

# 平成30年度濁水調査

水環境科

研究員 山根馨太

# 背景

## ○これまでの進捗状況

① 汚濁メカニズム解明のためには流入負荷の特性を把握することが必要



② 出水時に斐伊川の全リン負荷量が急激に増加する



③ 赤川は水田、山林、市街地があり、調査地点に適しており、出水時の斐伊川支川調査でのリン濃度が高いことが分かった。



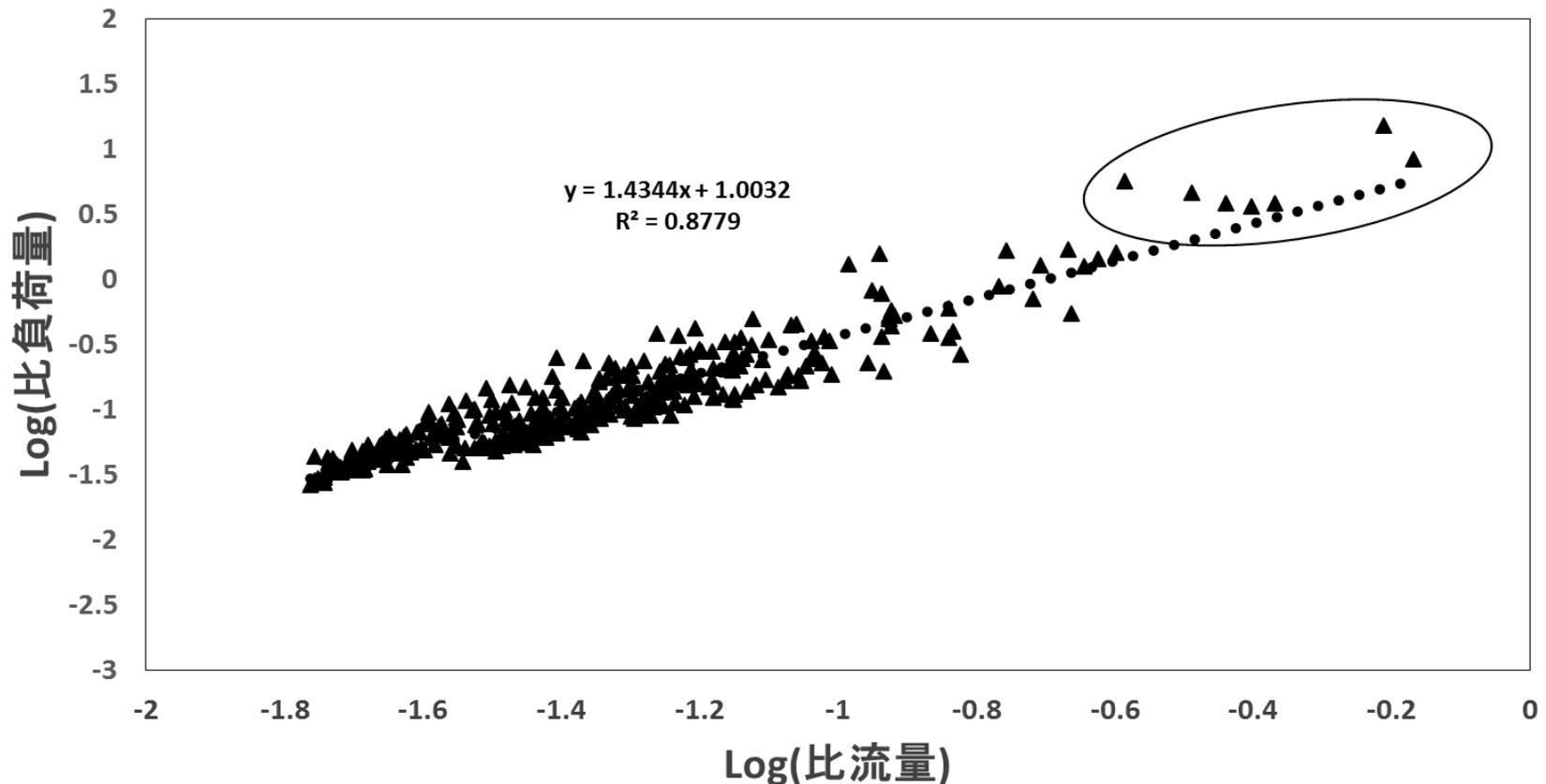
④ どのような土地利用で濁水が発生しているかの調査を行う。

今回は山林地域と水田地域、下流での調査を行う。

# 背景 ② 出水時に斐伊川の全リン負荷量が急激に増加する

## 斐伊川高頻度採水調査(2010年7月～2011年6月)

斐伊川の全リン濃度(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。

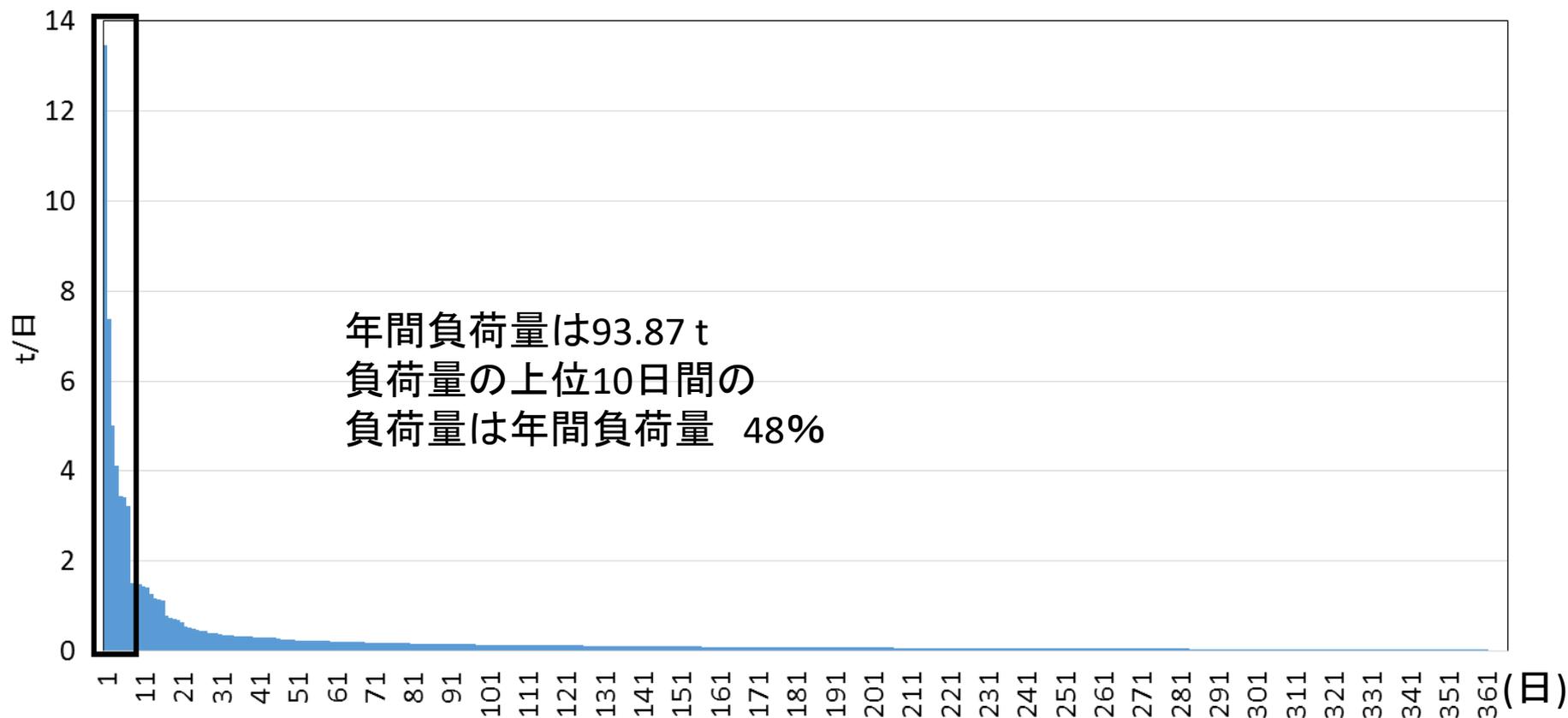


# 背景

## ② 出水時に斐伊川の全リン負荷量が急激に増加する

斐伊川の日ごとの全リン負荷量(負荷量順)

2010 7/1~2011 6/30

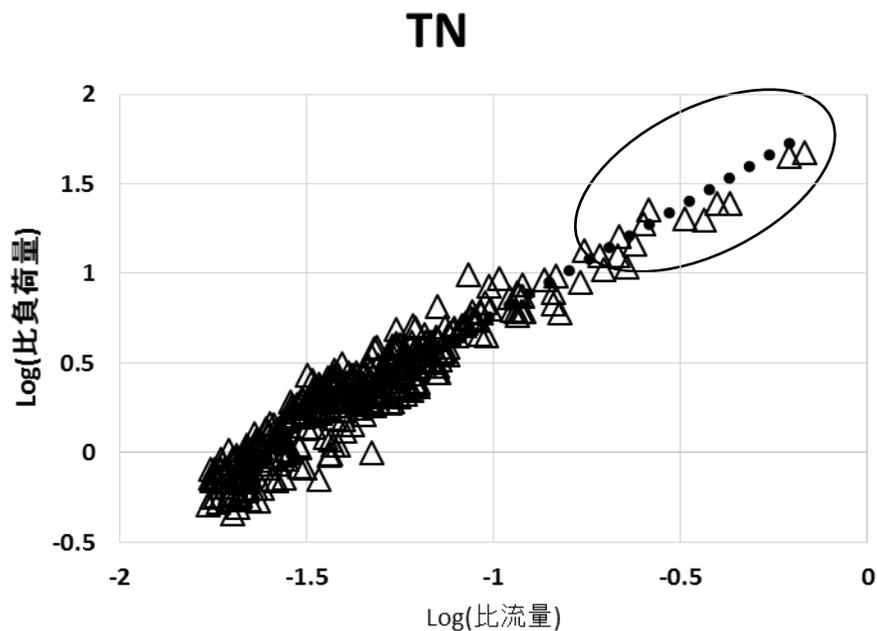


# 背景

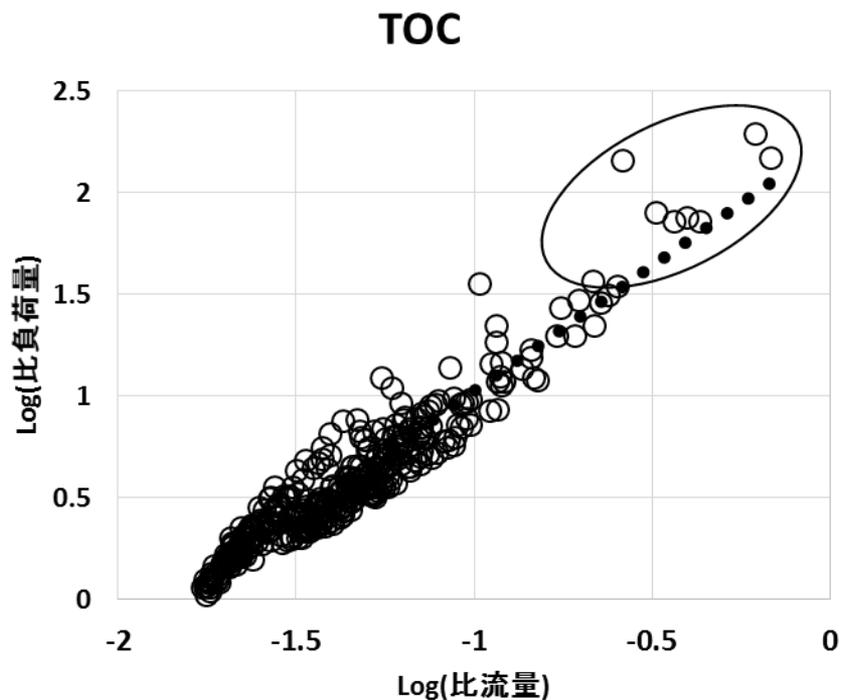
高出水時のリンの発生源を把握し、リン削減対策につなげる。

# 背景

## 斐伊川高頻度採水調査(2010年7月～2011年6月)



△ 斐伊川



○ 斐伊川

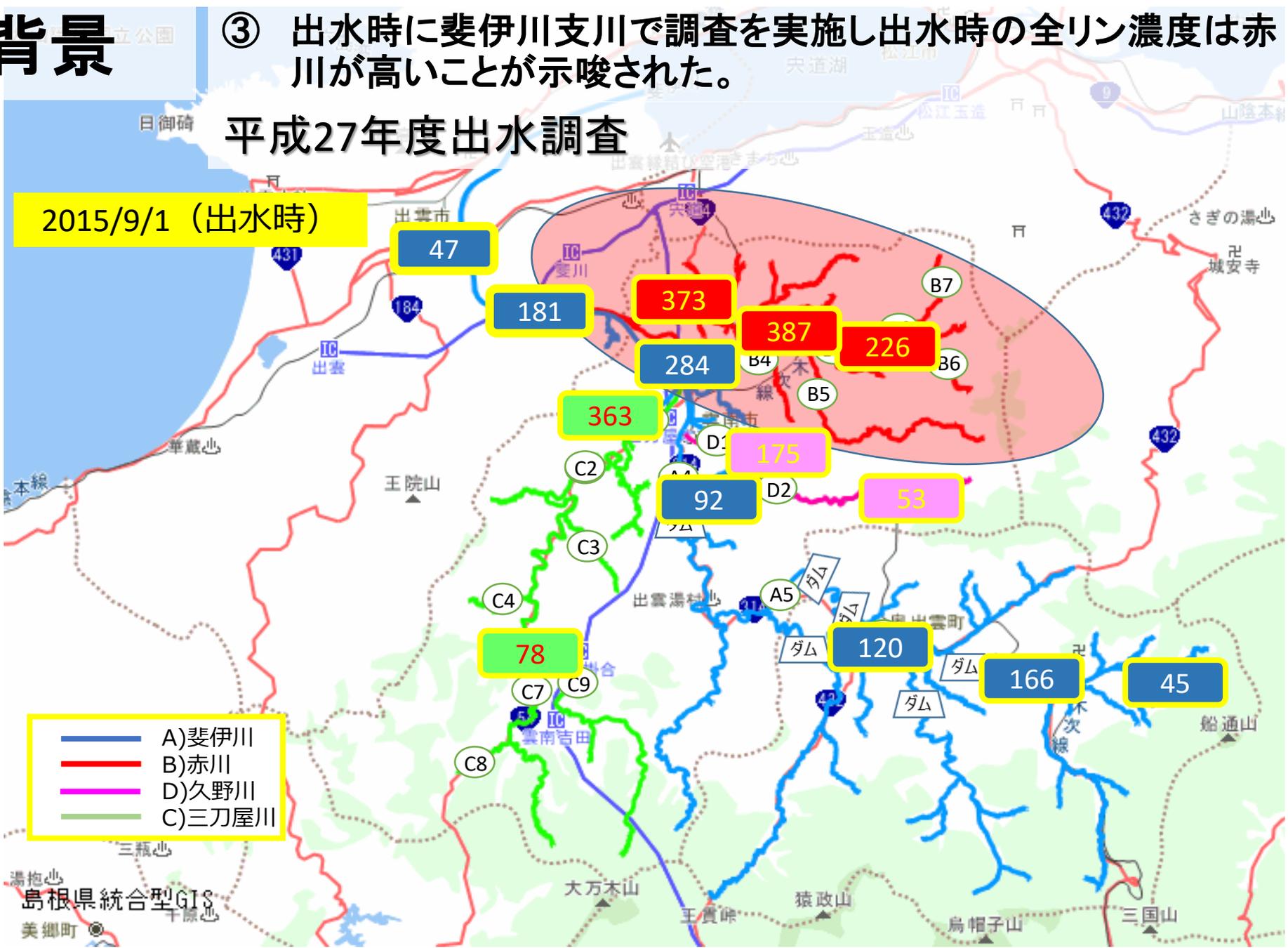
斐伊川のTOCは、出水があったときに顕著に上昇することが示されたが、TNはその傾向は見られなかった。

# 背景

③ 出水時に斐伊川支川で調査を実施し出水時の全リン濃度は赤川が高いことが示唆された。

## 平成27年度出水調査

2015/9/1 (出水時)



- A) 斐伊川
- B) 赤川
- D) 久野川
- C) 三刀屋川

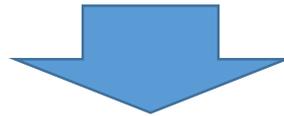
# 調査計画

- ①赤川流域にある山林地域と水田地域、赤川下流で調査を行う
- ②赤川の調査と過去に行った斐伊川での高頻度採水調査の結果と比較する

# 目的(調査計画①)

・出水時に発生する濁水の起源が明確になっていないため、リン負荷増加に大きく寄与している発生源を調査する。

赤川でのリンの負荷が代掻き、田植え時期などに上昇するかを調査する。



- ・平成29年度は赤川の山林地域(源流域)
- ・平成30年度は水田地域と赤川下流

出水によりリンなど各成分の負荷量がどのように変化するか調査を実施

# 調査概要

## 調査1) 流出水調査

- ①月1回程度採水し、水質分析及び水位と流速の測定
- ②水位と流量の関係式(H-Q式)を作成
- ③水質データ(リンなどの濃度)と流量から負荷量を求め、流量と負荷量の関係式(L-Q式)を作成

## 調査2) 出水時高頻度調査

大きな降水が見込まれる時に、高頻度に採水を行って、降水によってどのように濁水が発生するかを確認

山林地域については自動採水器を使用

# 調査概要

## ○分析項目

水位、流速、pH、EC、SS、COD、TN、各態窒素、TP、PO<sub>4</sub>-P、TOC等

## ○調査期間

### ・山林地域

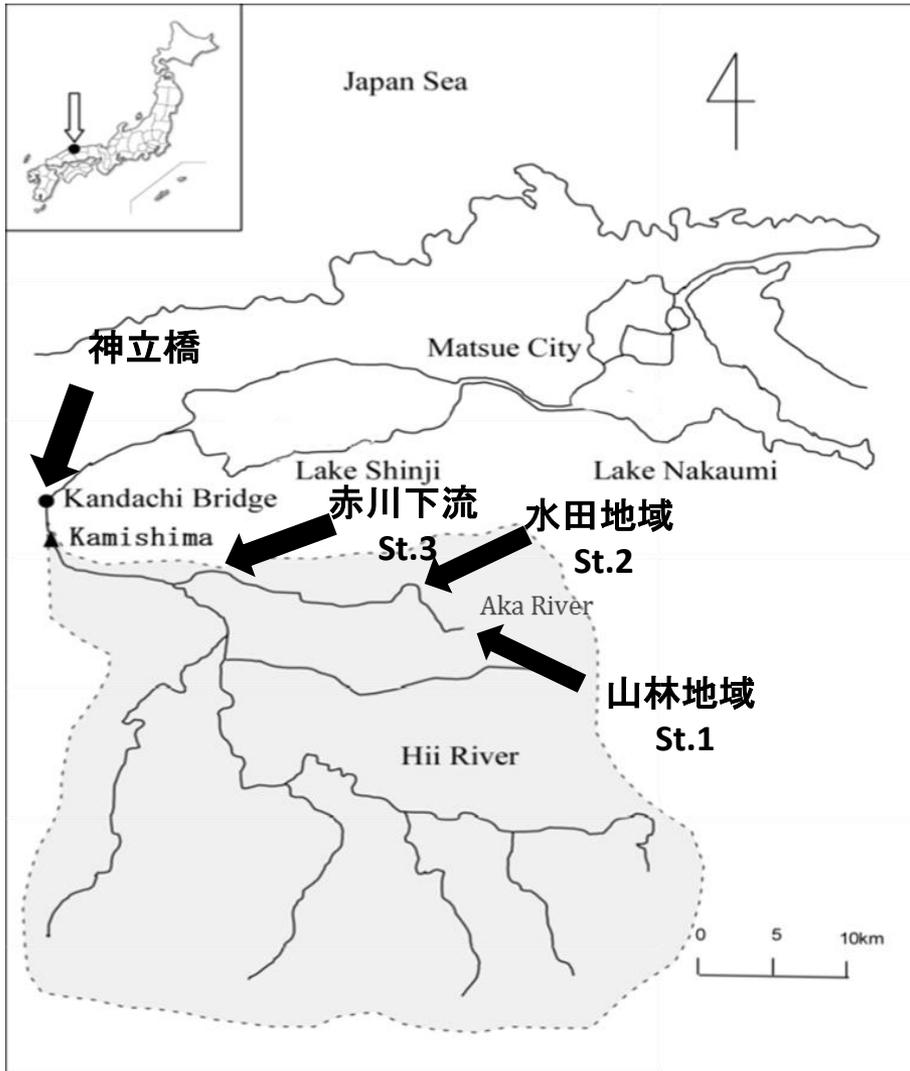
平成28年12月～平成30年1月

### ・水田地域・赤川下流

平成30年3月～平成30年12月

# 調査概要

## ○調査地点



**山林地域 St.1** おがわうち ひきなぎ  
雲南市大東町小河内引那岐 付近  
赤川源流域引那岐川支流  
(流域面積28.2ha)

**水田地域 St.2**  
(集水域の内水田が占める割合は46%)  
雲南市大東町山王寺(棚田からの流出水)  
(流域面積61.1ha)

※山林地域と水田地域の流域面積は現地調査とGIS  
の航空写真を用いて求めた

**赤川下流 St.3**  
雲南市加茂町加茂中(流域面積11880ha)  
※河川課聞き取りによる

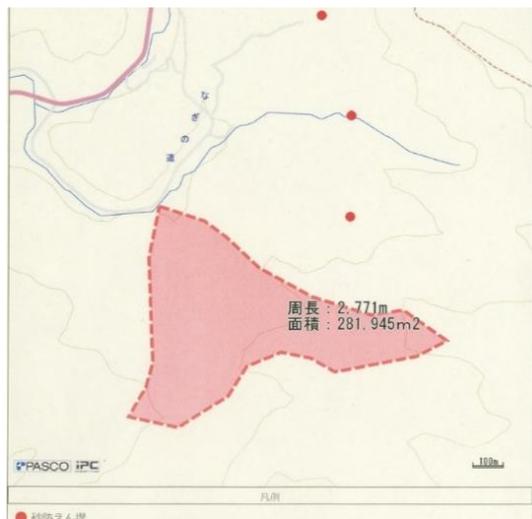
**赤川 流域面積 15100ha**

※河川課聞き取りによる

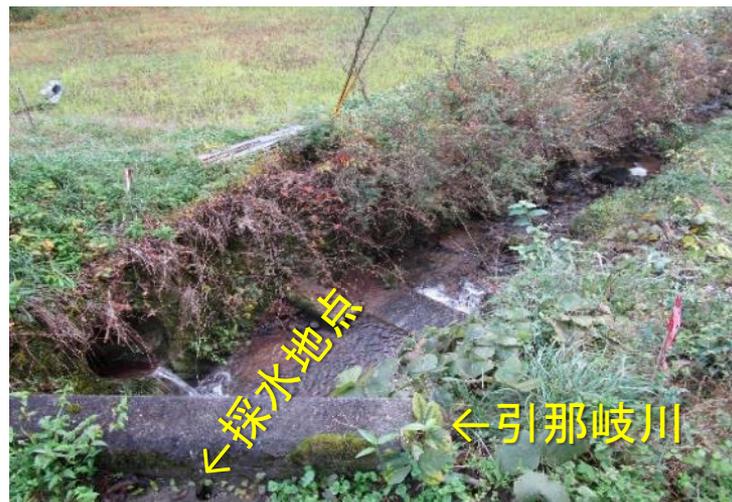
**赤川下流の調査地点は赤川全体の約8割  
の流域面積**

# 調査概要

## 調査地点(山林地域)



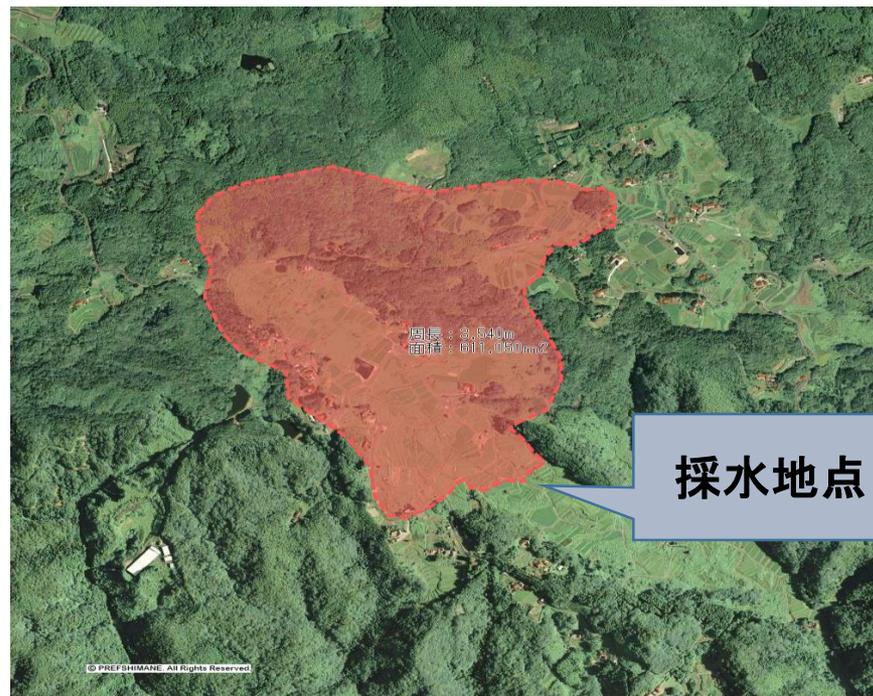
流域面積28.2ha



- 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
- 水位、流速の測定は容易

# 調査概要 調査地点(水田地域)

- 山王寺の棚田から流出する水
- 水路は3面コンクリートで幅80cm
- 集水域は46%が水田で上流部に数軒の民家あり
- 無降水時の水深は3cm程度
- 水位、流速の測定は比較的容易



流域面積61.1ha

# 調査概要 調査地点(赤川下流)

- 赤川の下流部
- 橋の上から採水
- 流速は町上観測所のデータを使用



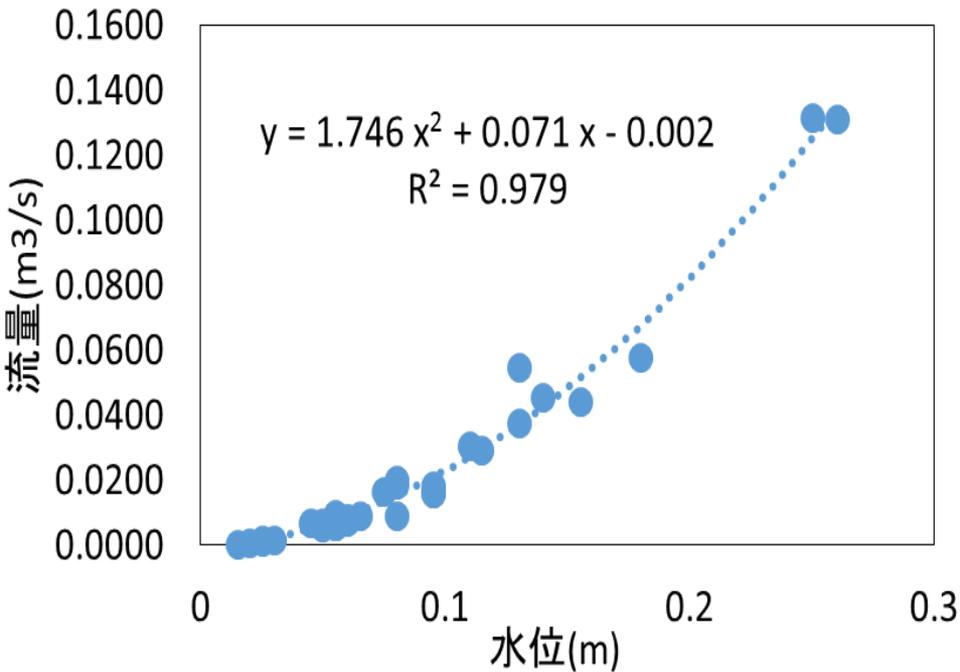
下流

上流

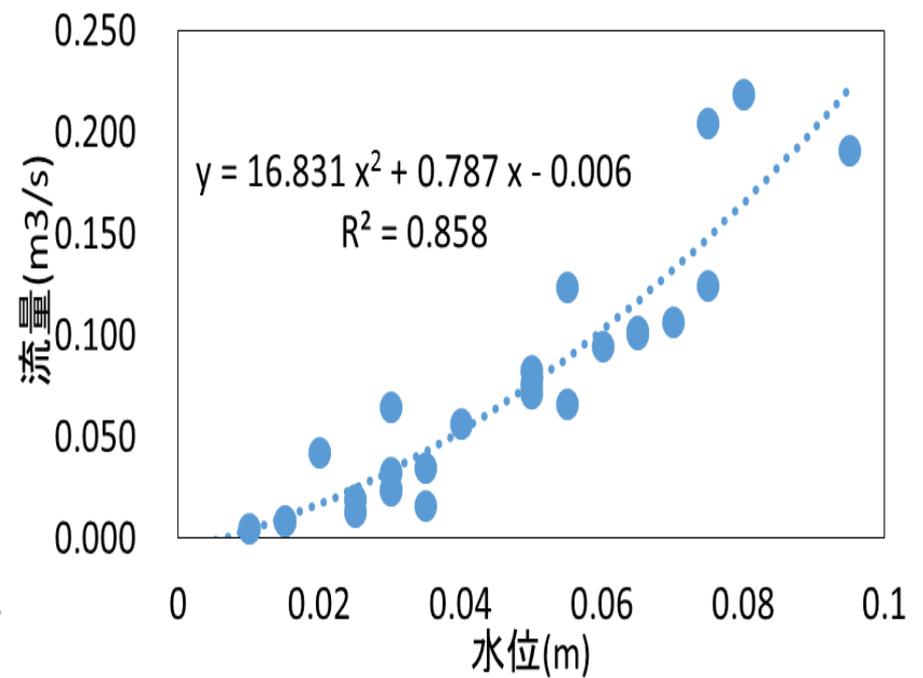
流域面積12200ha

# 調查結果 H-Q曲線 (山林地域、水田地域)

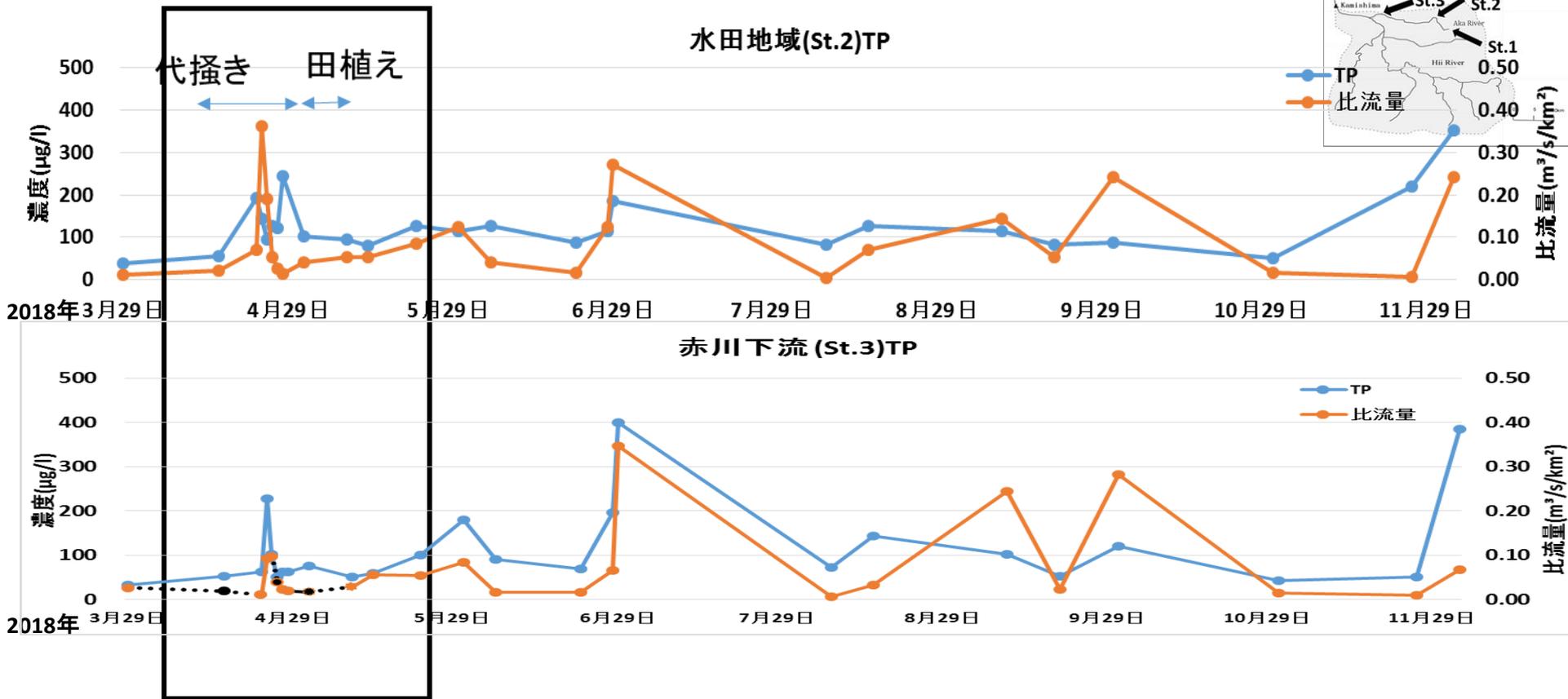
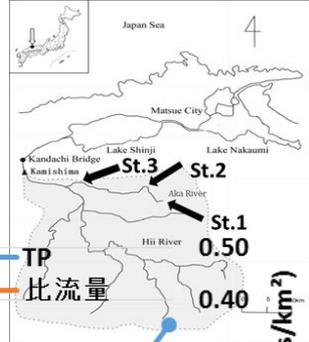
## 山林地域



## 水田地域



# 調査結果 全リン濃度の変化

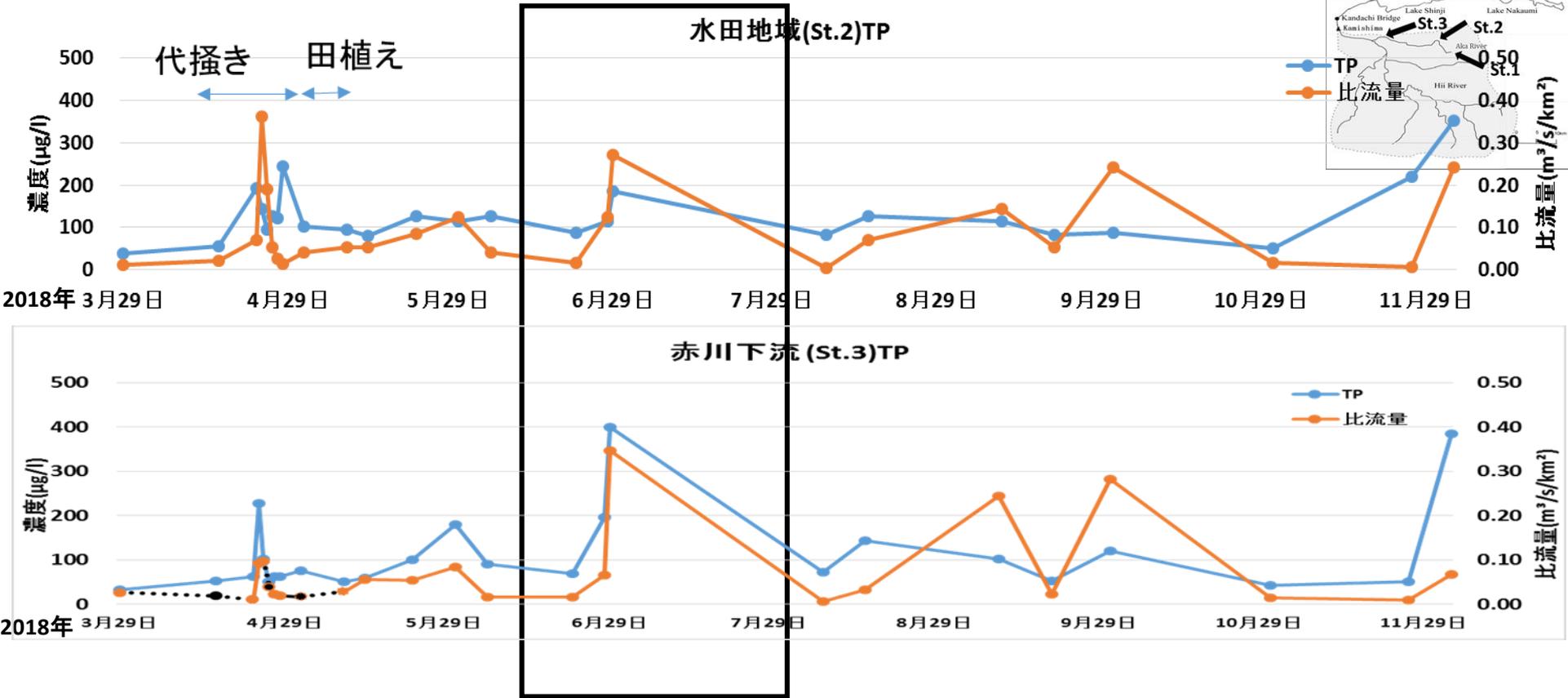
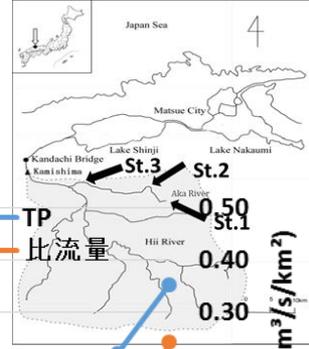


