

令和2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3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2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	19
1) 水温調査	19
2) 魚類生息調査.....	19
3) 物理環境調査.....	20
4) その他	20
5) 調査日程	22
調査結果	23
2.3. 水温データ	23
2.4. 生息調査データ.....	32
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.....	32
2) 尾叉長	38
3) 他魚種の尾叉長または全長組成.....	45
2.5. 物理環境データ.....	50
2.6. その他データ	52
1) ダム密度	52
2) 気象データ	54
3. 考察	56
3.1. 水温とオショロコマの生息状況の関係.....	56
3.2. その他淡水魚の生息状況.....	58
1) シマトツカリ.....	58
2) 知西別	64
3) ニジマスとオショロコマの関係.....	68
4. 評価	70
1) 遺産登録時の生物多様性が維持されているか.....	70
2) 気候変動の影響もしくは影響の予兆はあるか.....	70
5. 参考文献	71

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)。

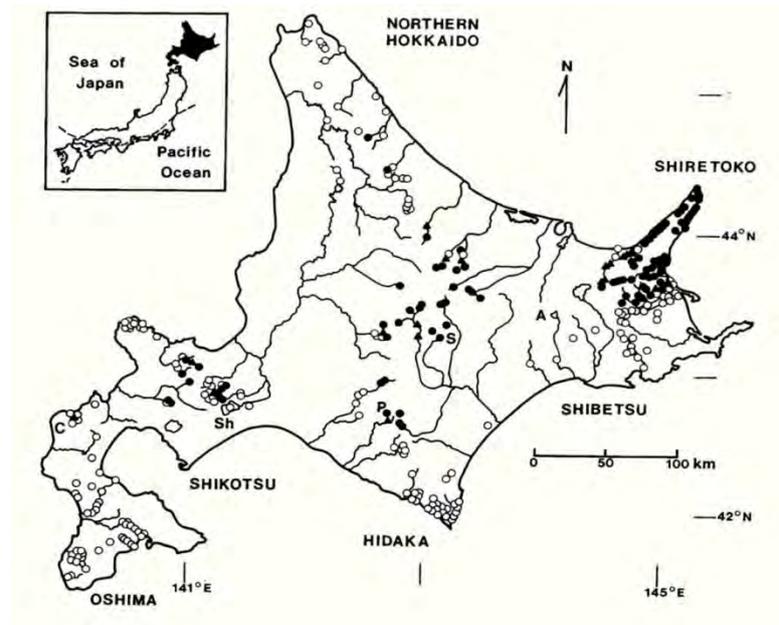


図 1. 北海道におけるアメマス (○) とオシヨロコマ (●) の分布 (Fausch et al. 1994)

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、R2 (2020) 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

R2（2020）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12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、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。

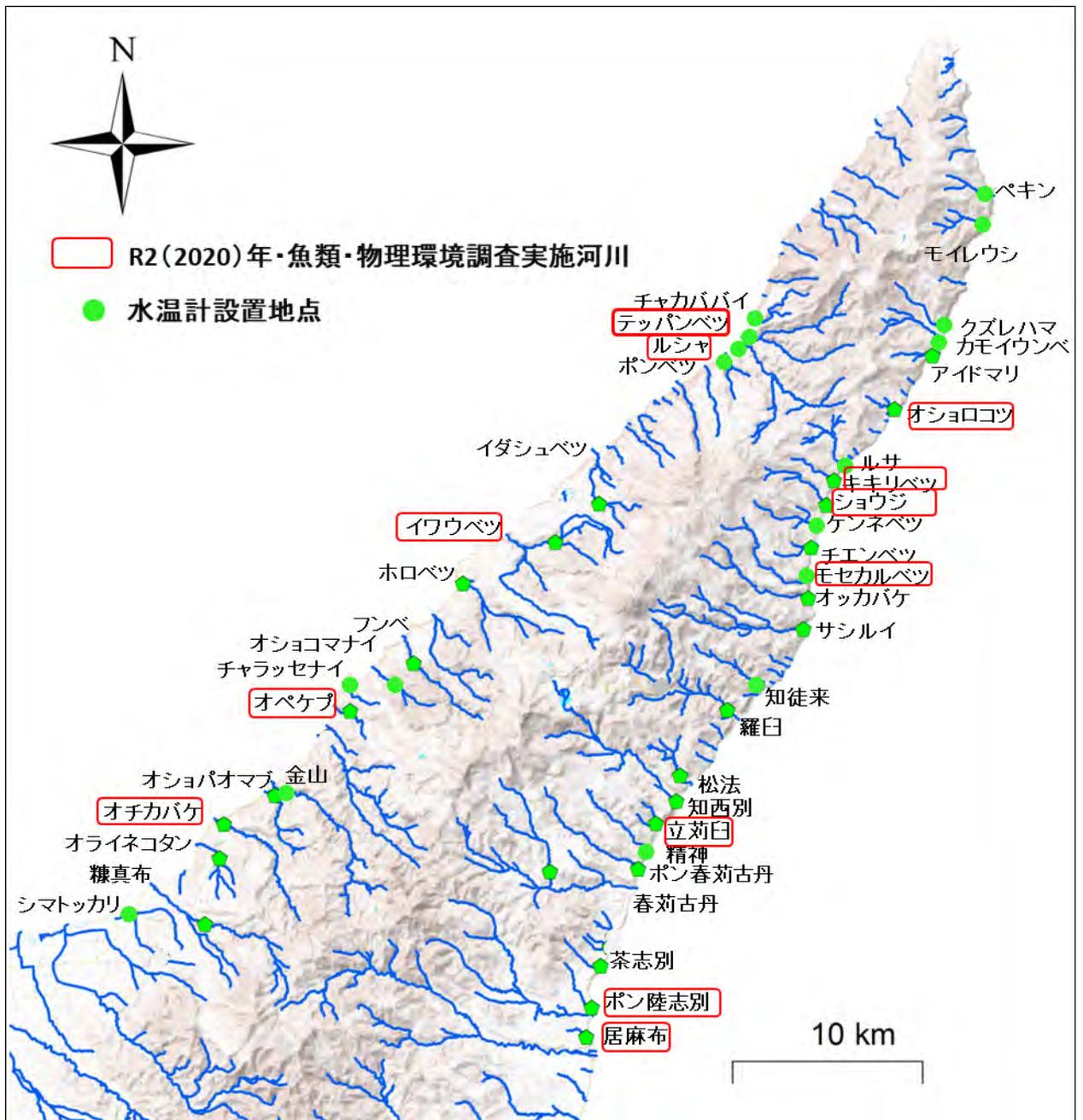


図2. 水温計の設置地点および魚類・物理環境調査の実施地点

表 1. R2 (2020) 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> ポン陸志別	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)

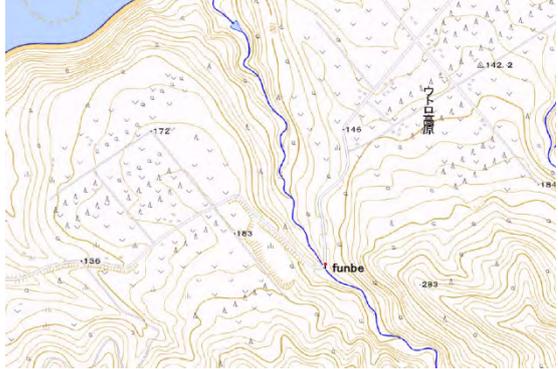
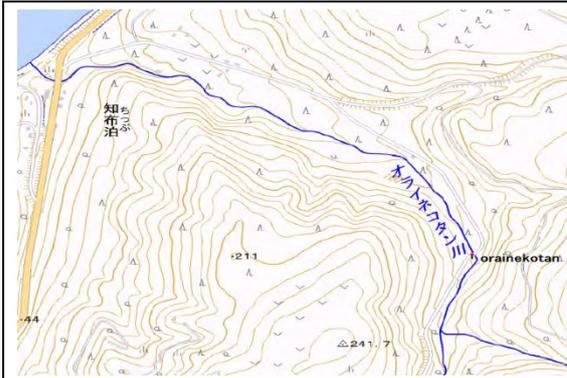
	
<p style="text-align: center;">ホロベツ (西岸)</p> 	
	
<p style="text-align: center;">オショコマナイ (西岸)</p> 	
<p style="text-align: center;">チャラッセナイ (西岸)</p>	

写真 2. 調査箇所 (2)



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)



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)



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)



立苅臼 (東岸)

写真 9. 調査箇所 (9)



写真 10. 調査箇所 (10)



写真 11. 調査箇所 (11)



写真 12. 調査箇所 (12)



テッパンベツ (西岸)



ルシヤ (西岸)



イワウベツ (西岸)



オペケブ (西岸)



オチカバケ (西岸)



オショロコツ (東岸)



キキリベツ (東岸)



ショウジ (東岸)



モセカルベツ（東岸）



立苅臼（東岸）



ポン陸志別（東岸）



居麻布（東岸）

写真 13. R2（2020）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，ルシャ，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，ルシャ，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，ポン陸志別
- 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） ルシャ，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
- R2（2020）年（本調査）
西岸（5河川） テッパンベツ，ルシャ，イワウベツ，オペケブ，オチカバケ
東岸（7河川） オショロコツ，キキリベツ，ショウジ，モセカルベツ，
立苧臼，ポン陸志別，居麻布

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（テッパンベツ、ルシャ、イワウベツ、オペケブ、オチカバケ）、東岸 7 河川（オショロコマ、キキリベツ、ショウジ、モセカルベツ、立苧白、ボン陸志別、居麻布）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 回繰り返す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個体数密度を算出した。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12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R2（2020）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. エレクトリックショックャーと叉手網による魚類生息調査状況（オチカバケ）



写真 16. 魚類の体長計測状況 (テッパンベツ)



写真 17. 物理環境調査状況 (ルシヤ)

5) 調査日程

R2 (2020) 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 7 月 23 日に, 知西別で 7 月 27 日にそれぞれ実施した.

表 2 R2 (2020) 年の調査日程

区域	番号	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	6月 8日	10月 1日	7月 24日	7月 24日
	2	6月 8日	10月 1日	7月 24日	7月 24日
	3	6月 8日	10月 1日		
	4	6月 8日	10月 1日	7月 25日	7月 25日
	5	6月 8日	10月 1日		
	6	6月 8日	10月 1日		
	7	6月 8日	10月 1日		
	8	6月 8日	10月 1日		
	9	6月 8日	10月 1日	7月 28日	7月 28日
	10	6月 8日	10月 1日		
	11	6月 8日	10月 1日		
	12	6月 8日	10月 1日	7月 26日	7月 26日
	13	6月 8日	10月 1日		
	14	6月 8日	10月 1日		
	15	6月 8日	10月 1日		
	16	6月 15日	10月 1日		
	17	6月 16日	10月 1日		
東岸 羅白側	1	6月 27日	10月 2日		
	2	6月 9日	10月 2日		
	3	6月 9日	10月 2日	8月 11日	8月 11日
	4	6月 9日	10月 2日		
	5	6月 9日	10月 2日	8月 11日	8月 11日
	6	6月 9日	10月 2日	8月 12日	8月 12日
	7	6月 9日	10月 2日		
	8	6月 9日	10月 2日		
	9	6月 9日	10月 2日	8月 12日	8月 10日
	10	6月 9日	10月 2日		
	11	6月 9日	10月 2日		
	12	6月 9日	10月 2日		
	13	6月 9日	10月 2日		
	14	6月 9日	10月 2日		
	15	6月 9日	10月 2日		
	16	6月 9日	10月 2日	8月 13日	8月 13日
	17	6月 9日	10月 2日		
	18	6月 9日	10月 2日		
	19	6月 9日	10月 2日		
	20	6月 9日	10月 2日		
	21	6月 9日	10月 2日	8月 13日	8月 13日
	22	6月 9日	10月 2日	8月 13日	8月 13日
	23	6月 27日	10月 2日		
	24	6月 18日	10月 2日		
	25	6月 18日	10月 2日		

調査結果

2.3. 水温データ

R2 (2020) 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。

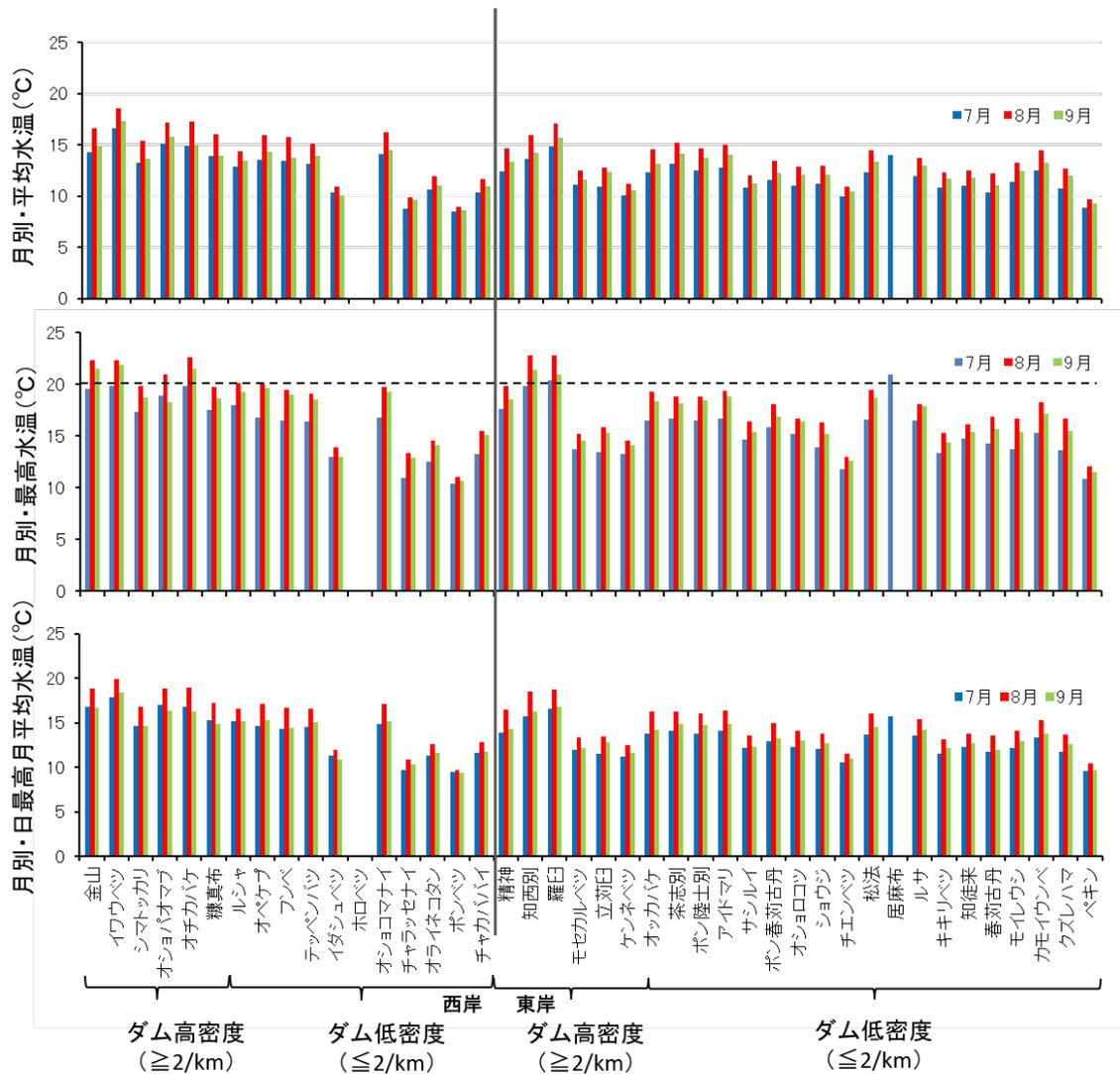


図3. R2 (2020) 年の7~9月に観測された月毎の日平均水温の平均、日最高水温の平均および日最高月平均水温

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金山、イワウベツ、オショパオマブ、オチカバケ、東岸の羅臼で、10°Cを下回った河川は西岸のチャラッセナイ、ポンベツ、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、オショパオマブ、オチカバケ、ルシャ、東岸では知西別、羅臼であった。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。

R2 (2020) 年に魚類・物理環境調査を行った 12 河川について、7～9 月の月最高水温、月平均水温、日最高月平均水温、それぞれの経年変化 (H12 (2000) ～R2 (2020) 年) を図 4～15 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、西岸河川ではイワウベツ、ルシャで有意な上昇傾向が、東岸ではオショロコツで有意な上昇傾向がそれぞれ認められた。

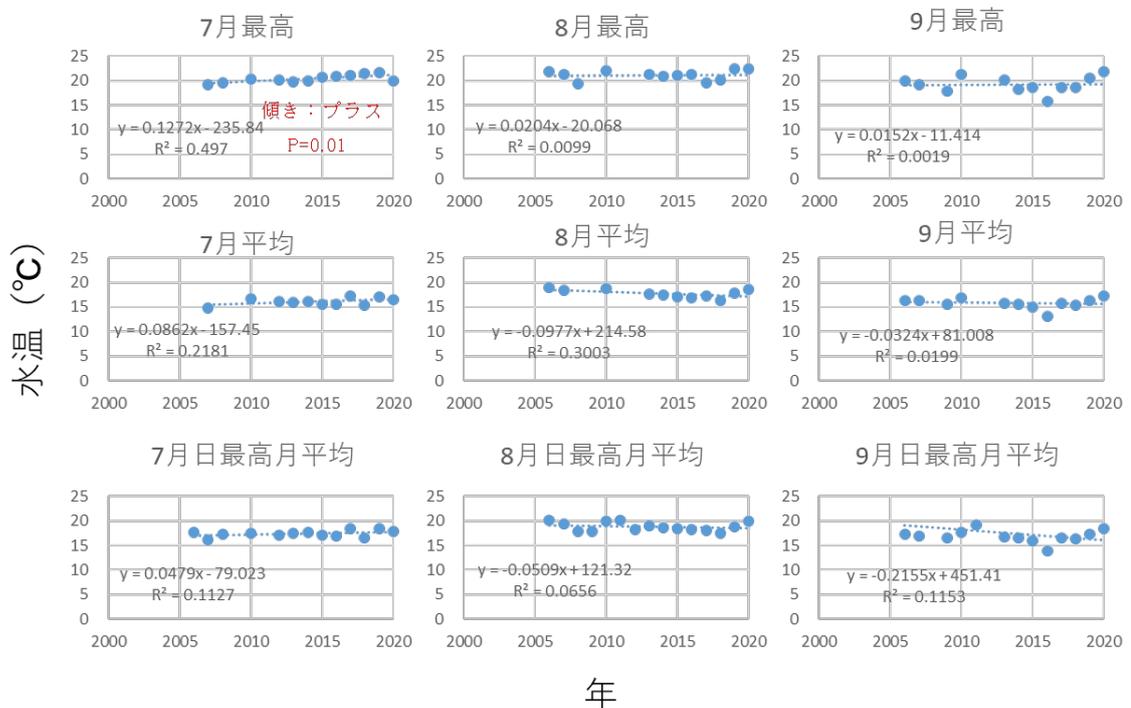


図 4. R2 (2020) 年調査河川・イワウベツの 7～9 月の月最高、月平均、日最高月平均、それぞれの水温の経年変化

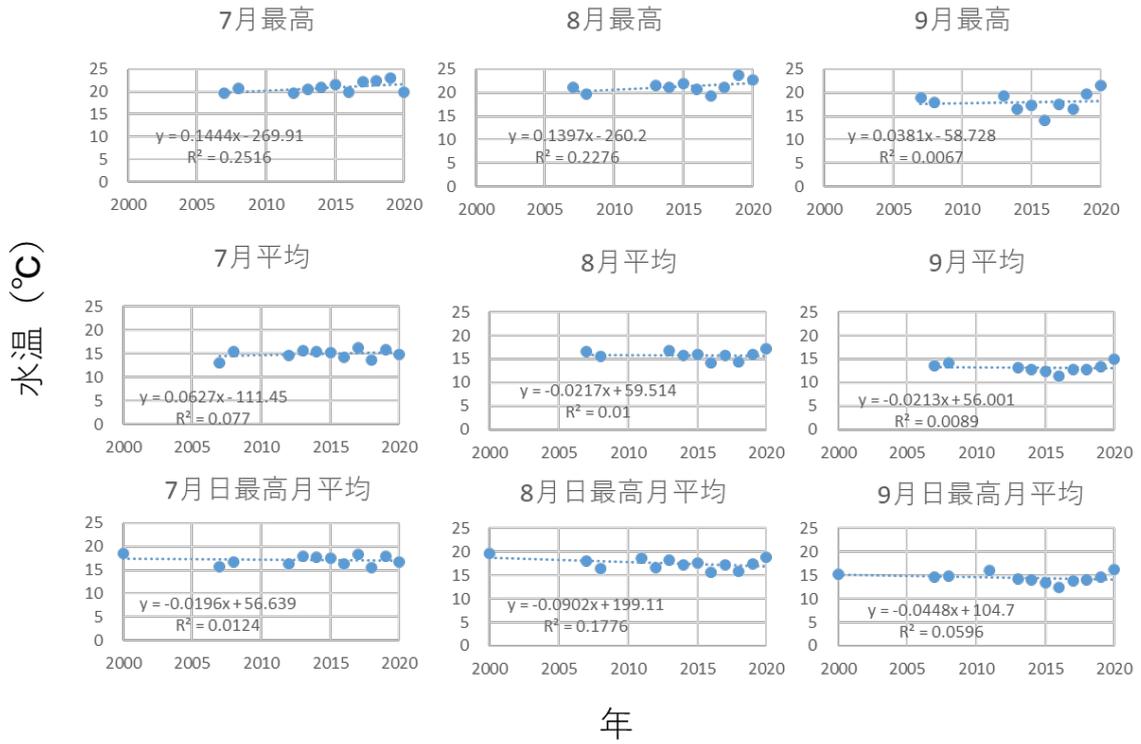


図 5. R2 (2020) 年調査河川・オチカバケの7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

