

内水面漁業総合対策研究－Ⅱ (アユ資源増殖技術開発事業)

東條智仁, 猪狩忠光, 平江多績

【目的】

アユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)の産卵場造成手法を検討することにより、資源の維持増大及び持続的利用を図る。

【材料及び方法】

1 調査場所

調査場所は、天降川の中流域とし、天降川と霧島川の合流点(河口から約9 km)から泉帯橋下流の堰周辺(河口から約6 km)までの約3 kmとした(図1)。

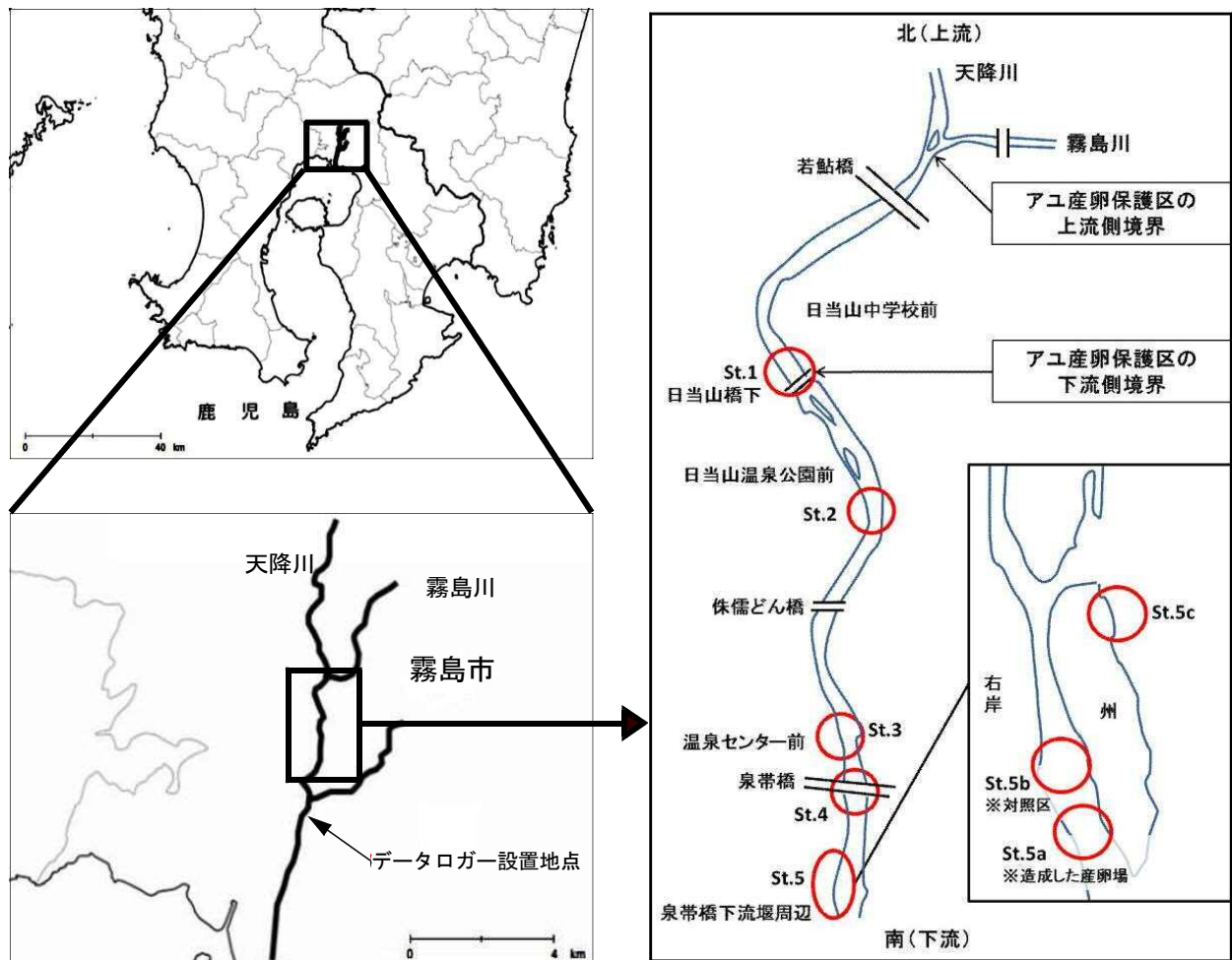


図1 調査位置図

St. 1は日当山天降川漁業協同組合の鹿内共第13号第5種共同漁業権行使規則によってアユの産卵保護区の下流側境界であり、平成27年度調査にてアユの産着卵を確認した地点である。

