

## 高時川及び周辺環境の現況に関する調査検討の概要

平成16年11月5日

琵琶湖河川事務所

# 高時川及び周辺環境の現況に関する調査検討の概要

## 流域周辺の気象・水文

### 100年間の長期的な傾向

- ・彦根地点（・年平均気温・年降水量・最大積雪深）
- ・敦賀地点（・年平均気温・年降水量・最大積雪深）

### 近年30年間の傾向

- ・彦根地点（・年平均気温・年降水量・最大積雪深）
- ・敦賀地点（・年平均気温・年降水量・最大積雪深）
- ・高月・今津地点（・最大積雪深）
- ・野寺橋地点（河川流量：・年別流出量・月別流出量）

## 農業水利の現況整理

経緯 国営の湖北農業水利事業および新湖北農業

水利事業の事業経過 現在の配水ネットワークについて 瀬切れ発生と高時川頭首工の取水実績

配水ネットワークの運用 瀬切れ発生と高時川頭首工の取水実績 非かんがい期の取水 節水について

## 流域周辺の地下水

高時川周辺の地形・地質概要

現況の地下水・河川状況

地下水流動に影響を及ぼす要因の状況

地下水位の低下が周辺地域に及ぼす影響

今後の地下水状況

流域の水収支

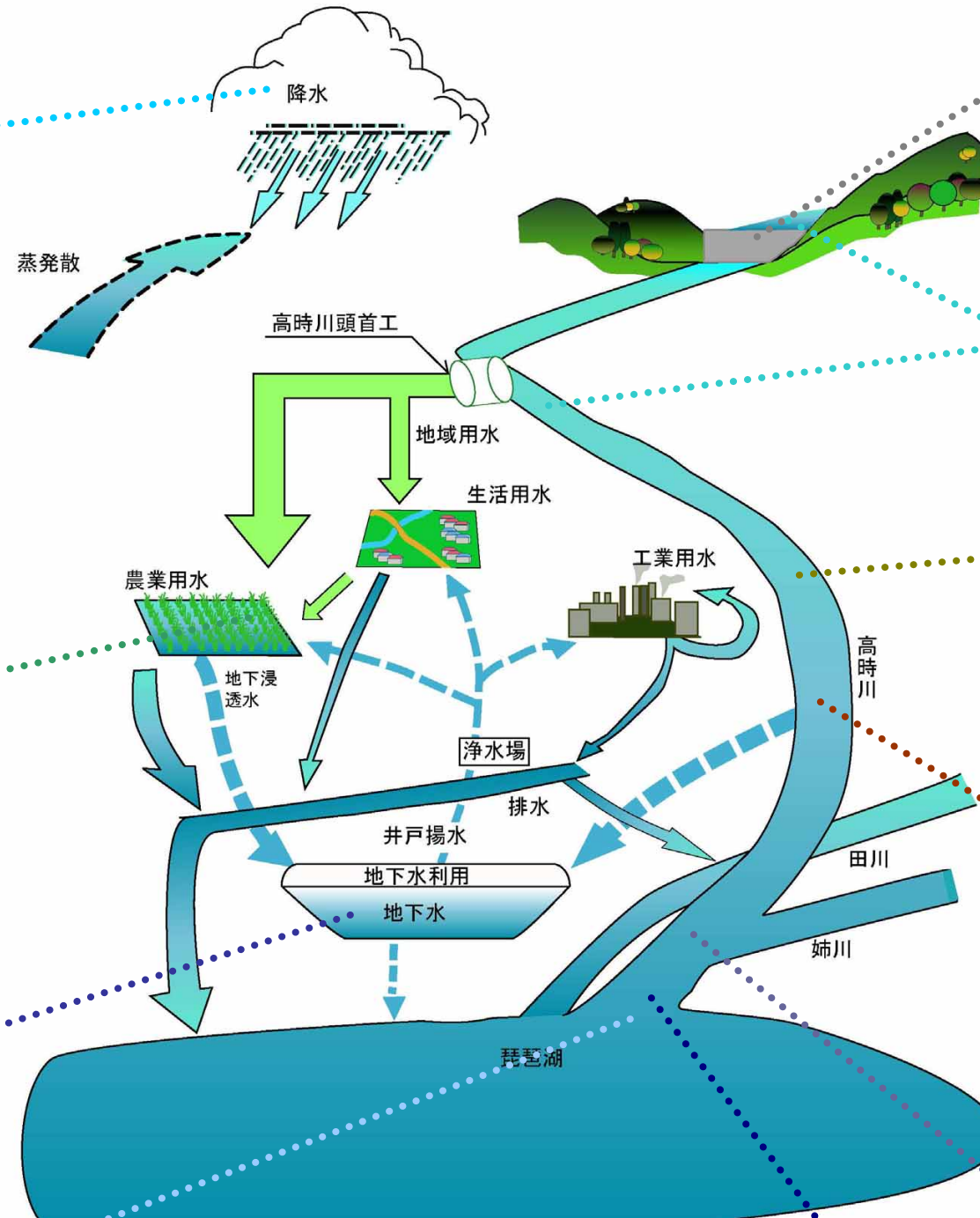
## 雪解け水の琵琶湖への流入状況

姉川河口部流動・水質現地調査

姉川河口部流動・水質数値解析

## 夏季出水時の琵琶湖への流入状況

姉川河口部水質調査



## 琵琶湖水位と丹生ダム運用の関係

高時川流域の降雨と流出特性 琵琶湖水位と瀬田川洗堰放流の現状

琵琶湖流域の効率的な水運用の概念 貯留と補給効果の実例

## 水質

現状の水質

・姉川・高時川の水質 ・琵琶湖の水質 ・貯水池水質の現状

