

研 究 分 野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	漁業資源部
研 究 課 題 名	(1) 秋サケ増殖に関する研究 ①増殖・管理技術の開発・改善		
予 算 区 分	県単 (さけ・ます増殖事業)、国庫委託 (食料生産地域再生のための先端技術展開事業)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～平成 30 年度		
担 当	(主) 小川 元、山根 広大、川島 拓也		
協 力 ・ 分 担 関 係	水産振興課、(国研) 水産総合研究センター (北海道区水産研究所、東北区水産研究所、水産工学研究所)、北海道さけます内水試、北里大学、北海道大学、東京大学、岩手県さけ・ます増殖協会、唐丹町漁業協同組合		

### <目的>

岩手県の秋サケ回帰尾数は、平成 8 年度をピークに今日まで低迷しており、その回復が急務の課題となっている。一方、サケの生活史において、人為的に関与できる時期は種苗生産および稚魚放流の時期のみであることから、同時期の人為的対応策が求められているところである。

本研究では、人為的に関与できる種苗生産・放流技術について、民間ふ化場の事業規模で試験・研究が可能な大規模実験施設を整備し、最適飼育環境の検証を行うとともに、低回帰率時代の海洋環境に対応した放流時期、放流サイズ等に関する最適放流手法の検証を行う。さらに、稚魚放流後の初期減耗を緩和するための海水馴致放流技術の有効性の検証やふ化場の生産能力に依存しない放流手法の検証を行う。これらの種苗生産・放流の改良・開発により得られた技術を民間ふ化場に移転することにより、秋サケ回帰尾数回復を図ることを目的とする。

### <試験研究方法>

#### 1 サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

平成 27 年度は、唐丹湾に放流された平成 26 年級の稚魚の成長・生残状況を調べ、最適飼育密度の検証を試みたほか、平成 26 年度に引き続き、飼育密度が回帰率に与える影響を調べるため、耳石温度標識を施した後に異なる 3 つの飼育密度下での飼育を行い、放流した。

##### (1) 平成 26 年級稚魚の追跡調査

平成 26 年級稚魚の放流後の成長・生残等を比較するため、唐丹湾で平成 27 年 3 月 6 日から旬に 1 回の頻度で漁業指導調査船北上丸による火光利用敷網調査を実施し、幼稚魚を採集した。得られた幼稚魚サンプルは尾叉長・体重を測定後、耳石を採取し、耳石温度標識から低密度区 (10 kg/m<sup>3</sup>)、密度対照区 (20 kg/m<sup>3</sup>)、高密度区 (30 kg/m<sup>3</sup>) の個体を判別した。

##### (2) サケ大規模実証試験施設での標識魚の飼育・放流

###### ○ 卵管理

唐丹町漁協が平成 27 年 11 月 16 日 (第 1 期群) と 12 月 14、16、18、21 日 (第 2 期群) に採卵し、片岸第三ふ化場で発眼期まで管理し、検卵機で一度検卵した群を用いた。

第 1 期は、平成 27 年 12 月 10 日に積算水温 296.7℃の発眼卵を 635,000 粒搬入し、それぞれ 159,000 粒 (稚魚飼育で 15kg/m<sup>3</sup>区、以下「低密度区」とする)、212,000 粒 (20kg/m<sup>3</sup>区、「密度対照区」)、265,000 粒 (25kg/m<sup>3</sup>区、「高密度区」) の 3 群に分けて卵管理した。低密度区、密度対照区の卵はそれぞれを直接 1 つの 50 万粒用ボックス型ふ化槽に、高密度区の卵は浮上槽 2 つにほぼ均等にして収容し、それぞれ耳石温度標識を施した。低密度区、密度対照区は耳石温度標識処理が終了後それぞれ 2 つの浮上槽にほぼ均等に分けて収容した。

第 2 期は、平成 28 年 1 月 15、18、23 日にそれぞれ積算水温 282.7℃、284.4℃・304.9℃・312.9℃、287.5℃・326.2℃の発眼卵を 635,000 粒搬入し、それぞれ 212,000 粒 (稚魚飼育で 20kg/m<sup>3</sup>区、以下「密度対照区」とする)、265,000 粒 (25kg/m<sup>3</sup>区、高密度区)、159,000 粒 (15kg/m<sup>3</sup>区、低密度区) の 3 群に分けて卵管理した。