- ・水田では、比流量が小さくても濃度のピークが出る
- ・下流では、比流量の高い時に濃度のピークが出る



水田と下流は傾向が違う

# 調査結果 全リン濃度の変化



濃度ピークのタイミングは同じだが、上昇幅が違う。

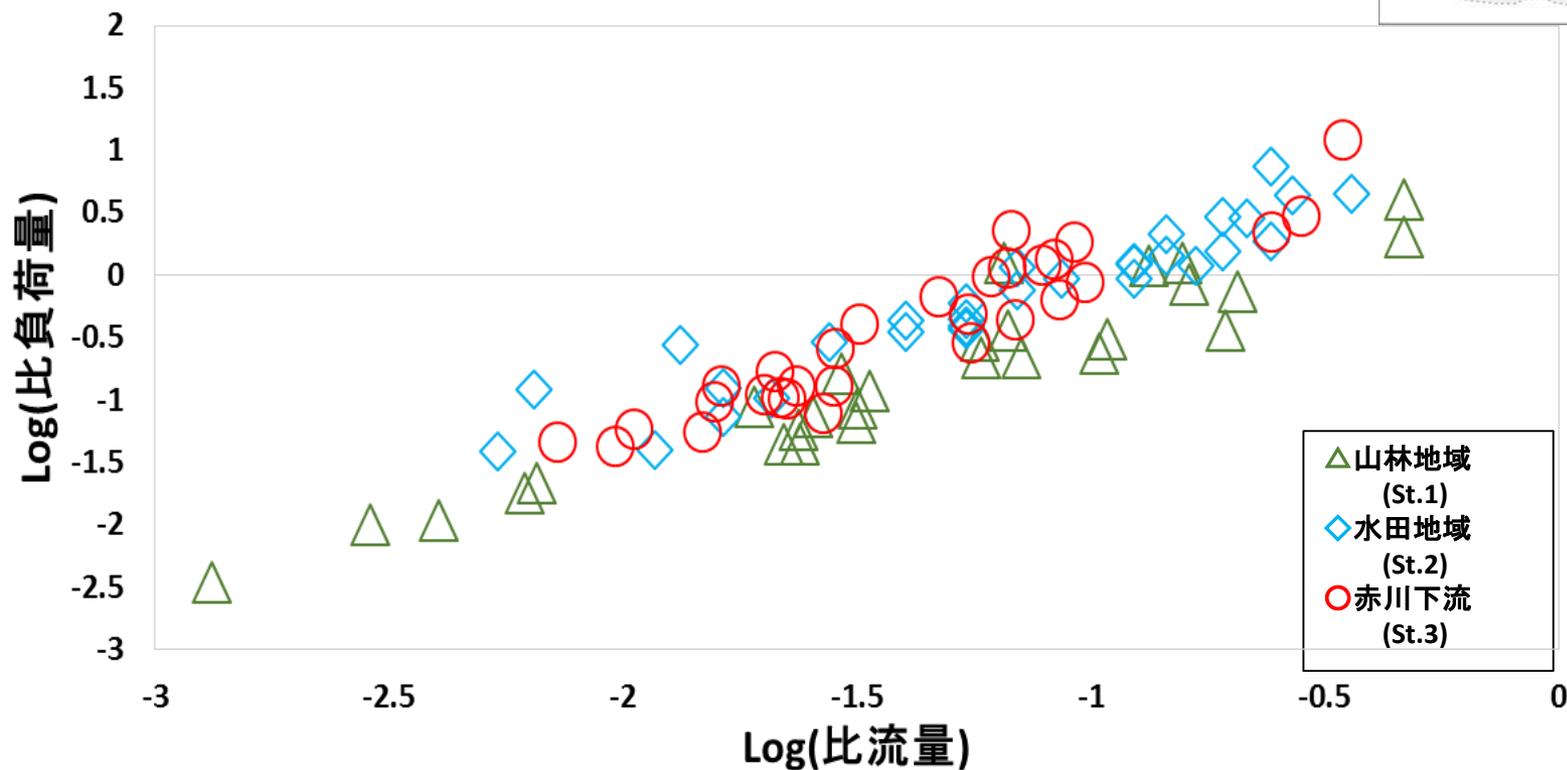
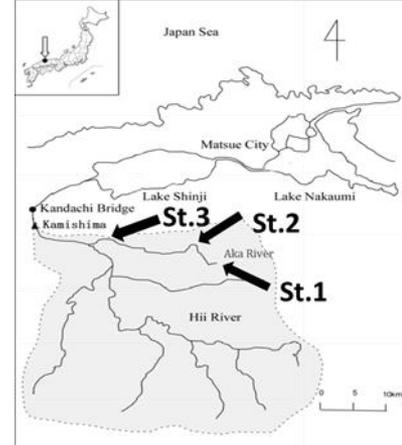


水田と下流は傾向が違う

# 調査結果

## L-Qプロット(TP)

縦軸にTP負荷量をその地点の集水域面積で割った比負荷量、横軸に流量をその地点の集水域面積で割った比流量を取っている

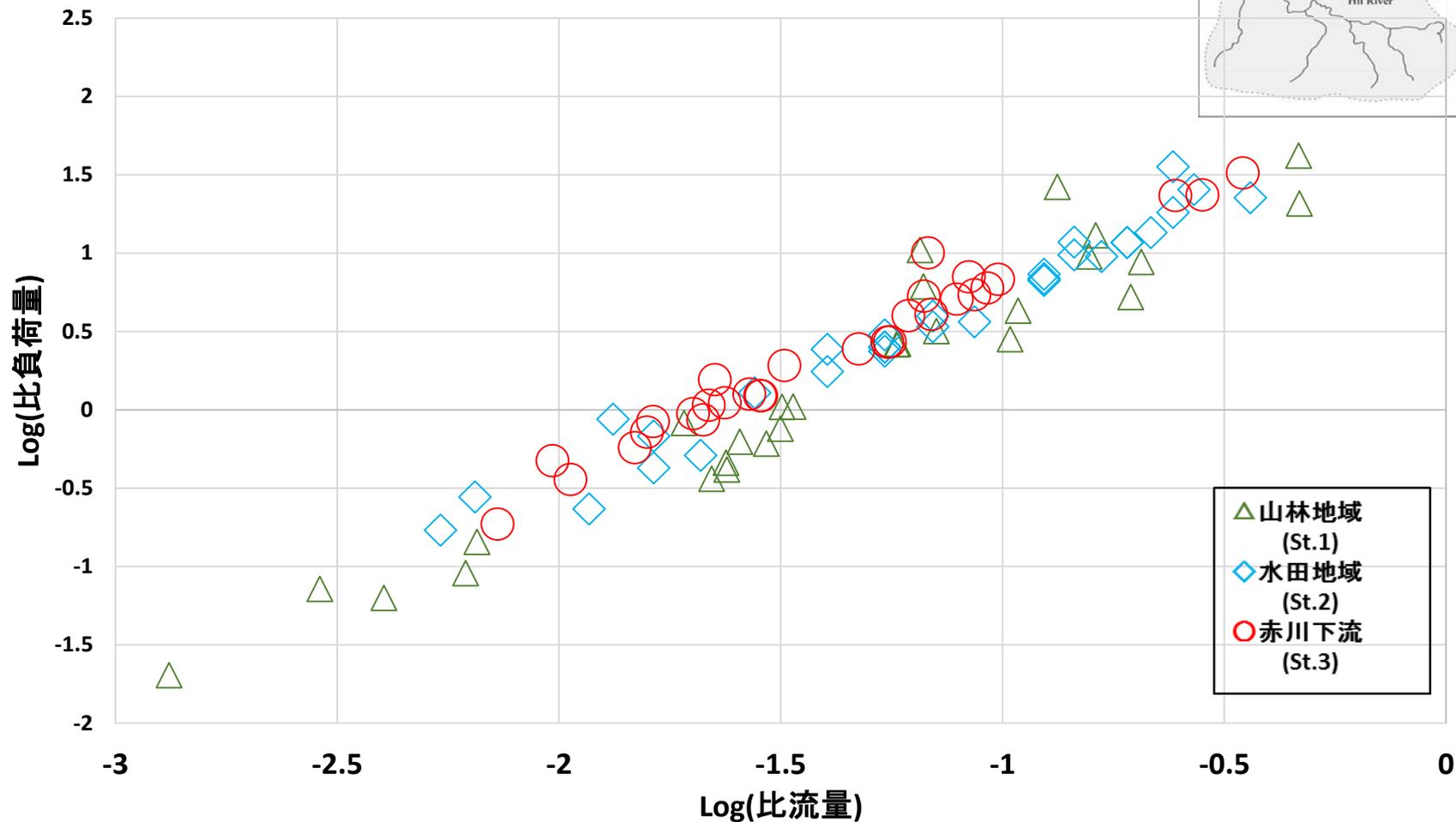


山林地域が低い。

# 調査結果

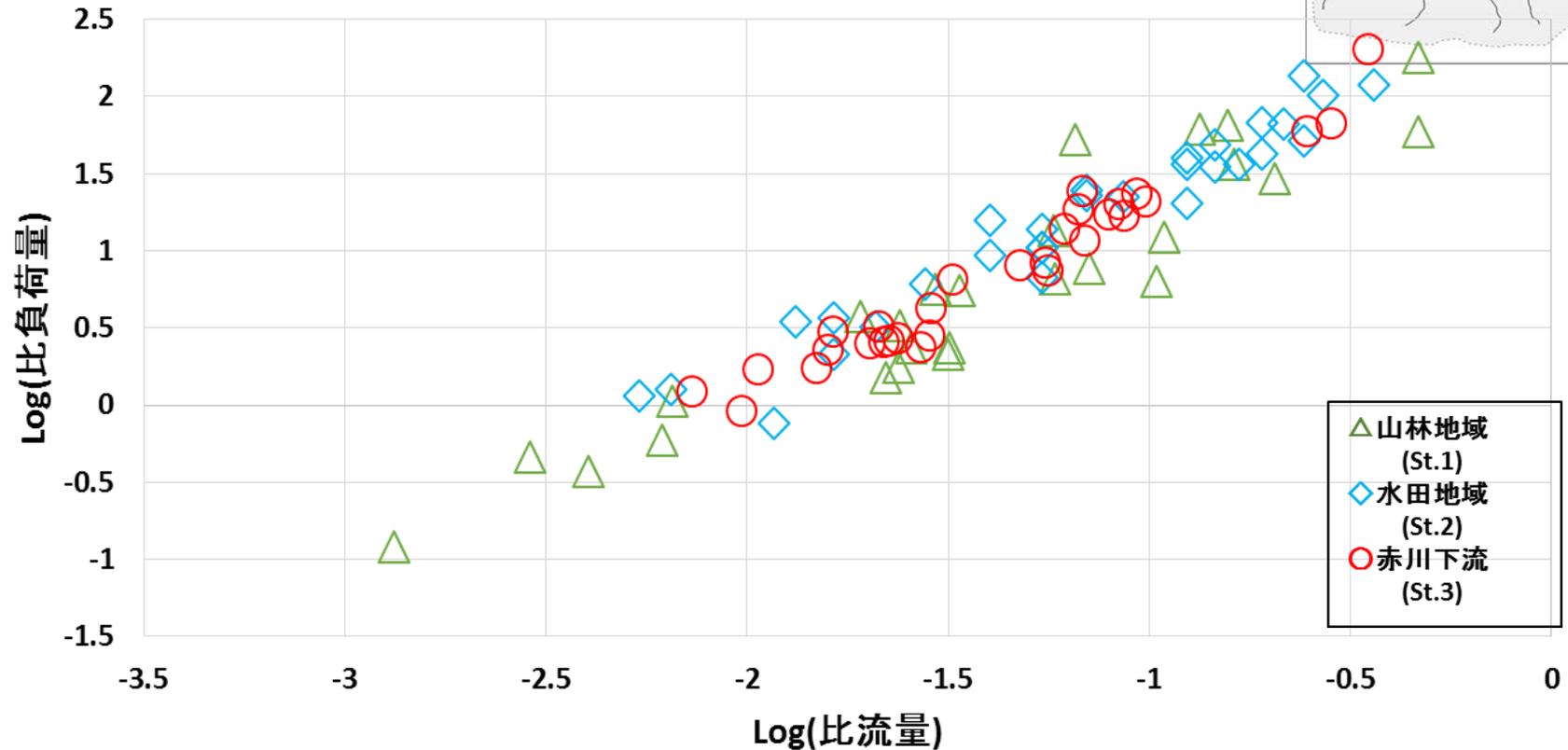
## L-Qプロット(TN)

縦軸にTN負荷量をその地点の集水域面積で割った比負荷量、横軸に流量をその地点の集水域面積で割った比流量を取っている



# 調査結果 L-Qプロット(TOC)

縦軸にTOC負荷量をその地点の集水域面積で割った比負荷量、横軸に流量をその地点の集水域面積で割った比流量を取っている



# まとめ(調査計画①)

・水田地域と下流を比較すると、代掻きや田植えの時期には水田地域は比流量が低いときでも全リン濃度が上昇しているなど、下流と違う傾向が見られた。

・TPのL-Qプロットに関して、下流より山林地域が低かった。



赤川において今回の調査地点以外の高負荷の発生源があると考えられる。

# 予備調査

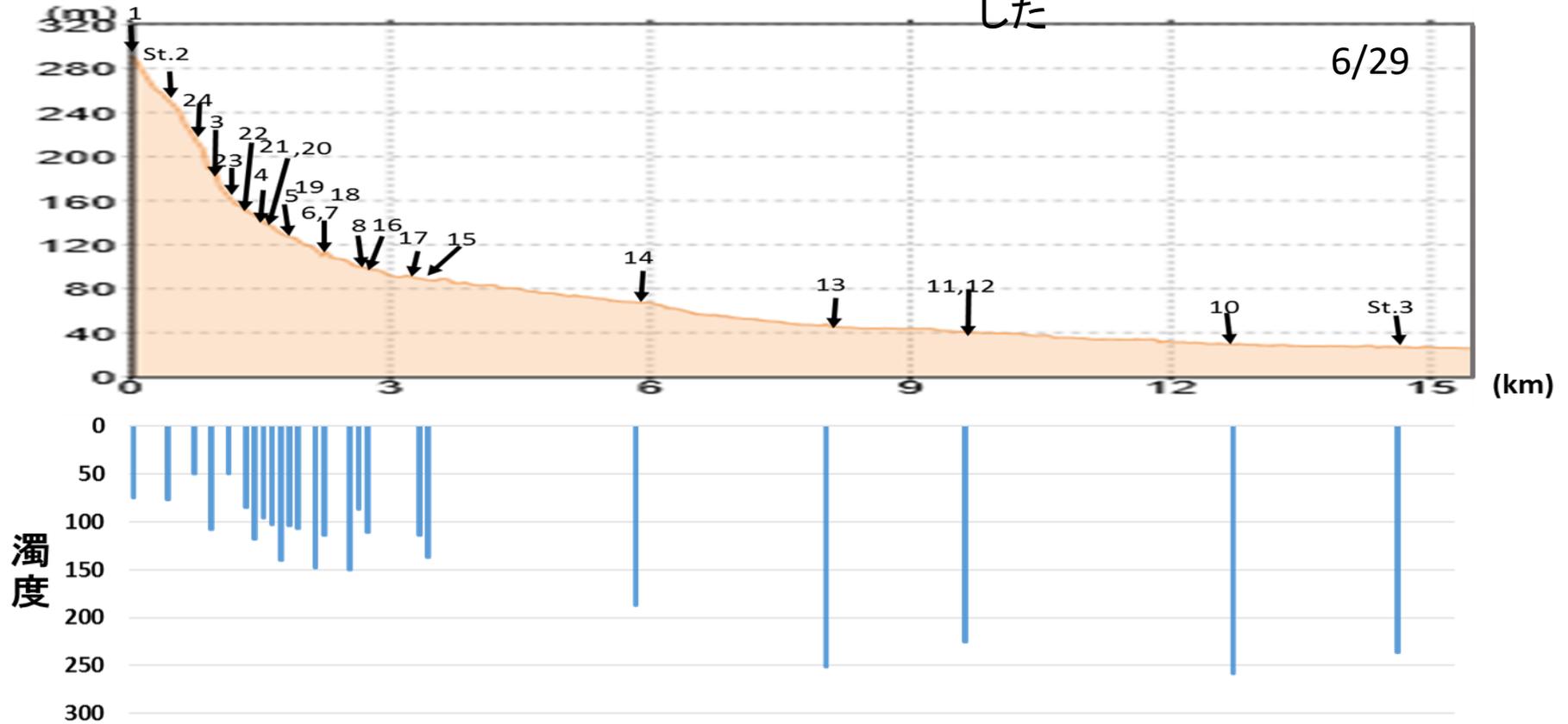
6/29 11時～15時頃



通常調査や出水時調査に加え、今回の赤川水域の山林地域と水田地域、赤川下流の調査地点以外も含め出水時に調査を実施した。  
※番号は採水した順番になっている

# 標高による濁度の比較

赤川水域の山林地域と水田地域、赤川下流の調査地点以外も含め出水時に調査を実施した



標高が低くなり傾斜が緩やかになるにつれて濁度が高くなる傾向がある



- ・下流の傾斜が比較的緩やかな地点の川底に溜まったものが出水時の流れによって流されるため濁度が上昇する可能性がある
- ・下流ほど住宅地が増え、生活系のものが増えるため濁度が高くなることも考えられる

# 調査計画

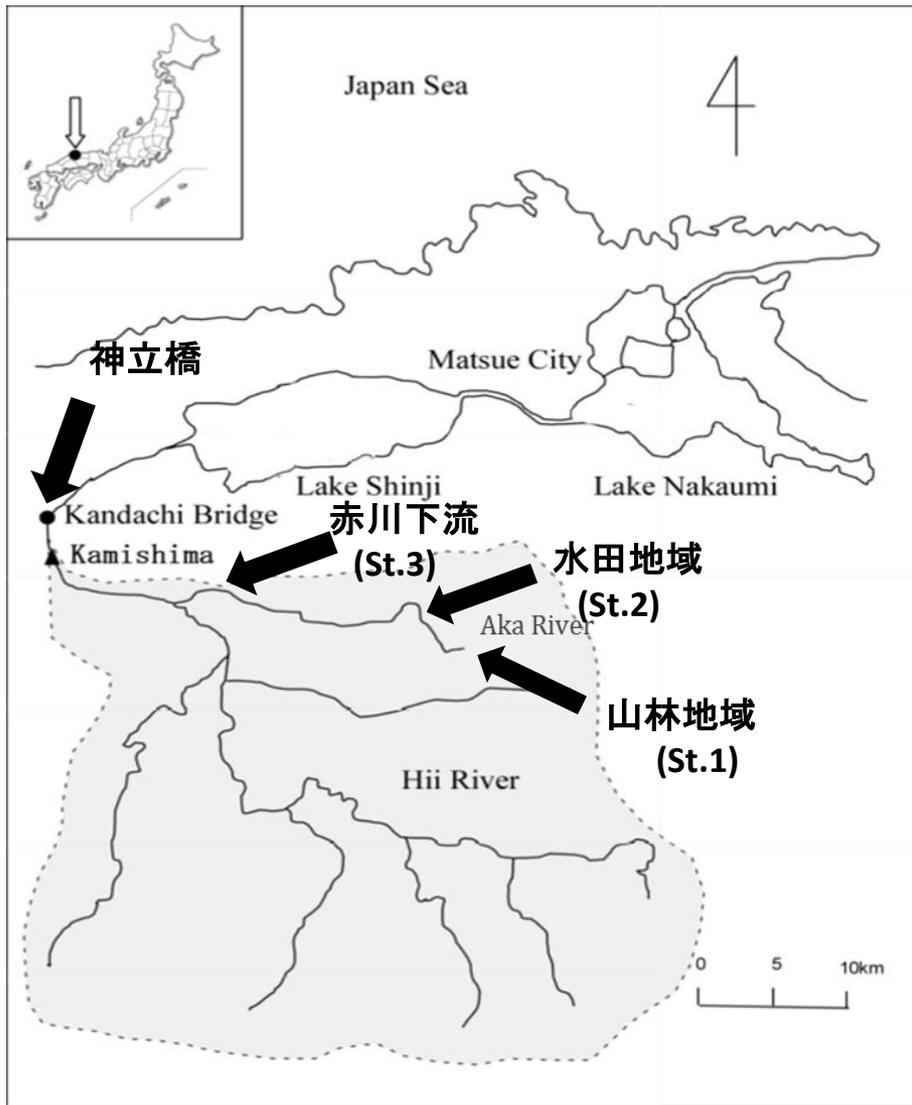
①赤川流域にある山林地域と水田地域、赤川下流  
で調査を行う

②赤川の調査と過去に行った斐伊川での高頻度採  
水調査の結果と比較する

# 目的(計画②)

山林地域、水田地域、下流の調査地点の結果と斐伊川での高頻度採水調査の結果を比較することで、これらの土地利用が斐伊川の水質に影響を与えているかを検討する。

# 調査概要



保健環境科学研究所では  
これまでに斐伊川で高頻  
度採水調査(調査地点:神  
立橋)を3回実施した。

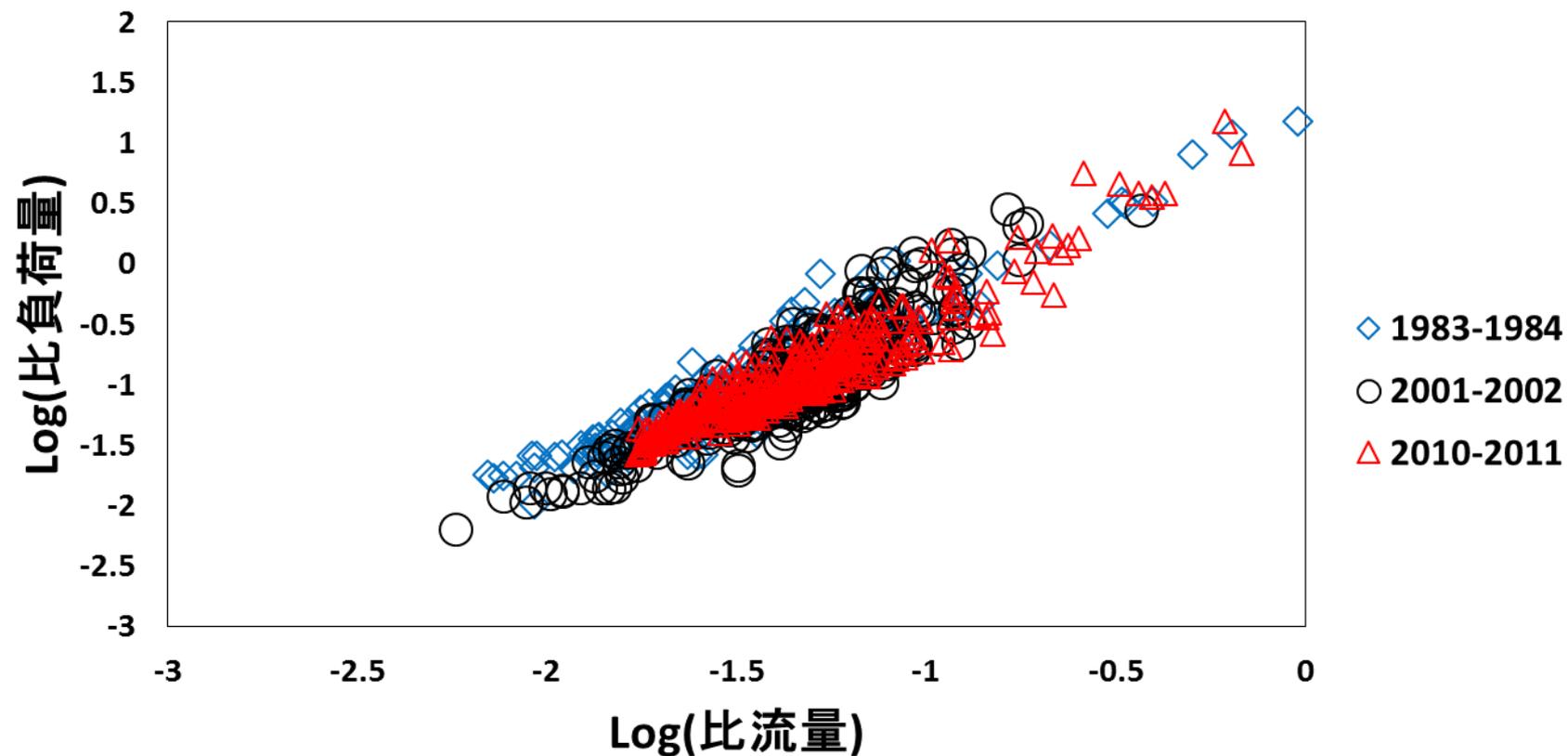
1回目 1983年～1984年

2回目 2001年～2002年

3回目 2010年～2011年

# 高頻度採水調査比較

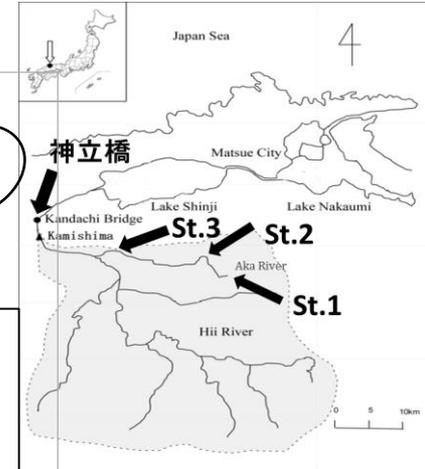
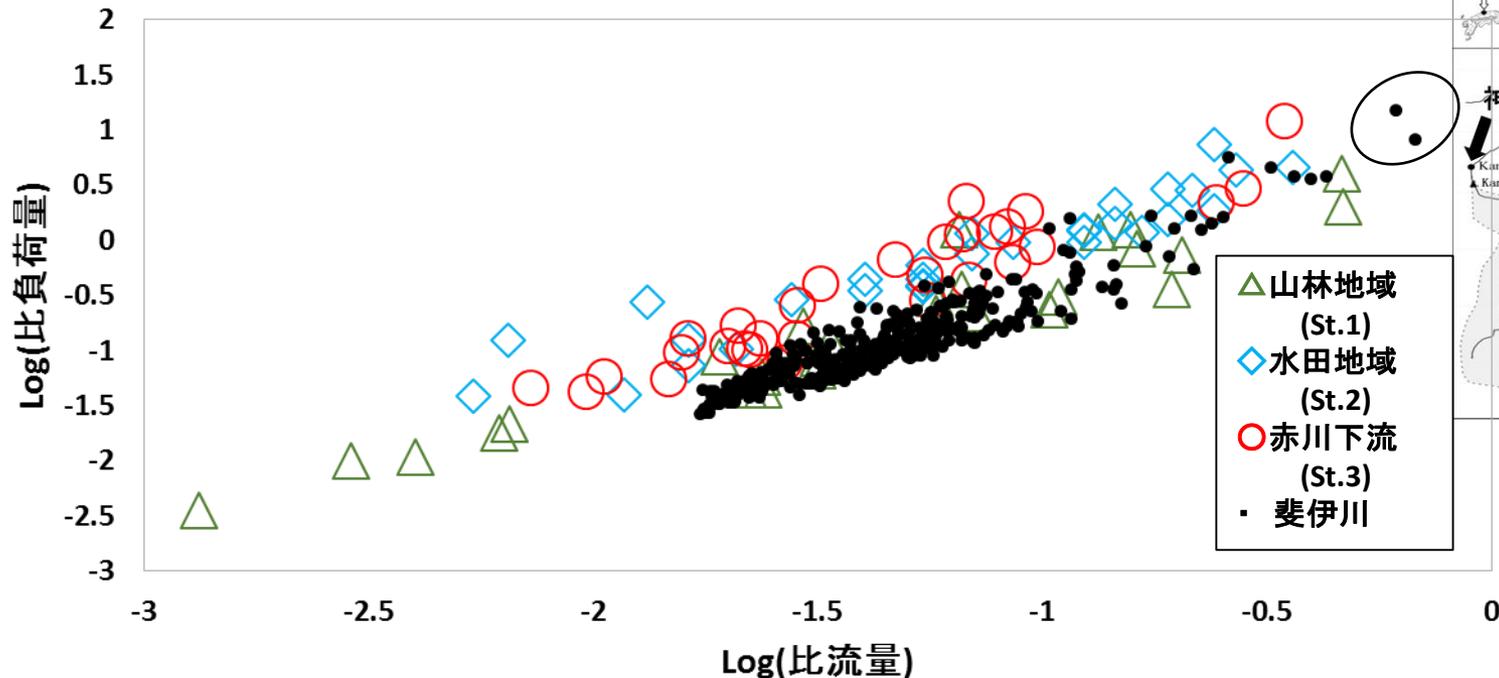
TP



比較対象として一番最近行った2010-2011の結果を採用する

# 結果と考察 TP

## 調査地点ごとの比流量と全リン比負荷量の相関 3調査地点と斐伊川との比較



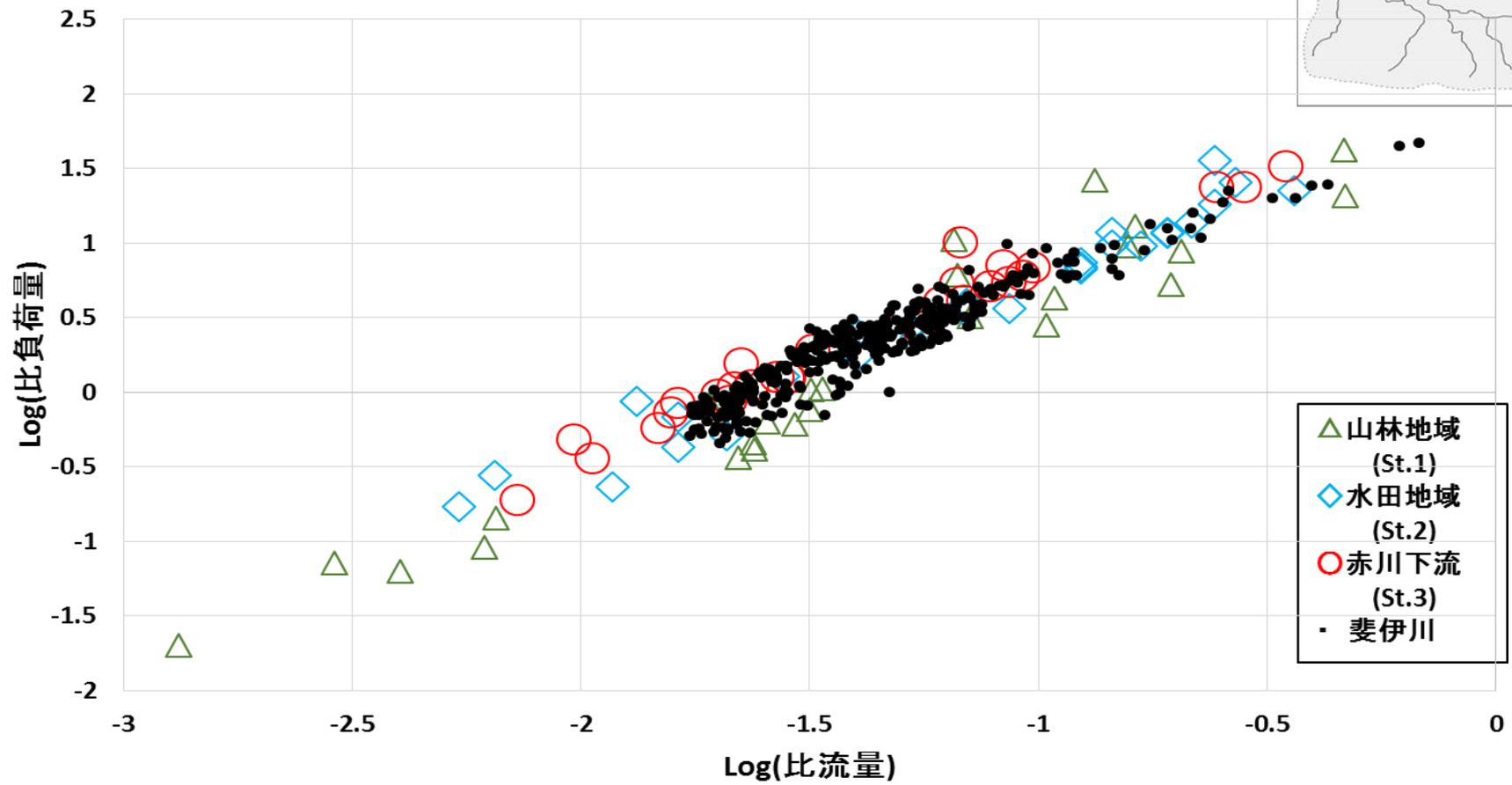
・高比流量時を除いて考えると、斐伊川より今回の3地点の方が高くなった。

・比流量の高いデータが、今回の調査地点ではとることが出来なかった。

※今回の調査でも高比流量時の採水を試みたが、夜遅い時間だったため採水することが出来なかった。

# 結果と考察 TN

L-Q曲線  
3調査地点と斐伊川との比較

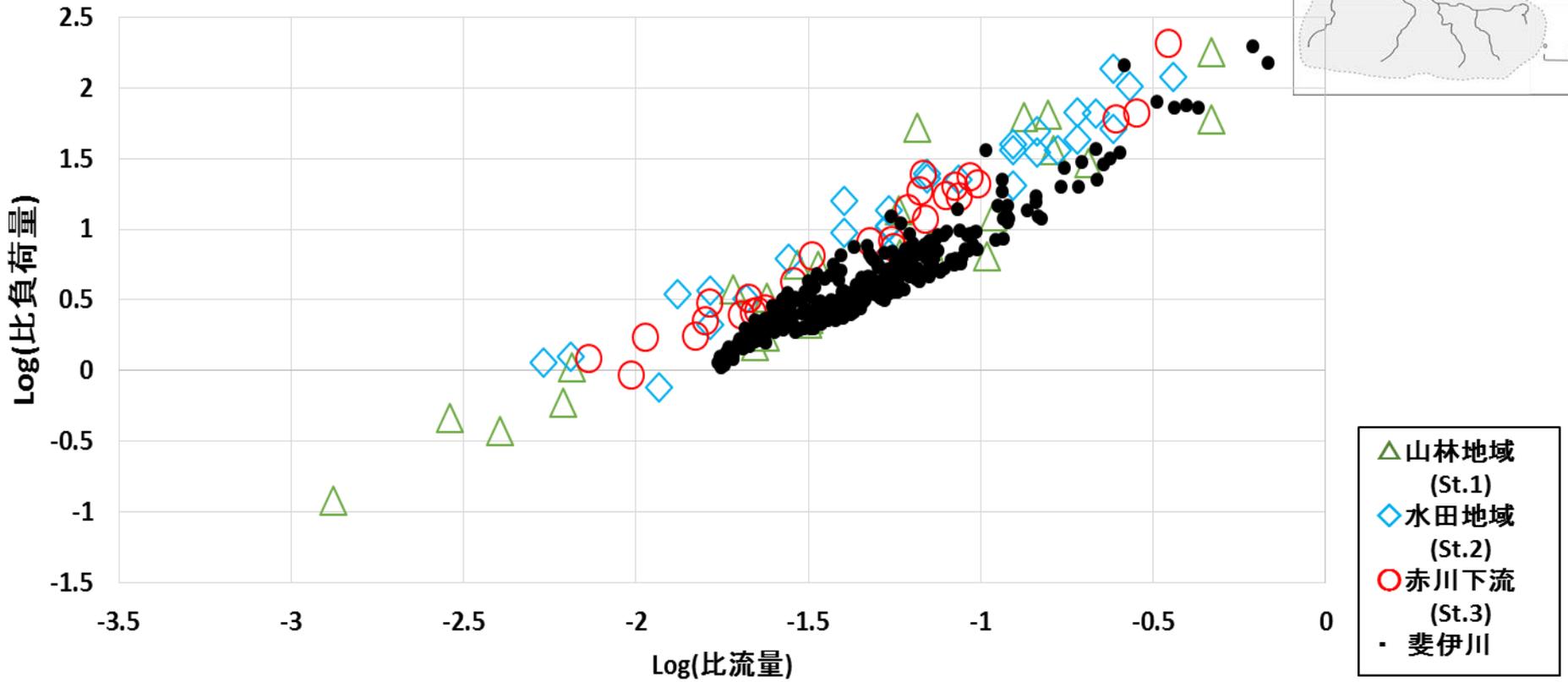
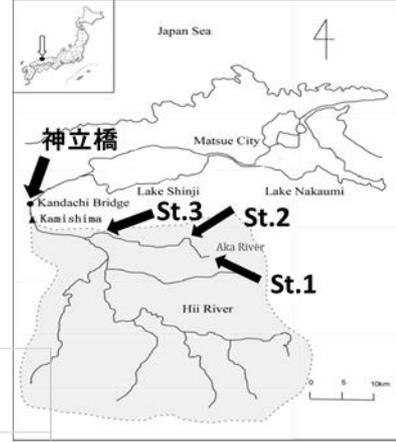


斐伊川も赤川の調査地点とほとんど変わらなかった。

# 結果と考察 TOC

L-Q曲線

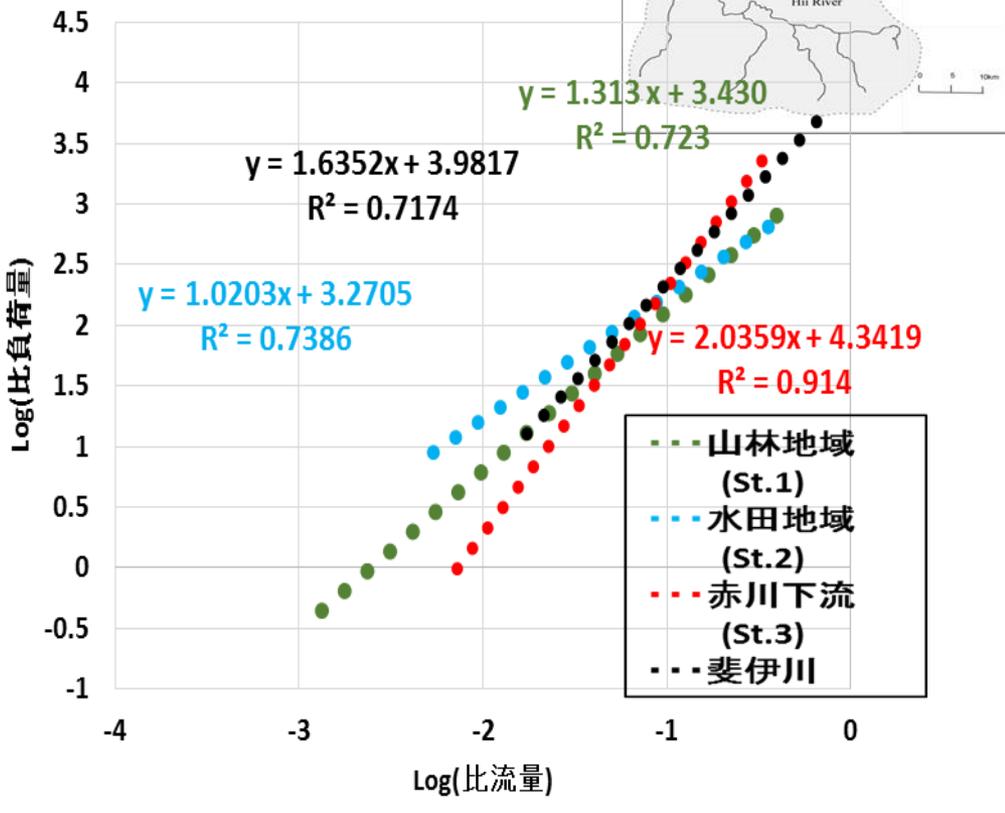
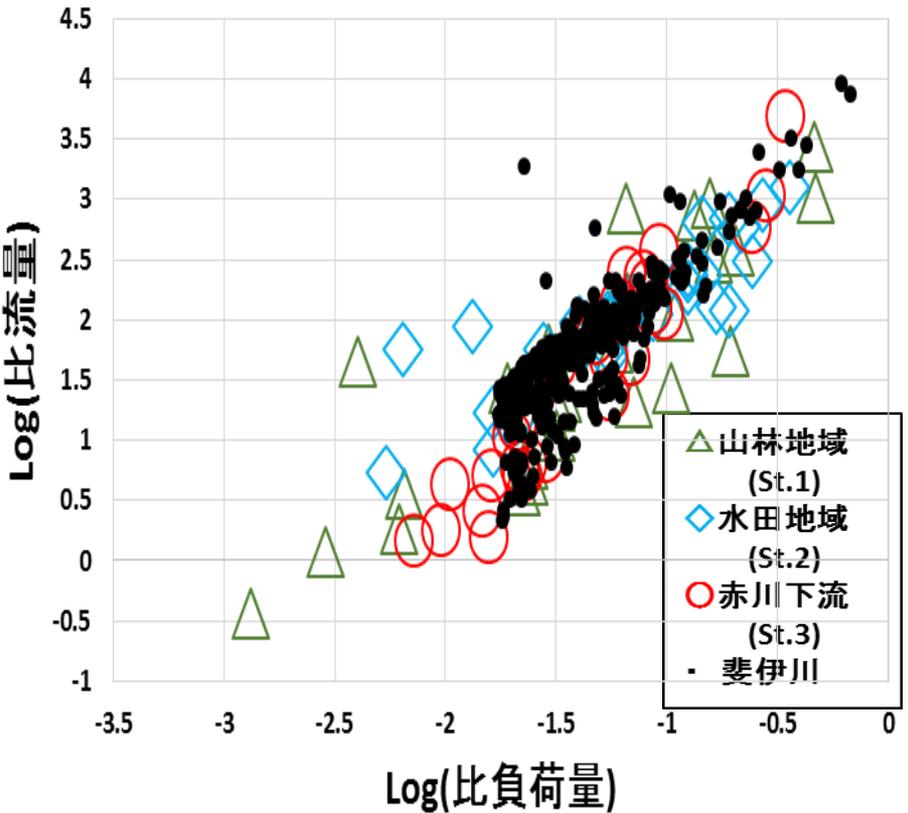
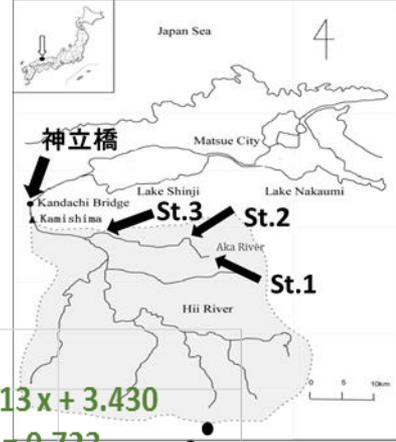
3調査地点と斐伊川との比較



