資料 1-2

プランクトン調査
（アオコに関する調査研究）

保健環境科学研究所　水環境科

背景

2010～2012年や2021年に
宍道湖では全域でのアオコの大量発生が観測

↓

景観悪化や異臭が発生するなどの問題

↓

アオコの対策について検討

↓

アオコの発生メカニズムを解明するためには
アオコ発生前の現場の詳細なデータが必要

これまでの調査研究

＜宍道湖のアオコ発生を予測＞

統計解析から宍道湖でアオコが発生する条件は、
表層の塩化物イオン濃度が低く、前月の水温が高い

アオコ判別式（1か月後のアオコ発生の有無）

$$Z2 = -0.000908\,(Cl^{-}_1) - 0.000498\,(Cl^{-}_2) + 0.346\,(WT_1) - 6.37$$

当月の塩化物イオン濃度　前月の塩化物イオン濃度　当月の水温

宍道湖の水質データから
事前にアオコ発生の予測ができるようになったことで
アオコ発生前から詳細な現場調査を行うことが可能

研究目的

① 2022年度の現場調査について

アオコ発生前の詳細な現場調査を行うことを目的に、判別式が「+」になったら1～2週に1回の頻度で宍道湖調査を行う。

② アオコ発生のメカニズムについて

2010～2022年度の結果から宍道湖における***Microcystis* sp.**によるアオコ発生のメカニズムについて検討。

いつ、どのような水質条件で発生するのか

研究目的

① 2022年度の現場調査について

アオコ発生前の詳細な現場調査を行うことを目的に、判別式が「+」になったら1～2週に1回の頻度で宍道湖調査を行う。

② アオコ発生のメカニズムについて

2010～2022年度の結果から宍道湖における*Microcystis* sp.によるアオコ発生のメカニズムについて検討。

いつ、どのような水質条件で発生するのか

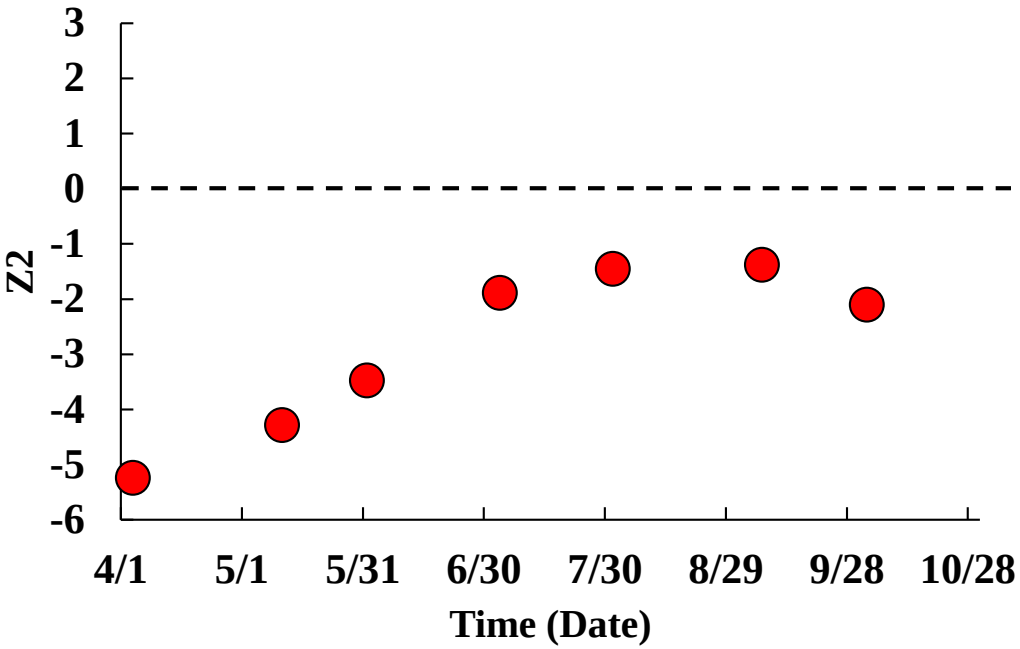
アオコ判別式による予測

＜アオコ判別式（Z2）の推移＞

アオコ判別式（1か月後のアオコ発生の有無）

$$Z2 = -0.000908\,(Cl^{-}_1) - 0.000498\,(Cl^{-}_2) + 0.346\,(WT_1) - 6.37$$

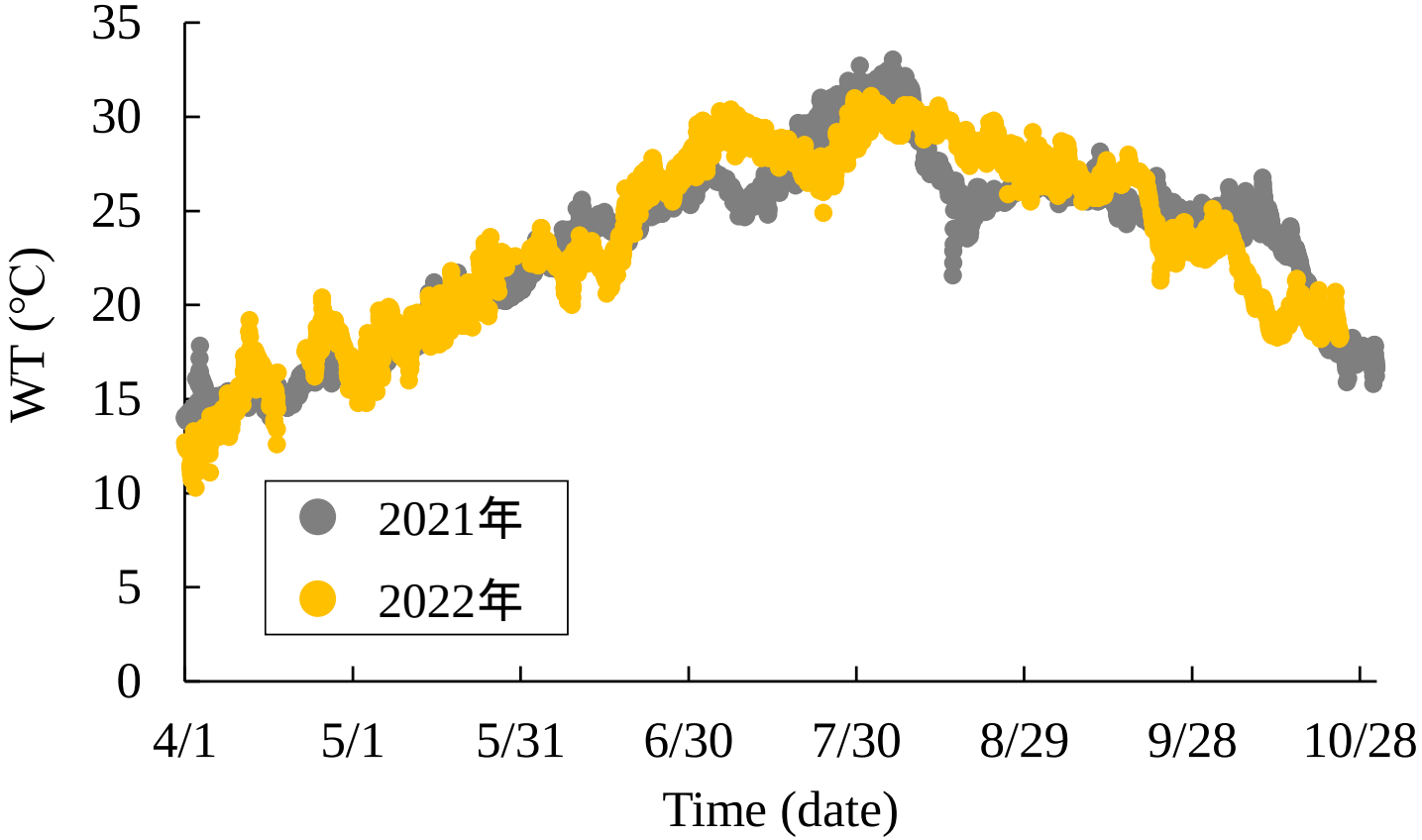
当月の塩化物イオン濃度　　前月の塩化物イオン濃度　　当月の水温



アオコ判別式は
「－」で推移

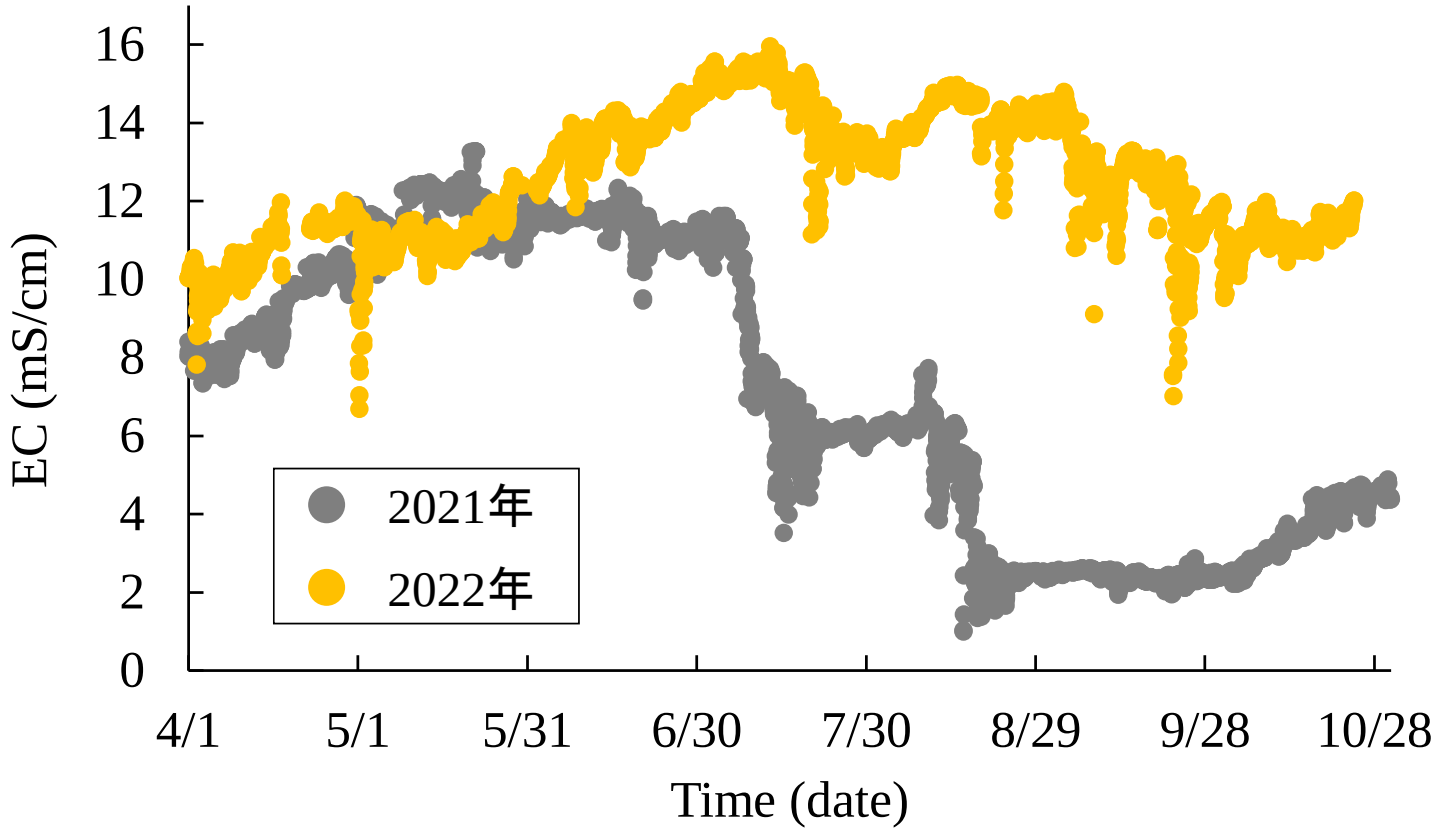
アオコの発生
及び
アオコ形成種は確認されず
（沿岸の局所発生を含める）

水温 (宍道湖湖心上層)



