

1)-a)-②. 定点環境観測及び稚魚採捕調査 2（北海道昆布森）

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 河野洋右

【目的】

昆布森沿岸定点でサケ稚魚の分布、豊度、魚体サイズ、生息環境をモニタリングする。採捕されたサケ稚魚の起源を耳石温度標識で識別すると共に、遺伝的系群識別や日周輪解析による降海・成長履歴調査に供する。

【方法】

モニタリング定点 1～4（岸からの距離は約 0.4 km、1.3 km、3.5 km、及び 7.8 km）で 6 月上旬から 7 月下旬にかけて合計 7 回調査を実施した。

本調査では、CTD を用いて水温・塩分の鉛直観測を行うと共に、改良型 NORPAC ネットを用いて定点 1 は水深 10 m 層から、定点 2～4 は水深 20 m 層から鉛直曳きにより動物プランクトンを採集し、餌生物の組成と現存量を調べた（図 1、表 1）。また、昆布森沖 1.7 km に位置する昆布森 7 号定置の水深 3 m 地点に記録式水温計を設置し、1 時間ごとの海水温変化を記録した。

定点 2～4 間の調査ライン K01～K03（岸からの距離は約 1.5～3.5 km、3.7～5.7 km、5.8～7.8 km）では岸に向かって曳く形で 2 艘曳網による稚魚採捕調査を実施した^{※1}。なお、6 月 15 日の調査では、時化のため K02、K03 ラインの調査ができなかったため、臨時で定点 1～2 間での曳網を実施した。曳網は 2 km または 20 分間とし採捕したサケ稚魚は魚体測定後、左右の耳石、遺伝分析用標本を採集し、一部について胃内容物を調べた。

※1 調査ライン名について、2021 年までは③岸、②中、①沖としていたが、2022 年より名称変更を行い、それぞれ K01、K02、K03 へ変更した。

【結果及び考察】

1. 沿岸水温の状況

昆布森 7 号定置に設置している記録型水温計の沿岸水温観測結果^{*}を図 2 に示す。2022 年の日平均水温は過去 10 年平均（以下、平年）よりも高く推移する傾向が見られ、沿岸水温が 5.0℃に達したのは平年より 7 日早い 5 月 8 日であり、13.0℃に達したのは平年より 21 日早い 7 月 5 日であった。

前年は水温が平年よりも高く推移し、稚アジやサンマ稚魚などの暖流に乗って移動する魚種が初めて採捕された。2022 年調査においても沿岸水温の上昇が早く、これまで採捕のなかったブリ稚魚も確認されたことから、前年同様にサケ幼稚魚の生息に厳しい沿岸環境だと示唆された。

2. サケ幼稚魚の採捕状況

調査年ごとの 2 艘曳網によるサケ稚魚の採捕尾数と豊度の指標として捕獲努力量（以下、CPUE）の推移を図 3 に、調査日と調査ラインごとの採捕数を図 4 に示す。2022 年の採捕尾数は 258 尾、CPUE は 6.8 となり、現行の曳網方法となった 2019 年以降では尾数、CPUE ともに最も少ない値であった。時期別に見てみると、サケ幼稚魚は 6 月 15 日から採捕されはじめ、6 月 30 日にピークを迎えた。その後、7 月 12 日にかけて採捕数が減少し、7 月 19 日以降は採捕されなかった。調査ライン別では定点 1～2 間や K01 などの岸寄りの定点での採捕数が多い傾向であった。

3. サケ幼稚魚の体サイズ

調査年ごとのサケ幼稚魚の平均尾叉長と平均肥満度の比較を図 5 に、調査時期別の尾叉長の推移を図 6 に示す。2022 年の平均肥満度は 7.5 となり、過去 10 年間の中では昨年に引き続き低い水準であった。また、平均尾叉長は、9.0 cm と過去 2 年の値とほぼ同等であった。

時期別に見てみると、サケ幼稚魚が採捕され始めた 6 月 15 日調査の尾叉長が平均 10.7 cm と最も大きく、6 月 30 日以降は 9.0 cm 前後を推移した。

4. 耳石温度標識確認結果

採捕された耳石温度標識魚（以下、標識魚）について標識の内訳を表 2 に、採捕日と尾叉長の状況を図 7 に示す。2022 年は採捕された 258 尾のうち 16 %にあたる 40 尾が標識魚であり、釧路川由来（鶴居さけます事業所、芦別ふ化場、美留和ふ化場）が 17 尾、十勝川由来（十勝さけます事業所）が 4 尾、十勝川・釧路川共通標識（芦別ふ化場、札内ふ化場）が 4 尾、静内川由来（静内さけます事業所、豊畑ふ化場）が 9 尾、遊楽部川由来（八雲さけます事業所）が 5 尾、えりも以西共通標識（日高幌別ふ化場、敷生ふ化場、知内ふ化場）が 1 尾であった。

調査時期別で見ると、釧路川由来の標識魚は 6 月 15 日、十勝川由来の標識魚は 6 月 30 日、えりも以西海区由来の標識魚は 6 月 30 日から 7 月 12 日に集中しており、全てのサケ幼稚魚の尾叉長は離岸サイズとされる 7.0 cm を超えていた。

また、2022 年に採捕された釧路川、十勝川、静内川及び遊楽部川由来標識魚について、平均尾叉長と平均肥満度における平年との比較を図 8 に示す。釧路川や遊楽部川由来の平均尾叉長は平年よりも大きかったが、平均肥満度は全ての河川で平年と比べて 0.5～1.0 程度低い状況が見られた。

釧路川水系及び十勝川水系由来の標識魚のうち、一括放流された群の平均尾叉長と平均肥満度を表 3 に示す。確認された全ての標識魚の平均尾叉長は放流時よりも大きくなっているものの、平均肥満度は低下する傾向が見られた。

また、釧路川水系へ放流されたサケ幼稚魚の平均尾叉長の年別比較について図 9 に示す。2020 年以降、平均尾叉長は年々大きくなる傾向が見られた。

5. 動物プランクトン量について

調査時期ごとの動物プランクトン量の推移を図 10 に、調査年ごとの動物プランクトン量の比較を図 11、動物プランクトン量と肥満度の相関図を図 12 に示す。2022 年の動物プランクトン量はクラゲが混入した 6 月 7 日の定点 1、定点 2 を除き平年よりも低く推移した。調査年ごとの動物プランクトン量は過去 10 年と比較すると昨年に次ぐ 2 番目に低い値であった。また、2012～2022 年までの動物プランクトン量と肥満度について相関関係が認められた（F 検定、 $P<0.05$ ）

