

令和4年度 琵琶湖水質変動の特徴

琵琶湖環境科学研究センター
環境監視部門

令和5年(2023年)6月20日

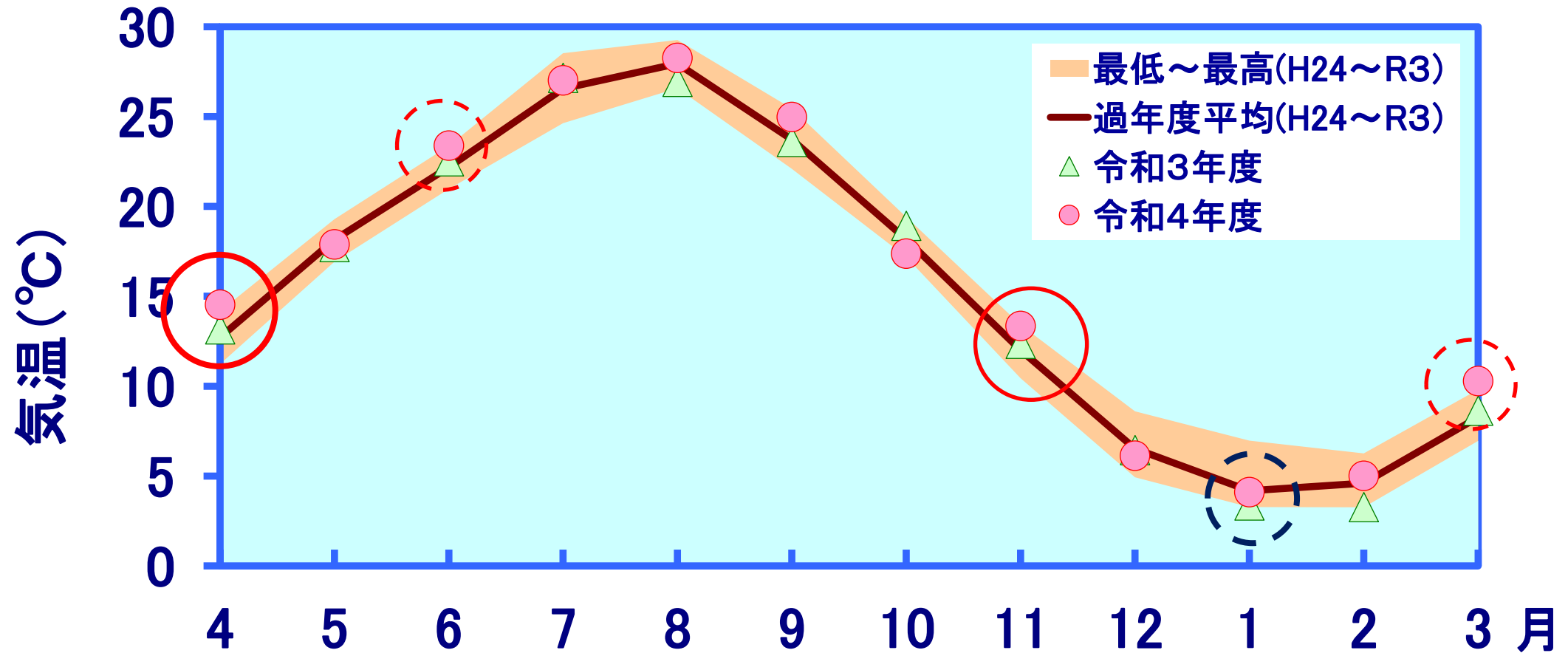
琵琶湖水質変動の特徴と主な要因

1. 気象の特徴と水象への影響
2. 北湖の全窒素の状況
3. 令和4年度における琵琶湖水質の特徴
4. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況
5. まとめ

琵琶湖水質変動の特徴と主な要因

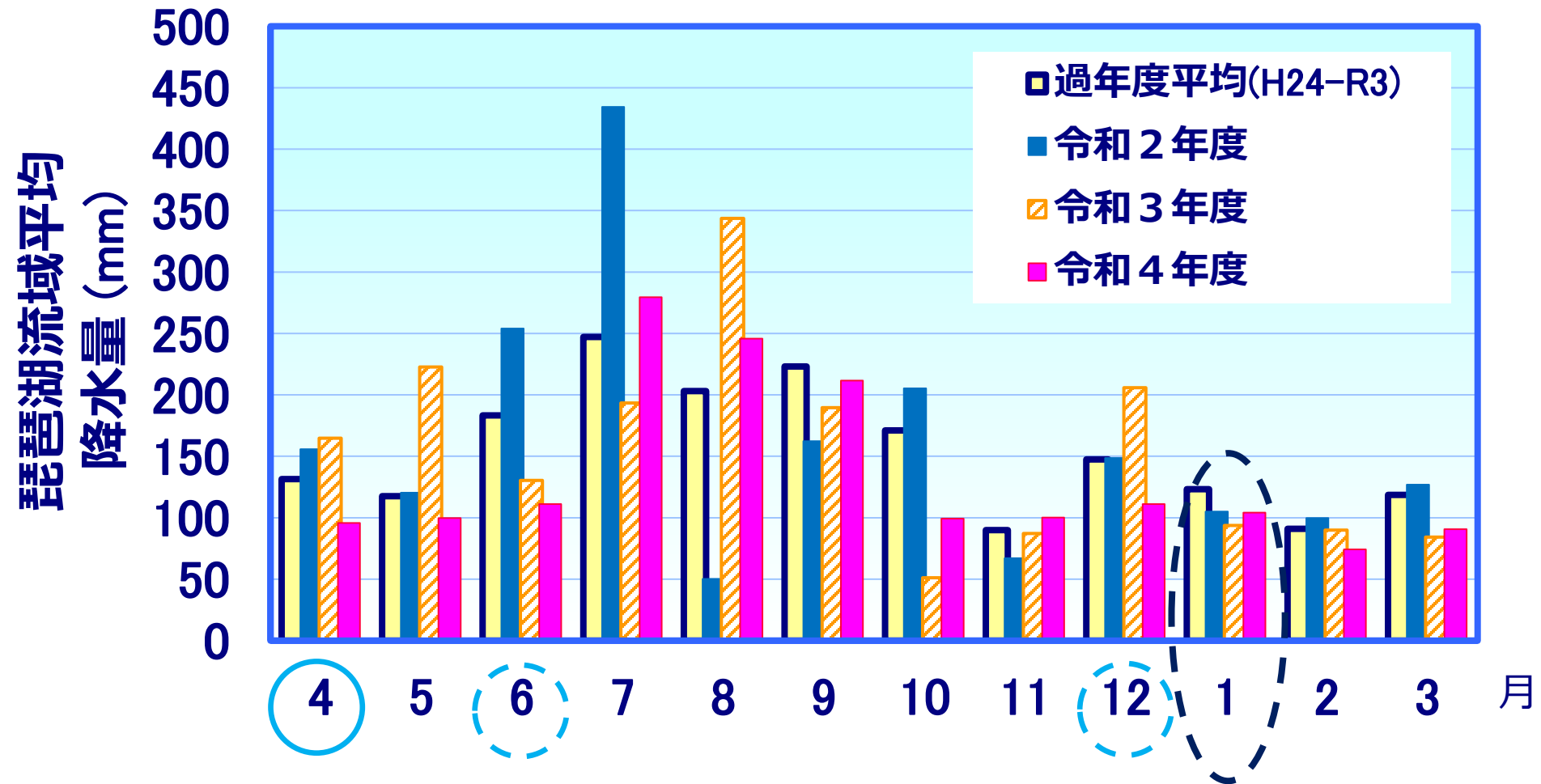
1. 気象の特徴と水象への影響
2. 北湖の全窒素の状況
3. 令和4年度における琵琶湖水質の特徴
4. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況
5. まとめ

月別平均気温の推移(彦根)



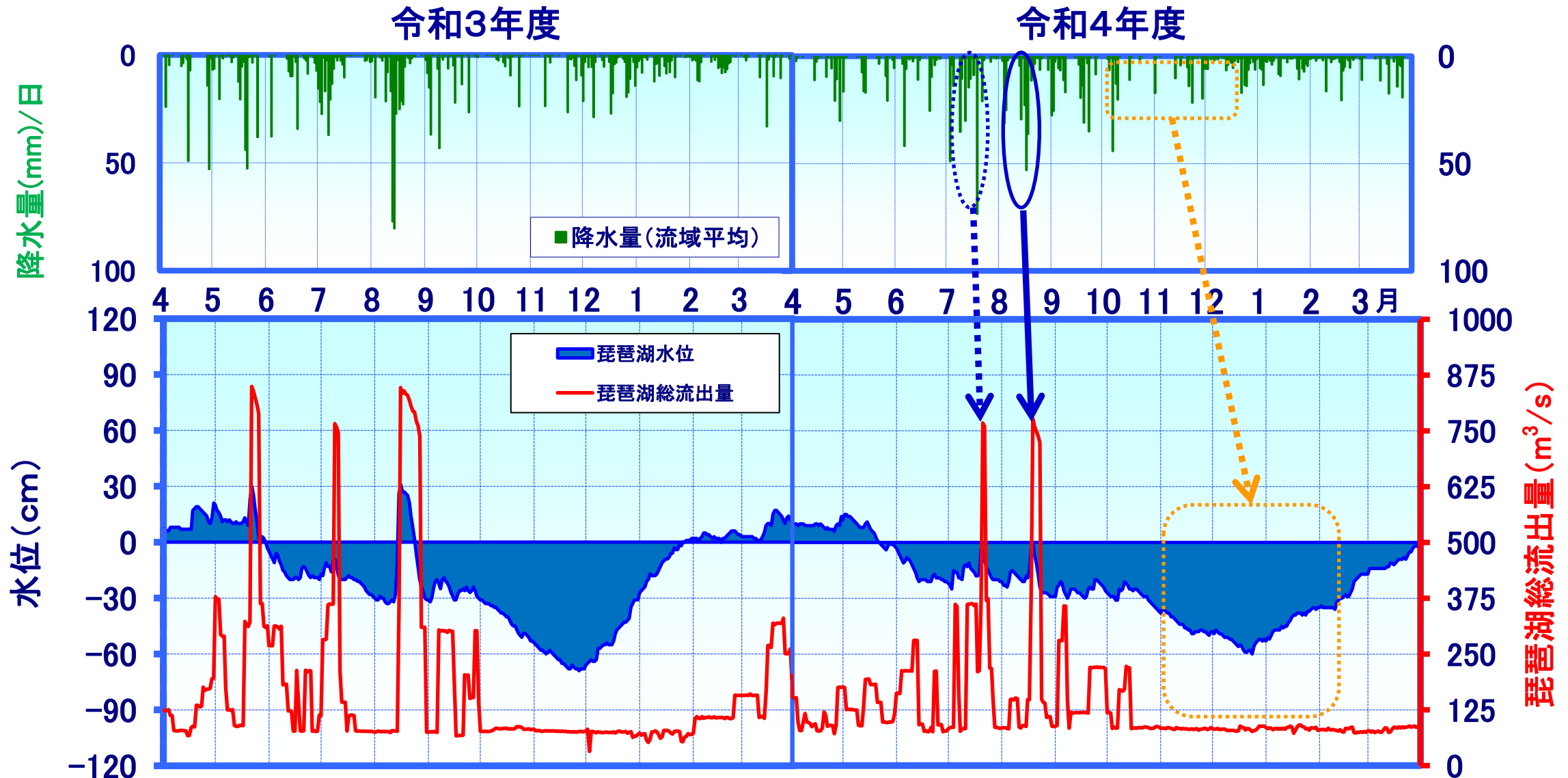
- ・ 4月、6月、11月、3月の**気温は高かった** (4、6、3月は過年度最高値超)
- ・ なお1月24日から25日にかけて寒気が流れ込み、各所で日最低気温を更新するなど、**記録的に冷え込んだ**。