貯水池及び高時川の水質予測

・貯水池水質予測 ・下流河川水質予測

## 土砂移動

流域の概要 河道・河床の変遷

・田川カルバートの歴史 ・近年の河床変動 ・河床材料の変動

・河口砂州の変動 ・水文量の変動 ・横断工作物 ・高時川流砂系の現状

・土砂移動計算モデルによる土砂動態の把握

## 瀬切れ

高時川の瀬切れの進行と解消の状況

・瀬切れの進行の状況 ・出水による瀬切れ解消の状況

瀬切れのメカニズムの概要

・瀬切れ発生要因となりうる事象の抽出と考えられる影響

各要因及び影響の検証

・気象に関する変化 ・流域特性に関する変化

・河道特性に関する変化 ・水利用に関する変化

## 魚類遡上・産卵調査

ビワマス産卵範囲調査について

・調査概要 ・調査結果 ・ビワマスの生活史

アユ産卵範囲調査について

・調査概要 ・調査結果 ・文献による産卵環境

・アユの生活史 ・琵琶湖全域と高時川流域の漁獲量推移

・平成15年の滋賀県水産試験場による流入河川産卵量調査

## 水生生物調査

河川環境類型区分 魚類調査 出現種、注目種、魚類相

底生動物調査 出現種、注目種、底生動物相

瀬切れの影響

## 聞き取り調査による川の今昔

・事前アンケート調査による瀬切れの認識度（住民対象）

・事前アンケート結果による瀬切れの今昔

・訪問による聞き取り調査結果による河川環境の今昔

・座談会における意見まとめ ・写真による河川環境の今昔

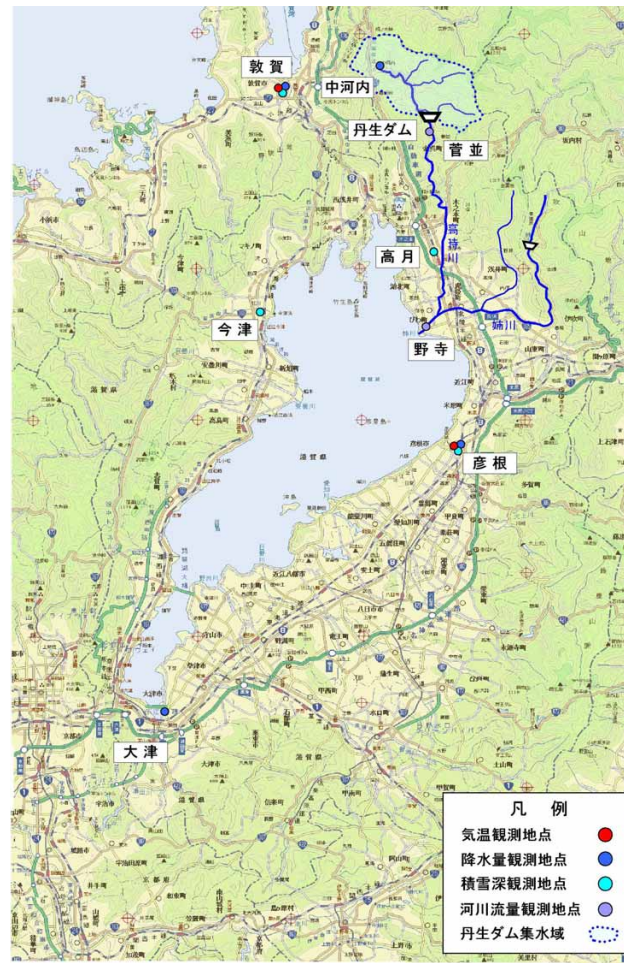
・漁業関係者聞き取り調査結果による河川環境の今昔

・住民聞き取り調査結果による水利用の今昔

・高時川流域の上水道の現状

