

c) サケ幼稚魚の耳石日周輪解析

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源生態部 斎藤寿彦、本多健太郎

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 資源生態部：斎藤寿彦、本多健太郎

【目的】

課題イ-1)-a)「北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1」で採捕した幼稚魚の耳石日周輪解による降海・成長履歴の把握や調査データの分析などを通じて、放流魚の生残条件について検討する。

【方法】

北海道太平洋

太平洋側における日本系サケ幼稚魚の回遊経路のうち、日本沿岸離岸直前の個体が採捕される可能性のある昆布森沿岸域と、回遊経路に相当するえりも以西など北海道太平洋側の沿岸域で 2021 年以前に採捕された耳石温度標識魚を供試魚とした。これまでのモニタリング結果から、北海道太平洋側では降海後に西側の海域で採捕される幼稚魚が多数認められているが、それらの特徴や西側に移動した後の挙動はよくわかっていない。今年度は十勝川と静内川起源個体について、採捕地点の違い（河口の東西いずれの海域で採捕されたかの違い）による降海・成長履歴の特徴に着目した分析を実施した。

厚田沿岸

日本海側の厚田沿岸域で採捕された石狩川産サケの耳石温度標識魚を主な供試魚とした。耳石温度標識の確認に使用しなかった耳石を用いて、既往の方法により降海時の尾叉長（以下、FL）、降海月日、降海から採捕までの日数を推定し、降海後の成長速度（（採捕時 FL-降海時 FL）/降海から採捕までの日数）を評価した。厚田沿岸域では、これまでのモニタリング結果から、単位漁獲努力量（曳網 1 km）当たりの幼稚魚採捕数と当該年級の親魚の河川回帰数に正の相関関係が認められている。この結果は、放流魚の年級群豊度（回帰数の多寡）が厚田沿岸到達までの生残りに大きく依存していることを示唆している。今年度は、2021 年に採捕された耳石温度標識魚（2020 年級）の標識パターン（ハッチコード：以下、HC）について降海履歴の推定を実施し、推定された成長速度について 2016～2020 年級の間で比較を行った。また、今年度から余市川起源の標識魚についても降海履歴の推定に着手することとし、今年度は 2021 年に採捕された耳石温度標識魚（2020 年級）の分析を行った。

最近の研究によれば、沿岸域で高成長を遂げたサケ幼稚魚は初期生残も良い可能性が指摘されている（例えば、Honda et al. 2017、2019）。そこで、沿岸域で高成長を獲得する要因を検討する目的で、本事業で分析した 2016～2020 年級の石狩川産サケについて、個体の成長速度に、降海月日や降海サイズがどのように影響するかを明らかにするため、成長速度を従属変数、調査年、調査年の平均動物プランクトン湿重量、降海月日、降海サイズ、沿岸滞泳期間（降海月日から採捕月日までの日数）および耳石温度標識 HC を説明変数とする一般化加法モデルを構築した。モデル選択（説明変数の組み合わせ）は、赤池情報量規準（以下、AIC）により検討し、AIC が最小となるモデルを採択した。なお、構築するモデルの誤差分布は全てガンマ分布を仮定した。過去に石狩湾で実施されたサケ幼稚魚調査によれば、サケ幼稚魚が石狩湾を離れて北上回遊を開始する時の最小サイズは FL 70 mm であることが報告されている（眞山ほか 1982）。例年、厚田沿岸域でサケ幼稚魚がまとまって採捕されるのは 5 月下旬までであることから、厚田沿岸域のサケ幼稚魚は 5 月下旬までに当該海域を離岸するものと思われる。そこで、モデル選択でベストモデルとなったモデルによる成長速度の推定値を使い、5 月 25 日（5 月下旬の代表月日）における FL

の期待値を推定し、FL 70 mm に到達可能な降海月日と降海サイズの組み合わせについて検討した。

【結果及び考察】

北海道太平洋

十勝川と静内川起源個体について、採捕地点の違い（河口の東西いずれの海域で採捕されたかの違い）による降海・成長履歴の特徴を検討するため、耳石日周輪解析を行う必要がある。今年度、供試魚の一部について電子線プローブマイクロアナライザー（EPMA）による耳石の降海チェック判別を実施していたが、分析していた施設の EPMA に不具合が発生し、分析終了が 2023 年 2 月にずれ込んでしまった。今後、耳石日周輪の計測等さらなる分析作業も必要であり、今年度中に全ての供試魚のデータセットを揃えてデータ分析に着手ことが時間的に不可能となった。そのため、この課題については次年度に結果を報告することとしたい。

厚田沿岸

2021 年の厚田沿岸域では、3 月 26 日から 6 月 2 日までの期間に、用船調査を 8 回実施し、のべ 28 回の曳網調査により 1,444 尾のサケ幼稚魚が採捕されている（小役丸 2022）。耳石温度標識を確認した結果、石狩川（豊平川含む）および余市川から放流された標識魚の割合は、それぞれ 57.6 % および 2.8 % であった（小役丸 2022）。本分析では、これら石狩川の標識魚のうち、調査日および調査定点ごとに最大 20～30 尾を無作為抽出したものを耳石日周輪解析のサンプルとした。また、余市川の標識魚については分析可能な個体全てを耳石日周輪解析に使用した。分析に用いたサンプルの放流履歴、採捕履歴および耳石日周輪解析の結果を表 1 に示す。

耳石日周輪解析の結果、石狩川産の標識魚の降海月日は 3 月 11 日から 5 月 5 日、余市川産の標識魚の降海月日は 3 月 21 日から 4 月 23 日とそれぞれ推定された。このうち、実際の放流日以前に降海したと推定された個体は、HC 2-1,4H（石狩川産）の 49 尾（最も早い放流月日との差：平均 3 日、範囲 1-10 日）、HC 2-2-3H（石狩川産）の 4 尾（最も早い放流月日との差：平均 2 日、範囲 1-4 日）、HC 2-3,3H（石狩川産）の 7 尾（最も早い放流月日との差：平均 4 日、範囲 2-9 日）、HC 2,3-3H（石狩川産）の 1 尾（最も早い放流月日との差：2 日）、HC 2-3,2H（余市川産）の 1 尾（最も早い放流月日との差：4 日）および HC 2,2,1,4H（余市川産）の 2 尾（最も早い放流月日との差：平均 2 日、範囲 1-2 日）であった。しかし、これらの個体は推定降海日と実際の放流日との乖離が平均 3 日ほどと僅かであったことから、日周輪解析の測定誤差が推定結果に与える影響は軽微であるものと考え、これらの個体も含めて以後の分析を行うことにした。

2021 年に採捕された標識群ごとの成長速度（降海から採捕までの体成長）は平均 0.35～0.49 mm/日と推定された（表 1）。2019 年に採捕された標識魚では、標識群ごとに平均成長速度と沿岸域での回収率との関係を調べたところ、両者に統計学的に有意な正の相関が認められた（斎藤ほか 2021）。同様の分析を 2021 年の採捕魚について実施したが、標識群ごとの平均成長速度と回収率の間には統計学的に有意な関係は認められなかった（スピアマンの順位相関： $\rho = 0.53$ 、 $p > 0.05$ ）。したがって、2019 年に観察されたような成長速度の大きな標識群ほど沿岸での回収率が高くなるという傾向は、2020 年に続いて 2021 年にも認められなかった。

