

魚類迷入試験結果(3年目)

目 次

1. 魚類迷入試験の目的 P3
2. 魚類迷入試験の対象魚種 P4
3. 魚類迷入試験施設 P5
4. 対象魚種ごとの対策(案) P6
5. 魚類迷入試験のスケジュール P7
6. 仔アユ降下量及び迷入量調査 P8
 6. 1. 仔アユ降下量調査 P8
 6. 2. 仔アユ迷入量調査 P15
7. スクリーンと吹き流し・除塵ネットによる稚アユ・稚サケの迷入量及び忌避行動調査 P21
 7. 1. スクリーンと除塵ネットによる稚アユ・稚サケの迷入量及び忌避行動調査 P21
 7. 2. スクリーンのゴミ付着量調査 P34
8. 魚返し・誘導ロープによるモクズガニ底生魚の忌避行動調査 P39

1. 魚類迷入試験の目的

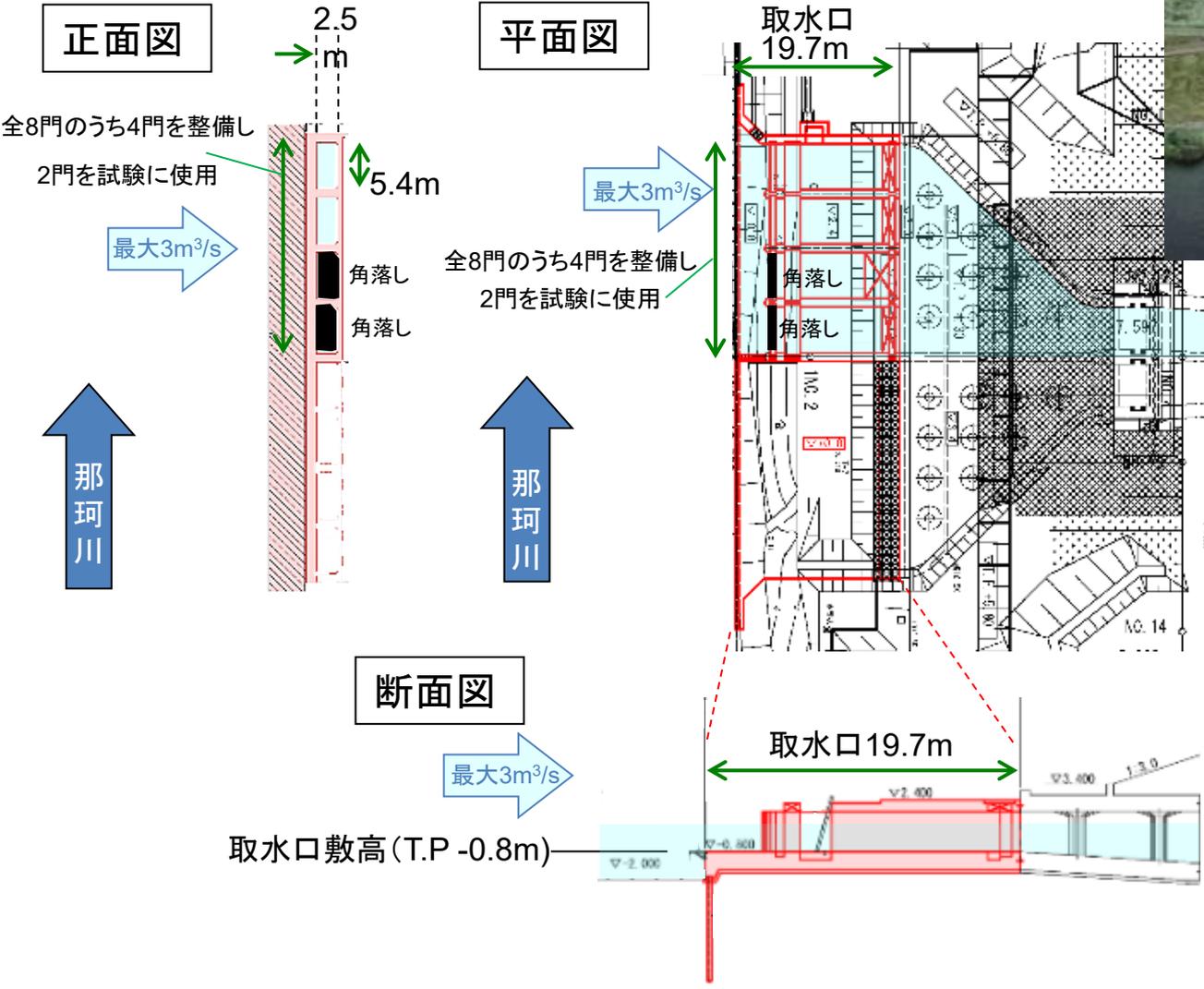
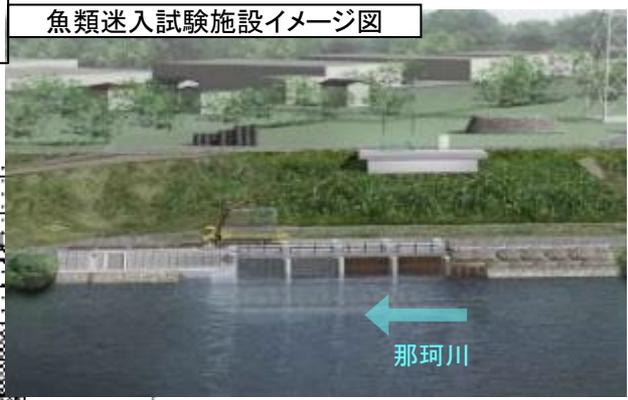
魚類迷入試験は、魚類迷入防止対策(案)(以降、対策(案)という。)について、迷入防止効果の検証を行うことを目的として実施する。



- 凡例
-  魚類迷入試験による水の流れ
 -  迷入試験施設

3. 魚類迷入試験施設

魚類迷入試験は、那珂樋管の取水口全8門のうち、魚類迷入試験施設として整備した4門のうち2門を用いて実施した。
 1門あたりの取水量は、完成時 $1.875\text{m}^3/\text{s}$ (8門, $15\text{m}^3/\text{s}$)に対して試験時は $1.5\text{m}^3/\text{s}$ (2門, $3\text{m}^3/\text{s}$)とし、完成時の流況を概ね再現した状況で試験を実施する。



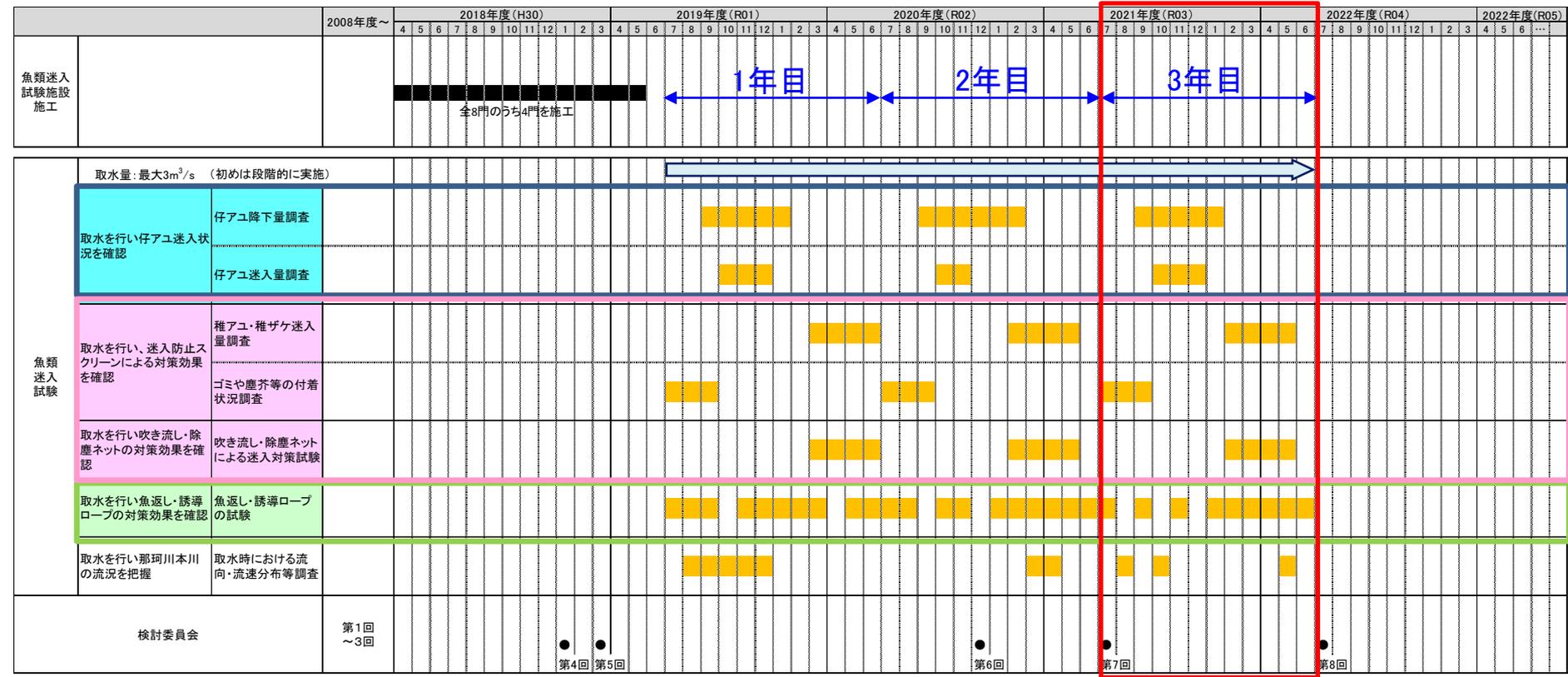
4. 対象魚種ごとの対策(案)

魚類迷入試験では、仔アユには夜間取水停止、稚アユ・稚サケにはスクリーン及び吹き流し・除塵ネット、モクズガニには誘導ロープ、底生魚には魚返しと、魚種ごとに対策(案)の迷入防止効果を検証する。

<対象魚種>	<対策(案)>	<魚類迷入試験における確認のポイント>
仔アユ	夜間取水停止	<p>取水を行い仔アユ迷入状況を確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 時間帯別の那珂川本川の仔アユ降水量および取水口の仔アユ迷入量を調査
稚アユ 稚サケ	スクリーン	<p>取水を行いスクリーンによる迷入防止効果を確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ スクリーンを設置し、滞留魚や通過魚を調査して、迷入防止効果を確認 ・ (参考) ゴミや塵芥等の付着状況と取水状況を調査
	除塵ネット	<p>取水を行い除塵ネット及び吹き流しによる迷入防止効果を確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 除塵ネット、吹き流しに対する稚魚の忌避行動を調査して迷入防止効果を確認
	除塵ネット + 吹き流し	
モクズガニ	誘導ロープ	<p>取水を行い誘導ロープ・魚返しによる迷入防止効果を確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対象魚等の行動を調査して迷入防止効果を確認
底生魚	魚返し	

5. 魚類迷入試験のスケジュール

今回の報告対象となる魚類迷入試験は、下記スケジュールに赤枠で示す範囲。
 なお、本資料では主に3年目の試験結果を取りまとめた。



以降に、3年目の調査結果を示す。

6. 仔アユ降下量及び迷入量調査

6. 1. 仔アユ降下量調査

① 目的	仔アユの降下量の日変化及び時間変化を把握するため、那珂川における降下量を調査する。
② 調査時期	降下量調査は9月から翌2月まで実施する。

2021年9月～2022年2月

調査名	回数	調査時間	採捕時間
●仔アユ降下量調査(15時間)	33回	18時～翌8時の毎正時に実施	10分間もしくは5分間
◆仔アユ降下量調査(24時間)	5回	12時～翌11時の毎正時に実施	
★仔アユ降下分布調査(24時間)	4回		

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
9月																							●						●		
10月				●		◆		●			●		◆		●			●		◆		●						★		●	
11月	●			★	●			●		★		●			●		★		●			●		◆		●			●		
12月			●			●			◆	●			●			●					●			●				●			
1月					●						●			●					●								●				
2月									●													●									

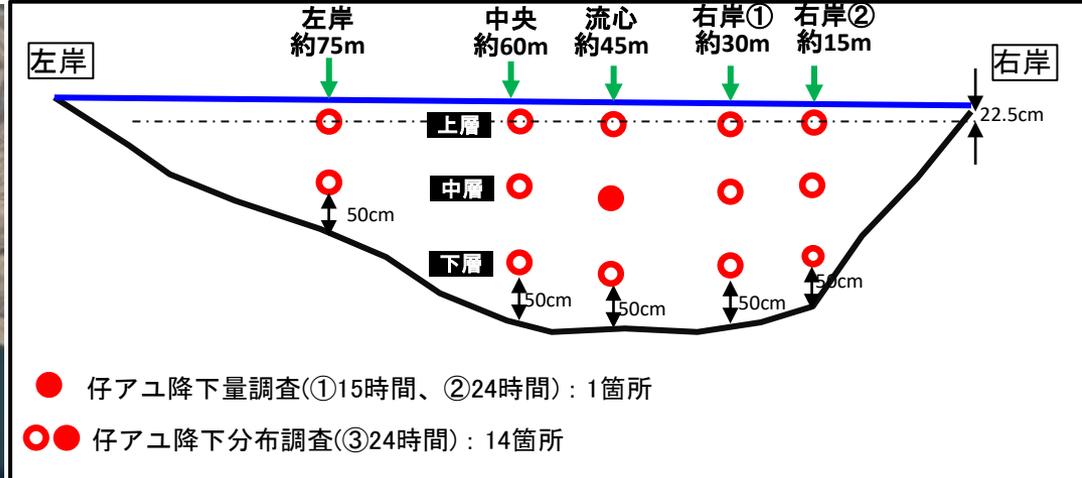
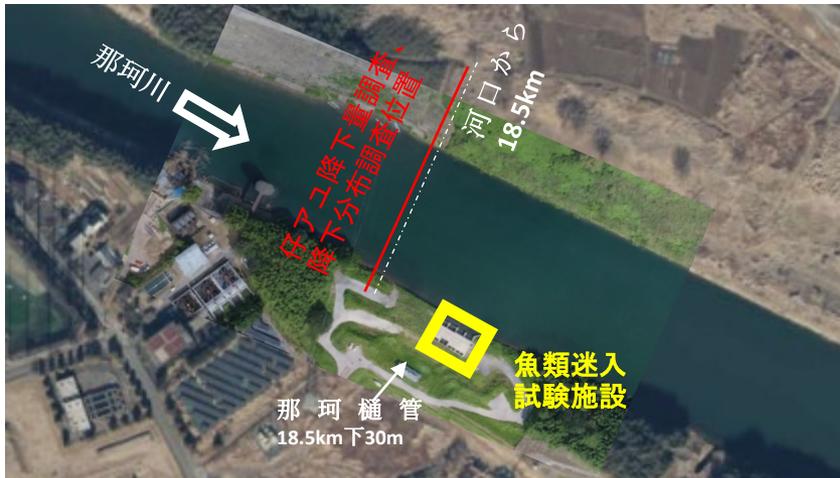
- 採捕時間10分
- 流況等により採捕時間5分※1
- 流況等により一部採捕時間5分※2、※3