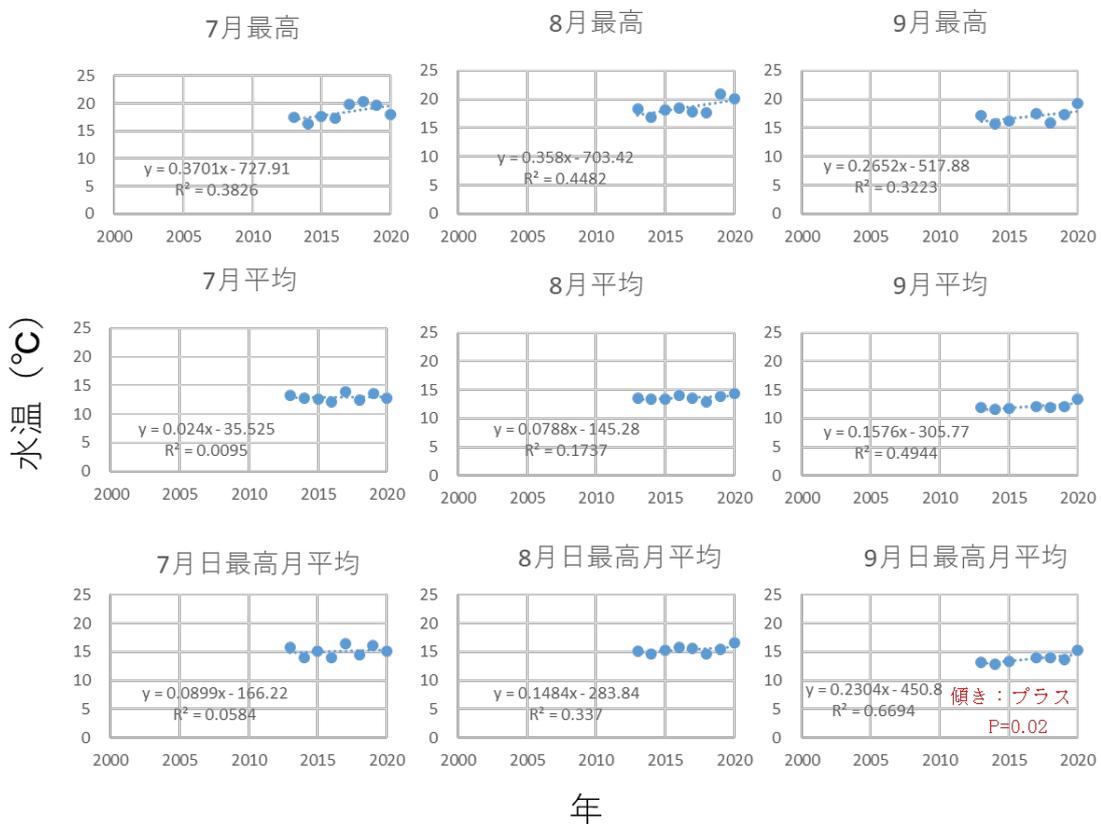


図 6. R2 (2020) 年調査河川・ルシヤの7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

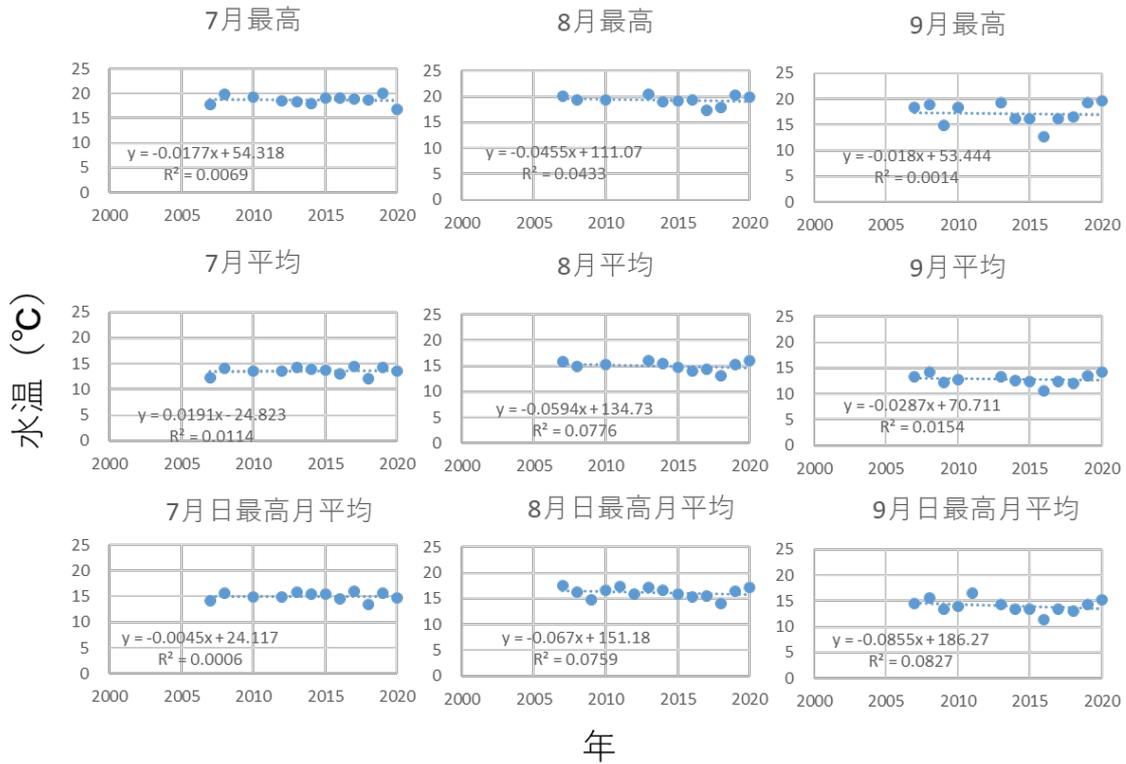


図 7. R2 (2020) 年調査河川・オペケプの 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

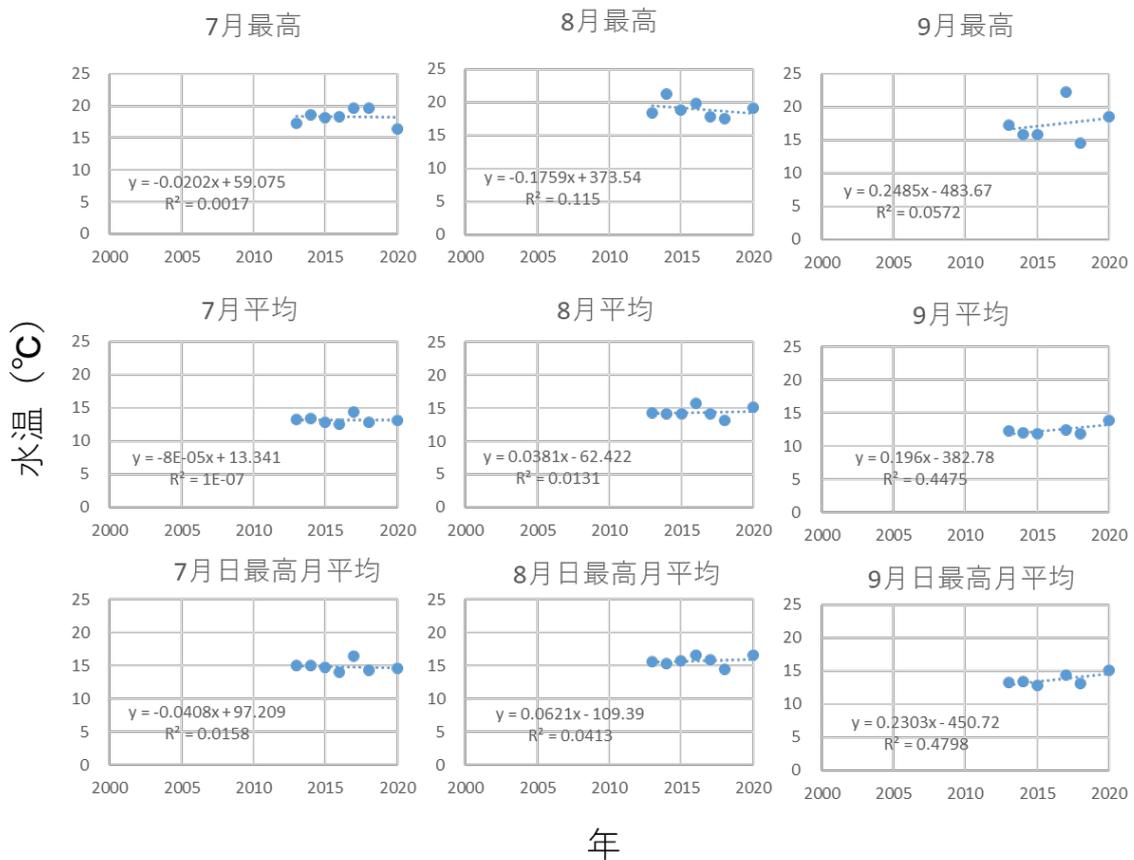


図 8. R2 (2020) 年調査河川・テッパンベツの 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

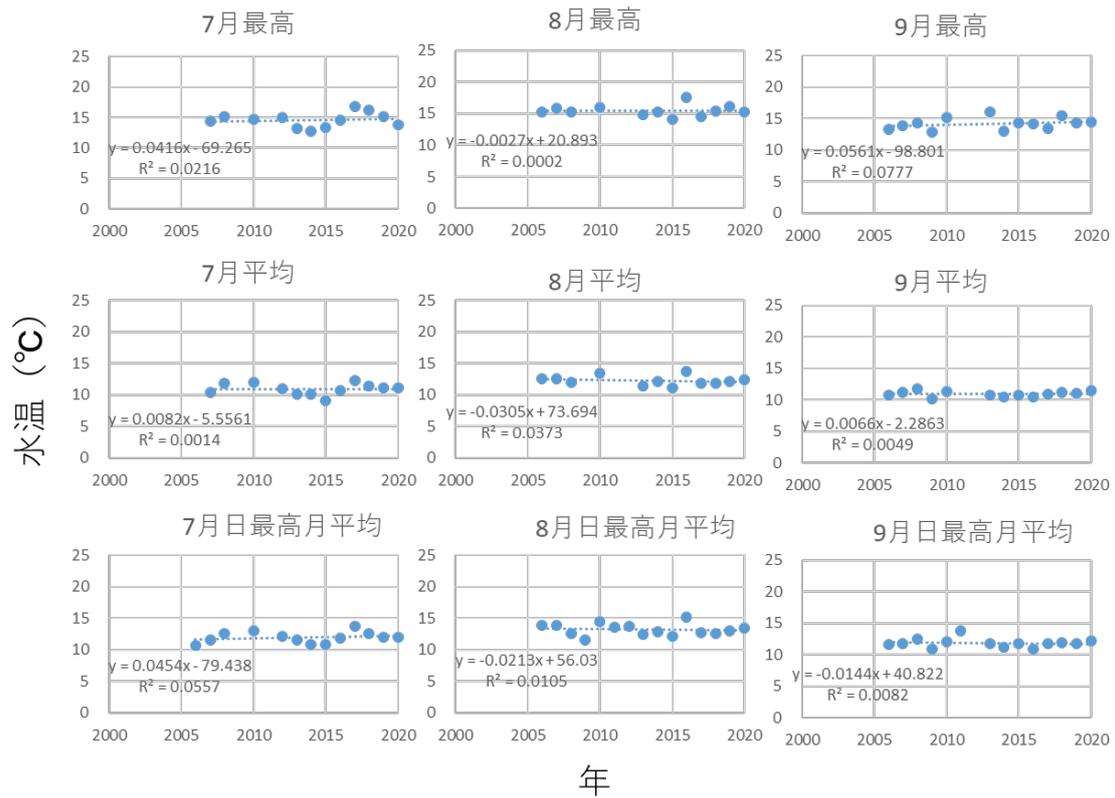


図 9. R2 (2020) 年調査河川・モセカルベツの 7~9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

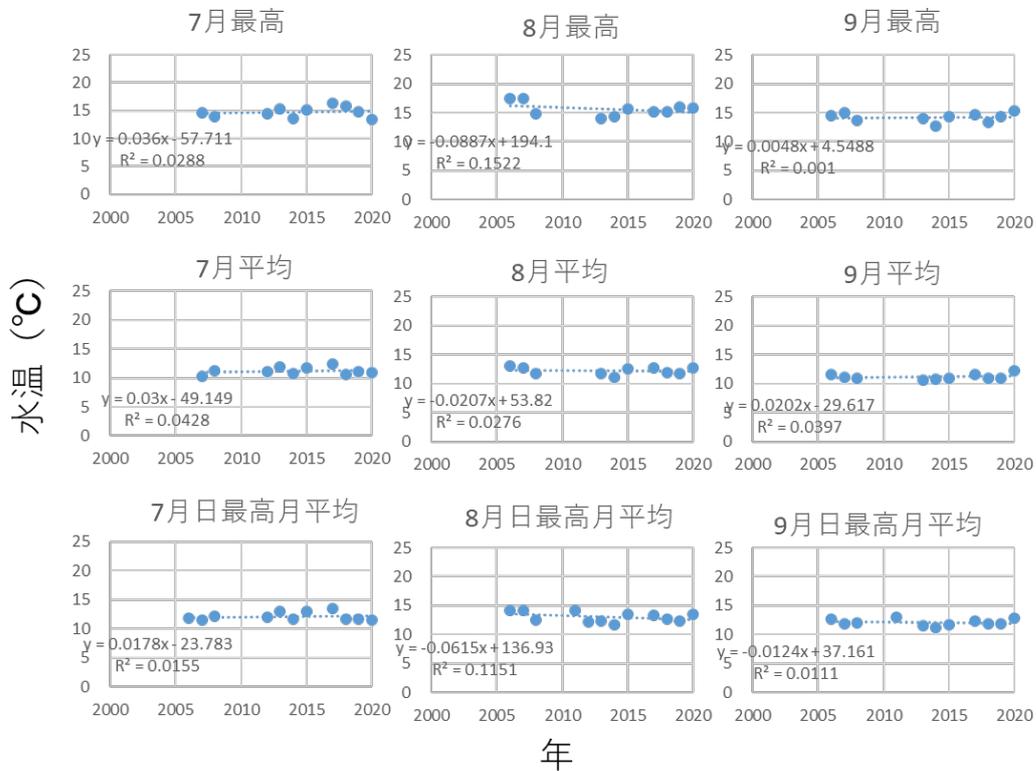


図 10. R2 (2020) 年調査河川・立苅白の 7~9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

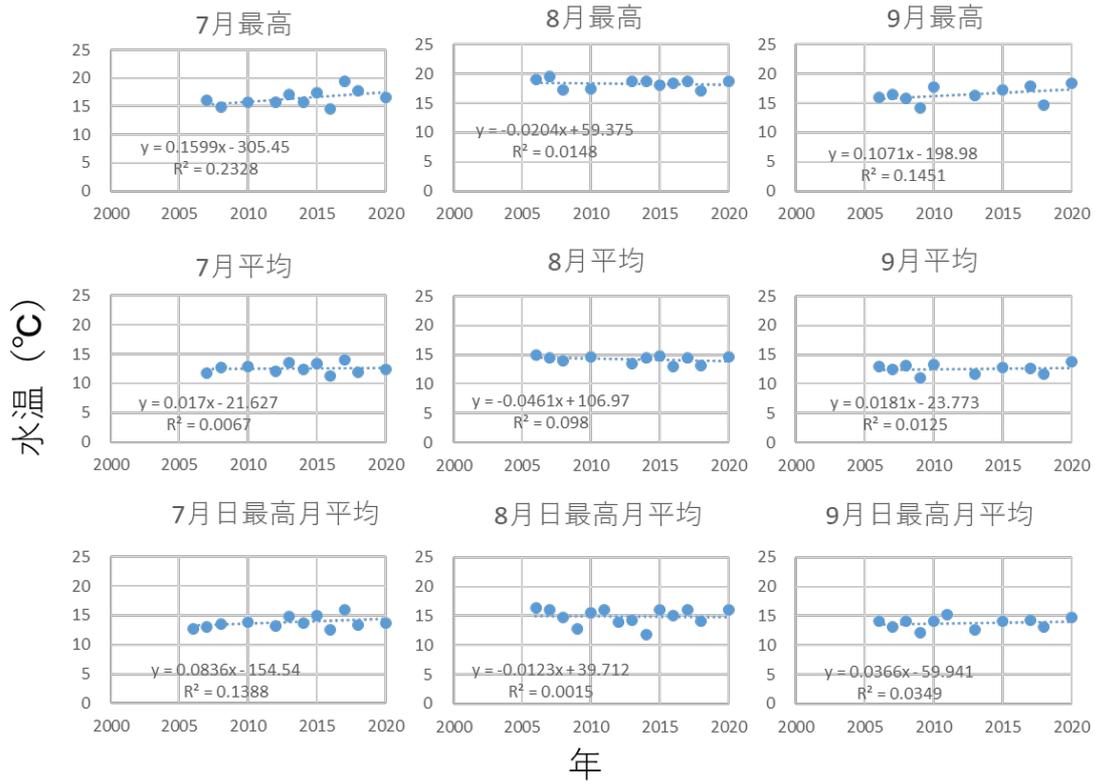


図 11. R2 (2020) 年調査河川・ポン陸志別の7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化.

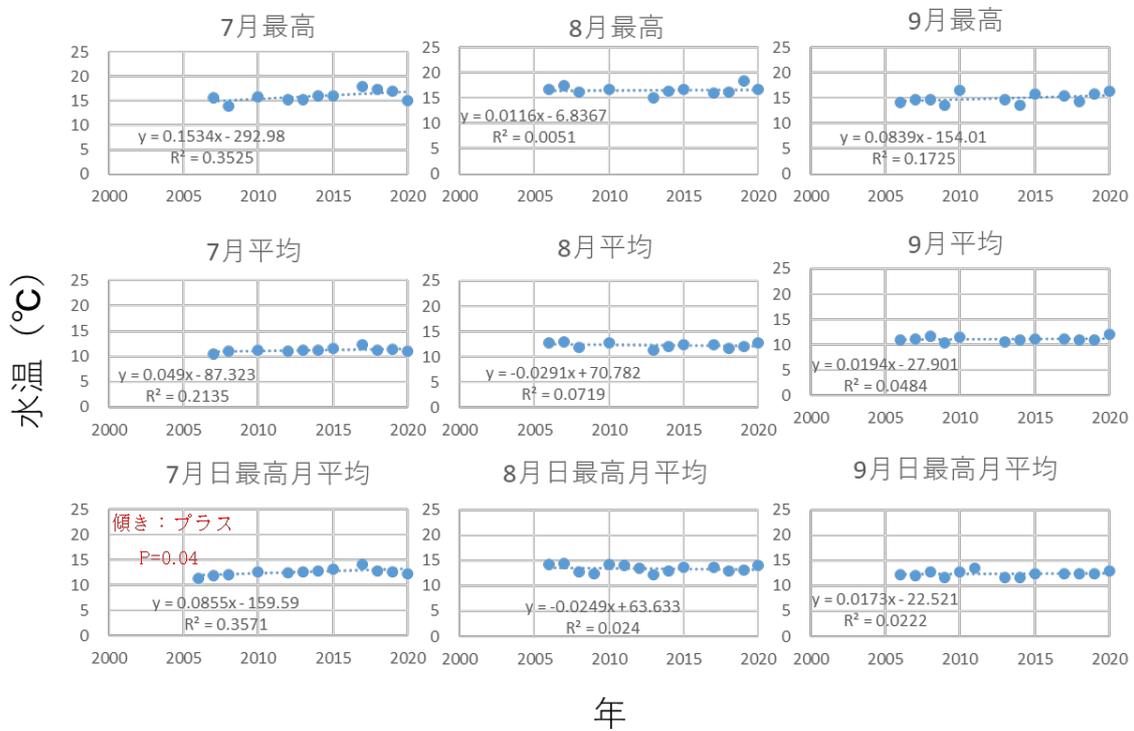


図 12. R2 (2020) 年調査河川・オショロコツの7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化.

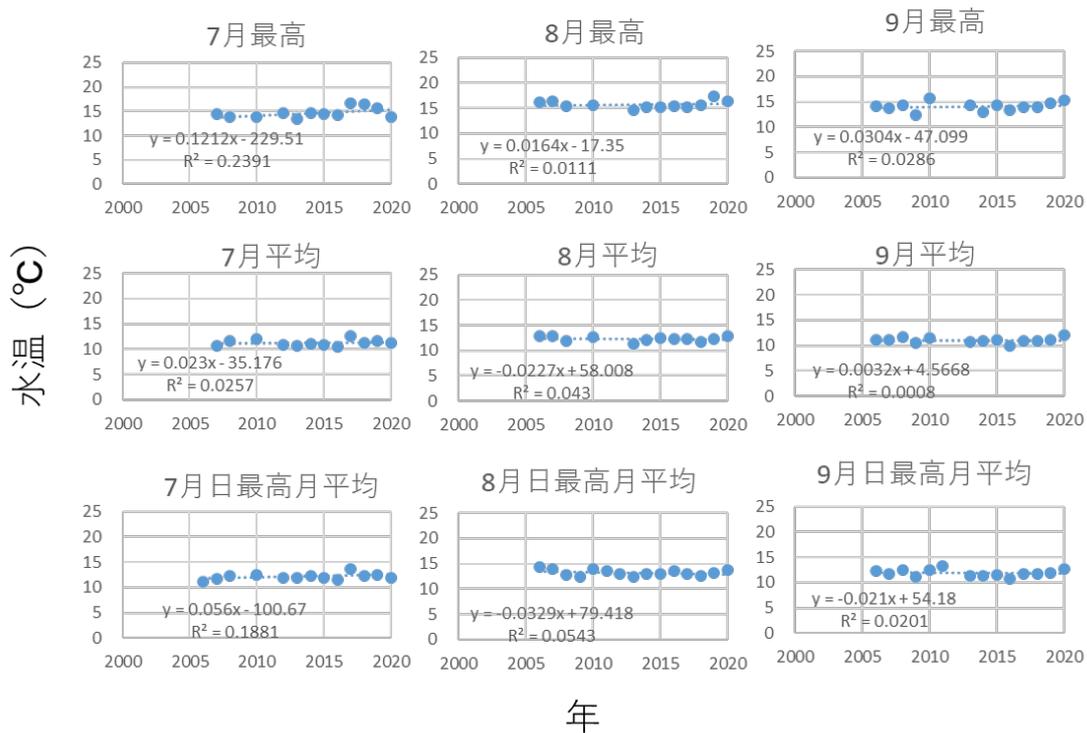


図 13. R2 (2020) 年調査河川・ショウジの7~9月の平均水温, 日最高水温の平均, 最高水温の値の経年変化.

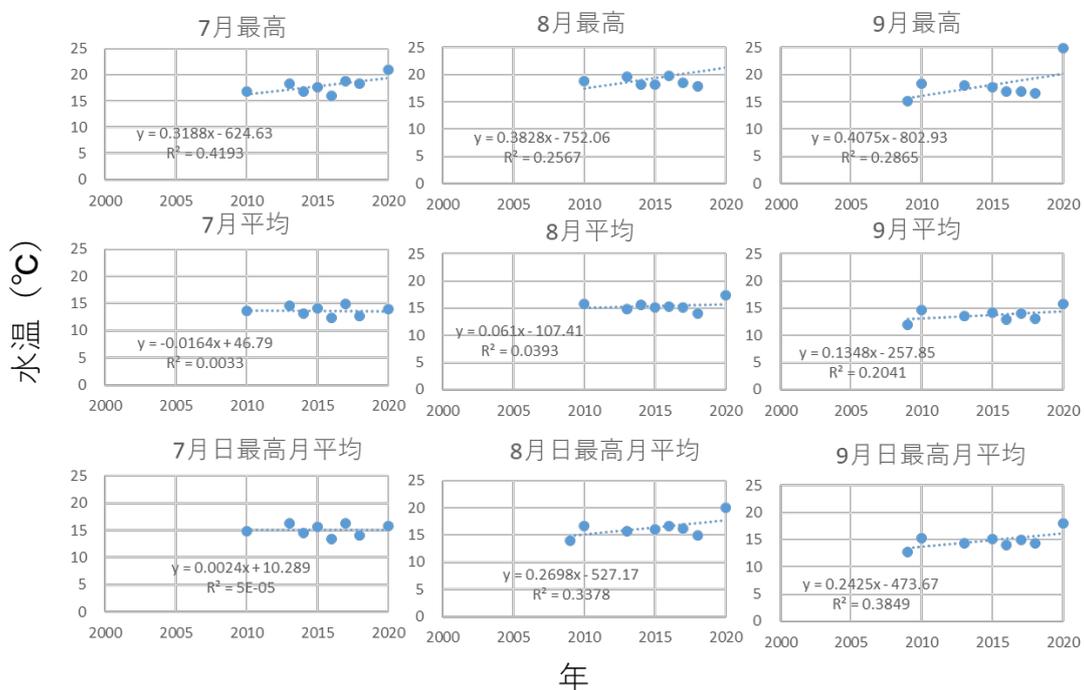


図 14. R2 (2020) 年調査河川・居麻布の7~9月の平均水温, 日最高水温の平均, 最高水温の値の経年変化.

