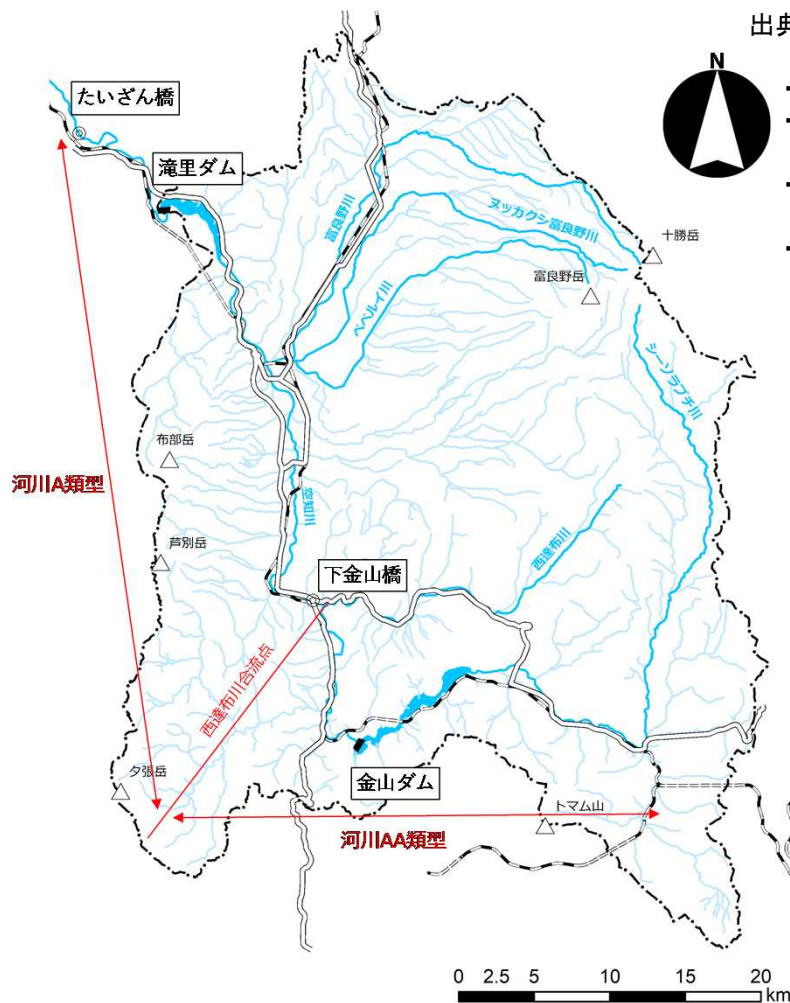


## 5. 水質

# 環境基準類型指定状況

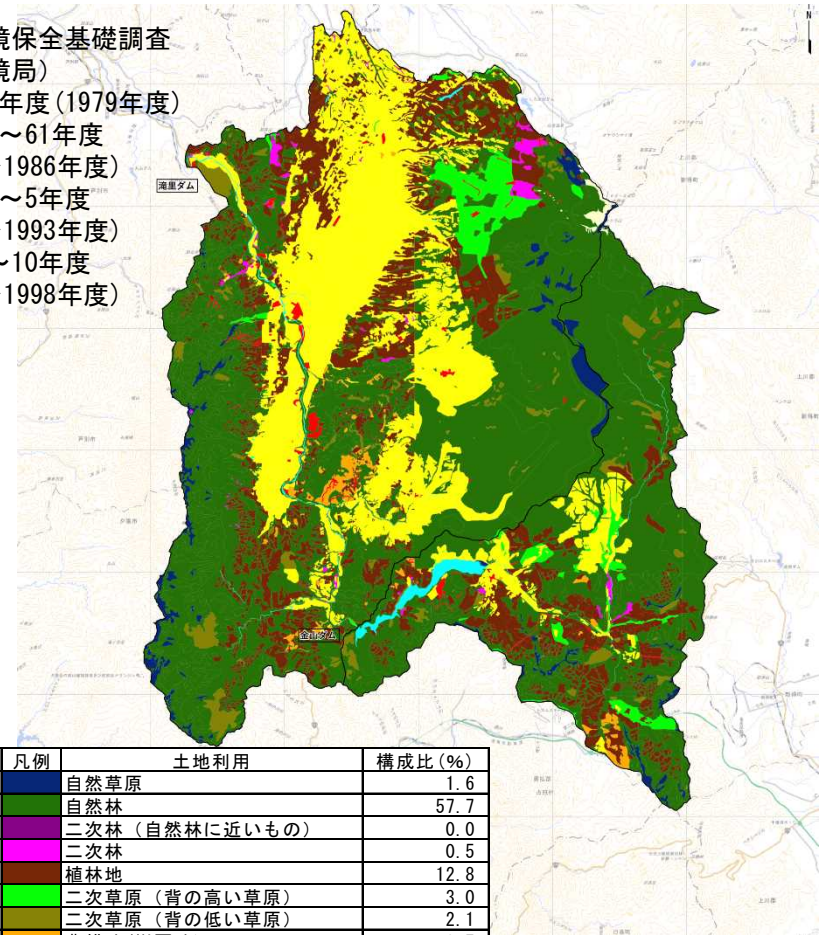
滝里ダムは、空知川の中流域に位置する。  
 空知川中流域は河川A類型に指定されている（環境基準地点：たいざん橋）。  
 滝里ダム流域の土地利用は、主として自然林、次いで農耕地（水田・畑）である。



環境基準類型指定状況

出典：第2～5回自然環境保全基礎調査  
 （環境省自然環境局）

- ・第2回調査：昭和54年度（1979年度）
- ・第3回調査：昭和58～61年度  
 （1983～1986年度）
- ・第4回調査：平成元～5年度  
 （1989～1993年度）
- ・第5回調査：平成6～10年度  
 （1994～1998年度）

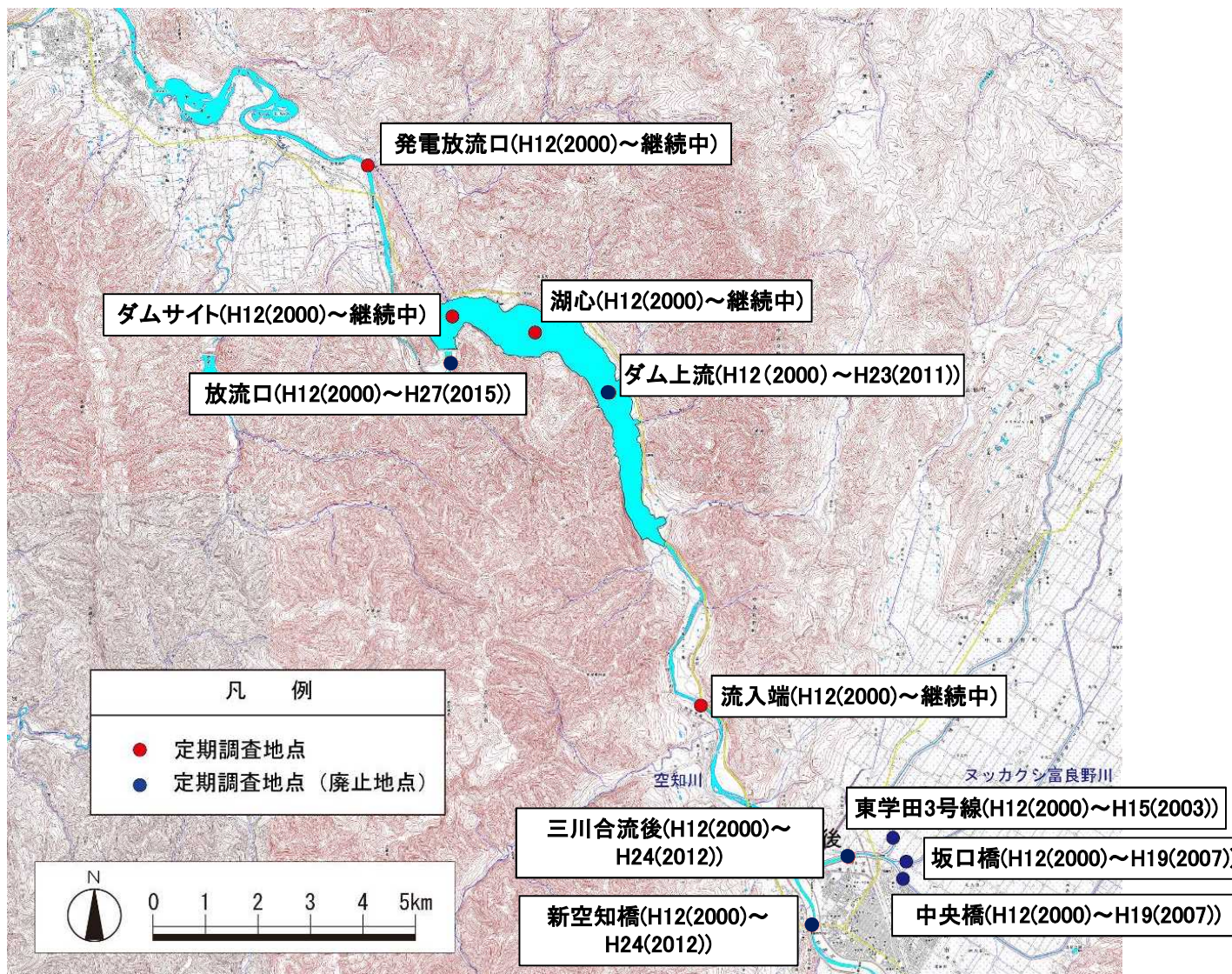


凡例	土地利用	構成比(%)
■	自然草原	1.6
■	自然林	57.7
■	二次林（自然林に近いもの）	0.0
■	二次林	0.5
■	植林地	12.8
■	二次草原（背の高い草原）	3.0
■	二次草原（背の低い草原）	2.1
■	農耕地（樹園地）	0.7
■	農耕地（水田・畑）	20.6
■	市街地・造成地等	0.3
■	自然地	0.2
■	開放水域	0.6

滝里ダム流域の土地利用

# 定期水質調査地点

滝里ダムでは、流入河川1地点（流入端）、貯水池内3地点（ダムサイト、湖心、ダム上流）、下流河川1地点（発電放流口）で定期水質調査を実施している。



# 水質調査状況

滝里ダムでは、生活環境項目、富栄養化項目等について、年によって調査頻度は異なるものの、概ね月1回を基本として調査を実施している。  
健康項目については、ダムサイトにおいて年1回調査を実施している。

## ◆ 定期水質調査頻度の概要

種別	流入河川	貯水池			下流河川
調査地点	流入端	ダムサイト	湖心	ダム上流	発電放流口
調査頻度	年9～14回（年9回）※	年9～22回（年9回；健康項目は年1回、水道水関連項目は年4回）※2 ※表層(0.5m)、中層(1/2水深)、底層(底上1.0m)での採水			年6～15回（年8～9回）※2
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生活環境項目</li> <li>・富栄養化関連項目</li> <li>・健康項目（年1回）・・・ダムサイト</li> <li>・計器観測（水温、濁度、D0等）・・・貯水池（多水深）</li> <li>・植物プランクトン・・・貯水池、流入河川、下流河川</li> <li>・カビ臭関連項目（2-MIB、ジェオスミン）・・・ダムサイト</li> <li>・水道水関連項目（トリハロメタン生成能）・・・ダムサイト</li> <li>・その他（糞便性大腸菌群数 等）</li> </ul>				

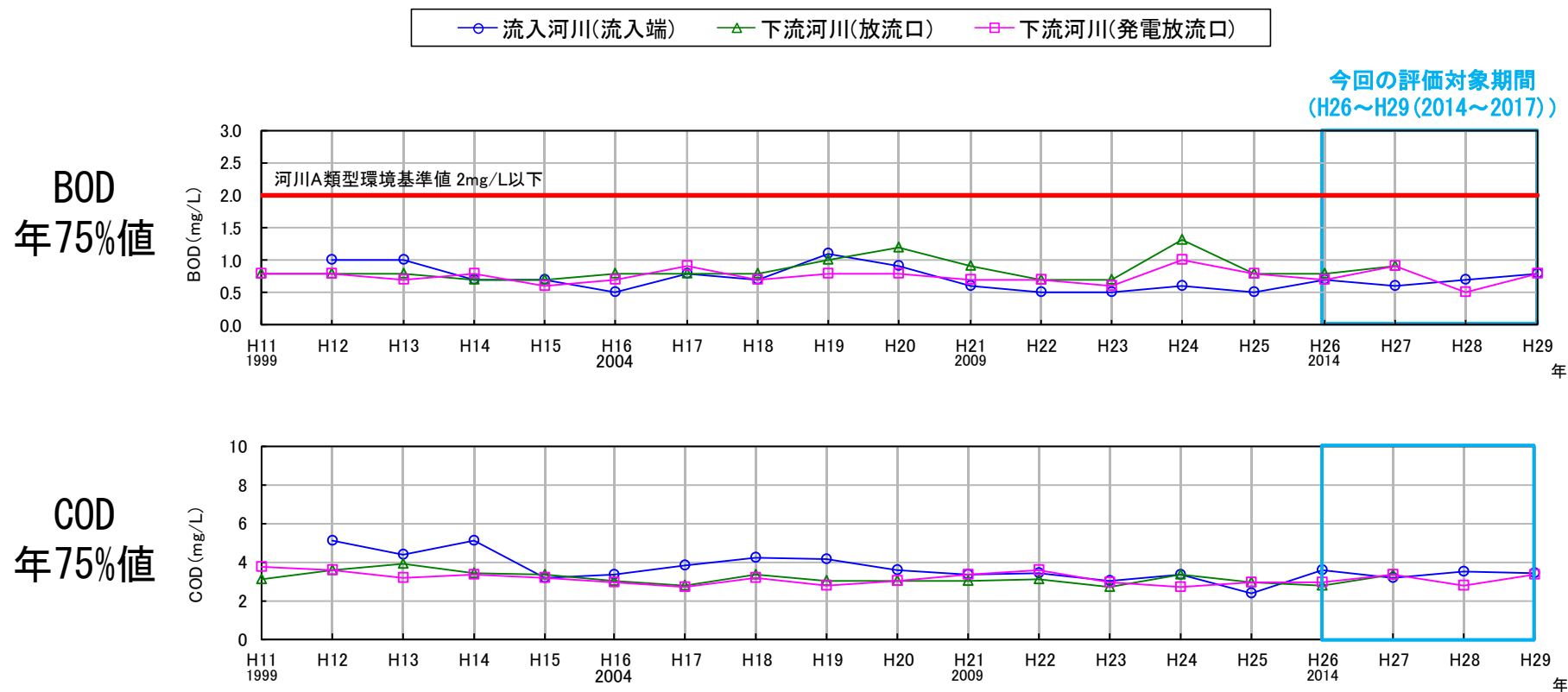
※ 平成27年3月(2015.3)に水質調査計画を策定し、平成28年度(2016)から水質調査計画を反映した調査を実施中。

※2 調査頻度の（ ）内は、H26～29(2014～2017)の調査頻度を示す。

# 流入河川及び下流河川の水質(経年)①

● 今回の評価対象期間H26～H29(2014～2017)を中心に評価を行った。

- ・ BODの年75%値は、0.5～0.9mg/Lの範囲で変化し、流入河川と下流河川の差は小さく、流入河川・下流河川ともに環境基準を満足する。この傾向は管理開始以降同様である。
- ・ CODの年75%値は、2.8～3.6mg/Lの範囲で変化し、流入河川と下流河川の差は小さい。この傾向は管理開始以降同様である。

