

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4回委員会

日時：平成23年12月15日(木) 14:00～16:00

場所：ホテルニューオータニ長岡

議事次第

- I 開会
- II 委員長挨拶
- III 議事
 - 1. 第3回委員会における議事要旨とその対応
 - 2. 宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証等
 - 3. 魚道改築工事について
 - 4. 平成24年度調査計画
 - 5. 次回委員会予定
 - 6. 質疑応答
- IV その他
- V 閉会

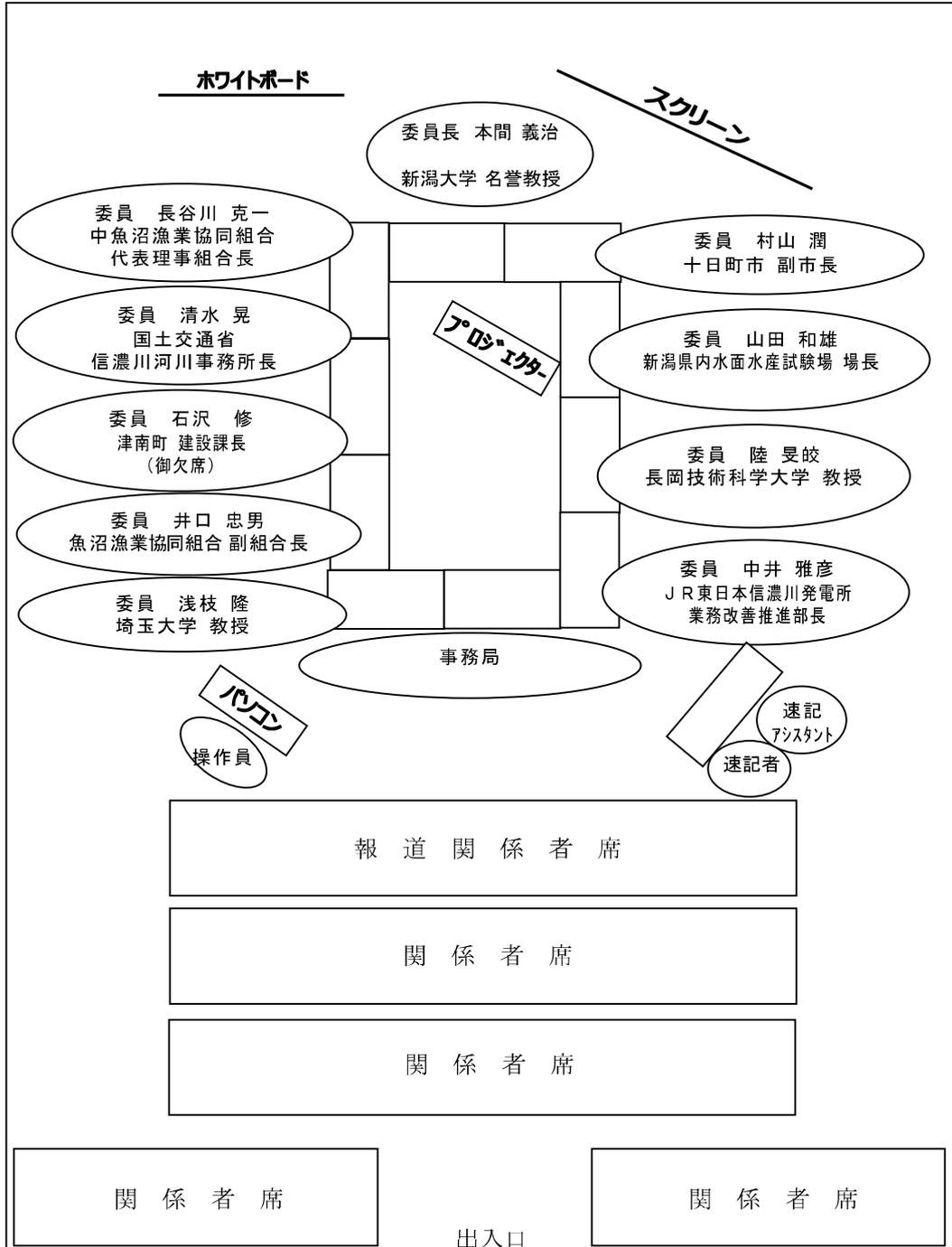
資料

- 資料-1 第4回委員会座席表
- 資料-2 委員名簿
- 資料-3 第3回委員会における議事要旨とその対応
- 資料-4 第4回委員会の概要について
- 資料-5 第4回委員会資料

第4回委員会座席表（五十音順）

日時：平成23年12月15日（木） 14：00～16：00

場所：ホテルニューオータニ長岡



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

(○：委員長)

浅枝 隆	埼玉大学 教授
井口 忠男	魚沼漁業協同組合 副組合長
石沢 修	津南町 建設課長
清水 晃	国土交通省 信濃川河川事務所長
長谷川 克一	中魚沼漁業協同組合 代表理事組合長
○ 本間 義治	新潟大学 名誉教授
村山 潤	十日町市 副市長
山田 和雄	新潟県内水面水産試験場 場長
陸 旻皎	長岡技術科学大学 教授

(五十音順)

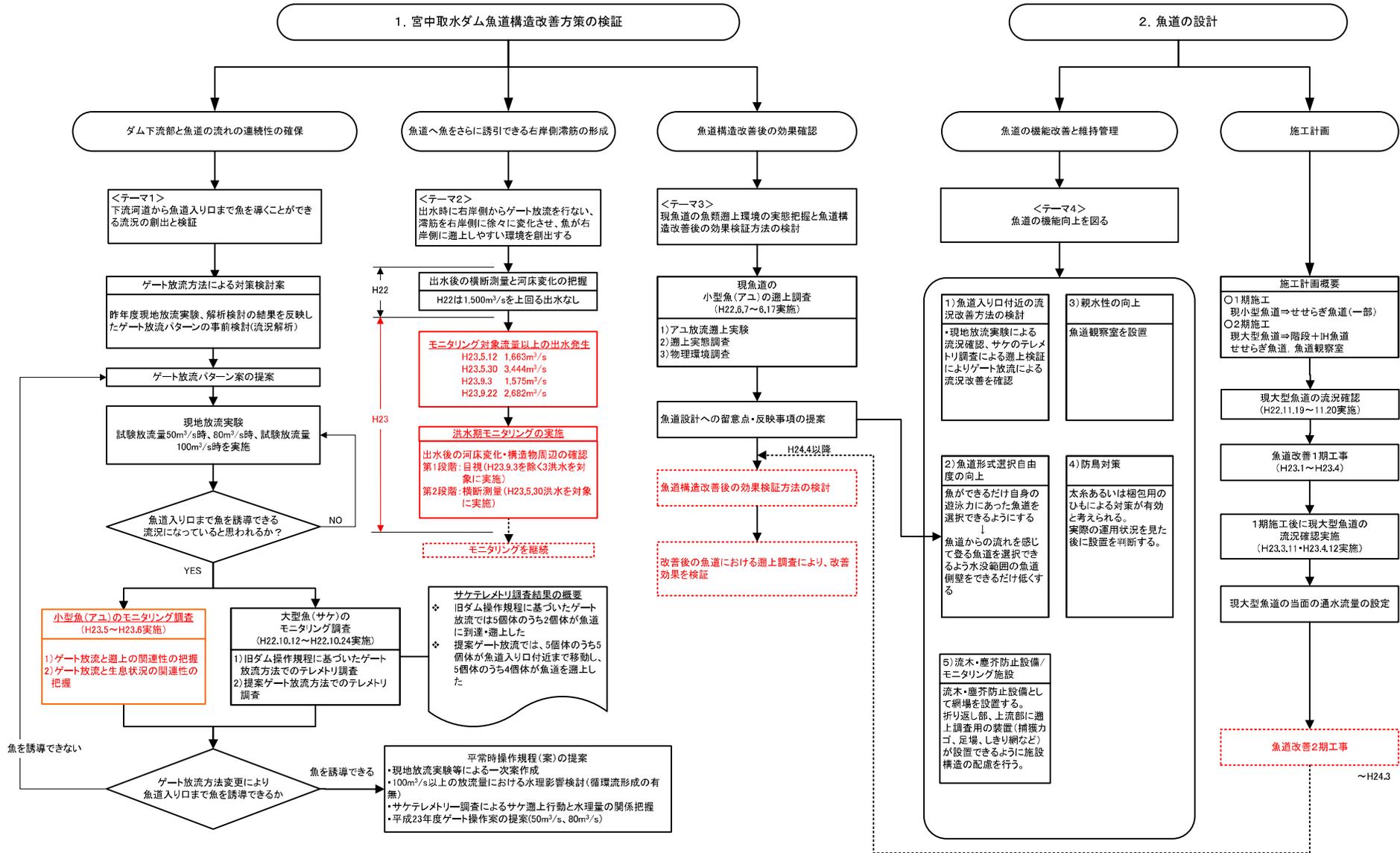
中井 雅彦 東日本旅客鉄道株式会社 信濃川発電所業務改善推進部長

第3回委員会における議事要旨とその対応

項目	議事要旨（発言要旨）	事務局の対応/対応状況	備考
【1】 宮中取水ダム魚道 構造改善方策の検証等について	ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保		
	井口委員) 試験放流計画は、2年目(平成23年度)が期間別に50 m ³ /s(4/1-7/19)、80 m ³ /s(7/20-9/10)、80 m ³ /s(9/11-11/10)、50 m ³ /s(11/11-翌3/31)となっていますが、電力需給等により2年目と3年目の量を変えろという話を聞いたのですが、どういふ状況なのでしょう。か。 清水委員) 今回の電力需給の逼迫という状況にかんがみ、試験放流計画の2年目と3年目について入れかえたらどうかということを検討している最中とございまして、まだ確定はしていません。	○今年度は当初の計画である50m ³ /s(4/1-7/19)、80m ³ /s(7/20-9/10)、80m ³ /s(9/11-11/10)、50m ³ /s(11/11-翌3/31)で運用しております。	
	浅枝委員) ゲート操作の手順は、恐らく下流の地形をこれからどのようにしていくかということとの兼合いになってくると思ふます。いろいろな条件を加味しないといけません、可能な限り、右岸側のほうから先にゲートを開けていくといういふ状況があれば、そのときに右岸側のほうがうまく掘れるのではないのでしょうか。 事務局) まず、実際に出水があったときに下流河川に対する安全面の影響というのを確認する必要があると考えております。その上で、当面可能な遡上環境改善といういふことで、ゲート操作順序をご提案させていただいております。大きな出水があったときのモニタリングということも今年度以降並行してやっていく計画としております。	【資料-5】で報告 ○今年度、1,500m ³ /sを超える出水が発生したため、目視及び横断測量等によるモニタリングを実施しましたので、結果について報告いたします。	
	浅枝委員) 河川管理で将来どういふ河床形態にしていくかということと非常に重要な関連がありますので、そういう形で検討していただければと思ふます。 本間委員長) ダム下流といふても検討を行う区間はどの付近までなのか、橋脚が洗掘されるような大きな出水になったりすると、これは河川管理の問題になってくると思ふます。		
	障委員) ゲート操作については、ある期間内であれば、操作規程にしたがってセットした状態で、ずっとそのまま流すというイメージでよろしいのでしょうか。上流の水位が少し変わると、微妙に開度を調整しないとうまくいかないと思ふますし、そこまでやるのは現場の対応が難しいと思ふます。また、頻繁に操作すると、電力需要や消費などの問題はないのでしょうか。 事務局) 宮中取水ダムは、原則として水位は一定に保っております。なお、開度と水位の関係から若干放流量が変化することはありますが、概ね2～3m ³ /sぐらいの範囲に収めております。		
長谷川委員) 呼び水については、前回委員会までいろいろな話が出ていましたが、最終的にどうなりましたか。 事務局) 呼び水を改良する案ですとか、いろいろ案を検討していく中で、第11号ゲートからの放流がある程度効果があるだろうという方向で委員会のご審議を進めさせていただいているところとございまして。決して議論をやめているわけではなく、今はその中の一方策を見出しているという形で委員会の中では進めさせていただいております。			
【2】魚道の設計について	詳細設計にあたっての課題と対応方針		
	本間委員長) 普通のダムでは深いために、杭は打たないし、水深ももっと大きいのですが、計画している網場は大丈夫でしょうか。それから一重でなくて二重になっている例もあります。また、網場の材料は何が使われるのでしょうか。それから、網目についても具体的にお聞きしたいと思います。 事務局) 網目は現在のところ5cmで考えており、網場を二重にすることや素材については、今後検討していきたいと思ふます。杭につきましては、湛水池の水深は予め把握しており、洗掘の影響は受けないう岩盤レベルまで鋼管杭を打ち込んで、設計上必要な根入れを確保するといういふことで考えております。 本間委員長) 網場は二重すべきだと思ふます。網場はパイをつけて、取り外しが容易になるような構造も考えていただきたいと思ふます。 事務局) 今後集塵の検討もしていかなければならないので、総合的に網場が取り外せる構造ということが必要条件ではないかと考えております。	【資料-5】で報告 ○網場は、流木・塵芥の魚道への流入を防止するための流入防止フェンスと流入防止フェンスに溜まった流木・塵芥を船で集積するときに使用する集塵用フェンスを用いることにしました。 ○材質はポリエチレンで、網目の目合いは50mm×50mm以下、深さは500mm程度としています。	
	山田委員) せせらぎ魚道のメンテナンスについて、こういう状態がずっと維持されれば非常にいいと思ふんですけども、いろいろな堆積物で恐らく埋まってしまうのではないかと思ふます。どういふふうで維持していくのか、方針をお聞かせください。 事務局) 使ってみながらということにならざるを得ないので、どういふ課題があるかについて、委員会の中でご報告していかなければならないと思ふます。どのような状態が魚道にとっていいのか悪いのかということとは議論していく必要があると思ふます。		

項目	議事要旨（発言要旨）	事務局の対応/対応状況	備考
	<p>浅枝委員) 宮中取水ダムのせせらぎ魚道はかなり急勾配であり、同じような勾配の河川であれば、かなり大きな石まであるということになります。もちろん小さいものもあるでしょうけど、そうしないと、ここに合った生物は棲めないと思います。この一番大きな目的は環境教育かなという気がするのですが、子供さんが、こんな川のところで、勾配のところにこんな信濃川の下流みたいな石というようなことになってしまいかねないので、そのあたりはうまく考えて頂きたいです。</p> <p>事務局) このせせらぎ魚道の目的自体は、設計の中で期待している魚種はいますが、もう少し人間と川との絡みだとか、人間と魚のかかわりだとかという観点で見たときに、最終的な目的も含めて、もう少し考えながら進めていきたいと思っています。委員会の中でご報告しながら適切な方法を見出していきたいと思っています。</p>		
<p>【3】平成 23 年度調査計画について</p>	<p>魚類調査</p> <p>井口委員) 河道内の捕獲は、当日の6時に設置して、12時と17時に捕獲個体を回収するとしていますが、これはどのような考え方に基づくものでしょうか。</p> <p>事務局) 有意な差が出るように捕獲の間隔をなるべく長くとするという観点で、午前中と午後1回ずつという考え方で計画したものです。</p> <p>山田委員) 海産アユを用いた調査の件ですが、移送やヒレ切りのストレスにより河川に放流してもすぐには遡上行動をとらないと考えられるため、調査期間は1週間とか10日程度としたほうが確実な結果が得られると考えます。また、定置網設置中はゴミ等の流下物がひっかかる懸念がありますが、大丈夫でしょうか。</p> <p>事務局) 調査期間については、もう少し検討し、状況に応じて期間は定めさせていただきます。極力長期間できるように考えていきたいと思っています。</p> <p>本間委員長) 自然の川において、魚の実験をやるときには馴化期間が必要であると言う事を場長は指摘されているのだと思います。</p> <p>事務局) 馴化の方法は、もう少し具体的に漁協さんと打ち合わせをしながら考えていきたいと思っています。</p> <p>本間委員長) 漁協も協力されるということですね。</p> <p>長谷川委員) そうですね。</p> <p>事務局) 定置網の件については、夕方の撤去時に必ず清掃ができます。また、調査中、定置網にごみが付着した場合は、逐次その状況を確認しながら進めていくようにしたいと思います。</p> <p>本間委員長) 撤去時でなくても、ごみの付着の状態に応じて適宜清掃すればよいと思います。</p> <p>長谷川委員) アユの調査に関してですが、今年は天然アユを使う計画となっています。捕獲から、川への馴化までの手順が難しいところですが、検討させてもらいたいと思います。</p>	<p>【資料-5】で報告</p> <p>○平成 23 年度に予定していた調査のうち、海産アユを用いた調査については、5月末の出水の影響を総合的に勘案して中止の判断をさせて頂きました。</p>	

第4回委員会の概要について



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4回委員会資料

目次

1. 宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証等	1
1.1 小型魚類のモニタリング調査	1
1.2 洪水期モニタリング報告	20
2. 魚道改築工事	30
2.1 魚道改築工事概要	30
2.2 塵芥流入防止設備	31
3. 平成24年度調査計画	32
3.1 魚類調査	32
3.2 洪水期モニタリング	33
4. 次回委員会予定	33

平成23年12月15日

東日本旅客鉄道(株) 信濃川発電所業務改善事務所

1. 宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証等

1.1 小型魚類のモニタリング調査

1.1.1 はじめに

平成23年度の現地調査〔主に小型魚類（アユ）を対象とした調査〕は、第3回フォローアップ委員会（平成23年4月27日開催）に提案・了承された調査計画をベースにして、実施することとしていた。しかし、その後の海産アユが入手困難であったことや、魚道が土砂で埋没する大規模な出水があった影響等を総合的に判断して、マーキングを施した海産アユの放流実験は中止とした。

1.1.2 調査目的

本調査は、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したものである。

平成22年度に実施した大型魚類（サケ）のモニタリング調査により、大型魚類については、ゲート放流方法の変更の有効性が確認され、第3回フォローアップ委員会で報告した。

本年度は、宮中取水ダム下流及び魚道で小型魚類を採捕し、ゲート放流パターン毎に、どの位置でどれだけの魚種・個体数が採捕できたかを比較することで、ゲート放流方法の有効性について検討した。

なお、ゲート放流方法は、以下の2パターンで調査を実施した（図1.1）。

パターン1) 旧操作規程に基づいて放流するケース

パターン2) 新操作規程案に基づいて放流するケース

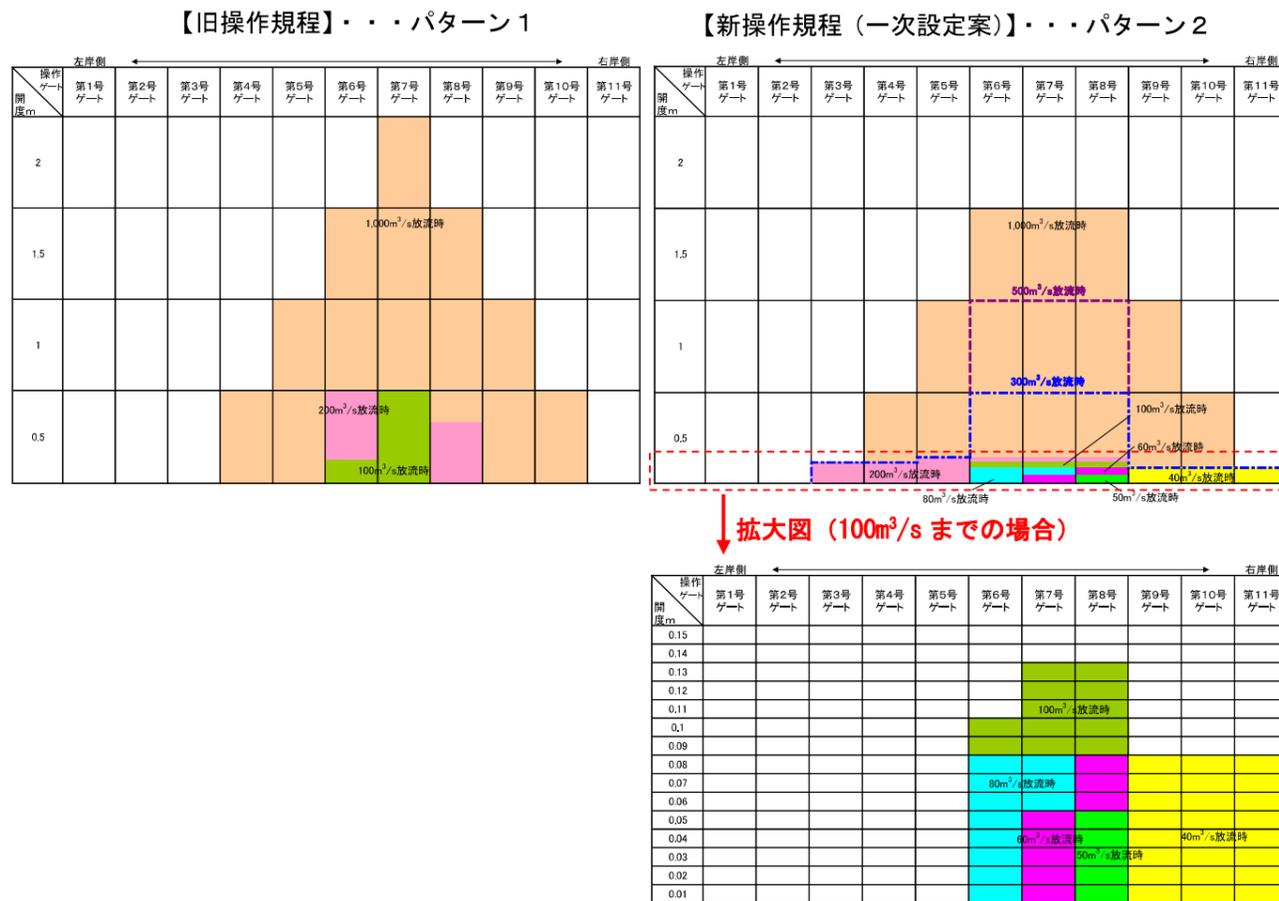


図 1.1 ダム操作規程によるゲート操作の考え方

1.1.3 調査内容

(1) 調査箇所

調査地点を図1.2に示す。魚道内は魚道上流端に捕獲カゴを設置して、魚道を遡上する魚類を捕獲した。宮中取水ダム下流は、左右岸に各2箇所定置網を設置し、下流河川を遡上（生息）する魚類を捕獲した。また、魚道入り口付近に補足的に定置網を設置し、循環流（下流から上流へ向かう流れ）により下流に降下（迷入）する魚類を採捕した。

なお、ダム放流量が50~80 m³/s程度では、中州へ渡り中州の左右岸に定置網を設置したが、流量が増加した際は、定置網が流出する可能性があったため、定置網を中州から撤去した。

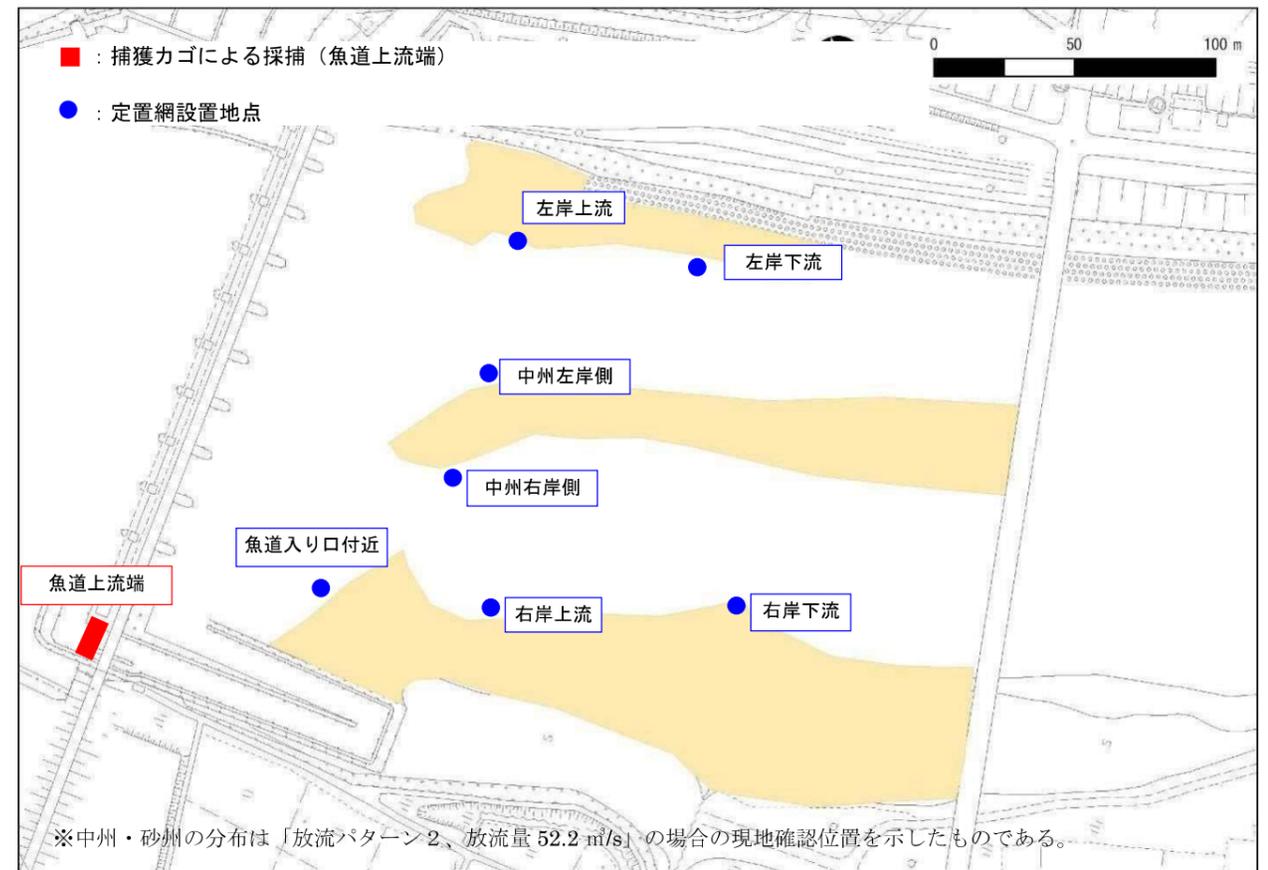


図 1.2 調査地点

(2) 調査方法

調査状況を写真 1.1、写真 1.2 に示す。

魚道内については、捕獲カゴによる全量採集とし、1 時間に 1 回捕獲個体を回収した。なお、昨年度の調査結果を踏まえ、調査は 7 時～19 時までとした。河道内については、投網は遡上魚類の行動に影響を与える可能性が高いことから、定置網を基本とし、1 日に 2 回（12 時、17 時）捕獲個体を回収した（定置網の規格について表 1.1 に示す）。捕獲カゴ、定置網は調査当日の 6 時に設置した。

