

## Ⅱ-3 流入河川河口の要因

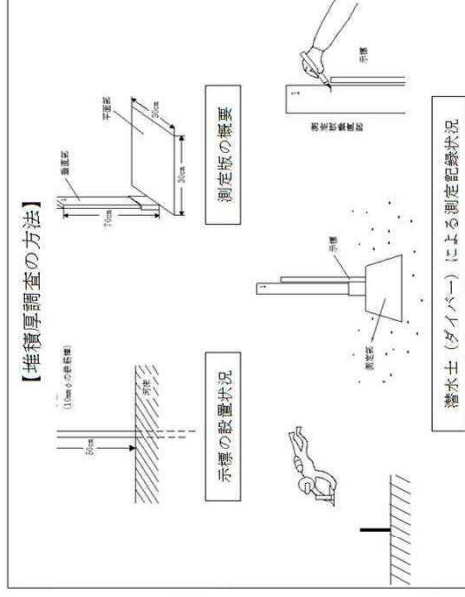
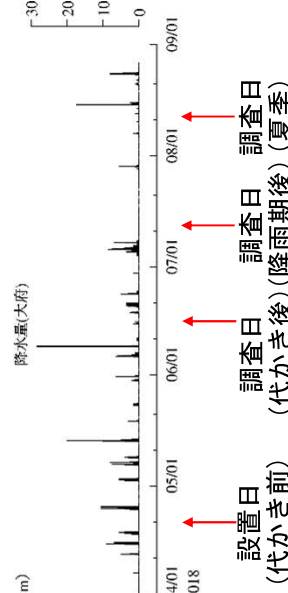
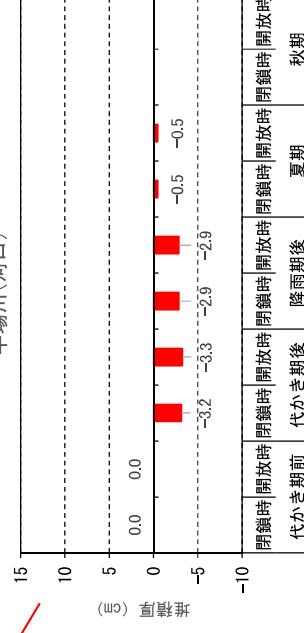
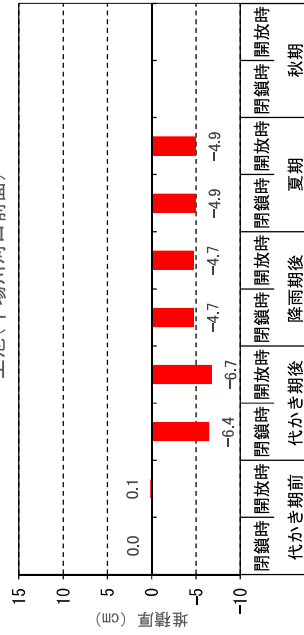
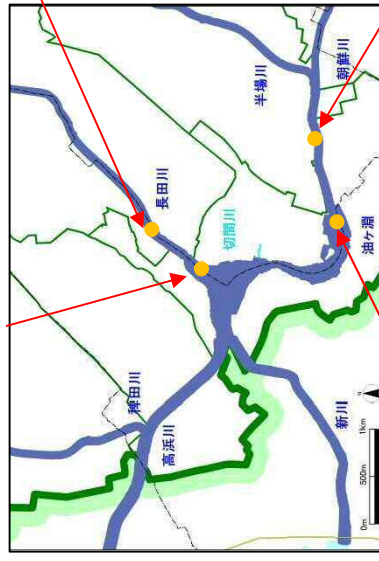
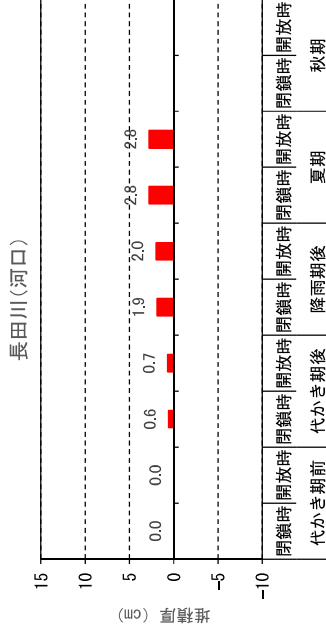
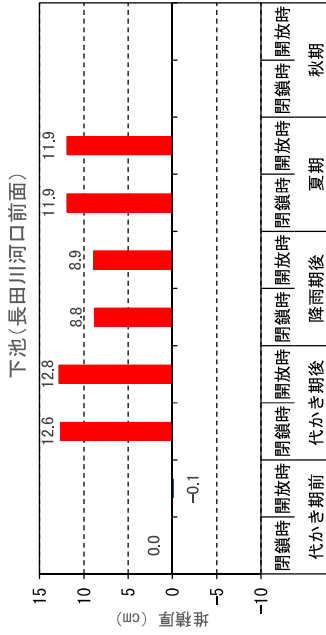
### ②水位低下時

#### 第2回委員会の意見

(7) 河口堆積土砂調査は、代かき時期以外とも比べる

◆ 流入河川河口では、経年的には微細土粒子(シルト・粘土分)が多く堆積している(P29参照)

◆ 短期的には、一時的な洗掘や堆積物の沈降等による堆積厚の増減はあるが、水位低下(衣浦湾へ流下)による堆積土砂の変化は小さい ⇒ **水位低下時のにごりは巻き上げが主要因ではなく、水門閉鎖時等に河口部に滞留していたにごりが湖内に流入することが主要因と考えられる**



#### [調査方法]

- ・ダイバーが測定板を示標の下流側の底面に静置し、示標の上端を測定板の垂直部に記録し、その高さを測定。
- ・示標設置時における底面からの示標上端の高さを基準とし、その変化量を堆積厚の変化量としている。

