

琵琶湖の水位変動による水陸移行帯のコイ科魚類への影響について

目次

1. 平成17年の気象と水位変動の状況

降水量

琵琶湖水位の変化

気温と風速

2. 産卵から仔魚期までの生残分析について

コイ・フナ類の産卵数～干出卵数調査結果

ホンモロコの産卵数～干出卵数調査結果

平成16・17年瀬田川洗堰操作の評価

仔魚生残数調査結果

クリーク掘削の評価

捕食者の食性調査結果

まとめ

3. 個体群動態予測シミュレーションについて

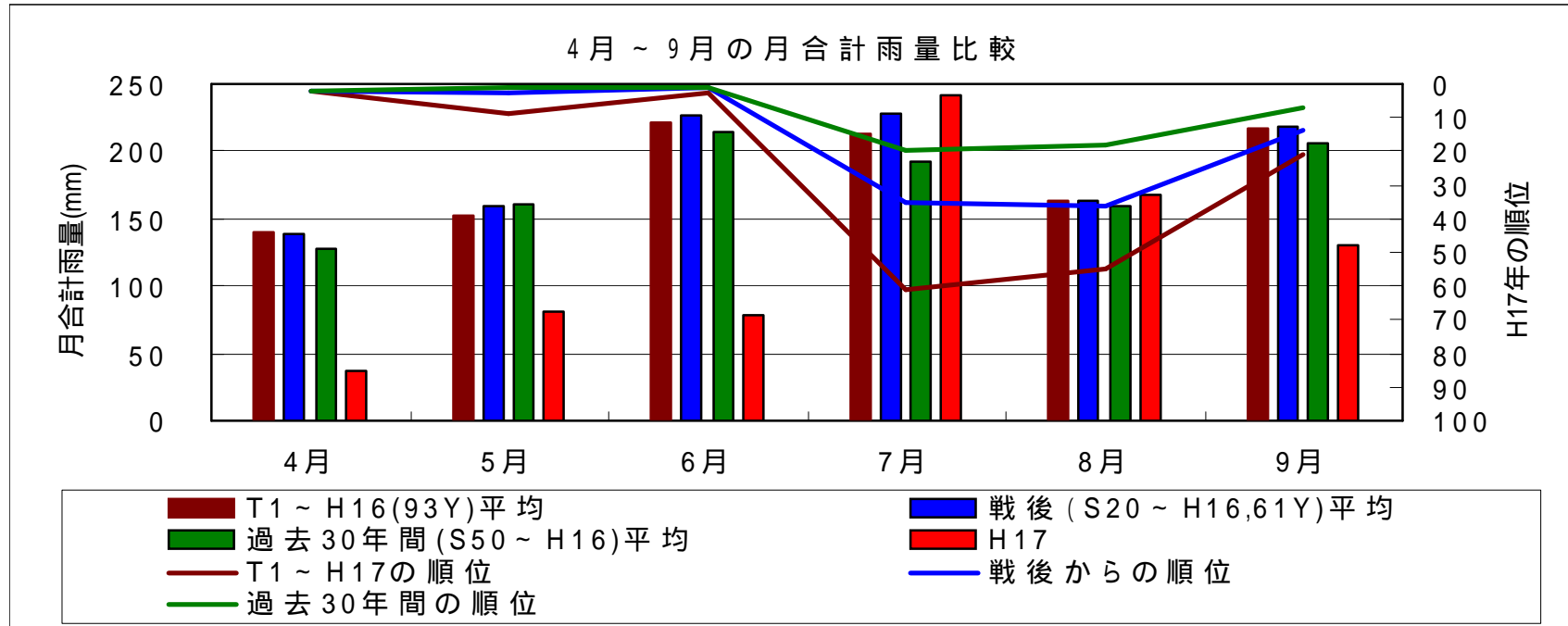
4. その他の地点の状況について

気温(水温)と産卵との関連性

フナ類の生残について

1. 平成17年の気象と水位変動の状況

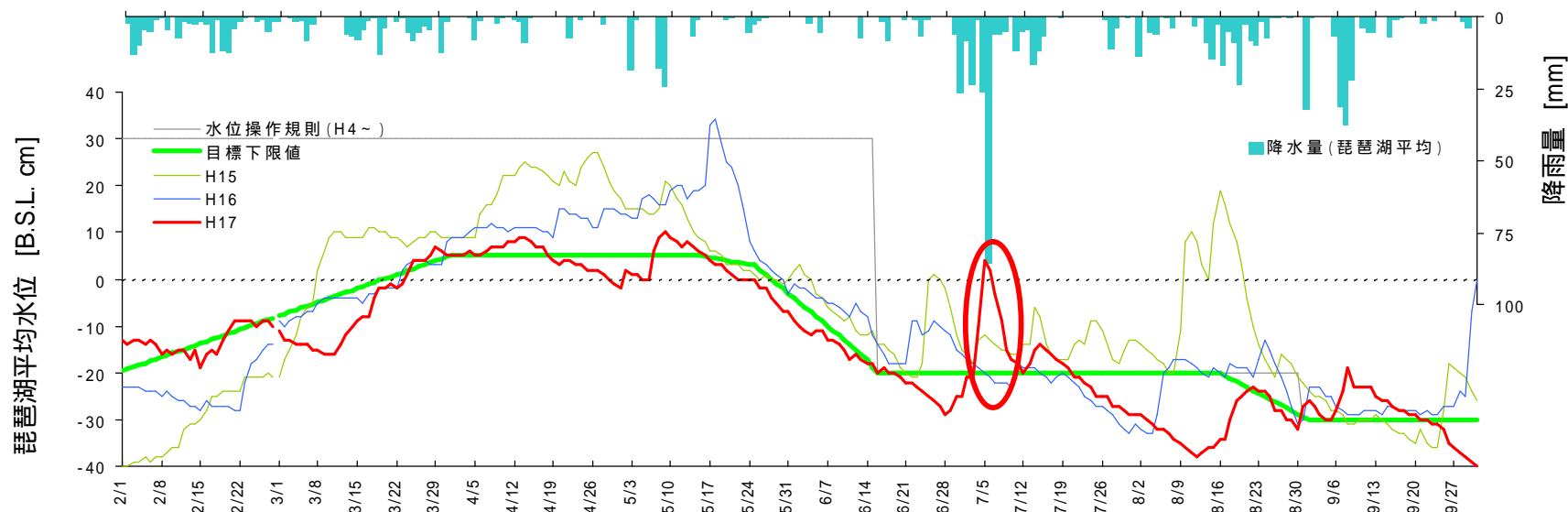
降水量 (琵琶湖平均)



平成17年の産卵期の降水量は非常に少なかった。

H17年4月の降水量は、観測史上(大正元年から)2番目の低さ
H17年5月の降水量は、近年30年で最低

琵琶湖水位の変化



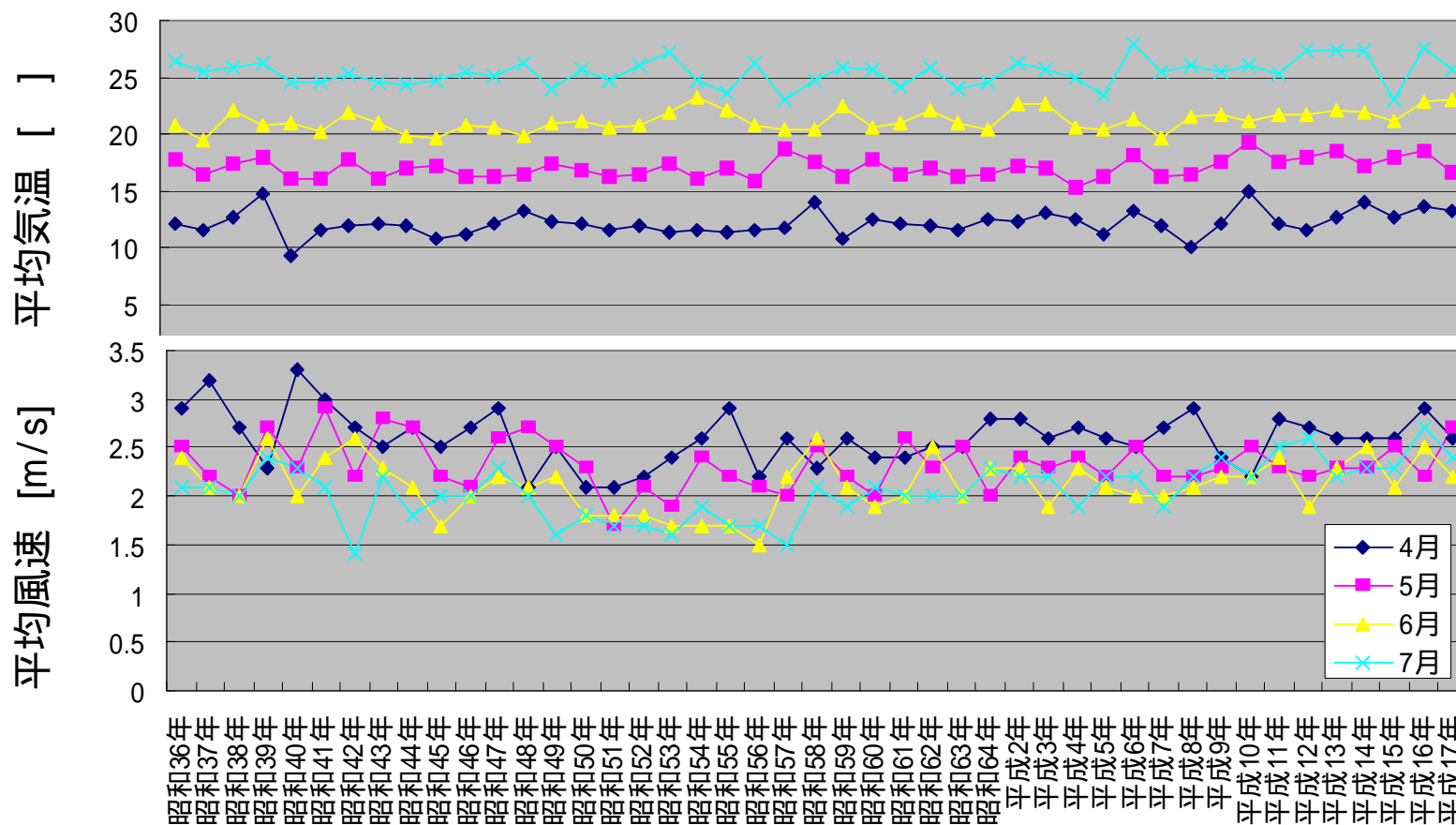
平成17年の生態系に配慮した瀬田川洗堰の
試行操作による水位維持は概ね目標を達成

