

信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会

第6回委員会

日時：平成28年11月28日(月) 14:30～16:30

場所：クロステン十日町 中ホール

議事次第

I 開会

II 委員長(代行)挨拶

III 議事

1. 魚道改築後のモニタリング調査結果について
2. 今後の方針について
3. 質疑応答

IV その他

V 閉会

資料

資料-1 第6回委員会座席表

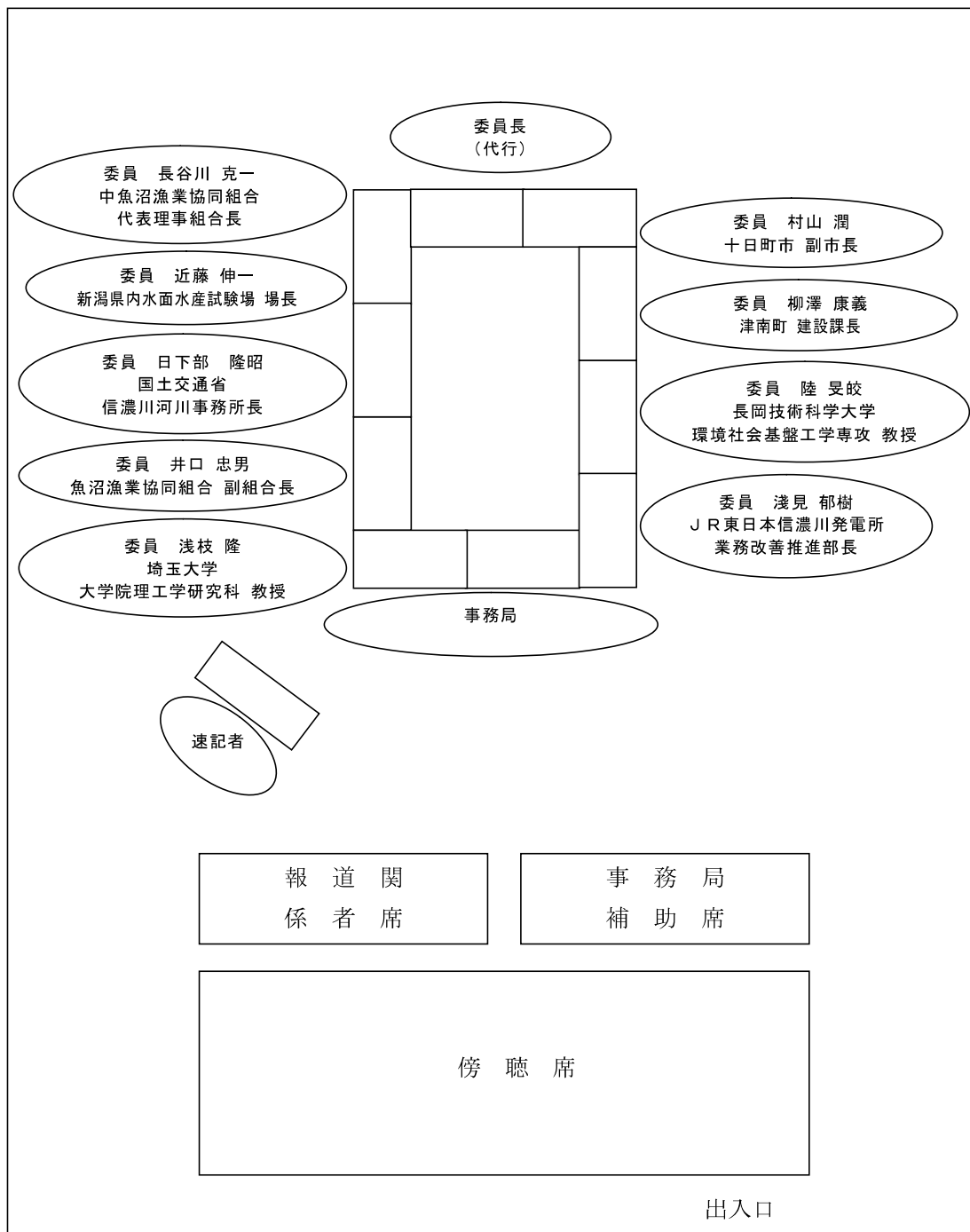
資料-2 委員名簿

資料-3 第6回委員会資料

第6回委員会座席表

日時：平成28年11月28日(月) 14：30～16：30

場所：クロステン十日町 中ホール



信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会

委員名簿

浅枝 隆	埼玉大学大学院理工学研究科 教授
井口 忠男	魚沼漁業協同組合 副組合長
日下部 隆昭	国土交通省 信濃川河川事務所長
近藤 伸一	新潟県内水面水産試験場 場長
長谷川 克一	中魚沼漁業協同組合 代表理事組合長
村山 潤	十日町市 副市長
柳澤 康義	津南町 建設課長
陸 旻皎	長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻 教授

(五十音順)

浅見 郁樹	東日本旅客鉄道株式会社 執行役員 鉄道事業本部 信濃川発電所業務改善推進部長
-------	---

信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会

第 6 回委員会資料

目 次

1. 魚道構造等の改善の検討経緯と概要..... 1

2. モニタリング調査の経緯..... 7

3. 平成 28 年度魚類遡上状況調査結果の概要..... 9

 3.1 調査概要..... 9

 3.2 平成 28 年度調査結果..... 12

4. 5 年間のモニタリング調査結果のまとめと評価..... 14

 4.1 魚類遡上状況調査..... 14

 4.2 洪水期モニタリング..... 21

 4.3 鳥類飛来状況調査..... 25

 4.4 評価のまとめと現在の運用及び対応状況..... 28

 4.5 FU 委員会の課題と対応結果..... 31

5. 今後の方針..... 32

 5.1 今後のモニタリング調査等の方針..... 32

 5.2 委員会の今後について（案）..... 32

<巻末資料編>

平成 28 年 11 月 28 日

東日本旅客鉄道(株) 信濃川発電所業務改善事務所

1. 魚道構造等の改善の検討経緯と概要

信濃川発電所宮中取水ダム地点における魚道等の遡上降下を円滑にするため、ダム建設時（昭和 13 年）に信濃川右岸側に魚道等が設置された。

その後、信濃川水力発電再開発にあたり、有識者や関係者の知見等を賜り、この魚道等を評価したところ、非常によく考えられた魚道であり、維持管理もよく行われているものの、

- ・ 遡上降下する魚類が魚道の出入口を見つけにくいと考えられる。
- ・ アユの持続遊泳のためには流速が若干早すぎるようであるが、サケ、サクラマス等に対しては適正な流速であると考えられる。
- ・ 土砂が堆積しやすいので、入念な維持管理が必要である。

などの問題が見受けられるとされた。

そこで、魚道等の機能を改善することを目的として、

- ・ 魚道幅員を 12m に拡幅し、魚道を大型魚種及び小型魚種のいずれにも対応可能となるように大型魚種用 10m と小型魚種用 2m に分割する。
- ・ 隔壁の構造は、魚類の遡上をより容易にするために天端厚 30cm 未満とし、さらに下流側の天端を切欠いた形状として、越流水脈が滑らかになるように計画する。
- ・ 集魚効果を高めるため、ダム上流側より取水し、魚道拡幅部に中間立坑を設け、魚道最下部へ放水するパイプ構造の呼び水水路を設置する。
- ・ 全体流量が 7.0m³/s という条件のもとで、極力魚道本体の流量を大きくすることに配慮しながら、大型魚種、小型魚種いずれにも適した水理特性が確保されることを前提に検討した結果、流量は大型魚種用 3.64m³/s、小型魚種用 0.29m³/s、呼び水 3.07m³/s とする計画とする。

などの改築を行った。

しかしながら、平成 11 年に設置された信濃川中流域水環境改善検討協議会（以下、「協議会」という）において、信濃川中流域における水環境及び水利用の現状を正確に把握するとともに、水環境と水利用の調和のための方策が検討され、平成 21 年 3 月に取りまとめた提言の中で、「サケなどの魚類の遡上降下が円滑に行われるために、（中略）施設管理者により宮中取水ダム（中略）の魚道等の構造改善が行われるべきである」とし

- ・ ダム下流部と魚道の流れが連続しておらず、呼び水の効果が弱い。
- ・ 横波が発生するなど、魚道プール内の流れが複雑である。
- ・ 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。

などの問題点があるとされた。

この協議会における検討ならびに提言を受け、「信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会」を設け、平成 21 年 9 月から平成 22 年 3 月までの間に 4 回の審議等を経て、宮中取水ダムの右岸既設魚道について、魚道内及びダム下流部の流況の問題点を整理し、その改善方策を検討した結果等を踏まえ、

- ・ 様々なパターンの流況解析等に基づき洪水吐ゲートからの放流方法を変更することにより、ダム下流部と魚道の流れの連続性を確保し、平常時の遡上環境改善を目指す。
- ・ 検討対象魚種を定め、それぞれの魚種に対応するよう、アイスハーバー型階段式大型魚道、階段式小型魚道、せせらぎ魚道を選定し、大型魚道及び小型魚道については、幅員の縮小、折り返し部の半円形状化、及び隔壁天端の形状変更等により流況改善を図る。
- ・ 越流水深と流速の関係から検討対象魚種にとって適切な流量として、大型魚道約 1.64m³/s、小型魚道約 0.13m³/s、せせらぎ魚道約 0.02m³/s、呼び水約 3.01m³/s とする計画とする。
- ・ 魚道出口ゲートは、はく離流の発生や魚類の回り込み等の問題点の改善を図るため昇降ゲート式を選定し、せせらぎ魚道にはセクター式ゲートを選定する。

こととし、魚道等の構造改善をあらためて実施した。

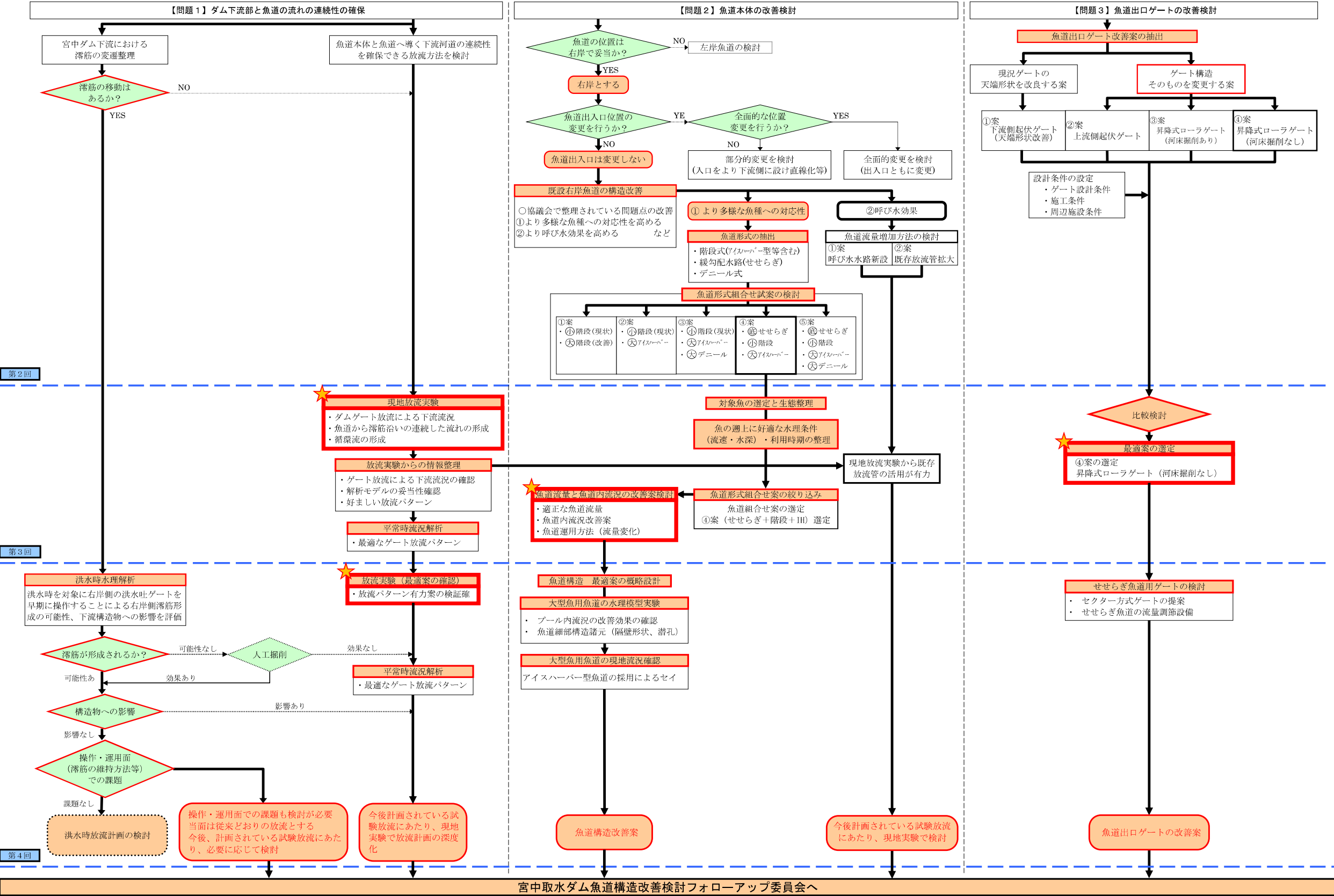
「信川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会」（以下、「FU 委員会」という）は、検討委員会を引き継ぐ形で設立され、平成 22 年度年 6 月から平成 24 年 11 月までに 5 回開催し、魚道構造等改善方法、魚道構造等の改善の取り組みの実施や効果の検証を行い、所期の成果が得られたものと考えられることを確認してきた。

今回の第 6 回 FU 委員会は、魚道構造等の改善後、平成 24 年度から実施してきたモニタリング調査が本年度で 5 年間経過したことから、結果のまとめと評価を行うとともに、今後の方向性について審議を行って頂くために開催するものである。

本章では、第 6 回委員会の開催に当たり、これまでの魚道構造等の改善の検討経緯と概要をまとめた。

信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会概要について

★ 次ページ以降に詳細



《魚道構造等の改善の概要》

I. ダム下流部と魚道との流れの連続性の確保

① 問題点

- ダム下流部と魚道の流れが連続しておらず呼び水の効果が弱く、魚道の入り口が見つけにくい
- 循環流が発生している



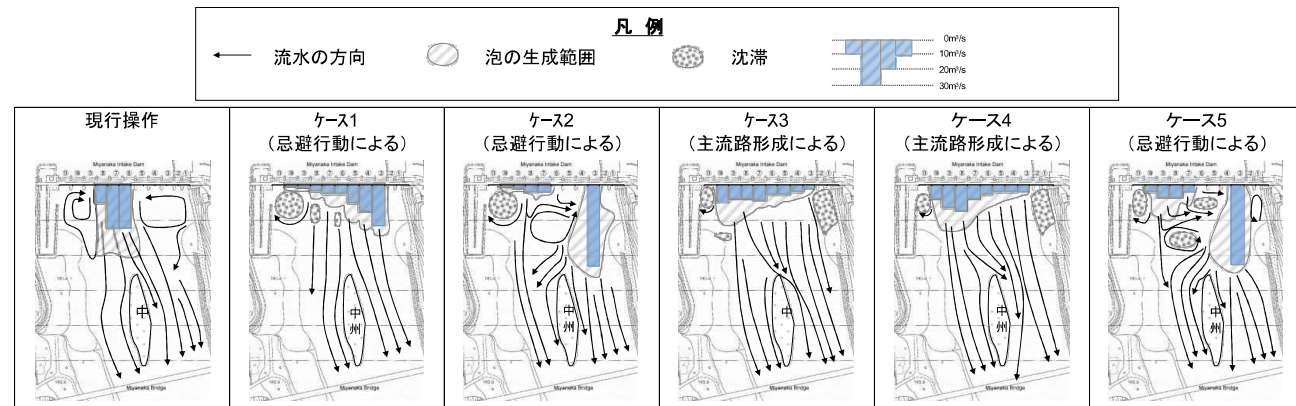
② 放流パターン見直しによる流れの改善の検討

ア) 現地放流実験及び数値解析の実施

- ゲート放流パターンや魚道、呼び水の流量を変化させた現地放流実験と数値解析を併用した検証を実施
- 検討に用いたモデルと検討ケースの有効性について検証を実施

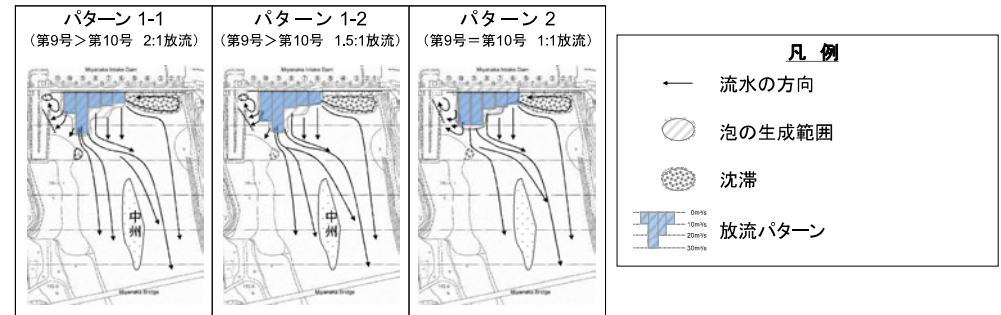
現地放流実験及び数値解析ケース一覧

放流ケース	概 要
現行操作（旧放流パターン）	中央 3 門からの放流
ケース 1 (1-1, 1-2, 1-3, 1-4)	循環流発生を抑制するため、全ゲートから放流し、左岸側から流量を大→小とすることで魚道位置口（右岸側）へ誘引（魚道、呼び水流量を変更し 4 ケース実施）
ケース 2 (2-1, 2-2, 2-3)	放流ゲート数を減らし、操作性に配慮したケースで、呼び水効果向上のため右岸側の隣接するゲートから放流（魚道、呼び水流量を変更し 3 ケース実施）
ケース 3	呼び水放流へと繋がる流れを確保するため、魚道に近いゲートからの放流量を大きくして、右岸側から流量を大→小と階段状に放流
ケース 4	呼び水放流へと繋がる右岸側の流れをさらに確保するため、ケース 3 をベースに 8～10 番ゲートの放流量を大きくし、気泡により遡上経路を遮断しないよう、10 番ゲートの放流量を抑え、3～7 番ゲートにもある程度放流
ケース 5	左岸側からのゲート 1 門で比較的大きい流量放流と共に、呼び水放流へと繋がる流れを確保するため、8～10 番ゲートから放流する



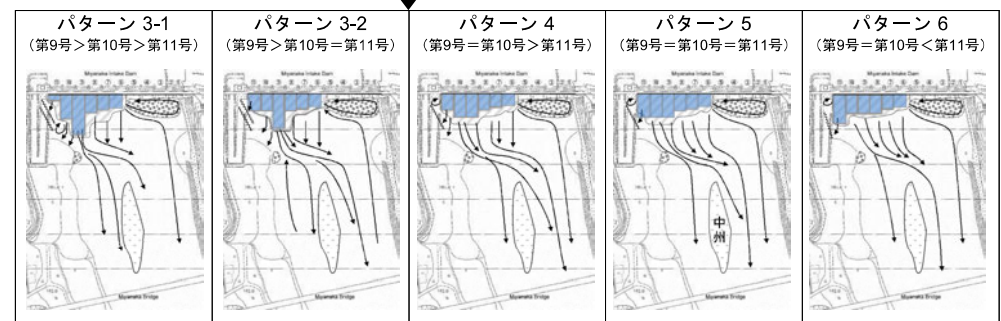
イ) 最適放流パターンの選定

- 検討の結果、「循環流発生を抑制」しながら、「ダム下流と魚道との連続性の確保」を実現できるのは「放流パターン 9」のみ
- この放流パターンを「新放流パターン」として設定



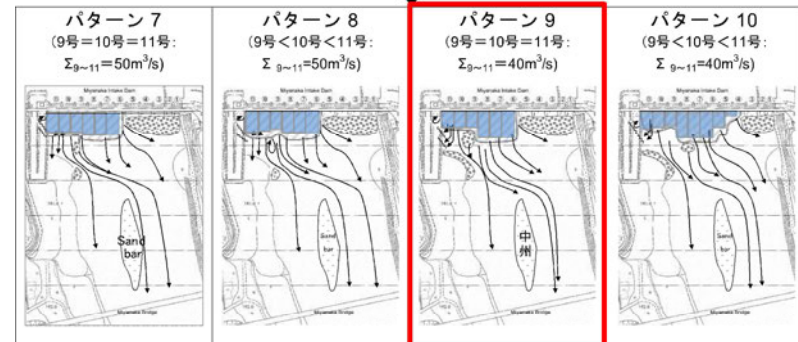
1段階：9号ゲートと10号ゲートの放流量を同じにしたパターン2が良好である。

パターン2を選択



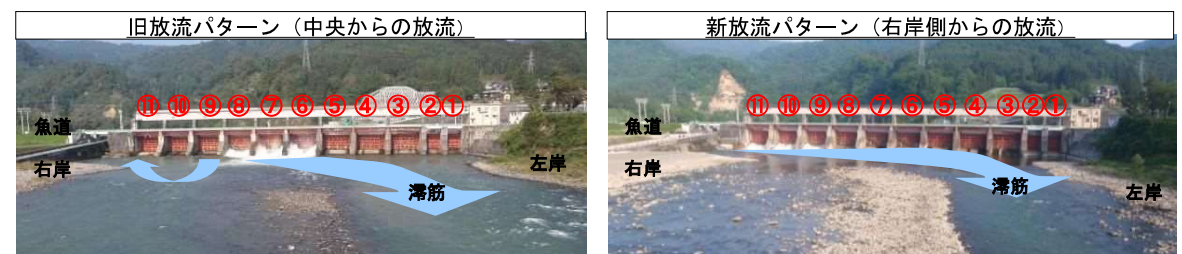
2段階：11号ゲートからの放流量を大きくしすぎることは不適であることが示唆された。

パターン5、パターン6を選択



3段階：第11号ゲートの適切な放流方法は、パターンよりもむしろ放流量に支配されと考えられ、概ね12～15m³/s程度が適当である。

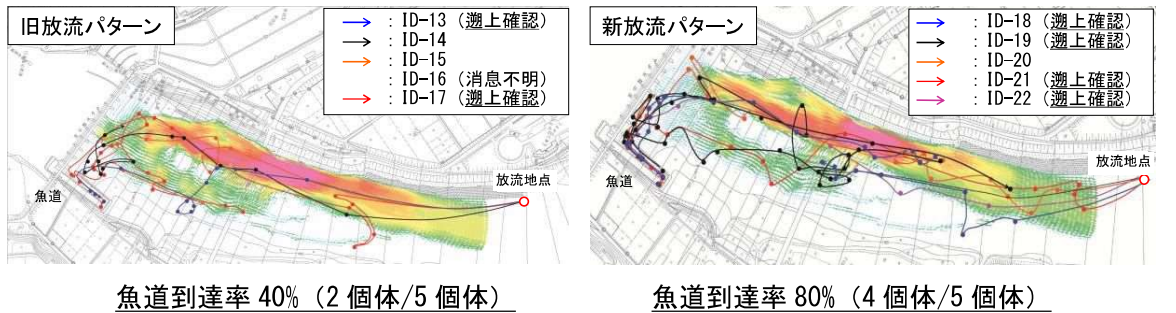
このパターンでのみ実現可能



③ 新放流パターンの検証

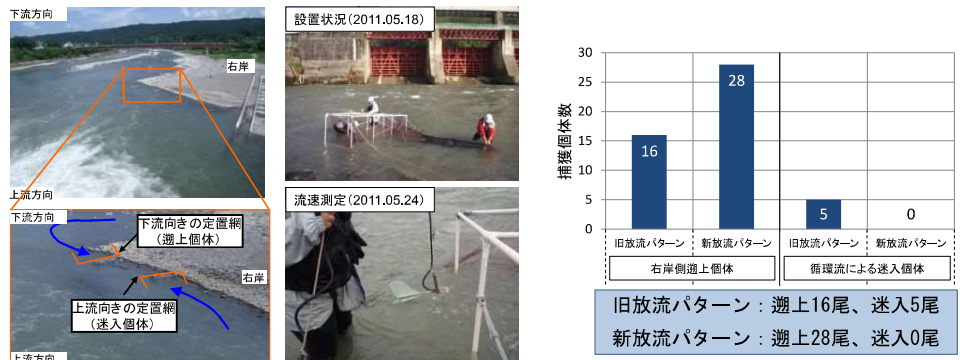
ア) サケテレメトリー調査による検証

- ・ 新放流パターンにおいて 80%の個体が魚道を遡上を確認
- ・ 降下した個体は見られないことも確認

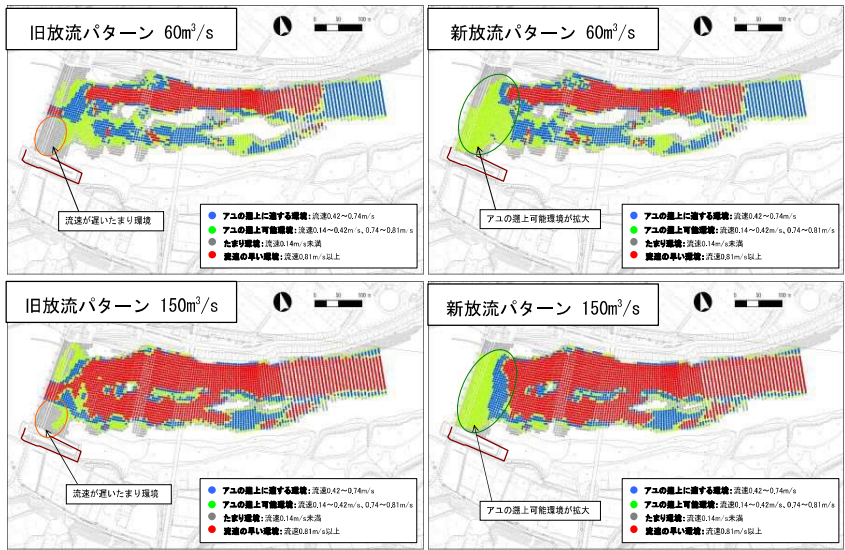


イ) アユ遡上状況調査による検証

- ・ 定置網の向きを上流側と下流側に向けて設置し、捕獲個体数を比較
- ・ 新放流パターンの方が、より多くのアユが採捕され、循環流による迷入個体も確認されなかった



- ・ ダム下流の定置網設置地点の流速とアユの捕獲数の関係からアユの遡上に適する環境を検討
- ・ 新放流パターンの方が魚道入り口部周辺にてアユの遡上可能環境が拡大しており、ダム下流から魚道までの遡上経路の連続性を確保



II. 魚道プール内の流況改善

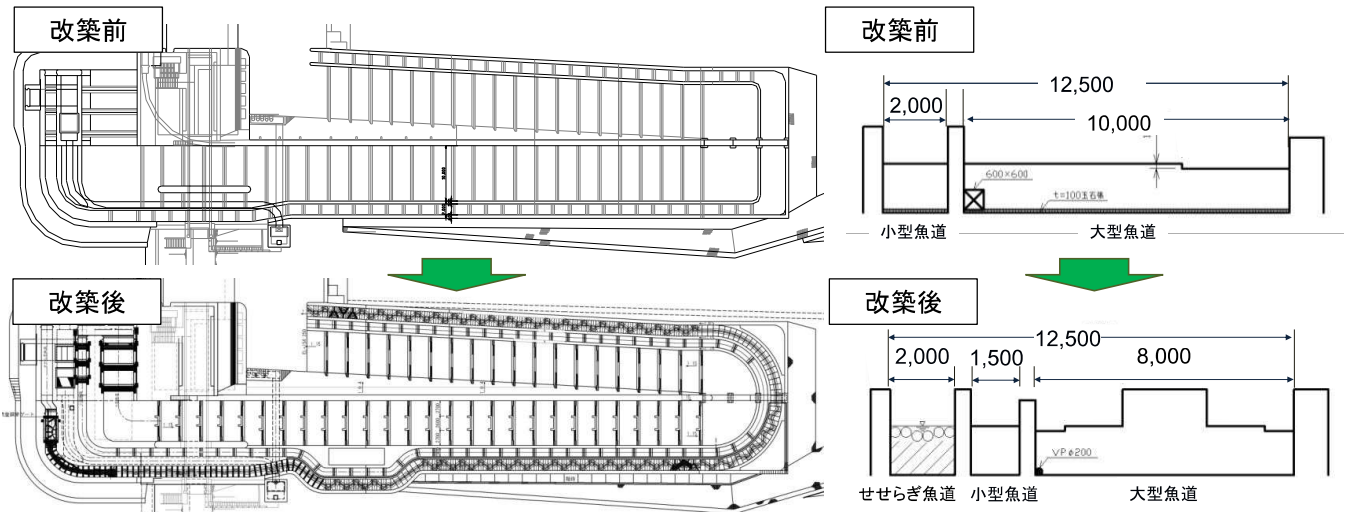
① 問題点

- ・ 魚道プール内で横波（セイシュ）が発生するなど流れが複雑である



② 魚道形式の選定と改築

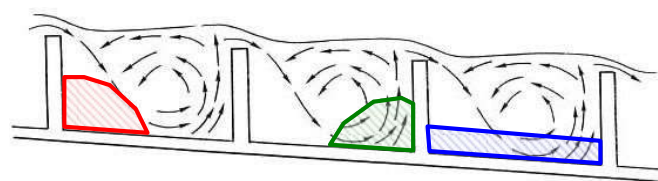
- ・ 模型実験や現地流況確認に基づいて流速の静穏域の形成、プール横断方向の流れの抑制、複雑な流況の回避といった観点からアイスハーバー型を選定
- ・ 幅員の縮小、折返し部の半円形状化、隔壁天端の複合三円弧形状化等の改築を実施
- ・ サケの遡上に適した越流水深 24cm 時の大型魚道流量は 1.64m³/s、アユの遡上に適した越流水深 13cm 時の小型魚道流量は 0.13m³/s、せせらぎ魚道の 0.02 m³/s と合わせて 1.79m³/s の魚道流量を設定