低密度区、高密度区の卵はそれぞれを直接 1 つの 50 万粒用ボックス型ふ化槽に、低密度区の卵は半数ずつ 2 つの浮上槽に収容して耳石温度標識を施した。密度対照区、高密度区の卵は耳石温度標識処理の終了後それぞれ 2 つの浮上槽にほぼ均等に分けて収容した。また、第 2 期は卵の収容後にミズカビが発生し、卵の数が設定した密度と異なってしまったため、15 kg/m<sup>3</sup>区（低密度区）を 20 kg/m<sup>3</sup>区（密度対照区）に、20 kg/m<sup>3</sup>区（密度対照区）を 12kg/m<sup>3</sup>区（低密度区）に、25kg/m<sup>3</sup>区（高密度区）を 22kg/m<sup>3</sup>区（高密度区）に変更した（表 1、2）。

表 1 サケ大規模実証試験施設の卵管理

	採卵日	搬入日	収容 卵数(粒)	積算 水温(°C)	収容場所	試験区名	収容密度 (kg/m <sup>3</sup> )	ハッチコード
第 1 期	平成27年11月16日	平成27年12月10日	159,000	296.7	ボックス型ふ化槽	低密度区	15	2,2,4H
			212,000	296.7	ボックス型ふ化槽	密度対照区	20	2,4,3H
			265,000	296.7	浮上槽	高密度区	25	2,4H2
第 2 期	平成27年12月14日	平成28年1月18日	55,250	312.9	ボックス型ふ化槽	高密度区	22	2,4H
	平成27年12月16日	平成28年1月15日	212,000	282.7	ボックス型ふ化槽	低密度区	12	2,2,3,2H
	平成27年12月16日	平成28年1月18日	15,470	304.9	ボックス型ふ化槽	高密度区	22	2,4H
	平成27年12月18日	平成28年1月18日	194,280	284.4	ボックス型ふ化槽	高密度区	22	2,4H
	平成27年12月18日	平成28年1月23日	38,355	326.2	浮上槽	密度対照区	20	2,2,4H2
	平成27年12月21日	平成28年1月23日	120,645	287.5	浮上槽	密度対照区	20	2,2,4H2

### ○ 耳石温度標識

耳石温度標識処理はタカツ電機商会製耳石温度標識システム TR-H200DCHAS を用いた。耳石温度標識は原水温から一定時間、約 4°C 下げた水に浸漬することで施標した。

第 1 期の標識処理方法は、積算水温 296.7°C から開始し、低密度区が 2, 2, 4H、密度対照区が 2, 4, 3H、高密度区が 2, 4H2 とした。高密度区のふ化後の処理は、ふ化後 6 日目の積算温度 624.8°C から施した。

第 2 期の標識処理方法は、密度対照区を積算水温 282.7°C、低密度区を積算水温 287.5°C、326.2°C、高密度区を積算水温 284.4°C、304.9°C、312.9°C から開始し、低密度区が 2, 2, 3, 2H、密度対照区が 2, 2, 4H2、高密度区が 2, 4H とした。密度対照区のふ化後の処理は、ふ化後 3 日目の積算水温 564.7°C、603.4°C から施した。

卵搬入から池出しまでの原水の飼育水温は、第 1 期では 13.4~12.5°C、第 2 期では 12.9~10.9°C だった。

### ○ 池出し

第 1 期の池出しは平成 28 年 1 月 28 日に行い、低密度区が 158,870 尾、密度対照区が 211,597 尾、高密度区が 265,419 尾だった。

第 2 期の池出しは低密度区、高密度区を平成 28 年 3 月 9 日、密度対照区を平成 28 年 3 月 17 日に行い、低密度区は 127,378 尾、密度対照区は 99,380 尾、高密度区は 226,057 尾だった。

