

令和元年度 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2年(2020年)6月22日

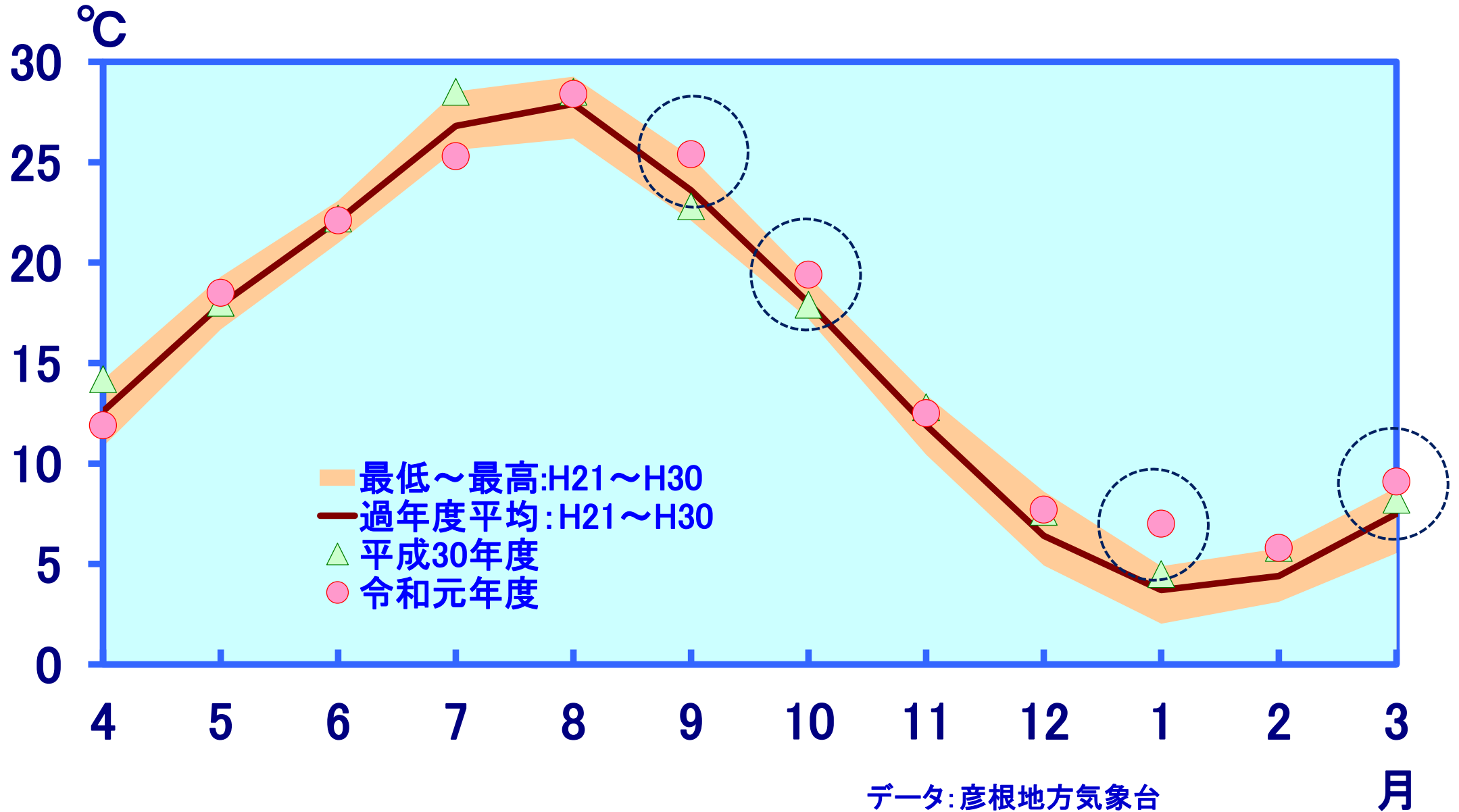
琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

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. 南湖の状況(平成30年度夏季との比較)

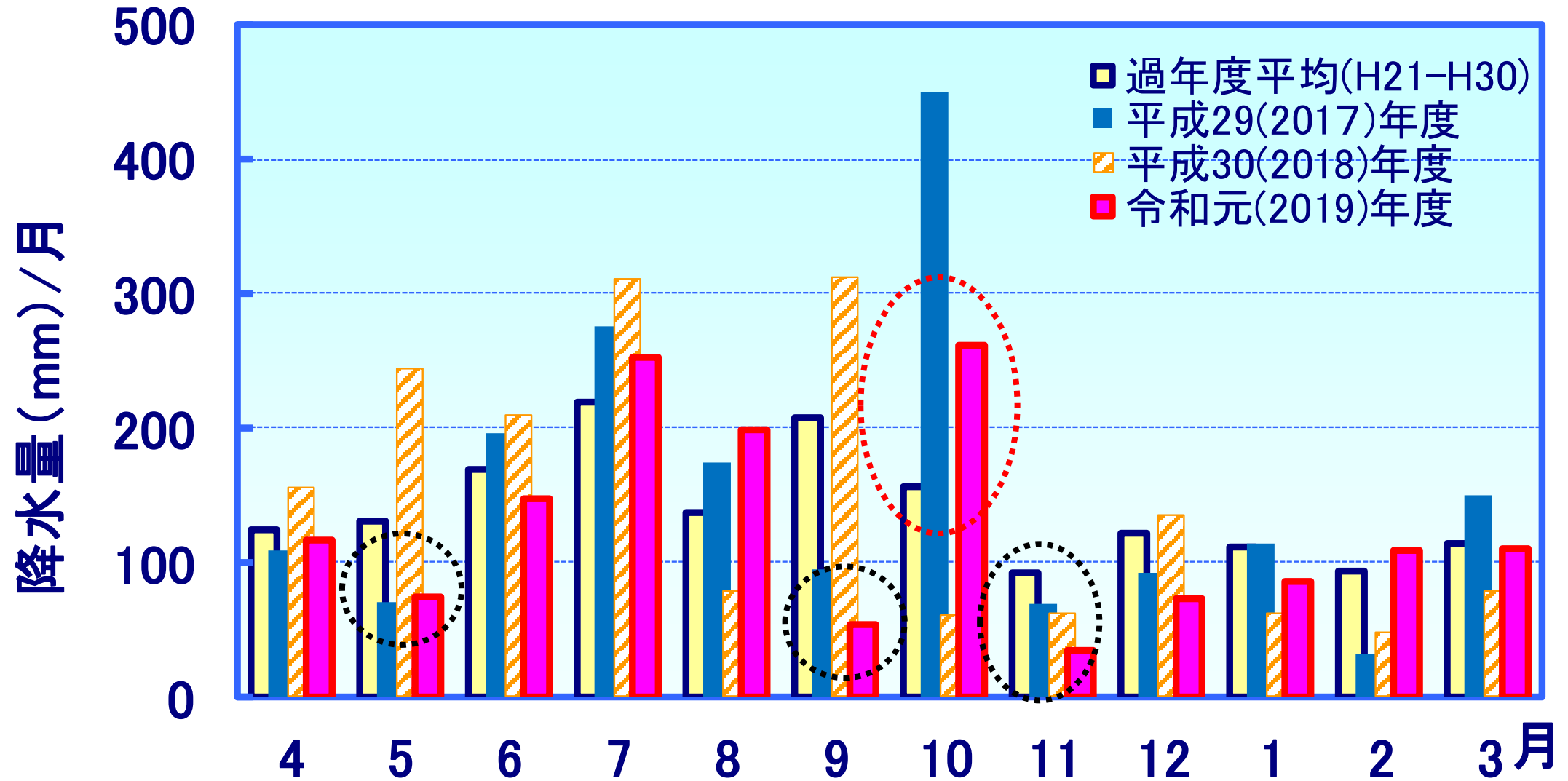
琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

1. 気象の特徴と水象への影響

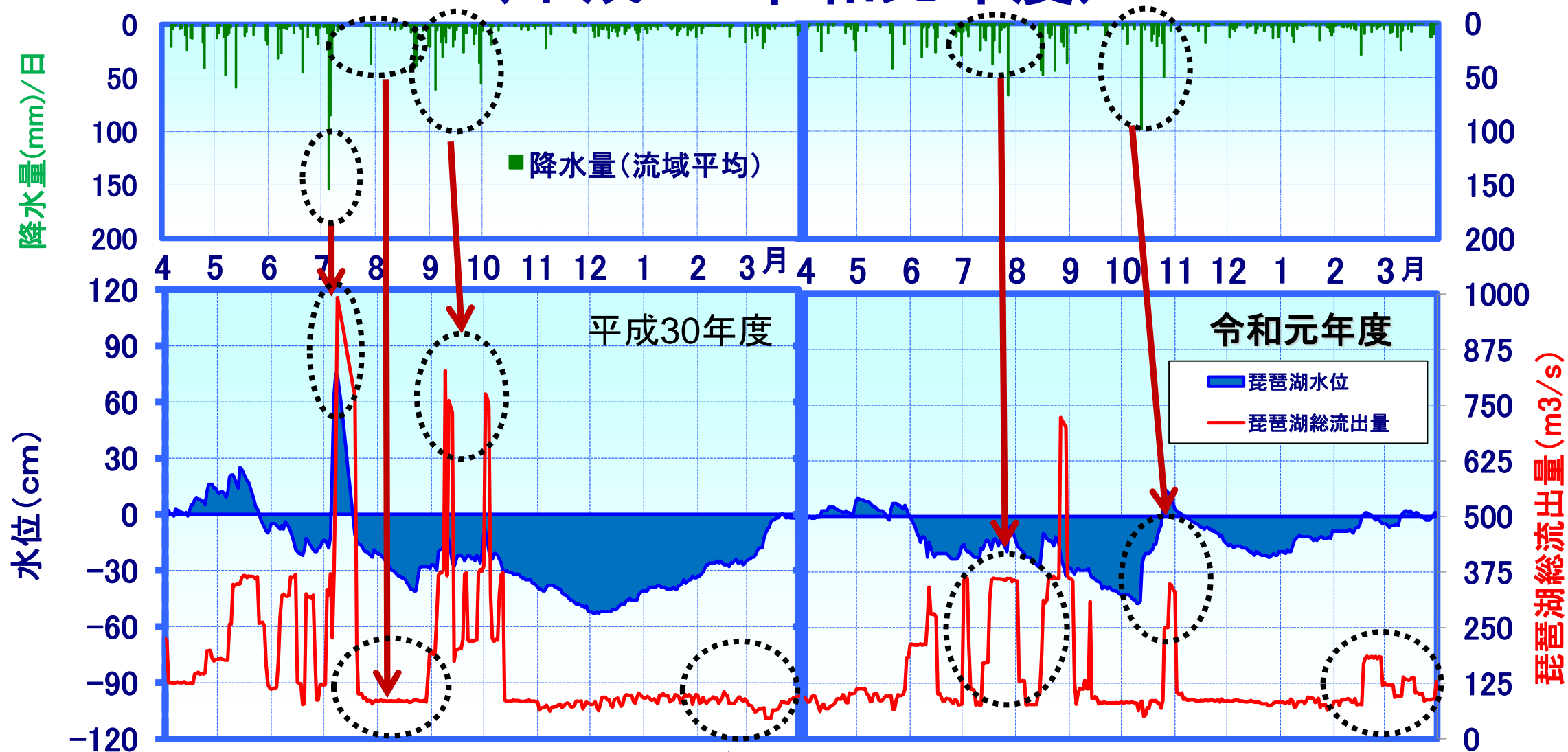
彦根 月別平均気温の推移



彦根 降水量の月別比較



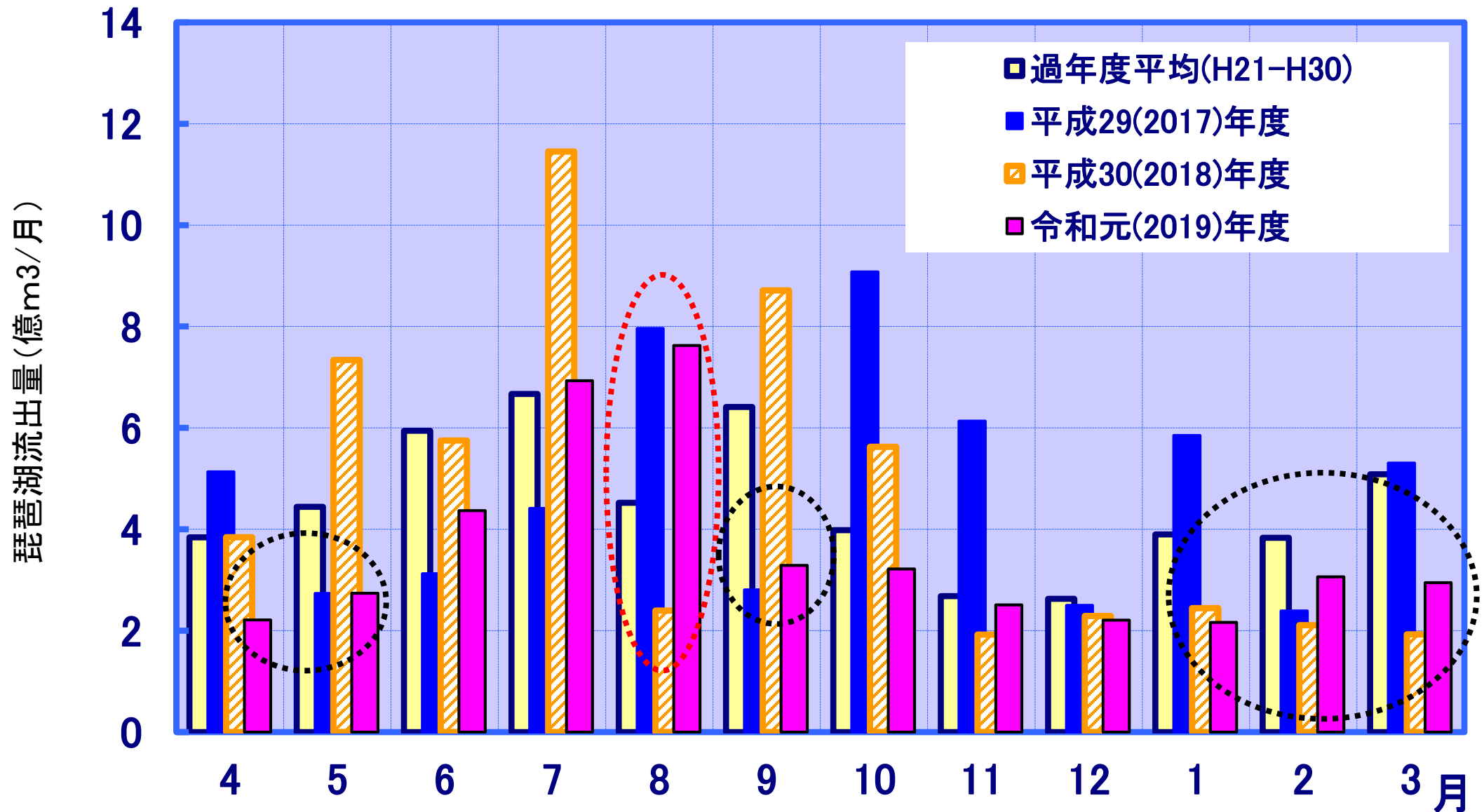
流域降水量および琵琶湖水位,流出量の変動 (平成30-令和元年度)



