

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・さけます抜本対策事業）		
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）長坂 剛志（副）清水 勇一		
協力・分担関係	水産振興課、国立研究開発法人水産研究・教育機構（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・内水面水産試験場、北里大学、北海道大学、東京大学、一般社団法人岩手県さけ・ます増殖協会、唐丹町漁業協同組合、三陸やまだ漁業協同組合		

<目的>

岩手県の秋サケ回帰尾数は平成 8 年度をピークに近年低迷しており、その回復が喫緊の課題となっている。

サケ資源の減少要因として、沿岸海洋環境（春季の海水温、餌となる動物プランクトン種等）の変動がサケ稚魚の減耗に関係していると考えられている。このことから、民間ふ化場からは海洋環境の変動に適応した（生残率の高い）稚魚の生産・放流技術の開発が求められている。

本研究では、サケ大規模実証試験施設において、飼育密度（平成 26、27、30 年度）及び給餌飼料（平成 28、29、30 年度）並びに流速を変えた飼育方法（平成 30 年度）についてそれぞれ異なる条件下で飼育した稚魚を放流し、その後の成長・生残を比較するほか、遊泳力、飢餓耐性について調査した。また、高温耐性を持つと想定される北上川水系の資源特性について検証することを目的とする。併せて、海中飼育について、異なる飼育期間や大目網の設置等による飼育方法を検証することにより、環境変化に対応した健苗生産、飼育技術の開発・改良を目指す。

<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 30 年度は、餌料試験、密度試験、系群比較試験、流速強化試験を行い、それぞれで成長、遊泳力、飢餓耐性等について調査した。なお、試験に使用した卵の由来や耳石温度標識パターン、放流状況等の詳細を表 1 に、平成 26～30 年度までに大規模実証試験施設で実施した試験を表 2 に示した。

表 1 H30 年級（H31 年春放流）の稚魚の基本情報、試験設定、標識パターン、放流状況

	採卵日	放流日	由来	試験設定	標識パターン	放流尾数 (尾)	平均尾叉 長 (mm)	平均体重 (g)	肥満度
第 1 群	H30. 11. 6～8	H31. 2. 27	砂鉄川	系群比較	2, 4H2	194, 374	54. 26	1. 41	8. 8
	H30. 11. 13	H31. 2. 27	片岸川	乳酸Ca区 対照区	2, 4, 3H 2, 2, 4H	210, 204 212, 374	51. 71 51. 65	1. 11 1. 16	8. 0 8. 2
第 2 群	H30. 12. 6	H31. 4. 12	片岸川	乳酸Ca区	2, 4H	164, 308	51. 37	1. 00	7. 3
		対照区 (通常密度区)		2, 2, 3, 2H	166, 724	51. 67	0. 99	7. 1	
	H30. 12. 11	H31. 4. 22	片岸川	高密度区	2, 2, 4H2	265, 579	49. 63	0. 94	7. 5
		流速強化区		2, 5H3	88, 682	59. 91	1. 70	7. 8	
H30. 12. 13	H31. 4. 22	片岸川	低密度区 (流速対照区)	2, 5H2	90, 836	59. 08	1. 63	7. 9	
	H30. 12. 13	H31. 4. 22		高密度区	2, 2, 4H2	-	-	-	-

表 2 H26～30 年度に大規模実証試験施設で実施した試験

年級	実施試験		試験設定	
H26	密度	低密度 10kg/m <sup>3</sup>	通常密度 20kg/m <sup>3</sup>	高密度 30kg/m <sup>3</sup>
H27	密度	低密度 15kg/m <sup>3</sup>	通常密度 20kg/m <sup>3</sup>	高密度 25kg/m <sup>3</sup>
H28	餌料	サケEPC区	サケDPC区	マスEPC区
H29	餌料	サケEPC区	海産魚用EPC区	マスEPC区
	餌料	サケEPC区	乳酸Ca区	
H30	密度	低密度 10kg/m <sup>3</sup>	通常密度 20kg/m <sup>3</sup>	高密度 50kg/m <sup>3</sup>
	移入	北上水系砂鉄川	沿岸河川片岸川	
	流速強化	流速強化区 2cm/s	対照区 0. 5cm/s	

(1) 異なる餌料による飼育放流試験

餌料の違いによる稚魚の成長、遊泳力、飢餓耐性への影響を検証するため、食品添加物として認可されている乳酸<sup>\*</sup>カルシウム（以下「乳酸Ca」という。）を餌料に添加して飼育試験を実施した。供試卵は、片岸川で平成30年11月13日（以下「第1群」という。）及び12月6日（以下「第2群」という。）に採卵されたものを用い、試験区としてサケEPC（サケ稚魚用標準餌料）に乳酸Caを1%外部添加した「乳酸Ca添加区」を設定し、「対照区（サケEPC）」と比較検証した。飼育期間中は、概ね1週間に1回の頻度でサンプリングを実施し、各回30尾（放流時は100尾）の尾叉長と体重を測定した。なお、試験終了後、飼育稚魚は熊野川に放流した。