## 2 山田湾における馴致放流群等の有効性の検証

山田湾において、夜間照明を用いて天然プランクトンを集めてサケ稚魚に摂餌させることにより海水順応を促す「馴致放流群」、対照区である「河川放流群」及び海水馴致を促す餌料を与えた「塩餌放流群」の 3 群をそれぞれ約 40 万尾、合計約 120 万尾を放流した。それぞれの群の放流後の成長・生残等を比較するため、巻き網、火光利用敷網および定置網でサケ幼稚魚を採集した。尾叉長・体重を測定後、耳石を採取し、耳石温度標識から馴致放流群、河川放流群、塩餌放流群の個体を区別した。

## <結果の概要・要約>

### 1 サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

#### (1) 平成 26 年級稚魚の追跡調査

平成 27 年 3 月 6 日~5 月 25 日までの期間に、537 尾のサケ幼稚魚が採捕され、そのうち 27 尾がサケ大規模実証試験施設で飼育・放流された幼稚魚であった。耳石温度標識から試験区を判別すると、第 1 期は対照区の

1 尾のみ、第 2 期は 26 尾で、その内訳は高密度区が 14 尾、対照区が 7 尾、低密度区が 5 尾であった (図 1)。また、採捕された第 2 期のサンプルの尾叉長・体重を調べたところ、試験区間で顕著な成長の差は見られなかった (図 2、3)。第 1 期の幼稚魚の採捕尾数が第 2 期と比べて少なかった要因として、放流時に本県沿岸に沿岸親潮が接岸し、表面水温が生息適水温下限である 5℃を下回っていたため、その影響を受けていた可能性が考えられる。

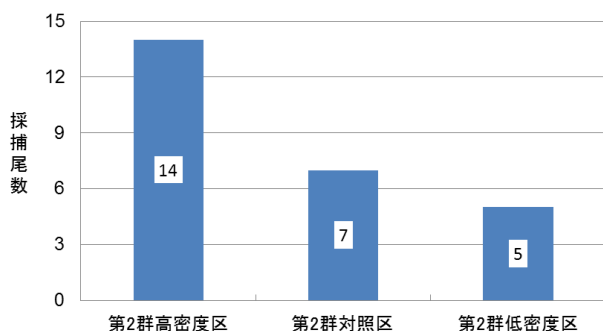


図 1 平成 26 年級における採捕尾数

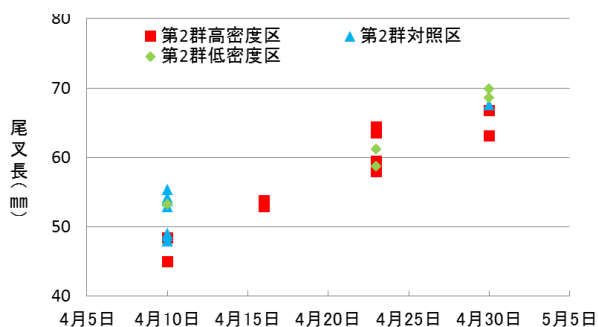


図 2 平成 26 年級の第 2 期における採捕日別・試験区別の尾叉長分布

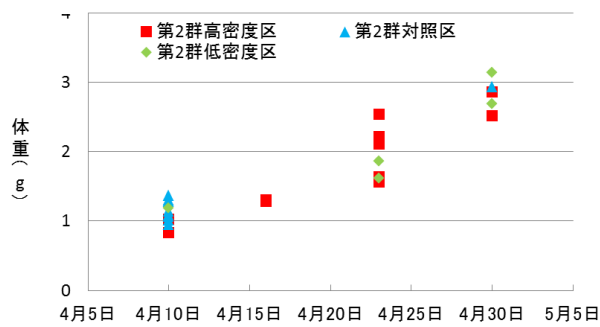


図 3 平成 26 年級の第 2 期における採捕日別・試験区別の体重分布

(2) サケ大規模実証試験施設での標識魚の飼育・放流

施設の平成 27 年 12 月 7 日から平成 28 年 4 月 14 日までの原水温を図 4 に示す。水温は 12 月 7 日の 13.4℃から 2 月 18 日の 10.9℃まで緩やかに低下した。その後、水温は上昇し、2 月 29 日に 12.2℃まで上昇した。その後、水温は上昇と低下を繰り返しながら低下し、3 月 26 日に 10.1℃となった。その後、水温は再度上昇と低下を繰り返しながら上昇し、4 月 14 日に 12.5℃になった。