改築前後魚道平面図及び断面図

③ 横波（セイシュ）の抑制

- ・ 横波（セイシュ）抑制のために、カゴ詰玉石工を施工
- ・ 現地において袋詰玉石工を徐々に施工しながら水面変動計測を行い、水面変動が小さい最適案を選定
- ・ 恒久対策となるカゴ詰玉石工の施工により魚道内の流況の安定を確保

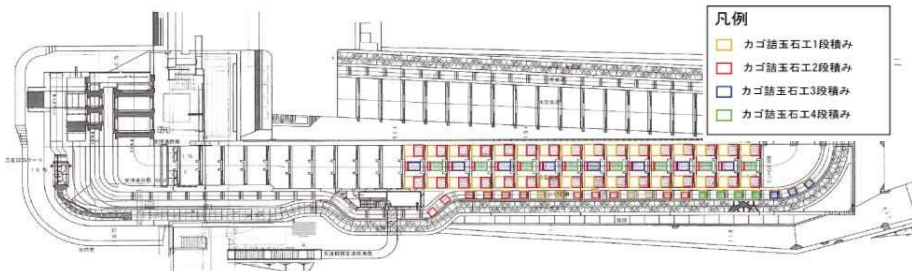


Case1	Case2	Case3
隔壁直下流に玉石を配置	隔壁直上流に玉石を配置	プール底面全体に玉石を配置
プール水面に突入した流れの減勢を図る。	プール底部から湧き上がる流れの減勢を図る。	プール底部の流れの減勢を図る。

カゴ詰め玉石魚道内配置比較検討



袋詰玉石工による流況確認試験状況

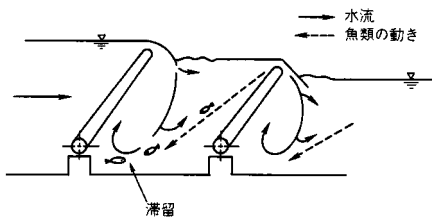
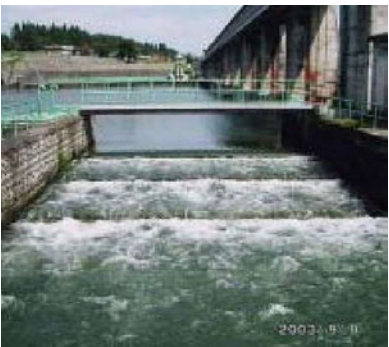


カゴ詰玉石工設置状況

Ⅲ. 魚道出口（大型魚道）のゲート

① 問題点

- ・ 流量条件によって剥離流が生じる
- ・ ゲートが下流側に転倒する構造であるため魚がゲート裏側に回り込み滞留時間が長くなる



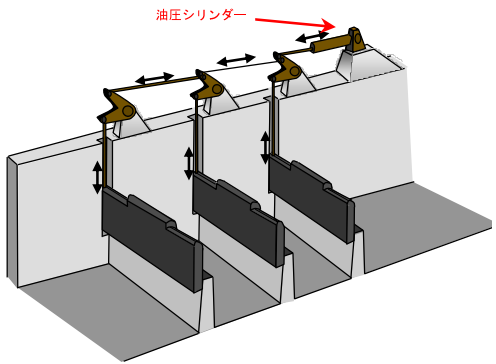
はく離流発生状況（左：3.99m³/s 右：2.85m³/s）

転倒式ゲート魚類滞留状況イメージ

② ゲート見直し案の検討

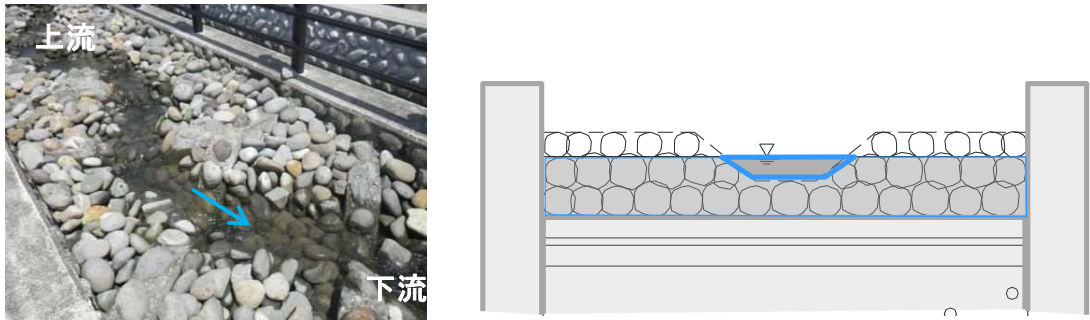
- ・ 比較検討を実施
- ・ 魚道機能の向上を図りながらコスト的にも優位な昇降式を採用
- ・ 取水ダムの水位の変動に合わせて自動制御により昇降させることにより、魚道流量を一定に保って流況の安定を確保

	概要	概要図
現況 下流側起伏式ゲート	扉体を下流側に倒伏させることによって水位変動に対応する	
第1案 扉体形状の変更等	扉体先端形状に丸みをつけることなどによって、剥離流の改善等を図る	
第2案 上流側起伏式ゲートへの変更	扉体を上流側に倒伏させることによって、扉体下部への魚の潜り込みと剥離流の改善を図る	
第3案 昇降式ゲートへの変更	扉体を昇降させることによって、水位が変化しても扉体先端越流部の流況が変わらないようにする	



IV. その他の改善

- ・ せせらぎ魚道の設置により魚種の多様性増大、順応的管理
- ・ 入口部土砂堆積、付着藻類異常繁茂抑制のための、フラッシュ放流を実施
- ・ 魚道出口の網場の設置
- ・ 魚道観察室の設置



せせらぎ魚道の設置（左：せせらぎ魚道写真 右：せせらぎ魚道断面図イメージ）



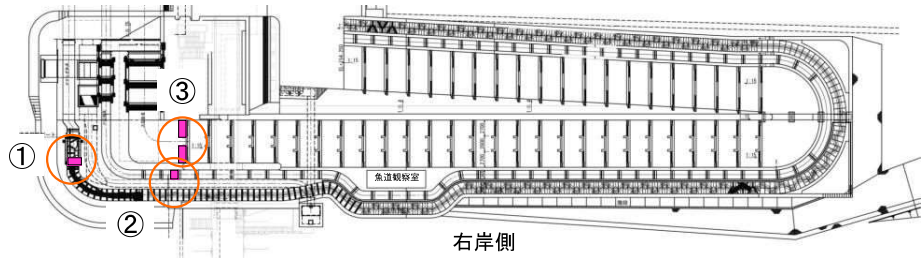
魚道等の構造改善全体イメージ図



魚道観察室内部

V. 魚類遡上モニタリング調査による検証

- ・ 大型魚道、小型魚道、せせらぎ魚道それぞれにトラップを設置
- ・ H24年度は旧放流パターンと新放流パターンを交互に繰り返しながら、新放流パターンの効果が確認された平成 25 年度以降は新放流パターンのみでアユの遡上期を中心に約 1 か月間調査を実施



小型捕獲カゴ設置箇所
（せせらぎ魚道）



捕獲カゴ設置箇所
（小型魚道）

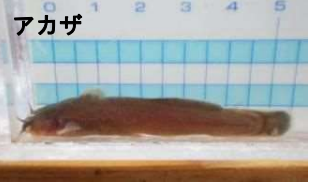


捕獲カゴ設置箇所
（大型魚道）

- ・ 検討対象種 16 魚種を含む 19 種類～24 種類という多様な魚類の遡上を確認
- ・ 改善の効果を検証した結果、所定の成果が得られたことを確認

年度毎の遡上調査結果一覧

年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
種類数	14	14	22	24	19	21	19
個体数	551	631	12, 776	2, 088	2, 471	1, 076	2, 218



魚道で確認された魚種（対象魚種 16 種）

VI. まとめ

- ① 有効性を検証した新放流パターンをダム操作規程に基づく放流として継続し、ダム下流部と魚道との連続した流れにより魚類の遡上可能な経路を確保していくことが重要
- ② 改築された「横波を抑制した魚道本体」と「魚類の滞留のない魚道水量調節ゲート」を定期的なメンテナンスにより適切に管理していくことが必要
- ③ 多種多様な魚類が遡上・生息する河川環境を維持・向上させるために、改善した魚道を適切に運用することが必要

2. モニタリング調査の経緯

モニタリング調査は検討委員会及びFU委員会における議論をふまえながら、
①宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証
②魚道の設計
という視点から、課題やテーマとしてあげられた項目について、調査と検証を行ってきた。

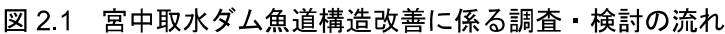
既往のモニタリング調査・検討の流れは図 2.1 に、また、年度ごとのモニタリング調査の実施状況は表 2.1 に示すとおりである。なお、魚類遡上状況調査については、改築後の効果検証の観点から、改築前の調査実施年度も記載している。

これまでに実施したモニタリング調査のうち、今年度（平成 28 年度）に実施した項目は魚類遡上状況調査、1 項目である。このため、まず 3 章に平成 28 年度の魚類遡上状況調査結果の概要を、また、第 4 章にその他の項目を含めた 5 年間のモニタリング調査結果のまとめと評価を記載した。

表 2.1 モニタリング調査の実施状況

調査内容等	改築前	工事 実施中	改築後				
	H22 年度	H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度	H28 年度
1. 魚類遡上状況調査	○	○	○	○	○	○	○
2. 洪水期モニタリング調査	—	○	—	○	—	—	—
3. 鳥類飛来状況調査	—	—	—	○	○	○	—

〔凡例〕 ○：調査を実施した項目
—：調査を実施していない項目
注）モニタリング調査とは別に信濃川中流域水環境改善検討協議会（以下、「中流域協議会」という。）に係る調査の一環として、魚道においてサケ遡上調査を平成 22 年度～平成 28 年度に実施している。



-8-

3. 平成 28 年度魚類遡上状況調査結果の概要

3.1 調査概要

3.1.1 調査目的及びゲート放流方法

魚道構造改善による効果を継続的に確認することを目的に、魚道上流端で魚類採捕によるモニタリング調査を実施した。なお、ゲート放流方法の概要は図 3.1.1 に示すとおりである。また、遡上状況調査期間中のゲート放流状況を図 3.1.2（40m³/s 相当放流時）と図 3.1.3（60m³/s 相当放流時）に示した。

【操作規程】

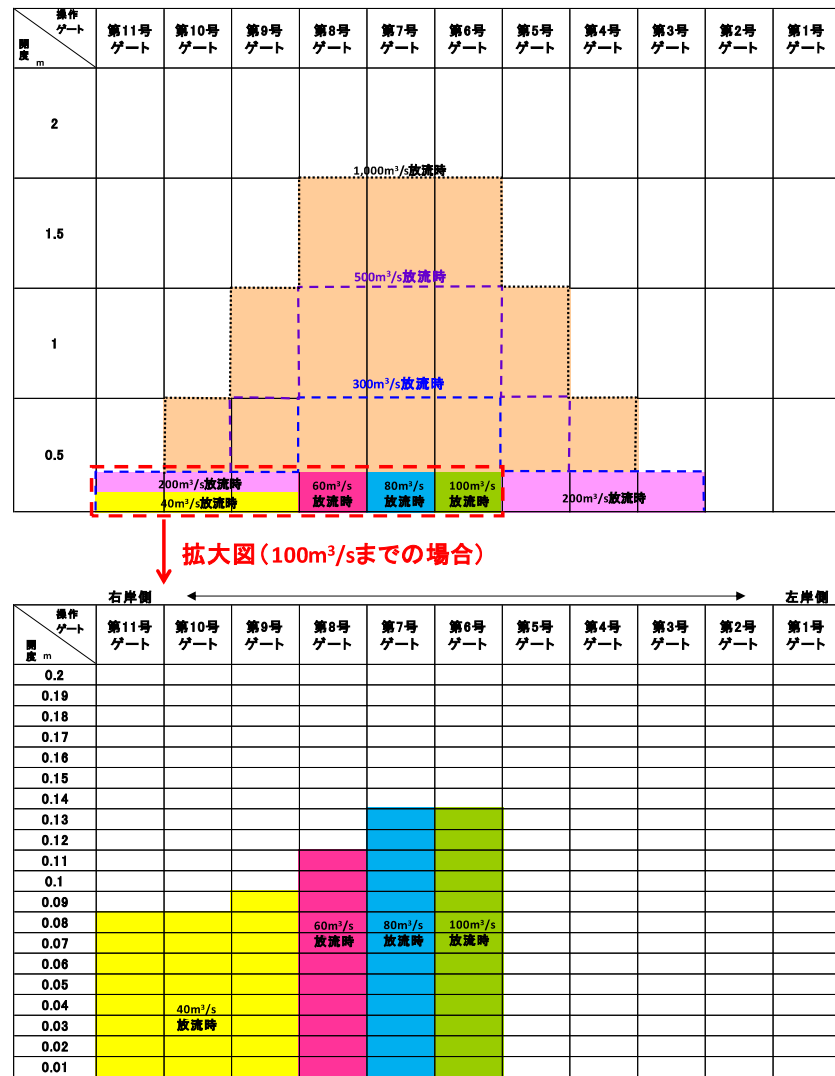


図 3.1.1 ゲート操作順序

■全放流量(日平均流量)：43.9m³/s（ゲート放流量＋魚道＋呼び水：平成 28 年 5 月 29 日）



図 3.1.2 ゲート放流状況（40m³/s 相当放流時：5 月 26 日～5 月 31 日）

■全放流量(日平均流量)：61.1m³/s（ゲート放流量＋魚道＋呼び水：平成 28 年 6 月 10 日）



図 3.1.3 ゲート放流状況（60m³/s 相当放流時：6 月 1 日～7 月 4 日）

調査期間中（平成 28 年 5 月 26 日～7 月 4 日）のうち、出水時を除いて 5 月 26 日～5 月 31 日の間は 40m³/s 以上、6 月 1 日～7 月 4 日の間は 60m³/s 以上を基準としてゲート放流を実施していた。いずれにおいても、ダム下流部と魚道との連続した流れにより魚類が遡上可能な経路は確保されていた。

3.1.2 調査期間

調査は5月26日から7月4日まで連続して、延べ40日間実施した。
注] 平成24年度以降のモニタリング調査開始日は、宮中取水ダム地点における積算水温を基にして、アユ遡上が比較的多くなる(10尾/日以上)時期を想定して設定し、概ね6月6日～7月4日(平成25年度は7月10日まで)の約1カ月間としていた。しかし、平成28年度は、雪が少なく、気温が高い日が多かったため積算水温は従来よりかなり高い状態であった(図3.1.4参照)。このため、調査開始を従来より約10日ほど早めて5月26日から開始した。

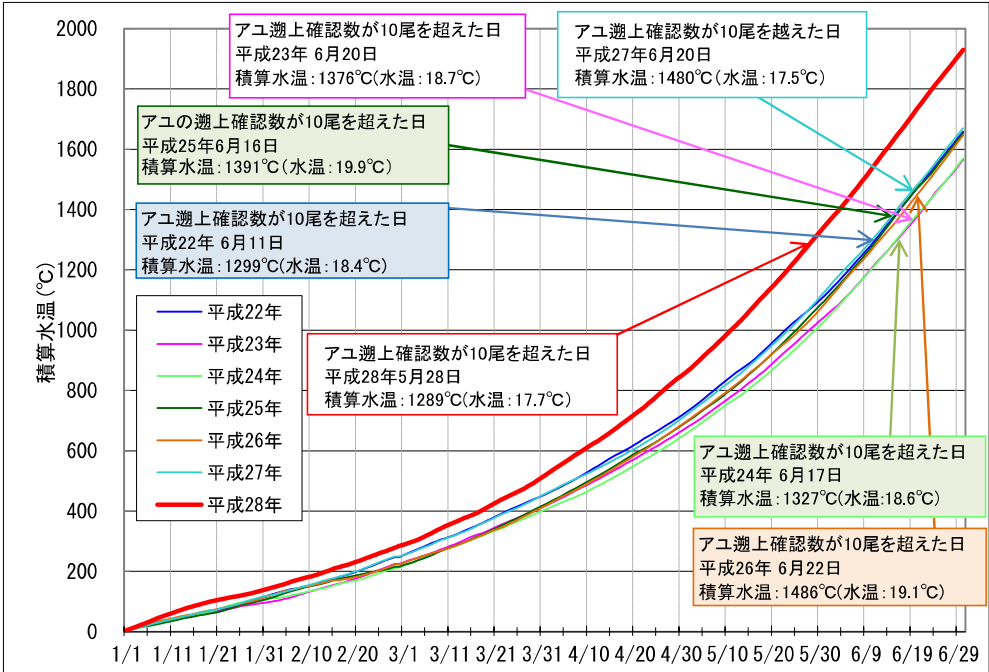


図 3.1.4 積算水温の状況

3.1.3 調査地点

調査地点は図3.1.5に示すとおり、平成24年度～27年度調査と同様に、魚類上流端とした。
なお、せせらぎ魚道については、上流端で採捕を行うとともに、魚道内に「滞留(生息)」している個体もいることが想定されるため、魚道入口部付近から魚道出口付近に至るまでの区間内の3箇所、タモ網等による簡易な手法で確認した。

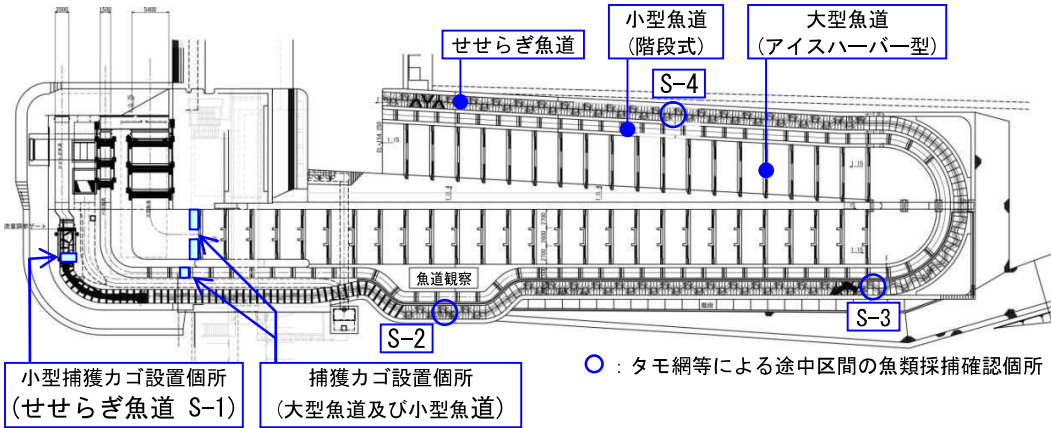


図 3.1.5 調査地点位置図

3.1.4 調査方法

魚道上流端では捕獲カゴによる採捕を実施した。なお、せせらぎ魚道の途中区間では、タモ網等による採捕とした。また、流況(流入量、放流量)や水質(水温、SS)を調査し、遡上状況との関連について整理した。



写真 3.1.1 捕獲カゴの設置の状況
(左: 大型魚道 中央: 小型魚道 右: せせらぎ魚道)



写真 3.1.2 タモ網等によるせせらぎ魚道内の採捕実施状況
(左: S-2 地点 中央: S-3 地点 右: S-4 地点)

3.1.5 調査期間中の環境要因

調査を実施した 5 月 26 日～7 月 4 日の、宮中取水ダムの流況（流入量、放流量）及び水質（水温、SS（浮遊物質質量））の概況は以下の通りである。

- ①調査期間中に日平均流入量が 400m³/s を超えた日は 1 日（6 月 26 日）のみであり、魚道を断水した日は無く安定していた。
- ②水温は、5 月下旬～6 月初めに 18℃未満の日が合計 4 日間あったが、それ以外は 18℃を下回る日はなかった。
- ③大きな出水がなかったため、SS がアユの河川遡上における濁水忌避濃度とされる 22mg/L 注 1）を越えた日は合計 4 日間であった。
- ④ダム下流への日平均放流量（ゲート放流量＋魚道＋呼び水）が 100m³/s を越えたのは 6 月下旬の 3 日間（6/25～6/27）であった。

【注 1）藤原公一（1997）「濁水が琵琶湖やその周辺河川に生息する魚類へおよぼす影響」『滋賀県水産試験場研究報告』vol. 46（1997 年 3 月号） pp. 9-100】

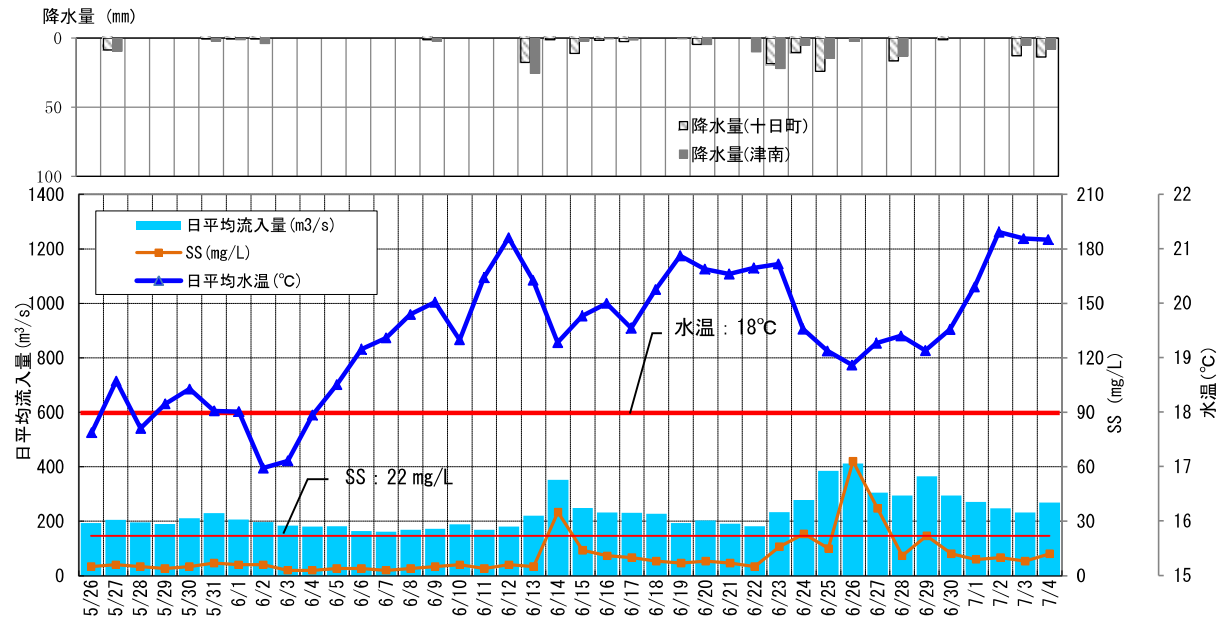


図 3.1.6 宮中取水ダム日平均流入量と水温及び SS、降水量の推移（平成 28 年度）

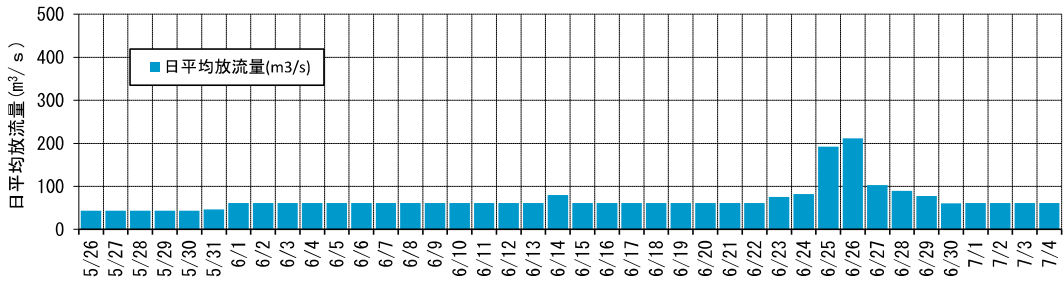


図 3.1.7 宮中取水ダム下流への日平均放流量の推移（平成 28 年度）

3.2 平成 28 年度調査結果

3.2.1 魚道上流端における採捕結果

平成 28 年 5 月 26 日～7 月 4 日までの調査では、大型魚道で 12 種 1,609 個体、小型魚道で 9 種 505 個体、せせらぎ魚道で 12 種 104 個体、合計 19 種 2,218 個体の魚類が採捕された。確認種を表 3.2.1 魚道上流端調査結果（平成 28 年度）に、魚道タイプ別の採捕個体の種組成の比較を図 3.2.1 にそれぞれ示す。

表 3.2.1 魚道上流端調査結果（平成 28 年度）

No.	目名	科名	種名	大型魚道	小型魚道	せせらぎ魚道	合計
1	コイ	コイ	ギンブナ	1			1
2			オイカワ	34	166	55	255
3			カワムツ	1	1		2
4			アブラハヤ			1	1
5			ウグイ	170	166	19	355
6			モツゴ			1	1
7			タモロコ			1	1
8			カマツカ	5	3		8
9			ニゴイ	2	2		4
10			ドジョウ			2	2
11	サケ	アユ	シマドジョウ			1	1
12			アユ	1,379	164	15	1,558
13			ブラウントラウト	1			1
14			ニッコウイワナ	2			2
15			サクラマス	4			4
16	カサゴ	カジカ	ヤマメ	3	1	3	7
17	スズキ	サンフィッシュ	カジカ	3		1	4
18			ブルーギル			1	1
19			コクチバス	4	1		5
		ハゼ	トウヨシノボリ		1	4	5
計	4日	7科	19種	12種 1,609個体	9種 505個体	12種 104個体	19種 2,218個体

注 1)種名及び配列は、「平成 24 年度河川水辺の国勢調査のための生物リスト」によった（国土交通省編）。
注 2)サクラマスとヤマメは同じ種であるため、1 種として計上している。

主な特徴点は以下の通りである。

- ①全体の採捕数及び種構成は、アユの採捕数が 1,558 個体で全体の約 70%と最も多く、ついでウグイ（355 個体、全体の約 16%）、オイカワ（255 個、全体の約 12%）の順であり、これら 3 種で全体の約 98%を占めた。
冷水魚の代表種であるサクラマス・ヤマメについては、サクラマスが 4 個体、ヤマメが 7 個体採捕された。
- ②種による魚道の選好性をみると、アユ等の中・大型のサケ科魚類は大型魚道を、ウグイ等のコイ科魚類は大型魚道及び小型魚道を、オイカワのような比較的遊泳力の弱い魚種は小型魚道及びせせらぎ魚道を遡上する個体が多かった。また、ドジョウ、シマドジョウ、トウヨシノボリといった底生魚は、主にせせらぎ魚道で遡上が確認された。

