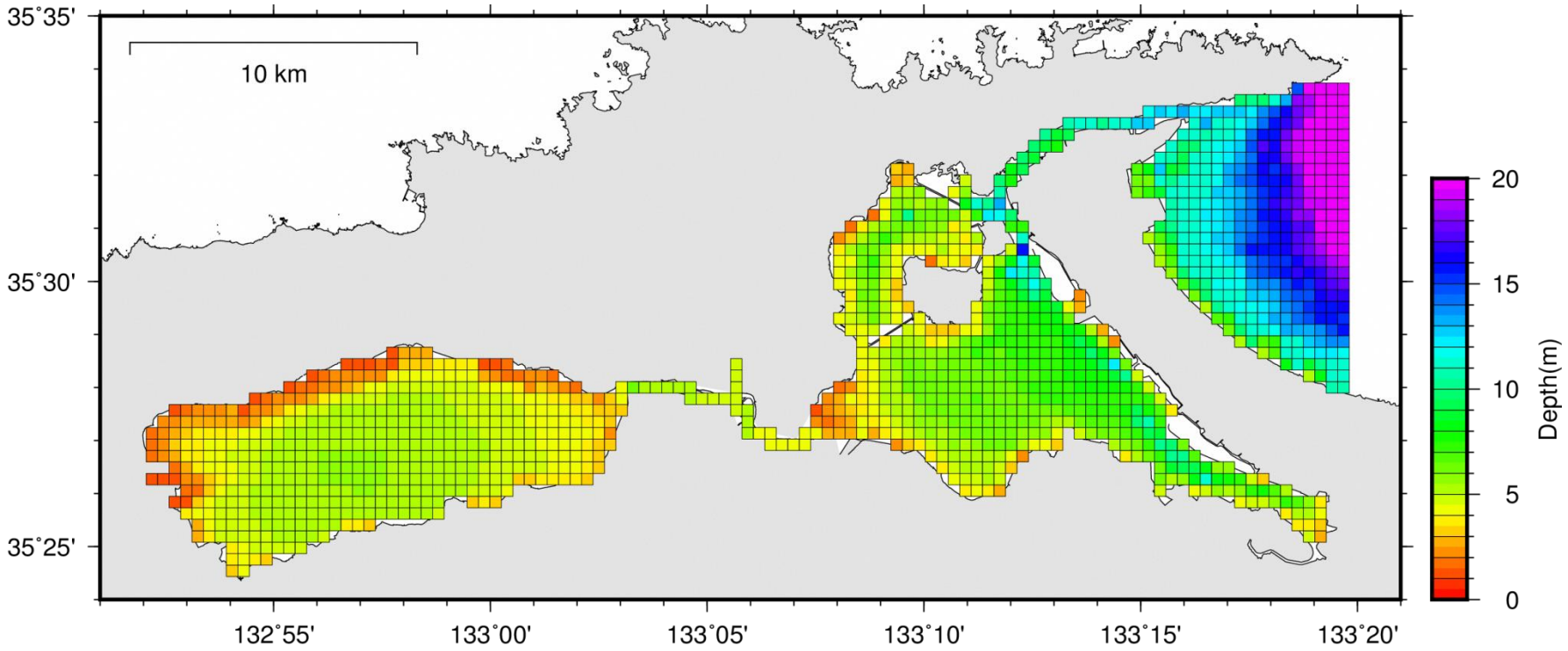
計算条件

基本項目（生態系モデル）

項目	生態系モデル	流動モデル
水平メッシュ	400m正方格子	200m正方格子
鉛直メッシュ	レベル座標系：67層 （水深10mまで0.2m間隔）	同じ
乱流モデル	Richardson数モデル	同じ
移流項スキーム	TVDスキーム	同じ
生態系モデル	○	×