2017～2021 年の厚田沿岸における石狩川産標識魚の成長速度を比較した結果、成長速度の年平均値は 2017 年 > 2019 年 = 2020 年 = 2021 年 > 2018 年（ただし、2021 年と 2018 年の成長速度には有意差なし）の順番で大きいことがわかった（図 1、クラスカルウォリステスト： $\chi^2 = 135.94$ 、 $df = 4$ 、 $p < 0.0001$ 、[多重比較] ボンフェローニ補正によるウィルコクソン順位和検定： $p < 0.0001 \sim 1$ ）。なお、成長速度の最も大きかった 2017 年の採捕魚（2016 年級）は、2021 年に放流河川である石狩川水系千歳川に 5 年魚として回

帰した。2021 年の河川回帰親魚について、耳石温度標識と鱗から年齢別標識別の河川捕獲数を推定した結果、5 年魚までの河川捕獲数で比較した場合、2016 年級は当該河川で全数標識が開始された 2001 年級以降で 2 番目に多い捕獲数を記録した。すなわち、幼稚魚期に高い成長速度を獲得したことで初期生残が高まり、結果として親魚としての回帰も多くなった可能性が示唆された。

また、2021 年に推定された石狩川産標識魚と余市川産標識魚の成長速度には統計学的な有意差は認められなかったことから（図 2、マンホイットニーの U 検定：U = 9090、 $p > 0.05$ ）、石狩湾に降海した後の両河川由来の標識魚は同じような成長を遂げたものと推察された。

成長速度を従属変数とする一般化加法モデルを検討するため、様々な説明変数を組み合わせた全 64 モデルを検討した（表 2）。モデル選択の結果、上位 10 モデルの全てに沿岸滞泳期間と降海サイズの 2 変数が説明変数として含まれていた。また、上位 7 モデルには降海月日の変数が説明変数として含まれていた。図 3 に、#60 モデルの、成長速度に対する放流サイズ、降海月日および沿岸滞泳期間の効果をそれぞれ示す。降海月日の効果は 1 月 1 日からの日数で 84~86 日（すなわち、3/26~28）のときに、成長速度に対する効果がほぼゼロとなったが、概ね 105 日（4/16）までは成長速度に対してマイナス効果が観察され、105 日（4/16）以降に降海すると成長速度は高まる傾向が認められた。降海サイズは、FL 45.5 mm 以上で成長速度に対してプラスの効果が得られる可能性が示された。沿岸滞泳期間は降海直後からしばらくの期間は成長速度に対してマイナスの効果として作用し、降海後 9 日目にマイナス効果が最大となり、それ以降沿岸域に生息する日数が増加するとともに成長速度への効果が増加に転じ、20 日以降になるとプラスの効果を示すようになった。なぜ、降海直後の約 3 週間弱の期間、成長速度にマイナスの効果が認められるのか明確な理由を指摘することは困難であるが、もしかしたら降海直後は海水への馴致など淡水とは異なる環境への適応が必要となるため、成長の一時的な停滞が生じるのかもしれない。図 4 は、#60 モデルにおいて調査年および HC の効果を一定に仮定した場合の成長速度の予測値（コンター図）である。図 4 より、4 月下旬（概ね 110 日）以降に FL 45 mm 以上のサイズで降海した個体の成長速度が高いことが窺える。

表 2 に示した #60 モデルで推定した成長速度の予測値を用いて、5 月 25 日に到達可能な FL の推定値を図 5 に示した。図 5 には 5 月 25 日に FL 70 mm に達するラインを調査年ごとに示したが、各年の環境を反映してか FL 70 mm のラインは年によって上下することがわかる。眞山ほか（1982）は、サケ幼稚魚が石狩湾を離れて北上回遊を開始する時の最小サイズが FL 70 mm であることを報告している。つまり、図 5 で示した FL 70 mm ラインを超える降海月日と降海サイズの条件をクリアすれば、サケ幼稚魚が厚田の調査海域を離岸する 5 月下旬までに北上回遊に適した FL 70 mm 以上に成長することが可能になると推察される。ただし、図 5 によれば 3 月上旬中旬に FL 30 mm 台で降海した稚魚であっても 5 月 25 日までに FL 70 mm 以上に成長可能であることが読み取れるが、これは「もし沿岸域で 5 月 25 日まで生残することができれば」という条件が付随することに注意する必要がある。表 1 の回収率を見てもわかるように、放流月日の早い標識群（例えば、HC 2,2n,3H、HC 2,4n,3H）は比較的放流サイズが大型であっても沿岸域での回収率が低く、放流後の生残りが放流時期の遅い標識群に比べて悪い可能性がある。つまり、図 5 の知見を実際のふ化放流の現場で活用するためには、図 5 の情報に幼稚魚の生残に適した降海月日と降海サイズの情報を重ね合わせる必要がある。

石狩川のサケ標識魚 2001-2014 年級群を対象に、放流履歴（放流時期、放流サイズ、放流数）と河川回帰数との関係を一般化加法モデルで調べた研究によれば、放流サイズが 0.73 g 以上、放流月日が 3 月 30 日以降のとき、河川回帰数の増加が期待できることが報告されている（Saito et al. 2021）。2017-2021 年に厚田沿岸調査で採捕された千歳川産標識魚の FL と体重（BW）の関係式、 $\ln(\text{FL}) = 3.86 + 0.34 \times \ln(\text{BW})$ ($n = 2516$ 、調整済み $R^2 = 0.98$ 、 $p < 0.0001$) から BW を FL 換算すると、放流サイズ 0.73 g は FL 42.65 mm に相当する。眞山

ほか(1982)は、石狩川における標識魚の追跡調査から、4月上旬に放流される盛期群は、そのほとんどが放流後10日以内の短期間に河川内で成長することなく降海することを報告している。したがって、河川回帰数の増加が期待できる放流サイズ FL 42.65 mm (BW 0.73 g)以上、放流月日3月30日以降の条件で放流された魚は、4月上旬(4月9日)以降に FL 42.65 mm 以上で降海することになる。つまり、図5で図示した5月25日に FL 70 mm 以上に達するグラフに、河川回帰数の増加が期待できる条件(降海月日が4月9日以降、降海サイズが FL 42.65 mm 以上)を重ね合わせ、これらの条件を全て満たす組み合わせが、5月25日までに FL 70 mm 以上に成長し、かつ、河川回帰数の増加が期待できる降海月日と降海サイズということになる。これらの条件を考慮した上でふ化場現場における放流体制を構築することが、降海後にサケ幼稚魚の成長速度を高め、かつ、初期生残を向上させることにつながる可能性がある。

【引用文献】

- Honda K., et al. (2017) Growth rate characteristics of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* originating from the Pacific coast of Japan and reaching Konbumori, eastern Hokkaido. *Fish. Sci.*, 83: 987-996.
- Honda K., et al. (2019) First report of growth rate of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* captured in the Sea of Okhotsk offshore. *Ichthyol. Res.*, 66: 155-159.
- 小役丸隼人 (2022) (3)①a. 厚田沿岸域. 令和3年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業 さけ・ますふ化放流抜本対策 調査報告書.62-72.
- 真山 紘ほか (1982) 石狩産サケの生態調査-I 1979年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 1-17.
- 斎藤寿彦ほか (2021) 3)-1-4. 【サケ幼稚魚の耳石日周輪解析】令和2年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業 さけ・ますふ化放流抜本対策 調査報告書.53-55.
- Saito T., et al. (2021) Effective hatchery releases to increase adult returns of chum salmon in the Ishikari River, Hokkaido, Japan. *NPAFC Tech. Rep.*, 17: 138-139.

