

宮中取水ダム減水区間モニタリング調査 における過去5年間の総括とりまとめ

令和2年1月31日

信濃川中流域水環境改善検討協議会

目次

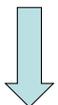
はじめに	2
1. モニタリング調査の実施状況	3
2. ダム放流量・河川水位の状況	7
3. 調査結果の総括とりまとめ	11
3-1 河川水温	11
3-2 魚類の生息及び遡上・降下	26
3-2-1 魚類生息状況	26
3-2-2 サケ遡上	33
4. まとめ	37

はじめに

- 平成11年11月：信濃川中流域にある2つの減水区間を対象に、**水環境及び水利用の現状の把握、それらの調和のための方策**を検討し、実現に努めることを目的として、「信濃川中流域水環境改善検討協議会」を設置

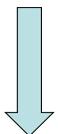


- 平成21年3月：各減水区間の確保すべき河川流量のあり方等を「信濃川中流域の河川環境改善に係る提言」（以下、「提言」という）として発表



【提言に基づく放流量】 西大滝ダム：20m³/s以上， 宮中取水ダム：40m³/s以上

- 平成22～平成26年度：宮中取水ダムにおける試験放流の**放流計画の立案**、試験放流実施中の河川環境の**調査計画の立案及び検証・評価**を行うことを目的に、「宮中取水ダム試験放流検証委員会」を設置



試験放流：期間別・条件別に放流量を40m³/s～最大120m³/sに設定し、毎年パターンを変更して実施

- 平成27年以降：提言に基づく40m³/s以上の放流※・流況改善効果の定着を確認するためのモニタリング調査

※ただし、6/1～11/10の間は沿川の関係機関と東日本旅客鉄道(株)によって交わされた覚書に基づき、60m³/s程度以上を放流している。



- 平成27年度以降、現在のモニタリング調査が継続的に実施されているため、**過去5カ年の調査結果の総括的なとりまとめ**を行う
- なお、同様の調査が平成22年度以降実施されているため、併せて整理する



1. モニタリング調査の実施状況

(1) 調査項目

■ 調査項目

項目	調査内容	調査時期	調査地点
河川水温	水温実測	夏季の高水温期 (7月26日～9月5日)	宮中取水ダム魚道, 十日町橋, 栄橋, 川井大橋
魚類の生息及び 遡上・降下	生息・生育状況調査	春季、夏季、秋季に各1回	十日町橋
	サケ遡上調査	サケの遡上期 (9月11日～11月10日)	宮中取水ダム魚道

※調査項目は、平成22年度～令和元年度まで継続的に調査している項目及び地点のみ記載している



(2) 調査方法

項目	調査内容	調査方法
河川水温	水温実測	<ul style="list-style-type: none"> ● 水温計は、代表的な水温（流心の水温）が得られるよう、本川筋となる滞筋で、概ね40cm以上の水深及び流水※1がある箇所に設置 ● 自記式水温計を設置し、10分間隔で連続観測を実施※2 <p>※1:過年度の調査結果より、流心の水温とほぼ同じ水温になることが把握されているため ※2:魚道は1箇所での観測値を採用し、十日町橋，栄橋，川井大橋の各地点では、3箇所水温を観測し、その平均値を採用</p>
魚類の生息及び遡上・降下	生息・生育状況調査	● 早瀬、平瀬、淵及びワンドに調査箇所を設定し、投網、夕毛網、定置網、刺し網、はえ縄を、表1に示す調査数量で実施し、魚類を捕獲
	サケ遡上調査	● 宮中取水ダム魚道に設置したトラップにより捕獲

表1 漁法別の調査数量

漁法	調査数量
投網12mm	40回(4環境※×10回)
投網18mm	40回(4環境※×10回)
夕毛網	240分・人(4環境※×60分・人)
定置網	2ヶ統
刺し網	2ヶ統
はえ縄	4本(4環境※×1本、はえ縄1本に釣り針5本)

※早瀬、平瀬、淵、ワンドの4環境で実施



写真1 河川水温の計測機器



大型魚道用トラップ



小型魚道用トラップ

写真2 捕獲用トラップ（H30撮影）

(3) 調査実施日

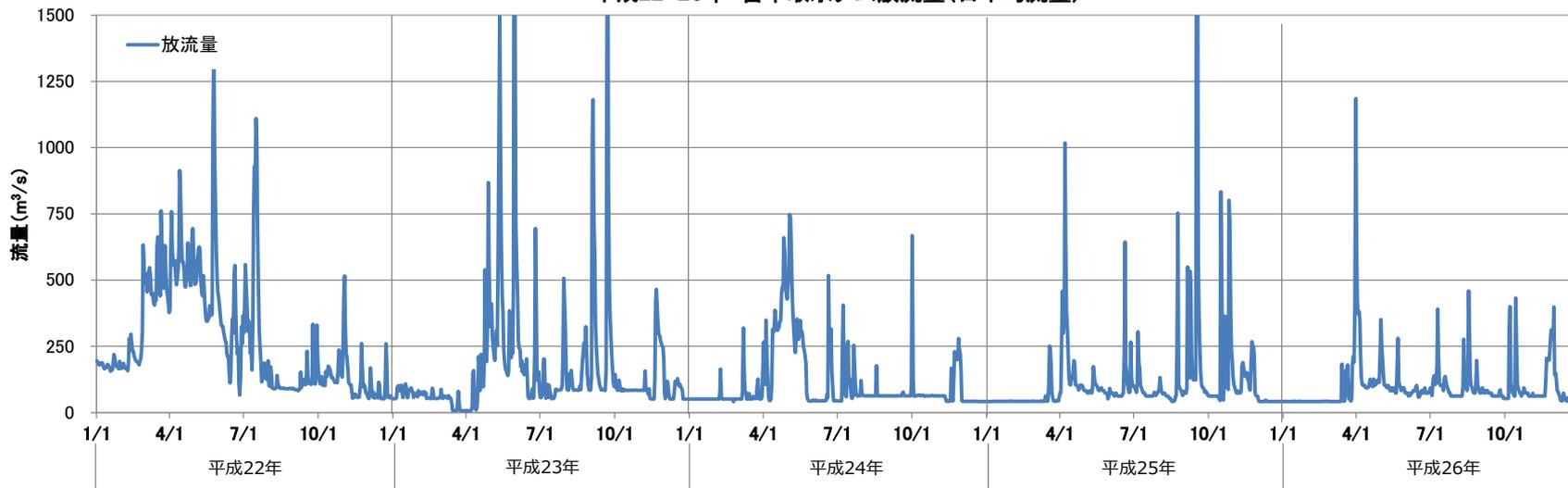
年度	河川水温	魚類の生息及び遡上・降下		
		生息・生育状況調査	サケ遡上調査	
H22	7/26～9/5	春：6/21～23, 夏：8/16～20, 秋：10/25～29	9/11～11/10 (61日間)	
H23	7/26～9/5	春：6/22～24, 夏：8/15～17, 秋：10/24～28	9/11～11/10 (53日間)	9/16・9/21～27は、台風の接近に伴い調査を中断
H24	7/26～9/5	春：6/25～27, 夏：8/28～9/1 秋：10/20～25	9/11～11/10 (61日間)	
H25	7/26～9/5	春：6/24～26・7/1～2, 夏：8/26～30・9/26, 秋：10/22～25・10/30～11/1	9/11～11/10 (47日間)	9/16～27・10/17・10/26は、台風の接近に伴い調査を中断
H26	7/26～9/5	春：6/23～26, 夏：8/25～27・9/1～4, 秋：10/20～25	9/11～11/10 (61日間)	
H27	7/26～9/5	春：6/26・29～30, 夏：8/27～28, 秋：10/21～22	9/11～11/10 (56日間)	9/11～15は、台風の接近に伴い調査を中断
H28	7/26～9/5	春：6/23～24, 夏：8/24～25, 秋：10/17～18	9/11～11/10 (50日間)	9/20～30は、台風の接近に伴い調査を中断
H29	7/26～9/5	春：6/26～27, 夏：8/22～23, 秋：11/8～10	9/11～11/10 (42日間)	11/10まで調査予定であったが、台風21号の出水による被災のため10/23以降調査を中止
H30	7/26～9/5	春：6/27～28, 夏：8/23～24, 秋：10/23～24	9/11～11/10 (53日間)	9/11～13は、秋雨前線の出水のため調査を中断、10/2～6は、台風24号の出水のため調査を中断
R1	7/26～9/5	春：6/27～28, 夏：9/2～3・9/19～20, 秋：11/14～15	9/11～11/10 (48日間)	10/13～24及び10/27は、台風19号の出水による流入土砂撤去等のため調査を中断

2. ダム放流量・河川水位の状況

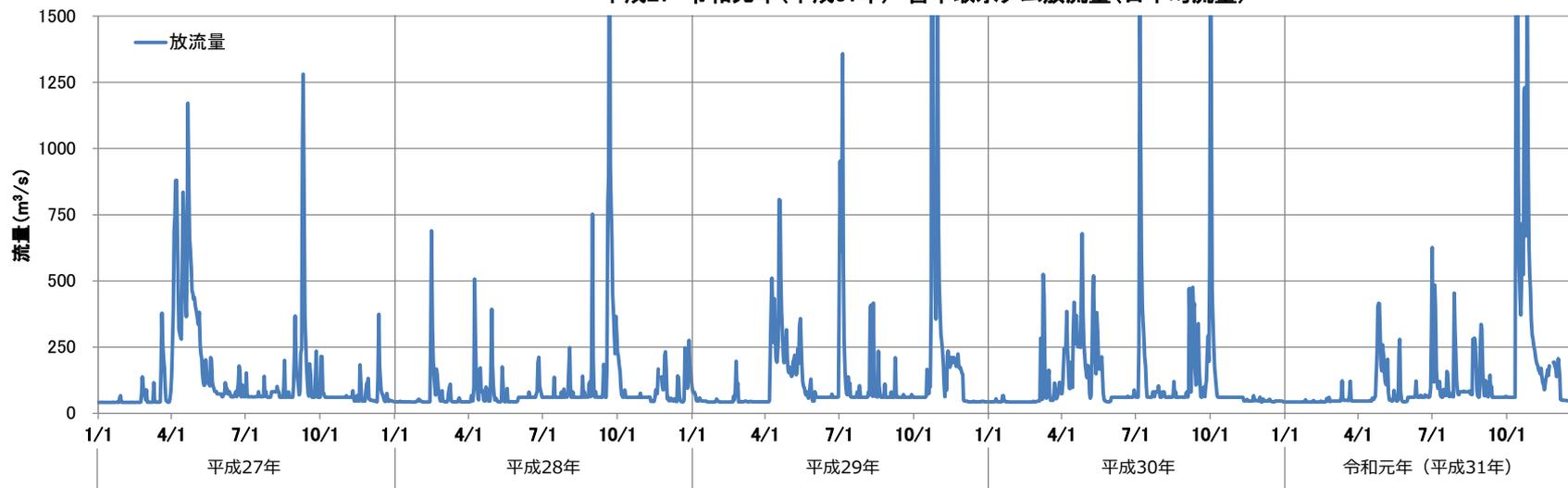
(1) 宮中取水ダム日平均放流量

- 平成22年は6月9日18時まで取水停止のため放流量が多い。平成23年は東日本大震災に伴い、国土交通省北陸地方整備局長からの指示により3月14日～4月30日の間で取水制限流量を7m³/sに低減している。
- 平成22年～平成26年まで試験放流（期間別・条件別に放流量を40m³/s～最大120m³/sに設定し、毎年パターンを変更）が実施されている。
- 平成27年以降は、河川維持流量40m³/s以上となっているが、沿川の関係機関と東日本旅客鉄道(株)によって交わされた覚書に基づき、6/1～11/10は60m³/s程度以上が放流されている。