※「乳酸」は、従来、疲労物質として考えられていたが、最近の研究によって、ほ乳類では乳酸をエネルギーとして利用することが明らかとなっており、マウスに乳酸を投与すると持久的な運動能力が向上することが報告されている。

(2) 異なる密度による飼育放流試験（平成26、27年度に実施した追試を含む。）

飼育密度の違いによる稚魚の成長、遊泳力、飢餓耐性への影響を検証するため、供試卵に片岸川の第2群の一部と同河川で平成30年12月11日及び13日に採卵されたものを用い、飼育試験を実施した。試験区として、密度50kg/m<sup>3</sup>の高密度区、密度10kg/m<sup>3</sup>の低密度区を設定し、餌料放流試験の対照区を密度20kg/m<sup>3</sup>の通常密度区（当該試験の対照区）として、異なる密度で飼育した。また、飼育水量は全試験区で統一し、開始時の200L/分から終了時の353L/分まで調整しながら、溶存酸素量が5mg/Lを下回らないように管理した。飼育期間中は、概ね1週間に1回の頻度でサンプリングを実施し、各回30尾（放流時は100尾）の尾叉長（と体重）を測定した。なお、試験終了後、飼育稚魚は熊野川に放流した。

(3) 北上川水系と沿岸河川の系群比較放流試験

北上川水系と沿岸河川の資源特性を把握するために、北上川水系の砂鉄川と沿岸河川の片岸川の稚魚の発生、成長、遊泳力、飢餓耐性を調査した。供試卵として、砂鉄川については平成30年11月6～7日に採卵した受精卵を移入し、対照区の片岸川については第1群の種卵を用いた。また、水温ストレスの指標であるヒートショックプロテイン（以下「HSP」という。）を測定するために、約1gに成長した砂鉄川と対照区の稚魚を、異なる水温に設定した100Lの円形水槽に各50尾ずつ収容して飼育した（3水温区×2群）。各水槽の水温設定は、低水温区（約5.0℃）、通常水温区（約10.0℃）、高水温区（約18.0℃）とし、試験開始前と開始後30分、1、3、6、24時間後及び6日目にエラと尾部をRNAlaterに浸漬し、HSPの測定に供した。なお、飼育試験終了後、飼育稚魚は熊野川に放流した。

(4) 遊泳力測定試験

遊泳力は、稚魚1尾を（有）タカツ産業製スタミナトンネルに封入し、池出し後（約0.4g）と放流直前（約1.0g）の稚魚の持続遊泳力と瞬発遊泳力を測定した。持続遊泳力は、8cm/secから1分間に1cm/secずつ流速を速めて、遊泳出来なくなる流速を測定値とした。瞬発遊泳力は、8cm/secから1秒間に1cm/secずつ流速を速めて、遊泳できなくなる流速を測定値とした。

(5) 飢餓耐性試験

当センター内の屋外巡流水槽に設置した小割カゴに、各試験区300尾ずつを無作為かつ均等になるように分け、海水中での飽和量給餌群及び無給餌群を設定し、試験は半数致死に至った試験区が出現した時点で終了し、試験区ごとに成長量・生残率を比較した。第1群と砂鉄川は、平成31年3月2日からの40日間、第2群の対照区と乳酸Ca区は4月12日からの12日間、密度試験と流速強化試験は4月22日から13日間行った。

(6) 流速強化ポンプシステムによる飼育放流試験

飼育池の流速がサケ稚魚に与える影響を調査するため、大規模実証試験施設の飼育池に流速強化用のポンプシステムを設置した。ポンプシステムは半循環であり、排水をポンプで注水部に戻した水と注水により流速制御が可能である。試験は、ポンプシステムを用いた流速強化区（流速約2cm/sec、密度10kg/m<sup>3</sup>）と密度試験の低密度区を対照区（流速約0.5cm/sec、密度10kg/m<sup>3</sup>）とし、各10万尾の稚魚を飼育して、遊泳力

を調べた。飼育期間中は、パックテスト（共立理化学研究所）を用いて、飼育水の pH、アンモニア態窒素、硝酸態窒素を測定した。なお、試験終了後、飼育稚魚は熊野川に放流した。

(7) 平成 29 年級（平成 30 年春放流）のサケ幼稚魚追跡調査

平成 29 年級の放流後の成長・生残等を比較するため、山田湾、釜石湾及び唐丹湾において漁業指導調査船「北上丸」（以下「北上丸」という。）による火光利用敷網調査により追跡調査を実施した。調査は、平成 30 年 3 月 15 日から 5 月 24 日まで行い、採集したサケ幼稚魚は尾叉長・体重を測定後、耳石を採取し耳石温度標識の有無を確認して各試験区（H29 年級の試験区は、サケ EPC 区、海産魚用 EPC 区、マス EPC 区）を判別した。