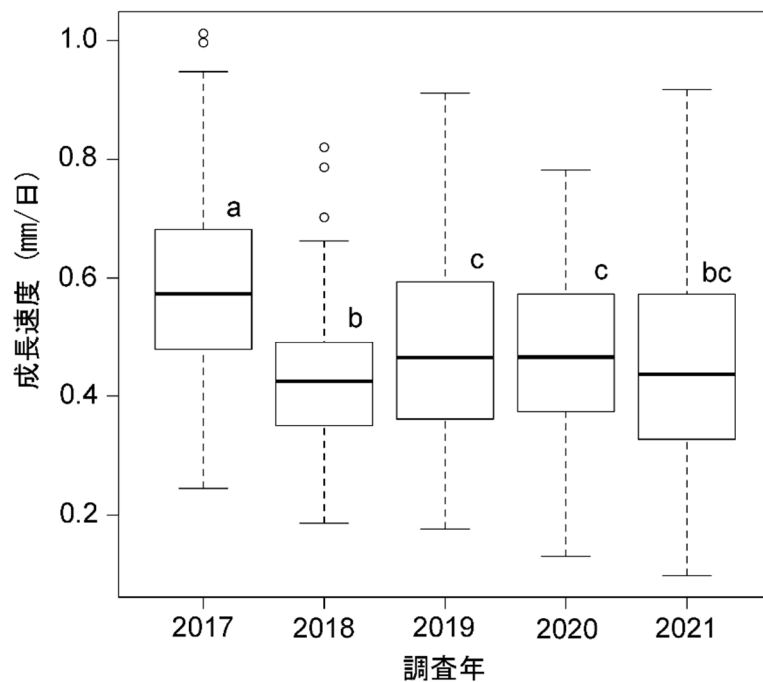


図 1. 厚田沿岸域で採捕された石狩川産耳石温度標識サケの成長速度（箱ひげ図）
グラフ中のアルファベットは統計学的な有意差を表す。

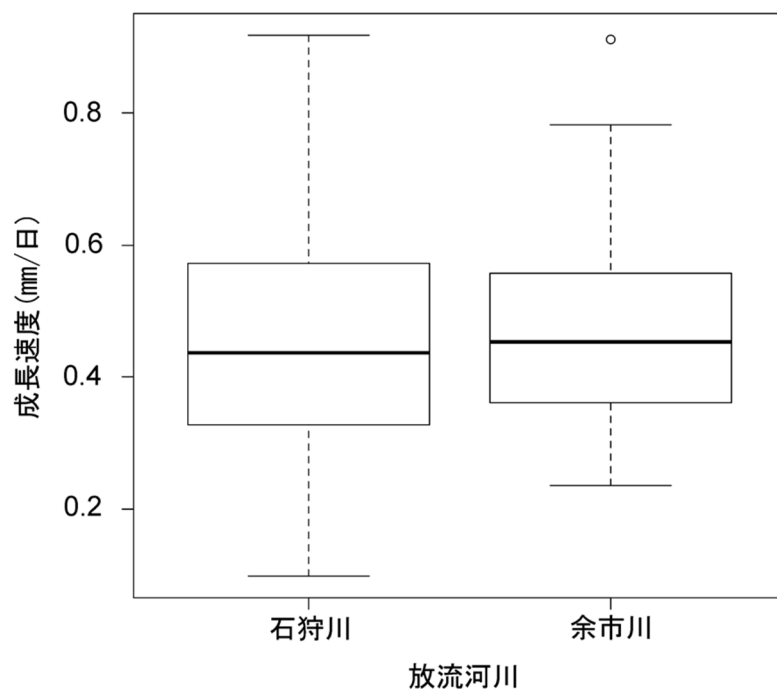


図 2. 2021 年の厚田沿岸調査で採捕された石狩川産耳石温度標識魚と余市川産耳石温度標識魚の成長速度
両者の成長速度には統計学的な有意差は認められなかった。

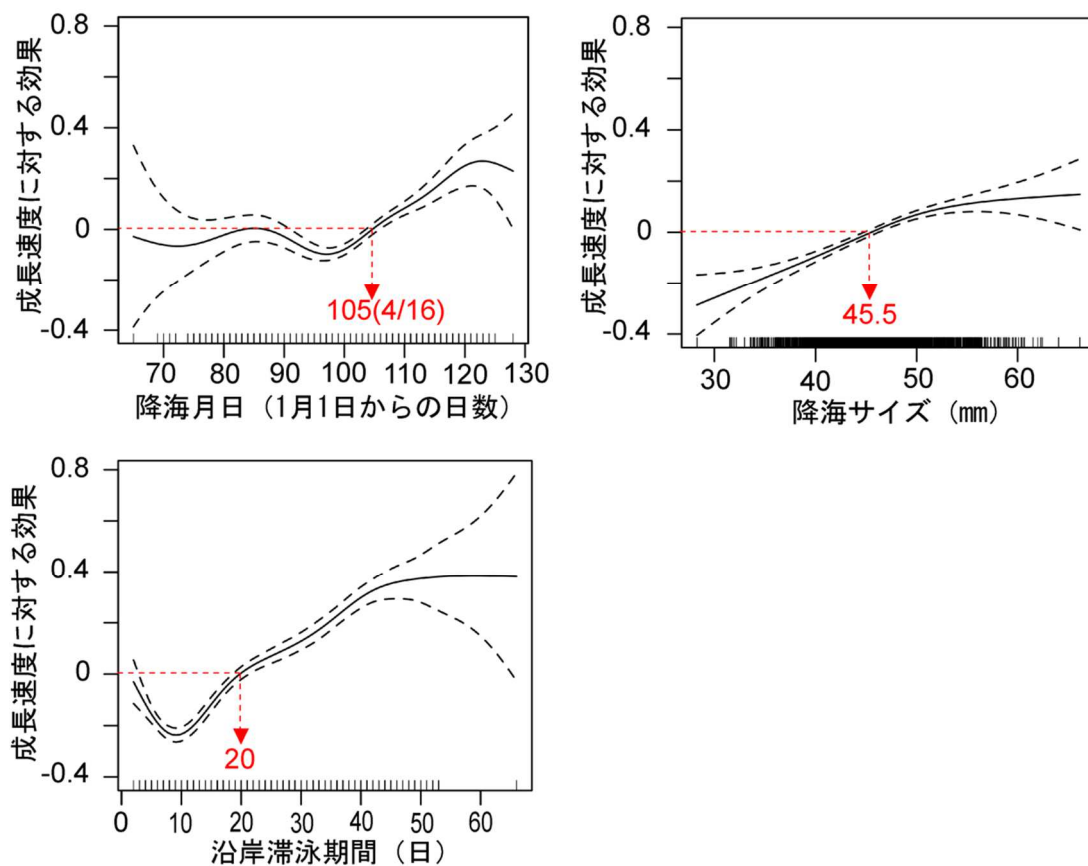


図3. 厚田沿岸で2017～2021年に採捕された石狩産サケ幼稚魚の成長速度に影響を及ぼす要因

表2のモデル#60において認められた、降海月日、降海サイズ及び沿岸滞泳期間と成長速度の関係を示す。それぞれ説明変数が赤字以上の値のとき、成長速度にプラスの効果が発作用する。