回収した個体は、個体数、体長を計測した後、写真撮影を行った。なお、捕獲した個体はアユを除いて計測後速やかに再放流した。（再放流場所：魚道内は宮中取水ダム上流、宮中取水ダム下流は捕獲地点）。アユについては、天然または放流アユ等の由来判別のためのサンプルとしてホルマリンで固定して持ち帰った。



写真 1.1 捕獲カゴによる採捕状況（魚道上流端）



写真 1.2 定置網の設置状況（宮中取水ダム下流）

表 1.1 定置網の規格

部位	サイズ	目合い
袋部	長さ 200cm×直径 40cm	5mm
袖部	長さ 300cm×高さ 100cm	7mm

1.1.4 調査実施状況

(1) 調査背景（図 1.3）

- ・4 月から 5 月の間に大規模な出水が計 3 回発生するなど、下流への放流量が安定した時期が少なかった（5 月 30 日の出水は本年度では最も規模が大きいものであった）。
- ・5 月調査時（5 月 17 日～5 月 28 日）の平均河川水温は 14℃程度と低かったが、6 月調査時（6 月 11 日～6 月 24 日）には 17℃を超え、6 月 22 日には最大 21.2℃まで上昇した。
- ・調査期間中の SS は濁りの少ない状態で 5～10mg/L 程度であるが、出水時には最大 600mg/L 程度に達することもあり、出水によって濁りが急激に上昇することを示している。
- ・平成 23 年は長野県北部地震のあった 3 月 12 日以降に、栄村で発生した土砂崩れ等の影響で、長岡地点の SS が最大 150mg/L まで上昇していたが、調査時には平常の値となっていた。

※現地では光学式の濁度計ロガーでホルマジン濁度（単位 FTU）を計測した。また、現地で採水したサンプルの分析結果から、FTU と SS の相関式を算出し、濁度の計測値を SS（単位 mg/L）に換算した。

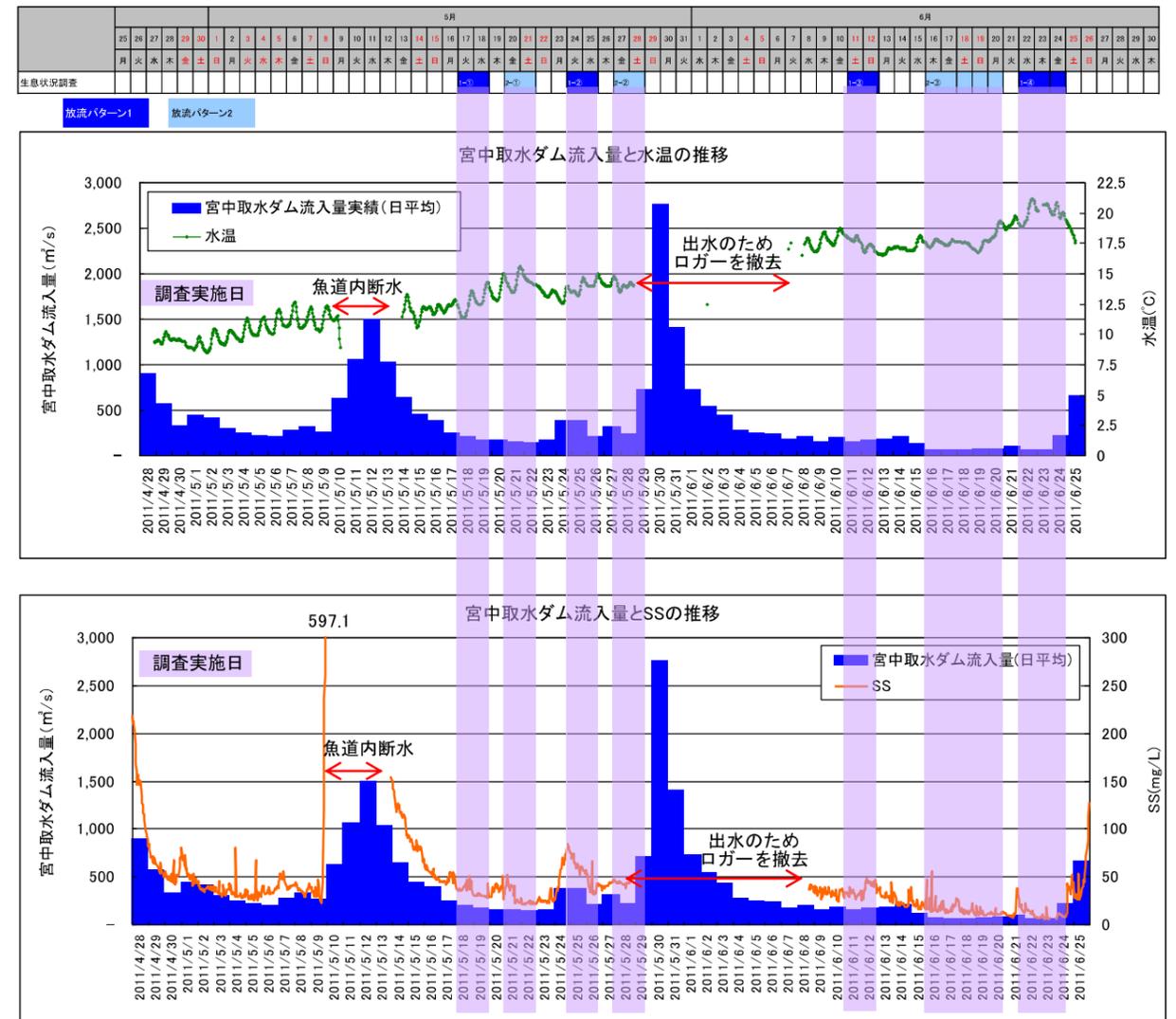


図 1.3 調査期間中の宮中取水ダムの流入量と水温・SSの推移

(2) 調査時の下流への放流量

調査時の宮中取水ダム下流への放流量を表 1.2、図 1.4 に示す。6 月 12 日までは放流量が多く、1 日の流量変動も大きかったが、6 月 16 日以降は概ね 60 m³/s 程度で安定していた。

表 1.2 調査時の放流量 (m³/s)

放流パターン	日付	最小	平均	最大
パターン 1	5月17日	213.1	239.4	301.0
	5月18日	167.2	196.8	234.1
パターン 2	5月20日	134.2	158.8	187.9
	5月21日	124.9	149.7	181.6
パターン 1	5月24日	147.8	371.9	591.5
	5月25日	259.7	374.0	1328.3
パターン 2	5月27日	196.2	310.3	407.0
	5月28日	201.4	223.4	252.6
パターン 1	6月11日	80.0	148.9	280.4
	6月12日	102.7	163.9	271.1
パターン 2	6月16日	52.7	60.1	73.3
	6月17日	52.7	53.7	66.6
	6月18日	52.6	52.9	53.1
	6月19日	52.6	63.9	79.6
	6月20日	52.6	72.1	114.3
パターン 1	6月22日	51.8	54.0	56.4
	6月23日	50.7	56.9	90.2
	6月24日	90.1	214.0	287.8

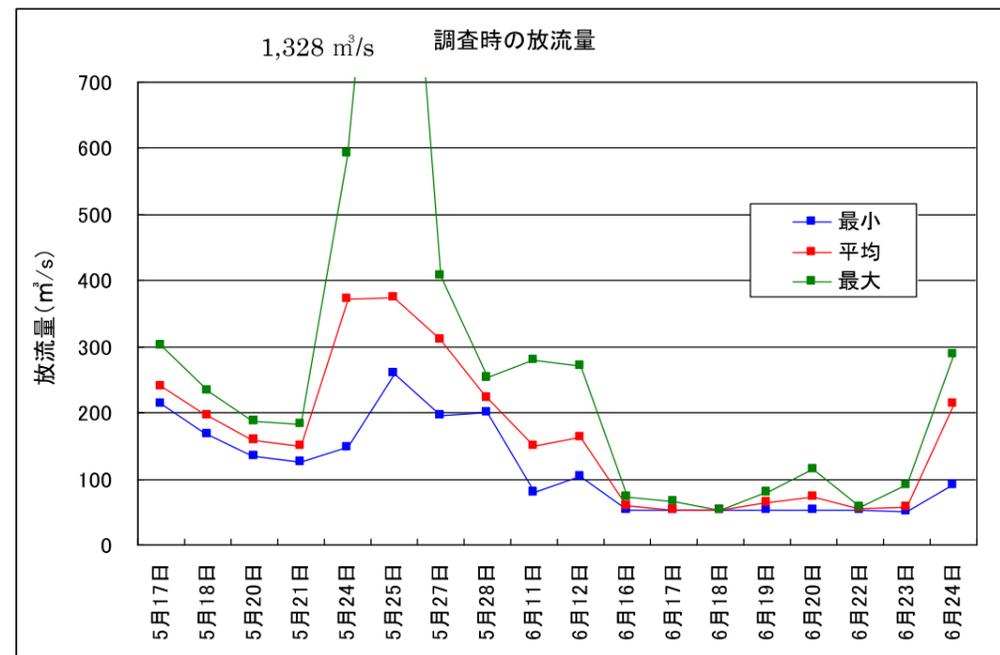


図 1.4 調査時の放流量比較

(3) 魚類採捕地点

1) 調査努力量

魚類採捕地点を図 1.5 に示す。図中の砂州・中州上にプロットされた地点は、流量増等によって、52.2 m³/s 流況では陸地であった箇所が、水域化したことを示している。

各調査地点の調査努力量は表 1.3 に示すとおりであった。以降では図 1.5 に示した名称で、調査結果を整理する。

表 1.3 採捕箇所別調査努力量

設置箇所	累積設置時間 (h)	備考	
魚道上流端	101	横断的に11基の捕獲カゴを設置し、全量採捕を実施した。	
下流定置網	左岸側	335	上下流に2基の設置を基本としたが、流況が安定していた日には、中州左岸側へ定置網1基を移動した。
	中州左岸側	61	流況が安定していた日は、中州の左岸側に定置網1基を設置した。
	中州右岸側	61	流況が安定していた日は、中州の右岸側に定置網1基を設置した。
	右岸側	335	上下流に2基の設置を基本とし、流況が安定していた日には、中州右岸側へ定置網1基を移動した。
	魚道入り口付近	297	下流向きと魚道向きの2方向に設置することを基本とした。

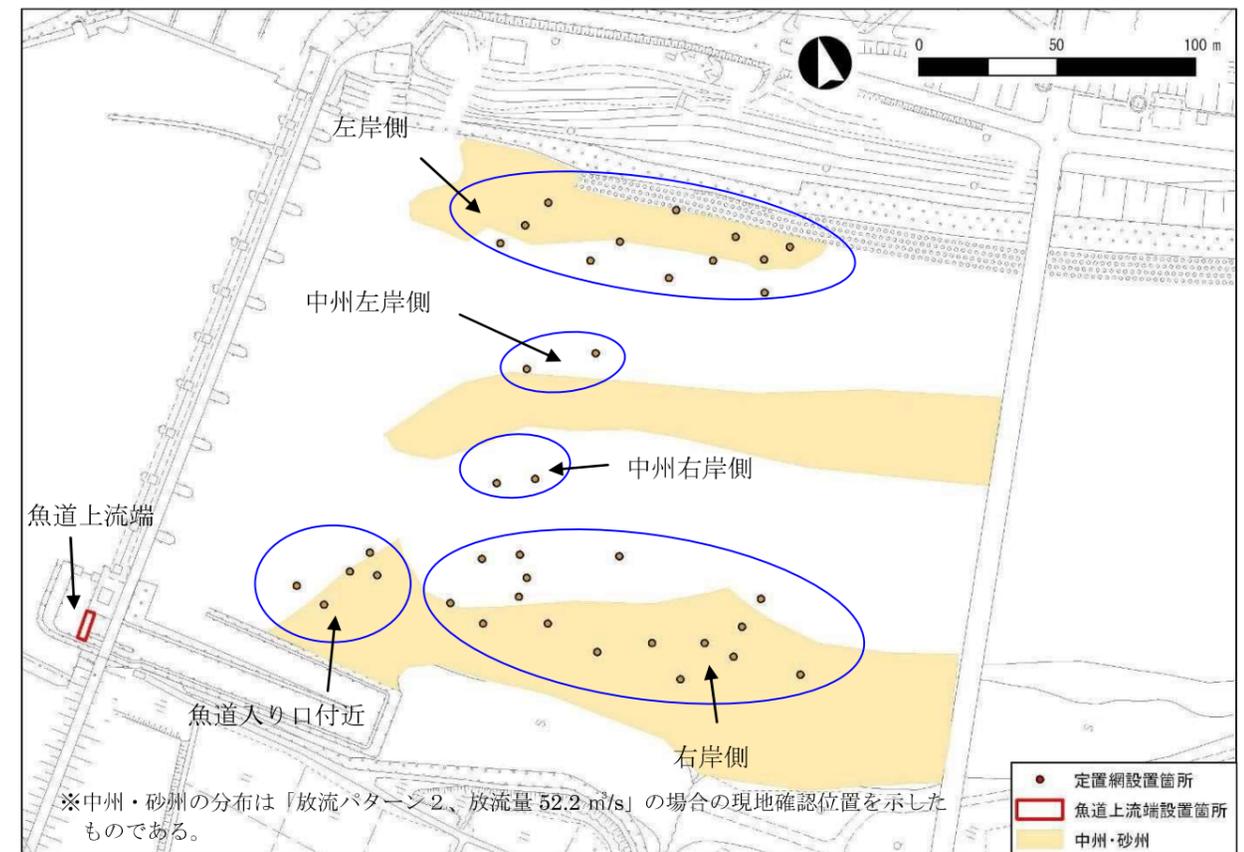


図 1.5 魚類採捕地点

2) 定置網設置箇所の流量別比較 (図 1.6)

宮中取水ダム下流の定置網は、できる限り流心側に定置網を設置することとした。また、下流への放流量が 50~80 m³/s 程度で安定していた時には、中州に渡り定置網を設置したが、放流量が急激に変動した際には、適宜定置網を撤去し安全な場所に再設置した。なお、放流量が 100 m³/s 以上となった際は、流心側に定置網を設置することができないため、流速の弱い岸側に設置した。

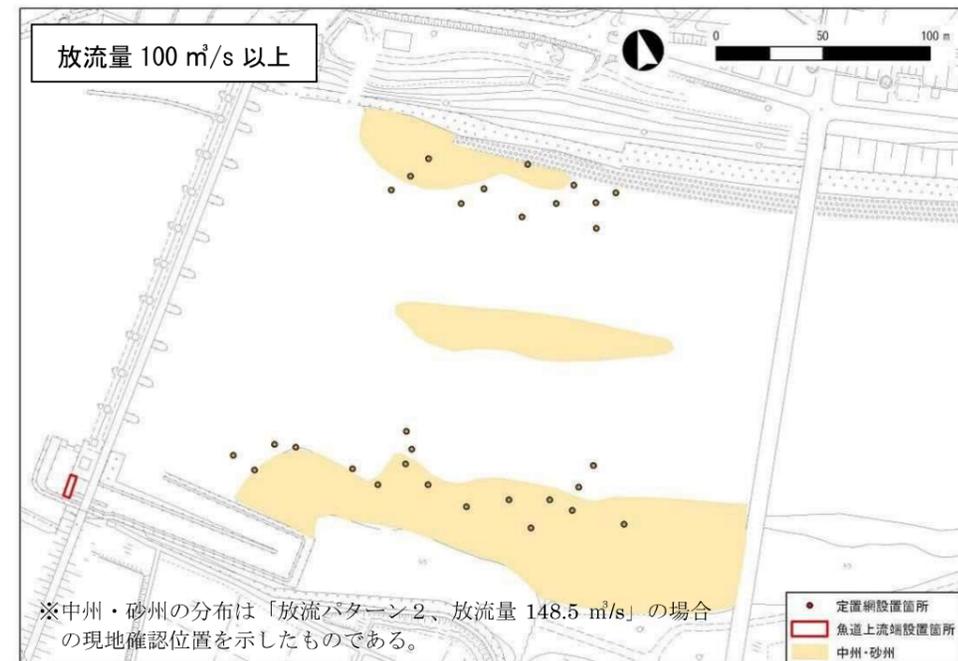
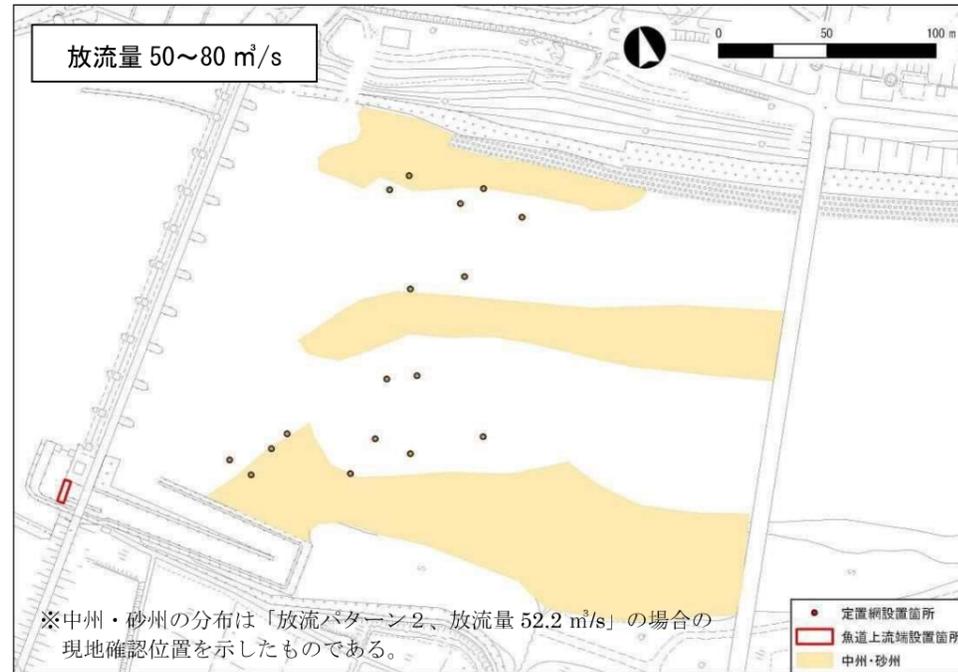


図 1.6 定置網設置箇所の流量別比較

(4) 下流定置網設置箇所の物理環境

1) 計測箇所

宮中取水ダム下流の定置網設置箇所で、水深、流速、水温を計測した。水深は定置網設置箇所の中心部でスタッフを用いて計測した。また、プロペラ式の流速計により、定置網中心部の流速を計測した。水温は中心部で採水した後に水温計で計測した (写真 1.3)。

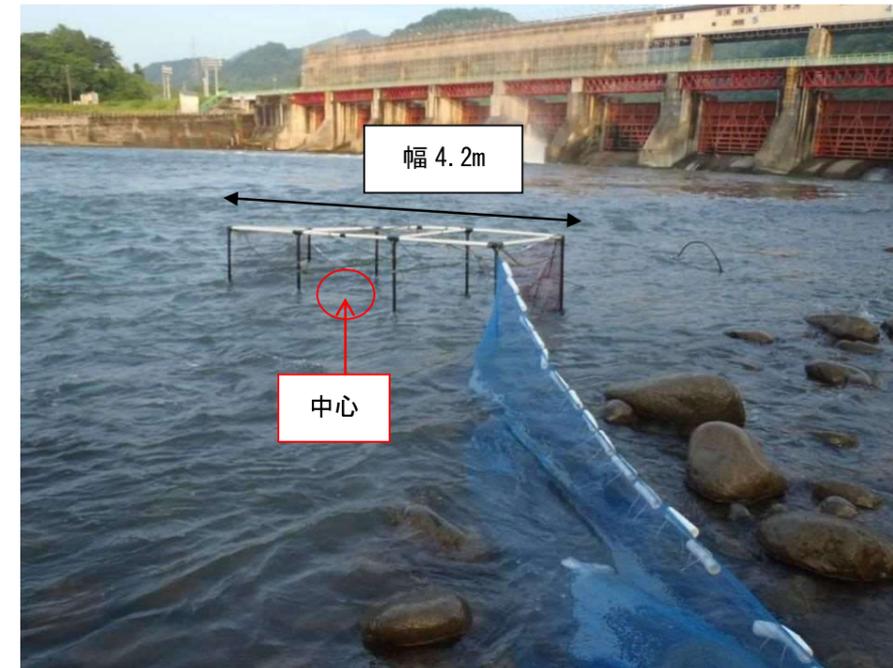


写真 1.3 定置網設置箇所の物理環境の計測イメージ (上：計測地点、下：計測機器)

2) 流速、水深

水深、流速の計測結果を図 1.7 に示す。定置網設置箇所中心部の水深は平均 60cm 程度であり、概ね 40cm~80cm の範囲に分布していた。

定置網設置箇所の平均流速は、左岸側および中州左岸側は 0.5~0.6m/s 程度、右岸側および中州右岸側が 0.3m/s 程度となっており、左岸側の方が流速の速い地点に定置網を設置していた。

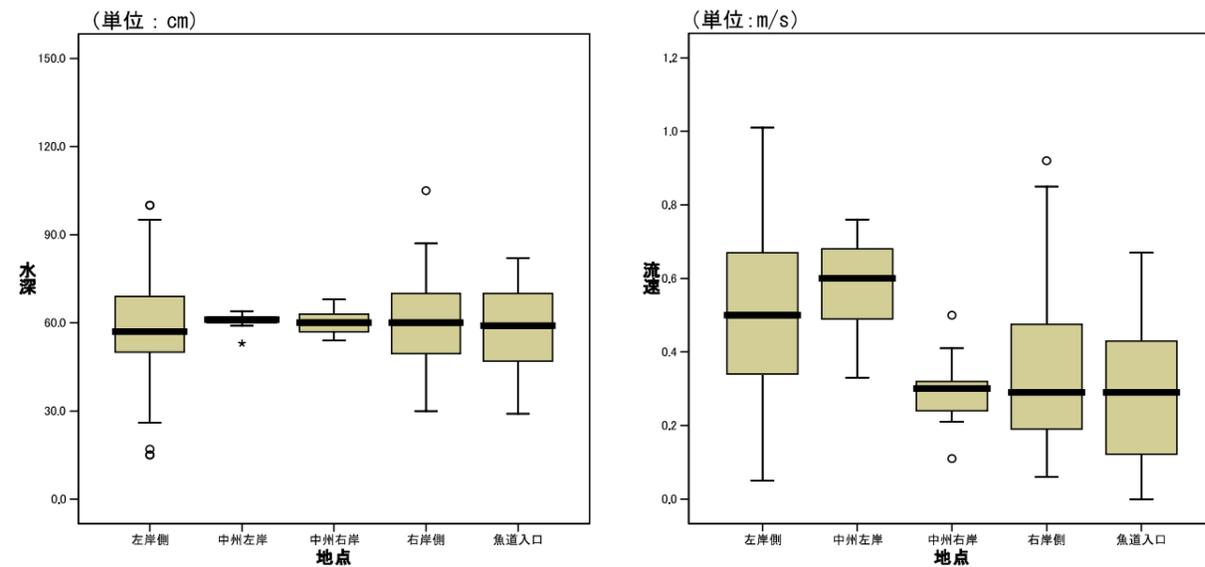
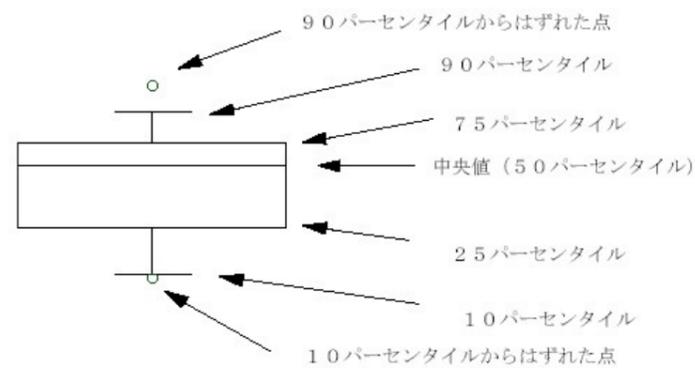


図 1.7 水深、流速の地点別比較

(参考:箱ひげ図(boxplot, box-and-whisker diagram)の見方)

箱ひげ図は、代表値を中央値で、データの変動を上ヒンジ・下ヒンジからの「ひげ」でそれぞれ表示したものである。

注) 上ヒンジ: 第3四分位 (75 percentile) の値
下ヒンジ: 第1四分位 (25 percentile) の値



外れ値: 他のデータと比較して極端に大きい (または小さい) 値。箱の長さの 1.5 倍以上 3 倍以下の範囲内の値は「○」で表示し、箱の長さの 3 倍より大きい値を示す値は「*」で表示している。

3) 水温

水温の計測結果を図 1.8 に示す。宮中取水ダム魚道のローガー計測値と宮中取水ダム下流の水温に差はみられなかった。また、宮中取水ダム下流の左右岸など、地点毎の水温差もみられなかった。

