

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2回委員会

日時：平成22年11月26日(金) 13:30～15:30

場所：ハイブ長岡

議事次第

- I 開会
- II 委員長挨拶
- III 新たな委員の選出について
- IV 議事
 - 1. 第1回委員会の内容の確認
 - 2. 宮中取水ダム魚道構造改善方策の検証について
 - 2.1 ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保
 - 2.2 魚類遡上調査
 - 3. 魚道の設計について
- V その他
- VI 閉会

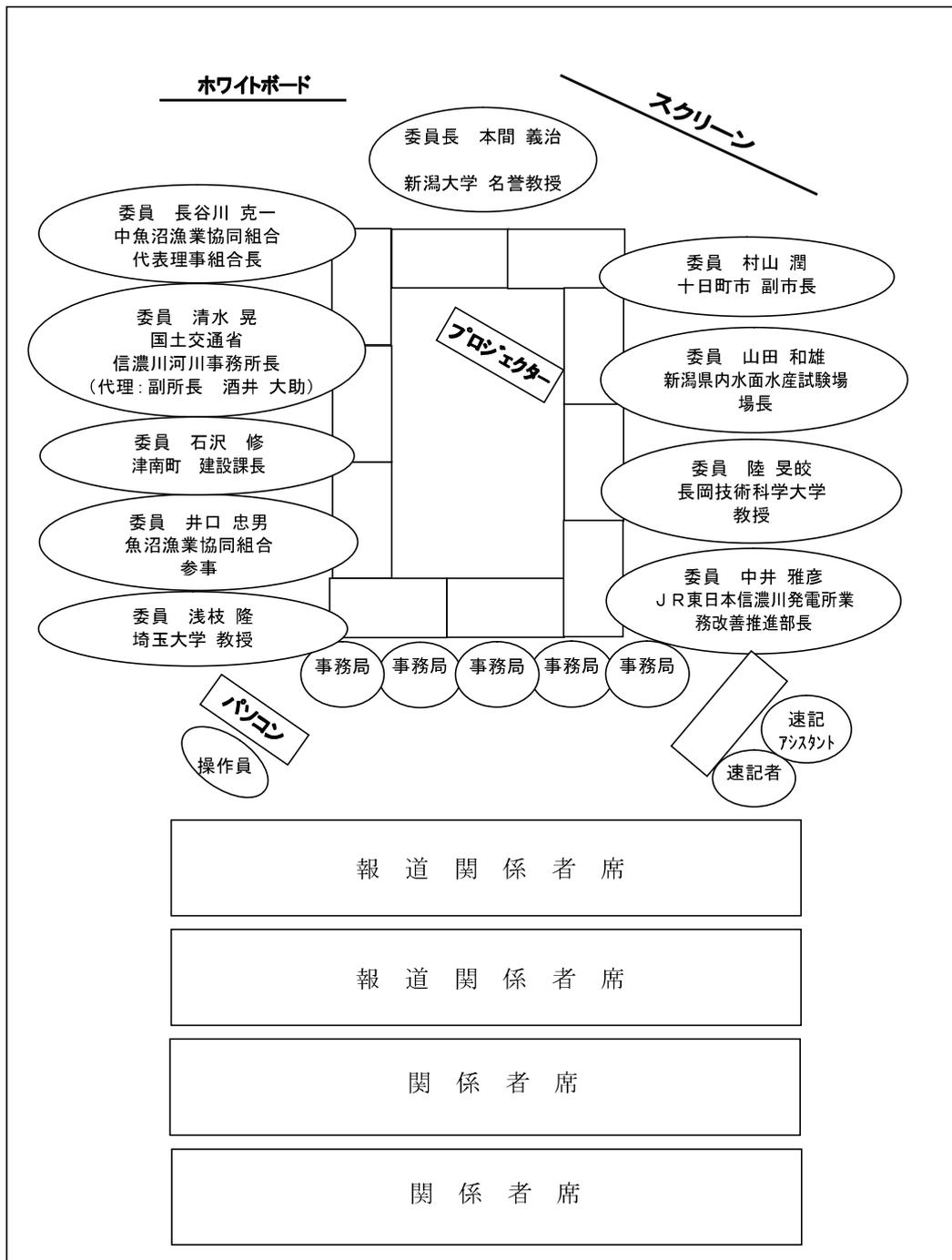
資料

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

第2回委員会座席表（五十音順）

日時：平成22年11月26日（金） 13：30～15：30

場所：ハイブ長岡



出入口

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（案）

（○：委員長）

浅枝 隆	埼玉大学 教授
井口 忠男	魚沼漁業協同組合 参事
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）

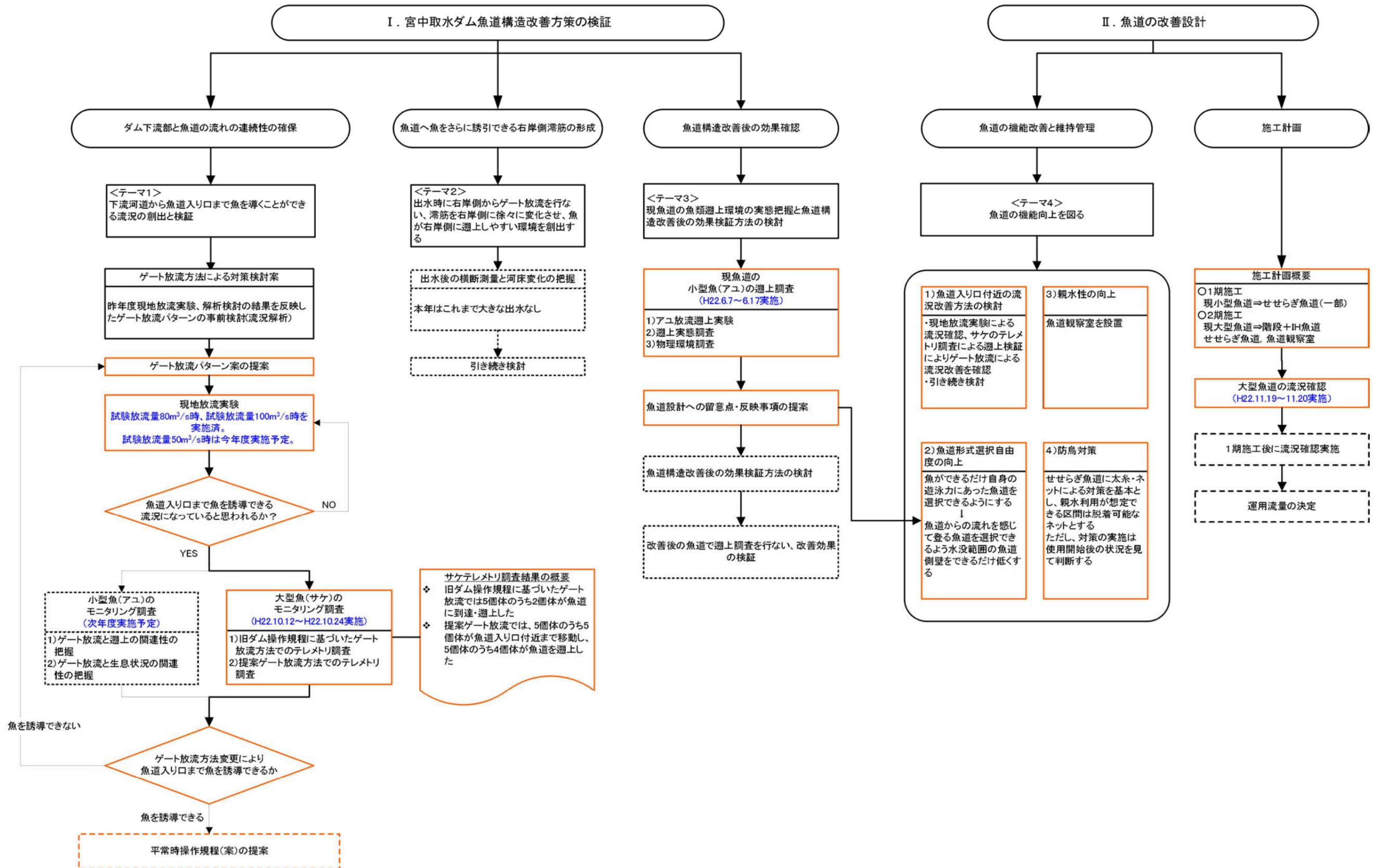
中井 雅彦 東日本旅客鉄道株式会社 信濃川発電所業務改善推進部長

第1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（案）/対応状況	備考
【1】 ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保	<p>平常時ゲート操作検討</p> <p>山田委員) 平常時のゲート操作の検討で 200m³/s までを対象としていますが、おそらく非常に流量が多いときには魚は遡上しない、淵のようなところで待機をしているんじゃないかと思います。また、10 ページの図 3.1.6 を見ますと、アユの遡上時期には 200m³/s で全体の 8 割をカバーしており、サケ遡上期には流量が 100m³/s 前後からずっともう 90% 近くいっていますので、あまり 200m³/s にこだわらなくてもいいんじゃないかなと思います。</p> <p>長谷川委員) 実際、我々が宮中の堰堤を見ておきますと、昨年のサケの遡上調査等でも 200m³/s 以上という流量が相当長期間にわたってありましたが、やはりそういうときでも上ってきます。一番困るのは強い濁りとか、土砂が混じった時は遡上できない。</p> <p>事務局) 現時点では少し大きな流量までとりあえず検討してみて、遡上の実態を漁協さん等に確認して、どの程度までの流量が妥当なのか、ご相談させていただきながら、進めさせていただくように思います。</p> <p>本間委員長) 組合の方も協力よろしくをお願いします。</p> <p>長谷川委員) 一番困るのは強い濁りとか、土砂が混じった時は遡上できない。</p> <p>本間委員長) 雪代の早い時期は濁りがあるのでアユは遡上しない。こういうことも考慮に入れながら、今後実験に移っていったらと思います。</p>	<p>【資料4】で報告</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 昨年（H21）の 10/1～10/31 の期間におけるサケ遡上数と宮中取水ダム日平均放流量の関係、ならびに本年の 6/10～6/17 に実施いたしました現況魚道の魚類遡上調査時のアユ遡上数と日平均放流量の関係を整理しましたので、ご報告いたします。 ○ この結果、200m³/s 以上の流量条件においても遡上実績が確認されたことから、平常時ゲート操作については、引き続き現地放流実験を行い、200m³/s 以上の流量条件において問題のある流れになっていないかという観点で確認していきます。 	
	<p>洪水期モニタリング計画</p> <p>浅枝委員) 将来、右岸側からのゲート操作を考えるとすると、河床の変形することは重要な課題になる。おそらく（河川事務所では）、航空レーザ測量（レーザプロファイラ）を実施しているはずなので、それを現況河道として確認しておいて、将来実際の洪水（大きな洪水）がきた後で横断測量成果とプロファイラデータとを比較すれば、手間が省けると思う。</p> <p>澤野委員) 平成 17 年に実施しています。</p> <p>事務局) 承知しました。横断測量と比較します。</p> <p>浅枝委員) 右岸側からの放流で貯水池の流れが変わり、左岸の取水口側に土砂が堆積することになりますが、大丈夫ですか。</p> <p>事務局) 貯水池の横断測量を行なって、土砂堆積が心配ないかどうかを確認してまいります。年に数回全断水という形で全ゲート放流をしております。その折にも土砂堆積状況を確認することができます。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 本年はこれまで大きな洪水がありませんでしたが、引き続き検討してまいります。 	
	<p>調査計画</p> <p>井口委員) ゲート放流状況と遡上状況の調査の関係ですが、魚の元気の良さや種苗の種類によっては結果が違ってくると思います。調査範囲が宮中橋から魚道までの 200m でよいのかどうか？根拠は何ですか。</p> <p>事務局) 今回の実験の趣旨は、ゲートの放流の仕方によって、アユとかサケがどのように遡上経路を変えるのかとか、あるいは下流河川の生息密度、どのように生息しているのかということの違いを明らかにしたいということです。放流箇所については実験で把握したい範囲から決めています、実際の魚の遡上経路とかをご指導いただければと思います。</p> <p>澤野委員) 確かに図を見ると宮中橋地点ではまだ流況が偏っている。そうすると放流する場所によっても仕方によっても影響を受けるのではないかと思います。だから、放流地点はずっと下流というわけではなく、流況の状況が余り影響なくなっているあたりからかなというふうに考えます。</p> <p>本間委員長) 委員の意見を参考に、もう少し下流からの放流を検討してください。</p> <p>事務局) 承知いたしました。</p>	<p>【資料4】で報告</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 流況解析を行い、ゲート操作の違いによる流速、水深を算定した結果、宮中橋下流約 200m 地点より下流では影響が少ないことを確認しました。このため、放流位置は、ゲート操作による影響が少なく、アプローチが容易な、宮中橋より約 700m 下流のミオンなかざと前に変更いたしました。 	
【2】 魚類遡上調査計画			

項目	議事要旨（発言要旨）	事務局の対応（案）/対応状況	備考
【3】 魚道の設計について	<p>魚道入り口流況の改善方法検討</p> <p>長谷川委員) 呼び水の改善案として4つの案が出ていますが、もう一つあるのではないかなと思います。それは、魚道の流れる方向と同じ方向からやっぱり大量の水が来た方がいいなということで、それもちょっと検討していただけるといいのではないかなと思います。</p> <p>浅枝委員) 現在の呼び水放流管は問題なさそうだという調査は何かあるのですか。場合によっては魚道自体を変えなくてもよいというような方向性もあるように思えます。</p> <p>本間委員長) いろいろな案があるかと思しますので検討してみてください。</p> <p>事務局) 今年実施します現地での流況確認ですとか魚の使った実験を行なう中で方向性を定めさせていただければと思います。</p>	<p>【資料4】で報告</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 11号ゲートからの放流により、入り口流況の改善について御確認いただきます。 ○ 引続き、継続して検討します。 	
	<p>魚道機能向上と維持管理</p> <p>本間委員長) 「親水性向上検討」、「防鳥対策の検討」、「魚道の維持管理方法」、「モニタリング用施設の検討」の4項目が現在検討中で次回報告してもらおうことにします。</p>	<p>【資料4】で報告</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 「親水性向上」、「防鳥対策」について、今回ご報告いたします。 	

第2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2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について	1
1.1 ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保	1
1.2 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	16
2. 魚道の設計について	23
2.1 魚道機能の向上	23
2.2 施工計画	30

平成22年11月26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について

1.1 ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保

第1回フォローアップ委員会では、ダム下流部と魚道の流れの連続性の確保における検討課題を「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」とすることを確認した。

第1回フォローアップ委員会で報告した流況解析による検討結果に基づき、現地放流実験を実施し、流況の確認を行い、魚類の遡上に適すると考えられるゲート放流方法を選定した。また、サケのテレメトリ調査を実施して、その妥当性を検証した。

全体の検討の流れを図 1.1.1 に示す。

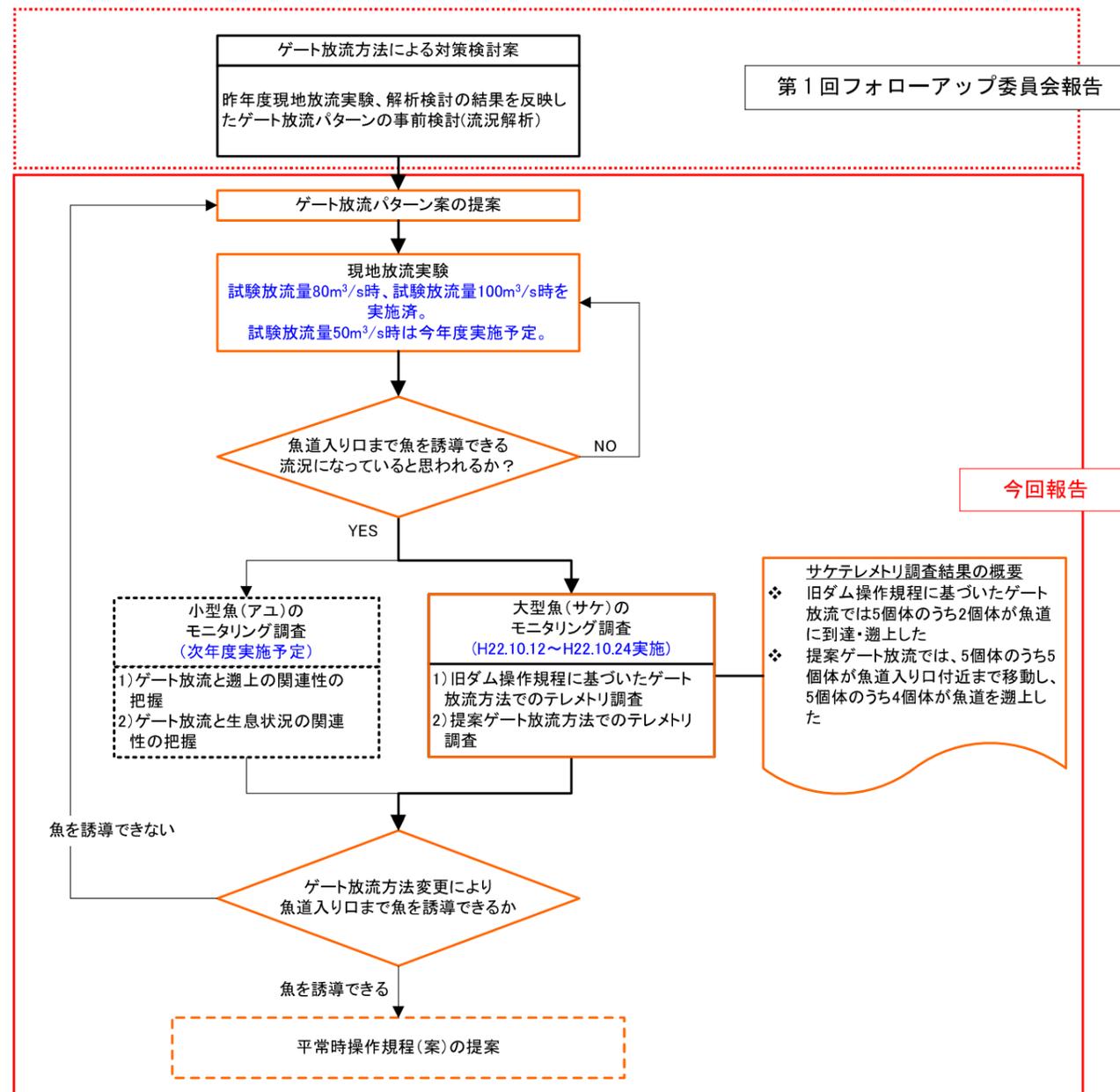


図 1.1.1 操作規程(案)策定までの全体的な流れ

(1) 現地放流実験

1) 実験の目的

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、現地放流実験を行い、平常時の操作規程案を策定する。

2) 実験での確認事項

■第9号ゲートと第10号ゲートの放流方法の確認

流況解析結果より、魚道入り口付近まで連続した流れが確保されているとされた「第9号>第10号運用案」および「第9号=第10号運用案」を対象に現地実験を行い、ゲート前面の気泡発生範囲と遡上経路の確保状況を確認し、第9号ゲートと第10号ゲートの放流方法の設定を行う。

■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

流況解析結果より、魚道入り口直近の第11号ゲートから微小開度で放流することにより、魚道入り口の流況改善の可能性が考えられたため、「第9号~第11号運用案」を対象に現地実験を行い、ゲート前面の気泡発生範囲と遡上経路の確保状況を確認し、第11号ゲートの放流による魚道入り口部の流況改善効果の確認を行う。

■第6号~第11号ゲートを使用したゲート運用での放流方法の妥当性

第6号~第10号まで使用したゲート運用で 100m³/s 放流した場合の流況解析結果より、遡上環境としては第3号~第10号ゲートまで使用したゲート運用で 100m³/s 放流した場合とそれほど差がないことが想定されたため、第6号~第11号ゲートを使用したゲート運用での放流方法の妥当性を確認する。

なお、現地放流実験は、本年の試験放流量に合わせ、50m³/s (7/19)、80m³/s (7/20~9/10)、100m³/s (9/11~11/10) の3段階の放流量で実施予定であったが、7/19までの期間は流量が断続的に大きかったため、50m³/s を対象とした現地放流実験は今後実施する予定である。

3) 80m³/s 放流実験

a) 放流パターン案の設定

放流パターン案は、第1回フォローアップ委員会で提示された 50m³/s、100m³/s での流況解析結果および確認事項を踏まえ、表 1.1.1 に示す8ケースを設定した。パターン案設定にあたっては、第9号~第10号あるいは第9号~第11号ゲートを使用して 50m³/s を放流させるように設定し、残りの流量を第6号~第8号ゲートに割り振ることとした。