- 水平メッシュ以外は、流動モデルと同じ計算条件。
- 気象・河川・外洋の条件も同じ。

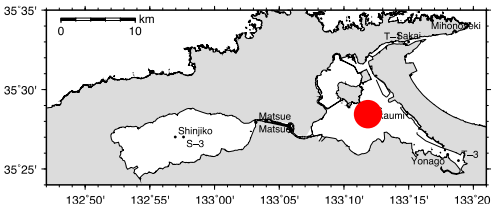
計算メッシュ（400m）

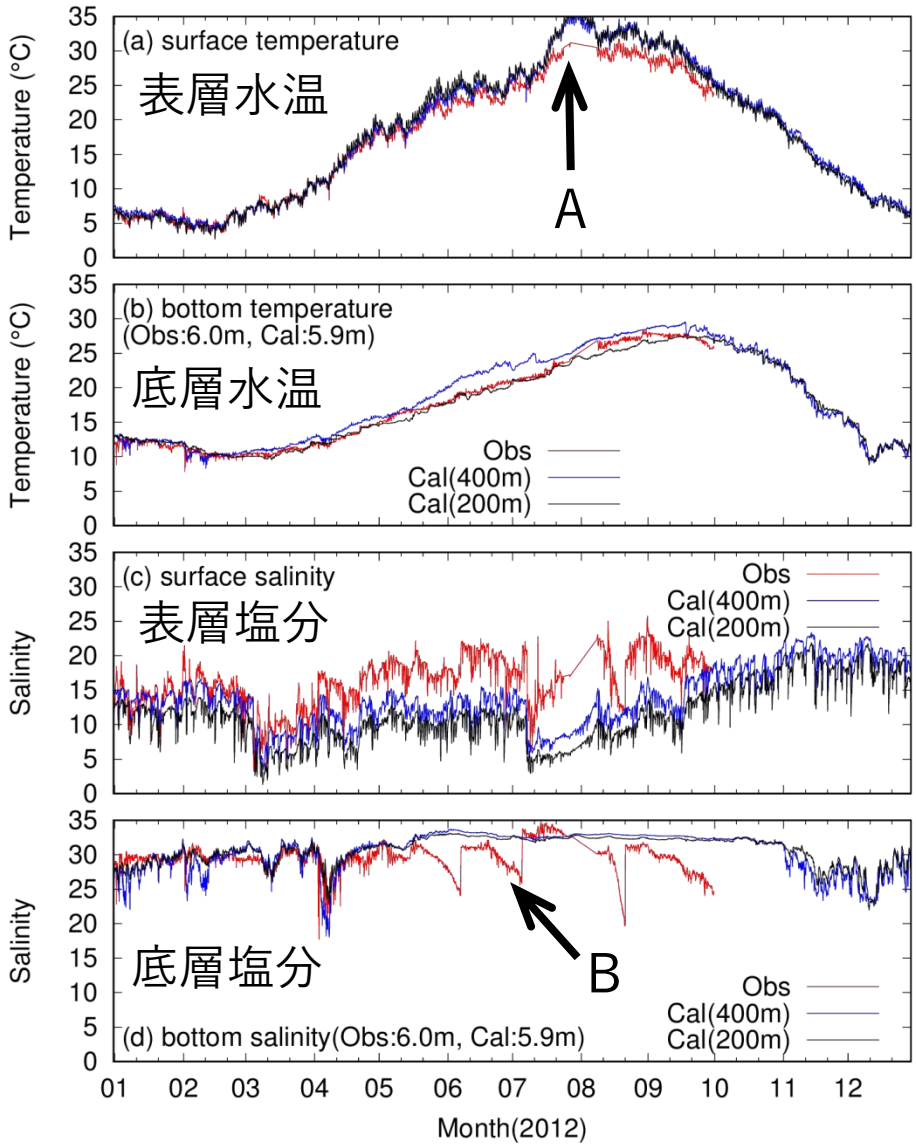


- メッシュ数：106×45
- 大橋川の横幅が1メッシュ。
- 境水道の横幅が1～2メッシュ。

計算結果

中海湖心の再現性（水温塩分）

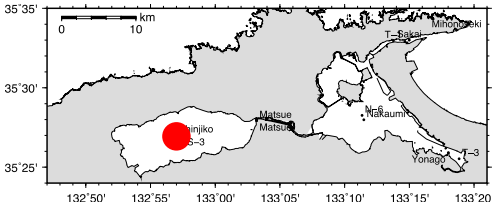


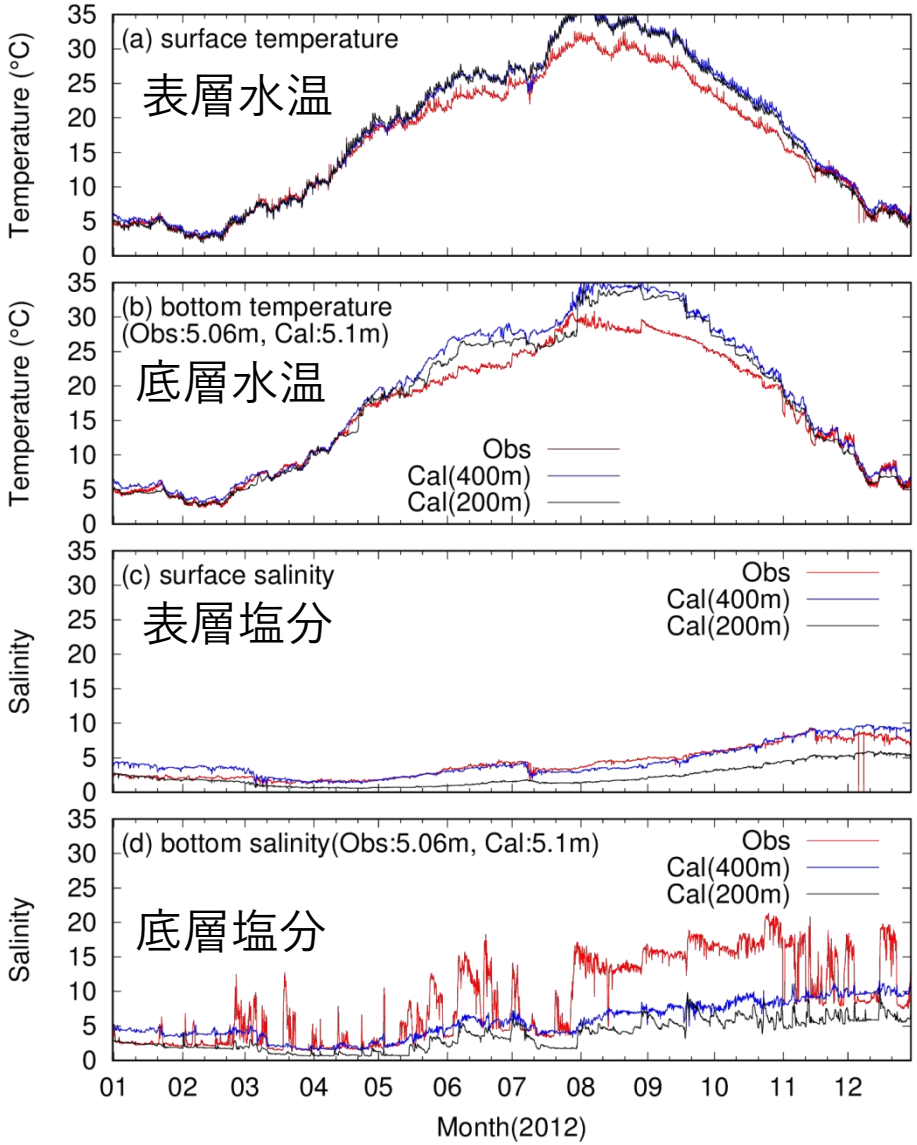


- 表層水温は200mとほぼ同じ結果。
- 底層水温はやや高い。
- 表層塩分は200mより少し高くなったが、夏期はまだ過小評価。

計算結果

宍道湖湖心の再現性（水温塩分）

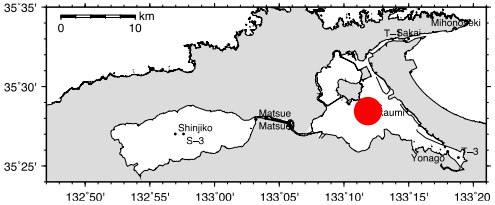


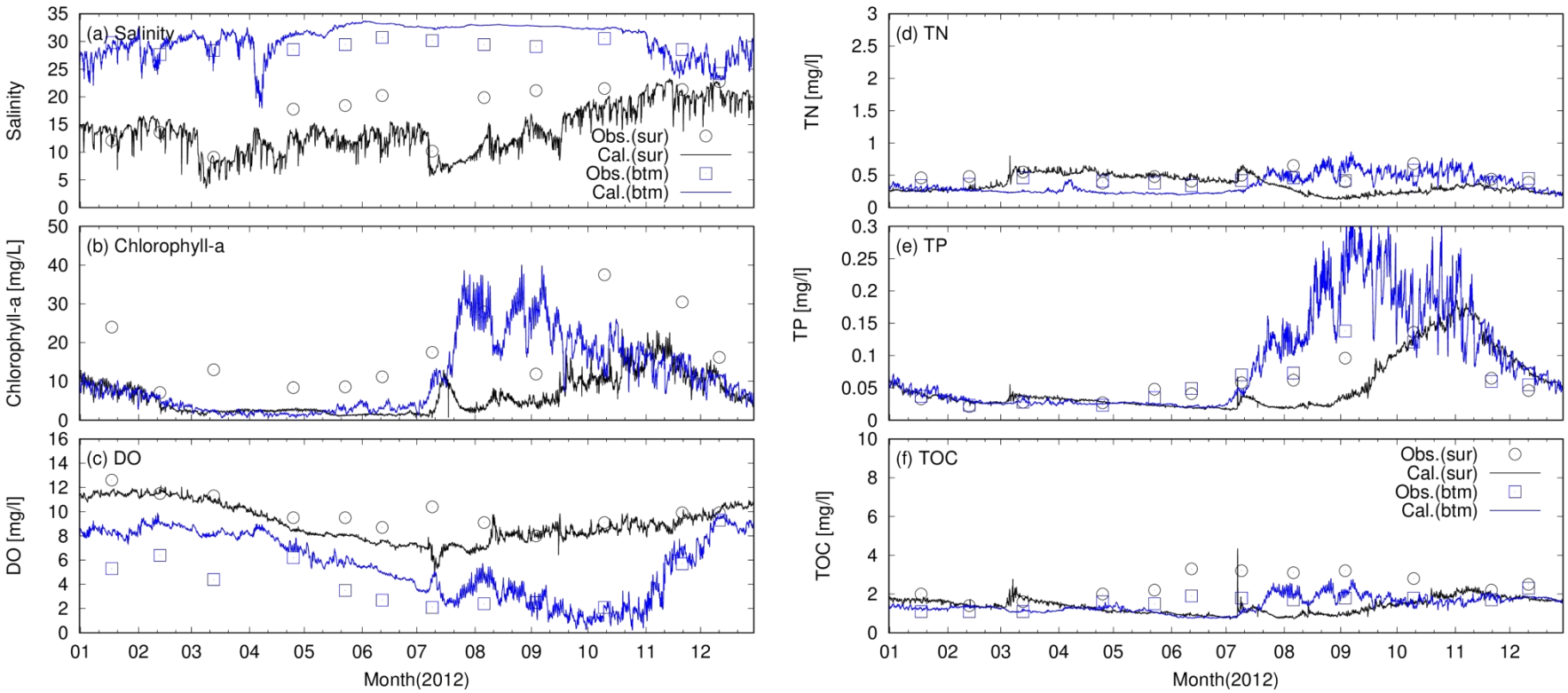


- 表層塩分は観測値とよく一致している。
- 底層塩分は塩分遡上がやや増加したが、まだ不足。

計算結果

中海湖心の再現性（水質項目）



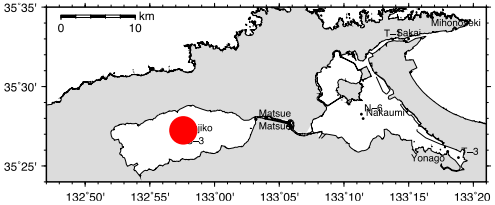


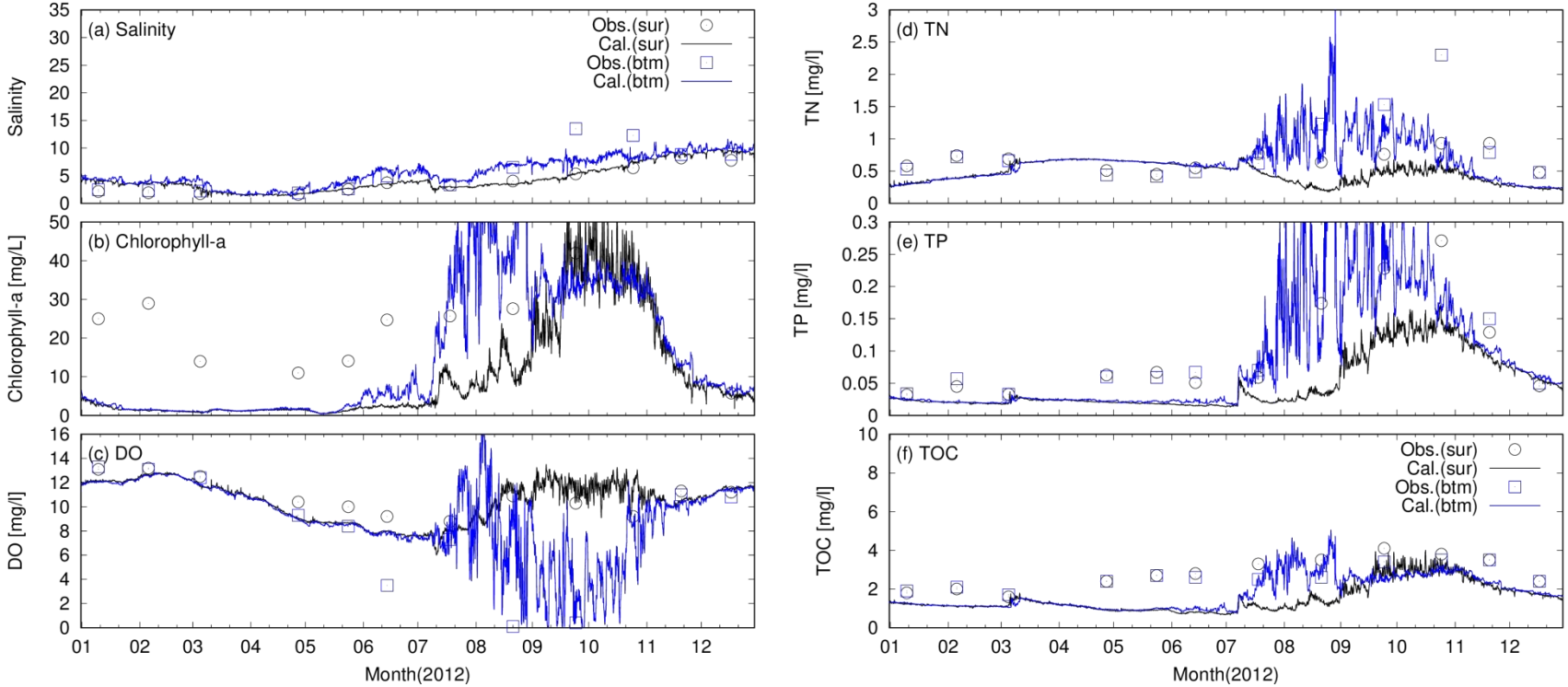
黒：表層、青：底層

- TN・TP・TOCのレベルは一致。
- 8～11月の底層貧酸素化は再現されている。
- 貧酸素化に伴う、 PO_4の溶出も再現されている。

計算結果

宍道湖湖心の再現性（水質項目）





- TP・TOCのレベルはやや過小評価（河川負荷の影響？）。
- 8～11月の底層貧酸素化、それに伴うPO_4・NH_4の溶出も再現。
- 1～3月の植物プランクトン増殖が再現されていない。