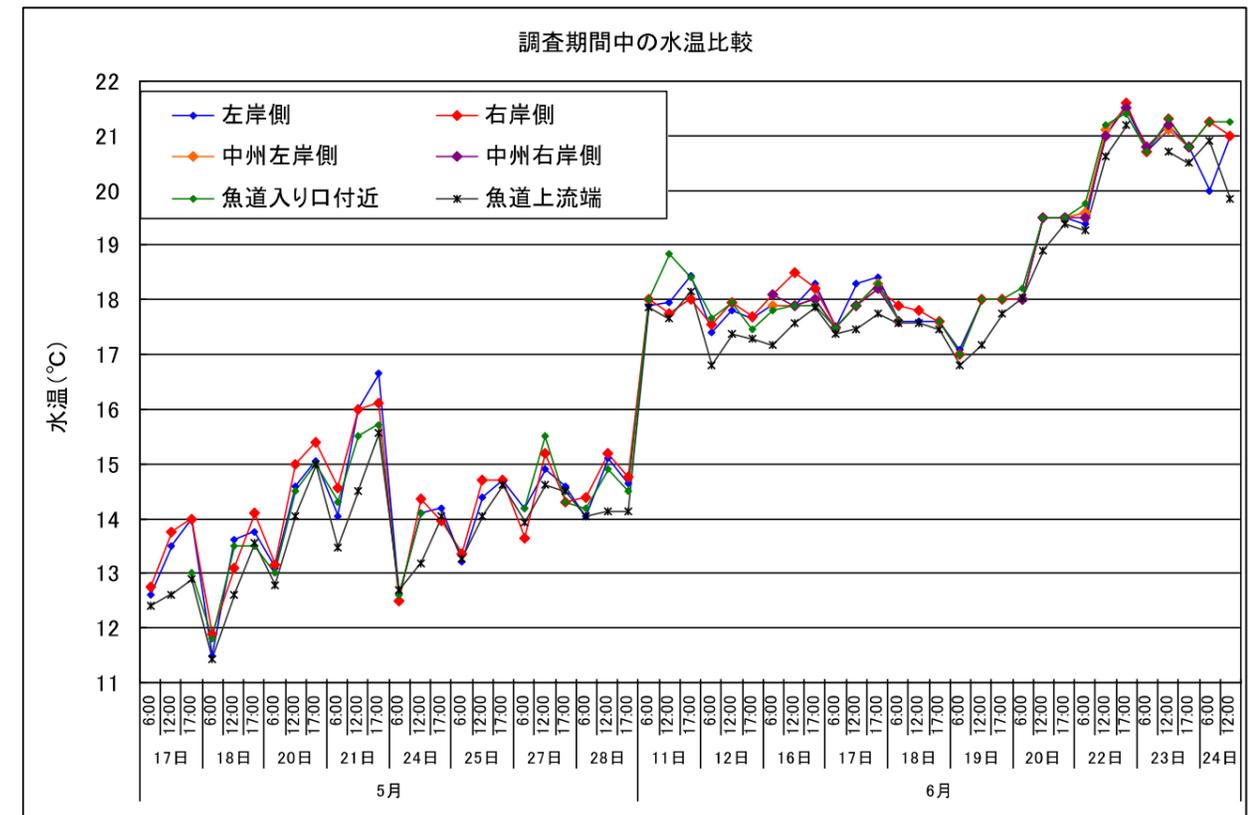


図 1.8 水温計測結果の地点別比較

(5) 魚道内流量

調査期間中は、大型魚道の暫定運用期間として、小型魚道と同様の水理量を再現できるよう、魚道内流量を $2.3 \text{ m}^3/\text{s}$ に減量して運用した (写真 1.4)。



写真 1.4 魚道内の流況 (上: 折返し部上流、下: 折返し部下流)

1.1.5 魚類採捕結果

(1) 採捕結果概要

- ・魚道上流端では14種631個体、下流定置網では18種289個体が確認された(図1.9)。
- ・魚道の遡上個体はアユとウグイが93.2%を占めるが、宮中取水ダム下流の定置網では、底生魚や体長の小さい個体も多く採捕された(図1.10)。

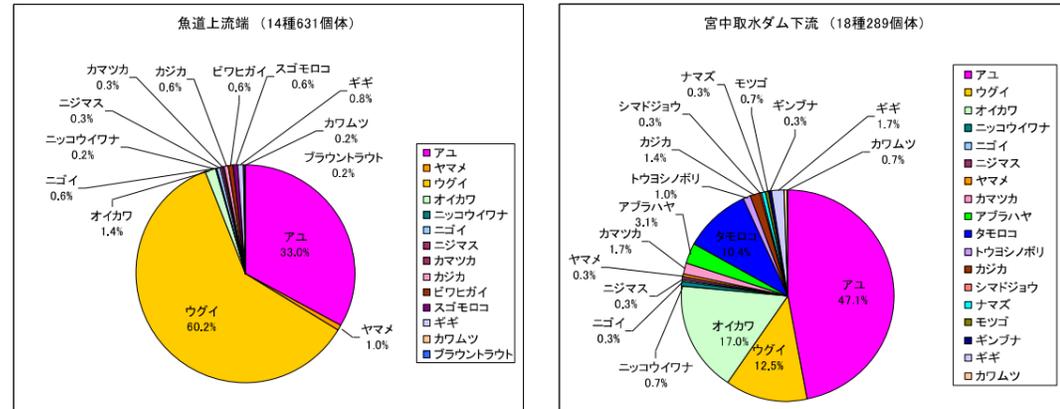


図 1.9 採捕個体の種組成比較

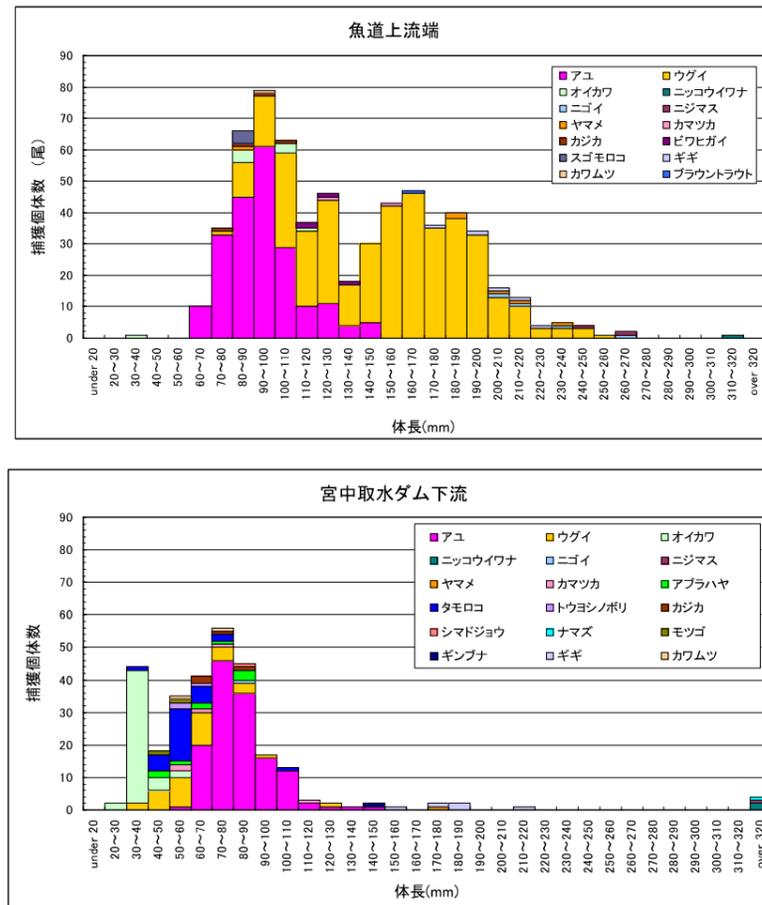


図 1.10 採捕個体の体長組成比較

(2) 時期別整理

- ・宮中取水ダム魚道では、5月中旬から6月中旬にかけてウグイが継続的に遡上しており、6月中旬からはアユの遡上期となっていた(図1.11)。
- ・宮中取水ダム下流では、オйкаワ、タモロコ、ウグイが継続的に確認された。
- ・宮中取水ダム下流および魚道上流端でアユが継続的に確認されたのは、6月12日以降であった。

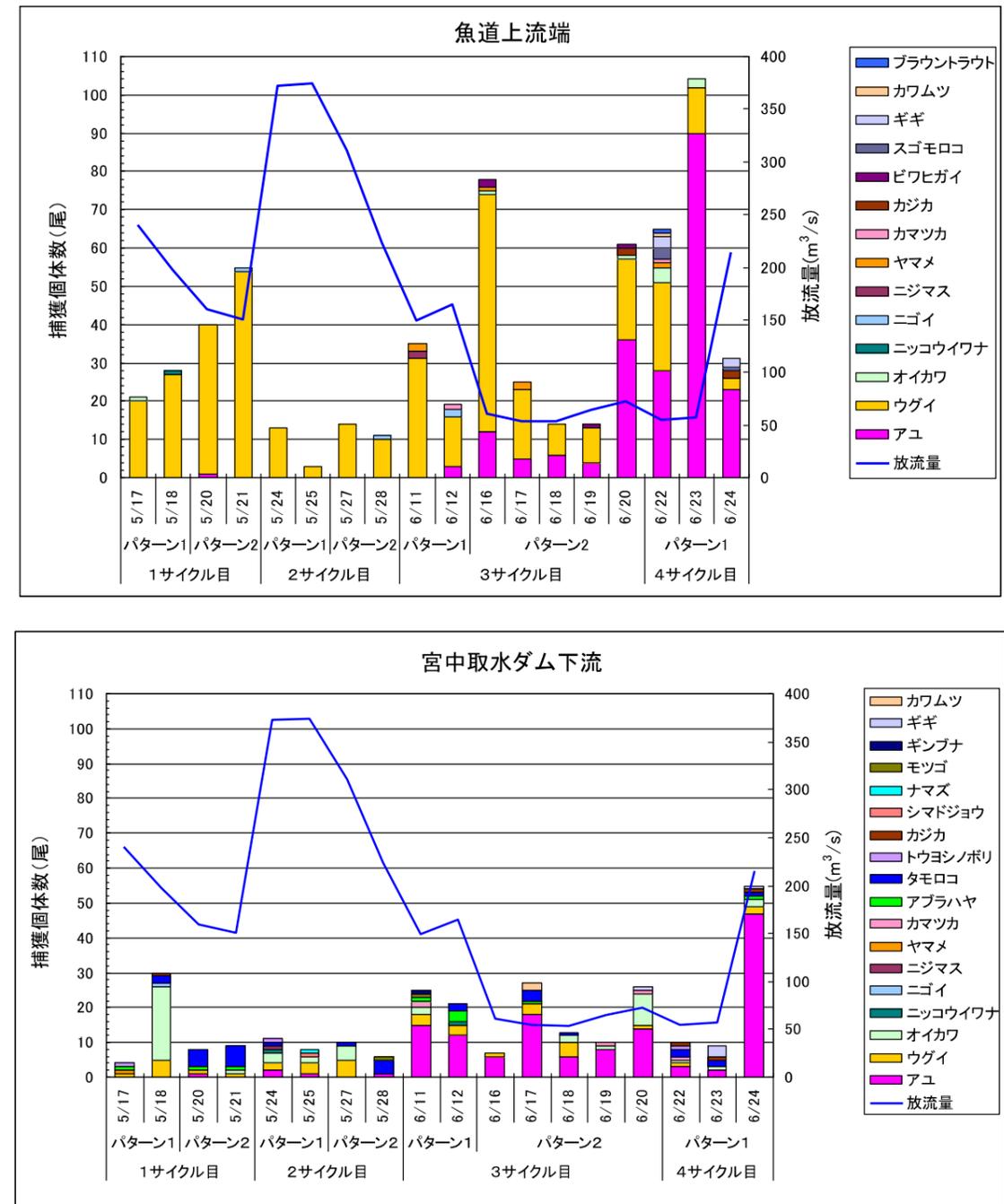
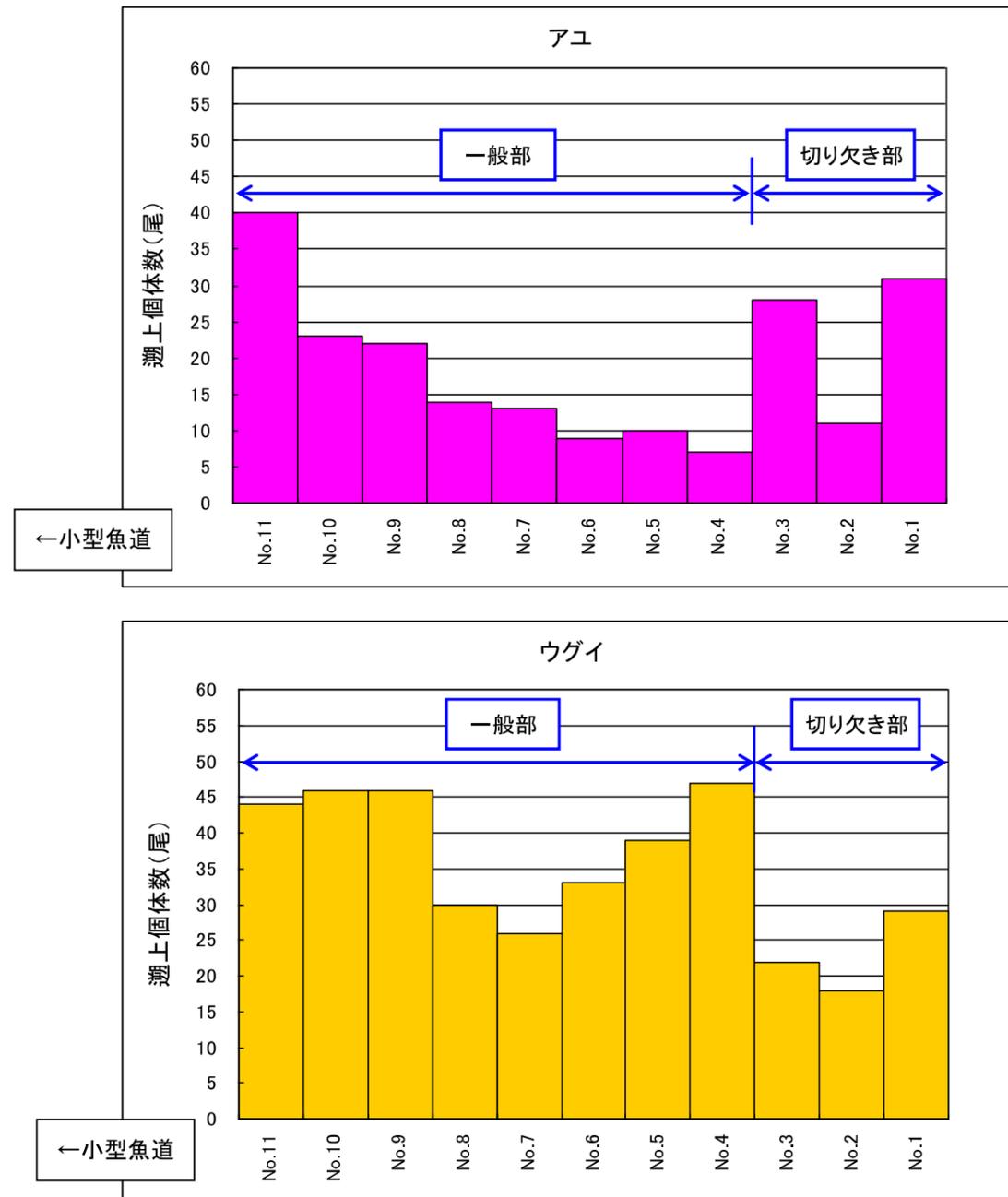


図 1.11 採捕結果の時系列整理

(3) 魚道遡上状況

アユは、魚道の側壁沿いで遡上個体数が多くっていた（図 1.12）。これは、側壁沿いは比較的流況が安定しているためと考えられる。

ウグイについては遡上箇所の選好性は見られなかった。ウグイはアユと比べて遊泳力が強く、遡上箇所の選択の幅が大きいと考えられる。



※図中の No. は魚道上流端に設置した捕獲カゴのトラップ No. を示す。

図 1.12 捕獲カゴ別遡上状況の比較

(4) 宮中取水ダム下流の確認状況

- ・右岸側と魚道入り口付近では概ね同程度の種構成、体長組成となっていたが、左右岸の滞筋では種構成が若干異なっていた。また、中州右岸側では魚類は確認されなかった（図 1.13）。
- ・左岸側および中州左岸側ではアユが採捕個体の大半を占めていたが、右岸側ではシマドジョウなどの底生魚（写真 1.5）や、体長の小さいオイカワ、タモロコ等（写真 1.6）が多数確認された。

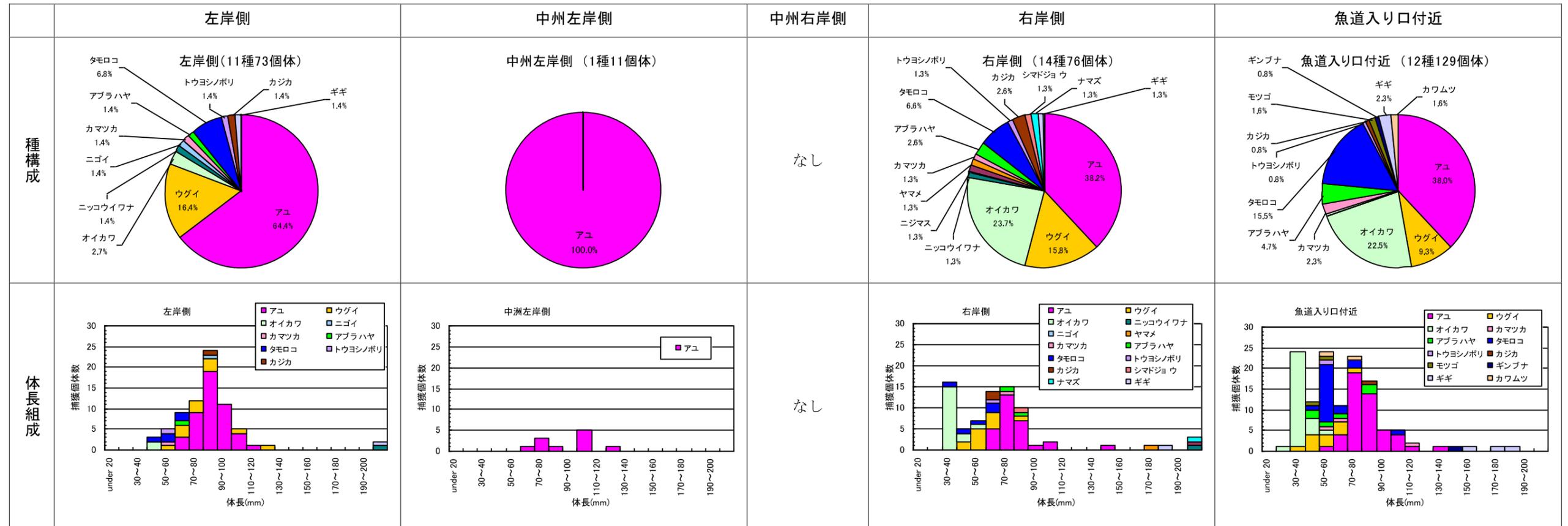


図 1.13 宮中取水ダム下流採捕個体の地点別比較



写真 1.5 宮中取水ダム下流で確認された主な底生魚



写真 1.6 宮中取水ダム下流で確認された体長の小さい魚

1.1.6 分析・評価

(1) 主要魚種の確認状況整理

宮中取水ダム下流の主要な魚種であるアユとウグイについて、宮中取水ダム下流を含めた確認状況を整理した。

1) アユ

a) 確認状況

- ・アユは左岸側、中州左岸側、右岸側、魚道入り口付近、魚道上流端で確認された(図 1.14、図 1.15)。
- ・中州右岸側ではアユは確認されなかった。

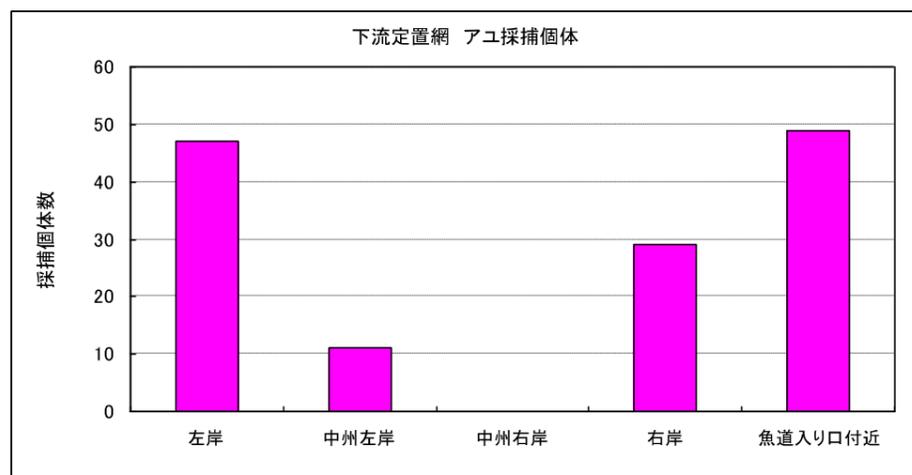


図 1.14 アユ採捕個体数の地点別比較 (下流定置網)

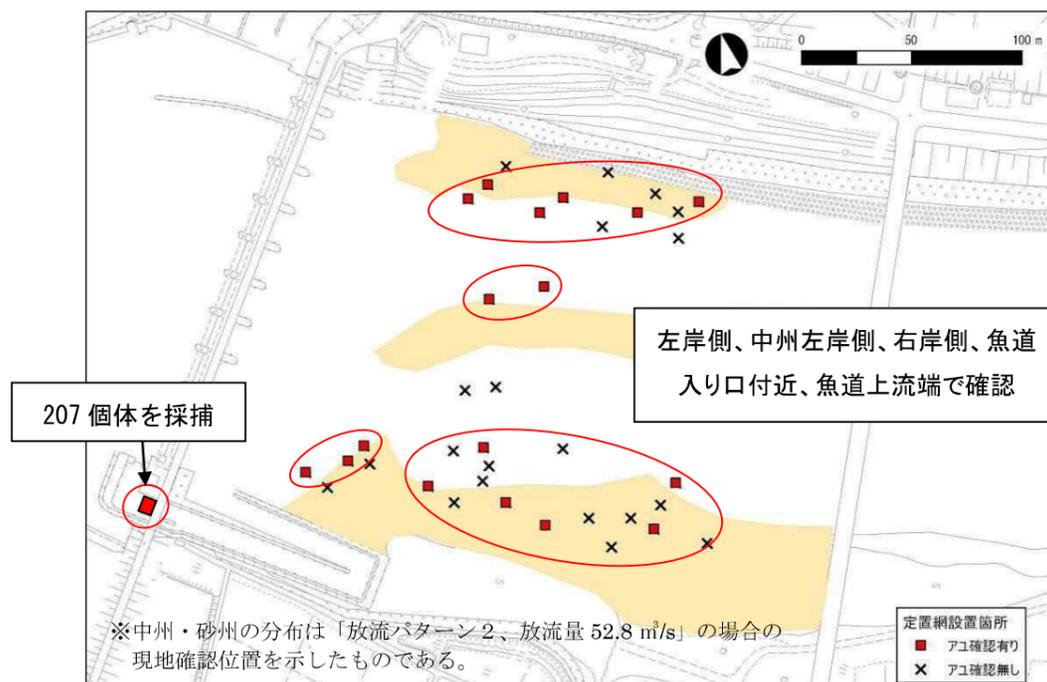


図 1.15 アユの採捕地点

b) 体長組成

アユの大型魚道上流端と下流定置網における採捕個体の体長組成を図 1.16 に示す。

- ・魚道を遡上した個体は、下流定置網で採捕された個体と比べて若干体長が大きかった。
- ・下流定置網では、体長の小さい個体も採捕された(写真 1.7)。

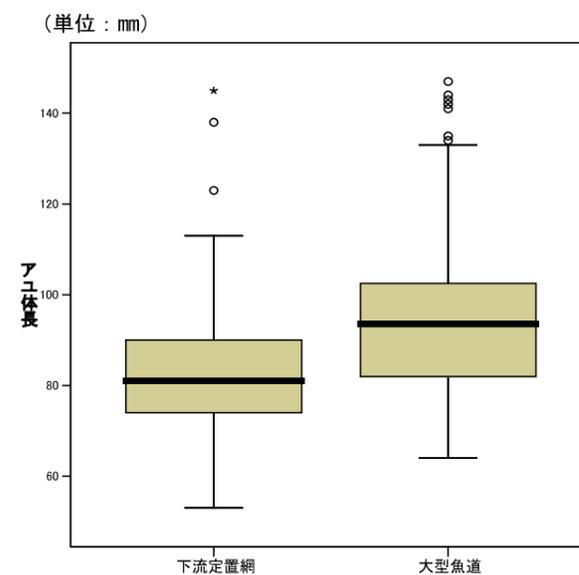


図 1.16 アユ採捕個体の体長比較



写真 1.7 アユ採捕個体の体長別整理

2) ウグイ

a) 確認状況

- ・ウグイは、左岸側、右岸側、魚道入り口付近、魚道上流端で確認された（図 1.17、図 1.18）。
- ・中州左岸側および中州右岸側では確認されなかった。

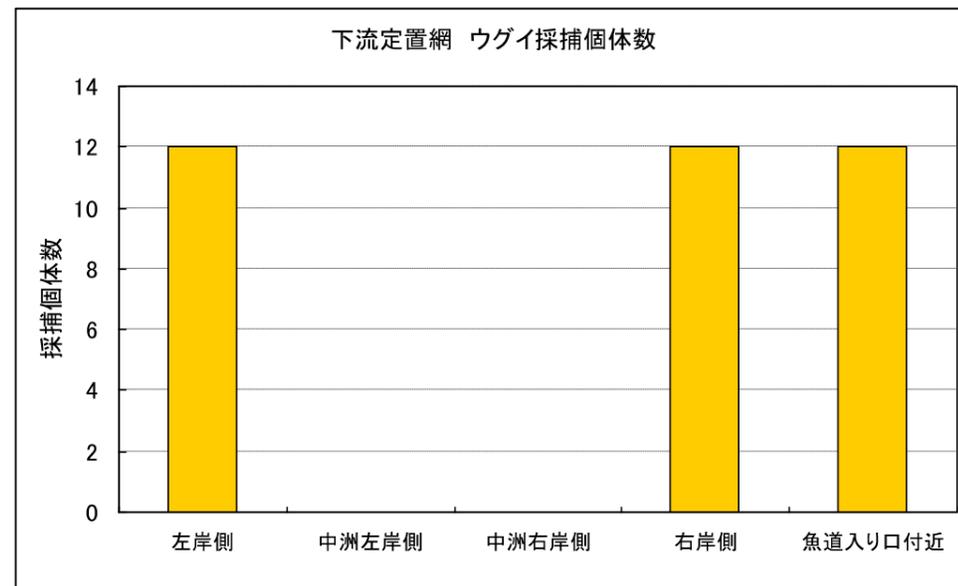


図 1.17 ウグイ採捕個体数の地点別比較（下流定置網）

b) 体長組成

ウグイの大型魚道上流端と下流定置網における採捕個体の体長組成を図 1.19 に示す。

- ・ウグイは、魚道上流端で体長の大きな個体が採捕されているものの、下流定置網ではほとんど確認されなかった。このため、体長の大きなウグイは定置網設置位置よりも、流れの速い流心側を遡上している可能性が高いと考えられる。
- ・ウグイの成熟個体には、婚姻色と呼ばれる赤色の条線が見られるが、宮中取水ダム魚道の遡上個体をみると、婚姻色のない個体も魚道を遡上していた（写真 1.8）。