実験実施日および実験時のゲート放流量は、表 1.1.1 に示すとおりである。なお、ゲート放流量は、実験実施時間内のゲート放流量の平均値としている。

表 1.1.1 80m³/s 放流実験パターン

視点	放流パターン案																		
<p>【第9号ゲートと第10号ゲートの放流方法の確認】</p> <p>ゲート前面の気泡発生範囲と遡上経路の確保状況を確認し、第9号ゲートと第10号ゲートの放流方法の設定を行う。</p>	<p>パターン1-1 (8/23PM 実施) (第9号>第10号 2:1放流) 気泡により遡上経路を遮断しないよう第10号ゲートの放流量を抑え、第9号ゲートの放流量を大きくし、下流との連続性を確保する。</p> <table border="1"> <caption>パターン1-1 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.21</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.75</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.28</td></tr> <tr><td>9</td><td>30.31</td><td>32.23</td></tr> <tr><td>10</td><td>15.17</td><td>16.88</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.21	7	10.62	10.75	8	12.14	12.28	9	30.31	32.23	10	15.17	16.88
	ゲート	計画	実績																
	6	9.10	9.21																
7	10.62	10.75																	
8	12.14	12.28																	
9	30.31	32.23																	
10	15.17	16.88																	
<p>パターン1-2 (8/24AM 実施) (第9号>第10号 1.5:1放流) パターン1-1よりも第10号ゲート放流量を増やす。</p> <table border="1"> <caption>パターン1-2 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.19</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.72</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.26</td></tr> <tr><td>9</td><td>25.79</td><td>29.10</td></tr> <tr><td>10</td><td>18.21</td><td>21.44</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.19	7	10.62	10.72	8	12.14	12.26	9	25.79	29.10	10	18.21	21.44	
ゲート	計画	実績																	
6	9.10	9.19																	
7	10.62	10.72																	
8	12.14	12.26																	
9	25.79	29.10																	
10	18.21	21.44																	
<p>パターン2 (8/25PM 実施) (第9号=第10号 1:1放流) 放流量を2等分にするにより、1門あたりの放流量を抑え、気泡の発生範囲を抑制させるとともに、均等放流により第9、10号ゲート間の流量差により生じる右岸側(魚道側)への巻き込みを抑制させる。</p> <table border="1"> <caption>パターン2 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.22</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.75</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.29</td></tr> <tr><td>9</td><td>21.24</td><td>24.58</td></tr> <tr><td>10</td><td>21.24</td><td>24.58</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.22	7	10.62	10.75	8	12.14	12.29	9	21.24	24.58	10	21.24	24.58	
ゲート	計画	実績																	
6	9.10	9.22																	
7	10.62	10.75																	
8	12.14	12.29																	
9	21.24	24.58																	
10	21.24	24.58																	

視点	放流パターン案																					
<p>【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】</p> <p>流況解析結果より、魚道入り口直近の第11号ゲートから微小開度で放流することにより、魚道入り口の流況改善の可能性が考えられたため、第11号ゲートの放流による魚道入り口部の流況改善効果の確認を行う。</p>	<p>パターン3-1 (8/24PM 実施) (第9号>第10号>第11号) 魚道入り口を阻害しないよう、第11号ゲートを微小放流し、下流との連続性の確保に加え、魚道入り口の流況改善を目的とする。パターン1-1をベースに第9号ゲート流量を減らした分を第11号ゲートから放流</p> <table border="1"> <caption>パターン3-1 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.25</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.79</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.33</td></tr> <tr><td>9</td><td>25.79</td><td>27.75</td></tr> <tr><td>10</td><td>15.17</td><td>16.86</td></tr> <tr><td>11</td><td>4.55</td><td>4.82</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.25	7	10.62	10.79	8	12.14	12.33	9	25.79	27.75	10	15.17	16.86	11	4.55	4.82
	ゲート	計画	実績																			
	6	9.10	9.25																			
	7	10.62	10.79																			
	8	12.14	12.33																			
	9	25.79	27.75																			
10	15.17	16.86																				
11	4.55	4.82																				
<p>パターン3-2 (8/25AM 実施) (第9号>第10号=第11号) パターン3-1よりもさらに第11号ゲート放流量を大きくし、第10号=第11号の均等放流とする。</p> <table border="1"> <caption>パターン3-2 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.20</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.73</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.27</td></tr> <tr><td>9</td><td>22.76</td><td>24.54</td></tr> <tr><td>10</td><td>12.14</td><td>12.27</td></tr> <tr><td>11</td><td>12.14</td><td>12.27</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.20	7	10.62	10.73	8	12.14	12.27	9	22.76	24.54	10	12.14	12.27	11	12.14	12.27	
ゲート	計画	実績																				
6	9.10	9.20																				
7	10.62	10.73																				
8	12.14	12.27																				
9	22.76	24.54																				
10	12.14	12.27																				
11	12.14	12.27																				
<p>パターン4 (8/26AM 実施) (第9号=第10号>第11号) パターン3をベースに、第9号ゲートと第10号ゲートの均等放流による右岸側への巻き込みの抑制と第11号ゲートの放流による入り口部の流況改善を目的とする。</p> <table border="1"> <caption>パターン4 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.24</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.78</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.22</td></tr> <tr><td>9</td><td>15.17</td><td>16.47</td></tr> <tr><td>10</td><td>15.17</td><td>16.47</td></tr> <tr><td>11</td><td>12.14</td><td>12.22</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.24	7	10.62	10.78	8	12.14	12.22	9	15.17	16.47	10	15.17	16.47	11	12.14	12.22	
ゲート	計画	実績																				
6	9.10	9.24																				
7	10.62	10.78																				
8	12.14	12.22																				
9	15.17	16.47																				
10	15.17	16.47																				
11	12.14	12.22																				
<p>パターン5 (8/27AM 実施) (第9号=第10号=第11号) 第9号、第10号ゲートの流量を抑えて、気泡発生範囲を抑制させるとともに、第11号ゲートの放流量を大きくし、第9号=第10号=第11号の均等放流とする。(パターン3-2、4による第11号ゲートからの放流による魚道入り口部の流況改善効果が確認されたことから追加で実施)</p> <table border="1"> <caption>パターン5 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.22</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.76</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.30</td></tr> <tr><td>9</td><td>13.65</td><td>16.81</td></tr> <tr><td>10</td><td>13.65</td><td>16.81</td></tr> <tr><td>11</td><td>16.81</td><td>16.81</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.22	7	10.62	10.76	8	12.14	12.30	9	13.65	16.81	10	13.65	16.81	11	16.81	16.81	
ゲート	計画	実績																				
6	9.10	9.22																				
7	10.62	10.76																				
8	12.14	12.30																				
9	13.65	16.81																				
10	13.65	16.81																				
11	16.81	16.81																				
<p>パターン6 (8/27PM 実施) (第9号=第10号<第11号) 流況改善効果が期待できる第11号ゲートの適切な放流量を確認するため、第11号ゲート放流量をパターン5より大きくし、パターン5との比較を行う。</p> <table border="1"> <caption>パターン6 放流量 (m³/s)</caption> <thead> <tr><th>ゲート</th><th>計画</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>9.10</td><td>9.21</td></tr> <tr><td>7</td><td>10.62</td><td>10.76</td></tr> <tr><td>8</td><td>12.14</td><td>12.32</td></tr> <tr><td>9</td><td>13.82</td><td>13.82</td></tr> <tr><td>10</td><td>13.82</td><td>13.82</td></tr> <tr><td>11</td><td>18.21</td><td>21.49</td></tr> </tbody> </table>	ゲート	計画	実績	6	9.10	9.21	7	10.62	10.76	8	12.14	12.32	9	13.82	13.82	10	13.82	13.82	11	18.21	21.49	
ゲート	計画	実績																				
6	9.10	9.21																				
7	10.62	10.76																				
8	12.14	12.32																				
9	13.82	13.82																				
10	13.82	13.82																				
11	18.21	21.49																				

b) 放流実験結果

現地放流実験において撮影した定点写真および浮子観測、目視により作成した流況図から得られた各放流パターンのゲート下流の状況と魚道入り口部の状況を表 1.1.2 に示し、併せて評価を○：適切、×：不適切、△：やや適切な3段階として整理した。

定点写真の比較結果を表 1.1.3 に示す。

表 1.1.2 80m³/s 放流実験流況観察結果

実験の視点	放流パターン	ゲートパターン	流向観察結果		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	○	△	△

【下流連続性とゲート周辺の流れの評価】○：ゲート放流による気泡発生範囲や流れの強さが適切で下流河道との連続性が確保されている。△：ゲート放流による気泡発生や流れの強さにより遡上経路がある部分で狭まっている。

【魚道入り口付近の評価】○：魚道からの流れが下流に向かっている。△：ゲート放流の影響を若干受けて、魚道からの流れが下流に向かうのが若干阻害されている。×：ゲート放流の影響を受けて、魚道からの流れが阻害されている。

【80m³/s 現地放流実験のまとめ】

○下流河道～魚道入り口付近までの連続性（魚が魚道入り口付近まで遡上可能か）

- ・ 下流河道からゲート前面付近までの連続性は、いずれのケースにおいても確保されている。
- ・ 第9号ゲートからの放流量は、第6号～第8号ゲート放流量に比べて大きく、主流を形成しており、重要と考えられる。ただし、第9号ゲート放流量が大きくなると、気泡の発生範囲が大きくなる。

○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

- ・ 第9号>第10号ゲートの放流は、流量差により、下流に押し出す力に差が生じるため、力が弱い第10号からの流れに引っ張られ、第9号ゲートの流れが右岸側（魚道入り口方向）方向に及ぶ。このため、第9号=第10号とし、等しい力で直進性を持たせたほうが良い。

● 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

- ・ 第11号ゲートからの流れが循環流の発生を緩和し、魚道からの流れが左岸側の主流路へ連続していることが確認できた。また、魚道からの流れは、呼び水放流位置付近に一旦滞留した後、第11号ゲートからの流れに乗じて下流に向かう。

- ・ 放流パターン 3-1 のように微小流量の場合は、魚道へ向かう流れを抑制する効果が小さい。一方で放流パターン 4 や放流パターン 5 では、第11号ゲート放流量を大きくすることにより、魚道側への流れを抑制し、下流河道から第11号ゲート付近までの遡上経路が確保されることが考えられる。このため、第11号ゲート放流量は第10号=第11号あるいは第10号<第11号が望ましい。ただし、放流パターン 6（第10号<第11号）では、魚道入り口への流れ込みが見られたため、第11号ゲートの放流量を大きくしすぎることは魚道からの流れが抑制されることとなり、好ましくない。

○まとめ

- ・ 下流との連続性、気泡発生範囲による遡上阻害および魚道入り口の流れを改善するためには、第11号ゲートからの放流を行い、第10号=第11号ゲート、もしくは第10号<第11号ゲートとすることが望ましい。
- ・ 試験結果から、80m³/s での望ましい放流パターンは、放流パターン 5（第9号=第10号=第11号：均等放流）と考えられる。

表 1.1.3(1) 定点からの各放流パターンの流況比較【対象流量 80m³/s】

放流パターン(放流量)／視点 ※放流量は、実験時間中の毎時平均値	下流河道から魚道入り口付近までの連続性			魚道入り口付近の流れ		評価	
	下流河道からゲート前面までの連続性		気泡の発生範囲				
	左岸主流路の状況	宮中ダム左岸操作所より	管理橋右岸側より	宮中ダム右岸操作所より	第11号ゲート下流の状況		
第9号と第10号ゲートの放流方法の確認	放流パターン 1-1 (放流量 90.08m³/s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	第9号の流れが大きく、気泡の範囲が砂州の手前付近まで及ぶ。 	第9号ゲートからの流れが魚道側に及ぶ 	第9号ゲートからの流れが魚道側に及ぶ 	×
	放流パターン 1-2 (放流量 91.31m³/s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	第9号の流れが大きく、気泡の範囲が砂州の手前付近まで及ぶ。 	第9号ゲートからの流れが魚道側に及ぶ(1-1よりは小) 	第9号ゲートからの流れが魚道側に及ぶ(1-1よりは小) 	×
	放流パターン 2 (放流量 90.02m³/s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	パターン 1-1、1-2 に比べ気泡範囲は若干小さくなる。 	第9号=第10号とすることにより、魚道側への流れが抑制 	第11号ゲート下流の状況 緩やか	△
	放流パターン 3-1 (放流量 90.30m³/s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	第9号の流れが大きく、気泡の範囲が砂州の手前付近まで及ぶ。 	第11号からの流れが小さく、魚道側への流れを抑制できない 	第11号ゲート下流の状況 	△

表 1.1.3(2) 定点からの各放流パターンの流況比較 (全体) 【対象流量 80m³/s】

放流パターン(放流量)／視点 ※放流量は、実験時間中の毎時平均値	下流河道から魚道入り口付近までの連続性			魚道入り口付近の流れ		評価
	下流河道からゲート前面までの連続性		気泡の発生範囲			
	左岸主流路の状況	宮中ダム左岸操作所より	管理橋右岸側より	宮中ダム右岸操作所より	第 11 号ゲート下流の状況	
放流パターン 3-2 (放流量 89.81m ³ /s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	パターン 3-1 に比べて気泡範囲は抑制される。 	第 9 号からの流れが大きく、第 11 号を大きくしても魚道側への流れを抑制できない 	第 9 号からの流れが大きく、第 11 号を大きくしても魚道側への流れを抑制できない 	△
放流パターン 4 (放流量 90.27m ³ /s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第 11 号からの流れによる魚道側への流れの抑制 	第 11 号からの流れによる魚道側への流れの抑制 魚道側への流れが抑制 	△
放流パターン 5 (放流量 91.61m ³ /s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第 11 号からの流れによる魚道側への流れの抑制 	魚道側への流れが抑制 	○
放流パターン 6 (放流量 91.51m ³ /s) 	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第 11 号からの流れによる魚道側への流れの抑制、流れが強いため、魚道入り口に侵入 	第 11 号からの流れによる魚道側への流れの抑制、流れが強いため、魚道入り口に侵入 魚道入り口への流れの侵入 	△

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

4) 100m³/s 放流実験

a) 放流パターン案の設定

80m³/s での現地放流実験から、下流との連続性、気泡発生範囲による遡上阻害および魚道入り口の流況を改善するためには、第11号ゲートからの放流を行い、第10号=第11号ゲート、もしくは第10号<第11号ゲートとすることが望ましいと考えられた。

このことから、100m³/s の現地放流実験は、放流パターン5 (第9号=第10号=第11号) および放流パターン6 (第9号<第10号<第11号) をもとに、表 1.1.4 に示す4ケースを設定した。

放流パターン設定の考え方は、以下のとおりである。

【放流パターン設定の考え方】

- 80m³/s の放流実験結果から、第11号ゲートの放流により、魚道入り口付近まで魚を誘引することが可能と考えられたため、本実験では、魚道入り口付近の詳細な流況を把握して、入り口～下流へのつながりと入り口を阻害しない放流量を確認する。
- 第11号ゲート放流量は、放流パターン5の結果より1門あたりの放流量を約15m³/s前後とすることが妥当であると考えられたため、50m³/sを第9号～第11号ゲートの3門を使用して放流することとし、50m³/sを上回る放流については、第6号～第8号ゲートからとする。同様の考え方のもと、40m³/sを第9号～第11号ゲートの3門を使用して放流するケースについても設定する。

b) 実験時諸元

実験実施日および実験時のゲート放流量は、表 1.1.4 に示すとおりである。なお、ゲート放流量は、実験実施時間内のゲート放流量の平均値としている。

c) 放流実験結果

現地放流実験において撮影した定点写真および浮子観測、目視により作成した流況図から得られた各放流パターンのゲート下流の状況と魚道入り口部の状況を表 1.1.5 に示し、併せて評価を○：適切、×：不適切、△：やや適切な3段階として整理した。

定点写真の比較結果を表 1.1.6 に示す。

表 1.1.4 100m³/s 放流実験パターン

放流パターン案	
<p>パターン7 (9/22AM 実施) (第9号=第10号=第11号 50m³/s案) パターン5をベースに、第9号～第11号を使用して約50m³/sを均等放流し、残りの流量を第6号～第8号ゲートで均等に放流させる。</p>	
<p>パターン8 (9/22PM 実施) (第9号<第10号<第11号 50m³/s案) パターン6をベースに、第9号～第11号を使用して約50m³/sを階段状に放流し、残りの流量を第6号～第8号ゲートで均等に放流させる。パターン7の第9号を少なくした分を第11号に振り分ける。</p>	
<p>パターン9 (9/28AM 実施) (第9号=第10号=第11号 40m³/s案) パターン5をベースに、第9号～第11号を使用して約40m³/sを均等放流し、残りの流量を第6号～第8号ゲートで均等に放流させる。</p>	
<p>パターン10 (9/28PM 実施) (第9号<第10号<第11号 40m³/s案) パターン6をベースに、第9号～第11号を使用して約40m³/sを階段状に放流し、残りの流量を第6号～第8号ゲートで均等に放流させる。パターン7の第9号を少なくした分を第11号に振り分ける。</p>	

【100m³/s 現地放流実験のまとめ】

○下流河道～魚道入り口付近までの連続性（魚が魚道入り口付近まで遡上可能か）

- 第9号、第10号ゲート前面によどみが生じるパターンもあるが、いずれの放流パターンも下流から魚道入り口付近までの流れの連続性は確保されている。

○魚道入り口付近の流況比較による第11号ゲートの適切な放流方法【図 1.1.2 参照】

- パターン7（第11号ゲート放流量：15.37m³/s、均等放流）、パターン9（同：12.27m³/s、均等放流）およびパターン10（同：13.79m³/s）は魚道入り口付近の水面が静穏であるため、魚道入り口付近まで遡上した魚は魚道からの流れを感知し迷わずに魚道に向かうことができると考えられる。
- パターン8（第11号ゲート放流量：16.91m³/s、階段放流）のように、魚道入り口付近で第11号ゲートからの流れと魚道からの流れがぶつかり合うと、遡上してきた魚は第11号ゲートに向かって進んでしまい、迷う可能性がある。
- パターン7と9では、いずれのケースも魚道入り口が静穏で波の進入はほとんど見られないが、第11号ゲートの放流量が小さいパターン9のほうが若干穏やかである。
- 第11号ゲートの適切な放流方法は、均等放流と階段放流との差ではなく、放流量に支配されることが考えられる。今回の実験では、概ね12～15m³/s程度が適当である。

○第6号～第11号ゲートを使用したゲート運用での放流方法の妥当性

- 第6号から右側ゲートで設定した結果、第6号～第8号ゲート放流量>第9号～第11号ゲート放流量となったが、遡上経路を阻害するような状況は確認できなかった。特に、流量差が大きいパターン9、10でも確認されなかった。

○まとめ

- 第11号ゲートの適切な放流方法は、放流量に支配されることが考えられ、今回の実験では、概ね12～15m³/s程度が適当である。
- 100m³/s放流パターンとしては、魚道入り口が静穏で波の進入がほとんど見られないパターン9（第9号＝第10号＝第11号：40m³/s＋第6号～第8号：残り流量を均等放流、第11号ゲート放流量12.27m³/s）が望ましいと考えられるが、いずれのケースも差異はほとんどないと考えられる。

表 1.1.5 100m³/s 放流実験流況観察結果

放流パターン	ゲートパターン	流向観察結果		評価
		下流河道～魚道入り口付近までの連続性	第11号ゲート放流による魚道入り口部の流れ	
放流パターン7	第9号＝第10号＝第11号 (50m ³ /s)	○	△	△
放流パターン8	第9号<第10号<第11号 (50m ³ /s)	○	△	△
放流パターン9	第9号＝第10号＝第11号 (40m ³ /s)	○	○	○
放流パターン10	第9号<第10号<第11号 (40m ³ /s)	○	△	△