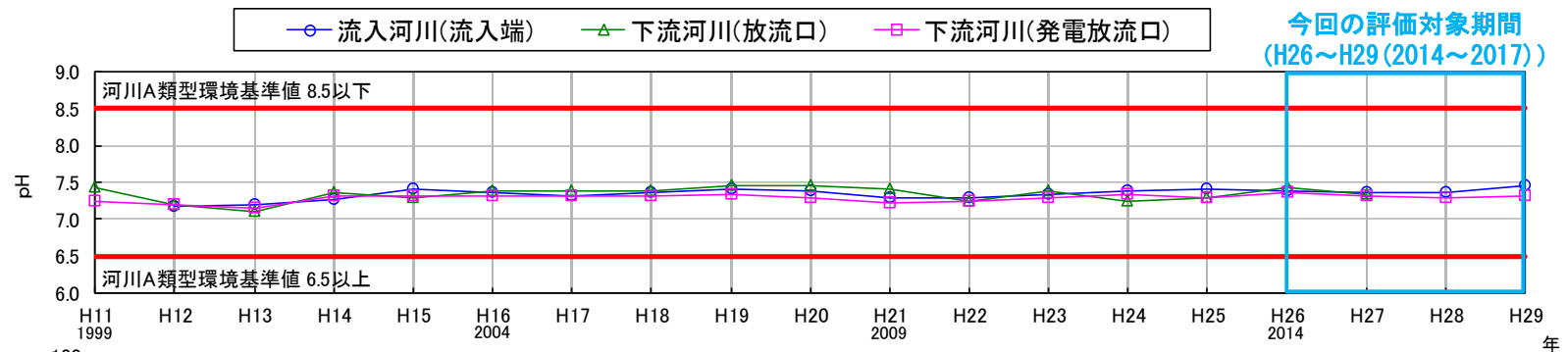


# 流入河川及び下流河川の水質(経年)②

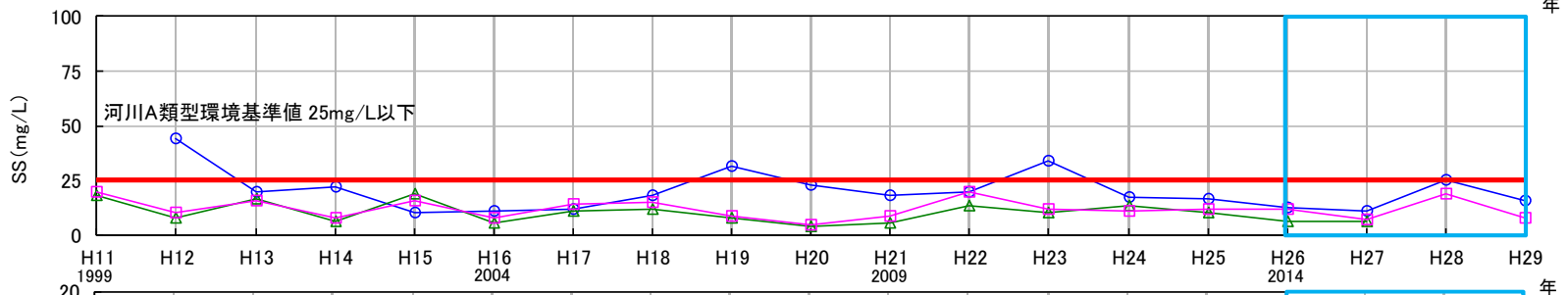
●今回の評価対象期間H26～H29(2014～2017)を中心に評価を行った。

- ・pHの年平均値は、7.3付近を横這いで推移し、流入河川と下流河川の差は小さく、流入河川・下流河川ともに環境基準を満足している。この傾向は、管理開始以降同様である。
- ・SSの年平均値は、大きな出水のあった平成28年(2016)を除くと流入河川で11～16mg/L、下流河川で6～11mg/Lの範囲で推移している。下流河川に比べ流入河川の値がやや高く、いずれの年も環境基準を満足している。
- ・DOの年平均値は、10～12mg/Lを横這いで推移し、流入河川に比べ下流河川の値がやや低くなっているが、流入河川・下流河川ともに環境基準を満足する。この傾向は管理開始以降同様である。

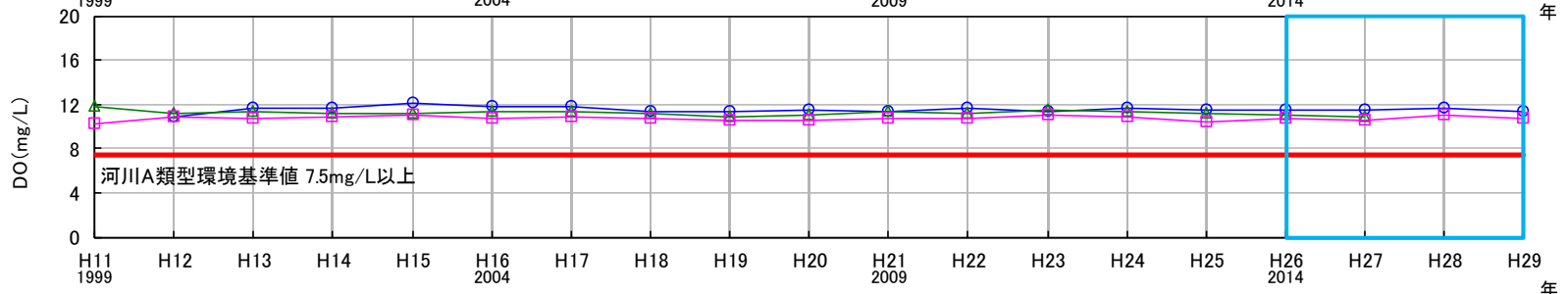
pH  
年平均値



SS  
年平均値



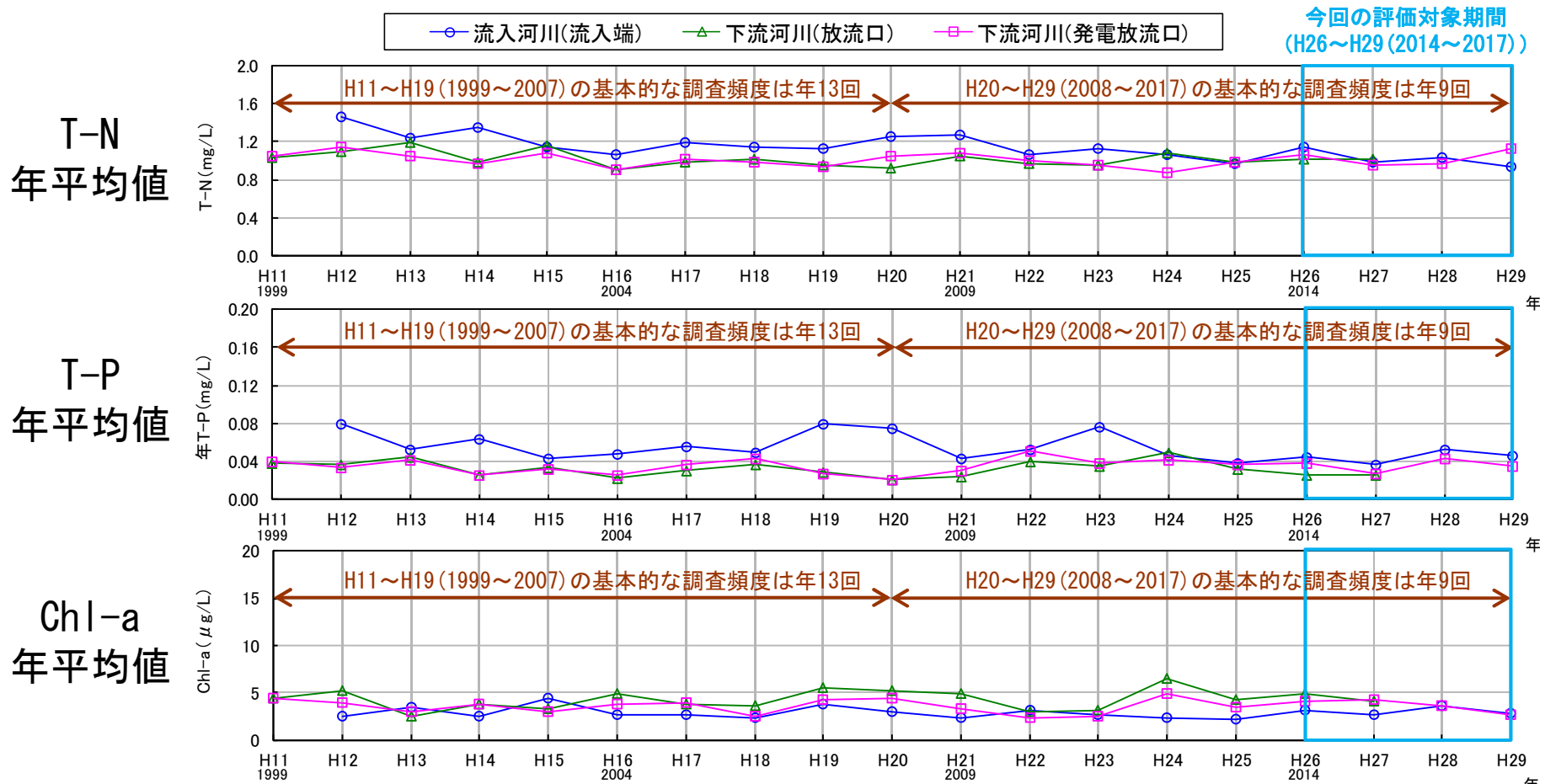
DO  
年平均値



# 流入河川及び下流河川の水質(経年)③

●今回の評価対象期間H26～H29(2014～2017)を中心に評価を行った。

- ・T-Nの年平均値は、0.9～1.1mg/Lの範囲で変化している。平成12年(2000)以降は、下流河川と比べ流入河川の値が高かったが、近年は差が小さくなり、平成29年(2017)は流入河川に比べ下流河川が高くなっている。
- ・T-Pの年平均値は、0.03～0.05mg/Lの範囲で変化している。流入河川と下流河川の差は、平成24年(2012)以前は下流河川に比べ流入河川の値が高い傾向がみられたが、近年は差が小さくなっている。
- ・クロロフィルa(Chl-a)の年平均値は、3～5 $\mu$ g/Lの範囲で変化している。近年は流入河川に比べ下流河川の値が高かったが、平成28(2016)、29年(2017)は差が小さくなっている。



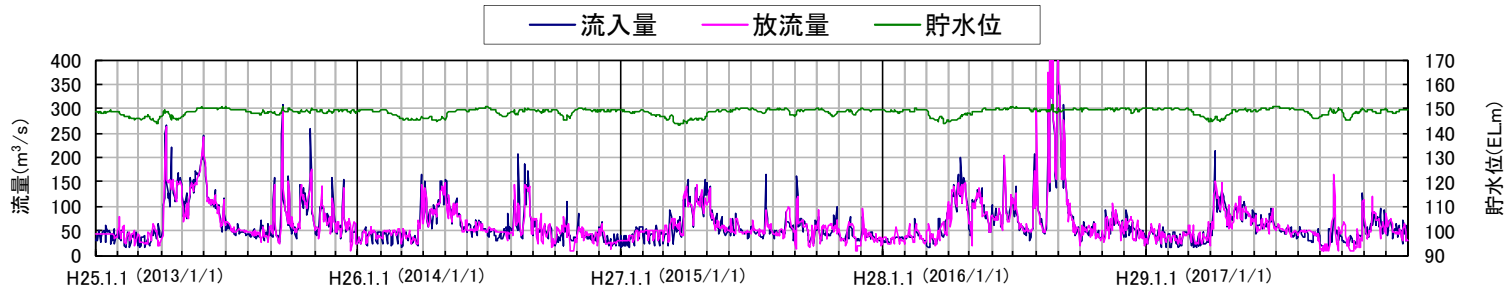
※T-N、T-P、Chl-aの基本的な調査頻度は、S11～H19(1999～2007)は年13回(但し下流河川のH11(1999)は年15～22回)、H20～H29(2008～2017)は年9回である。

# 流入河川及び下流河川の水質(経月)①

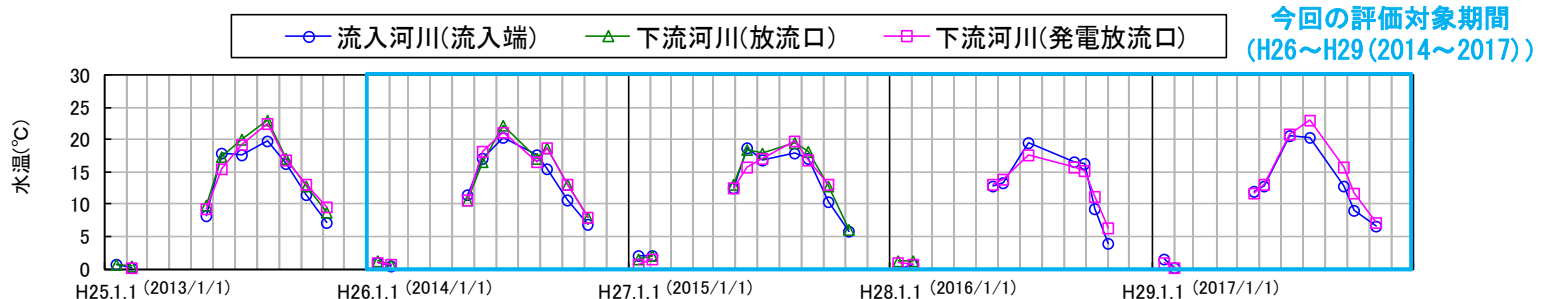
●評価対象期間H26～H29(2014～2017)の経月変化を示す。

- ・ BODは、0.1～1.3mg/Lの範囲で変化し、夏季に高くなる季節変化を示す。
- ・ CODは、1.4～6.5mg/Lの範囲で変化している。秋季に高くなる季節変化を示しているが、主に出水の影響と考えられる。

