

自然再生モニタリング調査結果と課題(概要)

1. R1自然再生モニタリングの調査概要	1
2. 新設・改良魚道、試験施工の仮設構造	2
3. 自然再生モニタリング調査結果	4
3.1新屋敷取水堰の整備施設調査	4
3.2櫛田第二頭首工の試験施工調査	5
3.3櫛田第一頭首工の試験施工調査	8
3.4魚類生息環境調査	9
3.5魚類産卵床環境調査	11
4. 課題の整理	12
5. 次年度モニタリング方針	15

令和2年2月7日

国土交通省 中部地方整備局
三重河川国道事務所

1. R1自然再生モニタリングの調査概要

- 今年度の自然再生モニタリング調査は、モニタリング方針（櫛田川自然再生推進会議 第4回技術専門部会）に基づき、回遊魚の遡上期「魚類遡上環境調査」、定着期「魚類生息環境調査」、アユ産卵期「魚類産卵床環境調査」を実施しました。（表1-1）
- 魚類遡上環境調査の実施時期は表1-2のとおりで、R1の河川流況はH29(濁水傾向)とH30(豊水傾向)の中間的な状況でした。

表1-1 R1自然再生モニタリングの調査内容

調査名	調査箇所	調査項目	対象施設	実施時期	回数	備考
魚類遡上環境調査	新屋敷取水堰	魚道遡上調査	新設・改良魚道 (H28,29)	5月中旬～6月下旬	1回	大潮のタイミングで実施
	櫛田第二頭首工	呼び水調査	試験改良魚道 (H30～)		1回	新屋敷取水堰より連続して、アユ遡上期に実施
		魚道遡上調査			1回	
	櫛田第一頭首工	呼び水調査	試験改良魚道 (R1～)	2回※	※アユ遡上のタイミングを考慮し、2回実施	
魚類生息環境調査	新屋敷～ドタの7箇所	魚類分布状況調査	-	定着期 (8月中・下旬)	1回	8/15出水の前・後で実施
魚類産卵床環境調査	新屋敷～庄の5箇所	アユ産卵床調査	-	アユ産卵期 (11月中・下旬)	2回	10月中～下旬の出水後、流況安定時に実施

※呼び水調査は、魚道出口及び下流河道において定置網による採捕調査を行う。
 ※櫛田第二頭首工の魚道遡上調査は、魚道下流を仕切り網で閉鎖して標識アユを放流し、魚道出口で再捕した個体数から魚道遡上率(魚道内の遡上のし易さ)を把握。

表1-2 魚類遡上環境調査の実施時期

対象施設	調査年	5月		6月		7月	備考
		中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
新屋敷取水堰	H24						5月下旬の大潮時に実施
	H29						
	H30						
	R1						
櫛田第二頭首工	H24						5/21増水後に参考調査
	H30						
	R1						
櫛田第一頭首工	H24						予定期間
	H30						
	R1						
櫛田可動堰	H24						予定期間
	H29						
	H30						

※櫛田可動堰は、H28～H30の試験施工調査で効果が確認されたため、R1は調査は未実施。

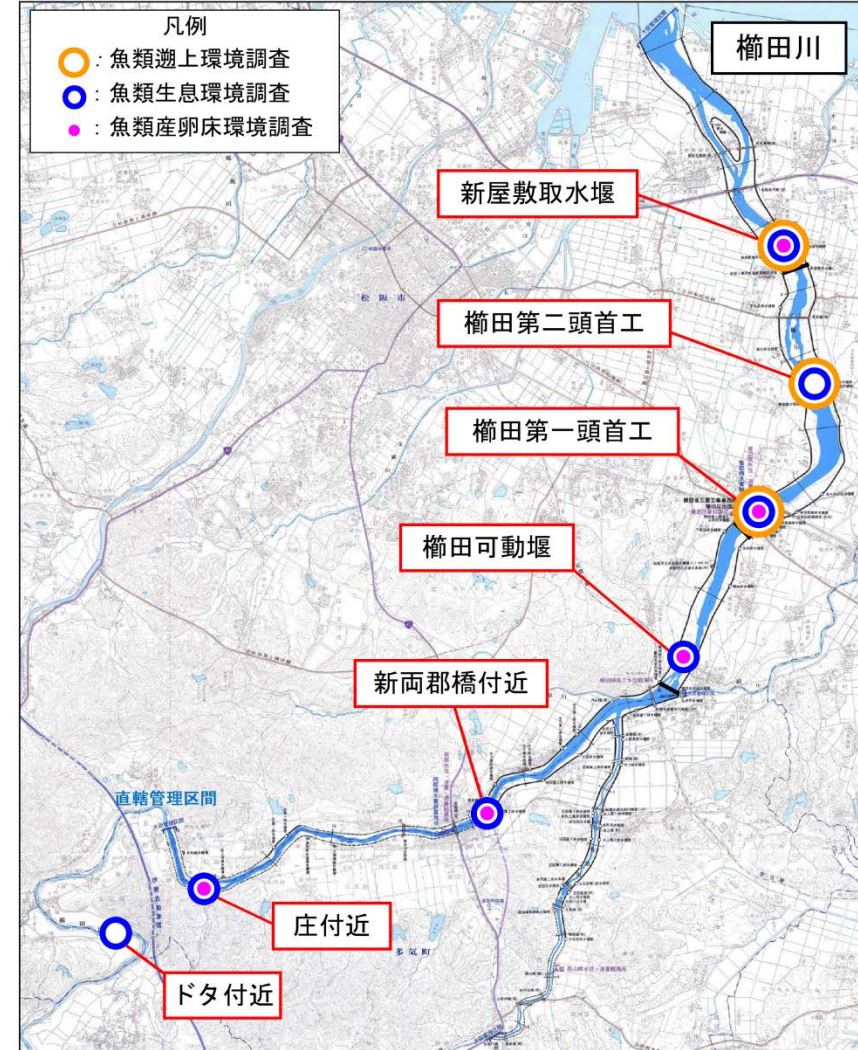


図1-1 R1自然再生モニタリング調査箇所の位置図

2. 新設・改良魚道、試験施工の仮設構造

(1) 新屋敷取水堰の新設・改良魚道

- 新屋敷取水堰魚道は、H28、H29に整備を実施。

- 左岸中央寄り

新設魚道（H28整備）：左岸粗石付き斜路式魚道を撤去し、**扇形柵田式魚道**、**台形断面式魚道**を新設

- 中央

改良魚道（H29整備）：既設階段式魚道の**隔壁形状を改良し**、**呼び水水路を両側に併設**



改良：階段式魚道(呼び水水路付き)



新設：台形断面式魚道



新設・扇形柵田式魚道



2. 新設・改良魚道、試験施工の仮設構造

(2) 試験施工の仮設構造

・試験施工は仮設構造とし、魚道改良の必要性や整備効果を把握するため、恒久施設が整備されるまでの補助的な施設として設置しました。

- 櫛田可動堰 魚道入り口高落差部の落差軽減と魚道プール内の水深調整のため、H30に設置した袋詰め玉石を存置
- 櫛田第二頭首工 魚道内の高落差部（隔壁間落差60cm）の落差軽減のため、H30に設置した袋詰め玉石を一部補修
- 櫛田第一頭首工 魚道側壁が護床工より低くなる区間の水流入を防止するため、袋詰め玉石による魚道側壁嵩上げを新たに実施