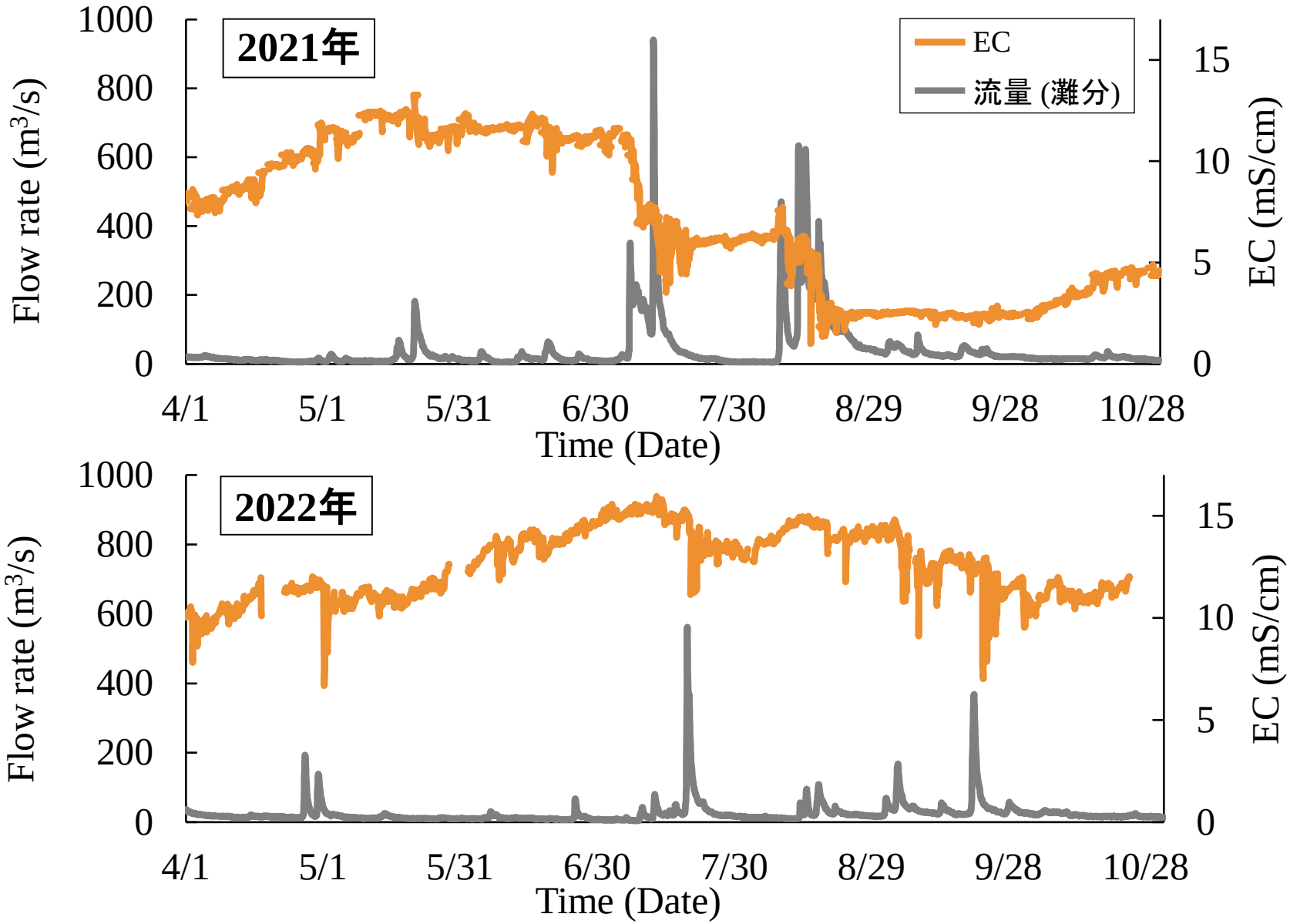
2021年度と比較して
2022年度の水温に大きな違いはなかった

電気伝導度 (宍道湖湖心上層)