6. 2022 年の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捕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、91 から 1,694 個体/ m^3 の範囲で変動した（図 13）。個体数密度は、6 月 2 週には 2,000 個体/ m^3 程度であったが、6 月 3 週以降は個体数密度が 1,000 個体/ m^3 以下で変動し、特に 6 月 3 週には 91 個体/ m^3 と 2013 年以降の個体数密度で最も低い値を示した。この個体数密度が低くなる傾向は 2019 年以降の 7 月にみられていたが、2022 年にはさらに 6 月中旬以降の早い時期からみられる傾向にあった。

分類群組成は、6 月 3 週までは体長 2 mm 未満のカイアシ類が主に優占していたが、6 月 5 週以降はそれに代わって枝角類が優占した。この枝角類が特に 7 月以降に優占する傾向は、2016 年以降継続している。

7. 2022 年のサケ稚魚の胃内容物組成

2 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 85 尾で、空胃個体は 1 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 4.5% の範囲であり、調査期間を通じての平均値は 1.1% で、2013 年以降では最も

低い値を示した（図 14）。

2022 年の胃内容物組成（個体数比）は、6 月 3 週には端脚類、6 月 4 週には体長 2 mm 以上のカイアシ類、7 月 2 週および 7 月 3 週には枝角類が主に優占しており、これまで胃内容物中によくみられていた体長 2 mm 以上のカイアシ類及び魚卵・仔稚魚類はほとんどみられないか、わずかにみられる程度だった（図 15）。また、これまで胃内容物中に多く認められていた端脚類は主に *Themisto japonica* のようなクラゲノミ亜目に属する種類だったが、2022 年はドロクダムシ亜目やヨコエビ亜目に属する種類がほとんどだった。

8. 考察

2022 年の昆布森沿岸域における水温は、平年に比べ 6 月中旬以降の上昇が早く、サケ幼稚魚の沿岸域における好適水温の上限とされる 13℃に達した時期は平年よりも 21 日早い 7 月 5 日であった。また、サケ幼稚魚の採捕数は 6 月 30 日をピークに、それ以降は減少へ転じたことから、好適水温の上限を境に沿岸からサケ幼稚魚が離岸したものと考えられた。

動物プランクトン量と肥満度には相関関係が認められており、今年の動物プランクトン量が少ないために肥満度が平年に比べて小さい値だったものと思われた。一方で、採捕されたサケ幼稚魚の内、釧路川水系由来については平年よりも採捕時の平均尾叉長が約 3.0 cm 大きかった。釧路川の放流時平均尾叉長は 2020 年以降年々大きくなっており、放流時に大型放流を行ったことで動物プランクトン量が少ない厳しい環境下であっても離岸サイズより大きく成長できたと考えられた（2021～2022 年放流魚の平均尾叉長は 5.9～6.4 cm、2012～2020 年は 4.9～5.5 cm）。

また、釧路川水系由来の標識魚のうち、4 月 8 日に芦別ふ化場から放流されたサケ稚魚の採捕時の尾叉長は、他の釧路川放流群よりも早い時期の放流だったにも関わらず他の標識魚と同程度（10.6 cm）であった。これは、早い時期の放流で餌生物が少なかった可能性が考えられるが、離岸サイズまで成長できたものについては生き残っていることが示唆された。今後はより多くの早期放流魚が離岸サイズまで成長できるよう放流手法の改善等を行う必要がある。

* なお、2022 年春期昆布森沿岸域水温には、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。



図 1. 調査地点図

定点 1～4 は環境測定を実施した場所を示し、赤矢印 K01～K03 は 2 艘曳網による稚魚採捕を実施した調査ライン、赤破線矢印は 6 月 15 日調査で臨時に実施した調査ラインを示す。なお、2018 年までの調査は環境観測を行っている定点 1～4 付近で岸と水平方向に曳網していたが、2019 年からは標識魚の採捕尾数を増大させることに重点を置き、曳網方法を変更した。出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>)。地理院タイル（電子国土基本図）に調査地点を追記して掲載。