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・流量については午前6時現在のデータ

令和元年度琵琶湖流出量の月別総量平年比較



データ:琵琶湖河川事務所

令和元年度の気象の特徴

彦根気象台「気象月報・年報」より

- 平均気温：年間を通じて気温が高め。特に5、9、10、12、1、2、3月は彦根気象台区分で「かなり高い」
特に9月、10月、1月、3月は月平均気温観測史上第1位
- 降水量：8月の多雨 5月、9月、11月の少雨
- 台風の接近：台風10号（8月14～17日）、台風19号（10月11日～10月13日）
→近畿地方への上陸はなかった。
- 全般的に降水量は少なめであった。

令和元年度の水象の特徴

- 4月から5月：過年度よりも少ない流出量
- 7月から8月：一定の流出量⇒平成30年度に見られた大幅な水位上昇、流出量増加はなかった。
- 9月、10月：過年度よりも少ない流出量
- 全般的に降水量が少ない影響を受け、流出量も少なかった

琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

2. 北湖全窒素濃度の変動

湖水中における窒素の形態

全窒素

無機態窒素

硝酸態

亜硝酸態

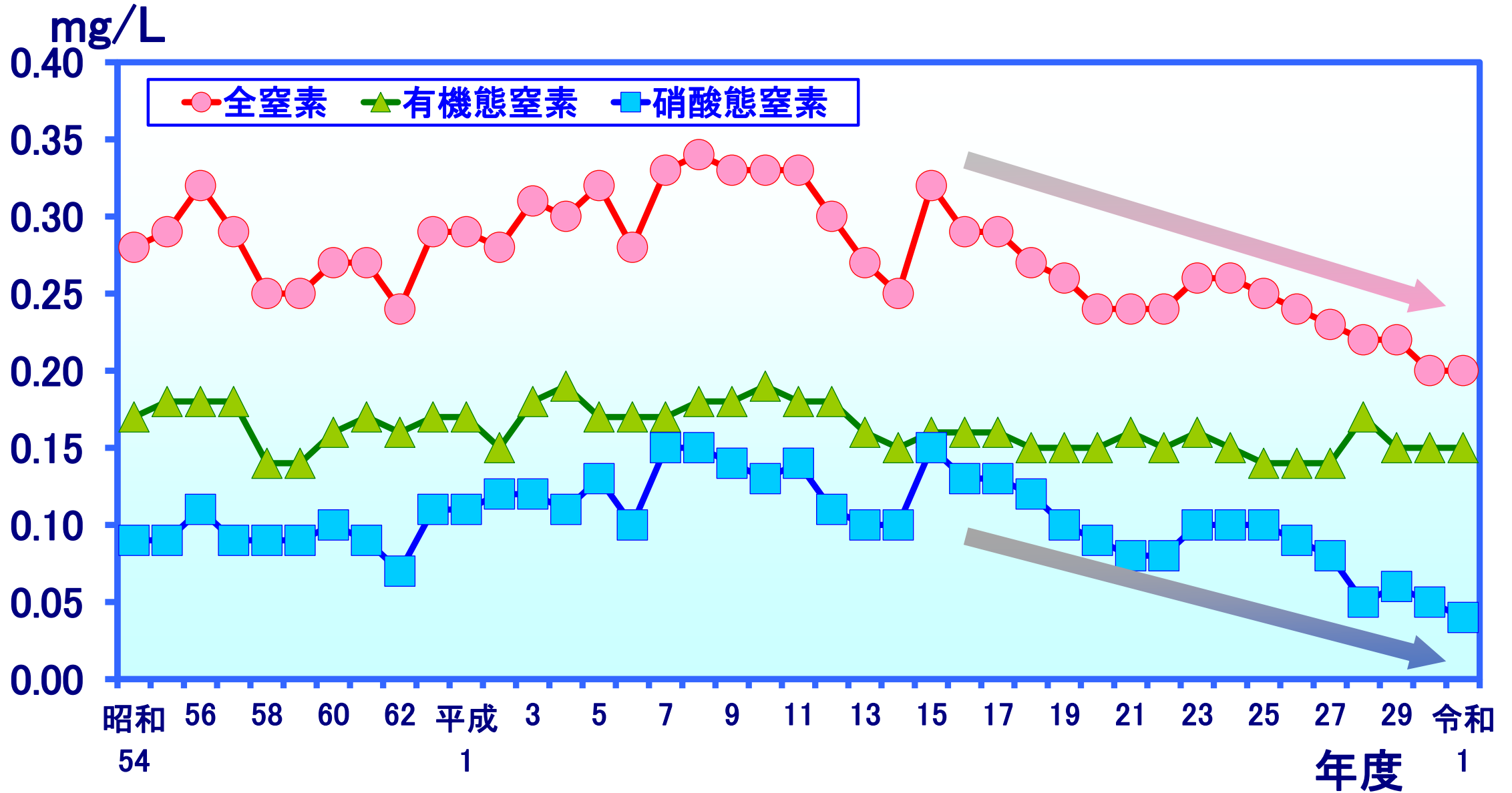
アンモニウム態

有機態窒素

溶存態

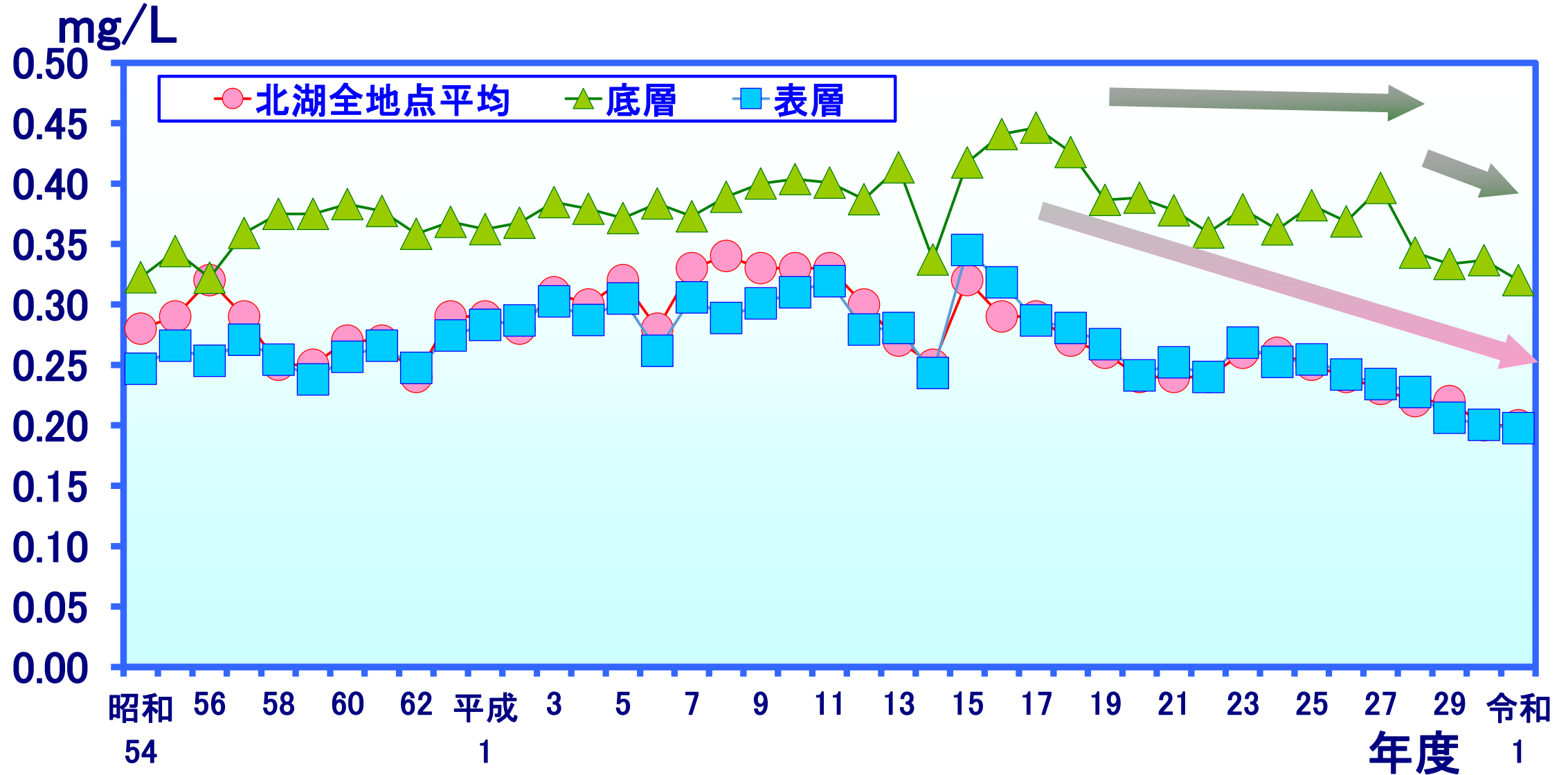
粒子態

北湖 窒素の形態別経年変動(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

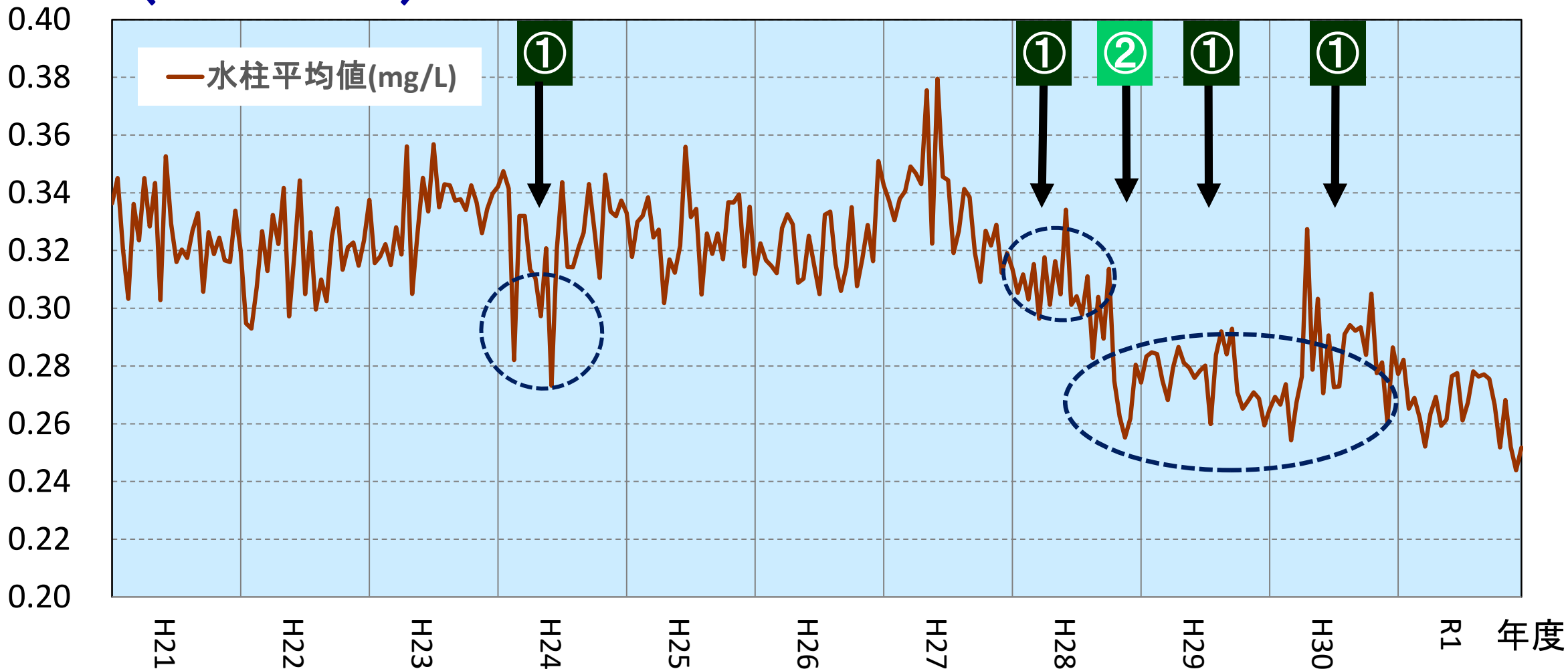
今津沖中央における全窒素の表層と底層の比較 (表層及び底層平均値経年変動)



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 (H21~R1)

mg/L



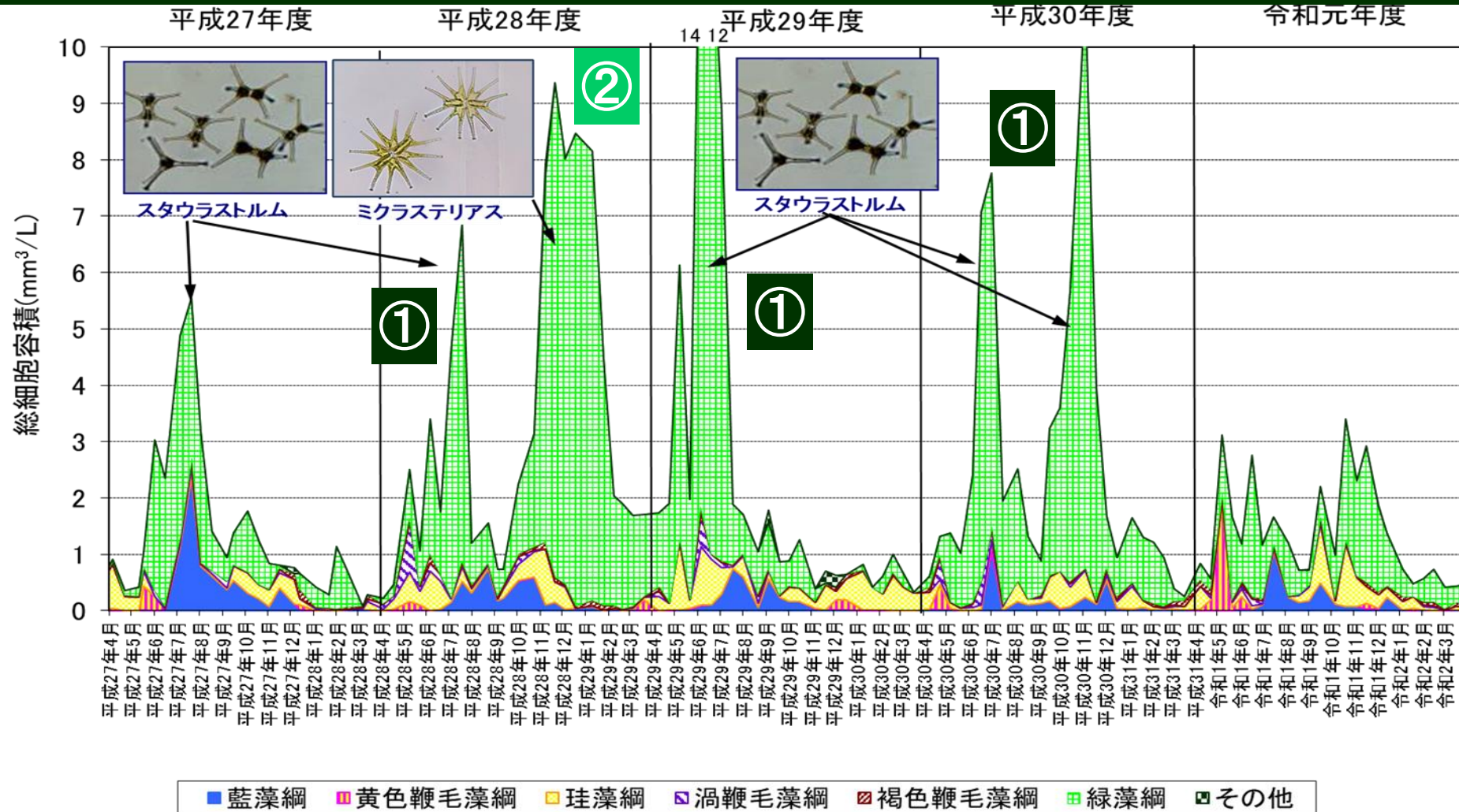
①大型緑藻スウラストルム大増加

②大型緑藻ミクラステリアス大増加

※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 13

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)



