

魚類迷入試験結果

目 次

1. 魚類迷入試験の目的
2. 魚類迷入試験の対象魚種
3. 魚類迷入試験施設
4. 対象魚種ごとの対策(案)
5. 魚類迷入試験のスケジュール(案)
6. 仔アユ降下量及び迷入量調査
 6. 1. 仔アユ降下量調査
 6. 2. 仔アユ迷入量調査
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
 7. 1. スクリーンと吹き流しによる稚アユ・稚サケの迷入量及び忌避行動調査
 7. 2. 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
 7. 2. 1迷入量及び忌避行動調査
 7. 2. 2スクリーンのゴミ付着量調査
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

2. 魚類迷入試験の対象魚種

4

対象魚種は、アユ、サケ、カジカ、ウナギ、モクズガニ、マハゼとする。

【参考】

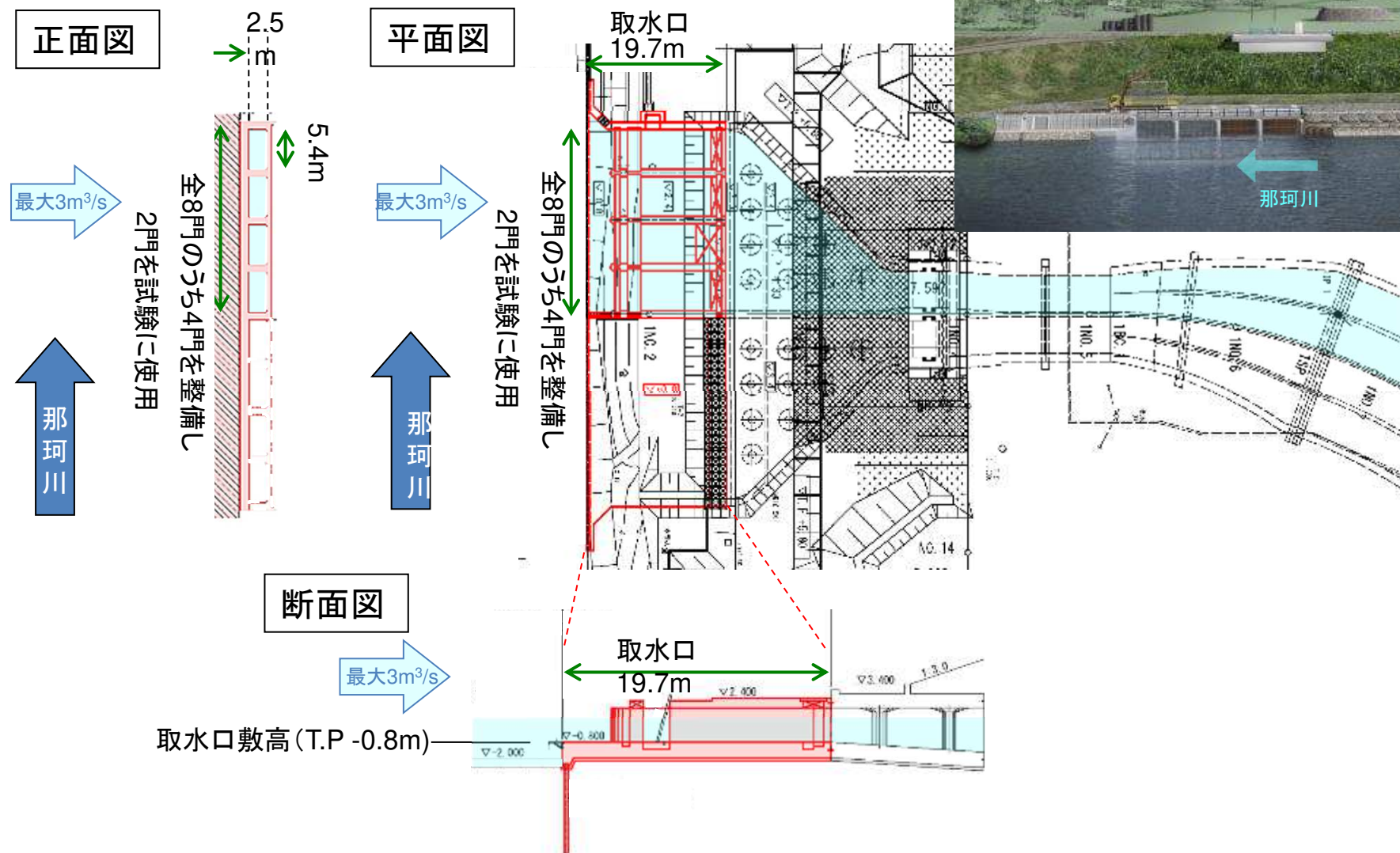
対象魚種		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	対策(案)
アユ	仔魚									← 仔アユ降下 →				■ 夜間取水停止
	稚魚			← 稚アユ遡上 →										■ スクリーン ■ 吹き流し、除塵ネット
サケ	稚魚			← 稚サケ降下 →										■ スクリーン ■ 吹き流し、除塵ネット
	成魚									← 成魚サケ遡上 →				■ スクリーン
サクラマス	成魚			← 成魚サクラマス遡上 →										■ スクリーン
ウグイ		← 一年中生息 →												■ スクリーン
カジカ ウナギ モクズガニ マハゼ				← カジカ降下 →										■ 魚返し ■ 誘導ロープ
					← カジカ遡上 →									
		← ウナギ遡上 →								← ウナギ降下 →				
										← モクズガニ降下 →				
			← モクズガニ遡上 →								← モクズガニ遡上 →			
				← カジカ・ウナギ・モクズガニの成体は一年中生息 →										

※ なお、ウグイ、サクラマスについては、体長及び遊泳力は大きく、スクリーンにより対策可能であると考えており、魚類迷入試験の対象としない。

3. 魚類迷入試験施設

5

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門を用いて実施する。



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	<u>取水を行い仔アユ迷入状況を確認</u> ・ 時間帯別の那珂川本川の仔アユ降下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	<u>取水を行いスクリーンによる迷入防止効果を確認</u> ・ 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して適正な清掃頻度を確認
	吹き流し	<u>取水を行い吹き流しによる迷入防止効果を確認</u> ・ 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	<u>取水を行い除塵ネットによる迷入防止効果を確認</u> ・ 除塵ネット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
モクズガニ	誘導ロープ	<u>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</u> ・ 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	

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	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、那珂川における降下量を調査する。 調査項目【降下量、降下時期、降下時間帯、断面分布特性等】
② 調査時期	迷入量調査は9月から翌2月まで実施する。

2020年9月～2021年2月

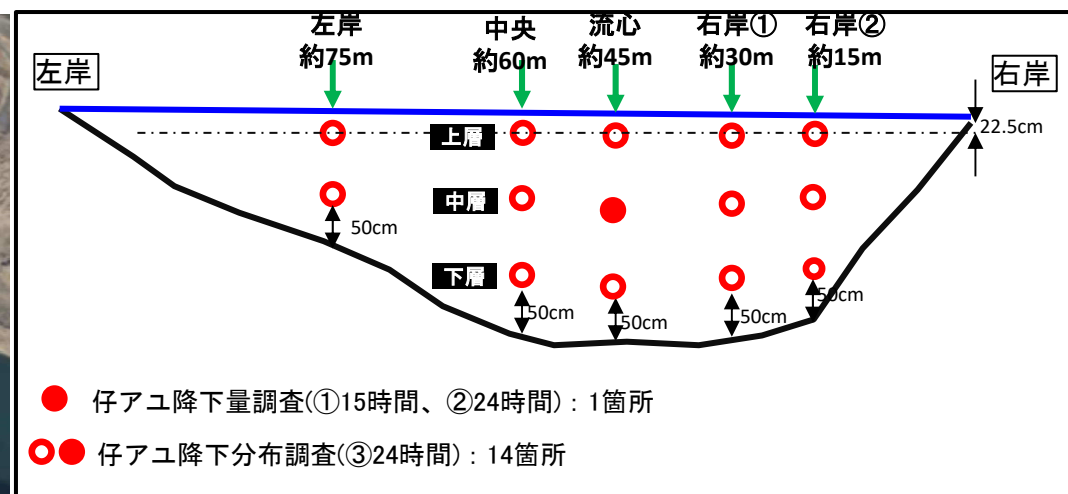
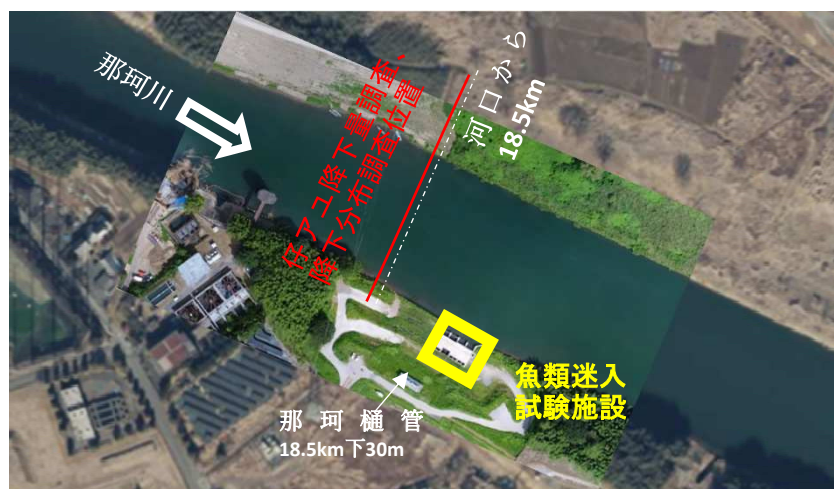
調査名	回数	調査時間	採捕時間
●仔アユ降下量調査(15時間)	36回	18時～翌8時の毎正時に実施	10分間もしくは5分間
◆仔アユ降下量調査(24時間)	5回	12時～翌11時の毎正時に実施	
★仔アユ降下分布調査(24時間)	4回		

9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	
																												●			
10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
	●				●		◆		●			●		◆		●			●		◆		●			●		★		●	
11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	
		●		★		●			●		★		●			●		★		●				●	◆		●			●	
12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
		◆		●		●		●		●				●			●				●				●						
1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
						●						●			●				●			●					●				
2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			
					●										●								●								

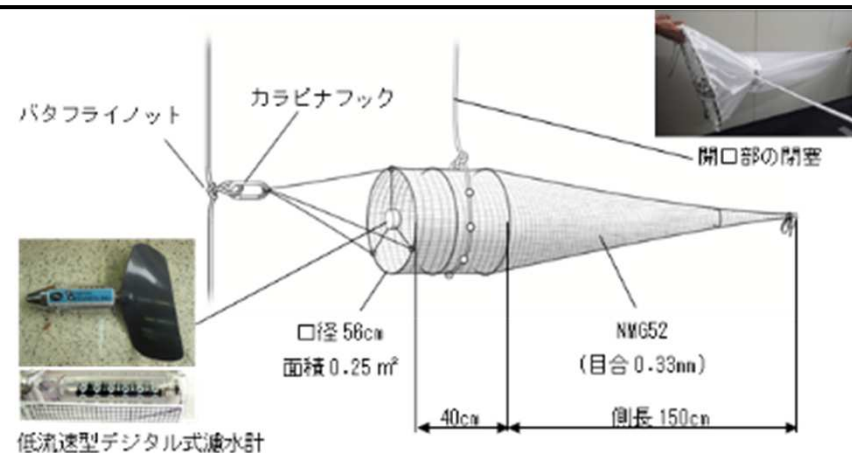
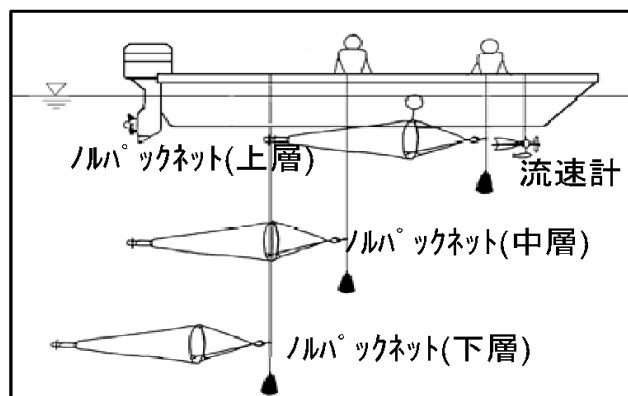
 採捕時間10分
 採捕時間5分※

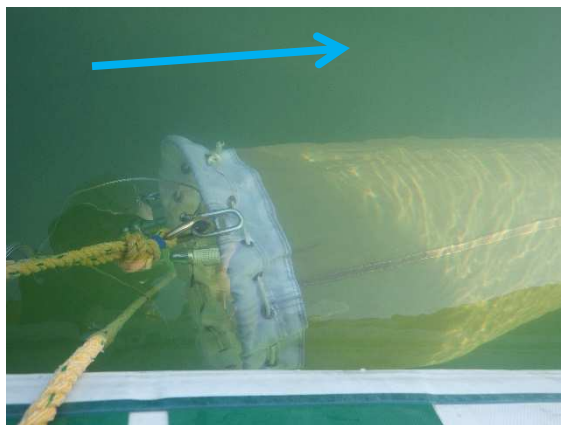
※特別採捕許可数量を超えないよう、採捕時間を5分に短縮した。

計測項目	計測方法
降下魚	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。 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。 $\text{仔アユ降下量(尾/s)} = \text{密度(採捕尾数/濾水量m}^3) \times \text{流量(m}^3/\text{s)}$ 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。



仔アユ降下量調査(15時間、24時間)、降下分布調査位置





②投入中の網の状況



③回収後にホルマリン固定し、ラベルを貼って整理。

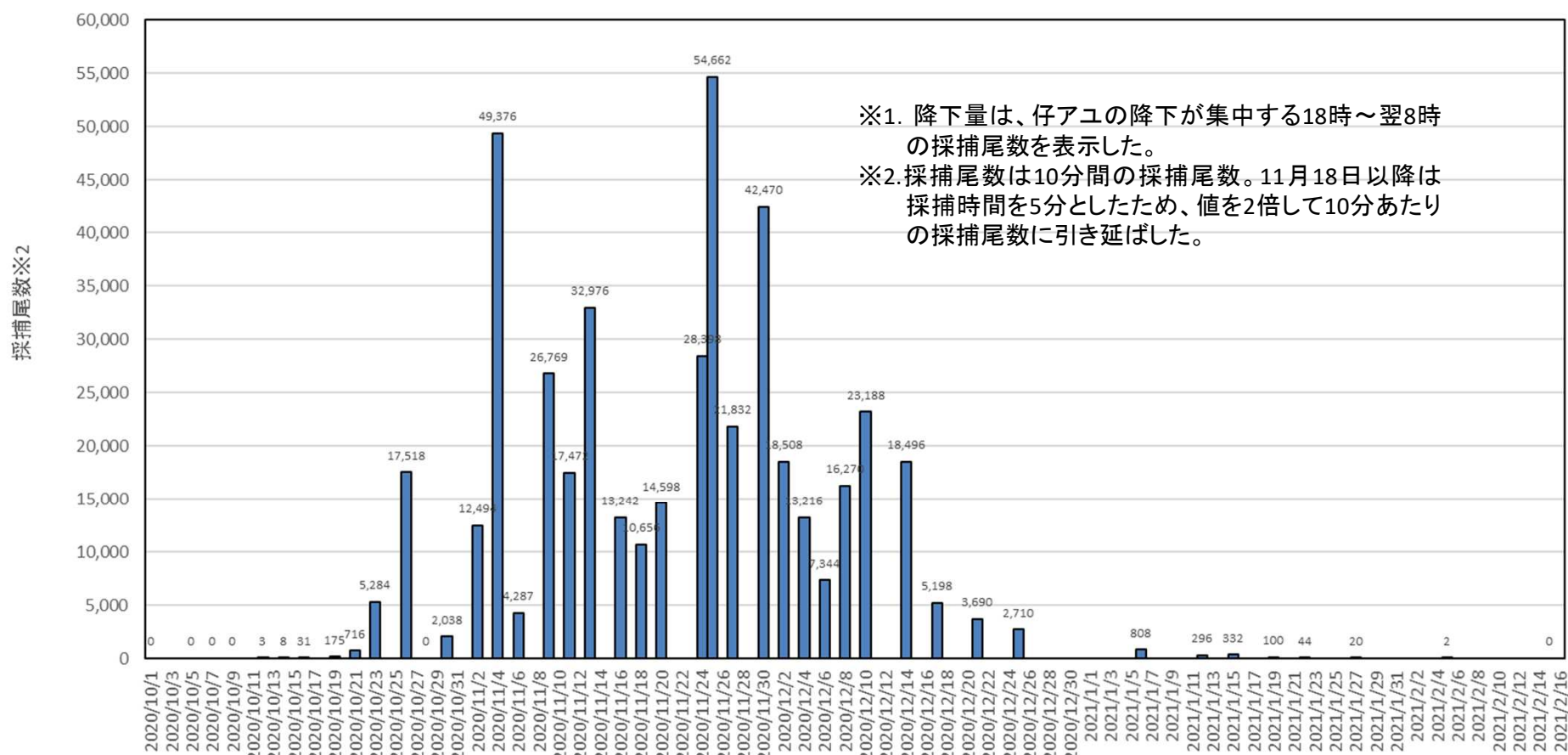


④サンプルの写真撮影

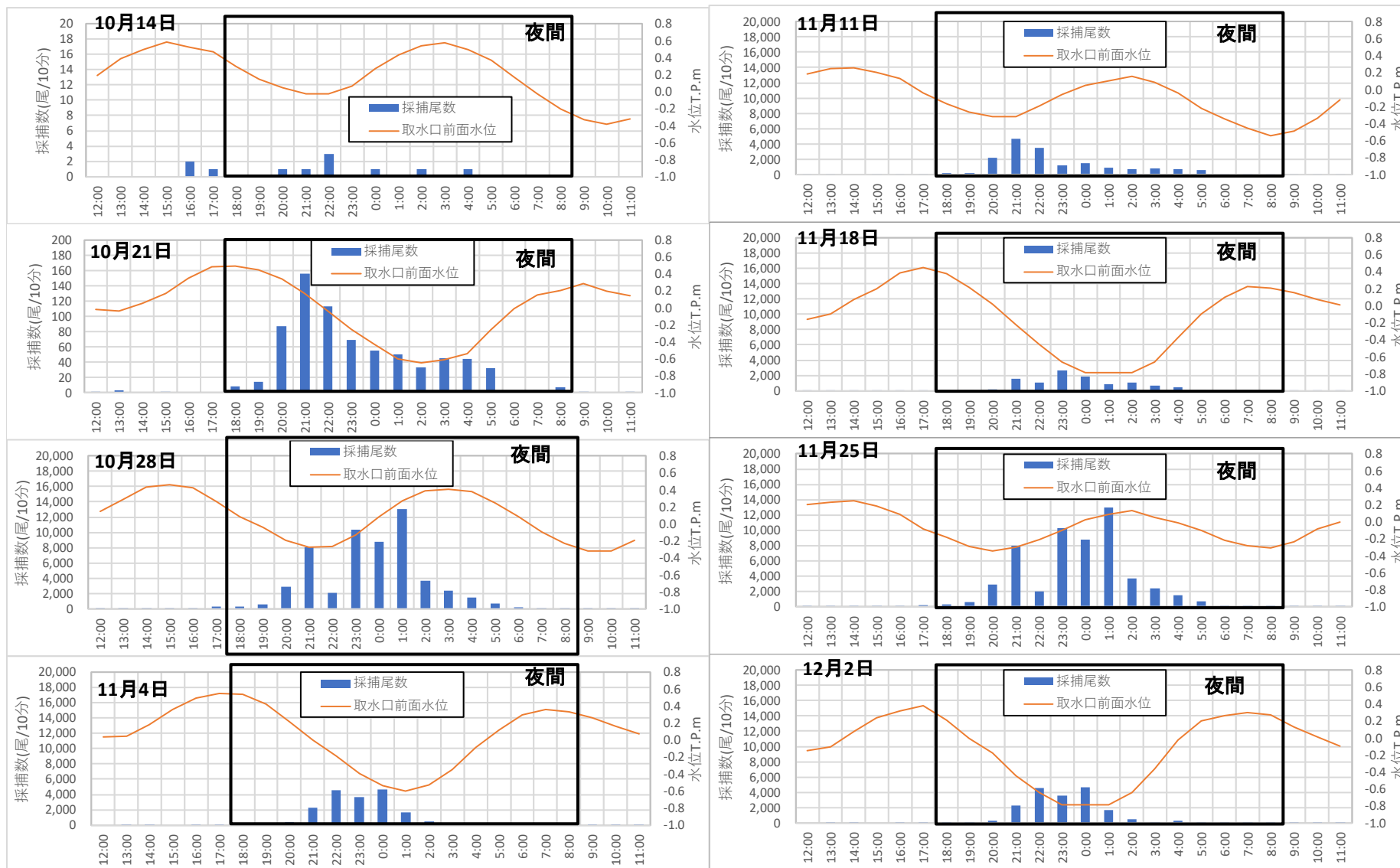
仔アユ計数は後日室内で行います。

- 令和2年の仔アユ降下時期は、10/12より出現し、11/25にピークを迎え、翌年2月上旬に収束した。
- 2月15日には採捕尾数が0となった。

流心・中層 18時～翌8時※1までの仔アユ採捕尾数



- ・ 仔アユの大部分は、夜間(18時～翌8時)に流下した。(1年目と同様の傾向)