平成22～26年 宮中取水ダム放流量(日平均流量)

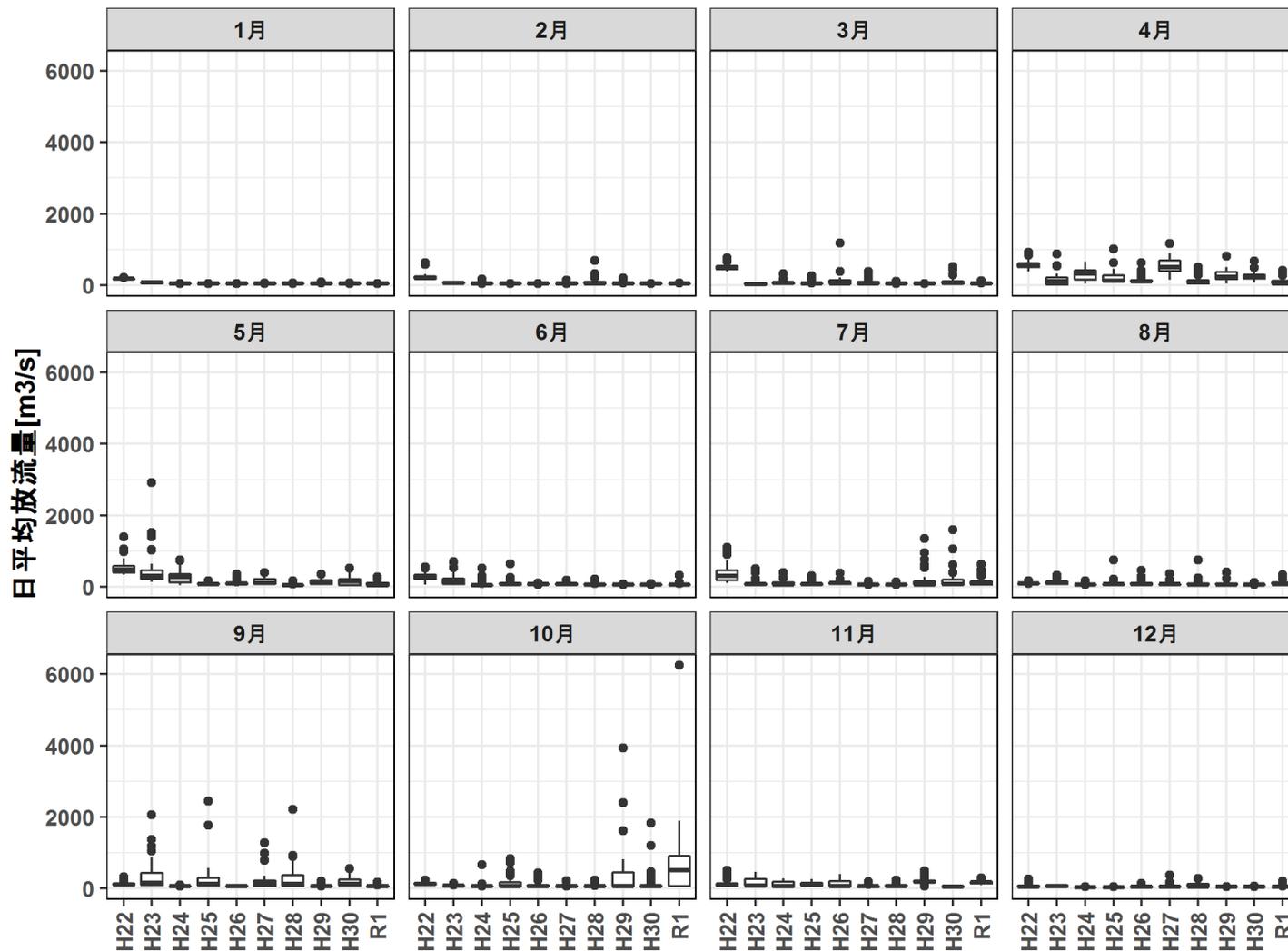


平成27～令和元年(平成31年) 宮中取水ダム放流量(日平均流量)

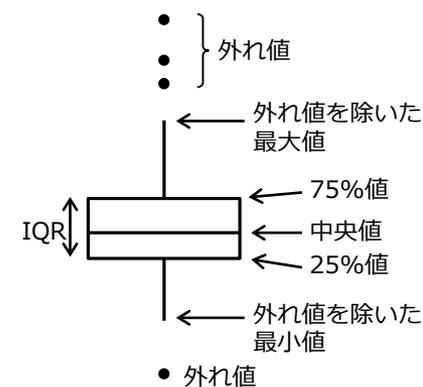


(2) 日平均放流量の月別比較

- 4月は融雪により放流量が増加する傾向にある。
- 7月～10月にかけては、台風や前線等による出水により、放流量が増加する頻度が多くなり、頻度としては9月が最も多いが、近年は10月に多くみられる。



箱ひげ図の見方

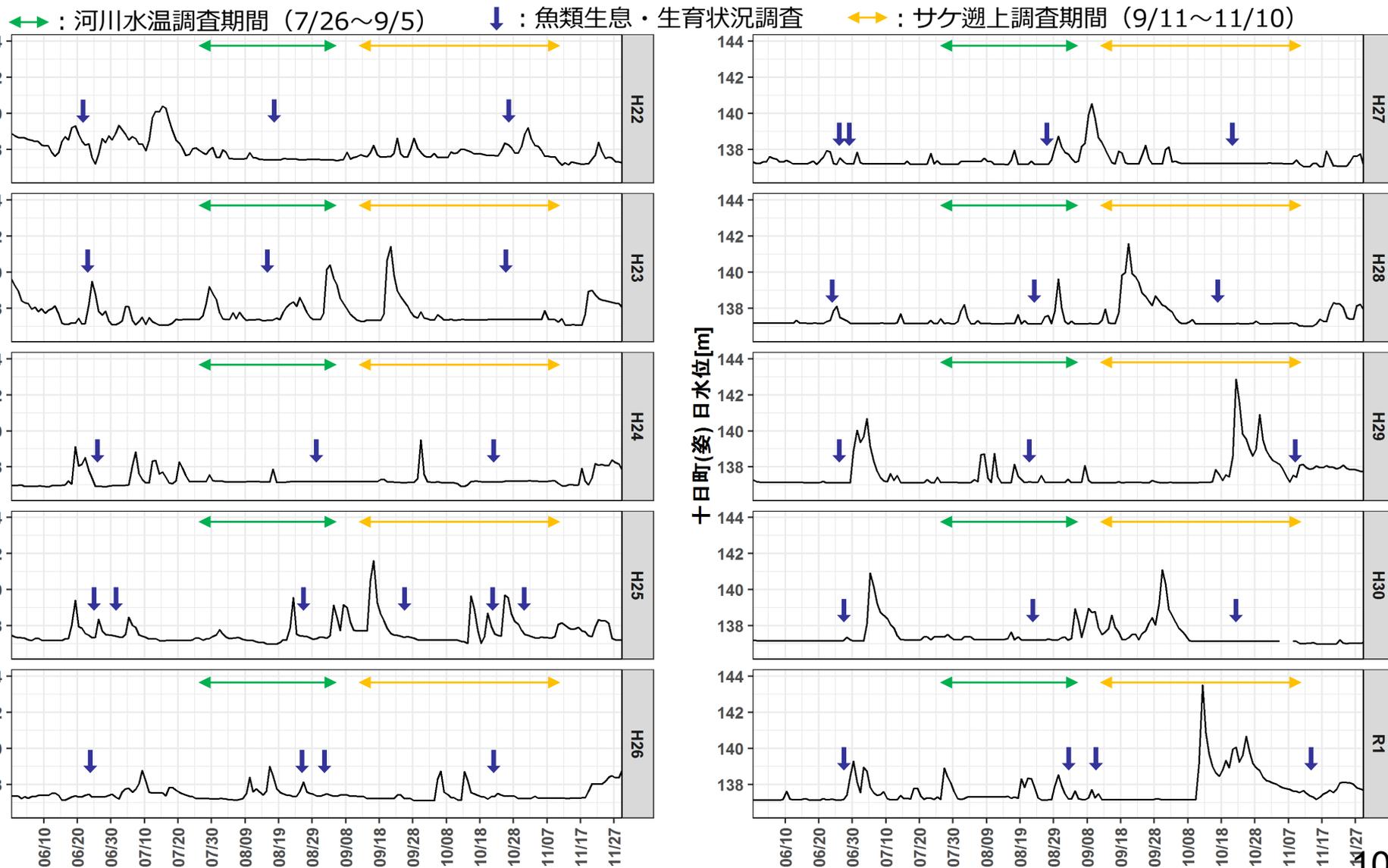


外れ値
 (25%値 - 1.5 × IQR) ~ (75%値 + 1.5 × IQR)
 の範囲外の値
 IQR = 75%値 - 25%値 (箱の縦幅)

(3) 調査期間(6/1~11/30)中の河川水位の状況

- 平成29年および令和元年（平成31年）に、大きな出水が発生した。
- 平成24年と平成26年は、比較的小規模な出水しか発生していない。

水位：十日町（姿）観測所



3. 調査結果の総括とりまとめ

3-1 河川水温

3-2 魚類の生息及び遡上・降下

3-2-1 魚類生息状況

3-2-2 サケ遡上

(1) 河川水温の概況

- 日最高水温の期間平均値は、いずれの地点も28℃を超えないが、期間最高水温は、28℃を超える場合があり、特に、栄橋、川井大橋では年1回以上超えており、十日町橋と比較して発生頻度が高い。
- 28℃超過日数（調査区間全体）は、3日～23日/年であり、平成22年度と平成24年度が多かった。
- 各地点の28℃超過日数の後期の平均日数は、前期以下、もしくは概ね同じとなっている。