※1) 24時間分布調査11月10日:
 「左岸」「流心」「右岸①」「右岸②」: 13時から翌11時まで実施、5分間採捕
 「中央」: 19時から翌11時まで実施、5分間採捕

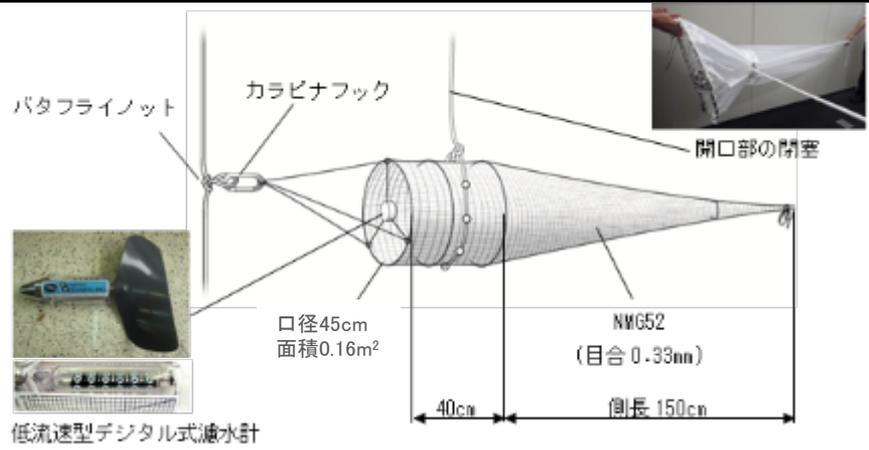
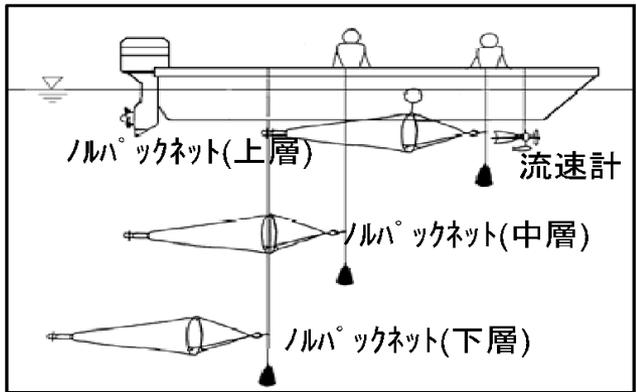
※2) 24時間調査12月9日: 12時から翌0時まで5分間採捕

※3) 15時間調査1月19日: 0時から2時まで5分間採捕、
 1月26日: 19時は5分間採捕、
 2月9日: 20時から翌0時まで、及び4時は5分間採捕

計測項目	計測方法
<p>降下魚</p>	<p>那珂川を降下する仔アユを、ノルパックネットにより採捕する。</p> <p>仔アユの採捕尾数及び濾水量をもとに、仔アユの降下量を把握する。 仔アユ降下量(尾/s) = 密度(採捕数:尾/濾水量m³) × 流量(m³/s)</p> <p>採捕箇所は、降下量調査(15時間、24時間)は1箇所(流心・中層)、降下分布調査(24時間)は、14箇所(横断方向5ヶ所(左岸、中央、流心・右岸①②)、水深方向2~3層(上層、中層、下層))とする。</p>

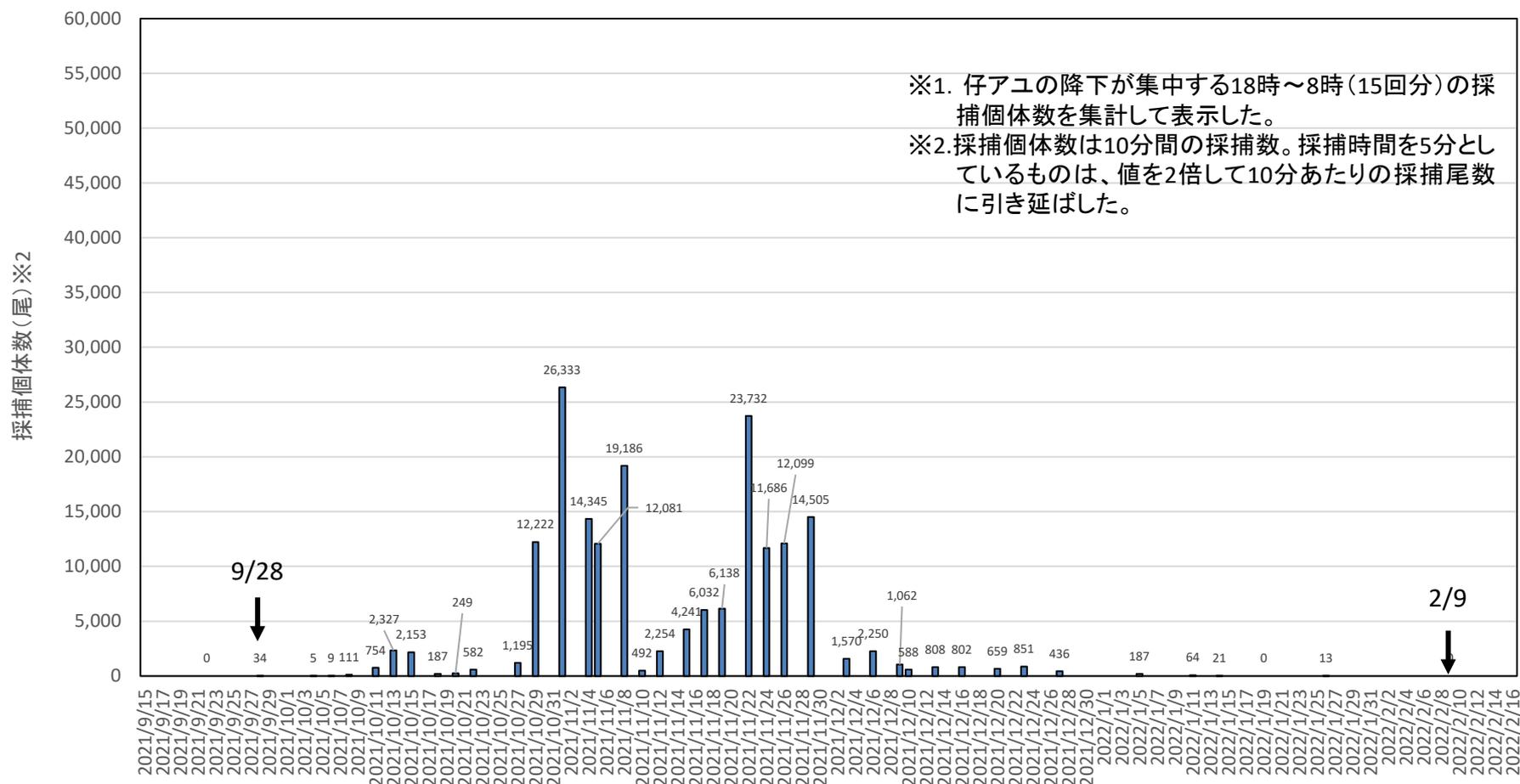


仔アユ降下量調査 (15時間、24時間)、降下分布調査位置

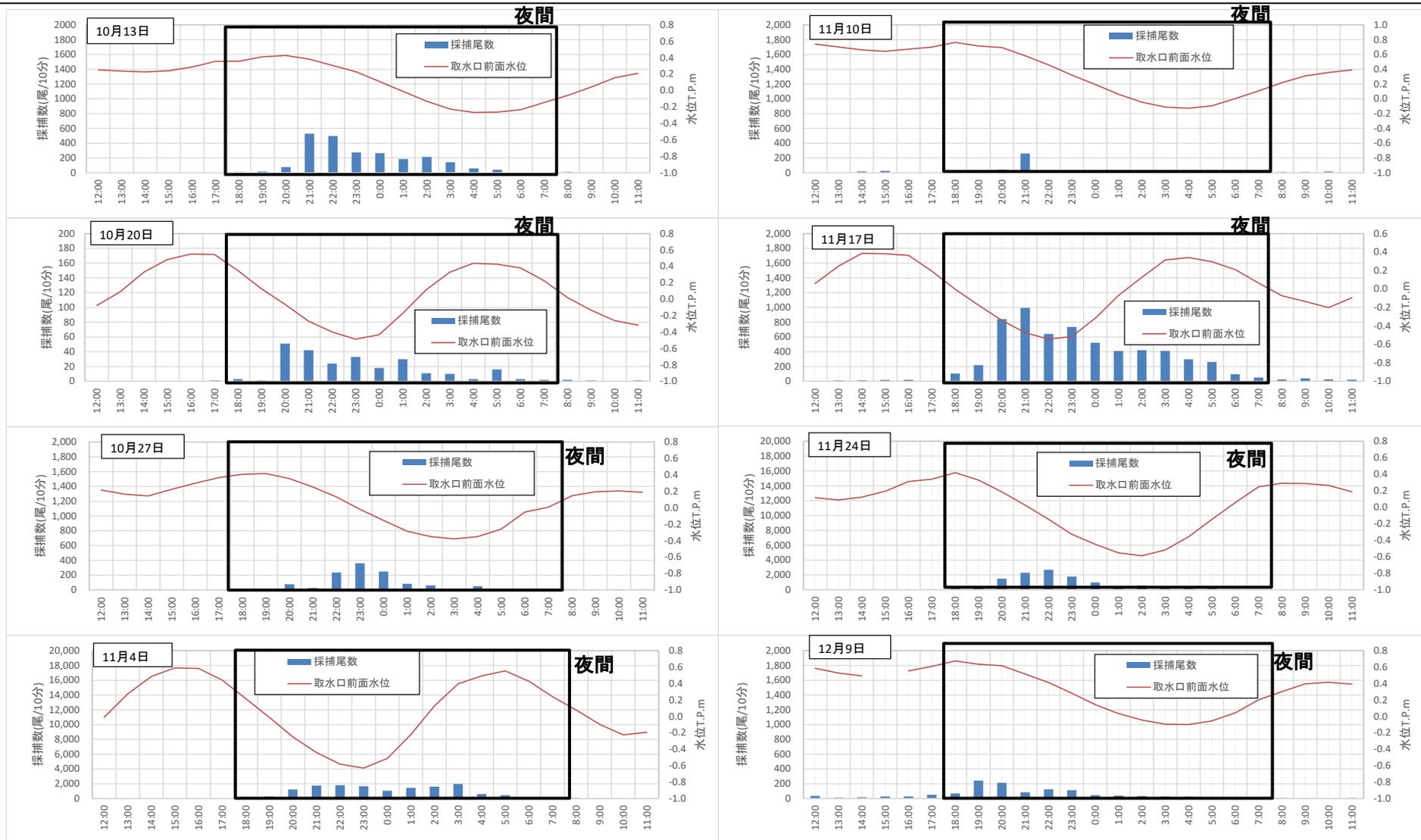


- 2021年の仔アユ降下時期は、9/28より出現、10/29より急激に増加し、11/1にピークとなった。その後、一旦減少するが、再び増加に転じ、11/22に2回目のピークとなった。
- 12月に入ると減少し、翌年2/9には採捕数が0となった。

流心・中層 18時～8時※¹までの仔アユ採捕数



- 毎時刻の採捕数の結果から、仔アユの大部分は夜間(18時～8時)に流下していることが確認された。(1、2年目と同様の傾向)