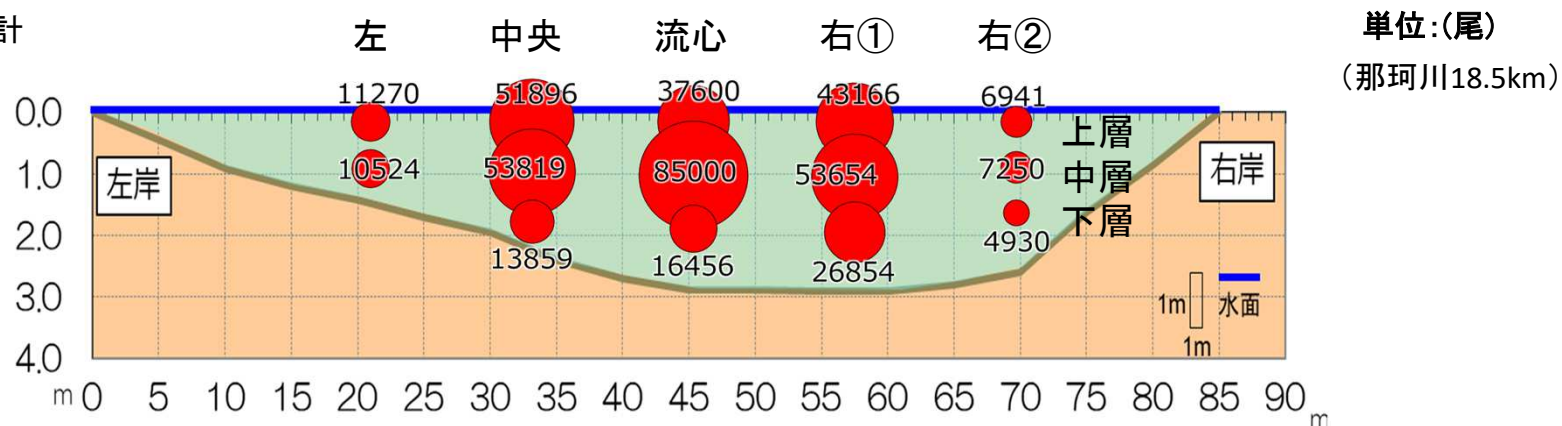


※流心・中層の1箇所のデータを整理した結果

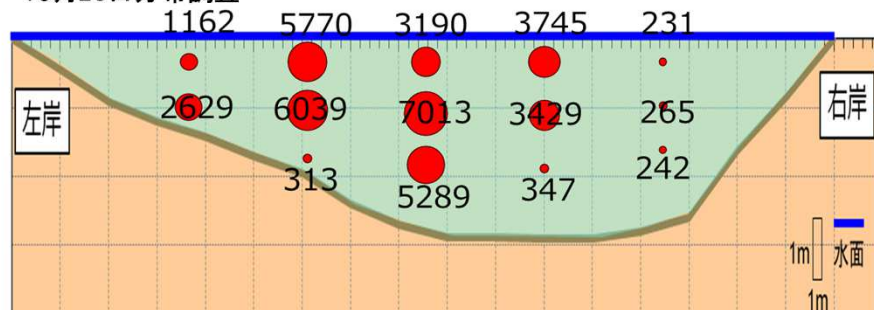
※10月7日は採捕尾数ゼロなので図化していない

- ・ 仔アユの降下分布は中央～右①の中層が多かった。(1年目と同様の傾向)

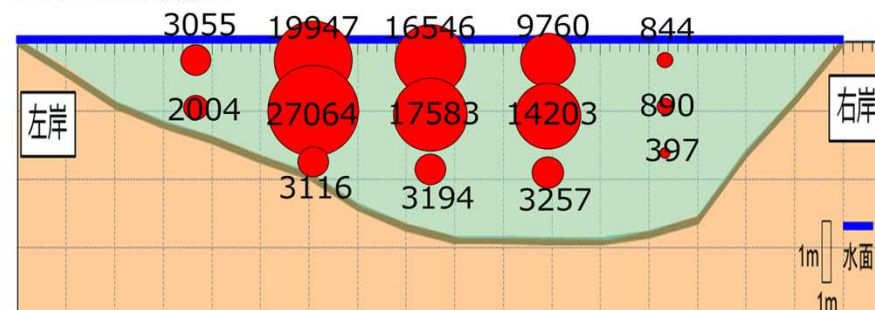
4回分調査の合計



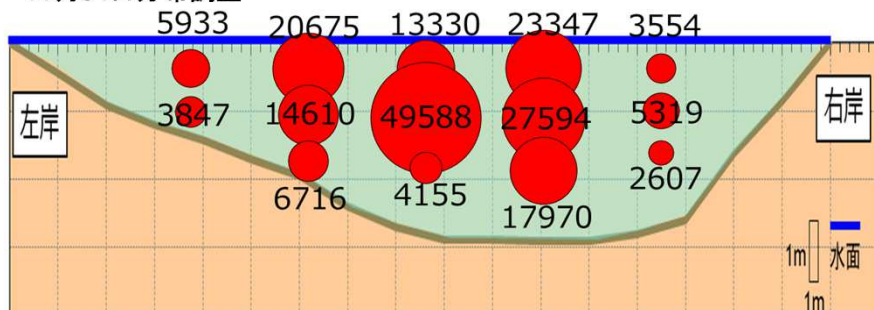
10月28日分布調査



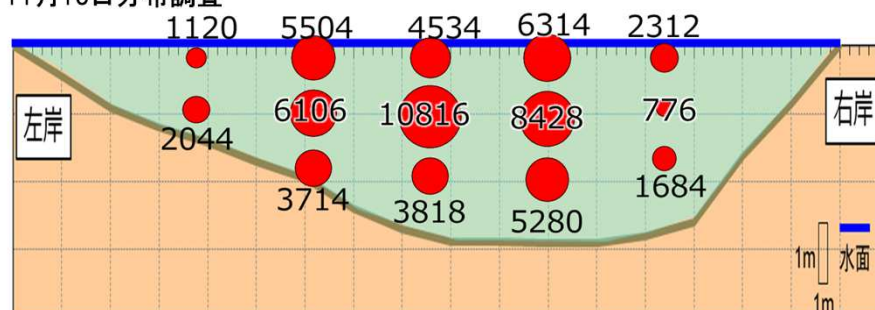
11月11日分布調査



11月04日分布調査



11月18日分布調査



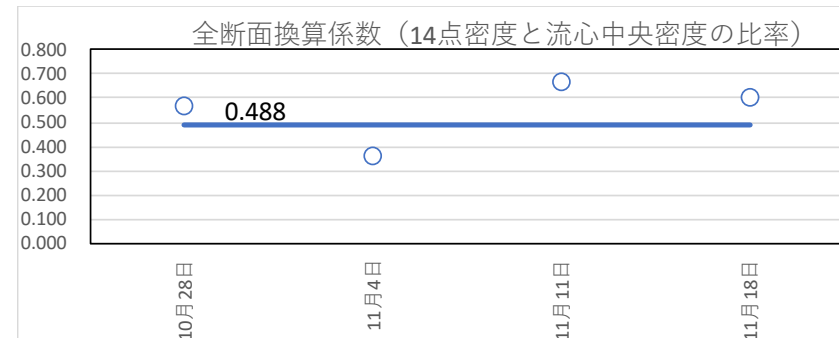
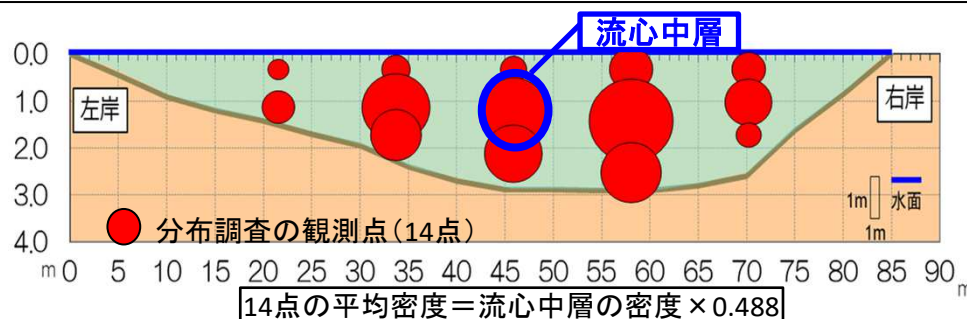
※ 仔アユ降下分布調査の各網における採捕尾数の合計(10分間×24回)を示した。なお、採捕時間5分の調査回の値は2倍し、10分間あたりとなるよう引き延ばした。

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)
- 24h調査日 ⇒ 流心中層の密度(尾/m³) × 全断面換算係数
- 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 × 24h
- 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、10/12～2/5間の日推定降下量を積算し、年間推定総降下量とする。

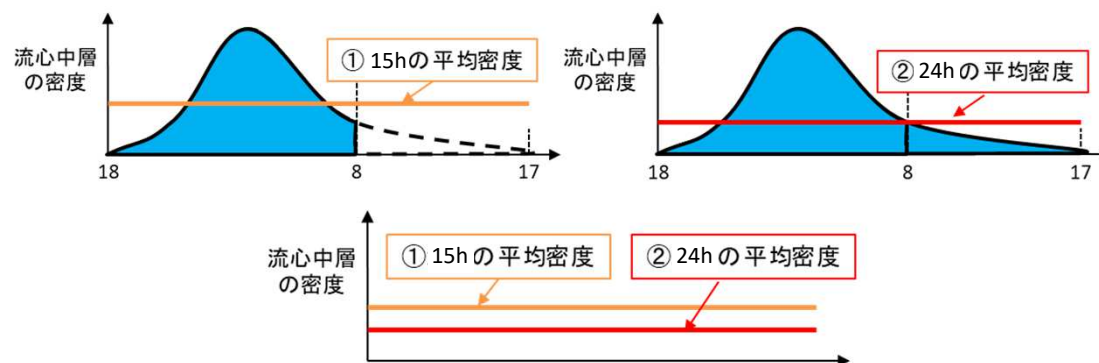
●全断面換算係数(0.488):「流心中層の密度」を「14点の平均密度」に変換する係数

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

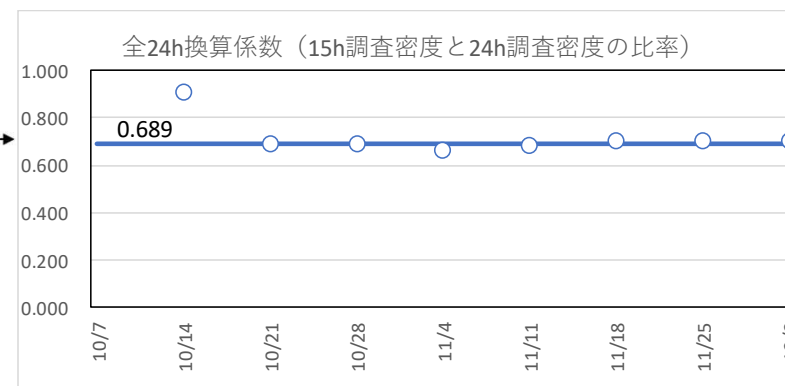


●全24h換算係数(0.689):「15hの平均密度」を「24hの平均密度」に変換する係数

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



$$\text{②24hの平均密度} = \text{①15hの平均密度} \times 0.689$$



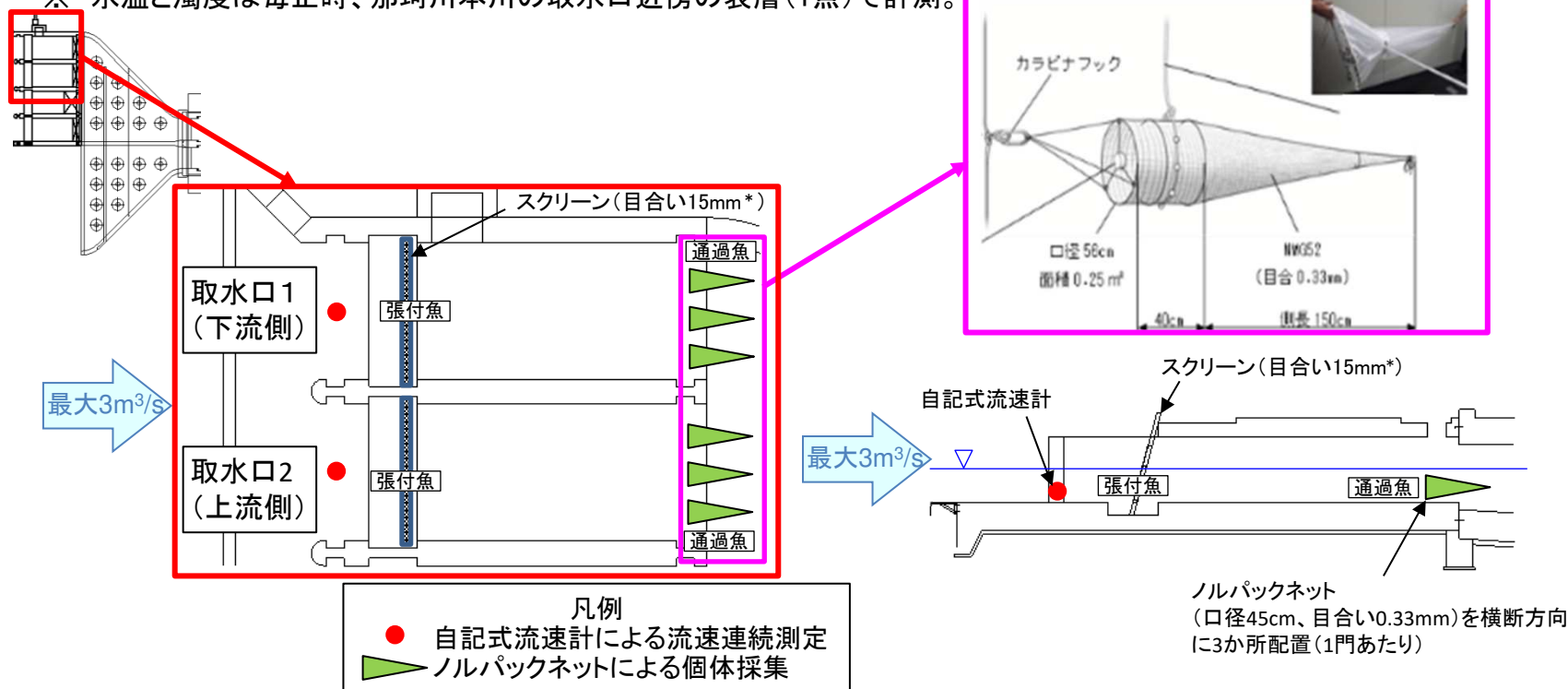
6. 仔アユ降下量及び迷入量調査

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	- 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	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。