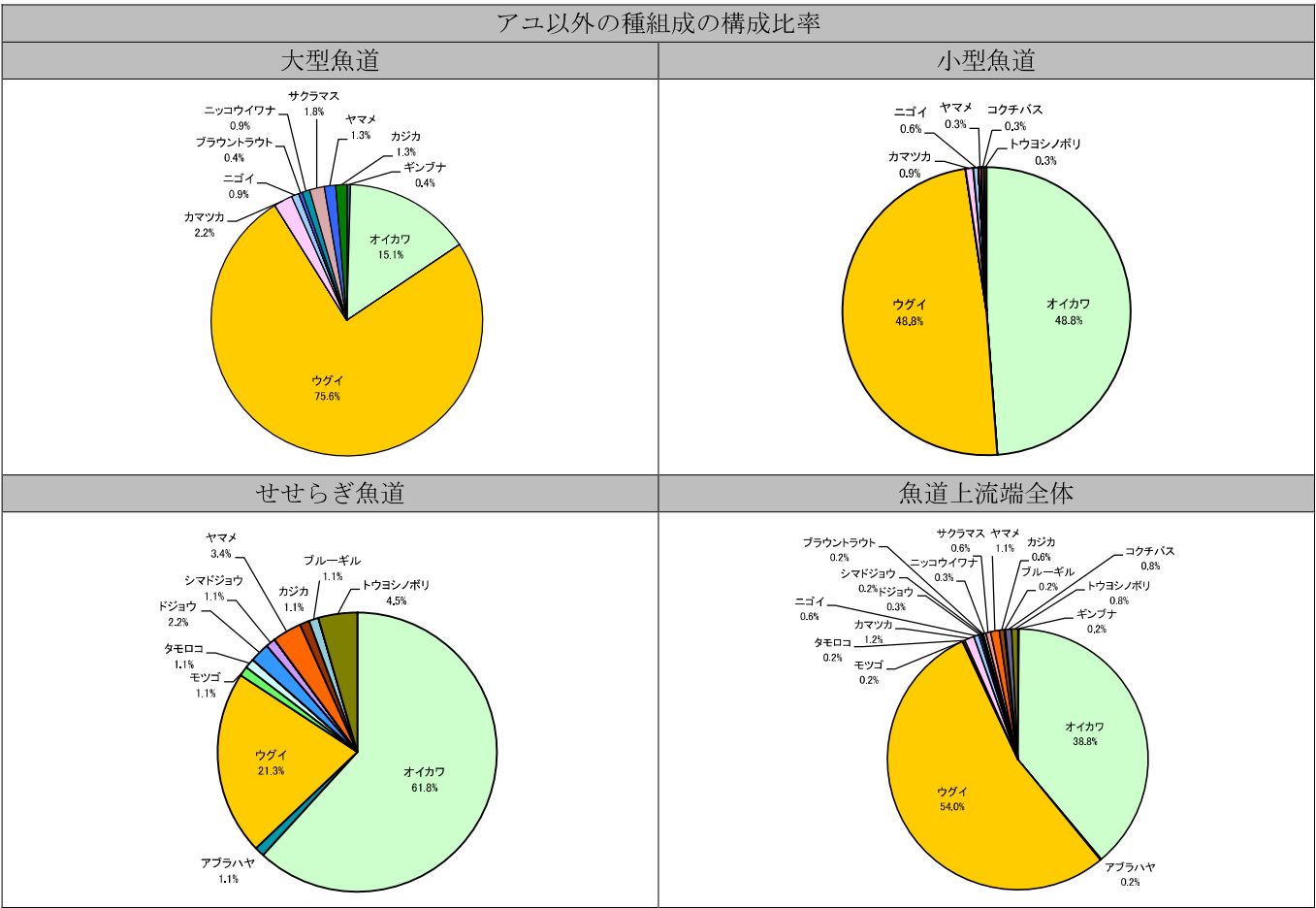
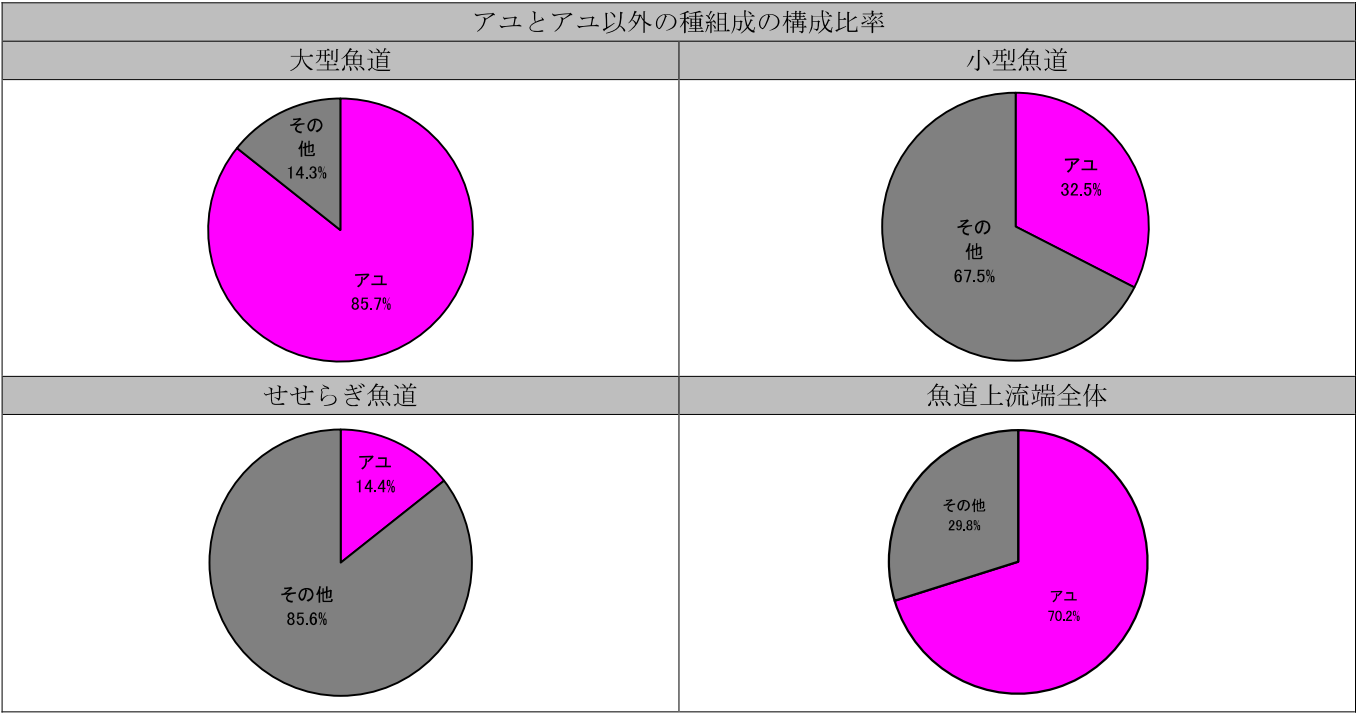


図 3.2.1 魚道上流端での採捕個体の種組成の比較

3.2.2 せせらぎ魚道の途中区間における確認状況

せせらぎ魚道全体では、途中区間及び上流端までを含めて 17 種 215 個体が確認された（表 3.2.2）。途中区間では、上流端では確認されていないニゴイやカラドジョウ、アカザ、イワナ属、コクチバスの 5 種が確認されているが、遡上の途中で一時的に滞留している個体が採捕されたためと考えられる。

表 3.2.2 せせらぎ魚道調査結果（平成 28 年度）

No.	目名	科名	種名	S-1※ (せせらぎ魚道上流端)	S-2 (魚道観察室付近)	S-3 (折り返し部上流)	S-4 (折り返し部下流)	計
1	コイ	コイ	オイカワ	55	2	5	11	73
2			アブラハヤ	1				1
3			ウグイ	19	1	6	26	52
4			モツゴ	1			1	2
5			タモロコ	1				1
6			ニゴイ		4	1		5
-			コイ科稚魚		6			6
7		ドジョウ	ドジョウ	2	1	4		7
8			カラドジョウ		1	2	3	6
-			ドジョウ属			1		1
9			シマドジョウ	1	1	4	5	11
10	ナマズ	アカザ	アカザ				1	1
11	サケ	アユ	アユ	15				15
12		サケ	イワナ属			1		1
13			ヤマメ	3				3
14	カサゴ	カジカ	カジカ	1		3	5	9
15	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル	1				1
16			コクチバス		1	2	9	12
17		ハゼ	トウヨシノボリ	4		4		8
計	5目	8科	17種	12種 104個体	7種 17個体	10種 33個体	8種 61個体	17種 215個体

〔注 1〕（※）：S-1 地点は表 3.2.1 に示した調査結果の「せせらぎ魚道」と同じ地点であるが、せせらぎ魚道全体としての比較のために再掲している

〔注 2〕 途中区間の採捕個体は、魚道上流の宮中取水ダム貯水池に再放流しているため、上流端での採捕個体と重複していない。

4. 5年間のモニタリング調査結果のまとめと評価

ここでは、平成24年度～28年度の5年間にわたって実施した魚類遡上状況調査、洪水期モニタリング調査、鳥類飛来状況調査について、調査結果のまとめと評価を行うこととする。

4.1 魚類遡上状況調査

4.1.1 調査結果のまとめ

平成24年度～平成28年度の5年間のモニタリング調査結果を表4.1.1に、また、ウグイとアユの日別の遡上数の推移を図4.1.1に示す。

なお、表・図中には比較のために改築前の平成22年度と、工事中の平成23年度の結果も合わせて示している。

注）改築後のモニタリング調査は、平成24年度～平成26年度の3年間は6時～19時までの13時間、1時間間隔で調査していたが、時間短縮をしても確認種数に大きな影響を与えないことを検証した上で、平成27年度と28年度は9時～17時までの8時間、1時間間隔の調査とした。

(1) 概況

調査期間全体での結果で比較すると、平成24年度が22種12,776個体、平成25年度が24種2,088個体、平成26年度が19種2,471個体、平成27年度が21種1,076個体、平成28年度が19種2,218個体であり、種類数が最も多かったのは平成25年度、総個体数が最も多かったのは平成24年度である（表4.1.1参照）。

(2) 確認種数

確認種数は、大型魚道、小型魚道及びせせらぎ魚道の合計で19～24種であり、各年度とも20種前後の遡上が確認されている。各年度によって確認種数が異なるのは、調査年度の水温や流況等の物理環境の影響も考えられるが、遡上が確認されなかった種はもともと当該水域における生息数が少なく、魚道を遡上する個体数も少ないことが大きな理由であると考えられる。

また、せせらぎ魚道では、カジカ等の遡上魚の生息環境の改善、及び藻類異常繁茂や魚道入口部の土砂堆積の抑制を目的として、平成26年12月からゲート開度（運用水深）を従来（平成24年度～平成26年度）の8cmから15cmに引き上げた。その結果、せせらぎ魚道上流端での遡上確認種は従来の7～9種が平成27年度は15種、平成28年度は12種に増加した。この要因としては、15cm運用にした結果、水深と流速が増加し、カジカ、トウヨシノボリといった底生魚に加えて、オイカワ、ウグイ、アユ、ヤマメ等の遊泳魚も遡上しやすくなった効果が考えられる。

(3) 遡上確認個体数

（注）平成24年度から28年度の調査日数は、断水等の影響や平成25年度が7月10日まで調査を実施していること、また平成27年度と平成28年度は調査時間を9時～17時にしたこと、さらに平成28年度は調査開始を早めて調査日数を40日としたこと等により、単純な個体数の比較はできないが、ここではこれらの調査日数等の条件を考慮せずに比較をおこなっている。

平成24年度に遡上確認個体数が1万を超えたのは、アユの個体数が多かったためであり、アユを除いた確認個体数は、平成24年度：1,955個体、平成25年度：1,072個体、平成26年度：1,183個体、平成27年度：400個体、平成28年度：660個体であった。

遡上数の多いのは、アユ、ウグイ、オイカワの3種であり、平成24年度を除いてこの順である。なお、平成24年度は多い順にアユ、オイカワ、ウグイとなっている。

(4) アユ及ウグイの遡上数の推移

魚道を遡上するアユが多くなる（10尾/日以上）のは、積算水温が1300℃～1500℃に達した段階であり、平成24年度～平成27年度の間では、概ね6月15日～20日頃からであった。しかし、平成28年度は平成24年度～平成27年度の4年間に比較して、水温が高い状態が続いていたため、約3週間早い段階から遡上数が多くなった。

一方、ウグイはアユに比較すると長期間にわたって遡上している傾向がみられ、アユに比較すると、水温が遡上数に影響している傾向は明瞭ではない。

表 4.1.1 魚道上流端における採捕結果の比較

[調査期間、調査時間帯全体での採捕結果]

No.	目名	科名	種名	改築前			工事中	改築後																												
				平成22年度調査			平成23年度調査	平成24年度調査				平成25年度調査				平成26年度調査				平成27年度調査（9:00～17:00）				平成28年度調査（9:00～17:00）												
				大型魚道	小型魚道	合計	大型魚道	大型魚道	小型魚道	せせらぎ魚道	合計	大型魚道	小型魚道	せせらぎ魚道	合計	大型魚道	小型魚道	せせらぎ魚道	合計	大型魚道	小型魚道	せせらぎ魚道	合計	大型魚道	小型魚道	せせらぎ魚道	合計									
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	スナヤツメ類																																	
2	ウナギ	ウナギ	ウナギ		1	1				1												1	1													
3	コイ	コイ	ギンブナ		1	1			1	1		2	1			1								1			1									
－			フナ属																																	
4			オイカワ	11	23	34	9	447	356		803	32	116	10	158	107	162	1	270	13	20	5	38	34	166	55	255									
5			カワムツ				1		2		2	1	4		5		2		2					1	1		2									
6			アブラハヤ		2	2			26	1	27	2	18	2	22	1		1	2		2	15	17			1	1									
7			ウケクチウグイ					1			1									1			1													
8			ウグイ	290	8	298	380	363	122		485	533	47	3	583	753	38		791	174	31	2	207	170	166	19	355									
9			モツゴ						1		1											4	4			1	1									
10			ビワヒガイ	5		5	4	8	1		9	5			5	1			1																	
11			タモロコ										3		3			1	1			8	8			1	1									
12			カマツカ	1	2	3	2	12	58		70	18	14		32	3	2		5	2	1		3	5	3		8									
13			ニゴイ	2		2	4	12	1		13	14	1		15	12			12	3			3	2	2		4									
14			スゴモロコ				4	15	395		410	14			14	1	3		4																	
－			スゴモロコ属	1	15	16																														
－			コイ科稚魚															2	2	2	5		7													
15			ドジョウ	ドジョウ														1	1							2	2									
16				カラドジョウ										1	1																					
－	ドジョウ属																				1															
17	シマドジョウ							1	1			6	6			2	2		2				1	1												
18	ナマズ	ギギ	ギギ	1	8	9	5	1	1	2	1		3	1	4		5																			
19		ナマズ								1			1																							
20		アカザ						3	3			1	1							6	6															
21	サケ	アユ	アユ	82	31	113	208	9,048	1,772	1	10,821	941	75		1,016	689	599		1,288	629	46	1	676	1,379	164	15	1,558									
22		サケ	ブラウントラウト				1	1		1	4			4	1			1	3		1	4	1			1										
23			ニッコウイワナ				1	1		1	2	5		5	3	1		4	5		5	2				2										
24			ニジマス				2					10	1		11				1			1														
25			サクラマス					4		4	22	14			22	14		14	6			6	4			4										
－			ヤマメ	25	30	55	6	24	13	1	38	39	1		40	5	5		10	7	1	6	14	3	1	3	7									
26	カサゴ	カジカ	カジカ	5	5	10	4			11	6	17		7	65	72	1	19	4	24	1		15	16	3		1	4								
27	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル																							1	1									
28			オオクチバス										3	3																						
29			コクチバス					4	1		5	6		6	2			2			2	1	3	4	1		5									
30		ハゼ	オオヨシノボリ		1	1																														
31			トウヨシノボリ						59	59		2	57	59		4	26	30	1	4	46	51		1	4		5									
－			ヨシノボリ属		1	1																														
計	7目	12科	31種	10種 423 個体	12種 128 個体	14種 551 個体	14種631個体	14種 9,942 個体	14種 2,760 個体	9種 74個体	22種 12,776 個体	17種 1,650個体	13種 290個体	9種 148個体	24種 2,088 個体	14種 1596 個体	11種 839個体	7種 36個体	19種 2471 個体	12種 848個体	9種 113個体	15種 115個体	21種 1,076 個体	12種 1,609個体	9種 505個体	12種 104個体	19種 2,218個体									
延べ調査日数				11日間 (6月7日～17日連続)			18日間 ・5/17から5/28のうちの8日間実施 (5/19, 5/22～5/23は、ゲートの切り換えのため未調査 ・6/11～6/24のうち10日間実施（6/13～6/15と6/21は出水及びゲートの切り換えのため未調査）					27日間 平成24年6月6日～7月4日まで (20日と21日は、魚道断水のため、延べ調査日数は27日間)					32日間 平成25年6月6日～7月10日まで (6月19、20、22日は、魚道断水のため、延べ調査日数は32日間)					29日間 (平成26年6月6日～7月4日連続)					29日間 (平成27年6月6日～7月4日連続)					40日間 (平成28年5月26日～7月4日連続)				
備考				・ゲート放流は、「パターン①」のみ。			・小型魚道は工事中のため、大型魚道のみ調査実施。 ・ゲート放流は、「パターン①」と「パターン②」を交互に実施。					・ゲート放流は、「パターン①」と「パターン②」を交互に実施。					・ゲート放流は、第5回FV委員会において確認された放流パターンにより行っている。					・ゲート放流は、第5回FV委員会において確認された放流パターンにより行っている。					・ゲート放流は、第5回FV委員会において確認された放流パターンにより行っている。									

凡例 : 改築前調査（平成22年度）では採捕されなかったが、改築後調査で新たに採捕された種
 : 改築前調査（平成22年度）では採捕されたが、改築後調査（平成24年度～28年度）では採捕されなかった種

注1) 種名及び配列は、「平成24年度河川水辺の国勢調査のための生物リスト」によった（国土交通省編）。
注2) サクラマスとヤマメは同じ種であるため、1種として計上している。
注3) ウナギについては「平成24年度河川水辺の国勢調査のための生物リスト」では、ヨーロッパウナギとニホンウナギに分類しているが、外観からの区分が困難であるため、ここでは便宜的にウナギとしている。なお、過去の研究事例（注）では、遺伝子分析により、魚野川の捕獲個体（1996年～1998年の間に捕獲された個体）の90%以上がヨーロッパウナギであったことが報告されている。これは当時の魚野川の個体群の多くが放流されたヨーロッパウナギであったことに由来していると考えられる（注）青山潤：DNAマーカーによるウナギ属魚類の系統解析と種査定法の開発。
注4) ゲート放流パターンは以下のとおりである。
・「パターン①」:旧操作規程に基づいて放流するパターン
・「パターン②」:現行操作規程に基づいて放流するパターン

平成 22 年度から平成 24 年度の調査日の下に記してある数字等の意味は以下のとおりである。なお、平成 25 年度～28 年度の放流方式はすべて②である。
①：旧操作規程に基づいて放流するパターン ②：現行操作規程に基づいて放流するパターン G：ゲート切り替え日

↑ 改築前 ↓ 工事中 ↓ 改築後

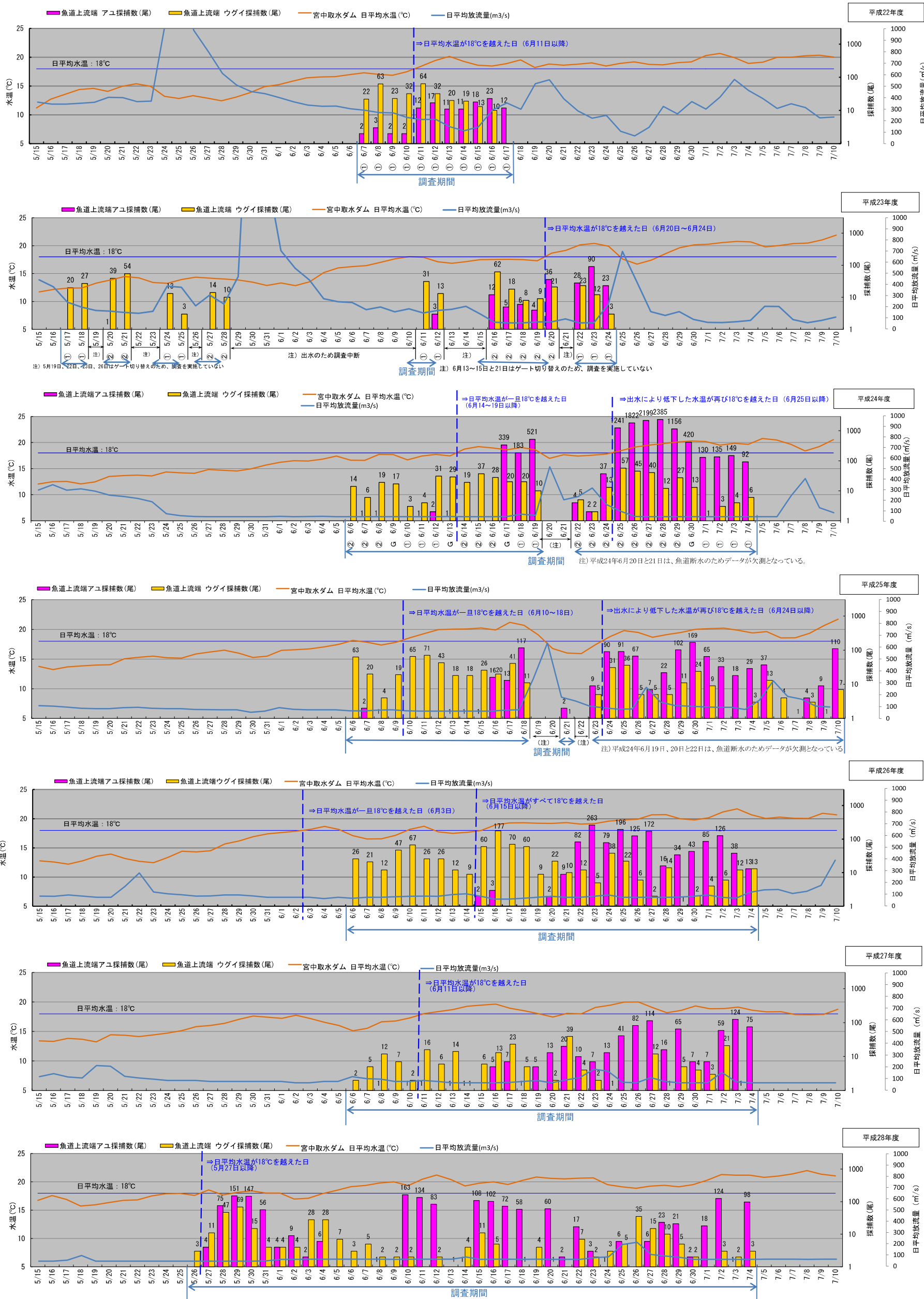


図 4.1.1 アユ及びウグイの遡上個体数の推移（平成 22 年度～平成 28 年度）

(5) 主要魚種の体長分布

宮中取水ダム周辺の主要魚種であるアユとウグイの、魚道上流端で採捕された個体の体長分布は図 4.1.2 と図 4.1.3 に示すとおりである。

①アユ

調査期間や体長測定サンプル数が異なるため一概に言えないが、平均体長は平成 23 年度と 24 年度が 9 cm 台（9.2～9.4cm、平均 9.3cm）、平成 25 年度～28 年度は 10cm 台（10.4～11.1cm、平均 10.7cm）であった。

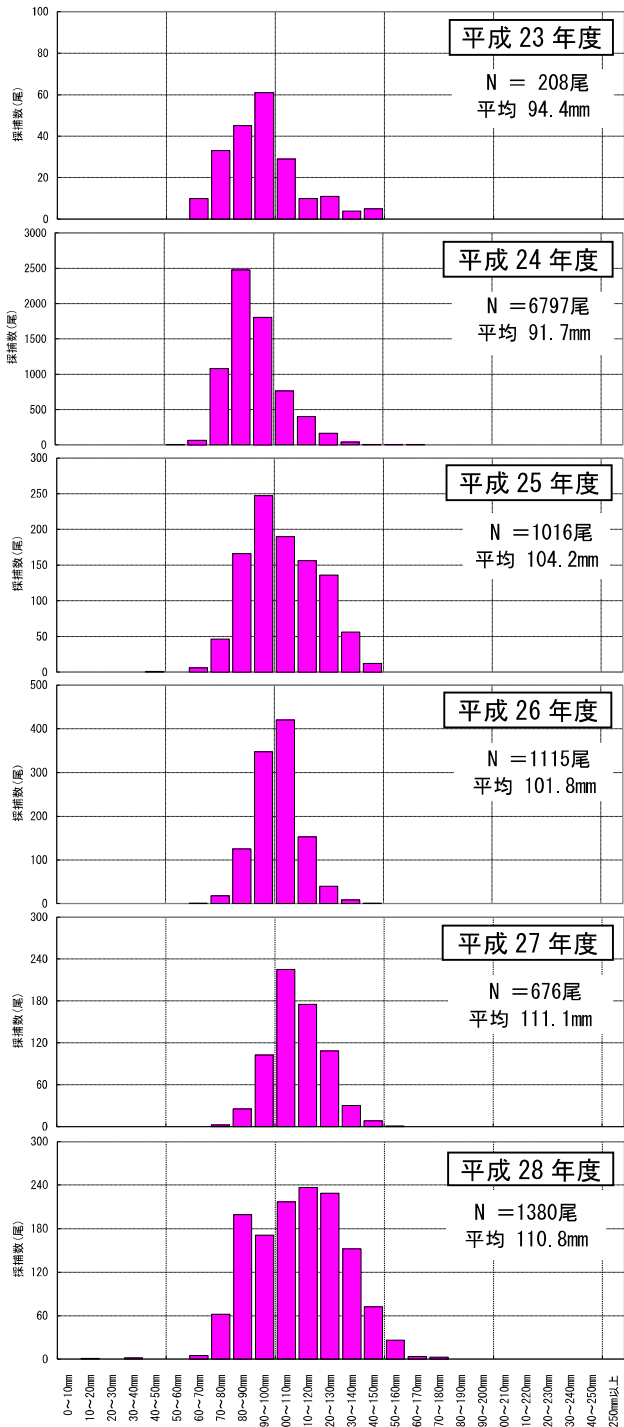


図 4.1.2 魚道上流端で採捕された個体の体長分布（アユ）

②ウグイ

各年度のサンプル全体の平均体長は、年度ごとにより変動しており、10.4cm（平成 28 年度）～15.5cm（平成 23 年度）である。婚姻色の有無によって区分すると、濃い婚姻色を有する個体は大きく、婚姻色が見られない個体は小さい傾向が見られ、濃い婚姻色を有する個体の平均体長は 16.3cm～20.6cm に対して婚姻色が見られない個体は、9.1cm～12.6cm となっている。

