

令和元年度  
知床ルシャ川等における  
サケ類の遡上数等調査事業  
報告書



令和2年（2020年）3月

北海道森林管理局

公益財団法人 知床財団



## 【目次】

1. 事業目的.....	1
2. 方法.....	2
2-1. 調査河川.....	2
2-2. 水温の計測.....	2
2-3. 遡上数の調査.....	3
2-4. 産卵床の調査.....	6
2-5. ヒグマの出没記録調査.....	8
2-6. 分析.....	9
2-6-1. 遡上数.....	9
2-6-2. 産卵床.....	11
2-6-3. ヒグマの出没.....	12
3. 調査結果.....	13
3-1. 水温の変化.....	13
3-2. 遡上数の調査.....	16
3-3. 産卵床の調査.....	18
3-4. ヒグマの出没の記録.....	20
4. 分析結果.....	26
4-1. 遡上数の分析.....	26
4-2. 産卵床の分析.....	29
4-3. ヒグマの出没に関する傾向分析.....	35
5. 付表.....	39
6. 令和元年度第2回河川工作物アドバイザー会議資料.....	45
7. 参考文献.....	54



## 1. 事業目的

知床は海域と陸域の生態系の相互作用が高く評価され、世界自然遺産に登録されている。遺産地域の管理者である環境省、林野庁、文化庁および北海道が定める知床世界自然遺産地域管理計画では、遺産地域を科学的知見に基づいて順応的に管理するために、長期的なモニタリングを実施することとしている。

本事業は、長期モニタリング計画のモニタリング項目の1つである「河川内におけるサケ類の遡上数、産卵場所および産卵床数モニタリング」の調査を、対象3河川のうちのルシャ川およびテッパンベツ川においてカラフトマスを対象として実施したものである。本事業における調査は、基本的に隔年実施となっており、2012年度（平成24年度）、2013年度（平成25年度）、2015年度（平成27年度）、2017年度（平成29年度、以降和暦は省略する）に続き5回目となる。

## 2. 方法

### 2-1. 調査河川

調査対象河川は、知床半島斜里町側のルシャ地区を流れるルシャ川およびテッパンベツ川である。遡上数調査は、両河川の下流部に調査ラインを設定して実施した（図1）。産卵床調査は、ルシャ川においては河口から約 3,200m、テッパンベツ川においては河口から約 2,000m までの範囲で実施した。

### 2-2. 水温の計測

調査期間中における基礎情報としての河川水温を把握するために、両河川の下流部に水温ロガーを設置し、30分に1回の間隔で水温を計測した。調査開始日である2019年8月18日の午前9時30分から計測を開始し、10月17日の午後4時30分に計測を終了した。水温のデータを吸出してから、調査期間中における毎日の平均水温、最高水温、最低水温、日較差（日最高水温と日最低水温の差）の推移を調べた。

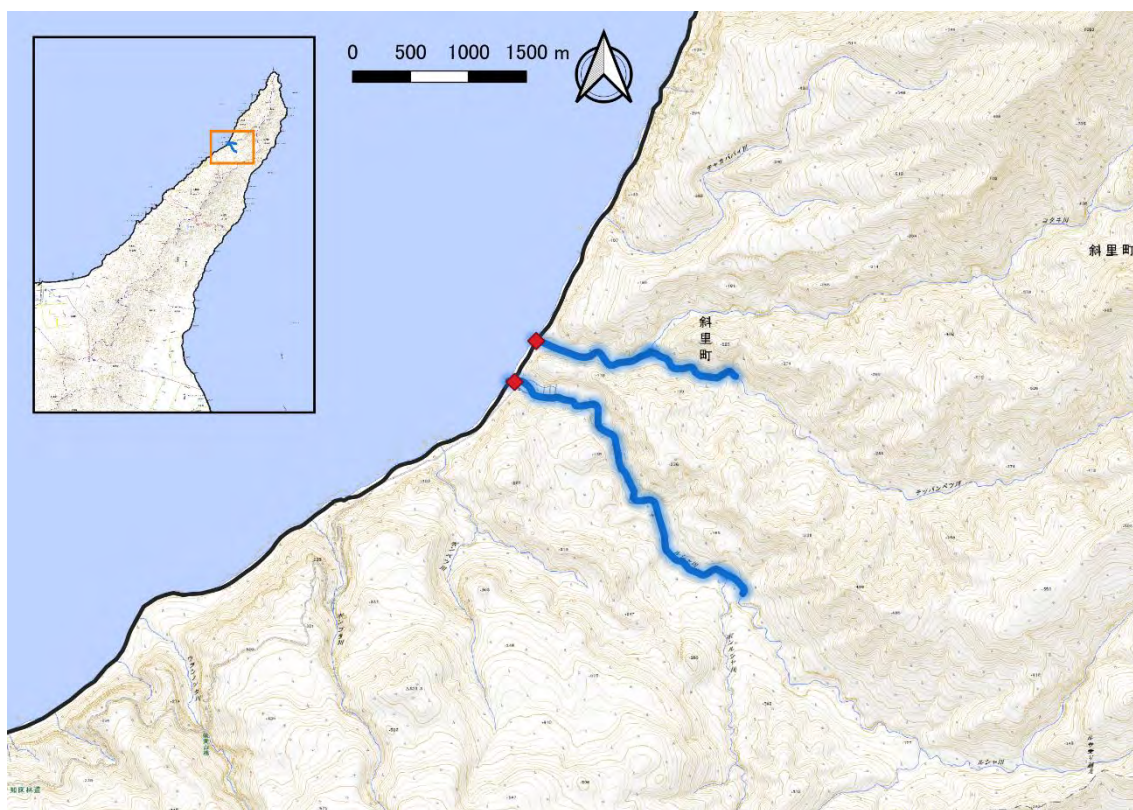


図1. ルシャ川およびテッパンベツ川の調査範囲（各河川の下流部の赤丸が遡上数調査および水温ロガー設置地点、太い青線の部分が産卵床調査区間を示す）

## 2-3. 遡上数の調査

### 調査期間および回数

本調査は、モニタリング項目において定められているカラフトマスを対象として、その遡上および産卵期である8月18日から10月21日までの約2カ月間に実施した。2017年度には、初回調査（8月27日）において最多の遡上数が確認され、遡上数の推定精度への影響が指摘されたため（平成29年度第2回河川工作物アドバイザー会議）、本調査は過年度よりも早く開始した。基本的に週に2度調査することとし、ルシャ地区へ到着時に、強雨による増水や濁水が見られた時は調査を延期した。本年は8/29および10/20の計2回、調査を断念した。そのため、調査期間中における調査回数は両河川ともに19回となった。調査間隔の最大日数は4日だった（表1、付表1）。

表1. ルシャ川およびテッパンベツ川においてカラフトマスの遡上数調査を実施した日  
（水色セルは調査実施日、緑色セルは濁水のため調査を中止した日）

2019年8月						
月	火	水	木	金	土	日
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	
2019年9月						
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						
2019年10月						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

### 遡上数のカウント方法

両河川において、カラフトマスの移動を計数する際の基準となるラインを、河川内の淵からの流れ出し部分に、河川の流下方向に垂直に設定した。具体的には、ルシャ川では河口に近い下流部の作業道に設置された橋から約 10m 下流側、テッパンベツ川での河口に近い下流部の作業道に設置された橋から約 5m 下流側に設定した（図 1、写真 1、2）。

ラインより下流側から上流側へ、また上流側から下流側へのカラフトマスの移動を、それぞれ遡上および降下と定義した。ルシャ川では左岸から、テッパンベツ川では橋の上から、偏光グラスを用いたうえで河川内を目視で観察して、カラフトマスの遡上数と降下数をカウントした。河床礫の表面に厚く藻類が付着したときは、体背面が黒色を呈するカラフトマスの視認性が低かったため、ライン上に白色系の礫を並べるように投入して誤カウントを防いだ。

カウントは、8 時台から 16 時台までの時間内で、2 時間毎に 20 分間実施した。カウント中にヒグマが調査ライン周辺に現れ、カラフトマスの動きが乱れた場合には、カウントを一時中断した。ヒグマが立ち去りカラフトマスの動きが落ち着いたのを確認してから、カウントを再開した。





写真1. ルシャ川に設定した遡上数計数のための調査ライン（赤線）



写真2. テッパンベツ川に設定した遡上数計数のための調査ライン（赤線）

## 2-4. 産卵床の調査

### 調査実施日

本調査は、過年度と同様にカラフトマスを対象として、河川内の産卵床数が最大となる時期である9月第5週、および10月第1週に1回ずつを目安として、1回目を9月28日、2回目を10月3日に実施した。

### 産卵床のカウント方法

両河川の作業道にかかる橋を基準として、上流方向にレーザー距離計を用いて100m間隔で区間を設定し、区間ごとに産卵床の全数をカウントした（写真3）。また各区間の河床面積を算出するために、区間の境界においてテープメジャーを用いて河床幅を計測した。ルシャ川では河口から上流約3,200mまでの32区間、テッパンベツ川では河口から上流約2,000mまでの20区間を遡行して調査した（図1）。

### 産卵床カウントに関わる注意事項

- ・産卵床の大きさと形状、礫の状況などから産卵が完了していると特定できるもののみをカウントする。
  - ・調査時に、カラフトマスが産卵床を造成中で、既に産卵床として十分な大きさに形成されているものはカウントの対象とする（産卵行動中のものも含む）。
  - ・カラフトマスが産卵床を造成している最中に、何らかの原因により造成が中止されたと思われるものはカウントしない（試し掘りおよびヒグマの捕食の可能性等を考慮）。
  - ・産卵床が密集し河床全体が掘り起こされている場所では、産卵床として形状が確認できるもののみカウントし、面積などからの推定でカウントは行わない。
- 各回の調査時に、上記の条件に基づいて産卵床のカウントを実施した。



写真 3. 産卵床調査で河川を遡行している様子

## 2-5. ヒグマの出没記録調査

本調査では、ルシャ川およびテッパンベツ川におけるカラフトマスの遡上数にヒグマが与える影響について調べるために、ヒグマの出没を記録した。調査実施中にヒグマを発見した場合には、時間、出沒個体の構成（成獣・幼獣判別を含む）、場所（河口部、上流部、移動方向）、および行動内容（魚の探索、魚の捕食、移動、威嚇等）を記録した。便宜的に、単独個体および親子をそれぞれグループと定義して、グループの目撃回数を数えた。

## 2-6. 分析

### 2-6-1. 遡上数

#### 遡上数の推定

ルシャ川およびテッパンベツ川におけるカラフトマスの遡上数は、横山ほか（2010）に従い、台形近似法（AUC法）を用いて推定した。この方法は、遡上数の実測値を図上にプロットし、その下側の面積を以下の式に基づき台形近似して、遡上数を推定するものである。

$$AUC_d = \sum_{r=2}^5 \frac{(t_r - t_{r-1})(C_r + C_{r-1})}{2}$$
$$\chi_i = AUC_d \frac{C}{Cd}$$
$$AUC = \sum_{i=2}^n \frac{(D_i - D_{i-1})(\chi_{D_i} + \chi_{D_{i-1}})}{2} + \frac{\chi_{D_1} S}{2} + \frac{\chi_{D_n} S}{2}$$

- $AUC_d$  : 昼間（8～16時）の遡上数  
 $r$  : 調査日における計測回次（2～5）  
 $t_r$  : カウントの時刻  
 $C_r$  : 調査日の  $r$  回次の遡上数  
 $x_{D_i}$  : 調査日の日間（24時間）遡上数  
 $C/Cd$  : 昼間（8～16時）の遡上数と日間（24時間）遡上数の比=2  
 $AUC$  : 推定した総遡上数  
 $D_i$  : カウント調査日  
 $S$  : カラフトマスの河川滞在日数=8（横山ほか 2010 の平均値）

また、台形近似法により推定した遡上数の誤差は、ブートストラップ法を用いて推定した。この際、調査期間における日間遡上数について繰り返しを許してリサンプリングし、AUCを推定することを  $B$  回繰り返し、以下の式に従って推定を行った。さらに、パーセントイル法により、ブートストラップサンプルの 0.025 $B$  番目を下側信頼限界、0.975 $B$  番目を上側信頼限界として、95%信頼区間を算定した。

$$SE(AUC) = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^B (AUC_b - AUC_{bm})^2}{B-1}}$$

- $B$  : ブートストラップ反復回数=10,000回  
 $AUC_b$  : 反復  $b$  回目における AUC 推定値  
 $AUC_{bm}$  : ブートストラップ推定値の平均

#### 過去の推定遡上数との比較

本年度の推定遡上数を過年度の調査結果と比較した。また、ルシャ川およびテッパンベツ川におけるカラフトマスの遡上数の経年的な変化が、より広域的な範囲における変化と同様であるかを調べるために、北海道に来遊するカラフトマスの数および河川で捕獲されるカラフトマスの数の変化と比較した。

## 2-6-2. 産卵床

### 産卵床密度の算出、産卵床分布図等の作成

ルシャ川およびテッパンベツ川において実施した産卵床数調査の結果を用いて、100m 区間ごとの産卵床密度を算出した。また、その分布図を作成した。

### ダムの改良効果の検証

ルシャ川では本年度の6~7月に、北海道により第2および第3ダムが一部改良された。過去に実施された産卵床の調査結果と比較することで、本年度のダムの改良効果を検証した。この際、ルシャ川を河口から第1ダム下、第1ダム上から第3ダム下、第3ダム上から3,200mの3区間に分け、各区間における産卵床数および調査区間全体に占める産卵床数の割合の経年的変化を調べた。

### 過去の産卵床数、産卵床密度や他地域との比較

河川全体における産卵床数と産卵床密度について、過年度の調査結果と比較した。

### 2-6-3. ヒグマの出没

#### ヒグマの出没傾向分析

収集したヒグマの出没記録をもとに、ヒグマの出没時における行動内容について傾向を分析した。目撃した行動について、魚の探索、魚の探索および捕食、魚の探索およびその他、移動、休息に分類して、調査中に目撃したそれぞれの行動の割合を調べた。また出没の時間帯についての傾向を把握するために、遡上数調査を行った2時間ごとの割合を調べた。

#### ヒグマの出没とカラフトマスの遡上の関係の分析

ヒグマが多く出没することで、その日のカラフトマスの遡上数に変化があるかを分析するために、ヒグマの出没回数（グループ数）とカラフトマスの実遡上数の関係性について分析した。

#### 河口部におけるヒグマによるカラフトマスの総捕食数の推定

遡上数調査では河口部付近で捕食されているカラフトマスはカウントされていないため、出没記録をもとに調査期間中における河口部付近での総捕食数を概算した。この際、20分間の遡上数カウントにおけるヒグマの行動内容として、「河口部周辺で魚探索、捕食」と記録された回数を河口部での捕食回数として扱い、1回の捕食におけるカラフトマスの捕食数を1個体と仮定した。調査実施時間における河口部付近での捕食数の割合を、夜間も含めた調査期間全体における時間と掛け合わせることで算出した。



### 3. 調査結果

#### 3-1. 水温の変化

テッパンベツ川では、8月下旬の増水により温度ロガーが水面上に上がってしまったため、8月26日から29日における測定値を今回の分析からは除外した。ルシャ川およびテッパンベツ川における日平均水温は、8月下旬から9月上旬に11~15°C台を示した後、次第に低下して10月中旬には7~10°C台となった(図2)。両河川ともに、9月9日の日平均水温が最も高く、10月16日に最も低かった。両河川を比較すると、調査期間のほとんどにおいて、テッパンベツ川の方がわずかにルシャ川よりも日平均水温が高かった。

日最高水温は、8月下旬から9月中旬まで12~18°Cで推移した後に、徐々に低下して10月中旬には8~10°C台となった(図3)。調査期間中における最も高い日最高水温は、ルシャ川において9月8日午後2時00分の17.0°C、テッパンベツ川において9月10日午前11時30分の16.9°Cだった。両河川を比較すると、より高い温度を示す河川は日によって異なった。一方で、日最低水温は、8月下旬から9月中旬まで10~16°Cで推移した後に、徐々に低下して10月中旬には6~8°C台となった(図4)。両河川を比較すると、調査期間のほとんどにおいてルシャ川の方がテッパンベツ川よりも日最低水温が低かった。

日較差は、ルシャ川では0.9°Cから4.6°Cの範囲で、テッパンベツ川では0.6°Cから3.4°Cの範囲で変化した(図5)。ルシャ川およびテッパンベツ川において、日較差が最も大きかったのは9月8日だった。両河川を比較すると、調査期間のほとんどにおいてルシャ川の方がテッパンベツ川よりも日較差は大きかった。