6/15以前の水位操作は、近年30年で最低の降雨量に見舞われたものの、きめ細かな操作とフラッシュ操作を実施することにより目標値(6/16でB.S.L-0.2m)を達成した。

6/16以降の水位操作は、梅雨前線による急激な水位上昇のため全開放流を実施、その後は少雨の影響でB.S.L-0.4mまで水位低下

気温と風速

(彦根観測所)

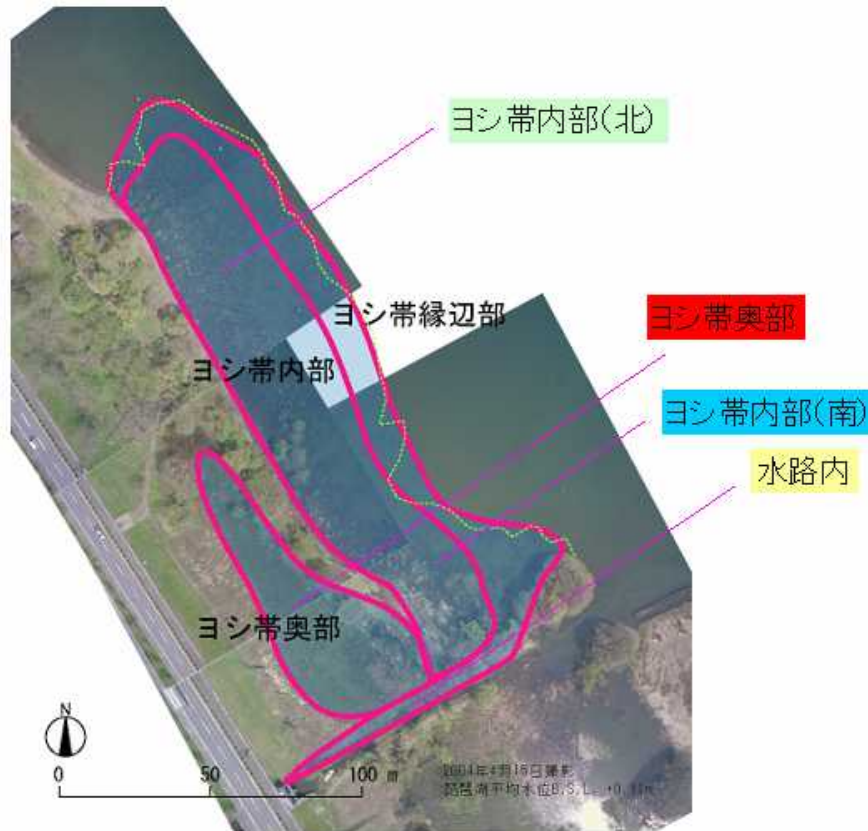


H17年6月の気温はやや高かった
 H17年4～7月の風速に特徴はみられなかった

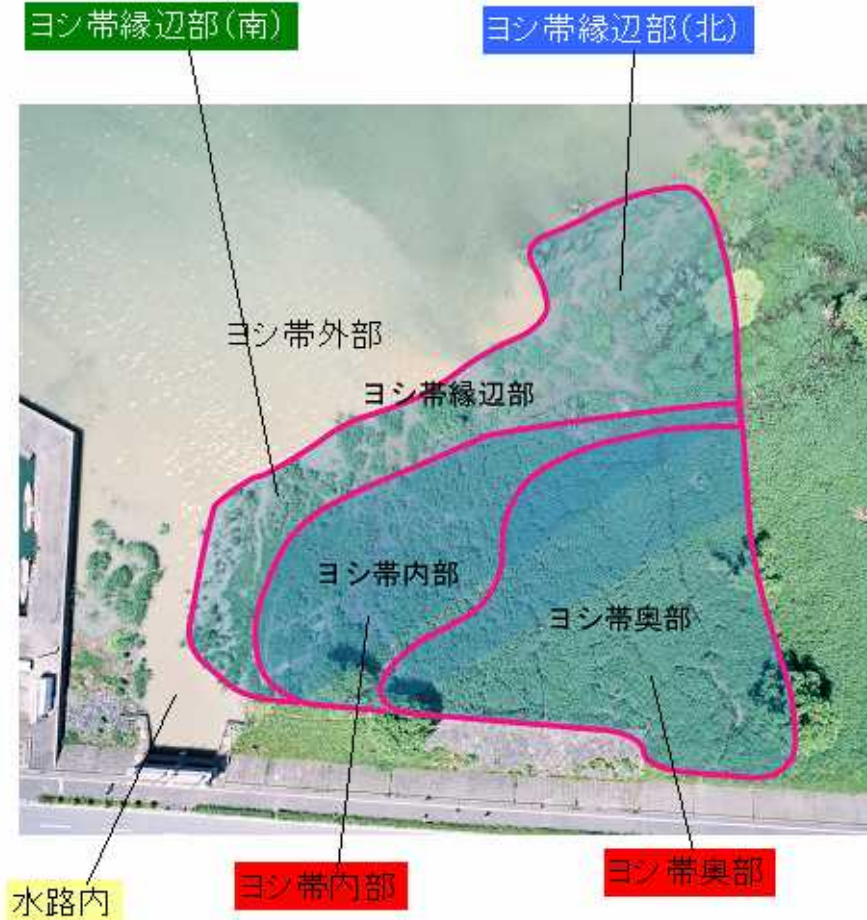
2. 産卵から仔魚期までの生残分析について

調査は、高島市針江と湖北町延勝寺で実施

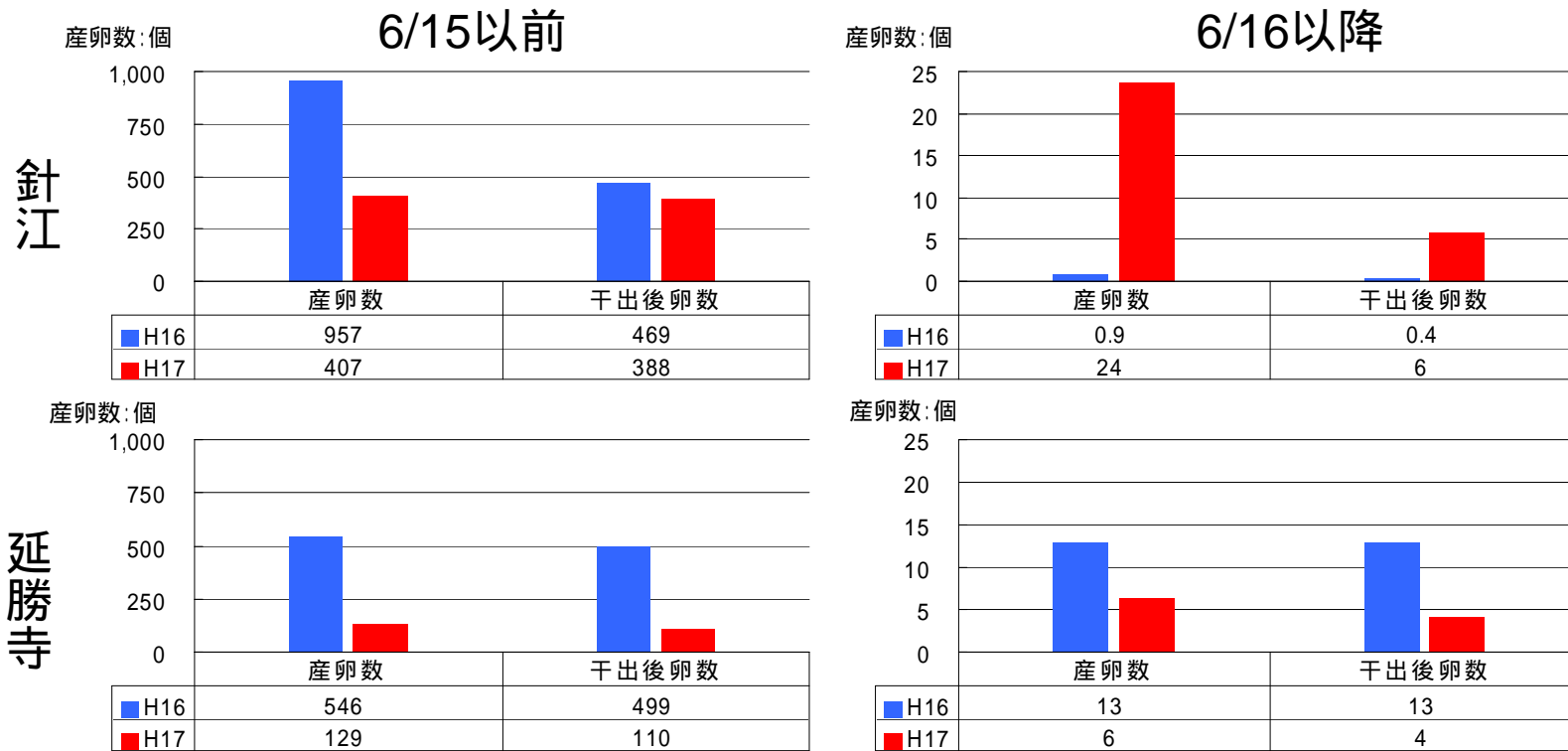
高島市針江



湖北町延勝寺



コイ・フナ類の産卵数～干出卵数調査結果



【産卵】

H17年の産卵数は前年比で37%であった。(針江・延勝寺の全期間)

