

# 第 5 回

## 木曽川水系連絡導水路環境検討会

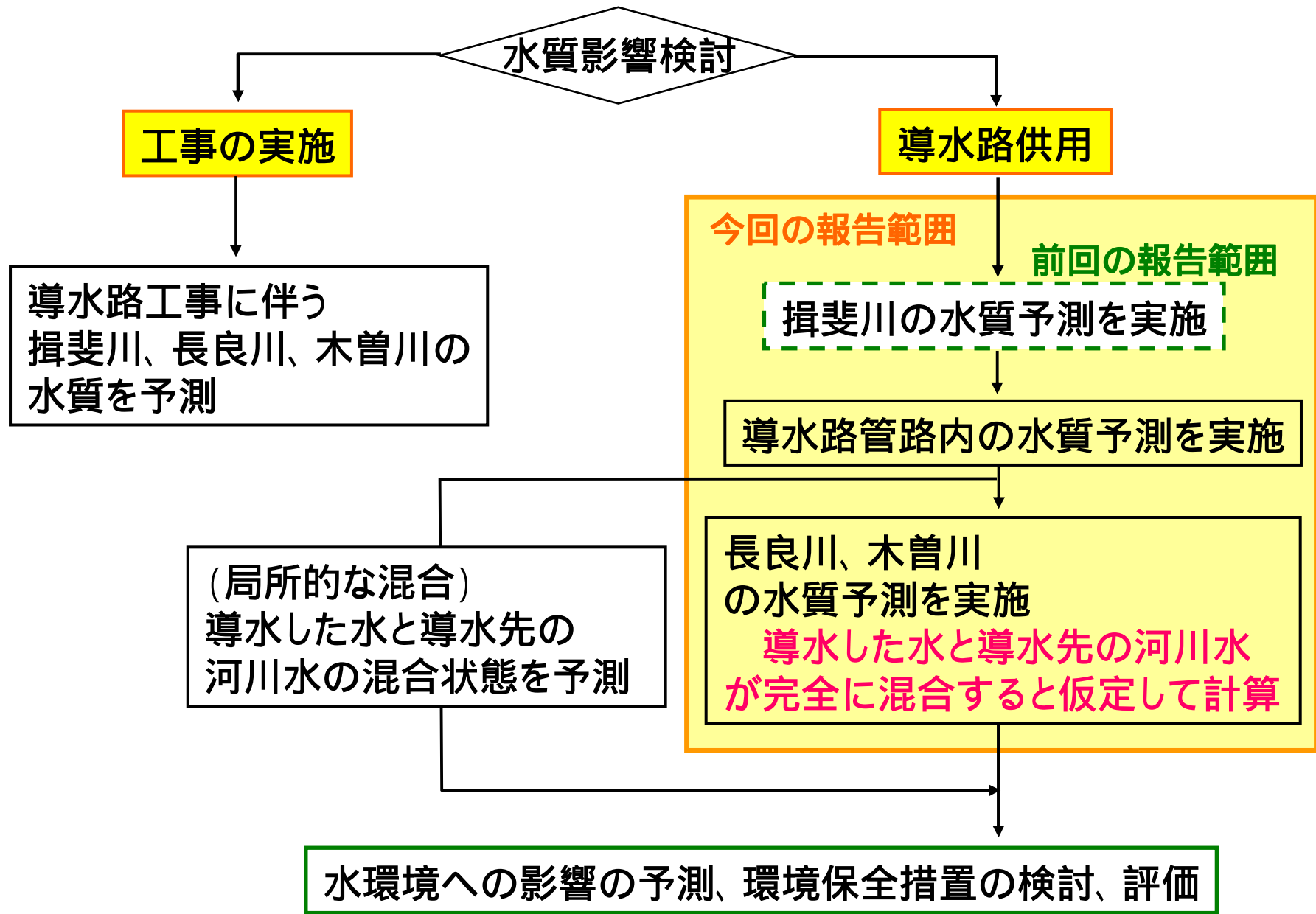
### 予測結果の速報（水質）

- 1 . 水質予測の概要
- 2 . 運用条件
- 3 . 水質予測結果

平成20年7月14日

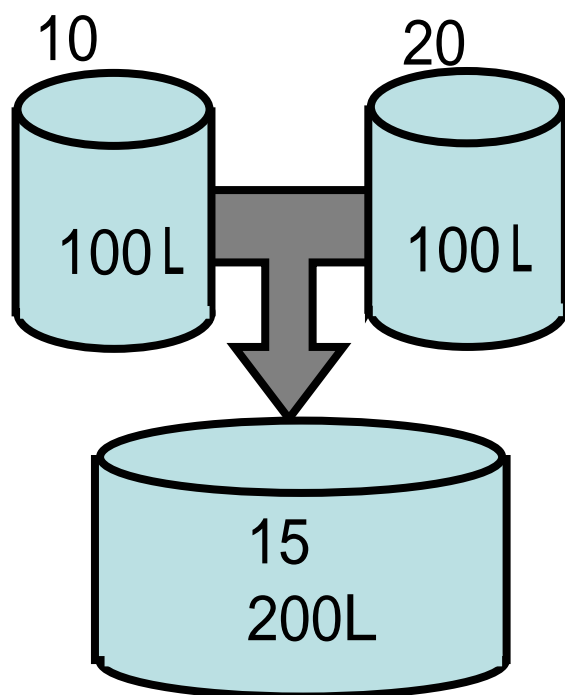
# 1 .水質予測の概要

# 水質影響検討フロー図



今回の水質予測は導水路から放流される水と河川水が、すぐに完全混合することを前提としています

## 完全混合のイメージ



10 と20 の水それぞれ100L  
を混ぜると15 となる

ただし…

実際には、導水放流後の流  
下の過程において混合してい  
くものと考えられます

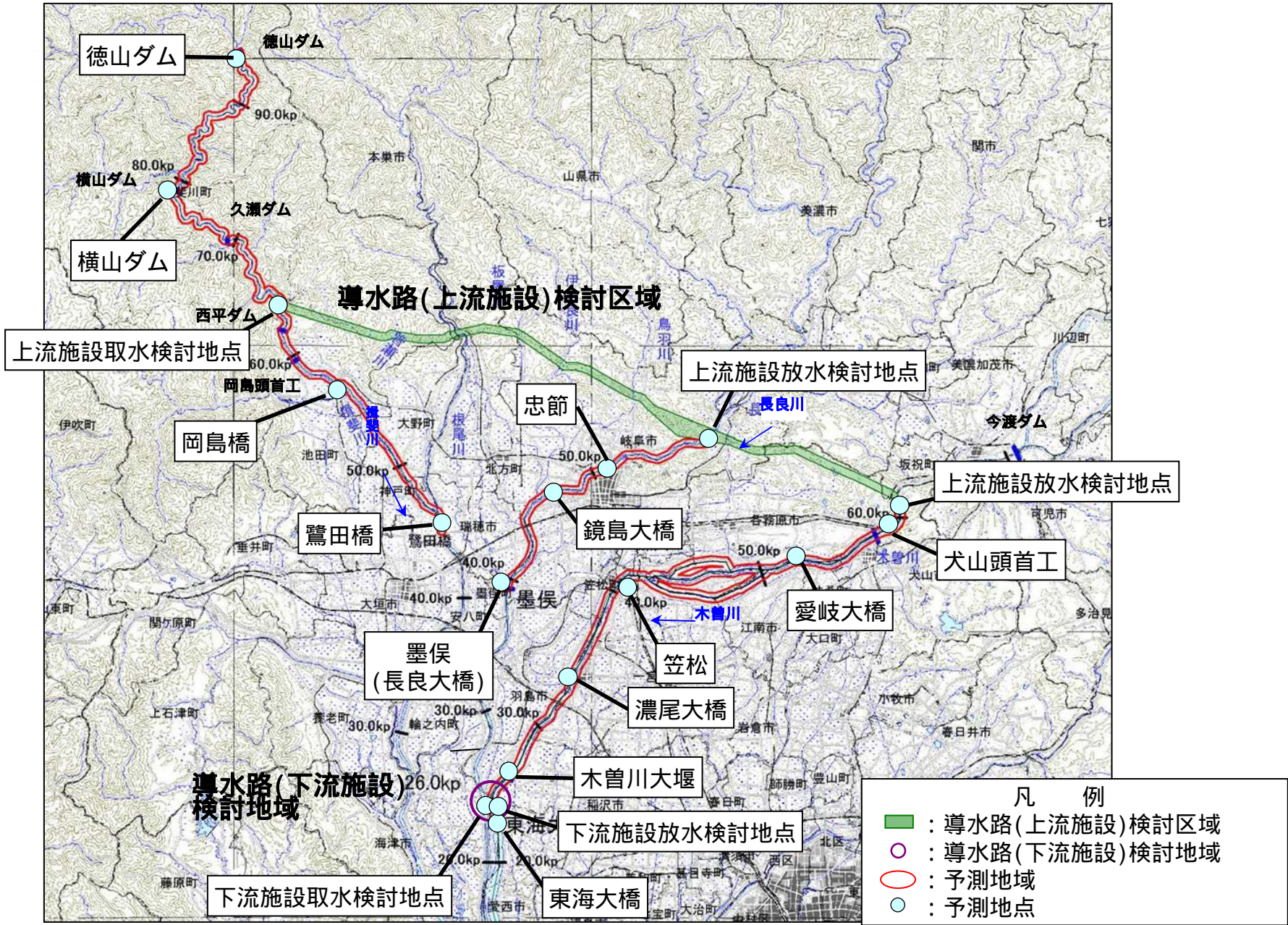
このため…

放水地点付近では局所的に  
導水の水が支配的になること  
が考えられます(例えば、局所  
的に水温が低いなど)

今後、放水地点付近の地形、  
流速、流向等の調査結果をも  
とに流水混合(局所的な混合)  
の水質予測と評価を実施しま  
す

# 予測地域と予測地点

予測結果の速報 (水質)



# 予測手法

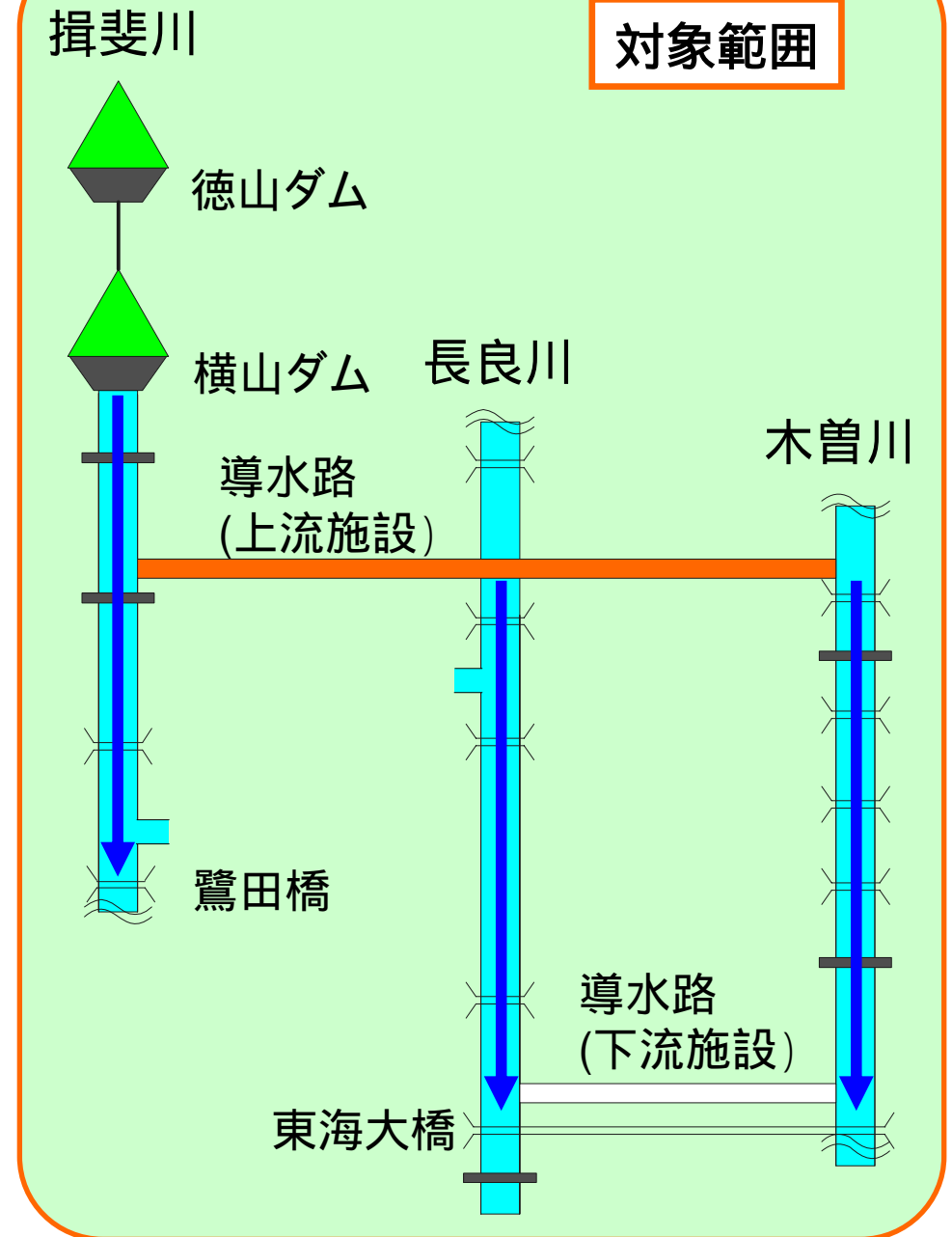
予測対象	予測手法	予測項目
徳山ダム 横山ダム	貯水池水質 予測モデル	水温、SS BOD
揖斐川 長良川 木曽川	河川水質 予測モデル	水温、SS BOD
導水路	導水路水質 予測モデル	水温 DO
	事例の引用	pH

導水路(下流施設)は延長が短いため、  
水温・水質の変化は考えない

導水路水質予測モデルでは、導水路内で  
SS、BODが増加することがないため、SS、  
BODを予測項目としない

予測結果の速報(水質)

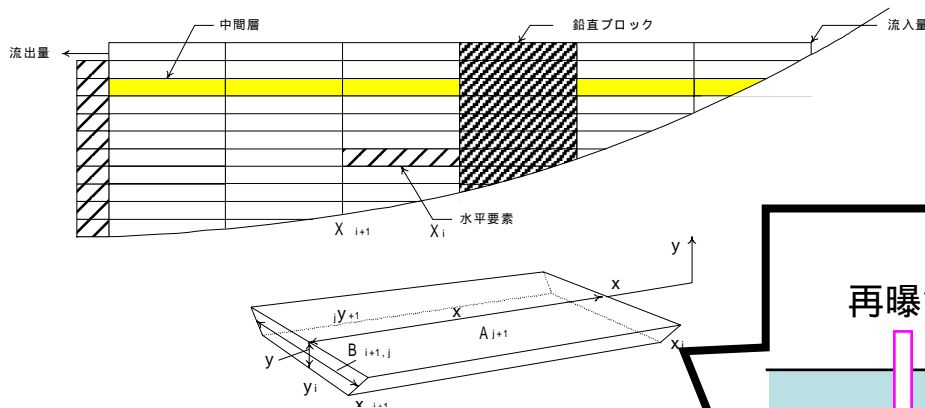
対象範囲



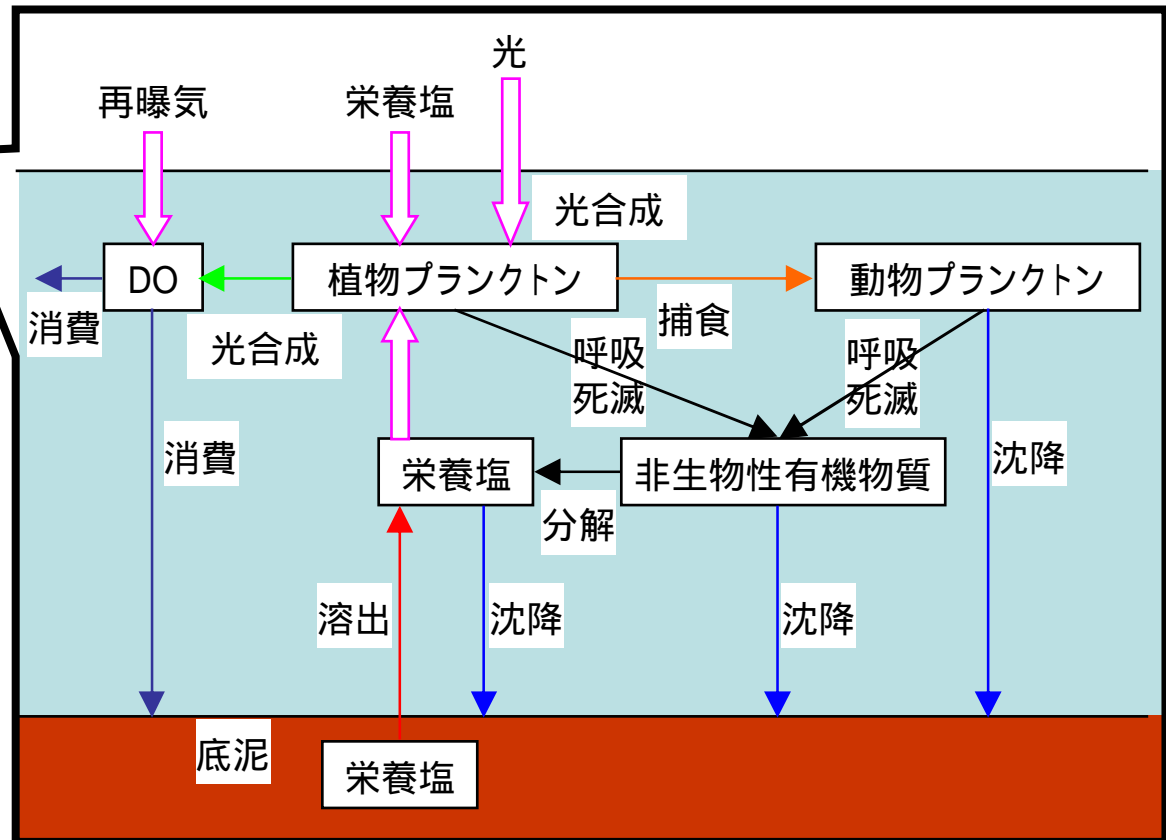
# 予測手法(貯水池水質予測モデル)

【徳山ダムと横山ダムの水質予測】

**鉛直方向、流れ方向の二次元モデル**により水温、水質を予測



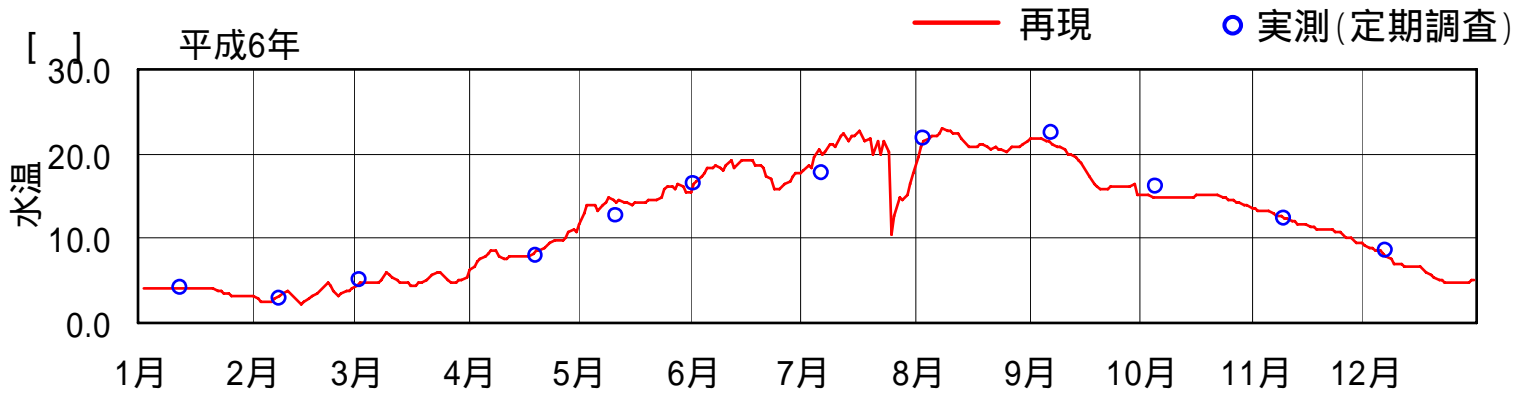
鉛直二次元モデル概念図



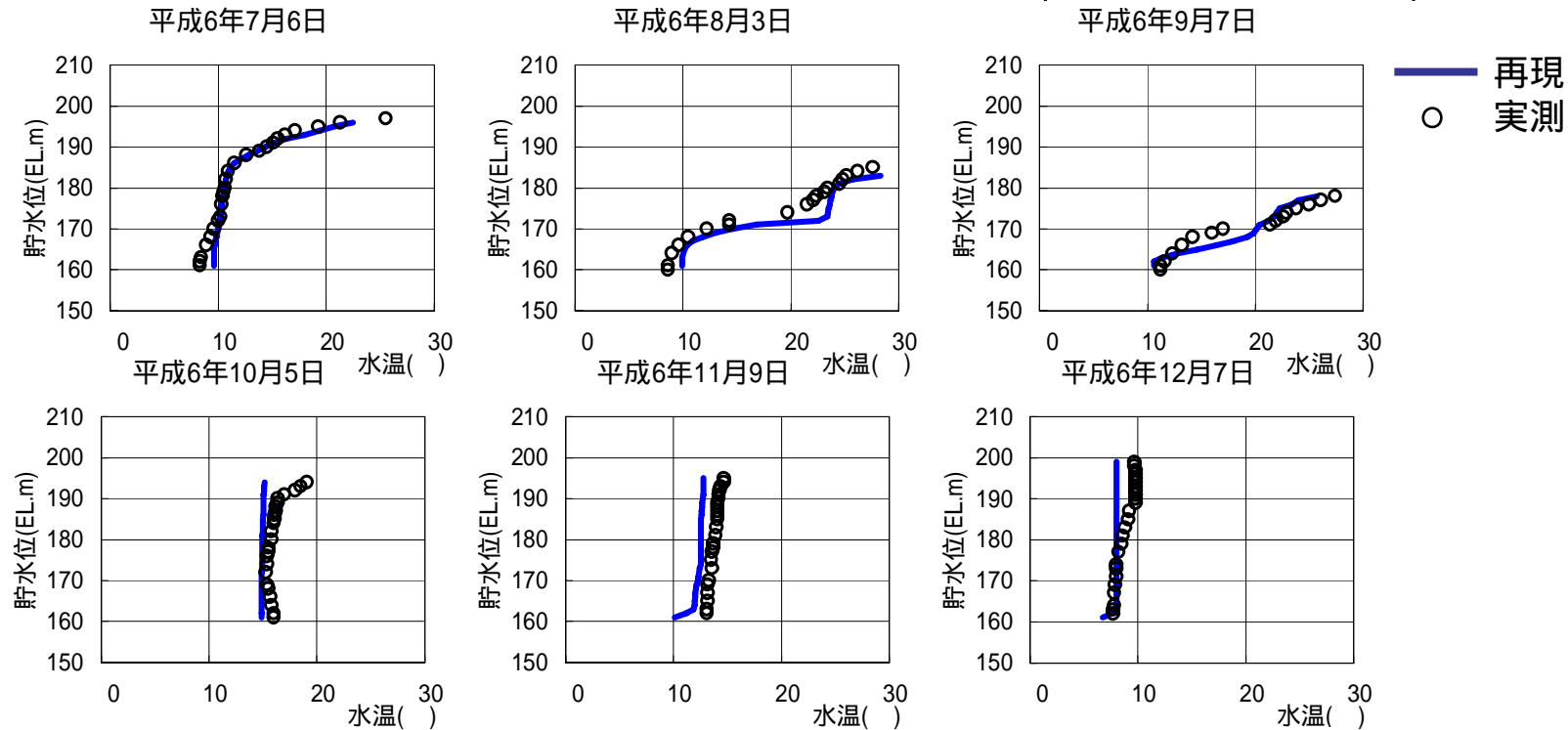
# 貯水池モデル検証結果

予測結果の速報(水質)

