

平成30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

平成31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准教授（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。また、河川工作物アドバイザー会議については「第Ⅲ章 河川工作物アドバイザー会議」に取りまとめた。

本報告書は、第Ⅰ章～第Ⅲ章を合わせて「平成30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	17
1) 水温調査	17
2) 魚類生息調査.....	17
3) 物理環境調査.....	18
4) その他	18
5) 調査日程	20
調査結果	21
2.3. 水温データ	21
2.4. 生息調査データ.....	28
1) 採捕魚種の推定生息個体数密度・推定生息湿重量密度.....	28
2) 尾叉長組成	32
3) 他魚種の尾叉長または全長組成.....	33
2.5. 物理環境データ.....	40
2.6. その他データ.....	42
1) ダム密度	42
3. 考察	45
3.1. 水温とオショロコマの生息状況の関係.....	45
3.2. その他淡水魚の生息状況.....	46
1) シマトツカリ.....	46
2) 知西別	50
3) ニジマスとオショロコマの関係.....	53
4. 評価	54
1) 遺産登録時の生物多様性が維持されているか.....	54
2) 気候変動の影響もしくは影響の予兆はあるか.....	54
5. 参考文献	55

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ョロコマ (*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)。

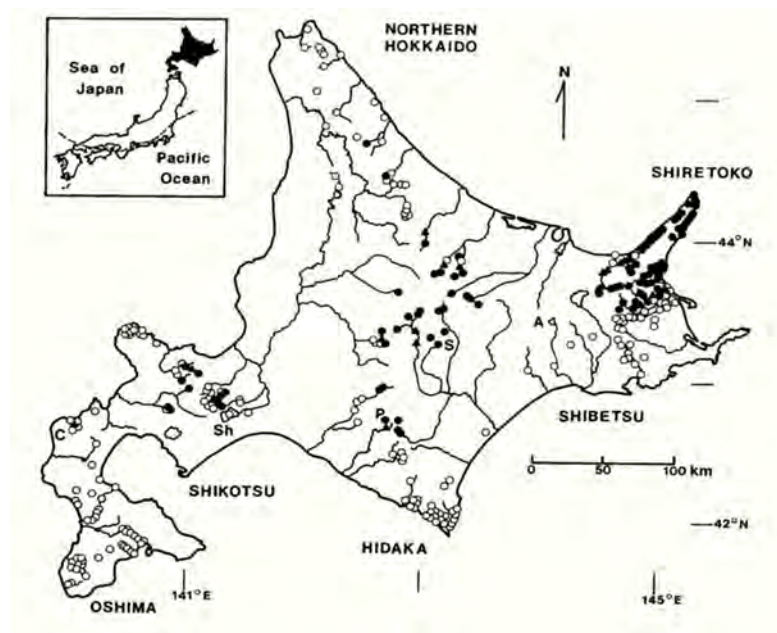


図 1. 北海道におけるアメマス (○) とオショロコマ (●) の分布 (Fausch et al. 1994)

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、オショ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、H30 (2018) 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

