

魚類迷入試験試験計画 3年目試験計画(案)

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. 魚類迷入試験 1・2年目試験の概要(総括)
5. 魚類迷入試験 3年目試験の方針
6. 魚類迷入試験
 - 6.1 仔アユ降下量調査
 - 6.2 仔アユ迷入量調査
 - 6.3 稚アユ・稚サケ迷入量調査(メッシュスクリーン試験)
 - 6.4 吹き流し・除塵ネット試験による忌避行動確認(迷入試験)
 - 6.5 魚返し・誘導ロープ試験
7. 今後の進め方について

1. 魚類迷入試験の目的

3

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。



2.魚類迷入試験の対象魚種

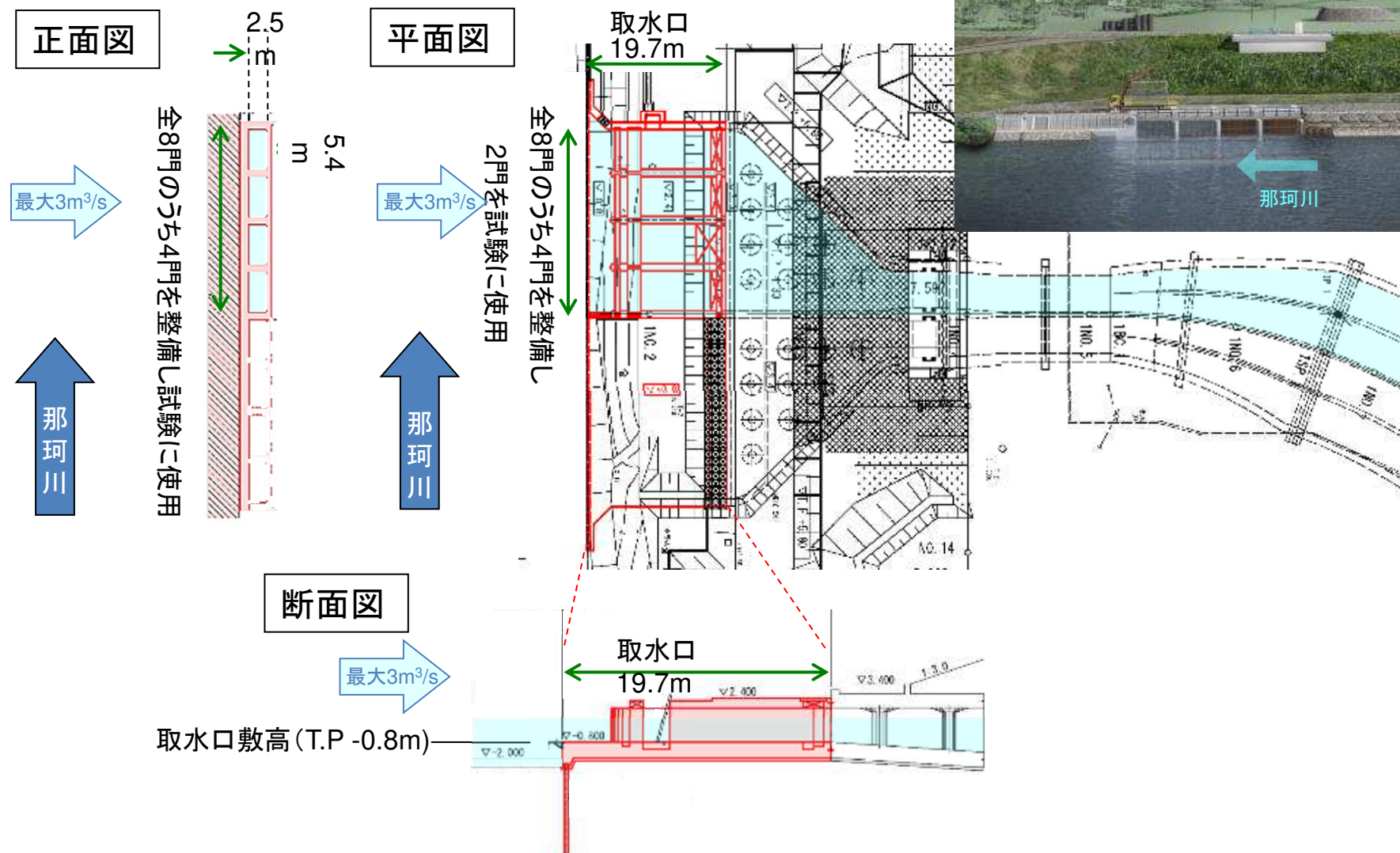
4

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。

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、体長及び遊泳力が大きく、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。