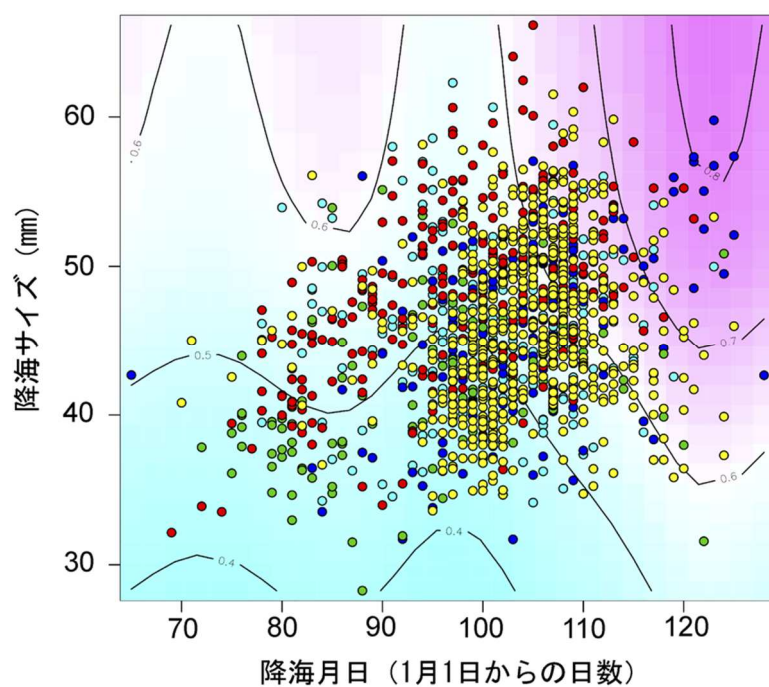


図 4. 表 2 モデル #60 において、調査年および標識の効果を一定に固定した場合の成長速度の予測値（コンター図：単位 mm/日）
コンター図において、暖色系の色は成長速度の大きいことを、寒色系の色は成長速度の小さいことをそれぞれ意味する。図中の赤丸、緑丸、青丸、水色丸および黄色丸は、それぞれ 2017 年、2018 年、2019 年、2020 年および 2021 年に採捕された供試魚の降海月日と降海サイズを表す。

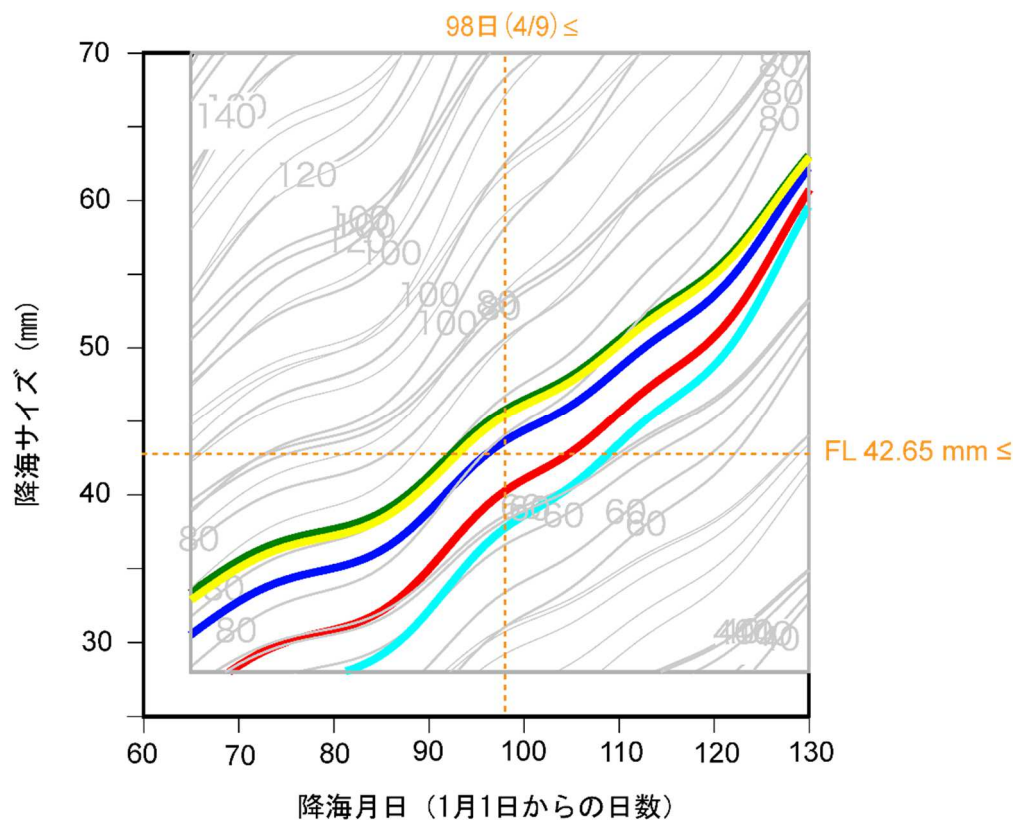


図 5. 表 2 モデル # 60 において、各調査年の成長速度の予測値を使って 5 月 25 日までに到達可能な尾叉長を推定したコンター図（標識の効果は一定値に固定）
 赤、緑、青、水色および黄色のラインは、それぞれ 2017 年、2018 年、2019 年、2020 年および 2021 年の尾叉長 70 mm を示す。つまり、5 月 25 日までに尾叉長 70 mm 以上に成長するためには各ライン以上の降海月日および降海サイズが必要になることを意味する。破線オレンジで示した降海月日（4 月 9 日 ≤）と降海サイズ（42.65 mm ≤）は、Saito et al. (2021) で示された河川回帰数の増加が期待できる降海月日と降海サイズの条件を示す。