前期：平成22年度～平成26年度

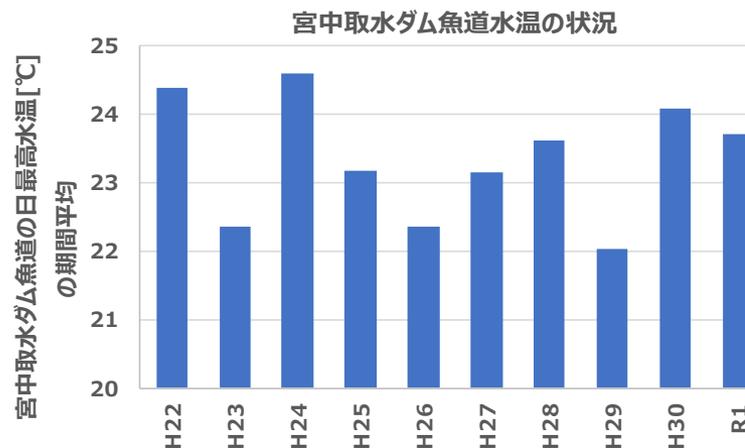
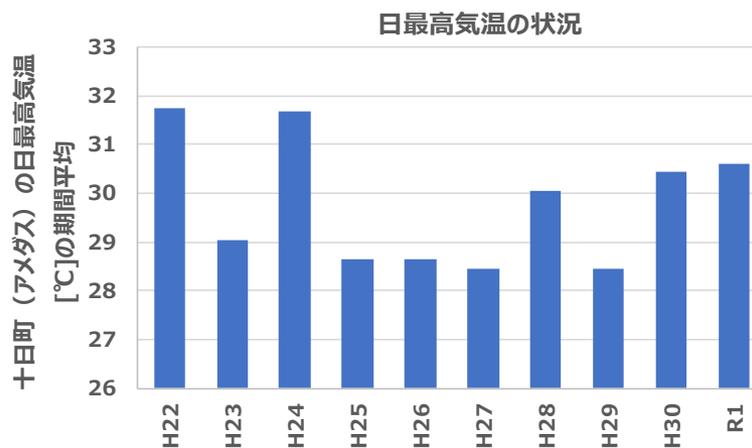
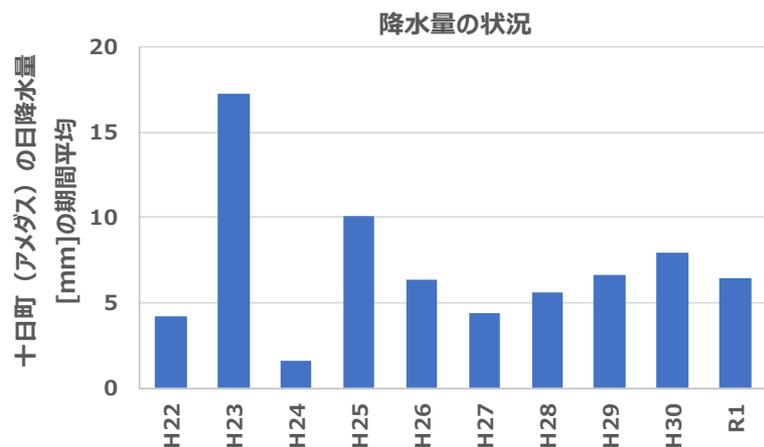
後期：平成27年度～令和元年度（平成31年度）

調査年度	日最高水温(℃)の期間平均値				期間最高水温(℃)				日最高水温が28℃を超えた日数			
	宮中取水 ダム魚道	十日町橋	栄橋	川井大橋	宮中取水 ダム魚道	十日町橋	栄橋	川井大橋	十日町橋	栄橋	川井大橋	調査区間 全体
H22	24.4	26.7	27.2	26.8	25.7	28.2	29.0	28.8	7	21	10	22
H23	22.4	24.2	24.3	25.0	25.7	27.5	28.4	28.1	0	3	1	3
H24	24.6	27.8	27.9	27.8	25.5	29.1	29.2	29.2	22	23	19	23
H25	23.2	25.3	25.5	25.6	25.5	29.2	29.2	29.7	7	9	8	9
H26	22.4	24.2	24.6	24.8	24.7	27.8	28.8	28.4	0	5	4	5
H22-H26平均	23.4	25.6	25.9	26.0	25.4	28.4	28.9	28.8	7.2	12.2	8.4	12.4
H27	23.2	25.0	25.7	25.6	26.1	28.1	29.6	29.3	1	12	11	12
H28	23.6	25.6	26.5	26.3	25.5	28.1	29.5	29.1	2	9	3	9
H29	22.0	23.7	24.4	24.4	25.0	27.3	28.3	28.7	0	2	2	3
H30	24.1	25.6	26.2	26.4	25.6	27.8	28.8	28.7	0	9	9	10
R1(H31)	23.7	24.9	25.7	25.8	27.2	28.5	29.7	29.6	4	12	15	15
H27-R1平均	23.3	25.0	25.7	25.7	25.9	28.0	29.2	29.1	1.4	8.8	8.0	9.8

※集計期間：7月26日～9月5日

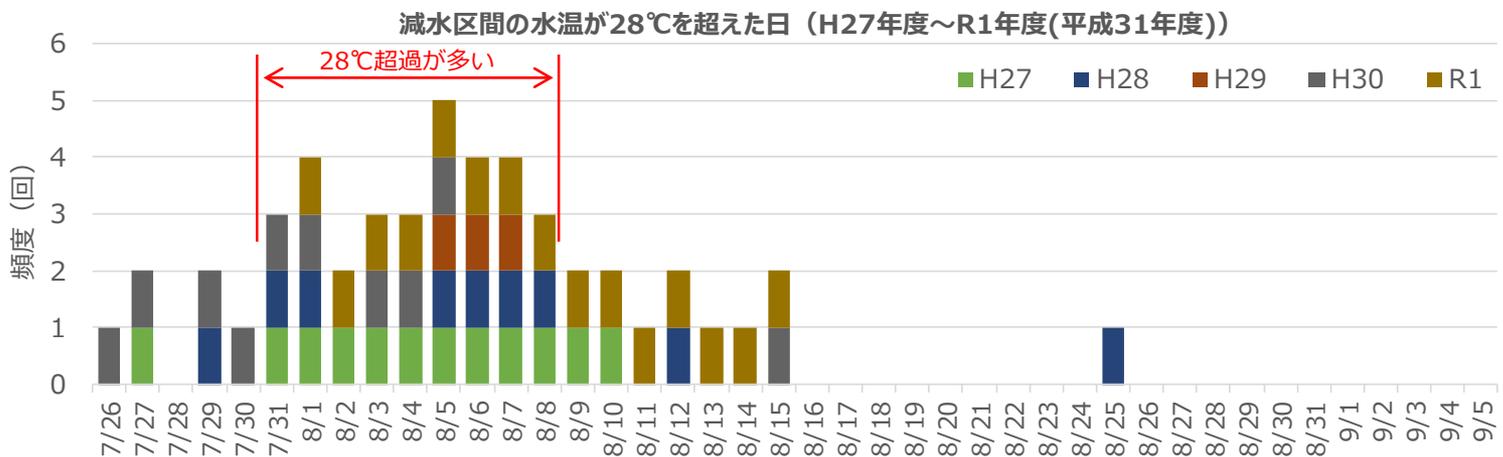
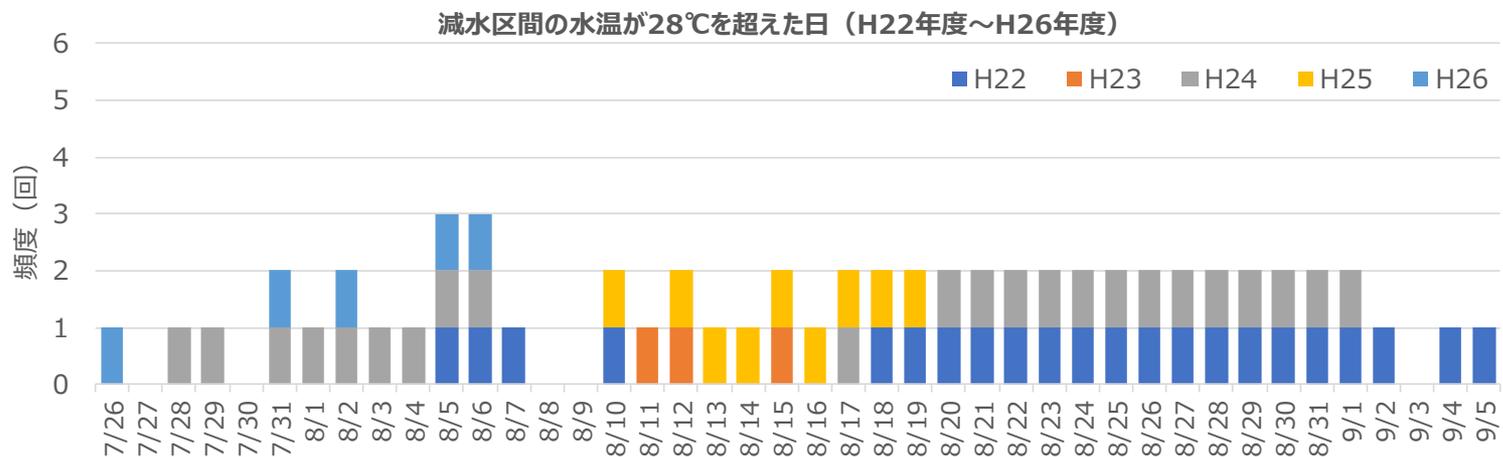
(2) 調査期間(7/26~9/5)中の気象等の状況

- 減水区間の水温が28℃を超える日が多かった平成22年度と平成24年度は、降水量が少なく、日照時間が多く、日最高気温が高く、減水区間に流入する水温（宮中取水ダム魚道の水温）も高い傾向にあった。



(3) 河川水温28℃超過の発生日

- 平成27年度～令和元年度（平成31年度）に、十日町橋、栄橋、川井大橋のいずれかの地点で、日最高水温が28℃を超えた日を整理すると、8月5日を中心に、7月31日～8月8日が多かった。
- 一方、平成22年度～平成26年度では、28℃を超える日が長期間に渡ってみられていたが、最も多かった日は、8月5日～6日であり、平成27年度以降と同様の傾向であった。

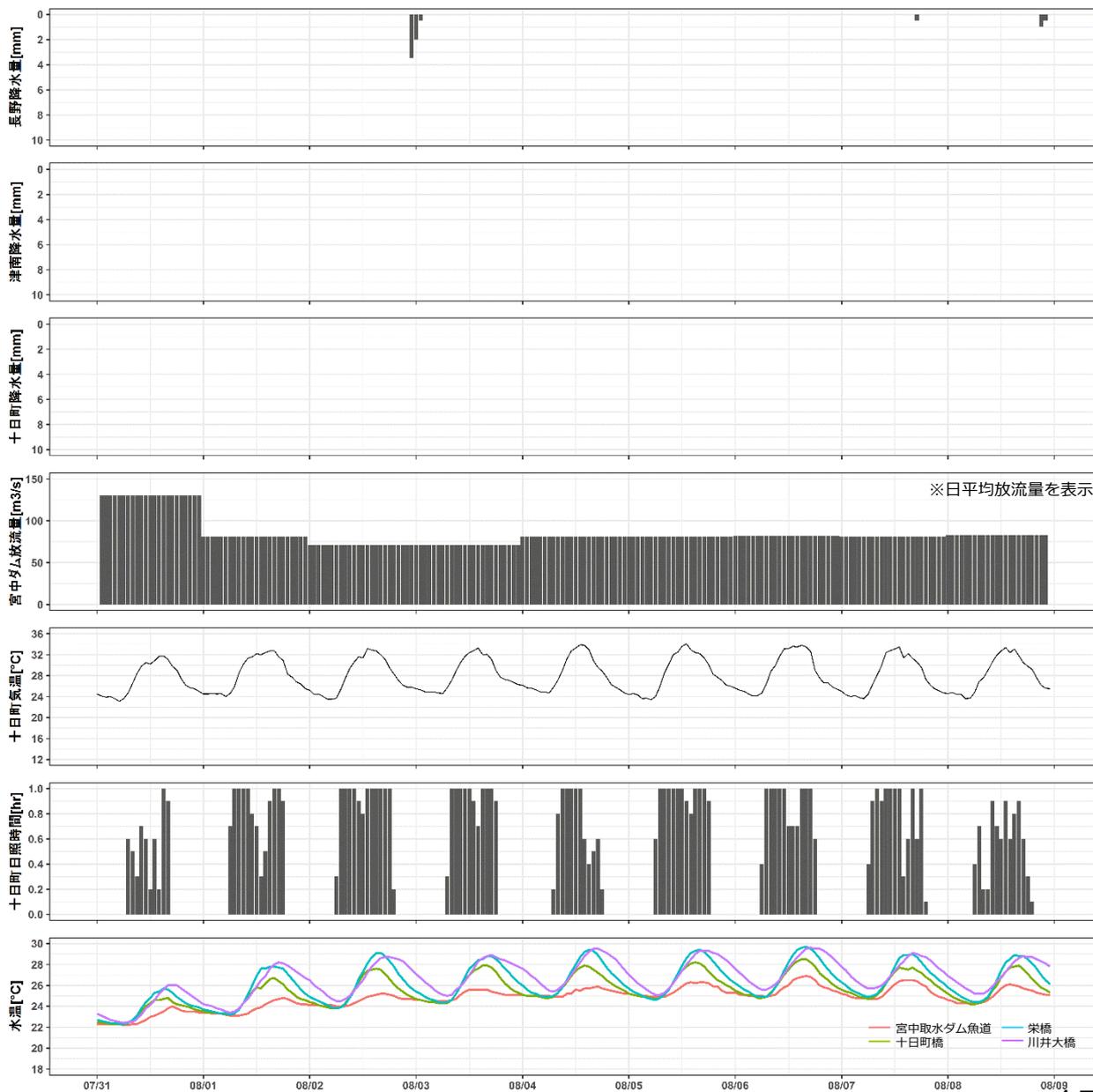


(4) 水温と放流量・気象の時刻変化

- 減水区間の水温は、28℃を越える場合があるが、夜間には水温が低下し、宮中取水ダム魚道と同程度となる。
- 減水区間の水温が28℃を超える場合は、宮中ダム魚道の水温が高い。



