

d) 東北日本海における放流サイズや放流時期等の適正化の検討

執筆者：山形県内水面水産研究所 齋藤哲

実施機関及び担当者

山形県内水面水産研究所 生産開発部（以下、山形内水研）：齋藤哲

山形県水産研究所 海洋資源調査部（以下、山形水研）：高澤俊秀

【目的】

近年の地球温暖化によりサケにとって不適な沿岸海水温変化が進行する可能性が高いため、放流後の河川や沿岸での減耗を軽減するための技術として種苗の大型化に期待が集まっている。しかし、種苗の大型化は放流数の減少、飼育経費の増大等につながるため、闇雲な大型化は望ましくなく、適正なサイズの検討が必要である。また、同時に放流適期の再検討も必要な時機に来ている。本調査研究では試験生産した大型サイズと従来サイズ（約 1.0 g）の標識稚魚を同日放流し、親魚回帰まで追跡する比較調査を行い、前述の検討を行う。

【方法】

2022 年級について、大型サイズと従来サイズの両群を月光川水系のふ化場（山形県遊佐町）において採卵及び発眼卵施標、中間育成の後、赤川ふ化場（山形県鶴岡市）に移送して育成し、3 月中下旬に赤川本流へ同日放流する計画とした。大型サイズ群は月光川水系箕輪ふ化場で採卵した前期群 40 万尾（耳石コード：2-2,1,2H）とし、従来サイズ群は同水系高瀬川ふ化場で採卵した後期群 30 万尾（耳石コード：2,2,1-2H）とした。

【結果及び考察】

〔採卵〕：大型サイズ群は月光川水系の箕輪ふ化場で 2022 年 10 月 27 日から 28 日にかけて 40 万粒を採卵した。従来サイズ群は同水系の高瀬川ふ化場で 11 月 22 日に 31 万粒を採卵した。

〔発眼卵施標〕：両群とも同水系の柞川ふ化場内に設置された耳石温度標識装置（TR-H90DCHA/有限会社タカツ産業）に発眼卵を収容し、耳石温度標識を施した。大型サイズ群 40 万粒は 11 月 24 日に淘汰、翌 11 月 25 日に検卵をした後、同日に施標（2-2,1,2H）作業を開始し、12 月 6 日に完了した。施標中の 11 月 27 日に停電が発生し加温が途切れたため、標識コードにノイズが入った可能性があり、現在確認中である。

従来サイズ群 31 万粒は 12 月 12 日に淘汰、翌 13 日に検卵をし、同日に施標（2,2,1-2H）作業を開始し、2023 年 12 月 24 日に完了した。

〔飼育管理〕：発眼卵施標後、大型サイズ群は箕輪ふ化場、従来サイズ群は高瀬川ふ化場に戻して飼育管理を行った。両群とも浮上後、体重 0.6 g まで育成し、大型サイズ群は 2023 年 2 月 14 日に、従来サイズ群は 2 月 20 日に赤川ふ化場に移送した。今後、大型サイズ群は体重 2.5 g、従来サイズは 1 g 程度まで育成し、3 月中下旬に赤川本流への同日放流した。

課題イ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

小課題 1) 稚魚沿岸滞泳期における沿岸環境調査及びサケ幼稚魚追跡調査

a) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1

編者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 森下匠

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部：小役丸隼人*1、河野洋右*2、石原剛*3、一家秀嘉*4、今井謙吾*5、小松信治、伊藤洋満、中島歩、江田幸玄、大橋亮介、日下部奏太、高橋史久、小野郁夫、徳田裕志、富田泰生、菅原楓、松岡澄、平林幸弘、小野ゆい、濱崎薫、石村豊、山谷和幸、福田勝也、加藤毅、小軽米成人、重松勇也、荒内勉、大貫努、加藤雅博、羽二生一将、吉野州正、渡邊勝亮、下平幸太、平間美信、佐田巖、大本謙一、宮内康行、森下匠、外山義典、江連睦子
同 資源生態部：佐藤智希

*1：1)-a)-①【厚田沿岸域】主担当

*2：1)-a)-②、⑤【昆布森沿岸域】主担当

*3：1)-a)-③【えりも以西地区】主担当

*4：1)-a)-④【えりも以東地区】主担当

*5：1)-a)-⑤【宗谷港】主担当

1)-a)-①. 定点環境観測及び稚魚採捕調査 1 (北海道厚田)

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 小役丸隼人

【目的】

沿岸域におけるさけ・ます類幼稚魚の分布状況や生息環境を調べるとともに、定点観測より水温情報を把握することにより、ふ化放流及び来遊資源評価のための基礎資料とする。

【方法】

石狩市厚田区にて第二十八長生丸 (9.27 トン) を用船し、2022 年 3 月 25 日から 6 月 1 日まで計 7 回、厚田沿岸域の CTD (アレック電子、神戸) による海水温、塩分等の鉛直観測、透明度、プランクトン量等の海洋観測及び幼稚魚採捕調査を行った。

【結果及び考察】

1. 沿岸水温

2022 年春期厚田沿岸域水温*を図 1 に示す。3 月 25 日から 4 月 6 日の水温データが欠測しているが、日平均水温が 8.0℃に達したのが確認されたのは 4 月 20 日であった。過去 5 年 (2017~2021) の 8.0℃への平均到達日は、4 月 22 日であり、2022 年の到達日より 2 日間早かった。また、日平均水温が 13.0℃に達したのは 6 月 5 日であった。過去 5 年 (2017~2021) の 13.0℃への平均到達日は、5 月 29 日であり、2022 年は到達日が 7 日遅れた。サケ幼稚魚の沿岸域における生息適水温とされる 8.0~13.0℃の期間は 47 日間であった。

2. プランクトン及び海洋観測

2022 年春期厚田沿岸域で採集されたプランクトンの湿重量を図 2-1~2-4、海洋観測の結果を表 1 に示す。なお、2022 年 4 月下旬の調査は時化で中止となったため、グラフに反映していない。2022 年春期に採集されたプランクトン湿重量は、時期的な変動がみられたが、過去 5 年 (2017~2021) の平均値を下回る場合が主であった。