琵琶湖流域平均降水量の月別比較



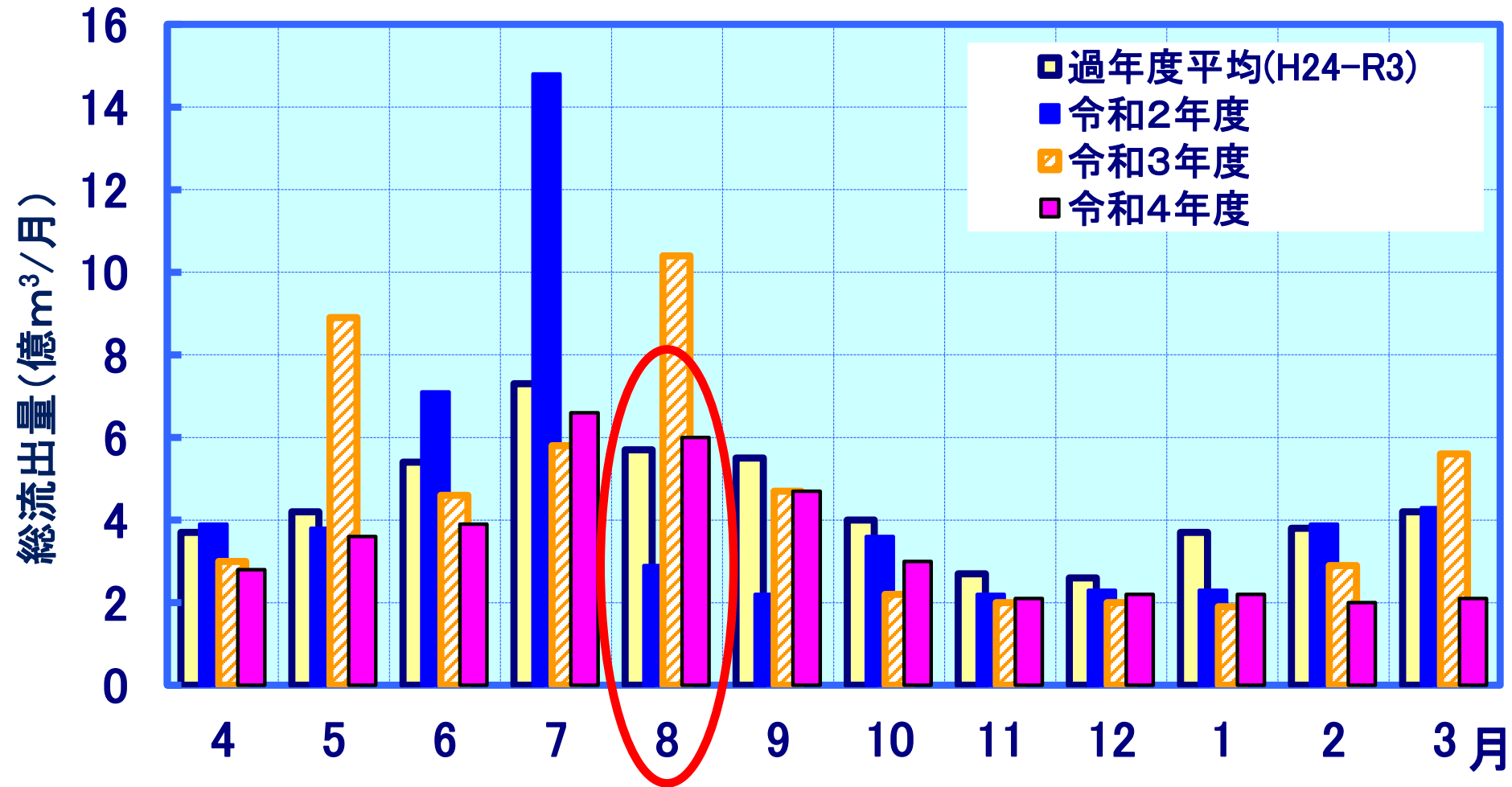
- ・ 過年度と比較して4月、6月、12月はやや少なかった。
- ・ なお1月の寒気の流れ込みにより、25日12時までの最深積雪は彦根で18cmを観測された。

流域平均降水量および琵琶湖水位、流出量の変動



データ: 国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所
水位・流量は午前6時のデータ

琵琶湖総流出量の月別比較



- ・ 8月を除き、過年度平均以下の流出量（総放流量は過年度最少）
- ・ 8月16日から18日にかけて大雨 → 水質に影響（SSの増加、後述）

令和4年度の気象の特徴

彦根地方気象台「気象月報・年報」より

- 【気温】 4月、6月、3月は過年度最高値より高く、11月はやや高いなど、全体としては平年（H3～R2）より高い月が多くあった。
- 【降水量】 7月、8月に浸水被害が発生する集中豪雨はあったが、4月、6月、12月でやや少なく、年間を通してみると降水量の少ない年であった。
(過年度で2番目に低い水位となった。)

令和4年度の水象の特徴

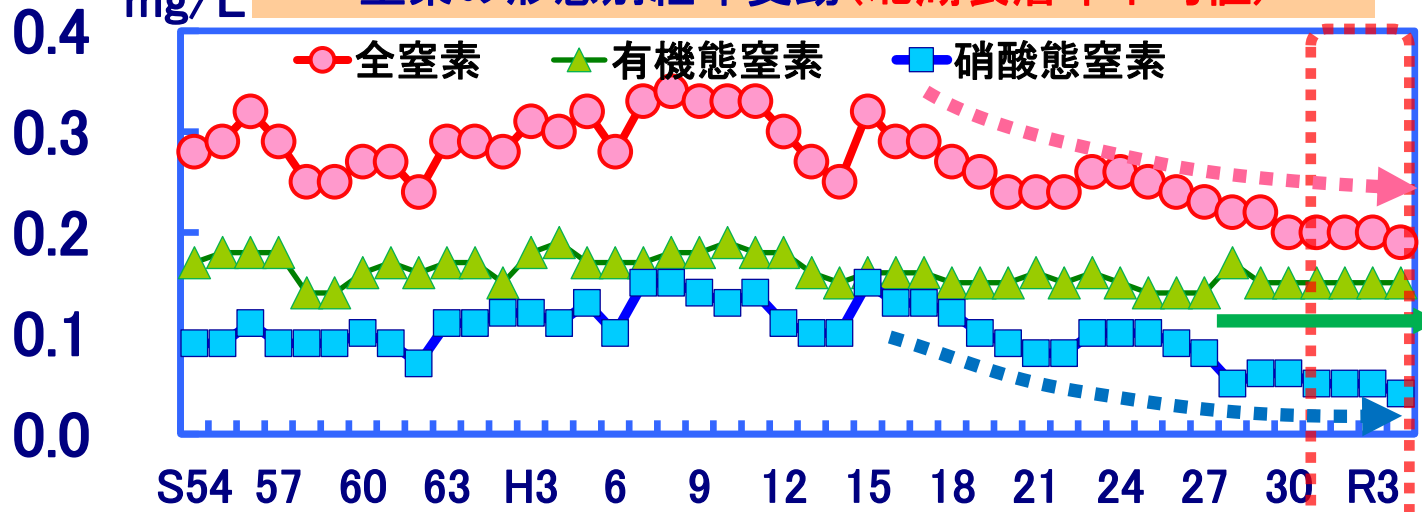
- 【流出量】 8月を除き、各月過年度平均値を下回っていた。
年間総流出量は過年度最少であった。

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

1. 気象の特徴と水象への影響
2. 北湖の全窒素の状況
3. 令和4年度における琵琶湖水質の特徴
4. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況
5. まとめ

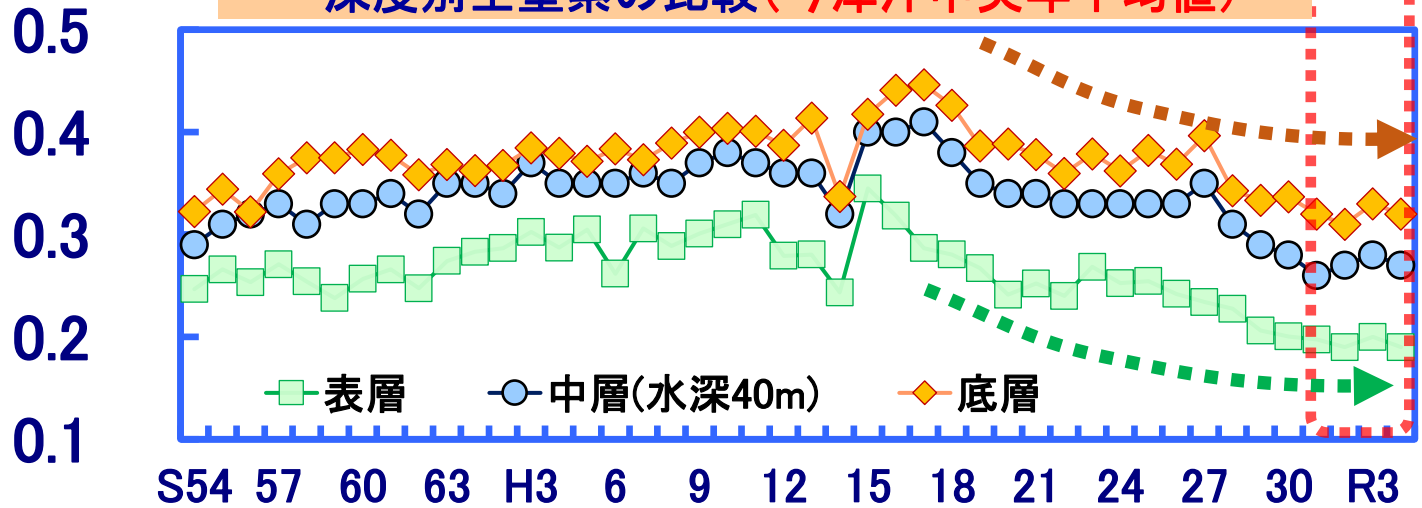
形態別窒素、深度別窒素の経年変動

窒素の形態別経年変動(北湖表層年平均値)



データ:国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

深度別全窒素の比較(今津沖中央年平均値)

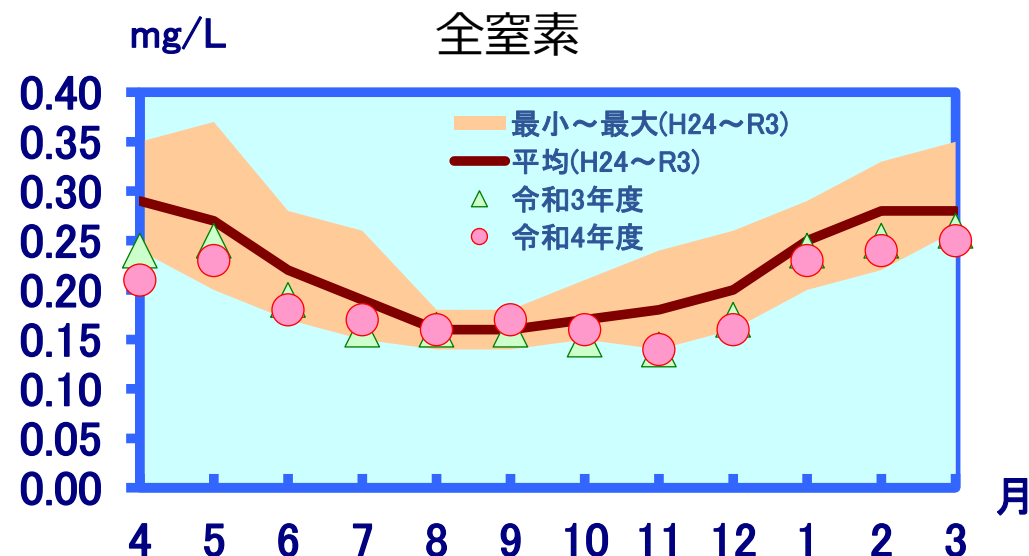
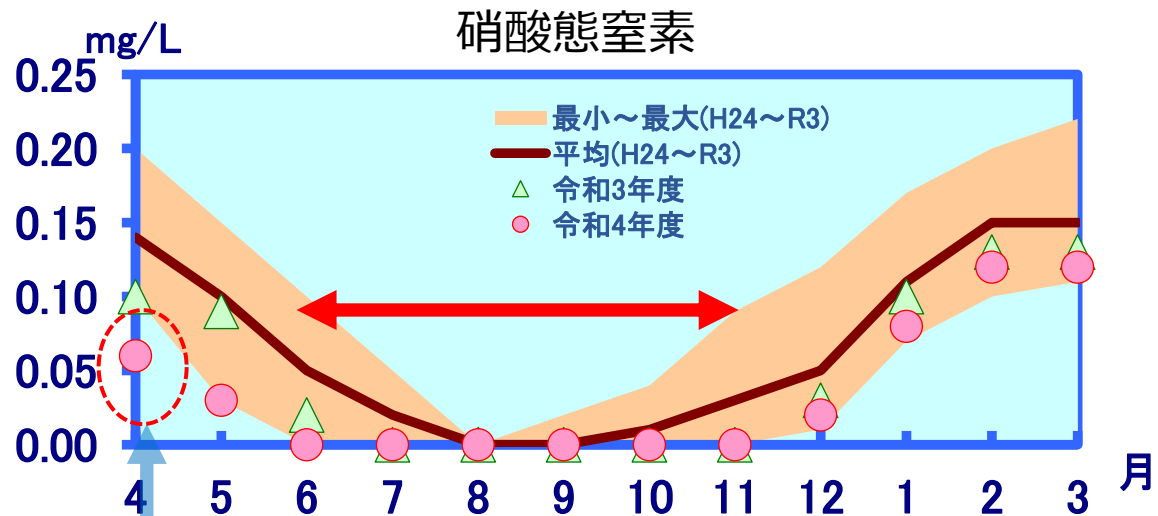