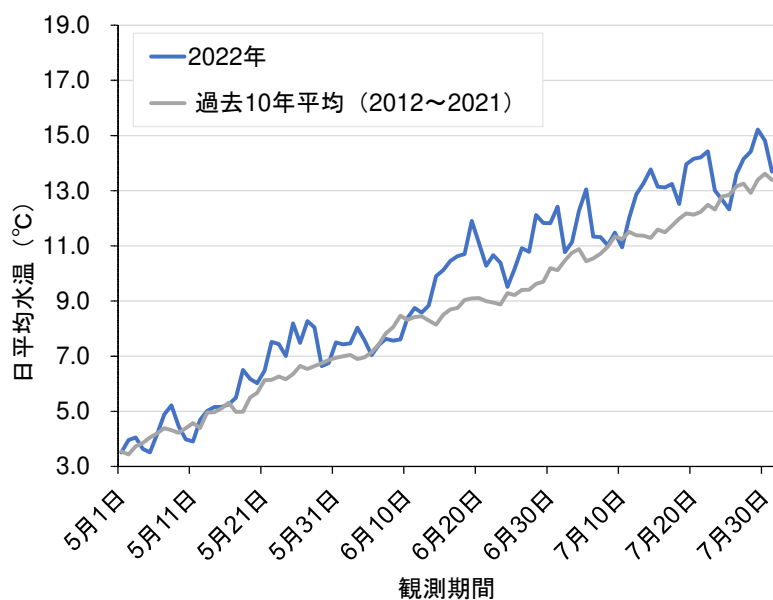


図 2. 昆布森沿岸域における日平均水温の推移

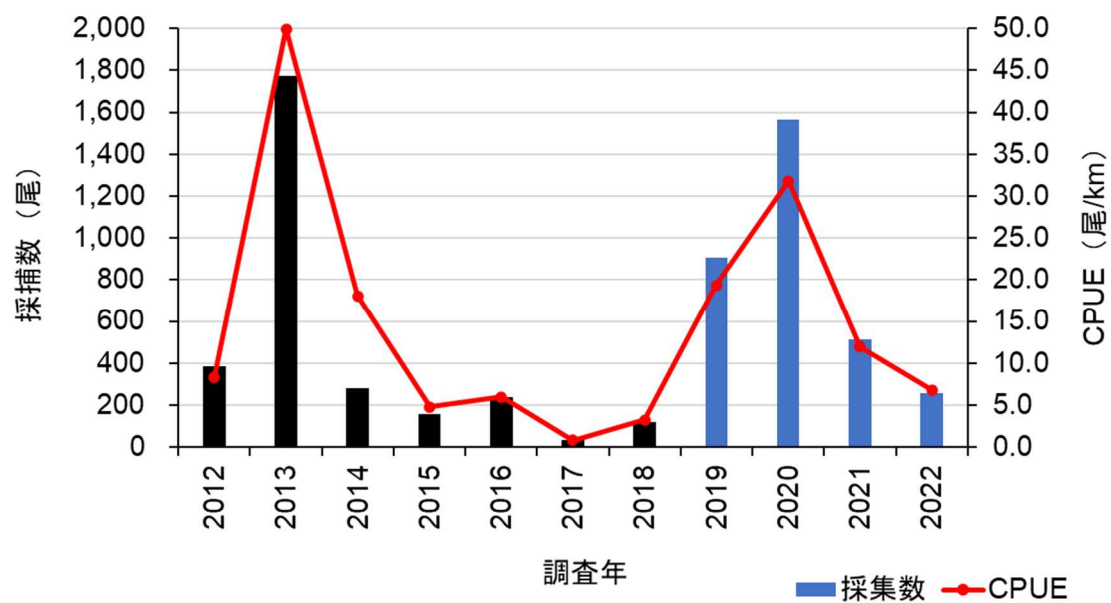


図 3. 昆布森沿岸における調査年ごとのサケ採捕尾数と CPUE の比較
 青色の棒グラフは曳網方法が岸に対して垂直曳きの年を示す。

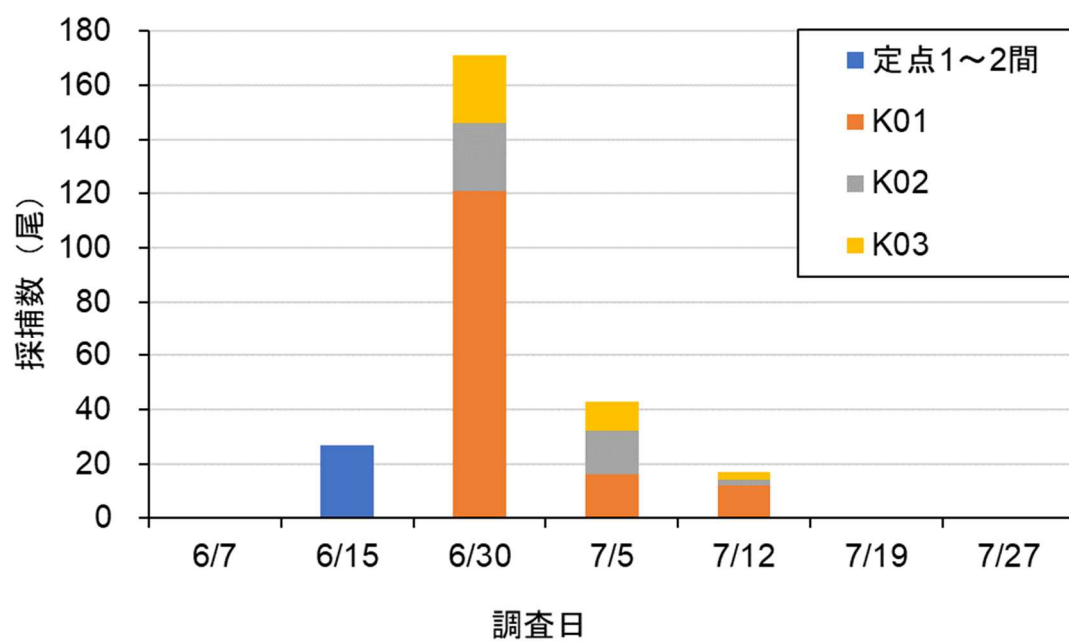


図 4. 2022 年昆布森沿岸における調査日ごとのサケ採捕数の推移 (調査ライン別)