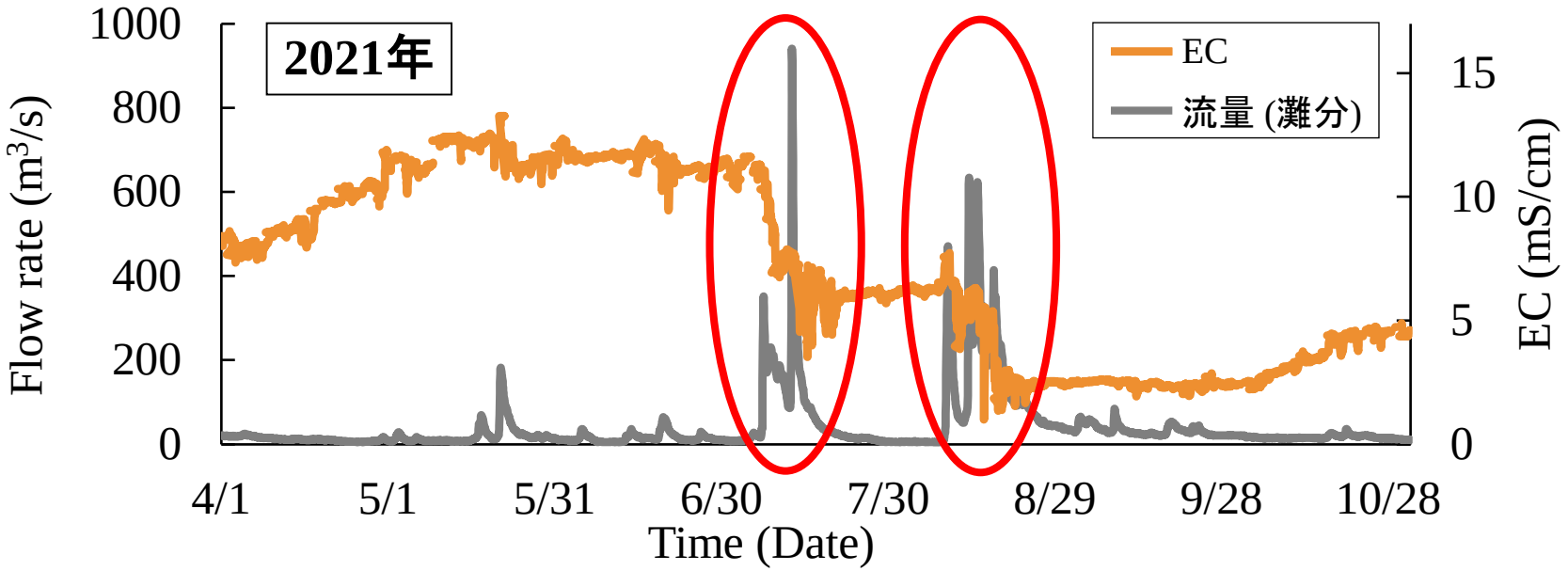


2021年度と比較して
2022年度のECは高い値を推移

斐伊川流量（灘分）と電気伝導度

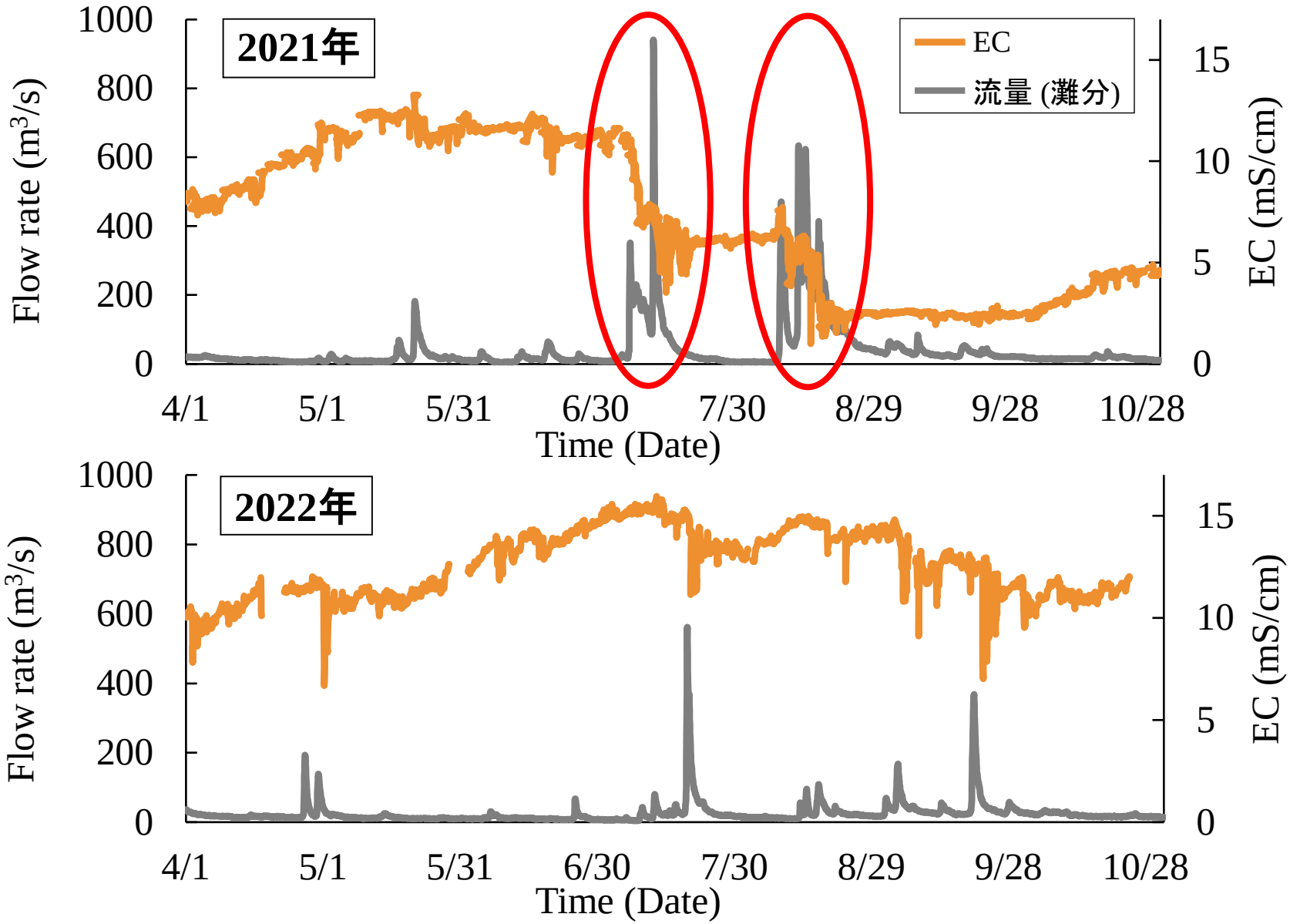


斐伊川流量（灘分）と電気伝導度

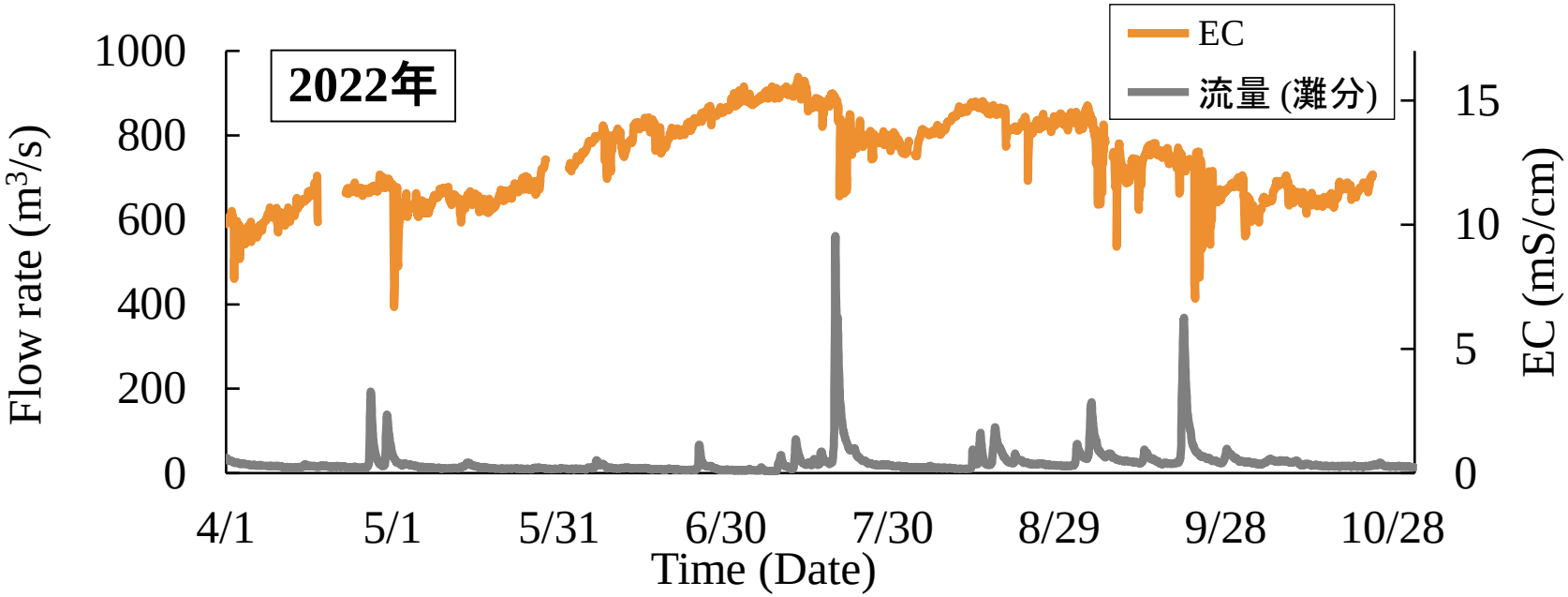


斐伊川からのまとまった流入があった際に
宍道湖のECが低下

斐伊川流量（灘分）と電気伝導度



斐伊川流量（灘分）と電気伝導度



斐伊川からの
まとまった流入が少なかった

ECが高い値で推移した

まとめ①

2022年度について

降雨時の斐伊川からの
まとまった流入が少なかった

↓

ECが高い値で推移した

↓

沿岸の局所発生を含めて

アオコの発生
及び
アオコ形成種は確認されなかった
（アオコ判別式の予測は「－」）

研究目的

① 2022年度の現場調査について

アオコ発生前の詳細な現場調査を行うことを目的に、判別式が「+」になったら1～2週に1回の頻度で宍道湖調査を行う。

② アオコ発生のメカニズムについて

2010～2022年度の結果から宍道湖における***Microcystis* sp.**によるアオコ発生のメカニズムについて検討。

いつ、どのような水質条件で発生するのか

アオコの発生状況 (*Microcystis* sp.)

＜アオコの発生状況（2010～2022年）＞

○：全域発生
△：局所発生（アオコレベル1～2）
×：未発生

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
アオコ 全域発生	○	○	○	△	△	×	×

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
アオコ 全域発生	×	○	×	△	○	×

アオコの発生状況 (*Microcystis* sp.)

＜アオコの発生を場合分け＞

①未発生

2015, 2016, 2017, 2019, 2022年

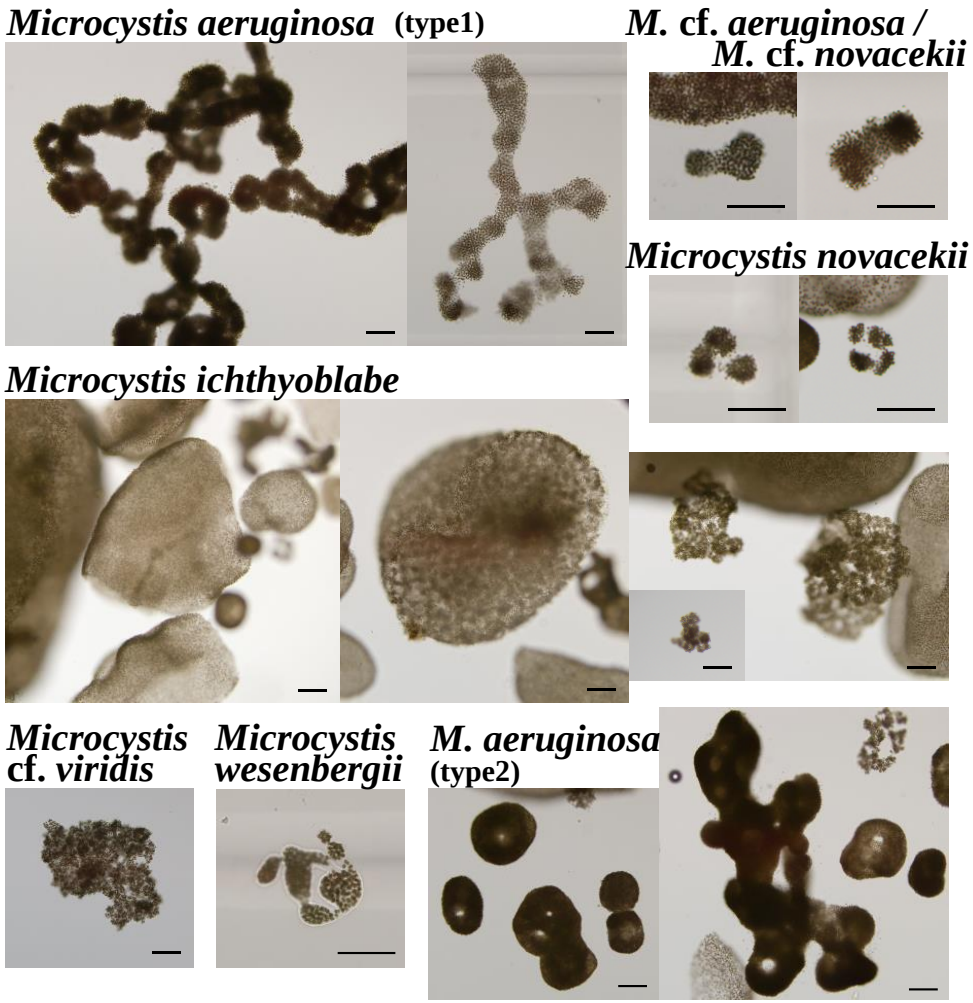
②局所発生のみ

2013, 2014, 2020年

③全域発生

2010, 2011, 2012, 2018, 2021年

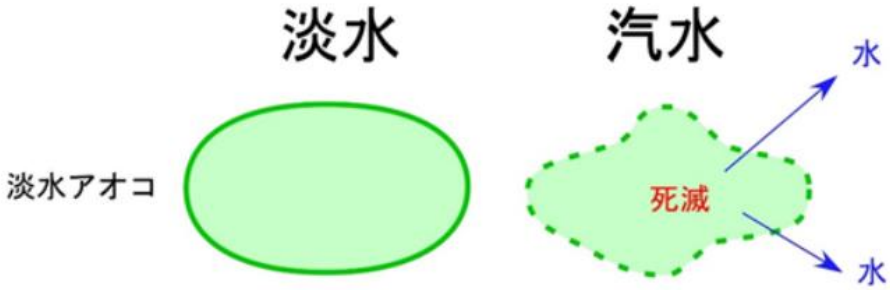
Microcystis sp.



アオコを形成する
藍藻の1種

一般に
淡水湖沼で大量発生

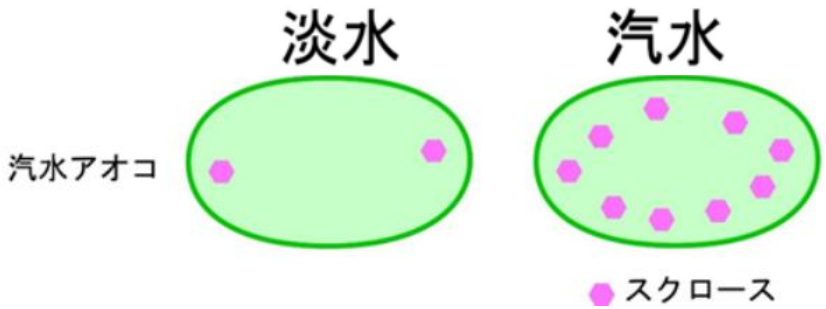
Microcystis sp.の塩分耐性（文献）



淡水産のアオコ
塩分が高い汽水では浸透圧によって
水分が細胞外に出るため恒常性を保てずに死ぬ

引用：Yuuhiko Tanabe, Yoshikuni Hodoki, Tomoharu Sano, Kiyoshi Tabe and Makoto M. Watanabe (2018) Adaptaation of the freshwater bloom-forming cyanobacterium Microcystis aeruginosa to brackish water is driven by recent horizontal transfer of sucrose genes, Frontiers in Microbiology, 9, 1150
国立環境研究所の報道発表資料

Microcystis sp.の塩分耐性（文献）



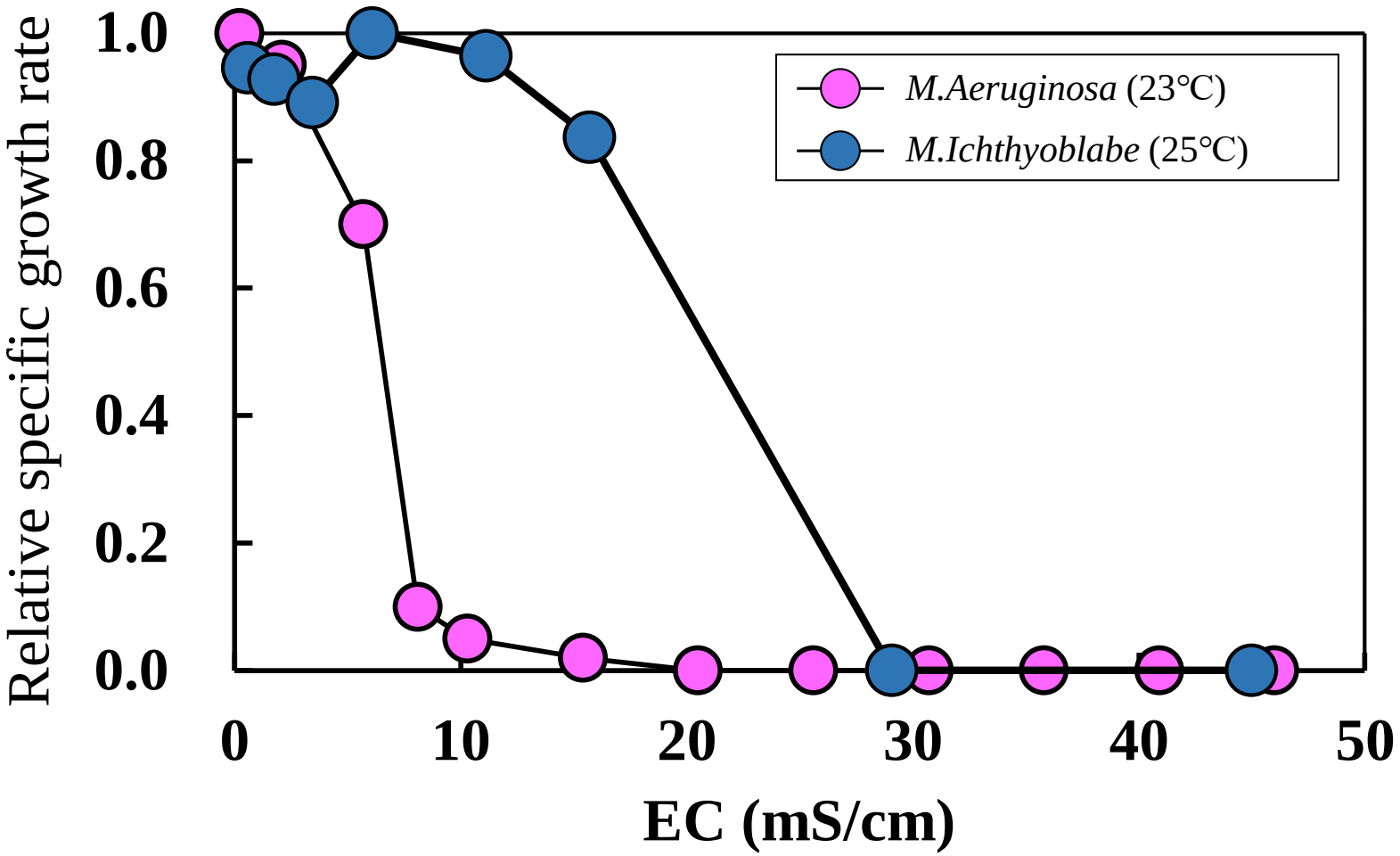
宍道湖産のアオコ (*M.Aeruginosa*)