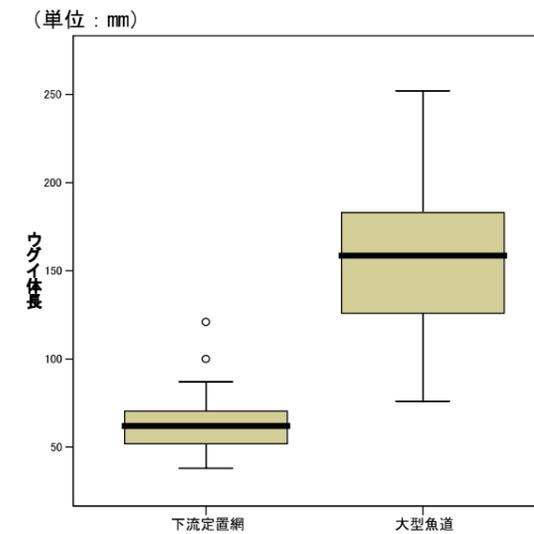


図 1.19 ウグイ採捕個体の体長比較

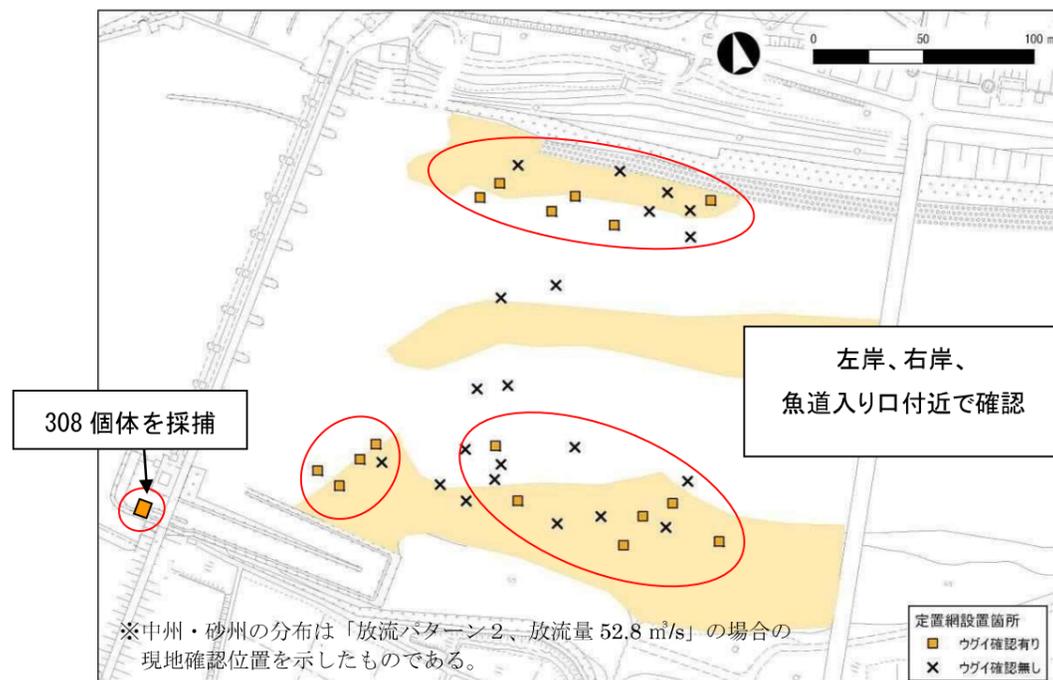


図 1.18 ウグイの採捕地点

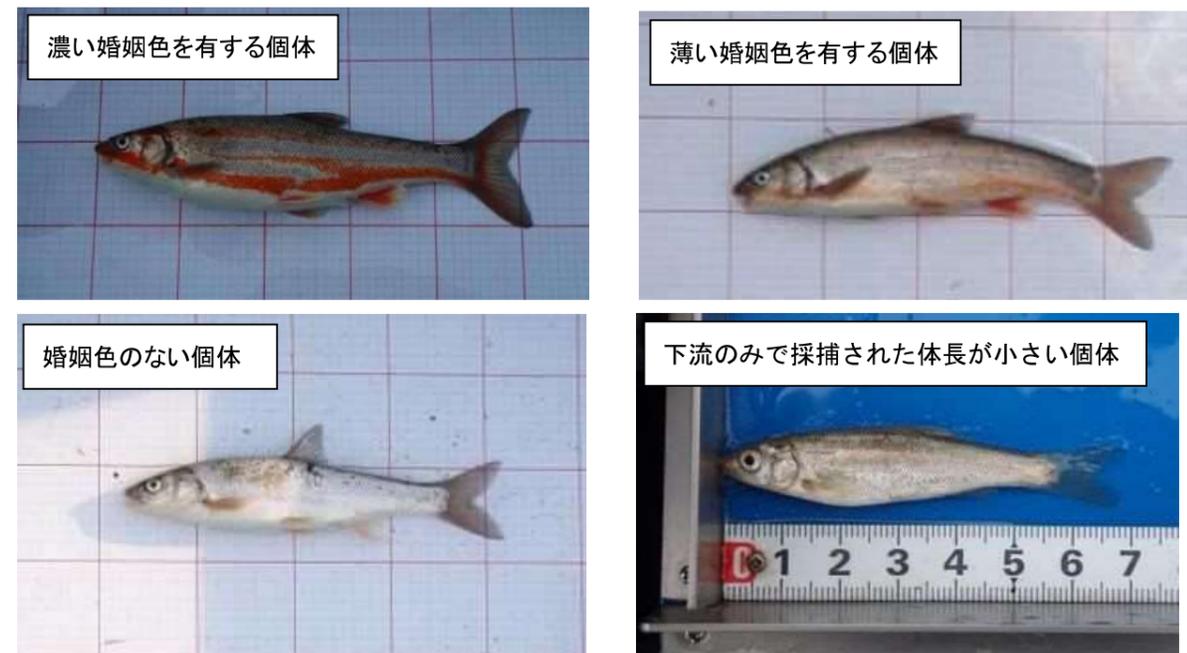


写真 1.8 ウグイ採捕個体の婚姻色別整理

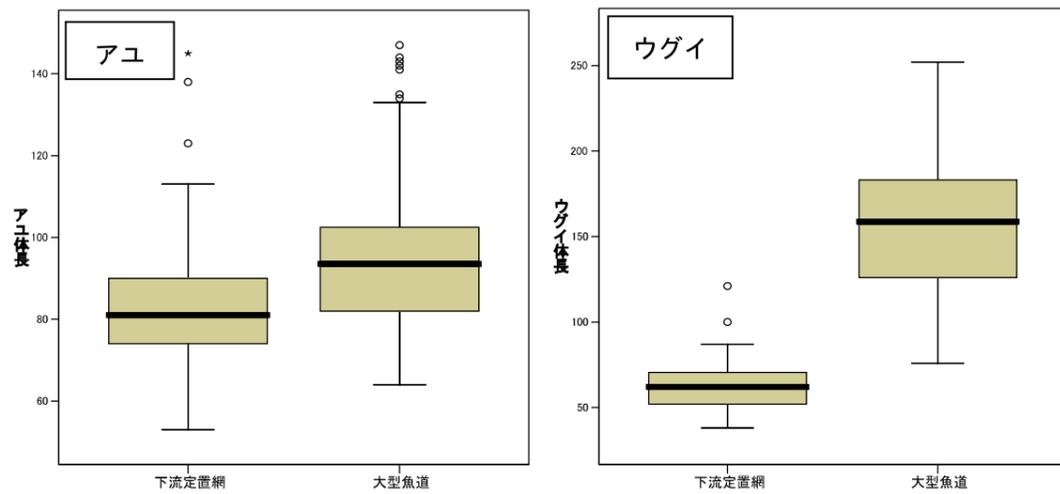
(2) ゲート放流方法と魚類遡上状況の関係性把握

1) 評価対象魚の選定

宮中取水ダム魚道の主な利用種であるアユとウグイを評価対象魚として、ゲート放流方法と魚類遡上状況の関係性について検討を行なった。

ただし、ウグイについては、下流に設置した定置網での採捕個体は、体サイズの小さい非成熟個体が多く、魚道を遡上した個体と同じようなサイズの個体が少なかったため、宮中取水ダム下流の評価対象魚からは除外した(図 1.20)。また、ウグイは婚姻色の色別に 3 つのグループがあることが分かったため、婚姻色別に区分して比較することとした(図 1.21)。

ウグイの婚姻色別の出現状況をみると、5月中旬頃に婚姻色を有する個体の割合が多くみられたものの、6月下旬まで継続的に確認されていた(図 1.22)。



※下流定置網の採捕個体は、体長の小さい非成熟個体が多いため、評価対象から除外した。

図 1.20 アユとウグイの地点別体長比較

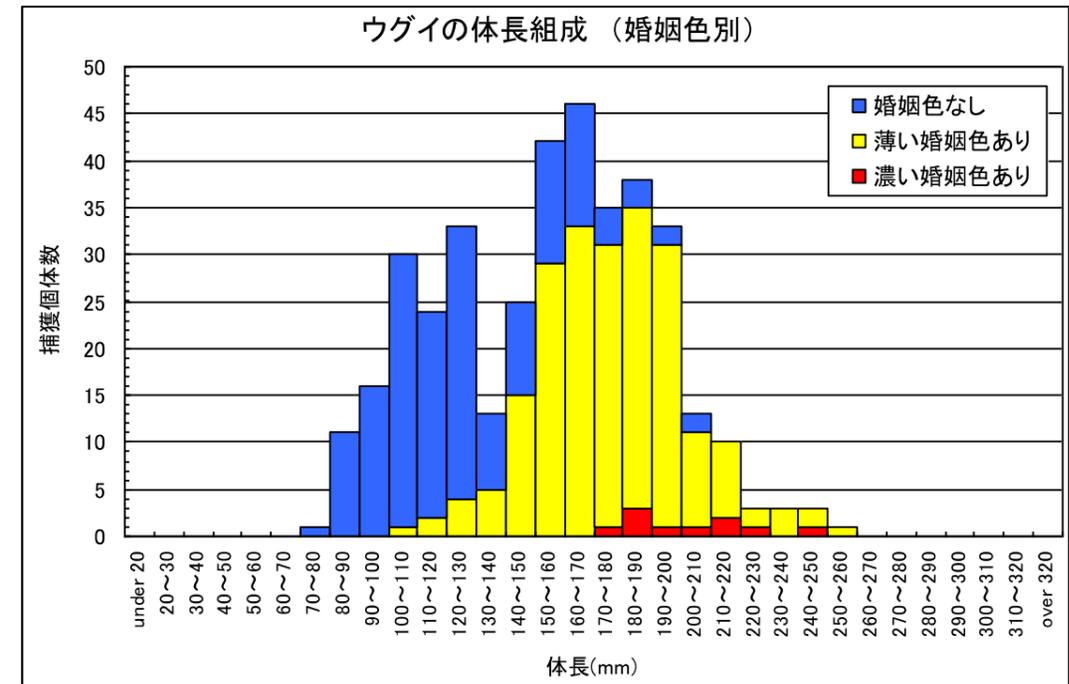


図 1.21 ウグイの体長組成 (婚姻色の出現状況別)

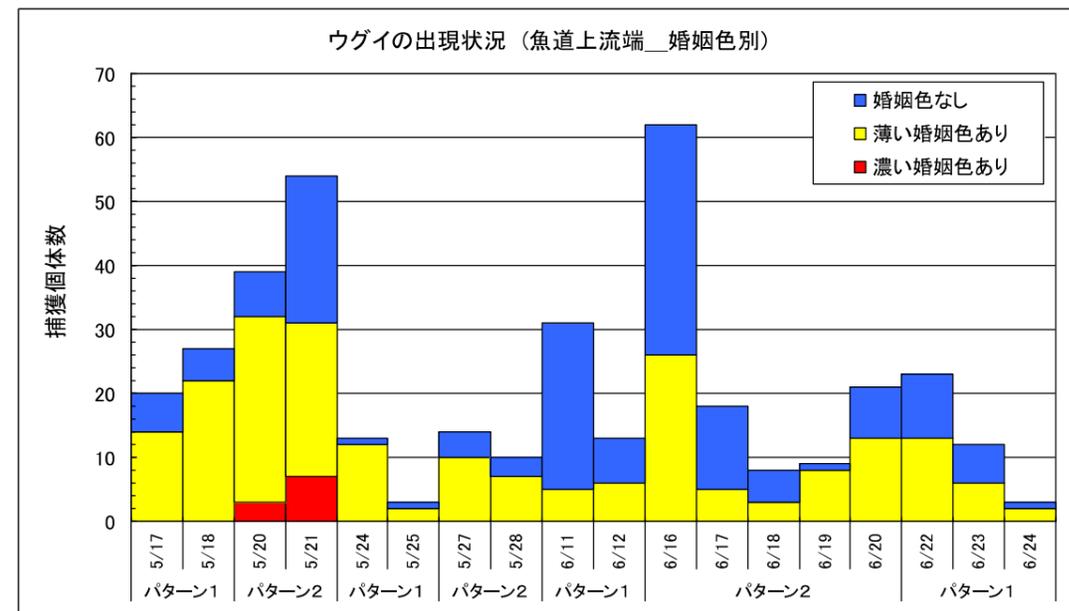


図 1.22 ウグイの出現状況 (婚姻色別)

2) 魚道上流端の採捕結果からの評価

a) 評価対象魚と物理環境の関係性分析

一般的に、アユの遡上は水温および濁水の影響を受けることが知られている。また、宮中取水ダム直下では、ゲート放流量が変化することによる影響が想定されたため、魚道上流端におけるアユとウグイの採捕結果と調査時の環境要因（放流量、水温、SS）について分析した（表 1.4、図 1.23）。

採捕個体数と調査時の環境要因（水温、SS、放流量）の相関関係について表 1.5 に示す。

- ・アユの魚道遡上個体数と水温は強い相関があった（ $r=0.74$ ）。また、アユの遡上個体数とSSについても、中程度の相関がみられた（ $r=-0.61$ ）。
- ・ウグイの採捕個体数と各指標の相関係数は全て0.4未満であり、因果関係が希薄であった。

表 1.4 魚道上流端におけるウグイ、アユの採捕結果と調査時の環境要因

日付	放流パターン	ウグイ	アユ	放流量(m ³ /s)	水温(°C)	SS(mg/L)
5月17日	パターン1	20	0	239.4	12.4	47.2
5月18日	パターン1	27	0	196.8	12.4	41.4
5月20日	パターン2	39	1	158.8	13.8	34.2
5月21日	パターン2	54	0	149.7	14.4	35.1
5月24日	パターン1	13	0	371.9	13.2	44.7
5月25日	パターン1	3	0	374.0	13.9	65.3
5月27日	パターン2	14	0	310.3	14.1	42.1
5月28日	パターン2	10	0	223.4	14.0	42.8
6月11日	パターン1	31	0	148.9	17.9	33.2
6月12日	パターン1	13	3	163.9	17.1	39.6
6月16日	パターン2	62	12	60.1	17.5	17.2
6月17日	パターン2	18	5	53.7	17.5	19.2
6月18日	パターン2	8	6	52.9	17.5	14.8
6月19日	パターン2	9	4	63.9	17.3	12.7
6月20日	パターン2	21	36	72.1	18.6	12.9
6月22日	パターン1	23	28	54.0	20.1	8.8
6月23日	パターン1	12	90	56.9	20.6	10.7
6月24日	パターン1	3	23	214.0	19.9	33.7

注)6月23日は宮中取水ダムが洪水警戒中の運用となっており、魚道流量が通常（大型魚道：2.3 m³/s）と異なつたため、調査結果の分析データとして供さなかった。

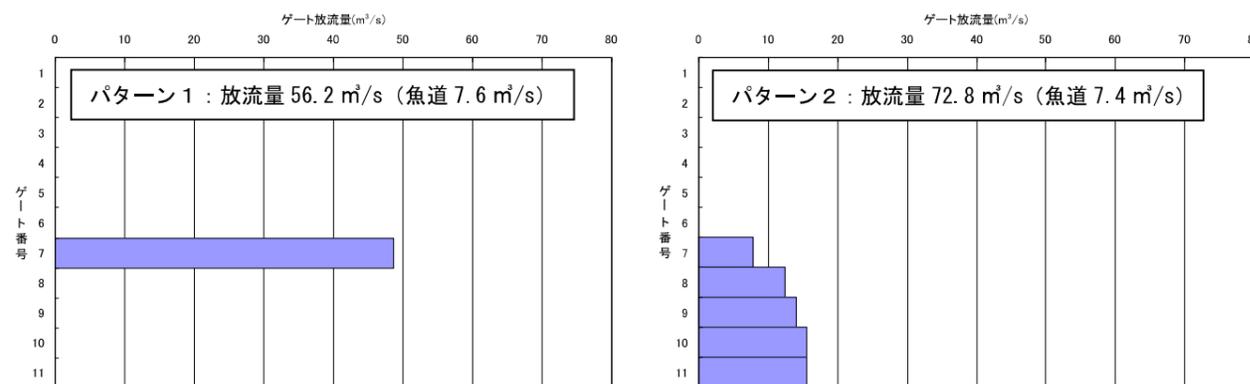
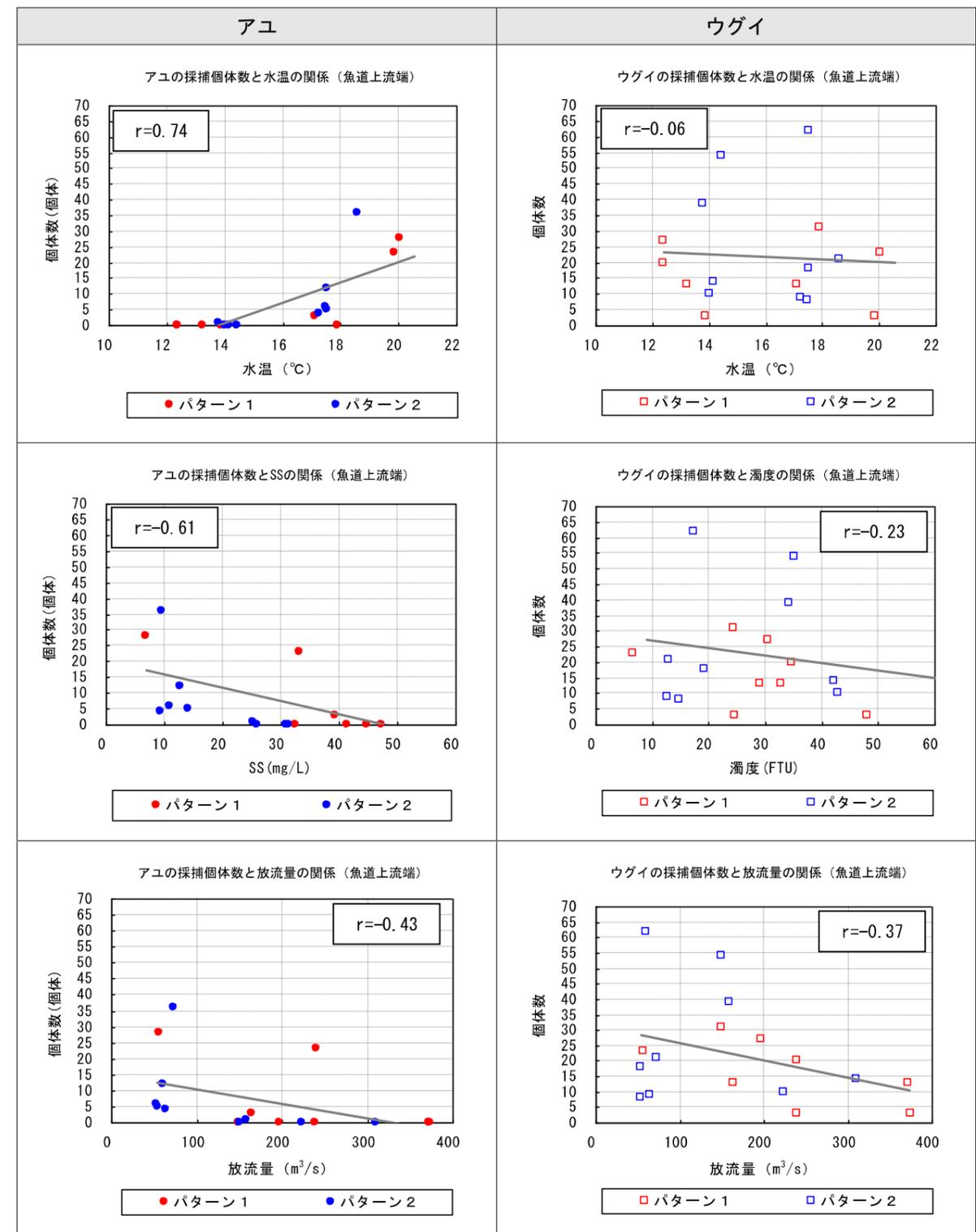


図 1.23 ゲート放流方法別のゲート放流量実績（左：6月22日、右：6月20日）

表 1.5 魚道上流端におけるアユ、ウグイの魚道遡上個体数と物理環境の関係



b) アユの遡上と水温の関係

魚道上流端におけるアユの採捕状況と水温との関係を一次整理したところ、6月20日以降、魚道上流端での採捕個体数が増加していた(図 1.24)。

このため、6月19日以前のデータと6月20日以降のデータに区分して有意差検定を行なったところ、有意水準 $p=0.05$ を下回り ($p=0.014$)、統計的に有意な差がみられた。

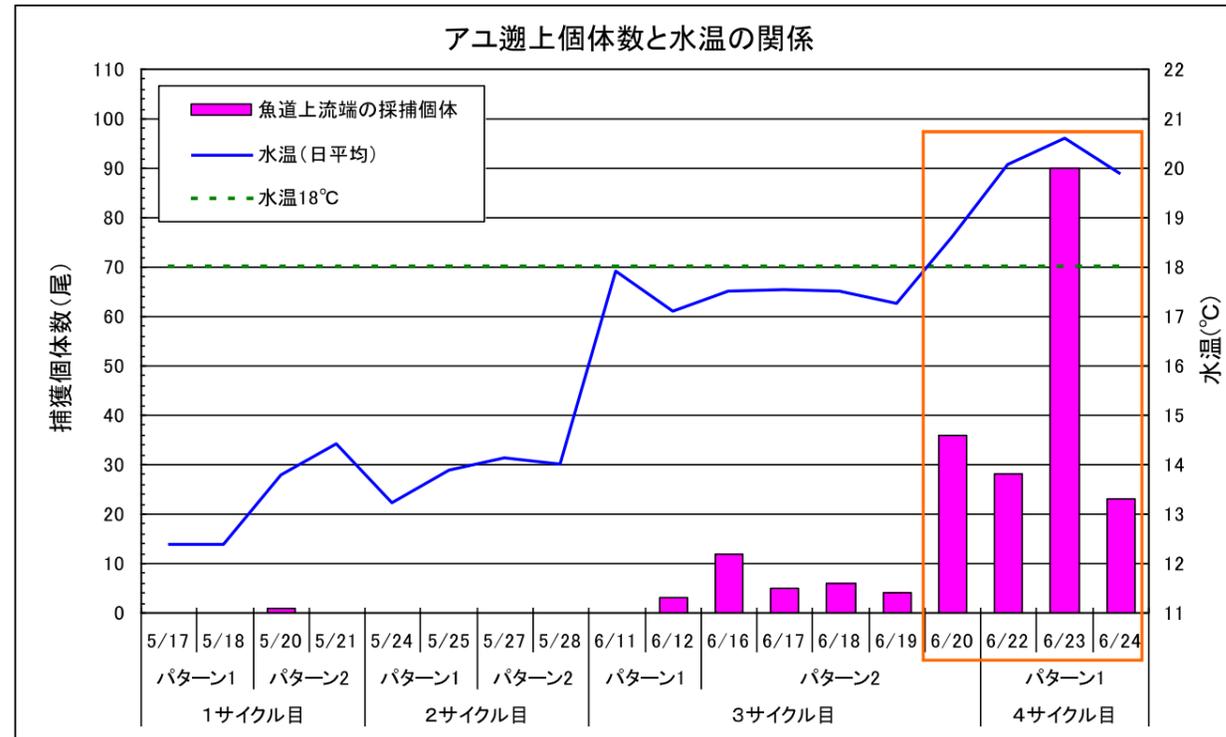


図 1.24 アユ遡上個体数と水温の関係

c) アユの遡上と濁水の関係

滋賀県水産試験場が実施した実験結果によれば、アユの河川遡上における濁水忌避濃度は 22mg/L とされている¹⁾。

このため、SSが 22mg/L 以上のデータと 22mg/L 未満のデータに区分して有意差検定を行なった結果、有意水準 $p=0.05$ を下回り ($p=0.003$)、統計的に有意な差がみられた(図 1.25)。

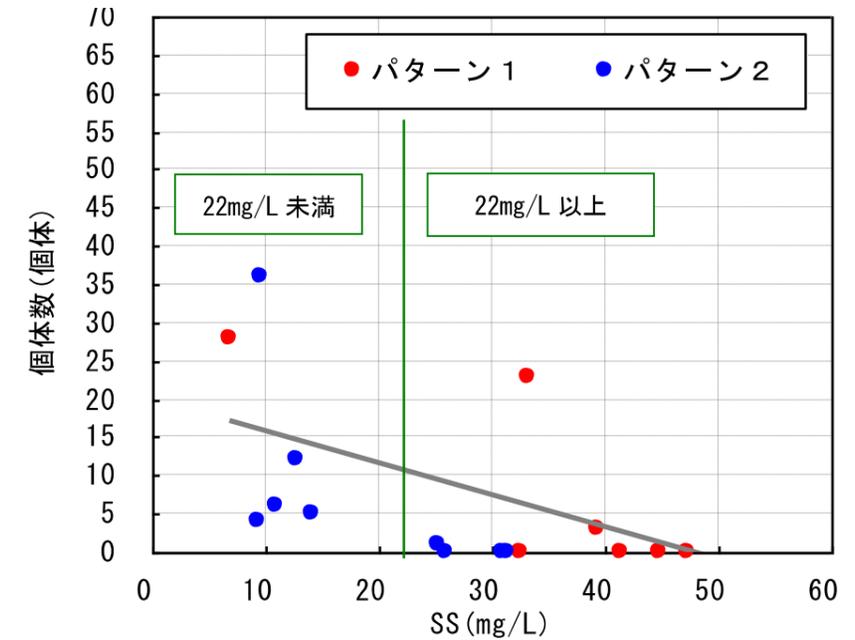


図 1.25 アユ遡上個体数とSSの関係

3) 分析方針

アユとウグイの分析方針について以下に示す。

<アユ>

アユの遡上は水温と濁水の影響を受けるため、アユの遡上が活発化した6月20日以降のデータのうち、SSが 22mg/L 未満である調査日のデータを用いて、放流パターンの比較を行なうこととした。

<ウグイ>

ウグイの遡上については、物理環境(水温、SS、放流量)の影響によるバイアスが小さいと想定されるため、全てのデータを用いて、放流パターンの比較を行なうこととした。また、婚姻色を有する個体と婚姻色のない個体は、別グループとして取り扱うこととした。

なお、濃い婚姻色を有する個体は、パターン2のみで採捕されたため、分析対象データから除外した。

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.