## 横山ダム放流水の水温の再現結果(平成6年の例)



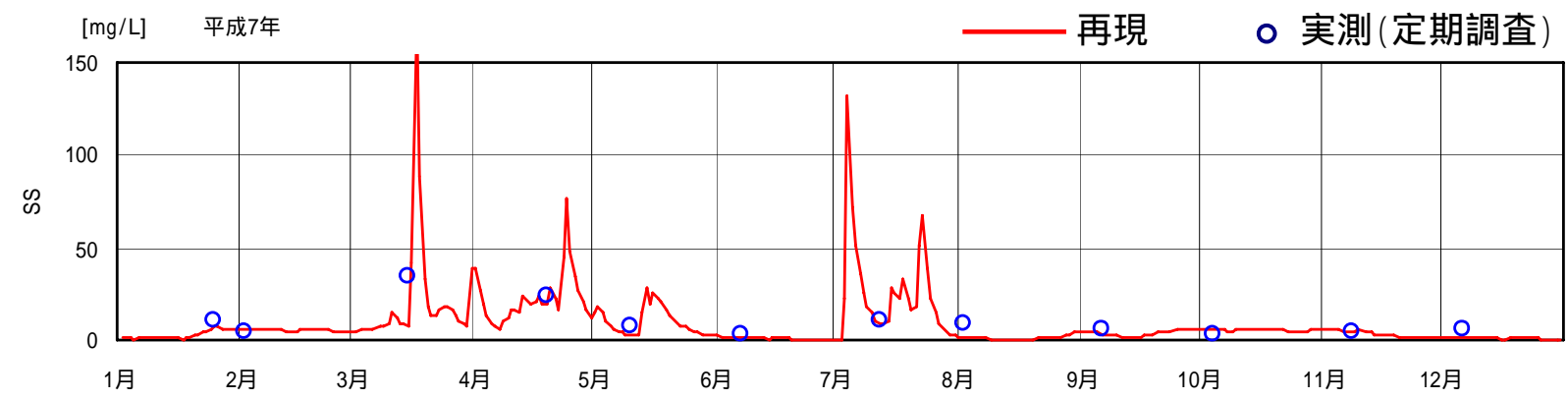
## 横山ダムの水温鉛直分布の再現結果(平成6年の例)



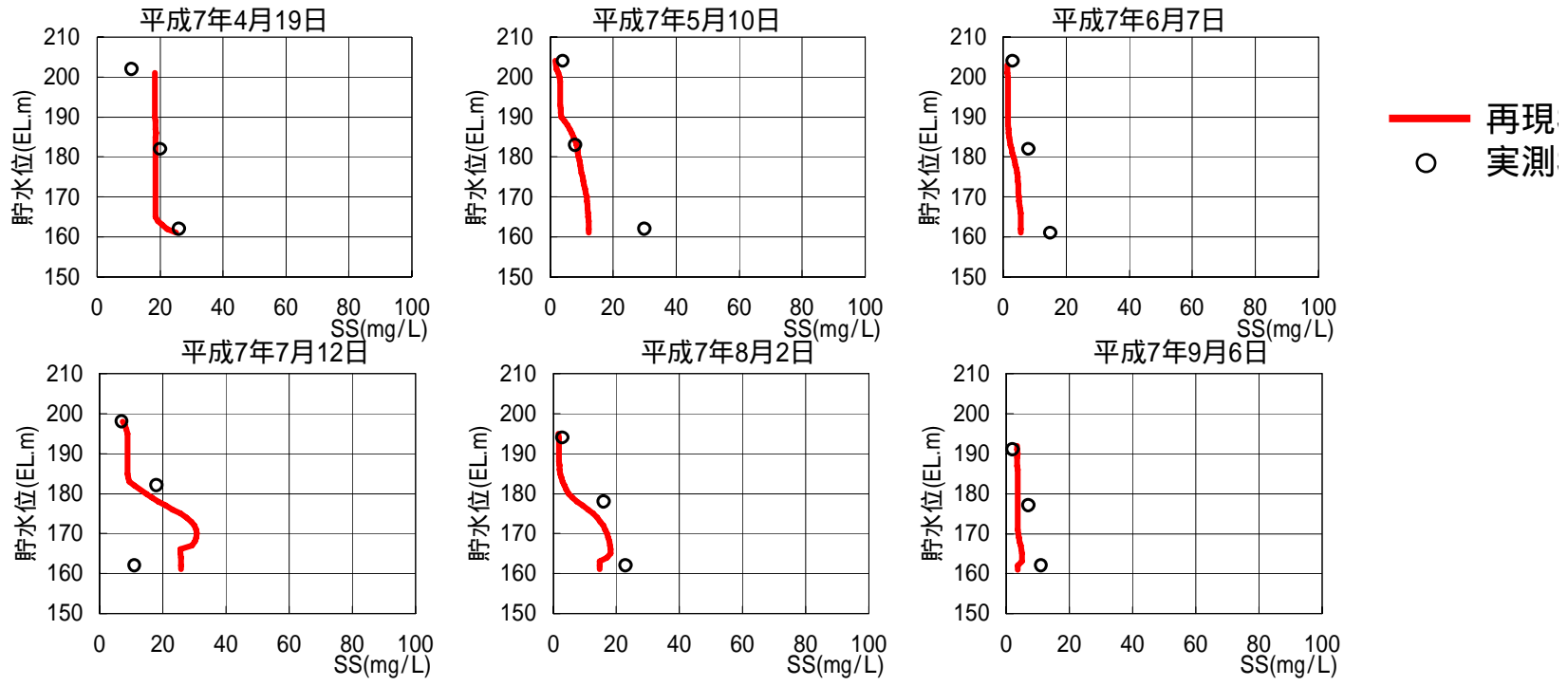


# 貯水池モデル検証結果

## 横山ダム放流水のSSの再現結果(平成7年の例)



## 横山ダムのSS鉛直分布の再現結果(平成7年の例)



# 予測手法(河川水質予測モデル)

河川水質予測モデルは以下をモデル化して、河川地点の水温、水質を予測

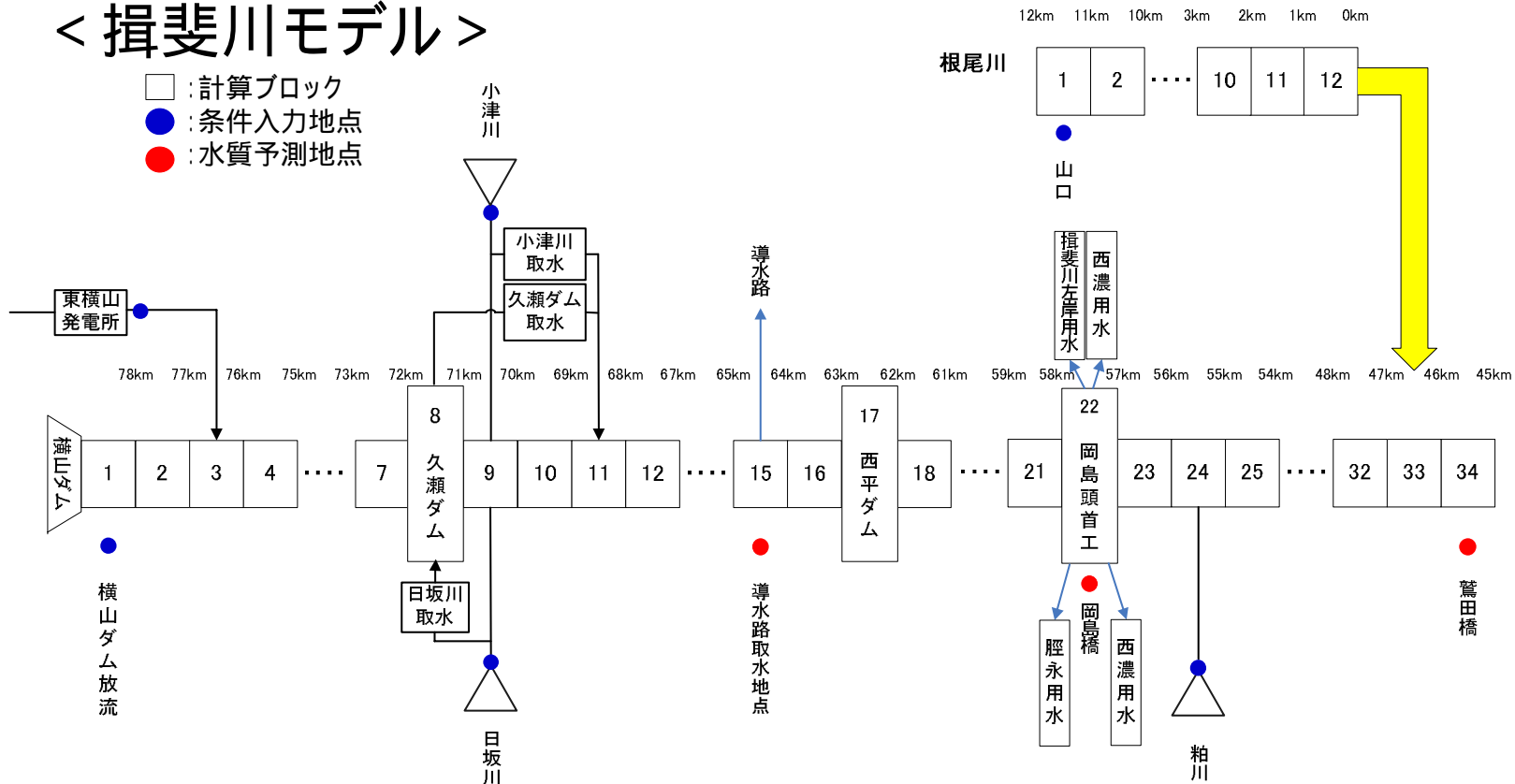
支川等の合流による流量の増加と水質混合

取水による流量と負荷量の減少

日射等の熱収支による流下過程での水温変化

沈降や自浄作用による水質の変化

## < 揖斐川モデル >

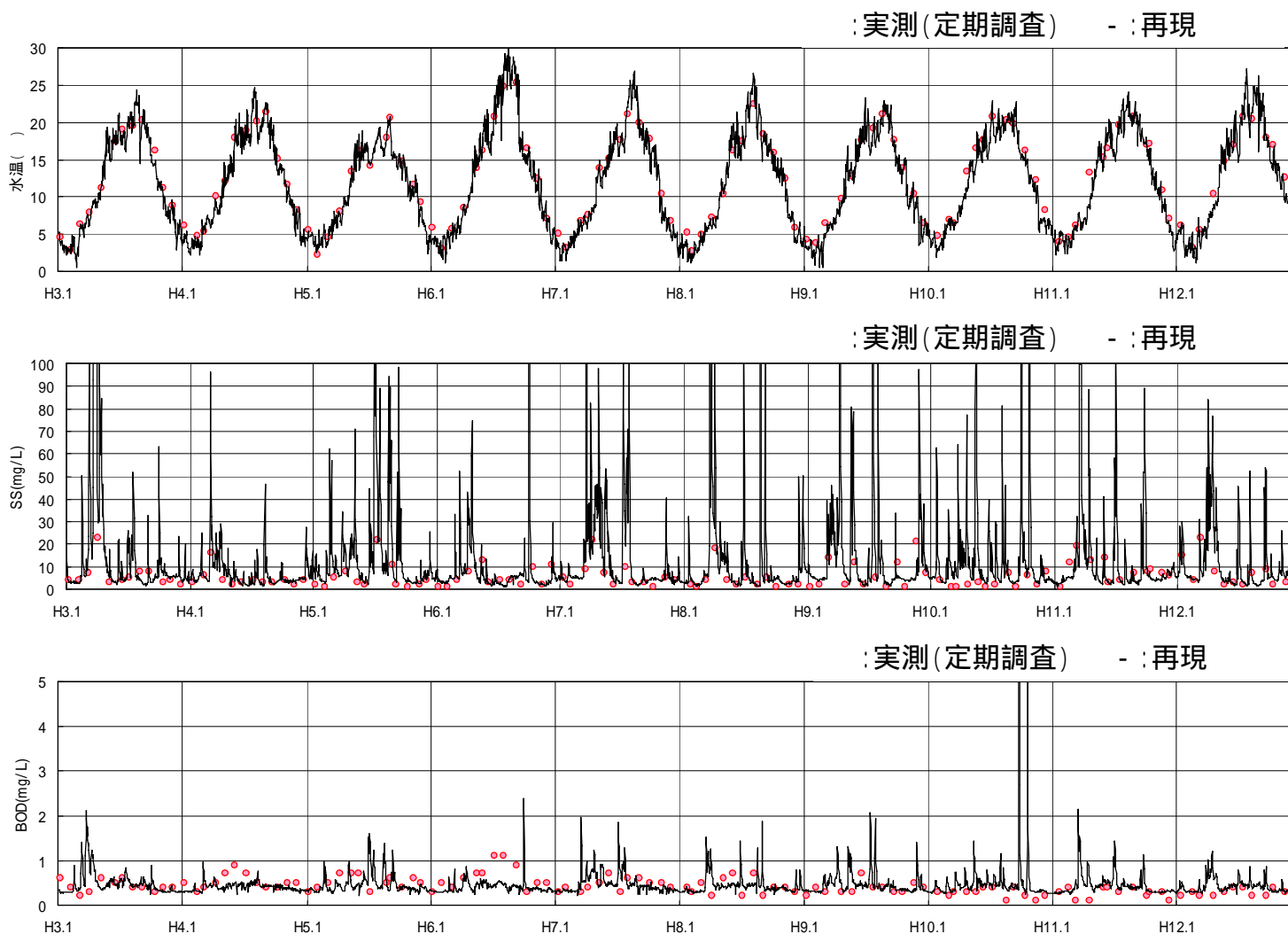


# 河川水質予測モデル検証結果(揖斐川)

予測結果の速報(水質)

< 岡島橋地点の再現結果 >

河川水質予測モデルを用いて、平成3～12年の状況(徳山ダムなし)を再現

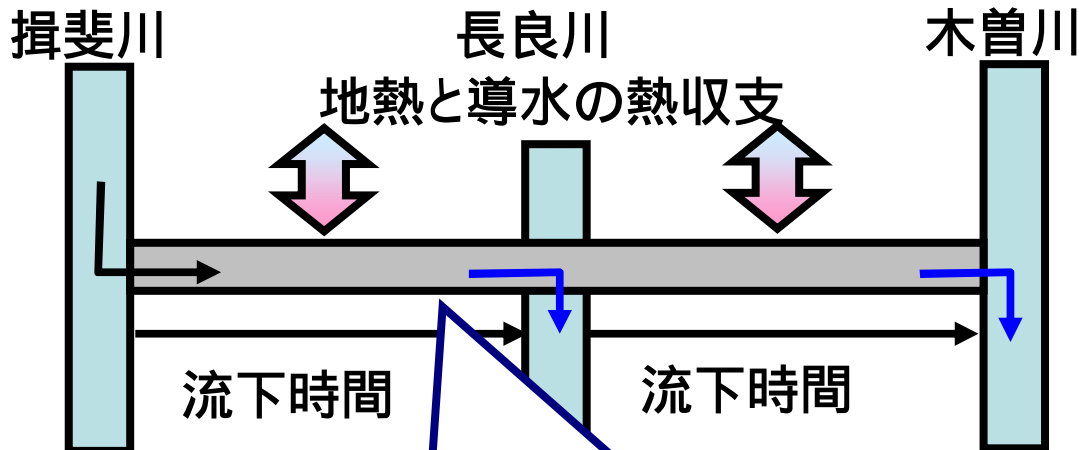


# 予測手法 (導水路水温変化)

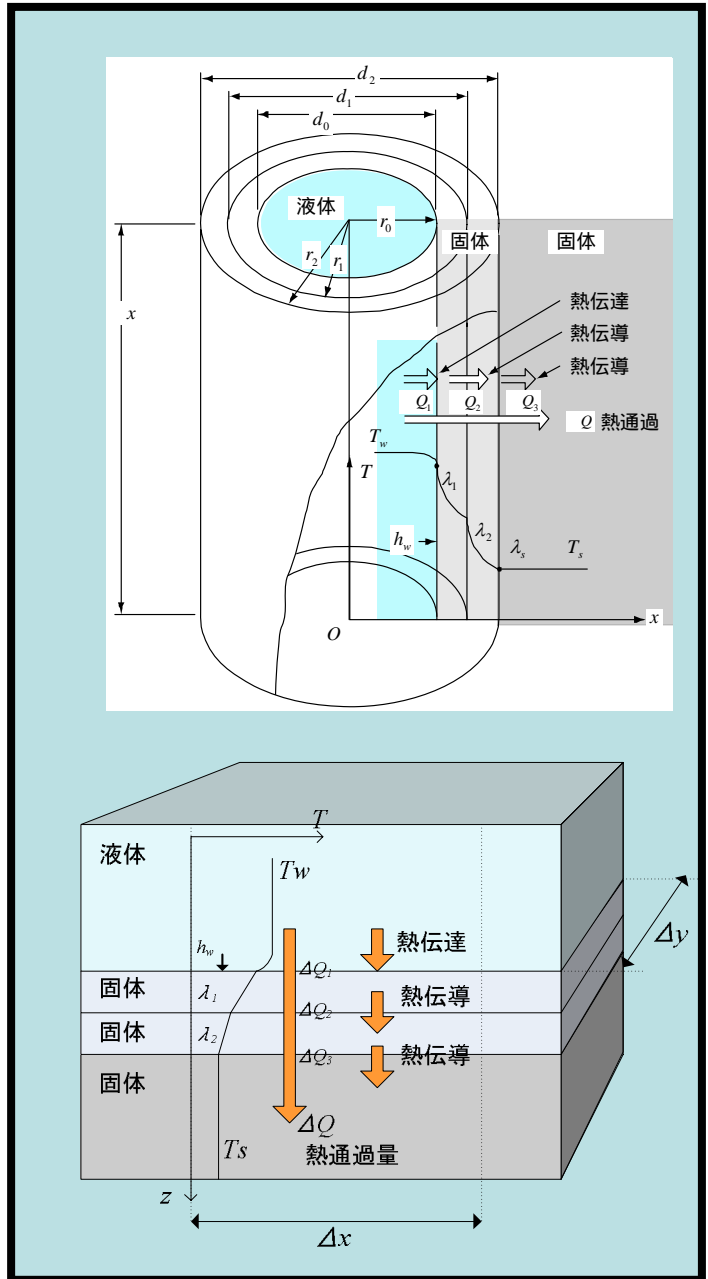
予測結果の速報 (水質)

導水路内での水温変化は以下をモデル化して、長良川、木曽川への導水放流水温を予測

- 地温と流水の熱収支 (コンクリート管を考慮)
- 導水量による流下時間の変化
- 導水取水水温は揖斐川での予測水温
- 地温は16 と想定

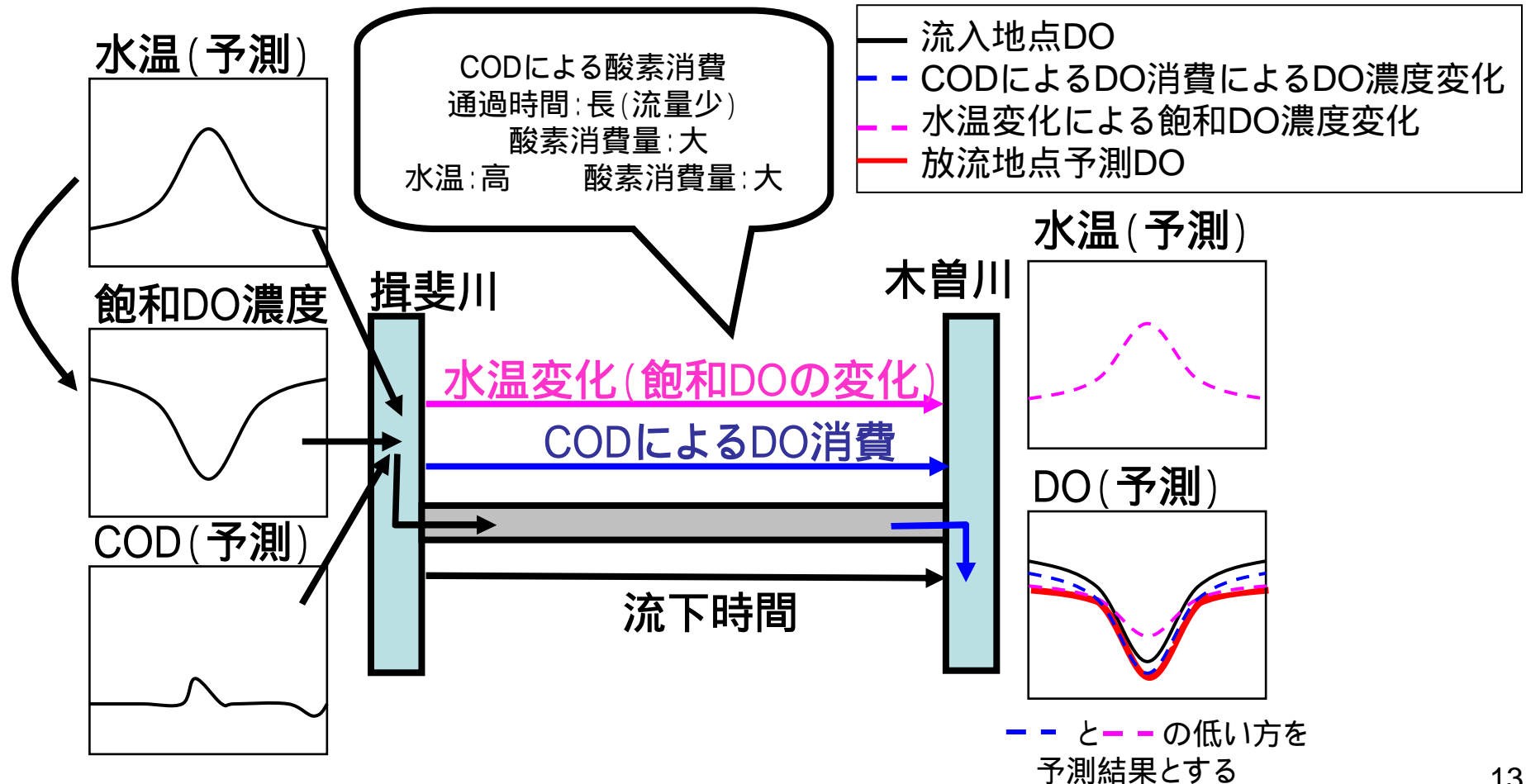


導水路内の通過時間  
 長い (流量少) 水温変化: 大  
 短い (流量多) 水温変化: 小



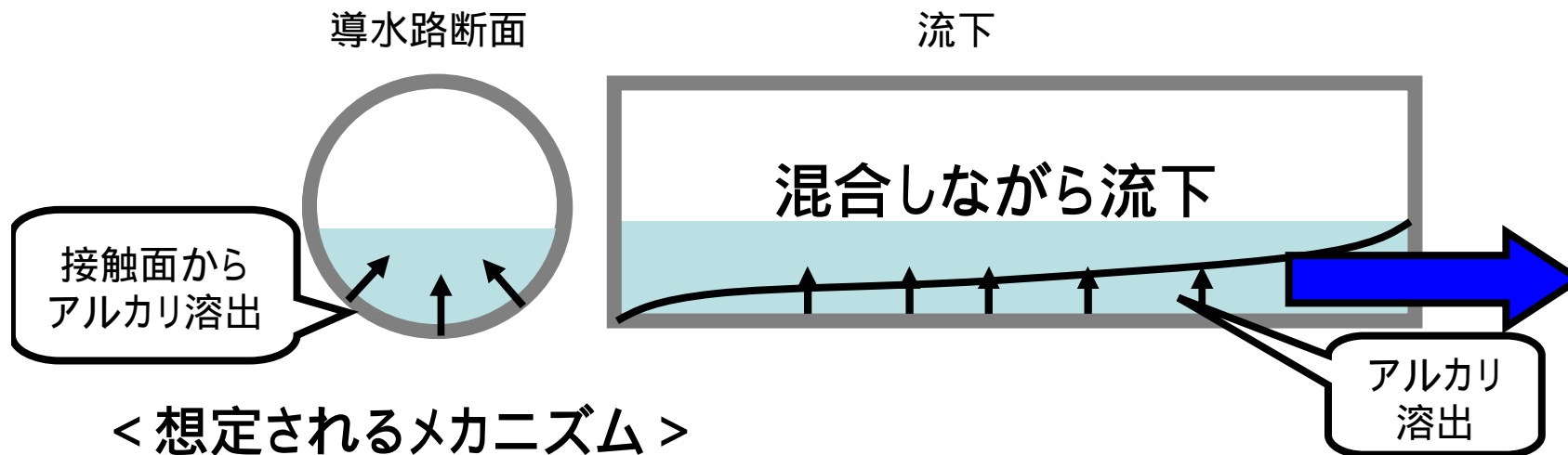
# 予測手法(導水路DO変化)