※当初計画においてはスクリーンの目合いを10mmとする予定であったが、ゴミの付着が著しいことから15mmとした。



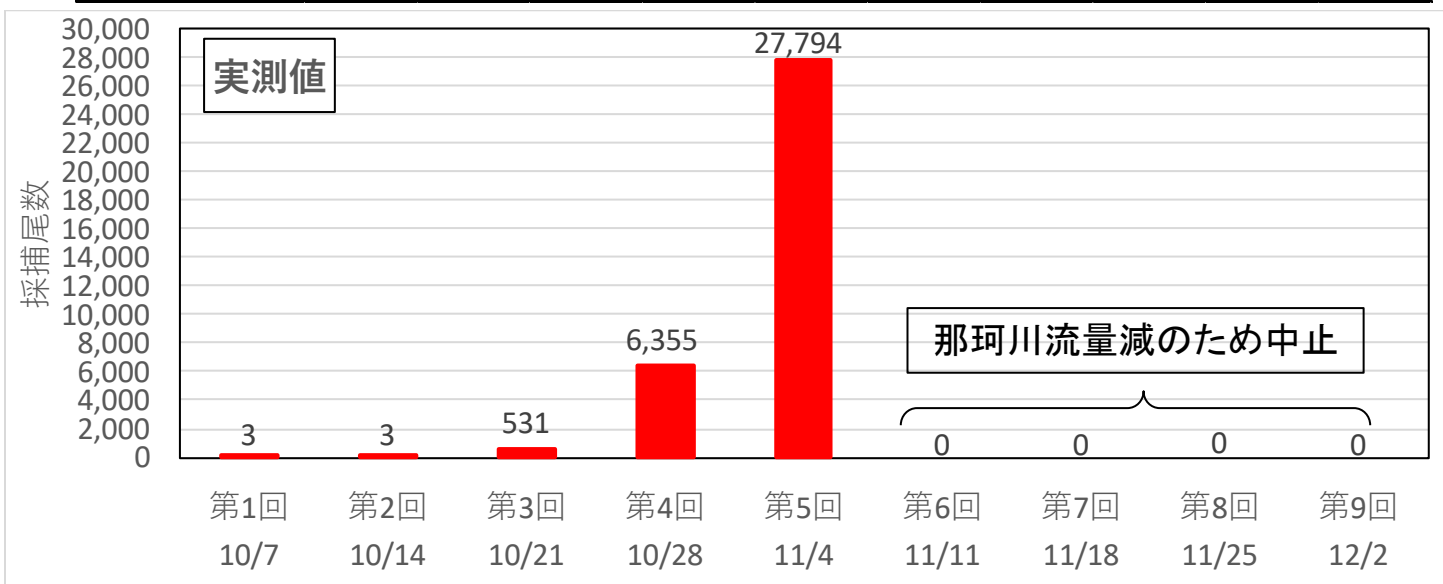
迷入した仔アユの採捕尾数は、合計3万5千尾程度であった。

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尾数

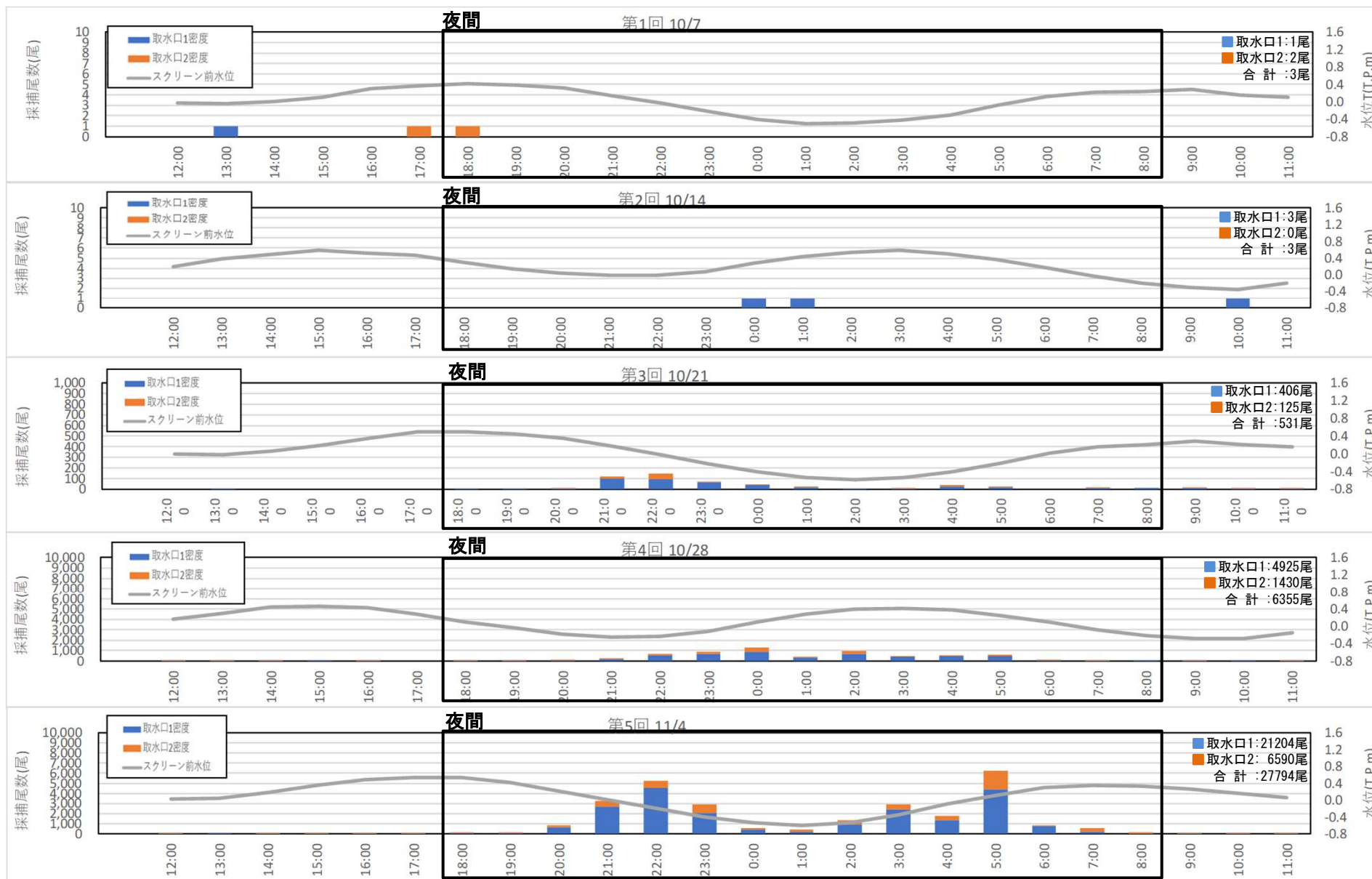
	第1回 10/7	第2回 10/14	第3回 10/21	第4回 10/28	第5回 11/4	第6回 11/11	第7回 11/18	第8回 11/25	第9回 12/2	合計
採取時間(分)	10	10	10	10	10	中止	中止	中止	中止	-
10分換算採捕尾数 (24時間)	3	3	531	6,355	27,794					34,686



迷入した仔アユの採捕尾数

20

- ・本川での流下状況と同様に、多くは、夜間(18時～翌8時)に計測された。(1年目試験と同様の傾向)
- ・迷入量は取水口2(上流側)より取水口1(下流側)の方が多い。(1年目試験と同様の傾向)



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/ m^3) × ②時刻取水量(m^3/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/ m^3) × ②時刻取水量(m^3/s) ÷ 2 × 60秒 × 60分

①各時刻の断面平均降下密度(尾/ m^3)

⇒1sあたりの採捕尾数(尾/s) ÷ 1sあたりの濾水量(m^3/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)

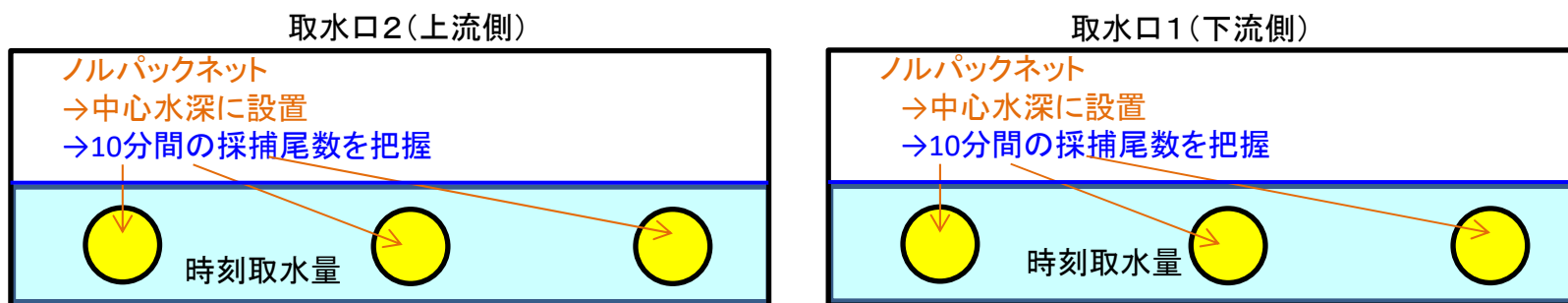
※取水口1と取水口2に対して算出

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※

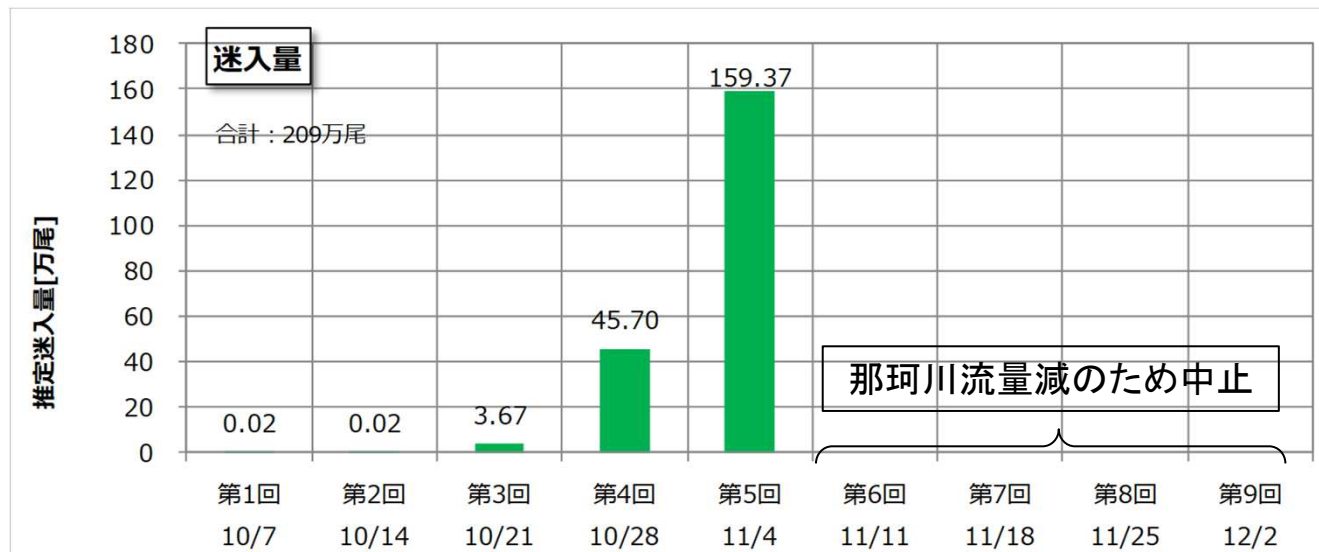
取水口1取水量＝取水口2取水量

※桜機場取水量は、桜機場の実績吐出量より与える。

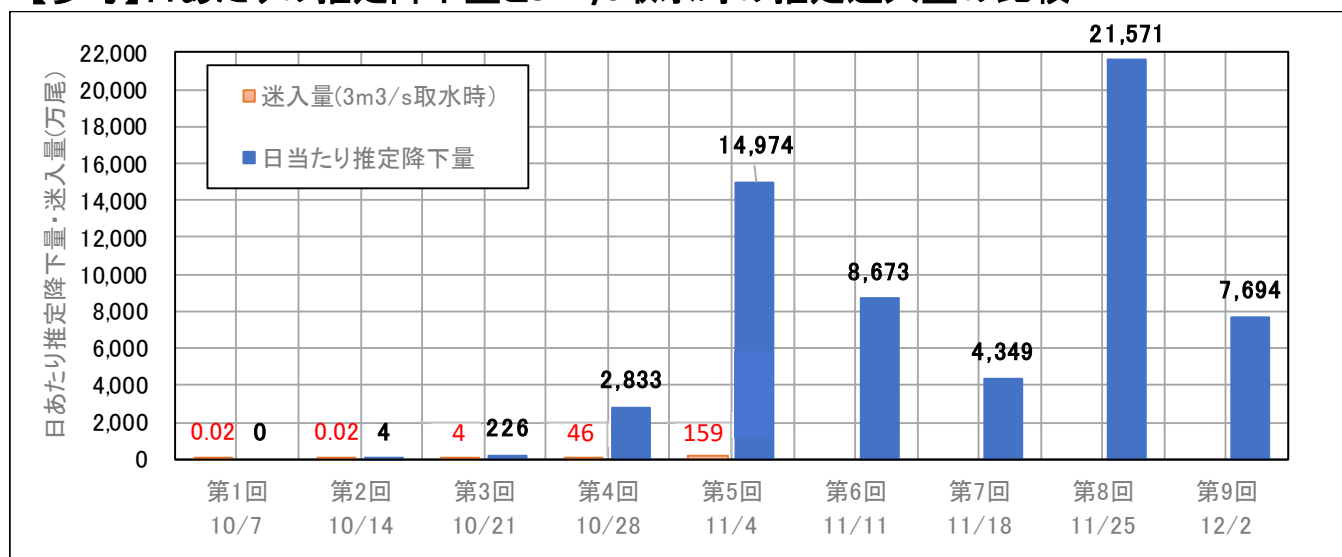


・推定迷入量は本川の推定降下量に合わせて増加する傾向を示した。(1年目試験と同様の傾向)

3m³/s取水時の推定迷入量(24時間取水停止無し)



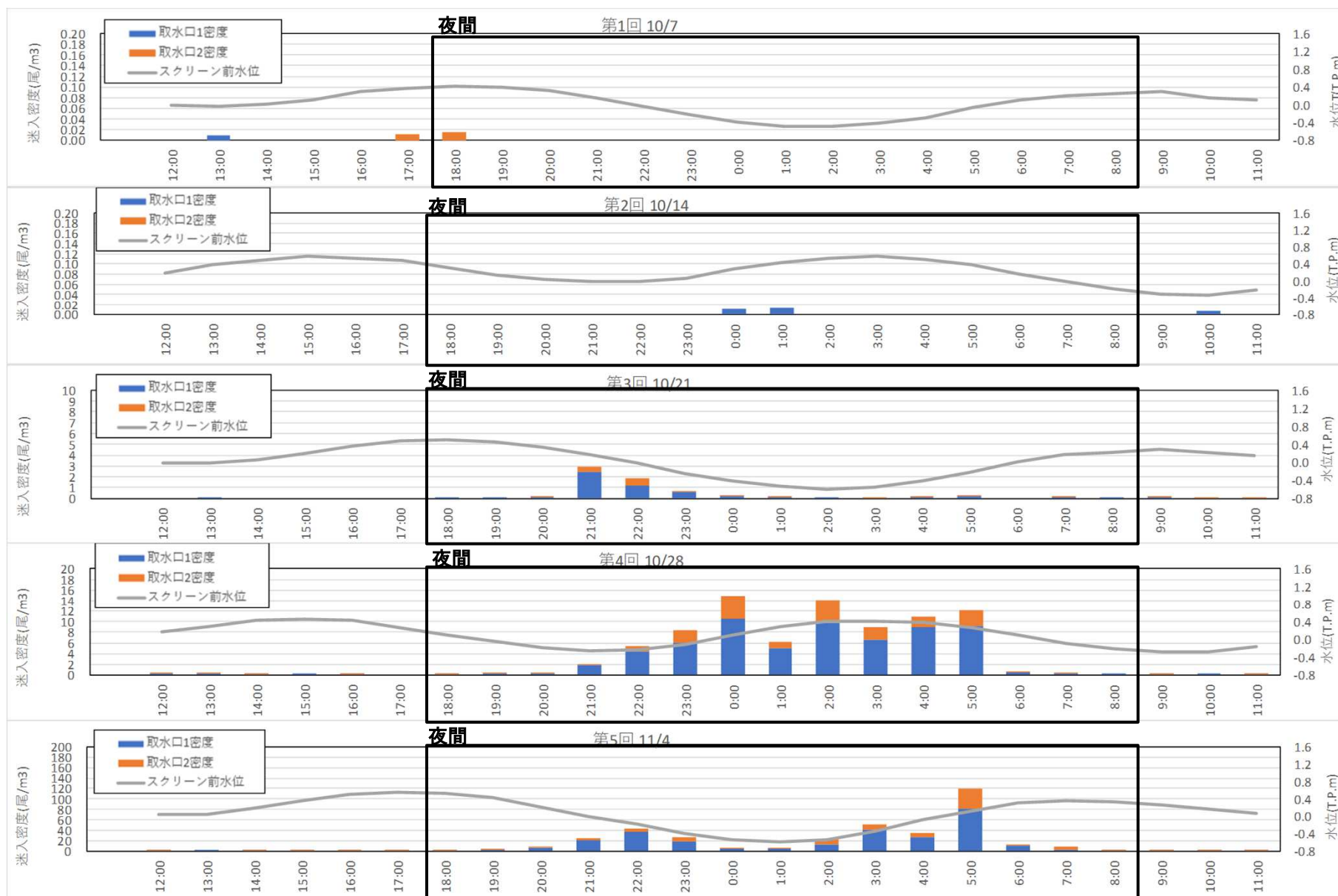
【参考】日あたりの推定降下量と3m³/s取水時の推定迷入量の比較



那珂川における仔アユ迷入量調査結果（迷入密度の経時変化）

23

仔アユ迷入量は夜間が大多数を占め、夜間取水停止による迷入防止効果が期待される。（1年目試験と同様の傾向）



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

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

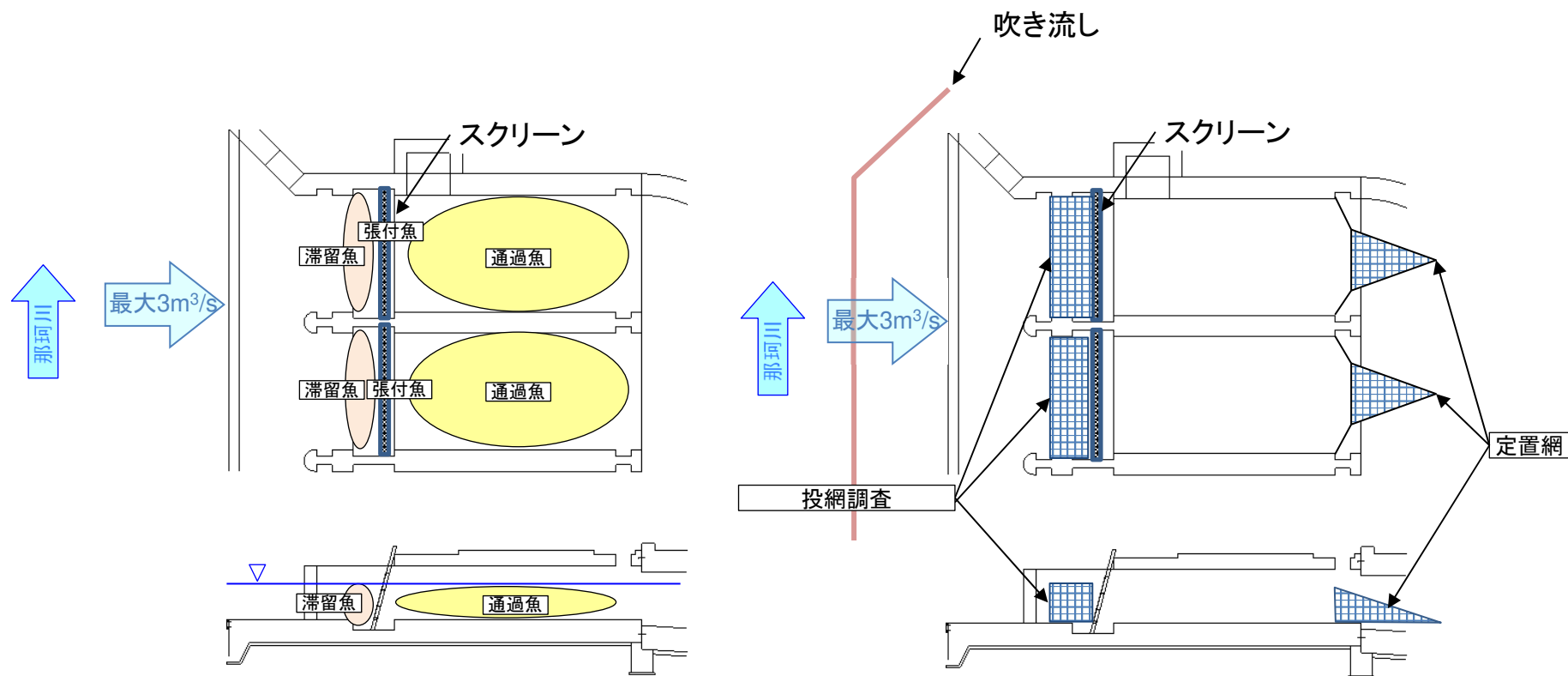
① 目的	スクリーンと吹き流しによる稚アユ・稚サケの迷入防止効果を把握するため、魚類迷入試験施設における忌避行動を調査する。 吹き流しは稚アユ・稚サケを、吹き流しにより取水口より遠ざけ、本川上下流へ誘導する効果を期待している。			
② 調査時期	2～5月に4回実施する。1回あたり24時間以上実施する。			
③-1 計測項目・計測方法	スクリーンと吹き流しに対する忌避行動等を水中カメラ及び水中ビデオカメラにより撮影する。			
計測項目	計測方法等	計測内容		観測方法
迷入防止効果	●試験魚（稚アユ・稚サケ）の放流を行い、スクリーンと吹き流しの通過状況を確認 ●放流位置は4地点 1: 稚サケは取水口上端から100m上流、近傍 稚アユは取水口下端から100m下流、近傍 2: 吹き流し直近	吹き流し通過魚 （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、14:00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（14:00は2月3月調査のみ）
		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、14:00に実施（14:00は2月3月調査のみ）
		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各地点1回、約3,000or約12,000尾を放流する	吹き流し付近の魚	・ 吹き流し付近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
③-2 計測項目・計測方法	スクリーンを通過するもの（通過魚）およびスクリーンに張り付いたもの（張付魚）に分類し計測する。 ※計測項目・計測方法は次頁参照			