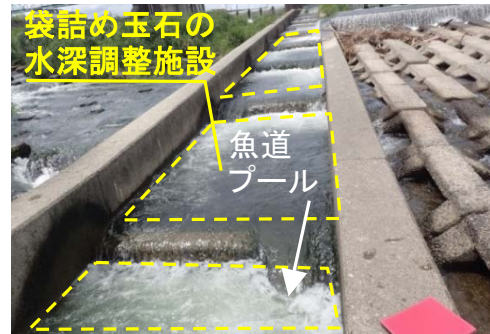
櫛田可動堰魚道の試験施工 (H30設置)



魚道入り口落差部の解消

- ・袋詰め玉石を魚道入り口に設置し、入り口の高落差（約80cm）を軽減

H30出水後、一部補修



魚道プール内の循環流による魚類滞留の解消

- ・袋詰め玉石をプール内に設置してプール水深を浅くし、循環流の発生を抑制。
- ・プール内で魚類が滞留しにくくなる。

櫛田第二頭首工魚道の試験施工 (H30設置、R1一部補修)



魚道内の高落差を軽減

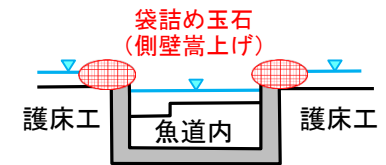
- ・袋詰め玉石をプール内に設置し、隔壁間の高落差（約60cm）を軽減

櫛田第一頭首工魚道の試験施工 (R1設置)



魚道側壁の嵩上げ・水流入防止

- ・袋詰め玉石で側壁を嵩上げし魚道内への流入を防止。
- ・魚道内流速の増加とアユの魚道外への遡上を防止。



3. 自然再生モニタリング調査結果

3.1 新屋敷取水堰の整備施設調査 <魚道整備の効果>

(1) 魚道遡上調査、来遊量調査

- 整備された魚道の遡上状況を把握するため、**魚道出口で定置網による採捕調査**、堰下流の**来遊量調査**を実施しました。

① アユ遡上数

- 魚道全体（左岸+中央魚道）のアユ遡上数は、**改良前の約8倍**、試験改良の約2倍で、**H30よりも多い**（図3-1-2 左図）。
- 魚道別では、**左岸魚道**（台形断面式+扇形柵田式）は**H30よりも多く**、**中央魚道は少ない**（図3-1-2 左図）。
- 来遊量調査では、堰下流に**滞留しているアユは確認されなかった**。
- 以上の調査より、**河川流況条件（豊水～低水）により堰下流の遡上場所が変化し、これに対応して3つの魚道が効果的に機能している**と推定。

② 回遊性底生魚の遡上数

- 堰下流の緩流部に溜まっている個体が多く、遡上数はH30と比較して少ないが、**扇形柵田式魚道において、ゴクラクハゼ、ヌマチチブ、スミウキゴリの遡上を確認**（図3-1-2 右図）。

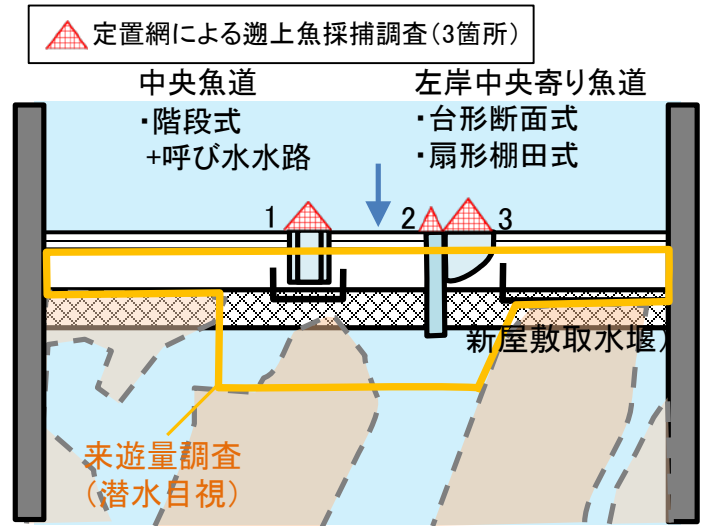
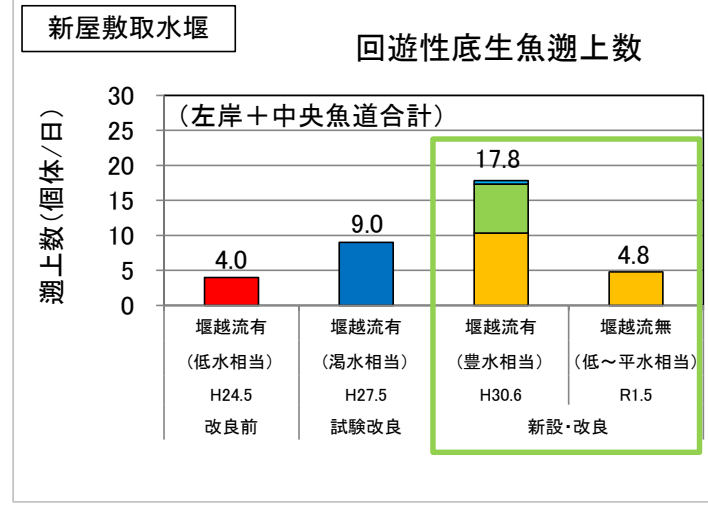
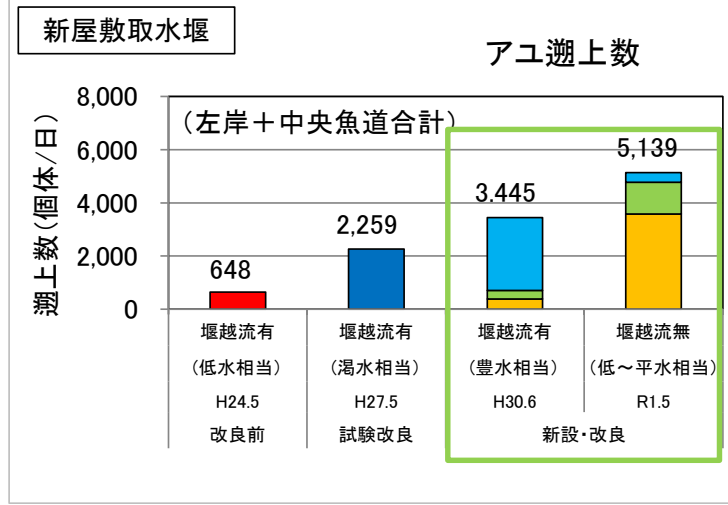


図3-1-1 採捕場所の位置図



H30、R1新設・改良魚道別

- 1. 中央階段式
- 2. 左岸台形断面式
- 3. 左岸扇形柵田式

- ・H24.5、H27.5: 改良前、試験改良施設における1日間の遡上調査結果
- ・H30.6: 整備後施設における6日間の遡上調査結果の平均
- ・R1.5: 整備後施設における2日間の遡上調査結果の平均

図3-1-2 魚道整備後のアユ・回遊性底生魚遡上数の比較

3.2 櫛田第二頭首工の試験施工調査

<試験施工魚道の効果>

(1) 呼び水調査（魚道及び下流河道の遡上調査）

- 魚道改良の必要性や試験改良の効果を把握するため、魚道出口及び下流河道において定置網による採捕調査を実施しました。

① アユ遡上数

- 魚道出口のアユ遡上数は約1,000個体/日で、H24（改良前）の約2倍、H30（豊水相当）の約4倍で、試験改良の効果と想定（図3-2-2）。
- 魚道出口と下流河道での遡上数を比較すると、魚道出口/全箇所=1~9割（図3-2-3）と日による差が大きく、アユが遡上する場所（左岸・右岸など）が一定していないと想定。