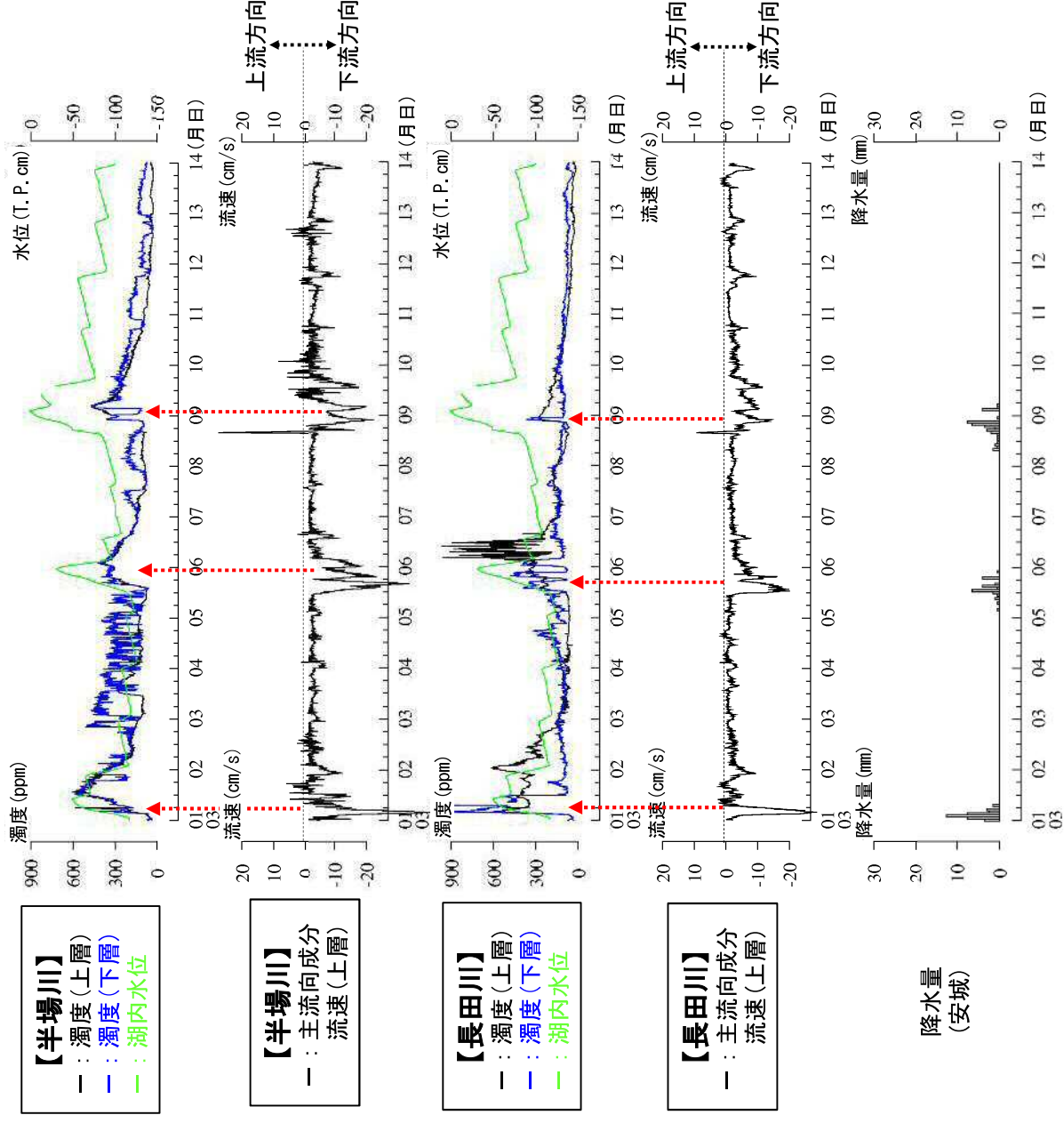
## ▲油ヶ淵・流入河川の堆積厚調査結果



# Ⅱ-2 流入河川河口の要因 ③出水時

◆ 出水時に流下方向の流速が大きくなると(概ね10cm/s以上)、上層・下層ともにごりが上昇する

⇒出水時は河口堆積物の巻き上げによるにごりの影響が考えられる

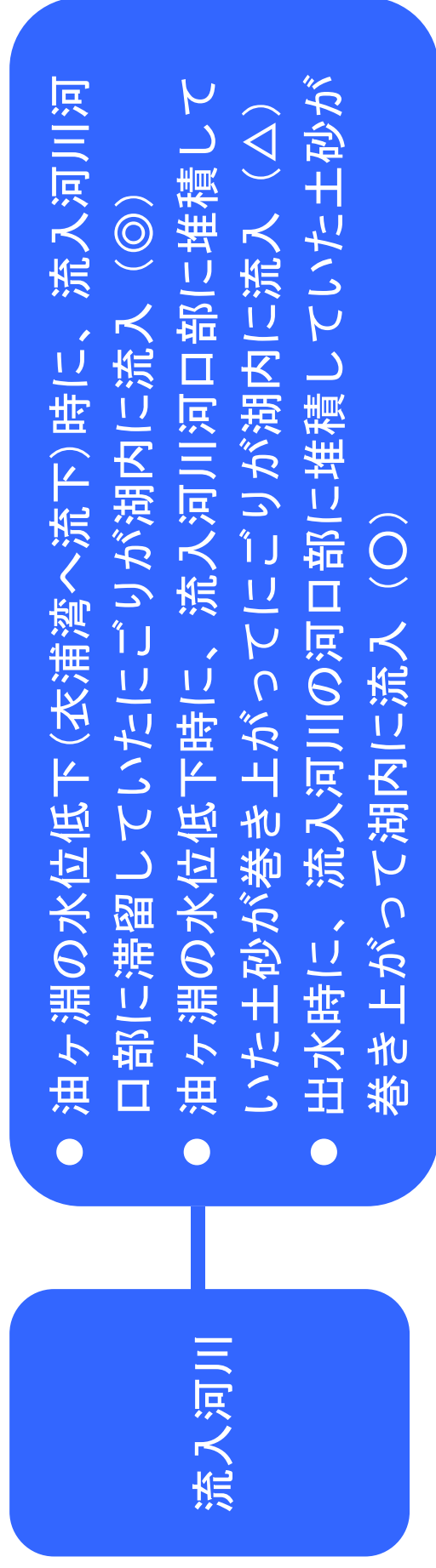


▲出水時の濁度経時変化 (平成30年3月 : 半場川河口、長田川河口) 33

## Ⅱ-3 流入河川河口の要因 ④検証結果

### 【流入河川河口の要因検証結果】

- ◆ 水位低下(衣浦湾へ流下)時の流入河川河口では、高浜川水門スイングゲートの開門による水位低下と連動してにがりが変動していること、開門前後の堆積物に顕著な変動がみられないことから、開門による水位低下(衣浦湾へ流下)による巻き上げが主要因ではなく、流入河川河口部に滞留していたにがりが湖内に流入することが主要因である
- ◆ 出水時の流入河川河口では、出水によって流域から出て来た懸濁物質がにがりの主要因であるが、出水に伴って流下方向の流速が大きくなると、下層のにがりも上昇がみられることから、堆積物の巻き上げも一因である



備考) ◎：にがりの主要原因と考えられる

○：にがりの一因と考えられる

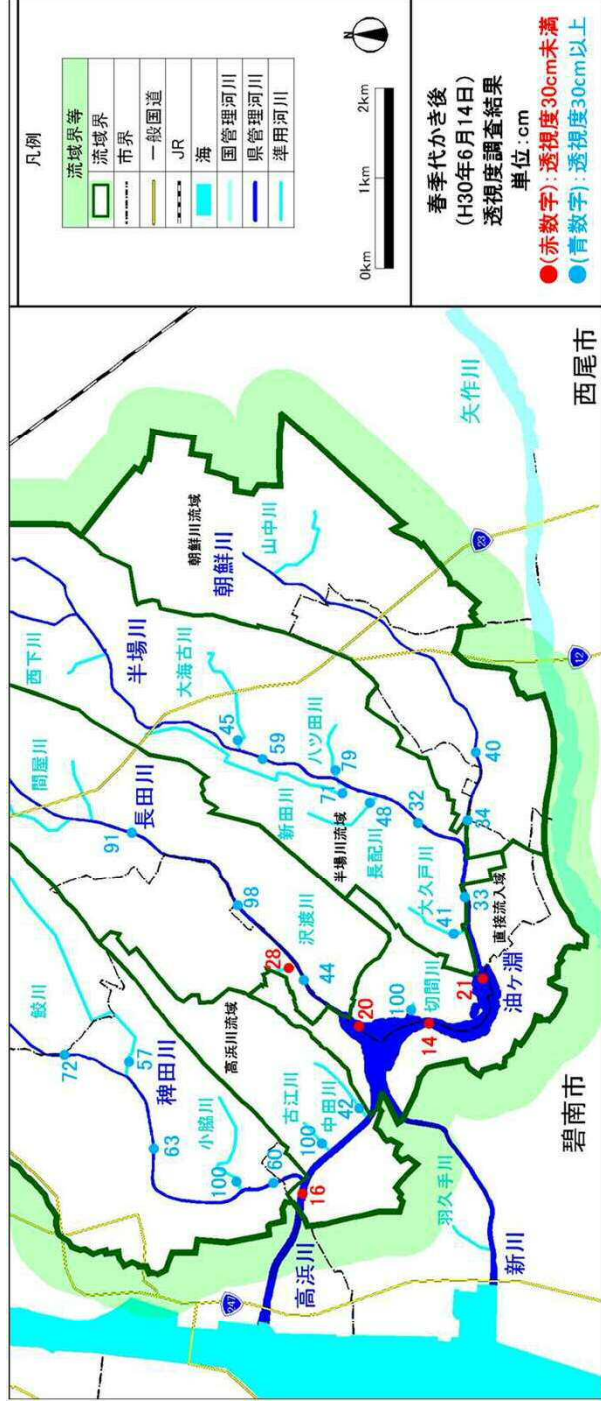
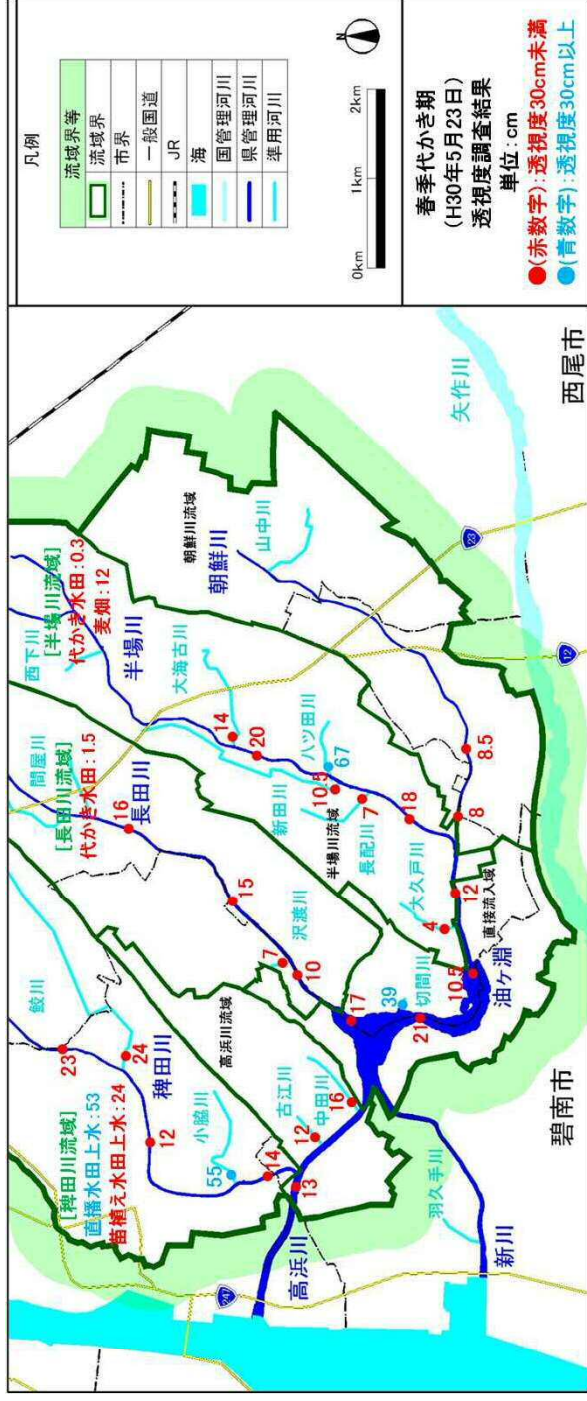
△：にがりの一因であるが、影響は小さいと考えられる