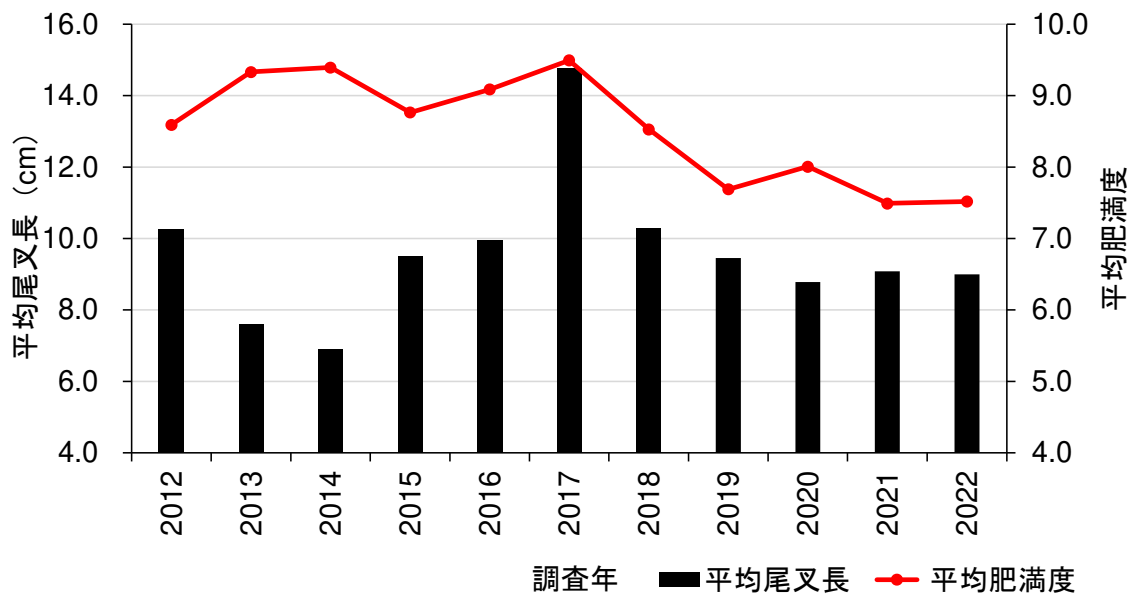


図 5. 昆布森沿岸における調査年ごとのサケ平均尾叉長と平均肥満度の比較

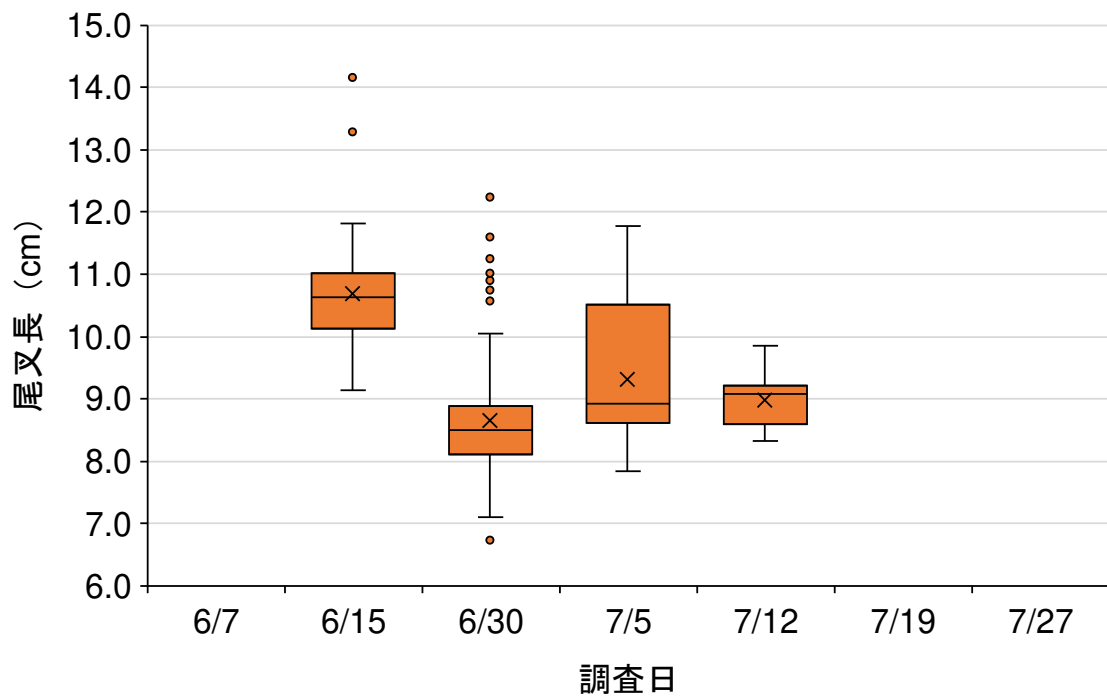


図 6. 2022 年昆布森沿岸における調査日ごとのサケ尾叉長の推移

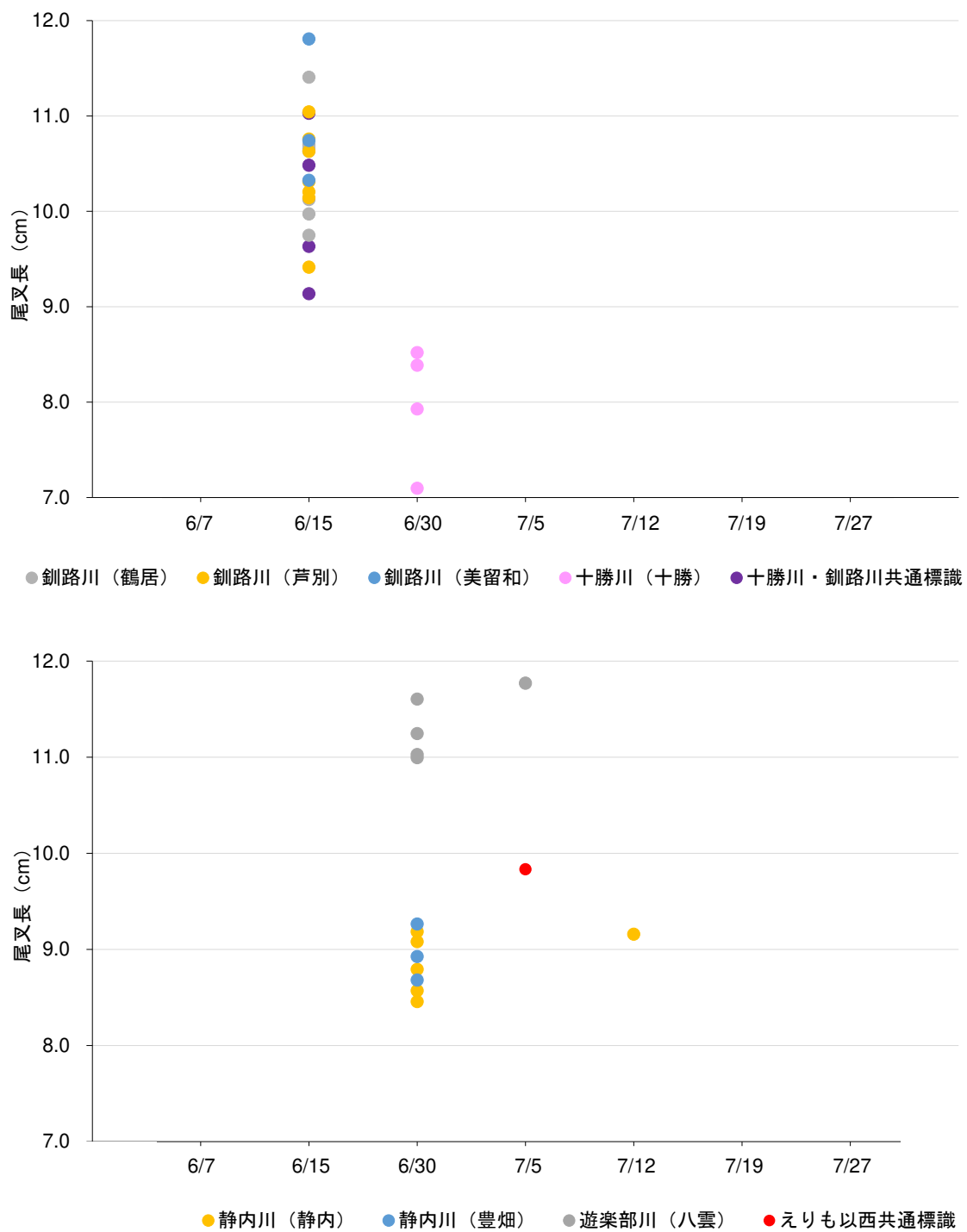


図7. 昆布森沿岸で確認された放流由来別標識魚の採捕日と尾叉長の状況
上段はえりも以東海区、下段はえりも以西海区由来標識魚の状況を示す。

