

令和元年度

知床半島における
オシロコマ生息等調査事業

報 告 書

令和2年3月

北海道森林管理局
株式会社 森林環境リアライズ

はじめに

知床世界自然遺産地域管理計画に定められた管理の方策の中で、遺産地域を科学的知見に基づき順応的に管理していくため、長期的なモニタリングを実施することとなっている。モニタリングではⅠからⅧまでの評価項目を設定し、モニタリング項目とその内容を定めている。その中で、

Ⅲ. 遺産登録時の生物多様性が維持されていること。

Ⅴ. 河川工作物による影響が軽減されるなど、サケ科魚類の再生産が可能な河川生態系が維持されていること。

Ⅷ. 気候変動の影響もしくは影響の予兆を早期に把握できること。

の3つの評価項目に対応するモニタリング項目として、「淡水魚の生息状況、特に知床の淡水魚類相を特徴付けるオショロコマの生息状況（外来種侵入状況調査含む）」が取り上げられている。

本業務は、このモニタリング実施方針に基づき、知床半島の河川において、魚類相、河川残留型のオショロコマの生息数及び水温変化のモニタリング調査及び環境DNA解析調査を実施したものである。

現地調査及び取りまとめは、株式会社森林環境リアライズへの委託業務により実施し、オショロコマ魚類調査、水温調査等については谷口義則教授（名城大学）、河口洋一准教授（徳島大学）の協力・指導を得て「第Ⅰ章 オショロコマ生息等調査」に取りまとめ、環境DNA解析については荒木仁志教授（北海道大学）の協力・指導を得て「第Ⅱ章 環境DNA調査」に取りまとめた。

本報告書は、第Ⅰ章～第Ⅱ章を合わせて「令和元年度 知床半島におけるオショロコマ生息等調査事業」としたものである。

第 I 章 オシヨロコマ生息等調査

目 次

1. 調査の背景と目的.....	1
2. 調査内容	2
2.1. 調査対象河川	2
2.2. 調査方法	18
1) 水温調査	18
2) 魚類生息調査.....	18
3) 物理環境調査.....	19
4) その他	19
5) 調査日程	21
調査結果	22
2.3. 水温データ	22
2.4. 生息調査データ.....	29
1) 採捕魚種の推定生息個体数密度および推定生息湿重量密度.....	29
2) 尾叉長	34
3) 他魚種の尾叉長または全長組成.....	38
2.5. 物理環境データ.....	42
2.6. その他データ	44
1) ダム密度	44
2) 気象データ	46
3. 考察	48
3.1. 水温とオショロコマの生息状況の関係.....	48
3.2. その他淡水魚の生息状況.....	50
1) シマトツカリ.....	50
2) 知西別	55
3) ニジマスとオショロコマの関係.....	59
4. 評価	60
1) 遺産登録時の生物多様性が維持されているか.....	60
2) 気候変動の影響もしくは影響の予兆はあるか.....	60
5. 参考文献	61

1. 調査の背景と目的

知床半島は原生的な自然環境が比較的良好に保全され、寒冷な環境条件に適応する生物相が多く見られる。なかでも河川性サケ科魚類であるオシヨロコマ (*Salvelinus malma*) は世界の分布南限が北海道にあり、道内でも特に冷涼な地域に分布が多く見られ (図 1), 特に知床半島およびその周辺では多くの河川に生息している (小宮山ほか 2003)。

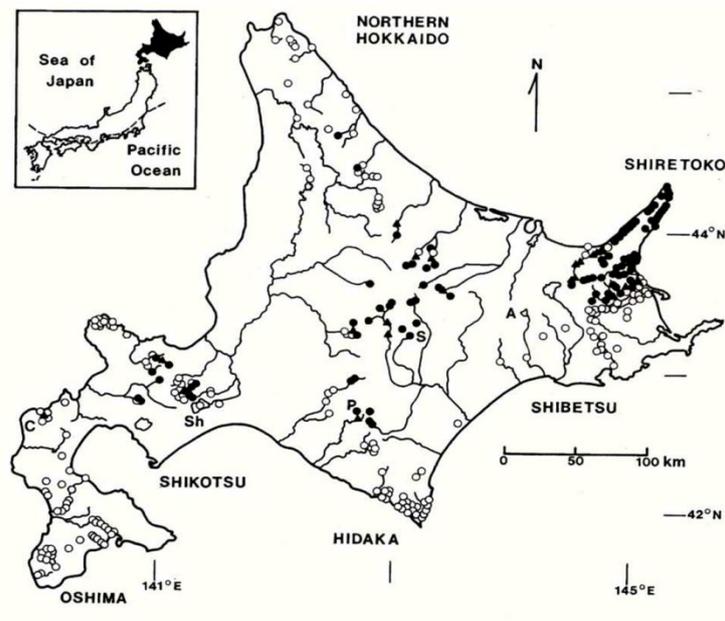


図 1. 北海道におけるアメマス (○) とオシヨロコマ (●) の分布 (Fausch et al. 1994)

一方で、国立公園を含む半島内の多くの河川には砂防・治山ダムが多数設置され、人為的改変は進んでいる。知床半島ではダムが多い河川ほど水温が高く、オシヨロコマの生息密度が低いことが示されている (谷口ほか 2000, 2002; Kishi and Maekawa 2003)。さらに、知床地域の気温は温暖化と共に上昇し続けており、ダム設置区間では河畔林の鬱閉率が低下し、河道拡幅および水深浅化を伴うため、温暖化と共に河川水温の上昇を引き起こしていると推測される。しかし、今後の保全策を検討するに十分なデータが集積されているとは言えない状況にある。

知床半島は中央に標高の高い山が連なり、流程が短く急勾配の河川が多い。これらの河川群は西岸と東岸地域に分けられ、前者がオホーツク海、後者が根室海峡に流れ込んでいる。本稿では、R1 (2019) 年に行った調査結果を中心に、事業を開始した H25 (2013) 年以降現在までの水温変化、魚類の生息密度等を報告すると共に、事業開始以前に得られたデータも交えて報告する。

2. 調査内容

2.1. 調査対象河川

R1（2019）年の調査では、西岸と東岸あわせて42河川に水温計を設置し、そのうち8河川について魚類・物理環境調査を実施した（図2、表1）。なお、当8河川以外にもニジマス集中調査河川としてシマトツカリ、知西別の2河川においても魚類・物理環境調査を実施した。図2の赤文字の河川はR1（2019）年より水温調査を始めた河川である。

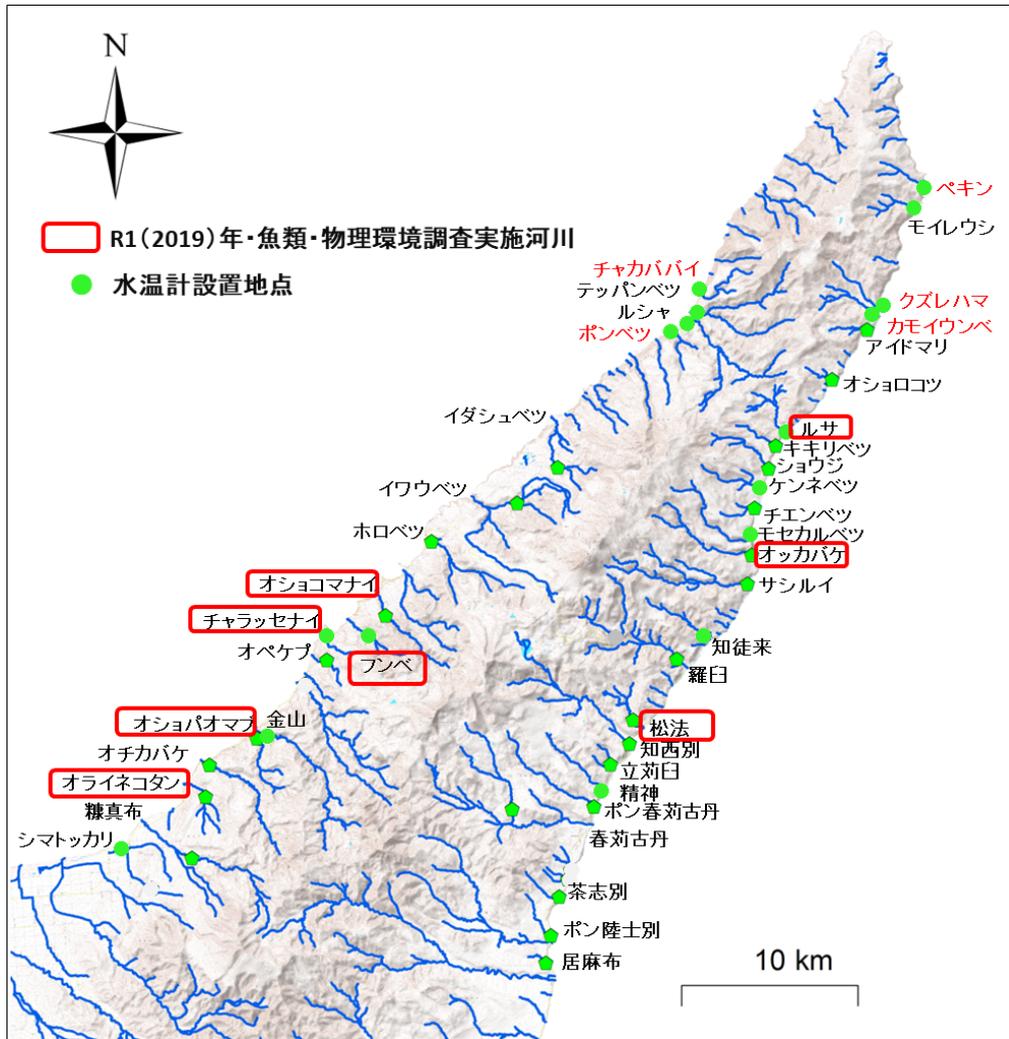


図2. 水温計の設置地点および魚類・物理環境調査の実施地点

表 1. R1 (2019) 年の水位計設置地点の座標値

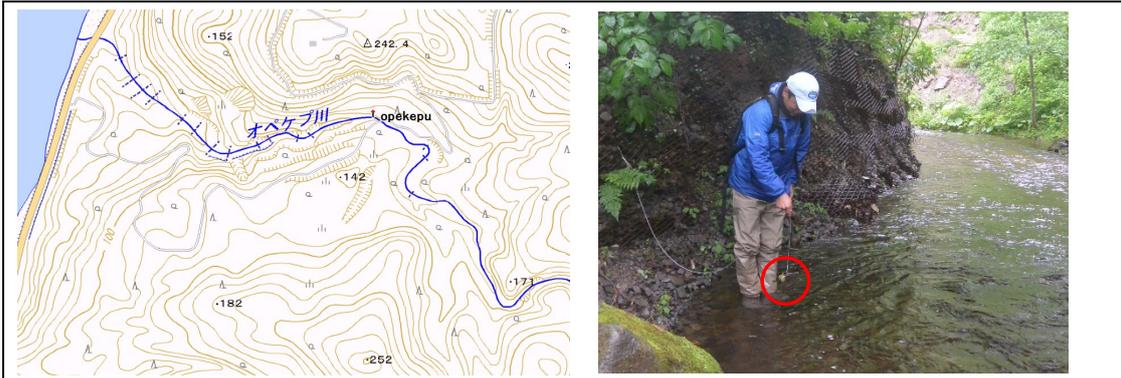
河川名		WGS1984_y	WGS1984_x	
西岸 斜里側	1	テッパンベツ	44.201408	145.198692
	2	ルシャ	44.198097	145.195922
	3	イダシュベツ	44.122368	145.103451
	4	イワウベツ	44.104313	145.073816
	5	ホロベツ	44.084972	145.011767
	6	フンベ	44.047349	144.980473
	7	オショコマナイ	44.043710	144.955593
	8	チャラッセナイ	44.038357	144.935662
	9	オペケブ	44.024695	144.938663
	10	<small>かなやま</small> 金山	43.987421	144.890093
	11	オショパオマブ	43.591129	144.530775
	12	オチカバケ	43.971072	144.855610
	13	オライネコタン	43.954596	144.852309
	14	<small>ぬかまっぶ</small> 糠真布	43.923434	144.842231
	15	シマトツカリ	43.926144	144.796928
	16	チャカババイ	44.21095	145.20600
	17	ポンベツ	44.19254	145.18808
東岸 羅臼側	1	モイレウシ	44.255879	145.359998
	2	アイドマリ	44.190890	145.324541
	3	オショロコツ	44.165649	145.298474
	4	ルサ	44.139602	145.264488
	5	キキリベツ	44.132154	145.258340
	6	ショウジ	44.120616	145.252882
	7	ケンネベツ	44.111546	145.247389
	8	チエンベツ	44.100568	145.241845
	9	モセカルベツ	44.084212	145.237465
	10	オッカバケ	44.075869	145.240284
	11	サシルイ	44.062016	145.236459
	12	<small>ちとらい</small> 知徒来	44.034044	145.207630
	13	<small>らうす</small> 羅臼	44.023169	145.186583
	14	<small>まつのり</small> 松法	43.992023	145.155049
	15	<small>ちにしべつ</small> 知西別	43.979523	145.153151
	16	<small>たちかりうす</small> 立莉臼	43.969876	145.138978
	17	<small>しょうじん</small> 精神	43.958207	145.131909
	18	<small>しゅんかりこたん</small> ポン春莉古丹	43.947998	145.126430
	19	<small>しゅんかりこたん</small> 春莉古丹	43.947027	145.068958
	20	<small>ちやしべつ</small> 茶志別	43.901848	145.100904
	21	<small>りくしべつ</small> ポン陸士別	43.881968	145.095330
	22	<small>おるまっぶ</small> 居麻布	43.868148	145.091335
	23	ペキン	44.26696	145.36508
	24	クズレハマ	44.20256	145.33133
	25	カモイウンベ	44.19818	145.33157



写真1. 調査箇所 (1)



写真2. 調査箇所 (2)



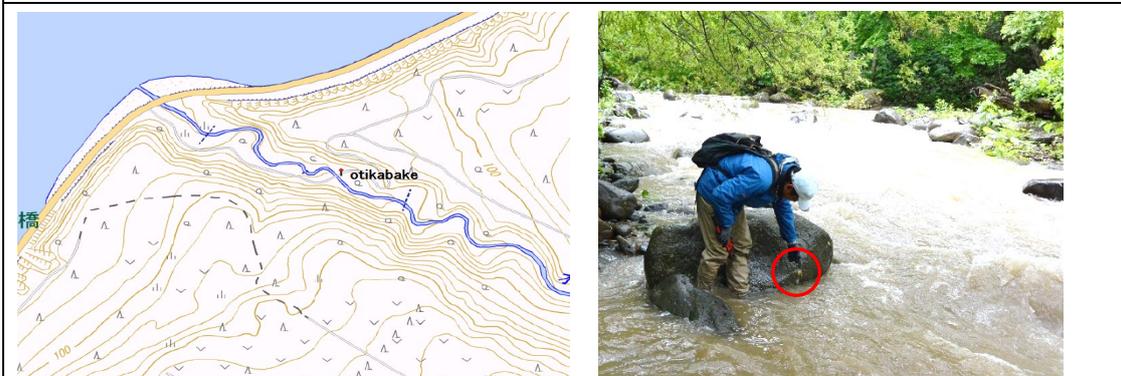
オペケブ (西岸)



金山 (西岸)



オショパオマブ (西岸)

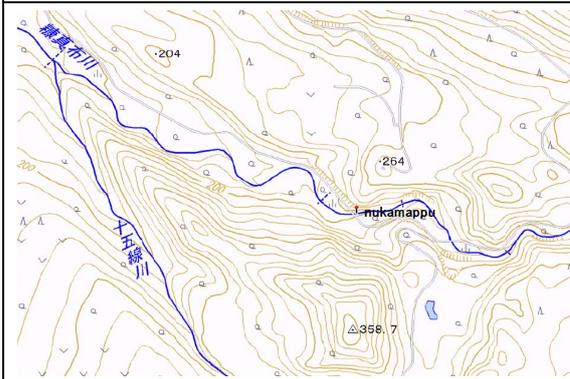


オチカバケ (西岸)

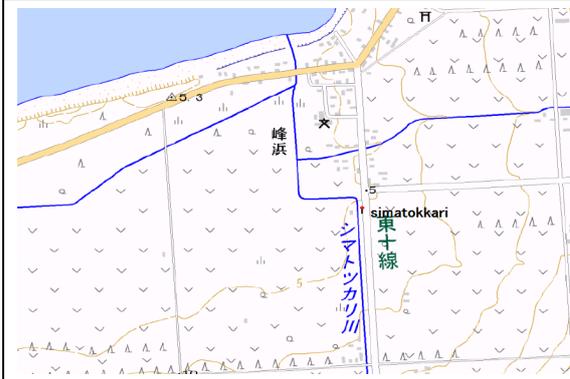
写真3. 調査箇所 (3)



オライネコタン (西岸)



糠真布 (西岸)



シマトツカリ (西岸)

写真4. 調査箇所(4)



チャカババイ (西岸)

ポンベツ (西岸)

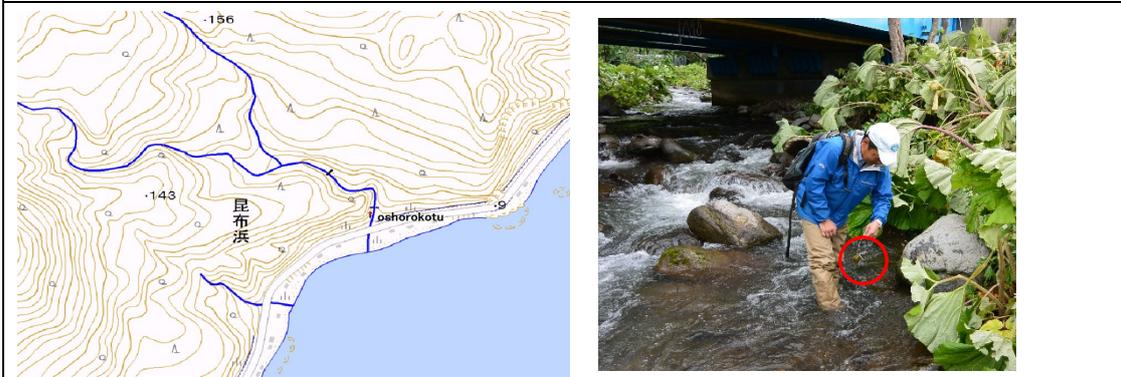
写真 5. 調査箇所 (5)



モイレウシ (東岸)



アイドマリ (東岸)

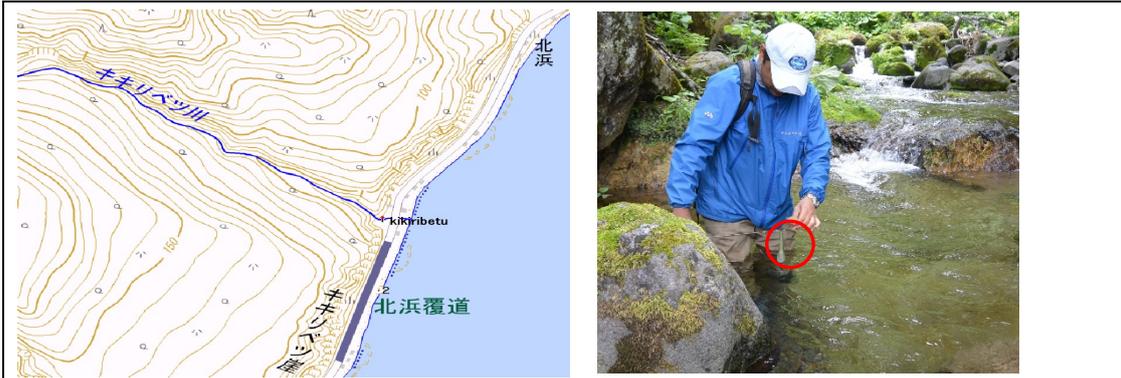


オショロコツ (東岸)

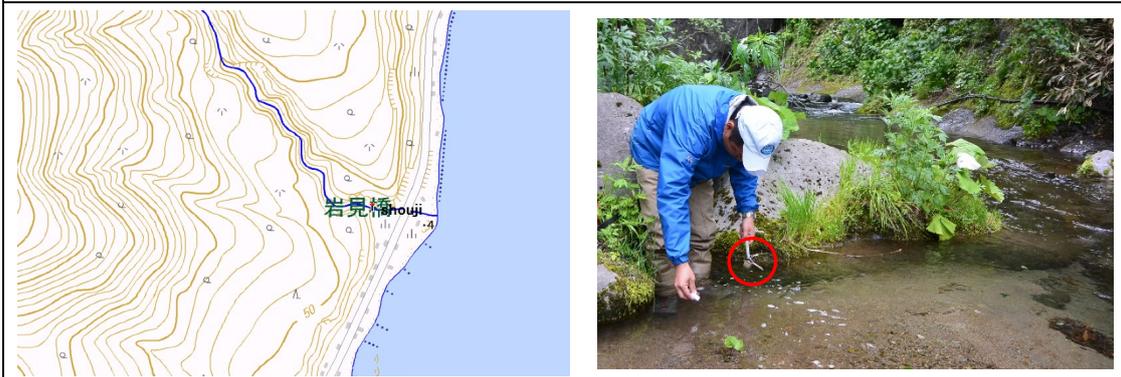


ルサ (東岸)

写真6. 調査箇所 (6)



キキリベツ (東岸)



ショウジ (東岸)



ケンネベツ (東岸)



チエンベツ (東岸)

写真7. 調査箇所 (7)

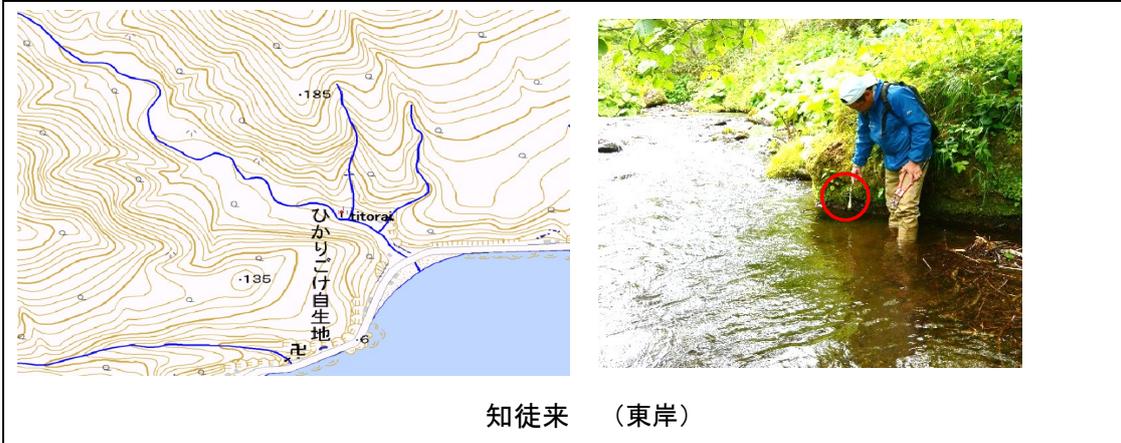


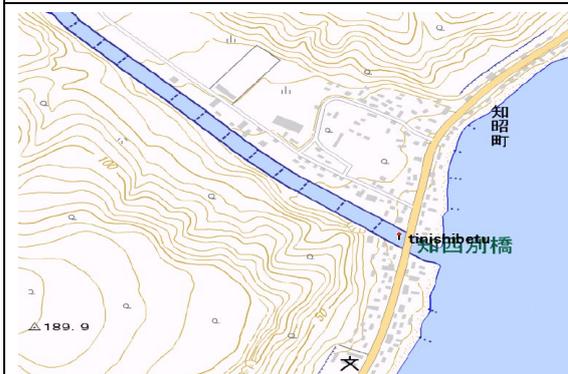
写真 8. 調査箇所 (8)



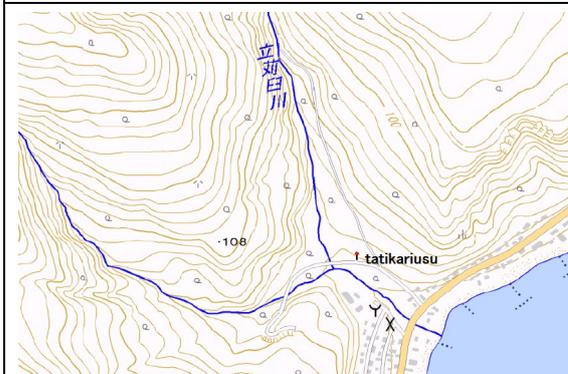
羅臼 (東岸)



松法 (東岸)



知西別 (東岸)



立茹臼 (東岸)

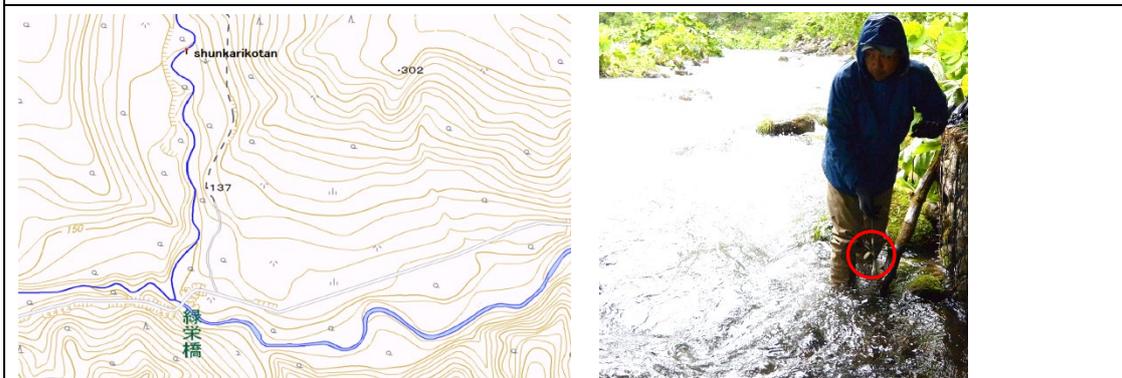
写真 9. 調査箇所 (9)



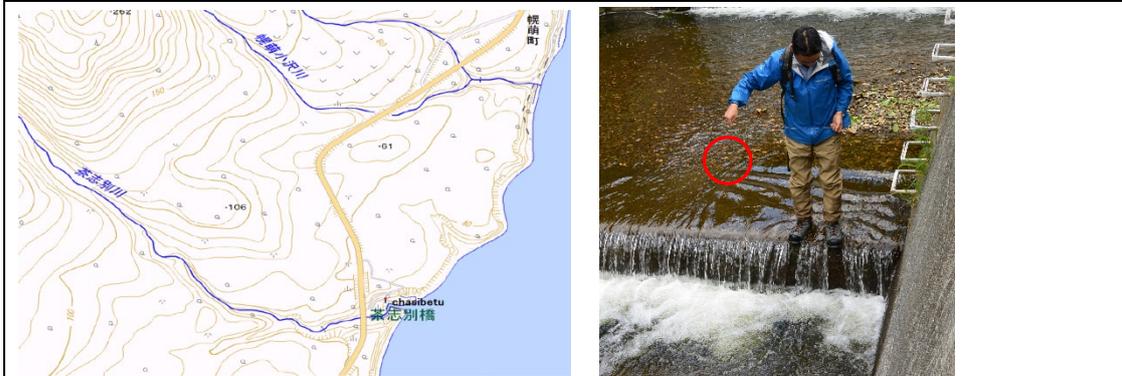
精神 (東岸)



ボン春苺古丹 (東岸)



春苺古丹 (東岸)



茶志別 (東岸)

写真 10. 調査箇所 (10)



ポン陸士別



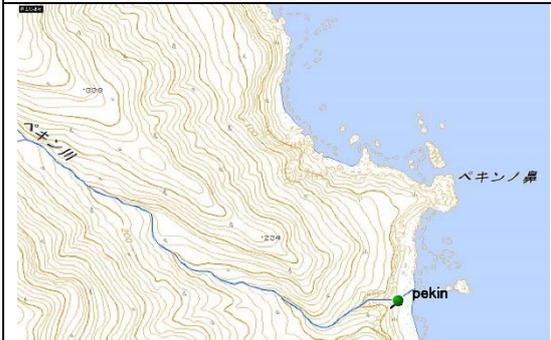
(東岸)



居麻布



(東岸)



ペキン (東岸)



クズレハマ (東岸)



写真 11. 調査箇所 (11)



写真 12. 調査箇所 (12)