令和元年度 (H31年度) の水温・気象・ダム放流量



※河川水温が28℃を超える日が多い7/31~8/8を抽出して表示

(5) 水温回帰モデルによる評価

1) 水温回帰モデルの作成

■ 水温回帰モデルの概要

- 減水区間の日最高水温を予測する回帰モデルを一般化線形モデル（GLM : Generalized Linear Model）を用いて作成

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

α :切片, β_i :説明変数, ε :誤差(正規分布に従う)

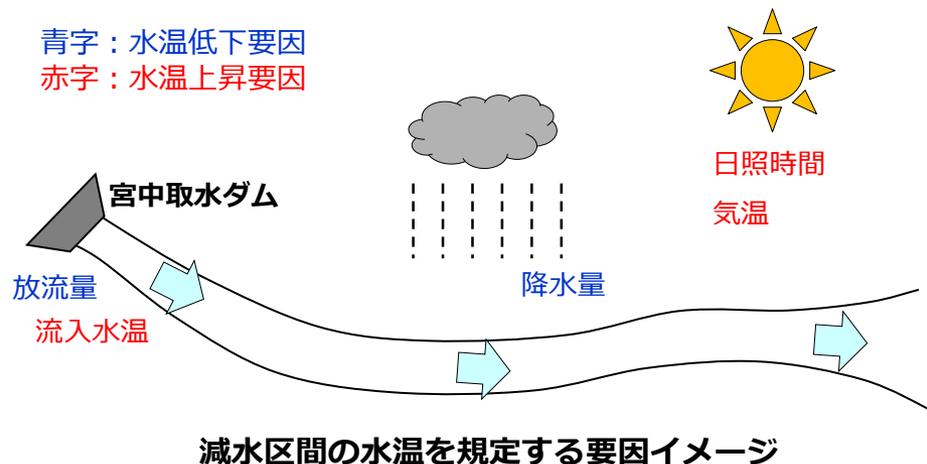
- 説明変数は、以下の変数を設定

【上流の境界条件】

- ダム放流量
- 流入水温（宮中取水ダム魚道の水温）

【当該区間の気象（アメダス十日町の1時間値）】

- 降水量
- 日照時間
- 気温（最高気温、平均気温）



■ モデル構築用データと検証用データ

- 平成22年度～平成28年度のデータを用いて、モデルを構築
- 平成29年度～令和元年度（平成31年度）のデータを用いて、モデルの妥当性を検証

■ 説明変数の作成

- 各説明変数は、宮中取水ダム魚道の最低水温の最頻時刻(7時)～各地点の最高水温を記録する最頻時刻を、各地点の蓄熱時間と定義し、その時間内の統計値とする

【地点別蓄熱時間】

- 十日町橋：7時～14時
- 栄橋：7時～15時
- 川井大橋：7時～17時

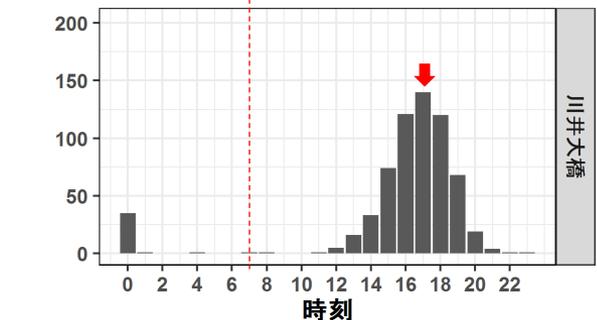
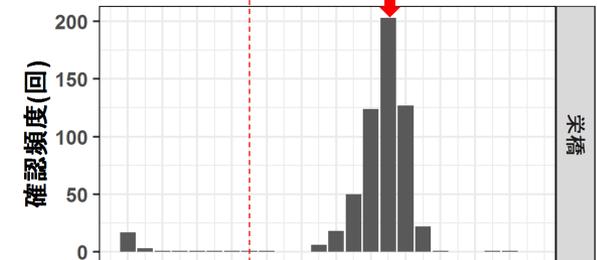
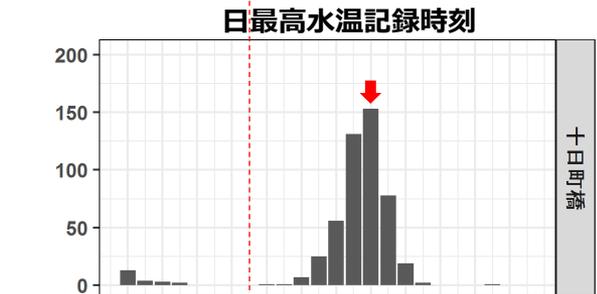
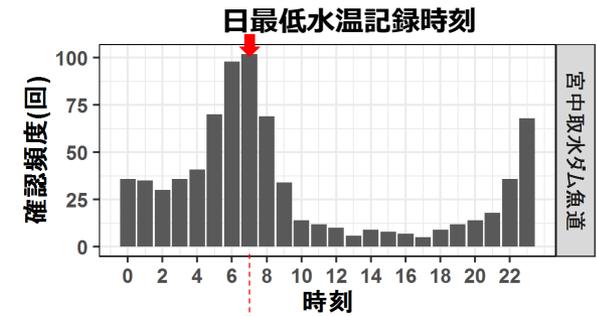
- 上記の蓄熱時間において、以下の統計値を整理する

項目	集計方法
ダム放流量	蓄熱時間内の平均放流量(m ³ /s)
流入水温	午前7時の宮中取水ダム魚道水温(℃)
降水量	蓄熱時間内の合計降水量(mm)
日照時間	蓄熱時間内の合計日照時間(hr)
最高気温	蓄熱時間内の最高気温(℃)
平均気温	蓄熱時間内の平均気温(℃)

- 日最高水温との相関が高くなるため、ダム放流量、降水量※、日照時間※は、自然対数に変換した

※降水量と日照時間は、ゼロ値を含むため以下のとおり補正

$$y = \text{Log}_e(x+1) \quad \left\{ \begin{array}{l} x=0 \text{の時、} y=0 \text{となる} \end{array} \right.$$



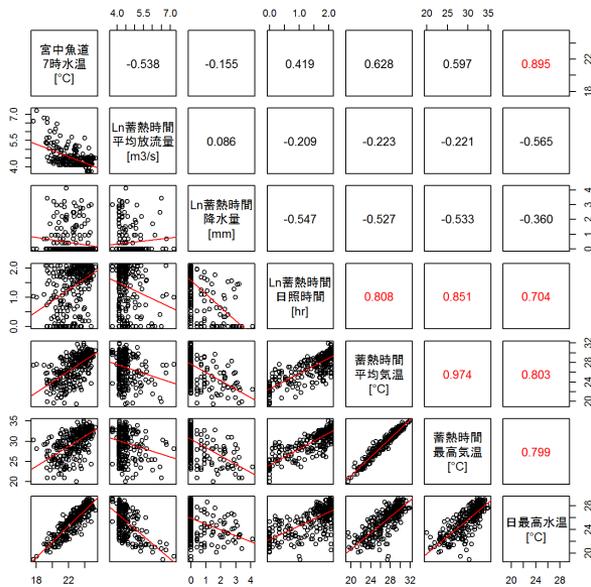
宮中取水ダム魚道の時刻水温の日最低と減水区間の時刻水温の日最高水温の時刻別頻度 (H22～H28)

■ 各変数の相関行列

- 各地点の日最高水温と相関が高い説明変数は、宮中取水ダム魚道の7時水温が最も高く、次いで蓄熱時間※あたりの平均気温、最高気温、日照時間（対数変換後）であった。
- 説明変数間では、蓄熱時間あたりの日照時間、平均気温、最高気温の相関が高かった。

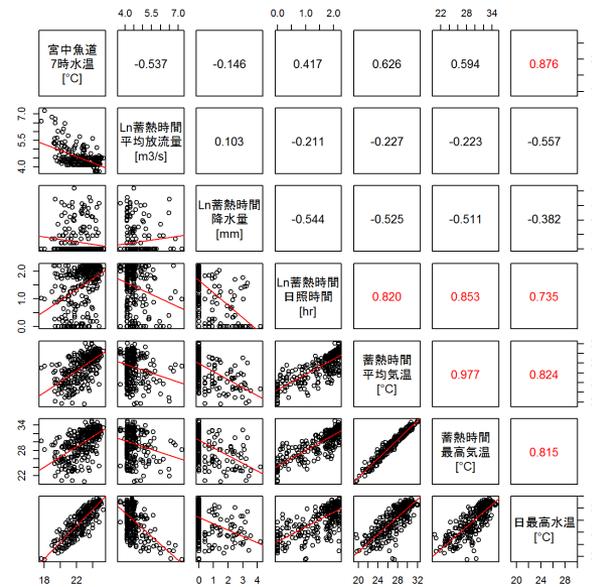
蓄熱時間：十日町橋7時～14時，栄橋7時～15時，川井大橋7時～17時

十日町橋



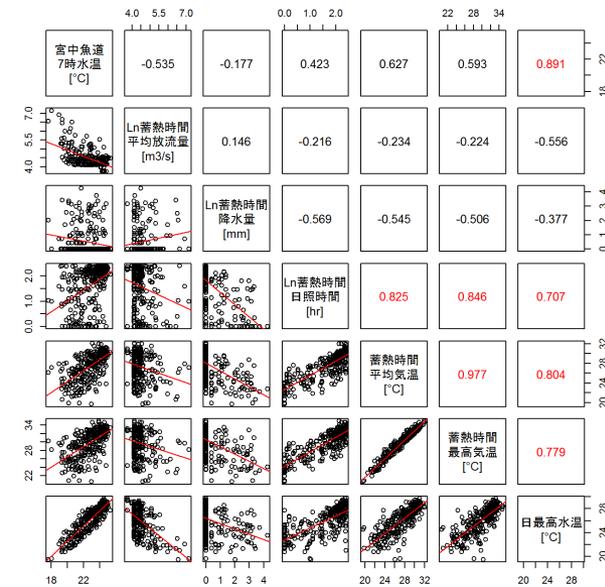
蓄熱時間：7時～14時

栄橋



蓄熱時間：7時～15時

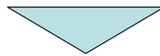
川井大橋



蓄熱時間：7時～17時

■ 水温回帰モデルの作成方法

- 各地点ごとに、下記の説明変数を、総当りの組み合わせで試し、「少ないパラメータで、観測値へのあてはまりが良いモデル」を選ぶ規準となるAIC（赤池情報量規準 Akaike's Information Criterion）を計算する。
 - 目的変数：各地点の日最高水温
 - 説明変数：宮中取水ダム魚道7時水温, $\text{Log}_e(\text{ダム平均放流量})$, $\text{Log}_e(\text{合計降水量})$, $\text{Log}_e(\text{合計日照時間})$, 平均気温, 最高気温
 - ※ダム平均放流量, 合計降水量, 合計日照時間, 平均気温, 最高気温は、蓄熱時間あたりの値を示す
各地点の蓄熱時間は、十日町橋7時～14時, 栄橋7時～15時, 川井大橋7時～17時
- AICが最小となる説明変数の組み合わせを、最適モデルとして選定する。ただし、多重共線性を排除するため、説明変数間の相関係数が0.7以上の変数が同時に含まれないものとする。



