

油ヶ淵の現況及びにごりの実態・にごりメカニズム案



平成29年6月12日
愛知県建設部河川課

目次

1. 油ヶ淵の成り立ち
2. 高浜川水門、新川水門・樋門の概要
3. 油ヶ淵の水位変動、流動
4. 油ヶ淵の塩分の状況
5. 油ヶ淵の水質の状況
6. にごりの実態把握
7. にごりメカニズム案

1. 油ヶ淵の成り立ち

1.1 油ヶ淵の成り立ち

- 1600年以前 油ヶ淵一帯はかつて北浦と呼ばれる入海であった。
- 1603年 矢作新川が開削されて多くの土砂が流れ込む。
- 1644年 米津～鷲塚間に新堤を築いて北浦は閉鎖され、油ヶ淵となる。
- 1700年頃 降雨時には湛水が長引き農作物が大きな被害を受けたため、衣浦港へ排水する現在の新川に相当する排水路が開削。
- 1881年 明治用水が通水し、落ち水が稗田川、長田川、半場川、朝鮮川を通じて油ヶ淵へ流入するようになる。
- 1930年 高浜川の開削工事が開始。
- 1935年 高浜川完成(河川幅30m)
- 1952年 高浜川拡幅(河川幅60m)
- 1957年 高浜川水門(旧水門)改築(幅員継ぎ足し、防潮壁嵩上げ)
- 1963年 新川水門、新川樋門竣工
- 1985年 高浜川水門(新水門)建設着工
- 1991年 高浜川水門(新水門)竣工

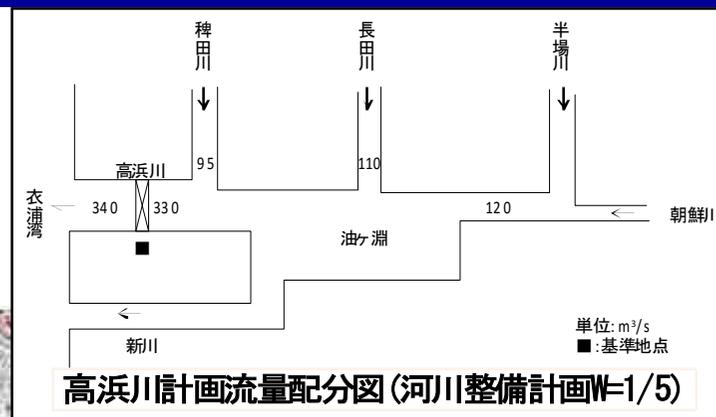


▲油ヶ淵の誕生と移り変わり

2. 高浜川水門、新川水門・樋門 の概要

2.1 高浜川水門、新川水門・樋門の位置

- ◆ 高浜川水門：河口から約1.3kmの位置
- ◆ 新川水門：河口から約0.0kmの位置
- ◆ 新川樋門：河口から約1.8kmの位置



▲高浜川水門、新川水門・樋門の位置

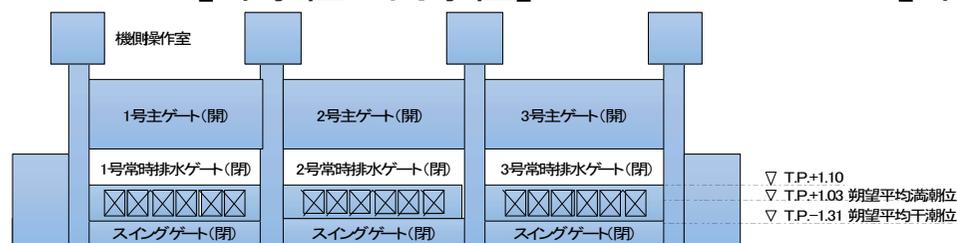
2.2 高浜川水門の概要

- ◆ 旧水門：幅3.3m×高さ3.5m×8門の水門（S7年竣工）
- ◆ 新水門：径間20m×扉高8.74m×3門の水門（H3年竣工）
- ◆ 水門内外の水位差で開閉するスイングゲートを併設



平常時

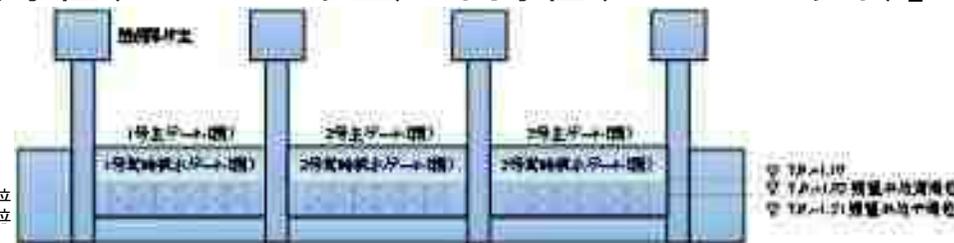
【外水位 > 内水位】



主ゲート：開 常時排水ゲート：閉
スイングゲート：閉

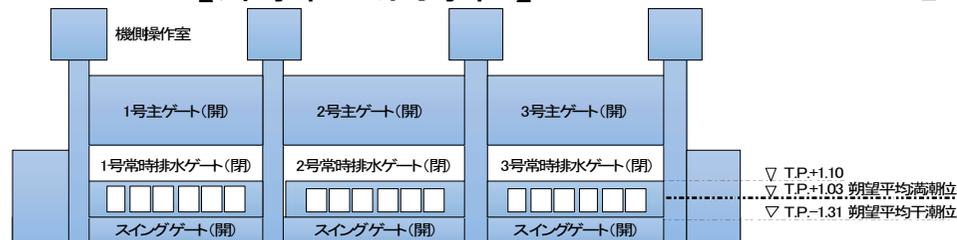
洪水時・高潮時

【外水位 (T.P. +1.1m以上) > 内水位 (T.P. +1.1m以下)】



主ゲート：閉 常時排水ゲート：閉

【外水位 < 内水位】



主ゲート：開 常時排水ゲート：閉
スイングゲート：開

【外水位・内水位 > T.P. +1.1m (外水位 < 内水位)】



主ゲート：開 常時排水ゲート：開

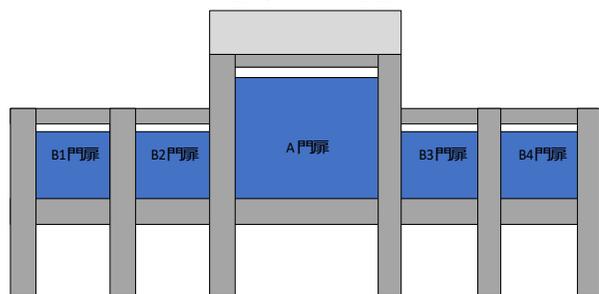
▲高浜川水門の操作方法

2.3 新川水門・新川樋門の概要

- ◆ 新川水門：幅7.6m×高さ5.25m×1門、幅6.0m×高さ4.14m×4門の鋼製ゲート（S38年竣工）
- ◆ 新川樋門：幅5.0m×高さ3.8m×6門の木製主ゲート以外に、樋門内外の水位差で開閉するマイターゲートを併設（S38年竣工）

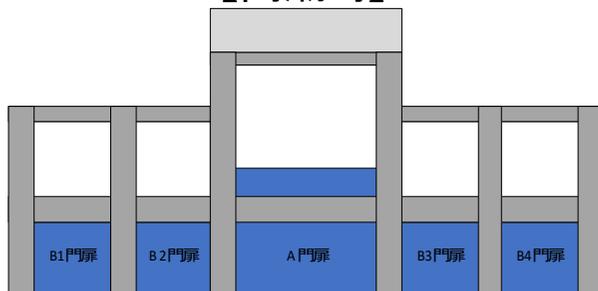
新川水門

【平常時】



主ゲート：開

【高潮時】

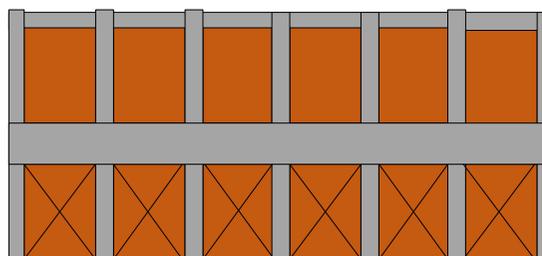


主ゲート：閉

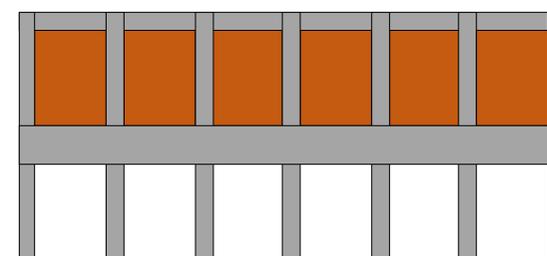
▲新川水門の操作方法

新川樋門

【平常時（外水位>内水位）】 【平常時（外水位<内水位）】

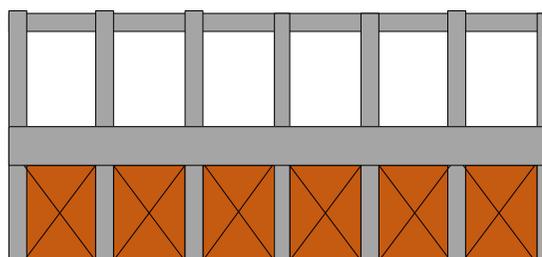


主ゲート：開
マイターゲート：閉



主ゲート：開
マイターゲート：開

【高潮時】



主ゲート：閉

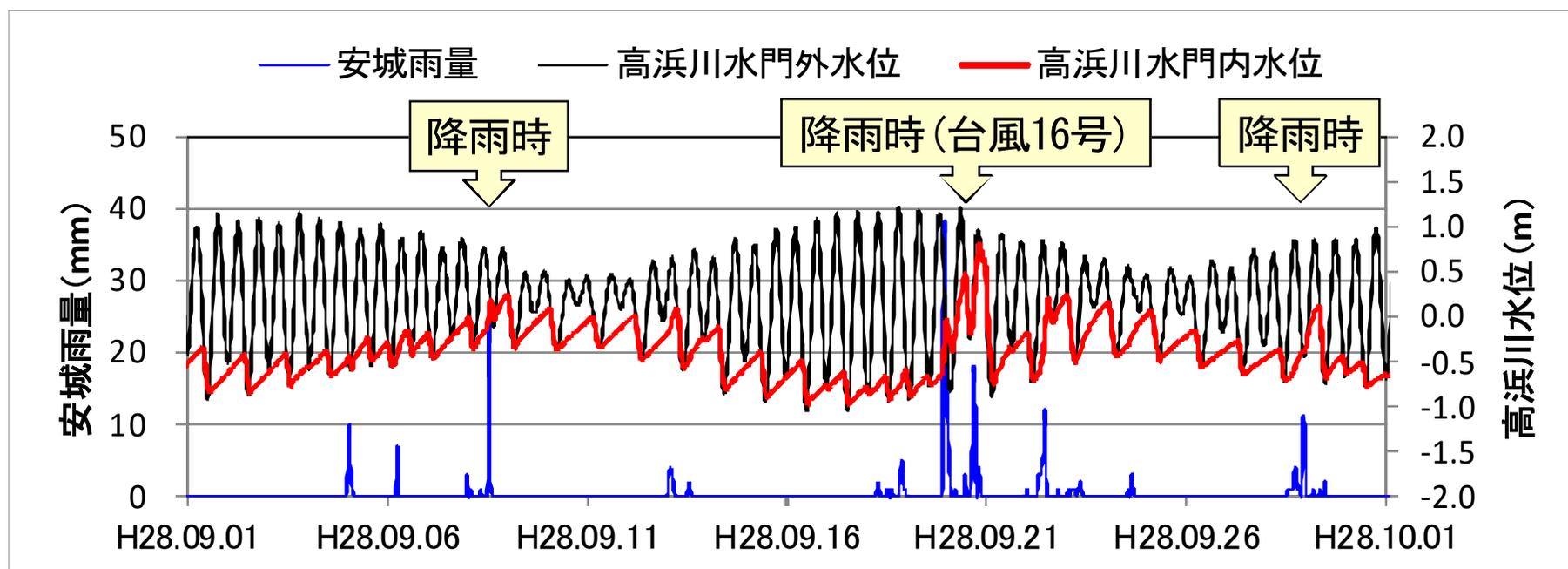
▲新川樋門の操作方法



3. 油ヶ淵の水位変動、流動

3.1 油ヶ淵の水位変動

- ◆ 平常時 (外水位 > 内水位) : スイングゲートが閉じて湖内水位が上昇
- ◆ 平常時 (外水位 < 内水位) : スイングゲートが開いて湖内水位が低下
- ◆ 降雨時 (出水時) : 湖内水位が急激に上昇

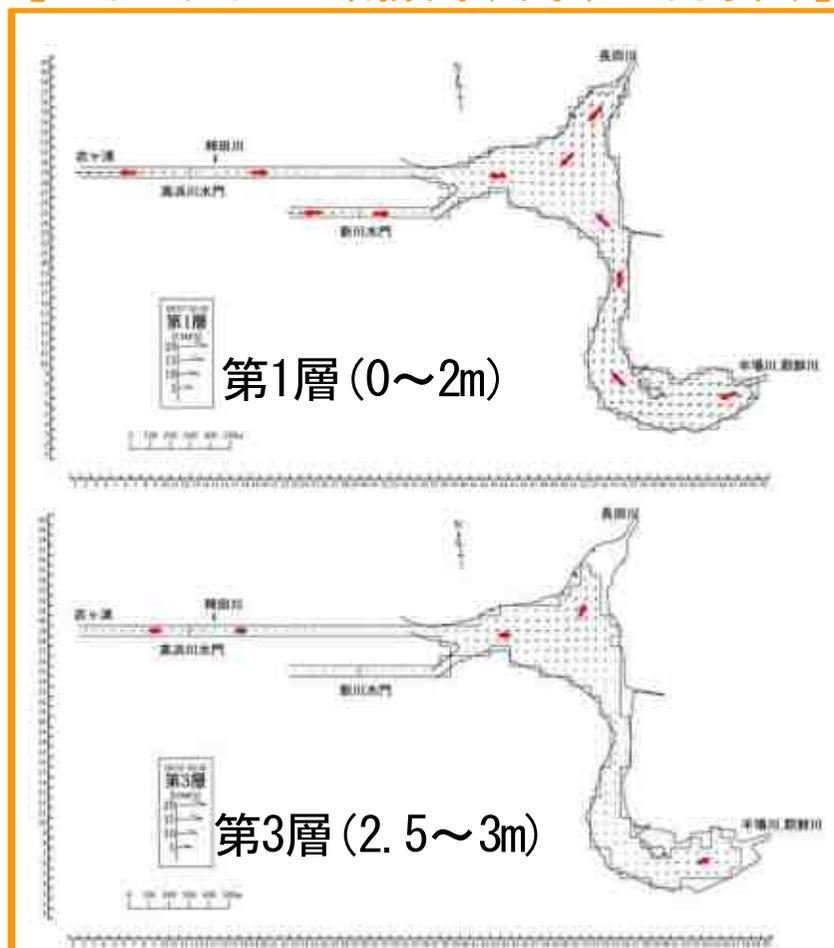


▲高浜川水門外・内 (油ヶ淵) の水位経時変化 (平成28年9月)

