

令和2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3年(2021年)6月22日

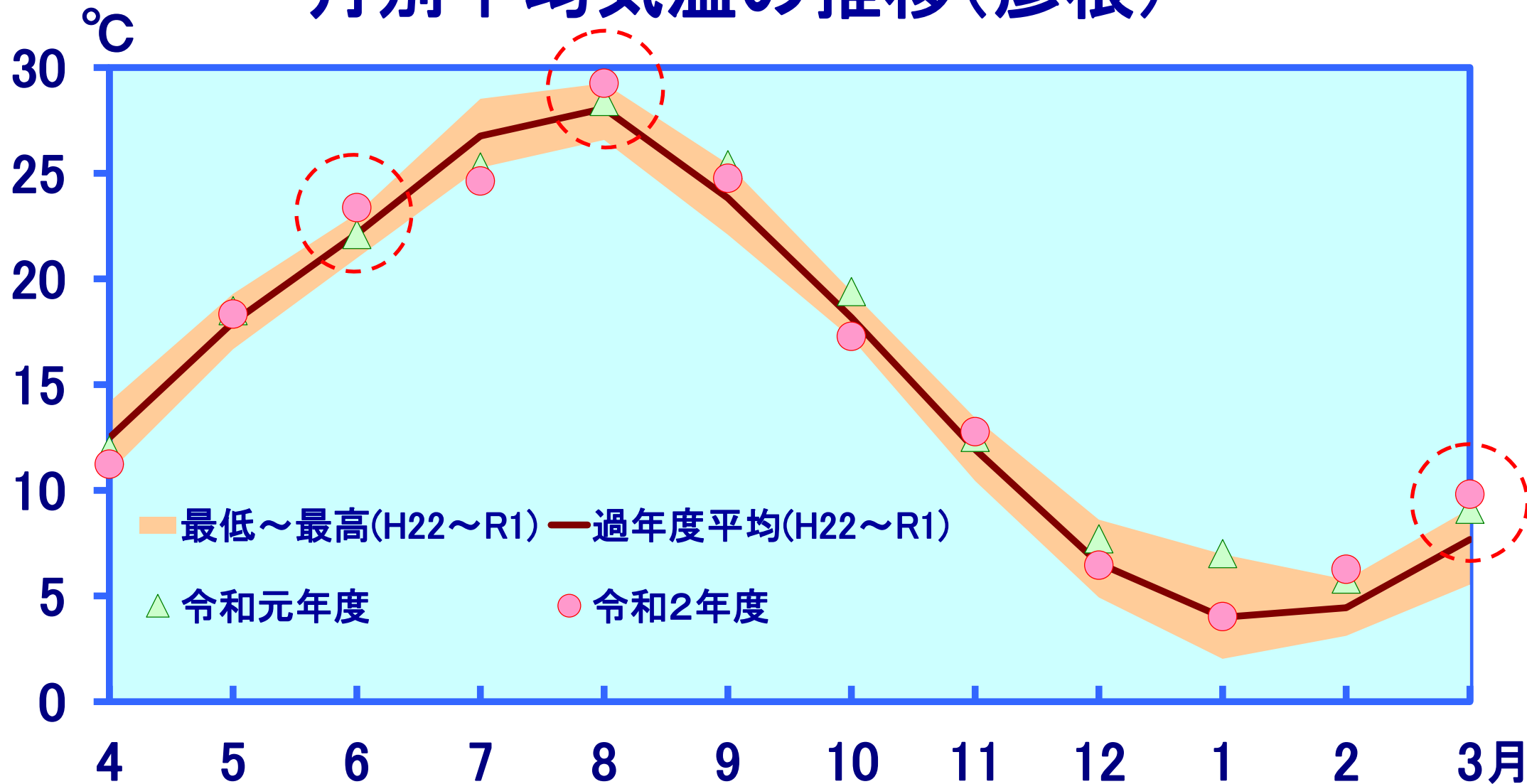
琵琶湖水質変動の特徴と主な要因

1. 気象の特徴と水象への影響
2. 全窒素濃度の変動
3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況
4. 水質の状況

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

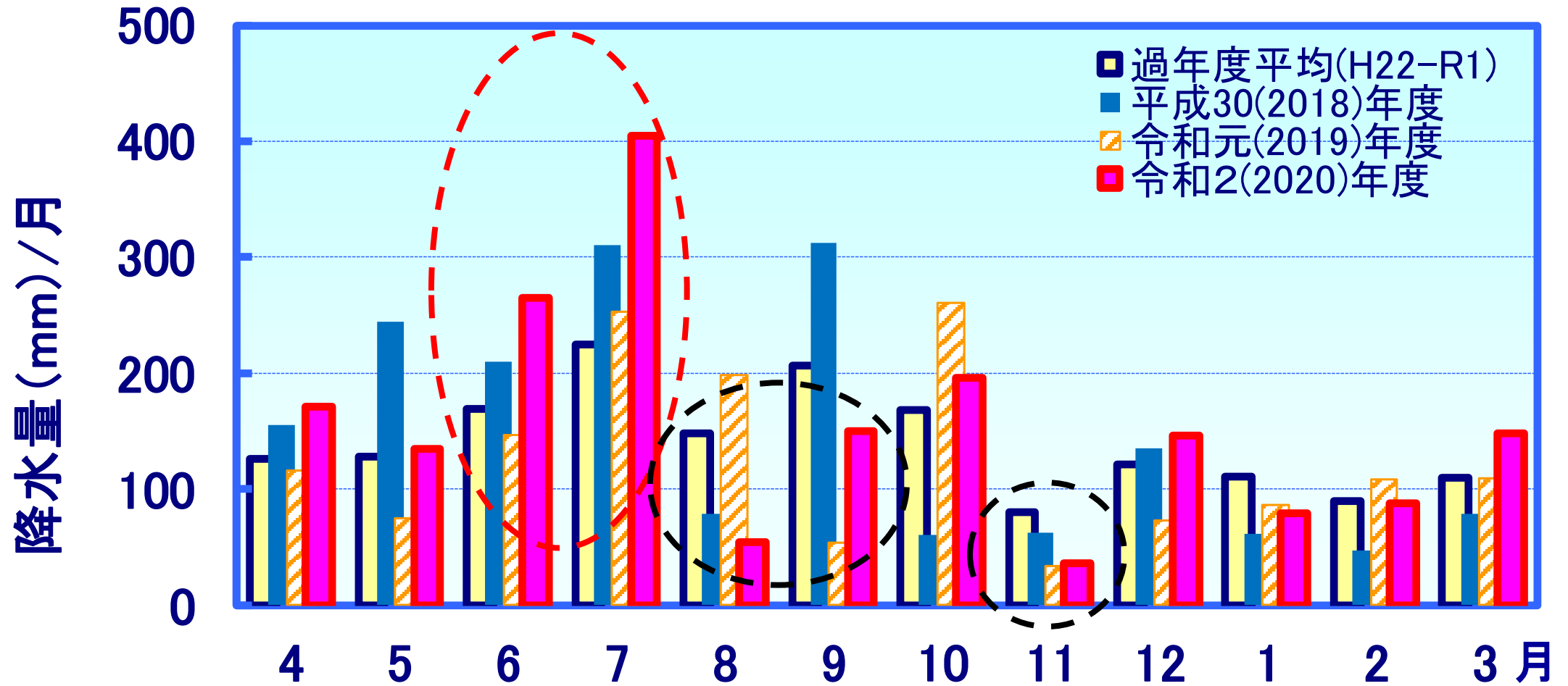
月別平均気温の推移(彦根)



- ・全般に平年よりかなり高かった
- ・ただし、12月は長浜・米原では低かった

データ: 彦根地方気象台

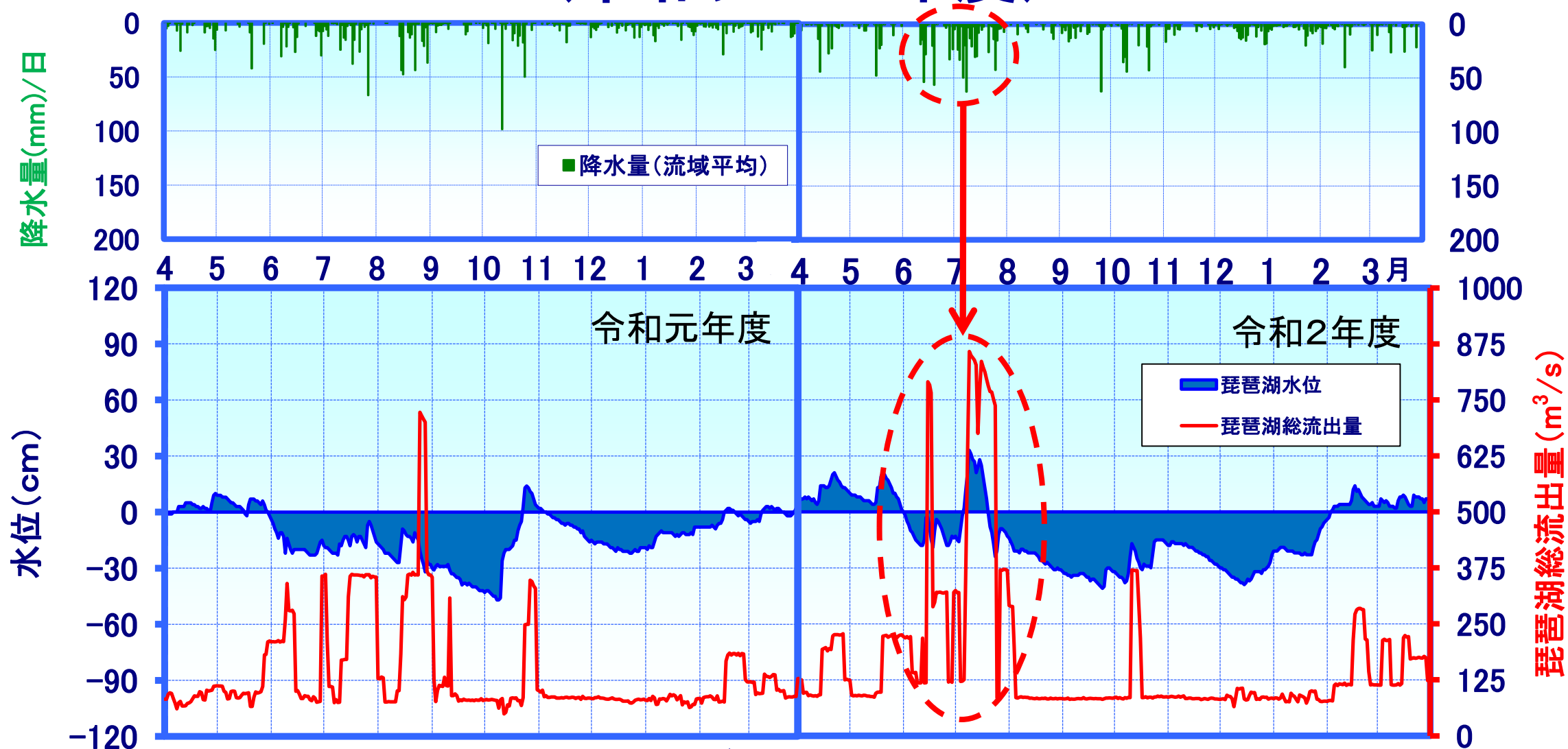
降水量の月別比較(彦根)



・変動が激しく、降水量は多かった

データ: 彦根地方気象台

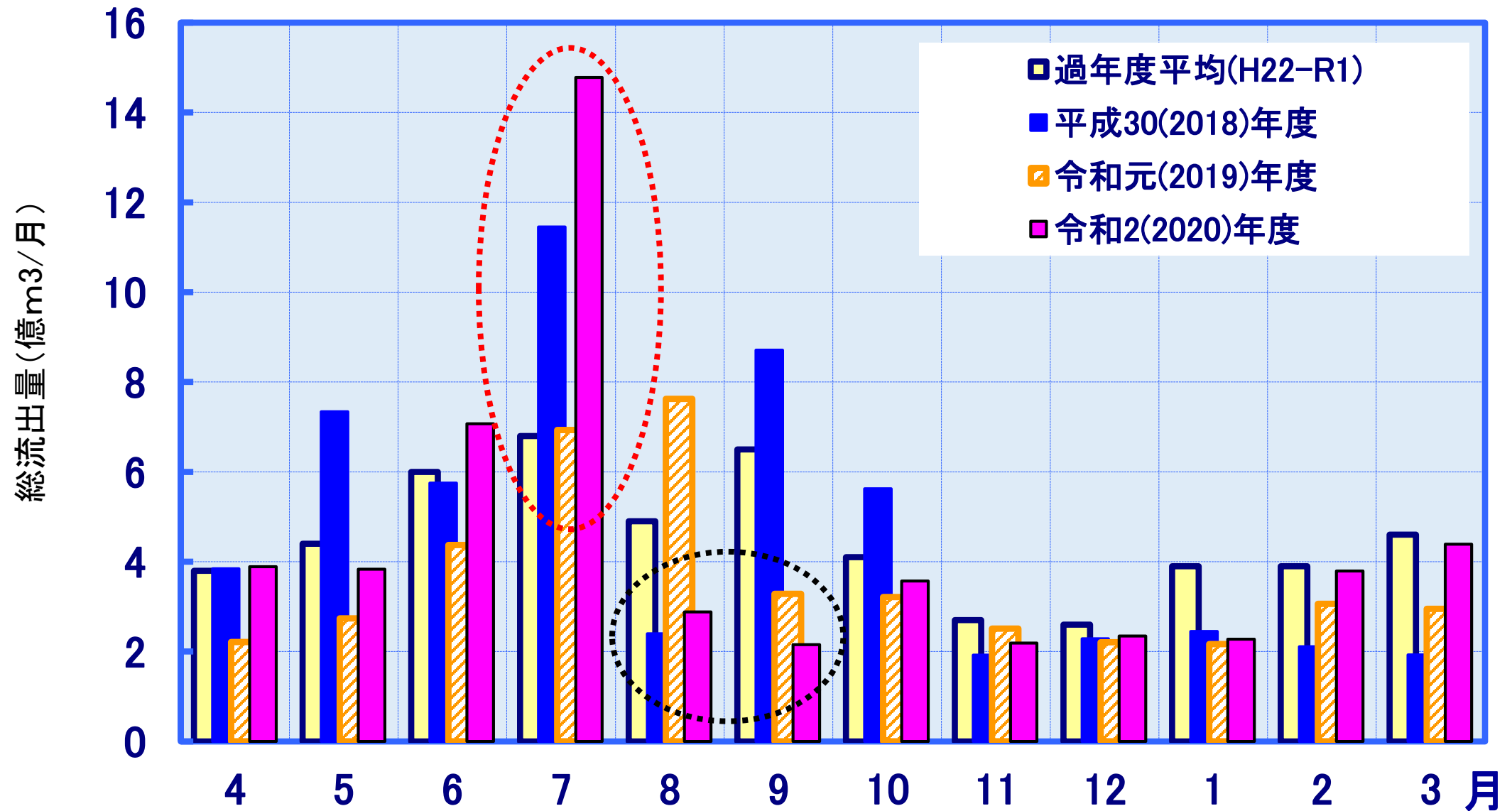
流域平均降水量および琵琶湖水位、流出量の変動 (令和元～2年度)



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時現在のデータ

琵琶湖総流出量の月別比較



令和2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】 6,8,3月は高く、年平均気温は平年(S56～H22)よりかなり高め
年平均気温 第1位 15.8℃(令和元年、令和2年とも)
ただし、12月は長浜・米原では低め
- 【台風】 上陸数0
- 【降水量】 6月中旬～7月にかけて多雨、特に7/5～8集中豪雨
7月の流域平均降水量は昭和63年以降過去最高
逆に、8月は過年度最低 ⇒ 変動が激しかった
全般に平年より多く、12～2月は平年より多い降雪

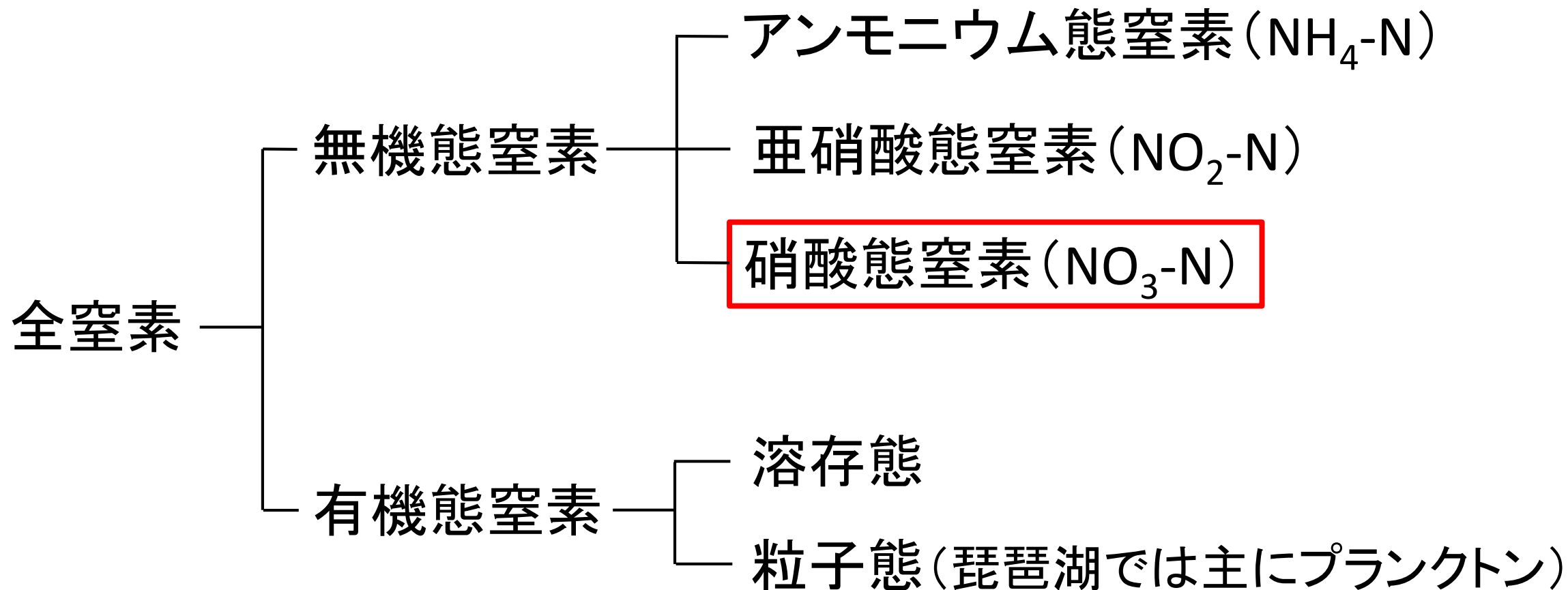
令和2年度の水象の特徴

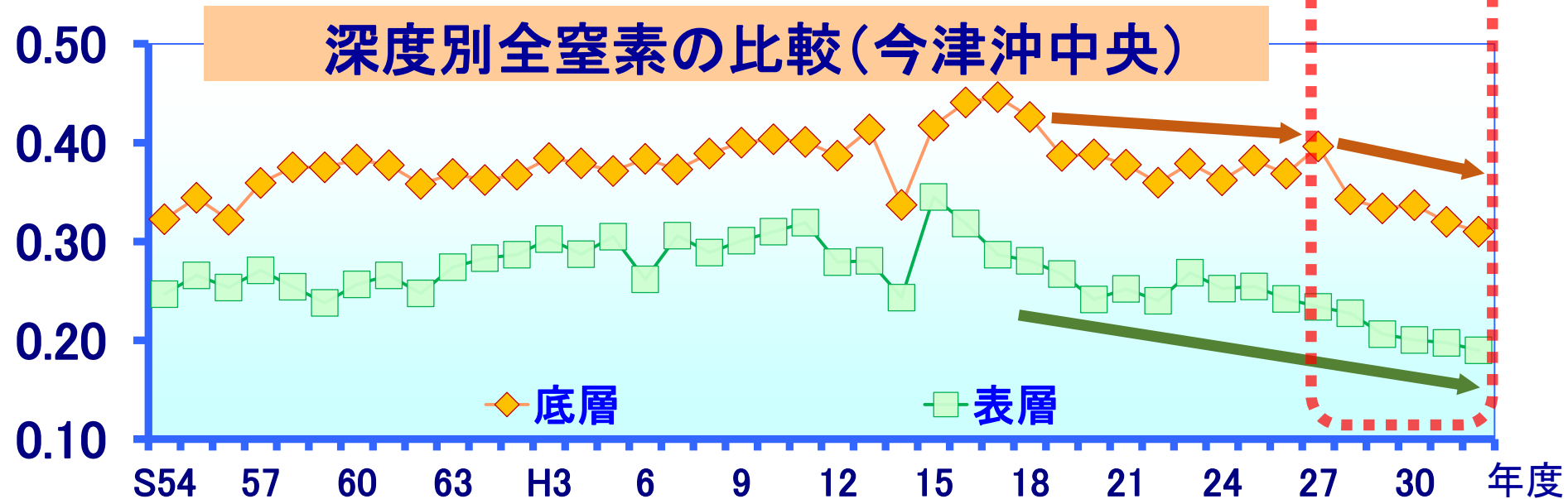
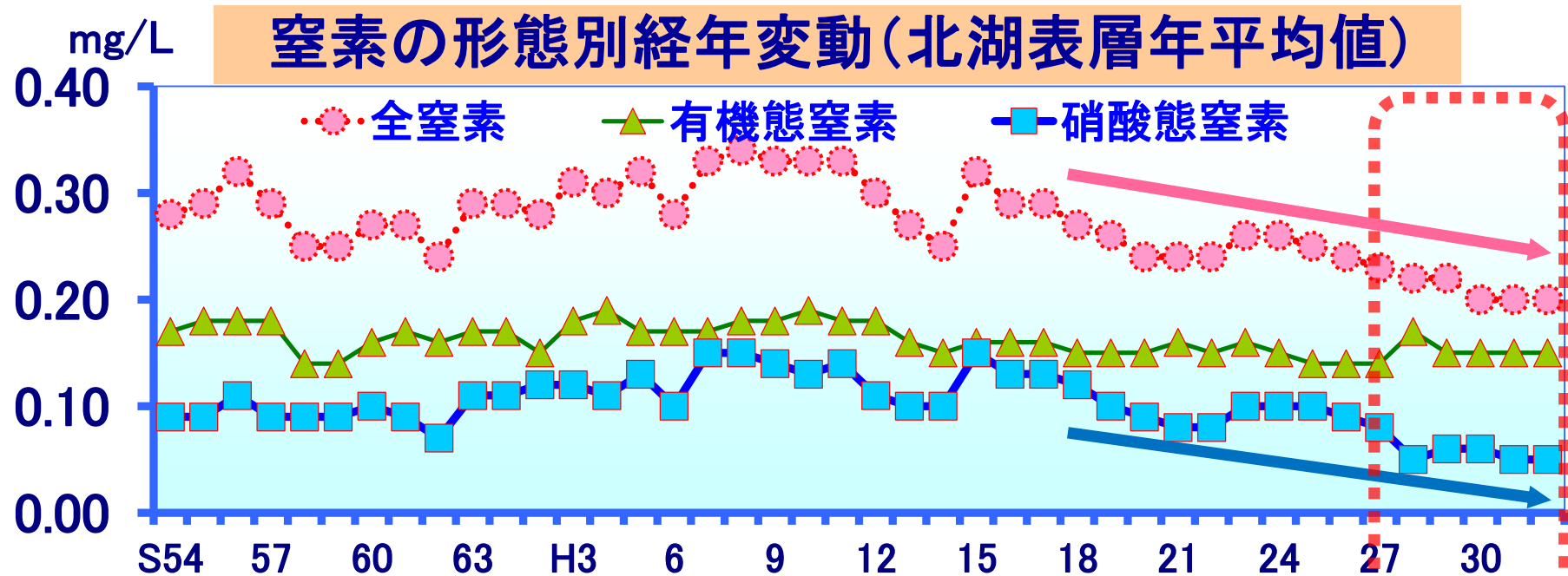
- 【流出量】 6～7月は過年度よりも特に多い
8～9月は過年度よりも特に少ない
水位変動は緩やか
年間の総流出量は過年度(H22～R1)並