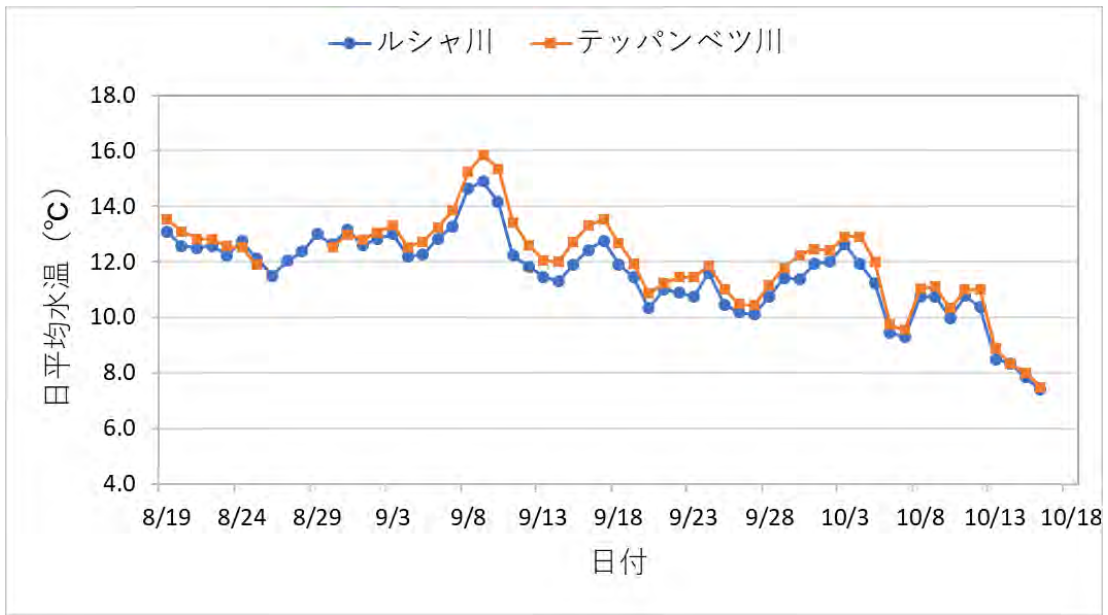


図2. ルシヤ川およびテッパンベツ川下流部における調査期間の日平均水温の変化

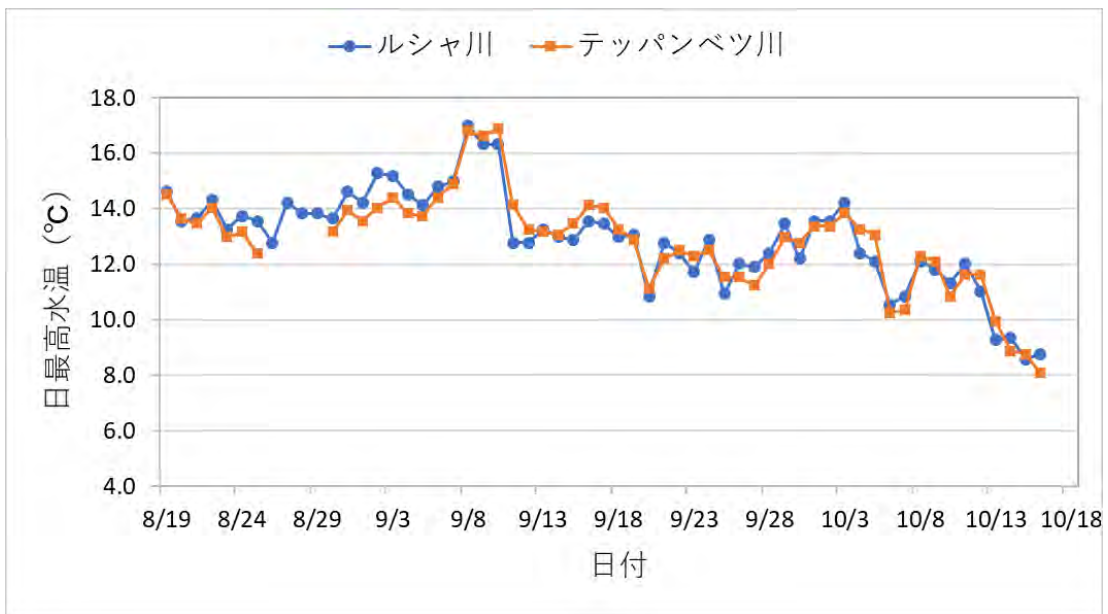


図3. ルシヤ川およびテッパンベツ川下流部における調査期間の日最高水温の変化

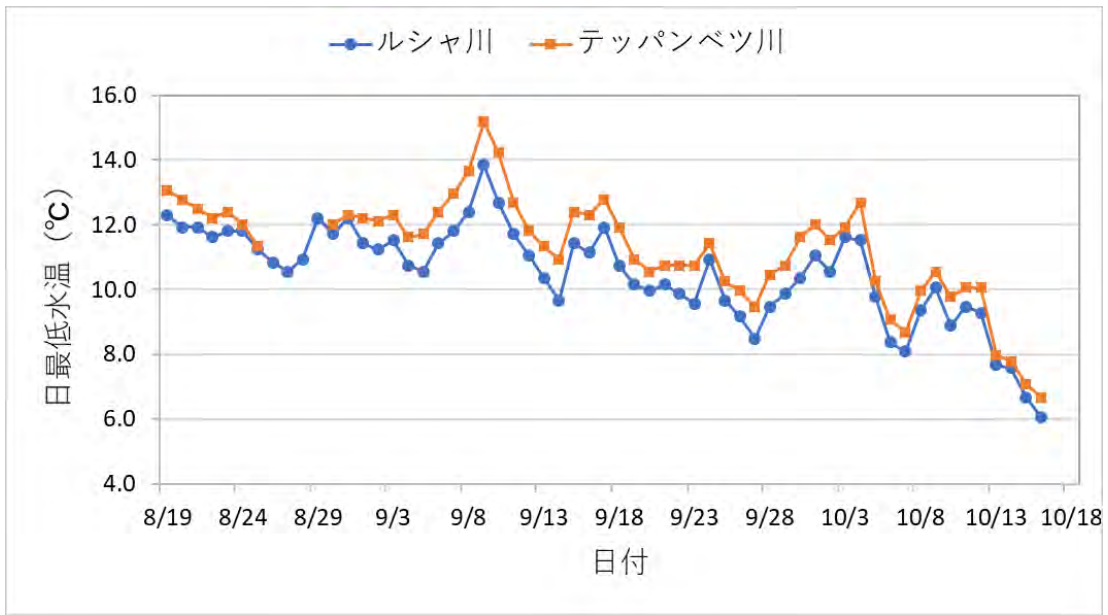


図4. ルシャ川およびテッパンベツ川下流部における調査期間の日最低水温の変化

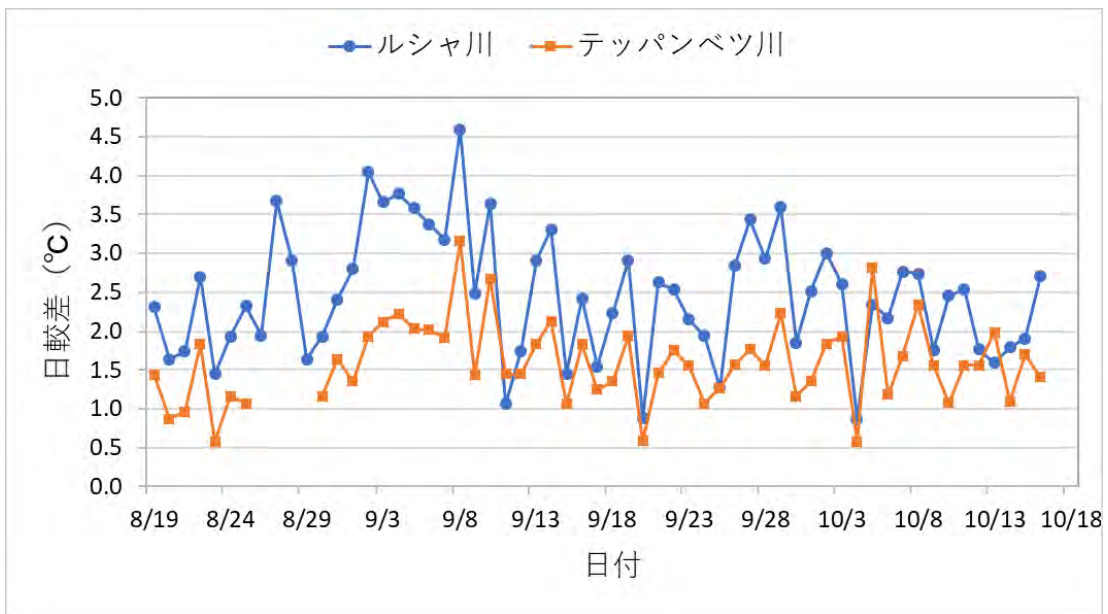


図5. ルシャ川およびテッパンベツ川下流部における調査期間の日較差の変化

### 3-2. 遡上数の調査

#### 遡上数および降下数

ルシャ川およびテッパンベツ川における、調査実施日の時間帯別のカラフトマスの合計遡上数と合計降下数の差分である実遡上数は、調査期間中全体においてほとんどが正の値を示した（図6）。実遡上数は日による変化が大きく、ルシャ川では最多で101個体（9月5日）、最少で-1個体（9月12日）、テッパンベツ川では最多で84個体（9月12日）、最少で-1個体（10月10日）であった。また、ルシャ川とテッパンベツ川の両河川において、遡上数が多い日には降下数も多くなるなど、同日の遡上数と降下数の間には強い正の相関が見られた（図7、ルシャ川： $r=0.89$ 、テッパンベツ川： $r=0.94$ ）。ルシャ川とテッパンベツ川における調査日の20分間ごとの遡上数および降下数の結果は、それぞれ付表2、3の通りである。

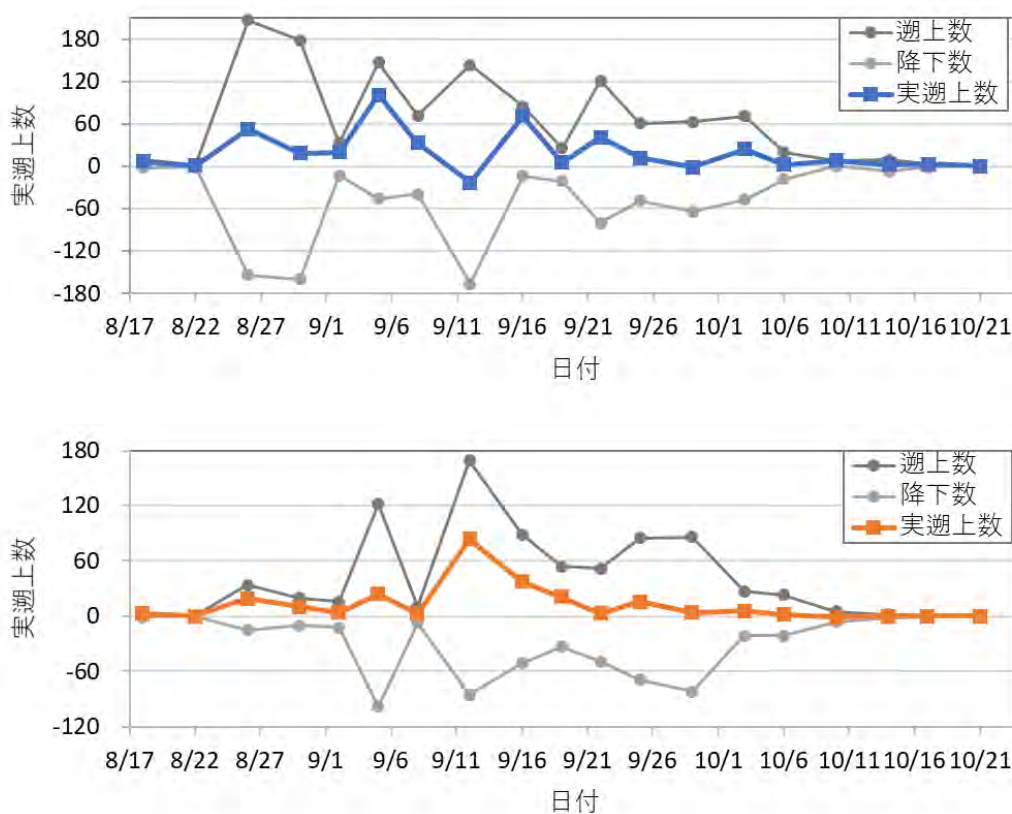


図6. ルシャ川（上）およびテッパンベツ川（下）における調査日ごとのカラフトマスの遡上数、降下数、および実遡上数（遡上数－降下数）の推移。それぞれ、8～16時台の2時間毎に20分間で目視によりカウントされたカラフトマスの移動数の合計値（合計100分間）を示しており、降下は遡上と逆方向の動きであるので負の値として表示している。

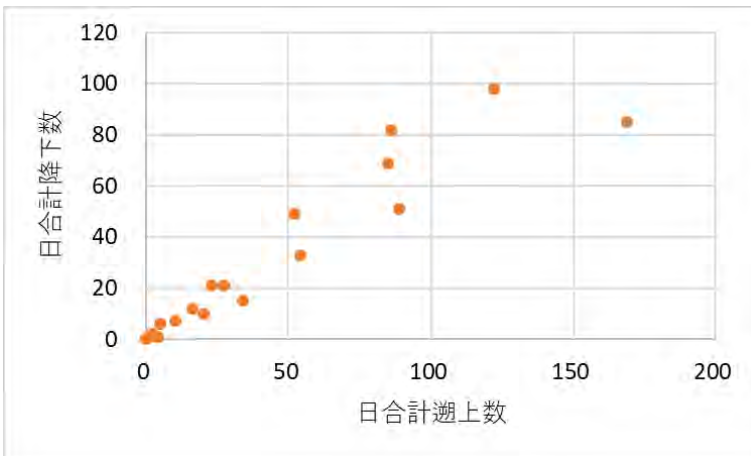
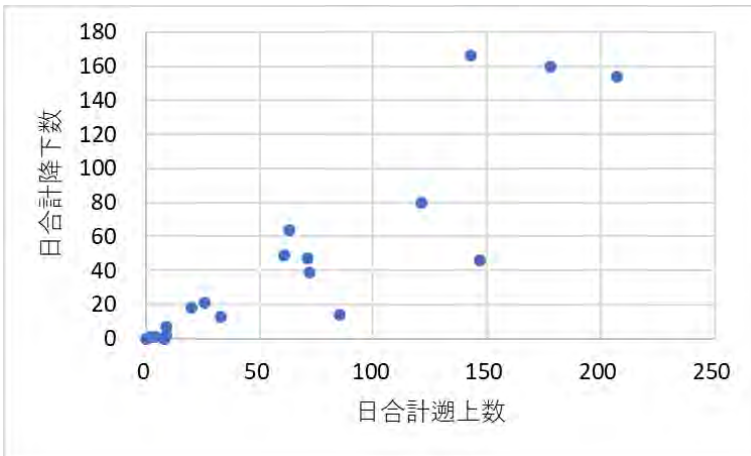


図7. ルシャ川（上）およびテッパンベツ川（下）における調査日ごとのカラフトマスの遡上数と降下数の関係

### 3-3. 産卵床の調査

#### ルシャ川

ルシャ川におけるカラフトマスの産卵床総数は、9月28日に728床、10月3日に574床だった。下流部から上流部までの32区間において産卵床を確認した範囲は、1回目調査時は27区まで、2回目調査時は26区までであった(図8)。産卵床が最も多かった区間は、両調査日ともに2区であり、それぞれ114床および60床であった。ルシャ川の河口から上流域まで100mごとに計測した川幅は、付表4の通りである。