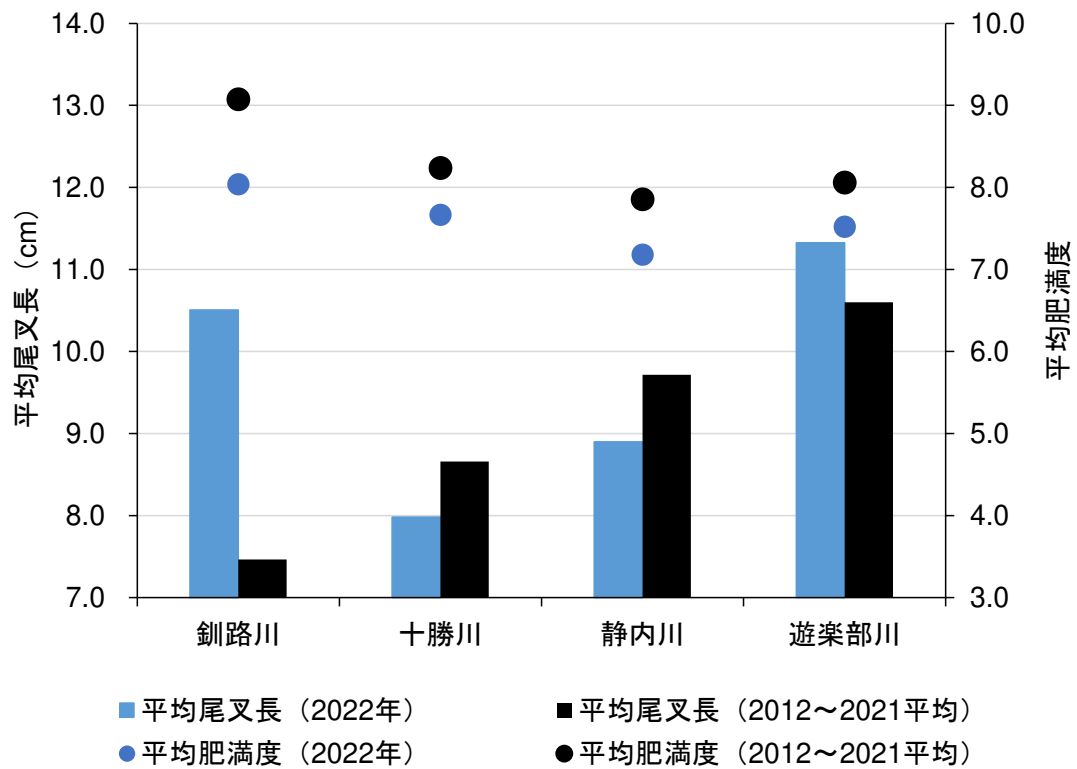


図 8. 2022 年昆布森沿岸で採捕された水系由来別の標識魚における平均尾叉長と平均肥満度の比較

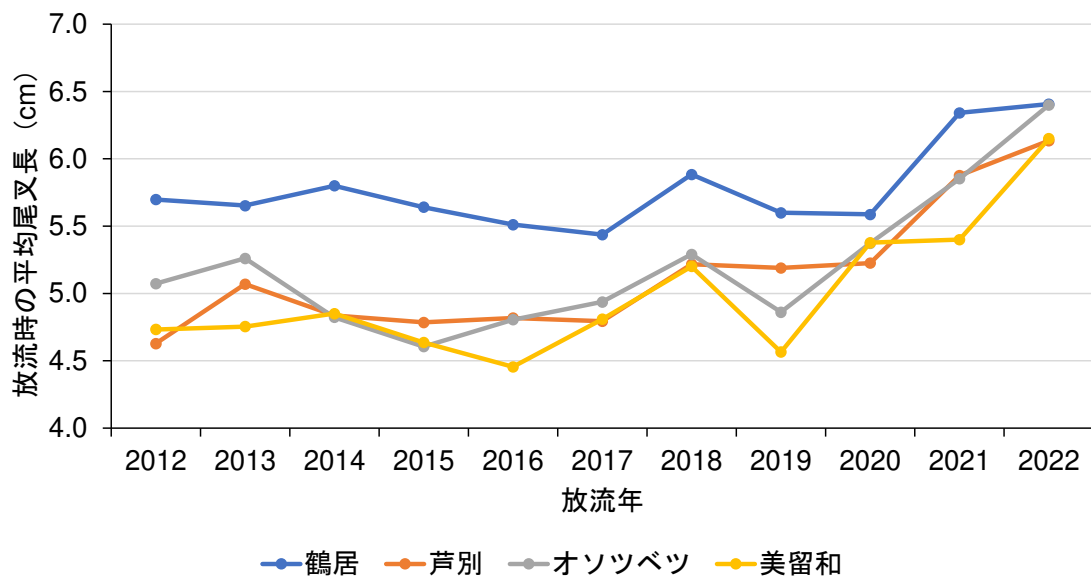


図 9. 釧路川水系へ放流されたサケ幼稚魚の放流年別平均尾叉長

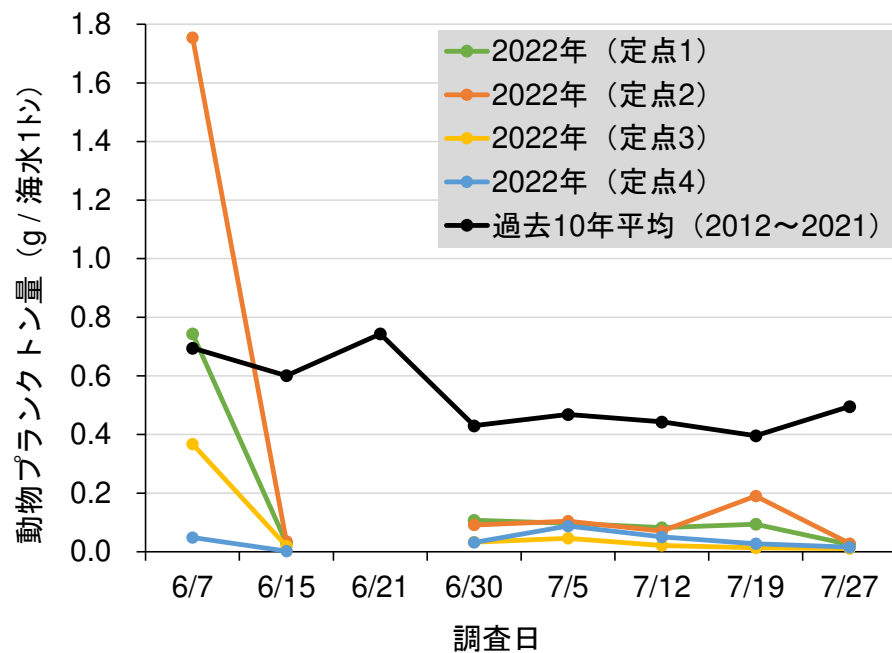


図 10. 2022 年昆布森沿岸における調査時期ごとの動物プランクトン量の推移