導水路流下中のCODによる酸素消費と、水温変化による飽和DO濃度を考慮して、導水路放流DOを予測



連絡導水路は、コンクリート水路である

運用直後では、コンクリートからアルカリ物質が溶出することで、導水路流下中にpHが上昇する可能性が考えられる



< 想定されるメカニズム >

コンクリート表面からのアルカリ物質の溶出

コンクリートに接する面の水のpHが上昇

流下過程で流水全体のpHが上昇

コンクリートと水の接触面積、接触時間、溶出速度および水量によりpH変化が決まると考えられる

**具体的な知見(解析モデル)がない 事例の引用**

## 2 . 運用条件

# 運用条件について

**通常時**  
 長良川:  $0.7\text{m}^3/\text{s}$ (利水補給)  
 木曽川: 「上流施設」  $3.3\text{m}^3/\text{s}$ (利水補給)  
           「下流施設」  $0.7\text{m}^3/\text{s}$ (利水補給)

## 渇水時

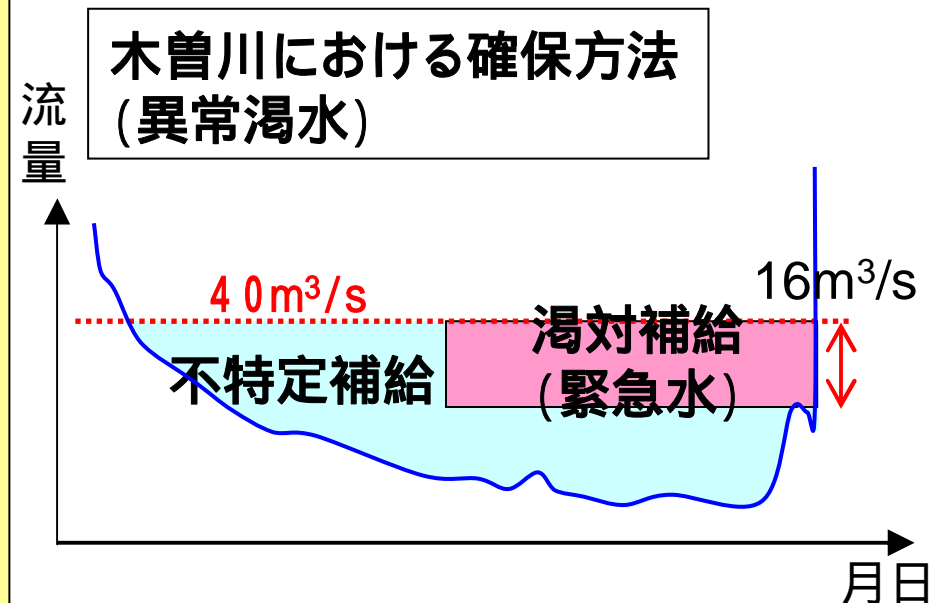
長良川:  $4.0\text{m}^3/\text{s}$ (渇対補給) +  $0.7\text{m}^3/\text{s}$ (利水補給)  
 木曽川: 「上流施設」  $12.0\text{m}^3/\text{s}$ (渇対補給) +  $3.3\text{m}^3/\text{s}$ (利水補給)  
           「下流施設」  $4.0\text{m}^3/\text{s}$ (渇対補給) +  $0.7\text{m}^3/\text{s}$ (利水補給)

## 導水開始条件

木曽川上流の阿木川ダム、味噌川ダム、新丸山ダムの新規利水容量及び不特定容量に係る貯水量が50%を下回った場合

木曽成戸地点の流量が $40\text{m}^3/\text{s}$ を下回った場合

上記の条件を共に満たした場合に導水開始





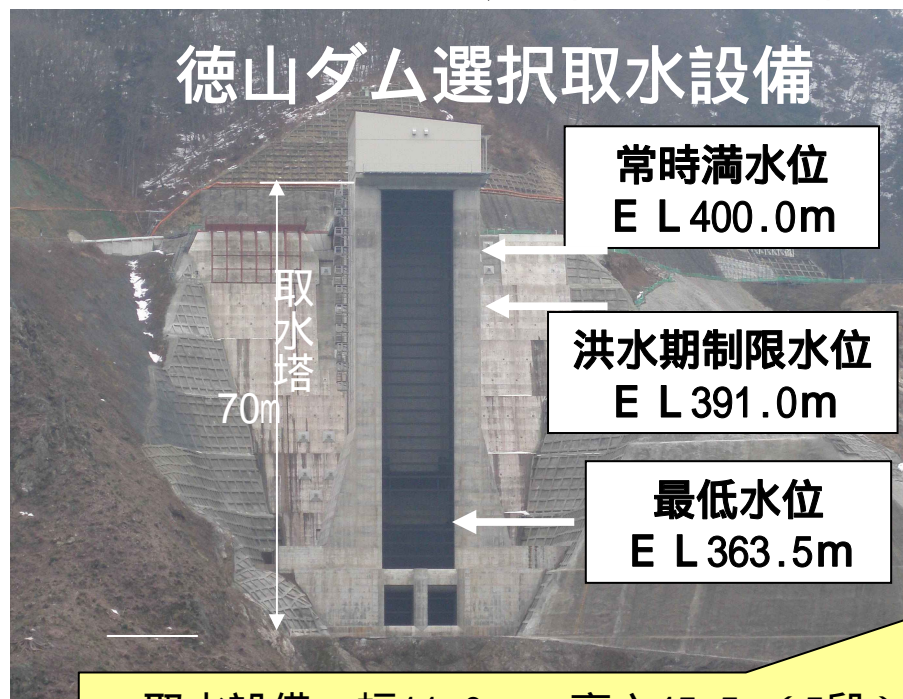
# 徳山ダムの選択取水運用

徳山ダムでは任意の水深からの取水が可能な選択取水設備を設置している  
運用においては、貯水池の中でできるだけ流入河川に近い水温の水を取水する

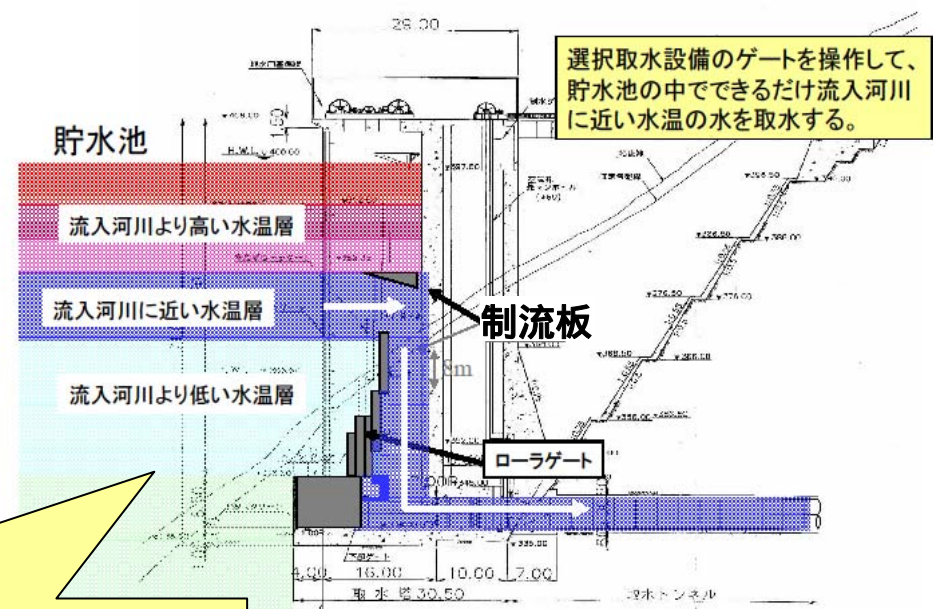
6月～2月： 等流入水温層取水

3月～5月： 表層取水

上記を基本とし、異常渇水時には柔軟に対応する



◇選択取水設備の運用方法(概念図)



取水設備 幅11.0m × 高さ45.5m (5段)

5段のゲートが上下し、ダム鉛直方向の任意の水深の放流が可能

湛水中(H18.10)

# 横山ダムの選択取水運用

横山ダムには**表層取水設備**が設置されている  
 水温、濁りに配慮し、**5～9月は水温が高く、濁りが低い表層から取水**している

## 横山ダム取水設備運用条件(現状)

表面取水設備(発電、最大取水量129m<sup>3</sup>/s)

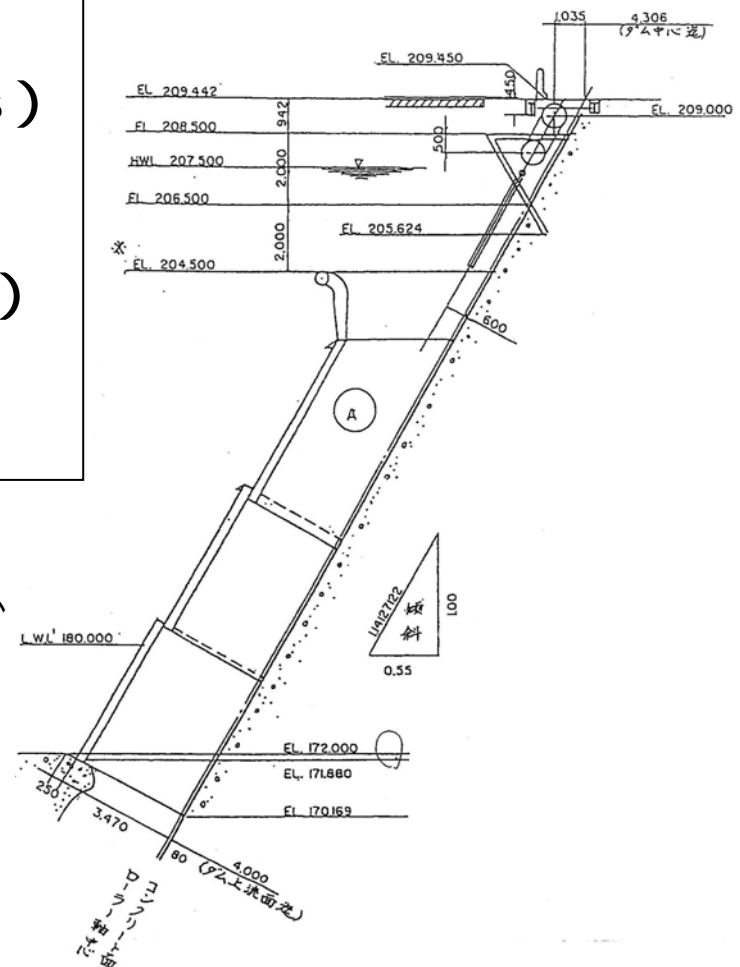
・5月～9月

EL.190m 水位 表面取水(取水深3m)

水位 < EL.190m 下部取水(取水位置 172m)

・10月～4月

下部取水(取水位置 172m)



## 横山ダムのこれからの運用

・横山ダムでは、現在、表層取水設備を改良し、任意層での取水が可能な選択取水設備を検討しています

・但し、将来の運用が決まっていないため、今回の水質予測は現行運用のものとして

# 3 . 水質予測結果

## 導水路運用前とは

徳山ダム完成後で、かつ、連絡導水路が建設されていない状態での水運用を示す  
(徳山ダムからは、揖斐川への利水・湧水対策補給等を想定した水運用となっている)

## 導水路運用後とは

徳山ダム完成後で、かつ、連絡導水路供用後の状態での水運用を示す (徳山ダムからは、揖斐川のみならず長良川・木曾川への利水・湧水対策補給等を想定した水運用となっている)

# 予測結果(揖斐川水温:平成6年)

予測結果の速報(水質)

## <水温予測結果(平成6年:異常渇水年)>

ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す

[徳山ダム地点]

導水運用により水温が低下する場合がある

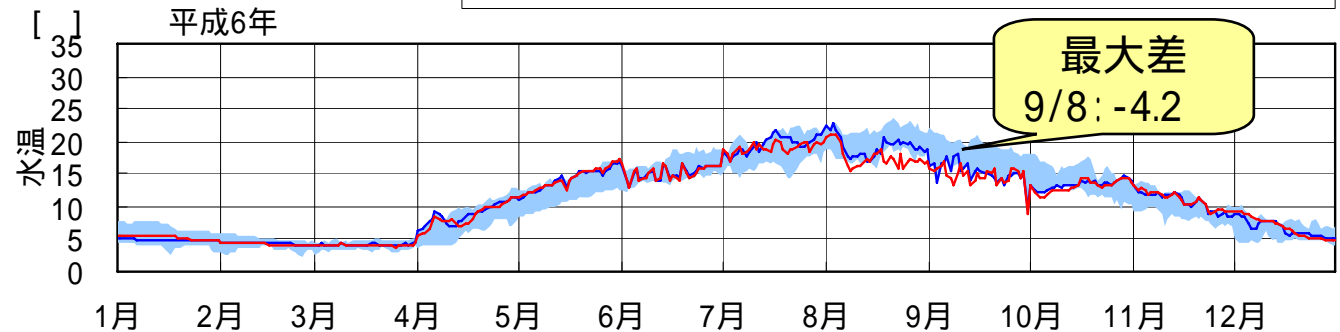
[横山ダム地点]

導水運用により水温が低下する場合がある

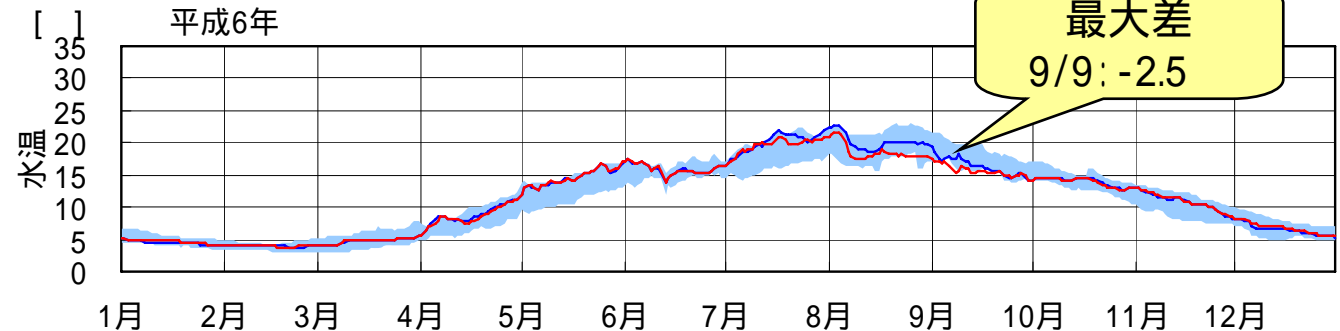
[上流施設取水検討地点]

導水運用により水温が低下する場合があるが、異常渇水時に流量が少なく、導水前の水温が高いため、低下による影響は小さいと考えられる

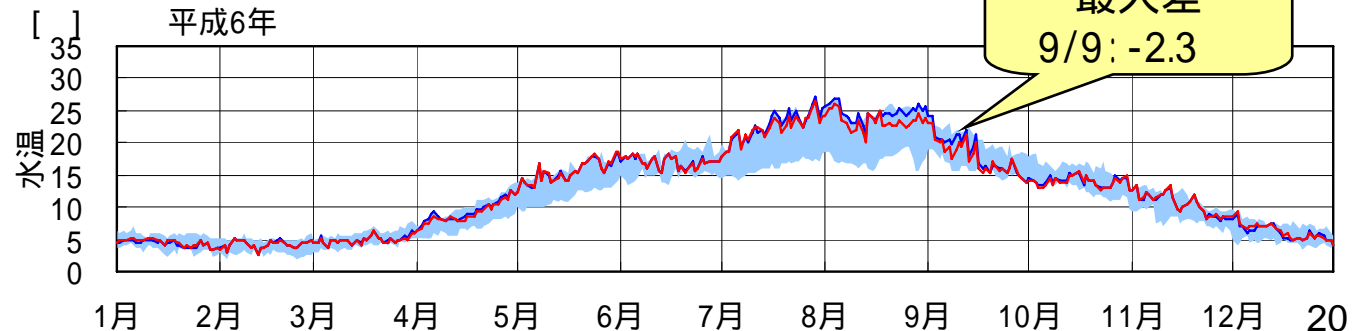
### 【徳山ダム地点】



### 【横山ダム地点】



### 【上流施設取水検討地点(西平ダム)】



# 予測結果(揖斐川SS:平成10年)

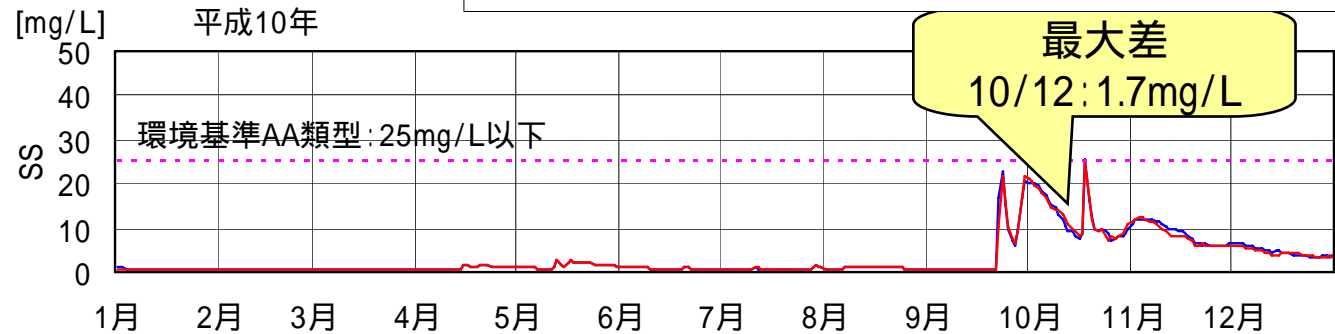
予測結果の速報(水質)

## <SS予測結果(平成10年:出水年)>

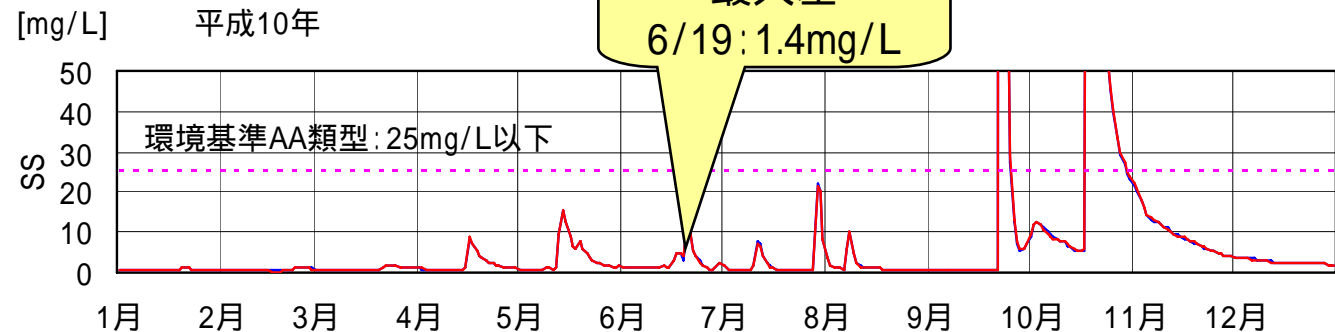
ここでは、出水年である平成10年を示す

各地点とも導水運用によるSS変化は小さいと予測される

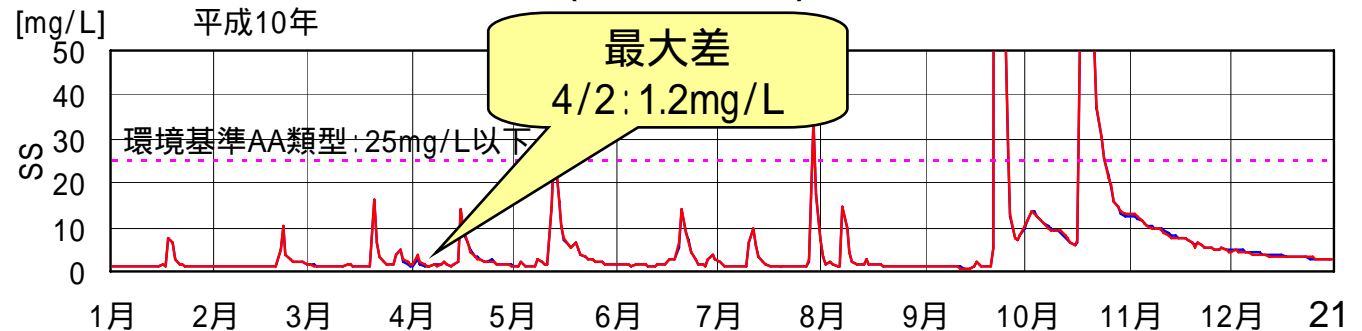
### 【徳山ダム地点】



### 【横山ダム地点】



### 【上流施設取水検討地点(西平ダム)】



最大差: 導水運用前SSが環境基準値以下の期間を対象

# 予測結果(揖斐川BOD:平成6年)

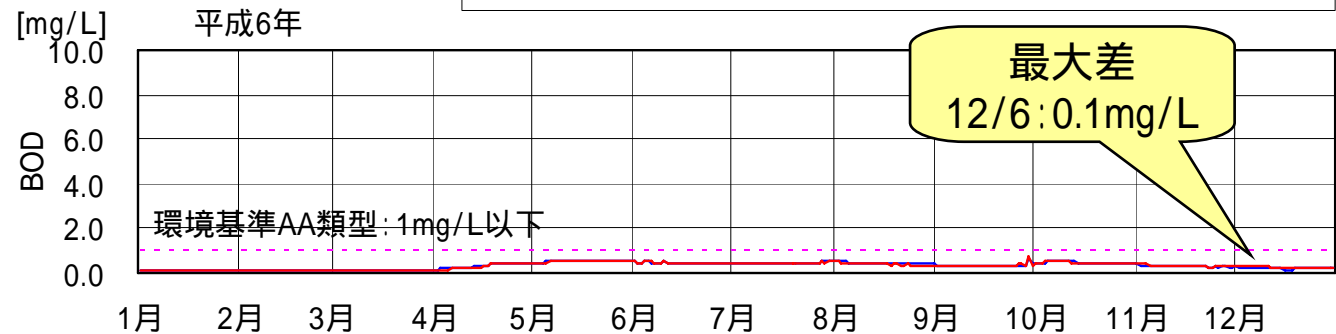
予測結果の速報(水質)

## < BOD予測結果(平成6年:異常渇水年) >

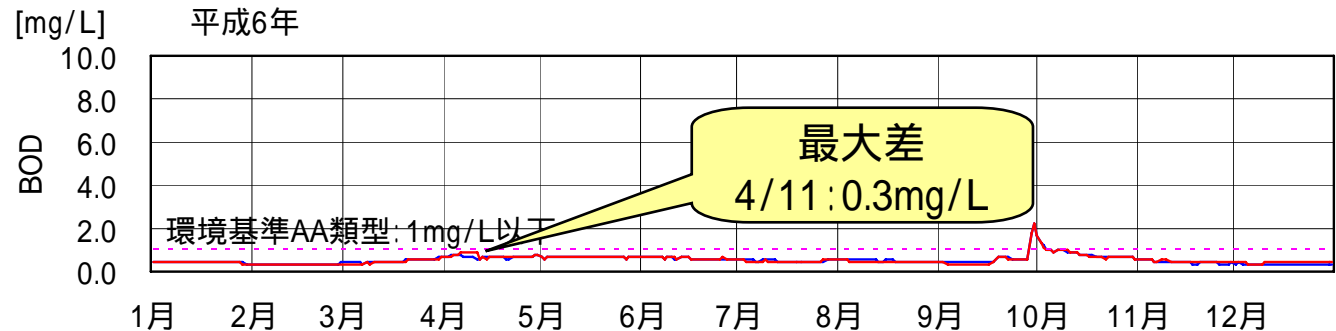
ここでは、異常渇水年である平成6年を示す

各地点とも導水運用によるBOD変化は小さいと予測される

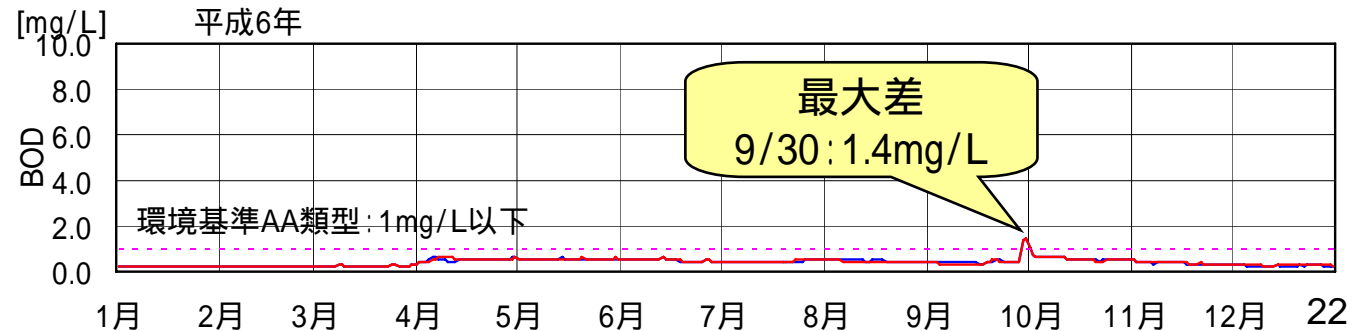
### 【徳山ダム地点】



### 【横山ダム地点】



### 【上流施設取水検討地点(西平ダム)】



# 予測結果(揖斐川の水質縦断変化)

予測結果の速報(水質)