② 回遊性底生魚の遡上数

- 魚道を遡上した回遊性底生魚は確認されなかった。

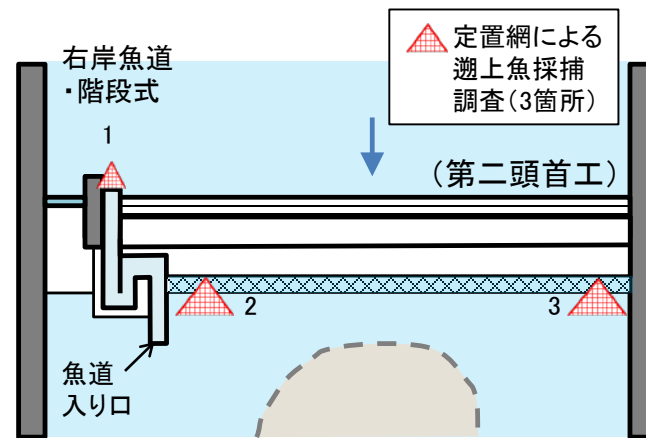


図3-2-1 採捕場所の位置図(呼び水調査)

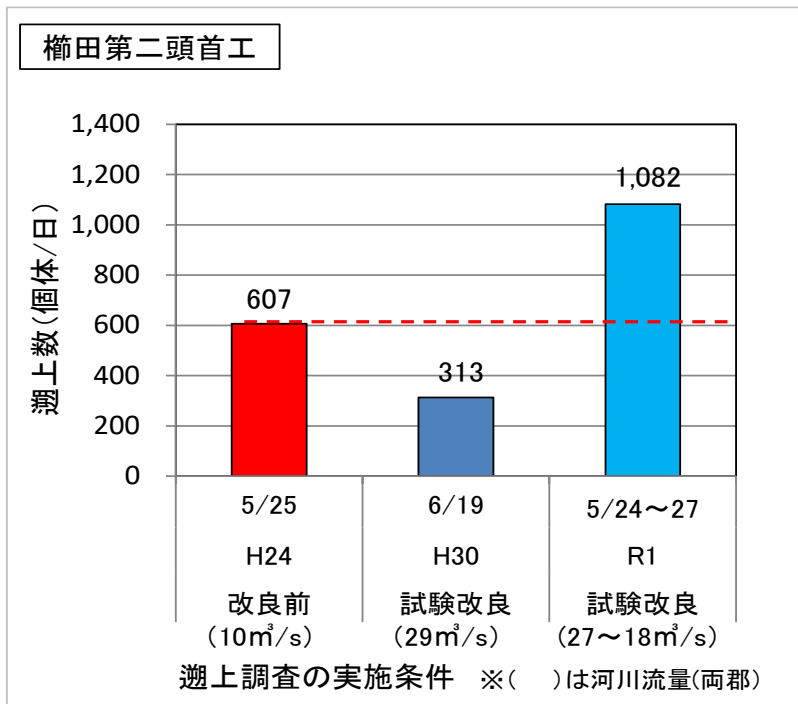


図3-2-2 試験改良後のアユ魚道遡上数の比較

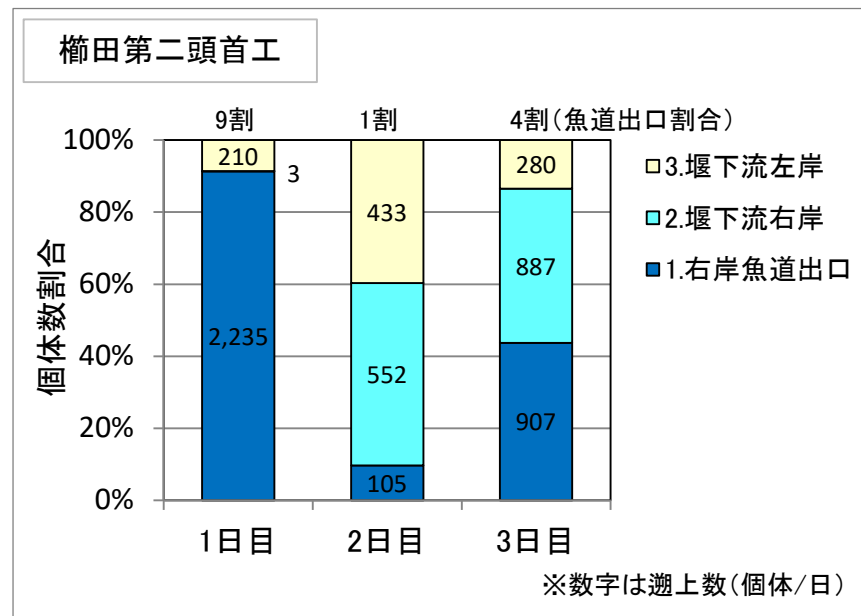


図3-2-3 魚道及び下流河道のアユ遡上数

3.2 櫛田第二頭首工の試験施工調査

<試験施工魚道の効果>

(2) 呼び水調査 (魚道内調査)

- 魚道内のネック箇所等を把握するため、魚道内潜水目視調査を行いました。

① アユの個体数

- 魚道内のアユ確認数の縦断的な変化傾向は見られず、**試験改良箇所 (高落差箇所) は遡上のネックになっていないと想定。**
- 魚道出口に堰板等の仮設による流量調整を行い、**流量調整有と調整無で堰直下の魚道のたまり (大プール) のアユ確認数を比較すると、流量調整無の方が3~5倍多く、魚道流速が速く大プールに留まる個体が多かった。**
- 以上より、アユに対しては、**高落差箇所の改良と魚道流量調整の効果**があると推定。

② 回遊性底生魚の個体数

- 回遊性底生魚は、大プールまでで、上流魚道ではほとんど確認されず、**魚道遡上は困難と想定。**

魚道流量調整有り

堰板等の仮設による流量調整

土のうによる大プール流入防止

回遊性底生魚
1,200個体
(主にボウズハゼ)

アユ400個体

回遊性底生魚無し

アユ100~200
個体/プール

大プール

高落差箇所

回遊性底生魚
20~50個体/プール

袋詰め玉石による落差軽減

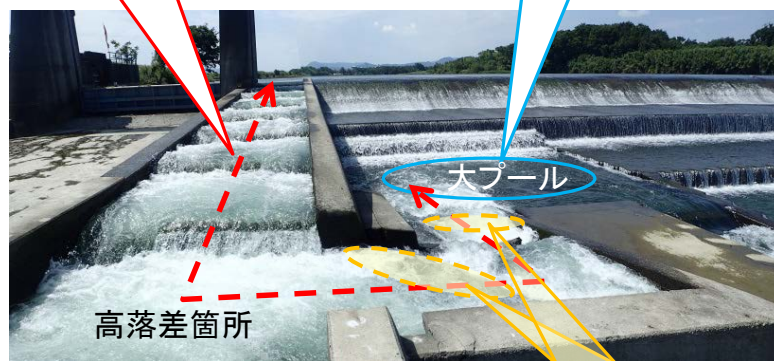
5/25

河川流量(両郡): 22m³/s(暫定値)

魚道流量調整無し

泡が多く潜水
目視困難

アユ2000個体



6/24

河川流量(両郡): 25m³/s(暫定値)