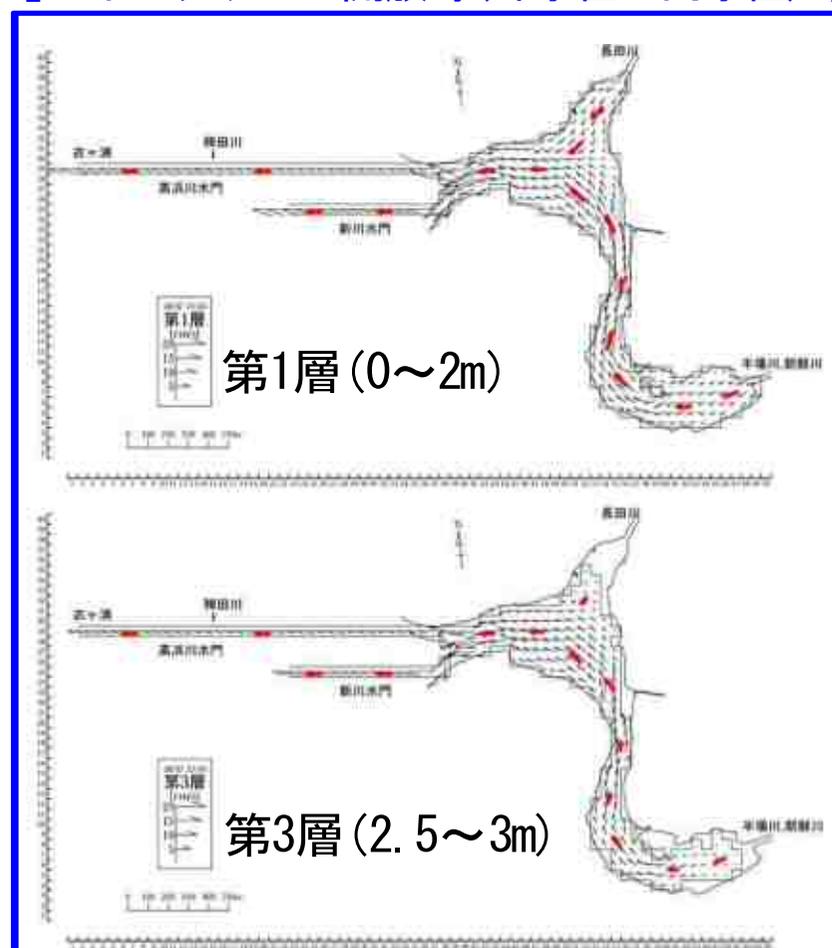
3.2 油ヶ淵の流動

- ◆ スイングゲート閉鎖時：流速が小さく、下層は上流に向かう流れ
- ◆ スイングゲート解放時：流速が大きく、上下層とも流下する流れ

【スイングゲート閉鎖時(外水位>内水位)】



【スイングゲート開放時(外水位<内水位)】

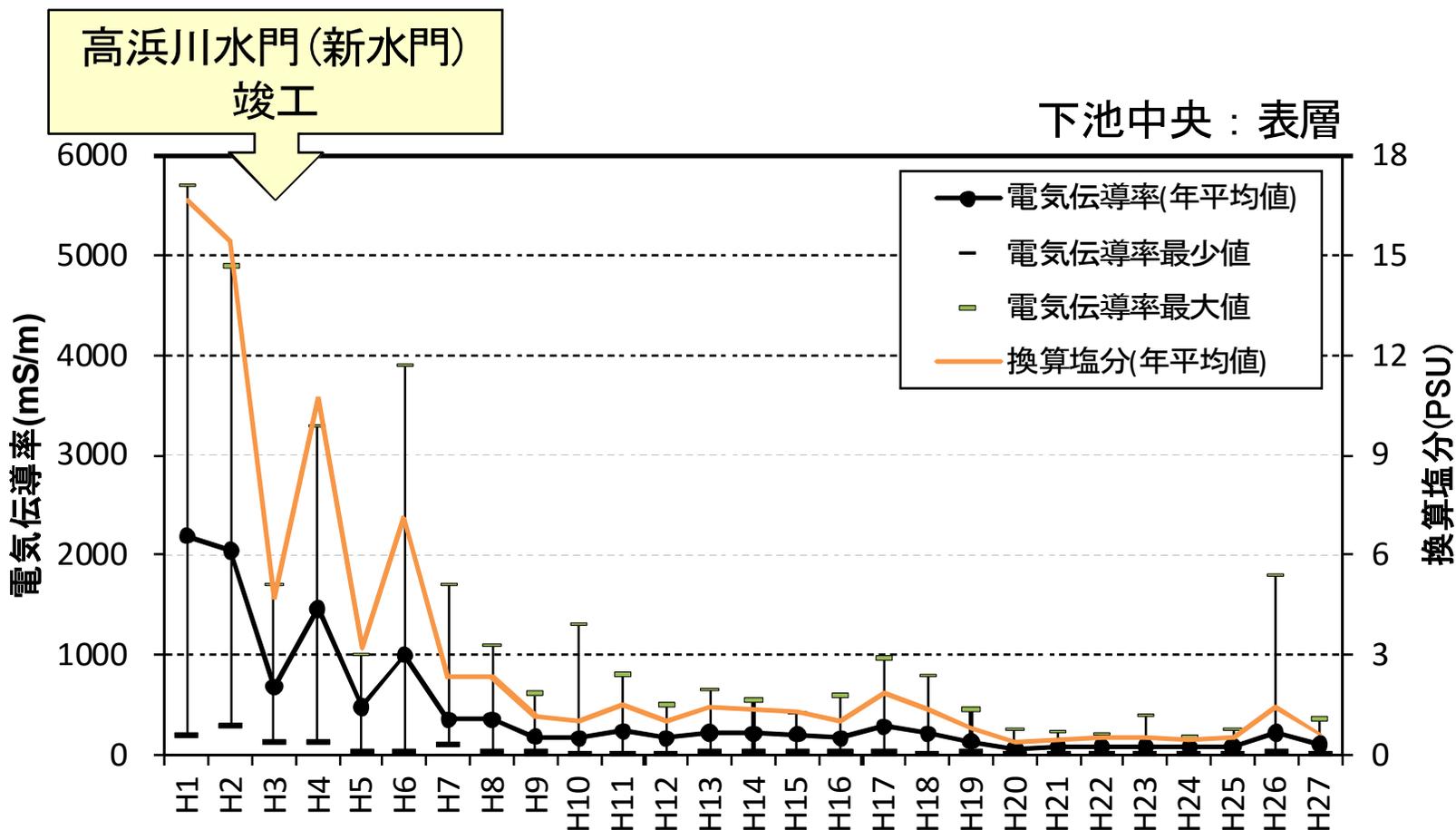


▲油ヶ淵の流速ベクトル（夏季、流動シミュレーション結果）

4. 油ヶ淵の塩分の状況

4.1 油ヶ淵の塩分経年変化

- ◆ 高浜川水門（新水門）が竣工した平成3年以降、油ヶ淵の塩分は低下



▲油ヶ淵（下池中央：表層）の電気伝導率・換算塩分の経年変化

注) 塩分換算値は、1978年の実用的塩分の定義（UNESCO, 1978）に沿って、実用塩分35‰、温度15°Cにおける電気伝導度比（4.29140s/m）を用いて算出した。

$$S = a_0 + a_1R_1^{1/2} + a_2R_1 + a_3R_1^{3/2} + a_4R_1^2 + a_5R_1^{5/2} + (T-15)/(1+kT-15) \{b_0 + b_1R_1^{1/2} + b_2R_1 + b_3R_1^{3/2} + b_4R_1^2 + b_5R_1^{5/2}\}$$

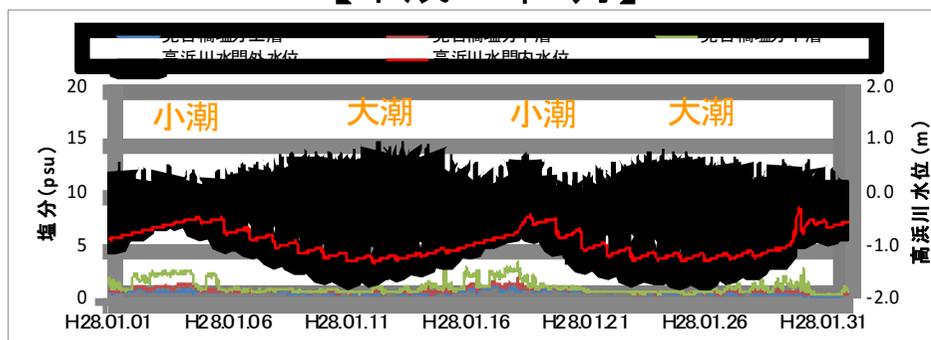
$a_0=0.0080$ $a_1=-0.1692$ $a_2=25.3851$ $a_3=14.0941$ $a_4=-7.0261$ $a_5=2.7081$ R_1 =試料の電気伝導度比
 $b_0=0.0005$ $b_1=-0.0056$ $b_2=-0.0066$ $b_3=0.0375$ $b_4=0.0636$ $b_5=-0.0144$ $T=15^\circ\text{C}$

4.2 油ヶ淵の塩分経時変化

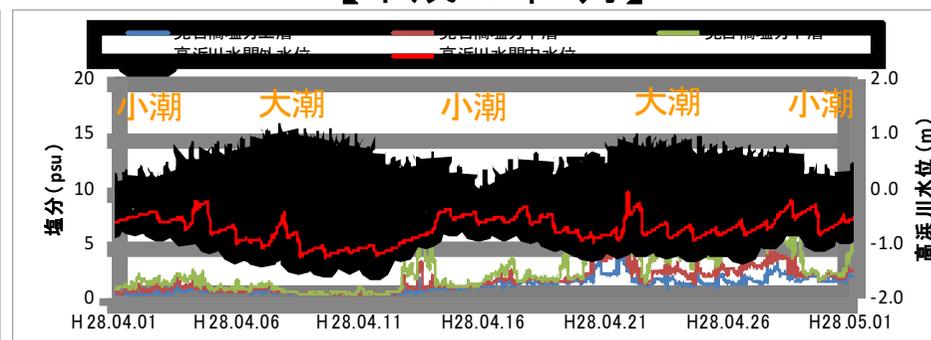
- ◆ 中潮から小潮の湖内水位上昇時に塩分が上昇する傾向
- ◆ 夏季は塩分が低い傾向