■ 水温回帰モデルの作成結果

- 最適モデルとして選定された説明変数は以下のとおり。偏回帰係数は次頁に示す。

地点	説明変数					
	宮中取水ダム魚道7時水温	$\text{Log}_e(\text{ダム平均放流量})$	$\text{Log}_e(\text{合計降水量})$	$\text{Log}_e(\text{合計日照時間})$	平均気温	最高気温
十日町橋	●	●	●	●		
栄橋	●	●	●	●		
川井大橋	●	●		●		

■ 地点別 水温回帰モデルの作成結果

【十日町橋】

$$WT_{Tk} = 4.1277 + 0.9804 \times WT_{Gy7} - 0.5663 \times \text{Log}_e(Q_{7-14}) - 0.1075 \times \text{Log}_e(1 + \text{Rain}_{7-14}) \\ + 1.2403 \times \text{Log}_e(1 + \text{Sun}_{7-14})$$

WT_{Tk} : 十日町橋 日最高水温[°C], WT_{Gy7} : 宮中取水ダム魚道 7時水温[°C]

Q_{7-14} : 宮中取水ダム 7時~14時の平均放流量[m³/s], Rain_{7-14} : アメダス十日町 7時~14時の合計降水量[mm]

Sun_{7-14} : アメダス十日町 7時~14時の合計日照時間[hr]

【栄橋】

$$WT_{Sk} = 4.6632 + 0.9719 \times WT_{Gy7} - 0.6028 \times \text{Log}_e(Q_{7-15}) - 0.1339 \times \text{Log}_e(1 + \text{Rain}_{7-15}) \\ + 1.3895 \times \text{Log}_e(1 + \text{Sun}_{7-15})$$

WT_{Sk} : 栄橋 日最高水温[°C], WT_{Gy7} : 宮中取水ダム魚道 7時水温[°C]

Q_{7-15} : 宮中取水ダム 7時~15時の平均放流量[m³/s], Rain_{7-15} : アメダス十日町 7時~15時の合計降水量[mm]

Sun_{7-15} : アメダス十日町 7時~15時の合計日照時間[hr]

【川井大橋】

$$WT_{Kw} = 5.0516 + 0.9431 \times WT_{Gy7} - 0.5101 \times \text{Log}_e(Q_{7-17}) + 1.1460 \times \text{Log}_e(1 + \text{Sun}_{7-17})$$

WT_{Kw} : 川井大橋 日最高水温[°C], WT_{Gy7} : 宮中取水ダム魚道 7時水温[°C]

Q_{7-17} : 宮中取水ダム 7時~17時の平均放流量[m³/s],

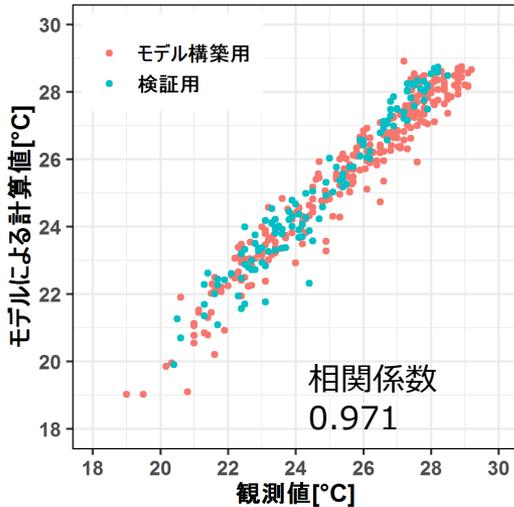
Sun_{7-17} : アメダス十日町 7時~17時の合計日照時間[hr]

(5) 水温回帰モデルによる評価

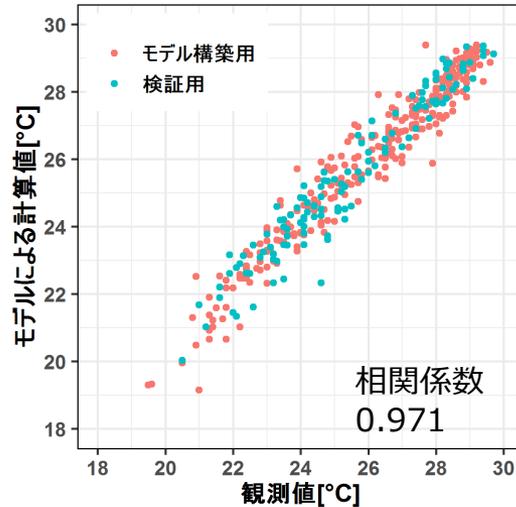
2) 水温回帰モデルの検証

- モデルによる計算値と観測値を比較した結果、相関係数は高く、計算値と観測値の誤差は概ね $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 前後に含まれており、再現性は高いといえる。

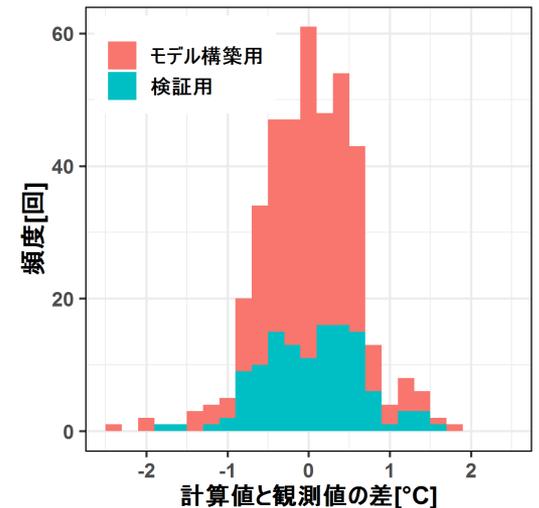
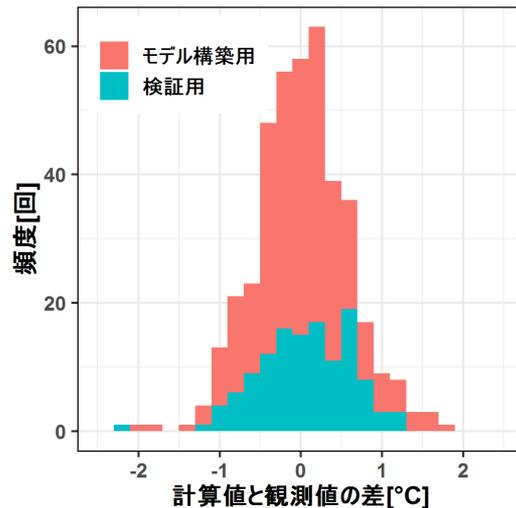
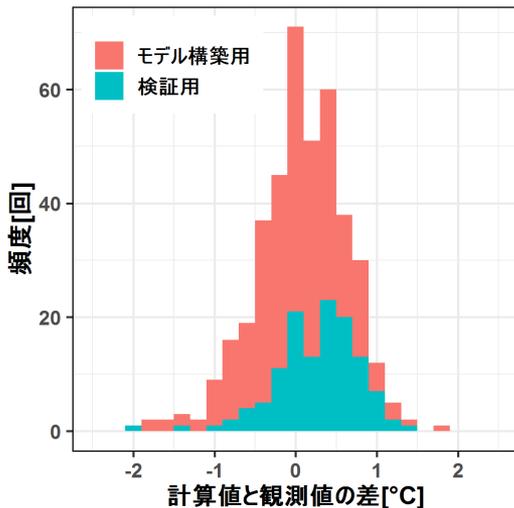
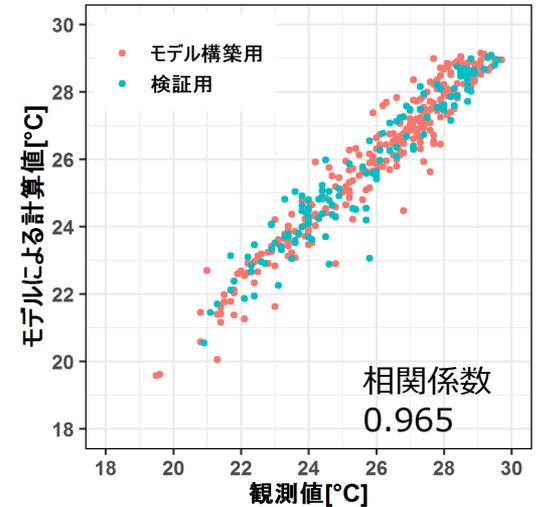
十日町橋