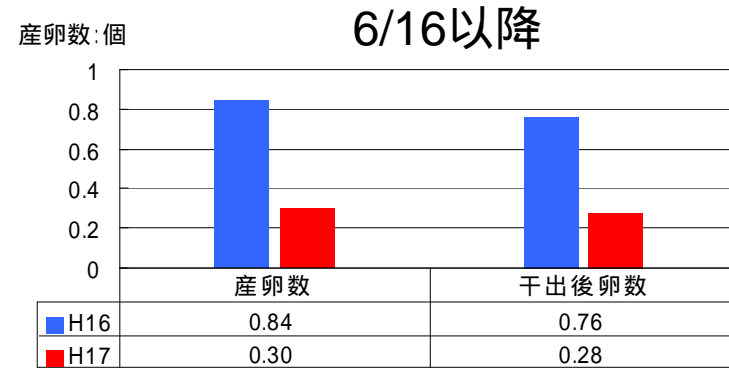
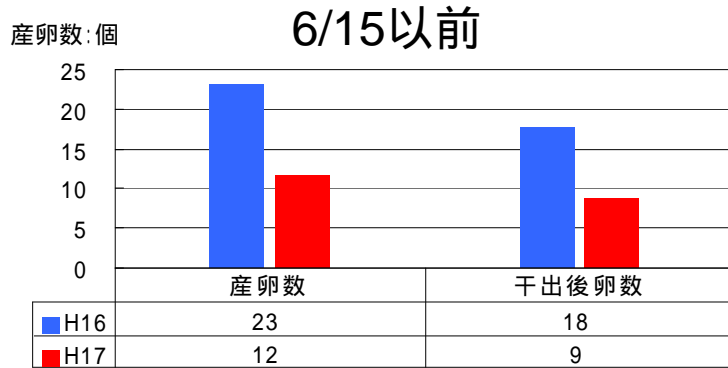
またH17年6/16以降の産卵数は、前年比で針江が約27倍、延勝寺は46%

【干出後卵数(孵化数)】

H17年の干出後卵数(全期間)は前年比で52%であった。(針江は84%、延勝寺は22%)

ホンモロコの産卵数～干出後卵数調査結果

針江



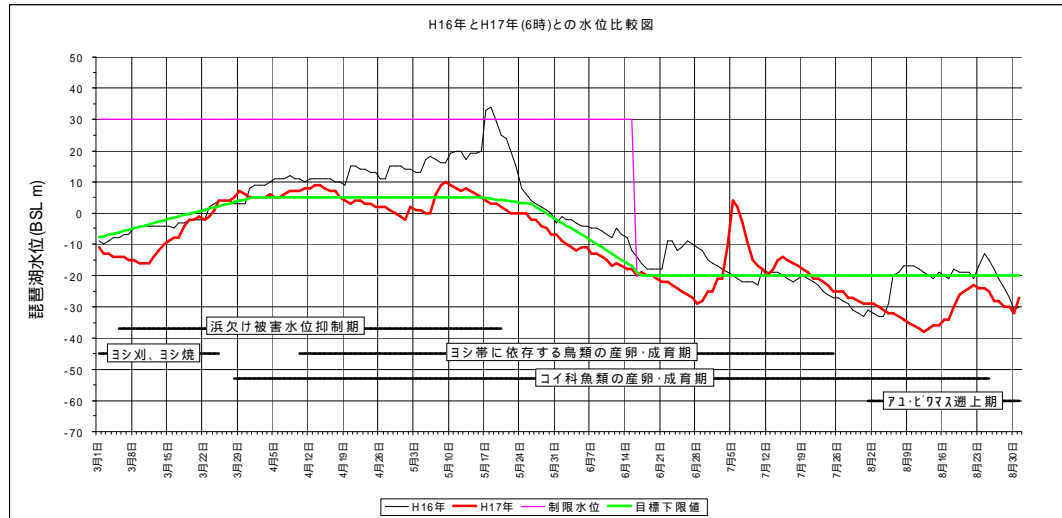
【産卵】

H17年の産卵数は前年比で52%であった。(全期間)

【干出後卵数(孵化数)】

H17年の干出後卵数は前年比で49%であった(全期間)

平成16年17年瀬田川洗堰操作の評価



産着卵の干出率推定結果

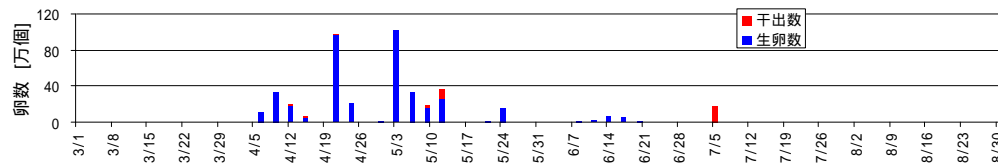
コイ・フナ類 (H16 高島市針江はフナ類)

| 期間 | 高島市針江 | | 湖北町延勝寺 |
|-----|-------|------|--------|
| 全期間 | H16 | 51.4 | 11.6 |
| | H17 | 8.5 | 15.7 |

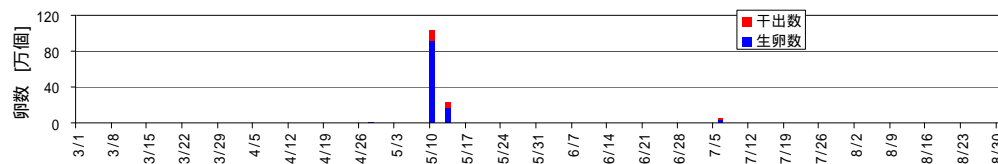
ホンモロコ

| 期間 | 高島市針江 | |
|-----|-------|------|
| 全期間 | H16 | 24.0 |
| | H17 | 23.0 |

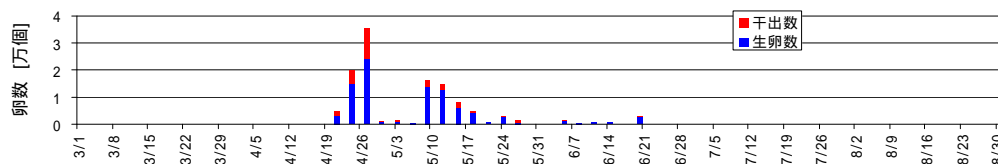
(コイ・フナ類) (高島市針江)



(コイ・フナ類) (湖北町延勝寺)



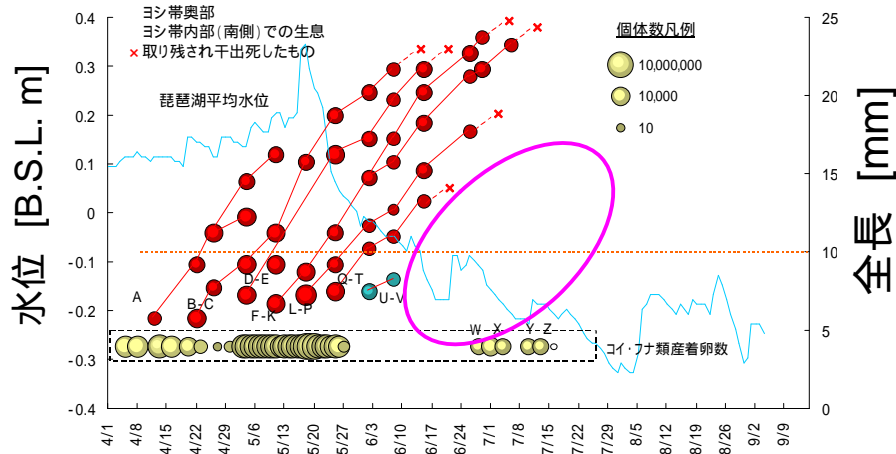
(ホンモロコ) (高島市針江)



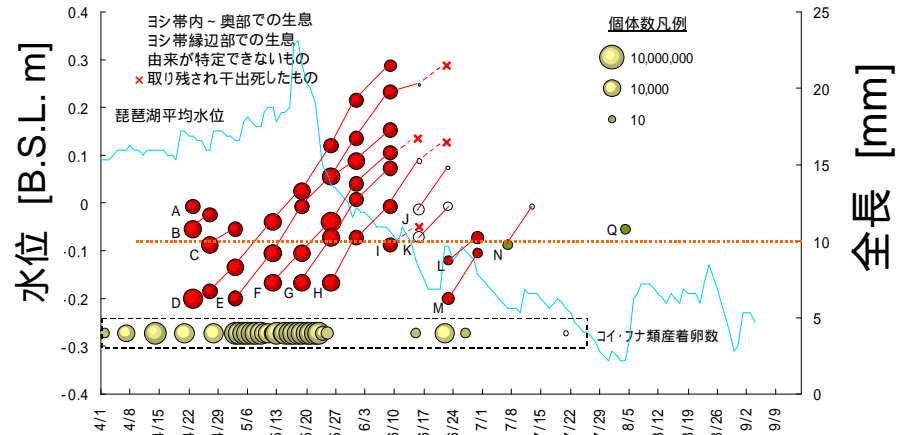
湖北町延勝寺ではコイ・フナ類産着卵干出率が若干上がったが、高島市針江においては平成16年に比べ大幅な改善がみられたことから平成17年の水位操作は成功したといえる。ホンモロコについては、平成16年とほとんど同じである。