袋詰め玉石による落差軽減

※第一頭首工魚類遡上調査(2回目)の状況把握のため、大プールのみ確認した。魚道の上流側は泡が多く目視困難。

※魚道出口部の板材は、一部(切り欠きの角落しH20cm分)は残置

(3) 堰下流調査

・水叩き（上段と下段）に遡上・滞留している多くのアユが確認され、採捕・目視調査を行いました。

①水叩きのアユ個体数

・水叩きに遡上・滞留しているアユの個体数は、目視と採捕調査から合計2.5万個体と推計（表3-2-1）。

②水叩きの水深、流速、落差

・堰天端～上段水叩き～下段水叩き～下流河道の落差は、それぞれ1.7m、1m、0.6mであり、堰直下の落差が大きい。

・多くのアユが確認された水叩きは、平～豊水相当時には、水深や流速を見ても、稚アユが遊泳しやすい環境を形成していると想定（図3-2-4）。

③課題

・稚アユは0.6m程度の跳躍力や1m程度の傾斜面を遡上する突進力を有し、落差のある2段の水叩きに遡上・滞留しており、水叩きから遡上できる補助的な対策が必要と想定。

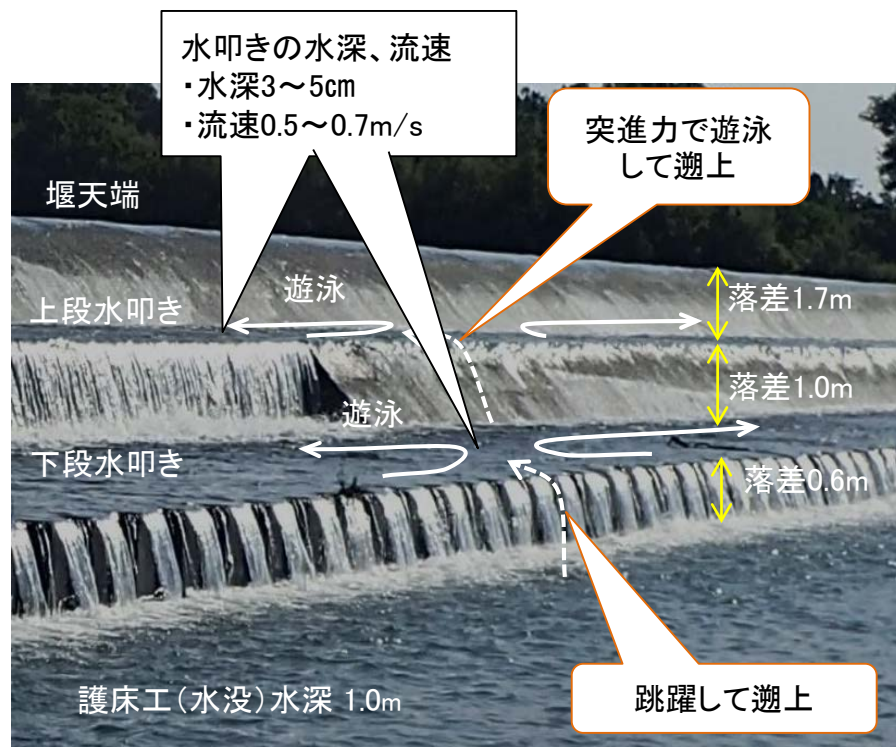


表3-2-1 第二頭首工水叩きのアユ確認数

調査手法 調査日	目視調査 5/28	採捕調査(投網5投) 5/29
下段水叩き	14,300	200
上段水叩き	(11,000)	126
合計	(25,000)	-

※()は目視調査と採捕調査による推定値

図3-2-4 第二頭首工の水叩き(下・上段)におけるアユの遡上・滞留のイメージ

(1) 呼び水調査（魚道及び下流河道の遡上調査、来遊量調査）

- 魚道改良の必要性や試験改良の効果を把握するため、**魚道出口及び下流河道の遡上調査**、堰下流の**来遊量調査**を実施しました。

① アユ遡上数

- 遡上調査は、6月上旬・下旬の2回実施したが、**遡上数は過去調査と比較して少ない**（図3-3-2）。

② 回遊性底生魚の遡上数

- 魚道を遡上した**回遊性底生魚は確認されなかった**。

③ 来遊量調査

- 第2回来遊量調査**（豊水相当）では、水叩き・護床工等のアユが3日間で500個体から5000個体が増加し、**アユの遡上タイミング**であったと想定（図3-3-3）。

(2) 隔壁水没区間（魚道入り口～下流部）の課題

- 以上の調査結果から、アユの遡上タイミングでも魚道出口及び下流河道のアユ遡上数が少ないことから、**魚道に入ったアユが隔壁水没区間の魚道側壁を超えて水叩き・護床工に遡上した可能性**が想定。

- 今後、試験改良の範囲を見直し、モニタリング調査により確認する必要がある。

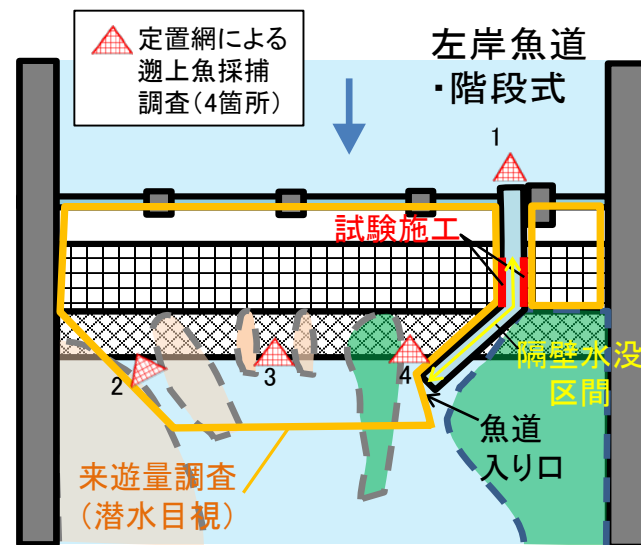


図3-3-1 調査場所の位置図

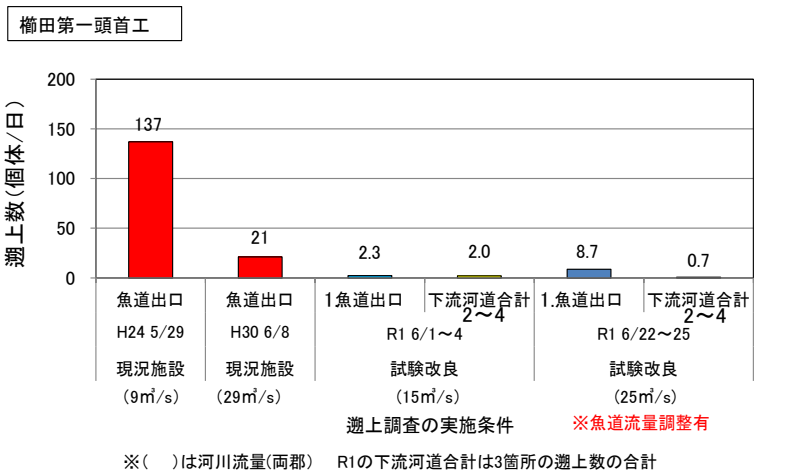


図3-3-2 現況施設及び試験改良後のアユ遡上数の比較

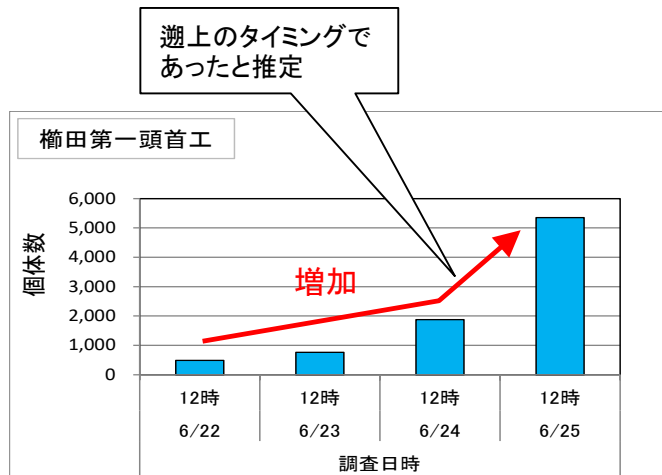


図3-3-3 アユ来遊量(潜水目視)の変化(第2回調査)