表 1. 2021 年厚田沿岸域で採捕された石狩川および余市川起源の標識サケの放流履歴、最終履歴および日周輪解析結果

水系	ハッチ コード	放流履歴			厚田での採捕履歴				耳石日周輪解析の結果			
		放流月日	放流サイズ* ⁴ (mm)	放流数 (千尾)	採捕月日	採捕数	採捕サイズ* ¹ (mm)	回収率* ³	標本数	推定降海日* ¹	推定降海* ¹ サイズ(mm)	成長速度* ¹ (mm/日)
石狩川	2-1, 4H	2021/4/13	47.67	5,633	4/16～5/25	230	62.33 (37.98-83.87)	40.83	146	4/16 (4/3-4/28)	45.51 (34.98-59.84)	0.45 (0.10-0.75)
	2-2-3H	2021/4/7, 9	48.79	6,687	4/16～5/25	276	55.77 (33.28-92.28)	41.27	160	4/13 (3/29-4/28)	46.34 (34.59* ² -57.78)	0.45 (0.13-0.92)
	2-3-2H	2021/4/26	46.00	933	5/7～5/25	34	50.37 (37.42-72.83)	36.44	28	4/29 (4/23-5/5)	43.08 (35.84-53.30)	0.44 (0.20-0.89)
	2-3, 3H	2021/4/16	46.00	1,893	4/27～5/25	71	55.81 (36.38-81.17)	37.45	66	4/21 (4/8-5/1)	45.02 (34.74-60.34)	0.44 (0.20-0.75)
	2, 2n, 3H	2021/3/4	48.00	1,368	3/26	3	48.3 (46.87-49.12)	2.19	3	3/15 (3/12-3/20)	43.61 (40.82-45.01)	0.35 (0.22-0.55)
	2, 3-3H	2021/3/22～4/6	48.02	8,602	3/26～5/25	199	60.82 (35.45-91.98)	23.13	149	4/13 (3/21-5/6)	46.93 (33.61-61.51)	0.48 (0.17-0.82)
	2, 4n, 3H	2021/3/15	50.00	1,338	3/26～5/7	6	52.13 (40.24-82.57)	4.48	6	3/23 (3/17-3/26)	46.12 (36.67-56.09)	0.35 (0.19-0.60)
	2, 6n, 3H	2021/3/25	50.00	1,281	4/16～5/25	12	60.45 (49.41-89.52)	9.37	9	4/2 (3/27-4/10)	48.38 (43.42-58.15)	0.42 (0.33-0.62)
	2-2H* ⁵	2021/3/25～5/13	-	86.3	5/7	1	42.10	11.59	0	-	-	-
余市川	2-3, 2H	2021/3/25, 29	51.54	1,946	3/26～5/25	11	62.09 (41.04-98.00)	5.65	11	4/2 (3/22-4/9)	47.47 (39.86-57.86)	0.47 (0.24-0.78)
	2, 2, 1, 4H	2021/4/8, 15	52.00	1,476	4/16～5/25	26	64.34 (47.15-95.97)	17.62	19	4/16 (4/7-4/24)	51.27 (40.81-60.58)	0.49 (0.25-0.91)
	2, 2, 1, 5H	2021/3/15, 19	51.00	2,001	3/26	4	47.5 (43.03-53.11)	2.00	4	3/23 (3/23-3/24)	46.01 (41.24-52.15)	0.4 (0.24-0.53)

*1：表中の数値は測定値あるいは推定値の平均を、括弧内はその範囲をそれぞれ示す。降海日が放流日より早く推定されたケースを含む。

*2：全ての採捕個体を日周輪解析に供した訳ではないため、推定降海サイズが再捕サイズを上回るケースがある。

*3：回収率=（採捕数/放流数）×10⁻⁶

*4：同一ハッチコードの群が複数日にわたって放流されている場合は放流数による加重平均で放流サイズを算出。

*5：札幌市豊平川さけ科学館からの放流。

表 2. 2017-2021 年に厚田沿岸域で採捕した石狩川産サケ幼稚魚（n = 1,394）における成長速度を従属変数とする一般化加法モデル（モデル選択） 全モデル 64 のうち上位 10 モデルを示す。説明変数の“+”はモデルに採択された変数を表す。HC はハッチコードの違いを、s（）はスプライン関数をそれぞれ示す。モデルの誤差項はガンマ分布を仮定。

モデル#	説明変数							GCV	AIC	Δ AIC	モデルにより説明された デビアンس%	統計学的に有意（p<0.05）な説明変数
	定数	HC	調査年	動物プランクトン	s(沿岸滞泳期間)	s(降海サイズ)	s(降海月日)					
60	-0.7463	+	+		+	+	+	0.051939	-2339.3	0	57.50%	調査年、HC、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
58	-0.8876	+			+	+	+	0.051939	-2339.3	0	57.50%	HC、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
64	-0.5886	+	+	+	+	+	+	0.051939	-2339.3	0	57.50%	HC、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
62	-0.6339	+		+	+	+	+	0.051939	-2339.3	0	57.50%	HC、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
59	-0.5765		+		+	+	+	0.052624	-2318.7	20.6	55%	調査年、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
61	-0.7405			+	+	+	+	0.052624	-2318.7	20.6	55%	動物プランクトン、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
63	-0.6752		+	+	+	+	+	0.052624	-2318.7	20.6	55%	調査年、動物プランクトン、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
26	-0.8738	+			+	+		0.05507	-2256.5	82.8	54.60%	HC、s(降海サイズ)、s(沿岸滞泳期間)、定数
28	-0.6602	+	+		+	+		0.05507	-2256.5	82.8	54.60%	調査年、HC、s(降海サイズ)、s(沿岸滞泳期間)、定数
30	-0.7221	+		+	+	+		0.05507	-2256.5	82.8	54.60%	HC、s(降海サイズ)、s(沿岸滞泳期間)、定数

GCV:一般化クロス・バリデーション規準

AIC: 赤池情報量規準

Δ AIC: AIC最小モデルとの当該モデルのAICとの差

d) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 2

執筆者：北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 道東センター

春日井潔、實吉隼人、伊藤雅浩

① 津軽海峡海域における海洋観測及び稚魚採捕調査

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部：

下田和孝、大森始、小亀友也

同

道東センター：實吉隼人

渡島管内さけ・ます増殖事業協会：柳元孝二、鈴木 慎、川口聡

【目的】

油脂添加餌料による回帰率向上試験において標識放流したサケ稚魚の移動や栄養状態等を把握する。放流した稚魚が通過すると考えられる漁港や沿岸では環境測定を行い、サケ幼稚魚の動態に与える影響を検討する。

【方法】

油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証試験において知内川で標識放流を行った、2022（令和4）年4月16日の翌日と放流の3日後、5日後に知内町の中の川漁港と北斗市の上磯漁港において夜間にタモ網を用いて15分間の稚魚採捕を行った。採捕した稚魚は栄養状態分析のサンプルとして100尾を上限に冷凍して実験室へ持ち帰り、魚体測定をした後に耳石標識を確認した。標識魚については肝臓中のグリコーゲン含量と筋肉中のトリグリセリド含量を市販の測定キットを用いて測定した。各測定値は、分析に使用した肝臓と筋肉の重量でそれぞれの含量を除いて組織重量当たりの含量で示した。上磯漁港と中の川漁港の一部の稚魚は、5%中性ホルマリンで一晩固定した後に70%エタノールに置換し、魚体測定、耳石標識の確認をした。

2022年の2月下旬から6月上旬まで毎月1回、北斗市上磯地区の沿岸において海洋観測を行った（図1）。観測は上磯地区の戸切地川河口に位置する上磯漁港の0.5 km 沖合の地点（St. 1）と2 km 沖の地点（St. 2）で表面水温、透明度、CTDによる水温と塩分の測定と動物プランクトンの採集を行った。3月下旬から5月上旬に中の川漁港と上磯漁港において日中に目視により稚魚の分布状況を調べ、夜間の採集調査時には表面水温の測定を行った。また、知内沿岸には3月上旬から水温ロガーを設置して水温を計測した。