塩分が高いときにスクロースを
細胞内に多く蓄積

浸透圧の大きな変化が起こらず細胞外に
水分が流出しないため生育・増殖することが可能

引用：Yuuhiko Tanabe, Yoshikuni Hodoki, Tomoharu Sano, Kiyoshi Tabe and Makoto M. Watanabe (2018) Adaptaation of the freshwater bloom-forming cyanobacterium Microcystis aeruginosa to brackish water is driven by recent horizontal transfer of sucrose genes, Frontiers in Microbiology, 9, 1150
国立環境研究所の報道発表資料

Microcystis sp.の塩分耐性（文献）



引用：*M. aeruginosa* ：Kunio kondo, Yasushi Seike and Yoshio Date (1990) : Relationships between Phytoplankton Occurrence and Salinity or Water Temperature in Brackish Lake Nakanoumi,1979-1986. Jap. J. Limnol., 51, 3, 173-184.（図から読み取り）

M. ichthyoblabe：神門利之, 大城 等, 神谷 宏, 野尻由香里, 崎 幸子(2016) : 近年の宍道湖におけるアオコの原因種*Microcystis ichthyoblabe*の塩分・水温耐性. 全国環境研会誌, 41, 3, 38-41.（元データから作成）

アオコの発生状況 (*Microcystis* sp.)

