

信濃川中流域水環境改善検討協議会

# 調査検討結果の概要

抜 粋 版

平成 2 1 年 2 月

信濃川中流域水環境改善検討協議会



## 目次

1. はじめに .....	1-1
2. 動植物の生息地又は生育地の状況 .....	2-1
2.1 河川形態の変化 .....	2-1
2.1.1 河川形態の課題と原因 .....	2-1
2.1.2 課題改善の検討と結果 .....	2-11
2.2 水温 .....	2-15
2.2.1 水温の課題と原因 .....	2-15
2.2.2 課題改善の検討と結果 .....	2-19
2.2.3 夏季の高水温期間の設定 .....	2-21
2.3 付着藻類 .....	2-22
2.3.1 付着藻類の課題と原因 .....	2-22
2.3.2 課題改善の検討と結果 .....	2-28
2.4 魚類 .....	2-30
2.4.1 魚類の課題と原因 .....	2-30
2.4.2 課題改善の検討と結果 .....	2-42
3. 景観 .....	3-1
3.1 景観の課題と原因 .....	3-1
3.1.1 景観の課題 .....	3-1
3.1.2 景観悪化の原因 .....	3-3
3.2 課題改善の検討と結果 .....	3-4
3.2.1 アンケートに基づく検討 .....	3-5
3.2.2 見かけの河川幅に基づく検討 .....	3-6
4. サケの遡上 .....	4-1
4.1 サケの遡上の課題と原因 .....	4-1
4.1.1 信濃川におけるサケの回帰率 .....	4-2
4.1.2 サケの遡上量 .....	4-4
4.2 課題改善の検討と結果 .....	4-6
4.2.1 課題の要因 .....	4-7
4.2.2 改善対策の実施事項 .....	4-9
4.2.3 結果 .....	4-12
5. 信濃川中流域において確保すべき流量について .....	5-1
5.1 信濃川中流域における総合的な確保すべき流量 .....	5-2
5.2 支川との水収支を踏まえた必要流量の検討 .....	5-3
5.2.1 西大滝ダム直下において必要となる流量 .....	5-3
5.2.2 宮中ダム直下において必要となる流量 .....	5-4



# 1. はじめに

「信濃川中流域水環境改善検討協議会」では、平成 10 年度から平成 20 年度までの間、信濃川中流域の水環境に係るさまざまな調査、検討を行ってきた。

本書は、今後の信濃川中流域の河川環境をより良いものとしていくための基礎資料として活用されることを目的として、これらの調査検討の成果をとりまとめたものである。

信濃川中流域では、西大滝ダム（信濃川発電所：東京電力）、宮中取水ダム（千手発電所、小千谷発電所、新小千谷発電所：JR 東日本）において発電が行われている。そのため、西大滝ダム下流～魚野川合流点までの約 63.5km 区間は、河川流量が少ない減水区間となっている。

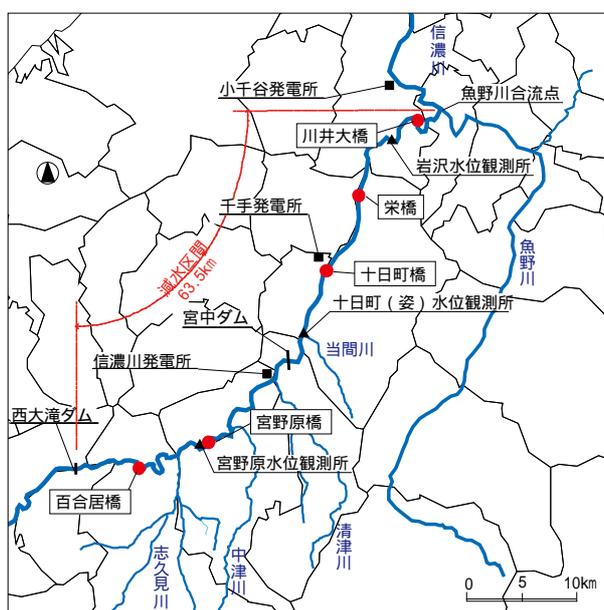


図 2.1-1 信濃川中流域の減水区間

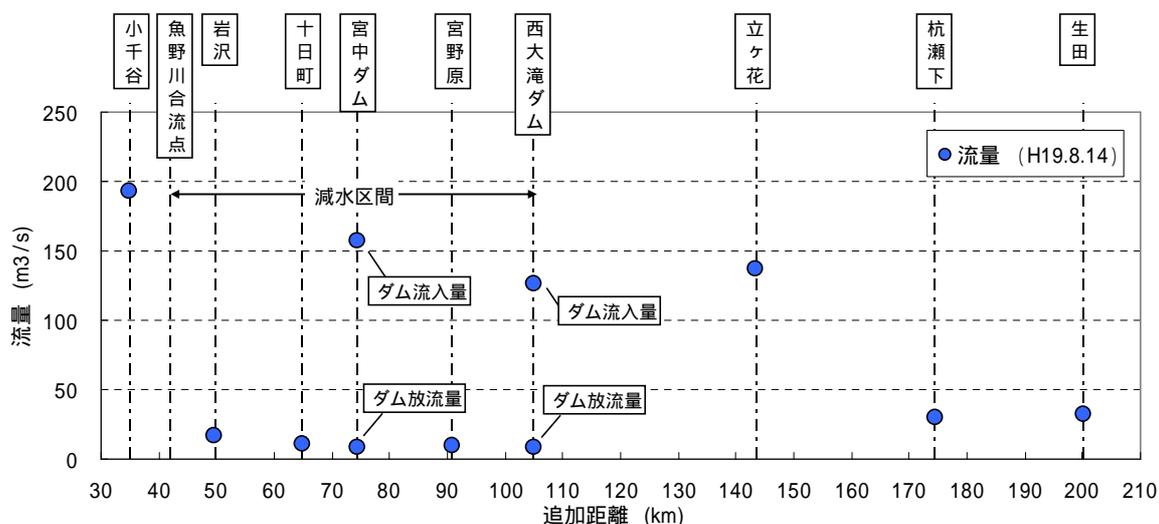


図 2.1-2 流量の縦断分布（減水期：H19年8月14日）

協議会では、沿川住民及び関係者を対象に実施したアンケートの結果や現地調査結果等を基に課題を抽出した。その結果、信濃川中流域では、以下のような課題が生じていると考えられた。

- ・ 瀬、淵などの河川の形態の変化
- ・ 夏季の水温の上昇
- ・ 魚類、底生生物、藻類などの河川に生息する生物の変化
- ・ 水面が小さくなることによる河川景観の変化
- ・ 水質の悪化
- ・ 周辺の地下水位の低下
- ・ サケの遡上への影響

これらの想定される課題について、検討した結果を示す。

## 2. 動植物の生息地又は生育地の状況

### 2.1 河川形態の変化

#### 2.1.1 河川形態の課題と原因

発電取水による流量の減少のため、瀬、淵などの河川の形態が、本来あるべき姿とは異なっているのではないか。

西大滝ダムによる減水区間は、比較的上流であるため川幅が狭く、減水時でも水域面積の減少は少ない。

宮中ダムによる減水区間については、減水により水域そのものが狭くなっており、これに伴い、早瀬や淵の面積が減少する傾向が見られる。

### (1) 検討対象流量

流量による河川形態の違いを精査するため、異なる流量時の航空写真判読により検討を行った。

表 2-1 検討対象流量

	航空写真撮影日	流量	備考
西大滝ダム減水区間	平成 11 年 10 月 26 日	Q= 8.79 m <sup>3</sup> /s	
	平成 17 年 8 月 30 日	Q= 15.46 m <sup>3</sup> /s	
	平成 14 年 9 月 26 日	Q= 24.65 m <sup>3</sup> /s	
	平成 18 年 8 月 8 日	Q= 391.62 m <sup>3</sup> /s	
宮中ダム減水区間	平成 18 年 8 月 14 日	Q= 7.52 m <sup>3</sup> /s	
	平成 18 年 8 月 7 日	Q= 8.26 m <sup>3</sup> /s	
	平成 14 年 9 月 26 日	Q= 9.49 m <sup>3</sup> /s	(参考)
	平成 17 年 8 月 30 日	Q= 103.21 m <sup>3</sup> /s	
	平成 18 年 7 月 31 日	Q= 159.53 m <sup>3</sup> /s	

西大滝ダム減水区間流量：宮野原水位観測所データ、宮中ダム減水区間：十日町水位観測所データ

### (2) 西大滝ダム減水区間における流量による河川形態の違い

対象区間によって異なるが、西大滝ダム減水区間は、比較的上流に位置し川幅が狭いため、減水による水域面積の減少量は比較的小さい。また、減水により早瀬・淵面積が減少傾向にあるが、面積減少量としては小さい。

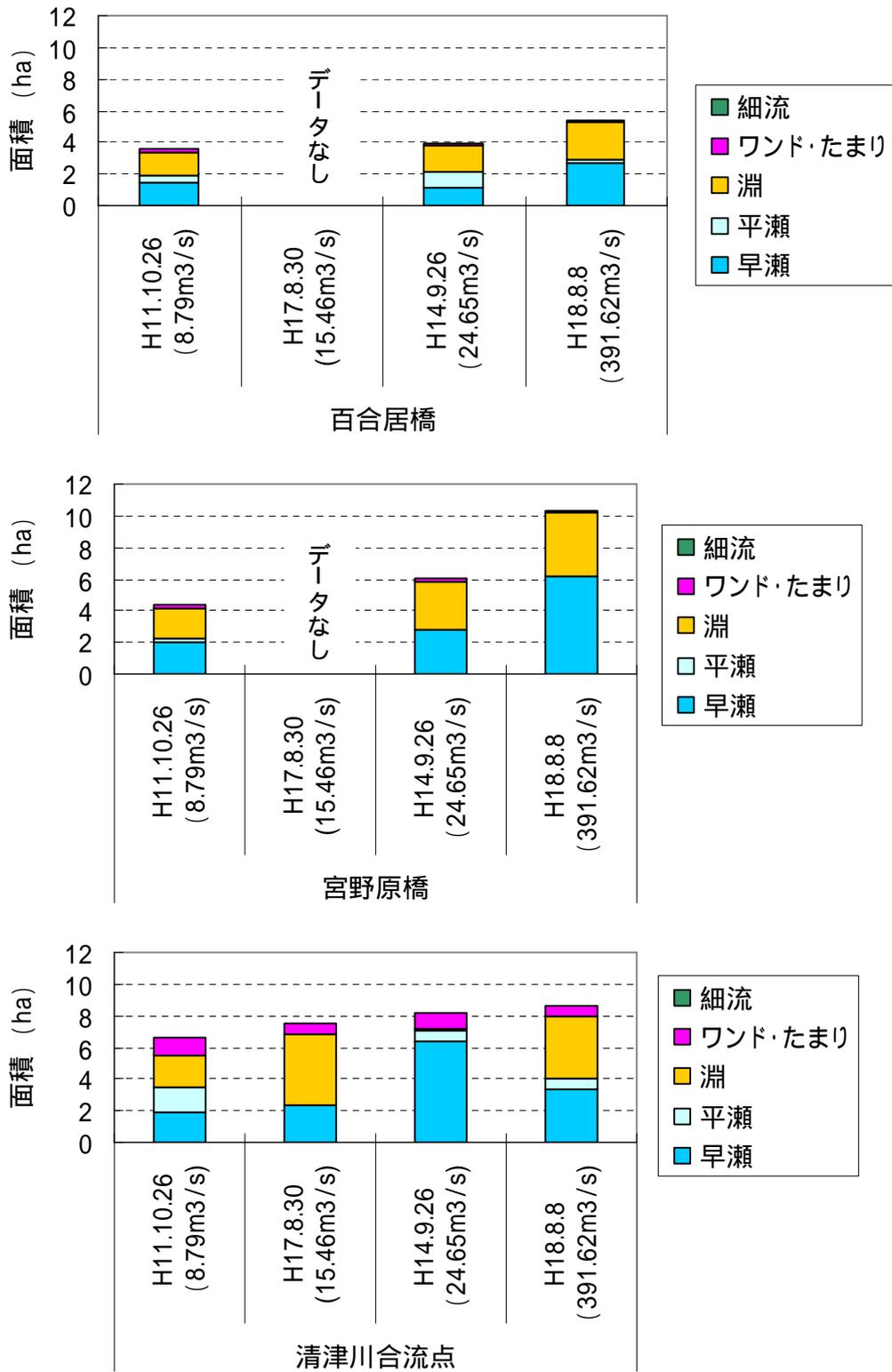


図 2.1-1 河川形態の変化（瀬、淵等の構成要素の変化）

(a) 百合居橋

航空写真からは、対象期間中での大きな河道形状の変動はみられない。

瀬淵が連続する形態となっており、流量減少とともに水域面積および瀬淵面積が減少する。

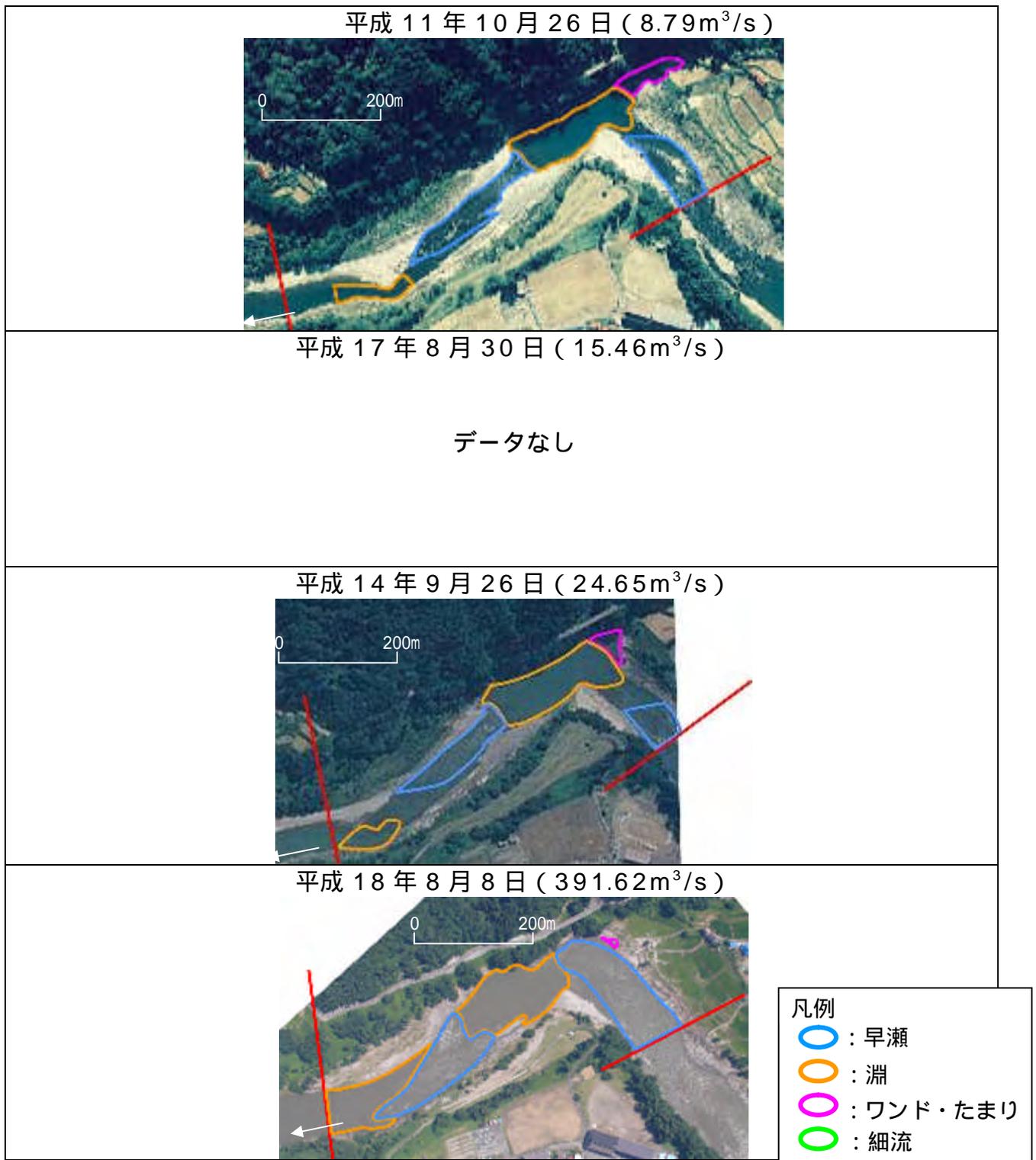
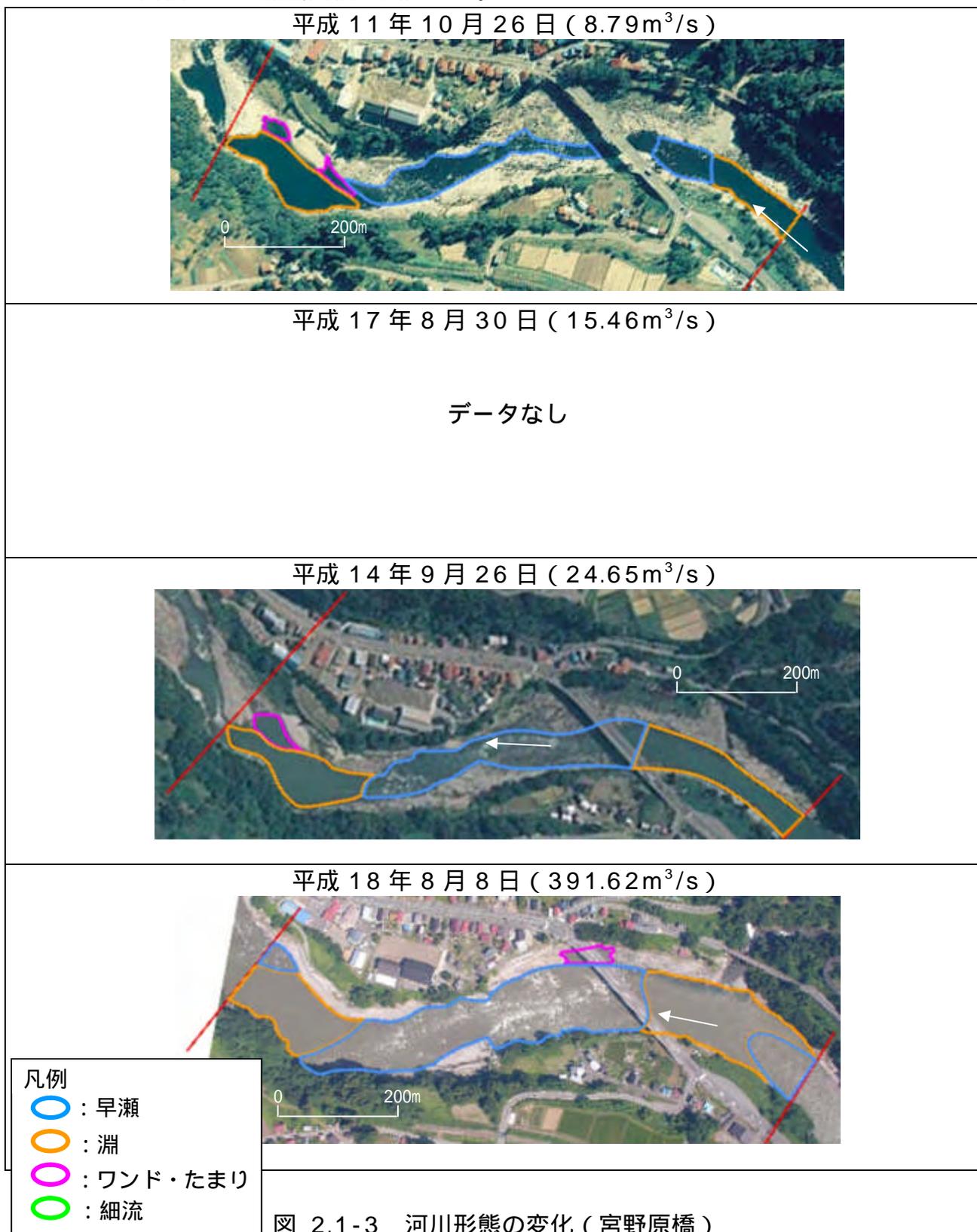


図 2.1-2 河川形態の変化 (百合居橋)

(b) 宮野原橋

航空写真からは、対象期間中での大きな河道形状の変動はみられない。

河道形状に応じて瀬淵が連続する形態となっており、流量減少とともに水域面積および瀬淵面積が減少する。



(c) 清津川合流点下流

航空写真からは、対象期間中での大きな河道形状の変動はみられない。

瀬淵が連続しており、流量減少とともに水域面積および瀬淵面積が減少する。  
下流右岸の広いワンドは、流量増加時にも残存している。

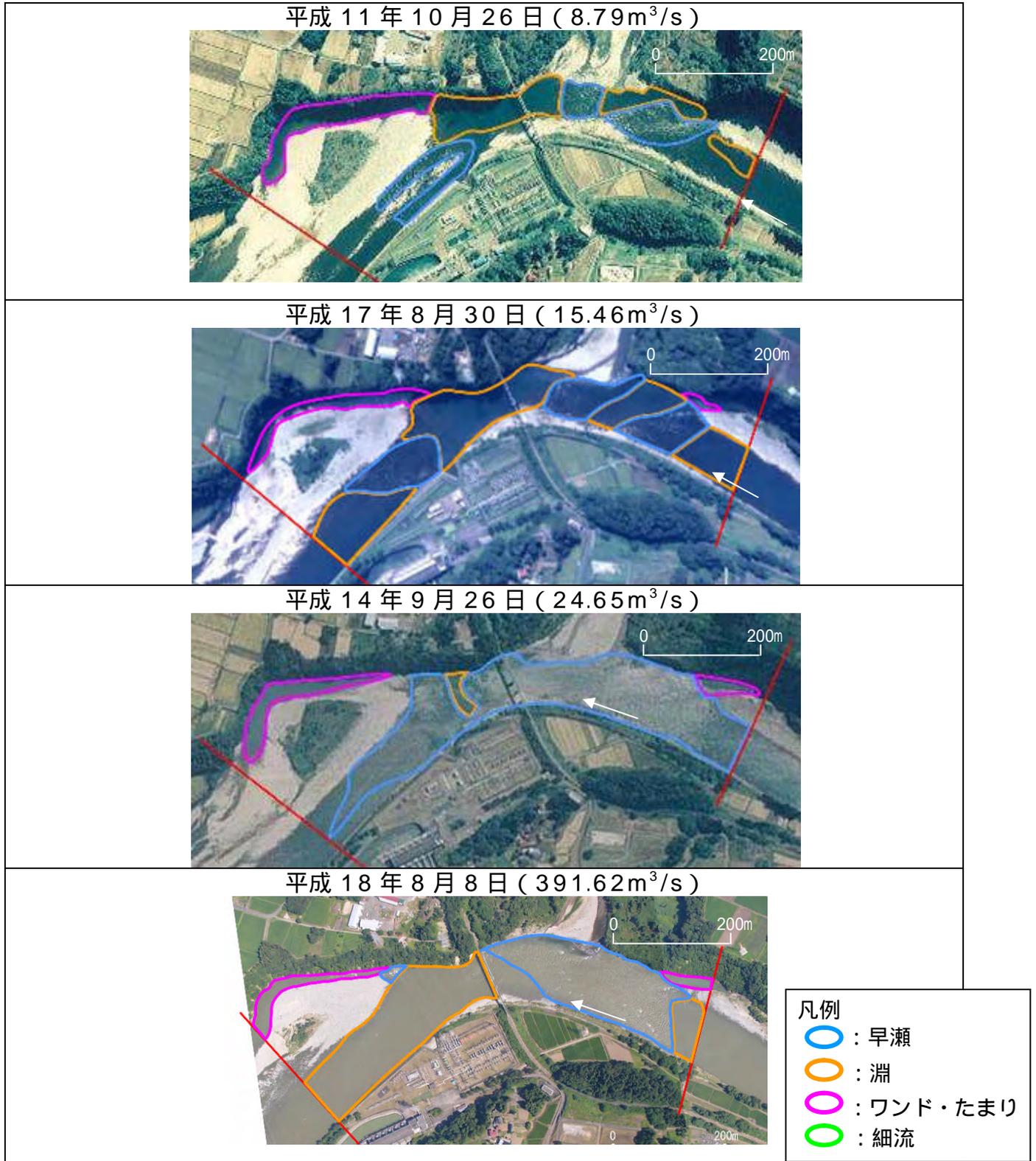


図 2.1-4 河川形態の変化 (清津川合流点下流)

(3) 宮中ダム減水区間における流量による河川形態の違い

平成 17～18 年度のみで比較したところ、減水により水域そのものが狭くなっている。十日町橋では区間一帯が平瀬となったため、他とは異なる傾向を示したが、栄橋、川井大橋では減水に伴い瀬・淵の面積が減少する傾向が見られた。

