

太田川再生方針に基づく取組の効果検証 調査・解析業務の概要（アユ関連調査）について

平成30年3月23日

広島市経済観光局農林水産部水産課
株式会社建設技術研究所 中国支社

1

平成29年度の調査概要

■ 調査目的

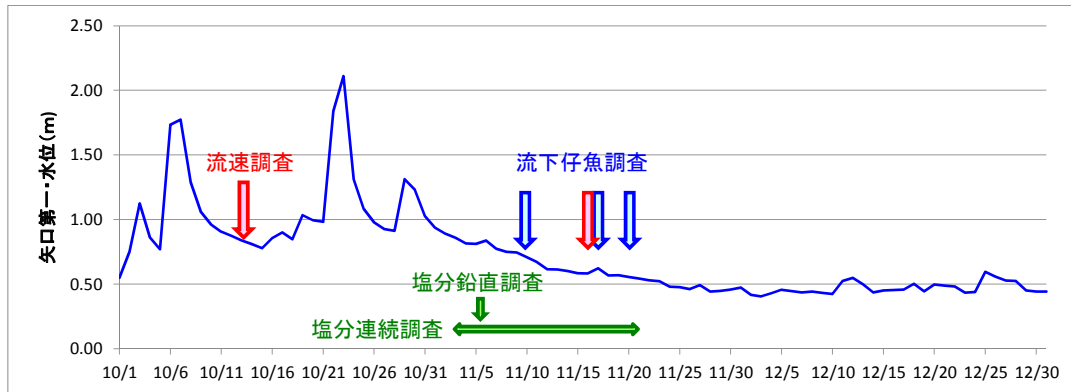
「太田川再生方針」に基づく取組の効果検証を実施するとともに、複数の関係者が方法等を調整する必要がある長期的取組を検討するための基礎的データを収集すること。

調査名	調査目的	調査方法
アユ買取り調査	「余剰種苗」の放流が、アユ資源に寄与しているのかを明らかにすること	漁業者からアユを買い取り、種苗の由来を判定した。
流下仔魚調査	流下仔魚の供給状況・流下状況を明らかにすること	産卵場の直下（安芸大橋）と祇園・大芝水門で仔魚流下の要所となる地点で仔魚を採捕した。
長期的取組の試験的試行に向けた流速測定	高瀬堰の運用（流量増）が高瀬堰直下・安佐大橋・安芸大橋地点の流速に及ぼす効果を把握する。	高瀬堰直下で流速計、安佐大橋・安芸大橋地点で浮子によって流速を測定した。
長期的取組の試験的試行に向けた塩分遡上調査	安芸大橋周辺の取水施設周辺と下流域における現状の塩分の遡上状況を把握する。	取水施設周辺ではメモリー式塩分計、下流域ではクロロテックにより縦断方向に移動しながら鉛直塩分観測を行った。

2

前提条件

- 流下仔魚調査は、例年どおり10月中旬頃から調査を開始する予定であったが、台風等の接近による出水で調査が延期となった。これにより、流下のピークを逃した可能性がある。
- 流速調査も高瀬堰の運用についても、結果的に運用前の方が流量が多くなり、明確な効果を把握できなかった。



期間中の矢口第一・水位

3

1. アユ買取り調査

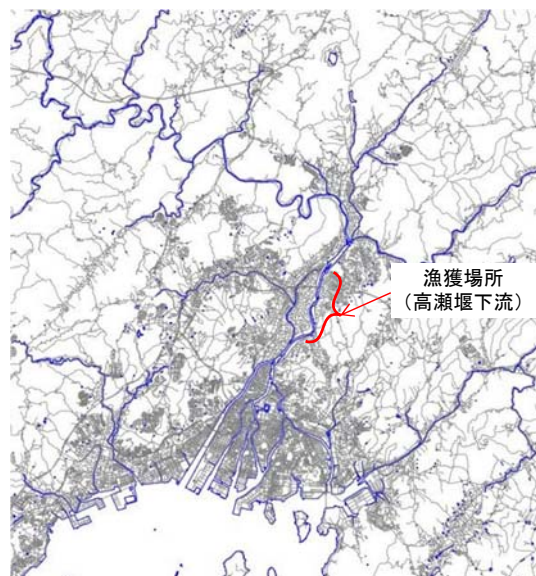
買取り調査

- 調査地点
高瀬堰下流域
- 調査方法
漁業者からアユを買い取り、種苗の由来の解析を行った。
- 買取り時期
平成29年10月3日



買取ったアユ

(太田川漁協さんが取り置きしていたアユを購入)