※ 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。

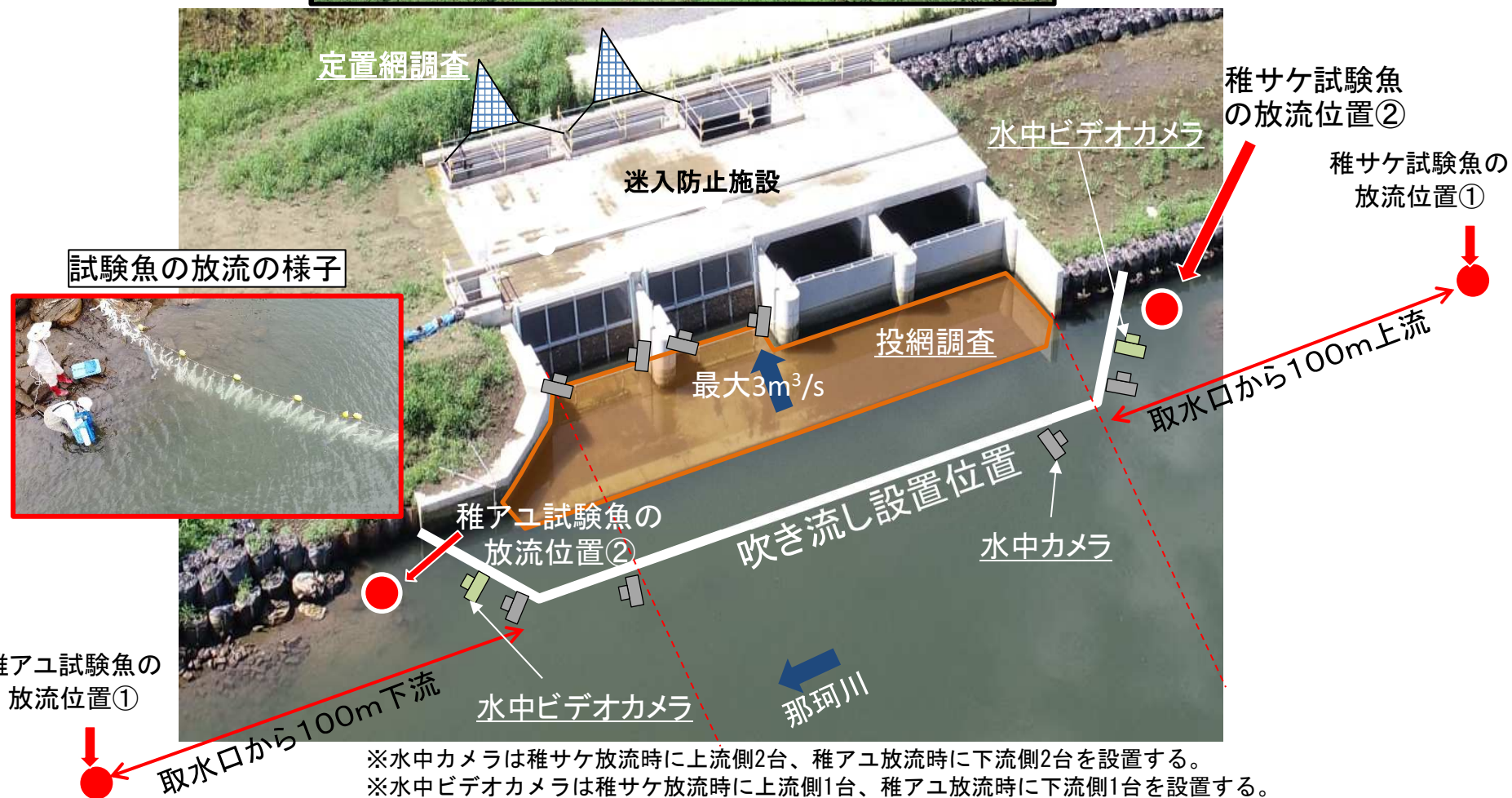
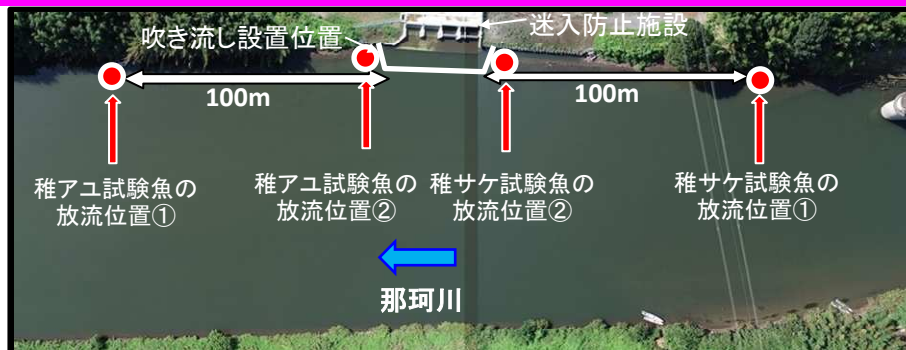
※ 水温と濁度は、取水口近傍の表層（2点）で計測。

※ 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】



※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。

試験結果概要（スクリーンと吹き流し）

28

- ・稚サケと稚アユはスクリーンと吹き流しに対して忌避行動を示した。
- ・稚サケは放流約12,000～15,000尾に対して0～1尾がスクリーンを通過した。
- ・稚アユは放流約3,000～15,000尾に対してスクリーンを通過した個体は確認できなかった。
- ・放流をしない条件下で稚サケ1尾、稚アユ8尾がスクリーンを通過した。
- ・1年目試験の吹き流し無し条件下では、稚サケの張り付き魚が94尾確認※1されたが、2年目試験では確認されなかった。

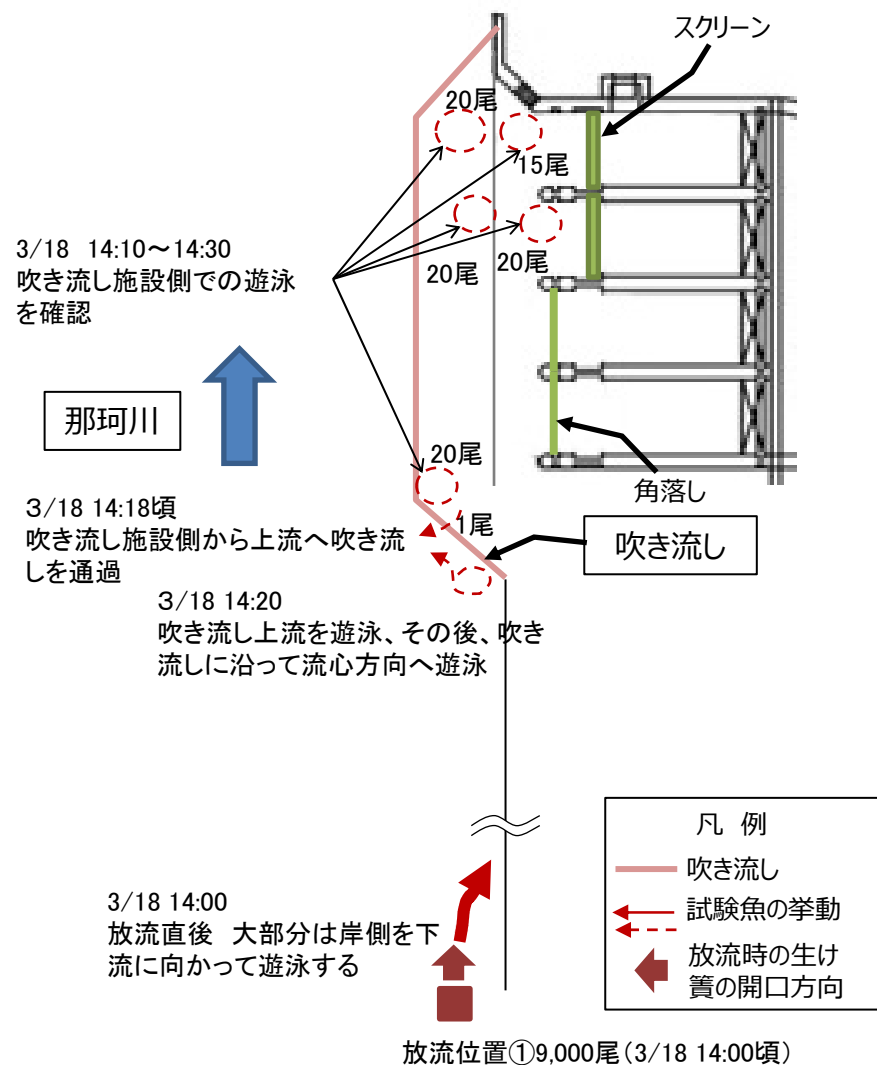
※1 吹き流し無し、スクリーン目合い5mm、最大3m³/s取水条件下

ケース	スクリーン目合い	試験日時	取水状況	稚アユ・稚サケ試験魚放流	採捕時間			結果概要	備考
					滞留魚	通過魚	張り付魚		
吹-1	15mm	3/18 10:00 ～ 3/19 14:00	取水なし	・総放流尾数：稚サケ11,700尾 ・9,000尾（吹き流し上流80m※2） ・2,700尾（吹き流し近傍2m）	12:00,14:30,15:00,15:30,16:00,18:00,21:00,0:00 3:00,6:00,9:00,12:00,14:00	12:00,15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00,12:00,14:00	14:00（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。 ・稚サケは吹き流しに対して忌避行動を示した。 ・稚サケ滞留尾数：12尾 ・稚サケ通過尾数：1尾 ・稚アユ滞留、通過尾数：0尾	流量条件が基準に達せず取水中止
吹-2	15mm	4/15 10:00 ～ 4/16 12:00	取水なし	・総放流尾数：稚アユ2,700尾 ・2,700尾（吹き流し近傍2m）	12:00,14:30,15:00,15:30,16:00,18:00,21:00,0:00 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	12:00（試験終了時）	・ほとんどの稚アユは放流直後に流心側に移動する。 ・稚アユは魚返し上、床板上において確認されない。 ・稚サケ滞留、通過尾数：0尾 ・稚アユ滞留、通過尾数：0尾	同上
吹-3	10mm	4/19 12:00 ～ 4/20 12:00	最大3m ³ /s	・稚アユ・稚サケ放流無し	15:00,18:00,21:00,0:00 3:00,6:00,9:00,12:00	15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00,12:00	12:00（試験終了時）	・稚アユは魚返し上、床板上において確認されない。 ・稚サケ滞留尾数：0尾 ・稚サケ通過尾数：1尾 ・稚アユ滞留尾数：0尾 ・稚アユ通過尾数：8尾	試験魚の準備が間に合わず放流無し
吹-4	10mm	4/22 10:00 ～ 4/23 12:00	取水なし	・総放流尾数：稚アユ14,700尾 ・12,000尾（吹き流し近傍2m） ・2,700尾（吹き流し近傍2m）	12:00,12:30,13:00,13:30,14:00,15:00,18:00,21:00,0:00 1:00,0:00,3:00,6:00,9:00,12:00	12:00,15:00,18:00,21:00,0:00,3:00,6:00,9:00,12:00	12:00（試験終了時）	・ほとんどの稚アユは放流直後に流心側に移動する。 ・稚サケ滞留、通過尾数：0尾 ・稚アユ滞留尾数：1尾 ・稚アユ通過尾数：0尾	流量条件が基準に達せず取水中止

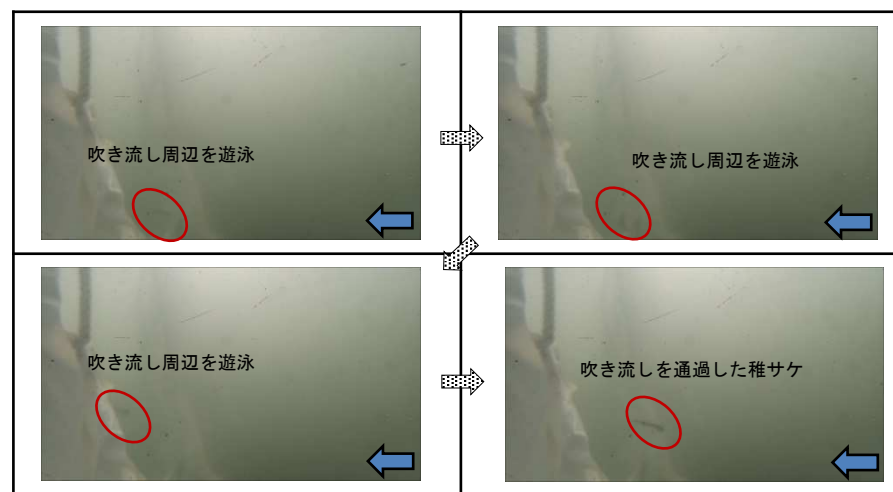
※2放流予定地点（100m上流）は、水戸市水道局の工事が実施されていたことから、放流位置を下流方向へ約20m移動した。

【吹-1試験】※取水無し

- 迷入魚1尾:通過魚1尾(稚サケ)、張付魚0尾
- ほとんどの稚サケは岸側を下流に向かって遊泳
- 吹き流しに沿って流心方向へ遊泳する行動を確認
- 吹き流しを通過する行動を確認(試験施設側⇒流心側)
- 吹き流し施設側での遊泳を確認



吹き流しを通過する稚サケ (試験施設側⇒流心側)

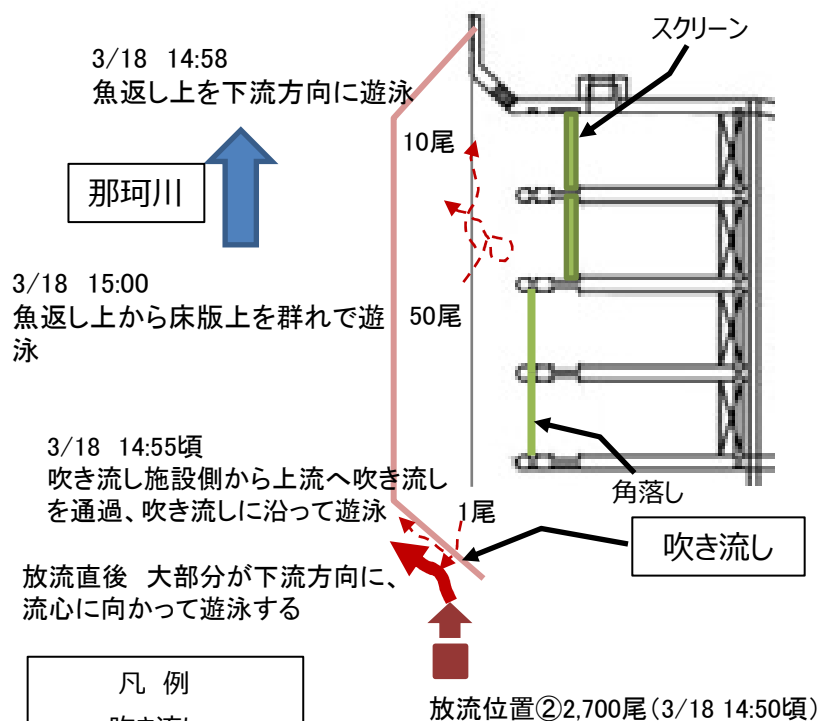


← 那珂川下流方向

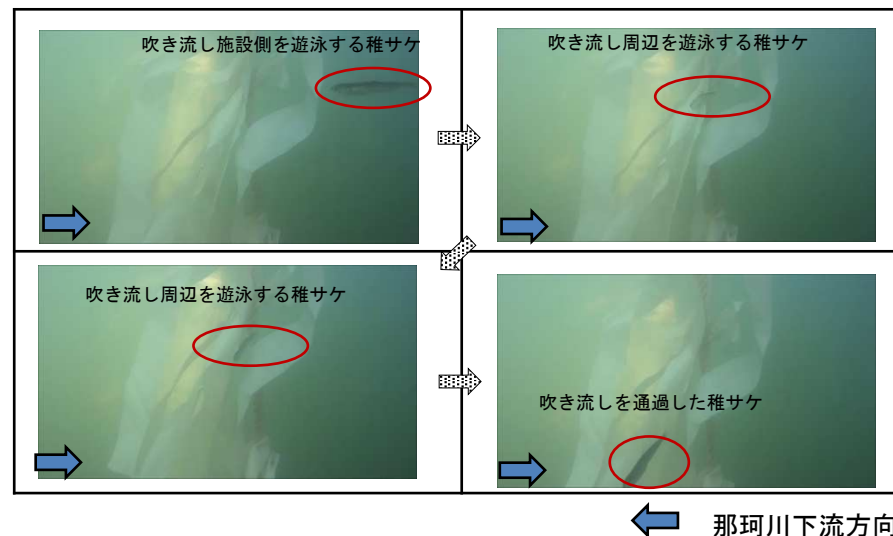
図面上の滞留魚の尾数は目視による参考値であり、試験における投網での計測数と異なる。

【吹-1試験】※取水無し

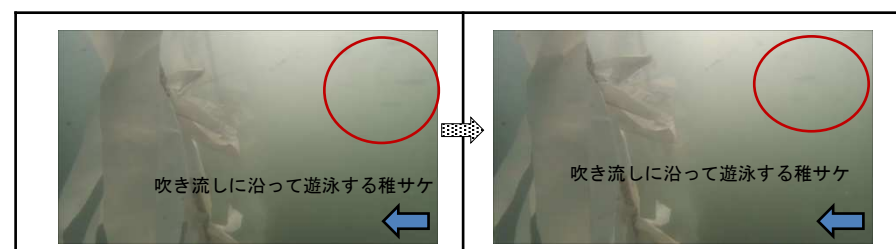
- 迷入魚1尾：通過魚1尾（稚サケ）、張付魚0尾
- ほとんどの稚サケは流心に向かって遊泳
- 吹き流しに沿って流心方向へ遊泳する行動を確認
- 吹き流しを通過する行動を確認（試験施設側⇒流心側）
- 吹き流し施設側での遊泳を確認