宮中ダム減水区間は川幅が広い区間が多いため、流量が増えると広い範囲で水深が上がり、平瀬面積が増える傾向にある。

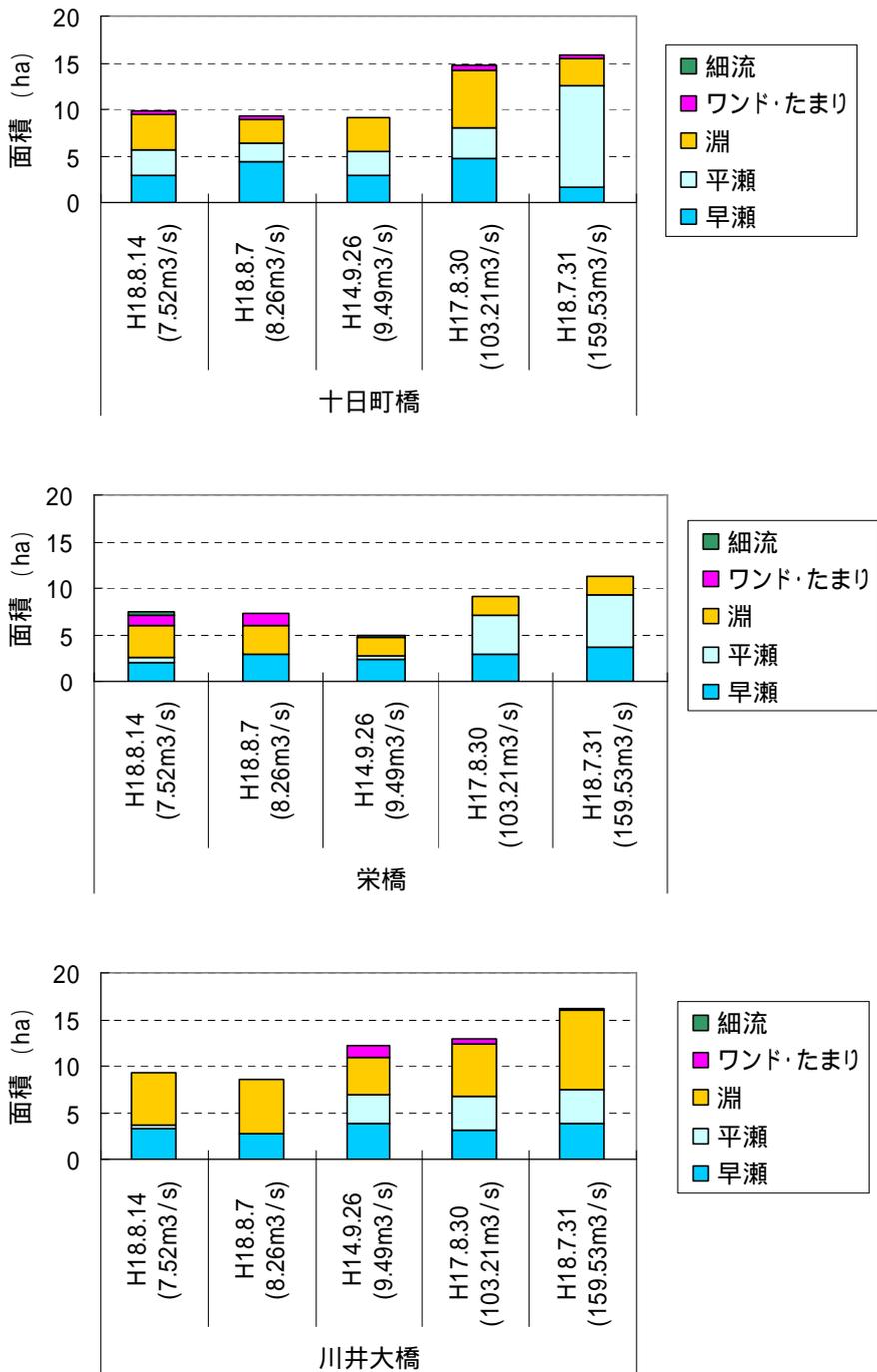


図 2.1-5 河川形態の変化（瀬、淵等の構成要素の変化）

参考として、H14 における河川要素面積も示す。

(a) 十日町橋

十日町橋では、床固上下流と支川合流点付近で瀬淵が生じている。大流量時には河道全体が水域となり、早瀬や淵面積が大きく減少し、平瀬面積が拡大する。

平成 18 年 8 月 14 日 (7.52m<sup>3</sup>/s)



平成 18 年 8 月 7 日 (8.26m<sup>3</sup>/s)



平成 17 年 8 月 30 日 (103.21m<sup>3</sup>/s)



平成 18 年 7 月 31 日 (159.53m<sup>3</sup>/s)



凡例

○ : 早瀬

○ : 淵

○ : ワンド・たまり

○ : 細流

図 2.1-6 河川形態の変化 (十日町橋)

(b) 栄橋

砂州の面積が広い区間であるが、澁筋部分では瀬淵が連続する構造となっている。河道中央部の湛水部葉流量増加時には、流水が砂州を乗り越えるためなくなっており、砂州部分が瀬となっている。

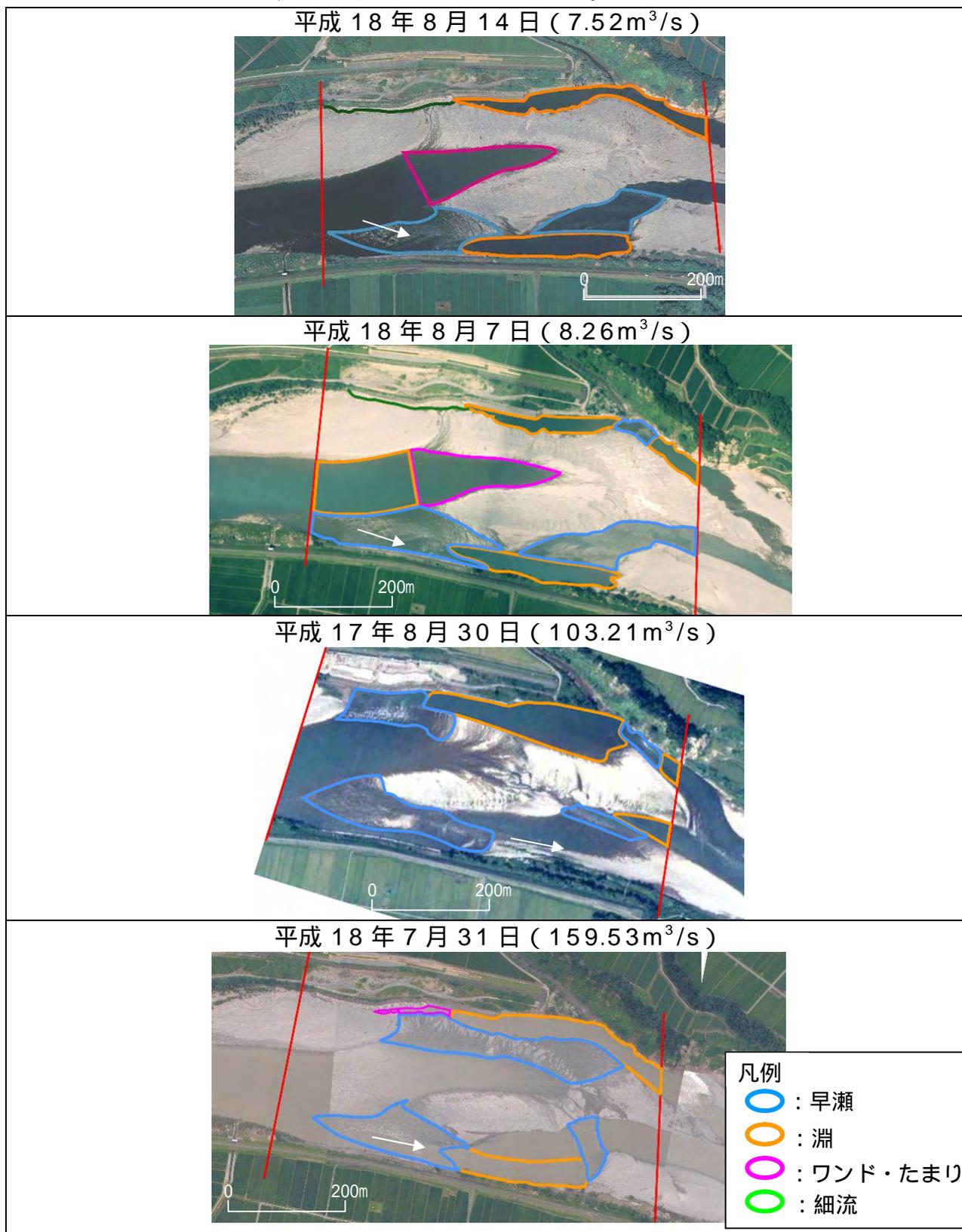


図 2.1-7 河川形態の変化（栄橋）

(c) 川井大橋

小流量時は瀬淵が連続する構造であるが、流量が増加すると、上流端の早瀬は残るが全体的に淵面積が増加する傾向にある。

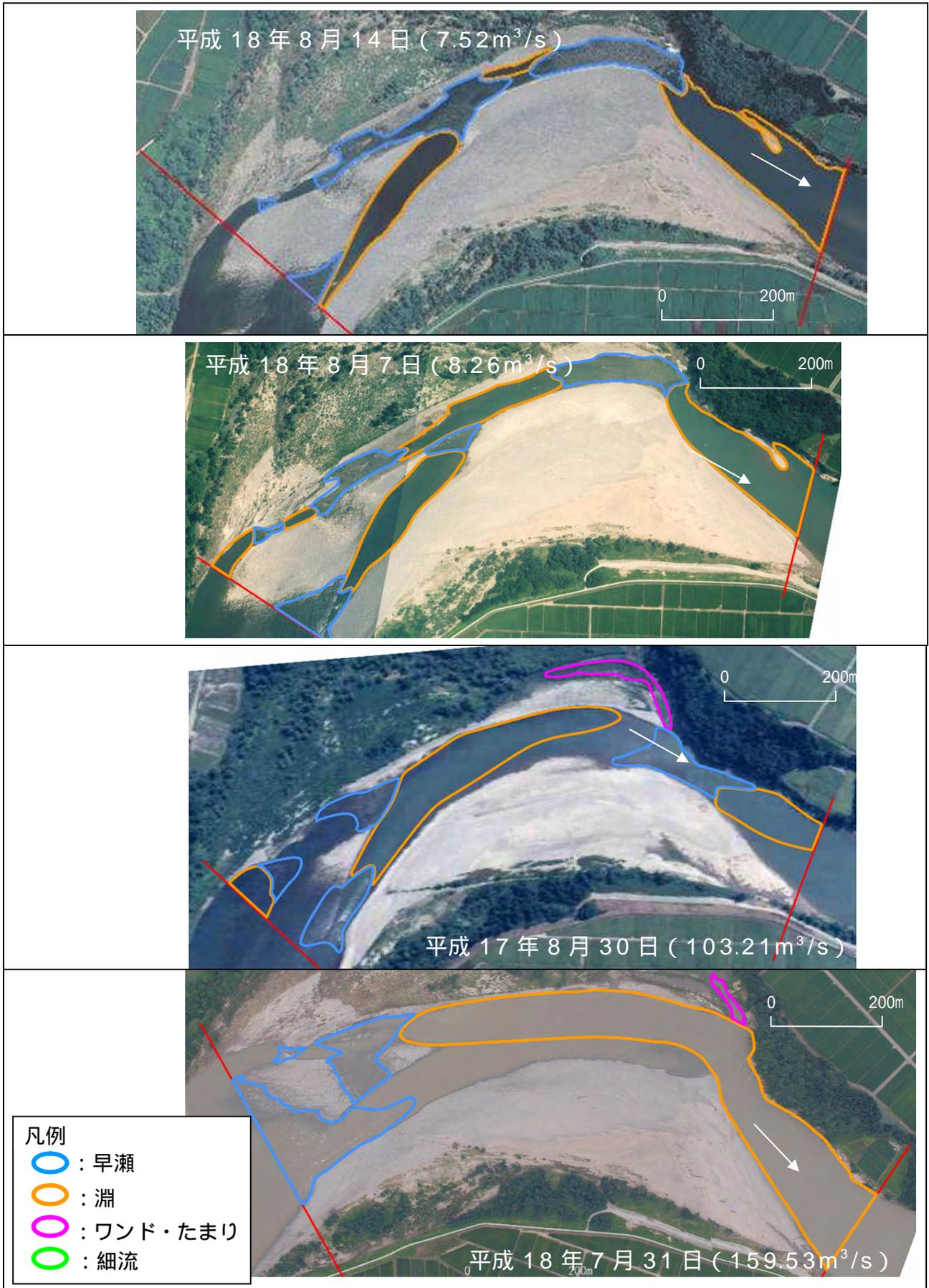


図 2.1-8 河川形態の変化 (川井大橋)

## 2.1.2 課題改善の検討と結果

航空写真判読により、宮中ダム減水区間では流量によって瀬淵の分布状況が異なることが確認された。

非減水時における河川形態に近づけるため、流量増加により河川形態の変化を最も効果的に得るためには、どのくらいの流量が必要となるか。

河川形態の良し悪しを定量的に評価することは困難であるため、流量増加に伴う環境要素（早瀬、平瀬、淵、浅場）の面積の増減量によって評価することとした。

その結果、流量と環境要素の面積変化のグラフの形状から、流量が  $40\text{m}^3/\text{s}$  を超えると、環境要素のうち早瀬、淵、浅場の面積は一定化する傾向を示した。

よって、宮中ダム減水区間において、非減水時に近い河川形態とするためには、少なくとも  $40\text{m}^3/\text{s}$  の流量が必要であると判断された。

(1) 検討結果

ア 十日町橋

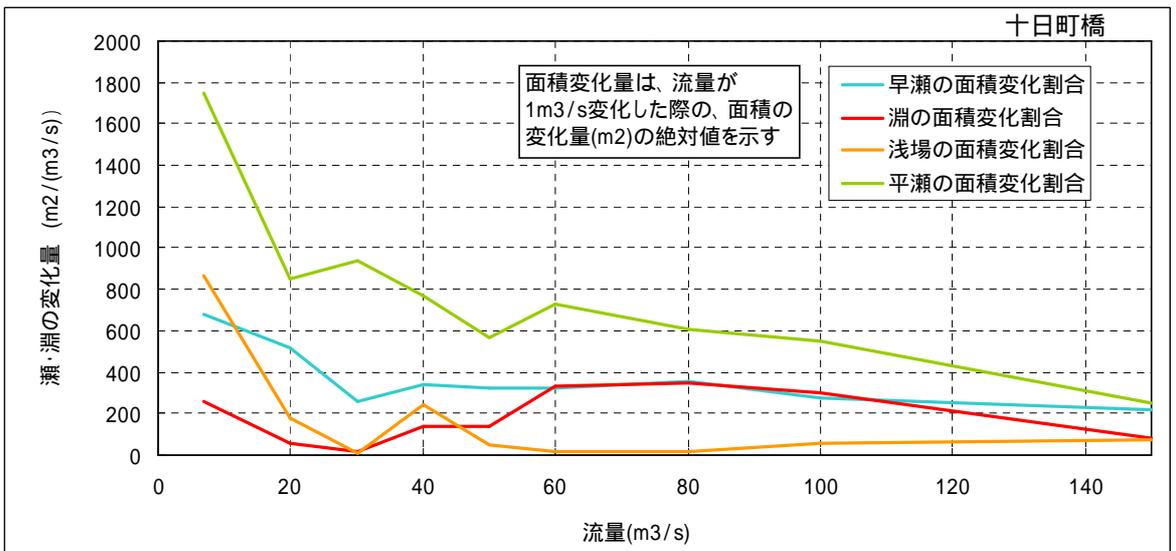
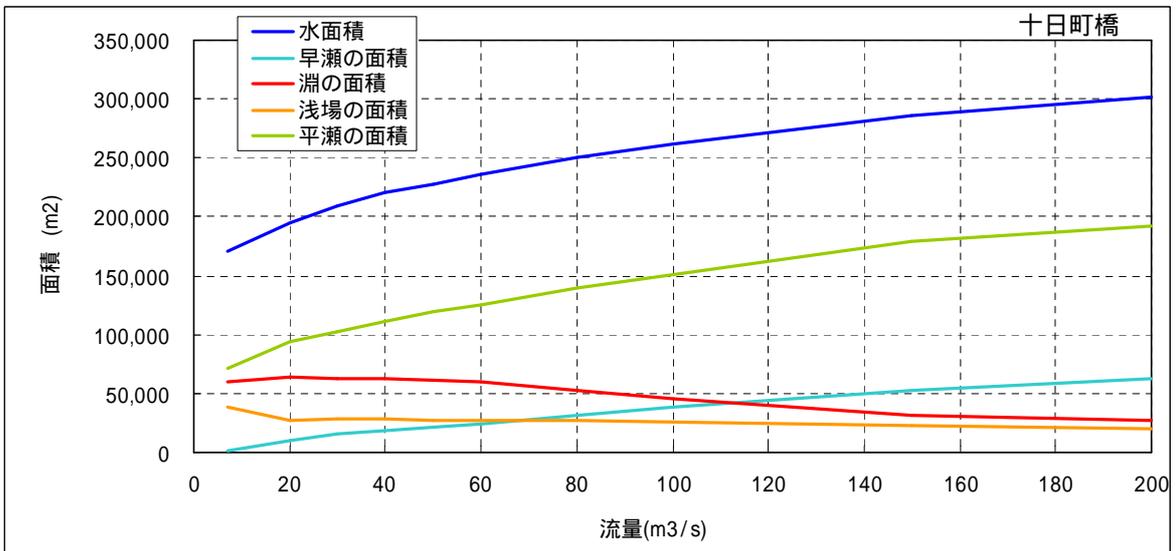
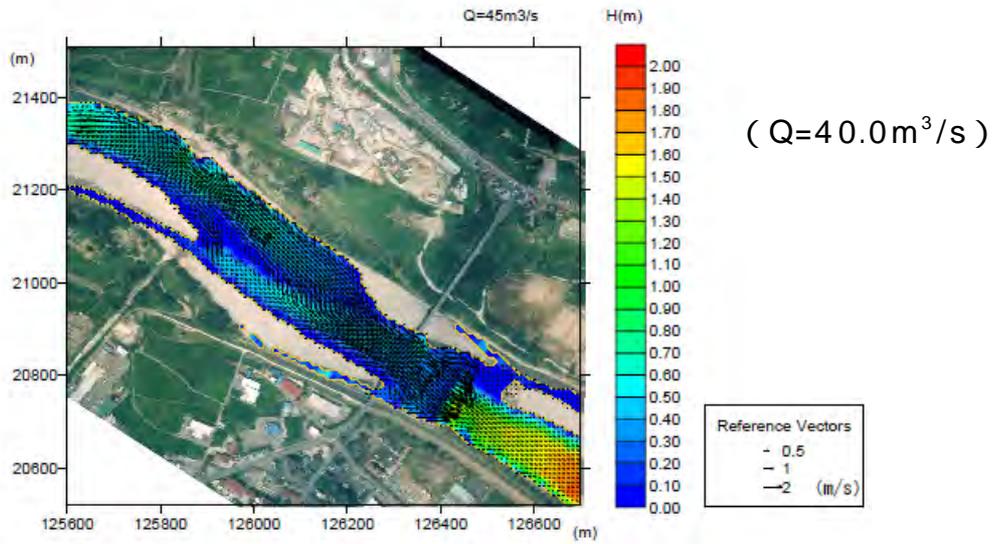


図 2.1-9 流量変化による環境要素の面積の変化状況 (十日町橋)

イ 栄橋

( $Q=40.0\text{m}^3/\text{s}$ )

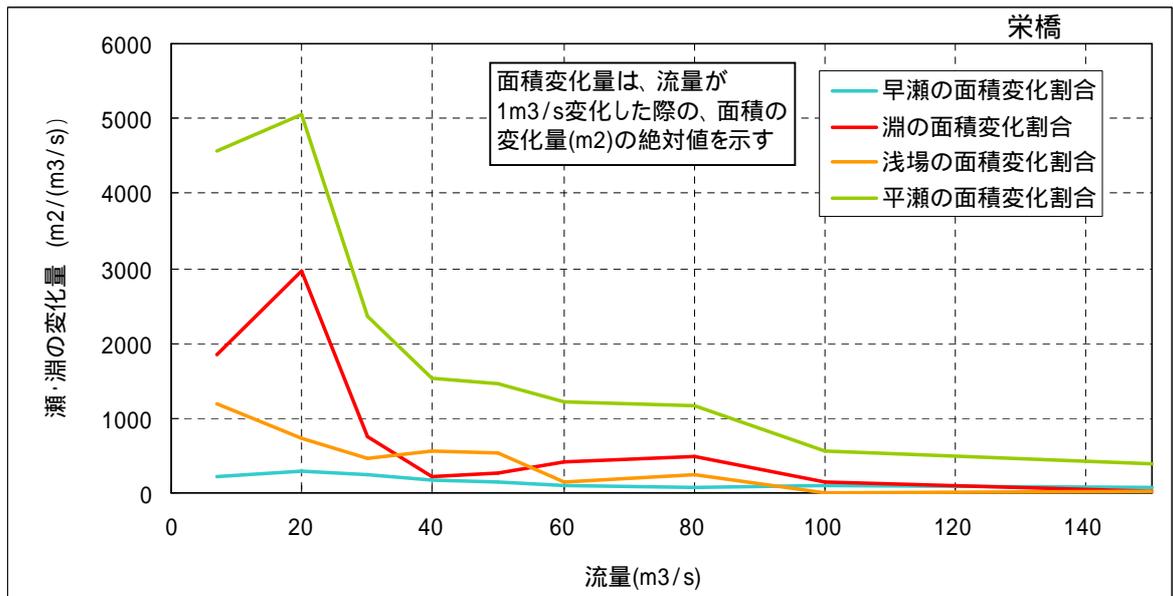
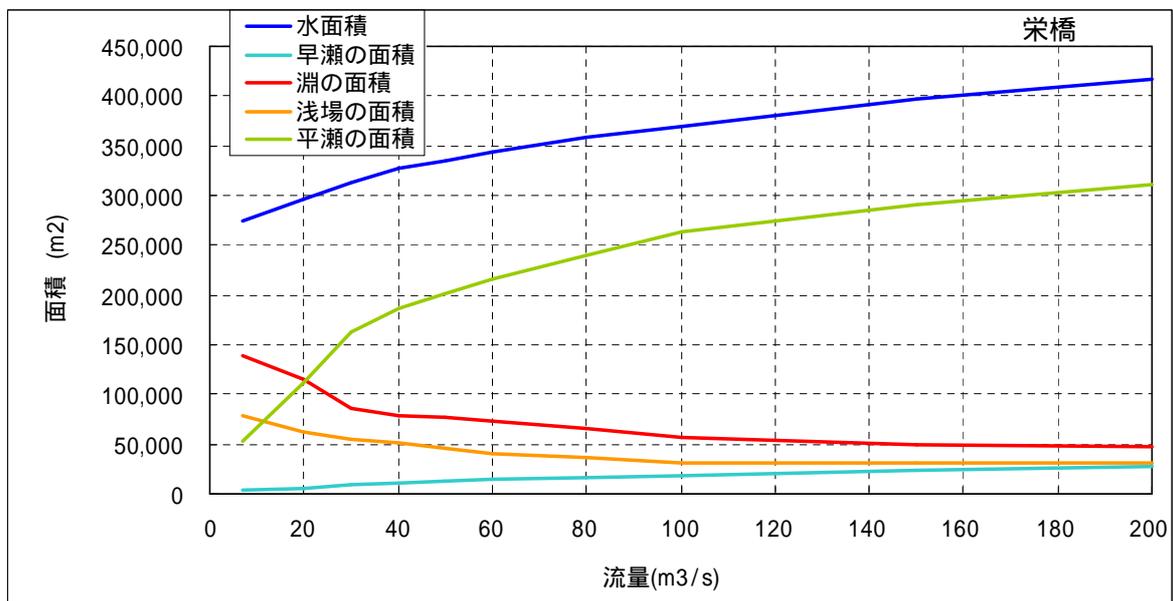
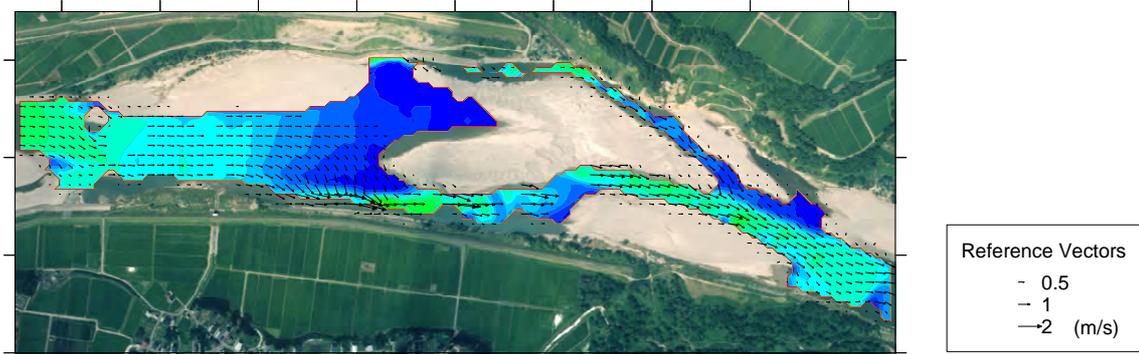


図 2.1-10 流量変化による環境要素の面積の変化状況図 (栄橋)