①大型緑藻スタウラストルム大増加

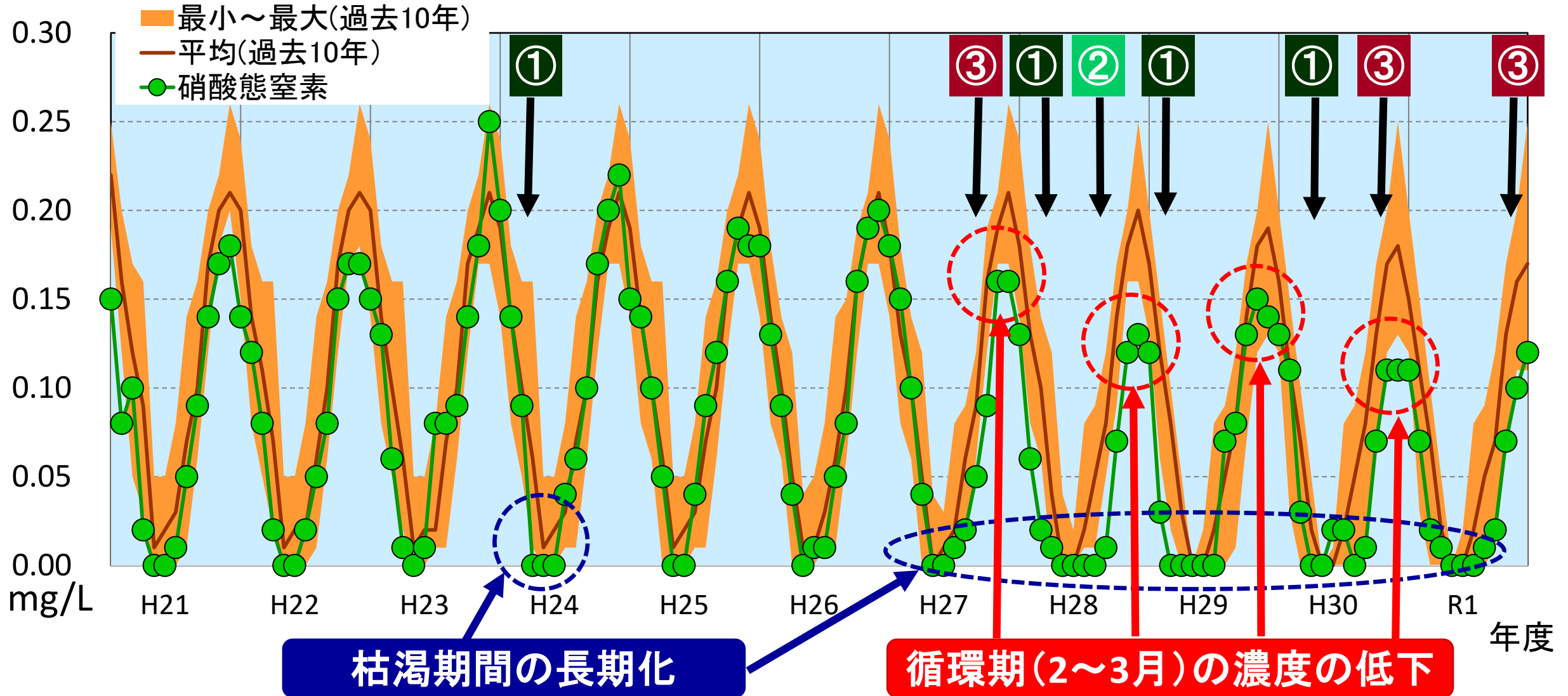
②大型緑藻ミクラステリアス大増加

北湖硝酸態窒素の経月変動(H21~R1)(表層平均値)

①大型緑藻スウラストルム大増加

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



全窒素濃度の変動

- 経年変動：表層だけでなく、底層の濃度も低下傾向
- 湖水柱存在量の変動
平成28年から低下傾向
- 形態別：無機態窒素の大部分を占める硝酸態窒素が低下
⇒全窒素濃度の低下に寄与
- 過去10年間の硝酸態窒素経月変動の特徴
 - ①夏季枯渇期間の長期化→植物プランクトンの大増加の際に消費
⇒硝酸態窒素が低下 躍層下に沈降
 - ②循環期に向かう秋季から冬季の表層濃度低下→躍層下からの
回帰の遅れ、全層循環未完了

琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

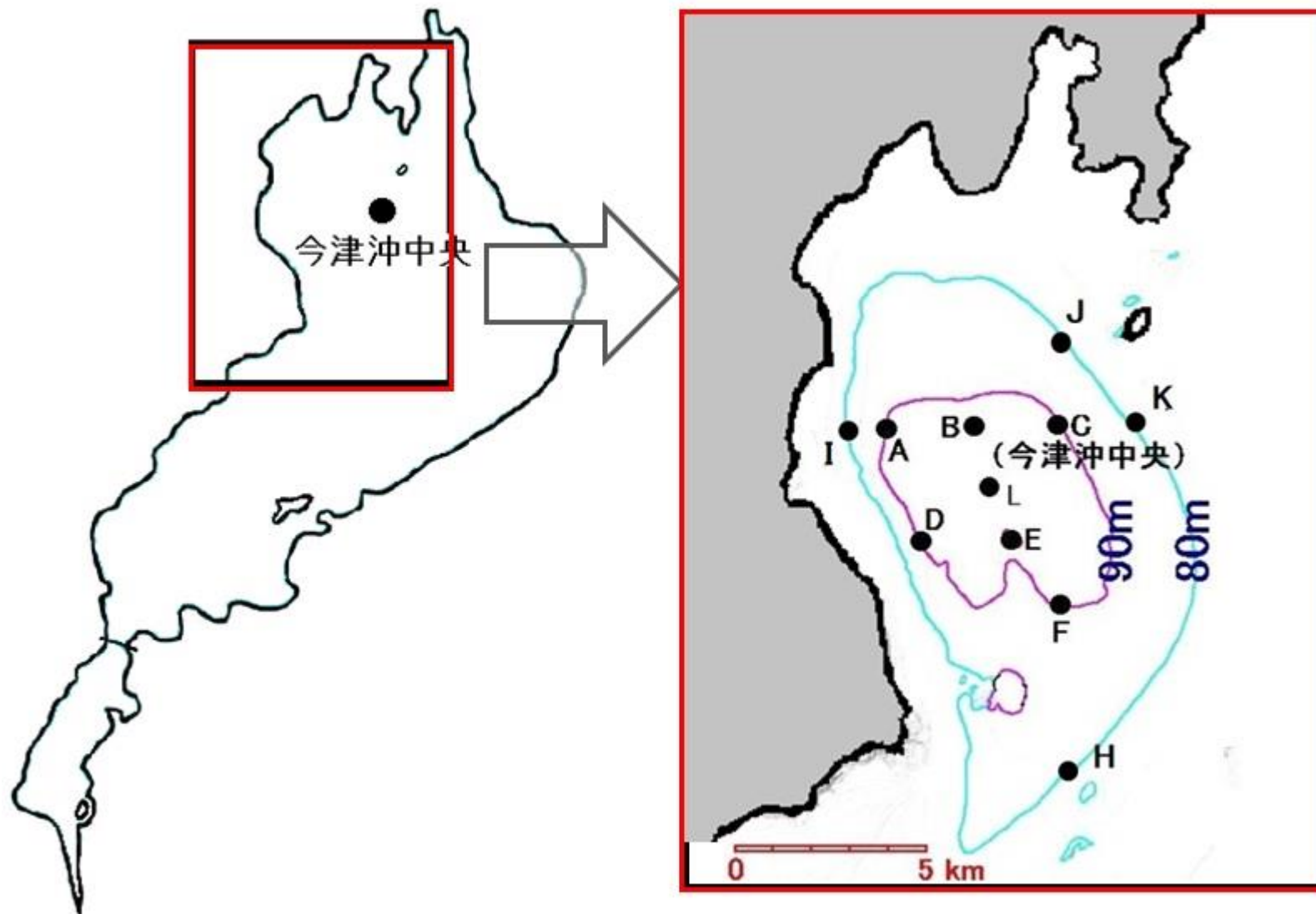
3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

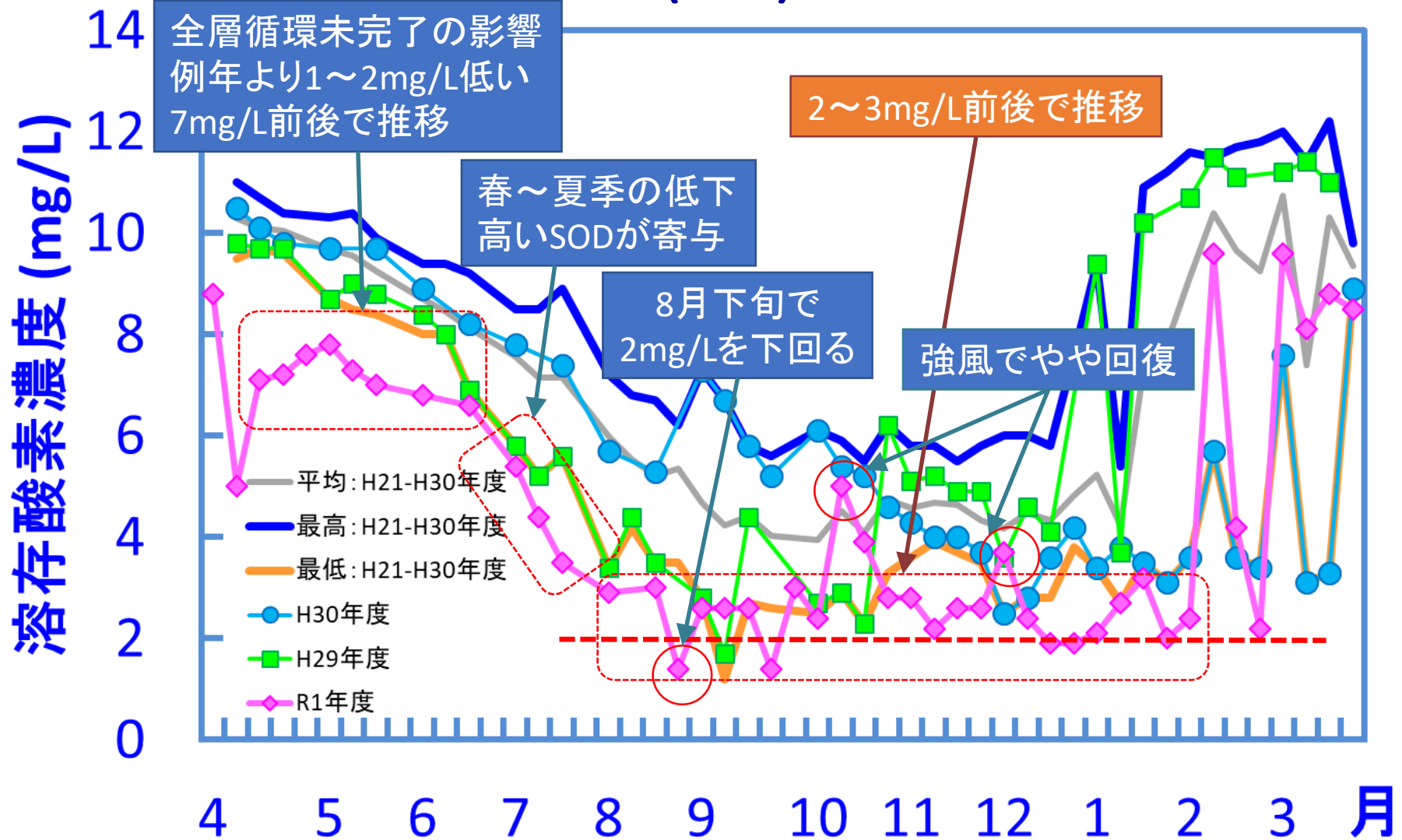
3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

3-1 北湖第一湖盆における溶存酸素の状況について

北湖第一湖盆水深80m以深調査地点

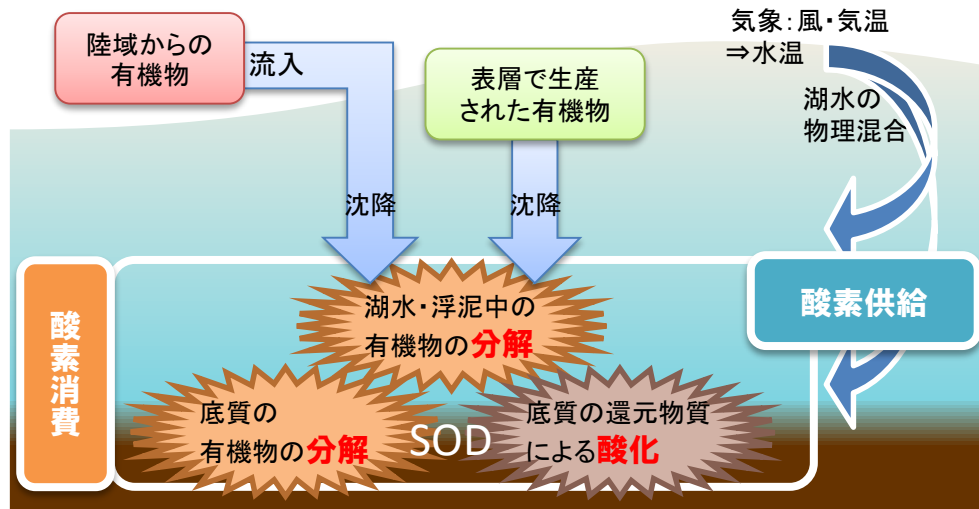


北湖今津沖中央の湖底直上1mにおける 溶存酸素濃度(DO)の経月変化



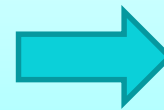
溶存酸素濃度変動要因:底泥の酸素消費量(SOD)