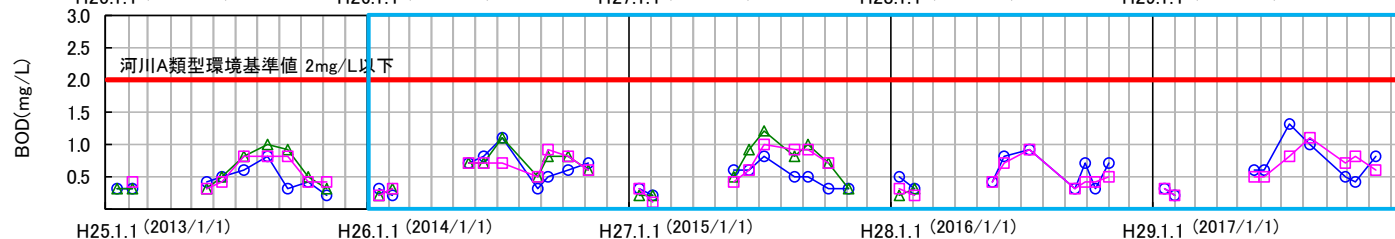
## ダム運用



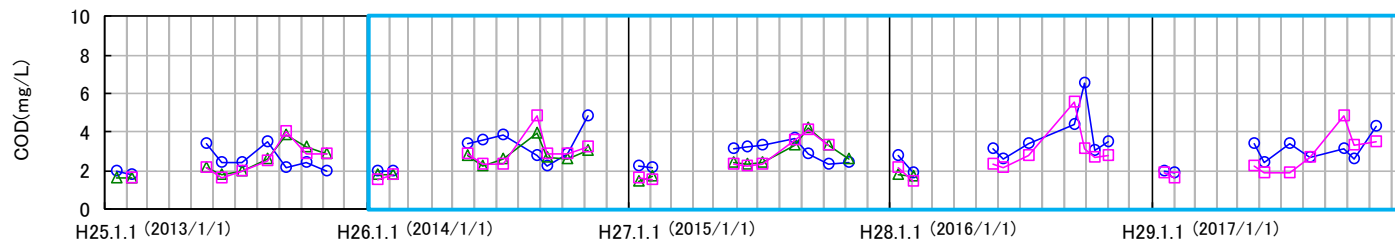
## 水温



## BOD



## COD

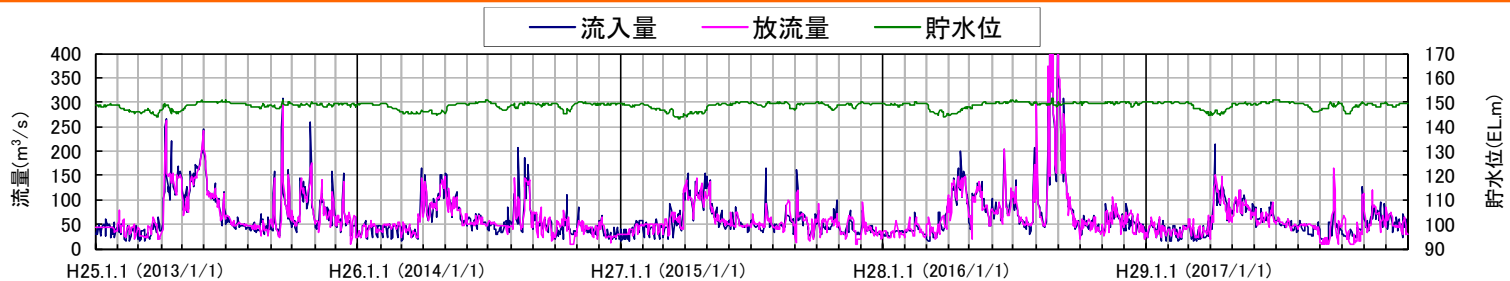




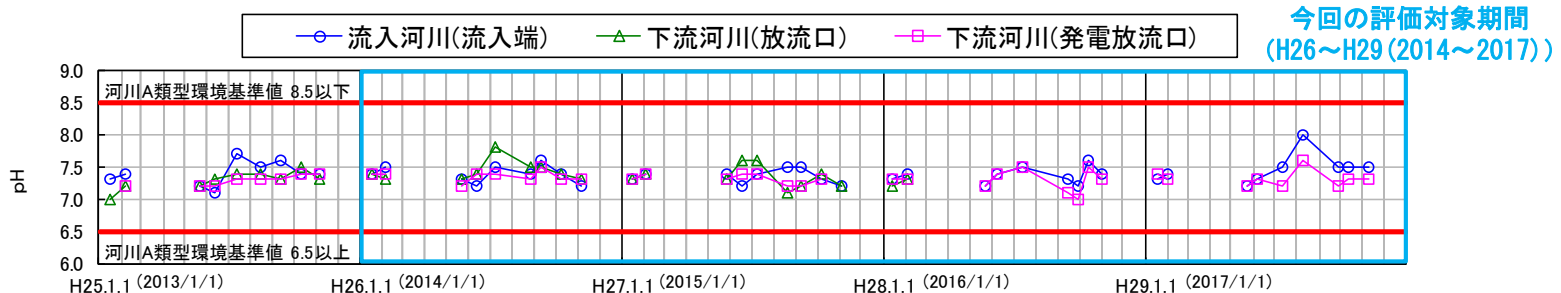
●評価対象期間H26～H29(2014～2017)の経月変化を示す。

- ・ pHは、概ね7.0～8.0の範囲で変化し、特徴的な季節変化はみられない。
- ・ SSは、融雪期に高くなる季節変化を示す。また、出水の影響で値が高くなる場合があり、特に大規模だった平成28年8月(2016.8)の出水では流入河川の9月で82mg/L、下流河川の9月で90mg/Lとなった。
- ・ DOは、概ね7.9～14.5mg/Lの範囲で変化し、夏季に低くなる季節変化を示す。

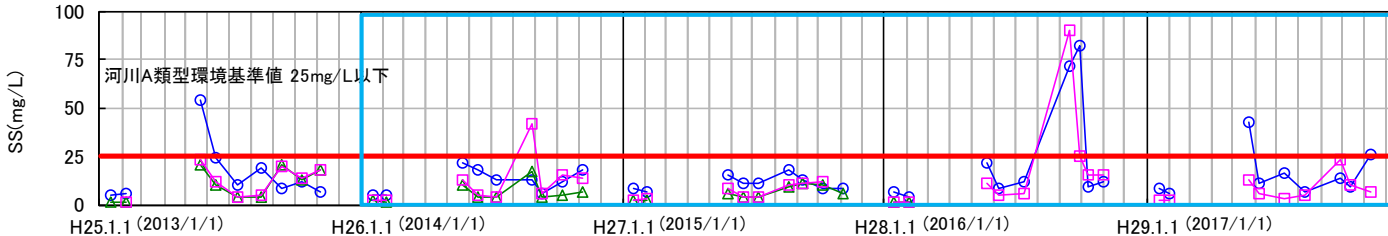
## ダム運用



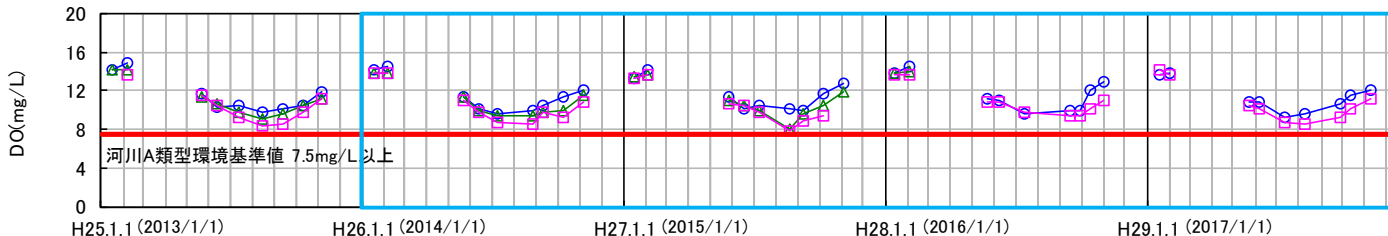
## pH



## SS



## DO

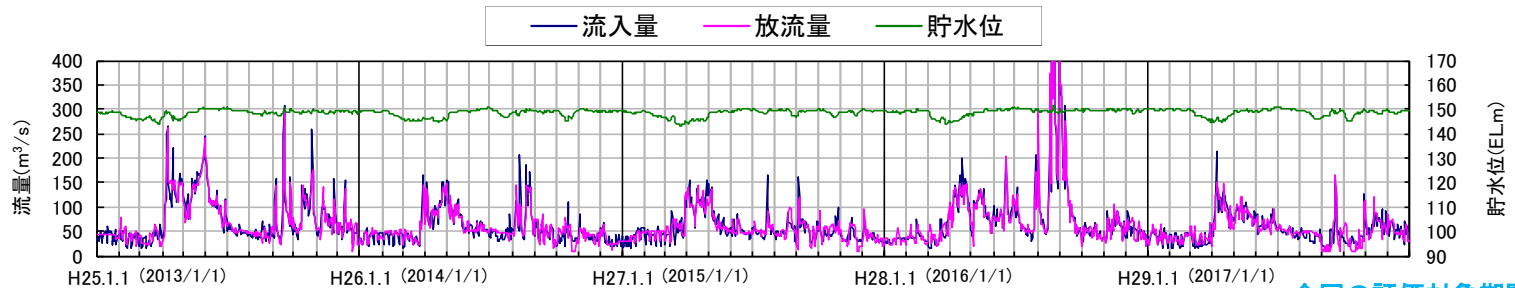


# 流入河川及び下流河川の水質(経月)③

●評価対象期間H26～H29(2014～2017)の経月変化を示す。

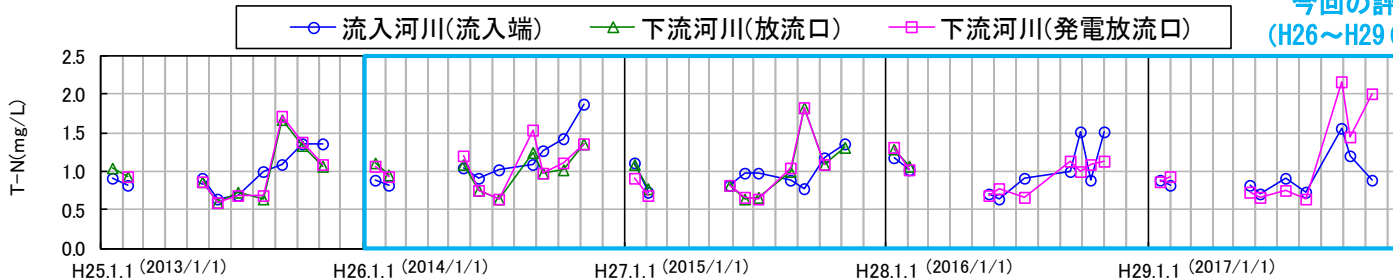
- ・ T-Nは、流入河川・下流河川ともに、主に秋季に値が高くなる傾向を示している。
- ・ T-Pは、特徴的な季節変化はみられないが、出水の影響で高くなる傾向を示す。
- ・ クロロフィルa (Chl-a) は、夏季～秋季にかけて下流河川で高い傾向が見られており、貯水池表層での一次生産が影響していると考えられる。

## ダム運用

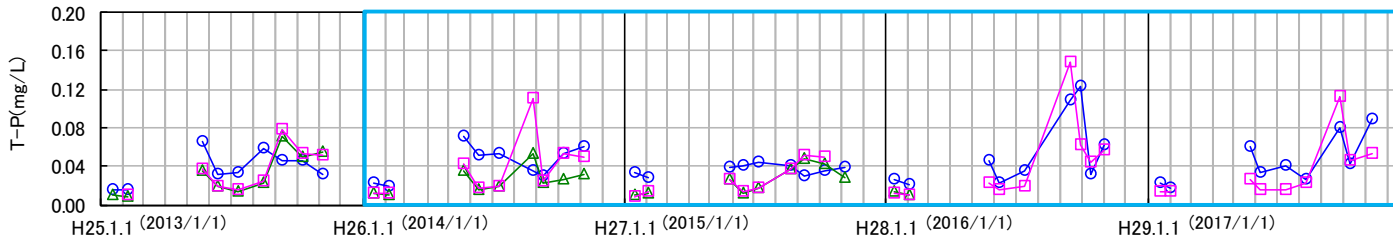


今回の評価対象期間  
(H26～H29(2014～2017))

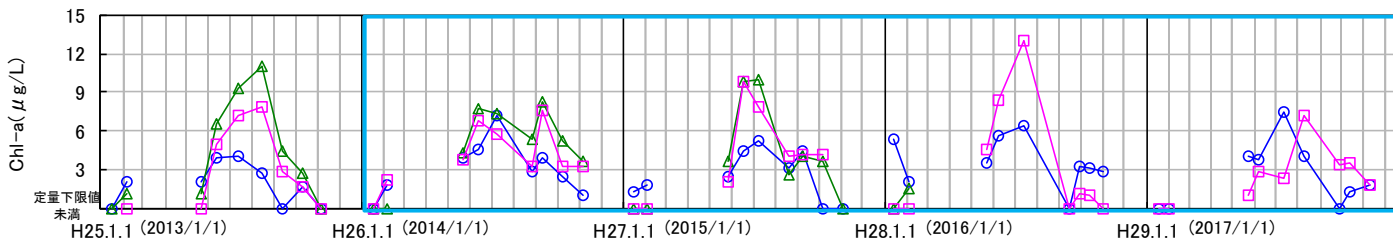
## T-N



## T-P



## Chl-a

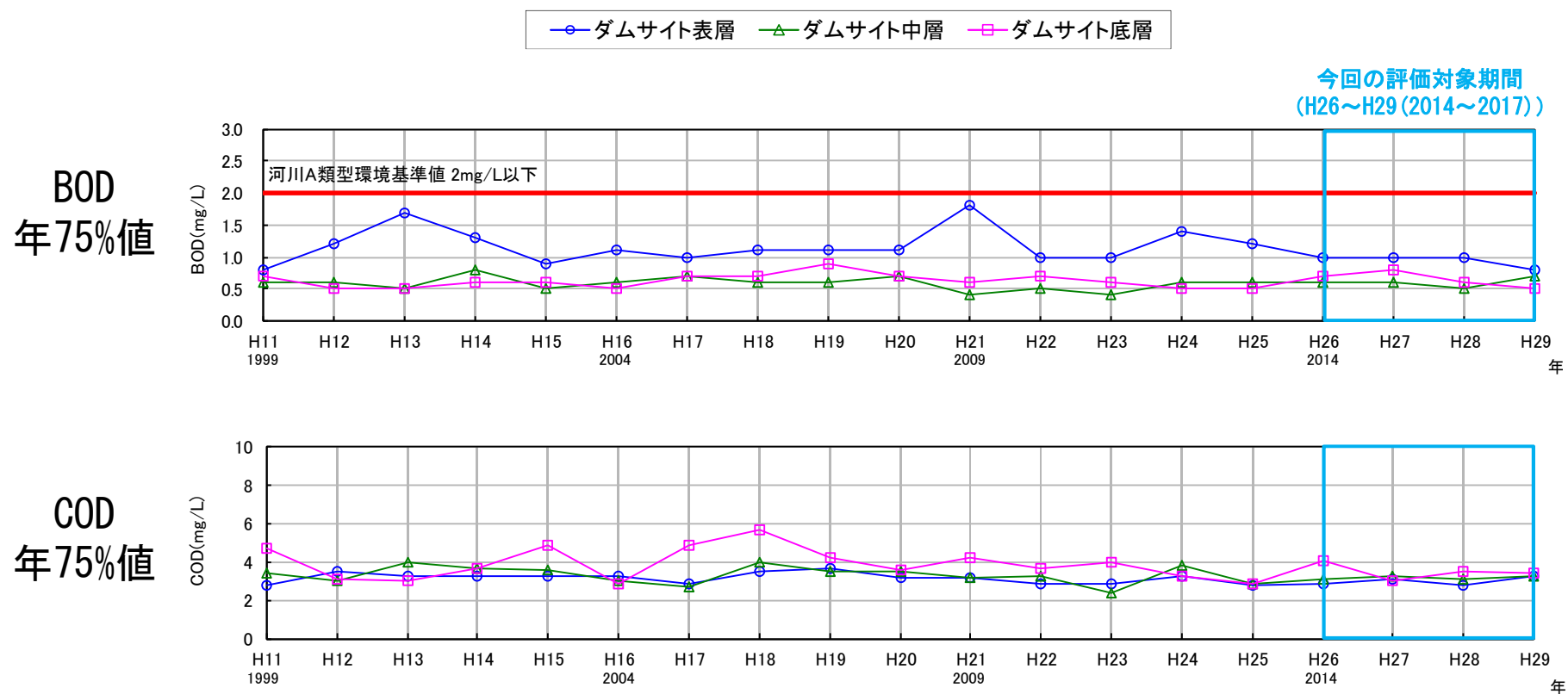


※平成25～29年  
(2013～2017)  
の定量下限値：  
1 µg/L

# 滝里ダム貯水池内の水質(経年)①

● 今回の評価対象期間H26～H29(2014～2017)を中心に評価を行った。

- ・ BODの年75%値は、0.5～1.0mg/Lの範囲で変化し、中層・底層に比べ表層の値が高くなっているが、全層で環境基準を満足している。この傾向は管理開始以降同様である。
- ・ CODの年75%値は、2.9～4.1mg/Lの範囲で変化し、表層・中層に比べ底層の値がやや高い。この傾向は管理開始以降同様である。