St. 2は産卵保護区下流側境界から約380m下流であり、河川敷に面した地点である。

St. 3は泉帯橋から約100 m上流であり平成26年度に産卵場造成試験を実施した地点である。

St. 4は泉帯橋の真下であり、漁業者からアユの産卵場と聞き取った地点である。

St. 5は泉帯橋から約300 m下流の州が形成された地点であり、右岸と州の間にて産卵場造成試験を実施した地点をSt. 5a(試験区)、対照区をSt. 5b、州の河川中央側をSt. 5cとした。また、St. 5aは平成26年度調査にてアユの産着卵を確認した地点である。

なお、St. 1からSt. 5(a, b, c)の各調査地点は潮汐の影響を受けない地点である。

2 調査方法

1) 河床状況・産卵状況調査

St. 1からSt. 5(a, b, c)において、アユの産着卵の有無を調査した(St. 5a, bは産卵場造成試験による)。ショベルによって河床表層から15cm下までの砂礫等を採取し、バットに広げて目視により産着卵の有無を確認した。調査は11月24日、12月8日、12月26日の計3回実施した(St. 1及びSt. 5cは11月8日にも調査を行い、St. 5cは11月24日ではなく11月22日に調査を実施)。

2) 産卵保護区機能評価

産卵保護区の機能性を確認するため、産卵保護区内のSt. 1の約300㎡の範囲にて、河床状況及び産卵状況を調査した。調査は11月24日、12月8日、12月26日の計3回実施した。

3) 産卵場造成試験

(1) 産卵場造成

平成26年度に産着卵が確認され、以降に産着卵が確認されていない環境を、再びアユが産卵する環境に改善できないか試験を行った。

試験は、他調査地点で産着卵を確認した後にを行うこととし、11月22日にSt. 5a(図2)において、油圧ショベル(バックホー)を用いて行った。

実施した内容は下記のとおりであり、造成状況等を図3、4に示す。

- ・造成面積…120 m²
 - 長さ 15 m×幅 5～10 m (112.5 m²)
 - 長さ 15 m×幅 0～1 m (7.5 m²: 導流堤)
- ・河床の耕耘…深さ 30 cm
- ・砂利の盛りつけ… 20 cm
- ・水深の調整…水深 10 cm
- ・導流堤による流速の調整

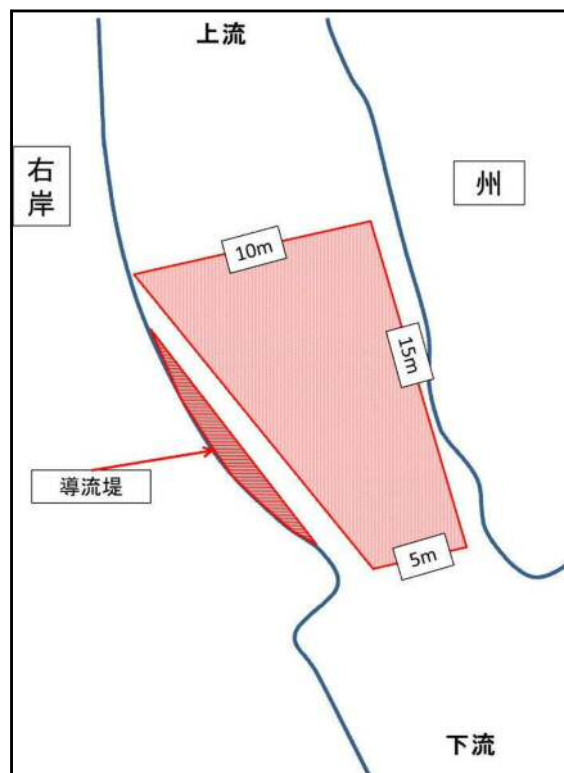


図2 産卵場造成位置図(St. 5a)

(2) 産卵状況調査

St. 5aにおいて、産卵状況(付着卵の有無、卵数、範囲等)を2-1)と同様の方法により調査した。なお、調査は11月24日、12月8日、12月26日に実施した。



図3 産卵場造成図



図4 産卵場造成状況

4) 産卵場環境調査

St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5(a, b, c)において、水温、水深、流速、河床状況等を調査した。