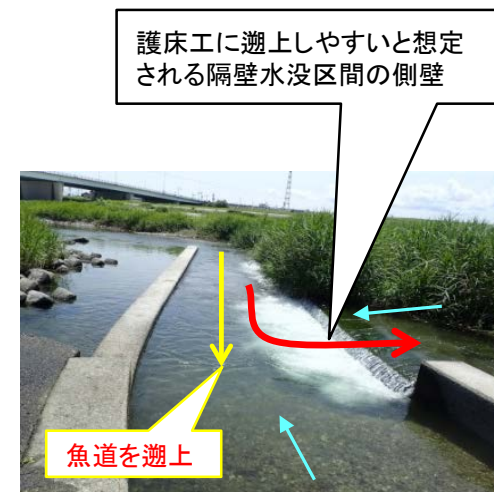


図3-3-4 アユの魚道外への遡上が想定される隔壁水没区間の側壁越流部

3.4 魚類生息環境調査結果

- ・アユ等の回遊性魚類の定着期（夏季）に採捕調査を実施し、魚類生息分布を把握しました。
 - ・調査結果は、新屋敷取水堰の魚道が整備されたH29～R1を比較して整理しました。（H29は左岸新設魚道が整備）
- ①実施時期
- ・魚類の活動が活発となる梅雨明け以降の夏季とし、**河川流況が安定した8/13～14、8/26**（8/15に出水発生）に実施。
- ②アユ個体数
- ・R1は**櫛田可動堰下流が最も多く**（H30は第一頭首工下流が最大）、**第一頭首工での試験施工の効果**と想定（図3-4-1）。
 - ・R1の**両郡橋より上流のアユ個体数は、H29とH30の中間**（図3-4-1）であり、**第一頭首工の試験施工（魚道側壁嵩上げ）の効果**や**遡上期（4～5月）が濁水傾向で頭首工魚道が遡上しやすい環境**であったことが影響していると想定（H30は豊水、R1は濁水）。
- ③アユの体長組成
- ・平均体長は、櫛田可動堰下流が10cm、櫛田可動堰上流が15cmであり、H29、30と概ね同じ傾向（図3-4-2）。

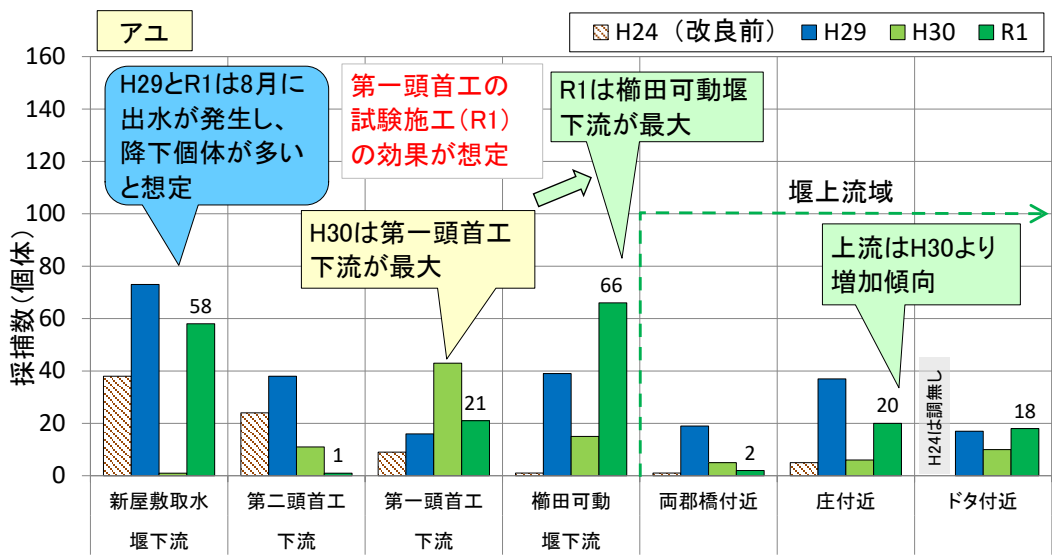


図3-4-1 アユの経年縦断分布確認状況（夏季・定着期の調査）
 ※H24調査は遡上期に実施されたもので、参考に示す。
 調査日：
 櫛田第一頭首工下流より上流：8/13～14
 櫛田第二頭首工下流より下流：8/26

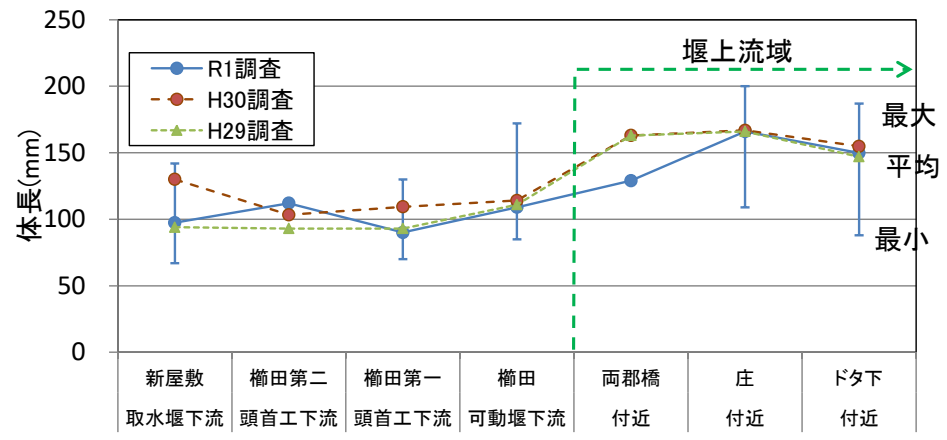


図3-4-2 アユの体長の縦断変化（夏季・定着期）

3.4 魚類生息環境調査結果

④ 回遊性底生魚の魚種別個体数

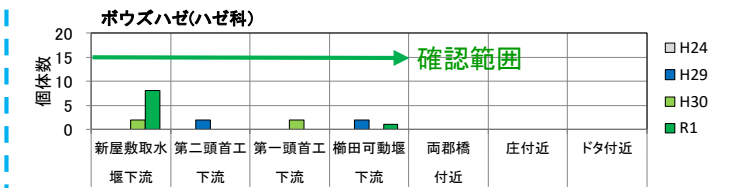
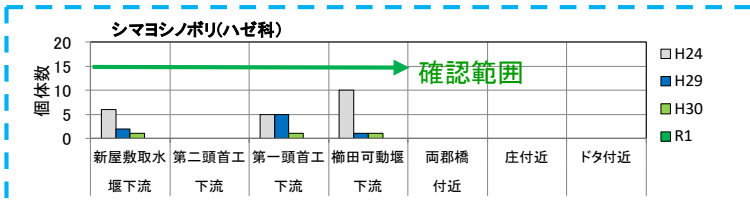
- ・ R1に確認された回遊性底生魚は7種。
 - ・ 生息分布は魚種毎の傾向がみられ、特に、**櫛田可動堰より上流地点の確認個体数・頻度が少ない。**
- カマキリ（カジカ科）、スミウキゴリ（ハゼ科）：新屋敷取水堰下流で確認
 ○ゴクラクハゼ、ヌマチチブ（ハゼ科）：第二頭首工下流まで確認
 ○ボウスハゼ、シマヨシノボリ（ハゼ科）：櫛田可動堰下流まで確認
 ○ウキゴリ（ハゼ科）：上流庄付近まで確認。ただし、上流の確認個体は陸封型個体の可能性も想定。