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門から2門を用いて実施する。



4.魚類迷入試験 1・2年目試験の概要（総括）

6

対象魚種	対策案	魚類迷入試験における確認のポイント	魚類迷入試験結果	
			1、2年目試験の総括 ※①、②は確認された試験年数を示す	3年目調査に向けた課題
仔アユ	夜間取水停止	取水を行い仔アユ迷入状況の確認 ・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	・仔アユの降下量・迷入量を確認した【①、②】 ・降下期間の傾向は概ね過年度と変わりなく、10-11月の夜間に降下することを確認した【①】 ・降下時期については、10月下旬-12月中旬の2ヶ月間で大部分が降下しており、年により変動があることを確認した【②】	・継続してデータの蓄積が必要
稚アユ 稚サケ	スクリーン	取水を行いスクリーンによる迷入防止効果の確認 ・スクリーンを設置した上で、滞留魚や通過魚を調査し、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	・稚アユは、スクリーンの目合いの大きさに関わらず、ほぼ迷入しないことを確認した【①、②】 ・稚サケは、取水無し条件においてスクリーンの目合いの大きさに関わらずほぼ迷入しないことを確認した【②】 ・ゴミ付着によるスクリーンの目詰まりが生じた。特に干潮時にはスクリーン前後の水位差が大きくなる状況を確認した【①】 ・スクリーン前面に除塵ネットを設置することにより、スクリーンへの目詰まりが低減することを確認した【②】	・取水している条件下での試験データの蓄積が必要 ・試験魚の効果的な放流位置の設定 ・適切なスクリーン目合いの設定
	吹き流し	取水を行い吹き流しによる迷入防止効果の確認 ・吹き流しに対する稚魚の忌避行動・迷入量を調査して迷入防止効果を確認	・映像より忌避行動を確認した【①、②】	・継続してデータの蓄積が必要 (除塵ネットの有効性を踏まえ試験頻度は調整)
	除塵ネット	取水を行い除塵ネットによる迷入防止効果の確認 ・除塵ネットに対する稚魚の忌避行動・迷入量を調査して迷入防止効果を確認	・映像より忌避行動を確認した【①、②】	・継続してデータの蓄積が必要 (除塵ネットの有効性を踏まえ試験頻度は調整)
モクズガニ	誘導ロープ	取水を行い誘導ロープ・魚返しによる迷入防止効果の確認	・魚返し下の空間に対象魚の生息を確認したが迷入はしていない【①、②】 ・対象魚種であるモクズガニが誘導ロープを使用していることを確認した【②】	・継続してデータの蓄積が必要
底生魚	魚返し	・対象魚等の行動を調査して迷入防止効果を確認		

- 基本的な考え方
 - － 魚類迷入試験は、経年的変化を把握することも目的として3ヶ年計画としていることから、継続して実施
 - － 試験最終年として、各対策の仕様を決定できる内容となるように計画
- 実施期間
 - － 2021年7月～2022年6月
- 実施項目

対象魚種	対策案	試験項目	3年目におけるポイント
仔アユ	夜間取水 停止	・ 仔アユ降下量調査（本川調査） ・ 仔アユ迷入量調査	<u>取水を行い仔アユ迷入状況を確認</u> ・ 過年度調査結果を踏まえ、調査を実施 ・ 降下量調査（本川）：9～翌1月（変更なし） ・ 迷入量調査：10月～12月（降下時期に集中して試験を計画） ・ 1、2年目と同様に時間帯別の仔アユ降下量・迷入量を調査
稚アユ 稚サケ	スクリーン	・ 稚アユ・稚サケ迷入量調査 ・ （ゴミや塵芥等の付着状況調査）	<u>取水を行いスクリーンによる迷入防止効果を確認</u> ・ 2年目試験を基本に、稚魚の放流位置を変更して試験を実施 ・ 除塵ネットは、スクリーンへのゴミの付着抑制効果も確認され、かつ吹き流しと同様な迷入防止効果が確認されたことから、試験を重点化する。 ・ 取水しながらの試験が実施できるよう体制を強化
	吹き流し	・ 吹き流しによる迷入対策試験	
	除塵 ネット	・ 除塵ネットによるゴミや塵芥等の迷入対策試験	
モクズ ガニ	誘導 ロープ	・ 魚返し・誘導ロープ試験	<u>取水を行い魚返し・誘導ロープによる迷入防止効果を確認</u> ・ 1、2年目と同様に通年実施して対象魚等の行動を調査
底生魚	魚返し		

6.魚類迷入試験

6.1仔アユ降下量調査

(1) 実施方針・内容

8

修正内容: 変更なし

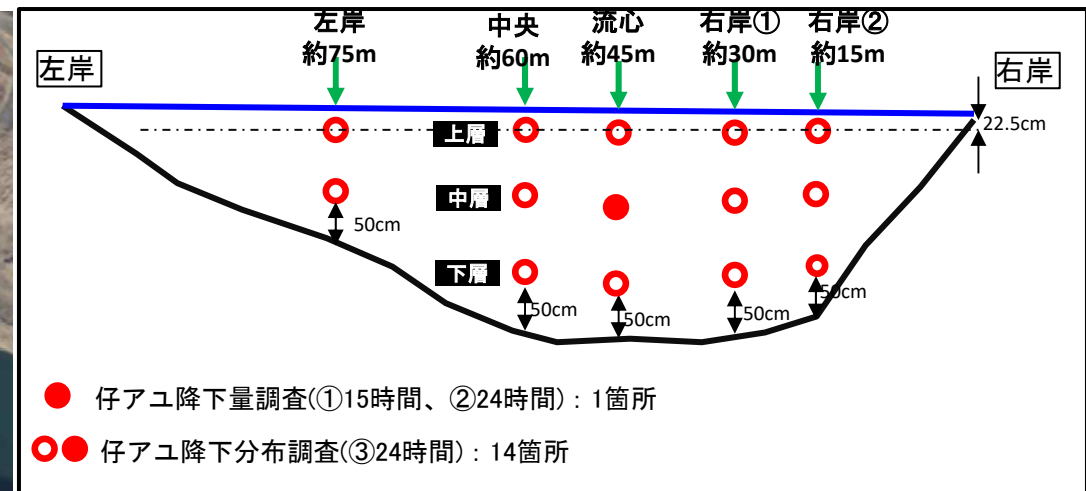
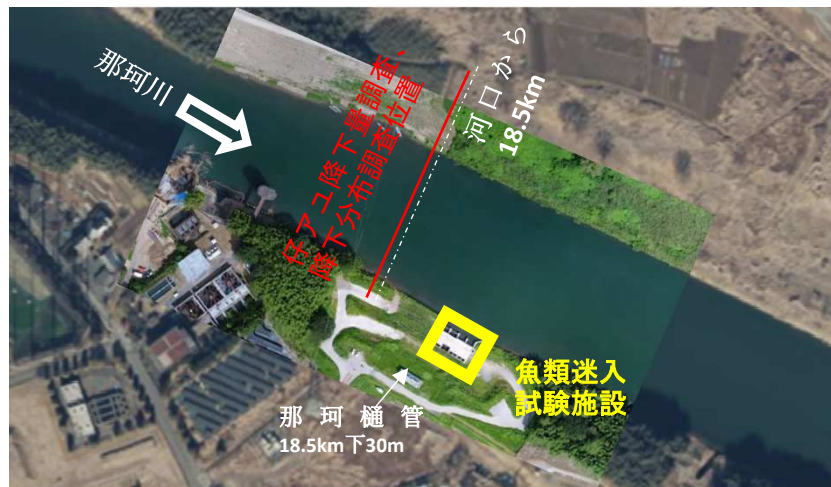
	2年目試験(実績)			3年目試験
目的	夜間取水停止による仔アユの迷入防止効果を把握するため、那珂川における仔アユ降下量特性を調査する。			同左
時期・頻度	9～翌1月 ※収束傾向となるまで継続 - 降下量調査(15時間) 33回 →<u>36回</u> - 降下量調査(24時間) 5回 - 降下分布調査(24時間) 4回			同左
計測項目・計測方法	- 仔アユの降下量(①15時間、②24時間)及び降下分布調査(③24時間) - 計測時間 ①18時～翌8時の毎正時 ②12時～翌11時の毎正時 ③12時～翌11時の毎正時 ※採捕時間は10分間もしくは5分間			同左
	計測機器	計測場所	計測期間	同左
	ルパック	河口から18.5k付近	①毎1時間後(33回 → <u>36回</u>) ②毎1時間後(5回) ③毎1時間後(4回)	
成果と改良点	成果			改良点
	降下時期については、10月下旬-12月中旬の2ヶ月間で大部分が降下しており、年により変動があることを確認した。			・2年目の計測を継続