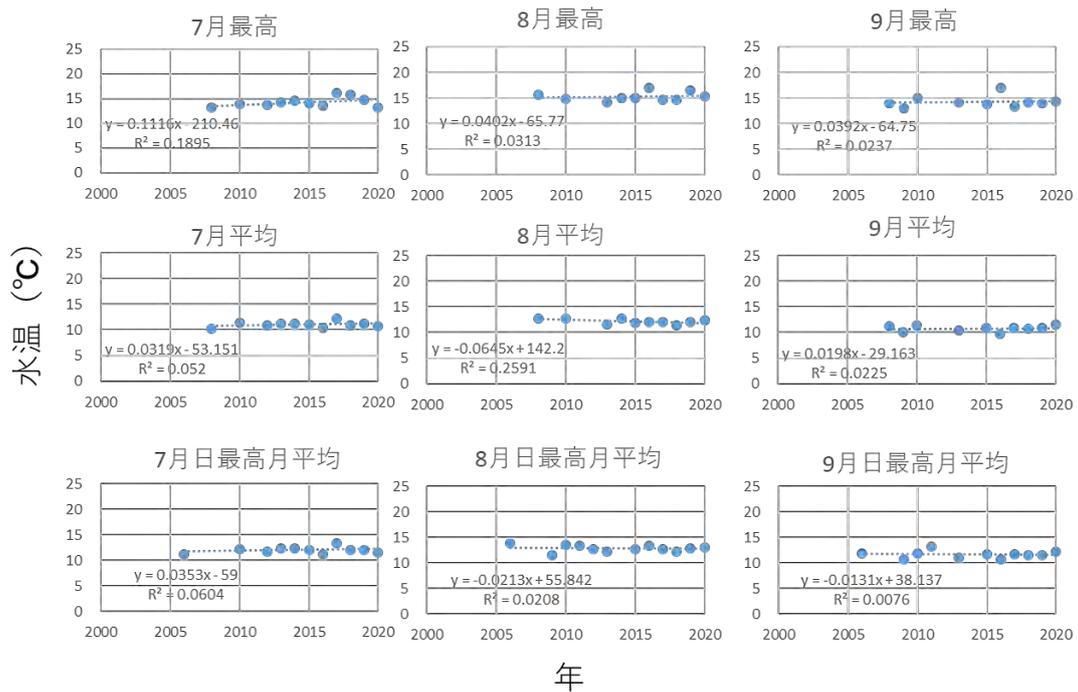


図 15. R2 (2020) 年調査河川・キキリベツの7~9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化。

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，8河川で有意な上昇傾向が認められ，2河川で有意な下降傾向が認められた。これら以外の25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月ごとに実施したところ，有意な傾向は認められなかった ($Z < 1.8257$, $P > 0.0679$)。

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									
	チャラツセナイ									
	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 IDMARI									
	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						+		+	
	●立莉臼									
	●精神									
	ポン春莉古丹									
	春莉古丹									
	茶志別									
ポン陸志別										
居麻布										

は、R2年にデータ無し(ロガー流出等)につき、検定を実施しなかった河川

●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

R2 (2020) 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、湿重量密度はオシヨ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。オシヨロコマは、調査を行った 12 河川の全てで採捕され、推定生息個体数密度（湿重量密度）はショウジで約 100 個体/100 m² (2252g/100 m²) を超えるきわめて高い値を示した。最も密度が低かったオチカバケでは 3 個体/100 m² (128 g/100 m²) であった。サクラマス（ヤマメ）は 7 河川で確認され、イワウベツ、オチカバケ、立苺白、ボン陸志別、居麻布では本種がオシヨロコマよりも高い密度で確認された。

表 4. 令和 2 (2020) 年度、採捕された全魚種の河川別推定個体数密度（個体数/100 m²）

●はダム高密度

区分	河川名	オシヨロコマ	サクラマス	カンキョウカジカ	シマウキゴリ
西岸	テッパンベツ	26.4	0.2	0.9	
	ルシャ	60.6		0.6	
	●イワウベツ	9.1	11.3		
	オペケブ	26.5			
	●オチカバケ	3.3	4.3		
東岸	オシヨロコソ	36.2			
	●モセカルベツ	38.4	4.1		
	キキリベツ	63.9			0.4
	ショウジ	99.7			
	●立苺白	51.1	70.7		
	ボン陸志別	20.2	62.4	1.2	0.6
	居麻布	14.9	40.6		

表 5. R2 (2020) 年度, 河川別のオシヨロコマ推定生息湿重量密度 (g/100 m³)

●はダム高密度

区分	河川名	オシヨロコマ
西岸	テッパンベツ	911.4
	ルシヤ	1956.6
	●イワウベツ	302.0
	オペケブ	879.4
	●オチカバケ	127.8
東岸	オシヨロコツ	784.2
	●モセカルベツ	1240.6
	キキリベツ	1649.6
	ショウジ	2252.3
	●立莉白	943.6
	ボン陸志別	390.9
	居麻布	198.0

R2 (2020) 年および過去 (H19 (2007) ~H24 (2012) 年と H25 (2013) ~H29 (2017) 年) のオシヨロコマ推定個体数密度を比較するとともに, これらと R2 (2020) 年 8 月の日最高水温の平均との関係を図 16 (左より水温の昇順に並べた) に示す. ポン陸志別, 居麻布を除く東岸の河川では 8 月の水温が 14℃以下と低水準で, キキリベツ, ショウジではオシヨロコマの推定個体数密度が 60 個体/100 m³を超えた. これに対し, 一部の東岸河川とルシヤをはじめとする全ての西岸河川で水温 16℃以上とやや高水準であった. これらの河川ではルシヤ, テッパンベツ, オペケブを除きオシヨロコマの推定個体数密度も 20 個体/100 m³以下と低かった. また, R2 (2020) 年のオシヨロコマ推定個体数密度を過去 (H19 (2007) ~29 (2018) 年) と比較すると, 東岸のショウジ, オシヨロコツ, 西岸のルシヤなどを除き, 概ね減少傾向を示した. R1 (2019) 年および過去 (H19 (2007) ~H24 (2012) 年と H25 (2013) ~H29 (2017) 年) と R2 (2020) 年 8 月の日最高水温の平均とオシヨロコマ推定湿重量密度の関係を図 17 (左より水温の昇順に並べた) に示す. 概ね推定個体数密度と同様の傾向が認められた.

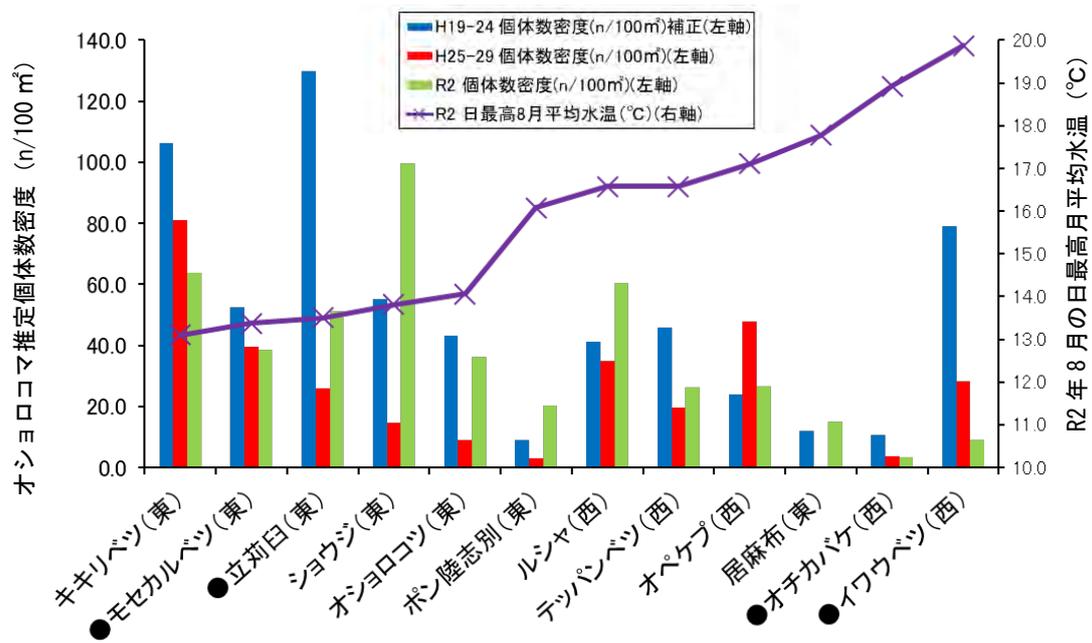


図 16. R2 年 8 月の日最高月平均水温とオシヨロコマ推定個体数密度 (H19~24 年, H25~29 年, R2 年) の関係. ●はダム高密度 (2 基/km 以上) の河川を示す.

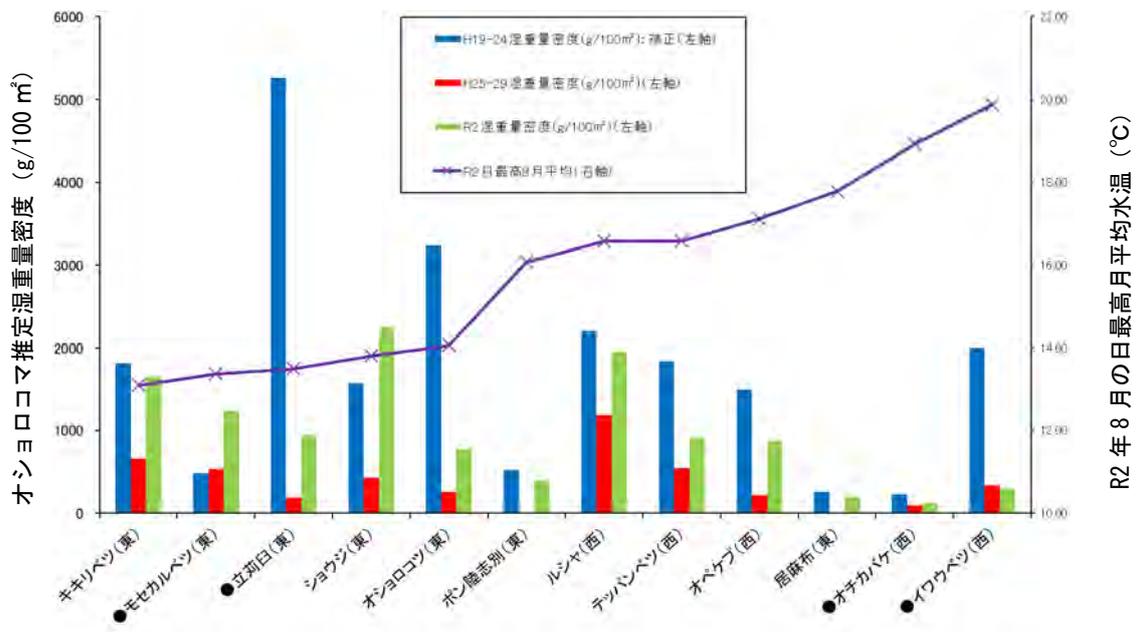


図 17. R2 年 8 月の日最高月平均水温とオシヨロコマ推定湿重量密度 (H19~24 年, H25~29 年, R2 年) の関係. ●はダム高密度 (2 基/km 以上) の河川を示す.

H30 (2018) 年から R2 (2020) 年に調査を行った計 29 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) ~R2 (2020) 年 8 月の日最高水温の平均との関係を図 18 および図 19 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。

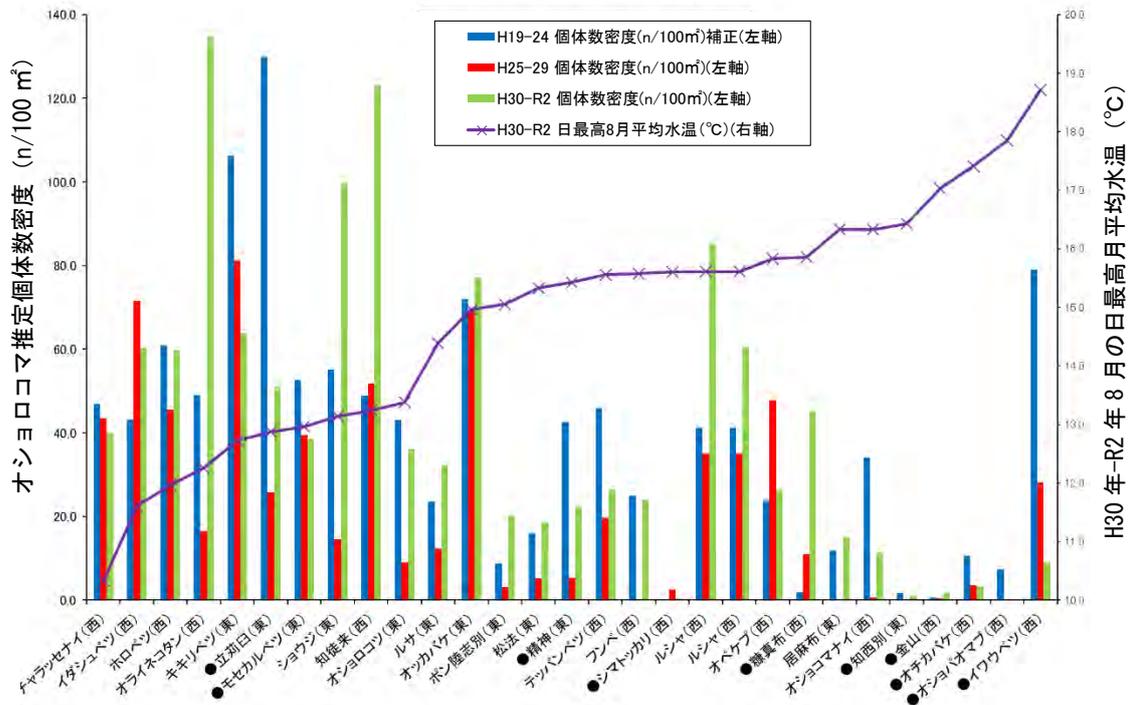


図 18. H30 (2018) 年~R2 (2020) 年に調査を行った河川を対象とするオショロコマ個体数密度 (除去法による推定値) の H19 (2007) 年以降の経年変化と 8 月の日最高水温の平均との関係。●はダム高密度 (2 基/km 以上) の河川を示す。

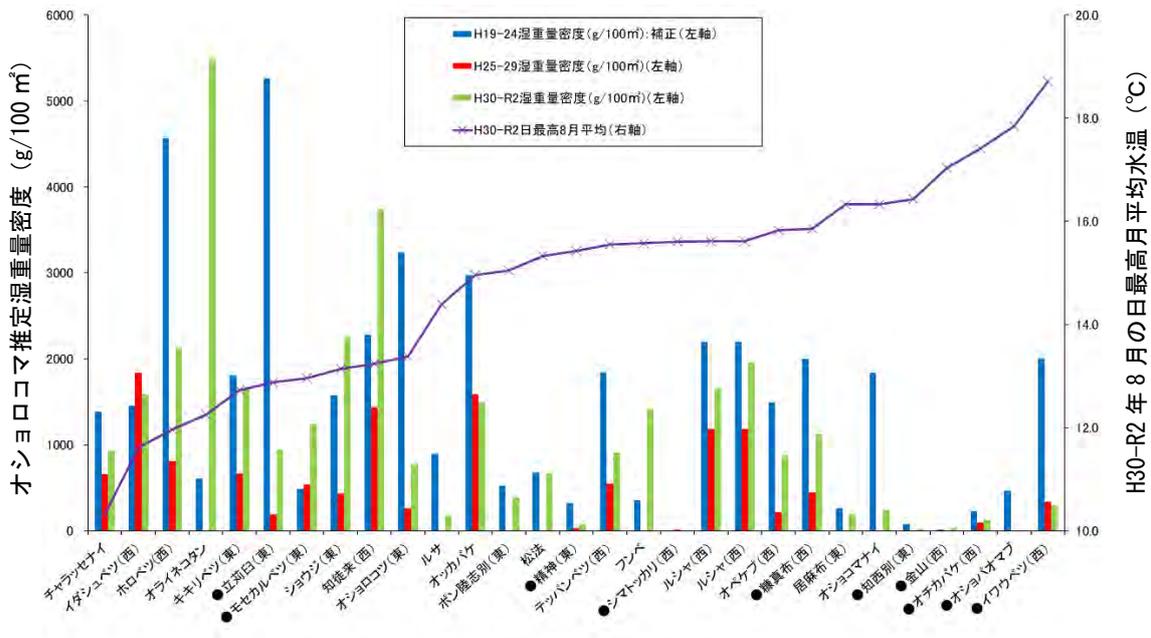


図 19. H30（2018）年～R2（2020）年に調査を行った河川を対象とするオシヨロコマ推定湿重量密度（除去法による推定値）のH19（2007）年以降の経年変化と8月の日最高水温の平均との関係。●はダム高密度（2基/km以上）の河川を示す。

R2（2020）年の8月の日最高水温の平均とR2（2020）年のオシヨロコマの推定個体数密度の関係を図20に示す。図より、高水温の河川ほどオシヨロコマ推定個体数密度が低くなる傾向が認められた。

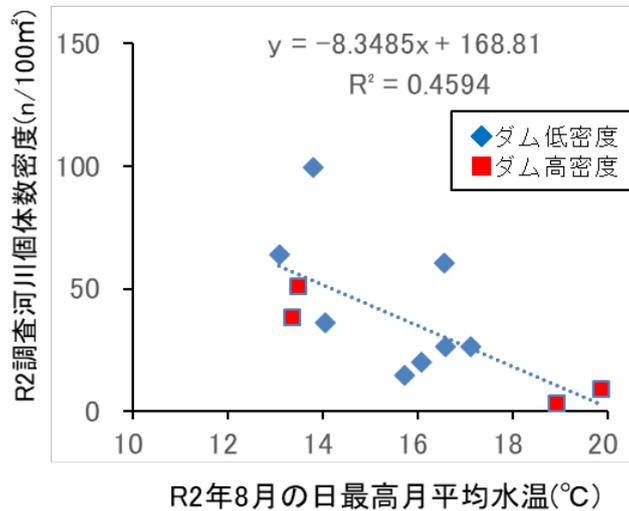


図 20. R2（2020）年8月の日最高水温の平均とR2（2020）年オシヨロコマ推定個体数密度の関係

H19 (2007) ~24 (2012) 年期間, H25 (2013) ~29 (2017) 年期間と R2 (2020) 年の間でオショロコマ平均個体数密度を比較した (表 6). 増加率は, それぞれ-26%および 47%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. R2 年調査 12 河川を対象に①H19~24 年, ②H25~29 年, ③R2 年のオショ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		平均推定個体数密度	増加率	P 値	有意差 (両側5%)	オショロコマ 密度変化評価
R2年調査 の12河川	①H19-24年 と ③R2年	50.7(H19-24年) → 37.5(R2年)	-26.0%	0.23	無し	無し
	②H25-29年 と ③R2年	25.6(H25-29年) → 37.5(R2年)	46.5%	0.18	無し	無し

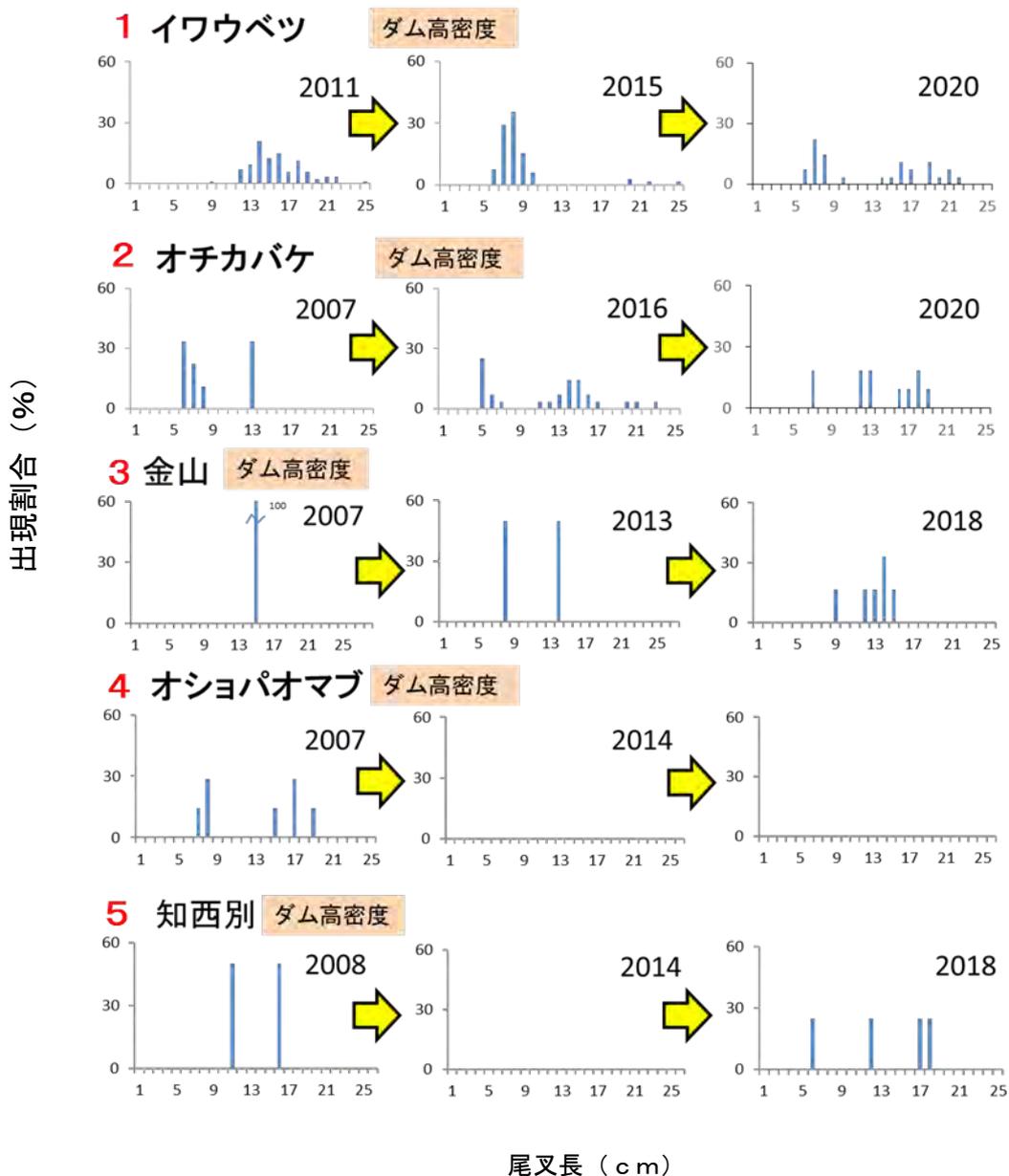
ただし, H30 (2018) 年~R2 (2020) 年に調査を実施した計 28 河川を合わせて, これらと H19 (2007) 年~H24 (2012) 年および H25 (2013) ~H29 (2017) の個体数密度を比べた結果, 増加率はそれぞれ 3%および 73%であり, 後者には有意な差が認められた. このことから, 近年のオショロコマ個体数密度は必ずしも減少傾向にあるとは言えないものの, 調査 3 巡目を完了するまで結論は出せず, 引き続きデータの蓄積が必要である.

表 7. H30 (2018) 年~R2 (2020) 年調査 28 河川を対象に①H19 (2007) ~H24 (2012) 年, ②H25 (2013) ~H29 (2017) 年, ③H30 (2018) ~R2 (2020) 年のオショ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.

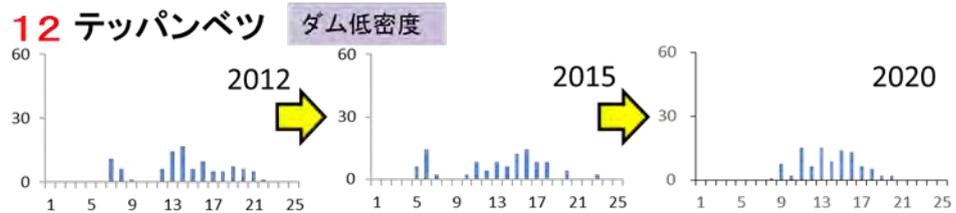
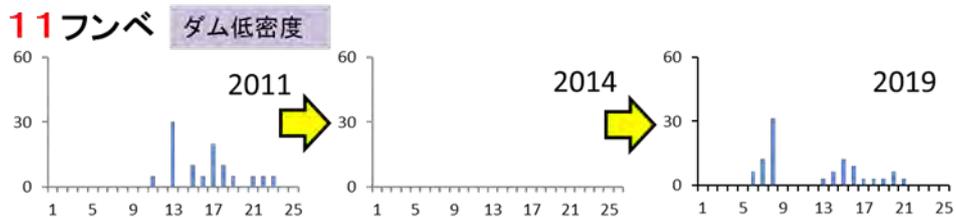
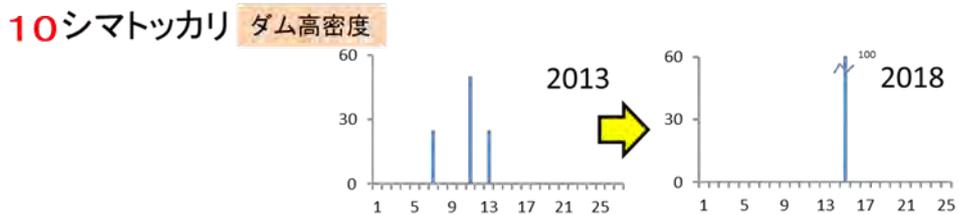
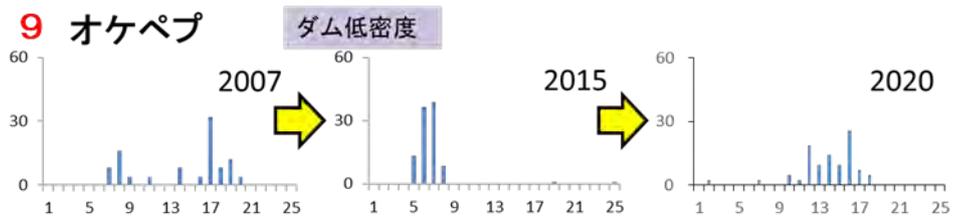
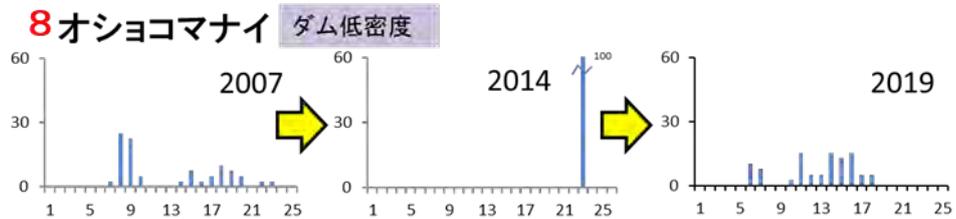
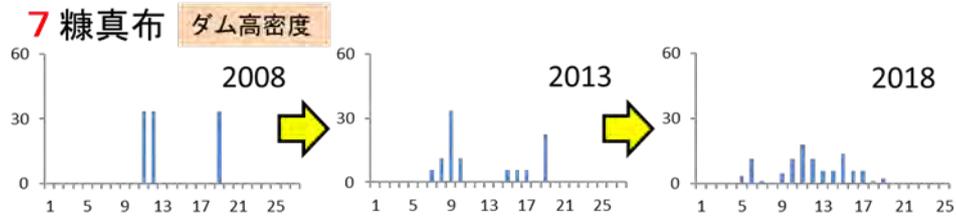
区 分		平均推定個体数密度	増加率	P 値	有意差 (両側5%)	オショロコマ 密度変化評価
H30&R1年 & R2年 調査の28河川	①H19-24年 と ③H30-R2年	38.6(H19-24年) → 39.8(H30-R2年)	3.0%	0.86	無し	無し
	②H25-29年 と ③H30-R2年	23.0(H25-29年) → 39.8(H30-R2年)	73.4%	<0.01	あり	増加