科	魚種	生息分布
カジカ科 (吸盤無)	カマキリ	新屋敷取水堰下流において確認。個体数は少ない。
ハゼ科 (吸盤有)	ゴクラクハゼ ヌマチチブ	第二頭首工下流において確認。個体数が最も多い。
	ボウスハゼ シマヨシノボリ	櫛田可動堰下流において確認。確認頻度が高い。
	ウキゴリ	個体数・確認頻度は低いが、上流庄付近まで確認。上流側では陸封型の可能性も想定。
	スミウキゴリ	新屋敷取水堰下流において確認。個体数は少ない。

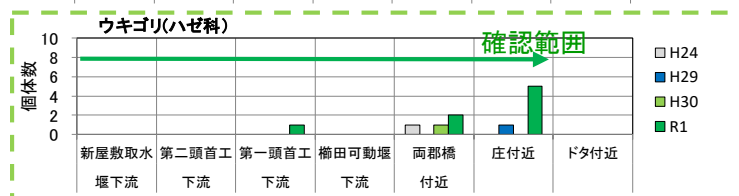


※回遊性底生魚の中で、吸盤を持たないカジカ科魚類は、吸盤を持つハゼ科魚類と比較して落差部での遡上能力が低い。ウツセミカジカも生息するが、確認頻度が低い。

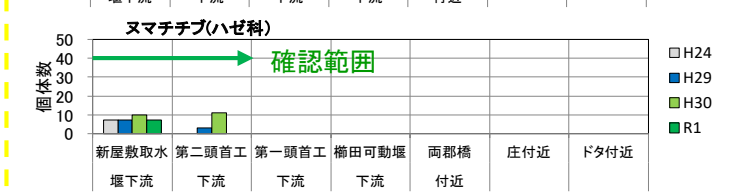
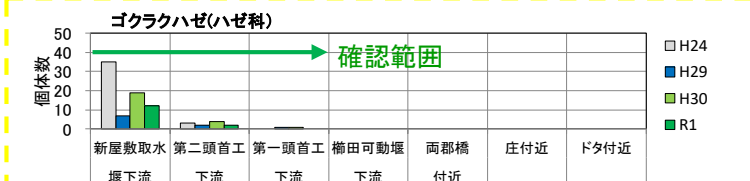
概ね、新屋敷取水堰下流で確認されている。カジカ科魚類ではカマキリが多い。



概ね、櫛田可動堰より下流で確認されている。個体数はシマヨシノボリがやや多い。



上流の庄付近まで確認されているが、確認頻度は低く、上流側は陸封型の可能性も想定。



概ね、第二頭首工より下流で確認されている。回遊性底生魚の中では、確認個体数が多い。

図3-2-5 回遊性底生魚の魚種別個体数の経年・縦断変化

3.5 魚類産卵床環境調査結果

- 魚類産卵床環境調査は、アユの産卵期において産卵状況を把握するために実施しました。
- 調査結果は、H24～R1を比較して整理しました。

①実施時期

- 第1回調査は、10月中～下旬の出水後、流況が安定し産卵に適した水温（産卵が活発になる水温は一般に15℃以下）となった**11/14～15**に実施。第2回調査は、一般に産卵後孵化するまでの期間が20日程度であることを考慮し、**2週間後の11/28～29**に実施

②産卵場の面積・産着卵密度

- 第1回調査では、**新屋敷取水堰下流の左岸副流路内（1箇所）**で産着卵を確認。面積は少ないが産着卵密度は高い。（図3-5-2、3）
- 第2回調査では、全5地点で産卵は確認されなかった。

③過年度との比較

- H24～R1では、**出水が無かったH27が突出して多く**、上流での産卵も確認。櫛田川では**出水の影響が大きい**と想定。
- R1は、確認された産卵場の箇所・面積ともに少なく、10月中旬の出水の影響が想定されるが、出水後の水位が高い期間でも産卵している可能性が考えられ、**今後も継続してモニタリング調査**を行う。

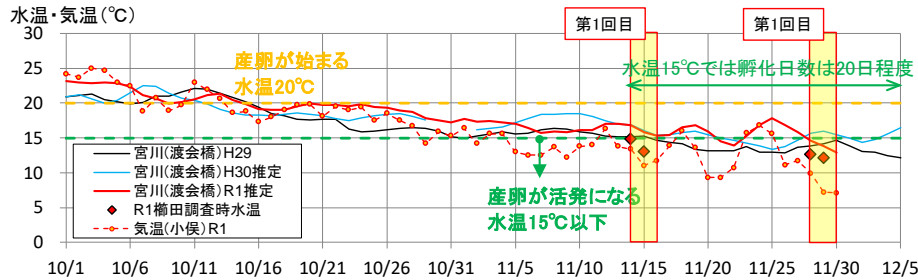
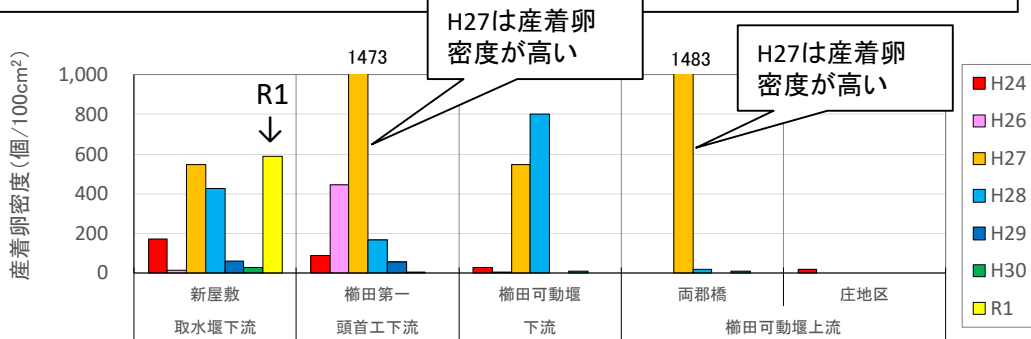


図3-5-1 近傍河川水温の変化と調査日(R1)