ウ 川井大橋

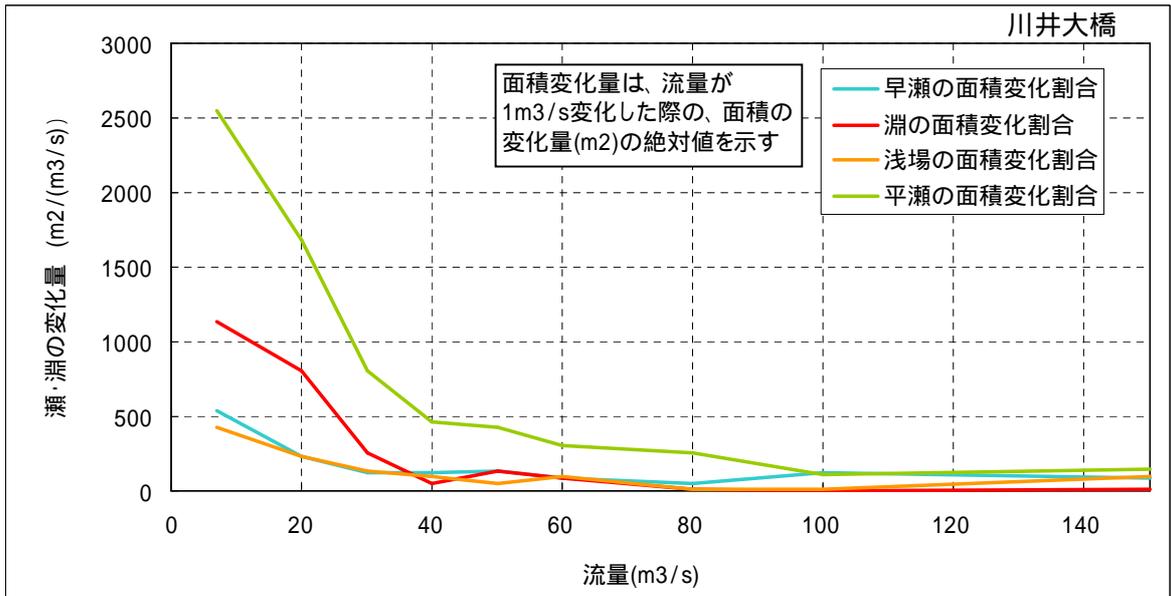
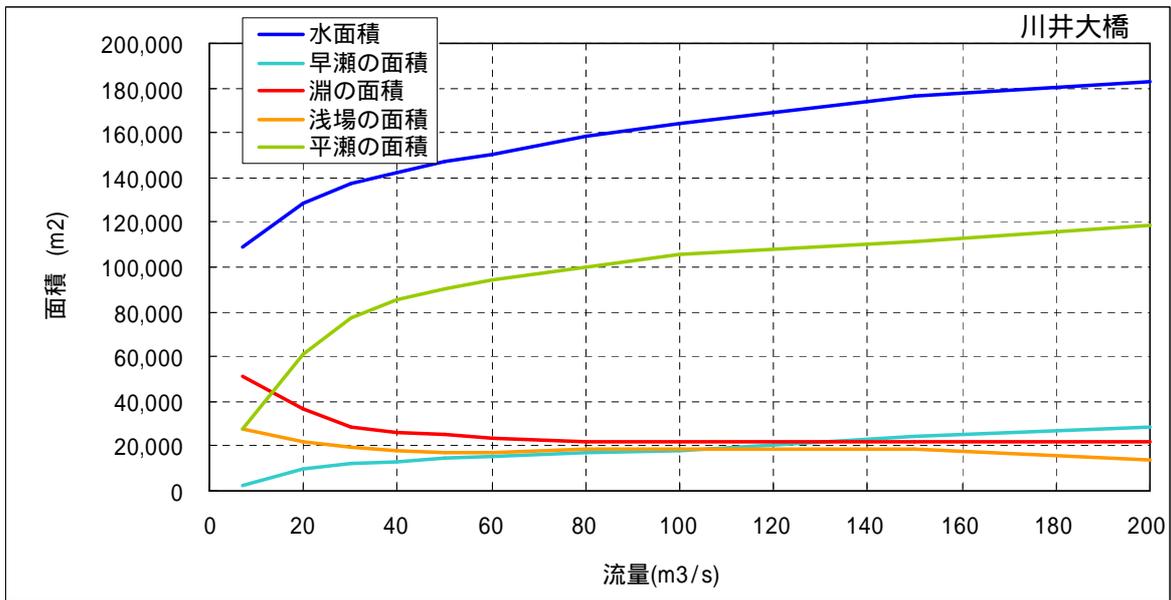
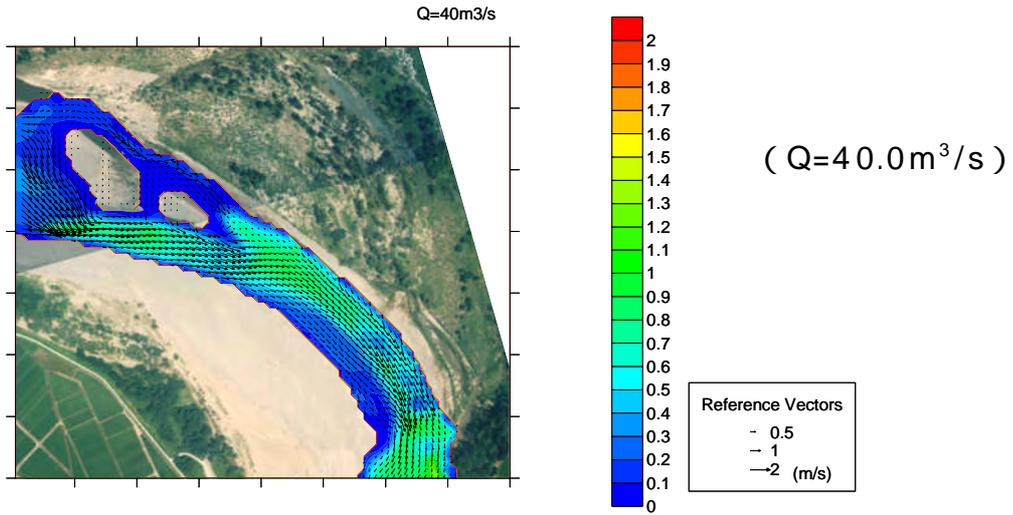


図 2.1-11 流量変化による環境要素の面積の変化状況図 (川井大橋)

## 2.2 水温

### 2.2.1 水温の課題と原因

信濃川中流域では、発電取水による流量の減少のため、夏季に水温の著しい上昇が起きているのではないかと懸念されている。この水温上昇は、生物の生息生育に影響を与えているのではないかと懸念されている。

また、現在実施している試験放流は、この影響を緩和する効果があるのか。

西大滝ダムによる減水区間については、水温の著しい上昇は見られない。

宮中ダムによる減水区間については、前後の本川区間に比して、明らかに平均水温が高い。局所的に水温の高い箇所も点在している。

現行の試験放流が宮中ダム減水区間の平均水温を下げる効果は限定的であり、試験放流時においても前後の本川区間に比して平均水温が高い。

(1) 減水区間における水温概況

ア 現在実施されている試験放流パターン

平成 13 年より、西大滝ダム、宮中ダムにおいて、水環境改善のため放流量を増加させる試みが行われている。放流量は以下に示すとおり、夏季の高水温や魚類の生活史を考慮し、時期ごとに設定されている。

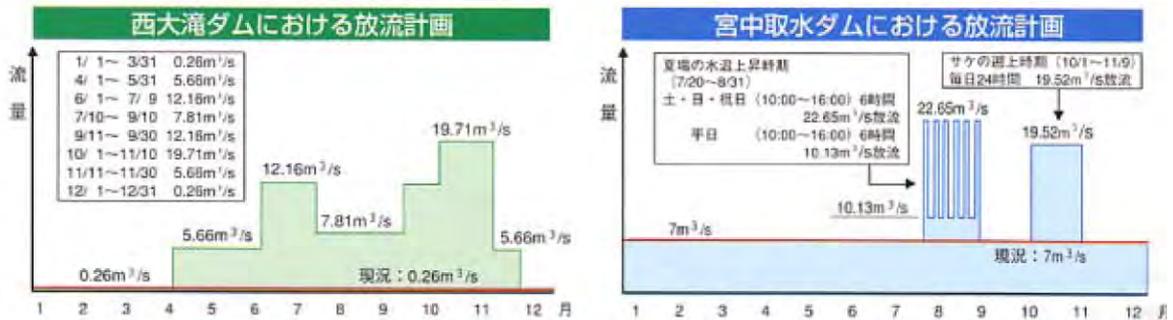
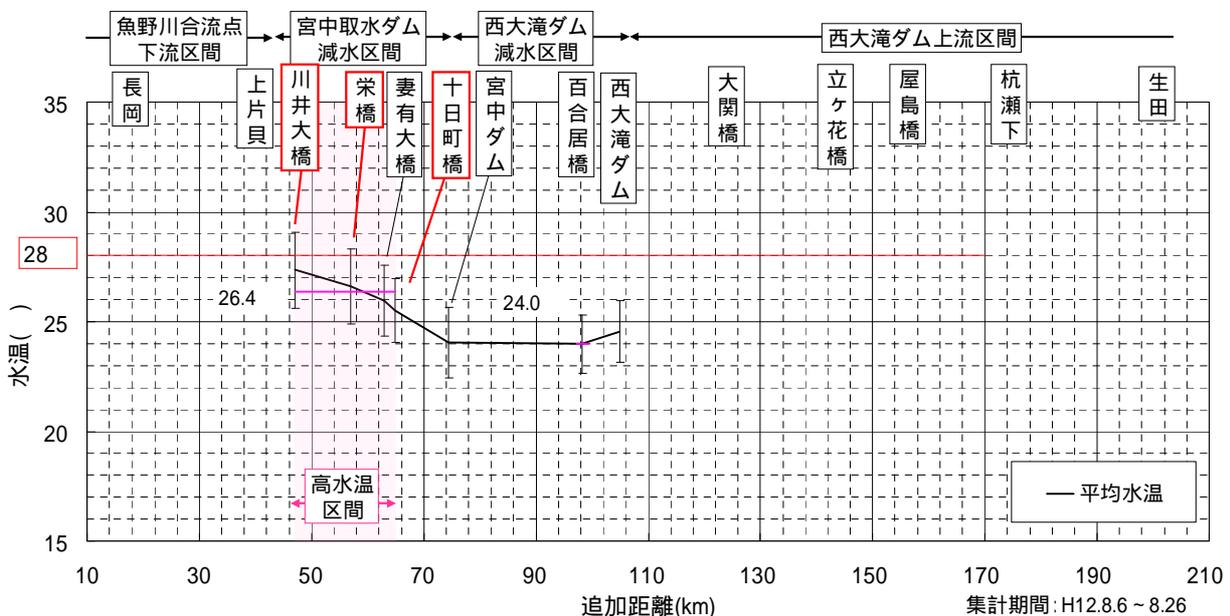


図 2.2-1 西大滝ダム、宮中ダムにおける試験放流量

イ 試験放流実施前の水温概況

平成 12 年度以前は、西大滝ダム、宮中ダムともに維持流量のみの放流を行っていた (西大滝ダム  $0.26\text{m}^3/\text{s}$ 、宮中ダム  $7\text{m}^3/\text{s}$ )。

宮中ダム減水区間内に位置する十日町橋から川井大橋にかけては高水温となっていた。西大滝ダム減水区間内の百合居橋においては、顕著な水温上昇は認められない。



H12 データは日平均データのため最高・最低水温の表記なし

図 2.2-2 試験放流実施前の水温の縦断変化 (平成 12 年 8 月、減水あり)

### ウ 試験放流実施後の水温概況

特に高温となっているのは、宮中ダム減水区間に位置する十日町橋～川井大橋の区間であり、試験放流実施前と比較すると、ある程度の効果は認められるものの、前後の本川区間と比較すると高水温であることに変わりはない。

一方、西大滝ダムの減水区間に位置する百合居橋においては、試験放流実施後も試験放流実施前と同様、大きな水温上昇は確認されていない。

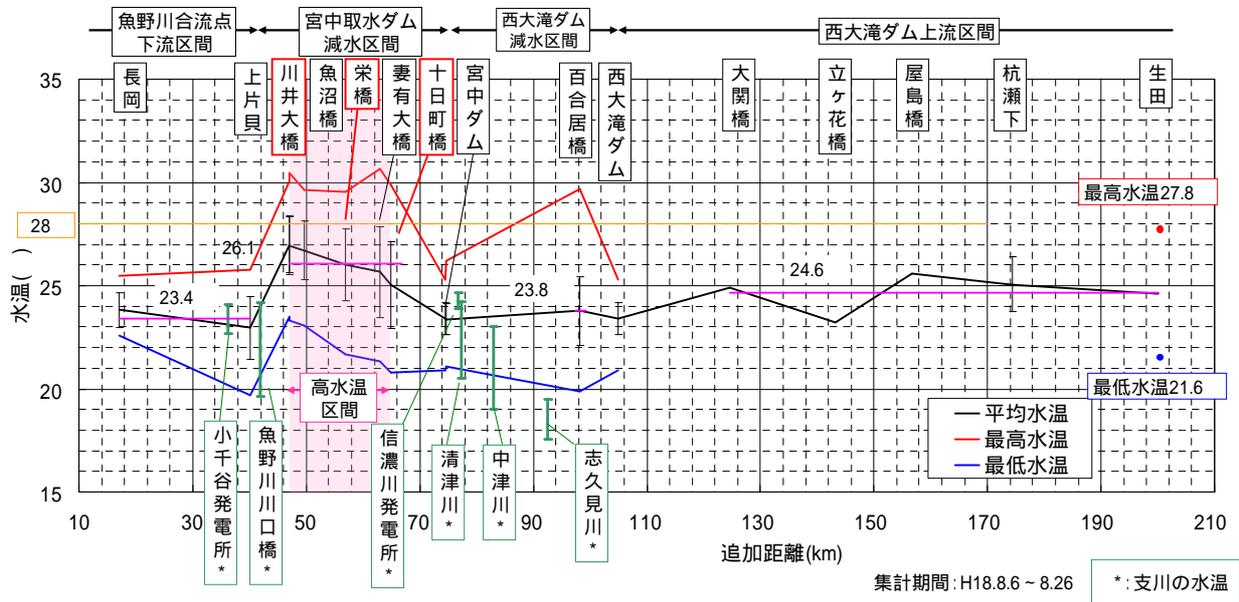
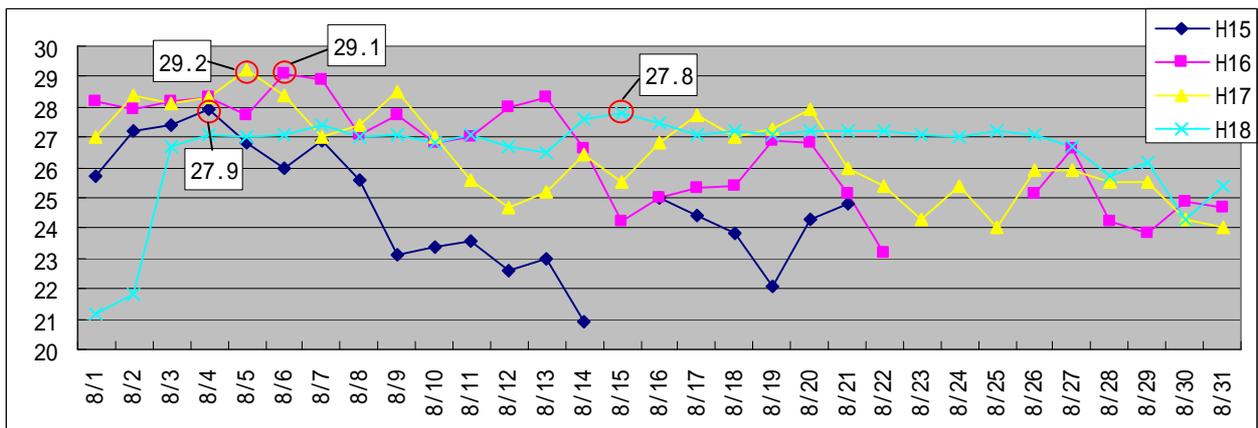


図 2.2-3 試験放流実施後の水温の縦断変化（平成 18 年 8 月、減水あり）

なお、西大滝ダム上流の非減水区間に位置する杭瀬下では、夏季(8月)の年最高気温の平均（平成 15～18 年）は 28.5 であった。



：各年の夏季(8月)の年最高水温

図 2.2-4 杭瀬下の夏季(8月)の日最高水温(平成 15 年～平成 18 年)

## (2) 水温上昇の原因

平成 17 年の夏季は、平成 16 年 10 月に発生した中越地震により取水施設が影響を受けたため、減水していない状況にあった。

試験放流下においても平成 18 年に著しい水温上昇の見られた宮中ダム減水区間内に位置する十日町橋～川井大橋区間では、大きな水温上昇は見られず、当該区間の水温上昇が減水に起因するものと考えられた。また、非減水時においても信濃川本川の水温は、支川の水温より 2～4 程度高いことが明らかとなった。

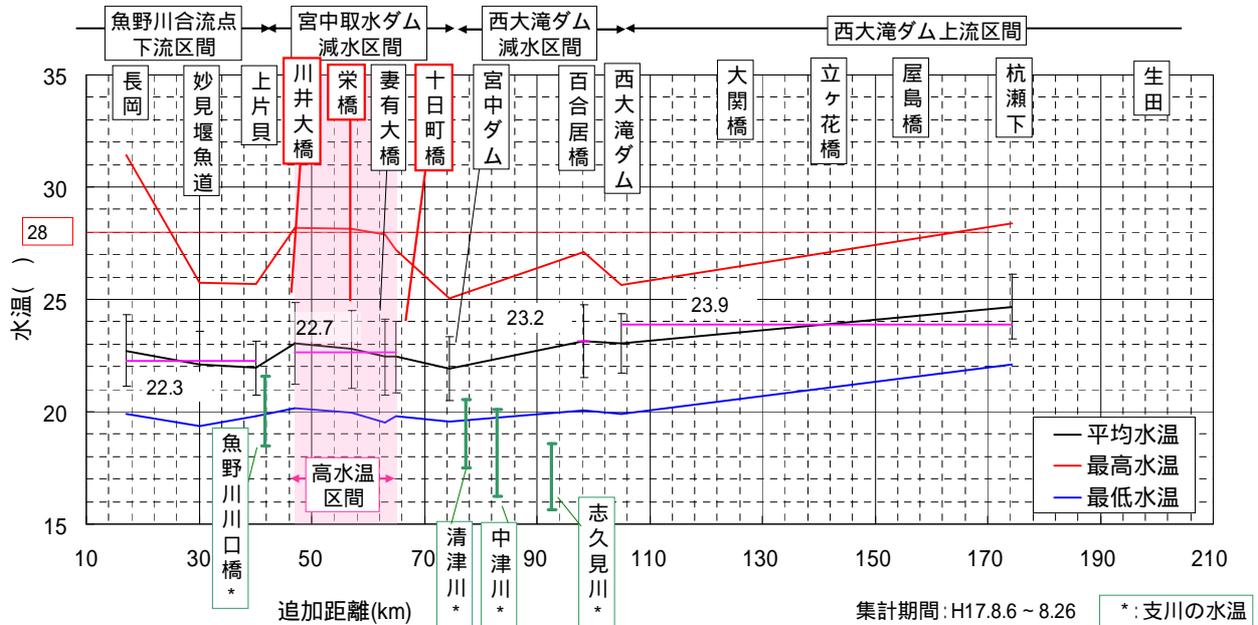


図 2.2-5 非減水時における水温の縦断変化 (平成 17 年 8 月)

## 2.2.2 課題改善の検討と結果

現在実施している試験放流下では、宮中ダム減水区間の夏季の平均水温および最高水温は依然高いままであり、効果は限定的である。放流パターンを変更した場合、高水温の影響は緩和されるのか。

また、宮中ダム減水区間において最高水温を 28 以下とするためには、どのような放流を行うべきか。

魚類のうち冷水性種については、現地調査及び文献から、水温が 28 以上で生息困難とされる(「2.5 魚類」で後述)。また、これまでの協議会において委員より、冷水性種については、水温が 28 以上で生息が困難になるとの指摘を受けている。

また、西大滝ダム上流の非減水区間に位置する杭瀬下では、夏季の年最高水温の平均(平成 15～18 年)が 28.5 であった。

このことから、減水区間における夏季の最高水温の目標値は 28 程度とする。

宮中ダム減水区間の全区間において最高水温を非減水区間と同程度の水温である 28 以下とするためには、 $40\text{m}^3/\text{s}$  を一定放流する必要がある。

なお、夏季の高水温を考慮する期間は、過去の気温及び水温データより 7 月 26 日から 9 月 5 日と設定した。

(1) 一定放流による水温低下効果の検証

ア 平均水温予測シミュレーション

減水区間における最高水温を 28 以下とするために必要な流量を検討するため、縦断的な平均水温予測シミュレーションモデルを構築し、流量を変化させた場合の縦断的な水温予測を行った。

予測により得られた水温の最高値は、図 2.2-6 に示すとおりであり、7 m<sup>3</sup>/s 放流時の水温は栄橋で 31 に達していたが、全区間で水温 28 以下となる条件を満足する流量は、全区間の流量が 40 m<sup>3</sup>/s になった時と推計された。

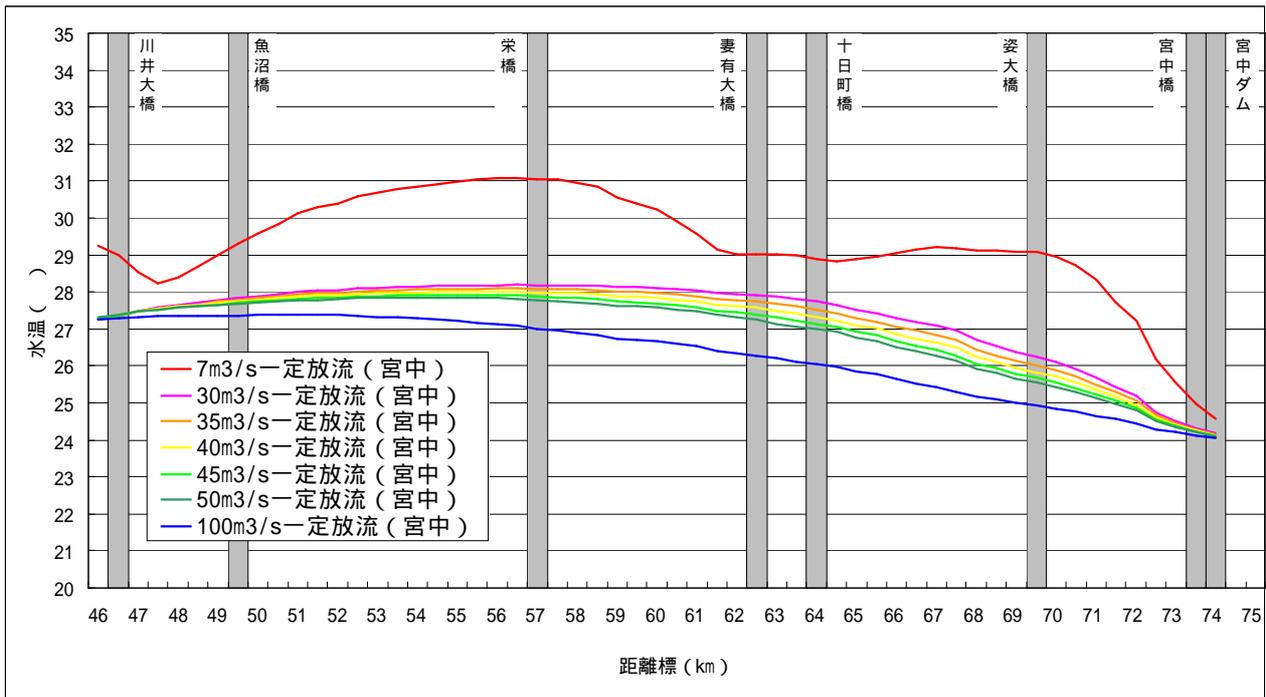


図 2.2-6 水温シミュレーション結果

表 2.2-1 一定放流量下での減水区間内における最高水温

一定放流量 (m <sup>3</sup> /s)	減水区間内における 最高水温 ( )
7	31.1
30	28.2
35	28.1
40	28.0
45	27.9
50	27.9
100	27.4

### 2.2.3 夏季の高水温期間の設定

平成14年～20年の気温データ及び平成14年～18年の水温データより、減水区間における夏季の高水温の緩和を目的に放流を行う期間について検討を行った。

この結果、日最高水温が28度以上となる日数は、7/26以降に大きく増加し、9/6以降に減少している。このことから、夏季の高水温期間は、7/26～9/5と設定することができる。

したがって、夏季の高水温を緩和するためには、7/26～9/5の期間に流量を増加させる必要があると考えられる。

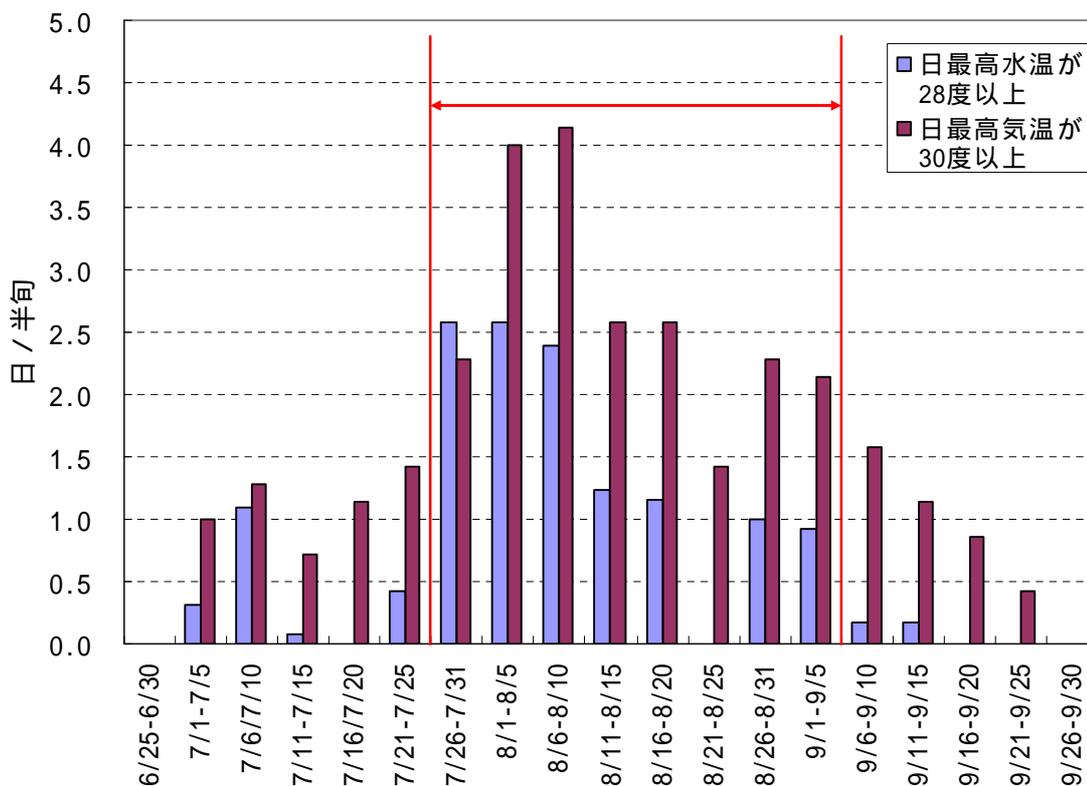


図 2.2-7 夏季の高水温期間の設定

## 2.3 付着藻類

### 2.3.1 付着藻類の課題と原因

信濃川中流域では、発電取水に伴う流量の減少のため、滞留部における藻類の異常繁茂及びアユ等の魚類の採餌環境の悪化が生じているのではないかと考えられる。

また、現在実施している試験放流は、この影響を緩和する効果があるのか。

宮中ダム減水区間では、非減水区間と比較して、十日町において異常繁茂した付着藻類の現存量が非常に多い。これは、減水により出水のピーク流量の減少及び出水頻度の減少が生じているために、繁茂した藻類が剥離する現象が起きづらいためと考えられる。