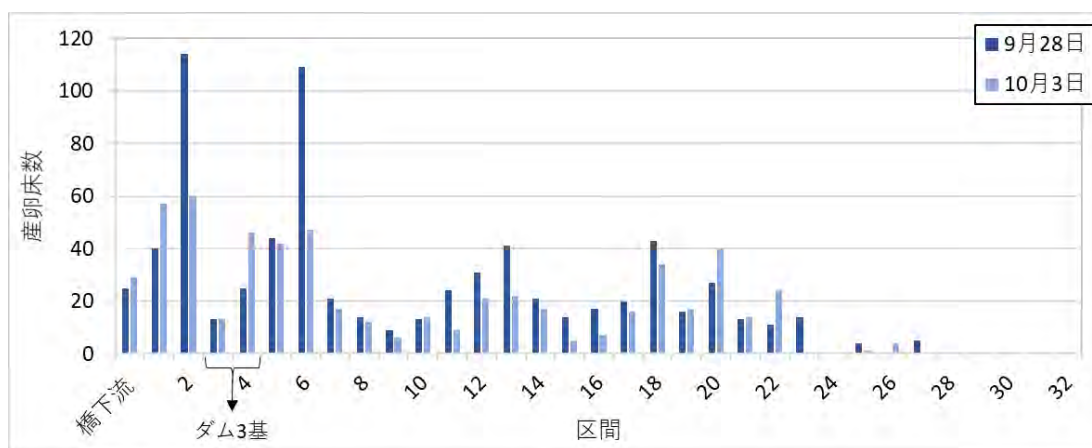


図8. ルシャ川におけるカラフトマスの調査日別(青色:9月28日、水色:10月3日)の産卵床数

## テッパンベツ川

テッパンベツ川におけるカラフトマスの産卵床総数は、9月28日に187床、10月3日に249床だった。下流部から上流部までの20区間において産卵床を確認した範囲は、1回目調査時は19区まで、2回目調査時は20区までであった(図9)。産卵床が最も多かった区間は、1回目調査時は4区、2回目調査時は12区であり、それぞれ19床および29床であった。テッパンベツ川の河口から上流域まで100mごとに計測した川幅は、付表5の通りである。

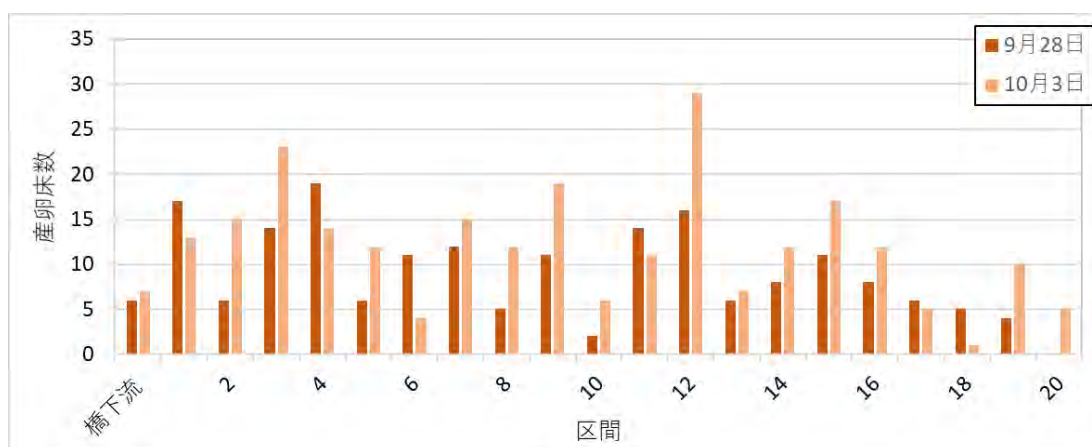


図9. テッパンベツ川におけるカラフトマスの調査日別(茶色:9月28日、橙色:10月3日)の産卵床数

### 3-4. ヒグマの出没の記録

#### ルシャ川

ルシャ川においてヒグマは、全ての遡上数調査日において出没した。出没したヒグマはのべ88グループ、のべ98頭であった(表2)。ヒグマのグループごとの出没回数は単独のメス成獣サイズ個体が最も多く57回(全体の65%、写真4)、単独の亜成獣サイズ個体が25回(同28%)、0歳2頭連れ親子が4回(同5%)、単独のオス成獣サイズ個体が2回(同2%)であった。

調査ライン付近にヒグマが現れることで、遡上数調査を一時中断したのは5調査日において計5回あった。カラフトマスが逃避行動を示した場合は、元の状態に戻ったことを確認してから調査を再開したが、そのために遡上数調査に欠測が生じることはなかった。産卵床調査では、1回目調査時に、上流側で0歳2頭連れ親子を目視した。この際、ヒグマとの距離は離れており、調査に影響はなかった。

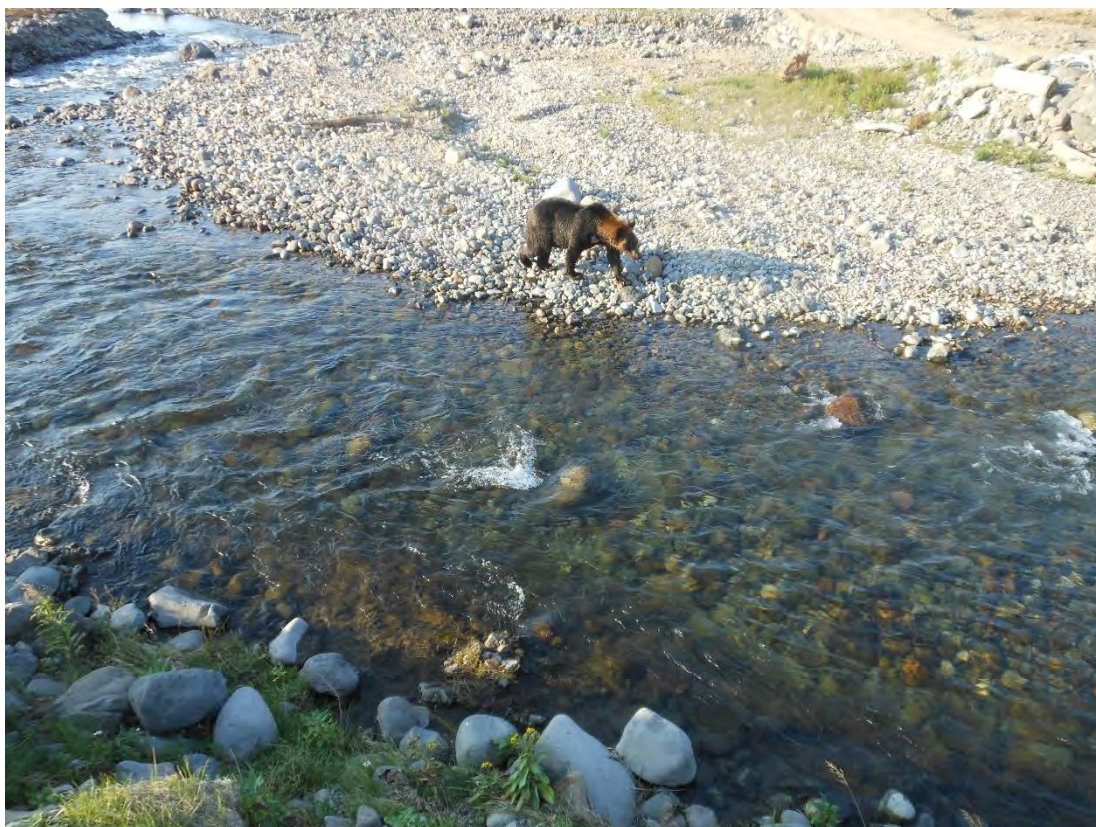


写真4. ルシャ川の遡上数調査付近で魚を探索しているメス成獣サイズのヒグマ



表2. ルシャ川における遡上数調査時のヒグマの出没状況（赤字は調査が一時中断となったもの）

No.	調査回次	日	時間帯	頭数	構成	行動内容等
1	1	8/18	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
2		8/18	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
3		8/18	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。亜成獣へ威嚇。
4		8/18	10:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。メス成獣サイズから威嚇され退避。
5		8/18	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
6		8/18	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
7		8/18	14:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。
8		8/18	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
9		8/18	16:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索。
10		8/18	16:00	1	亜成獣サイズ	テッパンベツ方向へ移動。
11	2	8/22	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
12		8/22	8:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
13		8/22	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
14		8/22	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
15		8/22	14:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
16		8/22	14:00	3	0歳2頭連れ親子	河口部から上流部へ、河畔を移動。
17		8/22	16:00	1	メス成獣サイズ	テッパンベツ方向へ移動。
18	3	8/26	10:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索、捕食。
19		8/26	12:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。
20		8/26	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
21		8/26	14:00	1	亜成獣サイズ	上流部で魚探索。
22		8/26	14:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。
23		8/26	14:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
24		8/26	16:00	1	オス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
25		8/26	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
26	4	8/30	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
27		8/30	10:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
28		8/30	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
29		8/30	10:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
30		8/30	12:00	1	オス成獣サイズ	ポンベツ方向へ移動。
31		8/30	12:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
32		8/30	12:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
33		8/30	14:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
34		8/30	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
35	5	9/2	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
36		9/2	10:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索。
37		9/2	16:00	2	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
38		9/2	16:00	2	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
39	6	9/5	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
40		9/5	8:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
41		9/5	8:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
42		9/5	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
43		9/5	12:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索、捕食。
44		9/5	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。

表2 (続き). ルシャ川における遡上数調査時のヒグマの出没状況 (赤字は調査が一時中断となったもの)

No.	調査回数	日	時間帯	頭数	構成	行動内容等
45	7	9/8	8:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
46		9/8	8:00	3	0歳2頭連れ親子	河口部で魚探索。
47		9/8	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
48		9/8	10:00	1	亜成獣サイズ	ポンベツ方向へ移動。
49		9/8	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
50	8	9/12	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
51		9/12	8:00	1	メス成獣サイズ	テッパンベツ方向から移動。
52		9/12	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
53		9/12	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
54		9/12	12:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索、捕食。
55		9/12	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
56		9/12	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
57	9	9/16	8:25	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ、河畔を移動。
58		9/16	8:25	1	亜成獣サイズ	上流部で魚探索。
59		9/16	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
60		9/16	14:00	1	メス成獣サイズ	河畔で寝ていた。
61	10	9/19	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
62		9/19	10:00	1	メス成獣サイズ	ポンベツ方向へ移動。
63		9/19	14:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索、捕食。
64		9/19	16:00	1	亜成獣サイズ	上流部で魚探索、マスを捕まえたが、食はず。
65	11	9/22	12:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
66		9/22	12:00	1	亜成獣サイズ	ポンベツ方向へ移動。
67		9/22	12:00	3	0歳2頭連れ親子	河口部から上流部へ、河畔を移動。
68	12	9/25	10:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
69		9/25	10:00	1	亜成獣サイズ	テッパンベツ方向から移動。
70		9/25	14:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索。
71		9/25	14:00	3	0歳2頭連れ親子	上流部で魚探索。
72	13	9/29	14:30	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索、捕食。
73	14	10/3	8:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
74		10/3	14:05	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
75		10/3	14:05	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
76		10/3	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
77		10/3	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
78	15	10/6	16:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
79	16	10/10	12:00	1	メス成獣サイズ	河畔で寝ていた。
80		10/10	12:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
81		10/10	14:00	1	メス成獣サイズ	上流部で魚探索。
82		10/10	14:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
83		10/10	14:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
84	17	10/14	10:00	1	亜成獣サイズ	ポンベツ方向へ移動。
85		10/14	12:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
86	18	10/17	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
87		10/17	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
88	19	10/21	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。

## テッパンベツ川

テッパンベツ川におけるヒグマの出没は、10月6日および10月17日の2調査日を除く、17回の遡上数調査日で確認した。出没したヒグマは、のべ47グループ、のべ48個体であった(表3)。ヒグマのグループごとの出没回数はメス成獣サイズが最も多く28回(全体の60%)、亜成獣サイズが18回(同38%、写真5)、0歳1頭連れ親子が1回(同2%)であった。遡上数調査を一時中断したのは5調査日の計7回あった。ルシャ川と同様で、遡上数調査に欠測が生じることはなかった。なお、産卵床調査においては、ヒグマを目視しなかった。

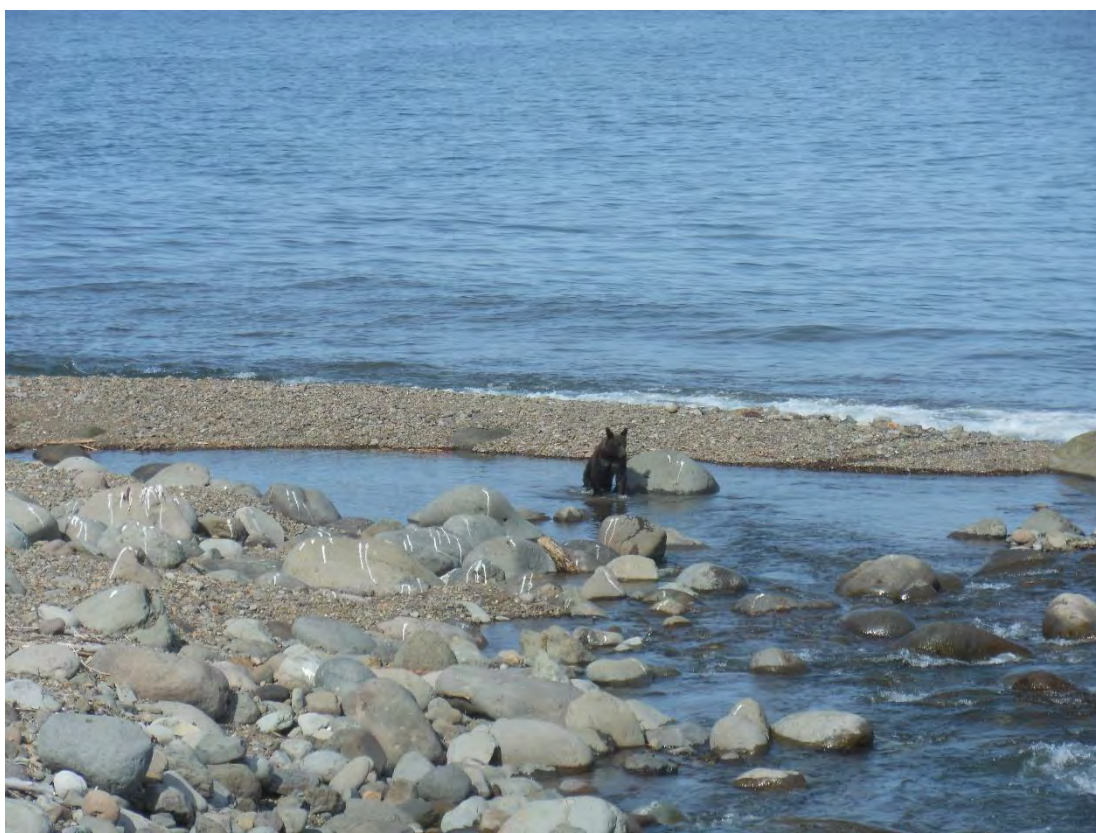


写真5. テッパンベツ川の河口付近で魚を探索している亜成獣サイズのヒグマ

表3. テッパンベツ川における遡上数調査時のヒグマの出没状況（赤字は調査が一時中断となったもの）

No.	調査回数	日	時間帯	頭数	構成	行動内容等
1	1	8/18	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
2		8/18	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
3		8/18	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
4		8/18	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
5		8/18	16:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
6		8/18	16:00	1	メス成獣サイズ	ルシャ方向から移動。
7		8/18	16:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索。
8	2	8/22	12:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
9	3	8/26	10:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索、捕食。
10		8/26	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
11	4	8/30	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
12		8/30	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
13		8/30	16:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。
14	5	9/2	8:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索、捕食。
15		9/2	8:00	1	亜成獣サイズ	番屋方向から移動して、魚探索。
16		9/2	10:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。
17		9/2	16:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
18	6	9/5	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。亜成獣へ威嚇。
19		9/5	8:00	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索。メス成獣サイズから威嚇され退避。
20		9/5	8:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
21		9/5	12:00	1	メス成獣サイズ	上流部から河口部へ移動しながら、魚探索、捕食。
22		9/5	14:00	1	亜成獣サイズ	上流部で川を渡る。
23	7	9/8	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
24		9/8	10:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
25		9/8	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
26		9/8	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ、河畔を移動。
27		9/8	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索、捕食。
28	8	9/12	8:00	1	メス成獣サイズ	ルシャ方向から移動。
29		9/12	8:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
30		9/12	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
31		9/12	16:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
32	9	9/19	7:35	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
33		9/19	10:00	1	亜成獣サイズ	番屋方向へ移動。
34	10	9/19	10:25	1	亜成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
35		9/19	16:00	1	メス成獣サイズ	ルシャ方向へ移動。
36	11	9/22	10:00	1	亜成獣サイズ	上流部から河口部へ、河畔を移動。
37		9/22	10:00	1	亜成獣サイズ	上流部から河口部へ、河畔を移動。車に近づいた。
38		9/22	12:00	2	0歳1頭連れ親子	河口部から上流部へ、河畔を移動。
39	12	9/25	14:20	1	メス成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
40		9/25	14:20	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
41	13	9/29	8:00	1	亜成獣サイズ	河口部から上流部へ移動しながら、魚探索。
42	14	10/3	14:05	1	亜成獣サイズ	上流部で魚探索、捕食。
43		10/3	14:05	1	亜成獣サイズ	上流部で魚探索、捕食。
44		10/3	15:50	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。