H30（2018）年の調査では、西岸と東岸あわせて 37 河川に水温計を設置し、そのうち 9 河川について魚類・物理環境調査を実施した（図 2、表 1）。

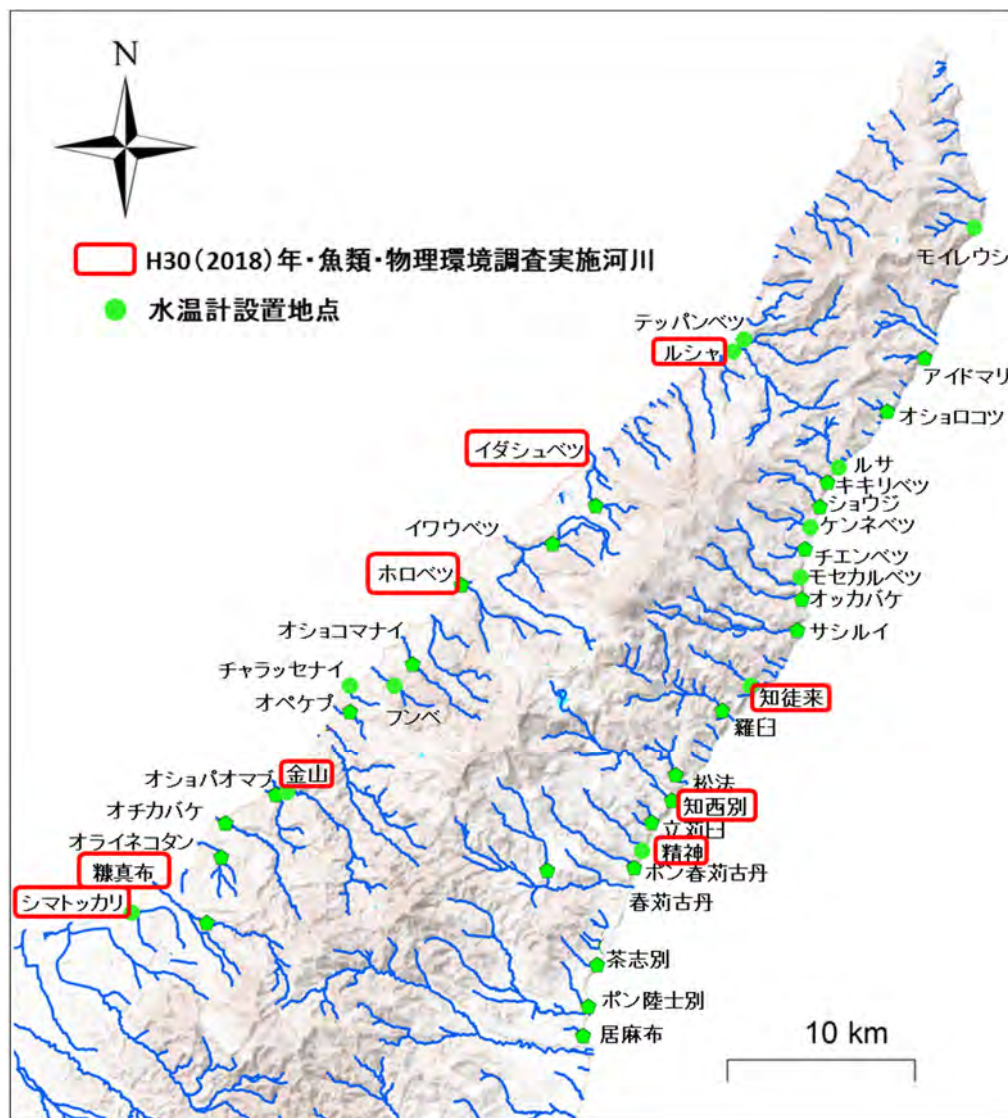


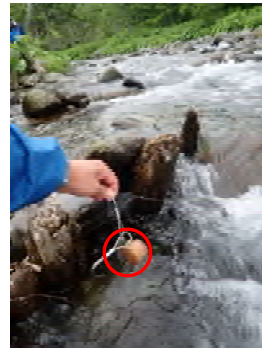
図 2. 水温計の設置地点および魚類・物理環境調査の実施地点

表 1. H30（2018）年の水位計設置地点の座標値

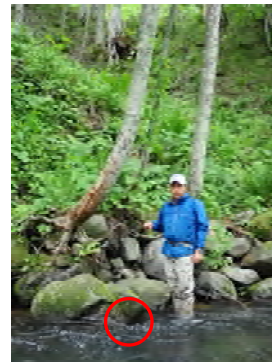
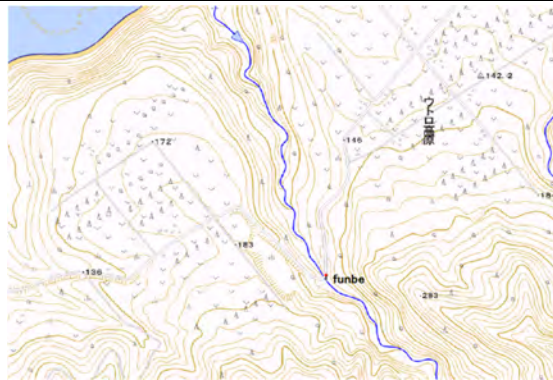
河川名			WGS1984_y	WGS1984_x
西岸 斜里側	1	テッパンベツ	44. 201408	145. 198692
	2	ルシャ	44. 198097	145. 195922
	3	イダシュベツ	44. 122368	145. 103451
	4	イワウベツ	44. 104313	145. 073816
	5	ホロベツ	44. 084972	145. 011767
	6	フンベ	44. 047349	144. 980473
	7	オショコマナイ	44. 043710	144. 955593
	8	チャラッセナイ	44. 038357	144. 935662
	9	オペケプ	44. 024695	144. 938663
	10	かなやま 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	ぬかまっぶ 糠真布	43. 923434	144. 842231
	15	シマトツカリ	43. 926144	144. 796928
東岸 羅臼側	16	モイレウシ	44. 255879	145. 359998
	17	アイドマリ	44. 190890	145. 324541
	18	オショロコツ	44. 165649	145. 298474
	19	ルサ	44. 139602	145. 264488
	20	キキリベツ	44. 132154	145. 258340
	21	ショウジ	44. 120616	145. 252882
	22	ケンネベツ	44. 111546	145. 247389
	23	チエンベツ	44. 100568	145. 241845
	24	モセカルベツ	44. 084212	145. 237465
	25	オッカバケ	44. 075869	145. 240284
	26	サシルイ	44. 062016	145. 236459
	27	ちとらい 知徒来	44. 034044	145. 207630
	28	らうす 羅臼	44. 023169	145. 186583
	29	まつのり 松法	43. 992023	145. 155049
	30	ちにしべつ 知西別	43. 979523	145. 153151
	31	たちかりうす 立莉臼	43. 969876	145. 138978
	32	しょうじん 精神	43. 958207	145. 131909
	33	しゅんかりこたん ポン春莉古丹	43. 947998	145. 126430
	34	しゅんかりこたん 春莉古丹	43. 947027	145. 068958
	35	ちやしべつ 茶志別	43. 901848	145. 100904
	36	りくしべつ ポン陸士別	43. 881968	145. 095330
	37	おるまっぶ 居麻布	43. 868148	145. 091335



写真 1. 調査箇所 (1)



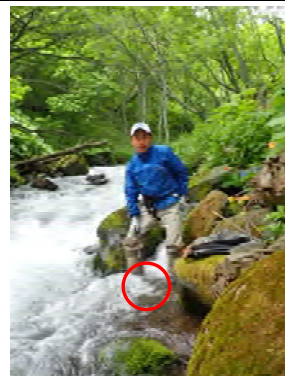
ホロボツ (西岸)



フンベ (西岸)

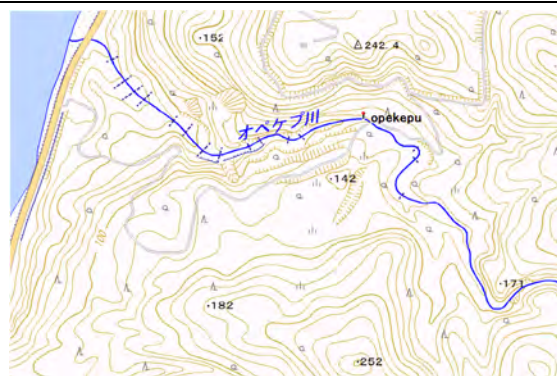


オショコマナイ
(西岸)



チャラッセナイ (西岸)

写真 2. 調査箇所 (2)



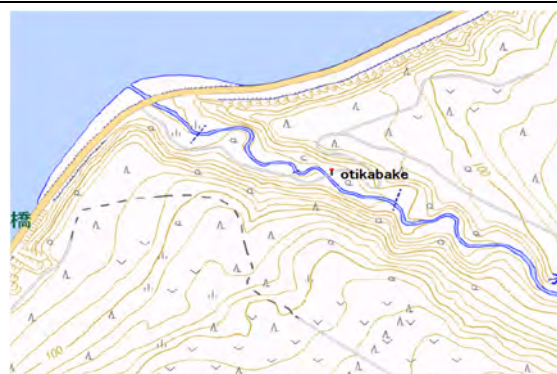
オペケプ (西岸)



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)



写真 4. 調査箇所 (4)

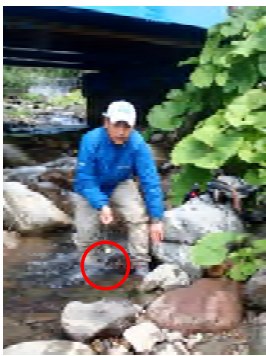
 モイレウシ (東岸)	
 アイドマリ (東岸)	
 オショロコツ (東岸)	
 ルサ (東岸)	

写真 5. 調査箇所 (5)

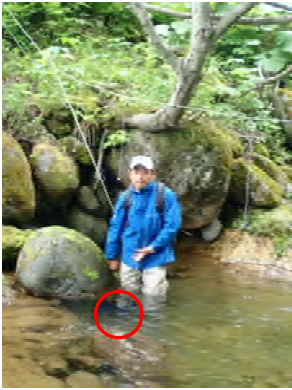
 キキリベツ	 (東岸)
 ショウジ	 (東岸)
 ケンネベツ	 (東岸)
 チエンベツ	 (東岸)

写真 6. 調査箇所 (6)



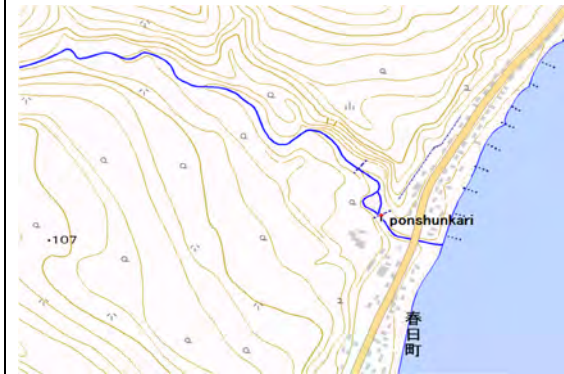
写真 7. 調査箇所 (7)



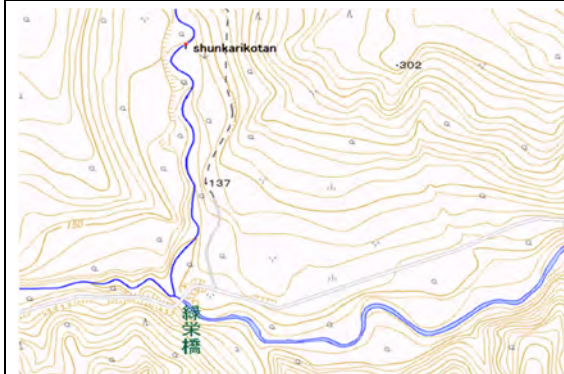
写真 8. 調査箇所 (8)



精神 (東岸)



ポン春苺古丹 (東岸)



春苺古丹 (東岸)



茶志別 (東岸)

写真 9. 調査箇所 (9)



ポン陸士別



(東岸)



居麻布

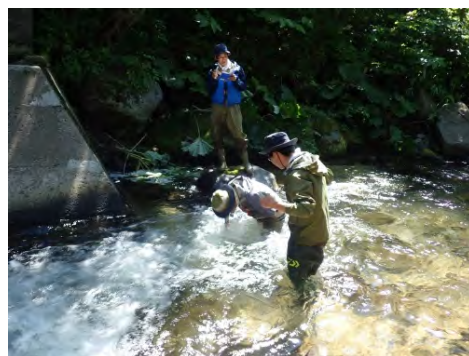


(東岸)

写真 10. 調査箇所 (10)



ルシャ（西岸）



イダシュベツ（西岸）



ホロベツ（西岸）



金山（西岸）



糠真布（西岸）



シマトツカリ（西岸）



知徒来（東岸）



知西別（東岸）

写真 11. H30（2018）年の魚類調査箇所（1）



写真 12. H30（2018）年の魚類調査箇所（2）

なお、過去の調査は、H23（2011）年度¹と H24（2012）年度²に予備調査（1 回採捕（1 パス））を実施し、H25（2013）年度～H29（2017）年度は本調査³（2 回採捕（2 パス））を実施している。

- 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，立莉臼，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，ポン陸士別

¹株式会社ブレック研究所：平成 23 年度世界自然遺産地域の森林生態系における気候変動の影響のモニタリング等事業のうち現地調査等報告書，2012

²一般社団法人日本森林技術協会：平成 24 年度世界自然遺産地域の森林生態系における気候変動の影響のモニタリング等事業のうちプロラグラムの開発等報告書，2013

³ 株式会社森林環境リアライズ：知床半島におけるオショロコマ生息等調査事業，2014～2018

- 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, 立茹臼, 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, ポン春茹古丹, 春茹古丹,
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