## Ⅱ-4 湖内の要因 ①土粒子の浮遊・滞留

◆ 代かき期は、支川、河川、油ヶ淵の流域全体の透視度が低下

◆ 代かき後は、流域の透視度は高いが、河口や油ヶ淵の透視度は低い傾向

⇒代かき後しばらくは、微細土粒子(シルト・粘土分)が湖内に浮遊・滞留することが予想される



▲油ヶ淵流域の透視度調査結果

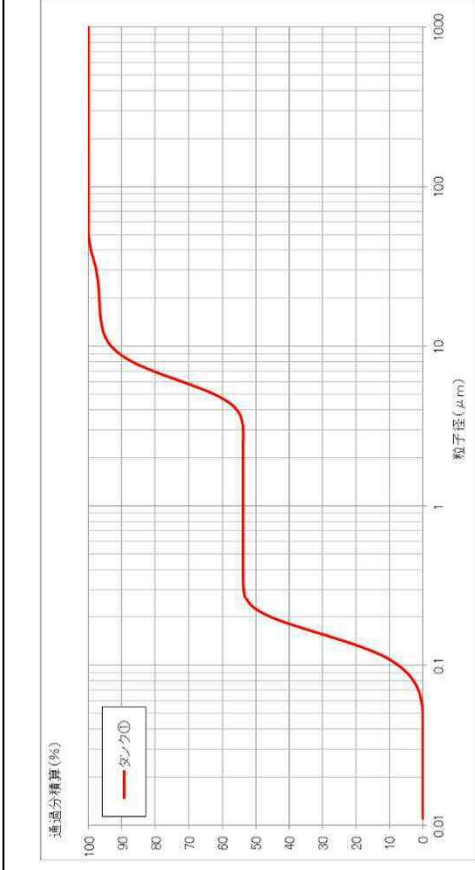
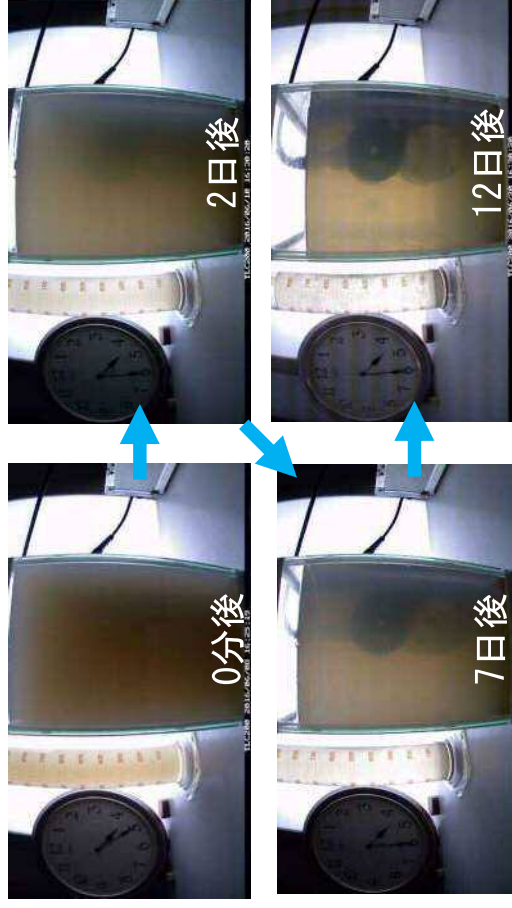
## Ⅱ-4 湖内の要因 ①土粒子の浮遊・滞留

◆ 代かき期の濁水による室内沈降試験では、静水中であっても透視度30cm以上に  
なるには7日以上必要で、10日以上経っても顕著に改善されないと推測される

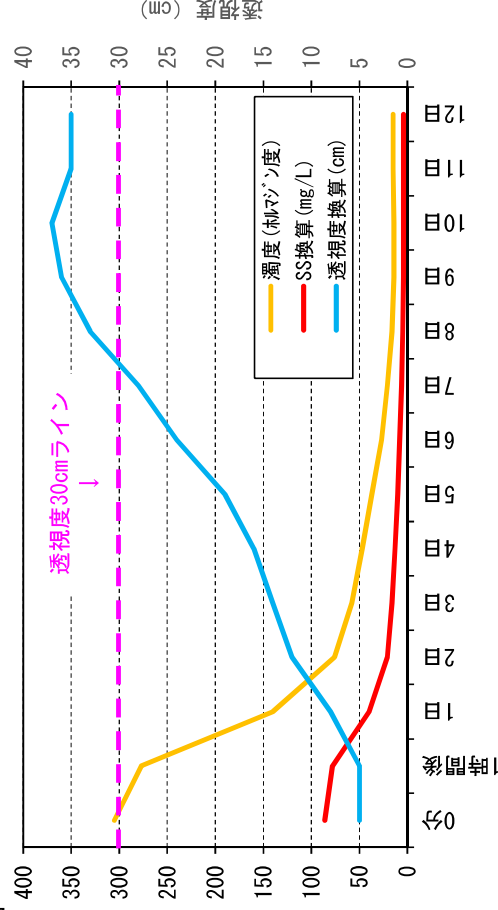
### ▼室内沈降試験条件・方法

採水試料：代かき期の半場川6.5km付近の水  
(現場実測値：濁度295度、SS100mg/L、透視度3cm)  
試験期間：H28年6月8日～20日(12日間)  
粒径分布：下図(1μm以下約50%、75μm以下90%以上)  
試験方法：水槽(水深0.23m×幅0.3m)内に濁度計を水面