4) 分析結果

a) アユ

6月20日と6月22日のデータで分析を行った(図1.26)。

- ・分析対象データが少ないものの、放流パターン1と比べて放流パターン2の方で魚道遡上個体数が多い結果となり、放流パターン2に有意性があると考えられる(図1.27)。
- ・遡上個体の体長組成については、放流パターンの違いによる明確な傾向はみられなかった。

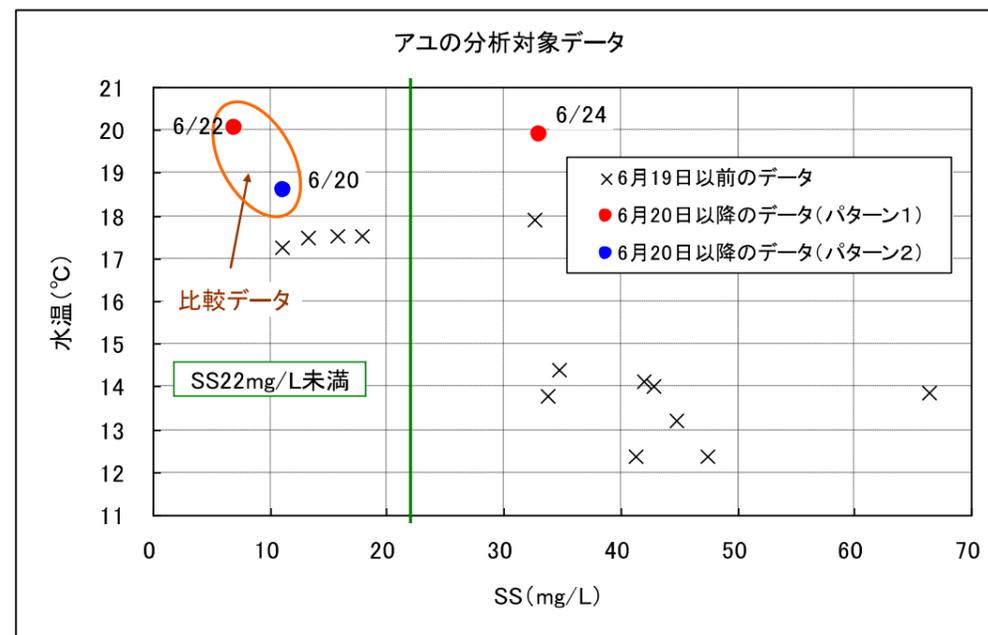


図 1.26 アユの分析対象データ

b) ウグイ

ウグイの分析対象データについて図1.28に示す。

- ・婚姻色の有無に関わらず、放流パターン1と比べて放流パターン2の方で魚道遡上個体数が多い結果となり、放流パターン2に有意性があると考えられる(図1.29)。
- ・遡上個体の体長組成については、放流パターンの違いによる明確な傾向はみられなかった。

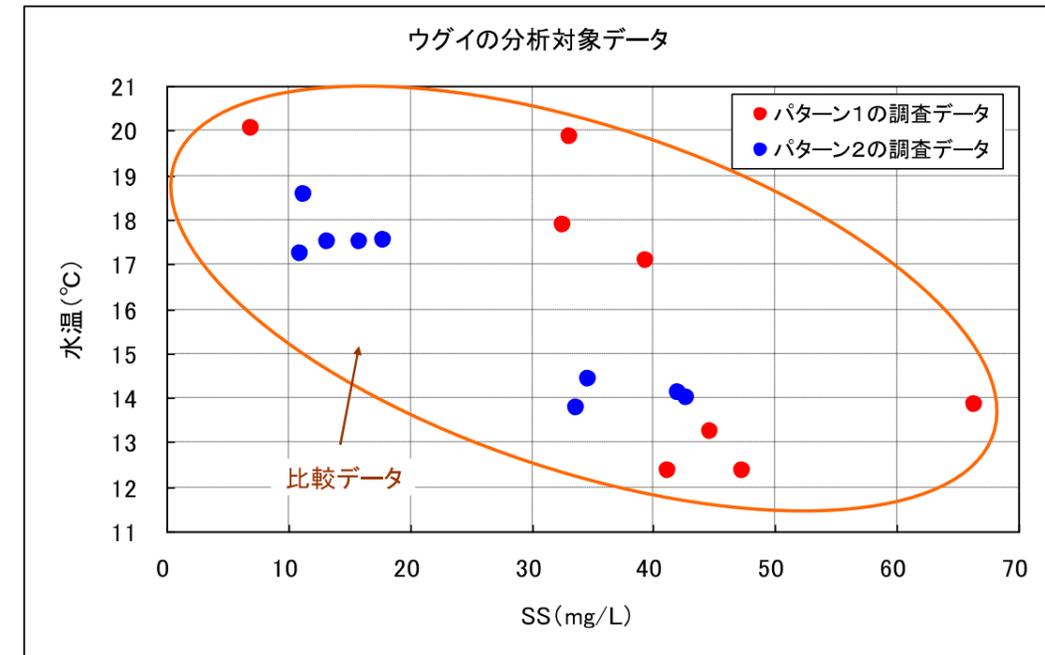


図 1.28 ウグイの分析対象データ

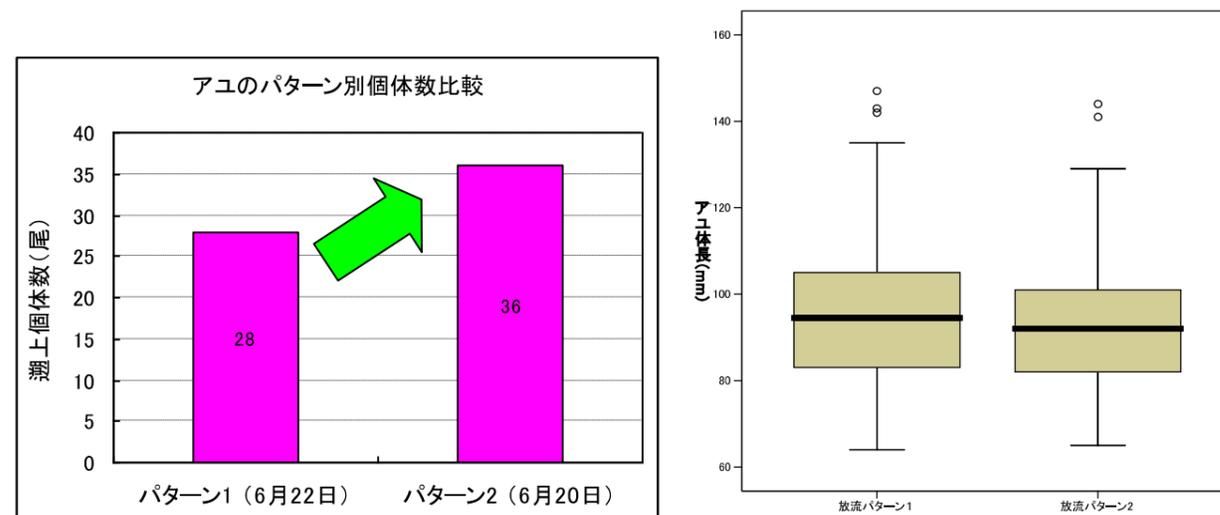


図 1.27 ゲート放流方法の違いによるアユの魚道遡上状況の変化(左:遡上量、右:体長組成)

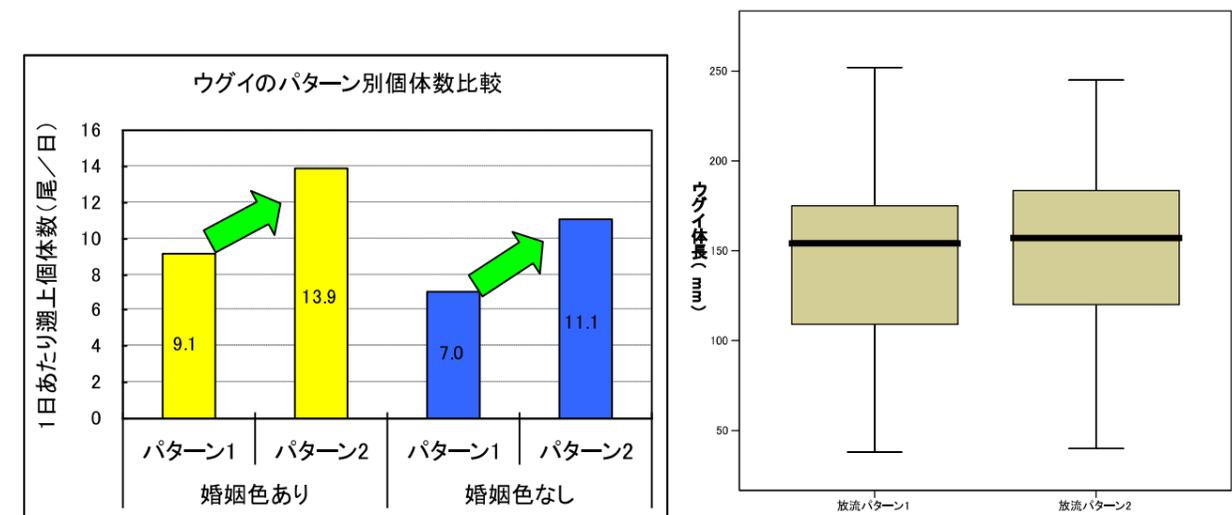


図 1.29 ゲート放流方法の違いによるウグイの魚道遡上状況の変化(左:遡上量、右:体長組成)

5) 下流定置網の採捕結果からの評価

a) 分析方針

宮中取水ダム下流の定置網による採捕結果についても、魚道上流端の分析と同様に、水温、SSの調査条件の類似した6月20日と6月22日のデータを用いて、地点別に採捕量の比較を行なうこととした。6月20日と6月22日の定置網設置地点について図1.30に示す。

なお、迷入個体の有無については、全調査期間のデータを用いて定性的な評価を行なった。

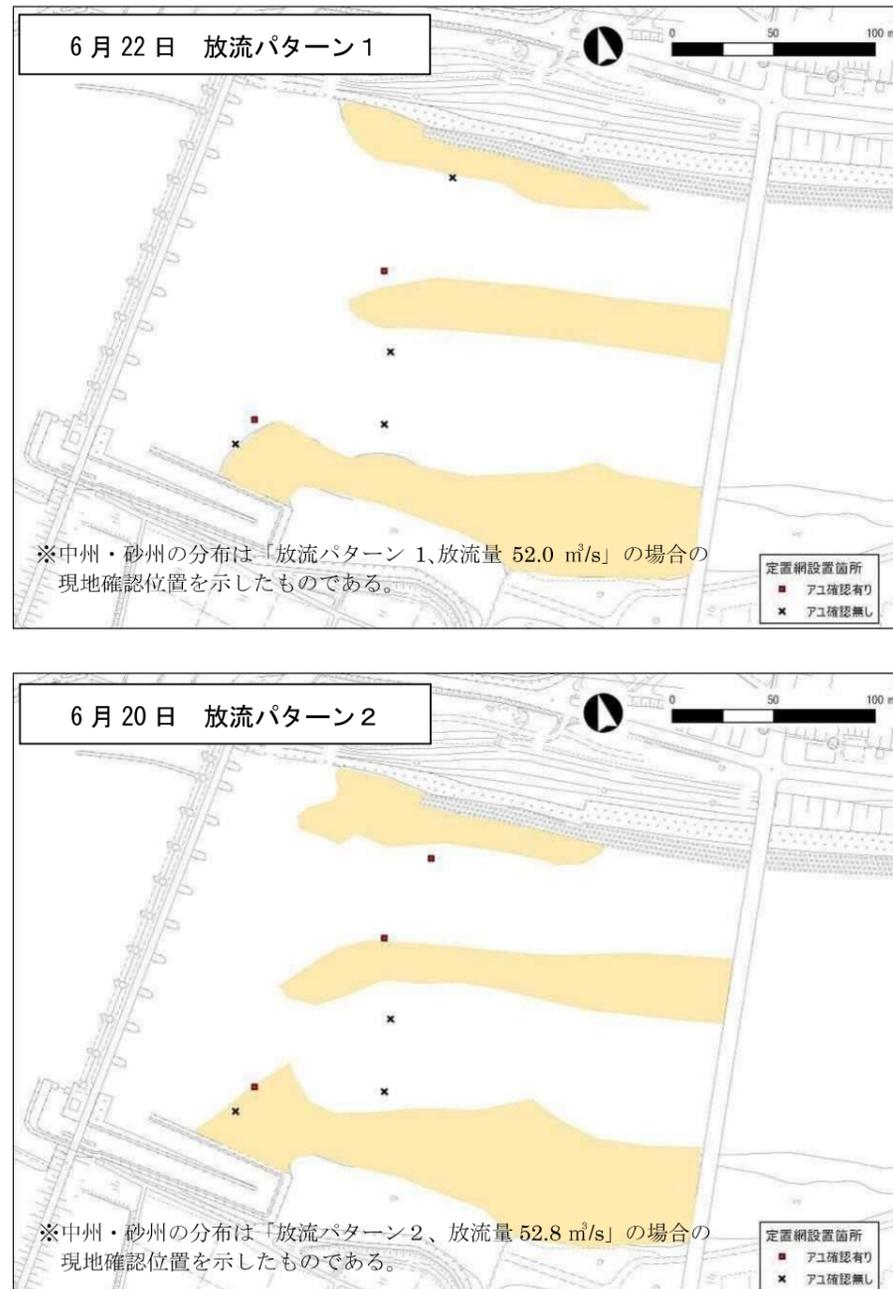


図 1.30 6月20日と6月22日の定置網設置状況

b) 分析結果

ア 採捕状況の比較

下流定置網の採捕結果について、6月20日と6月22日のデータで分析を行った(図1.31)。

左岸側および中州左岸側では放流パターン1と比べて放流パターン2の方で魚道遡上個体数が多い結果となったが、魚道入り口付近の採捕個体数はどちらも2個体と差がなかった。

また、体長組成をみると、放流パターン2での採捕個体の方が体長の大きな個体が採捕された結果となったが、放流パターン1の採捕個体数が3個体と少ないため、今回の調査結果のみで明確な傾向について言及することはできない。

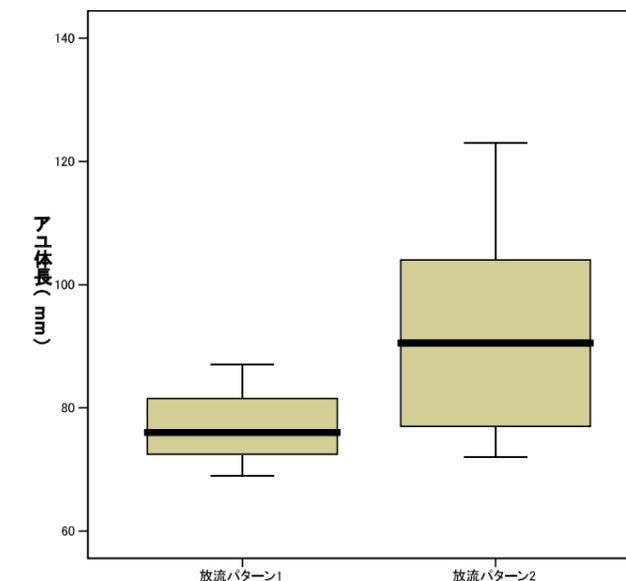
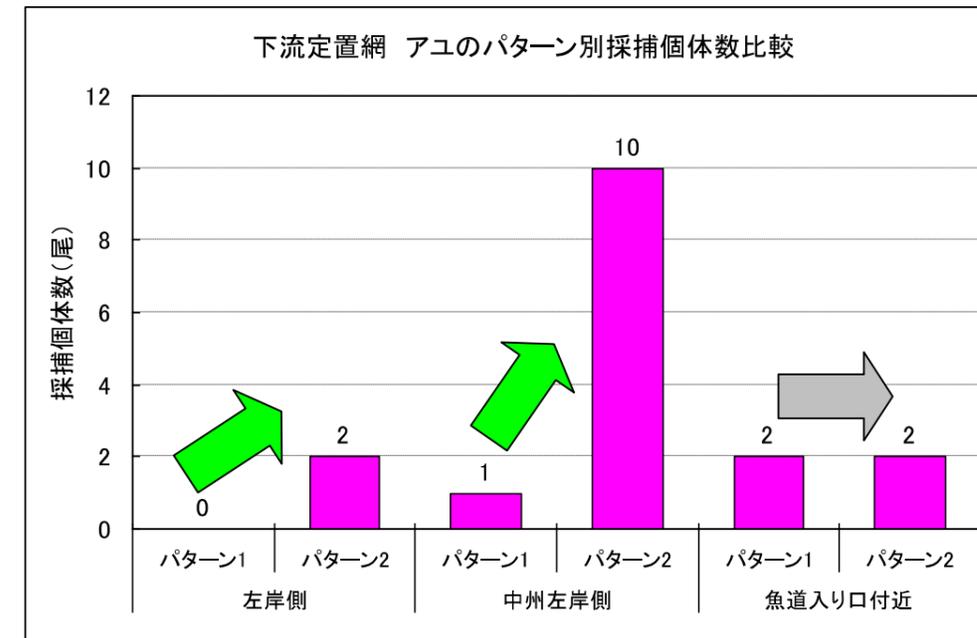


図 1.31 ゲート放流方法の違いによるアユの採捕状況の変化(上:採捕個体数、下:体長組成)

イ 魚道入り口周辺の迷入状況

魚道入り口付近の定置網は、写真 1.9 に示すとおり、下流向きと魚道向きの2方向に設置した。

- ・パターン1において魚道向きに設置した定置網でアユが採捕された。このことは、循環流による迷入個体の存在を示すものである（図 1.32）。
- ・パターン2において魚道向きに設置した定置網では、アユが採捕されておらず、循環流による迷入個体は確認されなかった。このことから、パターン2においては、魚道入り口付近までの遡上経路が連続し、アユが迷入することなく魚道入り口まで到達しやすくなっていると考えられる。



写真 1.9 魚道脇の定置網設置状況 (6月20日撮影)

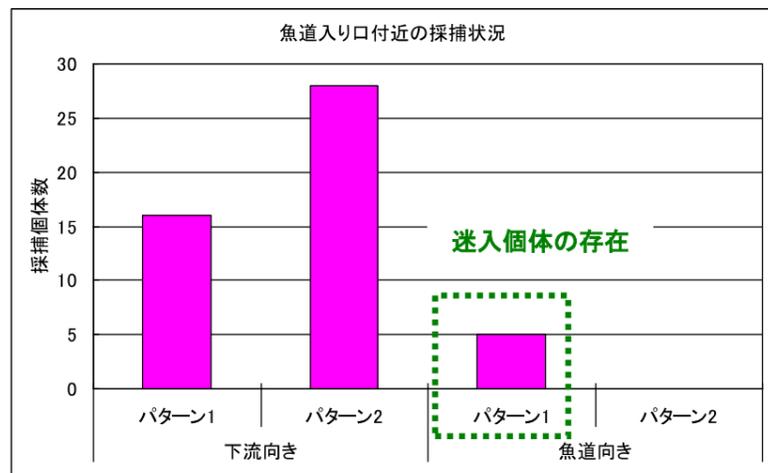


図 1.32 ゲート放流方法の変更による下流定置網採捕個体数の違い

c) アユの遡上行動と水理量の関係整理

ア 水理量（水深、流速）との関係性分析

定置網設置箇所およびアユ採捕地点の物理環境について図 1.33 に示す。このうち、魚道向きに設置した定置網は、循環流により迷入しているアユを採捕したものと考えられるため、遡上環境の分析対象からは棄却した。

一般的に、アユは流れに沿って遡上することが知られているため、アユが採捕された地点の流速から、以下のとおりアユの遡上環境を区分した（表 1.6）。

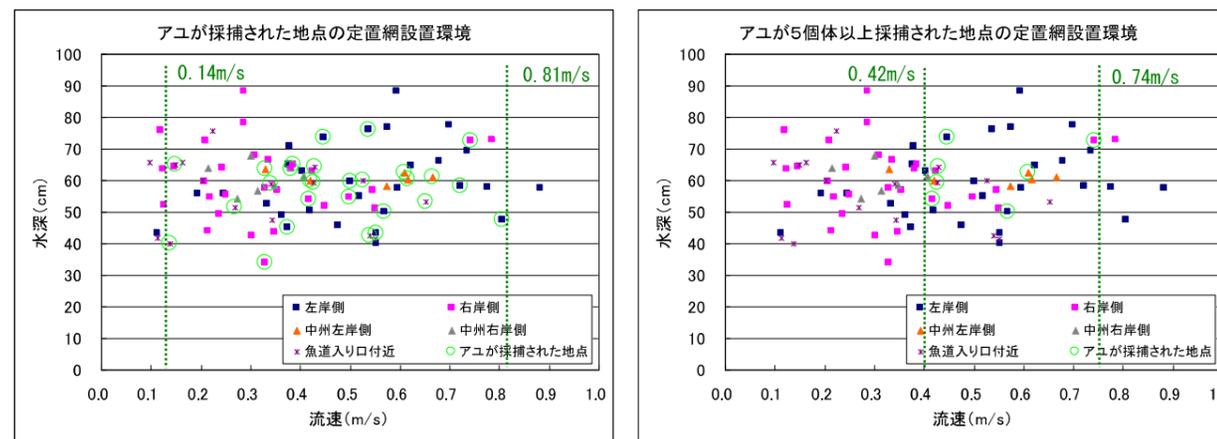


図 1.33 アユの遡上環境の抽出

表 1.6 アユの遡上環境区分

区分	流速
遡上に適する環境 (アユが5個体以上採捕)	0.42~0.74m/s
遡上可能な環境 (アユが1個体以上採捕)	0.14~0.81m/s
たまり環境	0.14 m/s未満
流れの速い環境	0.81m/s以上

イ 遡上経路の予測

流況解析モデルを用いて、アユ遡上調査時の流量を対象とした流況解析を実施した（図 1.35）。なお、流量は調査時の流量を代表する値として、60 m³/s と 150 m³/s とした（図 1.34）。