3. 2022 年の厚田沿岸域における動物プランクトン個体数密度と分類群組成

ノルパックネットによって採集された動物プランクトン個体数密度 (各調査日 4 定点の平均値) は、329 から 3,350 個体/m³ の範囲で変動した (図 3)。個体数密度は 5 月上旬及び中旬に 1,500 個体/m³ 以下と低い傾向を示したが、それ以外の調査日では 1,500 個体/m³ 以上と同程度の個体数密度であった。

分類群組成は、体長 2 mm 未満のカイアシ類が主に優占していたが、3 月下旬及び 6 月上旬には尾虫類が優占した。2016 年以降の分類群組成と比較すると、多くの場合、体長 2 mm 以上および体長 2 mm 未満のカイアシ類、及びその他のカイアシ類の 3 分類群で半数以上を占めており、2016 年以降、分類群組成は著しい変動はみられなかった。

4. 2022 年の厚田沿岸域におけるサケ稚魚の胃内容物組成

1 艘曳網により採捕された稚魚のうち、各調査日各定点最大 10 尾について胃内容物を調査した。2022 年の調査個体数は 139 尾で、空胃個体は 6 尾であった。

2022 年に採捕された稚魚の胃内容物指数 (魚体重に占める胃内容物重量の割合) は、0.08 から 5.6% の範囲であり、調査期間を通じての平均値は 1.6% で、2016 年以降では、最も低い値を示した (図 4)。

胃内容物組成 (個体数比) は、各採捕日で優占する分類群は異なるが、サケ稚魚はこれまでの報告と同様に多様な餌生物を利用していた (図 5)。2022 年には、体長 2 mm 以上のカイアシ類が主に優占していたが、5 月上旬以降には、オキアミ類、尾虫類及びその他 (主に無脊椎動物卵) の占める割合が高い傾向にあった。2017 年以降、4 月上旬以前には

魚卵・仔稚魚類が優占していたが、2022年にはその傾向はみられなかった。

5. サケ幼稚魚採捕状況の経年比較と旬比較

1996年からのサケ幼稚魚採捕状況を図6、今回の調査で採捕されたサケ幼稚魚の魚体重を表1に示す。2022年は、用船調査を7回実施し、1,233尾（平均魚体重1.8g）のサケ幼稚魚を採捕した。今回の調査での採捕数は、1996年からの平均採捕数の約1.5倍、過去5カ年（2017～2021）の平均採捕数の約1.2倍であった。

旬別のサケ幼稚魚採捕状況を図7に示す。なお、2022年4月下旬の調査は時化で中止となったためグラフに反映していない。過去5カ年（2017～2021）におけるサケ幼稚魚の採捕数は、4月中旬から増加し始め、5月中旬がピークとなり、5月下旬から減少に転じることがわかる。2022年は4月上旬から採捕があり、5月上旬にピークを迎えている。また、5月上旬と5月下旬に過去5カ年平均を大きく上回る採捕があった。他の調査回では、過去5カ年平均を下回る場合が主であった。

6. 耳石の解析結果

2022年に採捕されたサケ幼稚魚の耳石解析結果を表2と図8に示す。サケ幼稚魚の総採捕数は1,233尾であり、耳石を確認した結果、千歳川放流由来が56.8%、余市川放流由来が2.3%、天塩川、尻別川で2021年級から実施しているサケ稚魚のDHA添加試験由来が0.6%、尻別川、相沼内川で2015年級から実施している放流体制転換調査由来の日本海共通コードが0.2%であった。無標識魚については40.1%の割合であった。過去5カ年（2017～2021）の無標識魚の割合は平均41.5%であるため、耳石温度標識割合は過去5カ年より高いといえる。

2021年級のサケ稚魚において、千歳川由来の耳石温度標識放流魚については8つの放流区分、余市川由来の耳石温度標識放流魚については3つの放流区分を設定して放流されている。これら放流区分の2022年春季厚田沿岸域での採捕率、各放流区分でのサケ稚魚の放流時体サイズについて表3に示す。

千歳川由来の8つの放流区分では、3月の各旬に1.0gで放流する放流区分間で比較した場合、3月下旬放流区分の採捕率が高いことがわかる。3月下旬放流区分のサケ稚魚の放流時サイズは、0.7gであった。また、4月中、下旬に0.8g以上で放流する放流区分間で比較した場合、4月中旬に0.8g以上で放流する放流区分の採捕率が高かった。両放流区分におけるサケ稚魚の放流時サイズは、0.8gであった。

余市川由来の3つの放流区分では、3月中旬の放流区分の採捕率が最も高かった。3月中旬放流区分における放流時のサイズは1.3gであった。

放流区分全体では、4月中旬に1.0gで放流する放流区分の採捕率が最も高かった。この放流区分におけるサケ稚魚の放流サイズは0.8gであった。

7. サケ幼稚魚の体サイズ

図9に2022年春季厚田沿岸域調査で採捕されたサケ幼稚魚全体の魚体重の推移及び耳石温度標識結果より前期採卵放流群、中期採卵放流群、中・後期採卵放流群そして無標識魚における魚体重の推移を示した。2022年春季の調査では、4月中旬から5月下旬にかけて多くの稚魚が採捕され、各旬の平均魚体重は0.8～3.7gであった。

8. 厚田沿岸域調査の考察

当機構では、不漁対策事業として厚田沿岸域調査と併せて宗谷港にてサケの採捕調査を実施している。また、当機構では遠別沿岸に水温計を設置しており、これらの調査・観測結果を基に以下に考察を進める。

2022年の厚田沿岸域における適水温帯の形成期間47日間であり、過去5カ年平均38.4日と比較して期間が長く、図10より形成開始が早かったことが分かる。2022年の宗谷地方日本海沿岸（以下 宗谷沿岸）における適水温帯期間の形成期間は5月20日～6月21日の33

日間であり、過去5カ年平均46.8日間と比較して期間が短く、図10より形成開始が遅れたことが分かる。

2022年の遠別沿岸における適水温帯期間の形成期間は4月23日～6月11日の50日間であり、過去5カ年平均36.4日間と比較して期間が長く、図10より形成開始が早かったことが分かる。

2022年厚田沿岸域調査にて採捕されたサケ幼稚魚のサイズは、1.8gと過去5カ年の平均(1.9g)と同等であった。一方、2022年に宗谷港で実施したサケ幼稚魚採捕調査では、千歳川由来のサケ幼稚魚の到来が早く、サイズは例年に比べて小型であるとの報告があった(今井2023)。この現象の要因として、先述した適水温帯期間の変動が、宗谷港で採捕された千歳川由来のサケ幼稚魚の到来時期とサイズに影響を与えた可能性が考えられる。