オショコマナイ（西岸）



チャラッセナイ（西岸）



フンベ（西岸）



オシヨパオマブ（西岸）



オライネコタン（西岸）



ルサ（東岸）



オッカバケ（東岸）



松法（東岸）

写真 13. R1（2019）年の魚類調査箇所

なお、過去の調査は、H23（2011）年度とH24（2012）年度に予備調査（1回採捕（1パス））を実施し、H25（2013）年度以降は本調査（2回採捕（2パス））を実施してきた。

- H23（2011）年（予備調査）
西岸（5河川） オライネコタン，金山，チャラッセナイ，イワウベツ，フンベ
東岸（4河川） オショロコツ，ケンネベツ，立苧臼，茶志別
- H24（2012）年（予備調査）
西岸（4河川） テッパンベツ，ルシヤ，ホロベツ，オショパオマブ
東岸（3河川） オッカバケ，知西別，精神
- H25（2013）年（本調査）
西岸（5河川） イダシュベツ，ホロベツ，金山，糠真布，シマトツカリ
東岸（3河川） 知徒来，知西別，精神
- H26（2014）年（本調査）
西岸（5河川） オショパオマブ，フンベ，オショコマナイ，オライネコタン，
チャラッセナイ
東岸（3河川） オッカバケ，松法，ルサ
- H27（2015）年（本調査）
西岸（4河川） テッパンベツ，ルシヤ，イワウベツ，オペケブ
東岸（4河川） キキリベツ，ショウジ，モセカルベツ，ポン陸士別
- H28（2016）年（本調査）
西岸（1河川） オチカバケ
東岸（6河川） モイレウシ，アイドマリ，オショロコツ，羅臼，立苧臼，居麻布
- H29（2017）年（本調査）
東岸（6河川） ケンネベツ，チエンベツ，サシルイ，ポン春苧古丹，春苧古丹，
茶志別
- H30（2018）年（本調査）
西岸（6河川） ルシヤ，イダシュベツ，ホロベツ，金山，糠真布，シマトツカリ
東岸（3河川） 知徒来，知西別，精神
- R1（2019）年（本調査）
西岸（5河川） オショコマナイ，チャラッセナイ，フンベ，オショパオマブ，
オライネコタン
東岸（3河川） ルサ，オッカバケ，松法

2.2. 調査方法

1) 水温調査

対象 42 河川全てに水温計測器具を設置した。水温計設置箇所選定は次の点に留意して選定した。

- ▶ 設置，回収のアクセスが可能な箇所（ヒグマ遭遇の危険性も考慮して判断）。
- ▶ 付近一帯の中で，オショロコマの生息が標準的と判断される箇所。

水温計測器具として自動水温記録器ティドビット Ver2（以下，ロガーとする）を用いて，7～9 月間の水温を 15 分間隔で計測した。なお，ロガーはステンレスワイヤー（2.5mm 径）を用いて川沿いの河畔林や鉄杭等に固着した。計測した水温データは，河川毎に月平均，月最小，月最大，週平均，週最小，週最大，日平均，日最小，日最大データとして集計した。なお，週単位は 7 月 1 日から 7 日毎を 1 週とした。ロガーが水中から空気中に出たことを示唆する水温データは除外して解析した。



写真 14. ティドビット v 2

2) 魚類生息調査

対象 42 河川のうち，西岸 5 河川（オショコマナイ，チャラッセナイ，フンベ，オショバオマブ，オライネコタン），東岸 3 河川（ルサ，オッカバケ，松法）において，7～9 月の期間に魚類調査を行った。なお，ニジマス集中調査河川として毎年調査を継続している西岸のシマトッカリ，東岸の知西別でも魚類調査を行った。調査対象河川ごとに縦断長各 20m 単位で 3 調査区を設定し，エレクトリックショッカー（スミスルート社 LR24 型と LR-20B 型）とタモ網と叉手網を用いて 2 回繰り返しの採捕により魚類を採捕した。採捕した全ての魚類は麻酔後，種ごとに写真撮影，個体ごとに体サイズ（サケ科は尾叉長，他魚種は全長），オショロコマのみ全体の湿重量を記録し，外来種ニジマス以外は麻酔回復後に採捕した調査区に放流した。生息数は 2 パス除去法（CAPTURE を使用）を用いて推定し，100 m²あたりに換算して推定生息密度を算出した。なお，H24（2012）年度以前に 1 パス（1 回採捕）で行われた調査結果は，H25（2013）年以降の調査における 2 パスから 1 パスへの減少率を元に求めた換算式を用いて，2 パス採捕による個体数を推定して算出した。

※2 パス除去法：CAPTURE (White et al. 1982)を用いて，Generalized Removal Estimate (Pollock and Otto 1983)により推定した。

3) 物理環境調査

物理環境調査は上記の魚類生息調査を行った8河川で実施した。対象河川において、水面幅、水深、代表河床材料径（長径）、6割水深流速、流量、植被率（河畔林の鬱閉度）を計測した。計測は、魚類調査で設けた各調査区の下流端から0m、10m、20mに横断測線を設定し、各横断測線を11等分する10地点において行った。加えて、流量については横断測線毎のデータを元に算出した。河床材料径は、計測後、1（岩盤）、2（2mm以下）、3（2-16mm）、4（17-64mm）、5（65-256mm）、6（256mm以上）の6段階に分けた。植被率は、各調査区の中央（下流端から10m地点）において、目視で1（0%）、2（0-25%）、3（25-50%）、4（50-75%）、5（75-100%）の5段階で記録し、植被度とした。

4) その他

調査地点の水温は上流域に設置されているダム（砂防ダム・治山ダム）の影響を受けやすいことが明らかになっているため、調査地点から便宜的に上流方向2km以内に存在するダムの密度（ダム設置基数/km）を求めた。この際、2万5千分の1地形図および既存のダム位置情報（桑原ほか2005；高橋ほか2005）を参考にした。さらに便宜的にダム密度が2基/km以上を「ダム高密度」、同2基/km未満を「ダム低密度」として解析した。

また、気象庁により公開されている気象観測データのうち、S54（1979）年からR1（2019）年までの西岸（斜里側）と東岸（羅臼側）の7～9月間の平均気温、最高気温、日最高月平均気温を求めた。



写真 15. エレックリックショッカーと叉手網による魚類生息調査状況（オショパオマブ）



写真 16. 魚類の体長計測状況（オライネコタン）



写真 17. 物理環境調査状況（オショパオマブ）

5) 調査日程

R1 (2019) 年の調査は表 2 に示す日程で行った。なお、ニジマス調査はシマトツカリで 8 月 3 日に、知西別で 8 月 5 日にそれぞれ実施した。

表 2 R1 (2019) 年の調査日程

区域	番号	河川名	ロガー設置日	ロガー回収日	採捕調査日	物理調査日
西岸 斜里側	1	テッパンベツ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	2	ルシャ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	3	イダシュベツ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	4	イワウベツ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	5	ホロベツ	6 月 17 日	未回収		
	6	フンベ	6 月 17 日	10 月 5 日	8 月 24 日	8 月 25 日
	7	オショコマナイ	6 月 17 日	10 月 5 日	8 月 24 日	8 月 24 日
	8	チャラッセナイ	6 月 17 日	10 月 5 日	8 月 25 日	8 月 25 日
	9	オペケブ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	10	金山	6 月 17 日	10 月 5 日		
	11	オショパオマブ	6 月 17 日	10 月 5 日	8 月 4 日	8 月 4 日
	12	オチカバケ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	13	オライネコタン	6 月 17 日	10 月 5 日	8 月 3 日	8 月 4 日
	14	糠真布	6 月 17 日	10 月 5 日		
	15	シマトツカリ	6 月 17 日	10 月 5 日		
	16	チャカババイ	6 月 25 日	10 月 1 日		
	17	ポンベツ	6 月 25 日	10 月 1 日		
東岸 羅臼側	1	モイレウシ	6 月 18 日	10 月 2 日		
	2	アイドマリ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	3	オショロコツ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	4	ルサ	6 月 18 日	10 月 6 日	8 月 26 日	8 月 26 日
	5	キキリベツ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	6	ショウジ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	7	ケンネベツ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	8	チエンベツ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	9	モセカルベツ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	10	オッカバケ	6 月 18 日	10 月 6 日	8 月 27 日	8 月 27 日
	11	サシルイ	6 月 18 日	10 月 6 日		
	12	知徒来	6 月 18 日	10 月 6 日		
	13	羅臼	6 月 18 日	10 月 6 日		
	14	松法	6 月 18 日	10 月 6 日	8 月 5 日	8 月 5 日
	15	知西別	6 月 18 日	10 月 6 日		
	16	立苺臼	6 月 18 日	10 月 6 日		
	17	精神	6 月 18 日	10 月 6 日		
	18	ポン春苺古丹	6 月 18 日	10 月 6 日		
	19	春苺古丹	6 月 18 日	10 月 6 日		
	20	茶志別	6 月 18 日	10 月 6 日		
	21	ポン陸士別	6 月 18 日	10 月 6 日		
	22	居麻布	6 月 18 日	10 月 6 日		
	23	ペキン	6 月 18 日	10 月 1 日		
	24	クズレハマ	6 月 18 日	10 月 1 日		
	25	カモイウンベ	6 月 18 日	10 月 1 日		

調査結果

2.3. 水温データ

R1(2019)年に河川毎に集計した7~9月の月毎の日平均水温の平均（以下、平均水温と呼ぶ）、日最高水温の平均（以下、最高水温と呼ぶ）および日最高月平均水温を図3に示す。

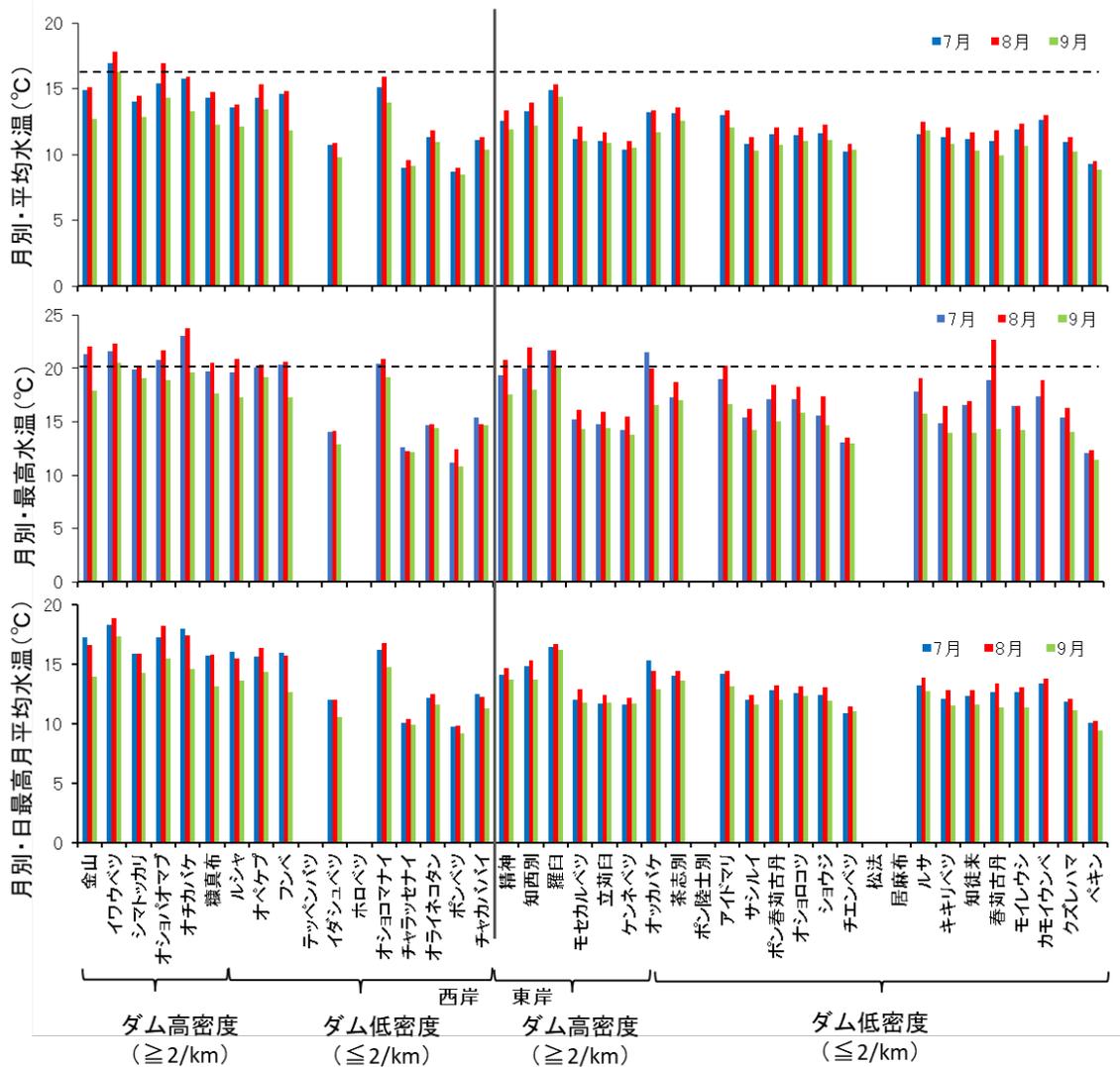


図3. R1(2019)年の7~9月に観測された月毎の日平均水温の平均、日最高水温の平均および日最高月平均水温

平均水温については、盛夏（8月）に16°Cを上回った河川は西岸のイワウベツ、オシヨパオマブで、10°Cを下回った河川は西岸のポンベツ、チャラッセナイ、東岸のペキンであった。最高水温については、盛夏（8月）に20°Cを超えた河川は、西岸で金山、イワウベツ、シマトツカリ、オシヨパオマブ、オチカバケ、糠真布、ルシヤ、オペケブ、フンベ、オシヨコマナイ、東岸では精神、知西別、羅臼、オッカバケ、アイトマリ、春菟古丹であった。なお、盛夏（8月）に日最高月平均水温が20°Cを超えた河川は認められなかった。

R1 (2019) 年に魚類・物理環境調査を行った 8 河川について、7～9 月の平均水温、日最高水温の平均、最高水温の経年変化 (H12 (2000) ～R1 (2019) 年) を図 4～11 に示す。経年変化が水温に及ぼす影響について単回帰分析を行った結果、西岸河川ではオショパオマブ、オライネコタンで上昇傾向が、フンベでは逆に有意な下降傾向が認められた。東岸では、松法で有意な上昇傾向が、ルサでは有意な下降傾向が認められた。