一方、西大滝ダム減水区間は、宮中ダム減水区間と比較すると異常繁茂した付着藻類の現存量が少ない。これは、宮中ダム減水区間と比較して、減水による出水のピーク流量の減少及び出水頻度の減少の程度が小さいためと考えられる。

現在実施している試験放流の効果は、宮中直下及び十日町では明確に確認されたものの、栄橋及び川井大橋では明確に確認できず、限定的なものであった。

(1) 減水・非減水区間における藻類の異常繁茂の状況

宮中ダム減水区間内の十日町橋周辺の滞留部では、付着物量及び有機物量が非常に多く、藻類に依存する有機物が多い状況であったが、西大滝ダム減水区間では、滞留部の付着物量及び有機物量が他の地点と比較して少ない状況であった。付着物のうち無機物は、主にシルトを中心とした泥かぶりによるものであった。

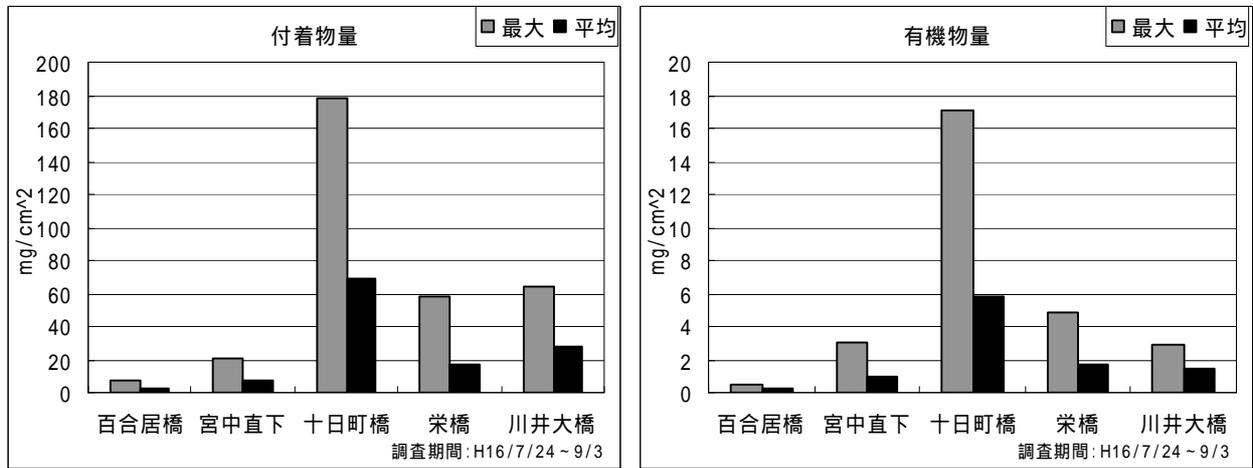


図 2.3-1 各地点の滞留部における付着物量および有機物量(平成 16 年)

表 2.3-1 に示す区分 3、4 を藻類の異常繁茂とし、各区分が水域面積に占める割合を表 2.4-2 に整理した。減水区間の十日町橋では、非減水区間と比較して、異常繁茂の面積が大きい傾向が確認された。このような異常繁茂が認められた箇所は、主に平常時で水深 50cm 以下かつ流速 25cm/s 以下の箇所であった。

表 2.3-1 付着藻類の繁茂状況の区分(1/2)

区分	概要	写真	
1	一部に藻類の付着が見られるが、石の表面が見える。		
2	藻類が付着し、石の表面が見えない。		

表 2.3-1 付着藻類の繁茂状況の区分(2/2)

区分	概要	写真	
3	糸状藻類が石の表面を覆っている。		
4	生長した糸状藻類が石の表面から剥離し、浮遊している。		

表 2.3-2 非減水区間との異常繁茂面積の比較(平成 20 年)

地点	区分	調査回	水域に対する異常繁茂面積の割合
1 上片貝 (信濃川)	非減水区間	1 回目(H20.8. 9)	0%
		2 回目(H20.9.10)	0%
		3 回目(H20.9.18)	6%
2 十日町橋 (信濃川)	減水区間	1 回目(H20.8. 8)	18%
		2 回目(H20.9.10)	10%
		3 回目(H20.9.18)	53%
3 百合居橋 (千曲川)	減水区間	1 回目(H20.8. 9)	4%
		2 回目(H20.9.10)	0%
		3 回目(H20.9.18)	5%
4 小布施 (千曲川)	非減水区間	1 回目(H20.8.10)	0%
		2 回目(H20.9. 9)	1%
		3 回目(H20.9.17)	3%
5 上田橋 (千曲川)	非減水区間	1 回目(H20.8.10)	11%
		2 回目(H20.9. 9)	2%
		3 回目(H20.9.17)	17%

注：小数点以下は四捨五入（0%は0より大きく0.5未満の値を示す）

：減水区間上位3つ                      ：非減水区間上位3つ

(2) 減水による流量変動の変化

西大滝ダム及び宮中ダムで発電取水に伴い小規模の出水がより低く抑えられていることが分かる。特に宮中ダムではその規模が大きく減少している。また、西大滝ダム及び宮中ダムともに長期間流況が平準化する傾向が見られる。

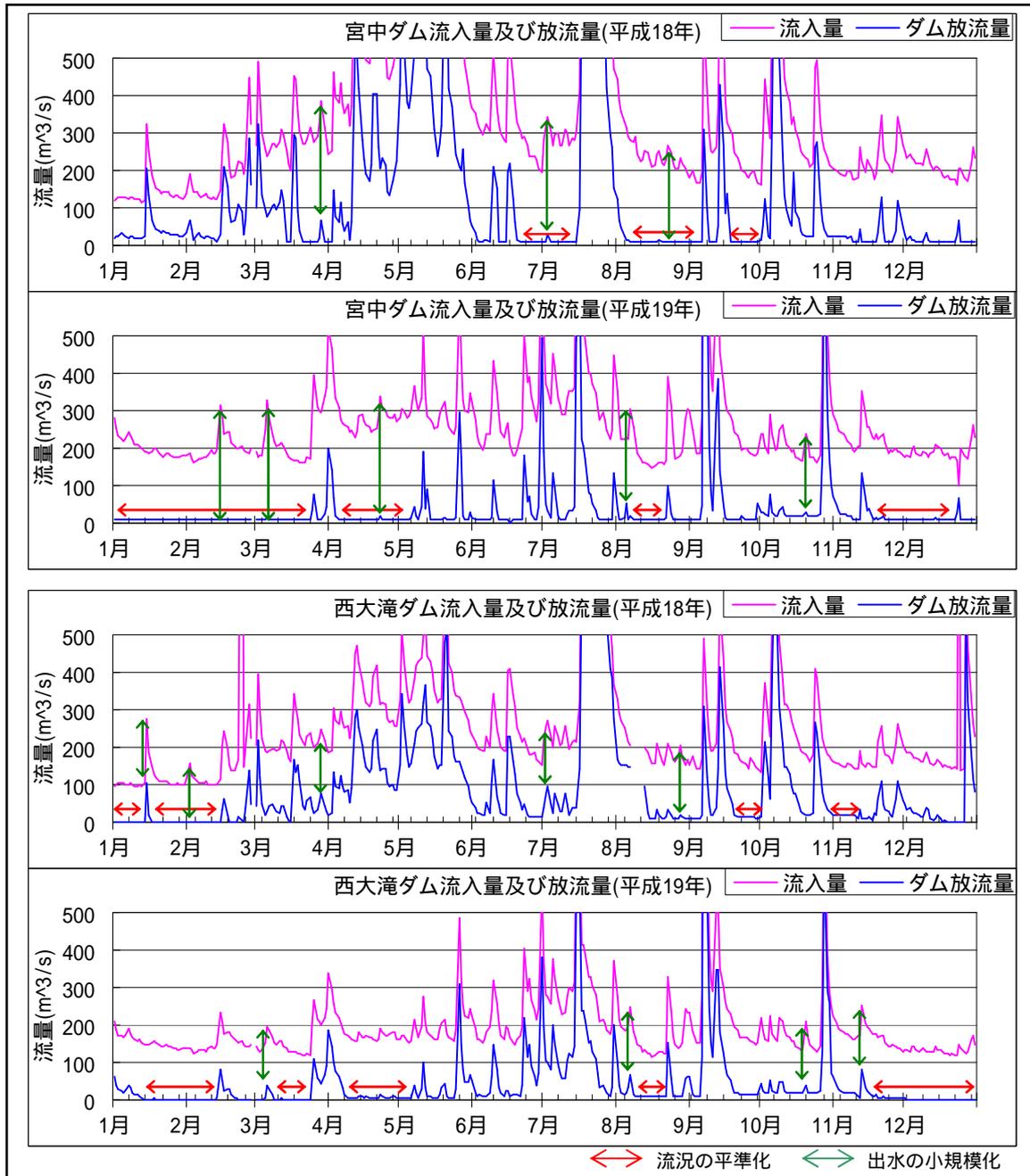


図 2.3-2 西大滝ダムと宮中ダムの流入量及び放流量

### (3) 試験放流による異常繁茂の緩和効果

平成 16 年度試験放流水(22.65m<sup>3</sup>/s、41.42m<sup>3</sup>/s)の到達前と到達後の滞留部における付着物量及び有機物量の変化を図 2.3-3、図 2.3-4に示す。

試験放流による藻類の剥離状況調査の結果、滞留部における腐敗した藻類に対して一定の掃流効果が確認された。また、藻類が生長し藻類量がほぼピークとなっているような時に、藻類の一部が剥離することが確認された。ただし、試験放流(22.65m<sup>3</sup>/s、41.42m<sup>3</sup>/s)によって、藻類の大規模な更新が行われるような結果は得られなかった。

また、試験放流の効果は、宮中直下及び十日町では明確に確認されたものの、流下距離が長い栄橋及び川井大橋では明確に確認できず、効果は限定的なものであった。

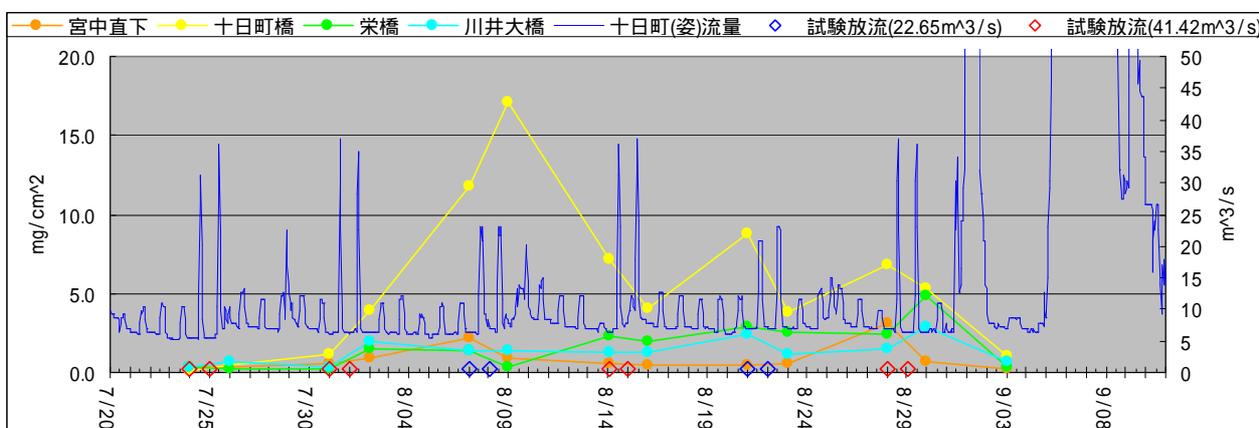
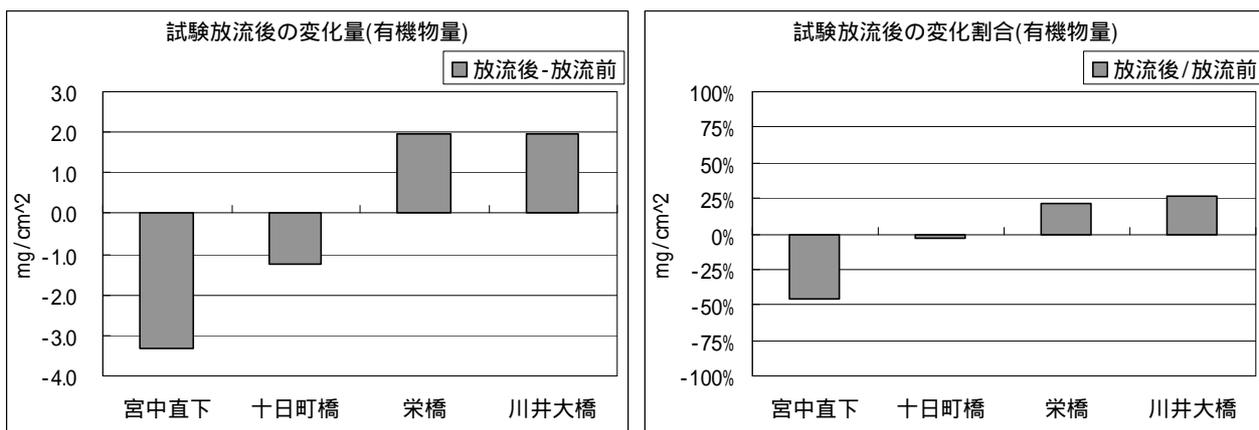


図 2.3-3 調査期間中の滞留部における有機物量の変化(平成 16 年)



注：調査期間中の 6 回の試験放流それぞれにおいて、放流前後の調査を行った結果を合計している。

図 2.3-4 試験放流前後の滞留部における有機物量の変化量及び変化割合(平成 16 年)

(4) 信濃川における付着藻類の遷移過程

調査の結果信濃川中流域では、付着藻類は以下のような遷移過程を経るものと考えられた。

攪乱のある礫面には比較的短期間で増殖を行う付着性の藻類が最初に増殖する。ただし流速が低下した場所では礫面に泥が被る。

付着性の珪藻が増殖した後、流量が平準化してくると仮根をもち石礫に付着する糸状緑藻に変わるものと考えられる。

更に流速が低下すると泥が被り、時間の経過とともに流れの緩い環境で生育する糸状性の珪藻が増殖する。

付着性の珪藻が繁茂した状態や泥が被った状態でも流速が低下すると付着力の弱い糸状藻類が優先的に増殖する。

洪水等の攪乱が起きることにより礫面の泥及び藻類は剥がされ、再び付着性の珪藻が最初に増殖する

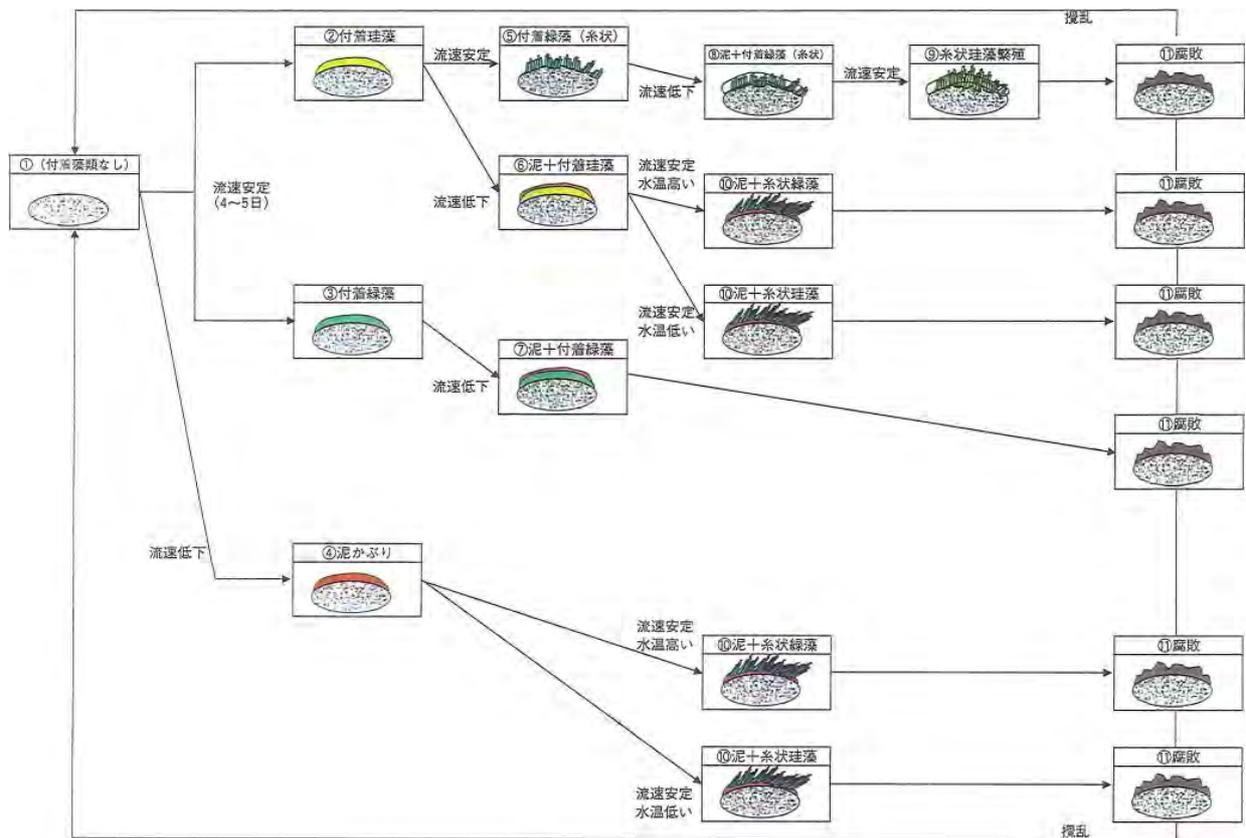


図 2.3-5 信濃川中流域における付着藻類の変化概略

### 2.3.2 課題改善の検討と結果

宮中ダム減水区間において、滞留部における藻類の異常繁茂及び魚類の採餌環境の悪化を軽減するためには、どのような放流を行うべきか。

宮中ダム減水区間を対象に、十日町橋、栄橋及び川井大橋を代表地点とし流量の変化に伴う検討を行った結果、概ね  $43\text{m}^3/\text{s}$  の流量で、水域面積に対する滞留部の面積比が非減水区間で見られる滞留部の割合と同程度になると考えられた。

(1) 滞留部面積の変化

水域に対する滞留部の面積の割合と流量の関係を図 2.3-6に整理し、非減水区間である上田橋の状態と同様となるように、上田橋において確認された滞留部の割合の最大値である 17%となる流量を検討した。

十日町橋の滞留部の割合は、流量が増加するにしたがい緩やかに減少し、流量約 43m<sup>3</sup>/s で 17%まで減少する。

栄橋の滞留部の割合は、流量約 20m<sup>3</sup>/s で大きく減少し、その後は流量が増加するにしたがい緩やかに減少していく。十日町橋と同様に流量 43m<sup>3</sup>/s で滞留部の割合が 17%まで減少する。

川井大橋の滞留部の割合は、現状の 7m<sup>3</sup>/s で 17%を下回っており、流量約 20m<sup>3</sup>/s で 10%以下に減少する。

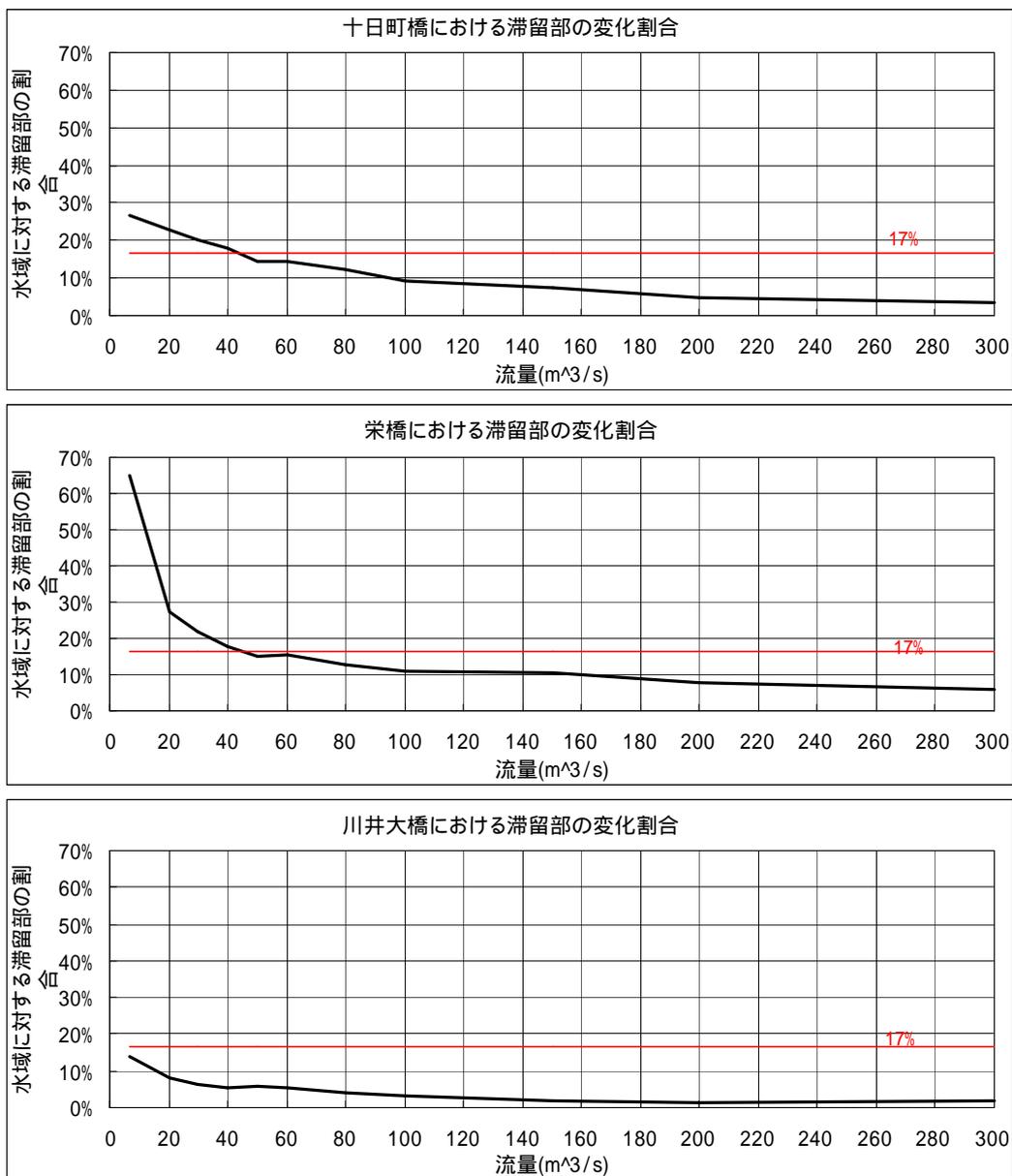


図 2.3-6 各地点の滞留部面積の変化割合

## 2.4 魚類

### 2.4.1 魚類の課題と原因

信濃川中流域では、減水による影響により、アユやサケ等の生息が困難となり本来の魚類相ではなくなっているのではないかと懸念されている。

また、現在実施している試験放流は、この影響を緩和する効果があるのか。

減水区間では、魚類全体の個体数が少なく、特に冷水性種は種数及び個体数が少ない傾向が確認された。

試験放流により、西大滝ダム及び宮中ダムの減水区間では魚類全体の個体数が増加し、冷水性種であるカジカの生息が確認されるようになったが、カジカ以外の冷水性種の個体数の増加は見られなかった。宮中ダム減水区間においては、試験放流後においても夏季の最高水温が 30 を超えており魚類の生息には適していないことから、減水による水温上昇に起因するものであると考えられた。西大滝ダム減水区間においては、もともと高水温にはなっていないことから、高水温に起因するものではなく原因は不明である。

また、西大滝ダムの減水区間においては下流域を主な生息域とするコイやギンブナ等の種が確認されなくなった。これは、試験放流による流量増加によるすみ場の変化に起因するものと考えられた。

以上のように、現行の試験放流によりある程度の効果が見られるが、特に宮中ダムの減水区間においては、夏季の高水温は解消されておらず、効果は限定的である。

(1) 魚類の生息状況の概要

ア 生息種

市町村史等の文献資料、河川水辺の国勢調査、聞き取り調査、アンケート調査及び現地調査の結果、信濃川及び千曲川においては、8目15科58種の魚類が確認されている。このうち、サクラマスについては、西大滝ダム、宮中取水ダムが完成していた昭和20年代以降では、千曲川において生息が確認されていない。