データ:滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

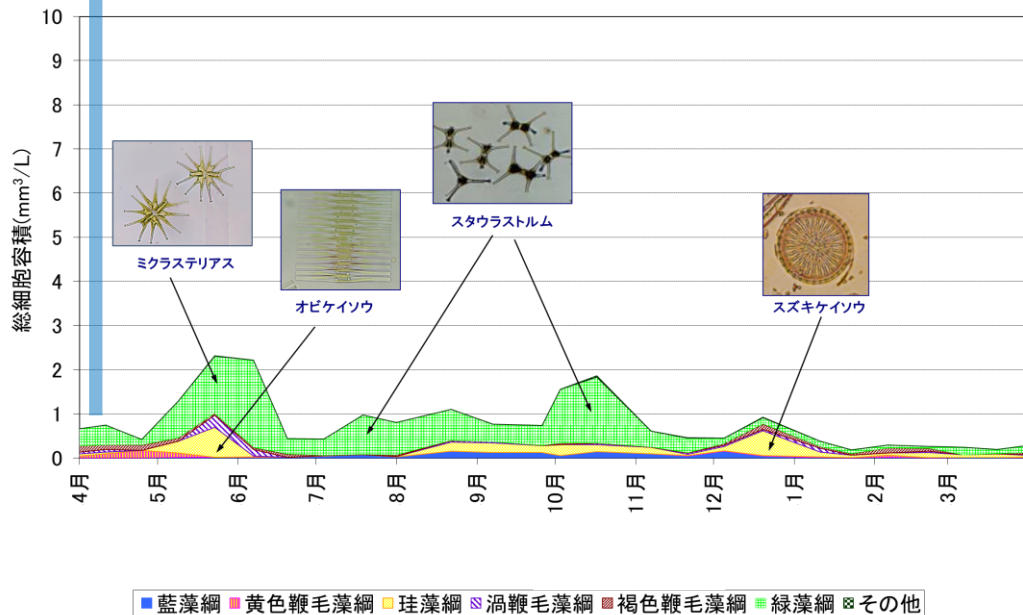
- **全窒素**は
 - H16年度～H30年度減少
 - ～R3年度横ばい
 - R4年度0.19mg/Lと過去(S54年調査開始以降) **最低**
- **硝酸態窒素**は全窒素と同様の傾向で**減少**。全窒素減少の主要因
- **有機態窒素**についてはH29年度以降**横ばい**

- **水深方向の全窒素**も表層と同様の傾向で**減少**
- R元年度頃から**横ばい**

北湖硝酸態窒素、全窒素の経月変動(表層平均値)



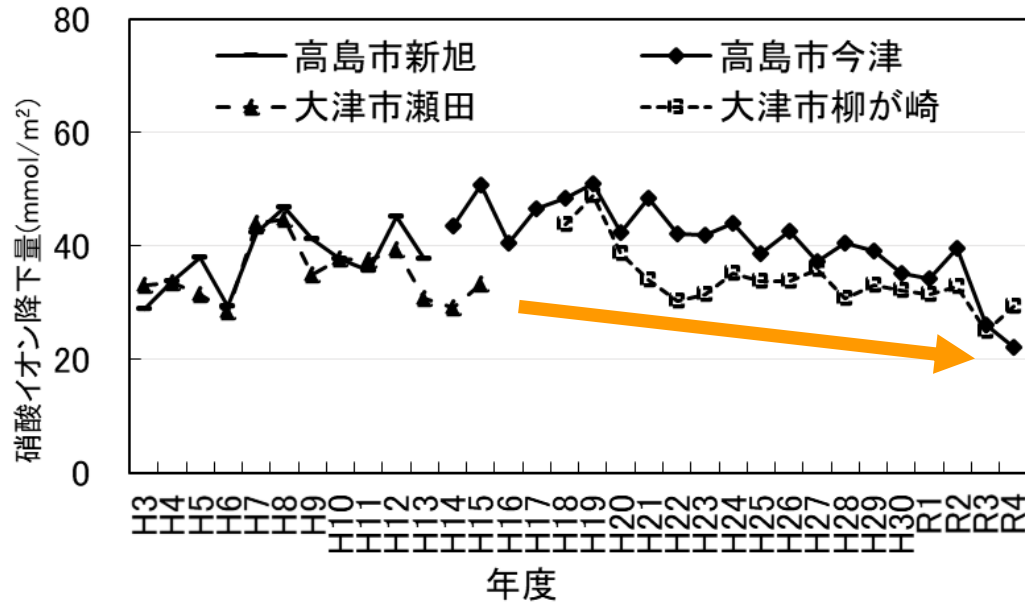
北湖における 植物プランクトン総細胞容積の変動(今津沖中央0.5m層,令和4年4月～令和5年3月)



- 全窒素、硝酸態窒素ともに、年間を通じて低い濃度で推移。
- とともに、4月の過去最低値。
- 4月の植物プランクトン総細胞容積がこの時期としては比較的多く、硝酸態窒素を吸収したと推定(後述)。
- 硝酸態窒素の枯渇期間が長期に渡っている。

全窒素、硝酸態窒素減少についての考察

①降水による硝酸イオン降下量



降水による硝酸イオン降下量は、
横ばいから近年減少で推移

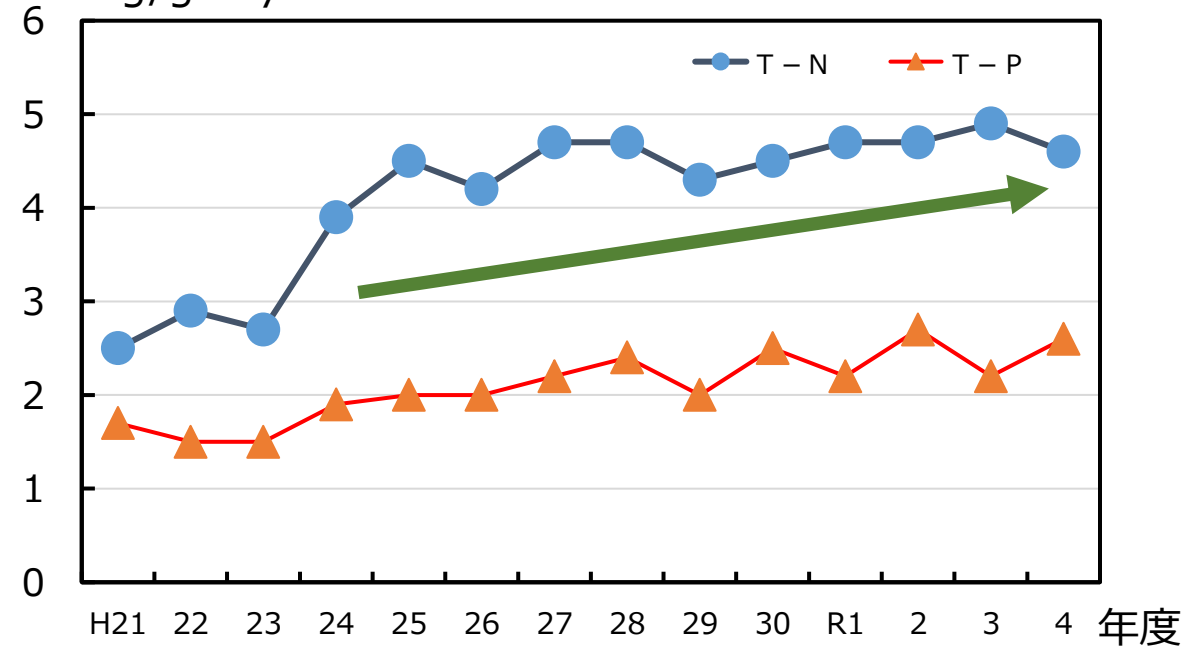


湖水の硝酸態窒素の減少に
関係している可能性あり

②底泥中の全窒素、全りん

の経年変動
(今津沖中央、底泥表層1cm、年1回)