# 流域周辺の気象・水文に関する調査検討

## 気象・水文観測地点位置図

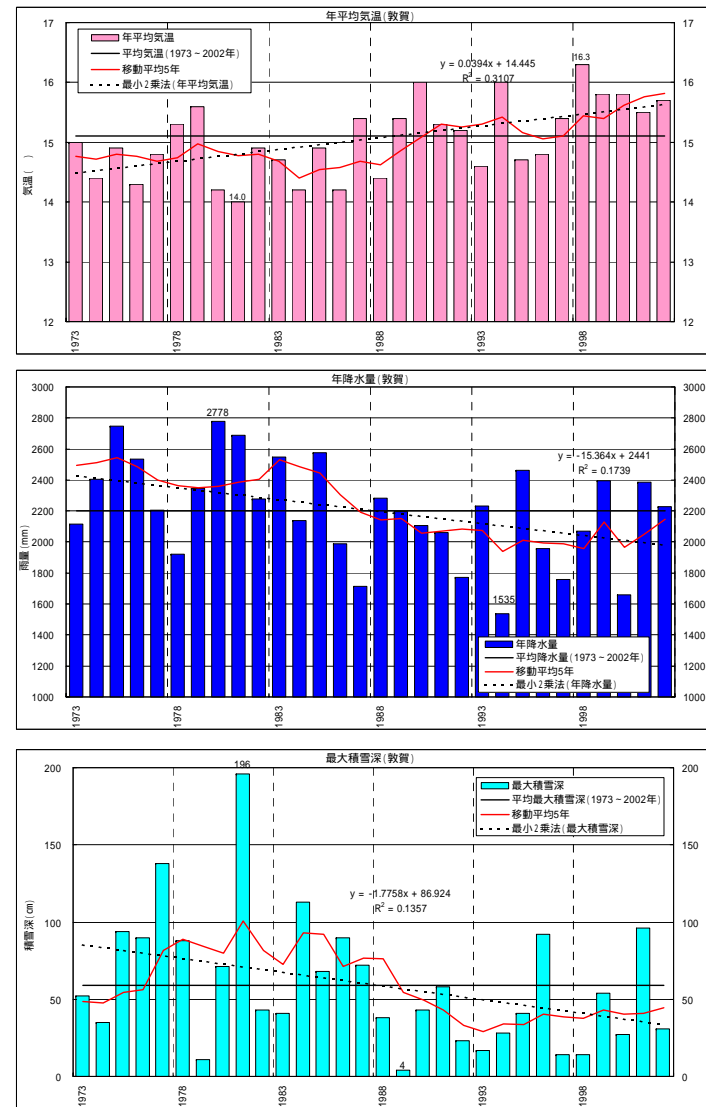


高時川流域近傍に位置する彦根観測所、敦賀観測所における観測データから、気温、降水量、積雪深について経年変化を調べた。

100年間の長期的な傾向  
 彦根、敦賀の年平均気温の上昇、彦根の最大積雪深の減少傾向が顕著である。

近年30年間の傾向  
 近年30年間では、彦根、敦賀の年平均気温の増加傾向、敦賀の年降水量、最大積雪深の減少傾向が顕著である。

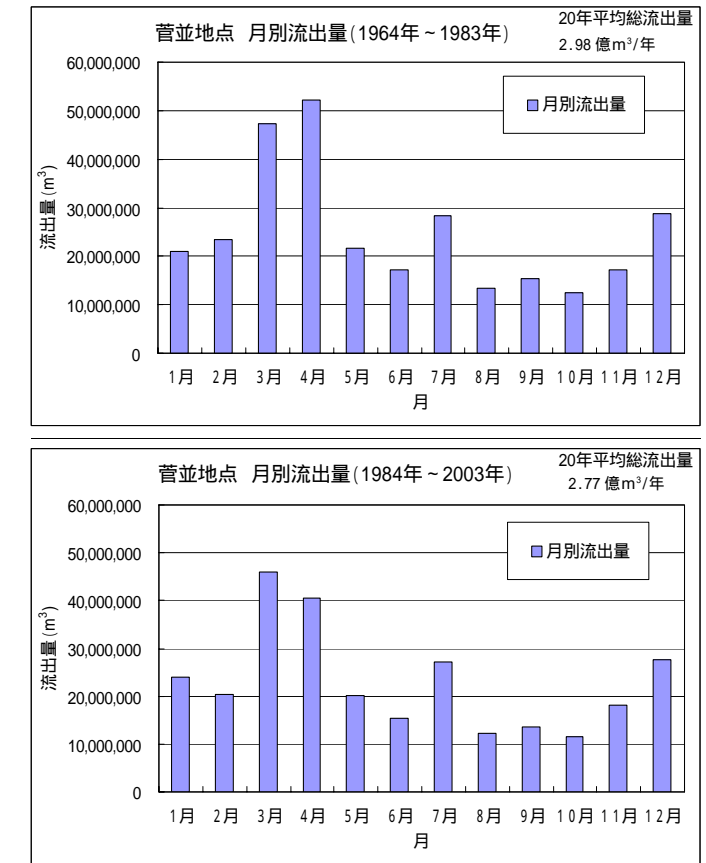
## 近年30年間の傾向



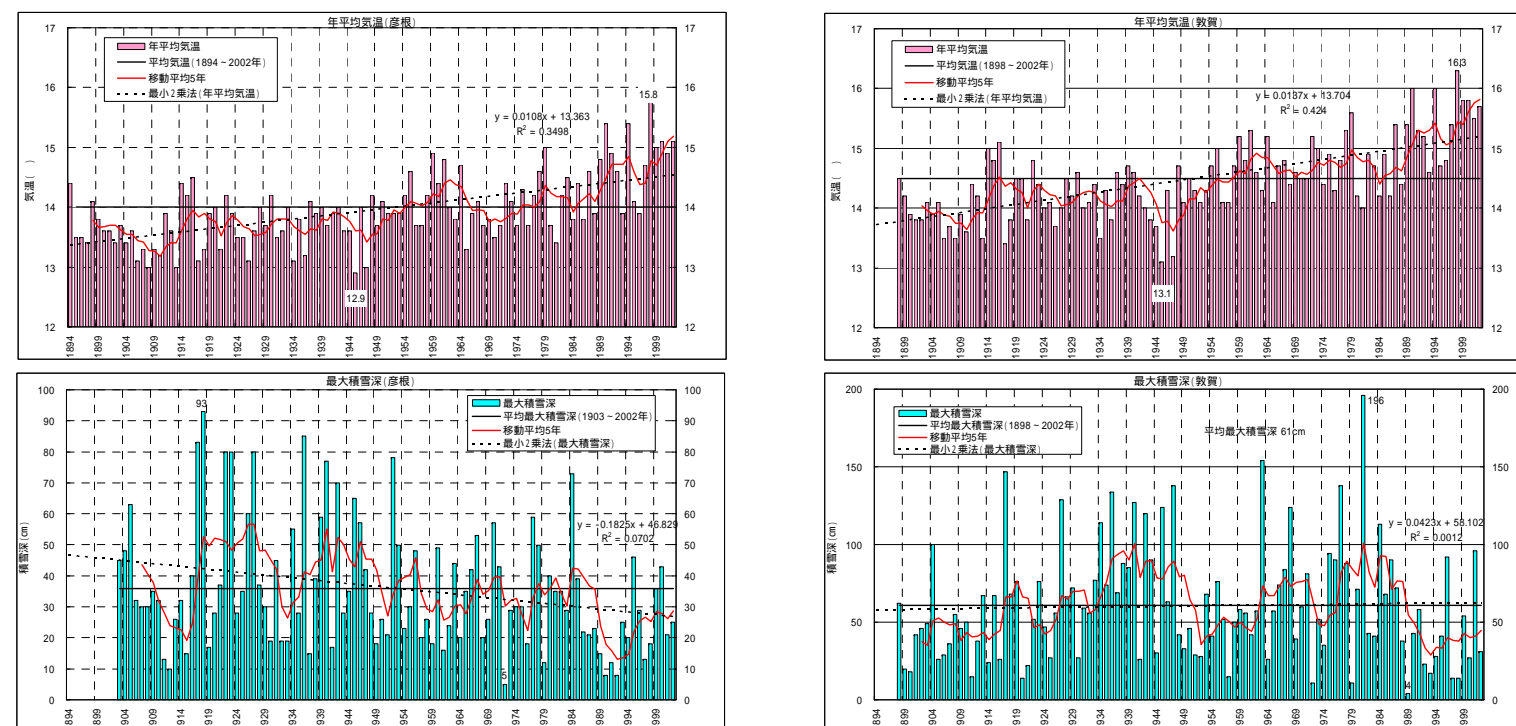
## 菅並地点流出量

- ・ダム計画地点直下流の菅並地点での流出量は雪解け水の影響で3,4月に多いという特徴がある。
- ・近年は4月の流出量が減少傾向にある。

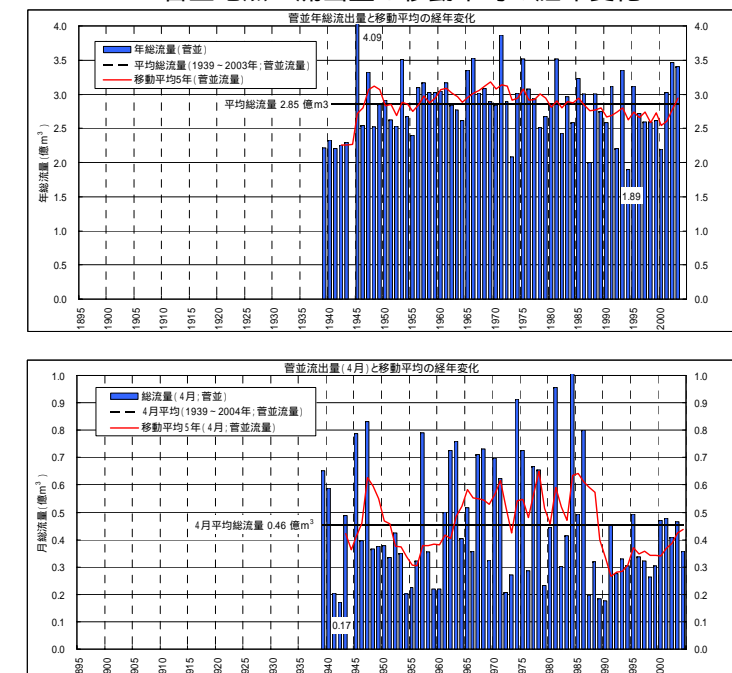
## 菅並地点 月別流出量



## 100年間の長期的な傾向



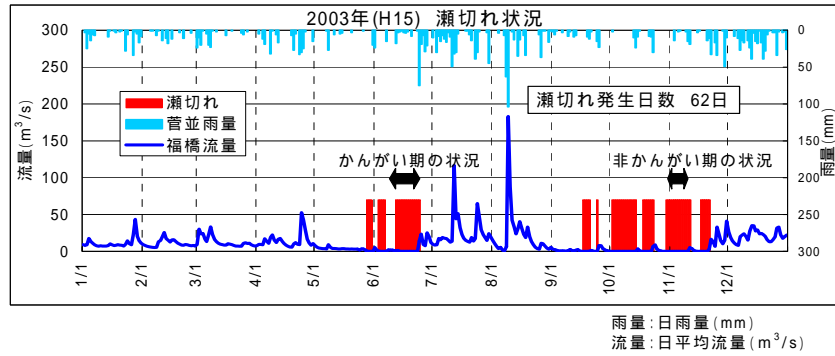
## 菅並地点 流出量と移動平均の経年変化



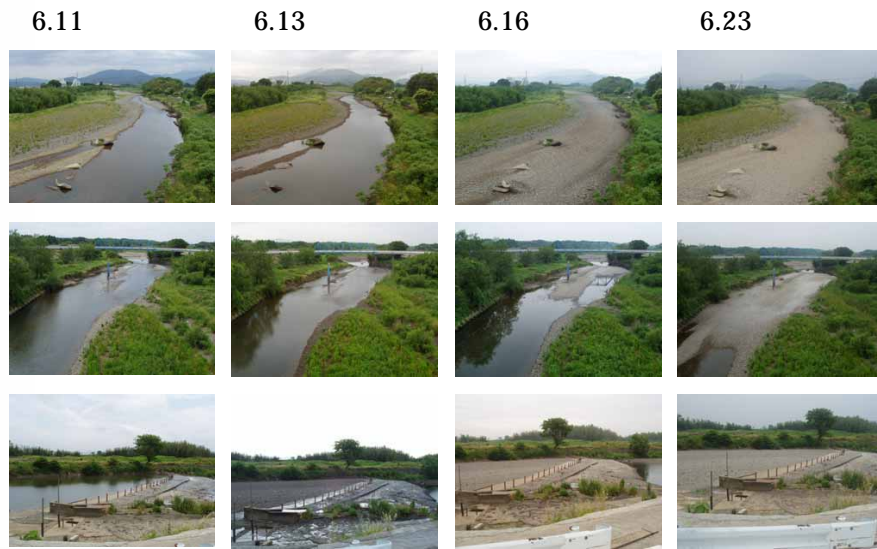
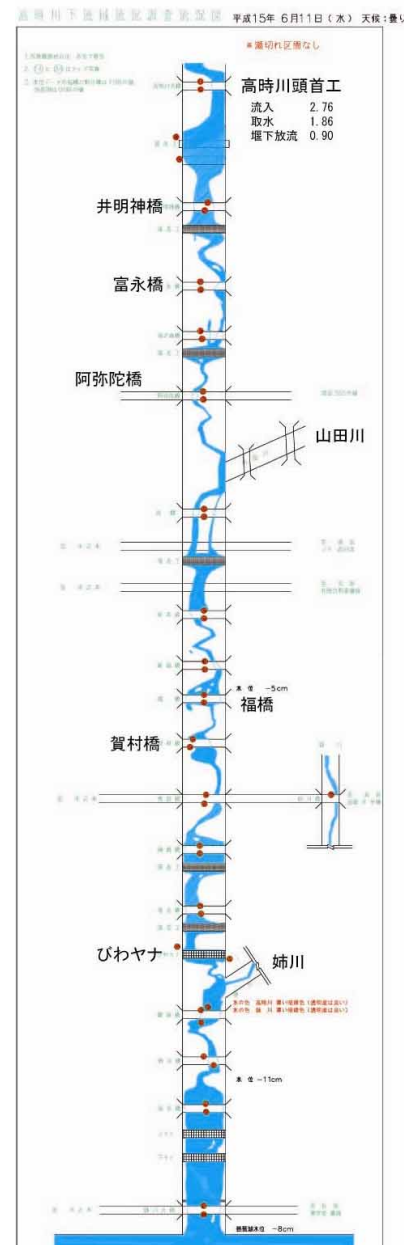
# 瀬切れに関する調査検討

## 高時川の瀬切れの進行と解消の状況

### ・瀬切れの進行状況



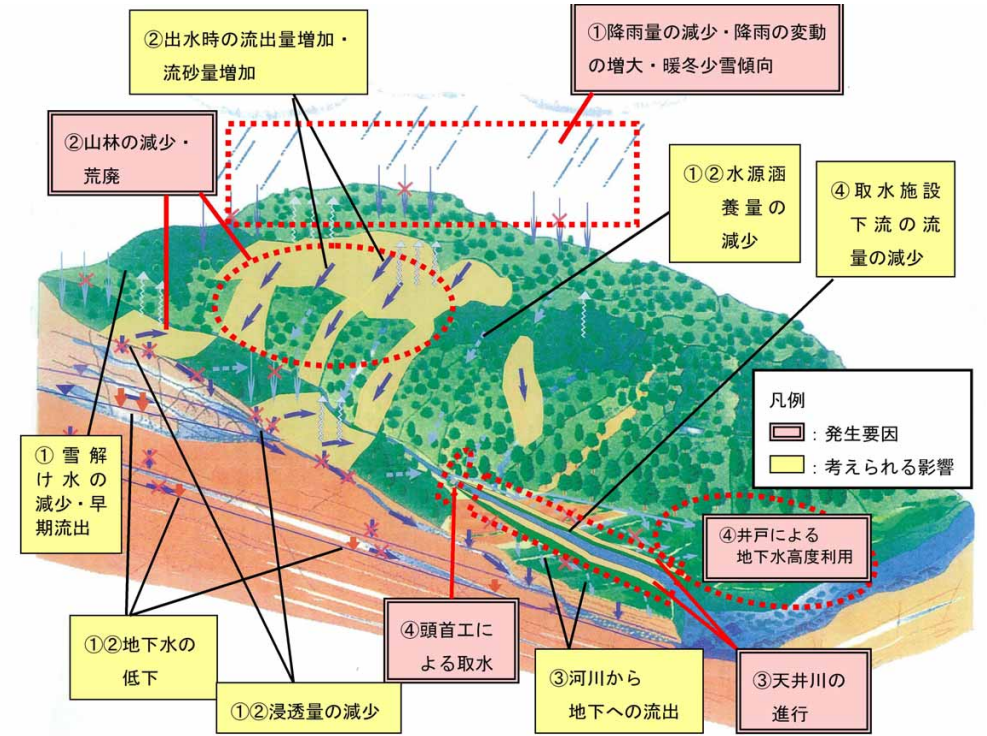
### かんがい期 (H.15.6.11 ~ 6.23)