下0.1mに設置し、間隔を  
空けて濁度測定を行い、  
既往検討の濁度・SSの関  
係からSS換算値、SS・透  
視度の関係から透視度換  
算値を算出



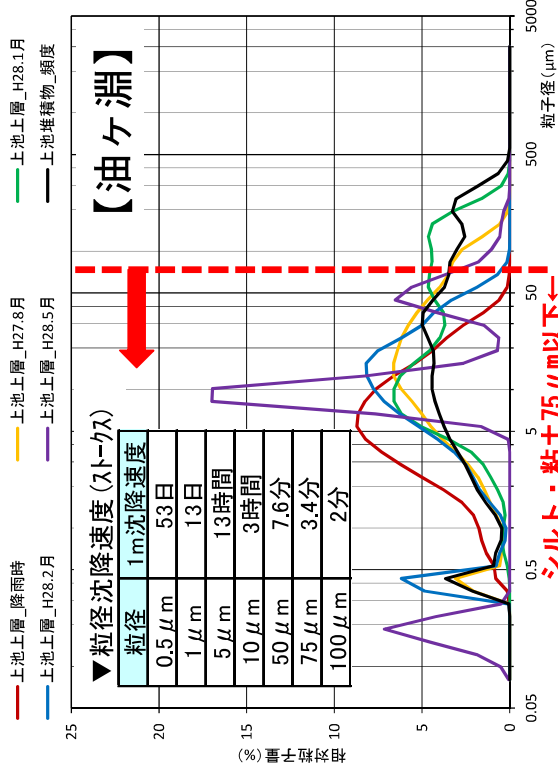
▲室内沈降試験水の粒度分布



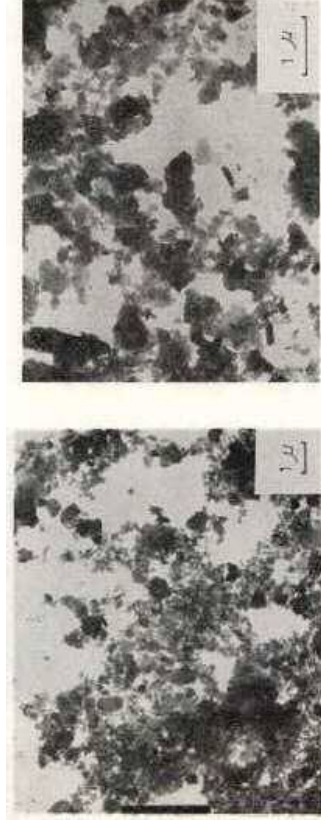
▲室内沈降試験結果 (濁水測定結果)

# II-4 湖内の要因 ①土粒子の浮遊・滞留

- ◆ 室内沈降試験 (P37) とストークスによる沈降速度とは合わない
- ◆ 湖内に流入する土粒子は碧海層からなる不規則板状が主体であり、沈降しにくいと考えられる ⇒ 滞留日数が長いと土粒子が湖内に浮遊・滞留し、長期間に亘りが継続



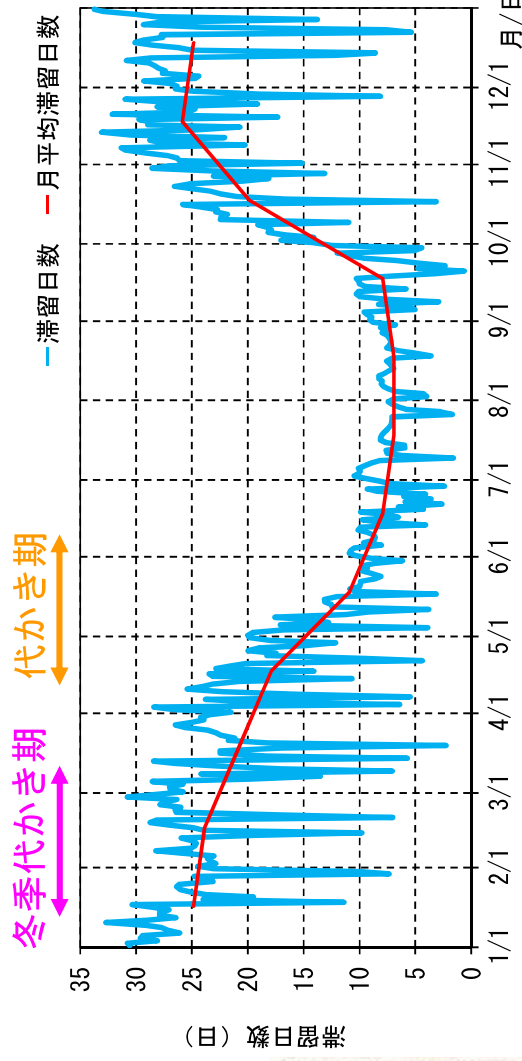
▲油ヶ淵の水中の懸濁物質粒度分布



シルト質粘土  
粘土  
▲堆積物中の粘土分の電子顕微鏡写真

出典：愛知県西三河地方の碧海層の粘土鉱物について (昭和45年、市古忠利)

| 流量区分       | 流入河川合計流量(m <sup>3</sup> /s) | 滞留日数 |
|------------|-----------------------------|------|
| 豊水流量(95日)  | 2.73m <sup>3</sup> /s       | 約8日  |
| 平水流量(185日) | 1.34m <sup>3</sup> /s       | 約17日 |
| 低水流量(275日) | 0.93m <sup>3</sup> /s       | 約24日 |
| 渇水流量(355日) | 0.72m <sup>3</sup> /s       | 約31日 |



注1) 滞留日数：流入河川(禰田川・長田川・半場川・朝鮮川)の日平均流量から日流量を算出し、油ヶ淵の湛水容量(湖面積約64ha×平均水深約3m)/日流量から求めた日数である。  
注2) 月平均滞留日数：日ごとに算出した滞留日数の月平均値である。

▲流入河川の流量から算出した油ヶ淵の滞留日数 (2016年)

# Ⅱ-4 湖内の要因 ①土粒子の浮遊・滞留

## 第2回委員会の意見

(9) にごりの浮遊・滞留層の把握

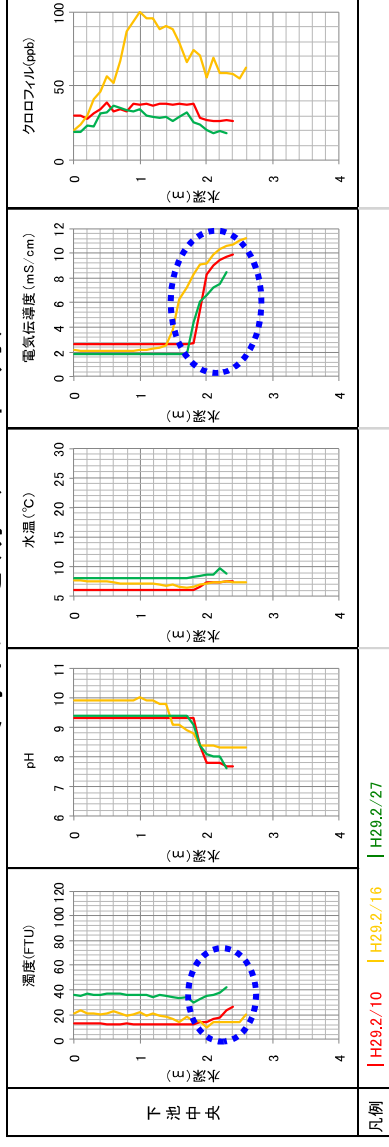
◆ 代かき期は全層でにごりが高く、電気伝導度(塩分)との明瞭な関係はみられない

⇒代かき期は湖内のほぼ全層がにごっており、にごりの滞留層は明瞭でない

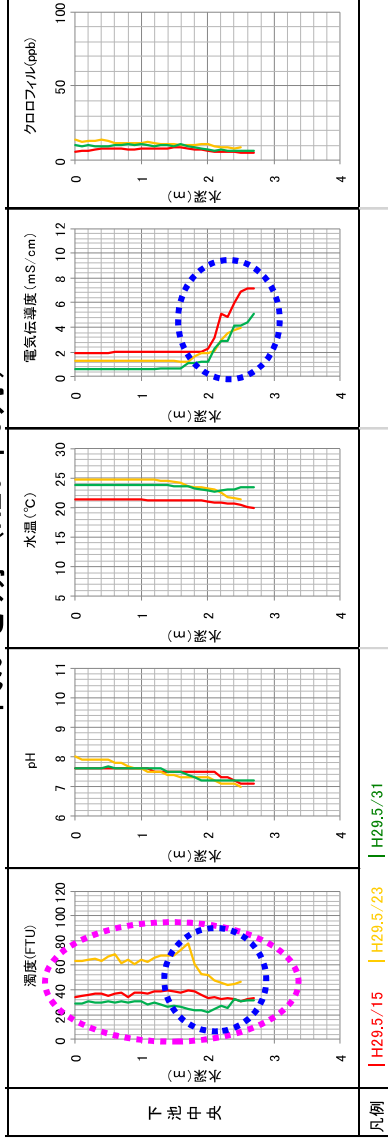
◆ その他の時期は、電気伝導度が高い(塩分が高い)下層で、にごりがやや高い場合もみられる