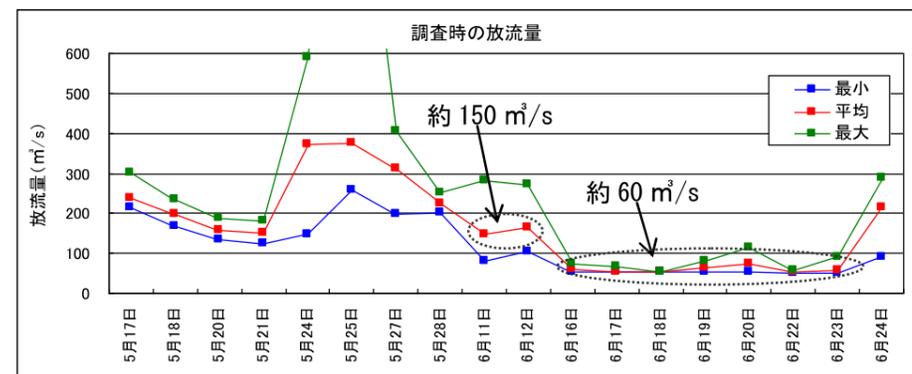


図 1.34 調査期間中のゲート放流量の状況

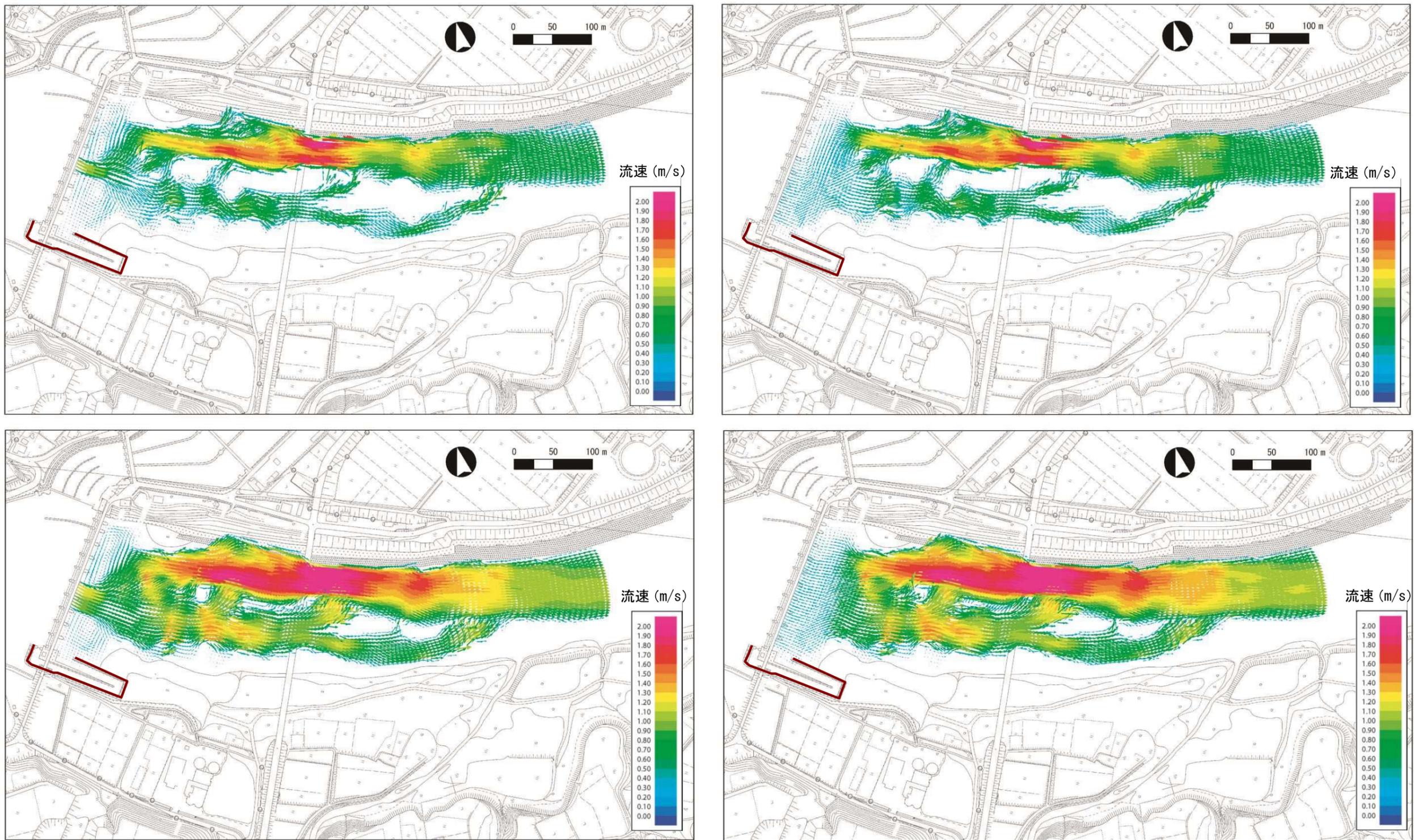


図 1.35 遡上経路の分析に使用した流況解析モデル

アユが採捕された定置網設置地点の流速から、アユの遡上に適する環境を抽出した結果、アユの遡上経路と流速の関係について、以下のような傾向がみられた（図 1.36）。

- ・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。

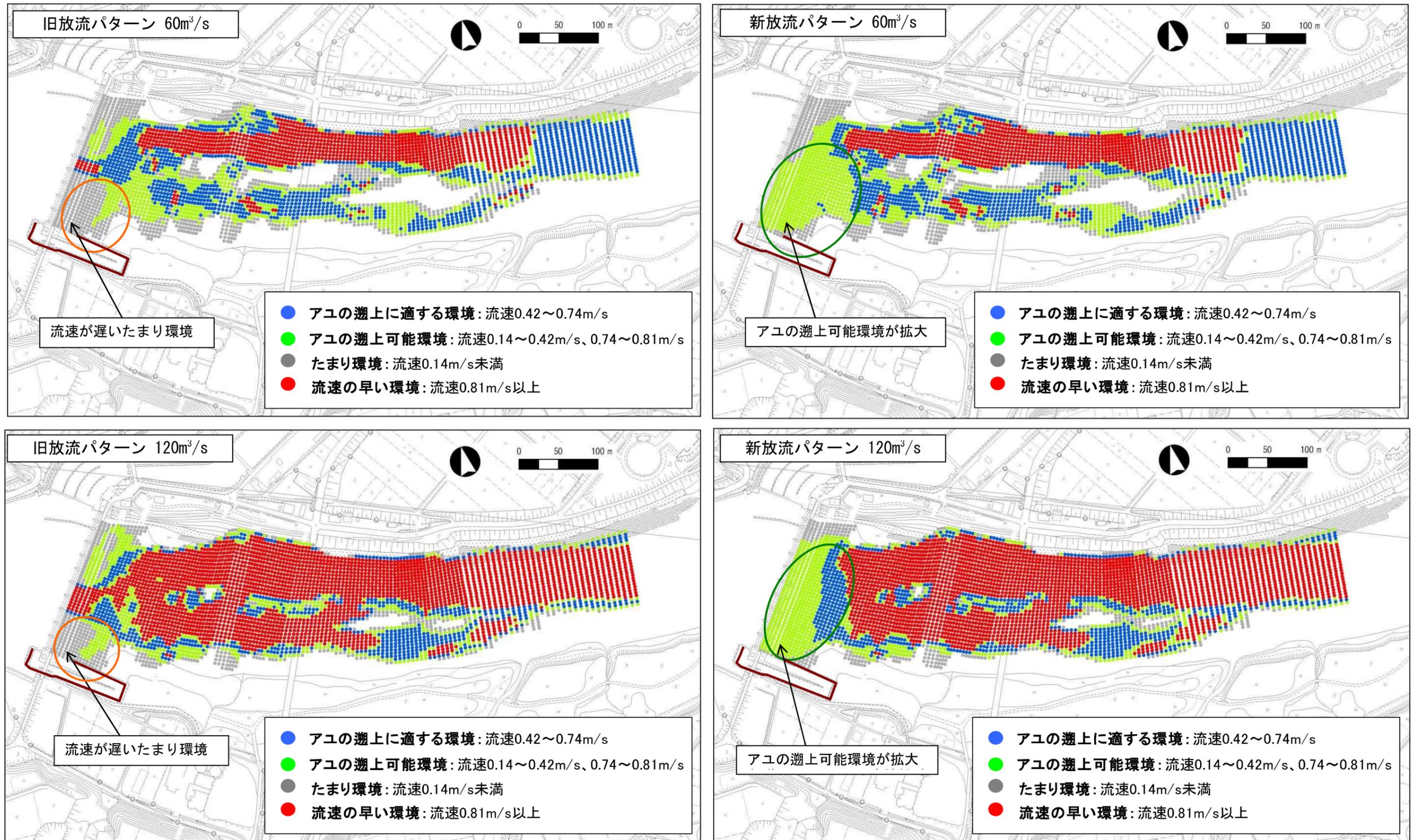


図 1.36 アユの遡上に適した流速分布の比較

1.2 洪水期モニタリング報告

1.2.1 はじめに

宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証の一つである「魚道へ魚をさらに誘引できる右岸側滞筋の形成」については、まず現行規程による出水後の河床変動状況や構造物の状況等を確認（以下、洪水期モニタリングと称す）し、下流の流れの連続性や河床の洗掘等に問題があると判断された場合には、測量や再現解析等により右岸側滞筋形成に向けた課題、方向性を検討することとしている。

平成 23 年度は、平成 23 年 5 月 12 日、5 月 30 日、9 月 3 日及び 9 月 22 日に洪水期モニタリング対象流量である 1,500m³/s 以上の放流量が発生したため、モニタリング計画に基づき河道の変化、施設の安全性に関する調査を実施した。（1,500m³/s は、十日町【姿】地点の年最大流量の 10 ヶ年最小値として設定）

以下では、平成 23 年度の洪水期モニタリング調査結果を報告する。

1.2.2 洪水期モニタリング計画の概要

(1) 実施フロー

洪水期モニタリングは、図 1.37 に示すフローに従い実施する。1,500m³/s 以上の放流量が発生した場合、目視による河床変化および構造物周りの洗掘状況の確認（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、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。

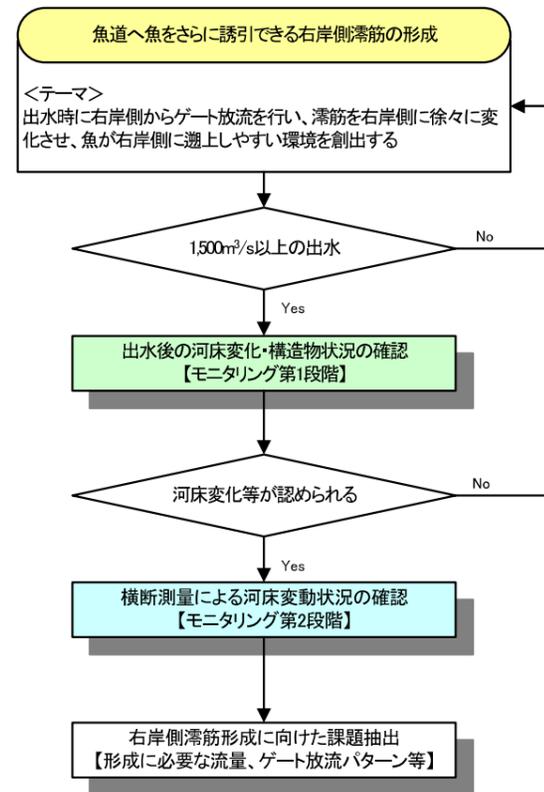


図 1.37 洪水期モニタリング実施フロー

(2) 実施内容

モニタリング実施内容について、表 1.7、図 1.38 に示す。

表 1.7 洪水期モニタリング内容

モニタリング項目		モニタリング手法	内容
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	目視	宮中ダム管理橋、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。



図 1.38 洪水期モニタリング調査概要図

1.2.3 洪水期モニタリング報告

(1) モニタリング実施状況

表 1.8 にモニタリング実施状況を示す。

このうち、9月3日出水後のモニタリングについては、出水規模がほぼ同じであった5月12日出水後の目視モニタリング調査より、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想定されたことから実施せず、5月12日、5月30日及び9月22日の3出水を対象とし、出水後のモニタリング調査を実施した。

表 1.8 洪水期モニタリング実施状況

モニタリング項目	手法	実施状況	5月12日出水 放流量：1,662.9m ³ /s	5月30日出水 放流量：3,443.0m ³ /s	9月3日出水 放流量：1,574.4m ³ /s	9月22日出水 放流量：2,681.0m ³ /s	備考
			実施日 5月20日	実施日 6月12日・18日	実施せず	実施日 10月14日	
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	目視	○	○	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想定されることから実施しないこととした。	○	※横断測量は、7月27日～29日に実施（左岸滞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10月17日～21日に実施
		横断測量	×	○*		×	
		航空写真	×	○*		×	
施設の安全性	低水護岸の基礎部の変状	目視	○	○		○	
	根固め工の流出・沈下	目視	○	○		○	
		横断測量	×	×		×	
	魚道擁壁基礎の洗掘	目視	○	○		○	
宮中橋橋脚基礎の洗掘	目視	○	○	○	○		

(2) モニタリング結果

①平成 23 年 5 月 12 日出水

(最大放流量：1,662.9m³/s 図 1.39：ゲート放流量、写真 1.10 洪水時の状況 参照)

1)モニタリング第 1 段階（目視モニタリング）

- 洪水後調査を 5 月 20 日に実施した。調査時の放流量は約 150m³/s であった。
- 洪水前調査に比べて、河道形状や護岸等施設に特に変化は見られなかった。(表 1.9 参照)
- この結果、第 2 段階モニタリングは実施しないこととした。

表 1.9 目視モニタリングによる 5 月 12 日出水後の変化状況

モニタリング項目		宮中取水ダム～宮中橋	宮中橋下流
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	・ 特に変化は見られない。	・ 特に変化は見られない。
	砂州の変化状況	・ 特に変化は見られない。	・ 特に変化は見られない。
施設の安全性	低水護岸の基礎部の変状、および根固め工の流出・沈下	・ 特に変化は認められない。	・ 特に変化は認められない。
	魚道擁壁基礎の洗掘	・ 特に変化は認められない。	・ 特に変化は認められない。
	宮中橋橋脚基礎の洗掘	・ 特に変化は認められない。	・ 特に変化は認められない。

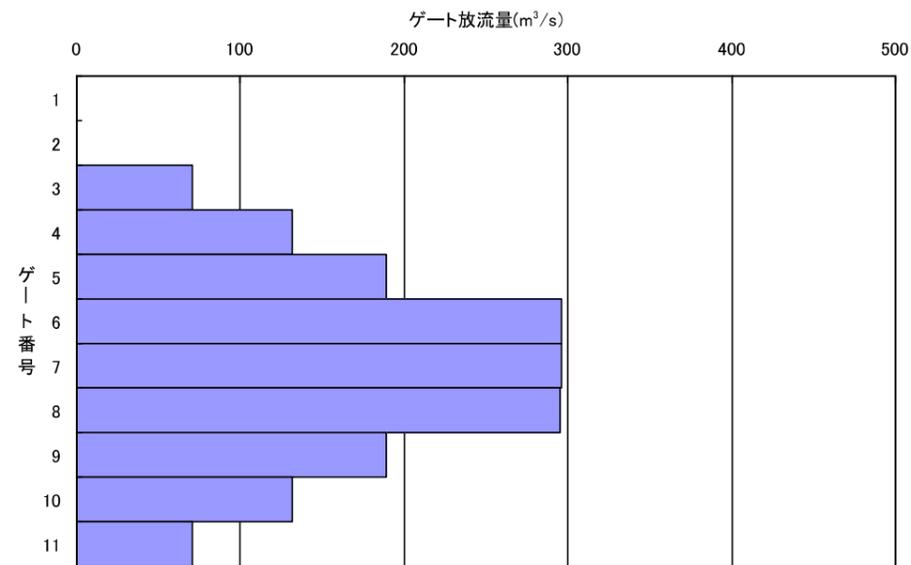


図 1.39 最大放流量時（12 日 15 時）のゲート放流量（魚道 7.6m³/s を別途含む）

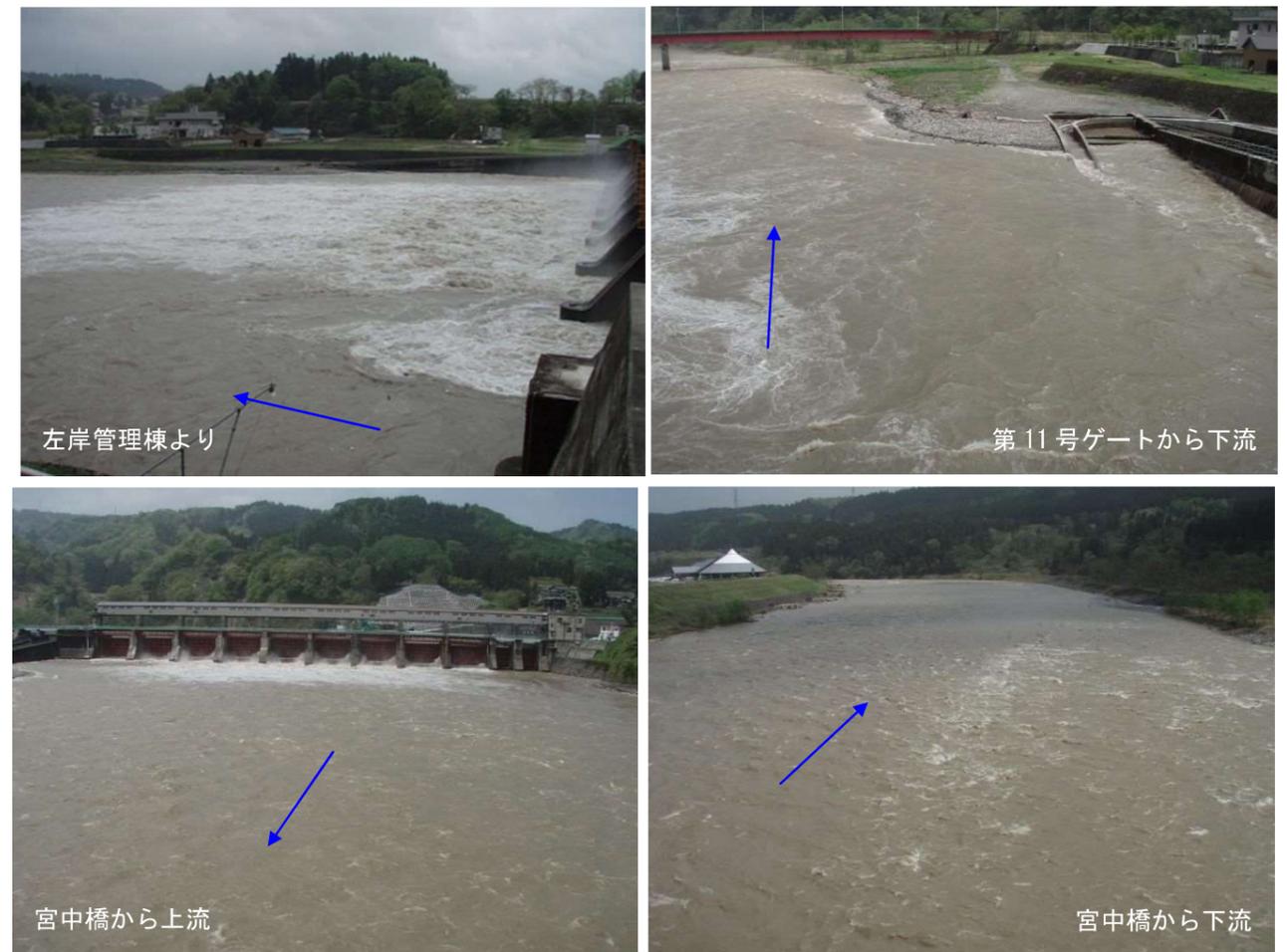


写真 1.10 5 月 13 日 11 時ごろの状況（放流量約 1,000m³/s）

②平成 23 年 5 月 30 日出水

(最大放流量 : 3,443.0m³/s 図 1.41 ゲート放流量、写真 1.11 洪水時の状況 参照)

1)モニタリング第 1 段階 (目視モニタリング)

- 洪水後調査を 6 月 12 日及び 6 月 18 日に実施した。調査時の放流量は 6 月 12 日が約 170m³/s, 6 月 18 日が約 53m³/s であった。
- 洪水前 (5 月 20 日) に比べ、護岸等施設に特に変化は見られなかったが、右岸側濬筋～河岸の形状の変化及び、宮中橋下流の右岸側流路の拡大が確認された。(表 1.10、図 1.40 参照)
- このため、河床変化が認められると判断し、検討フローに従い、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) を実施した。

表 1.10 目視モニタリングによる 5 月 30 日出水後の変化状況

モニタリング項目	宮中取水ダム～宮中橋	宮中橋下流	
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	<ul style="list-style-type: none"> ダム直下左岸に新たな砂州が形成されたことから、土砂移動があったものと推測される。 右岸側流路の河床が低下した可能性がある。(左岸側の流路が主流路であることに変わりはない。) 	<ul style="list-style-type: none"> 右岸側流路が拡大した。 左岸側の流路が主流路であることに変わりはない。
	砂州の変化状況	<ul style="list-style-type: none"> 7～9 番ゲートの前面 (下流) にあったマウンドの高さが低下した可能性がある。 河道中央の中州の高さが低下した可能性がある。 右岸側砂州の表面植生が流失したが、形状はあまり変化していない。 	<ul style="list-style-type: none"> 右岸側砂州の表面植生が流失したが、形状はあまり変化していない。
施設の安全性	低水護岸の基礎部の変状、および根固め工の流出・沈下	<ul style="list-style-type: none"> 特に変化は認められない。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に変化は認められない。
	魚道擁壁基礎の洗掘	<ul style="list-style-type: none"> 特に変化は認められない。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に変化は認められない。
	宮中橋橋脚基礎の洗掘	<ul style="list-style-type: none"> 特に変化は認められない。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に変化は認められない。

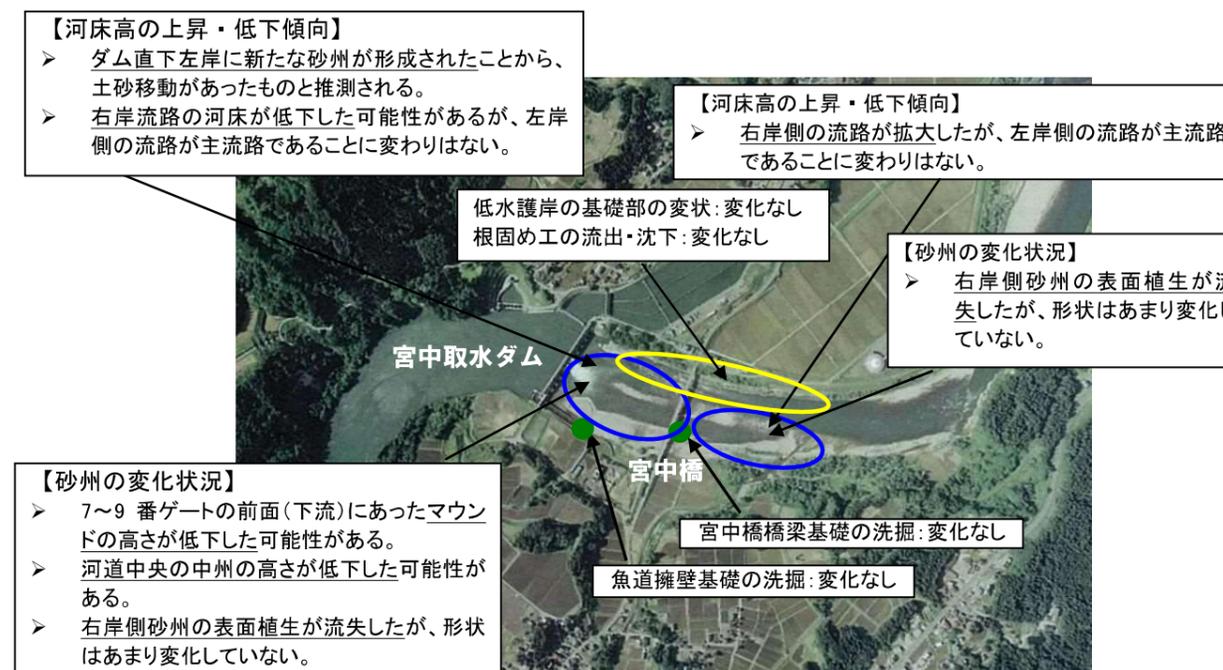


図 1.40 モニタリング第 1 段階実施結果まとめ (5 月 30 日出水)

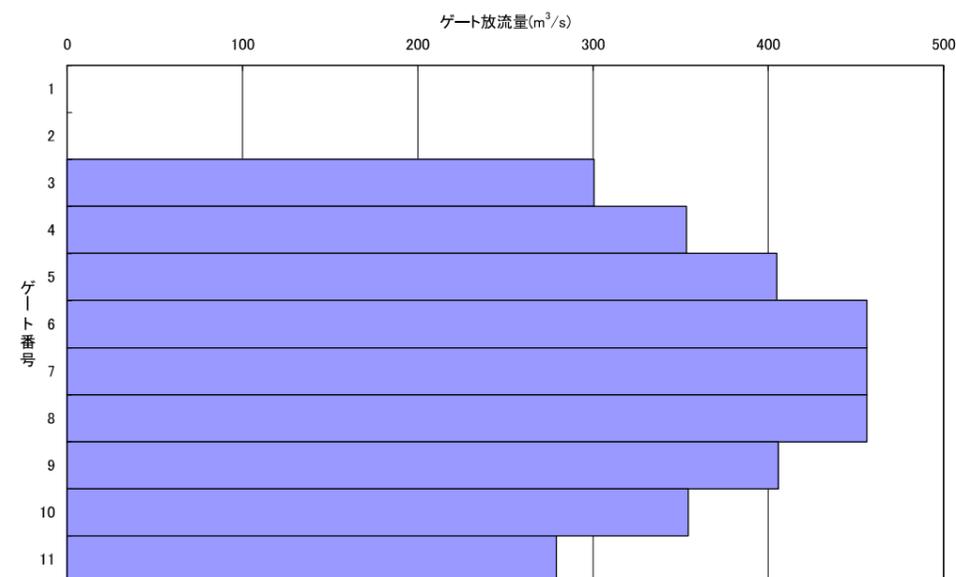


図 1.41 最大放流量時 (5 月 30 日 12 時) のゲート放流量 (魚道 0.0m³/s)



写真 1.11 5月30日14時ごろの状況（放流量約 3,270m³/s）

2)モニタリング第2段階（横断測量による河床変動状況の確認）

目視モニタリングの結果、河床変化が認められたため、横断測量及びソナーによる河床変動状況の確認を行った。各調査の対象範囲を図 1.42 に示す。なお、ソナーによる河床変動状況の確認は、通常の深淺測量では把握できないゲート直下および左岸滞筋部の流速の速い領域を対象とした。



図 1.42 横断測量（深淺測量）及びソナーによる地形補足調査位置図

横断測量は、平成 23 年 7 月 27 日～29 日に実施した。なお、本測量では、流速の速いゲート直下および左岸滞筋部については実施していない。一方、宮中取水ダム直下については、ソナーを用いた地形補足調査を実施した。調査方法は、図 1.43 に示す C3D-LPM（3 次元サイドスキャンソナー）をゴムボートに装着し、測量船が航行可能な範囲について測量を行った。なお、調査は、10 月 17 日～21 日に実施した。