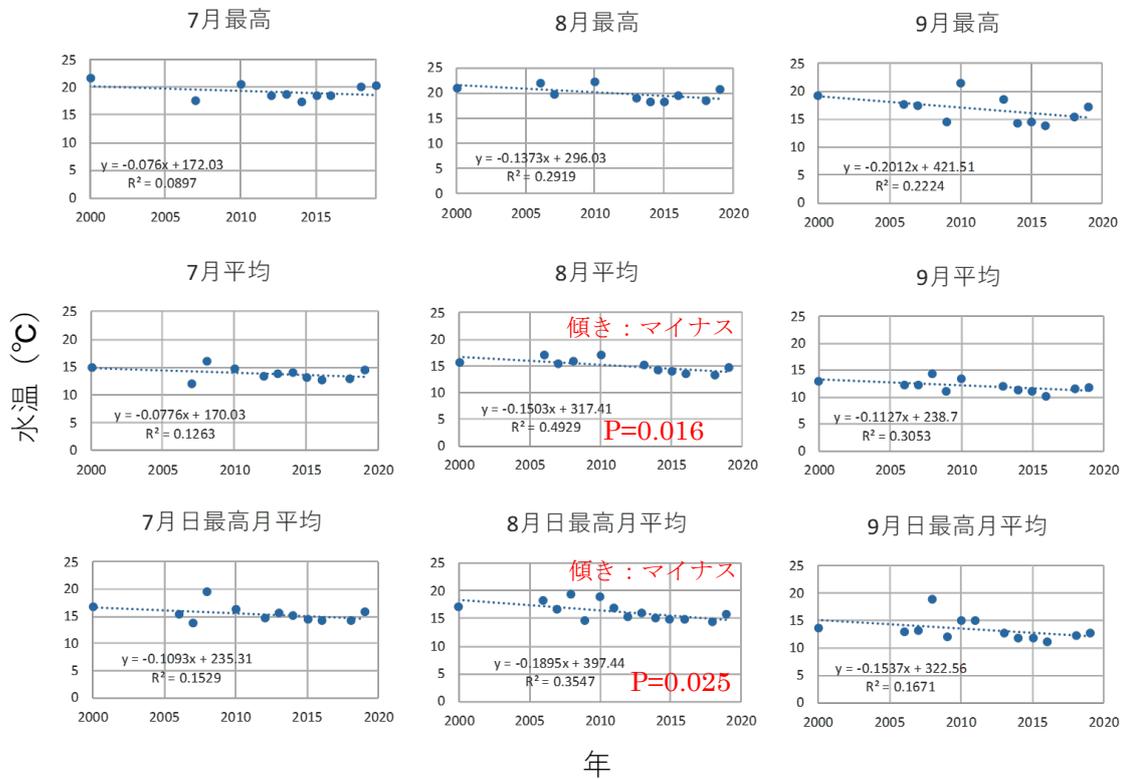


図 4. R1 (2019) 年調査河川・フンベの 7～9 月の平均水温、日最高水温の平均、最高水温の値の経年変化

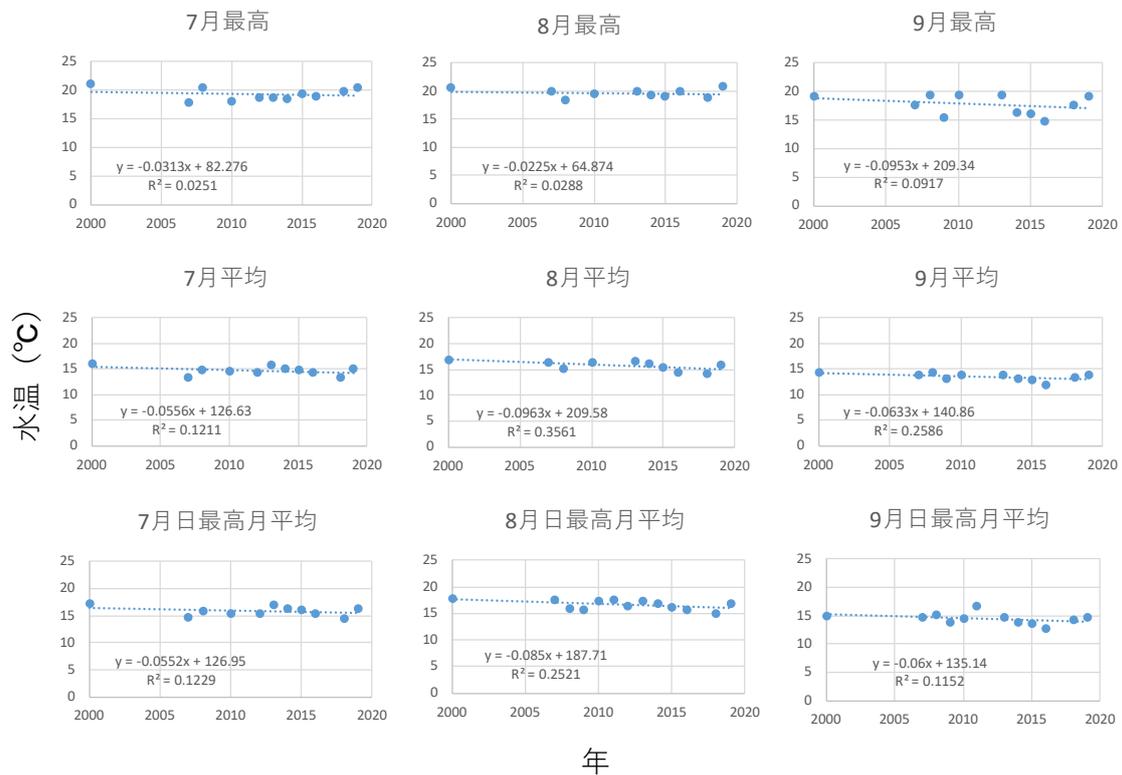


図5. R1 (2019) 年調査河川・オショコマナイの7~9月の平均水温, 日最高水温の平均, 最高水温の値の経年変化

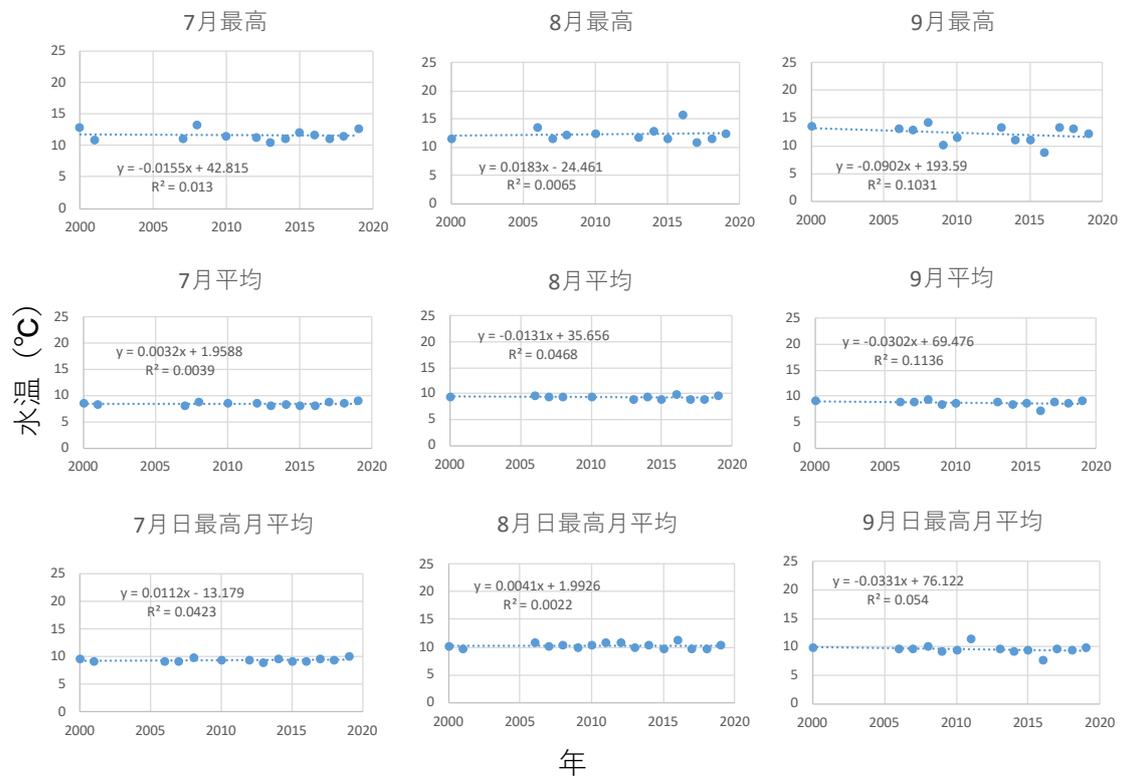


図6. R1 (2019) 年調査河川・チャラッセナイの7~9月の平均水温, 日最高水温の平均, 最高水温の値の経年変化

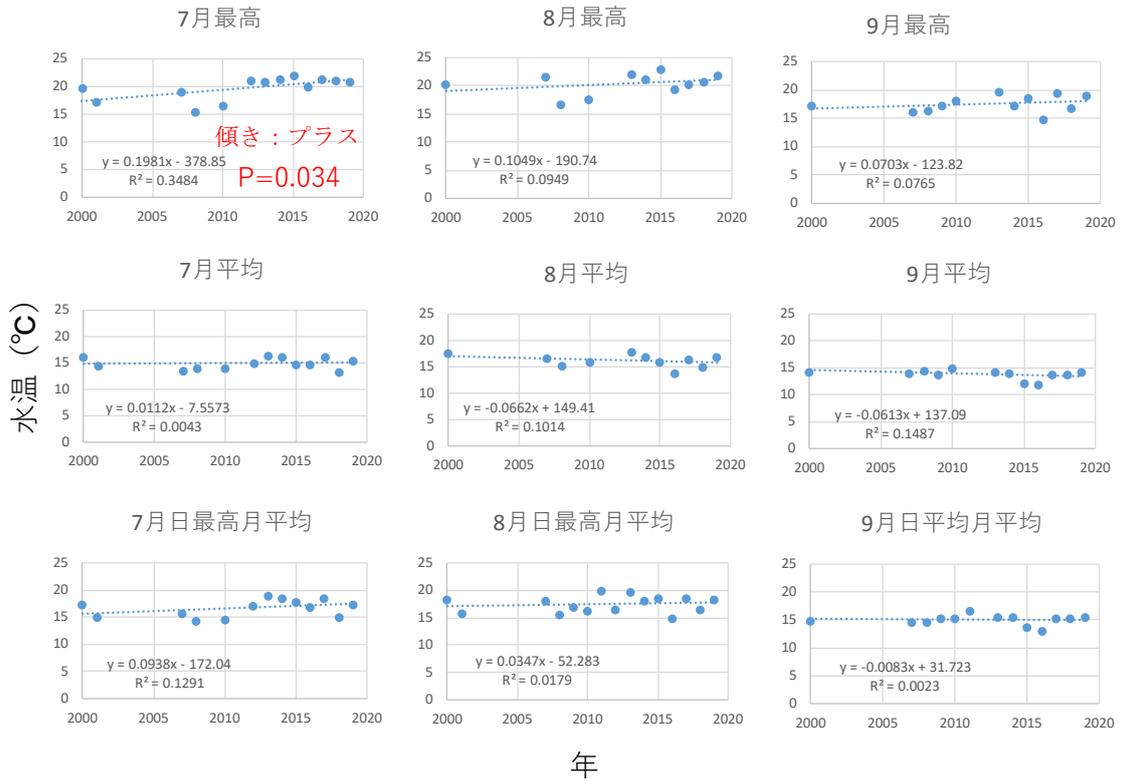


図 7. R1 (2019) 年調査河川・オシヨパオマブの 7~9 月の平均水温, 日最高水温の平均, 最高水温の値の経年変化

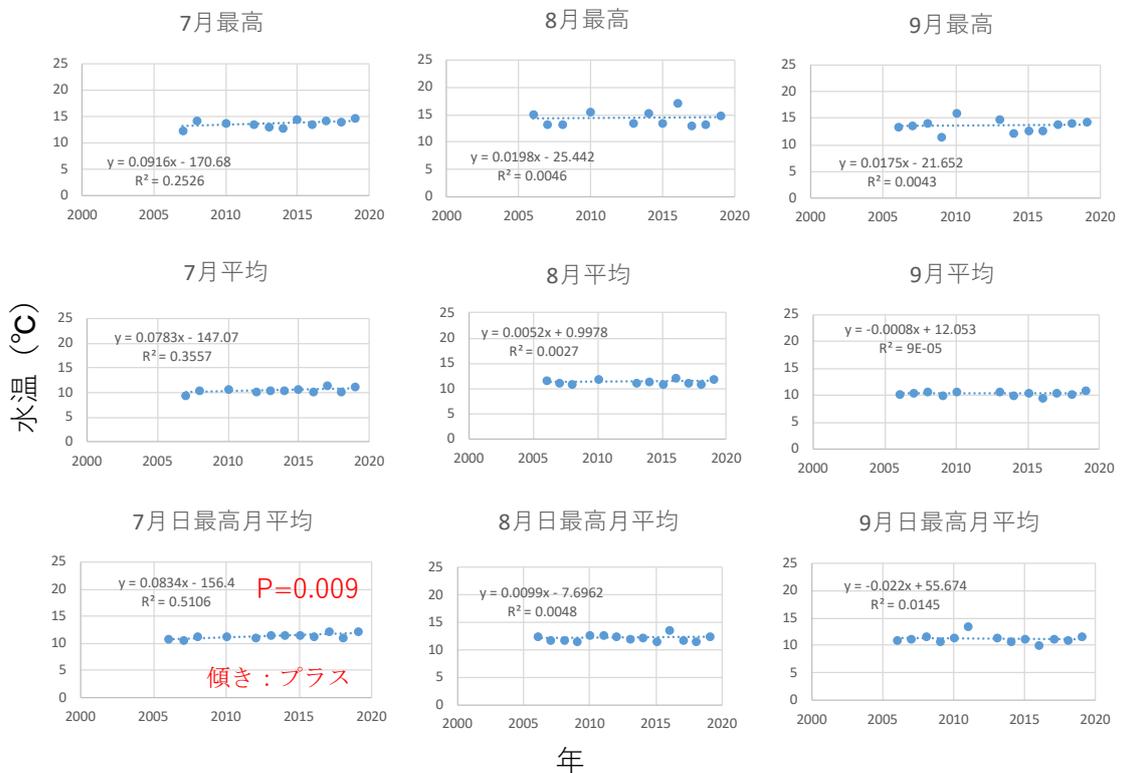


図 8. R1 (2019) 年調査河川・オライネコタンの 7~9 月の平均水温, 日最高水温の平均, 最高水温の値の経年変化

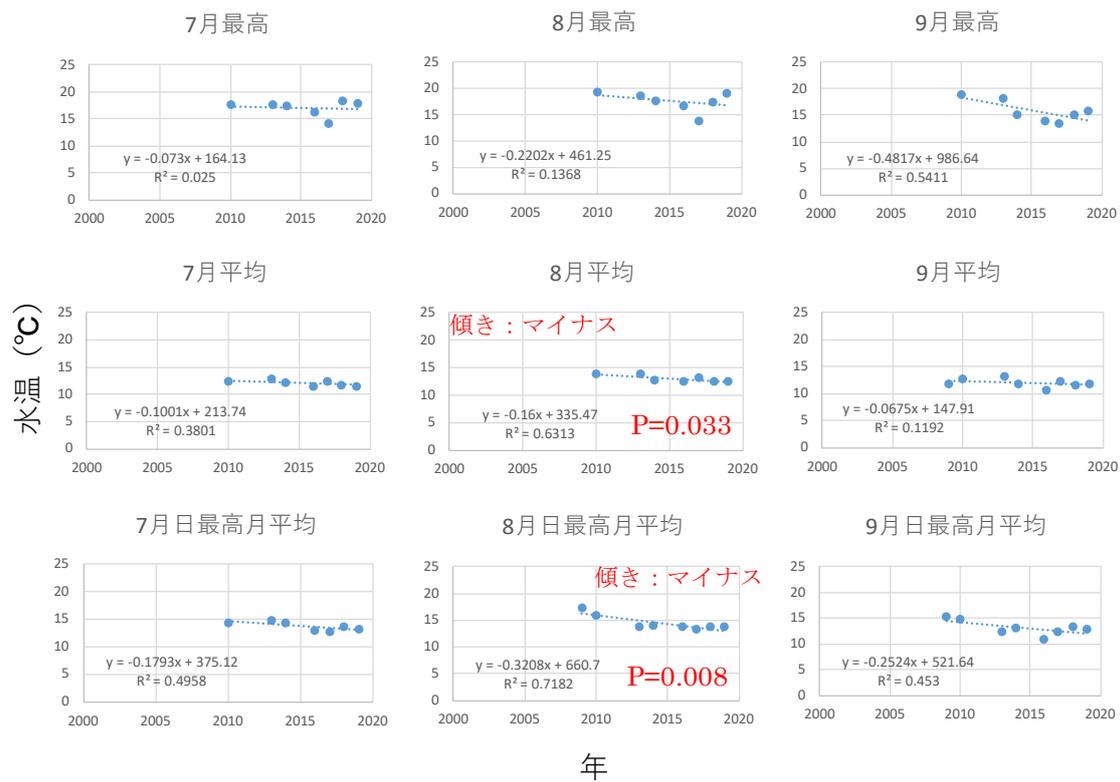


図9. R1 (2019) 年調査河川・ルサの7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

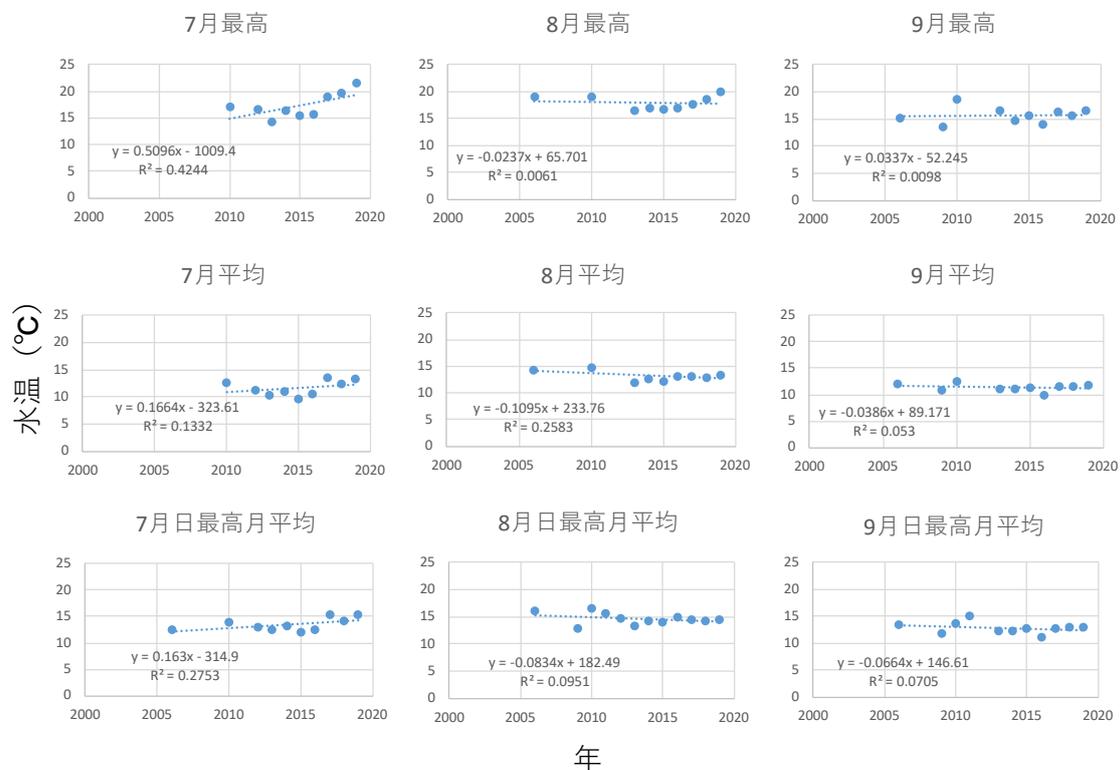


図10. R1 (2019) 年調査河川・オッカバケの7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

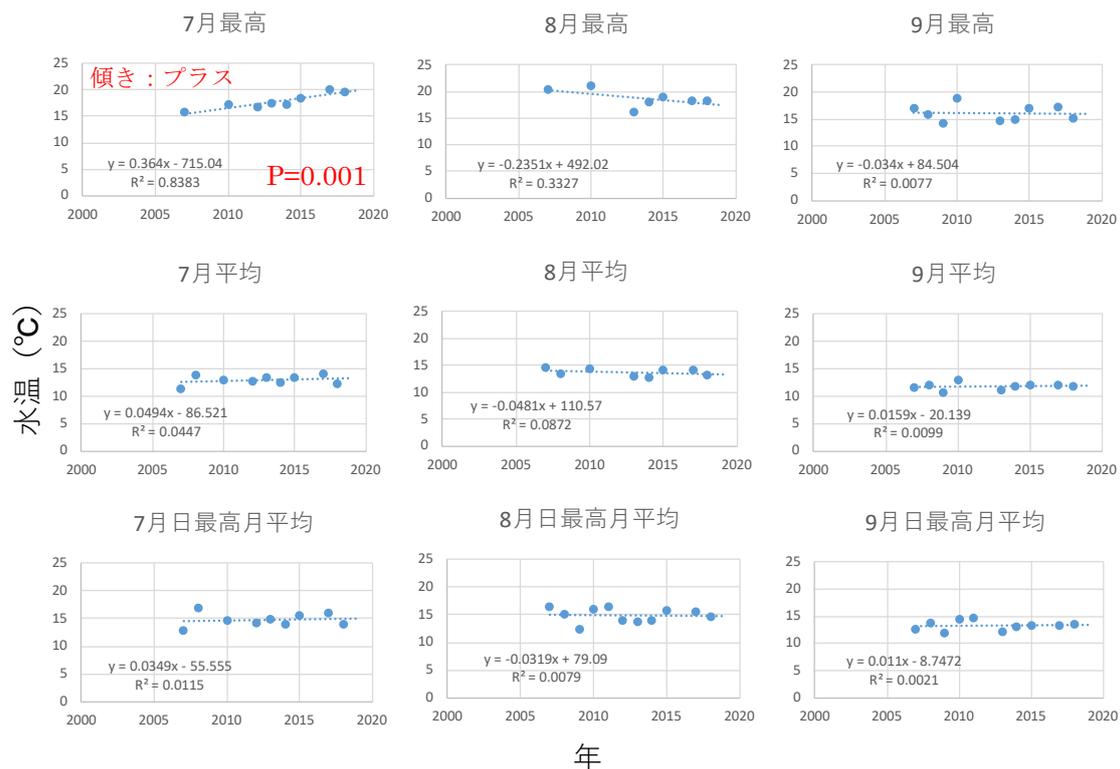


図 11. R1 (2019) 年調査河川・松法の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化。ただし，2019 年度のデータは欠損している。

水温データの蓄積がある 37 河川の月平均（日平均水温の月平均），月最高（当該月内の瞬間最高水温），日最高月平均（日最高水温の月平均）を応答変数，年度を説明変数とする単回帰分析を河川ごとに実施した結果，15 河川で有意な上昇傾向が認められた一方で，9 河川では有意な下降傾向が認められた。ただし，イワウベツ，オチカバケ，アイドマリ，春荊古丹では上昇，低下の混在が認められた。12 河川では上昇，低下のいずれの変化も認められなかった。さらに水温上昇・低下が認められた河川を対象に全体的な傾向を掴むためにウィルコクソンの符号順位和検定を実施したところ，7月の「月最高」水温のみ有意な上昇傾向が認められた（ $Z=3.296$, $P=0.001$ ）。

表3 河川の水温経年変化の回帰分析の結果. 統計的に有意 (P<0.05) な上昇傾向 (+) および下降傾向 (-) を示す.

区域	河川名	月平均			月最高			日最高月平均		
		7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
西岸 斜里側	テツパンベツ									
	ルシャ				+					
	イダシュベツ									
	●イワウベツ		-		+					
	ホロベツ									
	フンベ		-						-	
	オシヨコマナイ									
	チャラッセナイ									
	オペケブ									
	●金山									
	●オシヨパオマブ				+					
	●オチカバケ				+				-	
	オライネコタン							+		
	●糠真布		-							
	●シマトツカリ				+					
東岸 羅臼側	モイレウシ				+					
	アイダマリ		-	-	+				-	-
	オシヨロコツ				+			+		
	ルサ		-						-	
	キキリベツ				+					
	ショウジ				+					
	●ケンネベツ									
	チエンベツ									
	●モセカルベツ									
	オッカバケ									
	サシルイ				+					
	知徒来		-				-			
	●羅臼				+	+		+	+	+
	松法									
	●知西別				+			+		
	●立苺臼									
	●精神									
	ポン春苺古丹									
春苺古丹			-	+						
茶志別		-								
ポン陸士別										
居麻布										

●はダム高密度河川. ハイライトで示す河川ではロガーの流亡または空気暴露によりデータが回収されず, 検定を実施しなかった.

2.4. 生息調査データ

1) 採捕魚種の推定生息個体数密度および推定生息湿重量密度

R1 (2019) 年の魚類調査により採捕された魚類個体数を 2 パス除去法により推定した魚種別の推定生息個体数密度一覧を表 4 に、さらに推定生息湿重量密度を表 5 にそれぞれ示す。なお、湿重量密度はオショロコマについてのみ、2 パスデータを元に推定個体数密度算出と同じ方式で求めた。オショロコマは、オショパオマブ以外の 7 河川（オライネコタン、チャラッセナイ、フンベ、オショコマナイ、松法、オッカバケ、ルサ）で採捕され、推定生息個体数密度（湿重量密度）はオライネコタンで 130 個体/100 m² (5400g/100 m²) を超えるきわめて高い値を示した。オショパオマブでは 5 年前の採捕においてもオショロコマは採捕されなかった。河川型のサクラマス（ヤマメ）が松法で確認された。

表 4. 令和元（2019）年度，採捕された全魚種の河川別推定個体数密度一覧表

●はダム高密度

区分	河川名	個体数密度(個体数/100m ²)									
		オショロコマ	サクラマス	ニジマス	カンキョウカジカ	アメマス	シマウキゴリ	エゾトミヨ	カワヤツメ	フクドジョウ	エゾハナカジカ
西岸	オライネコタン	134.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	チャラッセナイ	40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	フンベ	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	オショコマナイ	11.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	●オショパオマブ	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東岸	松法	18.6	7.8	-	6.4	-	32.2	-	-	-	-
	オッカバケ	32.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ルサ	77.2	-	-	6.9	-	0.7	-	-	-	-

表 5. R1 (2019) 年度，河川別のオショロコマ推定生息湿重量密度

●はダム高密度

区分	河川名	オショロコマ生息量 (g/100m ²)
西岸	オライネコタン (西)	5475.6
	チャラッセナイ (西)	928.8
	フンベ (西)	1417.2
	オショコマナイ (西)	245.6
	●オショパオマブ (西)	-
東岸	松法 (東)	667.1
	オッカバケ (東)	1493.0
	ルサ (東)	182.3

R1 (2019) 年および過去 (H19 (2007) ~H24 (2012) 年と H25 (2013) ~H29 (2017) 年) のオショロコマ推定個体数密度を比較するとともに、これらと R1 (2019) 年 8 月の日最高水温の平均との関係を図 12 (左より水温の昇順に並べた) に示す。チャラッセナイ、オライネコタンでは 8 月の水温が 10~14℃程度と低水準で、オライネコタンではオショロコマの推定個体数密度が 130 個体/100 m²を超えた。これに対し、松法、フンベ、オショコマナイ、オショパオマブでは 15~18℃程度とやや高水準の水温が記録され、オショロコマの推定個体数密度も低く、オショパオマブでは生息が確認されなかった。また、R1 (2019) 年のオショロコマ推定個体数密度を過去 (H19 (2007) ~24 (2012) 年) のそれと比較すると、

オライネコタン、ルサ、オッカバケではより高い値を示した。逆に、オショコマナイでは低い値を示した。その他の河川では顕著な相違は認められなかった。

R1 (2019) 年および過去 (H19 (2007) ~H24 (2012) 年と H25 (2013) ~H29 (2017) 年) と R1 (2019) 年 8 月の日最高水温の平均とオショロコマ推定湿重量密度の関係を図 13 (左より水温の昇順に並べた) に示す。オライネコタンおよびフンベではオショロコマ推定湿重量密度は増大する傾向が認められたが、他の河川については概ね推定個体数密度と同様の傾向が認められた。

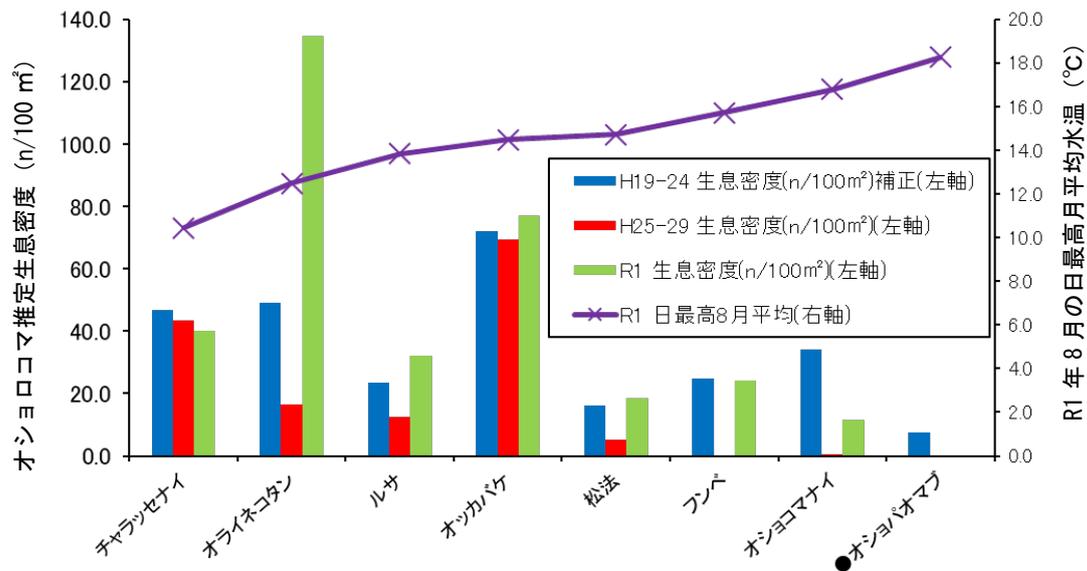


図 12. R1 年 8 月の日最高月平均水温とオショロコマ推定生息密度 (H19~24 年, H25~29 年, R1 年) の関係。●はダム高密度 (2 基/km 以上) の河川を示す。

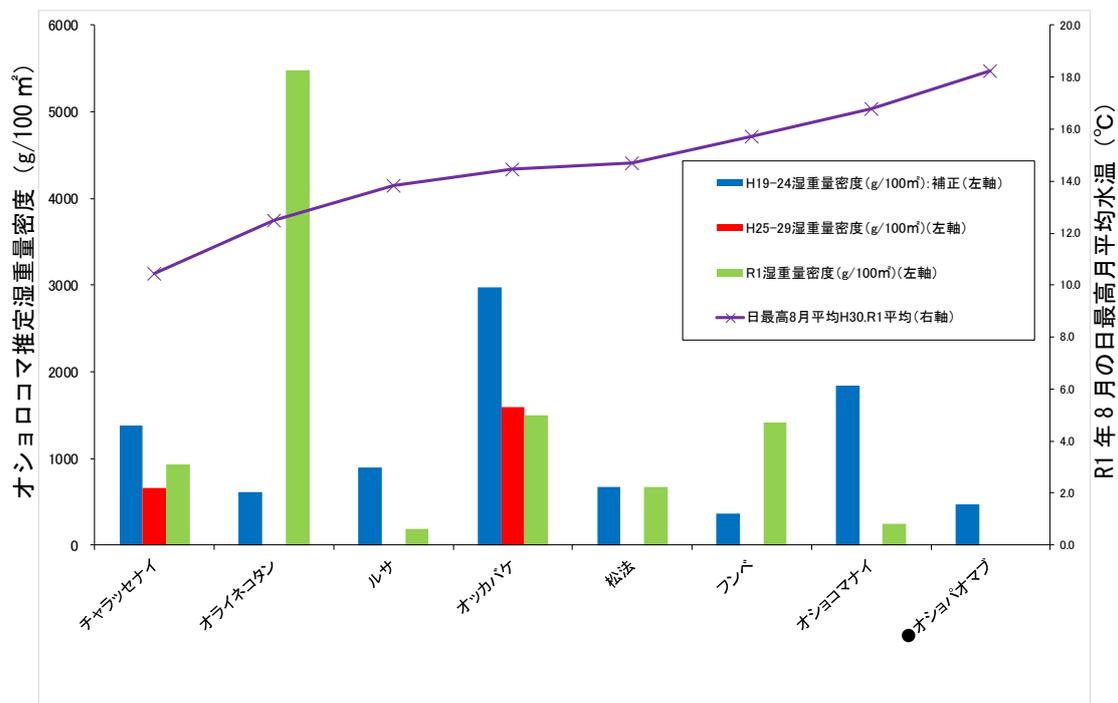


図 13. R1 年 8 月の日最高月平均水温とオショロコマ推定湿重量密度 (H19~24 年, H25~29 年, R1 年) の関係。●はダム高密度 (2 基/km 以上) の河川を示す。

H30(2018)年およびR1(2019)年に調査を行った計17河川を対象として、過去(H19(2007), H20(2008)およびH24(2012)年)とH25(2013)～H29(2017)年のオショロコマ推定個体数密度および湿重量密度を比較するとともに、これらとH30(2018)～R1(2019)年8月の日最高水温の平均との関係を図14および図15に示す(左より水温の昇順に並べた)。両図より、水温が高水準の河川ほどオショロコマの推定個体数密度、推定湿重量密度ともに低くなる傾向が認められた。

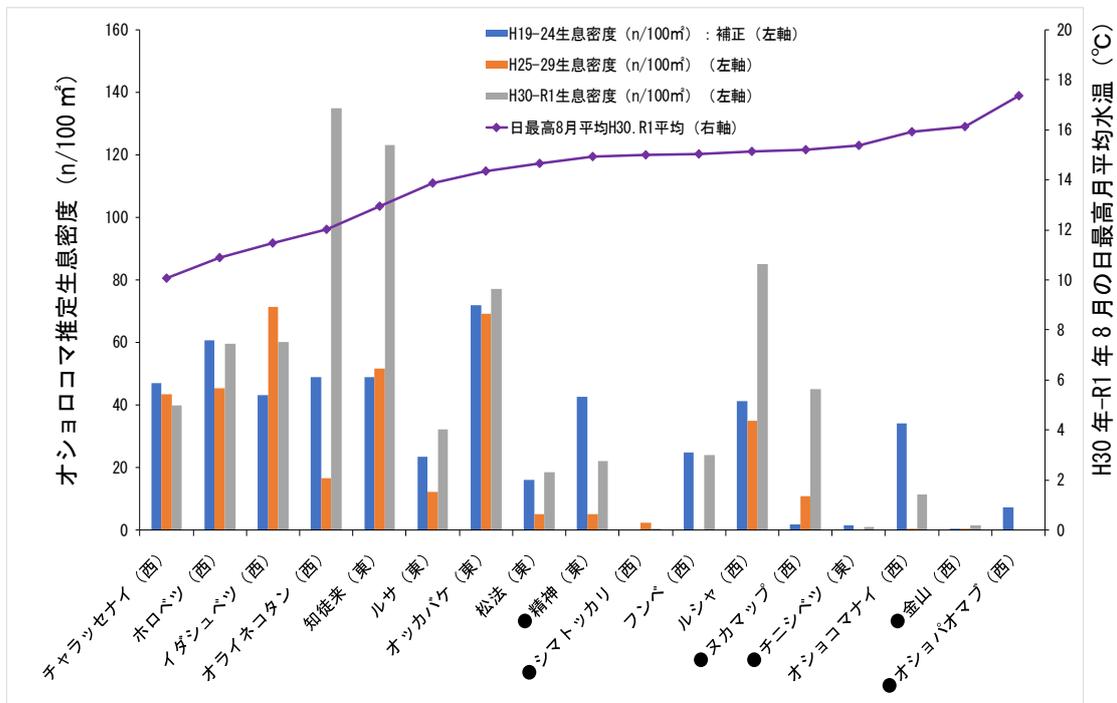


図14. H30(2018)年～R1(2019)年に調査を行った河川を対象とするオショロコマ生息密度(除去法による推定値)のH19(2007)年以降の経年変化と8月の日最高水温の平均との関係。●はダム高密度(2基/km以上)の河川を示す。

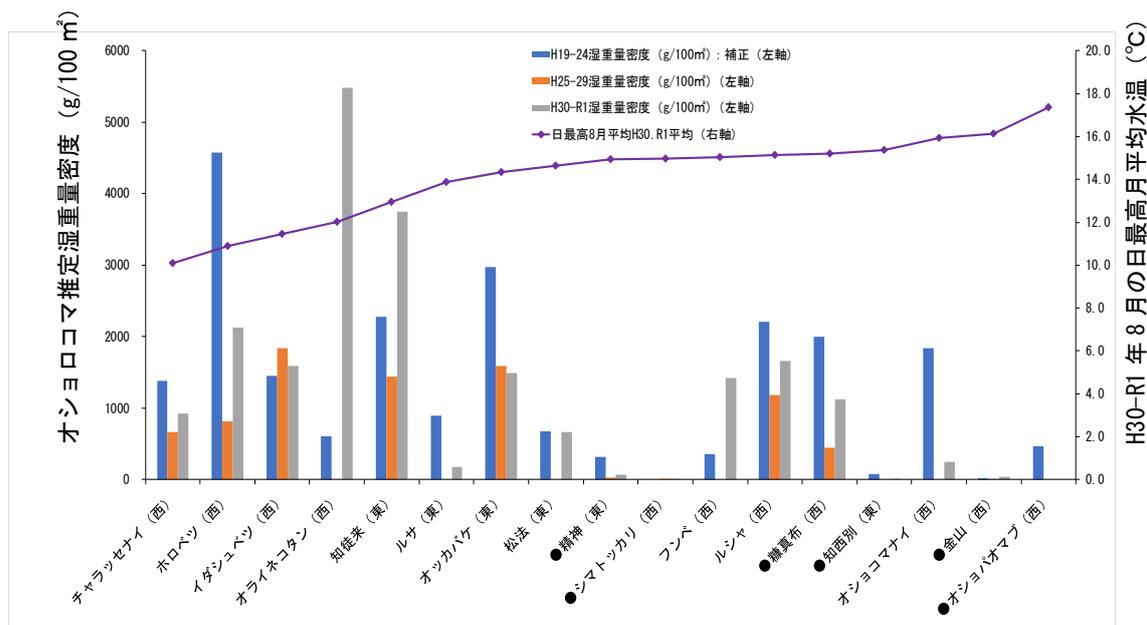


図15. H30(2018)年～R1(2019)年に調査を行った河川を対象とするオショロコマ推定湿重量密度(除去法による推定値)のH19(2007)年以降の経年変化と8月の日最高水温の平均との関係。●はダム高密度(2基/km以上)の河川を示す。

R1（2019）年の8月の日最高水温の平均と R1（2019）年のオショロコマの推定個体数密度の関係を図 16 に示す。図より，高水温の河川ほどオショロコマ推定個体数密度が低くなる傾向が認められた。

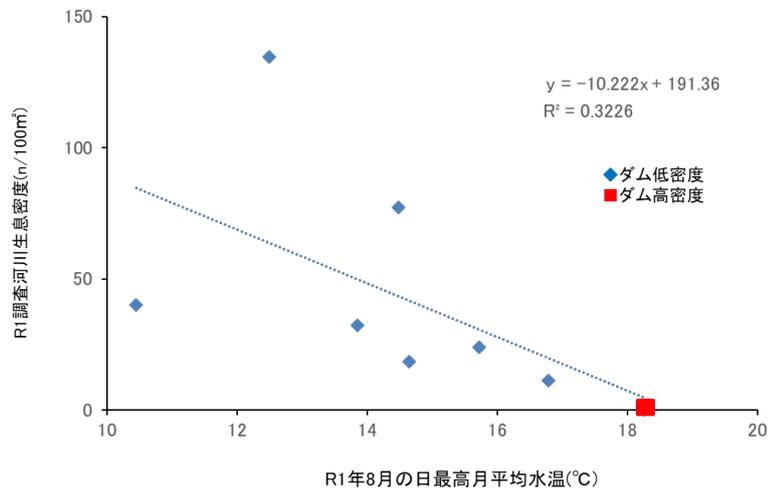


図 16. R1（2019）年8月の日最高水温の平均と R1（2019）年オショロコマ推定個体数密度の関係

H19 (2007) ~24 (2012) 年期間, H25 (2013) ~29 (2017) 年期間と R1 (2019) 年の間でオシヨロコマ平均生息密度を比較した (表 6). 増加率は, それぞれ 23%および 129%であったが, 検定の結果, 有意な変化は認められなかった.

表 6. R1 年調査 8 河川を対象に①H19~24 年, ②H25~29 年, ③R1 年のオシヨロコマ推定生息密度について対応のある t 検定を行った結果を示す.