mg/g-dry



底泥中の全窒素が増加傾向、全りんもやや増加傾向



底泥に蓄積している可能性あり

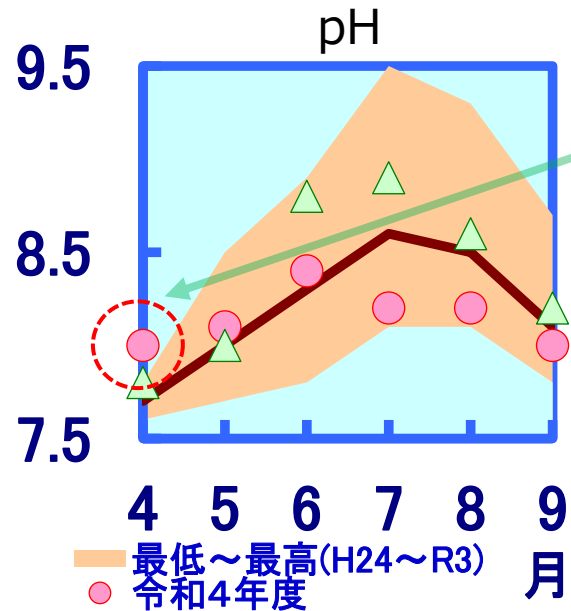
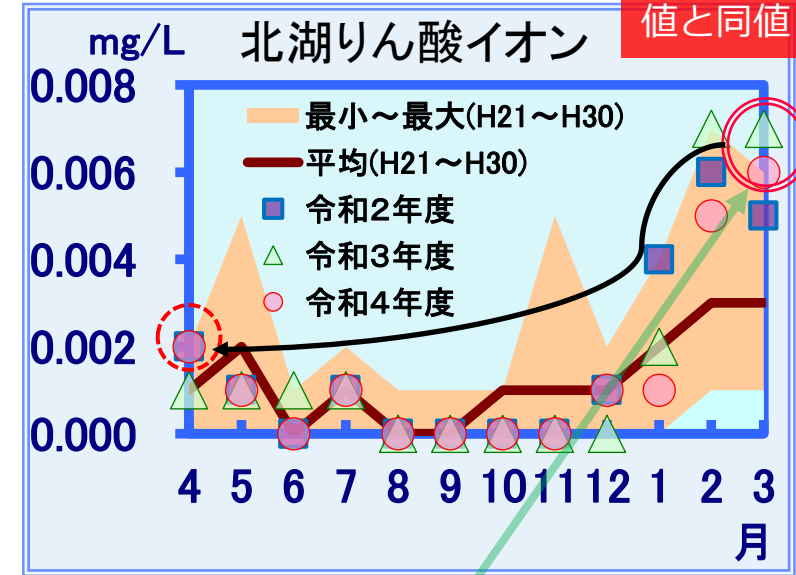
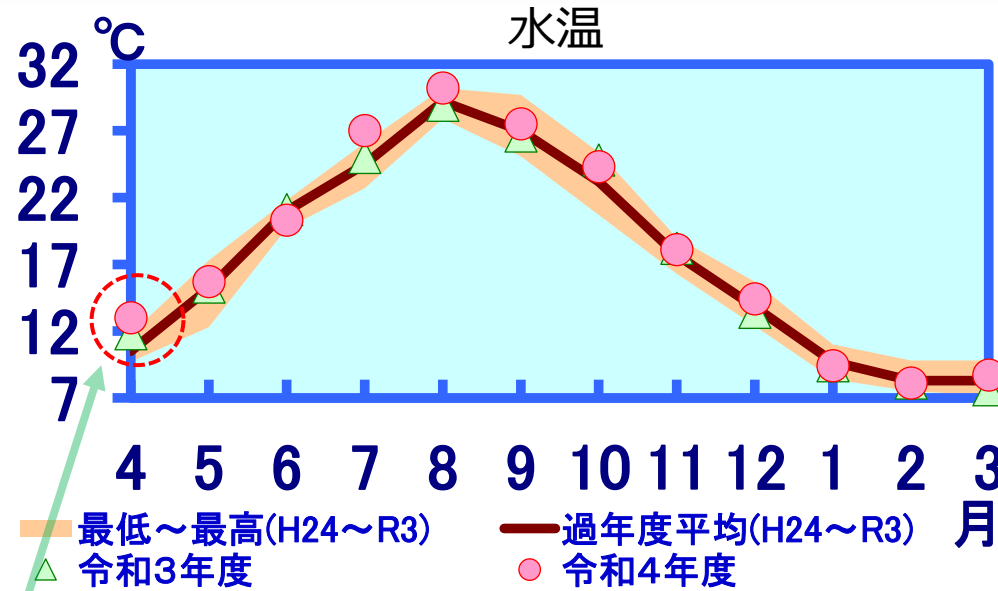
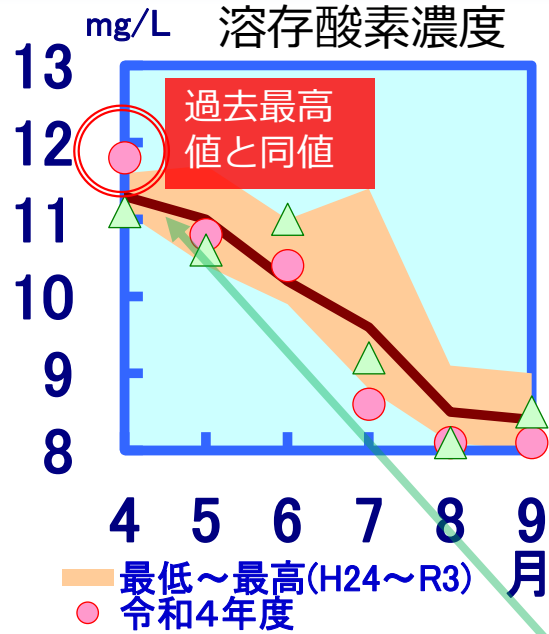
北湖における窒素の状況

- 全窒素は、H16年度～H30年度に減少、～R3年度は横ばい。R4年度はS54年度調査開始以降最低値を記録。水深方向の全窒素も表層と同様の傾向で変動。
- 硝酸態窒素は全窒素と同様の傾向で減少。全窒素減少の主要因。
- 令和4年度の硝酸態窒素も過去最低値と同値。
- 有機態窒素についてはH29年度以降横ばい傾向。
- 降水からの硝酸態窒素の負荷は減少傾向。一方で、北湖底泥の全窒素は増加傾向にあり、底泥に蓄積している。→湖水から全窒素が減少している原因か。

琵琶湖水質変動の特徴と主な要因

1. 気象の特徴と水象への影響
2. 北湖の全窒素の状況
3. 令和4年度における琵琶湖水質の特徴
4. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況
5. まとめ

北湖における4月の表層水質の変動について①

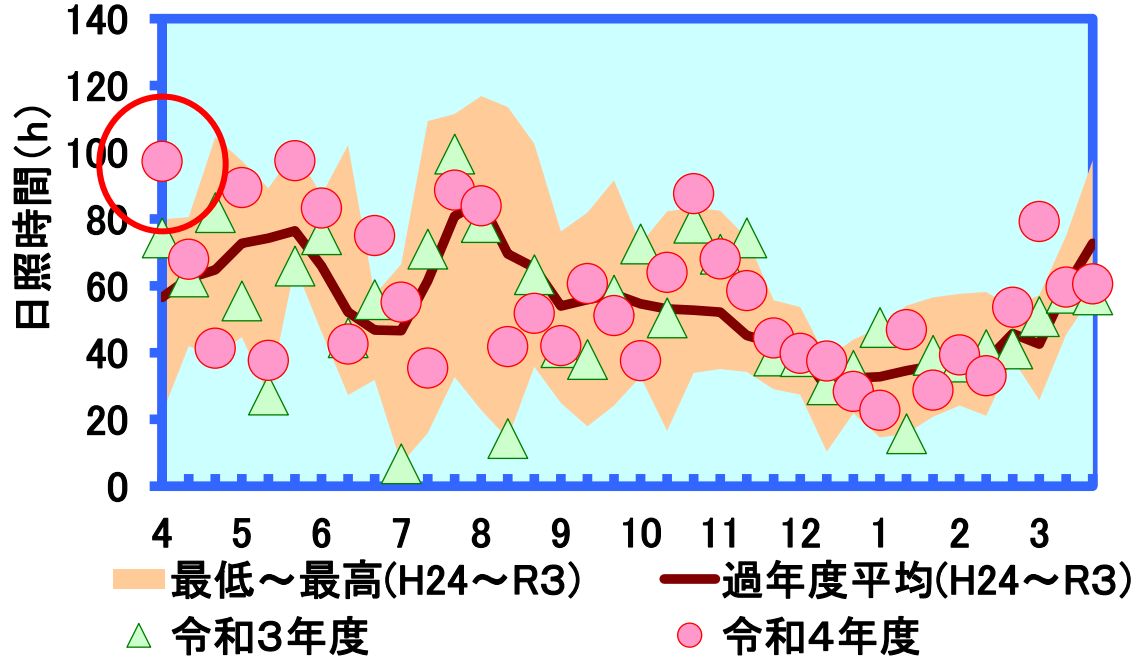


- 4月の表層DOは過年度最高値（過去最高値と同値）
- 水温、pHも過年度最高値
- 前年度3月にりん酸イオンが過去最高値と同値と高く、その後4月に0.002mg/Lまで大きく減少
 - ※3月 0.007mg/L→4月0.002mg/L=0.005mg/Lの減少
- 硝酸態窒素も0.06mg/Lまで大きく減少（前出）
 - ※3月：0.13mg/L→4月：0.06mg/L=0.07mg/Lの減少

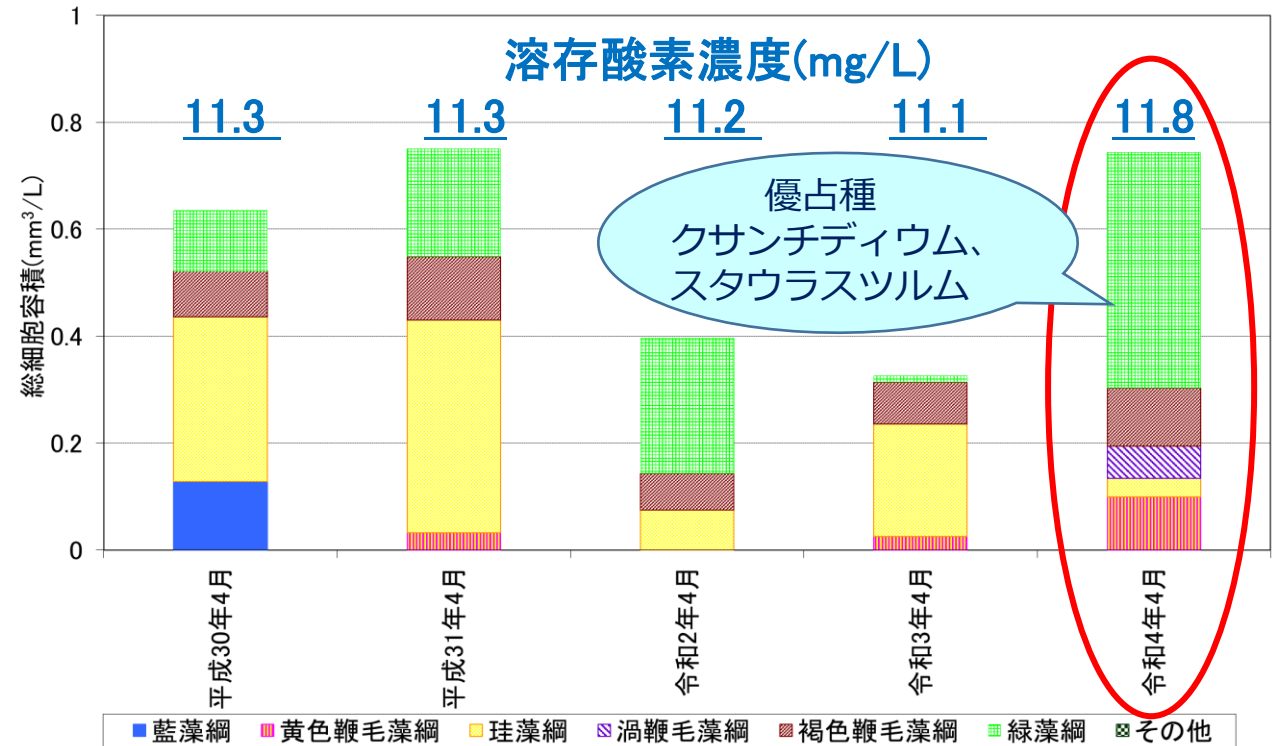
北湖における4月の表層水質の変動について②

北湖における 植物プランクトン総細胞容積の変動(今津沖中央0.5m層,平成30年4月～令和4年4月)

日照時間(旬ごと)