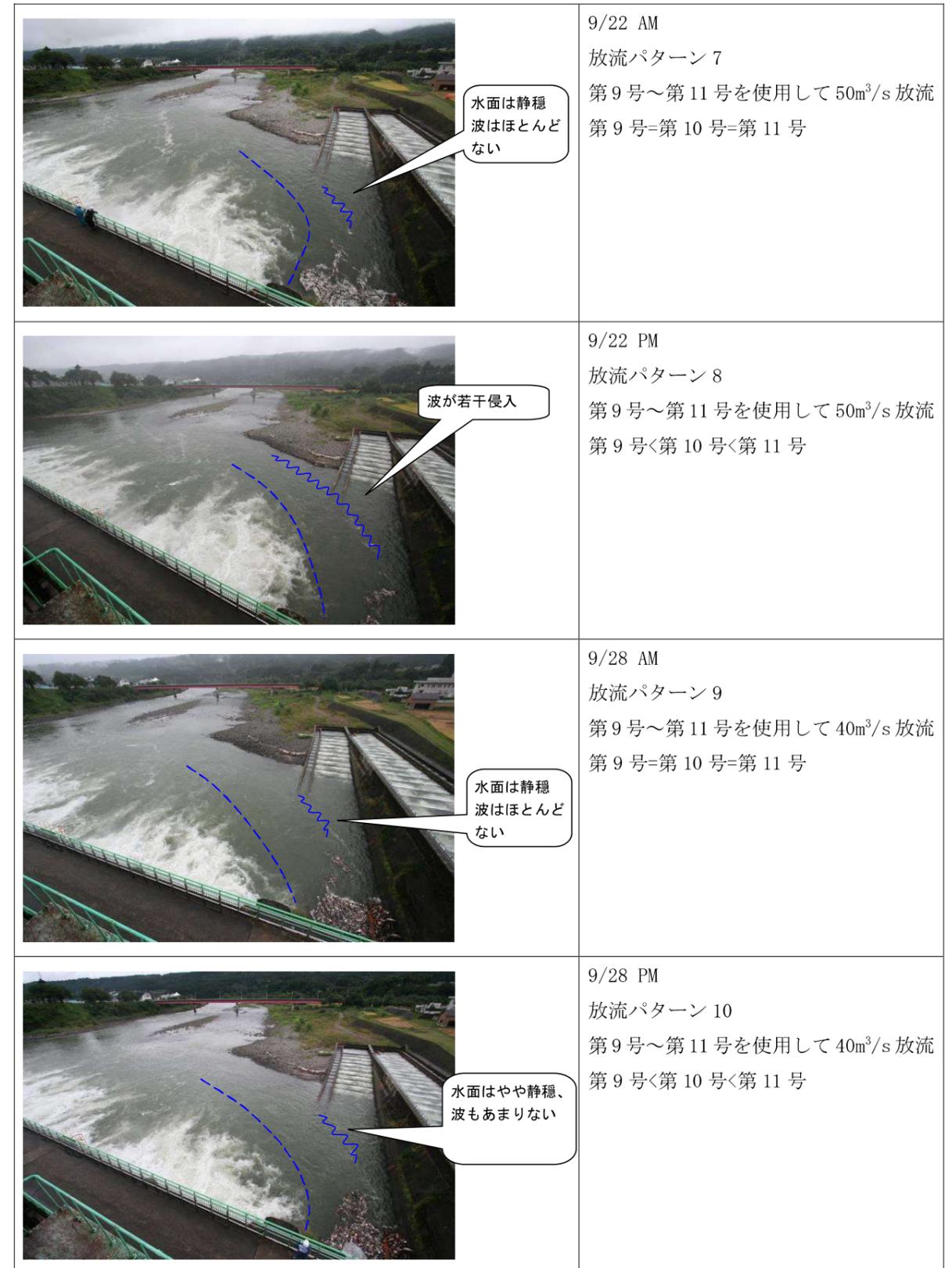


図 1.1.2 100m³/s 放流実験の魚道入り口部の定点写真での流況比較

表 1.1.6 定点からの各放流パターンの流況比較【対象流量 100m³/s】

放流パターン(放流量)／視点 ※放流量は、実験時間中の毎時平均値	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		評価
	下流河道からゲート前面までの連続性		気泡の発生範囲			
	左岸主流路の状況	宮中ダム左岸操作所より	管理橋右岸側より	宮中ダム右岸操作所より	第11号ゲート下流の状況	
<p>放流パターン7 (放流量 105.44m³/s)</p>	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第11号からの流れによる魚道側への流れの抑制 	水面は静穏で波はほとんどない 	△
<p>放流パターン8 (放流量 105.45m³/s)</p>	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第11号からの流れによる魚道側への流れの抑制できているが、第11号からの流れが若干侵入 	第11号からの流れが若干強い 	△
<p>放流パターン9 (放流量 105.23m³/s)</p>	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第11号からの流れによる魚道側への流れの抑制 	水面は静穏で波はほとんどない 	○
<p>放流パターン10 (放流量 120.46m³/s)</p>	ゲート前面までの連続性は確保 	ゲート前面までの連続性は確保 	放流量を抑えたことにより、気泡範囲が抑制されている。 	第11号からの流れによる魚道側への流れの抑制 	水面はやや静穏で波はあまりない 	△

第9号～第11号ゲートの適切な放流方法

(2) 平常時操作規程（案）の提案

現地放流実験の結果を踏まえ、「魚類への配慮と洪水を安全に流下できる」操作規程（案）を提案した。

1) 操作規程（案）策定の留意点

- ▶ 平常時ゲート操作流量は、アユおよびサケ遡上期で全体の 8～9 割をカバーできる流量とし、その流量までは「主流路形成による経路確保案」を具体化した、きめ細かな操作規程とする。
- ▶ 平常時ゲート操作流量以上は高水操作とし、当面は旧ダム操作規程（図 1.1.3 参照）にしたがったゲート中央（第 6 号～第 8 号ゲート）主体の、洪水を意識した操作規程とする。

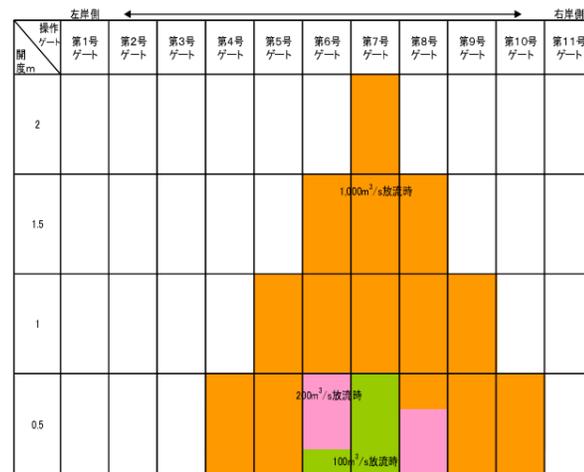


図 1.1.3 旧ダム操作規程によるゲート操作の概要

2) 平常時ゲート操作検討流量について

平常時ゲート操作検討流量については、第 1 回委員会において、

- ▶ 流況解析結果より、200m³/s 程度になると、ダムの放流パターンに関わらず、遡上経路が狭まり、遡上環境として限界を超えていることが推察された。
- ▶ 平成 11 年～20 年の宮中取水ダム地点の流況に基づくアユ遡上期、サケ遡上期の流量別発生頻度の累積分布より、200m³/s 未満の日数はアユ遡上期で全体の 8 割、サケ遡上期で全体の 9 割をカバーしている。

ことから、200m³/s と設定しているが、下記に示すアユおよびサケの遡上数と日平均放流量との関係から、200m³/s 以上の流量条件においても遡上実績が確認されるため、平常時ゲート操作については、図 1.1.6 に示す方法を基本に、引き続き現地放流実験を行い、200m³/s 以上の流量条件において問題のある流れになっていないかという観点で確認したい。

【参考 1：昨年のサケ遡上数と日平均放流量との関係】

昨年（平成 21 年）の 10 月 1 日～31 日の期間における宮中取水ダムの日平均放流量とサケ遡上数および累積百分率の関係を整理すると図 1.1.4 のようになる。この結果から放流量が 150～200m³/s 時の遡上数が多く、約 250m³/s で全体の 7 割程度、約 300m³/s で全体の 9 割程度をカバーする結果となった。

【参考 2：本年の現況魚道における魚類遡上調査時のアユ遡上数と日平均放流量との関係】

本年実施された現況河道における魚類遡上調査時（6 月 10 日～17 日）における宮中取水ダムの日平均放流量とアユ遡上数および累積百分率の関係を整理すると図 1.1.5 のようになる。この結果から放流量が 200～250m³/s 時の遡上数が多く、約 250m³/s で全体の 7 割程度、約 300m³/s で全体の 9 割程度をカバーする結果となった。

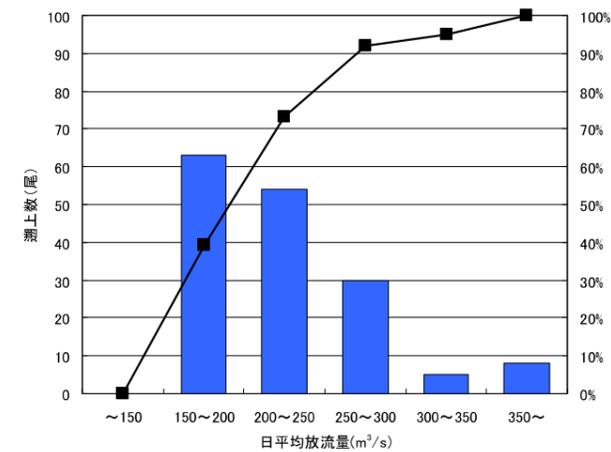


図 1.1.4 平成 21 年 10 月の宮中ダム日平均放流量とサケ遡上数累積百分率

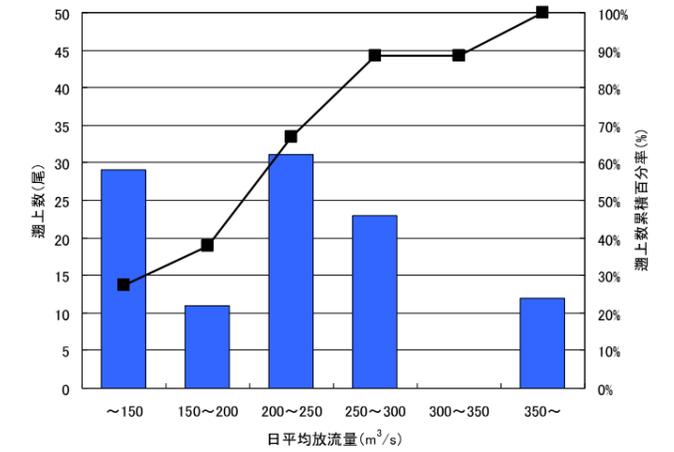


図 1.1.5 平成 22 年 6 月 10 日～17 日の宮中ダム日平均放流量とアユ遡上数累積百分率

3) 平常時操作規程（案）の提案

留意点および宮中ダム平均放流量とサケおよびアユの遡上の関係を踏まえ、検討した操作規程（案）のゲート操作概要を図 1.1.6 のとおり示す。なお、最終案については、試験放流量 50m³/s および 200m³/s 以上の放流量を対象とした現地放流実験、小型魚（アユ）のモニタリング結果等を踏まえ、具体のゲート操作の検討を深度化していく。

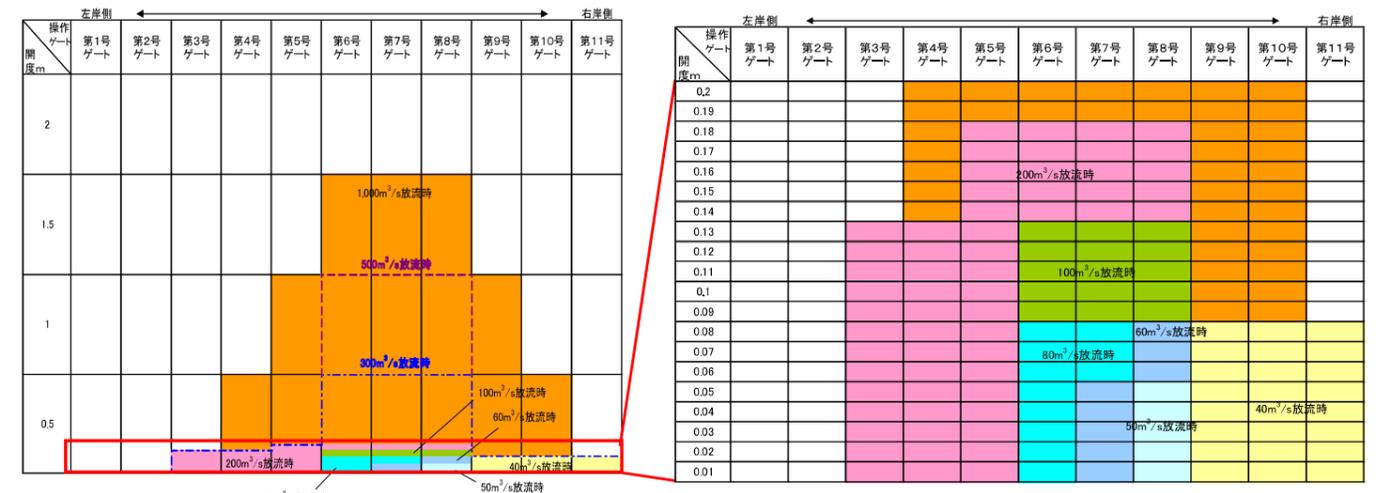


図 1.1.6 新操作規程（案）によるゲート操作の概要

(3) 大型魚（サケ）のテレメトリー調査

1) 調査目的

本調査は、現地放流実験で魚類の遡上に適すると考えられたゲート放流方法の妥当性を検証するために実施したものである。

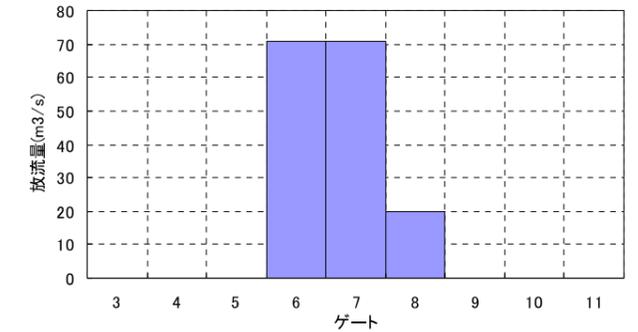
具体的には、魚道折り返し部にてサケを採捕し、発信器を装着して下流側に放流し、以下に示す2つの放流ケースごとに遡上ルートを把握した。

- ケース1：旧ダム操作規程に基づいて放流するケース
- ケース2：放流実験結果を踏まえた新操作規程案に基づいて放流するケース

■ケース1（追跡調査：平成22年10月13日～15日）



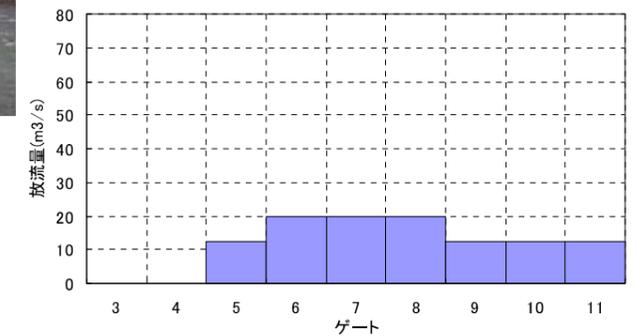
全放流量：169.7 m³/s（ゲート放流量＋魚道＋呼び水）



■ケース2（追跡調査：平成22年10月20日～24日）



全放流量：115.9 m³/s（ゲート放流量＋魚道＋呼び水）



注) 全放流量は、サケテレメ調査期間中のゲート毎の毎正時流量の平均値と魚道流量及び呼び水流量を合計したものである。

図 1.1.7 サケテレメ調査期間中のゲート放流の状況

2) 調査範囲

テレメトリーによる追跡範囲は、「ミオンなかざと」前から宮中ダム魚道折り返し部までとした。調査箇所を図 1.1.8 に示す。

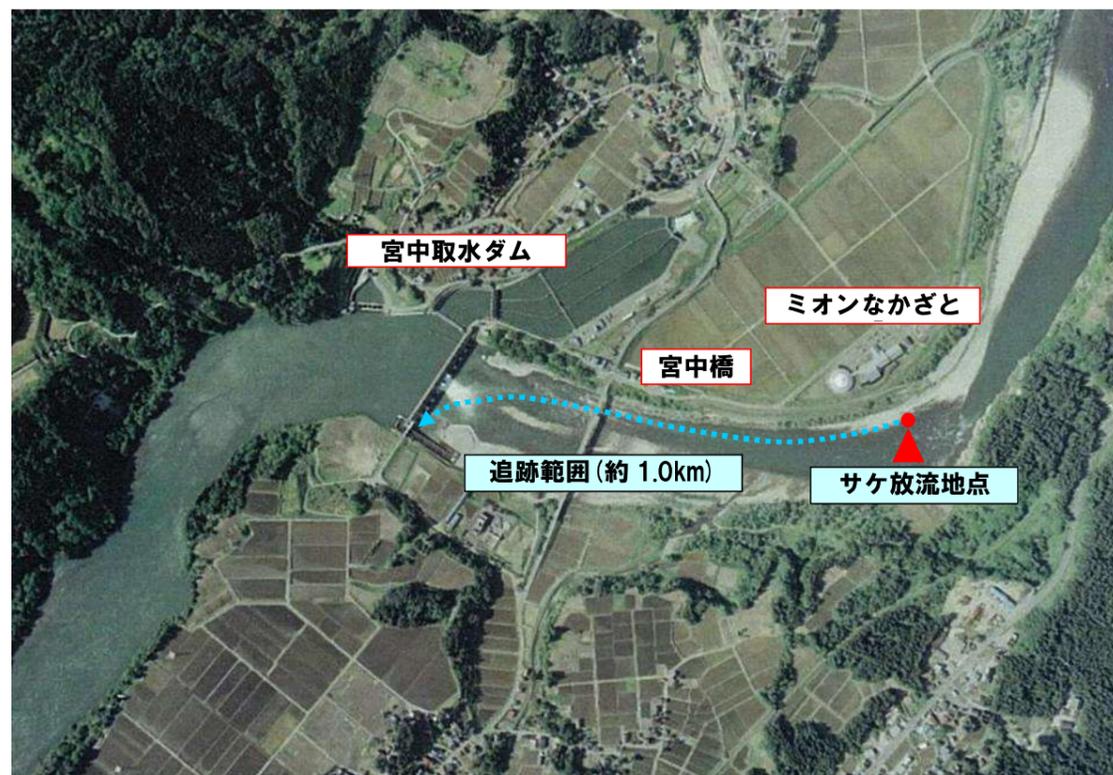


図 1.1.8 調査箇所

3) 調査方法

a) 追跡地点の設置

- ・ テレメトリー受信機にて方位計測を行う地点をあらかじめ設定した。地点はダム堤体上、宮中橋上、及び信濃川左右岸に適宜設置した。

b) 供試魚の確保

- ・ 供試魚は、宮中取水ダム魚道折り返し部に設置されたサケ採捕用カゴにて採捕されたものを用いた。なお、必要個体数が揃うまで中魚沼漁協に協力を頂き、漁協のいけすで畜養した。
- ・ なお、できるだけ個体の損耗を避けるため、いけすで畜養する個体は随時調査に適する活性度の高いものに入れ替え、確保個体数は最小限にとどめた。
- ・ 実験に供する個体数は1ケースにつき5個体とした。



写真 1.1.1 魚道内トラップ設置状況

c) 発信器の装着

- ・ 中魚沼漁協のいけすにおいて、5~6個体に発信器を装着した。
- ・ 発信器を装着した後、吐き出しの有無の確認のため、いけす内において1日程度落ち着かせた。



写真 1.1.2 発信器装着状況

d) 供試魚の放流

- ・ 放流予定日前日の朝、ゲート放流パターンを変更し、1日間、下流河川環境を馴染ませた。
- ・ 放流日に、放流地点から1個体を静かに河川に放流し、その後は遡上する個体の追跡状況により、適宜残りの個体を放流することとした。



写真 1.1.3 放流直前のサケ

4) 調査結果

a) ケース 1 (旧ダム操作規程に基づいて放流するケース)

ア 調査実施時の概況

① 調査実施日

- ・調査実施日：平成 22 年 10 月 12 日～15 日
- ・発信機装着：12 日 (いずれも雄、体長 49～65cm)
- ・放流：13 日 11 時～18 時の間に 4 個体、14 日の 9 時 50 分に 1 個体、計 5 個体
- ・追跡：13 日～15 日

② 追跡調査時の流況

全放流量は 160～180m³/s 程度、開放ゲートは 6～8 番ゲート

③ 堤体付近での流れの状況

堤体中央部からの放流の為、強い流れが河道中央部から左岸側に形成され、8 番ゲート付近の右岸側から魚道入口部付近にかけては、右回りの弱い循環流が見られた。



写真 1.1.4 ゲートからの放流状況 (ケース 1)