## 徳山ダム地点の導水運用前後の水溫・水質差が最も大きい日の水質縦断変化

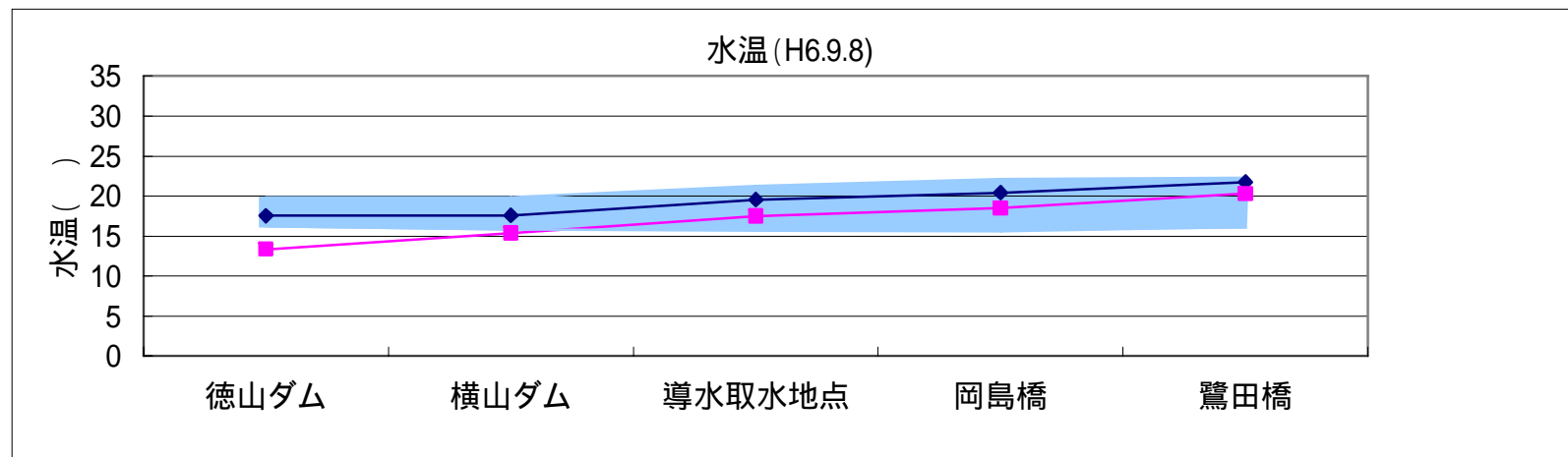
### < 水溫 >

徳山ダム地点で水溫差が最も大きい平成6年9月8日の縦断変化を示す  
流下に従い水溫が上昇

徳山ダムでの水溫差は流下に伴い小さくなる

導水運用後の水溫は導水前に比べて低下するが、平成6年9月8日は異常湯水時であるため、揖斐川の流量が少なく、導水取水地点においては水溫が高いことから、導水に伴う水溫の低下による影響は小さいと考えられる

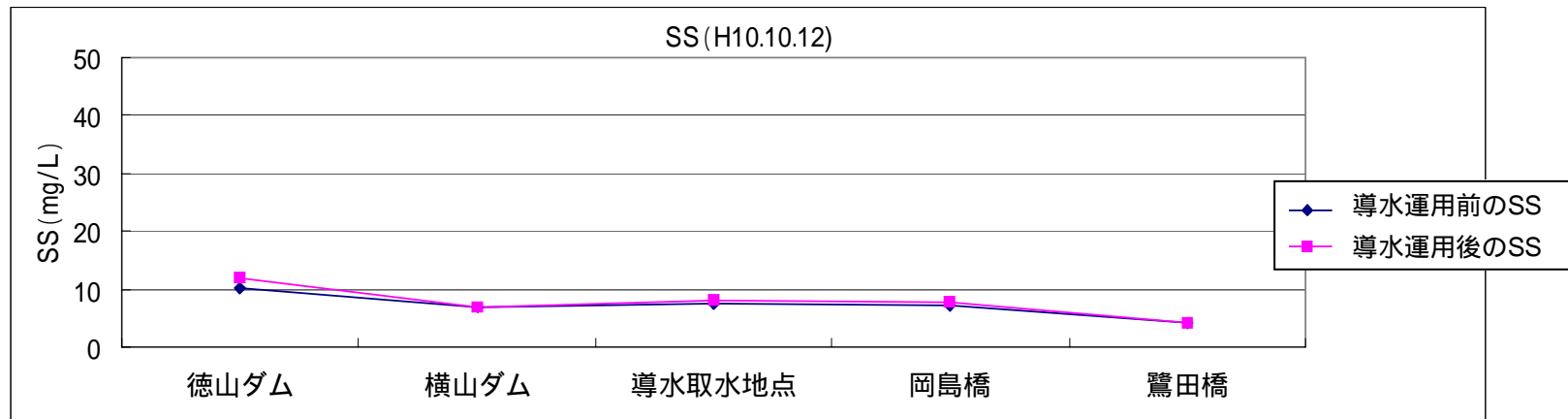
— 導水運用後の水溫 — 導水運用前の水溫 ■ 10カ年変動幅



# 予測結果(揖斐川の水質縦断変化)

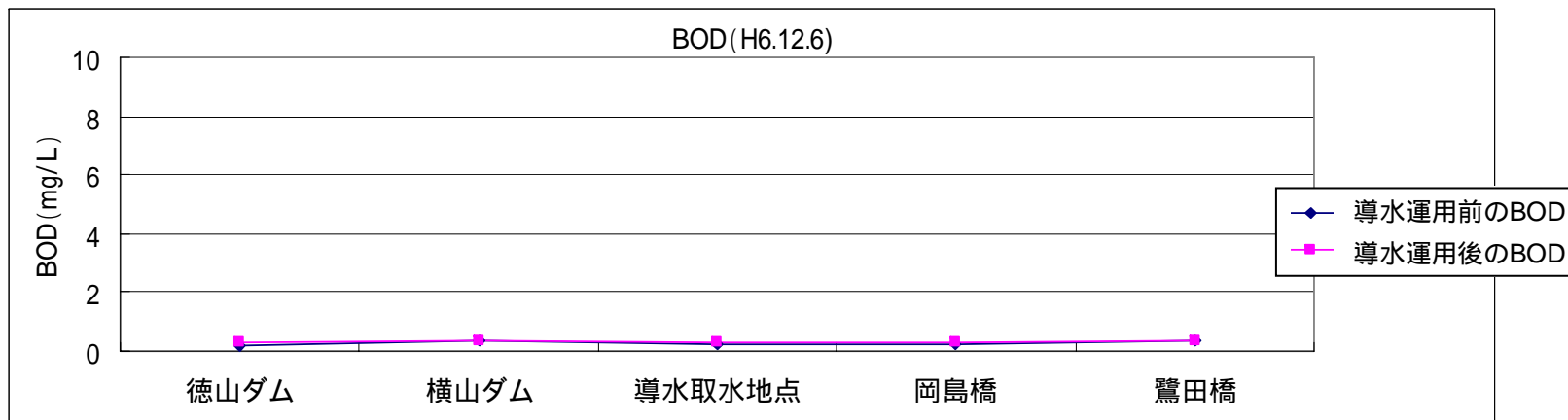
## < SS >

徳山ダム地点でSS差が最も大きい平成10年10月12日の縦断変化を示す  
横山ダム下流ではSSの縦断的な変化はほとんどない



## < BOD >

徳山ダム地点でBOD差が最も大きい平成6年12月6日の縦断変化を示す  
横山ダム下流ではBODの縦断的な変化はほとんどない





# 予測結果(導水路内での水温変化)

## < 予測結果(平成6年:異常渇水年) >

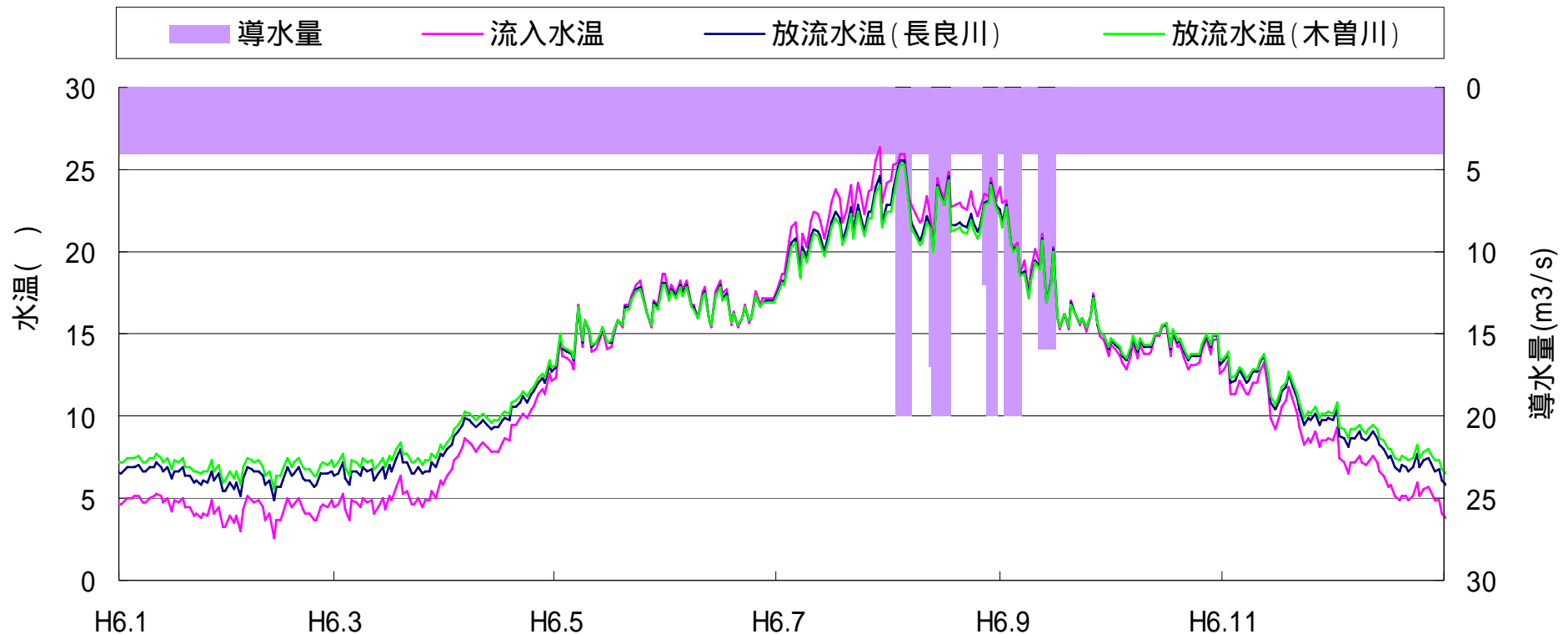
ここでは、異常渇水年である平成6年を示す

地温は16 で一定と仮定している

冬季は導水路内で温められるため、水温は上昇する

逆に夏季は冷やされ、水温はやや低下する

長良川より木曽川への放流の方が、導水路流下時間が長いため、水温変化がやや大きい



# 予測結果(導水路内でのDO変化:木曽川放流)

予測結果の速報(水質)

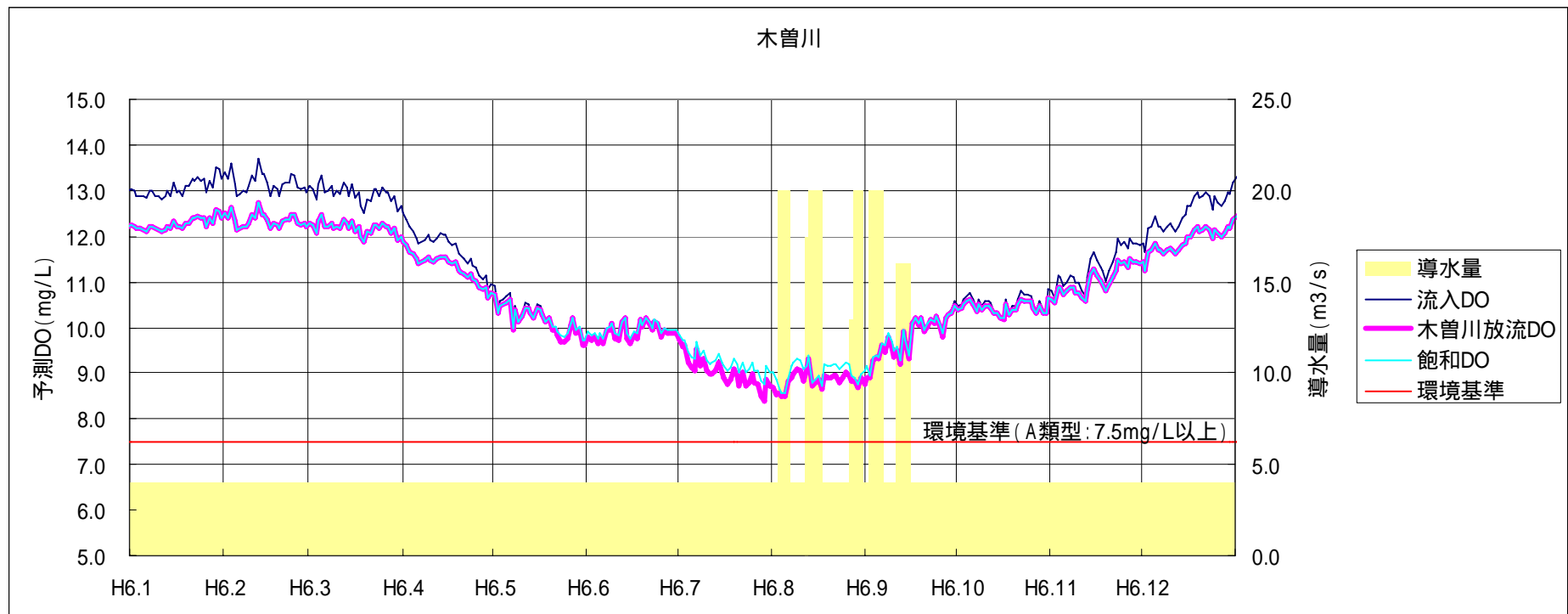
## < 予測結果(平成6年:異常渇水年) >

ここでは、異常渇水年である平成6年での木曽川への放流DO予測結果を示す

冬季は、導水路内での水温上昇が予測されることから、飽和DO濃度が低くなることから、放流DOは飽和DOと同じとなると考える

夏季には、CODによる酸素消費の影響により、飽和DOよりDO濃度が低くなると予測される

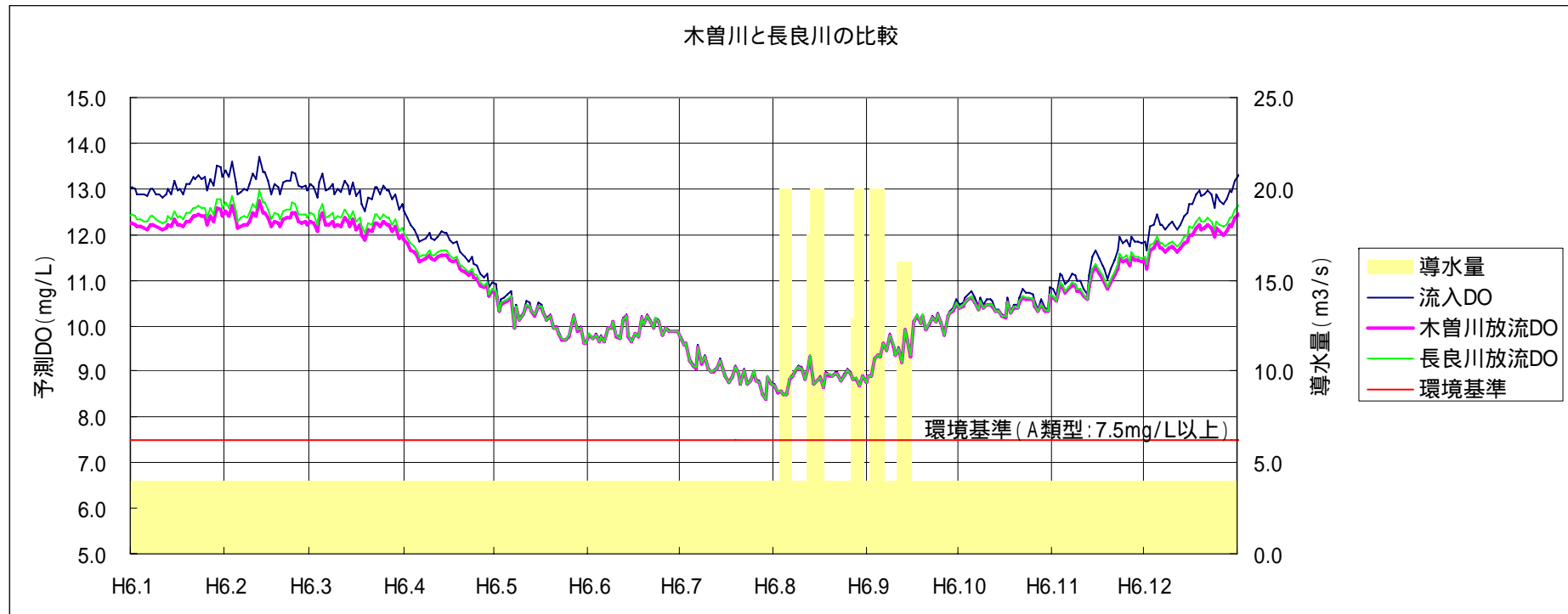
ただし、環境基準値7.5mg/L以上を下回ることはないと予測されるため、河川への影響は小さいものと考えられる



# 予測結果(導水路内でのDO変化 :木曽川、長良川比較)

## < 予測結果(平成6年:異常渇水年) >

ここでは、平成6年での木曽川、長良川への導水放流DOの予測結果を示す  
 長良川への導水は、木曽川よりも流下時間が短い  
夏季は、木曽川、長良川ともほとんど同じである



## 予測結果 (pH変化の影響)

< 導水路近傍のトンネル湧水の水質 >

大谷トンネル(H17完成)      pH: **最大8.8** (H20.1 ~ 2)

坂祝第3トンネル(H18完成)      pH: **最大8.8** (H20.1 ~ 2)

東山トンネル(H9完成)      pH: **最大7.5** (H19.4 ~ 20.2)

< 影響の可能性 >

導水路からの放流水のpHを事例の最大値である8.8と仮定して、河川での混合後のpHを予測した

【予測手法】

水素イオン濃度、水酸化物イオン濃度の混合と溶存炭酸による緩衝効果を考慮(導水と河川水の完全混合を仮定)

【予測条件】

	木曽川	長良川
	導水量比最大 (H6.9.6)	導水量比最大 (H6.8.17)
河川流量	79.1m <sup>3</sup> /s	7.74m <sup>3</sup> /s
導水量	15.3m <sup>3</sup> /s	4.7m <sup>3</sup> /s
河川pH	6.5・7.1・7.5 犬山橋実測最小・平均・最大	6.6・7.2・7.9 藍川橋実測最小・平均・最大
導水pH	8.8	

# 予測結果 (pH変化の影響)

< 影響の可能性 >

【予測結果】

導水pHが8.8(事例最大)のとき、混合後のpHは環境基準を満足する  
(環境基準6.5 ~ 8.5)

トンネル湧水の状況からも導水放流pHが8.8を上回る可能性は低いものと考えられる

導水後においても環境基準は満足でき、pHによる環境影響は小さいものと考えられる

(木曽川導水量比最大)

導水量	長良川流量	導水pH	木曽川pH	混合pH
15.3	79.1	8.8	6.5	6.7
			7.1	7.4
			7.5	7.9

(長良川導水量比最大)

導水量	長良川流量	導水pH	長良川pH	混合pH
4.7	7.74	8.8	6.6	7.2
			7.2	8.1
			7.9	8.5

■ 木曽川の最大値を上回る場合

■ 長良川の最大値を上回る場合

# 予測結果(長良川:導水前後の流量の変化)

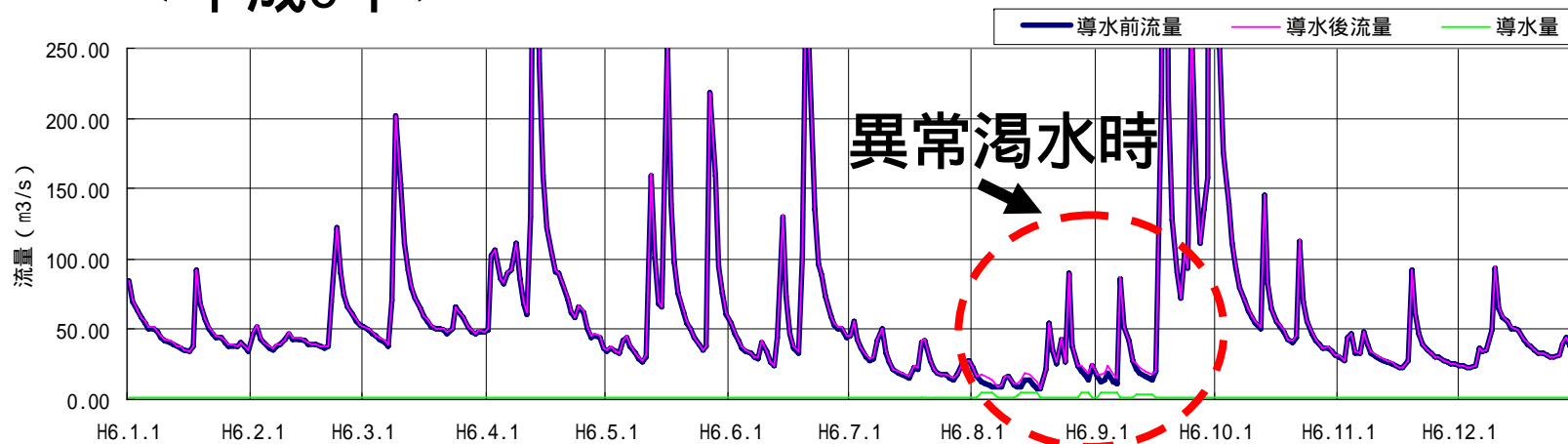
予測結果の速報(水質)