水温は、棒状水温計を用いた測定に加え、天降川下流の手籠川合流点(図1)に水温ロガー(オンセット社製小型防水式自動計測器: ティビッドv2)を設置し、1時間毎に測定を行った。

流速は電磁流速計(電磁式: JFEアドバンテック社製 AEM1-D)、水深はコンベックスを用いて測定した。

なお、流速、水深の測定は、St. 5a及びSt. 5bは各9地点(200m²内の上流、中流、下流それぞれの左岸、中央、右岸)、St. 4, St. 5cは2地点、他は1地点で行った(St. 1, St. 4は11月24日のみ1地点で行った)。

河床状況は、調査毎に調査地点を踏み歩き、浮石状態¹⁾かを確認した。

礫の大きさについて、各調査地点にて河床表層から15cm下の砂礫等を1kg程度採取した。なお、各調査地点における採取日は表3のとおりである。採取した砂礫等はJIS、土質工学会基準に従い、24時間電熱器で加熱、乾燥した後、電動ふるい機によって20分間振盪し分類した。使用したふるいの呼び寸法は19mm, 5.6mm, 4.75mm, 2mm, 1mm, 0.5mmであり、19mm以上のふるいに残留した礫は長径と重量を測定した。

アユの産卵に適した礫の大きさは約0.5cm~30mmとされているため¹⁾、4.75mm以上30.0mm以下の礫を産卵に適した大きさとし、その重量を採取した砂礫等の総重量で除した値を、産卵に適した礫の割合とした。調査は11月24日、12月8日、12月26日の計3回実施した(St. 1及びSt. 5cは11月8日にも調査を行い、St. 5cは11月24日ではなく11月22日に調査を実施)。

5) 産卵親魚調査

9月から12月末にかけて月1～3回、1回当たり10～20尾の天然アユを日当山天降川漁協から購入し、生殖腺指数 (GSI : 生殖腺重量/体重×100)を調べ、成熟状況の確認を行い、産卵状況の目安にするるとともに、過去の成熟状況との比較を行った。

【結果及び考察】

1) 河床状況及び産卵状況調査

St. 1は中礫が主体であり、河床は浮石状態で砂に被われず(図5)、礫はアユの産卵場として若干大きいように思われたが、産着卵を確認した(12月8日のみ)。しかし、平成27年度に比べ、産着卵を確認できた期間は短かった(平成27年度は12月8日、12月21日、1月8日に確認)。

St. 2は拳大の礫が点在し、河床は固く締まって砂に被われており(図6)、産卵に適していない環境と考えられ、産着卵は確認されなかった。

St. 3は中礫が主体であり、河床は浮石状態であったが砂に被われており(図7)、産卵に適していない環境と考えられ、産着卵は確認されなかった。

St. 4は中礫が主体であり、河床は浮石状態で砂に被われず(図8)、産卵に適した環境と考えられ、産着卵を確認できた(11月24日、12月8日)。

St. 5bは中礫が主体だが、水深が浅いために所々に砂が堆積しており(図9)、産卵に適していない環境と考えられ、産着卵は確認できなかった。

St. 5cは中礫が主体であり、河床は浮石状態で砂に被われず(図10)、礫はアユの産卵場として若干大きいように思われたが、産着卵を確認できた(11月8日、11月22日、12月8日)。

また、産着卵の有無については、河床の状況だけでなく、水深、流速も含めて後述の産卵場環境調査で考察する。



図5 St. 1の河床



図6 St. 2の河床



図7 St. 3の河床



図8 St. 4の河床



図9 St. 5bの河床



図10 St. 5cの河床

※スケールは50mm

2) 産卵保護区機能評価

St. 1における環境測定結果を表1に示す。

St. 1は水深が10～23 cmであり、アユが産卵する範囲¹⁾(約10～60 cm)に適合していた。

流速は66.5～90.9 cm/秒であり、アユが産卵する範囲¹⁾(約60～120 cm/秒)に適合していた。

河床の礫については、アユが産卵する範囲¹⁾(約0.5～3.0 cm)の礫の割合が多かった。また、河床は浮石状態で砂も被っておらず、アユの産卵に適した環境²⁾と考えられた。

上記と河床状況及び産卵状況調査の結果から、産卵保護区の下流側境界付近は産卵場の役割を果たしているが、調査範囲内にて3地点のみでしか産着卵を確認できなかったことから、産卵範囲が狭く、機能が低下していると考えられた。