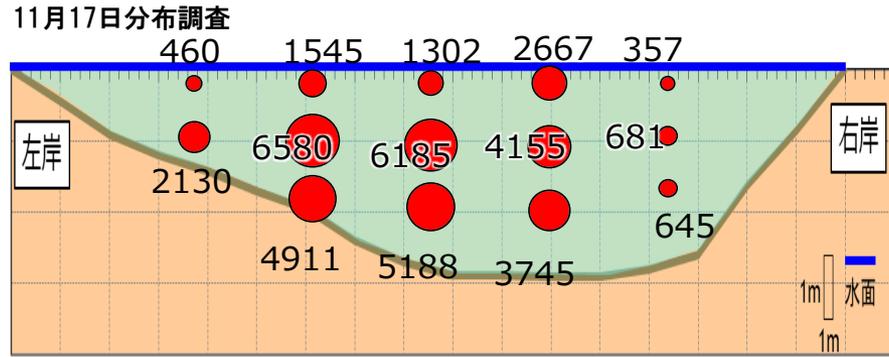
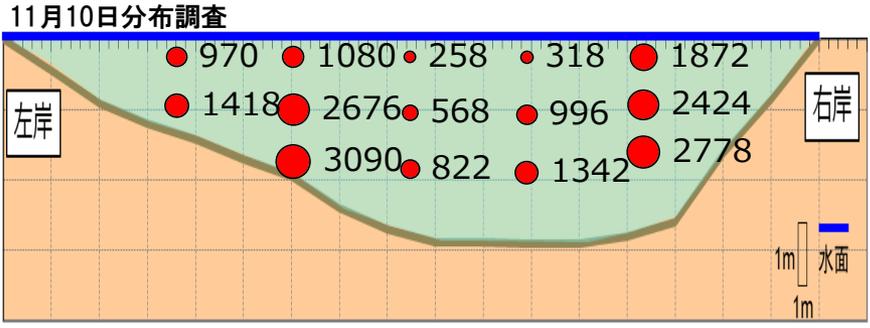
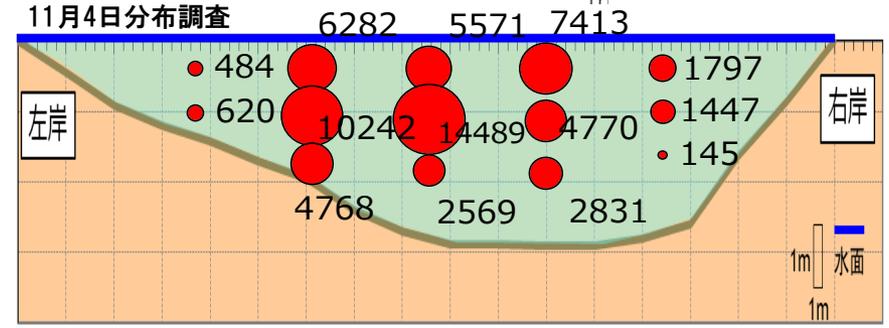
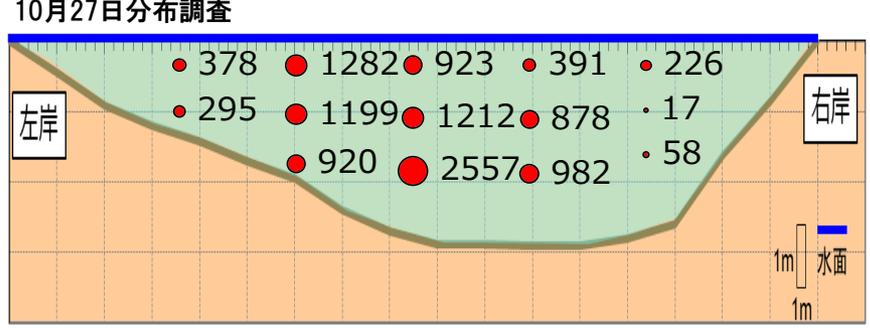
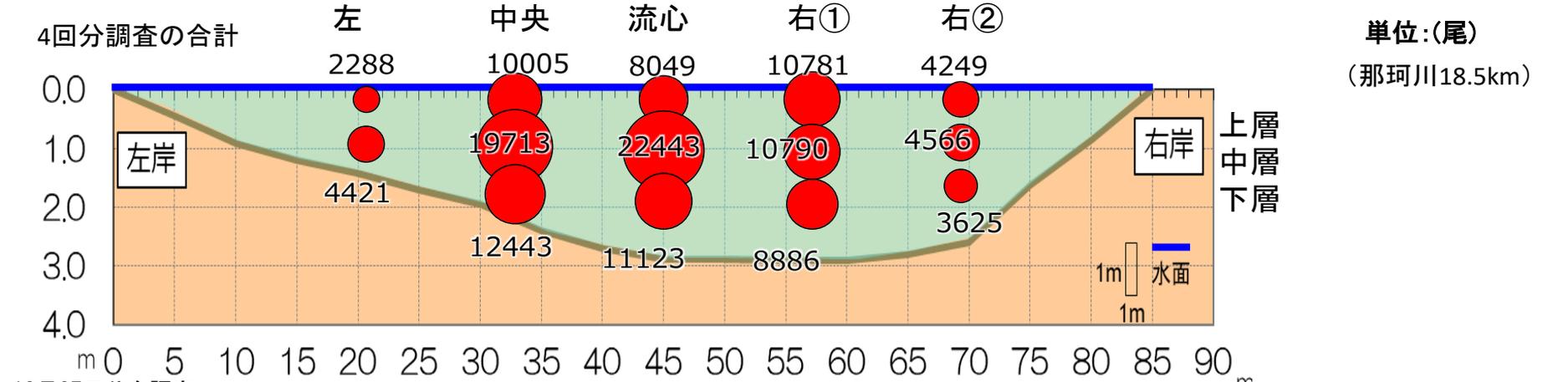


※流心・中層の1箇所のデータを整理した結果

※10月7日は採捕尾数ゼロなので図化していない

仔アユ降下量調査結果：横断分布特性

・ 仔アユの降下量の河川断面での分布は、各調査において中央～右①の中層で多い傾向が見られた。（1、2年目と同様の傾向）



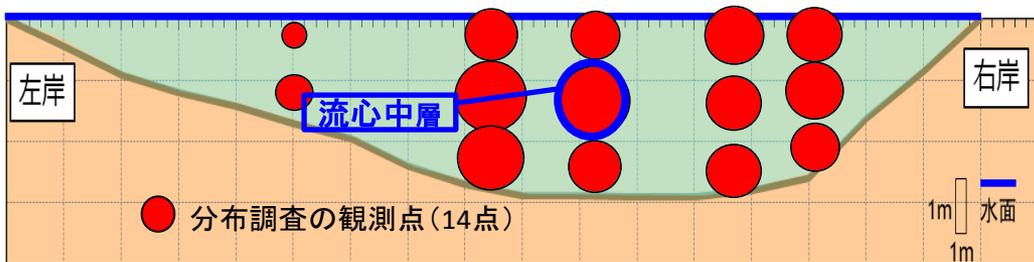
※仔アユ降下分布調査の各網における採捕数の合計(10分間×24回)を示した。なお、採捕時間5分の調査回の値は2倍し、10分間あたりとなるよう引き延ばした。

仔アユの日推定降下量の推定は以下の方法により行った。

- 24h分布調査日⇒14点の平均密度(尾/m³) × 時刻流量(m³/s) × 60s × 60分 × 24hr
- 24h調査日 ⇒流心中層の密度(尾/m³) × **全断面換算係数** × 時刻流量(m³/s) × 60s × 60分 × 24hr
- 15h調査日 ⇒流心中層の密度(尾/m³) × **全断面換算係数** × **全24h換算係数** × 時刻流量(m³/s) × 60s × 60分 × 24hr
- 未調査日⇒未調査日は、前後の推計値から線形補間
- 出水による調査中止期間を除き、9/28～2/9間の日推定降下量を積算し、年間推定総降下量とする。

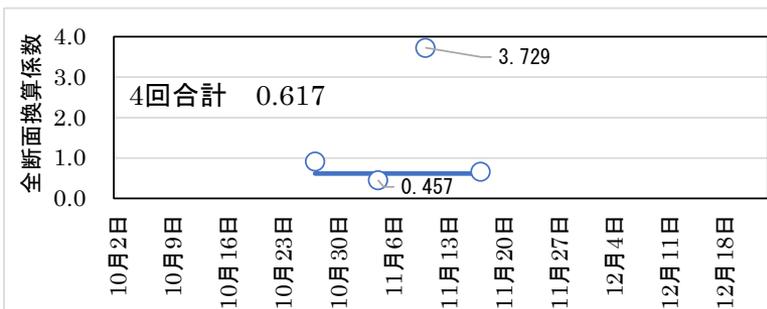
●全断面換算係数(0.617):「流心中層の密度」を「14点の平均密度」に変換する係数

24hの14点合計濾水量・採捕尾数と流心中層の値を比較し換算係数を算定



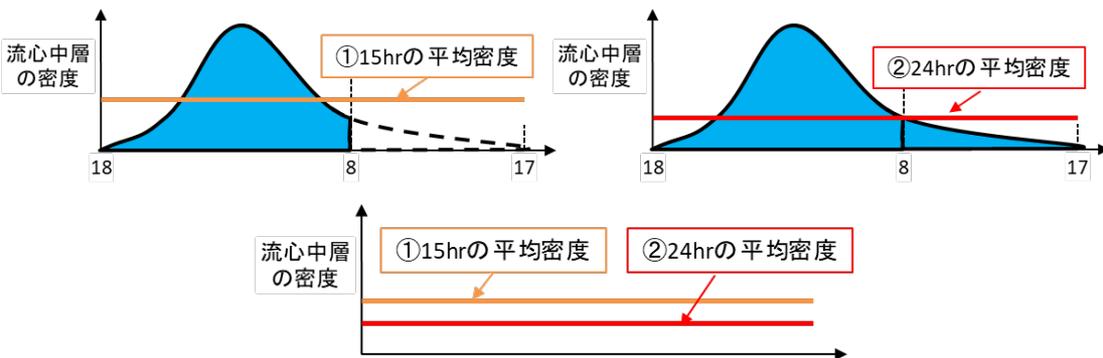
$$14\text{点の平均密度} \div \text{流心中層の密度} = 0.617$$

$$14\text{点の平均密度} = \text{流心中層の密度} \times 0.617$$



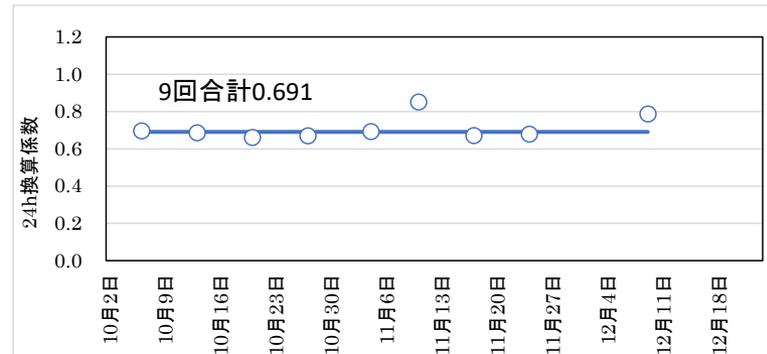
●全24h換算係数(0.691):「15hrの平均密度」を「24hrの平均密度」に変換する係数

夜間15時間の平均密度と24時間の平均密度を比較し換算係数を算定



$$\text{②24hrの平均密度} \div \text{①15hrの平均密度} = 0.691$$

$$\text{②24hrの平均密度} = \text{①15hrの平均密度} \times 0.691$$



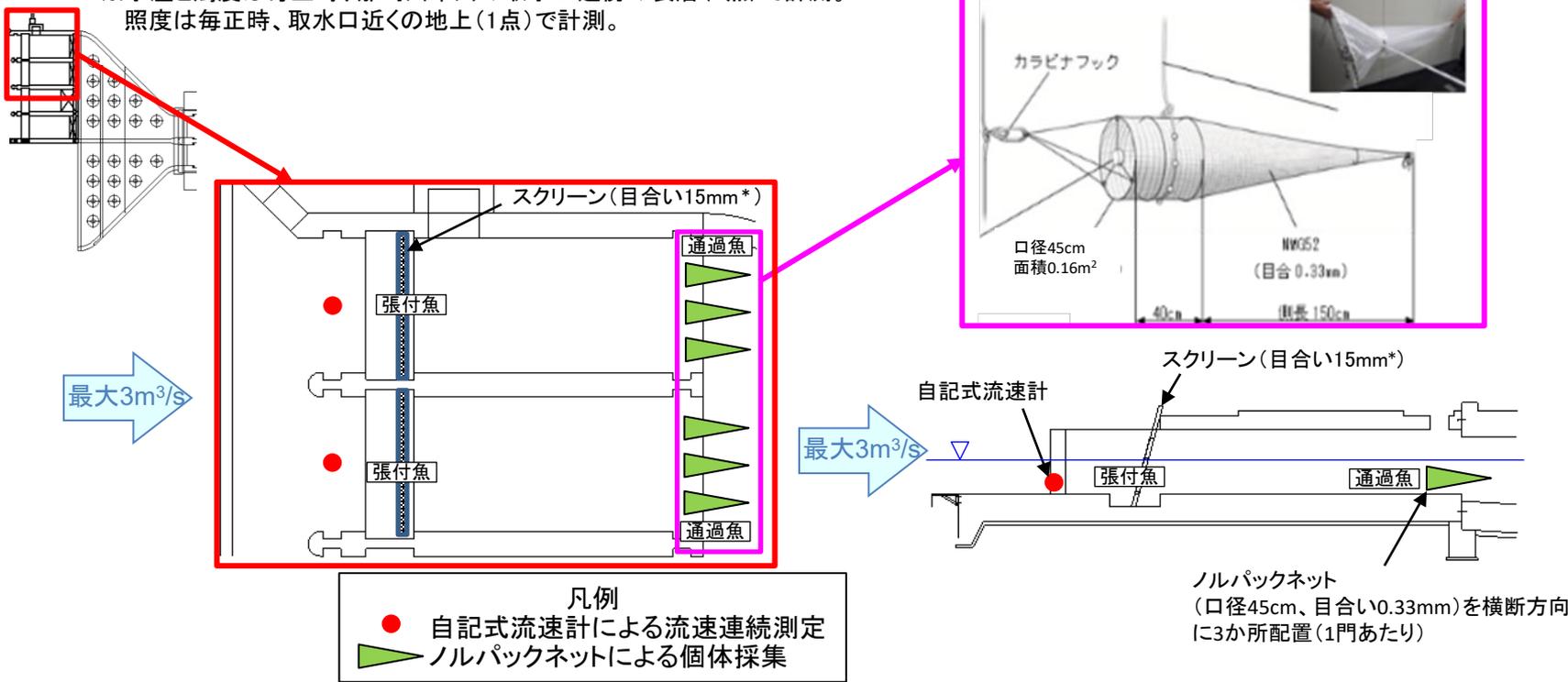
6. 仔アユ降下量及び迷入量調査

6. 2. 仔アユ迷入量調査

① 目的	夜間取水停止による仔アユの迷入防止効果を把握するため、那珂川における魚類迷入試験施設における迷入量を調査する。
② 調査時期	迷入量調査は10月から12月まで実施する。迷入量調査は仔アユ降下量調査と同じタイミングで実施する。
③ 計測項目・計測方法	仔アユは遊泳力を持たないため、流入した仔アユは流されてスクリーンに張り付いたもの(張付魚)、スクリーンを通過したもの(通過魚)に分類して計測する。