## < 導水条件 >

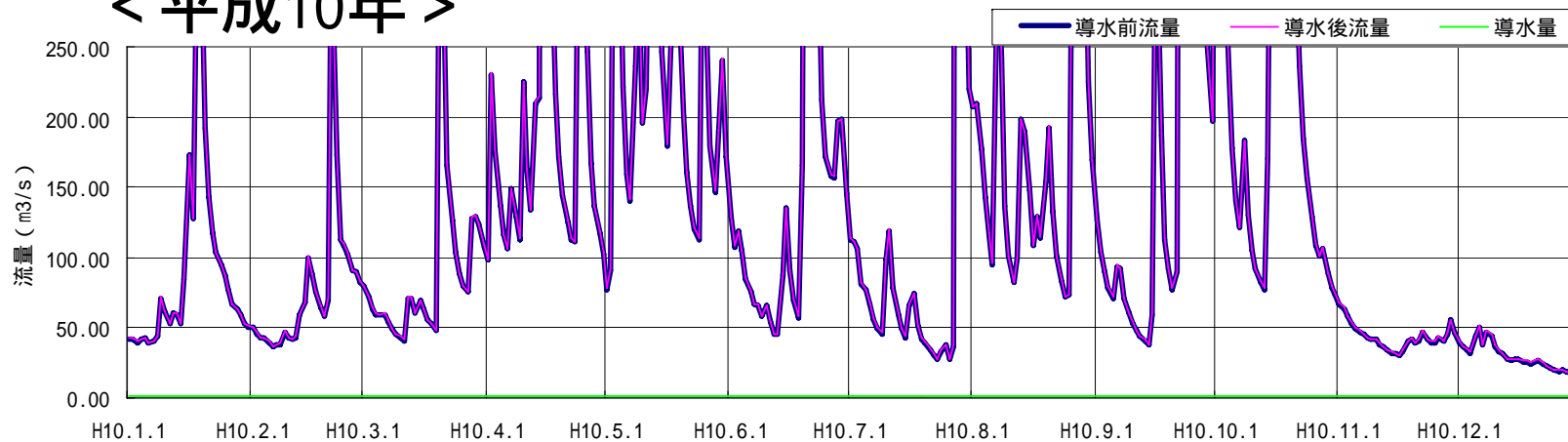
平常時:0.7m<sup>3</sup>/sの導水

異常渇水時:最大4.7m<sup>3</sup>/sの導水

## < 平成6年 >



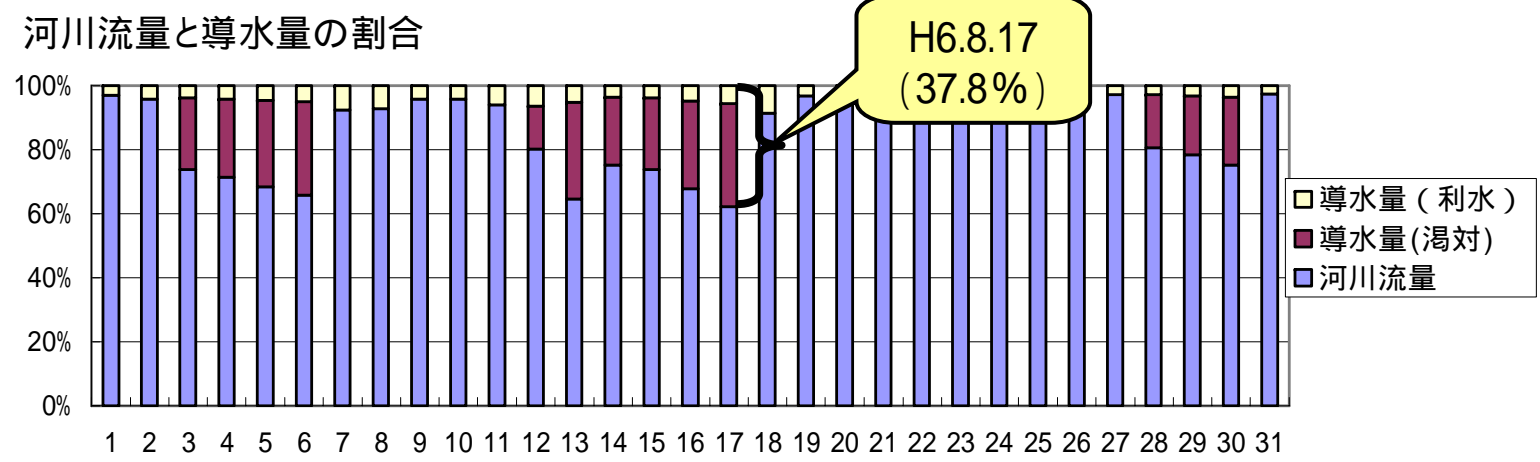
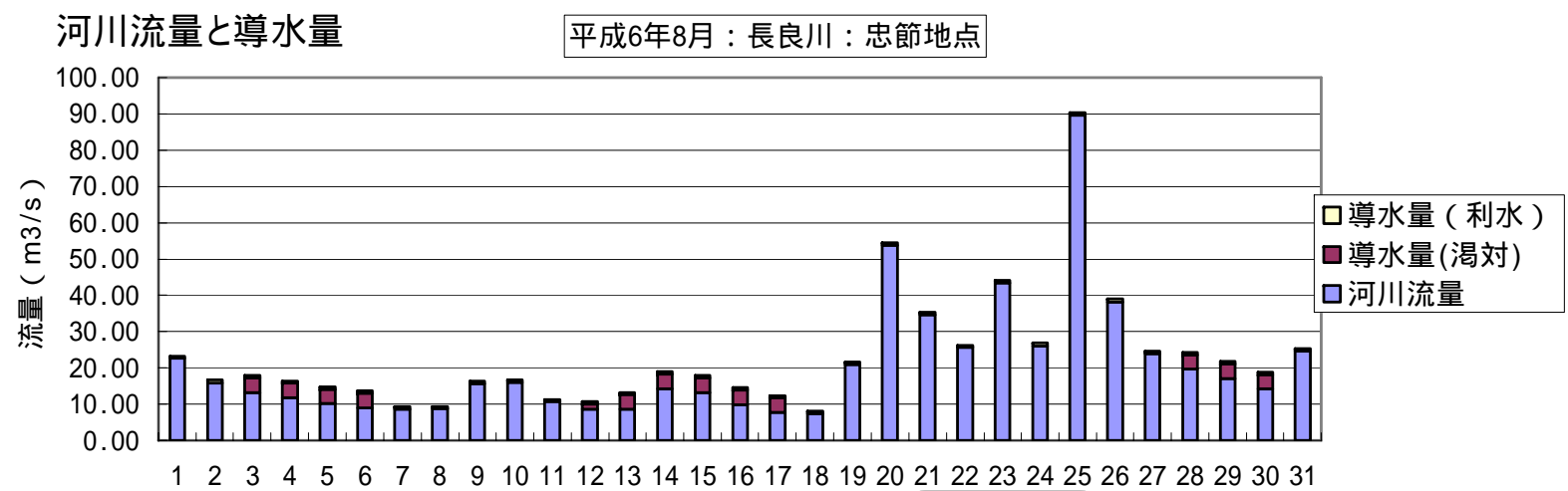
## < 平成10年 >



# 予測結果(長良川:導水量の割合)

## < 導水条件 >

最大導水量:水量の比率が最も高いのは平成6年8月17日  
37.8%が導水量となる



# 予測結果(長良川水温:平成6年)

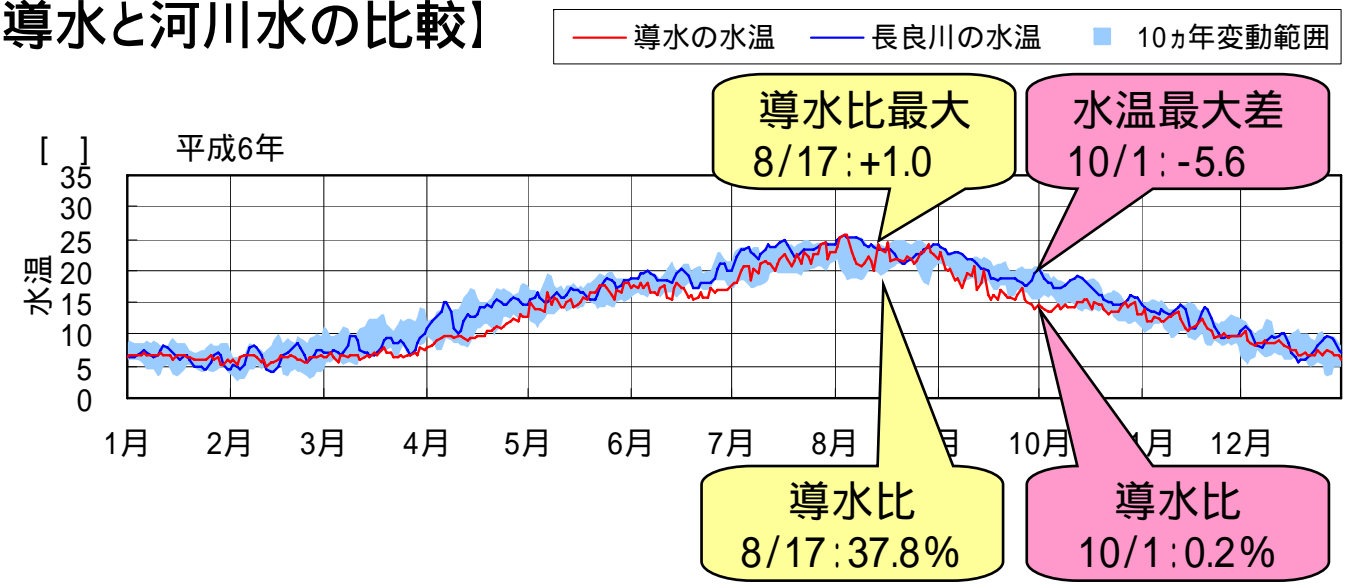
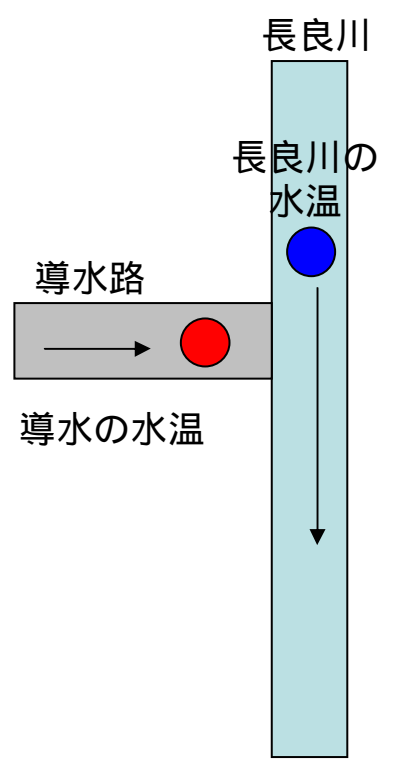
## <水温予測結果>

ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す

導水と河川水の比較

揖斐川から導水される水温は長良川より全体的に低い

### 【導水と河川水の比較】





# 予測結果(長良川水温:平成6年)

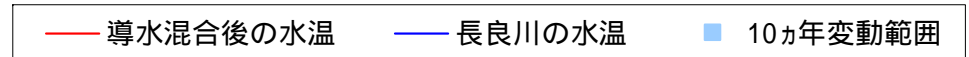
予測結果の速報(水質)

## <水温予測結果>

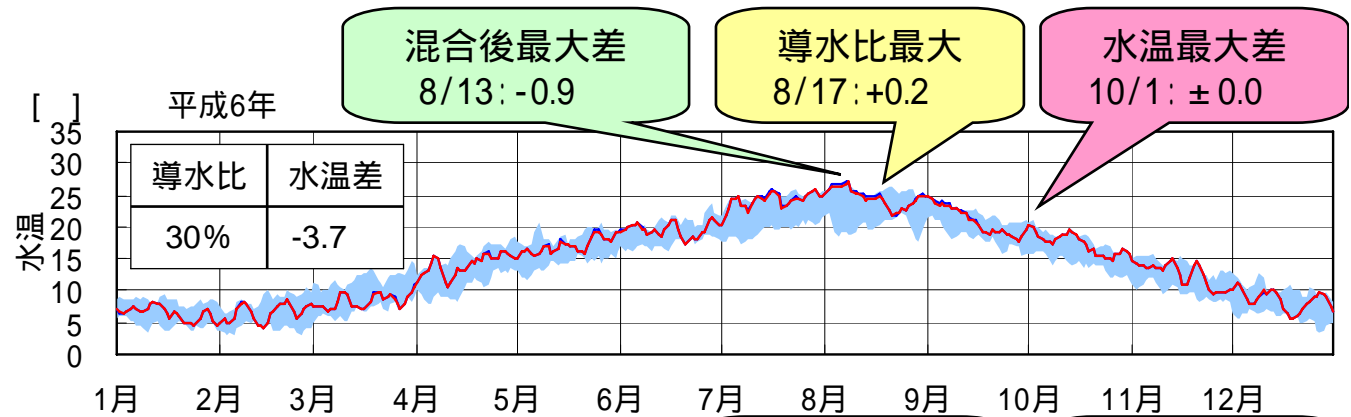
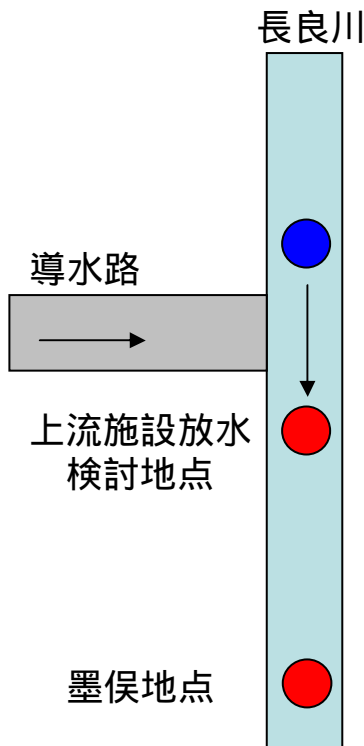
上流施設放水検討地点・墨俣地点

導水と河川水の水温差が最大であっても混合すれば導水前後の変化は少ない

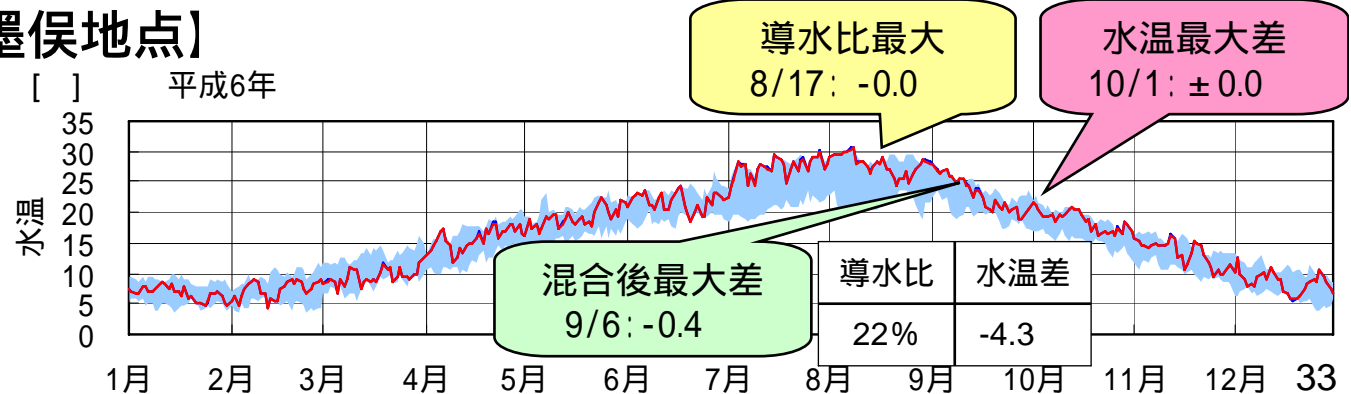
導水路から水温の低い水が放流されるが、流量が少ないことから、混合すれば導水前後の変化は小さい



### 【上流施設放水検討地点】



### 【墨俣地点】

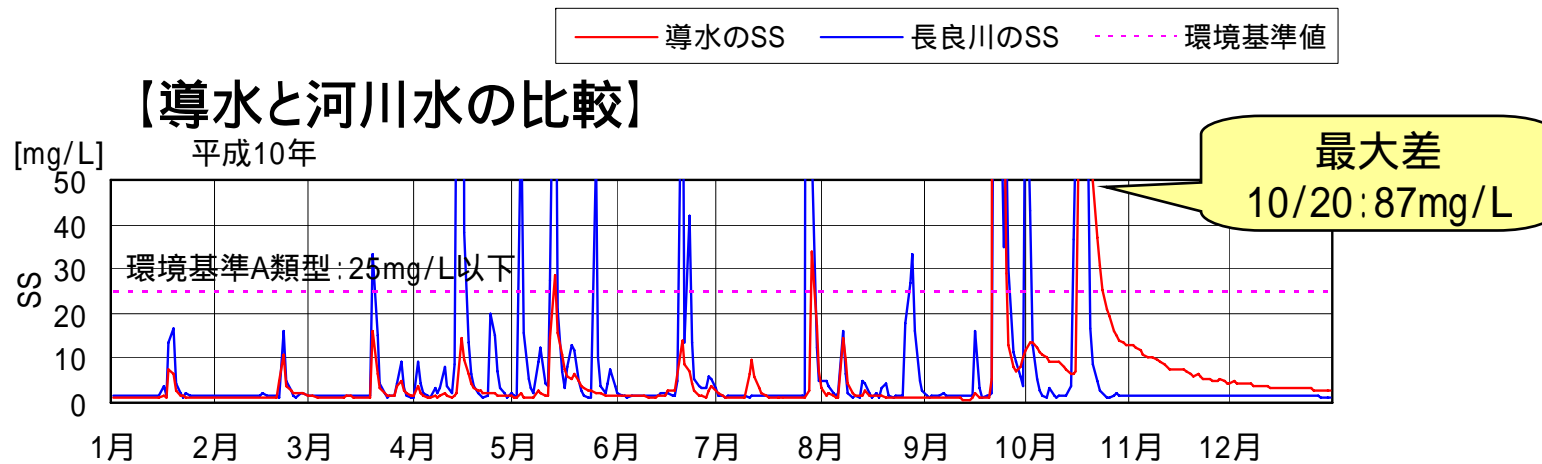


# 予測結果(長良川SS:平成10年)

## < SS予測結果 >

ここでは揖斐川の出水年であり、出水後に揖斐川の濁りが継続する平成10年を示す  
 導水と河川水の比較

揖斐川からの導水のSSは、平常時には長良川と同程度、10月以降は導水のSSが高い(揖斐川の出水の影響)



# 予測結果(長良川SS:平成10年)

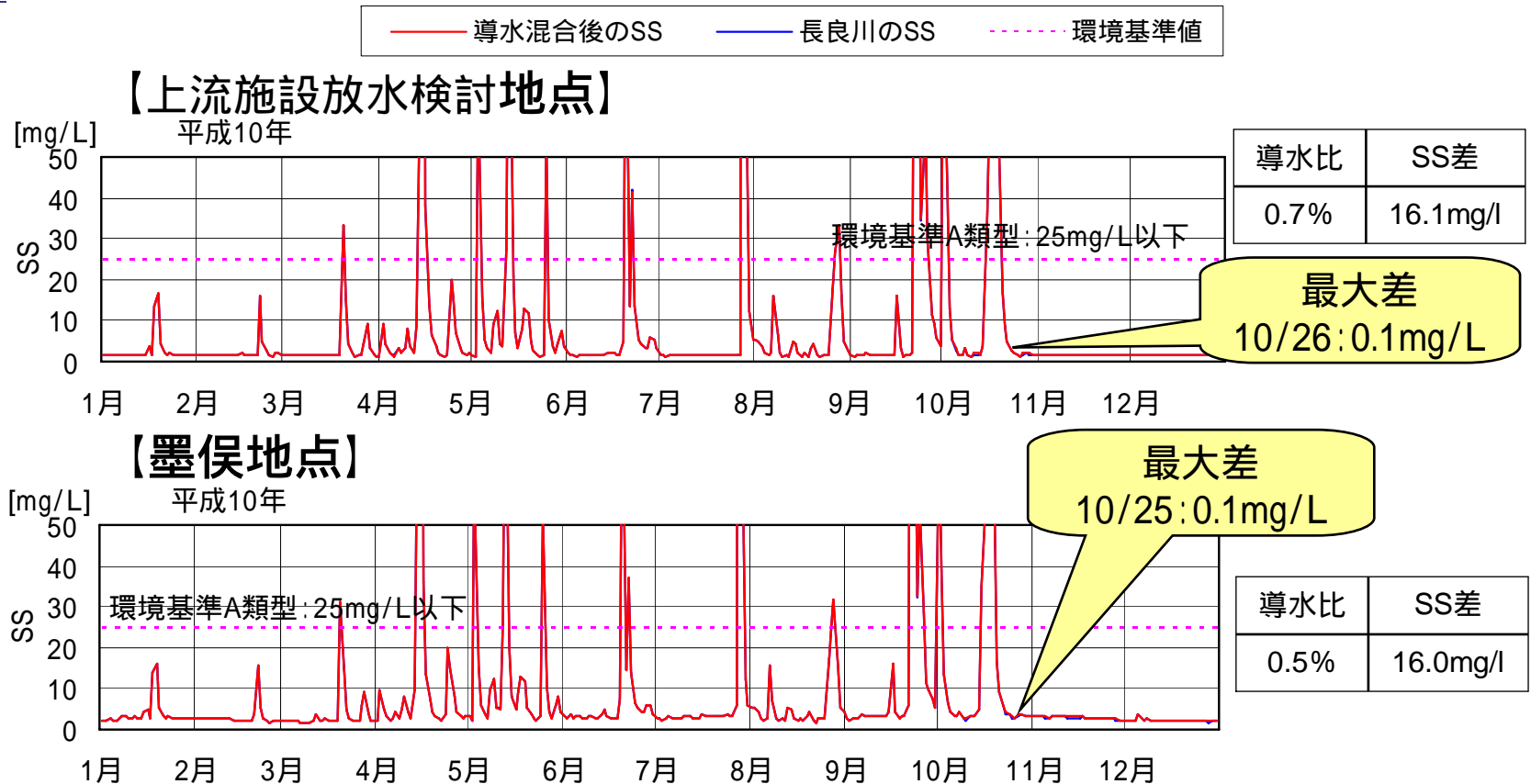
予測結果の速報(水質)