＜アオコの発生を場合分け＞

①未発生

2015, (2016), 2017, 2019, 2022年

②局所発生のみ

2013, 2014, 2020年

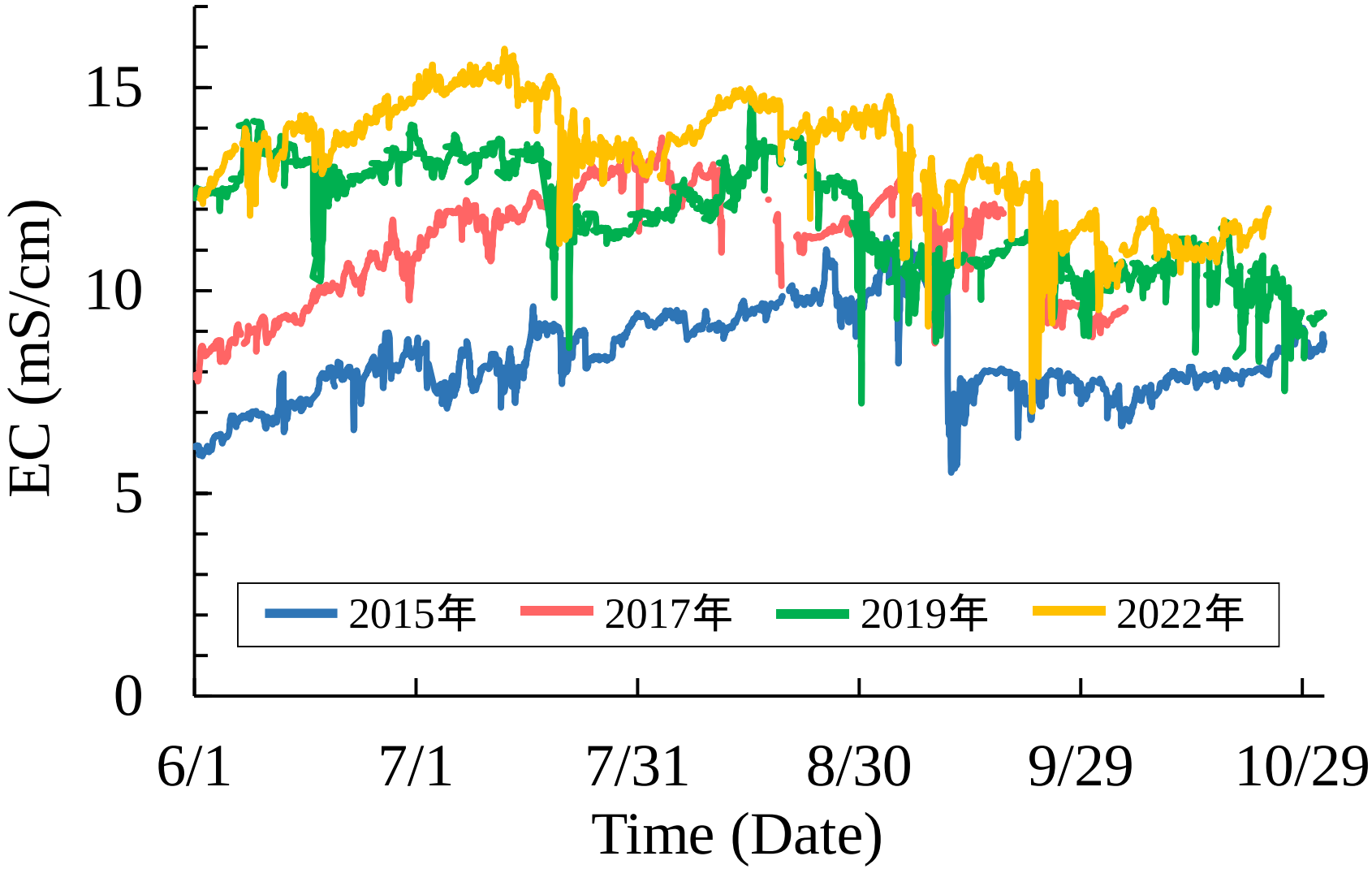
③全域発生

(2010), 2011, 2012, 2018, 2021年

水質の違いについて検討

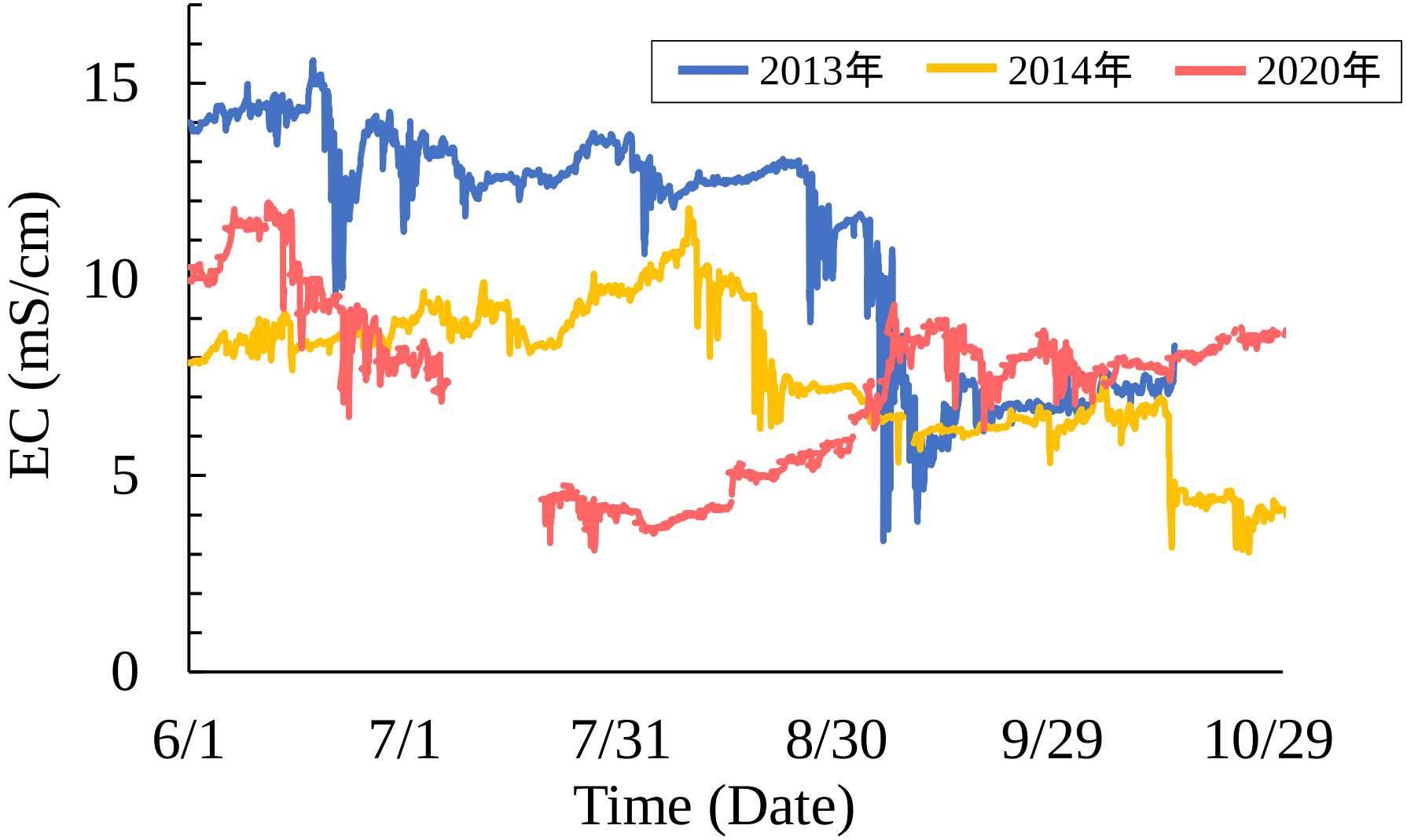
（宍道湖湖心観測所及び定期調査）

未発生年（EC）



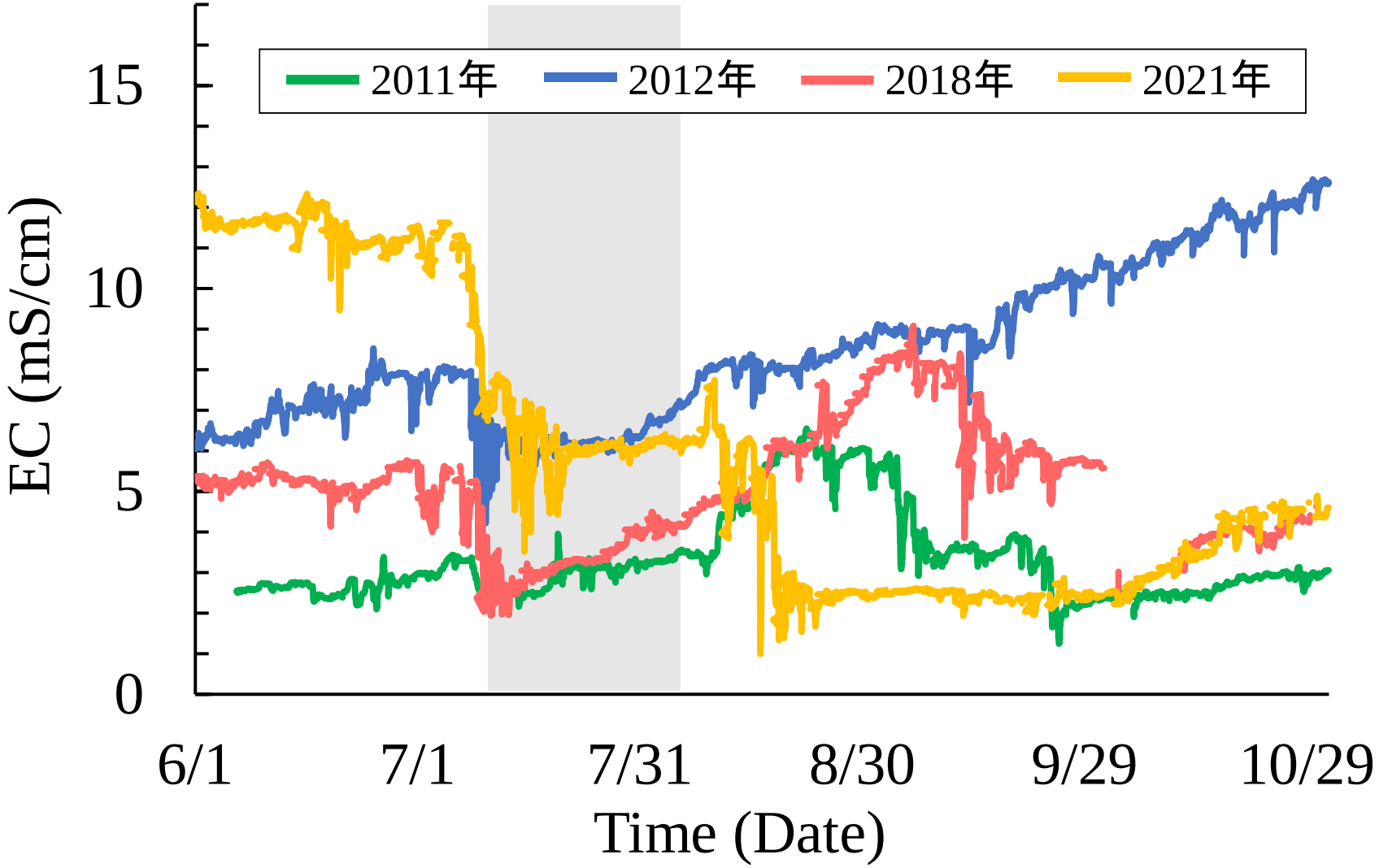
6月～10月を通してECが高い値で推移

局所発生した年（EC）



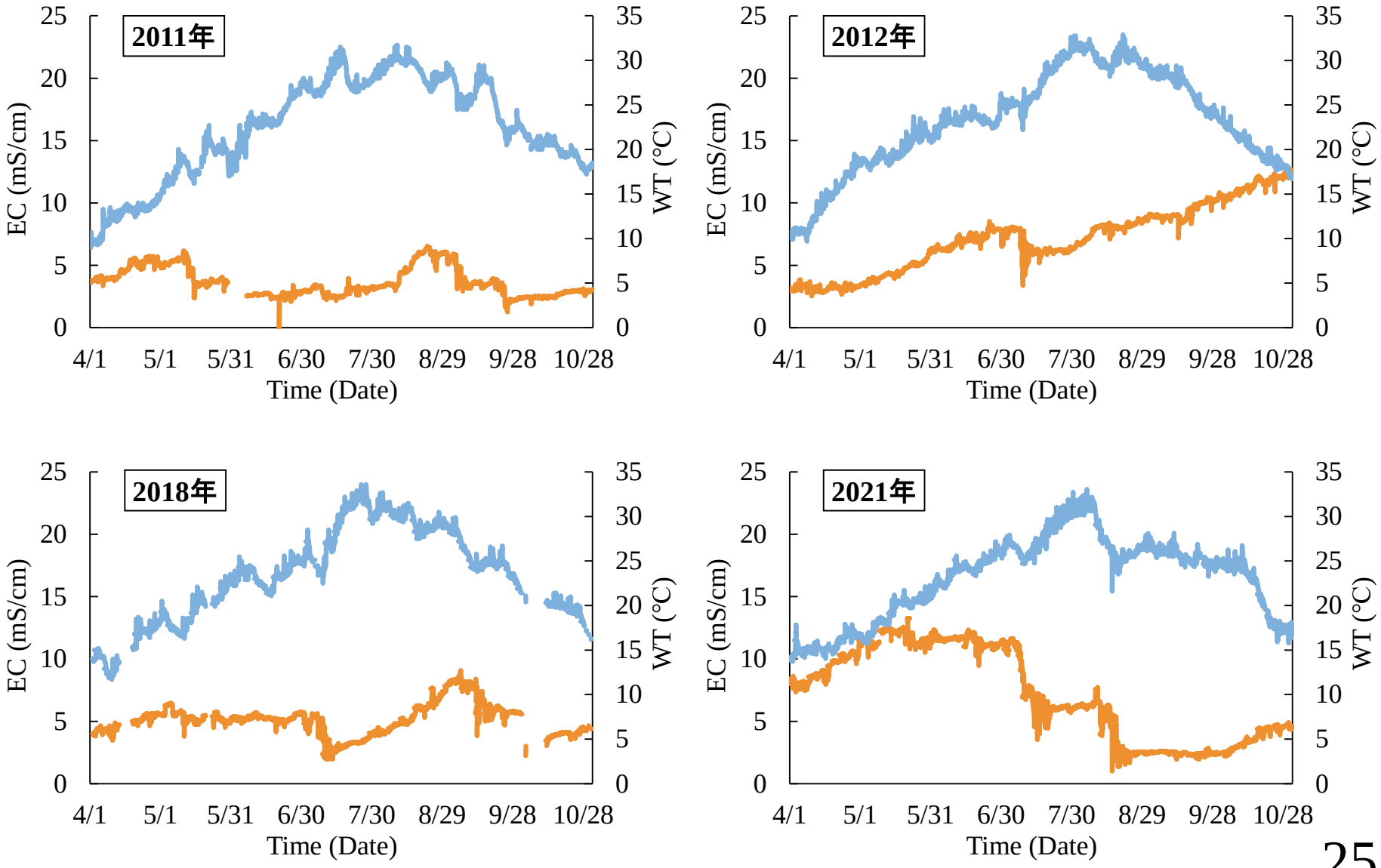
ECの値に傾向は確認できず

発生年（EC）

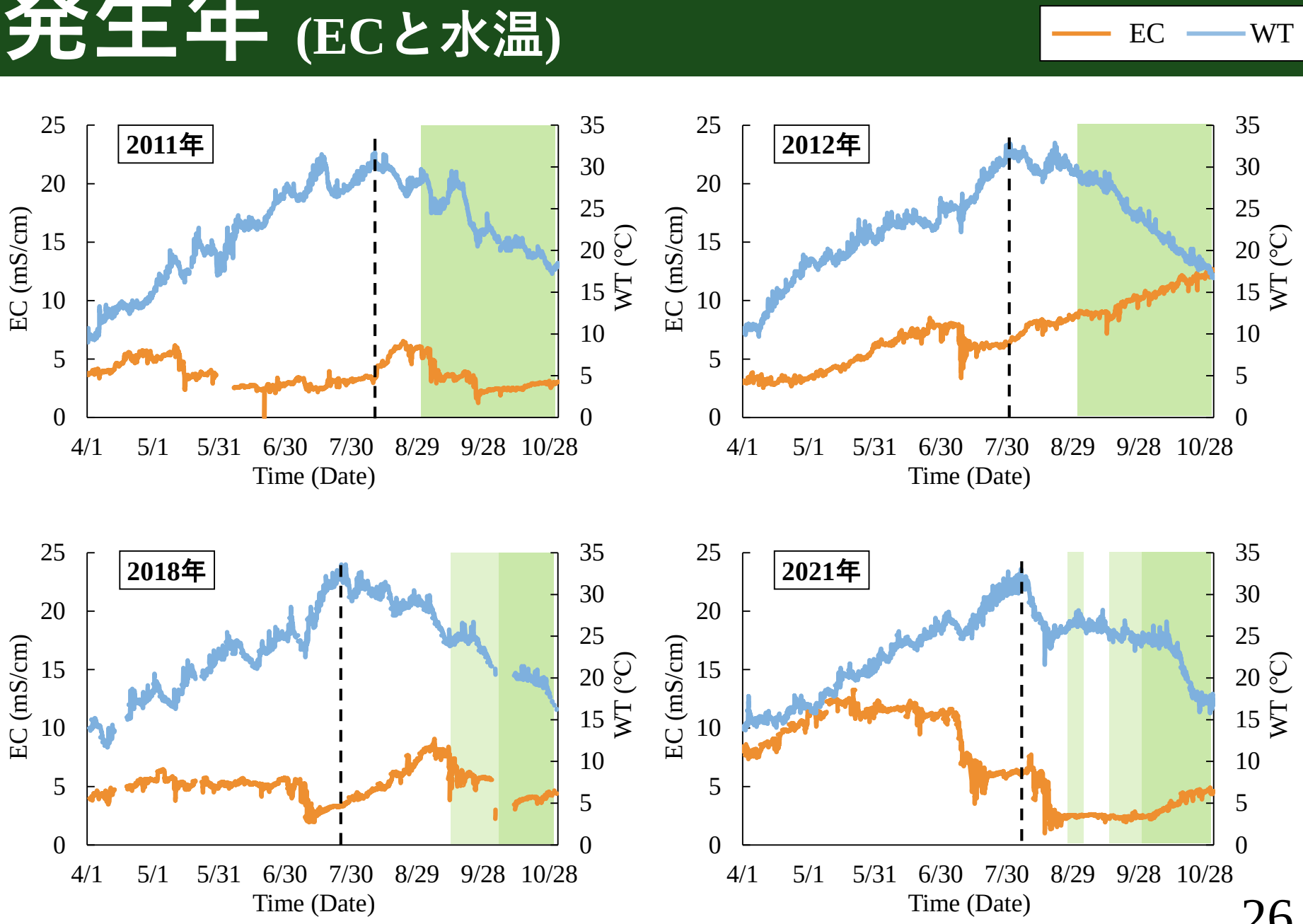


7月上旬～末にかけてECが低下

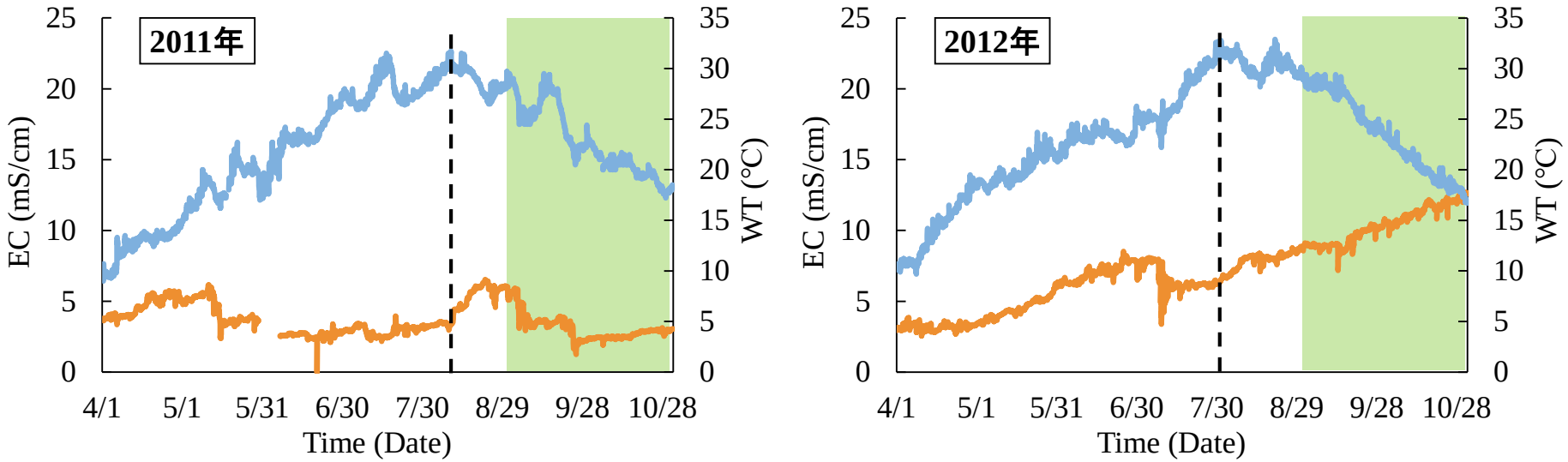
発生年 (ECと水温)