平成 23 年 1 月及び 3 月において実施されている横断測量と今回測量の重ね合わせを図 1.44 に示す。これより、3,500m³/s 相当の流量により、右岸側の滞筋の洗掘による流路の拡大、宮中取水ダム～宮中橋の中州表層の洗掘が確認された。一方、左岸滞筋部については、最深部の測量ができなかったが、滞筋河岸の形状やその位置に変化がないことがわかった。



図 1.43 ソナーによる地形補足調査の機器、調査方法

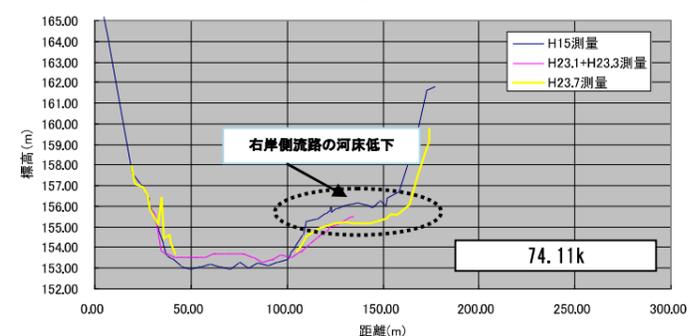
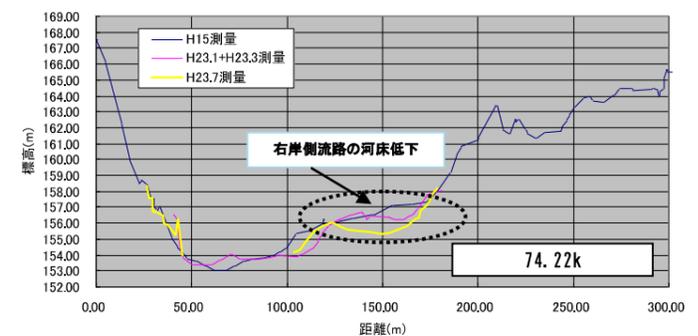
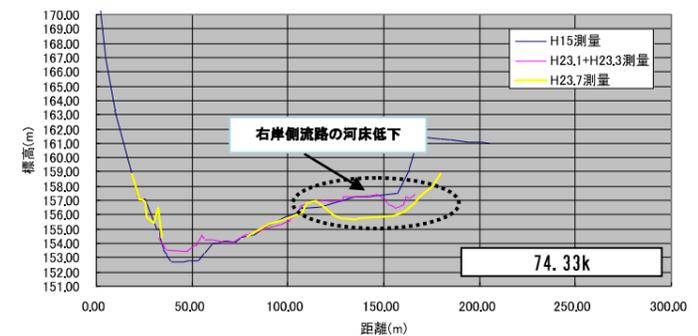
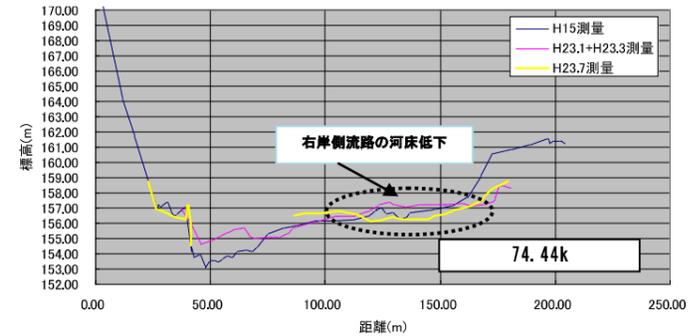
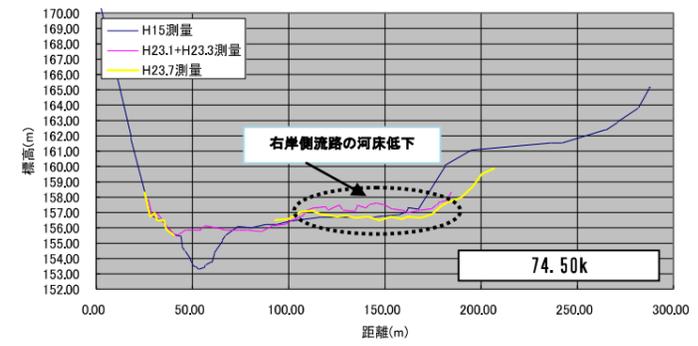
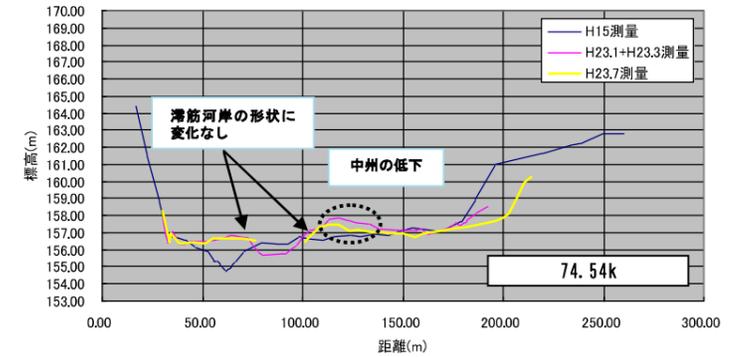
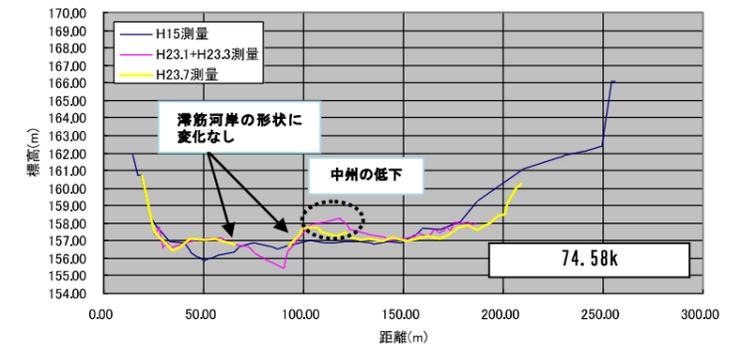
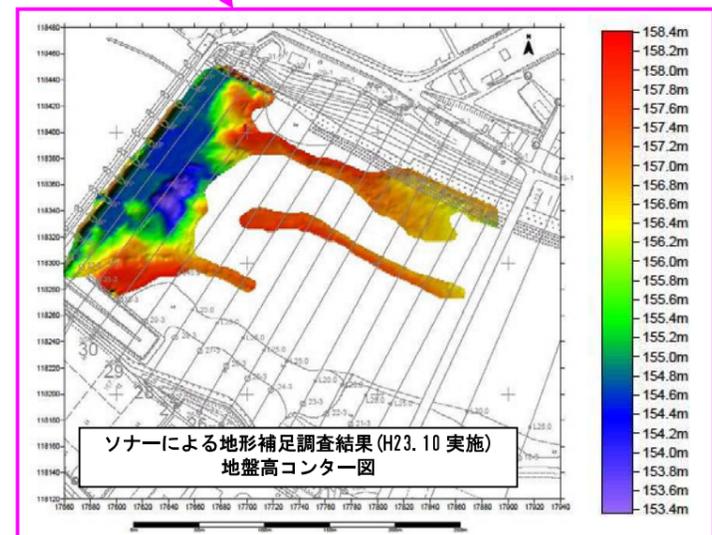
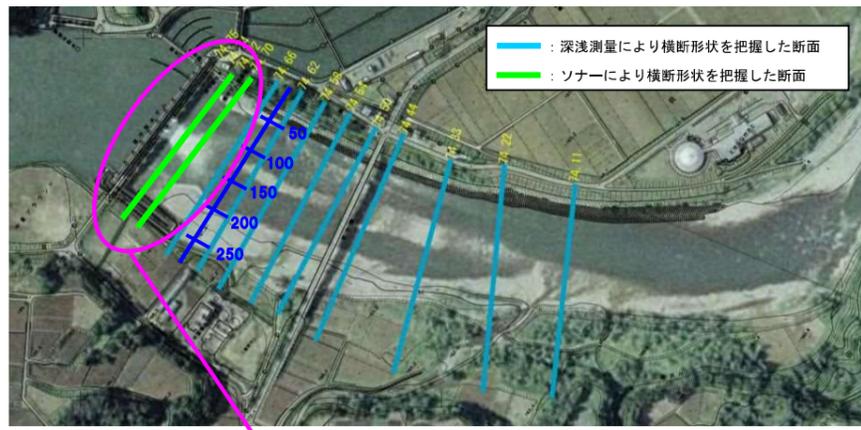
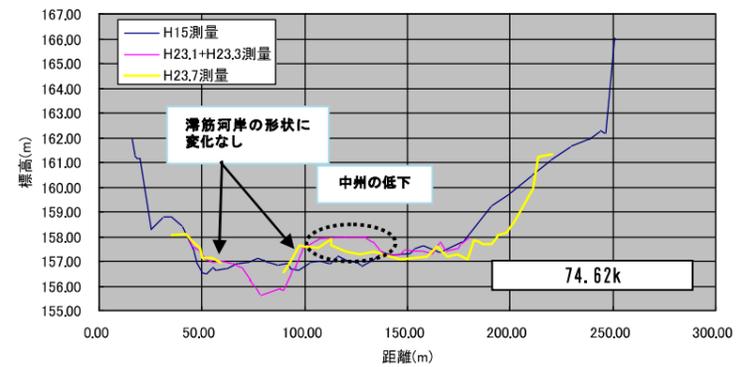
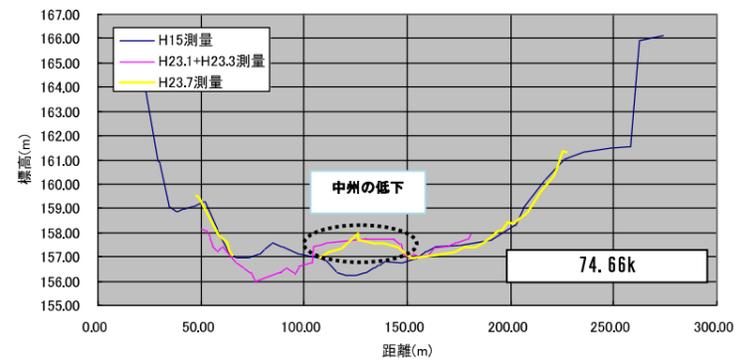
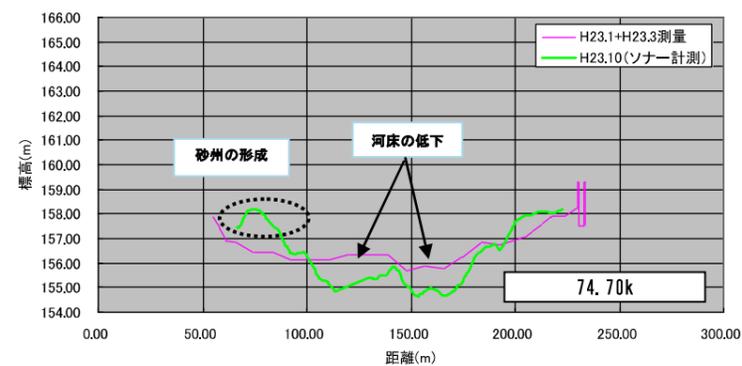
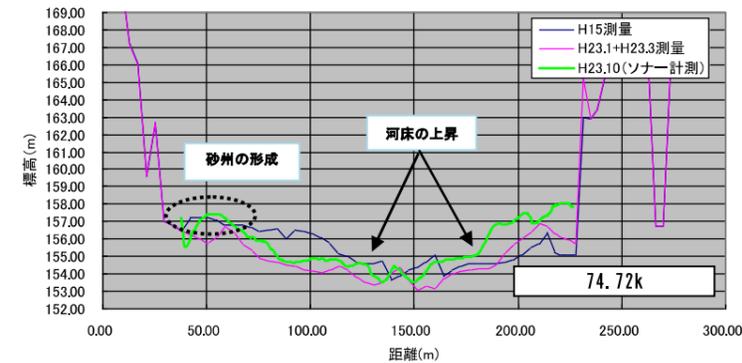


図 1.44 宮中取水ダム下流河道横断重ね合わせ【5月30日出水による第2段階モニタリング結果】

3) 出水前後の河床高の比較

目視および横断測量から、右岸側濬筋の洗掘ならびに中州表層の洗掘が確認された。左岸濬筋部については、最深部の測量ができなかったが、宮中取水ダム～宮中橋間のNo.22 (74.54k)、No.24 (74.58k) およびNo.26 (74.62k) における河岸部の横断測量成果より、濬筋河岸の形状やその位置に変化がないことから、濬筋に変化はないものと考えられる。図 1.45 に出水前後の地盤高コンター図を示す。

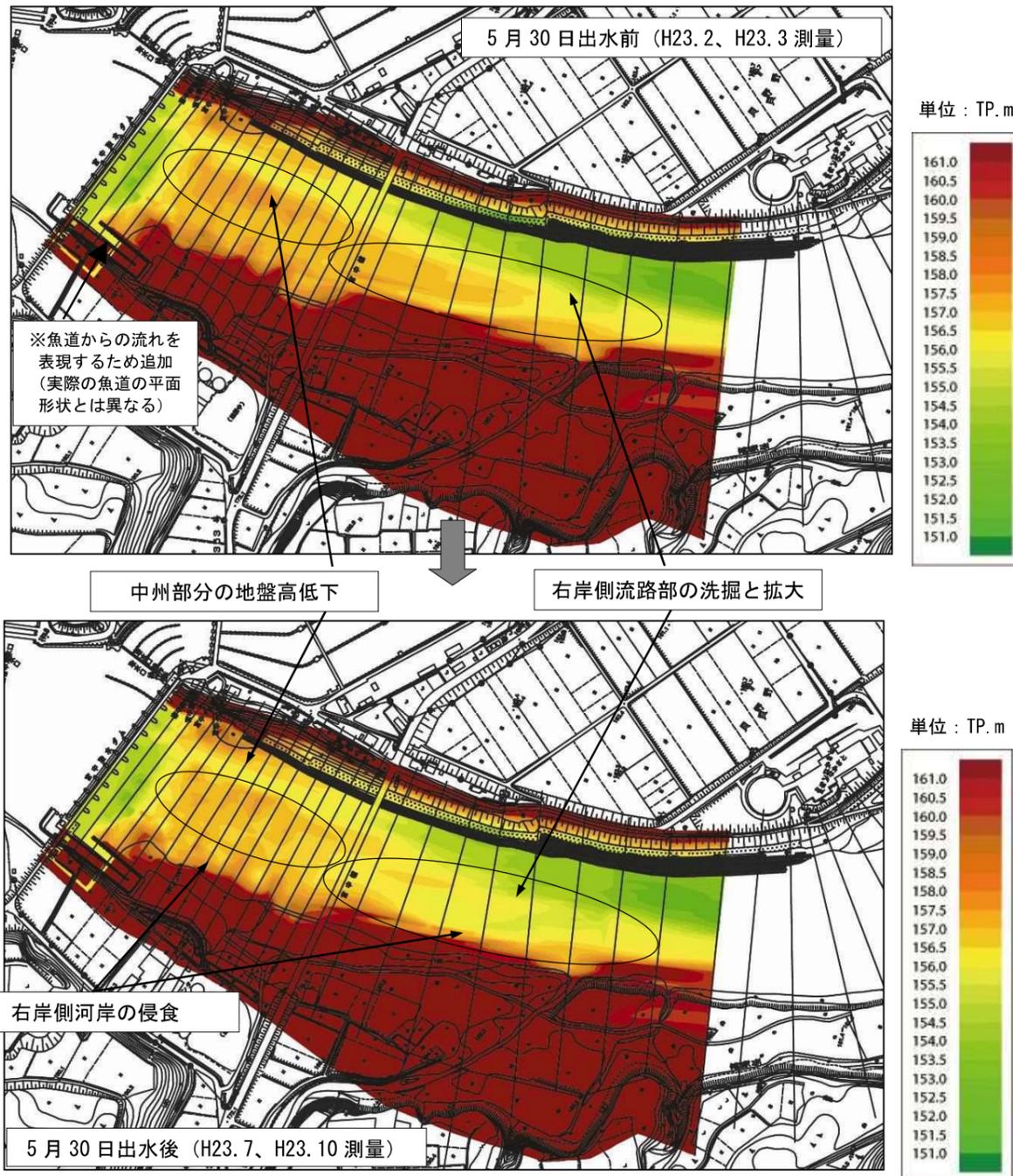


図 1.45 地盤高コンター図 (5月30日出水前後)

③平成23年9月22日出水 (最大放流量: 2,681.0m³/s 図 1.46 ゲート放流量参照)

1) モニタリング第1段階 (目視モニタリング)

- 洪水後調査を10月14日に実施した。調査時の放流量は約90m³/sであった。
- 洪水前調査(6月18日)に比べて、河道形状においては、魚道入り口から第9号～第11号ゲート前面に土砂堆積が若干見られたものの、中州の位置、大きさや右岸濬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。(表 1.11 参照)
- この結果、第2段階モニタリングは実施しないこととした。

表 1.11 目視モニタリングによる9月22日出水後の変化状況

モニタリング項目		宮中取水ダム～宮中橋	宮中橋下流
河道の変化	河床高の上昇・低下傾向の把握	・ 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	・ 特に変化は見られない。
	砂州の変化状況	・ 特に変化は見られない。	・ 特に変化は見られない。
施設の安全性	低水護岸の基礎部の変状、および根固め工の流出・沈下	・ 特に変化は認められない。	・ 特に変化は認められない。
	魚道擁壁基礎の洗掘	・ 特に変化は認められない。	・ 特に変化は認められない。
	宮中橋橋脚基礎の洗掘	・ 特に変化は認められない。	・ 特に変化は認められない。

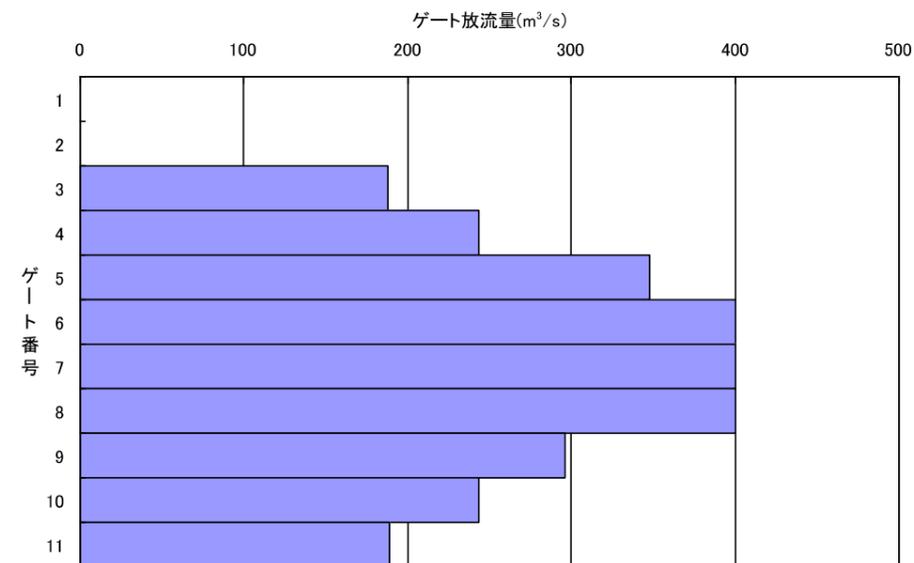


図 1.46 最大放流量時 (9月22日9時) のゲート放流量 (魚道 0.0m³/s)

④モニタリング第1段階（目視モニタリング）定点観測結果
 出水前後の定点観測（写真撮影）結果を整理したものを示す。



●平成23年5月30日洪水の影響

宮中橋上流		宮中橋下流																	
<p>H22.6.24撮影</p> <p>洪水前</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H22.6.24 11:07</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>245.3m³/s</td></tr> <tr><td>時点</td><td>平常時</td></tr> <tr><td>所見</td><td>⑥番ゲートの前面に中州が見られる。左岸側には早瀬が見られ、河床が高くなっている。</td></tr> </table>	撮影日時	H22.6.24 11:07	放流量	245.3m ³ /s	時点	平常時	所見	⑥番ゲートの前面に中州が見られる。左岸側には早瀬が見られ、河床が高くなっている。	<p>平常時(H22.6.24撮影)</p> <p>洪水前</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H22.6.24 11:09</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>245.3m³/s</td></tr> <tr><td>時点</td><td>平常時</td></tr> <tr><td>所見</td><td>右岸の副流路の水量は少ない。</td></tr> </table>	撮影日時	H22.6.24 11:09	放流量	245.3m ³ /s	時点	平常時	所見	右岸の副流路の水量は少ない。
撮影日時	H22.6.24 11:07																		
放流量	245.3m ³ /s																		
時点	平常時																		
所見	⑥番ゲートの前面に中州が見られる。左岸側には早瀬が見られ、河床が高くなっている。																		
撮影日時	H22.6.24 11:09																		
放流量	245.3m ³ /s																		
時点	平常時																		
所見	右岸の副流路の水量は少ない。																		
<p>H23.5.30出水後①(H23.6.12撮影)</p> <p>洪水後</p> <p>表面の植生が流失したが砂州の形状に変化は見られない</p> <p>早瀬の位置に変化なし</p> <p>前年6.24撮影時に比べて流量が少ないにもかかわらず、中州の露出が少ないことから、5.30洪水により中州高が低下した可能性がある。</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H23.6.12 10:12</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>159.6m³/s</td></tr> <tr><td>時点</td><td>5.30洪水後 (Q_{pin}=3.518m³/s) (Q_{pout}=3.437m³/s)</td></tr> <tr><td>所見</td><td>5.30洪水により中州がやや低下している可能性がある。右岸河岸の植生が流出した。左岸には変化は見られない。</td></tr> </table>	撮影日時	H23.6.12 10:12	放流量	159.6m ³ /s	時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)	所見	5.30洪水により中州がやや低下している可能性がある。右岸河岸の植生が流出した。左岸には変化は見られない。	<p>H23.5.30洪水後(H23.6.12撮影)</p> <p>洪水後</p> <p>根固めブロックの移動は見られない</p> <p>前年6.24撮影時に比べて流量が少ないにもかかわらず、副流路の流量が増加していることから、5.30出水により右岸流路が拡大した。</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H23.6.12 10:17</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>159.6m³/s</td></tr> <tr><td>時点</td><td>5.30洪水後 (Q_{pin}=3.518m³/s) (Q_{pout}=3.437m³/s)</td></tr> <tr><td>所見</td><td>5.30洪水時の9~11号ゲートからの放流により、右岸側に流路が形成された。</td></tr> </table>	撮影日時	H23.6.12 10:17	放流量	159.6m ³ /s	時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)	所見	5.30洪水時の9~11号ゲートからの放流により、右岸側に流路が形成された。
撮影日時	H23.6.12 10:12																		
放流量	159.6m ³ /s																		
時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)																		
所見	5.30洪水により中州がやや低下している可能性がある。右岸河岸の植生が流出した。左岸には変化は見られない。																		
撮影日時	H23.6.12 10:17																		
放流量	159.6m ³ /s																		
時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)																		
所見	5.30洪水時の9~11号ゲートからの放流により、右岸側に流路が形成された。																		

●平成23年9月3日洪水+平成23年9月22日洪水の影響

宮中橋上流		宮中橋下流																	
<p>H23.5.30出水後②(H23.6.18撮影)</p> <p>洪水前</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H23.6.18 15:56</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>52.8m³/s</td></tr> <tr><td>時点</td><td>5.30洪水後 (Q_{pin}=3.518m³/s) (Q_{pout}=3.437m³/s)</td></tr> <tr><td>所見</td><td>⑤番ゲートの前面から中州が伸びている。</td></tr> </table>	撮影日時	H23.6.18 15:56	放流量	52.8m ³ /s	時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)	所見	⑤番ゲートの前面から中州が伸びている。	<p>H23.5.30洪水後(H23.6.18撮影)</p> <p>洪水前</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H23.6.18 15:58</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>52.8m³/s</td></tr> <tr><td>時点</td><td>5.30洪水後 (Q_{pin}=3.518m³/s) (Q_{pout}=3.437m³/s)</td></tr> <tr><td>所見</td><td>主流路と副流路に流れが2分されている。</td></tr> </table>	撮影日時	H23.6.18 15:58	放流量	52.8m ³ /s	時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)	所見	主流路と副流路に流れが2分されている。
撮影日時	H23.6.18 15:56																		
放流量	52.8m ³ /s																		
時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)																		
所見	⑤番ゲートの前面から中州が伸びている。																		
撮影日時	H23.6.18 15:58																		
放流量	52.8m ³ /s																		
時点	5.30洪水後 (Q _{pin} =3.518m ³ /s) (Q _{pout} =3.437m ³ /s)																		
所見	主流路と副流路に流れが2分されている。																		
<p>H23.9.3洪水+H23.9.22洪水後(H23.10.14撮影)</p> <p>洪水後</p> <p>中州の位置・形状に変化はない。</p> <p>土砂の堆積位置に変化なし</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H23.10.14 10:39</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>88.8m³/s(10時)</td></tr> <tr><td>時点</td><td>9.3洪水 9.22洪水後 (Q_{pin}=1.673m³/s) (Q_{pout}=1.632m³/s) 9.22洪水 (Q_{pin}=2.854m³/s) (Q_{pout}=2.709m³/s)</td></tr> <tr><td>所見</td><td>6/18と比べ中州、左岸土砂堆積の位置に大きな変化はない。9.3洪水、9.22洪水の影響は見られない。</td></tr> </table>	撮影日時	H23.10.14 10:39	放流量	88.8m ³ /s(10時)	時点	9.3洪水 9.22洪水後 (Q _{pin} =1.673m ³ /s) (Q _{pout} =1.632m ³ /s) 9.22洪水 (Q _{pin} =2.854m ³ /s) (Q _{pout} =2.709m ³ /s)	所見	6/18と比べ中州、左岸土砂堆積の位置に大きな変化はない。9.3洪水、9.22洪水の影響は見られない。	<p>H23.9.3洪水+H23.9.22洪水後(H23.10.14撮影)</p> <p>洪水後</p> <p>根固めブロックの移動は見られない</p> <p>中州、副流路に変化なし</p>	<table border="1"> <tr><td>撮影日時</td><td>H23.10.14 10:42</td></tr> <tr><td>放流量</td><td>88.8m³/s(10時)</td></tr> <tr><td>時点</td><td>9.3洪水 9.22洪水後 (Q_{pin}=1.673m³/s) (Q_{pout}=1.632m³/s) 9.22洪水 (Q_{pin}=2.854m³/s) (Q_{pout}=2.709m³/s)</td></tr> <tr><td>所見</td><td>6/18と比較すると変化は見られない。9.3洪水、9.22洪水の影響は見られない。</td></tr> </table>	撮影日時	H23.10.14 10:42	放流量	88.8m ³ /s(10時)	時点	9.3洪水 9.22洪水後 (Q _{pin} =1.673m ³ /s) (Q _{pout} =1.632m ³ /s) 9.22洪水 (Q _{pin} =2.854m ³ /s) (Q _{pout} =2.709m ³ /s)	所見	6/18と比較すると変化は見られない。9.3洪水、9.22洪水の影響は見られない。
撮影日時	H23.10.14 10:39																		
放流量	88.8m ³ /s(10時)																		
時点	9.3洪水 9.22洪水後 (Q _{pin} =1.673m ³ /s) (Q _{pout} =1.632m ³ /s) 9.22洪水 (Q _{pin} =2.854m ³ /s) (Q _{pout} =2.709m ³ /s)																		
所見	6/18と比べ中州、左岸土砂堆積の位置に大きな変化はない。9.3洪水、9.22洪水の影響は見られない。																		
撮影日時	H23.10.14 10:42																		
放流量	88.8m ³ /s(10時)																		
時点	9.3洪水 9.22洪水後 (Q _{pin} =1.673m ³ /s) (Q _{pout} =1.632m ³ /s) 9.22洪水 (Q _{pin} =2.854m ³ /s) (Q _{pout} =2.709m ³ /s)																		
所見	6/18と比較すると変化は見られない。9.3洪水、9.22洪水の影響は見られない。																		