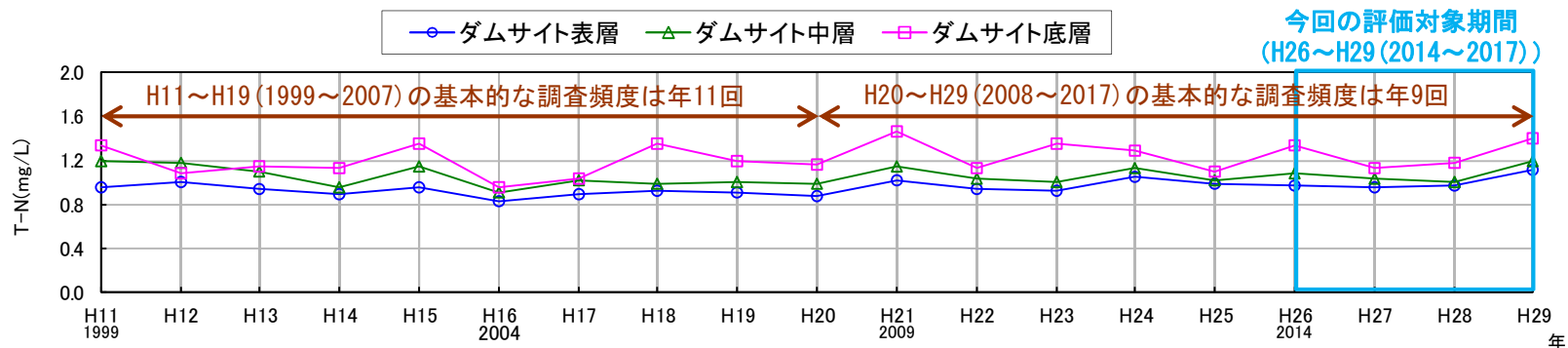


# 滝里ダム貯水池内の水質(経年)②

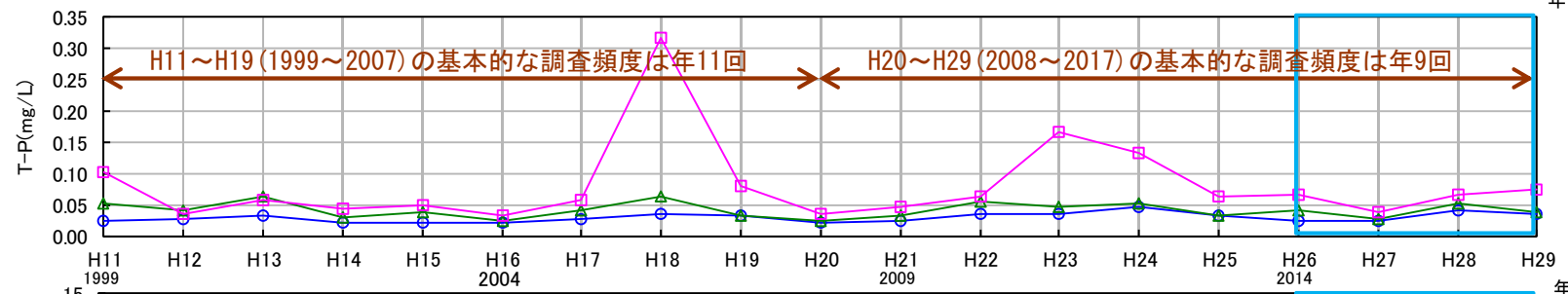
●今回の評価対象期間H26～H29(2014～2017)を中心に評価を行った。

- ・T-Nの年平均値は、1.0～1.4mg/Lの範囲で変化し、横這いで推移している。表層・中層に比べ底層の値が高く、この傾向は管理開始以降同様である。
- ・T-Pの年平均値は、0.02～0.08mg/Lの範囲で変化し、横這いで推移している。表層・中層に比べ底層の値が高く、この傾向は管理開始以降同様である。
- ・クロロフィルa(Chl-a)の年平均値は、1～7 $\mu$ g/Lの範囲で変化している。中層・底層に比べ表層の値が高く、この傾向は管理開始以降同様である。

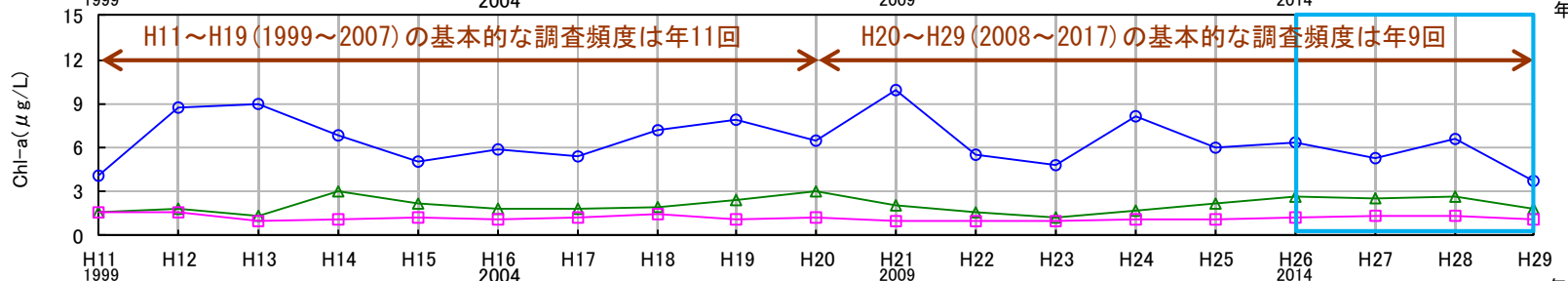
T-N  
年平均値



T-P  
年平均値



Chl-a  
年平均値



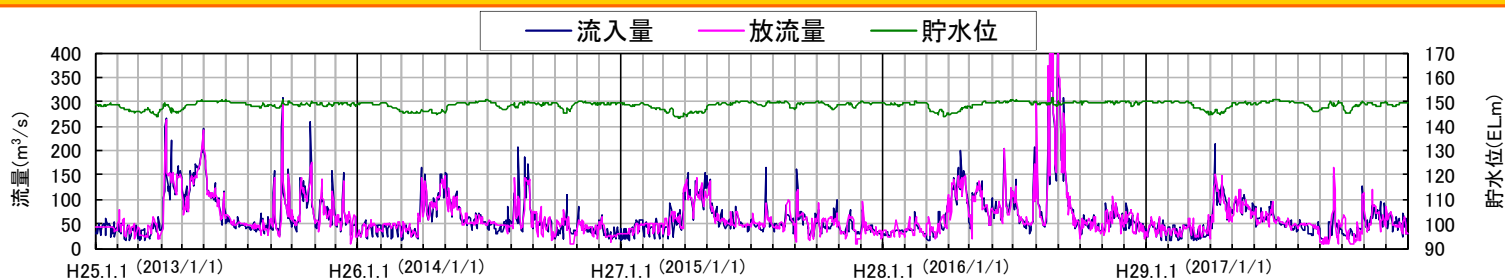
※T-N、T-P、Chl-aの基本的な調査頻度は、H11～H19(1999～2007)は年11回(但しH11(1999)は年20～22回)、H20～H29(2008～2017)は年9回である。

# 滝里ダム貯水池内の水質(経月)①

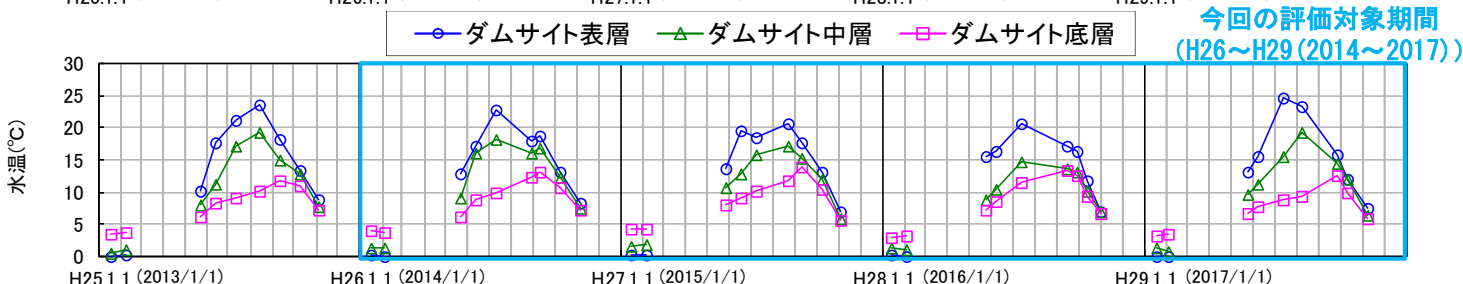
●評価対象期間H26～H29(2014～2017)の経月変化を示す。

- ・貯水位は、カビ臭対策のため常に高く運用されている。
- ・水温は、夏季に高く、冬季に低くなる規則的な季節変化を示す。
- ・BODは、全ての年度で環境基準を満足する。中層・底層に比べ表層の値が高いのは、一次生産の影響と考えられる。
- ・CODは、夏季～秋季にかけて高くなる季節変化を示しているが、主に出水の影響と考えられる。

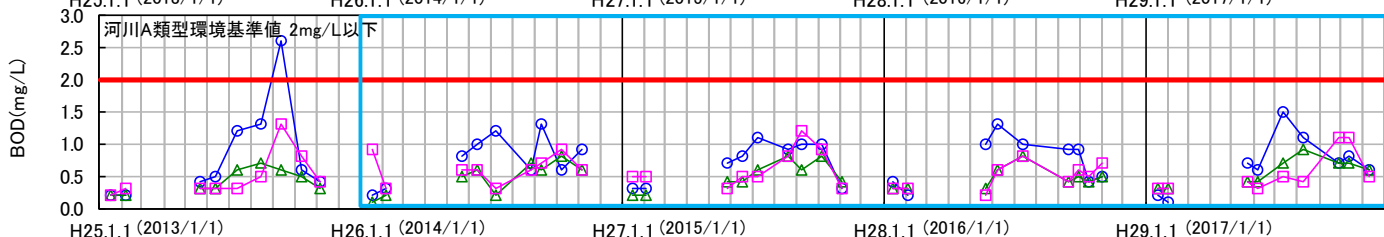
## ダム運用



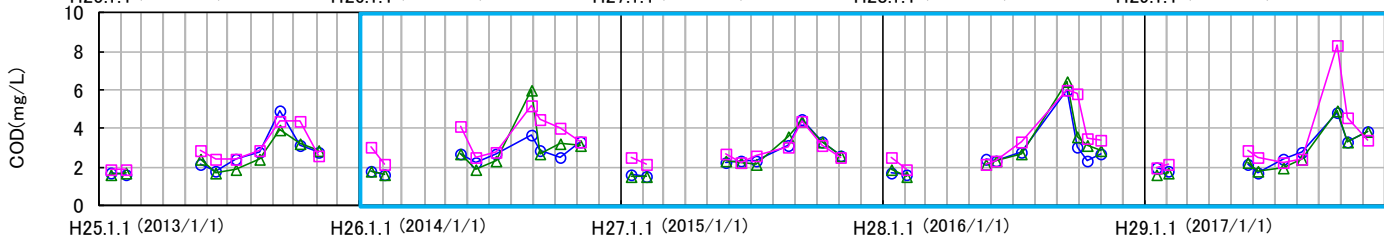
## 水温



## BOD



## COD



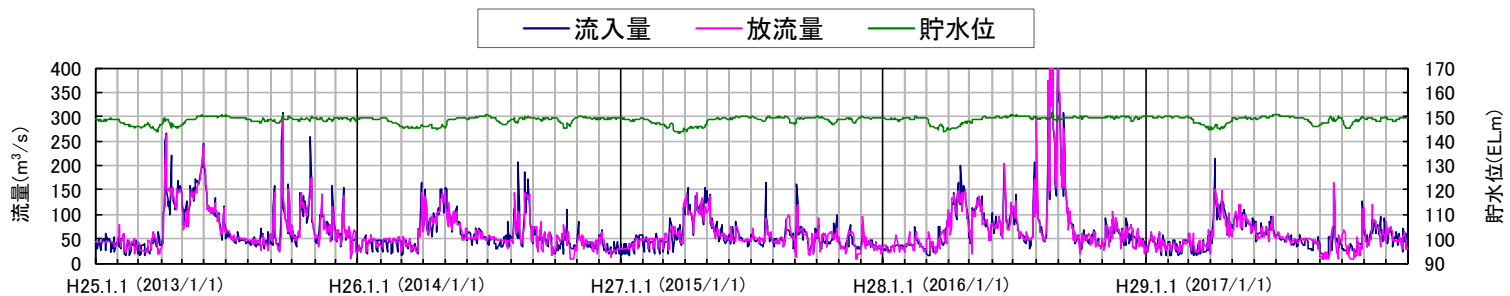
今回の評価対象期間  
(H26～H29(2014～2017))

# 滝里ダム貯水池内の水質(経月)②

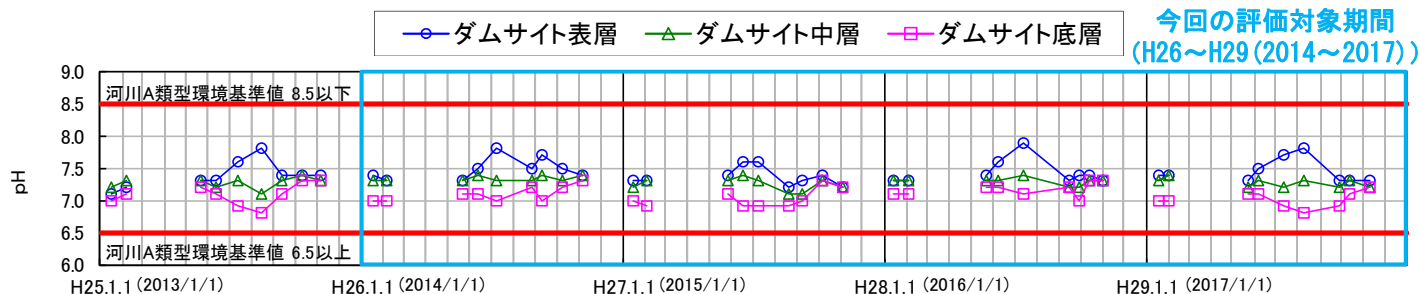
●評価対象期間H26～H29(2014～2017)の経月変化を示す。

- ・ pHは、概ね6.8～7.9の範囲で変化し、特徴的な季節変化はみられない。
- ・ SSは、夏季～秋季にかけて中層・底層で高くなる季節変化を示しているが、主に出水の影響と考えられる。
- ・ DOは、水温躍層が形成される時期に底層で低下する傾向がみられる。