2) 尾叉長

H30 (2018) 年～R2 (2020) 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 21 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であるイワウベツ, オチカバケなどで改善の傾向が認められた。しかし、金山, オショパオマブをはじめとする多くの高水温河川群では低水温河川群に比べて尾叉長組成が偏る傾向が認められた。



出現割合 (%)

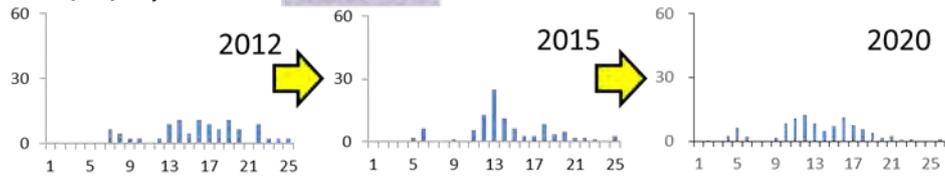


尾叉長 (cm)

出現割合 (%)

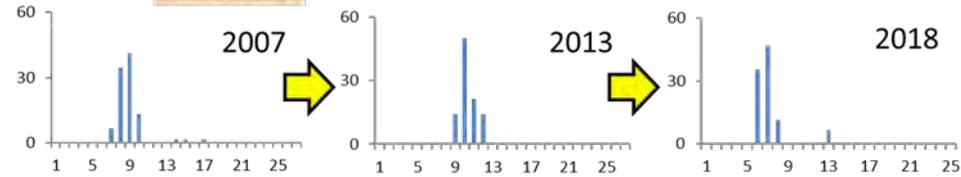
13 ルシャ

ダム低密度



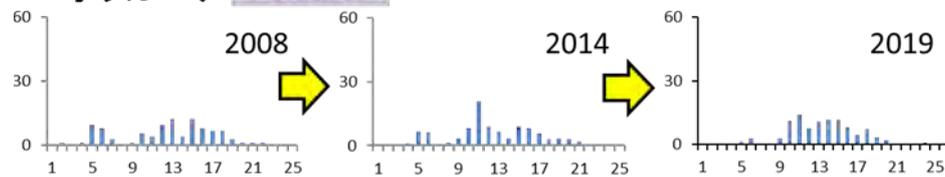
14 精神

ダム高密度



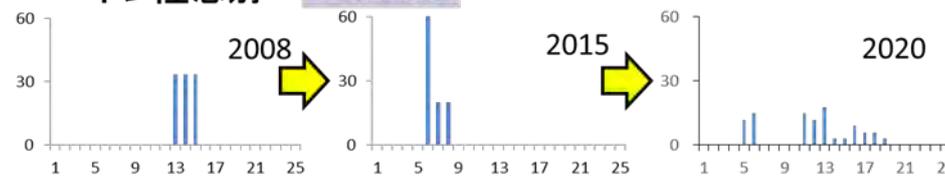
15 オッカバケ

ダム低密度



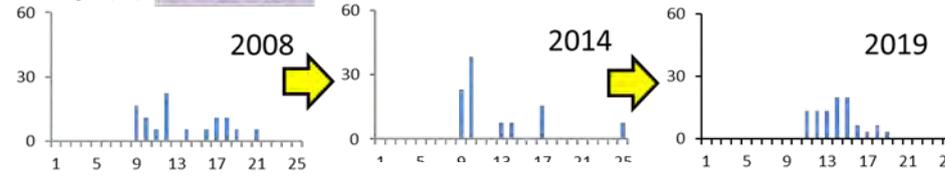
16 ポン陸志別

ダム低密度



17 松法

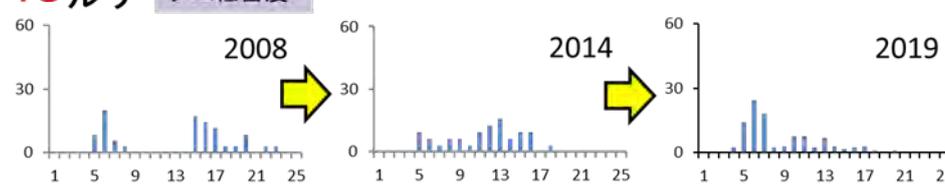
ダム低密度



18 ルサ

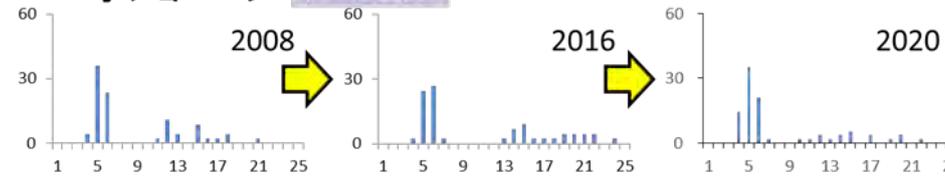
ダム低密度

尾叉長 (cm)



19 オショロコツ

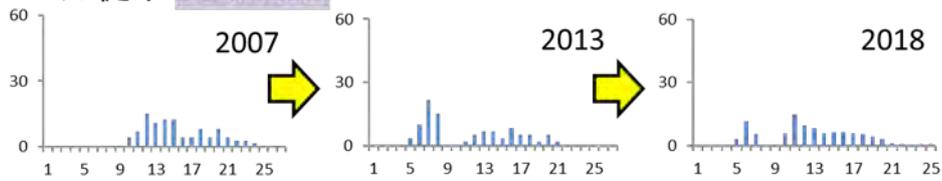
ダム低密度



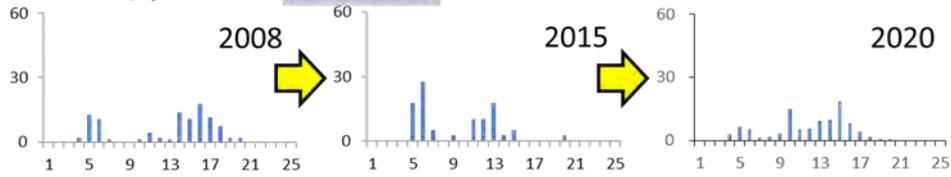
尾叉長 (cm)

出現割合 (%)

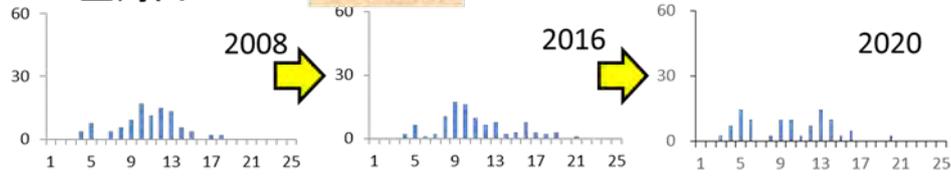
20 知徒来 **ダム低密度**



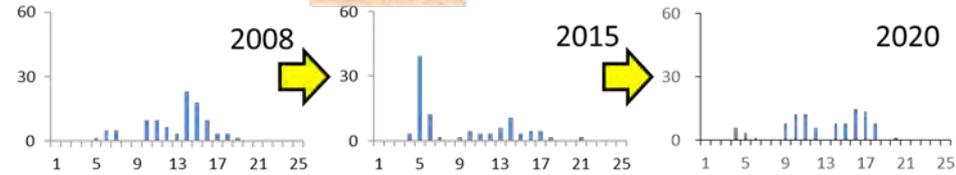
21 ショウジ **ダム低密度**



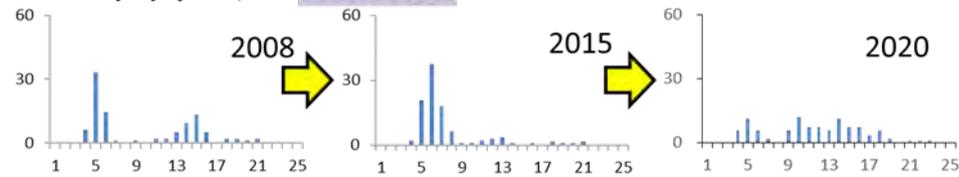
22 立苧臼 **ダム高密度**



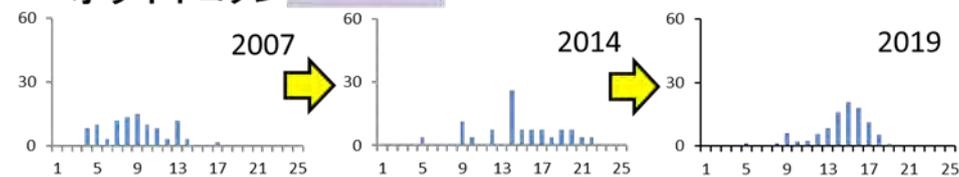
23 モセカルベツ **ダム高密度**



24 キキリベツ **ダム低密度**



25 オライネコタン **ダム低密度**



尾叉長 (cm)

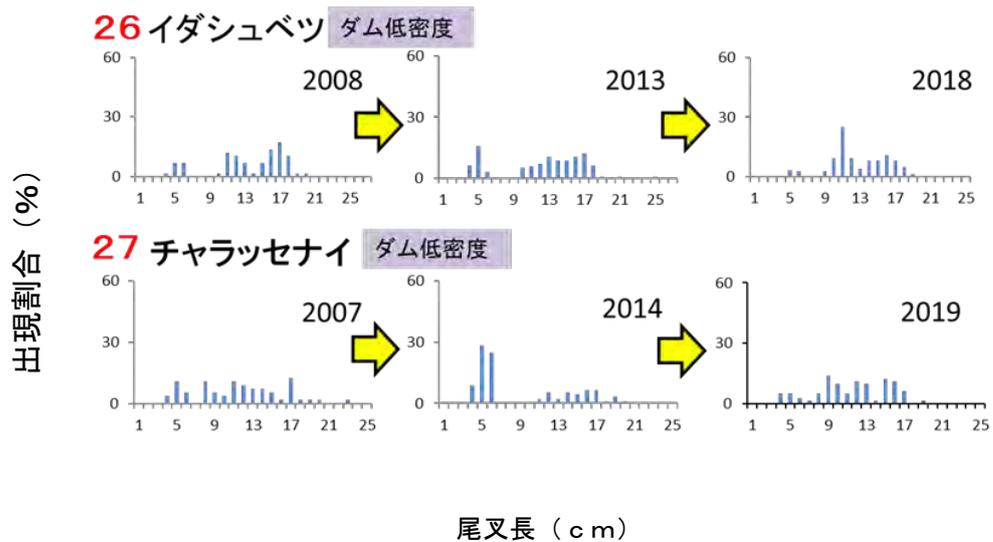


図 21. H30 (2018) 年・R1 (2019) 年と過去 (H19 (2007) ~H20 (2008) 年, H25 (2013) ~29 (2017) 年) の 3 期間の河川別オシヨロコマ尾叉長組成の比較.



写真 18. 採捕魚類



立苅白 (東岸)



ショウジ (東岸)



キキリベツ (東岸)



オシヨロコツ (東岸)

写真 19. 採捕魚類

3) 他魚種の尾又長または全長組成

R2 (2020) 年に採捕されたオシヨロコマ以外の種の尾又長組成を図 22～25 に示す (ただし, 本報告書後段に示すシマトツカリと知西別の結果を除く). オシヨロコマ以外に 4 種が採捕された. サクラマスは, 西岸のイワウベツ, オチカバケ, 東岸の居麻布, 立苅臼, ポン陸志別, モセカルベツで確認された. 成魚に該当する大型個体は確認されず, 体長組成は河川間でおおよそ近似していた. シマウキゴリはキキリベツ, ポン陸志別で, カンキョウカジカはテッパンベツ, ルシヤ, ポン陸志別で, ミミズハゼはポン陸志別でそれぞれ確認された.

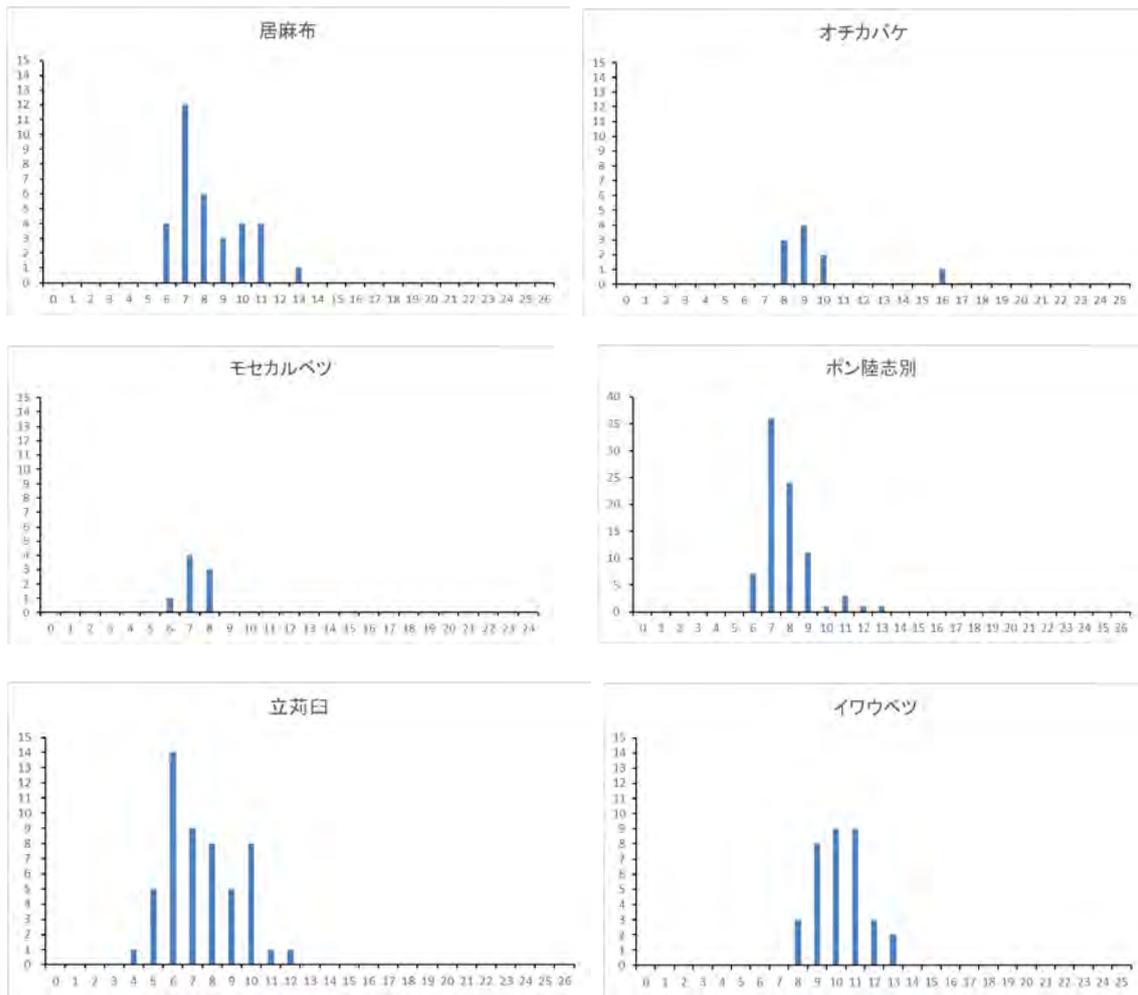


図 22. サクラマスの体長 (尾又長, cm) 組成. 縦軸は個体数.

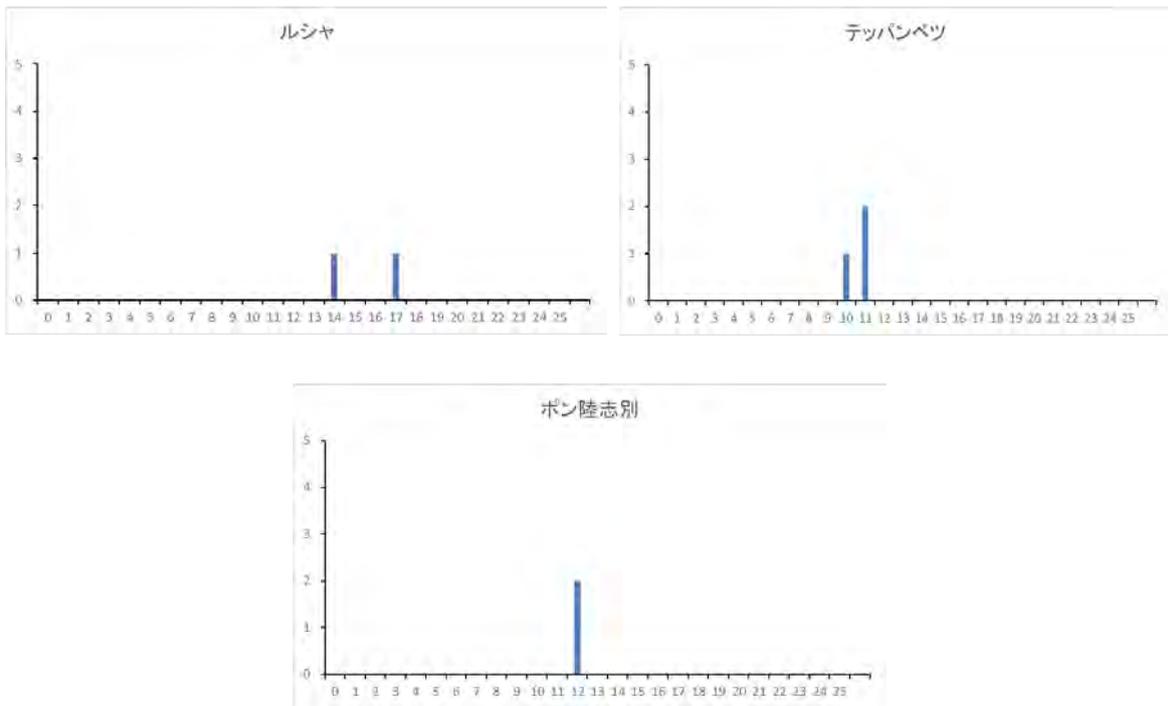


図 23. カンキョウカジカの全長 (c m) 組成. 縦軸は個体数.

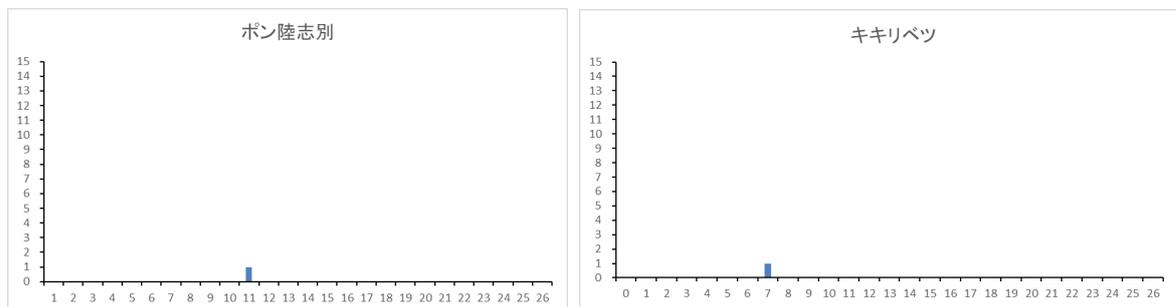


図 24. シマウキゴリの全長 (c m) 組成. 縦軸は個体数.

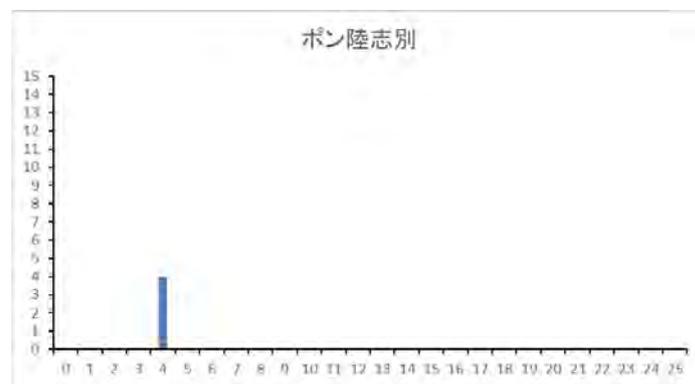


図 25. ミミズハゼの全長 (c m) 組成. 縦軸は個体数.

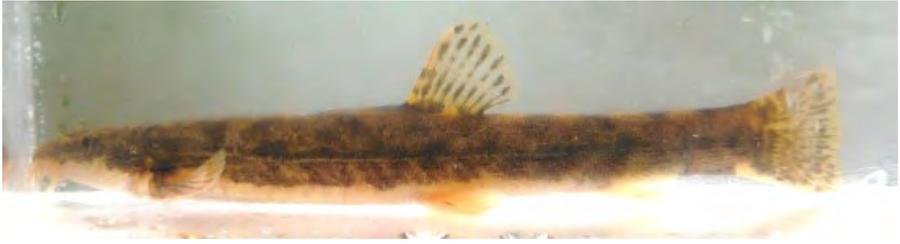
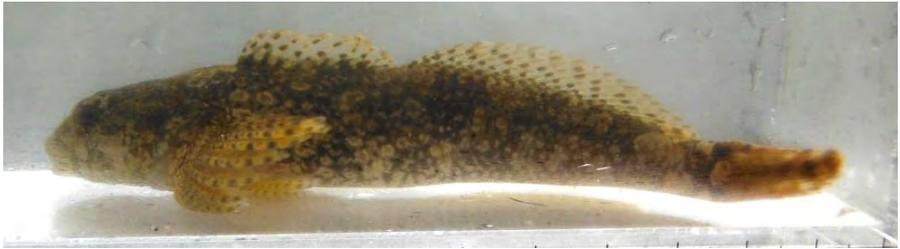
魚種	写真・特徴
<p>オショロコマ</p> <p><i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i></p>	 <p>全長 25cm. 遊泳魚. 主に礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
<p>シマウキゴリ</p> <p><i>Gymnogobius opperiens</i></p>	 <p>全長 20cm. 底生魚. 中・下流の主に砂泥底に生息.</p>
<p>サクラマス</p> <p><i>Oncorhynchus masou masou</i></p>	 <p>河川型 30cm, 回遊型 60cm. 遊泳魚. 砂礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.</p>
<p>フクドジョウ</p> <p><i>Noemacheilus barbatus</i></p>	 <p>全長 20cm. 底生魚. 砂礫底・礫底に生息.</p>
<p>カンキョウカジカ</p> <p><i>Cottus hangiongensis</i></p>	 <p>全長 12~17cm. 底生魚. 砂礫底に生息.</p>

写真 20. 採捕された魚種（知西別，シマトツカリを含む）一覧（1）

魚種	写真・特徴
エゾハナカジカ <i>Cottus amblystomopsis</i>	 全長 15cm. 底生型. 礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.
イバラトミヨ <i>Pungitius sinensis</i>	 全長 5cm. 遊泳魚. 平地を流れる小河川・湖沼に生息.
ニジマス <i>Oncorhynchus mykiss</i>	 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.
アメマス <i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>	 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.
カワヤツメ属 <i>Lethenteron</i> sp.	 全長 20cm. 底生魚. 砂礫底に生息.