仔魚生残数調査結果

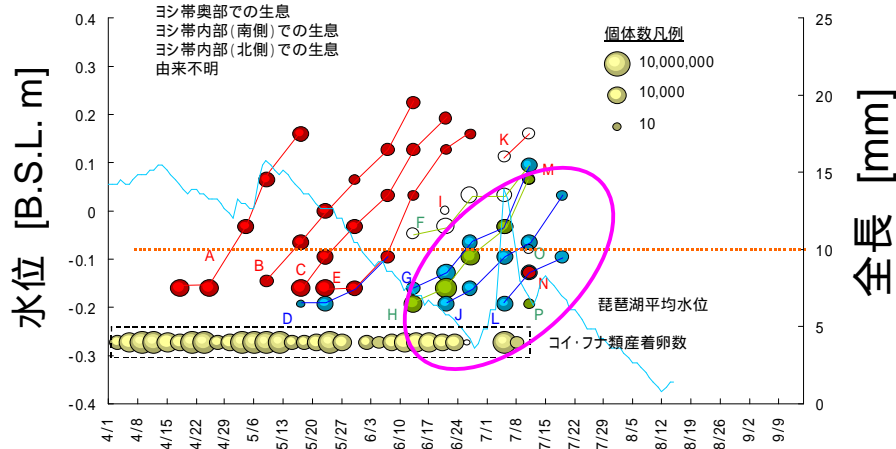
H16高島市針江



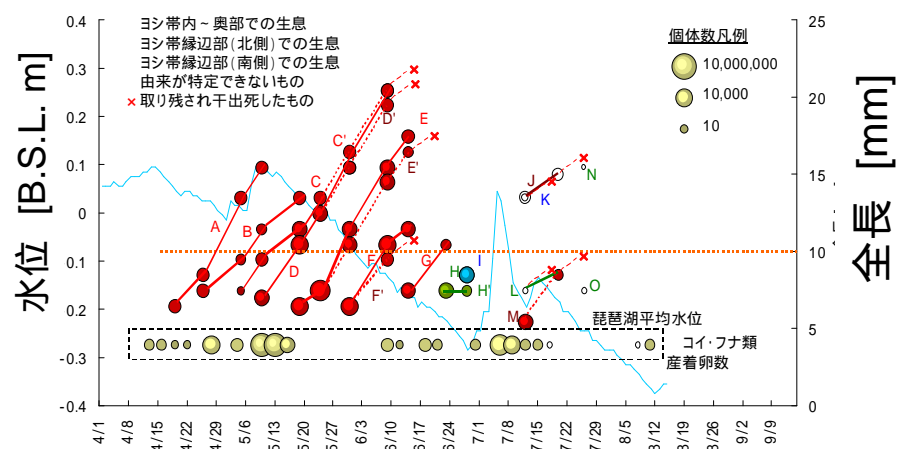
H16湖北町延勝寺



H17高島市針江



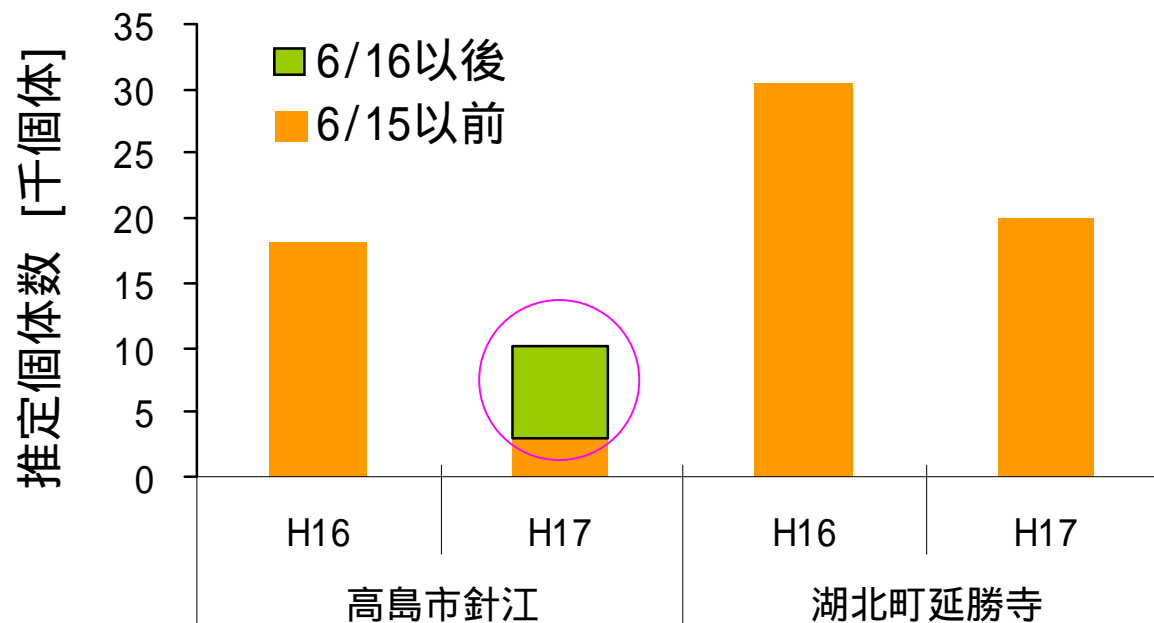
H17湖北町延勝寺



高島市針江ではH17の6月中旬～7月にH16には利用されていなかった場所での仔魚の生残が確認された。湖北町延勝寺では2カ年ともほとんど同じ結果であった。

【考察】H17.6.16以降の針江で仔魚生存率が上昇した事象について

全長10mmまで生残したフナ類仔魚の推定個体数



平成17年の6/16以降に全長10mmまで生残した推定個体数は多く、全期間中の約71%を占めていた。

【仮説】

平成17年の針江は、降水量が少なく風が弱かったことによりヨシ帯縁辺部で産卵床や仔魚の外敵防御に役立つアオミドロが発生したことから、この場所で産卵及び仔魚の生活環境が整った。

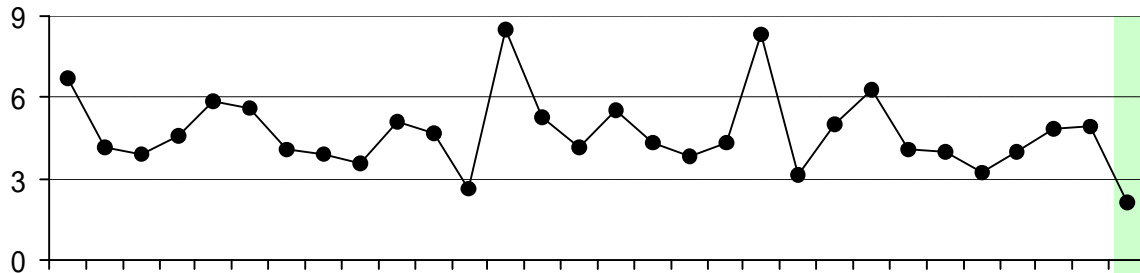


高島市針江でみられた
アオミドロ類の繁茂

平成17年6月27日撮影
琵琶湖平均水位

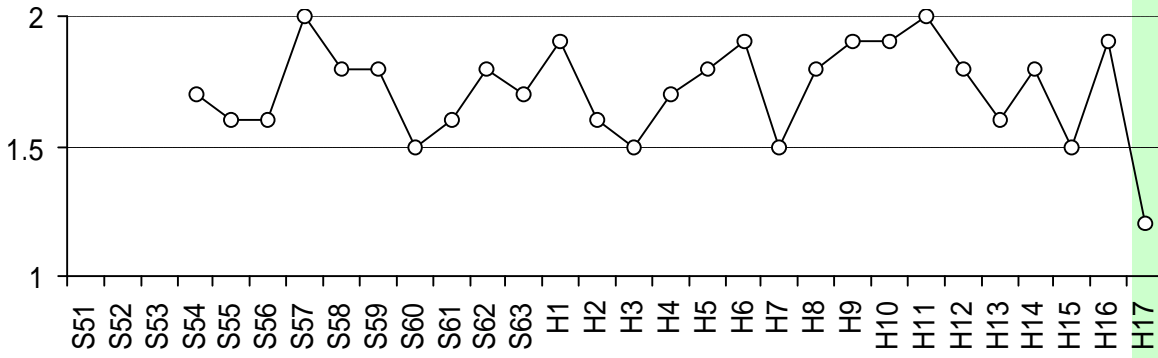
B.S.L. -0.27m

降水量 [mm/day]
(4/1 ~ 6/15)

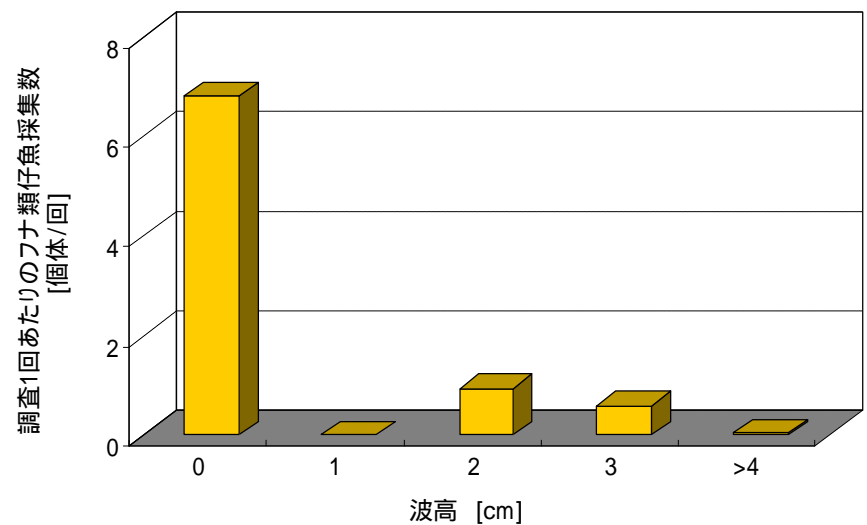


降水量(6/15以前)と風速(6/16以降)の年変化
[今津観測所]

平均風速 [m/s]
(6/16 ~ 7/31)