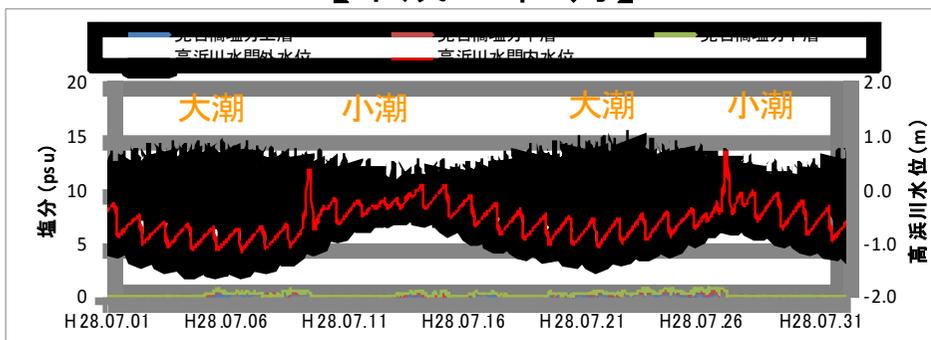
【平成28年1月】



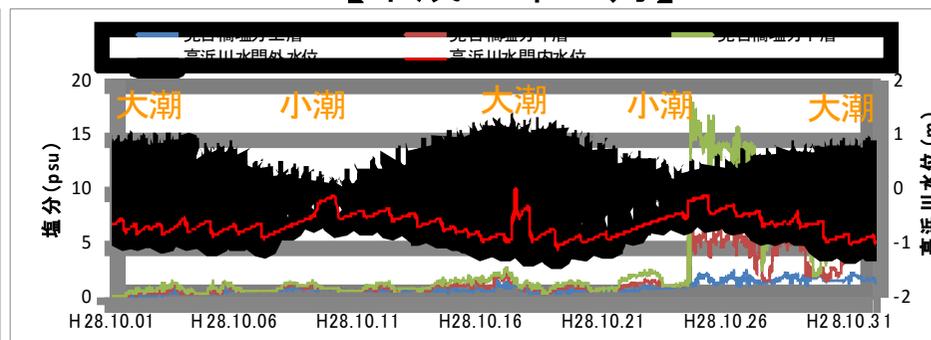
【平成28年4月】



【平成28年7月】

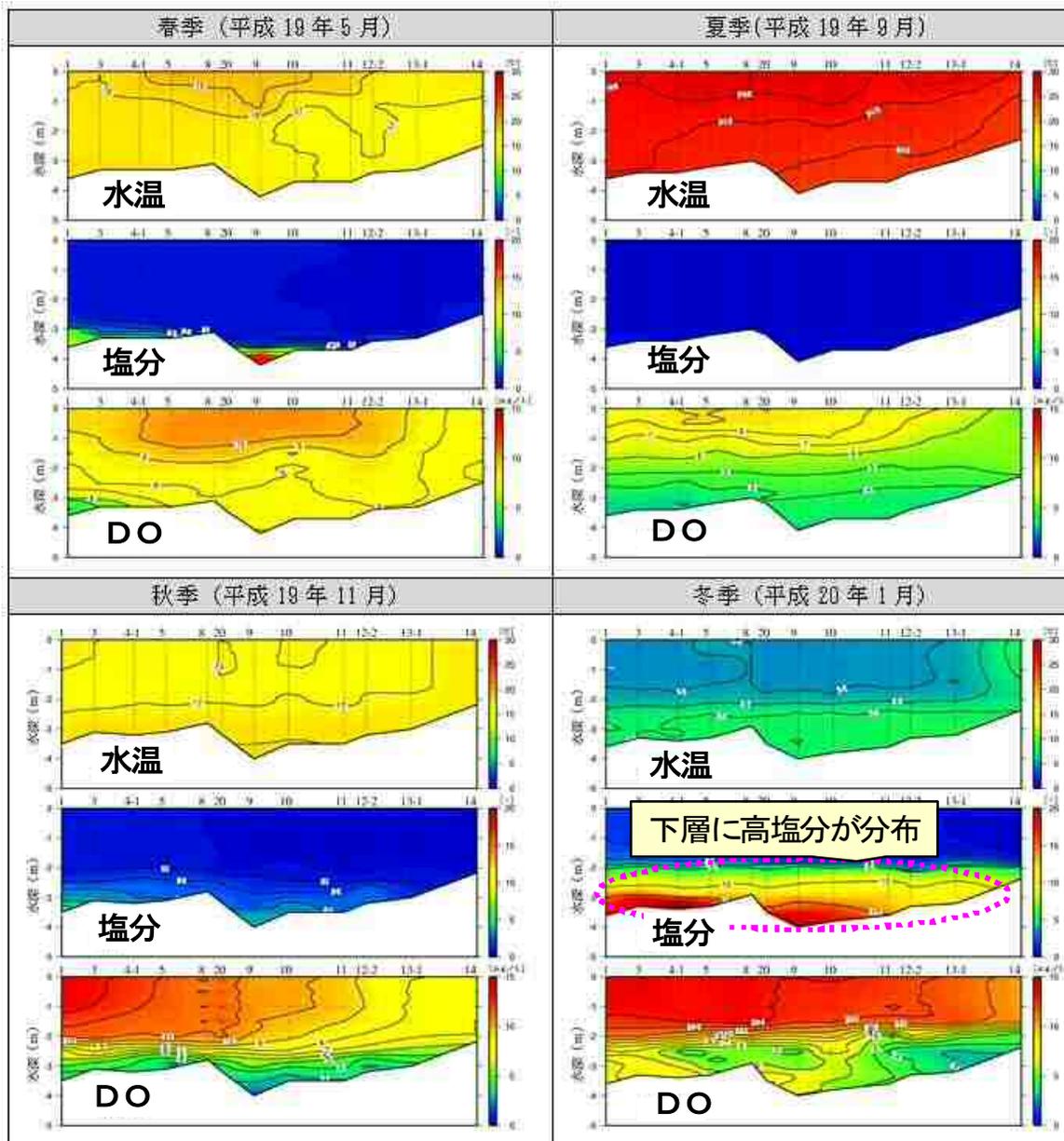
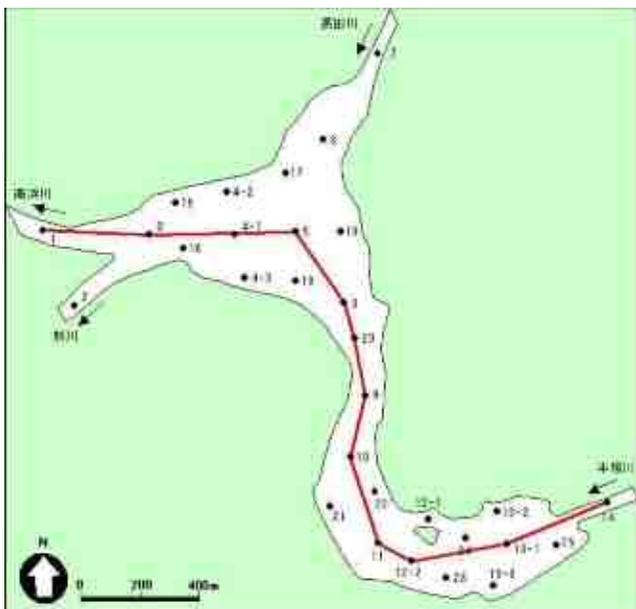


【平成28年10月】



4.3 油ヶ淵の塩分鉛直断面分布

- ◆ 春季、秋季は深場の下層にやや高い塩分が分布
- ◆ 冬季は湖内全域の下層に高塩分が分布



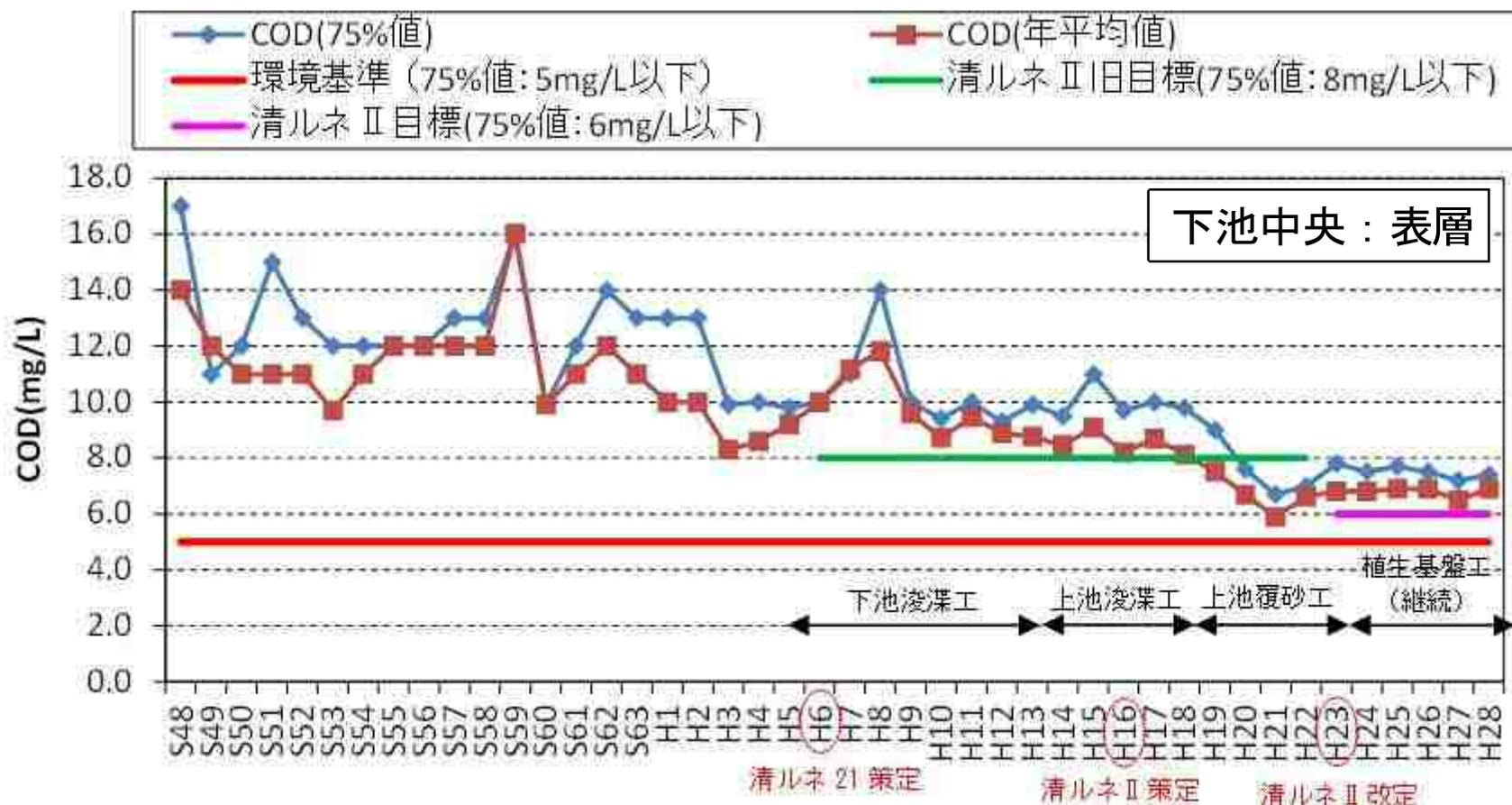
▲水温、塩分、DOの鉛直断面分布 (平成19年度) 15

5. 油ヶ淵の水質の状況

5.1 水質経年変化

5.1 水質経年変化 ①COD75%値

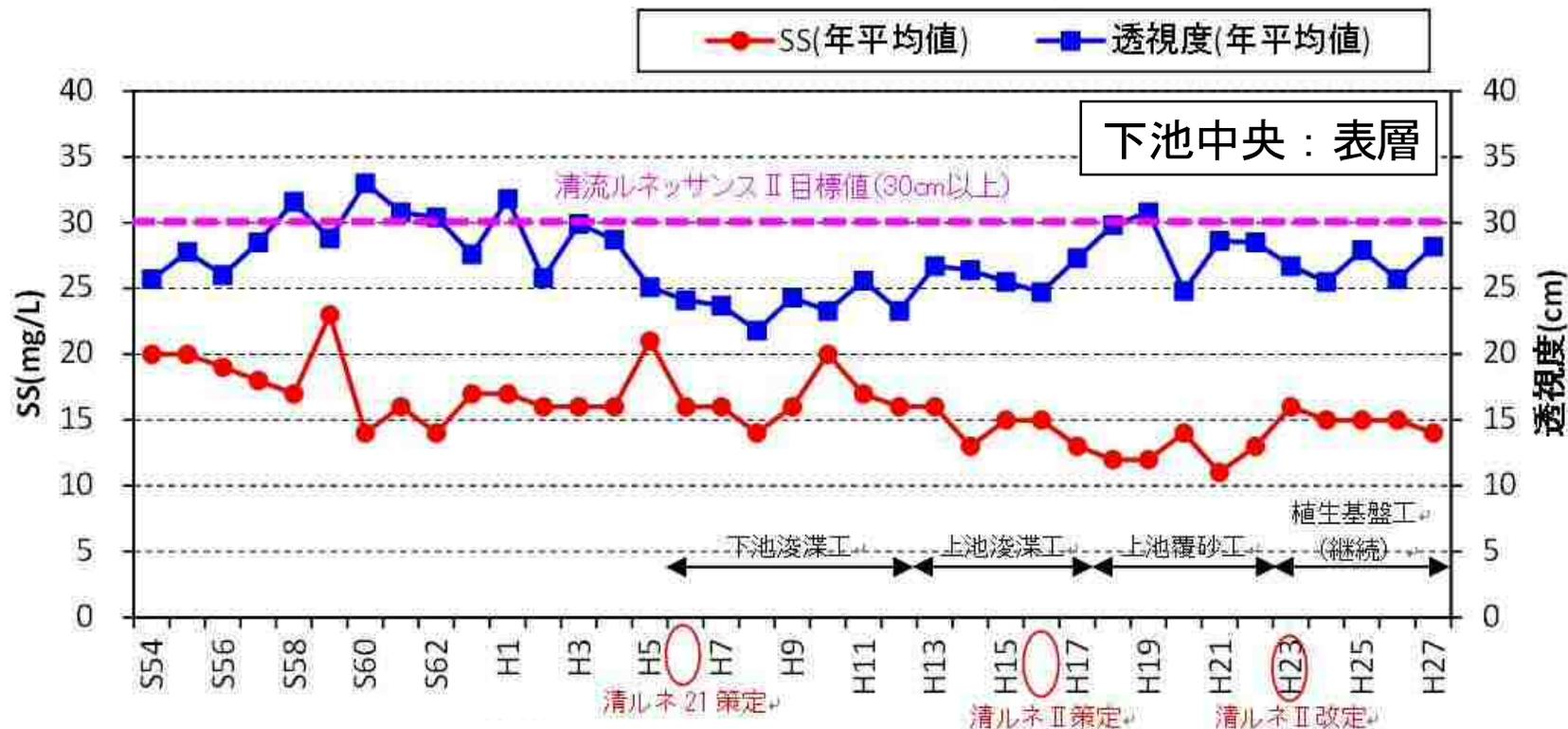
- ◆ COD75%値は改善傾向にあり、旧目標値8.0mg/L以下は達成
- ◆ 現在の目標値6mg/L以下や環境基準は未達成で近年は横ばい傾向