2 山田湾における海中飼育試験

平成 30 年級では、個別の耳石温度標識を施標した河川放流群、短期海中飼育群、通常海中飼育群、大目網海中飼育群を設定し、それぞれ約 40 万尾を試験に供した。試験には、河川放流群は平成 30 年 11 月 27 日、海中飼育群は平成 30 年 11 月 22、23 日に織笠川ふ化場で採卵した種卵を用い、飼育終了後には放流した稚魚を北上丸による火光利用敷網調査で追跡した。採捕した稚魚は、試験区を判別するために耳石を摘出し、残りの胴体部はトリグリセリドとグリコーゲン量測定用の試料とした。また、海中飼育中は、音響プロファイラーによる観測を行い、生簀内にいる稚魚の尾数を推定した。なお、短期海中飼育群は、通常 1 か月程度海中生簀で飼育する海中飼育の飼育期間を 1 週間（1/4）に短縮した方法である。また、大目網海中飼育群は、目合を大きくして潮通しを改善すること及び、稚魚が網外に移動することにより密度を調整した飼育が可能か否かを検討するために実施した。

<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) 異なる餌料による飼育放流試験（「遊泳力測定試験」及び「飢餓耐性試験」を含む。）

飼育開始から放流までの成長は、第 1 群、第 2 群ともに乳酸 Ca 区と対照区で同程度であった（図 1）。遊泳力は、第 1 群、第 2 群ともに乳酸 Ca 区と対照区で同程度であった（図 2）。飢餓耐性は、第 1 群が 40 日目に無給餌の乳酸 Ca 区の生残率が 50%を下回り、第 2 群が 12 日目に無給餌の乳酸 Ca 区と対照区の生残率が 50%を下回り試験を終了した（図 3）。第 2 群は、水温が第 1 群と比べて高く推移したことにより試験の終了が早くなったと考えられる。試験終了時の体重は、第 1 群の無給餌群では試験開始時より 2～3 割程度減少し、給餌群では約 3 倍増加した。また、第 2 群の無給餌群では試験開始時より 1 割程度減少したのに対し、給餌群では 3～4 割程度増加した（表 3）。第 2 群は試験の終了が第 1 群より早かったため、体重の増減が小さくなったと考えられる。

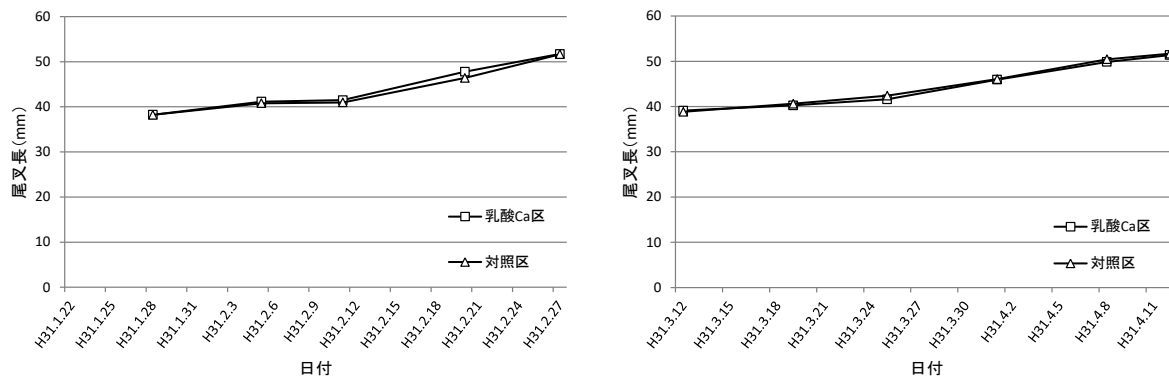


図 1 第 1 群、第 2 群における乳酸 Ca 区、対照区の尾叉長の推移  
(左：第 1 群、右：第 2 群)