稚魚の尾叉長、体重、肥満の変化を図 5 に、放流尾数を表 1 示す。第 1 期および第 2 期ともに成長は区間に差が見られず、第 1 期の放流時の低密度区、密度対照区、高密度区の前平均尾叉長はそれぞれ 55.2mm、53.9mm、53.4mm、平均体重は 1.14g、1.09g、1.11g、肥満度は 6.7、6.8、7.3 だった。第 2 期の放流時の低密度区、密度対照区、高密度区の前平均尾叉長はそれぞれ 52.8mm、52.6mm、52.6mm、平均体重は 1.04g、1.03g、1.06g、肥満度は 7.1、7.0、7.2 だった。放流時の飼育密度は第 1 期が 17.75kg/m<sup>3</sup>、22.57kg/m<sup>3</sup>、28.12kg/m<sup>3</sup>、第 2 期が 12.95kg/m<sup>3</sup>、20.00kg/m<sup>3</sup>、23.29kg/m<sup>3</sup>だった。放流時の海水適応能 (48 時間) は第 1 期が 100%、100%、99%、第 2 期が 99%、100%、99%だった。



図 4 サケ大規模実証試験施設原水の水温変化

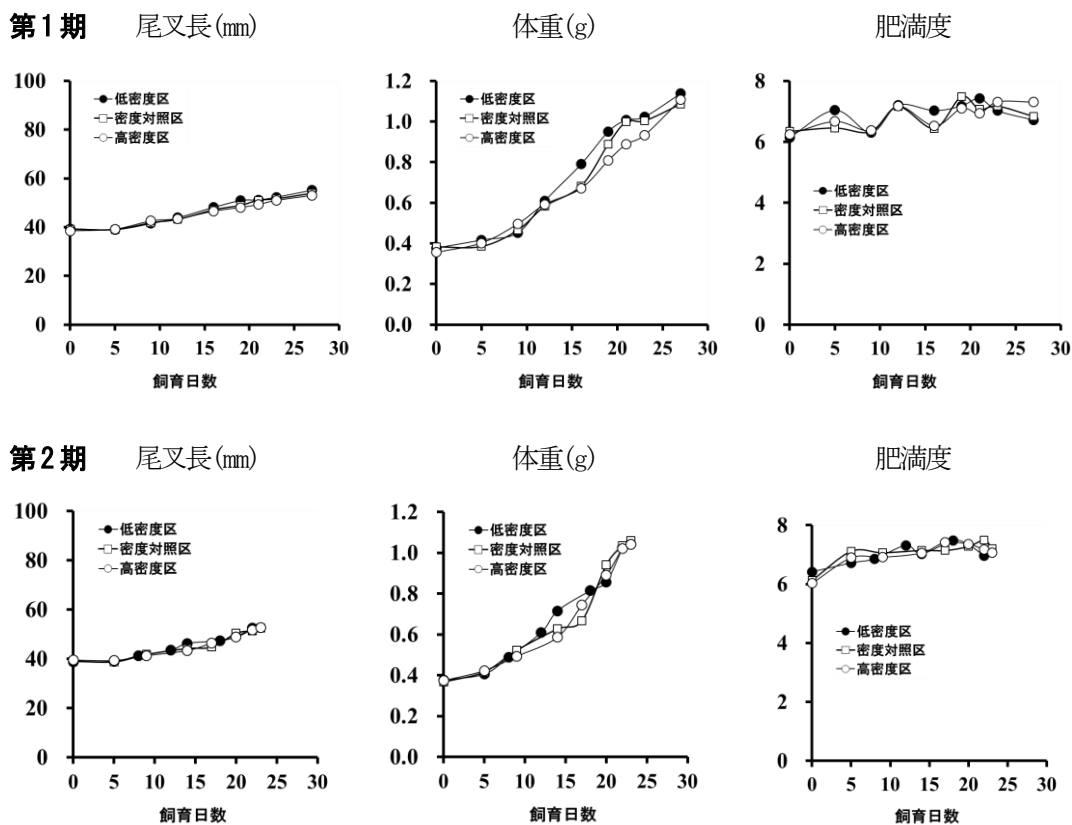


図5 サケ大規模実証試験施設で飼育された稚魚の尾叉長、体重および肥満度

稚魚について、第1期は計画通り生産されたが、第2期はミズカビの繁殖により死卵が発生し、計画を下回る生産尾数となった。平成27年度の放流尾数は計1,069,581尾だった。