※密度は2回/年の調査の産卵場面積で加重平均した値

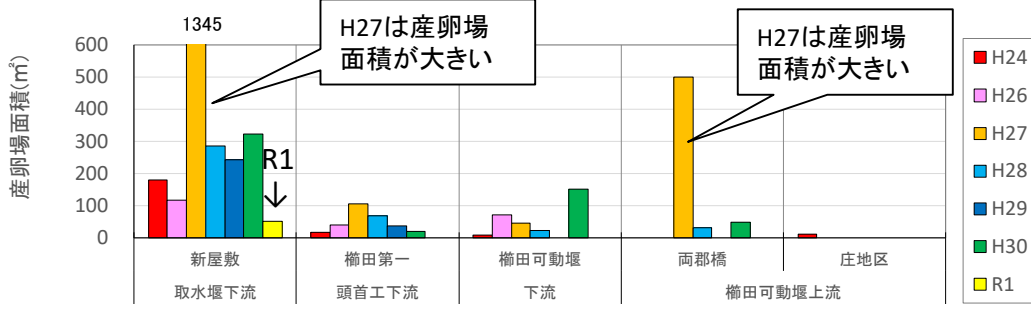
図3-5-2 アユ産卵場面積の地区別経年変化



新屋敷取水堰下流河道と調査位置図



石面の付着卵



※面積は2回/年の調査の合計値

図3-5-3 アユ産卵場の産着卵密度の地区別経年変化

4. 課題の整理

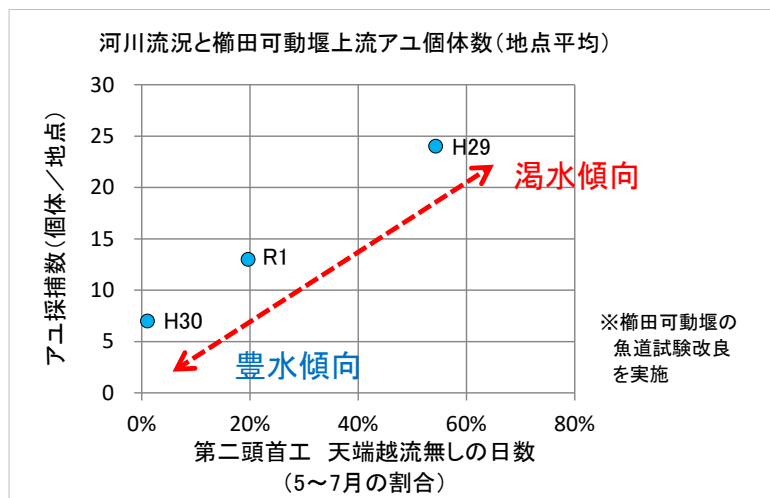
<魚類の遡上環境>

(1) アユ遡上環境の課題

- ・新屋敷取水堰の新設・改良魚道は、H29～R1の調査結果より、**濁水や豊水等の河川流況変化に対して3つの魚道が効果的に機能を発揮し、遡上環境の大幅な改善が図られていると想定。**
- ・一方、**櫛田可動堰より上流域の定着期のアユ生息数について、遡上期の櫛田第二頭首工の天端越流状況との関係を整理した結果、濁水傾向の年の方が河川上流に個体数が多い状況にあった。**
- ・櫛田第二、第一頭首工魚道においても、河川流況変化に対して**遡上しやすい魚道流量・流速への調整や、水叩き等への遡上・滞留を軽減する対策が必要。**

(2) 回遊性底生魚の遡上環境の課題

- ・R1調査で確認された魚種は、**カマキリ、ウキゴリ、スミウキゴリ、シマヨシノボリ、ボウスハゼ、ゴクラクハゼ、ヌマチチブ**の7種。
- ・回遊性底生魚は、**堰・頭首工により生息分布への影響が大きく、遡上環境の改善が必要。**
- ・遡上環境の改善の評価にあたっては、**魚種毎の遡上能力や生息環境を考慮することが必要。**



櫛田第二頭首工 堰越流無しの状況 (H31 4/10 両郡 15m³/s)



水叩きに流水無し



魚道流速が低減



魚道からのみ放流

<考えられる濁水時の遡上環境のメリット>

堰上流水位が低く、魚道内流速・流況が遡上しやすい。
 堰堤天端の越流が無く、魚道の呼び水機能が発揮されやすい。
 堰堤天端の越流が無く、堰直下や水叩きに遡上・滞留しにくい。

H29～R1の魚道等の条件

堰名	新屋敷取水堰	櫛田第二	櫛田第一	櫛田可動堰
H29	左岸新設 中央現況	現況	現況	試験改良
H30	左岸新設 中央改良	試験改良	現況	試験改良
R1	左岸新設 中央改良	試験改良	試験改良	試験改良

4. 課題の整理 <頭首工魚道の課題>

(3) 頭首工魚道の改良方策のイメージ (第二頭首工)

<縦断的連続性再生のための頭首工魚道の課題>

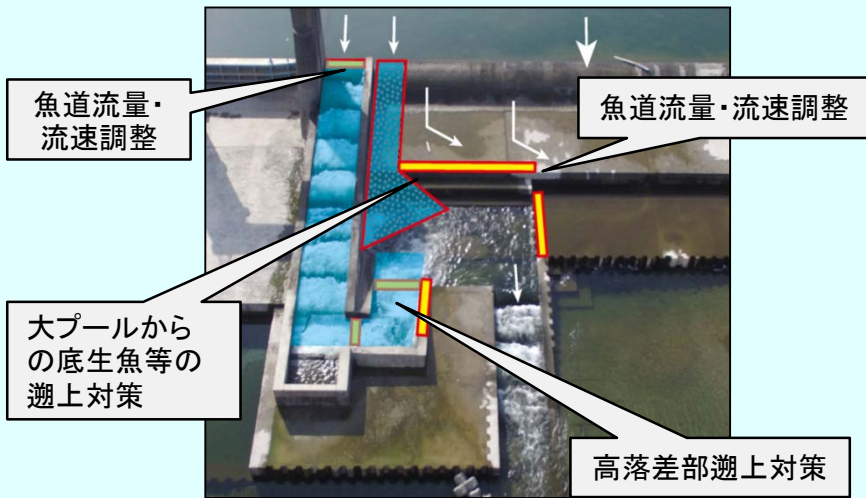
- ・アユ等：平・豊水流況においても望ましい魚道流量・流速に調整し、水叩き等に遡上・滞留しにくい対策が必要。
- ・回遊性底生魚：魚道大プールまで遡上を確認されるが、その上流は隔壁により遡上が困難。底生魚が遡上できる遡上経路・構造が必要。

<対策イメージ、進め方等>

- ・以上の課題に対して改良方策を検討（以下はイメージ案）し、試験施工モニタリングにより効果を確認しながら、対策検討を進める。



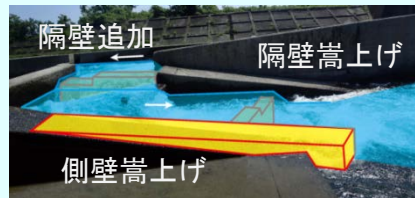
右岸魚道等改良イメージ



水叩きの改良イメージ(左岸側)

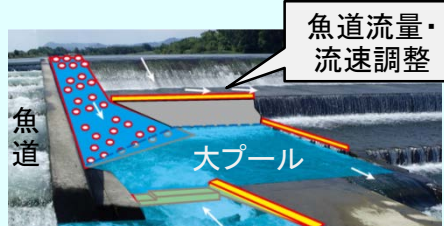


折り返し高落差部改良イメージ



左岸側壁が低く魚道から溢流。アユ等が魚道外に落ちる→側壁嵩上げ

堰天端～大プール改良イメージ



大プールに底生魚が遡上するが、魚道上流を遡上困難→粗石斜路を設置

● 水叩きでの遡上改善の事例(名張川)



(木津川上流管内に設置された簡易魚道)

「地域連携による簡易魚道の設置について」木津川上流河川事務所

4. 課題の整理

＜頭首工魚道の課題＞

(4) 頭首工魚道の改良方策のイメージ (第一頭首工)