計測項目	計測方法
張付魚	<ul style="list-style-type: none"> スクリーンに張り付いた仔アユ個体数を計測する(スクリーン後ろから水中ポンプの水圧を利用し張り付き魚を回収)。 計測は、1回あたり(24時間)の調査が終了後に、仔アユ個体数を計測する。
通過魚	<ul style="list-style-type: none"> スクリーン背面にノルパックネットを設置して採捕する。ノルパックネットは、1門あたり3箇所×2門設置し、全てのネットに濾水計を装着し、濾水量を測定する。

※水温と濁度は毎正時、那珂川本川の取水口近傍の表層(1点)で計測。
照度は毎正時、取水口近くの地上(1点)で計測。

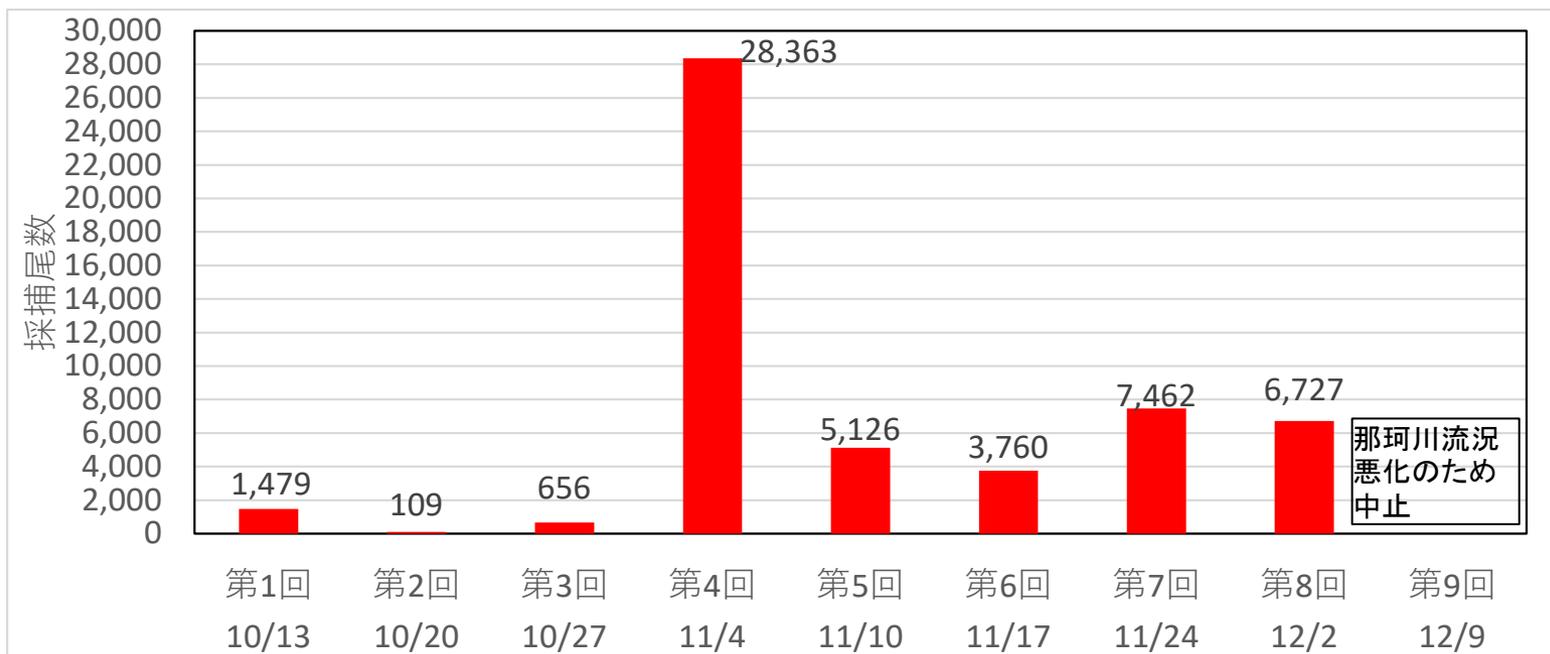


※当初スクリーンの目合いはゴミの付着が少ない10mmとした。

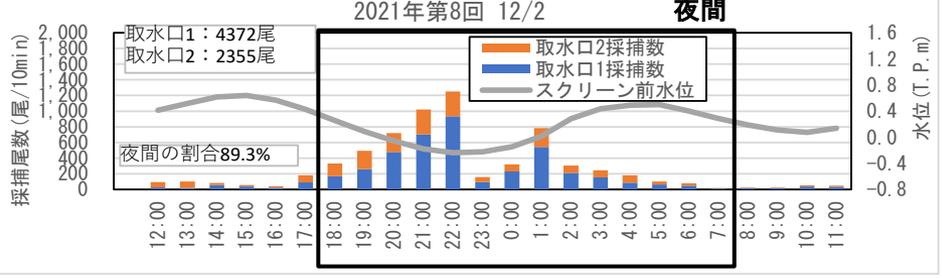
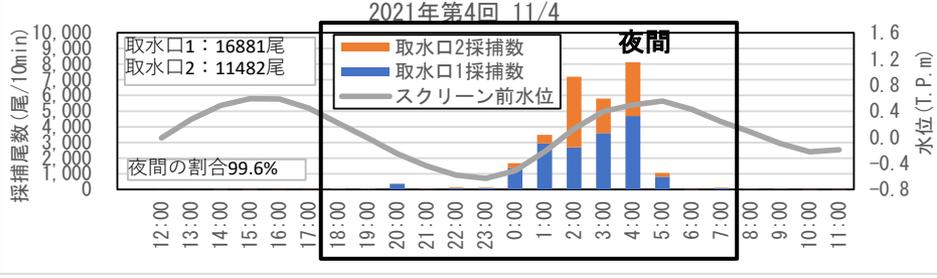
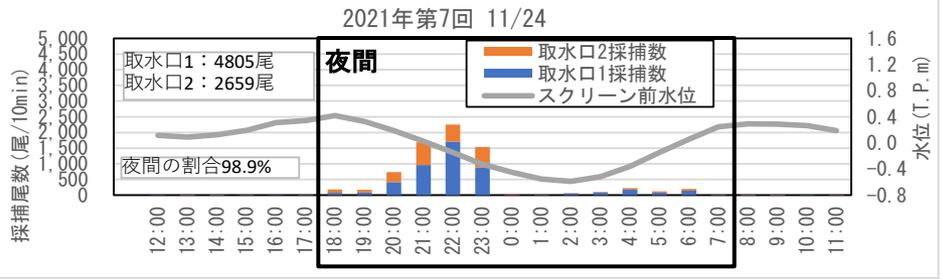
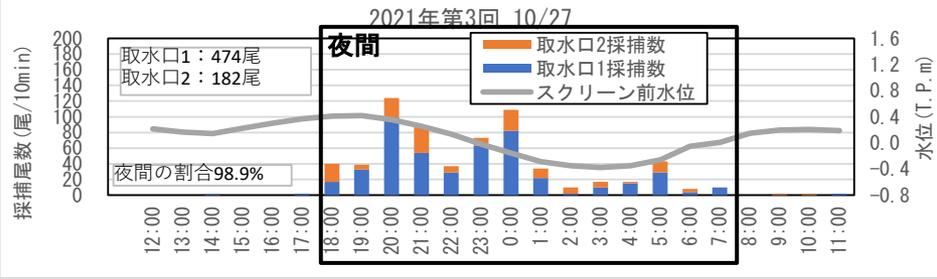
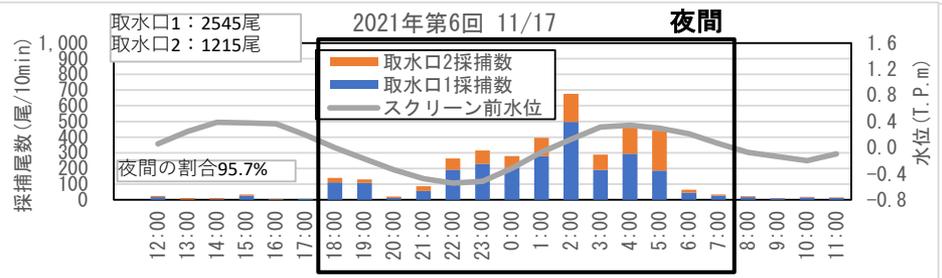
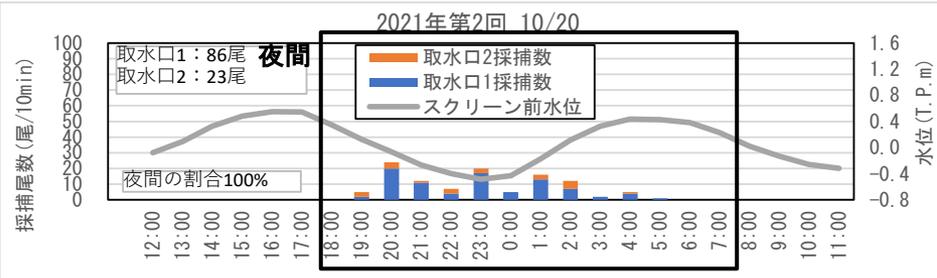
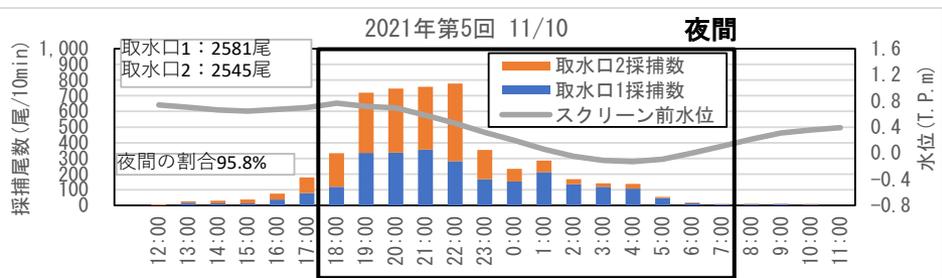
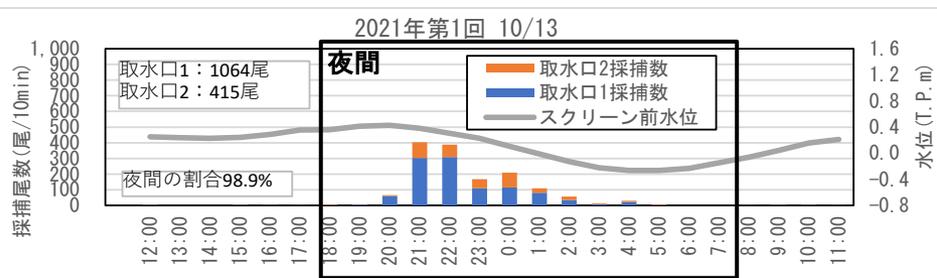
通過魚の計測結果から、迷入した仔アユの採捕尾数は、各調査回の合計で約5万4千尾であった。

1. 張付魚計測結果:スクリーンに張り付いた仔アユは確認されなかった。
2. 通過魚計測結果:
12時～翌11時までの仔アユ採捕数

	第1回 10/13	第2回 10/20	第3回 10/27	第4回 11/4	第5回 11/10	第6回 11/17	第7回 11/24	第8回 12/2	第9回 12/9	合計
採取時間(分)	10	10	10	10	10	10	10	10	中止	-
10分換算採捕尾数 (10分/毎時、24時間)	1,479	109	656	28,363	5,126	3,760	7,462	6,727		53,682



・那珂川本川での降下と同様に、迷入した仔アユの多くは、夜間(18時～8時)に見られた。(1、2年目と同様の傾向)
 ・迷入尾数は取水口2(上流側)より取水口1(下流側)の方が多い傾向が見られた。



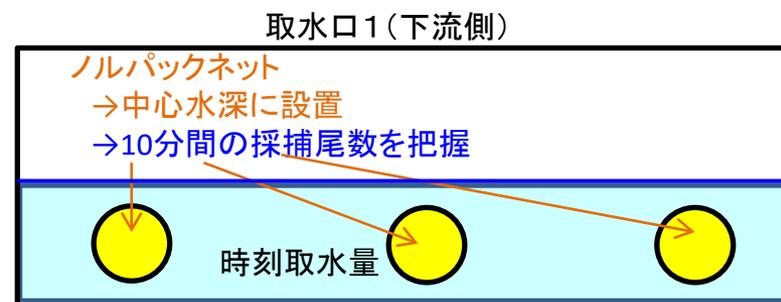
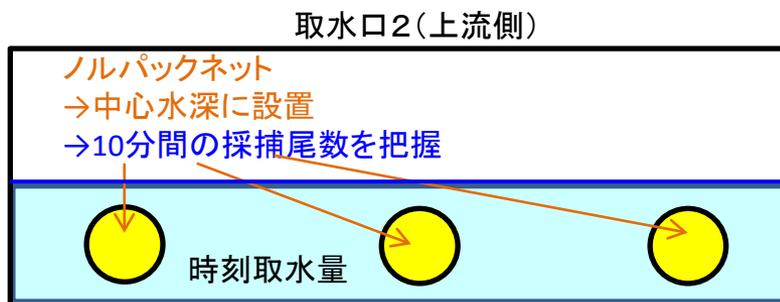
仔アユの迷入量の推定は以下の方法により行った。