山林地域、水田地域、赤川下流は斐伊川より高くなった。

# 結果と考察 SS

L-Q曲線  
3調査地点と斐伊川との比較



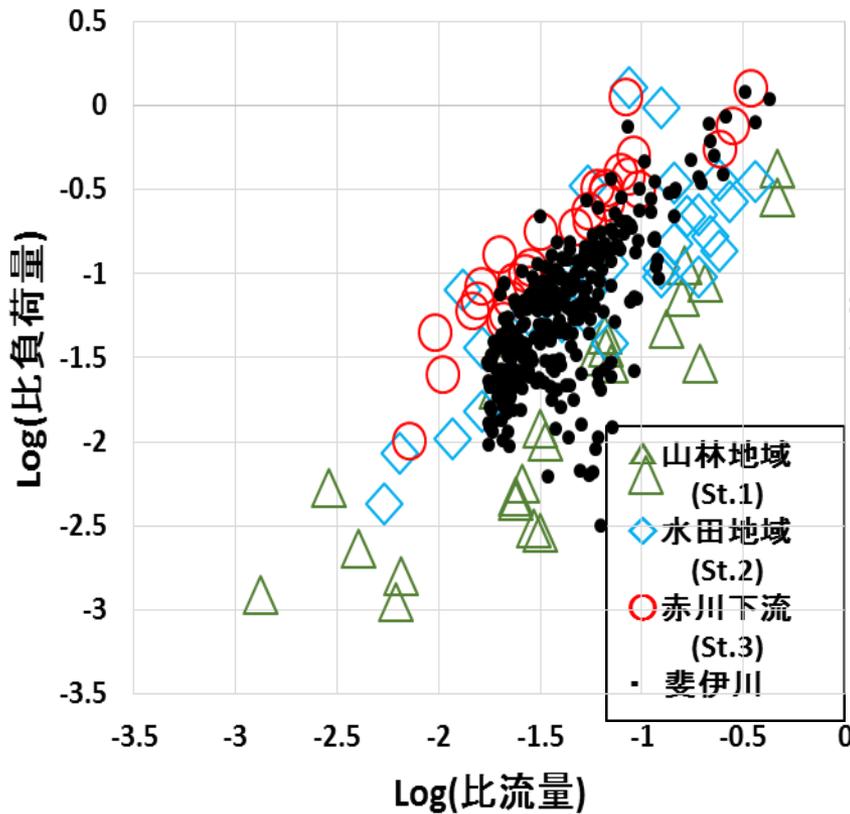
水田地域の傾きが小さく、山林地域、斐伊川、赤川下流の順に傾きが大きくなっている。



水田からはSSが出にくく、赤川下流は比流量の高いときに急激に負荷量が上昇する可能性がある。

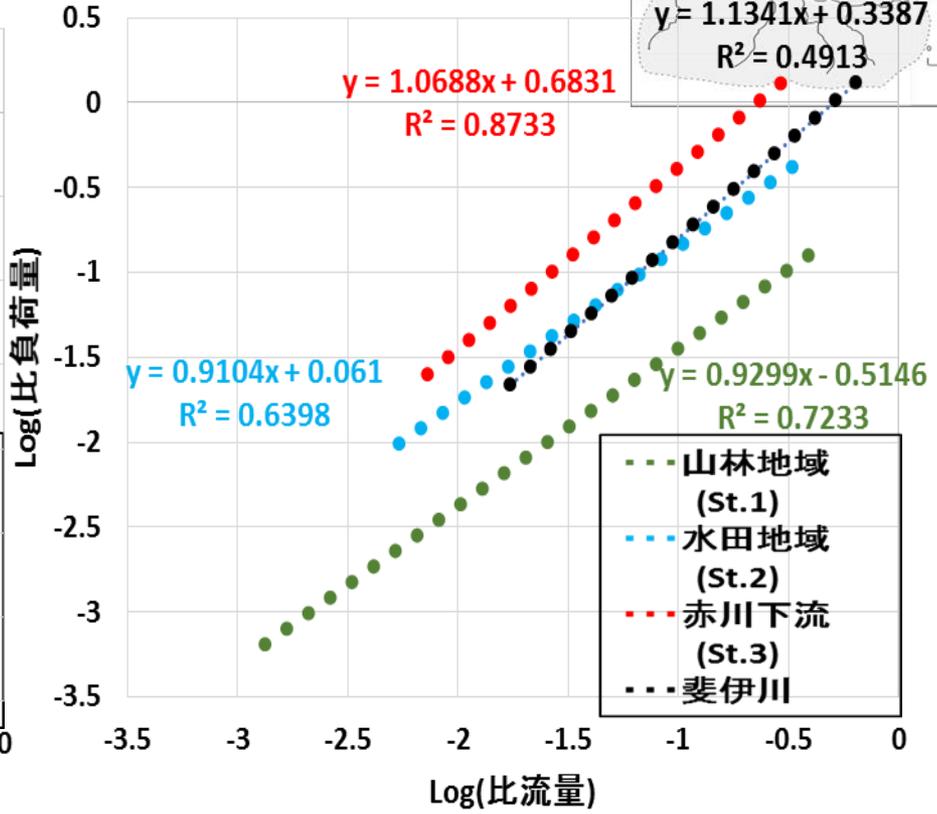
# 結果と考察 NH4-N

L-Q曲線  
3調査地点と斐伊川との比較

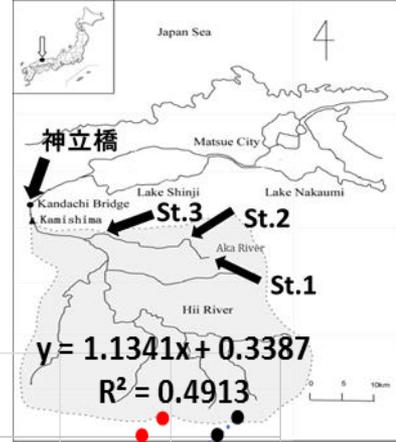


赤川下流が高く、斐伊川と水田地域が同じくらいで山林地域が低かった。

TNに占めるNH4-Nの割合  
約1割



➡ 山林地域からの流出が少なく、赤川下流で高くなっていたため、山林地域以外の場所での流出源があると考えられる。



## まとめ(計画②)

高比流量時を除いて考えると、TPに関しては、斐伊川より今回の3地点の方が高くなった。

ただし比流量の高いところのデータは今回の調査地点ではとることが出来なかった。

# 今後の課題

- 山林地域と水田地域の代表点とした今回の調査地点では、赤川下流よりも高い全リン比負荷量などが出なかったため、山林地域や水田地域以外の場所も含め発生源の調査が必要
- 今回採水出来なかった高比流量時のデータを集め再度比較が必要

# 難分解性有機物調査 (三次元励起蛍光スペクトルを用いた溶存態 有機物の解析)

---

保健環境科学研究所  
水環境科

# はじめに

- 宍道湖流域においては各種発生源対策を実施（下水道整備、事業場規制等）
- 一方で環境基準項目のうち、有機物汚濁指標であるCOD（化学的酸素要求量）は未達成の状況

## その原因として難分解性有機物の存在

### ※難分解性有機物

- ・生物により容易に分解されない有機物の総称
- ・下水、プランクトン、腐植質などの由来があると言われている

# 当所の過去の研究より(H23~25)

- 宍道湖水を100日間ばっ気分解し、溶存態と懸濁態の有機物量の変化を分析

宍道湖の湖水の COD 内訳(環境基準値3mg/l)

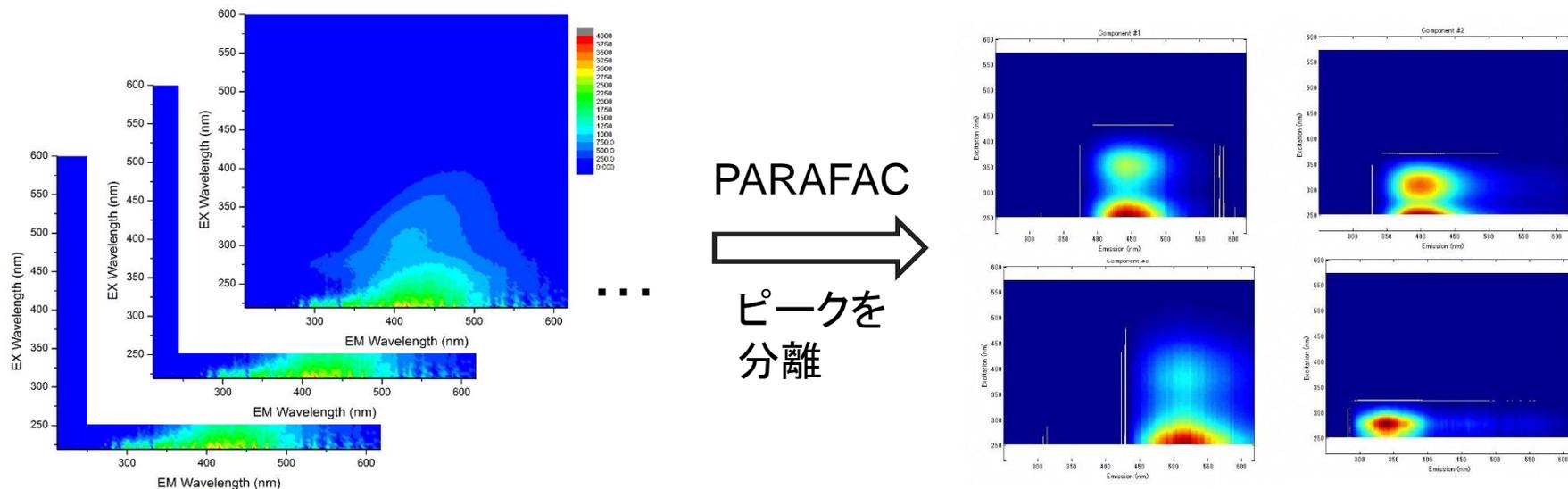


- 懸濁態有機物 ... 3週間以内に大半が分解
- 溶存態有機物 ... 100日経過しても7割が残存  
斐伊川より宍道湖内の濃度が高い(←湖内生産由来と推定)

→難分解性有機物及びその大半を占める  
溶存態有機物の組成・由来に係る研究の必要性

# はじめに

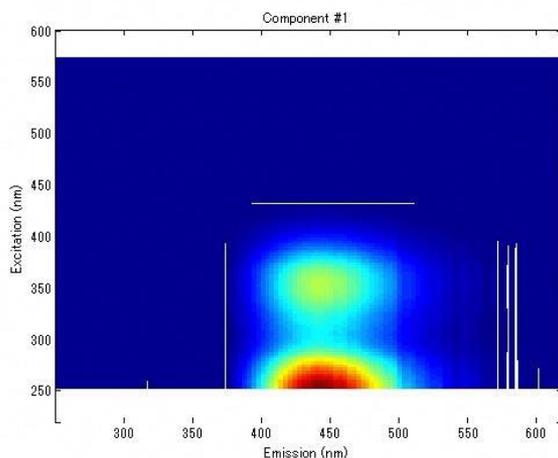
- 当所では平成28年度から
  - ① 蛍光特性(三次元励起蛍光分析法(EEM))
  - ② 統計解析(PARAFAC(Parallel Factor Analysis))を組み合わせ、溶存態有機物の成分の特性を解析を実施



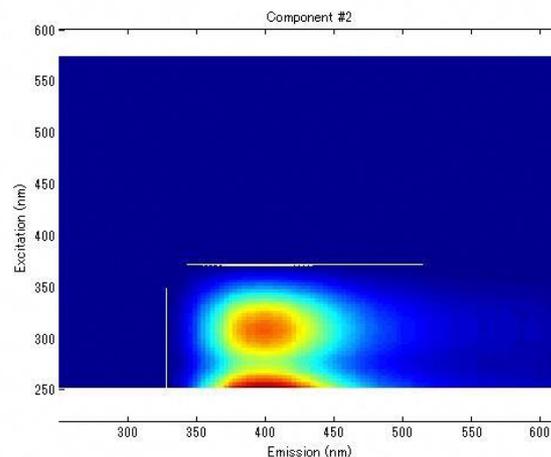
# 平成29年度までに分かったこと(1)

- 宍道湖・斐伊川・中海・流入河川のEEM測定結果に対し、PARAFAC解析を実施 → 4成分を分離

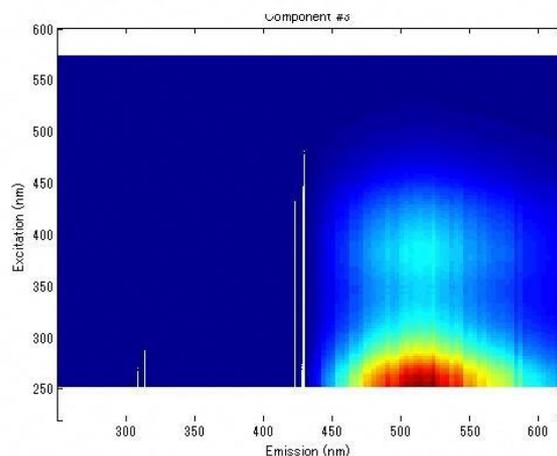
第1成分  
(フミン質様物質)



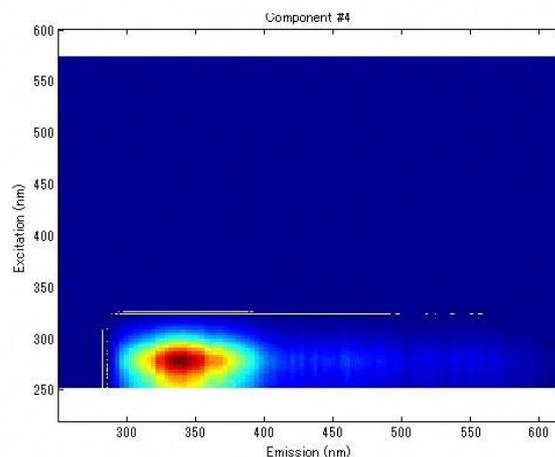
第2成分  
(微生物由来分解物)



第3成分  
(腐植酸)

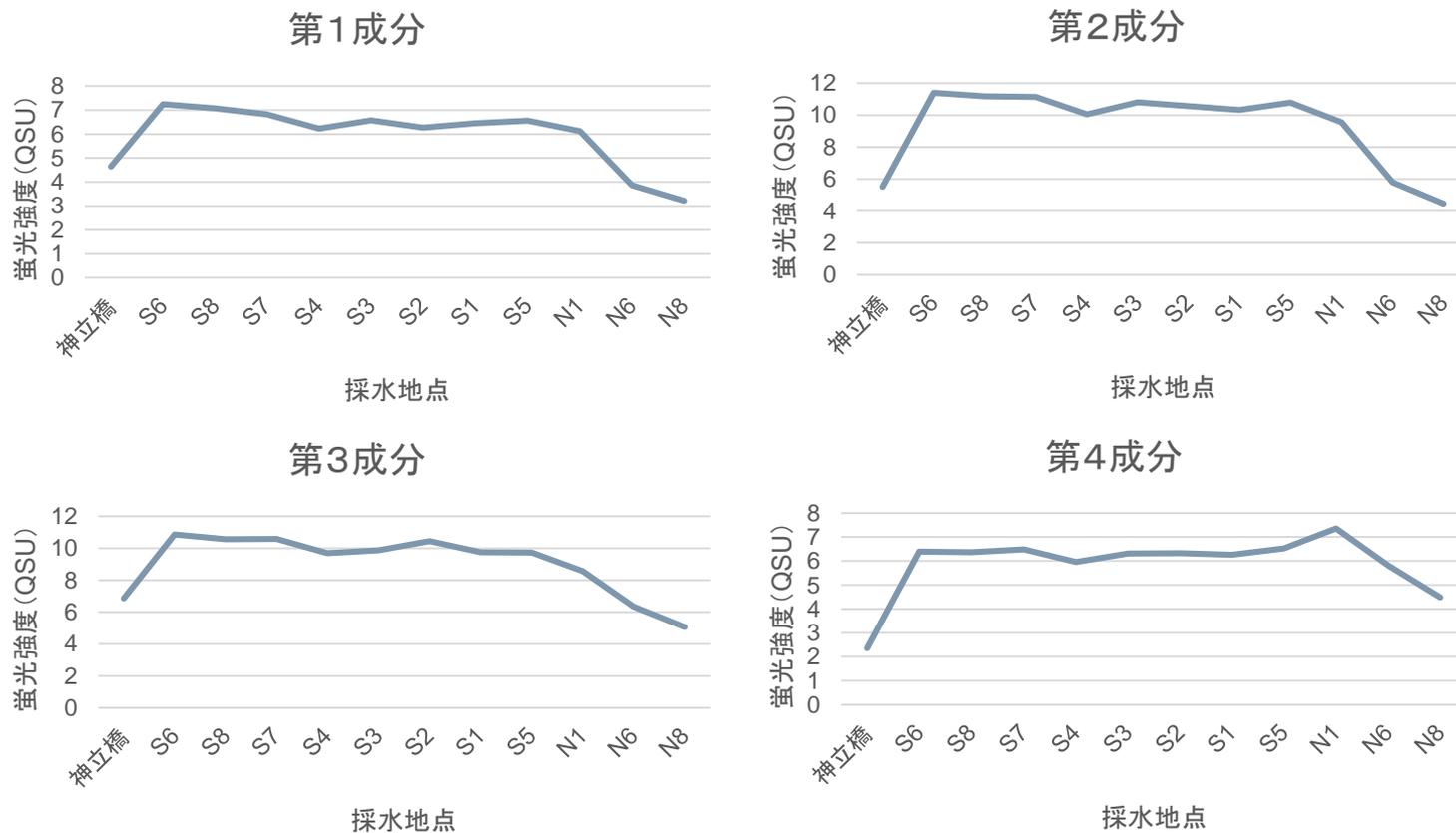


第4成分  
(タンパク質様)



# 平成29年度までに分かったこと(2)

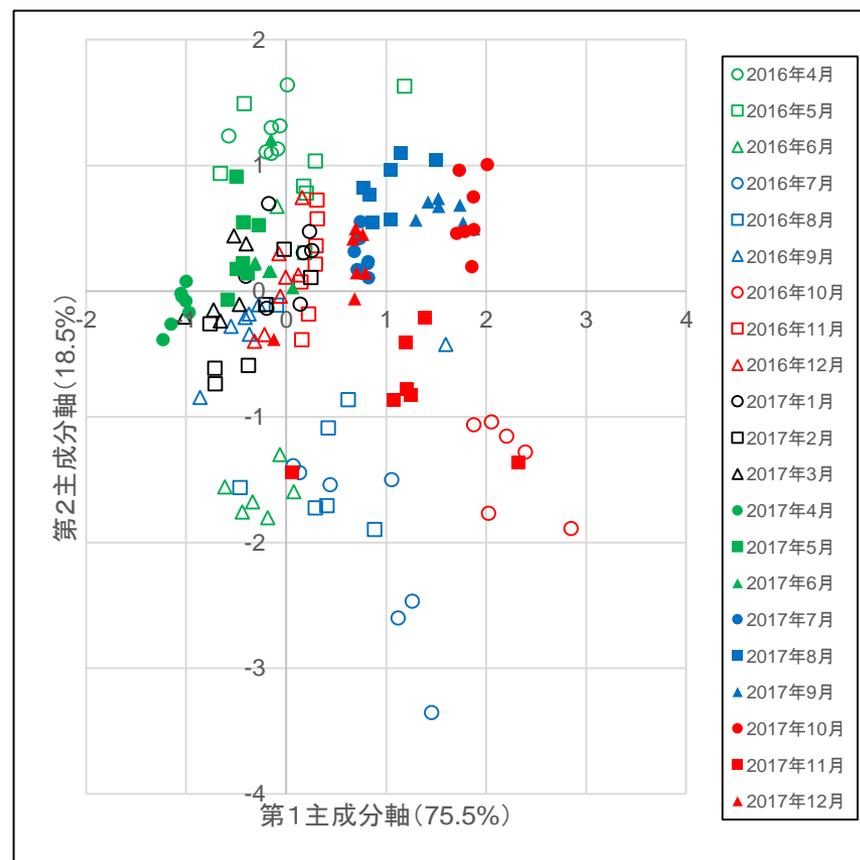
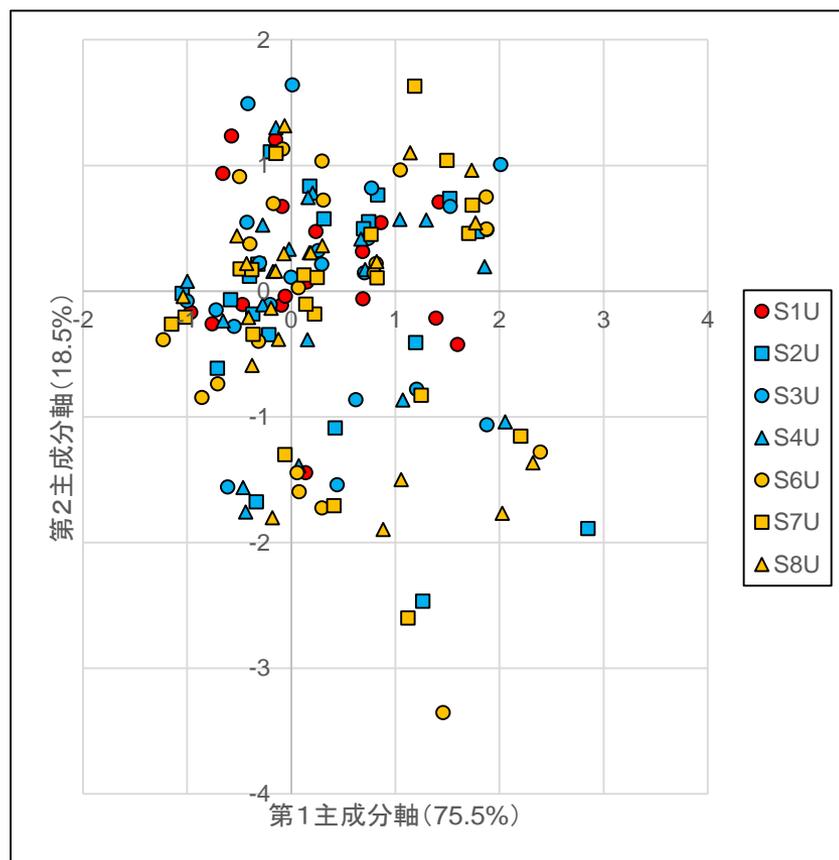
- 斐伊川→宍道湖→中海での各成分の蛍光強度(QSU)の変化(例:H29.9)



- 概ね宍道湖で高く、斐伊川・中海では低かった

# 平成29年度までに分かったこと(3)

- それら4成分の動態(各成分の蛍光強度の主成分分析結果)



地点間変動 < 経月変動

# 平成30年の調査

- 調査期間：H30.1～H30.7（毎月1回）
- 調査地点：宍道湖内8地点（S1～S8）の上層及び下層  
（比較地点：斐伊川（神立橋）・中海3地点（上層及び下層））

## 調査の流れ

- ①試料を採水後、ガラス繊維ろ紙でろ過し、凍結保存
- ②EEM測定→PARAFAC解析（東邦大学（千葉県））

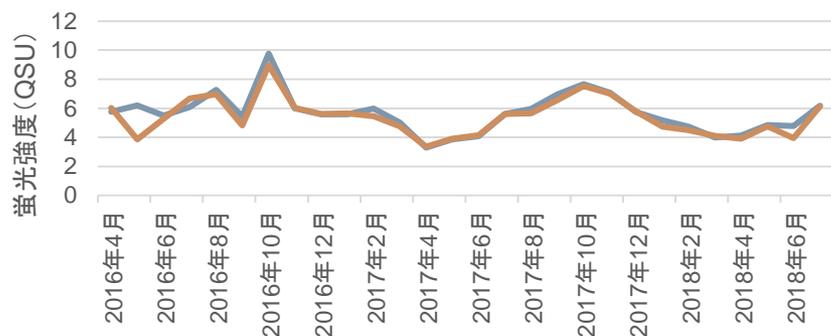
# 平成30年の測定結果

- 検出された成分・・・4成分（以前と同様）
- 経月変化、地点間変動の傾向・・・概ね今までと同様（経月変化 > 地点間変動）

# 表層と底層の蛍光強度の違い

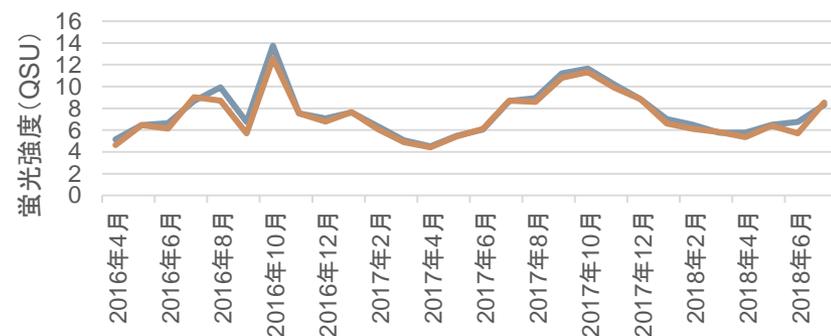
第1成分

— 上 — 下



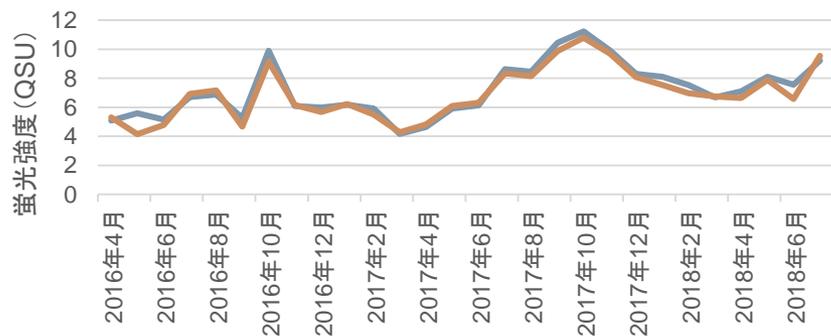
第2成分

— U — B



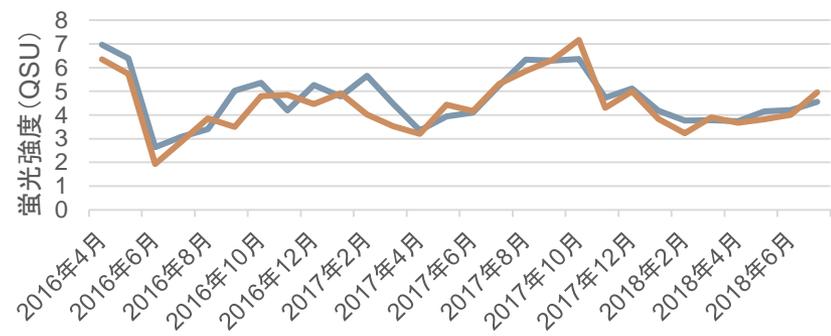
第3成分

— U — B



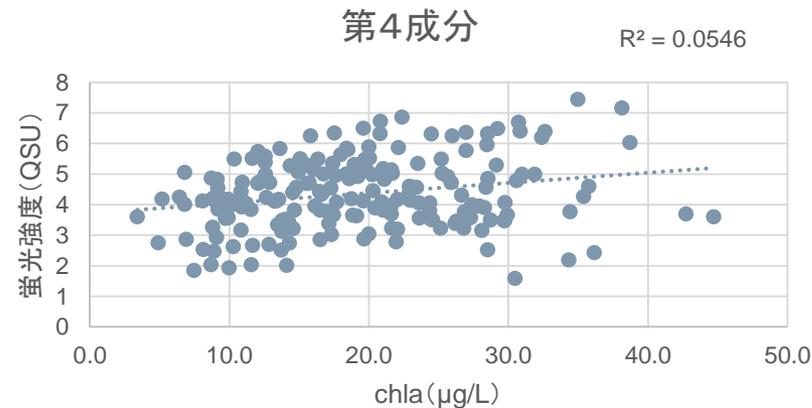
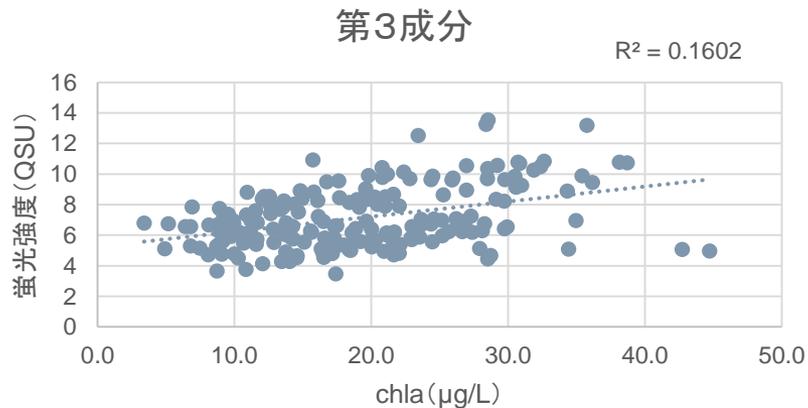
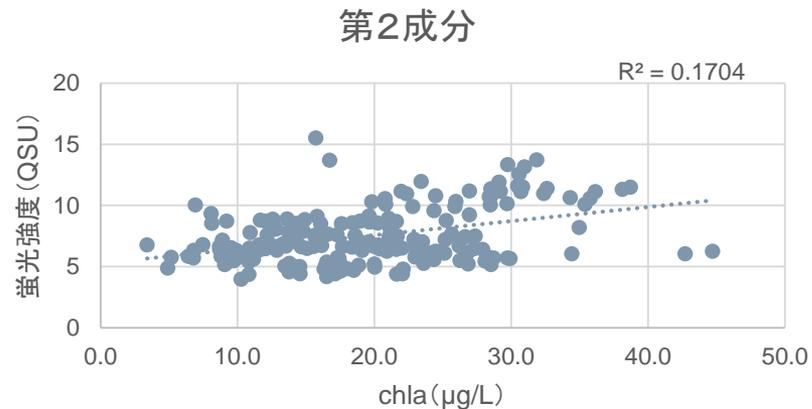
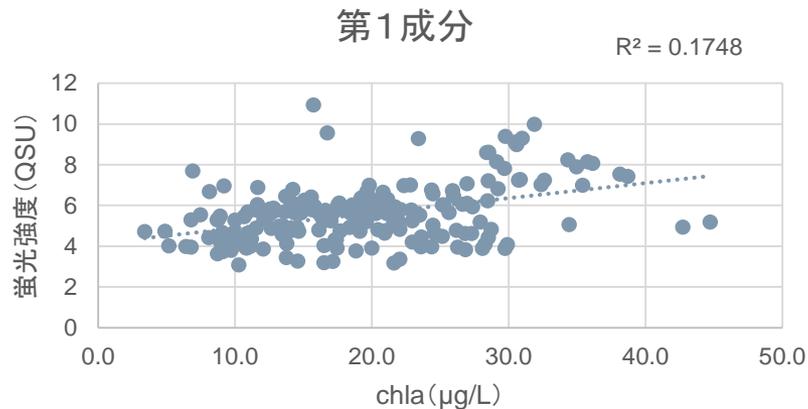
第4成分

— U — B



・表層と底層の間に明確な差は見られなかった。

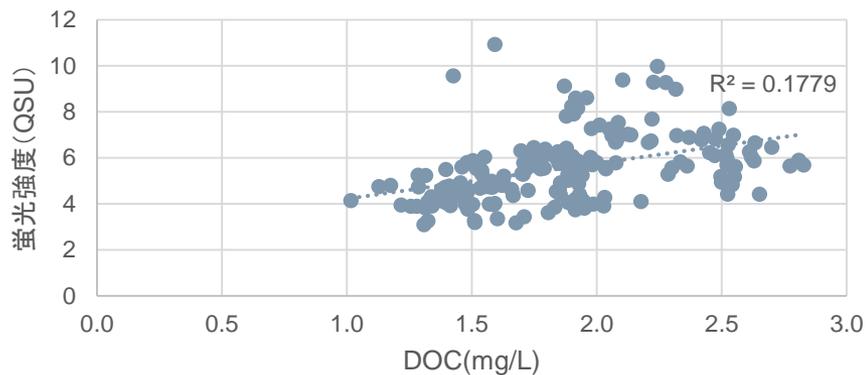
# 経月変動と植物プランクトンの関係



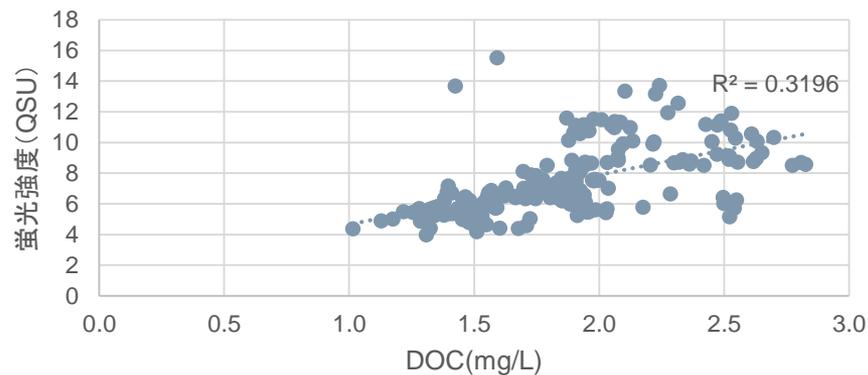
- ・第1～3成分はクロロフィルaと弱い相関を示した。
- ・第4成分は他成分と比較し相関が弱かった。
- ・優占種との明確な関係性は見られなかった。

# 蛍光強度とDOCの関係

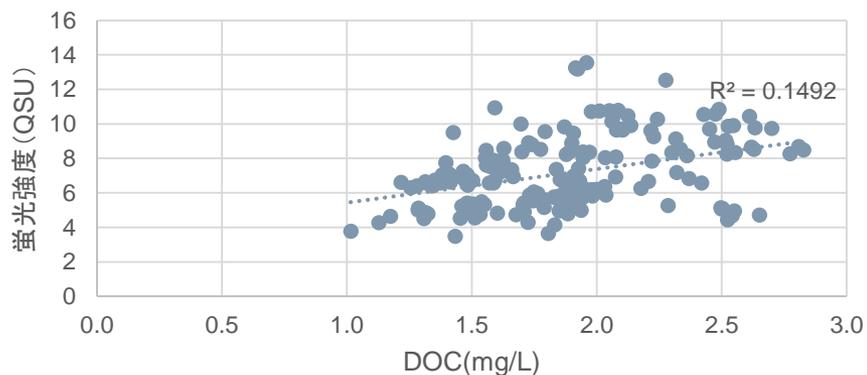
第1成分



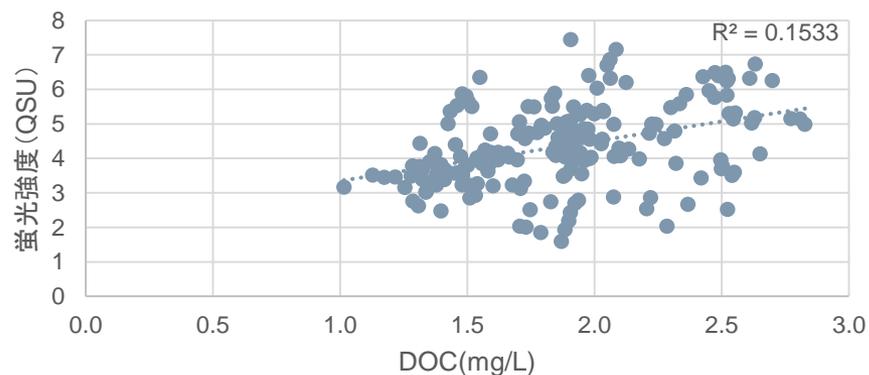
第2成分



第3成分



第4成分

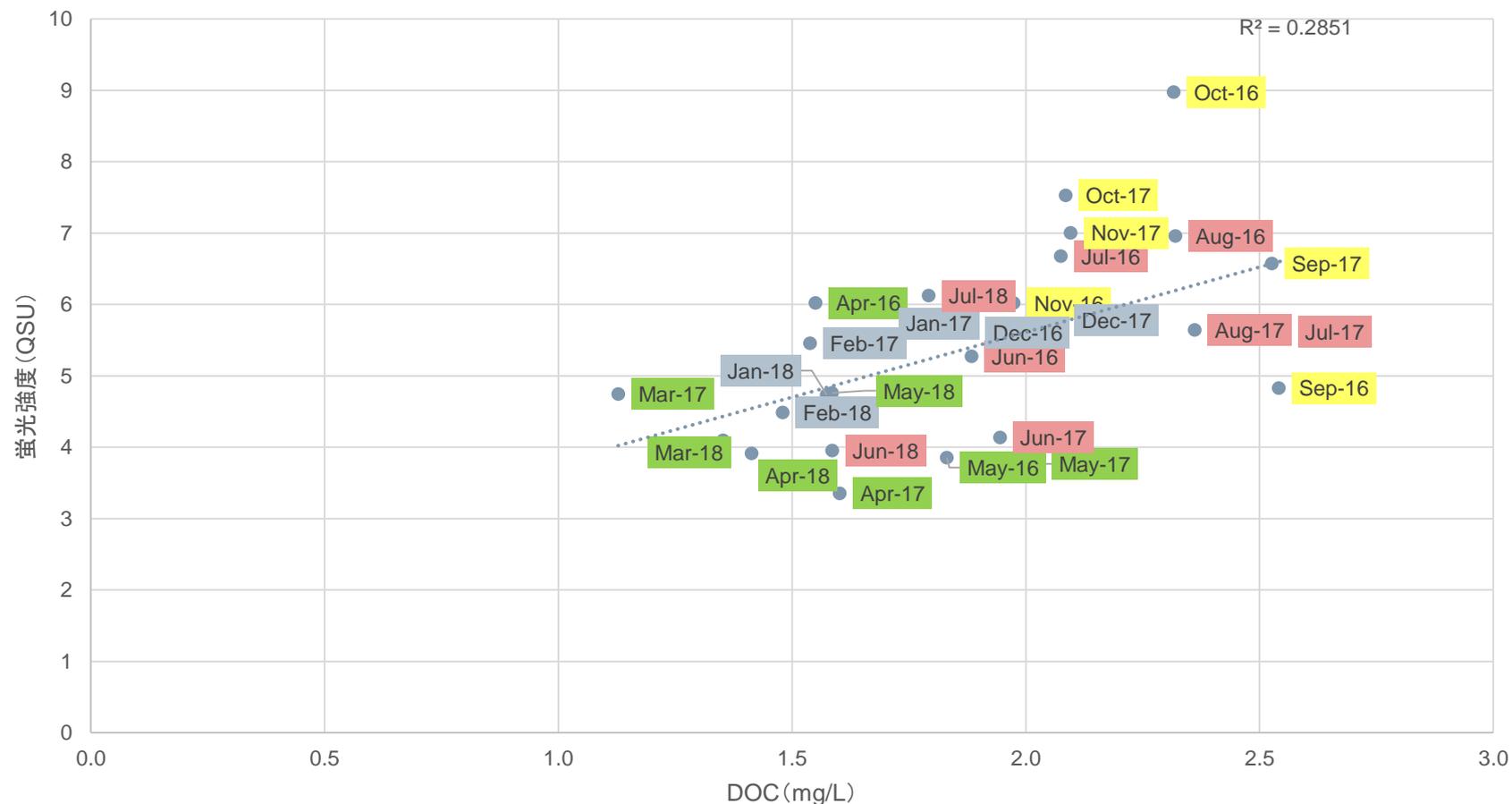


- ・各成分ともDOCと相関を示し、中でも第2成分が一番強い相関を示した。

# 蛍光強度とDOCの関係 (S3)

## (第1～3成分)

第1成分

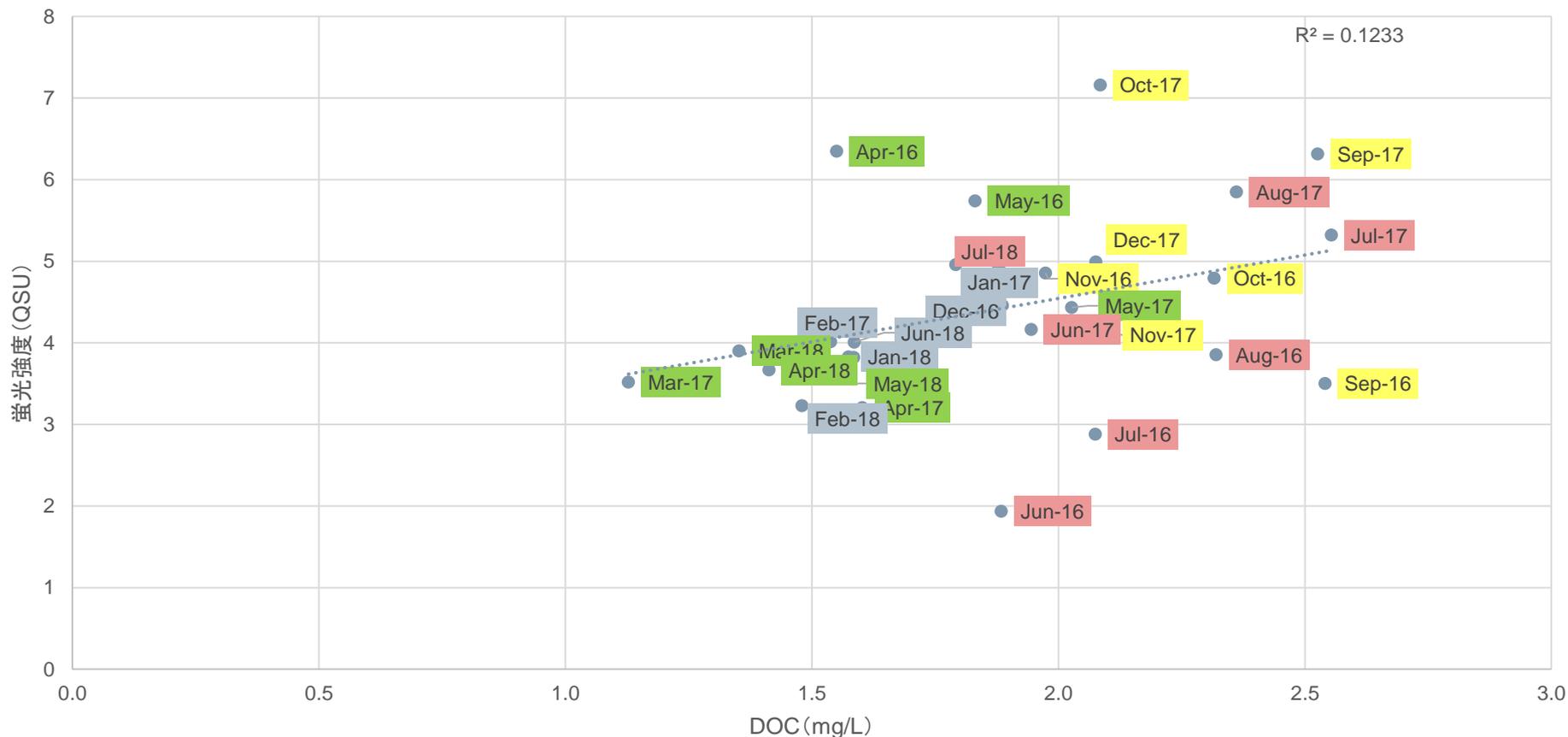


- ・冬、春は低い(春は蛍光強度/DOCが低い)
- ・夏にむけて上がっていき、秋が最も高い(秋は蛍光強度/DOCが高い)。

# 蛍光強度とDOCの関係 (S3)

## (第4成分)

第4成分



・冬、春は低く、夏、秋が高い。

# 植物プランクトンの培養実験

- 培養実験(前実験)
  - … 培養状況にばらつきあり
- 課題
  - (1) 培地の選択(低栄養であること)
  - (2) 培養液量の確保(分析必要量の確保)
- 今後は、小さい系(10mL程度)での培養試験を実施し、培養条件を探った上で系の拡大(100mL以上を想定)を検討