買取りアユの漁獲場所

4

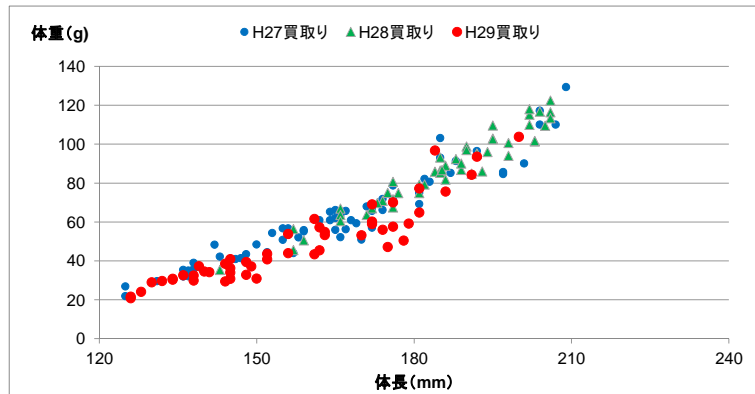
1. アユ買取り調査

■ 調査結果

- 本調査で全50尾のアユの買取りを行った。
- 今年のアユは、やや“小ぶり”であった。

買取りアユの平均体長と体重

	体長	体重
H27	165.8	63.0
H28	185.3	86.5
H29	157.0	48.2

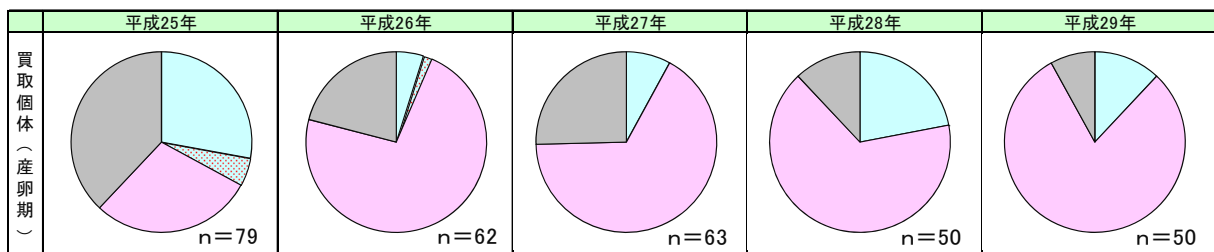


買取りアユの体長と体重の関係

1. アユ買取り調査

■ 調査結果

- 買取りアユ50尾の中に、天然魚は40個体（80%）を占めた（今年が多い）。



由来判別結果

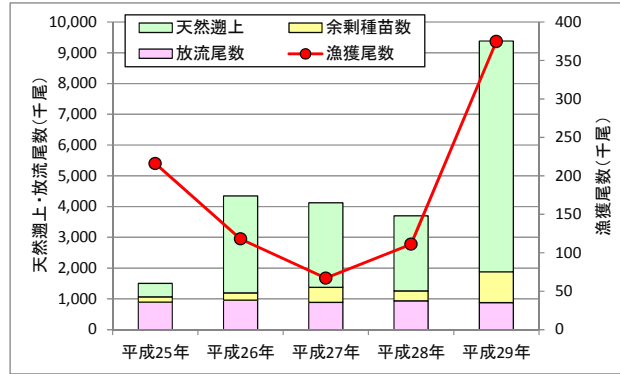
- 人工魚
- 余剰種苗（推定）
- 天然由来
- 判別不可

1. アユ買取り調査

■ 調査結果

- 天然魚の方が漁獲されやすい等のバイアスの可能性もあるものの、今年の漁獲尾と放流尾数から想定される天然遡上数は、750万尾となった。

⇒天然遡上が増えると漁獲は増える。



	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年	
判別結果	人工魚	56	17	21	17	10
天然魚	23	45	42	33	40	
放流尾数	892	955	882	935	880	
余剩種苗数	171	237	492	324	997	
天然遡上	437	3,155	2,748	2,444	7,508	
漁獲尾数	216	118	67	111	375	

(放流尾数～漁獲尾数:千尾)

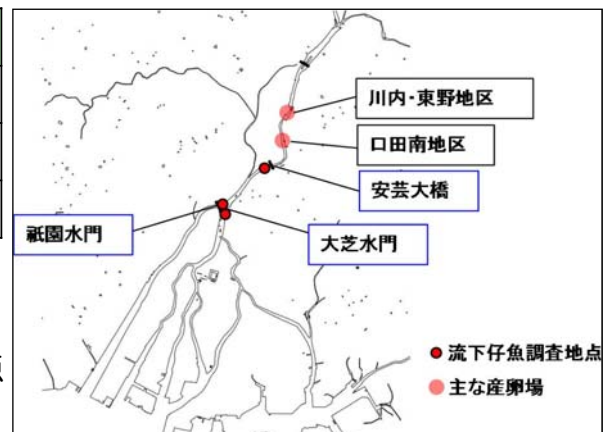
天然遡上・種苗の割合と漁獲量の経年変化

7

2. 流下仔魚調査

■ 調査地点

地点名	地点設定理由
安芸大橋下流	主要産卵場からの供給状況の把握
祇園水門	太田川放水路への流下状況の把握
大芝水門	旧太田川への流下状況の把握



調査地点

■ 調査方法

産卵場の直下や仔魚流下の要所となる地点で仔魚を採捕する。

■ 調査時期

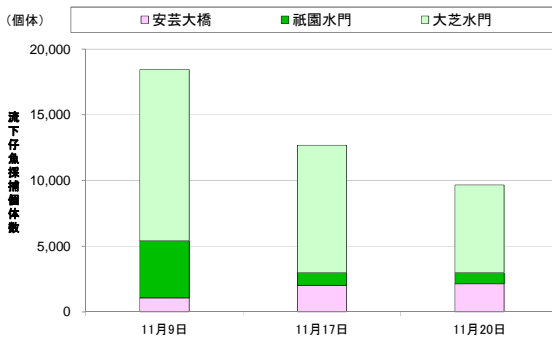
- 平成29年11月 9～11月10日 (中潮)
- 11月17～11月18日 (大潮)
- 11月20～11月21日 (中潮)