### 非かんがい期 (H.15.9.30 ~ 10.7)

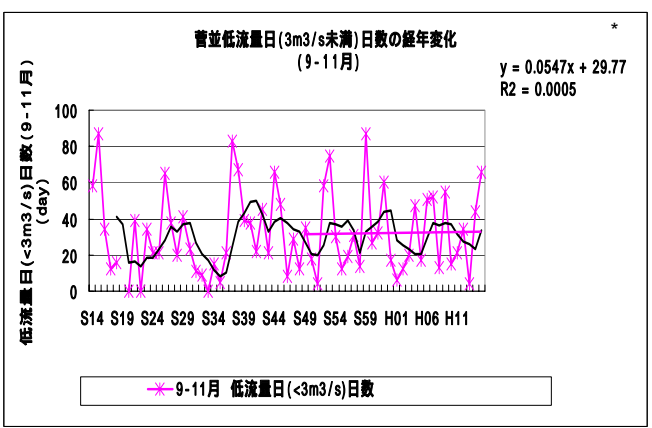
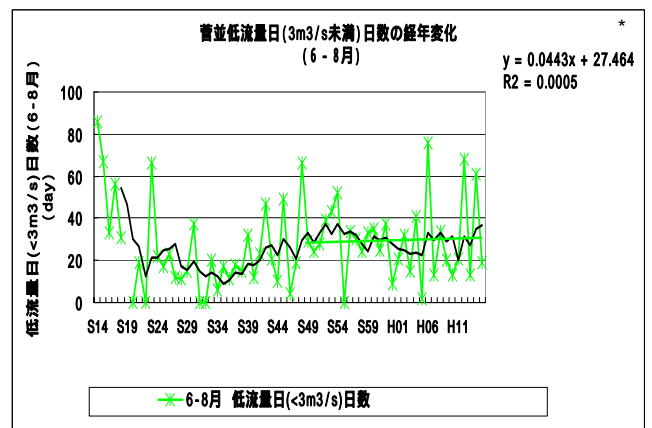
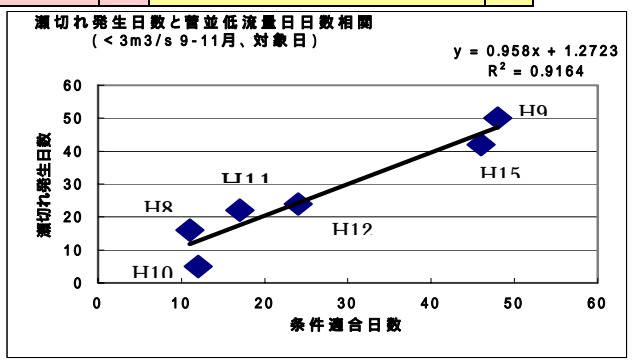


## 瀬切れのメカニズム



変化	瀬切れの発生要因となりうる事象	考えられる影響
気象に関する変化	・少雨化傾向 ・降雨の変動の増大 ・暖冬少雪傾向	・地下浸透・水源涵養量の減少 ・雪解け水の減少・早期流出
流域特性に関する変化	・山林の減少・荒廃	・出水時の流出量・流砂量の増加 ・山林の水源涵養機能の低下 ・地下水の低下
河道特性に関する変化	・流砂の河床堆積による天井川の進行	・河川内の流水の覆没 = 地下への流出・浸透量増大
水利用に関する変化	・取水施設(頭首工・井戸等)からの取水	・施設下流の河川流量の減少

瀬切れ発生の経年変化  
瀬切れ発生日数と相関のあった低流量日数  
の経年変化をみると、6-8月にS30代前半からS50まで増加傾向、それ以降は横ばいである。  
9-11月は明確な傾向は見られない。



# 河川の環境に関する調査検討

## 魚類遡上・産卵調査

### ビワマス

・産卵状況：高時川で確認された産卵床は、姉川に比べると少なかった。  
 ・産卵範囲：高時川頭首工直下まで確認。遡上は可能で産卵環境としても利用可。  
 ・瀬切れ等の影響：流量減少、瀬切れ発生により床固め工等での遡上が容易ではない。産卵床の上下流で瀬切れが発生し、卵への影響が懸念。



瀬切れの発生と取り残されたビワマス



ヤナを飛び越える様子



産卵床を作る様子

### アユ

・産卵状況：下流部で産卵場に適した砂礫底が広がっているため、美浜橋、野寺橋、難波橋周辺を中心とした下流区間で産卵量が多かった。  
 ・産卵範囲：河口から新寿橋付近まで確認。  
 ・瀬切れ等の影響：アユは30cm以浅の瀬を好んで産卵することから、アユの産卵場と瀬切れ多発区間が重なるようなところ（びわヤナ～賀村橋など）では、卵の干出の影響が懸念。



成熟したアユ親魚



干出直後の卵



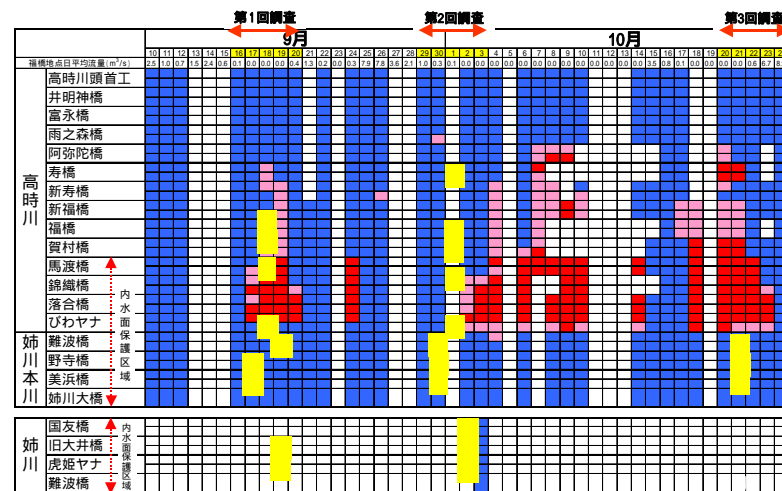
○：第1回調査で産卵が見られた範囲  
 ○：第2回調査で産卵が見られた範囲



○：第1回調査で産卵が見られた範囲  
 ○：第2回調査で産卵が見られた範囲  
 ○：第3回調査で産卵が見られた範囲

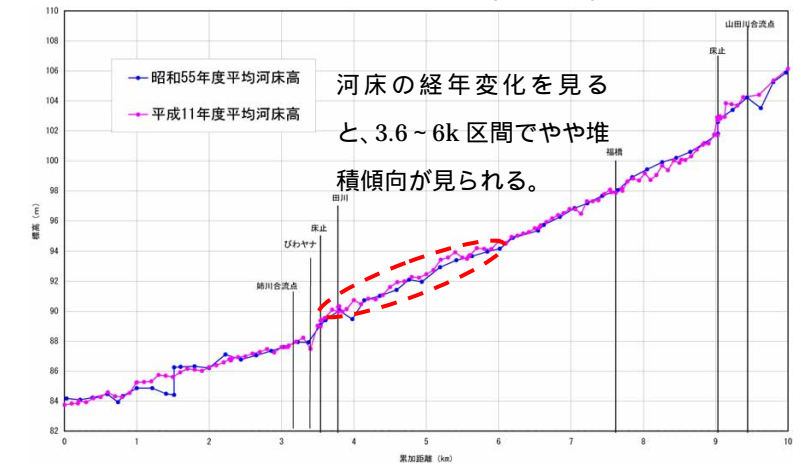
凡例	流水がある	1000以上
	水面が不連続	5000以上～10000未満
	水面がない	1以上～5000未満
	情報なし	

アユの産卵調査と瀬切れ発生状況

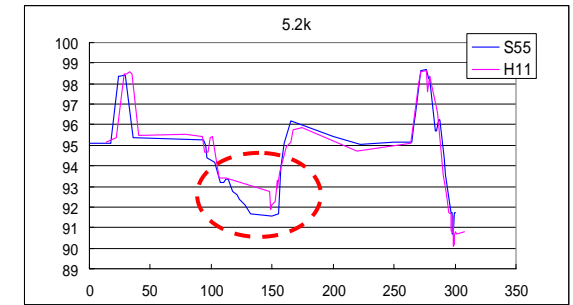
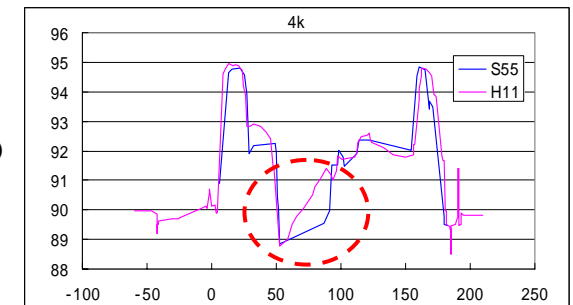


## 土砂移動

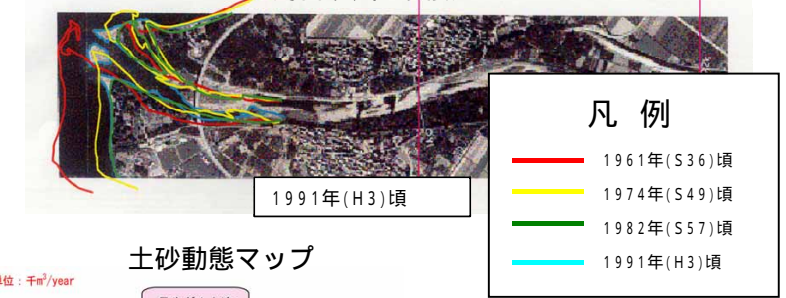
## 河床の経年変化(縦断面)