2.2. 調査方法

1) 水温調査

対象 37 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 13. ティドビット v 2

2) 魚類生息調査

対象 37 河川のうち、西岸 6 河川（ルシャ、イダシュベツ、ホロベツ、金山、糠真布、シマトッカリ）、東岸 3 河川（知徒来、知西別、精神）において、8～9 月の期間に魚類調査を行った。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、電気ショッカー（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）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。個体数は 2 パス除去法（CAPTURE を使用）を用いて推定し、100 m²あたりの生息数を算出した。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 9 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 H30（2018）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、最高気温を求めた。



写真 14. 電気ショッカーと叉手網による魚類生息調査状況



写真 15. 魚類の体長計測状況



写真 16. 物理環境調査状況

5) 調査日程

H30（2018）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 30 日に，知西別で 8 月 27 日にそれぞれ実施した．

表 2 H30（2018）年の調査日程

区域	番号	河川名	水温計 設置日	水温計 回収日	採捕調査日	物理環境 調査日
西岸 斜里側	1	テッパンベツ	6 月 21 日	10 月 5 日		
	2	ルシャ	6 月 21 日	10 月 5 日	8 月 6 日	8 月 6 日
	3	イダシュベツ	6 月 21 日	10 月 21 日	8 月 7 日	8 月 6 日
	4	イワウベツ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	5	ホロベツ	6 月 21 日	10 月 21 日	8 月 5 日	8 月 5 日
	6	フンベ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	7	オショコマナイ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	8	チャラッセナイ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	9	オペケプ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	10	金山	6 月 21 日	10 月 21 日	8 月 29 日	8 月 29 日
	11	オショパオマブ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	12	オチカバケ	6 月 21 日	10 月 21 日		
	13	オライネコタン	6 月 21 日	10 月 21 日		
	14	糠真布	6 月 21 日	10 月 21 日	8 月 4 日	8 月 4 日
	15	シマトツカリ	6 月 21 日	10 月 21 日	8 月 30 日	8 月 30 日
東岸 羅臼側	16	モイレウシ	6 月 22 日	10 月 2 日		
	17	アイドマリ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	18	オショロコツ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	19	ルサ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	20	キキリベツ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	21	ショウジ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	22	ケンネベツ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	23	チエンベツ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	24	モセカルベツ	6 月 23 日	10 月 22 日		
	25	オッカバケ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	26	サシルイ	6 月 22 日	10 月 22 日		
	27	知徒来	6 月 22 日	10 月 22 日	8 月 28 日	8 月 28 日
	28	羅臼	6 月 23 日	10 月 22 日		
	29	松法	6 月 22 日	10 月 22 日		
	30	知西別	6 月 22 日	10 月 22 日	8 月 27 日	8 月 27 日
	31	立蒨臼	6 月 22 日	10 月 22 日		
	32	精神	6 月 22 日	10 月 22 日	8 月 27 日	8 月 27 日
	33	ポン春蒨古丹	6 月 22 日	10 月 22 日		
	34	春蒨古丹	6 月 22 日	10 月 22 日		
	35	茶志別	6 月 22 日	10 月 22 日		
	36	ポン陸士別	6 月 22 日	10 月 22 日		
	37	居麻布	6 月 22 日	10 月 22 日		

調査結果

2.3. 水温データ

H30(2018)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。

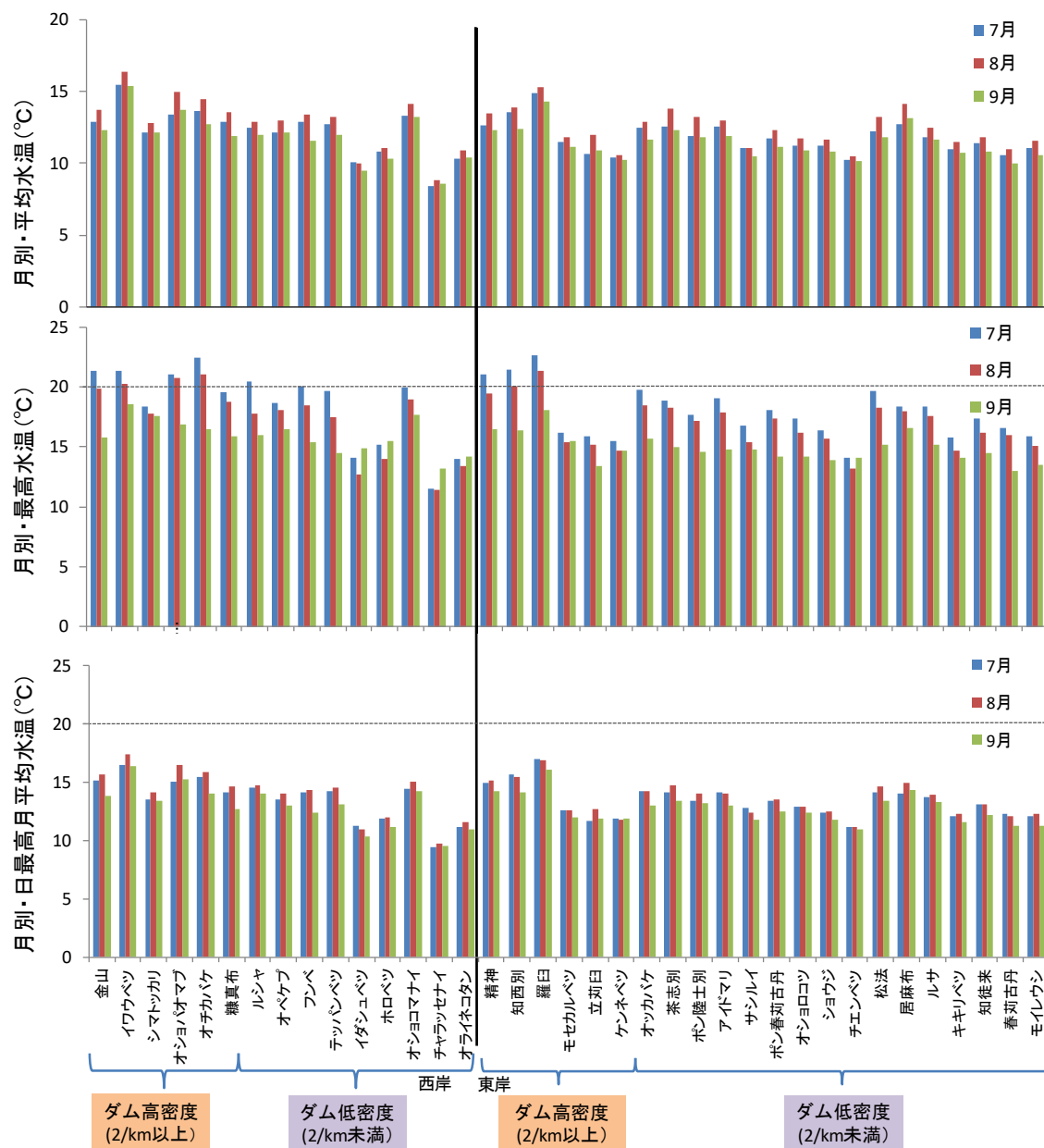


図3. H30(2018)年の7～9月に観測された月毎の日平均水温の平均、日最高水温の平均および日最高月平均水温

平均水温については、盛夏（8月）に15℃を上回った河川は西岸のイワウベツ、東岸の羅臼のみであった。逆にチャラッセナイでは約9℃と最も低かった。最高水温については、盛夏（8月）に20℃を超えた河川は、西岸でイワウベツ、オショパオマブ、オチカバケ、東岸では知西別と羅臼であった。一方で、チャラッセナイでは10℃程度ときわめて低かった。なお、盛夏（8月）に日最高月平均水温が20℃を超えた河川は認められなかった。

H30（2018）年に魚類・物理環境調査を行った9河川について、7～9月の平均水温、日最高水温の平均、最高水温の平均、最高水温の経年変化（H18（2006）～H30（2018）年）を図4～12に示す。経年が水温に及ぼす影響について単回帰分析を行った結果、西岸河川ではルシャで有意な上昇傾向、糠真布では逆に下降傾向が認められた。東岸では、知西別で有意な上昇傾向が、知徒来、精神では有意な下降傾向が認められた。