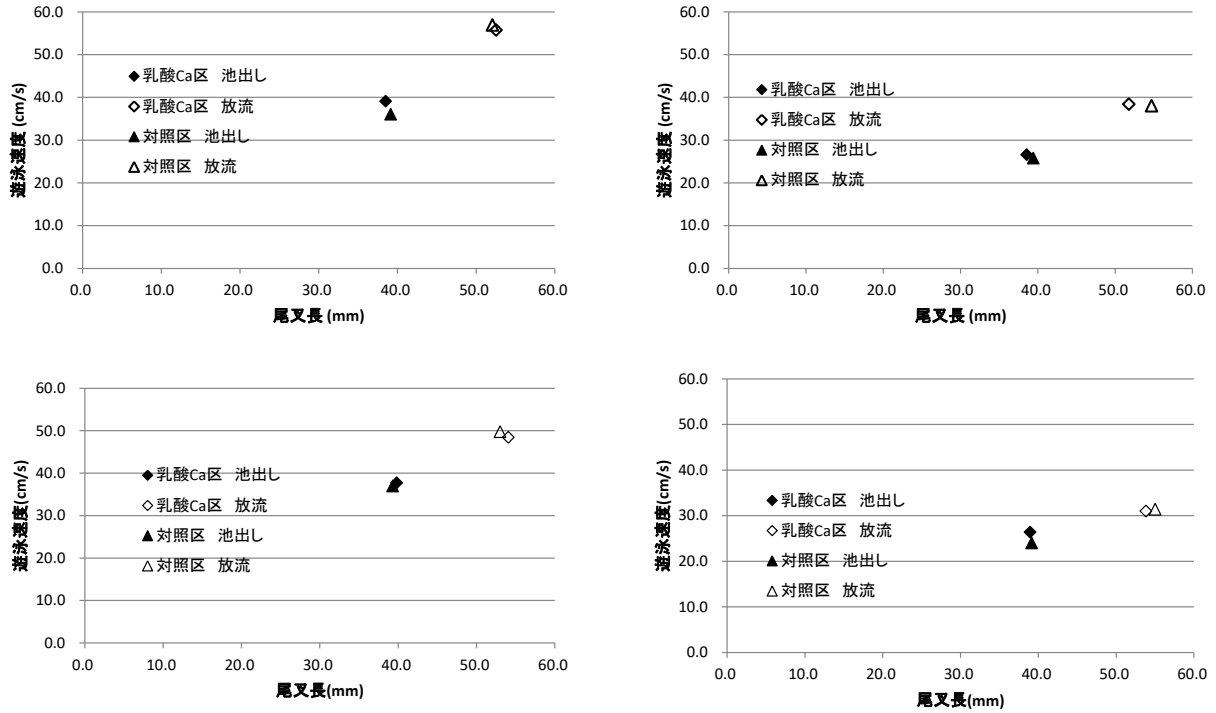


図2 第1群、第2群の乳酸Ca区、対照区における遊泳力（上：第1群、下：第2群、左：瞬発遊泳力、右：持続遊泳力）

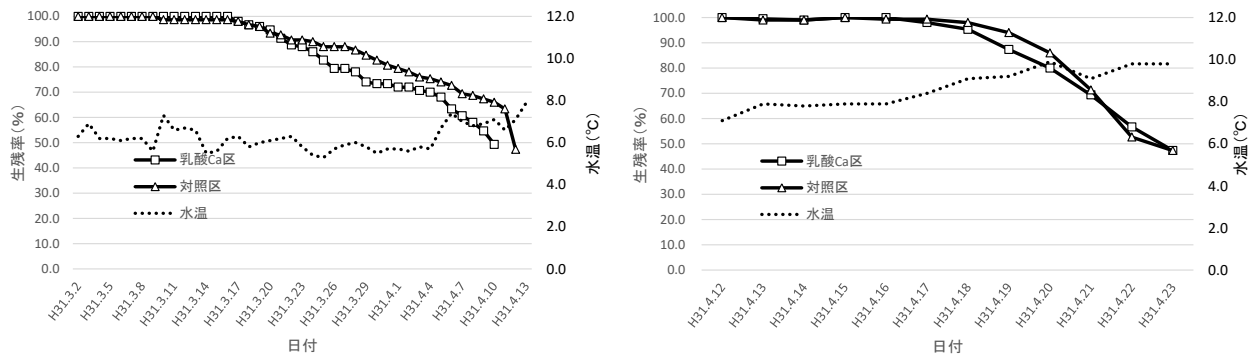


図3 第1群、第2群の乳酸Ca区、対照区における無給餌の生残率の推移（左：第1群、右：第2群）

表3 乳酸Ca区と対照区の無給餌飼育開始時と終了時の尾叉長、体重、肥満度、生残率

		無給餌群				給餌群			
		尾叉長 (mm)	体重 (g)	肥満度	生残率 (%)	尾叉長 (mm)	体重 (g)	肥満度	生残率 (%)
第1群	乳酸Ca区	開始	51.7	1.1	8.0	51.7	1.1	8.0	
		終了	54.4	0.9	5.3	73.9	3.6	8.7	49
		増減率 (%)	105	77	66	143	320	109	
	対照区	開始	51.7	1.2	8.2	51.7	1.2	8.2	
		終了	55.2	0.9	5.2	71.8	3.3	8.8	66
		増減率 (%)	107	76	63	139	281	106	
第2群	乳酸Ca区	開始	51.4	1.0	7.3	51.4	1.0	7.3	
		終了	50.8	0.9	6.8	56.0	1.4	7.6	47
		増減率 (%)	99	90	94	109	135	104	
	対照区	開始	51.7	1.0	7.1	51.7	1.0	7.1	
		終了	51.0	0.9	6.7	57.4	1.5	7.6	47
		増減率 (%)	99	91	95	111	147	108	