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

2. 全窒素濃度の変動

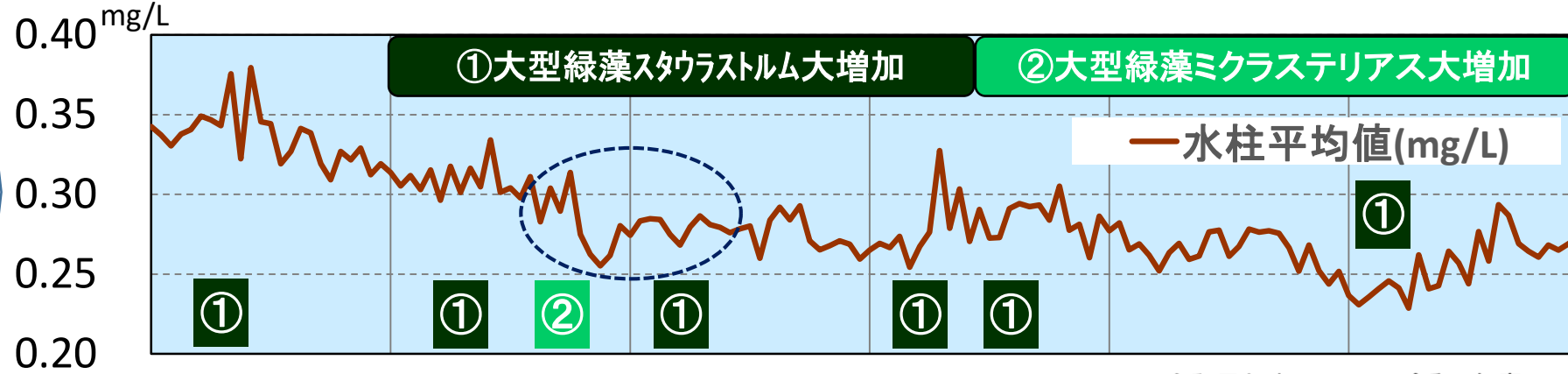
湖水中における窒素の形態





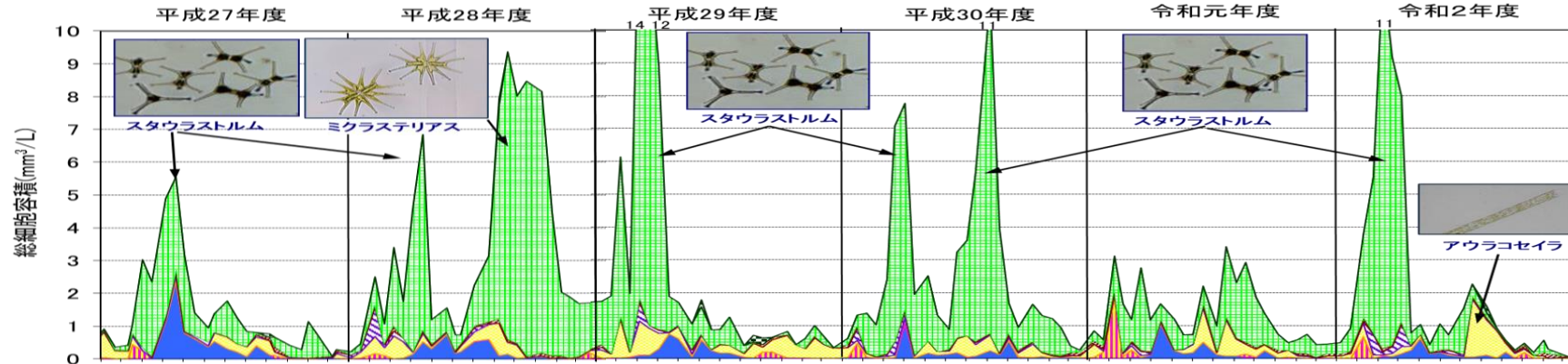
北湖における全窒素の低下要因の検討 ～関連項目との比較(今津沖中央の測定結果より)～

1) 全窒素の水
深方向の
総量の変化
＝水柱平均



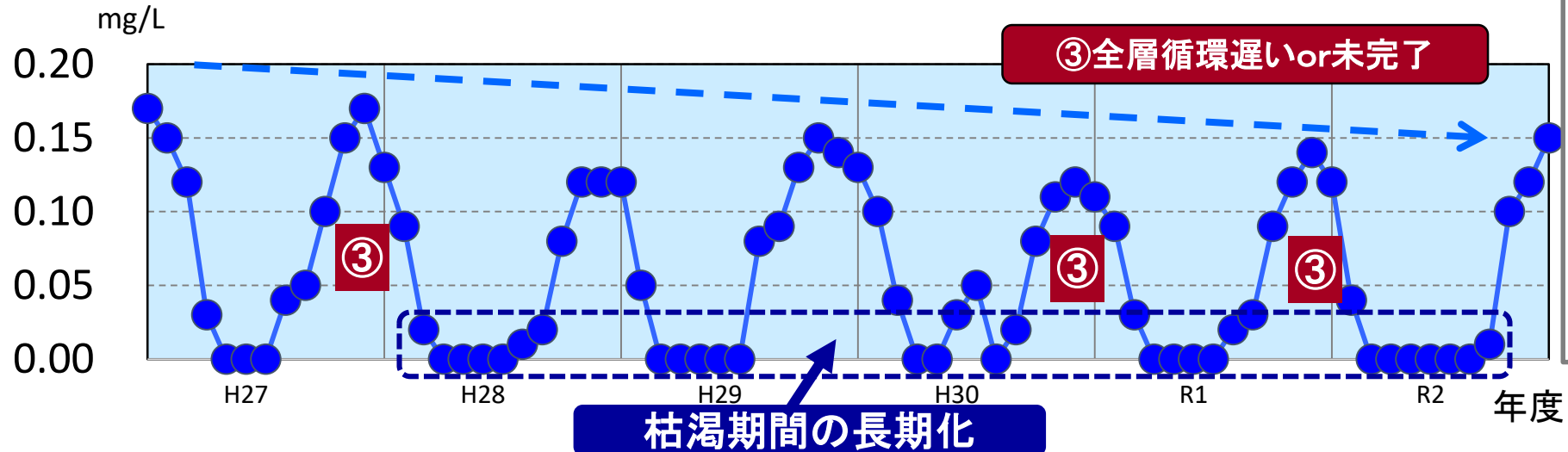
低下する時期
↓
植物プランクトン
の増加と関連？

2) 表層の
植物プランク
トンの総細胞
容積(網別)



①, ②大型植物
プランクトン増加
↓
多くは、その後に
総量が低下

3) その時の
表層の硝酸
態窒素濃度



表層で枯渇(=0)
・植プラが吸収し
て沈降
↓
それでも説明で
きない低下
↓
③による下層か
らの回帰遅れ

全窒素濃度の変動

- 形態別：硝酸態窒素が低下
⇒全窒素濃度の低下に寄与
- 経年鉛直変動：表層だけでなく、底層の濃度も低下傾向
⇒水柱平均値（総量）は大型緑藻増加後に低下する場合が多い
- 硝酸態窒素の減少要因：経月変動の特徴
 - ①成層期、特に夏から秋にかけての枯渇（=0）の長期化
→大型植物プランクトンが消費し増加後、表層から沈降
 - ②秋季～冬季（躍層崩壊期～循環期）の濃度低下
→全層循環遅れ・未完了による表層への回帰量が減少

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

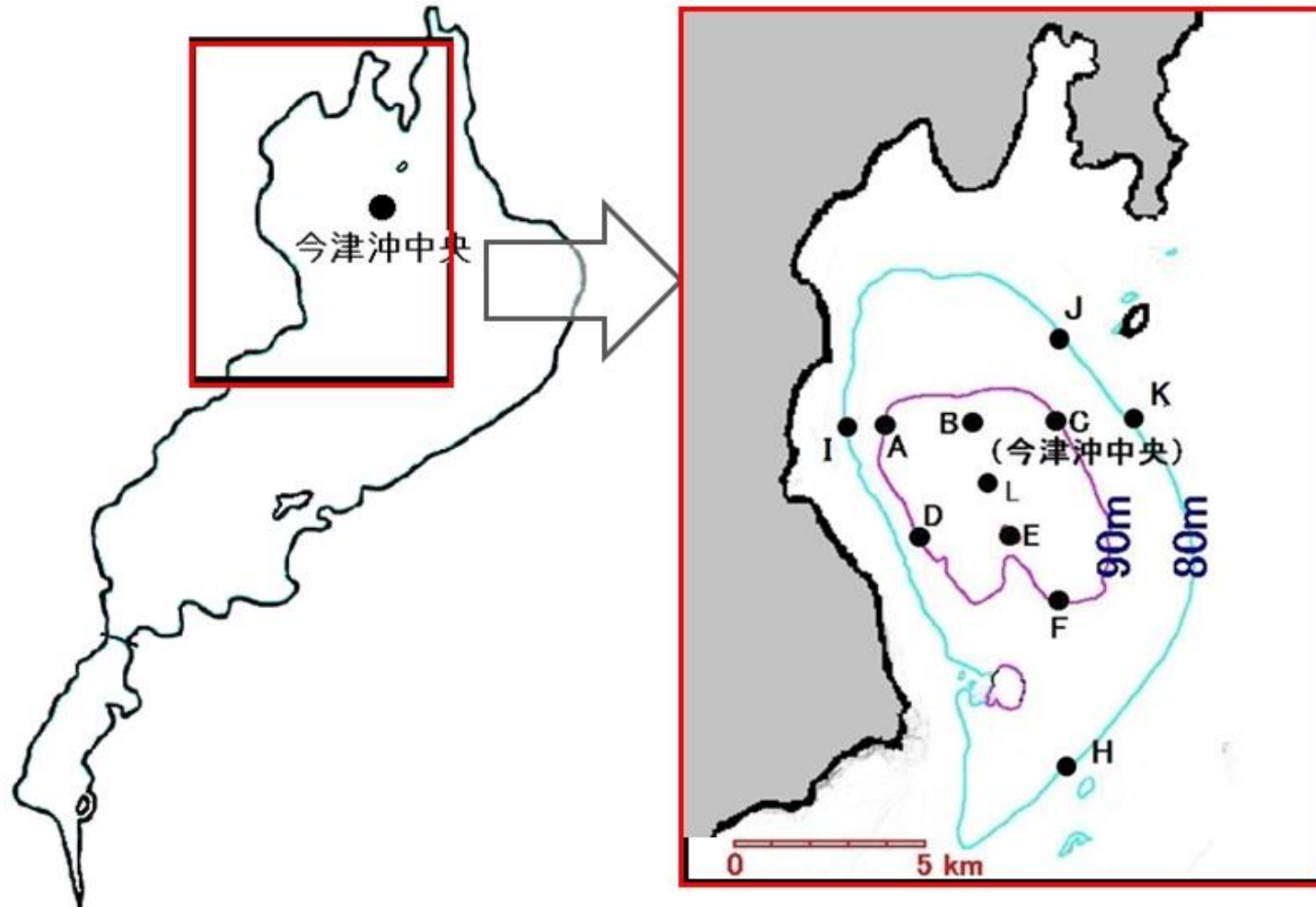
3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

3-1 北湖第一湖盆における溶存酸素の状況について

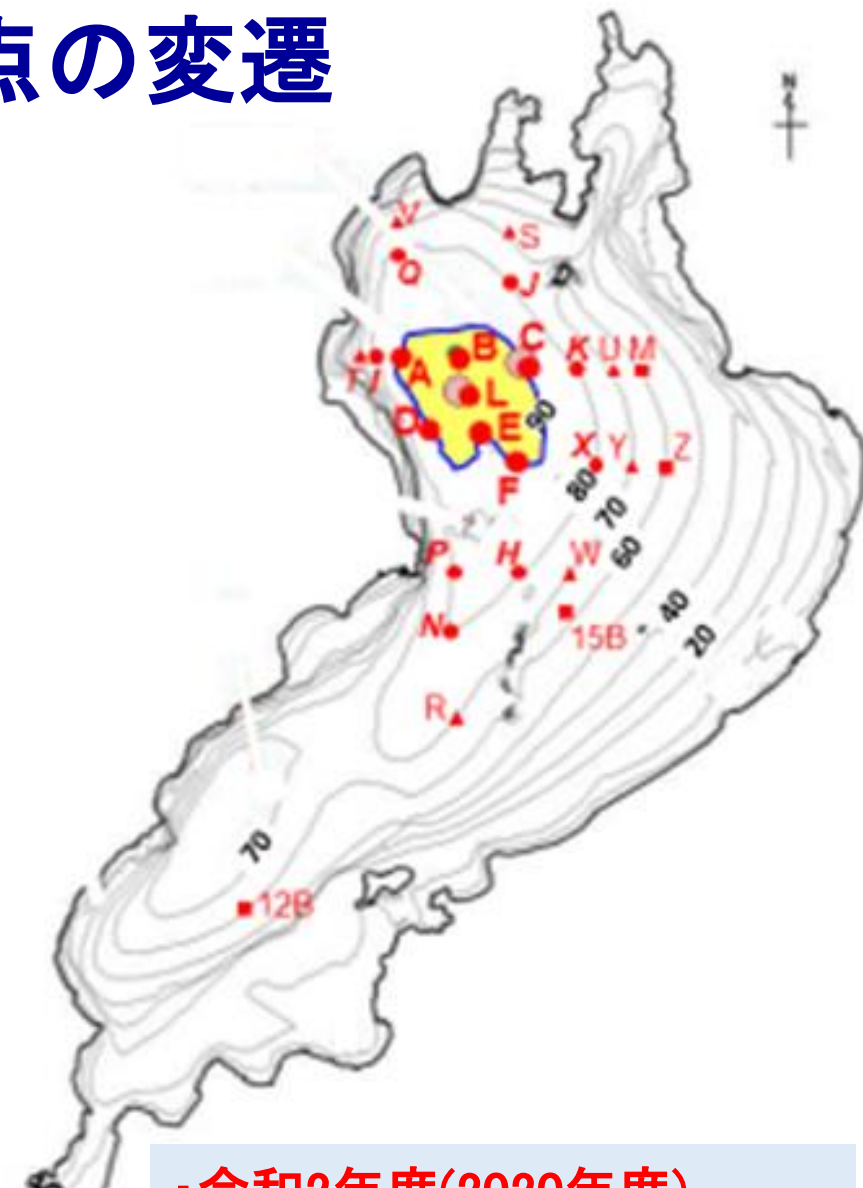
北湖深水層(底層DO)調査地点の変遷



・昭和54年度(1979年度)～
今津沖中央(水深約90m)
調査開始

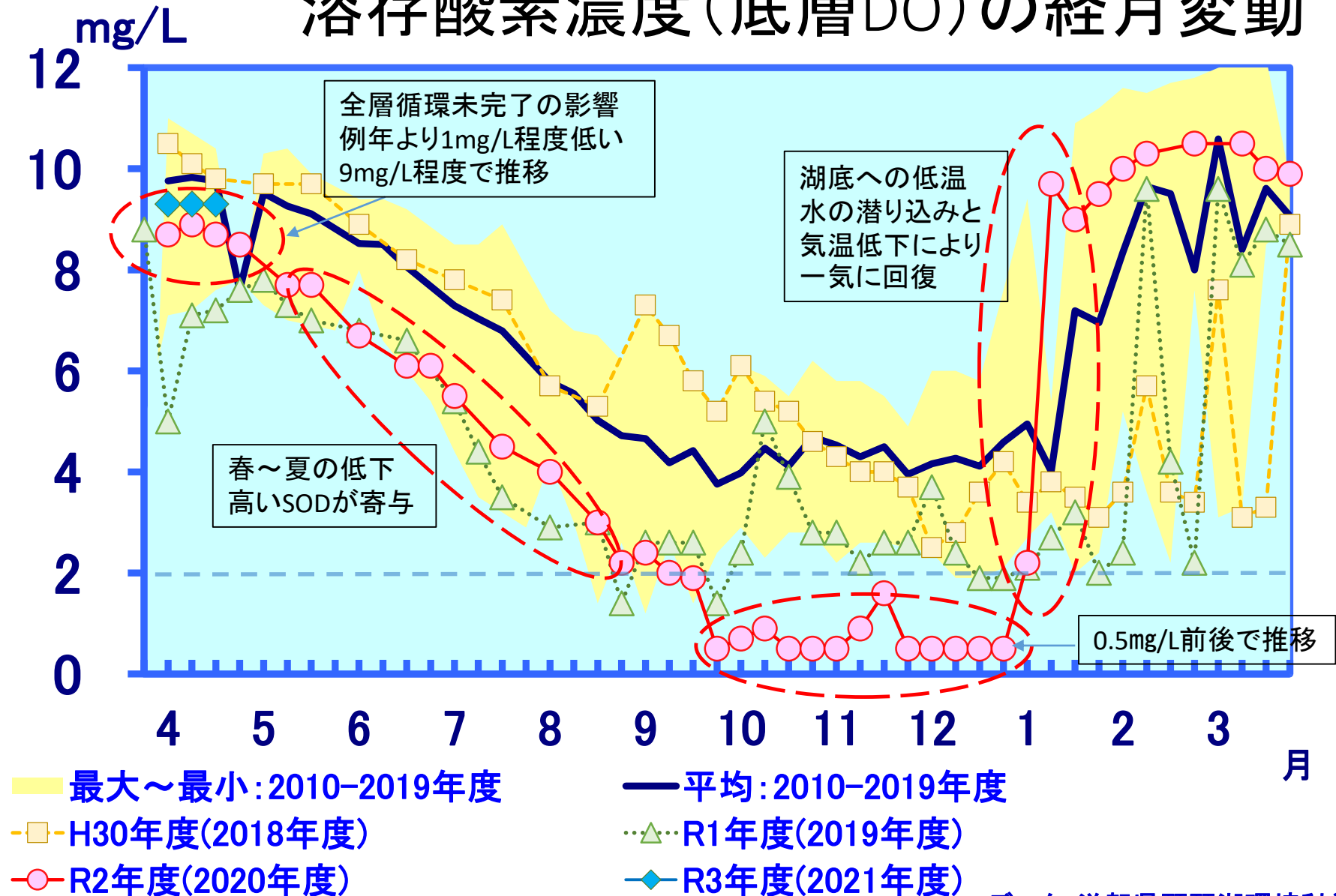
・平成19年度(2007年度)～
水深約90m地点(A～F,L)
調査開始

・令和元年度(2019年度)
水深約80m地点(H,I,J,K)
調査実施



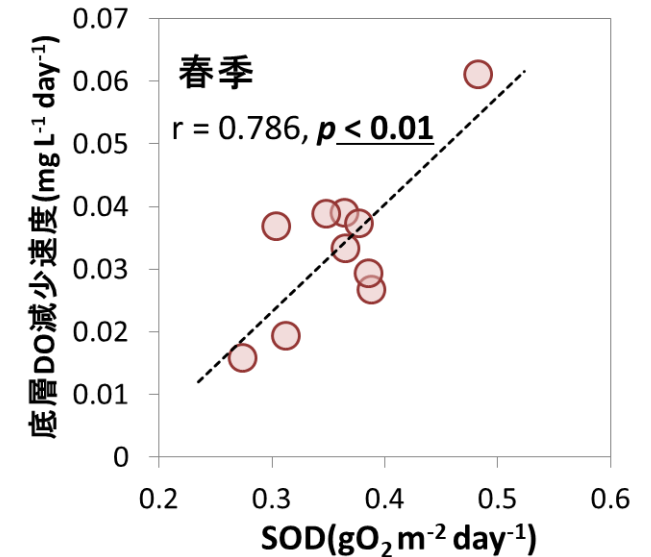
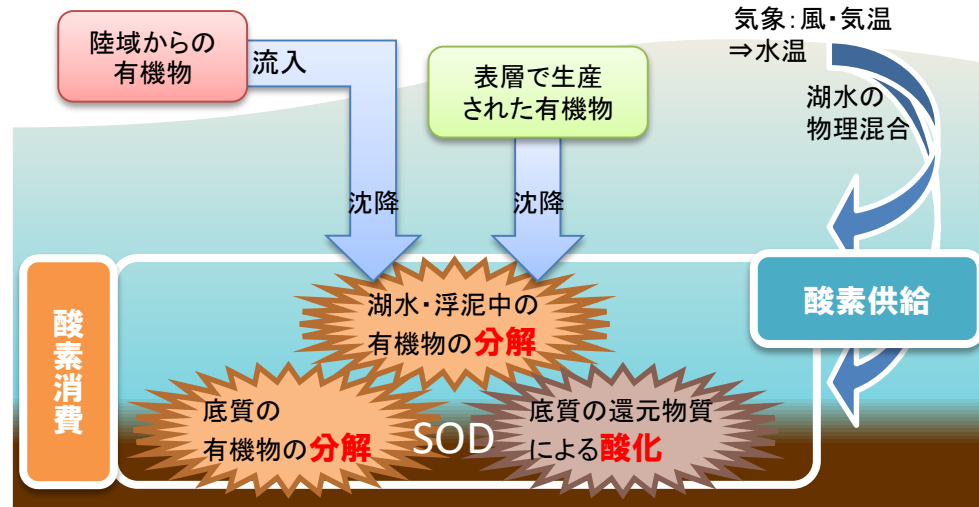
・令和2年度(2020年度)
水深約70m・・・R,S,T,U,V,W,Y
水深約60m・・・M,Z
調査実施