区 分		平均推定生息密度	増加率	P 値	有意差 (両側5%)	オシヨロコマ 密度変化評価
R1年調査 の8河川	①H19-24年 と ③R1年	34.2(H19-24年) → 46.4(R1年)	23.4%	0.60	無し	無し
	②H25-29年 と ③R1年	18.4(H25-29年) → 46.4(R1年)	129.4%	0.13	無し	無し

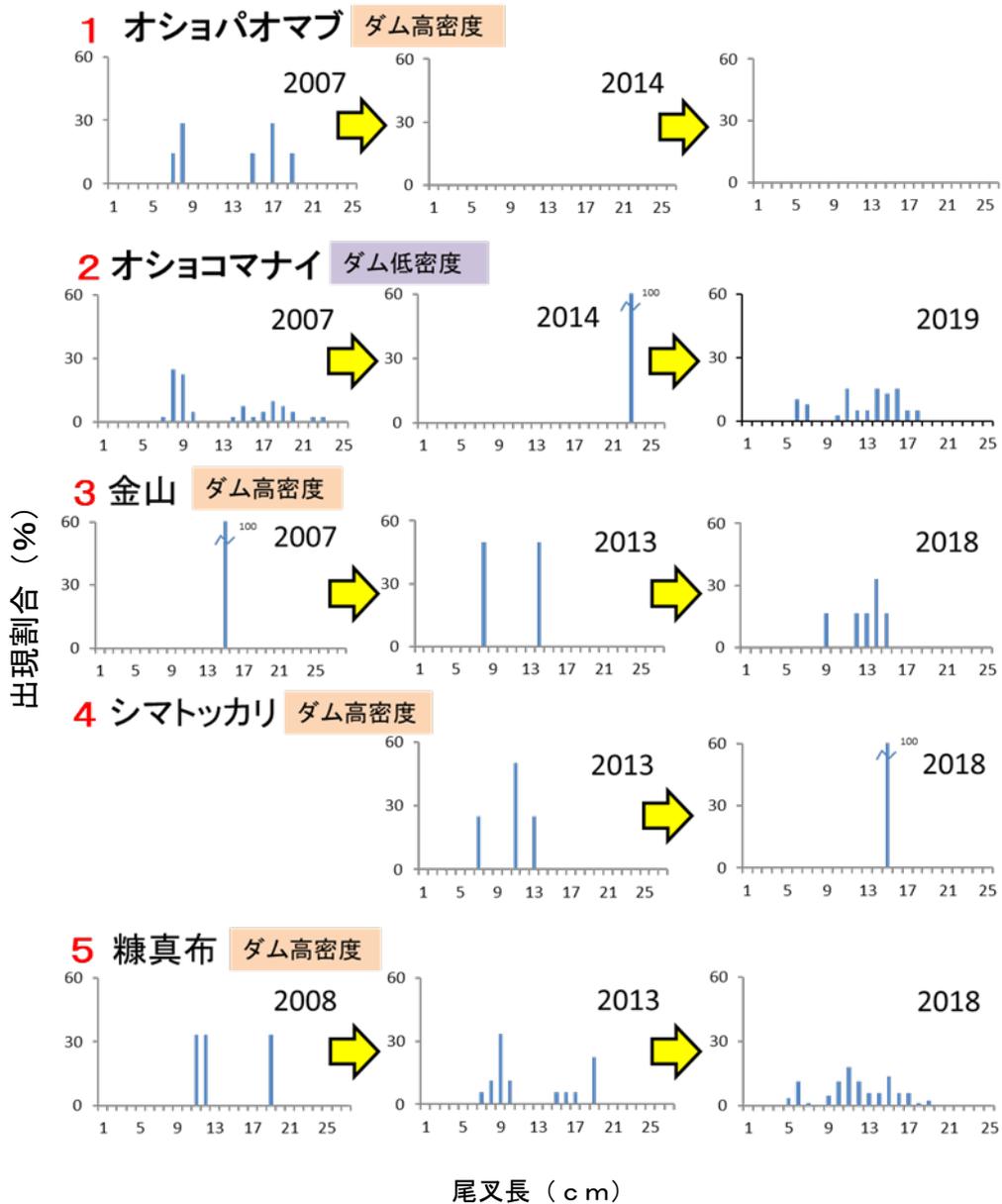
ただし, H30 (2018) 年と R1 (2019) 年に調査を実施した計 17 河川を合わせて, これらと H19 (2007) 年~H24 (2012) 年および H25 (2013) ~H29 (2017) の個体数密度を比べた結果, 増加率はそれぞれ 43%および 152%であり, 後者に有意な差が認められた. このことから, 近年のオシヨロコマ個体数密度は必ずしも減少傾向にあるとは言えないものの, 調査 3 巡目を完了するまで結論は出せず, 引き続きデータの蓄積が必要である.

表 7. H30 (2018) 年と R1 (2019) 年調査 17 河川を対象に①H19 (2007) ~H24 (2012) 年, ②H25 (2013) ~H29 (2017) 年, ③H30 (2018) ~R1 (2019) 年のオシヨロコマ推定個体数密度について対応のある t 検定を行った結果を示す.

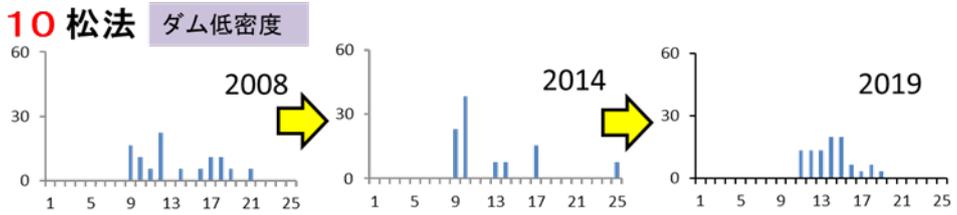
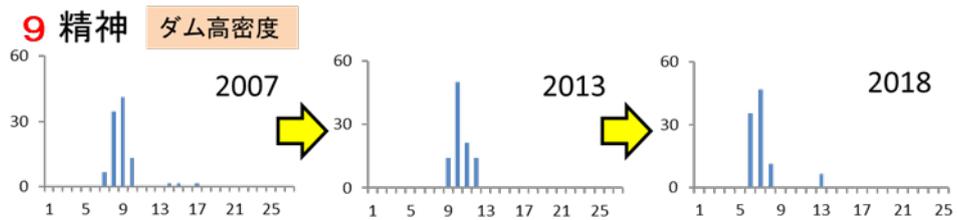
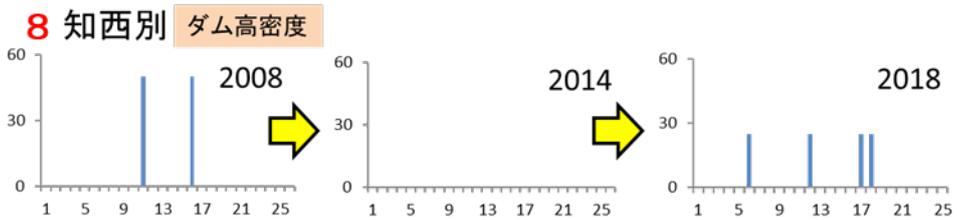
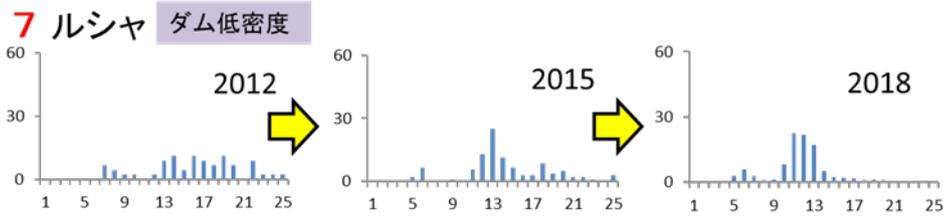
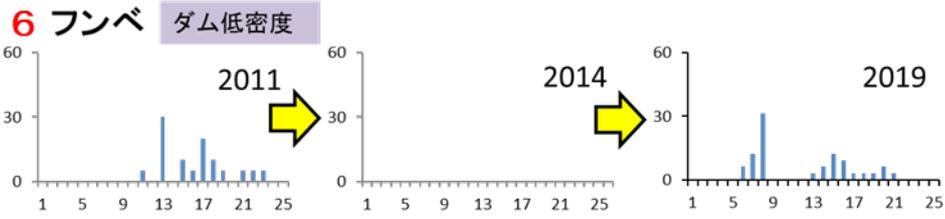
区 分		平均推定生息密度	増加率	P 値	有意差 (両側5%)	オシヨロコマ 密度変化評価
H30&R1年 調査の17河川	①H19-24年 と ③H30&R1年	30.3(H19-24年) → 43.3(H30&R1年)	43.1%	0.16	無し	無し
	②H25-29年 と ③H30&R1年	21.8(H25-29年) → 43.3(H30&R1年)	151.8%	0.01	あり	増加

2) 尾叉長

H30 (2018) 年・R1 (2019) 年および過去 (H19 (2007) ~H20 (2008) 年, H25 (2013) ~29 (2017) 年期間) の3期間の河川別オショロコマ尾叉長組成を下記の図17に示す。図中の河川名左側の数字(赤)は、8月の日最高水温月平均値が高い順に振った順位を示す。本図から、オショロコマの尾叉長組成は高水温河川群ほど低水温河川群に比べて概ね偏る傾向が認められた。



出現割合 (%)



尾叉長 (cm)

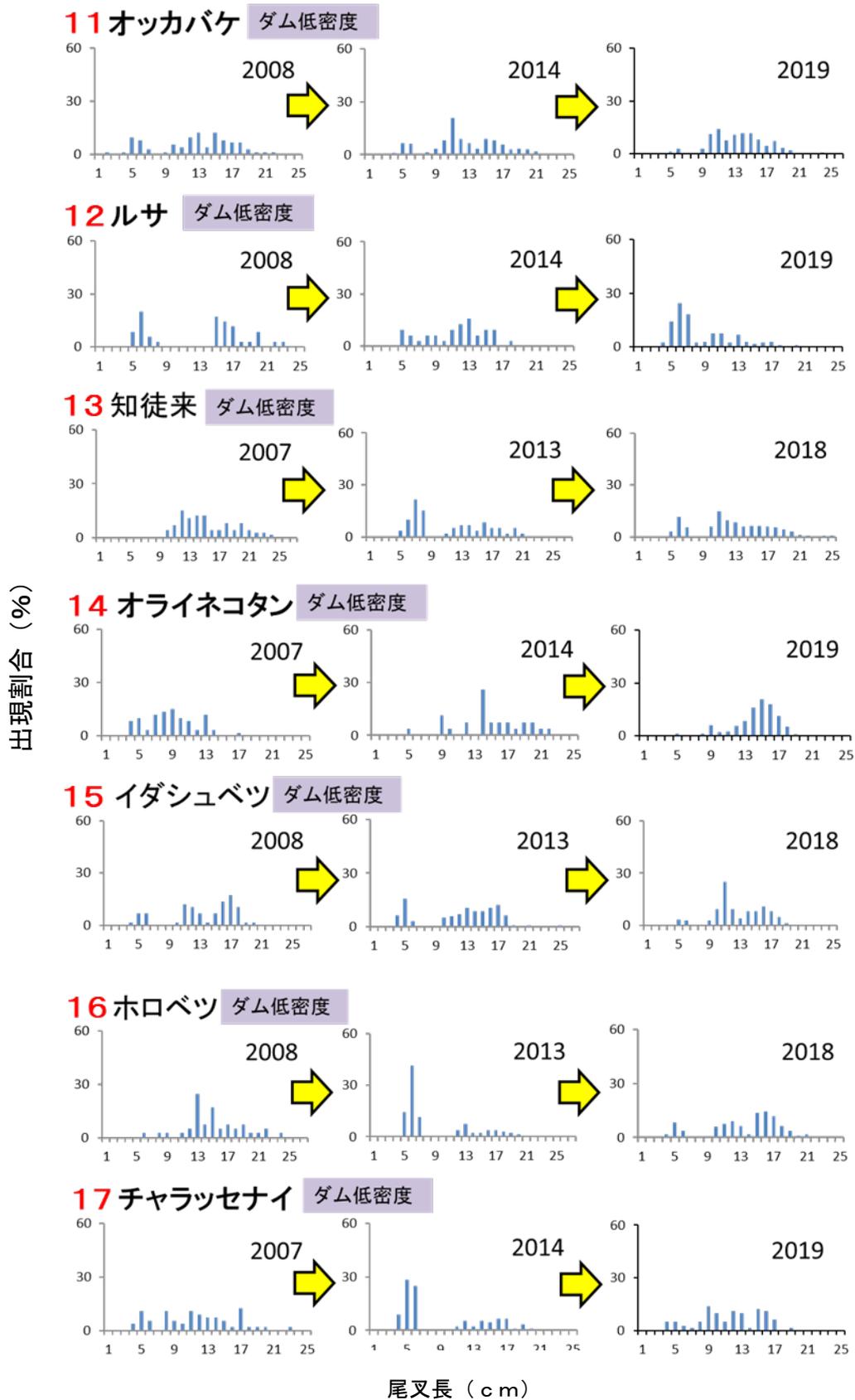


図 17. H30 (2018) 年・R1 (2019) 年と過去 (H19 (2007) ~H20 (2008) 年, H25 (2013) ~29 (2017) 年) の 3 期間の河川別オショロコマ尾叉長組成の比較.



オライネコタン (西岸)



松法 (東岸)



ルサ (東岸)



チャラッセナイ (西岸)



オッカバケ (東岸)



オショコマナイ (西岸)



フンベ (西岸)

写真 18. 採捕魚類

3) 他魚種の尾叉長または全長組成

R1 (2019) 年に採捕されたオシヨロコマ以外の種の尾叉長組成を図 18~20 に示す (ただし, 本報告書後段に示すニジマスを除く). オシヨロコマ以外にニジマスを除く魚類 3 種が採捕された. サクラマスは, 松法でのみ確認され, シマウキゴリ, カンキョウカジカは松法とルサで確認された.

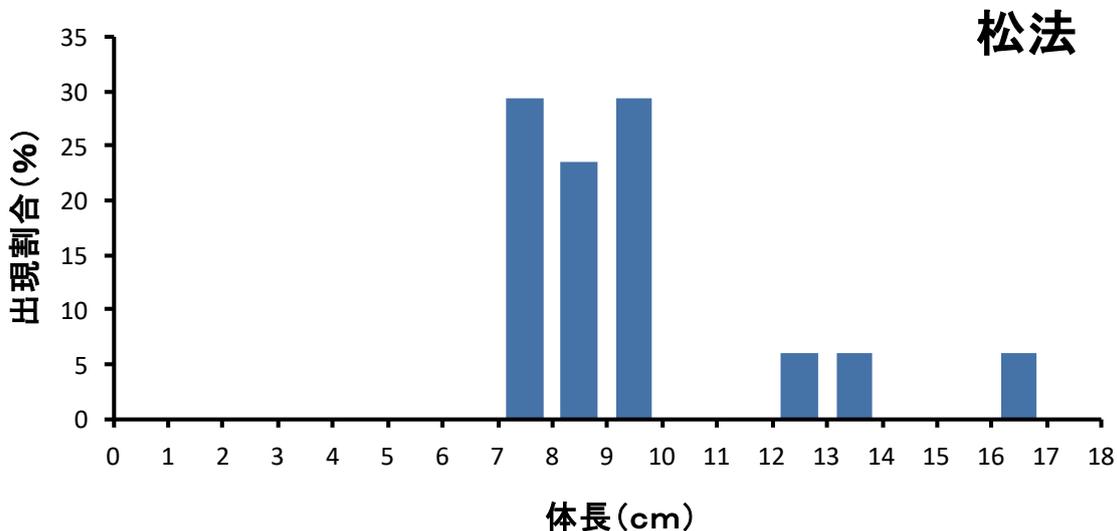


図 18. サクラマスの体長 (尾叉長) 組成

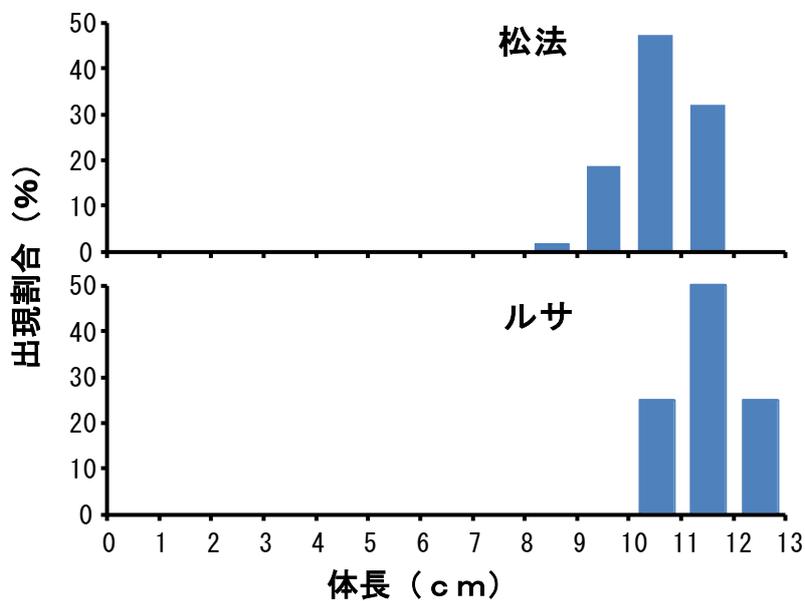


図 19. シマウキゴリの全長組成

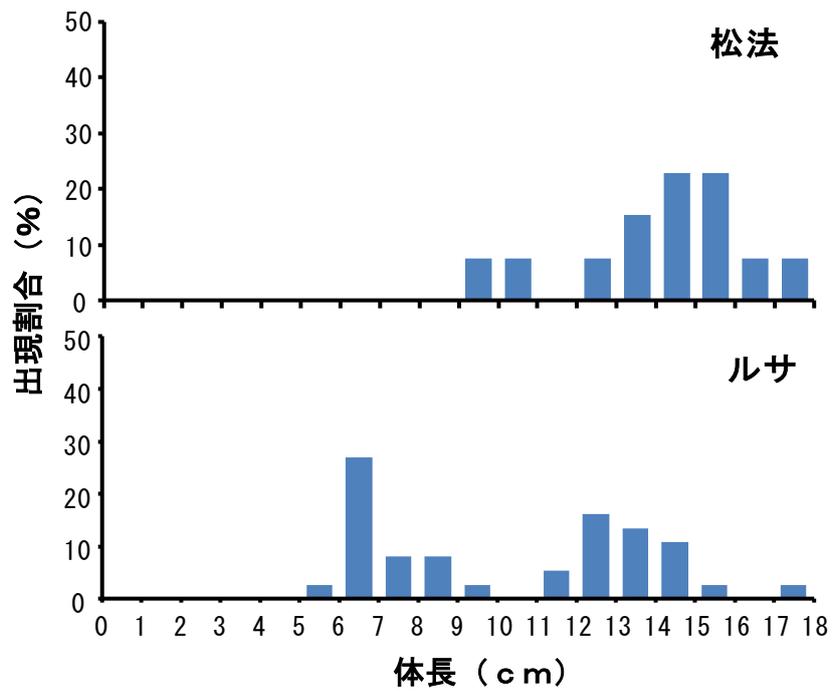


図 20. カンキョウカジカの全長組成

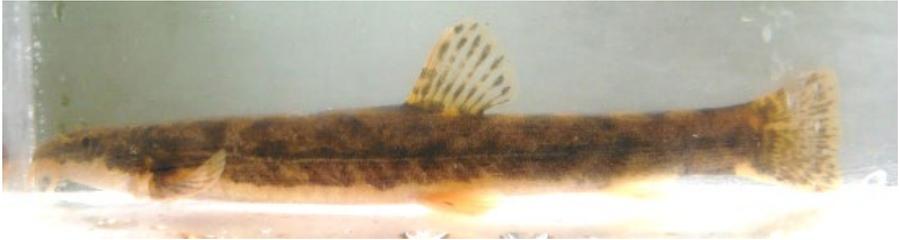
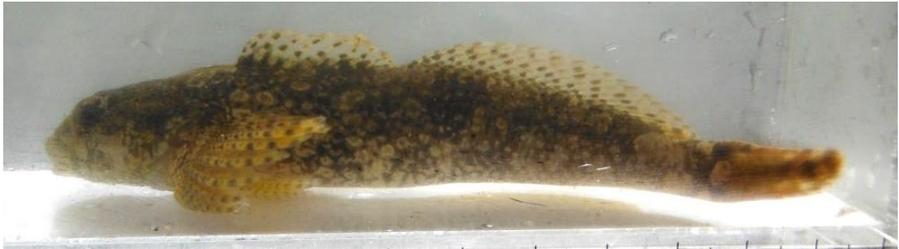
魚種	写真・特徴
オショロコマ <i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i>	 <p data-bbox="448 510 1187 539">全長 25cm. 遊泳魚. 主に礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
シマウキゴリ <i>Gymnogobius opperiens</i>	 <p data-bbox="448 860 995 889">全長 20cm. 底生魚. 中・下流の主に砂泥底に生息.</p>
サクラマス <i>Oncorhynchus masou masou</i>	 <p data-bbox="448 1252 1337 1281">河川型 30cm, 回遊型 60cm. 遊泳魚. 砂礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
フクドジョウ <i>Noemacheilus barbatulus</i>	 <p data-bbox="448 1574 900 1603">全長 20cm. 底生魚. 砂礫底・礫底に生息.</p>
カンキョウカジカ <i>Cottus hangiongensis</i>	 <p data-bbox="448 1921 874 1951">全長 12~17cm. 底生魚. 砂礫底に生息.</p>

写真 19. 採捕された魚種一覧 (1)

魚種	写真・特徴
エゾハナ カジカ <i>Cottus amblystomopsi s</i>	 <p>全長 15cm. 底生型. 礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
イバラトミヨ <i>Pungitius sinensis</i>	 <p>全長 5cm. 遊泳魚. 平地を流れる小河川・湖沼に生息.</p>
ニジマス <i>Oncorhynchus mykiss</i>	 <p>北米原産の外来魚. 河川型 全長 30~40cm, 回遊型 全長 120cm. 遊泳魚. 遊泳魚. 砂礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
アメマス <i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>	 <p>河川型 全長 14~30cm, 回遊型 全長 70cm. 遊泳魚. 砂礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
カワヤツメ属 <i>Lethenteron</i> sp.	 <p>全長 20cm. 底生魚. 砂礫底に生息.</p>

写真 20. 採捕された魚種一覧 (2)

2.5. 物理環境データ

R1 (2019) 年に調査対象とした 8 河川の物理環境データ（平均水面幅，平均流速，平均水深，平均材料径，平均流量，平均植被度）を図 21 に，これらをダム高密度河川群とダム低密度河川群間で比較した結果を図 22 に示す．流量で見た河川規模はオショパオマブが最も小さく，オッカバケが最も大きかった．オショパオマブは，水面幅，流速および水深においても他の河川に比べて小さかった．今年度，ダム高密度河川はオショパオマブのみであり，ダム低密度河川群に比べて，材料径指数を除き，いずれの項目も平均値が小さい傾向が認められた．

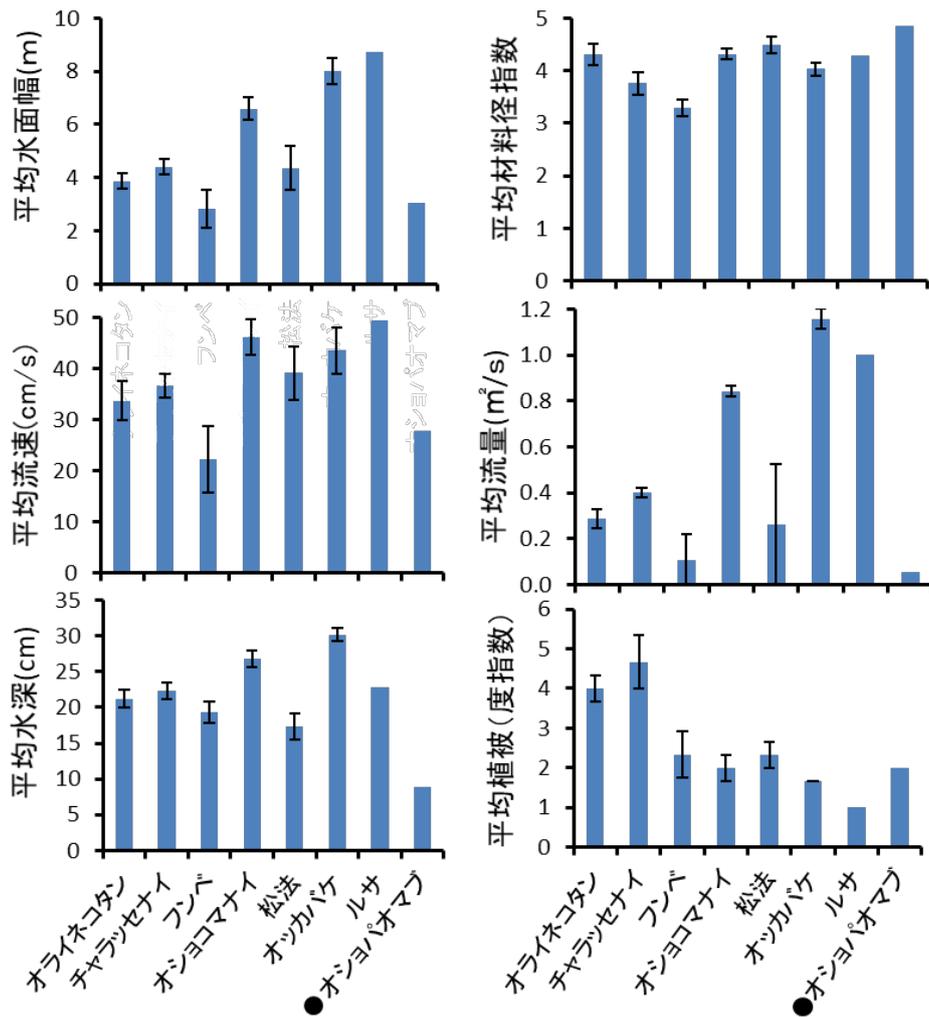


図 21. R1 (2019) 年に物理環境調査を行った 8 河川の物理環境 6 項目の平均値 (±1 標準誤差) を示す。●はダム高密度河川。

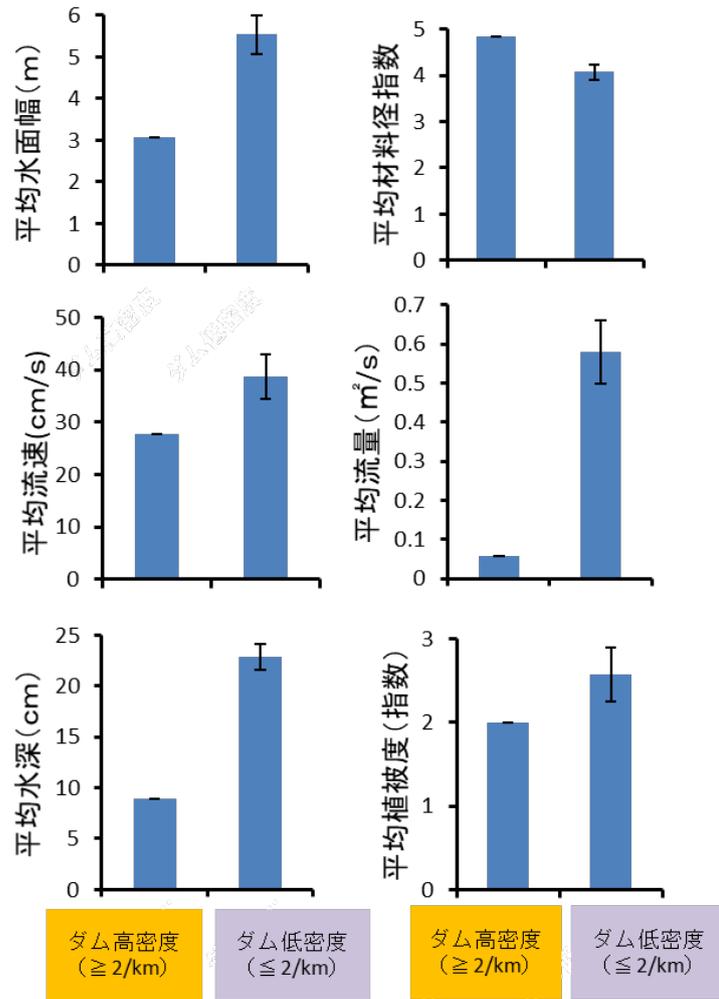


図 22. R1(2019)年調査河川の物理環境 6 項目についてダム低密度およびダム高密度河川群間で比較した結果を示す。

2.6. その他データ

1) ダム密度

ロガー設置場所より上流側 2 km 以内に存在する河川工作物の設置数および密度の集計結果を表 8 に示す。今年度より水温調査河川として西岸 2 河川，東岸 3 河川を加えた結果，昨年度まで東岸で 2.2 基/km，西岸で 1.9 基/km であったが，それぞれ 1.9 基/km および 1.7 基/km となり大きな相違は認められない。なお，西岸河川では金山，東岸河川では精神においてダム設置数が最も多い。また，解析の便宜上，ダム密度が 2 基/km 以上を「ダム高密度」，それ未満を「ダム低密度」と区分すると，東岸のダム高密度河川群のダム密度は 6.3 基/km であるのに対し，西岸のそれは 4.2 基/km，東岸のダム低密度河川群のダム密度は 0.5 基/km であるのに対し，西岸のそれは 0.4 基/km であった。このことから，東岸では西岸に比べて両カテゴリーともにダム密度が高い傾向にあることがわかる。