・4月上旬における日照時間はかなり多かった。



・令和4年4月における総細胞容積が比較的**多かった**。特に、緑藻と黄色鞭毛藻が水質変動に寄与か。

3月：増加したりん酸 + 硝酸態窒素

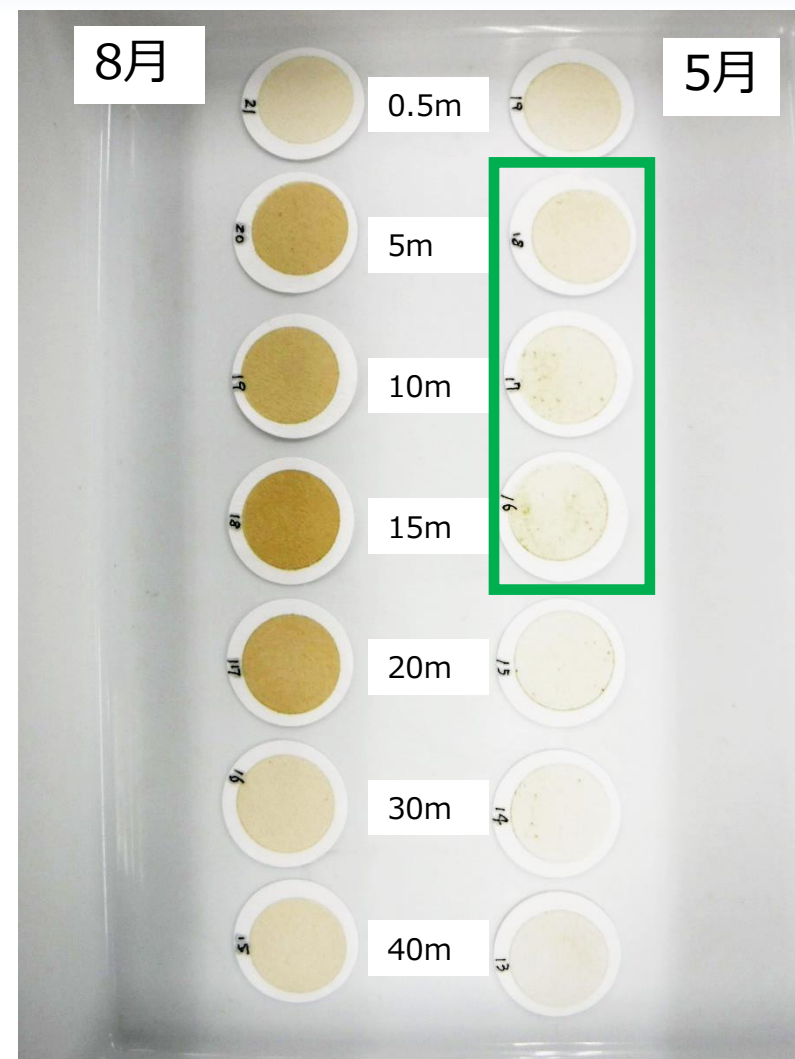
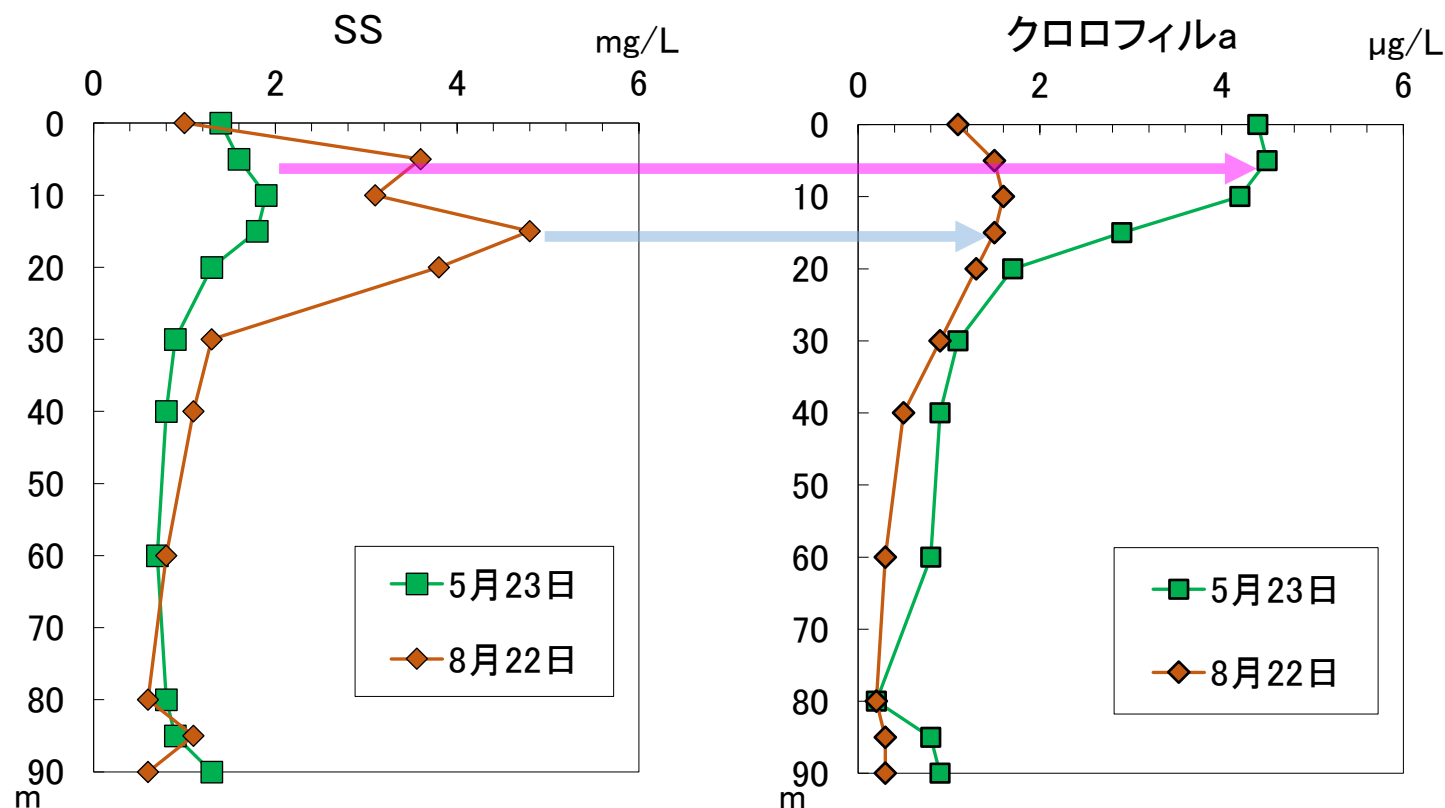
4月としては高気温で日射量の多い気象



4月：早い時期に植物プランクトンの増加が促進→DO上昇、**硝酸態窒素減少**

今津沖中央における水深10m前後のSSについて①

5月と8月のSS増加の特徴と差異

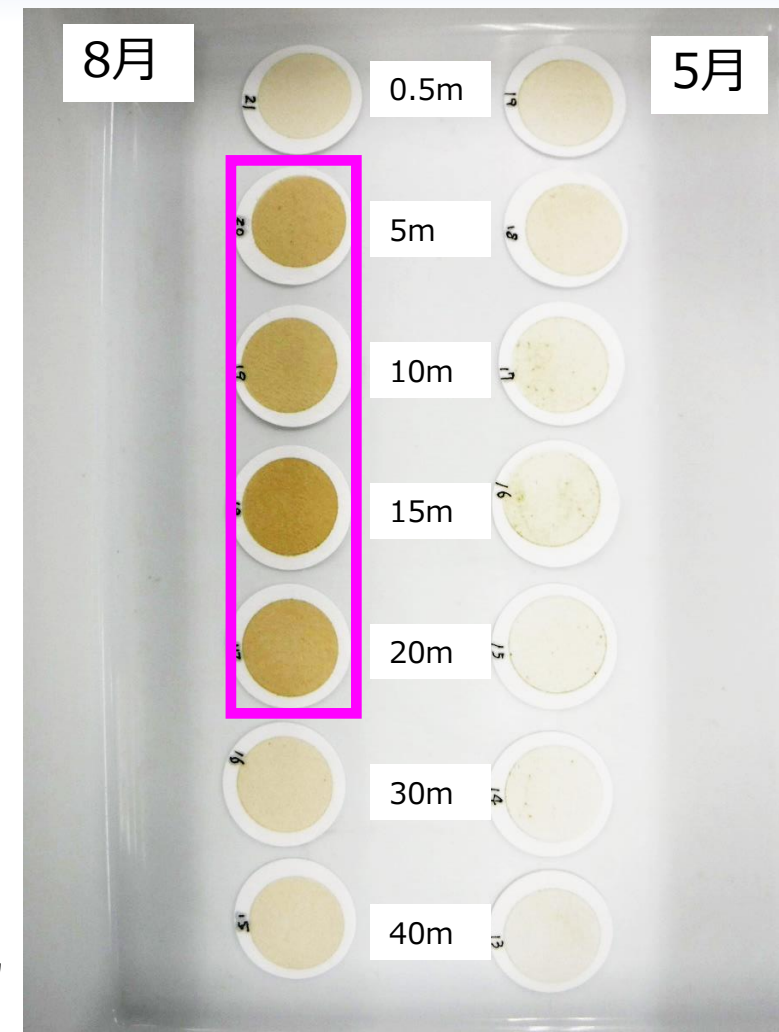
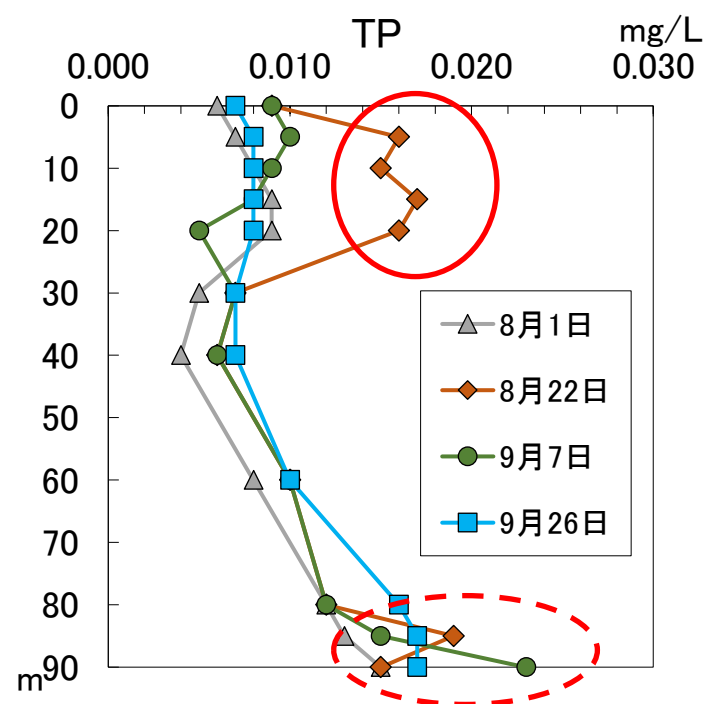
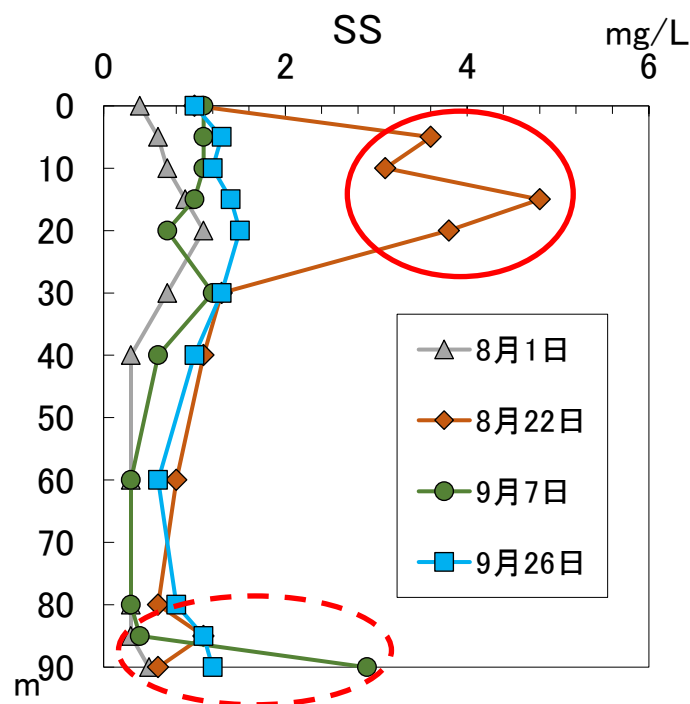


- 5月23日、8月22日に5～15m（8月は～20m）で比較的高い濃度のSSを観測。
- 5月はSSと同じ水深でクロロフィルaも同時に増加、8月はSSが顕著に増加。