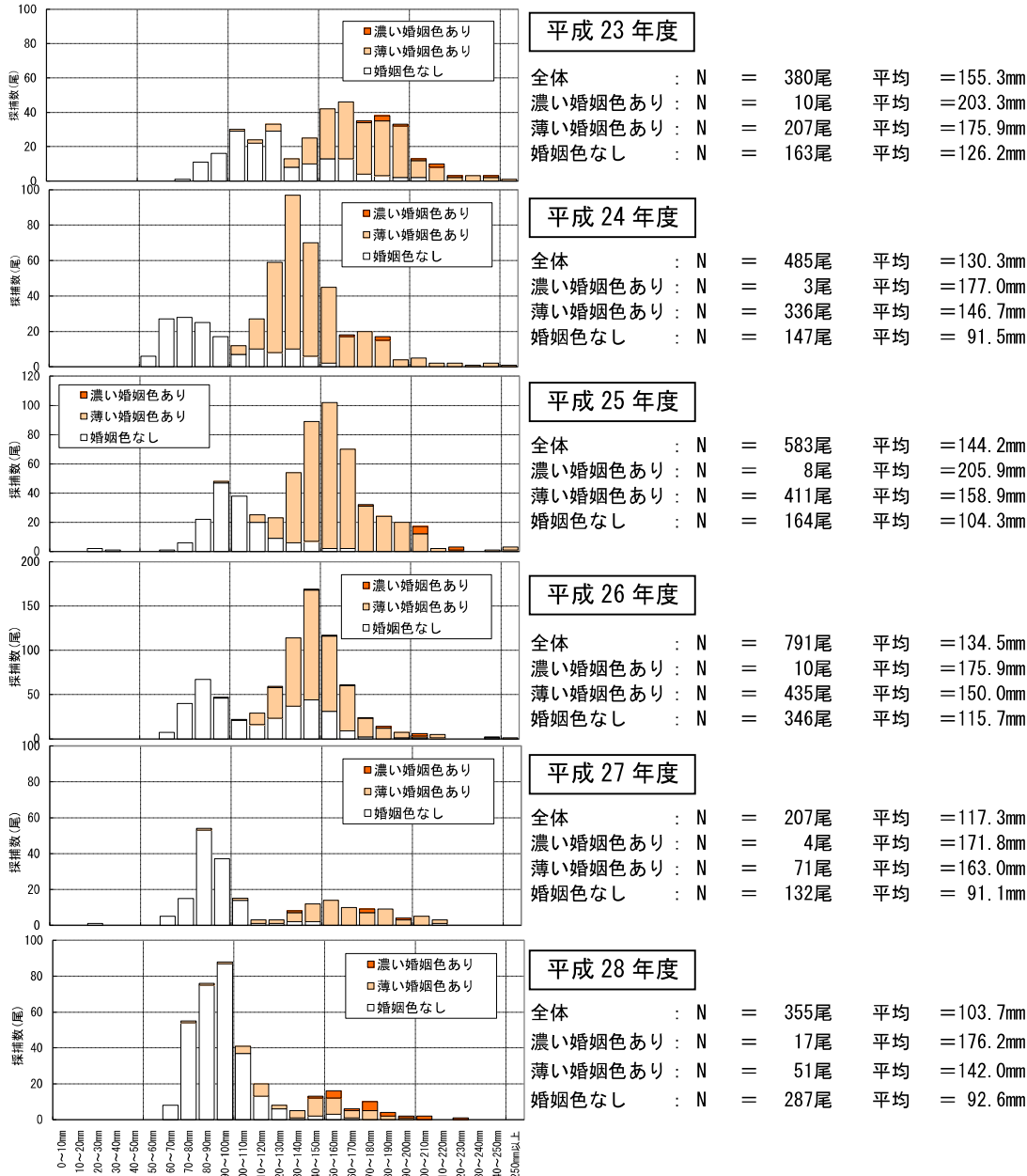


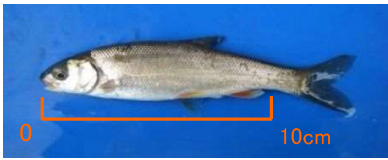
図 4.1.3 魚道上流端で採捕された個体の体長分布（ウグイ）



濃い婚姻色を有する個体



薄い婚姻色を有する個体



婚姻色のない個体

写真 4.1.1 ウグイの採捕個体の婚姻色による区分

(6) 魚道の選好性

魚道上流端における魚道タイプ別の採捕結果から魚種による魚道タイプ別の選好性が伺える。このため、アユ、ウグイ、オイカワ、ヤマメの4種を対象に既往文献より魚種別突進速度を整理した(表 4.1.2)。この結果をもとにアユの突進速度を19BL^(※)、ウグイ、オイカワの突進速度を10BL、ヤマメの突進速度を15BLとし、魚種別の体長分布を基にして遡上個体の突進速度を算出した(図 4.1.4～図 4.1.15)。

(注) (※) : BLは体長の略である。

アユについては、大型魚道の方が小型魚道に比較すると、やや平均突進速度は大きくなっている。なお、せせらぎ魚道の突進速度は、遡上個体が少ないため参考値であり一概に比較できないが、大型魚道と同程度の値である。

ウグイ、オイカワ、ヤマメについては、大型魚道に比較して小型魚道及びせせらぎ魚道を遡上する個体の突進速度はやや小さくなっており、個体サイズによる魚道の選好性が現れている。

なお、調査期間中の流速は、表 4.1.3 に示すように大型魚道は1.4～1.6m/s程度、小型魚道は0.9m/s程度、せせらぎ魚道は0.5m/s程度であったが、ウグイ、オイカワ、ヤマメについては、推計した突進速度が実測の流速値よりも小さい個体であっても遡上していることが確認された。

表 4.1.2 魚種別突進速度一覧

魚種	体長(mm)	突進速度(m/s)	体長比	採用値
アユ	66	1.2 ^{※2}	約 18	19
	50～90	1.0～2.0 ^{※1}	約 20	
ウグイ	70～100	1.0 ^{※1}	約 10	10
	150～	1.6 ^{※1}	約 10	
ヤマメ	100	1.5 ^{※3}	約 15	15
オイカワ	80～100	1.0 ^{※1}	約 10	10

※1)社団法人農業土木学会 (2002)『よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針』

※2)広瀬利雄 (1991)『魚道の設計』山海堂

※3)千田稔 (1995)『自然的河川計画』理工図書

表 4.1.3 魚道流速一覧(実測値) (単位 : m/s)

大型魚道	一般部	1.35～1.50	4箇所の測定結果
	切欠部	1.54～1.56	2箇所の測定結果
小型魚道		0.89～0.93	2箇所の測定結果
せせらぎ魚道		0.54	1箇所の測定結果

[注]1. 各測定値は捕獲用の網カゴを設置した状態での値である (平成28年5月25日測定)。

2. 測定場所は各魚道の捕獲用の網カゴを設置した場所であり、測定位置は大型魚道と小型魚道は隔壁越流頂の50%水深の位置である。

3. 越流水深設定値(ゲート開度)は、以下の通りである。
(大型魚道 : 24cm、小型魚道 : 13cm、せせらぎ魚道 : 15cm)

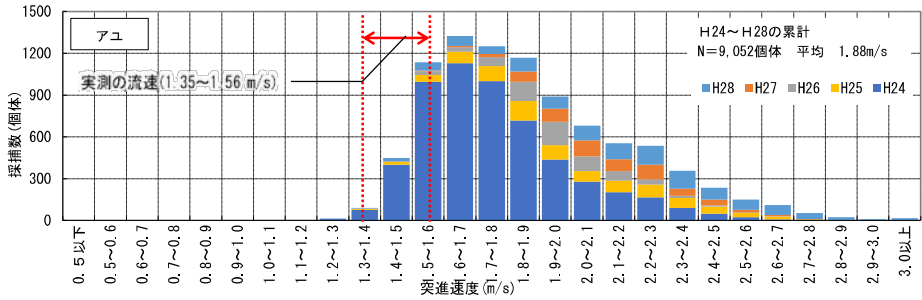


図 4.1.4 遡上個体の突進速度(大型魚道 : アユ)〔平成24～28年度〕

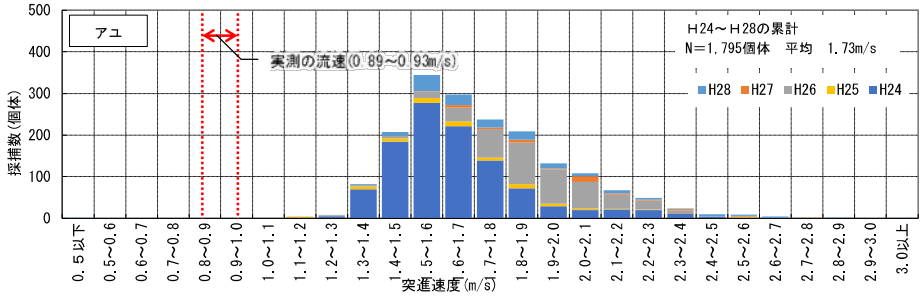


図 4.1.5 遡上個体の突進速度(小型魚道 : アユ)〔平成24～28年度〕

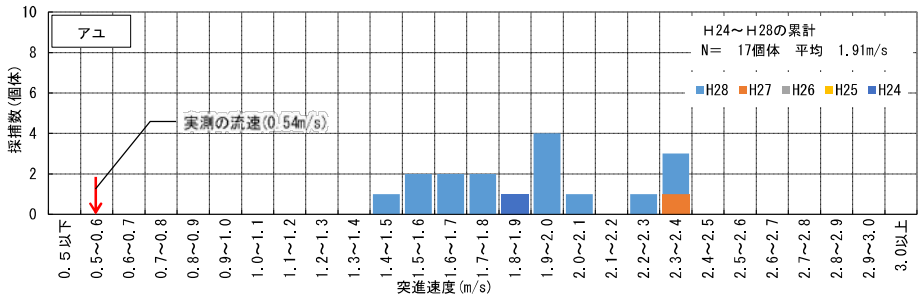


図 4.1.6 遡上個体の突進速度(せせらぎ魚道 : アユ)〔平成24～28年度〕

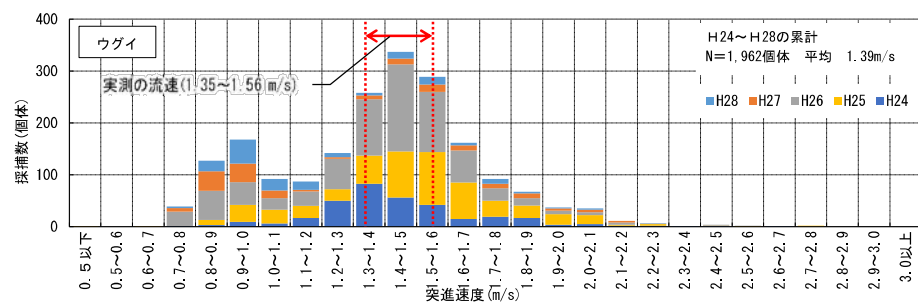


図 4.1.7 遡上個体の突進速度（大型魚道：ウグイ）〔平成 24～28 年度〕

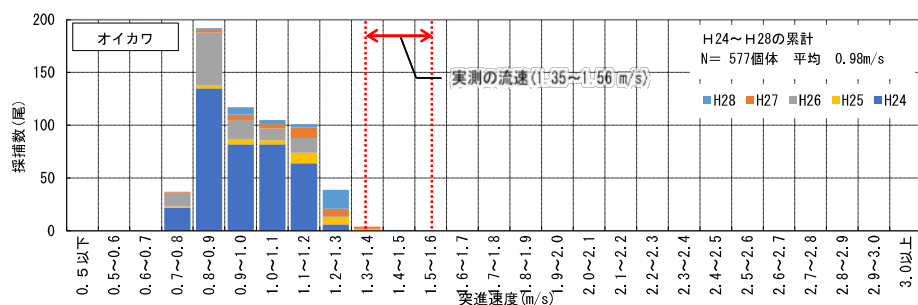


図 4.1.10 遡上個体の突進速度（大型魚道：オイカワ）〔平成 24～28 年度〕

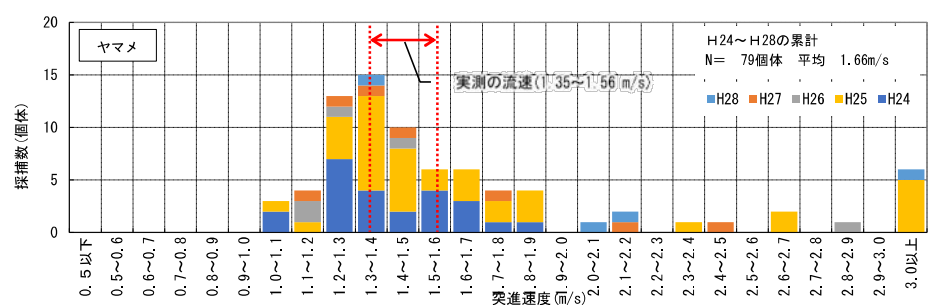


図 4.1.13 遡上個体の突進速度（大型魚道：ヤマメ）〔平成 24～28 年度〕

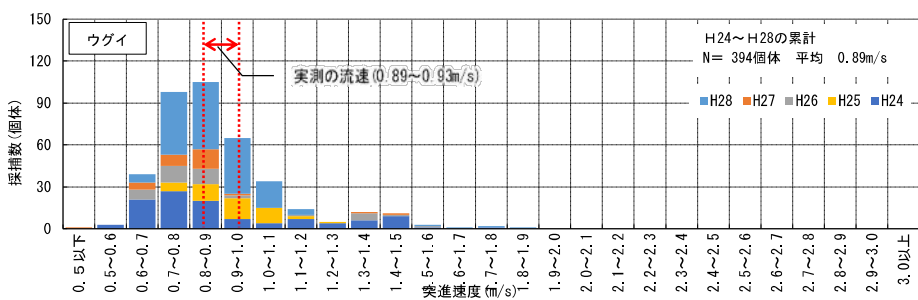


図 4.1.8 遡上個体の突進速度（小型魚道：ウグイ）〔平成 24～28 年度〕

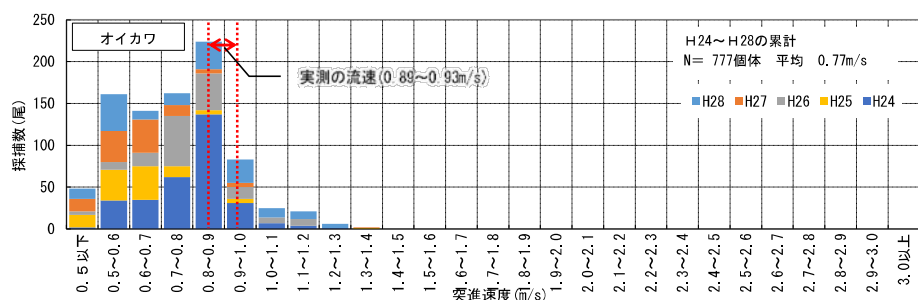


図 4.1.11 遡上個体の突進速度（小型魚道：オイカワ）〔平成 24～28 年度〕

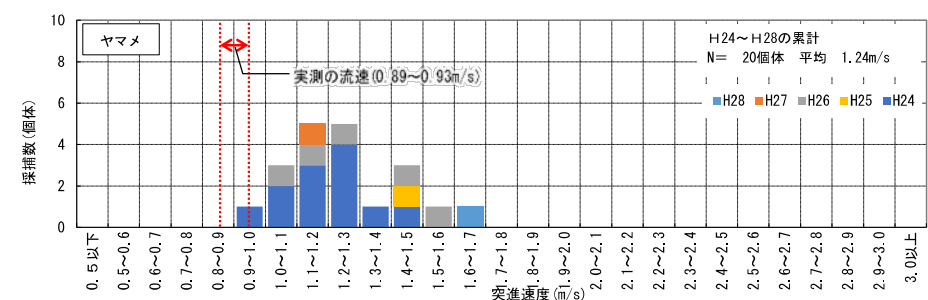


図 4.1.14 遡上個体の突進速度（小型魚道：ヤマメ）〔平成 24～28 年度〕

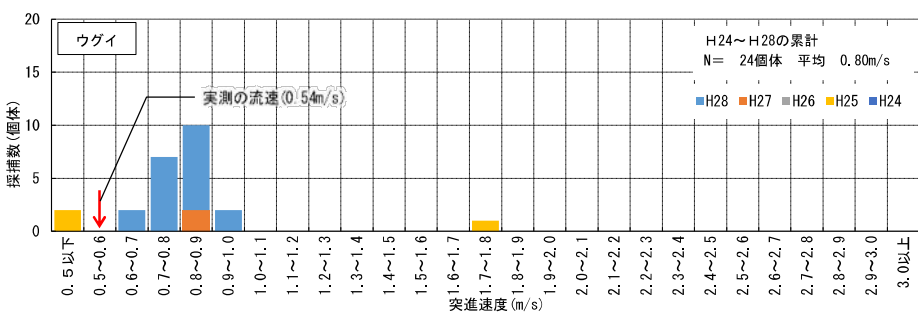


図 4.1.9 遡上個体の突進速度（せせらぎ魚道：ウグイ）〔平成 24～28 年度〕

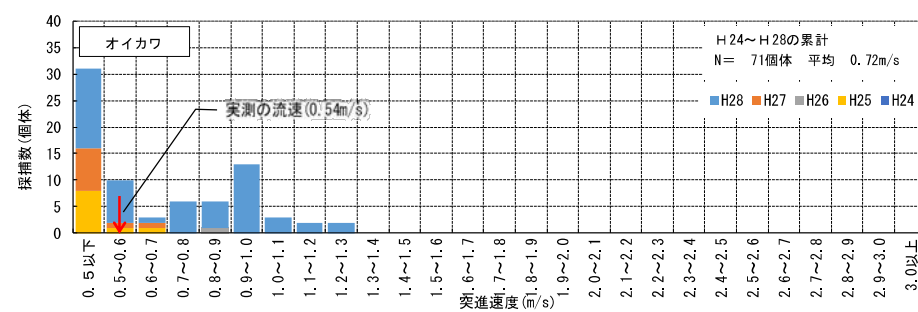


図 4.1.12 遡上個体の突進速度（せせらぎ魚道：オイカワ）〔平成 24～28 年度〕

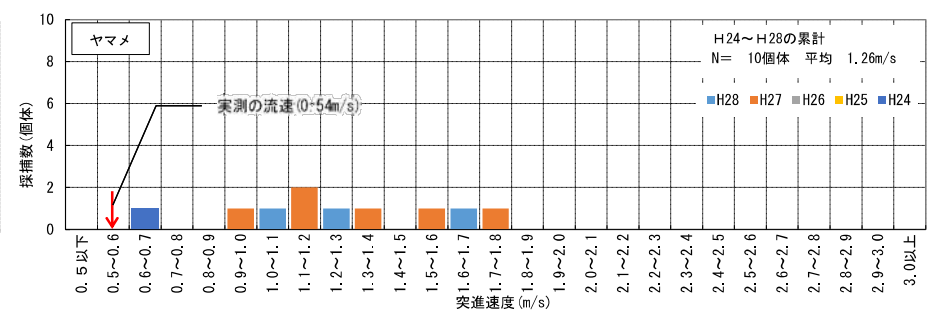


図 4.1.15 遡上個体の突進速度（せせらぎ魚道：ヤマメ）〔平成 24～28 年度〕

4.1.2 魚類遡上に係るモニタリング調査結果の評価

(1) モニタリング調査結果の評価の視点

FU 委員会です承された「魚道構造改善後の効果確認」という課題を検証するために、モニタリング調査を平成 24 年度～平成 28 年度の 5 年間にわたって実施してきた。
5 年間実施してきたモニタリング調査結果の評価を以下の 3 つの視点から行った。

①魚道構造改善による効果

- ・改築前（平成 22 年度）と改築後（平成 24 年度～平成 28 年度の 5 年間）の調査結果を比較することにより、魚道改築による効果が現れているかを検証する。

②魚道改築に伴う検討対象魚種から見た評価

- ・設計段階で検討対象として選定した代表的魚種の遡上の有無を、改築後の魚道で確認することによって魚道が設計段階で想定した機能を発揮していることを検証する。

③改築後の魚道を遡上する魚類相の評価

- ・H24 年度～H28 年度まで 5 年間実施してきたモニタリング調査の各年比較を行ない、魚道を遡上する魚類相の概況が把握できているか検証する。

(2) 魚道構造改善による効果の評価

改築前（平成 22 年度）と改築後（平成 24 年度～平成 28 年度）の調査結果を比較すると、改築後の魚道は改築前に比較して魚種の多様性が増大したと評価される（表 4.1.4 参照）。

- ①改築前に遡上が確認された魚種のうち、オオヨシノボリ 1 種を除く 13 種は、改築後の調査でも確認され、同じ「属」に分類されるトウヨシノボリが 5 年間いずれも確認されていることから、改築前に遡上していた 14 種が遡上できる魚道構造になっていることが確認された。

- ②改築後の魚道で遡上が確認された魚種は年度別では 19～24 種、5 年間累計で 30 種であり、改築前に比較して年度別では 5～10 種、累計で 16 種増加している(表 4.1.4 参照)。
このように、改築によってより多くの魚種に対応できる魚道構造に改善されたと考えられる。特に、せせらぎ魚道の新設によって、改築前には魚道入口部下流付近で確認されたものの、上流端では確認されなかったトウヨシノボリの遡上が確認されたことは、主として底生魚を対象としたせせらぎ魚道の新設の効果が現れたものと考えられる。

(3) 魚道改築に伴う検討対象魚種からみた評価

宮中取水ダム魚道構造改善方策の検討にあたっては、関係水域（信濃川中流部の清津川合流点から魚野川合流点までの区間）における魚類相をもとに検討対象種として 16 種^{注)}を選定し、これらの魚種の生態や水理的な選好性（流速や水深等）を設計条件に反映し、魚道を施工した。

注) 検討対象魚種 16 種は、カワヤツメ、ウナギ、コイ、フナ(フナ類)、オイカワ、ウケクチウグイ、ウグイ、ニゴイ、アカザ、アユ、ニッコウイワナ、ニジマス、サケ、サクラマス・ヤマメ、カジカ、ヨシノボリ類である。なお、検討対象魚種の選定と魚道の設計条件への反映経緯については、「信濃川発電所宮中取水ダム魚道改善検討委員会 第 3 回委員会資料（資料 4）（平成 22 年 1 月 21 日開催）」の P17～P25 に記載している。

平成 24 年度～28 年度の 5 年間の魚道上流端における捕獲調査及びそれ以外の調査結果を含めると、16 種すべての遡上が確認され、魚道改善の効果が出ていると評価される（表 4.1.4 参照）。

(4) 改築後の魚道を遡上する魚類相の評価

確認種数及び個体数は調査年度によって多少変動がみられるが、当該水域で生息数が稀な種以外は経年的にも遡上が確認されており、各年度とも 20 種前後が確認され、遡上数の多い個体はアユ、ウグイ、オイカワの 3 種で変わらないことから、5 年間のモニタリング調査によって、魚道を遡上する魚類相の概況は把握できたと評価される（表 4.1.4 参照）。

表 4.1.4 改築前後の遡上確認魚種及び改築にあたっての検討対象魚種の比較

① 魚道上流端の捕獲調査で確認された種

No.	目名	科名	種名	改築前	改築後					検討対象魚種(●印)
				平成 22年度	平成 24年度	平成 25年度	平成 26年度	平成 27年度	平成 28年度	
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	スナヤツメ類					○		●
2	ウナギ	ウナギ	ウナギ	○	○					●
3	コイ	コイ	ギンブナ	○	○	○			○	●
－			フナ属					○		
4			オイカワ	○	○	○	○	○	○	●
5			カワムツ		○	○	○		○	
6			アブラハヤ	○	○	○	○	○	○	
7			ウケクチウグイ		○			○		●
8			ウグイ	○	○	○	○	○	○	●
9			モツゴ		○			○	○	
10			ビワヒガイ	○	○	○	○			
11			タモロコ			○	○	○	○	
12			カマツカ	○	○	○	○	○	○	
13			ニゴイ	○	○	○	○	○	○	●
14			スゴモロコ		○	○	○			
－			スゴモロコ属	○						
－			コイ科稚魚				○	○		
15		ドジョウ	ドジョウ				○		○	
16			カラドジョウ			○				
－			ドジョウ属					○		
17			シマドジョウ		○	○	○	○	○	
18	ナマズ	ギギ	ギギ	○	○	○	○			
19		ナマズ	ナマズ			○				
20		アカザ	アカザ		○	○		○		●
21	サケ	アユ	アユ	○	○	○	○	○	○	●
22		サケ	ブラウントラウト		○	○	○	○	○	
23			ニッコウイワナ		○	○	○	○	○	●
24			ニジマス			○		○		●
25			サクラマス		○	○	○	○	○	●
－			ヤマメ	○	○	○	○	○	○	
26	カサゴ	カジカ	カジカ	○	○	○	○	○	○	●
27	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル						○	
28			オオクチバス			○				
29			コクチバス		○	○	○	○	○	
30		ハゼ	オオヨシノボリ	○						
31			トウヨシノボリ		○	○	○	○	○	●
－			ヨシノボリ属	○						
計	7目	12科	31種	14種	22種	24種	19種	21種	19種	14種 ^{注4)}
				30種						

② 上記以外の調査で確認された種

No.	目名	科名	種名	改築前	改築後					検討対象魚種(●印)
				平成 22年度	平成 24年度	平成 25年度	平成 26年度	平成 27年度	平成 28年度	
1	コイ	コイ	コイ					○		●
2	サケ	サケ	サケ	○	○	○	○	○	○	●
計	2目	2科	2種	1種	1種	1種	1種	2種	1種	2種 ^{注4)}

凡例  : 魚道改築前調査(平成22年度)では採捕されなかったが、改築後調査(平成24年度～平成28年度)で新たに採捕された種
 : 魚道改築前調査(平成22年度)では採捕されたが、改築後調査(平成24年度～平成28年度)では採捕されなかった種

注1) サクラマスとヤマメは同じ種であるため、1種として計上している。

注2) 本表では、スゴモロコとスゴモロコ属は同種として扱っている。

注3) 改築後のモニタリング調査で、特定の年度でのみ採捕された種(稀な種)は以下のとおりである。

- ・スナヤツメ類: 平成27年度(1個体)、ウナギ: 平成24年度(1個体)、カラドジョウ: 平成25年度(1個体)、ナマズ: 平成25年度(1個体)、ブルーギル: 平成28年度(1個体)、オオクチバス: 平成25年度(3個体)。

注4) 検討対象魚種(16種)のうち、改築後の魚類遡上状況調査において、魚道上流端で採捕されたのは本表の①に示す14種であるが、②に示すように

コイとサケの2種も遡上を確認しており、検討対象とした16種すべての遡上が確認されている。

・コイ: 平成27年6月3日に大型魚道の最上流部のプール内で1個体確認している(体長は約45cm)。

・サケ: 別途、中流域協議会に係る調査(魚道内に設置した秋期のトラップ調査)で、平成22年～平成28年度に各年とも遡上を確認している。

注5) 第3回委員会資料では、検討対象魚種のうちの1種は「カワヤツメ」としている。現地調査で確認されたスナヤツメ類は、カワヤツメかスナヤツメか判定できなかったために、スナヤツメ類とした。形態的には、スナヤツメとカワヤツメは非常に似た種であり、スナヤツメ類の遡上を確認したことは、カワヤツメも遡上可能と判断した。

4.2 洪水期モニタリング

4.2.1 調査概要

(1) 調査目的

「洪水期モニタリング」は、宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証の一つの課題である、「魚道へ魚をさらに誘引できる右岸側滞筋の形成」を把握するために、一定規模以上の出水があった場合に出水後の河床変動状況や構造物の状況等を確認する目的で実施したものである。

モニタリングの視点は以下のとおりである。

- 河道の変化・・・宮中取水ダム及び宮中橋定点からの河床高の変化傾向把握
- 施設の安全性・・・低水護岸の基礎部、根固め工、魚道擁壁、宮中橋橋脚基礎の変状確認

(2) 調査フロー

洪水期モニタリングは、図 4.2.1 に示すフローに従い実施してきた。具体的には、一定規模以上の出水※）が発生した場合、目視による河床変化および構造物周辺の洗掘状況の確認（モニタリング第1段階）を行い、河床変化が認められる場合には、必要に応じて横断測量による河床変動状況の確認（モニタリング第2段階）を行うこととしている。

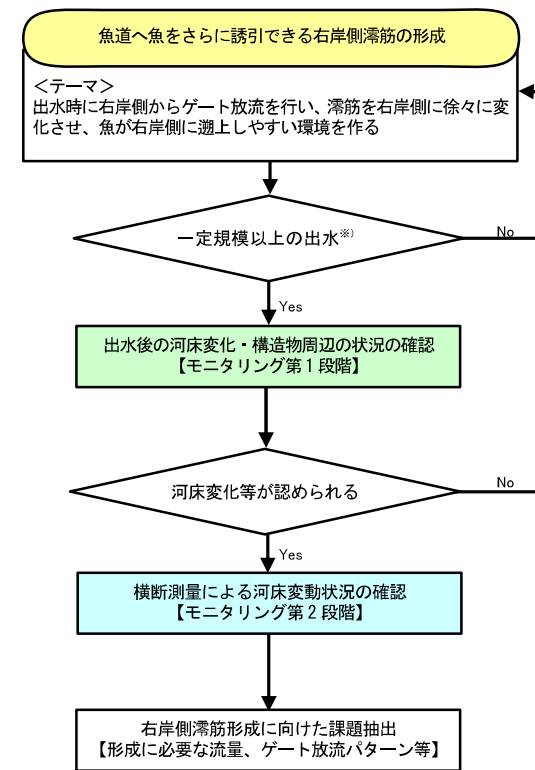


図 4.2.1 洪水期モニタリング調査フロー

注）「一定規模以上の出水」について
平成 26 年度までは対象流量を 1,500m³/s としていたが、平成 23 年 9 月 22 日の 2,682 m³/s の出水でも大きな変化が認められなかったことから、平成 27 年度以降は対象流量規模を 3,000 m³/s 以上としている。