※下線部は、実績での変更箇所を示す。(収束傾向となるまで継続したことによるもの)

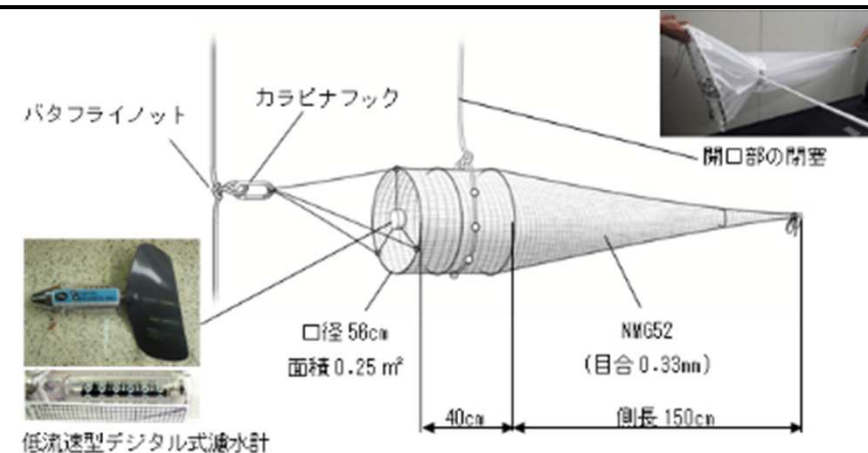
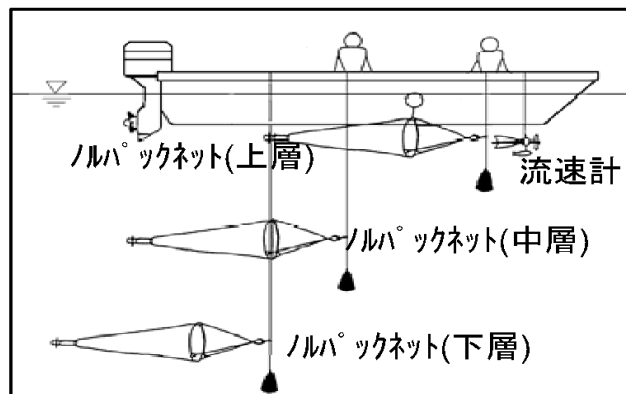
6.1 仔アユ降下量調査 (2) 調査方法

9

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。 $\text{仔アユ降下量(匹/s)} = \text{密度(採捕尾数/濾水量m}^3) \times \text{流量(m}^3/\text{s)}$ 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



6.2仔アユ迷入量調査 (1) 実施方針・内容

10

修正内容: 変更なし

※ただし、できるだけ降下量の多い時期に試験を実施するように調整を図る

	2年目試験(実績)			3年目試験
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。			同左
時期・頻度	10～12月 → <u>10～11月</u> 9回 → <u>5回</u>			同左
計測項目・計測方法	- 仔アユの迷入量(張付魚、通過魚) - 計測時間5または10分			同左
	計測機器	計測場所	計測期間	
	目視(張付魚)	スクリーン上	試験24時間後	
	ルパネック(通過魚)	スクリーン背面	毎1時間後(24回)	
成果と改良点	成果			改良点
	仔アユの迷入量を確認した			・2年目の計測を継続

※下線部は、実績での変更箇所を示す。(那珂川の流況により取水ができなかったことによるもの)