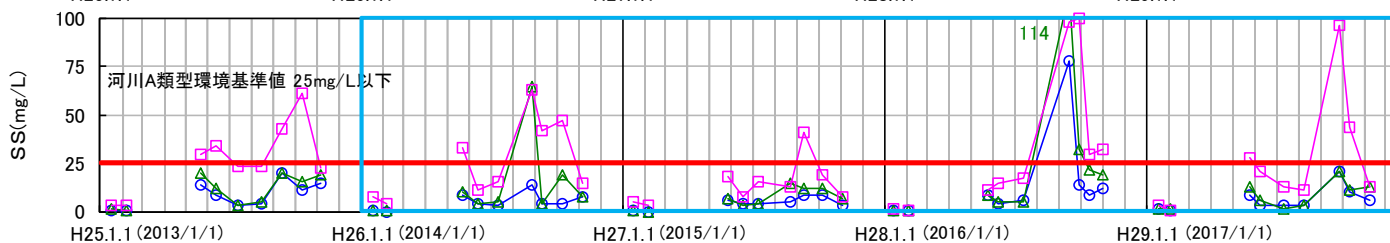
## ダム運用



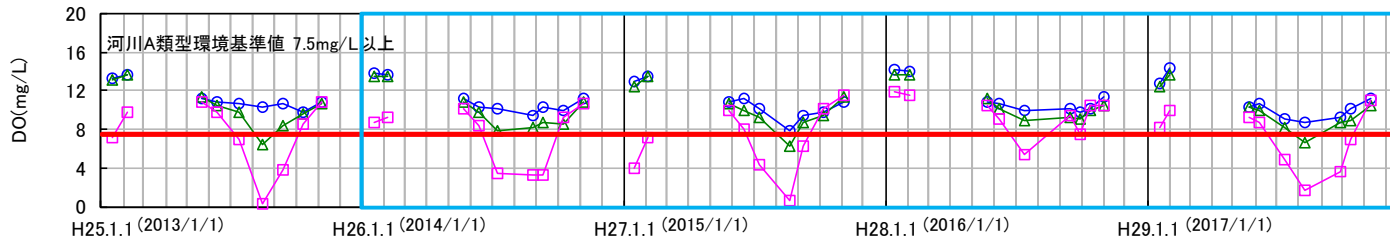
## pH



## SS



## DO

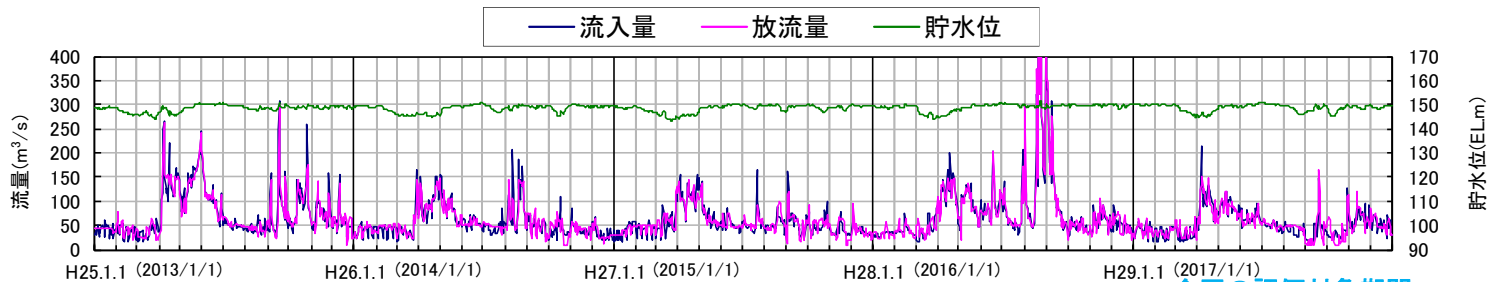


# 滝里ダム貯水池内の水質(経月)③

●評価対象期間H26～H29(2014～2017)の経月変化を示す。

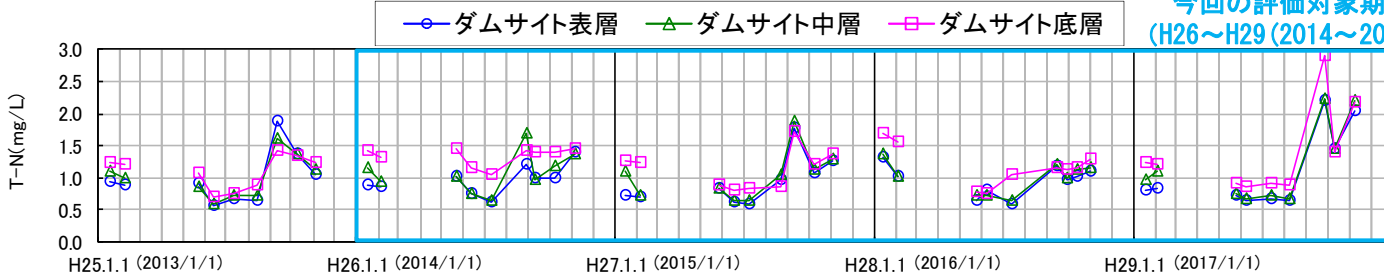
- ・ T-Nは、秋季に全層で値が高くなる季節変化を示しているが、主に底層の嫌気化や出水の影響と考えられる。
- ・ T-Pは、T-Nと同様に、秋季に概ね全層で値が高くなる季節変化を示しているが、主に底層の嫌気化や出水の影響と考えられる。
- ・ クロロフィルa (Chl-a) は、中層・底層と比べ表層の値が高く、春季～夏季に高くなる季節変化を示す。

## ダム運用

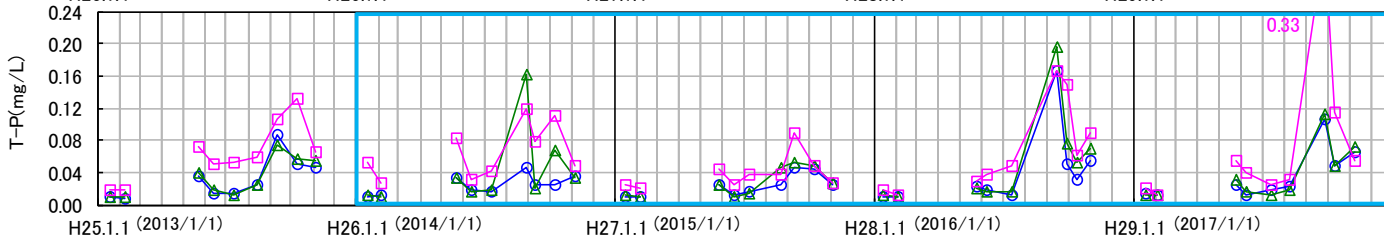


今回の評価対象期間  
(H26～H29(2014～2017))

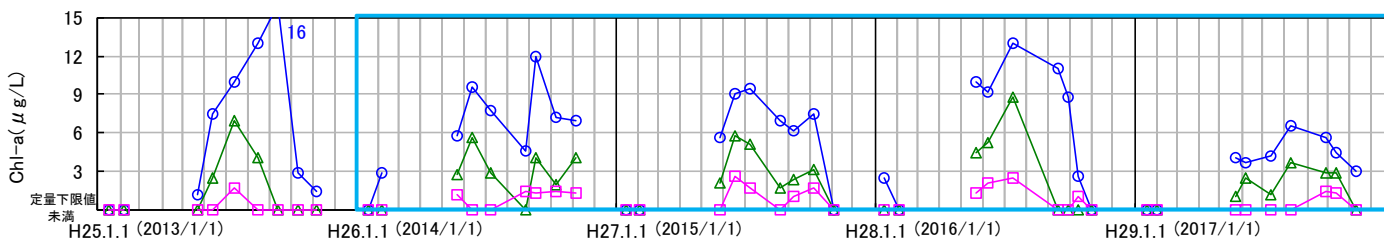
## T-N



## T-P



## Chl-a



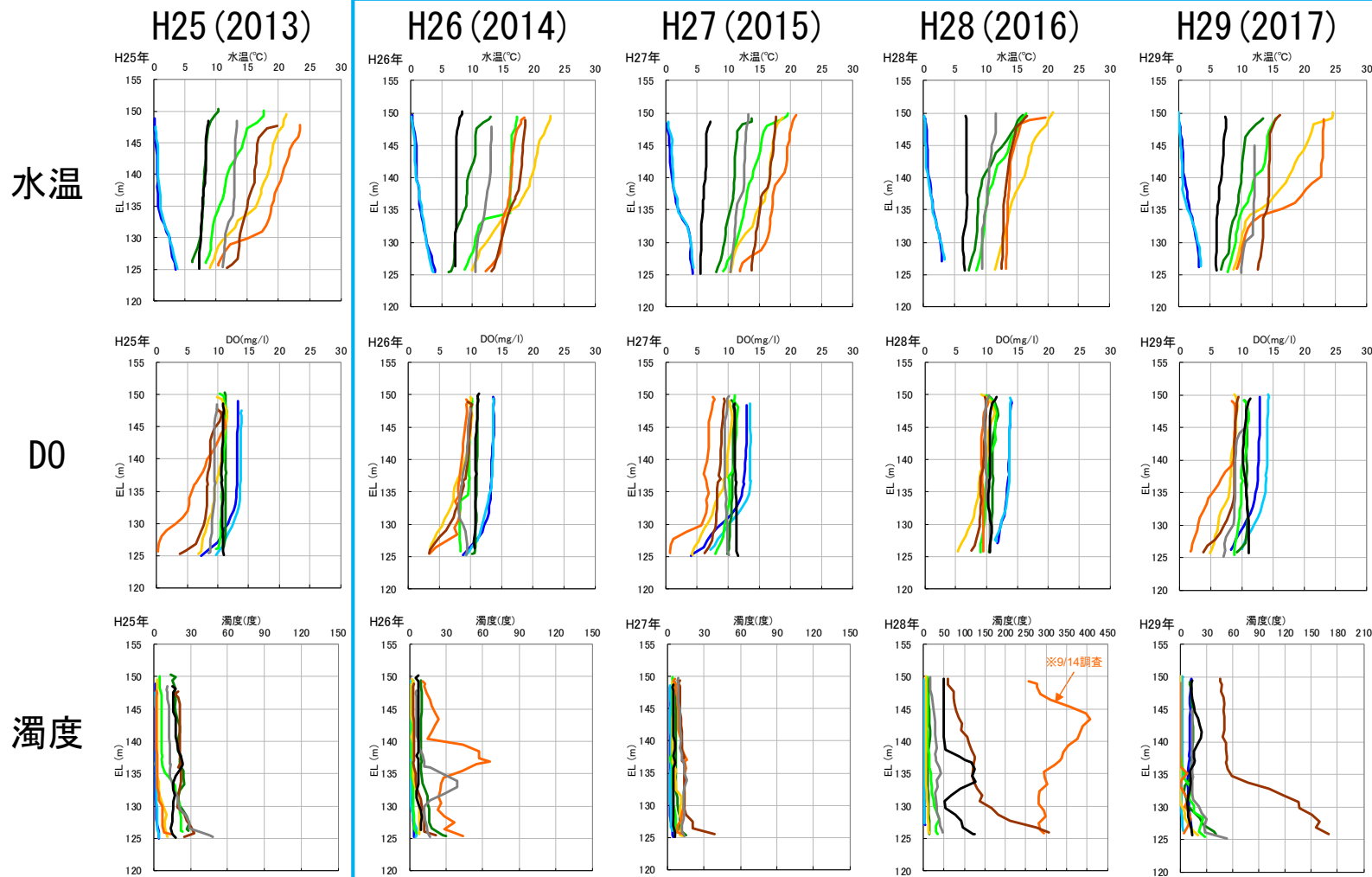
※平成25～29年  
(2013～2017)  
の定量下限値：  
0.01 μg/L

# 貯水池内の水質鉛直分布

- ・ 水温鉛直分布は、5～8月に表層から水深20m付近に弱い水温躍層が、1～2月には逆成層が形成されている。
- ・ DO鉛直分布は、水温躍層が形成される時期に底層で低下し、循環期には底層のDOが回復する傾向がみられる。
- ・ 濁度鉛直分布は、出水等により一時的に上昇する傾向がみられる。

今回の評価対象期間  
(H26～H29(2014～2017))

— 1月 — 2月 — 5月 — 6月 — 7月 — 8月 — 9月 — 10月 — 11月



※H28(2016)は8月に大きな出水が発生したため、8月調査の代替として9月に2回(9/14、9/28)調査を行った。



# 大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数

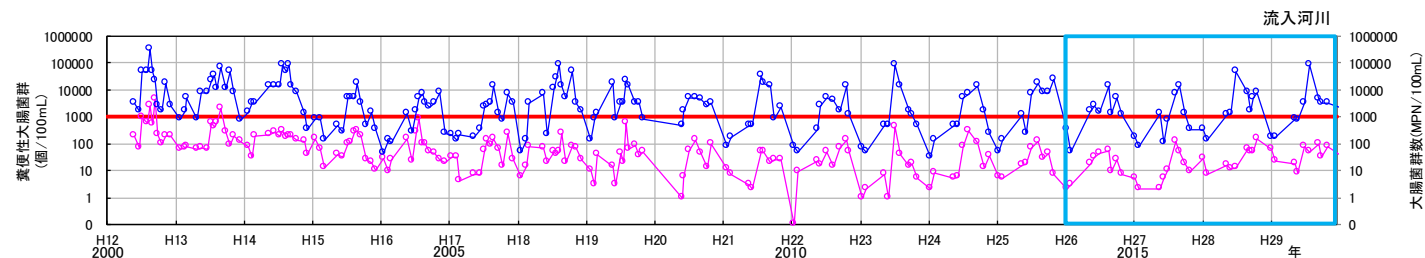
●今回の評価対象期間H26～H29(2014～2017)を中心に評価を行った。

- ・大腸菌群数は、全地点で夏季に環境基準を超過する傾向がみられる。
- ・糞便性大腸菌群数は、概ね水浴場水質基準の「適」の基準以下であることを確認しており、衛生上の問題が生じているおそれが小さい水質であると考えられる。

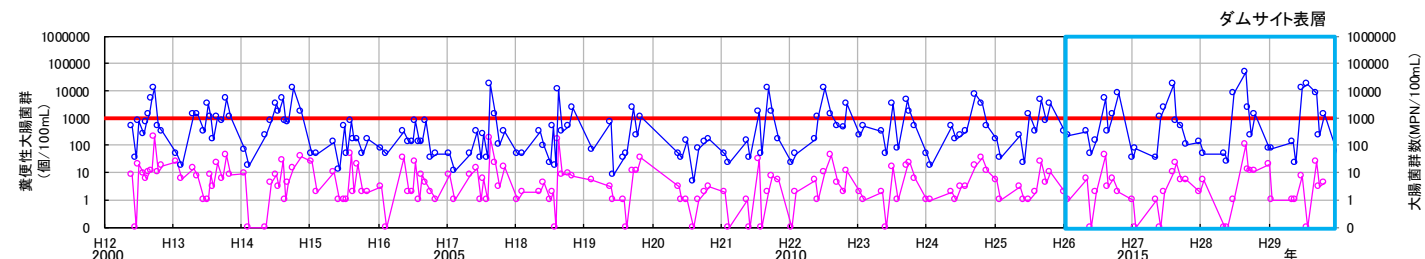
—○— 糞便性大腸菌群数 —●— 大腸菌群数 — 河川A類型環境基準値(1000MPN/100mL)

今回の評価対象期間  
(H26～H29(2014～2017))

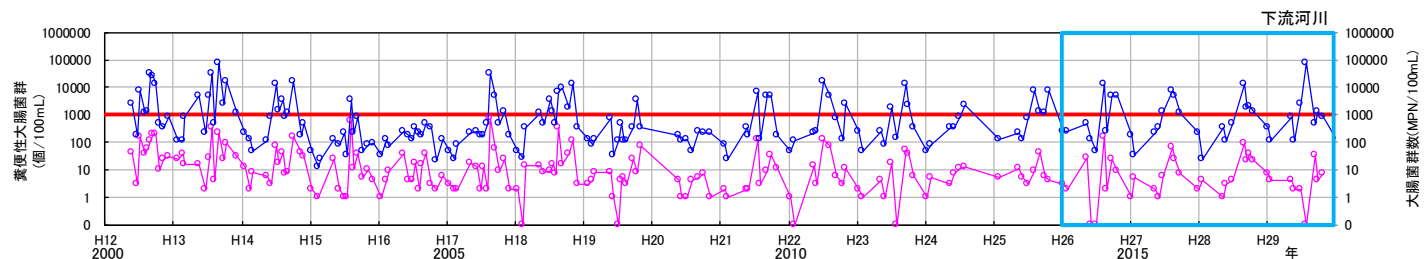
流入河川  
(流入端)



ダムサイト  
(表層)



下流河川  
(発電放流口)