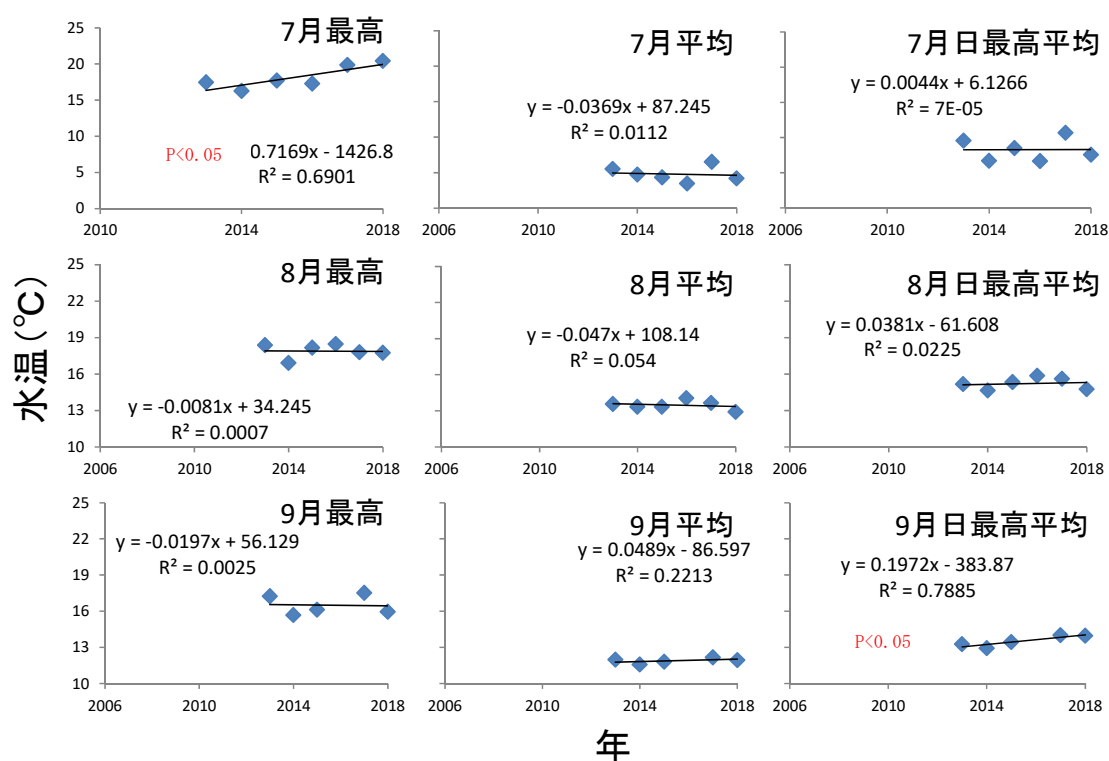


図 4. H30（2018）年調査河川・ルシャ川の7～9月の平均水温、日最高水温の平均、最高水温の値の経年変化

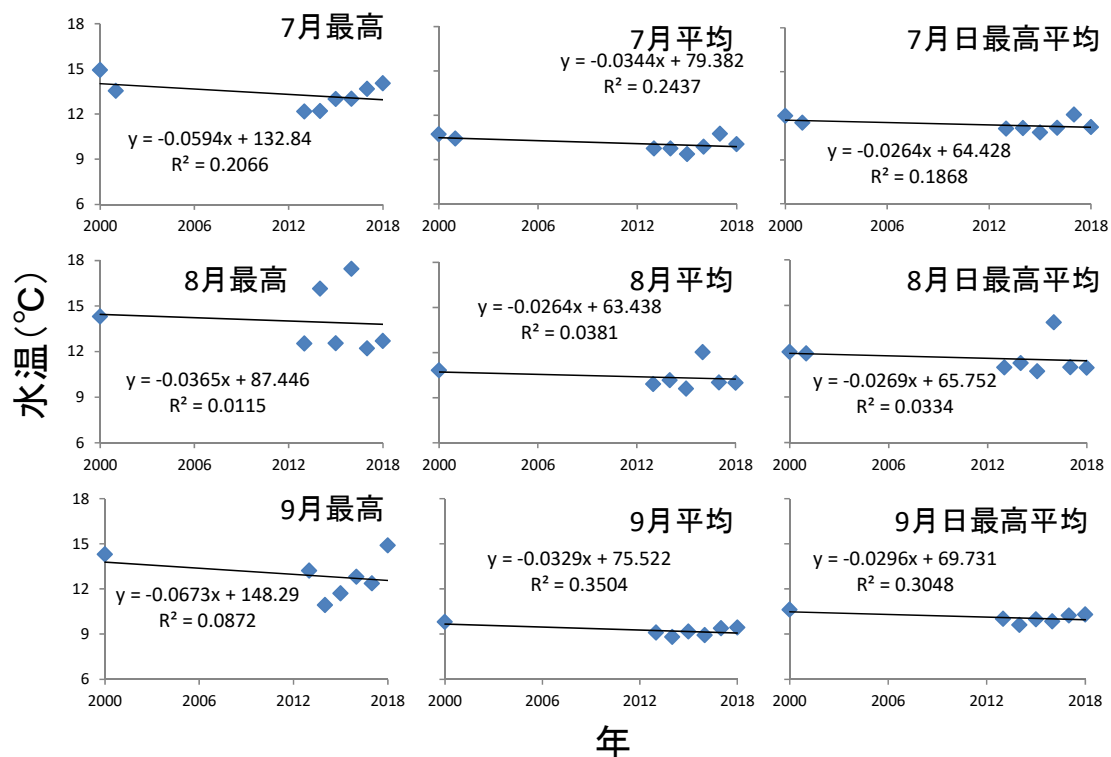


図 5. H30 (2018) 年調査河川・イダシュベツ川の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

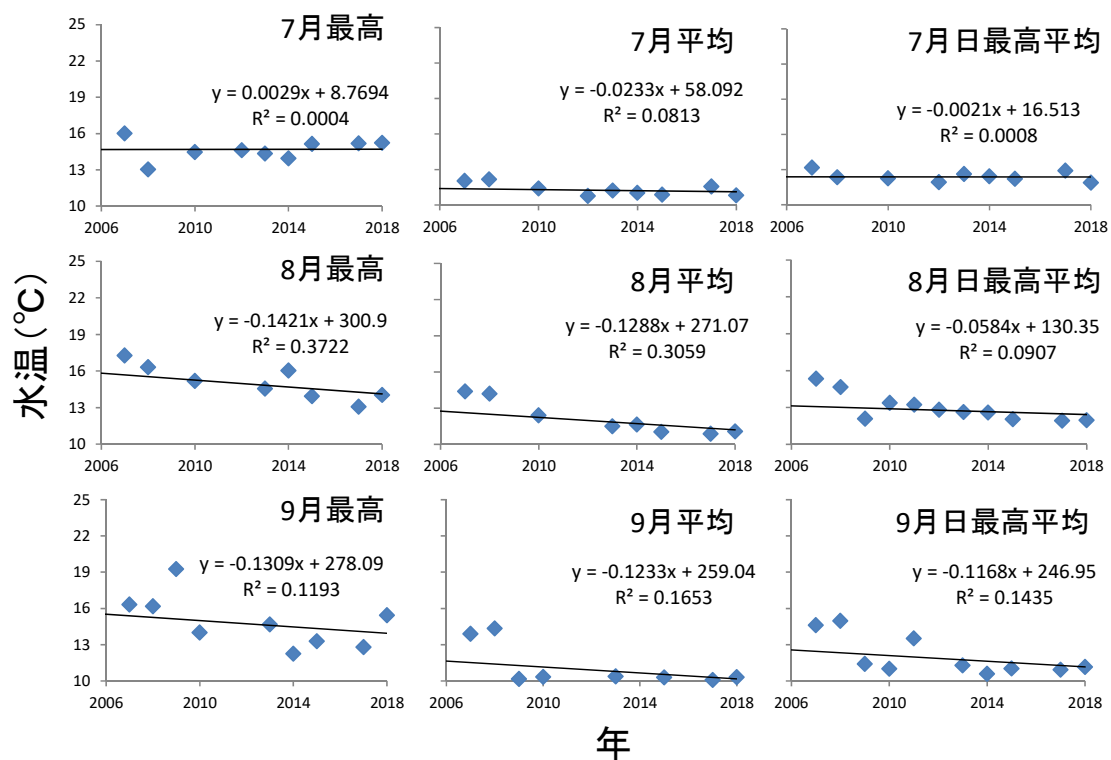


図 6. H30 (2018) 年調査河川・ホロボツ川の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