表1 St. 1の環境測定結果

St.1	卵の有無	水深(cm)	流速(cm/秒)	河床状況		礫の大きさ(mm)		
						31以上	31未満 0.5以上	0.5未満
11月24日	×	-	-	浮石状態	足元が崩れる	-	-	-
12月8日	○	15 - 23	84.7 - 90.9	浮石状態	足元が崩れる	31%	62%	6%
12月26日	×	10 - 23	66.5 - 88.3	浮石状態	足元が崩れる	43%	51%	6%

3) 産卵場造成試験

(1) 産卵場造成

St. 5a(産卵場造成場)の状況を表2、表3、図11、12に示す。

水深については、造成前からアユの産卵に適した水深(約10～60 cm)であり、この状況は試験終了時まで保たれていた。

流速については、造成前はばらつきが大きく、流速の最低値は17.6cm/秒であったが、導流堤を造成することで流速の最低値が49.2cm/秒に改善されたが、アユの産卵に適した流速の範囲(約60～120 cm/秒)に適合させることはできなかった。

河床状況については、重機によって河床を耕耘したが足元が崩れるほどの浮石状態にすることはできなかった。また、河床状況は12月になると上流部は締まった状態となり、下流部のみが浮石状態となった。

表2 造成した産卵場における環境の変化

調査日	11月22日		11月24日	12月8日	12月26日
	造成前	造成後	当日に一時小雨	4日前に雨	13日前に雨 4日前に大雨
水温(°C)	18.0	18.0	18.0	15.6	16.7
水深(cm)	5 - 33	8 - 35	16 - 31	10 - 25	10 - 39
流速(cm/秒)	17.6 - 87.7	49.2 - 88.2	48.3 - 83.4	48.3 - 86.3	51.9 - 88.2
河床の状況	1cm前後の礫が多い。浮石状態だが、足元が崩れるほどではなかった。	1cm前後の礫が多い。流速を改善できた。浮石状態は造成前から大きく改善することはできなかった。	1cm前後の礫が多い。右岸側に砂が堆積。浮石状態は前回と変化なし。	1cm前後の礫が多い。下流部のみ浮石状態。他の地点は若干締まっていた。	同左

表3 St. 5a(産卵場造成場)における礫の大きさの変化(割合)

調査日		長径(mm)		
		31以上	31未満 0.5以上	0.5未満
11月22日	(造成前)	14%	67%	18%
	(造成後)	16%	70%	15%
11月24日		9%	80%	11%
12月8日		8%	77%	15%
12月26日		7%	80%	13%



図11 造成した産卵場の変化



図12 河床状況の変化

(2) 産卵状況調査

産卵場造成後に計3回の調査を行ったが、産着卵は確認されなかった。

造成した産卵場は試験終了まで形状に大きな変化はなかったが産着卵を確認することができなかった。造成後の11月24日、12月8日に他調査地点にて産着卵を確認したことから、造成した産卵場はアユの産卵に適していなかったと考えられた。

これは、河床材料としてアユの産卵に適した範囲(約0.5~3.0cm)の礫の割合が多かったが、河床状況を浮石状態にできなかったことが原因と考えられた。

4) 産卵場環境調査

アユの産卵期と水温の関係を明らかにするため、平成28年度及び平成27年度の日間平均水温、過去10年の平均水温の推移(7/1-12/31)を比較した(図13)。その結果、平成28年度は11月に急減に水温が低下し、過去10年の平均よりも低い値を示していた。

しかし、平成27年度も平成28年度と類似した水温の推移を示していたものの、平成28年度よりも後期まで産着卵を確認することができたことから、平均水温以外の要因がアユの産卵に関わっていると思われた。