# アオコ調査



水環境科  
加藤季晋

# 目的

平成22年度～24年度にかけて宍道湖ではアオコの大量発生が連続して観測され、景観悪化やガス様臭等の問題を引き起こした。

アオコの対策を検討する必要があるが、その為にはアオコの発生メカニズムを解明しなければならない。

## 課題

- ① いつ、どのような水質条件になるとアオコが宍道湖で発生するのか
- ② アオコがどこで発生し、どのように全域に広がっていくのか
- ③ 宍道湖においてアオコの起源はどこなのか

# これまでの調査結果

## ○ アオコについての判別分析

宍道湖において、アオコが発生する具体的な塩化物イオン濃度、水温、日照条件、栄養塩濃度は明確ではなかった。

そこで、過去のアオコ発生状況と当研究所の各月データを用いて解析をおこなった。

宍道湖でアオコが発生する条件は、  
表層塩化物イオン濃度が低く、前月の水温が高い時であることが分かった。



各月の塩化物イオン濃度と水温から高確率で判別できるようになった（判別式Z1, Z2）

# 平成30年度アオコ調査の計画

## ① *Aphanizomenon* sp.によるアオコ発生・消失の原因や流入起源の究明

平成29年度に発生した*Aphanizomenon* sp. の単離培養株を塩分と水温に勾配をつけて培養実験を行い、生育条件を解明

## ② 宍道湖におけるアオコ発生プロセスの解明

国土交通省のテレメータシステムの情報（水文水質データベース）を活用し、アオコ判別式（Z2）により一ヶ月後に宍道湖においてアオコが発生するか予測を行い、判別式が「+」になったら宍道湖調査を1～2週に1回のペースで行う。

# *Aphanizomenon* sp. について

現場で撮ったアオコ



2017.11.25 宍道湖西岸

顕微鏡で撮った写真



2017.12.15 宍道湖湖心付近で採水したもの  
左：対物10倍、右：対物100倍

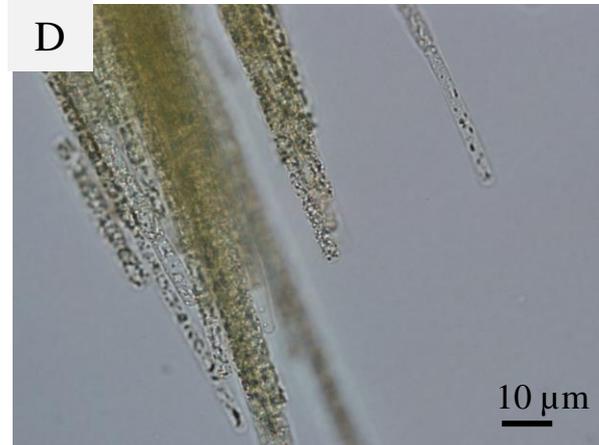
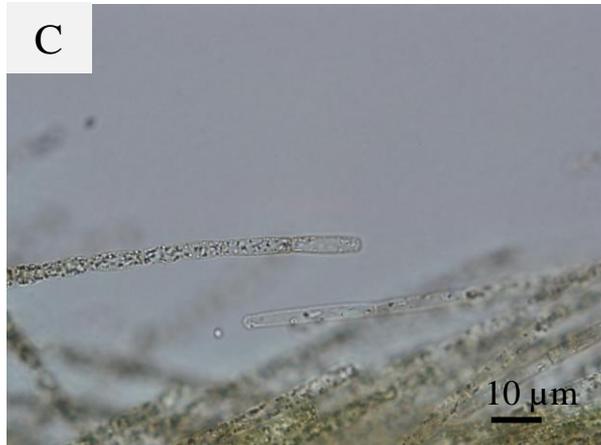
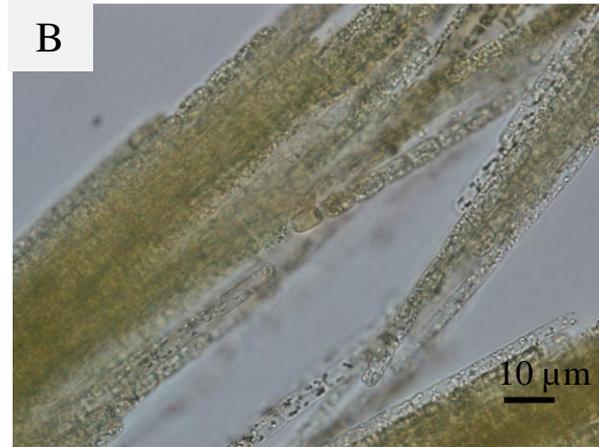
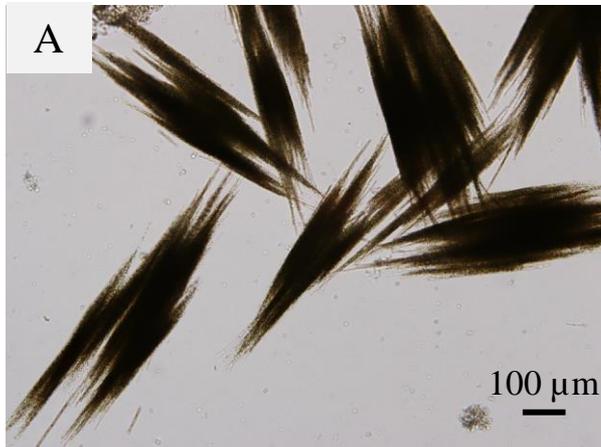


2017.12.15 宍道湖湖心付近



2018.1.15  
宍道湖湖心で採水

# *Aphanizomenon* sp. について



*Aphanizomenon* sp. の顕微鏡写真

A, トリコームは束状に集合する。

B, ヘテロシストと中央部分のトリコーム。

CとD, 先端細胞は円頭である。2017年12月15日撮影。

# *Aphanizomenon* sp. について

## 実測結果

- 1個のコロニーは800～1200  $\mu\text{m}$
- トリコームの直径は3.5～4  $\mu\text{m}$ 、先端細胞は直径3～4  $\mu\text{m}$ で長さが12～28  $\mu\text{m}$
- ヘテロシストは希で直径4  $\mu\text{m}$ で長さが8  $\mu\text{m}$
- アキネートは見られなかった
- 単離培養したS3-A2株を実測したところ、現場で出現したものとほとんど同じだった

## 形態による同定

*Aphanizomenon*は先端細胞の長さとの幅の比が分類形質のひとつであるが、*A. flos-aquae*は2～4倍なのに対し、宍道湖産は4～7倍と異なっていた。*A. yezoense*は先端が切形か僅かに円頭であるが、本種は円頭であった。宍道湖産は両種と形態的に一致しない点もあり、今回は*Aphanizomenon* sp.とした。

# 培養実験

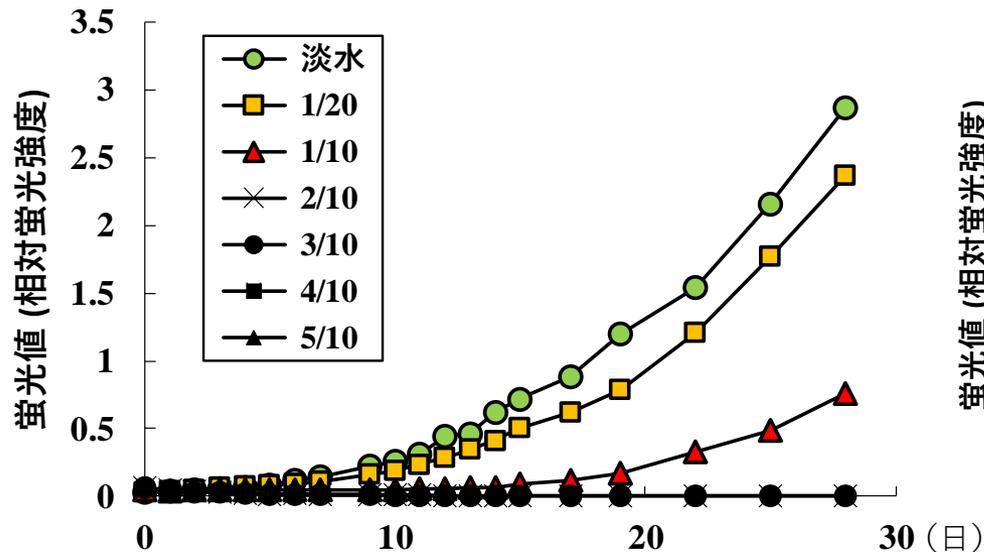
## ○ 実験方法

- 培養株：S3-A2 (*Aphanizomenon* sp.)  
人工海水により塩分を次の①～⑦に調製したIMK培地24mLに糸状体の約100 $\mu$ mを1個として約7500個/mLとなるように接種
- 塩化物イオン濃度 (mg/L) :
  - ①淡水, ②海水の1/20, ③海水の1/10 (宍道湖程度),
  - ④海水の2/10, ⑤海水の3/10, ⑥海水の4/10,
  - ⑦海水の5/10 (中海程度)
- 設定温度 (°C) : 5, 10, 20, 30
- 培養条件 : 14h明/10h暗、約1300 lux
- 数日毎に蛍光光度計により蛍光量を測定した。

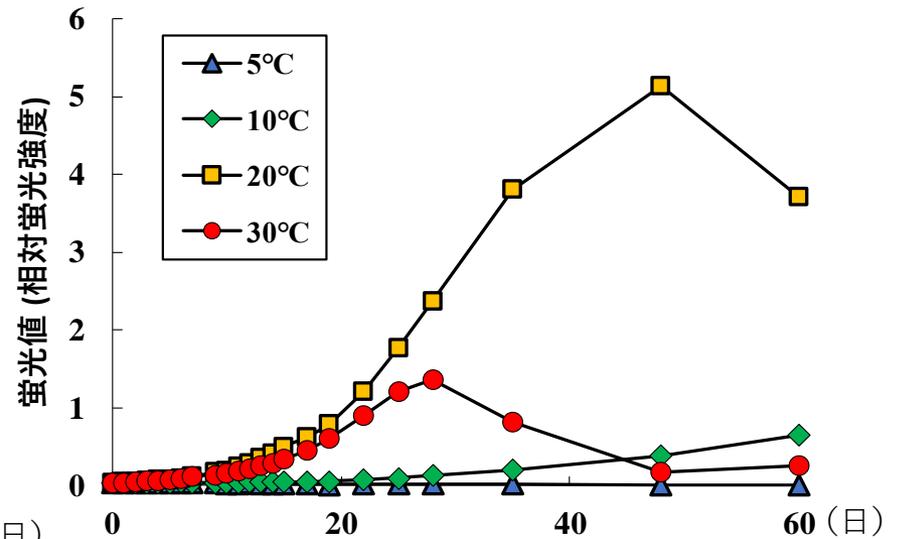


# 培養実験の結果

20°Cにおける塩分耐性の結果



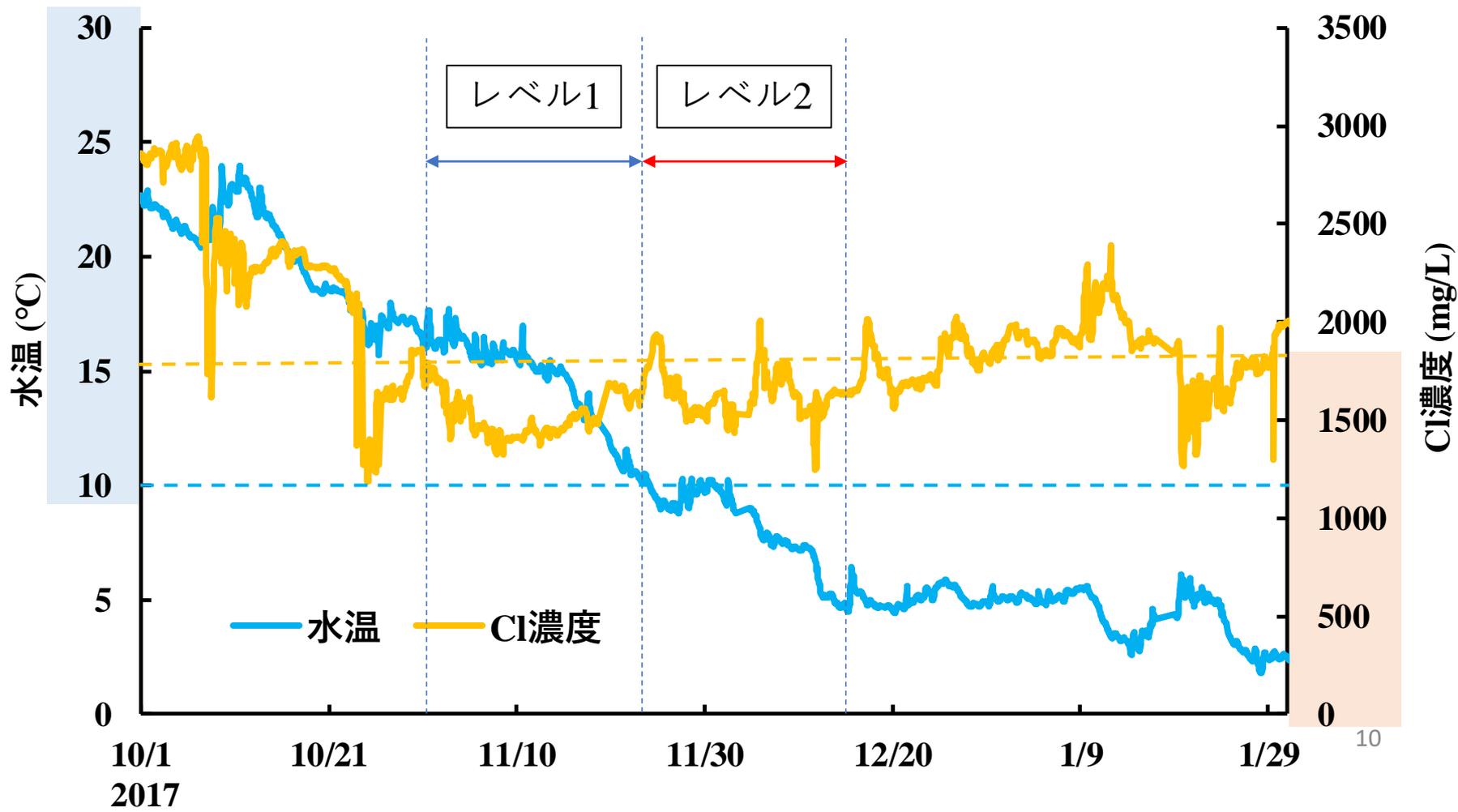
海水の1/20における水温耐性の結果



- *Aphanizomenon* sp.は海水の1/10までの塩分なら生息できるが、それ以上の塩分には耐性がないことが示唆された。
- 水温においては20°Cが最も増殖速度が大きかった。

# 宍道湖の水質の変化

- 宍道湖東部の表層における水温とCl濃度の変化  
(島根大学 エスチュアリー研究センター提供)



# 培養実験のまとめ

- 平成29年に発生したアオコ → *Aphanizomenon* sp. によるもの  
穴道湖産のものは報告されている種と形態的に一致しない点もあるため *Aphanizomenon* sp. とした。

- アオコ発生の原因

10月中旬台風に伴う集中豪雨で塩分が急激に低下

➡ 培養試験から海水の1/10 (Cl濃度約1800 mg/L) までの塩分なら生息可能

この種は比較的低温下でも生息可能という報告あり

➡ 培養試験で10~30°Cまでの水温で増殖を確認

# 平成30年度アオコ調査の計画

## ① *Aphanizomenon* sp.によるアオコ発生・消失の原因や流入起源の究明

平成29年度に発生した*Aphanizomenon* sp. の単離培養株を塩分と水温に勾配をつけて培養実験を行い、生育条件を解明

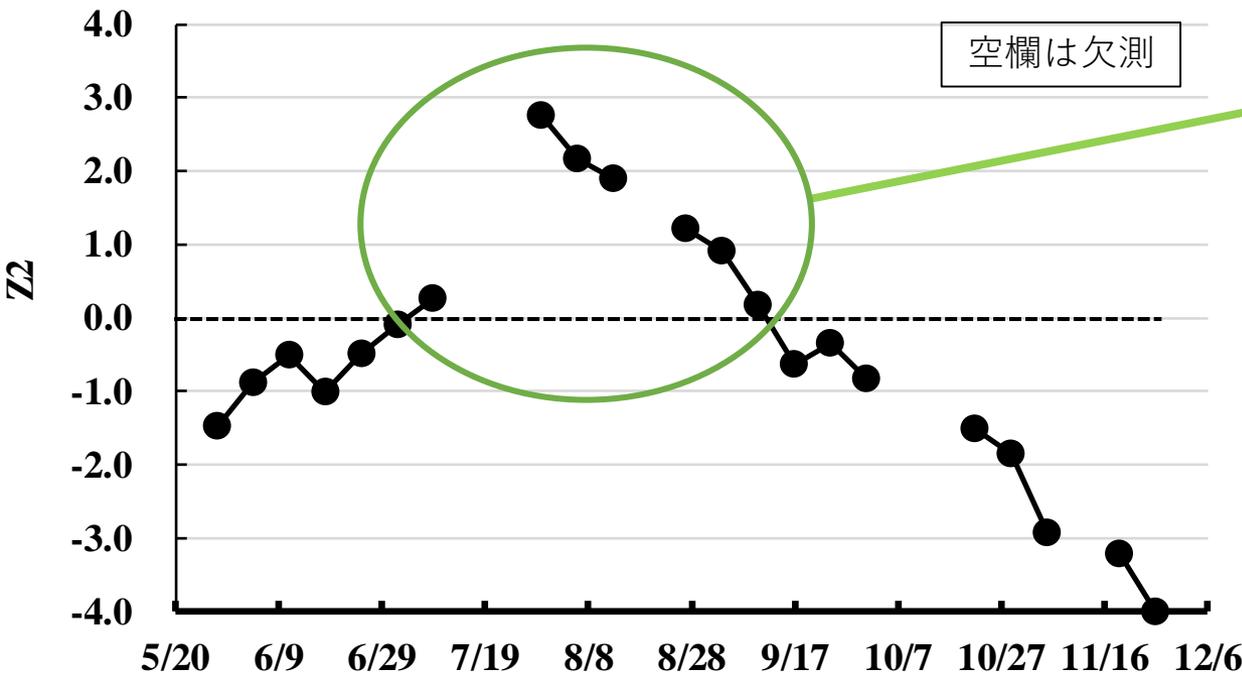
## ② 宍道湖におけるアオコ発生プロセスの解明

国土交通省のテレメータシステムの情報（水文水質データベース）を活用し、アオコ判別式（Z2）により一ヶ月後に宍道湖においてアオコが発生するか予測を行い、判別式が「+」になったら宍道湖調査を1～2週に1回のペースで行う。

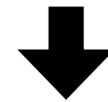
# アオコ予測式の結果

国土交通省 水文水質データベース利用

○ アオコ式 (Z2) の推移



7月でプラスになり、9月までプラスのまま推移した。



8月からアオコ発生の可能性があるので、7月以降で、宍道湖調査を1~2週に1回のペースで行った。

アオコ判別式 (一か月後のアオコ発生の有無)

$$Z2 = -0.000908 (CI\_1) - 0.000498 (CI\_2) + 0.346 (WT\_1) - 6.37$$

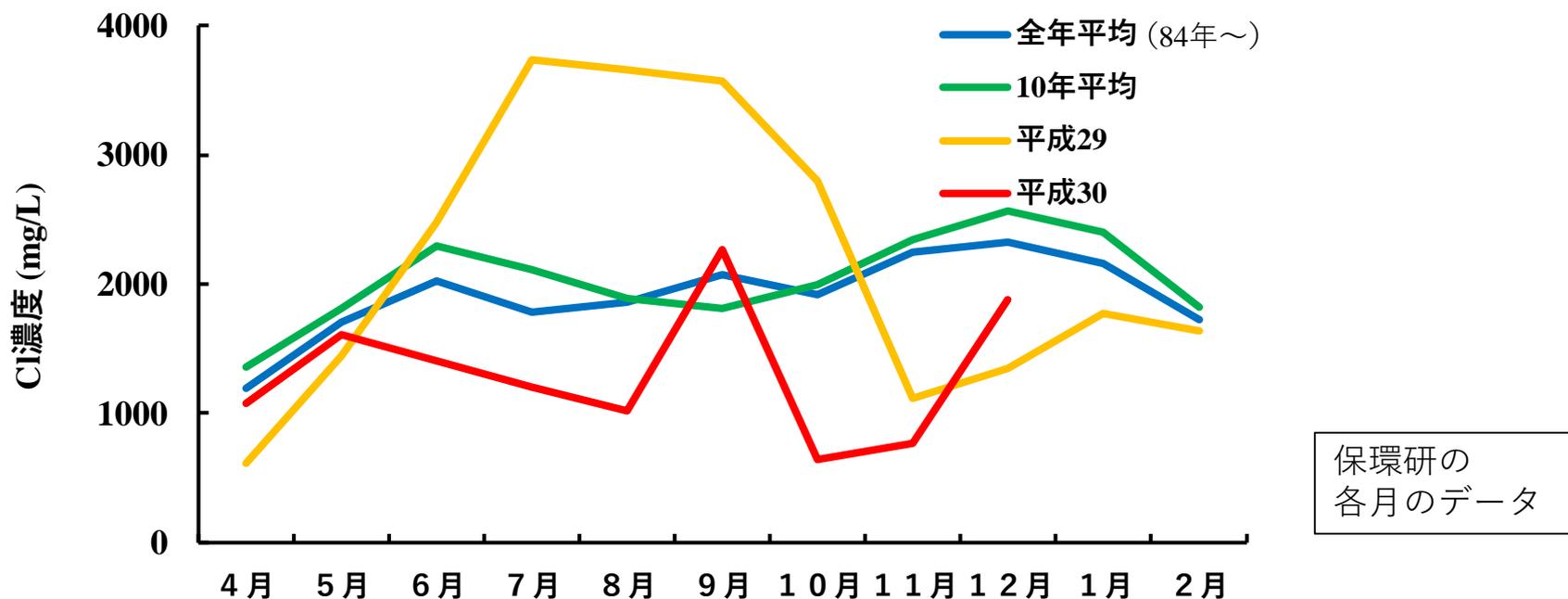
当月のCI-

前月のCI-

当月の水溫

# 宍道湖の塩分濃度の変動

- 宍道湖表層における塩分濃度の平成30年と過去平均の比較



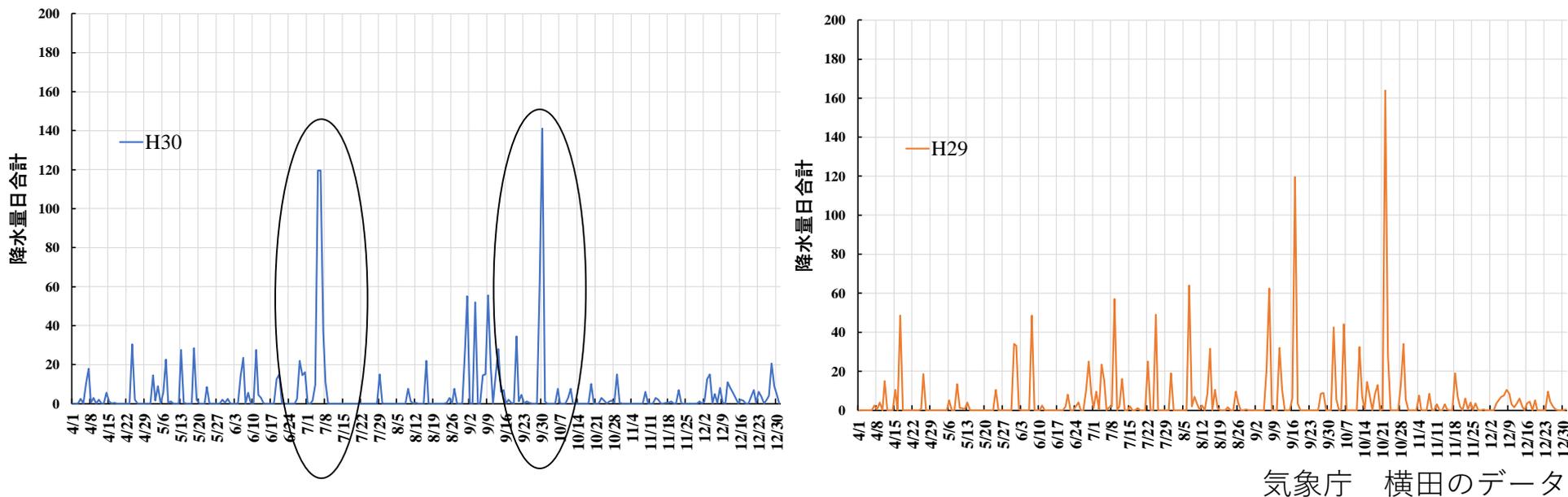
過去のデータと比べても、年間を通して塩分濃度が低い値で推移している



平成30年は、7月の西日本豪雨や9月の台風など集中豪雨が多かった。

# 降水量

○ 平成30年（左）と29年（右）の降水量の比較

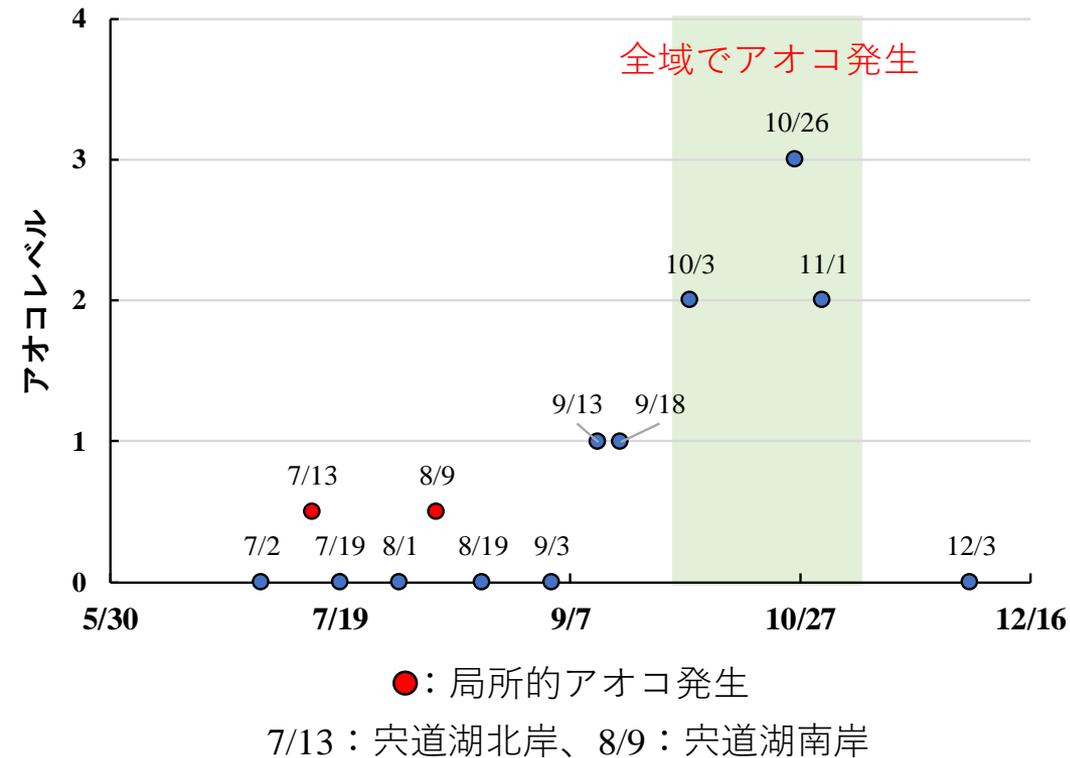


平成30年は7月と10月に日合計が100 mmを超える日があった。  
特に7月は5,6日ともに100 mmを超え、合計で240 mmの降水量だった。



夏に降水量が多く、斐伊川等の流入河川の流量が増加した為、宍道湖の塩分濃度が低かった。

# アオコ調査の結果



全域発生		
日付	アオコレベル	アオコ形成種なし
7/2	0	アオコ形成種なし
7/19	0	アオコ形成種なし
8/1	0	<i>Microcystis</i> sp.
8/19	0	<i>Dolicospermum-Sphaerospermopsis</i> 属 <i>Sphaerospermopsis oumiana</i>
9/3	0	<i>Microcystis</i> sp. <i>Dolicospermum-Sphaerospermopsis</i> 属
9/13	1	<i>Microcystis ichthyoblabe</i> <i>Dolicospermum-Sphaerospermopsis</i> 属 <i>Anabaenopsis</i> sp.
9/18	1	<i>Microcystis ichthyoblabe</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Anabaenopsis</i> sp.
10/3	2	<i>Microcystis ichthyoblabe</i>
10/26	3	<i>Microcystis ichthyoblabe</i>
11/1	1	<i>Microcystis ichthyoblabe</i>
12/3	0	<i>Microcystis</i> sp.
1/7	0	アオコ形成種なし
局所発生		
7/13		<i>Microcystis novacekii</i>
8/9		<i>Sphaerospermopsis oumiana</i>

8月には局所的なアオコのみ確認され、宍道湖全域での発生には至らなかった。

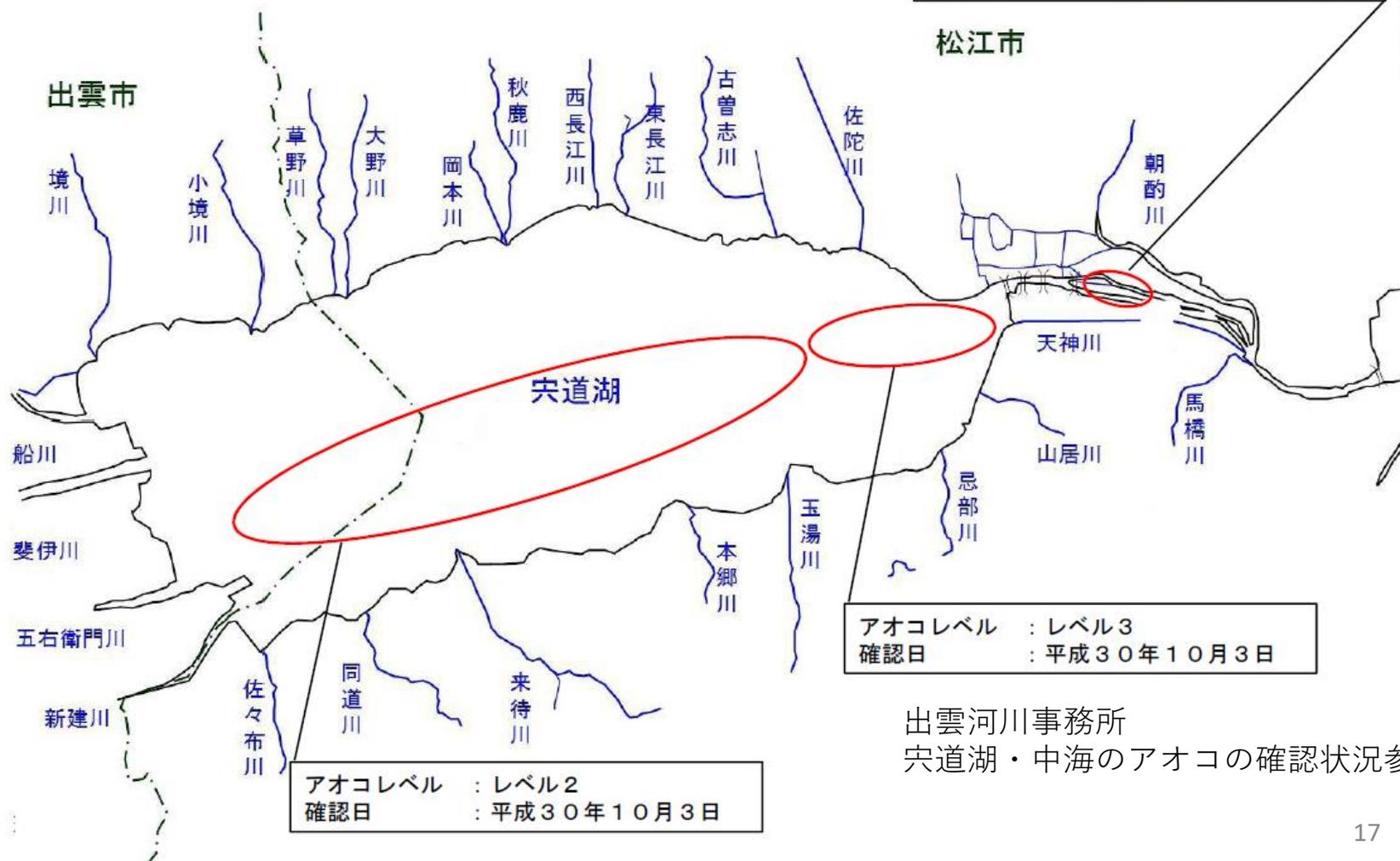
9月に*Microcystis ichthyoblabe*が確認され、10月に宍道湖の広い範囲でアオコレベル3が確認された。

# アオコの発生状況

宍道湖 アオコ確認位置図

(平成30年10月3日)

アオコ確認箇所：松江市矢田町  
アオコレベル：レベル2  
確認日：平成30年10月3日

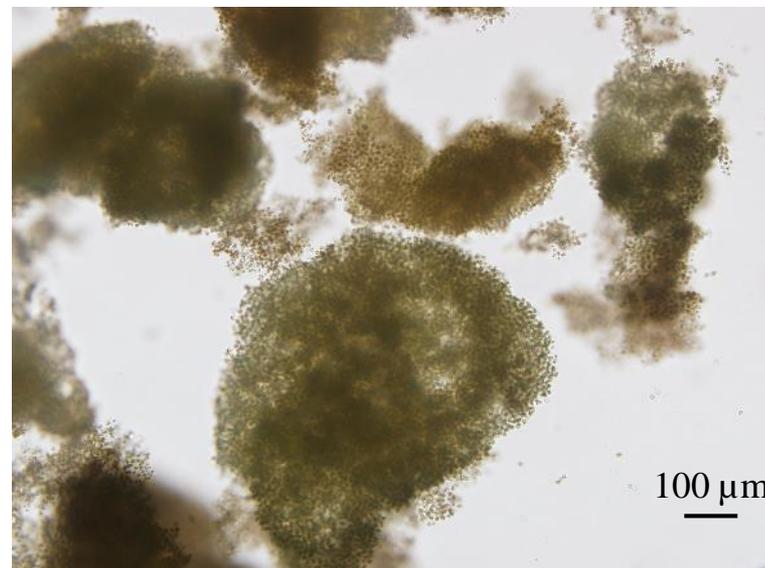


出雲河川事務所  
宍道湖・中海のアオコの確認状況参照

# *Microcystis ichthyoblabe*について



2018.10.26 宍道湖湖心付近



*Microcystis ichthyoblabe*の顕微鏡写真

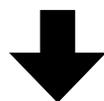
- 立体的で網目状かスポンジ状、粗密な部分がある
- 低倍率の色は茶色
- 粘質はほとんどなく、細胞の大きさは3~4 μm



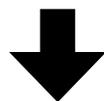
形態的に、過去に宍道湖で発生した*Microcystis ichthyoblabe*と同じ