表3 (続き). テッパンベツ川における遡上数調査時のヒグマの出没状況 (赤字は調査が一時中断となったもの)

No.	調査回数	日	時間帯	頭数	構成	行動内容等
45	16	10/10	14:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索、捕食。
46	19	10/21	12:00	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。
47		10/21	15:35	1	メス成獣サイズ	河口部で魚探索。

## 4. 分析結果

### 4-1. 遡上数の分析

#### 遡上数の推定結果

ルシャ川およびテッパンベツ川において実施した遡上数の調査結果をもとに、台形近似法によってカラフトマスの日別推定遡上数を算出した（図 10）。両河川における日別遡上数の合計である推定遡上数（±標準誤差）は、それぞれ 11,838（±2,047）個体および 8,052（±1,481）個体であった。推定誤差（誤差/総遡上数）は、それぞれ 17.3%および 18.4%であり、95%信頼区間は、それぞれ 7,934~15,390 個体および 5,369~11,128 個体であった。

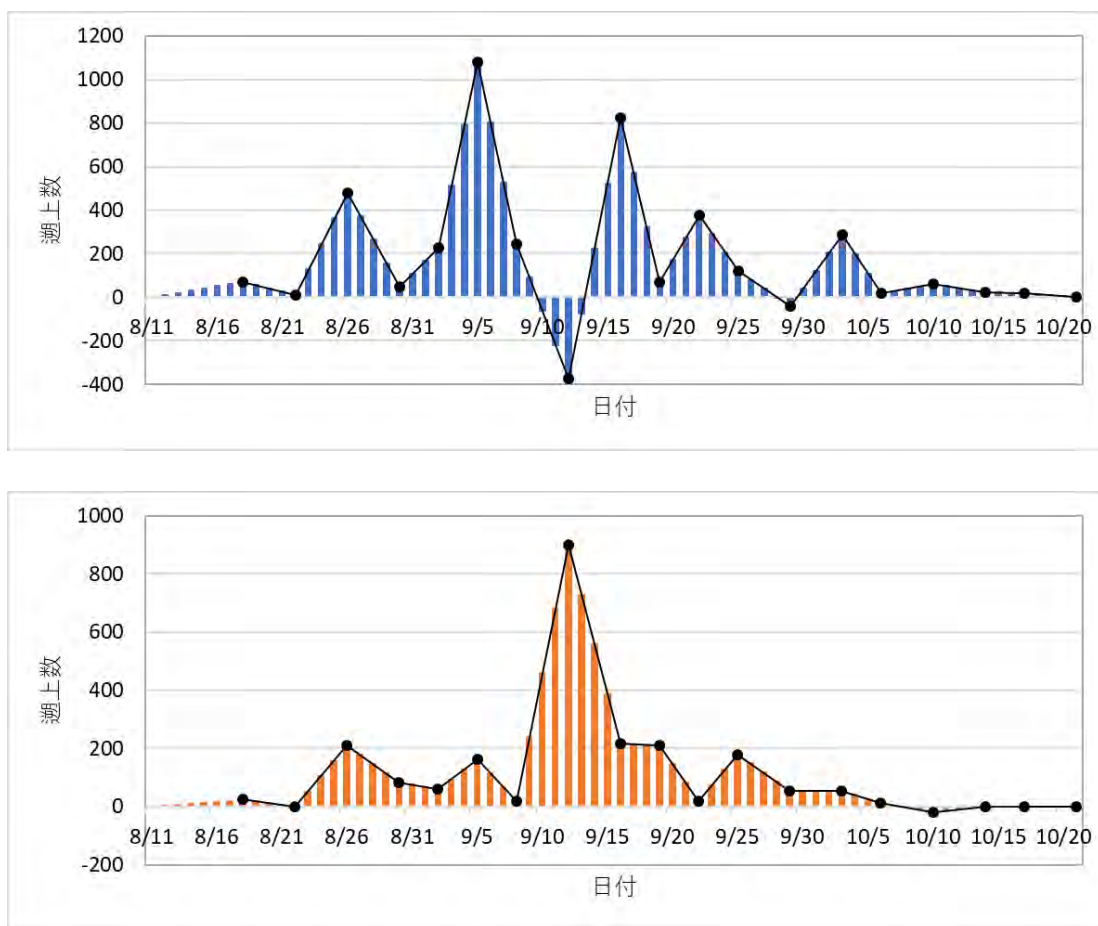


図 10. ルシャ川（上）およびテッパンベツ川（下）における台形近似法（AUC 法）により推定されたカラフトマスの日別の遡上数

### 過年度の推定遡上数との比較

ルシャ川におけるカラフトマスの遡上数の推定は、2006年から2008年までの3年間に横山ほか（2010）により、またその後、2012年からはテッパンベツ川を含めて、北海道森林管理局によって行われている（表4）。すべての調査において、同じ調査手法が用いられてきたため、過年度との比較が可能である。

本調査におけるルシャ川のカラフトマスの推定遡上数は11,838個体となり、2017年に類似していた。58,000個体以上が遡上したと推定され、これまでの最多の年となっている2013年に比べると、本年の遡上数は約20%と著しく少なかった。一方で、最少の年である2015年よりは約2.8倍多かった。テッパンベツ川の遡上数は8,052個体と推定された。この数は過去5回の調査において2番目に多く、直近の調査年である2017年と比較して約3.6倍となった。ルシャ川と同様に、テッパンベツ川においても2013年の遡上数が43,332個体と推定され最多となっているが、最多年と比較すると本年の遡上数は約20%と著しく少なかった。一方で、最少の年である2015年よりは約4.3倍多かった。

北海道へのカラフトマス来遊数は、隔年で増減することが知られており、2004年以降、奇数年が豊漁年、偶数年が不漁年となっていた。近年ではその傾向が逆転、再逆転するなど不規則な変動が起きている。更には、奇数年における来遊数が減少しており、本年は1989年以降で最も来遊数が少ない年となった（北海道区水産研究所2019）。このような傾向は、北海道の河川におけるカラフトマスの捕獲数でも同様に見られており、本年の捕獲数は1989年以降で2番目に少なかった（北海道区水産研究所2019）。しかしながら、本調査は2013年以降奇数年に実施されているが、ルシャ川とテッパンベツ川においては、推定遡上数の減少傾向は認められなかった（図11）。むしろ、2019年の推定遡上数は過年度と同程度またはより多くなっていたため、必ずしも本調査河川における増減が、北海道全体の傾向とは合致していないと考えられる。このためにも、これまで指摘されているように、より長い期間において増減傾向をモニターしていくことが重要である。

表 4. 本調査を含む過去のルシャ川およびテッパンベツ川におけるカラフトマスの推定遡上数および調査の実施主体

年	ルシャ川			テッパンベツ川			調査実施主体
	推定遡上数	標準誤差	95%信頼区間	推定遡上数	標準誤差	95%信頼区間	
H18 2006	58,000	-	31,000~82,000	-	-	-	横山ほか (2010)
H19 2007	36,000	-	19,000~49,000	-	-	-	横山ほか (2010)
H20 2008	10,000	-	7,000~21,000	-	-	-	横山ほか (2010)
H21 2009	-	-	-	-	-	-	-
H22 2010	-	-	-	-	-	-	-
H23 2011	-	-	-	-	-	-	-
H24 2012	19,905	2,885	14,386~25,810	3,369	570	2,307~4,550	北海道森林管理局
H25 2013	58,236	6,366	46,044~70,856	43,332	6,558	31,224~56,666	北海道森林管理局
H26 2014	-	-	-	-	-	-	-
H27 2015	4,287	502	3,319~5,266	1,860	222	1,341~2,210	北海道森林管理局
H28 2016	-	-	-	-	-	-	-
H29 2017	10,737	1,007	9,071~13,097	2,241	286	1,737~2,880	北海道森林管理局
H30 2018	-	-	-	-	-	-	-
H31(R1) 2019	11,838	2,047	7,934~15,930	8,052	1,481	5,369~11,128	本調査

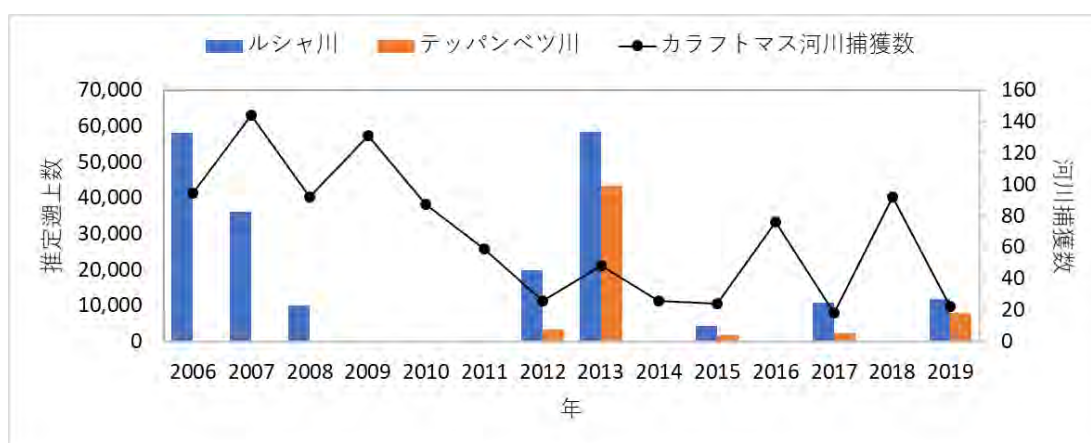
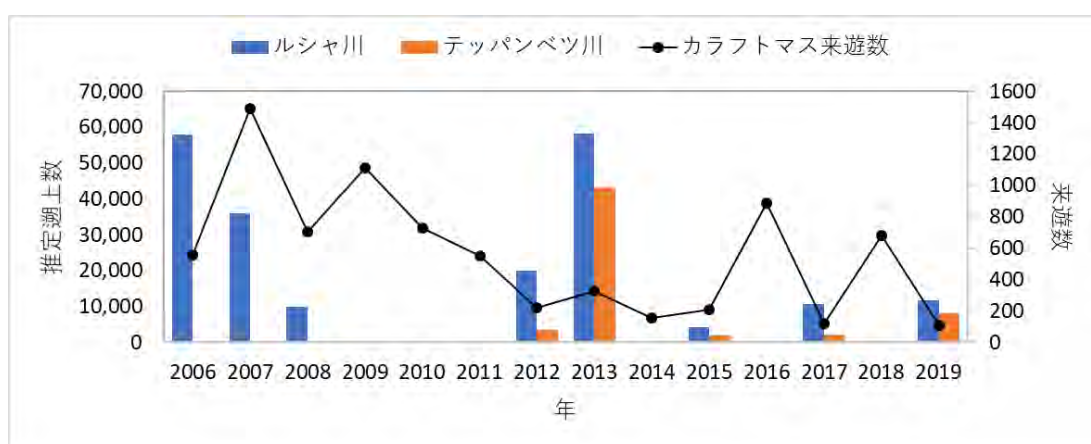


図 11. 本調査を含む過去のルシャ川およびテッパンベツ川におけるカラフトマスの推定遡上数と北海道全体におけるカラフトマスの来遊数（上）および河川捕獲数（下）の関係



## 4-2. 産卵床の分析

### 産卵床密度

調査区間ごとの産卵床数と河床幅から計算した河床面積をもとに産卵床密度を算出した結果、ルシャ川の産卵床密度は9月28日に0~0.099/m<sup>2</sup>（最大2区）であり、10月3日に0~0.063/m<sup>2</sup>（最大1区）であった（図12、付表4）。また両調査日における調査範囲全体の産卵床密度は、それぞれ0.021/m<sup>2</sup>および0.017/m<sup>2</sup>であった。産卵床の分布図を作成した結果、ルシャ川の下流側の2区および6区において産卵床密度が突出して高く、他の区間における密度が低い様子が確認された（図13）。

またテッパンベツ川の産卵床密度は9月28日に0~0.027/m<sup>2</sup>（最大1区と12区）であり、10月3日に0~0.049/m<sup>2</sup>（最大12区）であった（図14、付表5）。また両調査日における調査範囲全体の産卵床密度は、それぞれ0.012/m<sup>2</sup>および0.017/m<sup>2</sup>であった。産卵床の分布図を作成した結果、河川全体において産卵床密度は中程度であり、突出して高い区間は見られなかった（図15）。