生態系モデルのまとめ

成果

- 中海・宍道湖の底層貧酸素化
- 貧酸素化に伴う、底泥からの栄養塩溶出

課題

- 冬季の植物プランクトン増殖の再現

  → 植物プランクトンモデルの改良

今後の課題

- 中海～境水道の表層塩分の原因解明と対策。
- 宍道湖への塩分遡上の向上。

  →　大橋川の細分化メッシュの検討。
- 夏期の高水温化の原因解明と対策。
- 冬季植物プランクトン増殖の再現。

H28年度アオコ調査

実施日：6月1日、6月15日、7月5日、7月19日、8月1日、
8月10日、8月17日、9月12日、10月3日

調査方法：宍道湖定点（S1～S4、S6）にて採水、WT、EC測定後アオコ判別式にて判定。併せて各地点について顕鏡し、アオコ形成種の存在について確認した。

結果

調査日	アオコ判別式（Z2）	検鏡結果	優占種
6月1日	－1．84	アオコ形成種確認せず	優占種なし
6月15日	水温測定せず	アオコ形成種確認せず	優占種なし
7月5日	－0．27	アオコ形成種確認せず	*Cyclotella* spp.
7月19日	0．08	アオコ形成種確認せず	*Cyclotella* spp.
8月1日	1．16	アオコ形成種確認せず	優占種なし
8月10日	1．49	アオコ形成種確認せず	優占種なし
8月17日	0．61	（顕鏡せず）	（顕鏡せず）
9月12日	－0．86	アオコ形成種確認せず	*Cyclotella* spp.
10月3日	－0．36	アオコ形成種確認せず	*Cyclotella* spp.

＊調査日の一月後にアオコが発生するかを判別。

Z2（調査日の一月後のアオコ発生の有無）=

$$-0.000908\,(Cl^{-}_1) - 0.000498\,(Cl^{-}_2) + 0.346\,(WT_1) - 6.37$$

調査日のCl^{-}　一月前のCl^{-}　調査日の水温

考察

・H28年度もアオコ形成種は確認されなかった。
・アオコ判別式は7月中旬から8月中旬までプラスを示した。
　⇒ここ2年、判別式はプラスであるがアオコは発生していない。
　　この結果を踏まえ判別式の係数を再検討する必要がある？

今後の展望

・宍道湖中海流域のため池等でアオコの発生が報告されていること（尾原ダム、布部ダム、古志池（松江）、大池（松江市））から、これらのアオコが降雨等で宍道湖へ流入した際、宍道湖内で増殖するのか検討を行う。

次年度の計画

①今年度同様にアオコ調査を実施し、アオコ発生のメカニズムを解明する。

・国土交通省のテレメータシステムの情報を活用しながらアオコ判別式によりアオコ発生予測を行う。

・発生の恐れがある状況になった際には現場測定等高頻度に行い発生メカニズム解明に努める

②宍道湖中海流域のため池等でアオコの発生が報告されていること（尾原ダム、布部ダム、古志池（松江）、大池（松江市））から、淡水で発生するアオコが降雨等で宍道湖へ流入した際に、宍道湖内で増殖するのか検討を行う。

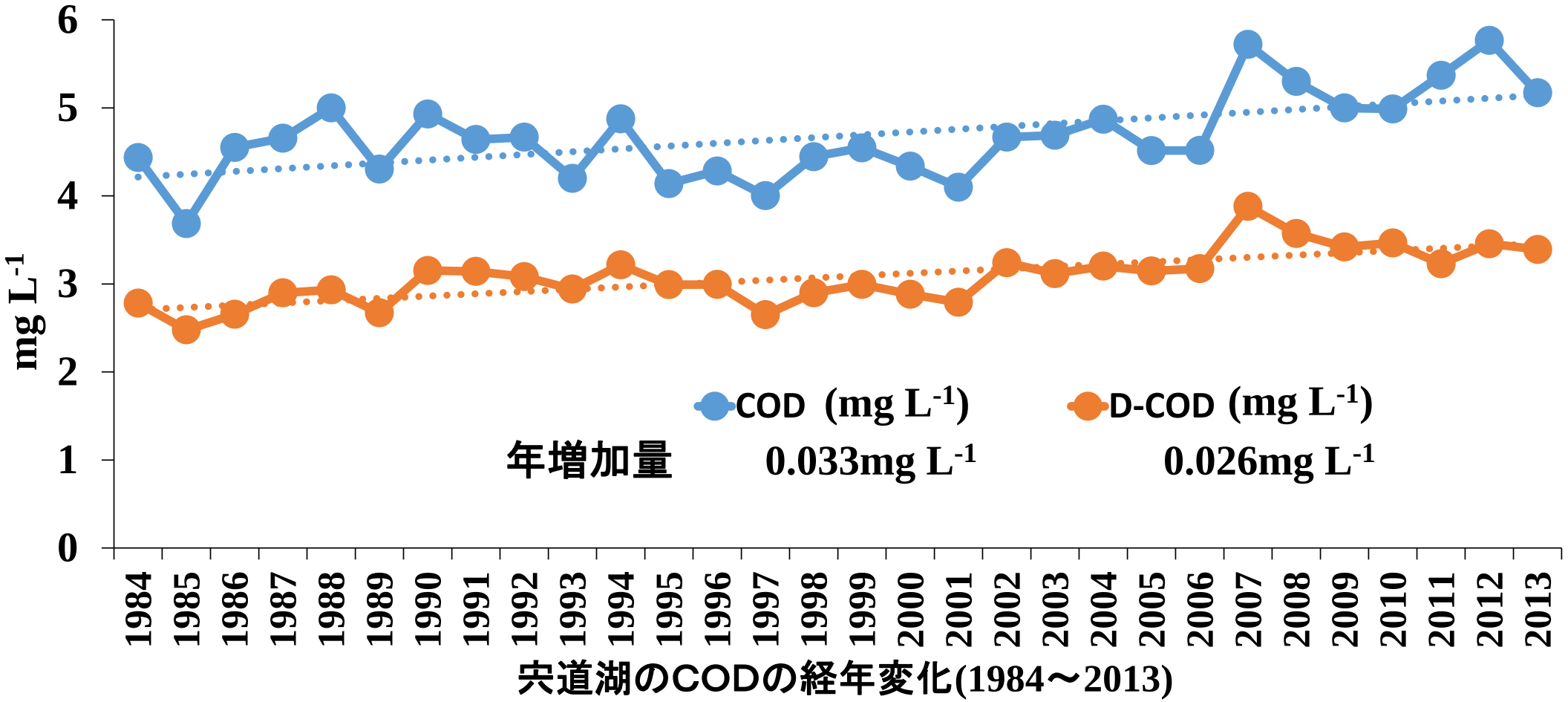
・ダム等の管理者である国土交通省、市とも情報共有しながら淡水性アオコの湖沼への影響について調査を進める。

難分解性有機物調査

はじめに

- 様々な湖沼において流域から湖沼への汚濁負荷は下水道整備などの発生源対策により、減少傾向にあるものの湖沼中の有機物濃度は横ばい、あるいは増加傾向にある。宍道湖でもCODの値は増加傾向にある。このCODの増加の要因として生物学的には分解されにくい溶存有機物（Dissolved Organic Matter 以下、DOMという）のうちの難分解性有機物と考えられる。
- 難分解性有機物を含むDOMは、生態系に関わる重要な因子であるが植物プランクトンなどの分解生成物などが環境中で反応した物質群からなる。多種多様な有機化合物の混合物であるDOMの同定は難しく分子レベルでの研究は滞っている。
- 現在の湖沼におけるDOMの特性解明にはEEM法による分析と、PARAFACによる解析が行われている。

宍道湖におけるCODの経年グラフ



三次元励起蛍光分析法（EEM法）

- 三次元励起蛍光分析（Excitation Emission Matrix Spectroscopy,EEM）はDOMの特性（成分）を把握する分析手法である。
- 検出されるピークの違いやスペクトル形状の違いから腐植物質、下水由来の物質、植物プランクトンが生成・分解由来の物質など様々な有機物の特性（成分）を分析することが出来る。
- 操作方法も湖水試料等を濾過するだけと大変簡便である。

- しかし、DOMを構成する個々の成分を明確に検出できない。蛍光を発しない物質（糖類）は検出できないなど欠点もあるがDOMの構成成分を知る上で有効な手段である。

PARAFAC(Parallel Factor Analysis)

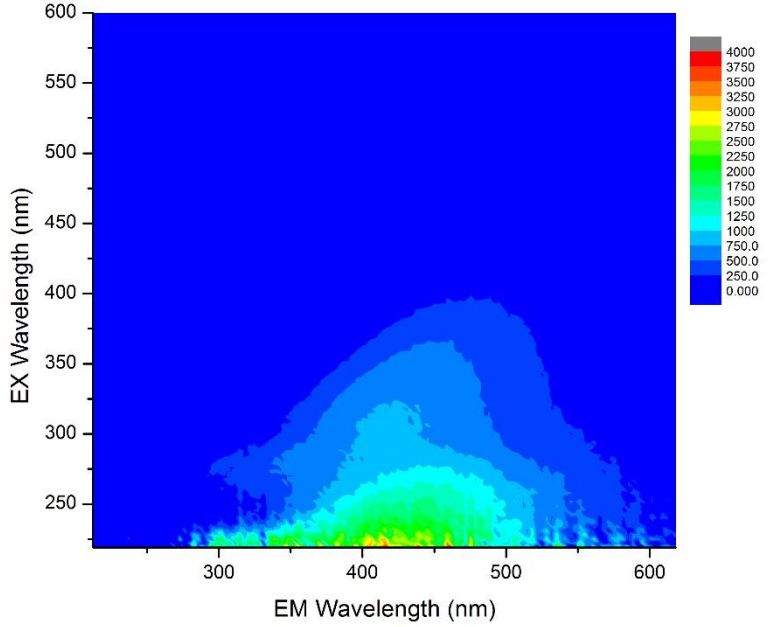
- 統計解析の一つで重なりあったピークを同じ挙動を示す特性（成分）ピークに分離することが出来る手法である。
- PARAFACは特性（成分）のスペクトルや特性（成分）の数について仮定することなく解析することが出来る。そのため各特性（成分）を個々に表示し、それぞれのスペクトルに現れたピーク位置を正確にとらえることができるため、その後の定量的解析にもつながる。