写真 21. 採捕された魚種 (知西別, シマトツカリを含む) 一覧 (2)

魚種	写真・特徴
ミミズハゼ <i>Luciogobius guttatus</i>	<div data-bbox="608 230 1198 674" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="448 703 975 734">全長 10cm. 底生魚。転石下や礫床間隙中に生息。</p>

写真 22. 採捕された魚種（知西別，シマトツカリを含む）一覧（3）

2.5. 物理環境データ

R2（2020）年に調査対象とした12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26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27に示す。流量、流速、水深から見た河川規模は居麻布が最も小さかった。流量、水面幅から見た規模はルシャが最も大きかった。ダム高密度河川とダム低密度河川群の間で物理環境に顕著な差異は認められなかった。

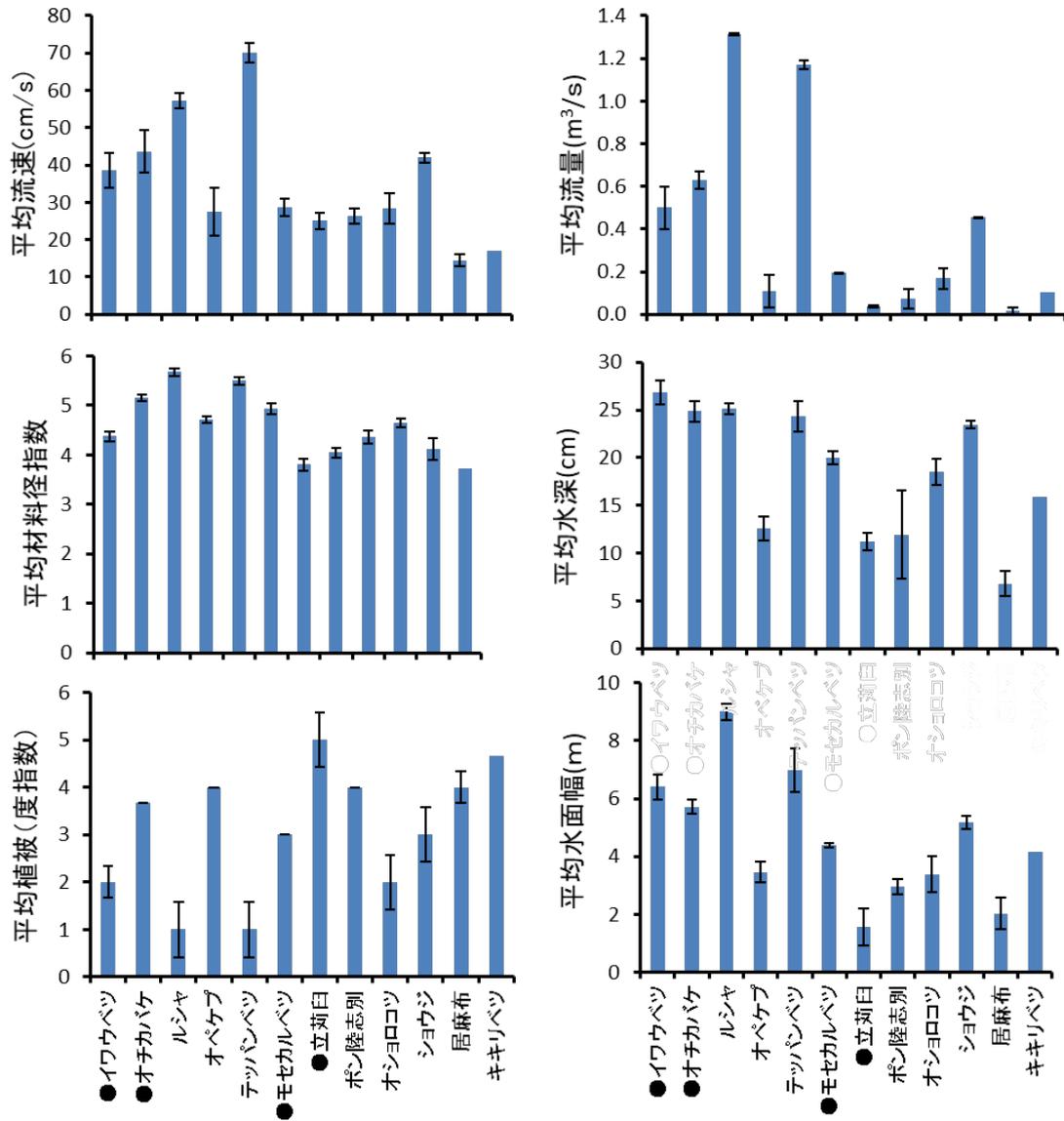


図26. R2（2020）年に物理環境調査を行った12河川の物理環境6項目の平均値（±1標準誤差）を示す。●はダム高密度河川。

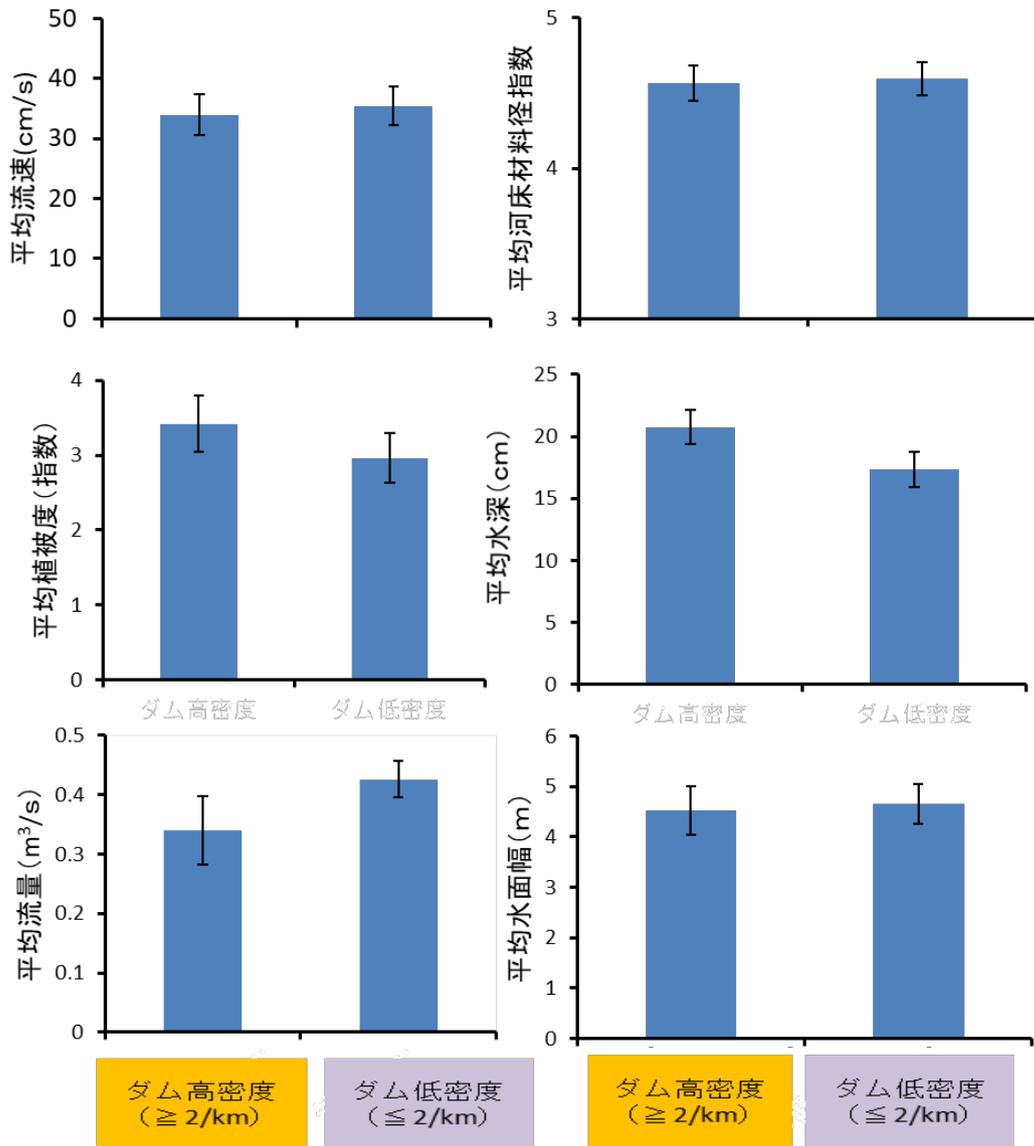


図 27. R2(2020)年調査河川の物理環境 6 項目についてダム低密度およびダム高密度河川群間で比較した結果を示す。

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28に、最高気温の経年変化を図29に、日最高月平均気温の経年変化を図30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（ $P < 0.05$ ）

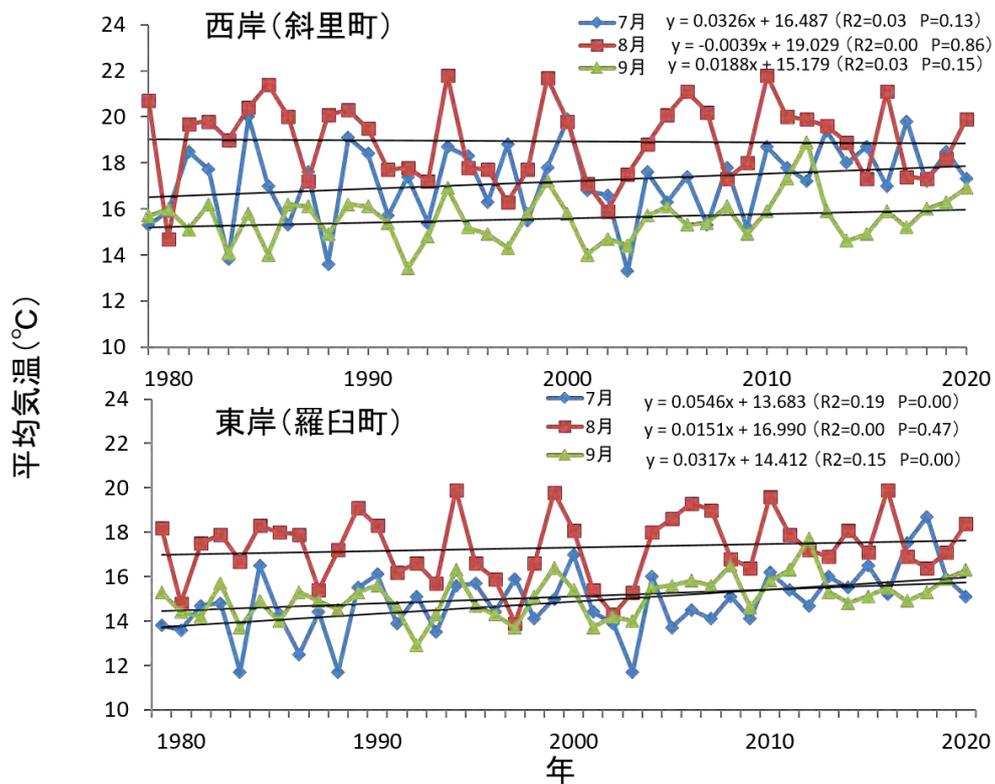


図 28. 西岸（斜里側）と東岸（羅臼側）における7～9月の平均気温の経年変化

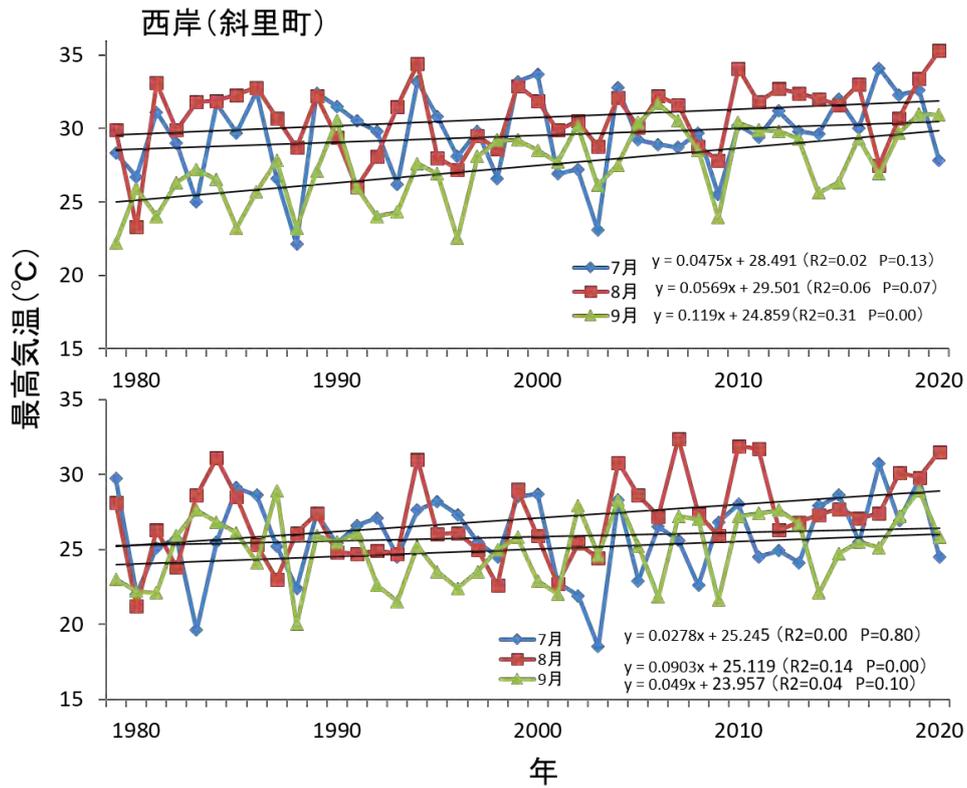


図 29. 西岸（斜里町側）と東岸（羅臼町側）における 7～9 月の最高気温の経年変化

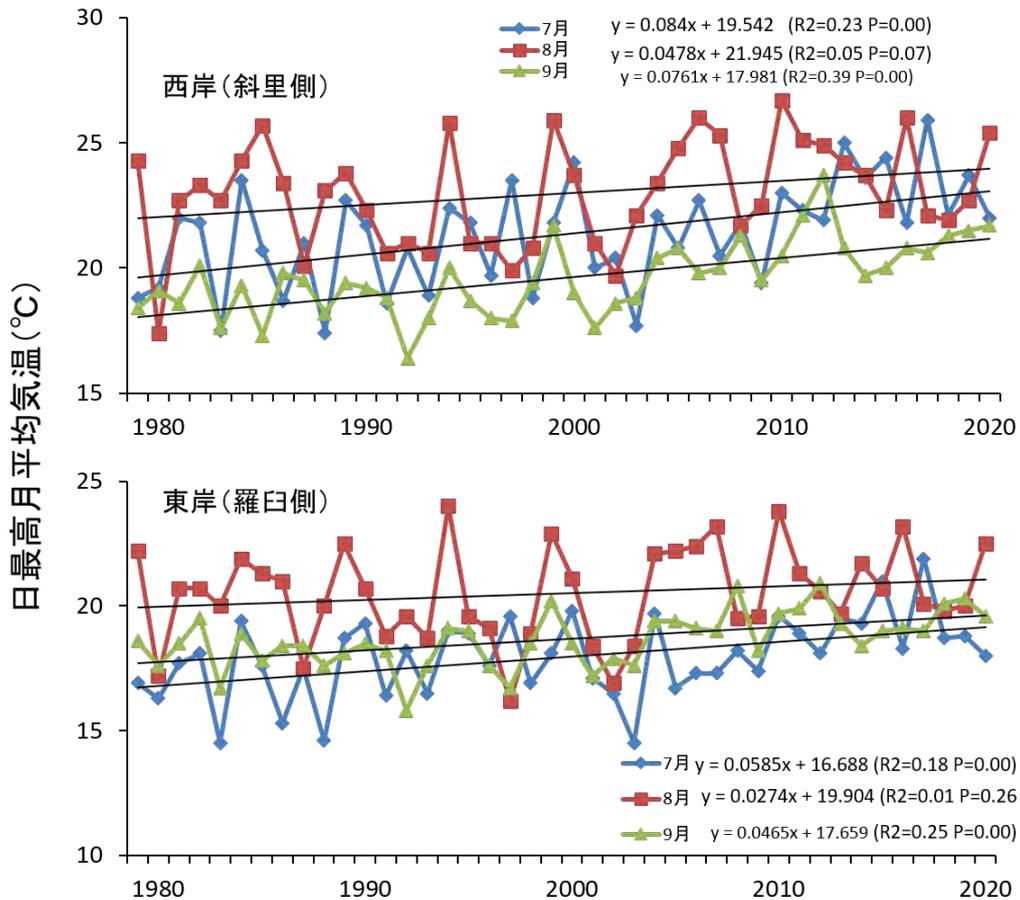


図 30. 西岸（斜里町側）と東岸（羅臼町側）における 7～9 月の日最高月平均気温の経年変化

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、有意な傾向は認められなかった。ただし、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、8河川で有意な上昇傾向が認められた。逆に2河川で有意な下降傾向が認められた。ただし、25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、チャラッセナイ、ルサ、キキリベツ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。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数十年後に明瞭な水温上昇が起こると予測し、オショロコマを中心とする河川生態系を保全する必要がある。そのためにも早急に各流域の河畔林管理の指針を立てる必要がある。

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。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、東岸では羅臼などの河川ではオショロコマが将来的に大きく減少する恐れがある。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, 夏季には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 (北海道大学北方生物圏フィールド科学センター雨龍研究林) 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認められる. 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 31). 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.

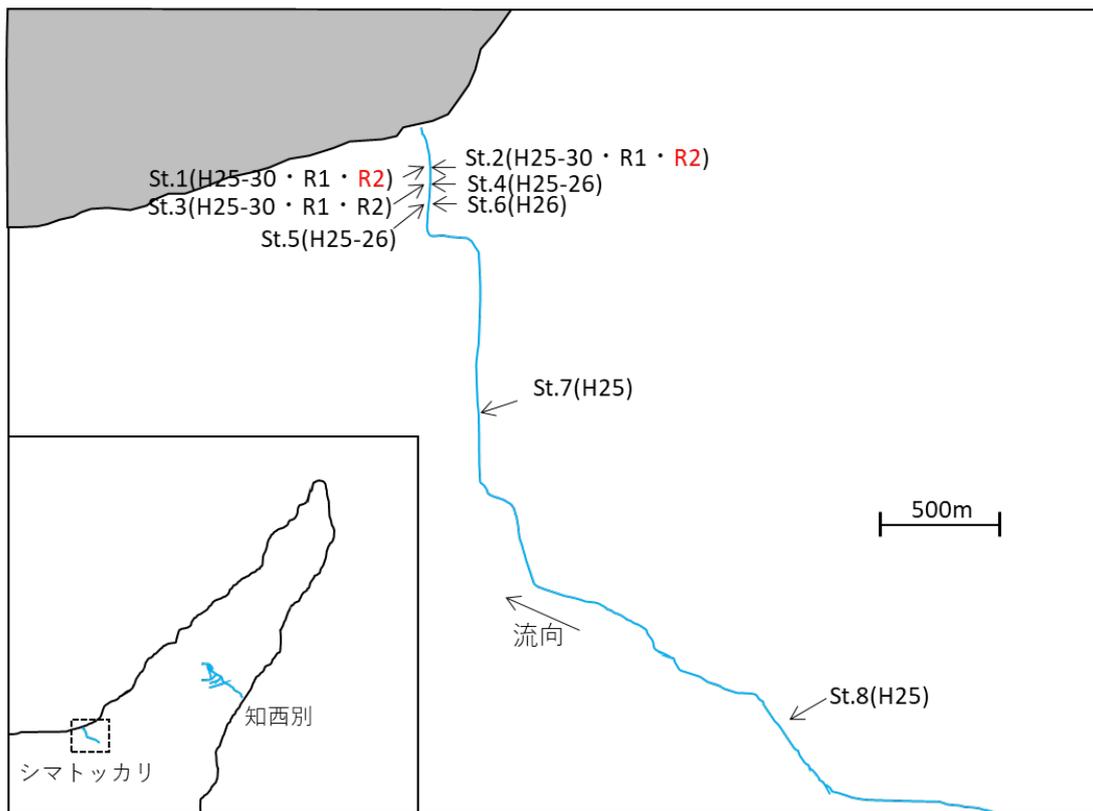


図 31. H25 (2013) ~R2 (2020) 年にシマトツカリにおいて調査を実施した地点.



写真 23. R2 年, シマトツカリで採捕されたアメマス (上) とオショロコマ (下) .

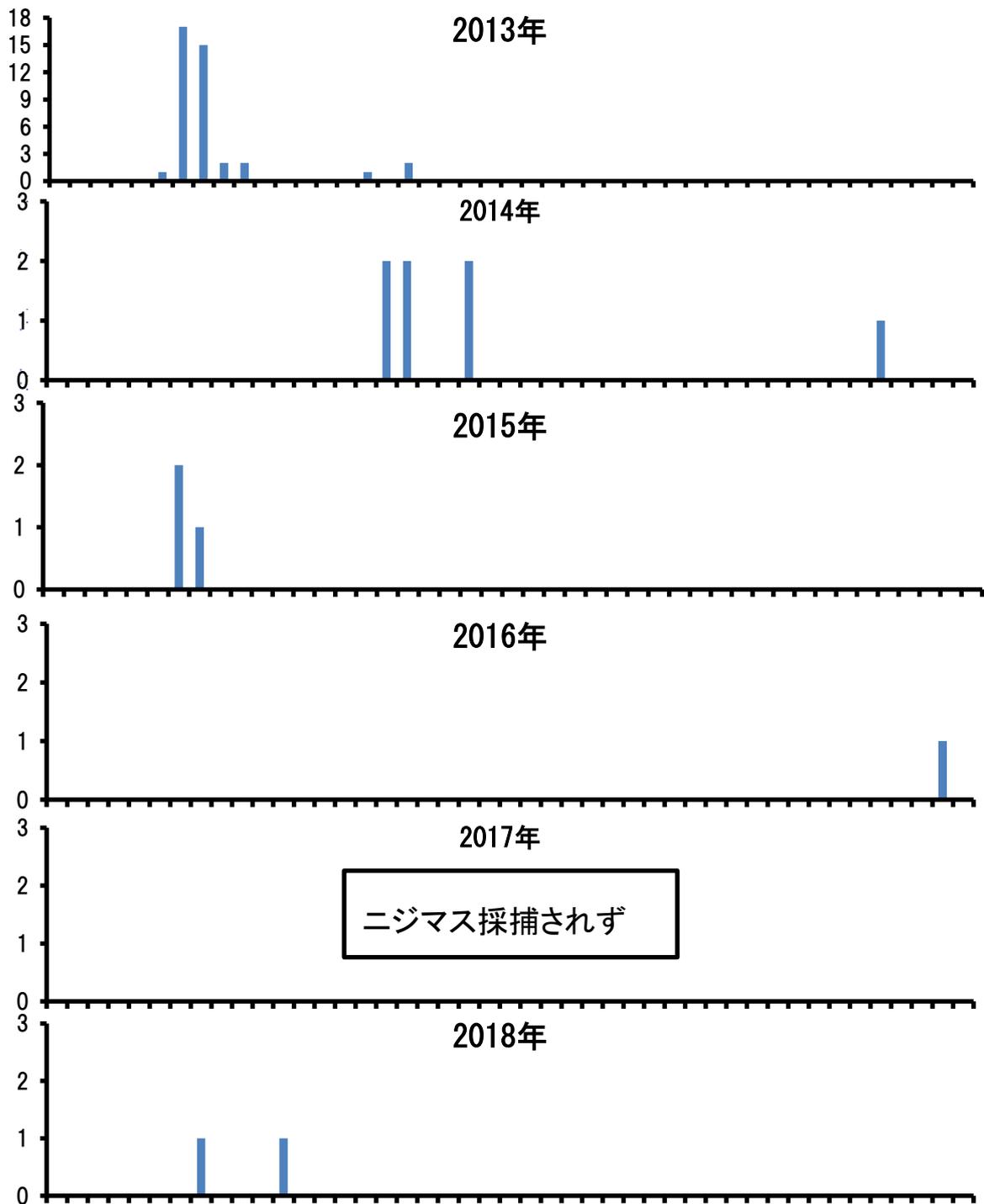
H25 (2013) ~R2 (2020) 年にシマトツカリで採捕された魚類の平均体長，推定個体数密度および湿重量密度を表9に示す。R2 (2020) 年，シマトツカリではニジマスは確認されなかった。過去と比べてニジマスを除く魚類相に顕著な相違は見られず，オショロコマは1個体のみ確認された。他のサケ科魚類として，サクラマス (59 個体/100 m²)，アメマス (32 個体/100 m²) が確認された。サクラマス，アメマス共に過去最高の個体数密度を記録した。エゾハナカジカは低かったが，イバラトミヨ，シマウキゴリ，カワヤツメ属も比較的高い密度であった。

表9. H25 (2013) ~R2 (2020) 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
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
R2 (2020) 年			
ニジマス	-	-	-
オショロコマ	4.5	1.0	1
サクラマス	6.3	59.1	675
アメマス	5.5	32.3	100
カワヤツメ属	13.3	25.3	125
エゾハナカジカ	7.1	0.5	2
イバラトミヨ	5.0	17.6	25
シマウキゴリ	7.0	24.2	89

シマトツカリにおけるニジマスの体長頻度分布を図 32 に示す。サンプリングしていない流れもあるものの本河川ではニジマスの自然繁殖が過去に比べて徐々に低下している。今後もモニタリングの継続が重要である。



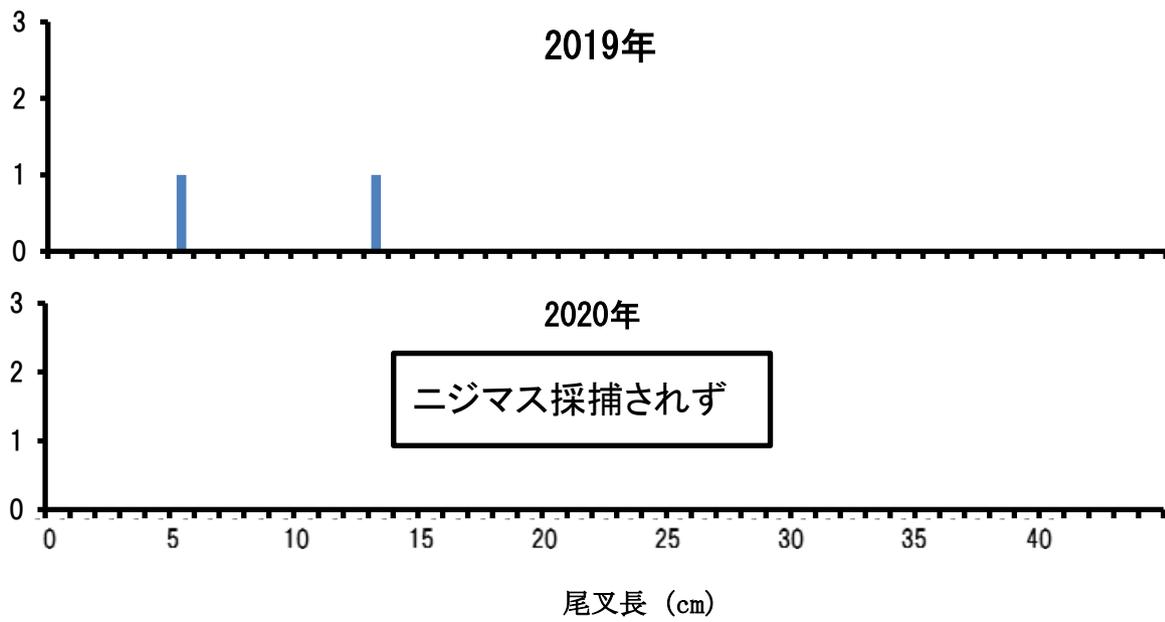


図 32. H25 (2013) ~R2 (2020) 年にシマトツカリで採捕されたニジマスの尾又長分布.