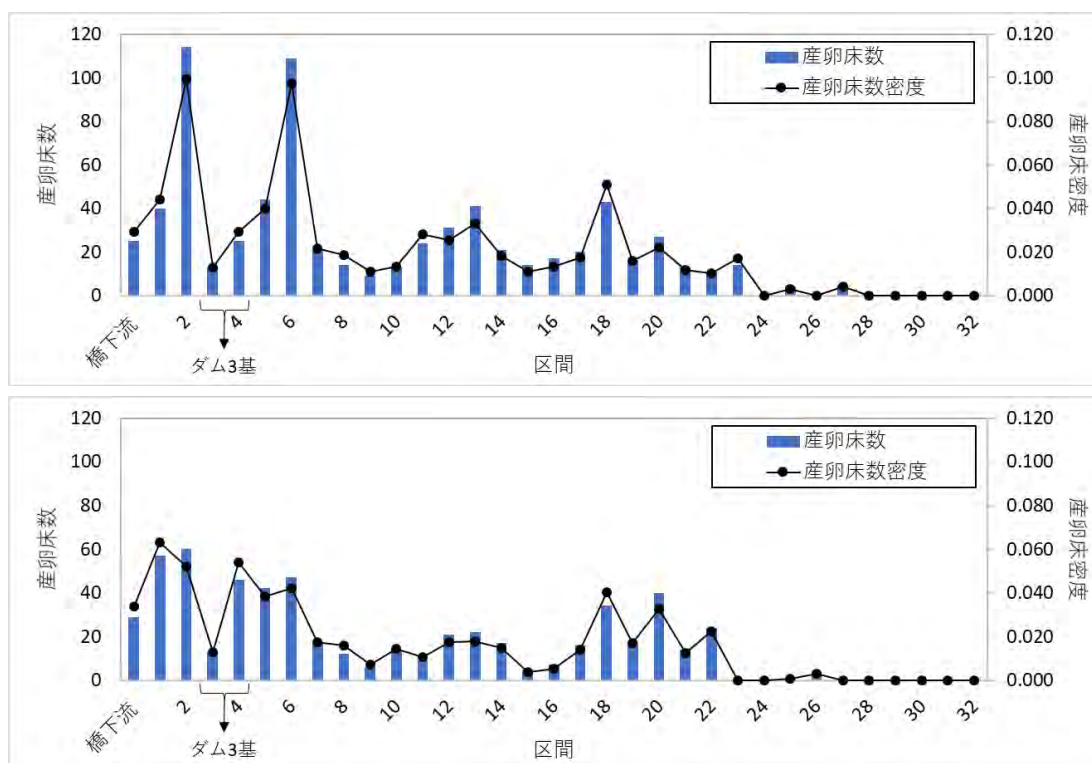


図12. ルシャ川におけるカラフトマスの調査日別（上：9月28日、下：10月3日）の産卵床数および産卵床密度

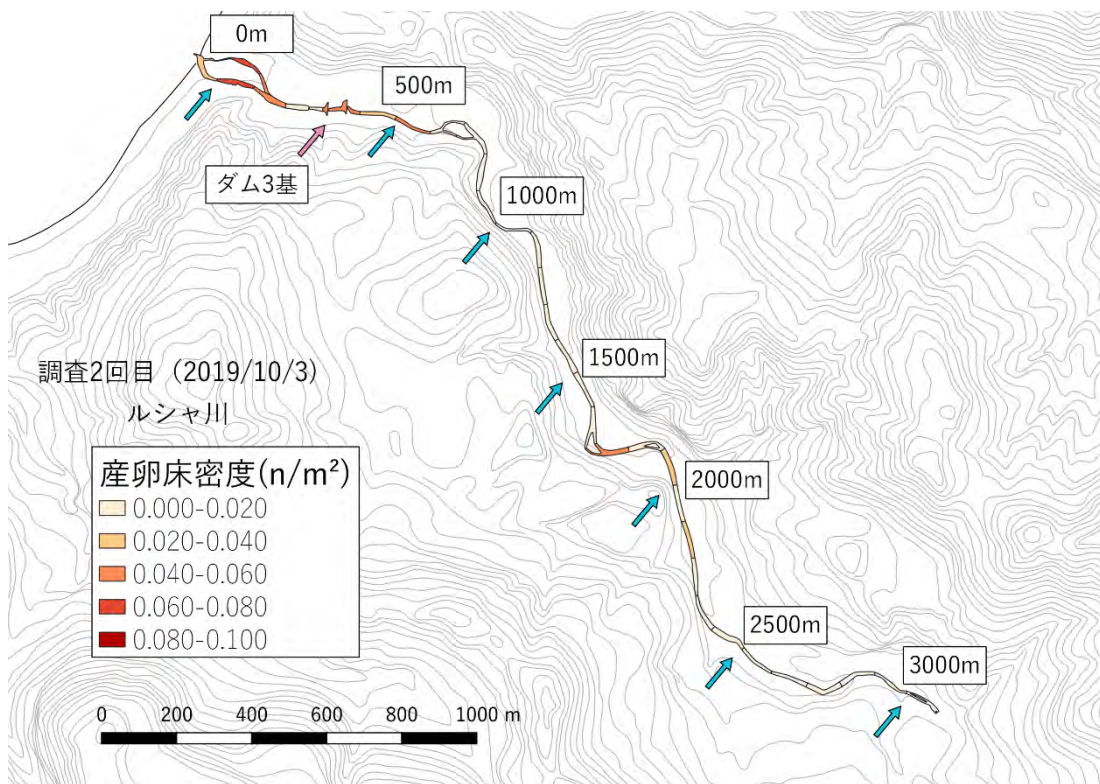
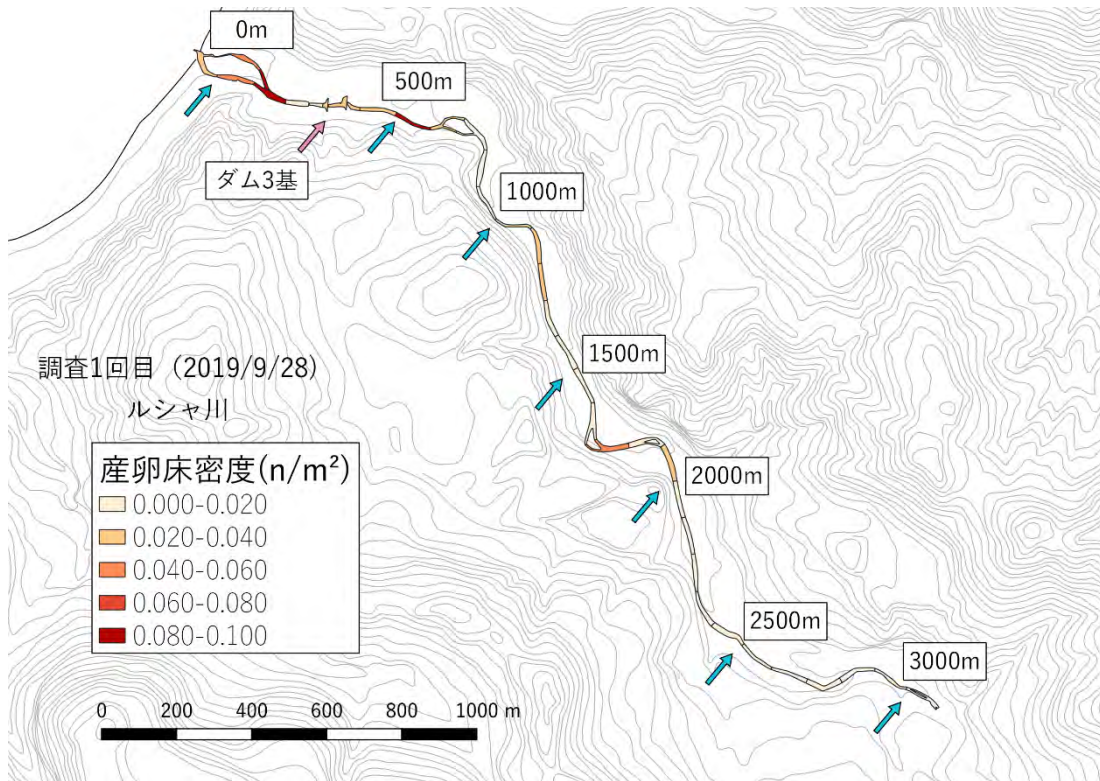


図 13. ルシャ川における調査区間別のカラフトマスの産卵床密度の空間分布 (上：9月28日、下：10月3日)

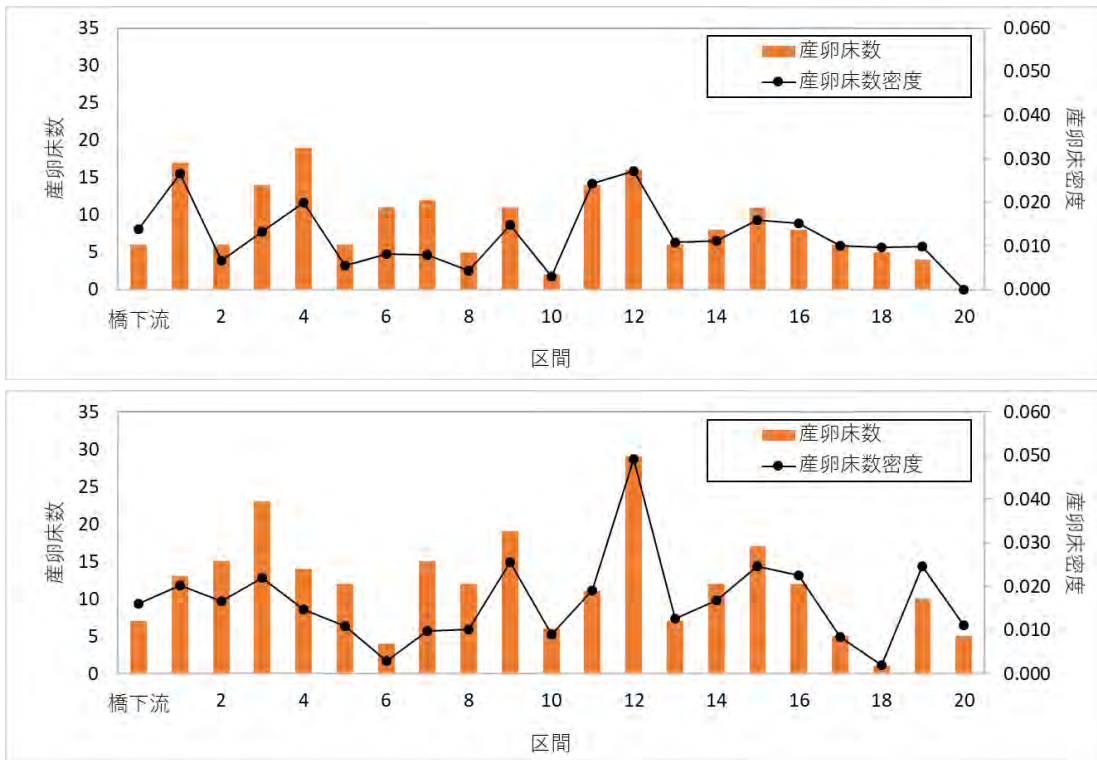


図 14. テッパンベツ川におけるカラフトマスの調査日別（上：9月28日、下：10月3日）の産卵床数および産卵床密度

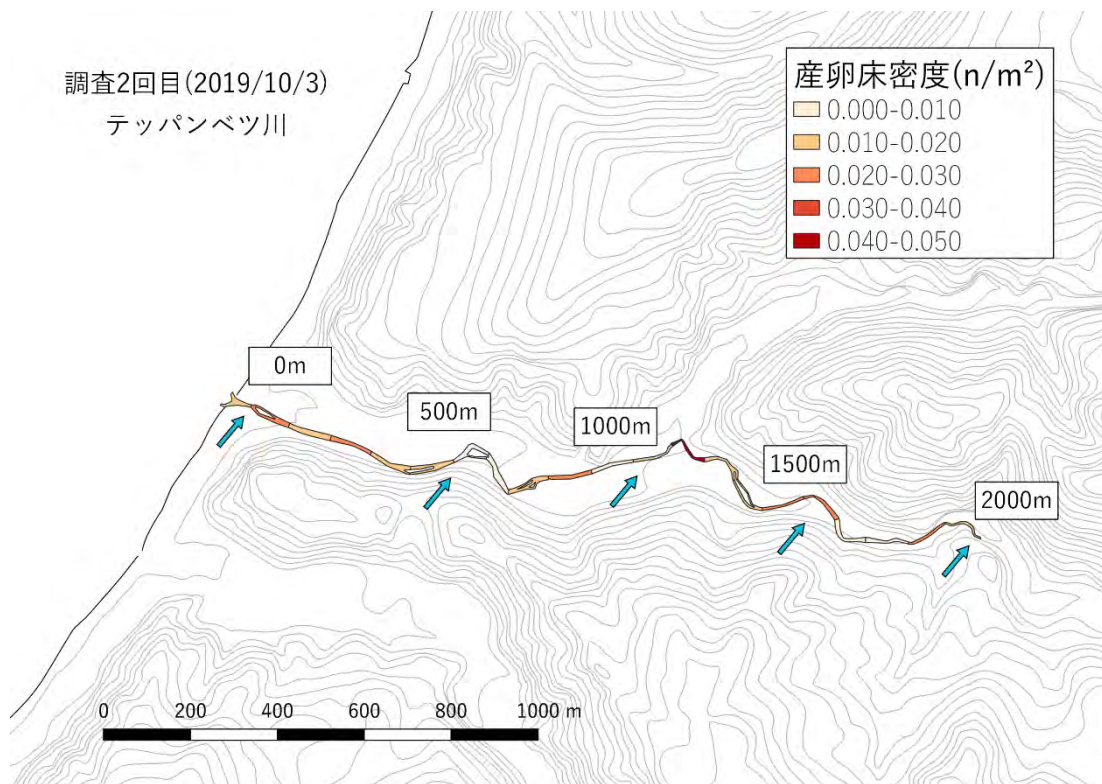
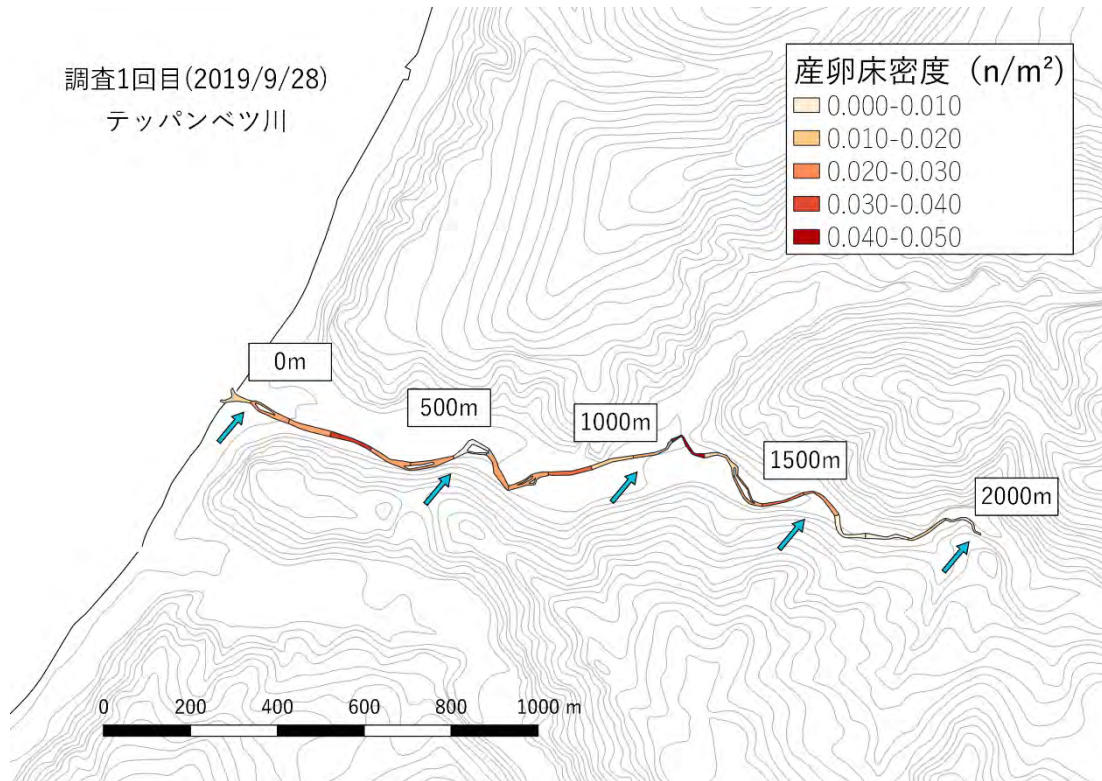


図 15. テッパンベツ川における調査区間別のカラフトマスの産卵床密度の空間分布 (上 : 9月28日、下 : 10月3日)

### ダムの改良効果の検証

2014年には北海道により、また2018年には知床財団により独自で調査が行われており（平成30年度第2回河川工作物AP会議 参考資料2）、2014年以降の産卵床調査の結果から、ルシヤ川におけるダムの改良の効果について検証した。その結果、2019年の産卵床数は2014、2015、および2017年よりも多い様子が見受けられた（図16）。しかし、ダムより上流側のみならず、ダムの下流側においても増加が認められるため、年ごとの遡上数の変化によるものであると考えられ、2019年夏に行われたダムの改良による効果ではないと考えられる。一方で、河川全域に占める各区間の産卵床数の割合に着目すると、2019年の1回目調査における第3ダム上から3200m地点までの区間の割合は、これまでで最高となった。また2019年の両調査日における第1ダム上から第3ダム下までの区間の割合は、2018年以前の調査時よりも低くなった（図16）。従って、2019年に第1ダムを遡上したカラフトマスにとっては、第2、3ダムが遡上の障壁とはならなかった可能性がある。だが、ダムが全て改良された場合において、各区間に期待される産卵床数の割合は不明であるため、結果の解釈には注意が必要である。例えば、産卵適地がダム下部に多かった場合、ダム上部における産卵床数の割合は減るが、この減少は必ずしもダムの効果によるものではない。また遡上期間を通じて水温が低くカラフトマスの活性が低かった場合も、ダム下部における産卵床数の割合が高くなる可能性がある。そのため、より正確な検証のためには、河川全体における潜在的な産卵適地の把握や水温の計測を実施して、各区間の産卵床数の割合の変化を検証する必要がある。