(2) 異なる密度による飼育放流試験（「遊泳力測定試験」及び「飢餓耐性試験」を含む。）

尾叉長は、低密度区が高密度区を常に上回った（図 4）。遊泳力は、低密度区の放流時の持続遊泳力で高い値を示した（図 5）。飢餓耐性は、試験 13 日目に強風により飼育カゴが水没して稚魚が逃亡したため、途中で終了となった。終了時点の生残率は、高密度区が 83.3%、低密度区が 55.0%で高密度区が生残率が高かった（図 6）。また、対照区と高密度区、低密度区で採卵日の差があるため、日間成長速度を算出したところ、低密度区で高い値となった（表 4）。今回の試験では、飼育水量等の飼育条件を統一して行ったため、低密度区と高密度区でみられた成長と遊泳力の差は、密度が影響したものと考えられる。

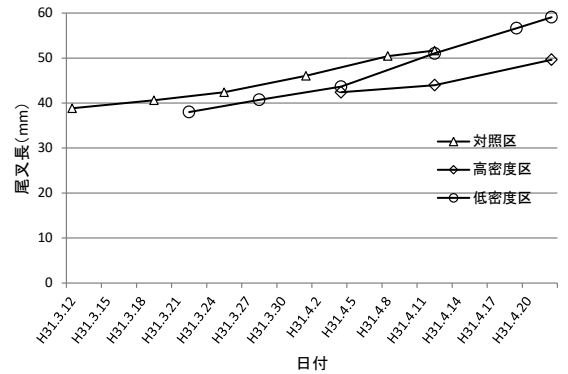


図 4 対照区、高密度区、低密度区における尾叉長の推移

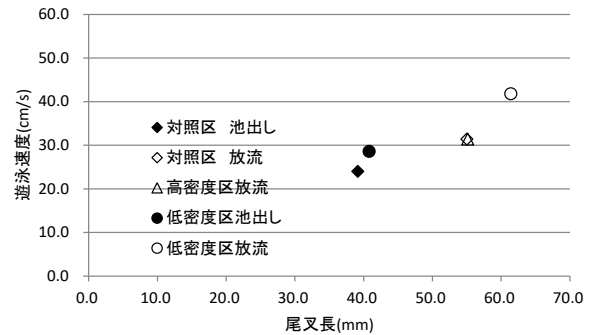
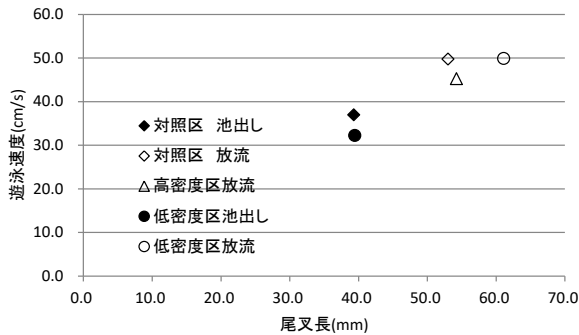


図 5 異なる密度での飼育における各試験区の遊泳力（左：瞬発遊泳力、右：持続遊泳力）

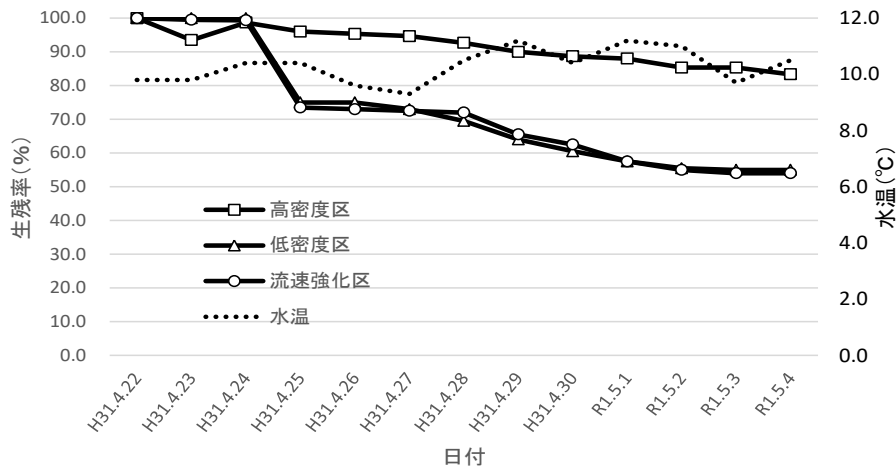


図 6 高密度区、低密度区、流速強化区における無給餌の生残率の推移

表 4 各試験区における尾叉長の日間成長速度及び体重の日間成長率

	尾叉長の日間成長速度	体重の日間成長率SGR
	(mm/day)	※ (%)
高密度区	0.38	2.45
低密度区	0.66	4.47
対照区	0.51	4.16