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。河口から 300m 程度の区間にニジマスが集中して分布していることから、本事業では図 33 に示す範囲で調査を行っている。

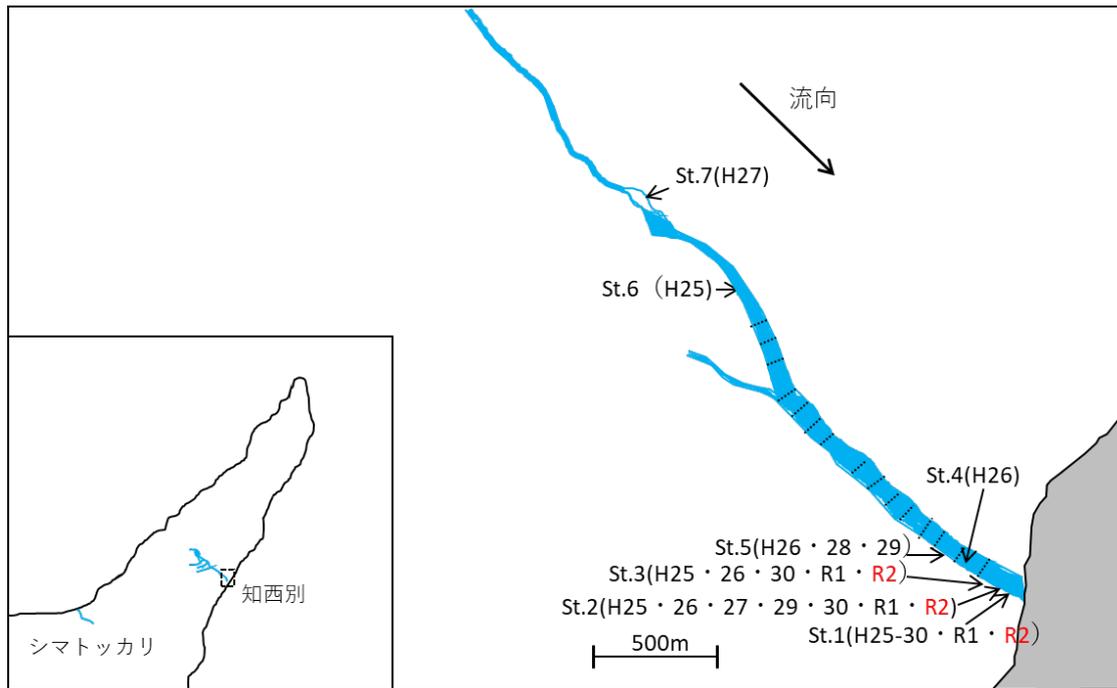


図 33. H25 (2013) ~R2 (2020) 年に知西別で調査を実施した地点。



写真 24. R2 年，知西別で採捕されたニジマス

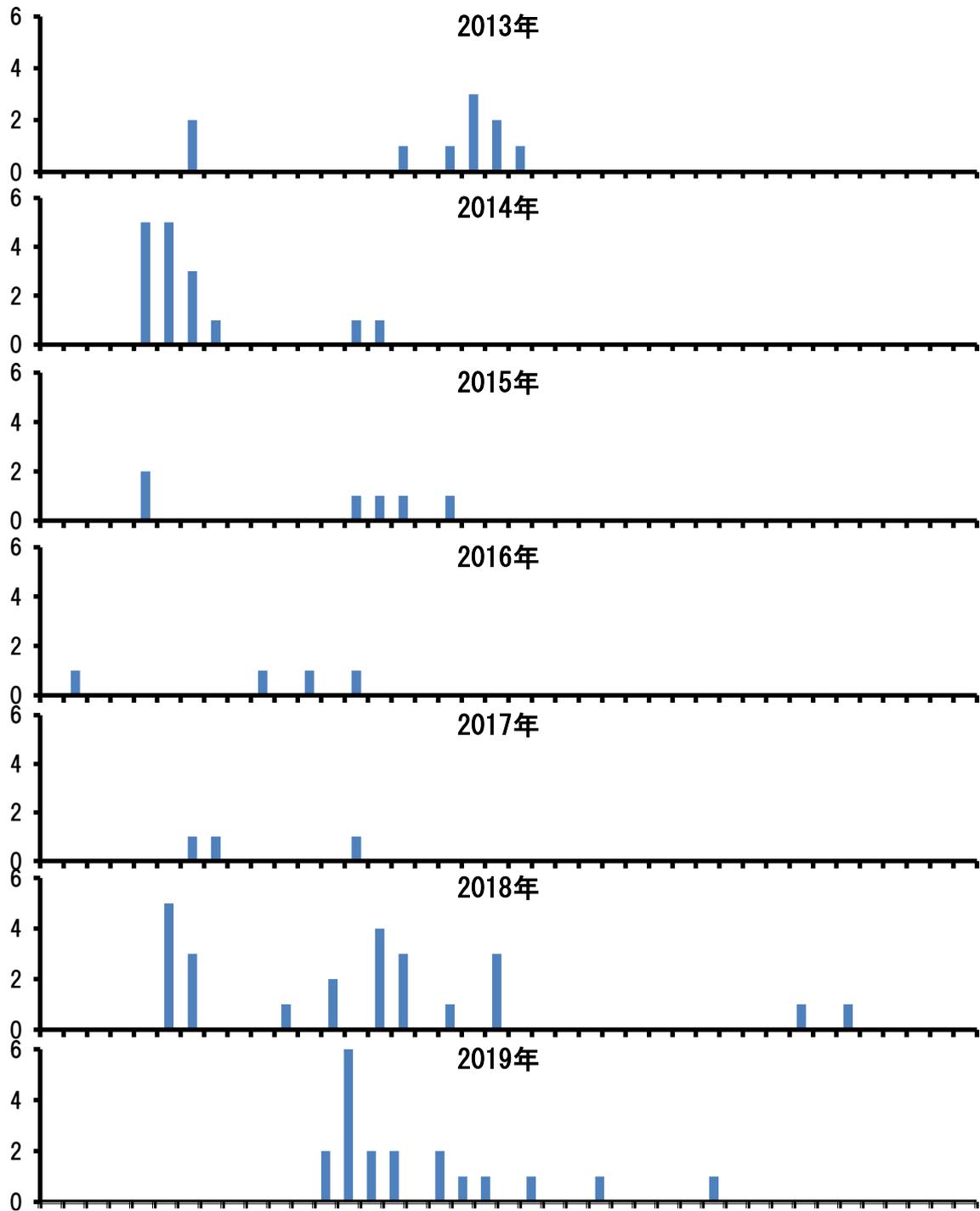
知西別において確認された魚類の体長および推定個体数密度を表 10 に示す。R2 (2020) 年の調査の結果、ニジマスの推定個体数密度および平均体長は 17 個体/100 m², 17 cm であり、個体数密度は前年に比べて高かった。ニジマスを含む計 6 魚種が確認され、魚類相は過去と比べて変化は認められなかった。オショロコマは 1 個体のみ採捕され、推定個体数密度は 0.7 個体/100 m²と低かった。

表 10. H25 (2013) ~R2 (2020) 年に知西別において確認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.

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	12.5	0.8	47
オショロコマ	-	-	-
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
オショロコマ	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
オショロコマ	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
オショロコマ	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

H29 (2017) 年			
ニジマス	9.6	1.0	16
オショロコマ	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
オショロコマ	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
オショロコマ	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
R2 (2020) 年			
ニジマス	17.0	16.9	1263
オショロコマ	14.9	0.7	30
サクラマス	8.9	0.9	9
フクドジョウ	11.9	192.9	2799
シマウキゴリ	7.1	14.1	61
カンキョウカジカ	11.7	1.3	25

知西別におけるニジマス^①の体長頻度分布を図 34 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。



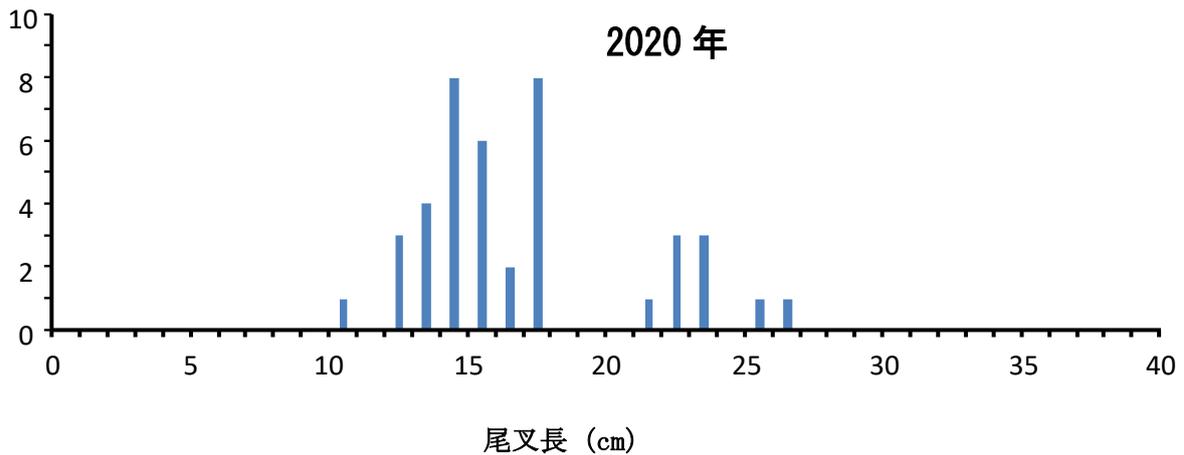


図 34. H25 (2013) ~R2 (2020) 年に知西別で採捕されたニジマスの尾叉長分布.

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。今年度はニジマスの生息が確認されず、徐々に個体数が減少していると考えられる (図 35)。今後本種の繁殖を一定水準以下に抑えていくことが重要である。

知西別ではニジマスの推定個体数密度はシマトツカリに比べるときわめて高い (図 36)。今年度の体長組成データからも複数の年級群が確認され、自然繁殖が継続していることを示している。知西別に生息するニジマスの起源は水系上流にある知西別湖にあり、現在も同湖では本種の自然繁殖が確認されている (北海道大学森田健太郎氏, 私信)。ただし、調査区間内で過去に当歳魚が採捕されたこともあることから下流部でも自然繁殖している。一方、オショロコマは知西別における個体数密度が 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以下 (谷口ら 2002) と低い。本種がニジマスによる負の影響を受けている可能性もある。今後、知西別におけるニジマスの繁殖を抑制することが課題である。また、知床半島内の他の河川へのニジマスの拡散防止に努める必要がある。

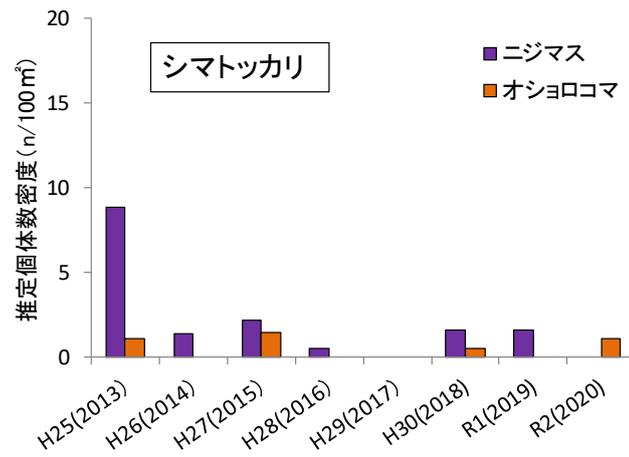


図 35. シマトツカリにおけるニジマスとオショロコマの推定個体数密度推移.

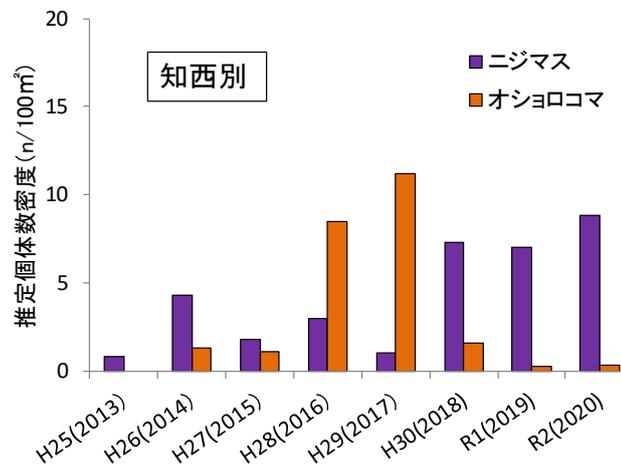


図 36. 知西別におけるニジマスとオショロコマの推定個体数密度推移.

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ョ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.....	22
4. 調査結果	23
4.1. 知床半島先端 5 河川におけるサケ科魚類.....	23
4.2. 環境 DNA 濃度推定値.....	24
4.3. オショロコマ生物量推定の試行的実施.....	25
4.4. ネガティブコントロールの結果.....	26
5. 今後の課題等	27
6. 参考文献	28

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。

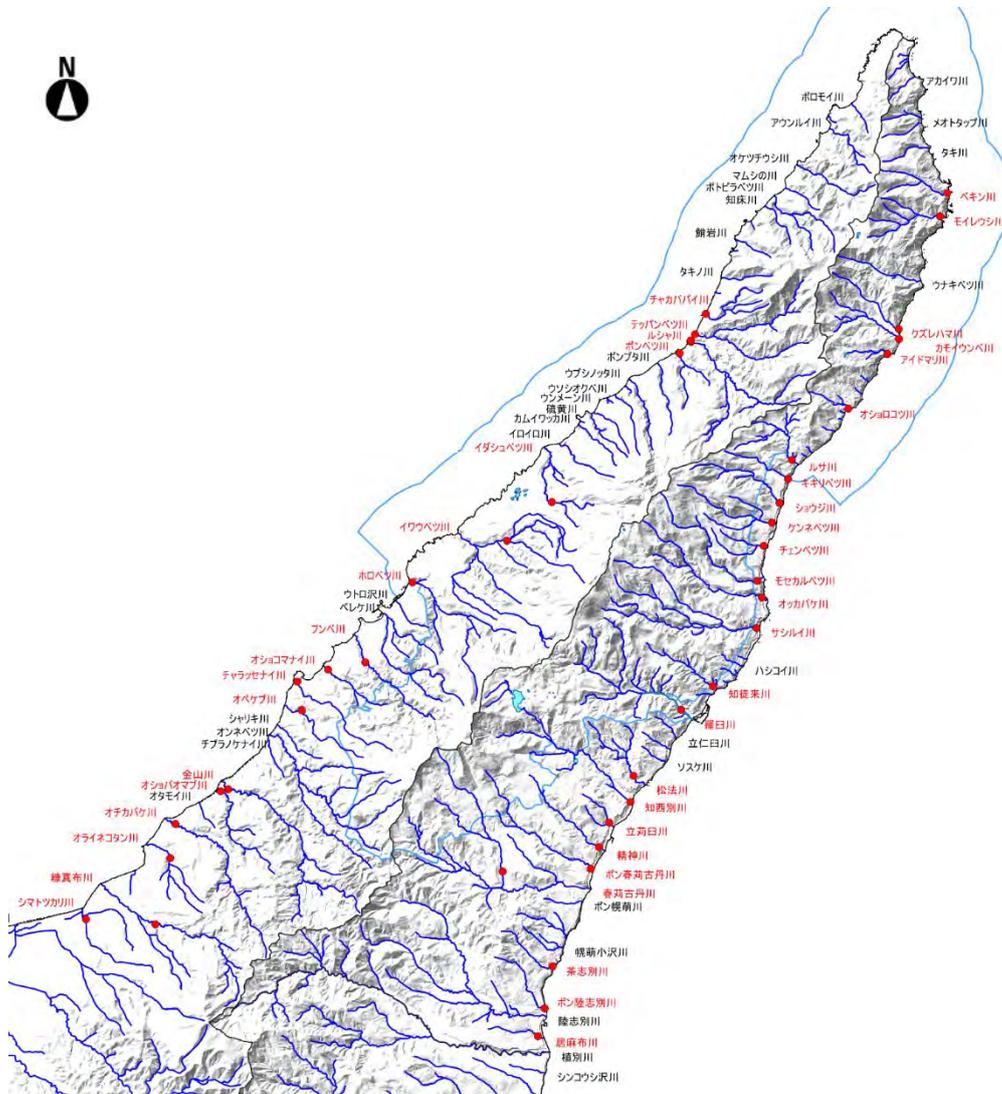
近年の技術発展により、生物棲息圏の水の中に含まれる生物由来のDNAを抽出・分析する「環境DNA」技術が確立されつつある。この手法は現地調査作業の大幅な短縮が可能なことから、現在、生物調査の様々な場面での活用が進められている。

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3年目となる令和2(2020)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、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河川の環境DNA分析により生物量推定を試行的に実施することを目的とした。

2. 調査河川

調査河川は、オショロコマ長期モニタリング調査が行われている知床半島 37 河川に、半島先端部の 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）を加えた計 42 河川である（図 1）。



【赤文字の河川が環境 DNA 調査河川，●は河川水の採水ろ過地点】

図 1 環境 DNA 調査対象河川

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。

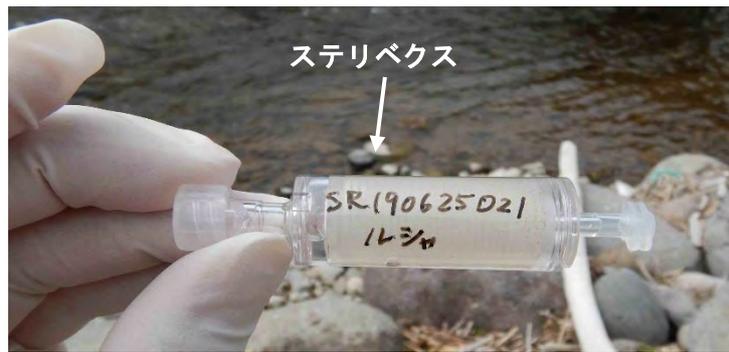


- ③ バケツにジップロックのまま入れる。
- ④ シリンジでジップロック内の水を50ml吸い上げ、ステリベクスを装着し、プランジャ（押し子）で水を押し出し、ろ過する。ステリベクスを外して、再度、同じ作業を10回繰り返す（計500mlの採水・ろ過となる）。回数を間違えないように数取機（カウンター）で確認しながら行う。



- 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

R2（2020）年に実施した採水ろ過は表 1～表 2，図 2～図 13 に示すとおりである。

6 月に 42 河川で水温ロガー設置地点より 5m 上流地点で 2 サンプルを採水ろ過した。なお、羅臼は以前からの採水地点が生活排水の影響を受けている懸念があるため、上流地点で 2 サンプルの採水ろ過を追加した。また、ネガティブコントロール用として 7 サンプルを採水ろ過した。

10 月は、知床半島先端の 6 河川を対象に、6 月採水と同じ地点で各河川 2 サンプルを採水ろ過した。また、ネガティブコントロール用として 1 サンプルを採水ろ過した。

サンプル数は、総計で 106 サンプル（内、ネガティブコントロールは 8 サンプル）となった。

表 1. R2 (2020) 年 6 月の採水ろ過地点

河川名		月日	WGS1984_y	WGS1984_x	採水サンプル	
西岸 斜里側	1	テッパンベツ	6/16	44.20143	145.19848	2
	2	ルシヤ	6/16	44.19795	145.19589	2
	3	イダシュベツ	6/16	44.12243	145.10353	2
	4	イワウベツ	6/13	44.10428	145.07396	2
	5	ホロベツ	6/13	44.08489	145.01190	2
	6	フンベ	6/13	44.04713	144.98058	2
	7	オシヨコマナイ	6/17	44.04385	144.95620	2
	8	チャラッセナイ	6/17	44.03825	144.93597	2
	9	オベケブ	6/17	44.02456	144.93886	2
	10	金山	6/17	43.98739	144.89033	2
	11	オシヨバオマブ	6/17	43.98645	144.88545	2
	12	オチカバケ	6/17	43.97104	144.85569	2
	13	オライネコタン	6/17	43.95481	144.85226	2
	14	糖真布	6/26	43.92341	144.84214	2
	15	シマトツカリ	6/26	43.92610	144.79696	2
	16	チャカババイ	6/15	44.21095	145.20600	2
	17	ボンベツ	6/26	44.19254	145.18808	2
東岸 羅臼側	1	モイレウシ	6/27	44.25599	145.36002	2
	2	アイドマリ	6/17	44.19126	145.32374	2
	3	オシヨロコツ	6/17	44.16525	145.29827	2
	4	ルサ	6/17	44.14116	145.26096	2
	5	キキリベツ	6/17	44.13213	145.25830	2
	6	ショウジ	6/17	44.12079	145.25251	2
	7	ケンネベツ	6/17	44.11150	145.24738	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
	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	6/18	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	6/18	43.99194	145.15507	2
	15	知西別	6/26	43.98520	145.14398	2
	16	立荊臼	6/18	43.96982	145.13888	2
	17	精神	6/18	43.95828	145.13189	2
	18	ボン春荊古丹	6/26	43.94800	145.12644	2
	19	春荊古丹	6/26	43.94713	145.06893	2
	20	茶志別	6/17	43.90182	145.10091	2
	21	ボン陸志別	6/28	43.88192	145.09543	2
	22	居麻布	6/18	43.86871	145.09092	2
	23	ペキン	6/27	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	
ネガコン			6/17			3
			6/18			2
			6/26			1
			6/27			1

表 2. R2 (2020) 年 10 月の採水ろ過地点

河川名		月日	WGS1984_y	WGS1984_x	採水サンプル	
西岸	15	シマトツカリ	10/1	43.92610	144.79696	2
	16	チャカババイ	10/1	44.21095	145.20600	2
斜里側	17	ボンベツ	10/2	44.19254	145.18808	2
東岸	23	ベキン	10/2	44.26696	145.36508	2
	24	クズレハマ	10/2	44.20256	145.33133	2
羅臼側	25	カモイウンベ	10/2	44.19818	145.33157	2
ネガコン			10/5			1