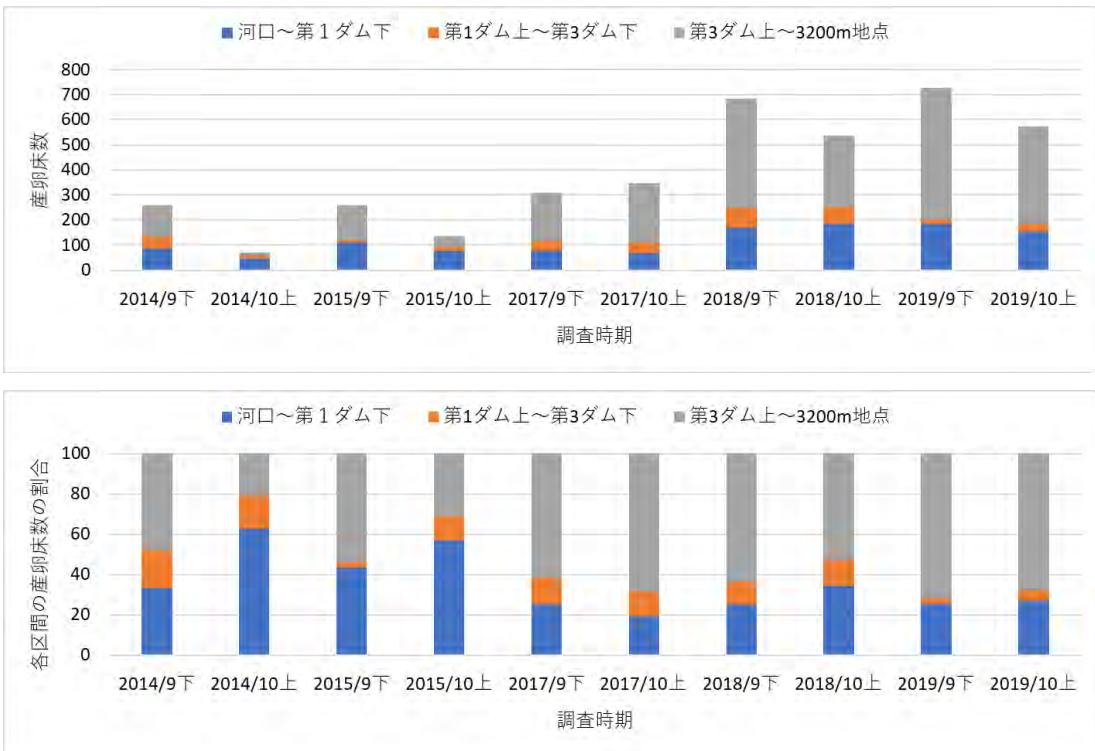


図16. ダム下部からダム上部までの産卵床数（上）と産卵床数の割合（下）の経年的変化

### 過年度の産卵床数および産卵床密度との比較

ルシャ川およびテッパンベツ川におけるカラフトマスの産卵床調査は、本調査と同様の範囲と時期において2012年以降、基本的に2年に1度の頻度で各年2回ずつ実施されている。また2018年には知床財団が独自でルシャ川のみを2回調査している（表5）。河川工作物AP会議では、産卵期間中における産卵床の総数を把握することは困難であるため、各年2回ずつの調査のうち産卵床数が多い調査日の数値を当年の産卵床数の目安として評価することとなっていることから、本調査において両河川で産卵床数が多い調査回について過年度と比較した。

ルシャ川については6ヶ年分、テッパンベツ川については5ヶ年分の調査結果から、産卵床数および密度はともに、2013年が突出して多くかつ高く、2015年に最少かつ最低であった。この傾向は推定遡上数と同様である。2019年のルシャ川およびテッパンベツ川における産卵床数および密度は、直近の調査年である2017年と比較して大きな変化は見られなかった。

表5. ルシャ川およびテッパンベツ川における調査実施年の産卵床数および産卵床密度  
(太字は各年の産卵床数の多い方を示す、2018年は知床財団が独自にルシャ川のみ調査)

年	ルシャ川				テッパンベツ川				
	1回目		2回目		1回目		2回目		
	産卵床数	密度	産卵床数	密度	産卵床数	密度	産卵床数	密度	
H24	2012	326	0.010	<b>379</b>	<b>0.011</b>	115	0.006	<b>273</b>	<b>0.015</b>
H25	2013	1,469	0.043	<b>2,115</b>	<b>0.058</b>	1,052	0.059	<b>1,470</b>	<b>0.083</b>
H26	2014	-	-	-	-	-	-	-	-
H27	2015	<b>259</b>	<b>0.006</b>	134	0.003	<b>160</b>	<b>0.008</b>	69	0.003
H28	2016	-	-	-	-	-	-	-	-
H29	2017	307	0.009	<b>348</b>	<b>0.010</b>	190	0.010	<b>211</b>	<b>0.011</b>
H30	2018	<b>682</b>	<b>0.019</b>	536	0.015	-	-	-	-
H31(R1)	2019	<b>728</b>	<b>0.021</b>	574	0.017	187	0.012	<b>249</b>	<b>0.017</b>

### 4-3. ヒグマの出没に関する傾向分析

#### ヒグマ出没の傾向分析

ルシャ川とテッパンベツ川におけるヒグマの出没は、調査の初日である8月18日に最も多く確認された。その後、調査期間中において出没数は増減したが、9月下旬以降は目撃のない日もあった（図17）。両河川においてヒグマが出没している時の行動は、カラフトマスやシロザケの探索や捕食が高い割合を占めた（図18）。目撃例は少なかったが、魚の探索に加えて他個体への威嚇やその威嚇を受けた個体の退避、またルシャ川では河畔における休息も確認した。河川間において、ヒグマの行動内容の割合に大きな差異は認められなかった。なお、テッパンベツ川よりもルシャ川においてヒグマが多く目撃されたのは、ルシャ川におけるカラフトマスの遡上数が多いことを反映していると考えられる。調査を行った時間帯別の出没割合はルシャ川で17.0~23.9%、テッパンベツ川で14.9~23.4%であり、時間帯別に大きな差異は認められなかった（図19）。

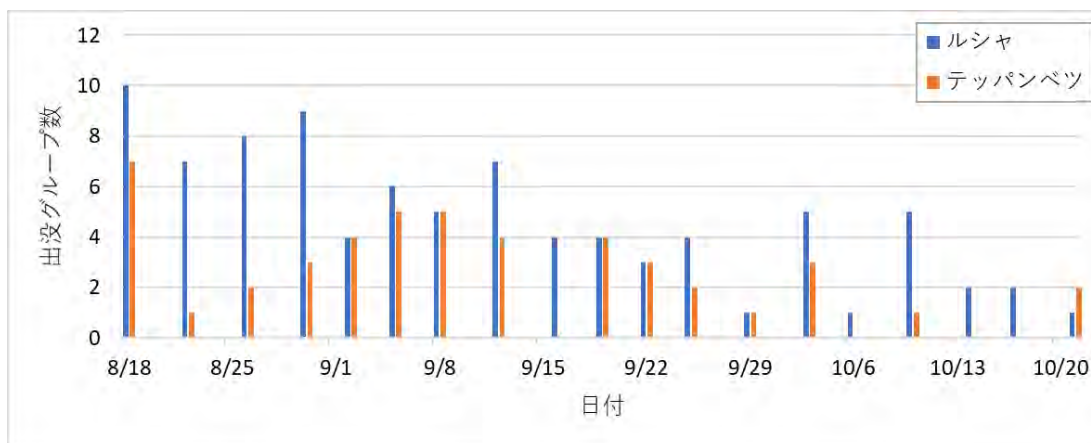


図17. ルシャ川とテッパンベツ川における遡上数調査日別のヒグマ出没グループ数

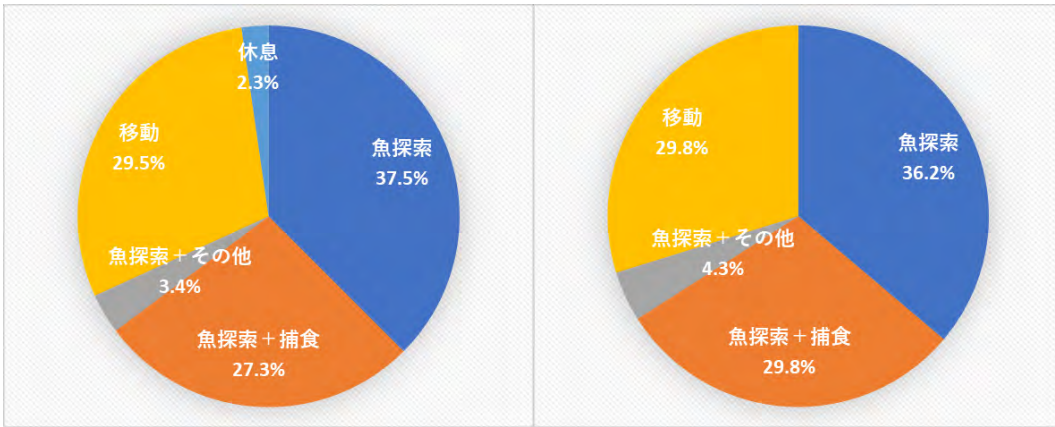


図 18. ルシャ川 (左) とテッパンベツ川 (右) の調査中に目撃したヒグマの行動の内訳

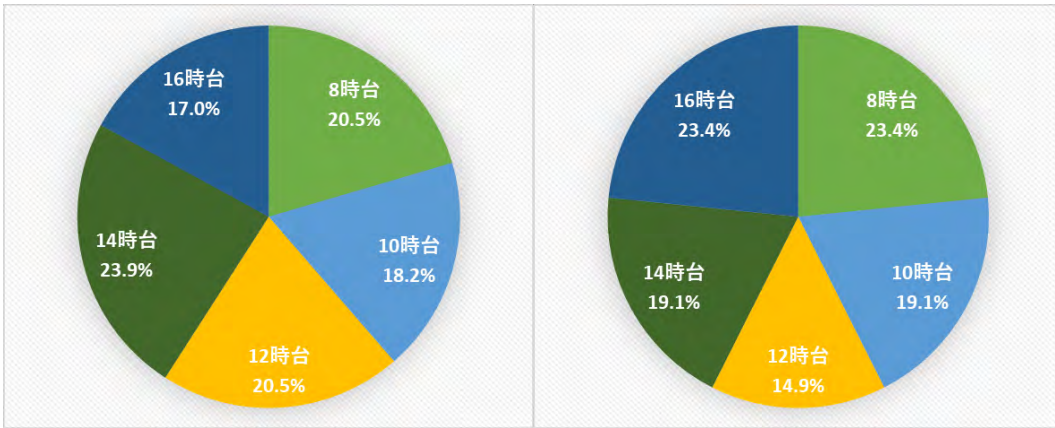


図 19. ルシャ川 (左) とテッパンベツ川 (右) においてヒグマを目撃した時間帯の割合



### ヒグマの出没回数とカラフトマスの実遡上数の関係

ヒグマの出没した回数とカラフトマスの実遡上数の関係を調べた結果、ヒグマが多く出たときにカラフトマスの実遡上数が多くなる、あるいは少なくなるといった相関関係は認められなかった（図 20）。遡上数の調査中において、カラフトマスの動きが乱れたのは、ヒグマが調査位置の周辺に出没した時であった。これに対して、本分析では河口部や上流部、河畔など、遡上数調査を行った場所とは異なる位置で目撃したヒグマも含めて分析しているため、ヒグマの出没回数とカラフトマスの実遡上数の関係性が低くなったと考えられる。

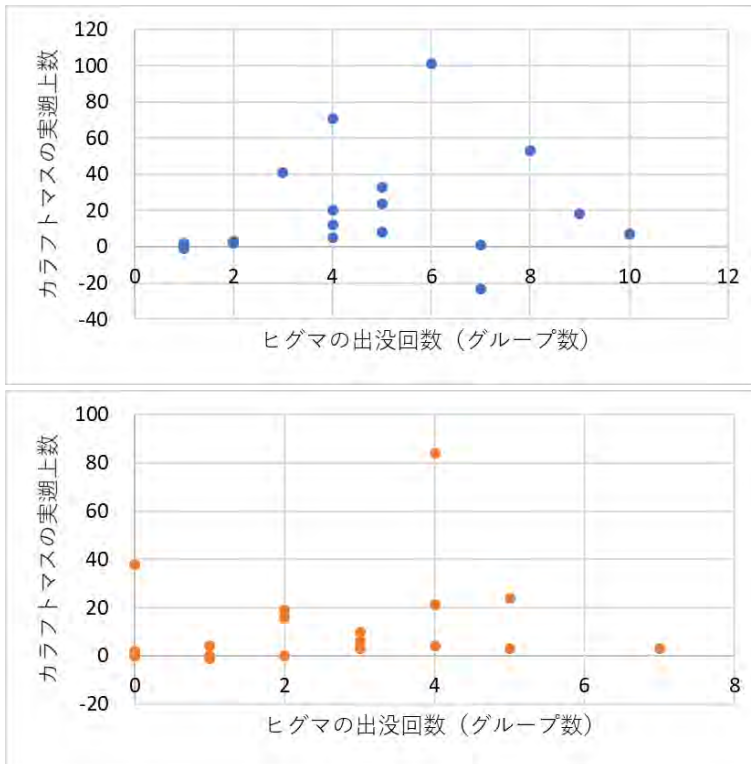


図 20. ルシャ川（上）およびテッパンベツ川（下）における遡上数調査日別のヒグマ出没时间（のべグループ数）とカラフトマスの実遡上数の関係

#### 河口部におけるヒグマによるカラフトマスの総捕食数の推定

19 調査日における 5 回の 20 分間調査の間において、遡上数調査よりも下流側に位置する河口部で確認したカラフトマスの捕食回数は、ルシャ川で 13 回、テッパンベツ川で 8 回であった。調査期間である 8 月 18 日から 10 月 21 日までの 65 日間分の、河口部におけるヒグマによるカラフトマスの総捕食数を概算した結果、ルシャ川では 640 個体、テッパンベツ川では 394 個体のカラフトマスが河口部で捕食されていた。推定遡上数に対する推定総捕食数の割合は、ルシャ川で 5.4%、テッパンベツ川で 4.9%であった。カラフトマスの遡上数調査は河口部周辺より上流側で実施していたため、このようにヒグマにより捕食されたカラフトマスについては推定遡上数に考慮されていないものと考えられ、本調査手法の難点である。また今回の推計では、「河口部から上流部まで移動しながら、魚探索、捕食」というヒグマの行動を含めていないため、調査位置より下流側で実際に捕食されているカラフトマスはより多いと考えられる。

## 5. 付表

付表 1. ルシャ川およびテッパンベツ川における定点観察調査実施記録

日付	天気	風	ルシャ川		テッパンベツ川		調査条件 (※※)	備考
			水温 (※)	気温 (※)	水温 (※)	気温 (※)		
2019/8/18	曇り	2	14.1	16.5	14.4	-	良い	
2019/8/22	曇り	4	12.3	15.9	12.8	15.8	良い	
2019/8/26	曇り	2	11.8	15.5	11.1	14.8	良い	
2019/8/29	-	-	-	-	-	-	悪い	濁水のため調査延期
2019/8/30	晴れ	5	12.8	17.6	13.5	18.6	やや悪い	
2019/9/2	晴れ	1	12.0	19.7	13.5	21.7	良い	
2019/9/5	曇り	2	11.3	20.9	12.7	20.5	良い	
2019/9/8	晴れ	2	12.9	21.6	15.0	23.0	良い	
2019/9/12	雨	2	11.6	14.5	12.9	14.7	やや悪い	
2019/9/16	曇り	3	13.1	19.1	13.1	19.2	良い	
2019/9/19	晴れ	5	11.4	15.2	12.4	15.7	良い	
2019/9/22	曇り	3	10.6	15.5	11.5	16.5	良い	
2019/9/25	曇り	4	10.6	13.7	11.3	13.7	やや悪い	
2019/9/29	晴れ	3	10.9	17.5	11.9	18.3	良い	
2019/10/3	晴れ	3	11.9	17.3	13.3	19.8	良い	
2019/10/6	晴れ	3	9.6	11.8	10.3	12.2	良い	
2019/10/10	晴れ	2	9.4	14.3	10.6	16.0	良い	
2019/10/14	晴れ	2	8.1	9.3	8.9	9.8	良い	
2019/10/17	曇り	3	8.1	9.3	8.3	9.4	良い	
2019/10/20	-	-	-	-	-	-	悪い	濁水のため調査延期
2019/10/21	晴れ	2	9.6	12.9	9.8	12.9	良い	

※水温、気温は午前 8 時台に計測

※※調査条件の説明

- ・良い：川の水が澄んでおり、カラフトマスの移動が十分に見える。
- ・やや悪い：川の水が少し濁っているが、カラフトマスの移動は見える。
- ・悪い：川の水が濁っており、カラフトマスの移動が見えない。

付表2. ルシャ川における調査日の時間帯ごとのカラフトマスの遡上数と降下数

回次	日付	開始	終了	遡上数	降下数	実遡上数
1	8月18日	8:00	8:20	0	0	7
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	0	0	
		14:00	14:20	7	2	
		16:00	16:20	2	0	
2	8月22日	8:00	8:20	0	0	1
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	2	1	
		14:00	14:20	0	0	
		16:00	16:20	0	0	
3	8月26日	8:30	8:50	44	26	53
		10:00	10:20	37	27	
		12:00	12:20	45	28	
		14:00	14:20	27	27	
		16:00	16:20	54	46	
4	8月30日	8:00	8:20	64	44	18
		10:00	10:20	38	37	
		12:00	12:20	28	46	
		14:00	14:20	16	9	
		16:00	16:20	32	24	
5	9月2日	8:00	8:20	2	0	20
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	24	0	
		14:00	14:20	5	11	
		16:00	16:20	2	2	
6	9月5日	8:00	8:20	5	0	101
		10:00	10:20	47	6	
		12:00	12:20	46	16	
		14:00	14:20	22	14	
		16:00	16:20	27	10	
7	9月8日	8:00	8:20	35	14	33
		10:00	10:20	7	8	
		12:00	12:20	10	4	
		14:00	14:20	11	8	
		16:00	16:20	9	5	
8	9月12日	8:00	8:20	2	0	-23
		10:00	10:20	6	11	
		12:00	12:20	102	137	
		14:00	14:20	11	10	
		16:00	16:20	22	8	
9	9月16日	8:25	8:45	1	0	71
		10:00	10:20	45	2	
		12:00	12:20	4	1	
		14:00	14:20	28	8	
		16:00	16:20	7	3	
10	9月19日	8:00	8:20	5	7	5
		10:00	10:20	4	5	
		12:00	12:20	14	8	
		14:00	14:20	2	0	
		16:00	16:20	1	1	