時間あたり推定迷入量
 = 時間あたり取水口1推定迷入量 + 時間あたり取水口2推定迷入量

時間あたり取水口1推定迷入量
 = ①各時刻の断面平均降下密度(尾/m³) × ②時刻取水量(m³/s) ÷ 2 × 60秒 × 60分

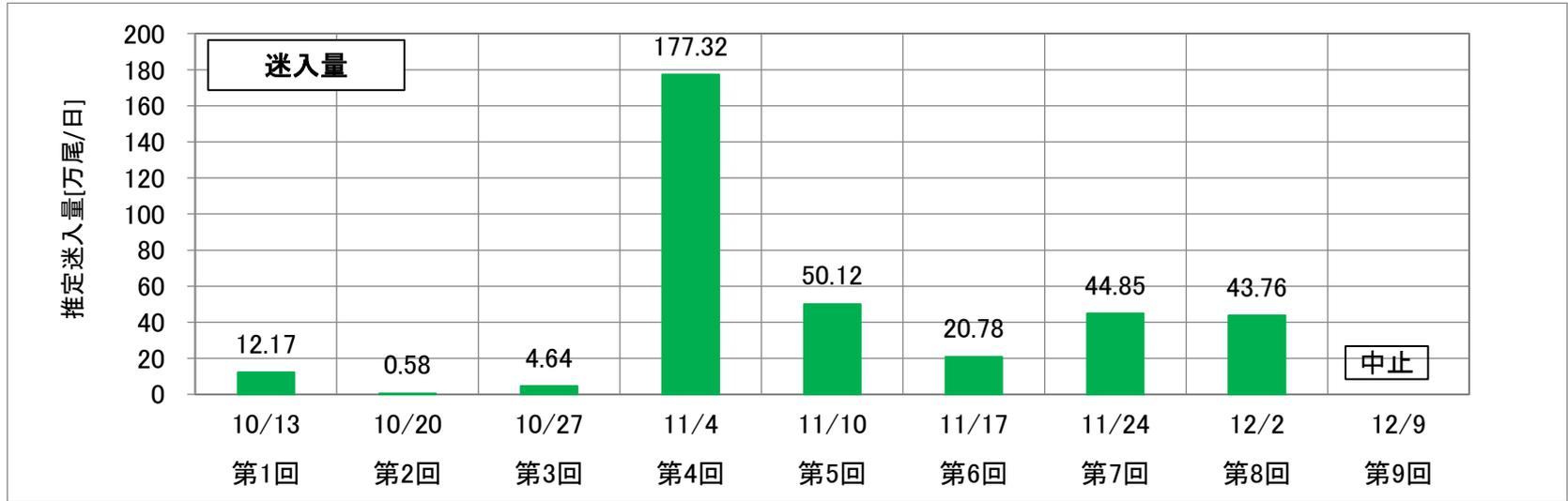
時間あたり取水口2推定迷入量
 = ①各時刻の断面平均降下密度(尾/m³) × ②時刻取水量(m³/s) ÷ 2 × 60秒 × 60分

- ①各時刻の断面平均降下密度(尾/m³)
 - ⇒ 1sあたりの採捕尾数(尾/s) ÷ 1sあたりの濾水量(m³/s)
 - 1sあたりの採捕尾数(尾/s) = 10分採捕尾数(尾/10分) ÷ (10分 × 60秒)
 - ※取水口1と取水口2に対して算出
 - ②時刻取水量 ⇒ 桜機場取水量※
 - 取水口1取水量 + 取水口2取水量 = 桜機場取水量※
 - 取水口1取水量 = 取水口2取水量
- ※桜機場取水量は、桜機場の実績吐出量より与える。

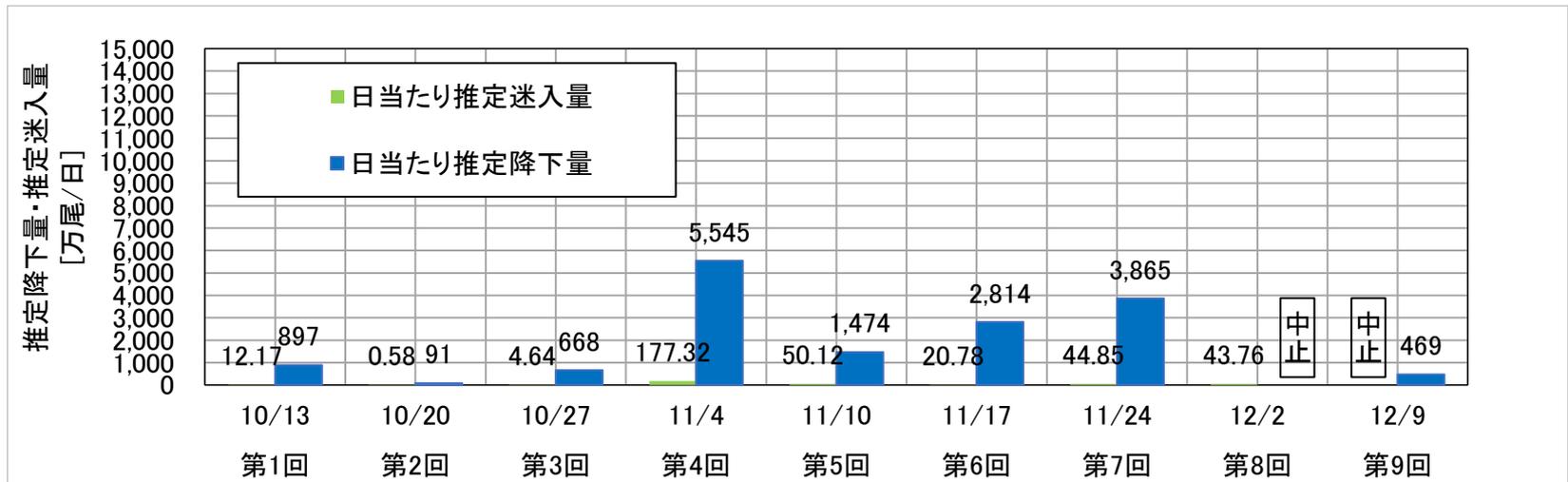


・推定迷入量は推定降下量に対して非常に小さい割合となっている。(1、2年目と同様の傾向)

3m³/s取水時の推定迷入量(24時間取水停止無し)



【参考】日あたりの推定降下量と3m³/s取水時の推定迷入量の比較



7. スクリーンと吹き流し・除塵ネットによる 稚アユ・稚サケの忌避行動調査

7. 1. スクリーンと吹き流し・除塵ネットによる 稚アユ・稚サケの迷入量及び忌避行動調査

目的・調査時期

① 目的	スクリーンと吹き流し・除塵ネットによる稚アユ・稚サケの迷入防止効果を把握するため、魚類迷入試験施設における忌避行動を調査する。 吹き流し・除塵ネットは稚アユ・稚サケを、取水口より遠ざけ、本川主流域へ誘導する効果を期待している。
② 調査時期	2～5月に9回実施する。1回あたり24時間以上実施する。
③ 計測項目・計測方法	スクリーンと吹き流しに対する忌避行動等を水中カメラ及び水中ビデオカメラにより撮影する。 稚サケ・稚アユ試験魚を放流し、取水口への迷入量を採捕して把握した。（試験魚を放流しないケースを含む）

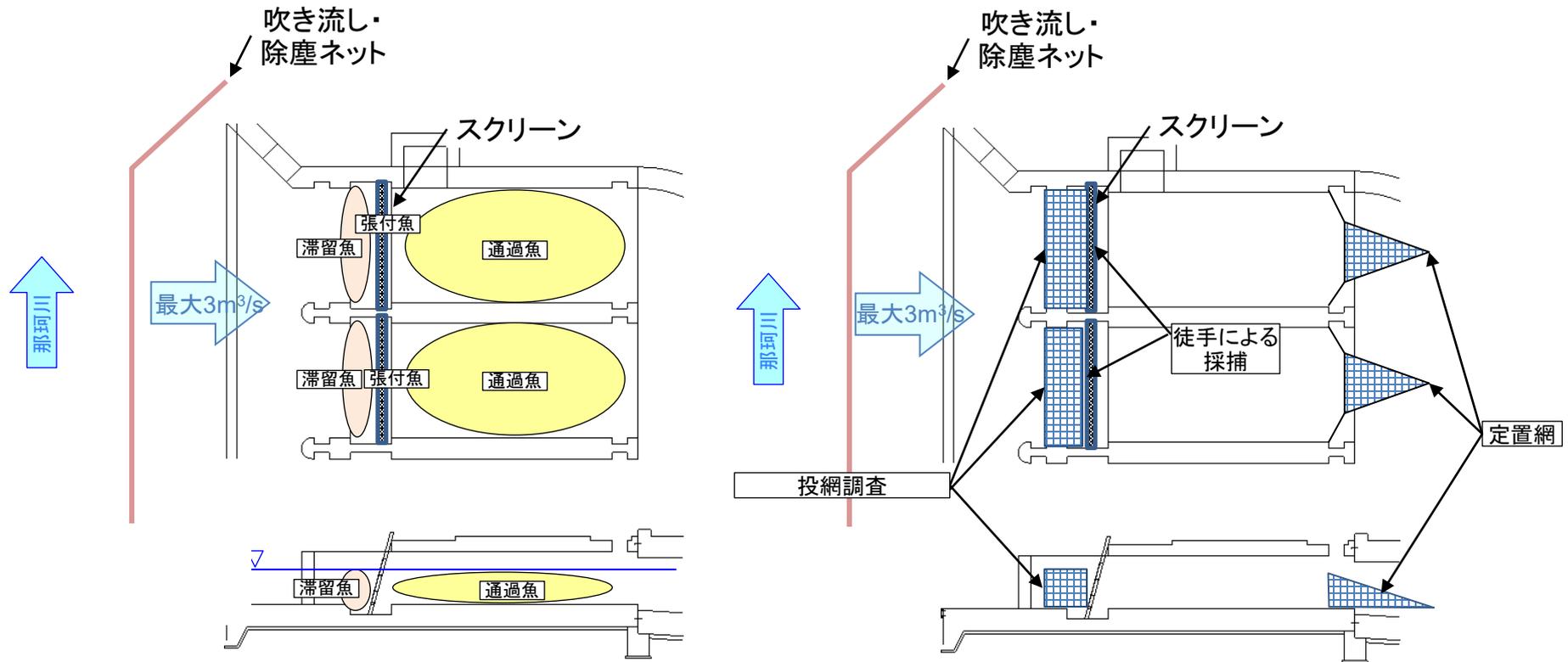
計測項目	計測方法等	計測内容		観測方法
迷入防止効果	<ul style="list-style-type: none"> ●試験魚(稚アユ・稚サケ)の放流を行い、スクリーンと吹き流し・除塵ネットの通過状況を確認 ●放流位置は2地点 1: 稚サケは吹き流し・除塵ネット上流端より上流側2m 稚アユは吹き流し・除塵ネット下流端より下流側2m 	吹き流し・除塵ネット通過魚 (スクリーンの前面で遊泳する魚類)		吹き流しと試験施設間を投網等で採捕。 12:00、15:00、18:00、21:00、0:00、3:00、6:00、9:00、12:00に加え、試験魚放流の30分後、1時間後を基本として適宜調整
		スクリーン通過魚 (スクリーンを通過した魚類)		定置網(片目4mm)を設置して採捕。 12:00、15:00、18:00、21:00、0:00、3:00、6:00、9:00、12:00を基本として実施
		張付魚 (スクリーンに張り付く魚類)		徒手による採捕。 試験終了(取水終了)時に実施
魚類の忌避行動	●試験魚の放流尾数は各地点より約3,000～12,000尾を放流する	吹き流し・除塵ネット付近の魚	・吹き流し・除塵ネット付近2箇所	固定式の水中カメラ 2台(静止画) 10分ピッチで撮影
			・吹き流し・除塵ネット付近放流直後の様子(動画)	試験魚を放流直後に吹き流し付近の状況を撮影
		スクリーン前の魚	・スクリーン前面4箇所	固定式の水中カメラ 4台(静止画)(2門×2箇所) 10分ピッチで撮影

※ 夜間の固定式水中カメラの撮影は、魚の集光性による影響を極力回避するためにストロボ撮影を行う。

※ 撮影位置は、魚介類の行動への影響及び、吹き流しに対する魚介類の行動の視認性(河川水の透明度に依存)を踏まえて、適宜設定する。

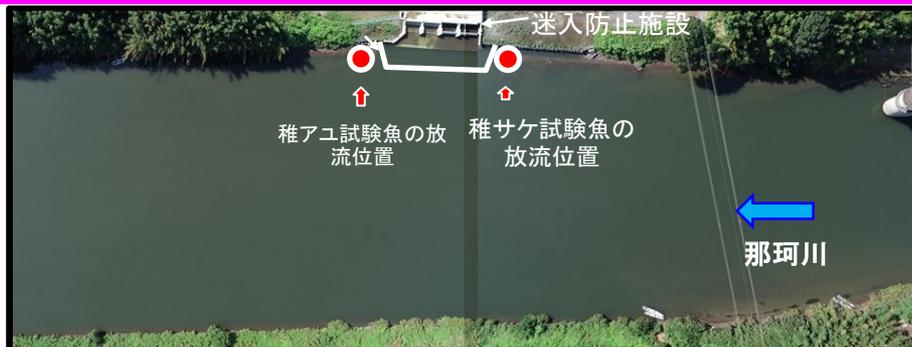
※ 水温と濁度は、取水口近傍の表層(2点)で計測。

※ 採捕した魚類は、試験魚、天然魚(稚アユ、稚サケ以外も含め)に分類し、天然魚についても体長等を整理する。なお、採捕した魚類は体長等測定後に再放流する。



滞留魚、通過魚、張付魚の計測方法

【設置位置】



稚アユは吹き流し・除塵ネットの下流側から放流した。

稚サケ試験魚の放流位置

稚サケは吹き流し・除塵ネットの上流側から放流した。

※水中カメラは稚サケ放流時に上流側2台、稚アユ放流時に下流側2台を設置する。
 ※水中ビデオカメラは稚サケ放流時に上流側1台、稚アユ放流時に下流側1台を設置する。
 ※水位中カメラ、水中ビデオカメラの設置位置は濁りの状況等を踏まえて適宜設定した。