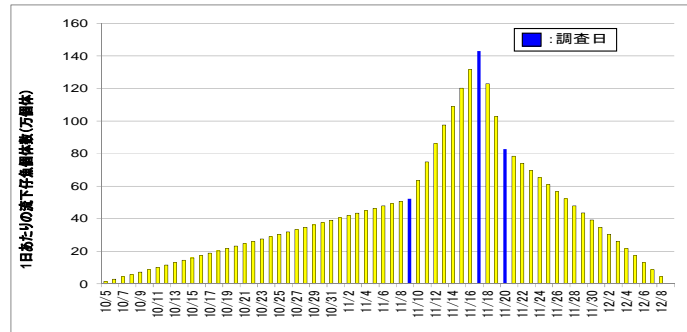
2. 流下仔魚調査

■ 調査結果

- 3地点3回の調査で、合計40,788個体が採捕された。
- 地点別の採捕総数は大芝水門で最も多く、次いで祇園水門であり、安芸大橋が最も少なかった（想定外の結果）。
- 調査時の流量により安芸大橋地点の流下仔魚密度（1m³あたり）を換算して推定した平成29年の流下仔魚の総個体数は、0.28億個体となった。



仔魚採捕個体数



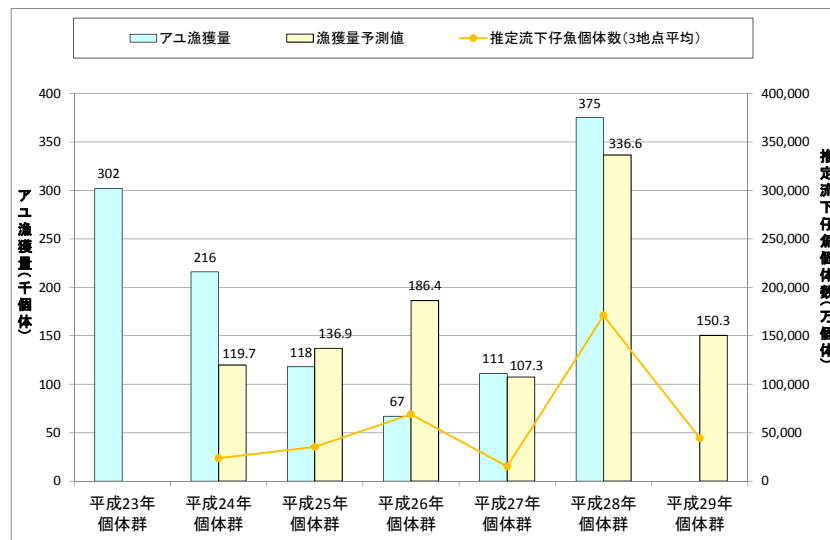
安芸大橋の推定流下仔魚個体数

仮定1: アユの産卵期間は10月5日～12月9日の間である。
 仮定2: 流下仔魚の個体数は、調査日と調査日の間は直線的に変化する。
 仮定3: 仔魚の流下時間は、夕方17時～翌朝5時の間のみである。
 (なお、推定は過年度と同様に安芸大橋地点のデータを使用し、産卵期間開始・終了時は0個体とする。)

2. 流下仔魚調査

■ 調査結果

- 3地点（安芸大橋・祇園水門・大芝水門）の平均流下仔魚数は、平成28年で最も多く、その翌年（平成29年）の漁獲量も多かった。
- 流下仔魚量と翌年の漁獲量は関係性があり、その結果に基づくと来年の漁獲量は少ない可能性がある。



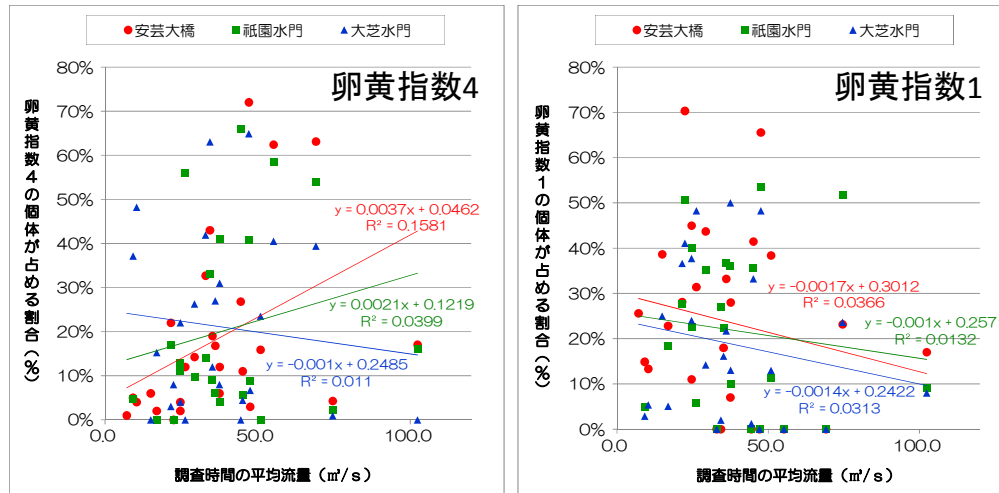
流下仔魚推定個体数と漁獲量の経年変化

2. 流下仔魚調査

■ 調査結果

- 安芸大橋の卵黄指数4の個体は、流量が大きいほど割合が大きくなる傾向があるも相関は低い（相関係数0.39）。祇園水門・大芝水門では傾向がない。
- 卵黄指数1の個体は、いずれの地点についても強い相関関係はみられないものの、流量が大きくなると割合が小さくなる傾向がうかがえた。