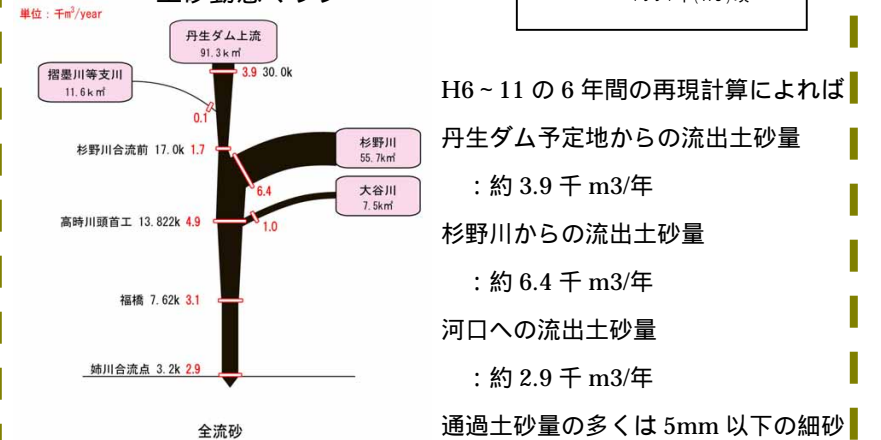
## 河床の経年変化(横断面)



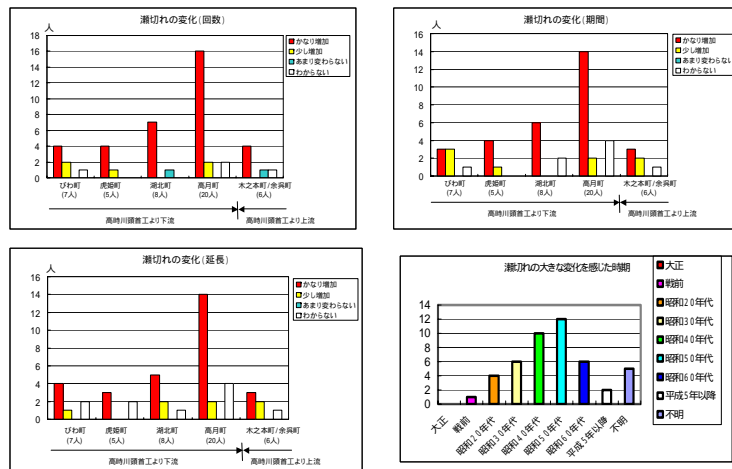
## 河口砂州の変動



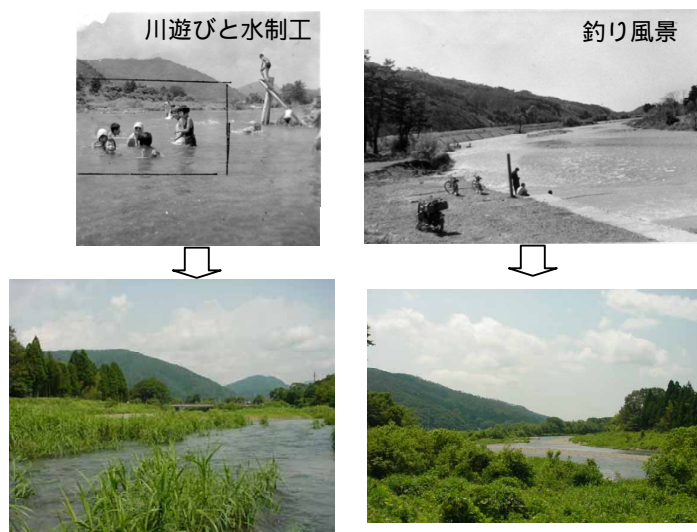
## 土砂動態マップ



## アンケート調査による瀬切れの認識度



## 写真による河川環境の今昔



## 聞き取り調査による川の今昔

・瀬切れの回数・期間・延長について、かなり増加したという回答が多く見られ、瀬切れは顕在化する傾向にあることがうかがえる。

・昔の写真と比べると、現在は河畔林が形成され、河道内にも植生が進出している様子が見られる。

# 周辺地域の水環境に関する調査検討

農業水利の現況  
平成 14 年 7 月 5 日同意

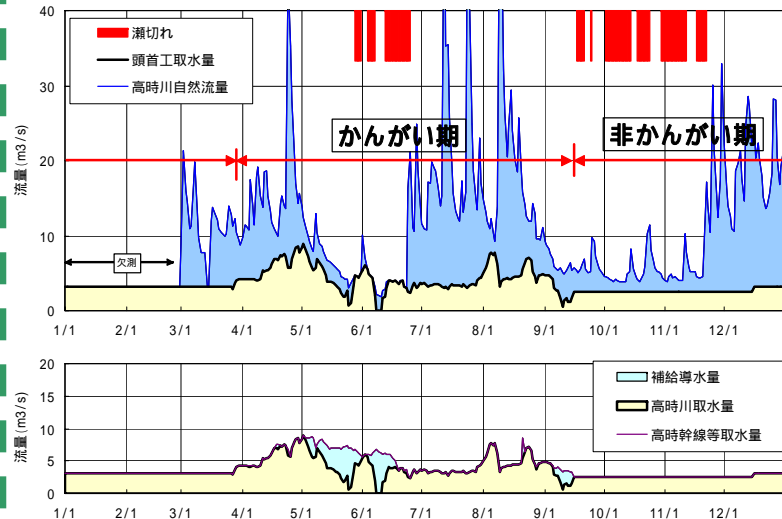
区分	最大取水量(m³/s)				
	かんがい期			非かんがい期	
	早期作の代田への代かき期	本田への代かき期	普通期	9/16~12/15	翌年3/26
高時川頭首工	4.223	10.189	11.276	2.490	3.200

## 配水ネットワーク



農業水利に関する抜本的な解決は、昭和44年国営湖北土地改良事業で高時川頭首工が完成した後である。余呉川、高時川および草野川の各頭首工ならびに余呉湖から取水し配水するネットワークが形成されている。

## 平成 15 年 瀬切れ発生と頭首工取水実績及び配水ネットワークの運用



### かんがい期

・農業利水の実態および下流河川環境に配慮し全量取水日を除き下流放流を行っている。

(全量取水日: 5/28~31, 6/3~6, 6/14~23)

### 非かんがい期

・水利権に基づく一定量を取水している。

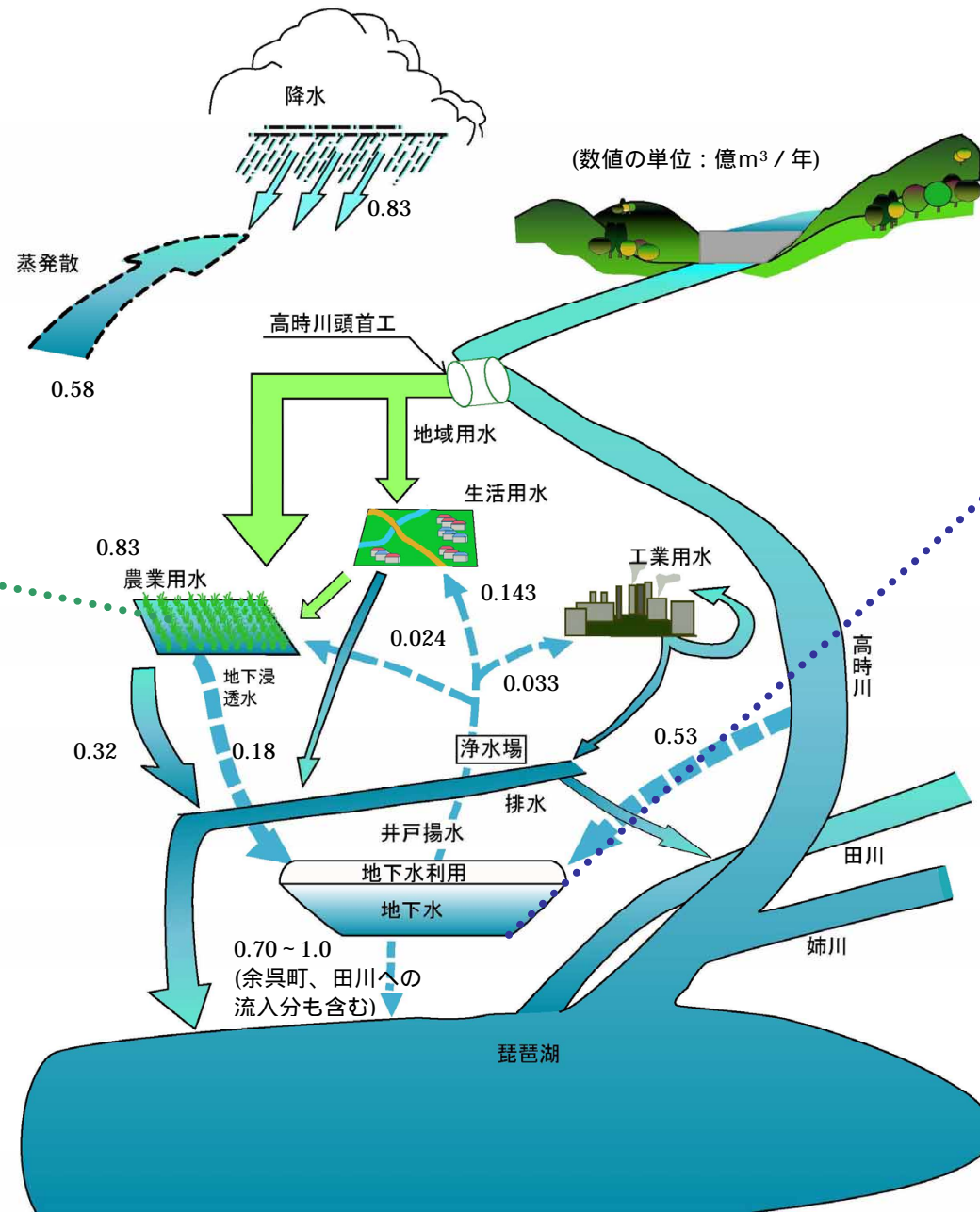
・非かんがい期における農業用水路の維持用水は地域の環境的な機能(防火用水、消流雪用水等)を發揮している。