▲油ヶ淵（下池中央：表層）のCOD75%値・年平均値の経年変化

5.1 水質経年変化 ②SS、透視度

- ◆ 透視度は改善傾向がみられず、目標値30cm以上は未達成
- ◆ SSはやや低下しているが、15mg/L前後を推移

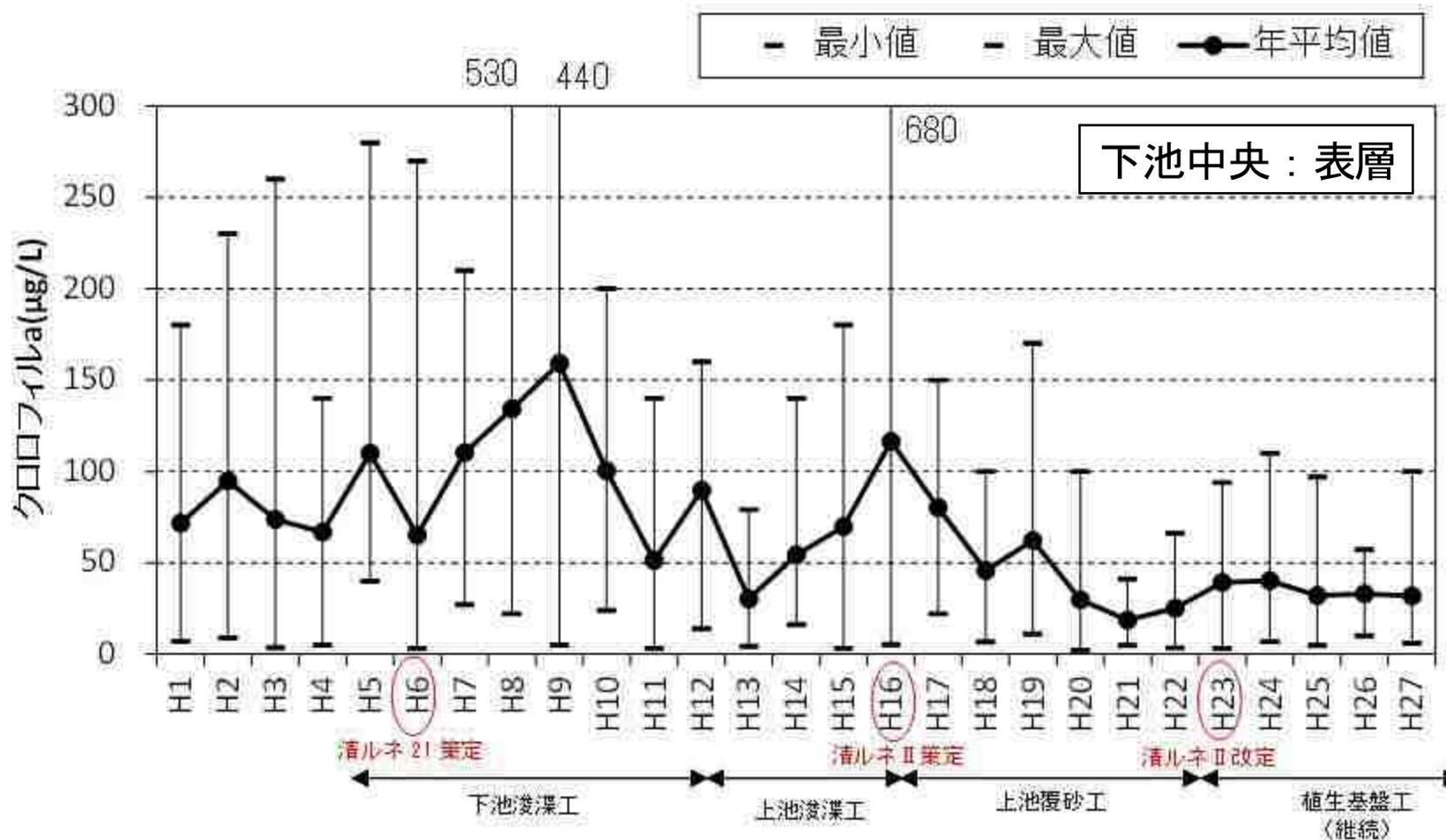


▲油ヶ淵（下池中央：表層）のSS、透視度の経年変化

5.1 水質経年変化 ③クロロフィルa

◆ クロロフィルaは経年的に低下傾向にあるが、近年でも30 μ g/L前後を推移

(※「伊勢湾・三河湾の赤潮発生状況」(愛知県水産試験場)による赤潮判定の目安はクロロフィルaが30 μ g/L以上)

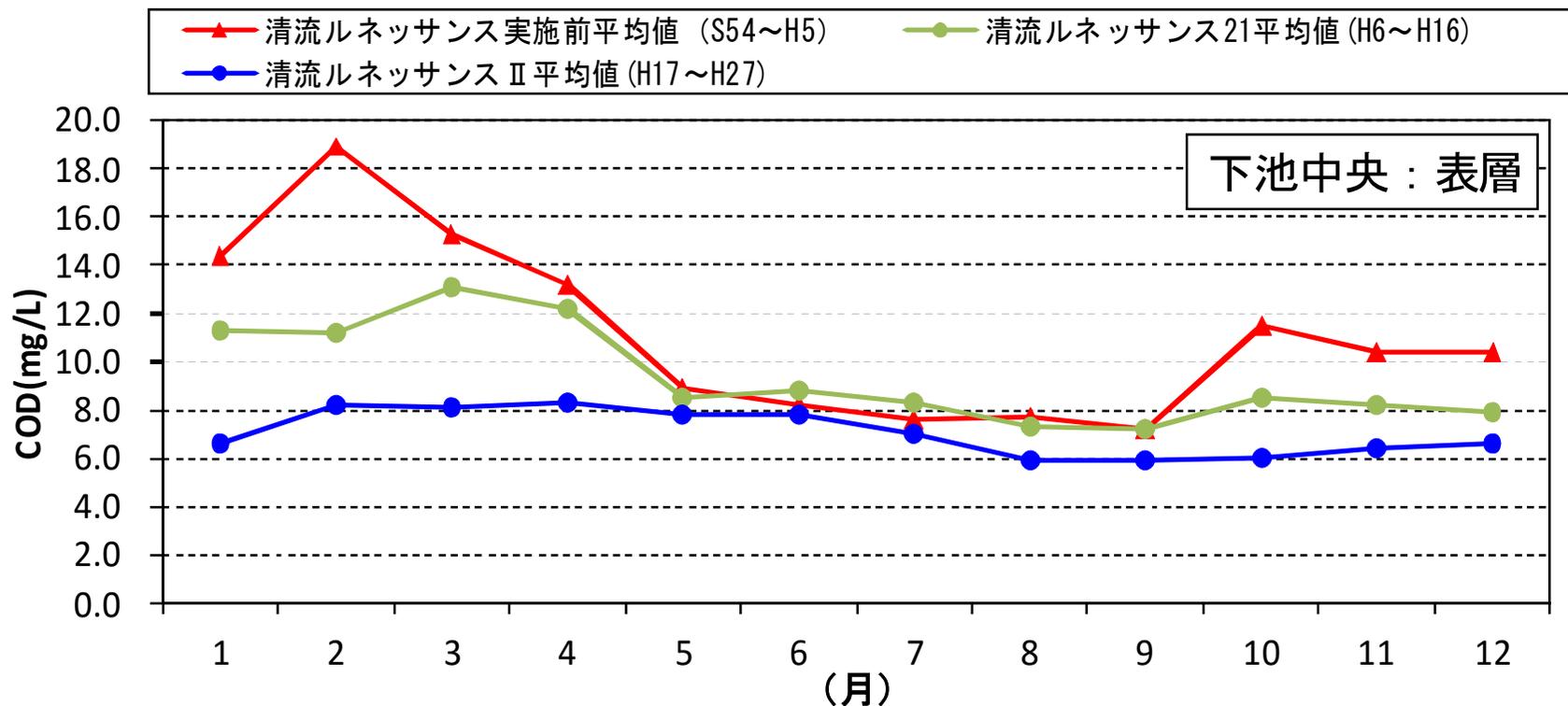


▲油ヶ淵 (下池中央：表層) のクロロフィルaの経年変化

5.2 水質経月変化

5.2 水質経月変化 ①COD

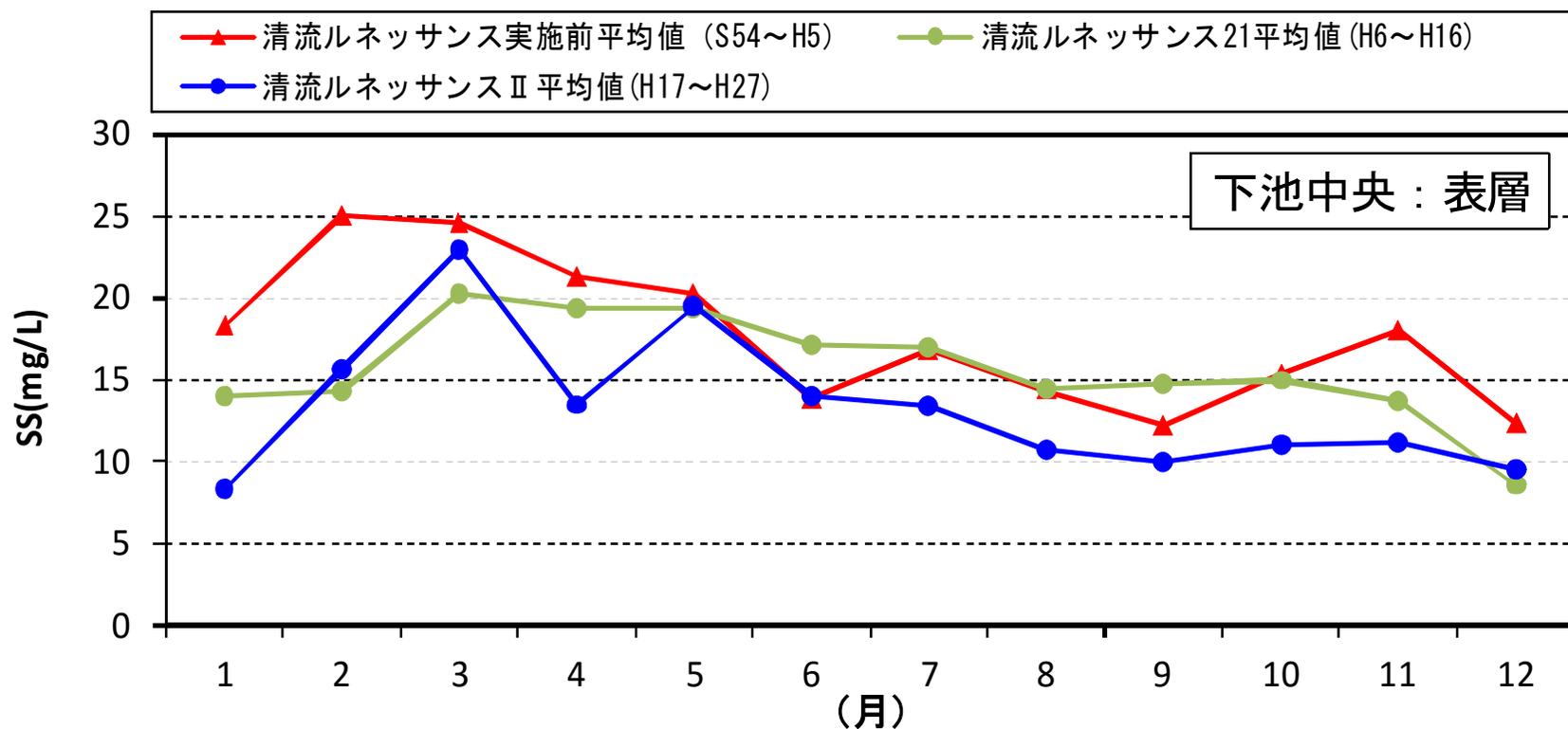
◆ 油ヶ淵のCODは、年間を通して清流ルネッサンス実施により低下



▲油ヶ淵（下池中央：表層）のCOD経月変化（清流ルネッサンス実施前・後の月平均値）

5.2 水質経月変化 ②SS

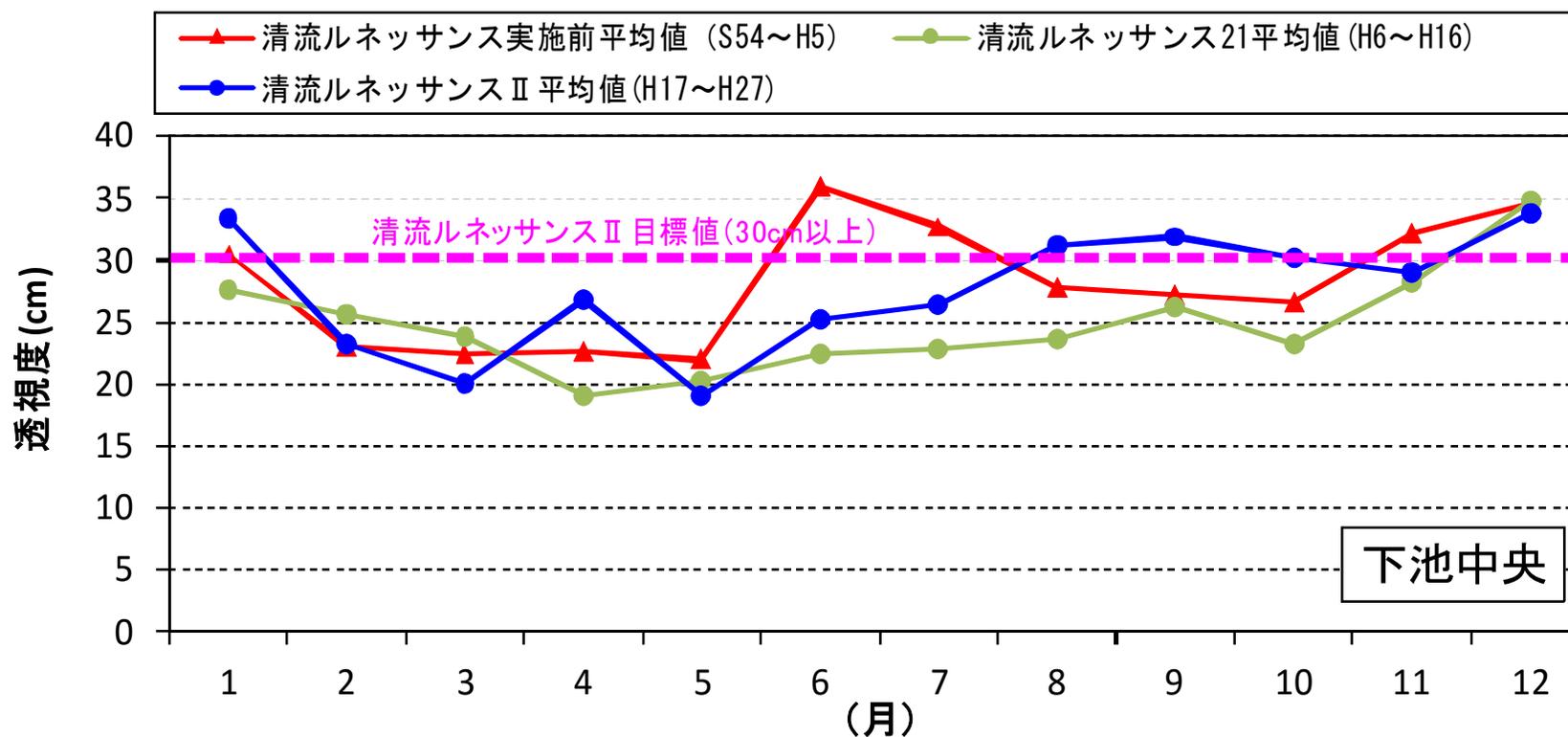
- ◆ 6～11月の油ヶ淵のSSは、清流ルネッサンス実施によりやや低下
- ◆ 3月や5月のSSは、清流ルネッサンス実施後でも20～25mg/L前後