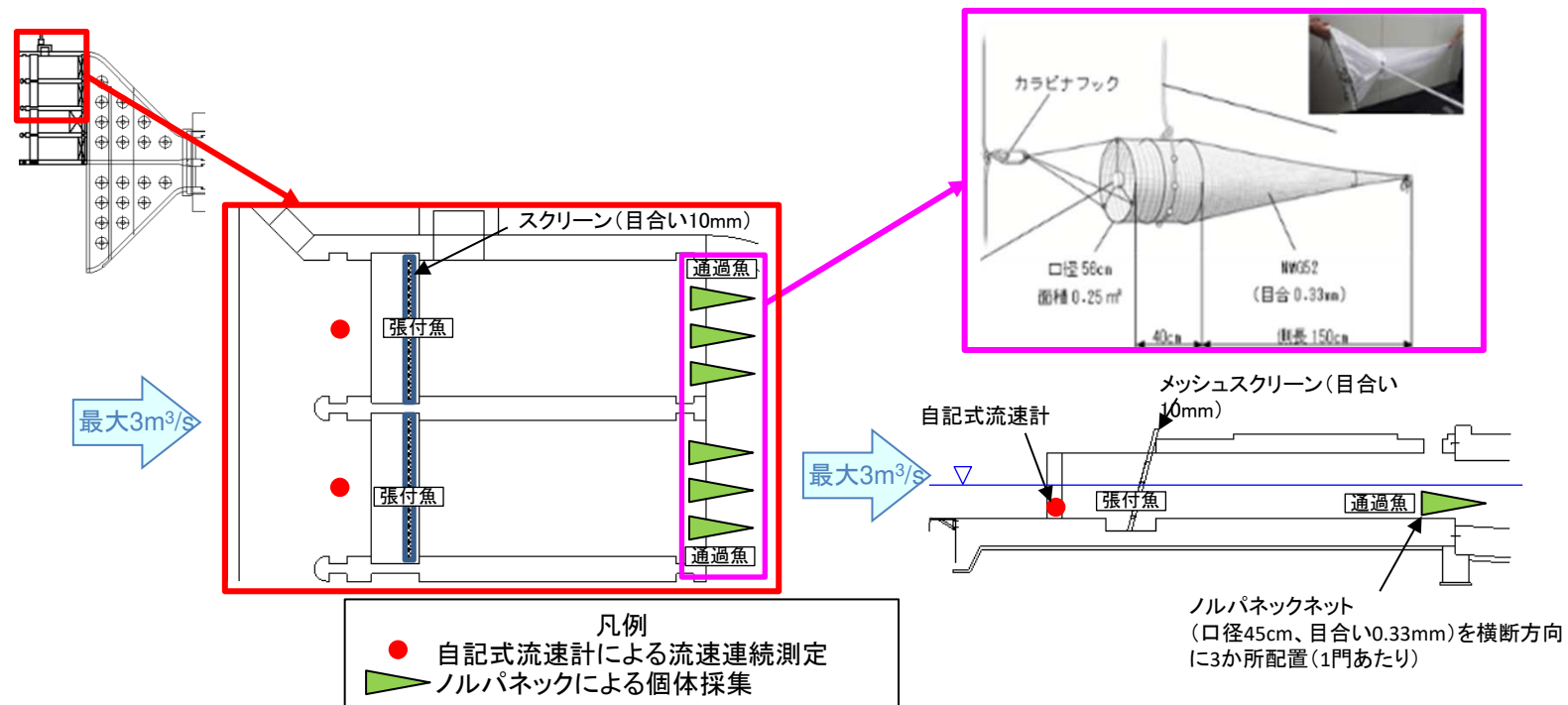
6.2仔アユ迷入量調査 (2) 調査方法

11

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付魚を回収)。 ・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。

※ 1年目試験と変更なし



6.3稚アユ・稚サケ迷入量調査（メッシュスクリーン試験）（1）実施方針 12

修正内容①: スクリーン目合いは維持管理試験の結果を踏まえて決定

理由①: 除塵ネットを設置することで目詰まりの低減が確認できたため、維持管理試験において5mm目合いを含めて設置の可能性を判断し、試験を行う目合いを設定する。

修正内容②: 放流試験による放流位置を上下流100m地点から吹き流し(除塵ネット)の直近へ変更

理由②: 2年目の稚アユの放流試験の結果から、上下流100m地点で放流してもほとんど迷入魚は確認されなかったため、放流地点を近傍のみに変更して実施する。

修正内容③: 照度測定を追加

理由③: 照度が忌避行動に影響を及ぼす可能性があるため、測定項目として追加する。

参考(2年目計画の変更点): 仕切り網設置による迷入状況調査の終了

理由: 取水ができない場合に行った特殊条件での調査であり、効果の確認もできたことから継続調査は行わない。

参考(2年目計画の変更点): ダイバーによる撮影の変更

理由: 魚が人に反応するのを防ぐため、ビデオの固定設置による撮影に変更したもの。

	2年目試験(実績)	3年目試験(予定)
目的	試験用スクリーンによる稚アユ・稚サケの迷入対策効果を定量的・定性的に把握することを目的とする。	同左
時期・頻度	・2～5月 ・8回実施(10mm×4回、15mm×4回) 2～3月は稚サケを主に調査 内、2回放流試験 →2回とも取水無し条件で実施 4～5月は稚アユを主に調査 内、2回放流試験 →うち、1回は取水なし条件で実施	・2～5月 ・8回実施 - 目合いは先行して実施する維持管理試験結果を踏まえて設定(取水しながらの試験が実施できるよう体制を強化) 2～3月は稚サケを主に調査 内、2回放流試験 4～5月は稚アユを主に調査 内、2回放流試験
計測項目・計測方法	(次ページ参照)	
成果と改良点	(次ページ参照)	

※下線部は、参考表記。(那珂川の流況により取水ができなかったことによるもの)