回次	日付	開始	終了	遡上数	降下数	実遡上数
11	9月22日	8:00	8:20	11	9	41
		10:00	10:20	15	10	
		12:00	12:20	13	8	
		14:00	14:20	32	20	
		16:00	16:20	50	33	
12	9月25日	8:20	8:40	14	11	12
		10:00	10:20	12	11	
		12:00	12:20	22	17	
		14:00	14:20	7	5	
		16:00	16:20	6	5	
13	9月29日	8:00	8:20	14	11	-1
		10:00	10:20	16	18	
		12:00	12:20	10	14	
		14:30	14:50	8	8	
		16:00	16:20	15	13	
14	10月3日	8:00	8:20	4	4	24
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	12	11	
		14:05	14:25	43	20	
		16:00	16:20	12	12	
15	10月6日	8:00	8:20	5	3	2
		10:00	10:20	5	4	
		12:00	12:20	7	8	
		14:00	14:20	2	1	
		16:00	16:20	1	2	
16	10月10日	8:00	8:20	1	0	8
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	1	0	
		14:00	14:20	1	0	
		16:00	16:20	5	0	
17	10月14日	8:00	8:20	1	3	2
		10:00	10:20	2	1	
		12:00	12:20	2	0	
		14:00	14:20	1	2	
		16:00	16:20	3	1	
18	10月17日	8:00	8:20	3	0	3
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	0	0	
		14:00	14:20	1	1	
		16:00	16:20	0	0	
19	10月21日	8:00	8:20	0	0	0
		10:00	10:20	0	0	
		12:00	12:20	0	0	
		14:00	14:20	0	0	
		16:00	16:20	0	0	

付表3. テッパンベツ川における調査日の時間帯ごとのカラフトマスの遡上数と降下数

回次	日付	開始	終了	遡上数	降下数	実遡上数
1	8月18日	8:30	8:50	0	0	3
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	0	0	
		14:25	14:45	2	1	
		16:25	16:45	2	0	
2	8月22日	8:30	8:50	0	0	0
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	0	0	
		14:25	14:45	0	0	
		16:25	16:45	0	0	
3	8月26日	8:00	8:20	3	3	19
		10:25	10:45	11	5	
		12:25	12:45	1	0	
		14:25	14:45	14	5	
		16:25	16:45	5	2	
4	8月30日	8:25	8:45	5	2	10
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	5	4	
		14:25	14:45	6	3	
		16:25	16:45	4	1	
5	9月2日	8:25	8:45	0	3	4
		10:25	10:45	1	0	
		12:25	12:45	9	5	
		14:25	14:45	5	4	
		16:25	16:45	1	0	
6	9月5日	8:25	8:45	9	6	24
		10:25	10:45	16	14	
		12:25	12:45	6	6	
		14:25	14:45	50	49	
		16:25	16:45	41	23	
7	9月8日	8:25	8:45	2	3	3
		10:25	10:45	2	3	
		12:25	12:45	1	0	
		14:25	14:45	0	0	
		16:25	16:45	5	1	
8	9月12日	8:25	8:45	6	1	84
		10:25	10:45	9	1	
		12:25	12:45	43	36	
		14:25	14:45	86	35	
		16:25	16:45	25	12	
9	9月16日	8:00	8:20	0	0	38
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	0	0	
		14:25	14:45	23	25	
		16:25	16:45	66	26	
10	9月19日	8:25	8:45	12	8	21
		10:50	11:10	5	0	
		12:25	12:45	5	1	
		14:25	14:45	25	20	
		16:25	16:45	7	4	

回次	日付	開始	終了	遡上数	降下数	実遡上数
11	9月22日	8:25	8:45	13	12	3
		10:25	10:45	8	7	
		12:25	12:45	16	16	
		14:25	14:45	9	10	
		16:25	16:45	6	4	
12	9月25日	8:45	9:05	12	10	16
		10:25	10:45	33	22	
		12:25	12:45	32	28	
		14:45	15:05	6	7	
		16:25	16:45	2	2	
13	9月29日	8:25	8:45	24	28	4
		10:25	10:45	4	3	
		12:25	12:45	33	34	
		14:05	14:25	14	9	
		16:25	16:45	11	8	
14	10月3日	8:26	8:46	9	7	6
		10:25	10:45	3	0	
		12:25	12:45	5	5	
		14:30	14:50	2	2	
		16:15	16:35	8	7	
15	10月6日	8:25	8:45	4	4	2
		10:25	10:45	4	5	
		12:25	12:45	3	2	
		14:25	14:45	9	9	
		16:25	16:45	3	1	
16	10月10日	8:25	8:45	1	0	-1
		10:25	10:45	0	1	
		12:25	12:45	1	1	
		14:25	14:45	0	1	
		16:25	16:45	3	3	
17	10月14日	8:25	8:45	0	0	0
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	0	0	
		14:25	14:45	0	0	
		16:25	16:45	2	2	
18	10月17日	8:25	8:45	0	0	0
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	0	0	
		14:25	14:45	0	0	
		16:25	16:45	1	1	
19	10月21日	8:25	8:45	0	0	0
		10:25	10:45	0	0	
		12:25	12:45	0	0	
		14:25	14:45	0	0	
		16:00	16:20	0	0	

付表4. ルシャ川の調査区間別の河床面積とカラフトマスの産卵床数および産卵床密度

区	点～点	点～ 河川工作物	川幅		河床面積 (m <sup>2</sup> )	1回目 (9月28日)		2回目 (10月3日)		
			計測地点	幅(m)		産卵床数	産卵床密度	産卵床数	産卵床密度	
0区	河口→0(90m)		河口	12.0	860	25	0.029	29	0.034	
			0	7.1						
1区	0→100		100	11.0	905	40	0.044	57	0.063	
2区	100→200		200	12.0	1150	114	0.099	60	0.052	
3区	200→300	200→1ダム	300	8.0	1000	5	13	8	13	0.013
		1ダム→300				8		5		
4区	300→400	300→2ダム	400	9.0	850	2	25	6	46	0.029
		2ダム→3ダム				9		21		
		3ダム→400				14		19		
5区	400→500		500	13.0	1100	44	0.040	42	0.038	
6区	500→600		600	9.4	1120	109	0.097	47	0.042	
7区	600→700		700	10.0	970	21	0.022	17	0.018	
8区	700→800		800	5.1	755	14	0.019	12	0.016	
9区	800→900		900	11.5	830	9	0.011	6	0.007	
10区	900→1000		1000	7.9	970	13	0.013	14	0.014	
11区	1000→1100		1100	9.3	860	24	0.028	9	0.010	
12区	1100→1200		1200	15.0	1215	31	0.026	21	0.017	
13区	1200→1300		1300	9.8	1240	41	0.033	22	0.018	
14区	1300→1400		1400	13.5	1165	21	0.018	17	0.015	
15区	1400→1500		1500	12.5	1300	14	0.011	5	0.004	
16区	1500→1600		1600	13.5	1300	17	0.013	7	0.005	
17区	1600→1700		1700	9.7	1160	20	0.017	16	0.014	
18区	1700→1800		1800	7.2	845	43	0.051	34	0.040	
19区	1800→1900		1900	13.0	1010	16	0.016	17	0.017	
20区	1900→2000		2000	11.5	1225	27	0.022	40	0.033	
21区	2000→2100		2100	11.0	1125	13	0.012	14	0.012	
22区	2100→2200		2200	10.5	1075	11	0.010	24	0.022	
23区	2200→2300		2300	5.8	815	14	0.017	0	0.000	
24区	2300→2400		2400	13.5	965	0	0.000	0	0.000	
25区	2400→2500		2500	13.5	1350	4	0.003	1	0.001	
26区	2500→2600		2600	15.0	1425	0	0.000	4	0.003	
27区	2600→2700		2700	9.2	1210	5	0.004	0	0.000	
28区	2700→2800		2800	7.0	810	0	0.000	0	0.000	
29区	2800→2900		2900	6.2	660	0	0.000	0	0.000	
30区	2900→3000		3000	7.5	685	0	0.000	0	0.000	
31区	3000→3100		3100	9.3	840	0	0.000	0	0.000	
32区	3100→3200		3200	6.4	785	0	0.000	0	0.000	

付表5. テッパンベツ川の調査区間別の河床面積とカラフトマスの産卵床数および産卵床密度

区	点～点	点～ 河川工作物	川幅		河床面積 (m <sup>2</sup> )	1回目 (9月28日)		2回目 (10月3日)	
			計測地点	幅(m)		産卵床数	産卵床密度	産卵床数	産卵床密度
0区	河口→0(61m)	-	河口	8.4	433	6	0.014	7	0.016
		-	0	5.8					
1区	0→100	-	100	7.0	640	17	0.027	13	0.020
2区	100→200	-	200	11.0	900	6	0.007	15	0.017
3区	200→300	-	300	10.0	1050	14	0.013	23	0.022
4区	300→400	-	400	9.0	950	19	0.020	14	0.015
5区	400→500	-	500	13.0	1100	6	0.005	12	0.011
6区	500→600	-	600	14.0	1350	11	0.008	4	0.003
7区	600→700	-	700	16.5	1525	12	0.008	15	0.010
8区	700→800	-	800	7.0	1175	5	0.004	12	0.010
9区	800→900	-	900	7.9	745	11	0.015	19	0.026
10区	900→1000	-	1000	5.5	670	2	0.003	6	0.009
11区	1000→1100	-	1100	6.0	575	14	0.024	11	0.019
12区	1100→1200	-	1200	5.8	590	16	0.027	29	0.049
13区	1200→1300	-	1300	5.3	555	6	0.011	7	0.013
14区	1300→1400	-	1400	8.9	710	8	0.011	12	0.017
15区	1400→1500	-	1500	4.9	690	11	0.016	17	0.025
16区	1500→1600	-	1600	5.7	530	8	0.015	12	0.023
17区	1600→1700	-	1700	6.2	595	6	0.010	5	0.008
18区	1700→1800	-	1800	4.2	520	5	0.010	1	0.002
19区	1800→1900	-	1900	3.9	405	4	0.010	10	0.025
20区	1900→2000	-	2000	5.1	450	0	0.000	5	0.011





## 6. 令和元年度第2回河川工作物アドバイザー会議資料

資料3

# 令和元年度 長期モニタリング結果について (サケ類)

北海道森林管理局  
北海道  
公益財団法人 知床財団

北海道森林管理局：令和元年度知床ルシャ川等におけるサケ類の遡上数等調査事業  
北海道：平成31年度サケ科魚類遡上状況調査業務

## 調査概要

- 知床世界自然遺産地域長期モニタリング計画  
モニタリング項目 No.17  
「河川内におけるサケ類の遡上数、産卵場所および  
産卵床数モニタリング」
- 対象種  
カラフトマス
- モニタリング対象の河川  
ルシャ川・テッパンベツ川：北海道森林管理局  
ルサ川：北海道
- 調査頻度  
2年に1回（H24,25,27,29年に続き、5回目の調査）

2

## 調査方法

### ○遡上数調査（定点）

#### 期間

2019年8月18日～10月22日

#### 回数

- ・基本的に週2回
- ・各河川で19回
- ・荒天、増水による濁りのため調査中止：2回（調査日の最大間隔は4日）

#### 方法

- ・河口付近に調査ラインを設定
- ・08時台から16時台までの2時間毎に20分間ラインの上下流へ移動する親魚をカウント



## 調査方法

### ○遡上数の推定：横山ほか（2010）を参考

台形近似法により遡上数を推定

$$AUC_d = \sum_{r=2}^5 \frac{(t_r - t_{r-1})(C_r + C_{r-1})}{2}$$

$$\chi_i = AUC_d \frac{C}{Cd}$$

$$AUC = \sum_{i=2}^n \frac{(D_i - D_{i-1})(\chi_{D_i} + \chi_{D_{i-1}})}{2} + \frac{\chi_{D_n} S}{2} + \frac{\chi_{D_n} S}{2}$$

- ・AUC<sub>d</sub>：昼間（8～16時）の遡上数
- ・r：調査日における計測回次（2～5）
- ・t<sub>r</sub>：カウントの時刻
- ・C<sub>r</sub>：調査日のr回次の遡上数
- ・X<sub>D<sub>i</sub></sub>：調査日の日間（24時間）遡上数
- ・C/Cd：昼間（8～16時）の遡上数と日間（24時間）遡上数の比=2
- ・AUC：推定した総遡上数
- ・D<sub>i</sub>：カウント調査日
- ・S：カラフトマスの河川滞在日数=8（横山ほか2010の平均値）

ブートストラップ法により誤差を算定

$$SE(AUC) = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^B (AUC_b - AUC_{bm})^2}{B-1}}$$

- ・ブートストラップ反復回数=10,000回
- ・AUC<sub>b</sub>：反復b回目におけるAUC推定値
- ・AUC<sub>bm</sub>：ブートストラップ推定値の平均

4

# 調査方法

5

## ○産卵床数調査

実施日（9月下旬と10月上旬に計2日間）

- ・ルシャ川・テッパンベツ川：9/28, 10/3
- ・ルサ川：9/26, 10/2

## 調査範囲

- ・ルシャ川：河口～3,200m地点
- ・テッパンベツ川：河口～2,000m地点
- ・ルサ川：河口～2,600m地点

## 方法

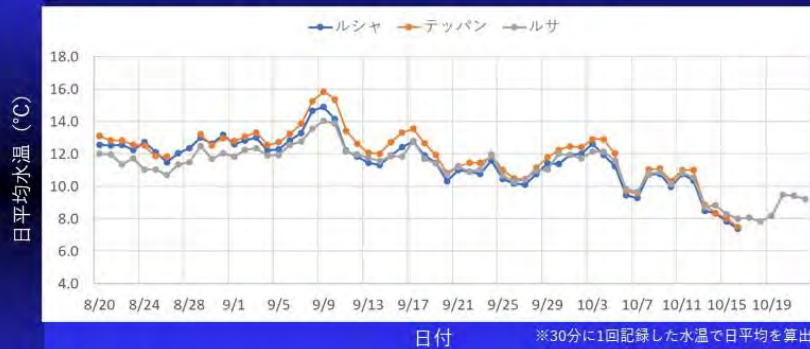
- ・最下流部の橋を起点に河畔からの目視で100mごとの産卵床をカウント
- ・100mごとに川幅を計測し、河床面積を算出
- ・産卵床密度を算出



# 調査結果

6

## ○各河川における調査期間中の日平均水温



## 温度の推移

- ・8月下～9月上旬：11～15°C台
- ・10月中旬：7～10°C台

	最低	最高
ルシャ川	7.4°C (10/16)	14.9°C (9/9)
テッパンベツ川	7.5°C (10/16)	15.8°C (9/9)
ルサ川	7.8°C (10/18)	14.0°C (9/9)

# 調査結果

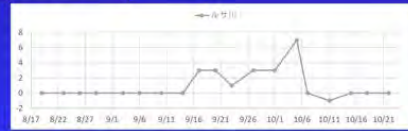
## ○調査日における親魚の移動数の期間変化

目視によりカウントされた  
8・10・12・14・16時台各20分間  
(合計100分間)の実遡上数



大雨による増水 (8/23)