▲油ヶ淵（下池中央：表層）のSS経月変化（清流ルネッサンス実施前・後の月平均値）

5.2 水質経月変化 ③透視度

- ◆ 8～10月の油ヶ淵の透視度は、清流ルネッサンス実施により30cm程度まで上昇
- ◆ 2～7月の透視度は、清流ルネッサンス実施後でも20～25cm前後に低下

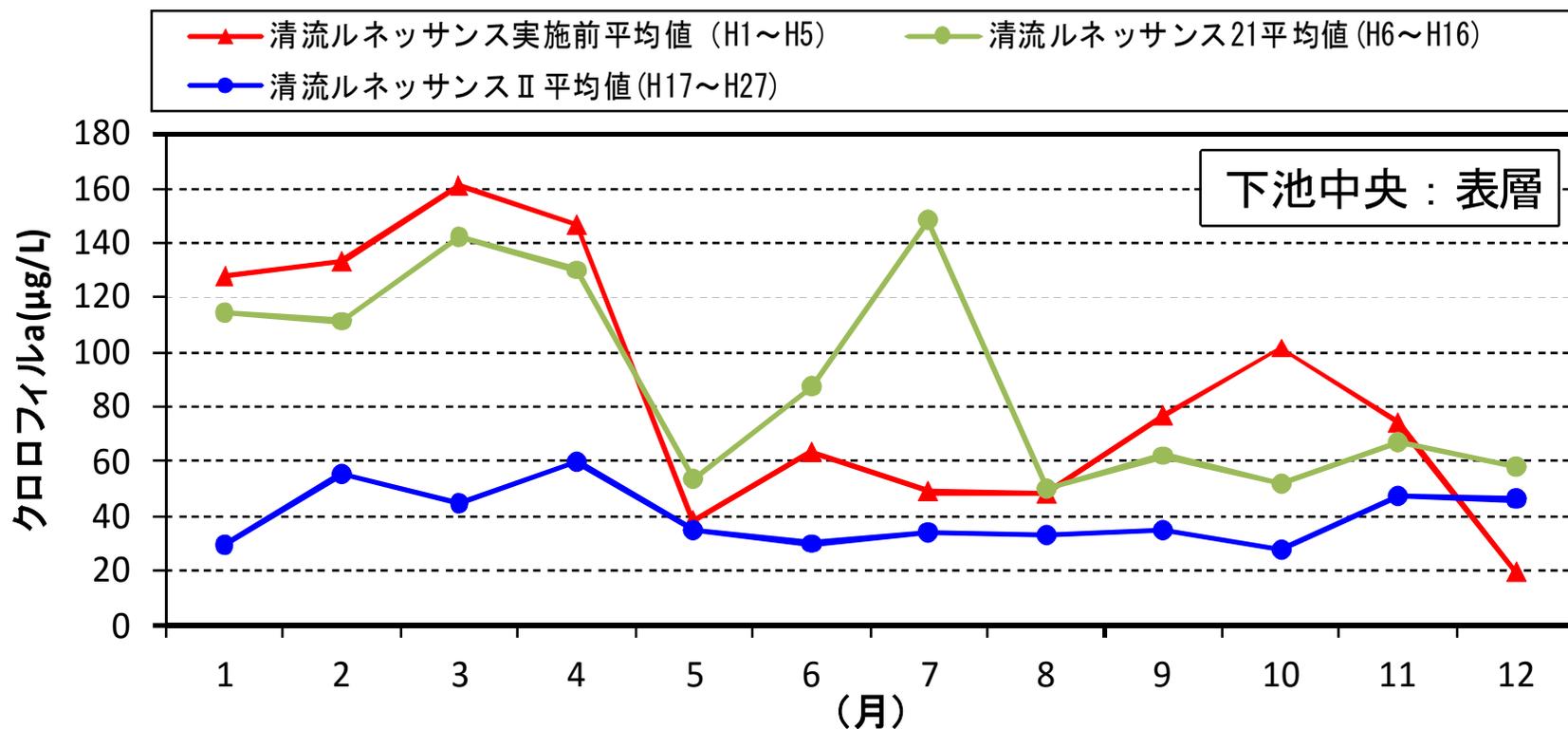


▲油ヶ淵（下池中央）の透視度の経月変化（清流ルネッサンス実施前・後の月平均値）

5.2 水質経月経年変化 ④クロロフィルa

- ◆ 油ヶ淵のクロロフィルaは、清流ルネッサンス実施により低下
- ◆ 清流ルネッサンス実施後でも約30~60 $\mu\text{g/L}$ を推移

(※「伊勢湾・三河湾の赤潮発生状況」(愛知県水産試験場)による赤潮判定の目安はクロロフィルaが30 $\mu\text{g/L}$ 以上)

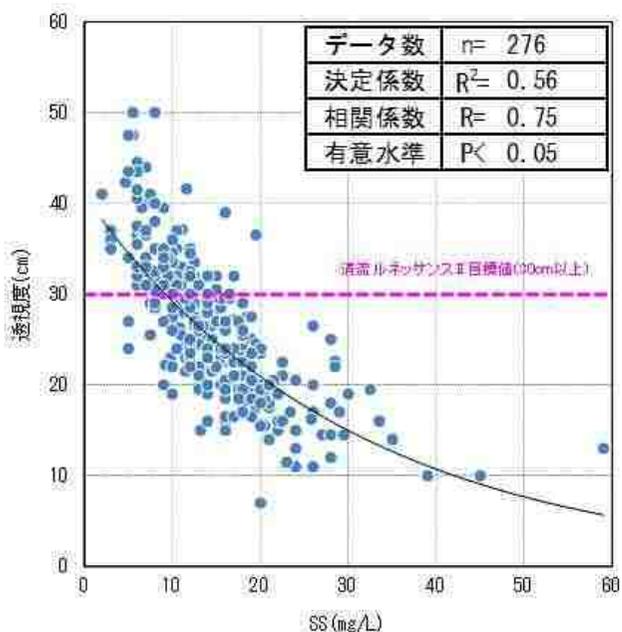


▲油ヶ淵 (下池中央：表層) のクロロフィルa経月変化 (清流ルネッサンス実施前・後の月平均値)

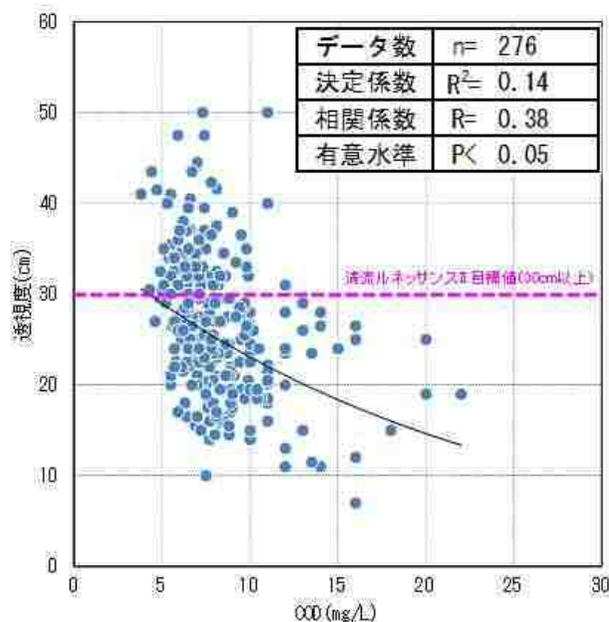
5.3 水質項目間の関係

①透視度とSS・COD・クロロフィルaの関係

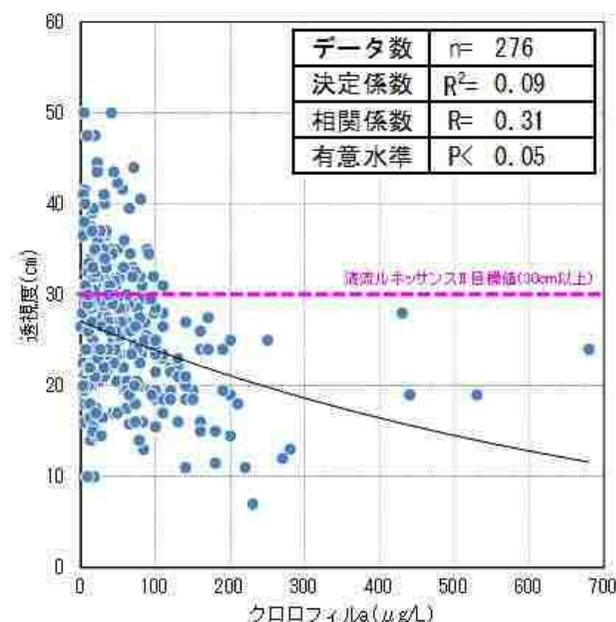
【SSと透視度の関係】



【CODと透視度の関係】



【クロロフィルaと透視度の関係】



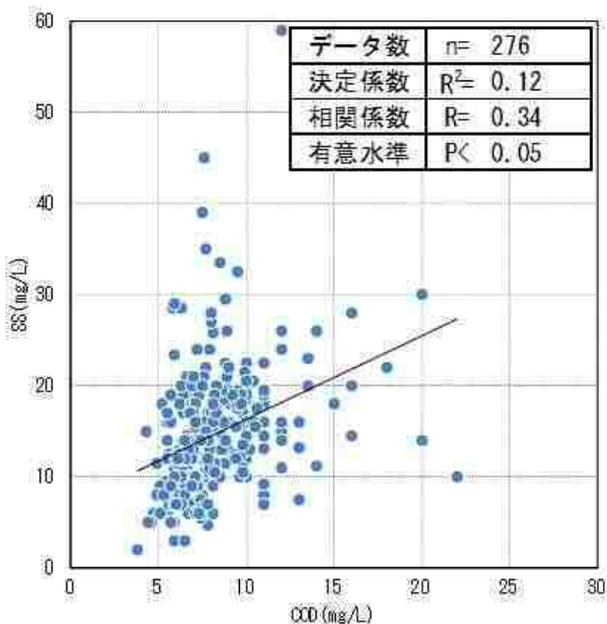
相関がみられる

相関がみられない

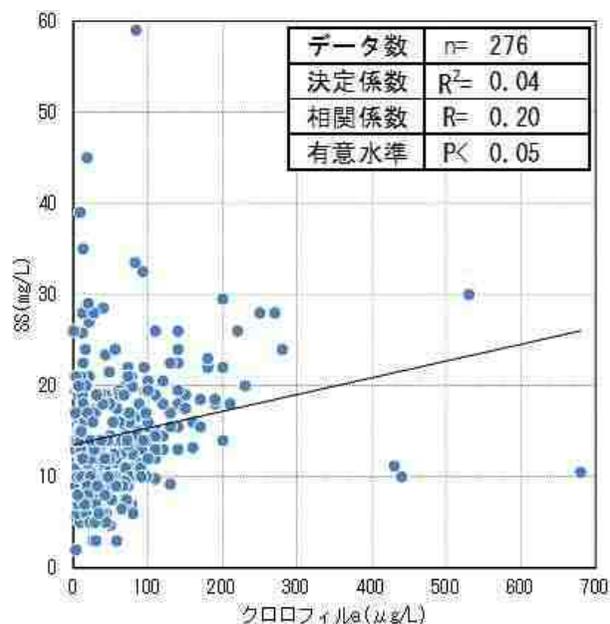
- 注：1. 平成5～27年の月測定データを用いた。
2. 透視度の測定結果が「 ≥ 50 cm」と表記されている場合は、50cmとして整理した。