※ピンク字は2年目の試験からの内容変更箇所

6.3稚アユ・稚サケ迷入量調査（メッシュスクリーン試験）（2）実施内容 13

	2年目試験(実績)			3年目試験(予定)		
計測項目・計測方法	・魚類の忌避行動			同左		
	計測機器	計測場所	計測期間	計測機器	計測場所	計測期間
	・水中カメラ4台	各取水口で2箇所ずつ	・24時間観測。10分ピッチで撮影	同左		
	・水中ビデオカメラ1台	スクリーン周辺	・日中(9:00~17:00)に20分間、 ダイバーにより水中ビデオカメラで動画を撮影 固定設置撮影			
	・稚アユ、稚サケの迷入量、吹き流し・除塵ネットの忌避行動 ・天然魚を対象に試験を実施 ・稚アユ・稚サケの試験魚を用いた放流試験を実施 ・各2回 →稚サケ放流試験 取水なし条件:2回 →稚アユ放流試験 取水なし条件:1回、取水あり条件1回 ・放流試験は横断1側線、1.2万尾放流 ・放流時刻(アユ:11時、サケ:14時) ＝取水ができなかった場合は、以下の試験を追加＝＝＝ ・仕切り網を設置して閉鎖空間を人工的に用意し、その中に試験魚(300尾)を放流し、スクリーンの通過・忌避行動を観察			・稚アユ、稚サケの迷入量、吹き流し・除塵ネットの忌避行動 ・天然魚を対象に試験を実施 ・稚アユ・稚サケの試験魚を用いた放流試験を実施 ・各2回 ・放流試験は横断1側線、1.2万尾放流 ・放流時刻(アユ:11時、サケ:14時)		
	計測機器	計測場所	計測期間	計測機器	計測場所	計測期間
	投網(滞留魚)	スクリーン前面	12時～翌12時まで3時間毎	同左		
	手網(張付魚)	スクリーン上	試験終了時			
	定置網(通過魚)	スクリーン背面	12時～翌12時まで3時間毎			
	・スクリーン前面の流速					
	計測機器	計測場所	計測期間	計測機器	計測場所	計測期間
	流速計2台	スクリーン前面	試験期間中	同左		
成果と改良点	成果			改良点		
	・迷入がほとんどないことを確認(稚サケは取水なし条件でのみ確認) ※流況条件により取水しての試験が計画回数実施できなかった			・2回目の計測を継続 - ただし、スクリーン目合いは維持管理試験の結果を踏まえて選定。(取水しての試験が計画回数実施できるよう体制を強化)		

※赤字は計画からの変更箇所

※下線部は、参考表記。(那珂川の流況により取水ができなかったことによるもの)

6.3稚アユ・稚サケ迷入量調査（メッシュスクリーン試験）（3）調査方法 14

計測項目	説明	採捕方法
滞留魚数	スクリーンの前面で遊泳する魚類	片目4mmの網を用いて、施設上部から網を投下させ採捕 確認時間：12,15,18,21,0,3,6,9,12時の9回
張付魚数	スクリーンの張付魚	スクリーンの張付魚を採捕 確認時間：取水停止時
通過魚数	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 確認時間：12,15,18,21,0,3,6,9,12時の9回

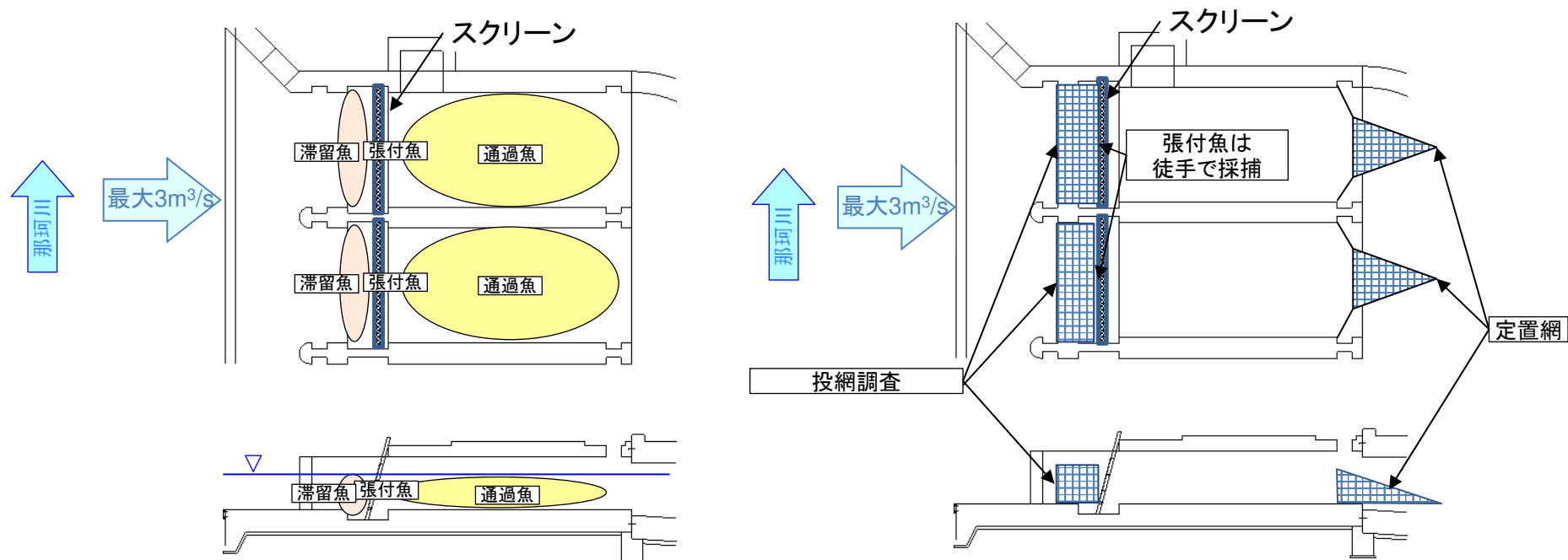
※採捕した魚類は、標識魚、天然魚（稚アユ、稚サケ以外も含め）に分類し、天然魚についても体長等を整理する。