表 3. サンプリング (採水ろ過) 記録シート

Sample #	Sample ID	Sample Name (JP)	Sample Name (EN)	Depth, etc	Rep	Project	Date	Lon/Lat	Collecting Time	Weather	Temp (C)	Cond(uS/cm)	Sal(ppt)	Sampling Eq	Bottle #	BAC	Collector	Filtering Site	Filtering Time	Funnel #	Filter Type	Volume	Preservation	Filteror
1	SR200613001	イワウベツ	イワウベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.13	44.10428, 145.07396	15:10	Cloudy	16.9	328.0	0.2	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
2	SR200613002	イワウベツ	イワウベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.13	44.10428, 145.07396	15:10	Cloudy	16.9	328.0	0.2	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
3	SR200613003	ホロベツ	ホロベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.13	44.08489, 145.01190	16:00	Sunny	13.7	68.3	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
4	SR200613004	ホロベツ	ホロベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.13	44.08489, 145.01190	16:00	Sunny	13.7	68.3	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
5	SR200613005	フンベ	フンベ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.13	44.04713, 144.98058	16:40	Cloudy	15.1	89.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	17:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
6	SR200613006	フンベ	フンベ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.13	44.04713, 144.98058	16:40	Cloudy	15.1	89.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	17:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
7	SR200615007	チャカババイ	チャカババイ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.15	44.21095, 145.20600	9:30	Cloudy	11.9	79.4	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	9:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
8	SR200615008	チャカババイ	チャカババイ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.15	44.21095, 145.20600	9:30	Cloudy	11.9	79.4	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	9:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
9	SR200616009	ルシャ	ルシャ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.16	44.19795, 145.19589	8:55	Sunny	13.5	91.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	9:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
10	SR200616010	ルシャ	ルシャ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.16	44.19795, 145.19589	8:55	Sunny	13.5	91.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	9:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
11	SR200616011	テッパンベツ	テッパンベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.16	44.20143, 145.19848	13:50	Cloudy	14.2	93.7	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	14:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
12	SR200616012	テッパンベツ	テッパンベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.16	44.20143, 145.19848	13:50	Cloudy	14.2	93.7	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	14:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
13	SR200616013	ポンベツ	ポンベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.16	44.19254, 145.18808	14:50	Rainy	10.5	136.3	0.1	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	15:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
14	SR200616014	ポンベツ	ポンベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.16	44.19254, 145.18808	14:50	Rainy	10.5	136.3	0.1	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	15:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
15	SR200616015	イダシュベツ	イダシュベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.16	44.12243, 145.10353	16:20	Cloudy	11.2	150.2	0.1	Ziploc	-	-	T. Doukai	in situ	16:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
16	SR200616016	イダシュベツ	イダシュベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.16	44.12243, 145.10353	16:20	Cloudy	11.2	150.2	0.1	Ziploc	-	-	T. Doukai	in situ	16:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
17	SR200616017	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.06.16	-	16:20	-	-	-	-	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
18	SR200617018	オショコマナイ	オショコマナイ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.04385, 144.95620	11:00	Rainy	12.4	90.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	11:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
19	SR200617019	オショコマナイ	オショコマナイ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.04385, 144.95620	11:00	Rainy	12.4	90.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	11:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
20	SR200617020	チャラッセナイ	チャラッセナイ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.03825, 144.93597	11:50	Cloudy	9.2	64.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	12:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
21	SR200617021	チャラッセナイ	チャラッセナイ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.03825, 144.93597	11:50	Cloudy	9.2	64.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	12:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
22	SR200617022	オベケブ	オベケブ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.02456, 144.93886	13:20	Cloudy	11.6	82.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	13:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
23	SR200617023	オベケブ	オベケブ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.02456, 144.93886	13:20	Cloudy	11.6	82.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	13:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
24	SR200617024	金山	金山	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	43.98739, 144.89033	14:00	Cloudy	12.3	122.0	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	14:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
25	SR200617025	金山	金山	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	43.98739, 144.89033	14:00	Cloudy	12.3	122.0	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	14:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
26	SR200617026	オショバオマブ	オショバオマブ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	43.98645, 144.88545	14:40	Cloudy	13.6	198.0	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
27	SR200617027	オショバオマブ	オショバオマブ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	43.98645, 144.88545	14:40	Cloudy	13.6	198.0	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
28	SR200617028	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.06.17	-	14:40	-	-	-	-	Ziploc	-	-	K. Yoshihara	in situ	15:05	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
29	SR200617029	オチカバケ	オチカバケ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	43.97104, 144.85569	15:20	Cloudy	12.2	93.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
30	SR200617030	オチカバケ	オチカバケ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	43.97104, 144.85569	15:20	Cloudy	12.2	93.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
31	SR200617031	オライネコタン	オライネコタン	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	43.95481, 144.85226	16:00	Cloudy	9.7	78.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
32	SR200617032	オライネコタン	オライネコタン	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	43.95481, 144.85226	16:00	Cloudy	9.7	78.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
33	SR200617050	茶志別	茶志別	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	43.90135, 145.10088	9:20	Cloudy	12.8	84.1	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	11:07	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
34	SR200617051	茶志別	茶志別	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	43.90135, 145.10088	9:20	Cloudy	12.8	84.1	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	11:07	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
35	SR200617052	ア IDMARI	ア IDMARI	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.19126, 145.32374	12:56	Cloudy	11.8	94.0	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	13:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
36	SR200617053	ア IDMARI	ア IDMARI	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.19126, 145.32374	12:56	Cloudy	11.8	94.0	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	13:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
37	SR200617054	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.06.17	-	13:24	-	-	-	-	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	13:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
38	SR200617055	オショロコツ	オショロコツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.16525, 145.29827	13:53	Cloudy	11.0	82.0	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	14:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
39	SR200617056	オショロコツ	オショロコツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.16525, 145.29827	13:53	Cloudy	11.0	82.0	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	14:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
40	SR200617057	ルサ	ルサ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.14116, 145.26096	14:32	Cloudy	9.5	81.2	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	14:51	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
41	SR200617058	ルサ	ルサ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.14116, 145.26096	14:32	Cloudy	9.5	81.2	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	14:51	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
42	SR200617059	キキリベツ	キキリベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.13213, 145.25830	15:00	Cloudy	10.7	71.3	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	15:15	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
43	SR200617060	キキリベツ	キキリベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.13213, 145.25830	15:00	Cloudy	10.7	71.3	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	15:15	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
44	SR200617061	ショウジ	ショウジ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.12079, 145.25251	15:27	Cloudy	11.4	63.2	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	15:47	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
45	SR200617062	ショウジ	ショウジ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.12079, 145.25251	15:27	Cloudy	11.4	63.2	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	15:47	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
46	SR200617063	ケンネベツ	ケンネベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.17	44.11150, 145.24738	15:59	Cloudy	9.8	49.5	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
47	SR200617064	ケンネベツ	ケンネベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.17	44.11150, 145.24738	15:59	Cloudy	9.8	49.5	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
48	SR200618033	カモイウンベ	カモイウンベ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	44.19818, 145.33157	9:40	Cloudy	12.1	62.9	0.0	Ziploc	-	-	K. Yoshihara	in situ	10:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
49	SR200618034	カモイウンベ	カモイウンベ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.18	44.19818, 145.33157	9:40	Cloudy	12.1	62.9	0.0	Ziploc	-	-	K. Yoshihara	in situ	10:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
50	SR200618035	クズレハマ	クズレハマ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	44.20256, 145.33133	10:20	Cloudy	11.1	73.6	0.0	Ziploc	-	-	K. Yoshihara	in situ	10:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
51	SR200618036	クズレハマ	クズレハマ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.18	44.20256, 145.33133	10:20	Cloudy	11.1	73.6	0.0	Ziploc	-	-	K. Yoshihara	in situ	10:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
52	SR200618037	居麻布	居麻布	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	43.86871, 145.09092	12:20	Cloudy	13.0	116.9	0.1	Ziploc	-	-	K. Yoshihara	in situ						

Sample #	Sample ID	Sample Name (JP)	Sample Name (EN)	Depth, etc	Rep	Project	Date	Lon/Lat	Collecting Time	Weather	Temp (C)	Cond(uS/cm)	Sal(ppt)	Sampling Eq	Bottle #	BAC	Collector	Filtering Site	Filtering Time	Funnel #	Filter Type	Volume	Preservation	Filteror
54	SR200618039	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.06.18	-	12:20	-	-	-	-	Ziploc	-	-	T. Doukai	in situ	12:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	T. Doukai
55	SR200618065	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.06.18	-	9:00	-	-	-	-	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	9:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
56	SR200618066	知徒来	知徒来	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	44.03409, 145.20752	8:30	Sunny	10.1	58.1	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	8:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
57	SR200618067	知徒来	知徒来	Surface	2	Shiretoko	2020.06.18	44.03409, 145.20752	8:30	Sunny	10.1	58.1	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	8:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
58	SR200618068	松法	松法	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	43.99194, 145.15507	9:43	Sunny	11.8	76.9	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	10:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
59	SR200618069	松法	松法	Surface	2	Shiretoko	2020.06.18	43.99194, 145.15507	9:43	Sunny	11.8	76.9	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	10:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
60	SR200618070	立莉白	立莉白	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	43.96982, 145.13888	10:20	Sunny	11.0	79.8	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	10:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
61	SR200618071	立莉白	立莉白	Surface	2	Shiretoko	2020.06.18	43.96982, 145.13888	10:20	Sunny	11.0	79.8	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	10:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
62	SR200618072	精神	精神	Surface	1	Shiretoko	2020.06.18	43.95828, 145.13189	11:00	Sunny	11.4	69.3	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	11:18	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	N. Takamatsu
63	SR200618073	精神	精神	Surface	2	Shiretoko	2020.06.18	43.95828, 145.13189	11:00	Sunny	11.4	69.3	0.0	Ziploc	-	-	N. Takamatsu	in situ	11:18	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
64	SR200626040	シマトツカリ	シマトツカリ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.26	43.92610, 144.79696	11:50	Cloudy	13.3	90.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	12:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
65	SR200626041	シマトツカリ	シマトツカリ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.26	43.92610, 144.79696	11:50	Cloudy	13.3	90.8	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	12:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
66	SR200626042	糠真布	糠真布	Surface	1	Shiretoko	2020.06.26	43.92341, 144.84214	12:25	Cloudy	12.9	68.2	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	12:45	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
67	SR200626043	糠真布	糠真布	Surface	2	Shiretoko	2020.06.26	43.92341, 144.84214	12:25	Cloudy	12.9	68.2	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	12:45	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
68	SR200626044	春莉古丹	春莉古丹	Surface	1	Shiretoko	2020.06.26	43.94713, 145.06893	14:50	Cloudy	9.2	57.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
69	SR200626045	春莉古丹	春莉古丹	Surface	2	Shiretoko	2020.06.26	43.94713, 145.06893	14:50	Cloudy	9.2	57.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
70	SR200626046	ボン春莉古丹	ボン春莉古丹	Surface	1	Shiretoko	2020.06.26	43.94800, 145.12644	15:50	Cloudy	10.4	87.2	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
71	SR200626047	ボン春莉古丹	ボン春莉古丹	Surface	2	Shiretoko	2020.06.26	43.94800, 145.12644	15:50	Cloudy	10.4	87.2	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:10	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
72	SR200626048	知西別	知西別	Surface	1	Shiretoko	2020.06.26	43.98520, 145.14398	16:20	Cloudy	11.1	84.3	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
73	SR200626049	知西別	知西別	Surface	2	Shiretoko	2020.06.26	43.98520, 145.14398	16:20	Cloudy	11.1	84.3	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
74	SR200626074	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.06.26	-	16:40	-	-	-	-	Ziploc	-	-	S. Mitani	in situ	17:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
75	SR200627075	ベキン	ベキン	Surface	1	Shiretoko	2020.06.27	44.26696, 145.36508	9:40	Rainy	8.2	61.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
76	SR200627076	ベキン	ベキン	Surface	2	Shiretoko	2020.06.27	44.26696, 145.36508	9:40	Rainy	8.2	61.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Ozawa
77	SR200627077	モイレウシ	モイレウシ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.27	44.25599, 145.36002	10:30	Rainy	9.7	81.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
78	SR200627078	モイレウシ	モイレウシ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.27	44.25599, 145.36002	10:30	Rainy	9.7	81.1	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
79	SR200627079	チエンベツ	チエンベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.27	44.10051, 145.24180	12:40	Rainy	9.5	80.0	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	13:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
80	SR200627080	チエンベツ	チエンベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.27	44.10051, 145.24180	12:40	Rainy	9.5	80.0	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	13:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
81	SR200627081	モセカルベツ	モセカルベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.06.27	44.08395, 145.23721	13:10	Rainy	9.8	55.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	14:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
82	SR200627082	モセカルベツ	モセカルベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.06.27	44.08395, 145.23721	13:10	Rainy	9.8	55.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	14:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
83	SR200627083	羅白	羅白	Surface	1	Shiretoko	2020.06.27	44.02313, 145.18655	14:40	Rainy	12.9	193.0	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
84	SR200627084	羅白	羅白	Surface	2	Shiretoko	2020.06.27	44.02313, 145.18655	14:40	Rainy	12.9	193.0	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
85	SR200627085	羅白上流	羅白上流	Surface	1	Shiretoko	2020.6.27	44.03123, 145.16101	15:20	Rainy	12.7	188.9	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
86	SR200627086	羅白上流	羅白上流	Surface	2	Shiretoko	2020.6.27	44.03123, 145.16101	15:20	Rainy	12.7	188.9	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	15:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
87	SR200627087	サシルイ	サシルイ	Surface	1	Shiretoko	2020.6.27	44.06148, 145.23648	16:00	Rainy	11.2	65.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
88	SR200627088	サシルイ	サシルイ	Surface	2	Shiretoko	2020.6.27	44.06148, 145.23648	16:00	Rainy	11.2	65.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
89	SR200627089	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.6.27	-	16:20	-	-	-	-	Ziploc	-	-	S. Mitani	in situ	16:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
90	SR200627090	オッカバケ	オッカバケ	Surface	1	Shiretoko	2020.6.27	44.07596, 145.24020	16:35	Rainy	11.2	48.5	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:55	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
91	SR200627091	オッカバケ	オッカバケ	Surface	2	Shiretoko	2020.6.27	44.07596, 145.24020	16:35	Rainy	11.2	48.5	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	16:55	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
92	SR200628092	ボン陸志別	ボン陸志別	Surface	1	Shiretoko	2020.6.28	43.88192, 145.09543	7:40	Rainy	11.8	93.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	9:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
93	SR200628093	ボン陸志別	ボン陸志別	Surface	2	Shiretoko	2020.6.28	43.88192, 145.09543	7:40	Rainy	11.8	93.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	9:00	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	S. Mitani
94	SR201001094	チャカババイ	チャカババイ	Surface	1	Shiretoko	2020.10.01	44.21095, 145.20600	10:05	Cloudy	10.0	79.2	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
95	SR201001095	チャカババイ	チャカババイ	Surface	2	Shiretoko	2020.10.01	44.21095, 145.20600	10:05	Cloudy	10.0	79.2	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:20	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
96	SR201001096	ボンベツ	ボンベツ	Surface	1	Shiretoko	2020.10.01	44.19254, 145.18808	11:20	Cloudy	9.0	136.6	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	11:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
97	SR201001097	ボンベツ	ボンベツ	Surface	2	Shiretoko	2020.10.01	44.19254, 145.18808	11:20	Cloudy	9.0	136.6	0.1	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	11:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	K. Yoshihara
98	SR201002098	ベキン	ベキン	Surface	1	Shiretoko	2020.10.02	44.26696, 145.36508	9:10	Cloudy	9.1	62.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	9:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
99	SR201002099	ベキン	ベキン	Surface	2	Shiretoko	2020.10.02	44.26696, 145.36508	9:10	Cloudy	9.1	62.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	9:30	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
100	SR201002100	モイレウシ	モイレウシ	Surface	1	Shiretoko	2020.10.02	44.25599, 145.36002	9:50	Cloudy	11.1	84.5	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:05	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
101	SR201002101	モイレウシ	モイレウシ	Surface	2	Shiretoko	2020.10.02	44.25599, 145.36002	9:50	Cloudy	11.1	84.5	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:05	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
102	SR201002102	クズレハマ	クズレハマ	Surface	1	Shiretoko	2020.10.02	44.20256, 145.33133	10:30	Cloudy	11.2	77.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
103	SR201002103	クズレハマ	クズレハマ	Surface	2	Shiretoko	2020.10.02	44.20256, 145.33133	10:30	Cloudy	11.2	77.6	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	10:50	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
104	SR201002104	カモイウンベ	カモイウンベ	Surface	1	Shiretoko	2020.10.02	44.19818, 145.33157	11:20	Cloudy	11.9	69.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	11:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	Y. Fujii
105	SR201002105	カモイウンベ	カモイウンベ	Surface	2	Shiretoko	2020.10.02	44.19818, 145.33157	11:20	Cloudy	11.9	69.4	0.0	Ziploc	-	-	Y. Fujii	in situ	11:40	Syringe	Sterivex	500	RNAlater 2.0mL	A. Takahashi
106	SR201005106	ネガコン	ネガコン	-	1	Shiretoko	2020.10.05	-	9:10	-	-	-	-</											

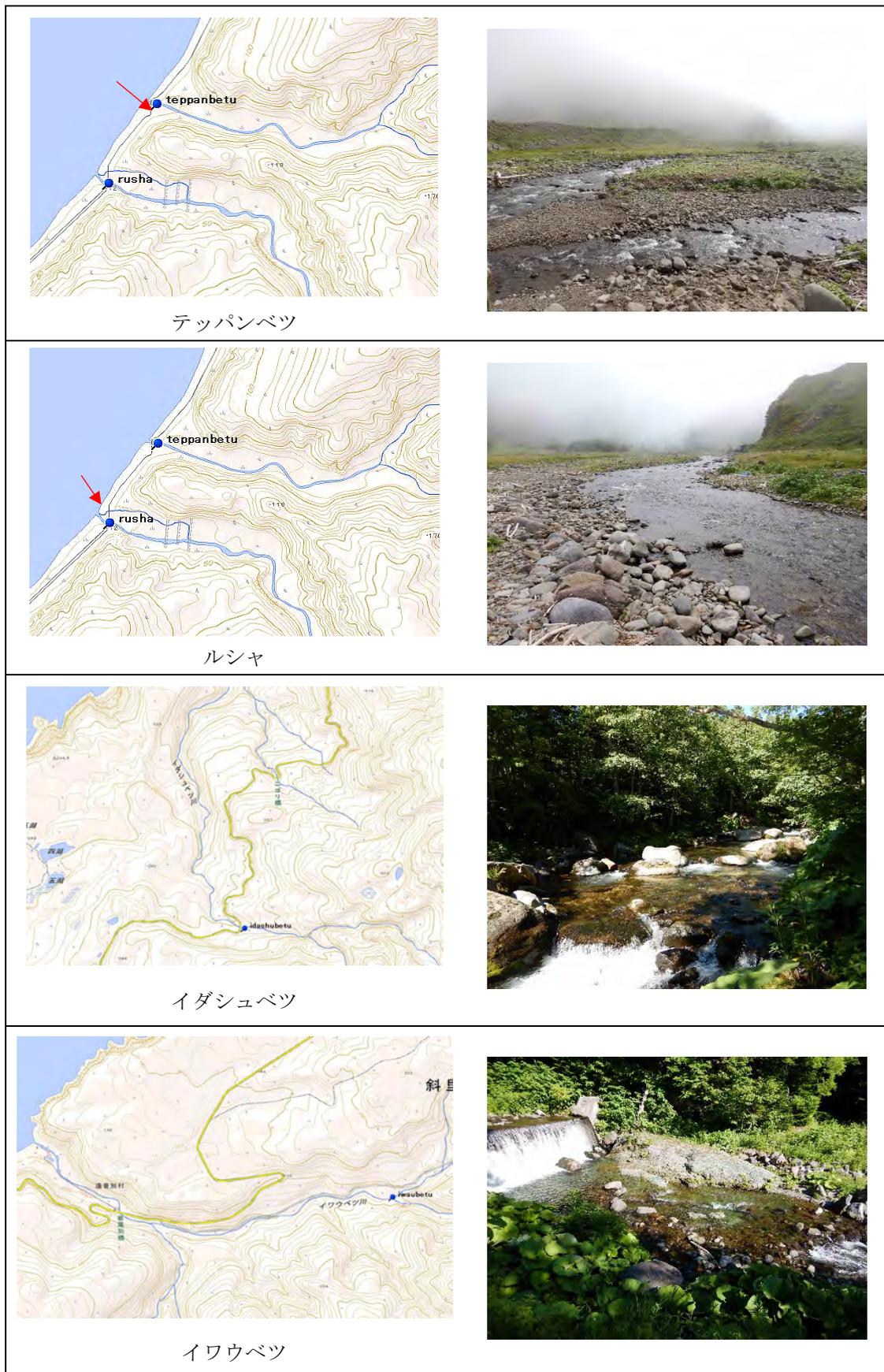
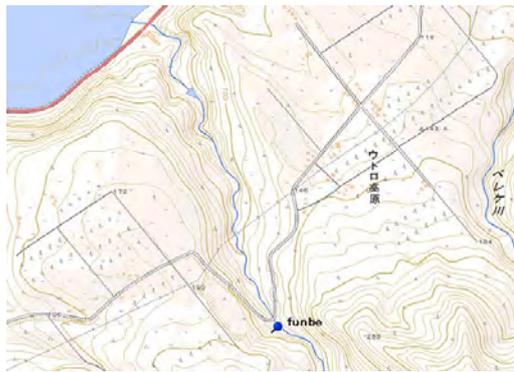


図 2. 採水箇所斜里側(1)



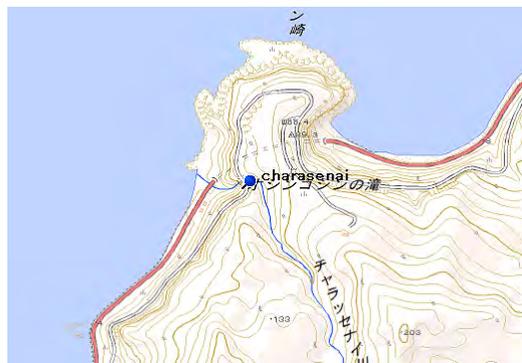
ホロボツ



フンベ



オシヨコマナイ



チャラッセナイ

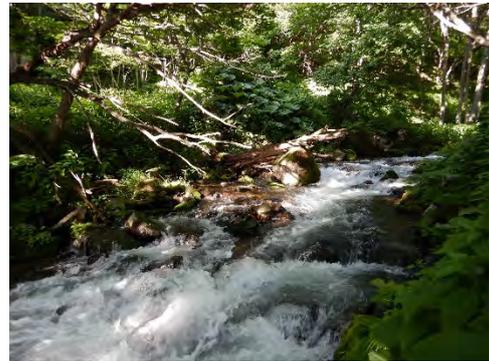


図 3. 採水箇所斜里側(2)