吹き流しを通過する稚サケ（試験施設側⇒流心側）



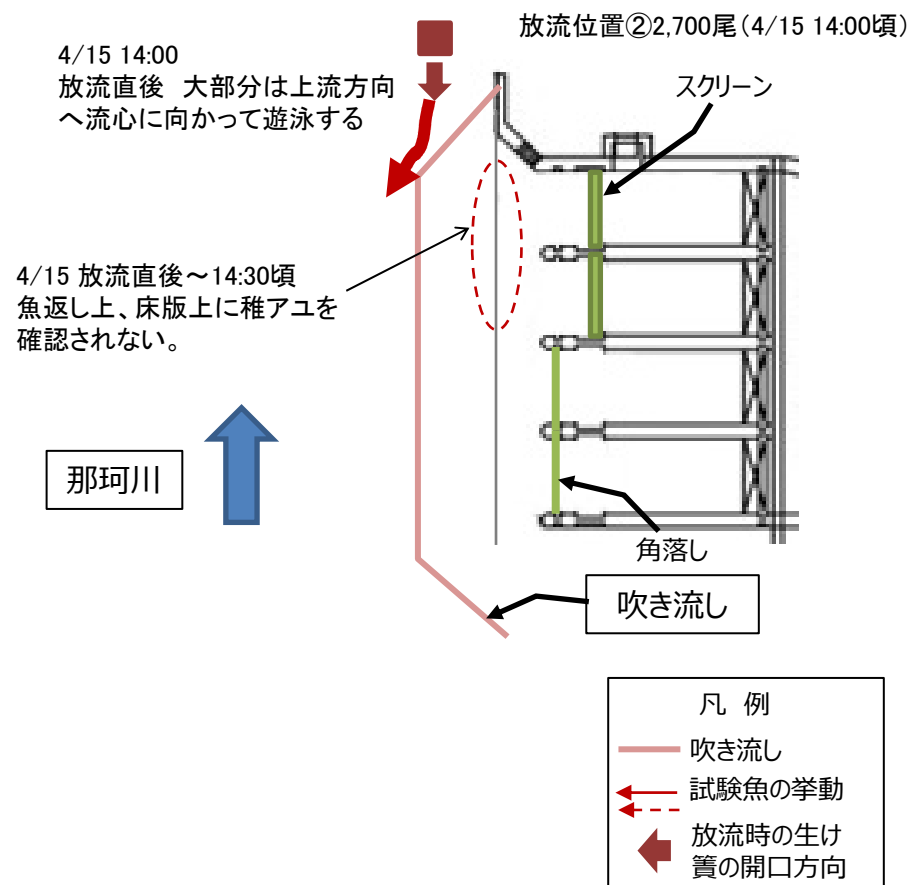
吹き流しに沿って遊泳する稚サケ



図面上の滞留魚の尾数は目視による参考値であり、試験における投網での計測数と異なる。

【吹-2試験】※取水無し

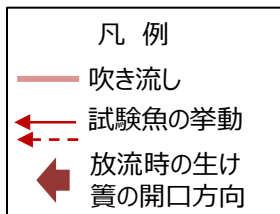
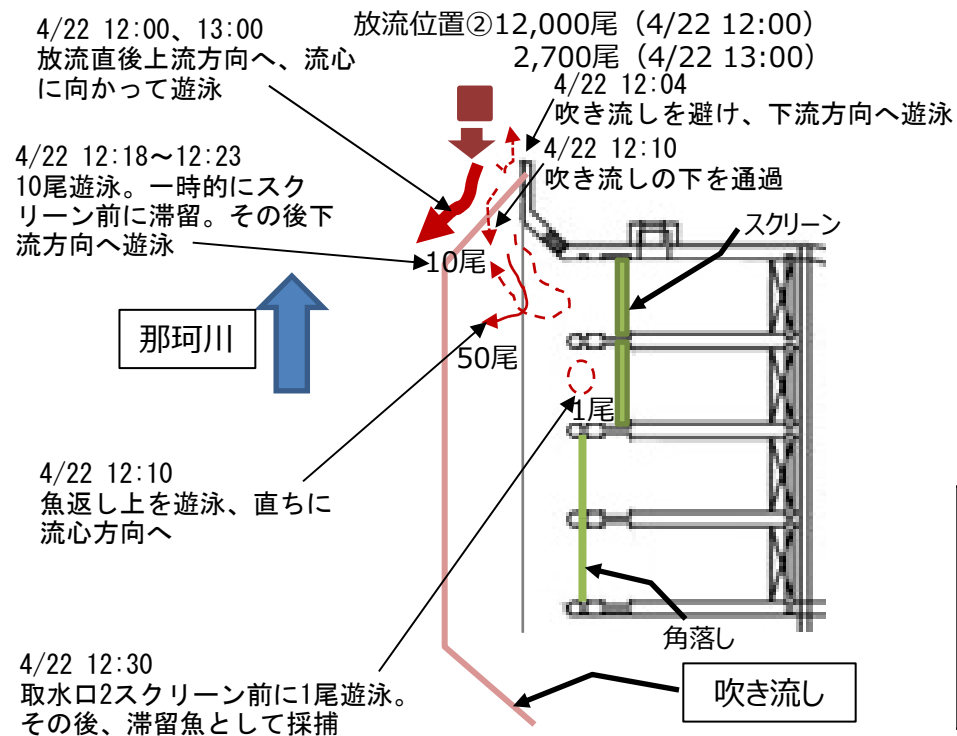
- 迷入魚0尾：通過魚0尾、張付魚0尾
- ほとんどの稚アユは流心に向かって遊泳
- 吹き流し施設側での遊泳は確認できず



魚の挙動が見受けられず映像が撮れていないため未掲載

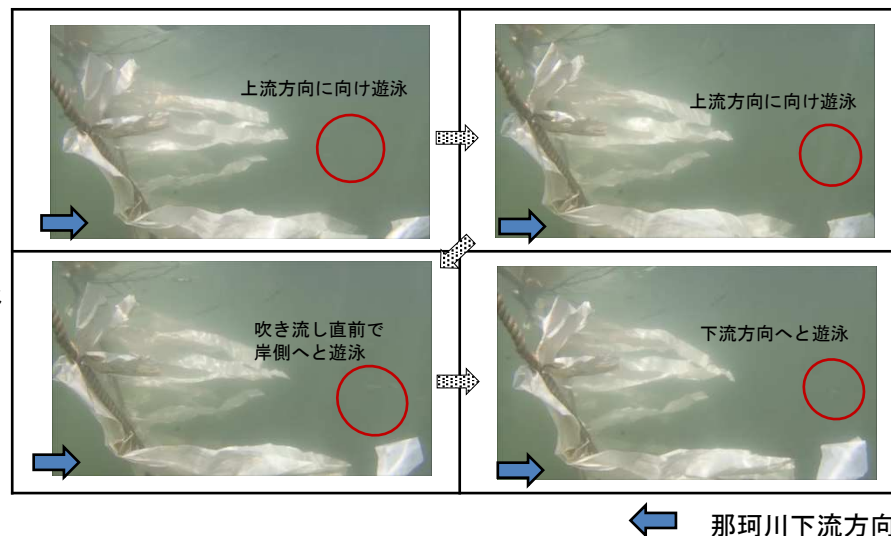
【吹-4試験】※取水無し

- 迷入魚0尾：通過魚0尾、張付魚0尾
- ほとんどの稚アユは流心に向かって遊泳
- 吹き流しに沿って流心方向へ遊泳する行動を確認
- 吹き流しの下を通過する行動を確認（流心側⇒試験施設側）

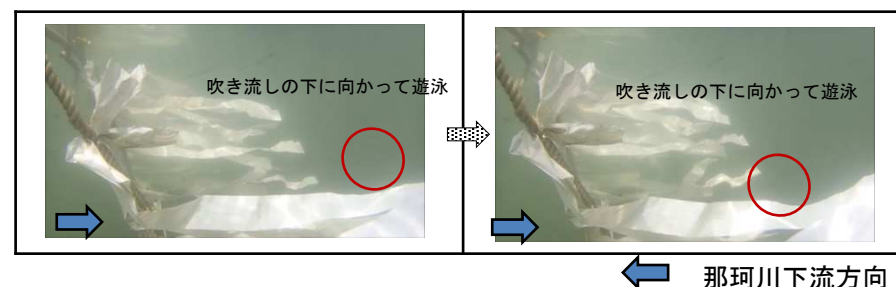


図面上の滞留魚の尾数は目視による参考値であり、試験における投網での計測数と異なる。

吹き流しに沿って遊泳する稚アユ



吹き流しの下を通過する稚アユ (流心側⇒試験施設側)



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

7. 2. 1 迷入量及び忌避行動調査

①目的	スクリーンと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試験魚の迷入量、忌避行動及びゴミの付着状況を調査する。 除塵ネットは、スクリーンに付着するゴミの量を低減する効果と魚類を取水口より遠ざけ本川上下流へ誘導する効果を期待している。
-----	---

②調査時期	2月～5月に4回実施する。1回あたり24時間以上実施する。
-------	-------------------------------

③-1計測項目 ・計測方法	スクリーンと除塵ネット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。
------------------	--

計測項目	計測方法等	計測内容		観測方法
迷入防止効果	●試験魚（稚アユ・稚サケ）の放流を行い、スクリーンと除塵ネットの通過状況を確認 ●放流位置は4地点 1：稚サケは取水口上端から100m上流、近傍 稚アユは取水口下端から100m下流、近傍 2：除塵ネット直近	除塵ネット通過魚 （スクリーンの前面で遊泳する魚類）		除塵ネット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、14:00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（14:00は2月3月調査のみ）
		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、14:00に実施（14:00は2月3月調査のみ）
		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各地点1回、3,000or12,000尾を放流する	除塵ネット付近の魚	・ 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
			・ 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除塵ネット付近の状況を撮影
		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

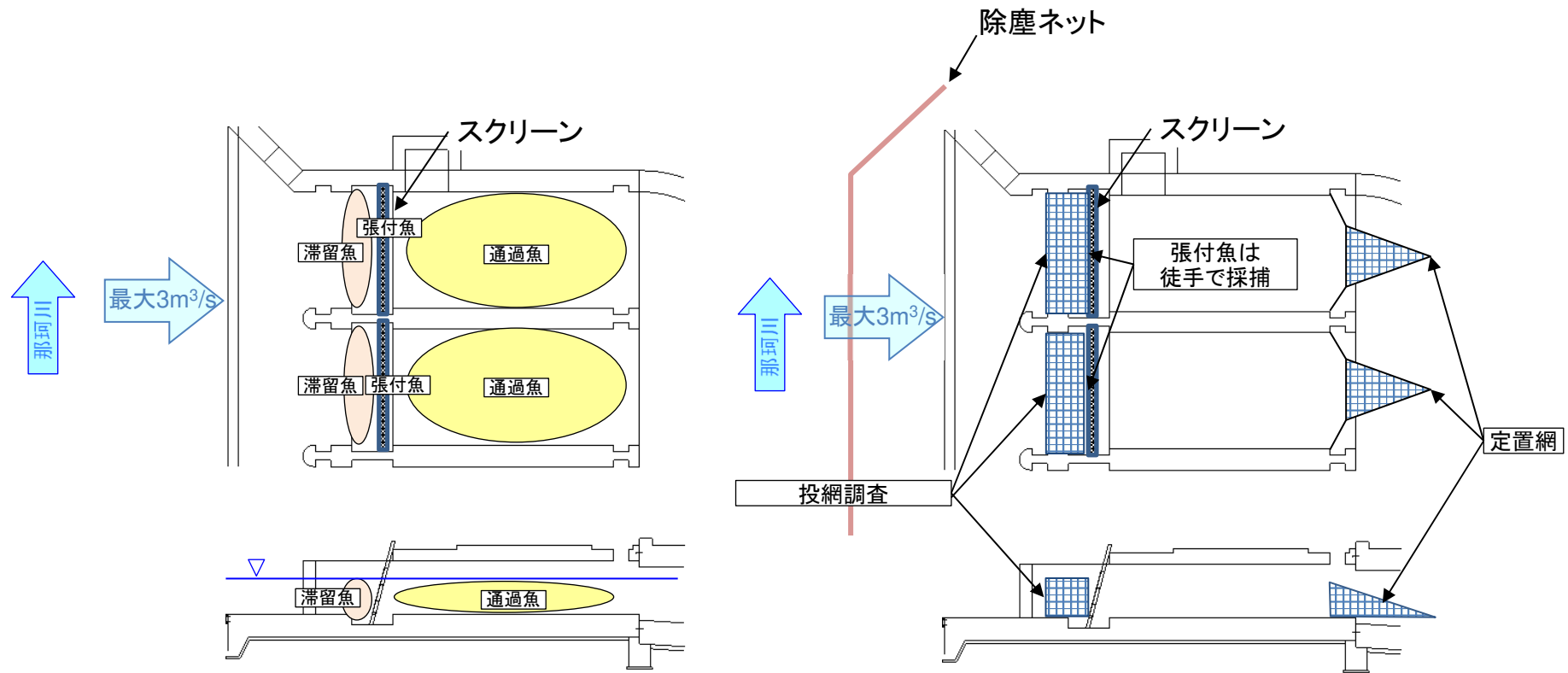
③-2 計測項目 ・計測方法	スクリーンを通過するもの（通過魚）およびスクリーンに張り付いたもの（張付魚）に分類し計測する。 ※計測項目・計測方法は次頁参照
-------------------	--

※ 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。

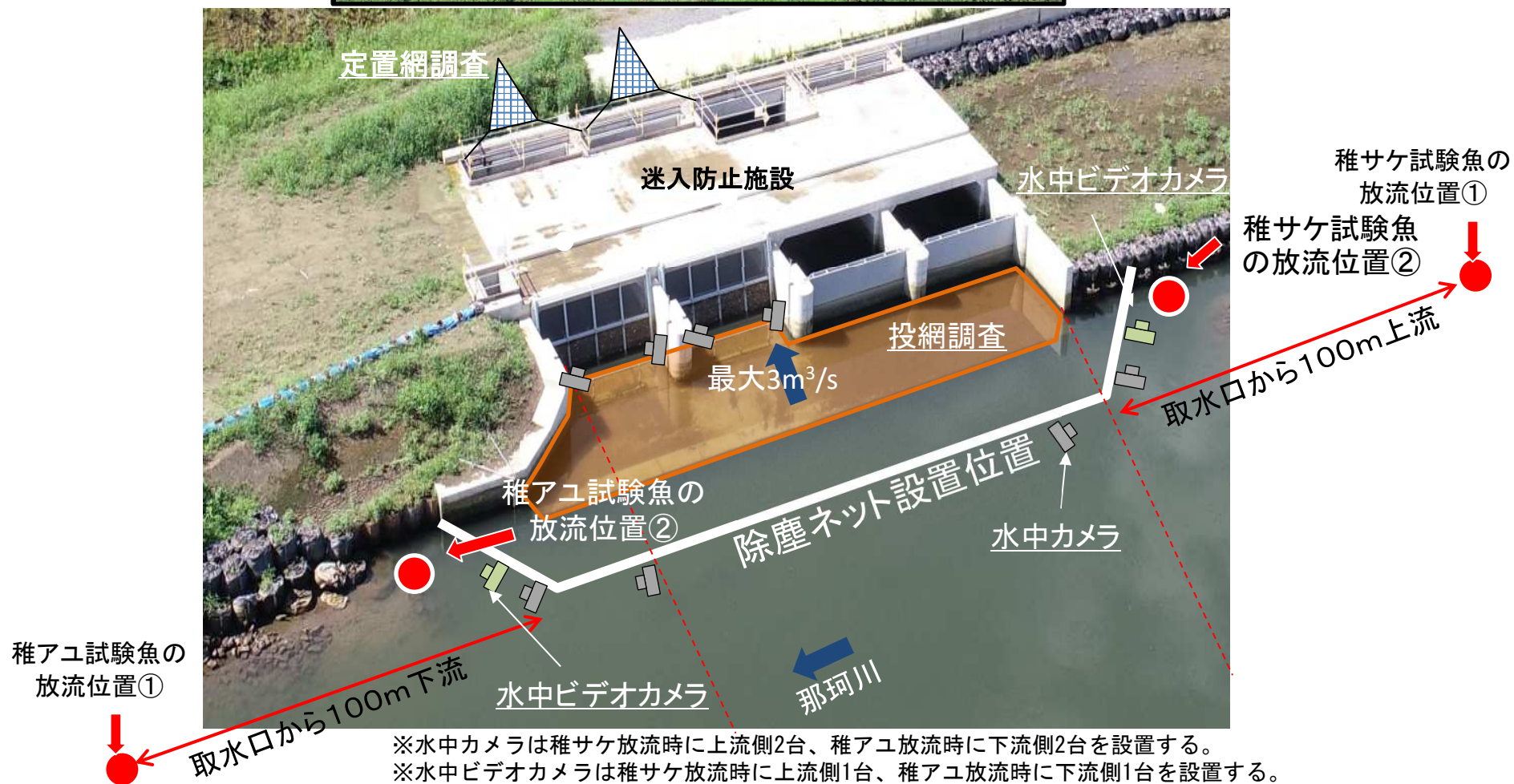
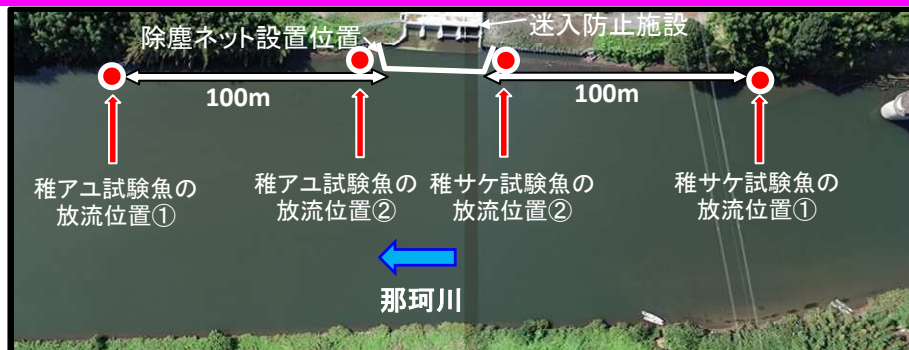
※ 水温と濁度は、取水口近傍の表層（2点）で計測。

※ 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】



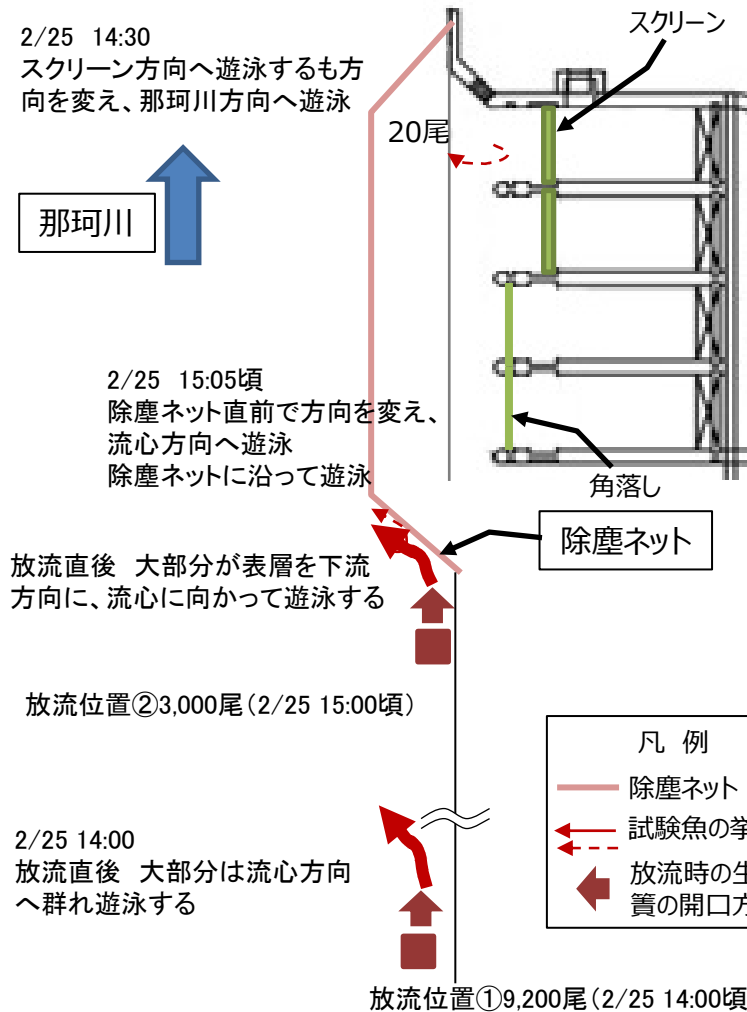
※水中カメラは稚サケ放流時に上流側2台、稚アユ放流時に下流側2台を設置する。
 ※水中ビデオカメラは稚サケ放流時に上流側1台、稚アユ放流時に下流側1台を設置する。
 ※水位中カメラ、水中ビデオカメラの設置位置は濁りの状況等を踏まえて適宜設定した。