⇒流量（流速）が大きいと早期に流下する。



調査時の流量と卵黄指数別の個体数の関係

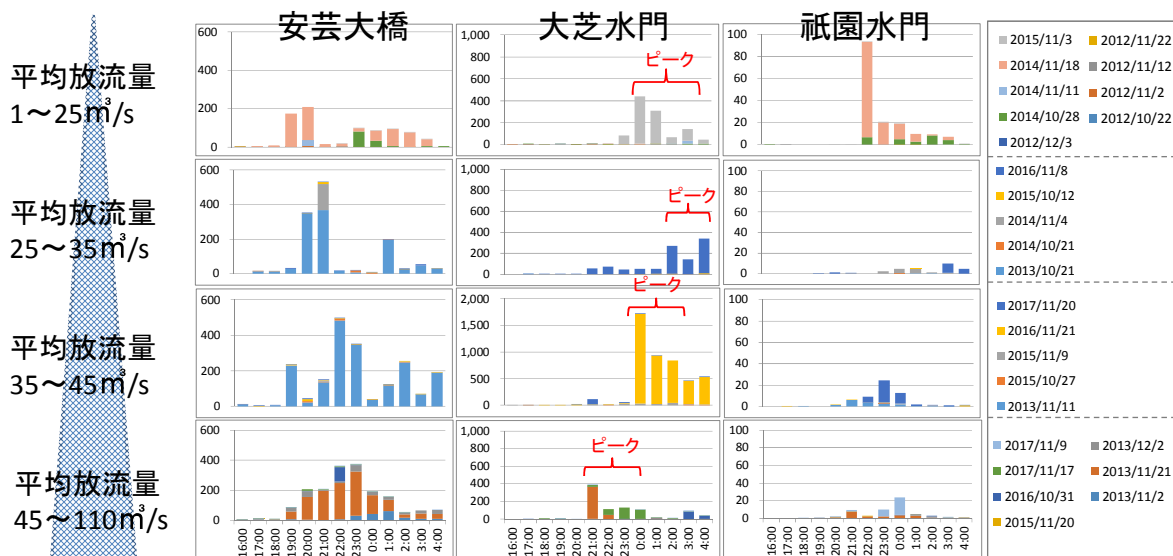
11

2. 流下仔魚調査

■ 高瀬堰の試験運用の効果

- 大芝水門の卵黄指数4の推定降下数は、放流量が多いほどピーク時間が早い。ただし、安芸大橋については産卵場直下であることから、放流量による影響は見られなかった。
- 祇園水門では降下数が少ないため評価することは難しいものの、2014年11月18日を除けば概ね放流量が多いほどピークが早くなる傾向が見られる。

⇒運用により流下する時間を早めることができる可能性がある。



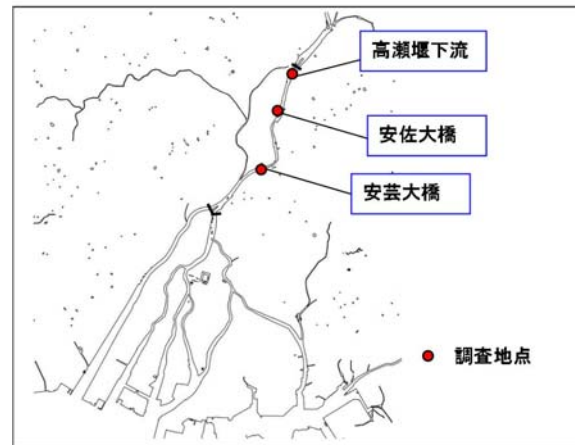
卵黄指数4の流量別推定降下量

12

2. 長期的取組の試験的試行に向けた流速測定

■ 調査地点

地点名	地点設定理由
高瀬堰下流	高瀬堰の下流・最も効果が高い
安佐	上下流の中間地点・自流区間
安芸大橋	主要産卵場の下流・潮止め堰湛水域の下流・感潮域の上流端