表 8. 調査対象河川のダム密度

区域	河川名	調査地点上流 2km 以内のダム数	ダム密度 (no./km)	ダム密度
西岸 (斜里側)	金山	22	11.0	高
	イワウベツ	9	4.5	
	シマトツカリ	7	3.5	
	オチカバケ	4	2.0	
	オショパオマブ	4	2.0	
	糠真布	4	2.0	
	ルシヤ	3	1.5	低
	オベケブ	3	1.5	
	フンベ	1	0.5	
	オショコマナイ	1	0.5	
	テツパンベツ	0	0.0	
	イダシュベツ	0	0.0	
	ホロベツ	0	0.0	
	チャラッセナイ	0	0.0	
	オライネコタン	0	0.0	
	チャカババイ	0	0.0	
	ポンベツ	0	0.0	
	東岸 (羅臼側)	精神	22	
知西別		16	8.0	
羅臼		13	6.5	
モセカルベツ		10	5.0	
立苺臼		8	4.0	
ケンネベツ		7	3.5	
オッカバケ		3	1.5	低
茶志別		3	1.5	
ポン陸士別		3	1.5	
アイドマリ		2	1.0	
サシルイ		2	1.0	
ポン春苺古丹		2	1.0	
オショロコツ		1	0.5	
ショウジ		1	0.5	
チエンベツ		1	0.5	
松法		1	0.5	
居麻布		1	0.5	
ルサ		0	0.0	
キキリベツ		0	0.0	
知徒来		0	0.0	
春苺古丹		0	0.0	
モイレウシ		0	0.0	
ペキン		0	0.0	
クズレハマ		0	0.0	
カモイウンベ		0	0.0	

2) 気象データ

知床半島の西岸（斜里側）と東岸（羅臼側）の7～9月の月毎の平均気温の経年変化（1979年以降現在まで）を図23に、最高気温の経年変化を図24に、日最高月平均気温の経年変化を図25に示す。7～9月の平均気温、最高気温はともに総じて西岸において東岸よりも高かった。回帰分析の結果は以下のとおりとなった。

- 平均気温：東岸の7月・9月は上昇傾向にある（ $P < 0.05$ ）
- 最高気温：西岸で9月，東岸の8月は上昇傾向にある（ $P < 0.05$ ）
- 日最高月平均気温：西岸の7月・9月，東岸の7月・9月は上昇傾向にある（ $P < 0.05$ ）

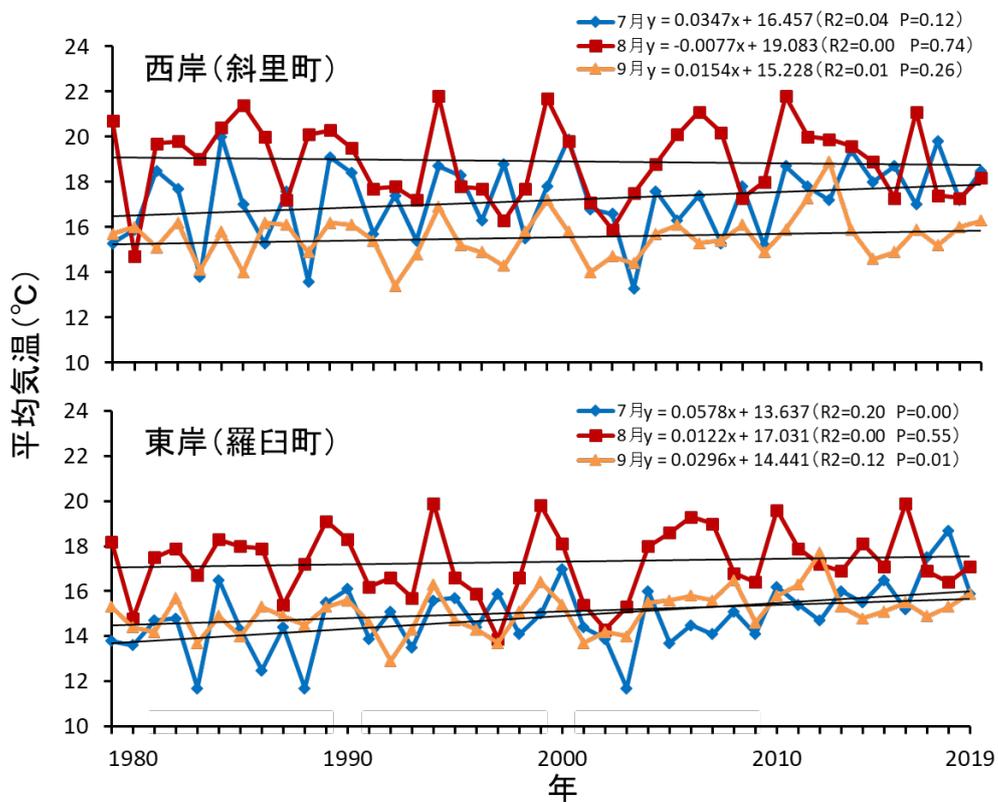


図23. 西岸（斜里側）と東岸（羅臼側）における7～9月の平均気温の経年変化

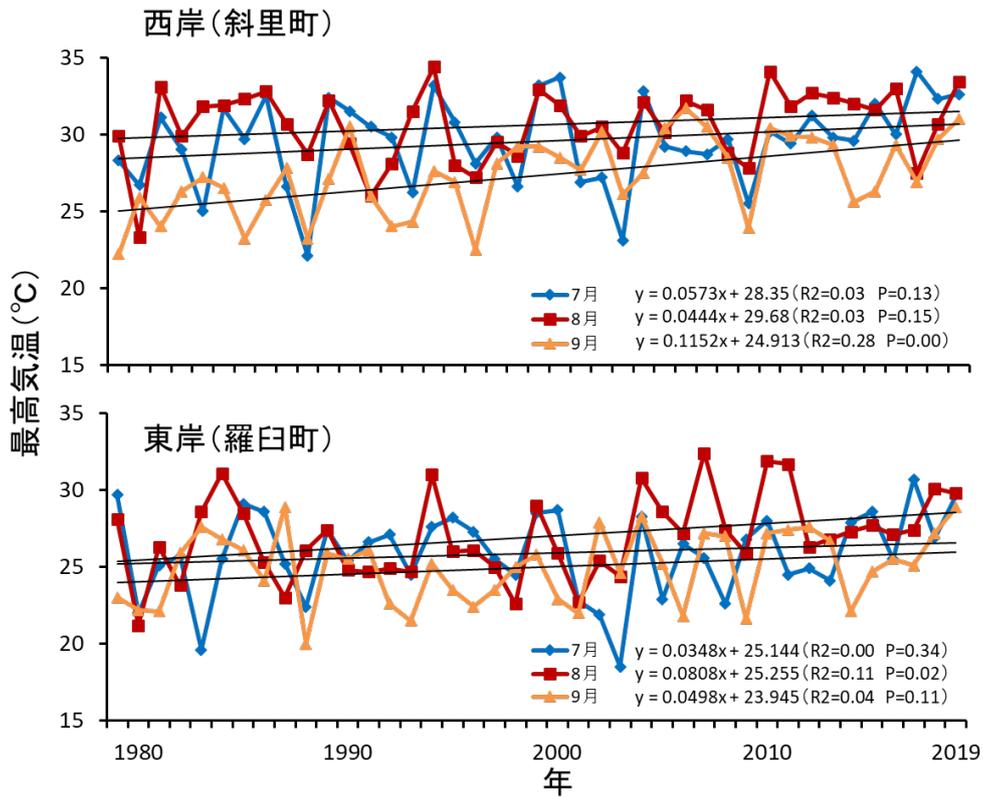


図 24. 西岸 (斜里町側) と東岸 (羅臼町側) における 7~9 月の最高気温の経年変化

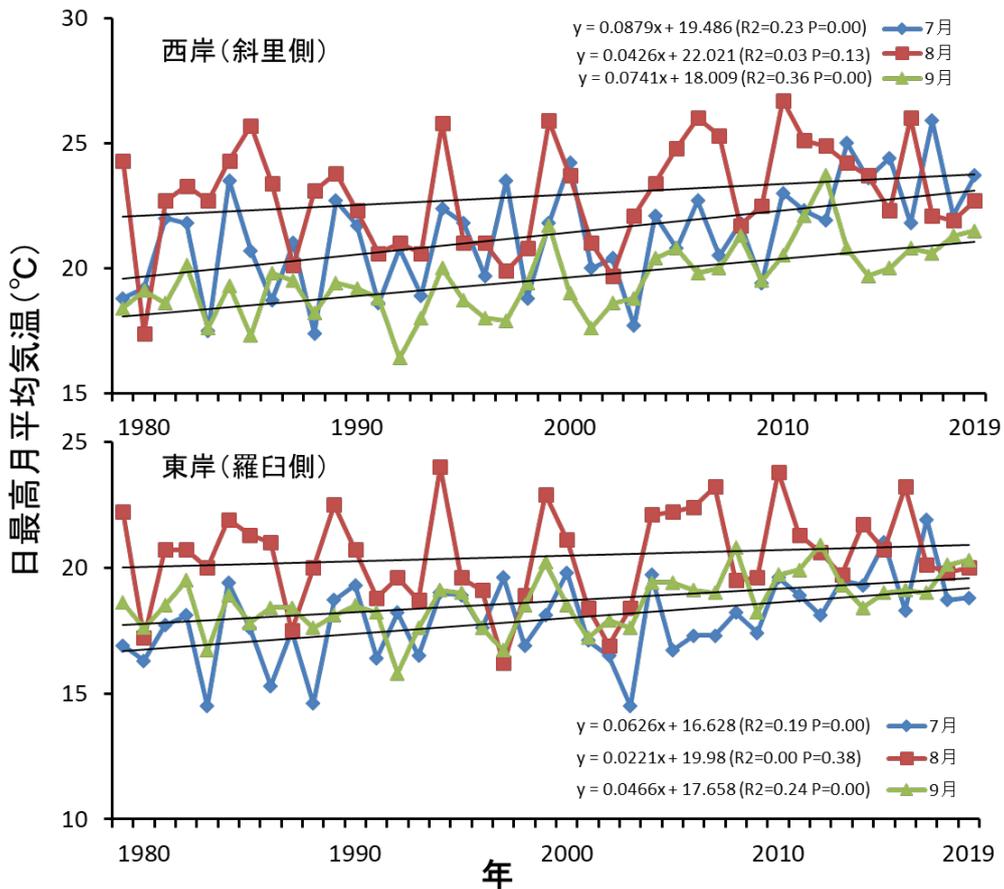


図 25. 西岸 (斜里町側) と東岸 (羅臼町側) における 7~9 月の日最高月平均気温の経年変化

3. 考察

3.1. 水温とオショロコマの生息状況の関係

知床半島では1980年代初頭から現在まで東西両岸ともに夏季気温の上昇傾向が認められ、平均気温については、東岸で7月および9月、最高気温については西岸で9月、東岸で8月に、それぞれ統計的に有意な上昇を続けている。ただし、西岸では全般的に気温が東岸に比べて高い。河川水温も東西両岸の間で異なり、西岸では東岸に比べて夏季の平均水温が高い。

河川水温は様々な要因によって決定されるが、知床半島ではこれまでの調査の結果、流程上に設置されている砂防ダム・治山ダムの数が多い河川ほど夏季の水温が上昇しやすいことが明らかになっている。これは、ダムの設置により、1) 河川の拡幅、2) 日射量の増大、3) 水深の浅化、4) 河床勾配の減少、5) 河畔林の（少なくとも部分的な）喪失、6) 流速の減少、7) 河床材料径の小型化と河床の目詰まりによる伏流水の減少等の現象が急速に起きた結果であると考えられる。したがって、微気候がより温暖な西岸ではこれらの影響がより顕在化しやすいものと推測される。

全体的な傾向を把握するために行った符号順位和検定の結果、7月の「月最高」水温のみ有意な上昇傾向が認められた。ただし、個々の河川について水温変動傾向を解析すると、経年的な夏季の気温上昇傾向は必ずしも全ての河川の水温変動に反映されない。月平均（日平均水温の月平均）、月最高（当該月内の瞬間最高水温）、日最高月平均（日最高水温の月平均）のいずれかについて、15河川で有意な上昇傾向が認められた一方で、4河川では有意な下降傾向が認められた。さらに、4河川では、いずれかの水温カテゴリーについて上昇と下降の傾向が混在していたほかに、12河川では上昇、下降のいずれの変化も認められなかった。

河川水温は、概ね気温によって規定されるが、同じ気温の上昇幅に対する水温の上昇幅はやや小さく、かつ地形や形態が河川間で著しく異なるためにすべての河川で水温が同様には反応しない (Clews et al. 2010)。そのため、河川水温の上昇傾向は、50~100年程度のデータを解析して結論づけられることが一般的のようである (Clews et al. 2010)。Arismendi et al. (2012)は、短期的水準（10~20年程度）で見た場合に、河川水温は気候変動と連動しにくく、むしろ人為的な局所要因によって影響を受けることを指摘しており、本調査報告の結果がこれに該当するものと考えられる。たとえば、水温が下降傾向を示す河川については、過去にダム設置工事に伴い一旦減少した河畔林が徐々に回復し、被覆の増大により水温上昇が抑制されるようになった可能性が考えられる。その一方で、経年的に水温の上昇、下降のいずれの傾向も認められない河川として、西岸のイダシュベツ、ホロベツ、チャラッセナイのようにダムが設置されておらず、人為的改変度合いが小さく良好な河畔植生環境が保全されている河川が挙げられる。ただし、西岸の金山、東岸のモセカルベツのように、ダムが多数設置されている河川でも同様の傾向が見られることから、現時点で見られる水温変動をこれらの要因のみから説明することは困難である。むしろ、今後、気候のさらなる温暖化が不可避である点に鑑み、事業対象の多くの河川では現在から数十年後には明瞭な水温上昇傾向を示す可能性が高いと考え、オショロコマを中心とする河川生態系を保全するために、早急に各流域の河畔林管理の指針を立てる必要がある。

具体的には、夏季の河川水温が16℃以上に上昇する河川ではオショロコマの採餌活性が低下すると予想されているため、これらの河川では個体数が将来的に減少もしくは局所的

に絶滅する恐れがある。本年までの結果から、西岸ではイワウベツ、金山、オチカバケ、オショパオマブ、東岸では羅臼の各河川がこの条件に該当し、いずれもダム密度が高い。H25（2013）年の本調査開始以降、高水温河川ではオショロコマの生息密度が低く、体長組成にも偏りが生じる傾向が継続していることから、親魚の繁殖もしくは仔稚魚の生残や成長が阻害されている可能性がある。したがって、該当する河川群において、ダムの撤去やスリット化、河畔林の復元を進める対策が急務である。スリット化による土砂移動の促進は河川環境を縦・横断方向に多様化させるほか、活発な土砂移動は河床の固化と目詰まりを防ぐ効果もある。土砂の堆積は河畔林の復元にも寄与するため、夏季の河道内への日射直達量の減少にもつながる。

3.2. その他淡水魚の生息状況

ニジマスは、世界 (IUCN) と日本国内 (日本生態学会) の双方で侵略的外来種ワースト 100 に選定され、注意を要する (谷口 2002, 2013). 北海道に本種が初めて侵入したのは 1917 年とされ、本格的に定着し始めたのは 1960 年代と考えられている (鷹見・青山 1999). 道内では鷹見・青山 (1999) が 1996 年までに 72 水系、斎藤・鈴木 (2006) が 2006 年までに 93 水系に生息すると報告している. 道内におけるニジマスの定着の正否は流況によって影響を受けることが報告されており (Fausch et al. 2001, Inoue et al. 2009), 特に仔稚魚の浮上時期に大きな出水が起こりにくい河川で定着しやすいとされる. また、道内の小支流で自然繁殖するニジマスの微生息場所利用を調べた Urabe and Nakano (1999) は、本種の生息には隠れ場所となる倒木や落枝、河道の横掘れが重要であることを報告している. ニジマスが国内の在来サケ科魚類に及ぼす影響として、餌や空間をめぐる競争 (Morita et al. 2004, 三沢ほか 2007), 捕食 (Taniguchi et al. 2002), 繁殖阻害 (Taniguchi et al. 2000) 等が報告されている.

知床半島においてニジマスの生息が報告されている河川は、西岸ではシマトツカリ (山本 2008, 笠井ほか 2010), イワウベツ (斎藤・鈴木 2006), 東岸では知徒来, 羅臼, 知西別, 居麻布, オニオナイとされる (森田ほか 2003). これらのうち、居麻布では森田健太郎氏 (水産総合研究センター北海道区水産研究所) が羅臼町に協力しニジマスを根絶し、その結果オショロコマおよびサクラマスの回復が見られている (森田氏, 私信). 一方で、シマトツカリと知西別ではニジマスが自然繁殖しており、H25 (2013) 年より本調査の枠組みの中でモニタリング調査を行ってきた.

1) シマトツカリ

本河川は、全長 5.6 km 程度の小河川であり、上流部は主に森林地帯を流れるが、中・下流部は畑地を流れ、直線化およびコンクリート護岸化され (大部分で底面にも打設されている), 河畔林はほとんどない. ただし、イネ科の河畔草本が豊富に存在する. 先行研究 (山本 2008) および予備調査の結果、河口から 400m 程度の流程にニジマスの分布が集中することが明らかになったため、本事業では本区間でオショロコマ調査手法に準じる形式で、電気ショッカーを用いた 2 パス除去による調査を毎年実施してきた (図 26). なお、H25 (2013) 年には 1.5 km ほど上流でも調査を行いオショロコマのみ生息することを確認した. ただし、H26 年以降はその区間で調査を行っていない.

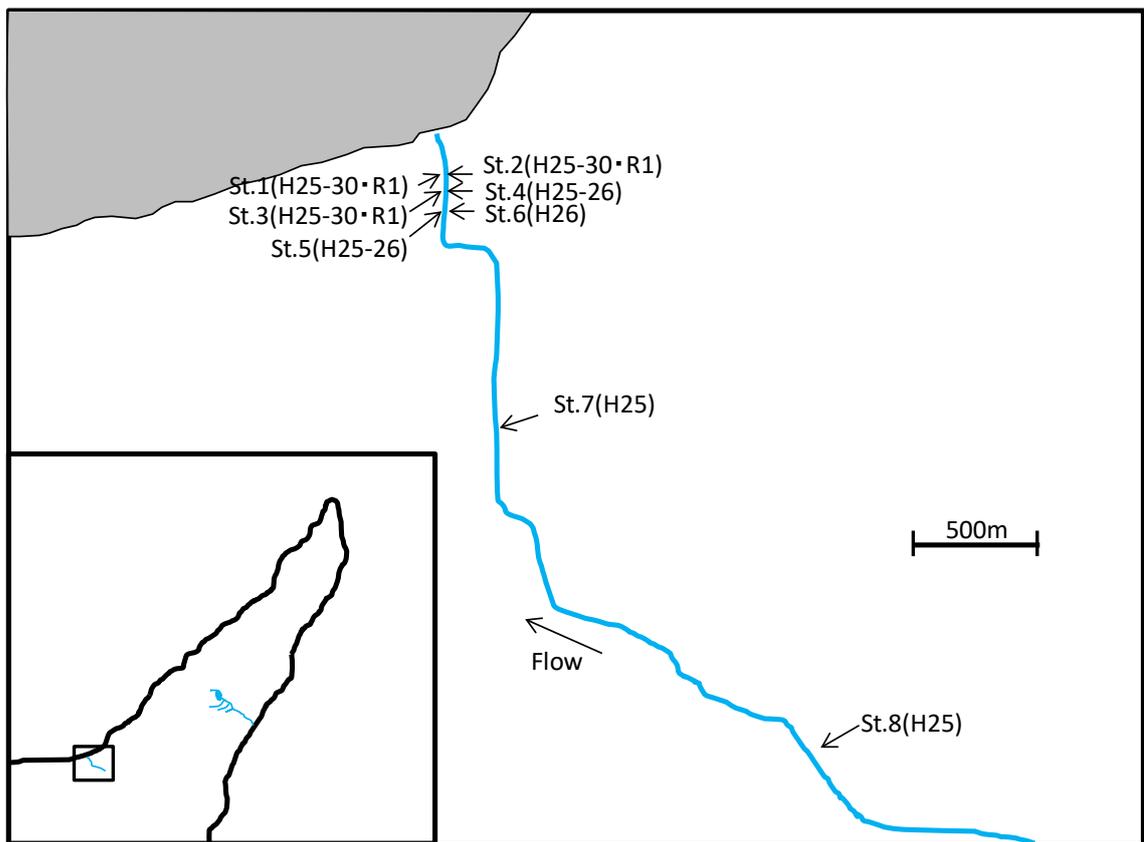


図 26. H25 (2013) ~R1 (2019) 年にシマトッカリにおいて調査を実施した地点.



写真 21. R1 年, シマトッカリで採捕されたニジマス.

H25 (2013) ~R1 (2019) 年にシマトッカリで採捕された魚類の平均体長, 推定個体数密度および湿重量密度を表 9 に示す. R1 (2019) 年, シマトッカリでは前年度と同様にニジマスは 2 個体のみ採捕され, 低密度で推移していた. 魚類相に顕著な相違は見られなかったが, オシヨロコマは確認されなかった. 他のサケ科魚類として, サクラマス (14 個体/100 m³), アメマス (12 個体/100 m³) が確認された. サクラマスの生息個体数密度は前年度に

引き続き高く、アメマスのそれは過去最高を記録した。エゾハナカジカ、イバラトミヨ、シマウキゴリ、カワヤツメ属も確認されたが、いずれも低密度であった。

表 9. H25 (2013) ~R1 (2019) 年にシマトツカリで採捕された魚類の平均体長、推定個体数密度および湿重量密度。体長は、サケ科魚類では尾叉長、その他は全長を示す。H25(2013)年度に確認されたオショロコマは ST.7 の調査結果を示す。

魚種	平均体長 (cm)	個体数密度 (No/100m ²)	湿重量密度 (g/100m ²)
H25 (2013) 年			
ニジマス	9.7	8.9	90
オショロコマ	10.3	1.1	12
サクラマス	11.8	3.5	181
アメマス	-	-	-
カワヤツメ属	15.7	0.7	2
エゾハナカジカ	9.7	7.4	89
イバラトミヨ	5.1	0.7	1
シマウキゴリ	9.1	5.1	34
H26 (2014) 年			
ニジマス	21.5	1.4	128
オショロコマ	-	-	-
サクラマス	9.4	8.7	302
アメマス	7.1	3.2	26
カワヤツメ属	10.2	1.3	3
エゾハナカジカ	9.6	2.1	29
イバラトミヨ	4.2	4.1	4
シマウキゴリ	8.2	3.0	13
H27 (2015) 年			
ニジマス	7.0	2.2	5
オショロコマ	7.5	1.5	4
サクラマス	8.0	5.1	41
アメマス	10.9	2.7	34
カワヤツメ属	4.6	5.2	4
エゾハナカジカ	8.9	4.5	50
イバラトミヨ	5.8	1.7	2
シマウキゴリ	9.4	1.9	13
H28(2016)年			
ニジマス	44.1	0.5	436
オショロコマ	-	-	-
サクラマス	26.4	4.3	1201
アメマス	9.9	8.9	302
カワヤツメ属	11.3	14.7	38
エゾハナカジカ	9.7	6.1	179
イバラトミヨ	5.9	2.4	5
シマウキゴリ	8.7	2.1	12

魚種 平均体長 (cm) 個体数密度 (No/100m²) 湿重量密度 (g/100m²)

H29 (2017) 年			
ニジマス	-	-	-
オショロコマ	-	-	-
サクラマス	7.2	7.8	35
アメマス	17.3	0.4	29
カワヤツメ属	-	-	-
エゾハナカジカ	10.7	4.5	116
イバラトミヨ	4.8	5.8	8
シマウキゴリ	9.3	2.5	16
H30 (2018) 年			
ニジマス	9.7	1.6	12
オショロコマ	14.3	0.5	15
サクラマス	9.7	16.9	241
アメマス	6.7	3.2	8
カワヤツメ属	8.4	1.7	1
エゾハナカジカ	13	1.2	18
イバラトミヨ	4.9	14.1	16
シマウキゴリ	-	-	-
R1 (2019) 年			
ニジマス	8.2	1.6	9
オショロコマ	-	-	-
サクラマス	7.9	14.3	150
アメマス	6.1	12.0	42
カワヤツメ属	11.5	8.6	43
エゾハナカジカ	13.0	0.9	12
イバラトミヨ	5.3	5.8	6
シマウキゴリ	4.4	0.4	0

シマトツカリにおけるニジマスの体長頻度分布を図 27 に示す。当歳魚と推定される個体が複数確認された。本河川ではニジマスが継続して自然繁殖していると考えられることから、今後も駆除努力を傾注しつつモニタリングの継続が重要である。

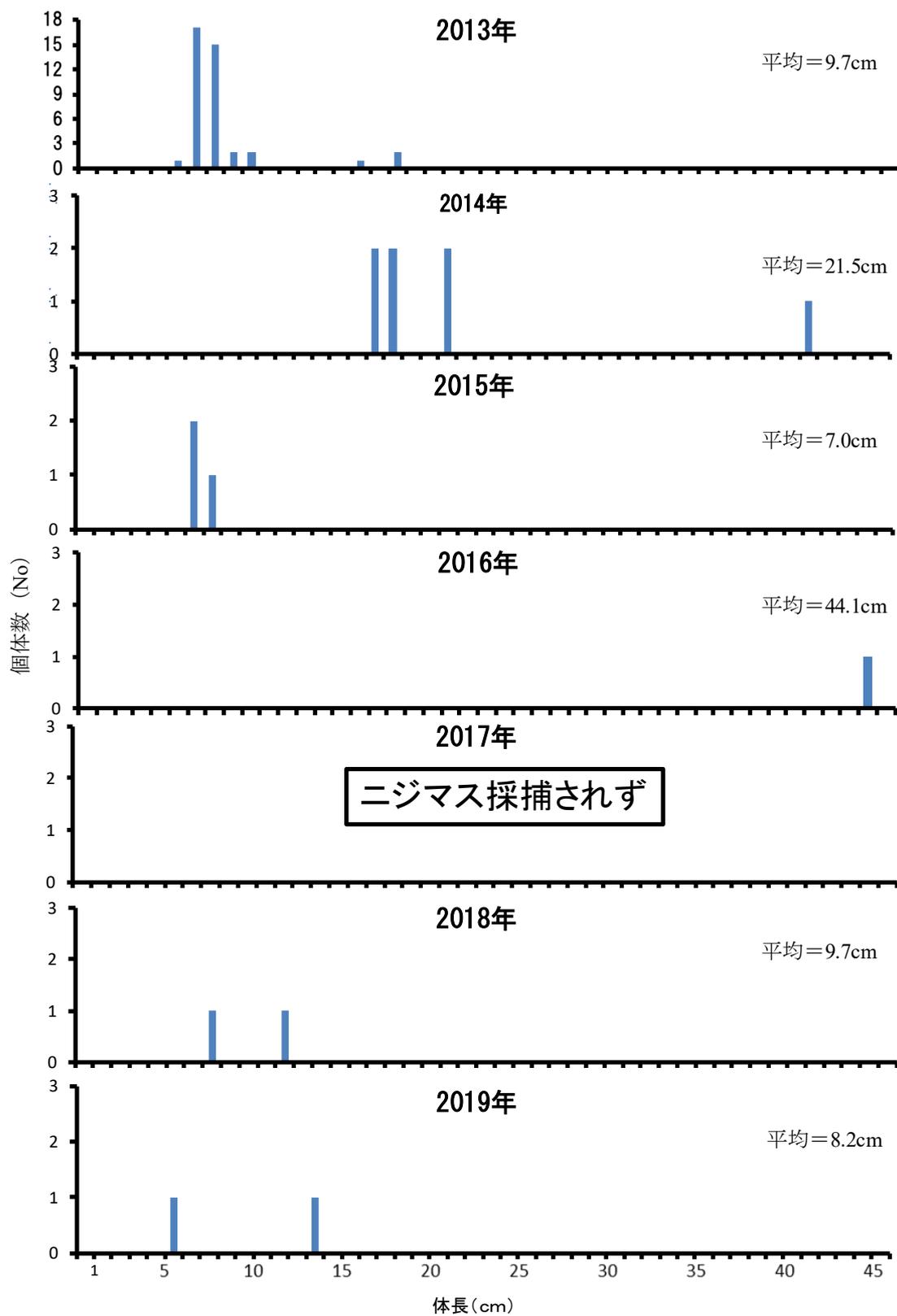


図 27. H25 (2013) ~R1 (2019) 年にシマトツカリで採捕されたニジマスの尾叉長分布.