EC
WT
2011年
2012年
2018年
2021年
EC (mS/cm)
WT (℃)
Time (Date)
4/1
5/1
5/31
6/30
7/30
8/29
9/28
10/28

発生年 (ECと水温)


EC
WT
2011年
2012年
2018年
2021年
EC (mS/cm)
WT (℃)
Time (Date)
4/1
5/1
5/31
6/30
7/30
8/29
9/28
10/28

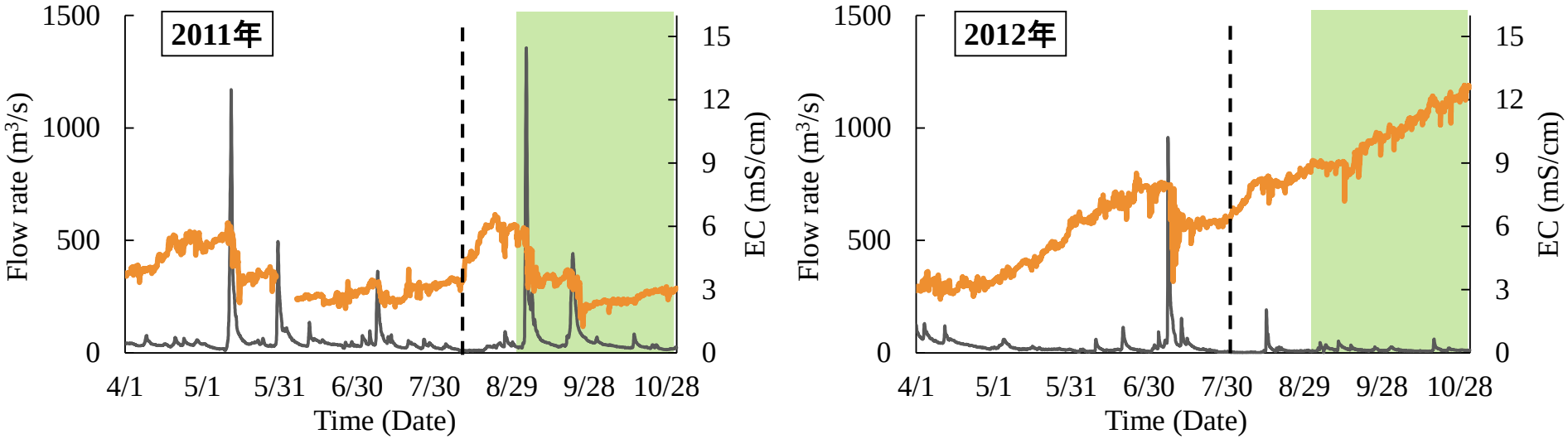
発生年 (ECと水温)



① 水温のピークが7月末から8月上旬に位置

② 8月末からアオコが全域発生

発生年 (ECと斐伊川(灘分)流量)



水温ピークまでにまとまった流入量がある
（7月末から8月上旬）

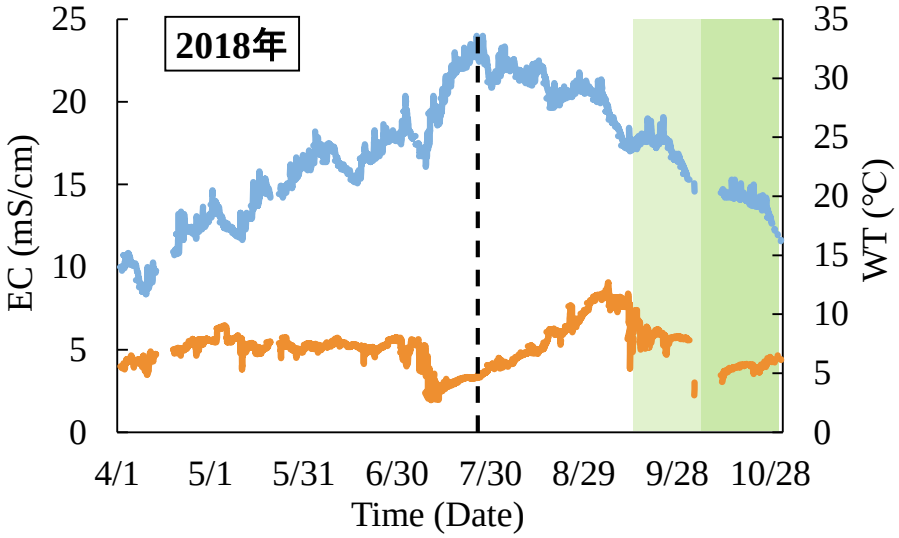
ECが低下

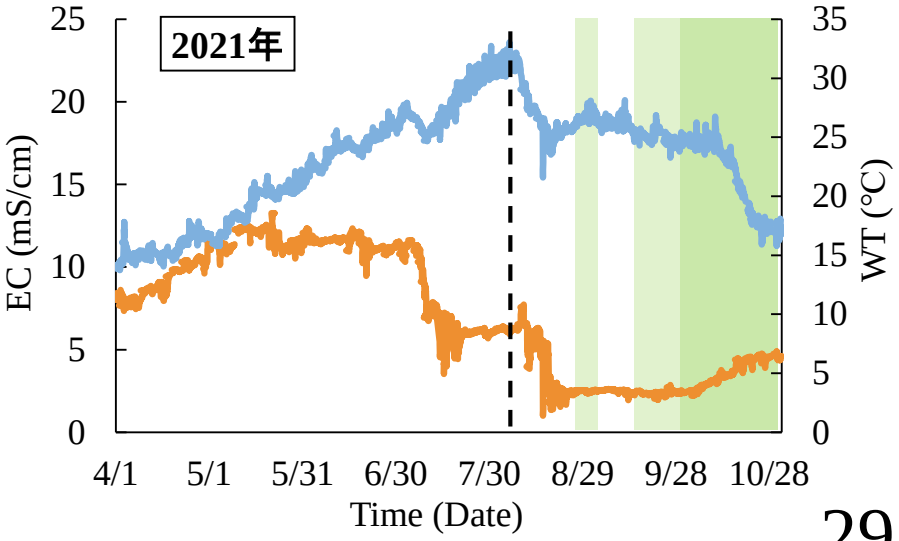
発生年 (ECと水温)

EC　WT

① 水温のピークが7月末から8月上旬に位置

② 9月から増え始め10月上旬から全域発生



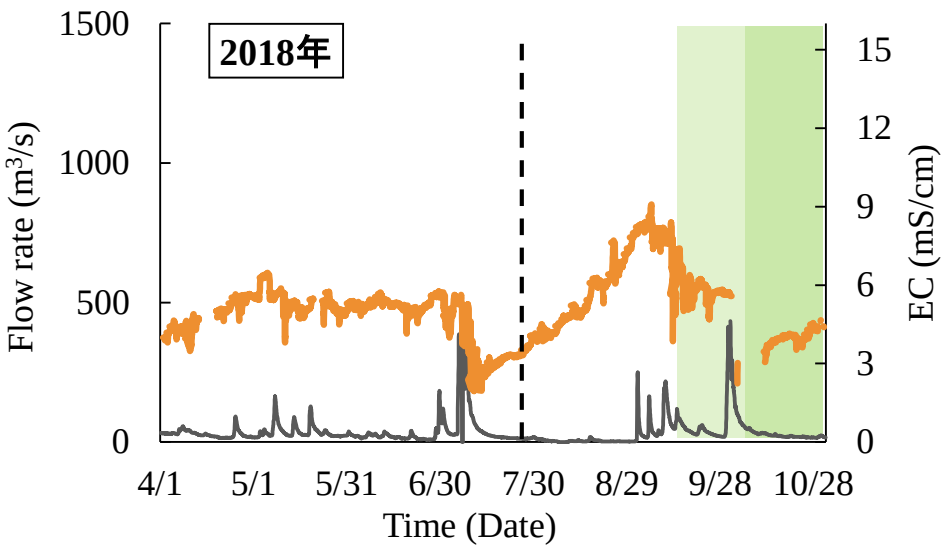


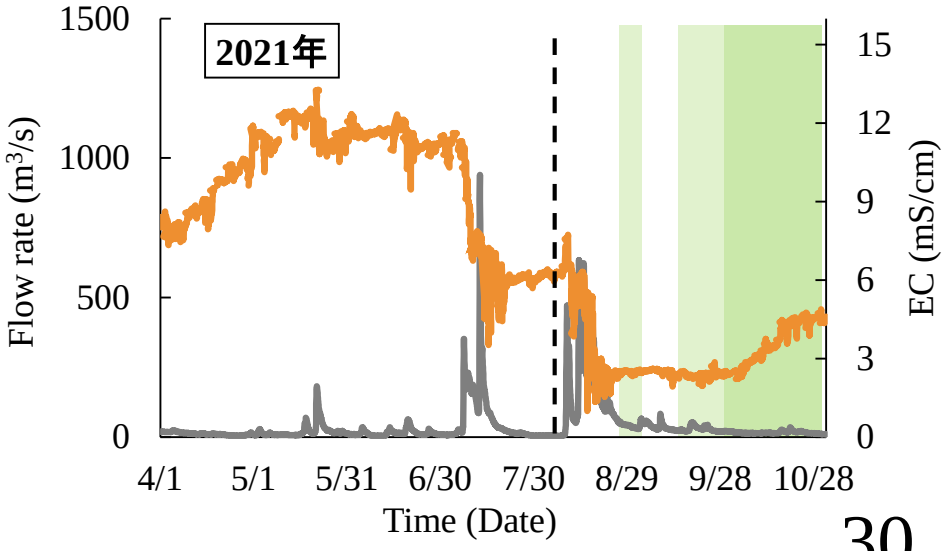
発生年 (ECと斐伊川流量)

EC　流量 (灌分)