調査地点

■ 調査方法

高瀬堰直下で流速計、安佐大橋・安芸大橋地点で浮子によって流速を測定した。

■ 調査時期

平成29年10月13日（運用前）
11月18日（運用後）

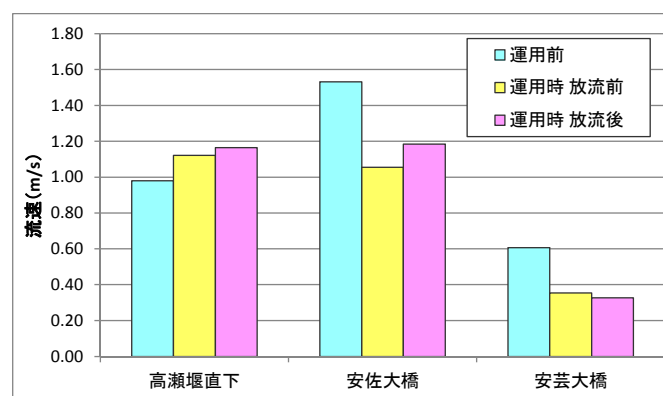


13

4. 長期的取組の試験的試行に向けた流速測定

■ 調査結果

- 高瀬堰直下は、運用前は左岸から主体の放流であったため、運用前と比較して運用時・運用後の流量が大きくなっている。
- 安佐大橋は運用時の運用前と比較して運用後の方が大きくなっている。
⇒運用による流速増加と考えられる。
- 安芸大橋は運用時の運用後は、満潮時間帯で効果不明であった。



地点別の流速変化

14

4. 長期的取組の試験的試行に向けた塩分遡上調査1

■ 調査地点

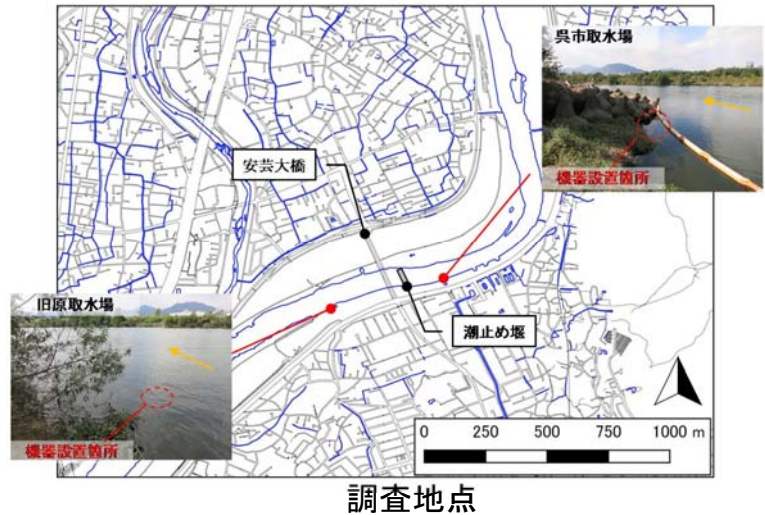
- 潮止め堰下流（旧原取水場）
- 潮止め堰上流（呉市取水場）

■ 調査方法

取水施設周辺ではメモリー式塩分計を設置し、塩分の連続観測を行った。

■ 調査時期

平成29年11月2日～11月21日
（11月2～5日・16～19日：大潮）



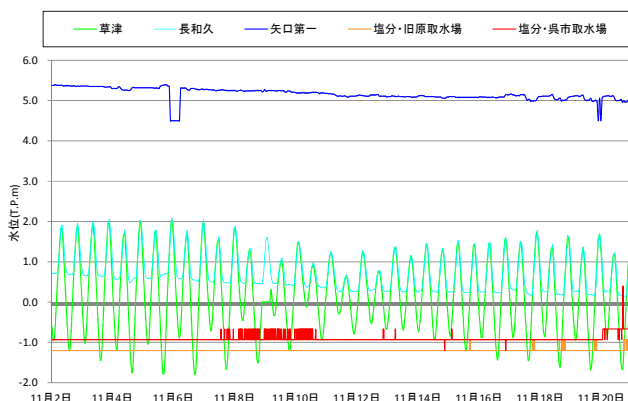
15

4. 長期的取組の試験的試行に向けた塩分遡上調査1

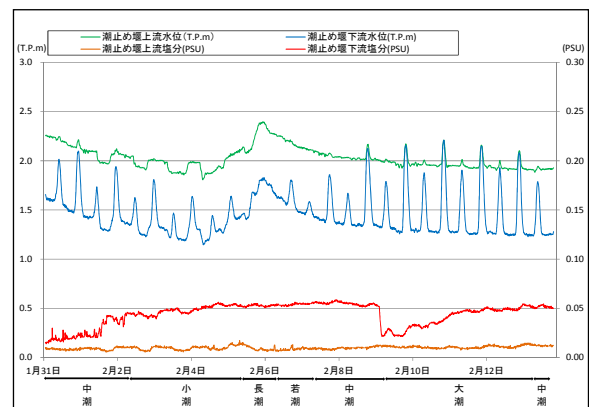
■ 調査結果

- 潮止め堰下流の水位は、潮汐により変動したが、塩分は変化がなかった。
- 期間中、縁部の上昇が見られたものの、最大で0.09PSU・電気伝導度130 μ S/cm（淡水の基準0.5PSU・300 μ S/cm以下）で、およそ塩分と呼べるものではない。なお、この変動は潮位と関係はない。
- この傾向は昨年と同様であった。

⇒現時点では塩分遡上がない。



潮止め堰周辺水位と塩分の変化



【参考】潮止め堰上下流の水位と塩分の関係 (H28)