2) 知西別

本河川は羅臼湖を源とし、根室海峡に注ぐ全長 10 km 程度と比較的規模が大きい。河口から 1 km 程度上流までの区間では、河道の拡幅・直線化と共に両岸のコンクリート護岸化されている。さらに、10 基以上の堰堤が連続して設置され改変が著しい。予備調査の結果、河口から 500m 程度の区間にニジマスが集中して分布していたことから、本事業では図 28 に示す範囲で調査を行っている。

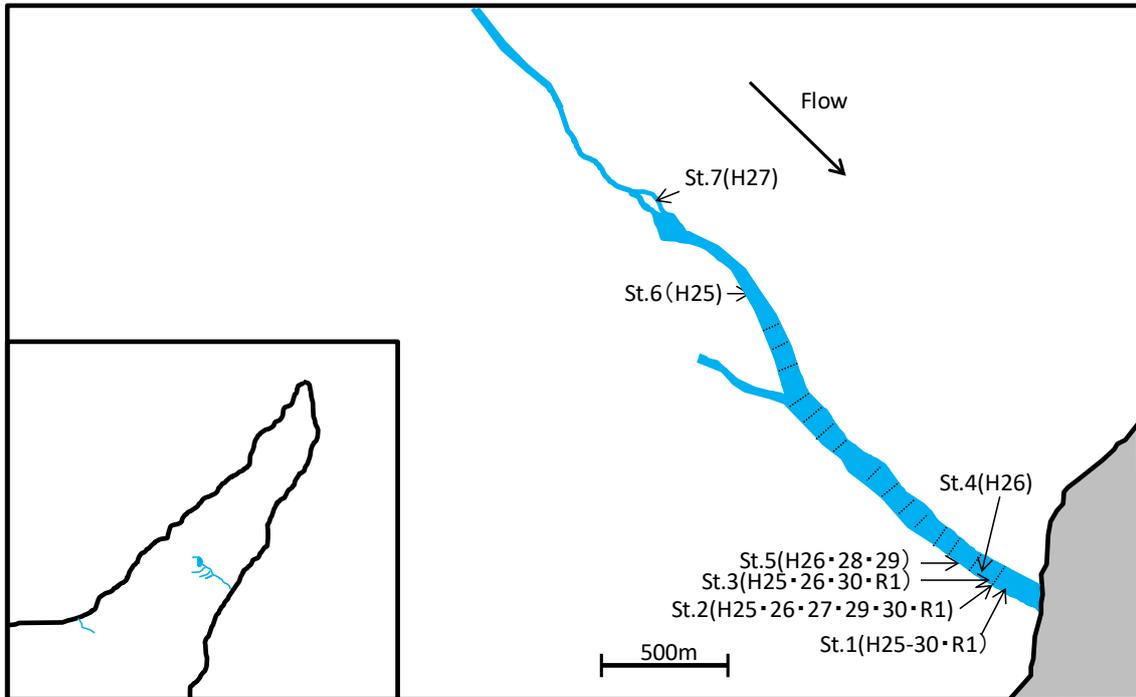


図 28. H25 (2013) ~R1 (2019) 年に知西別で調査を実施した地点。



写真 22. R1 年，知西別で採捕されたニジマス

知西別において確認された魚類の体長および推定生息密度を表 10 に示す。R1 (2019) 年の調査の結果、ニジマスの推定生息密度および平均体長は 7 個体/100 m², 15.6 cm と前年度と同水準であった。ニジマスを含む計 6 魚種が確認され、魚類相については H25 (2013) 以降顕著な変化は認められない。オシヨロコマは 1 個体のみ採捕され、推定生息密度は 0.3 個体/100 m² と低かった。

表 10. H25 (2013) ~R1 (2019) 年に知西別において確認された魚類の平均体長, 推定生息密度および湿重量密度。体長は, サケ科魚類では尾叉長, その他は全長を示す。

魚種	平均体長 (cm)	H25 (2013) 年	
		個体数密度 (No/100m ²)	湿重量密度 (g/100m ²)
ニジマス	12.5	0.8	47
オシヨロコマ	-	-	-
サクラマス	-	-	-
フクドジョウ	11.0	42.8	446
シマウキゴリ	6.5	36.9	74
カンキョウカジカ	9.7	5.7	479
H26 (2014) 年			
ニジマス	9.3	4.3	23
オシヨロコマ	15.6	1.3	57
サクラマス	11.4	0.7	8
フクドジョウ	11.2	92.8	787
シマウキゴリ	7.5	19.6	63
カンキョウカジカ	10.3	9.6	98
H27 (2015) 年			
ニジマス	11.7	1.8	65
オシヨロコマ	7.3	1.1	5
サクラマス	-	-	-
フクドジョウ	9.7	82.7	749
シマウキゴリ	7.4	28.7	97
カンキョウカジカ	10.7	6.2	80
H28 (2016) 年			
ニジマス	9.9	3.0	37
オシヨロコマ	8.5	8.5	100
サクラマス	8.9	1.0	10
フクドジョウ	11.0	254.9	3400
シマウキゴリ	7.6	48.5	227
カンキョウカジカ	13.4	4.5	138

魚種	平均体長 (cm)	個体数密度 (No/100m ²)	湿重量密度 (g/100m ²)
H29 (2017) 年			
ニジマス	9.6	1.0	16
オシロコマ	10.0	11.2	171
サクラマス	10.9	0.8	14
フクドジョウ	10.2	10.2	117
シマウキゴリ	9.5	1.6	18
カンキョウカジカ	11.9	0.1	3
H30 (2018) 年			
ニジマス	15.8	7.3	473
オシロコマ	12.7	1.6	35
サクラマス	10.9	0.2	4
フクドジョウ	11.3	107.2	953
シマウキゴリ	9.0	11.6	75
カンキョウカジカ	8.2	0.8	8
R1 (2019) 年			
ニジマス	15.6	7.0	357
オシロコマ	13.0	0.3	8
サクラマス	9.1	1.2	7
フクドジョウ	11.3	191.7	1560
シマウキゴリ	9.8	6.8	36
カンキョウカジカ	12.5	5.2	103

知西別におけるニジマスの体長頻度分布を図 29 に示す。今年度は、昨年度と異なり当歳魚と推測される個体が採捕されなかったものの、引き続き複数の年級群が確認された。

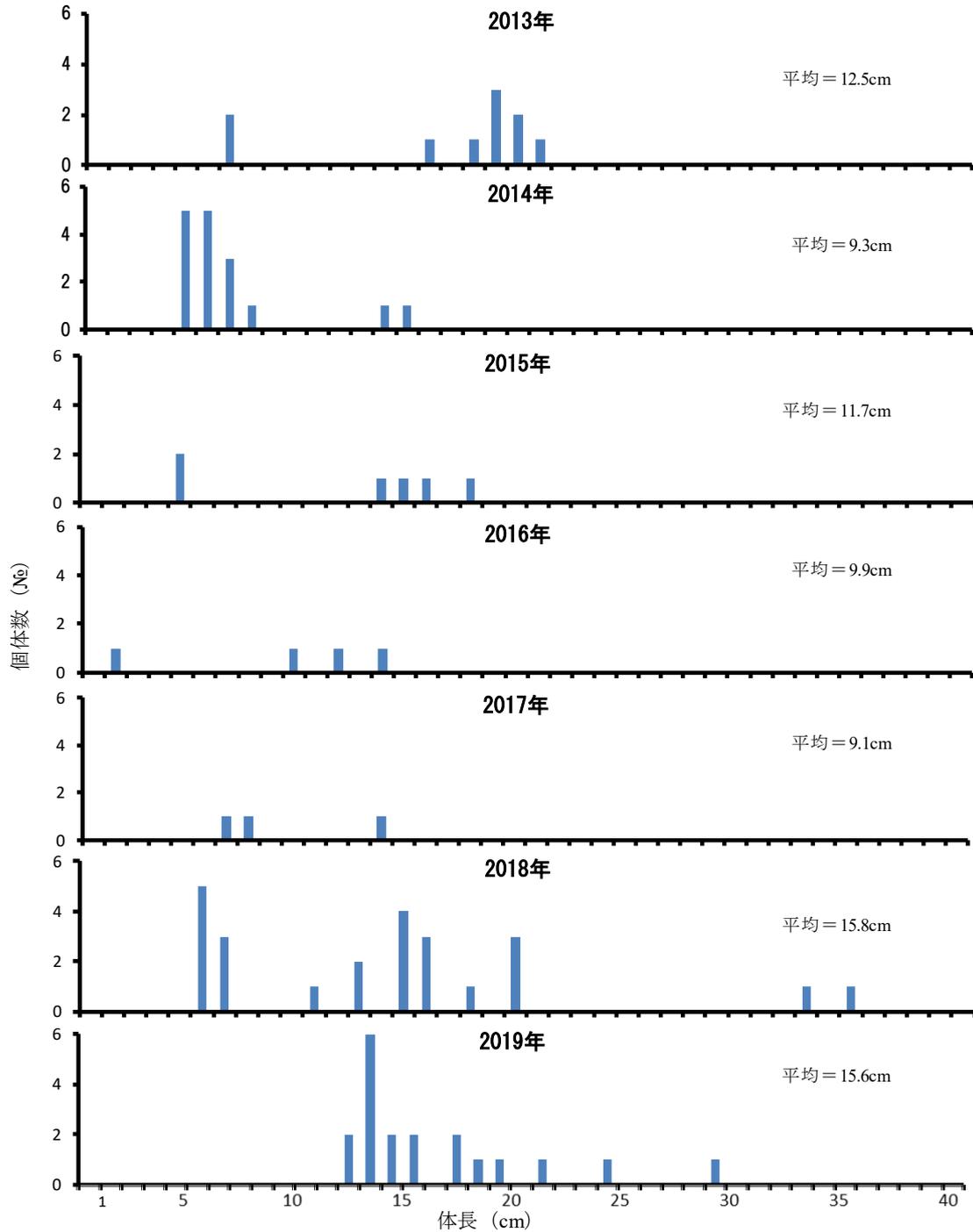


図 29. H25 (2013) ~R1 (2019) 年に知西別で採捕されたニジマスの尾叉長分布。

3) ニジマスとオショロコマの関係

シマトツカリでは、源流部に魚類がほとんど生息せず、河口から2 km程の中・下流部の流程でオショロコマが低密度で確認される（H25（2013）年度報告書）。例年、調査区間内で少数のオショロコマが確認されるが、上流域より移入してきた個体と推測され、最下流部ではオショロコマの再生産が困難な状況である。本河川では、ニジマスがH2（1990）年には既に生息していたことがわかっている（笠井ほか，2009）。さらに、H17（2005）年に本調査区間とほぼ同じ流程で山本（2008）はニジマスを56個体、H21（2009）年に笠井ほか（2010）は18個体のニジマスを確認しており、後者は性成熟を確認し報告している。今年度、ニジマスの生息を改めて確認したが、上記の調査年度に比べて個体数が減少していることから、継続的な採捕努力により本種の繁殖を一定水準以下に抑えることは可能である。

シマトツカリの調査区間においてオショロコマの再生産を低調にしている原因はニジマスだけではなく、3面コンクリートで護岸化や堰堤にもある。河畔林はほとんど無く、丈の高い草本類が多く繁茂しており、餌となる陸生動物の供給量は小さい。結果、オショロコマを含む魚類全体の密度は低い。しかし、サクラマスやカラフトマスの産卵床およびエゾハナカジカが礫河床で、イバラトミヨが水中の植生中で、またカワヤツメ属が流速の弱い堆積泥のなかでそれぞれ低密度ながら確認されている。

知西別においてニジマスの推定生息密度はシマトツカリに比べるとやや高い水準で推移している。今年度も体長組成データから複数の年級群が確認され、自然繁殖の継続が示唆される。知西別に生息するニジマスの起源は源流の羅臼湖に放流された個体にあるとされるが、当歳魚個体が採捕されることから下流区間の調査区において自然繁殖していることは明らかである。一方、知西別においてオショロコマの推定個体数密度はH2（1991）年に10～30個体/100 m²と比較的高かったが（下田ら 1993）、H13（2001）年以降は2個体/100 m²（谷口ら 2002）程度であり半島その他河川と比較すると低い。シマトツカリと知西別の両調査河川以外にもニジマスは生息しており、例えば羅臼では比較的大型のニジマスの釣獲記録もあり、遊漁者等による他河川への拡散防止が課題である。

4. 評価

1) 遺産登録時の生物多様性が維持されているか

本調査および過去の調査から、ダム高密度河川では水温が高い傾向にあり、ダム低密度河川に比べるとオショロコマの生息密度が顕著に低いことが示されている。このことから、砂防・治山堰堤等のダムや水温の上昇が本種に負の影響を及ぼしていると言える。

オショロコマはシマフクロウの重要な餌資源であることから、オショロコマの生息密度の低下が常態化すればシマフクロウ個体群への影響も近い将来に顕在化する恐れがある。Kishi et al. (2005)は、室内実験条件下で水温を 12℃（夏季の平均水温）から 21℃（夏季の最高水温）へ上昇させたところ、オショロコマの採餌活性が極端に低下し、水生昆虫の生残率が上昇し、さらに藻類の減少が見られたことを報告している。このような栄養カスケード効果により、河川内の生物群集ならびにシマフクロウなどの陸生動物にも波及的な影響が及ぶ可能性がある。また、温暖化による気温および水温、降水量等の著しい変動はオショロコマに負の影響を及ぼす恐れが高く、集水域内の河畔林の復元および保全が急務である。オショロコマは外来魚ニジマスによる負の影響を受ける恐れもあり、シマフクロウを含む在来生態系保全の観点からも、ニジマスの分布域の拡大を防ぐ対策も望まれる。

2) 気候変動の影響もしくは影響の予兆はあるか

約 30 年間の気象データより、西岸、東岸共に特定の月の気温が上昇傾向にあることがわかった。これに呼応して 7 月の月最高水温が経年的に上昇していることが判明した。特に、2.3 および 2.4 に述べた通り、ダム密度が高い河川では水温が上昇しやすく、オショロコマ密度の減少傾向が著しいことから、将来、気候変動による水温上昇の影響が顕著になる前に緩和措置の実行が急務である。具体的な目標値として、夏季の最高河川水温が 20℃を上回らないよう対策を講じる必要がある。なお、今後、水温およびオショロコマ生息状況のモニタリングを 10～20 年程度継続することにより、中・長期の傾向をいっそう明確化することが可能となる。

5. 参考文献

- 青山智哉・鷹見達也・藤原真・川村洋司. 1999. 北海道尻別川におけるニジマスの自然繁殖. 北海道立水産孵化場研究報告 53 : 29-38.
- Arismendi I., S. L. Johnson, J. B. Dunham, R. Haggerty, and D. Hockman-Wert. 2012. The paradox of cooling streams in a warming world: Regional climate trends do not parallel variable local trends in stream temperature in the Pacific continental United States. *Geophysical Research Letters* 39: L10401.
- Clews, E., I. Durance, I. P. Vaughan, and S. J. Ormerod. 2010. Juvenile salmonid populations in a temperate river system track synoptic trends in climate. *Global Change Biology* 16: 3271-3283.
- Fausch, K. D., S. Nakano, and K. Ishigaki. 1994. Distribution of two congeneric charrs in streams of Hokkaido Island, Japan: considering multiple factors across scales. *Oecologia* 100:1-12.
- Fausch, K. D., Y. Taniguchi, S. Nakano, G. D. Grossman, and C. Townsend. 2001. Flood disturbance regimes influence rainbow trout invasion success among five holarctic regions. *Ecological Applications* 11: 1438-1455.
- Inoue, M, H. Miyata, Y. Tange, and Y. Taniguchi. 2009. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) invasion in Hokkaido streams, northern Japan, in relation to flow variability and biotic interactions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66: 1423-143.
- 笠井文考・山本敦也・森高志. 2010. 知床半島シマトツカリ川におけるニジマス *Oncorhynchus mykiss* の年齢構成と性成熟. 知床博物館研究報告 31:7-10.
- 岸大弼・河口洋一・桑原禎知・谷口義則. 2002. 知床半島の河川から得られたフクドジョウ. 知床博物館研究報告 23 : 47-50.
- Kishi, D. and K. Maekawa. 2009. Stream-dwelling Dolly Varden (*Salvelonus malma*) density and habitat characteristics in stream sections installed with low-head dams in the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan. *Ecological Research* 24: 873-880.
- Kishi, D., M. Murakami, S. Nakano, and K. Maekawa. 2005. Water temperature determines strength of top-down control in a stream food web. *Freshwater Biology* 50: 1315-1322.
- 小宮山英重・中川秀人・野別貴博・菊池朋和. 2003. 「知床の魚類」斜里町立知床博物館編.
- 桑原禎知・高橋剛一郎・山中正実. 2005. 知床における河川情報の整理に関する試みーダムのリスト. 知床博物館研究報告 26 : 1 - 8.
- 三沢勝也・米田隆夫・井上聡・谷川幹雄・小長谷博明・木村明彦. 2006. 十勝川水系幌内川ダム湖におけるオシヨロコマとニジマスの生息空間および採餌に関する種間関係. *魚類学雑誌* 54 : 1-13.
- 森田健太郎・岸大弼・坪井潤一・森田晶子・新井崇臣. 2003. 北海道知床半島の小河川に生息するニジマスとブラウンマス. 知床博物館研究報告 24 : 17-26.

- Morita, K., J. Tsuboi, and H. Matsuda. 2004. The impact of exotic trout on native charr in a Japanese stream. *Journal of Applied Ecology* 41: 962-972.
- 齊藤寿彦・鈴木俊哉. 2006. 北海道のサケ・マス増殖河川におけるニジマスおよびブラウントラウトの生息状況. さけ・ます資源管理センター技術情報 172.
- 下田和孝・中野繁・北野聡・井上幹生・小野有五. 1993. 知床半島における河川魚類群集の現状—特に人間活動の影響を中心に—. 北海道大学大学院環境科学研究科紀要 6: 17-27.
- 高橋剛一郎・桑原禎知・山中正実. 2005. 知床半島における河川の自然環境保全とダム問題に関する意見. *保全生態学研究* 10: 203 - 208.
- 鷹見達也・青山智哉. 1999. 北海道におけるニジマスおよびブラウントラウトの分布. *野生生物保護* 4: 41-48.
- 谷口義則. 2002. ニジマス. 外来種ハンドブック, 日本生態学会編. 地人書館.
- 谷口義則. 2013. 外来種問題: 魚類. 河川生態学 (中村太士編). 講談社.
- Taniguchi, Y., K. D. Fausch, and S. Nakano. 2002. Size-structured interactions among native and introduced species: can intraguild predation facilitate invasion by stream salmonids? *Biological Invasions* 4: 223-233.
- Taniguchi Y., Y. Miyake, T. Saito, H. Urabe, and S. Nakano. 2000. Redd superimposition by introduced rainbow trout on native charrs in a Japanese stream. *Ichthyological Research* 47: 149-156.
- 谷口義則・岸大弼・河口洋一. 2002. 知床半島東西両岸の 37 河川における河川性サケ科魚類個体群の現状—特に河川工作物の影響を中心に—. 知床博物館研究報告 23: 37 - 46.
- 谷口義則・岸大弼・三宅洋・河口洋一・岩田智也・三橋弘宗・野崎健太郎・村上正志・西川絢子・加藤千佳・中野繁. 2000. 知床半島の河川におけるオシヨロコマおよびサクラマスの個体群の現状. 知床博物館研究報告 21: 43 - 50.
- Urabe, H. and S. Nakano. 1999. Linking microhabitat availability and local density of rainbow trout in low-gradient Japanese streams. *Ecological Research* 14: 341-349.
- 山本敦也. 2008. 知床半島の小河川におけるニジマスの分布状況と食性, *野生生物保護* 11: 19-28.

第Ⅱ章 環境DNA調査

目 次

1. 調査の目的	1
2. 調査河川	2
3. 調査方法	3
3.1. 採水ろ過	3
1) 採水ろ過の方法.....	3
2) 採水ろ過の地点及びサンプル数.....	5
3.2. 環境DNA解析方法.....	26
4. 調査結果	27
4.1. サケ科網羅的ユニバーサルプライマーによる解析.....	27
1) 外来種の存在を把握しきれていない可能性のある9河川におけるサケ科魚類... 27	
2) 知床半島先端5河川におけるサケ科魚類.....	28
3) 知床半島42河川における検出魚種.....	29
4.2. eDNA定量解析の試行的実施	30
4.3. ネガティブコントロール結果.....	32
5. 総合考察	33
6. 参考文献	34

1. 調査の目的

オショコマ長期モニタリングでは3つの評価基準、①資源量が維持されていること、②外来種の根絶、生息個体数の減少、③夏季の水温が長期的にみて上昇しないこと、があり、これを評価するために、(ア)5年間で37河川の魚類調査、河川物理環境調査、(イ)37河川の魚類調査時に外来種の侵入状況を把握、(ウ)毎年37河川の7月～9月の水温を計測、を平成25(2013)年から継続して行っている。

平成29(2017)年度にオショコマ長期モニタリング調査の中間総括が行われたが、河川あたりの捕獲調査頻度が5年に1度と低いこと、半島先端部の調査河川が少ないこと、河川によっては外来種を把握しきれていない区間がある可能性があること等が課題として浮かび上がった。

近年の技術発展により、生物棲息圏の水の中に含まれる生物由来のDNAを抽出・分析する「環境DNA」技術が確立されつつある。この手法は現地調査作業の大幅な短縮が可能なことから、現在、生物調査の様々な場面での活用が進められている。

こうした背景から、平成30(2018)年から、オショコマ長期モニタリング調査の補完・充実を図ることを目的として環境DNA解析を実施している。

調査2年目となる令和元(2019)年度は、既存37河川に知床半島先端部の5河川を加えた42河川をモニタリング調査対象河川としたことから、この42河川での採水を実施してデータサンプルの蓄積を図り、さらに知床半島先端部の5河川と、外来種を把握しきれていない可能性のある9河川の環境DNA分析から魚類相の把握を行うことを目的とした。

3. 調査方法

3.1. 採水ろ過

1) 採水ろ過の方法

環境 DNA 解析に用いる河川水のサンプリングは以下の方法で実施した。

- ① ラテックス手袋を装着し、ジップロックを開いて河川水をすくってジップロック内部を洗い、水を捨てる（「共洗い」という）。3回繰り返す。
- ② 共洗いしたジップロックで河川水を3回に分けて（1/3ずつ）すくう。ウェーダーの汚染が入らないよう、河川に入らないようにしながら、できるだけ上流の水をすくう。

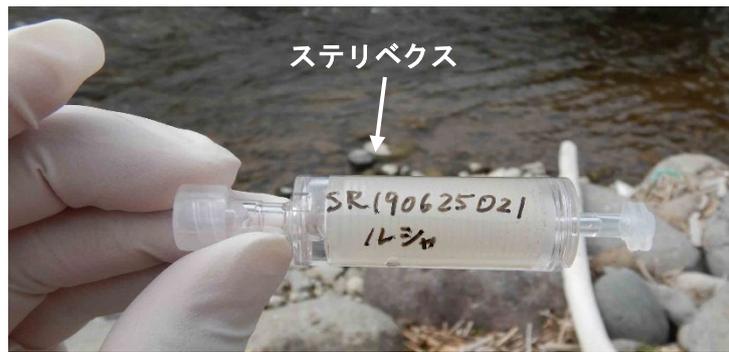


- ③ バケツにジップロックのまま入れる。
- ④ シリンジでジップロック内の水を50ml吸い上げ、ステリベクスを装着し、プランジャ（押し子）で水を押し出し、ろ過する。ステリベクスを外して、再度、同じ作業を10回繰り返す（計500mlの採水・ろ過となる）。回数を間違えないように数取機（カウンター）で確認しながら行う。



- ⑤ シリンジに空気のみを入れ、ステリベクスを装着し、水を押し出す。2回繰り返す。
- ⑥ シリンジからステリベクスを外して、ステリベクスの水出口に、プラスチックキャップを付ける。
- ⑦ 再度、ステリベクスをシリンジに装着し、シリンジ内に RNA later を流し込む。プランジャを軽く押し込み、RNA later をステリベクス内に注入する。
- ⑧ シリンジからステリベクスを外して、ステリベクスの水入り口にプラスチックキャップを付ける。

- ⑨ ステリベクスに採取年月日，河川名等をマジックで記載する．採水地点はハンディGPSで記録する．



- ⑩ 採水時間，天気を記録する．また，水質計測器を用いて水温，伝導率，塩濃度を計測・記録する．



- ⑪ 河川水の採水・ろ過を10サンプル行う毎に，ネガティブコントロールとして，市販の精製水による，採水ろ過を1サンプル行う．
- ⑫ 採水・ろ過したステリベクスは，直ちにクーラーで保冷する．
- ⑬ ステリベクスは，採水期間中は宿で冷蔵保存し，帰る前日に冷凍し，冷凍のまま札幌（北海道大学農学研究院・動物生態学研究室）に持ち帰る．

2) 採水ろ過の地点及びサンプル数

R1 (2019) 年に実施した採水ろ過は表 1～表 4, 図 2～図 17 に示すとおり, オショロコマ長期モニタリング調査の水溫ロガー設置時に, 42 河川で水溫ロガー設置地点より 5m 上流地点で 2～4 サンプルを採水ろ過した. なお平成 30 年度調査時に, 採水ろ過地点が魚類遡上不能のダム上流にあり, ダム下流の外来種の存在を把握しきれていない可能性があると考えられた 9 河川(フンベ, オペケブ, 金山, オショパオマブ, オチカバケ, 糠真布, ケンネベツ, モセカルベツ, 精神)においては, 最下流に位置するダム下流に新たに調査地点を設定し, 各河川 2 サンプルを採水ろ過した.

また, 海水魚が検出された採水地点が水産加工場, 生活排水の影響を受けていると考えられた 5 河川(アイドマリ, 知西別, 茶志別, 羅臼, 精神)は, 昨年度よりも上流の地点で各河川 2～4 サンプルの採水ろ過を実施した. ただし, 精神においては海水魚検出の原因となった場所が特定できなかったため, 昨年と同じ箇所で行っている.

さらに, R1 (2019) 年の 10 河川 (オショコマナイ, チャラッセナイ, フンベ, オショパオマブ, オライネコタン, シマトツカリ, ルサ, オッカバケ, 松法, 知西別) の魚類採捕調査に同伴し, 魚類採捕直前に採捕区間の下流端で 1 サンプル, 上流端で 1 サンプルの計 2～3 サンプルを採水ろ過した. その他, ネガティブコントロール用として 12 サンプルを採水ろ過した.

サンプル数は総計で 139 サンプルとなった.