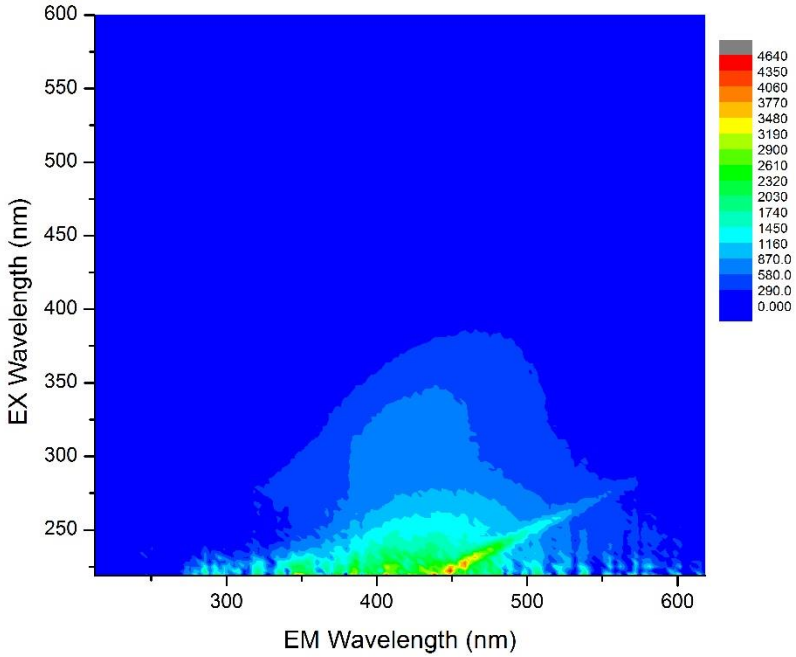
- 現在のDOM測定ではEEM法による分析後PARAFACによる解析が行われている。（例えばY.Senga et al(2016)　Stedmon and Markager(2005) ）

実際の流れ①

- EEM法による分析で下図のスペクトルが得られる。このEEMのスペクトルを数十検体分測定後PARAFACで解析する。

実際の湖水を測定し、得られた励起蛍光スペクトル





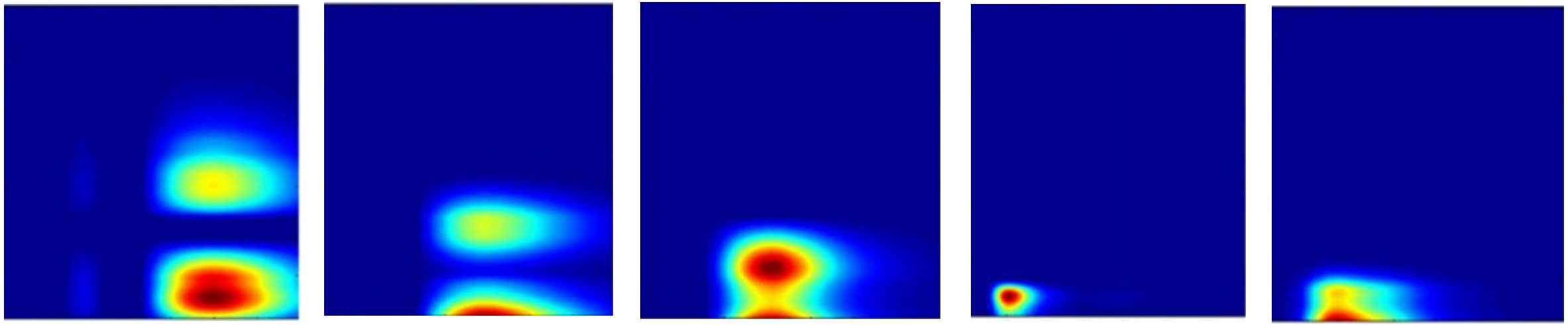
縦軸が励起波長：照射した光
横軸が蛍光波長

・色は蛍光強度を表し、青⇒赤に従ってより強く蛍光を発した波長である。

実際の流れ②

- PARAFAC解析を行うと下図ようなの成分スペクトルが得られる。

成分スペクトル例



腐植酸　植物プランクトン分解由来　植物プランクトン生成起源　チロシン様　トリプトファン様

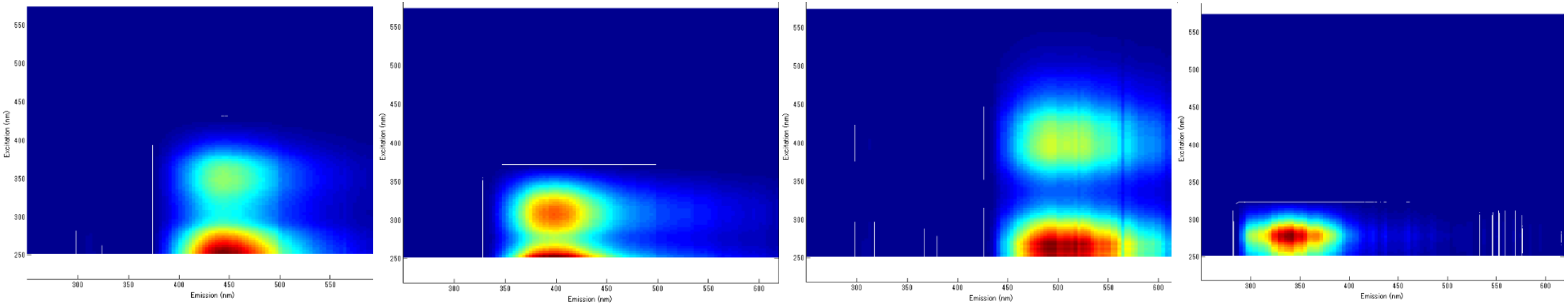
出典：Stephen　A.Timko et.al(2015)

- 成分スペクトルは難分解性、易分解性や腐植物質由来、下水由来の物質、植物プランクトンが生成・分解由来など20種類以上が分かっている。

実際の流れ③

- 宍道湖湖水への適用

宍道湖・中海・斐伊川23地点×12か月分の励起蛍光スペクトルをPARAFAC解析を行った結果、4成分が検出された。



成分１：植物プランクトン分解由来　成分２：植物プランクトン生成起源　成分３：腐植酸　成分４：トリプトファン様(アミノ酸)

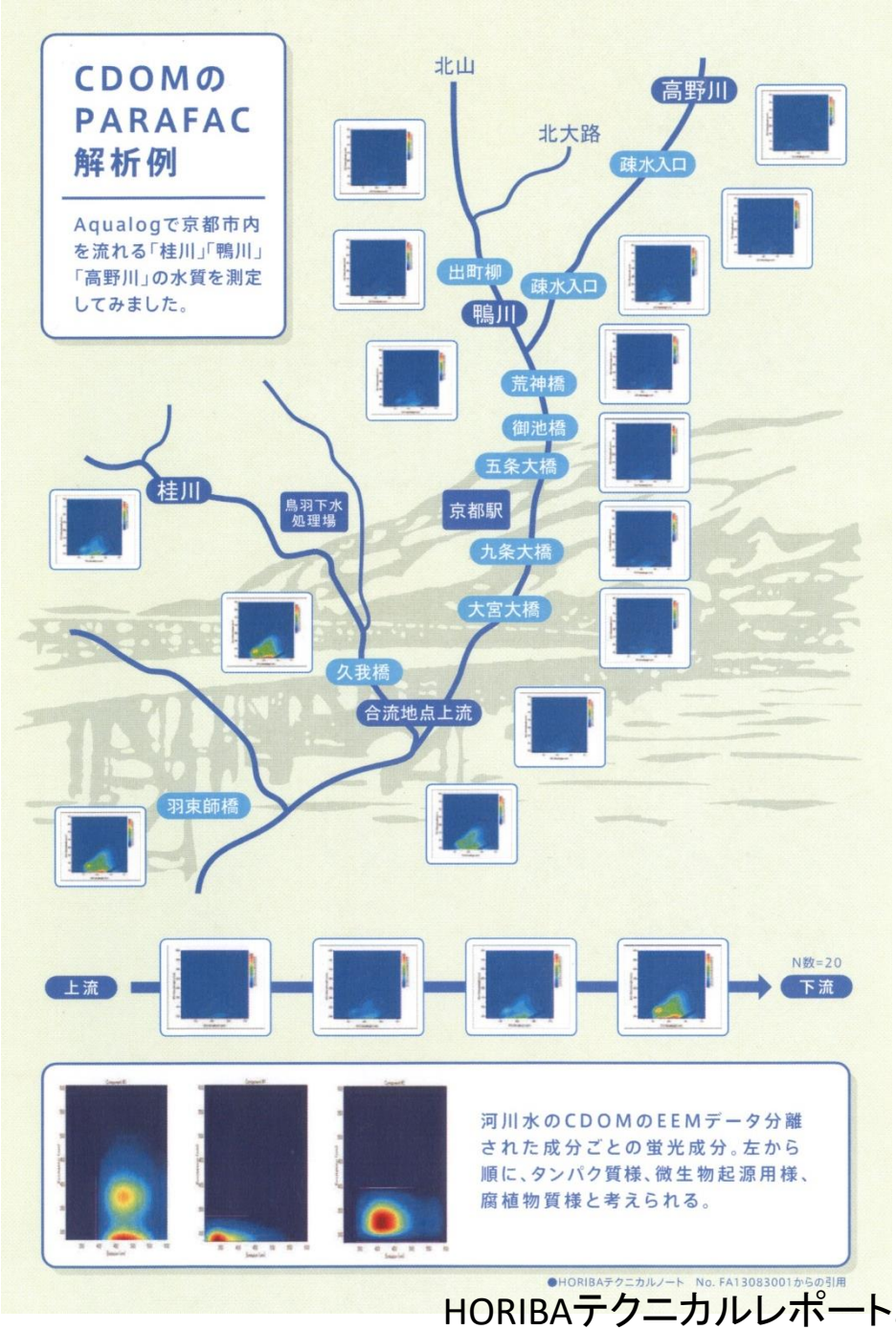
今回実施した結果では4成分の検出となったが今後検体数や地点数を増やすことでより多くの成分を検出できる可能性がある。