栄橋



川井大橋

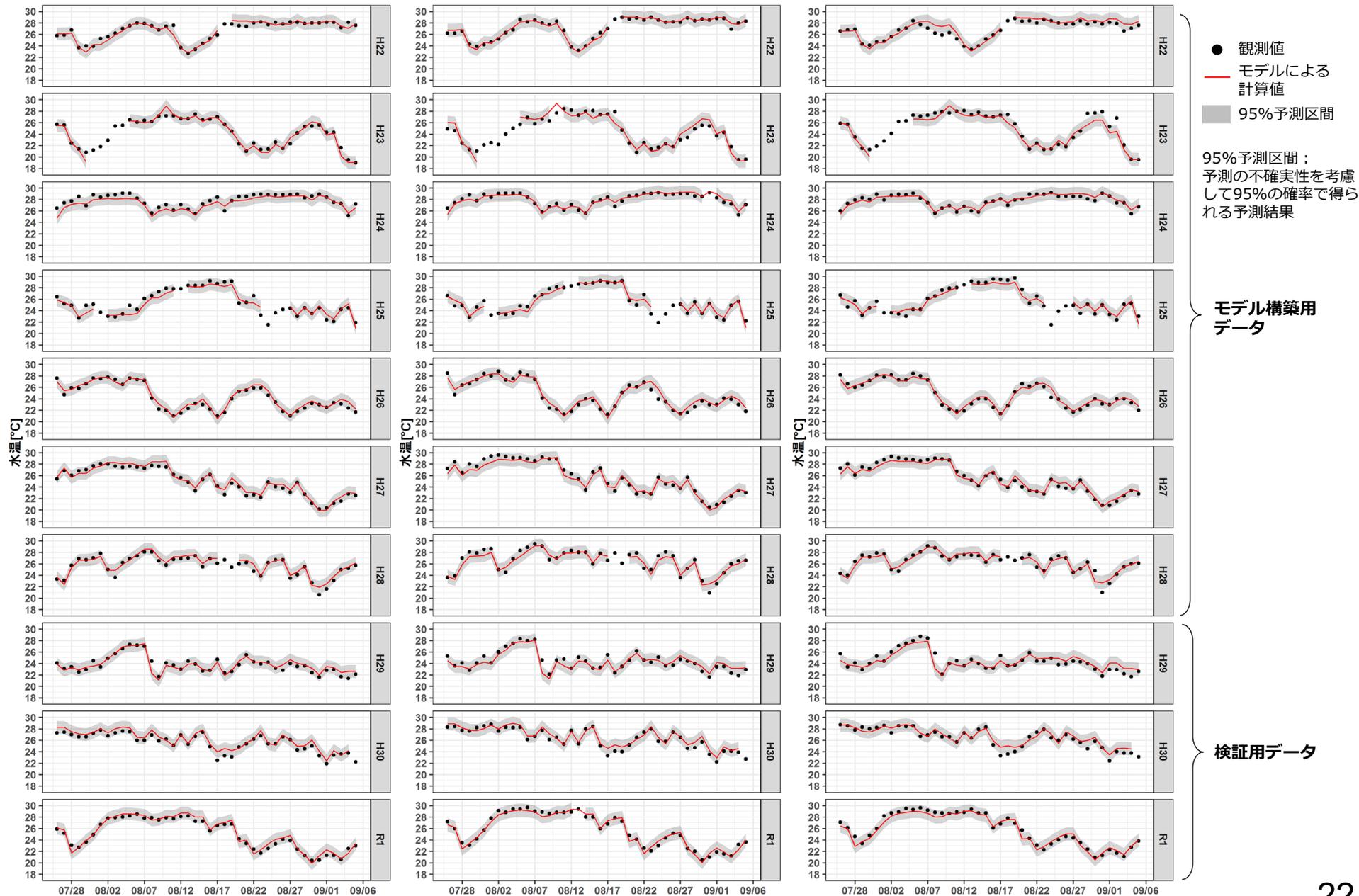


● モデルの計算結果は、モデル構築用および検証用データともに、概ね観測値を追随している。

十日町橋

栄橋

川井大橋

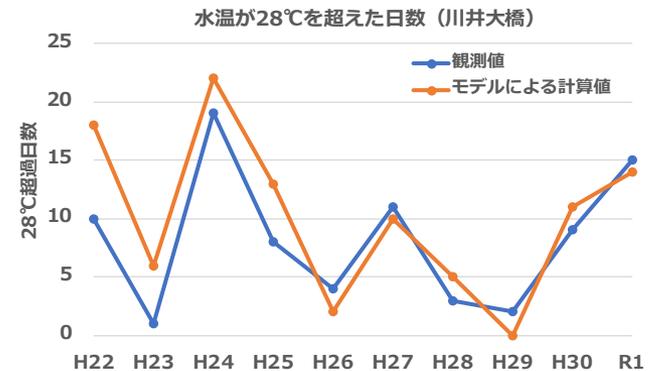
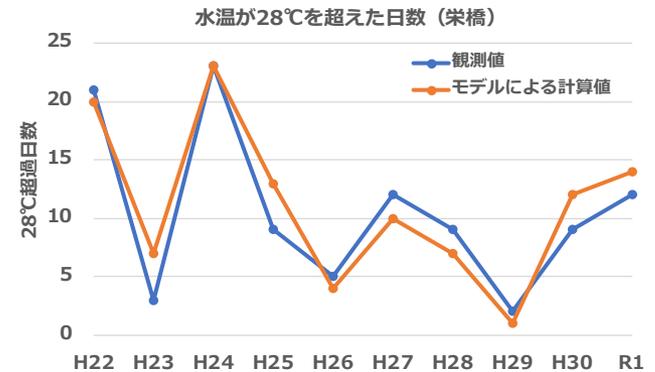
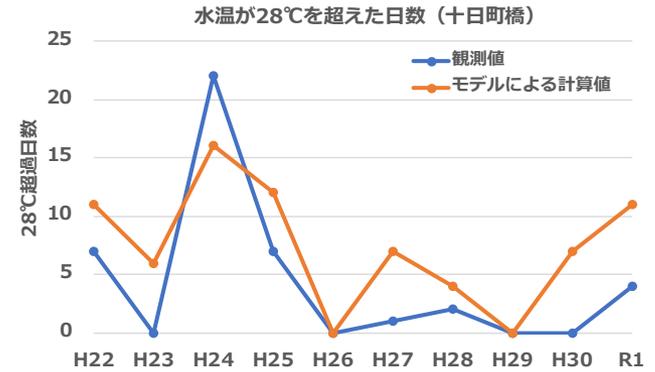


■ 河川水温が28℃を超えた日数

- 28℃を超えた日数は、概ね合致している。特に栄橋の精度が高い。
- 全体として、モデルによる計算値の方が28℃を超える日数が多い傾向を示し、過小評価となっていない。

28℃を超えた日数

年	十日町橋		栄橋		川井大橋	
	観測値	回帰モデルによる計算値	観測値	回帰モデルによる計算値	観測値	回帰モデルによる計算値
H22	7	11	21	20	10	18
H23	0	6	3	7	1	6
H24	22	16	23	23	19	22
H25	7	12	9	13	8	13
H26	0	0	5	4	4	2
H27	1	7	12	10	11	10
H28	2	4	9	7	3	5
H29	0	0	2	1	2	0
H30	0	7	9	12	9	11
R1	4	11	12	14	15	14
平均	4.3	7.4	10.5	11.1	8.2	10.1



(5) 水温回帰モデルによる評価

3) 河川水温に与える影響要因の検討

【目的】

- 作成した水温回帰モデルを用いて、各説明変数が水温に与える影響の大きさを検討する。

【方法】

- 目的変数および説明変数の観測データを標準化※した後、1単位あたりの水温の増加・減少量を比較する。

※各観測データの変動幅（レンジ）を同じにする
これにより、変動幅や単位の違う説明変数の影響量を比較できる

【具体的な方法】

- 標準化（平均=0、標準偏差=1となるよう変換）した観測値を用いて、回帰モデルを作成する。
- 標準化した観測値を用いて構築した回帰モデルの係数（標準偏回帰係数）は、各説明変数の影響の大きさを示し、符号は影響の正負を示す。

【結果】

- 水温に与える影響は、いずれの地点においても、宮中取水ダム魚道の水温が最も大きく、次に日照時間による影響が大きい結果となった。

水温に与える影響の大きさ（標準偏回帰係数）

説明変数	十日町橋	栄橋	川井大橋
宮中取水ダム魚道7時水温	0.6618	0.6592	0.6574
$\text{Log}_e(\text{ダム平均放流量})$	-0.1262	-0.1322	-0.1169
$\text{Log}_e(\text{合計降水量})$	-0.0391	-0.0419	
$\text{Log}_e(\text{合計日照時間})$	0.3791	0.3770	0.4038

数値の絶対値は、水温に与える影響の大きさを示し、符号は影響の正負を示す

※ダム平均放流量、合計降水量、合計日照時間は、蓄熱時間あたりの値を示す
各地点の蓄熱時間は、十日町橋7時～14時、栄橋7時～15時、川井大橋7時～17時

(6) まとめ

- 河川水温が28℃を超過する日数は、下流の栄橋、川井大橋が多かったが、後期の平均日数は、前期の平均以下、もしくは概ね同じとなっている。

前期：平成22年度～平成26年度

後期：平成27年度～令和元年度（平成31年度）

- 28℃超過日数が多い平成22年と平成24年は、降水量が少なく、日照時間が多く、気温が高かった。また、減水区間に流入する水温が高かったため、河川水温が上昇したと考えられる。
- 河川水温は、8月5日～6日前後で28℃を超える場合が多い。
- 宮中取水ダムの放流量、魚道の水溫、気象データ（日照時間）を用いた水温回帰モデルにより、減水区間の水温は予測可能であった。
- 水温回帰モデルを用いて検討した結果、水温に与える影響は、宮中取水ダム魚道の水温が最も大きく、次に日照時間であった。

3. 調査結果の総括とりまとめ

3-1 河川水温

3-2 魚類の生息及び遡上・降下

3-2-1 魚類生息状況

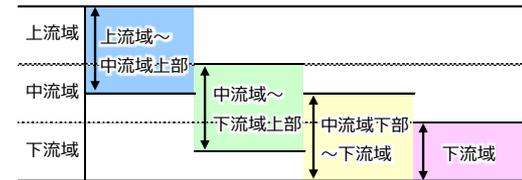
3-2-2 サケ遡上

(1) 確認種と個体数の状況

- 平成22年度以降、全体で36種が確認されている。
- これまでに確認された種では、「■中流域下部～下流域」と「■下流域」を主な生息域とする種が多い。ただし、近年は「■下流域」を主な生息域とする種の個体数が少ない。

調査地点		十日町橋																															
主たる生息域	No.	種名	H22			H23			H24			H25			H26			H27			H28			H29			H30			R1			
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	
上流域～中流域上部	1	アブラハヤ	2				2						7	2		1	15	1	1											1	1		
	2	シマドジョウ	7		13	4	8	3	32	10	3	31	29	5	17	4	10	5	8		49	34		20	36	19	10	32		3			
	3	アカザ			1		4		4			2	1	2	18			1		7	2	1	25	2	8	3	18		5	7	6	1	5
	4	ニジマス													1																		
	5	ヤマメ	1																								3						
	6	カジカ	1			1				2	1	1	1	3	1	1	1	3	2		1			3	5	1						5	
中流域～下流域上部	7	オイカワ	21	7	143	19	46	65	22	41	52	46	59	34	1	24	42	10	36	45	22	189	80	10	128	8	24	105	68	97	111	29	
	8	ウグイ	32	35	13	1	19	12	56	26	4	11	30	11	18	46	27	53	52	19	111	48	45	50	44	9	265	197	27	14	9	1	
	9	カマツカ	2	7	8	11	3		13	1						2	10		2	7	5	15			13	8	3	2	4	1			
	10	アユ					1		10	3			1	1	2	2			2	1	9	13		1	1		2	1			3		
	11	サケ																		2												2	
	12	コクチバス	3	6	4	1	4		18	8		16	18		1	4		7	5				11	14	1	4	6		5	16	1	14	4
	13	オオヨシノボリ					1																										
中流域下部～下流域	14	スナヤツメ類	1	1		1	3	5	1			1					1		1														
	15	ニホンウナギ		1																													
	16	ウケクチウグイ								3																							
	17	タモロコ				1				1	2		1				6	12				20	2			3	2	1	5	1	1		
	18	ニゴイ			27			17	4	39	269	5	18	66	15	14	95	20	32	39	2	58	42	9	118	41	12	241	28	19	11	2	3
	19	ドジョウ	3	4	1	7	4					1	1		3	7	3	6				9	4		3	7	5		2		1	3	
	20	カラドジョウ										6	1											1									
	21	ギギ				3	2	1	1	2	2	2	1	1					5						1		1		1				
	22	ナマス	1			3	4		8	1	4	3	1	1	2	4		3	2		2	2		1	2		26	9		9	6		
	23	ブルーギル																								1							
24	旧トウヨシノボリ類	1		1	1						1	3	2			1																	
下流域	-	ヨシノボリ属																			1				4	6							
	25	コイ		1				8	1	17	1		4								27	1	22			31				1			
	26	ゲンゴロウブナ											1																				
	27	オオキンブナ						2				1																					
	28	フナ類																															
	29	ギンブナ					2		1		1	1			3											1		2		2			
	-	フナ属	1			4						1																					
	30	タイリクバラタナゴ					1					1																		1			
	31	モツゴ	15	7	2	1	11		3	24		3				16	6		4		4	7		2	3	2							
	32	ビワヒカイ																						1									
	33	スゴモロコ属		1				1								1																	
	-	コイ科	33																		1		12										
34	メダカ					2																											
35	オオクチバス																				6	4		1									
36	カムルチー					1																											
合計	個体数	124	98	185	58	135	95	216	393	74	164	243	72	67	230	131	122	170	79	357	388	143	254	289	90	608	407	125	158	140	45		
	季節別の種数	14	12	8	14	18	8	15	15	9	16	21	10	13	13	12	10	12	10	15	14	7	14	16	13	11	13	8	11	9	6		
	年間種数	19			23			18			23				19			17			17				21		15				14		