(3) 調査内容

洪水期モニタリングの調査内容等は、表 4.2.1 に示すとおりである。

表 4.2.1 洪水期モニタリングの調査内容等

モニタリング項目		モニタリング手法	調査内容
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	目視	宮中取水ダム管理橋、宮中橋等定点で観測するポイントを定め、洪水前後の土砂の移動状況について、写真およびビデオ撮影を行い、確認する。
		横断測量※)	宮中取水ダム上下流に横断測線を複数点設定し、洪水前後の横断形状の違いについて測量を行い、確認する。なお、宮中取水ダム上流（貯水池）については、定期堆砂測量により確認する。
	砂州の変化状況	航空写真撮影※)	洪水前後の土砂移動状況について、航空写真撮影を行い確認する。なお、洪水前の航空写真撮影は平常時の全体流況の把握を兼ねる。
		横断測量※)	宮中取水ダム下流に横断測線を複数点設定し、洪水前後の砂州形状の違いについて測量を行い、確認する。
施設の安全性	低水護岸の基礎部の変状	目視	低水護岸の基礎部の変状の有無を目視にて確認する。
	根固め工の流出・沈下	目視	根固め工の流出、沈下の有無を目視にて確認する。
		横断測量※)	特に懸念される地点については、洪水前後に横断測量を行う。
	魚道擁壁基礎の洗掘	目視	魚道擁壁基礎の洗掘の有無を目視にて確認する。
	宮中橋橋脚基礎の洗掘	目視	宮中橋橋脚基礎の洗掘の有無を目視にて確認する。

※）を付けた項目（横断測量と航空写真撮影）は、第1段階の目視調査結果をふまえて、必要に応じて実施する項目である。

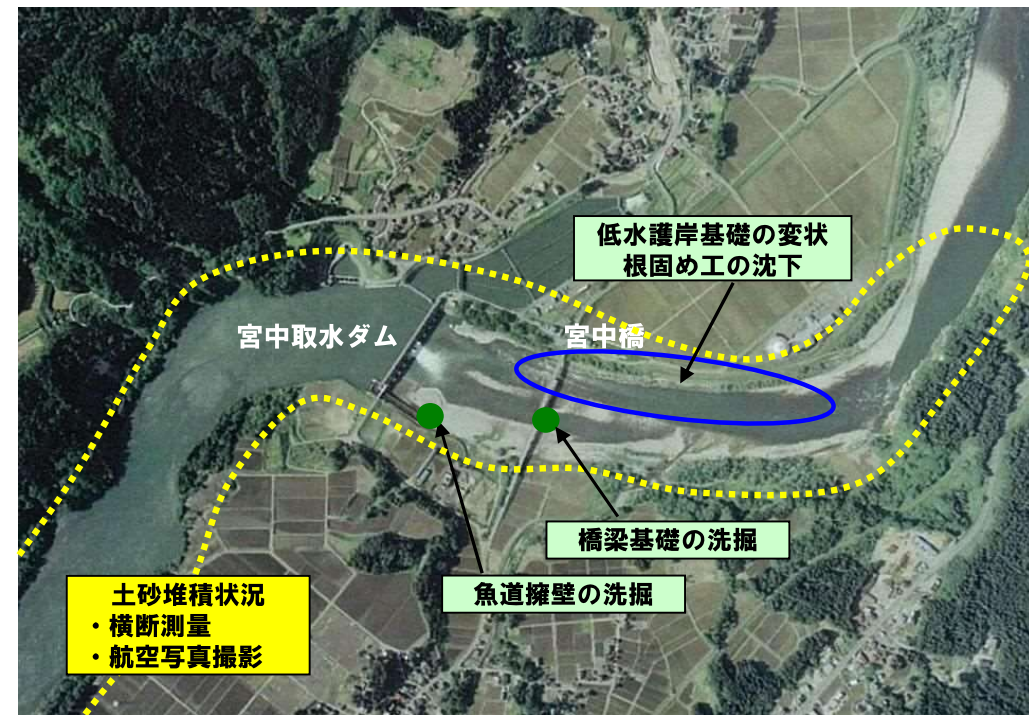


図 4.2.2 洪水期モニタリング調査概要図

4.2.2 調査結果

(1) モニタリング調査の実施状況

これまでに実施した洪水期モニタリング調査は、平成 23 年度の 3 出水、平成 25 年度の 2 出水であり、平成 26 年以降は対象規模以上の出水がなかったため実施していない（表 4.2.2 参照）。

表 4.2.2 洪水期モニタリング実施状況

モニタリング項目		年度	平成 23 年度				平成 25 年度	
		出水の規模	5 月 12 日出水放流量 1,663m³/s	5 月 30 日出水放流量 3,444m³/s	9 月 3 日出水放流量 1,575m³/s	9 月 22 日出水放流量 2,682m³/s	9 月 17 日出水放流量 3,880m³/s	10 月 16 日出水放流量 1,568m³/s
		調査実施日	5 月 20 日	6 月 12 日・18 日	実施せず※	10 月 14 日	10 月 1 日	11 月 7 日
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	目視	○	○	－	○	○	○
		横断測量	－	○	－	－	○	－
	砂州の変化状況	航空写真	横断測量は、平成 23 年 7 月 27 日～29 日に実施（左岸滯筋部は水深が深いこと及び流速が速いため、未実施）、ソナーによる補足調査を平成 23 年 10 月 17 日～21 日に実施				横断測量は 12 月 18 日～21 日で実施	
			－	○	－	○	○	－
施設の安全性	低水護岸の基礎部の状況	目視	平成 23 年 10 月 11 日に航空写真撮影を実施				12 月 5 日に航空写真撮影を実施	
			○	○	－	○	○	○
	根固め工の流出・沈下	目視	○	○	－	○	○	○
		横断測量	－	－	－	－	－	－
			目視により変化が見られなかったため、実施せず				目視により変化が認められなかったため、実施せず	
	魚道擁壁基礎の洗掘	目視	○	○	－	○	○	○
	宮中橋橋脚基礎の洗掘	目視	○	○	－	○	○	○

注）※：5 月 12 日出水後の目視モニタリング調査より、当該出水規模での大規模な河道変化、施設の安全性に影響を及ぼす変化が認められないと判断し、調査は実施していない。
【凡例】「○」：調査を実施した項目、「－」：調査を実施していない項目

(2) モニタリング調査結果

モニタリング調査結果を表 4.2.3 に、これまでの宮中取水ダム下流の砂洲や滯筋変化の状況を図

4.2.3 に、また、横断測量の結果を図 4.2.4 に示す。

表 4.2.3 モニタリング結果の概要

項目	モニタリング調査結果
目視および横断測量による出水後の河床変化・構造物周辺状況の確認	平成 23 年 5 月 12 日出水（放流量 1,663m³/s） 【目視】出水前後でほとんど河道の変化がなかった。
	5 月 30 日出水（放流量 3,444m³/s） 【目視】右岸側滯筋～河岸の形状の変化及び宮中橋下流右岸の流路の拡大および宮中取水ダム～宮中橋間の中州の表層に変化がみられた。 【横断測量等】横断測量成果から、右岸側滯筋の河床低下ならびに中州表層の一部の流出が確認された。一方、ソナー測量成果から、ダム直下は出水前の河床高と大きな変化が見られなかった。左岸滯筋部については、宮中取水ダム～宮中橋間の河岸部の横断測量成果より、平成 23 年 1 月及び 3 月測量と比較して大きな変化が見られないため、出水前後で河床があまり移動していないと想定された。
	平成 23 年 9 月 22 日出水（放流量 2,682m³/s） 【目視】魚道入り口から第 9 号～第 11 号ゲート前面の土砂堆積が若干見られたものの、中州の位置、大きさや右岸滯筋部に大きな変化は見られなかった。また、護岸等施設には特に変化は見られなかった。
	平成 25 年 9 月 17 日出水（放流量 3,880m³/s） 【目視】右岸側滯筋～河岸の形状の変化及び宮中橋下流右岸の流路の拡大および宮中取水ダム～宮中橋間の中州の表層に変化がみられた。 【横断測量等】横断測量成果から、宮中取水ダム～宮中橋間の中州表層の一部の流出、宮中橋から下流区間の右岸側みお筋の延伸、河岸侵食が確認された。一方、左岸滯筋部については、宮中取水ダム～宮中橋間の河岸部の横断測量成果より、平成 23 年 7 月測量と比較して大きな変化が見られないため、出水前後で河床が大きく移動していないと想定された。
	平成 25 年 10 月 16 日出水（放流量 1,568m³/s） 【目視】中州の位置、大きさや右岸滯筋部に大きな変化は見られなかった。また、魚道擁壁部の河床低下がみられたが、施設には影響はなかった。
航空写真による砂州の変化状況	〔平成 23 年度〕 出水前（平成 22 年 12 月）と出水後（平成 23 年 10 月）の航空写真の比較結果より、中州地形の変化及び右岸側流路の拡大が確認された。一方、左岸側滯筋は大きく変化している状況は見られなかった。平成 23 年 5 月 30 日出水によって、右岸側滯筋が形成されたものと推測される。 〔平成 25 年度〕 出水前（平成 24 年 11 月）と出水後（平成 25 年 12 月）の航空写真の比較結果より、中州地形の変化及び宮中橋下流区間で右岸側流路の延伸が確認された。一方、左岸側滯筋は大きく変化している状況は見られなかった。

4.2.3 モニタリング調査結果のまとめ

- (1) 平成 22 年度～26 年度の 5 年間で、放流量が 3,000 m³/s を超える出水は 2 回発生している。この規模の出水が起こった場合には、宮中取水ダム～宮中橋区間にある中洲の一部の流出や、右岸側の滯筋の延伸等の河床の変化が見られたが、2,000 m³/s 未満の出水では変化が見られていない。また、平成 23 年 9 月 22 日の 2,682 m³/s の出水前後では大きな河床変化は見られなかった。
- (2) 放流量が 3,000 m³/s を超える出水が発生した場合には、魚道擁壁付近で約 1.3m 程度の河床低下も見られたが、魚道擁壁基礎が約 5m 程度深い位置にあることから魚道本体への影響はないことを確認した。また、宮中橋の橋脚等の構造物への影響は無いことも確認している。

4.2.4 調査結果の評価

洪水期モニタリング調査結果に基づいて、「魚道へ魚を更に誘引できる右岸側滯筋の形成」という観点から評価すると、放水量が 3,000 m³/s を超える出水が発生した場合には、中州の流出や右岸側滯筋の延伸等の河床の変化が見られ、徐々にではあるが右岸側にも滯筋が形成されつつあると考えられる。

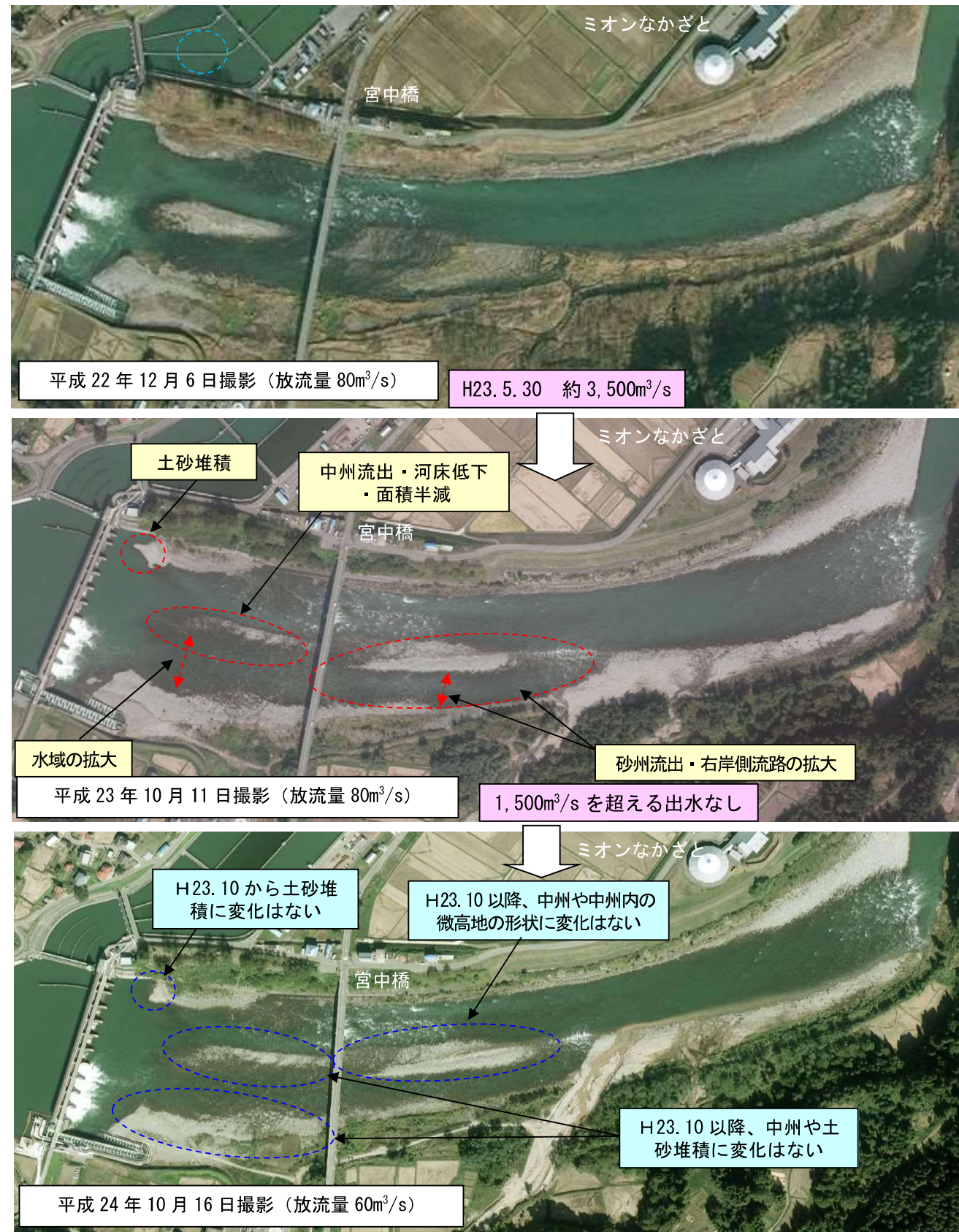


図 4.2.3 出水前後の航空写真の比較 (平成 22 年 12 月～平成 28 年 6 月)

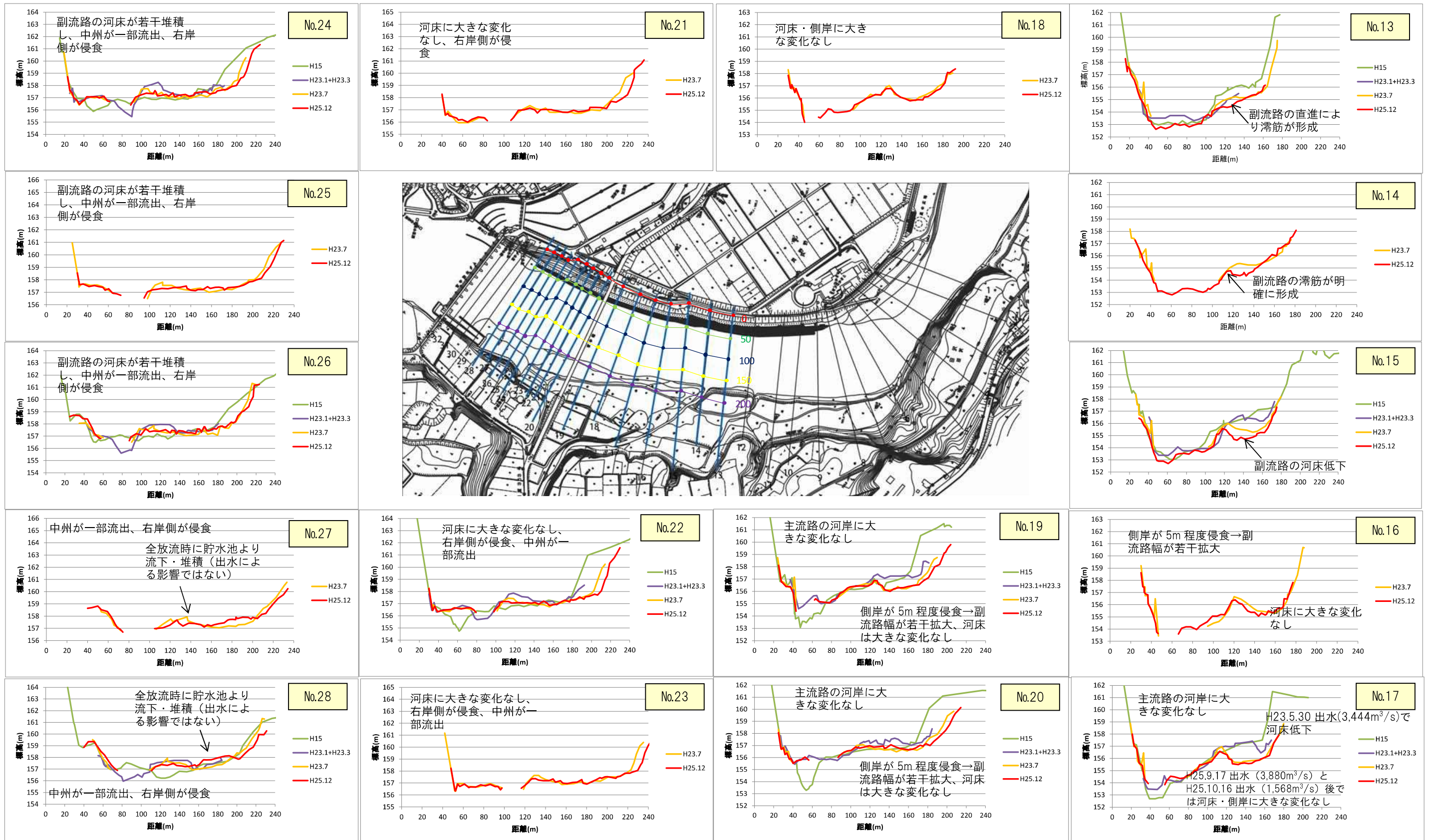


図 4.2.4 横断測量結果 (H15~H25.12 または H23.7~H25.12)

(注) 測線番号毎に記載した変化の有無等の状況は、平成 25 年 12 月に実施した測量結果をもとに記載したものである。

4.3 鳥類飛来状況調査

4.3.1 調査概要

- (1) 調査目的
- 宮中取水ダム魚道（特に、せせらぎ魚道）及びその周辺におけるカワウやサギ類による食害の状況を把握するための基礎資料を得ることを目的として、鳥類の飛来状況の実態を把握したものである。
- (2) 調査内容
- 1) 調査の実施状況
- 調査は平成 25 年度から平成 27 年度までの 3 年間実施し、調査時期は、夏鳥であるサギ類の渡来時期を考慮し、8 月末～9 月上旬の連続 3 日間とした。
- 調査時間は、カワウやサギ類の宮中取水ダムへの飛来状況及び宮中取水ダム周辺における日中の行動を把握するため、早朝から日没までとした。

表 4.3.1 調査の実施状況

年度	調査実施日	調査箇所・区間	調査項目	備 考
H25	平成 25 年 8 月 28 日～30 日 (5:00～19:00)	・宮中取水ダム魚道 ・ダム下流部を含む貯水池 から宮中橋までの区間	・鳥類の飛来状況及び行動	調査区間外でも調査地点から観察される上空飛翔個体や周辺区域の個体も記録した。
H26	平成 26 年 9 月 3 日～5 日 (5:00～18:00)			
H27	平成 27 年 9 月 3 日～5 日 (5:00～18:30)			

2) 調査区域及び調査地点

調査区域は、宮中取水ダム魚道及びダム下流部を含むダム貯水池から宮中橋を対象とした。なお、上記の区域外であっても、調査地点から観察される上空飛翔個体や周辺区域の個体も記録した。

調査地点（観察地点）は図 4.3.1 に示すとおり、宮中取水ダム堤体左岸側と右岸側にそれぞれ 1 箇所の合計 2 箇所とした。なお、調査員配置による人為的影響をさけるために、調査員は魚道からの最短直線距離で左岸側は約 370m、右岸側は約 60m 離して配置した。

3) 調査方法

調査は、高倍率の望遠鏡や双眼鏡を使用して実施した。

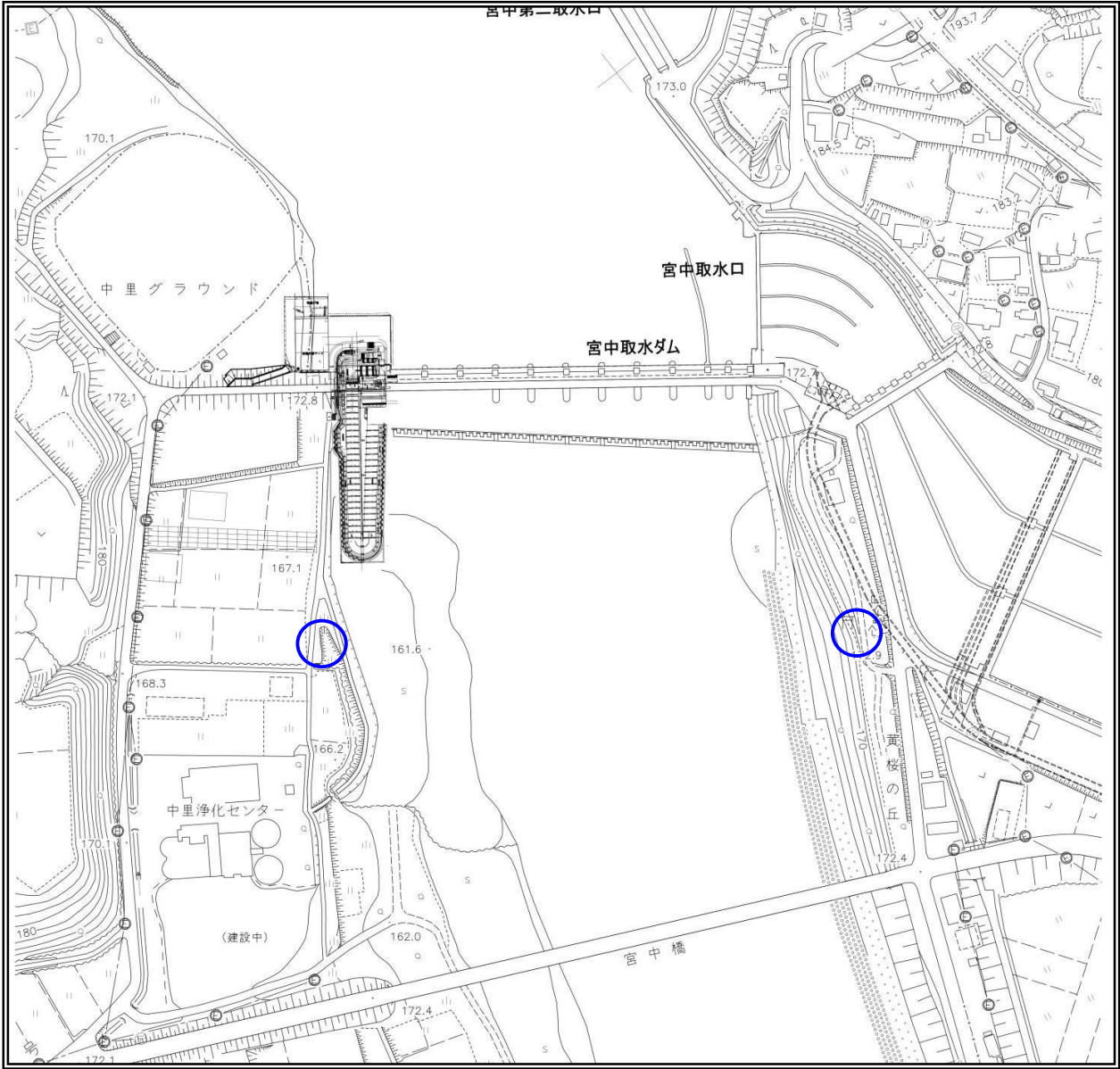


図 4.3.1 調査地点及び調査実施状況（○印：調査地点）

4.3.2 調査結果

(1) 確認種

現地調査の結果、平成 25 年度は 22 種、平成 26 年度と平成 27 年度にはいずれも 34 種、合計 40 種が確認された（表 4.3.2）。

平成 25 年度の確認種数が少なかった要因としては、調査時の気温が高温で、鳥類の活動が鈍かったことが影響している可能性がある。全体の確認種数は、年度により増減はあるものの、宮中取水ダム周辺及び魚道を利用する種については、大きな変化は見られなかったことから、宮中取水ダム魚道及び取水ダム周辺を利用する鳥類については、ほぼ把握できたものと考えられる。

表 4.3.2 確認種の状況

No.	目名	科名	和名	調査年度			取水ダム周辺			中州			大型			小型			せせらぎ			その他 周辺		
				H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27
1	ペリカン目	ウ科	カワウ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●				●	●	●
2	コウノトリ目	サギ科	ダイサギ	●	●	●				●	●	●	●	●	●			●				●	●	●
3			アオサギ	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●		●			●	●	●
4	カモ目	カモ科	オシドリ	●		●							●	●	●			●				●	●	●
5			マガモ		●	●									●							●	●	●
6			カルガモ	●	●	●				●	●			●	●							●	●	●
7	タカ目	タカ科	ミサゴ		●	●																●	●	●
8			ハチクマ			●																●	●	●
9			トビ	●	●	●																●	●	●
10			オオタカ		●	●																●	●	●
11			ノスリ		●	●																●	●	●
12			サシバ			●																●	●	●
13			クマタカ			●																●	●	●
14		ハヤブサ科	ハヤブサ	●	●	●																●	●	●
15	チドリ目	チドリ科	コチドリ	●		●							●	●					●			●	●	●
16		シギ科	イソシギ		●	●			●			●	●			●	●		●			●	●	●
17	ハト目	ハト科	ドバト			●																●	●	●
18			キジバト	●	●	●																●	●	●
19	カッコウ目	カッコウ科	ホトトギス			●																●	●	●
20	アマツバメ目	アマツバメ科	アマツバメ	●	●	●																●	●	●
21	フッポウソウ目	カワセミ科	カワセミ	●	●	●						●			●	●						●	●	●
22	キツキ目	キツキ科	アオゲラ		●	●																●	●	●
23			コゲラ		●	●																●	●	●
24	スズメ目	ツバメ科	ツバメ	●	●	●																●	●	●
25			イワツバメ		●	●																●	●	●
26		セキレイ科	キセキレイ	●	●	●				●	●		●	●		●	●	●				●	●	●
27			ハクセキレイ	●	●	●			●	●			●	●		●	●	●				●	●	●
28			セグロセキレイ	●	●	●			●	●			●	●		●	●	●				●	●	●
29		ヒヨドリ科	ヒヨドリ	●	●	●																●	●	●
30		ツグミ科	イソヒヨドリ		●	●																●	●	●
31		シジュウカラ科	ヤマガラ		●	●																●	●	●
32			シジュウカラ	●	●	●																●	●	●
33		ホオジロ科	ホオジロ	●	●	●																●	●	●
34		アトリ科	カワラヒワ	●	●	●																●	●	●
35			イカル		●	●																●	●	●
36		ハタオリドリ科	スズメ	●	●	●																●	●	●
37		ムクドリ科	ムクドリ			●																●	●	●
38		カラス科	カケス		●	●																●	●	●
39			ハシボソガラス	●	●	●																●	●	●
40			ハシブトガラス	●	●	●																●	●	●
合計	11目	22科	40種	22種	34種	34種	1種	1種	1種	2種	8種	5種	2種	5種	10種	0種	5種	7種	3種	5種	0種	22種	34種	34種

注）調査日：H25 年度 8/28～30、H26 年度 9/3～5、H27 年度 9/3～5

(2) 魚道タイプ別の確認状況

①大型魚道

大型魚道入り口部付近でカワウが潜水する様子やダイサギやアオサギが魚道擁壁上等にとまって休息・採餌する様子が確認されたが、採餌の様子は確認されなかった。魚道入り口部付近は本川と連続しており、魚道に遡上する魚類が滞留しやすい環境となっているため、餌場として利用しているものと考えられる。なお、平成 27 年度は、カワウ、ダイサギ及びアオサギの確認数が増えているが、この要因としては、平成 27 年度の鳥類調査期間中は中州が水没していたために、魚道擁壁を休息場として利用されていた可能性が考えられる。