6 月 1 週の定点 1、定点 2 ではクラゲが混入したため、実際の動物プランクトン量よりも高い数値を示した。

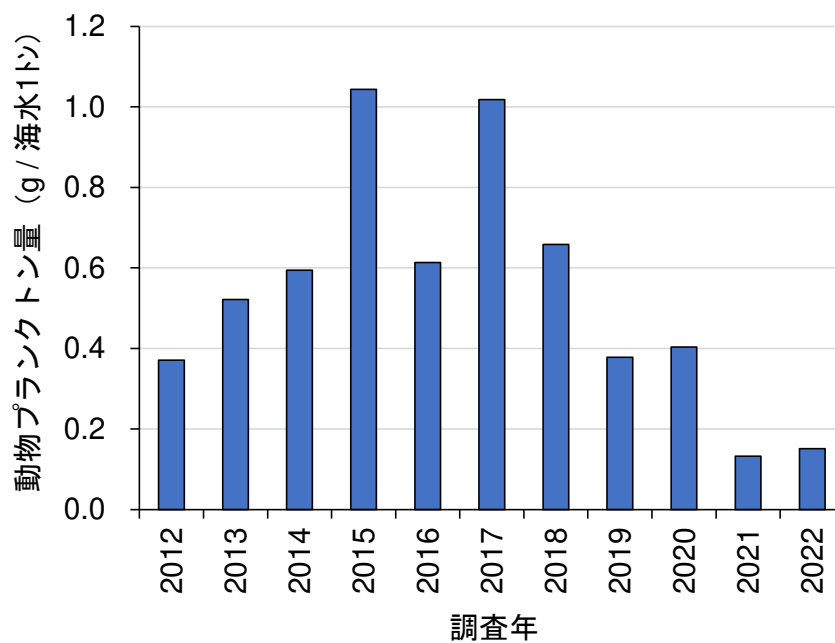


図 11. 昆布森沿岸における調査年ごとの動物プランクトン量の比較
定点 1~4 の平均値を使用。

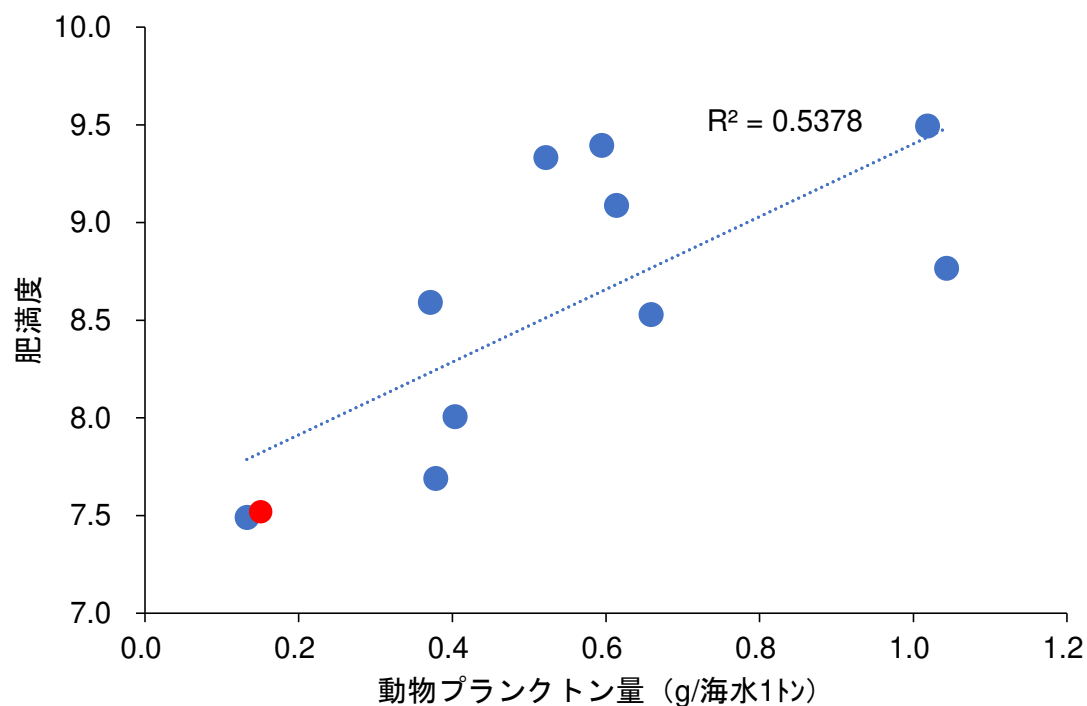


図 12. 肥満度と動物プランクトン量の相関関係 (2012～2022 年)
両者に正の相関関係が認められた (F 検定、 $P < 0.05$)。赤丸は 2022 年を示す。