表2 サケ大規模実証試験施設の稚魚放流数

	採卵日	試験区名	收容密度 (kg/m <sup>3</sup> )	ハッチコード	放流年月日	平均尾叉長 (mm)	平均体重 (g)	肥満度	放流尾数	飼育重量	飼育密度
第1期	平成27年11月16日	低密度区	15	2.2,4H	2016年2月23日	55.16	1.14	6.7	157,476	179.52	17.75
		密度対照区	20	2.4,3H	2016年2月23日	53.90	1.09	6.8	209,471	228.32	22.57
		高密度区	25	2.4H2	2016年2月23日	53.40	1.11	7.3	256,247	284.43	28.12
第2期	平成27年12月14、16、18日	低密度区	12	2.2,3,2H	2016年4月1日	52.79	1.04	7.1	125,934	130.97	12.95
		密度対照区	20	2.2,4H2	2016年4月8日	52.57	1.03	7.0	98,217	101.16	20.00
		高密度区	22	2.4H	2016年4月1日	52.58	1.06	7.2	222,236	235.57	23.29

## 2 山田湾における馴致放流群等の有効性の検証

山田湾において、主要な餌生物の来遊時期にあわせた早期放流群を2月16日に、放流直前での海水への馴致を促した馴致放流群、飼育環境での海水適応能向上をねらいとした塩餌放流群及び対照群の河川放流群の3群を4月13日に放流した。それらの追跡調査では、タモ網調査3定点、巻き網調査13定点および火光利用敷網調査4定点を設定し、合計2,059尾のサケ幼稚魚を採集した。

タモ網調査では、2月17日～3月11日までの期間に、568尾の幼稚魚が採捕され、うち20尾が早期放流群であった。採捕された早期放流群の尾叉長・体重を調べたところ、採捕期間を通じて顕著な成長は見られなかった。しかし、サンプルの肥満度は9～7程度であり、放流前のばらつきの範囲内であることから、問題ない状態であると考えられた。なお、3月11日以降、早期群の採捕はみられなかったため、湾外へ移動した可能性が考えられた。採集されたサンプルの胃充満度と胃内容を解析したところ、胃充満度は採集時期にしたがって約4%近くまで上昇し、胃が餌で満たされていたことがわかった。なお、胃内容物の多くはテ

ミスト・ジャポニカで占められていた。

まき網および火光利用敷網調査では、4月15日～5月15日までの期間に、1,491尾の幼稚魚が採捕され、うち302尾が耳石温度標識魚であった。標識魚は4月15日から5月11日までの約1カ月の期間にわたって採捕された。標識から試験群を判別すると、河川放流群が92尾、馴致群が114尾、塩餌群が96尾であり、馴致群の採捕数が最も多かった。採捕された期間における各試験群の尾叉長の推移をみると、いずれの群でも順調な成長がみられた。放流直後のサンプル（4月15日）では、馴致群が最も大きく塩餌群が小さかったが、放流から約1ヶ月後（5月11日）のサンプルでは塩餌群が最も大きかった。採捕されたサンプルの胃内内容を調べたところ、親潮系冷水性プランクトンの大型種（テミスト、ネオカラヌス、ユウカラヌス）および小型種（シュードカラヌス）の割合が低かったのに対し、ソコミジンコ類に対する捕食が活発であった。この結果は、親潮系冷水性プランクトンの割合が高かった平成26年の結果とは対照的であった。平成27年においては2月から3月にかけて沿岸親潮が接岸したが、4月以降は親潮系が弱勢であったことが関係している可能性が考えられた。