また、大型魚道折返し部付近で、カワセミが水面に飛び込み小魚を捕食しているのが確認された。折返し部付近は比較的水面が広く流れも緩やかなため餌場として利用していたものと考えられる。

②小型魚道

小型魚道の折返し部上流では、ダイサギとアオサギが隔壁上に止まって採餌している様子が確認されたが、採餌の様子は確認されなかった。

なお、平成 27 年度は小型鳥類の確認数が増えているが、この要因としては、平成 27 年度調査時にはせせらぎ魚道が草本類に覆われ、餌場や休息場として利用できない状況であったため、小型魚道を休息場や餌場として利用した可能性が考えられる。

③せせらぎ魚道

魚食性鳥類としては、平成 26 年度にアオサギの休息が確認されたが、採餌・採餌の様子は確認されなかった。なお、平成 27 年度調査時には、せせらぎ魚道全体を覆うように繁茂したアメリカカサブクロウやヒメジソ（いずれも外来種）などの影響によって鳥類は確認されなかったが、草本類がない状態では小型鳥類は利用するものと考えられる。

表 4.3.3 魚道タイプ別確認状況の比較

和名	大型 魚道			小型 魚道			せせらぎ 魚道			行動	主な食性
	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27		
カワウ	2	9	23							採餌・休息	魚類
ダイサギ			44			4				採餌・休息	魚類・両生類
アオサギ	8	2	41		6	2		3		採餌・休息	魚類
オシドリ			1							休息	植物
カルガモ			1							採餌	植物
イソシギ		1	1		7	2		9		採餌	昆虫
カワセミ		2	1			4				採餌・採餌	魚類
キセキレイ		2	1			9	2	3		採餌	昆虫
ハクセキレイ			1		1	7		1		採餌	昆虫
セグロセキレイ		4	5		12	16	16	13		採餌・休息	昆虫
スズメ							11			採餌・休息	昆虫・植物

平成 27 年度に大型魚道で確認個体数が多かった種

平成 27 年度に小型魚道で確認個体数が多かった小型鳥類

(3) 宮中取水ダム下流の確認状況

①放流ゲート下流付近

放流ゲート下流付近は、周辺に比べ水深が深く魚類が滞留しやすい環境となっているため、潜水し、魚を捕食するカワウの採餌行動が確認された。

②中州

主として、カワウやサギ類の休息や、カモ類の休憩・採餌の場としての利用が多く確認された。

表 4.3.4 取水ダム下流における確認状況の比較

和名	放流ゲート 下流			中州			行動	主な食性
	H25	H26	H27	H25	H26	H27		
カワウ	10	15	6	23	18	10	採餌・採餌・休息	魚類
ダイサギ				3	2	1	採餌	魚類・両生類
アオサギ				14	11	6	採餌・休息	魚類
マガモ					15		休息	植物
カルガモ					19	23	採餌・休息	植物
イソシギ					1		採餌	昆虫
ハクセキレイ					2	1	採餌	昆虫
セグロセキレイ					5		採餌・休息	昆虫

4.3.3 大型の魚食性鳥類（カワウ・サギ類）の魚道内利用の可能性

平成 25 年度～平成 27 年度の 3 年間の調査で、宮中取水ダム魚道周辺で確認された大型の魚食性鳥類（カワウ・サギ類）について、現地調査結果及びそれぞれの種の生態的特徴をふまえて、これらの鳥類が魚道内を餌場として利用する可能性について検討した結果は以下のとおりである。

①カワウ

カワウは、水中に潜り泳ぎながら魚を捕食する種であるため、大型魚道や小型魚道については、魚道入口部を除き、魚道の隔壁間にあるプールのような狭く、流速がある水域を主要な餌場として利用することは難しいと考えられる。なお、折り返し部については水面も広いため、餌場として利用する可能性はあるが、3 年間の調査ではこうした行動は確認されていない。また、せせらぎ魚道については、大型魚道・小型魚道とは逆に水深が浅く潜水ができないため、餌場として利用できる状況にはない。

②サギ類

サギ類は、水辺の浅瀬や泥地、水田などを餌場として利用する種であるため、魚道の隔壁間にあるプールのような水深が深い場所は、餌場として利用できないものと考えられる。小型魚道については、折返し部上流の隔壁上に止まって採餌する様子は確認されたが、採餌は確認されなかった。なお、せせらぎ魚道については、水深が浅いものの玉石が配置され、長い嘴を使って採餌をするサギ類にとっては餌場としての条件に適さない場所であり、現地調査でも採餌は確認されなかった。

4.3.4 調査結果の評価

平成 25 年度～平成 27 年度の 3 年間の調査では、せせらぎ魚道内での魚類の採餌・採餌行動は観察されておらず、魚食性鳥類の魚道内の利用可能性も低いことから、現時点では防鳥対策の必要はないと考えられる。

表 4.3.5 確認された主な種と行動

	
魚道での休息（カワウ）	放流ゲート下流での採餌行動（カワウ）
	
中州での休息・採餌（カルガモ）	魚道入り口付近での採餌（アオサギ）
	
大型魚道内での採餌（カワウ）	小型魚道付近での飛翔（キセキレイ）
	
大型魚道での採餌（カワセミ）	ダム上流の集団ねぐら（ダイサギ）

4.4 評価のまとめと現在の運用及び対応状況

これまでに実施してきたモニタリング調査結果の評価と現在の運用及び対応状況を、FU 委員会で確認して頂いている「モニタリングの視点」ごとに整理して表 4.4.1 と表 4.4.2 に示す。

平成 22 年 6 月 2 日に開催した第 1 回 FU 委員会から、平成 24 年 11 月 26 日に開催した第 5 回 FU 委員会までの間は、表 4.4.1 と表 4.4.2 に示す個別のモニタリングの視点と委員の方々のご意見をふまえながら調査を実施し、その結果を報告したうえで、モニタリング内容の評価を実施してきた。

魚道改築後のモニタリングは平成 24 年度～平成 28 年度まで 5 年間にわたって実施してきているが、個別のモニタリング項目によっては平成 26 年度までの 3 年間の調査結果から、一定の結論が得られたと判断できる項目もあった。

こうした状況をふまえて、平成 26 年度の調査終了段階で、平成 26 年度までに実施してきたモニタリング調査結果の中間評価を行い、平成 27 年度以降の調査に反映してきた。

表 4.4.1 と表 4.4.2 に示した内容は、以上のモニタリング調査の経緯をふまえながら、平成 28 年度まで実施してきた調査結果を網羅し、現時点での評価と現在の運用及び対応状況を示したものである。

表 4.4.1 宮中取水ダム魚道におけるモニタリング調査結果の評価と現在の運用及び対応状況（その1）

No.	モニタリング の視点	モニタリングの 目的	調査項目	調査手法	モニタリング調査結果の概要	モニタリング調査結果の 評価	現在の運用及び対応状況
1	ダム下流部と 魚道の流れの 連続性の確保	ゲート放流方法 の有効性を検証 する	①大型魚(サケ)のモニ タリング調査 ②小型魚(アユ)のモニ タリング調査	①大型魚(サケ)のモニタリング調査 ■サケに発信機を装着したテレメト リー調査 ・平成 22 年 10 月 12 日～24 日 ②小型魚(アユ)のモニタリング調査 ■魚道上流端における捕獲調査 ・平成 23 年 5 月 17 日～6 月 24 日 ・平成 24 年 6 月 6 日～7 月 4 日	・大型魚(サケ)のモニタリング調査及び小型魚(アユ) のモニタリング調査のいずれの調査でも、遡上数は現 行操作規程に基づく放流方式の方が優位である事を 確認した。	・現行操作規程に基づく放 流方式が、魚類遡上の観点 からは妥当であると評価 される。	・当面、現行操作規程を平 常時操作規程として運用し ていくこととする。
2	魚道へ魚をさ らに誘引でき る右岸側滯筋 の形成	・河床及び滯筋 の変化を把握す る。 ・魚道や宮中橋 等の構造物への 影響を把握す る。	・放流量が 1,500m³/s 以上の出水後の河床 変化・構造物周辺の確 認（変化が大きい場合 には、河川横断測量実 施） 〔注〕平成 27 年度以降は 調査実施の判断基準を放 流量 3,000 m³/s としてい る。	■航空写真及び現地での目視観察に より変化を把握。 <1,500 m³/s 以上の発生状況> ・H23.05.12 1,663 m³/s ・H23.05.30 3,444 m³/s ・H23.09.03 1,575 m³/s ・H23.09.22 2,682 m³/s ・H25.09.17 3,880 m³/s ・H25.10.16 1,568 m³/s	・平成 22 年度～26 年度の 5 年間で、放流量が 3,000 m³/s を超える出水は 2 回発生している。この規模の出 水が起こった場合には、宮中取水ダム～宮中橋区間に ある中洲の一部の流出や、右岸側の滯筋の延伸等の河 床の変化が見られたが、2,000 m³/s 未満の出水では変 化が見られていない。また、平成 23 年 9 月 22 日の 2,682 m³/s の出水前後では大きな河床変化は見られな かった。 ・放流量が 3,000 m³/s を超える出水が発生した場合に は、魚道擁壁付近で約 1.3m 程度の河床低下も見られ たが、魚道擁壁基礎が約 5m 程度深い位置にあること から魚道本体への影響はないことを確認した。また、 宮中橋の橋脚等の構造物への影響は無いことも確認 している。	・放流量が 3,000 m³/s を超 える出水が発生した場合 には、中洲の流出や右岸側 滯筋の延伸等の河床の変 化が見られ、徐々にではあ るが右岸側にも滯筋が形 成されつつあると考えら れる。	・これまでの調査で河床変 動が起こることが想定され る放流量 3,000 m³/s 以上の 出水が発生した場合には、 出水後に洪水期モニタリン グを実施し、滯筋の変化や 土砂動態変化等、河道デー タの蓄積を図ることとして いる。 なお、洪水後は、3,000 m³/s 未満の出水であっても、従 前どおり魚道擁壁周辺の点 検等は実施し、構造物とし ての安全性の確認は実施し ていくこととしている。
3	魚道構造改善 後の効果確認	・魚道改築後の 魚類の遡上状況 を把握し、魚道 改築による改善 効果を把握す る。	・大型、小型、せせら ぎ魚道を遡上する魚 種及び個体数(特にア ユ及びウグイの遡上 時期に留意)	■魚道上流端における改築後の捕獲 調査 ・平成 24 年 6 月 6 日～7 月 4 日 ・平成 25 年 6 月 6 日～7 月 10 日 ・平成 26 年 6 月 6 日～7 月 4 日 ・平成 27 年 6 月 6 日～7 月 4 日 ・平成 28 年 5 月 26 日～7 月 4 日 注) 平成 25 年度はアユの遡上のピークを確 認するため調査期間を延長した。 注) 平成 28 年度は雪が少なく河川水温が高 い状況にあったため、調査開始日を早めた。	・魚道上流端での採捕魚種数・個体数は以下のとおり であり、検討対象種 16 種全ての遡上を確認すると共 に、改築前に比較して遡上確認魚種数は増加してい る。 <改築前：平成 22 年度> ・大型・小型魚道合計：14 種（551 個体） <改築後：大型・小型・せせらぎ魚道合計> ・平成 24 年度：22 種（12,776 個体） ・平成 25 年度：24 種（2,088 個体） ・平成 26 年度：19 種（2,471 個体） ・平成 27 年度：21 種（1,076 個体） ・平成 28 年度：19 種（2,218 個体） 注) 平成 24 年度～26 年度の調査時間は 6 時～19 時の 13 時間、 平成 27 年度～28 年度は 9 時～17 時の 8 時間である。	・改築前(平成 22 年度)と改 築後(平成 24 年度～28 年 度)の調査結果を比較する と、改築後の魚道は改築前 に比較して魚種の多様性 が増大したと評価される。	・平成 24 年度～平成 26 年 度の調査結果に基づいて、 平成 27 年度～28 年度は調 査時間を短縮して調査を実 施したが、調査結果には大 きな影響は与えていないも のと考えられる。

表 4.4.2 宮中取水ダム魚道におけるモニタリング調査結果の評価と現在の運用及び対応状況(その2)

No.	モニタリングの視点	モニタリングの目的	調査項目	調査手法	モニタリング調査結果の概要	モニタリング調査結果の評価	現在の運用及び対応状況
4	魚道の機能改善と維持管理	4-1.せせらぎ魚道における防鳥対策の必要性検討の基礎資料を得る。	・鳥類飛来状況調査	■ダム下流左岸、右岸各1地点からの定点観察調査(日の出～日没まで)。 ＜平成25年度＞ ・平成25年8月28日～30日(3日間) ＜平成26年度＞ ・平成26年9月3日～5日(3日間) ＜平成27年度＞ ・平成27年9月3日～5日(3日間)	・大型魚道の入口部付近でカワウが潜水する様子や、ダイサギやアオサギが魚道擁壁上などに止まって休息、採餌する様子が確認された。一方、せせらぎ魚道周辺では、平成25～26年度調査では、キセキレイ、セグロセキレイ、スズメ等が確認されたが、いずれも魚食性の鳥類ではなく、昆虫類等の採餌行動であり、せせらぎ魚道内での魚類の採餌行動は観察されなかった(平成27年度は草本類に覆われており、鳥類の利用は確認されなかった)。	・平成25年度～27年度の3年間の調査では、せせらぎ魚道内での魚類の採餌・採餌行動は観察されておらず、現時点では防鳥対策の必要はないと考えられる。	・日々のメンテナンスを通して問題が生じた場合には、必要に応じて対策(案)を検討していく。
		4-2.流木・塵芥防止設備の効果把握する。	・魚道出口部上流の貯水池内に設置した網場による流木・塵芥の魚道内への流入防止効果の確認	■目視による確認調査 ・平成24年6月25日 ・調査結果(流入防止効果)は第5回FU委員会(平成24年11月26日開催)に報告済	・出水に伴って流下してくる流木・塵芥は、ほとんどが魚道前面の網場で止まっており、細かい草木の破片等を除いて、魚道内への流入は見られない状態である。	・魚道内への流木・塵芥の流入はほとんど見られない状態になっており、設置した設備の効果が出ていると評価される。	・定期点検の一環として、網場の状態をチェックし、流木・塵芥防止効果が継続するように維持管理を実施する。
5	改築後の大型・小型魚道の流況確認。	・カゴ詰玉石工の配置による流況安定化の確認	・最大水面変動幅 ・越流部の流速 ・流況の安定化の状況(目視)	■電磁流速計による流速測定、メジャーによる水面変動幅の計測等 ・平成24年5月25日～8月2日の間に述べ8日間実施 ・調査結果は第5回FU委員会(平成24年11月26日開催)に報告済	・カゴ詰玉石工の配置によって、最大水面変動幅を大型魚道で6cm程度に、小型魚道で4cm程度に抑制できた。また、越流部の流速は当初想定した流速の範囲に入っており、魚類の遡上には問題がないことを確認した。	・流況対策工(カゴ詰玉石工)によって、通水当初に発生したセイシュは抑制でき、魚道内の流況は安定した状況で維持することが可能な状況になったと評価される。	・大型魚道及び小型魚道については、現在の安定した流況の状態で継続運用している。

4.5 FU 委員会の課題と対応結果

平成 22 年度～平成 28 年度までの 7 年間の調査結果を、これまで FU 委員会で議論してきた課題との関係で整理すると以下の通りである。

4.5.1 ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保

(1) 検討経緯と概要

「ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保」にかかる検討は、現地での放流実験や放流パターンを変えた場合の効果を検証するために実施したサケテレメトリー調査やアユの遡上・迷入状況調査等の数年にわたる調査結果に基づいて、FU 委員会において、平常時は主に右岸側からの放流を行うという現行操作規程が妥当であると判断された。

現行の操作規程に至るまでに調査、検討した内容は以下のとおりである。

- ① 現地放流実験及び流況解析（平成 22 年度実施）【第 2 回及び第 3 回 FU 委員会に報告】
- ② サケテレメトリー調査（平成 22 年度実施）【第 2 回 FU 委員会に報告】
- ③ アユ遡上及び迷入状況調査（平成 23 年度及び 24 年度実施）【第 4 回及び第 5 回 FU 委員会に報告】

(2) 検討結果

以上の数ヵ年にわたる調査・解析結果から大型魚、小型魚いずれについても現行操作規程に基づく放流方法の有効性が確認され、現在に至っている。

- ①大型魚（サケ）を対象として平成 22 年の秋季に実施したモニタリング調査の結果、現行操作規程に基づく放流方法（放流パターン 2）が、旧操作規程に基づく放流方法（放流パターン 1）に比較して魚道に到達する個体が多かったことから、現行操作規程に基づくパターンの有効性が確認された。
- ②小型魚（アユ）を対象として平成 23 年度と平成 24 年度に実施したモニタリング調査結果でも、放流パターン 2の方がより遡上数が多くなる結果となり、現行操作規程に基づくパターンの放流方法の有効性が確認された。

4.5.2 魚道へ魚をさらに誘引できる右岸側滯筋の形成

放流量が 3,000 m³/s を超える出水が発生した場合には、中洲の流出や右岸側滯筋の延伸等の河床の変化が見られ、徐々にではあるが右岸側にも滯筋が形成されつつあると考えられる。

なお、放流量が 3,000m³/s を超える出水は、平成 25 年 9 月 17 日（3,880m³/s）以降現在まで発生していない。このため、平成 25 年 9 月 17 日出水以降、宮中取水ダムからミオンなかさと付近までの中洲の形状^(※)や宮中橋下流にある左岸側（主流路）と右岸側（副流路）の滯筋の合流部には大きな変化はみられない。

（※注）宮中橋上流の中洲の一部は新潟県が実施している宮中橋の耐震補強工事に伴う瀬替工事によって掘削されたためやや浅くなった箇所が見られる。

4.5.3 魚道構造改善後の効果確認

魚道等の構造改善後の平成 24 年度～平成 28 年度まで実施したモニタリング調査によって魚道遡上を確認した魚種は累計で 16 種増加しており、多くの魚種に対応できる魚道構造に改善されたものと考えられる。

また、トウヨシノボリやドジョウなどの底生魚の遡上が確認されたことは、せせらぎ魚道の新設の効果が現れたものと考えられる。

なお、魚道機能改善の一環として平成 26 年 12 月以降、せせらぎ魚道のゲート開度（運用水深）を従来（平成 24 年度～26 年度）の 8cm から 15cm に引き上げた。その結果、せせらぎ魚道上流端における遡上確認種は従来の 7～9 種が 12～15 種に増加した。

5. 今後の方針

5.1 今後のモニタリング調査等の方針

(1) 魚類遡上状況調査

平成 24 年度～平成 28 年度の 5 年間実施したモニタリング調査によって、魚道構造改善による効果は確認されたが、生息・遡上環境が変化する可能性も考えられることから、当面、魚道上流端における魚類遡上状況調査を継続して実施する。

(2) 魚道へ魚をさらに誘引できる右岸滯筋の形成(洪水期モニタリング調査)

平成 26 年度以降は 3,000m³/s を超える出水は発生していないが、出水が発生した場合には滯筋が変化することもある。このため、3,000m³/s 以上の出水が発生した場合には、従来通り魚道等の構造物の点検を行うとともに、滯筋の変化にも留意していくこととする。

(3) 防鳥対策

防鳥対策については、現状では対策の必要はないと判断しているが、引き続き状況を注視しながら、必要に応じて対策（案）を検討していく。

5.2 委員会の今後について（案）

FU 委員会の目的は、「信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会にて検討された改善方策を検証し、設計等構造改善実施に向けた取り組みを行うこと」（規約第 2 条）とされている。FU 委員会は平成 22 年 6 月 2 日の第 1 回委員会から平成 24 年 11 月 26 日の第 5 回委員会まで開催され、それ以降は年度ごとに実施するモニタリング調査計画（案）や、調査結果を FU 委員の学識者の方々に報告し、指導・助言を得ながらモニタリング調査を平成 28 年度まで継続してきた。

5 年間にわたるモニタリング調査の結果、魚道等の構造改善によって所期の効果があらわれていると評価されるものと考えている。今後は、現在の FU 委員の方々の指導・助言等を適宜頂きながら継続する調査を実施していくこととしたい。

なお、委員会で審議すべき大きな課題が生じた場合は委員長代行と相談の上、再度、委員会を開催することとしたい。

卷末資料編

1. 委員会開催の経緯	資料-1
2. 検討委員会及びFU委員会の概要	資料-1
(1) 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会（「検討委員会」という）	
▪ 第1回（平成21年9月8日：クロステン十日町）	資料-2
▪ 第2回（平成21年11月12日：ホテルニューオータニ長岡）	資料-3
▪ 第3回（平成22年1月21日：ホテルニューオータニ長岡）	資料-4
▪ 第4回（平成22年3月29日：ハイブ長岡）	資料-5
(2) 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会（「FU委員会」という）	
▪ 第1回（平成22年6月2日：ホテルニューオータニ長岡）	資料-6
▪ 第2回（平成22年11月26日：ハイブ長岡）	資料-7
▪ 第3回（平成23年4月27日：ホテルニューオータニ長岡）	資料-8
▪ 第4回（平成23年12月15日：ホテルニューオータニ長岡）	資料-9
▪ 第5回（平成24年11月26日：ホテルニューオータニ長岡）	資料-10

1. 委員会開催の経緯

(1) 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会

回	日時	場所	主要議事内容等
第1回	平成21年9月8日 14：00～16：00	クロステン十日町	・設立趣旨の確認、規約の説明 【議事】 ・宮中ダム魚道の概要 ・宮中ダム魚道の位置 ・宮中ダム魚道の改善経緯 ・宮中ダム魚道の概要 ・現在の魚道の問題点
第2回	平成21年11月12日 14：00～16：00	ホテルニューオータニ長岡	【議事】 ・第1回委員会内容の確認 ・宮中取水ダム魚道構造改善検討 ・ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保 ・魚道本体の改善検討 ・魚道出口ゲートの改善検討
第3回	平成22年1月21日 14：00～16：00	ホテルニューオータニ長岡	【議事】 ・第2回委員会内容の確認 ・宮中取水ダム魚道構造改善検討 ・ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保 ・魚道本体の改善検討 ・魚道出口ゲートの改善検討
第4回	平成22年3月29日 14：30～16：30	ハイブ長岡	【議事】 ・第3回委員会内容の確認 ・宮中取水ダム魚道構造改善検討 ・ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保 ・魚道本体の改善検討 ・魚道出口ゲートの改善検討

(2) 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会

回	日時	場所	主要議事内容等
第1回	平成22年6月2日 13：30～15：30	ホテルニューオータニ長岡	・設立趣旨の確認、規約の説明 【議事】 ・宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証について ・ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保 ・魚類遡上調査計画 ・魚道の設計について
第2回	平成22年11月26日 13：30～15：30	ハイブ長岡	【議事】 ・第1回委員会内容の確認 ・宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証について ・ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保 ・魚類遡上調査計画 ・魚道の設計について
第3回	平成23年4月27日 14：00～16：00	ホテルニューオータニ長岡	【議事】 ・第2回委員会における議事要旨とその対応 ・宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証等 ・平成23年度調査計画
第4回	平成23年12月15日 14：00～16：00	ホテルニューオータニ長岡	【議事】 ・第3回委員会における議事要旨とその対応 ・宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証等 ・魚道改築工事について ・平成24年度調査計画
第5回	平成24年11月26日 14：00～16：00	ホテルニューオータニ長岡	【議事】 ・第4回委員会における議事要旨とその対応 ・宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証等 ・委員会の今後の進め方（案）

2. 検討委員会及びFU委員会の概要

第1回～第4回の検討委員会及び、第1回～第5回のFU委員会の概要は、次ページ以降に示すとおりである。

第1回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会（平成21年9月8日）

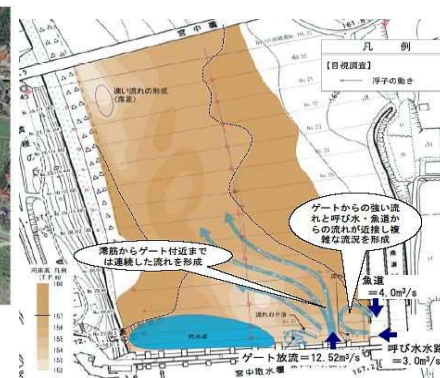
■信濃川中流域水環境改善検討協議会における信濃川中流域の水環境に関わる検討ならびに提言を踏まえ、信濃川発電所宮中取水ダムの右岸魚道について、魚道及びダム下流部の流況の問題点を整理し、その改善方策を検討することを本委員会の目的とすることが了承された。

■第1回委員会の内容として、①現魚道に関する問題点の認識共有、②改善方策の基本方針、③改善方策の検討方針について議論され、概ね了承いただくとともに、委員からのご指導とご助言を戴いた。

現魚道に関する問題点

問題点1：ダム下流部と流れの連続性の確保

- 滞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
- 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



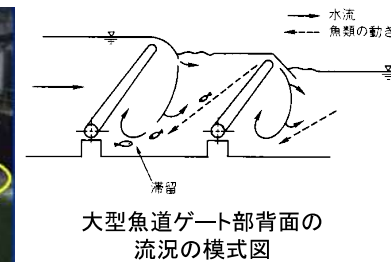
問題点2：魚道本体（大型魚道）のプール内の流況

- プール内の流れが複雑
- 流量条件によって横波（セイシュ）が発生



問題点3：魚道出口（大型魚道）のゲート

- 流量条件によって剥離流が生じる
- ゲートが下流側に転倒する構造であるため魚がゲート裏側に回りこみ滞留時間が長くなる

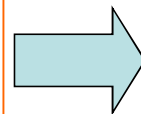


改善方策の基本方針

- 効果的かつ経済性を考慮した改善で問題点解決を図る。

改善方策の検討方針

- 検討手法としては、流況解析等の机上検討、現地放流実験、魚道水理模型実験を基本とする。



委員会での議論・今後の方針

- 【問題点1】ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保に関して
- 宮中取水ダム下流における滞筋の変遷を整理する
 - 魚道本体と魚道へ導く下流河道の連続性を確保できる放流方法を検討