※なお、採捕した魚類は体長等測定後に再放流する。

※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。

※照度をスクリーン近傍で計測。

※ピンク字は2年目の試験からの内容変更箇所



滞留魚、張付魚、通過魚の計測方法

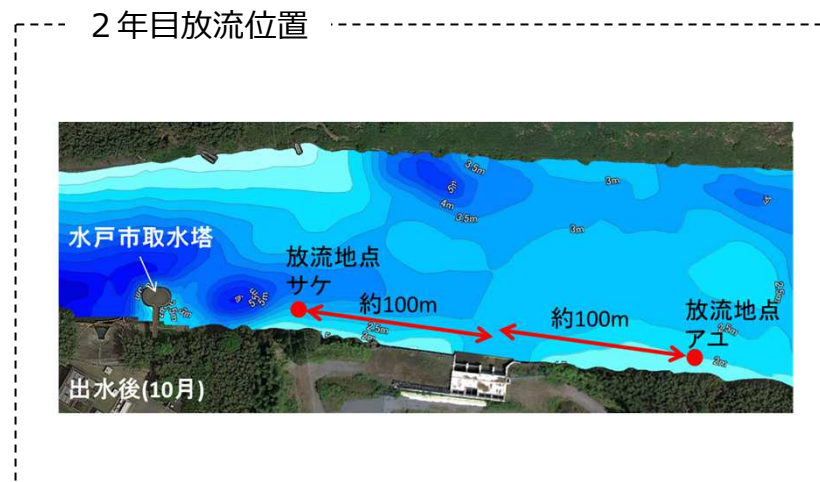
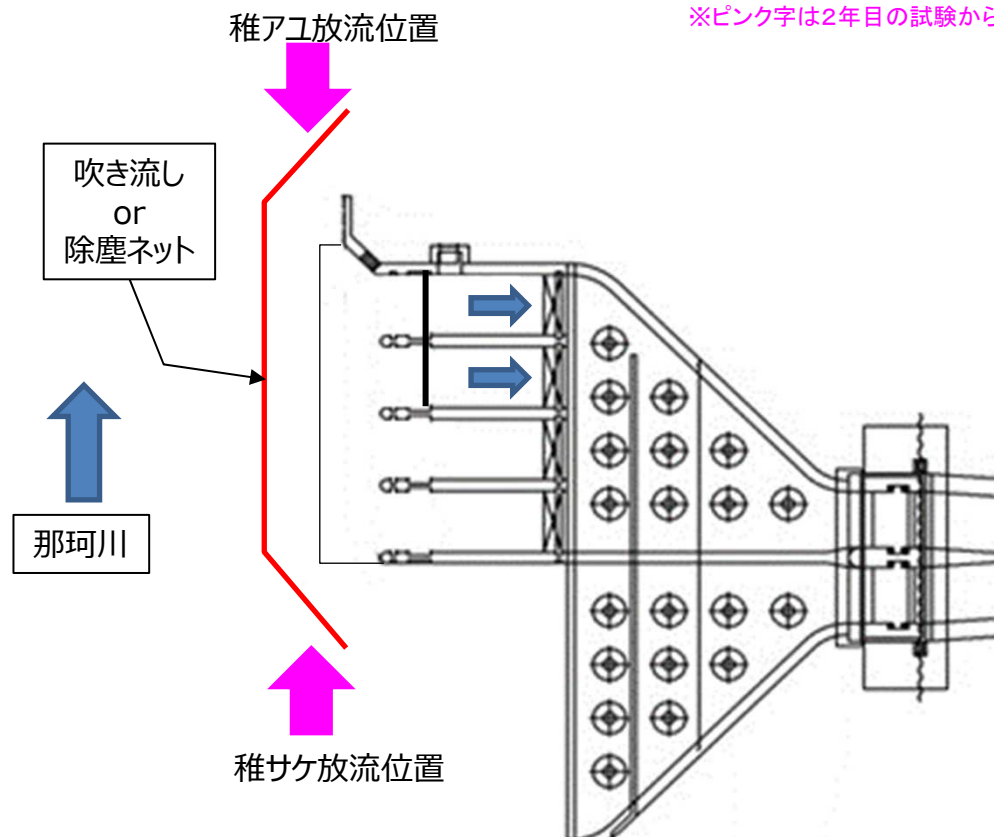
6.3稚アユ・稚サケ迷入量調査（メッシュスクリーン試験）（3）調査方法 15

稚サケ・稚アユ試験魚の放流試験 放流箇所等

2年目の稚アユの放流試験の結果から、上下流100m地点で放流してもほとんど迷入魚は確認されなかったため、放流地点を近傍のみに変更して実施

対象	実施時期	放流数	放流位置	観測方法
稚サケ	・メッシュスクリーン試験中に2回実施	1.2万尾程度/回	吹き流し(除塵ネット)上流地点近傍のみ	・14時に放流を実施 ・メッシュスクリーン試験に加えて以下の観測を追加 放流直後、0.5, 1時間を追加
稚アユ	・メッシュスクリーン試験中に2回実施	1.2万尾程度/回	吹き流し(除塵ネット)下流地点近傍のみ	・11時に放流を実施 ・メッシュスクリーン試験に加えて以下の観測を追加 放流直後、0.5, 1時間を追加

※ピンク字は2年目の試験からの内容変更箇所



6.4吹き流し・除塵ネット試験による忌避行動確認（迷入試験）

16

（1）実施方針・内容

修正内容①：除塵ネット、吹き流し試験回数を変更
理 由①：除塵ネットの効果確認に重点化

参考（2年目計画の変更点）：ダイバーによる撮影の変更
理 由：魚が人に反応するのを防ぐため、ビデオの固定設置による撮影に変更したもの。

	2年目試験（実績）			3年目試験（予定）		
目的	対策工直近から試験魚放流を行い、吹き流し・除塵ネットによる忌避行動（迷入防止効果）を検証・評価する。			同左		
時期・頻度	稚アユ・稚サケ迷入量調査（メッシュスクリーン試験）と併せて実施 ・吹き流し試験：4回 <u>→うち、取水なし条件：3回</u> ・除塵ネット試験：4回 <u>→うち、取水なし条件：2回</u>			稚アユ・稚サケ迷入量調査（メッシュスクリーン試験）と併せて実施 ・吹き流し試験：2回 ・除塵ネット試験：6回		
計測項目・ 計測方法	・試験魚または天然魚の忌避行動状況 ・稚アユ・稚サケ迷入量調査と同様にスクリーンの滞留魚・張付魚・通過魚を計測 ・稚アユ・稚サケの試験魚を忌避行動確認用に放流（3000尾）			同左		
	計測機器	計測場所	計測期間	計測機器	計測場所	計測期間
	・水中カメラ2台	・吹き流し付近 ・除塵ネット付近	・10分ピッチで撮影（夜間ストロボ使用）	同左		
	・水中ビデオカメラ1台	・吹き流し上（下） 流放流地点近傍 ・除塵ネット上 （下）流放流地点近傍	・放流直前から一定時間、 ダイバーにより水中ビデオカメラで動画を撮影 固定設置撮影			
成果と 改良点	成果			改良点		
	・映像より吹き流し・除塵ネットによる忌避行動を確認した			・除塵ネット試験回数を増加 - 迷入防止効果はともに確認され、除塵ネットはゴミの付着抑制効果もあることから、除塵ネットの効果の確認に重点化		