5.3 水質項目間の関係 ②SSとCOD・クロフィルa、CODとクロフィルaの関係

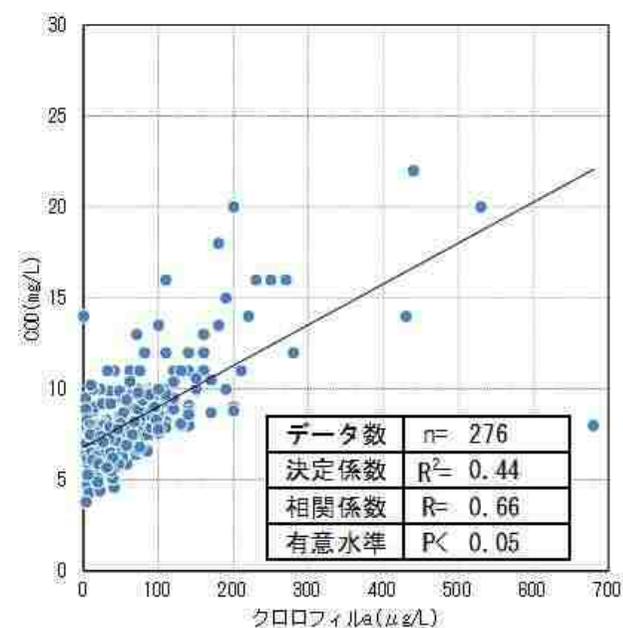
【CODとSSの関係】



【クロロフィルaとSSの関係】



【CODとクロロフィルaの関係】

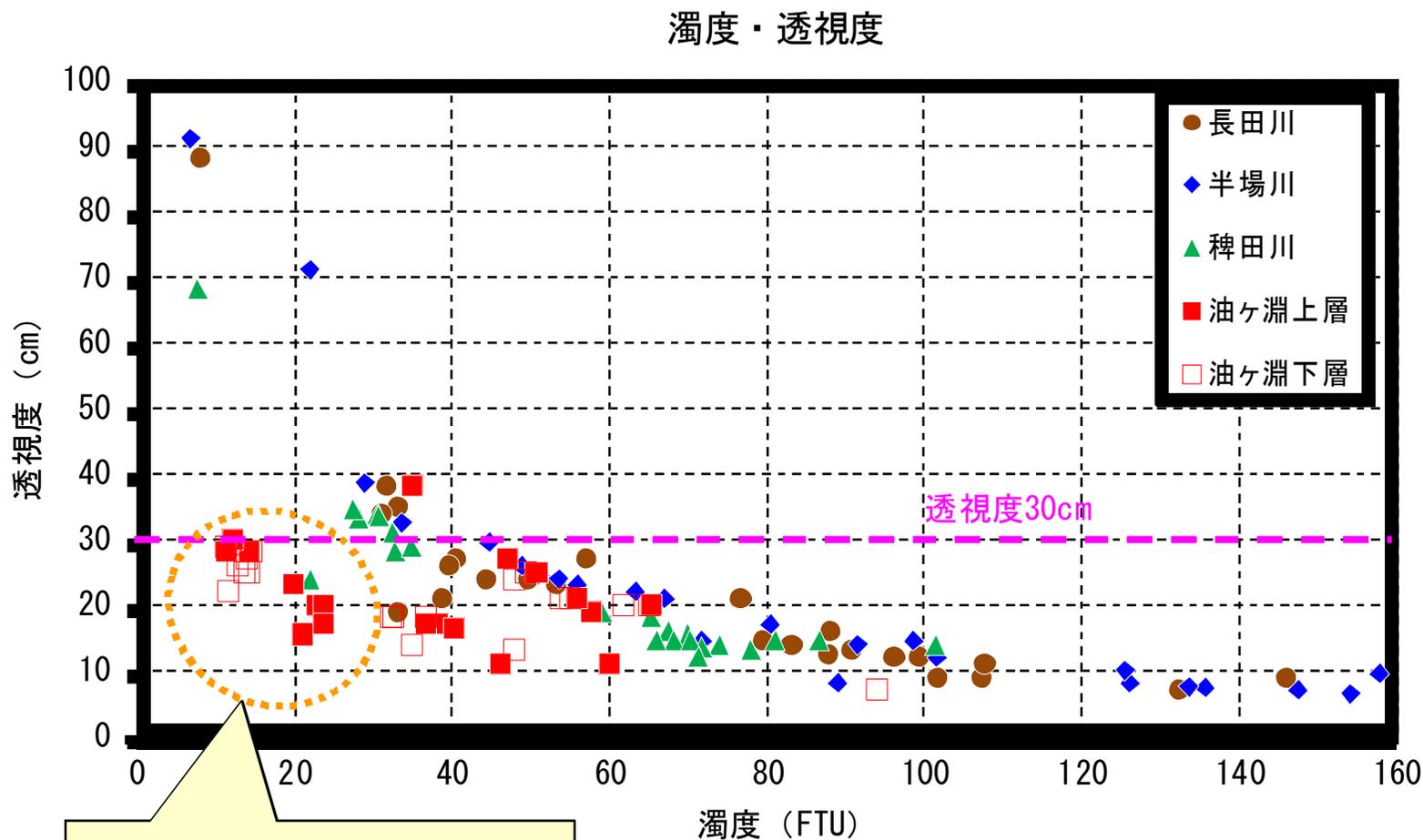


相関がみられない

相関がみられる

注：平成5～27年の月測定データを用いた。

5.3 水質項目間の関係 ③濁度と透視度の関係



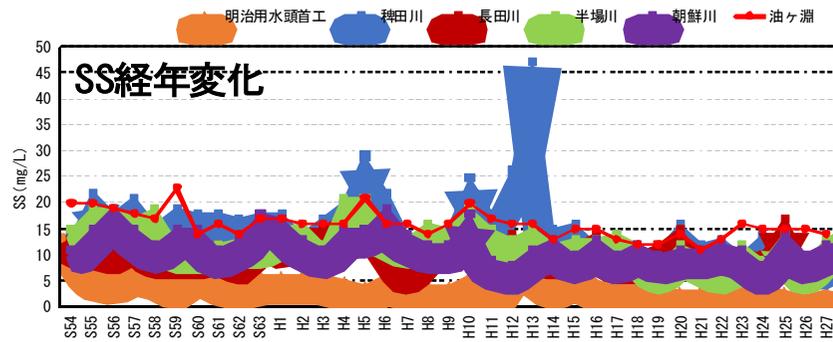
油ヶ淵では濁度が低下しても透視度が上昇しない傾向

▲平成27～28年度調査、平成29年度冬季代かき期調査による濁度と透視度の関係

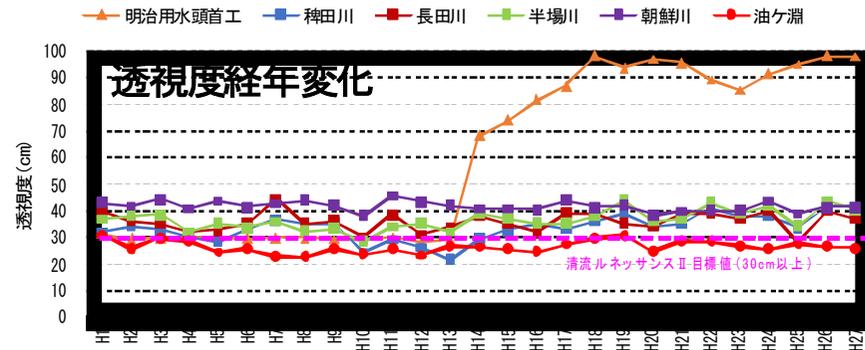
6. にごりの実態把握

6.1 にごりの状況 ①SS及び透視度の経時変化

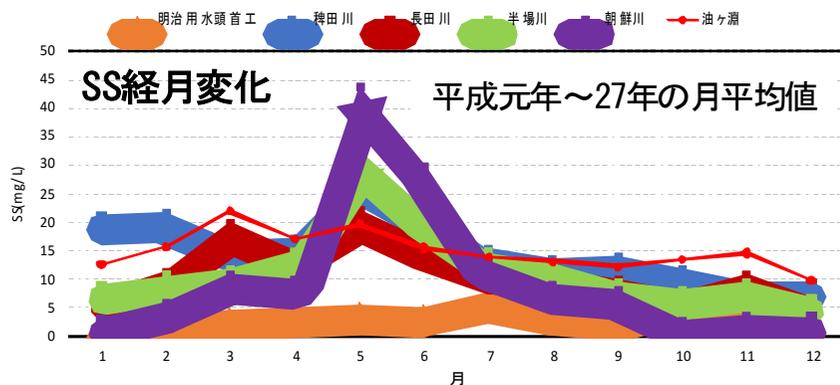
- ◆ SSの経年変化では、明治用水頭首工で5mg/L前後、流入河川及び油ヶ淵で10～20mg/L前後を推移
- ◆ SSの経月変化では、流入河川は代かき期に高く、秋季から冬季に低下するが、油ヶ淵は年間を通して10～20mg/L前後で推移
- ◆ 透視度は、流入河川では冬季代かき期や代かき期を除いて概ね30cm以上、油ヶ淵は年間を通して概ね30cm以下で推移



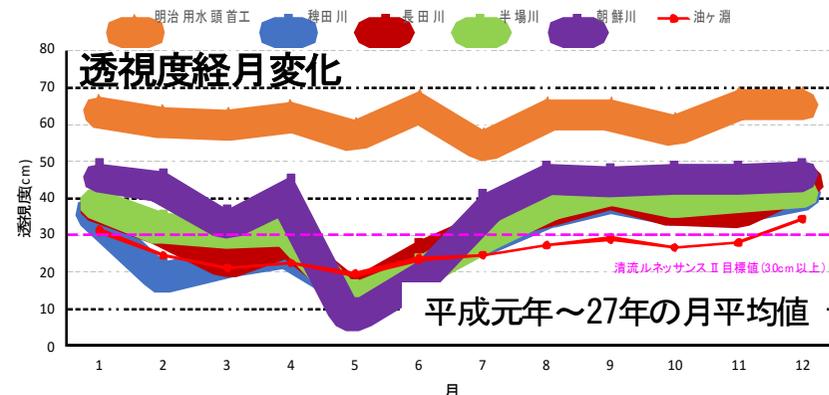
▲明治用水頭首工、流入河川、油ヶ淵のSSの経年変化



▲明治用水頭首工、流入河川、油ヶ淵の透視度の経年変化



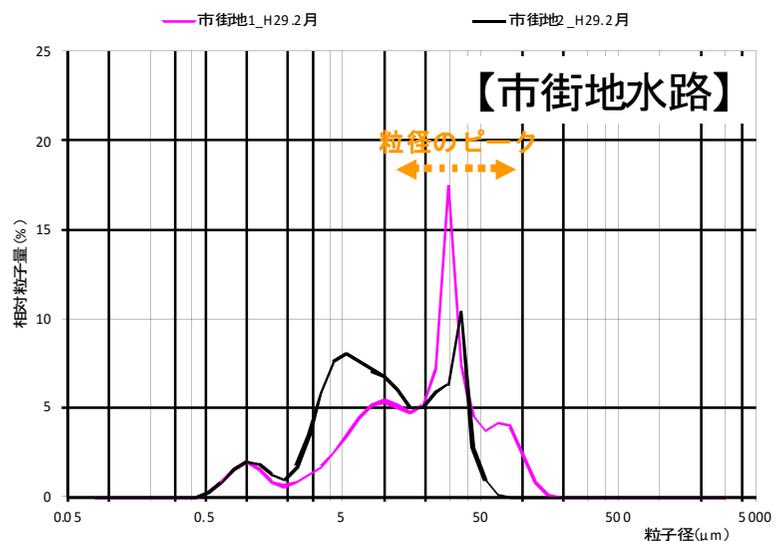
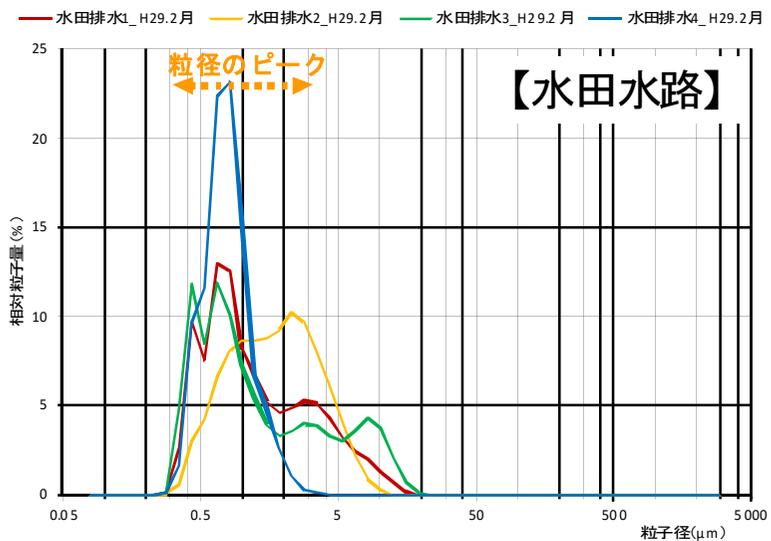
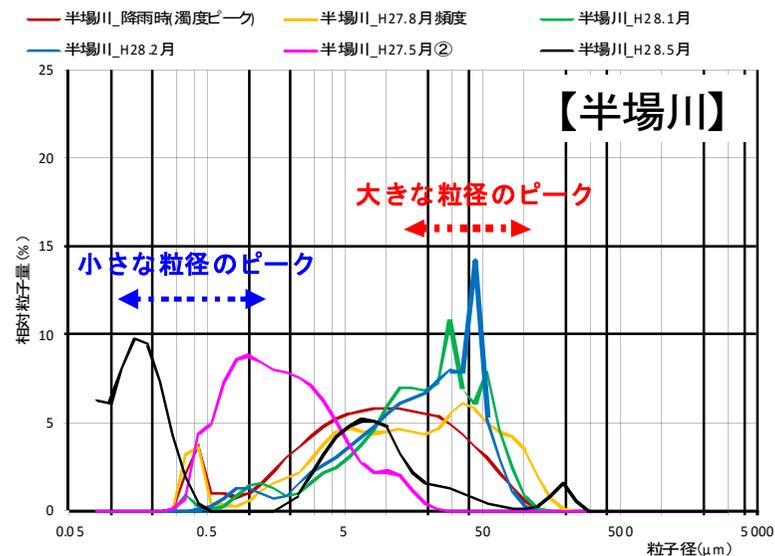
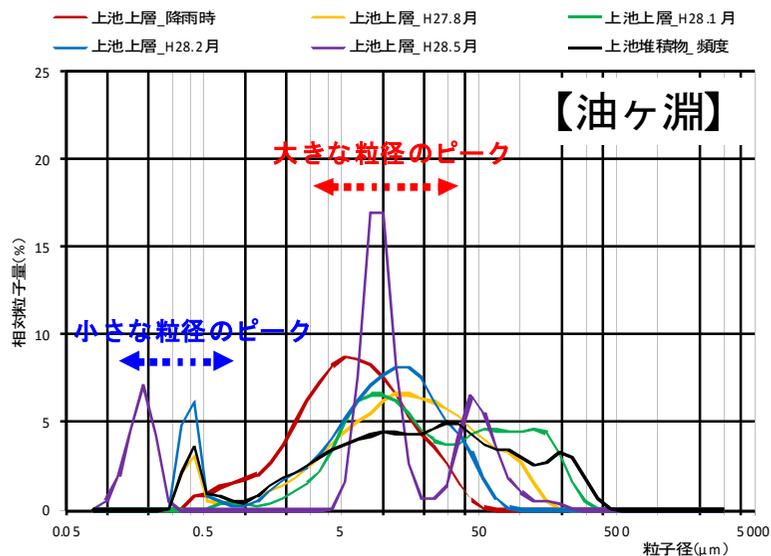
▲明治用水頭首工、流入河川、油ヶ淵のSSの経月変化



▲明治用水頭首工、流入河川、油ヶ淵の透視度の経月変化

6.1 にごりの状況 ②流入土粒子の粒径分布

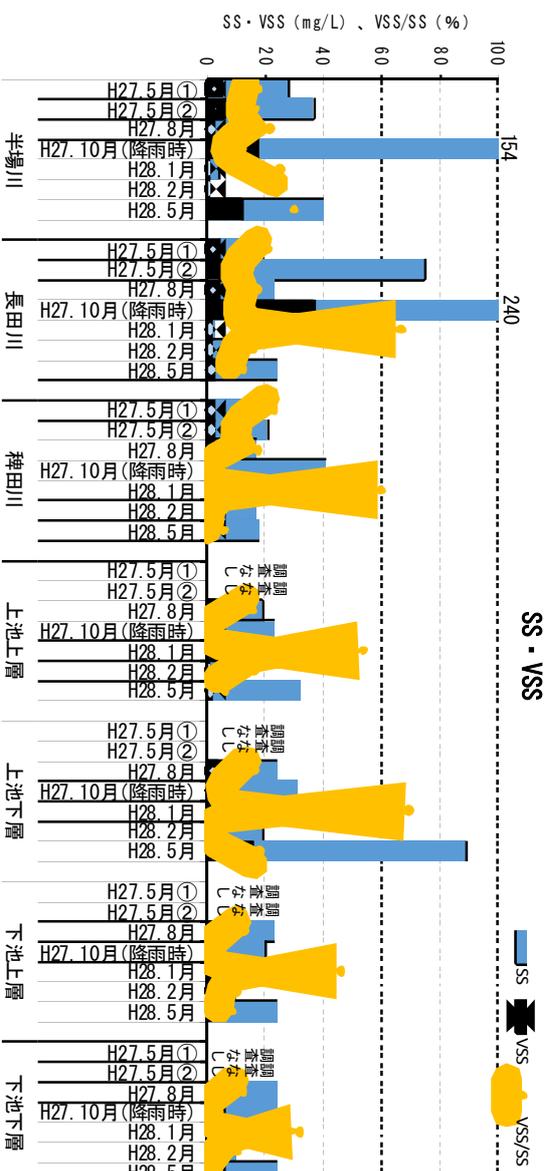
粒径	1m沈降速度
0.5 μm	53日
1 μm	13日
5 μm	13時間
10 μm	3時間
50 μm	7.6分
100 μm	2分