# アオコの発生予測について

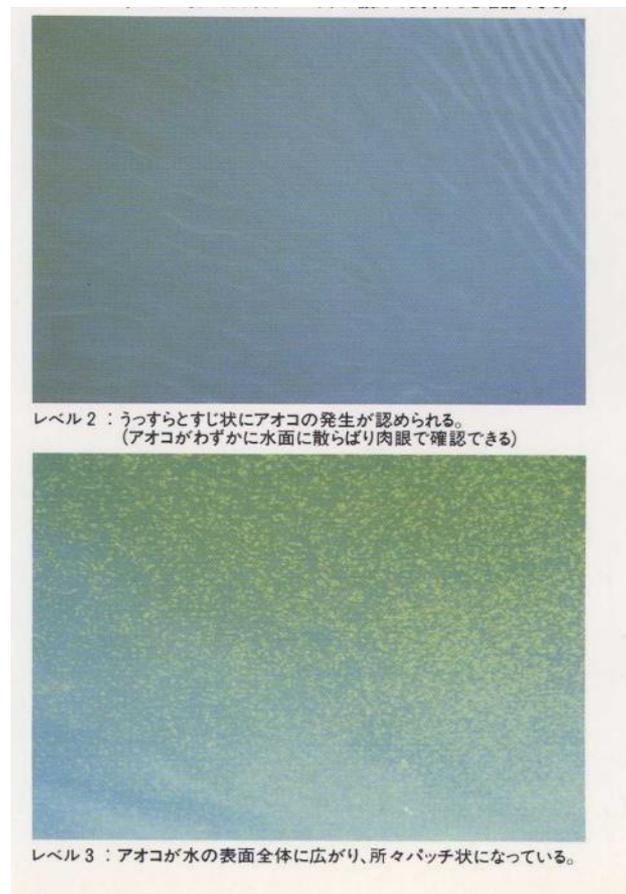
平成30年は、宍道湖において夏季の塩分濃度が低く、アオコ式（Z2）は7月から9月までプラスになった。



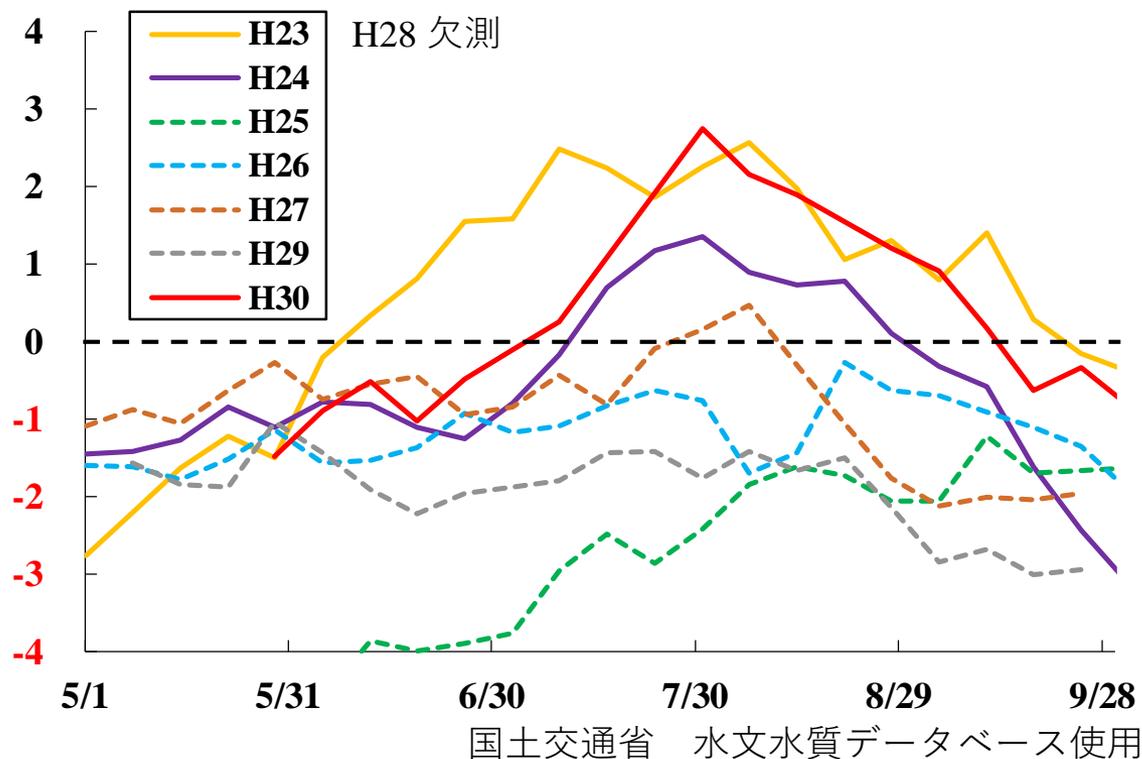
9月に*Microcystis ichthyoblabe*が確認され、10月に宍道湖の広い範囲でアオコレベル3が確認された。



宍道湖において、アオコ判別式と水文水質データベースを用いてアオコの広域発生を予測することができた。



# アオコの発生予測について



	アオコの発生
平成23年	○
平成24年	○
平成25年	×
平成26年	×
平成27年	×
平成28年	×
平成29年	×
平成30年	○

今回、アオコ判別式からアオコの発生を初めて予測できた。また、過去のデータを使用しても、アオコ発生の有無をほぼ予測することができた



**宍道湖のアオコ発生を予測する上で、アオコ判別式（Z2）は有効な方法である。**

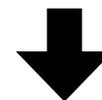
# アオコの発生予測について

	H23	H24	H30
5月1日	-2.76	-1.45	欠測
5月8日	-2.21	-1.41	欠測
5月15日	-1.62	-1.27	欠測
5月22日	-1.22	-0.84	欠測
5月29日	-1.49	-1.11	-1.48
6月5日	-0.20	-0.78	-0.89
6月12日	0.34	-0.81	-0.51
6月19日	0.81	-1.11	-1.02
6月26日	1.56	-1.26	-0.48
7月3日	1.59	-0.80	-0.10
7月10日	2.49	-0.17	0.26
7月17日	2.24	0.69	欠測
7月24日	1.86	1.17	欠測
7月31日	2.25	1.35	2.75
8月7日	2.56	0.89	2.16
8月14日	1.98	0.72	1.89
8月21日	1.05	0.78	欠測
8月28日	1.31	0.10	1.21
9月4日	0.79	-0.32	0.90
9月11日	1.41	-0.59	0.18
9月18日	0.28	-1.61	-0.64
9月25日	-0.15	-2.43	-0.34
10月2日	-0.38	-3.13	-0.83

 : アオコの全域発生

	判別式プラス	アオコ発生
H23	6月12日	8月28日
H24	7月17日	8月30日
H30	7月10日	10月3日

アオコ式がプラスになってから全域発生まで年によって異なる



アオコの発生については予測することができるが、時期まで予測することは難しい

# 穴道湖調査について

調査地点	7/2	7/19	8/1	8/19	9/3	9/13	9/18	10/3	11/1	12/3
	アオコLv									
S-1 (東側)	0	0	0	0	0	1	1	3	2	0
S-2 (南側)	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0
S-3 (湖心)	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0
S-4 (北側)	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0
S-6 (西側)	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0



アオコ発生の前に、目視（レベル1）や顕微鏡で全域でわずかに*Microcystis ichthyoblabe*が確認された。



微量な*Microcystis ichthyoblabe*が広域に存在し、増殖することで全域のアオコ発生に繋がる可能性が高い

しかし、今の方法でこれより少ない*Microcystis ichthyoblabe*を観察することが難しい

# アオコ調査のまとめ

## ○ 国交省テレメデータを用いたアオコ判別式によるアオコ発生予測

平成30年は、アオコ予測式が7月から9月でプラスになった。10月に宍道湖の広い範囲でアオコレベル3が確認された。宍道湖のアオコ発生を予測する上で、アオコ判別式（Z2）は有効な方法である。

## ○ 宍道湖調査の結果

局所的なアオコを含めて、様々なアオコ形成種を確認することができた。しかし、全域でアオコを形成したのは *Microcystis ichthyoblabe* だった。全域でのアオコ発生は、微量な *Microcystis ichthyoblabe* が広域に存在し、それが増殖することでアオコの発生に繋がる可能性が高い。

# 今後の予定

- 今年度と同様に、宍道湖調査を1～2週に1回のペースで行う

しかし、目視によるアオコの確認や100倍濃縮サンプルの顕微鏡観察では微量な*Microcystis ichthyoblabe*を確認することが難しい



プランクトンネット（目開き40  $\mu\text{m}$ ）を用いることで濃縮倍率を上げて、確認できるのか検討する。

- 宍道湖においてアオコの起源は未解明な部分が多い



宍道湖流域のため池等で発生したアオコを調査することでアオコ形成種の起源の解明につなげたい

## 伊勢湾シミュレーター（STOC-LT）を用いた宍道湖・中海水系の流動計算について

## 1. 平成 29 年度 WG で報告した際の再現性

## &lt;水温&gt;

地点	深さ	平成 29 年度 WG で報告した際の再現性		
		評価	状況	原因
中海 (湖心)	上層	△	夏季において、水温が過大評価	熱収支のモデルにより過大評価となっている可能性あり
	下層			
	底層			
大橋川 (下流)	上層	△	同上	同上
	下層			
	底層			
大橋川 (上流)	上層	△	同上	同上
	下層			
	底層			
宍道湖 (湖心)	上層	△	同上	同上
	下層			
	底層			

<塩分>

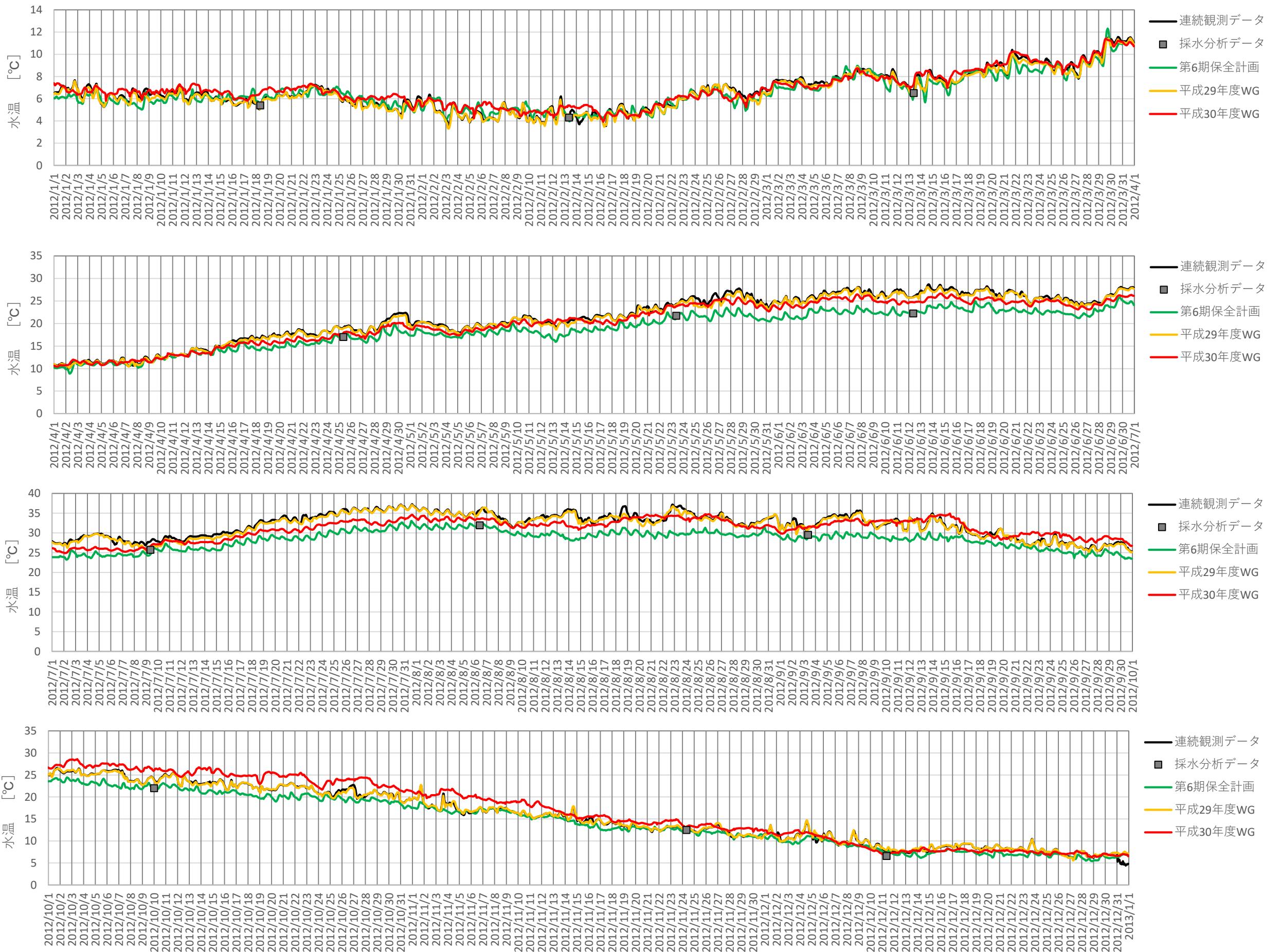
地点	深さ	平成 29 年度 WG で報告した際の再現性		
		評価	状況	原因
宍道湖 (湖心)	上層			
	下層	△	宍道湖に塩水が入るタイミングは合っているが、強弱について改善の余地有り	乱流モデル、鉛直拡散係数が混合しにくい設定になっているためと推定
	底層			
大橋川 (上流)	上層	△	計算結果と観測データに少し差があるが、長期的なトレンドは合っている。 高濃度になる際、計算結果が観測データと同じように高くなっていない。 (宍道湖の低塩分水が常に漂っているイメージ)	乱流モデル、鉛直拡散係数が混合しにくい設定になっているためと推定
	下層			
	底層			
大橋川 (下流)	上層	△	高濃度になる際、計算結果が観測データと同じように高くなっていない。	乱流モデル、鉛直拡散係数が混合しにくい設定になっているためと推定
	下層	△	計算結果は高めの値。混合が不足している状態と推察。	乱流モデル、鉛直拡散係数が混合しにくい設定になっているためと推定
	底層			
中海 (湖心)	上層	△	混合が不足	乱流モデル、鉛直拡散係数が混合しにくい設定になっているためと推定
	下層			
	底層			

## 2. 流動計算条件

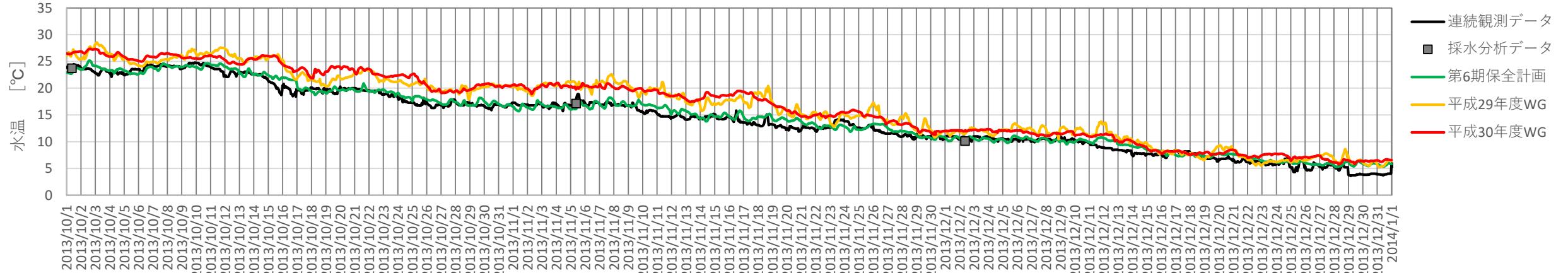
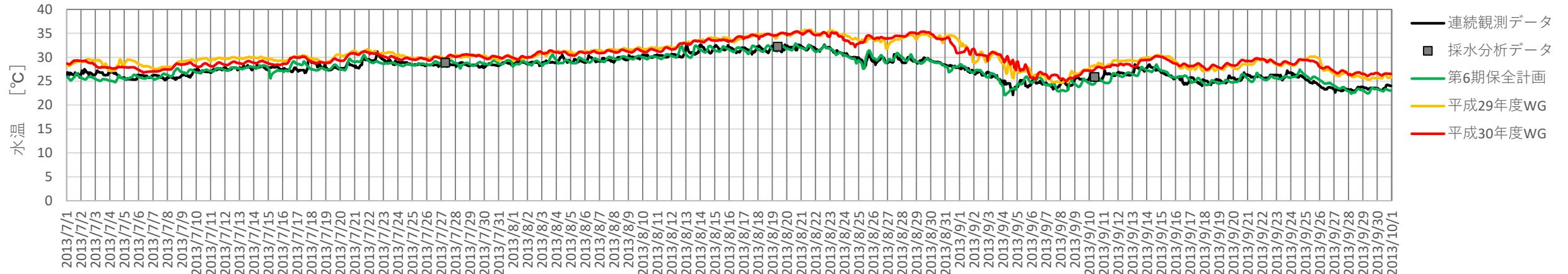
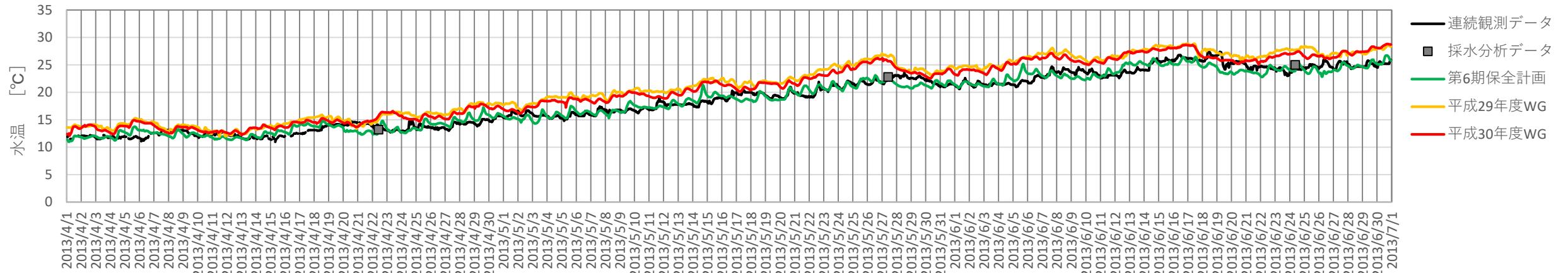
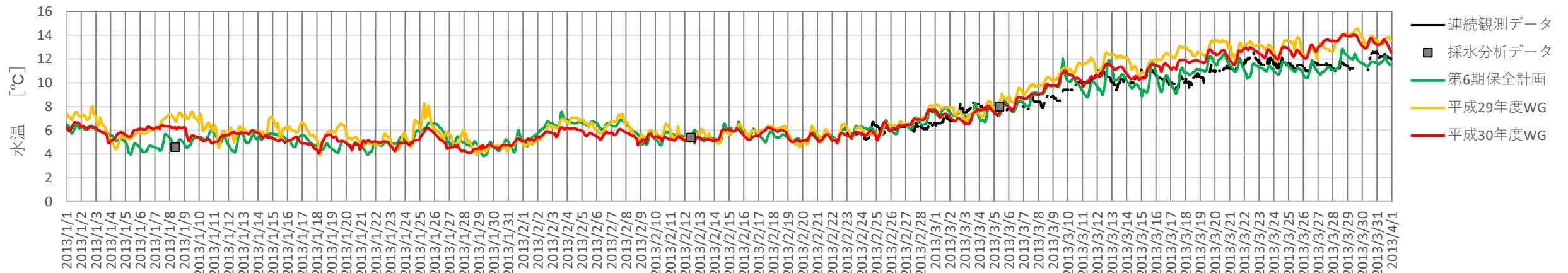
表 1 昨年度と今年度の計算条件

項目	平成 29 年度 WG	平成 30 年度 WG
計算期間(助走計算)	2011/9/1 0:00 ~2012/1/1 0:00	同左
計算期間(本計算)	2012/1/1 0:00 ~2014/1/1 0:00	同左
塩分初期値[psu] (2011/9/1 0:00 の値)	30	同左
水温初期値[°C] (2011/9/1 0:00 の値)	18	同左
外洋との境界条件 (水温[°C])	季節変動より推定	同左
外洋との境界条件 (塩分[°C])	一定値 33psu	同左
外洋との境界条件 (潮位[°C])	美保関測点における 1 時間 ごとの観測値	同左
気象条件 (気温・降水量・日照・風)	松江観測点における 1 時間ごとの観測値	同左
乱流モデル (水平)	SGS モデル	同左
乱流モデル (垂直)	Richardson 数型	Richardson 数型 (Nakamura モデル)
鉛直拡散係数最大値[m <sup>2</sup> /s <sup>-1</sup> ]	1.0 × 10 <sup>-3</sup>	同左
鉛直熱拡散[m <sup>2</sup> /s <sup>-1</sup> ]	1.0 × 10 <sup>-4</sup>	同左
鉛直塩分拡散[m <sup>2</sup> /s <sup>-1</sup> ]	1.0 × 10 <sup>-4</sup>	同左
計算メッシュサイズ[m] 南北方向 × 東西方向	200m × 200m	同左
河川流量の与え方 (斐伊川)	上島測点の流量を使用	同左
河川流量の与え方 (斐伊川以外)	水質調査の結果と斐伊川流量の 比に降水量の影響を考慮し推定	流域面積比をもとに算定
地形		大橋川・境水道の深浅測量 結果を反映

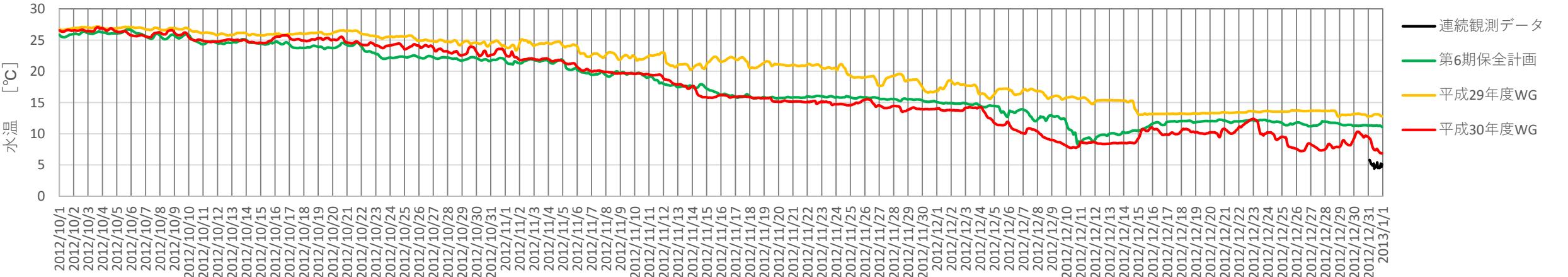
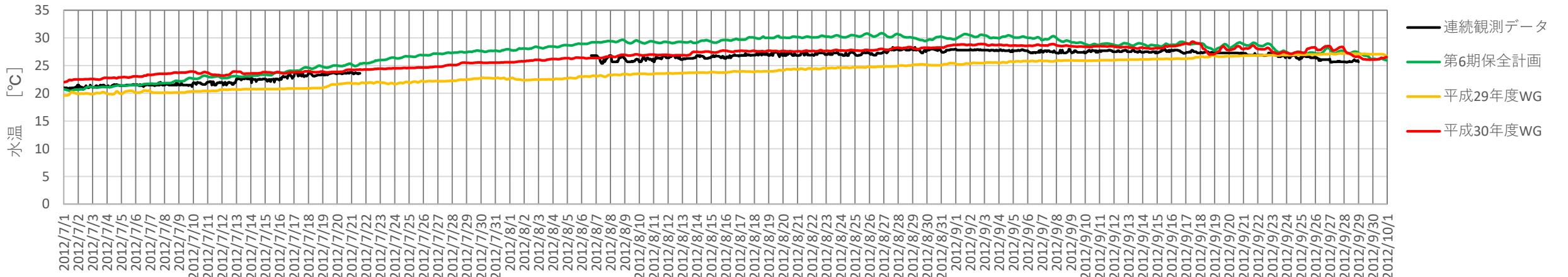
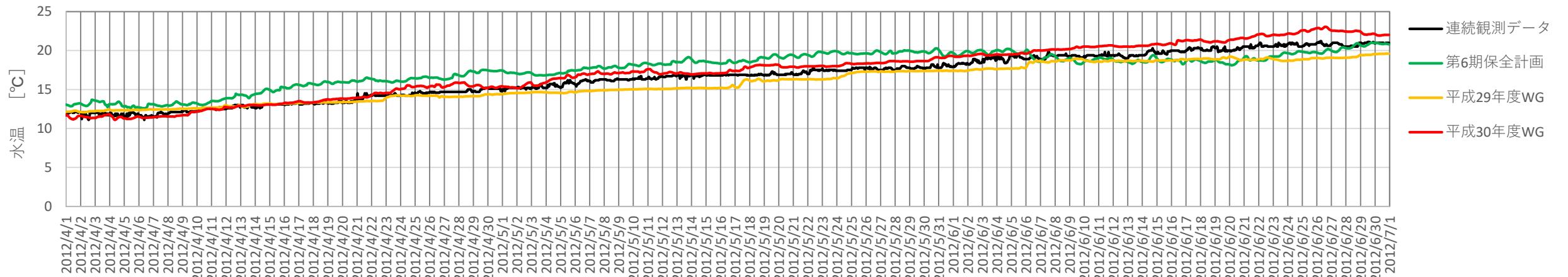
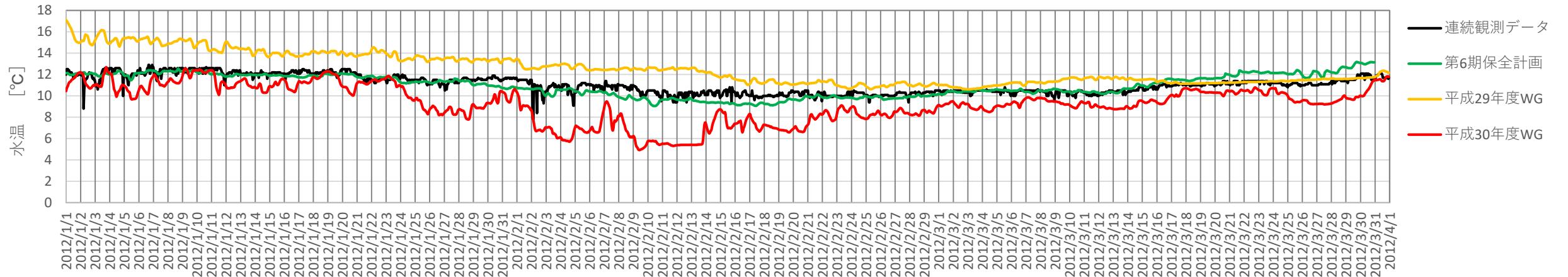
3. 水温計算結果 中海湖心（上層）2012年



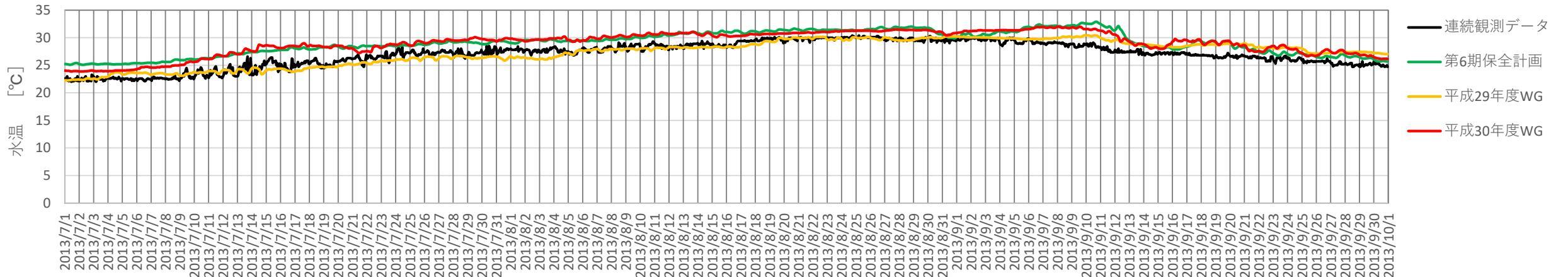
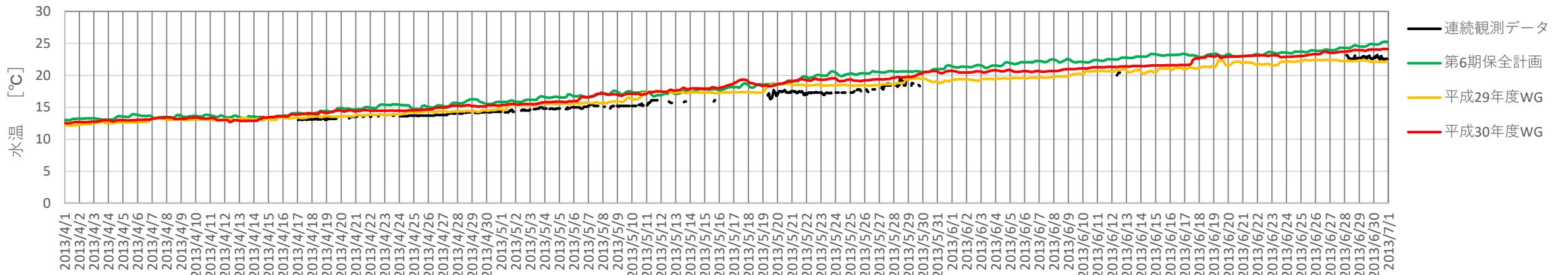
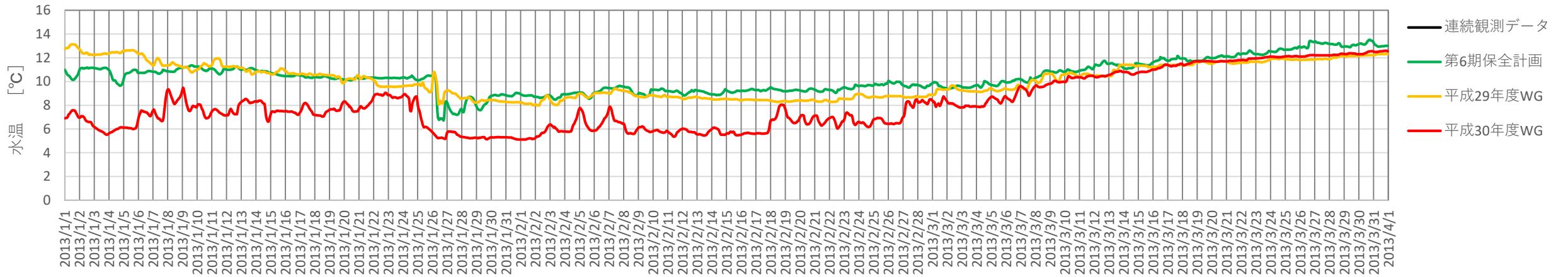
水温計算結果 中海湖心（上層）2013年



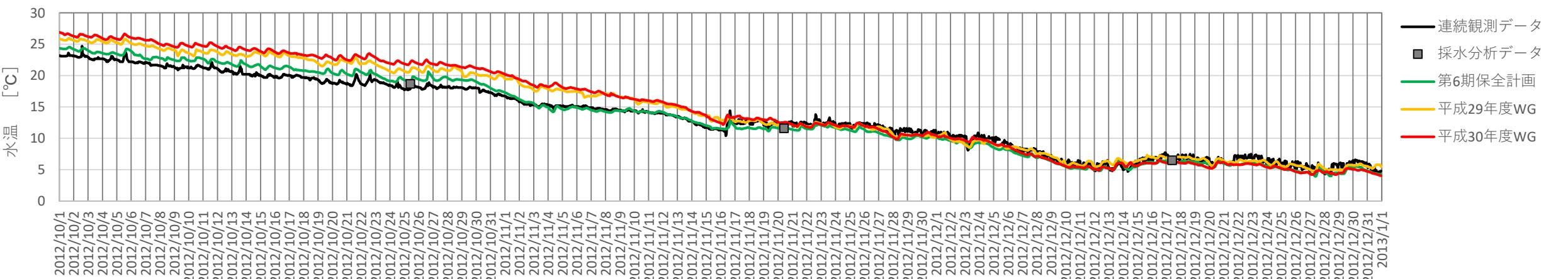
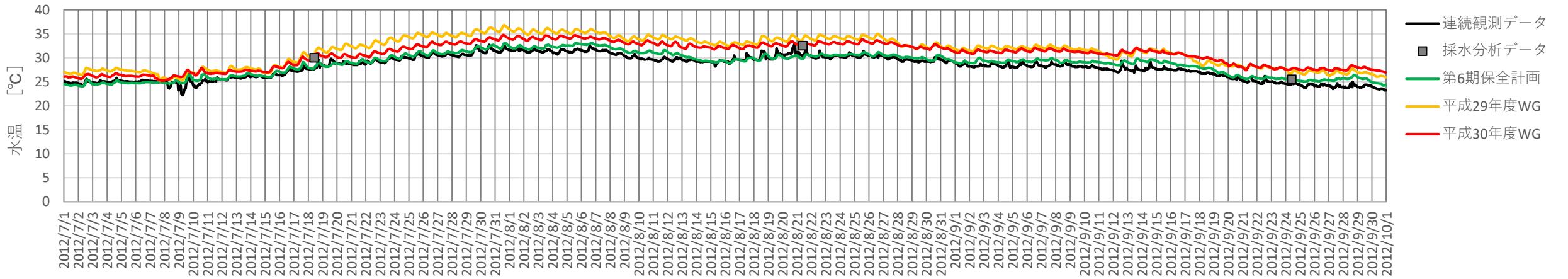
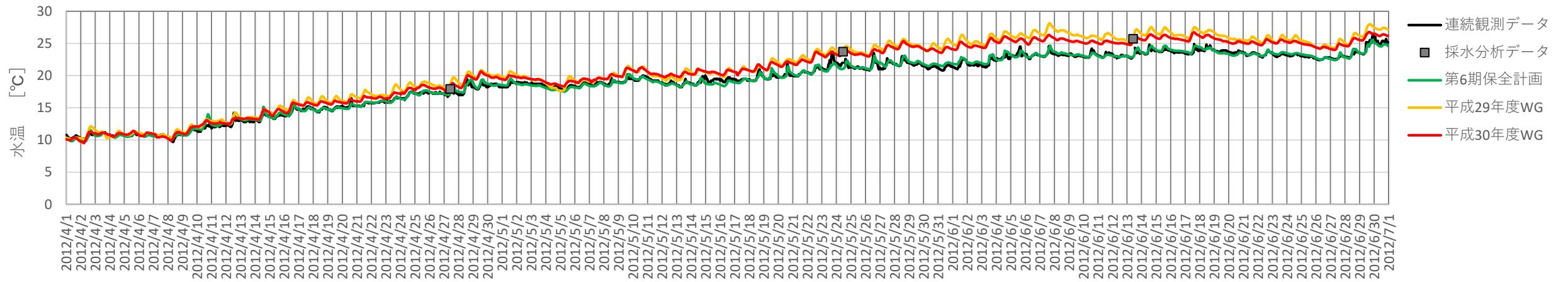
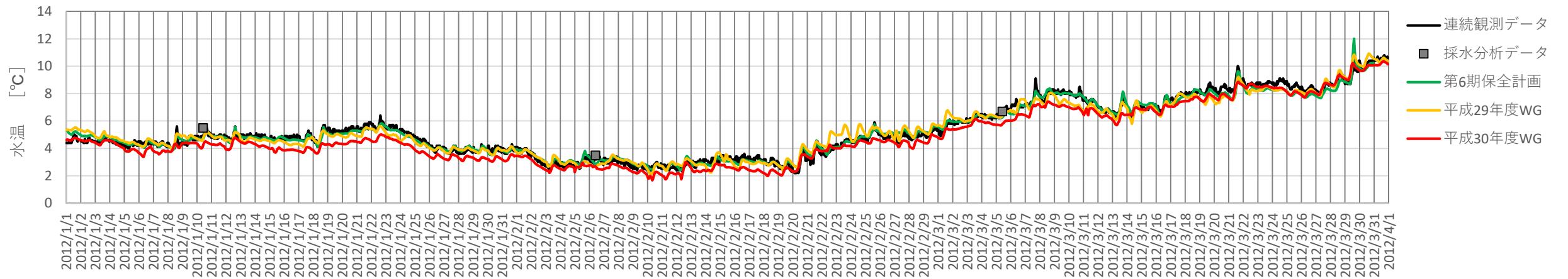
水温計算結果 中海湖心（底層）2012年



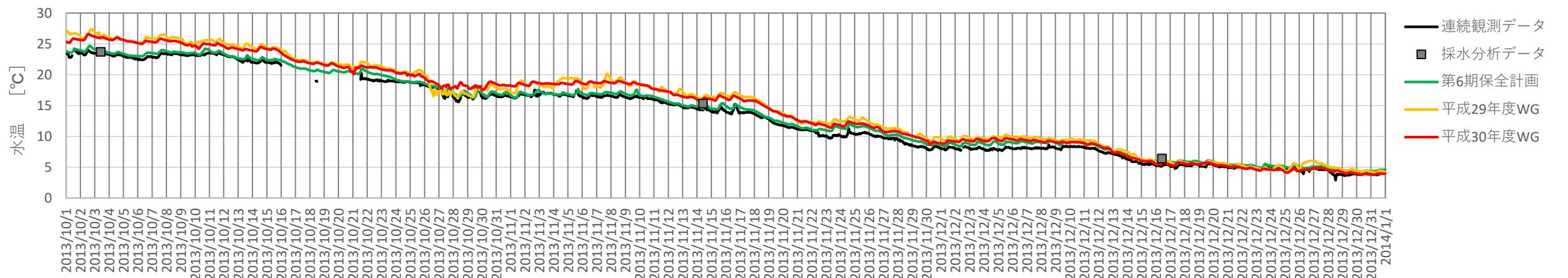
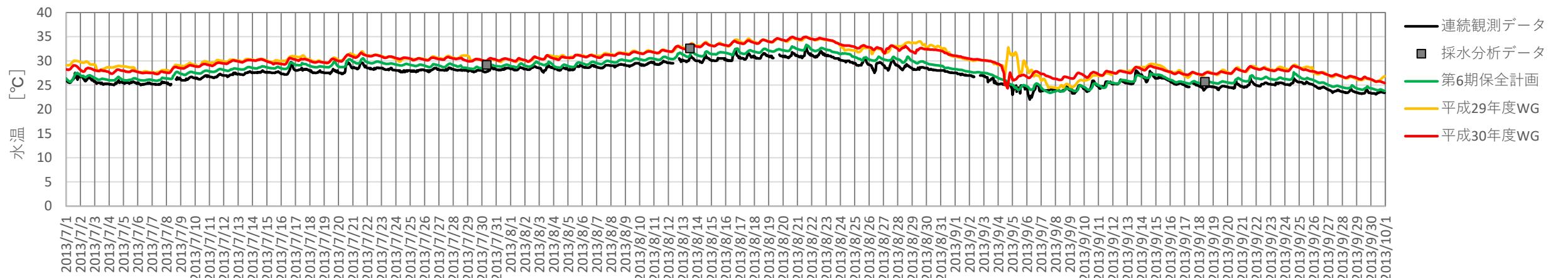
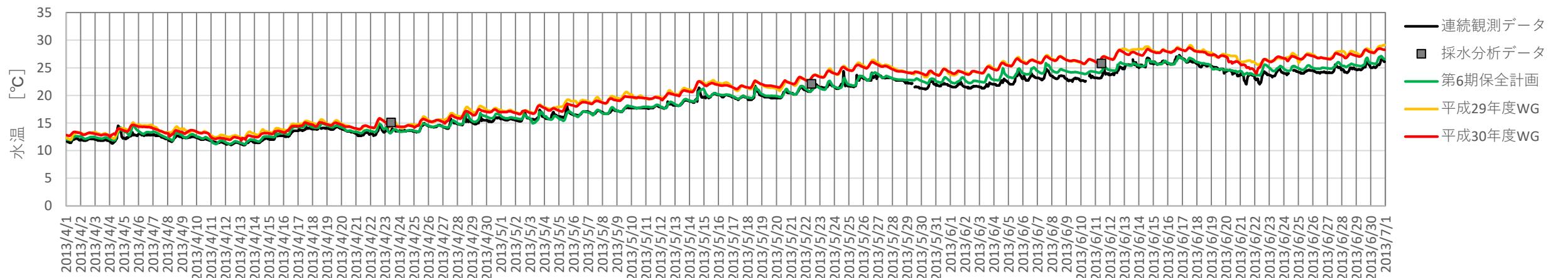
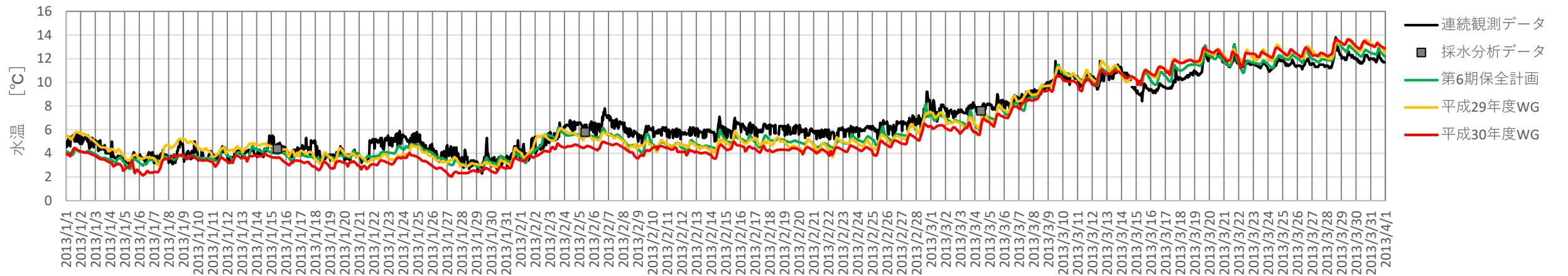
水温計算結果 中海湖心（底層）2013年