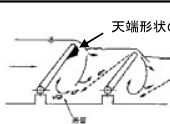
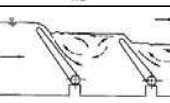
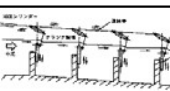
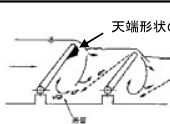
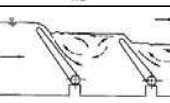
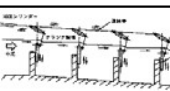
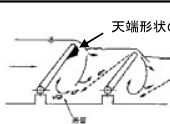
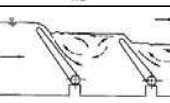
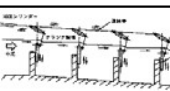
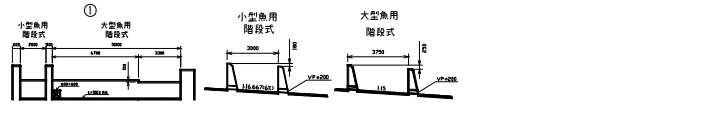
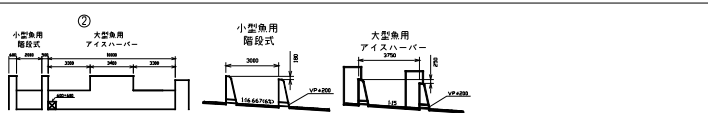
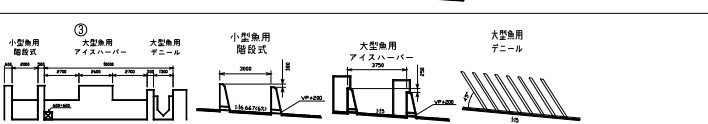
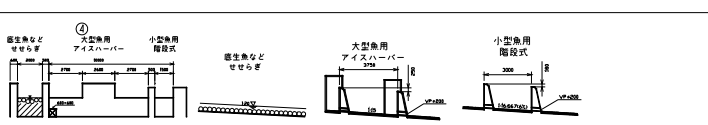
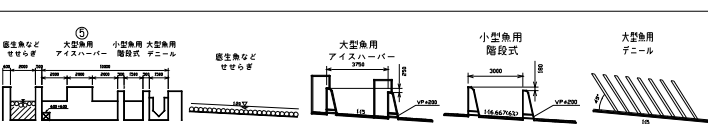
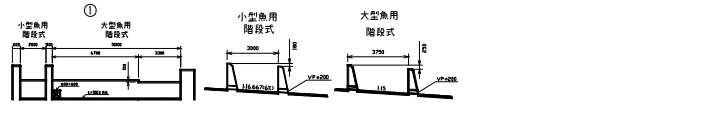
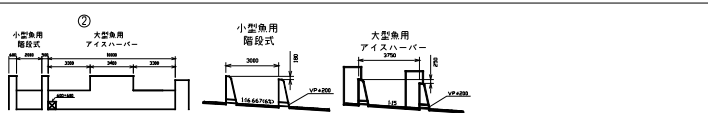
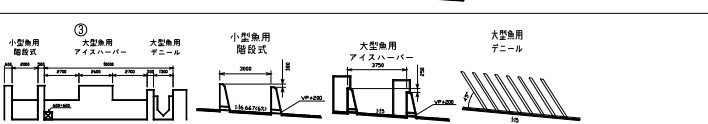
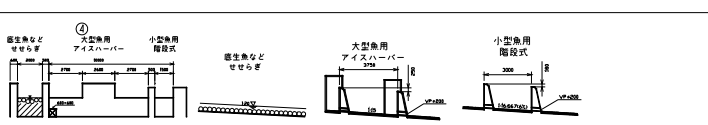
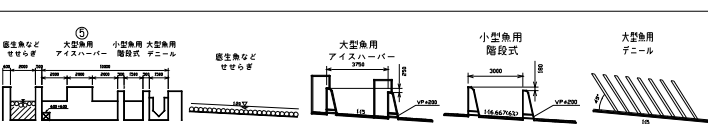
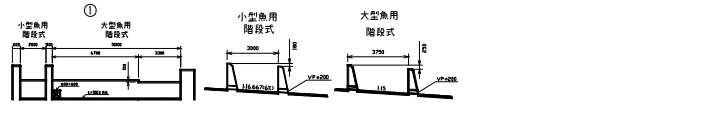
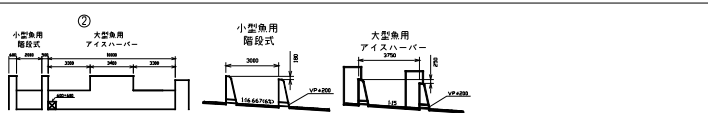
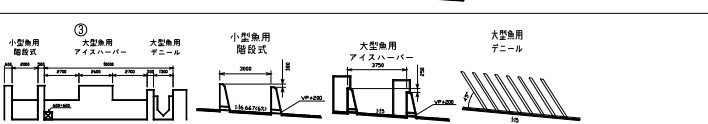
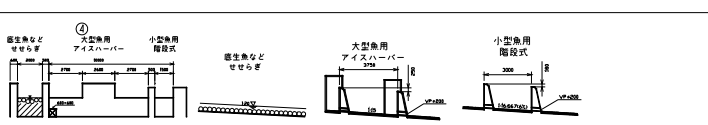
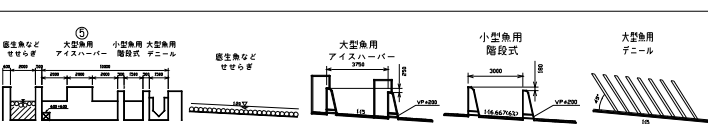
- 【問題点2】魚道本体（大型魚道）に対して
- 協議会で整理されている問題点の改善に加えて①より多様な魚種への対応性を高める、②呼び水効果をさらに高める魚道構造改善を検討

- 【問題点3】魚道出口ゲートに関する問題点
- 魚道出口ゲート改善案の抽出

次回委員会で討議

第2回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会（平成21年11月12日）

- 第1回委員会です承された問題点1～3の検討方針に従い、技術的検討成果を報告
- 【問題点1】ダム下流部と流れの連続性確保：洪水時の流量規模と右岸側のゲート操作による右岸側滞筋形成が期待できることを確認→今後、遡上環境改善のための現地実験、洪水時の水理解析による滞筋移動の予測等を実施していく
- 【問題点2】魚道本体（大型魚道）→宮中取水ダムにおける魚道形式組み合わせ案を提示→今後、魚道の対象魚種、構造形式・改善方針の整理、適切な魚道流量の設定について検討していく
- 【問題点3】魚道ゲート：既往資料等の文献調査からゲート天端形状・形式について検討案を提示→流速に多様性を持たせられる魚道出口ゲートの形状について検討していく

委員会のまとめ		問題点3：魚道出口ゲート																																							
問題点1：ダム下流部と流れの連続性の確保		現魚道の問題点として挙げられている「滞筋と魚道が反対側に位置しており、呼び水の効果が弱い」の改善方法として、宮中取水ダム下流河道の河道形状（河床高、滞筋等）の変遷を整理した上で、洪水時のゲート操作による右岸側滞筋形成の可能性を検討    昭和22年 平成元年 平成20年																																							
□ダム建設前の写真より、宮中取水ダム地点は滞筋が左岸に大きく寄っていた。 □ダム建設後、左岸側に固定化。ゲートによってコントロールされ、中央部からの放流、またサケの遡上に合わせた右岸側ゲートからの放流も実施。 □現在では、左岸側の滞筋に加え、右岸側にも滞筋が形成→ゲート放流により、右岸側の河床が少しずつ洗掘されたと推測 →洪水時の流量規模と右岸側のゲート操作による右岸側の滞筋の形成も期待できると考えられる。		<table><tr><th></th><th>概 要</th><th>概 要 図</th></tr><tr><td>現況 下流側起伏式ゲート</td><td>扉体を下流側に倒伏させることによって水位変動に対応する</td><td></td></tr><tr><td>第1案 扉体形状の変更等</td><td>扉体天端形状に丸みをつけることなどによって、剥離流の改善を図る</td><td></td></tr><tr><td>第2案 上流側起伏式ゲートへの変更</td><td>扉体を上流側に倒伏させることによって、扉体下部への魚の潜り込みと剥離流の改善を図る</td><td></td></tr><tr><td>第3案 昇降式ゲートへの変更</td><td>扉体を昇降させることによって、水位が変化しても扉体天端越流部の流況が変わらないようにする</td><td></td></tr></table>					概 要	概 要 図	現況 下流側起伏式ゲート	扉体を下流側に倒伏させることによって水位変動に対応する		第1案 扉体形状の変更等	扉体天端形状に丸みをつけることなどによって、剥離流の改善を図る		第2案 上流側起伏式ゲートへの変更	扉体を上流側に倒伏させることによって、扉体下部への魚の潜り込みと剥離流の改善を図る		第3案 昇降式ゲートへの変更	扉体を昇降させることによって、水位が変化しても扉体天端越流部の流況が変わらないようにする																						
	概 要	概 要 図																																							
現況 下流側起伏式ゲート	扉体を下流側に倒伏させることによって水位変動に対応する																																								
第1案 扉体形状の変更等	扉体天端形状に丸みをつけることなどによって、剥離流の改善を図る																																								
第2案 上流側起伏式ゲートへの変更	扉体を上流側に倒伏させることによって、扉体下部への魚の潜り込みと剥離流の改善を図る																																								
第3案 昇降式ゲートへの変更	扉体を昇降させることによって、水位が変化しても扉体天端越流部の流況が変わらないようにする																																								
問題点2：魚道本体（大型魚道）		魚道本体の改善にあたって根本的に改善するかを含めて検討し、魚道形式の分類と一次抽出を行った上で宮中取水ダムにおける魚道形式組み合わせ案を提示 <table><tr><th>案</th><th>形式の組合せ案</th><th>概要図</th><th>大型魚</th><th>小型魚</th><th>底生魚・甲殻類</th></tr><tr><td>1</td><td>小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用階段式魚道（改善）</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>△△</td></tr><tr><td>2</td><td>小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用アイスハーバー型魚道</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>△△</td></tr><tr><td>3</td><td>小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用アイスハーバー型魚道＋大型魚用デニール</td><td></td><td>○ ○</td><td>○ ×</td><td>△ △ ×</td></tr><tr><td>4</td><td>底生魚・甲殻類用せせらぎ魚道＋小型魚用階段式魚道＋大型魚用アイスハーバー型魚道</td><td></td><td>×</td><td>×</td><td>○ △ △</td></tr><tr><td>5</td><td>底生魚・甲殻類用せせらぎ魚道＋小型魚用階段式魚道＋大型魚用アイスハーバー型魚道＋大型魚用デニール</td><td></td><td>×</td><td>×</td><td>○ △ △ ×</td></tr></table>				案	形式の組合せ案	概要図	大型魚	小型魚	底生魚・甲殻類	1	小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用階段式魚道（改善）		○	○	△△	2	小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用アイスハーバー型魚道		○	○	△△	3	小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用アイスハーバー型魚道＋大型魚用デニール		○ ○	○ ×	△ △ ×	4	底生魚・甲殻類用せせらぎ魚道＋小型魚用階段式魚道＋大型魚用アイスハーバー型魚道		×	×	○ △ △	5	底生魚・甲殻類用せせらぎ魚道＋小型魚用階段式魚道＋大型魚用アイスハーバー型魚道＋大型魚用デニール		×	×	○ △ △ ×
案	形式の組合せ案	概要図	大型魚	小型魚	底生魚・甲殻類																																				
1	小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用階段式魚道（改善）		○	○	△△																																				
2	小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用アイスハーバー型魚道		○	○	△△																																				
3	小型魚用階段式魚道（現状）＋大型魚用アイスハーバー型魚道＋大型魚用デニール		○ ○	○ ×	△ △ ×																																				
4	底生魚・甲殻類用せせらぎ魚道＋小型魚用階段式魚道＋大型魚用アイスハーバー型魚道		×	×	○ △ △																																				
5	底生魚・甲殻類用せせらぎ魚道＋小型魚用階段式魚道＋大型魚用アイスハーバー型魚道＋大型魚用デニール		×	×	○ △ △ ×																																				
		指導・助言事項と今後の方針 【問題点1】ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保に関して ■平常時の遡上環境改善のための現地実験を行う ■洪水時の水理解析による滞筋移動予測を行う 【問題点2】魚道本体（大型魚道）に対して ■魚道の対象魚種は、生息魚種や漁業権魚種を含めて検討する ■魚道の構造形式、改善方針の事例を集めて、再整理する ■魚類の生息環境（隠れ家や死水域）等の工夫 ■適切な魚道流量の設定 【問題点3】魚道出口ゲートに関する問題点 ■流速に多様性を持たせられるような魚道出口ゲート形状の検討																																							
		➡ 次回委員会で討議																																							

第3回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会（平成22年1月21日）

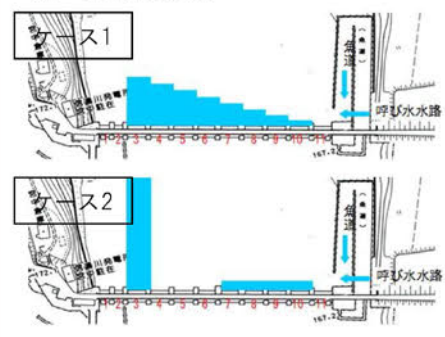
- 第2回委員会で討議された問題点1～3の検討方針に従い、技術的検討成果を提示し、本委員会に報告
- 【問題点1】ダム下流部と流れの連続性確保：現地実験、流況解析より改善可能なゲート操作案を提示→さまざま流量での解析や現地実験による妥当性検証を行っていく
- 【問題点2】魚道本体（大型魚道）：既往調査結果・ヒアリング等から対象魚種を選定するとともに魚道形式の二次選定および呼び水流管を活用した流量変動の考え方を提示→サケの遡上等に留意した具体的な魚道構造の姿を検討していく
- 【問題点3】魚道ゲート：既往資料等の文献調査からゲート天端形状・形式について検討案を提示→せせらぎ魚道ゲートの水深を維持できるゲート形式の検討を行っていく

委員会のまとめ

問題点1：ダム下流部と流れの連続性の確保

平常時放流方法の試案

移動経路遮断の回避、循環流発生抑制、高速流・泡発生範囲への配慮を勘案し、以下の2案を検討



問題点2：魚道本体（大型魚道）

既存調査結果及びヒアリングにより、対象魚種16種を選定、また魚道の構造形式・改善方針について再整理を行った。さらに適切な魚道流量を検討

対象魚種			魚道形式の二次選定		
対象魚種	体長 [cm]	体高 [cm]	選定理由	選定理由	選定理由
1 カワサギ	40	3	低床	60	2
2 フナギ	5	1	選上層	80	2
3 コイ	10	10	20	100	10
4 フナ(サケ)	—	—	—	—	—
5 オイカワ	8	3	15	100	6
6 ウグイ	8	8	15	100	12
7 ウラウラウグイ	40	8.5	80	100	13
8 ニゴイ	15	10	30	150	10
9 アサギ	9	2	15	80	4
10 アサ	5	2	40	100	4
11 コウノボ	13	5	25	120	10
12 ニジマス	15	25	40	170	12.5
13 サケ	40	15	80	400	7.5
14 ヤマメ	18	7	30	240	14
15 カジカ	1.5	3	3	15	6
16 シロノボリ	1.5	1.5	3	15	3

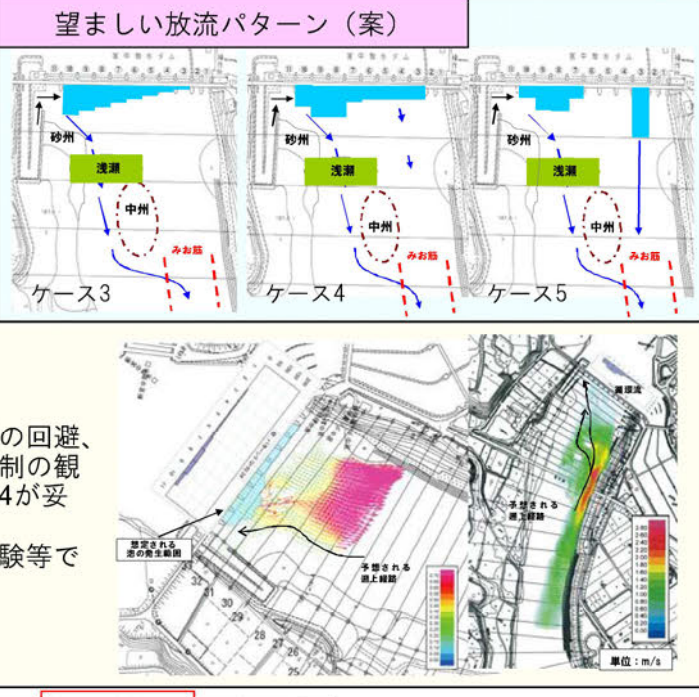
問題点1：ダム下流部と流れの連続性の確保

現地放流実験

□いずれのケースも循環流が発生
□呼び水は現在の運用流量相当が適当
⇒右岸側のゲート放流量増量による循環流抑制が必要

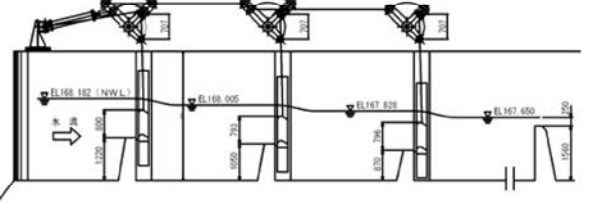
流況解析

移動経路遮断の回避、循環流発生抑制の観点からケース4が妥当と判断
⇒今後現地実験等で確認



問題点3：魚道出口ゲート

第2回委員会において提案した魚道ゲート形式について現況と3つの変更案を含む4案の比較検討を実施した結果、魚道機能の向上を図りながらコスト的にも比較的優位な、河床掘削の不要な昇降式を選定案とする（変更第3案）。



□ゲートに係わる土木構造物を含めて全面更新し、昇降式ゲートに変更する
□河床掘削の必要のない扉高とし、下部戸当り部のコンクリート壁を高くする

□剥離流の発生及びゲート背面に魚類が回りこむ問題点は解消される。
□ゲートの開度によらず、越流部及びプール内の流況が大きく変動しないため、遡上効率が安定する

適切な魚道流量

魚道出口部ゲートによって変化させ、それと連動する形で呼び水流管の流量調節を行い、魚道流量＋呼び水流量を常に一定とする方法が考えられる。

時期	①対象魚	②魚道流量	③施設	最小値
春	1.44m³/s以下	— (通水試験で確認)	7.5m³/s想定以下	2.12m³/s以下
秋	2.12m³/s以下			
その他の期間	1.44m³/s以下			

次回委員会で討議

第4回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会（平成22年3月29日）

- 第4回委員会は、以下に示す問題点を解決するための魚道構造改善検討のまとめと今後の課題を報告し、了承いただくとともに、今後フォローアップ委員会にて改善方策の検証を行っていくことを了承いただいた。
- 【問題点1】ダム下流部と流れの連続性確保：魚道本体と魚道を導く放流方法として、「主流路形成による経路確保案」を提示、また、魚道へ魚をさらに誘引できる右岸側滞筋形成については、現行規程で滞筋が右岸側に形成可能であること、構造物の安全性に問題ないことを提示
- 【問題点2】魚道本体（大型魚道）：魚道構造改善案として、大型魚道（アイスハーバー型）、小型魚道（階段式）、せせらぎ魚道の組み合わせを選定、対象16魚種を選定し、期別・魚種別の水理特性条件により適正流量を検討、魚道流量の変化方法について提示
- 【問題点3】魚道ゲート：現魚道ゲートの問題点を踏まえ、昇降式ゲートを検討、せせらぎ魚道の選定に伴い、セクター式を検討

委員会のまとめ

問題点1：ダム下流部と流れの連続性の確保

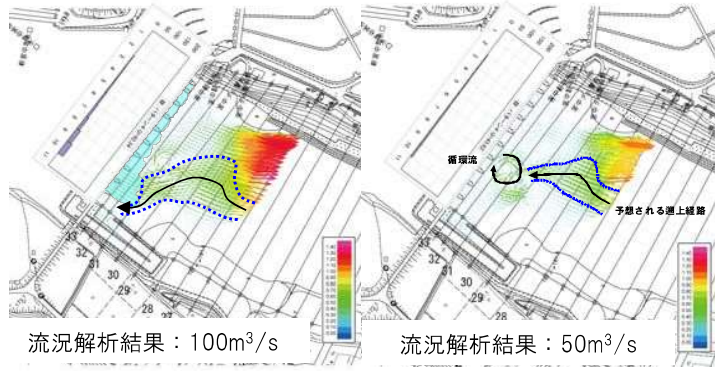
平常時ゲート操作案の検討

◆選定された放流パターン案：主流路形成による経路確保案

呼び水放流へと繋がる流れを確保するため、魚道に近いゲートからの放流量を大きくして、右岸→左岸に流量大→小と階段状に放流する。



◆流況解析による確認：循環流が多少生じるものの、下流との連続性は確保⇒さらに1門あたりの放流量を増加させれば改善可能



流況解析結果：100m³/s 流況解析結果：50m³/s

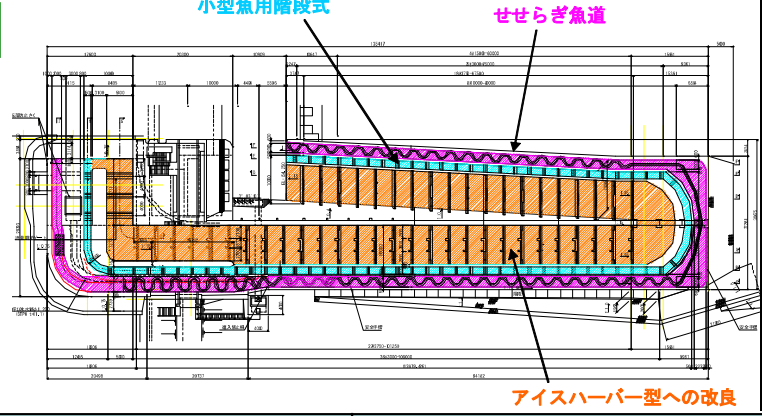
問題点2：魚道本体（大型魚道）

対象魚

カワヤツメ、ウナギ、コイ、フナ（フナ類）、オイカワ、ウグイ、ウケクチウグイ、ニゴイ、アカザ、アユ、ニッコウイワナ、ニジマス、サケ、ヤマメ・サクラマス、カジカ、ヨシノボリ類

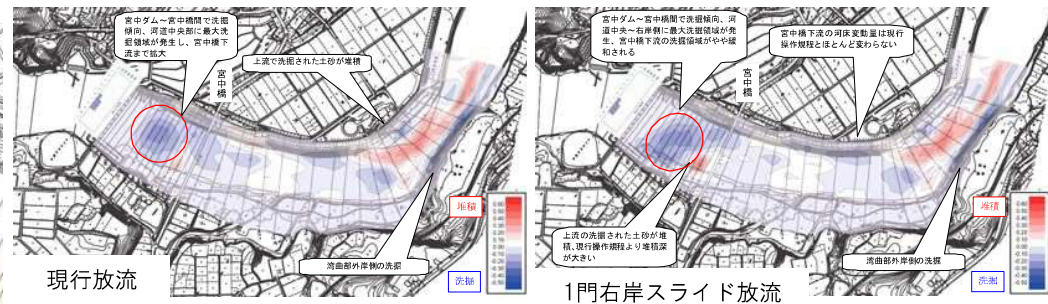
魚道形式

魚道形式	特 徴	主な対象魚種
アイスハーバー型魚道 (大型魚用階段式魚道を改良)	・横波対策として有効 ・流速の静穏域を形成できる ・プール横断方向の流れを抑制し、複雑な流況を回避	【一般部】 ・アユ、イワナ、ヤマメ、その他 【切欠部】 ・サケ、サクラマス、ニジマス
小型魚用階段式魚道 (現在の位置を移動)	・実績が豊富 ・現状でも流況が良好	・小型遊泳魚
せせらぎ魚道	・底生魚・甲殻類にも対応	・カワヤツメ、ウナギ、アカザ、カジカ、ヨシノボリ類



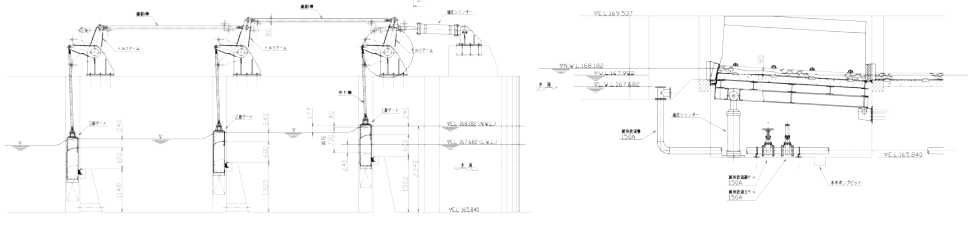
右岸側滞筋形成の可能性

流況・河床変動とも現行操作規程と1門スライドのゲート放流で大差は見られないものの、宮中取水ダム～宮中橋間で洗掘範囲が右岸側に拡大することが確認された。また、下流既設構造物への安全性に悪影響を与えるような侵食・洗掘は見られない結果が得られた。



現行放流 1門右岸スライド放流

問題点3：魚道出口ゲート



大型魚道用ゲート（昇降式） せせらぎ魚道用ゲート（セクター式）

今後の課題

【問題点1】ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保に関して

■流況解析モデルの具体的運用、効果の予測への使用

■魚道入り口部の詳細な現地調査

【問題点2】魚道本体（大型魚道）に対して

■モニタリング等更なる現状把握を踏まえた改善検討

■設計等構造改善実施に向けた取り組みの深度化

■改善後のモニタリングと順応的管理

【問題点3】魚道出口ゲートに関する問題点

■問題点2と同様

資料-5

第1回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会（平成22年6月2日）

■本委員会は、魚道構造改善検討委員会にて検討された改善方策を検証し、設計等構造改善実施に向けた取り組みを行うことを目的とすることが了承された。

■【課題1】魚道構造改善方策の検証：魚類への配慮と洪水を安全に流下させる新しい操作規程の策定を検討課題として、平常時は水理解析及び現地放流実験、魚類遡上調査、洪水期はモニタリングを実施

■【課題2】魚道設計（ゲート含む）：詳細設計にあたって、1)魚道入り口付近の流況の改善方法、2)親水性向上、3)防鳥対策、4)魚道の維持管理方法、5)モニタリング用施設を検討課題として各種検討を実施

委員会のまとめ

設立主旨

魚道構造改善検討委員会にて検討された改善方策を検証し、設計等構造改善実施に向けた取り組みを行う

検討課題

ダム下流部と流れの連続性確保→魚類への配慮と洪水を安全に流下させる新しい操作規程の策定
魚道設計→1)魚道入り口付近の流況の改善方法、2)親水性向上、3)防鳥対策、4)魚道の維持管理方法、5)モニタリング用施設

課題1：魚道構造改善方策の検証

①平常時ゲート操作

■机上検討として、流況解析による50m³/sの運用を検討した結果、2門運用（9号＞10号、9号＝10号）及び2門運用（10号＞11号）が有力案として抽出

■有力案について、現地放流実験により、確認、検証を実施

2門運用（9号＞10号）

2門運用（9号＜10号）

②洪水期モニタリング

■洪水期については当面、現行のゲート操作による出水後の河床変動状況や構造物の状況等を確認、現状における課題抽出を行う

■対象流量：放流量1,500m³/s以上

洪水期モニタリング調査概要図

課題2：魚道設計（ゲート含む）

■検討項目及び内容

項目		内 容
魚道機能向上	1) 魚道入り口付近の流況の改善方法検討	魚道入り口付近まで魚を導くことについては、現況流況確認及び流況解析からゲート放流方法の工夫で遡上可能な経路が確保できる結果が得られたが、魚道入り口付近の流れは拡散して不明瞭になっている。
	2) 親水性向上検討	親水性ということも視野にいれてはどうか。
	3) 防鳥対策の検討	豪雪地であること、野鳥保護の観点、洪水対策等を勘案の上、検討していく必要がある。
魚道の維持管理方法	1) 魚道の維持管理方法の検討	流木対策、土砂の堆積等
	2) モニタリング用施設の検討	遡上調査等モニタリングを行う上で必要と考えられる設備について検討を行う。

■魚道入り口付近の流況の改善方法検討

①案～④案のうち、11号ゲートからの放流による誘導案が実現性が高い案とし、今後現地放流実験で確認

課題の検証：魚類遡上調査

課題1に対して

①現行ゲート操作放流

②最適ゲート操作放流の2ケースで、

1)小型魚類（アユ）

2)大型魚（サケ：テレメトリー）調査を実施

課題2に対して

①現況魚道

②改善魚道の2ケースで、

魚道内の小型魚類（アユ）の遡上実験を実施

魚道実験の概要

資料-6

第2回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会（平成22年11月26日）

■第1回FU委員会において提示された検討課題に対して、調査検討結果を報告

■【課題1】魚道構造改善方策の検証：現地放流実験結果をもとに、平常時操作規程（案）を提案、大型魚（サケ）のテレメトリー調査を実施し、提案ゲート放流での遡上率が高い結果が得られた。

■【課題2】魚道設計（ゲート含む）：親水性の向上として魚道観察室の設置、防鳥対策の提案、施工計画（3カ年の工程表）を提示。また、改善後の効果確認のための現況魚道における魚類遡上調査を実施

委員会のまとめ

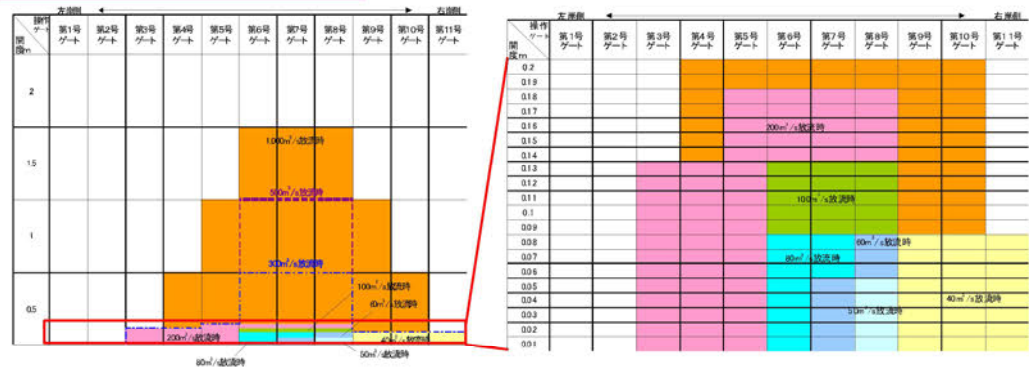
課題1：魚道構造改善方策の検証

第1回フォローアップ委員会で提示した50m³/s、100m³/sでの流況解析による検討結果に基づき、第9号と第10号ゲートの放流方法、第11号ゲートの放流による魚道入り口部の改善効果に着目し、現地放流実験（80m³/s、100m³/s）を行い、平常時の操作規程案を策定