⑤航空写真による河道変化状況

洪水前後の土砂移動状況について、図 1.47 に示す平成 22 年 12 月撮影（出水前）と平成 23 年 10 月撮影（出水後）の航空写真から砂州の位置（外縁）を読み取り、砂州の変化状況について把握した。なお、出水前後とも宮中取水ダム放流量は $80\text{m}^3/\text{s}$ 相当である。

出水前後の河道変化状況を比較すると、以下のことが分かる。

【宮中取水ダム～宮中橋】

- 左岸河岸際に土砂が堆積している。
- 左岸滯筋部は河岸および滯筋部に大きな変化は見られない。
- 中州表層の河床が低下し、中州の面積が半分程度に縮小している。
- 右岸滯筋部は、中州の表層洗掘及び河岸の侵食に伴い、水域が拡大している。水深は、水面下の色彩の状況から大きな変化は見られない。

【宮中橋から下流】

- 左岸滯筋部は、宮中橋上下流に形成される早瀬の状況に大きな変化は見られない。
- ミオンなかざと付近の早瀬および左岸側砂州の状況も大きな変化は見られない。
- 土砂が堆積していた砂州が流送され、右岸側に明瞭な流路が形成された。

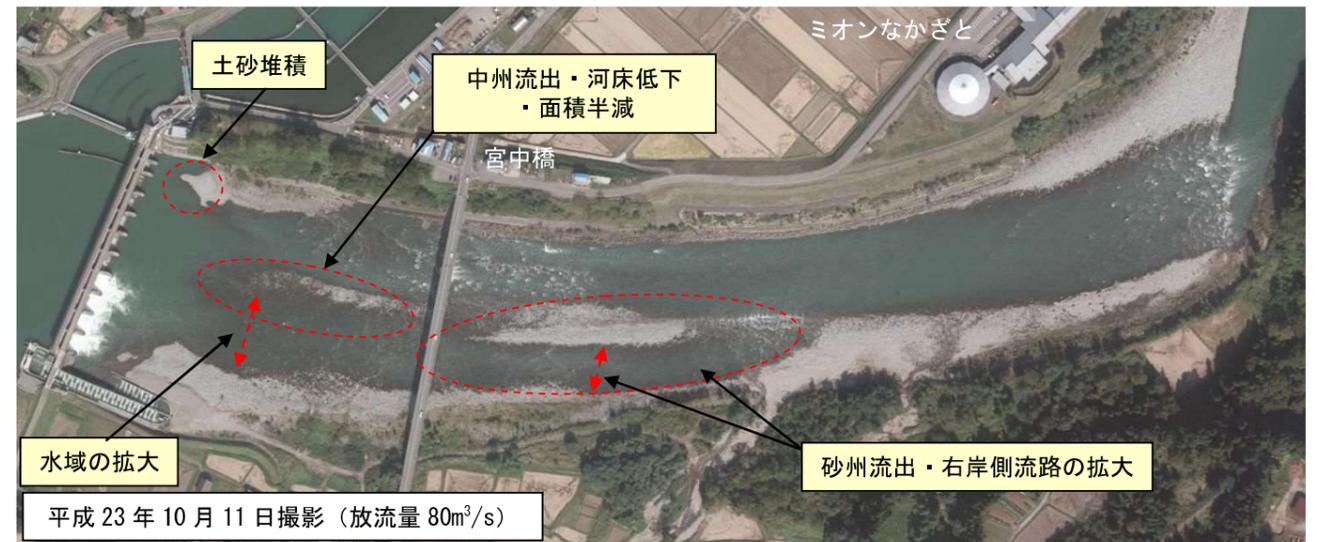


図 1.47 出水前後の航空写真の比較（平成 22 年 12 月と平成 23 年 10 月）

1.2.4 モニタリング結果のまとめ

平成 23 年 5 月 12 日、5 月 30 日、9 月 3 日及び 9 月 22 日に 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した。今年度の洪水期モニタリング結果のまとめを示す。

項目	モニタリング結果
目視および横断測量による出水後の河床変化・構造物状況の確認	5 月 12 日出水（放流量 1,662.9m ³ /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 3,443.0m ³ /s） 【目視】 右岸側滞筋～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、右岸側滞筋の洗掘ならびに中州表層の洗掘が確認された。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。左岸滞筋部については、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。
	9 月 22 日出水（放流量 2,681.0m ³ /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、大きさや右岸滞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。
航空写真による砂州の変化状況	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、中州地形の変化および右岸側流路の拡大が確認された。一方、左岸側滞筋は大きく変化している状況は見られなかった。結果的に 5 月 30 日出水において、右岸側滞筋が形成された。
まとめ	流量規模が 3,500m ³ /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ことがわかった。一方、低水護岸の基礎部の変状、根固め工の流失・沈下、魚道擁壁基礎の洗掘及び宮中橋橋脚基礎の洗掘など施設の安全性に影響を及ぼす状況は確認できなかった。
今後の方針	平成 23 年度の 3 洪水のみのデータであることから、引き続き、右岸側滞筋形成に向けた課題抽出を目的として、1,500m ³ /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。

2. 魚道改築工事

2.1 魚道改築工事概要

宮中取水ダム魚道改築工事の概要を図 2.1 に示す。1 期工事では、水没範囲と魚道観察室周辺を除くせせらぎ魚道の工事を行った。2 期工事では、残りの全工事を実施する予定である。

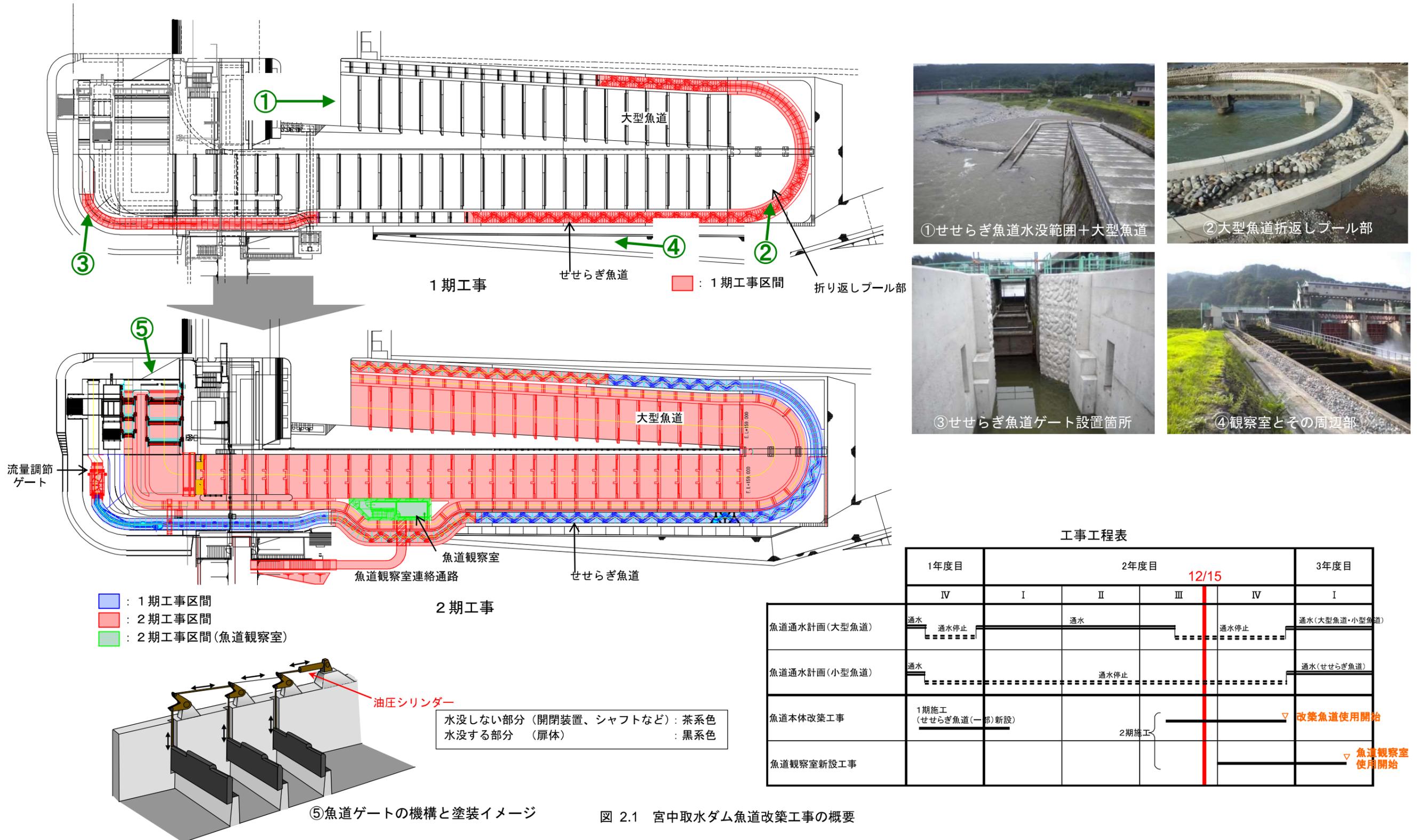


図 2.1 宮中取水ダム魚道改築工事の概要

2.2 塵芥流入防止設備

(1) 網場概要

網場は、流木・塵芥の魚道への流入を防止するための流入防止フェンス（常時設置）と集塵作業を行うための集塵網場を用いる。

網の基本仕様は、下記のとおりである。

材質：ポリエチレン

網目の目合い：50mm×50mm 以下

網の深さ：500mm 程度

網の長さ：25～31m 程度

網の固定部：作業時・補修時にフェンスを容易に取り外せるようにシャックルを使用。

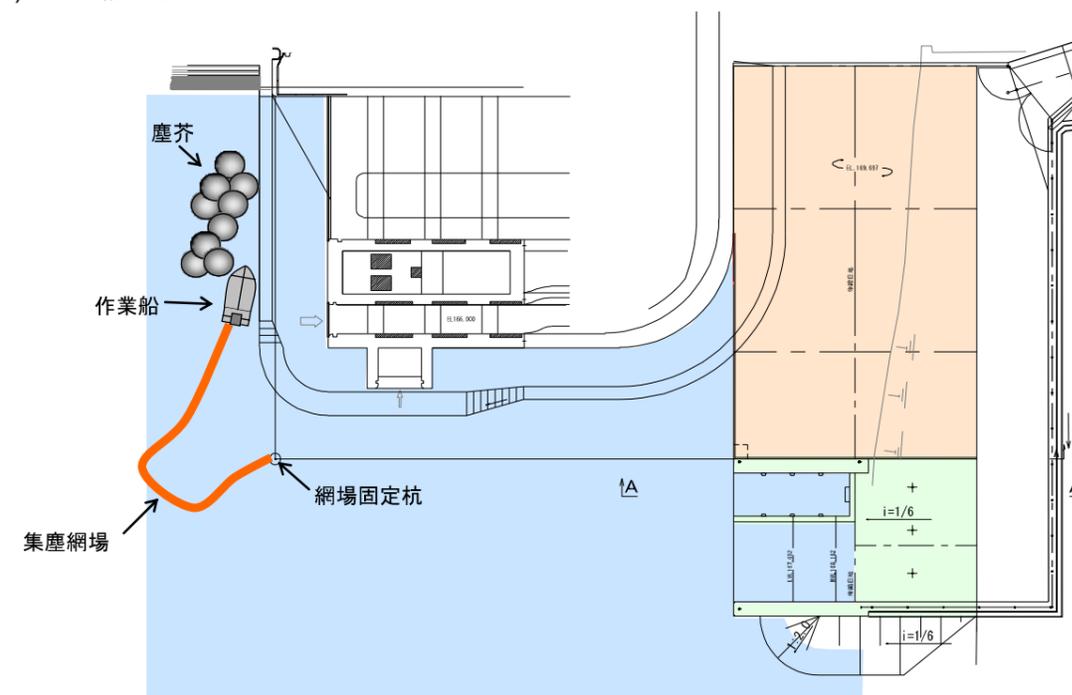
網場の設置イメージを図 2.2 に示す。



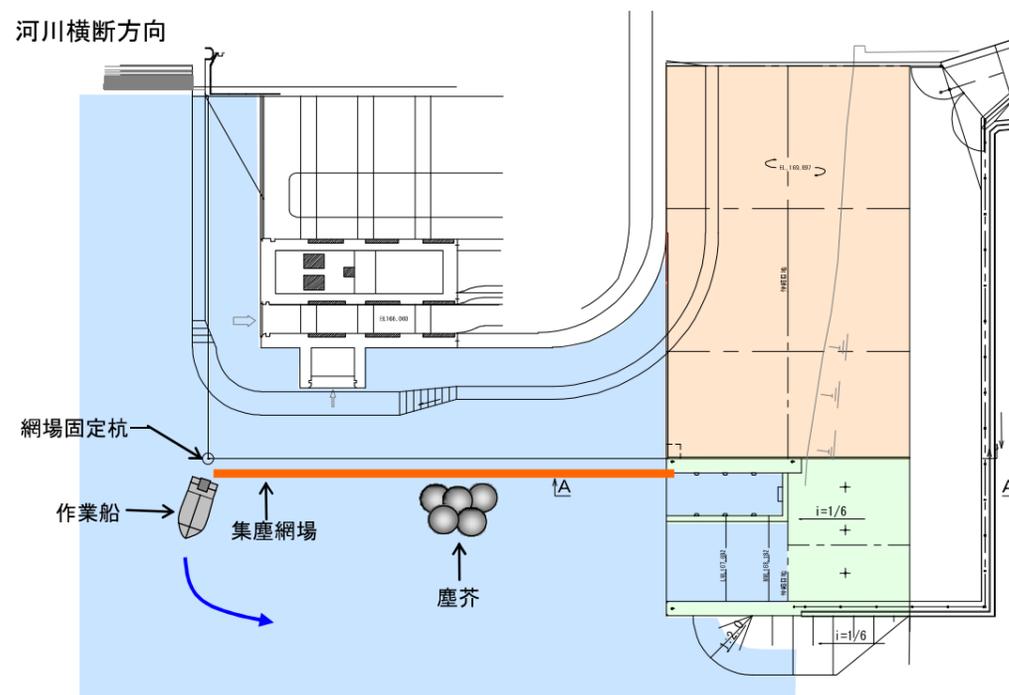
図 2.2 網場の設置イメージ図

(2) 流木塵芥の陸揚げ方法(案)

1) 河川縦断方向



2) 河川横断方向



3. 平成 24 年度調査計画

3.1 魚類調査

(1) 平成 23 年度調査のまとめ（小型魚に対するゲート放流方法の有効性）

平成 23 年度の調査結果を総合的に判断すると、小型魚に対するゲート放流方法の有効性について確認することができたと考えている。ただし、魚道上流端におけるアユ遡上量の比較は、各 1 日の採捕データによるものであるため、平成 23 年度の知見を反映させた再調査を実施することで、ゲート放流方法の有効性がより明確になると考え、平成 24 年度に追加調査を行うこととしたい。

(2) 調査概要

本調査は、①小型魚に対するゲート放流方法の有効性を再検証し、②魚道構造改善後の効果を確認することを目的に、小型魚類のモニタリング調査を実施するものである。なお、ゲート放流方法は、以下の 2 パターンで調査を実施する。

- パターン 1) 旧操作規程に基づいて放流するケース
- パターン 2) 新操作規程に基づいて放流するケース

(3) 小型魚に対するゲート放流方法の有効性の再検証

1) 調査地点

アユの遡上に対するゲート放流方法の影響範囲は、ゲート直下のみであり、宮中取水ダム下流における定置網の採捕を行なわなくても、魚道上流端の採捕結果から魚道入り口までの到達しやすさを定量的に評価できると考えた。このため、魚道上流端でのみ魚類の採捕を行なう。

また、魚類の採捕は大型魚道、小型魚道、せせらぎ魚道の 3 つを対象とすることで、魚道を遡上する魚種別の影響についても把握する。

2) 調査方法

自然遡上のアユを対象として、ゲート放流方法毎に魚道上流端で魚類の全量採捕を実施する。

3) 調査時期・回数

アユの遡上が活発化する時期（6 月を想定）に、各放流パターンを交互に調査する。調査期間は、10 日間程度（各放流パターンで 5 日間程度）を想定している。

詳細な調査時期は、平成 24 年度の水溫、積算水溫をモニタリングし、水溫 18℃以上かつ積算水溫 1,250℃以上の時期を目安に調査を実施するものとする。ただし、出水に伴う濁水の発生等が想定される場合は調査を順延することとする。

<参考：積算水溫による遡上時期予測>

平成 22 年度および平成 23 年度の調査結果と、長岡地点における積算水溫（1 月からの日平均水溫の累積値）を図 3.1 に整理した。

平成 22 年度および平成 23 年度の調査結果によれば、宮中取水ダム魚道を 10 個体以上のアユが遡上した日は平成 22 年度が 6 月 11 日、平成 23 年度が 6 月 20 日であり、9 日間の差があった。一方、積算水溫は、平成 22 年度調査時で 1,249℃、平成 23 年度調査時で 1,305℃となっており、水溫を平均 18℃と仮定すると、約 3 日間の差となる。 $((1,305℃ - 1,249℃) \div 18℃ = 3.1 \text{ 日})$

以上から、水溫の推移とともに、積算水溫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。

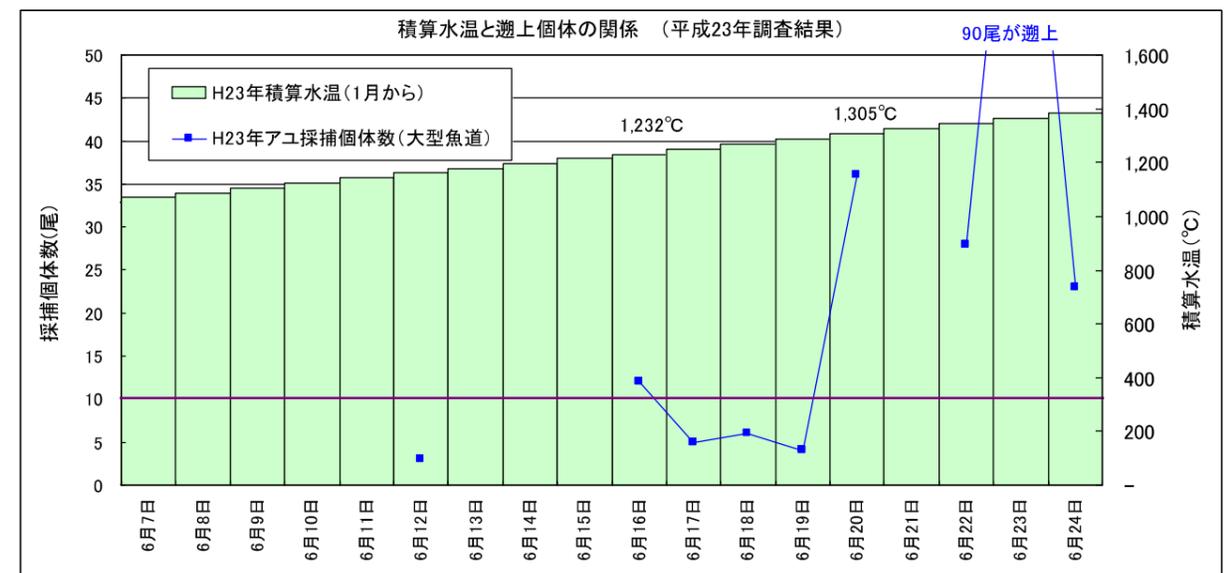
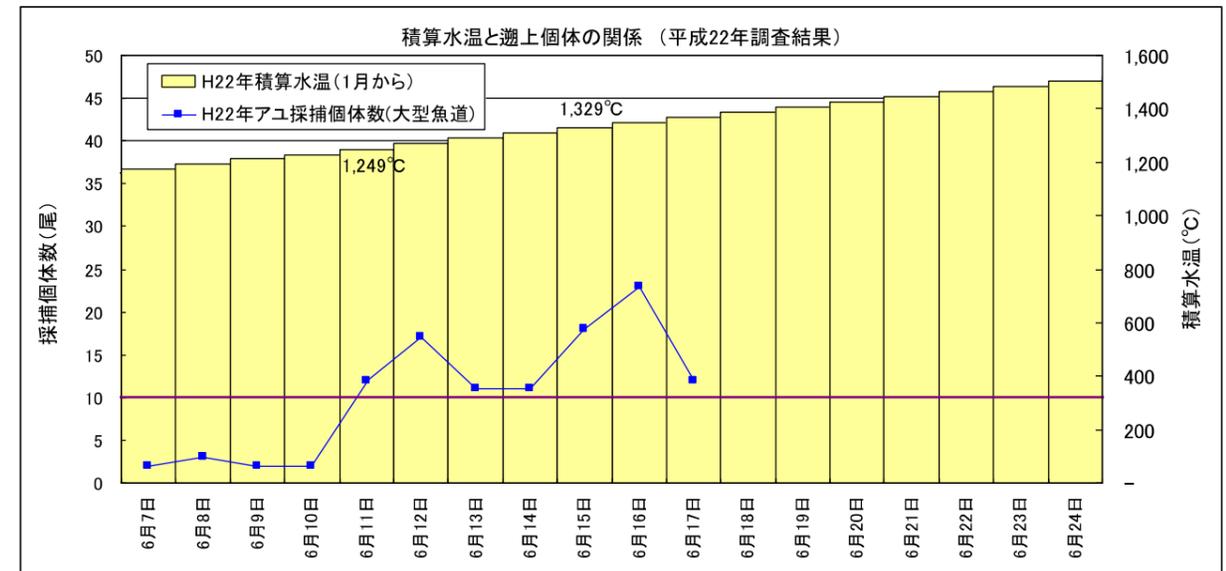


図 3.1 長岡地点の積算水溫と遡上個体数の関係

(4) 魚道構造改善後の効果の確認

1) 調査地点

魚類の採捕は大型魚道、小型魚道、せせらぎ魚道の3つを対象とすることで、魚種による魚道の使い分け（魚道形式選択自由度）を把握する。

2) 調査方法

自然遡上の魚類を対象として、魚道上流端で魚類の全量採捕を実施する。なお、せせらぎ魚道は、魚道上流端以外に、魚道の折返し部の上下流でも調査を実施する。

また、鳥類の飛来状況や行動も併せて観察することで、防鳥対策の必要性について考察する。

※平成22年に実施した魚道改善前の調査では、魚道内に中間育成アユを放流して遡上実験を実施したが、大型魚道の遡上割合は1.8%程度であり、殆どの個体は魚道を登らない結果となった。魚道を遡上しない要因としては、魚道構造以外にも、水温、遡上意欲、体長、馴化方法など複数が考えられるが、平成22年と同じ条件下で実験を行う限り、魚道を遡上しない可能性が高いと判断した。

3) 調査時期・回数

平成22年度に実施した魚道改善前調査と同様の時期（6月上旬）に調査を実施する。詳細な調査時期は、平成24年度の水温、積算水温をモニタリングし、平成22年度調査と水温条件がほぼ等しい時期に調査を実施するものとする

平成22年度は11日間（6月7日～6月17日）の連続調査を実施し、6月7日～6月10日の4日間は水温18℃の条件下で調査を実施した。このため、「小型魚に対するゲート放流方法の有効性の確認」のための調査の前に、5日間程度の調査を予定している。なお、アユの遡上時期においては、「小型魚に対するゲート放流方法の有効性の確認」のための調査と重複して実施するため、実質的な調査期間は15日程度を想定している（遡上期前：5日間、遡上期：10日間）。

3.2 洪水期モニタリング

今年度の洪水期モニタリング調査結果より、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こと、及び、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っていないことが分かった。しかし、平成23年度の3洪水のデータのみであることから、引き続き、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。

4. 次回委員会予定（案）

表 4.1 次回委員会予定（案）

	日時	議題
第5回信濃川発電所 宮中取水ダム魚道 構造改善検討フォー ローアップ委員会	平成24年12月～ 平成25年1月	<ul style="list-style-type: none">平成24年度調査結果の報告その他