【結果及び考察】

中の川漁港では調査期間中に22尾の稚魚を採捕し、油脂群の稚魚と対照群の稚魚をそれぞれ3尾ずつ発見した。放流の翌日と3日後までに両群の標識魚を採捕したが、放流の5日後には稚魚の採捕がなかった（図2）。上磯漁港では期間中に31尾の稚魚を採捕したが、標識魚の発見はなかった。期間中に採捕した標識魚の肝臓中のグリコーゲン含量の平均値は油脂群0.03%、対照群0.03%であった。筋肉中のトリグリセリド含量の平均値は油脂群1.44%、対照群0.97%で、有意ではないが油脂群で高い値を示した（図3）。

放流前には、肝臓中の平均グリコーゲン含量は油脂群で1.70%、対照群で1.01%、筋肉中の平均トリグリセリド含量はそれぞれ1.56%と1.31%で、油脂群のグリコーゲン含量、トリグリセリド含量ともに有意に高い値を示していた（t検定、 $p < 0.05$ ）。虎尾（2020）は絶食試験によりトリグリセリドの含量が0.6%以上あれば十分な資質の蓄積とし、0.2%を下回ると死亡し始めると示している。本調査では0.2%を下回ることにはなかった。

上磯沿岸の表面水温は2月下旬から、放流の目安とされる5℃を概ね上回り、4月上旬には沿岸での分布の適水温である8℃に到達し、その上限である13℃は5月下旬に超え

た（図 4）。知内沿岸においても 3 月上旬から 5℃を上回り、3 月下旬に 8℃に到達した後は昇温が緩やかに進み 6 月上旬までには 13℃を超えなかった。上磯 2km 沖の動物プランクトンの湿重量は 4 月中旬まで低く推移した後に増加して 5 月上旬に最大となり、5 月下旬には増加前よりも低い値となった（図 5）。

これまでの調査から、この地区では放流後の稚魚は河川近隣の漁港から速やかに移動する結果が得られていて、2022 年も同様に放流 5 日後には標識魚は確認されなくなった。海洋観測の結果から標識魚を放流した 4 月中旬の表面水温は 8℃を超え、動物プランクトンの湿重量も 4 月下旬から増加していて、沿岸の分布環境に問題はなかったと考えられる。

【引用文献】

虎尾 充（2020）サケ稚魚の魚体中トリグリセリド含量と肝臓中グリコーゲン含量の栄養状態評価指標としての有効性. 北海道水産試験場研究報告, 97, 29-36.



図 1. 道南太平洋地区の調査地点

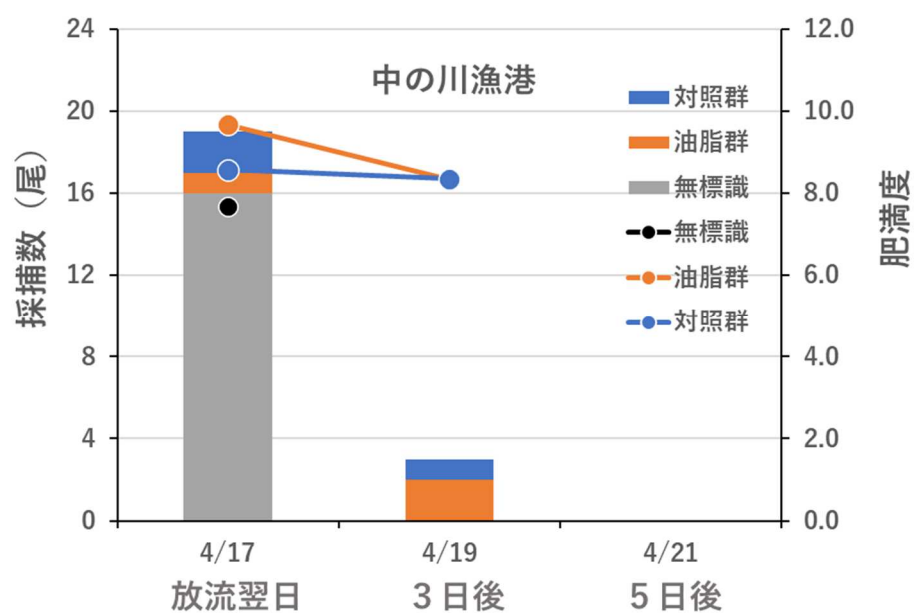


図 2. 中の川漁港における標識稚魚の採捕と肥満度

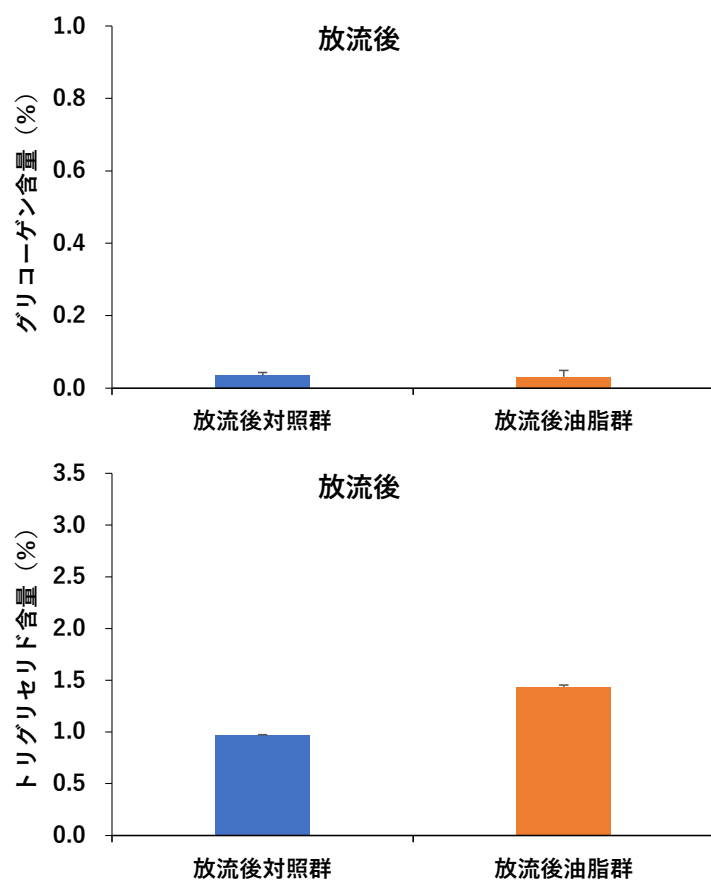


図 3. 放流後の標識魚の栄養状態
(上図；グリコーゲン含量 下図；トリグリセリド含量)