表 2.4-1 生息魚類

No.	目名	科名	和名	学名	信濃川			千曲川			備考
					～昭和19年	～平成19年	現地調査 平成11～19年	～昭和19年	～平成19年	現地調査 平成11～19年	
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	スナヤツメ	<i>Lethenteron reissneri</i>							
2			カワヤツメ	<i>Lethenteron japonicum</i>							
-			ヤツメウナギ科	Petromyzontidae							
3	ウナギ	ウナギ	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>							
4	コイ	コイ	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>							
5			コイ(ドイツゴイ)	<i>Cyprinus carpio</i>							飼育逸出
6			コイ(ニシキゴイ)	<i>Cyprinus carpio</i>							飼育逸出
-			Cyprinus属	<i>Cyprinus sp.</i>							
7			ゲンゴロウブナ	<i>Carassius cuvieri</i>							国内移入種
8			ギンブナ	<i>Carassius auratus langsdorfii</i>							
9			キンブナ	<i>Carassius auratus subsp.</i>							
10			オオキンブナ	<i>Carassius auratus buergeri</i>							
11			キンギョ	<i>Carassius auratus auratus</i>							飼育逸出
-			Carassius属	<i>Carassius sp.</i>							
12			ヤリタナゴ	<i>Tanakia lanceolata</i>							
13			タイリクバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>							外来種
14			ハクレン	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>							外来種
15			オイカワ	<i>Zacco platypus</i>							国内移入種
16			カワムツ	<i>Zacco temminckii</i>							国内移入種
17			ソウギョ	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>							外来種
18			アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>							
19			マルタ	<i>Tribolodon brandti</i>							
20			ウケケチウグイ	<i>Tribolodon nakamurai</i>							
21			ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>							
22			モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>							国内移入種
23			シナイモツゴ	<i>Pseudorasbora pumila pumila</i>							
24			カワヒガイ	<i>Sarcocheilichthys variegatus variegatus</i>							国内移入種
25			ピワヒガイ	<i>Sarcocheilichthys variegatus microoculus</i>							国内移入種
26			タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>							国内移入種
27			カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>							
28			ニゴイ	<i>Hemibarbus barbus</i>							
29			スゴモロコ	<i>Squalidus chankaensis biwae</i>							国内移入種
30		ドジョウ	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>							
31			シマドジョウ	<i>Cobitis biwae</i>							
32			スジシマドジョウ	<i>Cobitis sp.</i>							国内移入種
33			ホトケドジョウ	<i>Lefua echigonia</i>							
34	ナマズ	ギギ	ギギ	<i>Pseudobagrus nudiceps</i>							国内移入種
35		ナマズ	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>							
36		アカザ	アカザ	<i>Liobagrus reinii</i>							
37	サケ	キュウリウオ	ワカサギ	<i>Hypomesus nipponensis</i>							
38		アユ	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>							
39		サケ	ニジマス	<i>Oncorhynchus mykiss</i>							外来種
40			サケ	<i>Oncorhynchus keta</i>							
41			ギンザケ	<i>Oncorhynchus kisutch</i>							外来種
42			サクラマス	<i>Oncorhynchus masou masou</i>							
43			ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou masou</i>							
44			カワマス	<i>Salvelinus fontinalis</i>							外来種
45			アメマス	<i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>							
46			ニッコウイワナ	<i>Salvelinus leucomaenis pluvius</i>							
-			サケ科	Salmonidae							
47	ダツ	メダカ	メダカ	<i>Oryzias latipes</i>							
48	カサゴ	カジカ	カマキリ	<i>Cottus kazika</i>							
49			カジカ	<i>Cottus pollux</i>							
50			カジカ(中卵型)	<i>Cottus sp.</i>							
51	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>							外来種
52			オオクチバス(ブラックバス)	<i>Micropterus salmoides</i>							外来種
53			コクチバス	<i>Micropterus dolomieu</i>							外来種
54		八ヶ	ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>							
55			オオヨシノボリ	<i>Rhinogobius sp.LD</i>							
56			トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius sp.OR</i>							
-			Rhinogobius属	<i>Rhinogobius sp.</i>							
57			ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>							
58		タイワンドジョウ	カムルチー	<i>Channa argus</i>							外来種
-			Channa属	<i>Channa sp.</i>							外来種
計	8目	15科	58種		13種	56種	38種	9種	12種	27種	

：文献調査による確認  
 ：聞き取り調査及びアンケート調査による確認  
 ：協議会の現地調査による確認

イ 魚類の生息状況の変化

検討会委員・自治体・関係機関等への聞き取り及び地域住民を対象としたアンケートの結果、定量的ではないが、表 2.4-2に示す魚類が減少していることが指摘されている。

表 2.4-2 減少が指摘された魚類

No.	目和名	科和名	和名	学名	区分		
					聞き取り	アンケート	
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	カワヤツメ	<i>Lethenteron japonicum</i>			
2	ウナギ	ウナギ	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>			
3	コイ	コイ	ヤリタナゴ	<i>Tanakia lanceolata</i>			
4			アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>			
5			ウケクチウグイ	<i>Tribolodon nakamurai</i>			
6			マルタ	<i>Tribolodon brandti</i>			
7			ドジョウ	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		
8				シマドジョウ	<i>Cobitis biwae</i>		
9		ナマズ	アカザ	アカザ	<i>Liobagrus reinii</i>		
10	サケ	アユ	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>			
11		サケ	サケ	<i>Oncorhynchus keta</i>			
12		ヤマメ	ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou masou</i>			
-		ヤマメ(サクラマス)	ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou masou</i>			
13		ニッコウイワナ	ニッコウイワナ	<i>Salvelinus leucomaenis pluvius</i>			
14	カサゴ	カジカ	カマキリ	<i>Cottus kazika</i>			
15			カジカ	<i>Cottus pollux</i>			
16			カジカ中卵型	<i>Cottus sp.</i>			
	6 目	8 科	16 種		16	5	

### ウ 冷水性魚類の生息状況

試験放流前の平成 11 年度に減水区間、上流、下流、支川において現地調査を実施した結果、減水区間では、種類数及び個体数がやや少ない傾向が見られた(図 2.4-2、図 2.4-3参照)。また、宮中ダムの減水区間に位置する川井大橋と十日町橋ではオイカワとウグイが多く、構成種に偏りが見られた(図 2.4-4参照)。さらに、冷水性魚類の捕獲状況を比較すると、減水区間では個体数が少なく、サケ科の出現数が少ない状況が見られた(表 2.4-3、図 2.4-5参照)。

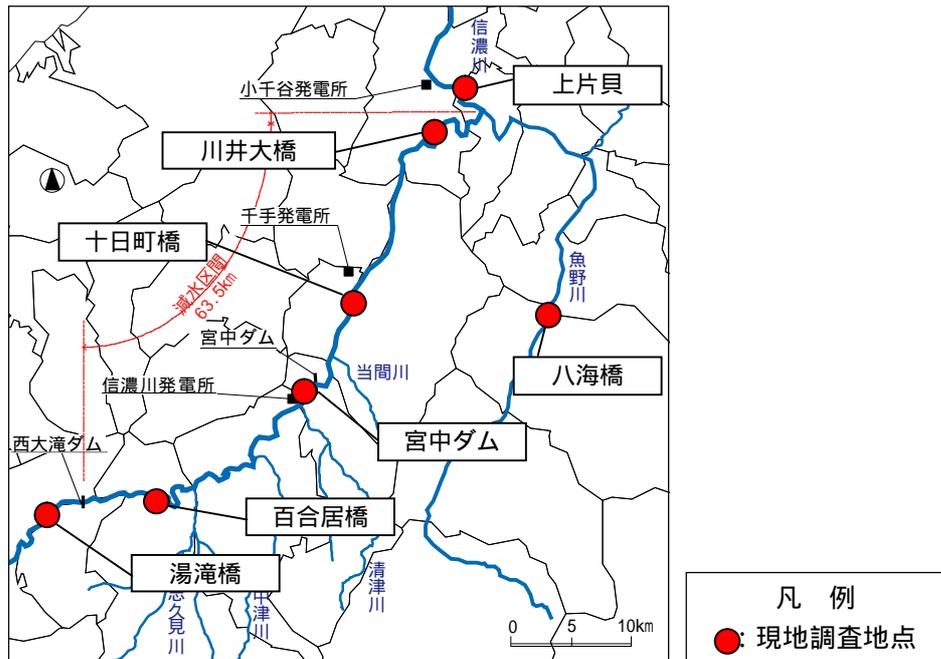
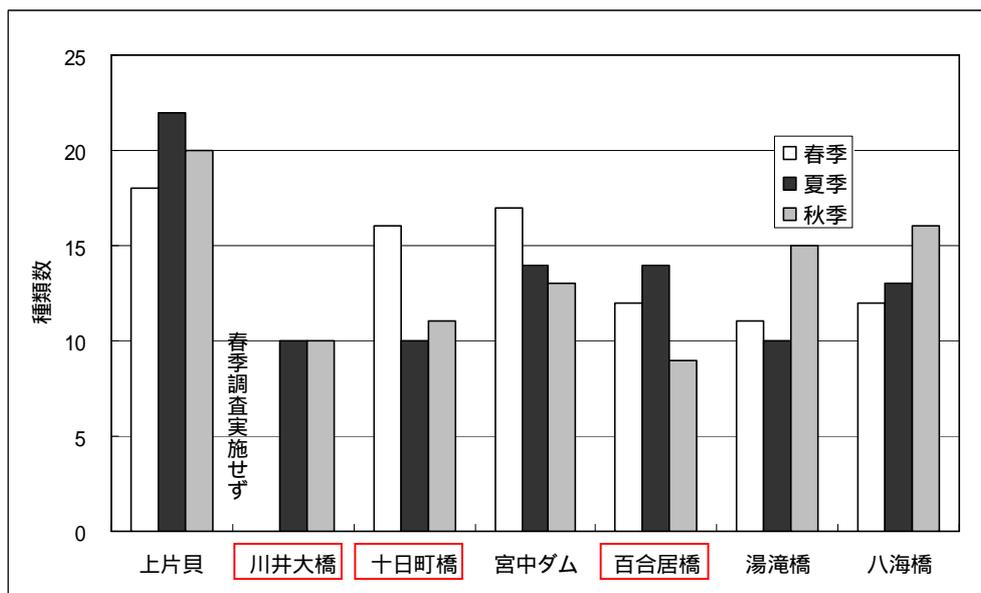


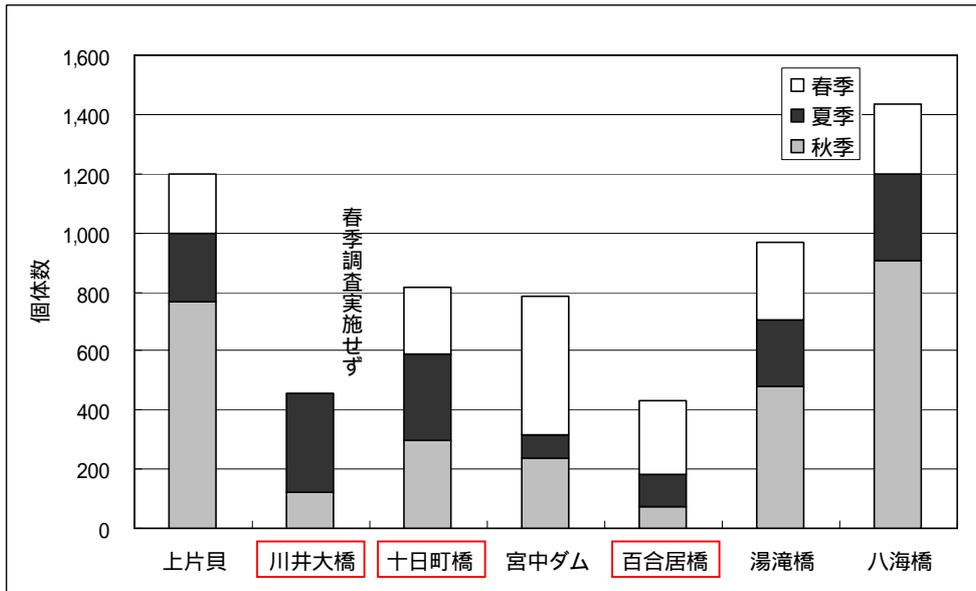
図 2.4-1 魚類調査地点 (平成 11 年度)

宮中ダム調査地点は貯水池上流端での調査であるため、減水区間としていない。



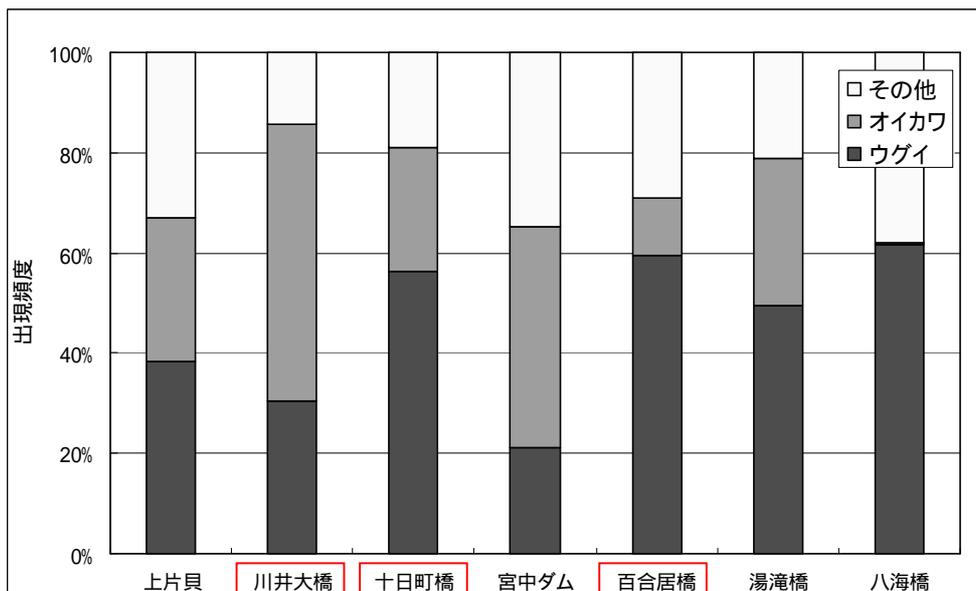
：減水区間

図 2.4-2 減水区間と上流、下流、支川との比較(種類数) (平成 11 年度)



: 減水区間

図 2.4-3 減水区間と上流、下流、支川との比較(個体数) (平成 11 年度)



: 減水区間

図 2.4-4 減水区間と上流、下流、支川との比較(優占種) (平成 11 年度)

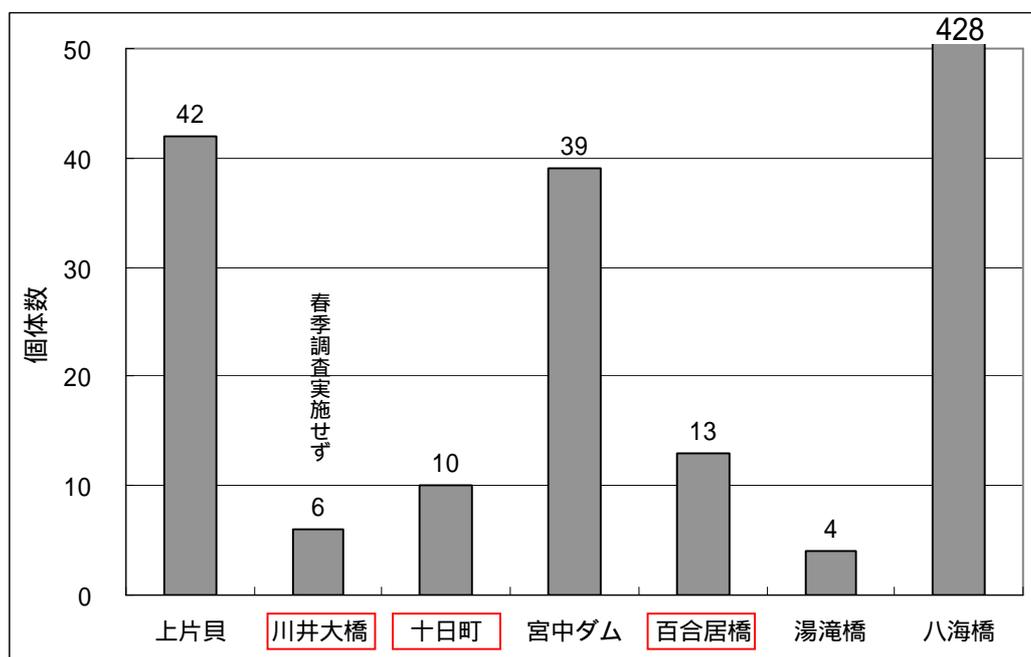
表 2.4-3 減水区間と上流、下流、支川との比較(冷水性魚類の捕獲状況)(平成 11 年度)

種名	上片貝	川井大橋	十日町橋	宮中	百合居橋	湯滝橋	八海橋
シマドジョウ	6		1	4			14
アカザ	14	5	7			1	
ワカサギ	1						
アユ	4	1	2	23	*	2	32
ニジマス					1		17
サケ	1						
ヤマメ(サクラマス)	15		*	1			205
ニッコウイワナ				1	12	1	
カジカ	1			10			160
個体数	42	6	10	39	13	4	428
種類数	7	2	3 (4)	5	2 (3)	3	5

: 減水区間

\* : 目撃・喰み跡・死骸による確認

( ) : 目撃・喰み跡・死骸による確認を含んだ種類数



: 減水区間

図 2.4-5 減水区間と上流、下流、支川との比較(冷水性魚類の個体数)(平成 11 年度)

## エ 試験放流による効果

減水区間における現地調査による魚類確認状況の経年変化について、魚類の主な生息域ごとに4つに区分して整理したものを、図 2.4-6及び図 2.4-7に示す。西大滝ダムの減水区間に位置する百合居橋においては、平成 15 年度以降はコイやギンブナ等の流れの緩やかな下流域を主な生息域とする種が確認されなかった。また、宮中ダムの減水区間に位置する十日町橋においては、百合居橋のような顕著な傾向は見られなかったが、下流域を主な生息域とする種が少なくなっていた。

また、個体数については、試験放流前(平成 11 年度)と試験放流開始後(平成 13 ~ 17 年度)を比較すると、試験放流開始後が多い傾向が見られた。

表 2.4-4 減水区間における魚類確認状況の経年変化

主たる 生息域	調査地点 年度 種名	十日町橋						百合居橋						
		11	13	14	15	16	17	11	13	14	15	16	17	
上流域～ 中流域上部	アブラハヤ	1			2	48	4						2	
	シマドジョウ	1		5	3	5	4							
	アカザ	7		1	2	2	2			1				
	ニッコウイワナ							12	1	5	1	3	2	
	ニジマス							1						1
	ヤマメ												1	
	カジカ			2	3	1	5			3	7	2	2	
中流域～ 下流域上部	オイカワ	200	1,202	674	1,187	1,316	37	48	106	503	502	921	102	
	カワムツ						1							
	ウグイ	459	60	789	1,058	413	248	256	16	369	343	536	592	
	カマツカ	54	6	60	12	17	12	37	5	70	12	84	15	
	アユ	2	1	3	8	4	1	*		1	*	7	1	
	サケ	*	1	1			*			1				
	コクチバス					1				1				2
オオヨシノボリ	2								2					
中流域下部 ～下流域	ウナギ	2		1				2			1	1		
	ウケチウグイ				3		5							
	タモロコ	23	1	15	54	29	1	1	12	8			1	
	ニゴイ	29	21	17	90	56	129	12	2	18	55	77	60	
	ドジョウ				2		4	1	1	2		5	2	
	ギギ	8	1	20	3	4		13		31	18	3	1	
	ナマス	12	11	17	30	16	4	16	1	24	27	7	3	
トウヨシノボリ	4		3	2	5		4		7	2		2		
下流域	コイ	*	2	4	2			3	1					
	ギンブナ	6	6	7	85	9	3	19	1					
	オオキンブナ					1				1				
	キンギョ							1						
	タイリクバラタナゴ	2		6	8	16	1							
	ヒワヒガイ							3						
	モツゴ	1	2	9	29	6								
	スゴモロコ			1		15								
オオクチバス			1											
個体数		813	1,314	1,636	2,583	1,964	461	429	133	1,052	976	1,649	786	
種類数		17(19)	12	20	19	19	16(17)	16(17)	8	18	11(12)	13	14	

注)平成 13 年度は、秋季のみ、平成 17 年度は夏季・秋季の 2 時期合計。他の年度は春季・夏季・秋季の 3 時期合計。

\* 印は目撃・喰み跡・死骸による確認。

()は目撃・喰み跡・死骸による確認を含めた種類数。

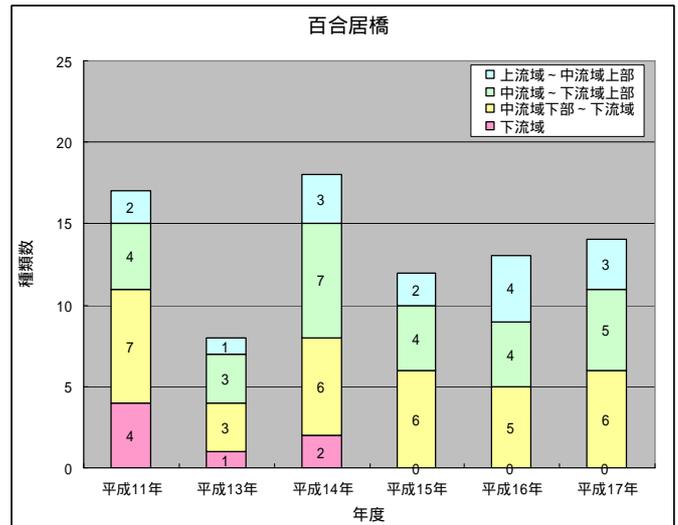
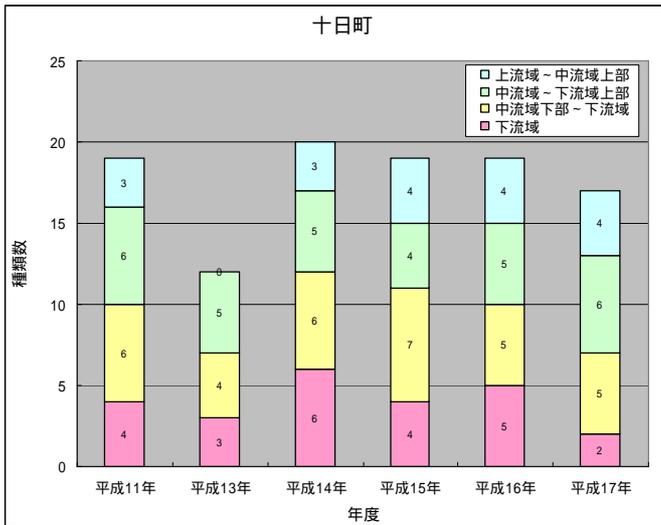


図 2.4-6 生息区分別の魚類確認状況の経年変化(種類数)

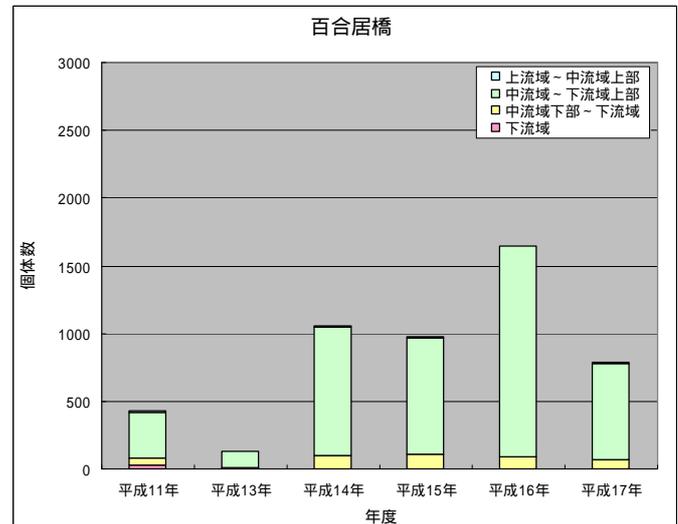
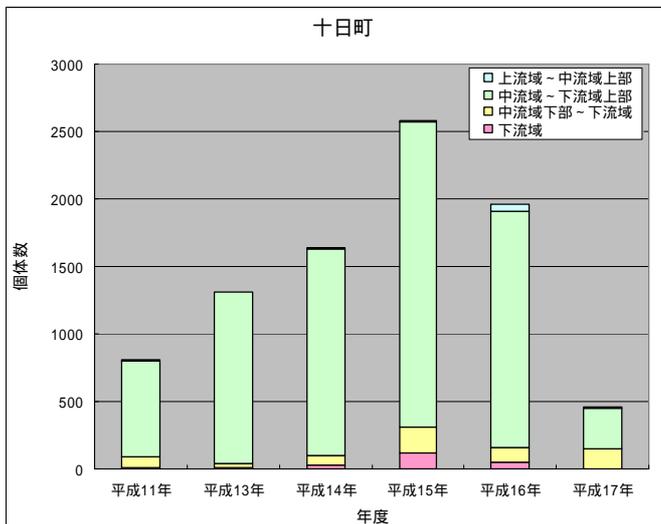


図 2.4-7 生息区分別の魚類確認状況の経年変化(個体数)

## (2) 魚類の生息状況の変化の原因

### ア 生息適水温

表 2.4-5に、減水区間及びその上下流で確認された主な冷水性魚類について、文献による生息水温の情報を示す。

アユについては、28 程度以下、ヤマメ、カジカについては、20 程度以下が生息適水温であると考えられた。

表 2.4-5 主な冷水性魚類の生息水温

科名	和名	生息水温等
ドジョウ	シマドジョウ	孵化日数は、水温 23～26 で約 2～3 日。 <sup>7)</sup>
アカザ	アカザ	孵化仔魚が卵黄を吸収し採餌開始するまでの日数は、21.5～22.0 で約 12 日。 局所的では 30 近い場所でも採集された。 <sup>8)</sup>
アユ	アユ	産卵水温：14～19 孵化水温：12～20、10～19 (最適水温 14～16 ) 仔魚適水温：7～25 (最適水温 13～18 ) 遡上期河川水温：9～25 (最適水温 13～16 ) 飼育適水温：10～28 (最適水温 20～25 )。 <sup>3)</sup> 生育可能水温：13～30。 適温：15～25 最も活発に採餌する水温：20～25。 <sup>6)</sup>
サケ	ニジマス	短期間ならば 25 でも耐える。 <sup>1)</sup>
	サケ	産卵水温(河川)：2～16 産卵水温(産卵床内)：4～12 孵化適水温：7～10。 <sup>3)</sup>
	ヤマメ	真夏でも 20 を超えることは少ない。 <sup>1)</sup> 適水温：20 以下。 <sup>2)</sup> 産卵水温：14～19 孵化水温：12～20 飼育適水温：10～18。 20 を越えると餌を食べなくなり、25 を越えると温度死する。 <sup>4)</sup>
	ニッコウイワナ	産卵水温：6～10 <sup>1)</sup> 孵化水温：15 以下(イワナ) <sup>3)</sup>
カジカ	カジカ	生息水温：5～20。 <sup>5)</sup>

出典：1) 改訂日本の淡水魚,川那部浩哉・水野信彦・細谷和海,山と溪谷社,2001.