今津沖中央における底層(湖底上1m)の 溶存酸素濃度(底層DO)の経月変動



溶存酸素濃度変動要因:底泥の酸素消費量(SOD)

～底泥酸素消費量(SOD)とは～



底泥酸素消費量(SOD: Sediment Oxygen Demand)

単位表面積・単位時間あたりに底質中の有機物の分解等によって消費される酸素量

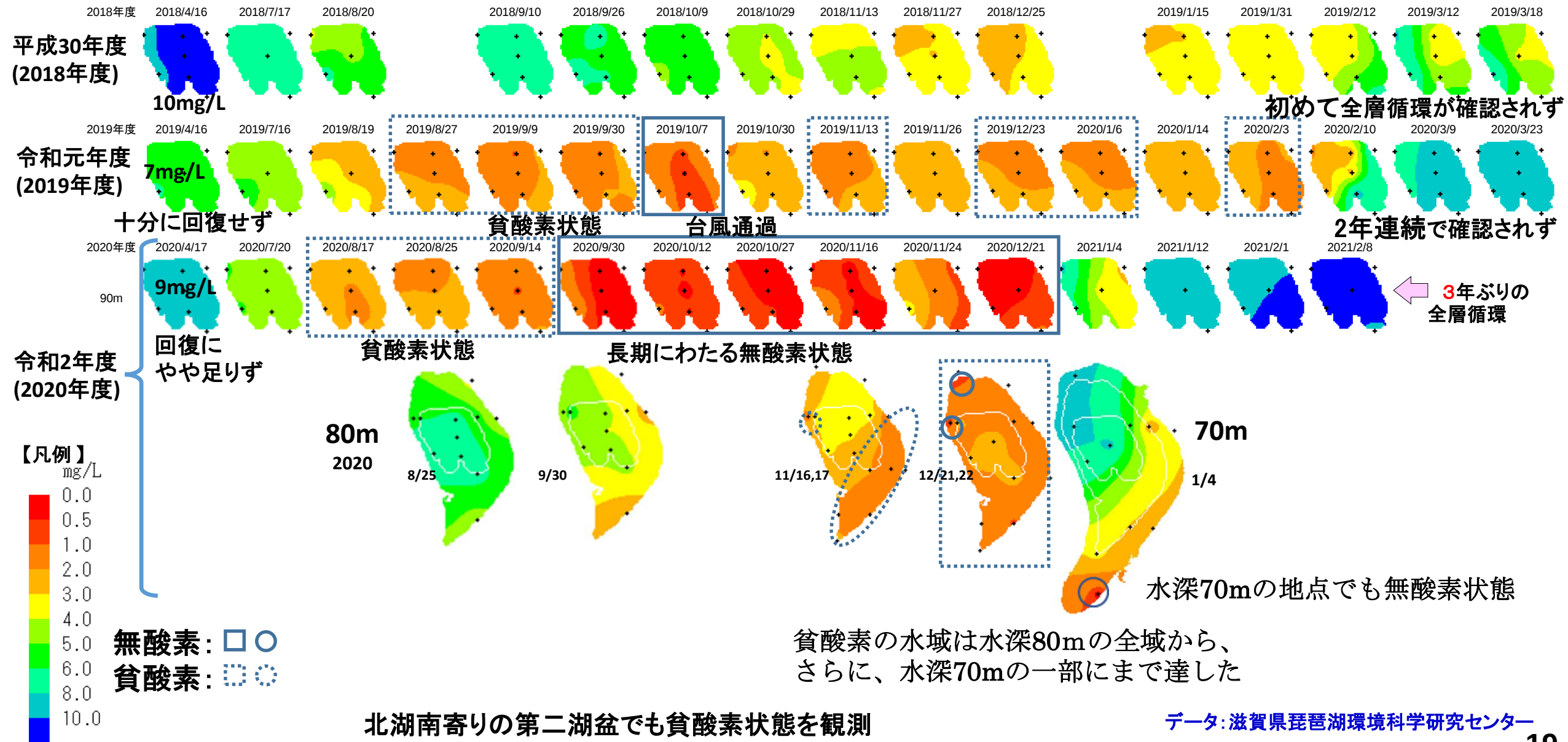


SODは、**底層DOを減少させる要因として、その寄与が大きい**とされている

琵琶湖環境科学研究センターでは琵琶湖北湖のSODをH25年度から測定している

SODが高いと溶存酸素濃度(DO)が下がりやすい

北湖深水層の溶存酸素(DO)の特異的な低下の要因の検討

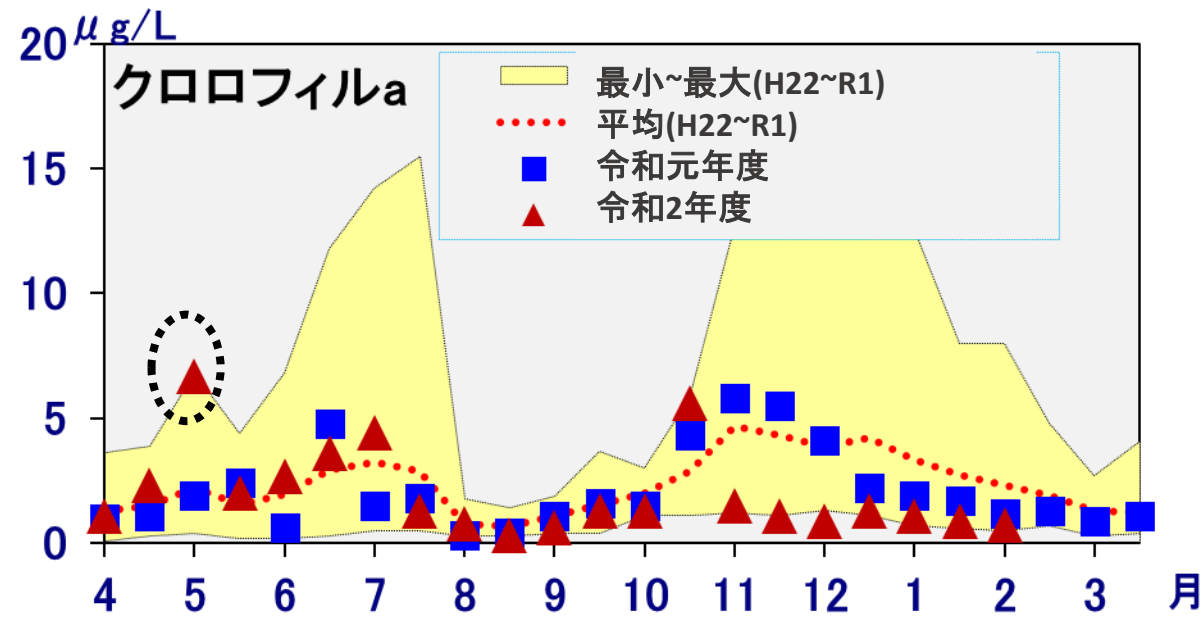


全層循環(未完了)と底層DOの特異的な低下の比較

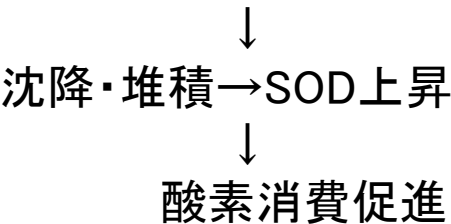
			貧酸素発生期間			循環期	
年度	前年度の全層循環	春の底層DOの回復	貧酸素発生期間と貧酸素水域の規模	植物プラとSOD	風速	気温	積雪
R1 (2019)	未完了	7mg L ⁻¹ と低い	8月末-2月中旬 水深90mの一部	植物プラ: 少ない SOD: 例年並	台風・ 季節風 有	12月~: 高	1~2月: 無
R2 (2020)	未完了	9mg L ⁻¹ まで 回復	8月中旬-1月初旬 水深70mの一部ま で、 無酸素域も拡大	植物プラ: 多い SOD: 高い	台風無、 風弱い	12~1月: 低	1~2月: 多
例年	完了 1~2月	10mg L ⁻¹ 以上	3~4年おきに9~11月頃に、水深90m内の一部で発生				

北湖深水層の溶存酸素(DO)の特異的な低下の要因の検討

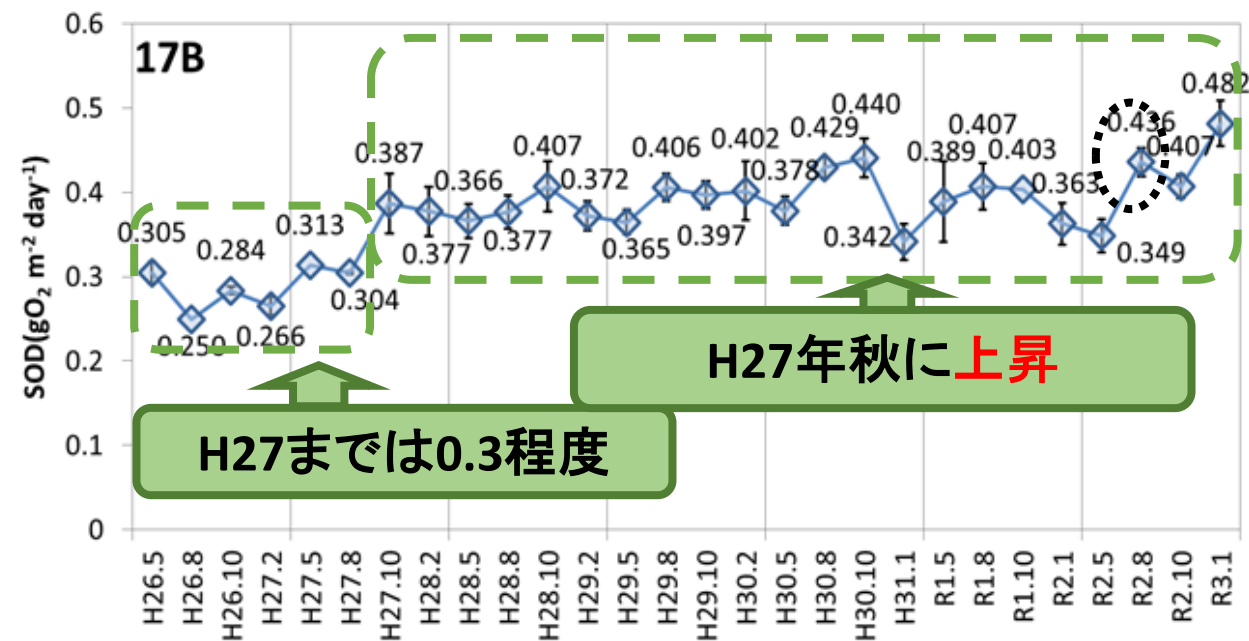
今津沖中央におけるクロロフィルaの変動(C点表層)



令和2年度(2020年度): 5月という早い時期から
大型緑藻が優占

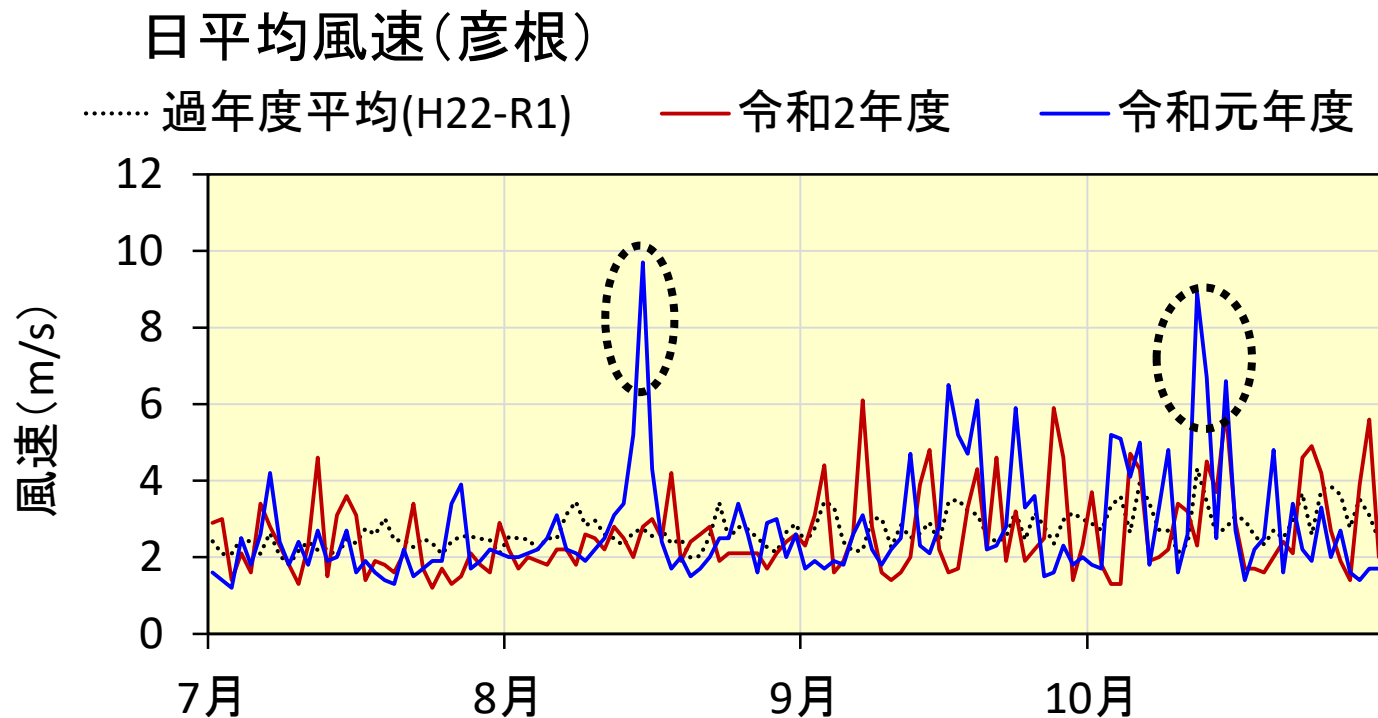


今津沖中央におけるSODの経年変化



	H26	H27	H28	H29	H30	H31 (R1)	R2
SOD 年間 平均 値	0.28	0.35	0.38	0.39	0.40	0.39	0.42

北湖深水層の溶存酸素(DO)の特異的な低下の要因の検討



7月～10月の日平均風速の過年度比較
(データ:彦根地方気象台)

令和元年度(2019年度) : 台風通過等の強風イベントあり

令和2年度(2020年度) : なし



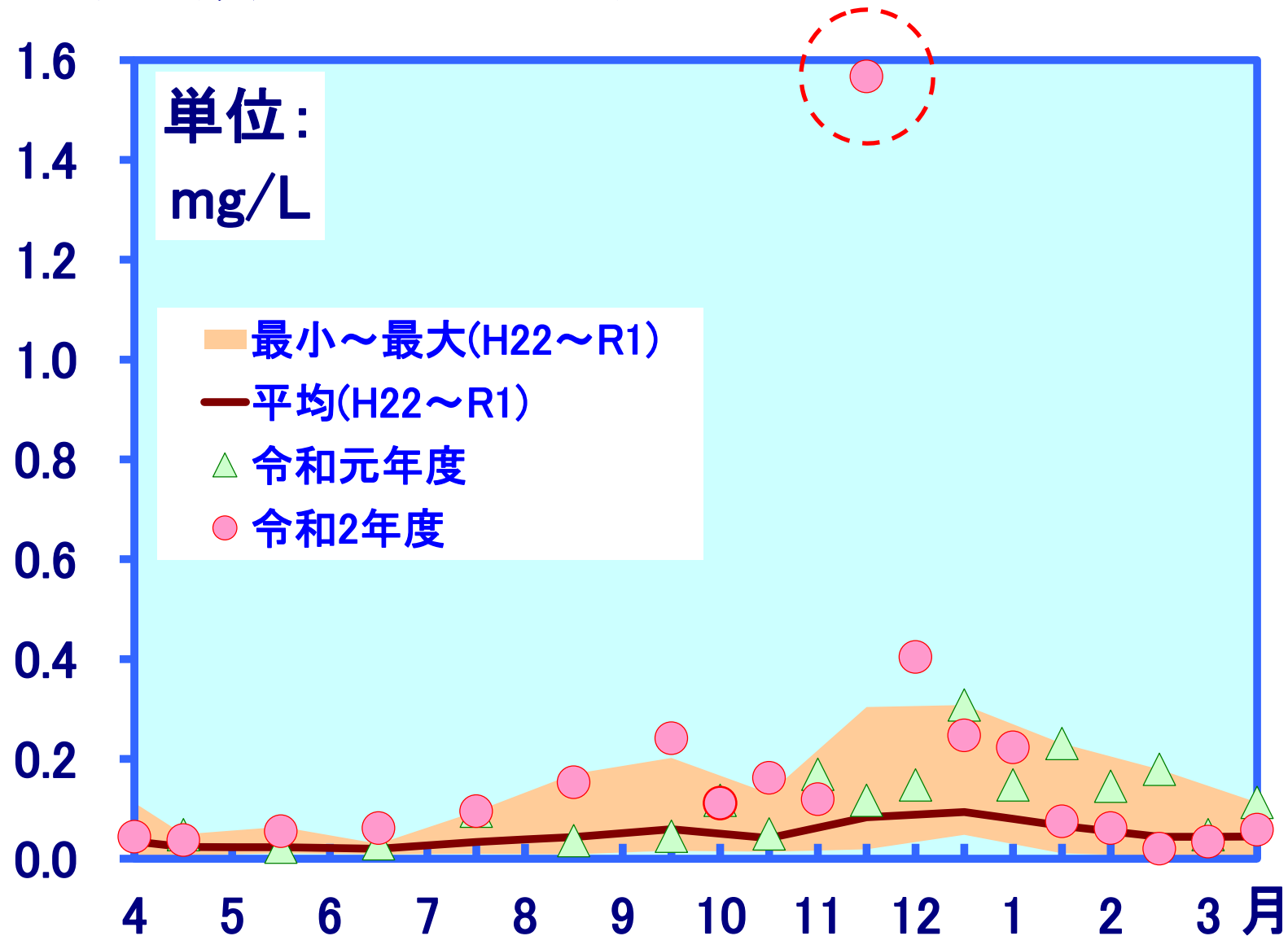
湖底付近の水の混合が弱く、DOが低下し続けた

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

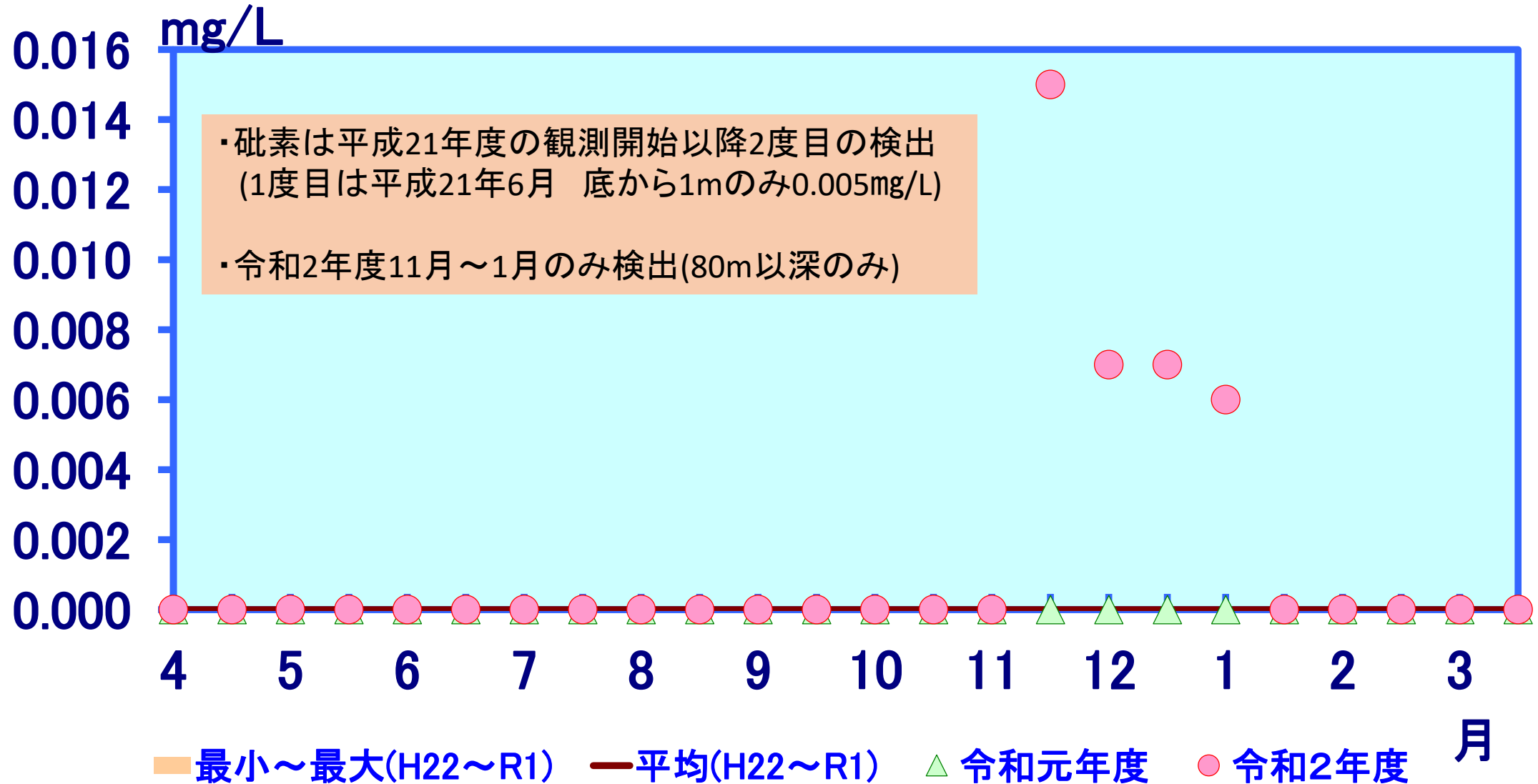
3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