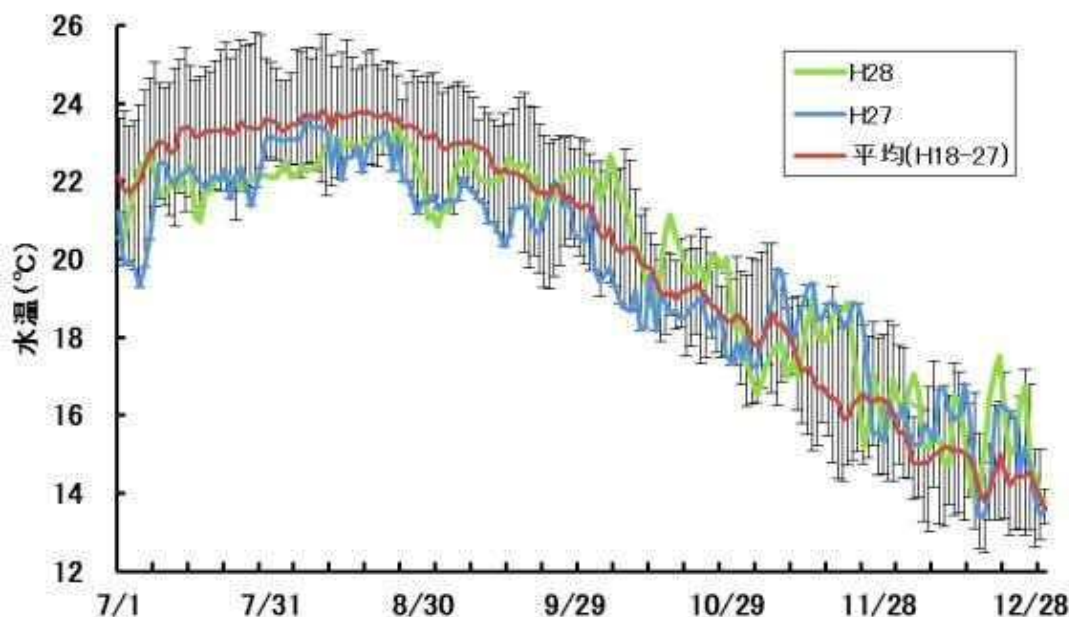


図13 天降川における日間平均水温の推移

次に、St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5(a, b, c)における水深、流速、河床状況等の測定結果を表4に示す。なお、St. 2は河床状況及び産卵状況調査の結果より産卵に適していない環境であったため、比較対象から除いている。

水深は、各調査地点ともアユの産卵に適した範囲内(約10~60 cm)であった。

流速は、産着卵が確認されたSt. 1, St. 4, St. 5cはアユの産卵に適した範囲内(約60~120cm/秒)であった。また、産着卵が確認されなかったSt. 3, St. 5a, St. 5cはアユの産卵に適した範囲(約60~120 cm/秒)に適合していなかった。

河床状況について、産着卵が確認されたSt. 1, St. 4, St. 5cは立つだけで足元が崩れるほどの浮石状態となっていた。また、産着卵が確認されなかったSt. 3, St. 5a, St. 5bは砂地や表面が砂に被われており、浮石状態であっても足元が崩れるほどの状態ではなかった。

礫の大きさについて、St. 5a, St. 5bは他調査地点よりも、アユの産卵に適した礫(0.5cm~3.0 mm)の割合が多かったが、0.5mm以下の礫の割合も他調査地点より多かった。また、産着卵が確認されたSt. 1, St. 4, St. 5cはSt. 5a, St. 5bと比べ、31mm以上の礫の割合が高かった。

これらの結果から、St. 3, St. 5bは流速、河床状況が不適であり、アユの産卵場所として選択されなかったと考えられた。St. 5bは河床状況が浮石状態であったが、足元が崩れるほどの状態ではなかったため、産卵場所として選択されなかったと考えられた。この要因は、河床材料における礫の割合の違いによるものと思われた。

表 4 各調査地点における産卵場環境調査結果

	調査日	卵の有無	水深 (cm)	流速 (cm/秒)	河床状況	礫の大きさ(mm)			
						31以上	31未満 0.5以上	0.5未満	
St.1	11月24日	×	30	117.4	浮石状態*	-	-	-	
	12月8日	○	15 - 23	84.7 - 90.9	浮石状態*	31%	62%	6%	
	12月26日	×	10 - 23	66.5 - 88.3	浮石状態*	43%	51%	6%	
St.2	11月24日	×	38	589	固く締まっていた	河床状況が産卵に不適な環境のため、調査せず			
	12月8日	×	-	-	固く締まっていた				
	12月26日	-	-	-	-				
St.3	11月24日	×	19	61.2	浮石状態	河床状況が産卵に不適な環境のため、調査せず			
	12月8日	×	20	39.6	浮石状態				
	12月26日	×	21	45.5	浮石状態				
St.4	11月24日	○	38	81.9	浮石状態*	40%	56%	4%	
	12月8日	○	30 - 45	70.2 - 75.2	浮石状態*	45%	49%	6%	
	12月26日	×	37 - 45	60.7 - 69.7	浮石状態*	49%	47%	4%	
St.5a	11月22日	造成前	×	5 - 33	17.6 - 87.7	浮石状態	14%	67%	18%
		造成後	×	8 - 35	49.2 - 88.2	浮石状態	16%	70%	15%
	11月24日	×	16 - 31	48.3 - 83.4	浮石状態	9%	80%	11%	
	12月8日	×	10 - 25	48.3 - 86.3	下流側のみ浮石状態	8%	77%	15%	
	12月26日	×	10 - 39	51.9 - 88.2	下流側のみ浮石状態	7%	80%	13%	
St.5b	11月24日	×	10 - 45	40.1 - 79.6	下流側のみ浮石状態	19%	67%	14%	
	12月8日	×	8 - 49	22.9 - 59.5	砂を被った地点が多い	20%	68%	13%	
	12月26日	×	9 - 40	32.2 - 66.7	砂を被った地点が多い	44%	48%	8%	
St.5c	11月8日	○	30	88.7	浮石状態*	55%	41%	4%	
	11月22日	○	25	125.5	浮石状態*	45%	49%	6%	
	12月8日	○	27 - 32	109.0 - 110.9	浮石状態*	16%	75%	9%	
	12月26日	×	31 - 35	107.5 - 108.8	浮石状態*	59%	38%	3%	