2) 養殖講座 8 ヤマメ・アマゴ,本荘鉄夫・原武史,株式会社緑書房,1973.

3) 水産生物適水温図(水産環境水質基準説明追録),社団法人日本水産資源保護協会,1980.

4) 農文協特産シリーズ アマゴ・ヤマメ 養殖の条件と飼い方,社団法人 農山漁村文化協会,1985.

5) カジカ類の養殖技術,緑書房,1999.

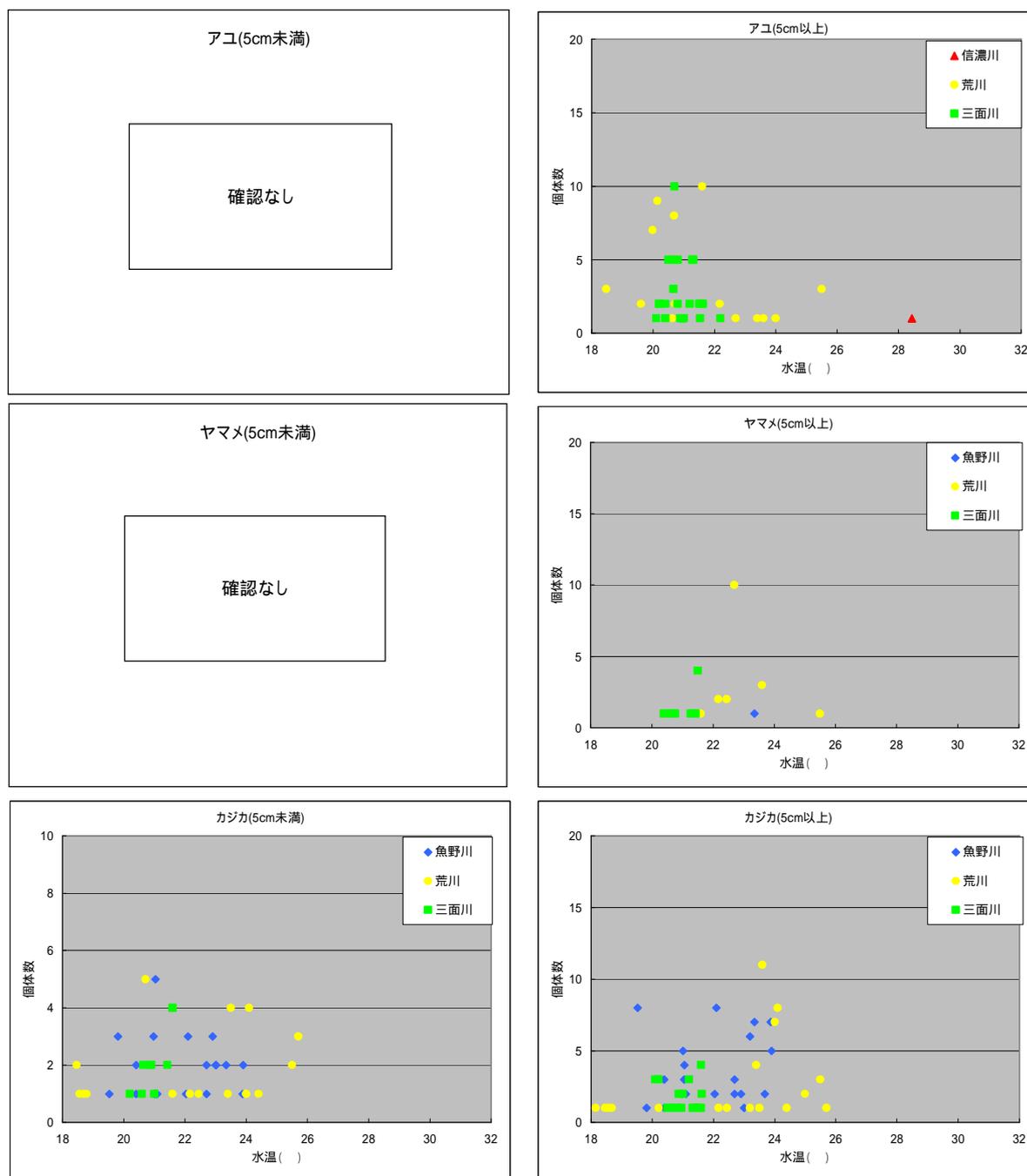
6) 環境が河川生物及び漁業に及ぼす影響を判断するための「判定基準」と「事例」,日本水産資源協会,1994.

7) 川の生物図典,財団法人リバーフロント整備センター,株式会社山海堂,1996.

8) 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(III),社団法人日本水産資源保護協会,1996.

図 2.4-8に、信濃川、魚野川、荒川、三面川で行った現地調査(平成 19 年度)で確認された主な冷水性魚類について、生息水温の整理結果を示す。

アユはほとんどが 26 以下で確認され、22 以下で個体数が多い。ヤマメは 26 以下で確認され、23 付近で個体数が多い。カジカは 26 以下で確認され、24 以下で個体数が多い。



各プロットは 1 調査箇所(約 100m<sup>2</sup>)での確認個体数と水温の関係を示す。

図 2.4-8 水温別確認状況(冷水性の種)

信濃川中流域における水温縦断変化について、図 2.4-9 に試験放流前の平成 12 年度の状況を、図 2.4-10 に減水がなかった平成 17 年度の状況を、図 2.4-11 に減水があった平成 18 年度の状況を示す。

宮中ダム減水区間においては、減水がなかった平成 17 年度は平均水温では 23 前後、最高水温では 28 程度であるが、試験放流前の平成 12 年度は平均水温で 27 を超える地点があり、減水があった平成 18 年度は平均水温で 26 、最高水温では 30 を超える地点が見られた。

このことから、宮中ダム減水区間において冷水性魚類が少ないことは、夏季の高水温に起因するものであると考えられた。

一方西大滝ダムの減水区間においては、減水があった平成 18 年度では最高水温では 29 を超える地点が認められるものの、平均水温では減水による顕著な水温上昇は認められず、志久見川等の支川の流入により水温上昇が抑制されると考えられた。

このことから、西大滝ダム減水区間において冷水性魚類が少ないことは、夏季の高水温に起因するものではないと考えられたが、原因は不明である。

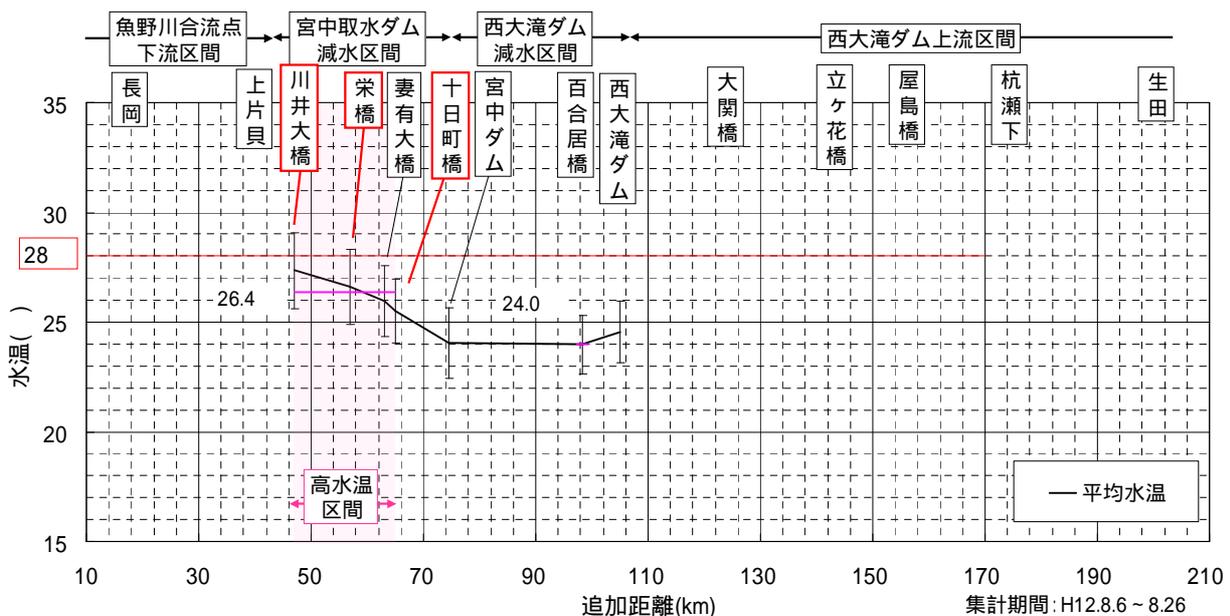


図 2.4-9 信濃川中流域における水温の縦断変化（平成 12 年 8 月：試験放流前）

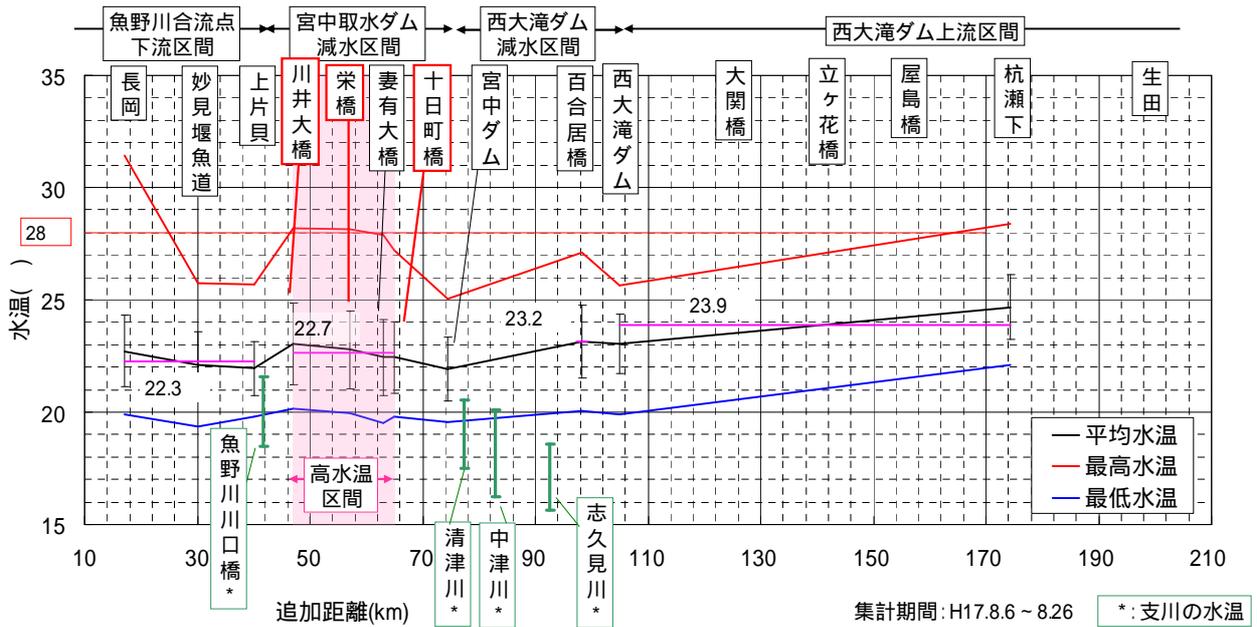


図 2.4-10 信濃川中流域における水温の縦断変化 (平成 17 年 8 月 : 減水なし)

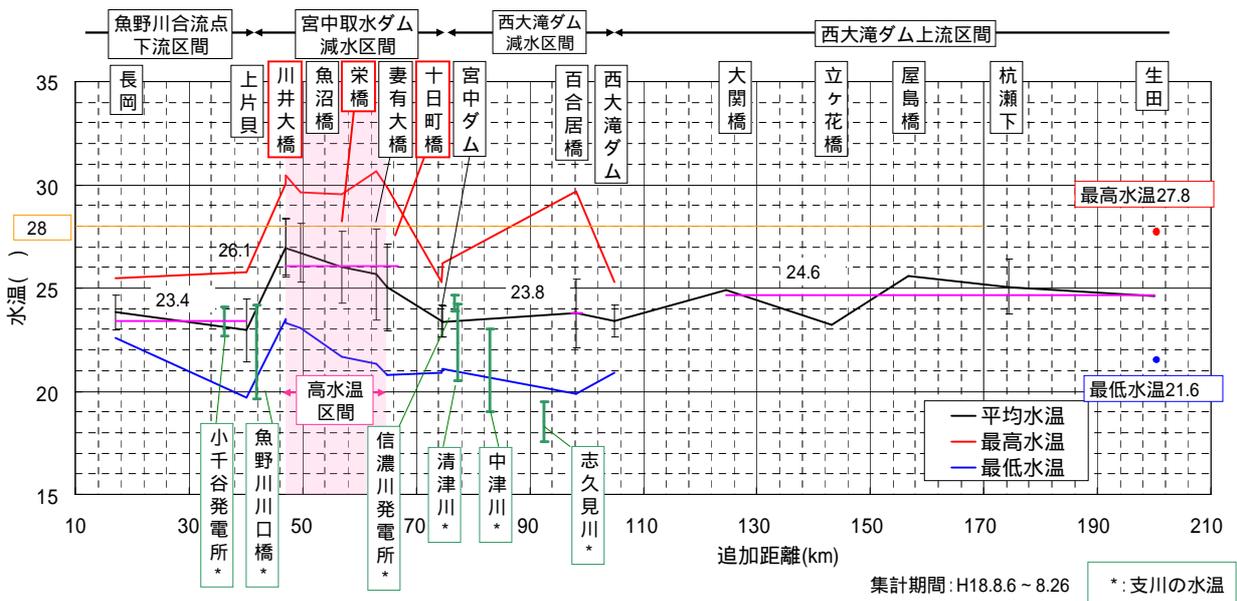


図 2.4-11 信濃川中流域における水温の縦断変化 (平成 18 年 8 月 : 減水あり)

## 2.4.2 課題改善の検討と結果

減水区間において魚類の移動及び産卵を可能とするためには、どのような流量が必要となるか。

西大滝ダム及び宮中ダムの減水区間を対象に、流量の変化に伴う水深、流速の変化について検討を行った結果、西大滝ダム減水区間では概ね  $20\text{m}^3/\text{s}$ 、宮中ダム減水区間では  $44\text{m}^3/\text{s}$  の流量で、魚類の移動、産卵に必要な水深、流速が確保できると考えられた。

### (1) 対象となる魚種の選定

流量の変化に伴って生じる水深・流速の変化は、淵よりも瀬においてより顕著である。そこで、検討の対象とする魚種は、信濃川で確認されている魚種のうち、瀬との係わりが深く、他の魚類を代表し、かつ他の魚類よりも流量を多く必要とすると考えられる魚種とした。

また、「環境省レッドリスト」、「新潟県レッドデータブック」に記載されている重要種についても対象とした。

その結果、下表に示す 11 種を代表種に選定した。

表 2.4-6 代表魚種一覧

代表魚種
カワヤツメ, ウナギ, オイカワ, ウグイ, アカザ, アユ, サケ, サクラマス(ヤマメ), カジカ大卵型, ウツセミカジカ, オオヨシノボリ

### (2) 時期別に必要となる水深・流速条件の設定

学識者ヒアリング結果および既存資料に基づき、代表魚種の河川内での通常及び回遊における移動の際の必要水理条件と、産卵場所における必要水理条件について、表 2.4-7、表 2.4-8に整理した。

表 2.4-7 移動時における必要水理条件

No.	魚種		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	カワヤツメ	移動	10											
	ウナギ	移動	10											
	オイカワ	移動	10											
	ウグイ	移動	15											
	アカザ	移動	10											
	アユ	移動					15							
	サケ	移動	30							30				
	サクラマス(ヤマメ)	移動	15		30									
	カジカ大卵型	移動	10											
	ウツセミカジカ	移動	10											
	オオヨシノボリ	移動	10											
必要水理条件 (水深 cm)			30											

表 2.4-8 産卵時における必要水理条件

水深														
No.	魚種		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	カワヤツメ	産卵				-								
	ウナギ	産卵	河川では産卵しない											
	オイカワ	産卵					10							
	ウグイ	産卵				30								
	アカザ	産卵					-							
	アユ	産卵									30			
	サケ	産卵										30		
	サクラマス(ヤマメ)	産卵	対象区間では産卵しない											
	カジカ大卵型	産卵	20											
	ウツセミカジカ	産卵	20											
	オオヨシノボリ	産卵					20							
産卵場所の流速														
No.	魚種		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	カワヤツメ					-								
	ウナギ		河川では産卵しない											
	オイカワ						5							
	ウグイ					30								
	アカザ						30							
	アユ										60			
	サケ											20		
	サクラマス(ヤマメ)		対象区間では産卵しない											
	カジカ大卵型		10											
	ウツセミカジカ		10											
	オオヨシノボリ						10							
必要水理条件 (水深 cm)			20			30				20	30			
必要水理条件 (流速 cm/s)			10			30				10	60		20	

### (3) 検討の対象箇所

検討の対象とする箇所は、以下の基準に基づき、図 2.4-12に示す 22 箇所を設定した。

H12 年度に浅瀬の箇所として抽出され、その後の航空写真からも継続的に浅瀬が確認される箇所

H12 年度には抽出されていないが、その後の航空写真から継続的に浅瀬が確認される箇所

堰堤や橋梁に伴う護岸工等の横断構造物の設置により定常的に浅瀬が出現している箇所

H12、13 年度のサケテレメトリー調査により、浅瀬等による遡上阻害箇所として抽出された箇所

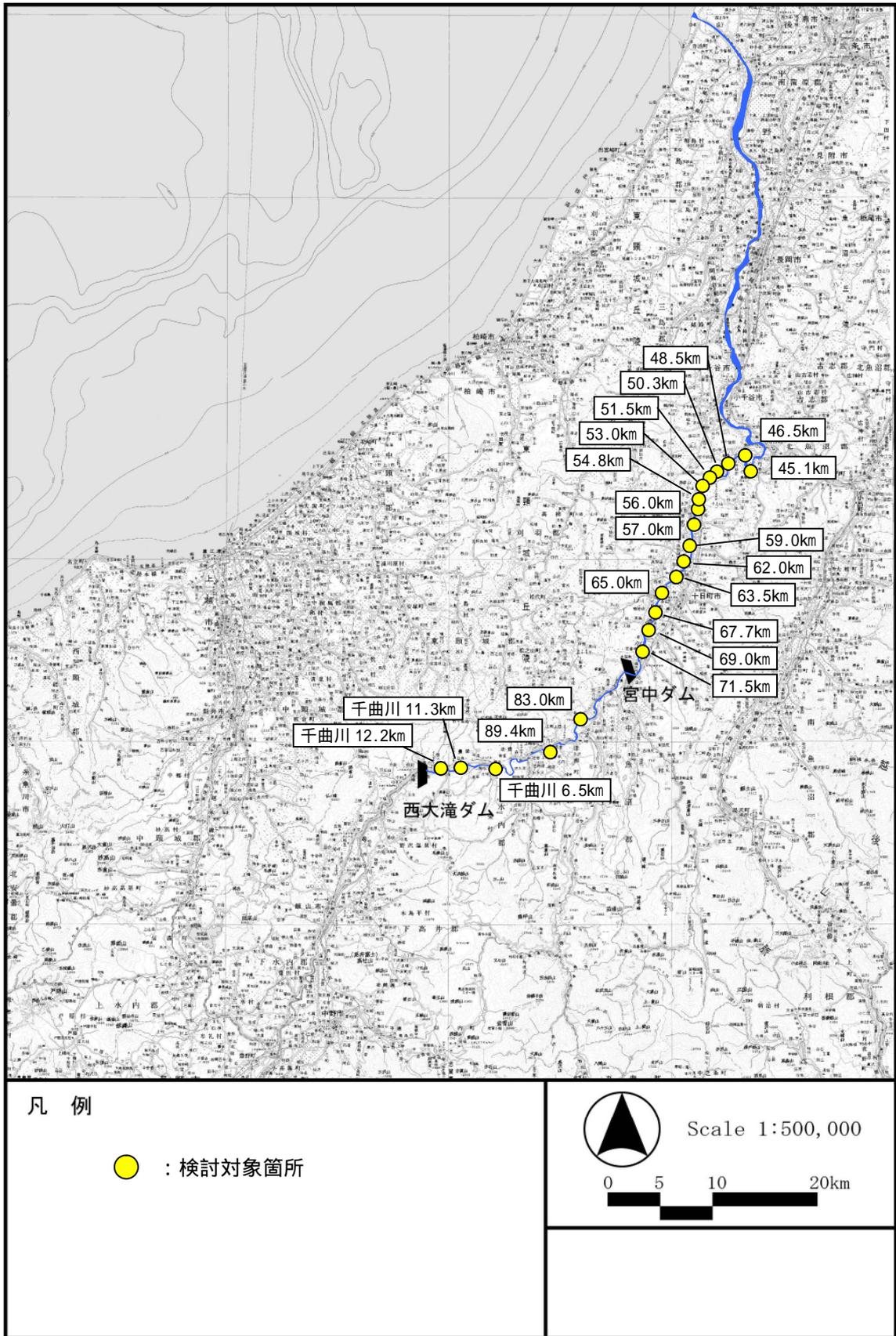


図 2.4-12 検討対象箇所

(4) 検討の結果

ア 魚類の移動条件からみた必要流量

魚類の移動条件からは、年間を通じて水深 30cm を確保する必要があることから、移動条件としては、水深 30cm が連続して確保可能な流量を必要流量とした。

宮中ダム減水区間の中で最も条件の厳しくなる No.7 において、低水路幅の 5 % (注)となる幅が 13.5m であることから、全ての断面において 13.5m 以上の幅で水深 30cm 以上を確保することとした。

検討の結果、宮中ダム減水区間では、No.7 で 44m<sup>3</sup>/s、西大滝ダム減水区間では、No.20 で 20m<sup>3</sup>/s とした場合に、全ての断面において移動条件を満たした。

注：「堰の設計」(1990 年 ダム技術センター)によると、魚道の幅員について「通常、可動堰幅の 4 ~ 6 %が必要といわれている」とあることから、この平均値 5 %とした。

表 2.4-9 移動条件から見た必要流量検討結果

宮中基底放流量								
区分	No.	対象箇所	7m <sup>3</sup> /s	20m <sup>3</sup> /s	30m <sup>3</sup> /s	40m <sup>3</sup> /s	43m <sup>3</sup> /s	44m <sup>3</sup> /s
宮中ダム 減水区間	1	信濃川45.1k	×	×				
	2	信濃川46.5k	×					
	3	信濃川48.5k	×	×				
	4	信濃川50.3k	×					
	5	信濃川51.5k						
	6	信濃川53.0k	×					
	7	信濃川54.8k	×	×	×			
	8	信濃川56.0k	×					
	9	信濃川57.0k	×	×				
	10	信濃川59.0k						
	11	信濃川62.0k	×					
	12	信濃川63.5k	×					
	13	信濃川65.0k	×	×	×			
	14	信濃川67.7k	×					
	15	信濃川69.0k	×					
	16	信濃川71.5k						