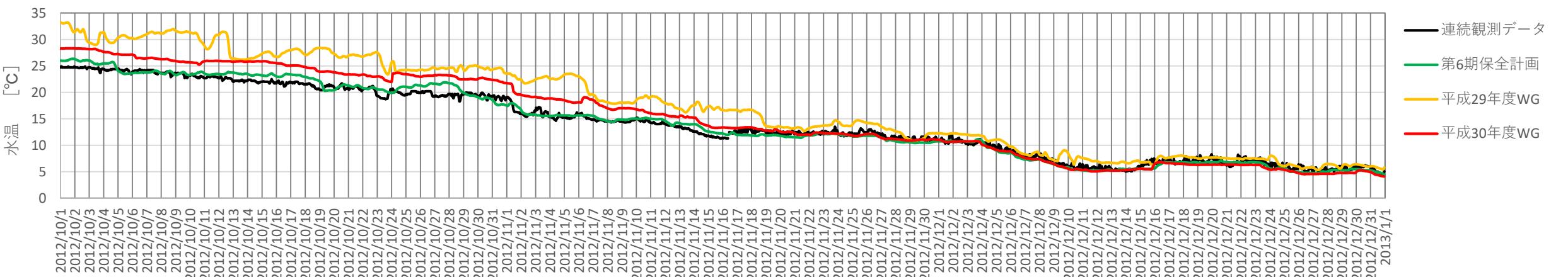
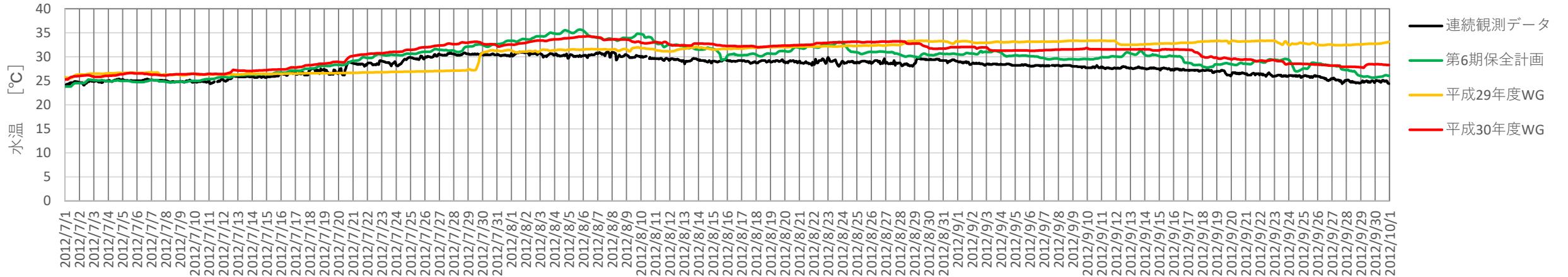
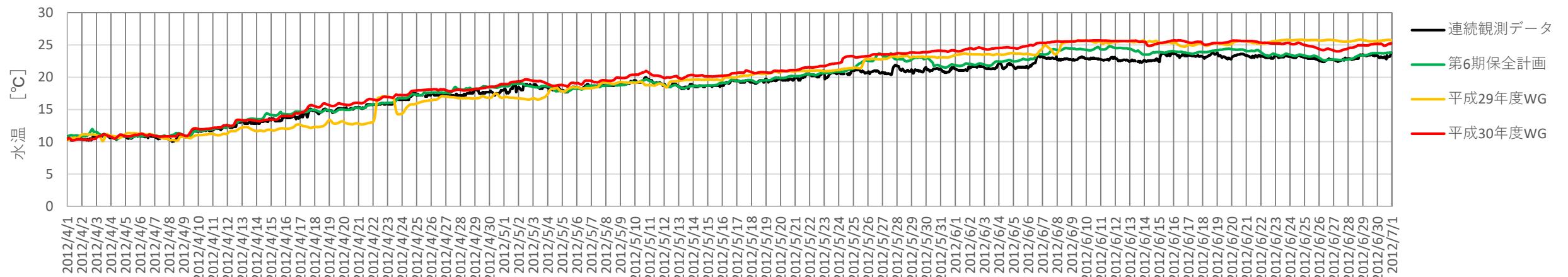
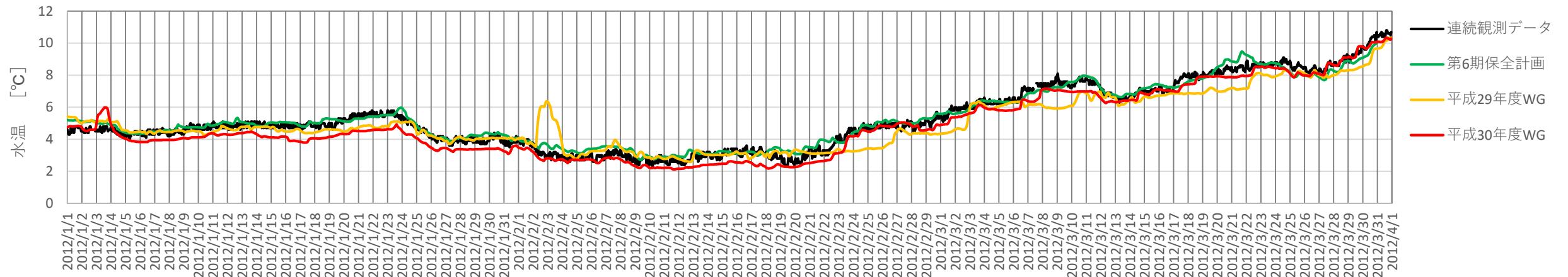
水温計算結果 穴道湖湖心（上層）2012年



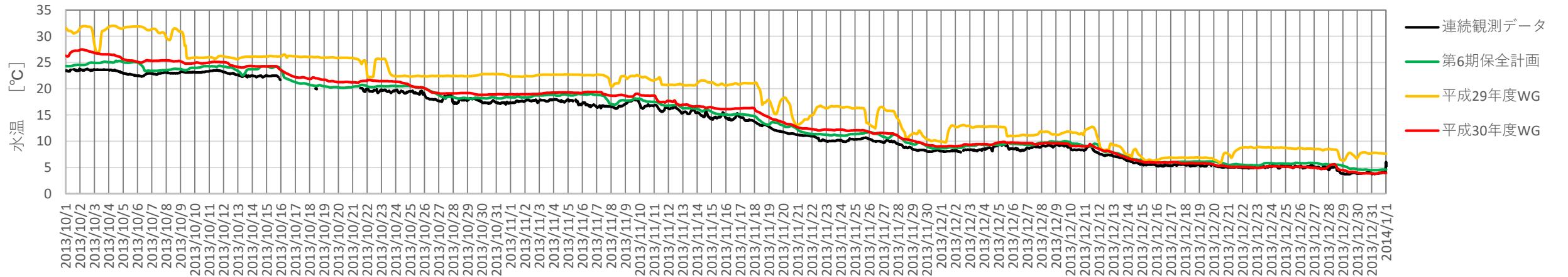
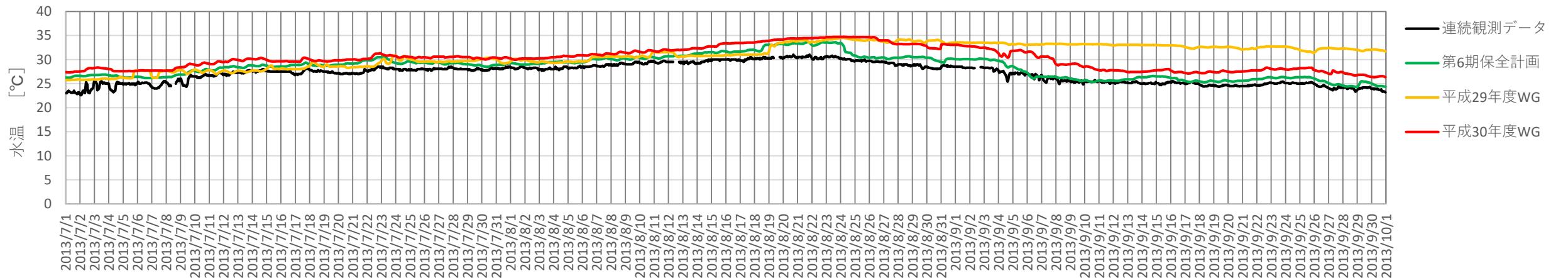
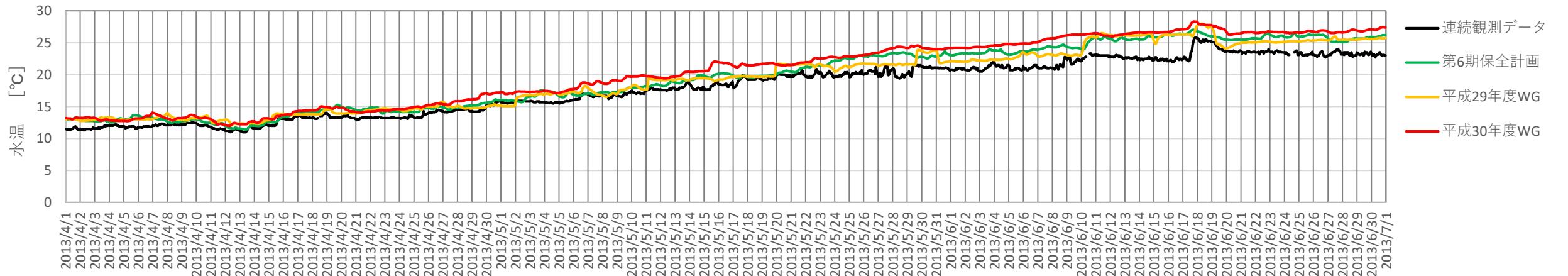
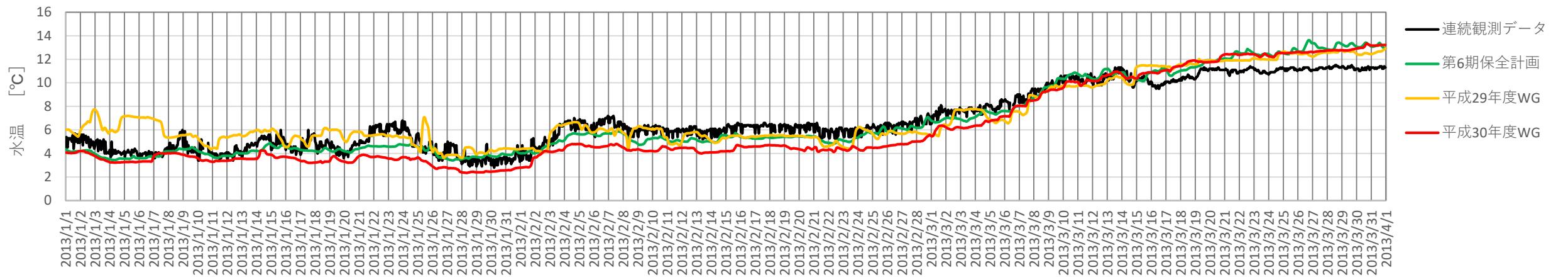
水温計算結果 穴道湖湖心（上層）2013年



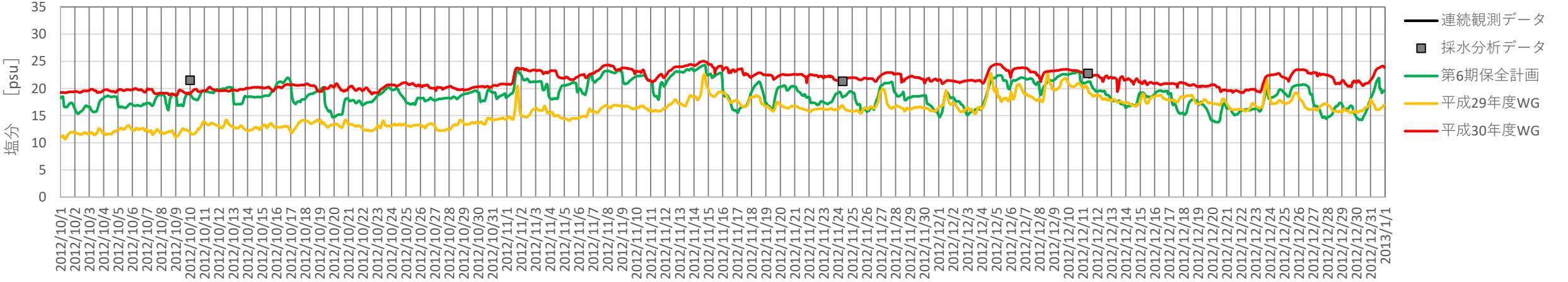
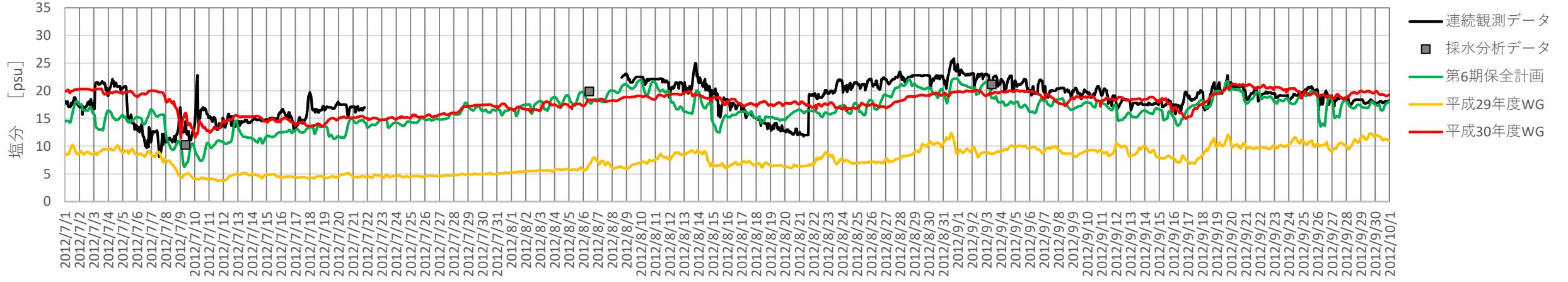
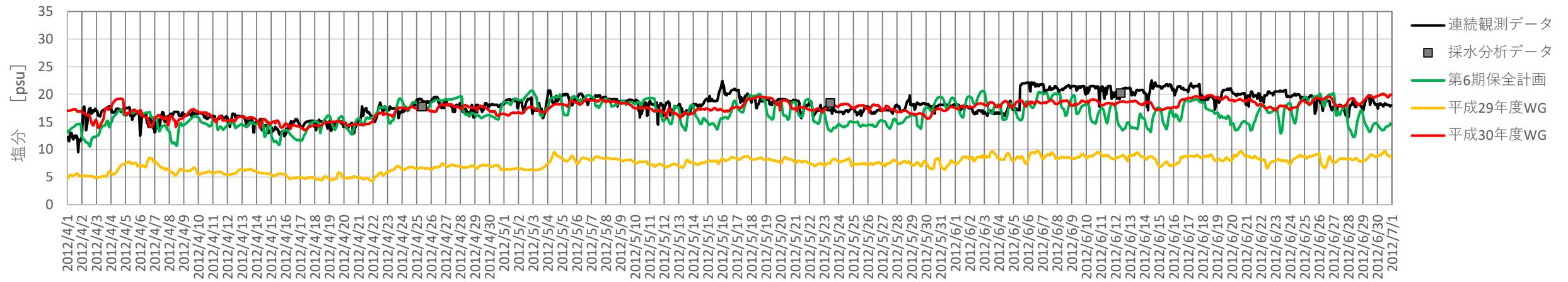
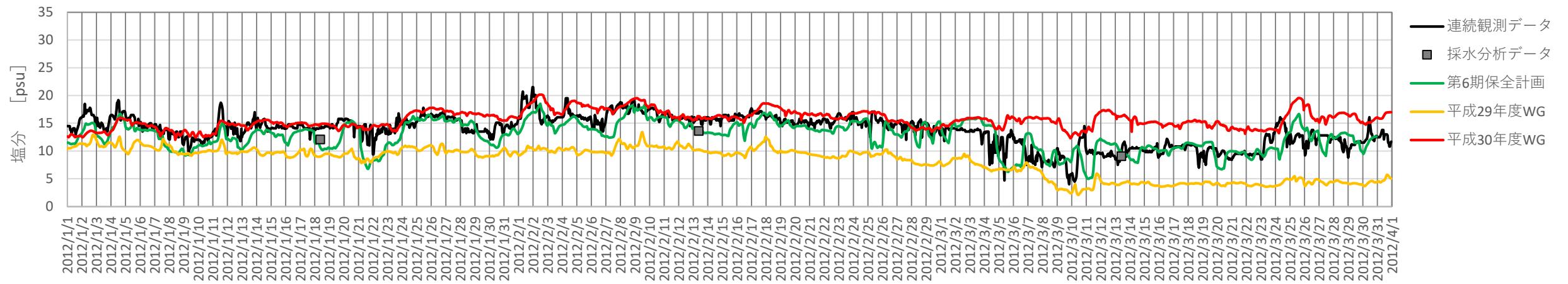
水温計算結果 穴道湖湖心（底層）2012年



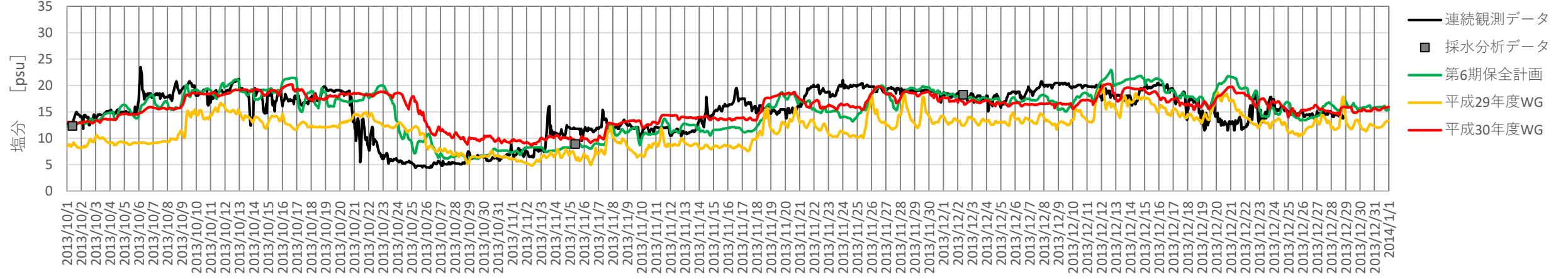
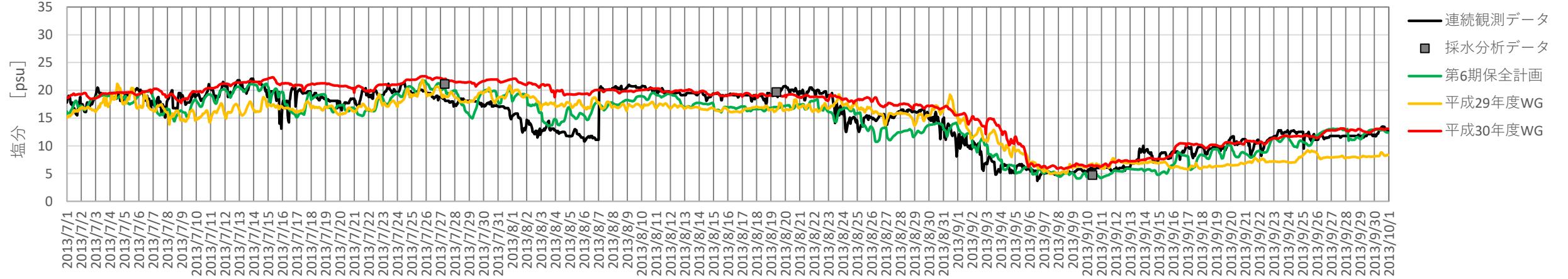
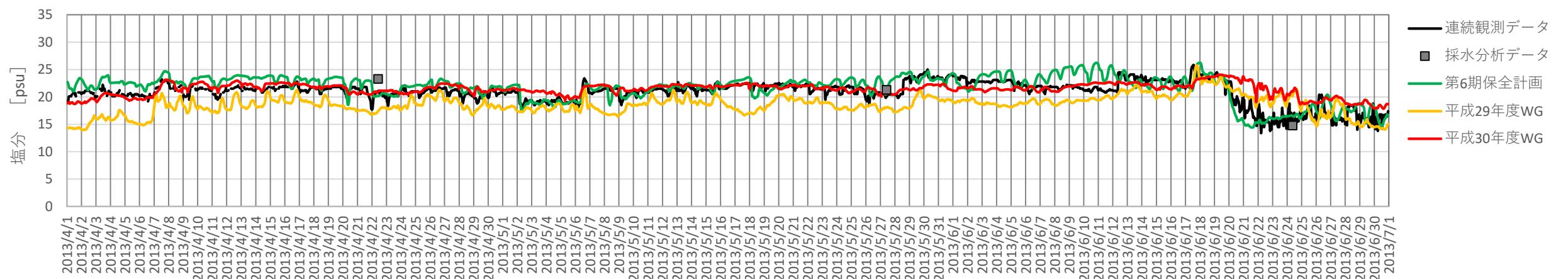
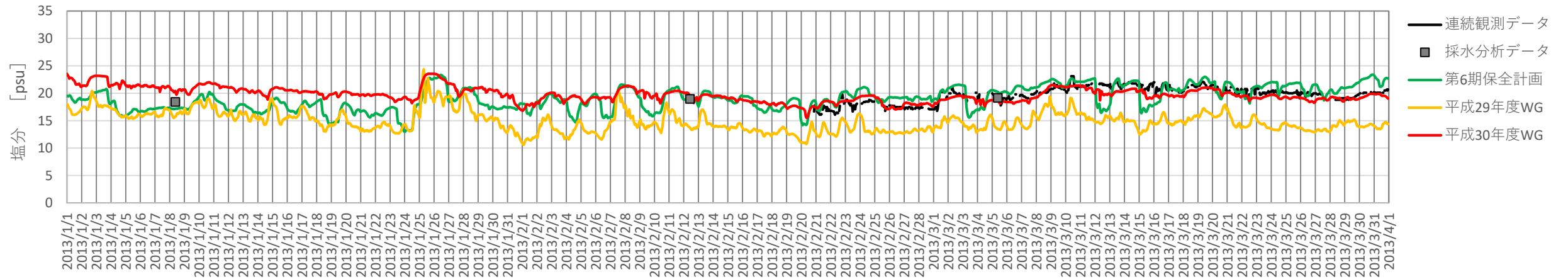
水温計算結果 穴道湖湖心（底層）2013年



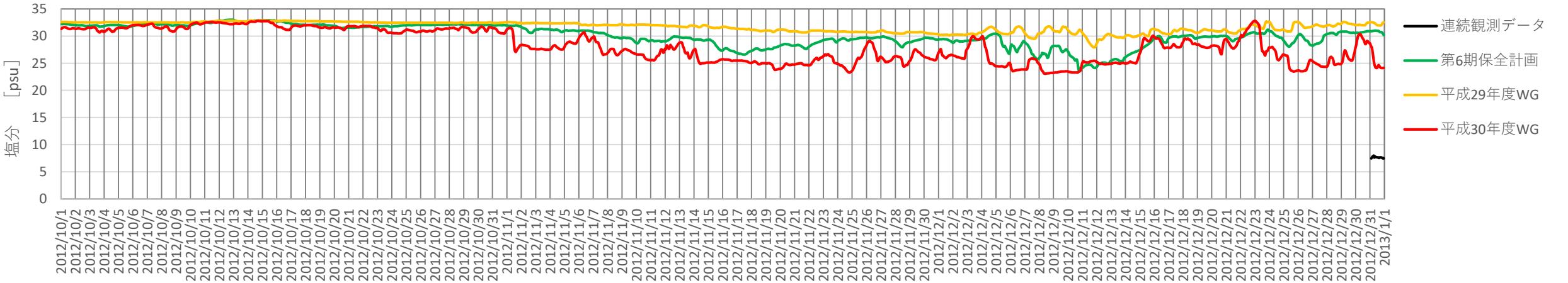
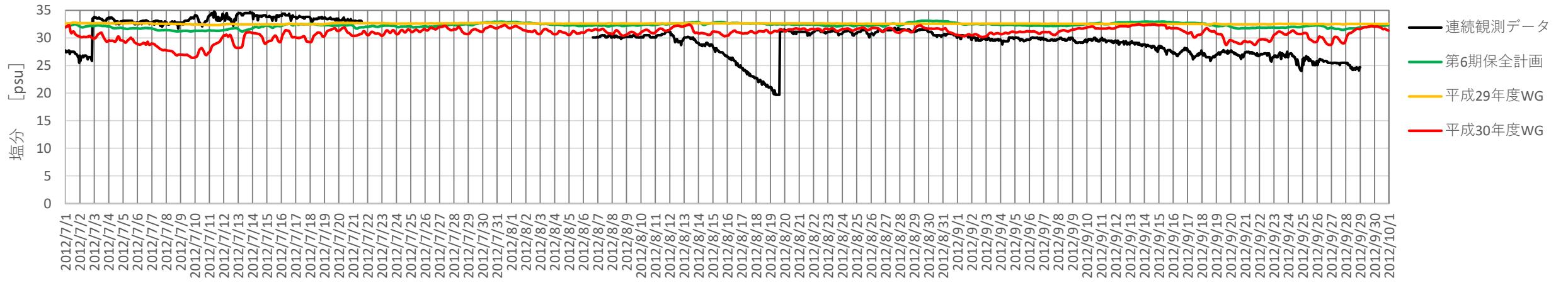
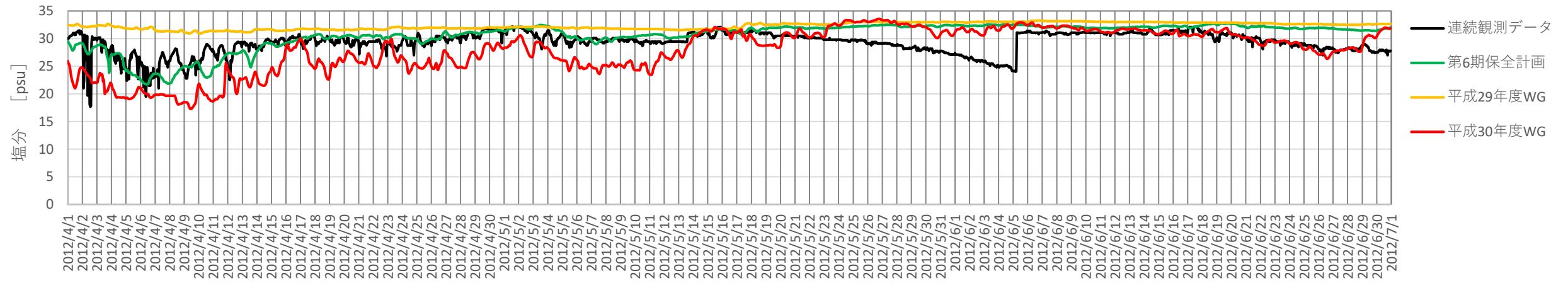
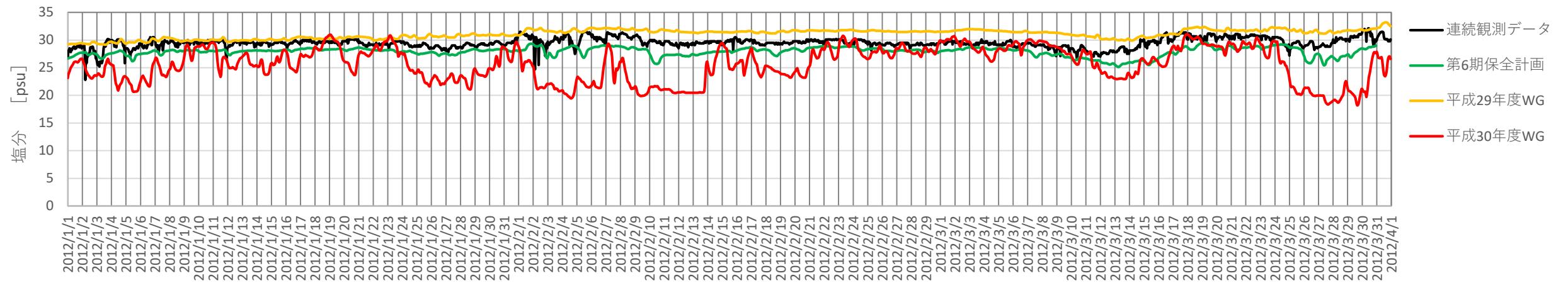
4. 塩分計算結果 中海湖心（上層）2012年



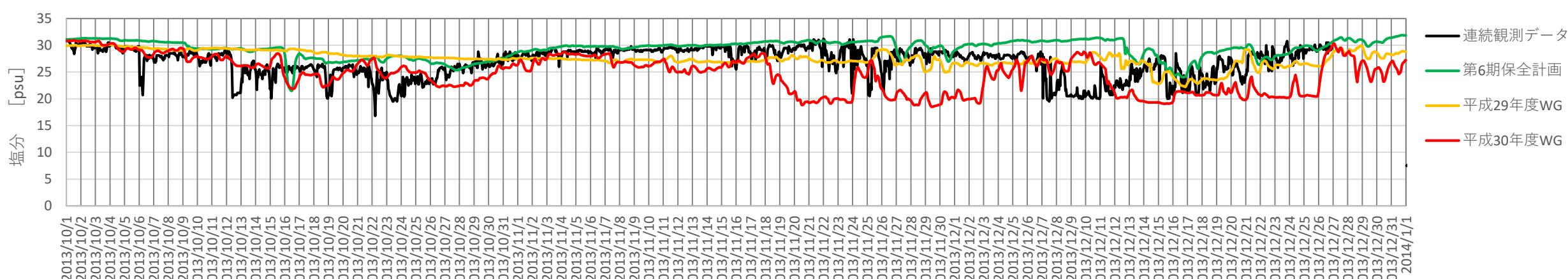
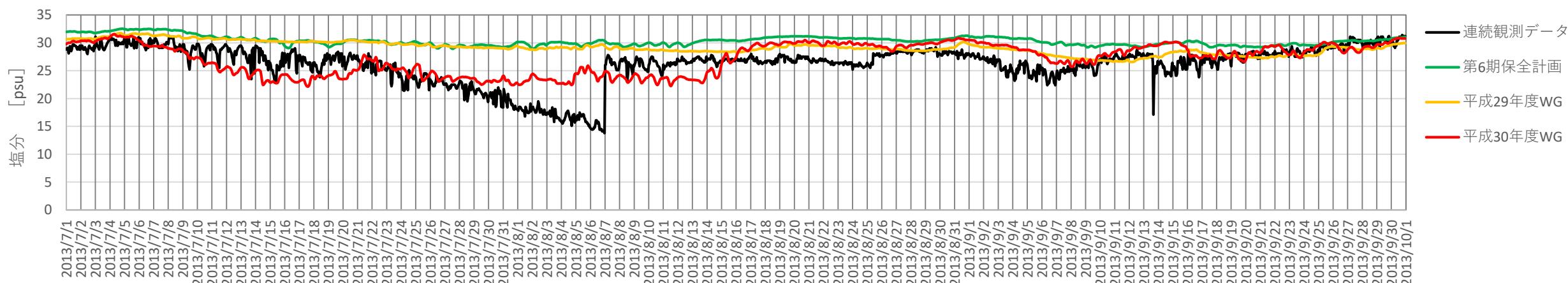
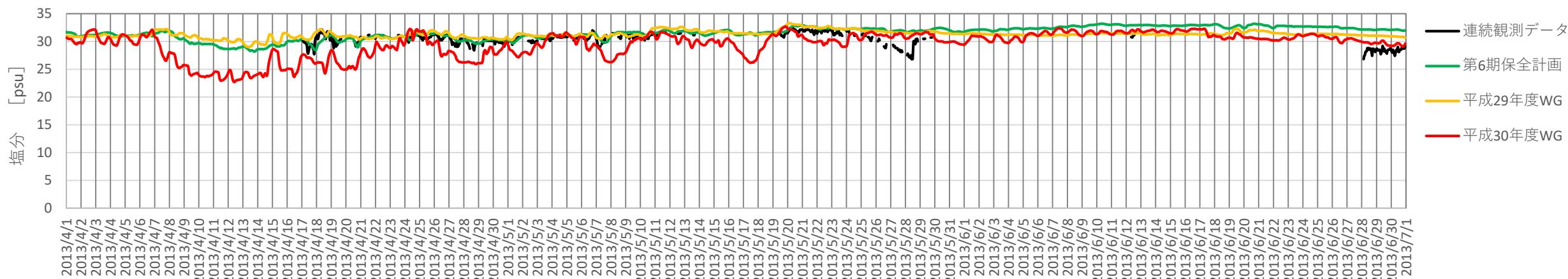
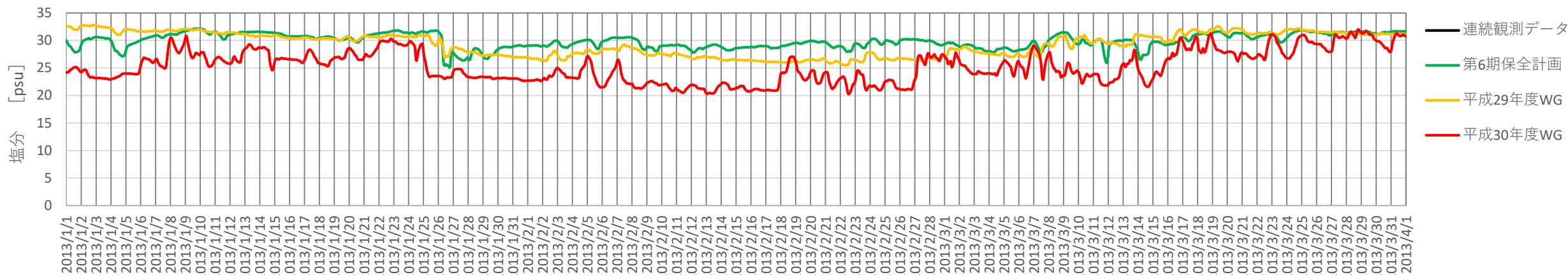
塩分計算結果 中海湖心（上層） 2013年



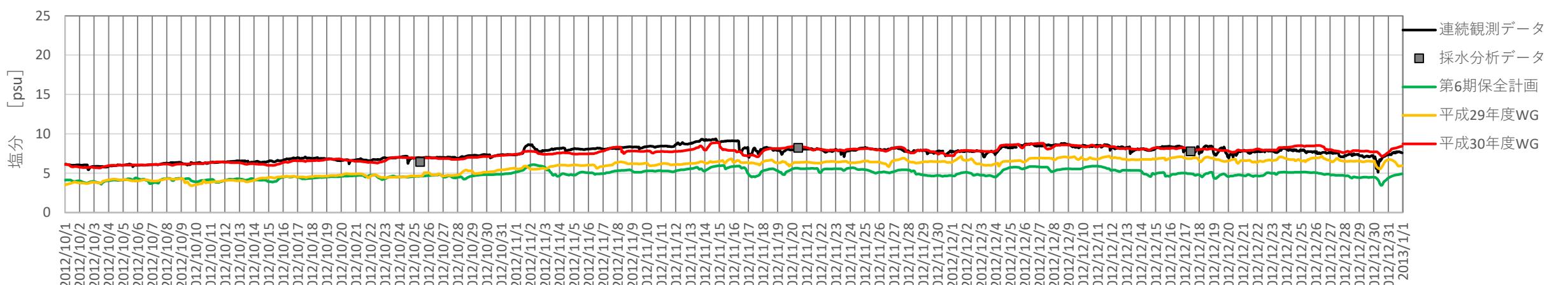
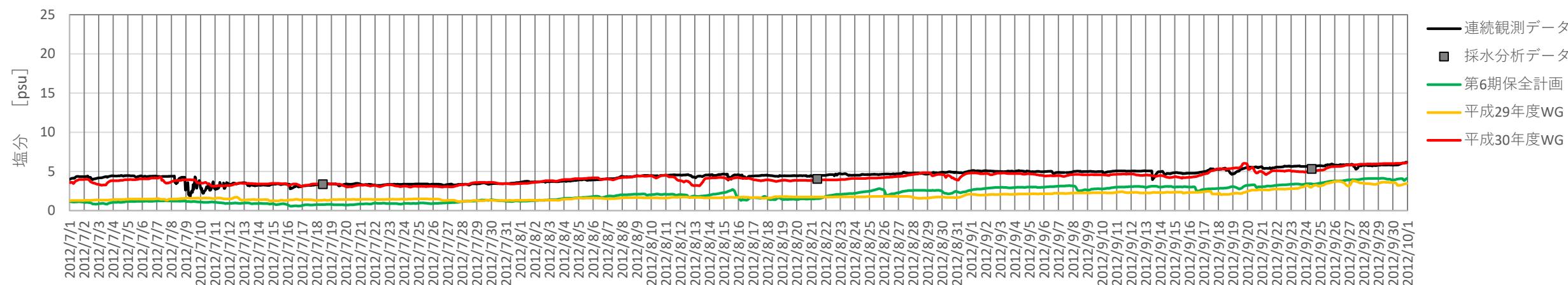
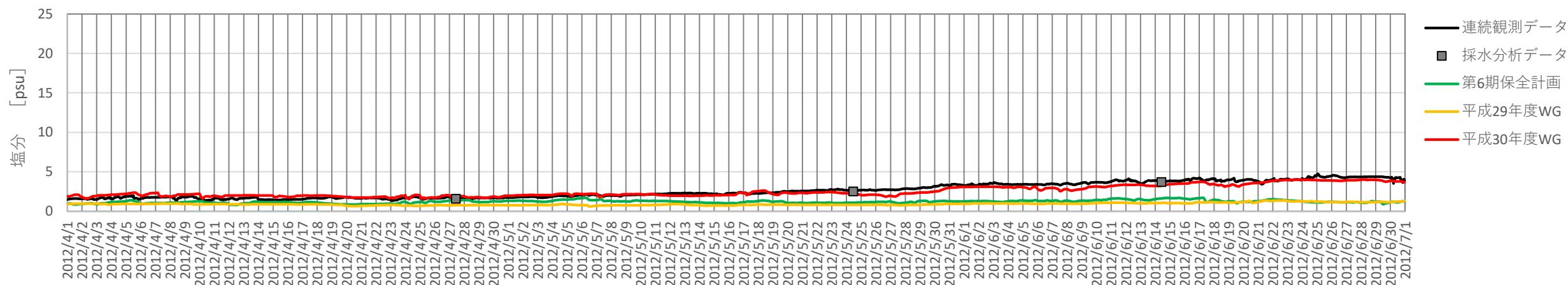
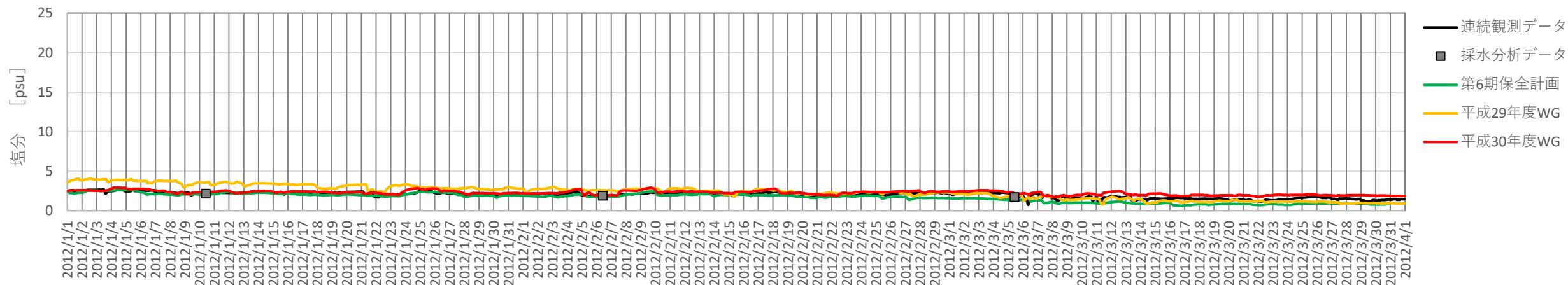
塩分計算結果 中海湖心（底層）2012年