- ・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12,000尾に対して0～2尾がスクリーンを通過した。
- ・稚アユは放流約3,000～12,000尾に対して1尾がスクリーンに張り付いたが、スクリーンを通過した個体は確認できなかった。

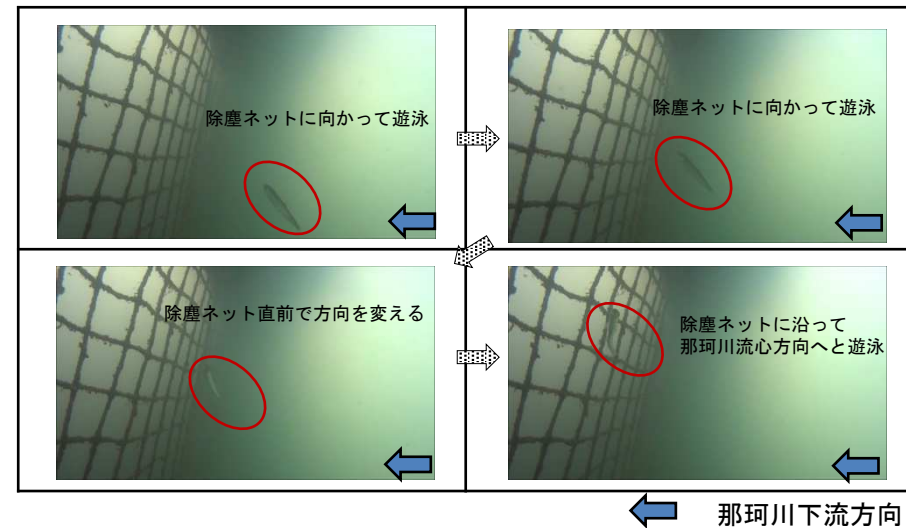
ケース	スクリーン 目合い	試験 日時	取水 状況	稚サケ試験魚 放流	採捕時間			結果概要	備考
					滞留魚	通過魚	張付魚		
除-1	15mm	2/25 10:00 ～ 2/26 14:00	取水 なし	・総放流尾数：稚サ ケ12,200尾 ・9,200尾（除塵ネッ ト上流80m※ ¹ ） ・3,000尾（除塵ネッ ト近傍2m）	12:00,14:30, 15:00,15:30,16:00, 18:00,21:00,0:00 3:00,6:00, 9:00,12:00, 14:00	12:00,15:00, 18:00,21:00, 0:00,3:00, 6:00,9:00, 12:00,14:00	14:00 （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。 ・稚サケ滞留尾数：1尾 ・稚サケ通過尾数：0尾 ・稚アユ 滞留、通過尾数：0尾	流量条件 が基準に 達せず取 水中止
除-2	10mm	3/8 10:00 ～ 3/9 14:00	取水 なし	・総放流尾数稚サ ケ：11,700尾 ・8,700尾（除塵ネッ ト近傍2m） ・3,000尾（除塵ネッ ト近傍2m）	12:00,14:30, 15:00,15:30,16:00, 18:00,21:00,0:00 3:00,6:00, 9:00,12:00, 14:00	12:00,15:00, 18:00,21:00, 0:00,3:00, 6:00,9:00, 12:00,14:00	14:00 （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。 ・稚サケは除塵ネットに対して忌避 行動を示した。 ・稚サケ滞留尾数0尾 ・稚サケ通過尾数：2尾 ・稚アユ 滞留、通過尾数：0尾	同上
除-3	15mm	5/20 10:00 ～ 5/21 12:00	最大 3m ³ /s	・総放流尾数稚ア ユ：12,000尾 ・9,000尾（除塵ネッ ト下流100m） ・3,000尾（除塵ネッ ト近傍2m）	12:00,12:30,13:00, 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	12:00 （試験終 了時）	・ほとんどの稚アユは放流直後に 流心側に移動する。 ・稚サケ滞留、通過尾数：0尾 ・稚アユ滞留、通過尾数：0尾 ・ニホンナギ張付尾数：1尾	
除-4	10mm	5/24 10:00 ～ 5/25 12:00	最大 3m ³ /s	・総放流尾数稚ア ユ：3000尾 ・3,000尾（除塵ネッ ト近傍2m）	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	12:00 （試験終 了時）	・ほとんどの稚アユは放流直後に 流心側に移動する。 ・稚アユ張付尾数：1尾	

【除-1試験】※取水無し

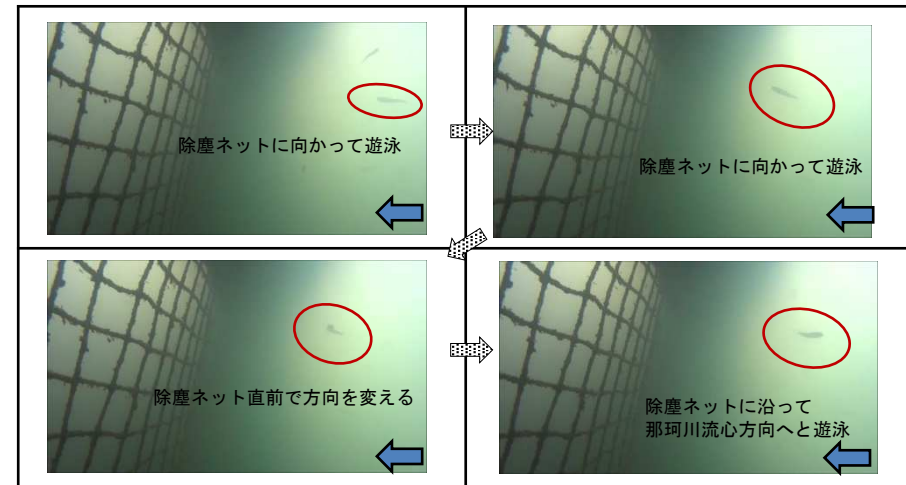
- 迷入魚0尾：通過魚0尾、張付魚0尾
- ほとんどの稚サケは流心に向かって遊泳
- 除塵ネット直前で方向を変え、除塵ネットに沿って遊泳する行動を確認



除塵ネット直前で方向転換する稚サケ（その1）



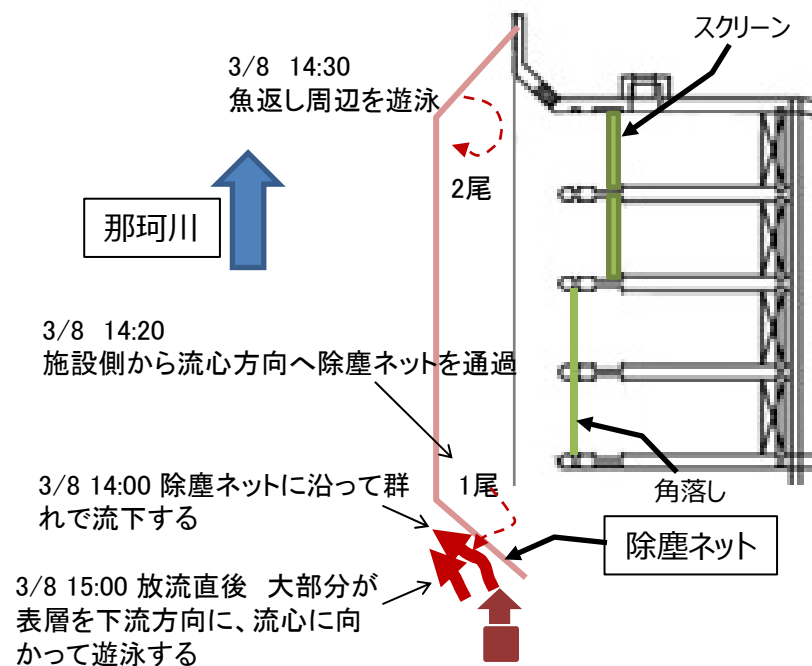
除塵ネットに沿って遊泳する稚サケ（その2）



図面上の滞留魚の尾数は目視による参考値であり、試験における投網での計測数と異なる。

【除-2試験】※取水無し

- 迷入魚2尾:通過魚2尾(稚サケ)、張付魚0尾
- ほとんどの稚サケは流心に向かって遊泳
- 除塵ネットに沿って遊泳する行動を確認
- 除塵ネットを通過する行動を確認(試験施設側⇒流心側)



放流位置②8,700尾(3/8 14:00頃)

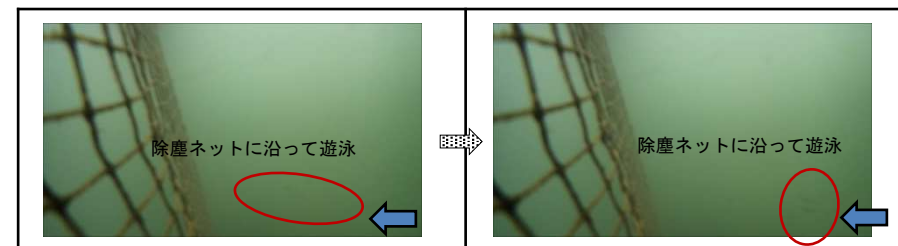
放流位置②3,000尾(3/8 15:00頃)

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

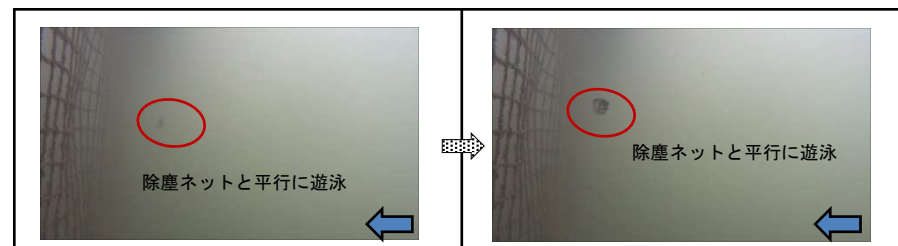
図面上の滞留魚の尾数は目視による参考値であり、試験における投網での計測数と異なる。

除塵ネットに沿って遊泳する稚サケ (その1)



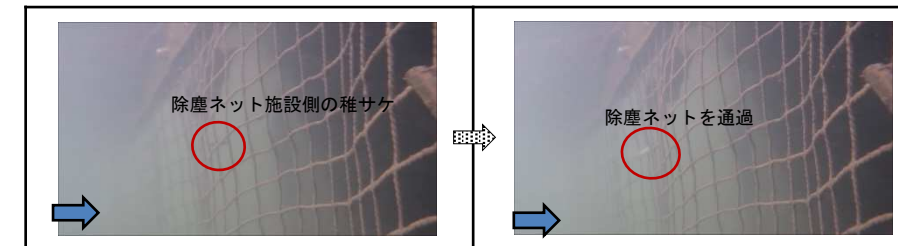
← 那珂川下流方向

除塵ネットに沿って遊泳する稚サケ (その2)



← 那珂川下流方向

除塵ネットを通過する稚サケ (試験施設側⇒流心側)



← 那珂川下流方向

【除-3試験】※取水有り

- 迷入魚1尾：通過魚0尾、ニホンウナギ張付魚1尾
- ほとんどの稚アユは流心に向かって遊泳
- 除塵ネットに沿って遊泳する行動を確認
- 除塵ネット直前で方向を変え、除塵ネットに沿って遊泳する行動を確認

放流位置①12,000尾(5/20 12:30)

5/20 12:30

放流直後 上流方向へ、流心
に向かって遊泳

放流位置②3,000尾(5/20 13:15)

5/20 13:15

放流直後 上流方向へ、流心
に向かって遊泳

5/20 13:17
約50尾が除塵ネットを通過。
魚返しの流心側を遊泳

床板上では確認されず

那珂川

凡 例

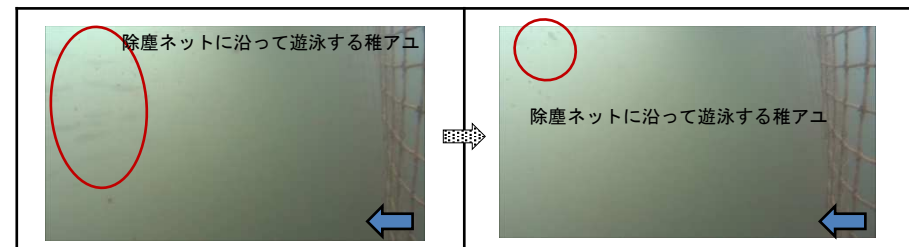
- 除塵ネット
- ← 試験魚の挙動
- ← 放流時の生け簀の開口方向

スクリーン

角落し

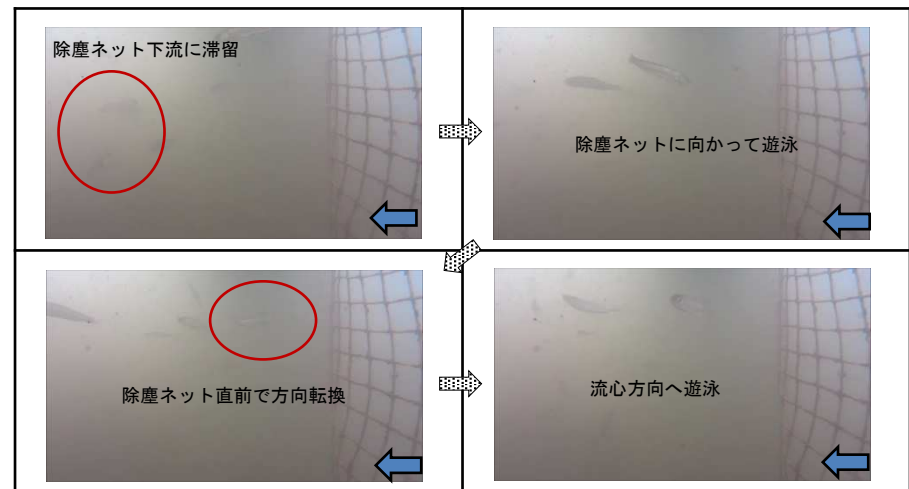
除塵ネット

除塵ネットに沿って遊泳する稚アユ



← 那珂川下流方向

除塵ネット直前で方向転換する稚アユ

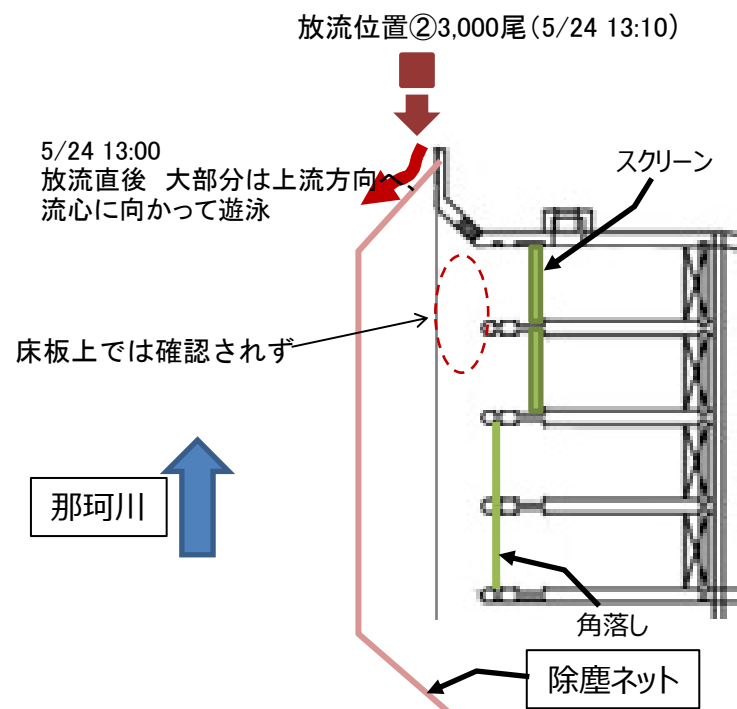


← 那珂川下流方向

図面上の滞留魚の尾数は目視による参考値であり、試験における投網での計測数と異なる。

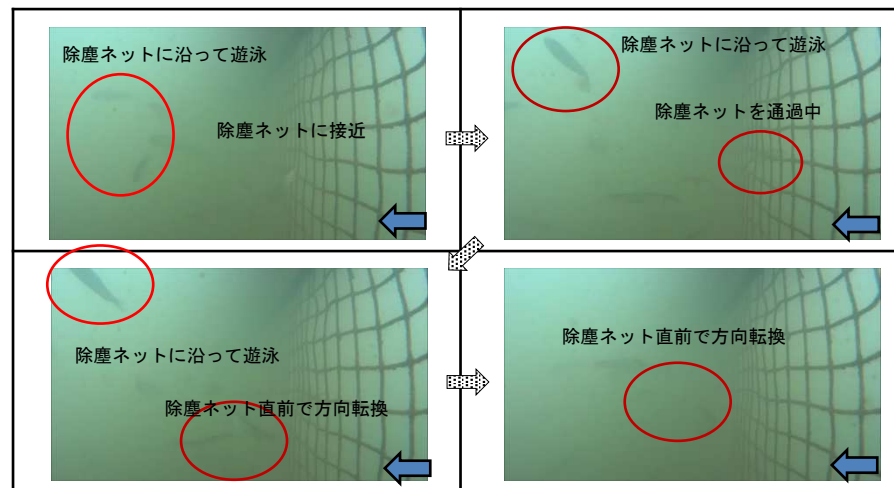
【除-4試験】※取水有り

- 迷入魚1尾:通過魚0尾、張付魚1尾(稚アユ)
- ほとんどの稚アユは流心に向かって遊泳
- 除塵ネットに沿って遊泳する行動を確認
- 除塵ネット直前で方向を変え、除塵ネットに沿って遊泳する行動を確認
- 除塵ネットを通過する行動を確認



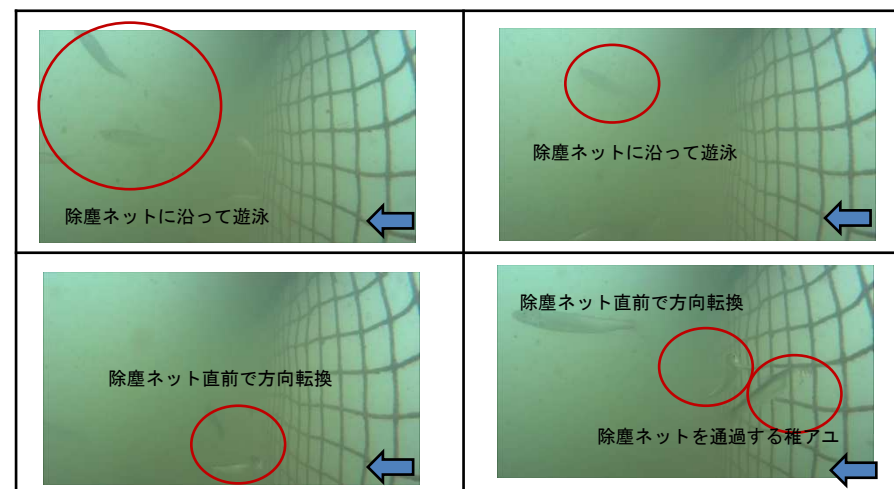
- 凡 例
- 除塵ネット
 - ← 試験魚の挙動
 - ← 放流時の生け簀の開口方向