産卵成育期前半 少雨
後半 静穏



設置漁具による波高別のフナ類仔魚採集結果 [H16]

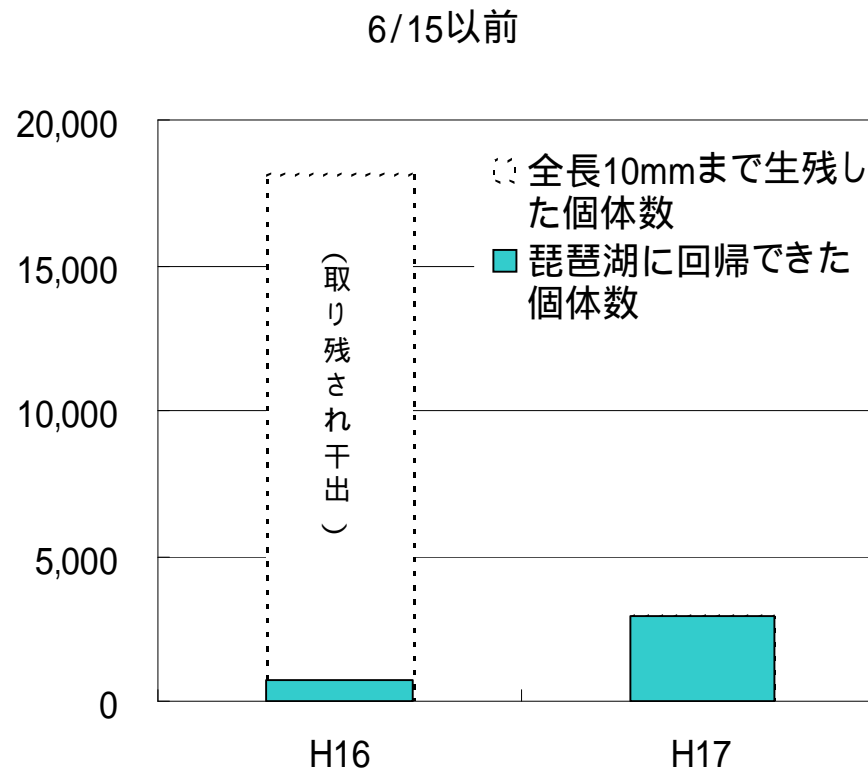
注)全地点(松ノ木内湖、高島市針江、湖北町延勝寺、守山市木浜町、大津市雄琴四丁目)、4~10月の合計

フナ類仔魚は静穏な水域に生息する

各波高別の調査回数 波高0:49回、波高1:31回、波高2:16回、波高3:10回、波高4以上:26回

クリーク掘削の評価

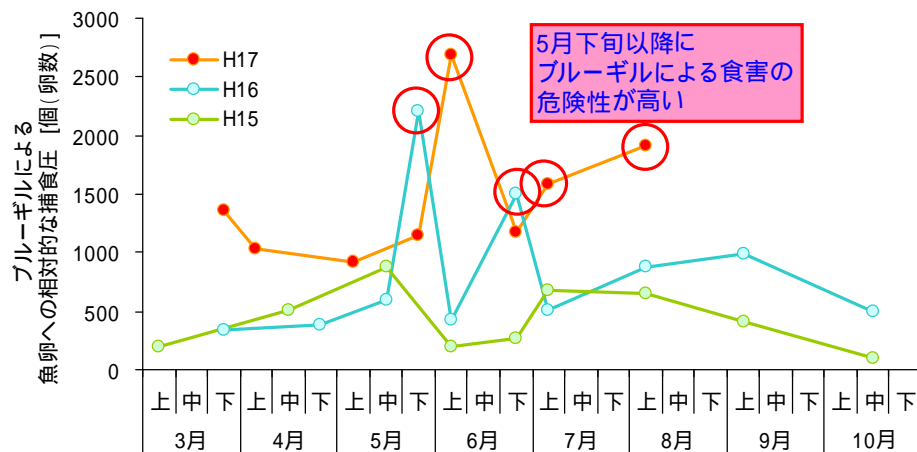
H16秋に高島市針江で実施したクリークの掘削により、H17はヨシ帯奥部で成育したフナ類が水位低下に伴って取り残されることなく琵琶湖へ回帰できた。その結果、6/15以前に全長10mmを超えることができた個体数はH16よりも少なかったが、琵琶湖へ回帰できた個体数はH16よりも多かったと推定された。



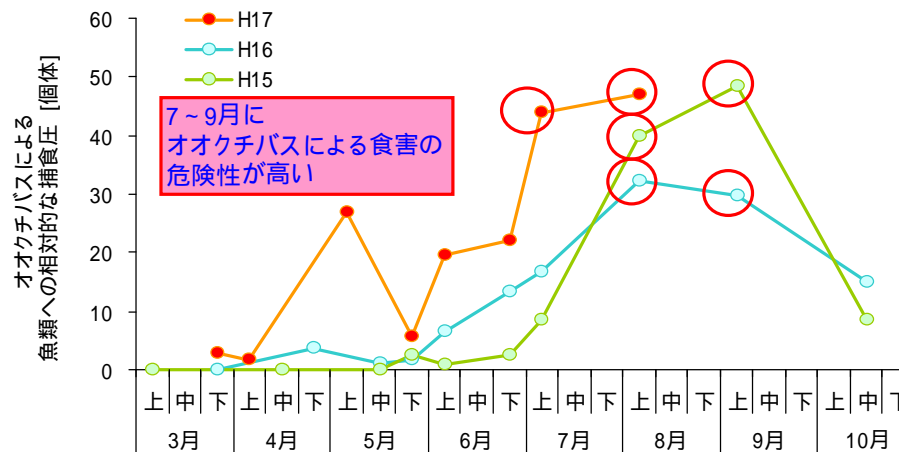
捕食者の食性調査結果

食性分析の結果、魚卵への捕食の影響はブルーギル、魚類への捕食の影響はオオクチバスによるところが大きいと考えられた。
 これら捕食者の魚類調査による採集数の変化から、フナ類産着卵は5月下旬以降、仔稚魚は7月上旬以降に食害を受ける危険性が高いと考えられた。

ブルーギルによる魚卵への捕食圧の季節変化



オオクチバスによる魚類への捕食圧の季節変化



捕食圧 = 調査で採集された捕食者の個体数 × 捕食者1個体あたりの平均捕食数 (捕食者サイズ別に計算し合計)

まとめ

現状の問題点 解析結果

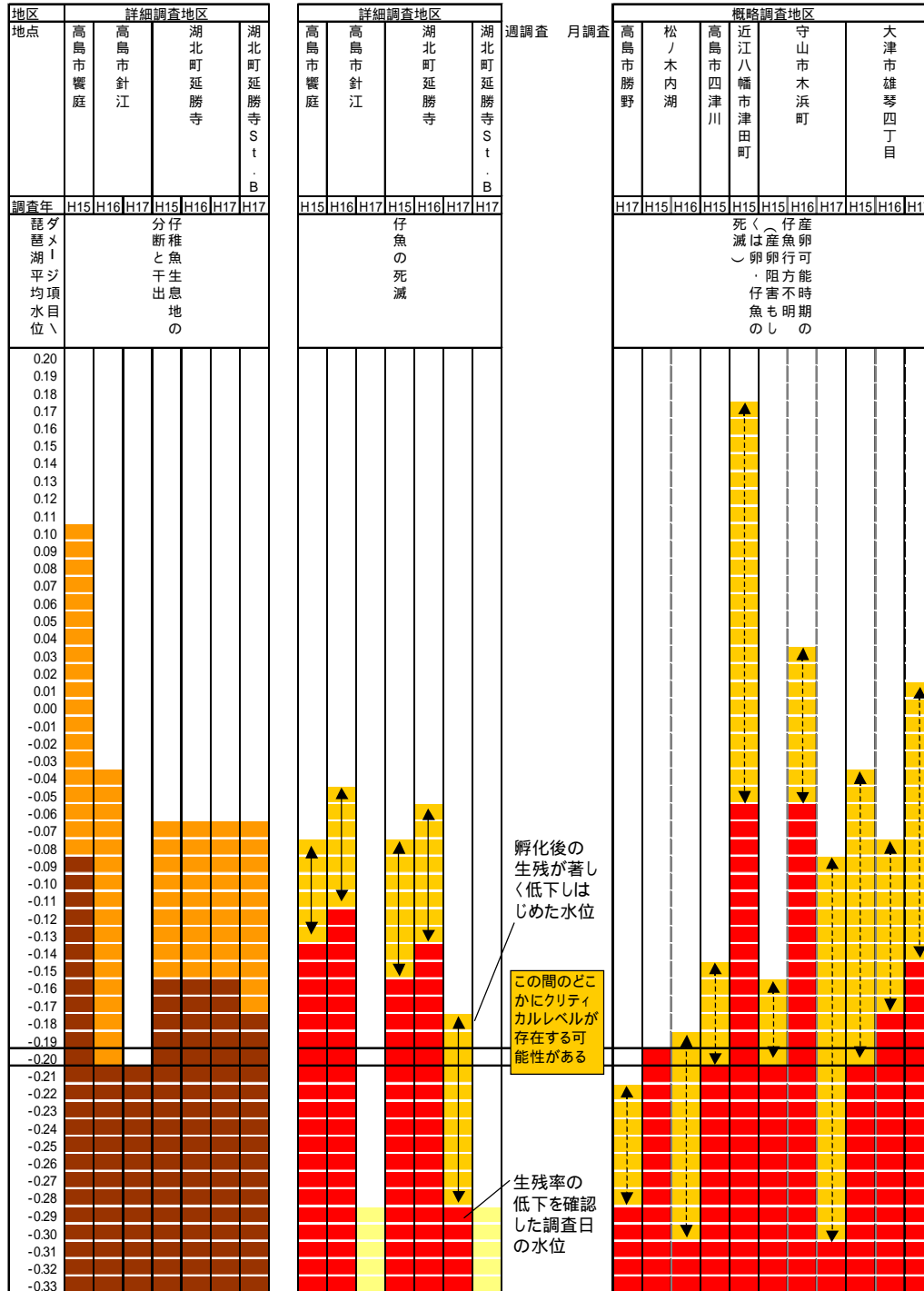
A.かなり多くの仔稚魚がヨシ帯奥部に取り残されて干出死している

- ・ヨシ帯奥部は仔魚の生残率が高く、成育地として好適な環境であるといえる。しかし、お盆のような地形であるため水位が低下すると琵琶湖から分断され、その後さらに水位が低下することで仔稚魚をとりのこしたまま干出する。