※赤字は計画からの変更箇所

※下線部は、参考表記。（那珂川の流況により取水ができなかったことによるもの）

※ピンク字は2年目の試験からの内容変更箇所

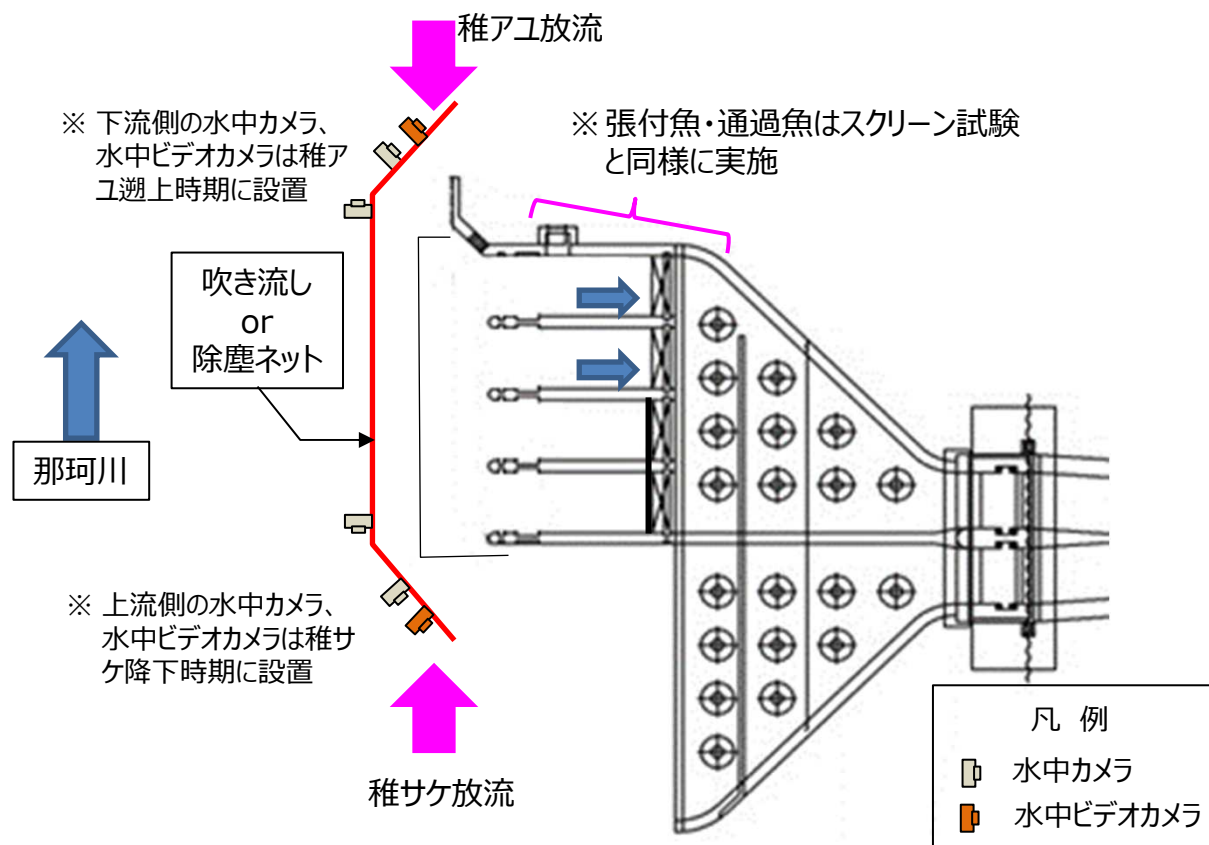
6.4 吹き流し・除塵ネットの試験による忌避行動確認（迷入試験） （2）調査方法

17

観測項目	観測機器×台数	場 所	観測方法
—	稚魚の放流	放流場所：対策工の近傍 稚アユ：下流側、稚サケ：上流側	・メッシュスクリーン試験における放流試験による稚魚の放流時に実施
魚類の 忌避行動	・固定式的水中カメラ 2台 （静止画撮影）	・吹き流し・除塵ネット付近2箇所	24時間観測 10分ピッチで撮影（ストロボ使用）
	・水中ビデオカメラ 1台 （動画撮影）	・稚サケ：取水口上流付近 ・稚アユ：取水口下流付近	・放流直前から一定時間固定設置撮影