## <SS予測結果>

ここでは揖斐川の出水年であり、出水後に揖斐川の濁りが継続する平成10年を示す

上流施設放水検討地点・墨俣地点

導水路からSSが高い水が放流されるが、流量が少なく、混合すれば導水前後の変化は小さい



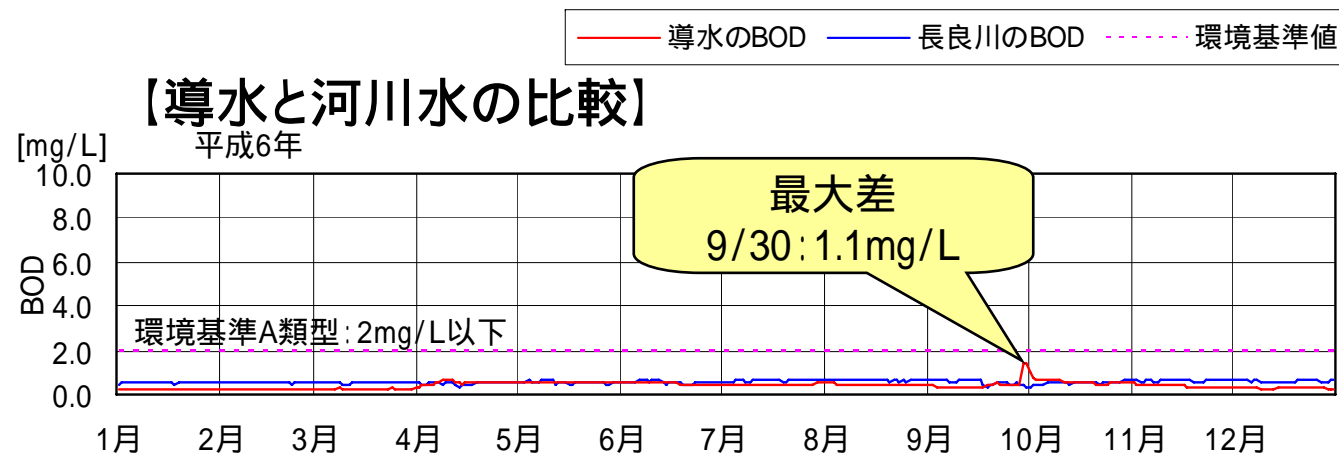
最大差:長良川のSSが環境基準値以下の期間を対象

# 予測結果(長良川BOD:平成6年)

## < BOD予測結果 >

ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す  
 導水と河川水の比較

揖斐川からの導水のBODは、長良川より全体的に低いが、同程度である



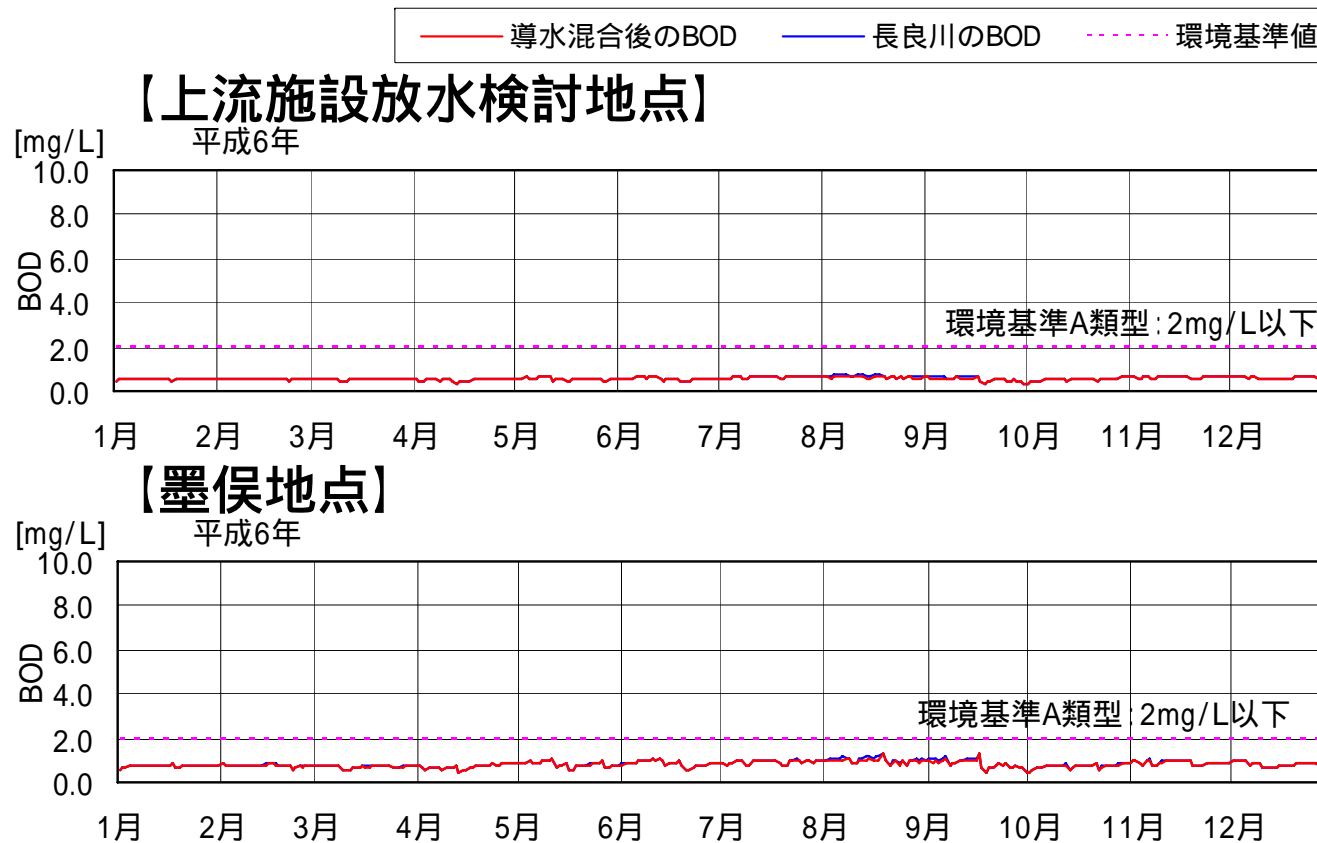
# 予測結果(長良川BOD:平成6年)

## < BOD予測結果 >

ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す

上流施設放水検討地点・墨俣地点

導水路からBODのやや低い水が放流されるが、流量が少ないため、混合すれば導水前後の変化は小さい

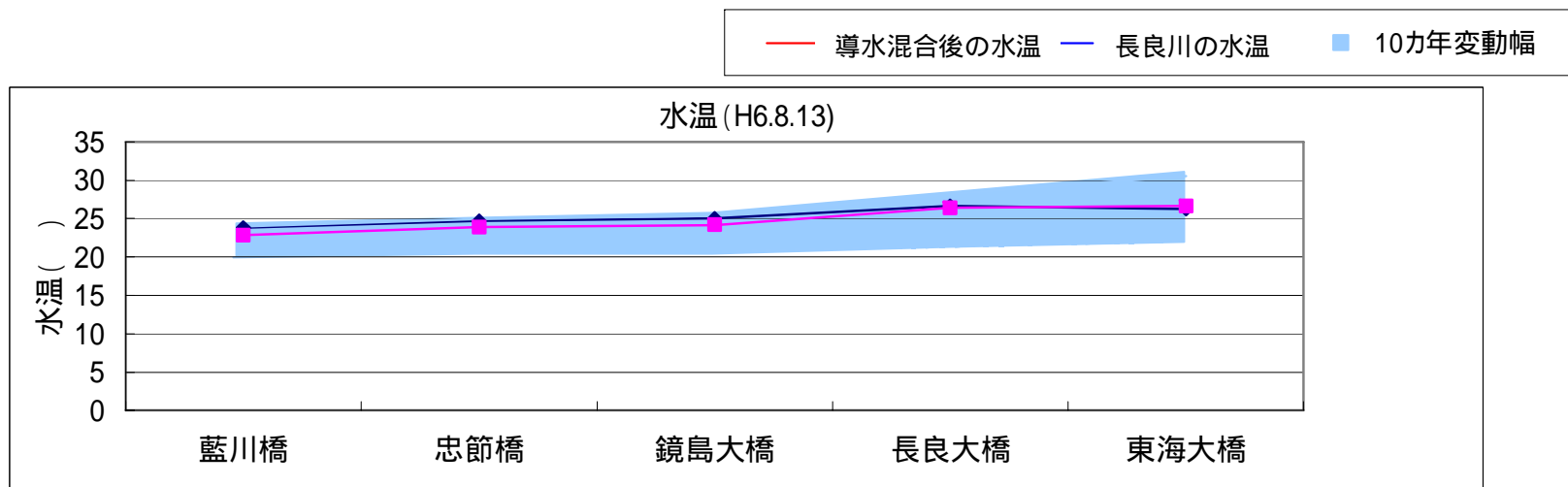


# 予測結果(長良川の水質縦断変化)

## 上流施設放水検討地点の水溫・水質差が最も大きい日の水質縦断変化

< 水溫 >

上流施設放水検討地点の水溫差が最も大きい、平成6年8月13日の縦断変化を示す  
 流下に従い水溫が上昇し、導水運用前後の差は小さくなる

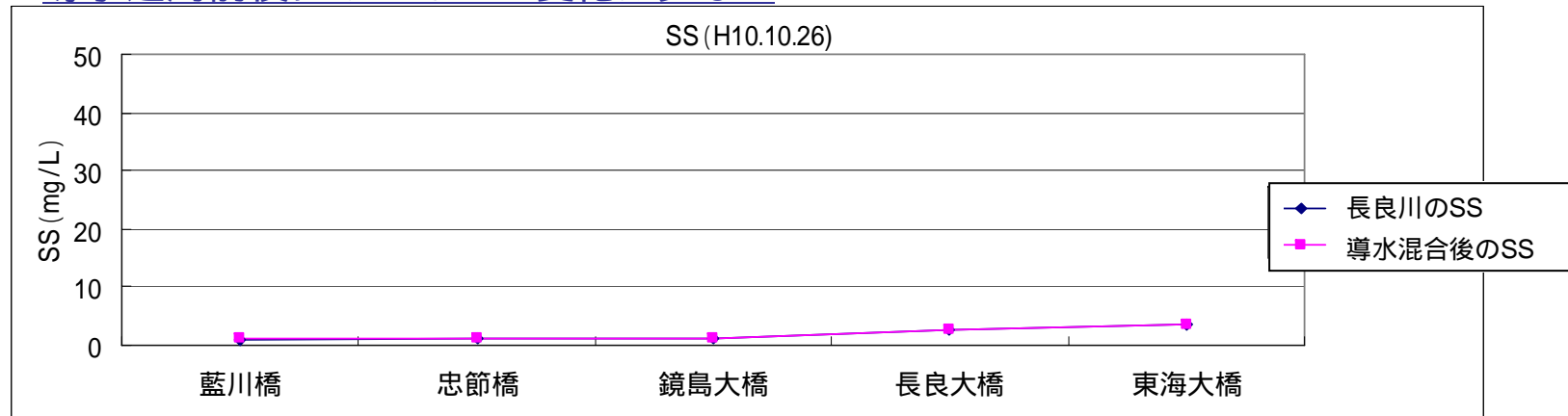


# 予測結果(長良川の水質縦断変化)

予測結果の速報(水質)

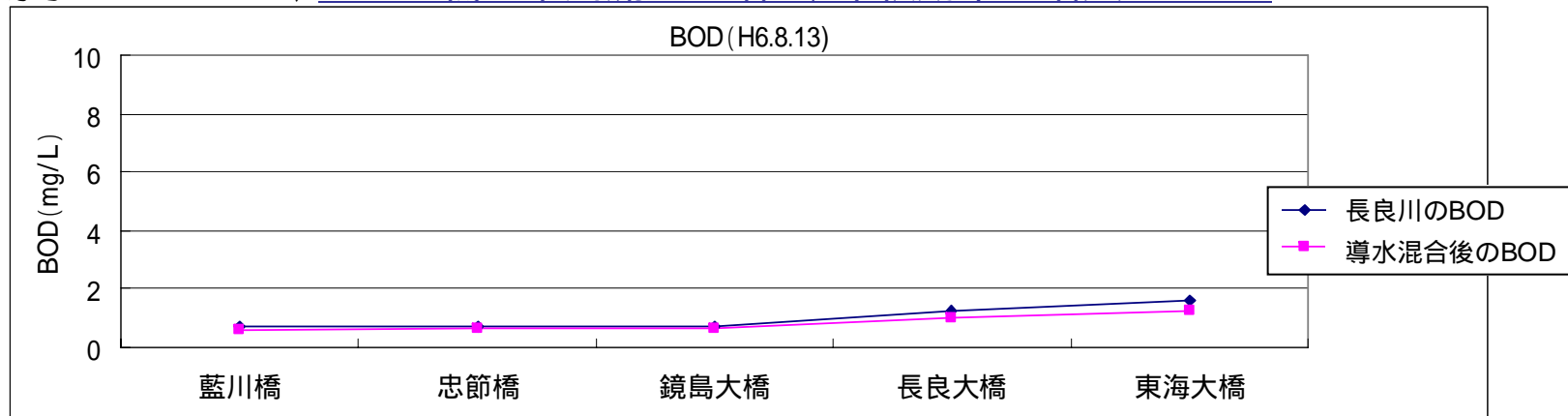
## < SS >

上流施設放水検討地点のSS差が最も大きい、平成10年10月26日の縦断変化を示す  
導水運用前後においてSSの変化は少ない



## < BOD >

上流施設放水検討地点のBOD差が最も大きい、平成6年8月13日の縦断変化を示す  
長良大橋・東海大橋で濃度が上昇するのは支川流入の影響  
導水後において、長良大橋、東海大橋のBODが低くなったのは、上流でBODの低い水が  
導水されたことで、BODの低い本川流量が増え、希釈効果が増大したため



# 予測結果(木曾川:上流施設\_導水前後の流量の変化)

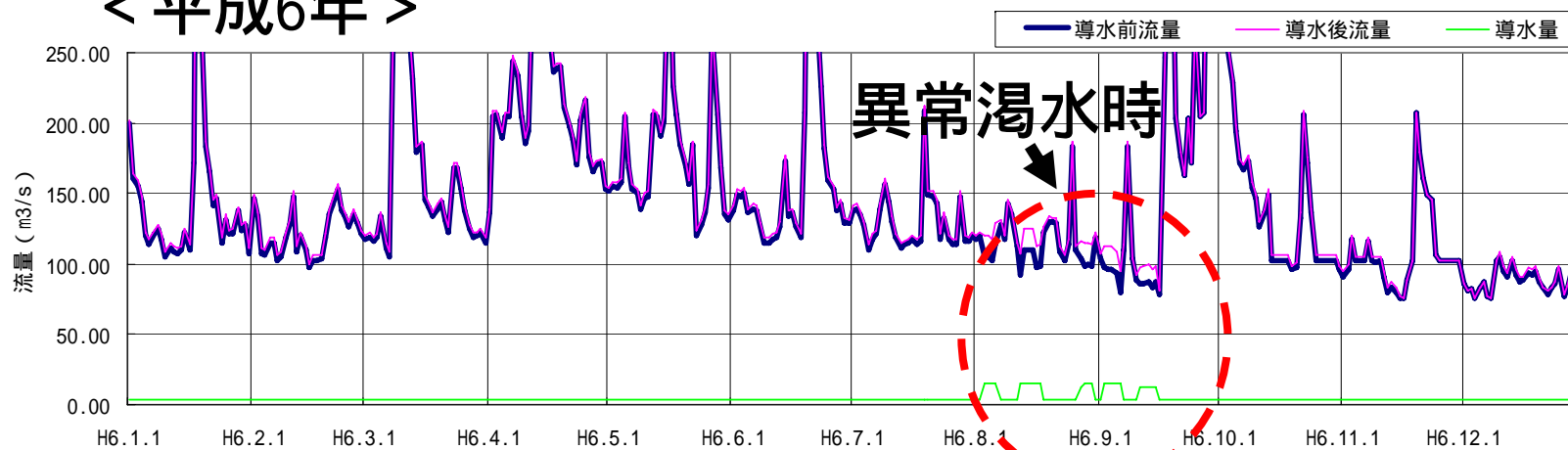
予測結果の速報(水質)

## < 導水条件 >

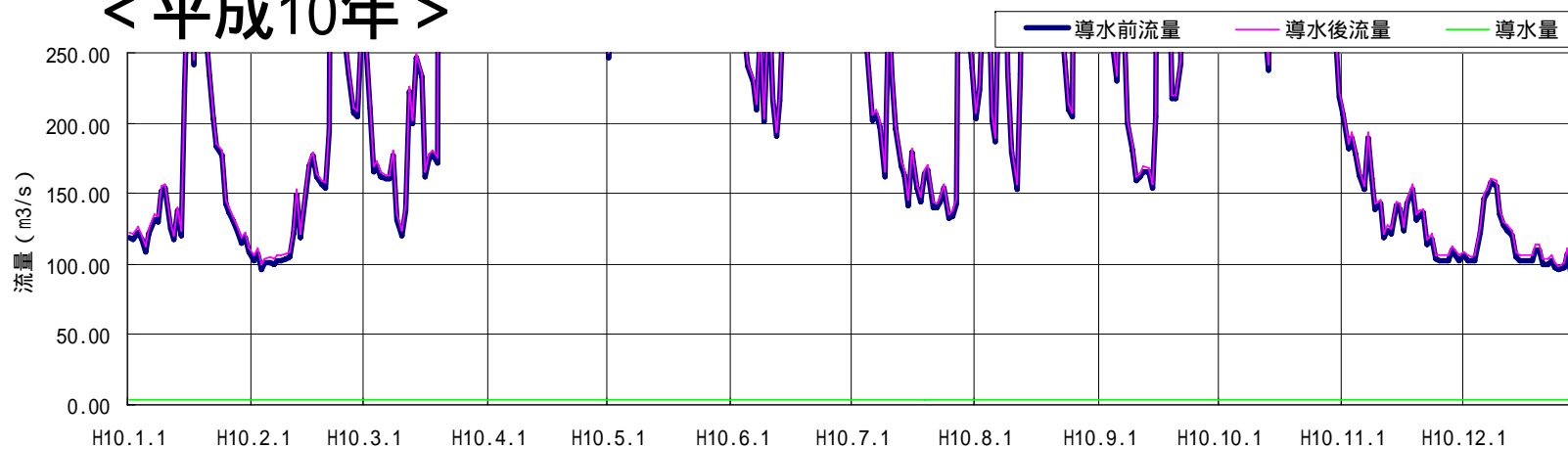
平常時:  $3.3\text{m}^3/\text{s}$ の導水

異常湧水時: 最大 $15.3\text{m}^3/\text{s}$ の導水

## < 平成6年 >



## < 平成10年 >



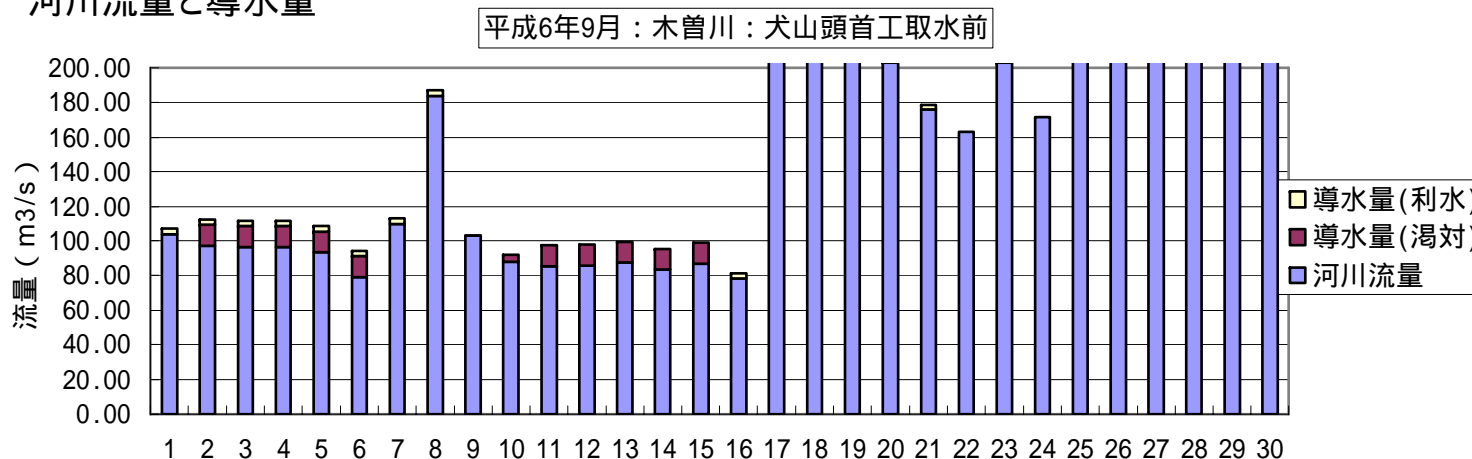


# 予測結果(木曾川:上流施設\_導水量の割合)

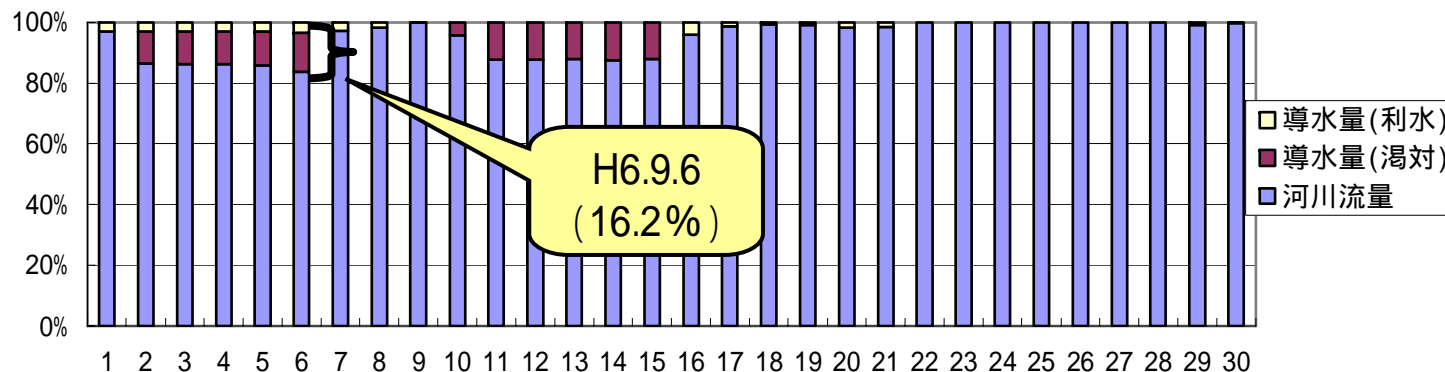
< 導水条件 >

最大導水量:水量の比率が最も高いのは平成6年9月6日  
16.2%が導水量となる

河川流量と導水量



河川流量と導水量の割合



# 予測結果(木曽川:上流施設水温:平成6年)

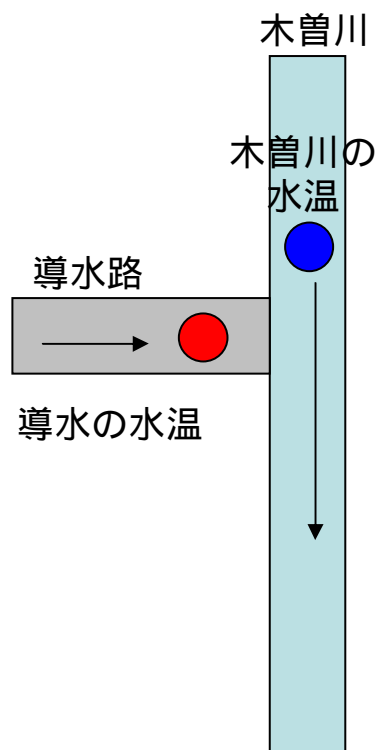
予測結果の速報(水質)

## <水温予測結果>

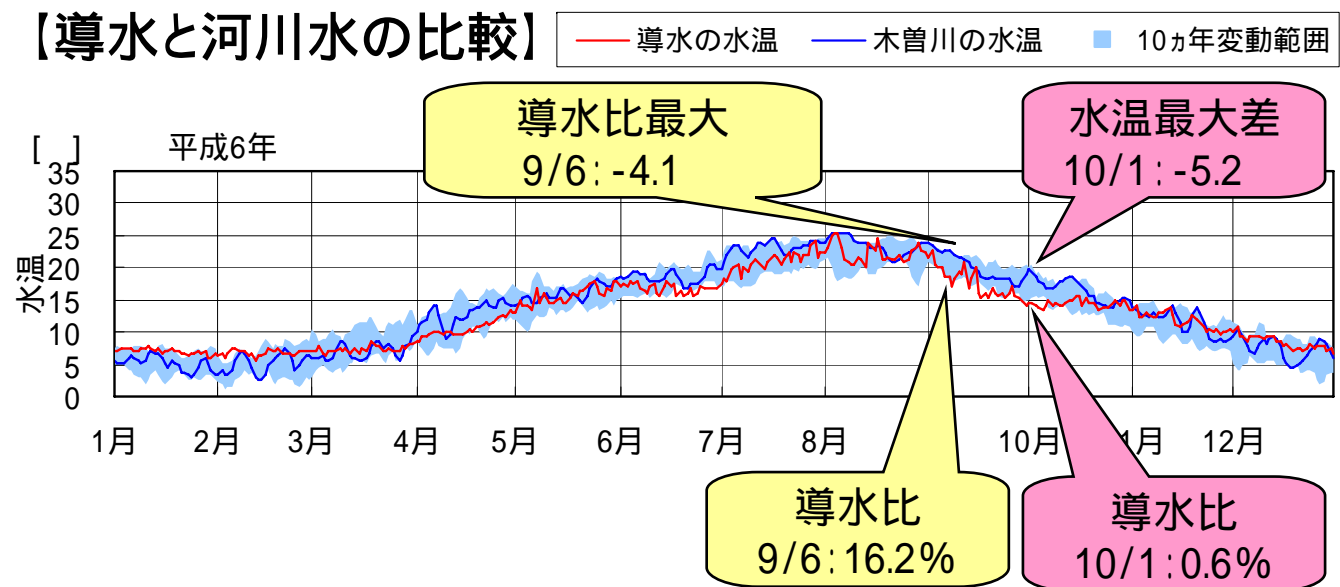
ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す

導水と河川水の比較

揖斐川からの導水の水温は木曽川より全体的に低い



### 【導水と河川水の比較】



# 予測結果(木曽川:上流施設水温:平成6年)

予測結果の速報(水質)