※糞便性大腸菌群数の水浴場水質基準では、100個/100mL以下が適、100～1000個/100mLが可とされる。

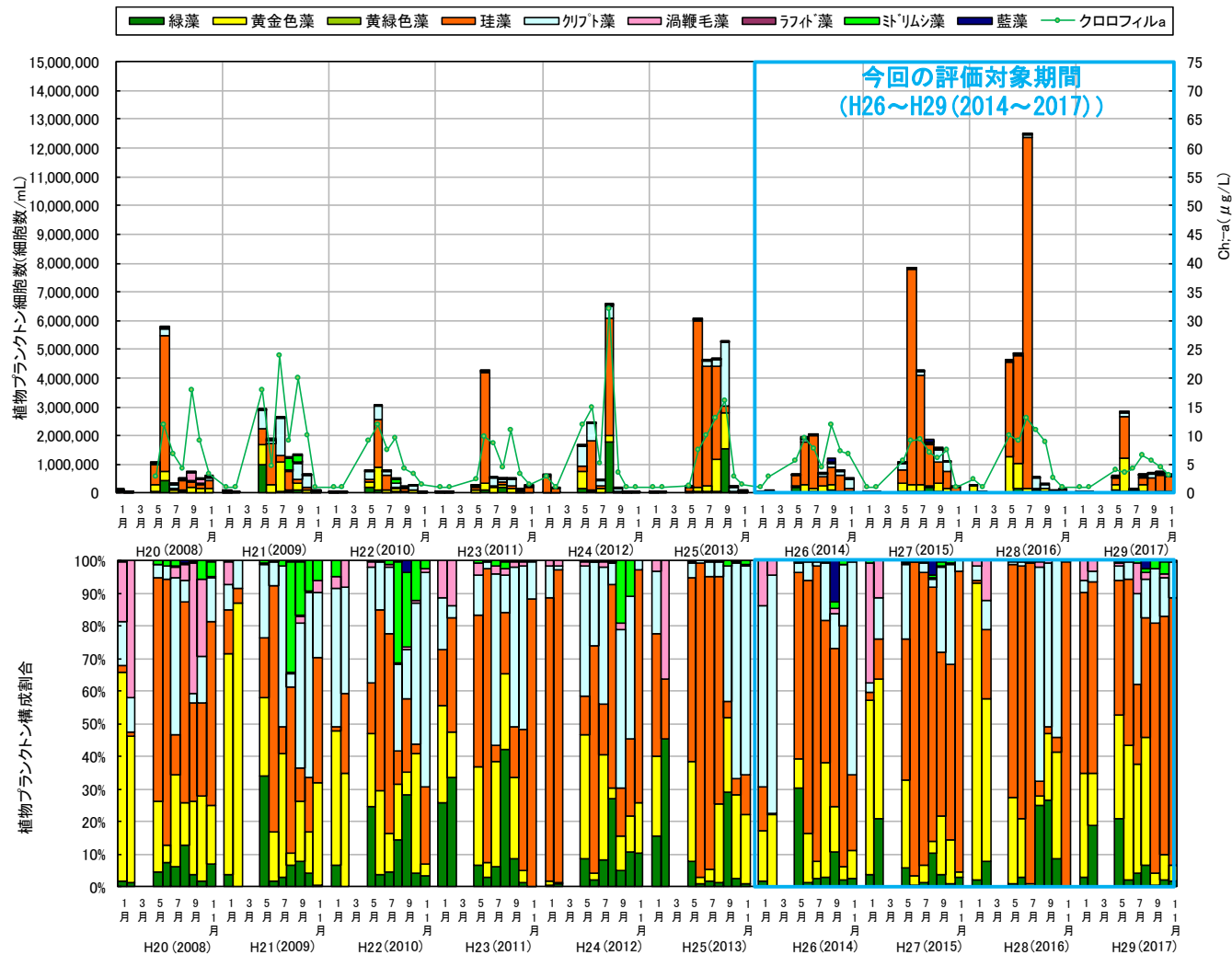
- ・大腸菌群・・・糞便による汚染の指標として、大腸菌の生化学的性状をもつ細菌を検出した菌群。土壌や環境由来の菌類も検出される。
- ・糞便性大腸菌群・・・一般に45℃付近の高温条件で増殖できる大腸菌群をいう。大腸菌群に比べると糞便汚染による指標性ははるかに高い指標細菌とみなされている。

# 貯水池内の植物プランクトン

● 今回の評価対象期間H26～H29 (2014～2017) を中心に評価を行った。

- ・ 植物プランクトン細胞数は、平成28年7月 (2016. 7) に12, 470, 000細胞数/Lとなった。
- ・ 細胞数は、珪藻が増殖する5月から7月にかけて高くなる傾向がみられるが、少ないレベルで推移している。
- ・ 優占種は、珪藻類となる場合が多い。

ダムサイト表層の植物プランクトン細胞数・構成割合

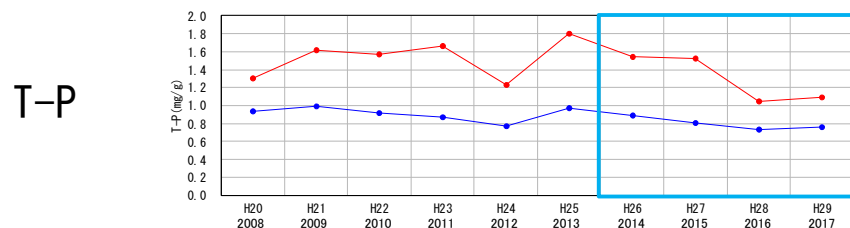
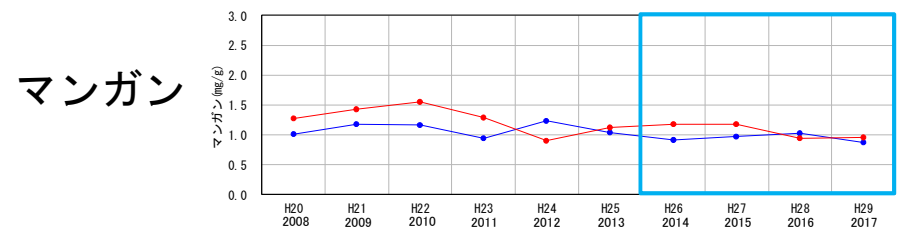
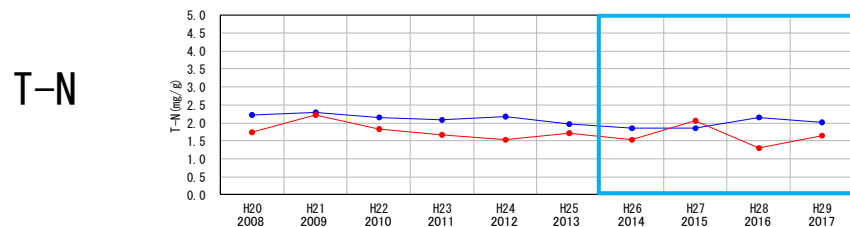
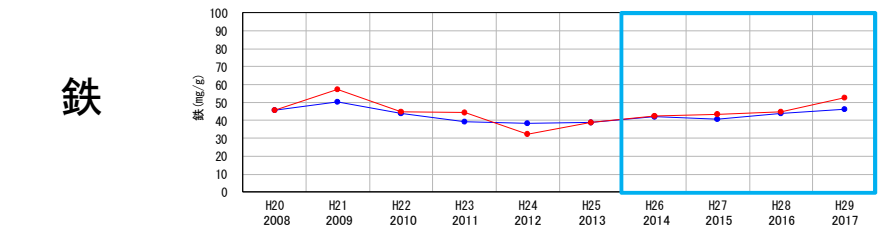
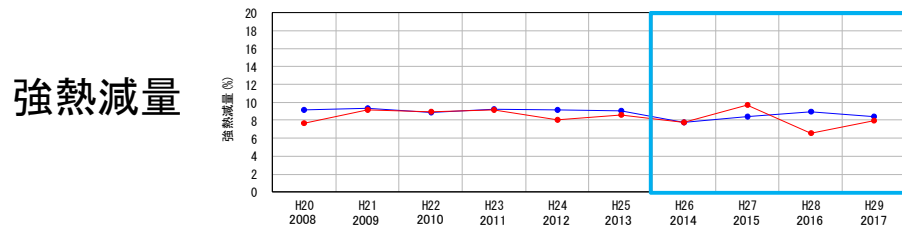
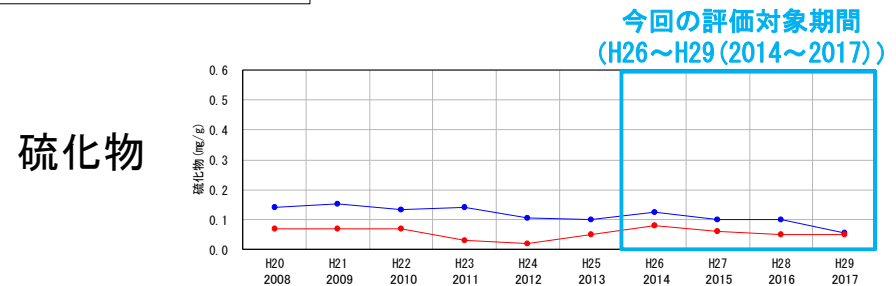
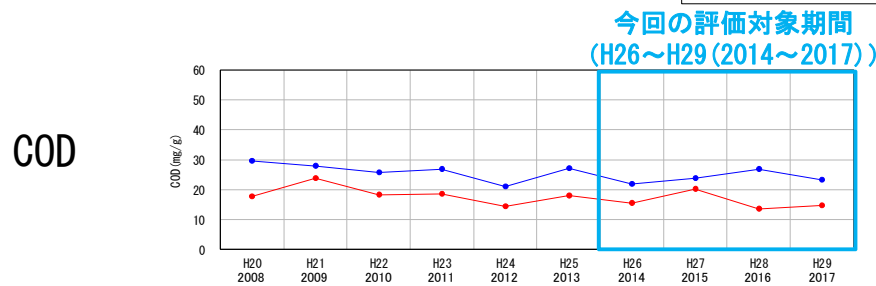


# 底質の状況

● 今回の評価対象期間H26～H29 (2014～2017) を中心に評価を行った。

- ・ COD、強熱減量、T-N、硫化物は、道内ダムの平均値と比較して同程度か、やや低い値である。
- ・ T-Pは、道内ダムの平均値と比較して高い値で推移している。
- ・ マンガンは、道内ダムの平均値と比較してやや高い値で推移しているが、平成28年(2016)以降は道内ダムの平均値と同程度である。鉄は、道内ダムの平均値と同程度の値である。

● 滝里ダム ● 道内ダムの平均値



※参考に、道内ダム（十勝・岩尾内・鹿ノ子・漁川・桂沢・札内川・大雪・忠別・定山溪・二風谷・美利河・豊平峡・金山・留萌・シューパロダム）の平均値を併記。

# カビ臭物質の発生状況及び原因

**カビ臭物質の発生：**平成14年(2002)、平成15年(2003)、平成16年(2004)、平成27年(2015)にカビ臭(2-MIB)が発生しており、平成27年はこれまでの3倍以上の115.5ng/Lと高濃度となった(上流の金山ダムでは発生していない)。

**発生原因：**2-MIB濃度は藍藻類の増殖に比例して増加しているため、2-MIBを産出する藍藻類の増殖が直接の原因と考えられる(H27の藍藻類はオシラトリアリムネチカで、H15・16に報告されていた種と異なっていた)。

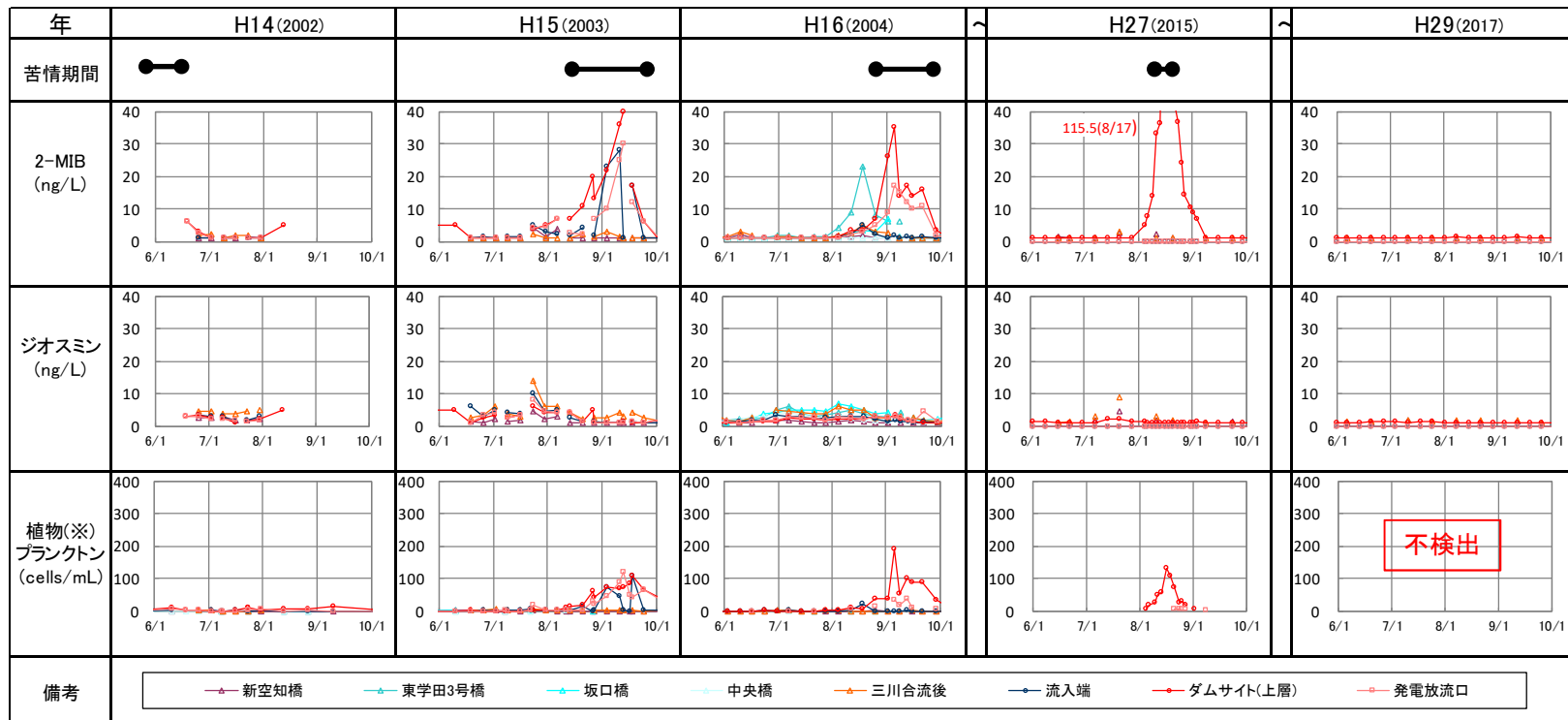
**発生要因：**① 出水により、原因藍藻類と栄養塩(特にリン)が貯水池へ流入する。

② 出水後に流入水量が減少し、晴天が継続、水深3~5mまで光が透過する条件下で、原因藍藻類増殖の必須3条件※を満足する日が7日以上継続。

※栄養塩：リン(DT-P、DP04-P) 0.003mg/L以上 滞留時間：9日以上 水温：22℃以上

**対策：**ダム運用(表層取水+増量放流)による滞留の改善と水温低下が必要。

平成29年度(2017)に予防運用(案)を策定し、平成30年度(2018)から試行を実施。



※植物プランクトンのH14~H16はフォルミジウム属の細胞数、H27はオシラトリアリムネチカの細胞数  
H29(2017)は2-MIBを産出する藍藻類が検出されなかった。

# 【参考】カビ臭発生簡易予測シートの作成

カビ臭発生・未発生メカニズムに基づき、日々のダム管理データを用いた、カビ臭発生・未発生を簡易に予測できるエクセルシートを作成した。

## ①判別条件(判別項目と判別数値)

- ・ 滞留時間：9日以上
- ・ 水温：23℃以上
- ・ リンの補給：27日間の時間最大流入量150m<sup>3</sup>/sの出水の有無

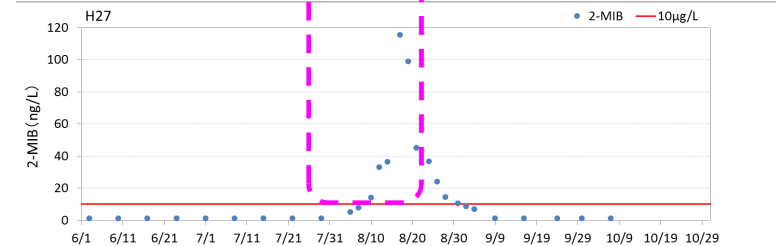
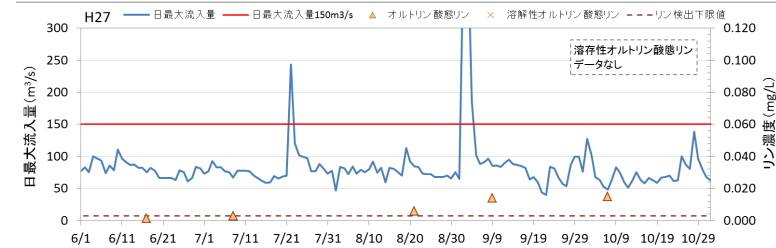
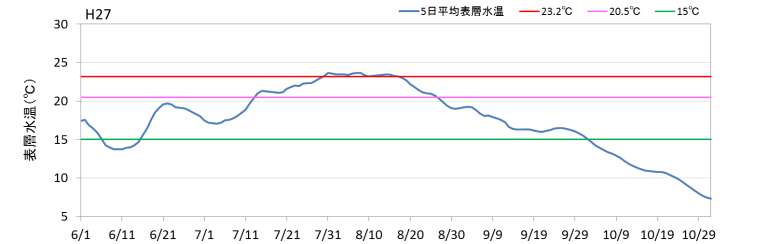
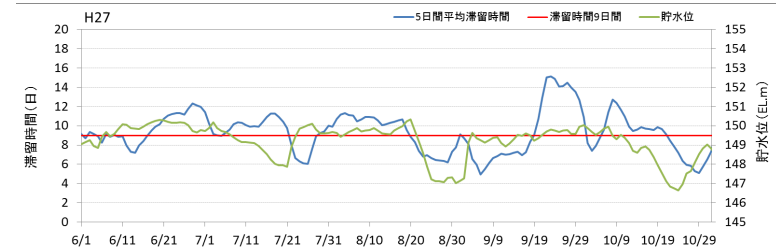
## ②ダム管理データの入力と判別指標の数値計算