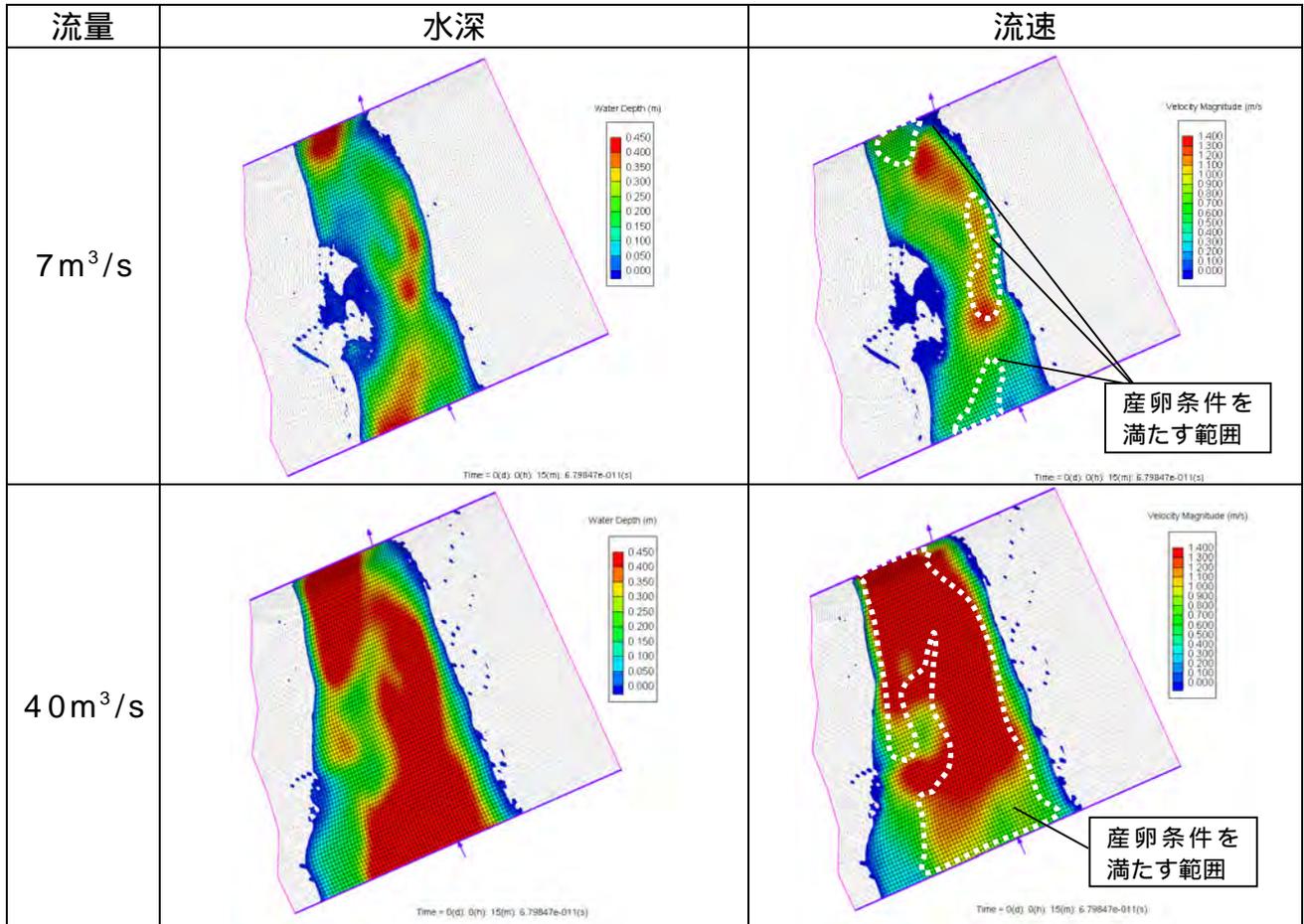
西大滝基底放流量								
区分	No.	対象箇所	0.26m <sup>3</sup> /s	10m <sup>3</sup> /s	15m <sup>3</sup> /s	19m <sup>3</sup> /s	20m <sup>3</sup> /s	
西大滝ダム 減水区間	17	信濃川83.0k	×					
	18	信濃川89.4k	×	×	×			
	19	千曲川 6.5k	×	×				
	20	千曲川11.3k	×	×				
	21	千曲川12.2k	×					

- ×
- 水深30cm以上の水域が縦断方向に連続しない
- 水深30cm以上の水域が縦断方向に連続する
- 水深30cm以上の水域が縦断方向に、13.5m以上の幅で連続する
- 減水区間基底流量
- 魚類から見た必要流量

イ 魚類の産卵条件から見た必要流量

魚類の産卵条件については、必ずしも調査対象範囲の全域が産卵条件を満たす必要はないため、流量の制限要因とはならないが、移動条件を満たすことにより、産卵条件を満たす範囲も拡大する結果となった。

表 2.4-10 産卵条件から見た必要流量検討結果



### 3. 景観

#### 3.1 景観の課題と原因

信濃川中流域では、減水により、大河川信濃川の風景が損なわれているのではないかと。  
また、現在実施している試験放流は、この影響を緩和する効果があるのか。

西大滝ダム減水区間及び宮中ダム減水区間においては、アンケート及びヒアリングにより減水のため景観の変化が生じている等の意見が得られ、また、減水区間において瀬切れが生じていることが確認された。

試験放流後には水面幅が増加し、景観に対する効果が見られた。

##### 3.1.1 景観の課題

表 3.1-1 に、地域住民等へのアンケート及び協議会委員、関係団体等へのヒアリングにより得られた景観に関する意見を示す。

その結果、減水によって川の景観が変化し、大河信濃川としての風景が損なわれている、観光資源として魅力がない、河原砂漠化現象が生じている等の指摘があった。

表 3.1-1 景観に関する意見

回答の内容	アンケート	ヒアリング	合計
景観	15	8	23
・大河川信濃川の風景が損なわれている。 ・減水区間は水がなく殺風景だ。 ・観光資源としての魅力がない。 ・河川砂漠化減少が生じている。 ・流量を増やし、川舟を復活させて美しい景観を取り戻したい。 等			

図 3.1-1 に減水区間の景観を、図 3.1-2 に非減水区間の景観を示す。減水区間では瀬切れが生じている。



西大滝ダム



宮中ダム

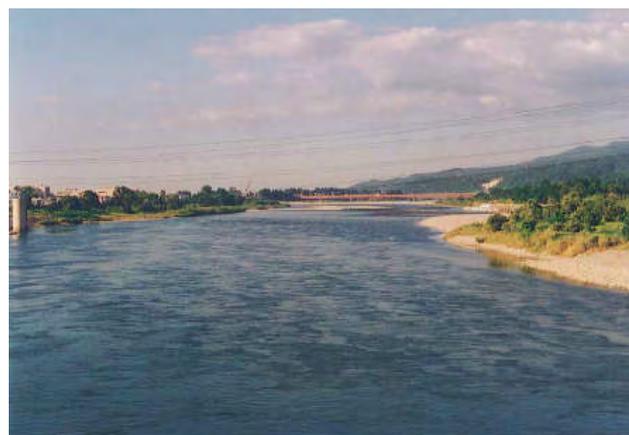


妻有大橋上流

図 3.1-1 減水区間の状況 (平成 11 年 8 月 10 日)



湯滝橋(西大滝ダム上流)



旭橋(小千谷発電所下流)

図 3.1-2 非減水区間の状況 (平成 11 年 8 月 10 日)

### 3.1.2 景観悪化の原因

試験放流後には水面幅が増加し景観に対する効果が見られた。

白鳥大橋



試験放流前 西大滝ダム放流量：約  $0.3\text{m}^3/\text{s}$   
平成 13 年 7 月 13 日

妻有大橋



宮中ダム放流量：約  $7.7\text{m}^3/\text{s}$   
平成 13 年 7 月 13 日



試験放流後 西大滝ダム放流量：約  $8.2\text{m}^3/\text{s}$   
平成 13 年 7 月 29 日



宮中ダム放流量：約  $21.7\text{m}^3/\text{s}$   
平成 13 年 7 月 29 日



試験放流後 西大滝ダム放流量：約  $12.4\text{m}^3/\text{s}$   
平成 13 年 9 月 28 日



宮中ダム放流量：約  $29.7\text{m}^3/\text{s}$   
平成 13 年 11 月 9 日

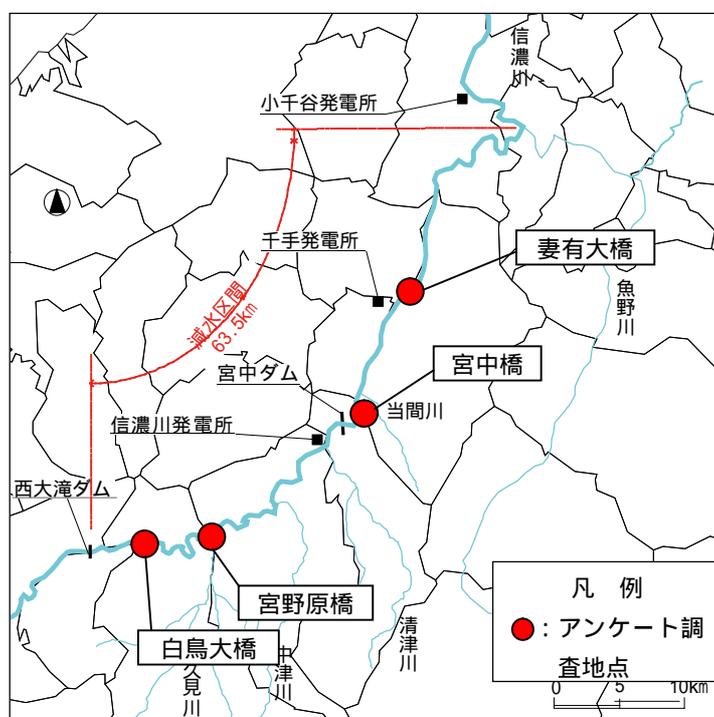
図 3.1-3 試験放流による効果

### 3.2 課題改善の検討と結果

現在実施している試験放流により景観に対する効果が見られたが、景観から見た望ましい流量はどの程度なのか。

信濃川中流域の周辺の住民を対象に、非積雪期の景観写真を用いて、望ましい景観に関するアンケートを実施した。その結果、流量が増加するとともに望ましいとの回答が増加する傾向が認められた。

一方、見かけの水面幅と川幅の比(W/B)を用い、望ましい景観のために必要とされる $W/B > 0.2$ を満足する流量を求めたところ、西大滝ダム減水区間では $0.6 \sim 8 \text{ m}^3/\text{s}$  宮中ダム減水区間では $0.7 \sim 34 \text{ m}^3/\text{s}$ 、と、いずれも地点により大きく値が異なる結果が得られた。



### 3.2.1 アンケートに基づく検討

河川景観に関して表 3.2-1に示す内容でアンケートを実施した。対象区間は豪雪地帯であることから、景観検討の対象は非積雪期の春季～秋季とした。

表 3.2-1 アンケート手法

項目	細目	アンケート方法
調査方法	調査地域	信濃川中流域 十日町市：十日町地域、川西地域、中里地域 津南町：全域 栄村：全域
	母集団の範囲	上記の地域に含まれる住民
	調査対象から回答を得る方法	郵送調査法（1500通）
	回答者	個人
	実施期間	平成20年1月18日～平成20年2月7日
標本設計	標本の大きさ	最低390サンプル（信頼度95%） 回収数：1006通（回収率67.1%）
	標本抽出方法	無作為抽出法
	標本抽出に用いる名簿等	住民基本台帳（平成19年11月30日現在）

アンケート集計の結果、宮野原橋では、94 m<sup>3</sup>/s 時にピークが認められた。宮中橋では、37 m<sup>3</sup>/s にピークは認められるが 118 m<sup>3</sup>/s 時において再度回答が増加に転じる傾向が認められた。白鳥大橋、妻有大橋においては、流量が増加するとともに回答数が増加する傾向が認められた。

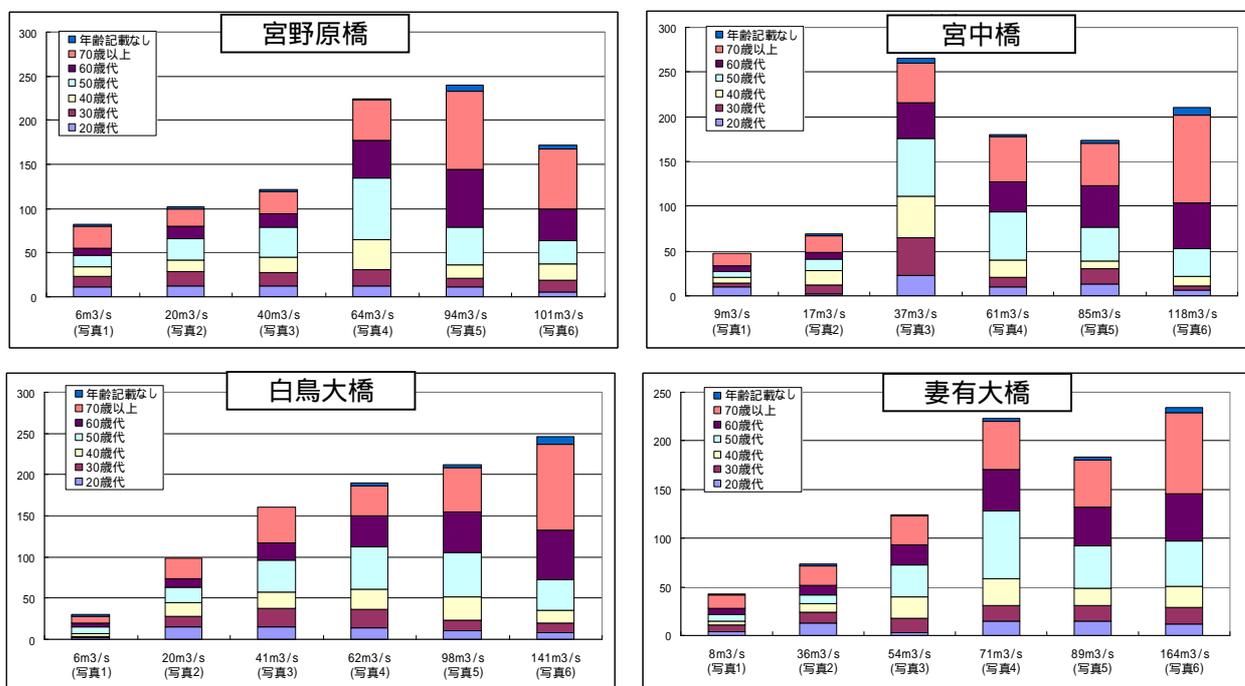


図 3.2-1 アンケート結果（流量別）

### 3.2.2 見かけの河川幅に基づく検討

河川の景観として望ましい幅を検討する手法として、「正常流量検討の手引き(案)」に記載されている W/B (水面幅/河川幅) を用いた手法があり、この手法を用いた望ましい流量の検討を行った。

検討地点は、「信濃川水系河川整備基本方針」と同様に、信濃川の代表的な河川景観を得ることができる場所及び、人と河川の関わりの深い場所を抽出した。

検討の結果、宮中ダム減水区間では  $0.8 \sim 34 \text{ m}^3/\text{s}$ 、西大滝ダム減水区間では  $0.6 \sim 8 \text{ m}^3/\text{s}$  の流量が必要であるという結果となった。

表3.2-2 検討結果

No.		地点名	俯瞰方向	距離標	必要流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	宮中ダム 減水区間	西倉橋	上流	42.24	-
2		川井大橋	下流	47.20	13
3		魚沼橋	上流	49.78	34
4		栄橋	下流	57.93	19
5		妻有大橋	上流	63.15	18
6		十日町橋	上流	64.82	16
7		姿大橋	上流	70.07	3
8		宮中橋(下流)	下流	74.46	0.8
		宮中橋(上流)	上流	74.46	3
9	西大滝ダム 減水区間	信濃川橋	上流	83k 付近	8
10		足滝付近県道	上流	90k 付近	0.7
11		白鳥大橋	上流	千曲川 11k 付近	0.6

注：西倉橋は検討断面が水衝部で深掘しており、流量増減が水面幅増減に与える影響が小さかったため、検討から除外した。

## 4. サケの遡上

### 4.1 サケの遡上の課題と原因

信濃川中流域では、減水による影響により、サケの遡上量が少なくなっているのではないかと懸念されている。

信濃川におけるサケの遡上等について下記の状況が確認された。

- ・ 信濃川に遡上するサケはそのほとんどが魚野川に遡上し、信濃川本川の魚野川合流点より上流の区間への遡上量は数百尾単位と推定される。
- ・ 漁協のデータによれば、信濃川本川の魚野川合流点より上流の区間におけるサケ回帰率は魚野川沿川の漁協と比較して低い。

したがって、減水がサケの遡上量に影響を与えていることが疑われる。

また、試験放流前と試験放流後を比較して、回帰率が明確に変化した状況は見受けられない。

#### 4.1.1 信濃川におけるサケの回帰率

図 4.1-1 に信濃川水系の漁協別にみたサケの放流量を示す。中魚沼漁協の放流量は他漁協と比較すると低いことが分かる。中魚沼漁協における平成以降の年間平均放流量は、6 万尾である。

図 4.1-2 に信濃川水系の漁協別にみたサケの回帰率を示す。回帰率は、昭和 59 年以降、わずかではあるが増加傾向がみてとれる。ただし減水区間に位置する中魚沼漁協の回帰率は他を大きく下回っている。

図 4.1-3 に中魚沼漁協の回帰率を示す。試験放流前の平成 12 年以前と試験放流後の平成 13 年以降とを比較して回帰率が明確に変化した状況は見られない。

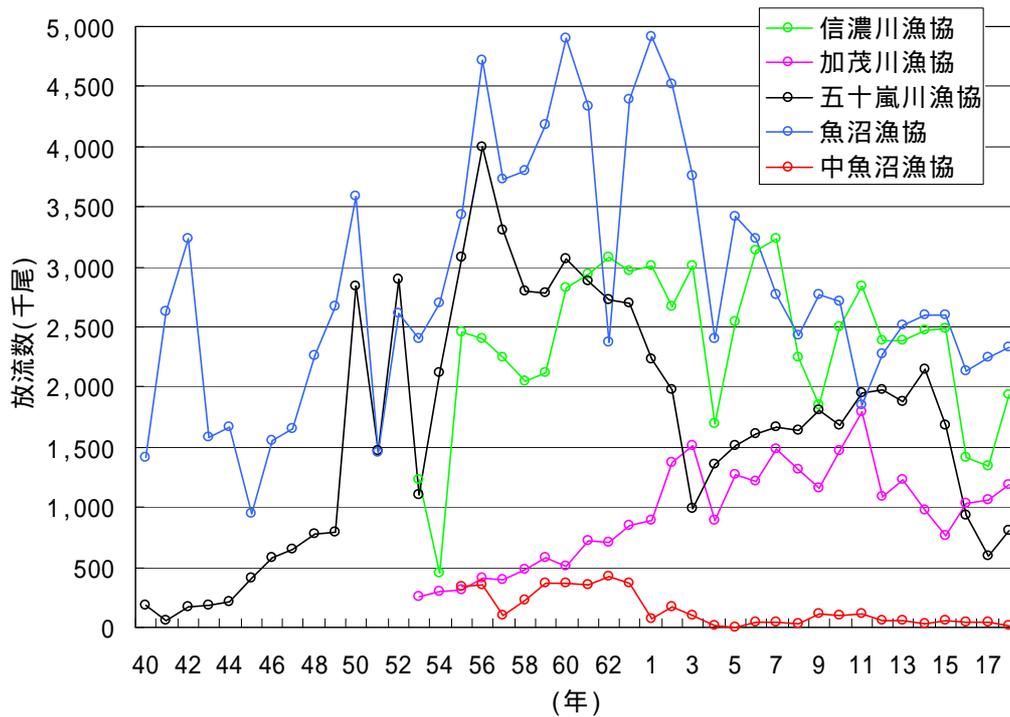


図 4.1-1 サケ放流量

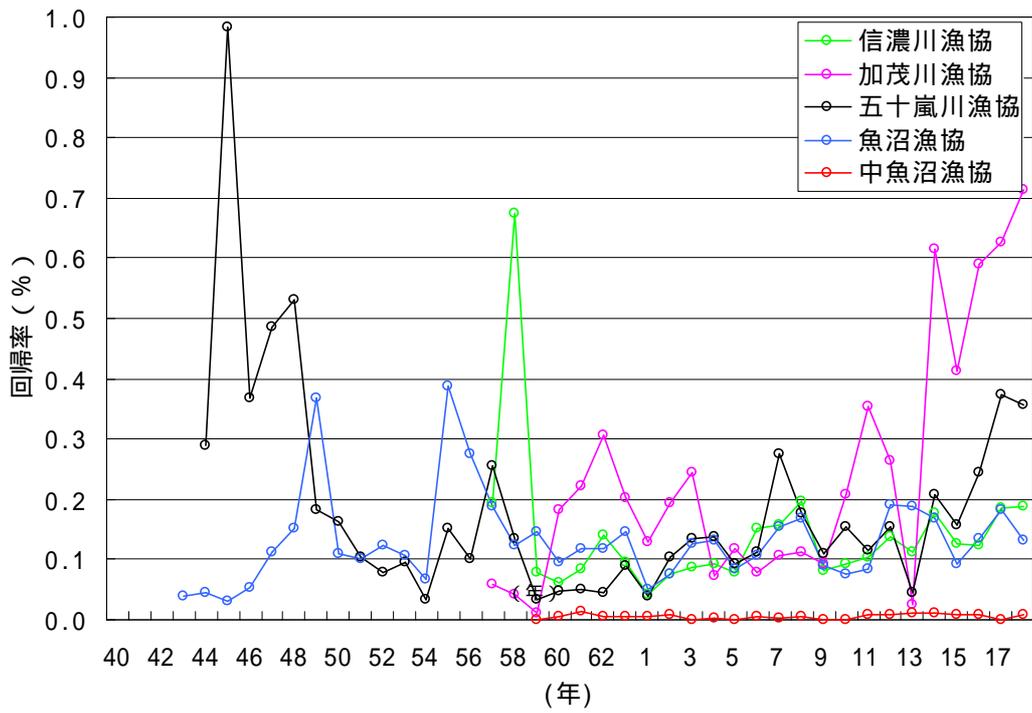


図 4.1-2 サケ回帰率

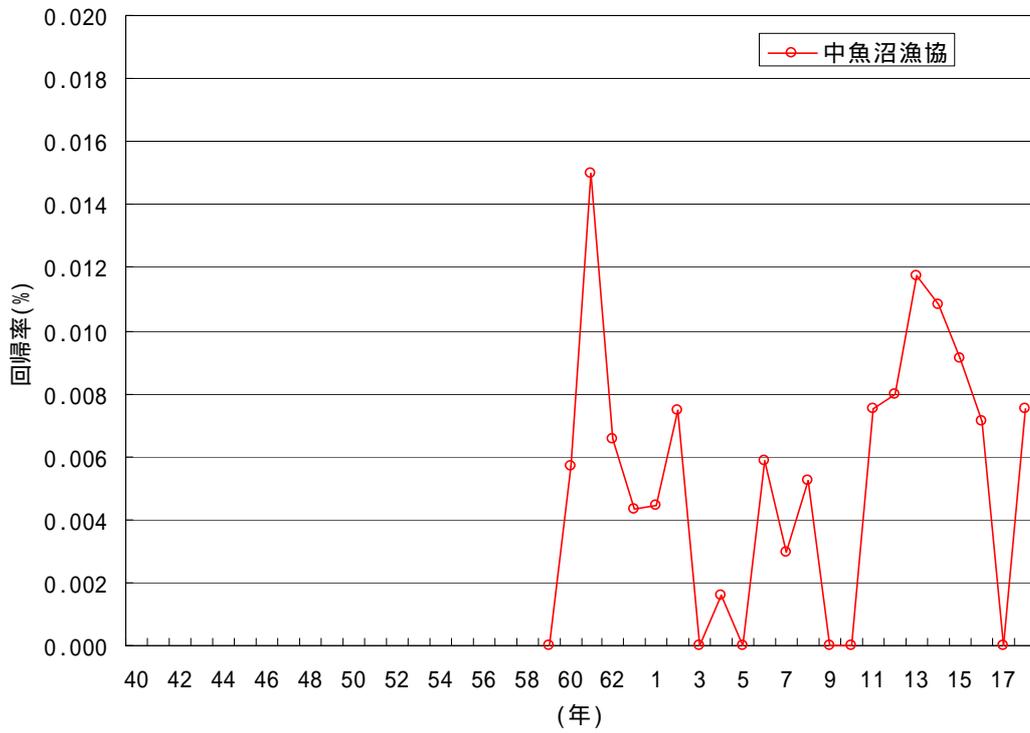


図 4.1-3 サケ回帰率(中魚沼漁協)

#### 4.1.2 サケの遡上量

信濃川本川下流に位置する大河津及び妙見堰においては、1日に200～500尾程度が遡上していることに対して、信濃川中流域に位置する川井においては約1ヶ月間に40～60尾程度、宮中取水ダムにおいては約1ヶ月に10～40尾程度、西大滝ダムにおいては約1ヶ月間に0～1尾が遡上している。

信濃川本川では相当数のサケが遡上していると推定されるが、そのほとんどは魚野川に遡上しており、減水区間には数100尾程度が遡上していると考えられる。さらに宮中取水ダムよりも上流に遡上する個体は数10尾程度、西大滝ダムよりも上流に遡上する個体は数尾程度と考えられる。

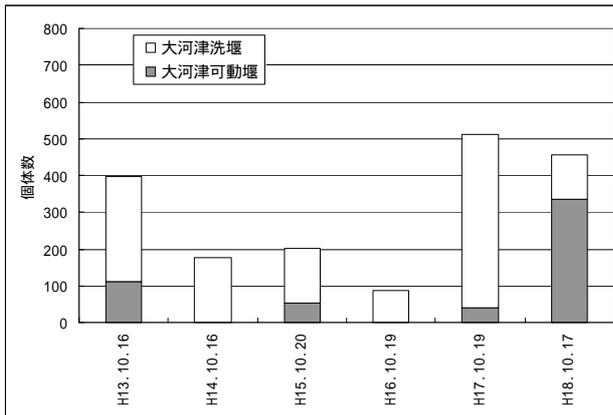


図 4.1-4 遡上調査結果(大河津)

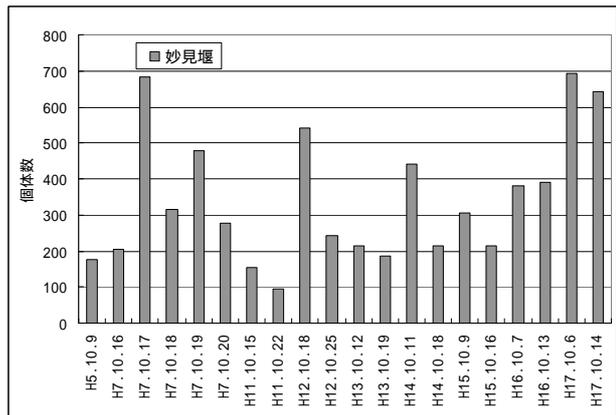


図 4.1-5 遡上調査結果(妙見堰)