▲油ヶ淵流域の懸濁物質粒度分布 (平成27~28年度調査、平成29年冬季代かき期調査) 30

6.1 にごりの状況 ③SS及びVSS

- ◆ 油ヶ淵のSS（浮遊物質量）に占めるVSS（揮発性浮遊物質量）は1月を除き5～20%程度で、にごりの主な原因は土粒子
- ◆ 河川流量の少なくなる1月は水交換が悪くなり、植物プランクトン（有機物）が増殖するため、湖内においてVSSの割合が高まる傾向

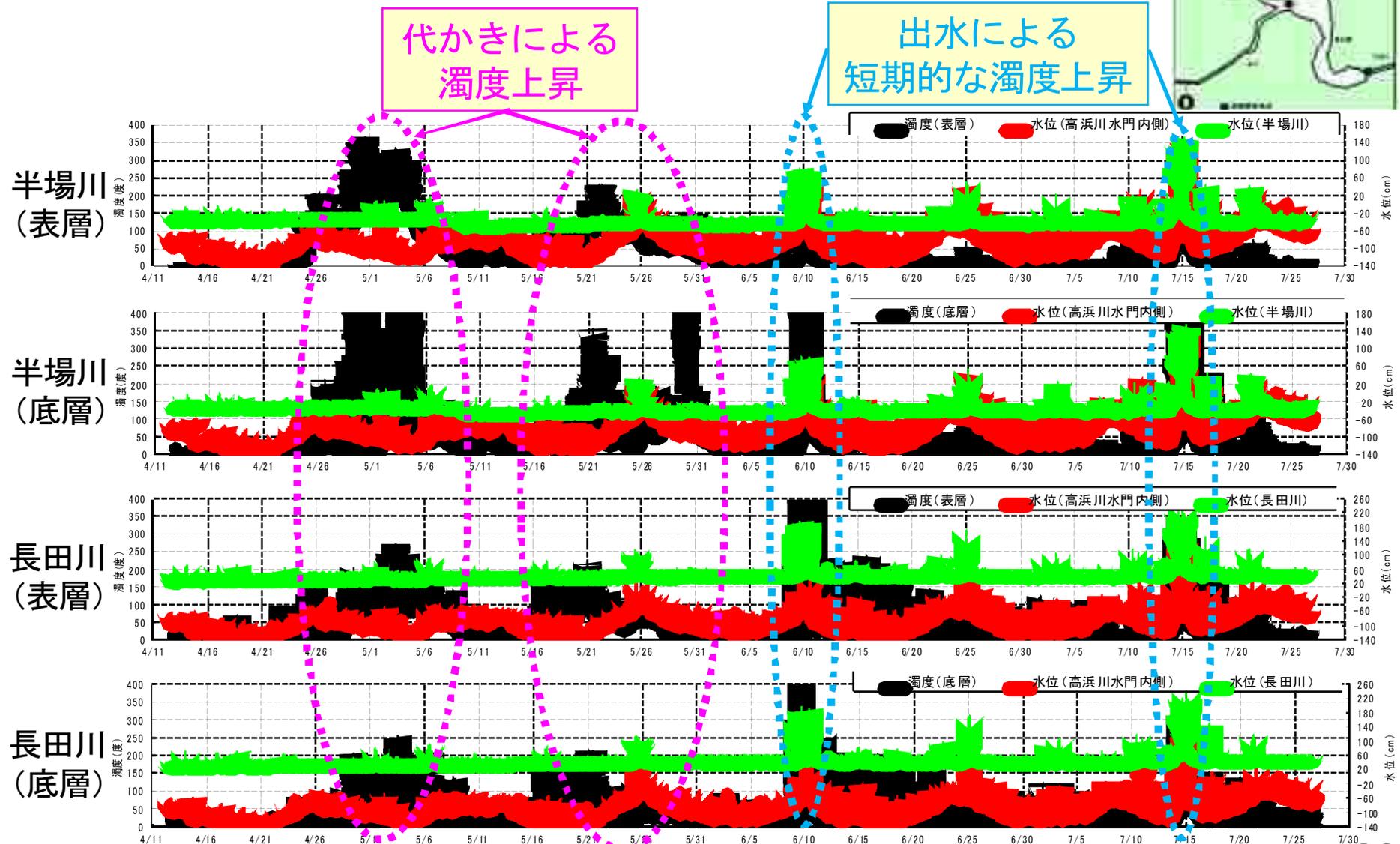


▲流入河川と油ヶ淵のSS・VSS（平成27～28年度調査）



6.2 にごりの挙動 ①水位変動とにごりの関係(長期的な変動)

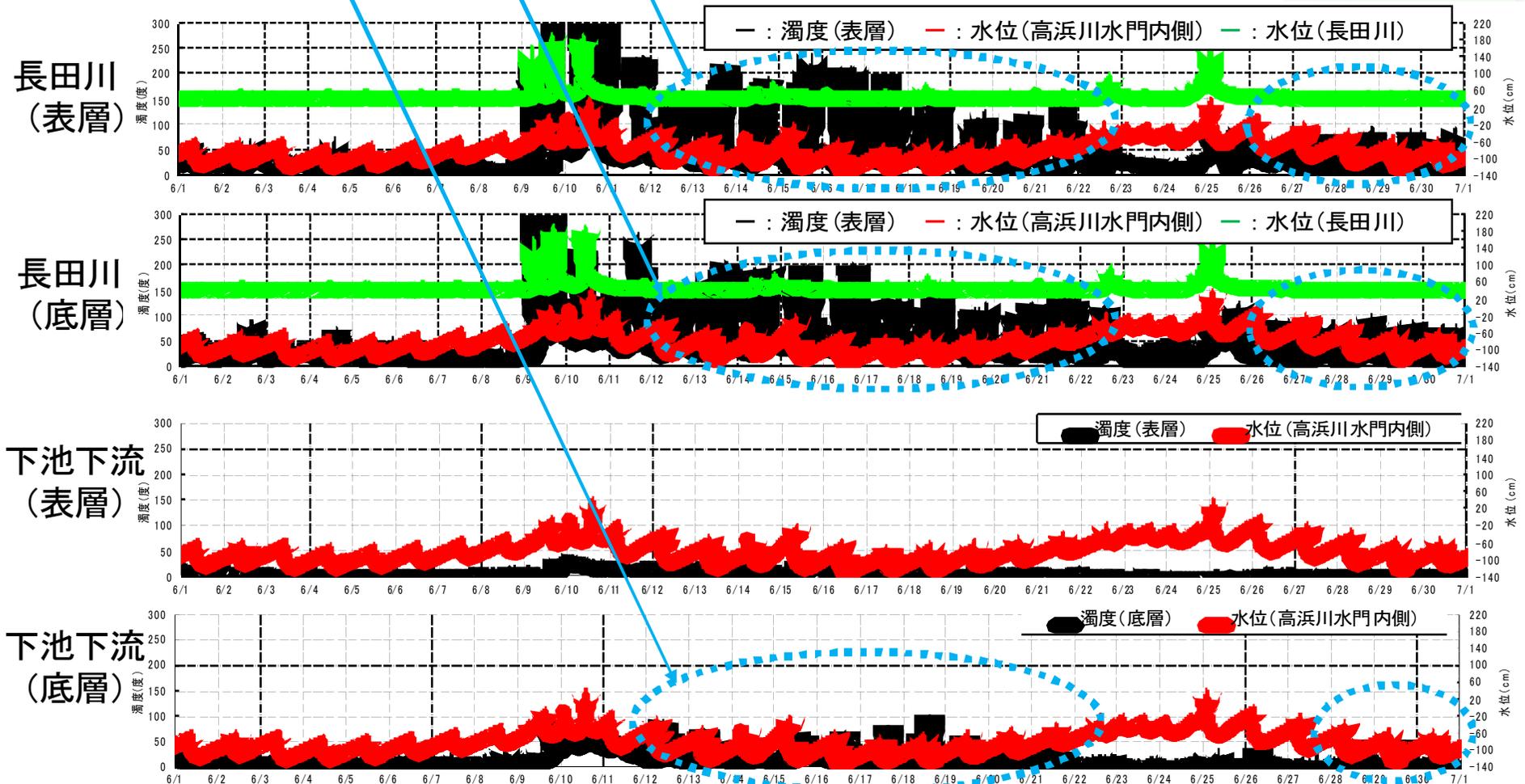
- ◆ 代かき期は水位の変動と関係なく濁度が高く、出水時は水位上昇に伴って濁度が高い



▲濁度経時変化 (平成19年4月~7月: 半場川河口、長田川河口)

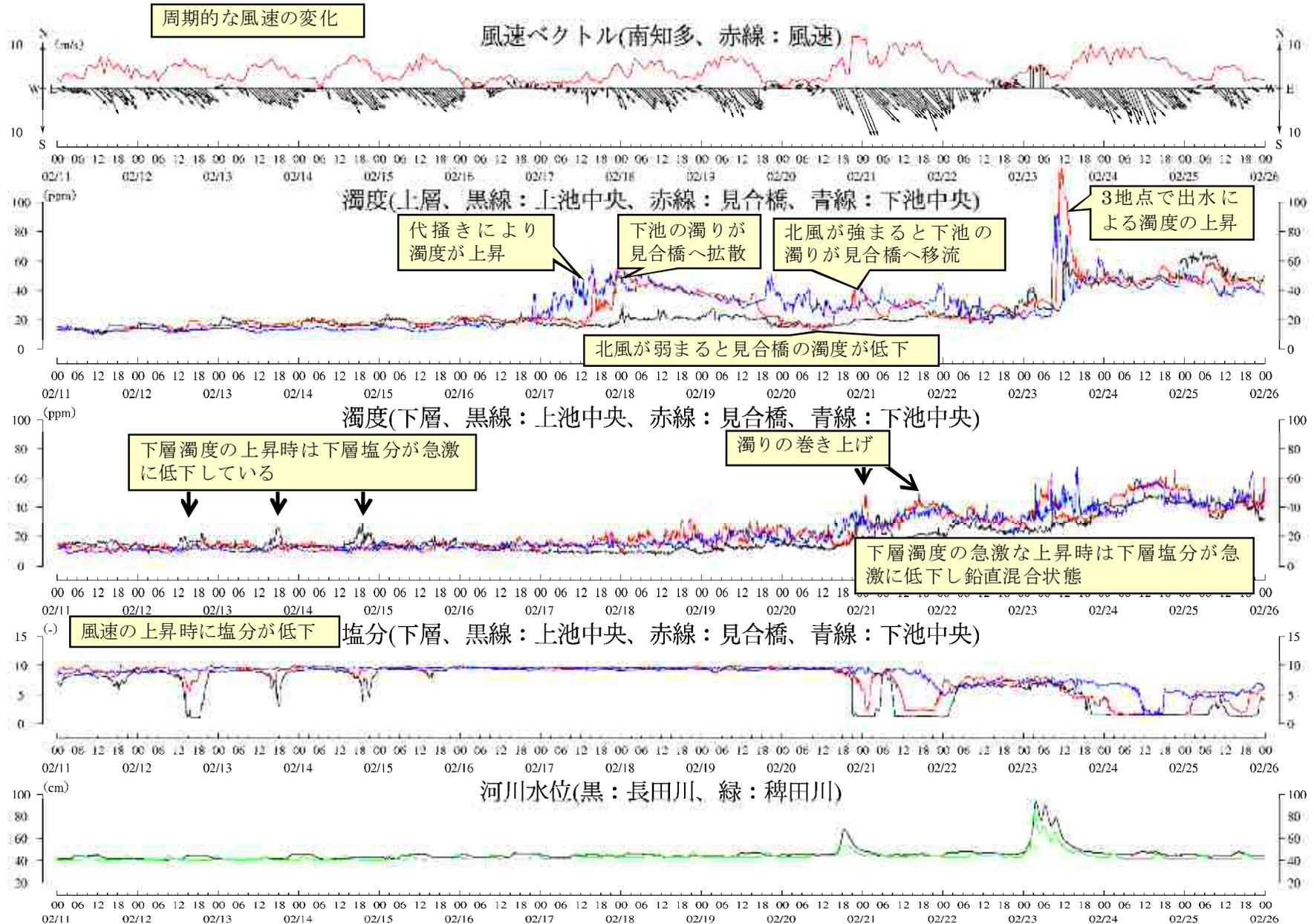
6. 2にごりの挙動 ①水位変動とにごりの関係 (短期的な変動)

河川河口の表層・底層、下池（下流）の底層では、湖内水位が低下すると濁度が上昇



▲濁度経時変化 (平成19年6月：長田川河口、下池下流)