除塵ネットに沿って遊泳する稚アユ



← 那珂川下流方向

除塵ネットに沿って遊泳、除塵ネット前で方向転換する稚アユ

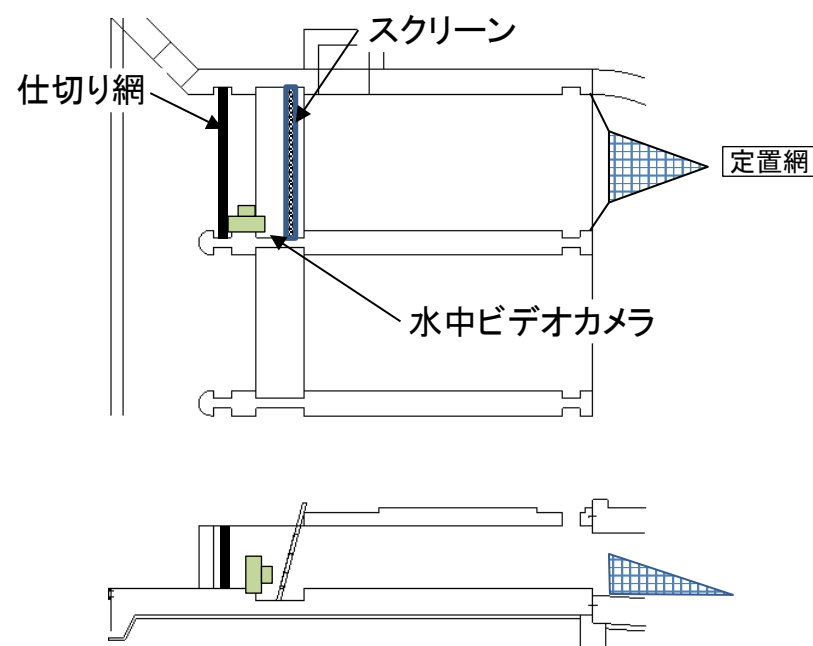
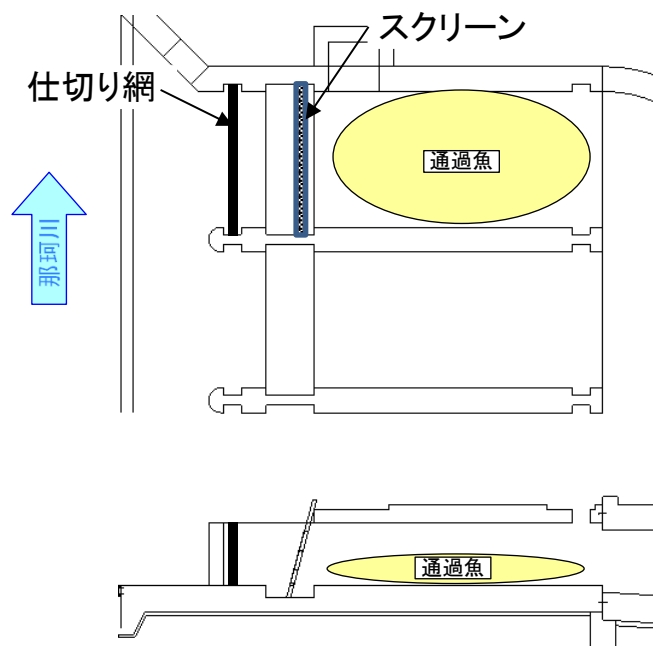


← 那珂川下流方向

●仕切り網を設置したスクリーン忌避行動調査

吹き流しや除塵ネットを通過してスクリーン近傍に到達する稚サケの尾数は10尾程度と少ない。スクリーンに対する忌避行動をより多くの試験魚で確認するために、スクリーン前面を仕切り網で囲いスクリーン近傍に遊泳する状況を強制的に作り出し忌避行動を調査した。

計測項目	計測方法等	計測内容	観測方法	備考
迷入防止効果	●スクリーン前面の角落し設置位置に仕切り網を設置 ●試験魚(稚アユ・稚サケ)の放流を行い、スクリーンの通過状況を確認 ●放流位置はスクリーンと仕切り網の間。 ●放流尾数300尾	スクリーン通過魚	定置網(片目4mm)を設置して採捕。 試験終了後に採捕	取水無しの実施する
		スクリーン前の魚	水中ビデオカメラを用いて適宜動画を撮影	



通過魚の計測方法

- ・稚サケと稚アユはスクリーンに対して忌避行動を示した。
- ・稚サケは放流魚約300尾に対して0～13尾がスクリーンを通過した。
- ・稚アユは放流魚約300尾に対して0～2尾がスクリーンを通過した。

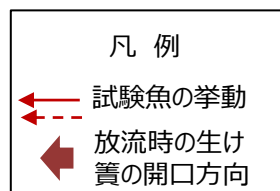
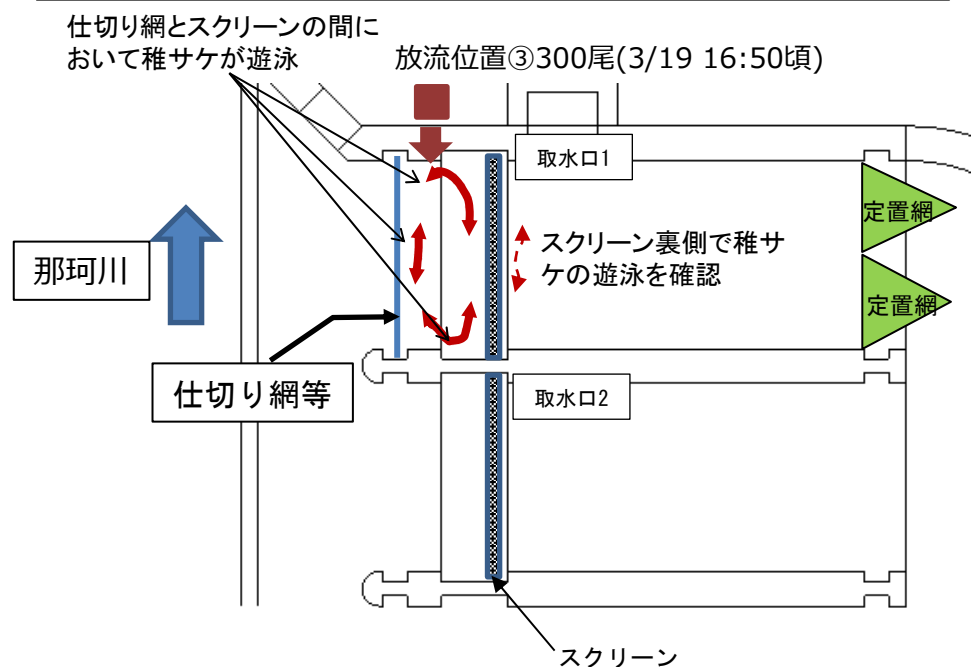
ケース	スクリーン目合い	試験日時	取水状況	稚アユ・稚サケ試験魚放流	採捕時間			結果概要	備考
					滞留魚	通過魚	張付魚		
補-1※1	15mm	3/19 16:50 ～ 3/20 8:00	取水なし	・スクリーン前: 稚サケ 300尾	—	3/20 8:00	同左	・稚サケはスクリーンに対して忌避行動を示した。 ・稚サケ通過尾数: 13尾 ・稚サケ張付尾数: 0尾	取水無し
補-2※1	15mm	2/26 15:50 ～ 2/27 8:00	取水なし	・スクリーン前: 稚サケ 300尾	—	2/27 8:00	同左	・稚サケはスクリーンに対して忌避行動を示した。 ・稚サケ通過、張付尾数: 0尾	同上
補-3※1	10mm	3/9 15:50 ～ 3/10 8:00	取水なし	・スクリーン前: 稚サケ 300尾	—	3/10 8:00	同左	・稚サケはスクリーンに対して忌避行動を示した。 ・稚サケ通過、張付尾数: 0尾	同上
補-4※1	15mm	4/16 16:10 ～ 4/17 8:00	取水なし	・スクリーン前: 稚アユ 300尾	—	4/17 8:00	同左	・稚アユはスクリーンに対して忌避行動を示した。 ・稚アユ通過尾数: 2尾 ・稚アユ張付尾数: 0尾	・取水無し ・結果未掲載※2
補-5※1	10mm	4/23 15:40 ～ 4/24 8:00	取水なし	・スクリーン前: 稚アユ 300尾	—	4/24 8:00	同左	・稚アユはスクリーンに対して忌避行動を示した。 ・稚アユ通過、張付尾数: 0尾	・取水無し ・結果未掲載※2

※1スクリーン前に仕切り網を設置し、スクリーンと仕切り網間に試験魚を放流した。

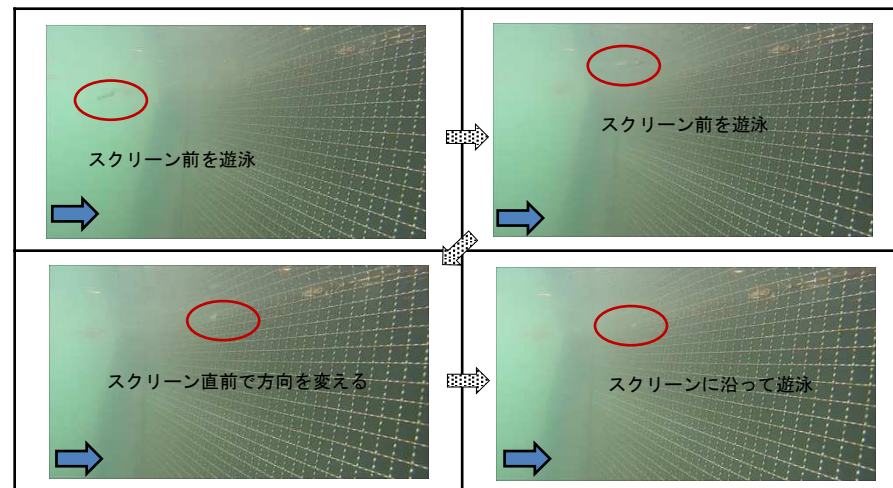
※2魚の挙動が見受けられず映像が撮れていないため次頁以降の個別結果掲載省略

【補-1試験】※取水無し

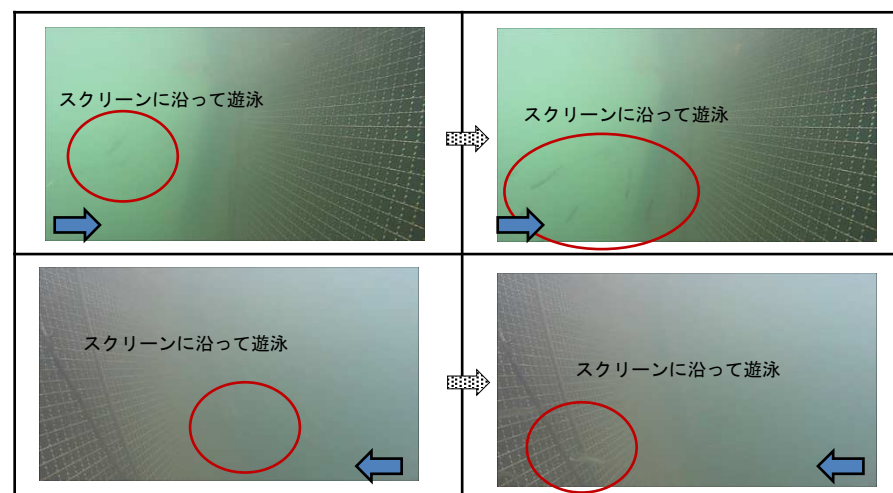
- 迷入魚13尾：通過魚13尾（稚サケ）、張付魚0尾
- 仕切り網付近を遊泳し、スクリーンに接近せず
- スクリーン裏側で稚サケの遊泳を確認
- スクリーン直前で方向を変え、スクリーンと平行に遊泳する行動を確認



スクリーン直線で方向転換する稚サケ



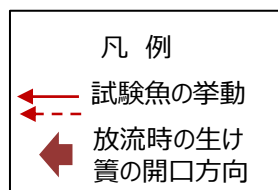
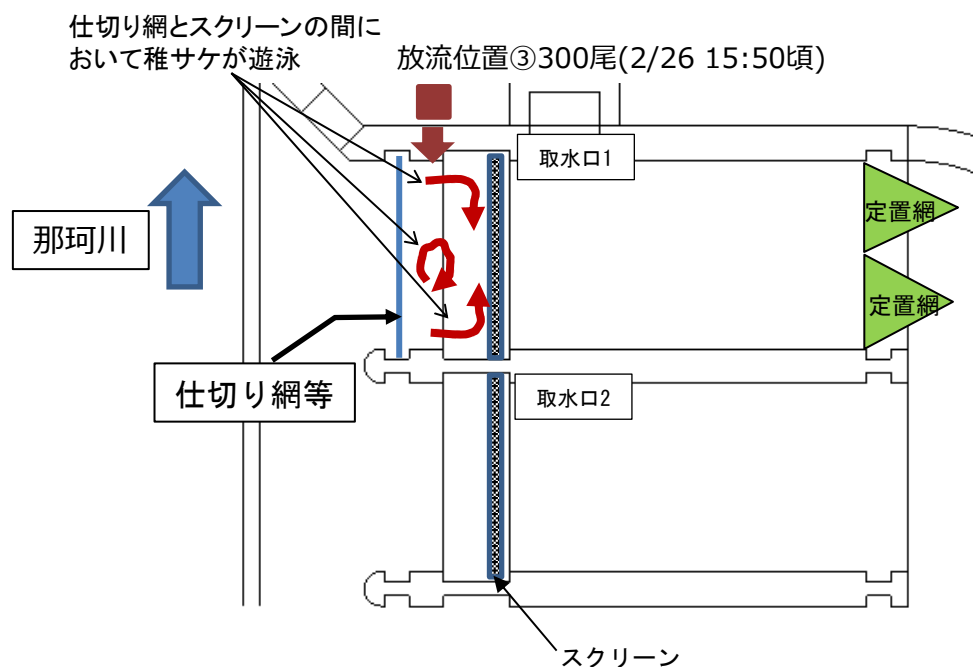
スクリーンに沿って遊泳する稚サケ



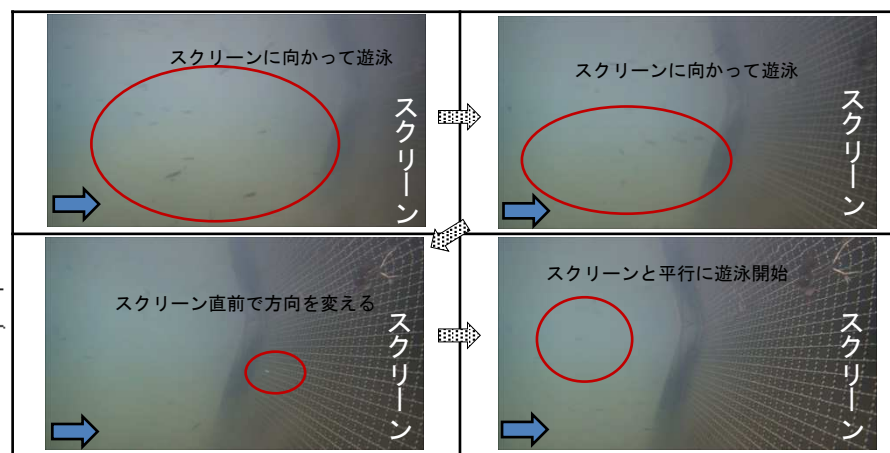
← 取水時の流れ (Flow direction during water intake)

【補-2試験】※取水無し

- 迷入魚0尾：通過魚0尾、張付魚0尾
- 仕切り網付近を遊泳し、スクリーンに接近せず
- スクリーン直前で方向を変え、スクリーンと平行に遊泳する行動を確認

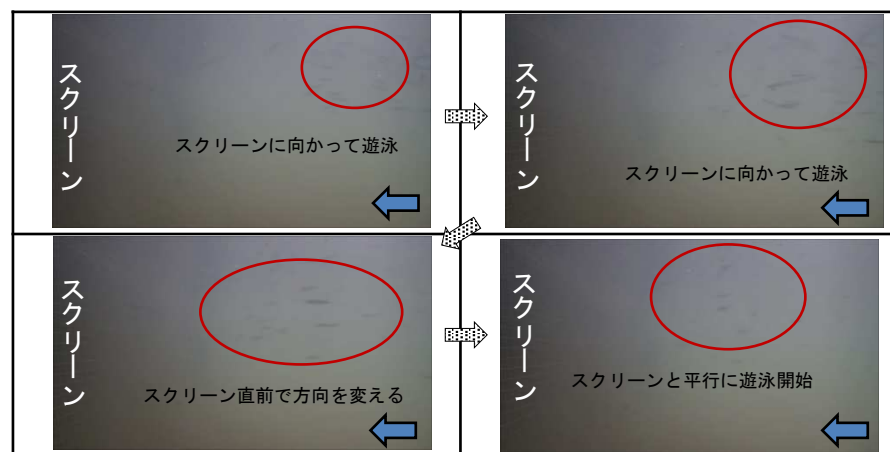


スクリーン直線で方向転換する稚サケ（その1）



← 取水時の流れ

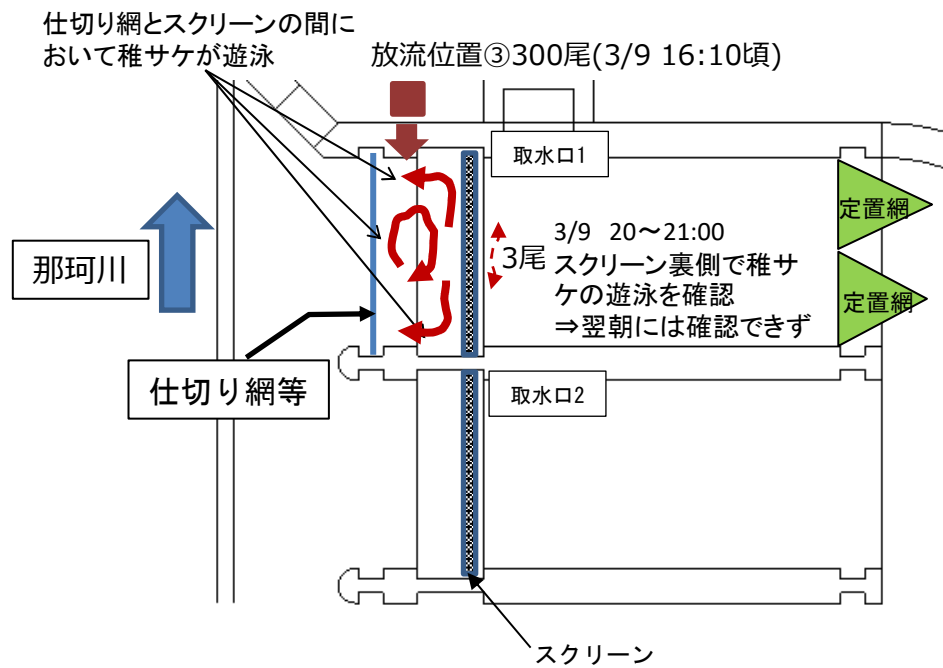
スクリーン直線で方向転換する稚サケ（その2）



← 取水時の流れ

【補-3試験】※取水無し

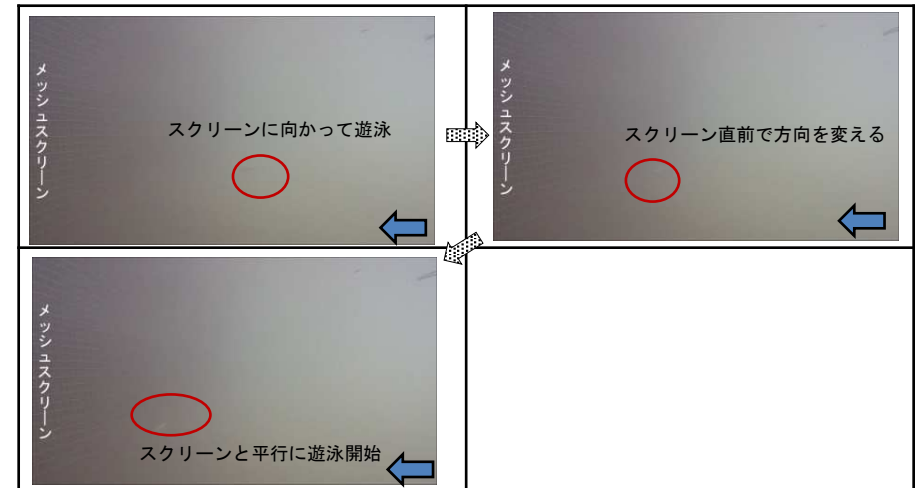
- 迷入魚0尾：通過魚0尾、張付魚0尾
- スクリーン裏側で稚サケの遊泳を確認
- スクリーンと平行に遊泳する行動を確認