※SGR=  $100 \times \frac{\ln(\text{最終体重}) - \ln(\text{初期体重})}{(\text{日数})}$

(3) 北上川水系と沿岸河川の系群比較放流試験

砂鉄川産の卵は、対照区と比べてふ化までは発生が早く、ふ上から池出しまでに時間がかかった(表5)。成長は、砂鉄川と対照区で採卵日に約7日の差があるため、尾叉長の日間成長速度及び体重の日間成長率を算出したところ、同程度であった(表6)。また、遊泳力についても、砂鉄川と対照区で大きな違いは見られなかった(図7)。飢餓耐性については、対照区と比べて砂鉄川の生残率の低下は緩やかであった(図8)。HSPの測定は、岩手大学で実施中である。

表5 砂鉄川と対照区におけるふ化から池出しまでの積算温度と所要日数

採卵日		ふ化開始 浮上確認 池出し			
対照区	H30. 11. 13	積算水温	484.5	709.7	971.4
		所要日数	39	56	77
砂鉄川	H30. 11. 6~8	積算水温	474.5	718.7	1025.9
		所要日数	36*	54*	78

※11.6から数えて

表6 各試験区における尾叉長の日間成長速度及び体重の日間成長率

	尾叉長の日間成長速度 (mm/day)	体重の日間成長率SGR ※ (%)
対照区	0.43	3.60
砂鉄川	0.43	3.69

$$\text{※SGR} = 100 \times \frac{\ln(\text{最終体重}) - \ln(\text{初期体重})}{(\text{日数})}$$

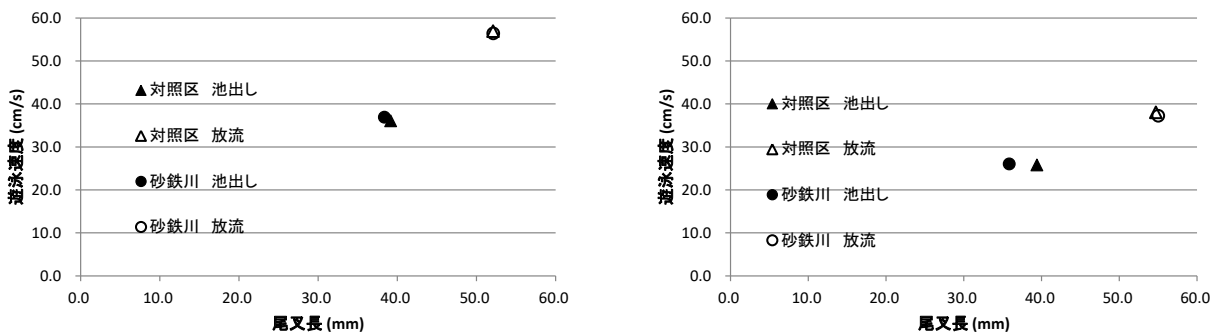


図7 砂鉄川と対照区における稚魚の遊泳力 (左:瞬発遊泳力、右:持続遊泳力)

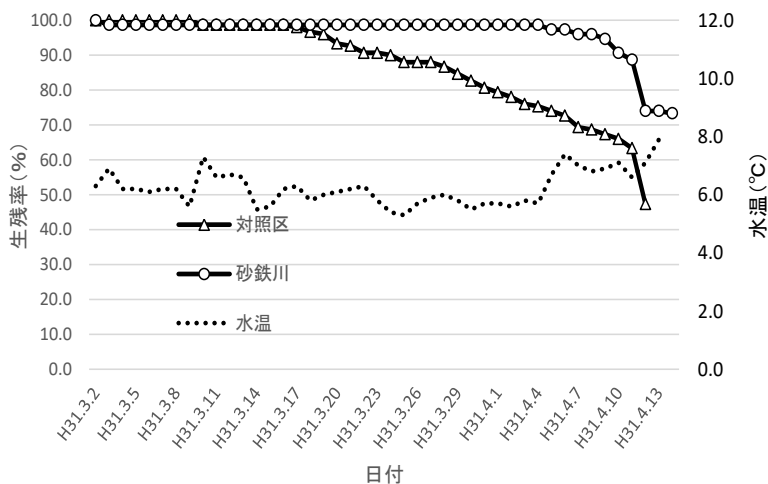


図8 砂鉄川と対照区の無給餌稚魚の生残率と水温の推移

(4) 流速強化ポンプシステムによる飼育放流試験

飼育期間中に飼育水の pH、アンモニア態窒素、硝酸態窒素について、異常はみられなかった。遊泳力は、流速対照区で高い傾向がみられた(図 9)。流速強化区と流速対照区ともに瀕死の稚魚から冷水病の原因菌が検出され、流速強化区では死亡数も多かった。冷水病と遊泳力の関係は不明であるが、冷水病キャリアーの個体の遊泳力が低下した可能性がある。