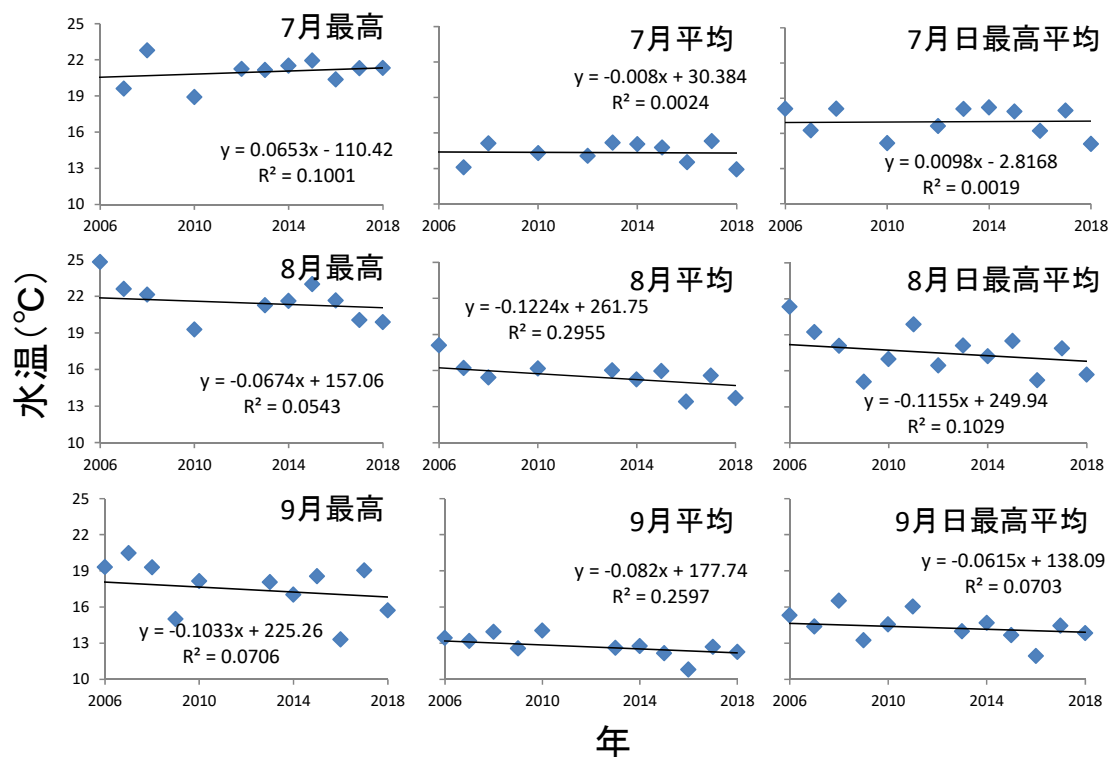


図 7. H30 (2018) 年調査河川・金山川の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

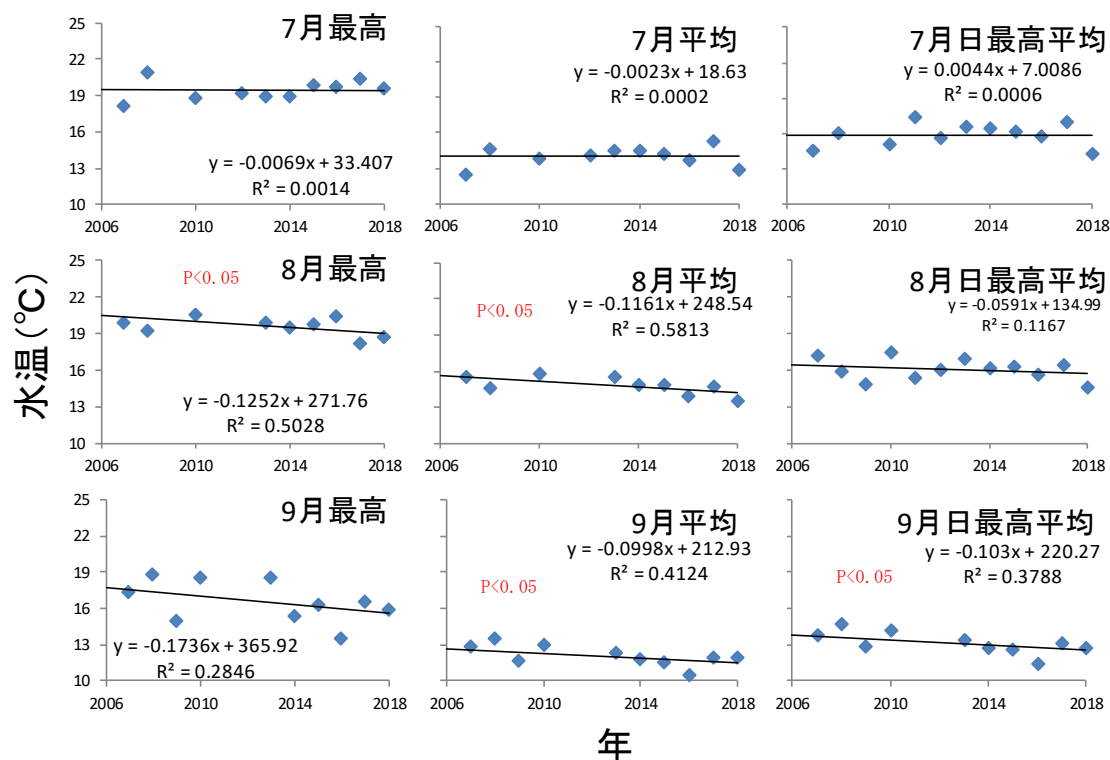


図 8. H30 (2018) 年調査河川・糠真布川の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

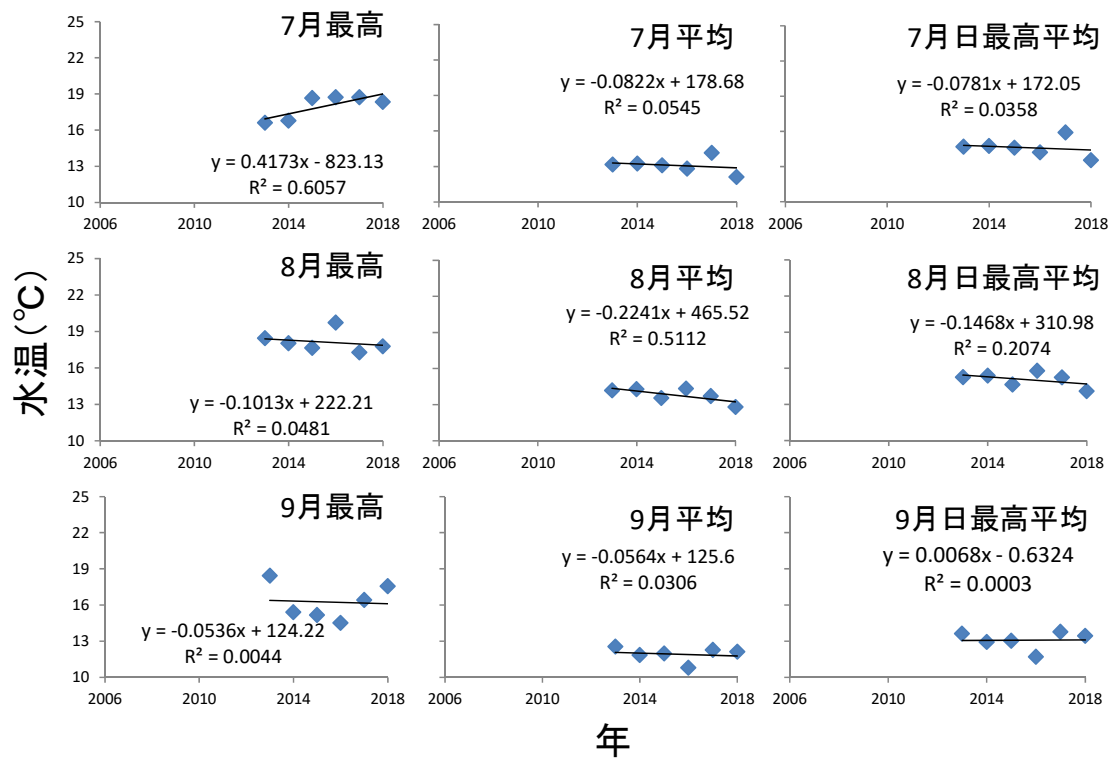


図 9. H30（2018）年調査河川・シマトッカリ川の7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