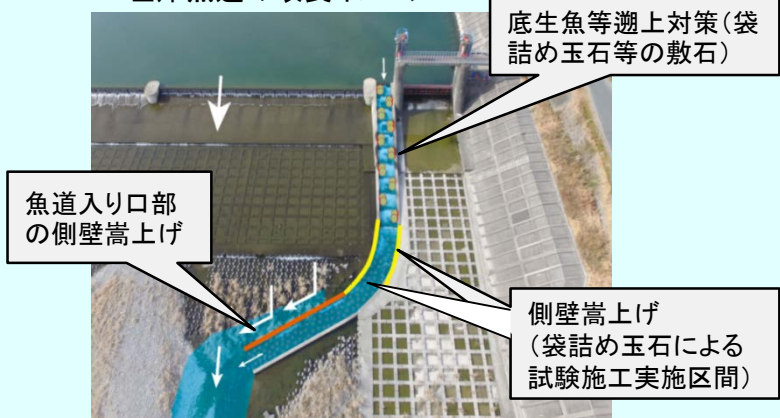
＜縦断的連続性再生のための頭首工魚道の課題＞

- アユ等：魚道側壁が低い下流側で護床工から水が流入。このため魚道内流速が増大しアユが魚道外に遡上。魚道側壁の嵩上げが必要。
- 回遊性底生魚：魚道内は隔壁により遡上が困難。底生魚が遡上できる魚道内構造の改良（敷石等）が必要。

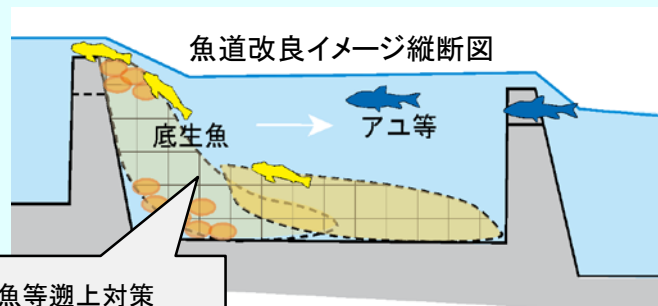
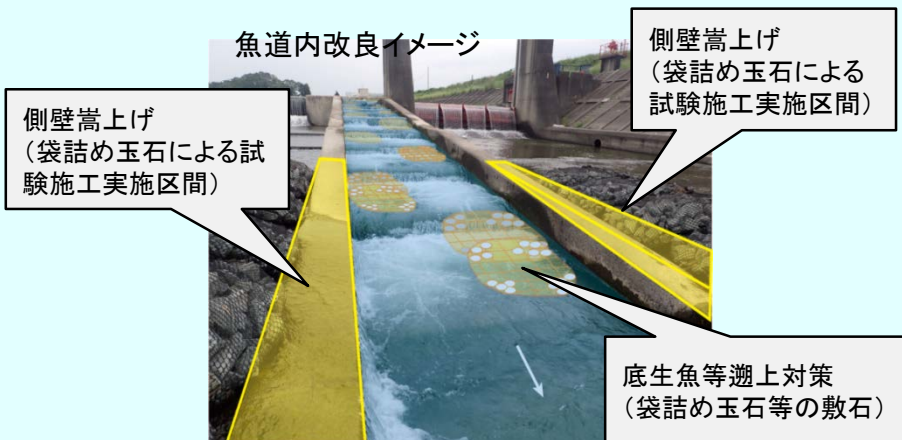
＜対策イメージ、進め方等＞

- 以上の課題に対して改良方策を検討（以下はイメージ案）し、試験施工モニタリングにより効果を確認しながら、対策検討を進める。

左岸魚道の改良イメージ



魚道内改良イメージ



底生魚等遡上対策（袋詰め玉石等の敷石）

5. 次年度モニタリング方針

・R2は以下のモニタリング調査を実施。

○試験施工等

①魚道構造の試験改良

- ・櫛田第二頭首工（魚道内高落差部）、櫛田可動堰（魚道入り口、魚道プール）の試験施工は継続。
- ・櫛田第一頭首工（護床工から魚道内への流入箇所）の試験施工は継続。なお、**魚道入り口部は仮設とし板材等で延伸。**（図5-2）

②魚道流量・流速調整

- ・調査時の河川水位や魚道流況に応じて、**仮設材等により遡上調査時に実施。**

○魚類遡上環境調査

①試験改良施設における遡上調査（櫛田第一、第二頭首工）

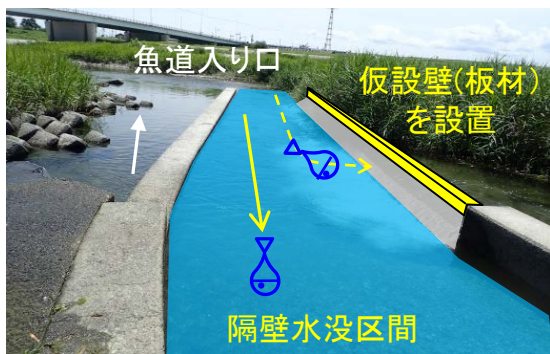
②整備施設における遡上調査（新屋敷取水堰）

- ・3年目（最終効果確認）

○魚類生息環境調査、魚類産卵床環境調査（整備後調査）

- ・既往調査地点において、魚類生息分布調査、アユ産卵床調査を継続実施。

左岸魚道隔壁水没区間（護床工下流側）



アユ遡上の解消

魚道入り口部の側壁越流部に仮設壁(板材)を設置し、魚類の遡上を制限して影響を確認する。

写真：R1.6撮影

図5-2 魚道入り口部の仮設壁の設置イメージ

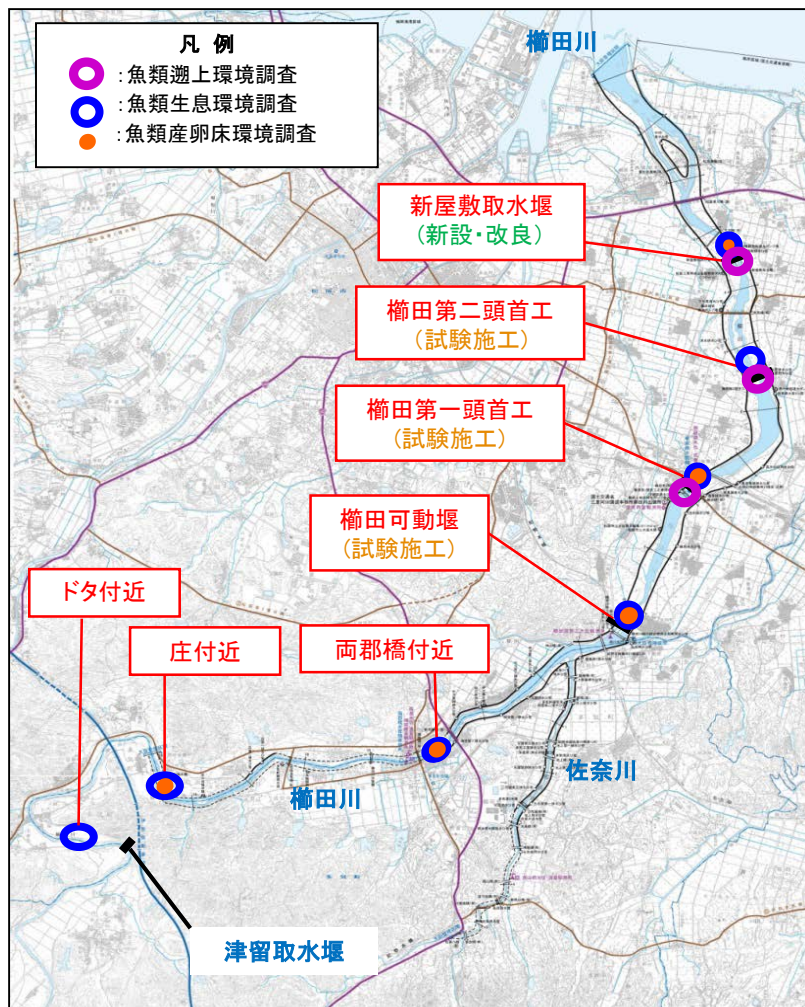


図5-1 R2調査地区(案)の位置図