⇒にごりの滞留層が下層にあると考えられるが、電気伝導度(塩分)とにごりの分布に明瞭な関係はみられない

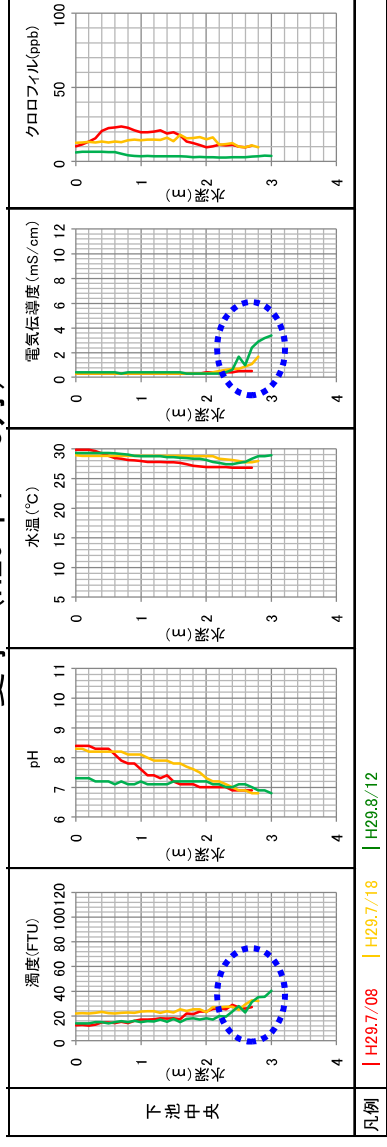
冬季代かき期 (H29年2月)



代かき期 (H29年5月)



夏季 (H29年7~8月)



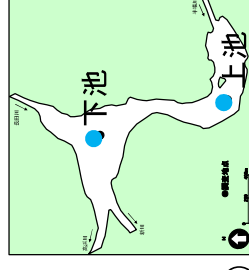


## Ⅱ-4 湖内の要因 ②堆積物の巻き上げ

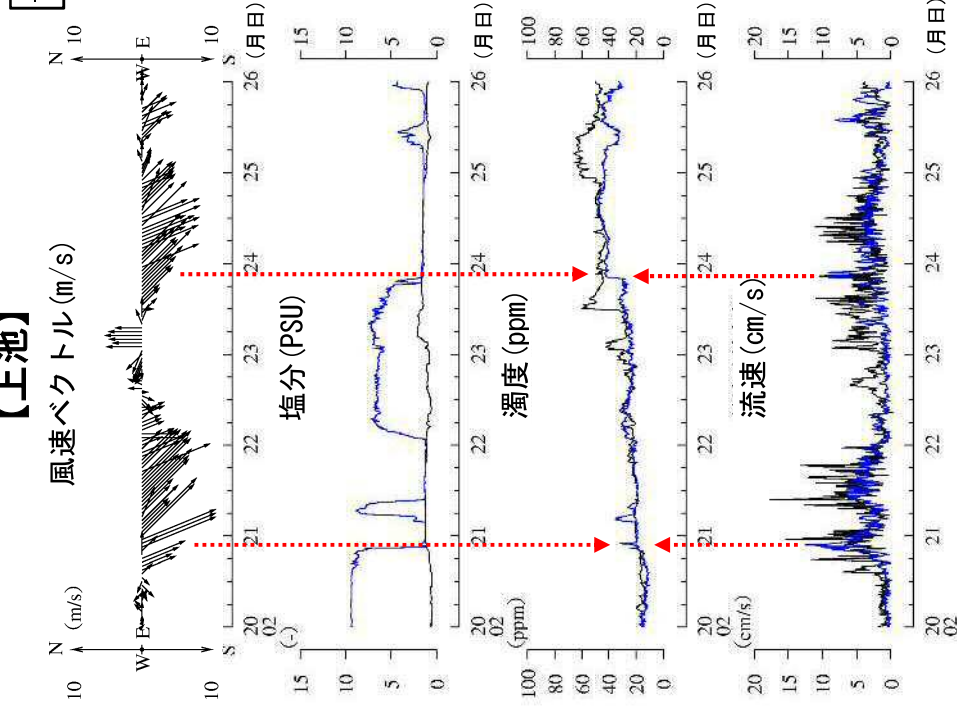
### 第2回委員会の意見

(10) モーターポートによるにごりの確認

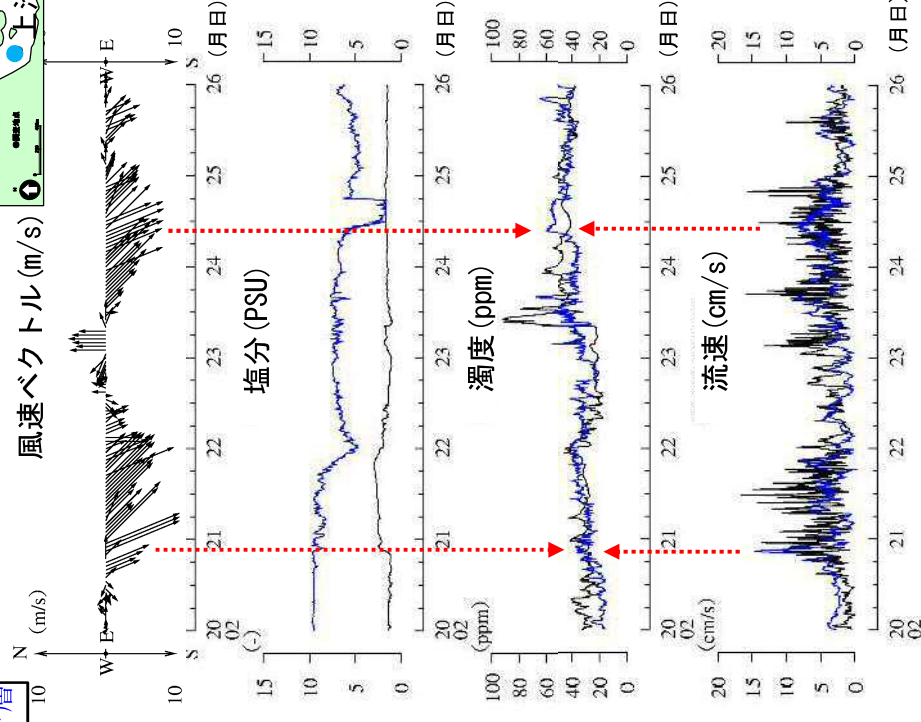
- ◆ 強風時に流速が大きくなると、上層や下層の濁度が高くなる場合もある
- ◆ 風による堆積物の巻き上げと考えられる濁度の上昇は、風が弱まると低下する  
⇒ 風による堆積物の巻き上げによるにごりは一時的
- ◆ モーターポートの航跡によるにごりは確認されていない