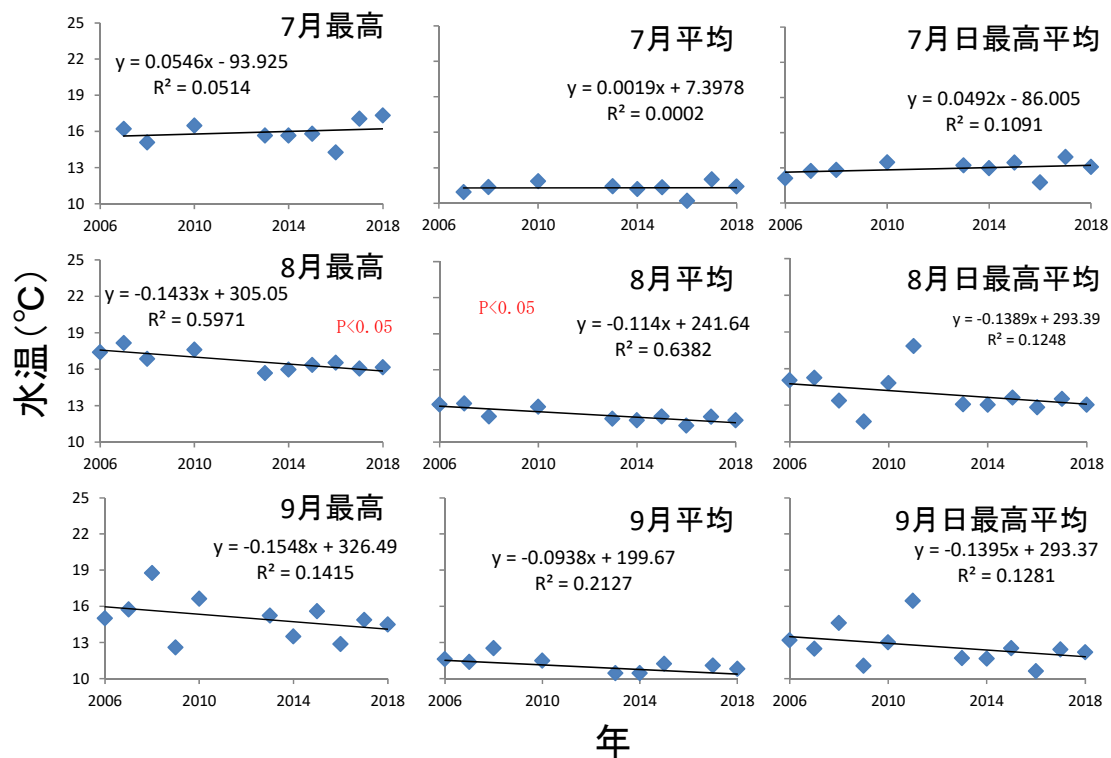


図 10. H30（2018）年調査河川・知徒来川の7～9月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

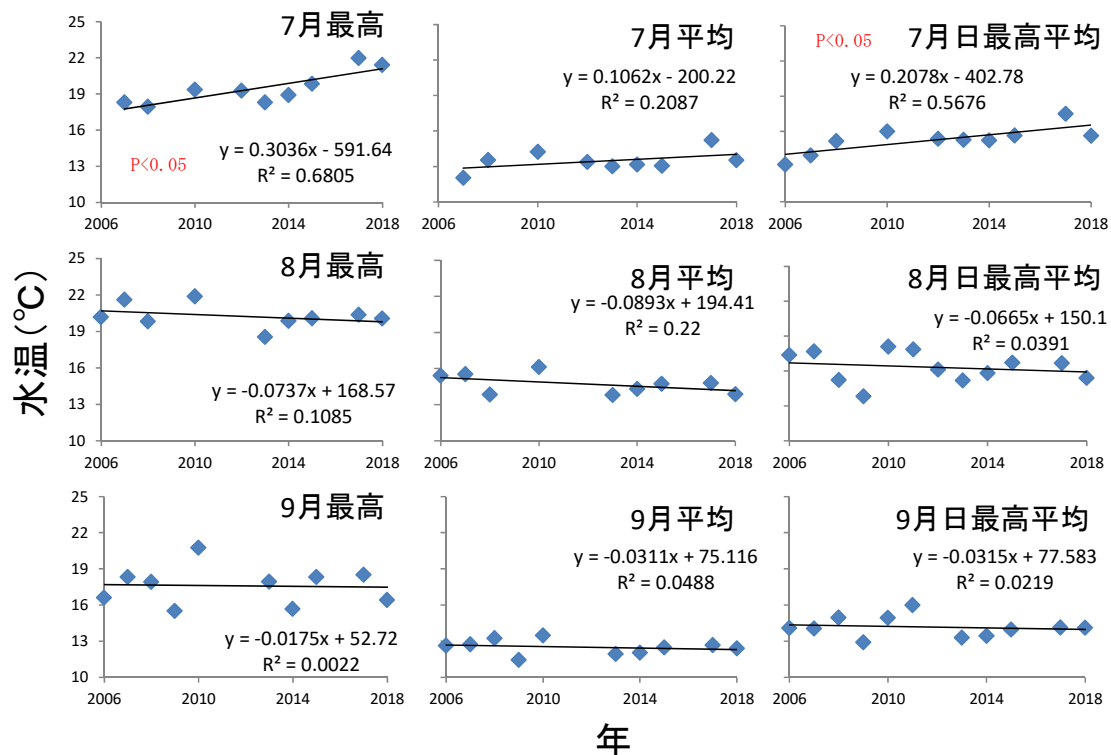


図 11. H30 (2018) 年調査河川・知西別川の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

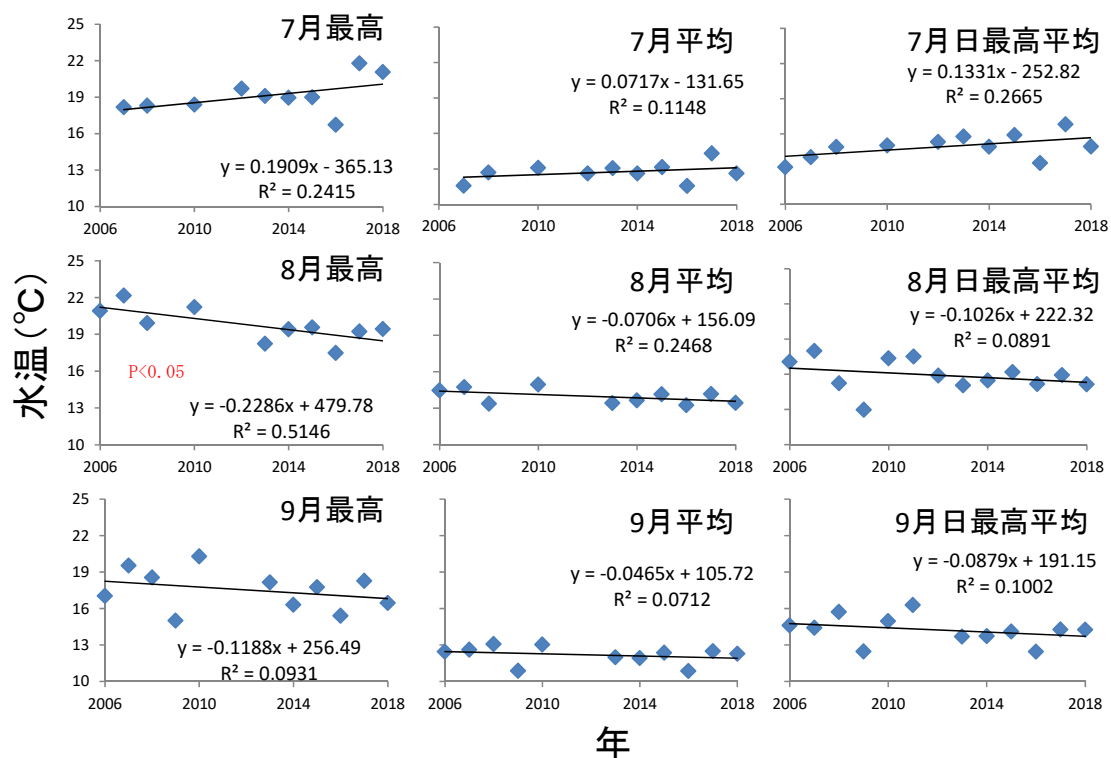


図 12. H30 (2018) 年調査河川・精神川の 7～9 月の平均水温，日最高水温の平均，最高水温の値の経年変化

さらに、対象 37 河川の水温の経年変化の回帰分析を行った結果を表 3 に示す。14 河川で有意な上昇傾向が認められた一方で、12 河川では有意な下降傾向が認められた。西岸・東岸いずれの地域においても水温が経年的に上昇した河川と下降した河川が混在した。