3-2 底層の水質状況について

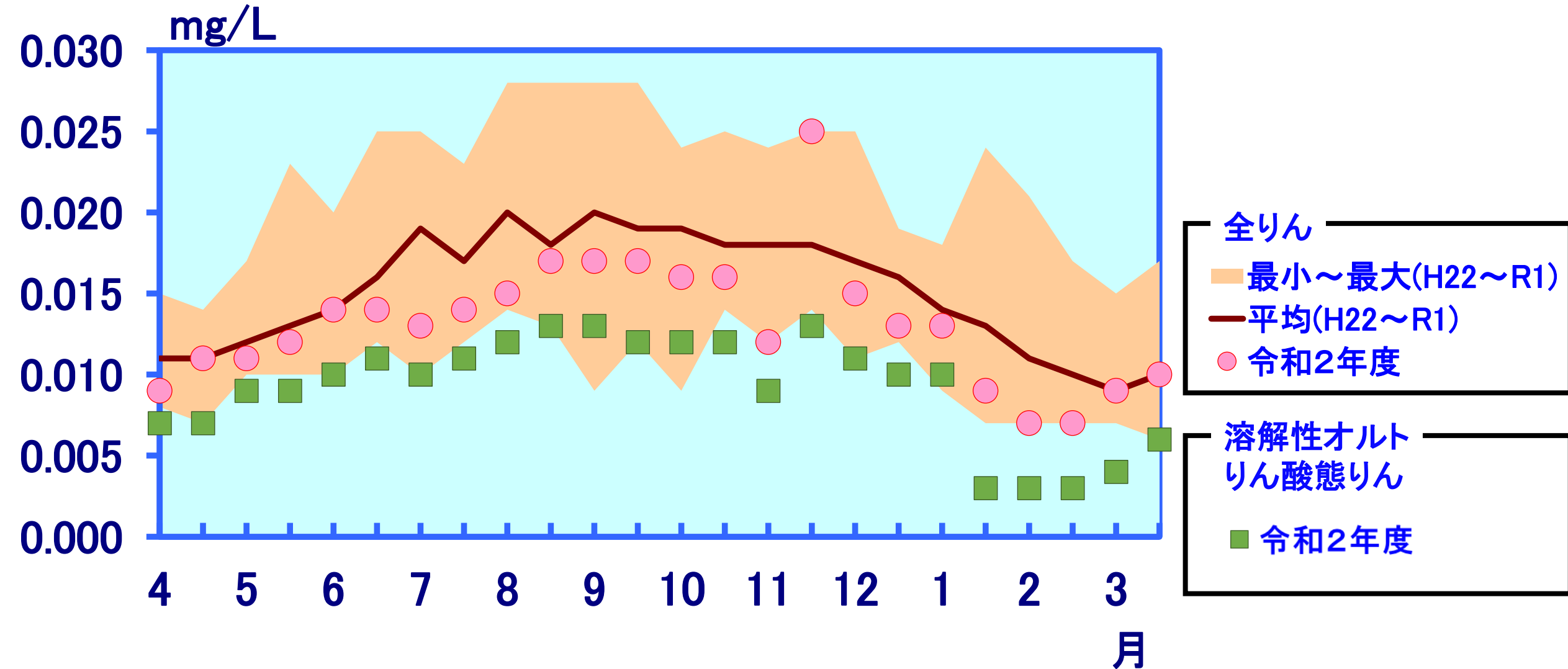
今津沖中央(湖底から1m)におけるマンガンの経月変動



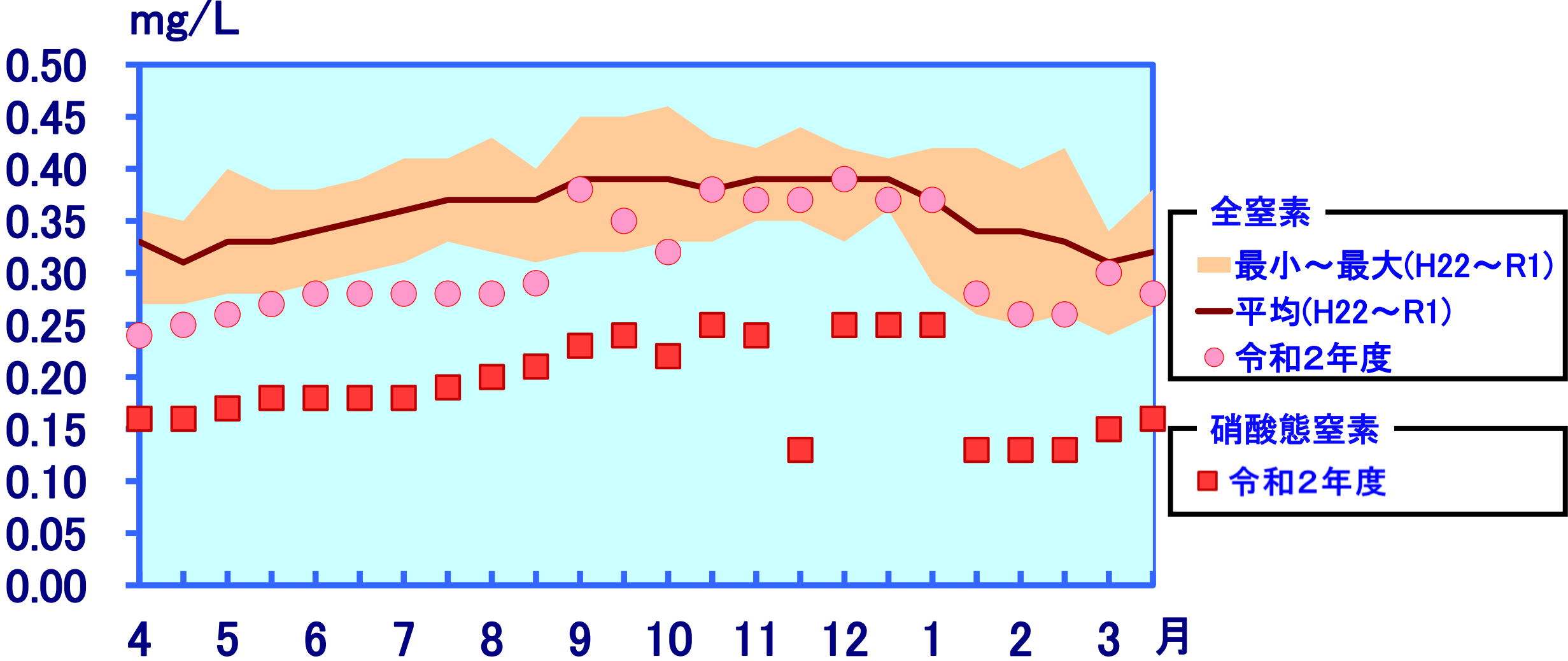
今津沖中央(湖底から1m)における砒素の経月変動



今津沖中央(湖底から1m)における全りんの経月変動



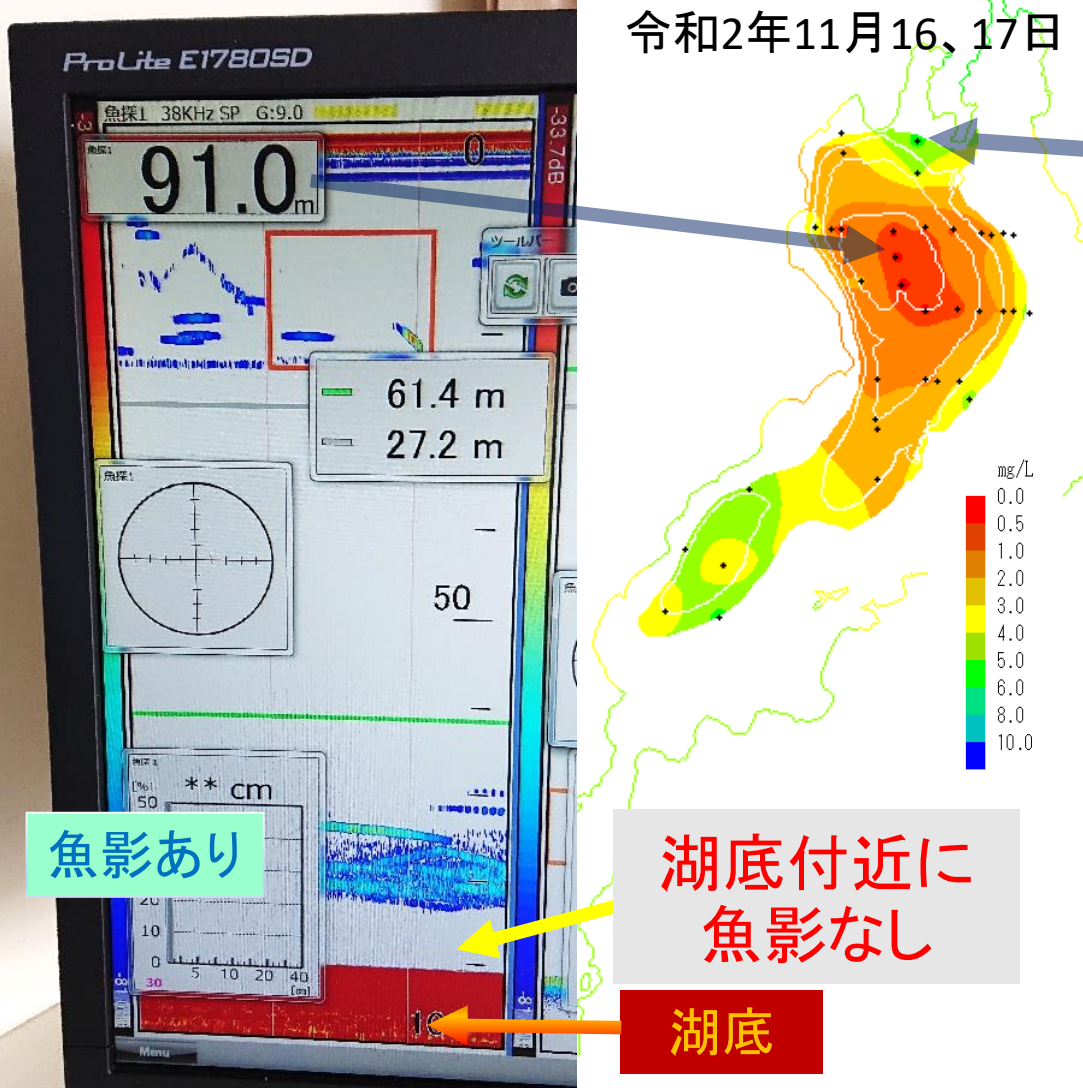
今津沖中央(湖底から1m)における全窒素・硝酸態窒素の経月変動



底層DO低下状況確認調査

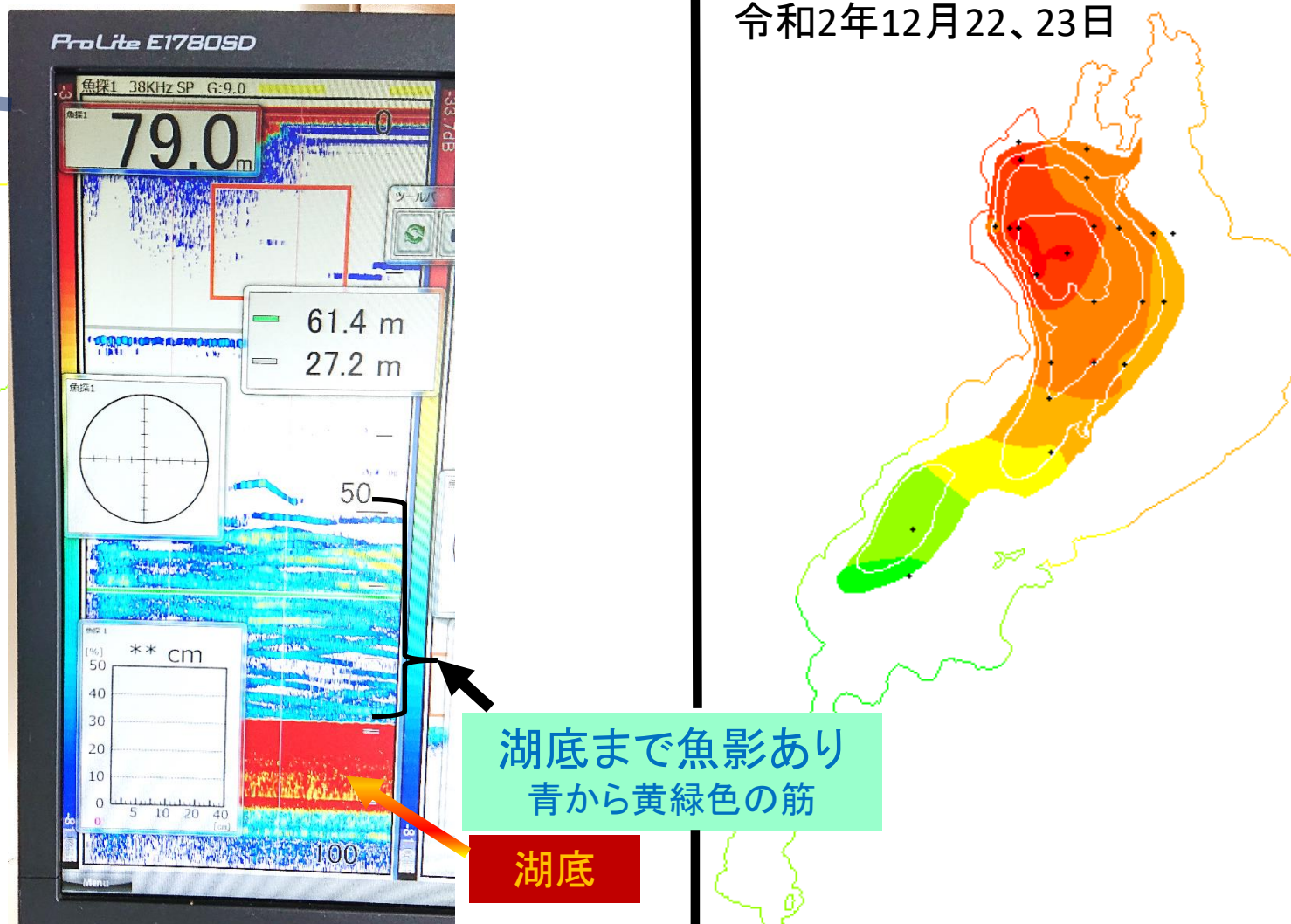
北湖深水層(第一湖盆から
第二湖盆の底層DO値の分布

令和2年11月16、17日



L地点(水深90m)の魚群探知機の画像
DOが0.3mg/Lで、湖底上10m弱に魚影は
見られない。その上も10m弱の薄い魚影の層。

令和2年12月22、23日

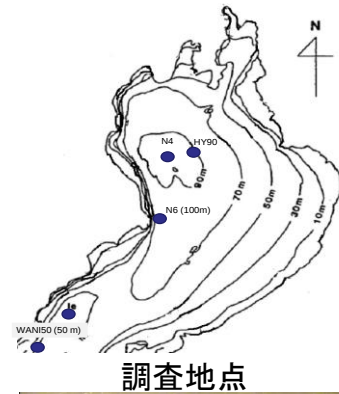


J地点(水深80m)の魚群探知機の画像
DOが4mg/Lあり、水深50mから湖底まで
幅広い魚影が見られる。

ROVによる底生生物モニタリング結果から



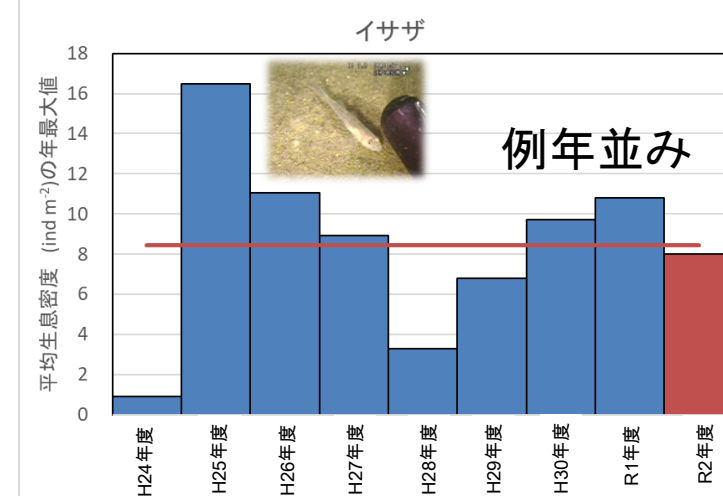
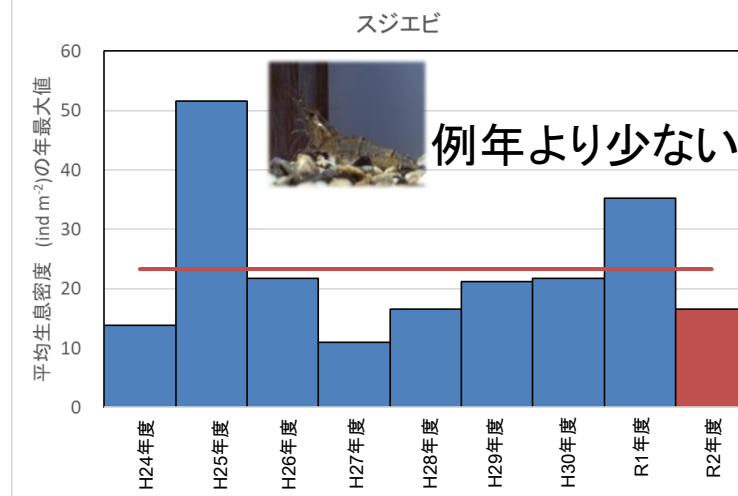
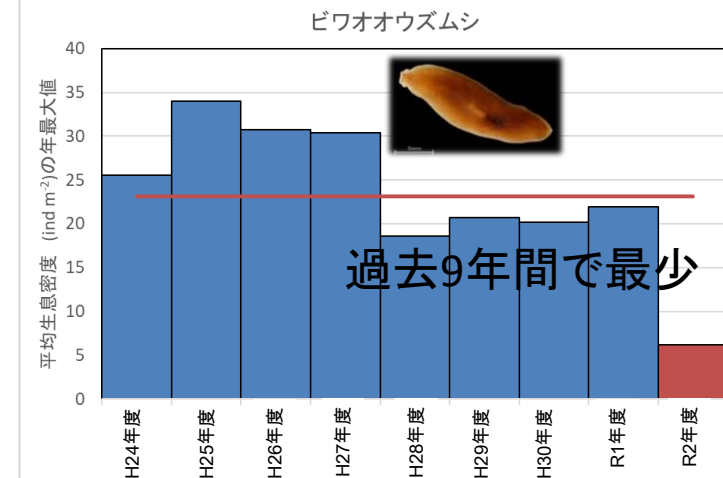
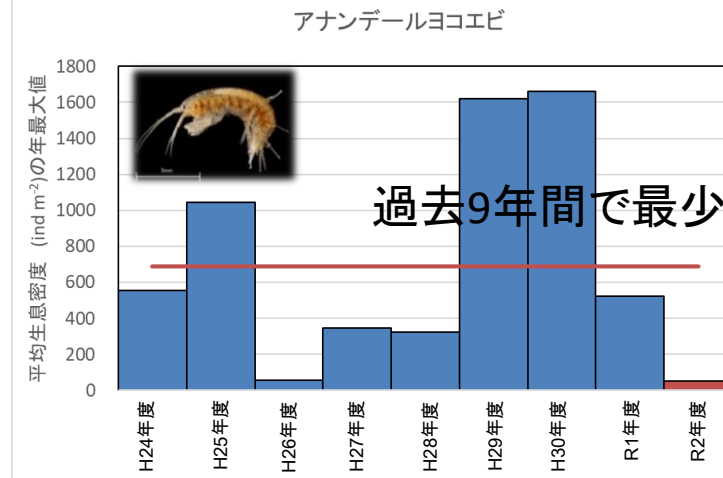
北湖5地点(N4, HY90, N6, Ie, WN50)の平均生息密度の年最大値 (H24年, H25年:N4, HY90, Ieの3地点)
調査頻度:通常時 2ヶ月に1回、貧酸素時 1ヶ月に1回 グラフ内赤線は9年分の平均値(例年値)