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

今津沖中央における水深10m前後のSSについて②

8月のSS増加の特徴



- 8月22日は、**全りんがSSの増加と類似の分布**。8月1日と比較し特異的に増加。SSと全りんの鉛直分布が高かった20m層の**全鉄も0.195mg/L**（通常0.05mg/L未満）と特異値。
- 8月16日から18日にかけての集中豪雨で、今津沖中央の**透明度も4.5m**と低下（8月1日は9.6m）
- 成分から土壌由来と考えられ、直前に豪雨があったことから濁水の流入が影響したものと推定。
- 9月7日との比較から、**SSと全りんはともに減少**し、沈降が示唆される分布。

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

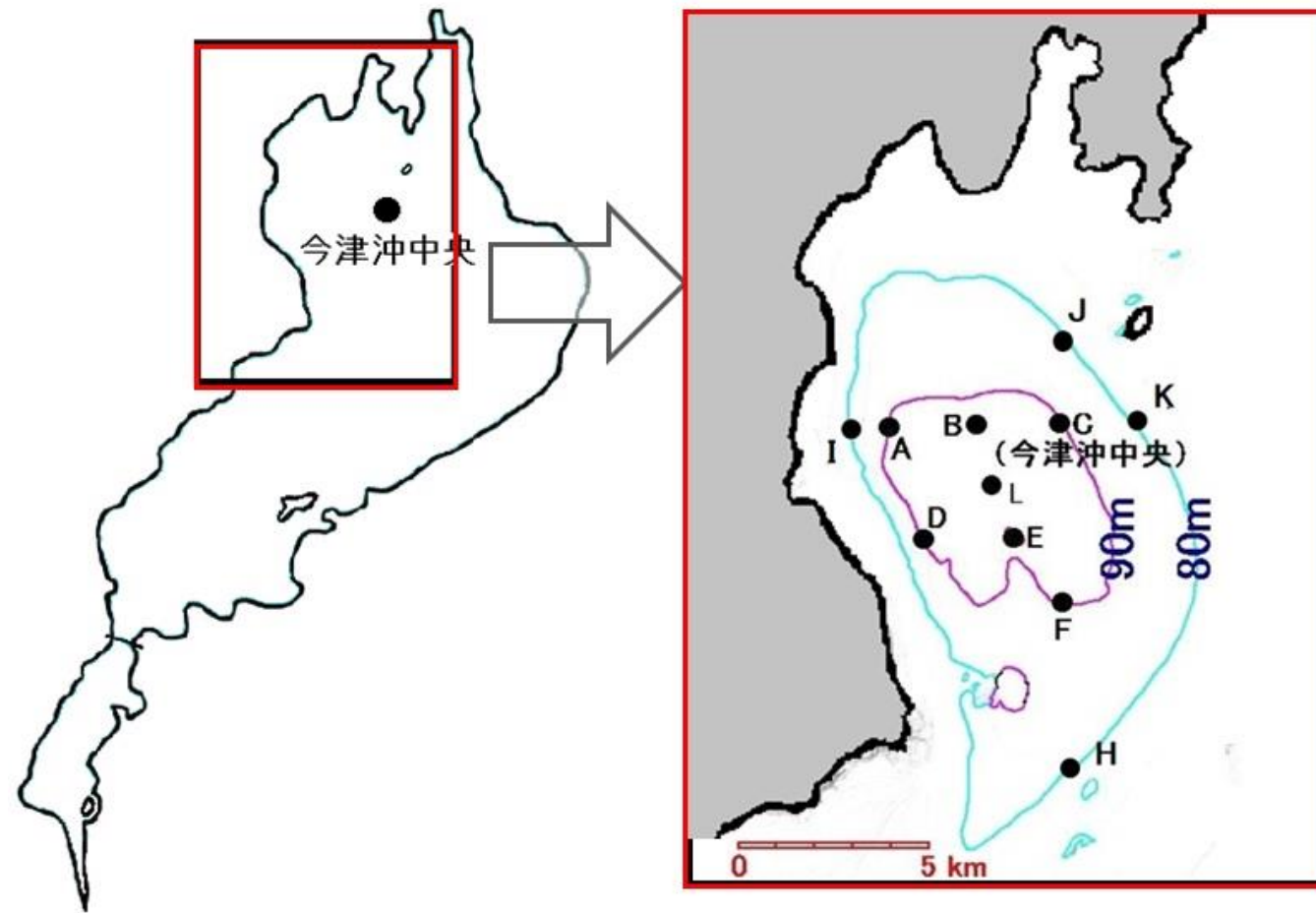
令和4年度に北湖で見られた水質の特徴的な変動

- 北湖において4月に表層DOが過年度最高値。
 - 前年度3月に高濃度であったりん酸イオンが4月に大きく減少、硝酸態窒素も大きく減少。
 - これら栄養塩を利用し、高気温・長日照時間の気象を背景に、植物プランクトンの増加により、DOが上昇したものと推定。
-
- 5月23日、8月22日に今津沖中央水深10m前後で比較的高い濃度のSSを観測。
 - 5月は、SSと同水深でクロロフィルaも同時に増加。
 - 8月は、全りんと全鉄が増加し、その成分から土壌由来と考えられ、直前の豪雨と透明度の低下から、濁水の流入が影響したものと推定。

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

1. 気象の特徴と水象への影響
2. 北湖の全窒素の状況
3. 令和4年度における琵琶湖水質の特徴
4. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況
5. まとめ

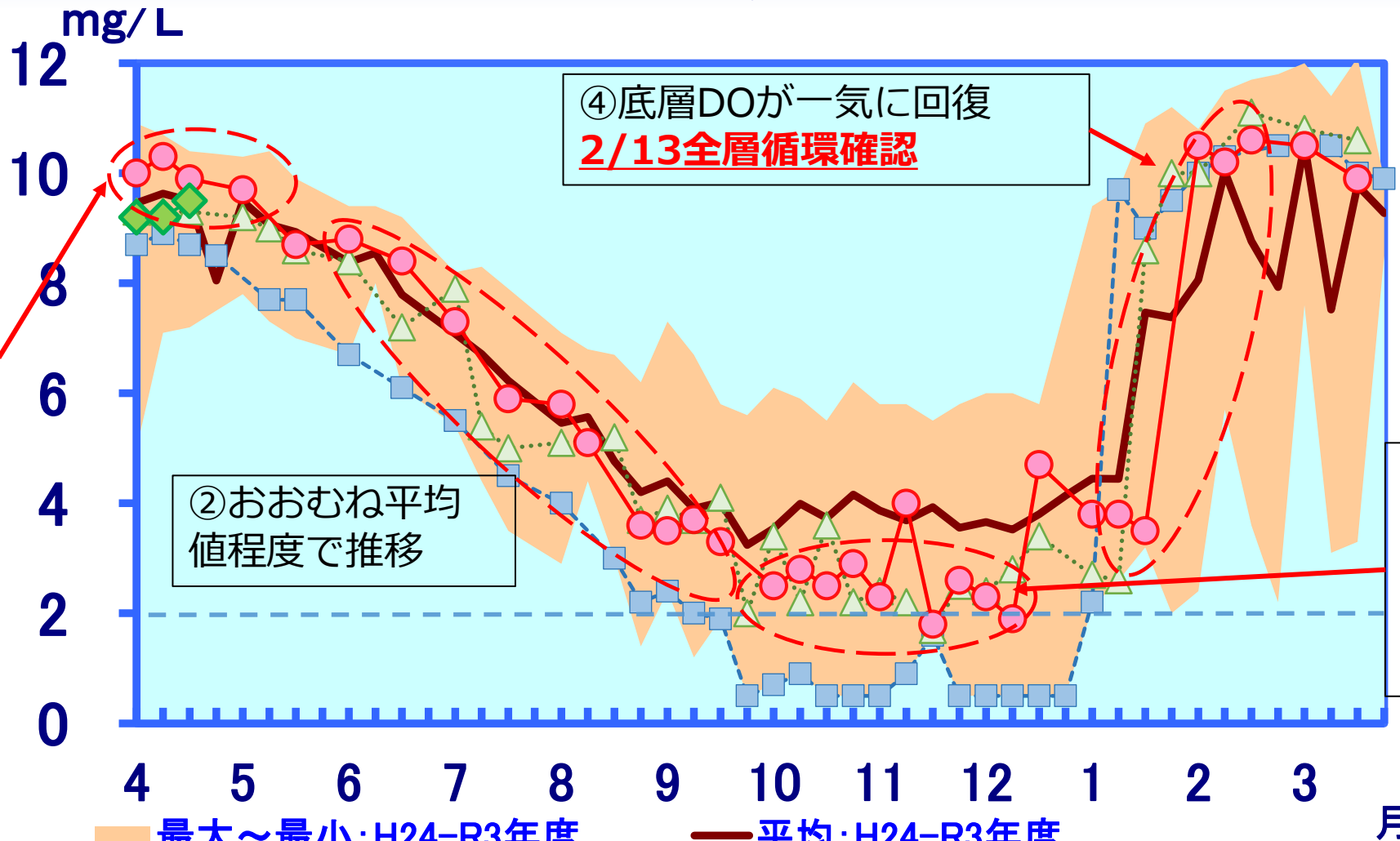
北湖深水層(底層DO)調査地点



令和4年度は

- ・ 水深約90m地点 (A~F,L) および底層DO低下時には、
- ・ 水深約80m地点 (H,I,J,K) を追加して調査実施

今津沖中央における底層（湖底上1m）のDOの経月変動



①R3年度の全層循環完了を経て4年ぶりに4月の底層DOが10mg/Lを超える高い値

②おおむね平均値程度で推移

④底層DOが一気に回復
2/13全層循環確認

③10月前半頃から平均値を下回る。
遅い時期(11/21)に2mg/Lを下回った。

- 最大～最小: H24-R3年度
- 平均: H24-R3年度
- 令和2年度
- ...△... 令和3年度
- 令和4年度
- ◇- 令和5年度

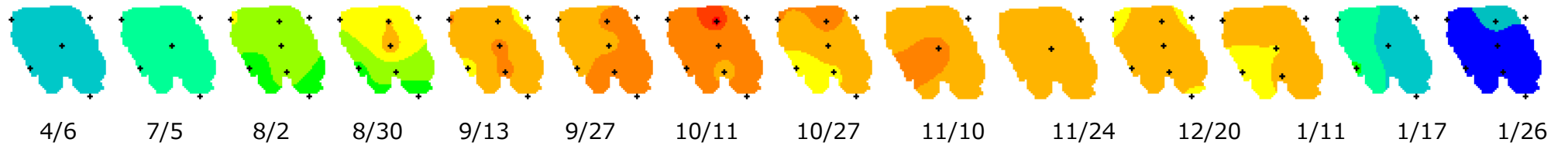
データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

北湖第一湖盆 底層DOの平面分布の経時変化

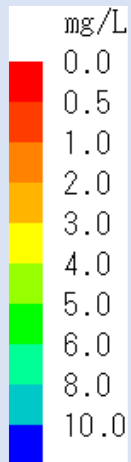
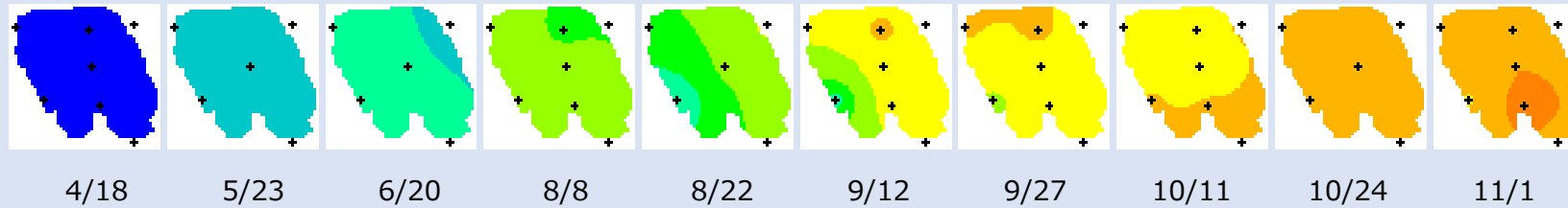
令和2年度