2022年、北海道日本海側のサケ来遊数は、1989年以降では2004年に次ぐ2,637万尾であった(水産研究・教育機構2023)。来遊の主群となる4年魚の放流年である2019年の厚田沿岸域調査の結果と、2022年の調査結果を比較する。2022年の厚田沿岸域における適水温帯の期間は2019年の4月24日～5月26日と比較して14日間長かった。また、2022年のサケ幼稚魚採捕数については、2019年と比較して約2.3倍の増加がみられた。2022年のプランクトン湿重量は、2019年の値を下回る場合が主であったが、採捕したサケ幼稚魚の平均魚体重は1.8gであり、2019年の平均魚体重1.7gを上回っていた。

適水温帯期間についていえば、2022年の遠別沿岸における適水温帯の期間は、2019年の5月1日～5月21日と比較して29日間長かった。2022年の宗谷沿岸における適水温帯の期間は、2019年の4月17日～6月16日と比較して28日間短かった。

以上の結果より、2022年の厚田沿岸域、遠別沿岸の海洋環境は、2019年、過去5カ年平均の結果と比較してサケ幼稚魚の生息に適した環境であった可能性がある。一方、宗谷沿岸は、2019年、過去5カ年平均の結果と比較して、サケ幼稚魚の生息に適した環境の期間が短かった可能性がある。

* なお、2022年春期厚田沿岸域水温データには、水産庁国際水産資源調査・評価推進補助事業にて収集された値を使用した。

【引用文献】

今井謙吾(2023)1)-a)-⑥. 港湾における稚魚採捕調査2(北海道宗谷港). 令和4年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業調査報告書 さけ・ます不漁対策グループ編:85-90. 気象庁札幌管区气象台(2023) 沿岸域の海面水温情報(北海道)(データ一覧).

<https://www.jma-net.go.jp/sapporo/kaiyou/engan/data/engandata.html>, 2023年3月2日

水産研究・教育機構(2023)2022(令和4)年さけます来遊状況(第6報:1/31現在).

https://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/salmon/R4Comment_1331_return.pdf, 2023年2月28日

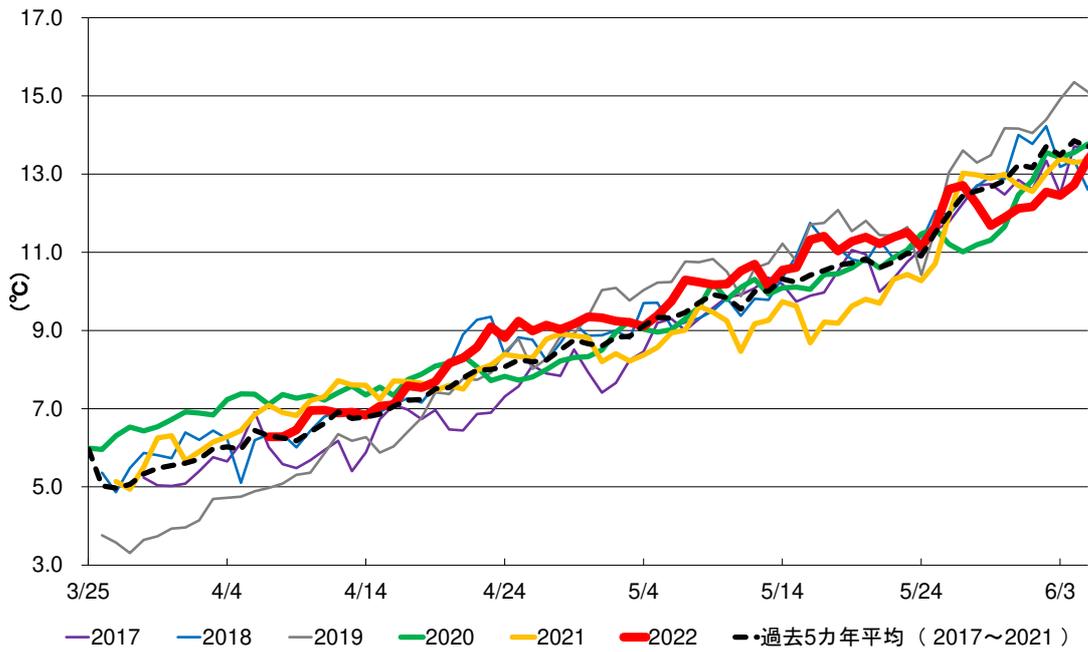


図 1. 春期厚田沿岸域における水温の推移

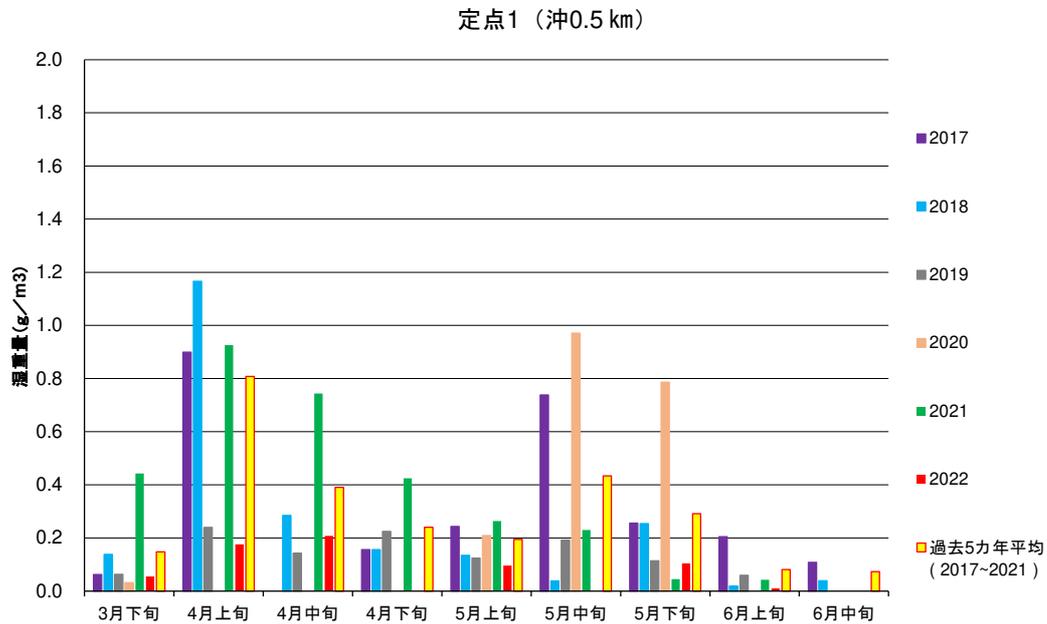


図 2-1. 春期厚田沿岸域における定点別のプランクトン湿重量の推移 (定点 1)