16

4. 長期的取組の試験的試行に向けた塩分遡上調査2

■ 調査地点

潮止め堰下流区間

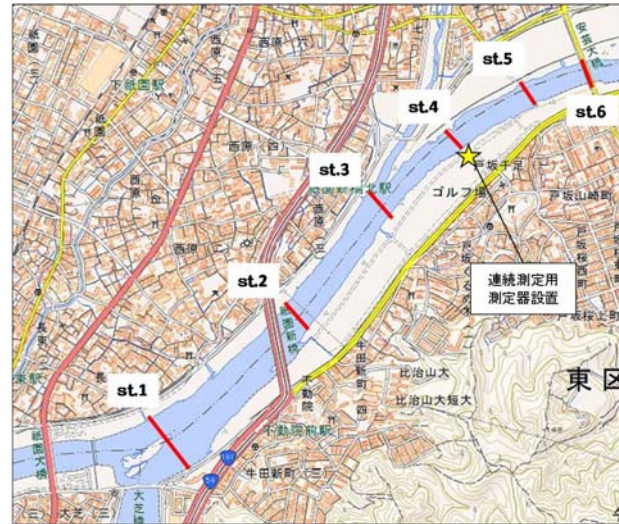
■ 調査方法

下流域ではクロロテックにより縦断方向に移動しながら鉛直塩分観測を行った。

■ 調査時期

平成29年11月6日

(上潮時・満潮時・下潮時)



調査地点

塩分計測状況

4. 長期的取組の試験的試行に伴う水位等測定2

■ 調査結果

- 上潮時・満潮時・下潮時で、いずれの地点でも鉛直的に（通常、塩分は下層で高い）塩分は観測されなかった。

⇒現時点では祇園・大芝水門より上流で塩分遡上がほとんどない。



潮止め下流の塩分の鉛直変化

調査のまとめ

- アユ買取：今年は天然遡上アユが多く、漁獲高を押し上げた
- 流下仔魚調査：10月に実施できず、また例年と比べて流量が大きく、今年の流下仔魚の実態や高瀬堰の試験運用の効果評価も不明瞭になった。推定個体は平成27年よりは多いものの、予測される漁獲量は今年の半分以下になる可能性がある。
- 流速調査：高瀬堰の試験運用の効果は一定レベルで確認できた（流速値にして1.2倍程度）。
- 塩分遡上調査：少なくとも現状では取水施設までの塩分遡上は起こりえない。今後、試験的に祇園・大芝水門の操作を行い、塩分遡上状況を把握する必要がある。

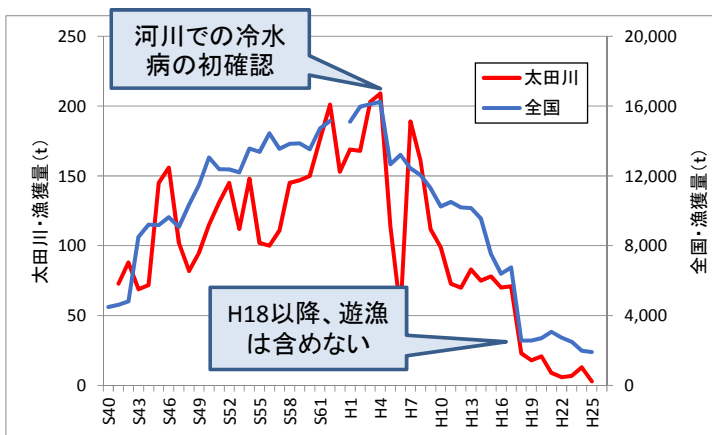
19

アユにとって望ましい利水運用の実現に向けて

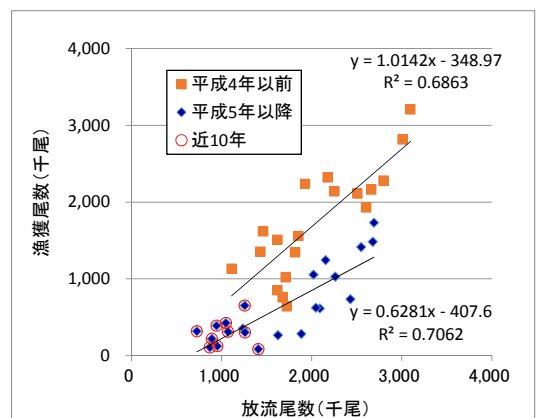
- 太田川のアユの現状
 - 平成4～5年を契機に減少に転じている
 - 冷水病の蔓延が原因
 - 全国の漁獲量の傾向より減少傾向が大きい
 - 平成5年以降、放流が漁獲に反映されず、放流事業は破綻寸前（獲れないから放流しない→放流しないから獲れないという悪循環となっている可能性がある）



冷水病罹患アユ
出典：富山県水産試験場HP



漁獲量の経年変化



放流尾数と漁獲尾数の関係

20

『太田川再生方針』の策定と取組み

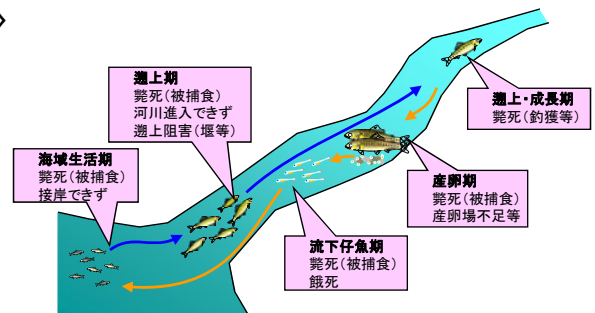
- 平成25年、アユ・シジミ資源の回復を目的として策定
- 短期・中期的方策の個別効果は確認されているが、資源量の回復に至っていない⇒引き続き実施