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	テッパンベツ				+					
	ルシャ				+					+
	イダシュベツ									
	●イワウベツ		-		+				-	
	ホロベツ									
	フンベ		-			-				
	オショコマナイ		-	-					-	
	チャラッセナイ									
	オペケブ		-							
	●金山									
	●オショパオマブ				+					
	●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									
	アイドマリ		-	-		-			-	-
	オショロコツ				+			+		
	ルサ						-		-	
	キギリベツ				+					
	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				+			+		
	●立茹臼									
	●精神					-				
	ポン春茹古丹									
	春茹古丹		-	-						-
	茶志別									
	ポン陸士別									
	居麻布									

●はダム高密度河川。

2.4. 生息調査データ

1) 採捕魚種の推定生息個体数密度・推定生息湿重量密度

H30（2018）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。オショロコマは調査を実施した9河川すべてで採捕され、推定生息個体数密度（湿重量密度）は知徒来で120個体/100m²（3749g/100m²）を超えるきわめて高い値を示した。推定1.7個体/100m²（35g/100m²）未満を示した金山、シマトツカリ、知西別との間で大きな相違が認められた。河川型のサクラマス（ヤマメ）が4河川で確認され、シマトツカリにおいて最も高い値（16.9個体/100m²）が示された。

表4. 平成30（2018）年度、採捕された全魚種の河川別推定生息数密度一覧表

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	イバラトミヨ	カワヤツメ	フクドジョウ	エゾハナカジカ
ルシャ	85.1	1.7	-	1.5	-	-	-	-	-	-
イダシュベツ	60.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ホロベツ	59.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
金山	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
糠真布	45.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シマトツカリ	0.5	16.9	1.0	-	3.2	-	14.1	0.9	-	0.6
知徒来	123.1	2.4	1.3	-	-	-	-	-	-	-
知西別	1.0	0.2	7.3	0.8	-	11.6	-	-	107.2	-
精神	22.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表5. 平成30（2018）年度、河川別のオショロコマの推定生息湿重量密度

河川名	オショロコマ生息量(g/100m ²)
ルシャ	1658.7
イダシュベツ	1592.6
ホロベツ	2130.1
金山	35.4
糠真布	1120.5
シマトツカリ	5.0
知徒来	3749.7
知西別	21.3
精神	71.0

H30（2018）年および過去（H19、H20およびH24年とH25（2013）～H30（2018）年）のオショロコマ推定生息密度を比較するとともに、これらとH30（2018）年8月の日最高水温の平均との関係を図13（左より水温の昇順に並べた）に示す。イダシュベツ、ホロベツおよび知徒来では8月の水温が12～14℃程度と低水準で、これらのうち知徒来で上述の通りオショロコマの推定生息密度は120個体/100m²を超え、極めて高かった。これに対し、精神、知西別、金山では15～16℃程度とやや高水準の水温が記録され、特に知西別と金山で推定生息密度は極めて低かった。また、H30（2018）年のオショロコマ推定生息密度を過去（H19（2007）～20（2008）年）のそれと比較すると、イダシュベツ、知徒来、糠真布、ルシャではより高い値を示した。逆に、精神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。

H30（2018）年および過去（H25（2013）～H30（2018）年）と H30（2018）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 14（左より水温の昇順に並べた）に示す。オショロコマ推定湿重量密度についても、推定生息密度と同様の傾向が認められた。

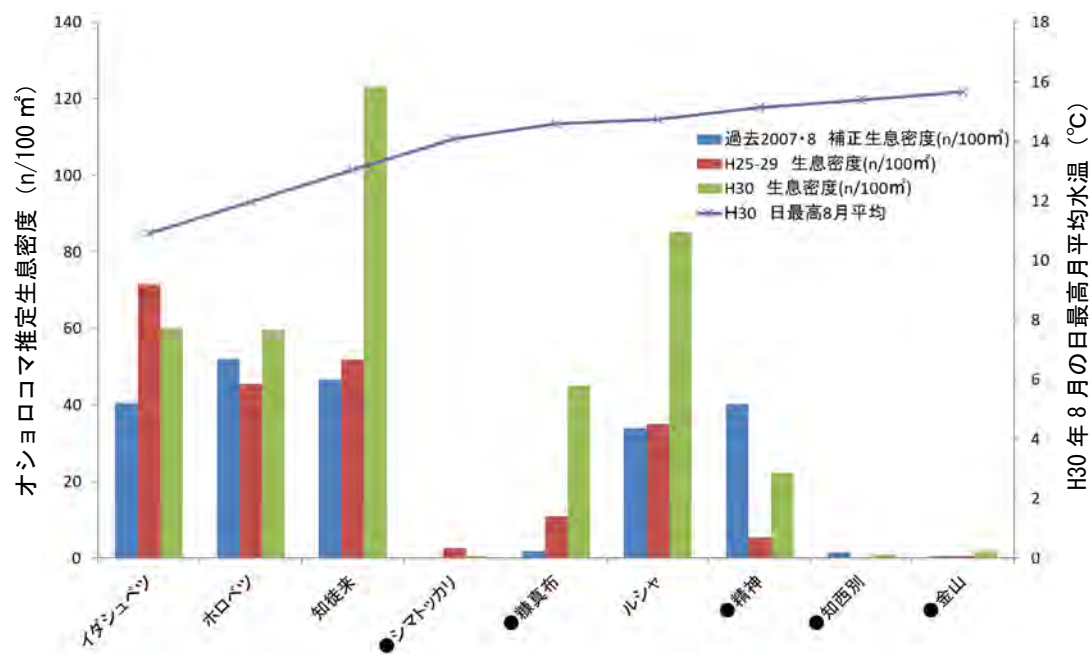


図 13. H30（2018）年 8 月の日最高水温の平均と H30（2018）年および過去（H19（2007）年および H20（2008）年）のオショロコマ河川別推定生息密度の比較。●はダム高密度（2 基/km 以上）の河川を示す

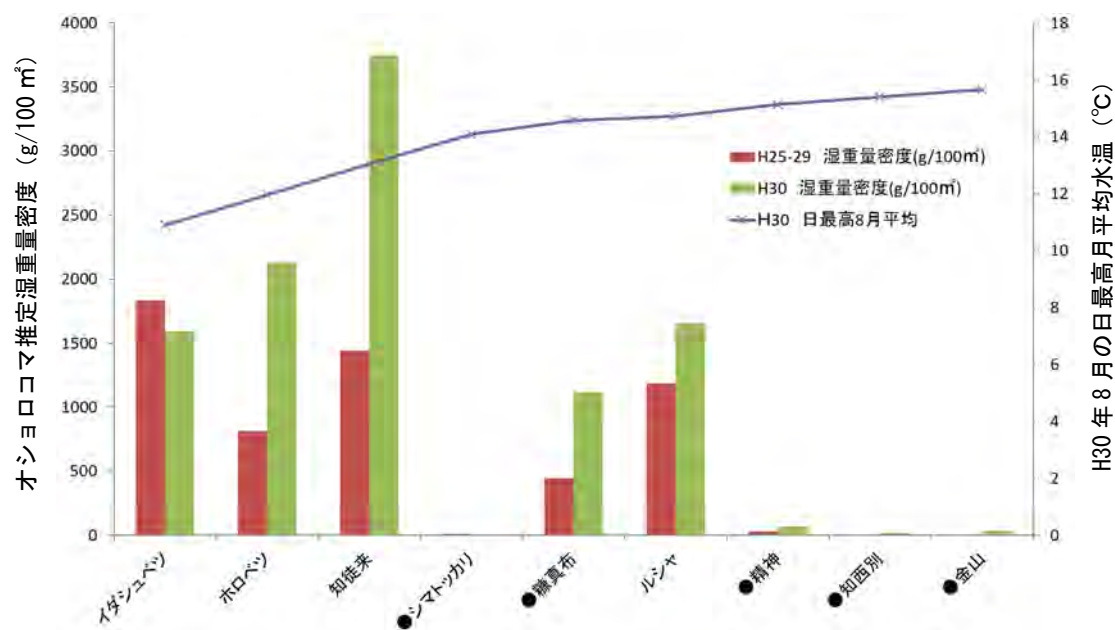


図 14. H30（2018）年 8 月の日最高水温の平均と H30（2018）年および過去（H25（2013）～H30（2018）年）のオショロコマ河川別推定湿重量密度の比較。