防火用水



消流雪用水



## 上水道の現況

● 流域自治体の上水道水源地別の取水水量割合

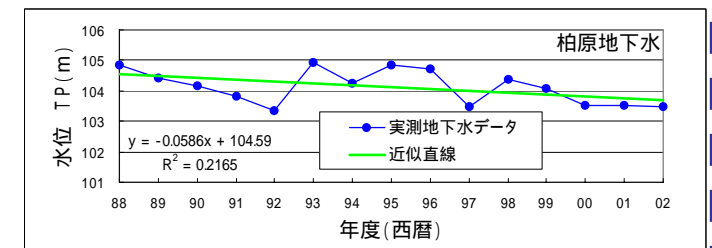
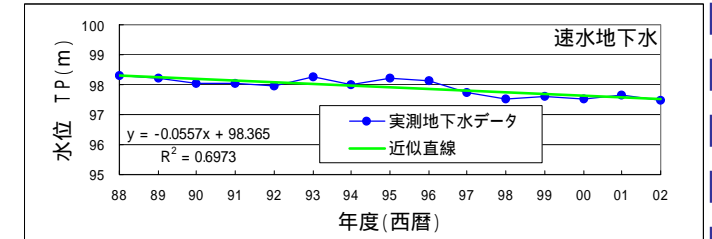
	単位: 千m³/年 ( )内数字: 合計に対する割合 (%)					備考
	湖水	表流水	浅井戸	深井戸	伏流水	
合計	133223(65)	11116(5)	21733(11)	37208(18)	2725(1)	206,005
周辺自治体	10705(57)	662(4)	2820(15)	3983(21)	650(3)	18,820
長浜市等	10391(100)				6	10,397
近江町						
浅井町			212(13)	1370(87)		1,582
沿川自治体						
虎姫町						
湖北町			947(74)	332(26)		1,279
びわ町			1315(100)			1,315
高月町				1122(100)		1,122
木之本町			114(8)	330(24)	294(21)	1,388
余呉町			128(14)	126(2)	768(84)	912
西浅井町			314(38)	420(51)	91(11)	825

注) 長浜市等は、長浜水道企業団が事業主体となり、長浜市、近江町、虎姫町を含む給水地区となっている。  
深井戸: 第一不透水層以下の水を集水する井戸  
浅井戸: 自由水面を有し、第一不透水層に達するまでの井戸

## 流域周辺の地下水

速水、柏原の2地点で地下水位の低下傾向が見られる。年間降水量(虎姫)に減少傾向が見られ、地下水位低下の一因として考えられる。

### 年平均地下水位の経年変化

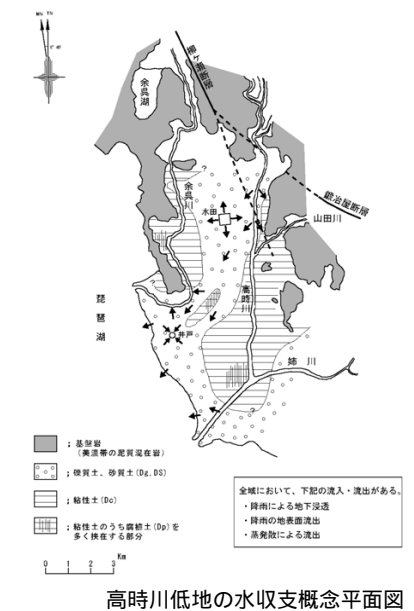


## 高時川低地の水収支

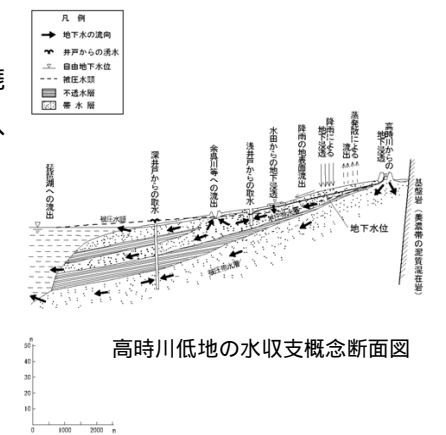
・流入要因: 降水、高時川河川水、水田

地質状態から、山地内部から地下水への直接流入は極めて少ないと考えられるため、高時川河川水、水田からの流入が地下水涵養にとって重要な要因と考えられる。

## 流出要因: 蒸発散、琵琶湖・余呉湖・田川等への流出、井戸による揚水



高時川低地の水収支概念平面図



高時川低地の水収支概念断面図

# 琵琶湖への流入に関する調査検討

雪解け水の流入（琵琶湖北湖深層 DO の変化に着目して）

**問題**  
近年、琵琶湖深層 DO 最低値が低くなっている。

**論点・課題**

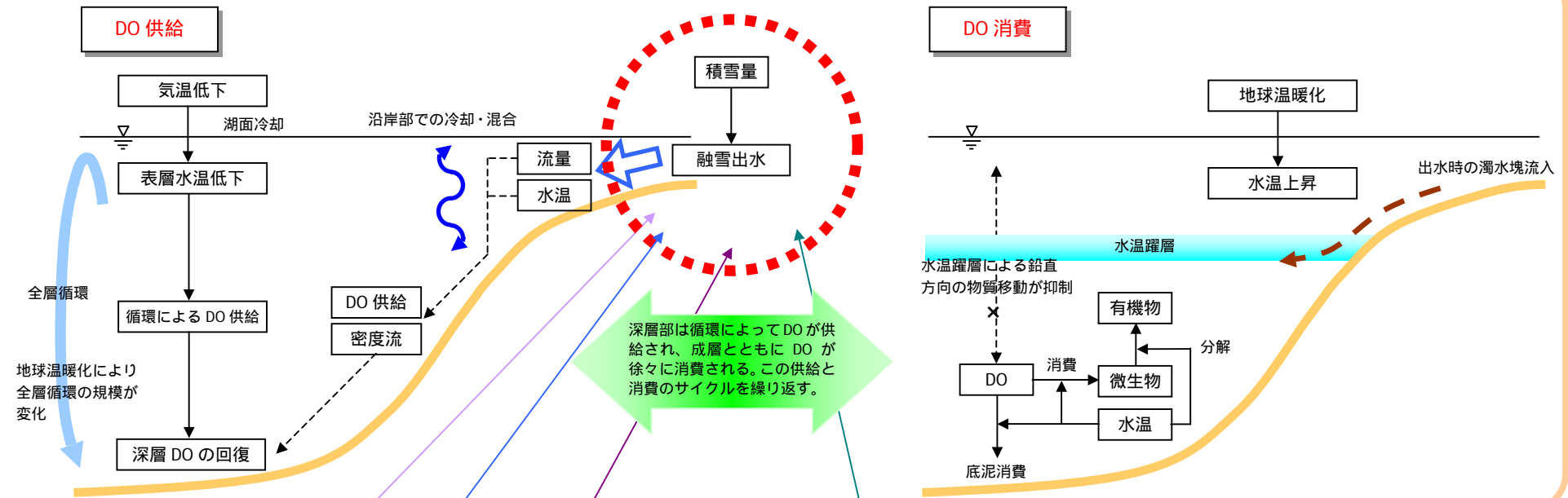
**DO 供給**

- 地球温暖化現象により冬季の全層循環の規模が小さくなっていることが問題。（1~2月の気象条件（特に気温）が重要な要因である。）
- 近年、降雪量が減少している。
- 全層循環の発生メカニズムの解明（気温低下による湖面冷却、沿岸部での湖底冷却・攪拌混合）

**DO 消費**

- 成層形成期における深層部での DO 減少メカニズムの検討（水温上昇、有機物の増加など）
- 全層循環期（冬季）と最低底層 DO 発生時（秋季～初冬季）が異なるが、それぞれの気象・水文条件はどのような関係にあるか？