DOMを測定することでわかること。

- 宍道湖で、多くの地点、期間のサンプルのDOM測定を行うことで宍道湖全体のDOM成分の由来や、成分の割合を知ることが出来るだけでなく、地点ごとのDOM成分の起源の特定や季節変化によるDOM成分量の増減も知ることが出来る。以上より宍道湖における難分解性有機物の起源や寄与度を推定できる可能性がある。

流入負荷への応用

宍道湖に流入する河川や下水のDOM測定を行うことで宍道湖への負荷の寄与度も知ることが出来る可能性がある。

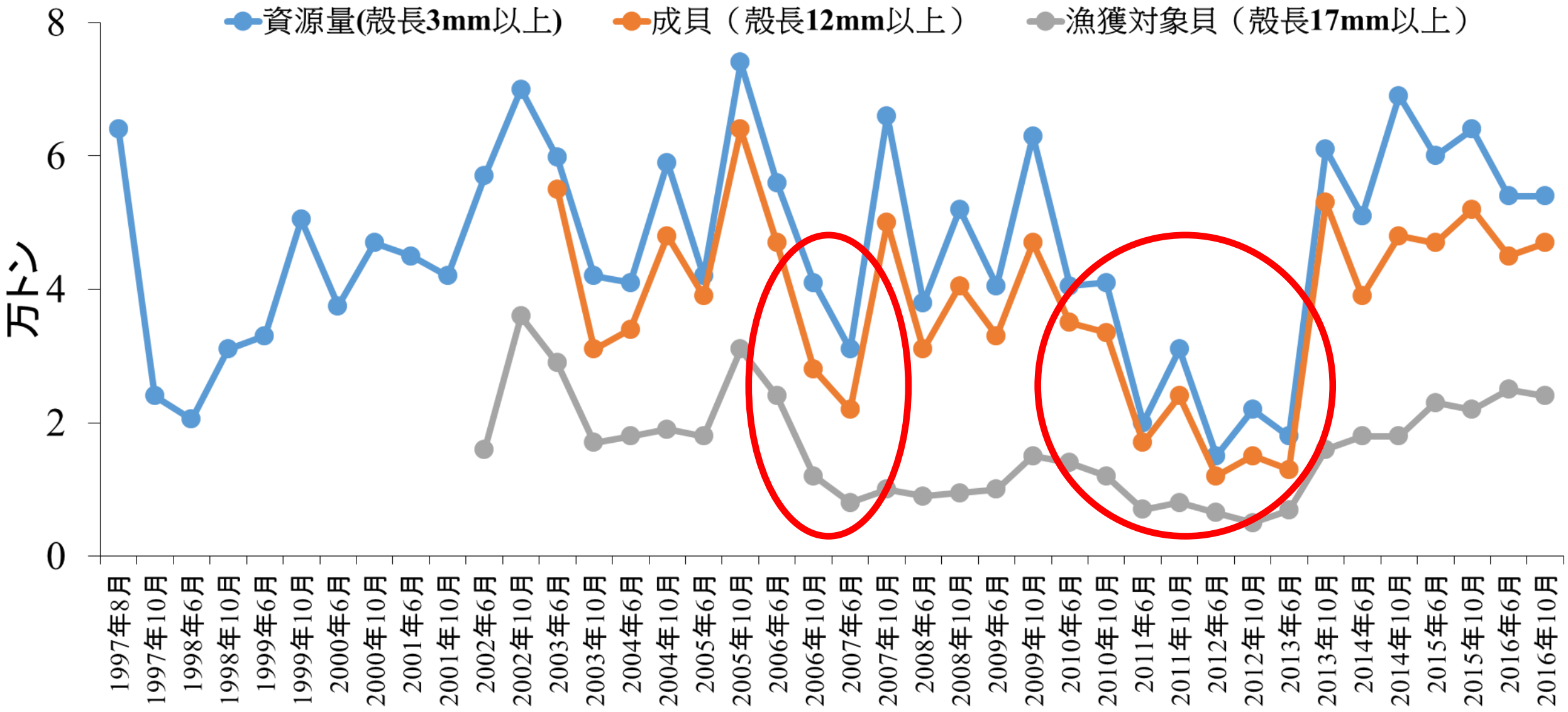


HORIBAテクニカルレポートより

植物プランクトンの脂肪酸量・脂肪酸組成の違いがヤマトシジミへ及ぼす影響

島根県保健環境科学研究所　水環境科

宍道湖のヤマトシジミの資源量推移



※水産技術センター資源量調査より引用

宍道湖のヤマトシジミ資源量の安定した維持には？

- 一般的に生物の成長・繁殖には脂肪酸の一種であるエイコサペンタエン酸（EPA）、ドコサペンタエン酸（DPA）、ドコサヘキサエン酸（DHA）が重要であり、これらが不足することで成長・繁殖阻害を引き起こす可能性がある。

本研究の目的

◎ヤマトシジミの成長・繁殖に好適な餌の検討を行う。

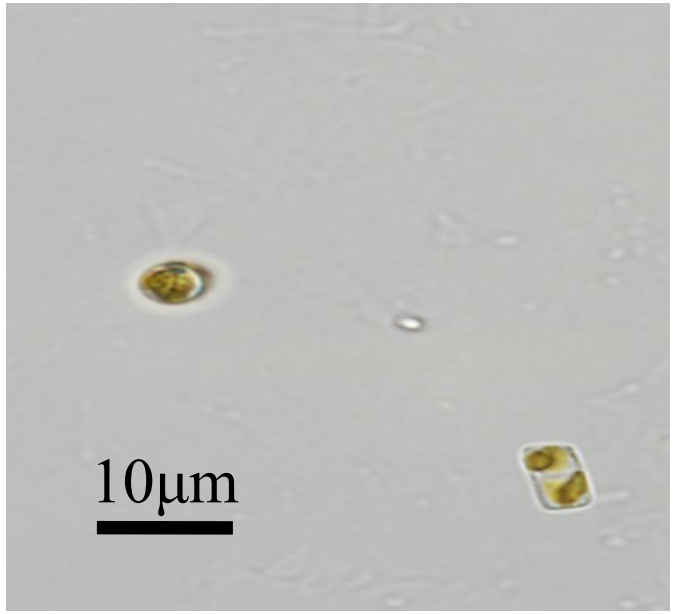
①宍道湖で発生する代表的な植物プランクトンである珪藻、緑藻、藍藻の脂肪酸を測定する。