- ・ ダム管理データ：貯水位、貯水量、全流入量、全放流量
- ・ 水温：水質自動監視装置の表層水温(日平均値)
- ・ 滞留時間：考慮した貯水量÷全流入量

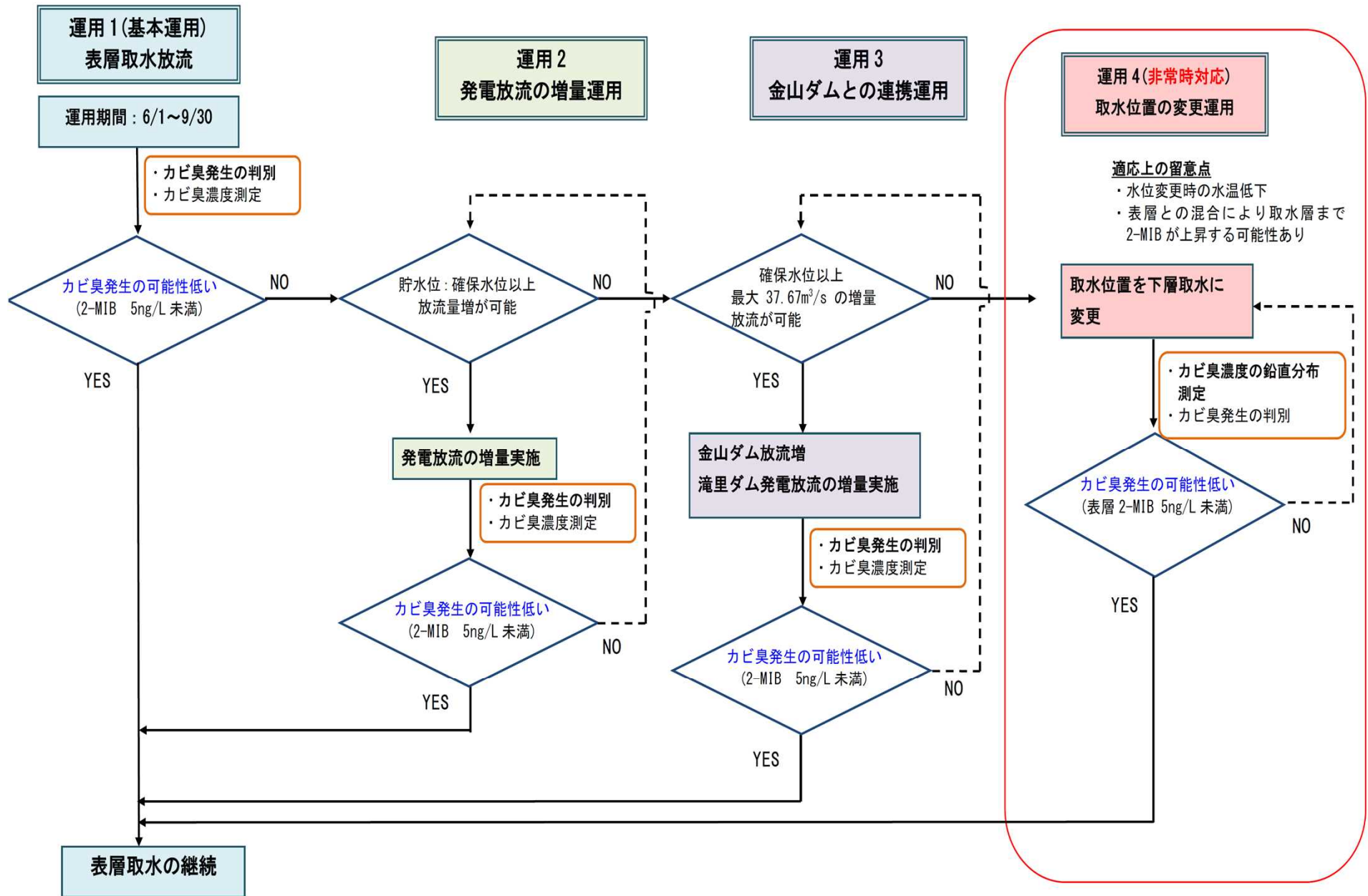
## ③グラフへの表示

- ・ カビ臭発生条件を満足する日が継続するほど、カビ臭発生の可能性が高くなる。

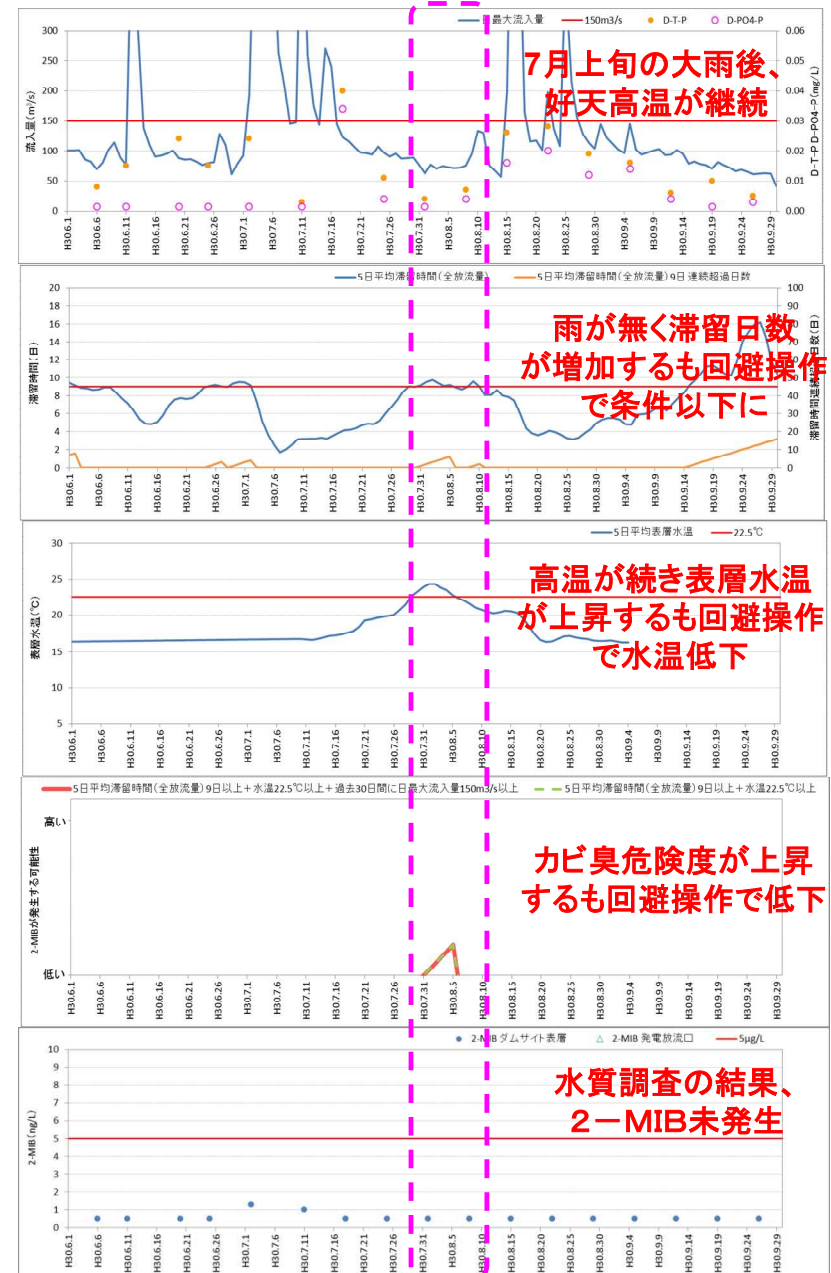
判別条件によるH17～H29年(2005～2017)のカビ臭発生・未発生の的中率は69%、出水による消失を除くと100%カビ臭発生・未発生簡易判別シートを活用した「ダム運用によるカビ臭予防対策」の実施が可能と考えられる。



カビ臭発生・未発生の簡易判定結果(H27(2015))



- 8月1日の実績でこのまま続くと6日には積算日数が7日となりカビ臭が発生すると予測（天気予報では、近日中の雨予報も無く、気温も高温が続くと予報されていた）。
- 北海道電力（株）とカビ臭事前回避運用の実施可否及び実施方針について協議開始。協議の結果、2日にカビ臭予測を利用した事前回避運用の内容を決定し3日から運用開始。
- 概要としては、発電放流を毎秒20トン増やすなどし、滞留時間を崩すことにより積算日数を6日でリセットさせた。また、表層水の放流量を増加することで滞留時間短縮に加え水温低下効果があったものと思われる。
- その後実施した水質調査では、カビ臭の原因物質である2-MIBは計測されなかった。



# 曝気循環装置の稼働状況

滝里ダムでは、富栄養化対策として、ダム運用開始当初から4基の曝気循環装置を稼働している。この対策は、表層付近に循環流を発生させ混合層を拡大するもので、曝気循環装置は、主として6～10月の期間稼働している。

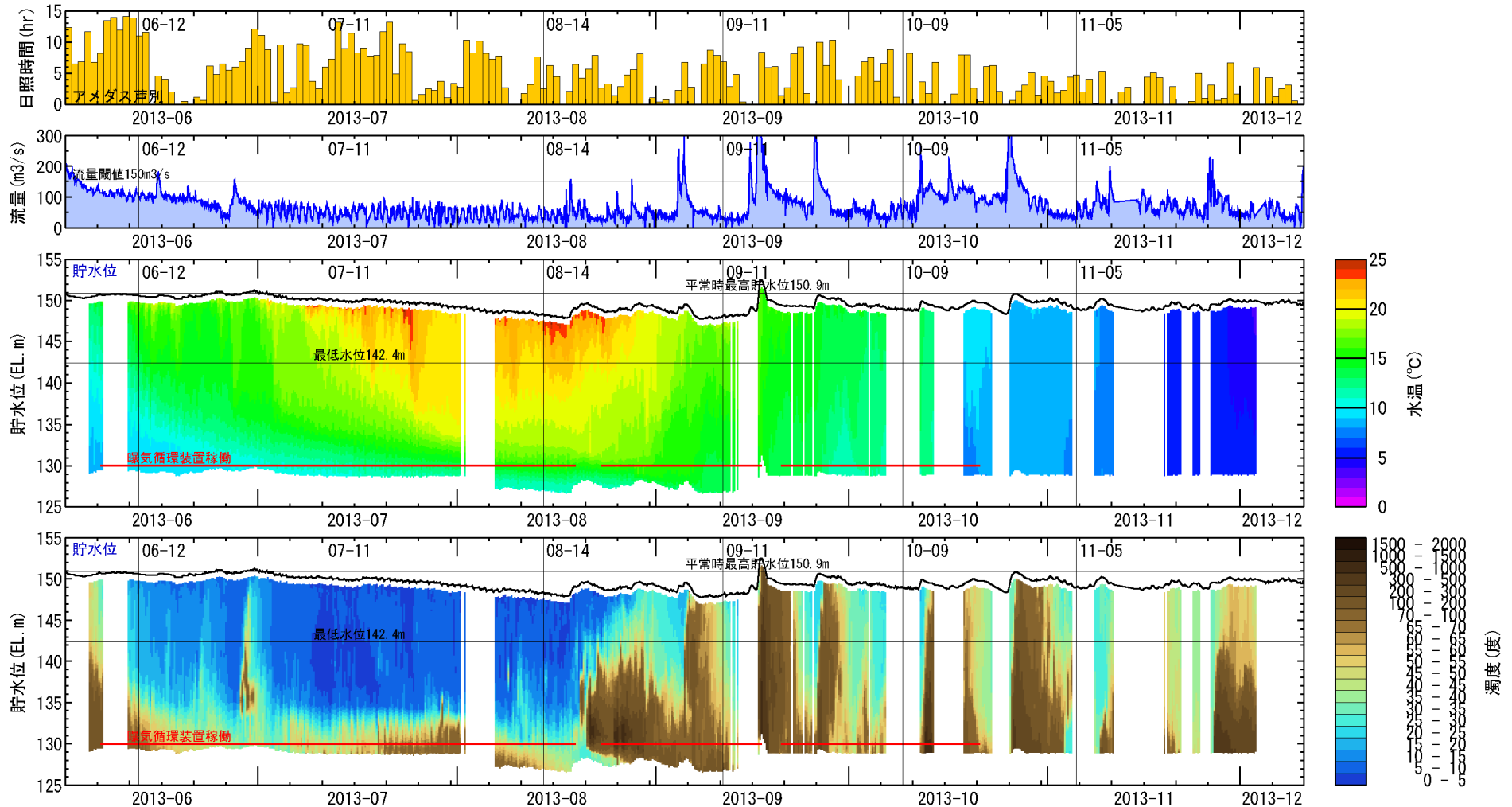




# 貯水池水温の推移①

- ・平成25年7月～8月は好天が続き、貯水池表層の水温が23℃を超える状況が継続した。
- ・表層水温が高い状況前に流入量150m<sup>3</sup>/sを超える規模の出水が無かったことから、栄養塩の流入は少なく、カビ臭物質の増加は生じていない。