【上池】



【下池】

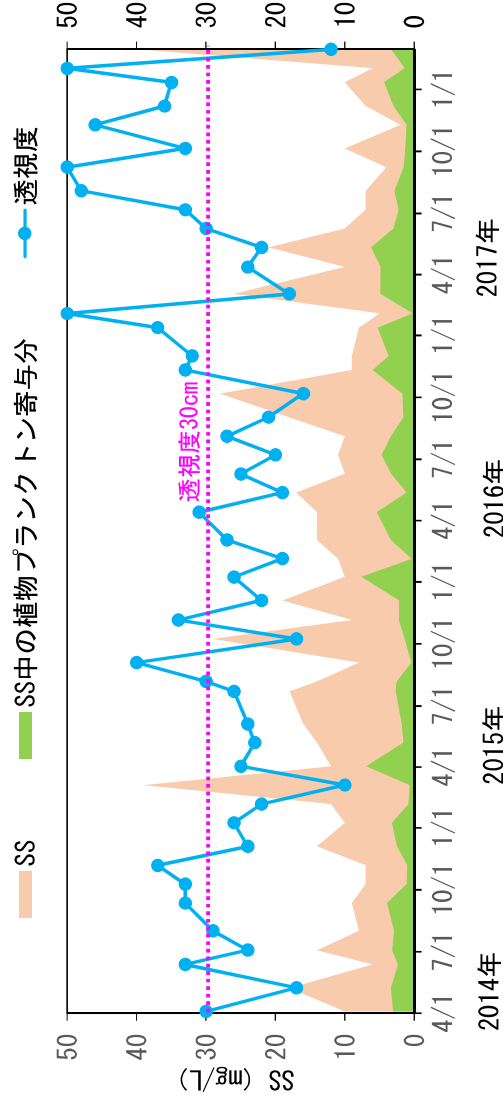


▲ 流況・濁度等の連続観測結果 (平成29年2月)

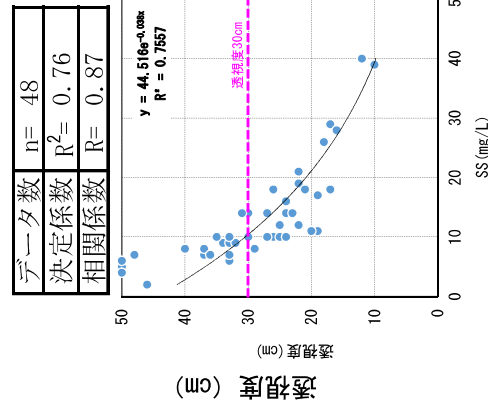
## II-4 湖内の要因 ③内部生産

- ◆ 湖内のSS・透視度とSS中の植物プランクトン(クロロフィル)寄与分の変動では、SSや透視度の増減と植物プランクトン寄与分の増減に明瞭な関係はみられない
- ◆ 湖内のSS濃度と透視度に相関はみられるが、SS中の植物プランクトン(クロロフィル)寄与分と透視度に相関はみられない

⇒湖内の内部生産とにこり(透視度低下)に明瞭な関係はみられない



▲ 油ヶ淵(下池)のSS・透視度と植物プランクトン(クロロフィル)寄与分の変動



▲ SSと透視度の関係

▲ 植物プランクトン寄与分と透視度の関係

【SS濃度中の植物プランクトン(クロロフィル)寄与分の算出方法】

$$SS_{Chla} = Chla \times CChla / CBiomass$$

$SS_{Chla}$  : SS濃度のクロロフィル-a 寄与分(mg/L)

$Chla$  : クロロフィル-a 濃度( $\mu g/L$ )

$CChla$  : 植物プランクトンの炭素クロロフィル比(mg/ $\mu g$ )

$CBiomass$  : 植物プランクトンの炭素総重量比

▼植物プランクトン中の炭素クロロフィル比(mg/ $\mu g$ )

| プランクトン種 | 値                 | 備考                              |
|---------|-------------------|---------------------------------|
| 黄色鞭毛藻類  | 5.78~23.61(13.82) | <i>Isochrysis galbana</i>       |
| 渦鞭毛藻類   | 2.42~15.53(42.74) | <i>Protoctenium micans</i>      |
| 珪藻類     | 21.1~42.74(32.11) | <i>Thalassiosira weissflogi</i> |

注)植物プランクトンの炭素クロロフィル比は、油ヶ淵の植物プランクトンの優占種になることが多い珪藻類の平均32.1を用いた。

## Ⅱ-4 湖内の要因 ⑦検証結果

### 【湖内の要因検証結果】

- ◆ 冬季代かき期、春季代かき期及びその後しばらくは、湖内に流入した微細土粒子(シルト・粘土分)が浮遊・滞留するため、にごりが継続する
- ◆ 強風時に湖内の流速が大きくなると、巻き上げによってにごりが高くなる場合もあるが、一時的である
- ◆ 湖内では内部生産(植物プランクトン)によるにごりへの寄与や透視度への影響に一定の関係はみられない

#### 油ヶ淵

- 微細土粒子(シルト・粘土分)が沈降しないで湖内に浮遊・滞留 (◎)
- 湖内の堆積土砂の巻き上げがにごりの一因であるが、一時的 (△)
- 湖内の内部生産がにごりの一因であるが、にごり(透視度30cm以下)への影響は小さい (△)

備考) ◎：にごりの主原因と考えられる

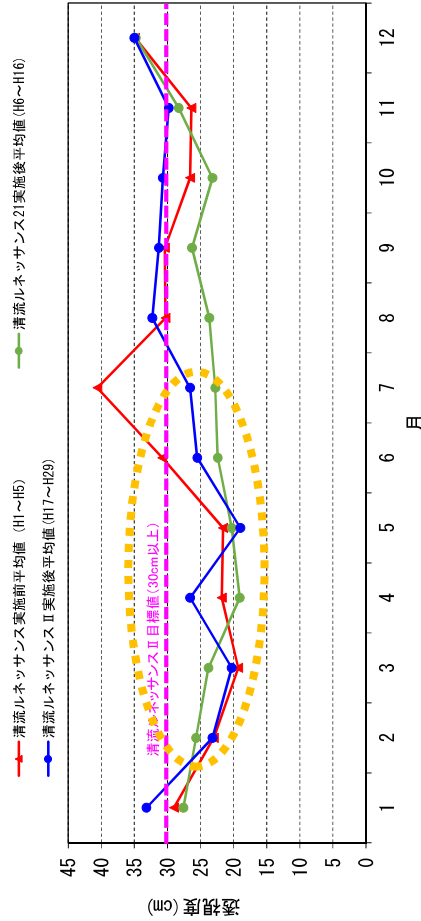
○：にごりの一因と考えられる

△：にごりの一因であるが、影響は小さいと考えられる

# II-5 CODの要因 ①油ヶ淵流域の透視度とCOD

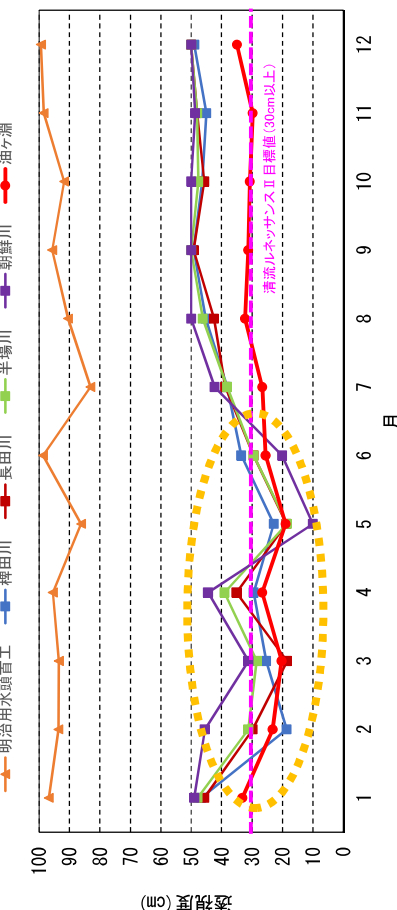
- ◆ 油ヶ淵のCODは年間を通して改善傾向にあるが、透視度が低下している代かき期を含む2月～6月にCODが高い傾向にある
  - ◆ 油ヶ淵流域も、透視度が低下している代かき期を含む2月～6月にCODが高い傾向にある
- ⇒油ヶ淵流域では、代かき期ににがりと伴に有機物の流入が多くなり、油ヶ淵のCODを上昇させる  
 主要因にもなっている