令和3年度



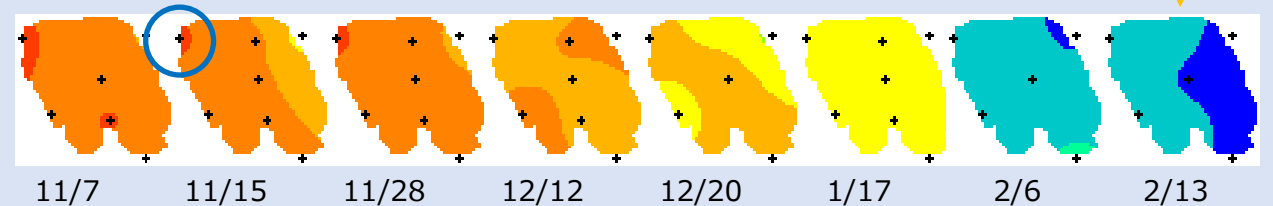
令和4年度



0.5mg/L未満（無酸素状態）は観測されなかった。

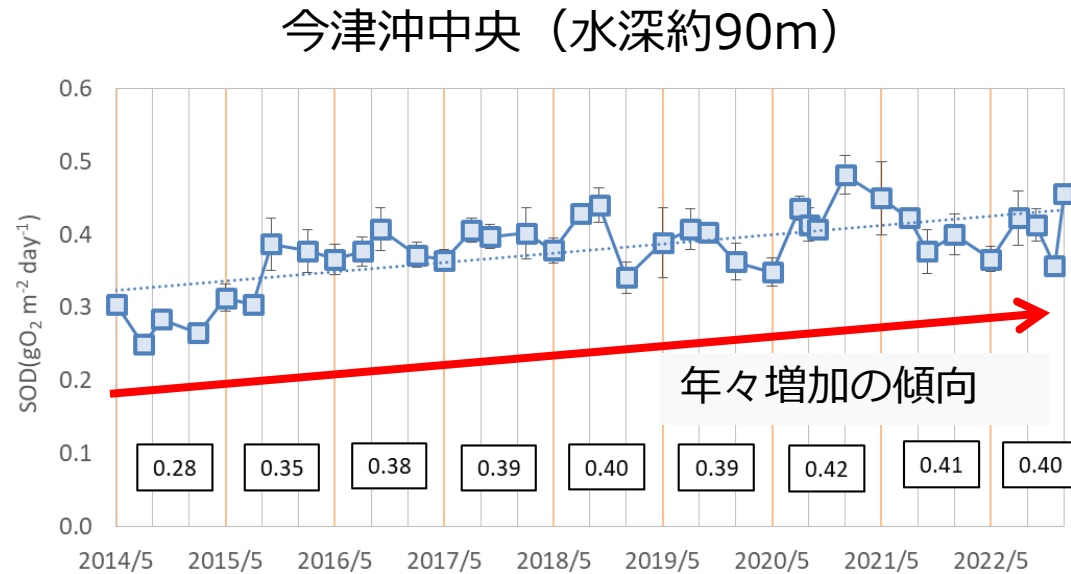
局所的に0.5mg/Lまで低下した

第一湖盆で全層循環を確認



10月以降の底層DOの低下要因についての考察

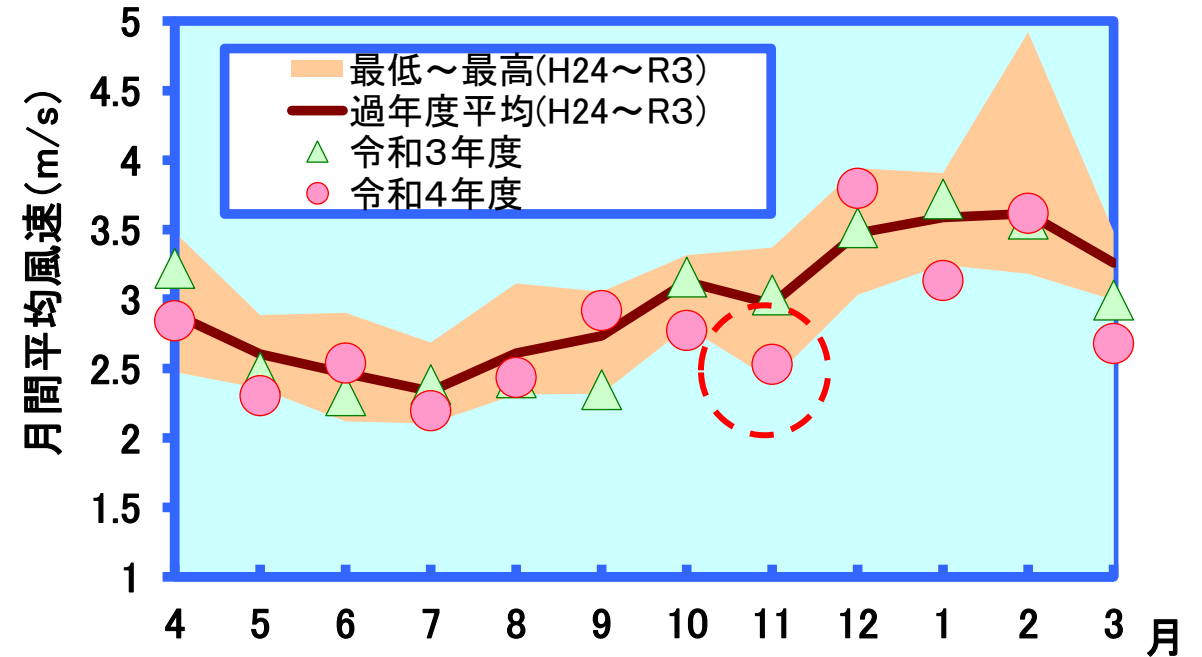
①底泥酸素消費量 (SOD) の経年変化



- SODは底層DOの主な消費因子である。
- 今津沖中央におけるSODは、年々増加の傾向にある。



②月間平均風速の経月変化

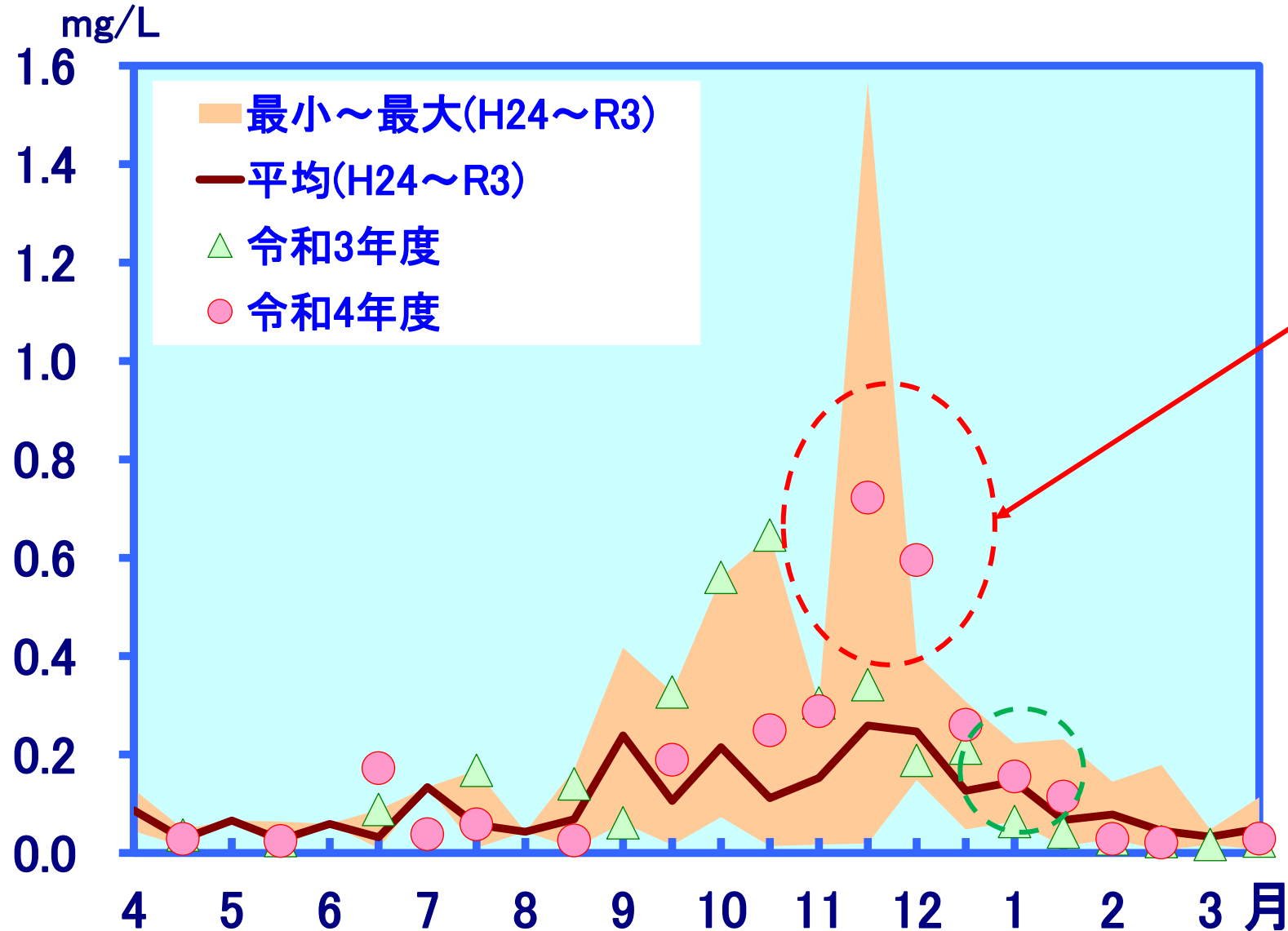


11月は気温が高く、10、11月は強い風が吹かなかったため、底層付近の混合も弱かった。



令和4年度もSODが比較的高い状況の下で、10月以降、底層付近の**混合が弱かったこと**が主な要因と考えられる。

今津沖中央(湖底から1m)におけるマンガンの経月変動

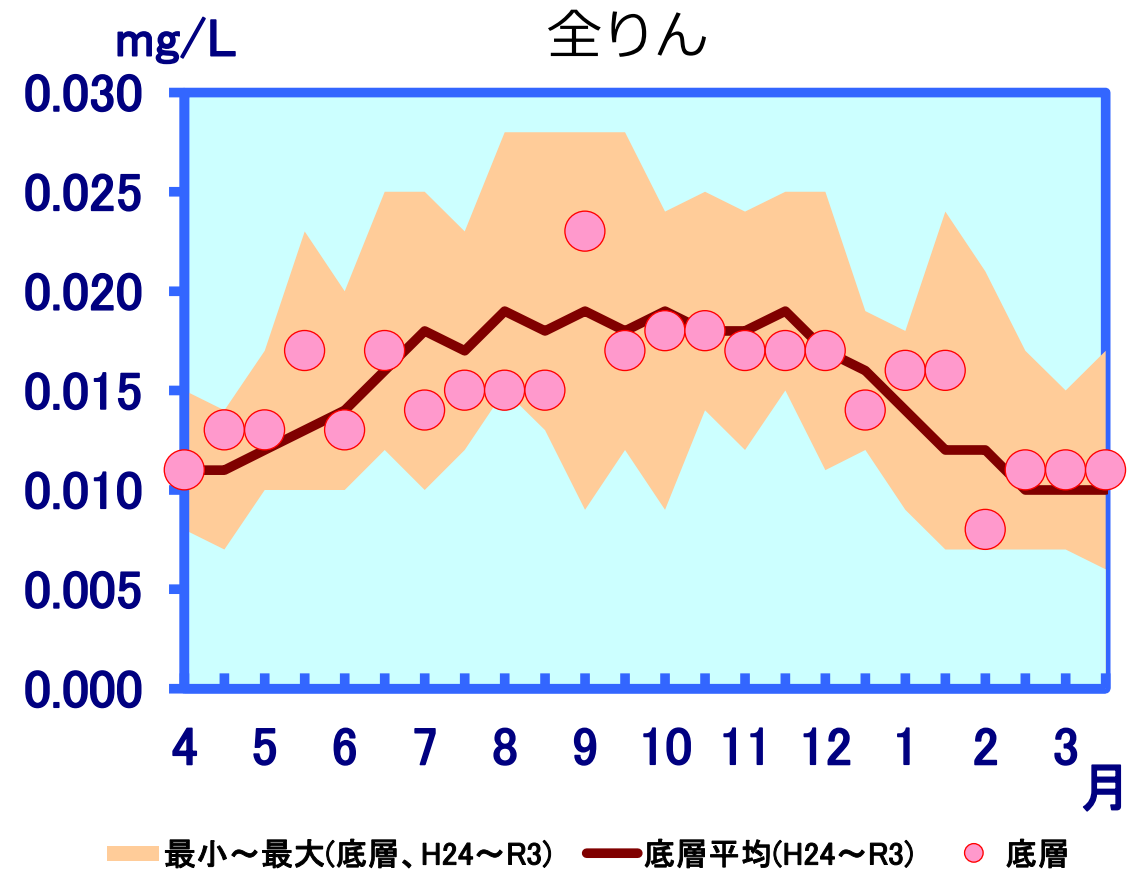
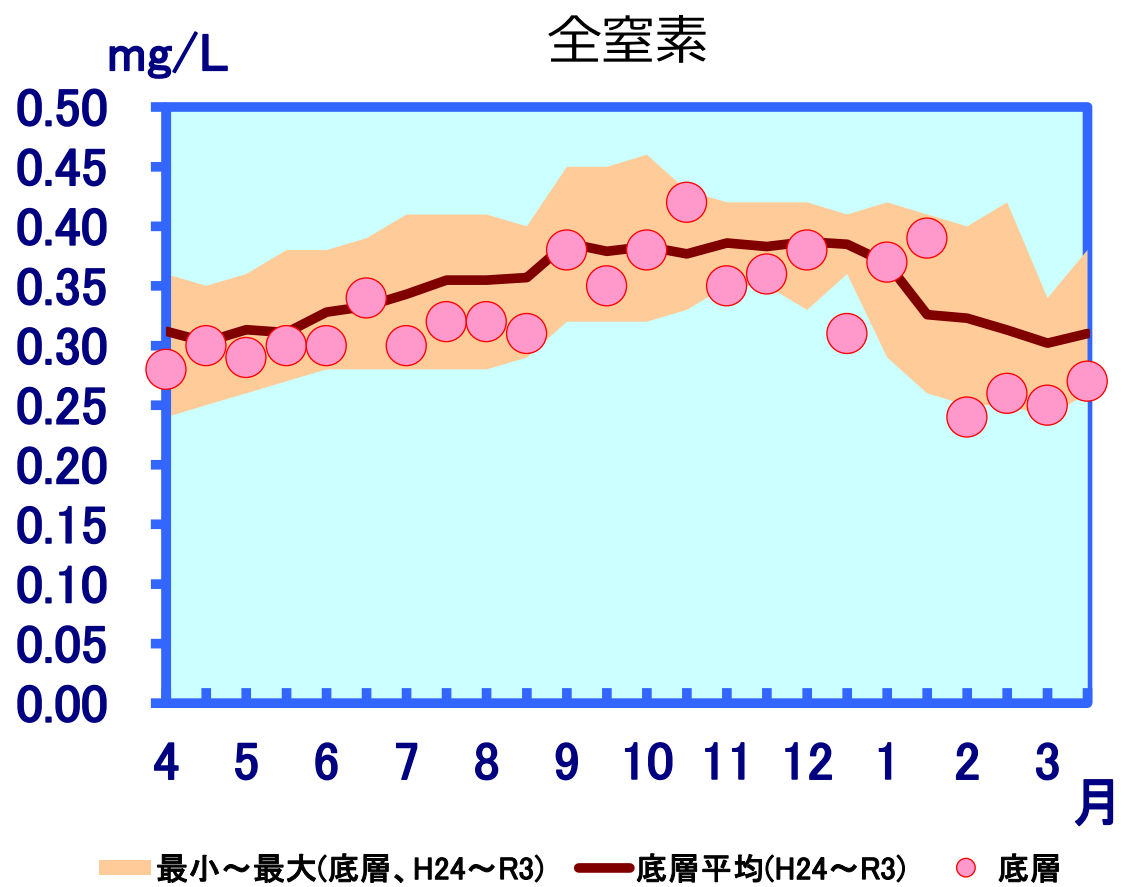


- 11月後半～12月後半までの間に過年度より高い水準のMnの溶出を確認した。
- 1月には過年度平均並みに戻った。

※砒素は年度を通じて報告下限値未満

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

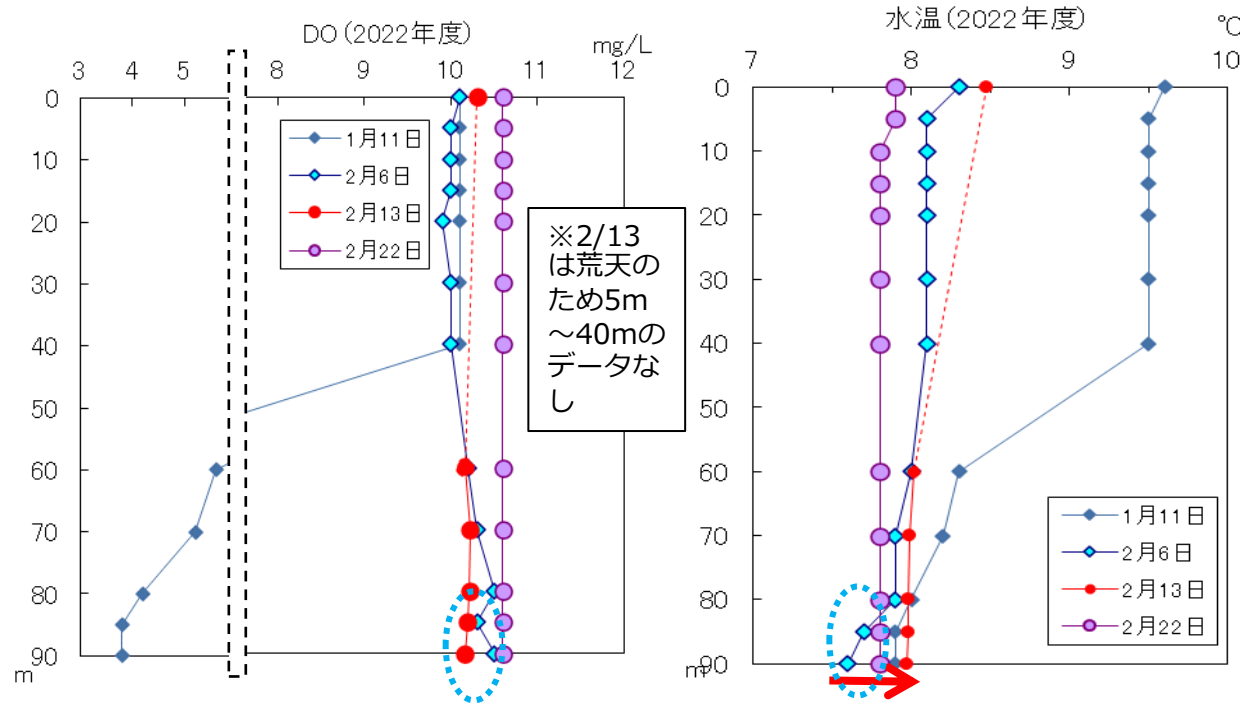
今津沖中央(湖底から1m)における全窒素・全りんの変動



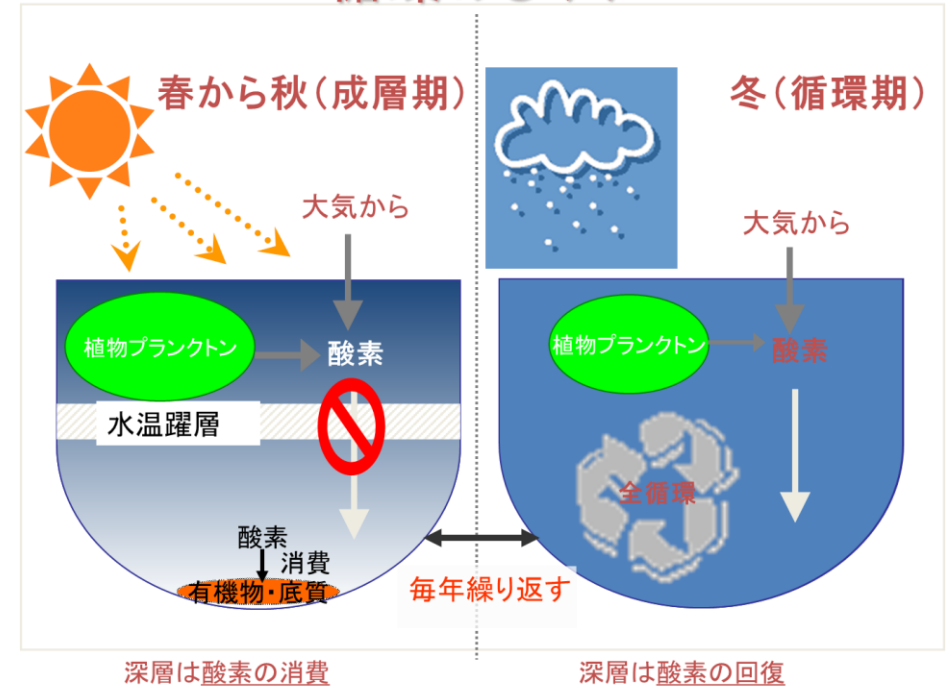
全窒素および全りんは、特異的な変動は見られなかった。

冬の底層で見られた水温とDOの特徴的な変動

～全層循環前に見られた底層DOの回復～



循環のしくみ