**琵琶湖全体の水理・水文・水質・生物学的観点からの総合的な検討が必要 非常に難しい**



## 琵琶湖流入河川の融雪出水は琵琶湖深層に潜り込んでいるか？

出水ピーク時はどのような状況か？  
姉川だけでなく、安曇川など他の河川の影響はどうか？

**結果**

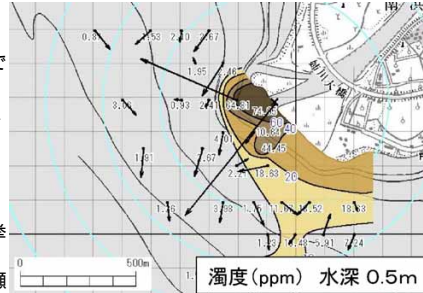
**水温**  
明確な低温水塊の広がりは確認できていない。

**濁度**  
河口から南～南東方向へ濁水塊の広がりが確認できた。  
深さ 10m で深でも概ね限られた範囲にとどまり、周辺への広がりは見られなかった。

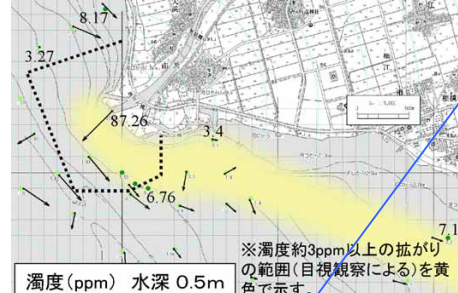
**流向・流速**  
琵琶湖の湖心方向への流れは確認できていない。

**課題**  
姉川の流入水を出水ピーク時から琵琶湖までの挙動を啓示的に追跡できていない  
長時間後に湖心に影響を及ぼしている可能性については分からない

《第1回：H.16.2.25、野寺橋 Q = 30m<sup>3</sup>/sec》



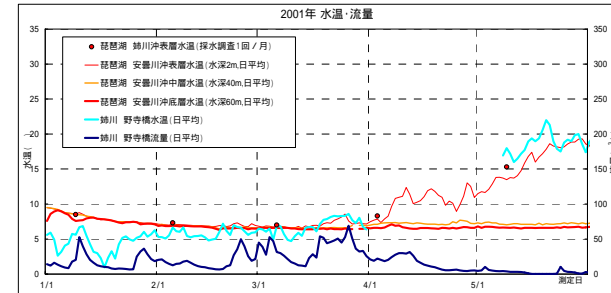
《第2回：H.16.3.19、野寺橋 Q = 25m<sup>3</sup>/sec》



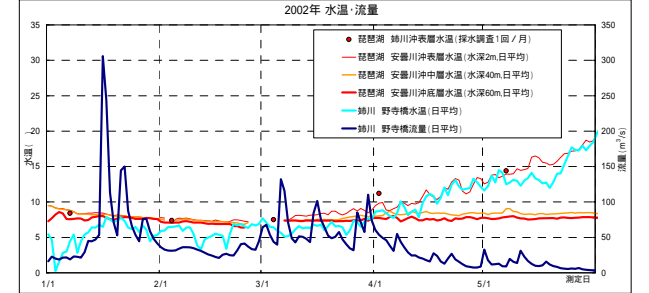
## 融雪出水期（3月）の琵琶湖水温と河川水温の関係は有無か？

結果・年によって河川水の方が高かったり、低かったりするが。課題・水温差による影響はどの程度か？

《融雪出水水温が琵琶湖水温よりも高い年》

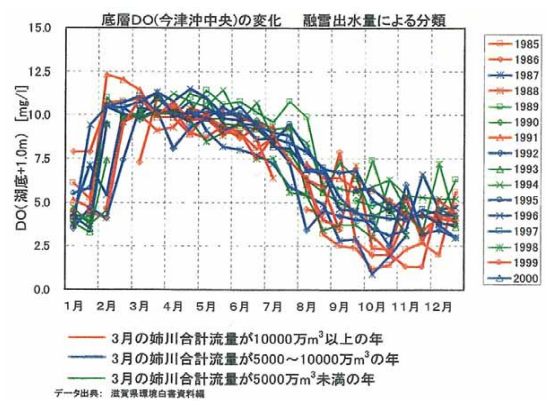


《融雪出水水温が琵琶湖水温よりも低い年》

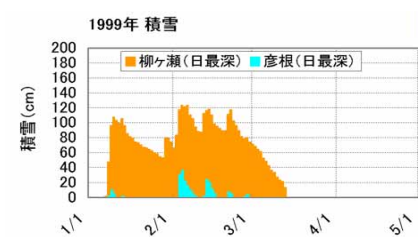


## 積雪量（融雪出水の規模）と深層 DO の関係はあるか？

**結果**  
融雪出水（3月）規模と深層 DO の推移は年によって有意な差は見られない。



## 全層循環発生の時期と融雪出水の時期は異なるか？



琵琶湖今津沖中央 (DO)

水深	1月	2月	3月	4月
水面-0.5m	9.9	10.0	9.5	10.6
水面-5.0m	9.9	10.0	9.5	10.8
水面-10.0m	9.8	10.0	9.2	10.8
水面-15.0m	9.8	10.0	9.2	10.8
水面-20.0m	9.7	10.0	9.3	10.8
水面-30.0m	9.7	9.9	9.4	10.7
水面-40.0m	9.7	9.8	9.5	10.8
水面-60.0m	9.7	9.8	9.4	10.9
水面-80.0m	9.7	9.9	9.4	10.8
水底-1.0m	4.5	3.6	4.4	10.7

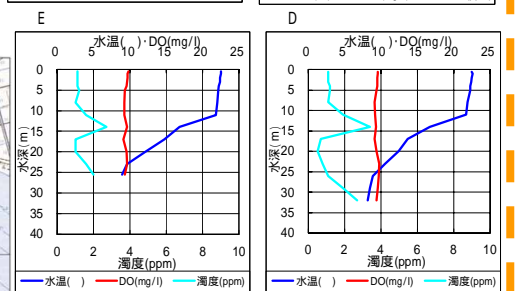
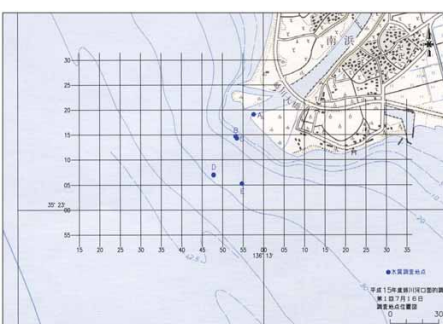
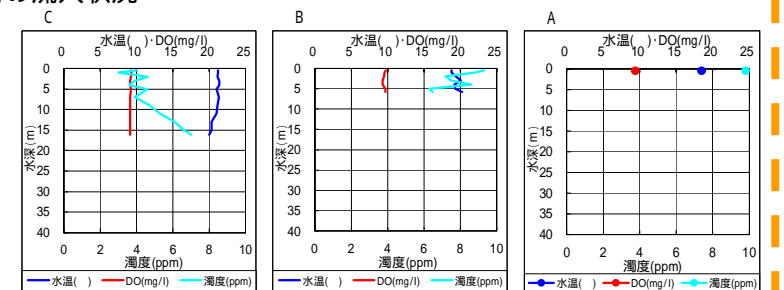


**結果**

- 全層循環は気温の低い2月下旬に発生し、琵琶湖深層 DO が回復している。
- 融雪出水は3月中下旬であり、琵琶湖深層 DO が回復した後に発生している。

## 夏季出水時の流入状況

現地調査結果  
(水温、濁度、DO の鉛直分布)

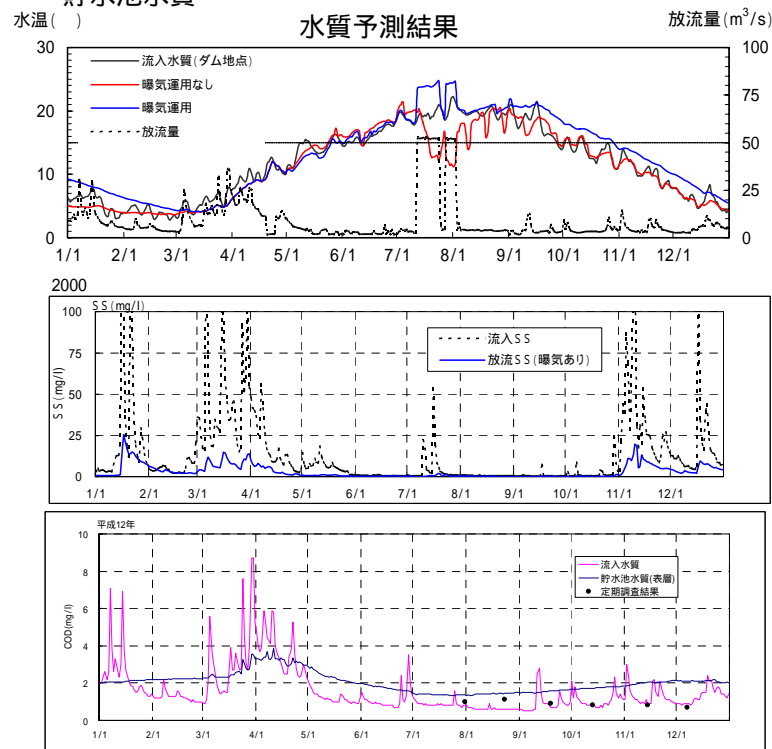


水深 13m 付近で濁度の高い値を観測。  
河川と琵琶湖の水温が同等の水深。  
河川水は水温躍層のある水深 13m 付近に潜り込んでいると考えられる。

主として近年の姉川での 3 月の雪解けによる直接琵琶湖に流入している時期のみに着目した知見である  
広義（1,2月）の冬期の出水についても分析評価する事も必要と考える