B.ヨシ帯奥部分断後には、孵化後の仔魚の生残率が著しく低い

- ・H17の高島市針江を除くと、ヨシ帯奥部分断後に多量の産卵があった場合でも、その仔魚は行方不明になる。その原因として侵略的外来魚による食害が考えられ、捕食圧が高くなる時期の低水位は、フナ類の産卵場所・仔稚魚成育場を外来魚の多い場所に近づけているという点でこの食害を助長している可能性がある。

フナ類初期生残に負の影響を及ぼしていると考えられる水位レベルの検討



3 . 個体群動態予測シミュレーションについて

- 個体群存続解析 (PVA; **P**opulation **V**iability **A**nalysis) によって保全措置の効果・有効性を検証する
- PVAとは、個体群動態モデルを用いて個体群の「将来」を予測すること = 個体群動態予測シミュレーション

- 個体群動態モデル(個体数)の考え方

$$N_{t+1} = R_t \times N_t$$

t+1時の個体数 N は、t時の個体数とt時の生存率 R によって計算する。
個体数 N と生存率 R は、仔魚生残数調査結果を用いる。

- 生存率 R を決める要因

水位低下による干出死

自然減耗(水温・水質などの環境要因、捕食者の有無など)

暫定モデルの前提条件について

- 前提条件を設けることで、モデルの汎用性を高める
- 確率論を考慮しない決定論モデルとする
- 7日毎に個体数を計算する個体群動態モデルとする
- 生存率は7日毎の水位変動によって決定する
(水位が低下すると生存率が低下する)
- 自然減耗の原因や比率は特定しない(水位変動に内包させる)
- 仔魚の生存率のみをモデル化し、孵化率は考慮しない
- 水温や水質などの環境要因は考慮しない
- 移入出個体は考慮しない
- 全長15mmに達する30日後の生存個体数を解析する
(15mmに達すると、琵琶湖へ回帰すると仮定する 但し、水位低下により移動阻害は考慮する)

仔魚激減現象を再現する～水位低下シナリオの作成

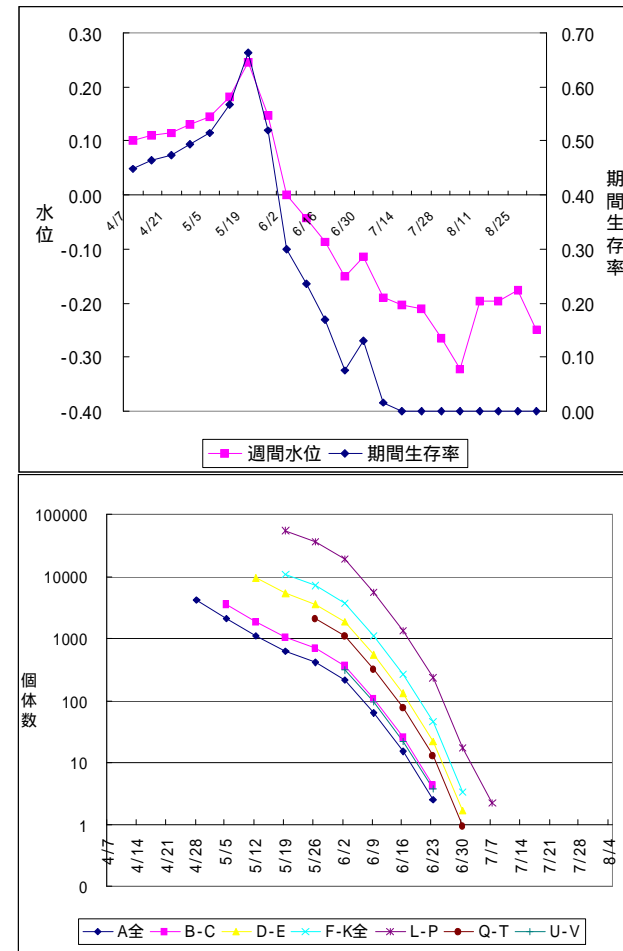
- 水位低下によって生存率が低下するシナリオ(計算過程)を作成し、仔魚激減現象を再現し、モデルの妥当性を検証する

- 仔魚生残数調査結果から水位低下と生存率の変化シナリオの作成(平成16年の水位変化と生存率の再現)

- 生存率 = 水位 × 1.49 + 0.30

- 計算結果

7月前半で全ての個体群が絶滅する：仔魚激減現象を再現
 全長15mmに達し、琵琶湖へ回帰した個体数は5,633個体(残りは全て死滅)

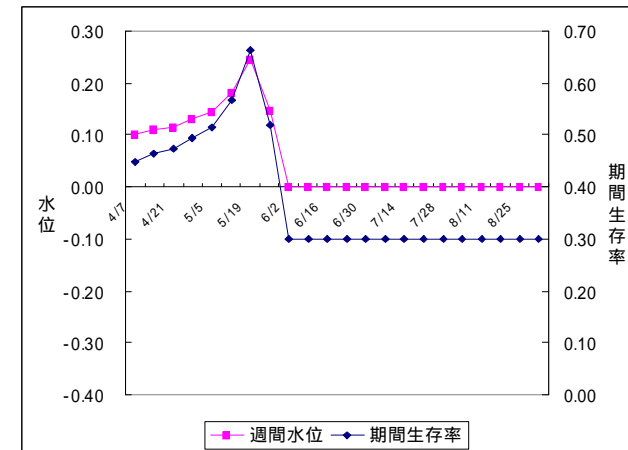


保全措置の検討～水位管理シナリオの作成

- 水位管理シナリオを作成し、水位上昇という保全措置が個体群の存続にどれだけ寄与するかを検証する

- 水位管理シナリオの作成

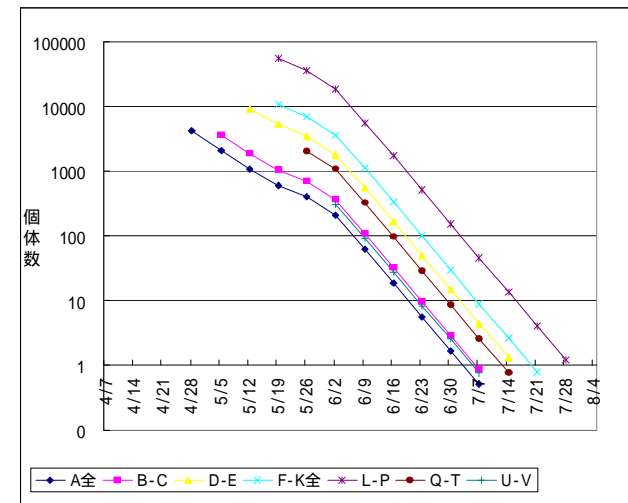
(実際にはこのような水位変動ではない。
また、将来的には複数の水位上昇シナリオを比較検討する必要がある。)



- 計算結果

減少傾向は残るものの、仔魚の延命効果が確認された。

全長15mmに達し、琵琶湖へ回帰した個体数が12,492個体に増大(約2倍の生存率; 保全措置効果を確認できた)



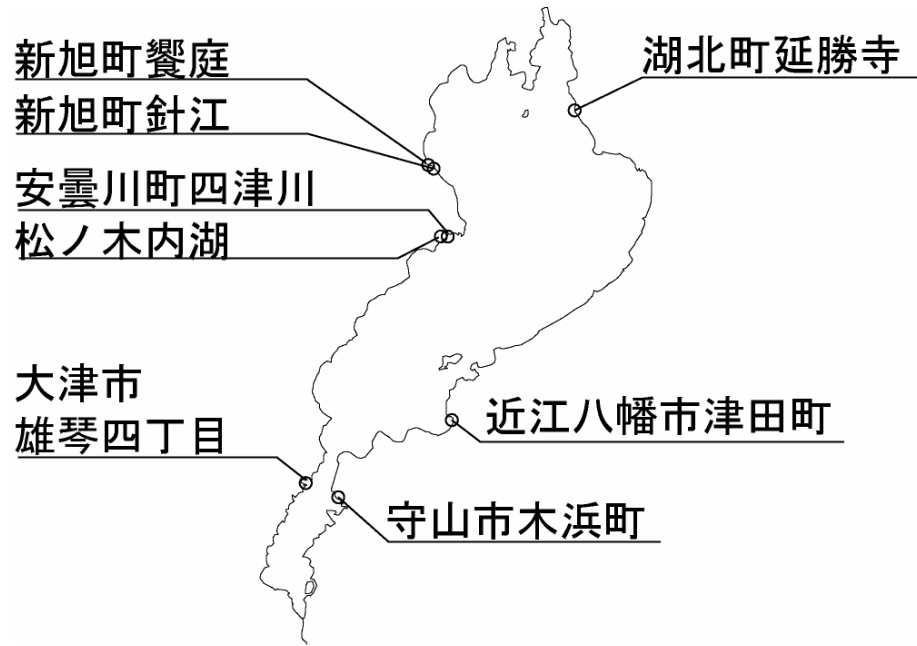
今後の課題

- 課題を解消することで、モデルの信頼性を高め、保全措置の意思決定を図る
- 水位変動による産卵率や孵化率をモデルへ組み込み
- 水位変動や生存率の確率論的モデルの作成
(シミュレーションによる統計的なリスク評価)
- 水温や水質などの環境要因のモデルへ組み込み
- 水路開削などの保全措置効果をモデルへ組み込み