## <水温予測結果>

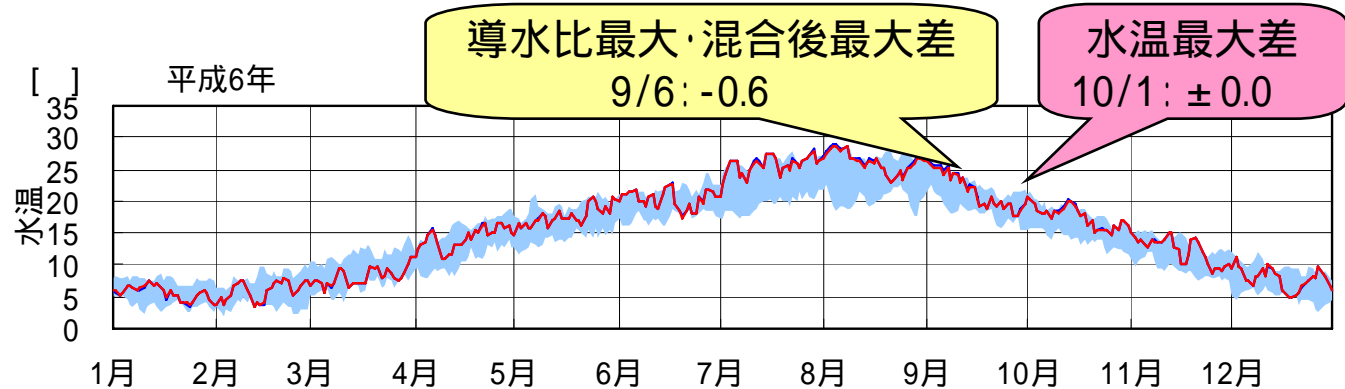
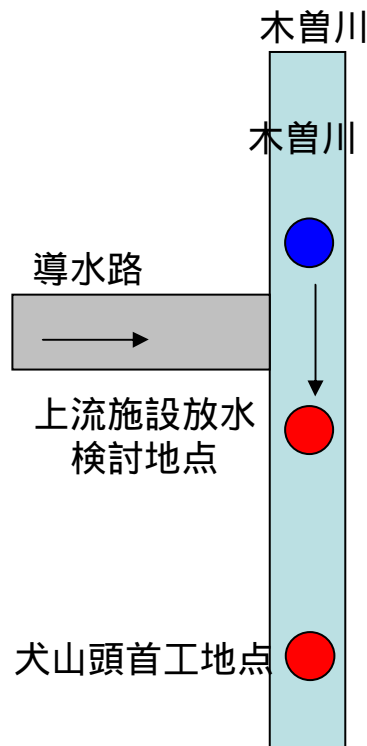
ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す

上流施設放水検討地点・犬山頭首工地点

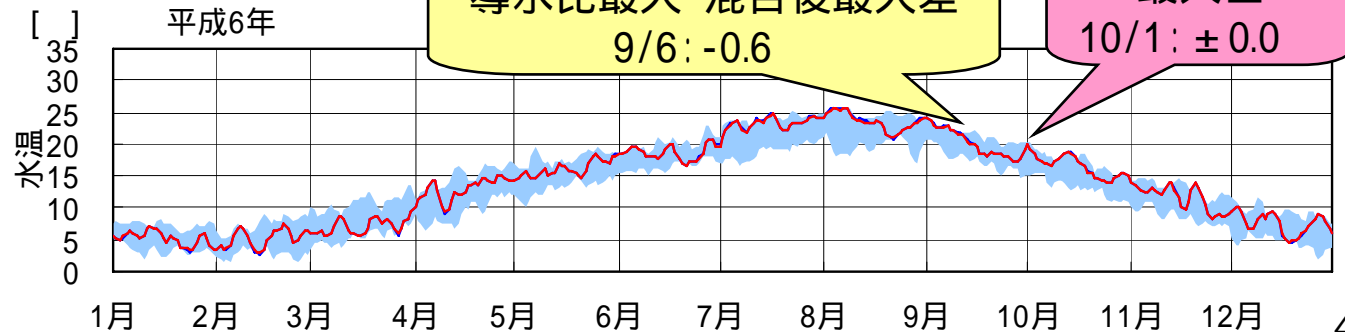
導水路から水温の低い水が放流されるが、流量が少ないため、混合すれば導水前後の変化は小さい

— 導水混合後の水温    — 木曽川の水温    ■ 10ヵ年変動範囲

### 【上流施設放水検討地点】



### 【犬山頭首工地点】



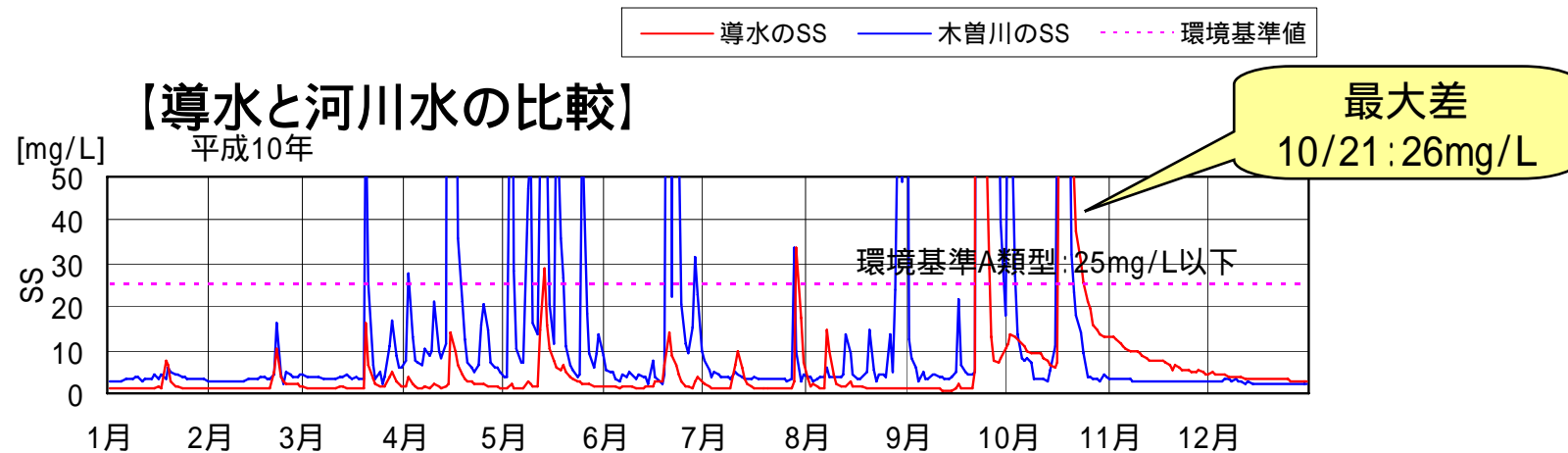
# 予測結果(木曾川:上流施設SS:平成10年)

## < SS予測結果 >

ここでは揖斐川の出水年であり、出水後に揖斐川の濁りが継続する平成10年を示す

### 導水と河川水の比較

揖斐川からの導水のSSは、平常時には木曾川よりも低い、10月以降は導水のSSが高い(揖斐川の出水の影響)



# 予測結果(木曾川:上流施設SS:平成10年)

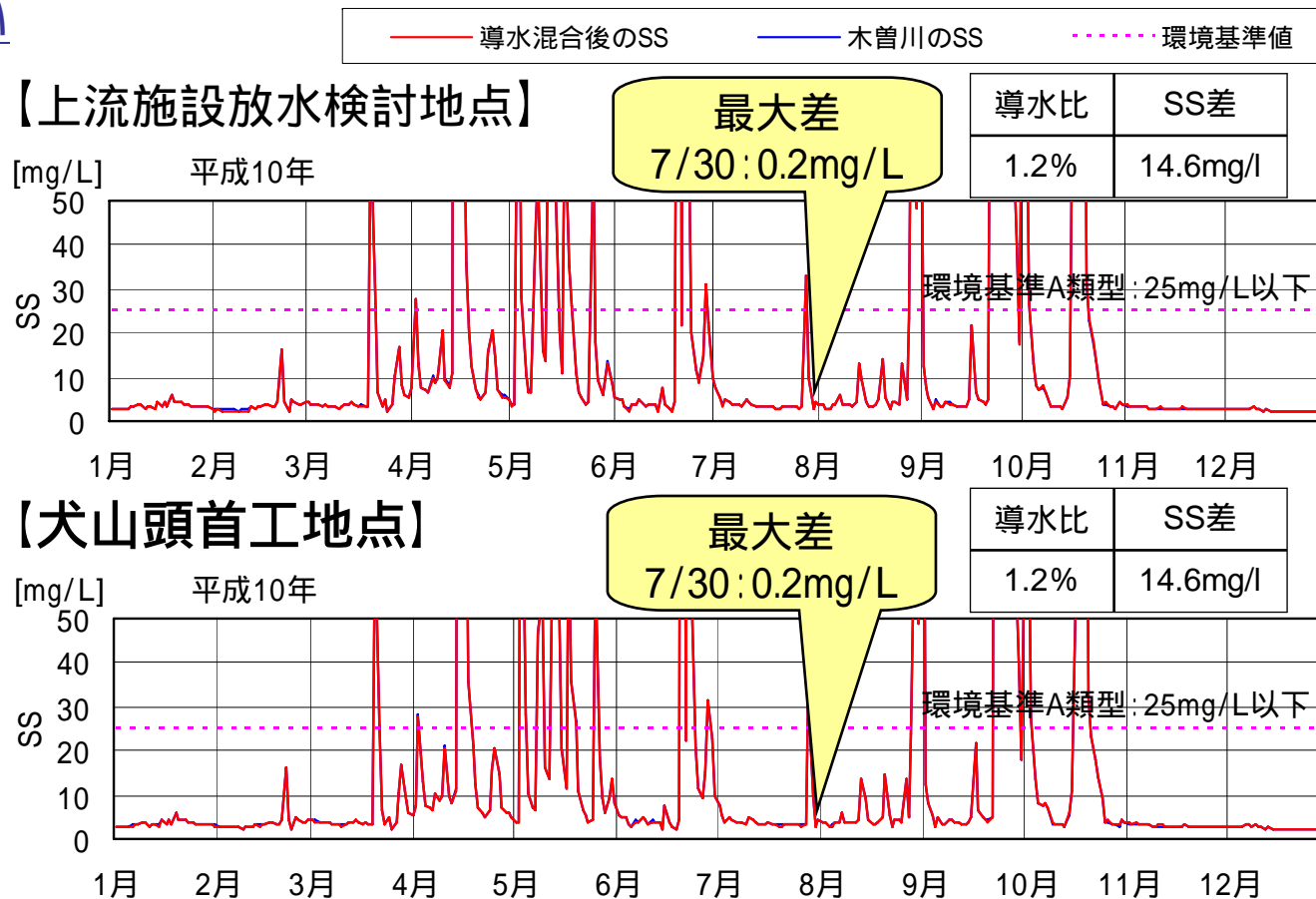
予測結果の速報(水質)

## < SS予測結果 >

ここでは揖斐川の出水年であり、出水後の揖斐川の濁りが継続する平成10年を示す

上流施設放水検討地点・犬山頭首工地点

導水路からSSが高い水が放流されるが、流量が少なく、混合すれば導水前後の変化は小さい



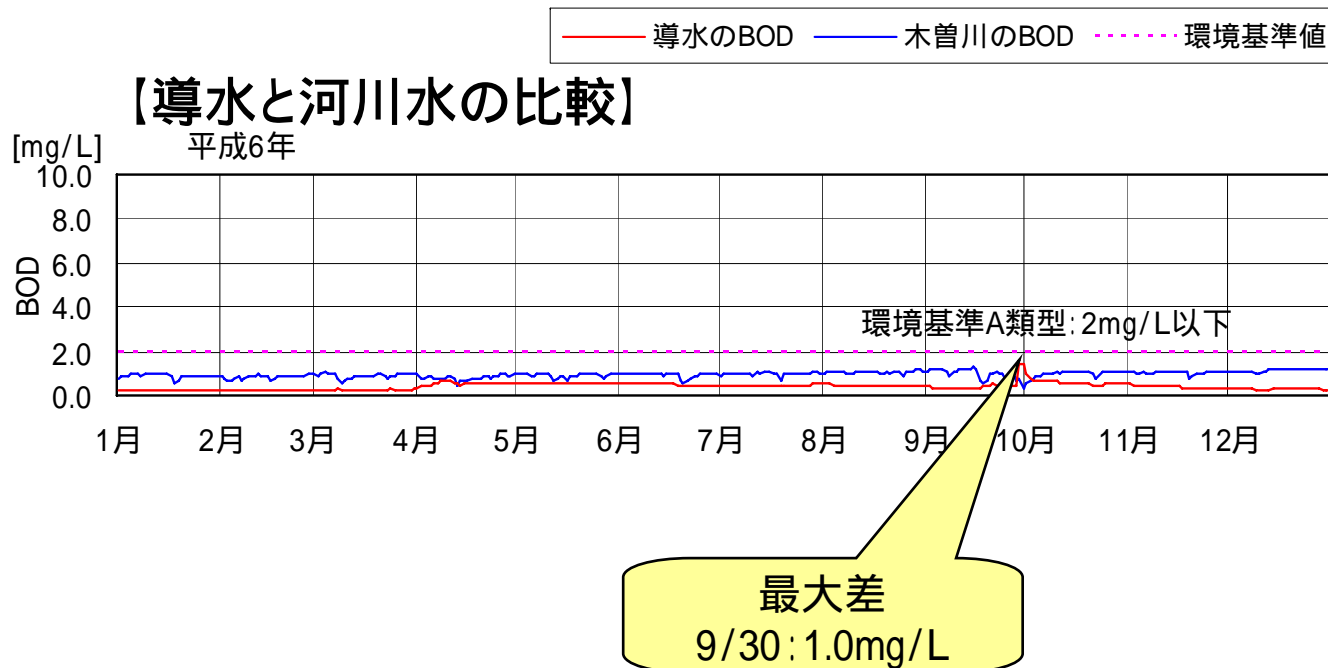
最大差:木曾川のSSが環境基準値以下の期間を対象

# 予測結果(木曽川:上流施設BOD:平成6年)

## < BOD予測結果 >

ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す  
 導水と河川水の比較

揖斐川からの導水は木曽川より全体的に低いか、同程度である



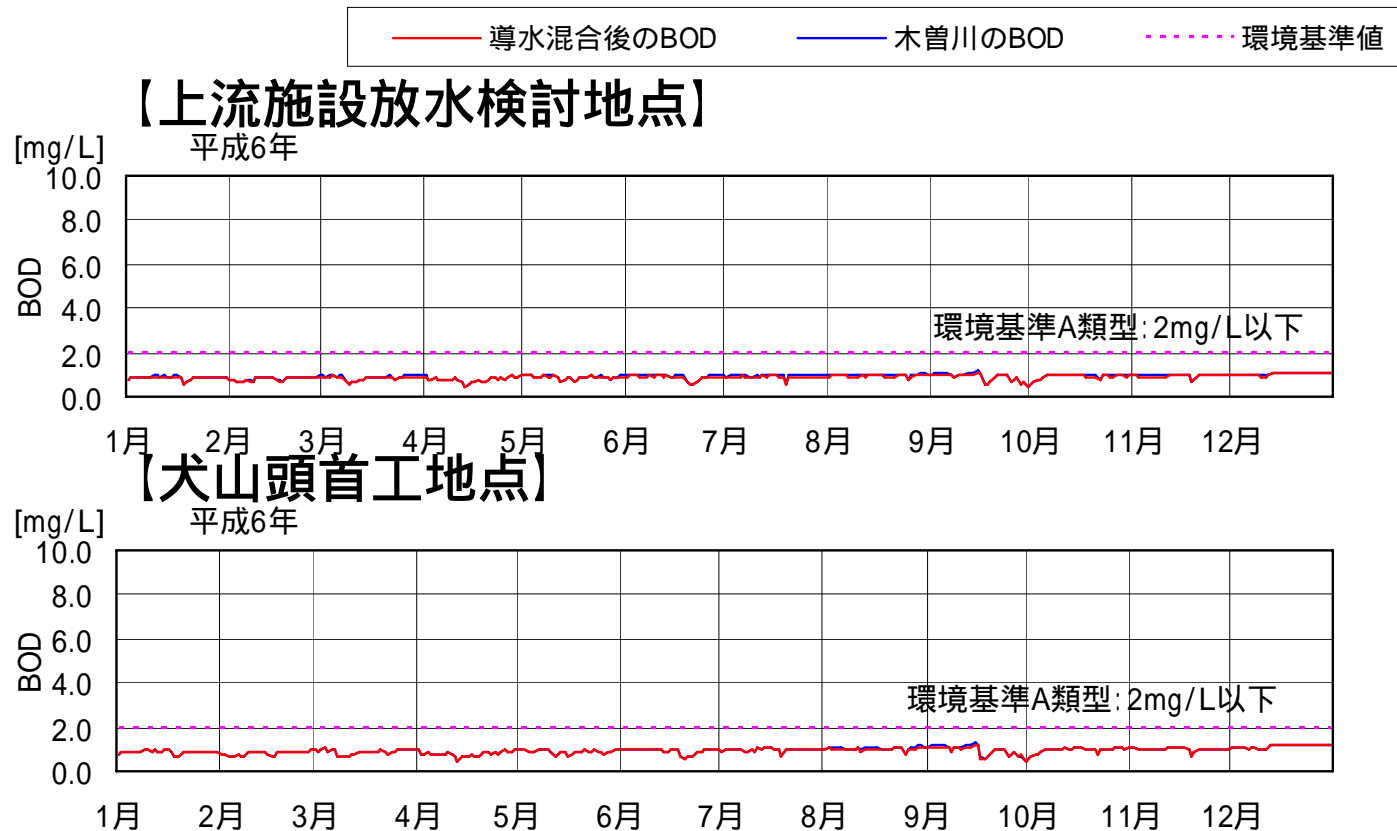
# 予測結果(木曽川:上流施設BOD:平成6年)

## < BOD予測結果 >

ここでは異常渇水年で徳山ダムからの補給の影響が大きい平成6年を示す

上流施設放水検討地点・犬山頭首工地点

導水路からBODの低い水が放流されるが、流量が少なく、混合すれば導水前後の変化は小さい



# 予測結果(木曾川:下流施設\_導水前後の流量の変化)

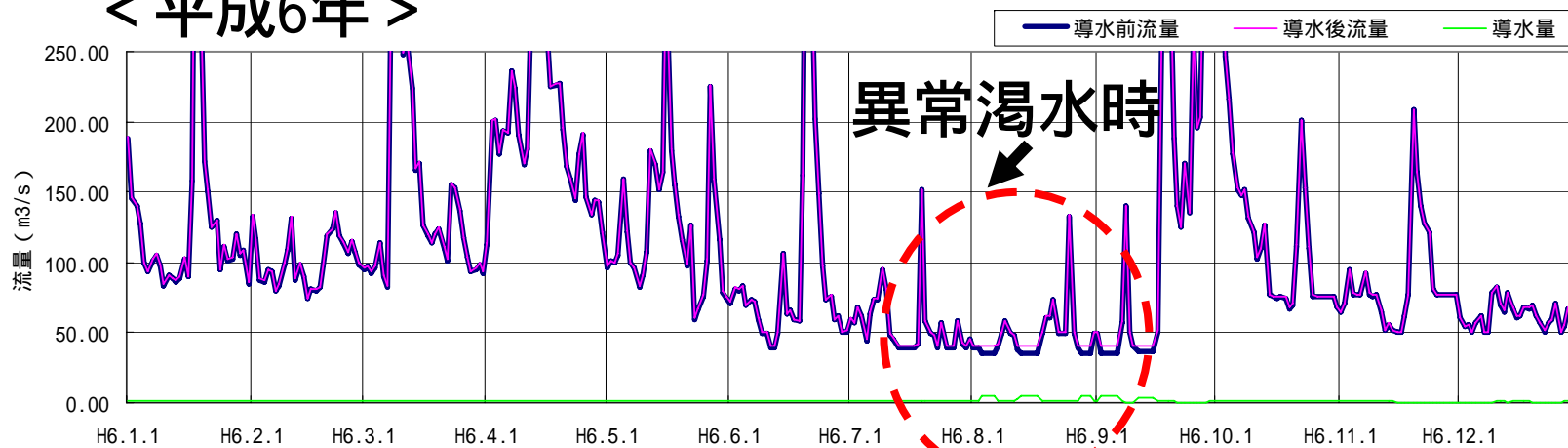
予測結果の速報(水質)

## < 導水条件 >

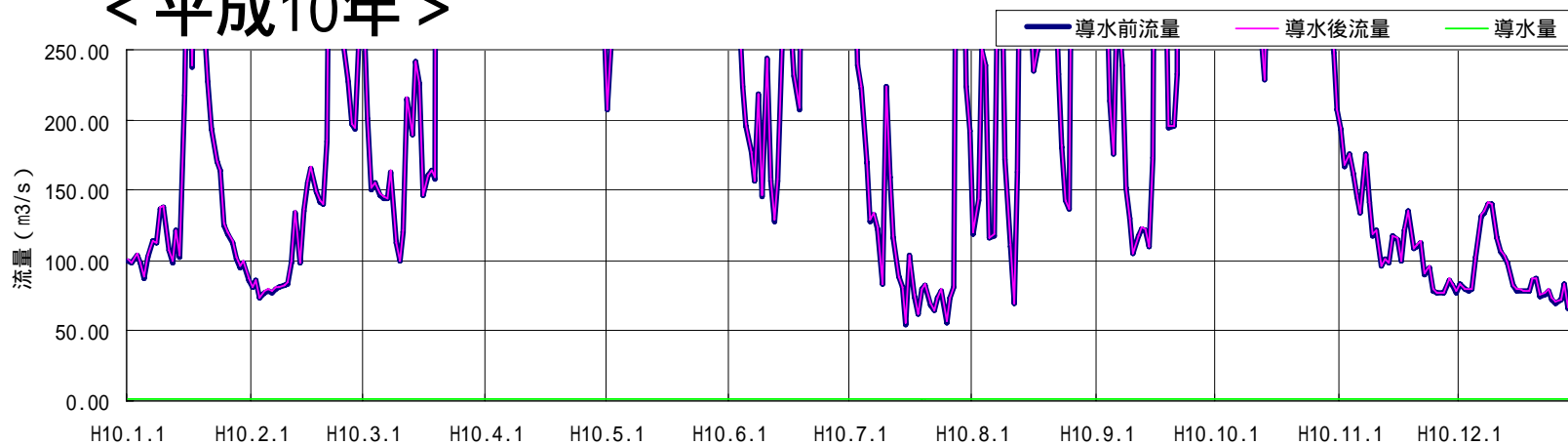
平常時:  $0.7\text{m}^3/\text{s}$ の導水

異常渇水時: 最大 $4.7\text{m}^3/\text{s}$ の導水

## < 平成6年 >



## < 平成10年 >

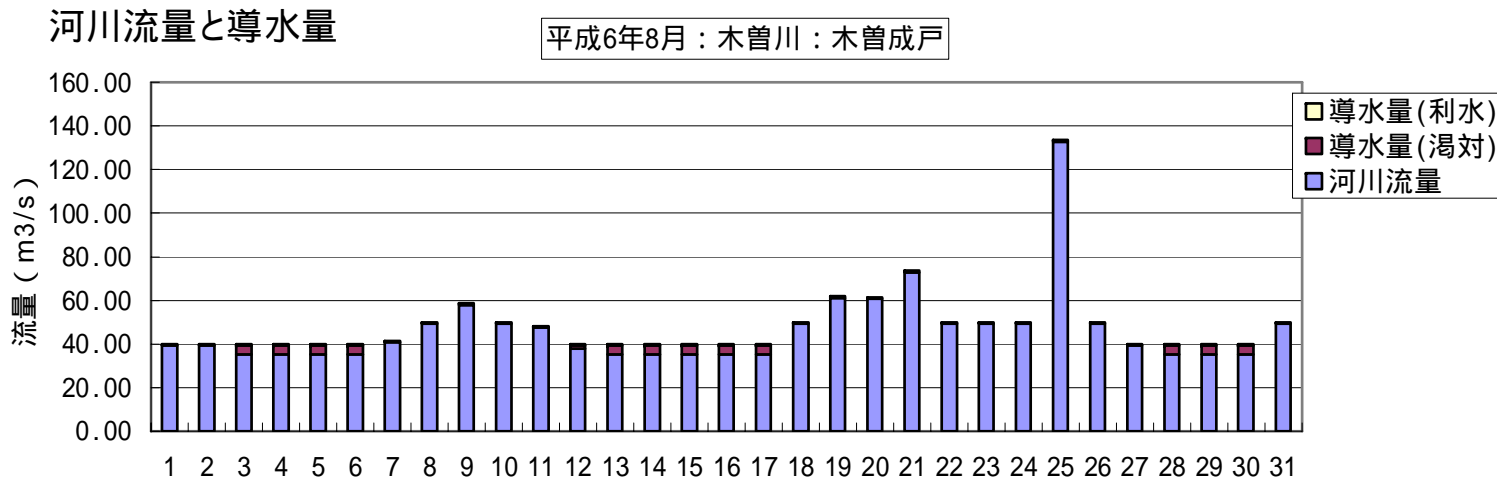




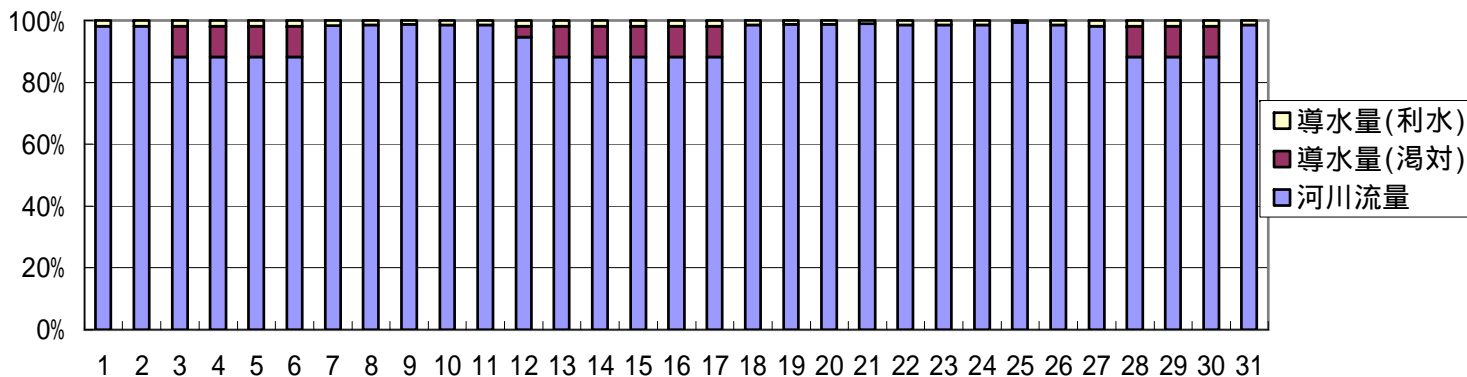
# 予測結果(木曾川:下流施設\_導水量の割合)