生息域区分

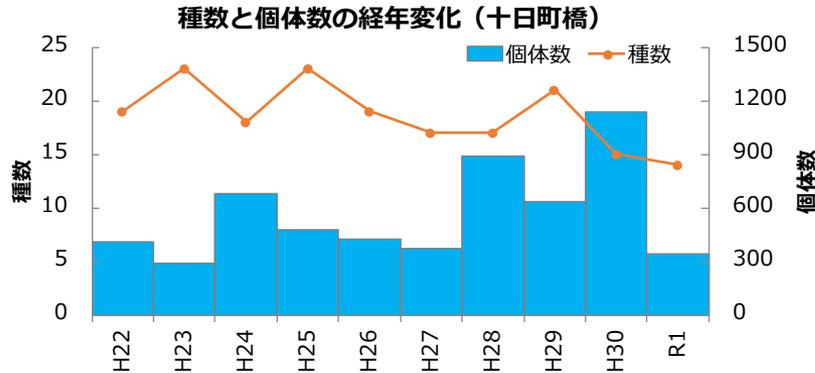


【種数の集計方法について】
 種数の集計は、河川水辺の国勢調査に従い、科、属までしか同定されていないものについては、同一の科、属に属する種が確認されていない場合に限り、1種として計上した。
 例えば、フナ属が確認された場合、他にフナ属に属する種（ギンブナ等）が確認されている場合は1種と計上せず、他にフナ属に属する種が確認されていない場合は1種と計上した。

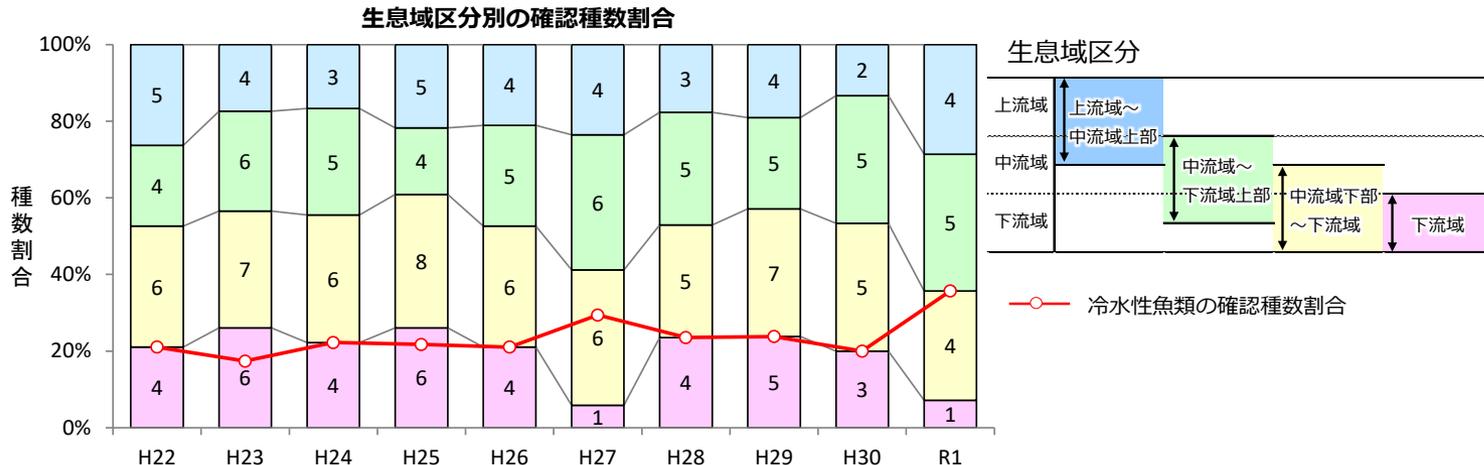
注) トウヨシノボリは種が細分化されたため、H26年度以降ヨシノボリ属と表記していたが、過去にトウヨシノボリとして確認されたものは、最新の河川水辺の国勢調査の生物リストに従って旧トウヨシノボリ類と表記した。

(2) 種数・個体数の経年変化

- 個体数は、増加傾向がみられたが、令和元年度にやや減少した。これは、優占するウグイとニゴイが例年より減少したことによる。



- 上図の橙色の線で示す種数は、平成25年度以降、減少傾向がみられた。生息域区別の内訳をみると、「■中流域下部～下流域」と「■下流域」を主な生息域とする種が、主に減少していた。
- 冷水性魚類の種数割合は、緩やかに増加している傾向がみられた。



(3) 種別の増加・減少傾向

【方法】

- H22～H26年を前期、H27～R1年を後期として、前期もしくは後期に2回以上確認された種を対象に、前期を1.0とした増減率を右記の基準で分類した。

$$\text{増減率} = (N2 - N1) / N1$$

N1 : H22～H26年の平均個体数

N2 : H27～R1年の平均個体数

区分	分類基準
近年未確認	N2 = 0の場合
減少	増減率が -50%以下の場合
横ばい	増減率が -50%～50%の範囲
増加	増減率が 50%以上の場合
近年出現	N1 = 0の場合

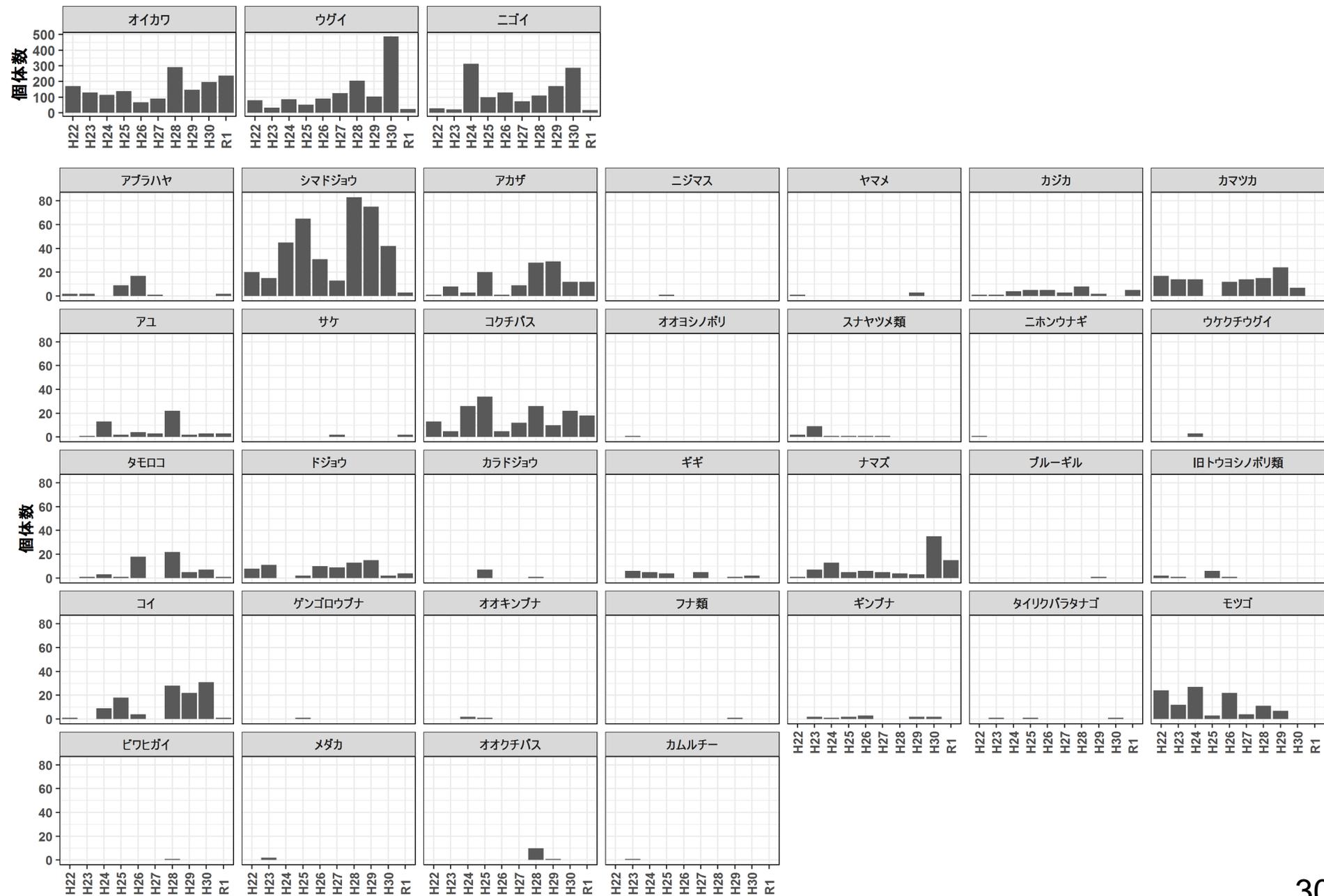
【結果】

- 継続的に確認されている冷水性魚類（シマドジョウ、カジカ、アカザ、アユ）は、いずれも横ばいもしくは増加傾向であった。
- 近年未確認、もしくは個体数の減少傾向が示された魚類は、「■ 下流域」の緩流域を好む種が多かった。一方、「■ 上流域～中流域上部」、「■ 中流域～下流域上部」、「■ 中流域下部～下流域」を主な生息域とする種は、横ばいまた増加傾向にある種が多かった。
- これらの要因として、増加した維持流量が継続したことで、中流域的な生息環境が増加したことが推定される。

主たる生息域	近年未確認	減少	横ばい	増加	近年出現
上流域～ 中流域上部		アブラハヤ	シマドジョウ, カジカ	アカザ	
中流域～ 下流域上部			カマツカ, コクチバス	オイカワ, ウグイ, アユ	サケ
中流域下部 ～下流域		スナヤツメ類	ニゴイ, ドジョウ, ギギ	タモロコ, ナマズ	
下流域	オオキンブナ	ギンブナ, タイリク バラタナゴ, モツゴ		コイ	オオクチバス