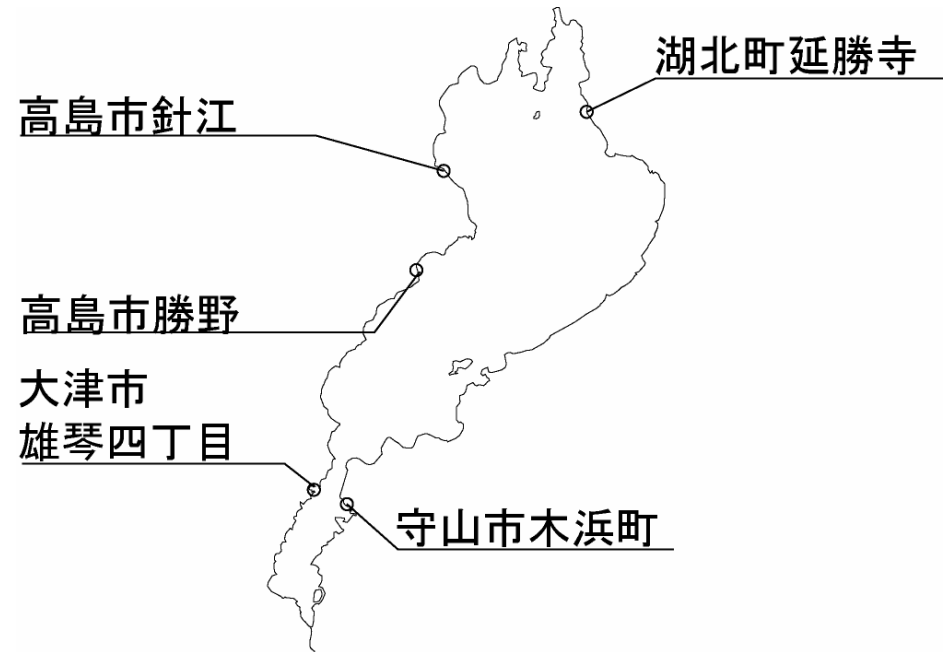
4. その他の地点の状況について

調査地点

H15, 16



H17

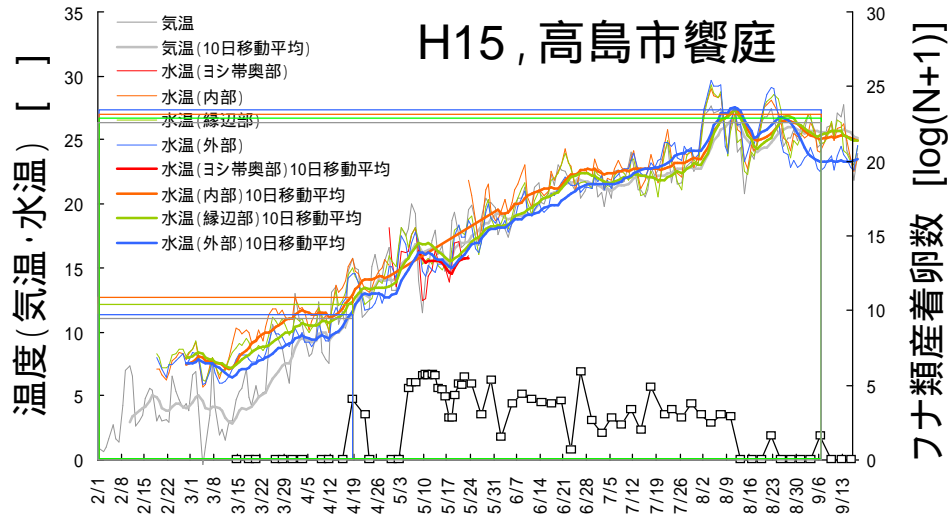


低水位時の仔稚魚生残の把握のため、松ノ木内湖を高島市勝野に変更し、湖北町延勝寺は調査範囲の拡大を図ることとする

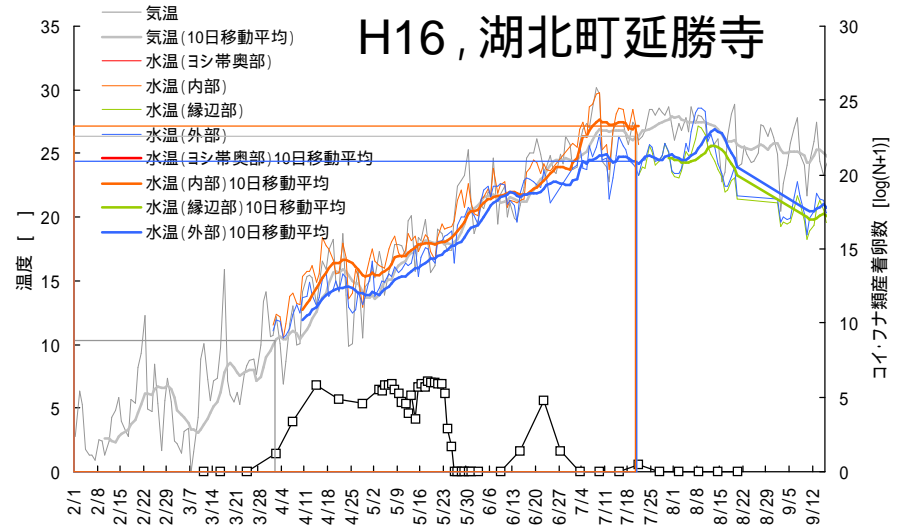
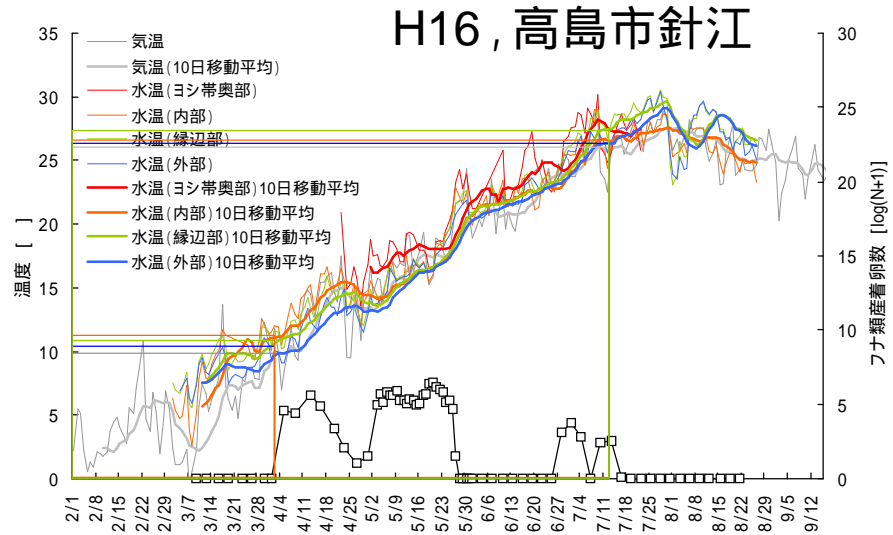
高島市勝野、大津市雄琴四丁目、守山市木浜町では月に1～2回の仔稚魚調査のみを実施していることから、そこで得られたフナ類仔魚のサイズから孵化期を逆算することによって生残の状況を推察した。

高島市勝野は補足的な魚卵調査も実施

気温(水温)と産卵との関連性について



フナ類の産卵期の気温・水温は、いずれのケースにおいてもほぼ同様であり、産卵開始時が約10～13、終了時が約26～27であった。
 このことから、水温を測定していない地点ではフナ類の産卵期間を気温(10～26)で推定した。

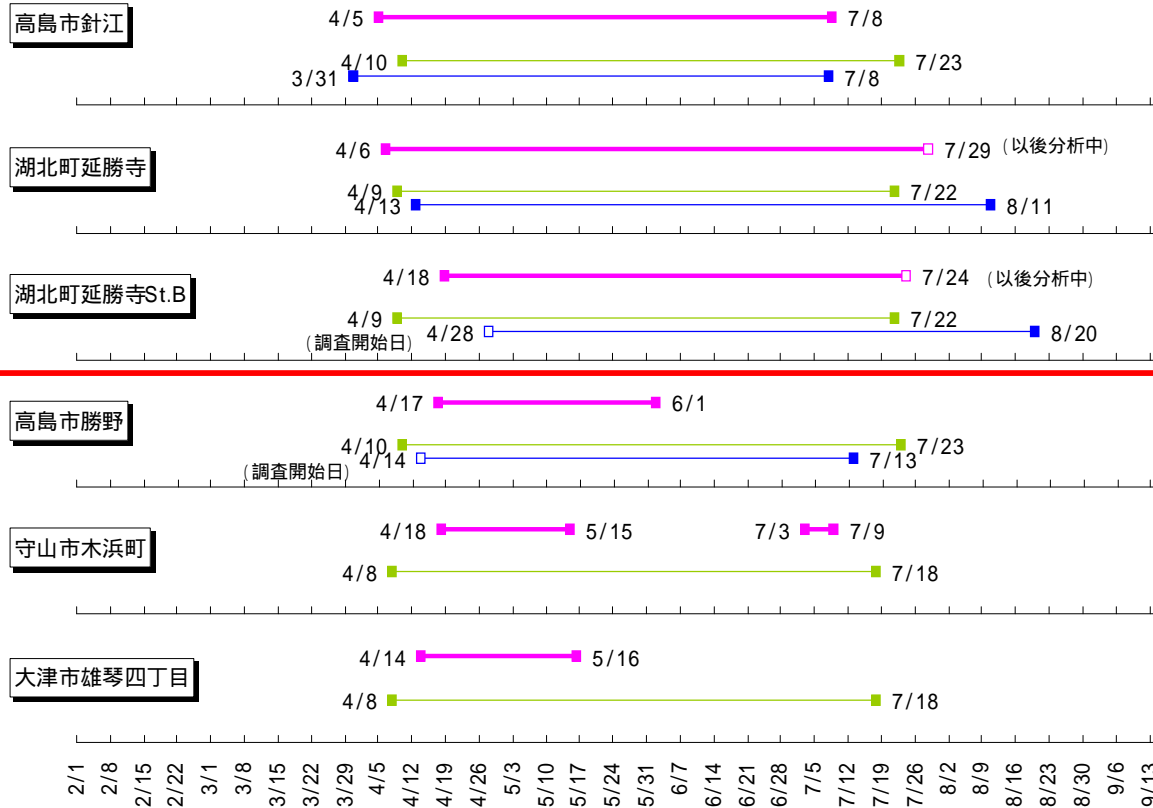


フナ類の生残について

高島市勝野および南湖の2地点(守山市木浜町、大津市雄琴四丁目)では、5月中旬～6月上旬以降は気温からみて産卵可能な時期であるにもかかわらず、その時期に孵化したと考えられる仔魚が採集されていない。この現象はH15、H16にもみられた。