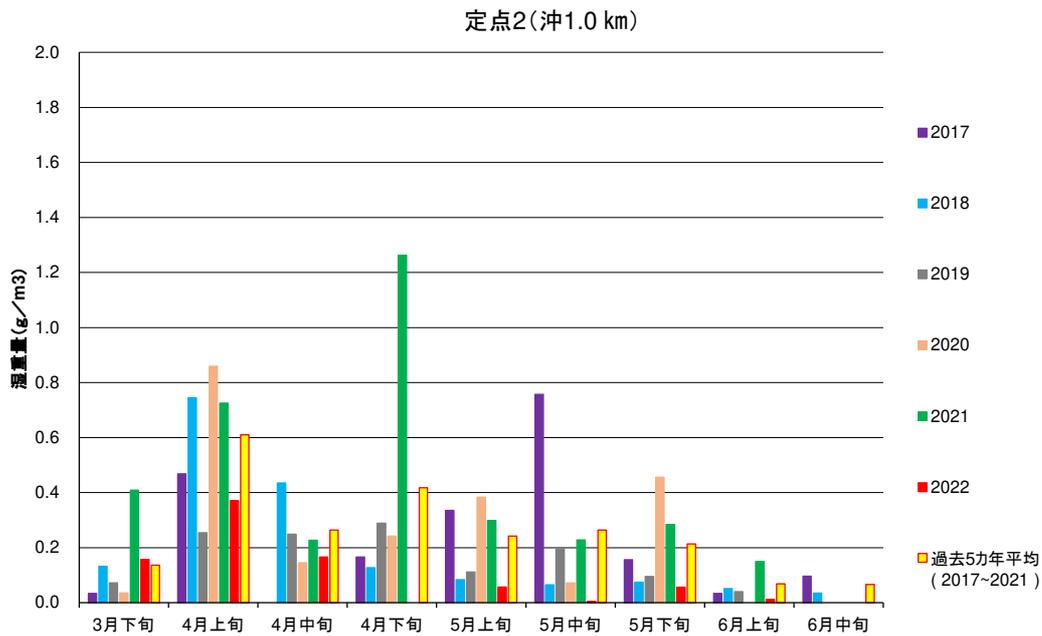


図 2-2. 春期厚田沿岸域における定点別のプランクトン湿重量の推移 (定点 2)

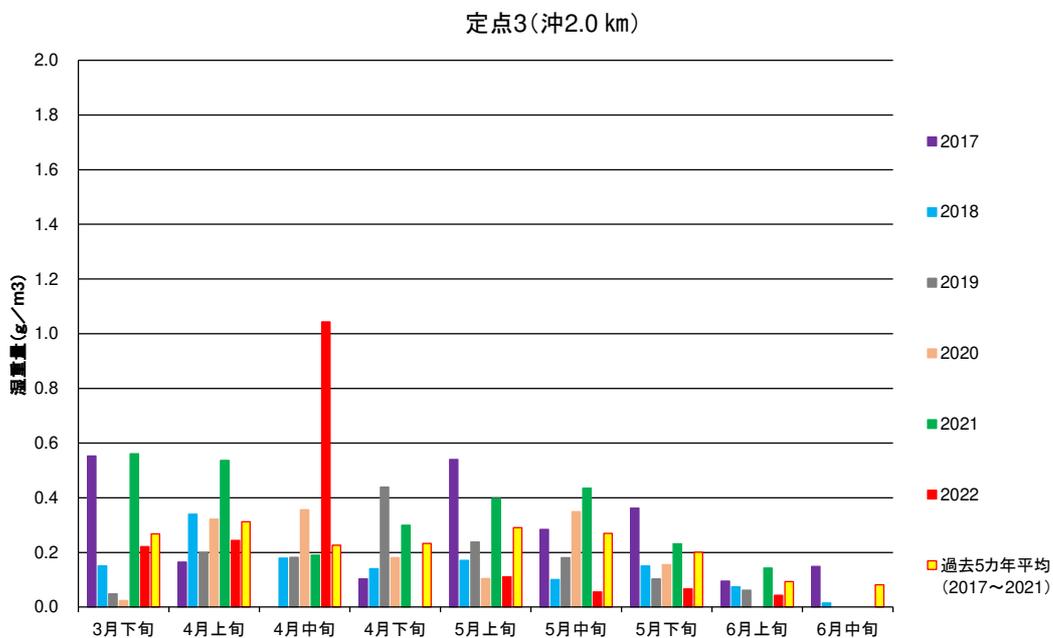


図 2-3. 春期厚田沿岸域における定点別のプランクトン湿重量の推移 (定点 3)

定点4(沖10.0 km)

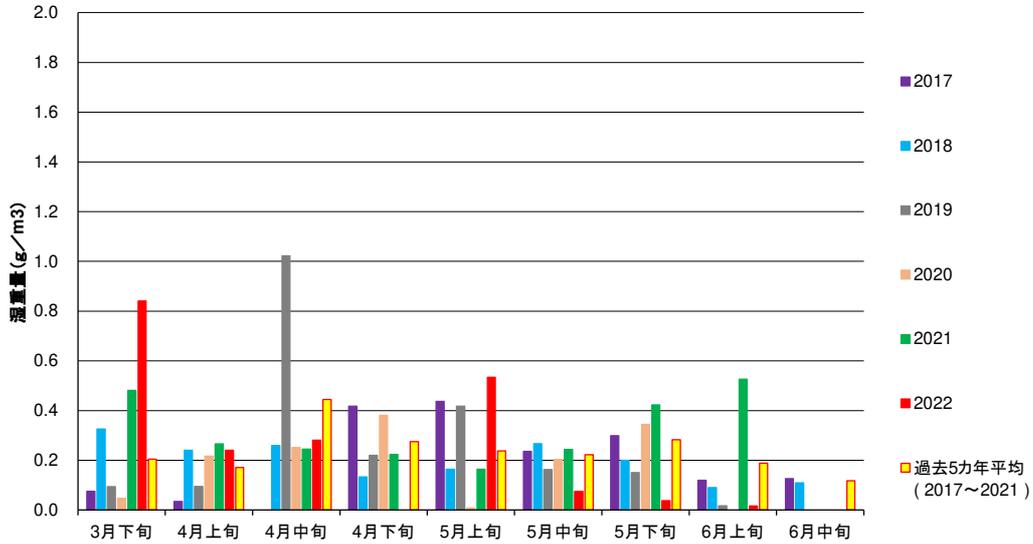


図 2-4. 春期厚田沿岸域における定点別のプランクトン湿重量の推移 (定点 4)