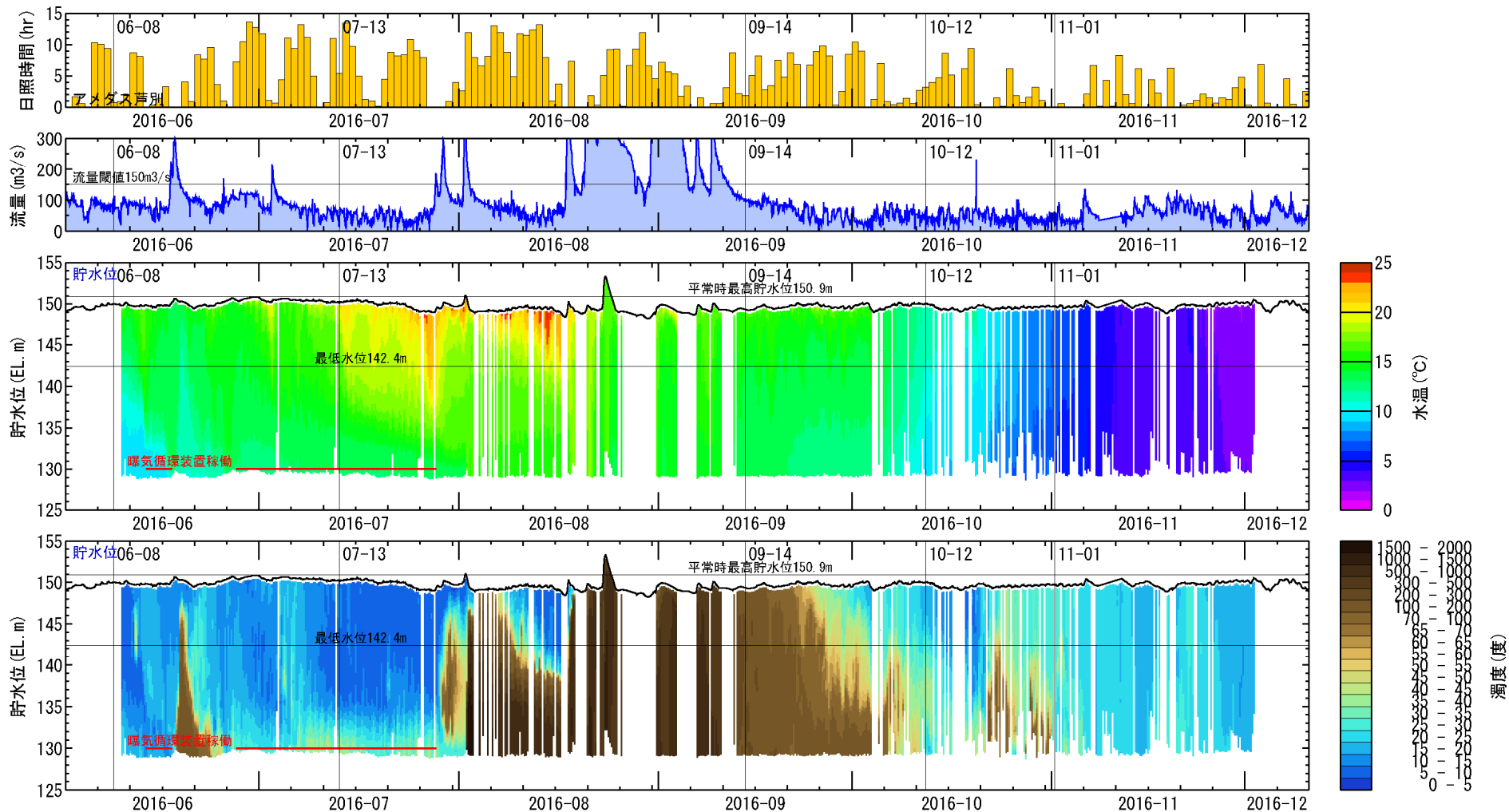
## ◆貯水池の水文諸量及び水温・濁度（平成25年(2013)）



## 貯水池水温の推移②

- 平成26年7月～8月は降雨に伴う出水が多く、水温は比較的低温で推移した。

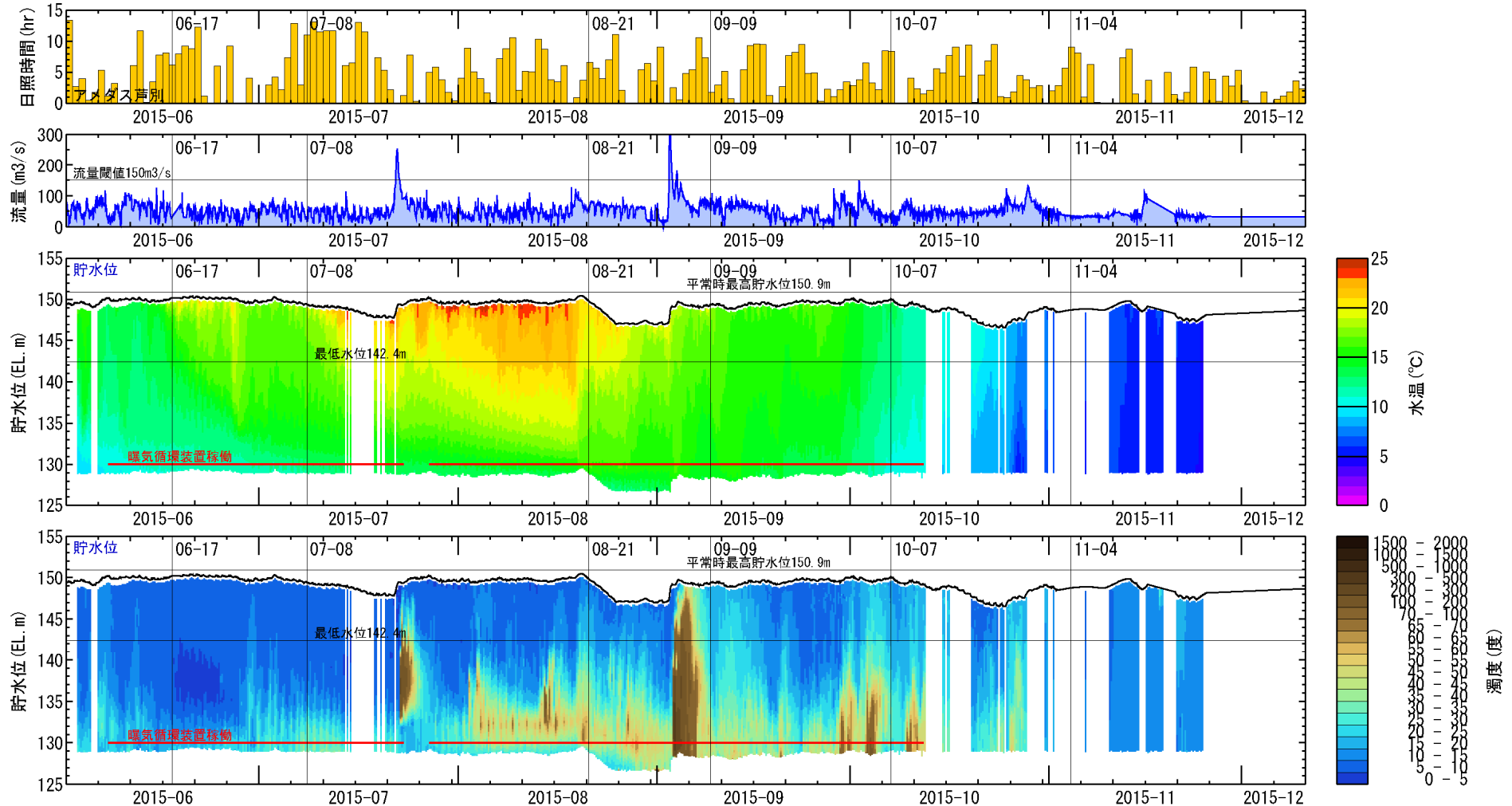
## ◆貯水池の水文諸量及び水温・濁度（平成26年(2014)）



# 貯水池水温の推移③

- ・平成27年7月22日にピーク流量約250m<sup>3</sup>/sの出水が生起し、栄養塩が流入した。
- ・出水後に好天が続いたことで水温が上昇し、貯水池表層の水温が23℃を超える状況が継続した。
- ・出水に伴う栄養塩の流入、貯水池表層の水温が23℃を超える状況の継続、流入量が少ないことによる貯水池滞留時間が長くなり、カビ臭物質が増加しやすい状況が形成された。

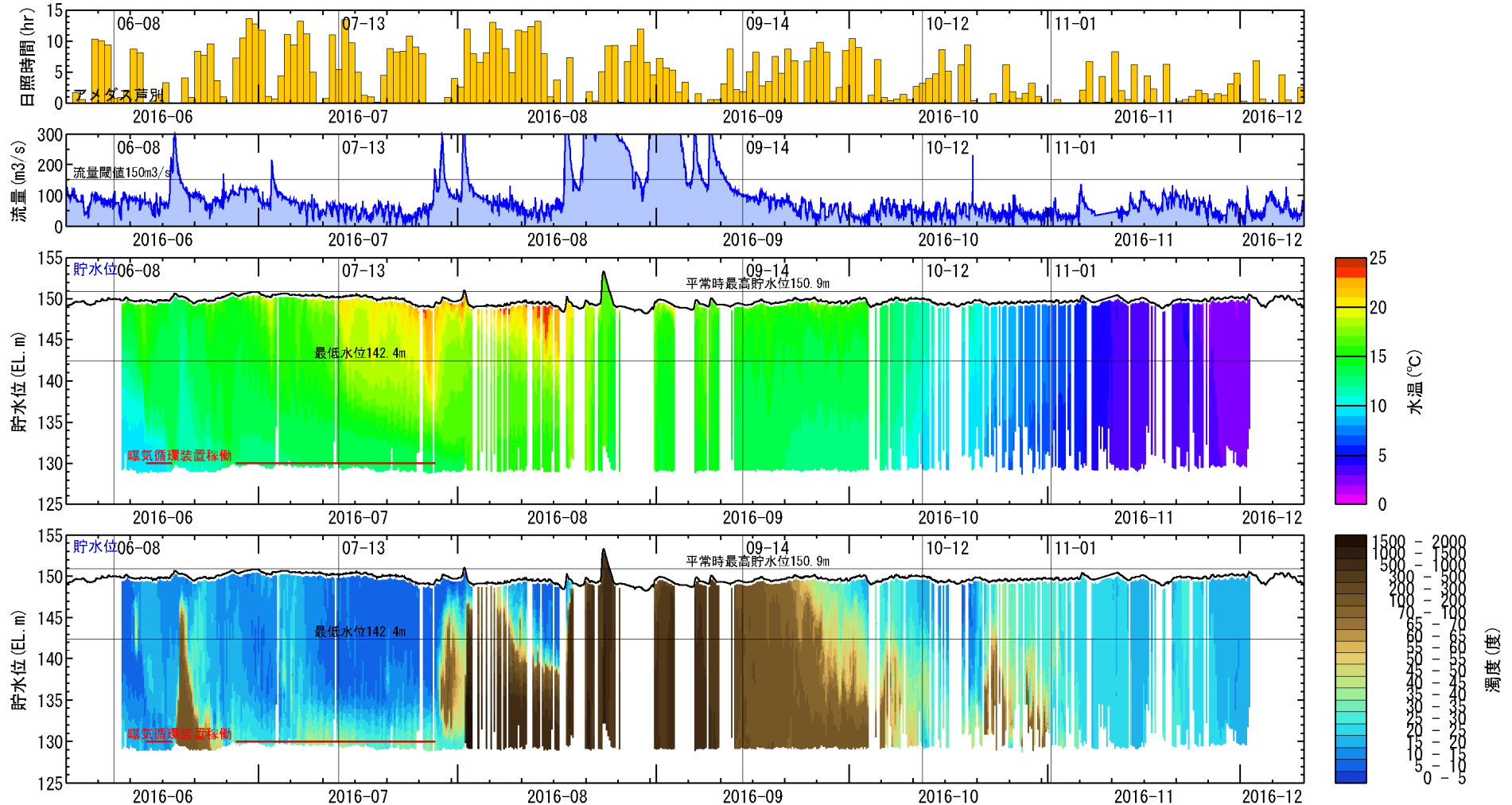
## ◆貯水池の水文諸量及び水温・濁度（平成27年(2015)）



# 貯水池水温の推移④

- 平成28年7月～8月は降雨に伴う出水が多く、水温は比較的低温で推移した。

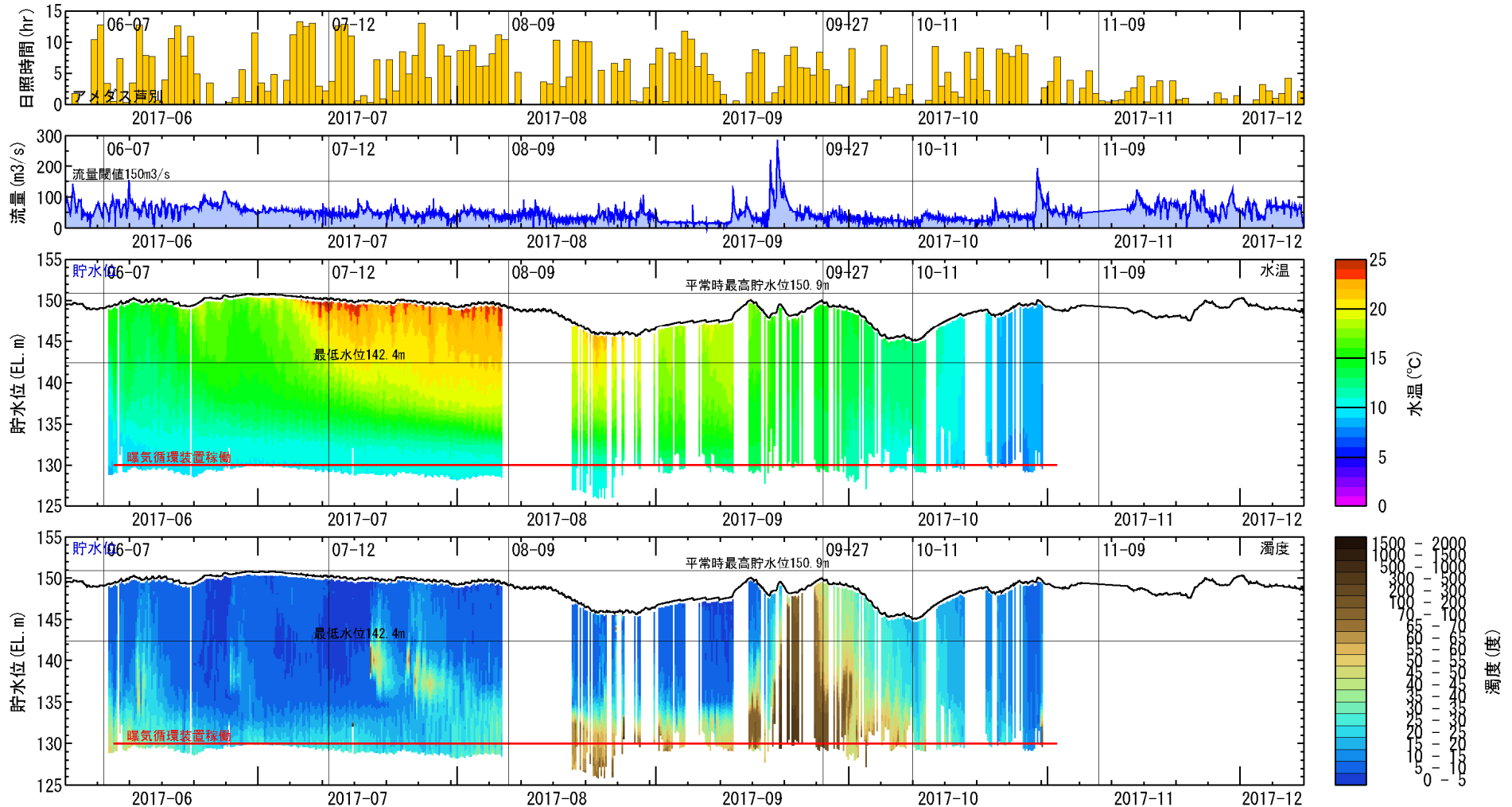
## ◆貯水池の水文諸量及び水温・濁度（平成28年(2016)）



# 貯水池水温の推移⑤

- ・平成29年7月～8月は好天が続き、貯水池表層の水温が23℃を超える状況が継続した。
- ・表層水温が高い状況前に流入量150m<sup>3</sup>/sを超える規模の出水が無かったことから、栄養塩の流入は少なく、カビ臭物質の増加は生じていない。

## ◆貯水池の水文諸量及び水温・濁度（平成29年(2017)）



### ◆水質のまとめ

- 流入河川、貯水池内、下流河川の評価期間の水質は、いずれの調査地点でも概ね環境基準を満足しており、良好な状況にある。
- 貯水池内底層のDOは、水温躍層が形成される時期に低下し、循環期には回復する傾向がみられる。
- 貯水池内の植物プランクトンは、細胞数が少ないレベルで推移している。
- 貯水池内表層のカビ臭物質（2-MIB）は、平成27年8月（2015.8）に既往最大濃度まで上昇した。
- 調査結果を整理し、カビ臭物質の発生原因・要因と対策（表層取水＋増量放流）について検討し、平成29年度（2017）に予防運用の案を策定した。
- カビ臭が発生する原因の調査結果に基づき、平成30年度（2018）から関係機関の協力により、カビ臭予防運用を試行し、カビ臭物質の発生を抑制する効果を得ている。
- カビ臭物質発生以外の富栄養化の問題は生じていない。

### ◆今後の方針

- 水質調査計画に基づき、調査・監視を継続し、良好な水質を維持管理していく。
- SS・濁度や貯水池内底層のDOの変化については、今後も注視する。
- カビ臭物質については、今後も調査を継続するとともに、予防運用を実施し、発生状況に応じて適切な対策を講じていく。