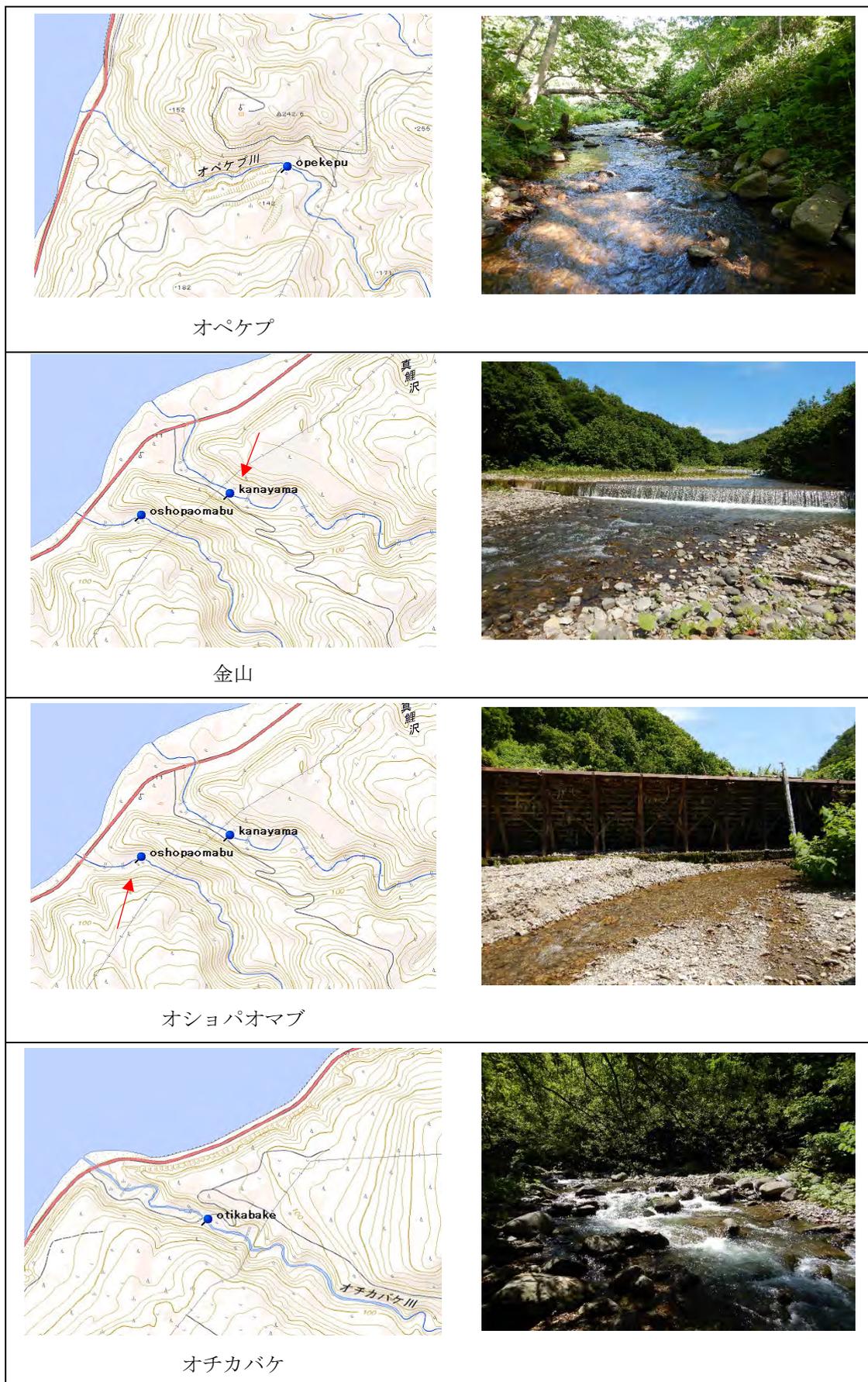
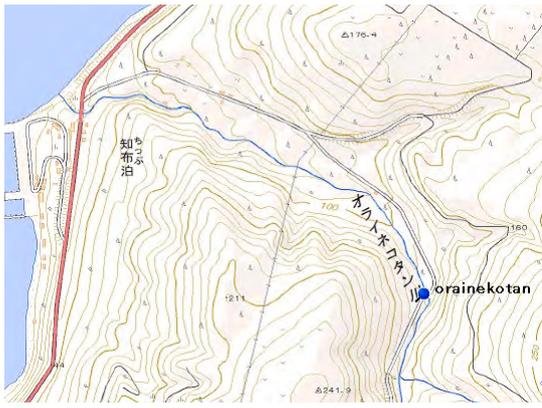
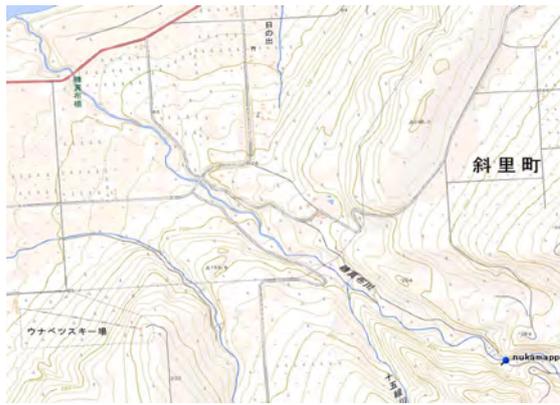


図 4. 採水箇所斜里側(3)



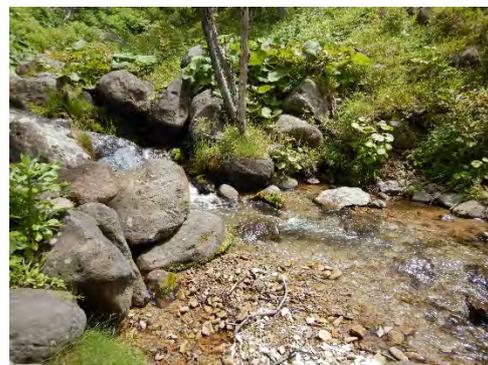
オライネコタン



糠真布



シマトツカリ



チャカババイ

図 5. 採水箇所斜里側(4)

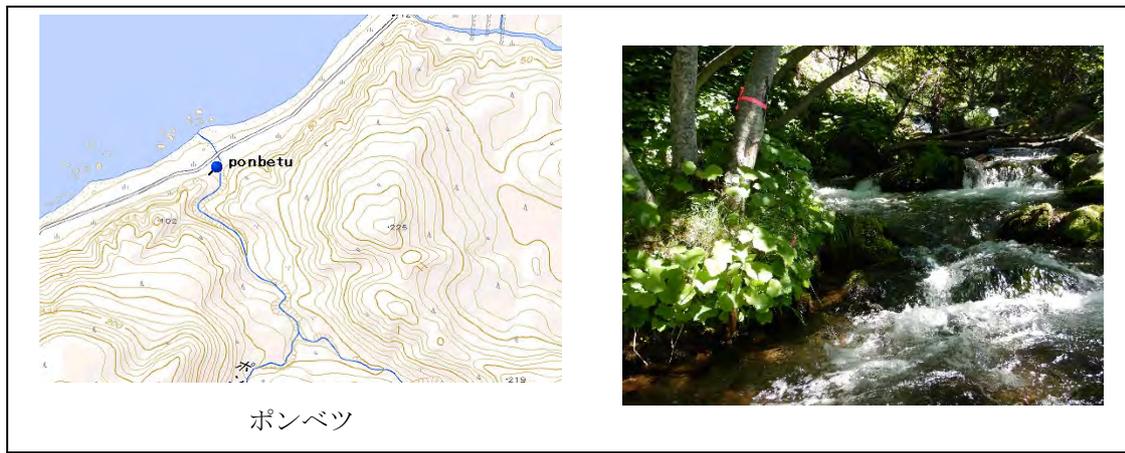


図 6. 採水箇所斜里側(5)



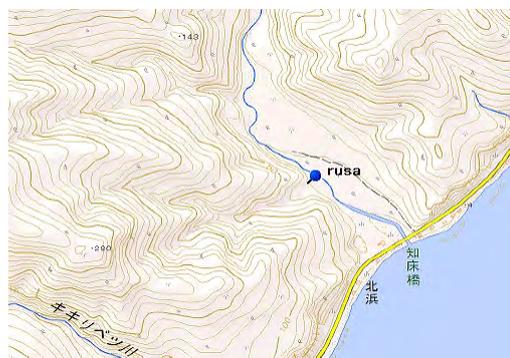
モイレウシ



アイドマリ



オショロコツ



ルサ



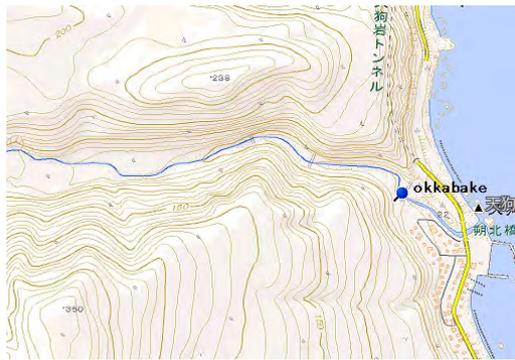
図7. 採水箇所羅臼側(1)



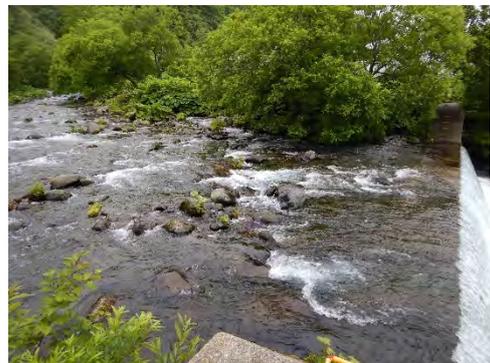
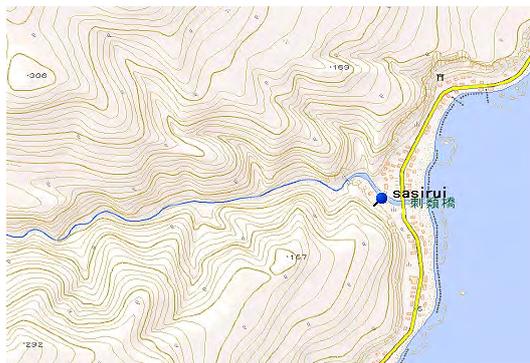
図 8. 採水箇所羅臼側(2)



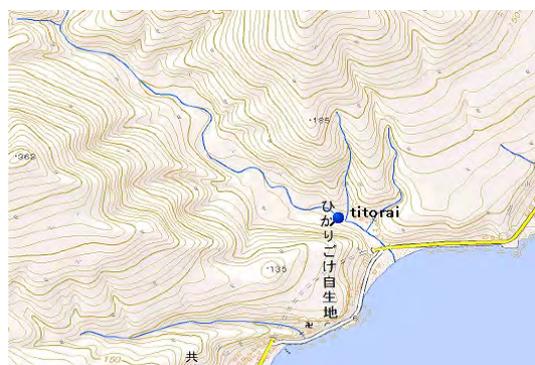
モセカルベツ



オッカバケ

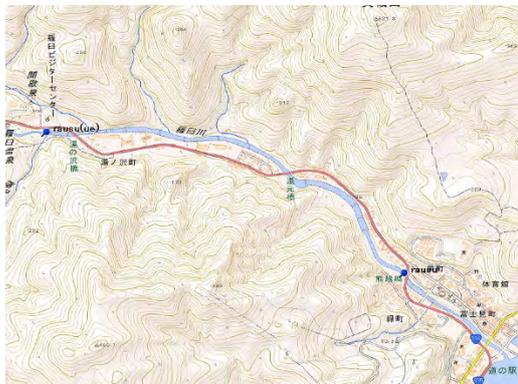


サシルイ



知徒来

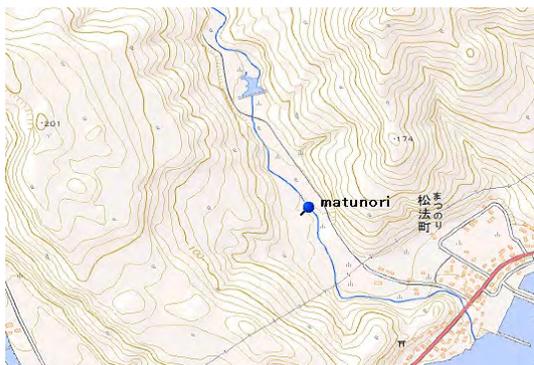
図9. 採水箇所羅臼側(3)



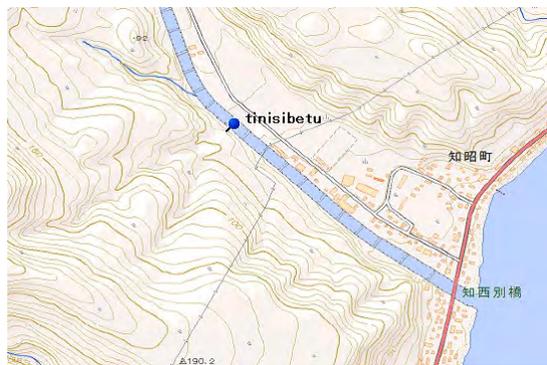
羅臼



上流採水地点



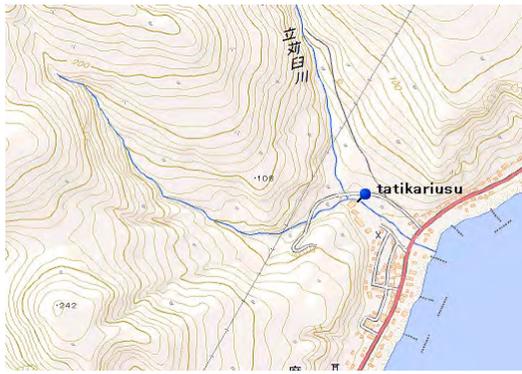
松法



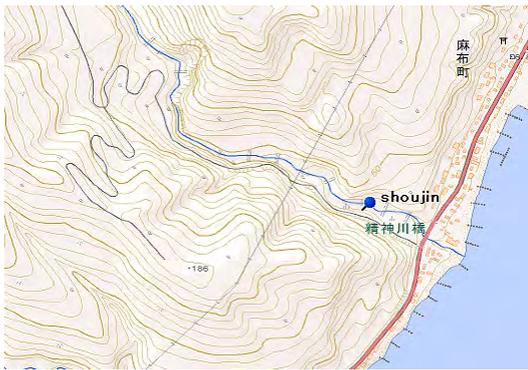
知西別



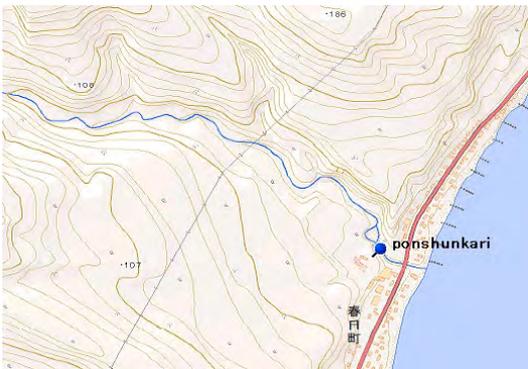
図 10. 調査箇所羅臼側(4)



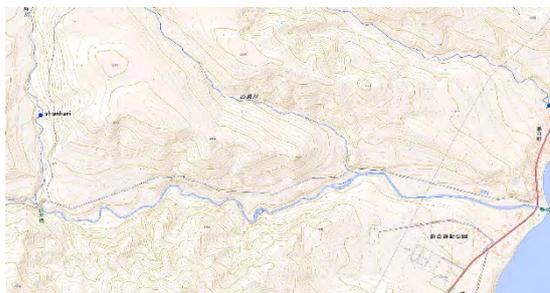
立新白



精神



ポン春新古丹



春新古丹



図 11. 採水箇所羅白側(5)



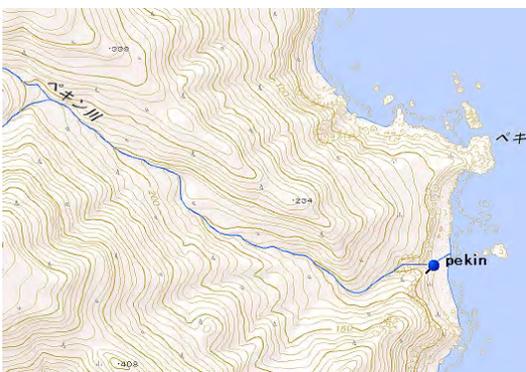
茶志別



ポン陸士別



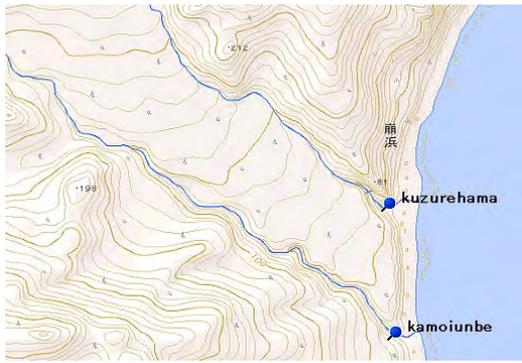
居麻布



ペキン



図 12. 採水箇所羅臼側(6)



クズレハマ



カモイウンベ

図 13. 採水箇所羅臼側(7)

3.2. 環境DNA解析方法

半島先端5河川(ペキン, クズレハマ, カモイウンベ, チャカババイ, ポンベツ) (R2 (2020) 年6月18-27日, 10月1-2日採水) を改良版・サケ科魚類メタバーコーディング (Salmon-U2) 解析[以下、改良版NGS解析という]を行った。

解析の内容は次のとおりである。

- ① 知床半島での遺伝子浸透を考慮し, アメマスの生息はないものと仮定して両種のミトコンドリアDNAをオショロコマ由来と見なした(浸透率=アメDNA/[アメ+オショロDNA])。
- ② DNA増幅時に添付した濃度既知の内部標準(人工DNA配列)を基に濃度を推定した。
- ③ 先端5河川について, R2(2020)年6月, R2(2020)年10月サンプルに加え, R1(2019)年6月サンプルも改良版NGS解析を行った。
- ④ H30(2018), R1(2019)捕獲調査と同時採水した17河川の環境DNAサンプルについても同様に解析し, 平均環境DNA濃度をもとに推定生息個体数密度(個体数/100 m²), 推定生息湿重量(g/100 m²)換算を行った。

(2018年: ルシャ, イダシュベツ, ホロベツ, 糠真布, 精神, 知西別, 知徒来, 金山, シマトツカリ)

(2019年: オライネコタン, オショパオマブ, 松法, フンベ, オショコマナイ, チャラッセナイ, ルサ, オッカバケ)

4. 調査結果

4.1. 知床半島先端5河川におけるサケ科魚類

半島先端5河川（ペキン、クズレハマ、カモイウンベ、チャカババイ、ポンベツ）で、R2（2020）年6月、10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河川ですべての河川においてオショロコマ DNA が検出されたほか、10月サンプルからはカモイウンベでサケ、カラフトマス DNA、ペキン、ポンベツでカラフトマス DNA が同時検出された。なお、全5河川でニジマスは非検出だった。

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解析

河川名	R2（2020）年6月 サンプル	R2（2020）年10月サンプル		
	オショロコマ	オショロコマ	サケ	カラフトマス
ペキン	○	○		○
クズレハマ	○	○		
カモイウンベ	○	○	○	○
チャカババイ	○	○		
ポンベツ	○	○		○

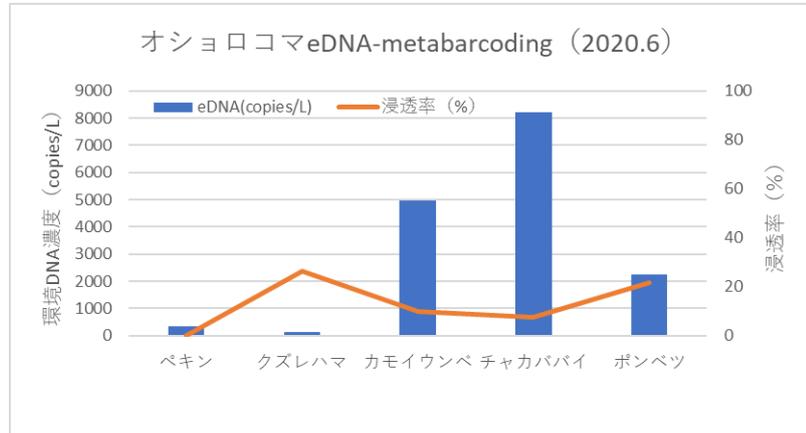
※ ○はDNA検出を表す

4.2. 環境 DNA 濃度推定値

R2 (2020) 年 6 月, 10 月に採水したサンプルの環境 DNA 濃度推定値 (環境水 1 リットルあたりの DNA コピー数) を図 14 に表した. 上段が R2 年 6 月で下段が 10 月で, 青の棒グラフが DNA 濃度でオレンジの折れ線が浸透率である. チャカババイのコピー数が最も大きく, クズレハマが最も低くなっている. 6 月, 10 月を見比べると推定浸透率の絶対値 (右軸) は大きく異なるが, 推定コピー数 (左軸) は安定していると言える.

R2 年 6 月 濃度推定値

ペキン	335
クズレハマ	146
カモイウンベ	4,957
チャカババイ	8,212
ポンベツ	2,257



R2 年 10 月 濃度推定値

ペキン	907
クズレハマ	438
カモイウンベ	7,746
チャカババイ	8,420
ポンベツ	2,694

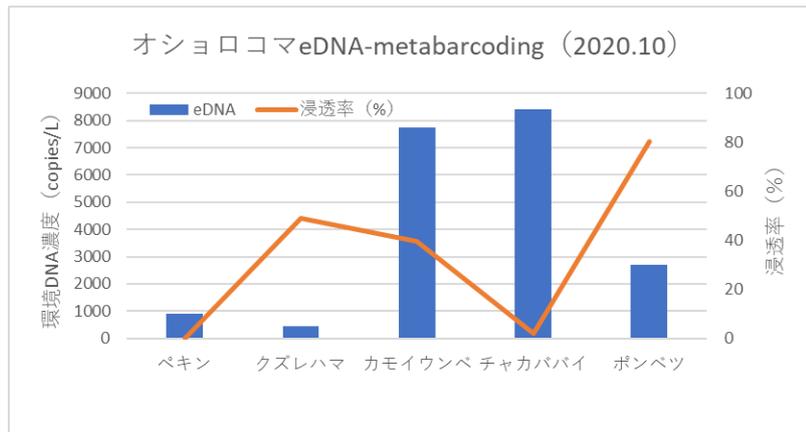


図 14. 半島先端 5 河川のオシヨロコマ環境 DNA 濃度推定値

図 15 の中の赤囲い部分は昨年度 (R1 (2019) 年) の先端 5 河川での定量 PCR 結果を表したものである. 図 15 は遺伝子浸透を考慮していないデータだが, 棒グラフの高さを 5 河川間で見比べると図 14 に示す今年 (R2 (2020) 年) のデータに定性的に合致していることが理解できる.

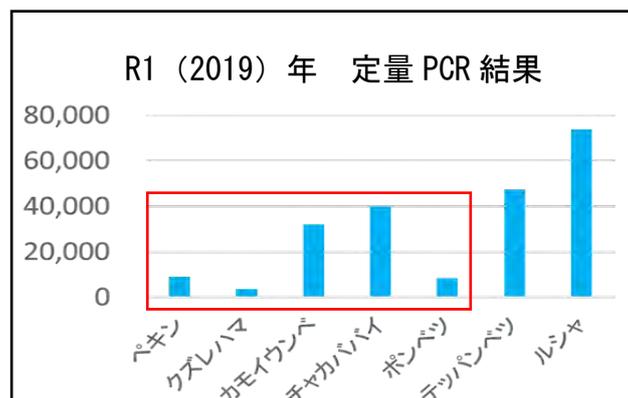


図 15. R1 (2019) 年採水サンプルにおける定量 PCR 結果

4.3. オシヨロコマ生物量推定の試行的実施

半島先端5河川のオシヨロコマ生物量推定を試行的に実施した。

H30(2018)年, R1(2019)年調査の魚類採捕17河川では, 採捕調査直前に採水ろ過を実施している。そのサンプルの環境DNA濃度推定値と, 実際の採捕における生息個体数密度, 生息湿重量との関係は表7のとおりである。

表7. H30(2018)年, R1(2019)年の魚類採捕17河川のDNA濃度等

区分	環境DNA濃度推定値 (環境水1LあたりのDNAコピ-数)	生息個体数密度 (個体数/100 m ²)	推定生息湿重量 (g/100 m ²)
採捕17河川平均	6,152	43.40	1,223.2

表7の値を用いて, R1(2019)年6月に採水したサンプルを改良版NGS解析で再分析し, 環境DNA濃度推定値から生息個体数密度, 生息湿重量を表8のとおり推定した。また, R2(2020)年6月, 10月に採水したサンプルの環境DNA濃度推定値から生息個体数密度, 生息湿重量を表9, 表10のとおり推定した。

R1(2019)年からR2(2020)年にかけてクズレハマ, ポンベツでは生物量減, カモイウンベ, チャカカバイでは増傾向が見られる。

表8. R1(2019)年6月の半島先端5河川のオシヨロコマ生物量推定

区分	環境DNA濃度推定値 (環境水1LあたりのDNAコピ-数)	生息個体数密度 (個体数/100 m ²)	生息湿重量 (g/100 m ²)
ペキン	730	5.15	145.3
クズレハマ	581	4.10	115.8
カモイウンベ	4,380	30.90	870.8
チャカカバイ	5,301	37.40	1,056.2
ポンベツ	7,003	49.40	1,395.1

表9. R2(2020)年6月の半島先端5河川のオシヨロコマ生物量推定

区分	環境DNA濃度推定値 (環境水1LあたりのDNAコピ-数)	生息個体数密度 (個体数/100 m ²)	生息湿重量 (g/100 m ²)
ペキン	335	2.36	66.6
クズレハマ	146	1.03	29.1
カモイウンベ	4,957	34.90	985.6
チャカカバイ	8,212	57.90	1,632.8
ポンベツ	2,257	15.90	448.7

表10. R2(2020)年10月の半島先端5河川のオシヨロコマ生物量推定

区分	環境DNA濃度推定値 (環境水1LあたりのDNAコピ-数)	生息個体数密度 (個体数/100 m ²)	生息湿重量 (g/100 m ²)
ペキン	907	6.39	180.3
クズレハマ	438	3.09	87.1
カモイウンベ	7,746	54.60	1,540.0
チャカカバイ	8,420	59.30	1,674.2
ポンベツ	2,694	19.00	535.7

4.4. ネガティブコントロールの結果

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 8 本のネガティブコントロール（精製水ろ過フィルター）サンプルを解析した結果、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、オショロコマ 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. 今後の課題等

本年度は試行的に、環境 DNA 濃度から生息個体数密度、生息湿重量を推定したが、推定精度を向上するために、知床半島におけるオシロコマについての DNA コピー数と生物量の相関に関する基礎データ蓄積が今後の課題である。

また、10月の採水サンプルからはカラフトマス、サケの DNA が検出されていることから、その遡上時期に合わせて採水を行うならば、改良版 NGS 解析はカラフトマス、サケの資源量のモニタリングにも活用が可能な手法と考えられる。

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.