イ 追跡結果

- ①大型魚道内のトラップで再捕獲された個体は 1 個体である。この個体 (ID-17) は、13 日の 11 時 11 分に放流した個体であり、15 日朝 7 時 20 分に実施したトラップの引き上げ段階で確認された。なお、テレメの受信状況から判断すると、魚道内には 13 日 15 時頃には到達していた可能性が高く、放流地点から魚道までの約 1km の区間を 4 時間程度で遡上したことになる。
- ②13 日の 13 時 12 分に放流した個体 (ID-15) は、一旦、宮中橋上流から堤体直下付近まで遡上が確認されたが、その後確認できない状況となった。そして、約 2 日後の 15 日 10 時半頃に魚野川の川口にある「鮭一括採捕場」で採捕された。この個体は、信濃川を降河後に魚野川を再遡上したことになる。
- ③それ以外の 3 個体は、宮中橋上流付近、魚道入口付近さらには、大型魚道内の折り返し部まで遡上している様子を確認できた個体もあるが、放流後 2 日～2 日半後の 15 日にはダム堤体～宮中橋～放流地点及び下流の姿大橋の区間では、まったく電波が受信されない状況となり、姿大橋より下流に降河したものと考えられる。

ウ ケース 1 の追跡結果から得られた示唆

- ①下流部からダム堤体までの遡上経路は、滞筋及び右岸側流路にて確認された。
- ②堤体付近まで遡上した後、第 8 号ゲートより右岸側で下流に降下するケースがみられる (ID-14, 15, 17)。
- ③第 8 号ゲート付近で降下・遡上を繰り返した後、魚道入口に到達するも、滞留するケースがみられる (ID-17)。
- ④遡上断念した個体は姿大橋より下流へ流下し (ID-13, 14, 15, 16)、うち 1 個体は魚野川を遡上した (ID-15)。

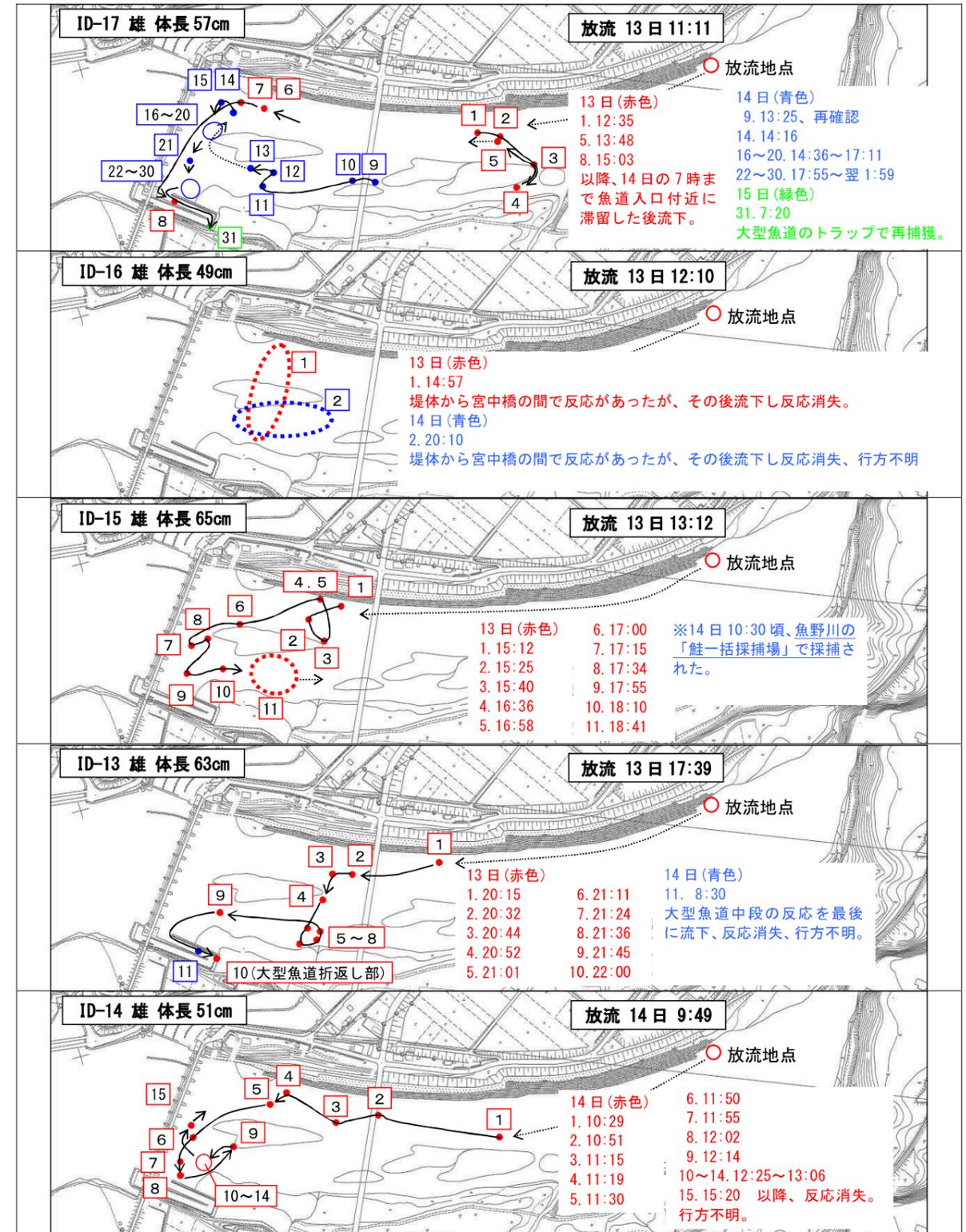


図 1.1.9 サケ遡上経路：ケース 1 (10 月 13 日～15 日)

b) ケース2 (新操作規程案に基づいて放流するケース)

ア 調査実施時の概況

① 調査実施日

- ・調査実施日：平成22年10月19日～24日
- ・発信機装着：19日（雄3個体、雌2個体、体長48～69cm）
- ・放流：20日8時30分～16時10分の間に5個体
- ・追跡：20日～24日

② 追跡調査時の流況

全放流量は概ね110m³/s強程度、ただし時間帯によっては160m³/s程度まで増加。

③ 堤体付近での流れの状況

第5号～第11号ゲートからほぼ均等に放流しているため、ケース1でみられた魚道入口部付近の循環流は無く、右岸側の10号、11号ゲート付近から下流左岸側に向かう主流路が形成されていた。



写真 1.1.5 ゲートからの放流状況（ケース2）

イ 追跡結果

- ①大型魚道内のトラップで再捕獲された個体は3個体である。電波の受信状況から判断すると、放流地点から魚道内トラップまでの約1kmの区間を、4時間程度で遡上したことになる。
- ②ID-18は、20日の17時頃には堤体下流まで遡上し、一旦魚道に入ったものの、再度魚道入り口まで流下し、魚道入口部から堤体直下付近で滞留した。その後、22日7時20分に魚道内トラップで再捕獲された。
- ③20日の16時10分に放流した個体(ID-19)は、22日16時40分に小型魚道を遡上し（目視確認）、その後、放流地点よりやや下流地点で滞留していた。翌23日の7時には大型魚道内の折り返し部で確認され、7時50分頃にはトラップ内に入り、再捕獲された。
- ④ID-20は、一旦10番～11番ゲート直下付近まで遡上してきたものの、翌21日には急速に降河し、夕方の段階で魚野川へ再遡上した。その後は行方不明である。
- ⑤20日の11時に放流した個体(ID-22)は、20日の13時44分に大型魚道内折り返し部まで遡上を確認（電波の受信）したものの、その後降河し、24日には妻有大橋下流付近をやや降河気味に滞留していたが、遡上する傾向は見られなかった。

ウ ケース2の追跡結果から得られた示唆

- ①下流部からダム堤体までの遡上経路は、滞筋及び右岸側流路にて確認された。
- ②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。
- ③一方、第8号～11号ゲート前から魚道入口に至る区間で滞留するケースがみられる（ID-19, 20）。
- ④また、小型魚道での遡上が確認された（ID-19）。
- ⑤遡上断念した個体は妻有大橋より下流へ流下し（ID-19, 20, 22）、うち1個体は魚野川を遡上した（ID-20）。

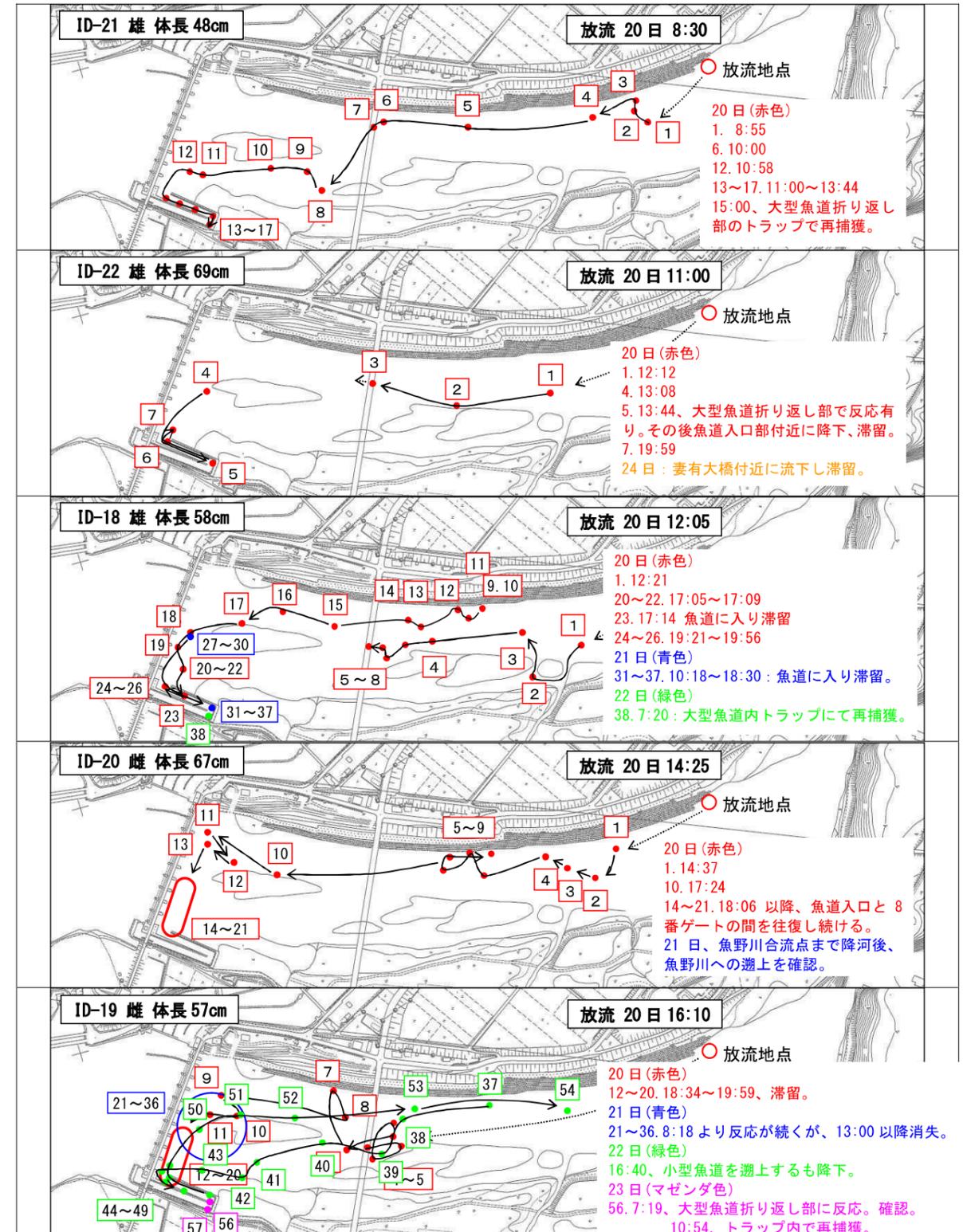


図 1.1.10 サケ遡上経路：ケース2（10月20日～24日）

c) 考察

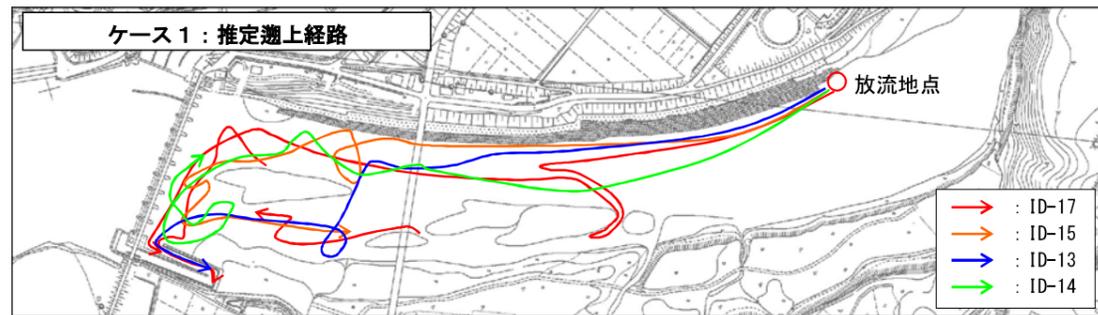
① ダム堤体付近までの遡上経路の連続性について

A. 放流地点からダム堤体に至る区間の連続性

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、遡上経路を確認した。なお、遡上経路は両ケースともダム放流水の滞筋の両脇及び右岸側の浅い平瀬の二箇所であった。

B. ダム堤体付近左岸側静穏部への進入状況

ダム左岸側はゆるやかな流れとなっており、遡上個体が入り込む可能性があると考えられた。しかし、ケース2のID-20が一度近傍へ接近した他は、いずれの個体も右岸側へ遡上した。



※場所が正確に把握できていない点は除外して経路を結んでいる。

図 1.1.11 推定遡上経路 (ケース1)



※場所が正確に把握できていない点は除外して経路を結んでいる。

図 1.1.12 推定遡上経路 (ケース2)

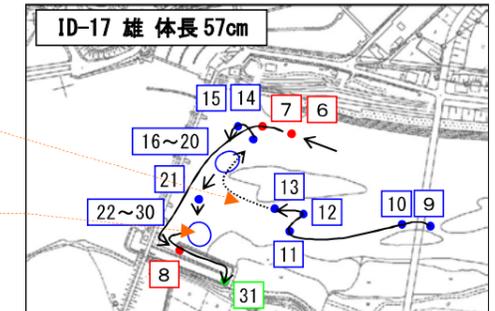
② 第8号ゲートより右岸側での下流への降下

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。

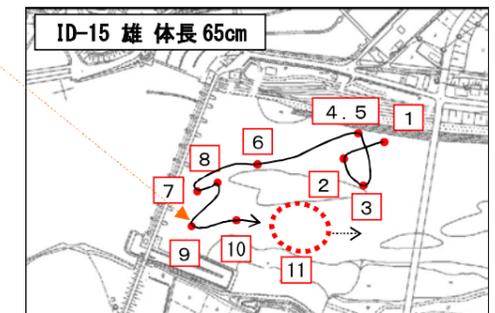
○ケース1：ID-17の例

- ・13まで遡上した後、次の確認箇所(14)は左岸側となった。
- ・21まで遡上した後、第8号ゲート前面の循環流発生位置で下流へ降下した後、再度遡上する行動を繰り返した(22~30)。



○ケース1：ID-15の例

- ・9まで遡上した後、流下した。



○ケース1：ID-14の例

- ・8まで遡上した後、下流側へ遊泳し、10~14にて迷走した後、流下した。

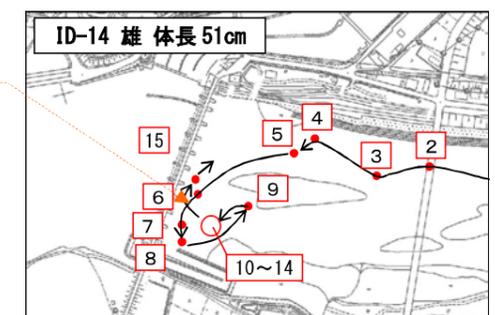


図 1.1.13 ケース1における第8号ゲートより右岸側での下流への降下

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号ゲート～魚道入口付近までの区間における滞留が挙げられる。

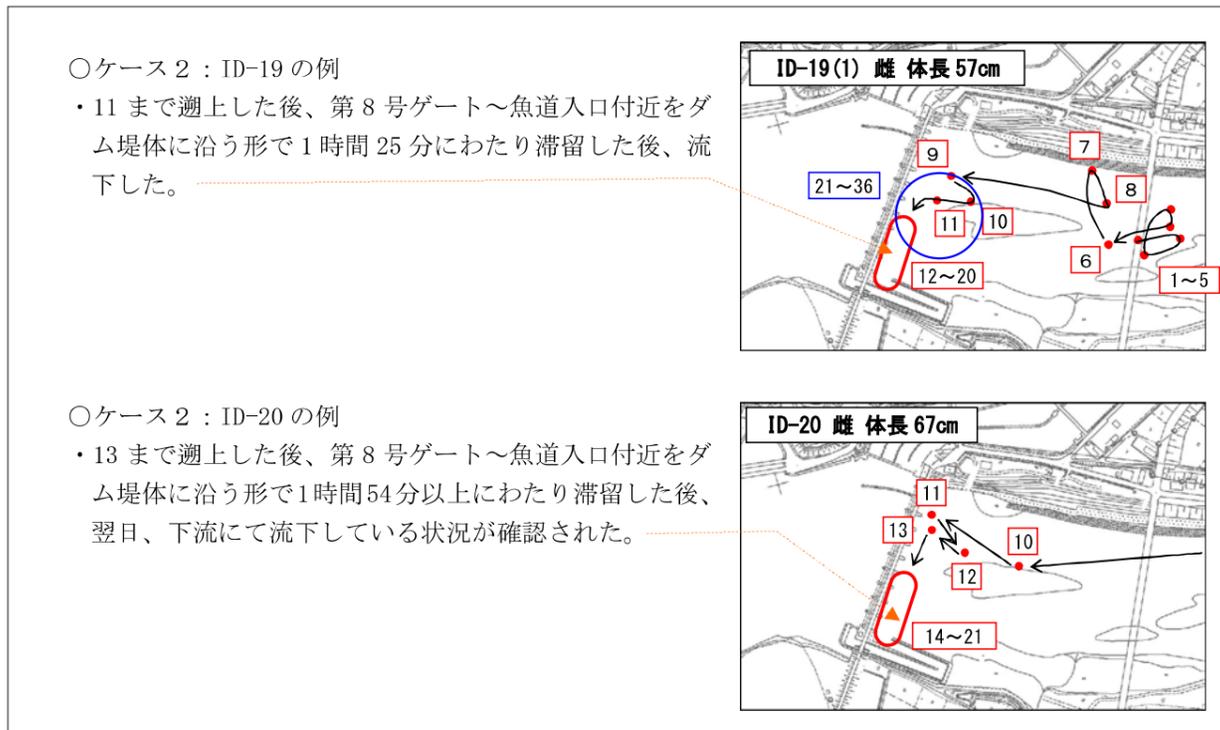


図 1.1.14 ケース2においてみられたダム堤体直下における滞留の発生状況

④ 魚道等までの到達率

ケース1，ケース2それぞれにおいて、

- ①ダム堤体付近まで到達できた割合
- ②その後、第8号ゲート右岸側を降下せず、通過・遡上できた割合
- ③その後、魚道入口まで到達・進入した割合
- ④魚道折り返し部まで到達した割合

を算出し、魚道折り返し部までの移動のスムーズさを検証した。なお、数度に渡り遡上を繰り返した個体については、その都度ごと再カウントした。

表 1.1.7 トラップ再捕獲までの到達率の差異

	ケース1						ケース2					
	回数					割合(%)	回数					割合(%)
	ID13	ID14	ID15	ID16	ID17		ID18	ID19	ID20	ID21	ID22	
ダム堤体まで到達	1	1	1	0	1	80.0	1	3	1	1	1	100.0
第8号ゲート前を通過遡上	1	0	0	0	1	40.0	1	3	1	1	1	100.0
魚道入口に到達侵入	1	0	0	0	1	40.0	1	2	0	1	1	80.0
折り返し部まで到達	1	0	0	0	1	40.0	1	2	0	1	1	80.0

注)回数の数値は、同一個体であっても複数回にわたって到達・回避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。

1.2 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

(1) 調査概要

1) 調査目的

今後実施する魚道構造改善の効果を検証する際のリファレンスデータとして現況魚道の遡上しやすさを定量的に把握するために、魚道の下流側に小型魚類（アユ）を放流し、魚道出口（上流部）に到達したアユの尾数、体長、遡上時間などの調査を行った。