冬季代かき期 代かき期



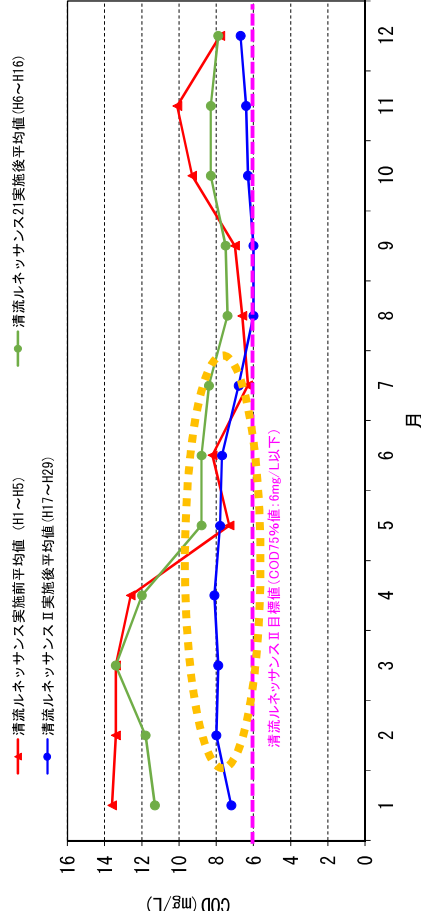
▲油ヶ淵の透視度経月変化（清流ルネサンスII実施前後）

冬季代かき期 代かき期



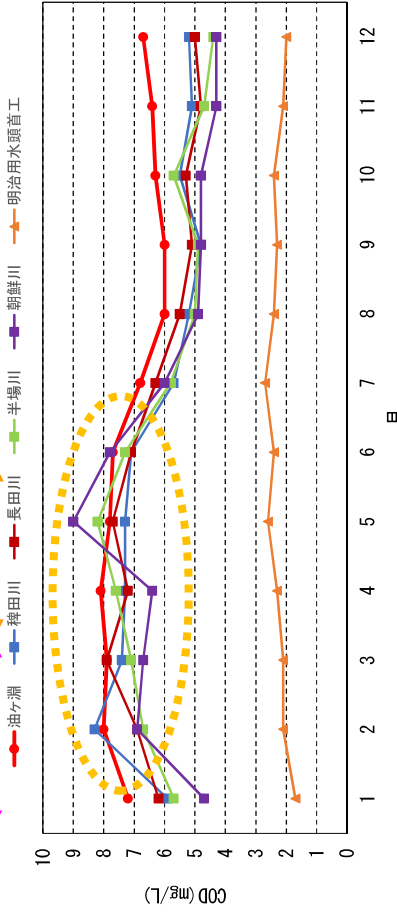
▲流域の透視度経月変化（清流ルネII実施後平均値：H17～H29）

冬季代かき期 代かき期



▲油ヶ淵のCOD経月変化（清流ルネサンスII実施前後）

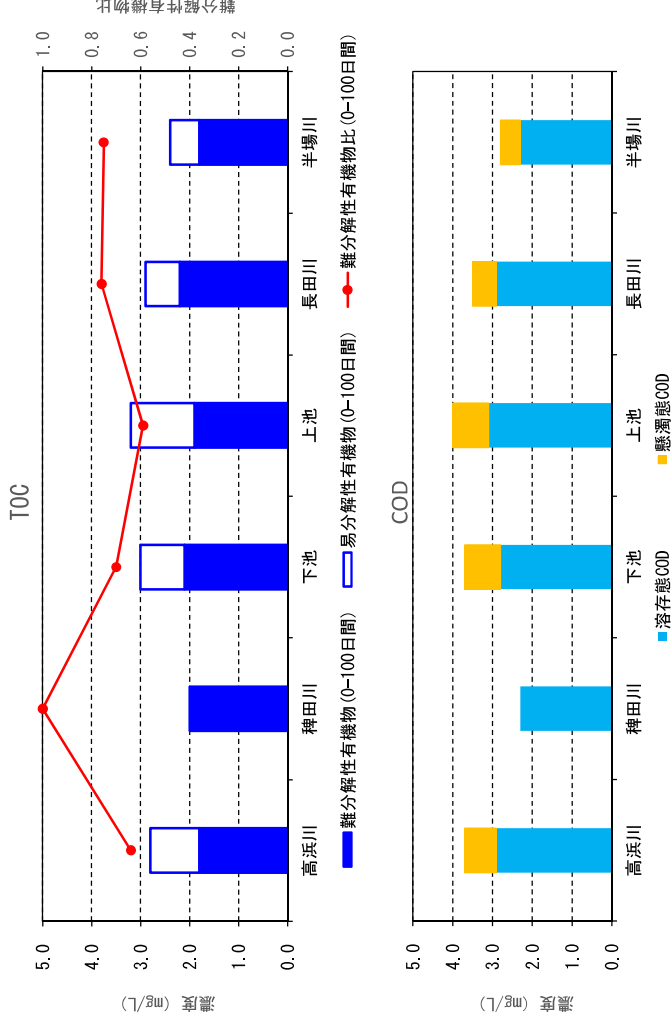
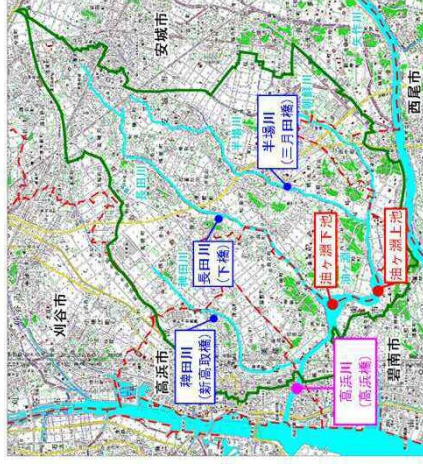
冬季代かき期 代かき期



▲流域のCOD経月変化（清流ルネII実施後平均値：H17～H29）

## II-5 CODの要因 ②油ヶ淵流域の難分解性有機物の状況

- ◆ 油ヶ淵流域の難分解性有機物(TOCで見た場合)の濃度は、1.8~2.2mg/L、比率は0.6~1.0にあり、濃度の差はみられないが、比率は稗田川で高い傾向にある
- ◆ 難分解性有機物(TOCで見た場合)は、COD中に占める溶存態CODの傾向と一致している
- ◆ 他の水域と比べて、難分解性有機物の割合は同程度である



▲ 油ヶ淵流域の難分解性有機物とCOD調査結果

▼ (参考) 各地における難分解性有機物調査結果の事例

| 水域  | 区分         | TOC (mg/L) | 難分解性比率    |
|-----|------------|------------|-----------|
| 琵琶湖 | 湖面降水       | 1.1        | 0.32      |
|     | 今津沖、水深0.5m | 1.8        | 0.83      |
| 諫早湾 | 調整池        | 平均3.29     | 0.36~0.81 |
| 大阪市 | 河川         | 約3~13*     | 0.81      |
|     | 海域         | 約3.5~4.5*  | 0.84      |

\* グラフからの読み取り値

資料：佐藤祐一ほか『琵琶湖における難分解性有機物の起源：発生源における生分解試験とボックスモデルによる推計』水環境学会誌 Vol. 39, No. 1, pp. 17-28 (2016).  
 難分解性有機物の指標について TORAY TECHNIO 技術資料 No. 0603.  
 陣野宏由ほか：諫早湾干拓調整池等における有機物特性—難分解性有機物の実態把握—環境保健研究センター所報62, (2016).  
 新矢将尚ほか：大阪市内水域における難分解性有機物の特性解析 大阪市立環研研報告 平成18年度 第69集, 31~36 (2007).