ルサ川を拡大

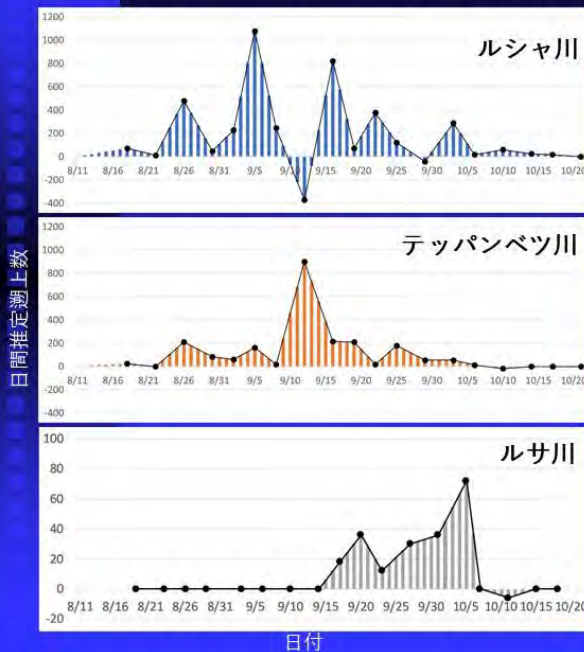


- ルシャ川の実遡上数が他2河川より多い
- ルサ川の実遡上数は最多で7匹
- 実遡上数がマイナス：ルシャ川2回  
ルサ川1回

	最多の実遡上数
ルシャ川	101個体 (9/5)
テッパンベツ川	84個体 (9/12)
ルサ川	7個体 (10/5)

# 調査結果

## ○カラフトマスの遡上数推定(AUCによる推定値)



○推定遡上数 ± 標準誤差と  
95%信頼区間

### ルシャ川

11,838 ± 2,047個体 (17.3%)  
7,934 ~ 15,930個体

### テッパンベツ川

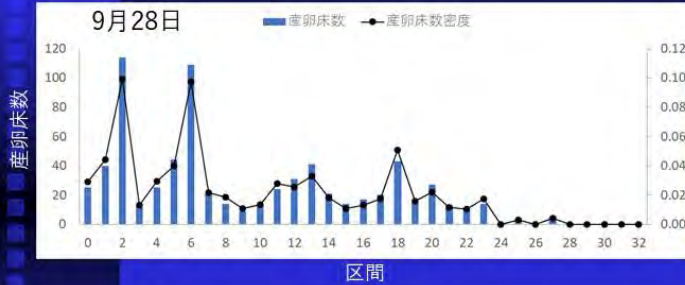
8,052 ± 1,481個体 (18.4%)  
5,369 ~ 11,128個体

### ルサ川

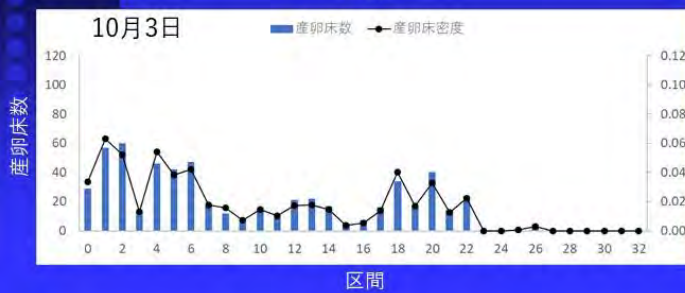
660 ± 143 個体 (21.7%)  
397 ~ 961個体

※カッコ内は誤差/総遡上数

○産卵床調査：ルシャ川  
100mごとの産卵床数・密度 (N/m<sup>2</sup>)

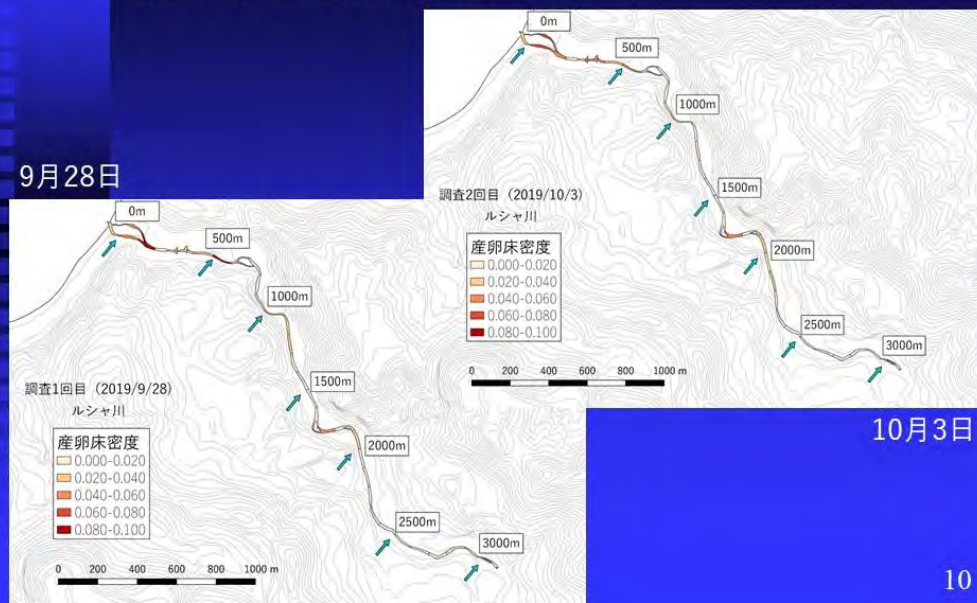


- 9月28日の産卵床
- ・総数：728床
  - ・確認範囲：0～27区
  - ・最多数：114床 (2区)
  - ・密度：0～0.099 / m<sup>2</sup>
  - ・平均密度：0.021 / m<sup>2</sup>

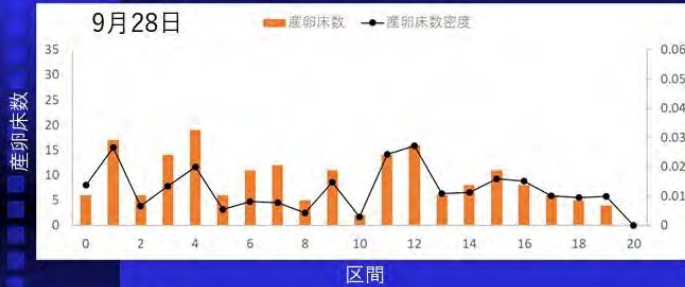


- 10月3日の産卵床
- ・総数：574床
  - ・確認範囲：～26区
  - ・最多数：60床 (2区)
  - ・密度：0～0.063 / m<sup>2</sup>
  - ・平均密度：0.017 / m<sup>2</sup>

○産卵床調査：ルシャ川  
100mごとの産卵床密度 (N/m<sup>2</sup>)

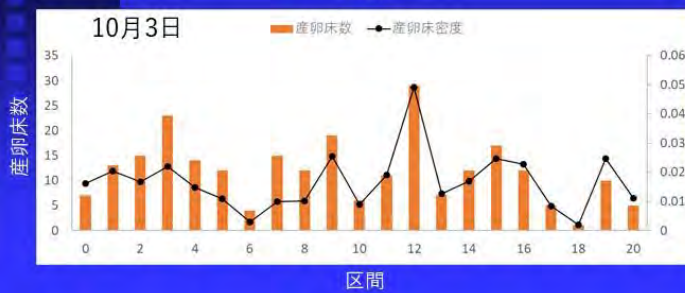


○産卵床調査：テッパンベツ川  
100mごとの産卵床数・密度 (N/m<sup>2</sup>)



9月28日の産卵床

- ・総数：187床
- ・確認範囲：0～19区
- ・最多数：19床 (4区)
- ・密度：0～0.027 / m<sup>2</sup>
- ・平均密度：0.012 / m<sup>2</sup>



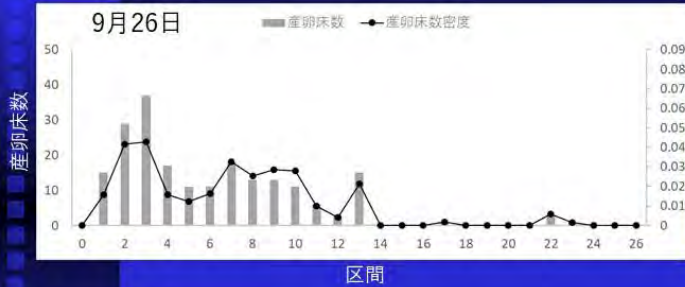
10月3日の産卵床

- ・総数：249床
- ・確認範囲：0～20区
- ・最多数：29床 (12区)
- ・密度：0～0.049 / m<sup>2</sup>
- ・平均密度：0.017 / m<sup>2</sup>

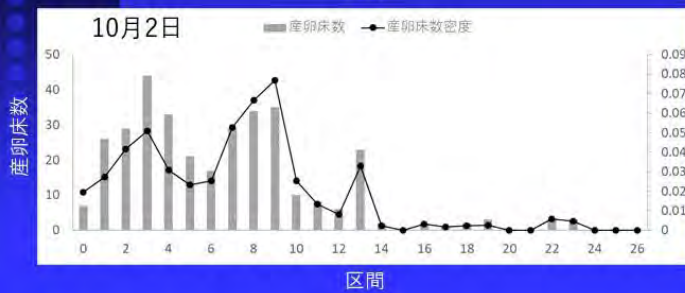
○産卵床調査：テッパンベツ川  
100mごとの産卵床密度 (N/m<sup>2</sup>)



○産卵床調査：ルサ川  
100mごとの産卵床数・密度 (N/m<sup>2</sup>)

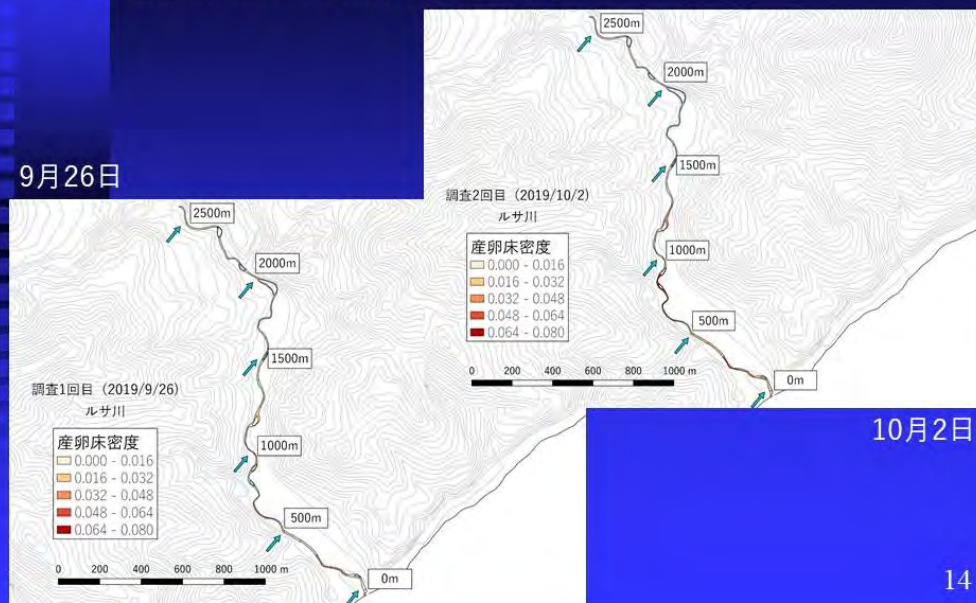


- 9月26日の産卵床
- ・総数：204床
  - ・確認範囲：1～22区
  - ・最多数：37床 (2区)
  - ・密度：0～0.043 / m<sup>2</sup>
  - ・平均密度：0.011 / m<sup>2</sup>



- 10月2日の産卵床
- ・総数：338床
  - ・確認範囲：0～22区
  - ・最多数：44床 (2区)
  - ・密度：0～0.077 / m<sup>2</sup>
  - ・平均密度：0.019 / m<sup>2</sup>

○産卵床調査：ルサ川  
100mごとの産卵床密度 (N/m<sup>2</sup>)



## ○平成24年度以降の5回の調査結果との比較

年	ルシャ川		テッパンベツ川		ルサ川		
	推定遡上数	標準誤差	推定遡上数	標準誤差	推定遡上数	標準誤差	
H24	2012	19,905	2,885	3,369	570	147	46
H25	2013	58,236	6,366	43,332	6,558	20,430	7,425
H26	2014						
H27	2015	4,287	502	1,860	222	1,605	333
H28	2016						
H29	2017	10,737	1,007	2,241	286	1,884	302
H30	2018						
H31(R1)	2019	11,838	2,047	8,052	1,481	660	143

### ○推定遡上数

- 5ヶ年の調査において、H25年が3河川ともに最多
- H31(R1)年：ルシャ川>テッパンベツ川>ルサ川
- ルシャ川：H29比で同程度
- テッパンベツ川：H27,H29比で多いが、H25比では少ない
- ルサ川：H27,29比で少ない

15

## ○平成24年度以降の5回の調査結果との比較

年	ルシャ川		テッパンベツ川		ルサ川		
	産卵床数	密度(N/m2)	産卵床数	密度(N/m2)	産卵床数	密度(N/m2)	
H24	2012	379	0.011	273	0.015		
H25	2013	2,115	0.058	1,470	0.083	1,764	0.079※
H26	2014						
H27	2015	259	0.006	160	0.008	189	0.009
H28	2016						
H29	2017	348	0.010	211	0.011	250	0.012
※※H30	2018	682	0.019			728	0.038
H31(R1)	2019	728	0.021	249	0.017	338	0.019

※H25年ルサ川は河床面積を出していなかったため、H28年大増水前のH27年の河床面積を代用  
 ※※H30年の数値は、同手法を用いた知床財団の独自調査結果

### ○産卵床数、産卵床密度

- 5ヶ年の調査において、H25年が3河川ともに最多、最高
- 5ヶ年の産卵床数は、ルシャ川>ルサ川>テッパンベツ川
- 数や密度に大きな変化は見られない

16



○平成24年度以降の5回の調査結果との比較  
ルシャ川の産卵床数、密度



- H29,30：右岸流(4区)で多く産卵
- H31：流路が変化、2,6区で多く産卵
- 産卵適所は変化しているが、密度に大きな変化は見られない



年	1回目		2回目		
	産卵床数	密度	産卵床数	密度	
H24	2012	326	0.010	379	0.011
H25	2013	1,469	0.043	2,115	0.058
H26	2014				
H27	2015	259	0.006	134	0.003
H28	2016				
H29	2017	307	0.009	348	0.010
※H30	2018	682	0.019	536	0.015
H31(R1)	2019	728	0.021	574	0.017

※H30年の数値は、同手法を用いた知床財団の独自調査結果

まとめ

- ルシャ川、テッパンベツ川およびルサ川でカラフトマスを対象として、移動数と産卵床数を調査し、遡上数を推定、産卵床密度を算出
- H24, 25, 27, 29 年に続く5回目の同手法の調査

		ルシャ川	テッパンベツ川	ルサ川
推定遡上数±標準誤差		11,838±2,047	8,052±1,481	660±143
産卵床調査 1回目 (9月下旬)	産卵床数	728	187	204
	産卵床密度 (N/m <sup>2</sup> )	0.021	0.012	0.011
産卵床調査 2回目 (10月上旬)	産卵床数	574	249	338
	産卵床密度 (N/m <sup>2</sup> )	0.017	0.017	0.019

- H25年は、3河川ともに遡上数と産卵床数が最多で産卵床密度が最高
- 遡上数：H29比でルシャ川は同程度、テッパンベツ川で増加、ルサ川で減少
- 産卵床数：5ヶ年ともに、ルシャ川>ルサ川>テッパンベツ川
- 産卵床密度：大きな変化は見られない

## 7. 参考文献

平成 29 年度 第 2 回 河川工作物アドバイザー会議 議事録.

平成 30 (2018) 年度 第 2 回 知床世界自然遺産地域科学委員会 河川工作物アドバイザー会議 参考資料 2. 長期モニタリングに係る補足調査について. 公益財団法人 知床財団 2019.

北海道区水産研究所 令和 1 (2019) 年さけます来遊状況 (第 4 報: 11/30 現在). 2019-12-17. <[http://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/salmon/R1comment\\_1130\\_og.pdf](http://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/salmon/R1comment_1130_og.pdf)> (最終閲覧日: 2020 年 2 月 20 日)

横山雄哉, 越野陽介, 宮本幸太, 工藤秀明, 北田修一, 帰山雅秀. 知床半島ルシャ川におけるカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* の産卵遡上動態評価. 日本水産学会誌 2010. 76 巻. p.383-391.



令和元年度 北海道森林管理局 委託事業

事業名：令和元年度知床ルシャ川等におけるサケ類の遡上数等調査事業

事業期間：令和元年（2019年）6月25日～令和2年（2020年）3月13日

事業実施者：公益財団法人 知床財団

〒099-4356 北海道斜里郡斜里町大字遠音別村字岩宇別 531

知床自然センター内



リサイクル適性の表示：印刷用の紙へリサイクル可

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。