②ヤマトシジミを給餌飼育し、給餌前後でのヤマトシジミの脂肪酸の量及び組成の変化を比較し、ヤマトシジミの脂肪酸生合成経路等を推定する。

培養株について

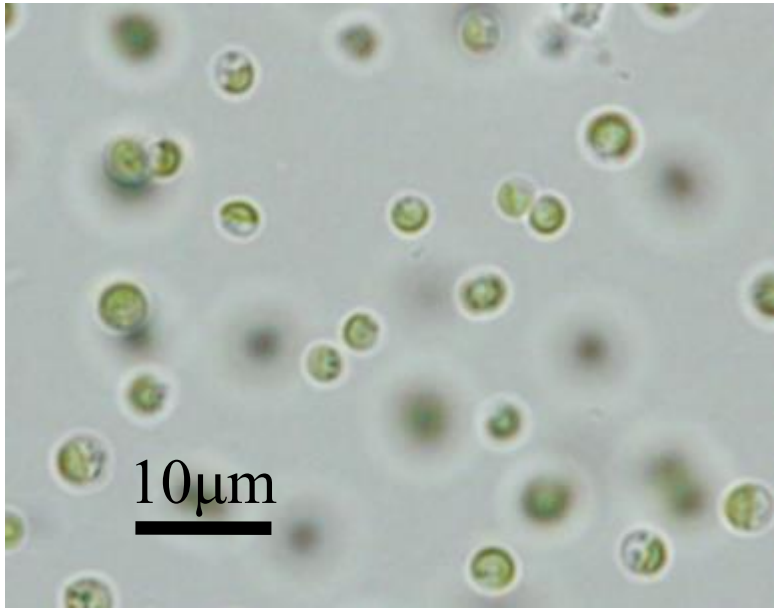
珪藻：

Thalassiosira pseudonana



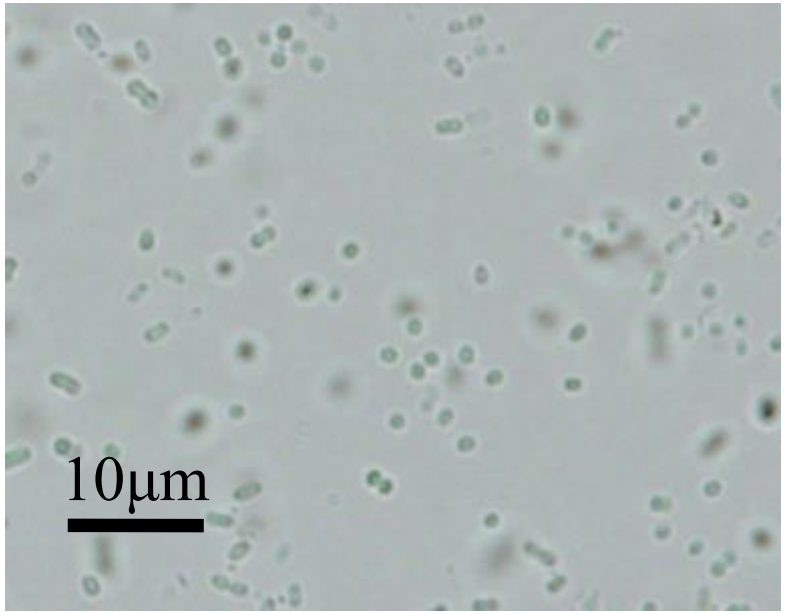
緑藻：

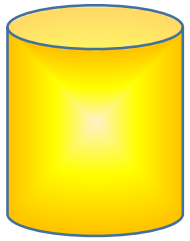
Pseudodictyosphaerium minusculum



藍藻：

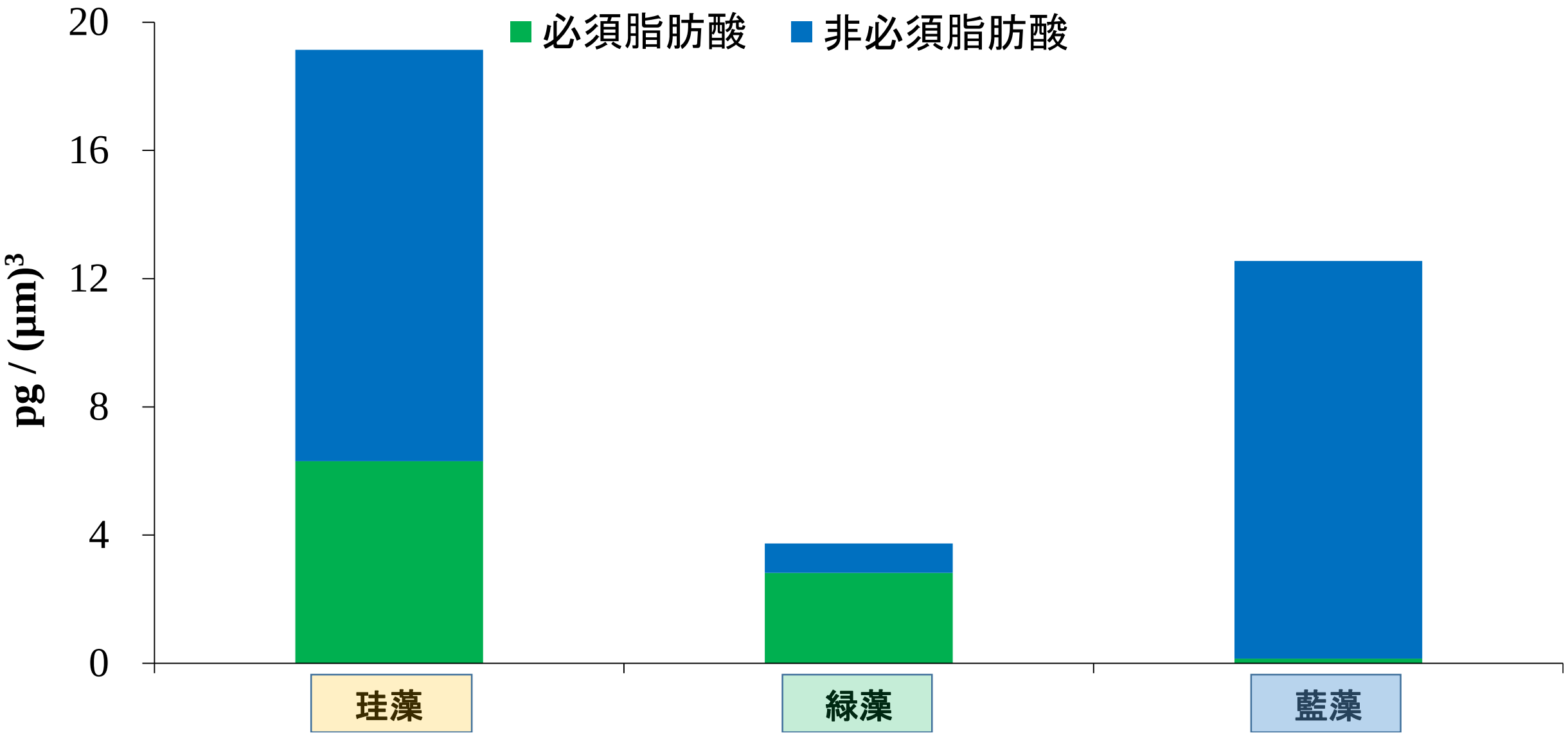
Synechocystis sp.