## < 導水条件 >

最大導水量:水量の比率が最も高いのは複数日あり  
12%が導水量となる



## 河川流量と導水量の割合



# 予測結果(木曾川:下流施設水温:平成6年)

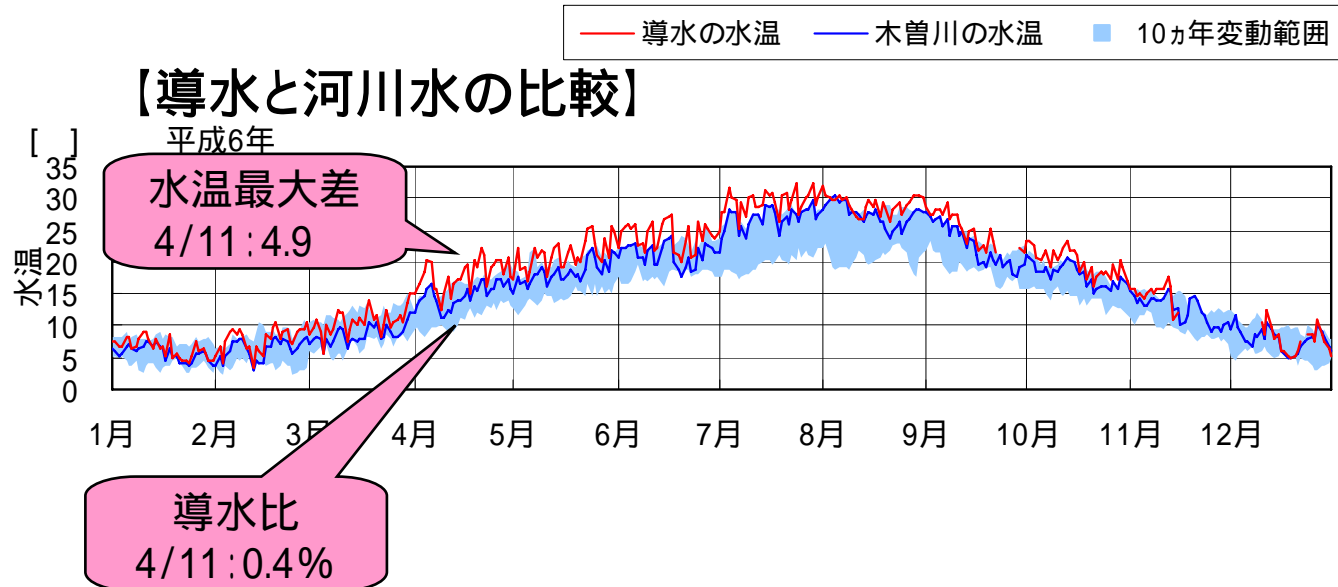
予測結果の速報(水質)

## <水温予測結果>

ここでは異常渇水年で導水量が多い平成6年を示す

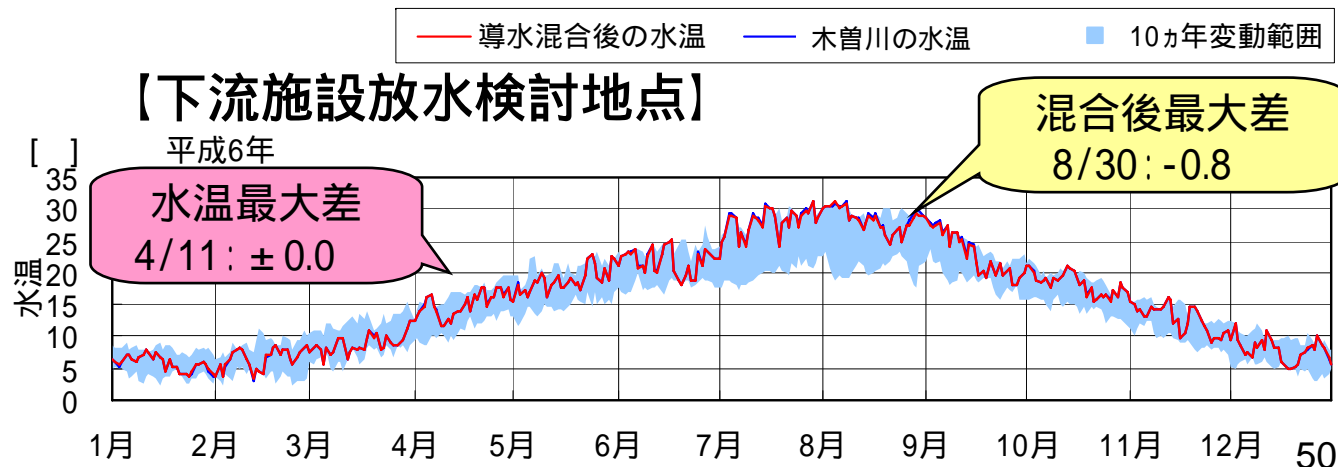
### 導水と河川水の比較

長良川からの導水の水  
温は木曾川より全体的に高  
い



### 下流施設放水検討地点

導水路から水温の高い  
水が放流されるが、流量が  
少なく、混合すれば導水前  
後の変化は小さい



# 予測結果(木曽川:下流施設SS:平成6年)

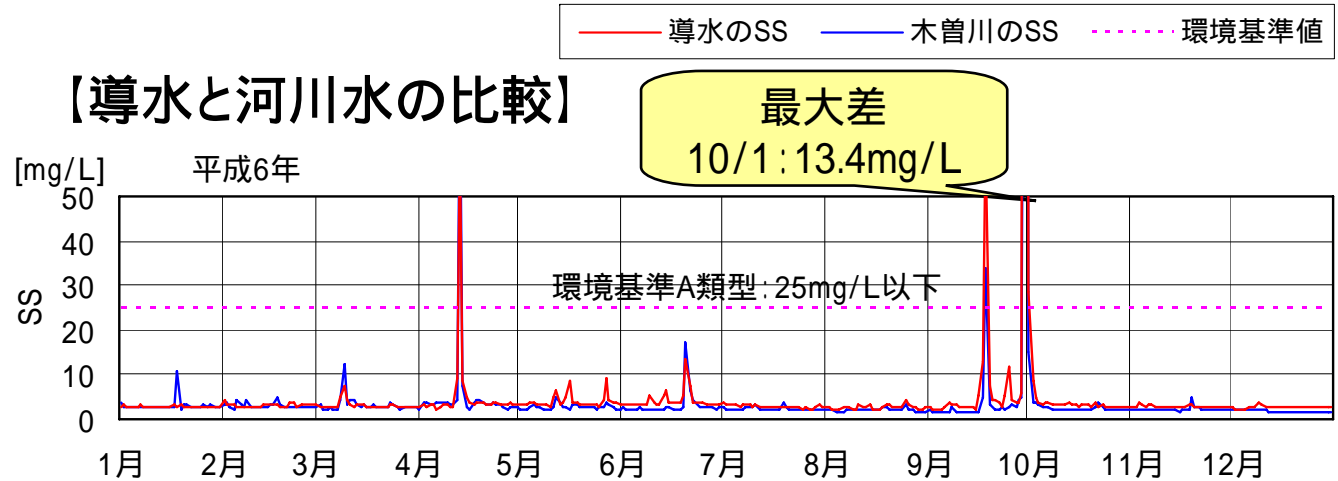
予測結果の速報(水質)

## < SS予測結果 >

ここでは異常渇水年で導水量が多い平成6年を示す

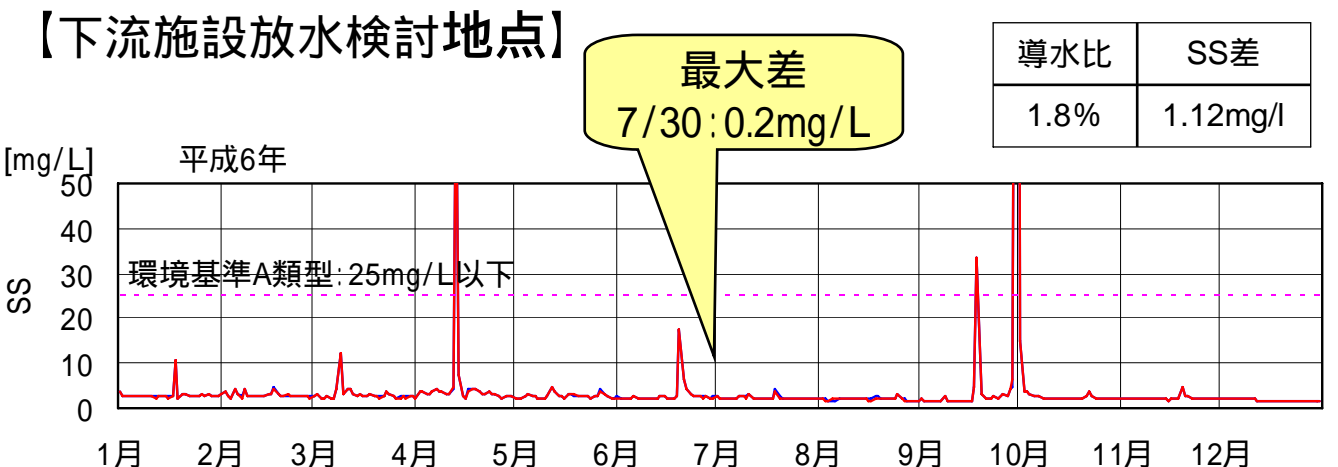
### 導水と河川水の比較

長良川からの導水のSSは平常時には木曽川よりやや高い



### 下流施設放水検討地点

導水路からSSがやや高い水が放流されるが、流量が少なく、混合すれば導水前後の変化は小さい



最大差:木曽川のSSが環境基準値以下の期間を対象

# 予測結果(木曽川:下流施設BOD:平成6年)

予測結果の速報(水質)

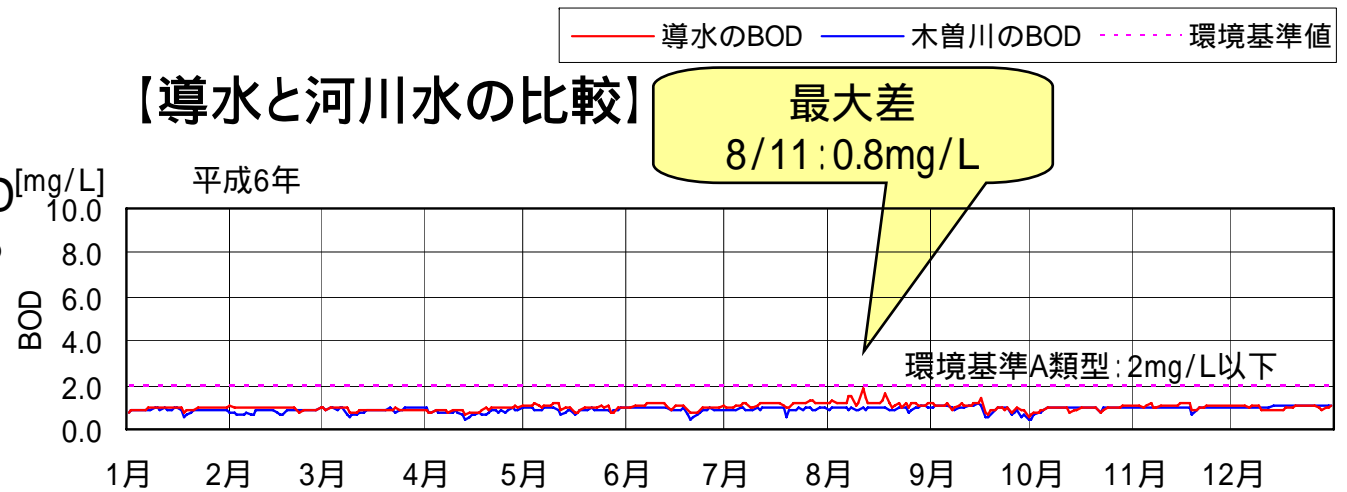
## < BOD予測結果 >

ここでは異常渇水年で導水量が多い平成6年を示す

### 導水と河川水の比較

長良川からの導水のBOD<sup>[mg/L]</sup>は木曽川より全体的にやや高い

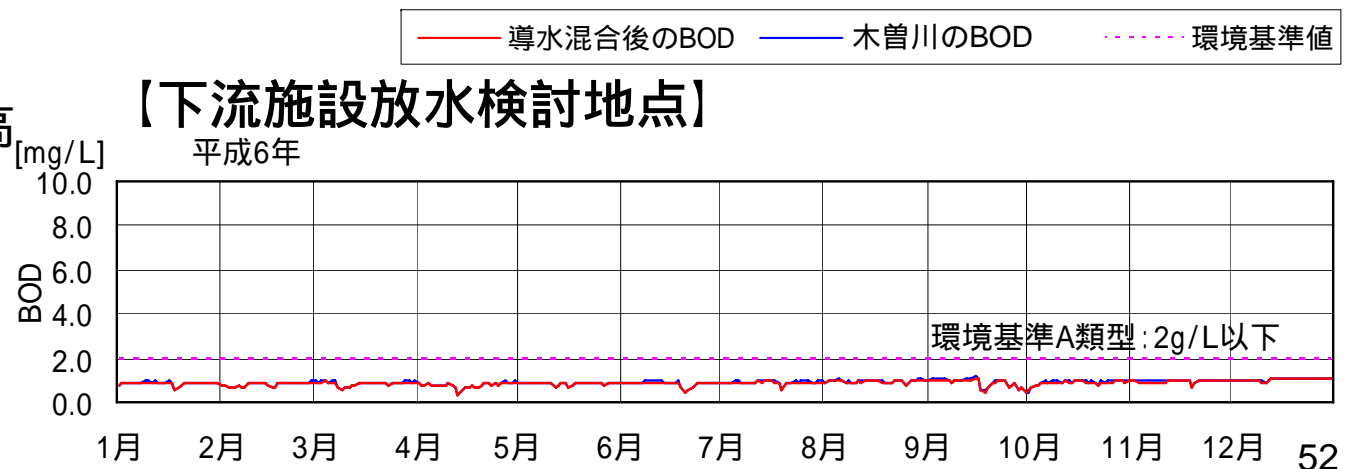
### 【導水と河川水の比較】



### 下流施設放水検討地点

導水路からBODのやや高い水が放流されるが、流量が少なく、混合すれば導水前後の変化は小さい

### 【下流施設放水検討地点】

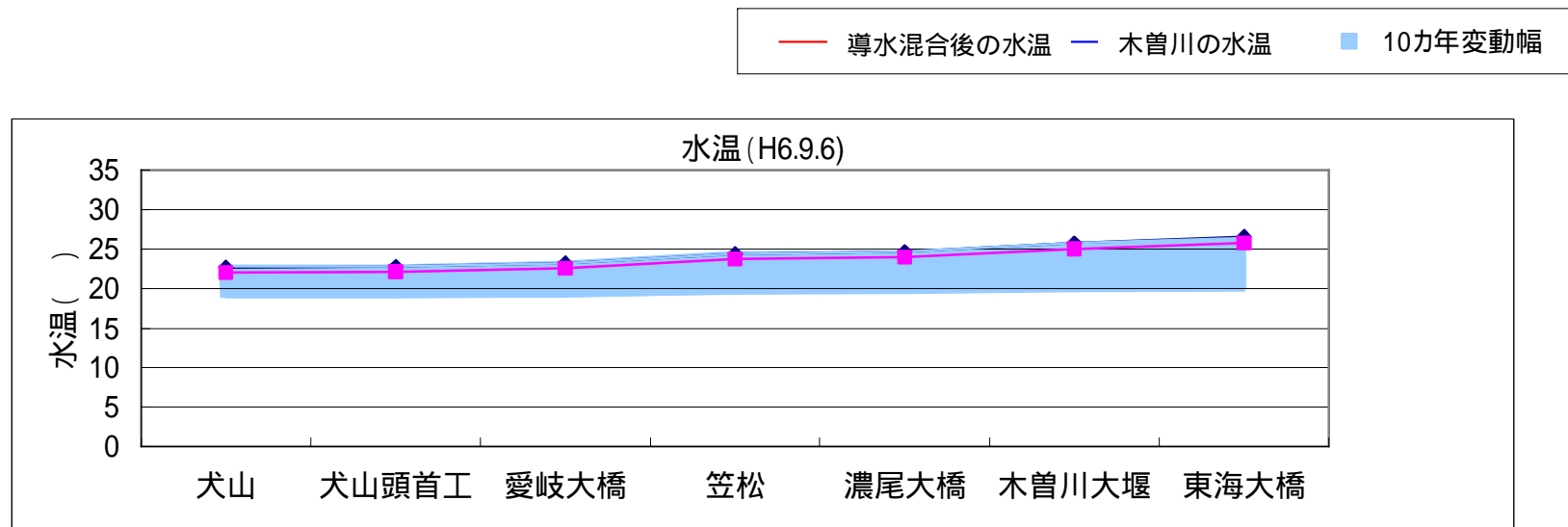


# 予測結果(木曽川の水質縦断変化)

## 導水放流地点の水温・水質差が最も大きい日の水質縦断変化

### < 水温 >

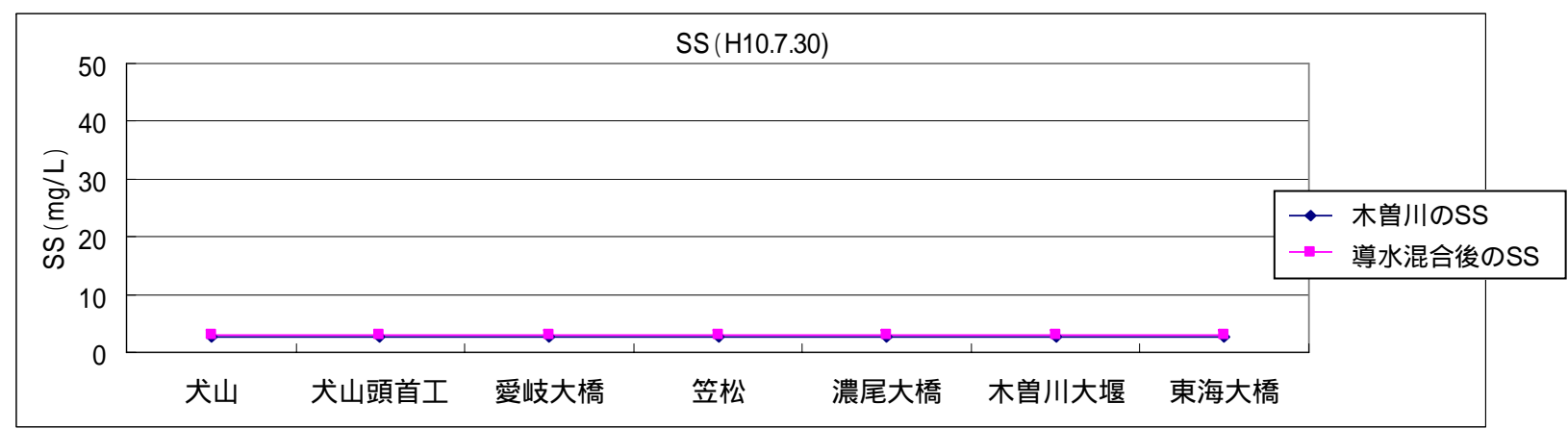
上流施設放水検討地点の水温差が最も大きい、平成6年9月6日の縦断変化を示す  
 流下に従い水温が上昇し、導水運用前後の差は小さくなる



# 予測結果(木曽川の水質縦断変化)

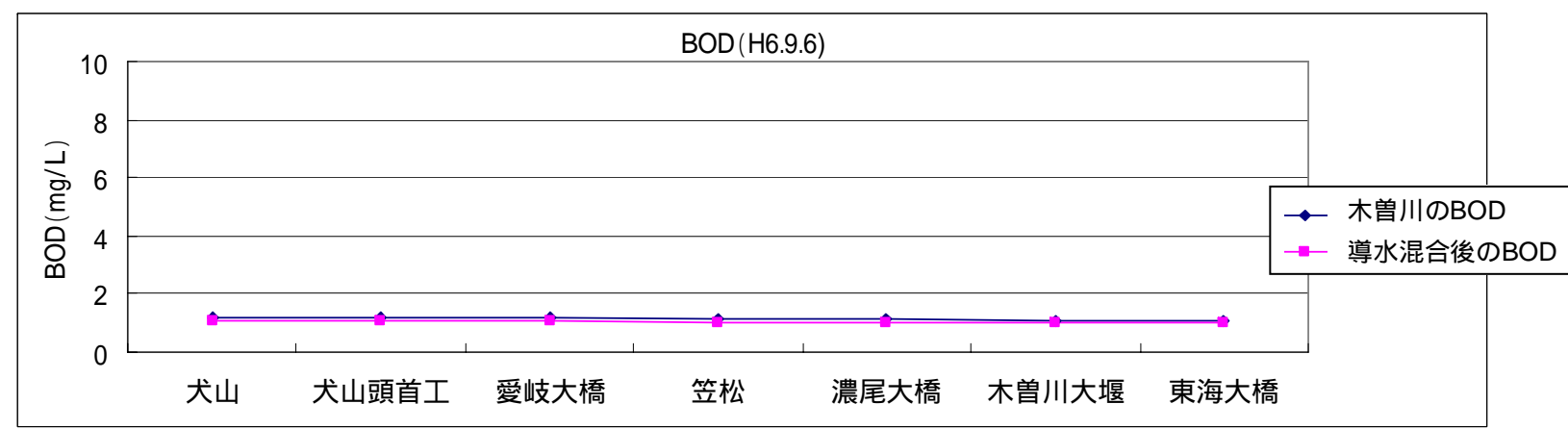
## < SS >

上流施設放水検討地点のSS差が最も大きくなる平成10年7月30日の縦断変化を示す  
SSの縦断的な変化はほとんどない



## < BOD >

上流施設放水検討地点のBOD差が最も大きくなる平成6年9月6日の縦断変化を示す  
BODの縦断的な変化はほとんどない



## 現時点でのまとめと今後の検討方針

### < 今回の予測で明らかとなったこと >

- 揖斐川から長良川、木曽川への導水(上流施設)による水質への影響は小さい
- 長良川から木曽川への導水(下流施設)による水質への影響は小さい
- 導水路からの放流水のpHを仮定して予測した結果、放流先の河川における環境基準を満足すると考えられる

### < 今後の方針 >

導水放流地点では河川と導水の水温、水質の違いがあることから、局所的な影響について、調査検討を進めていく  
導水路内でのpH変化については、事例調査を進めるとともに、必要に応じて実証実験を行う