～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



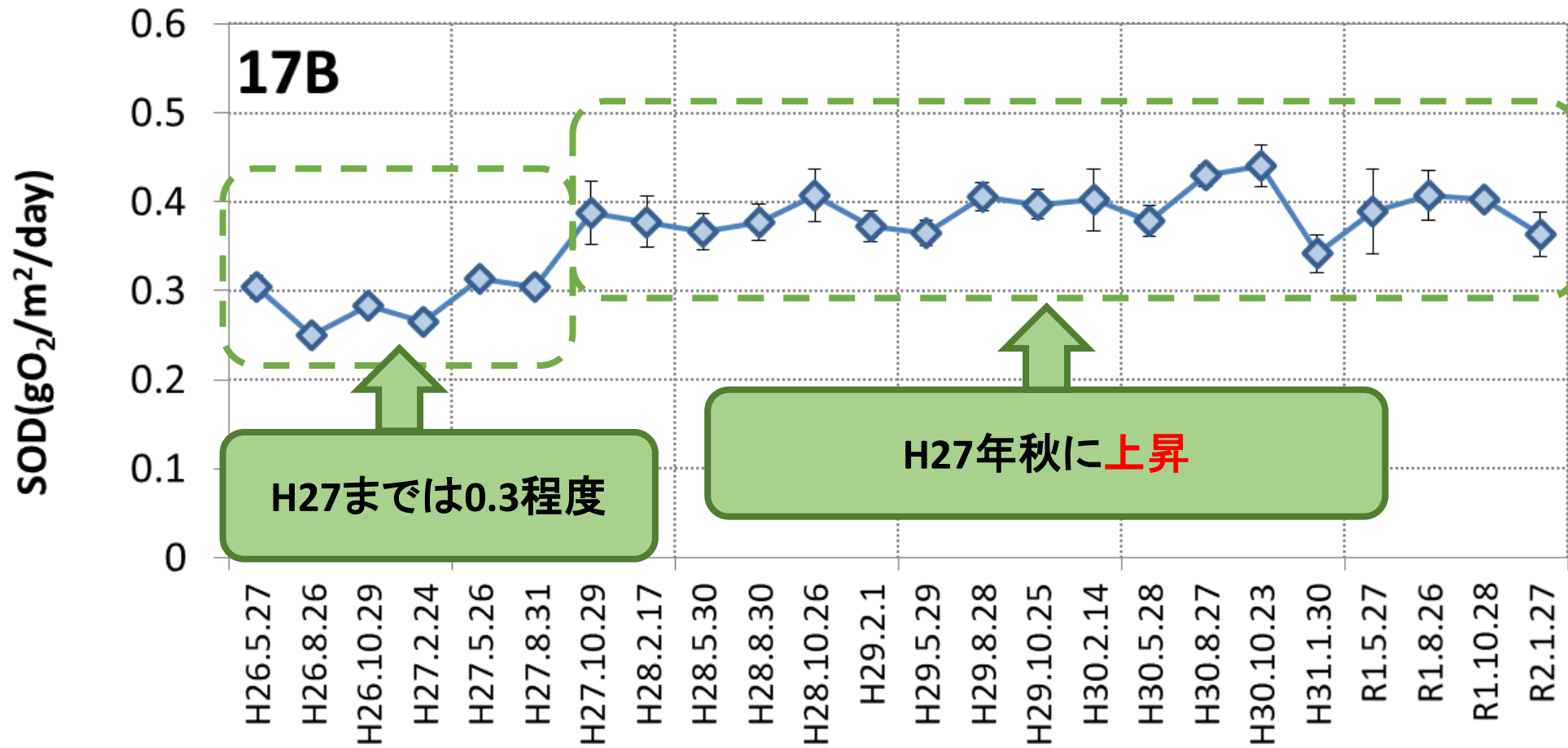
SODは、**底層DOを減少させる要因として、その寄与が大きい**とされている

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

溶存酸素濃度変動要因：底泥の酸素消費量(SOD)

～今津沖中央定点におけるSODの経年変化～



SOD 年間 平均値	0.28	0.35	0.38	0.39	0.40	0.39
------------------	------	------	------	------	------	------

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 調査地点	4月					5月			6月		7月			8月		9月					10月	
	3	8	16	22	26	8	13	21	3	17	1	16	29	5	19	27	2	9	17	24	30	7
A	5.1	8.1	7.2	7.2	7.1	7.3	7.5	8.1	7.2	6.3	5.9	3.8	4.3	2.4	2.3	1.7	1.9	1.0	3.0	1.3	1.2	1.3
B	5.0		6.8		7.2		7.1					4.3			1.2	2.0	0.8	中止	1.4	0.8	0.7	
C(今津沖中央)	8.8	5.0	7.1	7.2	7.6	7.8	7.3	7.0	6.8	6.6	5.4	4.4	3.5	2.9	3.0	1.4	2.6	2.6	2.6	1.4	3.0	2.4
D	7.0	8.2	8.8	8.2	6.5	7.2	8.0	7.3	7.1	6.2	6.3	5.8	5.4	4.8	5.2	2.6	3.4	1.3	2.3	1.0	0.9	1.9
E	5.7		6.9		7.2		7.9					2.8			2.5	1.8	1.6	中止	2.7	2.2	<0.5	
F	8.7	7.3	6.7	7.1	7.6	7.5	7.7	6.9	6.9	6.2	4.9	4.2	3.7	5.0	2.8	2.1	2.3	3.0	2.2	2.3	1.8	1.0
L(第一湖盆中央)	4.7	7.5	7.0	7.6	6.8	7.9	7.2	6.8	6.4	6.0	5.4	5.0	3.3	2.5	2.4	1.6	1.0	1.2	0.8	0.9	1.6	<0.5

調査日 調査地点	10月		11月					12月				1月		2月		3月							
	16	21	30	5	13	18	26	4	9	16	23	6	14	20	29	3	10	17	21	2	9	17	23
A	3.1	2.1	1.6	中止	1.1	1.7	2.0	1.9	1.9	1.3	1.8	2.5	2.1	1.8	中止	2.7	1.6	中止	9.9	7.0	5.6	9.1	9.0
B	2.5	2.7	1.8	中止	1.7	2.1	1.5	3.5	2.5	1.8	1.4	2.1	2.7	2.3	中止	1.5	1.6	中止	4.6	5.2	9.5	9.6	8.6
C(今津沖中央)	5.0	3.9	2.8	2.8	2.2	2.6	2.6	3.7	2.4	1.9	1.9	2.1	2.7	3.2	2.0	2.4	9.6	4.2	2.2	9.6	8.1	8.8	8.5
D	2.1	1.8	4.0	1.8	1.6	1.8	1.6	2.8	1.9	1.6	3.1	2.2	2.1	1.8	中止	3.0	1.6	中止	8.9	5.9	7.1	9.2	9.3
E	2.5	3.1	2.6	2.0	2.7	1.7	1.2	2.0	2.7	1.8	2.1	2.7	2.3	1.9	中止	1.5	9.6	中止	3.9	4.2	9.6	9.0	8.9
F	2.8	2.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.5	1.7	1.8	2.2	3.0	2.7	2.5	中止	1.4	7.1	中止	5.3	5.4	10.1	8.9	8.9
L(第一湖盆中央)	2.3	2.8	2.6	2.6	1.3	1.7	1.1	2.7	2.7	2.7	1.3	2.0	2.4	1.8	1.5	1.7	2.5	2.2	3.5	4.6	9.8	9.1	8.7

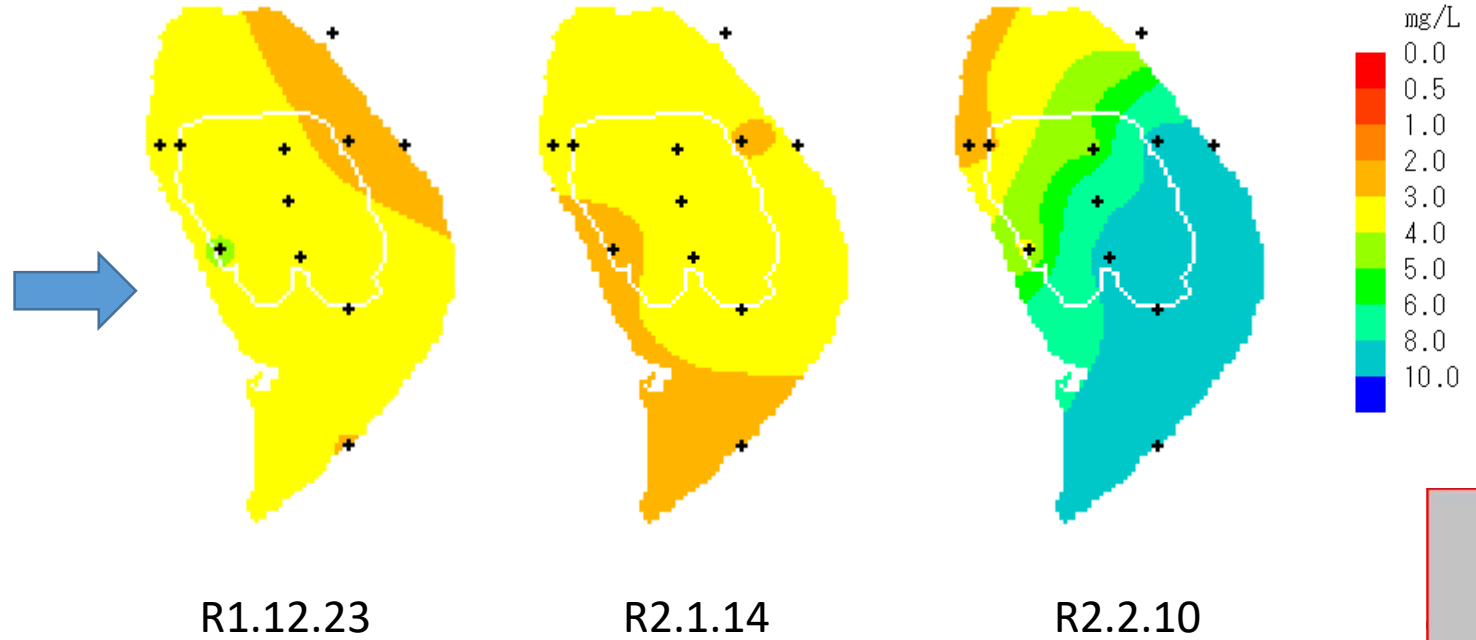
の部分は、水深別底層DO調査結果です。(水質測定計画には入っていない調査分です) データ: 滋賀県琵琶湖環境科学センター

2mg/Lを下回った期間は、一時回復期間を除き、約半年間継続

北湖第一湖盆水深80m以深DO調査結果

水深80mのDO値

調査日	12月		1月		2月		3月		単位:mg/L
	23	14	29	10	21	9	23		
調査地点	23	14	29	10	21	9	23		
A	3.2	3.2	中止	2.6	10.1	6.8	9.7		
B	3.4	3.9	中止	3.4	9.8	10.0	9.2		
C	2.2	2.8	3.2	9.5	3.2	9.0	10.0		
D	4.2	2.5	中止	3.4	8.9	8.6	9.7		
E	3.9	3.7	中止	9.7	3.8	9.6	9.9		
F	4.1	3.4	中止	8.6	5.8	9.9	9.4		
L	3.8	3.0	2.4	8.0	9.4	10.0	9.5		
K	2.2	3.0	3.0	9.4	6.4	9.7	10.0		
H	2.8	2.6	3.4	9.4	9.2	10.2	10.0		
I	3.4	3.0	3.5	2.5	9.4	6.9	9.7		
J	2.8	3.1	2.5	2.5	4.2	10.3	8.6		

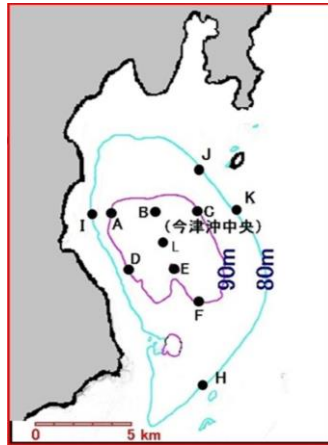


水深90mのDO値

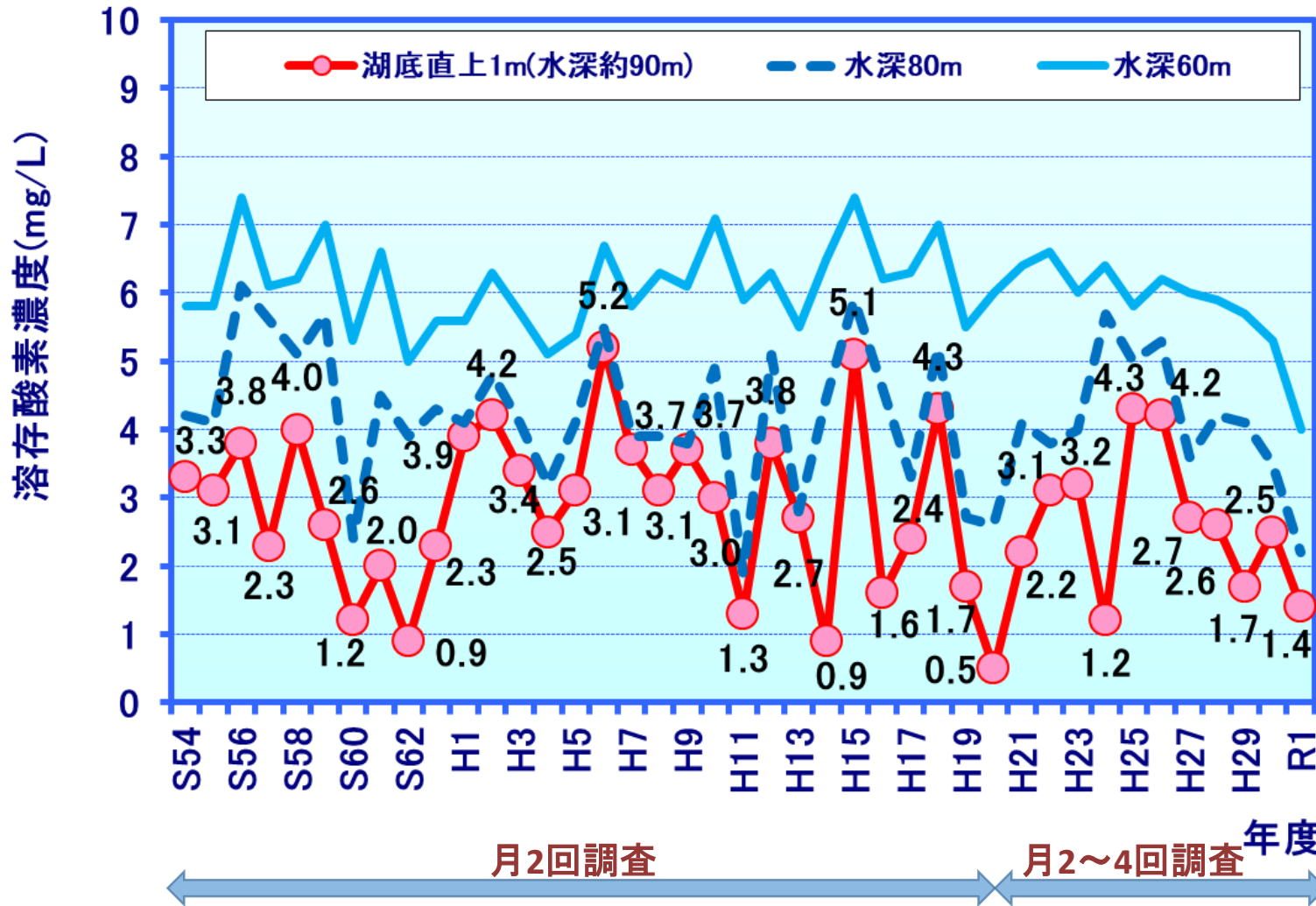
A	1.8	2.1	中止	1.6	9.9	5.6	9.0
B	1.4	2.7	中止	1.6	4.6	9.5	8.6
C	1.9	2.7	2.0	9.6	2.2	8.1	8.5
D	3.1	2.1	中止	1.6	8.9	7.1	9.3
E	2.1	2.3	中止	9.6	3.9	9.6	8.9
F	2.2	2.7	中止	7.1	5.3	10.1	8.9
L	1.3	2.4	1.5	2.5	3.5	9.8	8.7