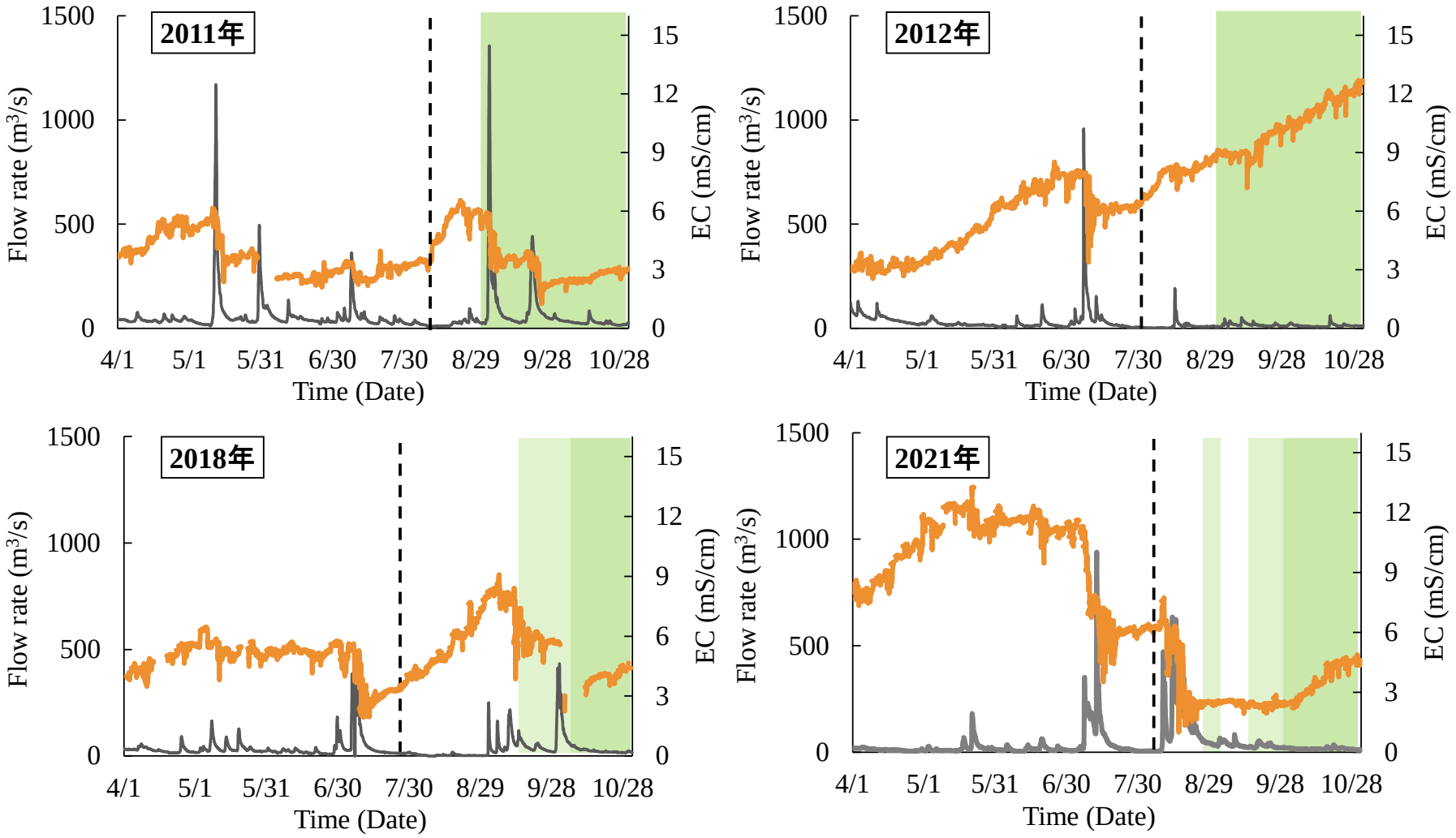
水温ピークまでにまとまった流入量がある
（7月末から8月上旬）

ECが低下





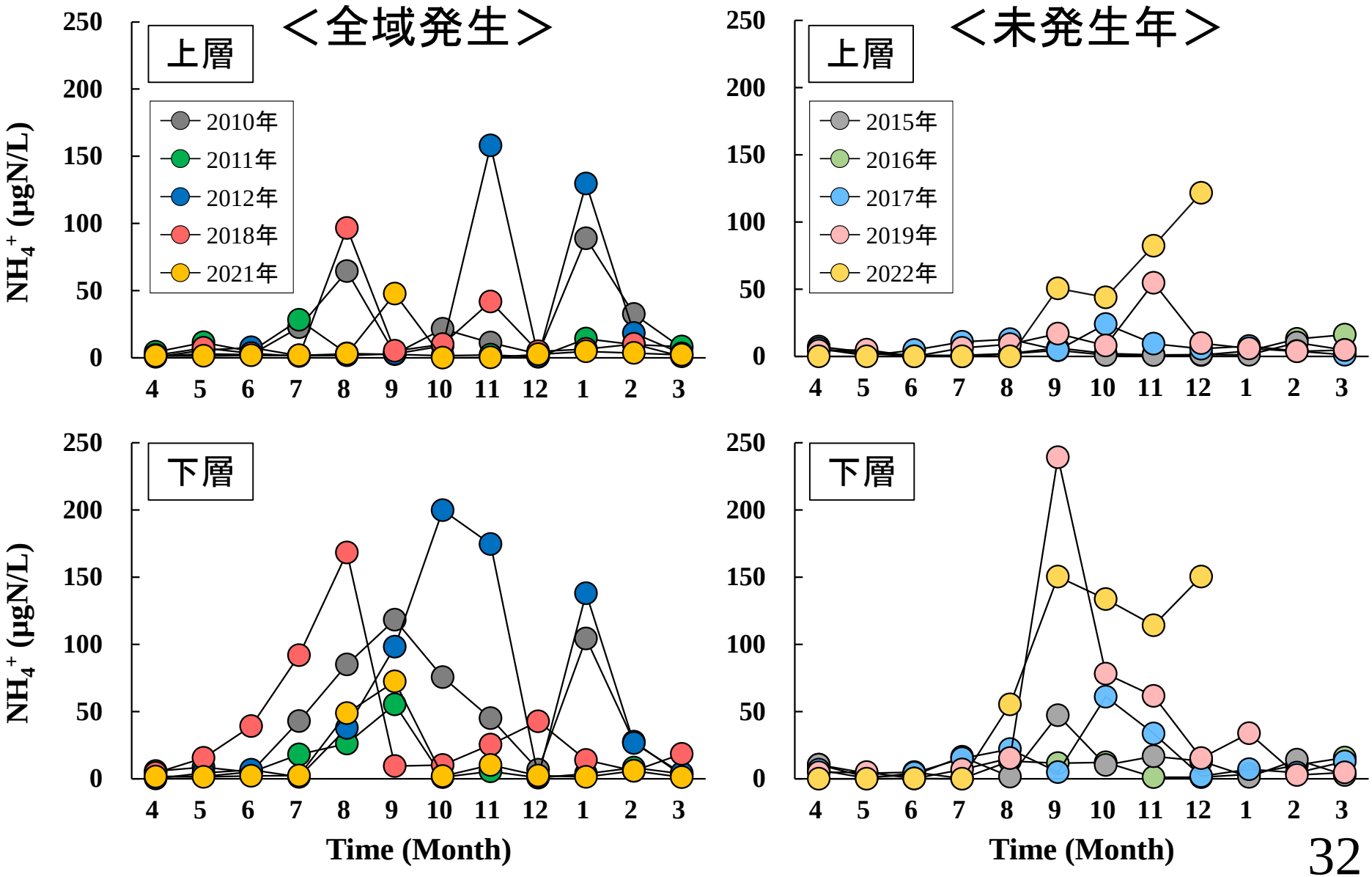
発生年



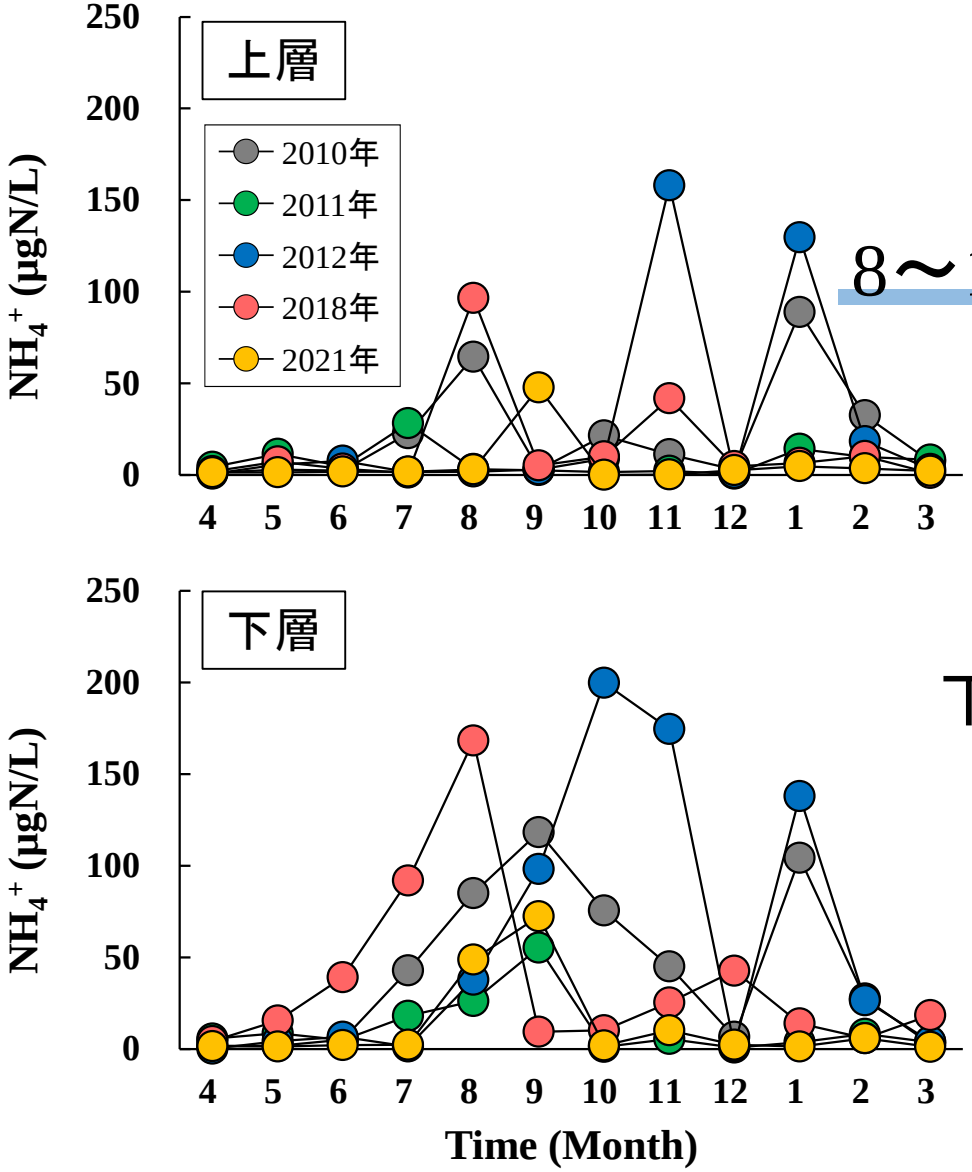
水温ピークまでにまとまった流入量がある

（7月末から8月上旬）

NH_4^+ (定期調査結果)


＜全域発生＞
＜未発生年＞
上層
下層
2010年
2011年
2012年
2018年
2021年
2015年
2016年
2017年
2019年
2022年
NH4+ (μgN/L)
Time (Month)
0
50
100
150
200
250
4
5
6
7
8
9
10
11
12
1
2
3

NH_4^+ (定期調査結果)