※ 吹き流し・除塵ネット付近に、稚アユと稚サケを放流し、吹き流し・除塵ネットに対する行動（忌避・誘因）を撮影する。

※ 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。



6.5魚返し・誘導ロープ試験 (1) 実施方針・内容

18

修正内容: 変更なし

参考(2年目計画の変更点): ダイバーによる撮影の変更
理由: 魚が人に反応するのを防ぐため、ビデオの固定設置による撮影に変更したもの。

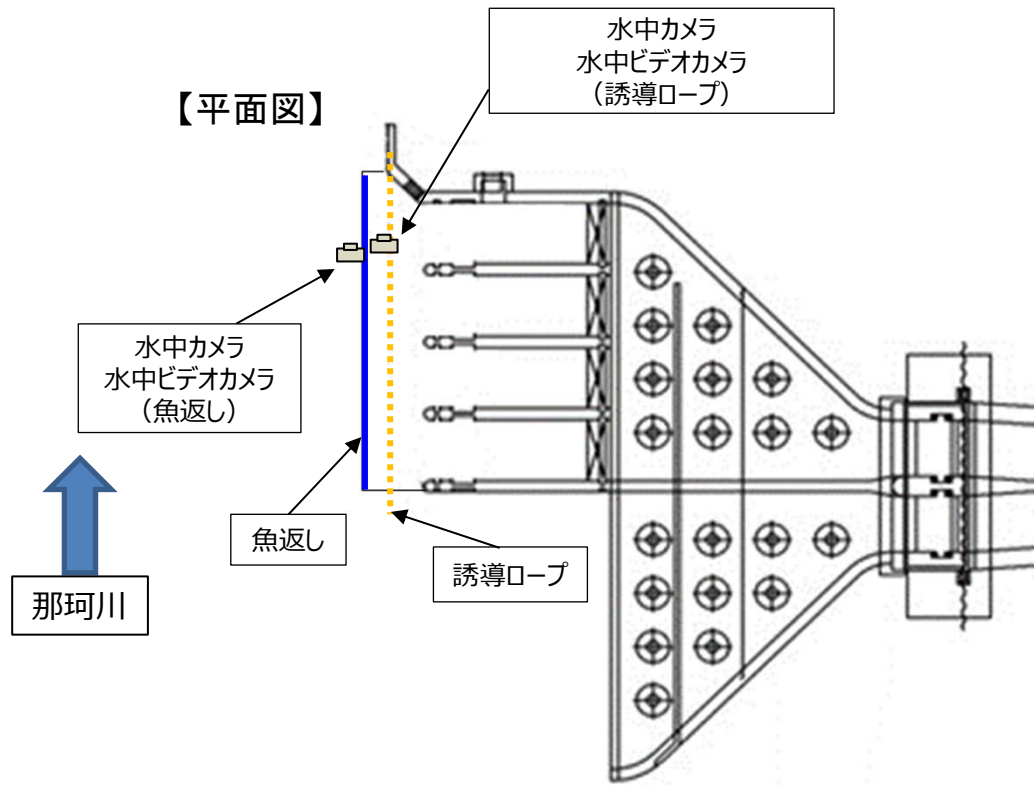
	2年目試験(実績)			3年目試験(予定)		
目的	魚返し・誘導ロープ等による底生魚等(カジカ、ウナギ、モクズガニ、マハゼ)の吸い込み防止効果を把握する			同左		
時期・頻度	- 年間を通して実施 - 年12回実施			同左		
計測項目・計測方法	底生魚の忌避行動・誘導状況			同左		
	計測機器	計測場所	計測期間	計測機器	計測場所	計測期間
	水中カメラ2台	魚返し1箇所 誘導ロープ1箇所	24時間観測。10分ピッチで撮影(夜間ストロボ使用)	同左		
	水中ビデオカメラ1台	魚返し、誘導ロープ付近	日中(9:00~17:00)に20分間、 ダイバーにより水中ビデオカメラで動画を撮影 固定設置撮影			
成果と改良点	成果			改良点		
	- 魚返し下の空間に対象魚の生息を確認した。 - モクズガニが誘導ロープを使用していることを確認した。			2年目の計測を継続		

※赤字は計画からの変更箇所

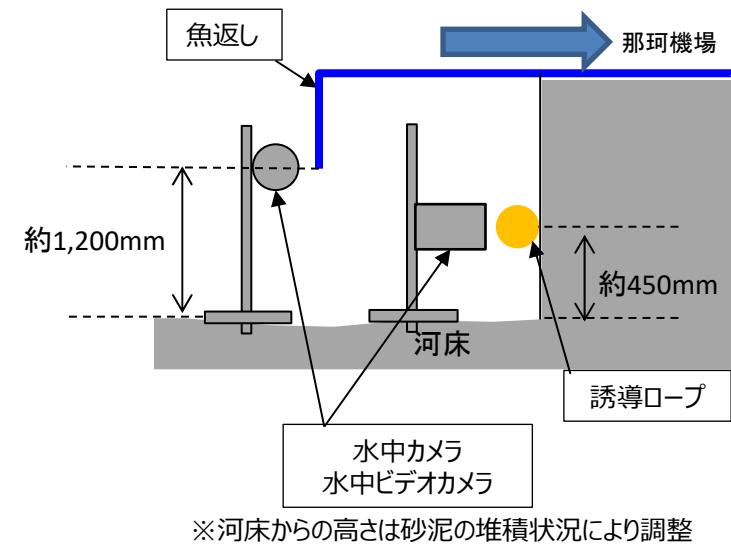
6.5 魚返し・誘導ロープ試験 (2) 調査方法

19

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	・ 魚返し、誘導ロープ	● 24時間観測。10分ピッチで撮影（夜間ストロボ使用）。
	・ 水中ビデオカメラ1台	・ 同上	● 日中（9:00～17:00）に20分間固定撮影。



【断面図】



水中カメラ、水中ビデオカメラ設置位置図

対象魚ごとの対策について、これまでの成果等を踏まえ、今後の進め方を以下に示す。

対象魚種	対策(案)	今後の進め方
仔アユ	夜間取水停止	・3年目までの試験結果の蓄積を踏まえ、対策の効果を評価のうえ決定 ・あわせて降下時期の把握方法について知見を収集し、より効果的な対策(夜間取水停止)の時期について検討
稚アユ・ 稚サケ	スクリーン	・3年目までの試験結果の蓄積を踏まえ、対策の効果を評価のうえ決定 ・スクリーンの目合いや除塵ネット等との組合せを含めた維持管理方法の検討
	吹き流し、 除塵ネット	
モクズガニ、 底生魚	魚返し・ 誘導ロープ	・3年目までの試験結果の蓄積を踏まえ、対策の効果を評価のうえ決定