2mg/L程度の水塊は水深80mの一部まで及んだ



北湖今津沖中央のDO年度最低値の変動

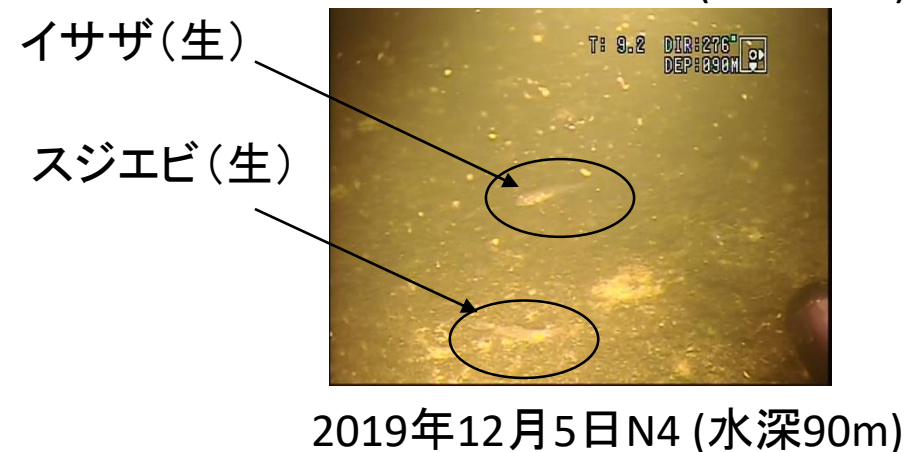
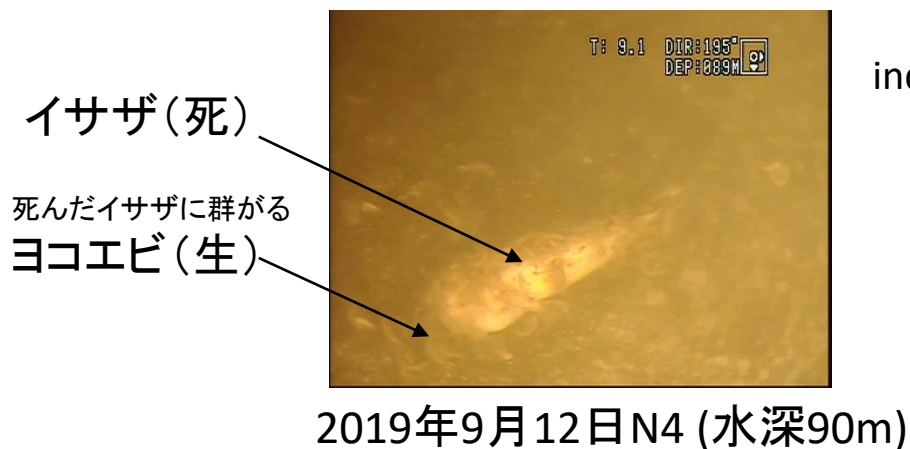


データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター ※北湖深水層底層DO調査結果を含む

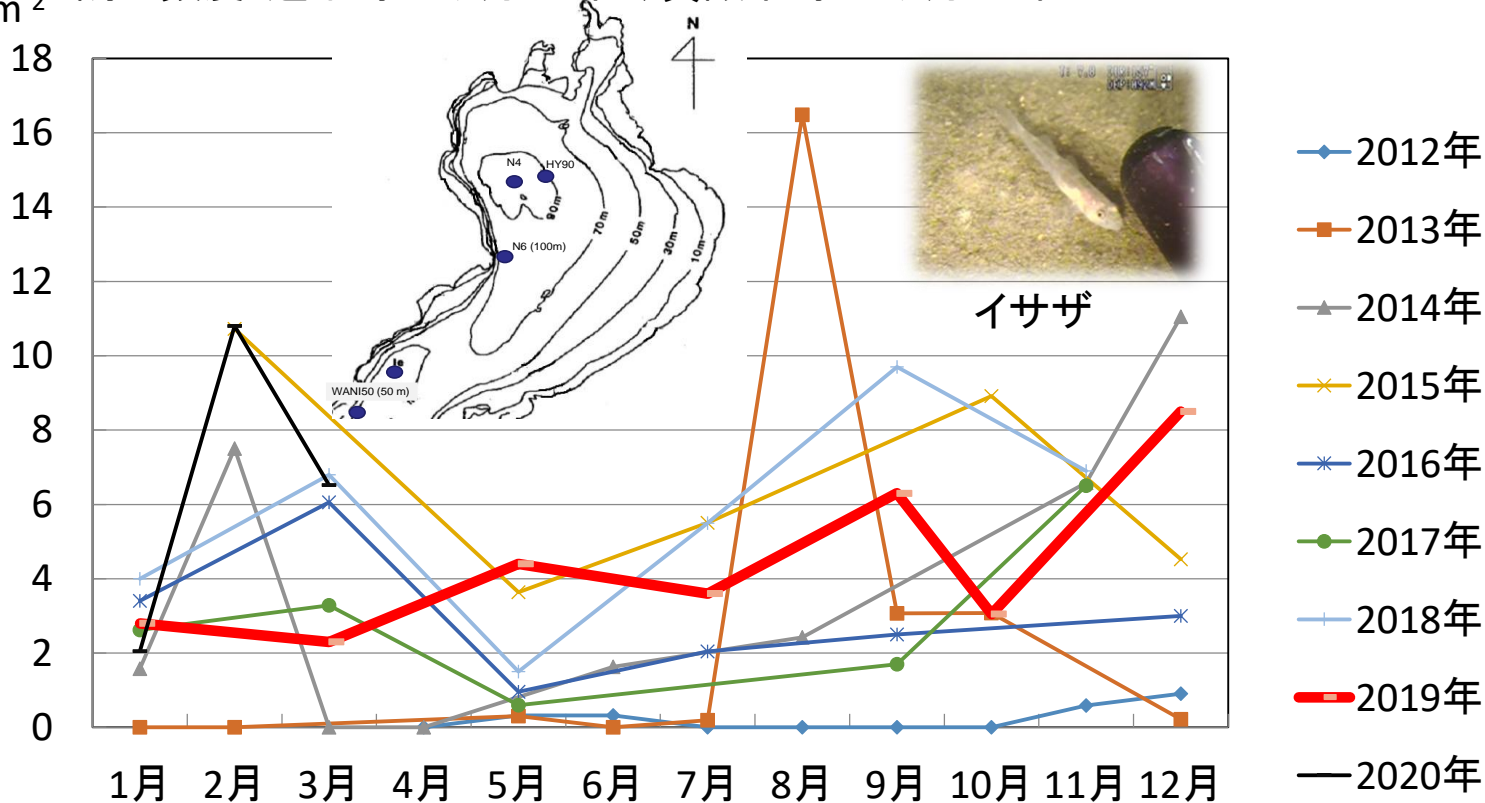
水深60mにおけるDO年度最低値は過去最低

ROVによる底生生物モニタリング結果から

5地点(N4, HY90, N6, Ie, WN50)の平均値(2012,2013年:3地点N4, HY90, Ie3)
 調査頻度:通常時 2ヶ月に1回、貧酸素時 1ヶ月に1回



ind/m²



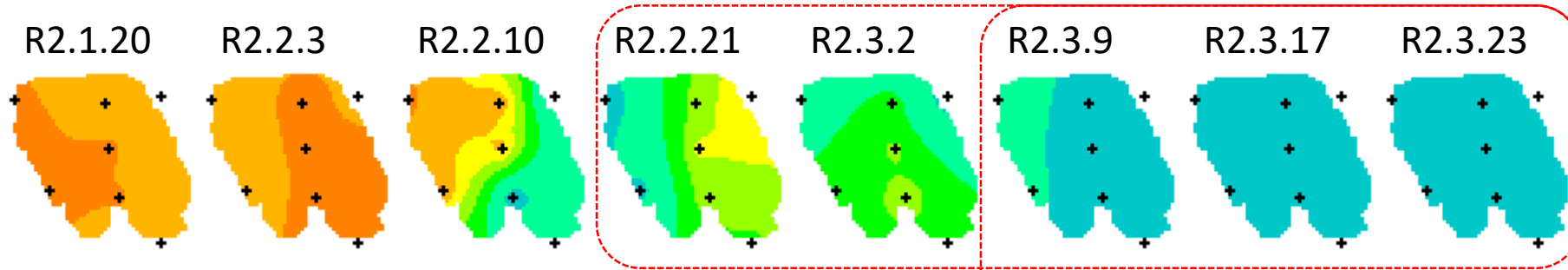
イサザについて:底層DOが2mg/Lを大きく下回った2019年9、10月に、第一湖盆において死亡個体確認。
N4地点(第一湖盆中央L点)では生存個体が確認できなかった。

その後、底層DOは2mg/L前後で推移、2019年12月には死亡個体は減少し多くの生存個体を確認。

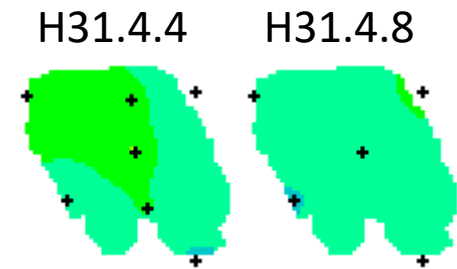
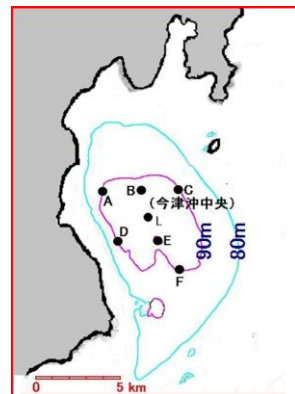
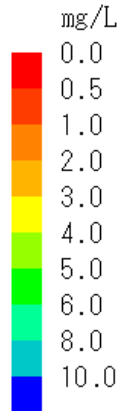
生息密度は、過年度からの明確な増減は認められない。【総合解析部門 石川可奈子専門研究員作成】