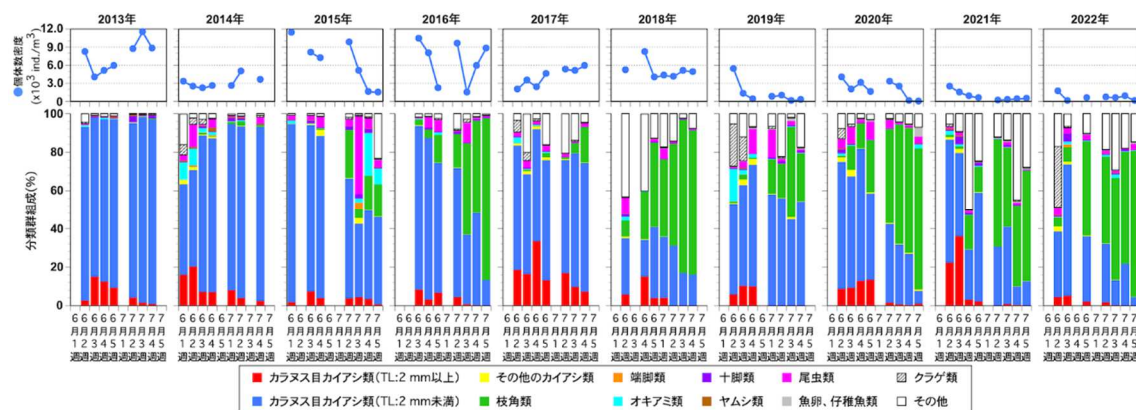


図 13. 昆布森沿岸域における動物プランクトン湿重量、個体数密度及び分類群組成 (定点の平均値)