また、現況魚道を遡上している魚類の実態を把握することを目的とし、アユ以外の魚種の遡上状況についても調査を実施した。

2) 調査方法

a) 実験装置

ア 概要

実験装置は、供試魚の下流河川への流下を防止するための「下流仕切り網」、遡上した供試魚をトラップするための「カゴ網」、カゴ網を魚道上流端に設置し安全に作業を行うための「足場」、また、それらに付随した「上流ゴミ取り網」等から構成される。

これら装置の配置状況を以下に示す。

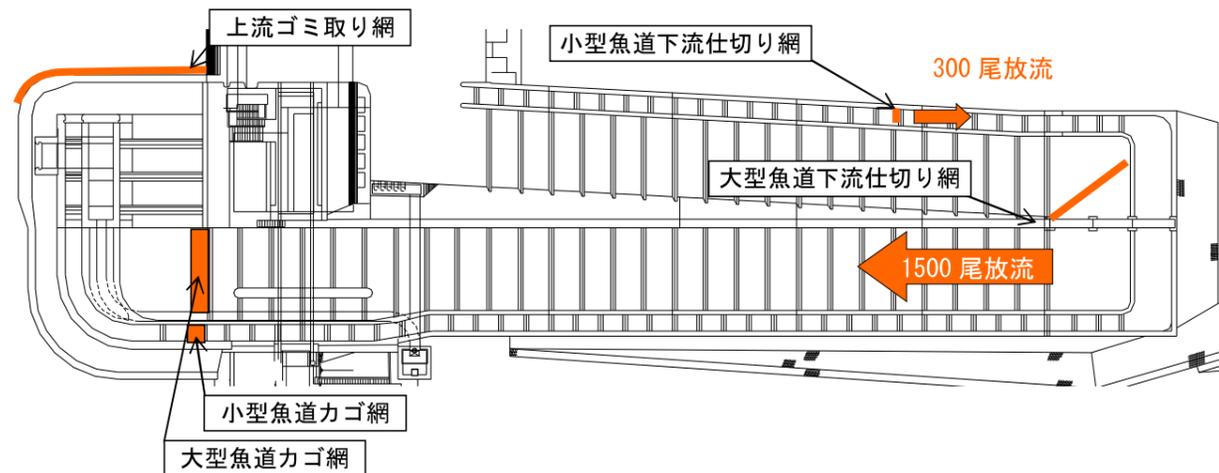
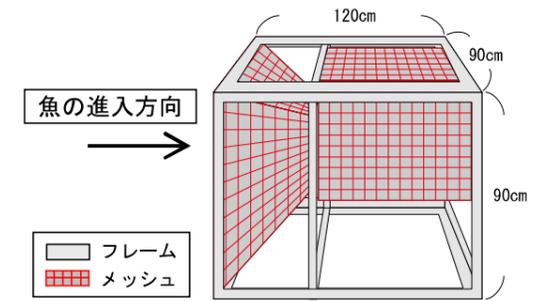


図 1.2.1 実験装置配置状況

イ カゴ網

カゴ網は、隔壁の上流側に設置し、隔壁を飛び越えるアユを採捕する構造とした。カゴ網は、採捕中は足場に固定し、計数・計測時に取り出す仕掛けとした。カゴ網は大型魚道に 11 台、小型魚道に 2 台設置した。



<カゴ網の大きさ : H=0.9m、B=0.9m、L=1.2m>



図 1.2.2 カゴ網の構造（左：設置前、右：設置後）

ウ 下流仕切り網

下流から放流アユ以外の個体が流入し、母集団が変動することを防ぐ目的で、魚道下流に仕切り網を設置した。仕切り網は、大型魚道の折り返し部、および小型魚道の下流端に設置した。



写真 1.2.1 下流仕切り網の設置状況（左：大型魚道、右：小型魚道）

b) アユの放流及び捕獲

ア 供試魚の放流

供試魚は、中魚沼漁協に協力を頂き、中間育成アユを大型魚道の折り返し部に 1500 尾、小型魚道の下流に 300 尾放流した。

なお、母集団の推定のため、放流稚魚から無作為に 100 個体をサンプリングし、全長、体長および湿重量を計測した。

サンプル 100 個体の体長計測結果は最大 83mm、最小 49mm、平均 65mm であった。また、体重は最大 7.8g、最小 0.8g、平均 3.3g であった。



写真 1.2.3 放流前の様子（左：放流時 右：魚道内プールに滞留するアユ）

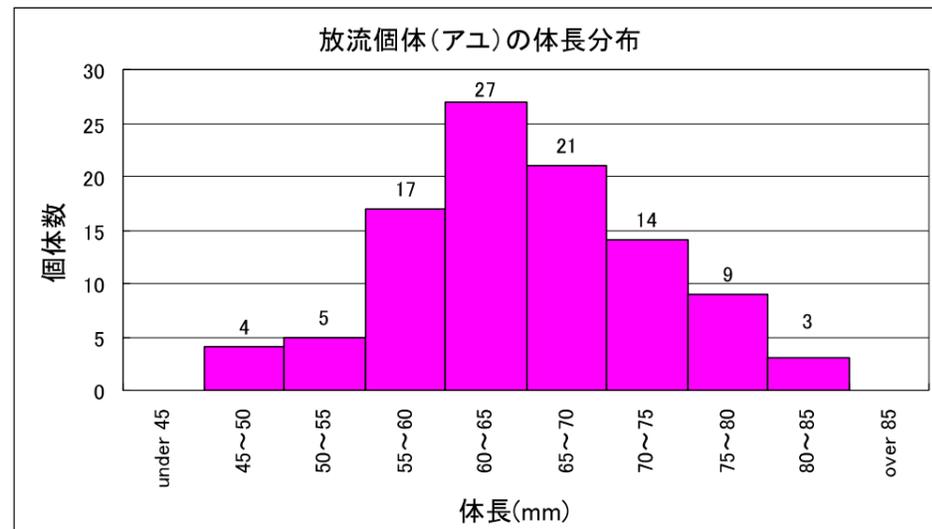


図 1.2.4 サンプル 100 個体の体長の度数分布

イ 放流稚魚の捕獲

上流端付近にカゴを仕掛け、遡上アユを捕獲した。なお遡上個体の回収は午前 6 時から 18 時までは 1 時間ごとに実施し、夜間に採捕を行う場合は 2 時間おきに回収した。



写真 1.2.2 遡上個体確認状況

c) 調査日程

調査は、以下の日程で実施した。

表 1.2.1 調査実施状況

調査日	遡上実態調査		備考
	下流仕切り網あり	下流仕切り網なし	
6月7日(月)	○		・11:00 アユの放流 ・12:00~遡上調査開始
6月8日(火)	○		24時間調査
6月9日(水)	○		同上
6月10日(木)		○	18:00 まで調査実施
6月11日(金)		○	6:00~18:00
6月12日(土)		○	同上
6月13日(日)		○	同上
6月14日(月)		○	同上
6月15日(火)		○	同上
6月16日(水)		○	同上
6月17日(木)		○	・6:00~18:00 遡上調査 ・18:30 ~ 残留個体調査

3) 調査結果

① 下流仕切り網設置期間（平成22年6月7日～6月9日）

下流に仕切り網を設置した期間中に、アユは大型魚道で4個体、小型魚道で3個体の遡上が確認された。アユ以外の魚種を含めると、大型魚道で8種121個体、小型魚道で6種12個体の遡上が確認された。確認魚種の内訳を表1.2.2に示す。

表 1.2.2 遡上魚種一覧（平成22年6月7日～平成22年6月9日）

区分	種名	大型魚道	小型魚道
遊泳魚	アユ	4	3
	ヤマメ	1	0
	ウグイ	108	1
	オイカワ	2	3
	ビワヒガイ	2	0
	ニゴイ	2	0
	カジカ	1	1
底生魚	カマツカ	1	0
	ウナギ	0	1
	ギギ	0	3
計		121	12

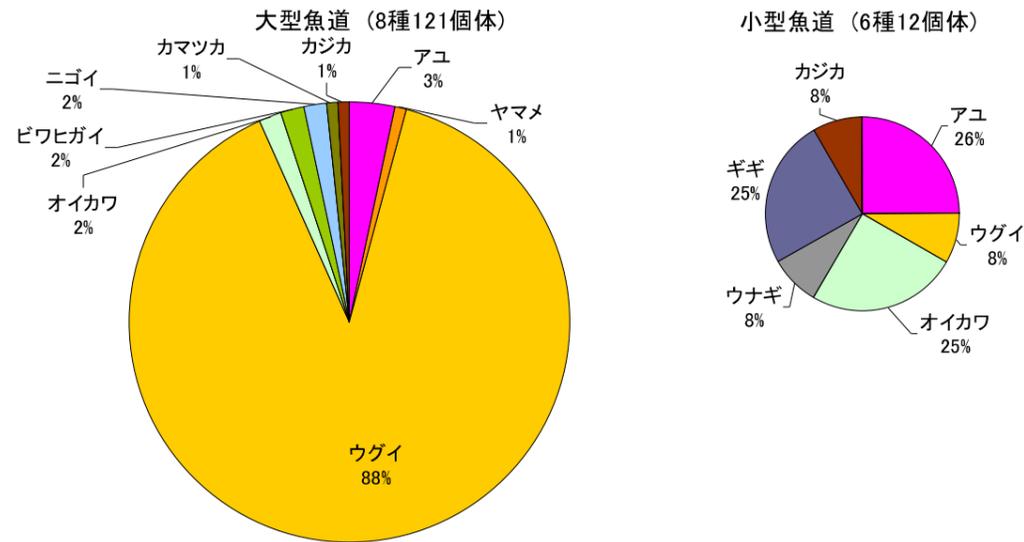


図 1.2.5 魚類遡上状況（平成22年6月7日～平成22年6月9日）

② 下流仕切り網未設置期間（平成22年6月10日～平成22年6月17日）

下流に仕切り網を設置しない期間において、アユは大型魚道で78個体、小型魚道で28個体の遡上が確認された。アユ以外の魚種を含めると、大型魚道で8種302個体、小型魚道で11種116個体の遡上が確認された。確認魚種の内訳を表1.2.3に示す。

表 1.2.3 遡上魚種一覧（平成22年6月10日～平成22年6月17日）

区分	種名	大型魚道	小型魚道
遊泳魚	アユ	78	28
	ヤマメ	24	30
	ウグイ	182	7
	オイカワ	9	20
	ギンブナ	0	1
	アブラハヤ	0	2
	ビワヒガイ	3	0
	スゴモロコ属	1	15
	カジカ	4	4
底生魚	カマツカ	0	2
	ギギ	1	5
	オオヨシノボリ	0	1
	ヨシノボリ属	0	1
計		302	116

注)ヨシノボリ属については種数としてカウントしていない。

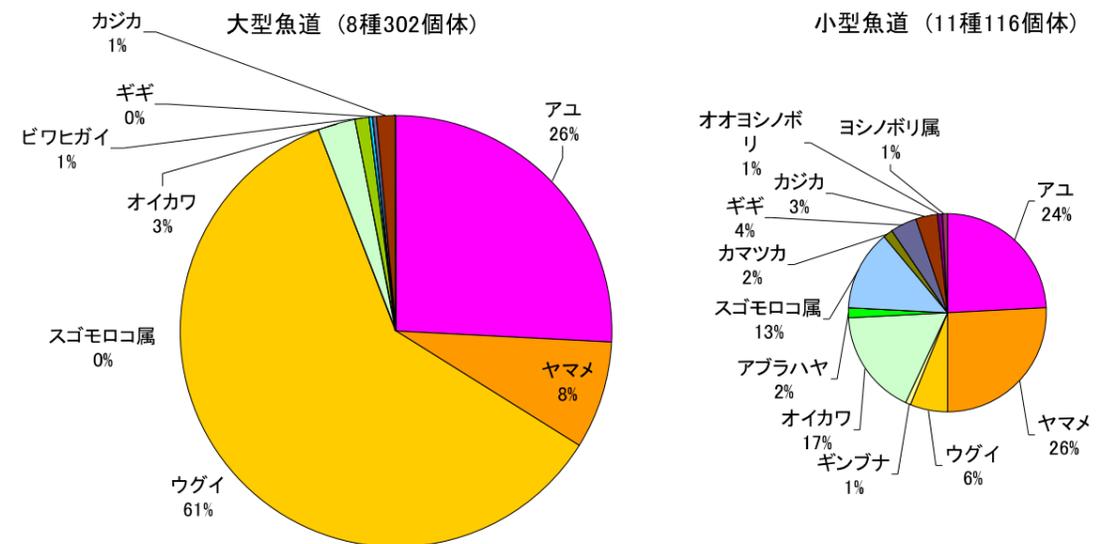


図 1.2.6 魚類遡上状況（平成22年6月10日～平成22年6月17日）

(2) 解析・考察

1) アユの遡上状況

a) 遡上個体数

平成22年6月7日から平成22年6月17日の調査期間中に、大型魚道で82個体、小型魚道で31個体の遡上が確認された。このうち、放流個体の可能性がある85mm未満の個体は大型魚道で27個体、小型魚道で25個体であり、放流した個体（大型魚道：1,500個体、小型魚道：300個体）のうち、ほとんどの個体は魚道を遡上しなかったと想定される。

体長85mm以上の個体が大型魚道で55個体、小型魚道で6個体確認された。このうち、6月8日に遡上したアユの成魚3個体のうち1個体は、県の内水面試験場の分析で天然アユであると推定されており、天然アユが現況魚道を遡上していることが明らかとなった。

表 1.2.4 アユの遡上状況一覧

魚道区分	魚道幅	放流個体数	遡上個体数			遡上割合 (85mm未満)	単位幅員あたり遡上個体数
			85mm未満	85mm以上	計		
	①	②	③	④	③+④	③/②	③/①
大型魚道	10m	1,500個体	27個体	55個体	82個体	1.8%	8.2個体
小型魚道	2m	300個体	25個体	6個体	31個体	8.3%	15.5個体

b) 遡上個体の体長組成

大型魚道を遡上したアユは、体長組成のピークが2つ確認された。一つ目のピークは体長70~75mmであり、二つ目のピークは体長95mm~100mmであった。

小型魚道については、体長組成のピークは65mm~70mmとなっており、大型魚道と比べて10mm程度小さい値となっていた。

遡上した個体の体長組成を見ると、大型魚道・小型魚道ともに遡上実験に使用した放流サイズより大きな値となっていた。

表 1.2.5 遡上個体の計測結果

区分	体長(mm)		
	最大	最小	平均
放流アユ	83	49	65
大型魚道遡上アユ	145	60	94
小型魚道遡上アユ	104	61	74

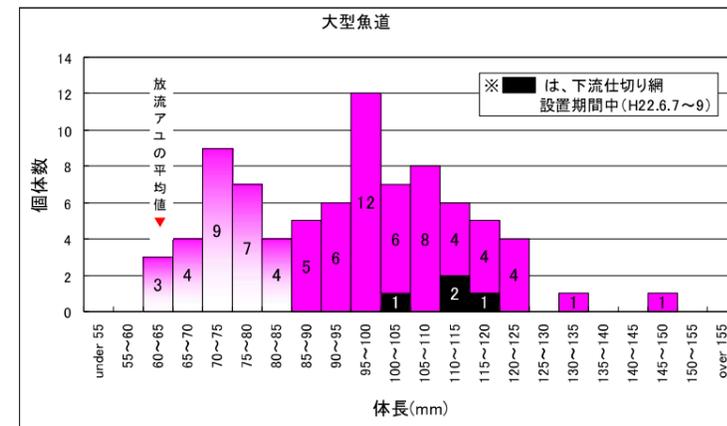


図 1.2.7 大型魚道遡上個体の体長組成 (6/7~6/17)

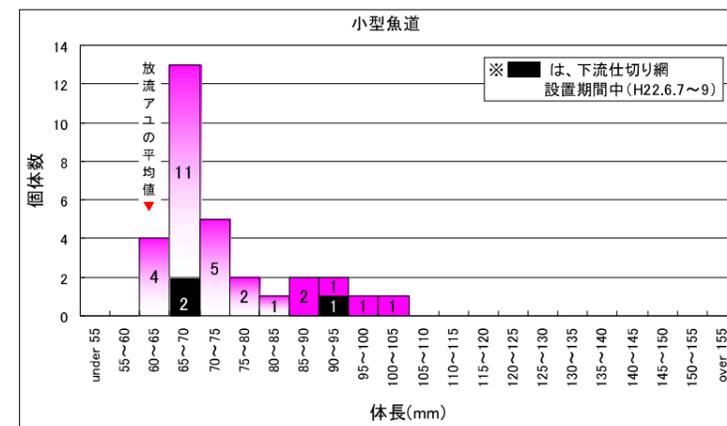


図 1.2.8 小型魚道遡上個体の体長組成 (6/7~6/17)

2) その他の魚類を含めた遡上状況

a) 遡上状況の概要

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。また、大型魚道と小型魚道の単位幅あたりの遡上個体数を比較すると、小型魚道の方が大型魚道よりも単位幅員あたりの遡上個体数が大きくなっていった。また、小型魚道の方が多様な種が遡上している様子がみられた。

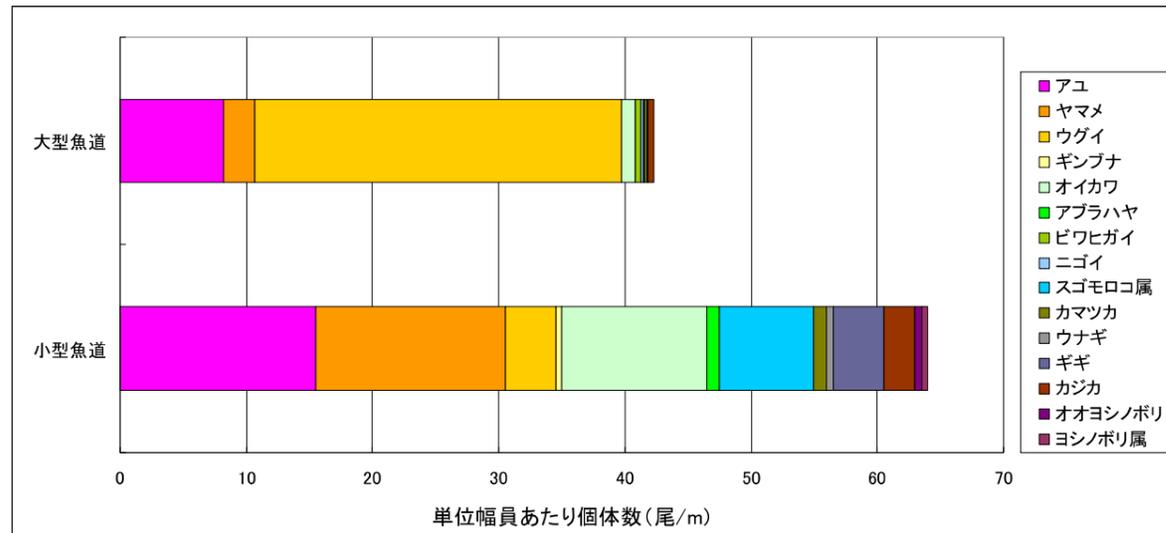


図 1.2.9 魚道別単位幅員あたりの遡上個体数 (6/7~6/17)

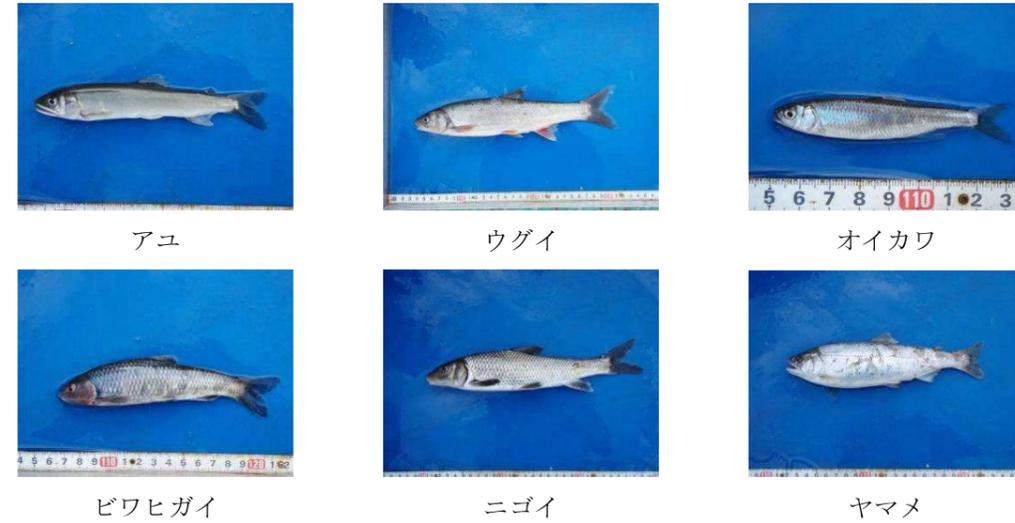


写真 1.2.3 確認魚類の一部 (遊泳魚)