# II-5 にごり要因の検証結果

## ③湖内の要因(浮遊・滞留、内部生産)

[推測1]湖内に流入する土粒子が浮遊・滞留してにごりの主要因になっている  
 [検証結果1]冬季代かき期、春季代かき期及びその後は、湖内に流入した微細土粒子(シルト・粘土)が浮遊・滞留するため、にごりが継続する主要因になっている

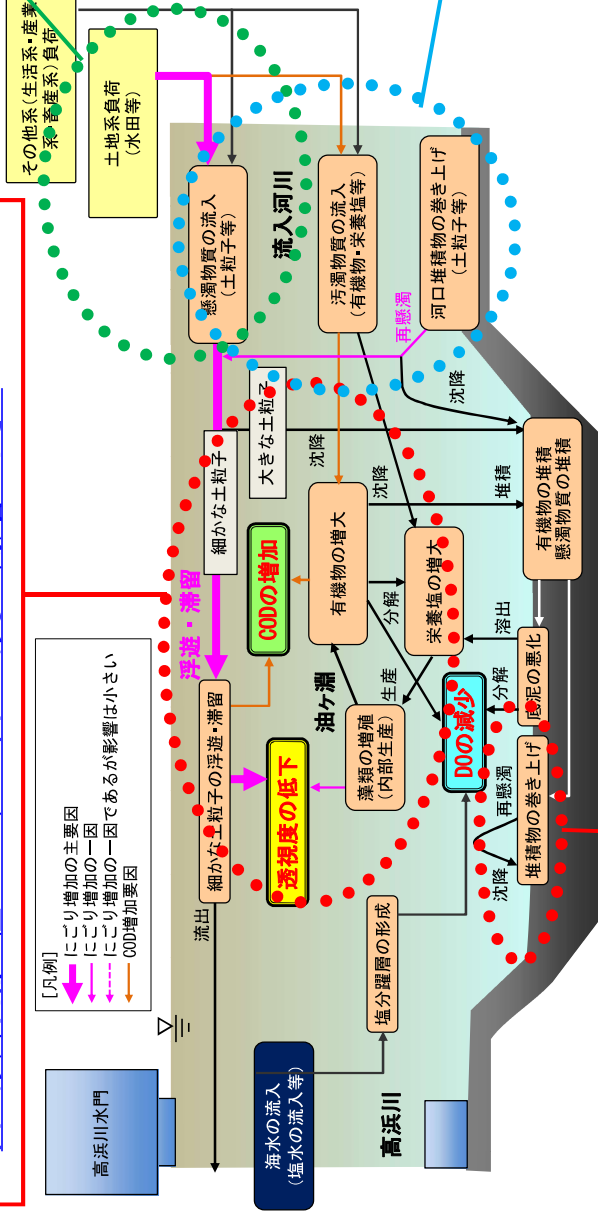
[推測2]湖内の内部生産(植物プランクトンの増殖)がにごりの一因になっている  
 [検証結果2]湖内では内部生産がにごりの一因になっているが、植物プランクトンによるにごりへの寄与や透視度への影響に一定の関係はみられない  
**[結論]湖内に流入した微細土粒子(シルト・粘土)の浮遊・滞留がにごりの主要因であり、内部生産はにごりの一因ではあるが、影響は小さい**

## ①流域から流入する水質の要因

[推測]冬季代かき期、春季代かき期及び出水期に流域(主に水田)の流入水に含まれる土粒子がにごりの要因になっている

[検証結果]  
 ・冬季代かき期、春季代かき期の流入水に含まれる微細土粒子(シルト・粘土)がにごりの主要因になっている  
 ・冬季代かき期、春季代かき期は、にごりと伴に有機物の流入が多くなり、CODを上昇させる主要因にもなっている

**[結論]冬季代かき期、春季代かき期に流入する微細土粒子(シルト・粘土)がにごりの主要因で、CODを上昇させる主要因でもある**



## ②湖内の要因(堆積物の巻き上げ)

[推測]湖底の堆積土砂が巻き上がって再懸濁し、にごりの要因になっている  
 [検証結果]強風時に湖内の流速が大きくなると、巻き上げによってにごりが高くなる場合もあるが、一時的である

**[結論]湖内の堆積土砂の巻き上げがにごりの一因ではあるが、一時的である**

## ②流入河川河口の要因(浮遊・滞留、堆積物の巻き上げ)

[推測1]油ヶ淵の水位低下(衣浦港へ流下)時に、流入河川のにごりや河床の堆積土砂が巻き上がって湖内に流入し、にごりの要因になっている

[検証結果1]油ヶ淵の水位低下(衣浦港へ流下)と連動してにごりが変動していること、開門前後の堆積物に顕著な変動がみられないことから、水位低下による巻き上げが主要因ではなく、河口部に滞留している微細土粒子(シルト・粘土)がにごりの主要因になっている

[推測2]出水時に流入河川の河口部の堆積土砂が巻き上がって湖内に流入し、にごりの要因になっている

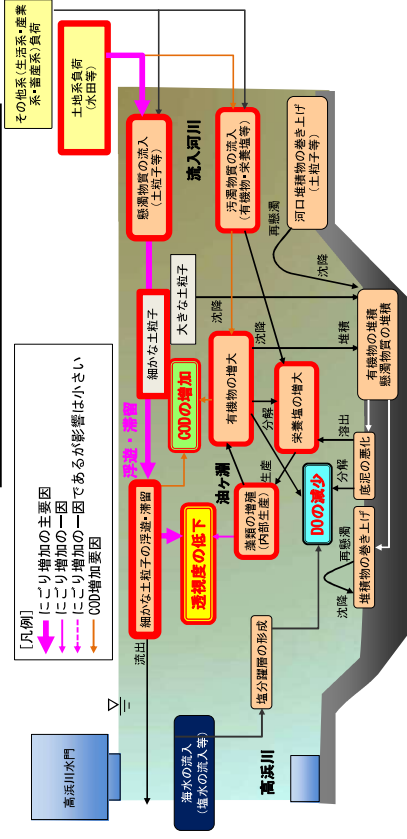
[検証結果2]出水時に流入するにごりのほか、流入河川河口に堆積している土砂が出水時に巻き上がって湖内に流入することにごりの一因になっている

**[結論]流入河川河口に滞留している微細土粒子(シルト・粘土)が主要因であり、出水時の河口堆積物の巻き上げも一因である**

# II-6 にごりメカニズム

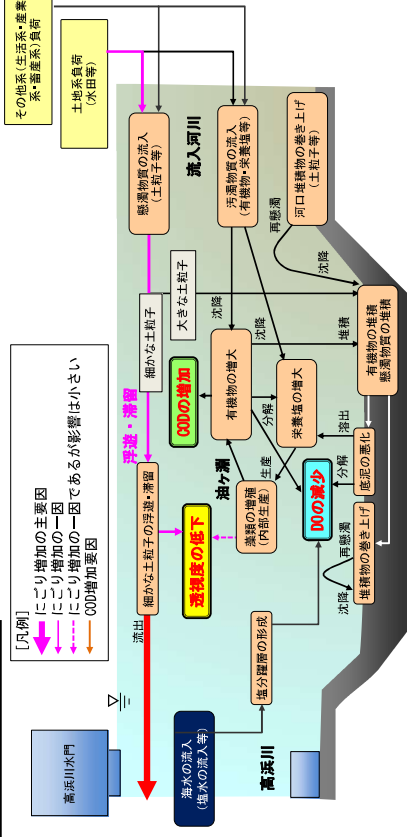
## 冬季(代かき期)・春季(代かき期)・初夏季

湖内に流入する微細土粒子(シルト・粘土分)が多く、湖内で微細土粒子が沈降しないので浮遊・滞留するため、にごりが長期間継続



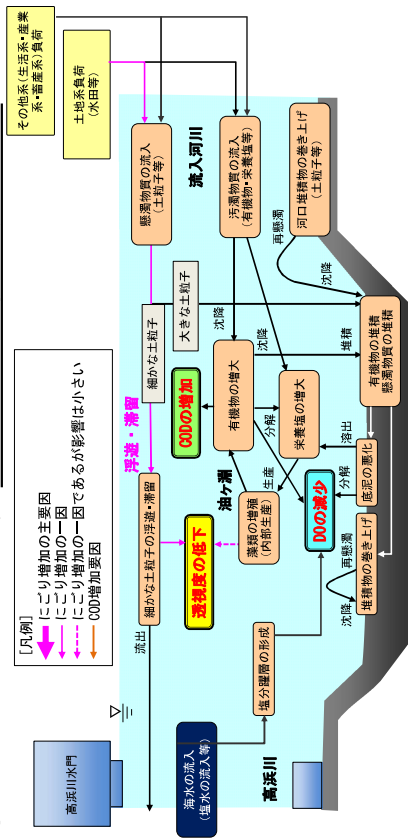
## 夏季

湖内に流入する土粒子が比較的少なく、流量は多いため、湖内の水交換が促進され、にごりが比較的少ない



## 秋季・初冬季

流量が少ないため湖内に流入する土粒子も少なく、湖内の滞留時間が長くなって内部生産が高まりやすいが、にごりは最も少ない



## 出水期

湖内に流入する土粒子が多く、河口堆積物の巻き上げも多いため、湖内に浮遊・滞留する土粒子も多くなり、にごりが上昇するが、にごりは一時的