R2年9月17日 HY90(水深89m 第一湖盆C点) ヨコエビ(死)



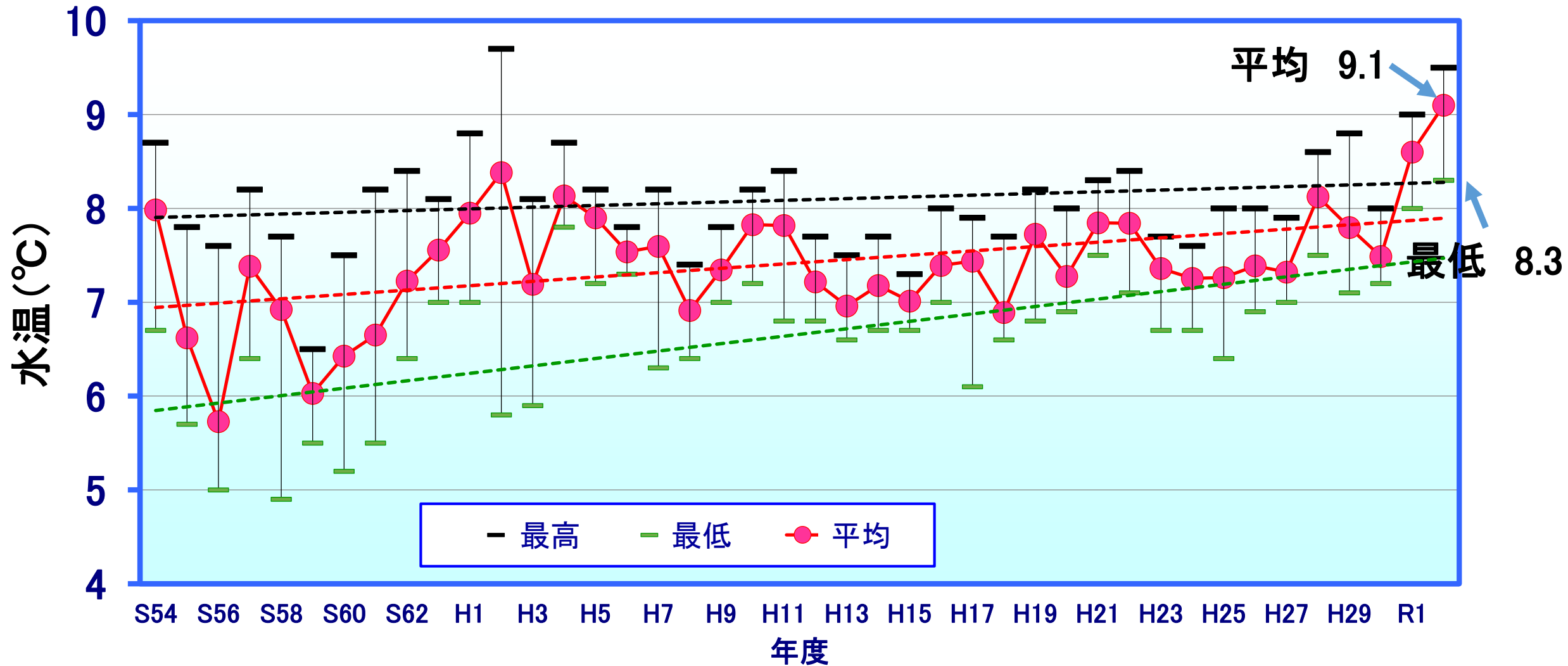
R2年12月3日 Ie(水深73m 第二湖盆) イサザ(死)



令和2年8月～12月、概ねDO<2 mg/Lの水深73 m以深の地点で、底生生物の死亡個体が確認された。
アナンデールヨコエビ、ビワオオウズムシが過去9年間で最少、スジエビは例年よりも少ない、イサザは
例年並みの傾向であった。

【総合解析部門 石川可奈子専門研究員作成(速報)】

今津沖中央 底層水温の経年変動(平均値、最大値、最小値)



年間平均水温、年間最低水温が観測以来最高値

北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

- 8月中旬には貧酸素状態に陥り、9月30日には無酸素状態が観測され12月末まで継続した。
- 貧酸素の水域は水深80mの全域から水深70mの一部にまで達し、北湖南寄りの第二湖盆でも観測され、さらに、水深70mの地点でも無酸素状態が観測された。
- 水深90m底層水質については、11月中旬にマンガン、砒素、全りんが増加が見られたが、その後、1月中旬には過年度範囲内となった。
- 年末年始の低温と、積雪に伴う融雪水の流入により、1月上旬には2mg/L付近となり、2月1日に3年ぶりに全層循環を確認した。
- 底層DO低下の要因として考えられるもの
 - 前年度の全層循環の未完了による4月当初のDOが1mg/L程度と低い状態からの始まり
 - 5～7月の大型緑藻のスタウラストルムの優占と沈降・堆積によるそれ以降のSODの上昇
 - 台風通過等による湖底付近の水の混合が弱く、DO低下の継続

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

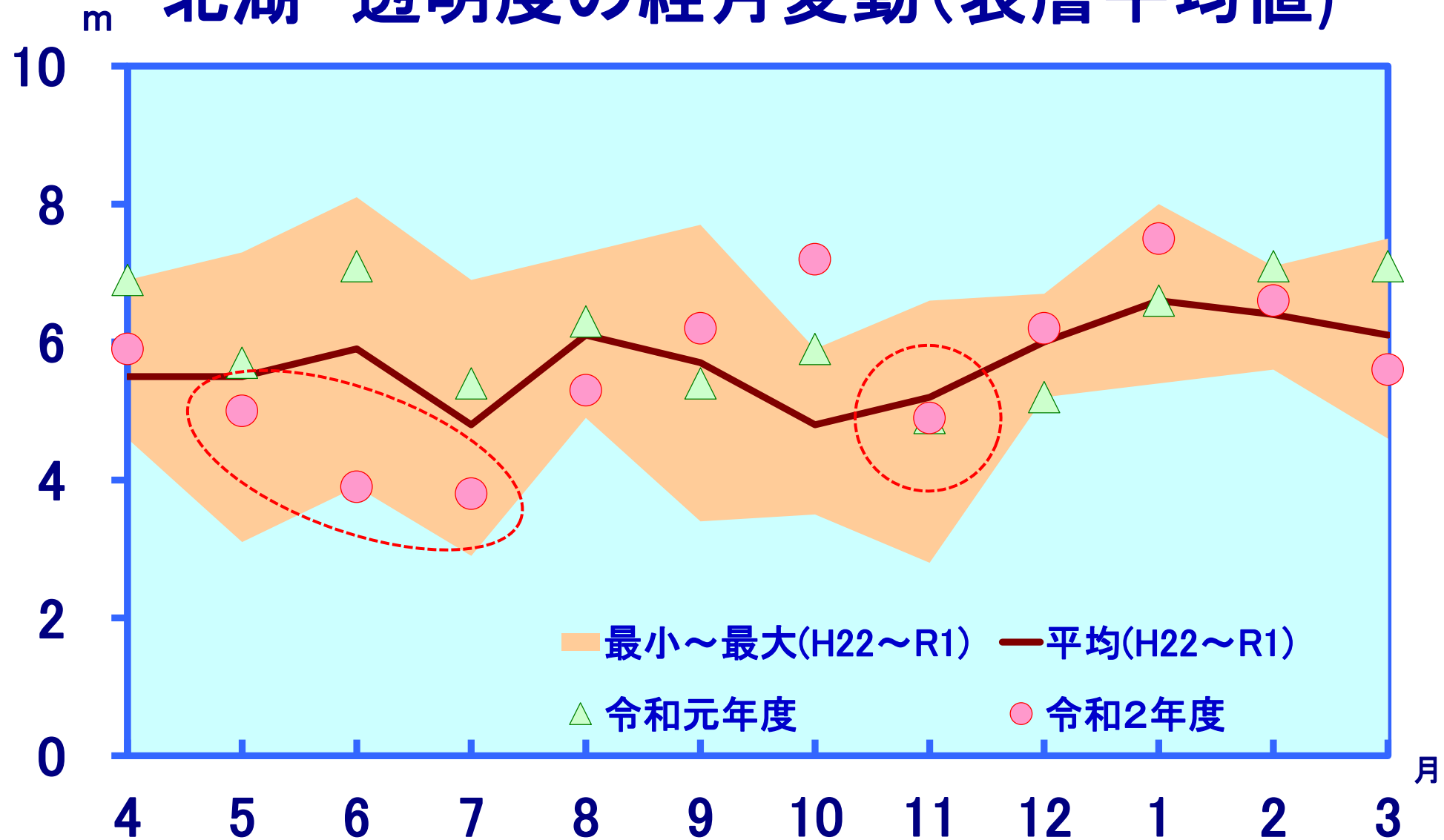
4. 水質の状況

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

4. 水質の状況

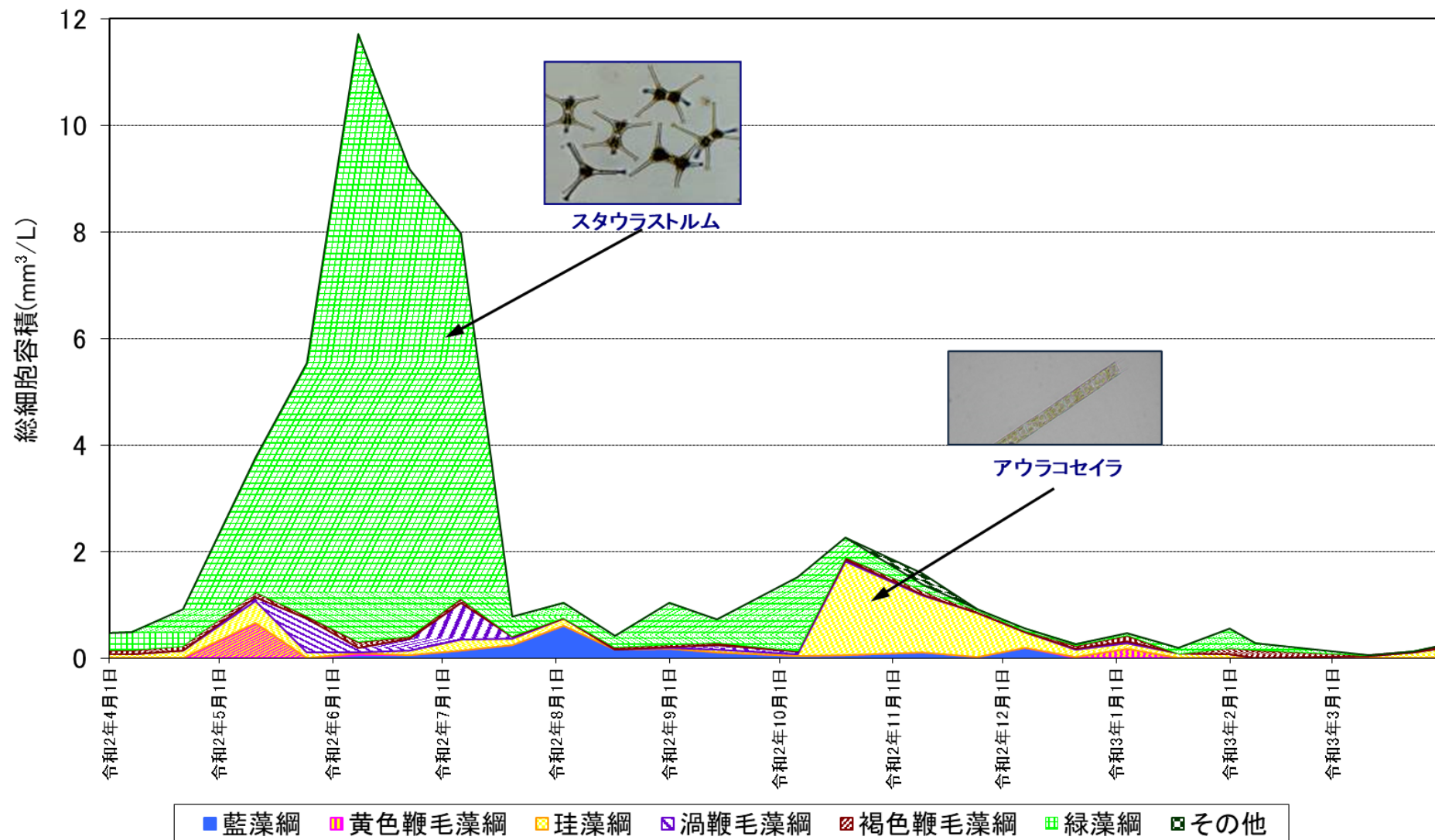
4-1. 北湖の大型藻類の発生について

北湖 透明度の経月変動(表層平均値)



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

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2年度)



平年より早い5～7月緑藻が増加、11月珧藻が増加

⇒全窒素が環境基準を達成するも、季節により発生状況が大きく変動

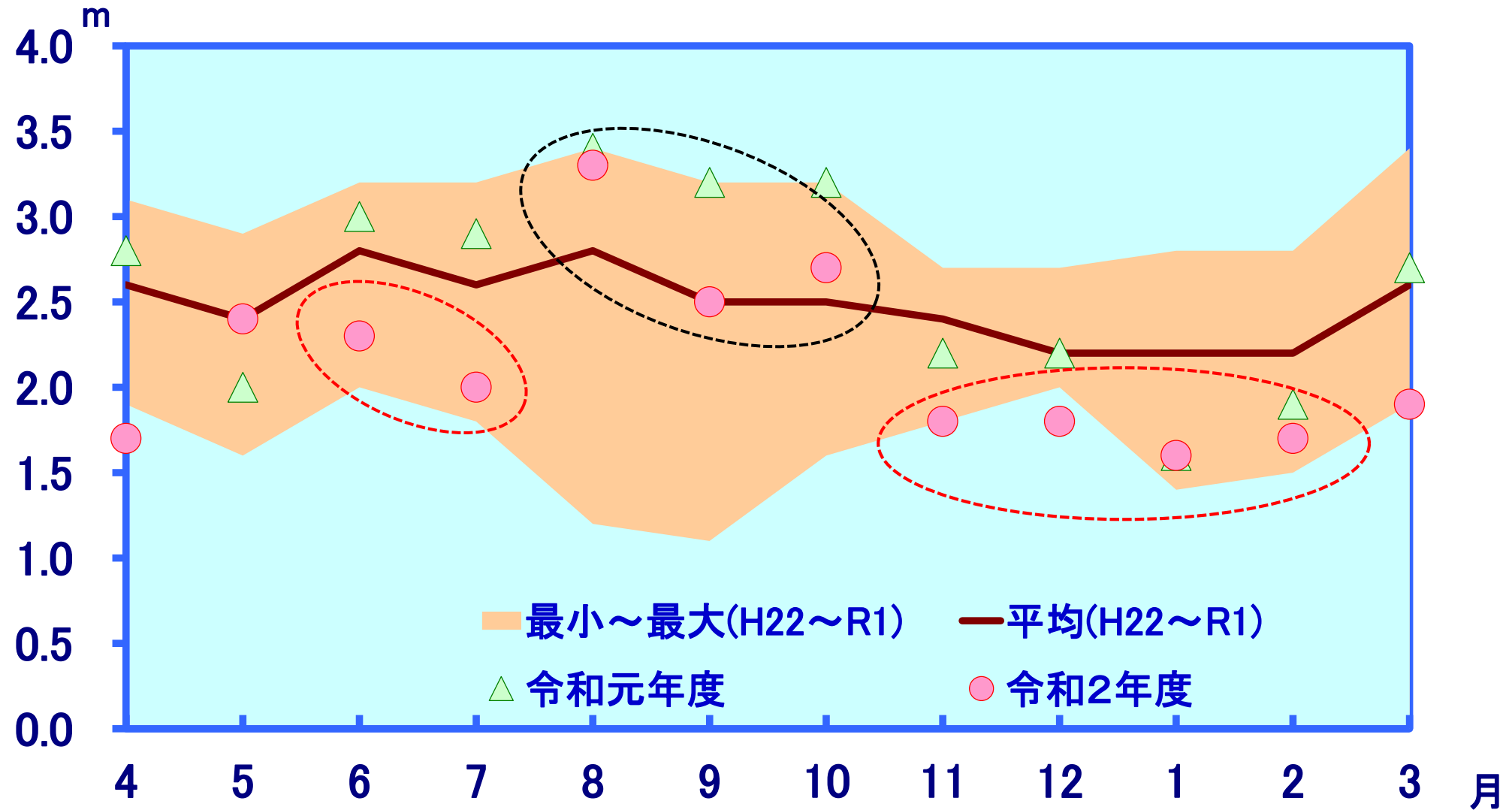
データ:滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

琵琶湖水質変動の特徴と主要因

4. 水質の状況

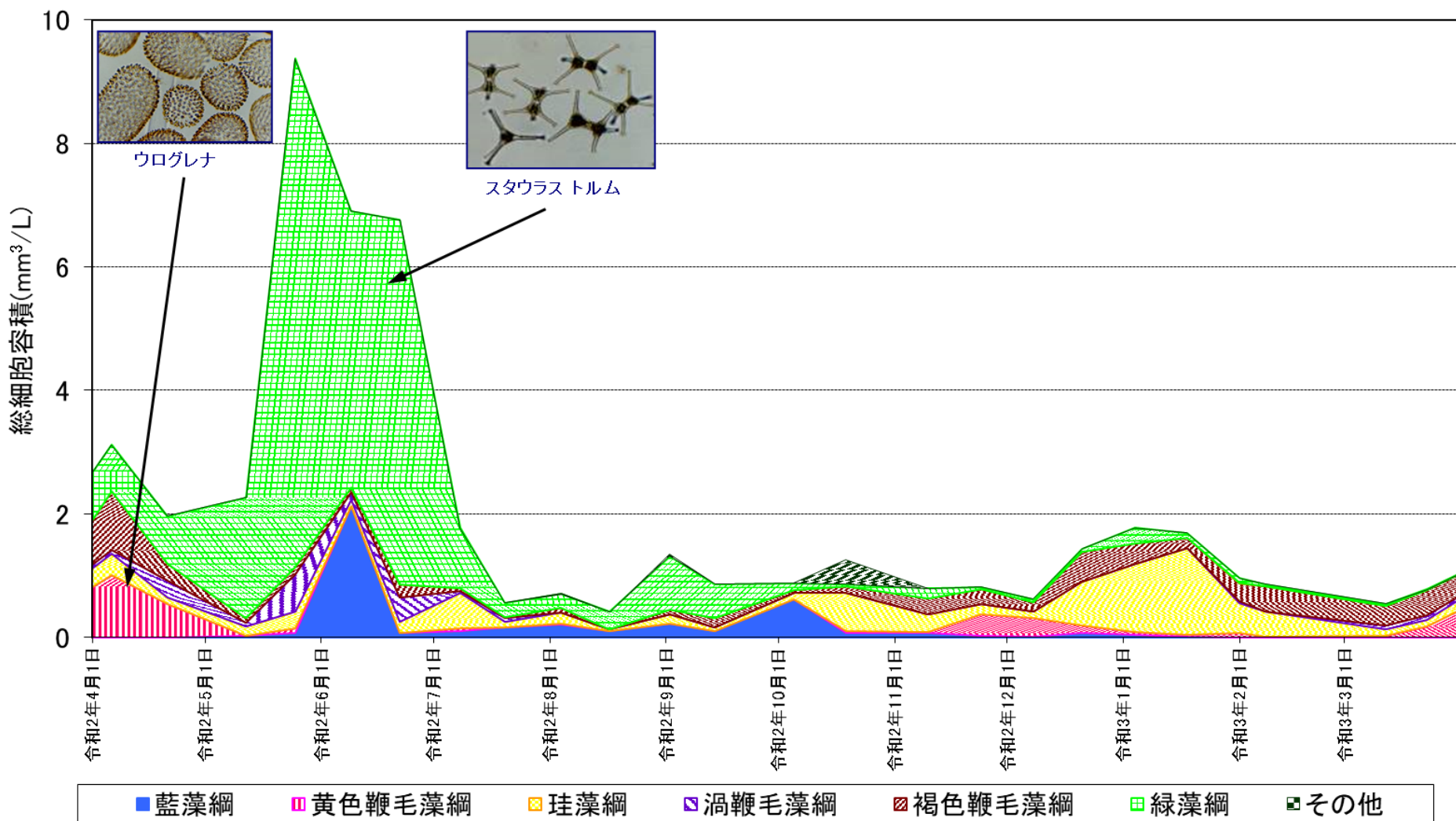
4-2. 南湖における水質の変動について

南湖 透明度の経月変動(表層平均値)