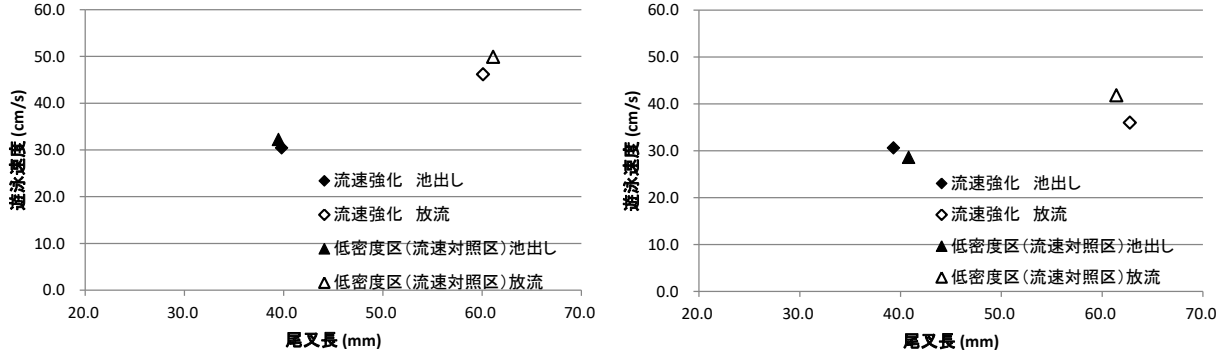


図 9 流速強化区と対照区における遊泳力(左:瞬発遊泳力、右:持続遊泳力)

(5) 平成 29 年級(平成 30 年春放流)のサケ幼稚魚追跡調査

調査期間に、1,532 尾のサケ幼稚魚を採捕し、そのうち 202 尾が耳石温度標識魚であった。標識種類毎の採捕数は、サケ EPC 群 23 尾、マス EPC 群 26 尾、海産魚用 EPC 群 38 尾と試験区間で明確な違いは見られなかった。なお、サケ大規模実証試験施設で放流した稚魚以外の標識魚が 115 尾採捕された(表 7)。今後、標識稚魚の成長解析を行うとともに各群の回帰率を比較して効果を評価する必要がある。

表 7 H29 年級(H30 春放流)の追跡調査により採捕された標識魚

	標識コード	放流日	放流数(千尾)	採捕数(尾)	合計
サケ用 EPC	2, 2, 4H	H30. 2. 26	171	8	23
	2, 2, 3, 2H	H30. 4. 18	201	15	
マス用 EPC	2, 4H2	H30. 2. 26	170	5	26
	2, 2, 4H2	H30. 4. 18	202	21	
海産魚用 EPC	2, 4, 3H	H30. 2. 26	171	13	38
	2, 4H	H30. 4. 18	202	25	
その他	2, 6H/2, 2nH/2n-2H/2- 2, 2H/2, 1, 3H/2, 1, 5H	-	-	115	115

2 山田湾における海中飼育試験

各海中飼育群は約 40 万尾、河川放流群は約 39 万尾を放流した(表 8)。飼育していた稚魚及び北上丸による追跡調査で採捕した稚魚の耳石温度標識の確認、魚体サイズ及び体成分については解析中である。なお、大目網海中飼育群では、生簀に収容した稚魚が網の外と中を自由に行き来する様子が観察された。音響プロファイラーには、3 日程は生簀に収容した稚魚と思われる反応がみられたが、次第に見られなくなった。一方で、投入した稚魚と思われる反応がなくなってからも、定期的に生簀内に反応が見られた。音響プロファイラーの詳細な結果は、水産工学研究所で解析中である。

表 8 海中飼育試験で用いた稚魚の基本情報、試験設定、標識パターン、放流状況

採卵日	放流日	試験設定	標識パターン	放流尾数(千尾)	平均尾叉長(mm)	平均体重(g)	備考
H30. 11. 22, 23	H31. 3. 8	通常海中飼育	2-2, 2H	400	51.5	0.93	うち35万尾が標識魚
H30. 11. 22, 23	H31. 3. 9	短期海中飼育	2, 2nH	400	51.2	0.98	
H30. 11. 22, 23	H31. 3. 9	大目海中飼育	2, 5H	400	49.6	0.95	
H30. 11. 27	H31. 3. 24	河川放流	2n-2H	200	58.7	1.52	
	H31. 3. 28	河川放流		189	61.5	1.79	