北湖第一湖盆における湖底直上1mのDOの変動

2月上旬までであった貧酸素水塊が2月下旬以降解消 平成30年度の同時期よりもDO高い

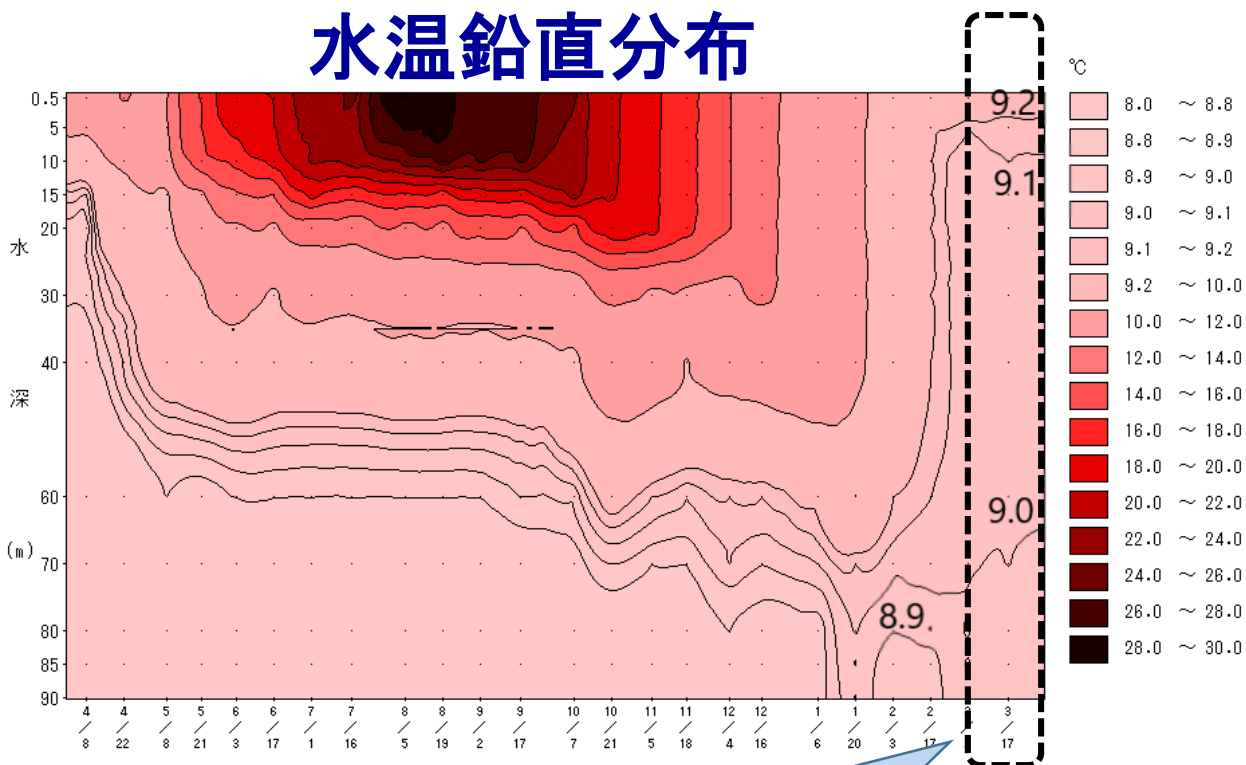


【参考】H30年度との比較

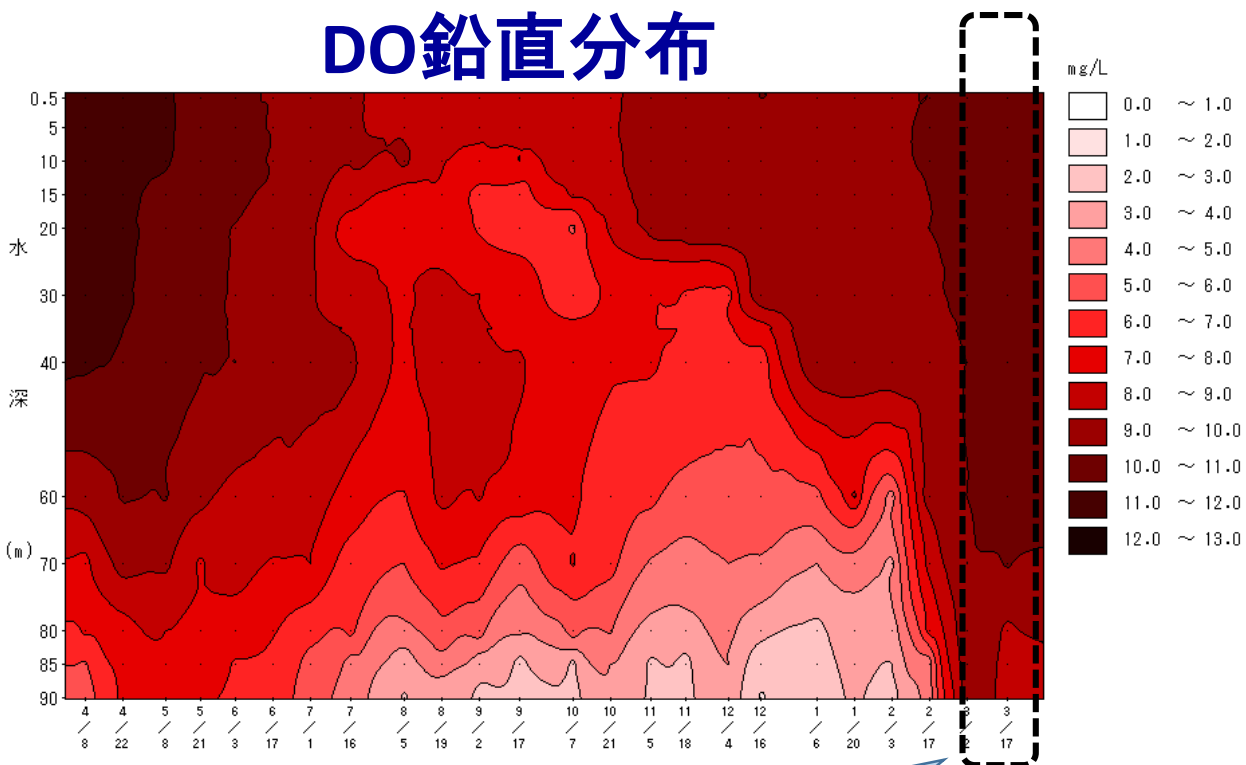


今津沖中央における水温及びDO鉛直分布

水温鉛直分布



DO鉛直分布



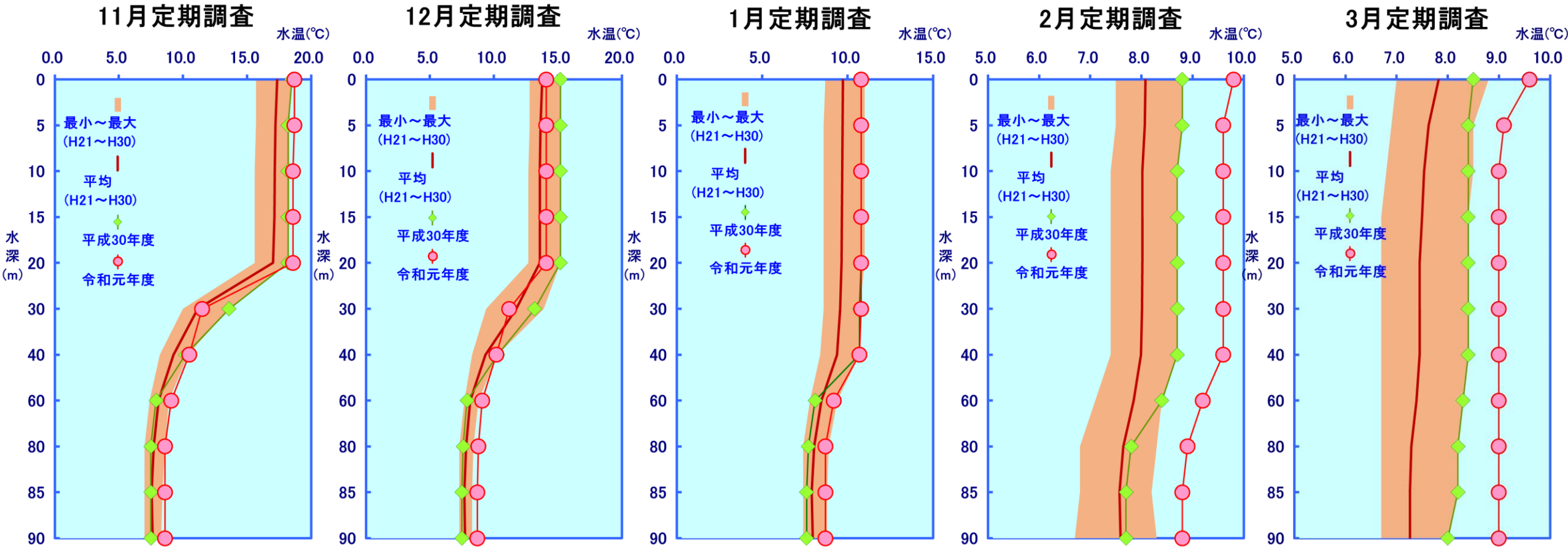
70m～底層の水温差
0.1°C

70mまでのDO 10.0～10.6mg/L
70m～90mのDO 8.8～9.7mg/L

70m以深：70mと底層の水温差が0.1°Cにも関わらず、DO値に差がみられた
⇒表層から底層までのDOが一様にならなかった

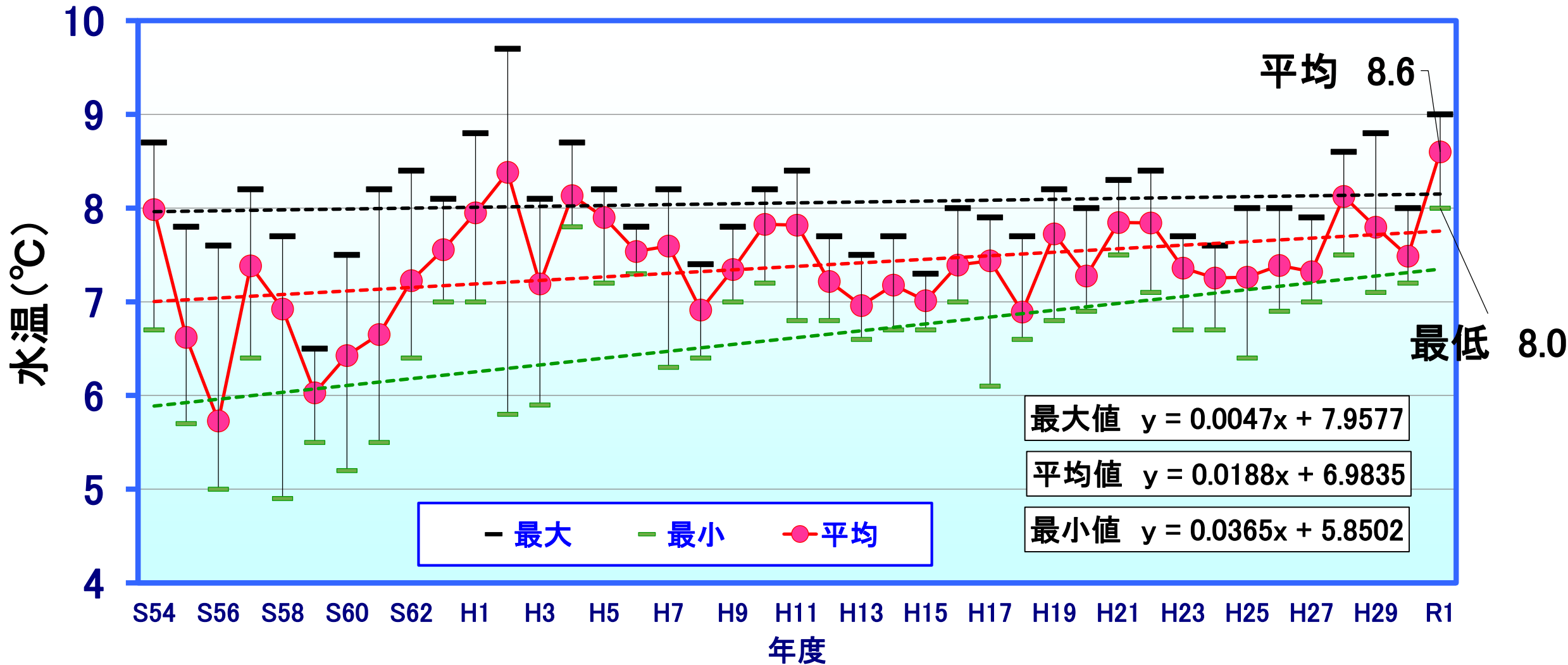
北湖今津沖第一湖盆 深水層への全層循環は未完了

今津沖中央水温の鉛直分布変動(11~3月)



11月 表層~20m: 過年度最高値を超える水温 12月 表層~20m: 過年度平均値並み
1月以降ほぼ全層にわたり過年度最高値もしくは過年度最高値よりも高い水温で推移
底層(底から1m) 過年度平均値よりも高い

今津沖中央 底層水温の経年変動(平均値、最大値、最小値)