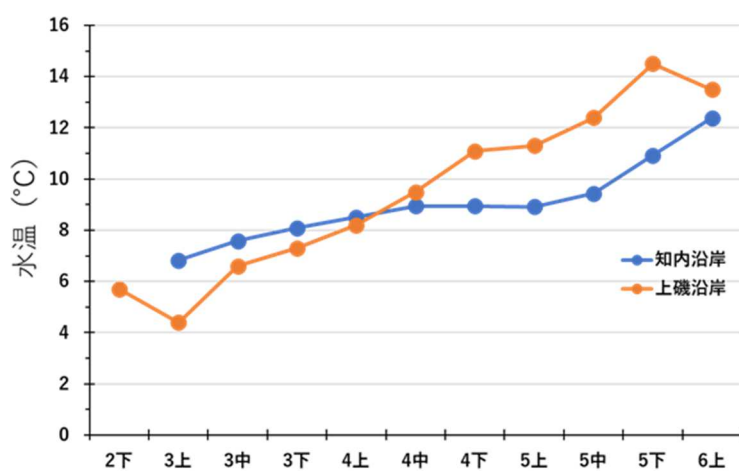


図 4. 上磯沿岸と知内沿岸の表面水温

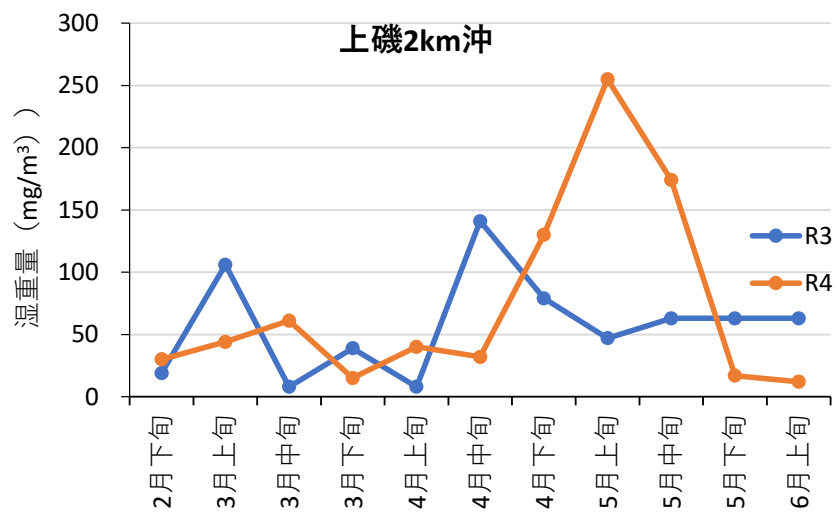


図 5. 上磯沿岸における動物プランクトンの湿重量

② 根室湾～太平洋における海洋観測

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます内水面水産試験場 道東センター：春日井潔、實吉隼人、伊藤雅浩

【目的】

えりも以東東部根室半島沿岸および根室南部沿岸における、サケ幼稚魚の生息適期を把握する。

【方法】

えりも以東東部地区の歯舞沿岸 1 km、7 km、10 km 沖の地点で 2022（令和 4）年 4 月上旬から 7 月中旬に毎旬 1 回、根室南部地区の別海沿岸 1 km、7 km 沖の地点で 4 月上旬から 6 月下旬に毎旬 1 回、海洋観測を実施した（図 1）。調査は表面水温、透明度、CTD による海底までの水温と塩分の測定、動物プランクトンの採集を行った。同時に歯舞漁港と別海漁港で表面水温と CTD による観測を行った。動物プランクトンは単位体積当たりの湿重量を測定した後、両地区ともに 1 km 沖と 7 km 沖のサンプルについて組成を調べた。

【結果及び考察】

歯舞沿岸の表面水温は 4 月上旬では各定点 2℃程度であったが、その後昇温して 5 月下旬にはサケ稚魚放流の目安とされる 5℃、6 月中旬には沿岸での分布の適水温である 8℃に達し、7 月中旬には 13℃を上回った（図 2）。塩分は期間を通じて 33 psu 以下を示し、4 月上旬から沿岸親潮（水温 2℃以下、塩分 33 psu 以下）が分布していた。動物プランクトンの湿重量は沖側の定点で高いが、各定点共通して 4 月は低く 5 月に入ると増加し始め、1 km 沖と 7 km 沖では 6 月上中旬に高い値を示した後、緩やかに減少した（図 3）。

1 km 沖における動物プランクトンの組成は、5 月中旬までカイアシ類が 80%以上を占めたのち、6 月上旬以降はフジツボ類の幼生やミジンコ類が優占した（図 4）。カイアシ類のうち最も個体数が多かったものは *Pseudocalanus newmani* であった。7 km 沖でも期間を通じてカイアシ類が最も多く出現したほか、6 月中旬以降はミジンコ類も増加した。1 km 沖、7 km 沖ともに大型のカイアシ類である *Neocalanus* 属も出現し、7 km 沖では 5 月中旬に大きく増加した。

別海沿岸の表面水温は 4 月上旬では 5℃を下回っていたが、その後は昇温して 4 月下旬に 5℃を超え、漁港内と 7 km 沖は 5 月中旬、1 km 沖では 6 月上旬に 8℃に達し、6 月下旬には漁港内と 1 km 沖で 13℃を超えた（図 2）。塩分は期間を通じて低く、河川水の影響が推察された。動物プランクトンの湿重量は 1 km 沖では調査開始から横ばいで推移し、6 月中旬に大きく増加した（図 5）。7 km 沖では 4 月は低く、5 月中旬と 6 月中旬に増加した。

1 km 沖では 4 月上旬から 5 月中旬にかけカイアシ類が優占したのち、6 月上旬以降はフジツボ類の幼生やミジンコ類が優占するようになった（図 6）。7 km 沖でも早い時期にはカイアシ類が優占し、4 月下旬以降はフジツボ類の幼生、多毛類が出現し、6 月中旬以降はミジンコ類が多くを占めた。両地点でカイアシ類のうち *P. newmani* が期間を通じて出現し、5 月上旬以降は *Acartia hadsonica* 等が出現・増加した。水温、塩分、プランクトンの組成から歯舞沿岸では沿岸親潮、別海沿岸では河川水の影響が示唆された。



図 1. 調査地点図

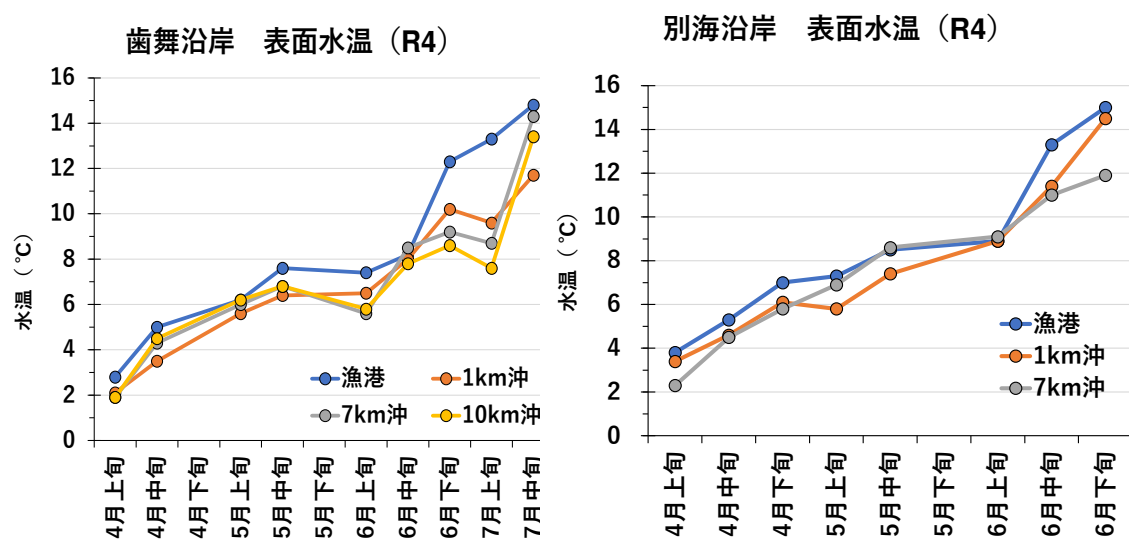


図 2. 表面水温の推移
(左図；歯舞沿岸 右図；別海沿岸)