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

南湖における植物プランクトン総細胞容積の変動(唐崎沖中央0.5m層,令和2年度)

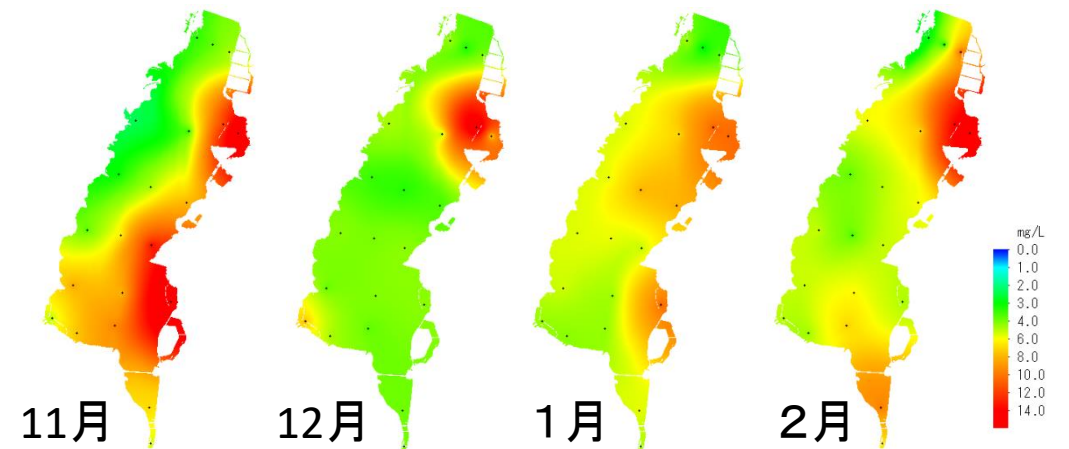
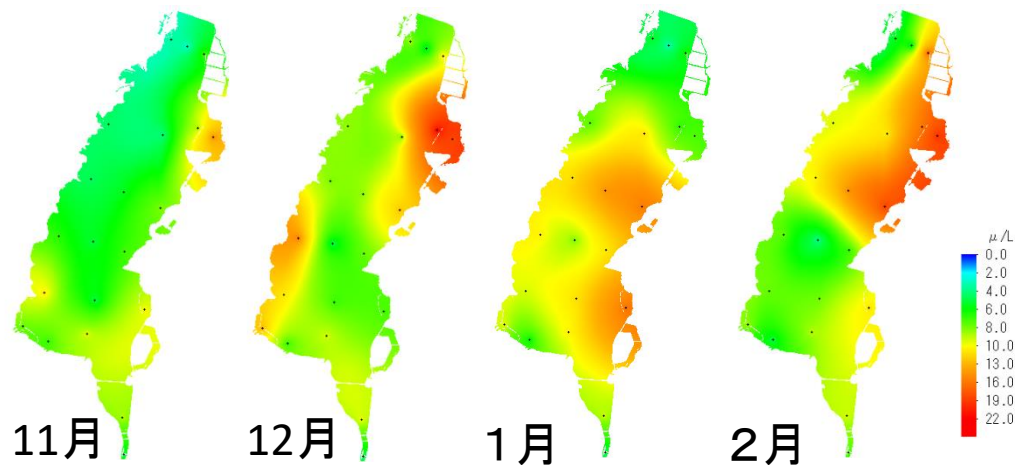
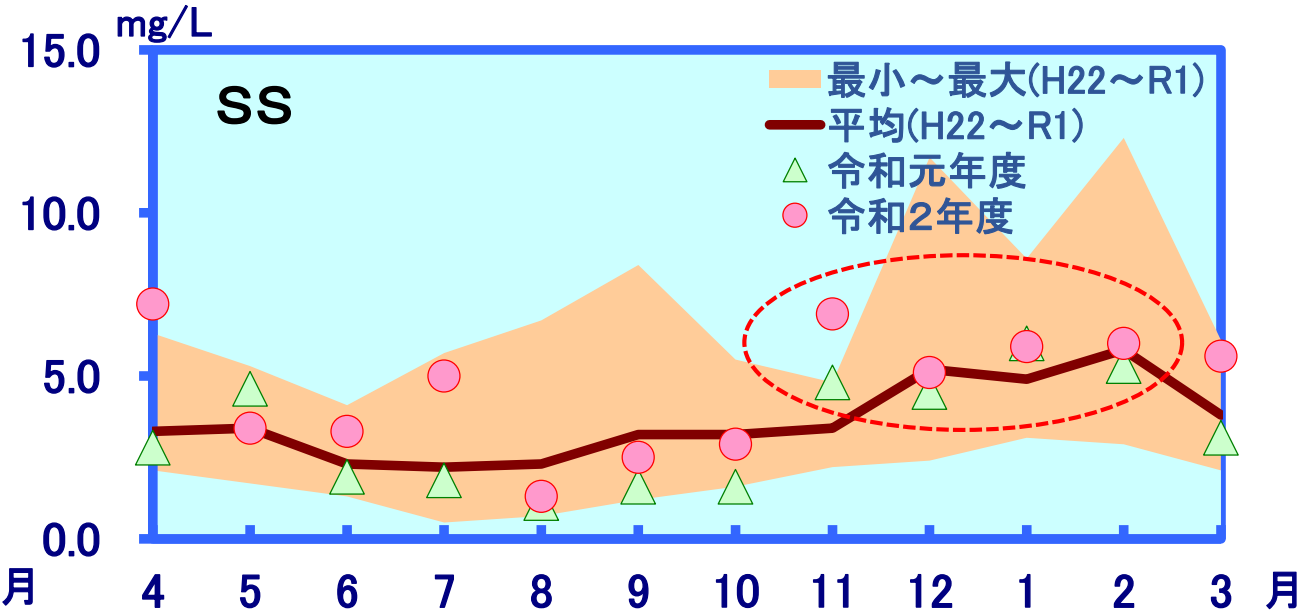
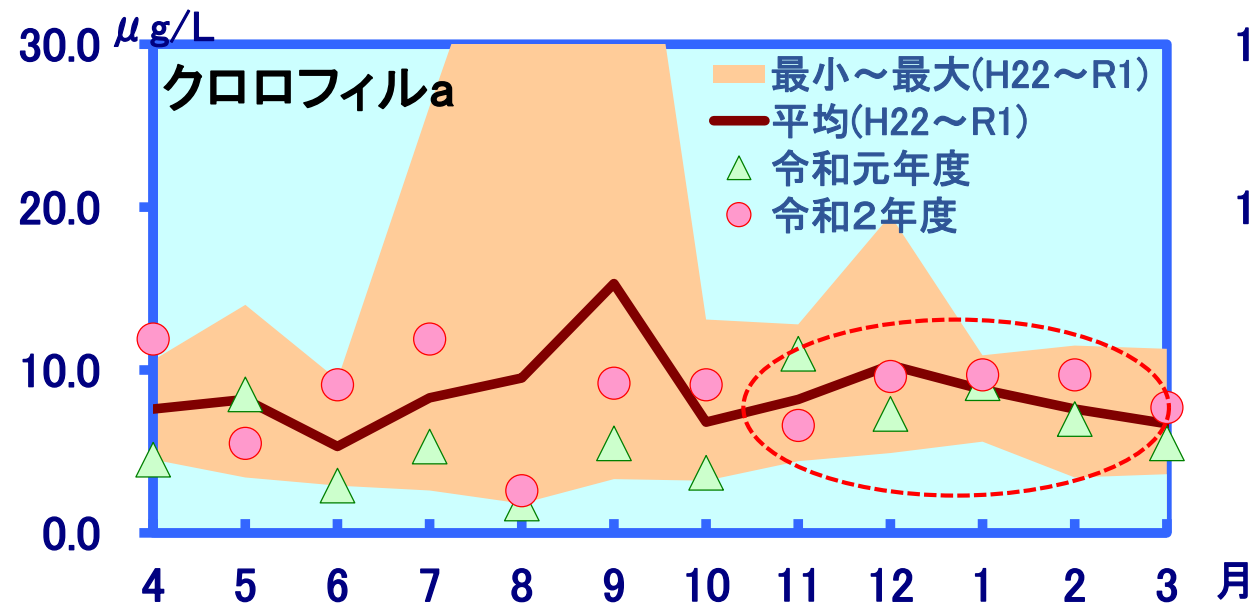


6～7月緑藻が増加、8月水草が増加、11月珪藻が増加

データ:滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

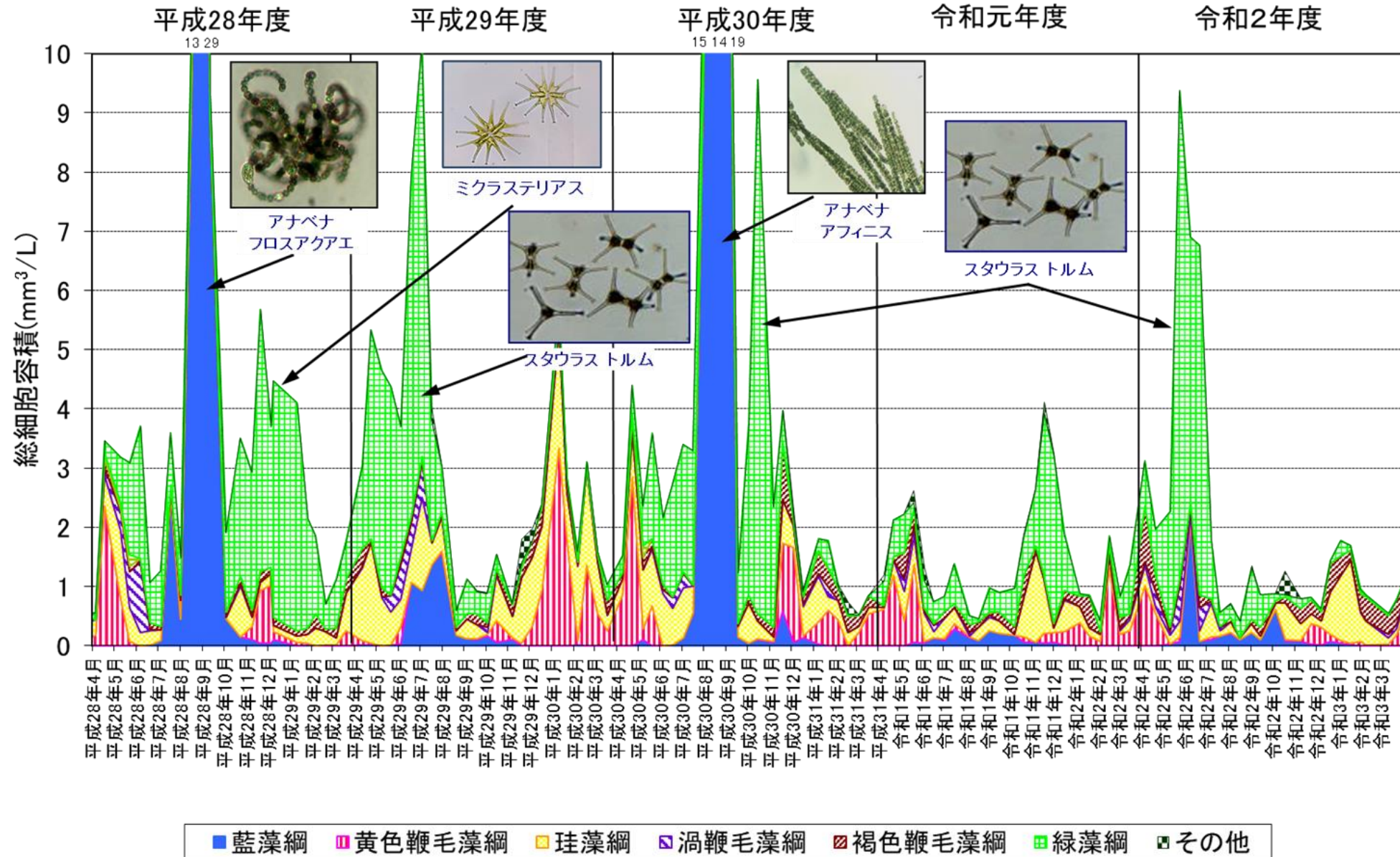
南湖 秋～冬季の透明度の低下要因の検討

主要項目の経月変動(表層平均値)



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

南湖唐崎沖中央における植物プランクトンの 総細胞容積の経月変動(表層)



令和2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

- 年間を通じて気温が高め。ただし、12月は長浜・米原で低め。
- 7月の流域平均降水量がS63年度以降最高、8月過年度最低。降水量の変動大。
- 6～7月は多雨により流出量が増加。年間の総流出量は過年度並。

2. 全窒素濃度の変動

- 北湖で2年連続環境基準達成。底層でも全窒素濃度が低下。
- 低下に硝酸態窒素の低下が寄与。
- 硝酸態窒素低下には大型植物プランクトン増加や全層循環遅れ(未完了)が影響。

令和2年度琵琶湖水質変動のまとめ

3. 北湖深層部の溶存酸素(DO)

- 8月中旬には貧酸素状態、9月30日には無酸素状態が観測され12月末まで継続。
- 貧酸素の水域は水深80mの全域から水深70mの一部にまで達し、第二湖盆でも観測。さらに、水深70mの地点でも無酸素状態を観測。
- 水深90m底層水質については、11月中旬にマンガン、砒素、全りんの増加。
1月中旬には過年度範囲内へ。
- 年末年始の低温と、積雪に伴う融雪水の流入により、3年ぶりに全層循環を確認。

<底層DO低下の要因>

- 前年度の全層循環が未完了で、4月当初のDOが1mg/L程度低い状態から開始。
- 5～7月の大型緑藻のスタウラストルムの増加と沈降・堆積によるそれ以降のSODの上昇。
- 台風通過等による湖底付近の水の混合が弱く、DOの低下が継続。

令和2年度琵琶湖水質変動のまとめ

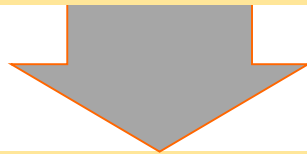
4. 水質の状況

- 北湖：全窒素も環境基準を達成。

早い時期の植物プランクトンの大増加等により、水質の季節変動が大。

- 南湖：気象や水象の影響により、水域による水質の差異が大。

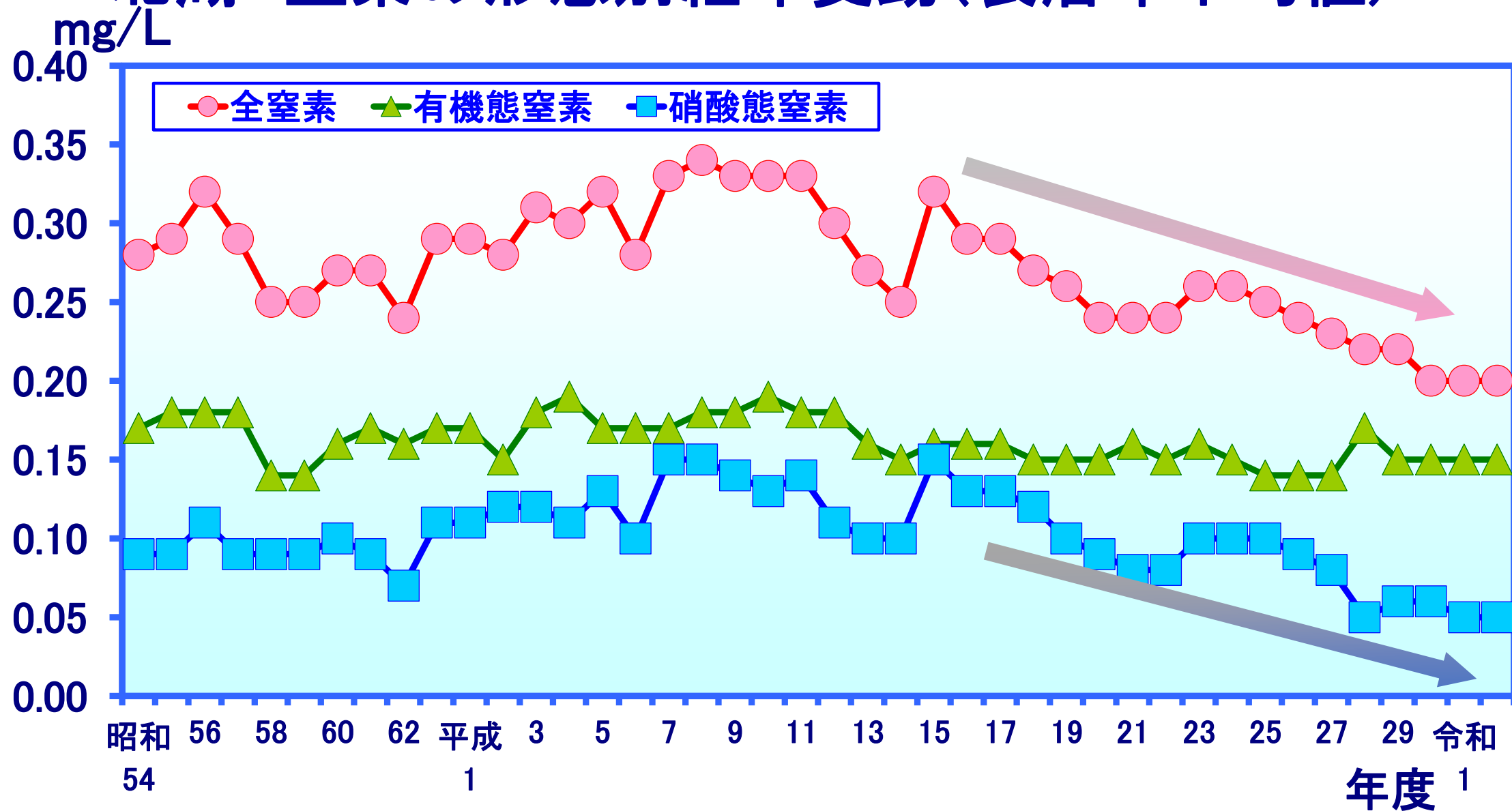
年や季節によっても、植物プランクトンの種組成が大きく変動
⇒水質変動也大。



- 気象が琵琶湖水質に影響を与えている
- 特にプランクトンや水質に特異的な変動が生じており、モニタリングの継続と気象・水象の推移とあわせた水質変動要因の解析が引き続き重要である

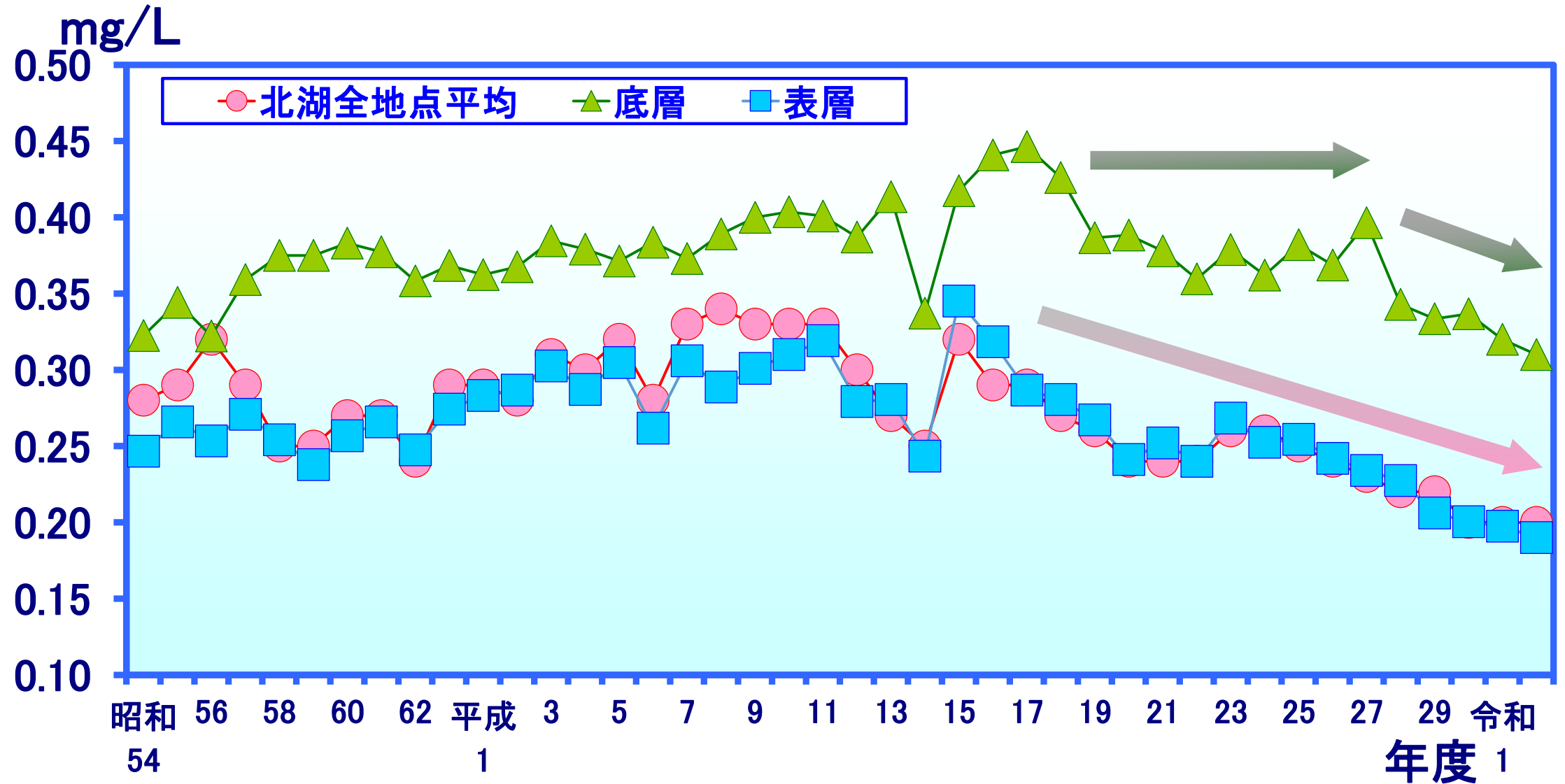
(以下、参考資料)