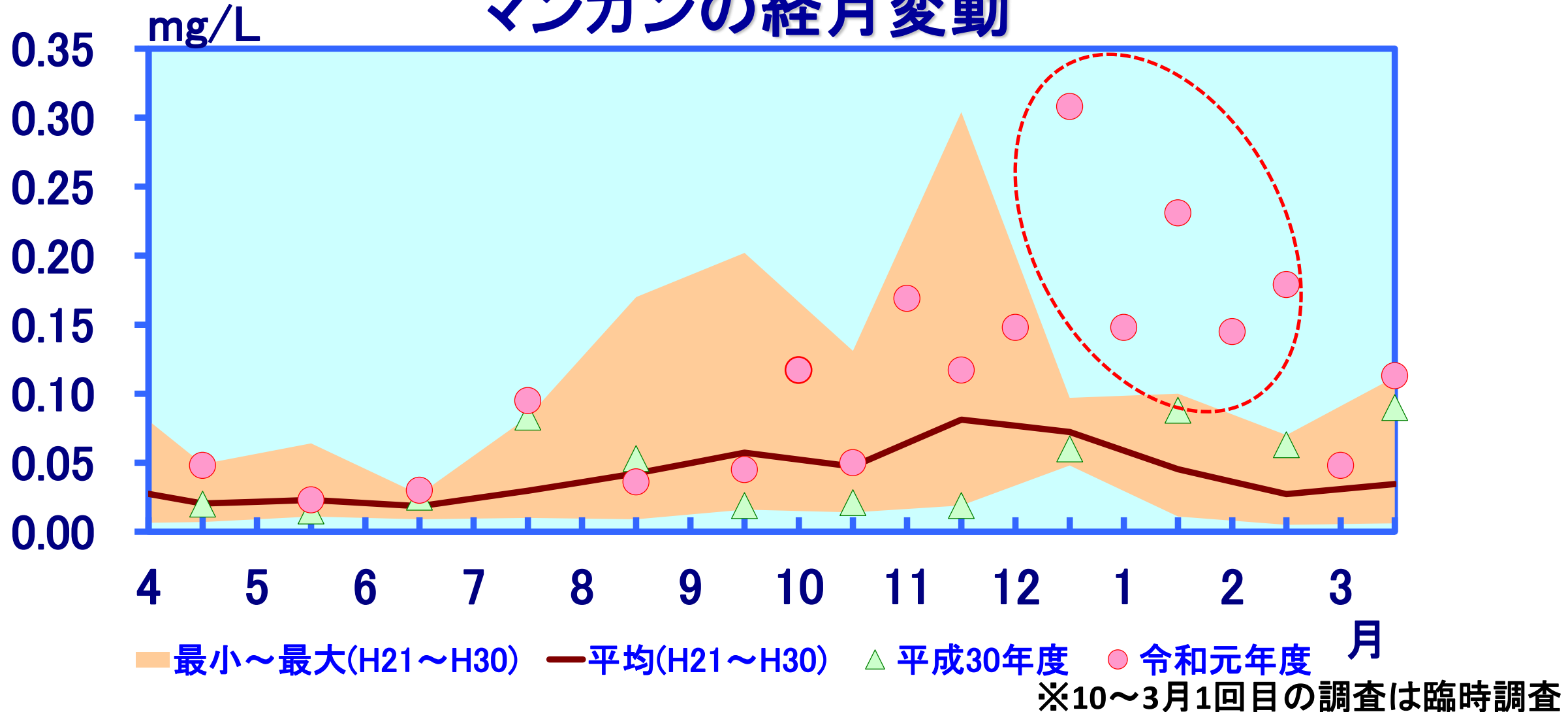
年間平均水温、年間最低水温が観測以来最高値

琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

3. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

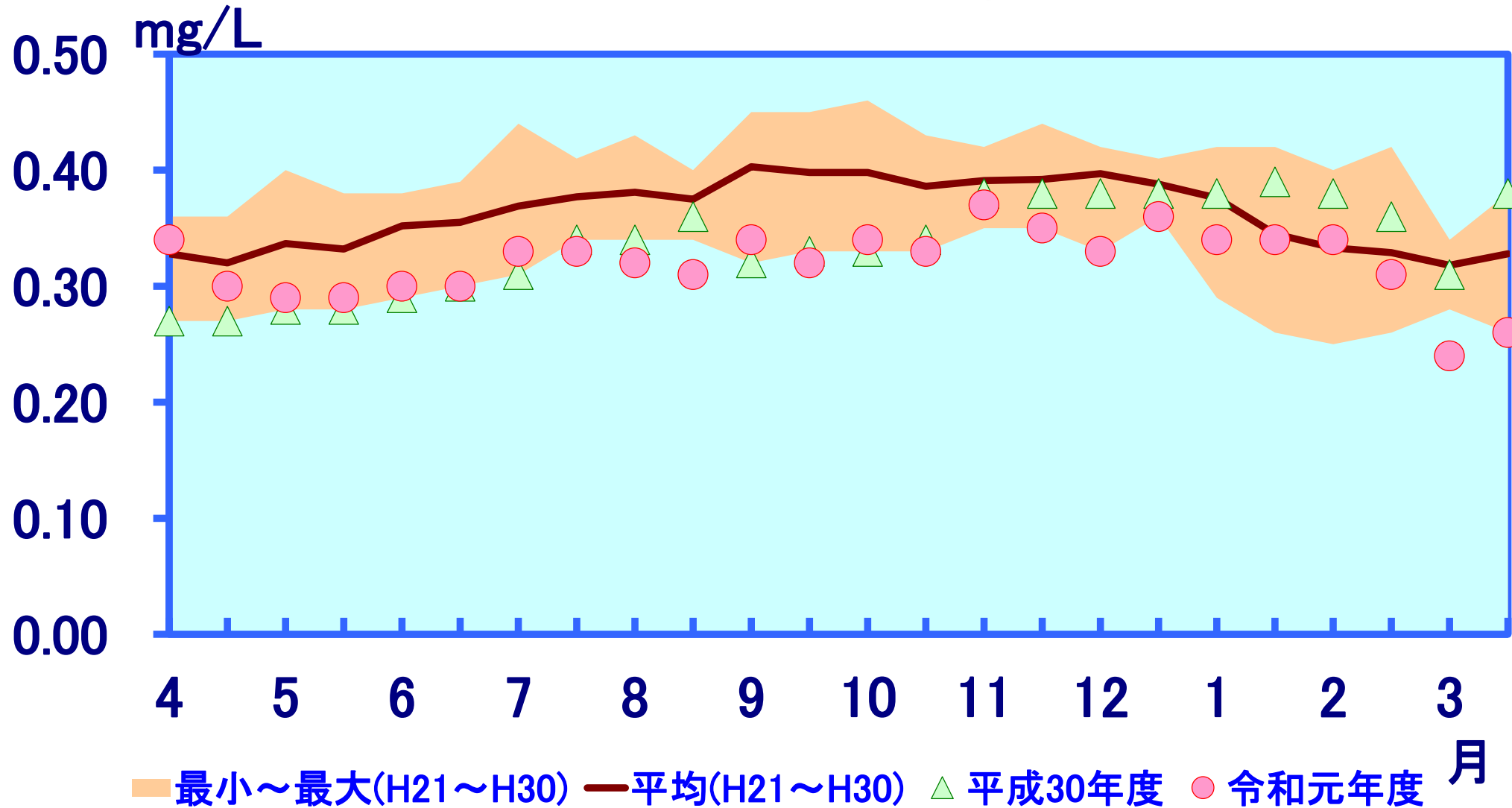
3-2 底層の水質状況について

今津沖中央(湖底から1m層)における マンガンの経月変動



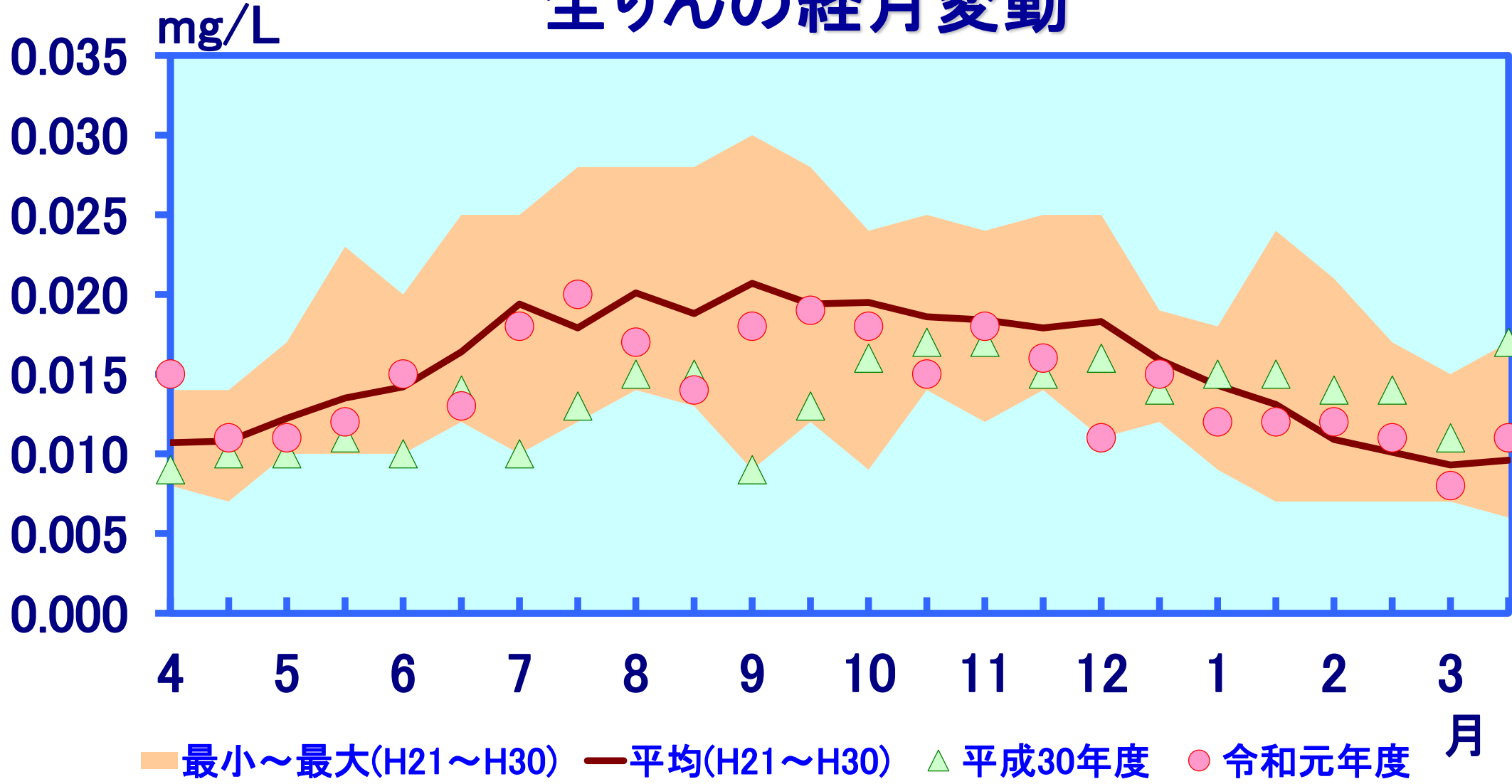
過年度を超える濃度を観測したが、濃度は低下傾向

今津沖中央(湖底から1m層)における 全窒素の経月変動



過年度最低値を推移

今津沖中央(湖底から1m層)における 全りんの経月変動



過年度平均値で推移

北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

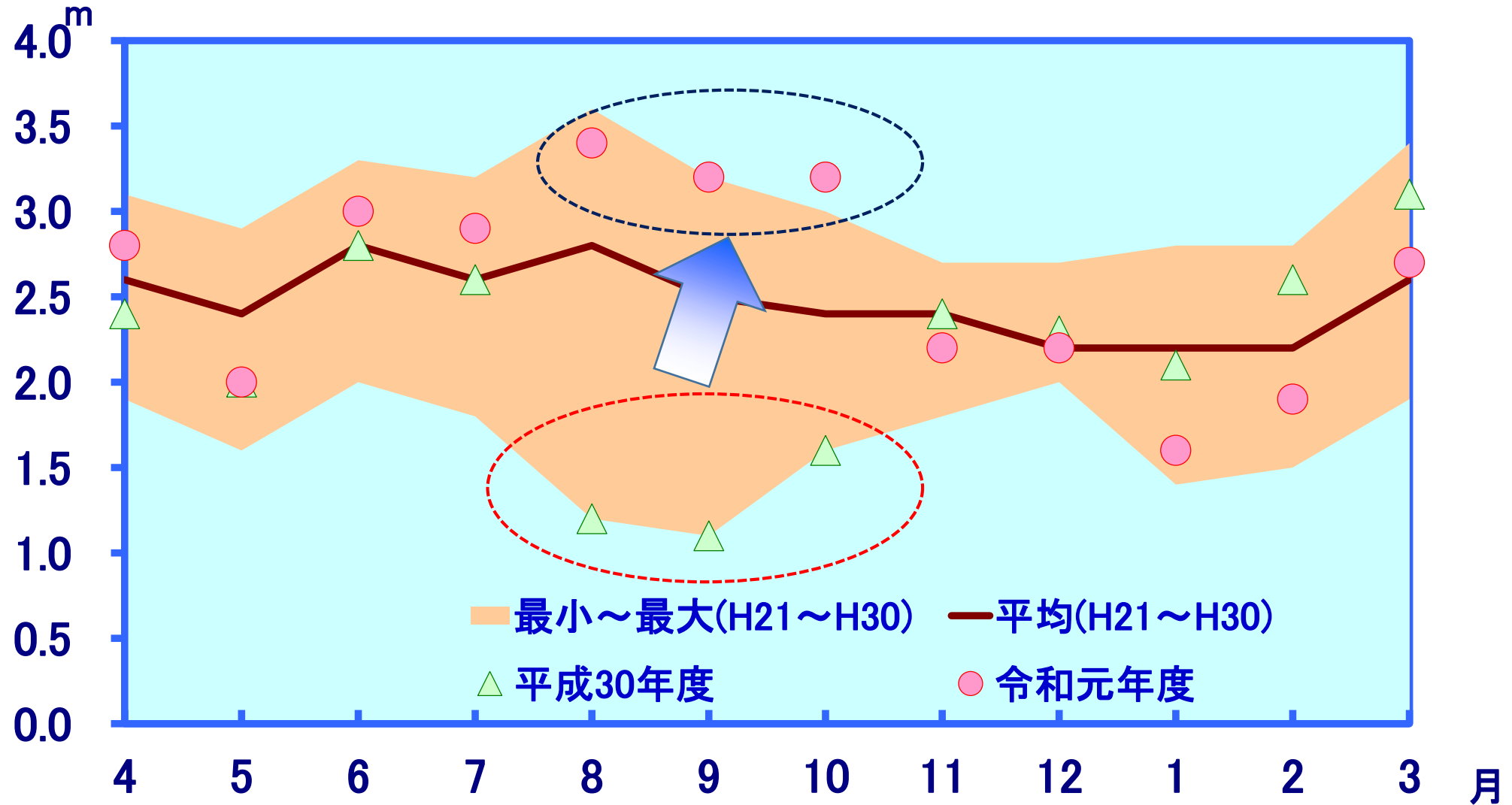
- 水深90m底層DOは2mg/Lを下回り、期間は約半年間続き、2mg/L程度の水塊が水深80mまで一部及んだ
 - 期間・拡がりは観測開始以来最長・最大
 - 10月中旬以降、1mg/Lを下回ることにはなかった
 - 水深80m水域の全域までは貧酸素水塊は広がっていなかった
- 水深90m底層水質は、概ね過去観測範囲内の値で推移
 - マンガンは過年度を超える月もあったが、最高値はこれまでの濃度範囲内
 - 窒素は過年度最低値
 - リンは過年度範囲内

- 底層DO低下の要因
 - 前年度的全層循環が未完了であり、4月当初のDOが1～2mg/L程度低い状態から始まった。
 - SODが高い状態の継続

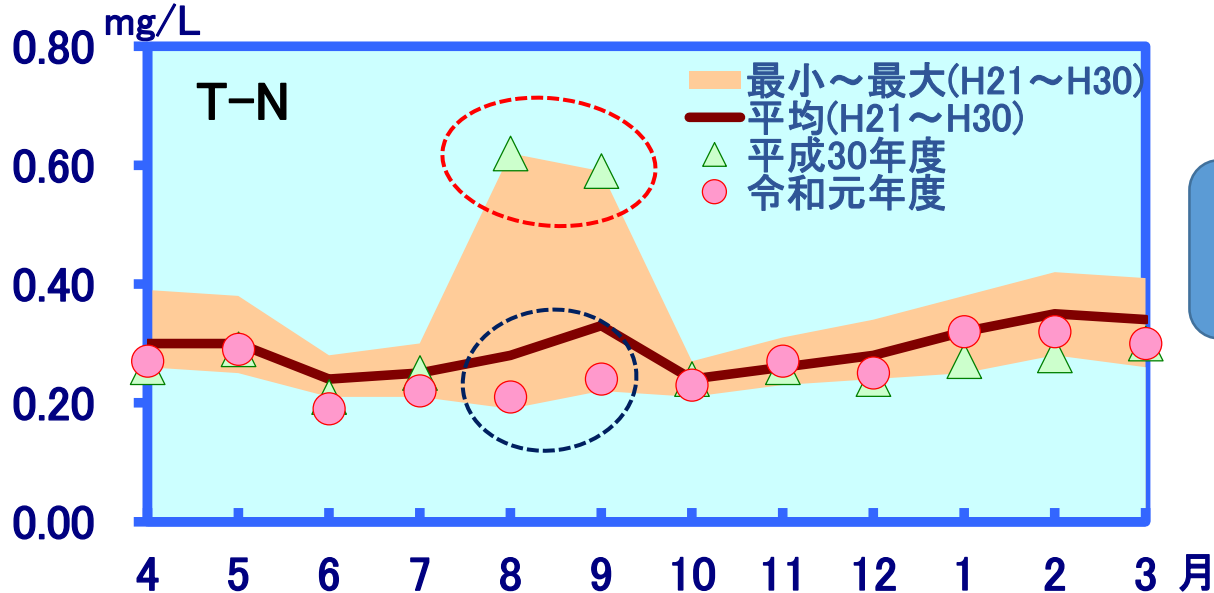
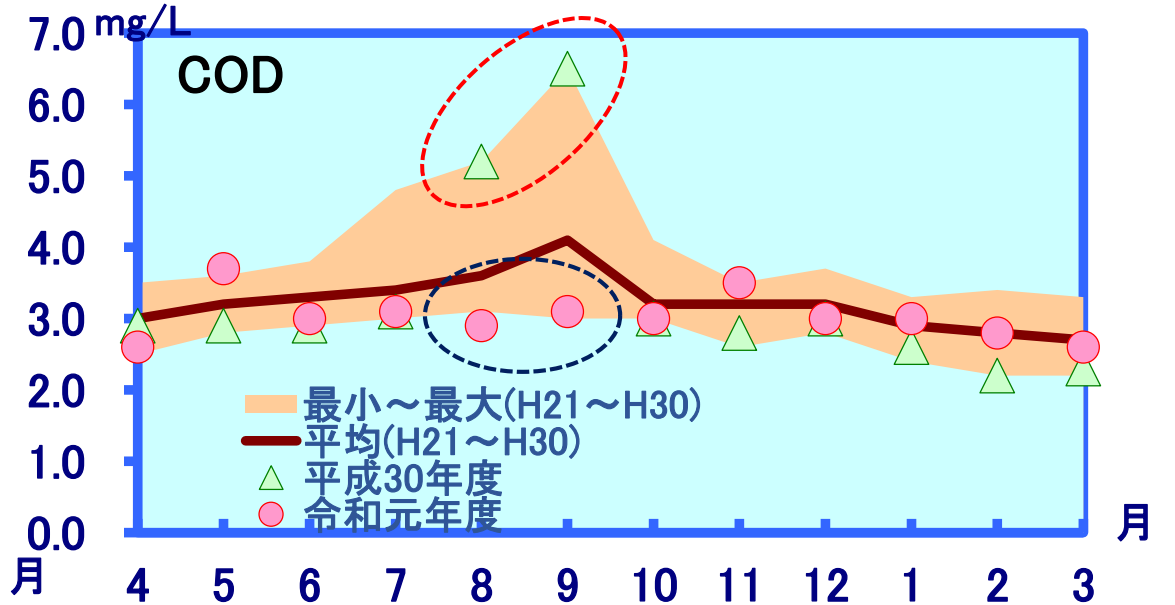
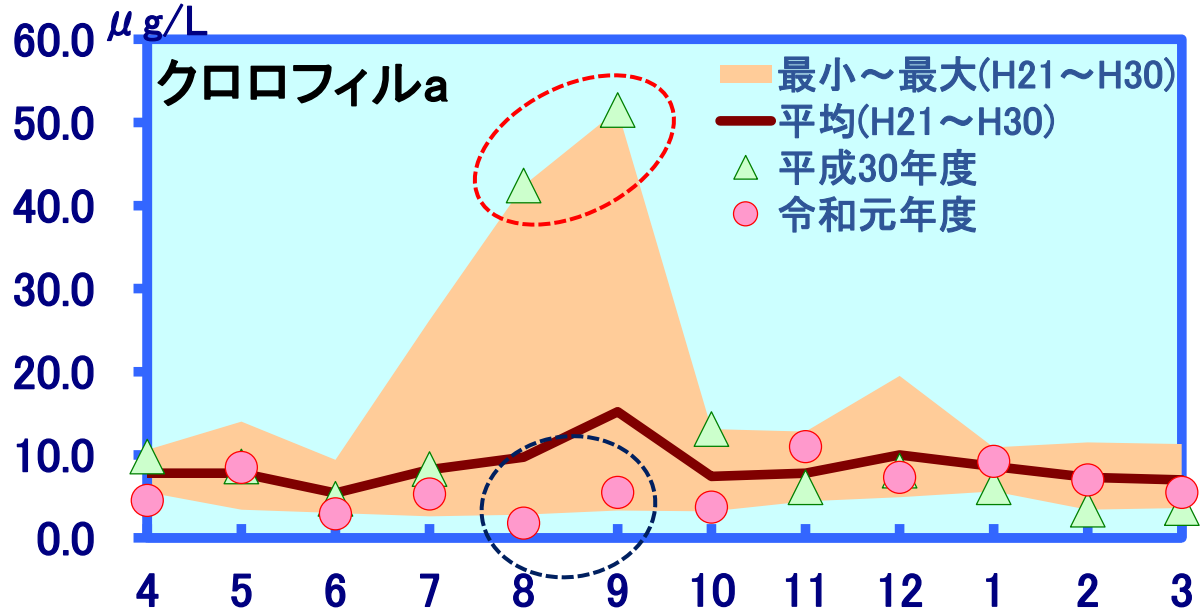
琵琶湖水質の変動の特徴と主な要因