凡 例

- ← 試験魚の挙動
- ← 放流時の生け簀の開口方向

スクリーンと平行に遊泳する稚サケ



← 取水時の流れ

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

7. 2. 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

7. 2. 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

令和元年7月～9月（除塵ネット無し）、令和2年7月～9月（除塵ネット有り）

		除塵ネット無し(令和元年)	除塵ネット有り(令和2年)
スクリーン目合い	15mm	2回	2回
	10mm	4回	2回
	5mm	4回	1回

③計測項目・計測方法

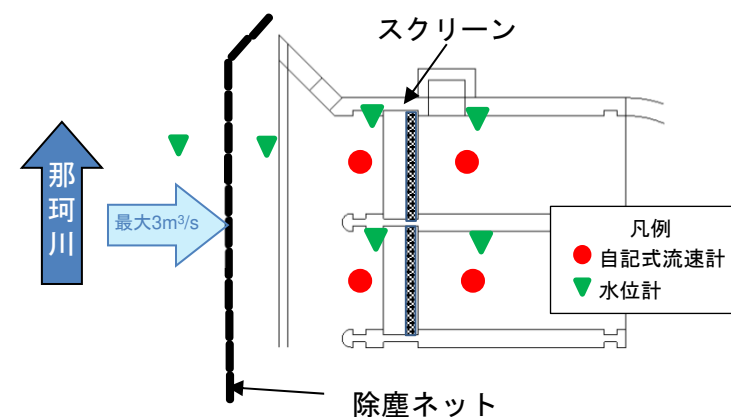
- スクリーン前後の水位・流速、除塵ネット前後の水位を計測する。
- スクリーンに対するゴミの付着状況とゴミの付着量、除塵ネットに対するゴミ付着状況を把握する。

●観測項目

観測項目	場所	数量	備考
水位	・除塵ネット那珂川側、機場側 ・スクリーン那珂川側、機場側	4	各試験回開始～終了まで連続観測
流速	・スクリーン那珂川側、機場側	2	
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※

※令和元年度の1回目と2回目の試験は、スクリーンの写真撮影のみでゴミの回収・乾燥重量計測は行っていない

●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	
	2019/8/20～8/24	2019/9/26～9/30	2020/7/15～7/17	2020/7/20～7/22
取水口1				
取水口2				
累加 取水量	149.4千m ³	609.9千m ³	596.4千m ³	584.4千m ³
ゴミ 付着量	98.5g/m ²	4,043.1g/m ²	—	—
単位取水量あ たりのゴミ付 着量	0.7g/m ² /千m ³	6.6g/m ² /千m ³	—	—

※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

ゴミ付着量の“—”は計量していないことを示す。なお、2年目計画においてゴミ付着状況は目視により確認する予定であったが、軽減効果を示すためにはゴミ付着量を計測した方が良いと判断し途中のケースから計測するように変更した。

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	
	2019/8/27～8/31	2019/9/12～9/13	2020/8/11～8/14	2020/8/18～8/28
取水口1				
取水口2				
累加 取水量	790.2千m ³	210.6千m ³	698.4千m ³	1,363.8千m ³
ゴミ 付着量	1,295.8g/m ²	1,615.8g/m ²	131.2g/m ²	682.4g/m ²
単位取水量 あたりのゴミ 付着量	1.6g/m ² /千m ³	7.7g/m ² /千m ³	0.2g/m ² /千m ³	0.5g/m ² /千m ³

※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。

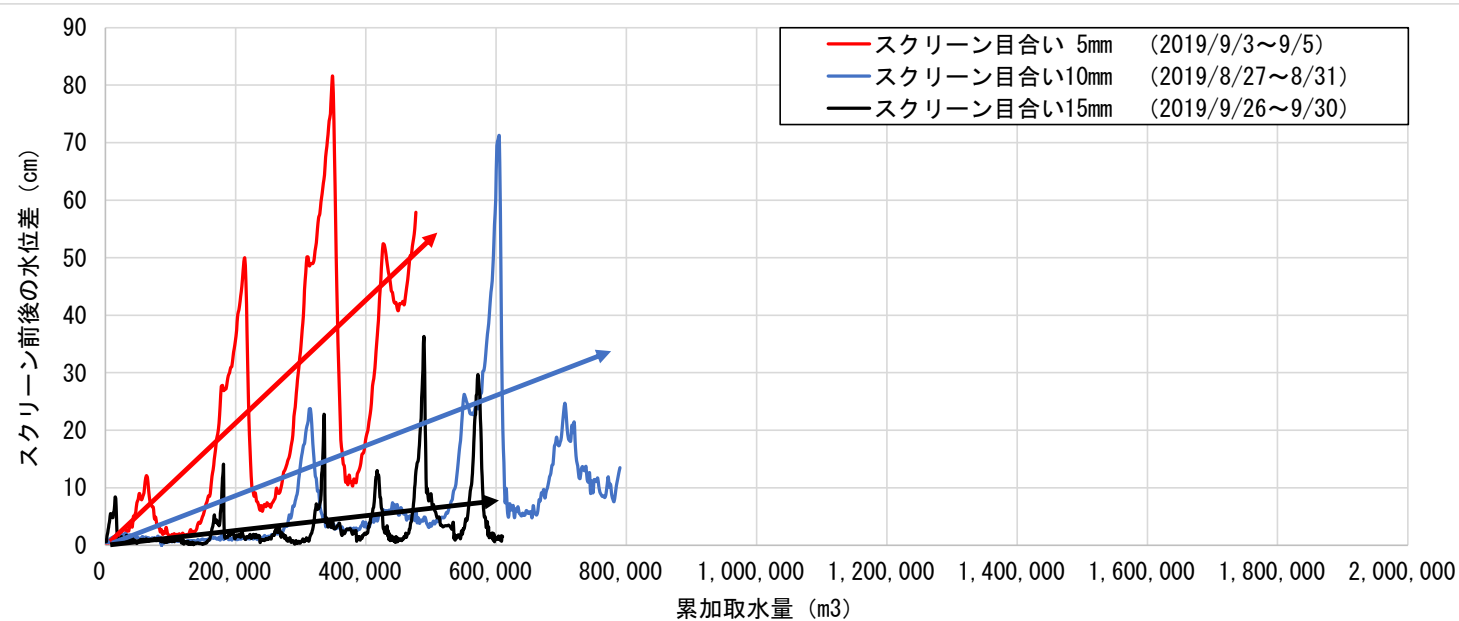
取水期間	除塵ネット無し		除塵ネット有り
	2019/9/6～9/7	2019/9/17～9/19	2020/9/7～9/18
取水口1			
取水口2			
累加 取水量	214.8千m ³	332.1千m ³	1,869千m ³
ゴミ 付着量	257.3g/m ²	8,743.2g/m ²	354.5g/m ²
単位取水量あたりの ゴミ付着量	1.2g/m ² /千m ³	26.3g/m ² /千m ³	0.2g/m ² /千m ³

※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。

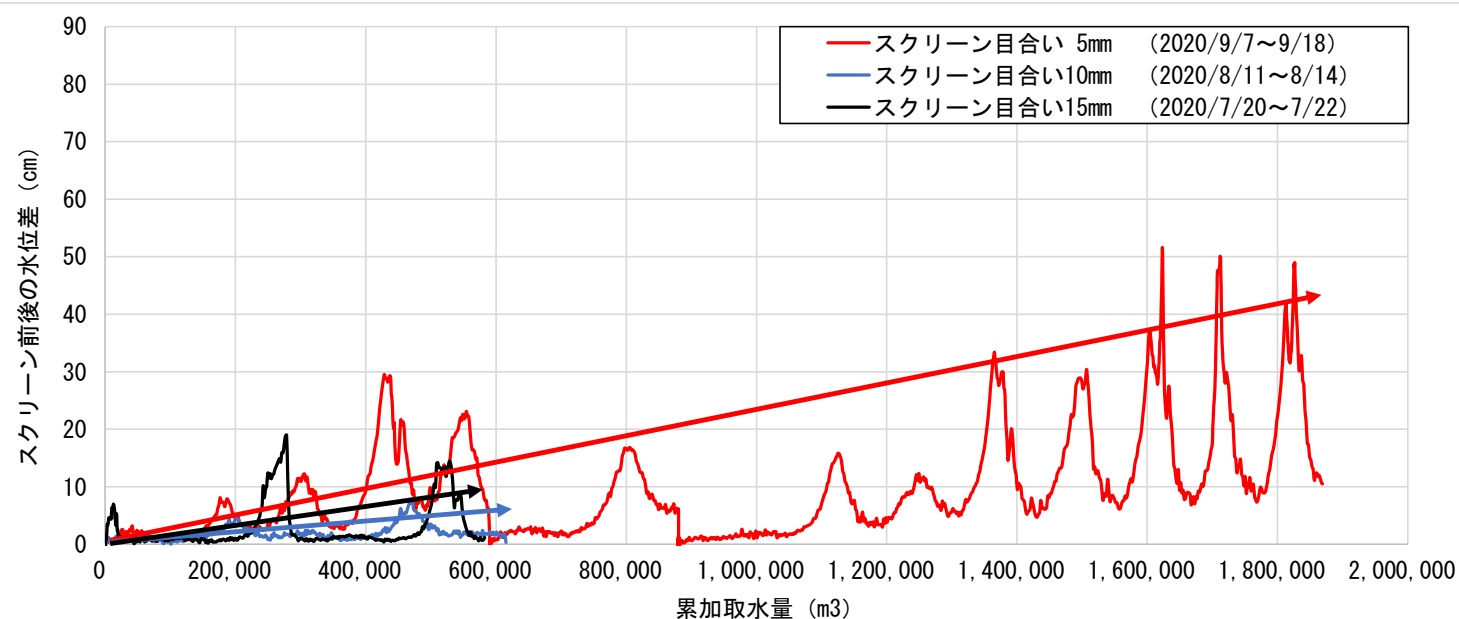
2019/9/17～9/19のゴミ付着量は大型のゴミ（木片；4,800g、イネ科植物（根を含む）；4,700gなど）を含む

除塵ネットを設置すると、スクリーン前後に発生する水位差が小さくなる。

除塵ネット無し



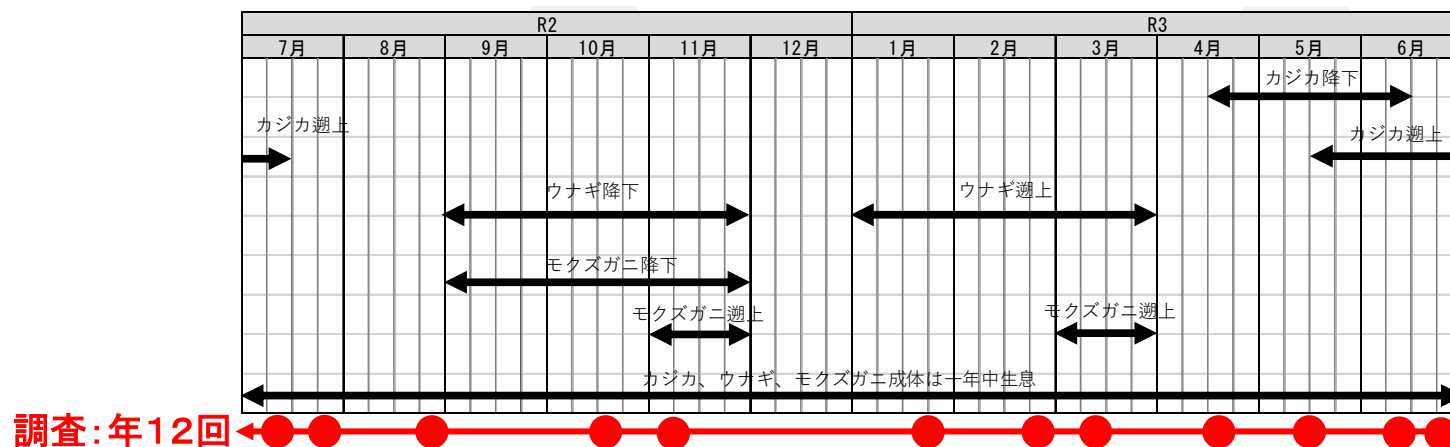
除塵ネット有り



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

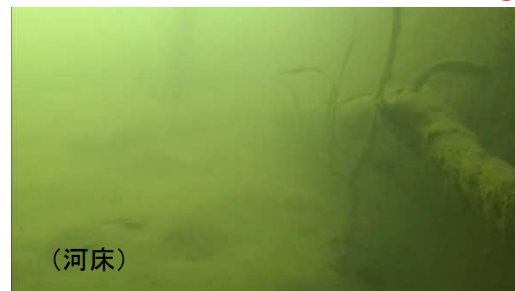
① 目的	魚返し・誘導ロープによる底生魚・底生動物の迷入防止効果を把握するため、魚類迷入試験施設における忌避行動を調査する。 魚返しは取水口底部に、鉛直方向の垂下がり壁を設置することにより、底生魚・底生動物の侵入を防ぐ機能を期待している。また、誘導ロープについては、底生魚・底生動物(主に甲殻類 カジカ、ウナギ、モクズガニ等)を対象に誘導し迷入を防ぐ機能を期待している。
② 調査時期	魚返し・誘導ロープ等による迷入防止効果の調査は、通年で実施する。

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)	年12回実施 1回あたり24時間	令和2年:7/15、7/21、8/31、10/21、11/4、 令和3年:1/20、2/25、3/8、4/22、5/20、6/17、6/28



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



誘導ロープの状況(令和2年6月1日撮影)

③計測項目・
計測方法

魚返し・誘導ロープに対する底生魚・底生生物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。

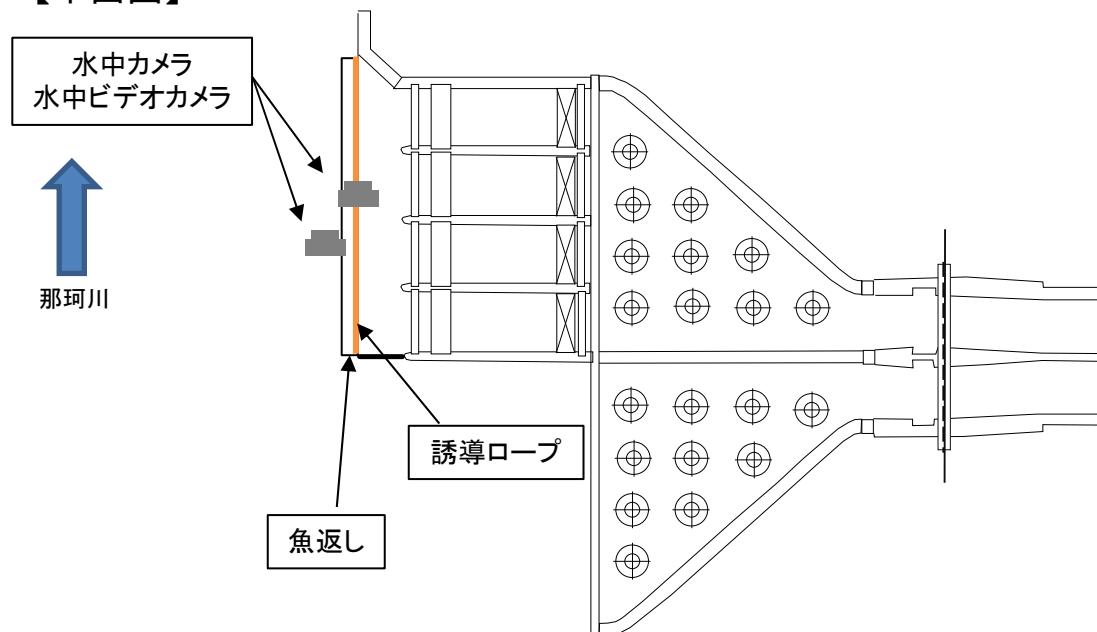
計測内容	計測機器×台数	場所	観測期間
底生魚の 忌避行動 ・誘導状況	・水中カメラ2台 (2門×1箇所)(静止画)	・取水口前面2箇所	・24時間観測。10分ピッチで撮影(夜間ストロボ使用)することを基本とする。
	・水中ビデオカメラ1台 (動画)	・同上	・日中に、水中ビデオカメラで動画を撮影。

※ 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。

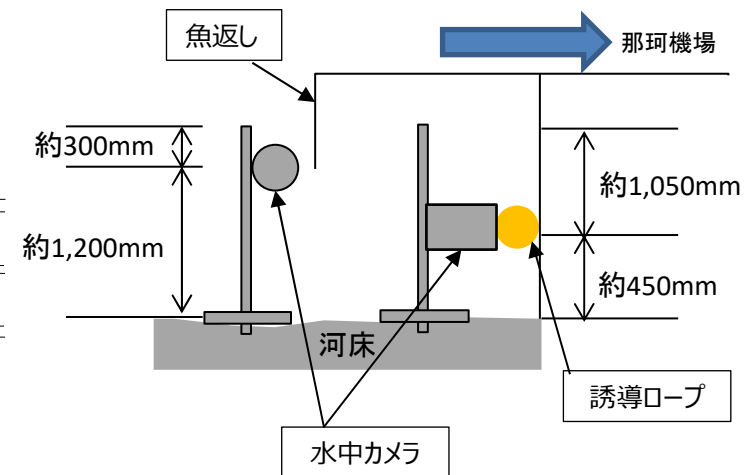
※ 撮影位置は、底生魚・底生生物の行動への影響及び、魚返し・誘導ロープに対する底生魚・底生生物の行動の視認性(河川水の透明度に依存)を踏まえて、適宜設定する。

※ 水温と濁度は那珂川本川の取水口近傍の表層(2点)で計測。

【平面図】



【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)が誘導ロープを利用する状況が確認できた。
- 魚返しの下に底生魚がいることを確認しているが、魚返しが迷入防止効果を発揮している状況は撮影できなかった。これまでの試験を通して、1年目試験時と2年目試験に各1尾(ニホンウナギ)がスクリーンへの張り付きが確認されている。