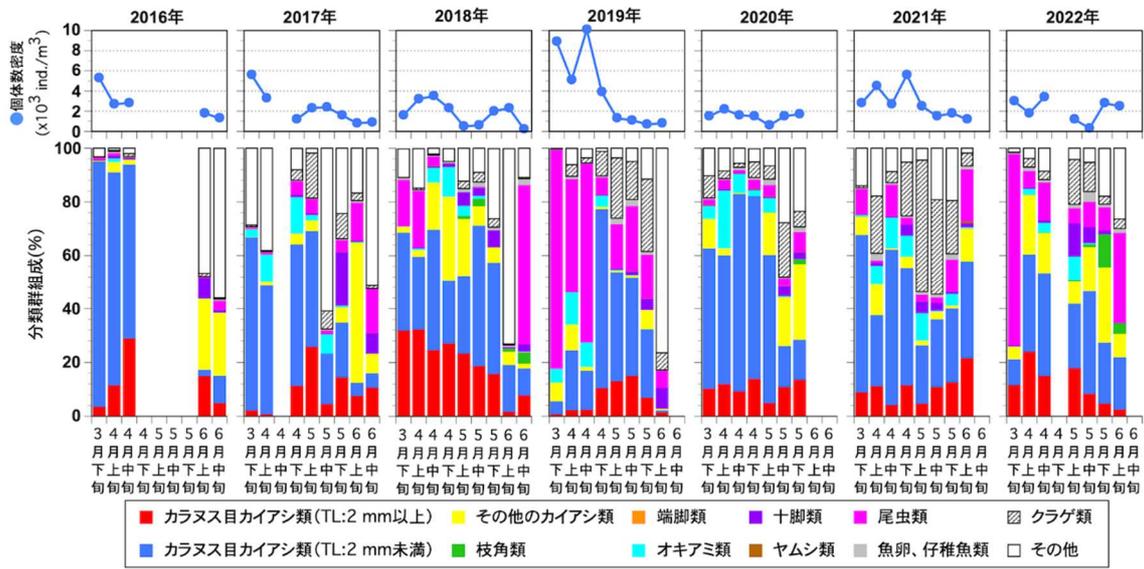


図 3. 厚田沿岸域における動物プランクトン湿重量、個体数密度および分類群組成 (4 定点の平均値)