表 1. R1 (2019) 年の水位計設置時の採水ろ過地点

河川名		月日	WGS1984 _y	WGS1984 _x	採水サンプル数	
西岸 斜里側	1	テップンベツ	6/25	44.20143	145.19848	2
	2	ルシャ	6/25	44.19795	145.19589	2
	3	イダシュベツ	6/25	44.12243	145.10353	2
	4	イワウベツ	6/25	44.10428	145.07396	2
	5	ホロボツ	6/24	44.08489	145.01190	2
	6	フンベ	6/25	44.04713	144.98058	2
	6	フンベダム下	6/28	44.06010	144.97402	2
	7	オショコマナイ	6/25	44.04385	144.95620	2
	8	チャラッセナイ	6/24	44.03825	144.93597	2
	9	オペケブ	6/26	44.02456	144.93886	2
	9	オペケブダム下	6/26	44.02682	144.92882	2
	10	金山	6/26	43.98739	144.89033	2
	10	金山ダム下	6/26	43.98929	144.88770	2
	11	オショバオマブ	6/26	43.98645	144.88545	2
	11	オショバオマブダム下	6/26	43.98602	144.88331	2
	12	オチカバケ	6/26	43.97104	144.85569	2
	12	オチカバケダム下	6/26	43.97271	144.85054	2
13	オライネコタン	6/26	43.95481	144.85226	2	
14	糠真布	6/26	43.92341	144.84214	2	
14	糠真布ダム下	6/24	43.92825	144.83044	2	
15	シマトツカリ	6/24	43.92610	144.79696	2	
16	チャカババイ	6/25	44.21095	145.20600	2	
17	ボンベツ	6/25	44.19254	145.18808	2	
東岸 羅臼側	1	モイレウシ	6/18	44.25599	145.36002	2
	2	アイドマリ	6/26	44.19126	145.32374	2
	3	オショロコツ	6/26	44.16525	145.29827	2
	4	ルサ	6/27	44.14116	145.26096	2
	5	キキリベツ	6/27	44.13213	145.25830	2
	6	ショウジ	6/27	44.12079	145.25251	2
	7	ケンネベツ	6/27	44.11150	145.24738	2
	7	ケンネベツダム下	6/27	44.11148	145.24801	2
	8	チエンベツ	6/27	44.10051	145.24180	2
	9	モセカルベツ	6/27	44.08395	145.23721	2
	9	モセカルベツダム下	6/27	44.08507	145.23929	2
	10	オッカバケ	6/27	44.07596	145.24020	2
	11	サシルイ	6/27	44.06148	145.23648	2
	12	知徒来	6/27	44.03409	145.20752	2
	13	羅臼	6/27	44.02313	145.18655	2
	13	羅臼上流	6/27	44.03123	145.16101	2
	14	松法	6/27	43.99194	145.15507	2
	15	知西別	6/27	43.98520	145.14398	2
	16	立苺白	6/28	43.96982	145.13888	2
	17	精神	6/28	43.95828	145.13189	2
	17	精神ダム下	6/28	43.95776	145.13379	2
	18	ボン春苺古丹	6/28	43.94800	145.12644	2
	19	春苺古丹	6/28	43.94713	145.06893	2
	20	茶志別	6/28	43.90182	145.10091	2
	20	茶志別上流	6/28	43.90135	145.10088	2
21	ボン陸士別	6/28	43.88192	145.09543	2	
22	居麻布	6/28	43.86871	145.09092	2	
23	ベキン	6/18	44.26696	145.36508	2	
24	クズレハマ	6/18	44.20256	145.33133	2	
25	カモイウンベ	6/18	44.19818	145.33157	2	

表 2. R1 (2019) 年の魚類採捕調査時の採水ろ過地点

河川名		月日	WGS1984_y	WGS1984_x	採水サンプル	
西岸 斜里側	6	フンベ 採捕下流	8/24	44.04722	144.98047	1
	6	フンベ 採捕上流	8/24	44.04701	144.98125	1
	7	オショコマナイ 採捕下流	8/24	44.04386	144.95596	1
	7	オショコマナイ 採捕上流	8/24	44.04381	144.95603	1
	8	チャラッセナイ 採捕下流	8/25	44.03849	144.93571	1
	8	チャラッセナイ 採捕上流	8/25	44.03802	144.93644	1
	11	オショパオマブ 採捕下流	8/4	43.98608	144.88441	1
	11	オショパオマブ 採捕上流	8/4	43.98641	144.88542	1
	13	オライネコタン 採捕下流	8/3	43.95486	144.85225	1
	13	オライネコタン 採捕上流	8/3	43.95421	144.85229	1
	15	シマトツカリ 採捕下流	8/3	43.93015	144.79464	1
	15	シマトツカリ 採捕上流	8/3	43.92922	144.79456	1
東岸 羅臼側	4	ルサ 採捕下流	8/26	44.14120	145.26108	1
	4	ルサ 採捕上流	8/26	44.14150	145.26020	1
	10	オッカバケ 採捕下流①	8/27	44.07572	145.24067	1
	10	オッカバケ 採捕上流①	8/27	44.07585	145.24026	1
	10	オッカバケ 採捕上流②	8/27	44.07655	145.24003	1
	14	松法 採捕下流	8/5	43.99182	145.15514	1
	14	松法 採捕上流	8/5	43.99245	145.15482	1
	15	知西別 採捕下流	8/2	43.97937	145.15335	1
15	知西別 採捕上流	8/2	43.97999	145.15259	1	

表 3. サンプル数まとめ

水温ロガー 設置時		魚類採捕 調査時①	魚類採捕 調査時②
R1/6/24~6/28	R1/6/18~6/28	R1/8/2~8/6	R1/8/24~8/27
外来種確認 9 河川	既存 37 河川+半島 先端河川 5 河川 計 42 河川	オショパオマブ, オライネコタン, シマトツカリ, 松法, 知西別	フンベ, オショコマナイ, チャラッセナイ, ルサ, オッカバケ
各ロガー地点より 5m 上流で 2~4 サンプル, ⇒計 106 サンプル		採捕区域下流端で 1~2 サンプル, 上流端で 1 サンプルの計 2~3 サンプル ⇒計 21 サンプル	
ネガティブコントロール 12 サンプルを含めて 計 139 サンプル を採取			

表 4. サンプリング (採水ろ過) 記録シート

sample #	sample ID	採水ポイント	採水日	緯度経度	採水時間	天気	水温(℃)	導電率(uS/cm)	塩濃度(%)	採水実施者	ろ過時間	ろ過実施者	note
1	SR190618001	モイレウシ	2019.6.18	44.25599,145.36002	9:30	晴	8.0	62.0	0	Y. Fujii	9:50	S. Mitani	
2	SR190618002	モイレウシ	2019.6.18							Y. Fujii	9:50	Y. Fujii	
3	SR190618003	ベキン	2019.6.18	44.26696,145.36508	10:10	晴	8.1	41.6	0	Y. Fujii	10:30	S. Mitani	
4	SR190618004	ベキン	2019.6.18							Y. Fujii	10:30	Y. Fujii	
5	SR190618005	クズレハマ	2019.6.18	44.20256,145.33133	12:15	曇	9.4	34.5	0	Y. Fujii	12:35	Y. Fujii	
6	SR190618006	クズレハマ	2019.6.18							Y. Fujii	12:35	Y. Fujii	
7	SR190618007	カモイウンベ	2019.6.18	44.19818,145.33157	13:10	曇	9.6	10.2	0	Y. Fujii	13:30	Y. Fujii	
8	SR190618008	カモイウンベ	2019.6.18							Y. Fujii	13:30	Y. Fujii	
9	SR190619009	ネガコン	2019.6.19		18:30					Y. Fujii	18:45	Y. Fujii	
10	SR190624010	シマトツカリ	2019.6.24	43.9261,144.79696	13:50	晴	14.8	54.5	0	Y. Fujii	14:20	Y. Fujii	
11	SR190624011	シマトツカリ	2019.6.24									N.Takamatsu	
12	SR190624012	糠真布ダム下	2019.6.24	43.92825,144.83044	15:00	晴	13.5	37.8	0	Y. Fujii	15:20	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
13	SR190624013	糠真布ダム下	2019.6.24									N.Takamatsu	
14	SR190624014	チャラッセナイ	2019.6.24	44.03825,144.93597	16:30	晴	9.2	23.0	0	Y. Fujii	16:50	Y. Fujii	
15	SR190624015	チャラッセナイ	2019.6.24									N.Takamatsu	
16	SR190624016	ホロボツ	2019.6.24	44.08489,145.0119	17:30	晴	12.3	18.7	0	Y. Fujii	17:50	Y. Fujii	
17	SR190624017	ホロボツ	2019.6.24									N.Takamatsu	
18	SR190625018	テツパンベツ	2019.6.25	44.20143,145.19848	8:30	晴	13.5	31.2	0	N.Takamatsu	8:50	Y. Fujii	
19	SR190625019	テツパンベツ	2019.6.25									N.Takamatsu	
20	SR190625020	ネガコン	2019.6.25		9:05	晴				Y. Fujii	9:20	Y. Fujii	
21	SR190625021	ルシャ	2019.6.25	44.19795,145.19589	9:25	晴	14.0	31.6	0	N.Takamatsu	9:40	Y. Fujii	
22	SR190625022	ルシャ	2019.6.25									N.Takamatsu	
23	SR190625023	チャカババイ	2019.6.25	44.21095,145.20600	11:20	晴	13.5	23.9	0	N.Takamatsu	12:00	Y. Fujii	
24	SR190625024	チャカババイ	2019.6.25									N.Takamatsu	
25	SR190625025	ボンベツ	2019.6.25	44.19254,145.18808	13:20	晴	11.5	37.200	0	N.Takamatsu	13:45	Y. Fujii	
26	SR190625026	ボンベツ	2019.6.25									N.Takamatsu	
27	SR190625027	イダシユベツ	2019.6.25	44.12243,145.10353	14:45	晴	13.2	32.0	0	Y. Fujii	15:10	Y. Fujii	
28	SR190625028	イダシユベツ	2019.6.25									N.Takamatsu	
29	SR190625029	イワウベツ	2019.6.25	44.10428,145.07396	15:40	晴	16.7	22.0	0	Y. Fujii	16:00	Y. Fujii	
30	SR190625030	イワウベツ	2019.6.25									N.Takamatsu	
31	SR190625031	フンベ	2019.6.25	44.04713,144.98058	16:30	晴	14.4	47.8	0	Y. Fujii	16:50	Y. Fujii	
32	SR190625032	フンベ	2019.6.25									N.Takamatsu	
33	SR190625033	ネガコン	2019.6.25		17:05	晴				N.Takamatsu	17:30	N.Takamatsu	
34	SR190625034	オシヨコマナイ	2019.6.25	44.04385,144.9562	17:50	晴	14.8	80.4	0	N.Takamatsu	18:10	Y. Fujii	
35	SR190625035	オシヨコマナイ	2019.6.25									N.Takamatsu	
36	SR190626036	糠真布	2019.6.26	43.92341,144.84214	8:00	晴	12.5	83.0	0	Y. Fujii	8:15	Y. Fujii	
37	SR190626037	糠真布	2019.6.26									N.Takamatsu	
38	SR190626038	オライネコタン	2019.6.26	43.95481,144.85226	8:40	晴	10.9	59.2	0	Y. Fujii	8:55	Y. Fujii	
39	SR190626039	オライネコタン	2019.6.26									N.Takamatsu	
40	SR190626040	オチカバケダム下	2019.6.26	43.97271,144.85054	9:10	晴	15.9	72.6	0	N.Takamatsu	9:30	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
41	SR190626041	オチカバケダム下	2019.6.26									N.Takamatsu	
42	SR190626042	オチカバケ	2019.6.26	43.97104,144.85569	9:45	晴	14.9	72.4	0	N.Takamatsu	10:00	Y. Fujii	
43	SR190626043	オチカバケ	2019.6.26									N.Takamatsu	
44	SR190626044	ネガコン	2019.6.26		10:10	晴				N.Takamatsu	10:30	N.Takamatsu	
45	SR190626045	オシヨバオマブダム下	2019.6.26	43.98602,144.88331	10:40	晴	17.0	73.4	0	N.Takamatsu	11:00	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
46	SR190626046	オシヨバオマブダム下	2019.6.26									N.Takamatsu	
47	SR190626046	オシヨバオマブ	2019.6.26	43.98645,144.88545	11:10	晴	17.0	67.2	0	N.Takamatsu	11:30	Y. Fujii	
48	SR190626047	オシヨバオマブ	2019.6.26									N.Takamatsu	
49	SR190626048	金山ダム下	2019.6.26	43.98929,144.88770	12:40	晴	18.4	63.8	0	Y. Fujii	13:10	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
50	SR190626049	金山ダム下	2019.6.26									N.Takamatsu	
51	SR190626050	金山	2019.6.26	43.98739,144.89033	13:30	晴	18.1	64.5	0	Y. Fujii	13:50	Y. Fujii	
52	SR190626051	金山	2019.6.26									N.Takamatsu	
53	SR190626052	オベケブダム下	2019.6.26	44.02682,144.92882	14:00	晴	19.2	61.1	0	Y. Fujii	14:30	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
54	SR190626053	オベケブダム下	2019.6.26									N.Takamatsu	
55	SR190626054	オベケブ	2019.6.26	44.02456,144.93886	14:40	晴	15.4	55.4	0	Y. Fujii	15:00	Y. Fujii	
56	SR190626055	オベケブ	2019.6.26									N.Takamatsu	
57	SR190626056	ネガコン	2019.6.26		16:45	晴				Y. Fujii	17:05	Y. Fujii	
58	SR190626057	アイドマリ	2019.6.26	44.19126,145.32374	17:10	晴	13.7	77.6	0	Y. Fujii	17:25	Y. Fujii	前回採水箇所よりも60m上流で採水。前回採水箇所よりも40m上流に生活排水流入箇所有り。
59	SR190626058	アイドマリ	2019.6.26									N.Takamatsu	
60	SR190626059	オシヨロコツ	2019.6.26	44.16525,145.29827	17:35	晴	11.5	53.0	0	N.Takamatsu	17:55	Y. Fujii	
61	SR190626060	オシヨロコツ	2019.6.26									N.Takamatsu	
62	SR190627061	ルサ	2019.6.27	44.14116,145.26096	8:20	曇	12.4	73.6	0	N.Takamatsu	8:40	Y. Fujii	
63	SR190627062	ルサ	2019.6.27									N.Takamatsu	
64	SR190627063	キキリベツ	2019.6.27	44.13213,145.2583	8:50	曇	13.8	125.5	0	N.Takamatsu	9:10	Y. Fujii	
65	SR190627064	キキリベツ	2019.6.27									N.Takamatsu	
66	SR190627066	ネガコン	2019.6.27		9:20	曇				N.Takamatsu	9:40	N.Takamatsu	
67	SR190627067	ショウジ	2019.6.27	44.12079,145.25251	9:45	曇				Y. Fujii	10:00	Y. Fujii	計測器不具合により水温等のデータ取れず
68	SR190627068	ショウジ	2019.6.27									N.Takamatsu	

sample #	sample ID	採水ポイント	採水日	緯度経度	採水時間	天気	水温(℃)	導電率(uS/cm)	塩濃度(%)	採水実施者	ろ過時間	ろ過実施者	note
69	SR190627069	ケンネベツダム下	2019.6.27	44.11148,145.24801	10:10	曇				Y. Fujii	10:30	Y. Fujii	計測器不具合により水温等のデータ取れず。流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
70	SR190627070	ケンネベツダム下	2019.6.27									N.Takamatsu	
71	SR190627071	ケンネベツ	2019.6.27	44.1115,145.24738	10:50	曇				Y. Fujii	11:10	Y. Fujii	計測器不具合により水温等のデータ取れず
72	SR190627072	ケンネベツ	2019.6.27									N.Takamatsu	
73	SR190627073	チエンベツ	2019.6.27	44.10051,145.2418	11:20	曇				Y. Fujii	11:40	Y. Fujii	計測器不具合により水温等のデータ取れず
74	SR190627074	チエンベツ	2019.6.27									N.Takamatsu	
75	SR190627075	モセカルベツダム下	2019.6.27	44.08507,145.23929	11:50	曇				N.Takamatsu	12:10	Y. Fujii	計測器不具合により水温等のデータ取れず。流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
76	SR190627076	モセカルベツダム下	2019.6.27									N.Takamatsu	
77	SR190627077	モセカルベツ	2019.6.27	44.08395,145.23721	12:20	曇				N.Takamatsu	12:40	Y. Fujii	計測器不具合により水温等のデータ取れず
78	SR190627078	モセカルベツ	2019.6.27									N.Takamatsu	
79	SR190627079	ネガコン	2019.6.27		14:00	曇				Y. Fujii	14:10	Y. Fujii	
80	SR190627080	オッカバケ	2019.6.27	44.07596,145.2402	14:20	曇	11.4	57.4	0	Y. Fujii	14:35	Y. Fujii	
81	SR190627081	オッカバケ	2019.6.27									N.Takamatsu	
82	SR190627082	サシルイ	2019.6.27	44.06148,145.23648	14:50	曇	11.0	72.3	0	Y. Fujii	15:10	Y. Fujii	
83	SR190627083	サシルイ	2019.6.27									N.Takamatsu	
84	SR190627084	知徒来	2019.6.27	44.03409,145.20752	15:20	曇	11.0	59.6	0	Y. Fujii	15:40	Y. Fujii	
85	SR190627085	知徒来	2019.6.27									N.Takamatsu	
86	SR190627086	羅臼	2019.6.27	44.02313,145.18655	15:50	曇	14.4	222.0	0.01	Y. Fujii	16:15	Y. Fujii	
87	SR190627087	羅臼	2019.6.27									N.Takamatsu	
88	SR190627088	ネガコン	2019.6.27		16:30	曇				N.Takamatsu	16:45	N.Takamatsu	
89	SR190627089	羅臼上流	2019.6.27	44.03123,145.16101	16:50	曇	13.8	186.7	0.01	Y. Fujii	17:05	Y. Fujii	sample#86、87「羅臼」より2.5km上流で採水
90	SR190627090	羅臼上流	2019.6.27									N.Takamatsu	
91	SR190627091	松法	2019.6.27	43.99194,145.15507	17:20	曇	12.4	76.7	0	N.Takamatsu	17:40	Y. Fujii	
92	SR190627092	松法	2019.6.27									N.Takamatsu	
93	SR190627093	知西別	2019.6.27	43.98520,145.14398	17:55	曇	12.7	81.1	0	N.Takamatsu	18:20	Y. Fujii	前回採水箇所よりも940m上流で採水
94	SR190627094	知西別	2019.6.27									N.Takamatsu	
95	SR190628095	居麻布	2019.6.28	43.86871,145.09092	8:00	曇	11.7	112.8	0.01	N.Takamatsu	8:15	Y. Fujii	
96	SR190628096	居麻布	2019.6.28									N.Takamatsu	
97	SR190628097	ボン陸志別	2019.6.28	43.88192,145.09543	8:30	曇	10.8	98.5	0	N.Takamatsu	8:50	Y. Fujii	
98	SR190628098	ボン陸志別	2019.6.28									N.Takamatsu	
99	SR190628099	ネガコン	2019.6.28		9:00	曇				N.Takamatsu	9:15	N.Takamatsu	
100	SR190628100	茶志別	2019.6.28	43.90182,145.10091	9:20	曇	11.7	119.0	0.01	Y. Fujii	9:35	Y. Fujii	
101	SR190628101	茶志別	2019.6.28									N.Takamatsu	
102	SR190628102	茶志別上流	2019.6.28	43.90135,145.10088	9:50	曇	11.8	119.0	0.01	Y. Fujii	10:10	Y. Fujii	sample#100、101「茶志別」より約50m上流で採水
103	SR190628103	茶志別上流	2019.6.28									N.Takamatsu	
104	SR190628104	春苺古丹	2019.6.28	43.94713,145.06893	10:45	曇	9.4	55.0	0	N.Takamatsu	11:10	Y. Fujii	
105	SR190628105	春苺古丹	2019.6.28									N.Takamatsu	
106	SR190628106	ボン春苺古丹	2019.6.28	43.948,145.12644	11:30	曇	11.3	81.9	0	Y. Fujii	11:55	Y. Fujii	
107	SR190628107	ボン春苺古丹	2019.6.28									N.Takamatsu	
108	SR190628108	精神ダム下	2019.6.28	43.95776,145.13379	12:10	晴	12.1	68.6	0	N.Takamatsu	12:30	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
109	SR190628109	精神ダム下	2019.6.28									N.Takamatsu	
110	SR190628110	ネガコン	2019.6.28		12:40					Y. Fujii	13:00	Y. Fujii	
111	SR190628111	精神	2019.6.28	43.95828,145.13189	13:40	曇	12.5	68.6	0	Y. Fujii	14:00	Y. Fujii	
112	SR190628112	精神	2019.6.28									N.Takamatsu	
113	SR190628113	立苺白	2019.6.28	43.96982,145.13888	14:10	曇	10.8	78.4	0	N.Takamatsu	14:30	Y. Fujii	
114	SR190628114	立苺白	2019.6.28									N.Takamatsu	
115	SR190628115	フンベダム下	2019.6.28	44.06010,144.97402	16:00	曇	11.4	96.6	0	Y. Fujii	16:20	Y. Fujii	流域内で最も下流側に位置する工作物の下流で採水
116	SR190628116	フンベダム下	2019.6.28									N.Takamatsu	
117	SR190802001	知西別採捕下流	2019.8.2	43.97937,145.15335	11:00	晴	20.8	433.0	0.02	N.Takamatsu	11:20	N.Takamatsu	
118	SR190802002	知西別採捕上流	2019.8.2	43.97999,145.15259	11:30	晴	21.9	1803.0	0.10	N.Takamatsu	12:40	N.Takamatsu	
119	SR190803001	シマトツカリ採捕下流	2019.8.3	43.93015,144.79464	9:30	晴	15.3	207.0	0.01	N.Takamatsu	9:45	N.Takamatsu	
120	SR190803002	シマトツカリ採捕上流	2019.8.3	43.92922,144.79456	9:50	晴	22.1	86.4	0.01	N.Takamatsu	10:05	N.Takamatsu	
121	SR190803003	オライネコタン採捕下流	2019.8.3	43.95486,144.85225	12:20	晴	17.5	78.7	0	N.Takamatsu	12:40	N.Takamatsu	
122	SR190803004	オライネコタン採捕上流	2019.8.3	43.95421,144.85229	13:00	晴	17.1	77.1	0	N.Takamatsu	13:20	N.Takamatsu	
123	SR190803005	ネガコン	2019.8.3		13:30	晴				N.Takamatsu	13:40	N.Takamatsu	
124	SR190804001	オショバオマブ採捕下流	2019.8.4	43.98608,144.88441	10:20	曇	22.1	260.0	0.01	N.Takamatsu	10:40	N.Takamatsu	
125	SR190804002	オショバオマブ採捕上流	2019.8.4	43.98641,144.88542	10:50	曇	21.9	267.0	0.01	N.Takamatsu	11:05	N.Takamatsu	
126	SR190805001	松法採捕下流	2019.8.5	43.99182,145.15514	8:10	曇	15.9	77.2	0	N.Takamatsu	8:30	N.Takamatsu	
127	SR190805002	松法採捕上流	2019.8.5	43.99245,145.15482	8:50	曇	14.9	78.0	0	N.Takamatsu	9:00	N.Takamatsu	
128	SR190824001	フンベ採捕下流	2019.8.24	44.04722,144.98047	9:00	晴	14.2	73.6	0	N.Takamatsu	9:30	N.Takamatsu	
129	SR190824002	フンベ採捕上流	2019.8.24	44.04701,144.98125	9:35	晴	14.2	75.0	0	N.Takamatsu	10:00	N.Takamatsu	
130	SR190824003	オショコマナイ採捕下流	2019.8.24	44.04386,144.95596	14:00	晴	17.4	98.5	0.01	N.Takamatsu	14:25	N.Takamatsu	上流端から15m下流地点
131	SR190824004	オショコマナイ採捕上流	2019.8.24	44.04381,144.95603	14:30	晴	17.5	97.0	0.01	N.Takamatsu	14:45	N.Takamatsu	
132	SR190824005	ネガコン	2019.8.24		14:55	晴				N.Takamatsu	15:20	N.Takamatsu	
133	SR190825001	チャラッセナイ採捕下流	2019.8.25	44.03849,144.93571	9:00	曇	11	66.5	0	N.Takamatsu	9:25	N.Takamatsu	
134	SR190825002	チャラッセナイ採捕上流	2019.8.25	44.03802,144.93644	9:30	曇	10.4	66.2	0	N.Takamatsu	10:00	N.Takamatsu	
135	SR190826001	ルサ採捕下流	2019.8.26	44.1412,145.26108	10:00	曇	12	74.1	0	N.Takamatsu	10:20	N.Takamatsu	
136	SR190826002	ルサ採捕上流	2019.8.26	44.1415,145.2602	10:30	曇	12.5	74.3	0	N.Takamatsu	10:50	N.Takamatsu	
137	SR190827001	オッカバケ採捕下流①	2019.8.27	44.07572,145.24067	9:40	晴	13.2	69.7	0	N.Takamatsu	10:00	N.Takamatsu	採捕区間が2区間に分かれており、内下流側の下流端
138	SR190827002	オッカバケ採捕上流①	2019.8.27	44.07585,145.24026	10:10	晴	13.1	69.7	0	N.Takamatsu	10:40	N.Takamatsu	採捕区間が2区間に分かれており、内下流側の上流端
139	SR190827003	オッカバケ採捕上流②	2019.8.27	44.07655,145.24003	10:50	晴	14.2	68.6	0	N.Takamatsu	11:10	N.Takamatsu	採捕区間が2区間に分かれており、内上流側の上流端

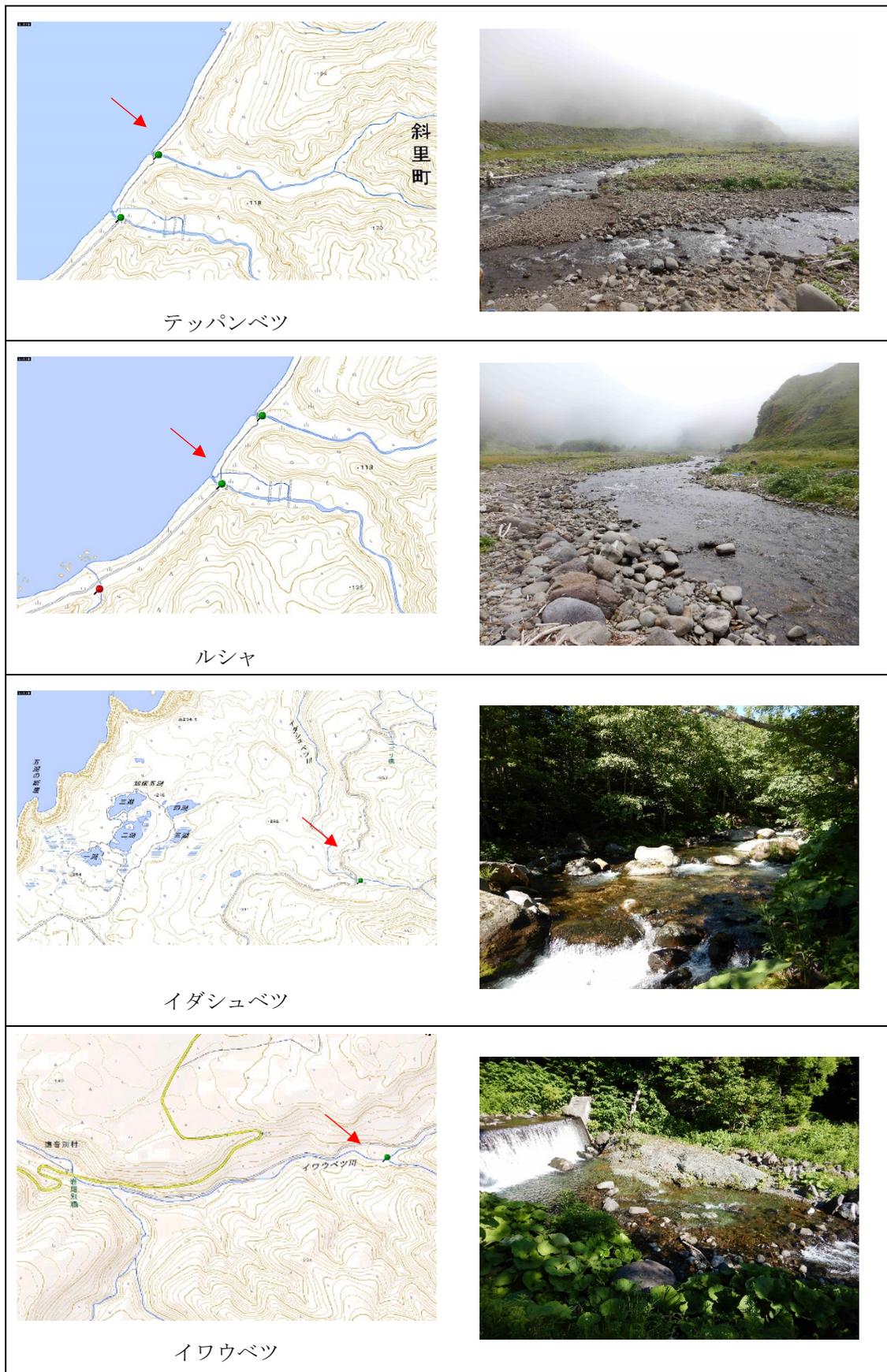


図 2. 採水箇所斜里側(1)【図の緑ピンは採水箇所】



図 3. 採水箇所斜里側(2)【図の緑ピンは採水箇所、赤ピンは新規採水地点、青ピンは採捕時採水地点】



オシヨコマナイ



採捕上流



採捕下流



チャラッセナイ



採捕上流



採捕下流

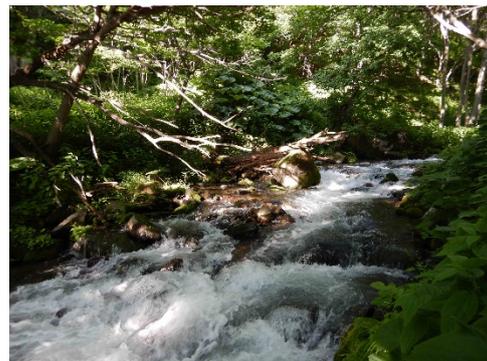


図 4. 採水箇所斜里側(3) 【図の緑ピンは採水箇所、青ピンは採捕時採水地点】



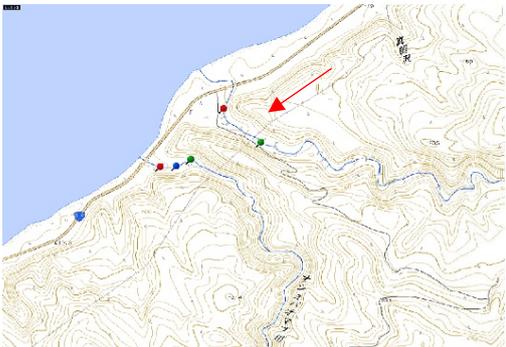
オペケバ



ダム状況



ダム下(新規)