80m³/s放流実験流況観察結果から第9号＝10号＝11号の均等放流が望ましいと評価

実験の視点	放流パターン	ゲートパターン	遡向観察結果		評価
			下流河道～魚道入り口付近までの連続性	魚道入り口付近の流れ	
第9号ゲートと第10号ゲートの放流方法の確認	放流パターン1-1	第9号＞第10号(2:1放流)	△	×	×
	放流パターン1-2	第9号＞第10号(1.5:1放流)	△	×	×
	放流パターン2	第9号＝第10号(1:1放流)	△	△	△
第11号ゲートの放流による魚道入り口部の改善効果の確認	放流パターン3-1	第9号＞第10号＞第11号	△	△	△
	放流パターン3-2	第9号＞第10号＝第11号	△	△	△
	放流パターン4	第9号＝第10号＞第11号	○	△	△
	放流パターン5	第9号＝第10号＝第11号	○	○	○
	放流パターン6	第9号＝第10号＜第11号	○	△	△

■平常時操作規程（案）



課題2：魚道設計（ゲート含む）

■親水性の向上：大型魚道と小型魚道の間に魚道観察室を設置

■防鳥対策：太糸、ネットによる防護策を提案

■施工計画：3カ年度の工程表を提示



魚道観察室イメージ

○工程表

	1年度目	2年度目				3年度目
	IV	I	II	III	IV	I
魚道通水計画(大型魚道)	通水	通水停止	通水	通水	通水停止	通水(大型魚道-小型魚道)
魚道通水計画(小型魚道)	通水	通水	通水停止	通水	通水	通水(せせらぎ魚道)
魚道本体改築工事	1期施工(せせらぎ魚道-1期新設)		2期施工			改築魚道使用開始
魚道観察室改築工事						魚道観察室使用開始

■大型魚（サケ）のテレメトリー調査

魚道折り返し部にてサケを採捕し、発信器を装着して下流側に放流し、放流ケースごとに遡上ルート把握

①ダム堤体付近までの遡上経路の連続性

放流地点からダム堤体に至る区間については、ケース1、ケース2の両方とも、遡上経路を確認

②第8号ゲートより右岸側での下流への降下

ケース1のように中央ゲートを中心にして放流した場合には、第8号ゲートより右岸側で下流に降下する個体がみられた。本現象はケース1のみで確認され、ケース2では確認されなかった。

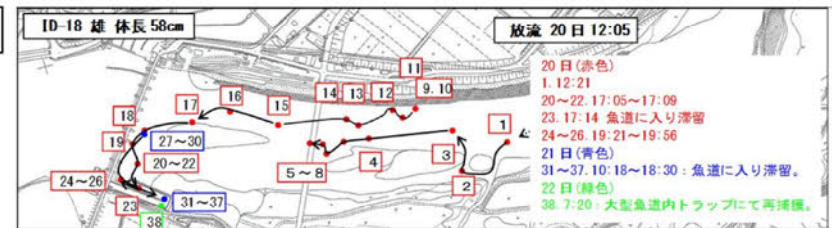
③第8号～第11号ゲート直下における滞留の発生状況

ケース2のみで確認された現象として、第8号～第11号ゲート前面から魚道入り口付近までの区間における滞留が挙げられる。

④魚道等までの到達率：ケース2のほうが到達率が高い結果が得られた。

○ケース2：ID-18の例

ケース1でみられた、第8号ゲートより右岸側で下流に降下するケースはみられなかった。



■トラップ再捕獲までの到達率の差異

	ケース1					ケース2				
	ID13	ID14	ID15	ID16	ID17	ID18	ID19	ID20	ID21	ID22
ダム堤体まで到達	1	1	1	0	1	1	3	1	1	1
第8号ゲート前を通過遡上	1	0	0	0	1	1	3	1	1	1
魚道入り口に到達侵入	1	0	0	0	1	1	2	0	1	1
折り返し部まで到達	1	0	0	0	1	1	2	0	1	1

注) 回数・割合は、同一個体であっても複数回にわたって到達・回遊等の行動をとった場合には、重複してカウントしている。また、割合は(それぞれの状況を確認した個体数÷調査に使用した個体数)で表示している。

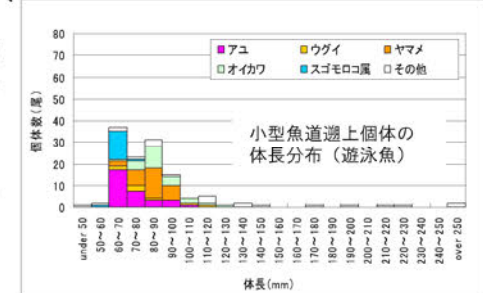
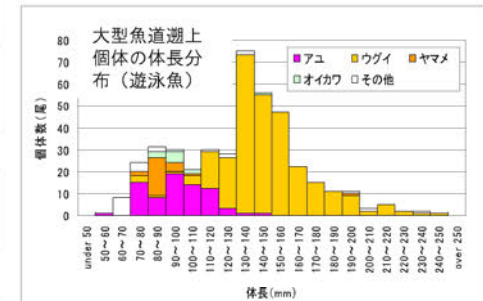
■改善後の効果確認のための現況魚道における魚類遡上調査

●放流したアユ（平均65mm）のうちほとんどは、現況魚道を遡上しなかったと想定。一方、大型魚道で82個体、小型魚道で31個体のアユの遡上が確認。

●遡上したアユおよびウグイ等の体長組成から、体長が大きく遊泳力の大きい個体は大型魚道を選択し、遊泳力の小さい個体および底生魚は比較的小型魚道を選択。

●大型魚道では10種423個体、小型魚道では12種128個体の遡上が確認された。小型魚道では大型魚道と比較して底生魚の割合が大きくなっていた。

●大型魚道では側壁側での遡上が多い。



第3回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会（平成23年4月27日）

- 第2回FU委員会において提示された検討課題に対して、調査検討結果を報告、平成23年度調査計画を提案
- 【課題1】魚道構造改善方策の検証：50m³/s放流実験、流況解析結果とサケのテレメトリー調査結果をもとに、平常時操作規程（案）を提案
- 【課題2】魚道設計（ゲート含む）：魚道の維持管理方法として、流木・塵芥防止施設の提案

委員会のまとめ

課題1：魚道構造改善方策の検証

■50m³/s放流実験

50m³/s放流実験流況観察結果からいずれのケースも差異はない。
→80m³/s、100m³/s時の最適案第9号＝10号＝11号の均等放流案を採用

■サケテレメトリー調査結果によるサケ遡上行動と水理量の関係

検証された流況解析モデルを用いて、サケテレメトリー調査時の流量を対象とした流況解析を実施し、水理量（流速、水深）とサケの遡上行動（遡上経路など）を重ね合わせ、水理量に対するサケの行動を分析

循環流形成の有無の観点からは、新操作規程（案）は妥当なものと判断。サケ个体を使用したサケテレメトリー調査結果と流況解析結果の重ね合わせでは、概ね2.0m/s以上の流速の速い領域を避けて遡上しているような傾向を確認

当面、新操作規程（案）を基本に運用し、問題ある流れになっていないかどうかを現地確認を行い、ゲート操作の検討を深度化していく。

50m³/s放流実験のまとめ

実験No	放流パターン	ゲートパターン	流向観察結果		評価
			ゲート下流の流況	魚道付近の状況	
実験①	11	9号＝10号＝11号 (1門当たり15.46m ³ /s) 魚道＝呼び水8.6m ³ /s	・魚道入り口付近と下流河道（左岸寄り）の主流れは連続した流れが見られた。	・循環流の発生は見られない。 ・魚道入り口付近は静穏で、波はほとんどない。	○
実験②	12	3号 7.73m ³ /s 9号＝10号＝11号 (1門当たり12.37m ³ /s) 魚道＝呼び水8.6m ³ /s	・魚道入り口付近と下流河道（左岸寄り）の主流れは連続した流れが見られた。	・循環流の発生は見られない。 ・魚道入り口付近は静穏で、波はほとんどない。	○
実験③	13	8号 7.73m ³ /s 9号＝10号＝11号 (1門当たり12.37m ³ /s) 魚道＝呼び水8.6m ³ /s	・魚道入り口付近と下流河道（左岸寄りの半流れ）は連続した流れが見られた。 ・8号ゲートからの放流は下流主流線への影響はなくパターン11の例れとほとんど変わらない。	・循環流の発生は見られない。 ・魚道入り口付近は静穏で、波はほとんどない。	○

課題2：魚道設計

■魚道維持管理方法（流木・塵芥防止施設）

魚道への流木・塵芥防止設備として網場を新設

■施工計画

1期工事の進捗状況を説明

全体平面図



平成23年度調査計画

①魚類調査

小型魚類に対するゲート放流方法の有効性を確認するために、「ゲート放流方法と遡上状況の関連性の把握」のための調査と、「ゲート放流方法と魚類生息状況の関連性の把握」のための調査を実施

■ゲート放流方法と遡上状況の関連性の把握

ゲート放流パターン毎にマーキング（部位を変えたひれ切り）を施した稚アユを放流し、上流側で再捕獲を行うことで、小型魚類（アユ）の遡上状況を確認する。

■ゲート放流方法と魚類生息状況の関連性の把握

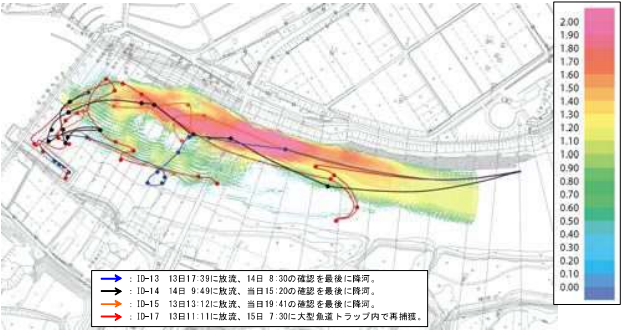
ゲート放流パターン毎に、宮中取水ダム下流及び魚道で小型魚類を採捕し、どの位置でどれだけの魚種・個体数が捕獲できたかを確認することで、ゲート放流状況と小型魚類の生息状況との関係等を定量的に評価する。

②洪水期モニタリング

■洪水期については当面、現行のゲート操作による出水後の河床変動状況や構造物の状況等を確認、現状における課題抽出を行う

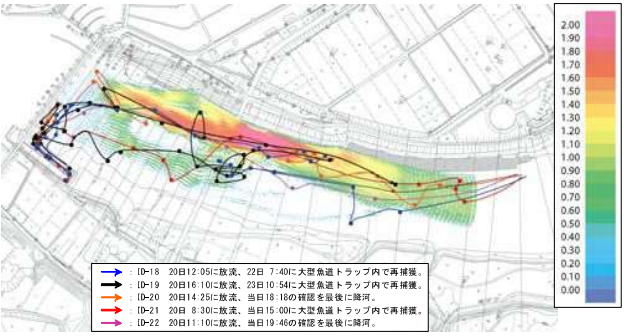
■対象流量：放流量1,500m³/s以上

単位：m/s



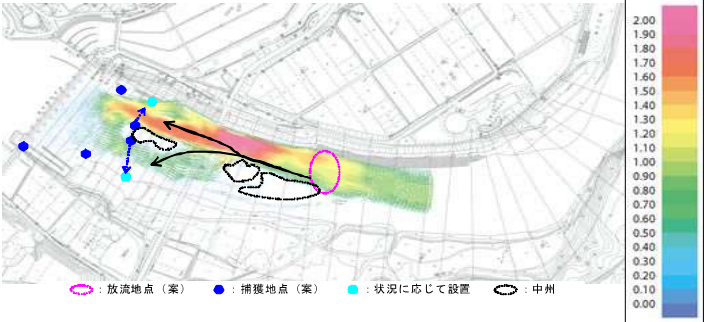
注)各経上の点は、サケテレメトリー調査時に位置を確認した場所をプロットしたものである。

単位：m/s

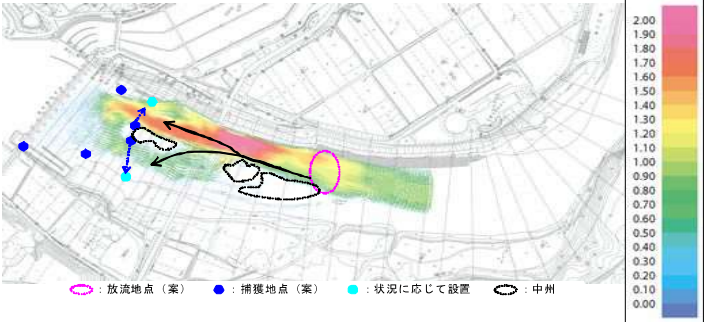


注)各経上の点は、サケテレメトリー調査時に位置を確認した場所をプロットしたものである。

単位：m/s



単位：m/s



捕獲カゴによる捕獲



定置網による捕獲



第4回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会（平成23年12月15日）

- 第3回FU委員会において提示された検討課題に対して、調査検討結果を報告、平成24年度調査計画を提案
- 【課題1】魚道構造改善方策の検証：小型魚類のモニタリング調査を実施し、パターン2（新操作規程案）の優位性を確認、洪水期モニタリングについてはH23.5出水（3,500m³/s）を含む3出水を対象に実施し、河道変化はあったものの施設の安全性に影響なし
- 【課題2】魚道設計（ゲート含む）：魚道の維持管理方法として、流木・塵芥防止施設の提示、魚道改築工事について現在の状況を報告

委員会のまとめ

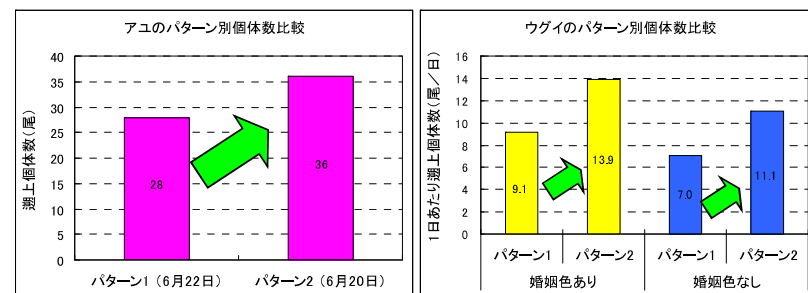
課題1：魚道構造改善方策の検証

①小型魚類のモニタリング調査

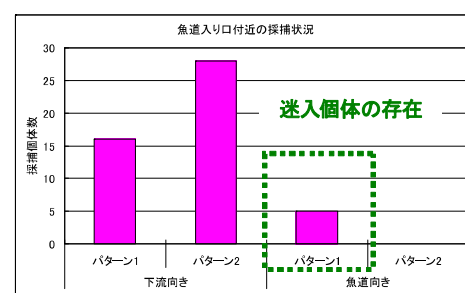
- ・小型魚類に対するゲート放流方法の有効性を確認するために実施
- ・対象魚種はアユ、ウグイ



- ゲート放流方法の違いによるアユ・ウグイの魚道遡上状況から放流パターン2の優位性を確認



- 魚道入り口周辺の迷入状況からパターン2の優位性を確認



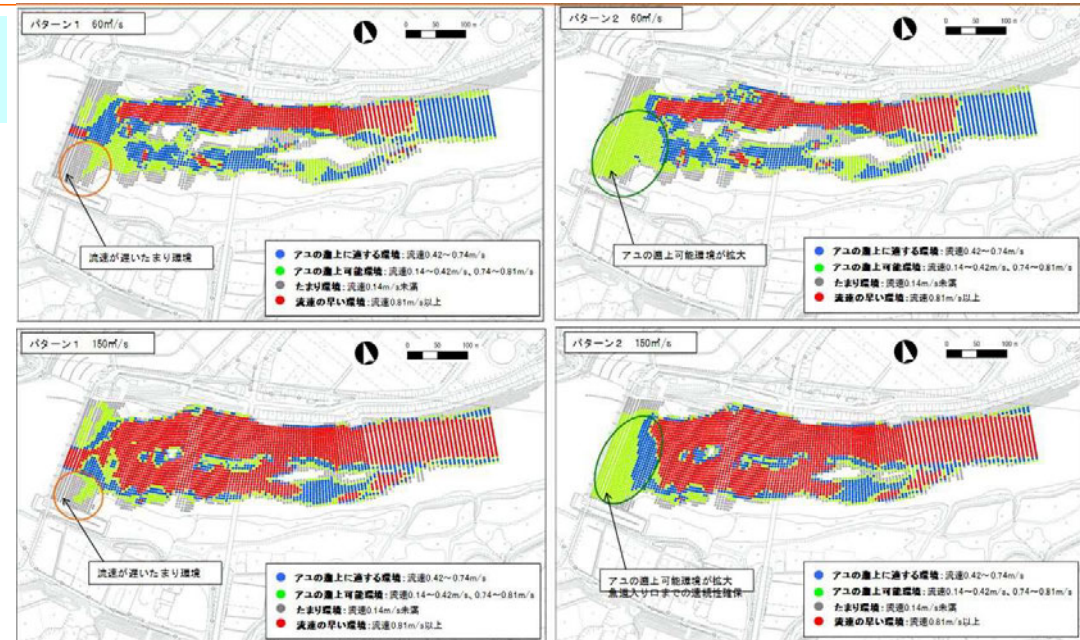
②洪水期モニタリング

平成23年5月12日、5月30日、9月3日及び9月22日に放流量1,500m³/s以上の洪水が発生したため、モニタリング計画に基づき9月3日出水を除く3出水後に河道の変化、施設の安全性に関する調査を実施

流量規模が3,500m³/sを超える出水となった場合、宮中取水ダム下流の河道は洗掘、堆積といった河道変化が発生するが、低水護岸の基礎部の変状や魚道擁壁基礎の洗掘など施設の安全性に影響を及ぼす状況には至らない

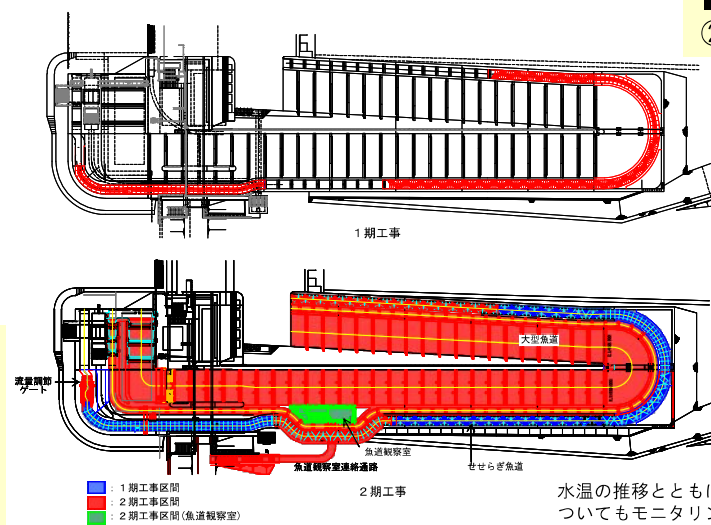
- アユの遡上に適した流速分布の比較からパターン2の優位性を確認

- ・アユの遡上に適した流速分布の観点からは、ゲート放流方法による影響が出るのは魚道入り口部周辺のみであった。
- ・魚道入り口部周辺については、放流パターン2においてアユの遡上可能環境が拡大しており、魚道入り口までの遡上経路の連続性が確保されていた。



課題2：魚道設計

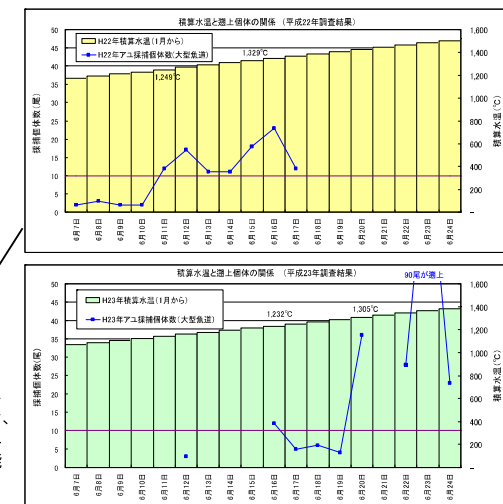
- 魚道改築工事の概要を提示
- 塵芥流入防止設備の概要を提示



平成24年度調査計画

- ①魚類調査
- 小型魚に対するゲート放流方法の有効性の再検証
- 魚道構造改善後の効果の確認
- ②洪水期モニタリング

【積算水温による遡上時期予測】



水温の推移とともに、積算水温についてもモニタリングすることで、宮中取水ダム周辺に生息するアユの遡上時期の推定することが可能と考えられる。

第5回 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討フォローアップ委員会（平成24年11月26日）

- 第4回委員会において示された検討課題に対して、調査検討結果を報告、併せて魚道改築後のモニタリングについて報告。フォローアップ委員会は所定の成果を確認、今後はモニタリングを当面継続し、調査結果を適宜報告
- 【課題1】魚道構造改善方策の検証：小型魚類のモニタリング調査を実施し、ゲート放流方法の有効性の再検証として、パターン2（新操作規程案）の優位性を確認。魚道構造改善後の効果として多様性の増大を確認
- 【課題2】魚道設計（ゲート含む）：魚道の流況と流木・塵芥防止施設の効果の確認について報告

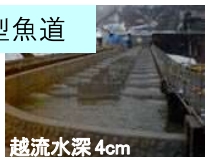
委員会のまとめ

魚道改築後のモニタリング報告

①魚道の流況

魚道に通水したところ、魚道プール内の流況は概ね想定どおりの流れとなっていたが、魚道観察室付近から下流においてセイシュが発生し、大型魚道では流量の増加とともに横波から大きな縦波に発達する様子が確認

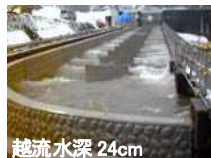
大型魚道



越流水深 4cm



越流水深 14cm

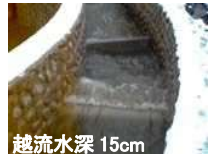


越流水深 24cm

小型魚道



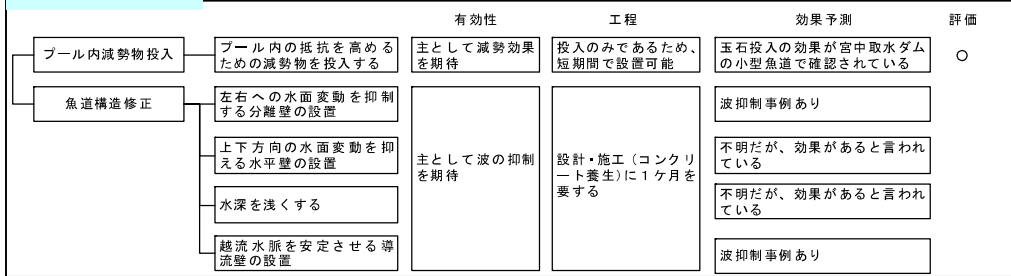
越流水深 13cm



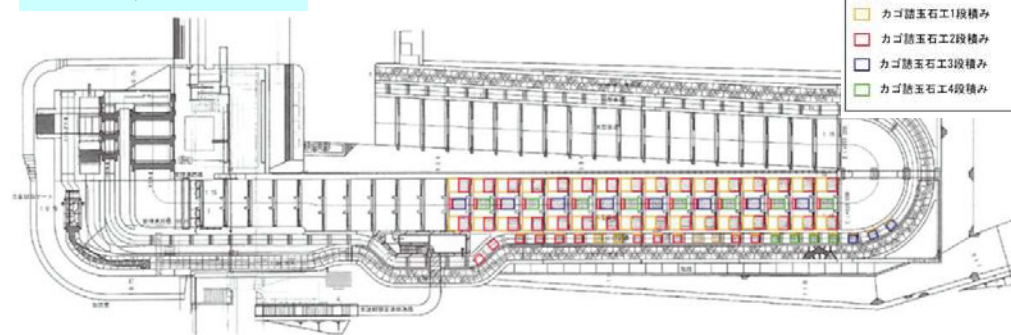
越流水深 15cm

- 規則的な流れで延長の長い魚道では、流下に伴ってセイシュが生じやすい。
- 今回の魚道改善では、魚道隔壁を滑らかな形にしたことで、プール内流況は改善されたが、同時に乱れを伝播しやすくなった。
- 以上のことから、流れの規則性（単調さ）を改善し、減勢を図る

流況対策案



流況対策工（最終）



②流木・塵芥防止設備の効果

平成24年6月20日の出水時では、ほとんどの流木・塵芥は網場で止まっており、魚道内への流入は見られない状態



作業船による流木・塵芥回収の様子



網場によって流木・塵芥の魚道への流入が防がれている様子（平成24年6月25日撮影）

魚類遡上調査：魚道構造改善による効果の確認

改築前（平成22年度）と改築後（平成24年度）の調査結果を比較すると、改築後の魚道は改築前に比較して魚種の多様性が増大したと評価

①改築前に遡上が確認された魚種のうち、オオヨシノボリ1種を除く13種は、改築後の調査でも確認され、改築前に遡上していた魚種は遡上できる魚道構造になっていることが確認された。

②改築後の魚道で遡上が確認された魚種は22種であり、改築前に比較して8種増加。特に、せせらぎ魚道の新設によって、上流端では確認されていなかったトウヨシノボリの遡上が確認されたことは、主として底生魚を対象としたせせらぎ魚道の新設効果が表れたものと考えられる。

【魚道上流端における採捕結果の比較】

No.	目名	科名	種名	平成22年度調査		平成23年度調査		平成24年度調査	
				大型魚道	小型魚道	大型魚道	小型魚道	大型魚道	小型魚道
1	クナギ	クナギ	クナギ	1	1	1	1	1	1
2	コイ	コイ	コイ	11	23	9	447	306	306
3	カサギ	カサギ	カサギ	2	1	1	26	1	1
4	アサギ	アサギ	アサギ	285	8	285	123	1	1
5	カサギ	カサギ	カサギ	5	2	5	1	1	1
6	カサギ	カサギ	カサギ	2	2	2	38	1	1
7	カサギ	カサギ	カサギ	2	2	2	12	1	1
8	カサギ	カサギ	カサギ	1	15	4	15	285	1
9	カサギ	カサギ	カサギ	1	8	5	1	1	1
10	カサギ	カサギ	カサギ	22	31	208	9,048	1,172	3
11	カサギ	カサギ	カサギ	25	30	2	4	13	1
12	カサギ	カサギ	カサギ	5	5	4	11	6	1
13	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
14	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
15	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
16	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
17	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
18	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
19	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
20	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
21	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
22	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
23	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
24	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
25	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
26	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
27	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
28	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
29	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
30	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
31	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
32	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
33	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
34	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
35	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
36	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
37	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
38	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
39	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
40	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
41	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
42	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
43	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
44	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
45	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
46	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
47	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
48	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
49	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
50	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
51	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
52	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
53	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
54	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
55	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
56	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
57	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
58	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
59	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
60	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
61	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
62	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
63	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
64	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
65	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
66	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
67	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
68	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
69	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
70	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
71	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
72	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
73	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
74	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
75	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
76	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
77	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
78	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
79	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
80	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
81	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
82	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
83	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
84	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
85	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
86	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
87	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
88	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
89	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
90	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
91	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
92	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
93	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
94	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
95	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
96	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
97	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
98	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
99	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1
100	カサギ	カサギ	カサギ	1	1	1	1	1	1

凡例
平成22年度調査では採捕されたが、平成24年度調査では採捕されていない種
平成22年度調査では採捕されなかったが、平成24年度調査で新たに採捕された種

使用データは以下のとおりである。

- 平成23年度：放流パターン1：6月22日、24日の2日分
放流パターン2：6月20日の1日分
- 平成24年度：放流パターン1：6月18～19日と7月1～4日の計6日分
放流パターン2：6月14～16日と6月25～29日の計8日分

今後の方針

- ①ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保：大型魚・小型魚を対象とした平成22年度～平成24年度の調査結果から、現行操作規程に基づく放流方法の有効性が確認されたことから、当面はこれを平常時操作規程として運用するものとするが、魚道構造改善後のモニタリングを継続しながら、課題を検証し、必要な処置をしていく。
- ②防鳥対策：FU委員会で頂いた意見のうち、せせらぎ魚道のメンテナンス及び防鳥対策については、引き続き注視しながら必要に応じて対策（案）を検討していく。
- ③魚道へ魚をさらに誘引できる右岸側滞筋の形成：右岸側滞筋形成に向けた課題抽出を目的として、1,500m3/s以上の出水を対象に洪水期モニタリングを継続的に実施し、滞筋の変化や土砂動態変化等河道データの蓄積を行っていく。