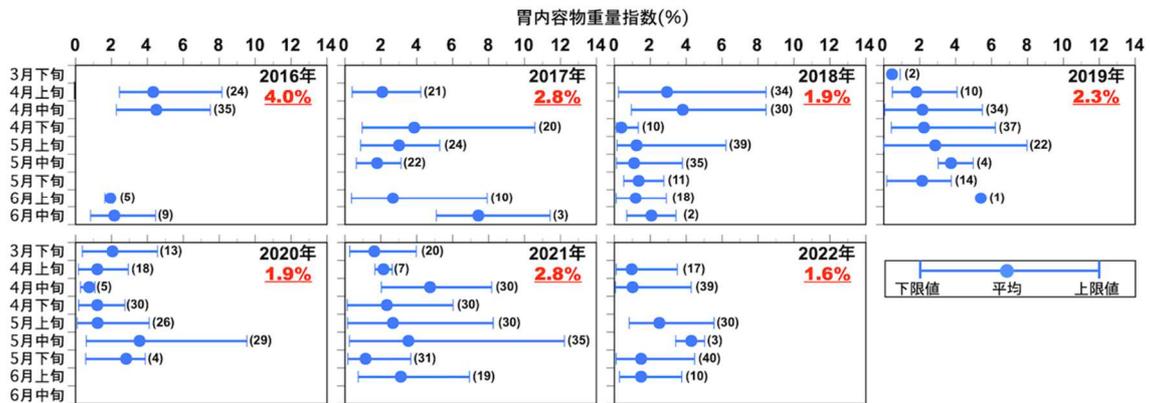


図4. 厚田沿岸域におけるサケ稚魚の胃内容物重量指数（胃内容物重量/魚体重 x 100）
 図中のカッコ内は調査個体数を示す。

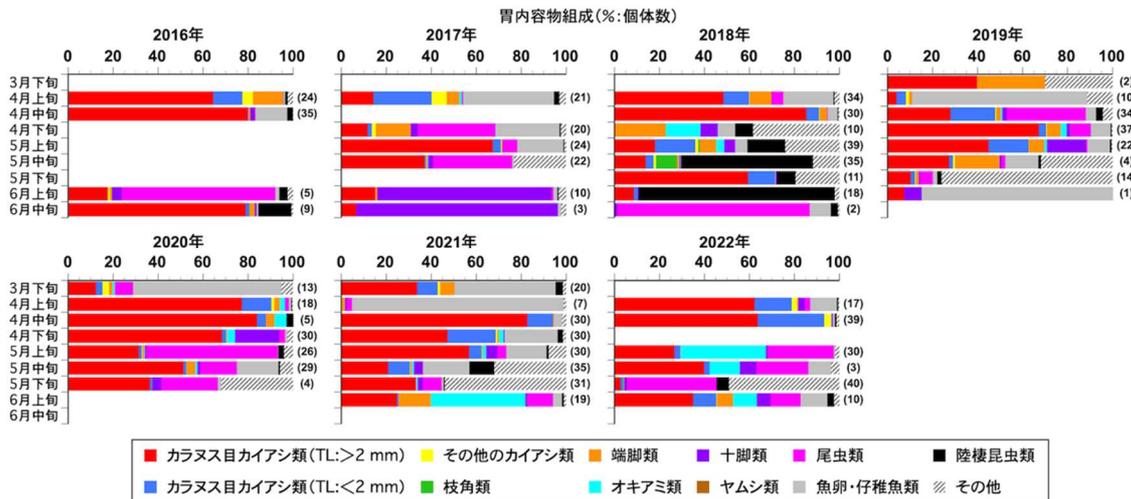


図5. 厚田沿岸域におけるサケ幼稚魚の胃内容物組成（個体数比）
 図中のカッコ内は調査個体数を示す。

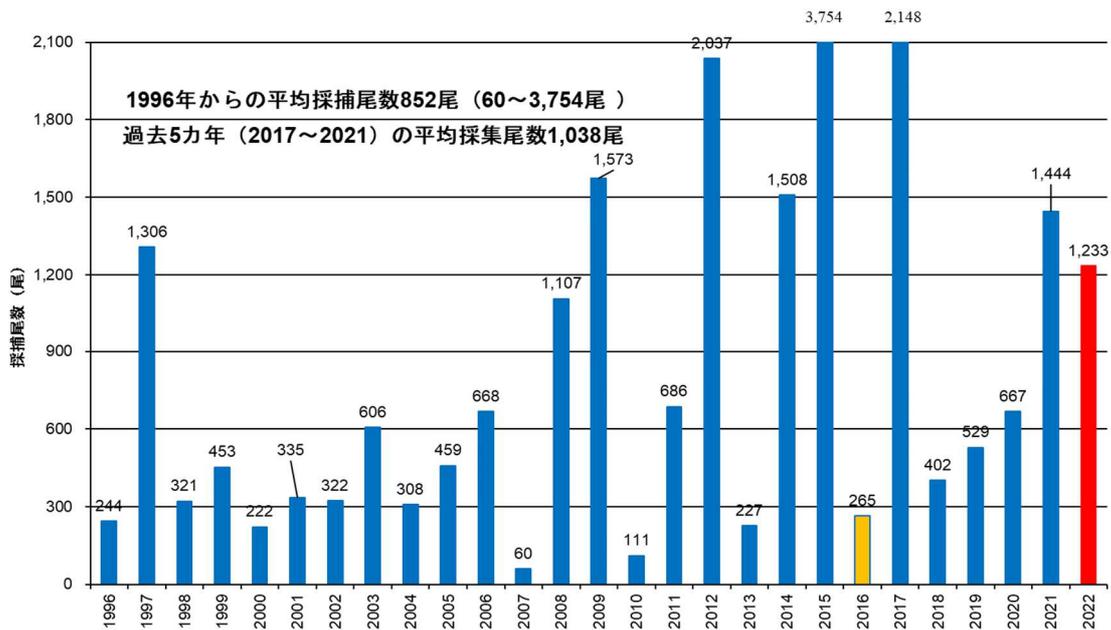


図 6. 春期厚田沿岸域調査における年別のサケ幼稚魚採捕数の推移
2016年4月下旬～5月下旬にかけては、調査船トラブルのため調査は行っていない。

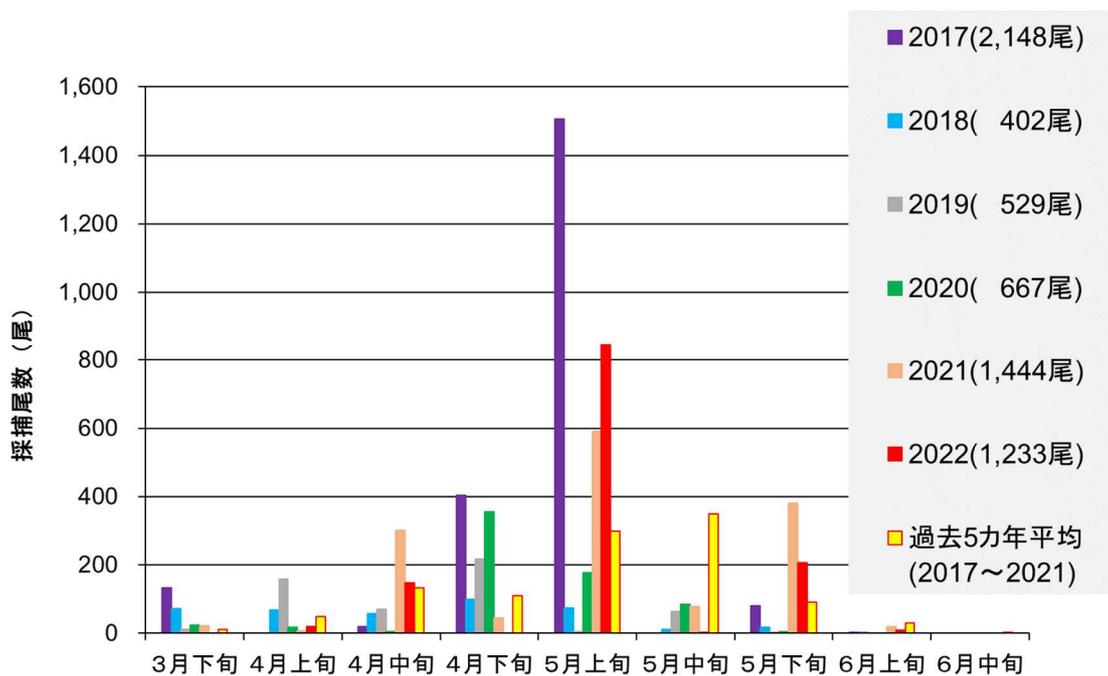