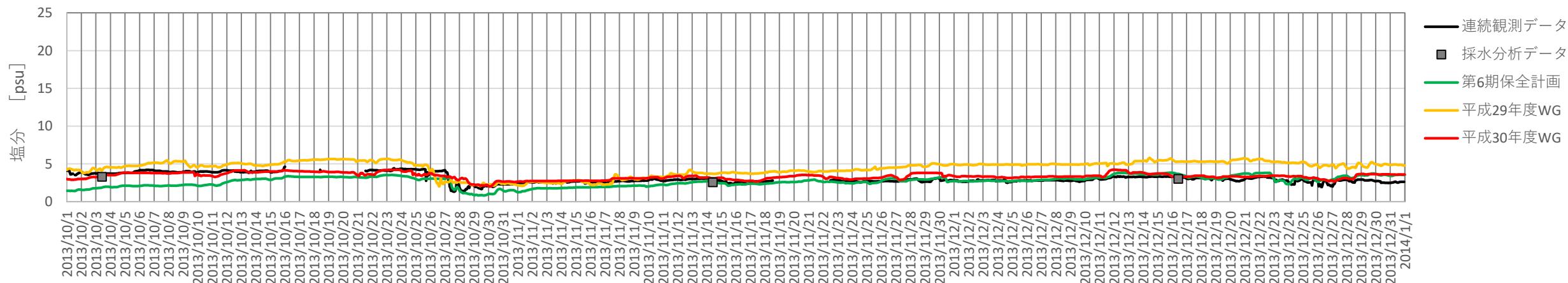
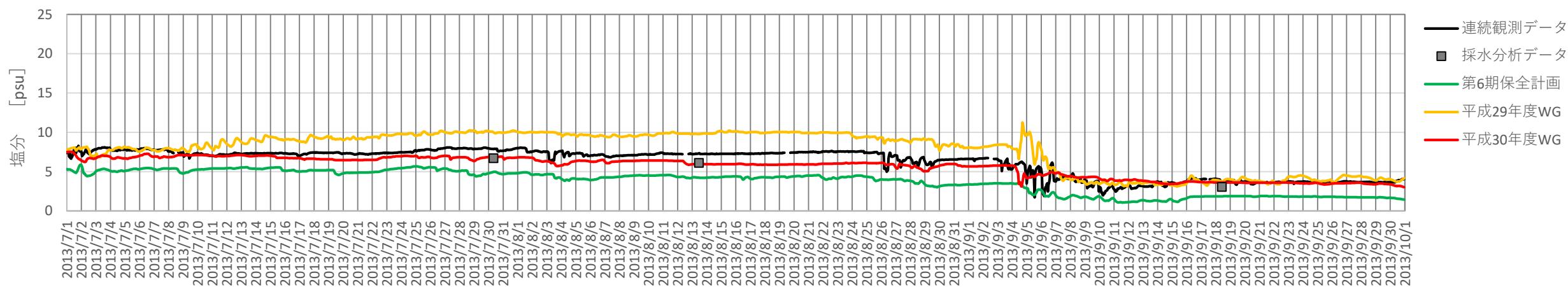
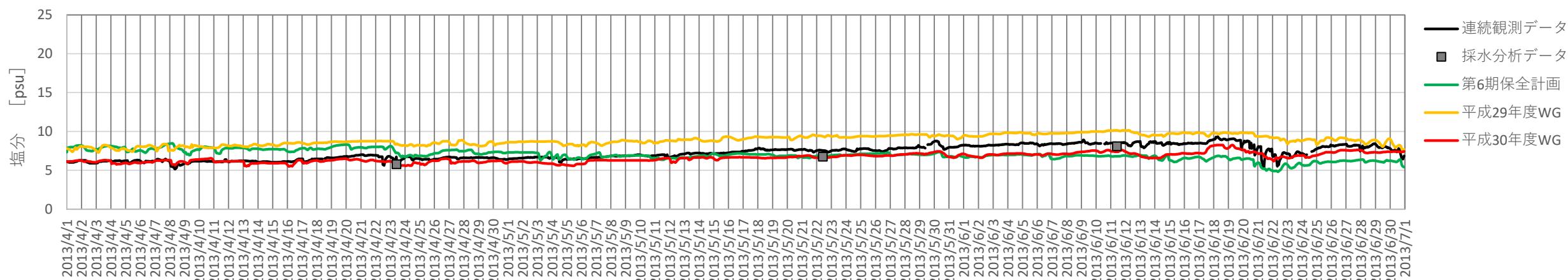
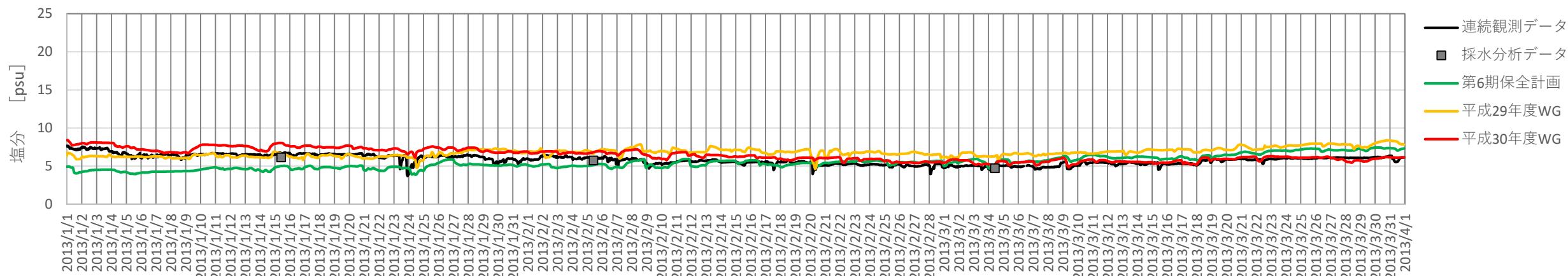
塩分計算結果 中海湖心（底層）2013年



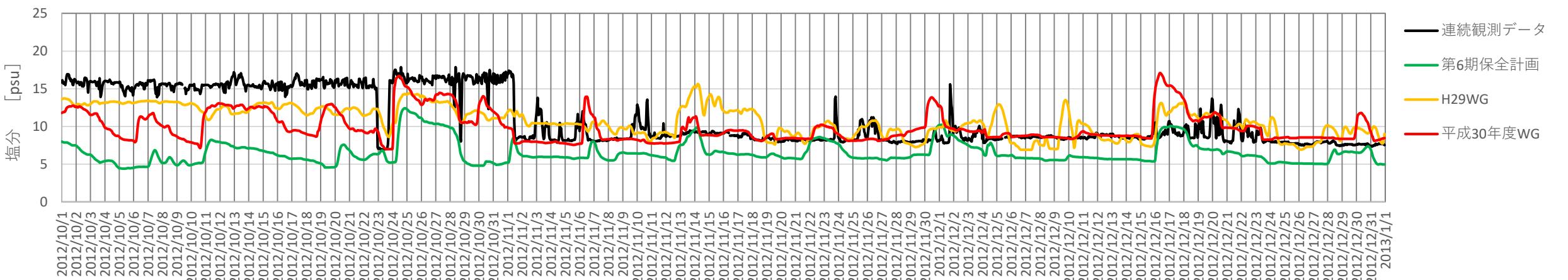
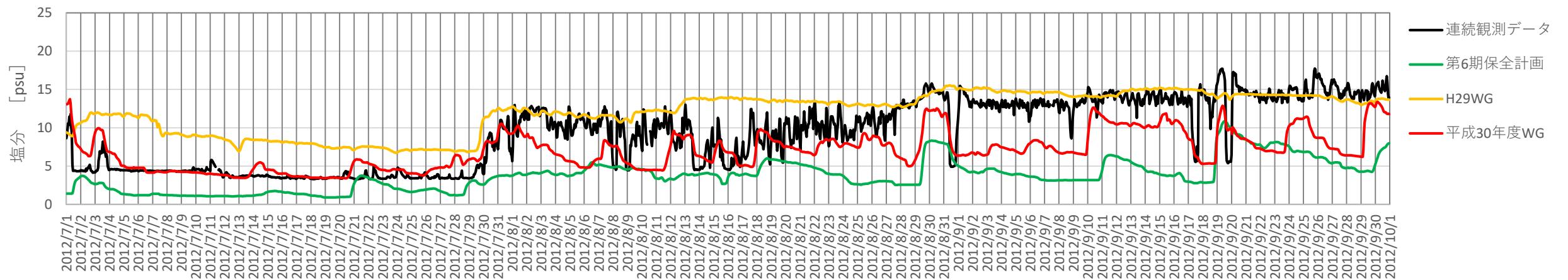
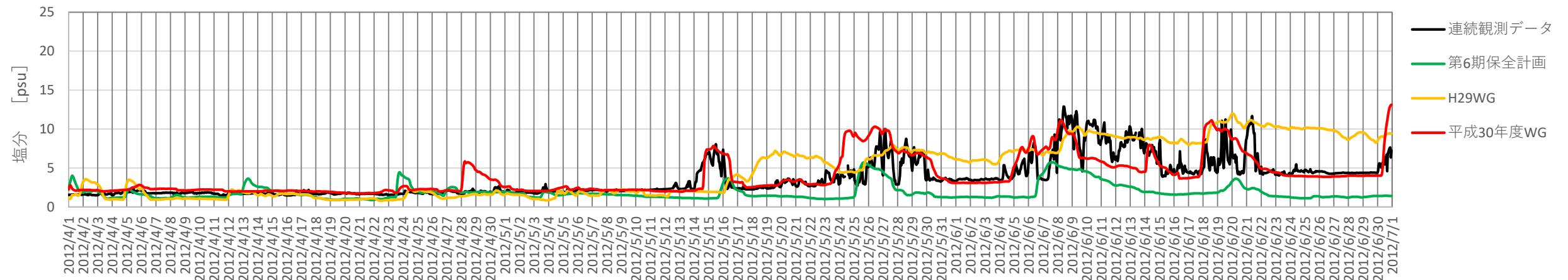
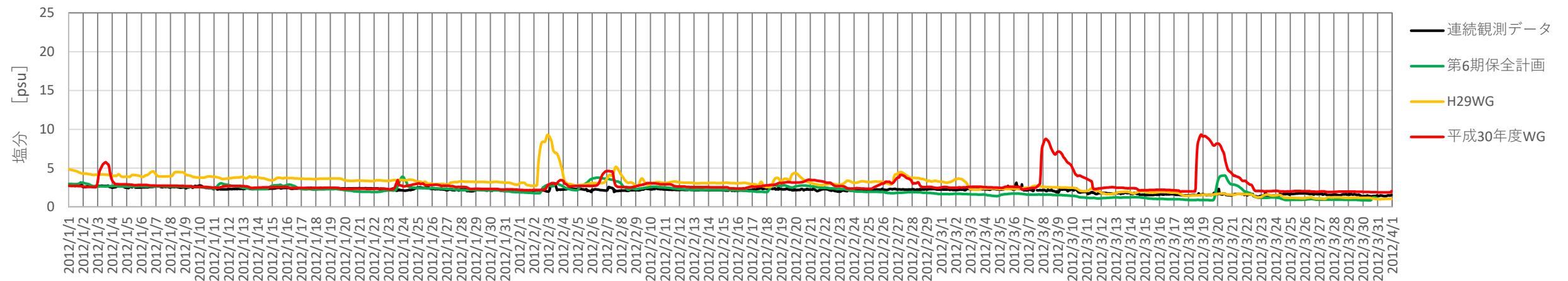
塩分計算結果 穴道湖湖心（上層）2012年



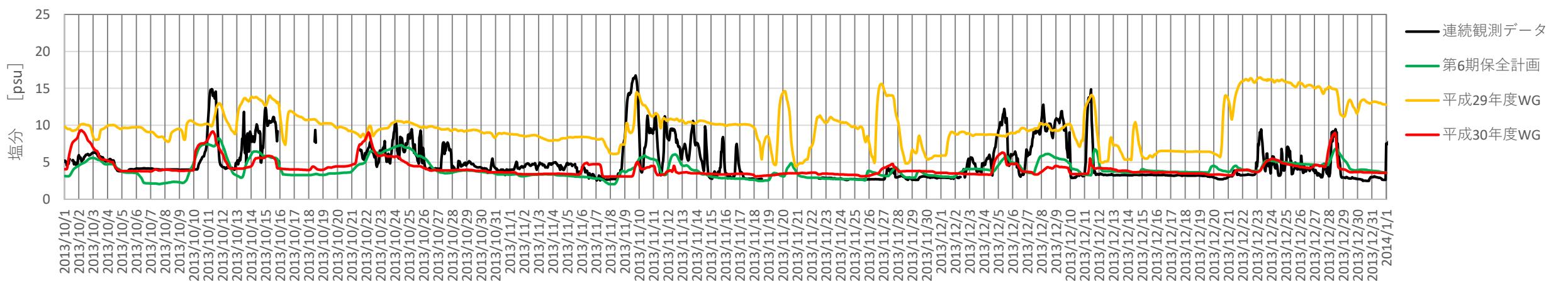
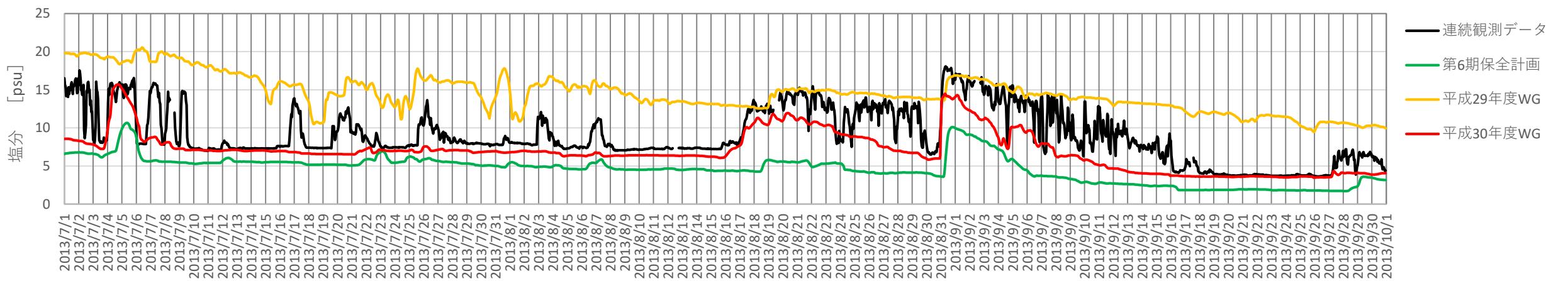
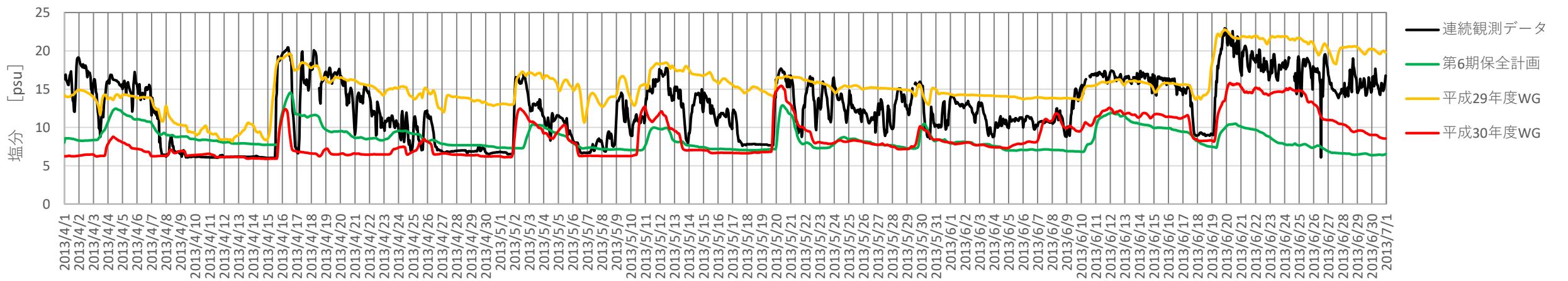
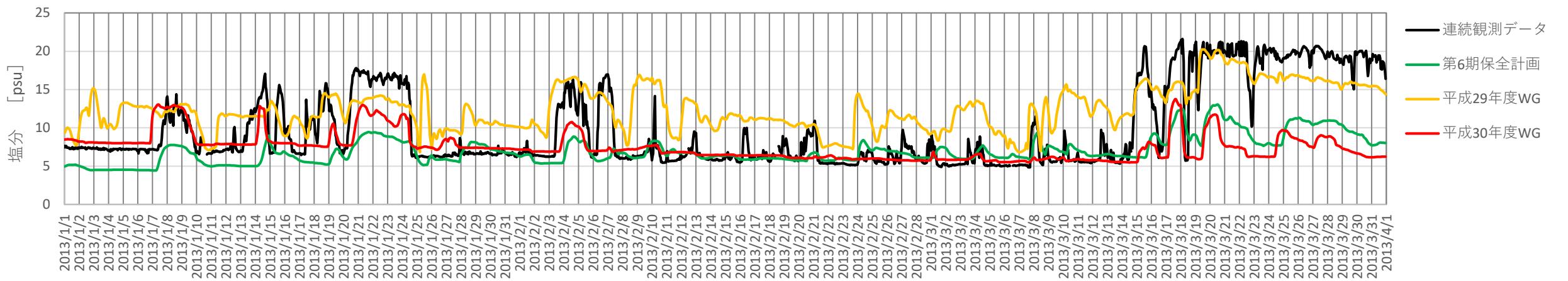
塩分計算結果 穴道湖湖心（上層）2013年



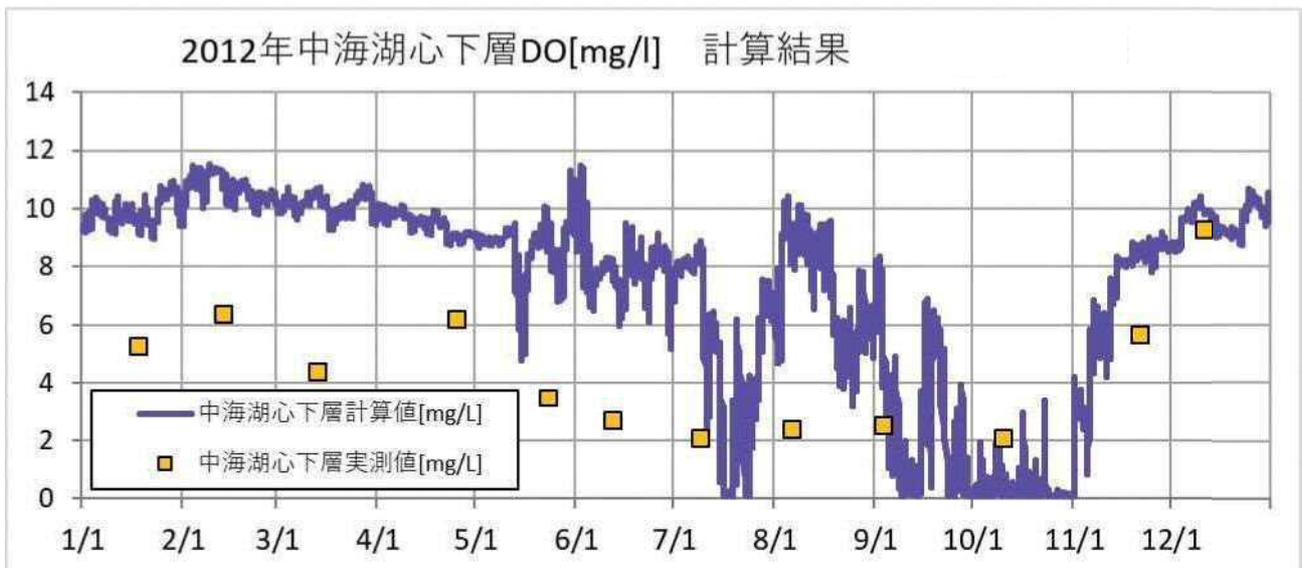
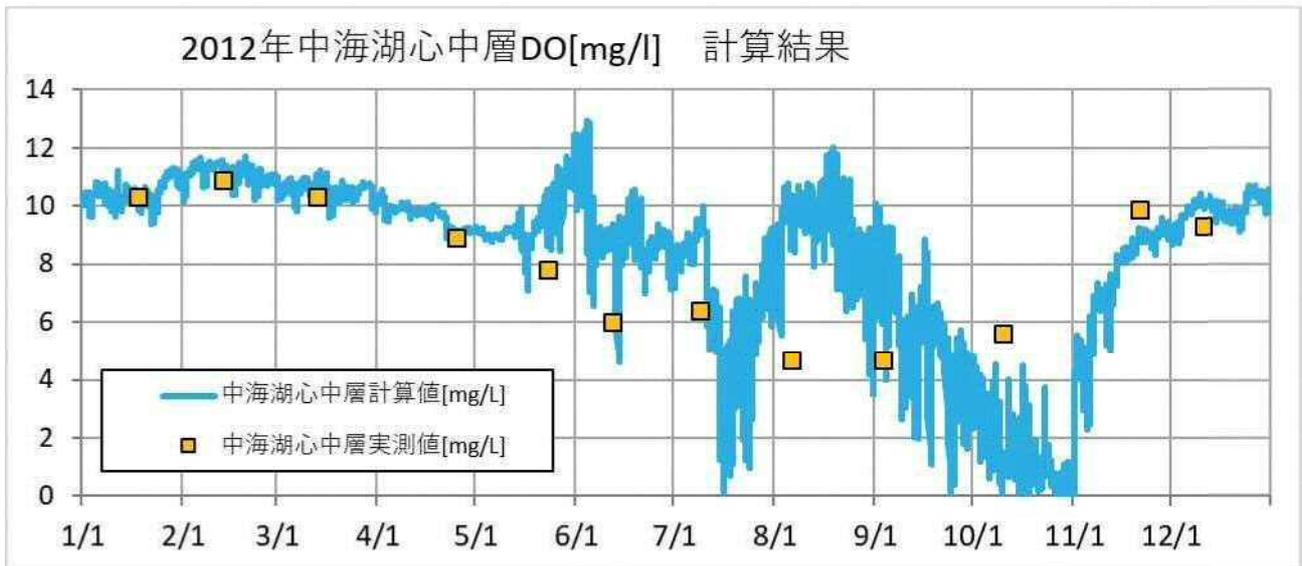
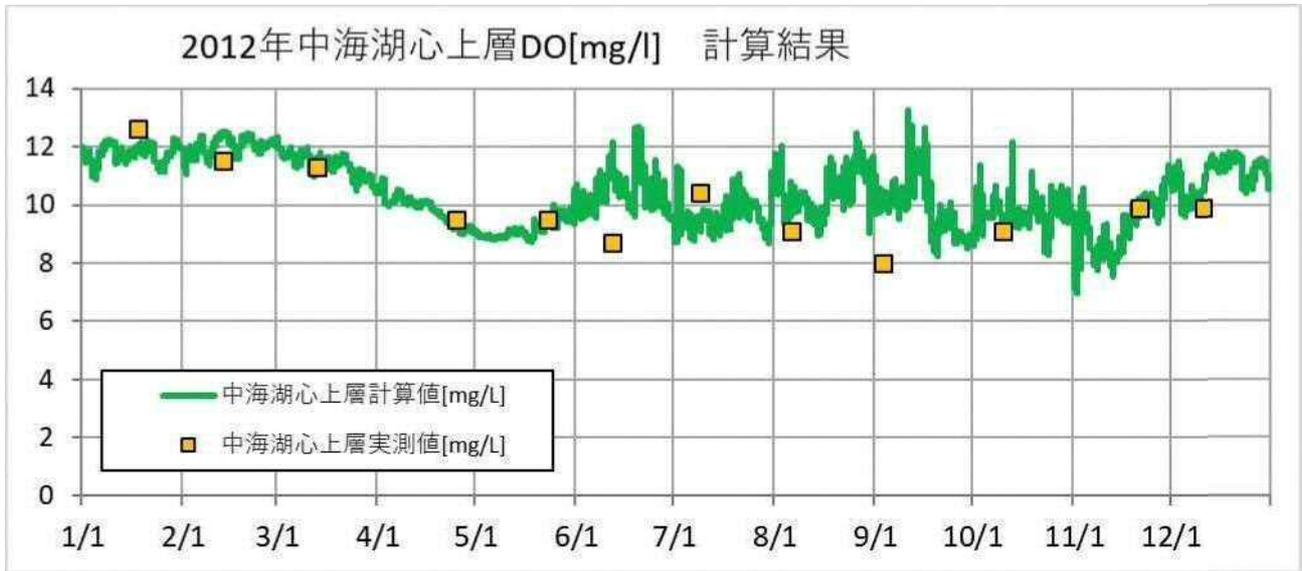
塩分計算結果 穴道湖湖心（底層）2012年



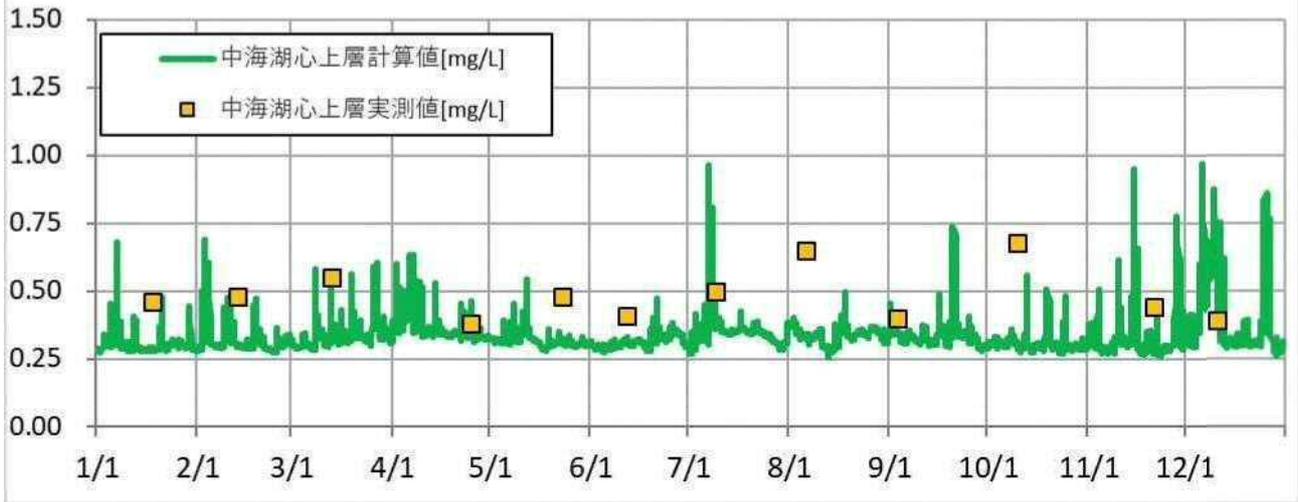
塩分計算結果 穴道湖湖心（底層）2013年



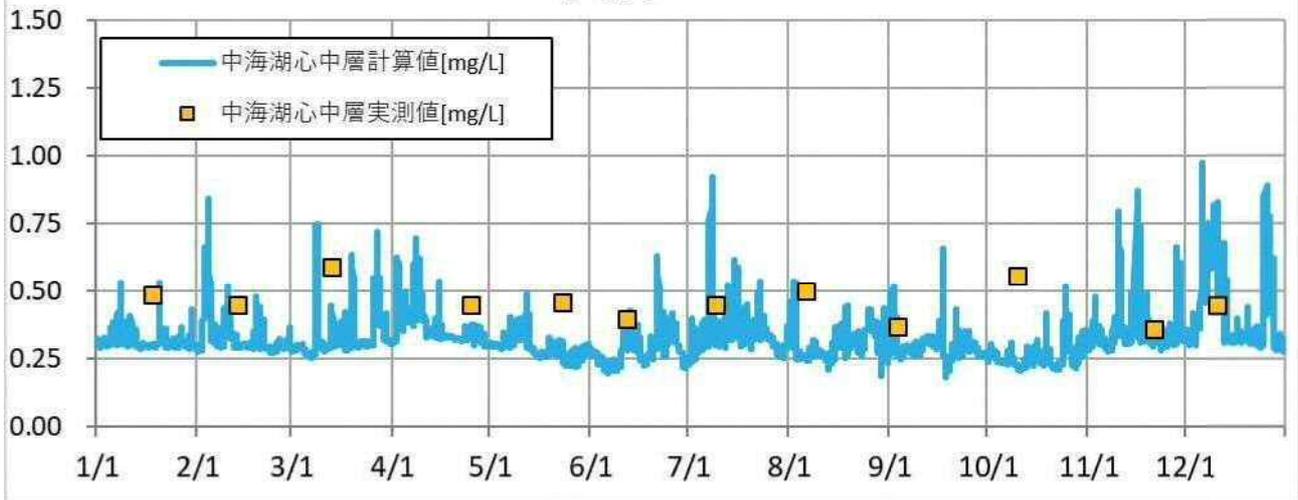
## 5. 水質計算結果



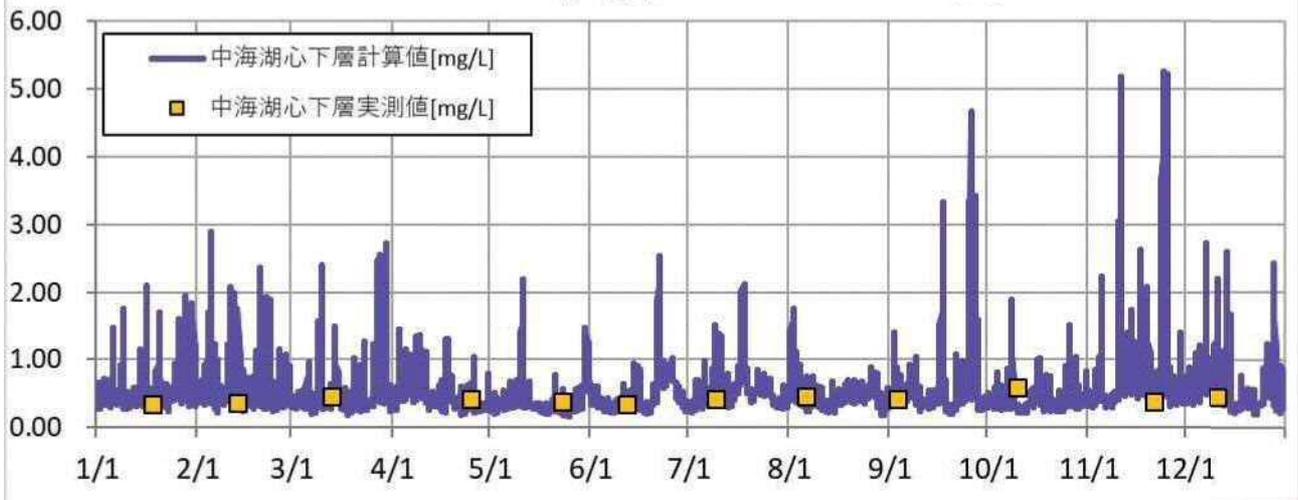
2012年中海湖心上層TN[mg/l] 計算結果



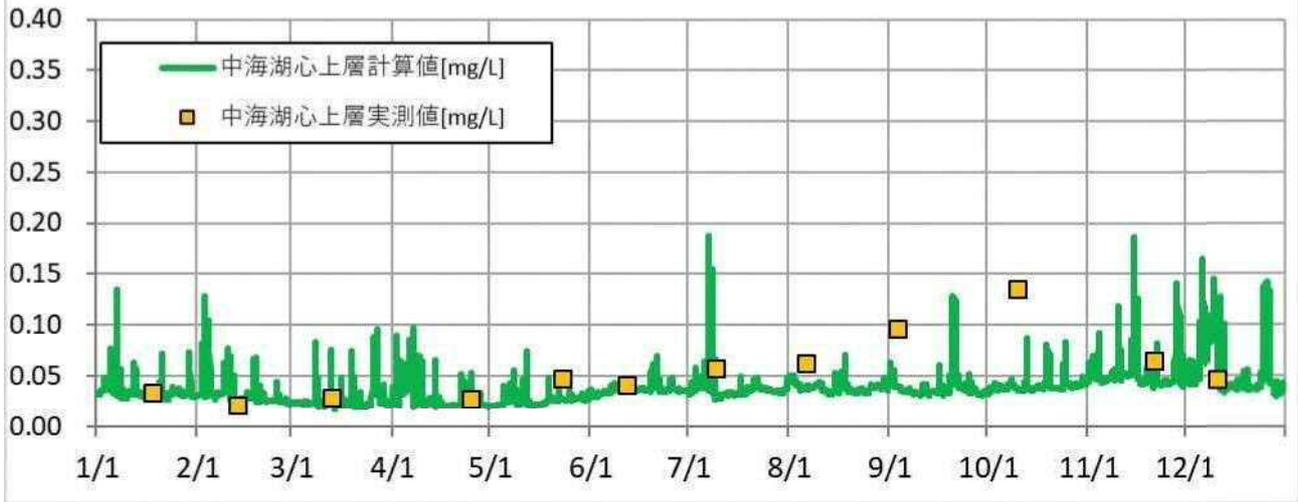
2012年中海湖心中層TN[mg/l] 計算結果



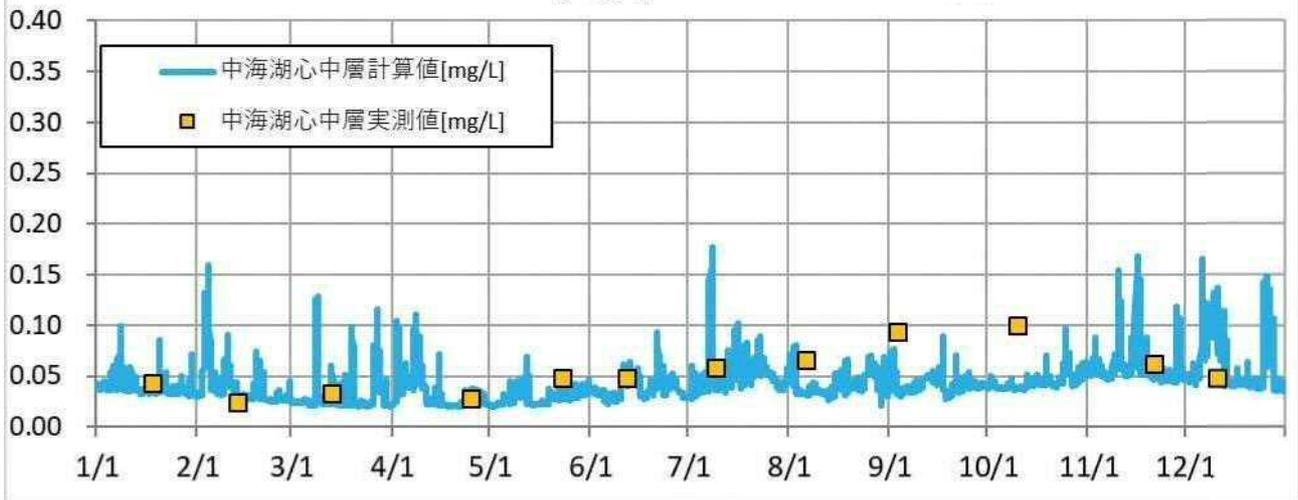
2012年中海湖心下層TN[mg/l] 計算結果



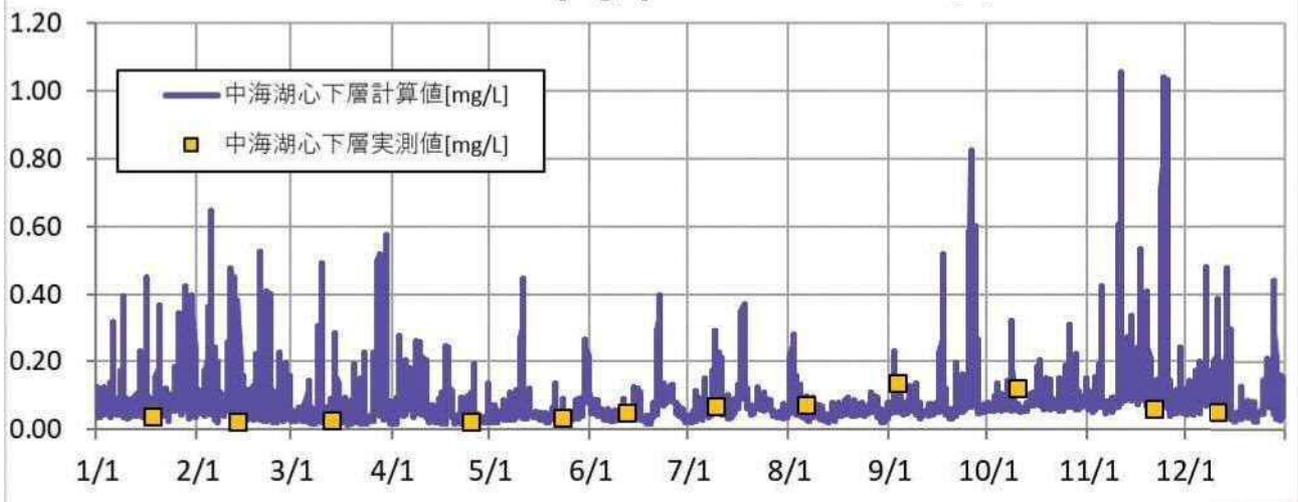
2012年中海湖心上層TP[mg/l] 計算結果



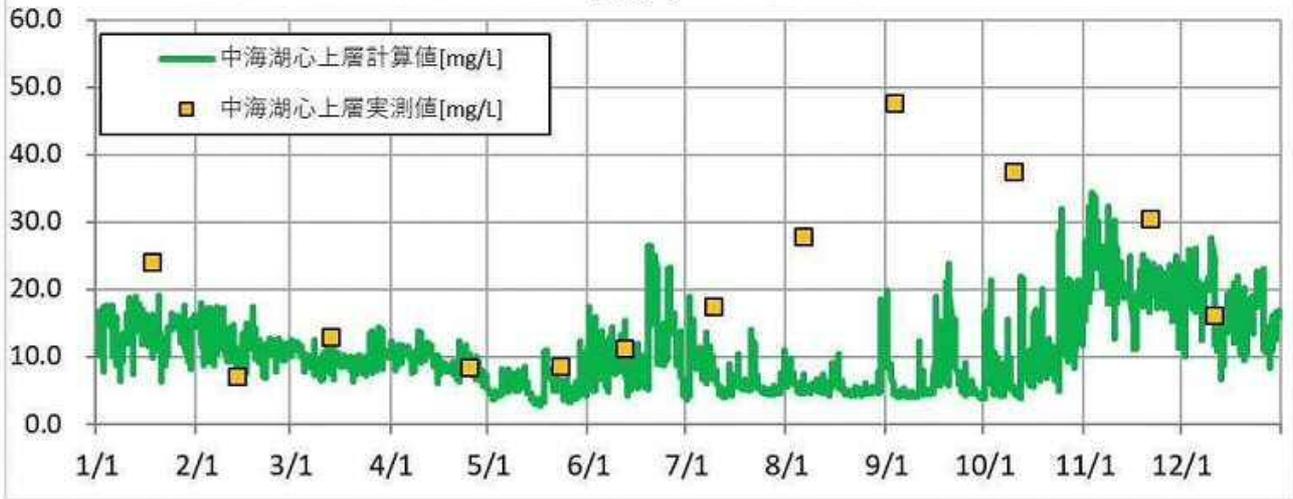
2012年中海湖心中層TP[mg/l] 計算結果



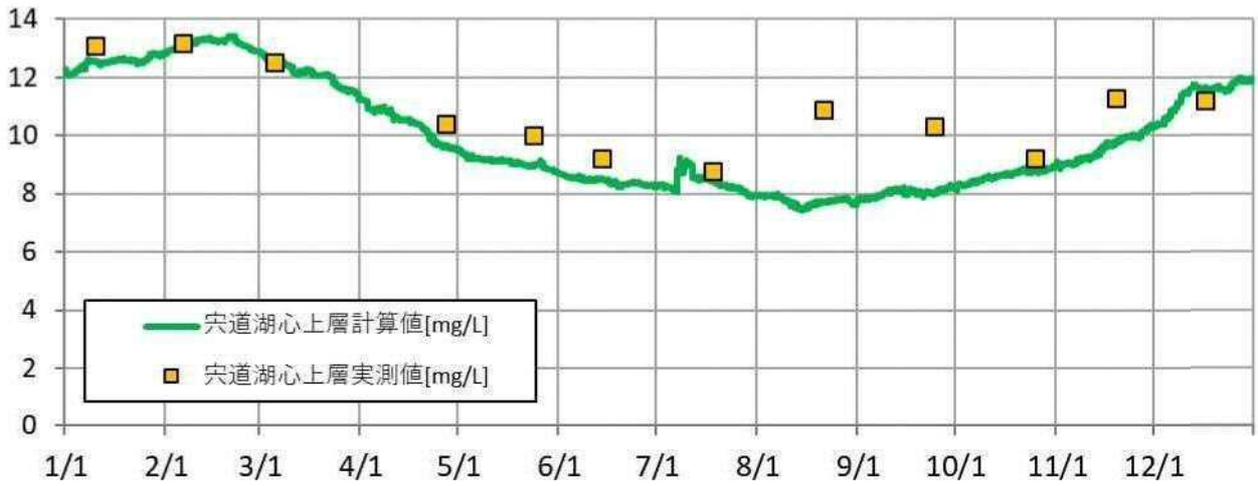
2012年中海湖心下層TP[mg/l] 計算結果



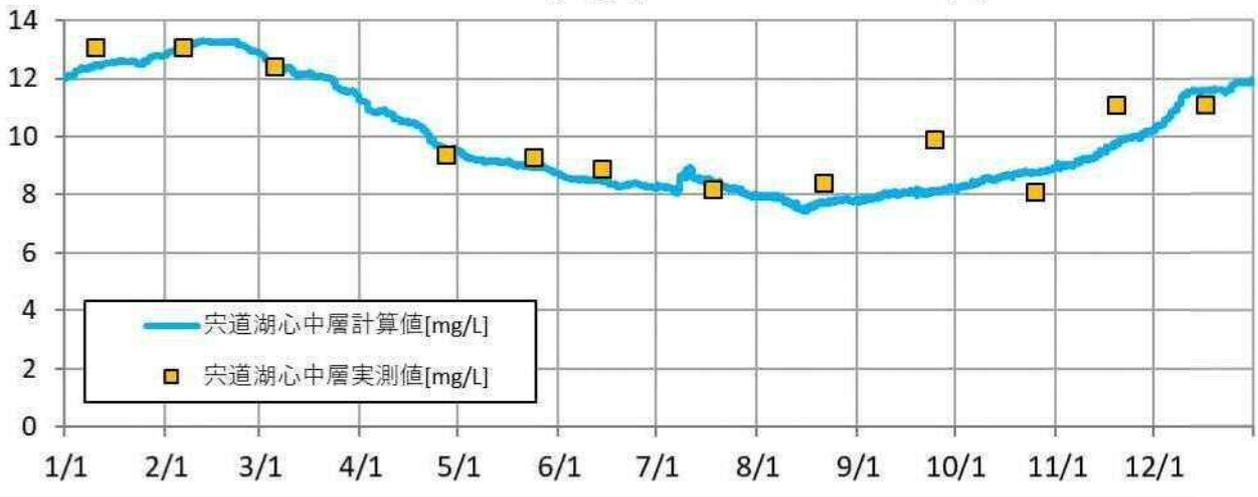
2012年中海湖心上層Chl.a[ $\mu\text{g/l}$ ] 計算結果