平成17年

■ 気温変化から推定した産卵可能時期 ■ 仔魚体サイズから逆算した孵化期 ■ 魚卵調査で確認した産卵期

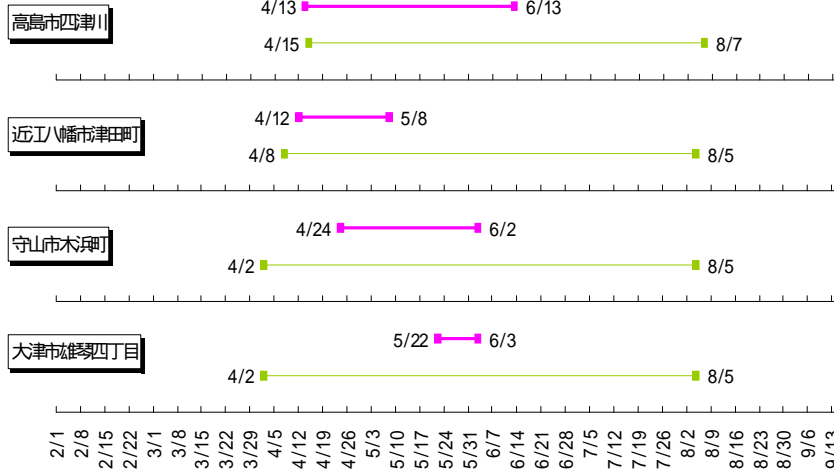
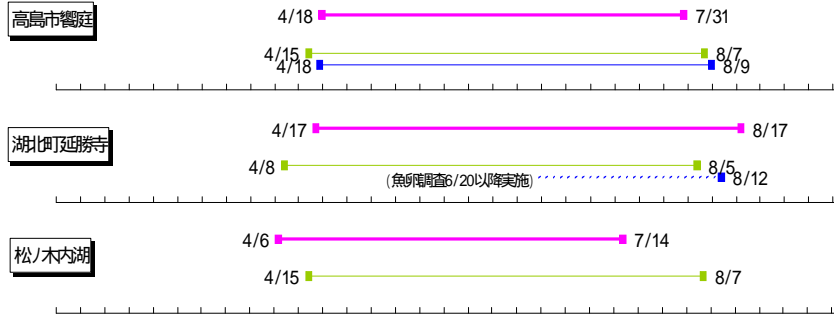


(フナ類の産卵は8月上～中旬にほぼ終了)

H15

平成15年

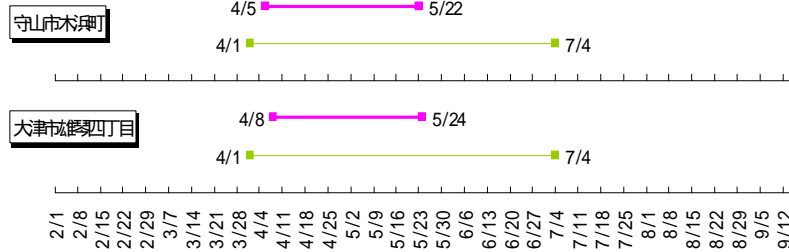
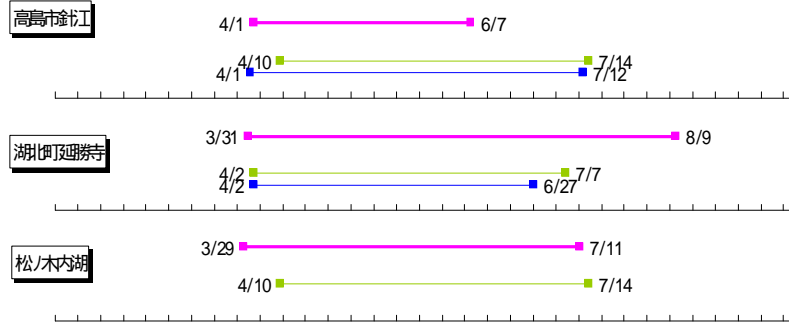
■ 気温変化から推定した産卵可能時期 ■ 仔魚体サイズから逆算した孵化期 ■ 魚卵調査で確認した産卵期



H16

平成16年

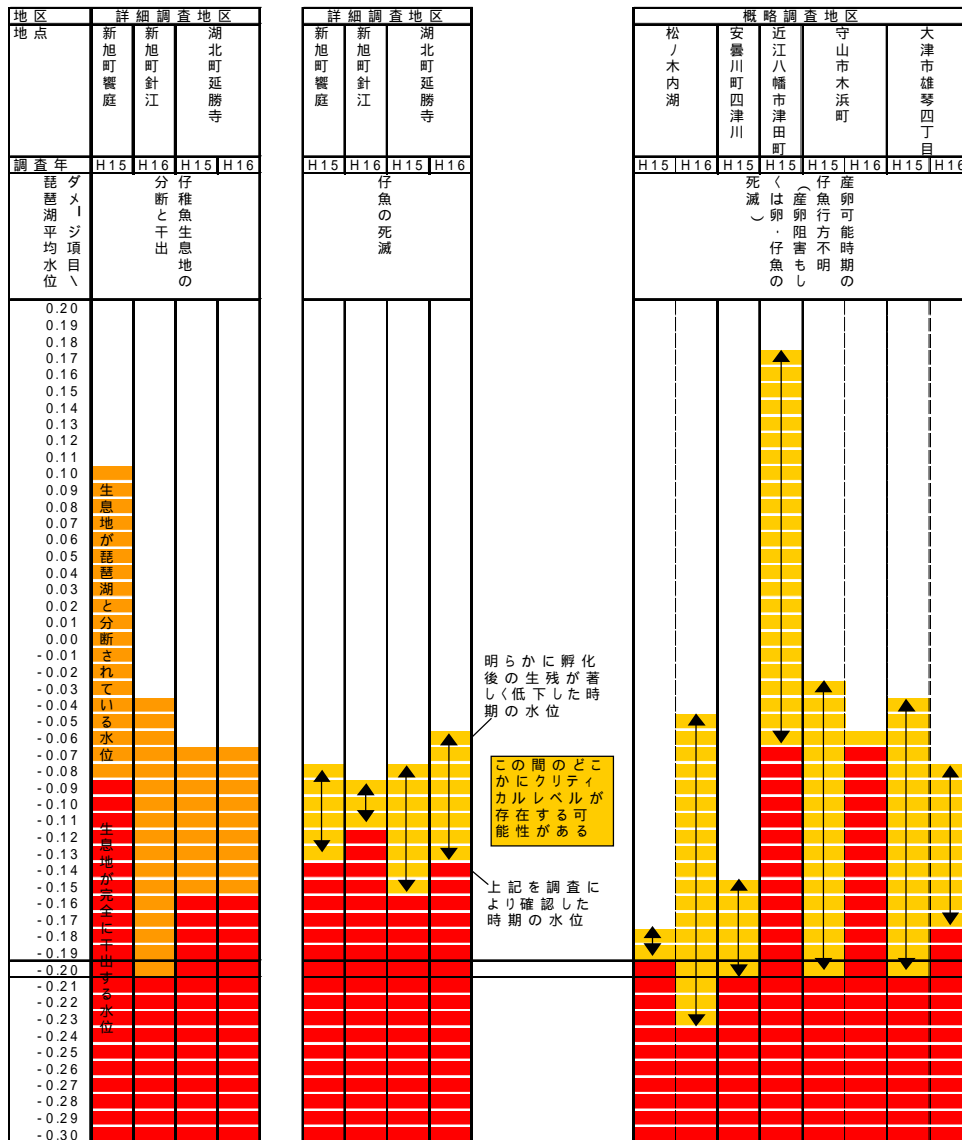
■ 気温変化から推定した産卵可能時期 ■ 仔魚体サイズから逆算した孵化期 ■ 魚卵調査で確認した産卵期



これらの地点では、産卵期後半に産卵が行われていないか、もしくは産卵後の生残が著しく悪いものと考えられる。

おわり

【参考：平成16年調査結果】



A 仔稚魚生息地の分断・干出水位レベル
 一時期の分断に関しては、その奥部に生息するフナ類仔稚魚にとってあまり問題ではなく、干出することが問題である。
 分断レベルはB.S.L.+0.10 ~ -0.07m、
 干出レベルは -0.09 ~ -0.16mに存在する。
 (新旭町饗庭、針江、湖北町延勝寺)

B 孵化後の仔魚の生残率が著しく低くなる水位レベル
 ある一定の水位レベル以下になると、仔魚の生残率が著しく低くなる。
 (もしくは概略調査地区では産卵が阻害される可能性もある)と仮定すると、そのクリティカルレベルは図の黄色部分の中にあると推定される