金山

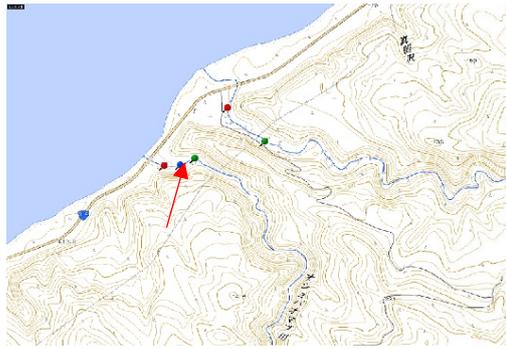


ダム状況



ダム下(新規)

図5. 採水箇所斜里側(4)【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点】



オシヨパオマブ



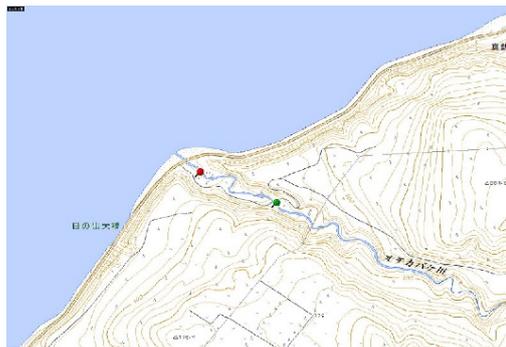
採捕上流



ダム下(新規)



採捕下流

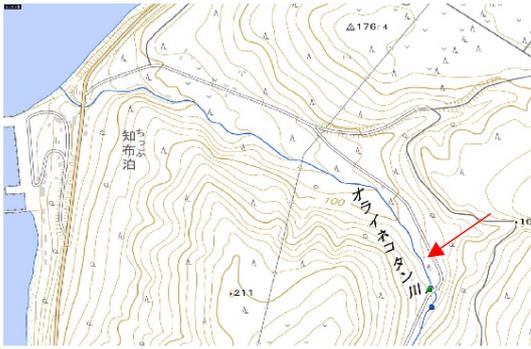


オチカバケ



ダム下(新規)

図 6. 採水箇所斜里側(5) 【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点, 青ピンは採捕時採水地点】



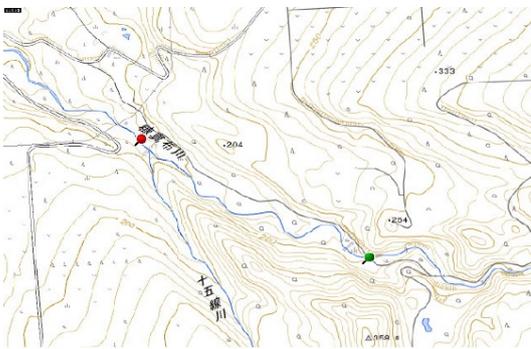
オライネコタン



採捕上流



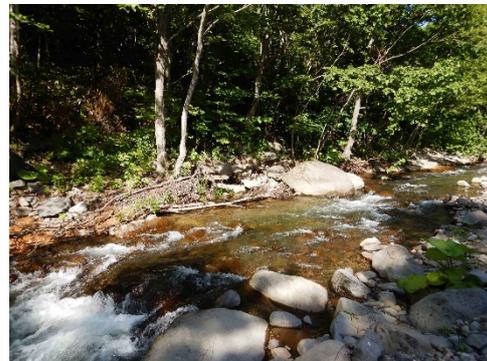
採捕下流



糠真布



ダム状況



ダム下(新規)

図 7. 採水箇所斜里側(6)【図の緑ピンは採水箇所、赤ピンは新規採水地点、青ピンは採捕時採水地点】



シマトツカリ



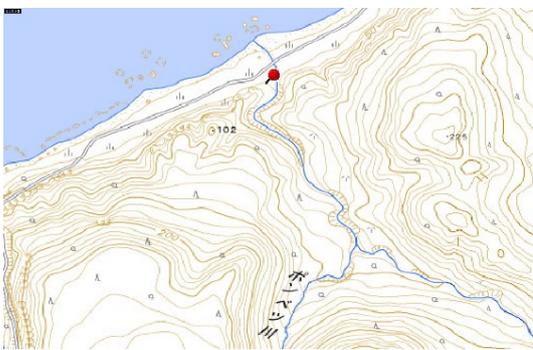
採捕上流



採捕下流



チャカババイ



ポンベツ

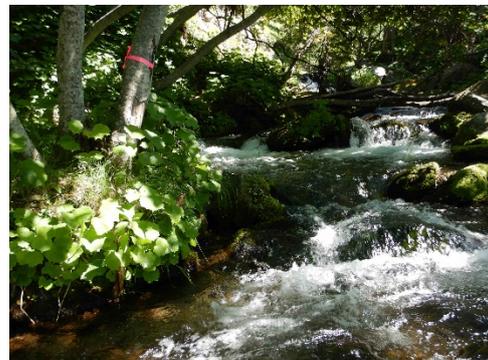
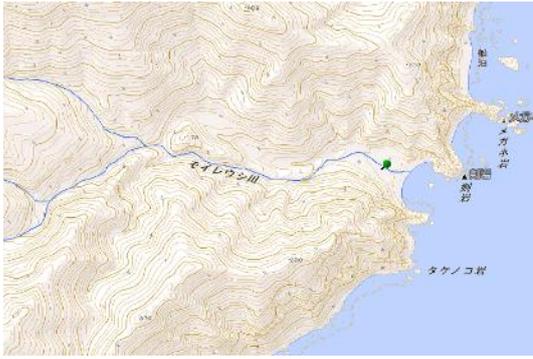


図 8. 採水箇所斜里側(7)【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点, 青ピンは採捕時採水地点】



モイレウシ



アイドマリ



排水混入状況



排水混入状況



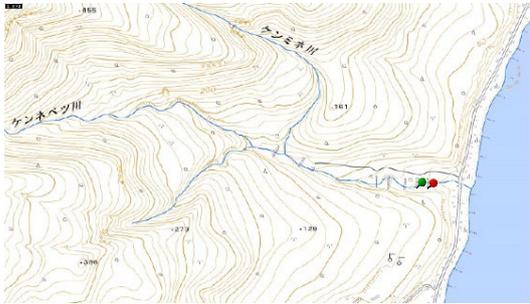
オショロクツ



図9. 採水箇所羅臼側(1)【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点】



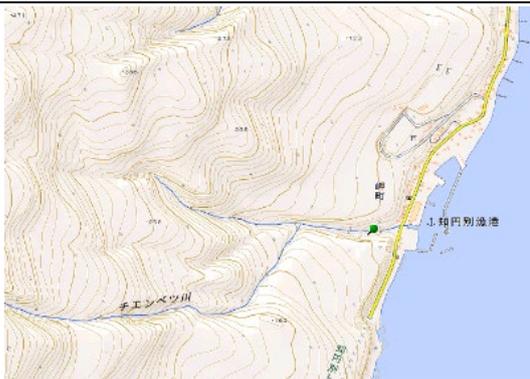
図 10. 採水箇所羅臼側 (2) 【図の緑ピンは採水箇所, 青ピンは採捕時採水地点】



ケンネベツ



ダム下(新規)



チエンベツ



図 11. 採水箇所羅臼側(3)【図の緑ピンは採水箇所、赤ピンは新規採水地点】



モセカルベツ



ダム状況



ダム下(新規)



オッカバケ



採捕上流①

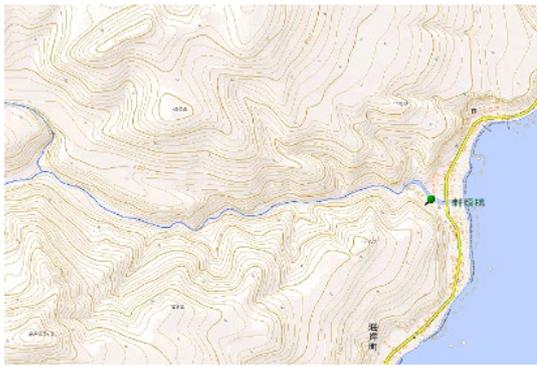


採捕下流①



採捕上流②

図 12. 採水箇所羅臼側(4) 【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点, 青ピンは採捕時採水地点】



サシルイ



知徒来



羅臼



上流採水地点

図 13. 採水箇所羅臼側(5)【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点】



松法



採捕上流



採捕下流



知西別



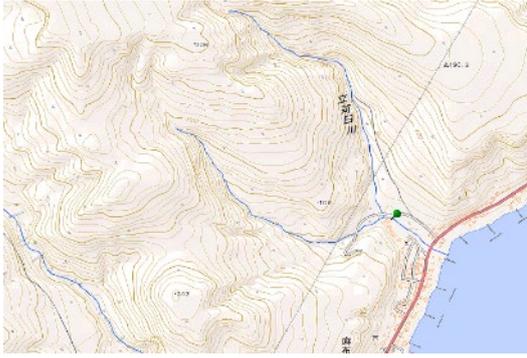
採捕上流



採捕下流



図 14. 調査箇所羅臼側(6) 【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点, 青ピンは採捕時採水地点】



立苧臼



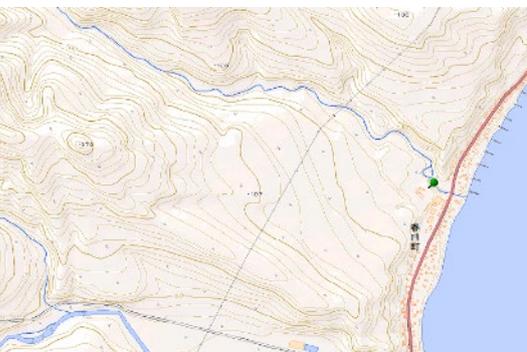
精神



ダム状況



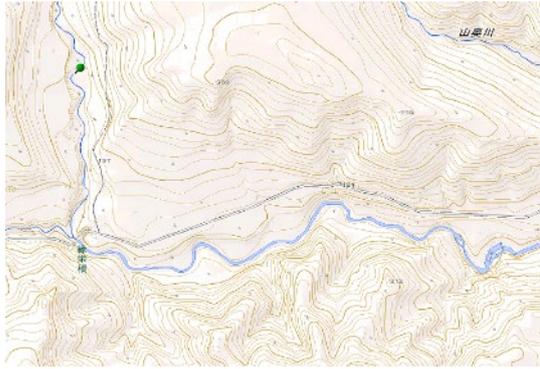
ダム下(新規)



ポン春苧古丹



図 15. 採水箇所羅臼側(7) 【図の緑ピンは採水箇所, 赤ピンは新規採水地点】



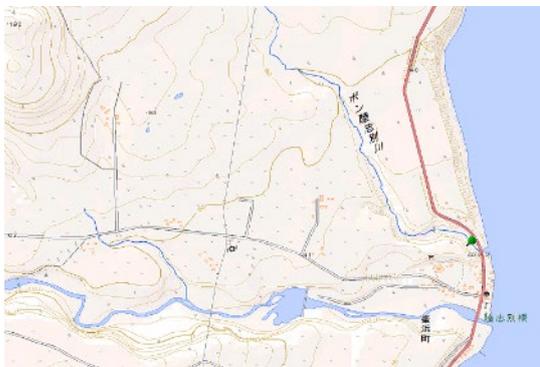
春苺古丹



茶志別



上流採水地点



ポン陸士別



図 16. 採水箇所羅臼側(8) 【図の緑ピンは採水箇所，赤ピンは新規採水地点】



図 17. 採水箇所羅臼側(9)【図の緑ピンは採水箇所，赤ピンは新規採水地点】

3.2. 環境DNA解析方法

サケ科魚類の網羅的解析についてはサケ科ユニバーサルプライマー (Araki et al. in prep.) を用いて、環境DNAメタバーコーディング解析を行った。

環境DNAメタバーコーディング解析とは、環境中のDNA情報から得られた塩基配列をDNAデータベースと照らし合わせて生物種を同定し、生物相を推定する解析方法である。このためにはまず、現場でろ過したろ紙から環境DNAを抽出し、それをメタバーコーディング用の上記ユニバーサルプライマー (60bp程度の人工DNA) とPCRと呼ばれるDNA増幅装置を用いて増幅させる必要がある。今回はキアゲン社が市販しているDNeasy blood & tissueキットを用いて環境DNAの抽出を行い、ここから4回に分けて1回目のPCRによるDNA増幅を行った。このPCRの際に、濃度既知の内部標準 (人工DNA配列) を添加し、定量的な解析ができるようにした。この処理を行った後、4つのPCR増幅産物をまとめてキアゲン社のGeneRead Size Selection Kitで精製した。このうち1.35ulを用いて2回目のDNA増幅を行い、環境DNAメタバーコーディング解析に必要なサンプルごとのインデクス (標識子) を付加した。この処理により、河川から採取した環境DNAサンプルを一度のNGS分析 (次世代シーケンサーを用いたアンプリコン分析) によってまとめて分析することが可能となる。なお、今回のNGS分析にはイルミナ社のiSeq 100を用いた。

iSeq 100で分析するサンプルはプールし、電気泳動・ゲル切り出し・精製および濃度測定後に1サンプル当たりのリード数 (各サンプルに割り当てられるDNA解読量) が平均5万リードとなるよう濃度調整をおこなった。iSeq 100を用いて分析した結果はfastq形式のデジタルデータ (DNA配列情報) としてハードディスクに保存した。その後Takeuchi et al. (2019)で公表されたアルゴリズムを用いてDNA配列情報の選別・分別を行い、各サンプル中に含まれた様々な環境DNAを種、ないし属に振り分け解析した。

サケ科魚類のうちオシロコマについては本プロジェクトのメインターゲットとなるため、より定量性の高いQ-PCR用のサーマルサイクラー (Mx3000P, アジレント社) を使って上記抽出DNAにもとづく定量解析に供した。本解析では先行研究 (Minamoto et al. 2018) に記載されたオシロコマ種特異検出系を使用した。当該検出系の予備調査では僅かではあるが他の魚種由来の非特異DNA増幅も認められたため、PCR条件を上記先行研究の内容から一部変更して定量解析を実施した。定量解析では抽出DNAサンプル2 μ Lをテンプレートとして、1ろ紙当たり3回のPCRレプリケート、1地点当たりろ紙2枚分の計6PCRレプリケートを分析した。PCRには標的配列の人工DNAを内部標準として 2×10^5 、 2×10^4 、 2×10^3 、 2×10^2 、 2×10^1 の5段階の濃度 (Copies/2 μ L) で供し、各サンプルから検出されたオシロコマのDNAコピー数を推定した ($R^2 = 0.997$ 、PCR efficiency = 0.763)。

4. 調査結果

4.1. サケ科網羅的ユニバーサルプライマーによる解析

サケ科魚類については、「サケ科網羅的ユニバーサルプライマー(Araki et al. in prep.)」を用いて環境DNAメタバーコーディング解析を行った。解析においては、DNA増幅時に添加した濃度既知の内部標準(人工DNA配列)を基に環境水中、100コピー/L以上のDNAが検出された配列を「検出DNA配列」として判定した。

1) 外来種の存在を把握しきれていない可能性のある9河川におけるサケ科魚類

R1(2019)年6月に採水したサンプルの解析結果を表5に示した。オシヨロコマはオシヨパオマブ以外の8河川すべてで検出された。サクラマスはオチカバケ、糠真布、モセカルベツ、精神で検出された。オシヨパオマブではDNA濃度が低かったためか全ての魚種が非検出であった。

表5. 外来種の存在を把握しきれていない可能性のある9河川におけるサケ科魚類メタバーコーディング(U-Salmon)解析

河川名	オシヨロコマ	サクラマス	シロザケ	カラフトマス	ニジマス	ブラウントラウト
フンベ(ダム下)	○					
オペケブ(ダム下)	○					
金山(ダム下)	○					
オシヨパオマブ(ダム下)						
オチカバケ(ダム下)	○	○				
糠真布(ダム下)	○	○				
ケンネベツ(ダム下)	○					
モセカルベツ(ダム下)	○	○				
精神(ダム下)	○	○				

※ ○はDNA検出を表す

2) 知床半島先端 5 河川におけるサケ科魚類

R1 (2019) 年 6 月に採水したサンプルの解析結果を表 6 に示した。半島先端 5 河川ではすべての河川においてオシヨロコマ DNA のみが検出された。

表 6. 半島先端 5 河川におけるサケ科魚類メタバーコーディング(U-Salmon)解析

河川名	オシヨロコマ	サクラマス	シロザケ	カラフトマス	ニジマス	ブラウントラウト
ペキン	○					
クズレハマ	○					
カモイウンベ	○					
チャカババイ	○					
ポンベツ	○					

※ ○は DNA 検出を表す

3) 知床半島 42 河川における検出魚種

H30 (2018) 年、R1 (2019) 年の環境 DNA 解析結果と過去の魚類採捕調査結果から、知床半島 42 河川の検出魚種を整理すると表 7 のとおりとなる。

表 7. 知床半島 42 河川の検出魚種

河川名		魚類採捕年	オショコマ	サクラマス	エゾハカジカ	カンキョウカジカ	シマウキョリ	トミヨ属	フクトジヨウ	ミスハゼ	アママス	カイヤツメ	ニジマス
西岸・斜里側	1 テッパンベツ	2015	●	●		▲							
	2 ルシヤ	2015, 2018	●	●		●	●						
	3 イダシュベツ	2013, 2018	●										
	4 イワウベツ	2015	●	●									
	5 ホロベツ	2013, 2018	●	●			●						
	6 フンベ	2014, 2019	●										
	7 オショコマナイ	2014, 2019	●										
	8 チャラッセナイ	2014, 2019	●										
	9 オペケブ	2015	●										
	10 金山	2013, 2018	●										
	11 オショバオマブ	2014, 2019	●										
	12 オチカバケ	2016	●	●									
	13 オライネコタン	2014, 2019	●										
	14 糠真布	2013, 2018	●	●									
	15 シマトツカリ	2013~2019	●	●	●		●	●			●	●	▲
	16 チャカババイ		●										
	17 ボンベツ		●										
東岸・羅臼側	1 モイレウシ	2016	●				●						
	2 アイドマリ	2016	●										
	3 オショロコツ	2016	●				●						
	4 ルサ	2014, 2019	●	●		●	●						
	5 キキリベツ	2015	●			●							
	6 ショウジ	2015	●										
	7 ケンネベツ	2017	●										
	8 チエンベツ	2017	●										
	9 モセカルベツ	2015	●	●									
	10 オッカバケ	2014, 2019	●						●				
	11 サシルイ	2017	●	●									
	12 知徒来	2013, 2018	●	●			●						●
	13 羅臼	2016	●	●									
	14 松法	2014, 2019	●	●		●	●						
	15 知西別	2013~2019	●	●		●	●		●				●
	16 立茹臼	2016	●	●									
	17 精神	2013, 2018	●	●									
	18 ボン春茹古丹	2017	●	●									
	19 春茹古丹	2017	●	●									
	20 茶志別	2017	●	●		●	●						
	21 ボン陸士別	2015	●	●		●	●			▲			
	22 居麻布	2016	●	●									
	23 ペキン		●										
	24 クズレハマ		●										
	25 カモイウンベ		●										

【● 一致 ● eDNA only ● 採捕 ▲ eDNA Found only less than 25 reads】

4. 2. eDNA 定量解析の試行的実施

R1 (2019) 年 6 月に採水した半島先端部 5 河川のサンプルに加え、今年度同時期に採水したテッパンベツ川、ルシヤ川のサンプルを、オシヨロコマ特異的プライマー・q-PCR 法を用いて eDNA 定量を試行的に解析した。表 8、図 18 に河川ごと環境水 1L あたりのオシヨロコマ DNA コピー数(環境 DNA 濃度推定値)と、ルシヤ川のコピー数を 100 とした場合の各河川の相対値を示す。

表 8. 河川ごとの環境 DNA 濃度推定値

河川名	DNA コピー数	ルシヤ川との相対値
ペキン	9,167	12.4%
クズレハマ	3,520	4.8%
カモイウンベ	31,923	43.3%
チャカババイ	39,902	54.2%
ポンベツ	8,310	11.3%
テッパンベツ	47,420	64.4%
ルシヤ	73,670	100.0%

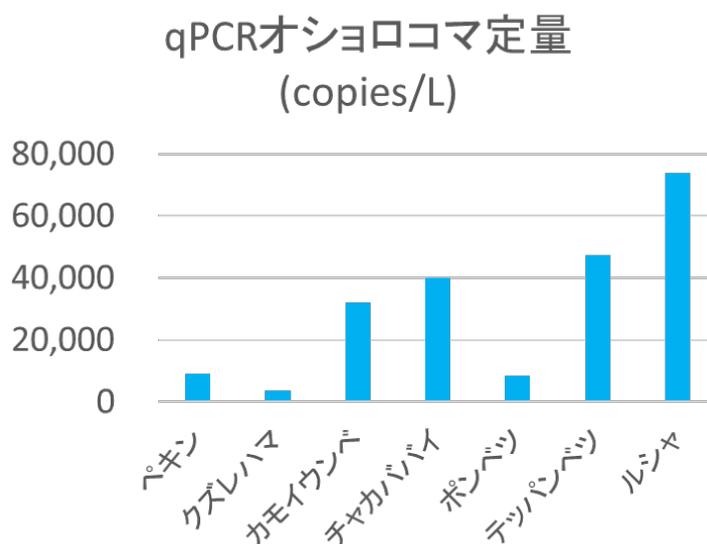


図 18. 河川ごとの環境 DNA 濃度推定値(グラフ)

次に、テッパンベツ川とルシャ川の H27 (2015) 生息密度調査の推定値のオシヨロコマ推定生息密度(テッパンベツ川 19.1 尾/100 m², ルシャ川 35.1 尾/100 m²)から、オシヨロコマ 1 尾あたりの DNA コピー数を割り出した結果、1 尾あたり推定 2,234 コピーという結果が得られた。これを元に半島先端 5 河川のオシヨロコマ推定生息密度を算出したものを図 19 に示す。

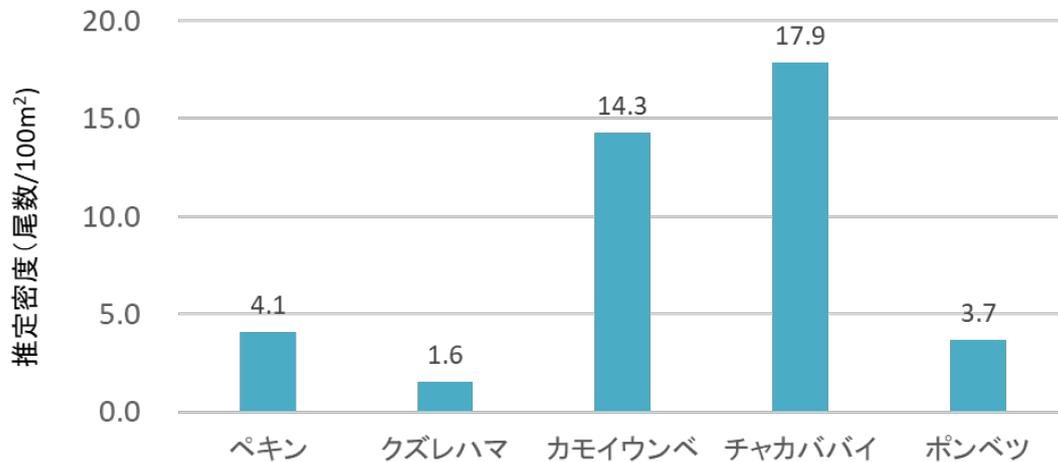


図 19. qPCR 法によるオシヨロコマ推定生息密度 (尾数/100 m²)

推定ではチャカババイ川が 17.9 尾/100 m²と最も高く、クズレハマ川が 1.6 尾/100 m²と最も低いという結果になった。当解析では H27 (2015) 年の採捕量と R1 (2019) 年の採水サンプルという時期の違うデータを用いているため、得られた結果はあくまでも試行的に行った結果と認識する必要がある。

なお、知床半島のオシヨロコマの中にはアメマス由来の DNA を持つ個体も存在する (Yamamoto et al. 2006) ため、結果の解釈には注意が必要である。

今後はオシヨロコマ生息密度の推定精度を向上する取り組みが重要となる。

4.3. ネガティブコントロール結果

ネガティブコントロールとは、環境 DNA が含まれない水（精製水）を採水ろ過し、その採水ろ過～解析時に汚染が紛れ込んでいないこと（環境 DNA が検出されないこと）を確認するための作業で、基本的に河川水採水ろ過 10 回に対して 1 回の割合で実施する。

本年度採水ろ過した 12 本のネガティブコントロール（精製水ろ過フィルター）サンプルから、10 本の解析を実施した。（6/19 サンプルで 1 回、6/25、6/26、6/28 サンプルで各 2 回、6/27 サンプルで 3 回の計 10 本）。

NGS 解析の結果、本年度は解析を行った全てのネガティブコントロールから、DNA は非検出であった。



現地でのネガティブコントロール用サンプル作成（精製水使用）

5. 総合考察

昨年（H30）度の課題として、半島先端部の調査河川が少ないこと、外来種を把握しきれない可能性がある河川があること、採水地点が水産加工場・生活排水の影響を受けている可能性がある河川があることが挙げられていた。

半島先端部については新たに5河川（ペキン川，クズレハマ川，カモイウンベ川，チャカババイ川，ポンベツ川）を追加して夏季の水温計測と採水を実施し，採水サンプルはサケ科魚類メタバーコーディング（U-Salmon）解析を実施した．検出されたサケ科魚類はオシヨロコマのみで，5河川すべてにおいて検出された。

外来種の把握については9河川（フンベ，オペケブ，金山，オシヨパオマブ，オチカバケ，糠真布，ケンネベツ，モセカルベツ，精神）において各河川のダム下流で採水をし，サケ科魚類メタバーコーディング（U-Salmon）解析を実施した．その結果，外来サケ科魚類（ニジマス，ブラウントラウト）のDNAは検出されなかった．外来種の検出に注視した環境DNAによる生息魚種確認は，昨年（H30）度と本年（R1）度の調査結果を合わせて1回目と位置付けることができる．今後の外来種モニタリングについては，特段の緊急性が発生した場合を除いて，3～5年に一度の頻度で行うことが適当と考えられる。

昨年（H30）度解析の結果，海水魚類が検出され水産加工場・生活排水の影響を受けている可能性があることとされた5河川（アイドマリ，知西別，茶志別，羅臼，精神）について，4河川（アイドマリ，知西別，茶志別，羅臼）で排水等の混入地点を特定し，その影響が懸念される地点よりさらに上流で採水を実施した．なお，精神については海水魚類検出の原因が特定できず，昨年度と同じ採水地点で採水を実施している．海水魚検出に関しては緊急性が高くないことから当面冷凍サンプルとして保管し，必要に応じて環境DNA分析に資すべきものと判断する。

本年（R1）度は，q-PCR法を用いてeDNA定量を試行的に解析し，知床半島先端5河川のオシヨロコマ生息密度を暫定的に換算した．今後は推定精度を高めるため，アメマス由来DNAの評価，採水サンプルと捕獲データの照合方法，生息数（量）の換算に関する手法開発等が課題となる。

6. 参考文献

Minamoto T, Hayami K, Sakata KM, Imamura A (2018) Real-time polymerase chain reaction assays for environmental DNA detection of three salmonid fish in Hokkaido, Japan: Application to winter surveys. *Ecol Res*, 34(1): 237-242.

Takeuchi A, Sado T, Gotoh RO Watanabe S, Tsukamoto K, Miya M (2019) New PCR primers for metabarcoding environmental DNA from freshwater eels, genus *Anguilla*. *Sci Rep* 9(1): 1-11.

Yamamoto S, Kitano S, Maekawa K, Koizumu I, Morita K (2006) Introgressive hybridization between Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* on Hokkaido Island, Japan. *J. Fish Biol.* 68(A): 68-85.