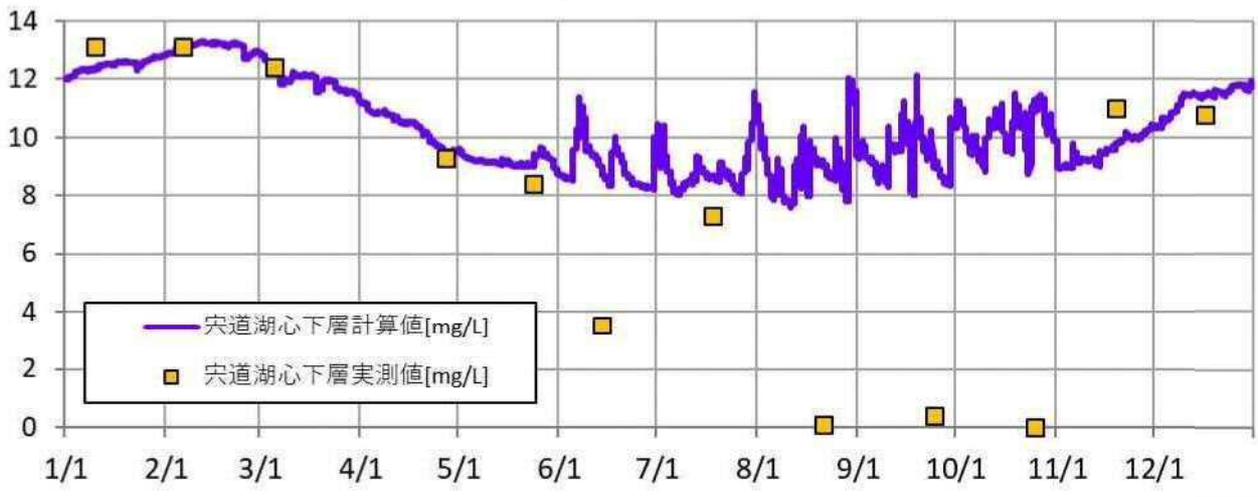
2012年宍道湖湖心上層DO [mg/l] 計算結果



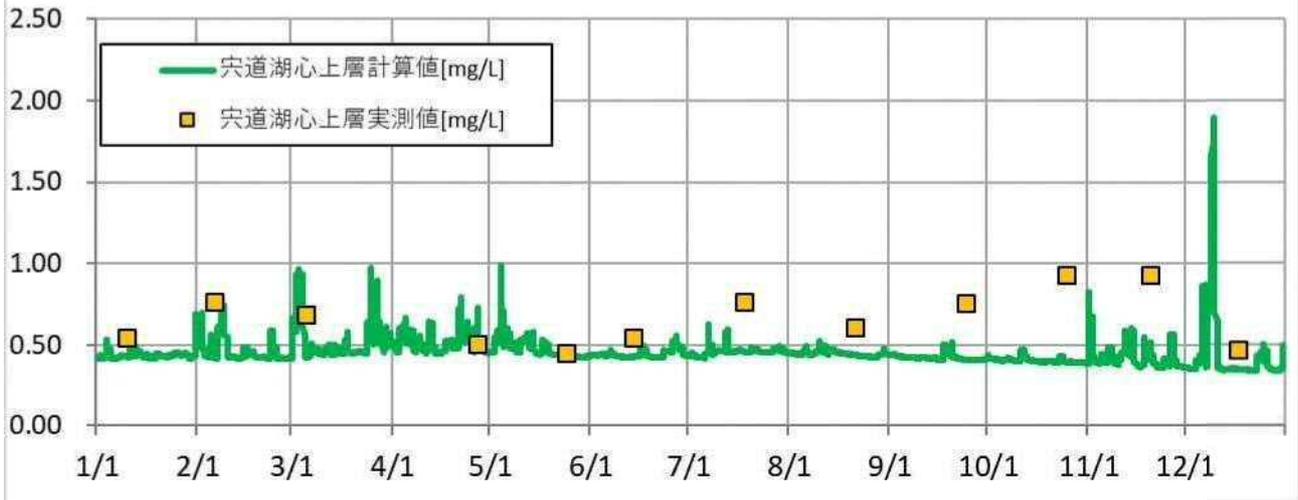
2012年宍道湖湖心中層DO [mg/l] 計算結果



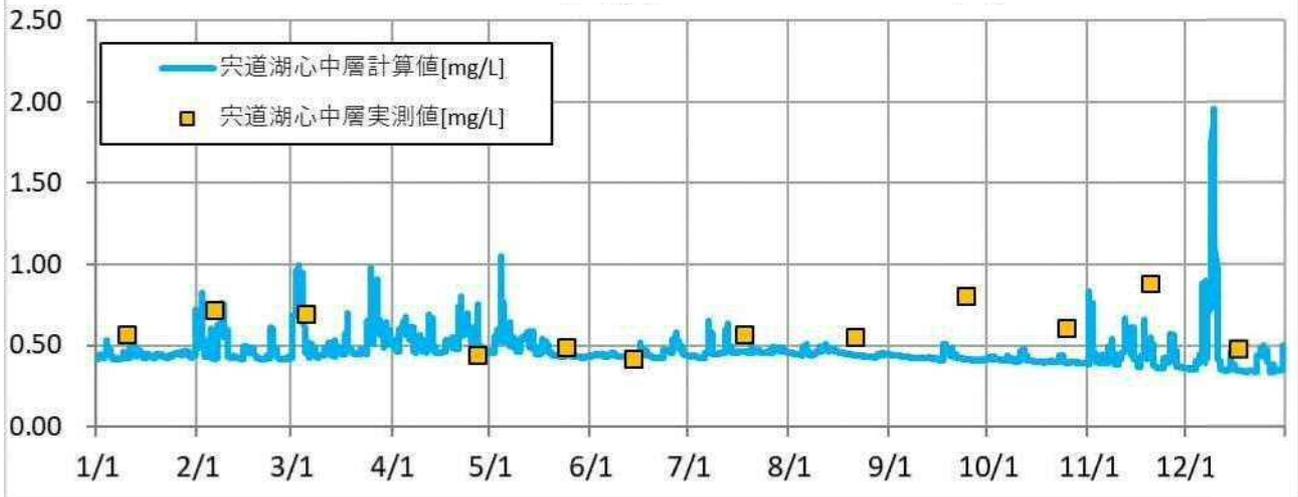
2012年宍道湖湖心下層DO [mg/l] 計算結果



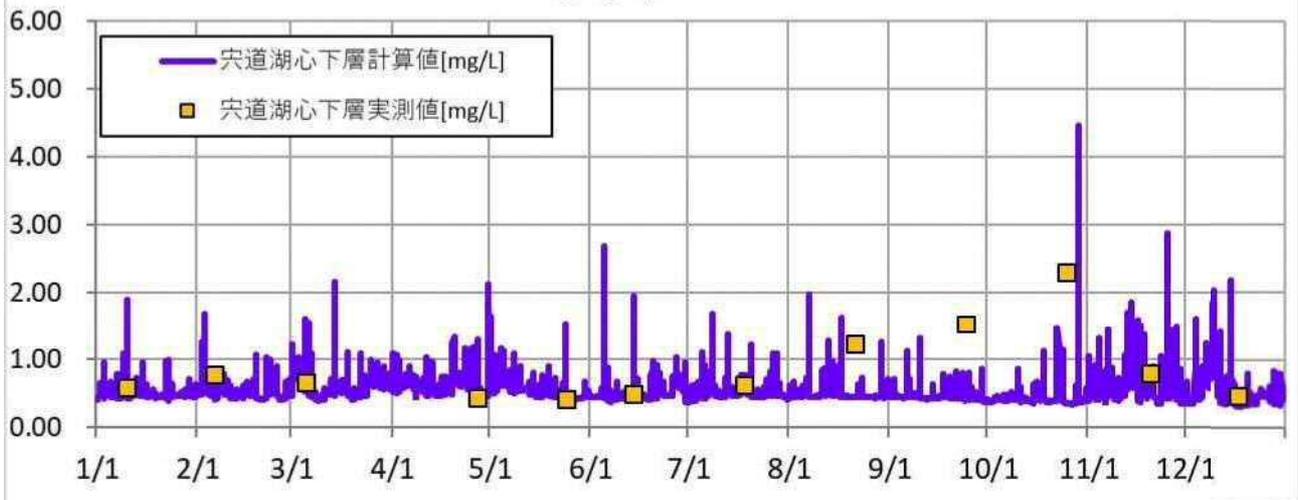
2012年宍道湖湖心上層TN [mg/l] 計算結果



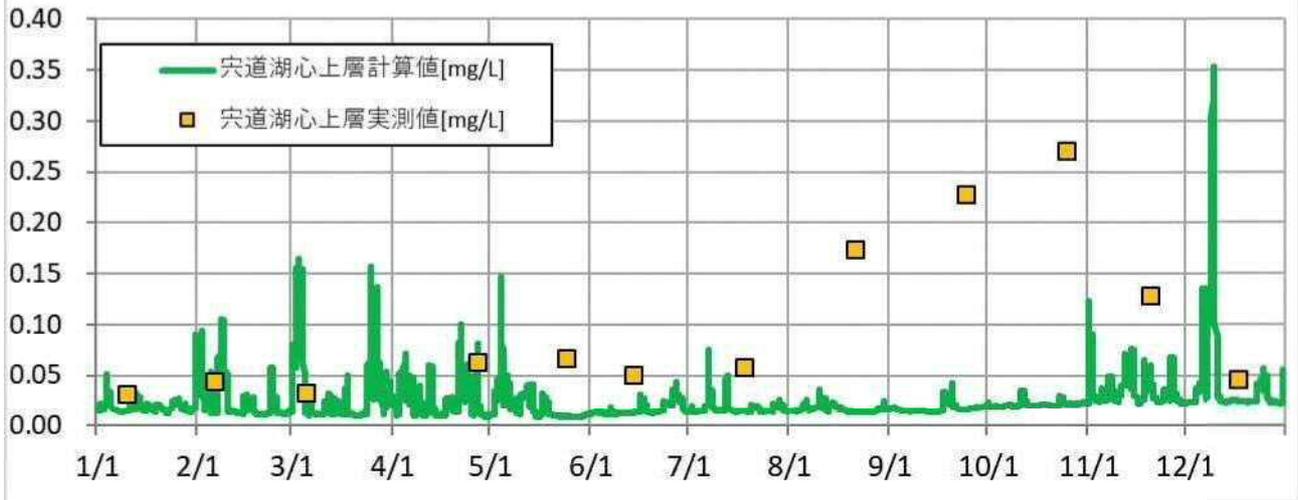
2012年宍道湖湖心中層TN [mg/l] 計算結果



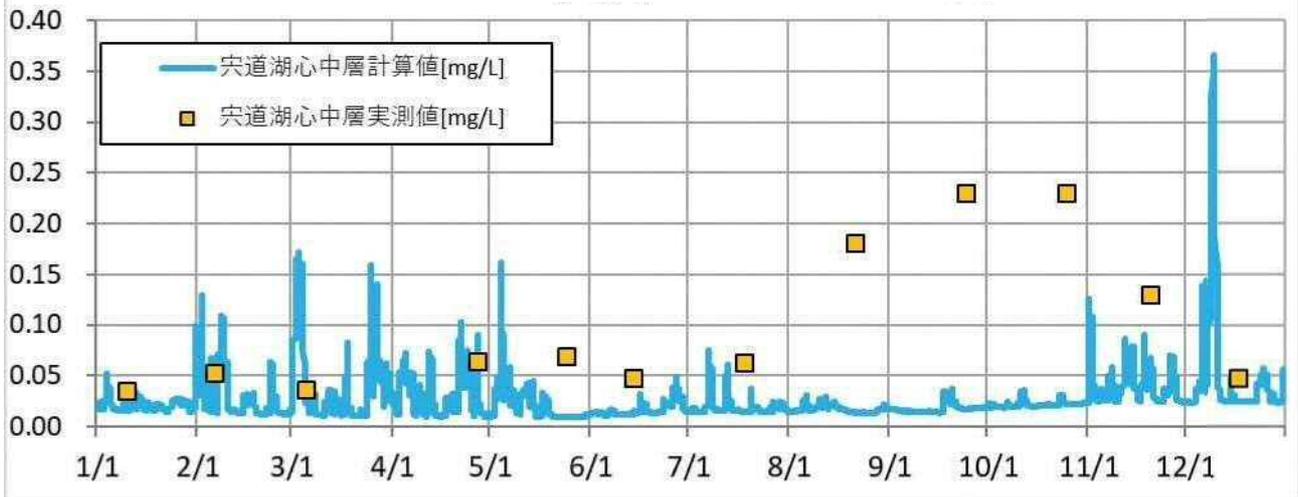
2012年宍道湖湖心下層TN [mg/l] 計算結果



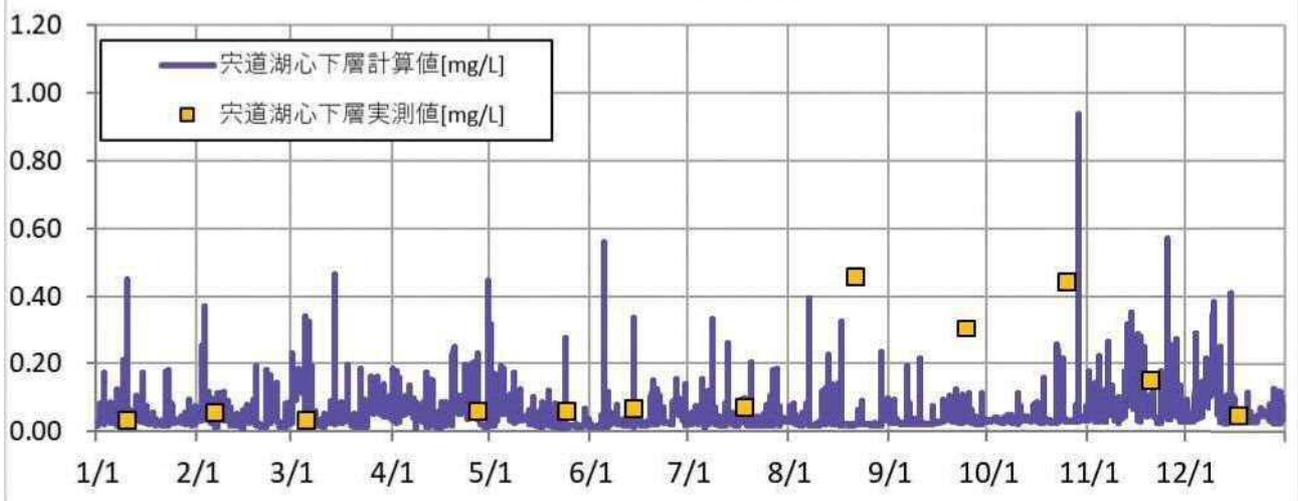
2012年宍道湖湖心上層TP[mg/l] 計算結果



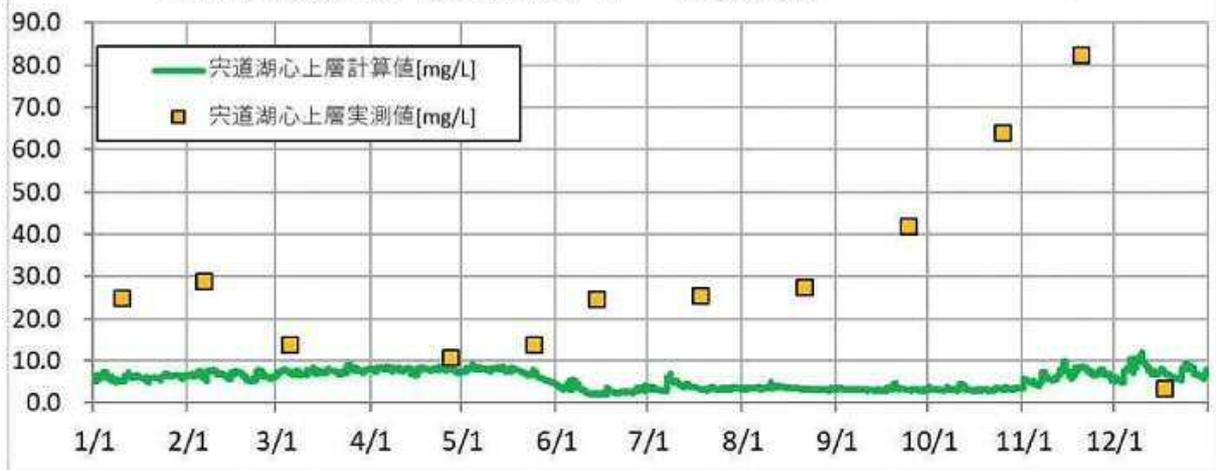
2012年宍道湖湖心中層TP[mg/l] 計算結果



2012年宍道湖湖心下層TP[mg/l] 計算結果

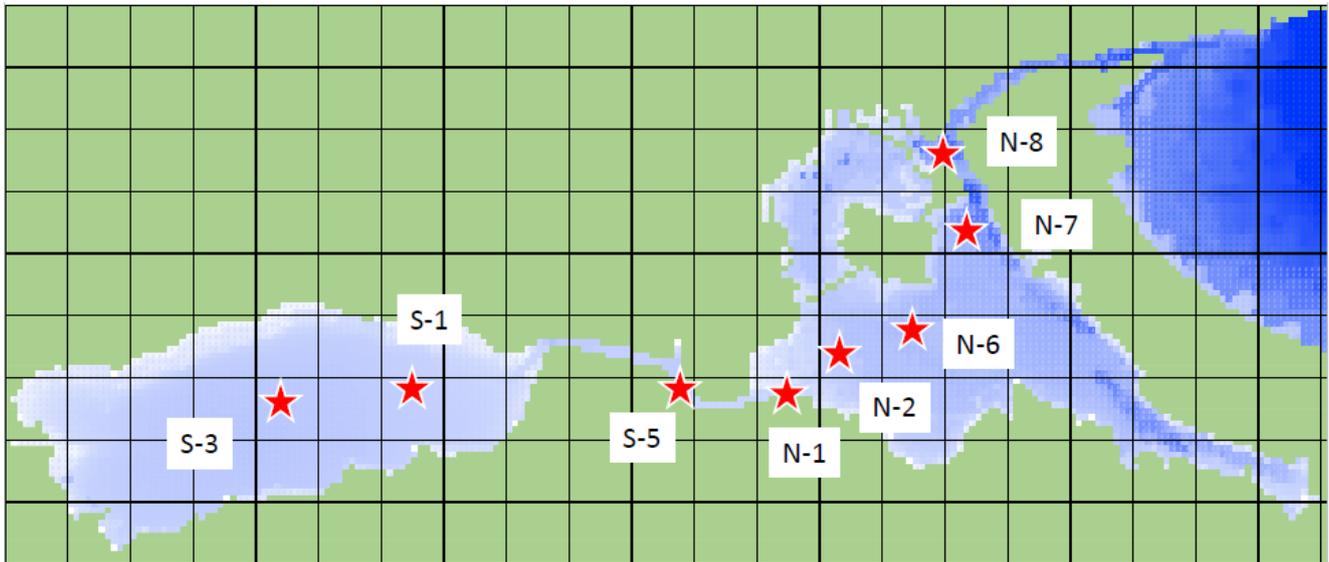


2012年宍道湖湖心上層Chl. a [μg/l] 計算結果

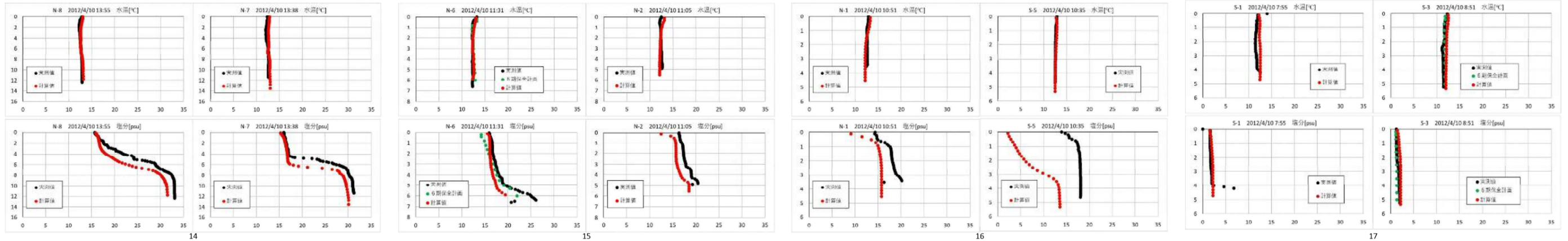
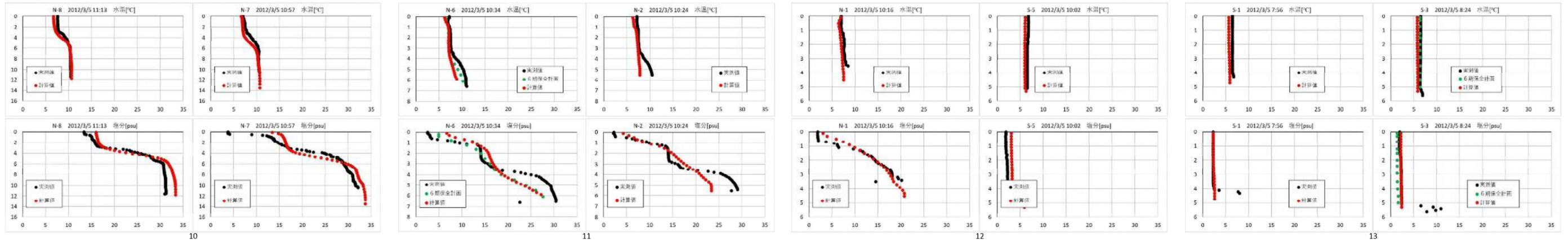
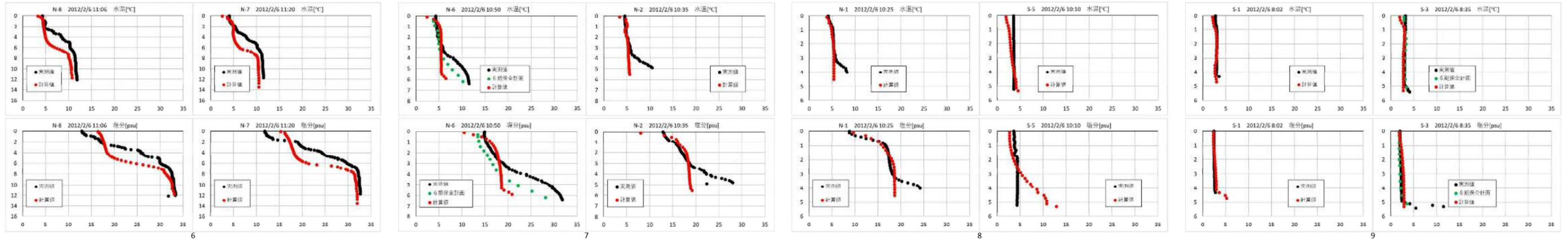
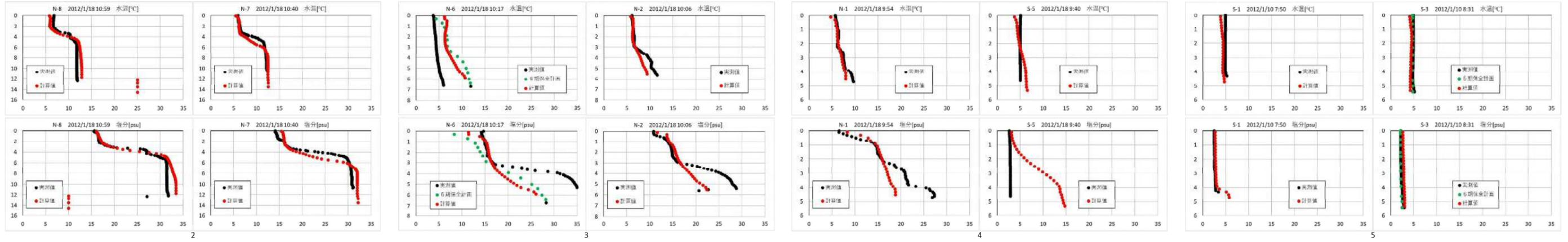


## 6. 鉛直方向の再現性（水温、塩分）

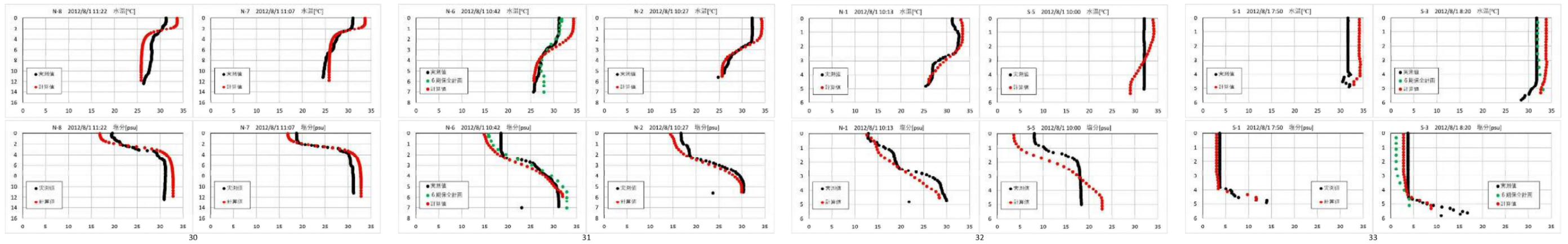
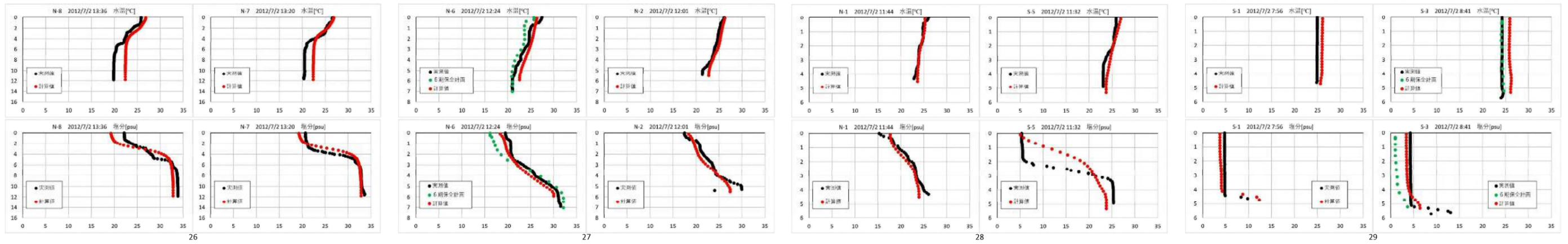
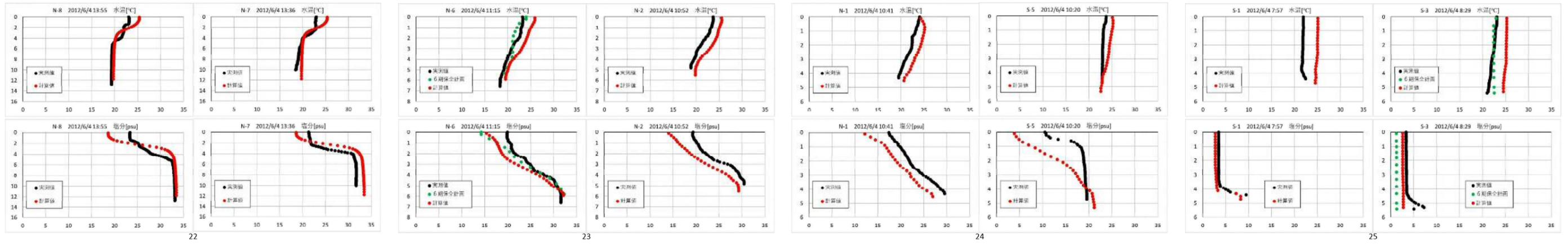
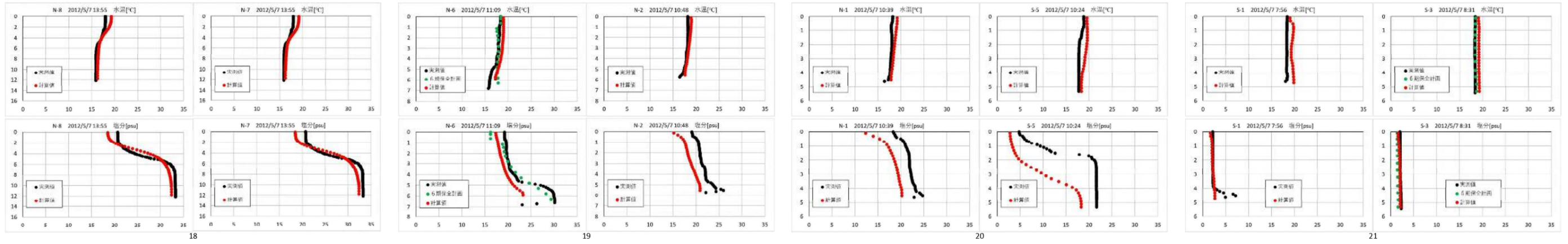
<再現性を確認した地点>



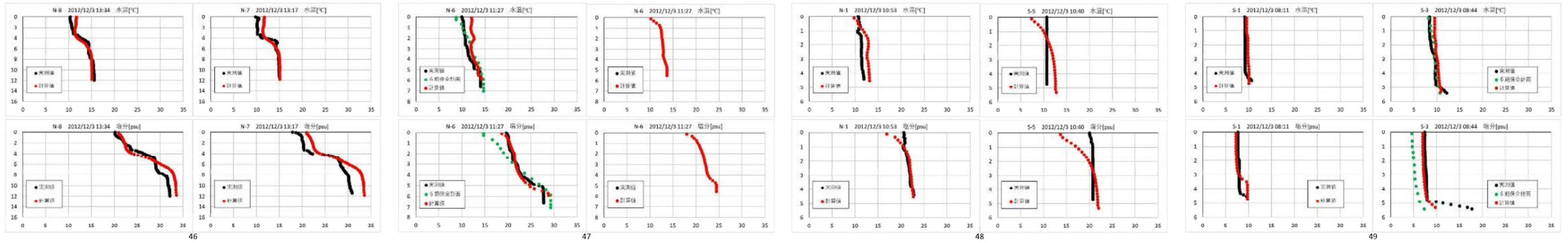
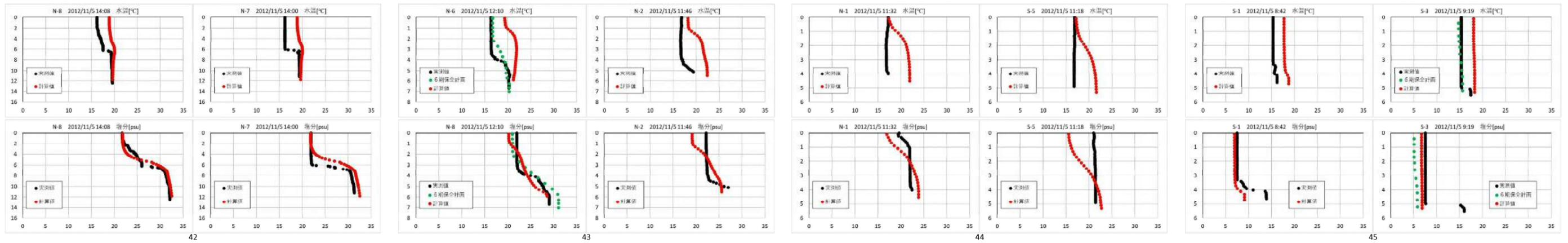
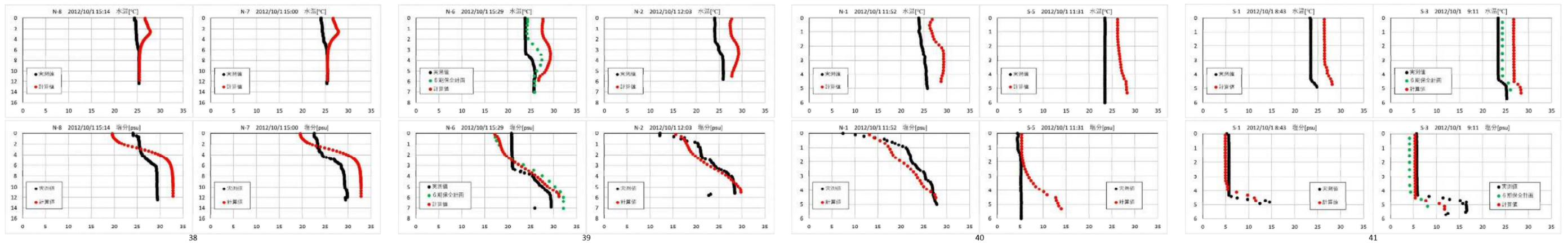
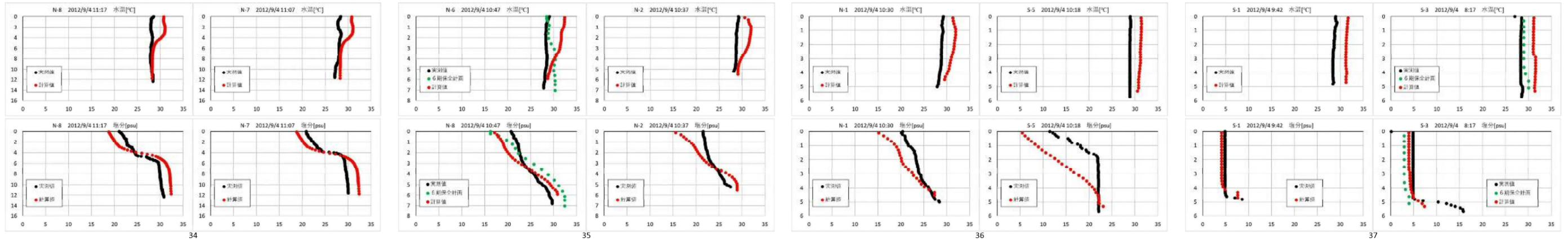
<各地点における2012年1月～4月の再現性（水温、塩分）>



<各地点における2012年5月～8月の再現性（水温、塩分）>



<各地点における2012年9月～12月の再現性（水温、塩分）>



## 7. 結果（まとめ）

- ・ 乱流モデル、地形データ、河川流量の与え方について検討を行った結果、平成 29 年度 WG と比較して、塩分の再現性が向上した。
- ・ なお、中海湖心より上流側において塩水浸入が不足しており、改善の余地あり。
- ・ また、水温が、秋以降一様に高く、改善の余地あり。

## 8. 今後の予定

- ・ 流動再現性向上に向けた検討
  - 中 海：①米子湾側に多く塩水が入っていないか確認
  - ②境水道の抵抗係数の設定
  - ③外海の設定
  - 宍道湖：④大橋川の抵抗係数の設定
  - 両 湖：⑤放射冷却の設定