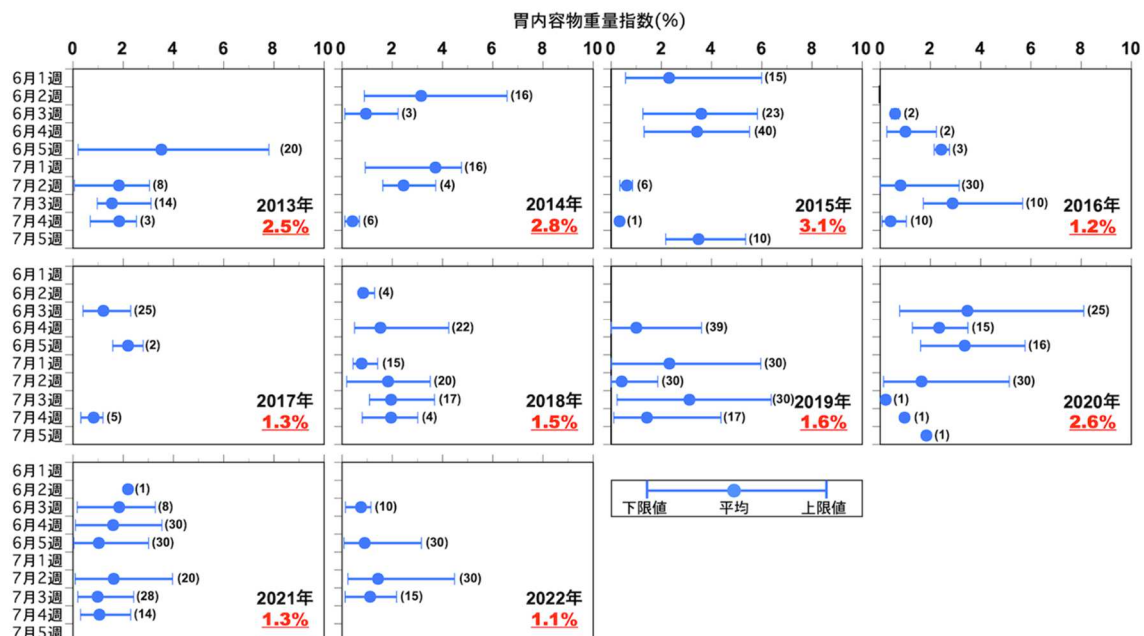


図 14. 昆布森沿岸域におけるサケ稚魚の胃内容物重量指数（胃内容物重量/魚体重 x 100）
図中のカッコ内は調査個体数を示す。

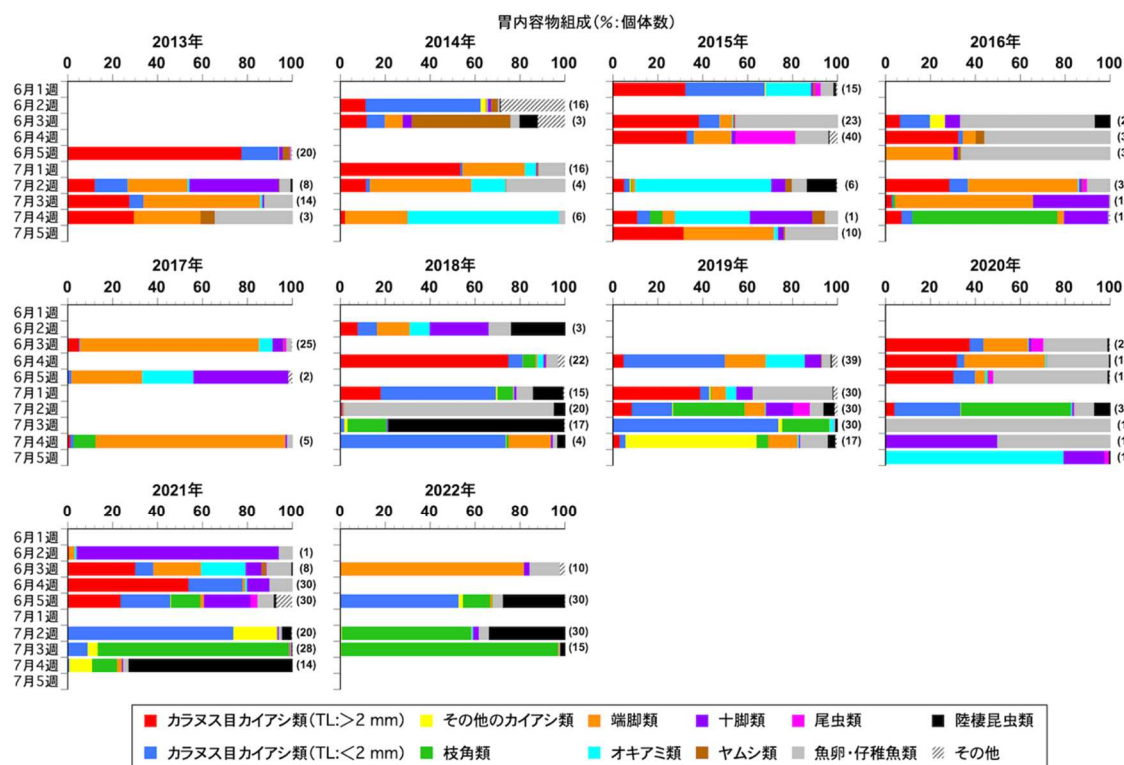


図 15. 昆布森沿岸域におけるサケ稚魚の胃内容物組成（個体数比）
図中のカッコ内は調査個体数を示す。

表 1. 昆布森沿岸における 2022 年の調査実施状況

調査月日	環境観測	曳 網			
	定点 1～4	K03	K02	K01	その他
6/7	○	中止	中止	○	-
6/15	○	中止	中止	○	○ (定点1～2間を曳網※)
6/21	中止	中止	中止	中止	-
6/30	○	○	○	○	-
7/5	○	○	○	○	-
7/12	○	○	○	○	-
7/19	○	○	○	○	-
7/27	○	○	○	○	-

※ 6月15日調査では、時化のためK02,K03調査ラインの曳網が実施できなかったため、臨時で定点1～2間での曳網を実施した。

表 2. 2022 年昆布森沿岸で採捕されたサケ幼稚魚の調査日別採捕尾数及び耳石温度標識由来

放流河川	生産施設	標識目的	ハッチコード	6/7	6/15	6/30	7/5	7/12	7/19	7/27
釧路川	鶴居	採卵時期別回帰状況の把握 (4月中旬1.6g放流)	2,11H		6					
	鶴居	採卵時期別回帰状況の把握 (10月下旬採卵群・4月下旬頃1.7g放流)	2-8H		1					
	芦別	抜本対策事業 (油脂添加群)	2n-2n,2H		4					
	芦別	抜本対策事業 (油脂添加対照群)	2n,2n-2H		3					
	美留和	抜本対策事業 (油脂添加輸送放流対照群)	2n-3n,2H		3					
(小計)					17					
十勝川	十勝	採卵時期別回帰状況の把握・効果的な放流サイズの検討 ・個体群維持河川での基準放流群の長期モニタリング (10月下旬放流群・適期2g放流)	2-5-2H			1				
	十勝	採卵時期別回帰状況の把握 (11月上旬採卵群)	2-5,2H			1				
	十勝	採卵時期別回帰状況の把握・効果的な放流サイズの検討 (11月中旬採卵群・適期1.5g放流)	2,2-7H			2				
(小計)						4				
十勝川・釧路川	芦別、札内	サケ資源回復加速化事業 (DHA給餌群)	2-1-4H		3					
	芦別、札内	サケ資源回復加速化事業 (DHA給餌対照群)	2,2-1-2H		1					
(小計)					4					
静内川	静内	効果的な放流時期の検討 (5月中旬放流)	2,2-5H			3		1		
	静内	効果的な放流時期の検討 (5月中下旬放流)	2,4-4H			2				
	豊畑	放流体制緊急転換事業・増殖戦略に基づいた放流 (11月中旬採卵群)	2-3,1,3H			3				
(小計)						8		1		
遊楽部川	八雲	採卵時期別回帰状況の把握・降海後の移動、成長等の把握 (10月下旬採卵群・3月下旬放流)	2,2n,3nH			1				
	八雲	後期群の効果的な放流時期の検討 (後期採卵群・4月下旬放流)	2,3n-4nH			2	1			
	八雲	中期群の効果的な放流時期の検討 (中期採卵群・5月上旬放流)	2,2n,4nH			1				
(小計)						4	1			
ノモ以西	日高横別、敷生、知内	放流体制緊急転換事業・収容密度の違いによる放流効果の検討 (低密度群)	2,2n-2nH				1			
耳石なし					6	153	41	16		
合計				0	27	171	43	17	0	0

表 3. 釧路川水系と十勝川水系から一括放流された標識魚の放流時、採捕時の平均尾叉長及び平均肥満度

標識コード	放流時データ						昆布森沿岸採捕時データ				
	放流先	放流場	放流日	平均尾叉長 (cm)	肥満度	放流数 (千尾)	採集日	採集尾数	平均尾叉長 (cm)	肥満度	放流時の肥 満度との差
2,11H	釧路川水系	鶴居	4月27日	6.4	8.4	1,056	6月15日	6	10.6	8.0	-0.4
2-8H	釧路川水系	鶴居	5月2日	6.5	8.7	1,060	6月15日	1	9.8	8.3	-0.5
2n,2n-2H	釧路川水系	芦別	4月8日	6.2	8.8	1,323	6月15日	3	10.6	8.1	-0.7
2n-2n,2H	釧路川水系	芦別	4月26日	6.2	8.0	1,321	6月15日	4	10.1	8.0	0.0
2n-3n,2H	釧路川水系	美留和	4月19日	6.2	8.4	1,250	6月15日	3	11.0	8.1	-0.3
2-5-2H	十勝川水系	十勝	4月27日	6.5	8.4	888	6月30日	1	8.4	7.9	-0.4
2-5,2H	十勝川水系	十勝	4月27日	6.4	7.9	771	6月30日	1	7.9	7.6	-0.3
2,2-7H	十勝川水系	十勝	5月10日	6.2	8.2	329	6月30日	2	7.5	7.5	-0.7