図 7. 春期厚田沿岸域における旬別のサケ幼稚魚採捕状況

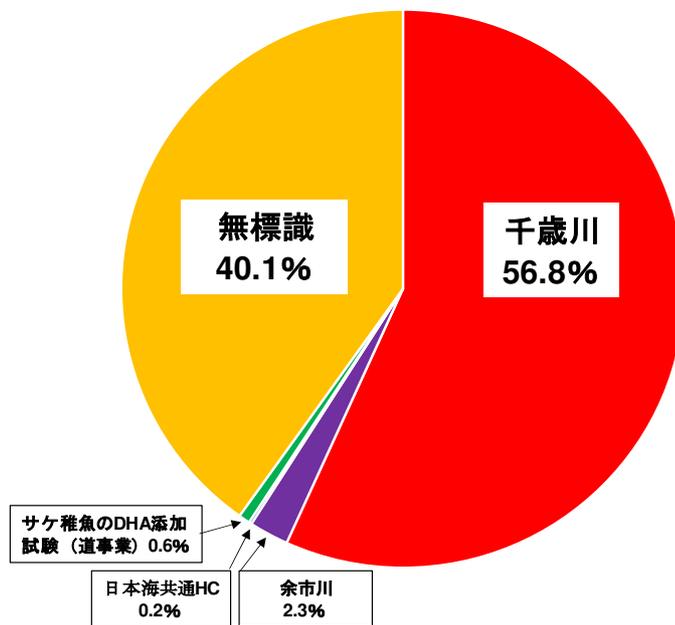


図 8. 2022 年春期厚田沿岸域調査で採捕された耳石温度標識別（放流河川別）の割合

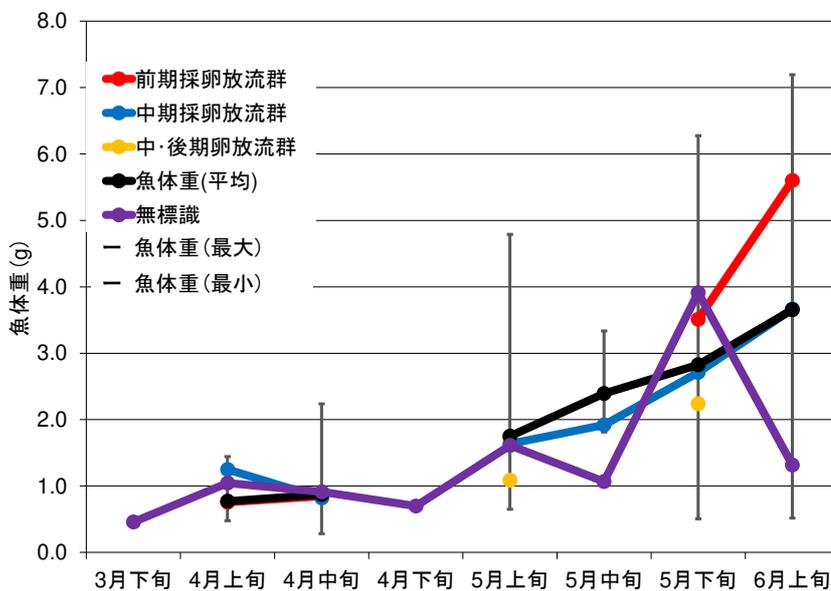


図 9. 2022 年春期厚田沿岸域調査で採捕されたサケ幼稚魚の魚体重の推移

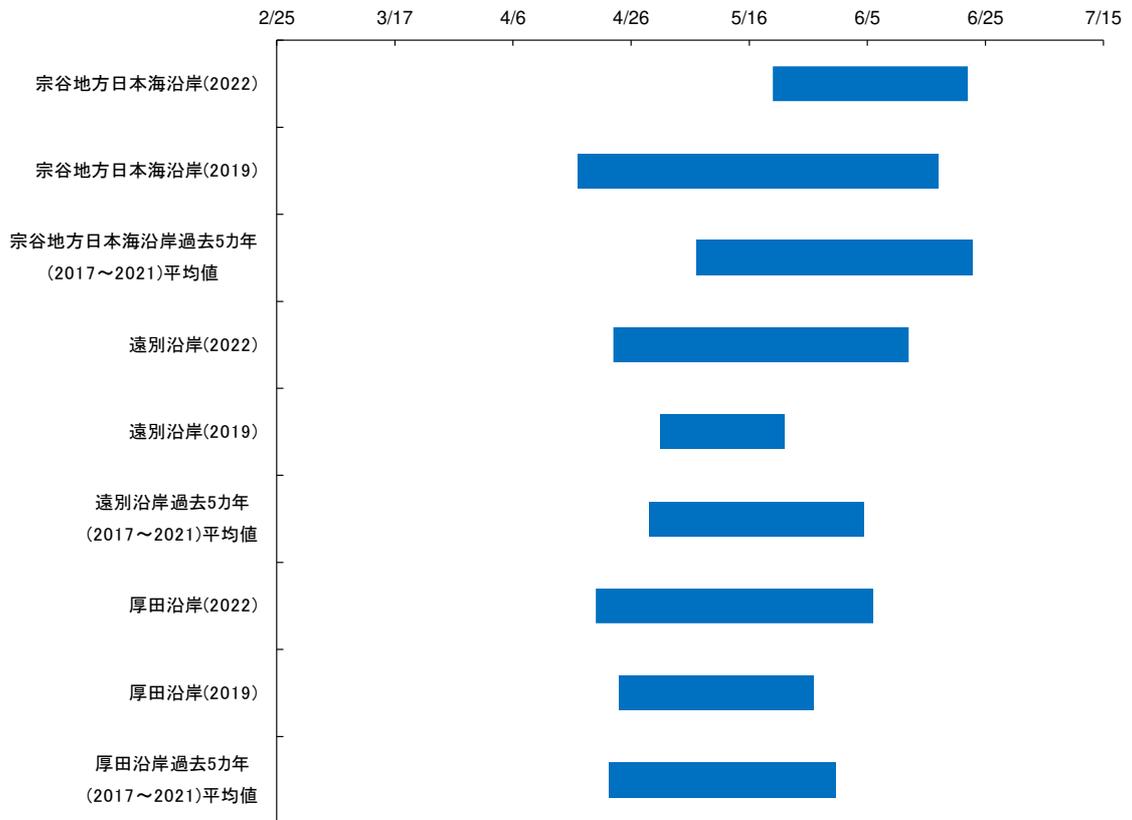


図 10. 宗谷地方日本海沿岸、遠別沿岸、厚田沿岸におけるサケ幼稚魚の生息適水温（8.0～13.0℃）の期間
宗谷地方日本海沿岸の水温データは、気象庁札幌管区气象台（2023）より引用。