- 底層において水温が低くDOが高い状況を観測した（2月6日）。
→水温が鉛直方向に均一になる前に、底層DOが回復した。
- 表層から底層へ順に循環し最後に底層DOが回復するという、従来の全層循環の様式とは異なっていた。（R2、R3も類似の状況を観測）

- この状態で春を迎えると、水温が低い水が底で留まり、そのままDO消費が始まる可能性がある。
- 水温、DOが鉛直方向で一致しないため、全層循環の判断が困難になってきている。
- 従来の全層循環の様式と異なるDOの回復様式を継続して観測→指標や情報発信の仕方について検討が必要。

北湖深層部の溶存酸素および水質の状況

- 令和4年度は、前年度の全層循環を確認後、4年ぶりに4月の底層DOが10mg/Lを超えた。
- 秋には、令和2年度に見られたような大幅かつ広範囲で長期に渡る底層DO低下はなかったものの、10月～12月の間は底層DOが2mg/L前後で推移し、今津沖中央で11月21日に2mg/Lを下回り、第一湖盆の一部で0.5mg/Lまで低下した。
- 今津沖中央の底層において、比較的高濃度のマンガンの溶出はあったが、砒素は年度を通じて報告下限値未満だった。
- 底層での全窒素、全りん濃度はおおむね過年度平均並みで推移した。
- 2月13日に3年連続で全層循環が確認された。
- 底層において水温が低くDOが高い状態を観測した。これは、年末以降の急激な冷え込み等によると考えられ、水温、DOが鉛直方向で一致せずに底層DOが回復するという、従来の全層循環と異なる様式であった。今後、指標や情報発信の仕方について検討が必要と考えられる。

令和4年度琵琶湖水質変動のまとめ

1. 気象の特徴と水象への影響
2. 北湖の窒素の状況
3. 琵琶湖水質の特徴
4. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況



- 春の高温や夏の集中豪雨、秋の少雨、冬の急激な冷え込みなどの特異な気象により、水質においても記録的な値が散見される。
- モニタリングを継続し、気象・水象の推移とあわせて水質変動要因を解析することが引き続き重要である。