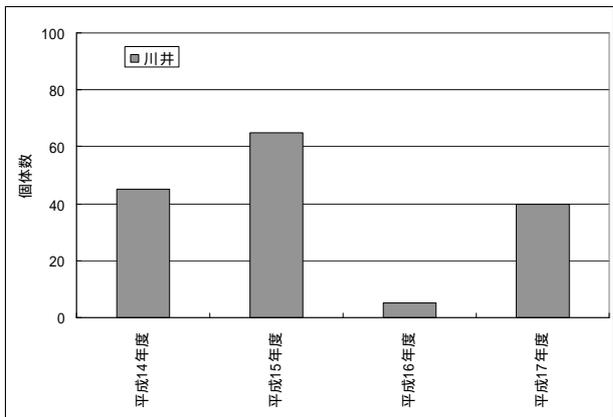


図 4.1-6 捕獲結果(川井)

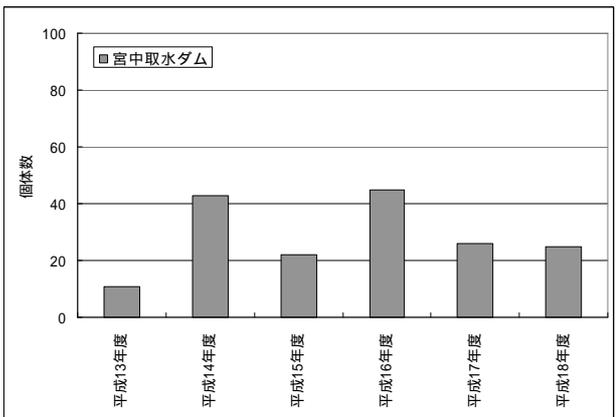


図 4.1-7 遡上調査結果(宮中取水ダム)

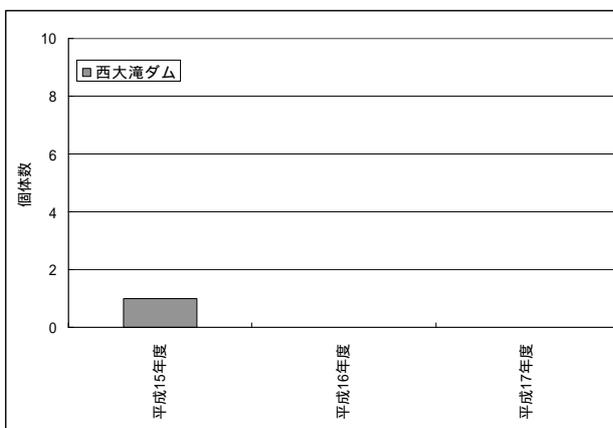


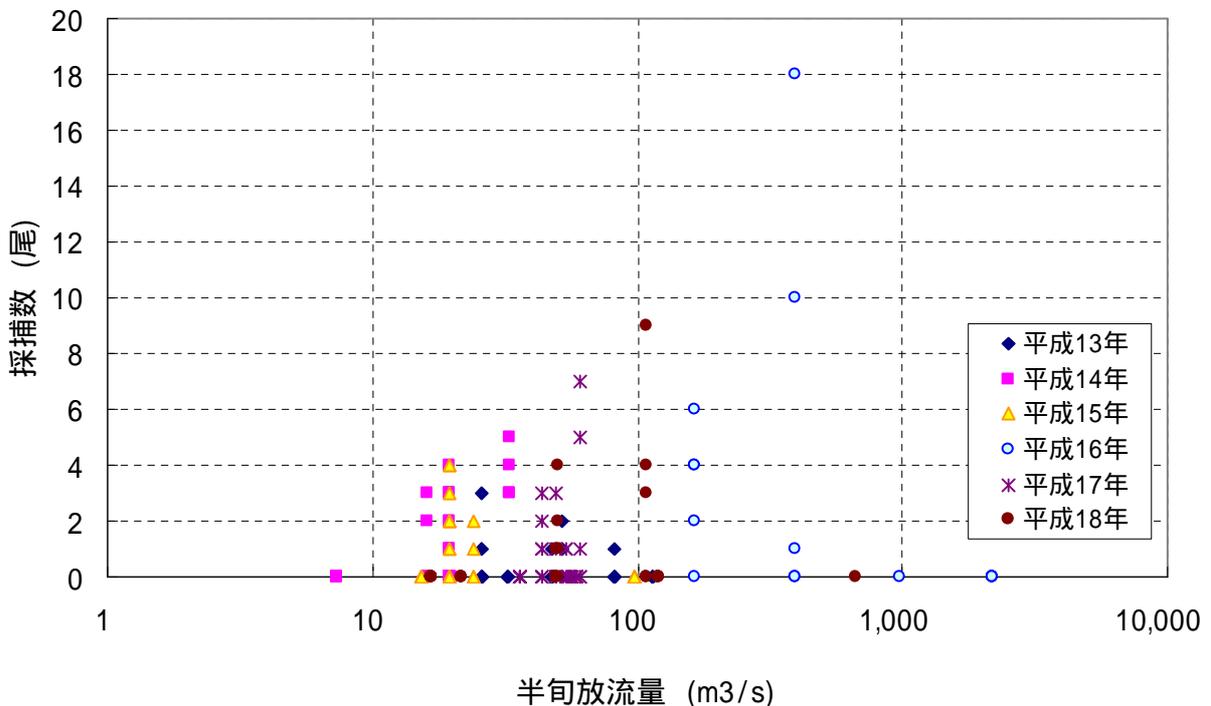
図 4.1-8 遡上調査結果(西大滝ダム)

表 4.1-1 宮中取水ダム魚道遡上調査結果

年度	採捕数(尾)			調査期間	備考
	オス	メス	合計		
平成 13 年度	7	4	11	10/22 ~ 11/12 (22 日間)	
平成 14 年度	26	17	43	10/15 ~ 11/10 (27 日間)	
平成 15 年度	13	9	22	10/15 ~ 11/14 (31 日間)	
平成 16 年度	21	24	45	10/13 ~ 10/20 (8 日間)	台風 23 号出水により魚道 が土砂で埋没
平成 17 年度	14	12	26	10/12 ~ 11/7 (27 日間)	
平成 18 年度	11	14	25	10/12 ~ 11/12 (32 日間)	

平成 16 年は、調査期間が 8 日間と最も短いにもかかわらず、総採捕数が 45 尾、1 日あたり採捕数が 18 尾と調査実施年度のうち最大となった。平成 16 年は中越地震による影響で、調査期間における放流量は 165 ~ 394 m<sup>3</sup>/s と平年よりもかなり多い状況にあった。

その他の年の総採捕数は 11 ~ 43 尾、一日あたりの採捕数は 0 ~ 9 尾程度であった。平成 13 ~ 18 年のデータを合わせると、1 日あたり採捕数の最大値は半旬流量に比例して多くなる傾向がみられる。ただし、採捕数が少なくデータにばらつきがあることから、この結果だけで流量と採捕量との関係を導くことは困難である。



## 4.2 課題改善の検討と結果

サケの遡上を阻害する要因はなにか。また、その要因について改善策を実施することにより、サケの遡上に対する効果があるのか。

横断工作物等による移動障害箇所や宮中ダム・西大滝ダム魚道に魚類の遡上に影響をおよぼすと考えられる構造・現象が見受けられた。これらの移動障害箇所において移動障害の解消や魚道機能の改善等の対策を実施したが、対策の効果を宮中ダム魚道での採捕数と明確に関連付けるには至らなかった。

#### 4.2.1 課題の要因

##### (1) サケの遡上状況

捕獲したサケに電波発信機を飲み込ませて行動を追跡し、休息等の生態的動向以外の要因で遊泳速度が低下した箇所を抽出したところ、床固めの落差、水深が浅く遡上に必要な水深(30cm)が確保できていないことによる移動阻害箇所が確認された。

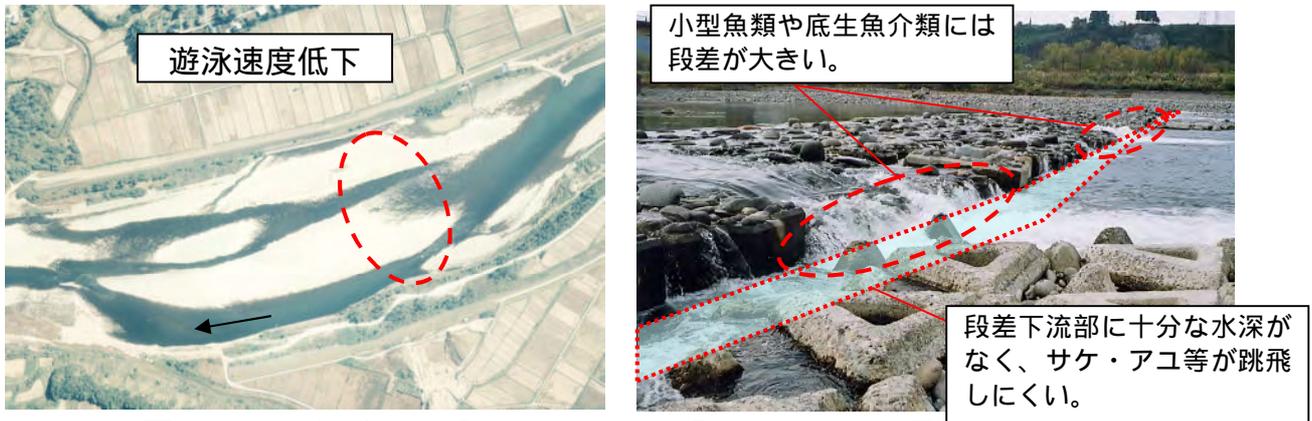


図 4.2-1 遊泳速度低下地点(左：栄橋下流、右：十日町橋下流床固)

##### (2) 魚野川合流点の状況

信濃川と魚野川の合流点では、魚野川と比較して信濃川の流量が少ないこと、河床高が高く水深が浅いことから、信濃川へのサケが遡上しにくい状況にあると考えられた。



図 4.2-2 魚野川合流点の状況

### (3) 宮中ダム、西大滝ダム魚道

#### ア 魚道施設の問題点

##### (a) 宮中ダム

###### <ダム下流部と流れの連続性>

- ・ 澗筋と魚道が反対側に位置しており、呼び水の効果が弱い。
- ・ ゲート放流による循環流が発生する。
- ・ ゲート放流量が大きい場合には乱れた強い流れが魚類の遡上経路を阻害している。

###### <大型魚道>

- ・ プール内の流れが複雑である。
- ・ 横波が発生している。
- ・ 魚道出口の水量調節ゲートが下流側に転倒する構造となっている。



図 4.2-3 澗筋と魚道の位置



図 4.2-4 横波の発生

##### (b) 西大滝ダム

###### <ダム下流部と流れの連続性>

- ・ 流況が穏やかすぎ、また、魚道入口を見つけづらいため、魚類の遡上が困難。
- ・ 左岸ゲートからの放流の場合、魚道と反対側に集魚してしまう。

###### <魚道施設>

- ・ 越流水深が 10cm と、サケ科の魚類を対象とした魚道としては小さい。
- ・ 隔壁頂部の水平部が長く、越流水脈の突入角度が浅いことから、水理条件によっては剥離流となる可能性がある。
- ・ 魚道出口の水量調整ゲートが下流に転倒する構造となっている。

(西大滝ダム魚道における課題の出典：H8 年度魚がのぼりやすい川づくり検討業務委託報告書、土木研究所視察コメント)

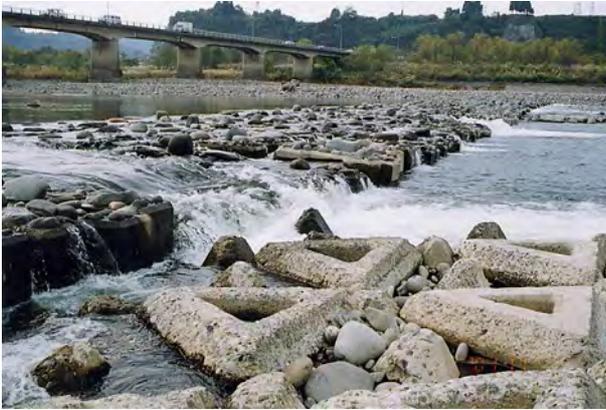


図 4.2-5 魚道内流況

#### 4.2.2 改善対策の実施事項

##### (1) 横断工作物等による移動障害の解消

平成 14 年度に下流の河床が洗掘を受けて約 1.5m の落差が生じていた十日町橋下流の床固を改修し、上下流の連続性を確保した。



改修前

改修後

図 4.2-6 床固改修前後の状況(十日町橋下流)

## (2) 魚野川合流点の掘削

平成 14 年及び平成 15 年のサケ遡上期前の 9 月に自然の攪乱作用のかわりとして、合流部の一部を掘削した。掘削にあたっては、信濃川の最深河床と魚野川の本最深河床が同程度となる深さとし、また、流速が魚野川と同程度となるように最大深さ 1.38m、最大幅 13m の断面を設定した。

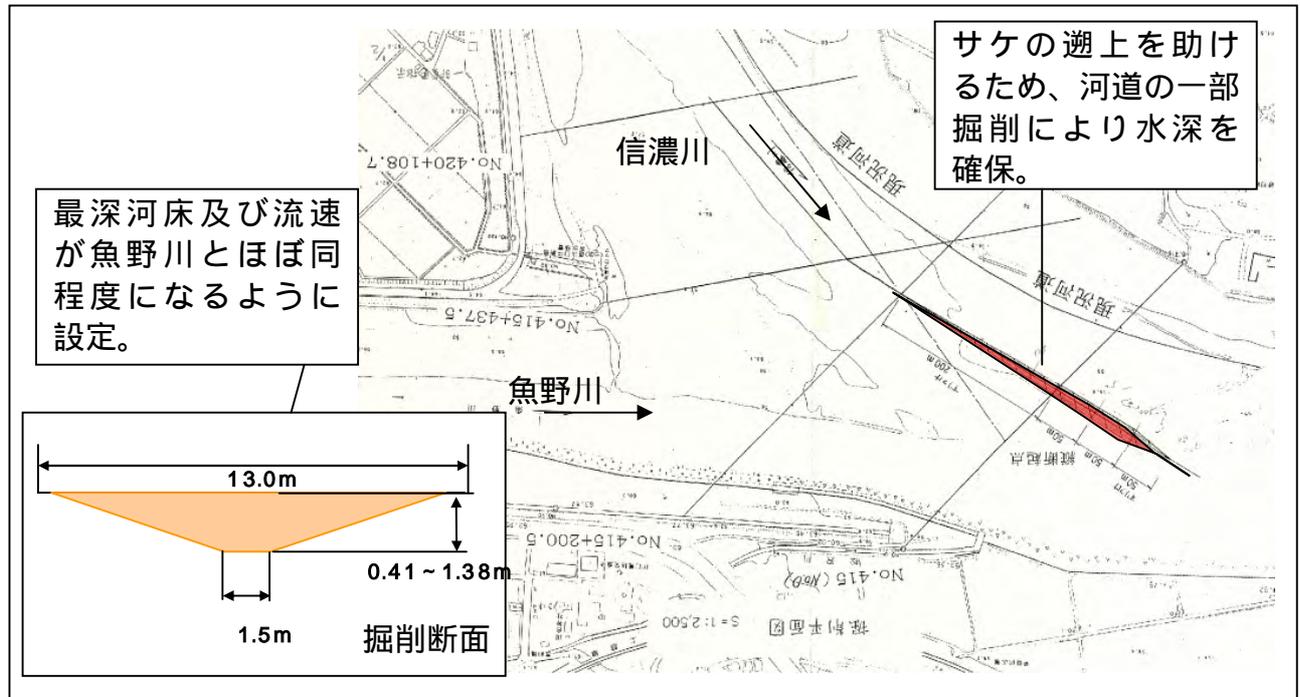


図 4.2-7 魚野川合流点における掘削状況



掘削前(平成 14 年 9 月 10 日)

掘削後(平成 14 年 9 月 26 日)

図 4.2-8 魚野川合流点における掘削前後の状況

### (3) 宮中ダム魚道における試験施工

宮中ダム魚道において、平成 16 年度に改善対策の試験施工として潜孔の閉塞及び玉石・土嚢の投入を行い、その効果の確認を行った。その結果、潜孔を閉塞し、プール水深を浅くすることで現状プールに比べて下流への流れの連続性が確保されることが確認された。また、土嚢・玉石を投入したプールでは横波の抑制効果が確認された。



潜孔の閉塞



玉石・土嚢の投入

図 4.2-9 試験施工の実施状況



潜孔閉塞前



潜孔閉塞後

図 4.2-10 試験施工の実施状況(潜孔の閉塞)



玉石・土嚢投入前



玉石・土嚢投入後

図 4.2-11 試験施工の実施状況(玉石の投入)



潜孔閉塞後



玉石・土嚢投入後

図 4.2-12 試験施工の実施状況(横波の発生状況)

#### 4.2.3 結果

4.2.2 に示したとおり、サケの遡上障害の解消や魚道機能の改善対策を実施した。ただし、対策の効果を宮中ダム魚道での採捕数と明確に関連付けるには至らなかった。

## 5. 信濃川中流域において確保すべき流量について

信濃川中流域では、発電取水に伴う減水により、河川環境にさまざまな影響が生じていると考えられる。

減水による影響を改善し、信濃川中流域において確保すべき流量はどうあるべきか。

本検討では、複数の視点から減水による影響と確保すべき流量についての検討を行った。これらの検討結果を総合的に勘案した結果、信濃川中流域において確保すべき流量は以下のように整理された。

宮中減水区間については、最も厳しい地点で  $44\text{m}^3/\text{s}$  (宮中ダム直下で  $40\text{m}^3/\text{s}$ ) の流量を確保することが望ましい。

西大滝減水区間については、最も厳しい地点で  $20\text{m}^3/\text{s}$  (西大滝ダム直下で  $20\text{m}^3/\text{s}$ ) の流量を確保することが望ましい。

## 5.1 信濃川中流域における総合的な確保すべき流量

前章までの検討により、各項目において確保すべき流量を時期別に算出した。これらを総合的に勘案し、当該時期における最も多い流量を包括させたものを必要流量とする。

西大滝減水区間では、年間を通じて魚類からみた必要流量が最大値をとるため、確保すべき流量は年間を通じて  $20\text{m}^3/\text{s}$  と設定する。

宮中ダム減水区間では、年間を通じて魚類からみた必要流量が最大値をとるため、確保すべき流量は年間を通じて  $44\text{m}^3/\text{s}$  と設定する。

表 5-1 時期別必要流量

西大滝減水区間

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
河川形態													流量の間には明確な関係を見いだせなかった
水温													著しい水温上昇は認められなかった
付着藻類													流量の間には明確な関係を見いだせなかった
底生動物													流量の間には明確な関係を見いだせなかった
魚類	20												魚類の移動に必要な水深の確保
景観	8												見かけの水面幅と水面の幅の比による検討
水質													流量の間には明確な関係を見いだせなかった
地下水位													流量の間には明確な関係を見いだせなかった

宮中減水区間

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
河川形態	40												
水温								40					夏季の高水温が課題
付着藻類								43					異常繁茂した藻類が腐敗して悪臭を発することが指摘されている夏期を対象
底生動物													流量の間には明確な関係を見いだせなかった
魚類	44												魚類の移動に必要な水深の確保
景観	34												見かけの水面幅と水面の幅の比による検討
水質													流量の間には明確な関係を見いだせなかった
地下水位	(水位低下時期)												流量の間には明確な関係を見いだせなかった

## 5.2 支川との水収支を踏まえた必要流量の検討

前章までは、検討地点において必要となる流量について検討を行っている。

ダム直下から任意の地点に至るまでには、流下過程で支川からの流入や取水等が入るため、これらの水収支を考慮し、ダム直下において必要となる流量を算定した。

なお、流入、取水等の流量は、信濃川水系河川整備基本方針によった。

### 5.2.1 西大滝ダム直下において必要となる流量

西大滝ダム減水区間では、各項目における月別流量検討の結果、年間を通じて最も厳しい地点で  $20\text{m}^3/\text{s}$  の河川流量が確保されることが望ましいとされた。

西大滝ダム減水区間において最も流量が必要となる地点は、魚類から見た必要流量の観点より、千曲川 11.3km 付近とされた。

当該地点は、西大滝ダムより 1.7km 程度下流に位置しており、支川流入量及び取水量を考慮すると、千曲川 11.3km 付近で  $20\text{m}^3/\text{s}$  の流量を確保するためには、ダム直下での流量が  $19.7\text{m}^3/\text{s}$  である必要がある。

よって、西大滝ダム直下で必要となる流量を  $20\text{m}^3/\text{s}$  と設定する。

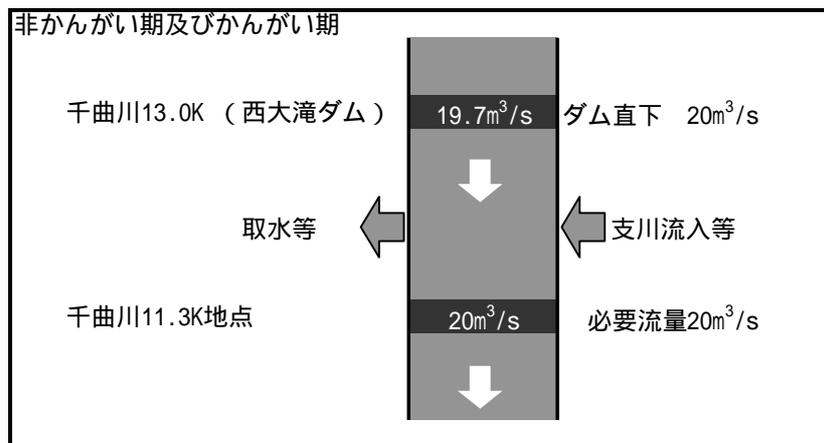


図 5-1 西大滝ダム直下において必要となる流量

### 5.2.2 宮中ダム直下において必要となる流量

宮中ダム減水区間では、各項目における月別流量検討の結果、年間を通じて最も厳しい地点で  $44\text{m}^3/\text{s}$  の河川流量が確保されることが望ましいとされた。

宮中ダム減水区間において最も流量が必要となる地点は、魚類から見た必要流量の観点より、 $65.0\text{km}$ 、 $54.8\text{km}$  付近とされた。

当該地点は、宮中ダムよりそれぞれ  $9.5\text{km}$  程度、 $19.7\text{km}$  程度下流に位置しており、宮中ダムとの間に複数の支川流入および樋管等からの取水がある。

この支川流入量および取水量を考慮すると、 $65.0\text{km}$  付近で  $43\text{m}^3/\text{s}$  の流量を確保するためには、ダム直下での流量は  $39.9 \sim 40.0\text{m}^3/\text{s}$  である必要がある。

また、 $54.8\text{km}$  付近で  $44\text{m}^3/\text{s}$  の流量を確保するためには、ダム直下での流量は  $34.9 \sim 35.7\text{m}^3/\text{s}$  である必要がある。

よって、宮中ダム直下で必要となる流量を  $40\text{m}^3/\text{s}$  と設定する。

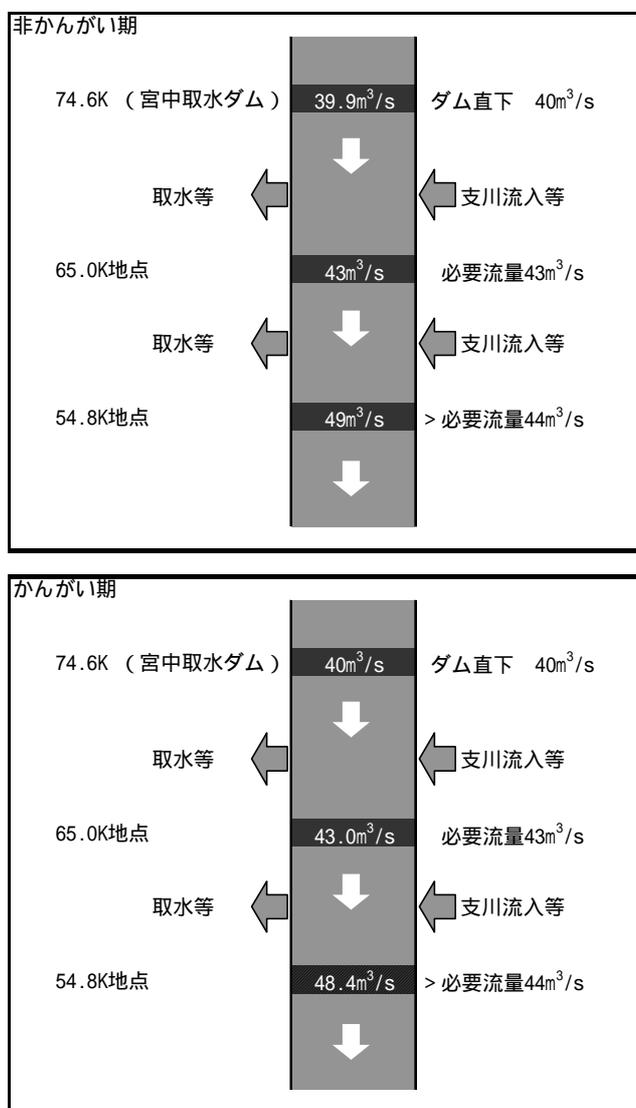


図 5-2 宮中ダム直下において必要となる流量