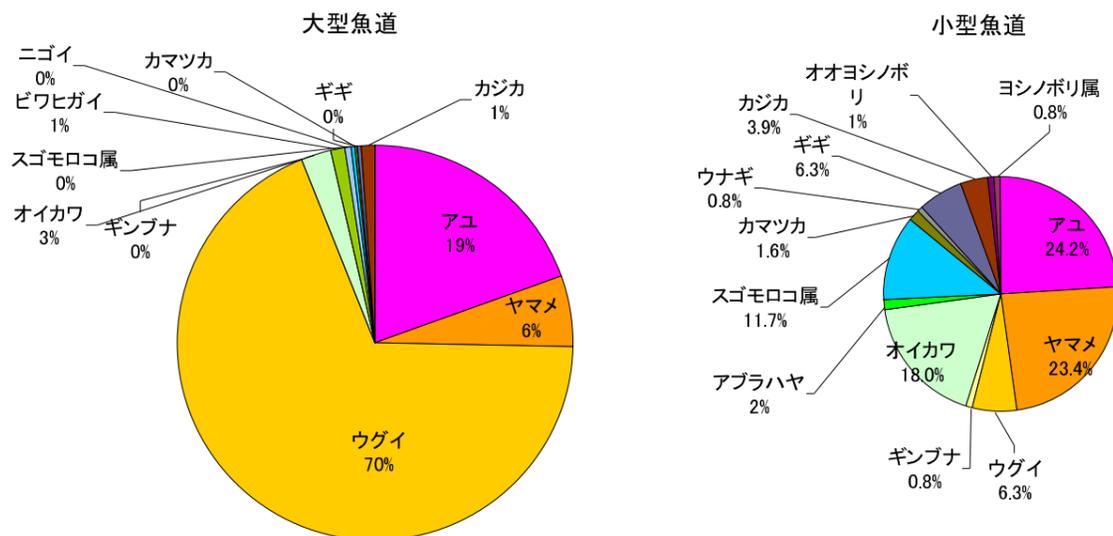


図 1.2.10 魚道別遡上個体数内訳 (6/7~6/17)

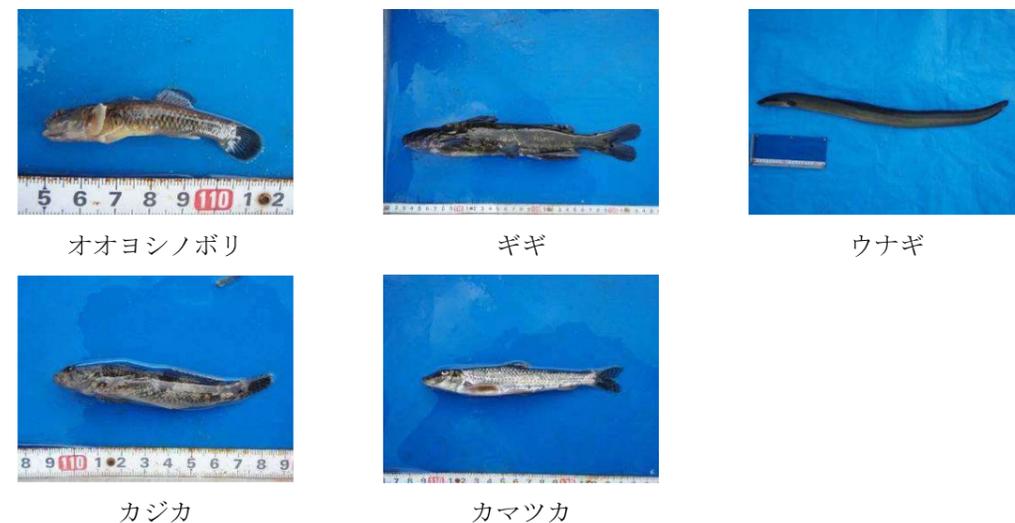


写真 1.2.4 確認魚類の一部 (底生魚)

b) 遡上個体の体長分布

大型魚道、小型魚道を遡上した魚種の体長分布は図 1.2.11～図 1.2.12 に示すとおりであり、体長が大きく比較的遊泳力の大きい個体は大型魚道を遡上し、体長が小さく遊泳力の小さい個体は小型魚道を選択している傾向が見られる。

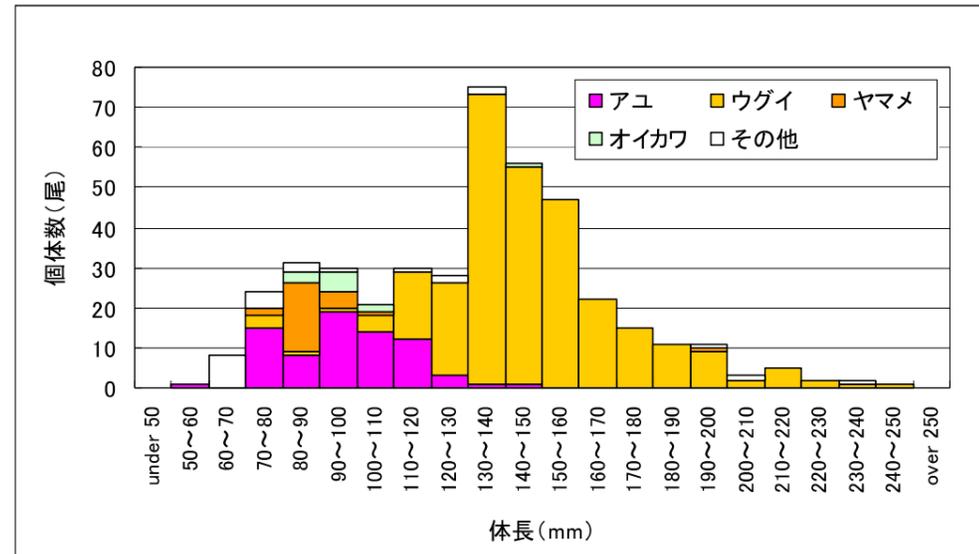


図 1.2.11 大型魚道遡上個体の体長分布（遊泳魚）

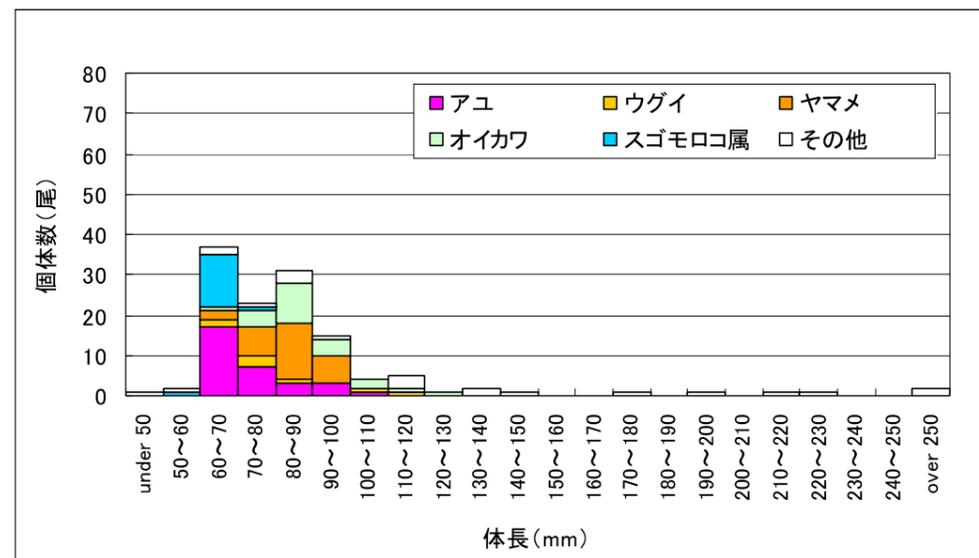


図 1.2.12 小型魚道遡上個体の体長分布（遊泳魚）

(3) まとめ

- 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される。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された。
- 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している。
- 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。また、遡上個体を生活型別に分類すると、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かった。

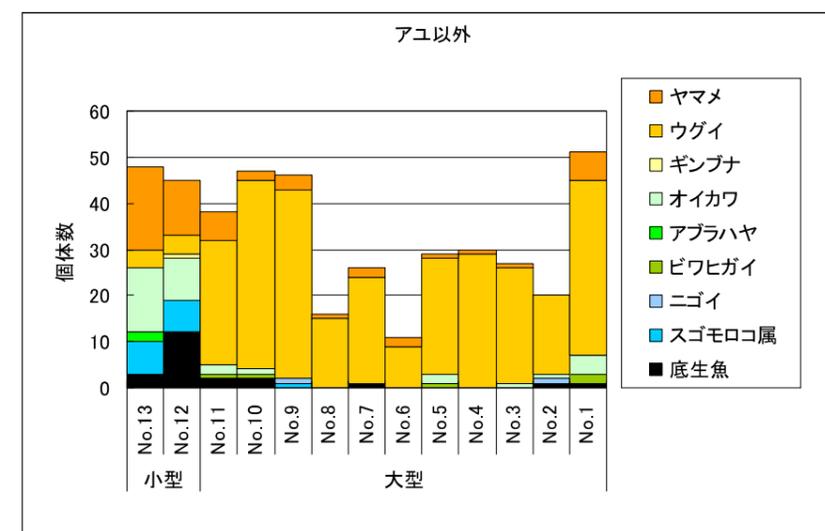
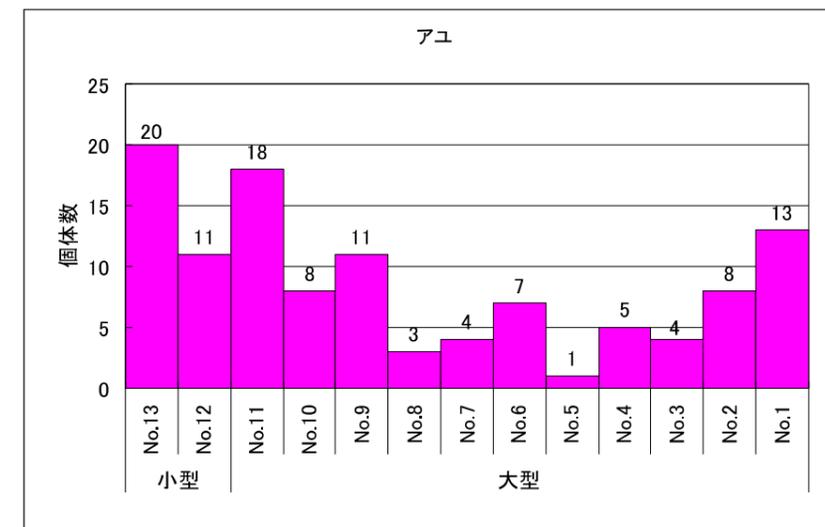


図 1.2.13 カゴトラップごとの累積遡上個体数

参考：遊泳力の比較

宮中取水ダム魚道での遡上が多かったアユ、ヤマメ、ウグイ、オイカワの4種について、既往文献より魚種別突進速度を調査し、表 1.2.6 に整理した。同表より、アユの突進速度を 19BL、ヤマメの突進速度を 15BL とし、図 1.2.11～図 1.2.12 に示した魚種別の体長分布をもとに、遡上個体の突進速度を算出し、図 1.2.14～図 1.2.15 に示す。

これによれば、大型魚道は 1.1m/s 以上、小型魚道は 0.6m/s 以上の突進速度の個体が多く遡上している結果となった。調査期間中の流速は、表 1.2.7 に示すように、大型魚道、小型魚道とも 1.0m/s を越えていたが、小型魚道については、突進速度 0.6m/s～1.5m/s の範囲内で遡上が多く確認されており、大型魚道と比べて突進速度が小さいサイズの魚類も遡上していた。

表 1.2.6 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) 社団法人日本土木学会 (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 1.2.7 魚道流速一覧 (実測値) (単位: m/s)

調査箇所		隔壁上部	限界水深箇所
大型魚道	一般部	1.54～1.62	2.06～2.28
	切欠部	1.03～1.39	1.45～1.68
小型魚道		1.07～1.31	1.39～1.53

※) 実測値は、11月19日に計測

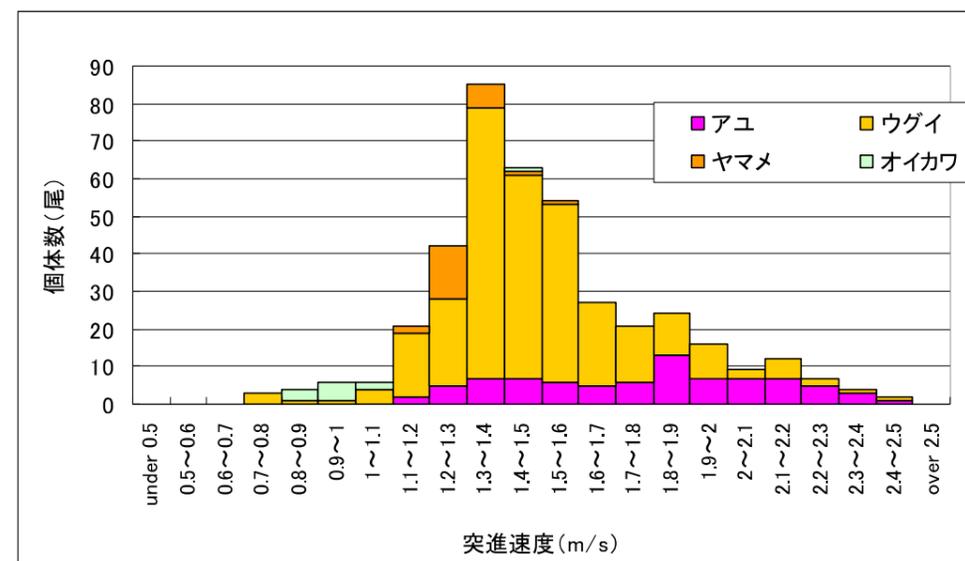


図 1.2.14 遡上個体 (遊泳魚) の突進速度 (大型魚道)

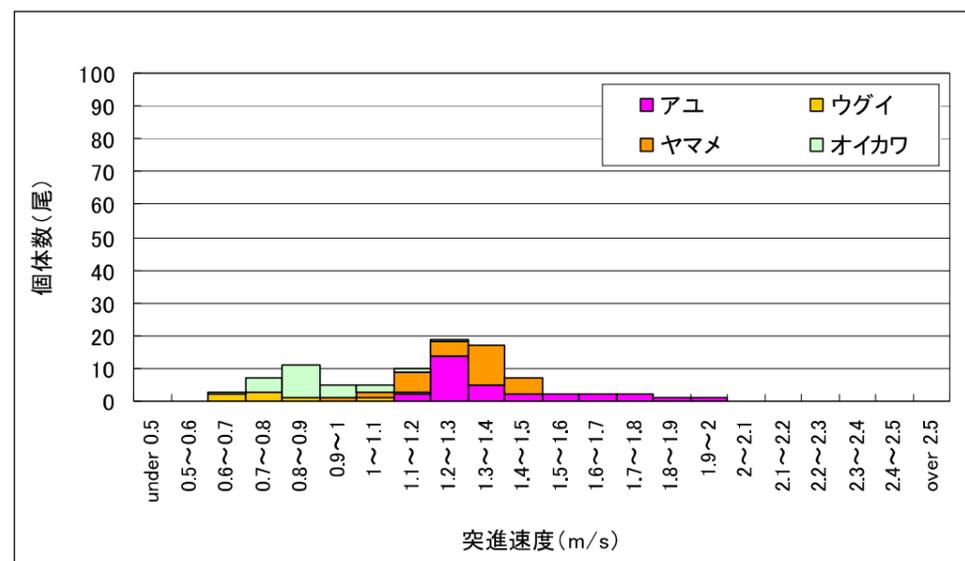


図 1.2.15 遡上個体 (遊泳魚) の突進速度 (小型魚道)

2. 魚道の設計について

2.1 魚道機能の向上

(1) 魚道形式選択自由度の向上

現魚道における魚類遡上調査の結果を踏まえて、できるだけ魚道からの流れを感じることでできる場所で自己の遊泳力に適した魚道を選択できるような構造とするために、水没範囲の側壁をできるだけ低くすることとする。

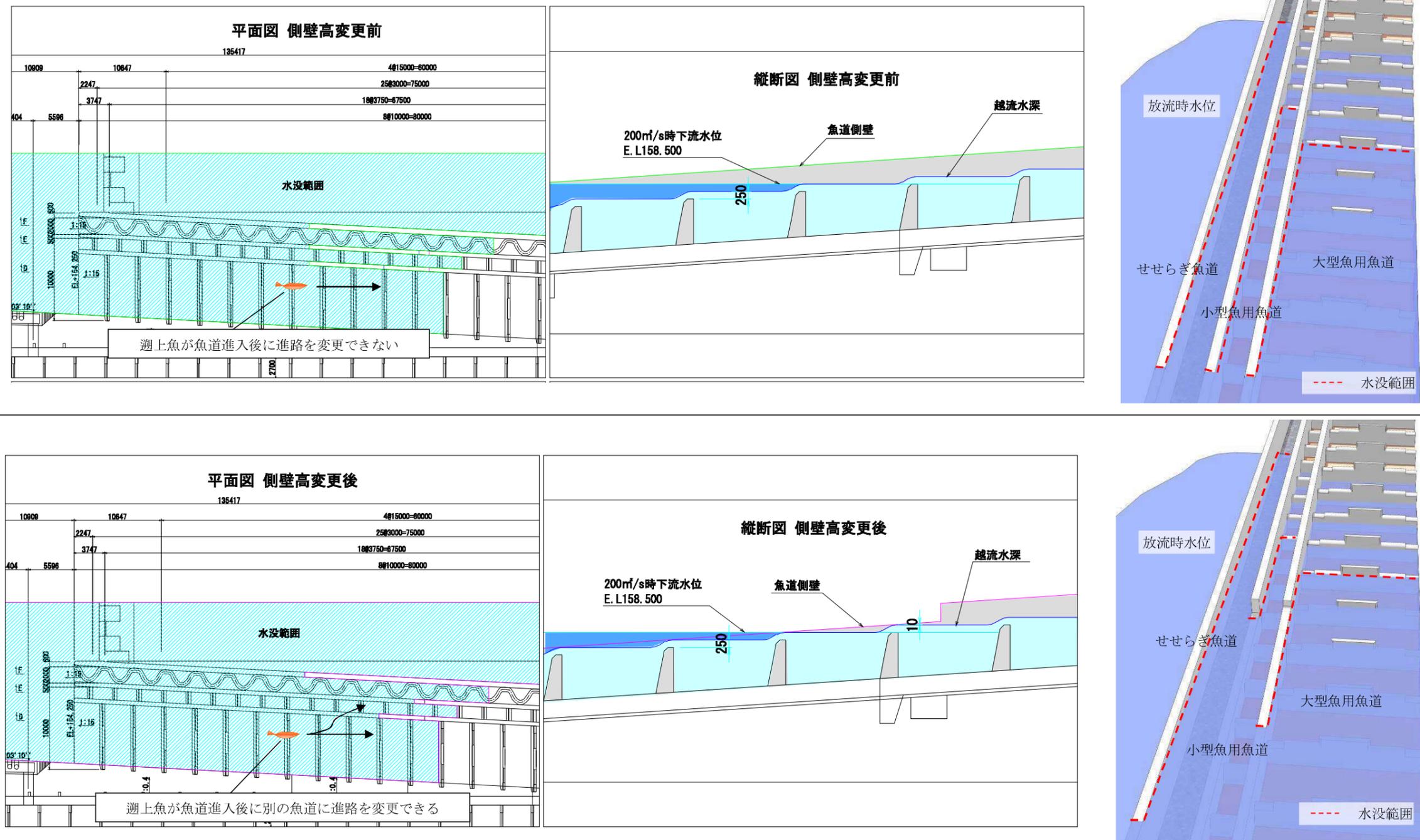


図 2.1.1 水没範囲内の魚道側壁高を低くすることによる魚道選択自由度の向上案

(2) 親水性の向上

1) 魚道観察室

大型魚道と小型魚道の間に、魚道観察室を設ける。魚道観察室の位置を図 2.1.2 に示す。

観察室を迂回する小型魚道は、流況を安定させるために、下記の構造とする。

- 迂回箇所の魚道平面線形には曲線を用いて、プール内に死水域を発生させないようにする
- 曲線部の隔壁は、魚道平面線形に対して直交する向きとして、プール内の偏流を避ける