- 稚サケは放流約14,200尾に対して滞留魚、通過魚、張付魚は確認されなかった。
- 目合いの違いにより稚アユ・稚サケの迷入尾数に違いは確認されなかった。

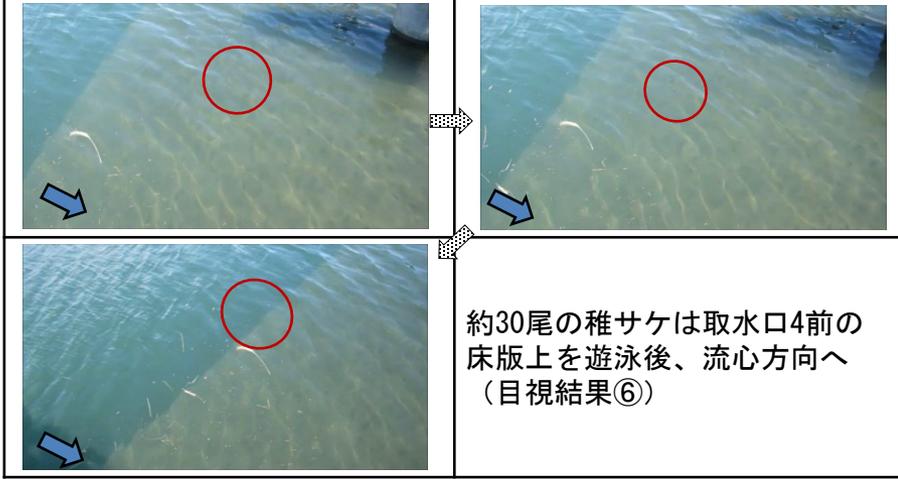
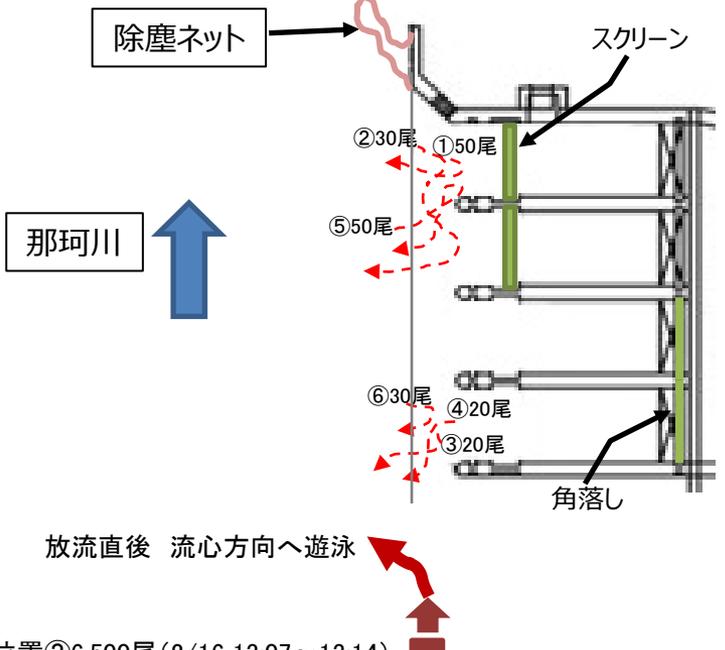
ケース	スクリーン目合い	試験日時	取水状況	稚サケ試験魚放流	採捕時間			結果概要	備考
					滞留魚	通過魚	張付魚		
メ-3-1	15mm	2022 2/16 10:00 ～ 2/17 12:00	取水なし	•総放流尾数: 稚サケ 6,500尾 •6,500尾(試験施設 上流端より上流6m)	12:00,13:30,14:00,15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00,12:00	12:00,15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00	12:00 (試験終了時)	•ほとんどの稚サケは放流直後に流心側に移動する。 •稚サケ: 滞0、通:0、張0 •稚アユ: 滞0、通:0、張0	
メ-3-2	10mm	2022 2/24 10:00 ～ 2/25 12:00	取水なし	•総放流尾数: 稚サケ 7,700尾 •7,700尾(試験施設 上流端より上流6m)	12:00,13:30,14:00,15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00,12:00	12:00,15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00	12:00 (試験終了時)	•ほとんどの稚サケは放流直後に流心側に移動する。 •稚サケ: 滞0、通:0、張0 •稚アユ: 滞0、通:0、張0 •モクスガニ: 滞0、通:12、張0	

【M-3-1試験】※取水無し

- 稚サケ・稚アユ迷入魚0尾
- 放流後の稚サケは流心方向へ遊泳
- 昨年度実施の除塵ネットを設置した条件下での試験に比べ、今回の試験では明らかに床版上を遊泳する個体が多い傾向であった。

番号	時間	群れ	挙動
①	13:16	約50尾	取水口1前から取水口2前の床版上を遊泳後、流心方向へ
②	13:17	約30尾	取水口1前の床版上を遊泳後、流心方向へ
③	13:21	約20尾	取水口4前の床版上を遊泳後、流心方向へ
④	13:22	約20尾	取水口4前の床版上を遊泳後、流心方向へ
⑤	13:23	約50尾	取水口2前から取水口1床版上を遊泳、取水口2前を遊泳、流心方向へ
⑥	13:24	約30尾	取水口4前の床版上を遊泳後、流心方向へ

※1 20尾以下の群れも複数確認されたが、省略した。
 ※2 稚サケの離散集合により、同一の個体や同一の群れを確認している可能性がある。



- 凡例
- 除塵ネット
 - ← 試験魚の挙動
 - ← 放流時の生け簀の開口方向

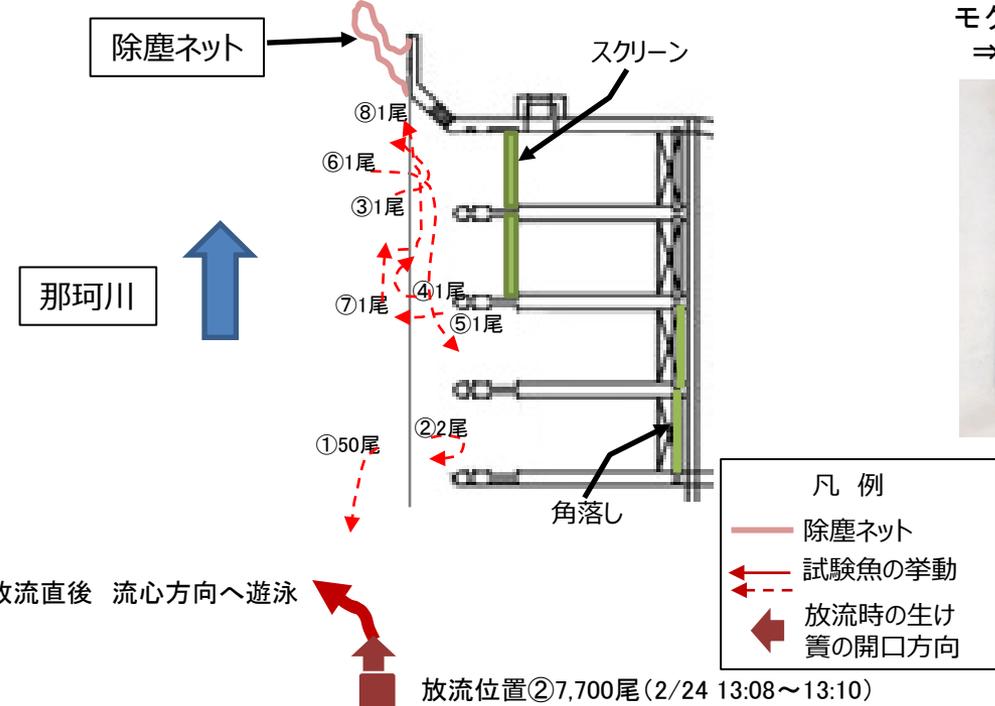
(第1回メッシュスクリーン試験_目視6. mp4) ← 取水口方向

【M-3-2試験】※取水無し
 ●稚サケ・稚アユ迷入魚0尾。
 ●放流後の稚サケは流心方向へ遊泳。
 ●モクスガニ幼体12匹の通過が確認された。

番号	時間	群れ	挙動
①	13:10	約50尾	取水口4魚返し流心方向約3mを上流方向へ遊泳
②	13:11	2尾	取水口4床版上を遊泳
③	13:12	1尾	取水口1魚返し流心側～魚返し上～流心側へと遊泳
④	13:15	1尾	取水口2魚返し上を遊泳

番号	時間	群れ	挙動
⑤	13:20	1尾	取水口2と3の間の隔壁前を流心方向へ遊泳
⑥	13:28	1尾	取水口1床版上～取水口2床版上～取水口3床版上を遊泳
⑦	13:29	1尾	取水口2魚返し前を下流方向へ遊泳
⑧	13:40	1尾	取水口2魚返し上～取水口1魚返し上を遊泳

※1 20尾以下の群れも複数確認されたが、省略した。
 ※2 稚サケの離散集合により、同一の個体や同一の群れを確認している可能性がある。



モクスガニ幼体が通過魚として採捕された
 ⇒モクスガニ採捕数 25日9:00 9匹、25日12:00 3匹



・稚アユは放流約18,000尾に対して、通過魚3尾(稚アユ)であった。

ケース	スクリーン目合い	試験日時	取水状況	稚サケ試験魚放流	採捕時間			結果概要	備考
					滞留魚	通過魚	張付魚		
除-3-1	15mm	2022 5/23 13:00 ~ 5/24 12:00	最大 3m ³ /s	・総放流尾数: 稚アユ 3,000尾 ^{※1}	15:00,18:00,21: 00,0:00,3:00,6:0 0,7:00,7:30,9:00 ,12:00	15:00,18:00,2 1:00,0:00,3:0 0,6:00,9:00,12 :00	12:00 (試験終了時)	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどの稚アユは放流直後に流心側に移動する。稚サケ: 滞0、通:0、張0 稚アユ: 滞0、通:3、張0 モクスガニ: 滞0、通:1、張0 	平均流速 0.11m/s 最大流速 0.22m/s
除-3-2	15mm	2022 5/27 17:45 ~ 5/27 20:15	最大 3m ³ /s	・総放流尾数稚アユ: 15,000尾 ^{※1}	18:30,19:00,19: 30,20:15	20:15	20:15 (試験終了時)	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどの稚アユは放流直後に流心側に移動する。 稚サケ: 滞0、通:0、張0 稚アユ: 滞0、通:0、張0 	平均流速 0.20m/s 最大流速 0.31m/s

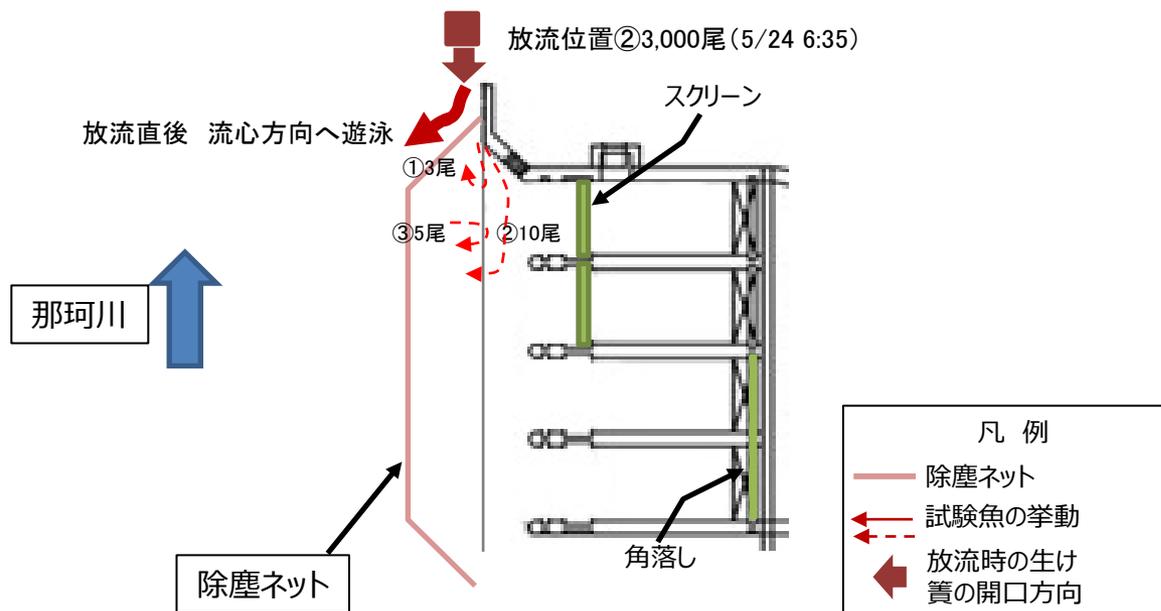
※1 放流地点は除塵ネット下流端より下流2m

※2 除-3-2は、除塵ネット内で試験魚が目視で確認されていないので、次頁に示す詳細な観測結果図は作成していない。滞留魚、通過魚、張付魚数は結果概要に示している。

【除-3-1試験】※取水有り

- 3,000尾の放流後の稚アユの大部分は流心方向へ遊泳したと考えられる。
- 18尾がスクリーン付近で確認されたが、スクリーンからは離れて遊泳した。

番号	時間	群れの大きさ	挙動
①	6:35	3尾	魚返し上で直ちに反転し下流方向へ
②	6:35	10尾	魚返し上を上流方向へ
③	6:37	5尾	流心方向から魚返し上に進入した後、直ちに反転して流心方向へ



(3) 試験結果概要 (スクリーンと除塵ネット・吹き流し)

- ・稚サケと稚アユはスクリーンと除塵ネットに対して忌避行動を示した。
- ・稚サケは放流約7,300尾に対して、滞留魚、通過魚、張付魚は0尾であった。
- ・稚アユは放流約3,000～12,000尾に対して、通過魚8尾であった。