青字：冷水性魚類

参考：種別の個体数変化



(4) 種組成の経年変化

【方法】

- 各調査年の種組成を総当りで比較し、類似度指数を求めた。類似度指数は、確認種を在／不在で整理して得られるJaccard指数を用いた。

$$J = \frac{S_{AB}}{S_A + S_B - S_{AB}}$$

J : Jaccardの類似度指数

S_A : 群集Aの確認種数, S_B : 群集Bの確認種数,

S_{AB} : 群集AとBの両方で確認された種数

2つの群集で共通する種の割合を0~1で表す

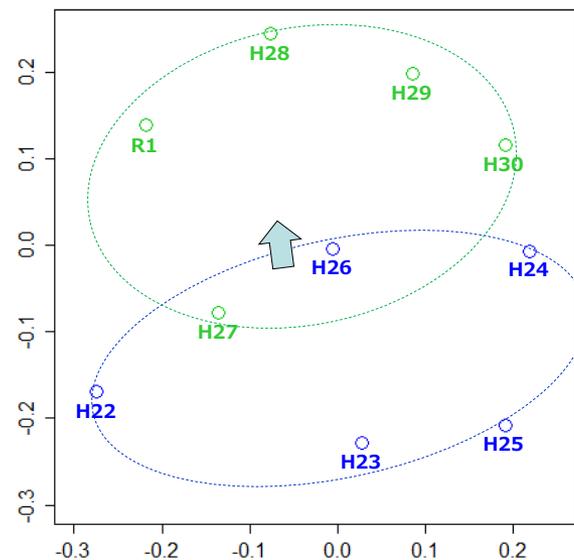
- 上記で得た類似度指数の距離行列を基に、非計量多次元尺度法を用いて、2次元平面上にプロットし、種組成の経年変化を整理した。

類似度指数を距離とみなし、類似しているものを近くにプロットする

【結果】

■ 在／不在からみた種組成の経年変化

- 平成27年度～令和元年度（平成31年度）の種組成は、平成22年度～平成26年度と比較して、やや異なる傾向を示した。
- これは、「■ 中流域下部～下流域」と「■ 下流域」を主な生息域とする種が減少したことが要因と推定される。



【右図の見方】

類似度指数を距離とみなし、種組成が近い場合、近くにプロットされる。X軸とY軸に特別な意味はない

Jaccard指数と非計量多次元尺度法による種組成の序列化（十日町橋）

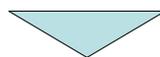
(5) まとめ

【種数・個体数】

- 種数は、平成25年度以降、減少傾向にあり、主に、「■中流域下部～下流域」と「■下流域」を主な生息域とする種が減少していた。
- 個体数も、「■下流域」を主な生息域とする種で減少傾向がみられ、冷水性魚類や「■上流域～中流域上部」、「■中流域～下流域上部」、「■中流域下部～下流域」の個体数は、横ばいもしくは増加傾向にあった。

【種組成】

- 在／不在からみた種組成は、変化している傾向を示した。これは、「■中流域下部～下流域」と「■下流域」を主な生息域とする種が減少したことが要因と考えられる。



種数・個体数・種組成にみられた傾向は、減水区間が位置する中流域の魚類相として問題ないと考えられる。

3. 調査結果の総括とりまとめ

3-1 河川水温

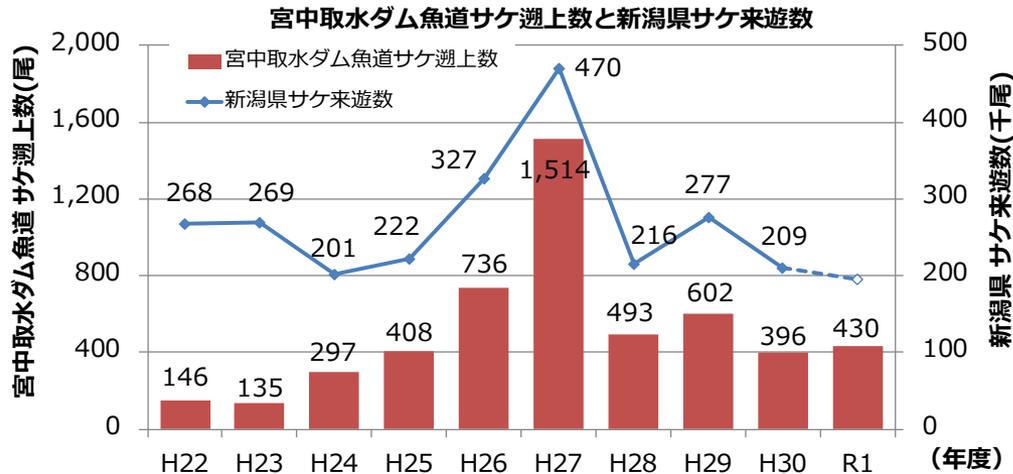
3-2 魚類の生息及び遡上・降下

3-2-1 魚類生息状況

3-2-2 サケ遡上

(1) サケ遡上数と稚魚放流尾数

- 宮中取水ダム魚道のサケ遡上数は、平成27年度をピークに漸減しており、平成22年度～平成24年度を除き、新潟県のサケ来遊数の変動と一致している。

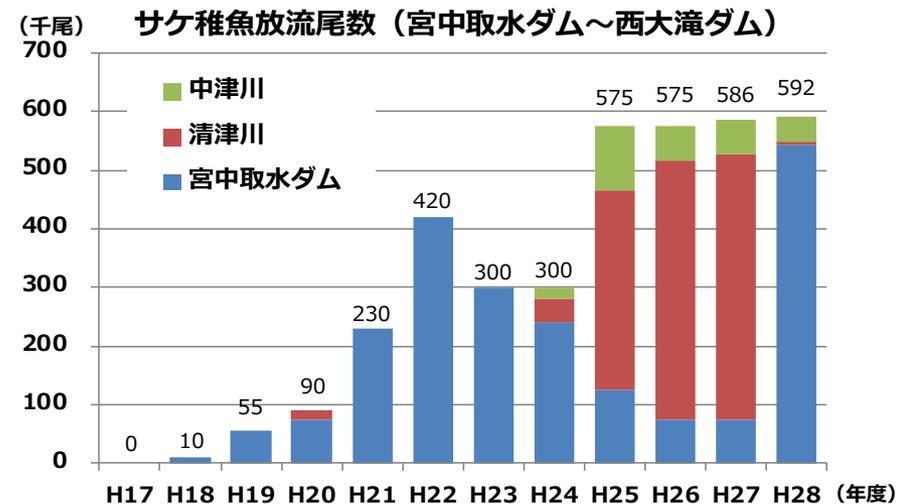


【サケ来遊数】

- 8月から3月までの間に、日本沿岸の海面で捉えられた数と河川などの内水面で捉えられた数の合計
- 令和元年度（H31年度）は、11/30日現在の前年度同期比からの推定値

出典：（国開）水産研究・教育機構 北海道区水産研究所HP (<http://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/salmon/salmon.html>)

- 平成22年度以降、サケ稚魚放流尾数が大きく増加し、近年は50万尾以上が放流されている。



(2) サケ遡上数の相対的な変化

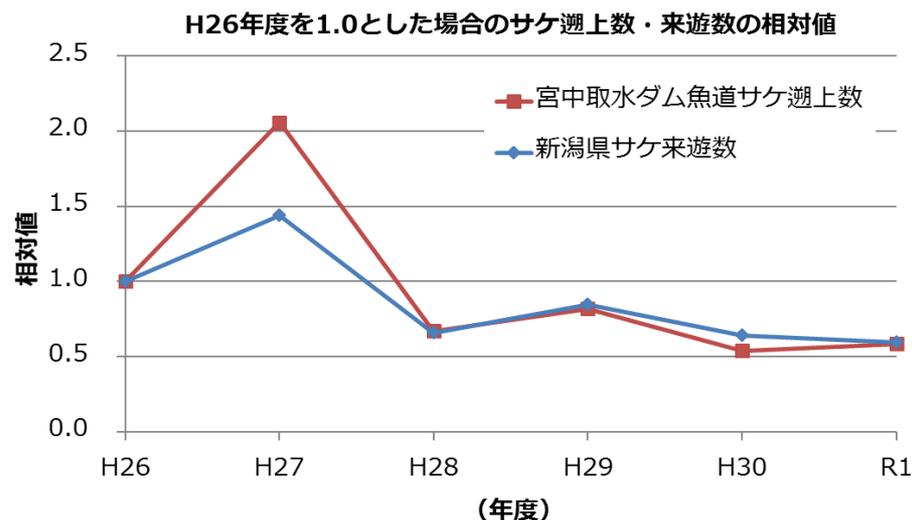
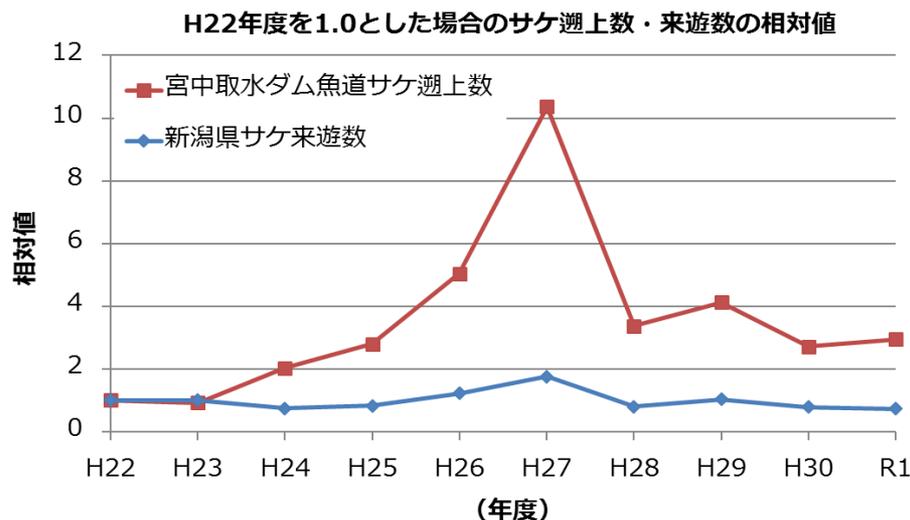
【方法】

- 平成22年度と平成26年度※を1.0とした場合の、宮中取水ダム魚道サケ遡上数および新潟県サケ来遊数の相対値を比較した。

※サケ稚魚放流尾数が増加した平成22年度の標準回帰年（4年）に該当

【結果】

- 平成22年度を1.0とした場合、宮中取水ダムのサケ遡上数は、新潟県のサケ来遊数と比較して、大きく増加している。
- 平成26年度を1.0とした場合、宮中取水ダムのサケ遡上数は、サケ遡上数が極めて多かった平成27年度を除き、新潟県のサケ来遊数と概ね同程度のサケが遡上している。



(3) まとめ

- 平成22年度を1.0とした場合、過去10カ年で、新潟県のサケ来遊数の変動を上回る個体数が、宮中取水ダムまで遡上していた。
- 4年前※のサケ稚魚放流尾数が、現在と概ね同程度となった平成26年度以降、宮中取水ダムにおけるサケ遡上数の変動は、新潟県のサケ来遊数の変動と一致し、自然変動による影響が大きいと考えられる。

※サケの標準回帰年数

4. まとめ

【河川水温】

- 減水区間の河川水温は、28℃を超える日が確認されるが、過去10カ年を前期5カ年と後期5カ年で区分して比較すると、前期5カ年以下、もしくは概ね同じとなっている。
- 宮中取水ダム魚道の水温と気象データ、ダム放流量を用いた水温回帰モデルを用いることで、減水区間の水温を概ね把握できた。

【魚類生息状況】

- 「■ 下流域」を主な生息域とする種で減少傾向がみられたが、冷水性魚類や「■ 上流域～中流域上部」など上流域側を主な生息域とする種の個体数は、横ばいもしくは増加傾向にあった。これらの傾向は、減水区間が位置する中流域の魚類相として問題ないと考えられる。

【サケ遡上】

- 平成26年度以降の宮中取水ダムにおけるサケ遡上数の変動は、新潟県のサケ来遊数の変動と一致し、自然変動による影響が大きいと考えられる。