北湖 窒素の形態別経年変動(表層年平均値)



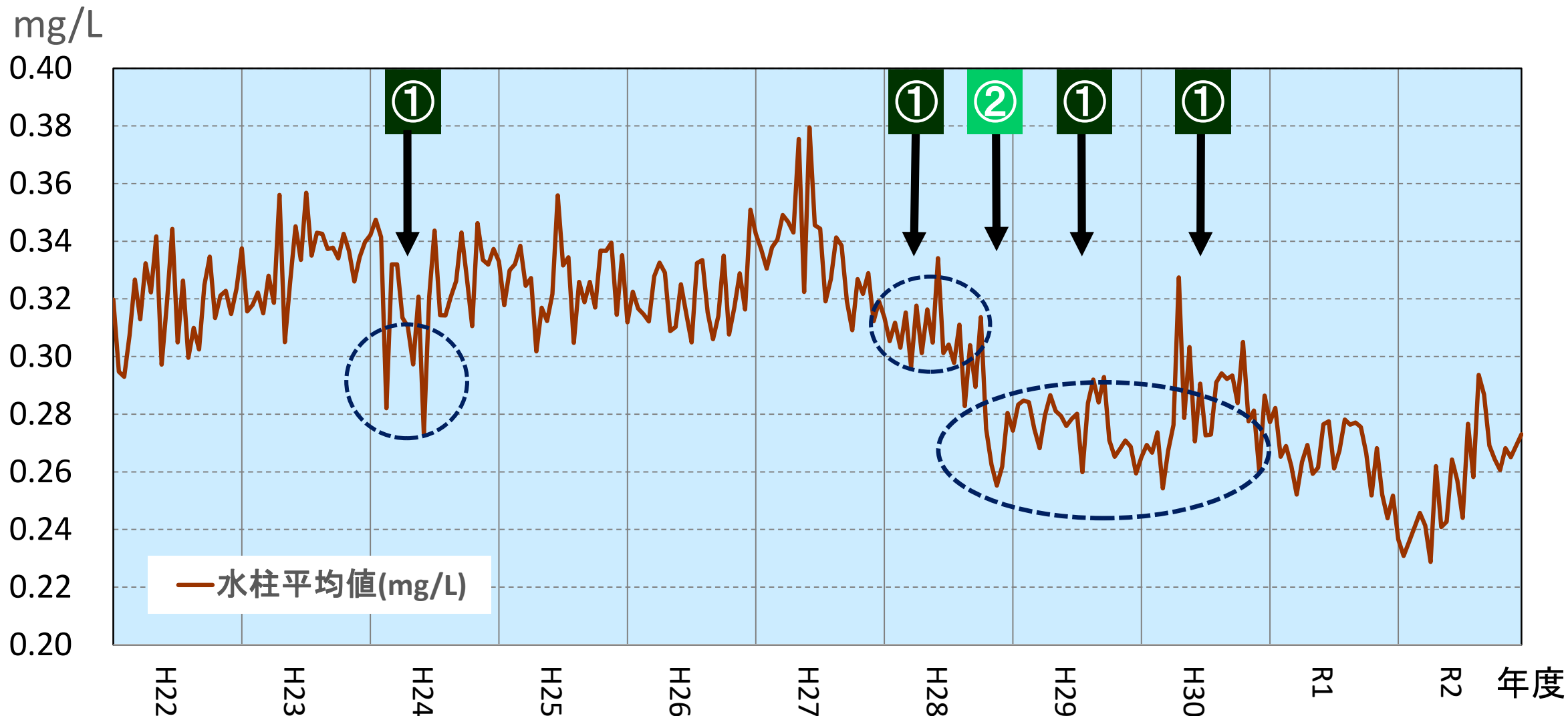
データ: 国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

今津沖中央 全窒素の表層と底層の比較 (表層及び底層年平均値の経年変動)



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

今津沖中央 湖水柱の全窒素存在量(※) 経月変動



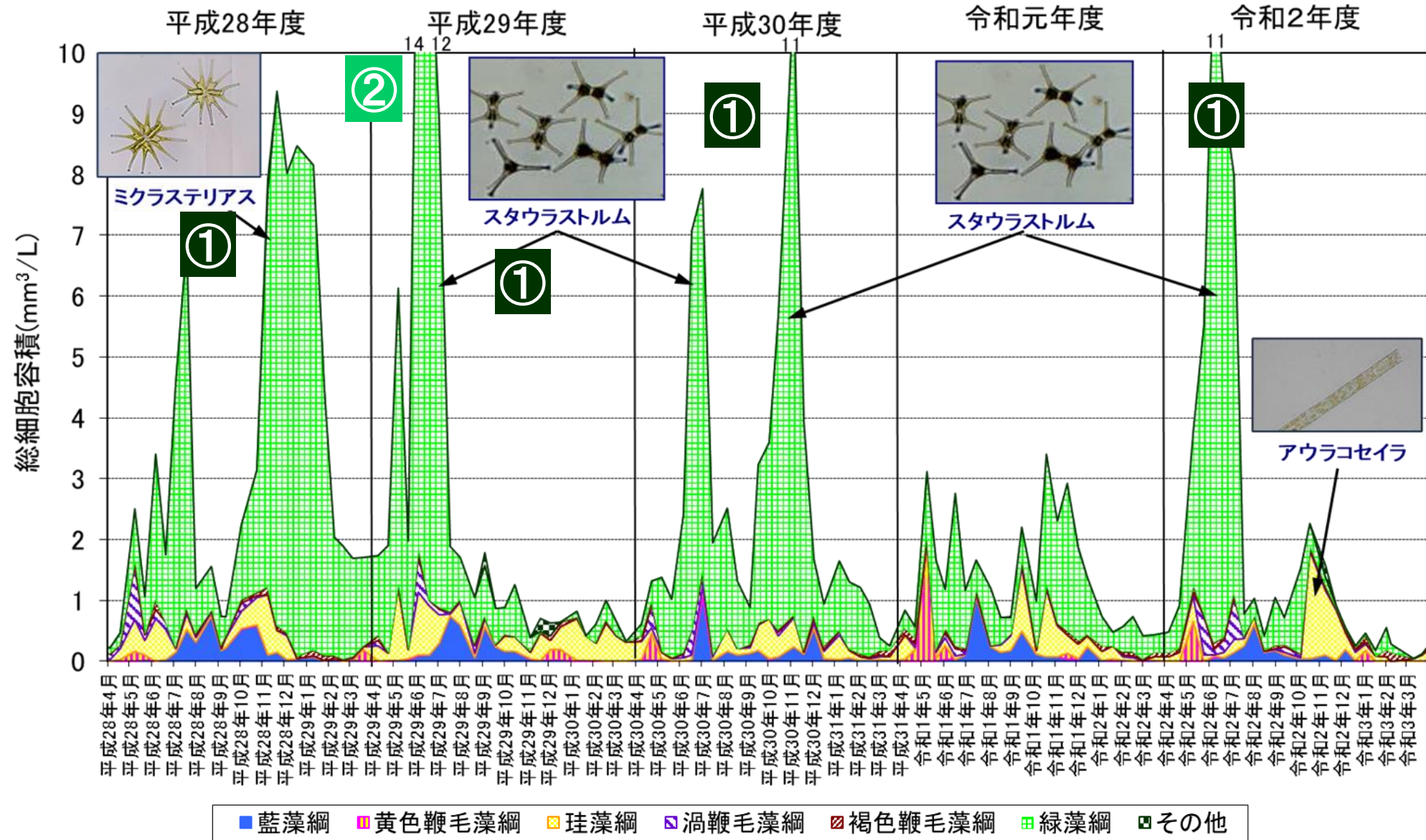
①大型緑藻スタウラストルム大量増加

②大型緑藻ミクラステリアス大量増加

※表層から底層までの水柱中に存在する窒素量を水量を考慮して平均した濃度

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 47

北湖今津沖中央における植物プランクトンの 総細胞容積の経月変動(表層)

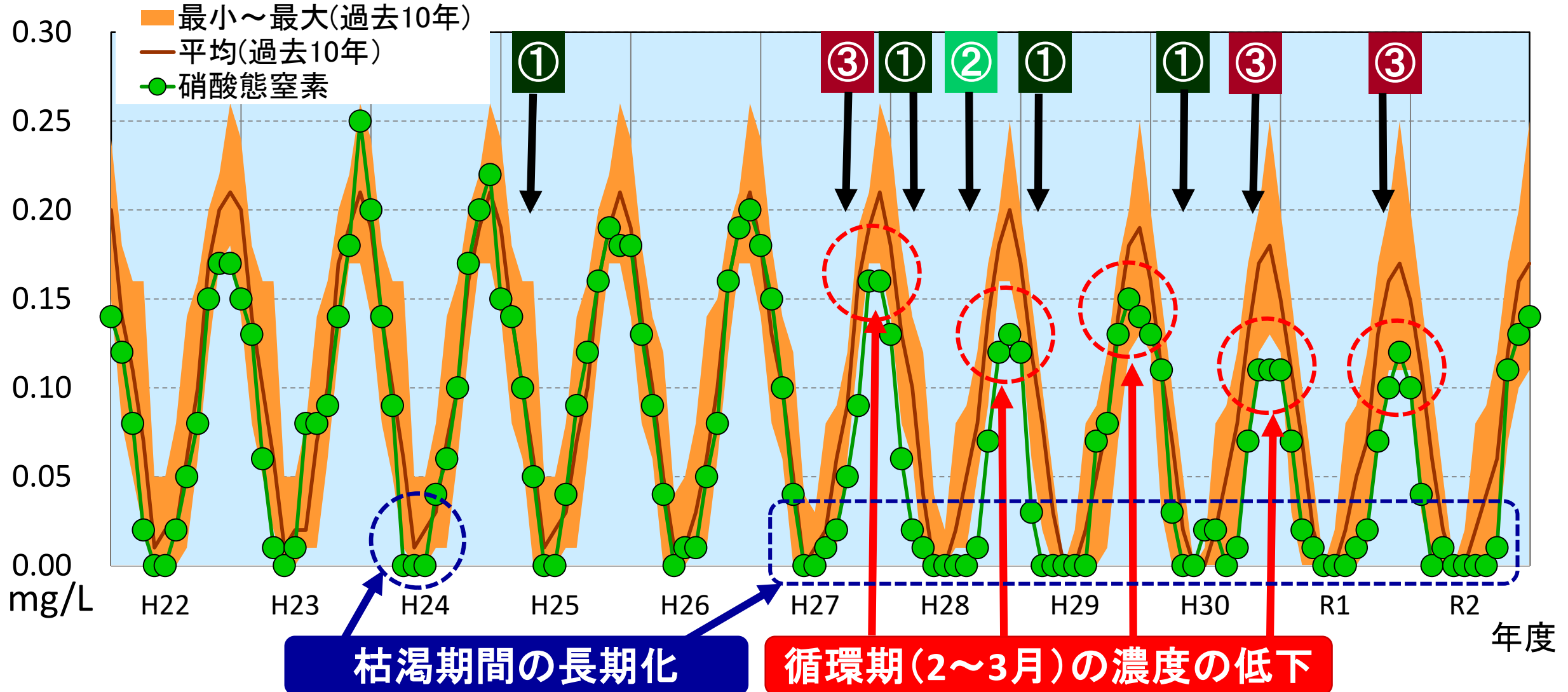


北湖 硝酸態窒素の経月変動(表層平均値)

①大型緑藻スクラストム大増加

②大型緑藻ミクラステリアス大増加

③全層循環遅いor未完了



水深90m地点の湖底直上1mにおけるDO調査結果

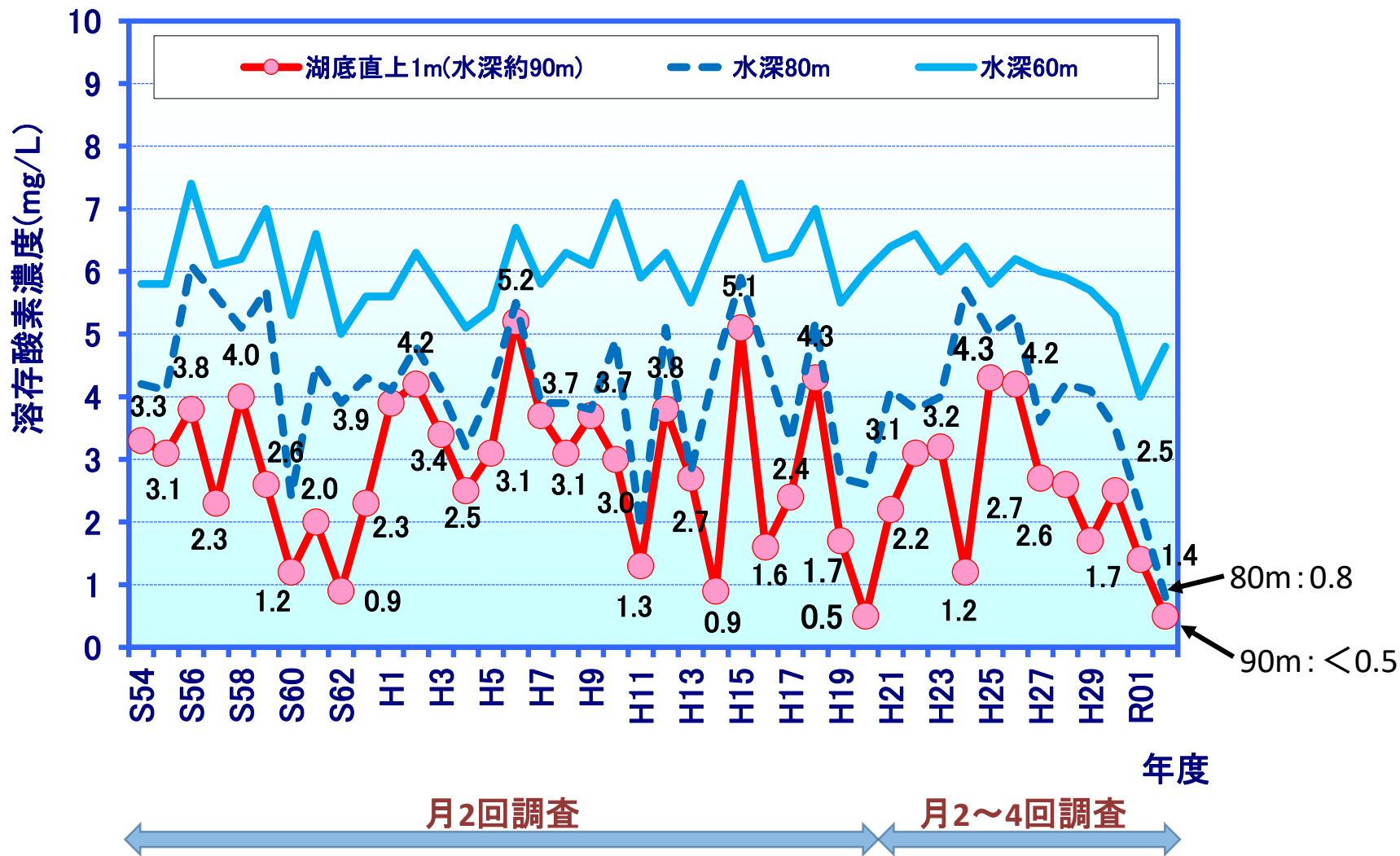
単位: mg/L

調査日		4月				5月		6月			7月		8月			9月				10月			
調査地点		4/7	4/17	4/21	4/27	5/11	5/25	6/8	6/22	6/29	7/6	7/20	8/3	8/17	8/25	9/1	9/8	9/14	9/30	10/6	10/12	10/19	10/27
A		8.7	8.6		9.4		7.6		7.1	6.5		5.1	2.6	2.4	1.2	2.8	1.2	1.5	1.6	0.5	0.6	<0.5	0.6
B		8.8	8.7		8.5		7.6			6.7		4.7	2.5	2.1	1.4	1.2	中止	2.1	<0.5		<0.5		<0.5
C(今津沖中央)		8.7	8.9	8.7	8.5	8.3	7.7	6.7	6.1	6.1	5.5	4.5	4.0	3.0	2.2	2.4	2.0	1.9	<0.5	0.7	0.9	<0.5	<0.5
D		9.3	8.6		9.1		8.4		7.6	6.4		5.2	3.3	3.1	2.7	2.8	3.1	1.6	2.0	1.2	1.2	1.2	0.9
E		9.0	8.7		8.6		7.8			6.1		4.4	4.7	1.4	2.4	2.6	2.2	1.4	<0.5		<0.5		0.6
F		9.2	8.8		8.6		7.8		6.7	5.5		4.5	2.7	2.2	2.6	1.6	1.3	2.2	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5
L(第一湖盆中央)		9.0	8.7	9.0	8.6	8.7	8.1	7.1	6.6	6.6	5.8	4.2	3.1	1.6	1.9	1.2	0.9	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
調査日		11月						12月			1月				2月			3月					
調査地点		11/5	11/9	11/16	11/17	11/24	11/30	12/7	12/21	12/22	1/4	1/12	1/18	1/26	2/1	2/8	2/26	3/11	3/16	3/23			
A		中止		0.5	<0.5	2.7			<0.5		9.2	10.0	9.2	8.4	9.9	10.5		9.9	10.0	9.7			
B		中止			<0.5																		
C(今津沖中央)		<0.5	0.9	1.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5		2.2	9.7	9.0	9.5	10.0	10.3	10.5	10.5	10.0	9.9			
D		中止		2.4		3.8	2.7			<0.5	6.2		9.5	9.4	9.8	10.1		10.4	10.0	10.5			
E		中止		<0.5																			
F		中止		<0.5		<0.5				1.2		9.5	9.4	9.5	10.4	9.9		10.2	9.9	9.9			
L(第一湖盆中央)		<0.5	<0.5	<0.5		1.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.9	10.0	8.7	9.5	10.0	10.3	9.9	10.0	9.9	10.2			