## <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

- (1) 平成 30 年級（平成 31 年春放流）の追跡調査を行うとともに、耳石日周輪紋を解析して餌が幼稚魚期の成長と生残に与える効果を把握する必要がある。
- (2) 令和元年度も、これまでの標識魚が回帰するため回帰状況調査を継続する必要がある。
- (3) 放流した稚魚の状態を把握するため、体成分分析（一般成分、グリコーゲン、熱量の測定など）を行う必要がある。
- (4) 3年間試験した餌の違いにより、遊泳力や飢餓耐性への影響が明瞭では無かったことから、遊泳力や飢餓耐性を向上させる餌料の探索、飼育方法の検討を行う必要がある。
- (5) 砂鉄川と片岸川のサケ稚魚において平成 30 年度に調査した項目では明瞭な差はみられなかったことから、今回調査していない項目（血糖値、乳酸値等）について調査する必要がある。
- (6) 流速強化ポンプシステムによる飼育で、冷水病とみられる稚魚の斃死が起こったため水質の詳細な調査・改善や遊泳力強化方法の検討を行い、遊泳力を強化できる条件を調査する必要がある。

### 2 山田湾における海中飼育試験

- (1) 大目海中飼育網の改良や飼育密度の変更を試み、出来るだけ大型で健康な稚魚の放流が可能となる海中飼育手法を開発する必要がある。
- (2) これまでに放流した試験放流群が親魚として回帰するため、織笠川で採捕した親魚から耳石を摘出し、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種苗生産・放流技術の開発

- (1) 試験魚生産用種卵の確保、耳石温度標識の施標
- (2) サケ用 EPC と、対する試験餌料（EPC への乳酸、オイル等の添加など）を用いた飼育試験の実施
- (3) 遊泳力試験、飢餓耐性試験、体成分・エネルギー測定等の実施（平成 29 年級、平成 30 年級のサンプルを使用する予定）。
- (4) 北上川水系種卵を用いて、乳酸値、血糖値、HSP 等生理学的特性や遊泳力等の特性について、沿岸種卵から生産した稚魚と比較検討し、北上川水系のサケ稚魚の特性を把握
- (5) 唐丹湾における北上丸の火光利用敷網調査による放流稚魚の追跡調査
- (6) 熊野川における回帰親魚調査
- (7) 遊泳力を強化する飼育試験の実施（ポンプシステムによる流速や遊泳時間等の検討及び水質の調査）

### 2 山田湾における海中飼育試験

- (1) 大目網の改良や海水馴致放流による海中飼育試験を実施
- (2) 織笠川における回帰親魚調査

## <結果の発表・活用状況等>

### 1 研究発表等

- 太田 岩手県における平成 29 年度秋サケ来遊状況（さーもん・かふえ 2018）  
長坂 サケ大規模実証試験施設での餌料の比較試験（さーもん・かふえ 2018）  
清水 平成 30 年度岩手県秋さけ回帰予報（大謀研修会）  
長坂 平成 30 年度岩手県秋サケ回帰予報（平成 30 年度さけます報告会）  
太田 岩手県のサケ資源動向について（漁業士育成講座・新任普及指導員研修会）  
長坂 平成 30 年度岩手県秋さけ回帰予報（岩手県さけ・ます増殖協会技術部会研修会）



- 清水 平成 30 年春ふ化場実態調査結果 (岩手県さけ・ます増殖協会技術部会研修会)
- 長坂 平成 30 年度秋サケ回帰予報 (ぎょれん情報)
- 太田 岩手県の秋サケ資源動向についてー現状と H30 回帰予測ー (消費市場と産地との現地交流会)
- 太田 岩手県のサケ資源について (シンポジウム漁業・水産業の復興と課題を考える)
- 太田 岩手県のサケ資源について (岩手県海区漁業調整委員会研修会)
- 清水 平成 30 年度秋サケ来遊状況について (県北地区漁海況相談会)
- 清水 秋サケの 30 年度回帰状況と 31 年度回帰予測について (定置講習会)
- 清水 今期の秋サケ漁獲状況と来期の見通し (岩手県さけ放流事業復興検討会)
- 清水 平成 30 年度のサケ回帰状況 (成果報告会)
- 平成 30 年度岩手県秋サケ回帰予報 (水技ホームページ (年 1 回))
- 秋サケ回帰情報 (水技ホームページ (年 3 回))
- サケ稚魚放流情報 水技ホームページ (年 5 回))
- 清水、長坂、太田 サケ資源造成の現状と課題-岩手県 (平成 30 年度日本水産学会東北支部大会)
- 長坂、清水、太田、滝澤、川島 サケ稚魚の飼育餌料の検討 (平成 31 年度日本水産学会春季大会)

## 2 研究論文・報告書等

- 川島・清水・太田・山根 三陸沿岸におけるサケ幼稚魚の分布、生息環境と親魚回帰 (海洋と生物 40(4)、342-345、2018)
- 清水 岩手の現状 (月刊海洋 576、503-505、2018)