ケース	スクリーン目合い	試験日時	取水状況	稚サケ・稚アユ試験魚放流	採捕時間			結果概要	備考
					滞留魚	通過魚	張付魚		
除吹-3-1	15m m	2022 3/3 10:00 ～ 3/4 12:00	無し	・総放流尾数: 稚サケ 7,300尾 ^{※1}	12:00,13:30,14: 00,15:00,18:00, 21:00,0:00,3:00, 6:00,,9:00,12:00	12:00,15:00,1 8:00,21:00,0: 00,3:00,6:00, 9:00,12:00	12:00 (試験終 了時)	<ul style="list-style-type: none"> ・ほとんどの稚サケは放流直後に流心側に移動する。 ・稚サケは除塵ネット・吹き流しに対して忌避行動を示した。 ・稚サケ: 滞0、通:0、張0 ・稚アユ: 滞0、通:0、張0 	
除吹-3-2	10m m	2022 3/10 10:00 ～ 12:00	無し	無し	12:00,15:00,18: 00,21:00,0:00, 3:00,6:00,9:00,1 2:00	12:00,15:00,1 8:00,21:00,0: 00,3:00,6:00, 9:00,12:00	12:00 (試験終 了時)	<ul style="list-style-type: none"> ・稚サケ: 滞0、通:0、張0 ・稚アユ: 滞0、通:0、張0 ・モクスガニ: 滞0、通:2、張0 	
除吹-3-3	15m m	2022 3/23 10:00 ～ 17:00	最大 3m ³ /s	無し	12:00,15:00,17: 00	12:00,15:00,1 7:00	17:00 (試験終 了時)	<ul style="list-style-type: none"> ・稚サケ: 滞0、通:0、張0 ・稚アユ: 滞0、通:2、張0 	魚返し先端で流速計測無し
除吹-3-4	15m m	2022 4/26 10:00 ～ 4/27 12:00	無し	・総放流尾数稚アユ: 3,000尾 ^{※2}	12:00,15:00,18: 00,21:00,0:00,3: 00,6:00,9:00,11: 30,12:00	12:00,15:00,1 8:00,21:00,0: 00,3:00,6:00, 9:00,12:00	12:00 (試験終 了時)	<ul style="list-style-type: none"> ・ほとんどの稚アユは放流直後に流心側に移動する。 ・稚サケ: 滞0、通:0、張0 ・稚アユ: 滞0、通:0、張0 ・モクスガニ: 滞0、通:1、張0 	
除吹-3-5	10m m	2022 5/16 10:00 ～ 5/17 11:15	最大 3m ³ /s	・総放流尾数稚アユ: 15,000尾 ・12,000 ^{※2} と3,000尾 ^{※2}	12:00,15:00,16: 30,17:00,17:30, 18:00,21:00,0:0 0,3:00,6:00,9:00 ,11:15	12:00,15:00,1 8:00,21:00,0: 00,3:00,6:00, 9:00,11:15	11:15 (試験終 了時)	<ul style="list-style-type: none"> ・ほとんどの稚アユは放流直後に流心側に移動する。 ・稚サケは除塵ネット・吹き流しに対して忌避行動を示した。 ・稚サケ: 滞0、通:0、張0 ・稚アユ: 滞0、通:8、張1 	平均流速 0.12m/s 最大流速 0.24m/s

※1 放流地点は除塵ネット上流端より上流

※2 放流地点は除塵ネット下流端より下流2m

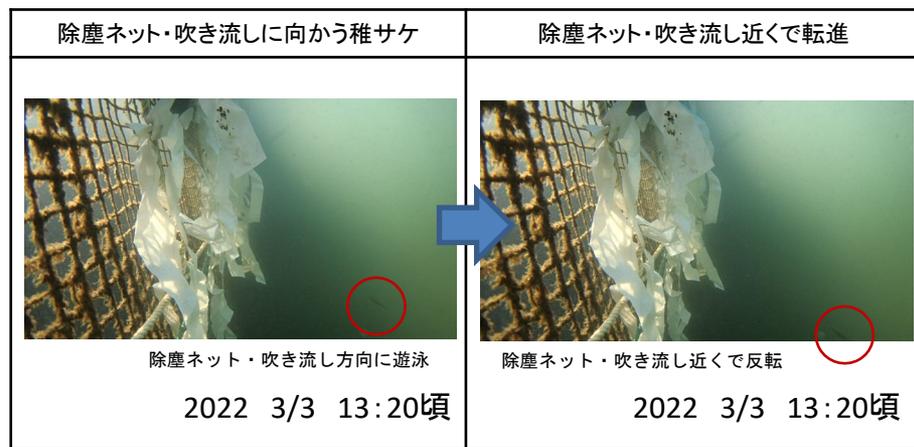
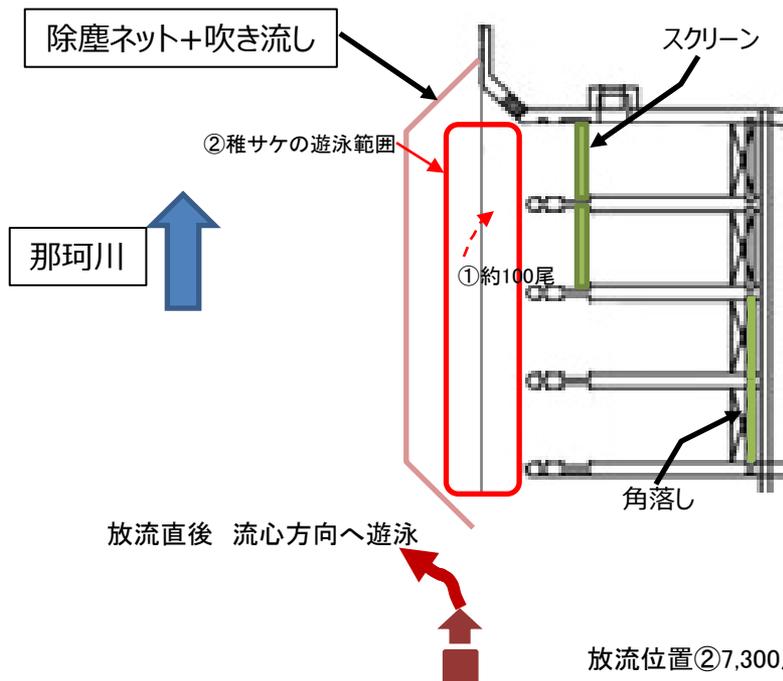
※3 除吹-3-2と除吹-3-3は試験魚の放流を実施していないので、次頁に示す詳細な試験結果は作成していない。滞留魚、通過魚、張付魚数は結果概要に示している。

【除吹-3-1試験】※取水無し

- 放流後の稚サケの大部分は流心方向へ遊泳した。
- 稚サケは除塵ネット・吹き流しに対して忌避行動を示す。
- 300~500尾程度の大きな群れが、魚返し上~床版上を遊泳する行動が確認された。ただし、隔壁よりスクリーン側(機場側)へは近づくことはなかった。

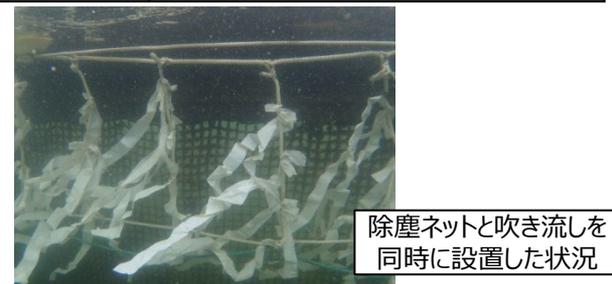
番号	時間	群れの大きさ	挙動
①	13:14	約100尾	魚返し前の深場から水面近くに浮上した約100尾程度が床版上を遊泳
②	13:15~55	最大500尾	約500尾の群れが、離散集合を繰り返しながら魚返し上~床版上を遊泳 水面をついばむ行動が確認された 隔壁よりスクリーン側(機場側)へは近づくことはない 魚返し上から那珂川側へと遊泳する個体も存在するも、すぐに魚返し上へと戻ってくる
②	14:30~15:00	最大300尾	約300尾の群れが魚返し上~床版上を遊泳

注 今回の試験では試験施設上流に仮設された栈橋の下流において稚サケは確認できなかった。



凡例

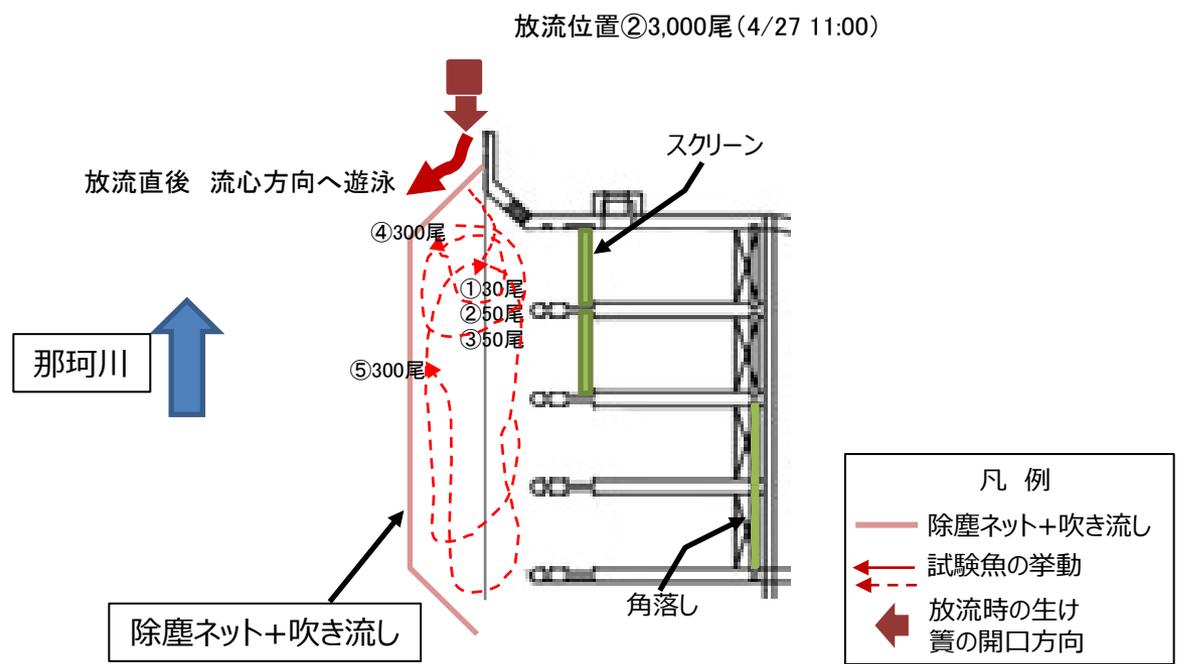
- 除塵ネット+吹き流し
- ← 試験魚の挙動
- ← 放流時の生け簀の開口方向



【除吹-3-4試験】※取水無し
 ● 放流後の稚アユの大部分は流心方向への遊泳が確認された。
 ● 300尾程度の大きな群れが、除塵ネットから隔壁先端を遊泳する行動が確認された。ただし、隔壁よりスクリーン側(機場側)へは近づくことはなかった。

番号	時間	群れの大きさ	挙動
①	11:01	約30尾	魚返し上を上流方向へ
②	11:02	約50尾	魚返し上を上流方向へ
③	11:03	約50尾	魚返し上を上流方向へ
④	11:05	約300尾	除塵ネット～隔壁先端の間を遊泳、まれにスクリーン近くまで遊泳する個体も認められるが、スクリーンを通過する個体は確認できず
⑤	11:40	同上	④で確認された稚アユは時間の経過とともに除塵ネット機場側全域を遊泳、次第に個体数を減らし、11:40には群れが確認できなくなる

※1 稚サケの離散集合により、同一の個体や同一の群れを記録している可能性がある。



【除吹-3-5試験】※取水有り

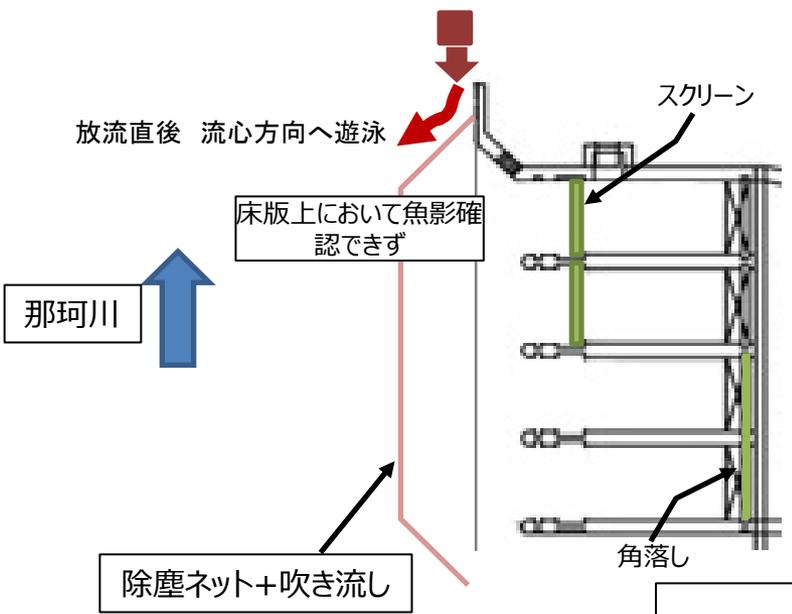
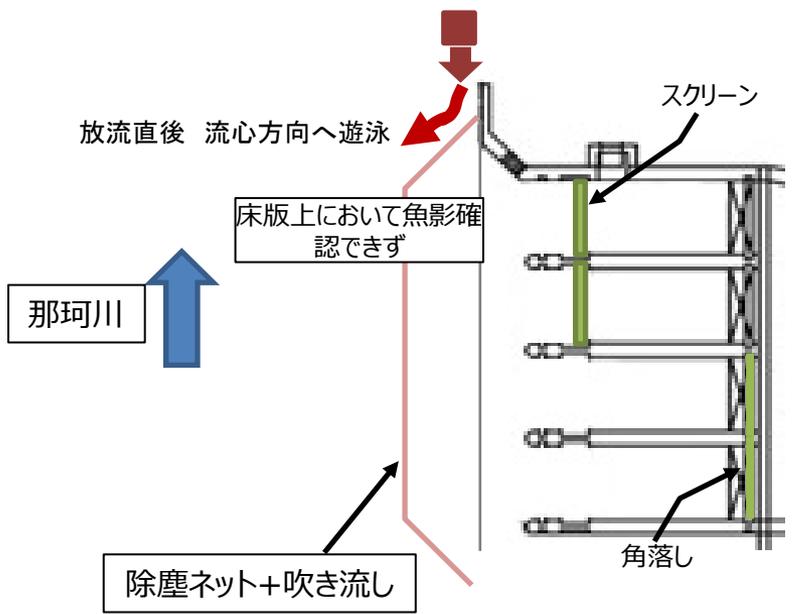
- 放流後の稚アユの大部分は流心方向へ遊泳した。除塵ネット・吹き流しに対して忌避行動を示す。
- 床版上において魚影は確認されなかった。