* のついた浮石状態は立つだけで足元が崩れるほどの状態

5) 産卵親魚調査

過去の調査により、天降川では例年、雄は9月下旬以降、雌は10月中旬以降にGSIが高くなり、10月下旬から11月下旬にかけて高い値を示すことが確認されている。

平成28年度におけるアユ親魚のGSIの推移を図14に示す。

雌は9月下旬、雌は10月上旬からGSIが高くなり始めており、これは過去と同様の傾向だったが、雌雄とも10月中旬に過去の傾向よりも高い値を示した。

10月下旬には雌雄ともGSIが横ばいとなったため、産卵のピークに達したと考えられた(このため、11月上旬、中旬は調査せず)。

12月中旬になると雄のGSIが低くなり、産卵期の終わりに近いと考えられ、12月下旬になると、アユが採捕されなくなった。また、天然環境でも12月下旬には産着卵が確認されなくなり、産卵期は終了したと考えられた。

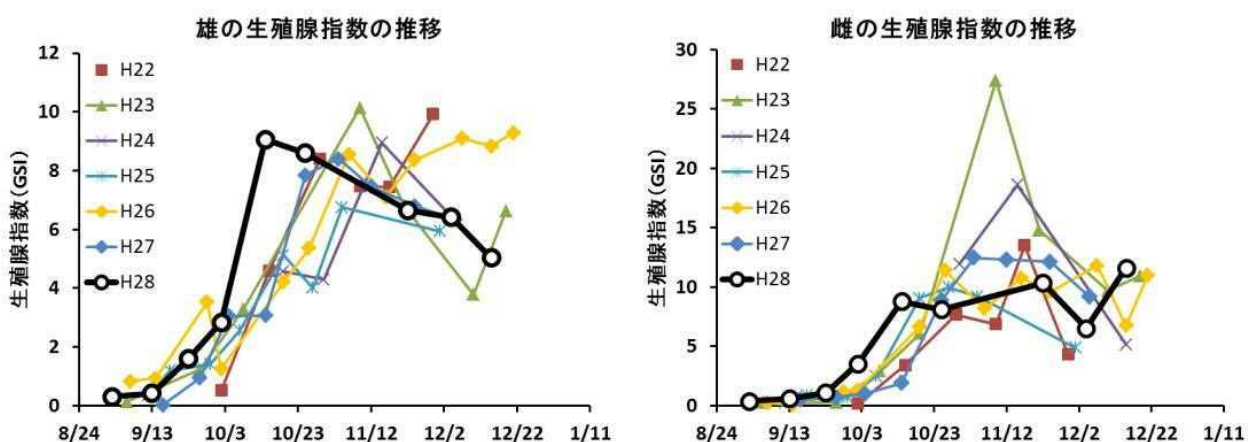


図14 平均G S I の変化(年比較)

参考文献：

- 1) 中村智幸・柳生将之編 (2009):アユの人工産卵床のつくり方 水産庁.
- 2) 石田力三 (1961):アユの産卵生態Ⅱー産卵魚の体型と産卵床の砂礫の大きさ, 日本水産学会誌, 27: 1052-1057.
- 3) 神奈川県水産技術センター内水面試験場 (発行年不明)「ふ化観察記録 アユ」[online] http://www.agri-kanagawa.jp/naisui/fuka/ayu_fuka.html (参照2016. 8. 18)