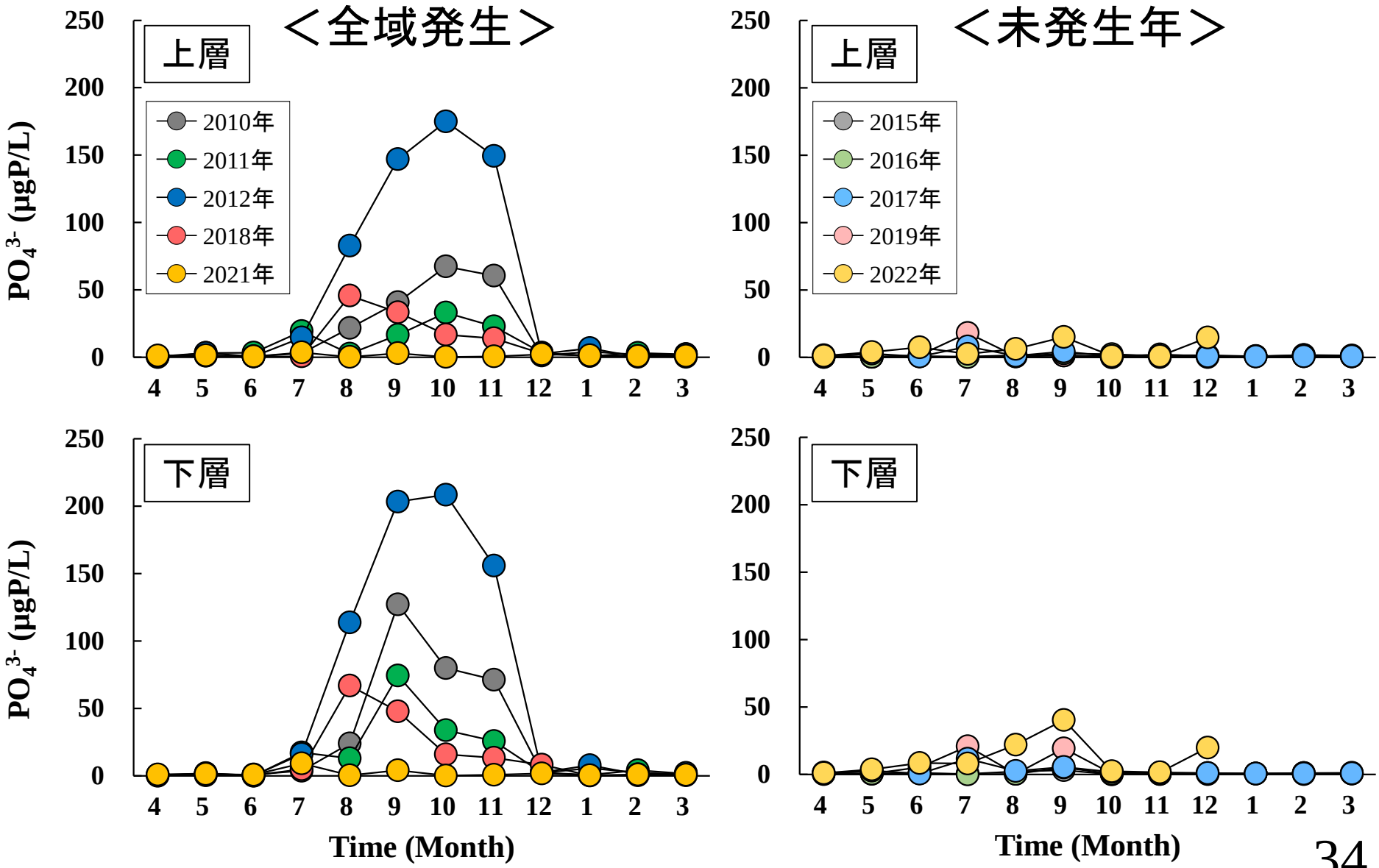


8～11月のNH_4^+が高濃度で検出

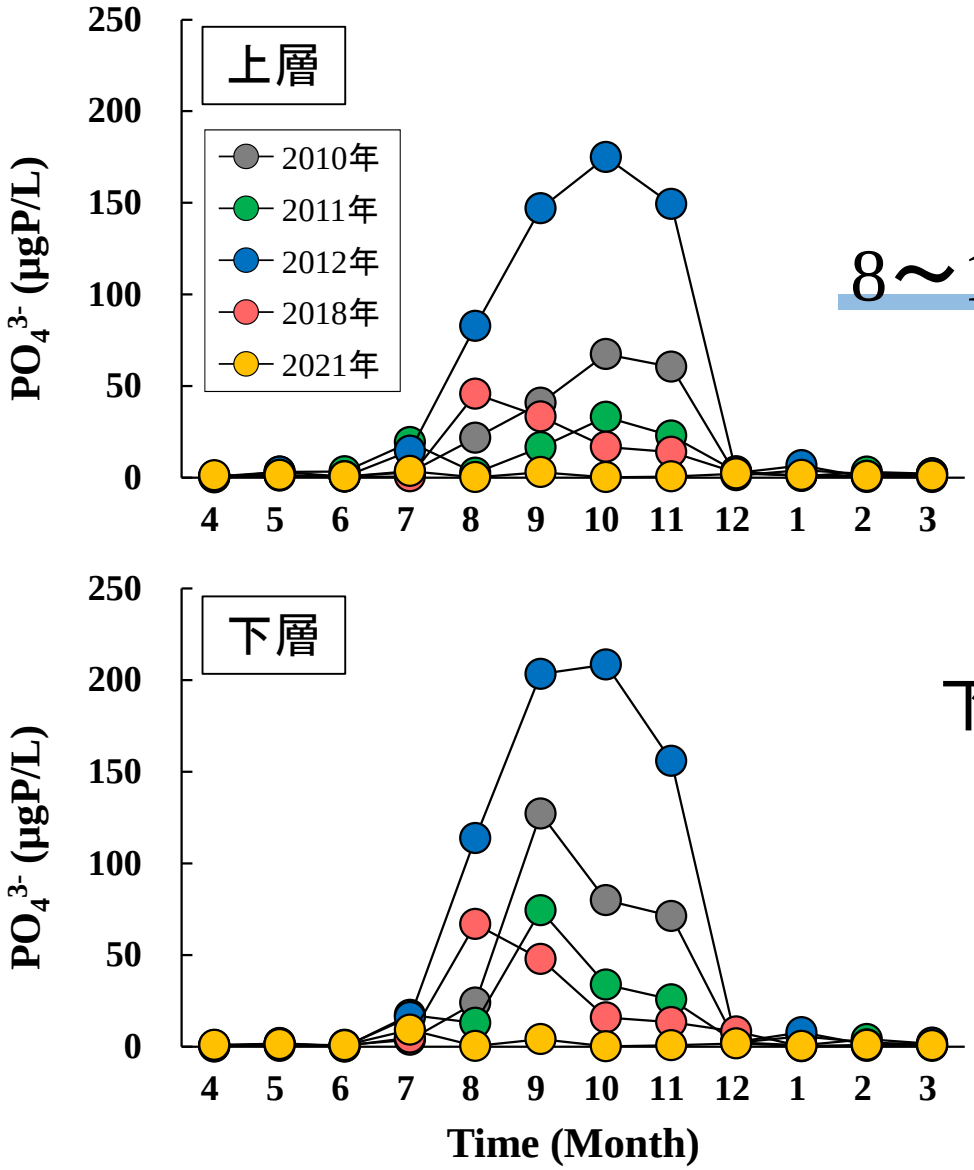
下層のNH_4^+が溶出により増加

上層のNH_4^+も増加

PO_4^{3-} (定期調査結果)


＜全域発生＞
＜未発生年＞
上層
下層
2010年
2011年
2012年
2018年
2021年
2015年
2016年
2017年
2019年
2022年
PO_4^{3-} (μgP/L)
Time (Month)
0
50
100
150
200
250
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3

PO_4^{3-} (定期調査結果)



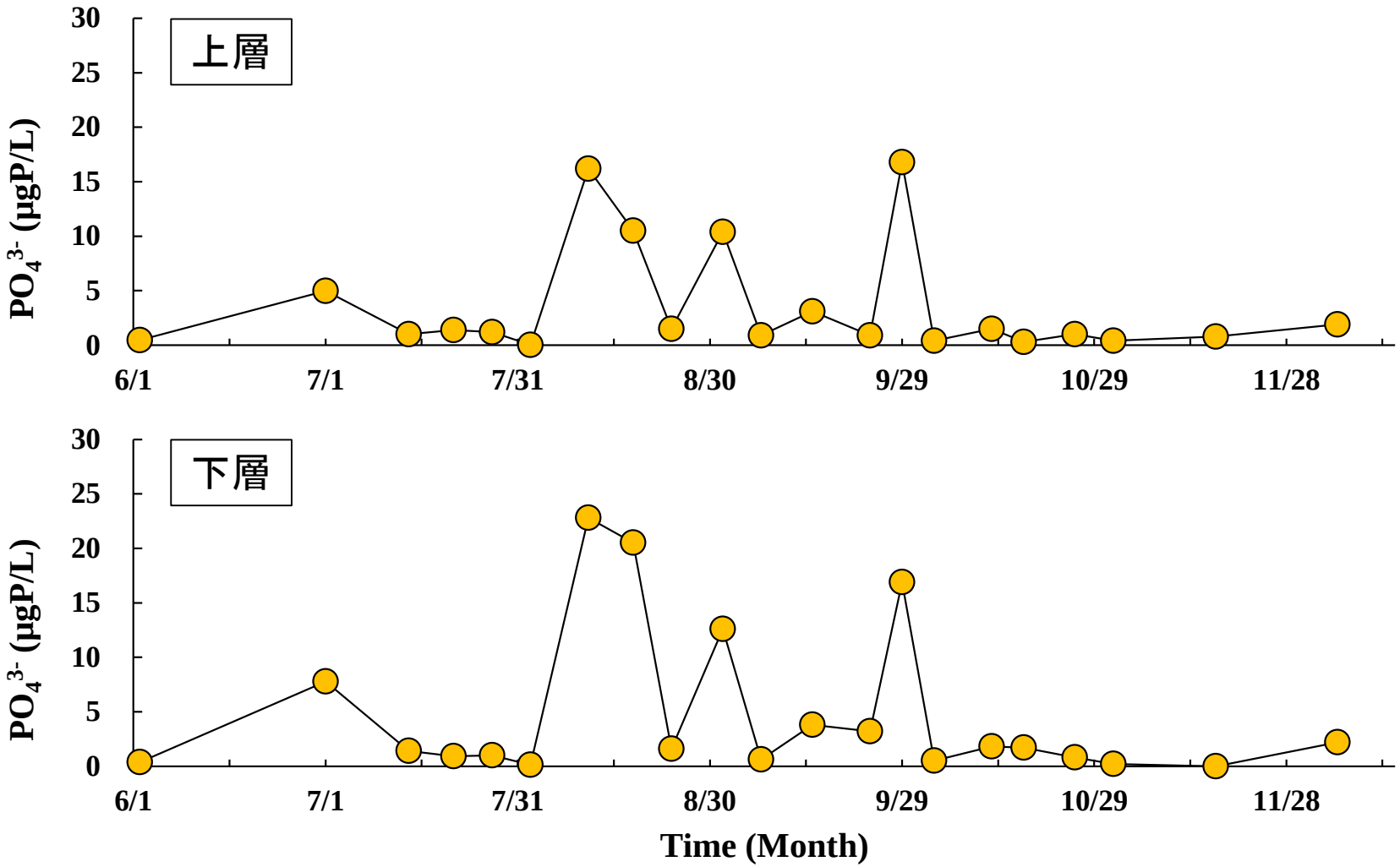
8～11月のPO_4^{3-}が高濃度で検出

（2021年を除く）

下層のPO_4^{3-}が溶出により増加

上層のPO_4^{3-}も増加

PO_4^{3-} (2021年)



8～9月のPO_4^{3-}が高濃度で検出

まとめ②

Microcystis sp.によるアオコ発生のメカニズム

→いつ、どのような水質条件で発生するのか

①水温のピークが7月末から8月上旬に位置

②水温ピークまでにまとまった流入量がある

③アオコ発生前からNH_4^+及びPO_4^{3-}が高濃度で存在

今後の予定

・アオコ判別式による発生予測

・アオコ発生前からの宍道湖水質調査
（採水・分析・顕微鏡観察）

・アオコ判別式の更新
（直近データを追加する等）