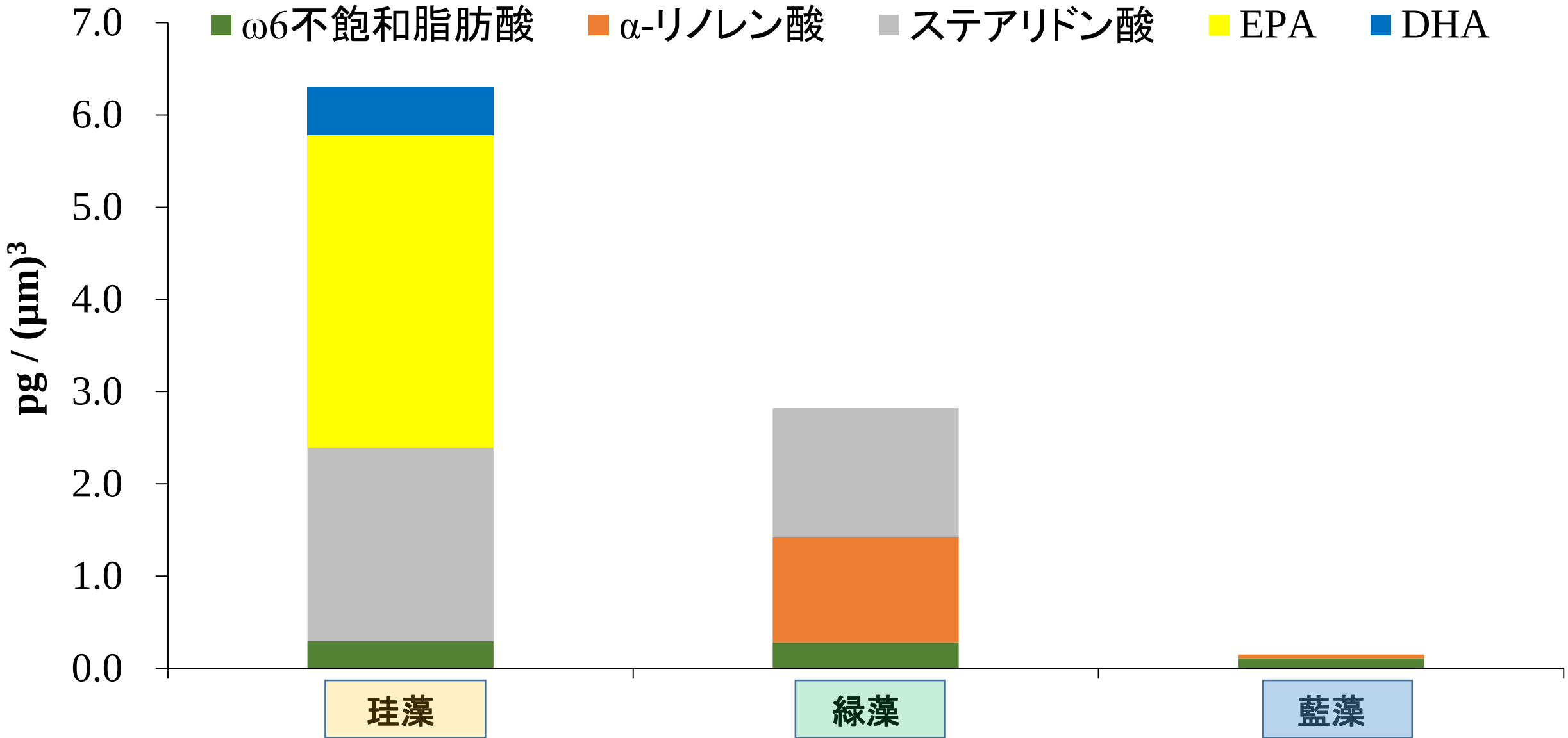


体積比　110　：　50　：　1

植物プランクトン中の脂肪酸量



植物プランクトン中の必須脂肪酸量



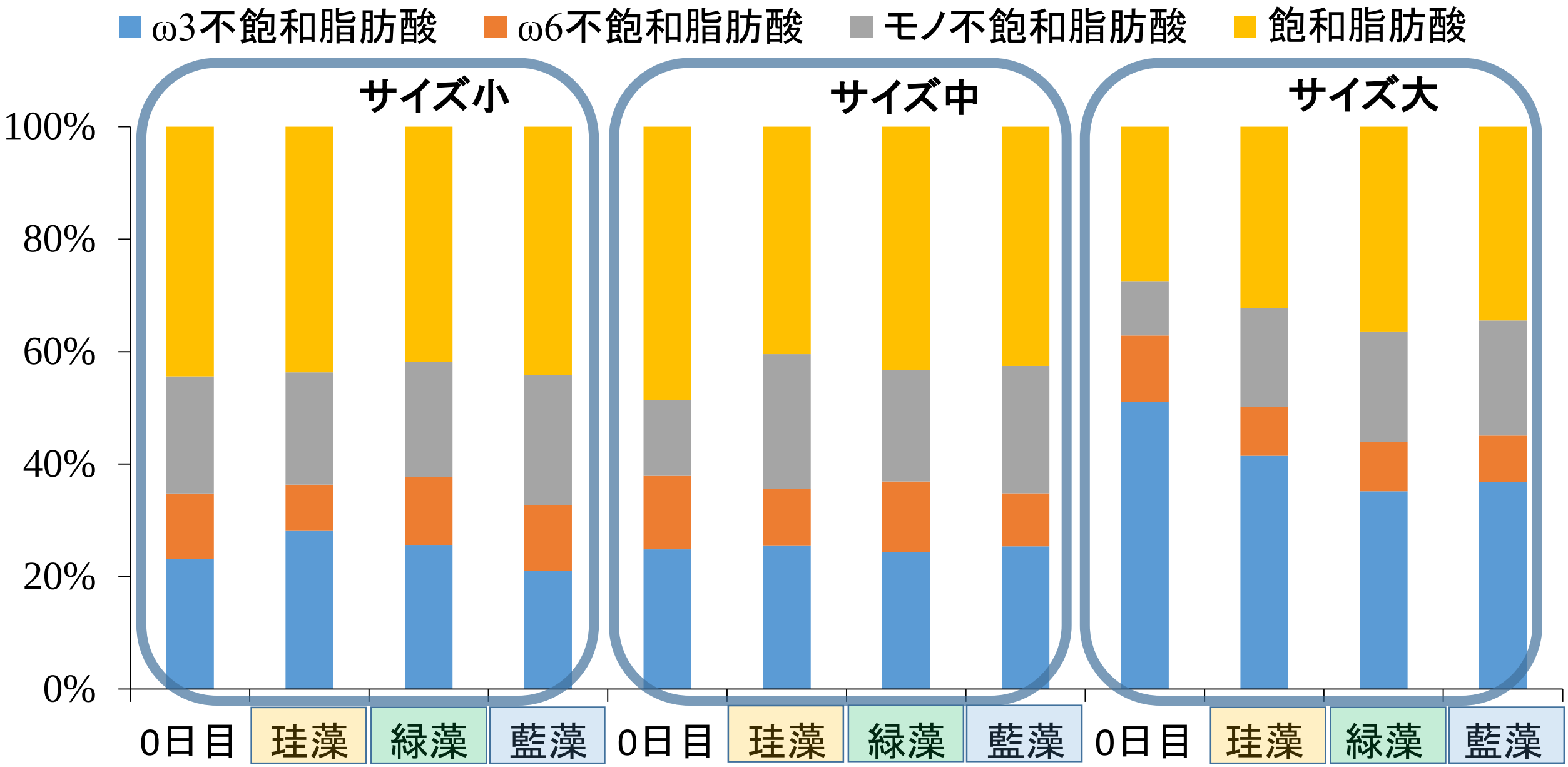
実験方法（ヤマトシジミ）

- 宍道湖北岸で採取(2016年7月27日)し、10日間馴致（餌無し）飼育した。

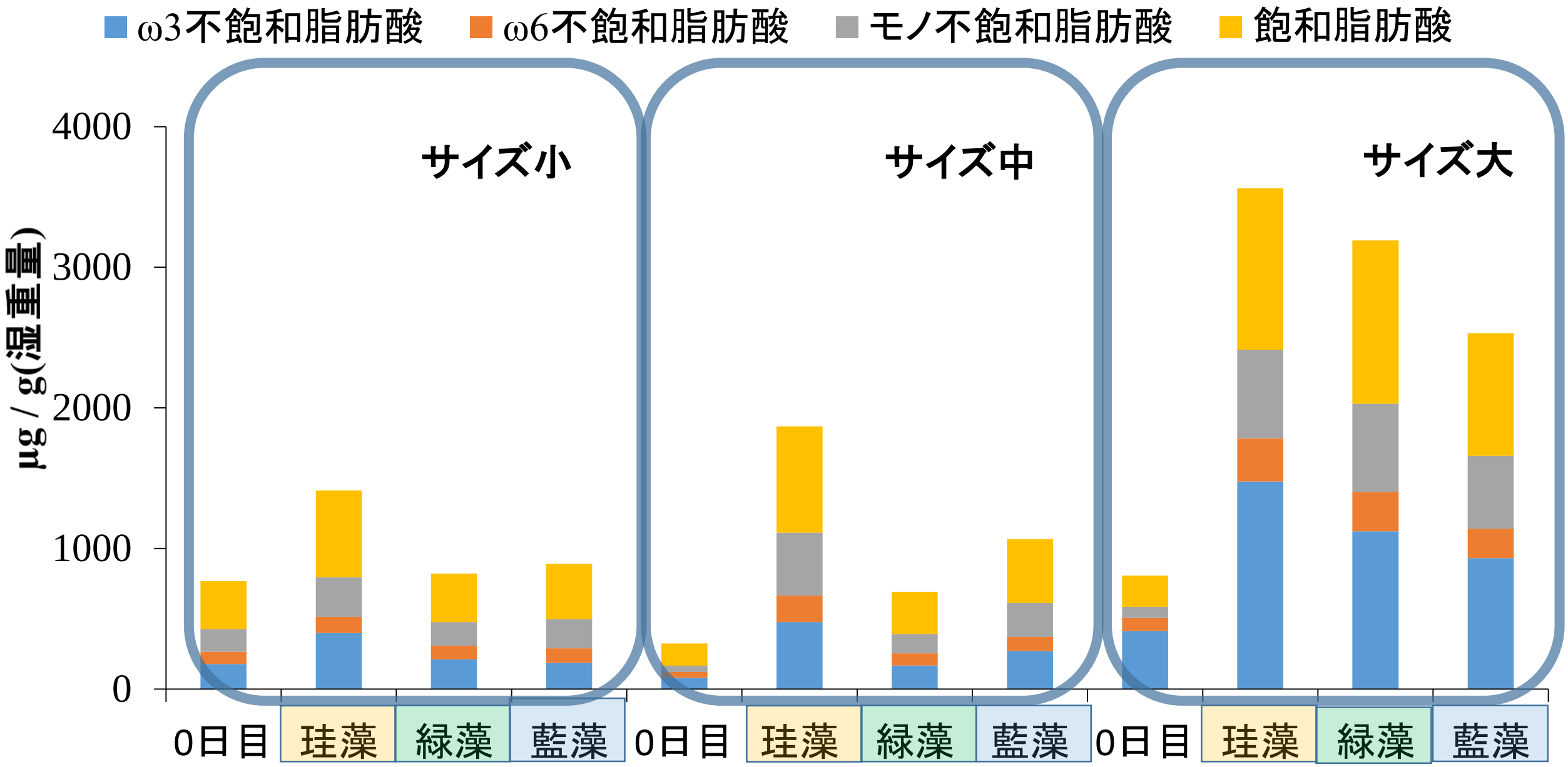
珪藻だけを給餌する実験場	緑藻だけを給餌する実験場	藍藻だけを給餌する実験場	馴致飼育後すぐ凍結保存（0日目）
殻長 **5～10mm（サイズ小）** **140個体** **10～15mm（サイズ中）** **10個体** **15mm以上（サイズ大）** **8個体**	**殻長** **5～10mm（サイズ小）** **140個体** **10～15mm（サイズ中）** **10個体** **15mm以上（サイズ大）** **8個体**	**殻長** **5～10mm（サイズ小）** **140個体** **10～15mm（サイズ中）** **10個体** **15mm以上（サイズ大）** **8個体**	**殻長** **5～10mm（サイズ小）** **140個体** **10～15mm（サイズ中）** **10個体** **15mm以上（サイズ大）** **8個体**

- 30日間飼育した後、脂肪酸を測定した。
- 脂肪酸の測定は、殻長大、中、小からヤマトシジミを取り出し、軟体部湿重量を測定後、ホモジナイズしながらクロロホルムーメタノールで抽出した。その後、メタノールー塩酸でエステル化し、GC/MSで測定した。