方策	区分	取組手法	取組内容	取組み状況
短期	稚魚	生産施設における余剰種苗の放流	放流場所・時期・サイズ等の技術的な検討（放流後の追跡調査）	実施中 H25~28
	繁殖場	産卵場の維持・造成	場所・時期・規模等の技術的な手法の検討（漁協による実施）	実施中 H25・H27
中期	親魚	禁漁期間延長	モニタリングを通じた科学的な裏付けを基に検討（漁協による実施）	実施中 H27~28
		晩期親魚放流		未実施
		禁漁区間の設定・拡大		実施中 H27~28
		漁法の制限		未実施
長期	稚魚	稚魚遡上促進	河川管理者や水利権者等へ個別の時期に増水放流の検討を依頼	未実施
	親魚	親魚流下促進		未実施
	繁殖場	仔アユ流下促進		今回実施
	保育場	太田川放水路の活用	太田川放水路における積極的な稚魚育成を狙って、増水放流や堰のゲート操作等を依頼	未実施

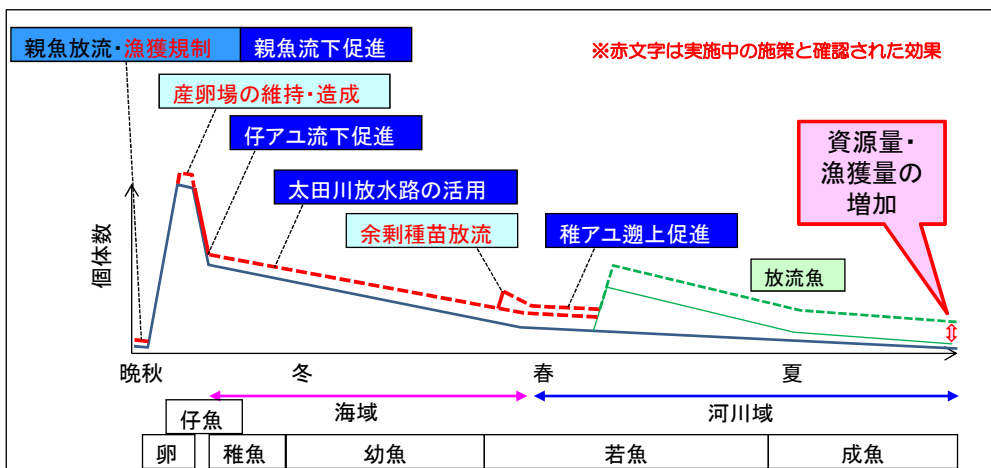
21

取組みの有効性の確認

- アユの生活史ごとに効果が想定される⇒数理モデルによる確認
 - アユ減少の現状・減少要因を探る。
 - 『太田川再生方針』の目論見の検証
 - アユ資源増加に効果的な方策を探る。
- 数理モデルのメリット・デメリット
 - 保全措置の効果比較（意志決定）ができる。
 - モデルに不確実性がある。



アユの生活史と減少要因

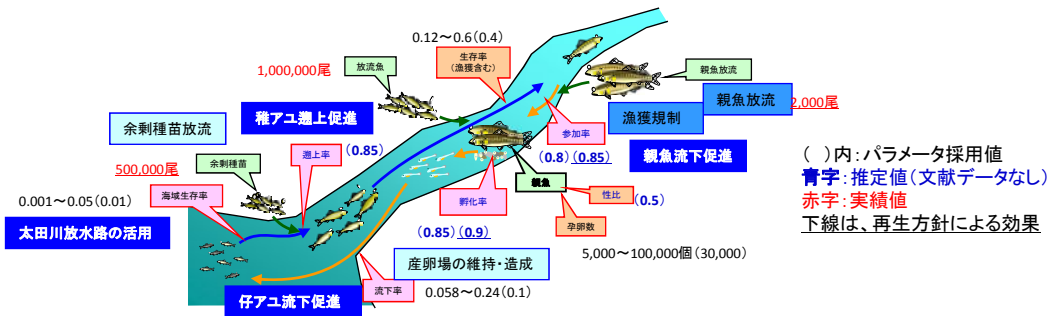


アユの生活史における『太田川再生方針』の取組み効果のイメージ

22

個体群モデルの概要

- 個体群成長モデルの採用
 - アユの生活史の生活段階毎に独立した生存率を掛け続け、翌年の個体群の源泉となる親魚数を求める。
 - 50年先まで200回を試行する（乱数を用いるため200回分異なる結果が得られる）。
- 個体群成長式
 - 親魚 N_{t+1} = { [(親魚 × 性比 × 孕卵数 × 孵化率 × 流下率 × 海域生存率 + 余剰種苗) × 遡上率 + 放流魚] × 生存率 + 親魚放流 } × 参加率
 - 『太田川再生方針』の方策に対応した生活段階毎に独立した生存率を掛け続け、翌年の個体群の源泉となる親魚数を求める。実際の漁獲量も親魚数とほぼ同等レベルになる。
 - 生存率等のパラメーターは、文献値や実測値等から推定して設定し、乱数により0.5~1.5倍で変動させる。
 - 密度効果は無視する。
 - 密度は親魚の体サイズ（孕卵数）やカワウ等による被捕食に影響する