4. 南湖の状況(平成30年度夏季との比較)

南湖透明度の経月変動(表層平均値)

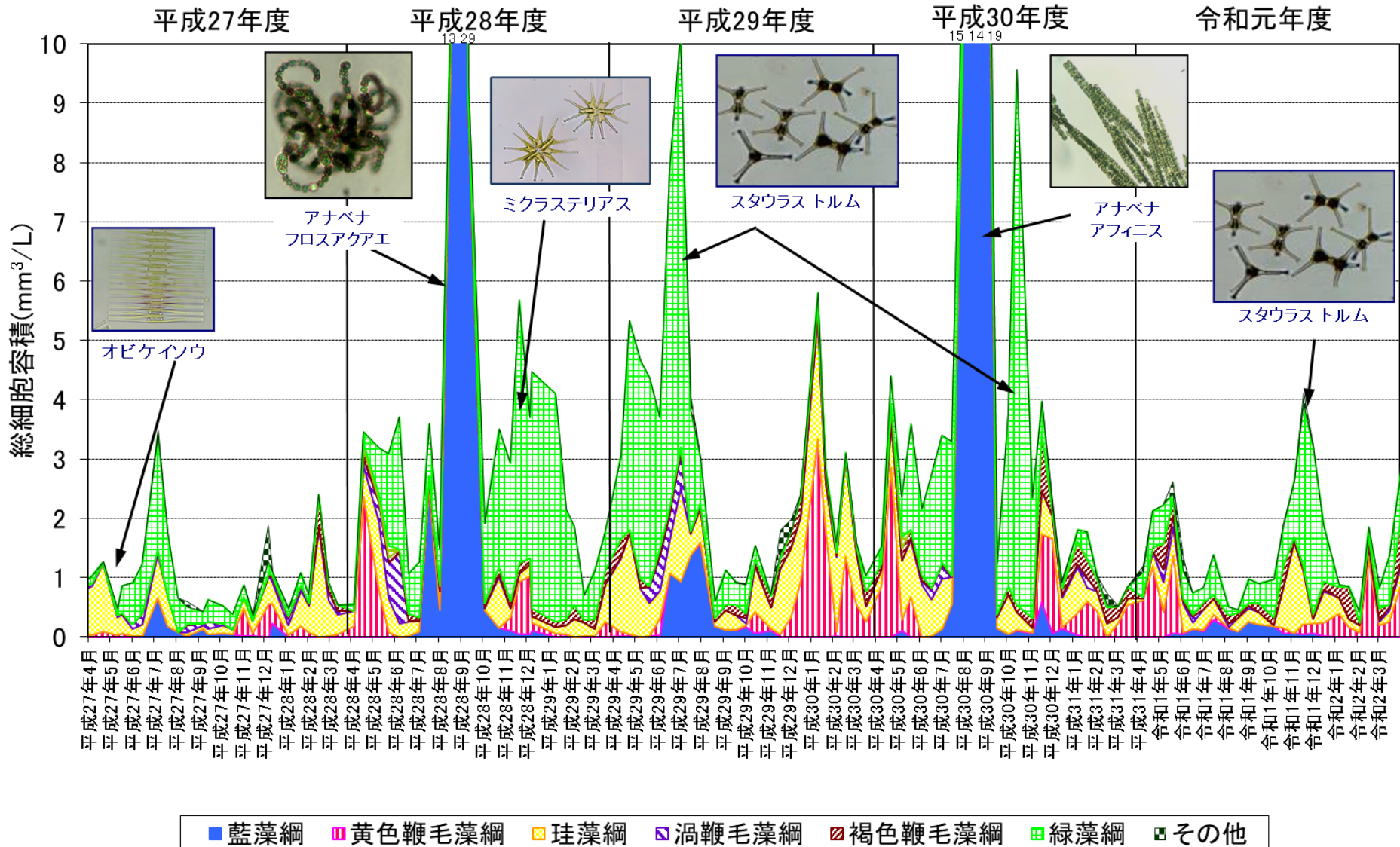


南湖主要項目の経月変動(表層平均値)

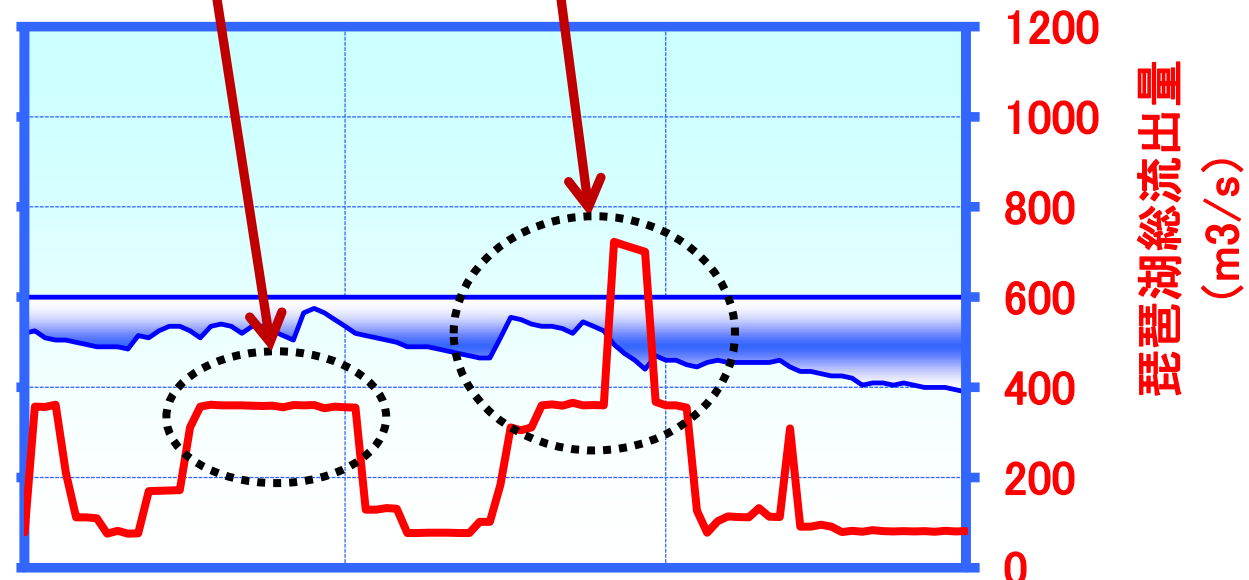
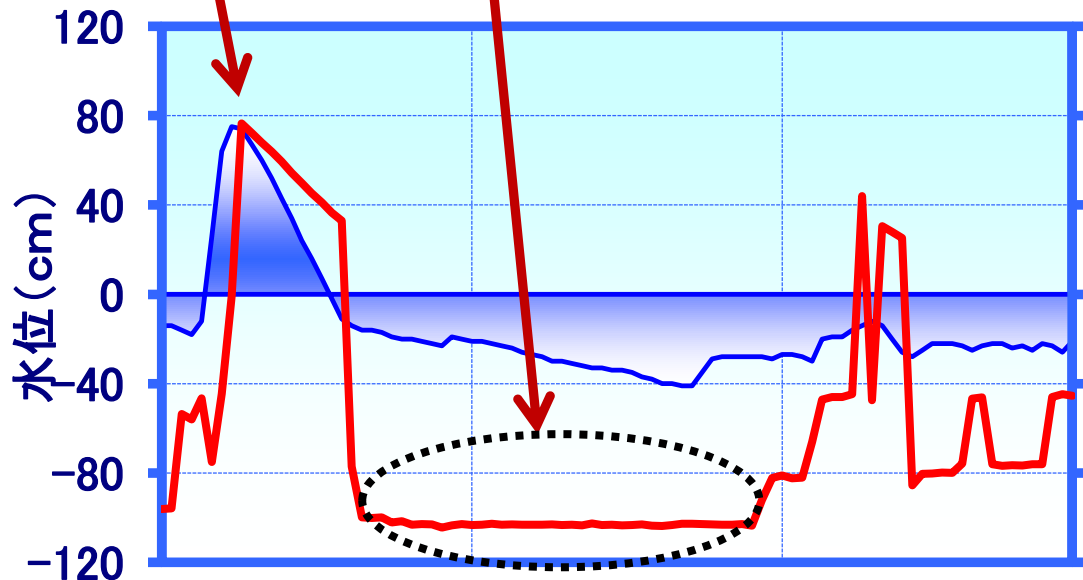
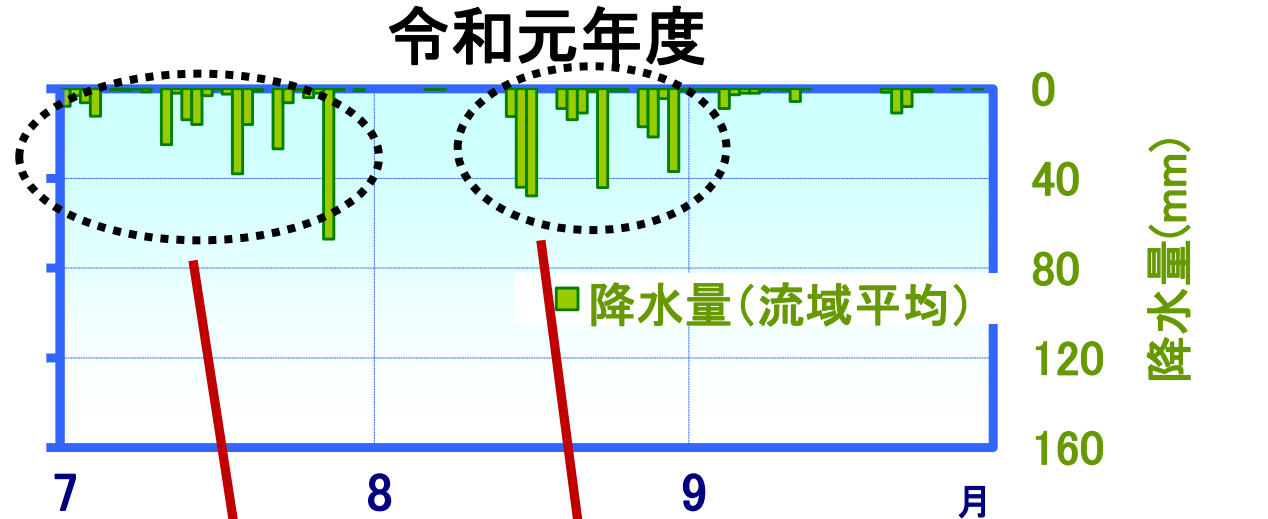
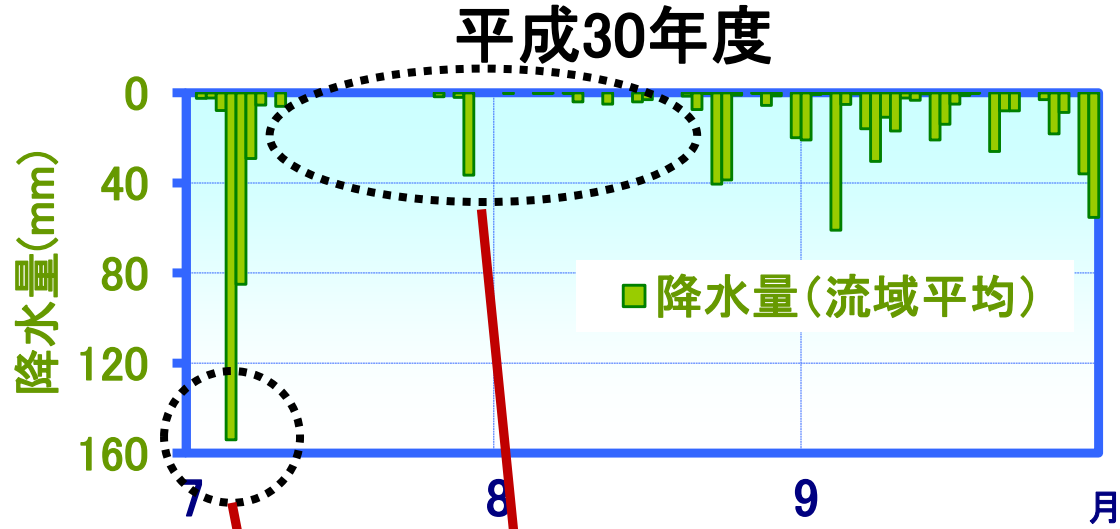


平成30年度と対照的な変動

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)



7-9月 流域降水量と琵琶湖水位,流出量の変動 (平成30年度と令和元年度)



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・流量については午前6時現在のデータ

降水量と流出量(昨年度との比較)

降水量 7月 H30年度 310.5mm R元年度253.0mm

⇒H30年度のほうが多い

降水の降り方が異なる
(8月 R元年度の方が多い)

	H30年度(mm)	R元年度(mm)
上旬	279.5	29
中旬	0	132
下旬	31	92

データ:彦根地方気象台

流出量の違い

H30年度

7月上～中旬に大幅な増加
⇒その後8月まで大きく減少

R元年度

8月にかけても大幅な減少がない

湖水が滞留しやすい
→プランクトン多発生

北湖の水が南湖に流入 滞留しにくい
→植物プランクトン少ない

8月以降の南湖水質に影響

令和元年度琵琶湖水質変動のまとめ-1

1. 北湖全窒素濃度の変動

- 無機態窒素の大部分を占める硝酸態窒素が低下→濃度の低下に寄与
- 硝酸態窒素変動の特徴
夏季の枯渇期間の長期化→春季、秋季の植物プランクトン増加で消費、沈降
秋～冬季の表層の濃度が低下→躍層下からの回帰の遅れ、全層循環未完了
⇒硝酸態窒素が低下

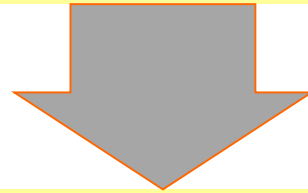
2. 北湖深層部の溶存酸素及び水質の状況

- 水深90m底層DOは2mg/Lを下回り、期間は約半年間続き、2mg/L程度の水塊が水深80mまで一部及んだ。期間・拡がりは観測開始以来最長・最大
- 水深90m底層水質は、概ね過去観測範囲内の値で推移。
- DO低下の要因
 - 前年度の全層循環が未完了であり、4月当初のDOが1～2mg/L程度低い状態から始まった。
 - SODが高い状態の継続

令和元年度琵琶湖水質変動のまとめ-2

3. 南湖の状況(平成30年度夏季との比較)

- 透明度等、主要項目は大幅に改善
⇒降水量の違い⇒流出量大幅な減少なし⇒北湖水が南湖に流入
- 結果、南湖に水が滞留しにくく、水質が大幅に改善



気象の影響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