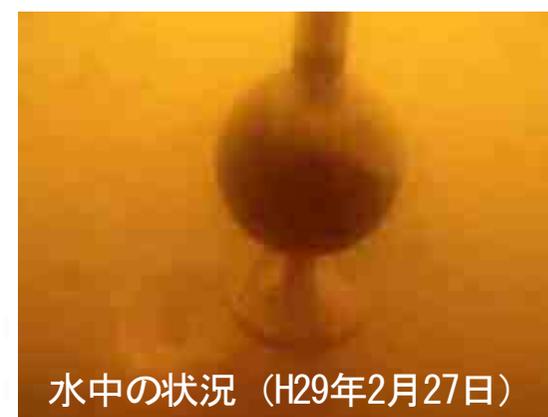
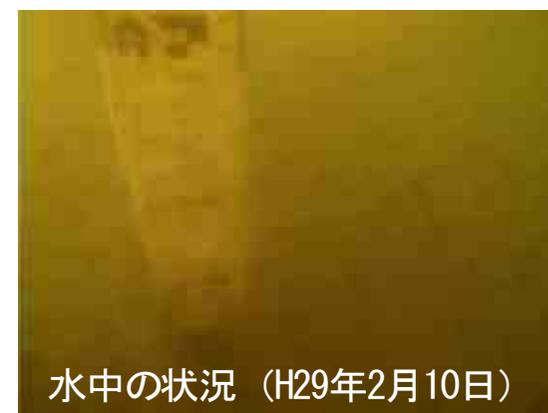
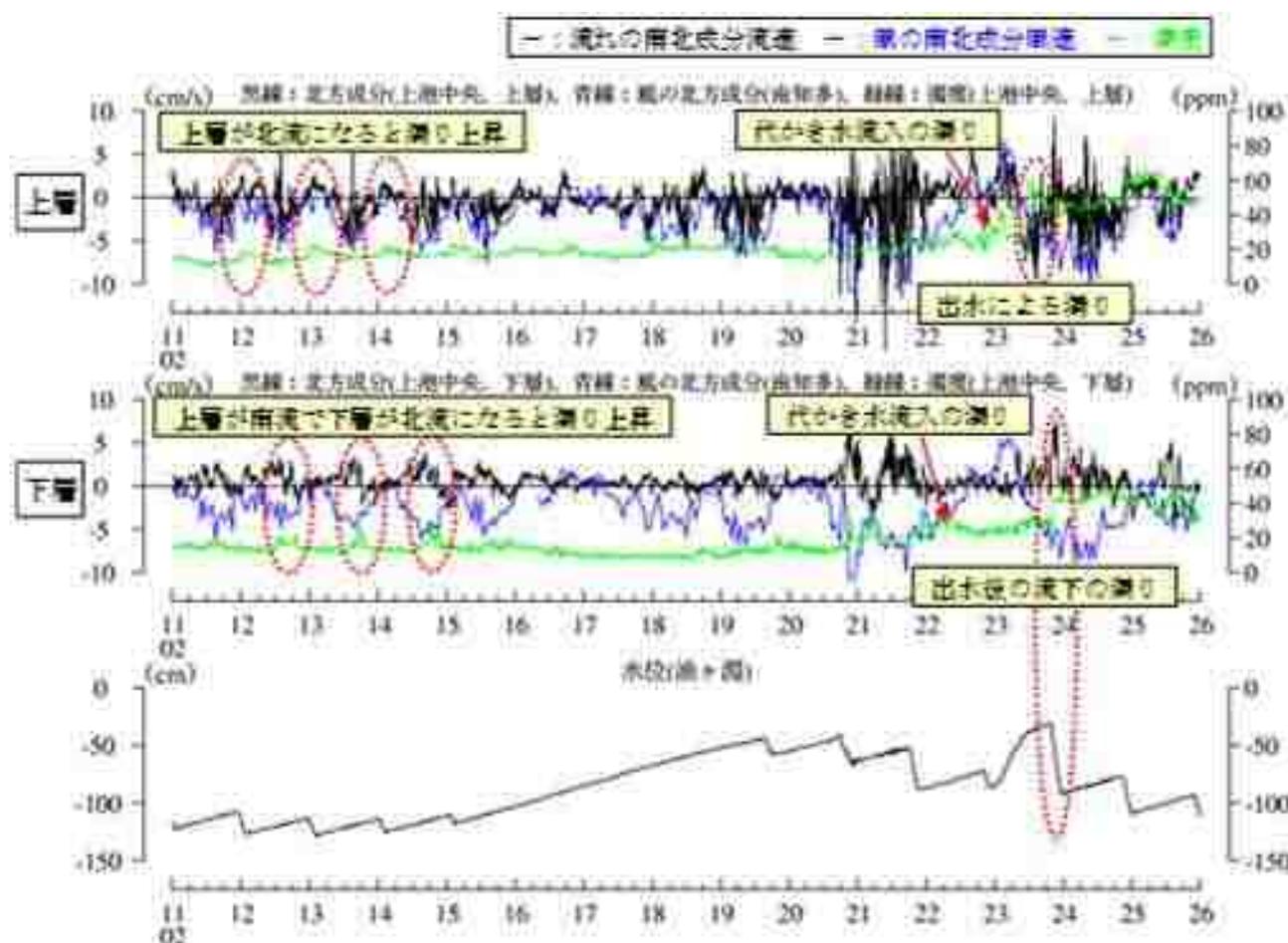
6.2 にごりの挙動 ②風とにごりの関係



▲濁度等の経時変化 (平成29年2月、上池・見合橋・下池)

6.2 にごりの挙動 ③湖内堆積物の巻き上げ(上池)

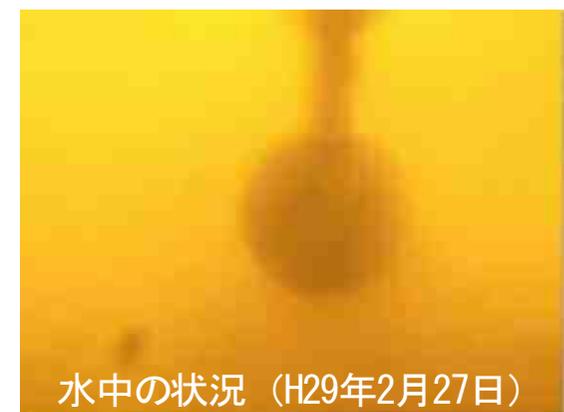
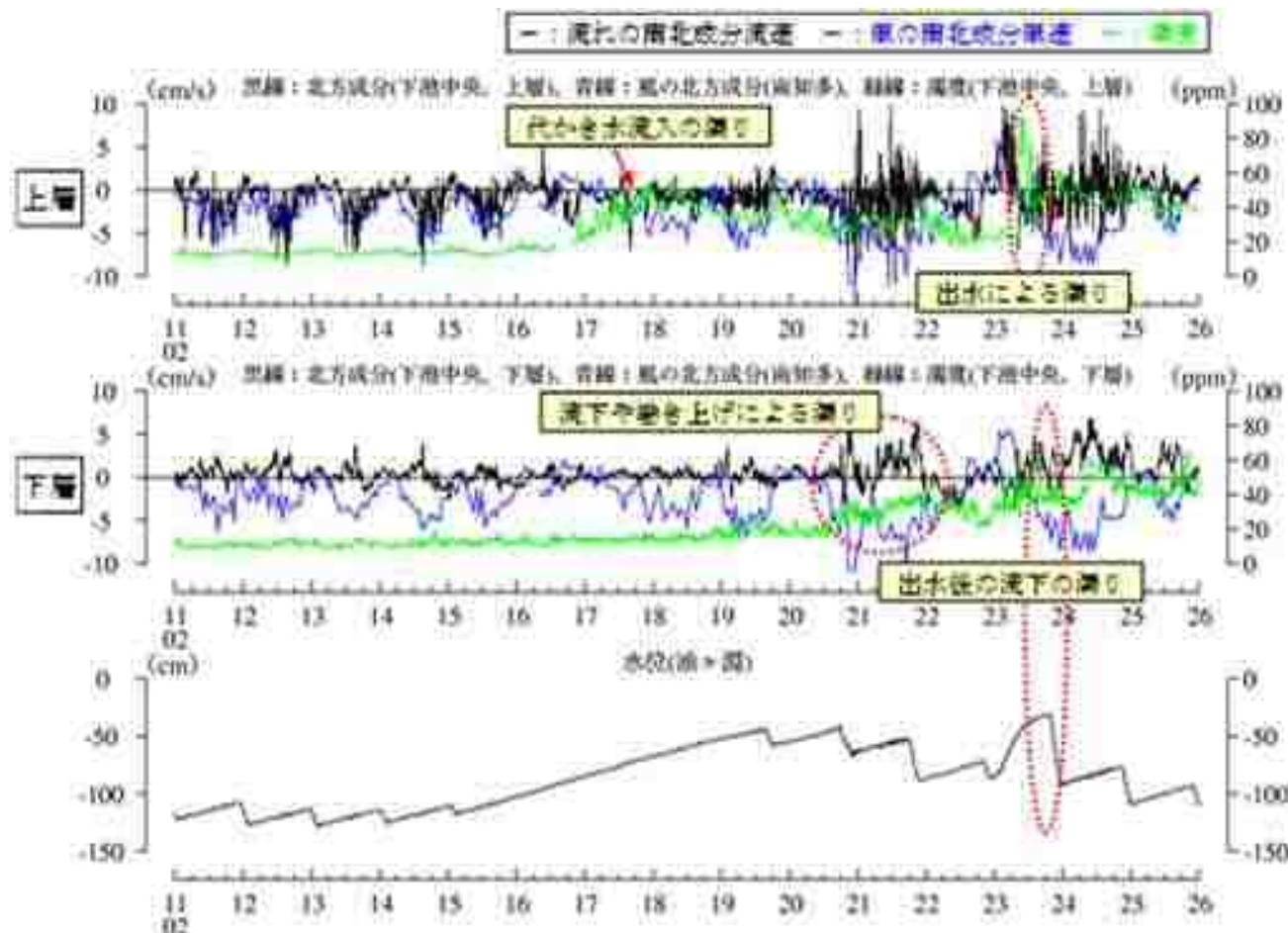
- ◆ 上池では、代かき水の流入や出水によって濁りが高くなる
- ◆ 南風が弱まったり、高浜川水門（スイングゲート）が開いて北向きの流れ（流下）が強くなると濁りが高くなる



▲南北分速曲線(流況・風)と濁度の経時変化重ね合わせ (平成29年冬季代かき期：上池中央) 35

6.2 にごりの挙動 ③湖内堆積物の巻き上げ(下池)

- ◆ 下池では、代かき水の流入や出水によって濁りが高くなる
- ◆ 強い北風が吹いた時には、巻き上げ（再懸濁）や上下層の混合によって濁りが高くなる



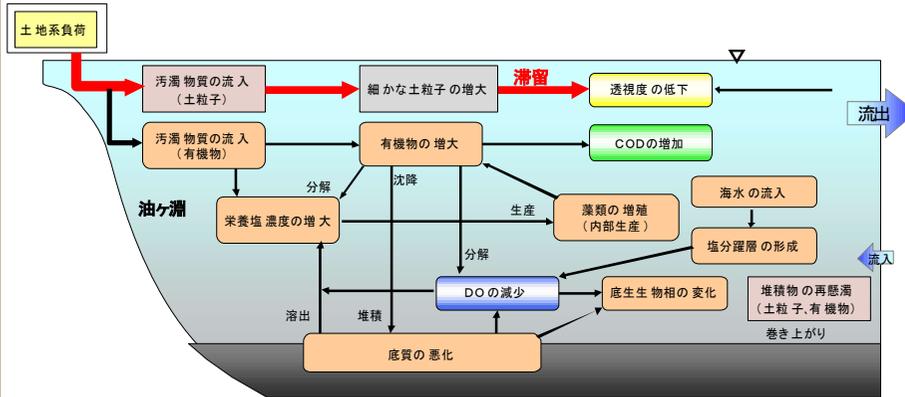
▲南北分速曲線(流況・風)と濁度の経時変化重ね合わせ(平成29年冬季代かき期:下池中央) 36

7. にごりメカニズム案

7.1 にごりメカニズム案

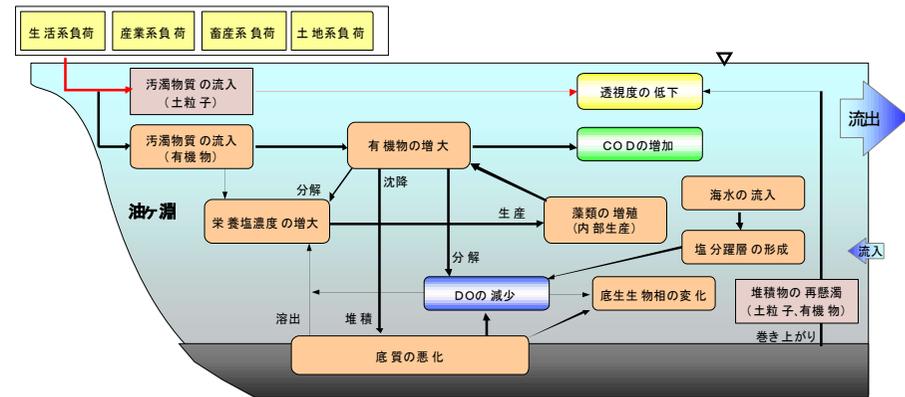
春季（代かき期）

細かな土粒子が多く流入し、沈降しないで湖内に滞留するためにごりが長期継続



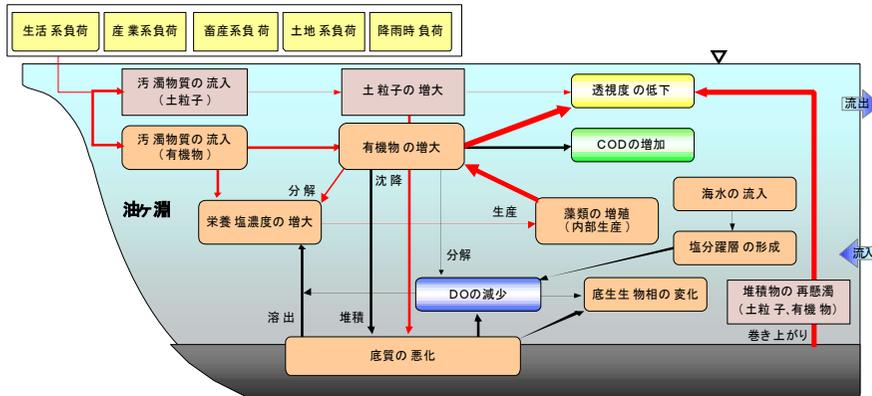
夏季（平常時）

土粒子の流入が比較的少なく、河川流量も多いため、湖内の水交換が促進され、一年の中では比較的にごりが少ない



秋季・冬季（平常時）

土粒子の流入は比較的少ないが、土粒子によるにごりのほか、内部生産や強風等による巻き上げによってにごりが継続



出水時

比較的大きな土粒子が多く流入し、流れによる巻き上げも起こるが、大きな粒子は沈降しやすく水交換も促進されるため高いにごりは短期的