# 丹生ダムの運用、水質に関する調査検討

## 水質 貯水池水質



- 水温  
曝気循環による対策で温水が確保でき、放流水温が流入水温を下回らない。
- 濁水  
SS ピーク流入濃度が高い2002年においても、流入SS濃度より放流SS濃度が2~3mg/l上回る日数は1日、1~2mg/l上回る日数は5日である。
- 富栄養化  
COD,T-N について貯水池水質は流入水質より高くなるが、Vollenweider モデルによる評価では貧栄養に近い中栄養となり、アオコ等の富栄養化問題発生の可能性は低い。

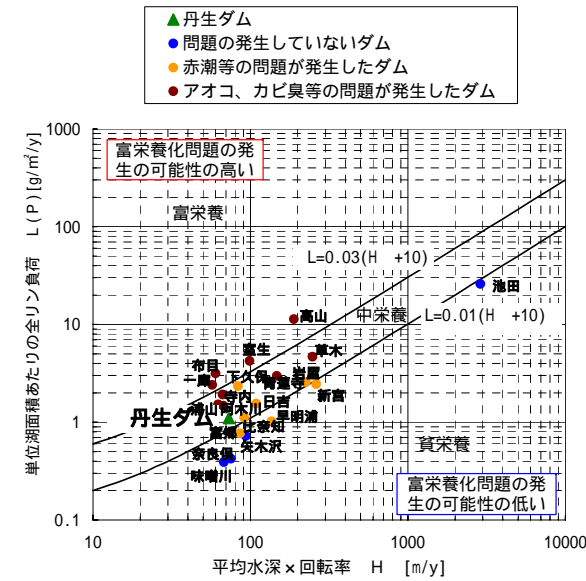


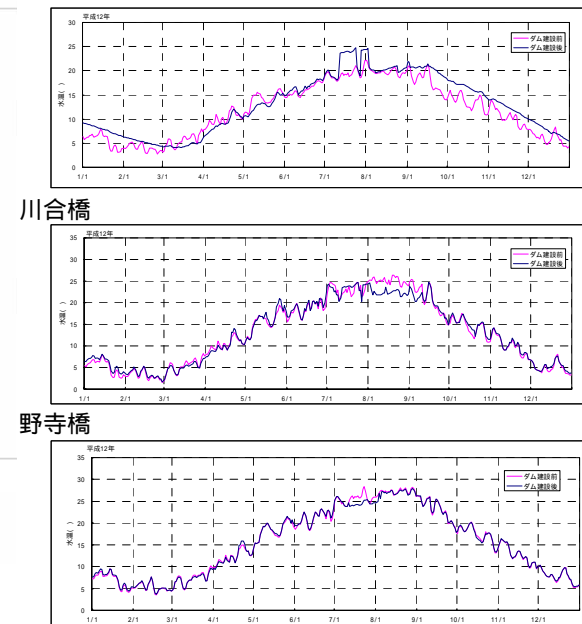
図 ポーレンバイダー (Vollenweider) モデルによる富栄養化予測  
 L: 単位湛水面積当たりの年間リン流入負荷量  
 H: 平均水深 (常時満水位での貯水容量 / 湛水面積)  
 回転率 (平均年間総流入量 / 常時満水位での貯水容量)  
 1998 - 2002年の平均値を用いて検討した。

## 下流河川水質

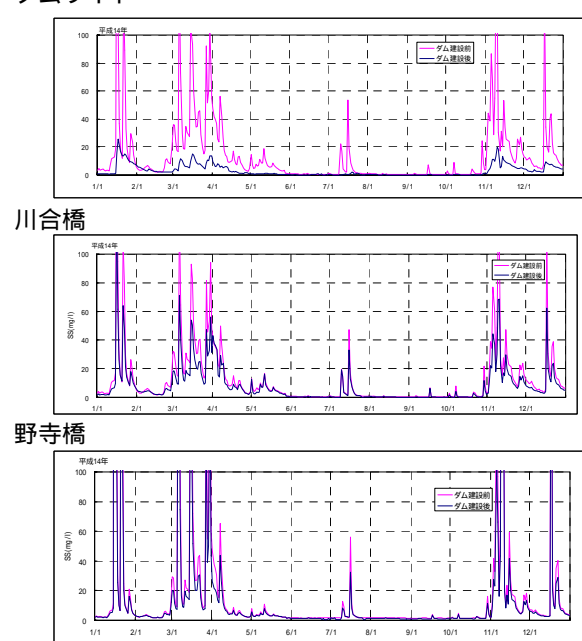
水温、濁水、富栄養化の各問題に対して、下流河川では流下に伴い、ダム放流水質の影響は小さくなり、ダムの有無による差はほとんどなくなる。



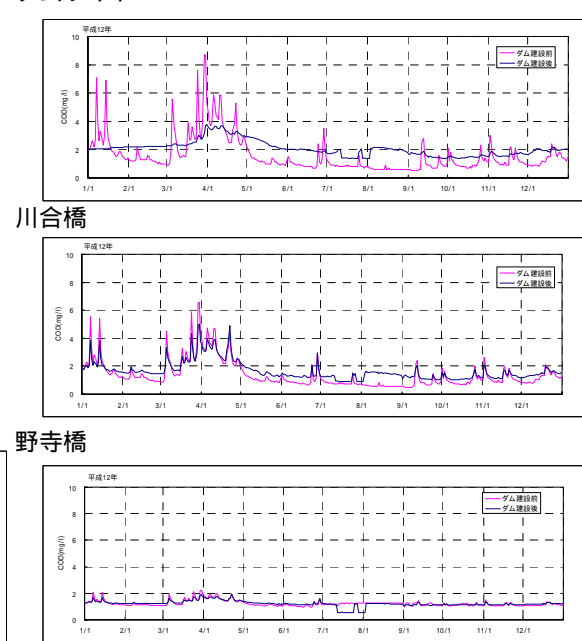
## 水質予測結果 冷水現象



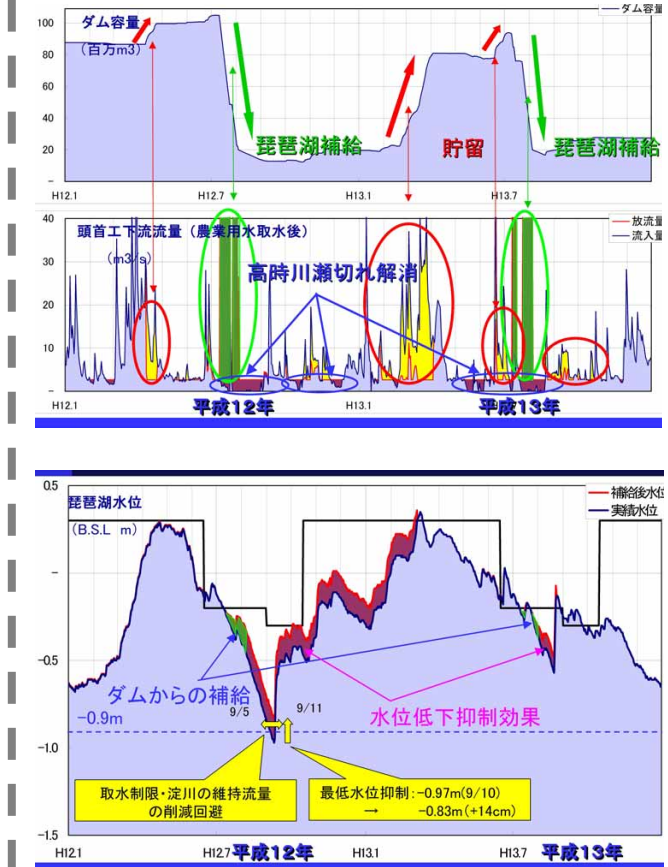
## 濁水現象



## 富栄養化現象



## 琵琶湖水位と丹生ダム運用の関係 平成12年湯水での運用



・丹生ダムから琵琶湖への年間補給量は約9600万m<sup>3</sup>、年間補給日数は132日

・琵琶湖の第一期・第二期洪水期制限水位期(6/16~10/15)の補給量は約9200万m<sup>3</sup>、最低水位の抑制効果は+14cm、水位低下抑制効果の持続日数は237日

・上記の補給により取水制限・維持流量の削減を回避可

・上記の期間以外に補給した水は高時川河川環境保全再生の効果を有す。

年	琵琶湖最低水位 (B.S.L. m)	6/16時点ダム貯水量 (万m <sup>3</sup> )	ダム補給の効果		
			ダム補給量 (万m <sup>3</sup> )	琵琶湖水位換算 (674万m <sup>3</sup> /cm)	水位低下抑制効果持続日数
H4	-0.55m	9,900	9,300	14	33
H5	-0.42m	8,100	600	—	—
H6	-1.23m	10,200	9,400	14	303
H7	-0.94m	5,600	4,000	6	314
H8	-0.9m	9,300	5,600	8	27
H9	-0.69m	10,900	800	—	—
H10	-0.41m	10,900	0	—	—
H11	-0.63m	10,900	3,100	5	11
H12	-0.97m	10,100	9,200	14	237
H13	-0.65m	7,800	7,700	11	39
H14	-0.99m	4,600	4,700	7	343
H15	-0.75m	2,800	300	—	—

↓: 経年湯水