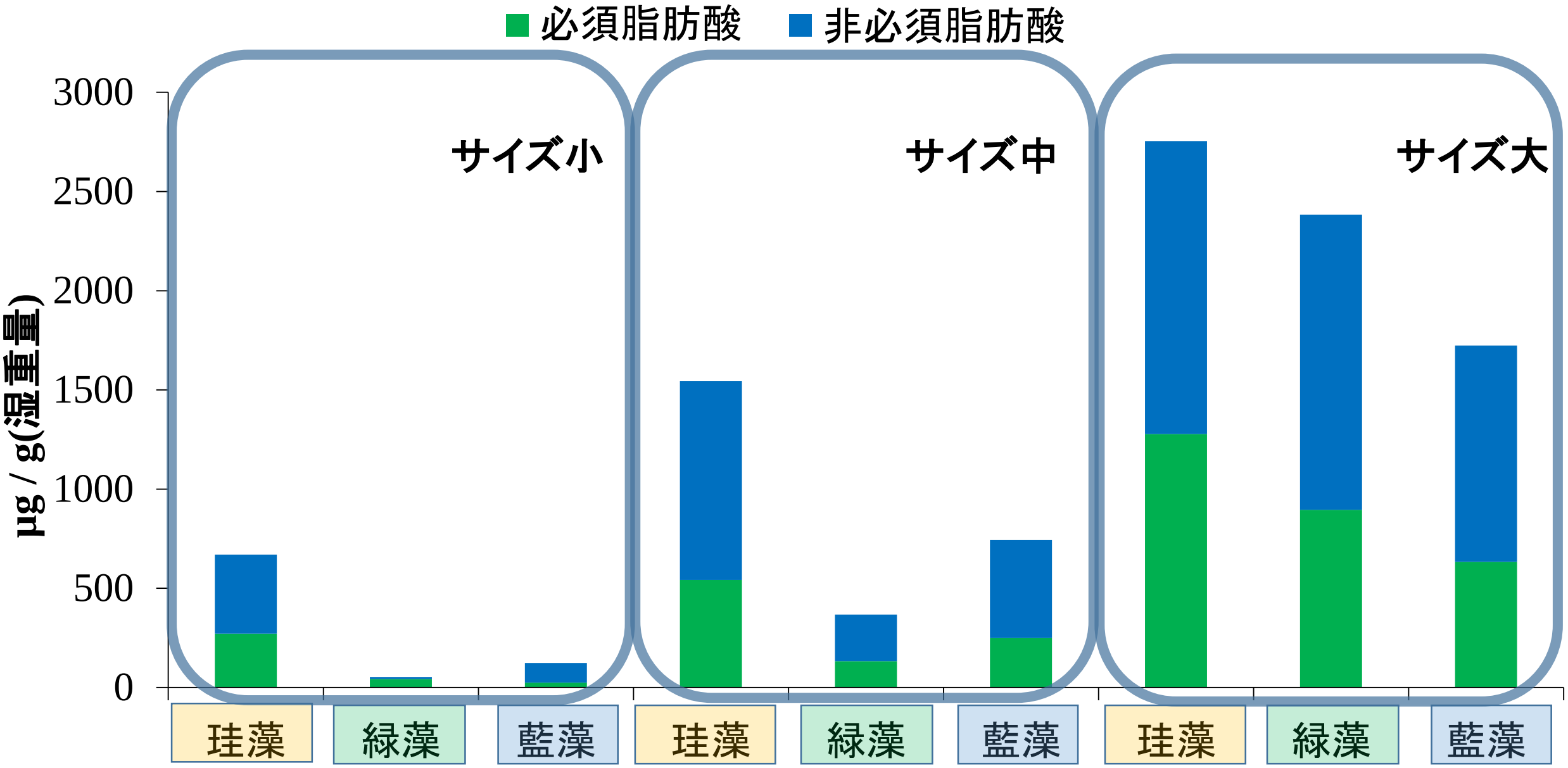
給餌したヤマトシジミ中の脂肪酸組成



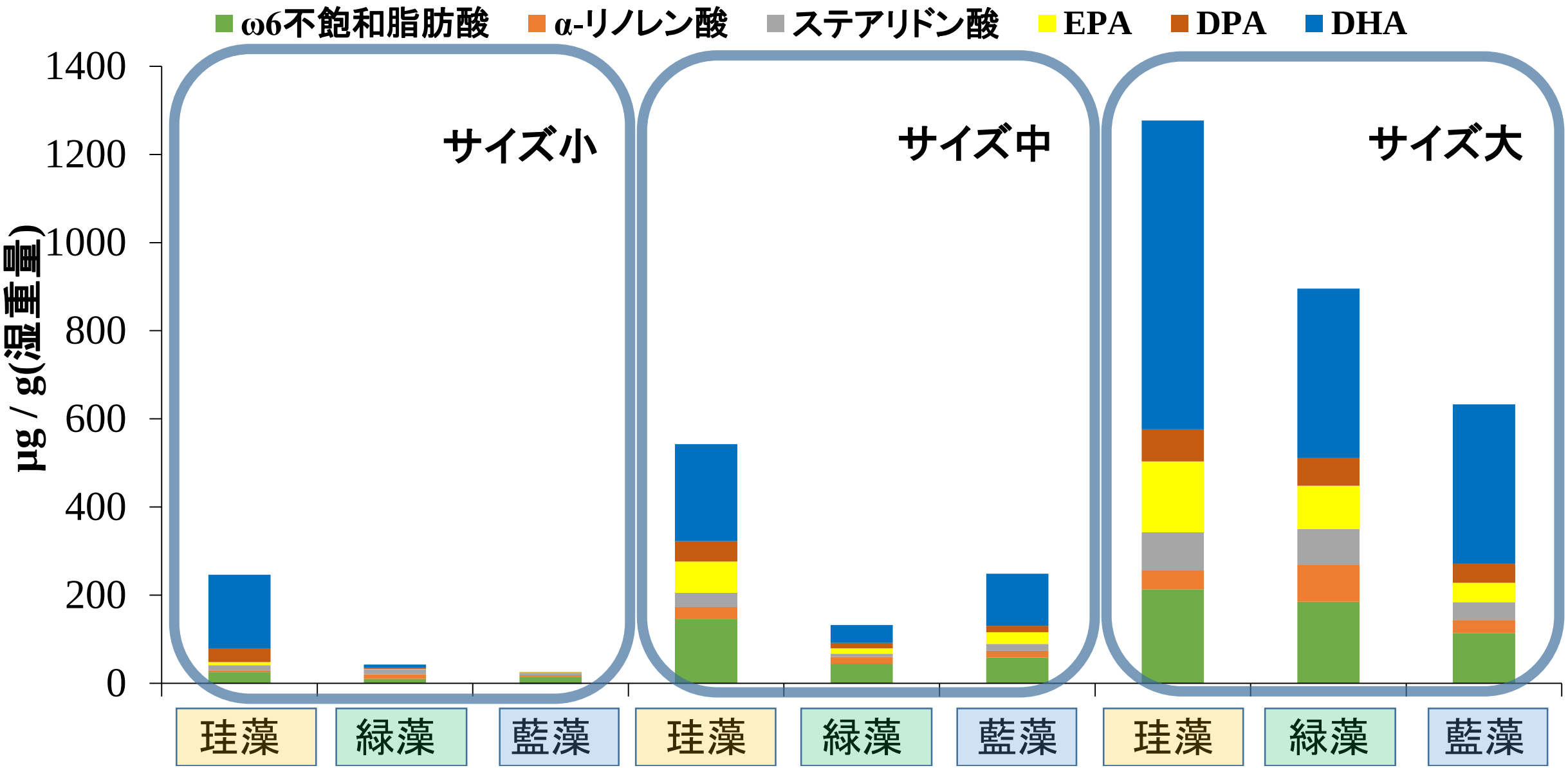
給餌したヤマトシジミ中の脂肪酸量



給餌したヤマトシジミ中の脂肪酸増加量



給餌したヤマトシジミ中の必須脂肪酸増加量



まとめ1

- 珪藻*Thalassiosira pseudonana*、緑藻*Pseudodictyosphaerium minusculum*、藍藻*Synechocystis* sp.の脂肪酸を測定したところ、珪藻がもっとも多く脂肪酸を含んでいた。また、藍藻は必須脂肪酸をほとんど含有していなかった。

- ヤマトシジミは各成長段階で脂肪酸組成を一定に維持していた。

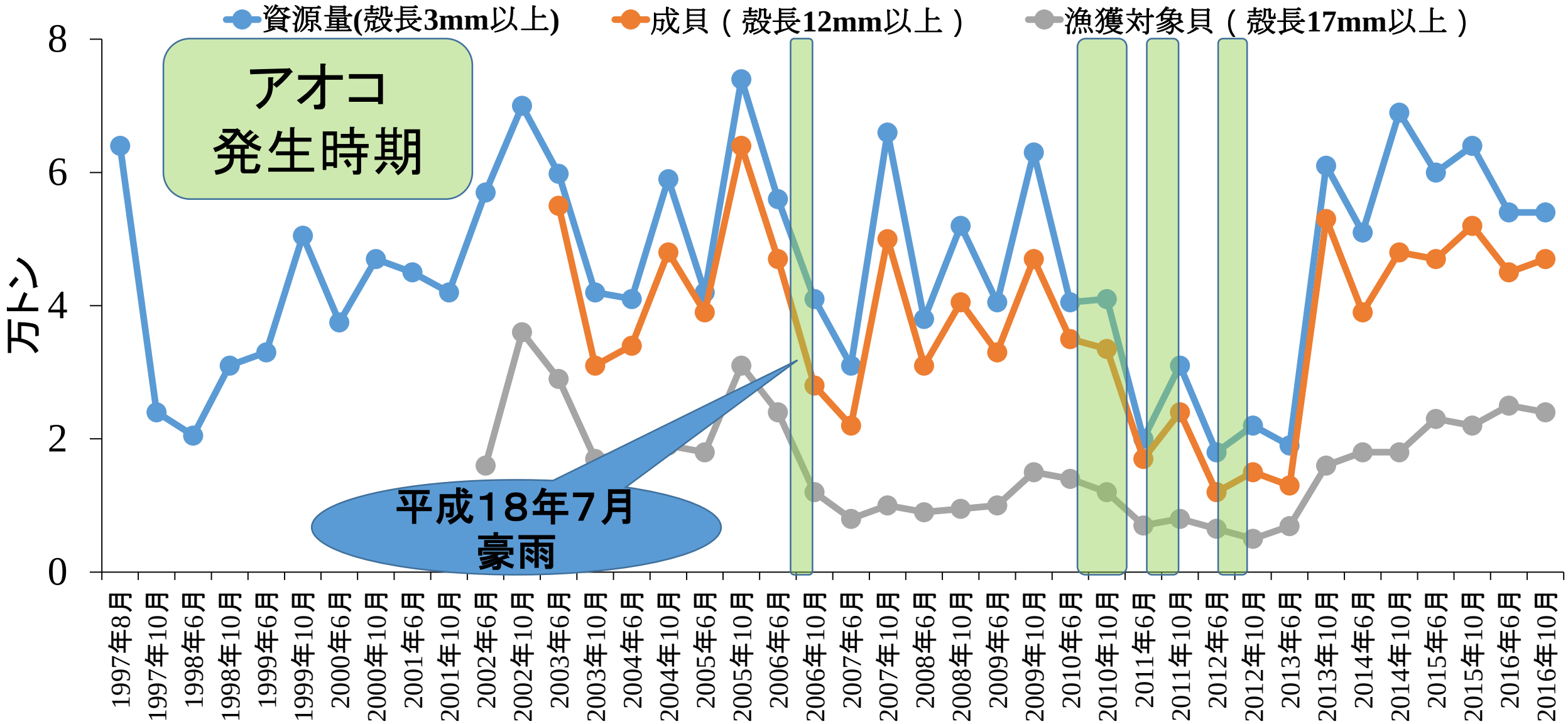
- EPAやDHAをほとんど含まない餌（緑藻、藍藻）のみを与えても成貝のヤマトシジミのEPAやDHAが増加したことから、ヤマトシジミは淡水魚(魚類における必須脂肪酸要求の多様性，竹内俊郎)
- に近い生合成経路を有していると示唆された。

まとめ2

- 今回の実験結果からは、珪藻を与えたヤマトシジミの脂肪酸が最も増加したことからヤマトシジミの餌には珪藻が最も適していると考えられる。

- 今後は、ヤマトシジミの脂肪酸変換酵素の測定や他の植物プランクトンの脂肪酸の測定をしていきたい。

宍道湖のヤマトシジミの資源量推移



※島根県水産課ホームページより引用