番号	時間	群れの大きさ	挙動
-	~16:30	-	魚返し上および床版上で魚影確認できず
-	~17:00	-	魚返し上および床版上で魚影確認できず



放流位置②12,000尾(5/16 16:07)

放流位置②3,000尾(5/16 16:27)



- 凡例
- 除塵ネット+吹き流し
 - ← 試験魚の挙動
 - ← 放流時の生け簀の開口方向

7. スクリーンと吹き流し・除塵ネットによる 稚アユ・稚サケの忌避行動調査

7. 2. スクリーンのゴミ付着量調査

①目的

スクリーン前面に除塵ネットを設置した時のスクリーンの維持管理特性を把握するため、除塵ネットの状況やスクリーンに付着するゴミや塵芥等の状況や水位差等を調査する。

②試験時期

令和3年6月～9月（除塵ネット有り）

スクリーン目合い	回数
15mm	4回
10mm	2回
5mm	2回

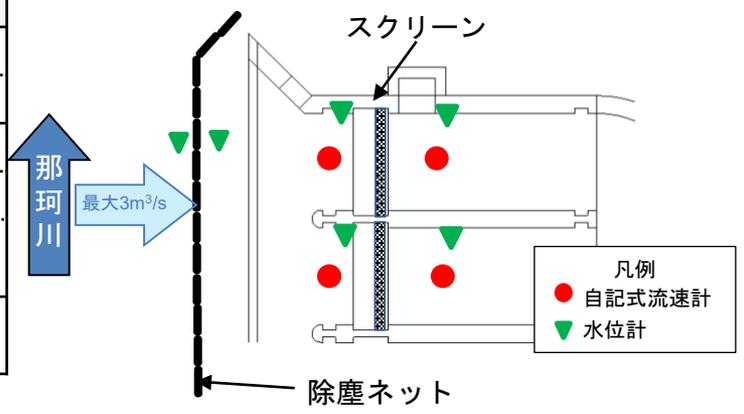
③計測項目・計測方法

- スクリーン前後の水位・流速、除塵ネット前後の水位を計測する。
- スクリーンに対するゴミの付着状況とゴミの付着量、除塵ネットに対するゴミ付着状況を把握する。

●観測項目

観測項目	場所	数量	備考
水位	・スクリーン那珂川側、機場側	2	・各試験回開始～終了まで連続観測
	・除塵ネット那珂川側、機場側	2	・各試験回開始～終了まで連続観測
流速	・スクリーン前面那珂川側	1	・自記式流速計による計測
	・スクリーン機場側	1	・自記式流速計による計測
ゴミの付着量	・ゴミの回収・乾燥重量計量	1	
ゴミの付着状況	・スクリーン写真撮影 ・除塵ネットの写真撮影	1	各試験回終了時

●観測機器設置位置



除塵ネットを設置すると、ゴミの付着量が少なくなる。

取水期間	除塵ネット無し	除塵ネット有り
	2019/9/26～9/30	2021/9/5～9/17
取水口1		
取水口2		
累加 取水量	610.0千m ³	2,894.9千m ³
ゴミ 付着量	4,043.2g/m ²	1,535.7g/m ²
単位取水量あたり のゴミ付着量	6.6g/m ² /千m ³	0.6g/m ² /千m ³

※累加取水量が450千m³以上のケースを抽出した。

※ゴミ付着量は取水口1と取水口2におけるスクリーン下段の合計値を示した。

2019/9/26～9/30のゴミ付着量は大型のゴミ（竹片；2,400g）を含む。

除塵ネットを設置すると、ゴミの付着量が少なくなる。

取水期間	除塵ネット無し	除塵ネット有り	
	2019/8/27~8/31	2020/8/11~8/14	2021/9/27~9/30
取水口1			
取水口2			
累加 取水量	790.2千m ³	698.4千m ³	716.4千m ³
ゴミ 付着量	1,295.8g/m ²	131.2g/m ²	311.1g/m ²
単位取水量あたりのゴミ 付着量	1.6g/m ² /千m ³	0.2g/m ² /千m ³	0.4g/m ² /千m ³

※累加取水量が450千m³以上のケースを抽出した。

※ゴミ付着量は取水口1と取水口2におけるスクリーン下段の合計値を示した。

除塵ネットを設置すると、ゴミの付着量が少なくなる。

取水期間	除塵ネット無し	除塵ネット有り	
	2019/9/3~9/5	2020/9/7~9/18	2021/7/26~7/27
取水口1			
取水口2			
累加取水量	477.0千m ³	1,869.0千m ³	230.4千m ³
ゴミ付着量	323.0g/m ²	354.5g/m ²	374.1g/m ²
単位取水量あたりのゴミ付着量	0.7g/m ² /千m ³	0.2g/m ² /千m ³	0.5g/m ² /千m ³

※累加取水量が450千m³以上のケースを抽出した。5mm・除塵ネット有り（2021/7/26~7/27）は、累加取水量が450千m³以下であるが、ゴミが多く付着する特徴的な状況であるので抽出した。

※ゴミ付着量は取水口1と取水口2におけるスクリーン下段の合計値を示した。

8. 魚返し・誘導ロープによるモクズガニ・底生魚の忌避行動調査

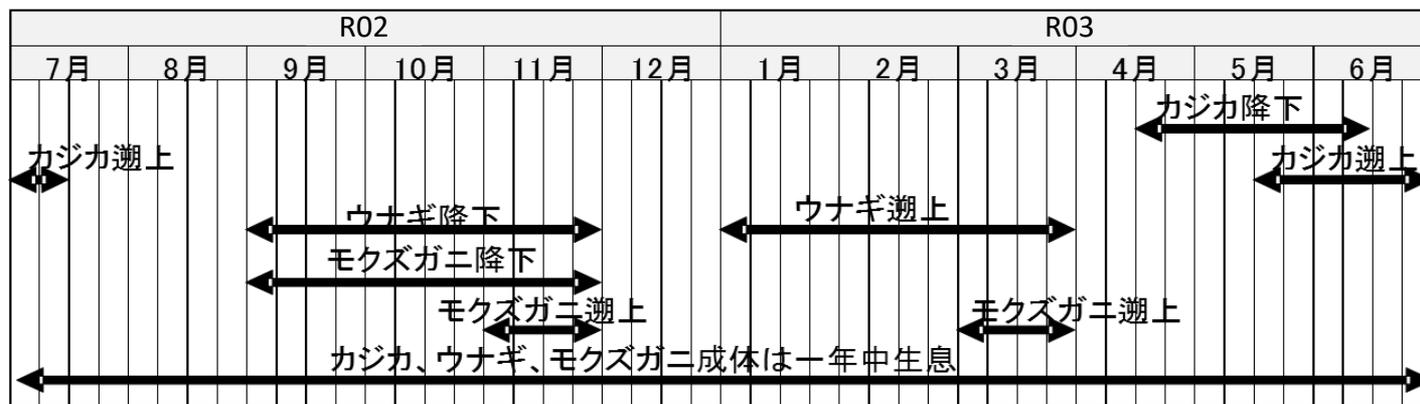
① 目的

魚返し・誘導ロープによるモクズガニ・底生魚の迷入防止効果を把握するため、魚類迷入試験施設における忌避行動を調査する。

② 調査時期

魚返し・誘導ロープ等による迷入防止効果の調査は、通年で実施する。

調査時期及び頻度		備考	
調査時期	年間を通して実施	1年を通して対象魚類が生息しているため、年間を通して調査を行う。	
調査頻度 (回数・観測時間)	11回実施 1回あたり24時間	3年目	令和3年:7/12、7/26、9/6、11/4、11/17、令和4年:1/26、2/24、3/10、4/26、5/16、6/13



調査: 11回



誘導ロープの仕様

項目	仕様
直径	50mm程度
比重	1.2~1.3(水に沈む)
素材	麻
備考	運動会の綱引きに使うような太いロープ



(令和元年7月8日撮影)

③計測項目・
計測方法

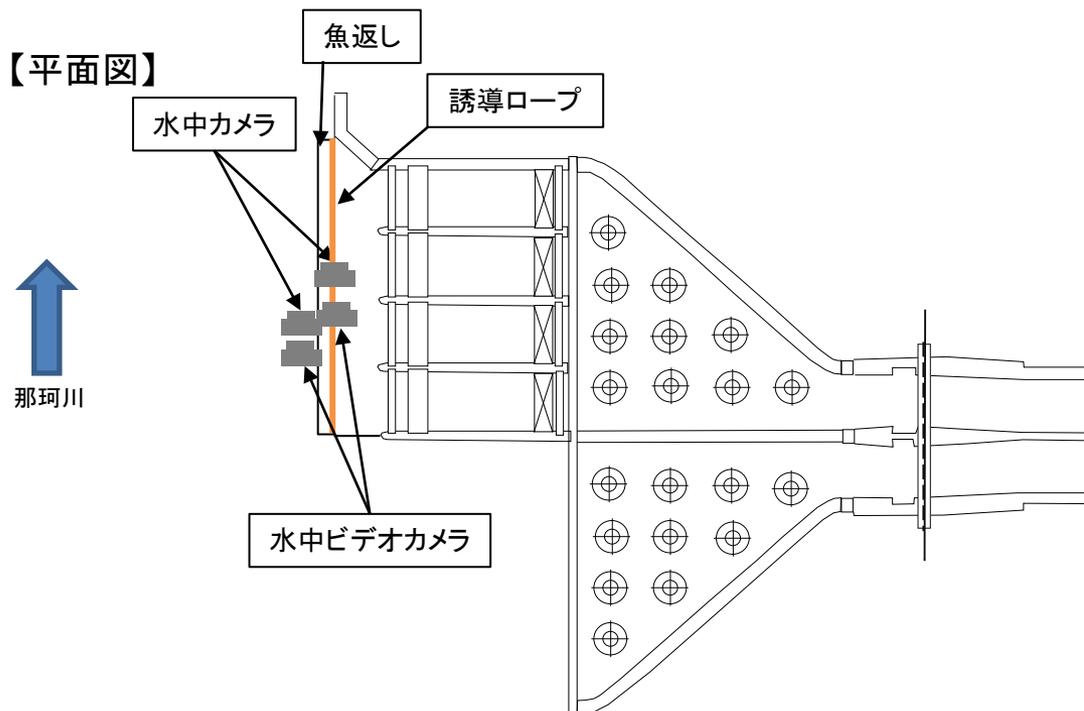
魚返し・誘導ロープに対する魚介類の行動を水中カメラ及び水中ビデオカメラにより撮影する。

計測内容	計測機器×台数	場所	観測期間
底生魚の 忌避行動 ・誘導状況	・水中カメラ2台 (2門×1箇所)(静止画)	・取水口前面 2箇所	・24時間観測。10分ピッチで撮影(夜間ストロボ使用)することを基本とする。
	・水中ビデオカメラ1台 (動画)	・取水口前面	・日中、水中ビデオカメラを固定して動画を撮影。 ・試験中、時間を変えて、2か所で動画を撮影。

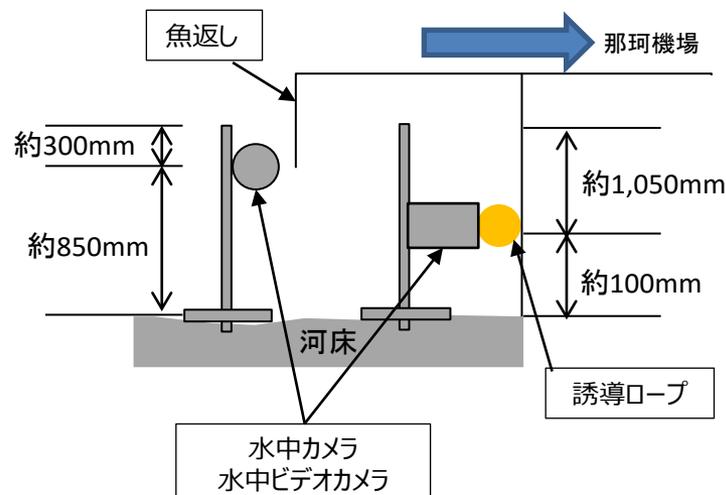
※ 夜間の固定式水中カメラの撮影は、魚の集光性による影響を極力回避するため、ストロボ撮影を行う。

※ ダイバーの撮影位置は、魚介類の行動への影響及び、魚返し・誘導ロープに対する魚介類の行動の視認性(河川水の透明度に依存)を踏まえて、適宜設定する。

※ 水温と濁度は毎正時、那珂川本川の取水口近傍の表層(2点)で計測。



【断面図】



水中カメラ、水中ビデオカメラ設置位置図

- 対象魚(モクズガニ)が誘導ロープを移動する状況が確認できた。
- 魚返しにより魚が戻っていく状況が確認できた。