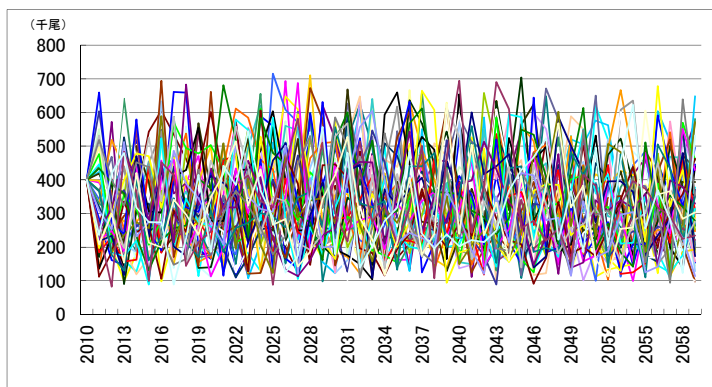


アユの個体群モデルのパラメーター

23

個体群モデルによる現状の再現

- 2010年（平成22年）に親魚が40万尾いたと仮定して検討
- 平均32万尾程度（50年間）が繁殖に参加する（減りもしない・増えもしない）。



モデルの計算結果

パラメーター	現状で 想定される値
親魚放流数	—
繁殖参加率	0.8
孵化率	0.85
流下率	0.1
海域生存率	0.01
遡上率	0.85
余剰種苗放流	—
放流数	1,000,000尾
生存率	0.4
絶滅待ち時間（年）	存続
平均尾数（千尾）	321

24

個体群モデルによる短期・中期的方策の検証

- 短期・中期的方策の効果は限定的であり、現時点ではさらなる資源増加は望めない。

短期・中期的方策のシミュレーション結果

パラメーター	現状で想定される値	再生方針(短～中期方策後の想定値)	取り組み内容	方策区分
親魚放流数(尾)	—	2,000	晩期親魚放流	中期・親魚
繁殖参加率	0.8	0.85	禁漁期間延長・禁漁区間の設定・拡大・漁法の制限	中期・親魚
1尾/産卵数(千個)	30	←		
孵化率	0.85	0.9	産卵場の維持・造成	短期・繁殖場
流下率	0.1	←		
海域生存率	0.01	←		
遡上率	0.85	←		
余剰種苗放流(尾)	—	500,000	生産施設における余剰種苗の放流	短期・稚魚
放流数(尾)	1,000,000	←		
生存率	0.4	←		
絶滅待ち時間(年)	存続	存続		
平均尾数(千尾)	323	350	短・中期的方策により資源量がやや増加する	

25

個体群モデルによる長期的方策の検証

- 長期的方策の流下促進効果を、流速増大分として仮定。
- 短期・中期的方策の実施前と比較すると5.7万尾の増加

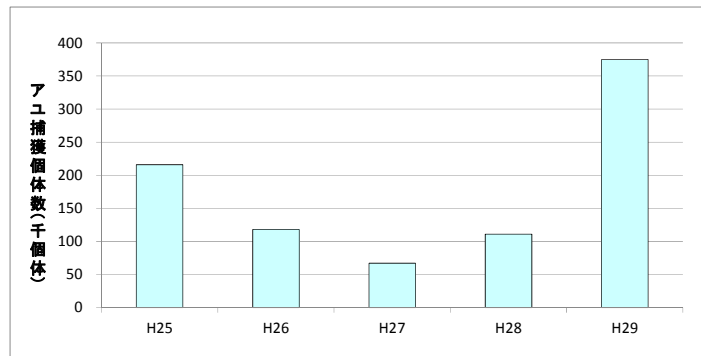
長期的方策のシミュレーション結果

パラメーター	現状で想定される値	再生方針(短～中期方策後の想定値)	再生方針(短～長期方策後の想定値)	取り組み内容	方策区分
親魚放流数(尾)	—	2,000	←	晩期親魚放流	中期・親魚
繁殖参加率	0.8	0.85	←	禁漁期間延長・禁漁区間の設定・拡大・漁法の制限	中期・親魚
1尾/産卵数(千個)	30	←	←		
孵化率	0.85	0.9	←	産卵場の維持・造成	短期・繁殖場
流下率	0.1	←	0.12	高瀬堰の運用による流下促進(流速1.1～1.2倍)	長期・繁殖場
海域生存率	0.01	←	←		
遡上率	0.85	←	←		
余剰種苗放流(尾)	—	500,000	←	生産施設における余剰種苗の放流	短期・稚魚
放流数(尾)	1,000,000	←	←		
生存率	0.4	←	←		
絶滅待ち時間(年)	存続	存続	存続		
平均尾数(千尾)	323	350	380	長期的方策により資源量がやや増加する	

26

今後の対応

- 短期・中期的方策と段階的な長期的方策の実施とモニタリングの継続
 - 取組の効果と評価できるか否かは不明であるが、今年の漁獲量は増加した（取組前の平成25年と比較すると15.9万尾も多い）。



「太田川再生方針」の取組後のアユ漁獲量の経年変化