2mg/Lを下回った期間は、一部の地点を除き、約4か月半間継続
0.5mg/Lを下回った期間は、一部の地点を除き、約3か月間継続

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

北湖今津沖中央のDO年度最低値の変動

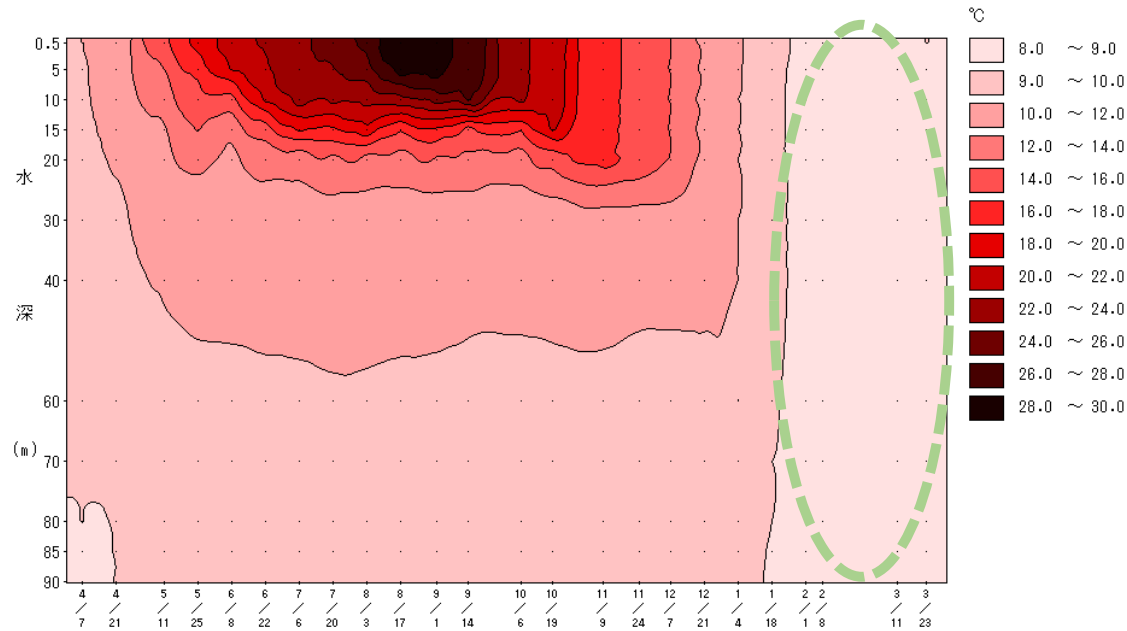


データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター ※北湖深水層底層DO調査結果を含む

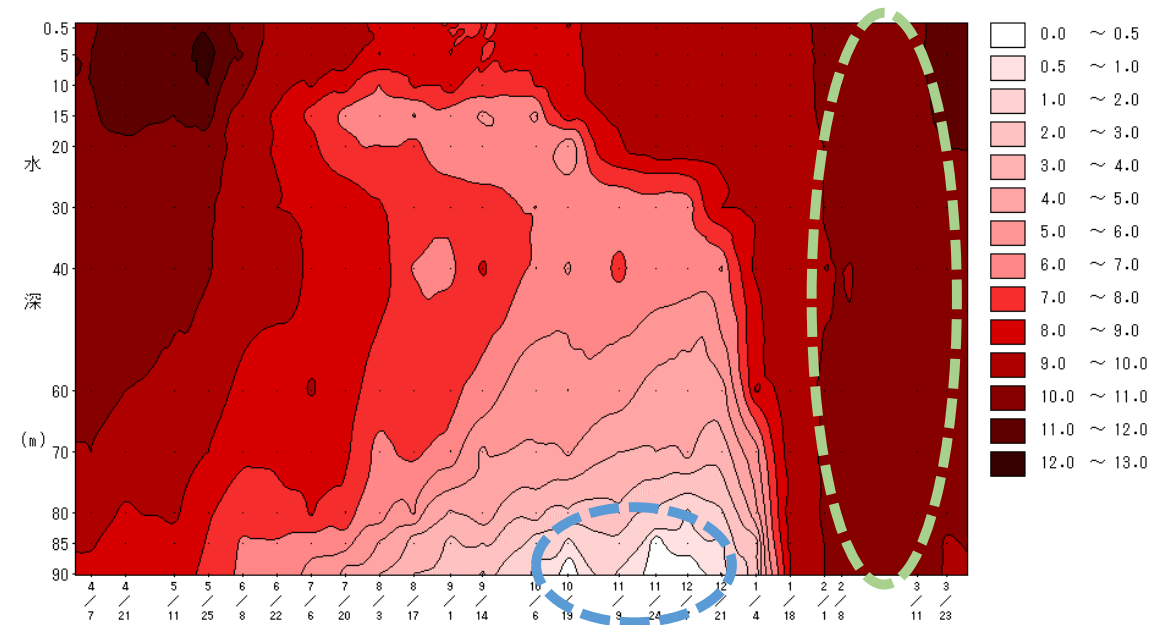
水深90、80mにおけるDO年度最低値は過去最低

今津沖中央における水温及びDO鉛直分布

水温鉛直分布



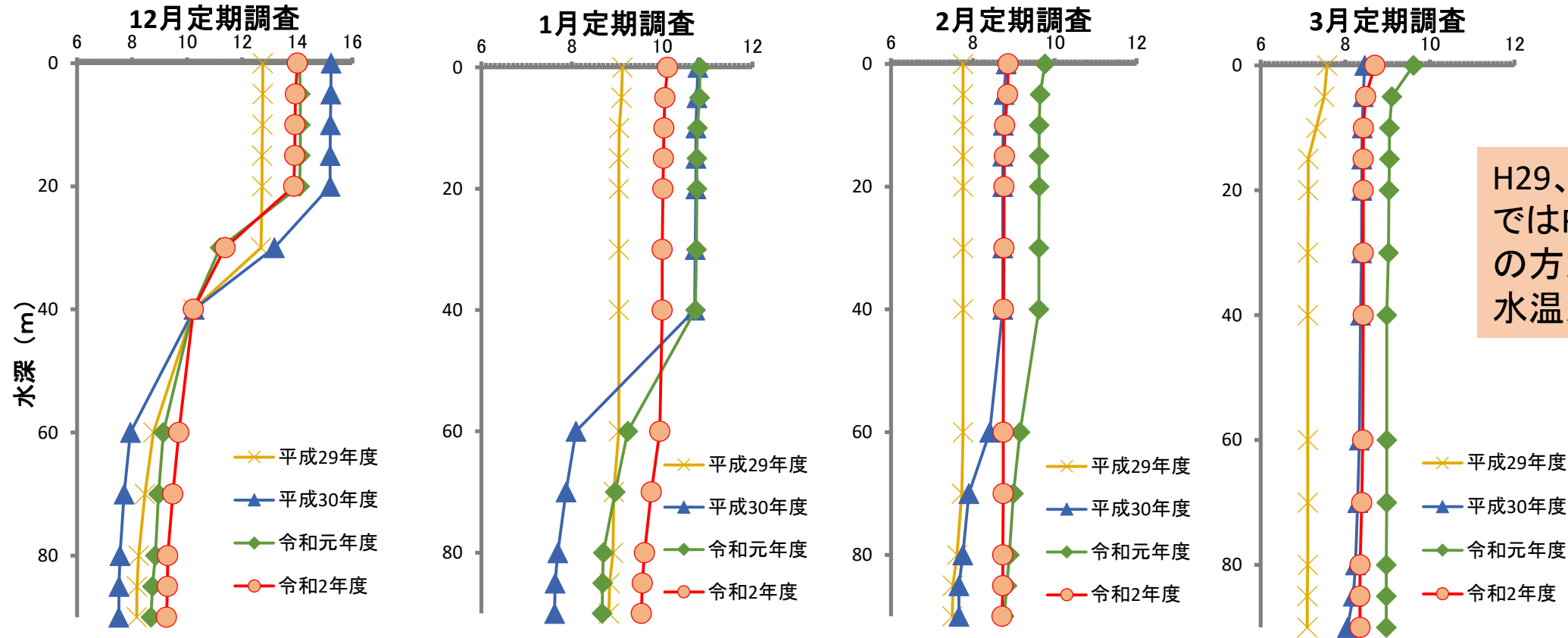
DO鉛直分布



令和3年(2021年)2月1日の調査で3年ぶりに全層循環を確認

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

今津沖中央水温の鉛直分布変動(12~3月)



12月 H29~R02年度 水深30~40m付近に水温躍層あり

データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

1月 H29,R02年度は全水深でほぼ一様となったが、H30,R01年度は水温躍層あり
(H29年度はH30年1月22日に全層循環確認)

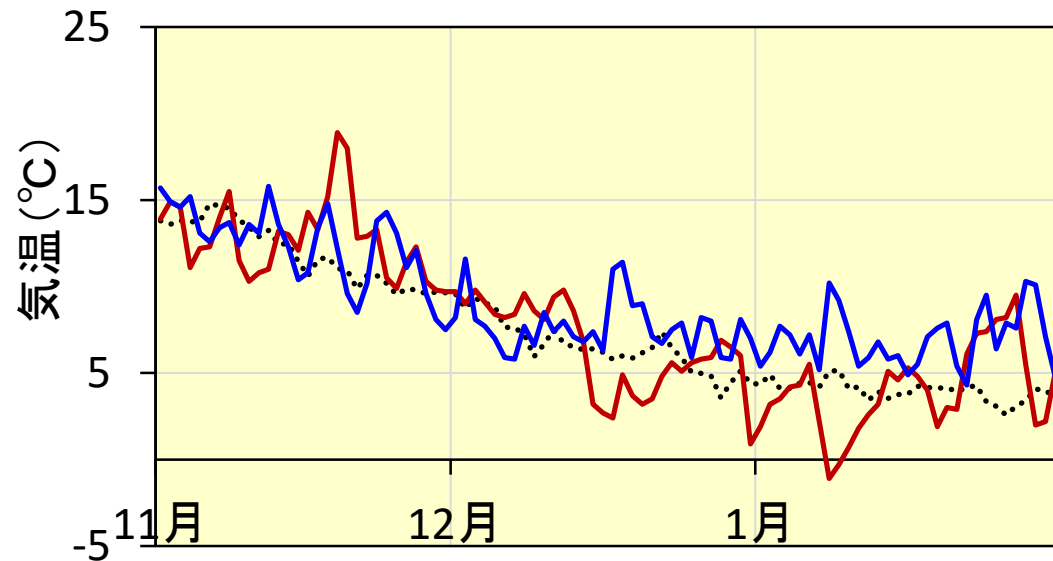
2月 H30,R01年度は60m以深で水温差が残る (R02年度はR03年2月1日に全層循環確認)

3月 H30,R01年度は底層での水温差が残ったまま表層での水温躍層形成が開始

3年ぶりの全層循環

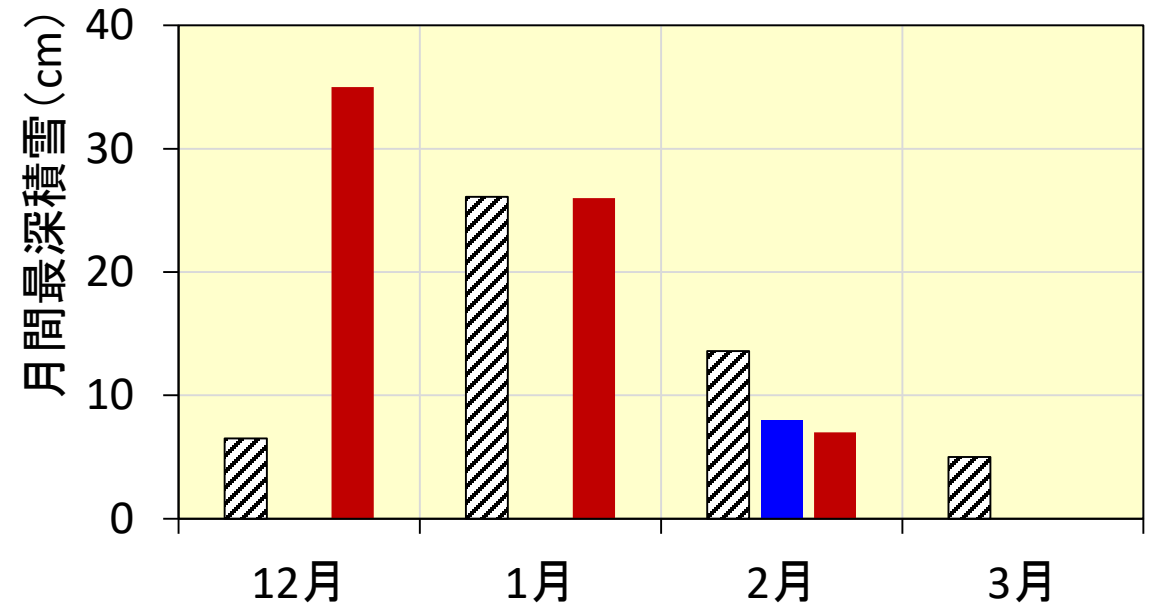
日平均気温(彦根)

.....過年度平均(H22-R1) — 令和2年度 — 令和元年度



月間最深積雪(彦根)

▨ 過年度平均(H22-R1) ■ 令和元年度 ■ 令和2年度



日平均気温・月間最深積雪

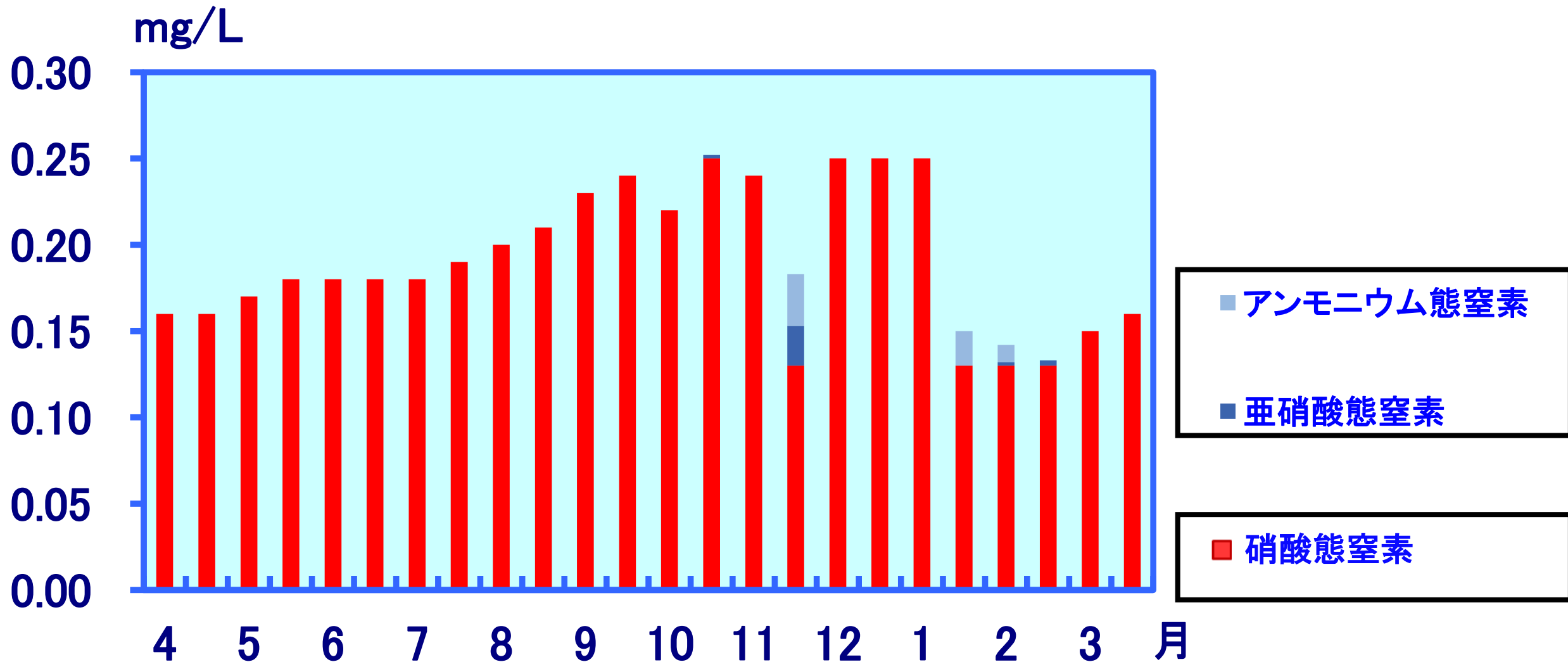
令和2年度(2020年度)12月、1月

- ・低温
- ・積雪に伴う融雪水の流入

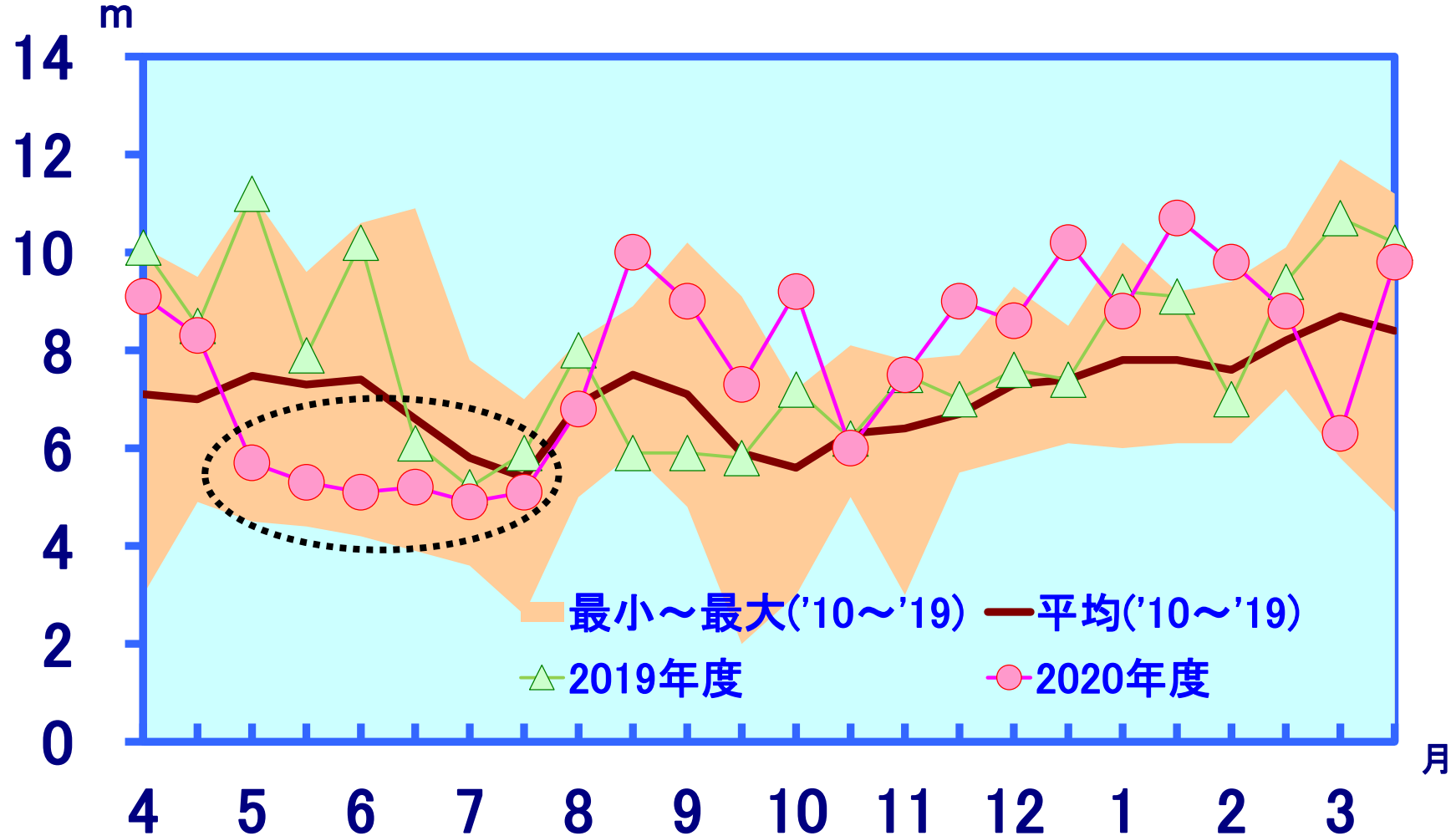


2月上旬に3年ぶりの全層循環を達成
しかし、3月の気温は高かった。

今津沖中央(湖底から1m)における形態別窒素の経月変動

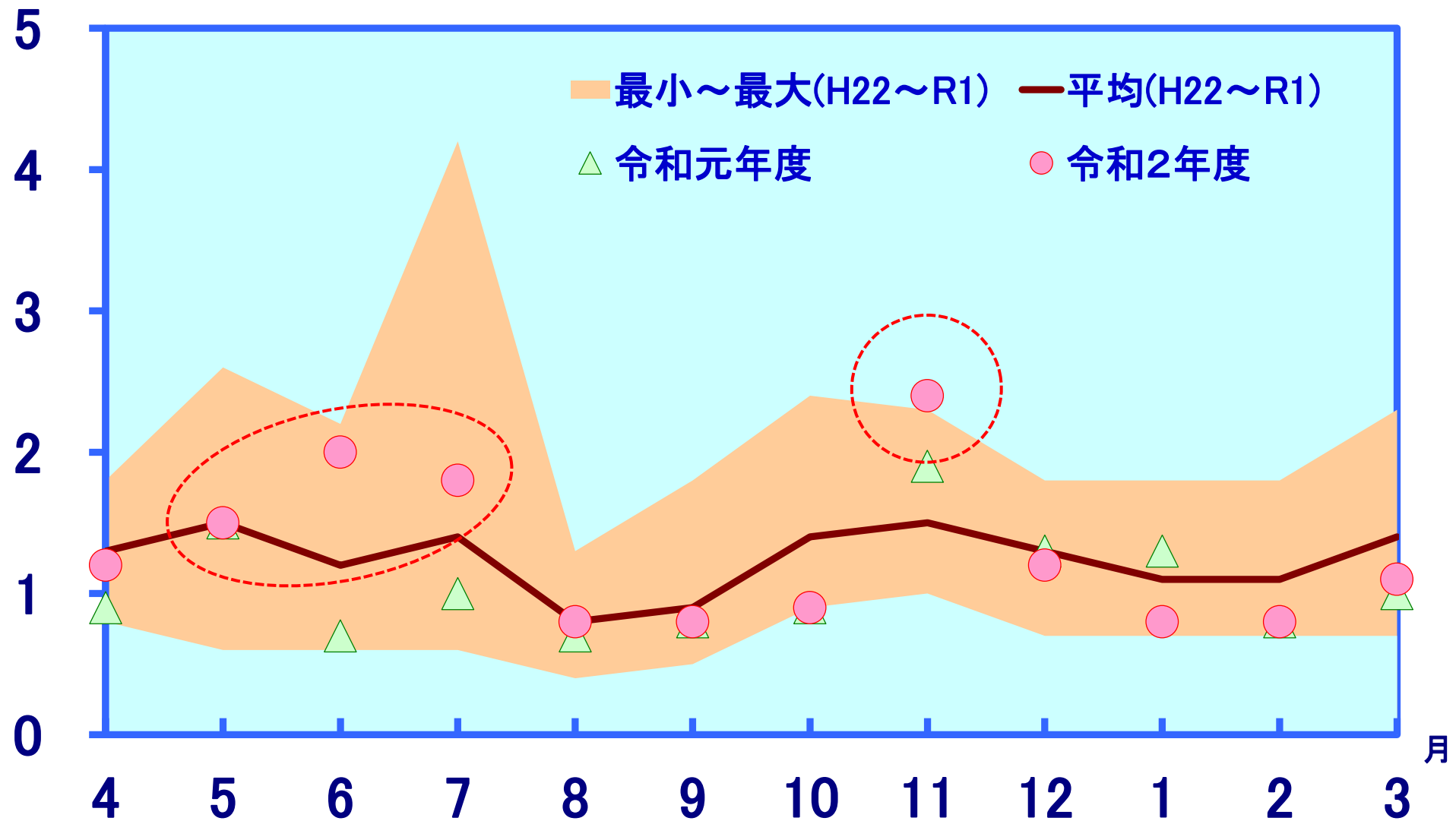


北湖 今津沖中央における透明度の経月変化



データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

北湖 SSの経月変動(表層平均値)



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

南湖 主要項目の経月変動(表層平均値)