織笠川における標識親魚（3年魚 平成24年級）の出現状況を調べるため、11月下旬から1月上旬にかけて454尾の親魚の年齢査定を行ったところ、3年魚尾数は73尾であり、調査尾数に占める割合16%であった。3歳親魚の耳石温度標識を調べたところ、73尾中16尾が標識魚であり、3年魚に占める割合22%であった。標識から試験群を判別すると、馴致群が5尾、海中飼育群が6尾、河川放流群が5尾であり、試験群間で大きな差は見られなかった。ただし、いずれの試験群においても親魚での標識魚が確認できたことから、主群である4歳魚での検証にむけて期待が持てる結果である。

## <今後の問題点>

### 1 サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

平成28年度も飼育試験を行うことから、試験魚生産用種卵を確保するとともに、試験魚生産及び施標を行う必要がある。さらに、飼育期間中に給餌する配合飼料の違いによる放流後の成長・生残や親魚での回帰率に及ぼす影響についての知見が少ないことから、栄養組成の異なる餌料による餌料試験を行う必要がある。また、平成29年度からの回帰親魚調査体制（魚体測定及び耳石施標確認の人員確保）を構築する必要がある。

### 2 山田湾における馴致放流群等の有効性の検証

平成28年においても試験群が山田湾に放流されたことから、春季の調査で十分なサンプル数を確保する必要がある。また、平成25年に放流された稚魚（平成24年級）が4歳魚として回帰することから、織笠川で回帰親魚を採集し、耳石温度標識からどの放流群が多く回帰したか調べる必要がある。

## <次年度の具体的計画>

### 1 サケ大規模実証試験施設での餌料試験選定用の標識魚の飼育・放流

- ・成長・回帰率向上が期待される餌料の選定及び餌料の成分分析
- ・従来の餌料と回帰率向上が期待される餌料2種の3群への耳石温度標識の施標と飼育・放流
- ・唐丹湾での火光利用敷網調査による幼稚魚の採集と耳石温度標識の判別

### 2 山田湾におけるH27年級（幼稚魚）の試験放流群とH24年級（4歳魚）の評価

- ・巻き網調査及び火光利用敷網調査による幼稚魚の採集と耳石温度標識の判別
- ・採捕された幼稚魚の耳石輪紋に基づく成長解析
- ・織笠川における4歳魚の採集と耳石温度標識の判別

## <結果の発表・活用状況等>

各種会議・研修会・セミナーにおいて研究結果の報告を行うとともに、適宜ホームページ等を通じて情報を発信

- ・岩手県におけるサケ資源動態について（さーもん・かふえ 2015）
- ・回遊経路と魚体サイズの解明（太平洋サケ資源回復調査第 1 回検討会）
- ・サケ稚魚の移動時期、回遊経路と魚体サイズの解明（太平洋サケ資源回復調査第 2 回検討会）
- ・サケ稚魚の回遊と生残に影響を与える要因の検証（太平洋サケ資源回復調査第 1 回検討会）
- ・サケ稚魚の回遊と生残に影響を与える要因の検証（太平洋サケ資源回復調査第 2 回検討会）
- ・比較放流による初期生残率の評価技術の検証（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 1 回推進会議）
- ・比較放流による初期生残率の評価技術の検証（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 2 回推進会議）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（平成 27 年度定置網大謀交流会）
- ・岩手県の秋サケ漁業について（漁業士育成講座・新任普及指導員研修会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 27 年春ふ化場実態調査結果（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 26 年度年齢査定結果について（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（岩手県さけ・ます増殖協会理事会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（定置講習会）
- ・平成 27 年度秋サケ回帰予報について（ぎょれん情報 9 月号）
- ・今期の秋サケ漁獲状況と来年度の見通し（岩手県さけ放流事業復興検討会）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（久慈地区海漁況相談会）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同セミナー）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（成果報告会）
- ・サケについて（盛岡大学地域食材資源論講義）
- ・平成 27 年秋サケ回帰状況について（海区漁業調整委員会研修会）
- ・平成 27 年度岩手県秋サケ回帰予報（水技ホームページ）
- ・秋サケ回帰情報（水技ホームページ（延べ 3 回））
- ・サケ稚魚放流情報（水技ホームページ（延べ 5 回））