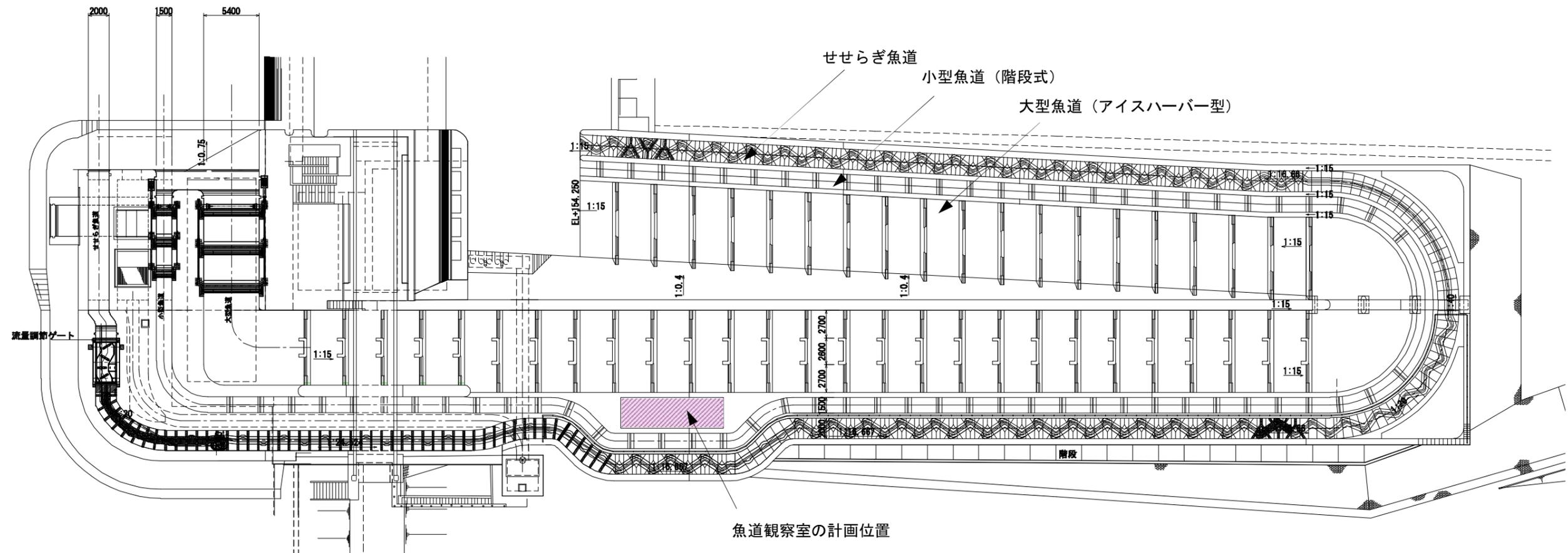


図 2.1.2 魚道観察室の位置図

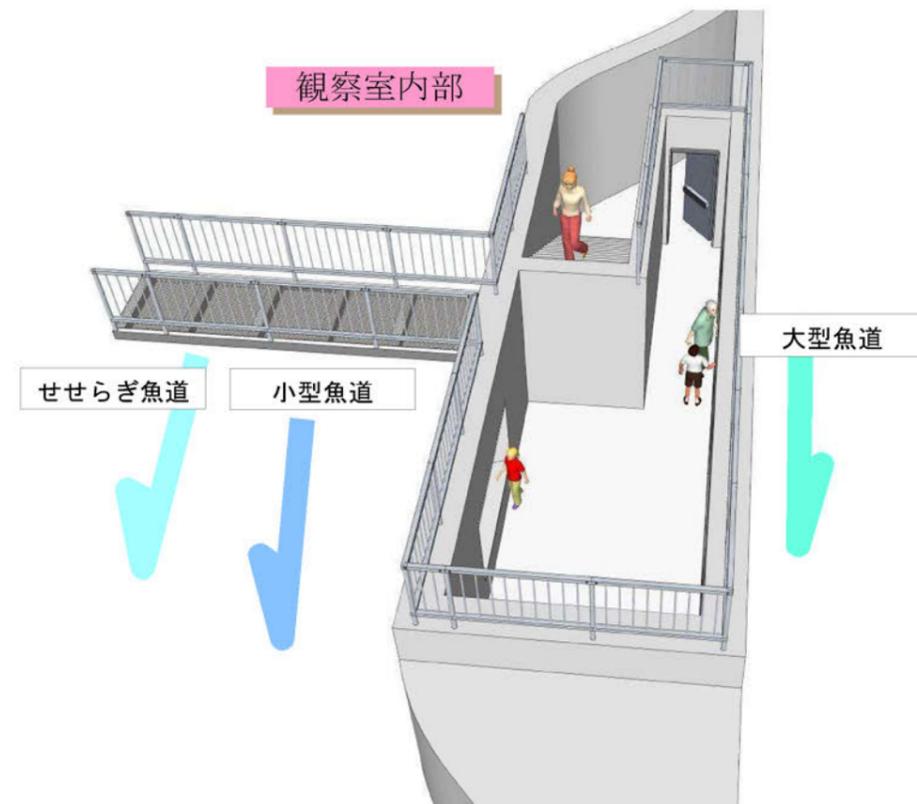
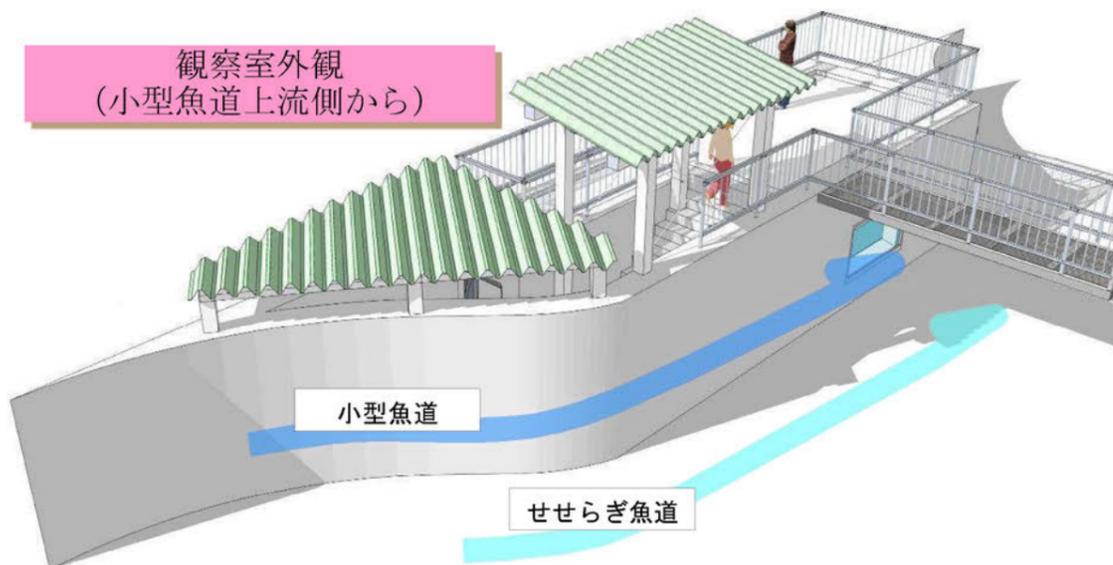
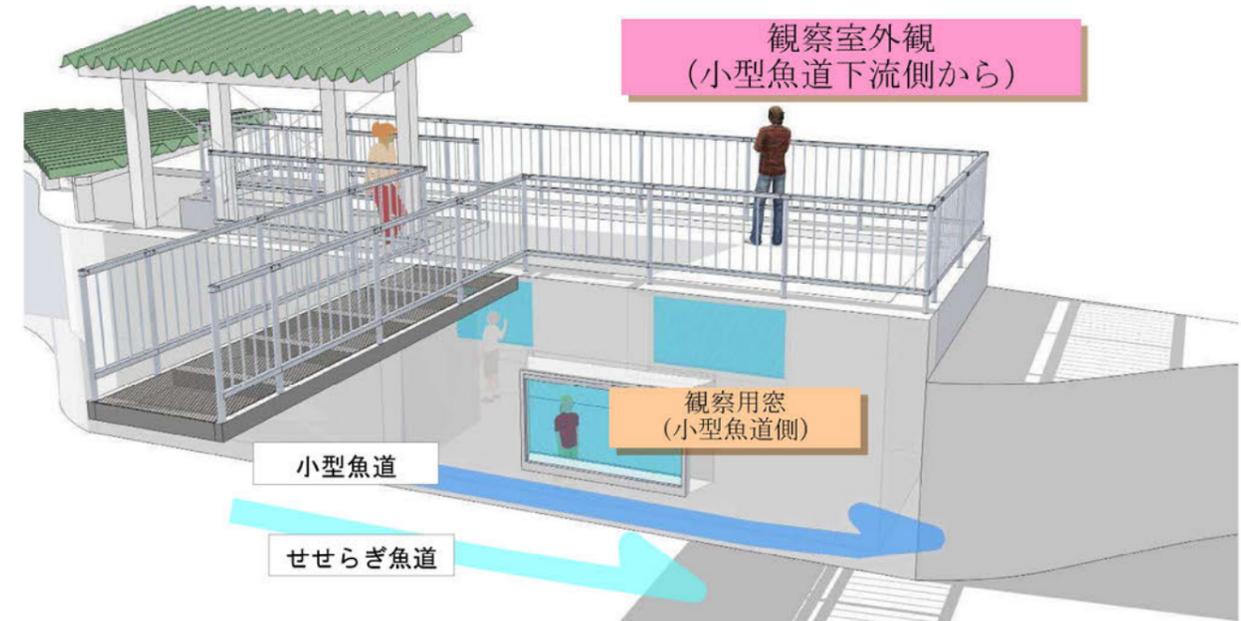
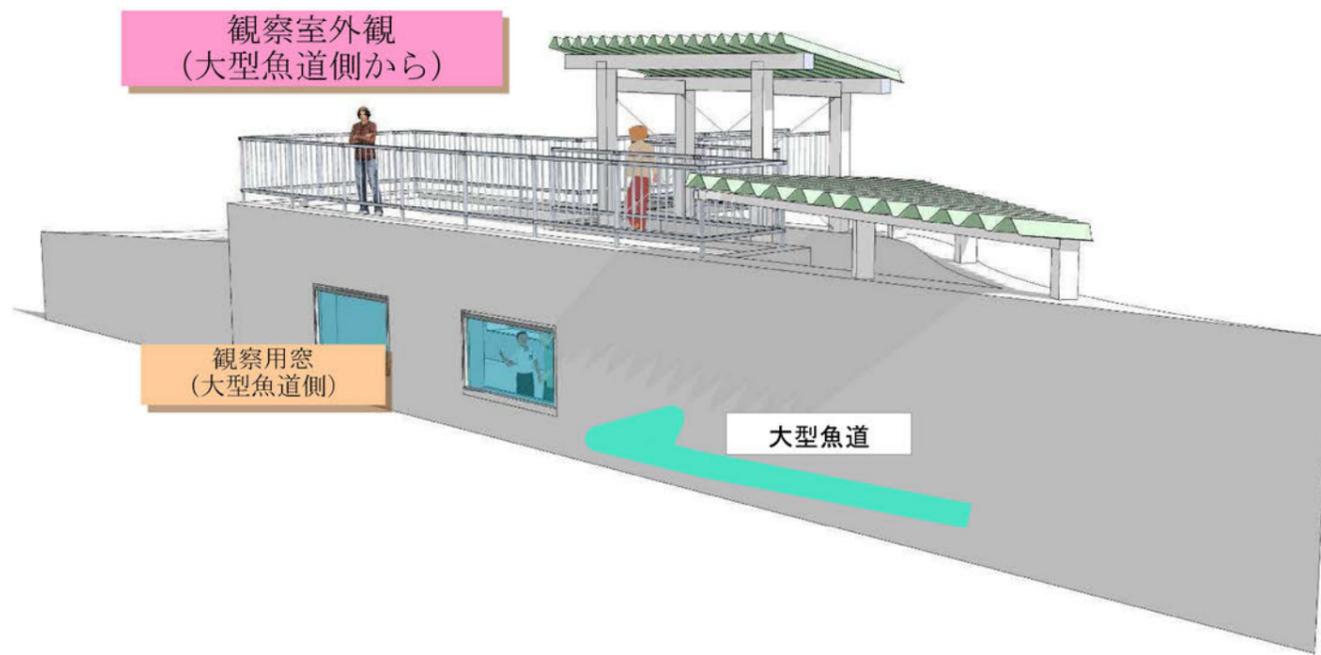
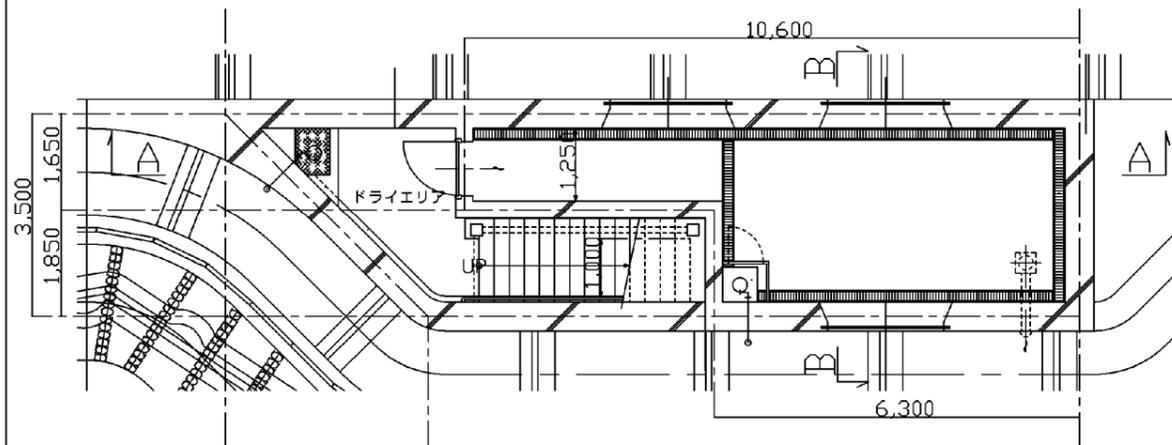
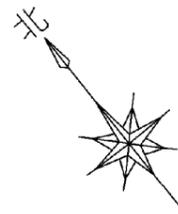
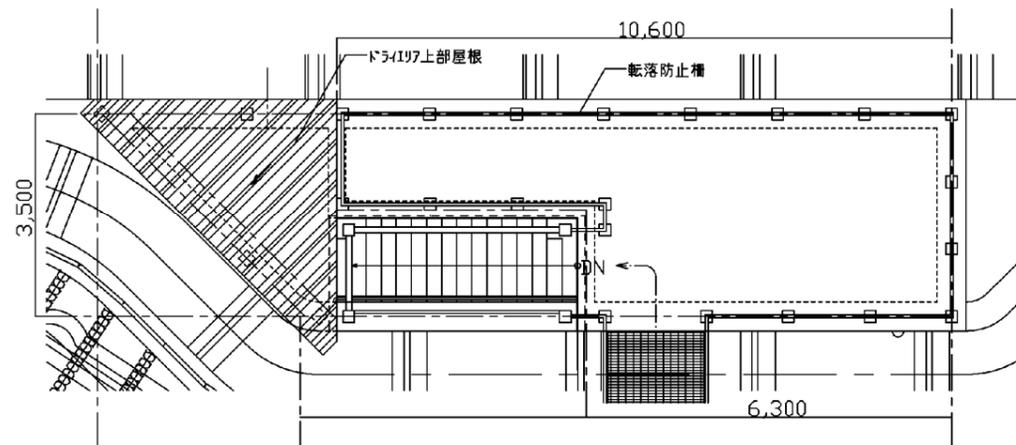


図 2.1.3 魚道観察室イメージ

魚道観察室案一般図-1



平面図(地下)
S=1/100



平面図(地上)
S=1/100

図 2.1.4(1) 魚道観察室 一般図(その1)

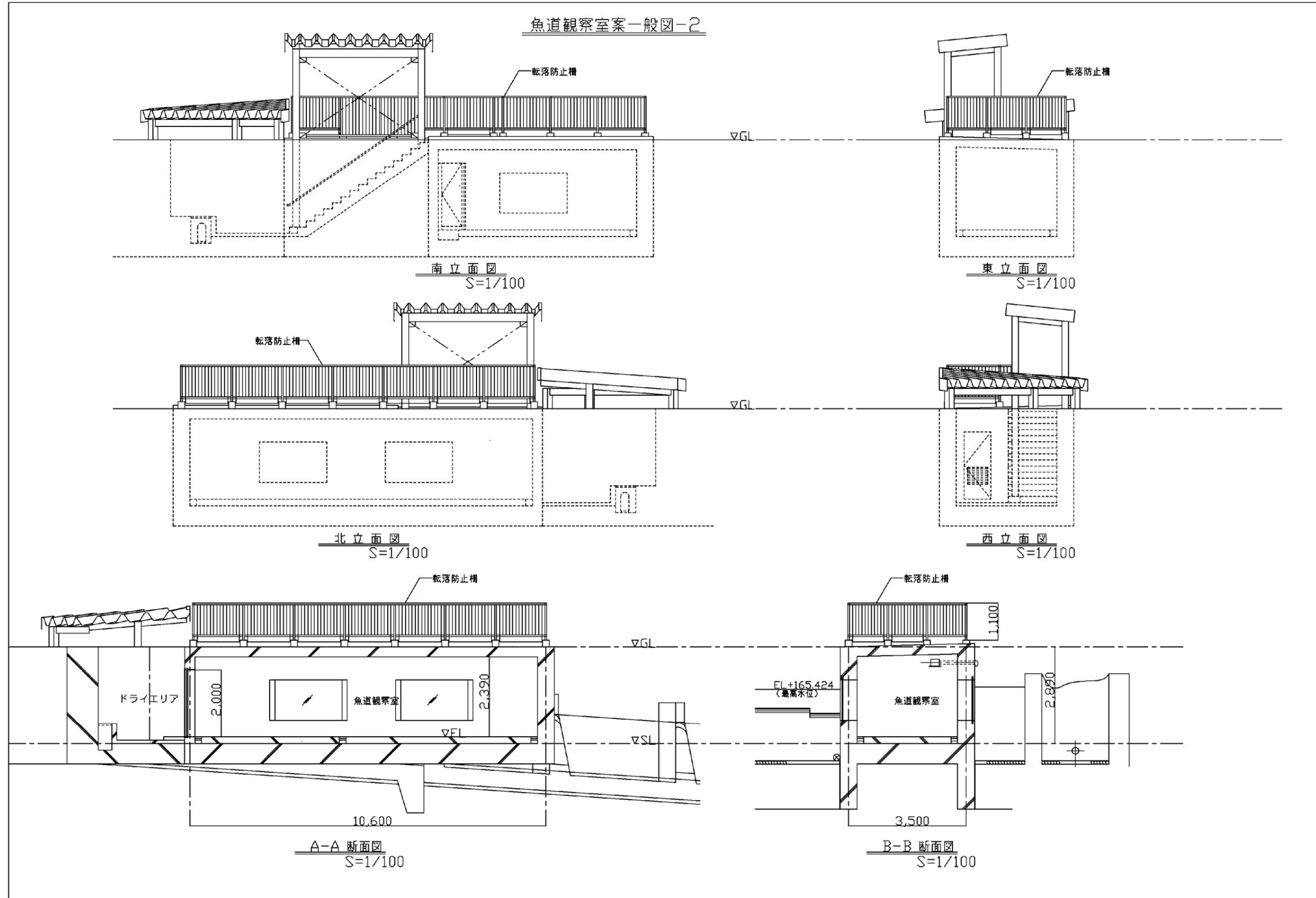


図 2.1.4(2) 魚道観察室一般図(その2)

(3) 防鳥対策

1) 防鳥対策基本方針

防鳥対策の基本方針は、以下のとおりとする。

- 水没範囲は、魚が防鳥対策を通過して魚道内に進入する必要があるため、魚体を傷めることのないように、太糸による対策を基本に考える（太糸間を魚が通過）。
- 水没範囲以外は、ネットによる防護を基本とするが、せせらぎ魚道の親水利用等についても考えられることから、容易にネットの取り外しができる等の工夫が必要である。
- あらかじめ対策方法を検討しておき、使用開始後、対策実施の必要が生じた場合に対応する。