表 1. 2022 年春期厚田沿岸域調査の調査月日及び定点ごとの海洋観測の結果とサケ幼稚魚捕数

調査月日	観測開始時刻	定点	距岸 (km)	水深 (m)	水深3m 水温 (°C)	水深3m 塩分 (PSU)	透明度 (m)	プランクトン湿重量 (g/m ³)	サケ幼稚魚採捕数	魚体重 (g)			備考
										最小	最大	平均	
3月25日	7:30	4	10.0	30	5.5	33.22	7.5	0.840	0				
3月25日	8:48	3	2.0	20	4.9	30.48	3.5	0.221	0				
3月25日	9:31	2	1.0	16	5.2	31.31	3.5	0.157	0				
3月25日	10:16	1	0.5	14	5.0	32.10	3.5	0.055	0				
4月8日	7:40	4	10.0	31	6.2	30.14	2.0	0.240	12	0.5	1.4	0.9	
4月8日	8:41	3	2.0	20	5.9	25.38	1.5	0.244	0				
4月8日	9:55	2	1.0	18	6.1	25.90	2.0	0.371	4	0.5	0.6	0.5	
4月8日	10:01	1	0.5	16	6.2	26.00	2.5	0.176	3	0.5	0.8	0.6	
4月14日	7:40	4	10.0	30	7.3	33.10	1.5	0.281	9	0.3	2.2	0.9	
4月14日	8:40	3	2.0	19	6.8	33.00	0.5	1.043	63	0.4	2.1	1.0	
4月14日	9:23	2	1.0	17	7.0	23.73	1.0	0.166	31	0.5	1.8	0.8	
4月14日	10:09	1	0.5	16	6.9	24.35	1.0	0.208	44	0.3	1.7	0.8	
5月6日	7:35	4	10.0	31	9.2	31.14	2.0	0.534					時化のため曳網中止
5月6日	8:05	3	2.0	20	9.5	30.70	2.5	0.111	489	0.7	4.8	1.7	
5月6日	9:20	2	1.0	18	9.4	31.51	1.5	0.057	155	0.8	4.0	2.0	
5月6日	9:25	1	0.5	17	9.4	31.70	1.5	0.096	204	0.8	3.1	1.6	
5月17日	7:09	4	10.0	30	10.2	32.94	3.0	0.074					時化のため曳網中止
5月17日	7:41	3	2.0	20	11.6	28.78	2.5	0.055	1	1.8	1.8	1.8	
5月17日	8:29	2	1.0	17	10.7	31.43	3.0	0.005	0				
5月17日	9:09	1	0.5	16	11.4	29.28	3.5		2	2.0	3.3	2.7	プランクトン湿重量欠測
5月25日	7:30	4	10.0	31	12.7	29.64	3.0	0.038	42	0.8	4.8	3.0	
5月25日	8:37	3	2.0	21	10.9	33.38	3.0	0.066	43	0.5	6.3	2.7	
5月25日	9:20	2	1.0	18	10.6	33.69	5.0	0.056	47	0.5	4.6	2.5	
5月25日	10:05	1	0.5	16	11.4	31.58	3.5	0.104	74	0.6	5.2	3.0	
6月1日	7:29	4	10.0	30	12.0	32.38	3.5	0.016	0				
6月1日	8:32	3	2.0	19	12.0	31.37	3.0	0.043	0				
6月1日	9:14	2	1.0	17	12.5	31.46	3.5	0.011	3	0.5	2.9	1.3	
6月1日	10:01	1	0.5	16	12.5	31.27	3.0	0.010	7	2.7	7.2	4.7	

表 2. 2022 年春期厚田沿岸域調査で採捕された旬ごとの耳石温度標識魚数

		3月下旬	4月上旬	4月中旬	4月下旬	5月上旬	5月中旬	5月下旬	6月上旬
千歳川	早期放流の効果的な放流時期の検討 (3月上旬 1.0g放流)			1		1			
	早期放流の効果的な放流時期の検討 (3月中旬 1.0g放流)					3		1	
	早期放流の効果的な放流時期の検討 (3月下旬 1.0g放流)		3	5		2			
	晚期放流の効果的な放流時期の検討 (4月中旬 0.8g以上放流)					36	1	9	1
	晚期放流の効果的な放流時期の検討 (4月下旬 0.8g以上放流)					12		5	
	長期モニタリング (4月中旬放流、1.0g放流)			1		163		39	1
	採卵期別回帰状況の把握(前期)		3	47		155		18	1
	採卵期別回帰状況の把握(中期)			32		139	1	19	1
余市川	放流時期の違いによる放流効果検討 (3月中旬放流区)					12			
	放流時期の違いによる放流効果検討 (3月下旬放流区)		1	5		1			
	放流時期の違いによる放流効果検討 (4月上旬放流区)		1	3		5			
天塩川	増殖戦略実証調査								
尻別川	放流体制転換調査、収容密度の違いによる放流効果の検討(低密度)								1
相沼内川	放流体制転換調査、収容密度の違いによる放流効果の検討(従来密度)								
天塩川	増殖戦略実証調査								
尻別川	放流体制転換調査、収容密度の違いによる放流効果の検討(低密度)					1			
相沼内川	放流体制転換調査、収容密度の違いによる放流効果の検討(従来密度)								
尻別川・天塩川	DHA添加試験(DHA給餌群)					2		1	
尻別川・天塩川	DHA添加試験(対照群)					3		2	
無標識			11	53	313	1	112	5	
	合計	0	19	147	313	536	114	99	5

表 3. 2022 年春期厚田沿岸域調査で採捕された千歳川及び余市川由来のサケ幼稚魚の放流時のサイズと採捕率

放流由来河川	放流区分	サケ稚魚の放流時 サイズ (g)	採捕率 (%)
千歳川	早期放流の効果的な放流時期の検討 (3月上旬 1.0g放流)	0.8	0.00015
	早期放流の効果的な放流時期の検討 (3月中旬 1.0g放流)	0.9	0.00029
	早期放流の効果的な放流時期の検討 (3月下旬 1.0g放流)	0.7	0.00073
	晚期放流の効果的な放流時期の検討 (4月中旬 0.8g以上放流)	0.8	0.00254
	晚期放流の効果的な放流時期の検討 (4月下旬 0.8g以上放流)	0.8	0.00167
	長期モニタリング (4月中旬放流、1.0g放流)	0.8	0.00370
	採卵期別回帰状況の把握(前期)	0.7	0.00197
	採卵期別回帰状況の把握(中期)	0.7	0.00296
余市川	放流時期の違いによる放流効果検討 (3月中旬放流区)	1.3	0.00115
	放流時期の違いによる放流効果検討 (3月下旬放流区)	1.2	0.00036
	放流時期の違いによる放流効果検討 (4月上旬放流区)	1.1	0.00046