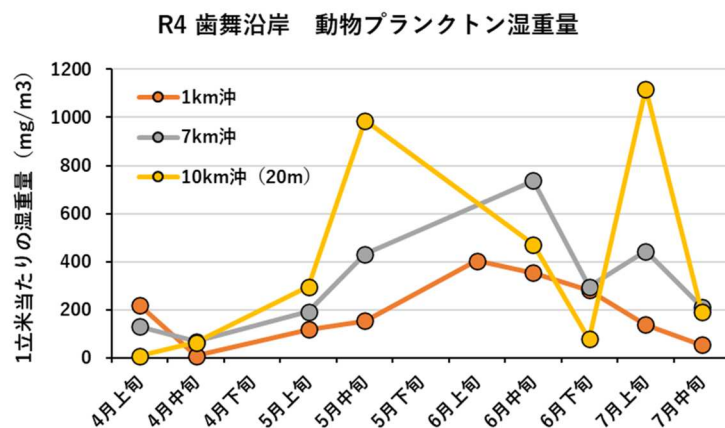


図3. 歯舞沿岸における動物プランクトンの湿重量

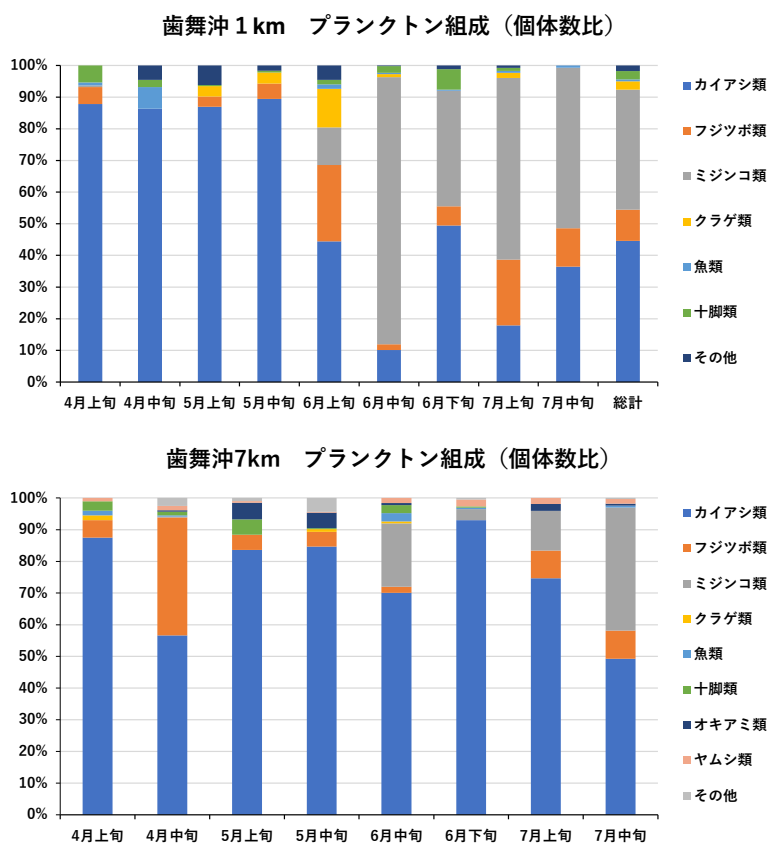


図4. 歯舞沿岸における動物プランクトン組成 (個体数比)
(上段 ; 1km 沖 下段 ; 7km 沖)

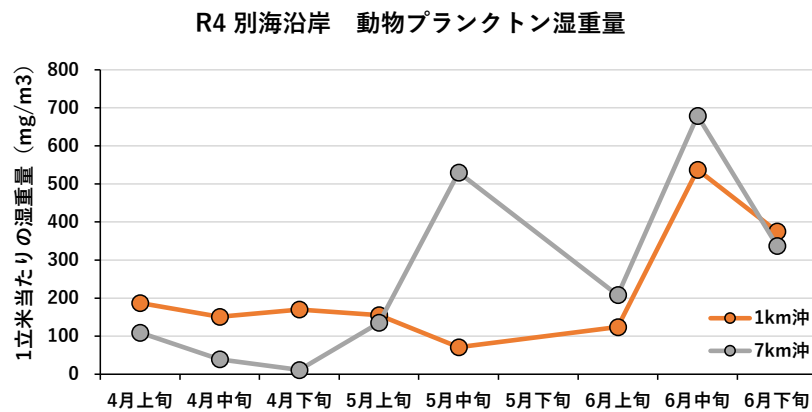


図 5. 別海沿岸における動物プランクトンの湿重量

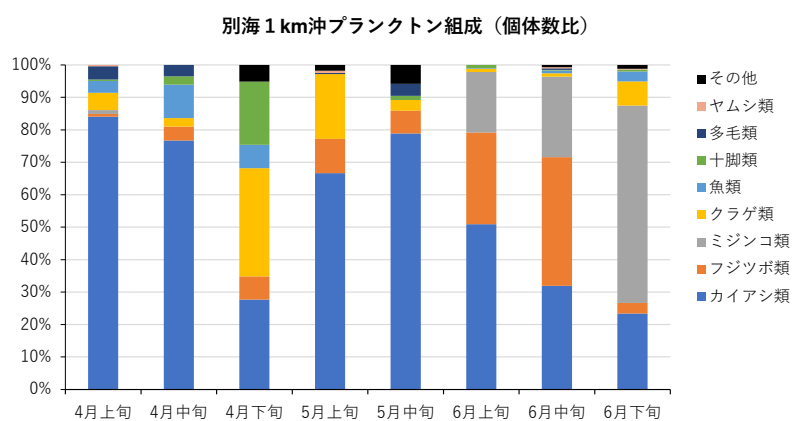
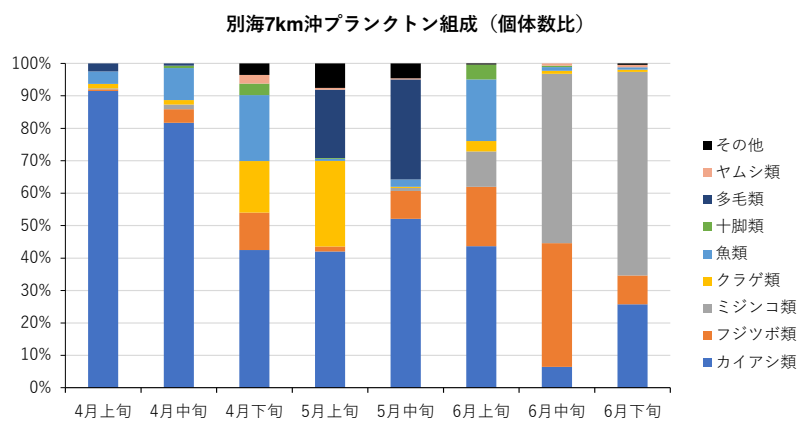


図 6. 別海沿岸における動物プランクトン組成 (個体数比)
(上段 ; 1km 沖 下段 ; 7km 沖)