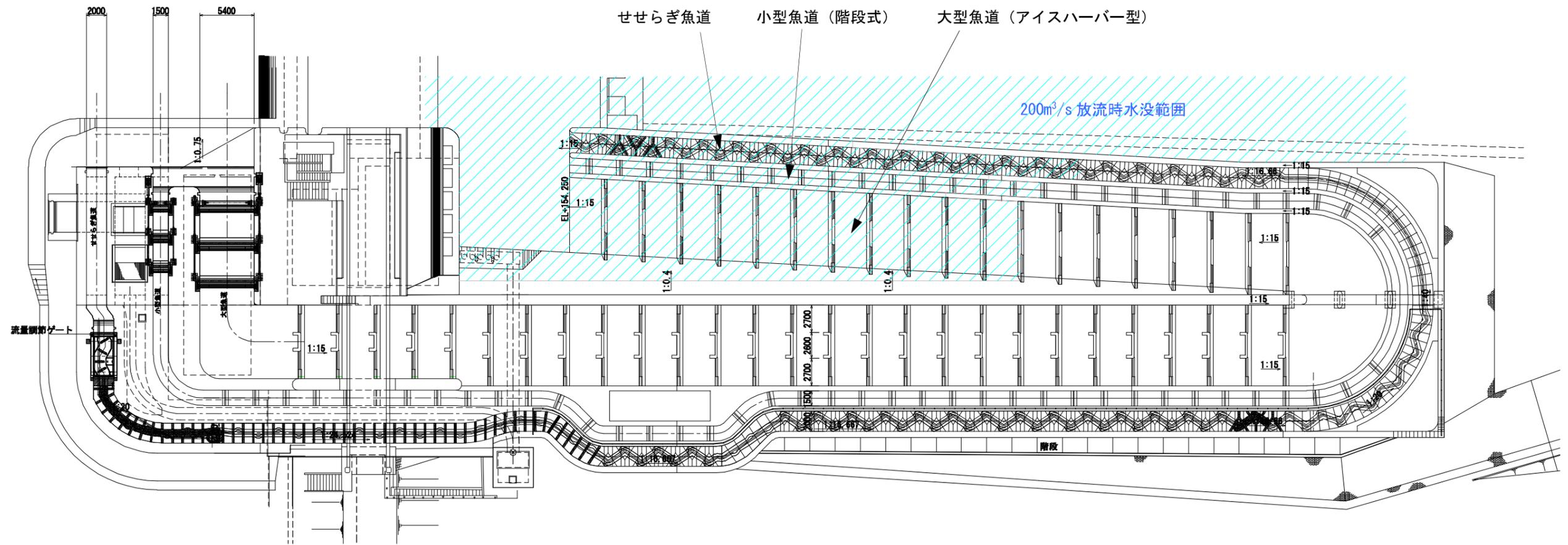


図 2.15 改築魚道平面図

2) 各防鳥対策の概要

a) 太糸による防護

太糸は、交換が容易に行えるように、1本あたり数十m程度で水没区間のせせらぎ魚道に取り付けることを基本とする。

土砂などによって太糸が切れた場合には、切断区間のみ張替えを行う。

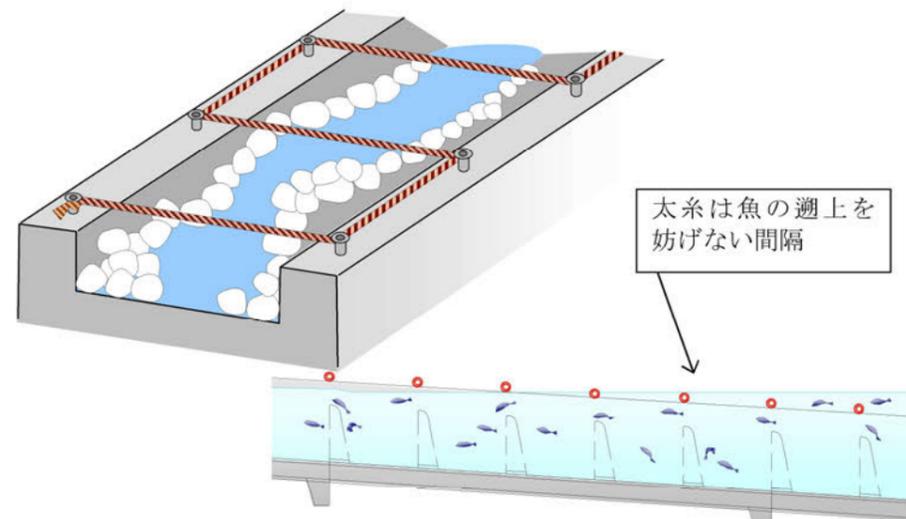


図 2.1.6 太糸による防鳥対策イメージ

b) ネットによる防護

魚道を直接ネットで覆うように設置する案である。フックの付いた防鳥ネットを、魚道の側壁に設けたアイボルト（フックの受け）に引っ掛けてネットを固定する。

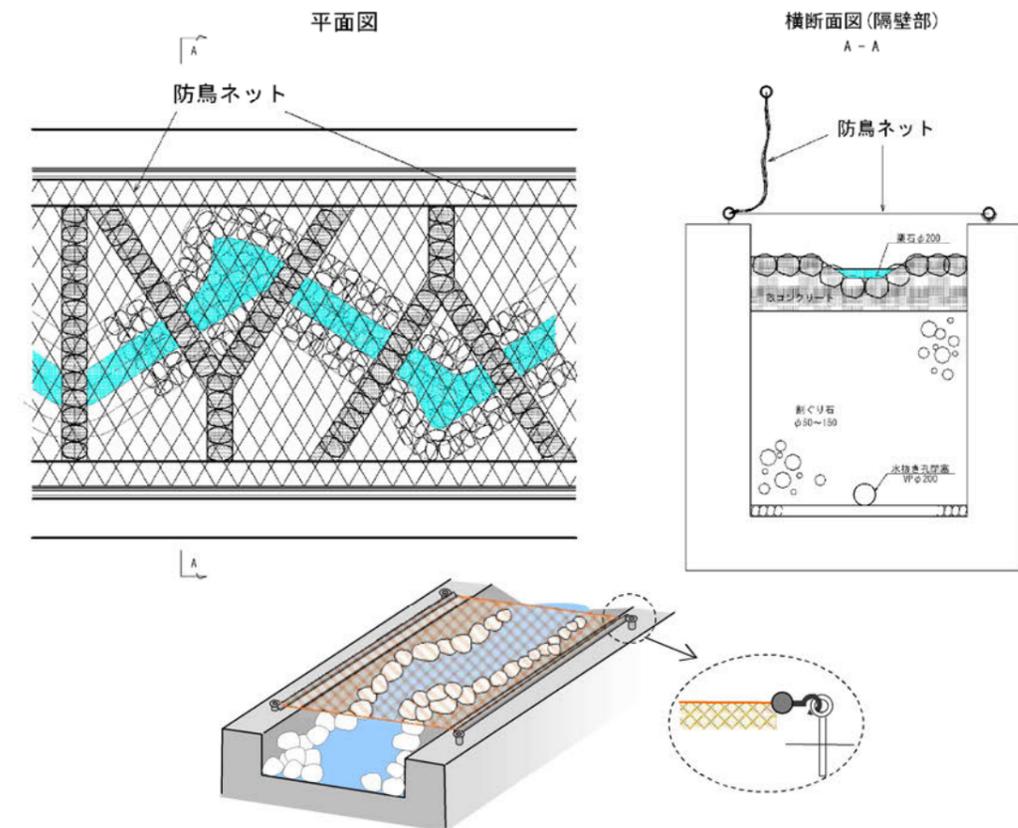


図 2.1.7 ネットによるせせらぎ魚道防護策イメージ

2.2 施工計画

(1) 魚道改築計画

宮中取水ダムの魚道改築は、表 2.2.1 に示すとおり 3 ヶ年度にわたって計画しており、1 期施工完了時の状態は図 2.2.1 のとおりとなり、小型魚道が使用できなくなるため、大型魚道の流量を低減し、より小型魚に配慮した遡上経路を確保したい。

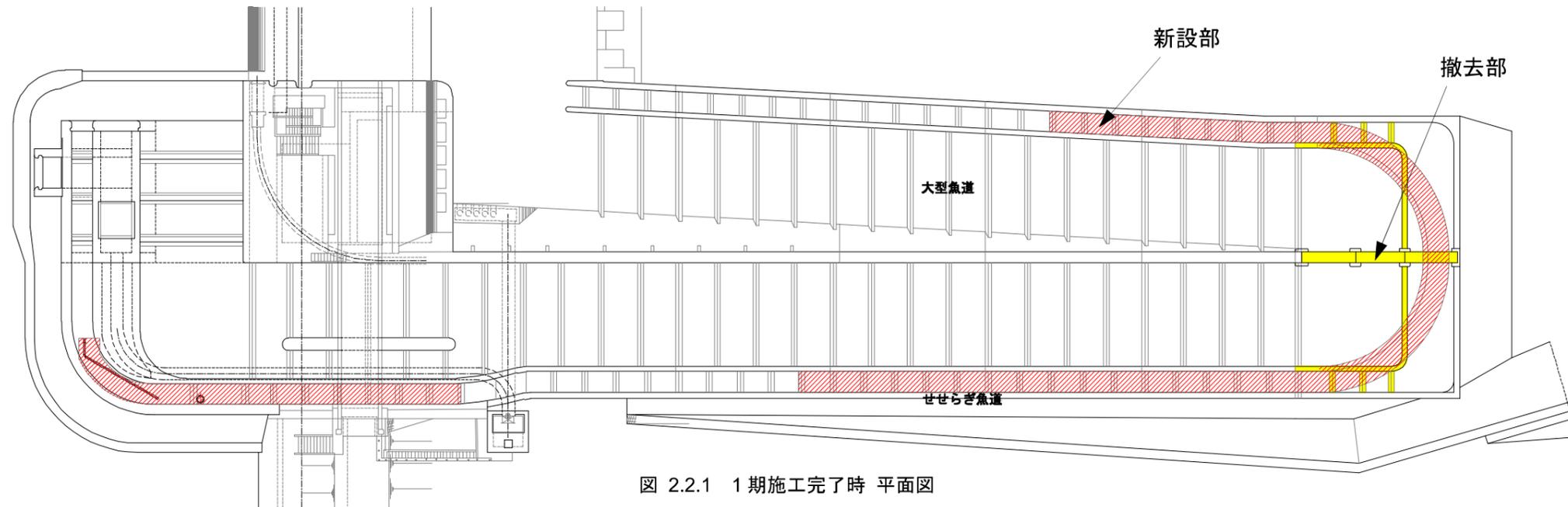


図 2.2.1 1 期施工完了時 平面図

表 2.2.1 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		通水停止			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(一部)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

(2) 大型魚道の流況確認実験

より小型魚に配慮した遡上経路を確保するために水量と流況を確認することを目的として、流況確認実験を11月19日～20日に実施した。

1) 評価指標と調査項目

本実験における評価指標は、以下の2項目とした。

①現小型魚道の水理条件

小型魚の良好な遡上を確認されている現小型魚道の水量を調査し、大型魚道の一般部の水理条件の評価指標とする。

②設計対象魚の既存情報より整理した水理条件

対象魚種の遡上条件（必要水深と遊泳速度）を評価指標とする。

対象魚種の遡上条件は、必要水深（13cm以上）、流速（限界水深での流速1.0m/s以下）と最も条件が厳しいウケクチウグイの条件を指標とした（表2.2.2参照）。

水量以外の項目として、以下の調査を行い、評価することとした。

①越流形態

越流形態が落下流となる場合、遡上する魚はプール内で上流向きに定位することになるが、表面流が形成される場合は、プール内で下流向きに定位し、遡上しにくいとされている。そのため、越流形態が落下流となるか表面流となるかを調査した。

②越流部の水面の連続性

越流水が下流プールに落下する際に、隔壁から水脈が離れる剥離が生じる場合がある。剥離がある場合、魚はジャンプによって遡上しなければならなくなるため、不適とされている。そのため、越流時に剥離が生じるかを調査した。

③プール内の白濁

魚は空気等による白濁する部分を忌避する性質があるとする知見があり、魚道プール内において望ましくない流況とされている。そのため、プール内の白濁範囲を調査した。

④水面変動

水面変動が魚の遊泳に及ぼす影響は不明な点が多いが、水面変動が顕著となり、越流部の水深が周期的に無くなると遡上は困難になると考えられる。そのため、水面変動状況を調査するものとした。

表 2.2.2 設計対象魚の水理条件

設計対象魚種	アユ	サクラマス	イワナ	ヤマメ	サケ	コイ	オイカワ	ウグイ	ウケクチウグイ	ニゴイ	ニジマス
必要水深 [cm]	4.0	7.5	10	14	12.5	10	6.0	12	13	10	12.5
最大流速 [m/s]	1.0	4.0	1.3	2.4	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.7

2) 調査方法

調査位置を図2.2.2に示す。

水深は、スタッフによって計測した。

流速は、流速計によって隔壁上部の6点で計測した。

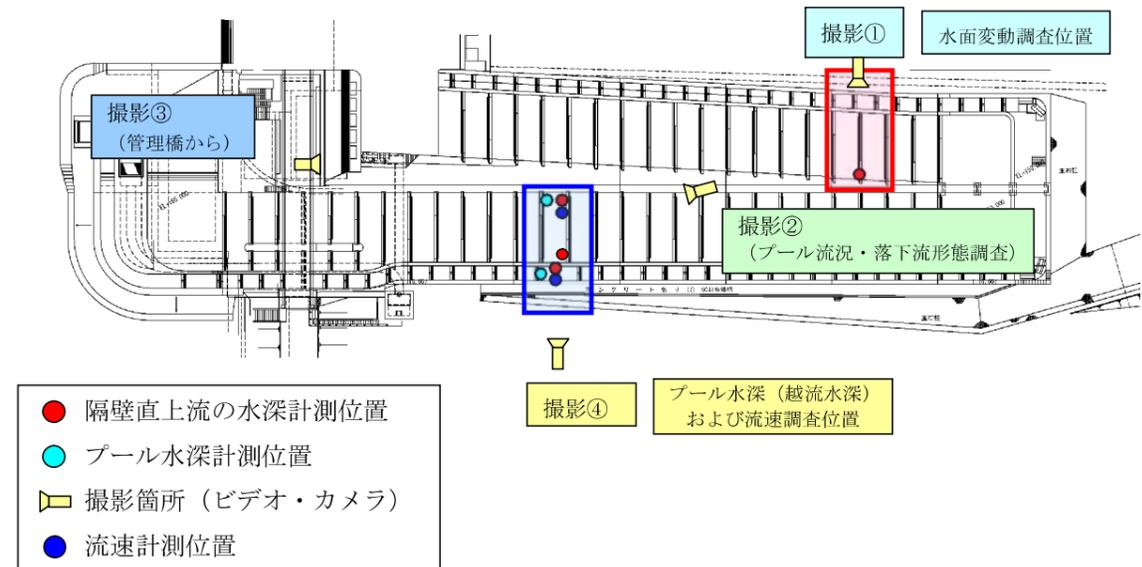


図 2.2.2 水深・流速計測位置と流況撮影位置図

3) 実験結果

評価指標に基づき、結果を整理すると表 2.2.3 に示すとおりである。

①現小型魚道の水理量

ケース No.1、No.2 で再現できることが確認できた。

- ・現小型魚道の水深：19～22.5 cm，最大流速値：1.93 m/s
- ・大型魚道の一般部の最大流速値：1.78～1.81 m/s

課題としては、折返しプール下流において水面変動がみられることが挙げられるが、折返しプールは1期工事において平面形状を改良する計画であり、現況の水面変動が抑制される可能性がある。

②ウケクチウグイの水理量の再現

ケース No.3 でウケクチウグイの水理条件を満足することが確認できた。

- ・ウケクチウグイの流速：1.0 m/s 以下
水深：13 cm 以上
- ・大型魚道の一般部の流速：0.92 m/s（限界水深での流速）
水深：14.5 cm

ここでの課題も、折返しプール下流において水面変動がみられることが挙げられる。

その他、魚道上流端の隔壁において剥離が生じること、また、他の隔壁においても断続的に剥離が生じることが明らかとなった。

4) 今後の進め方

大型魚道の流量低減案としては、現状ではケース No.1 が妥当と考えられるが、1期施工後にあらためて現地実験を行い、確認の上決定することとしたい。

表 2.2.3 現地実験結果

ケース			—	No.0(現状)	No.1	No.2	No.3	No.4	
対象施設			小型魚道	大型魚道					
ゲート開度				22cm	14cm	13cm	9cm	7cm	
設定流量				3.7m ³ /s	2.5m ³ /s	2.3m ³ /s	1.6m ³ /s	1.3m ³ /s	
上流プールの流況	魚道出口部の流況(ゲート部)	越流形態	平面流	表面流	表面流	表面流	表面流	表面流	落下流
		剥離等の流況	剥離なし	剥離なし	剥離なし	剥離なし	剥離なし	・出口部ゲートの剥離はなし ・魚道上流左岸隔壁で剥離あり	・魚道出口部ゲートで剥離あり
	越流水深	一般部	22.5~19.0cm	30.0~26.0cm	22.0~18.0cm	21.0~18.0cm	16.0~13.0cm	13.0~9.0cm	
		切欠き部	—	42.0~37.0cm	37.0~30.0cm	35.0~29.0cm	30.0~24.0cm	30.0~24.0cm	
	越流部の流速	一般部							
		越流部の流況(越流形態)	一般部	落下流	落下流	落下流	落下流	落下流	落下流
	プール内流況	空気混入による白濁範囲	・プール中央部よりも上流で白濁	・下流隔壁まで白濁	・切欠き部下流は、下流隔壁まで白濁 ・切欠き部と標準部の側壁沿い以外は、上流1/3以下のみ白濁	・ケースNo.1よりも白濁範囲が狭くなる。	・隔壁の下流約1/2区間で白濁	・切欠き部の下流の一部を除き白濁なし	
		水面変動	最大変動幅：3.5cm	最大変動幅：5cm	最大変動幅：5cm	最大変動幅：3cm	最大変動幅：4cm	最大変動幅：3cm	
	下流プールの流況	下流魚道の水面変動状況	—	最大変動幅：9cm	最大変動幅：15cm	最大変動幅：17cm	最大変動幅：25cm	最大変動幅：9cm	
	評価	水理量	流速	—	・最大流速2.0m/s以上	・最大流速1.9m/s以下を確保	・最大流速1.9m/s以下を確保	・限界水深で流速1.0m/s以下	・限界水深で流速1.0m/s以下
水深			—	・越流水深13cm以上を確保	・越流水深13cm以上を確保	・越流水深13cm以上を確保	・越流水深13cm以上を確保	・越流水深13cm以下	
流況		越流部の剥離	—	なし	なし	・隔壁中央の一部で断続的に発生する隔壁がみられるが、全ての隔壁での発生ではない	・隔壁下端からプールまでの数cmの範囲で剥離がみられる。	・標準部全体での剥離がみられる。	
		プール内の状況	—	・水面変動小さい	・魚道下流で水面変動が断続的に発生	・魚道下流で水面変動が発生	・魚道下流で顕著な水面変動が発生	・魚道下流で顕著な水面変動が発生	
小型魚用魚道との水理量比較		—	1.9m/s以上 ×	水理量を満足する ○	水理量を満足する ○	水理量を満足する ○	水理量を満足する ○		
魚の生理との水理量比較※1	—	1.0m/s以上 ×	1.0m/s以上 ×	1.0m/s以上 ×	1.0m/s以上 ×	水深13cm以下 △			

※1: 最も遊泳条件が厳しい「ウケチウグイ」の遊泳能力を評価基準とし、流速は限界水深での流速値(隔壁天端下流端の隅切り位置の上部における計測値)、水深は越流水深で評価した。

表 2.2.4 現地実験各ケースの流況写真

ケース	No.0 (現状)	No.1	No.2	No.3	No.4	
設定流量	3.7m ³ /s	2.5m ³ /s	2.3m ³ /s	1.6m ³ /s	1.3m ³ /s	
上流プール	下流からの状況					
	側面からの状況					
	最大変動幅	5cm	5cm	3cm	4cm	3cm
下流プール	下流からの状況					
	側面からの状況					
	最大変動幅	9cm	15cm	17cm	25cm	9cm