過去（H19（2007）、H20（2008）およびH24（2012）年）とH25（2013）～H30（2018）年のオショロコマ推定生息密度を比較するとともに、これらとH25（2013）～H30（2018）年8月の日最高水温の平均との比較を図15に示す（左より水温の昇順に並べた）。また、H25（2013）～H30（2018）年のオショロコマ推定湿重量密度を比較するとともに、これらとH25（2013）～H30（2018）年8月の日最高水温の平均との比較を図16に示す（左より水温の昇順に並べた）。水温が高水準の河川でオショロコマの推定生息密度、推定湿重量密度が低い傾向が認められた。

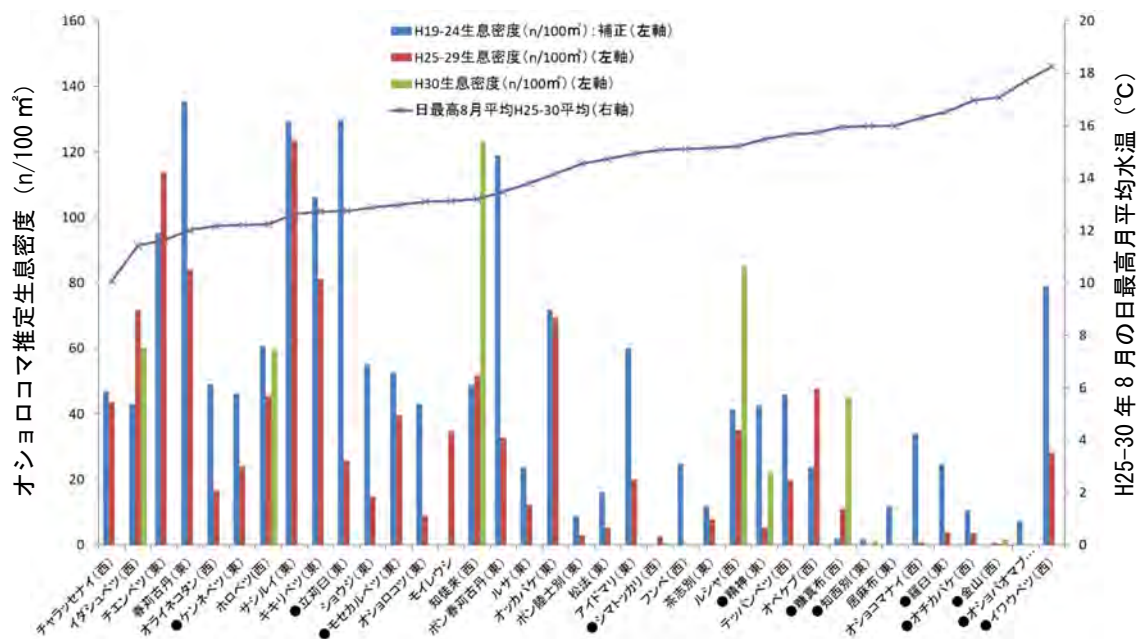


図15. H19（2007）～H24（2012）年、H25（2013）～H30（2018）年調査河川のオショロコマの除去法による推定生息密度と後者期間中の8月の日最高水温の平均との比較。
●はダム高密度（2基／km以上）の河川を示す。

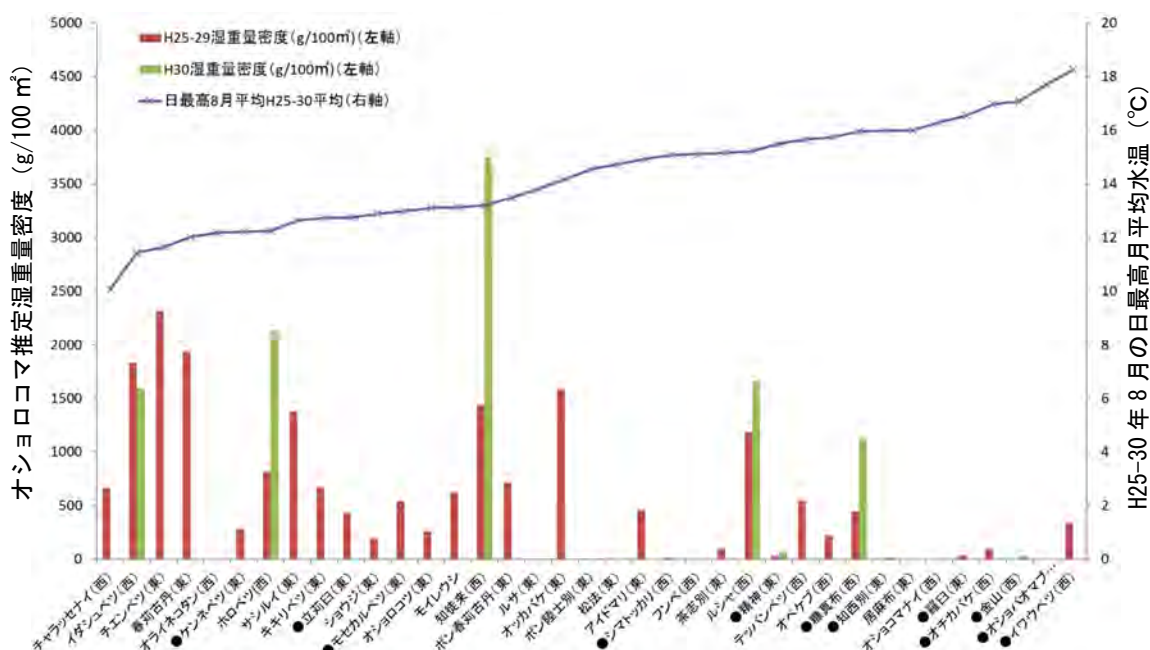


図16. H25（2013）～H30（2018）年調査河川のオショロコマの除去法による推定湿重量密度と後者期間中の8月の日最高水温の平均との比較。

H30（2018）年の8月の日最高水温の平均と H30（2018）年のオショロコマの推定生息密度の関係を図 17 に示す．統計的に有意な回帰式は得られなかった．

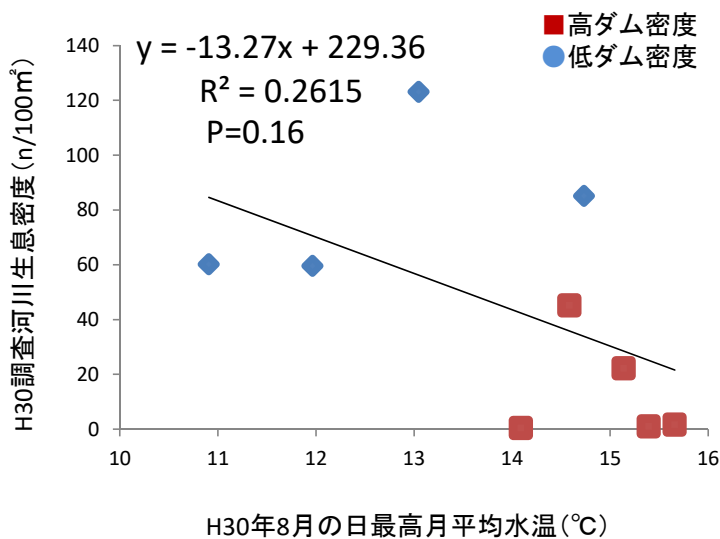


図 17. H30（2018）年8月の日最高水温の平均とオショロコマ推定生息密度の関係．

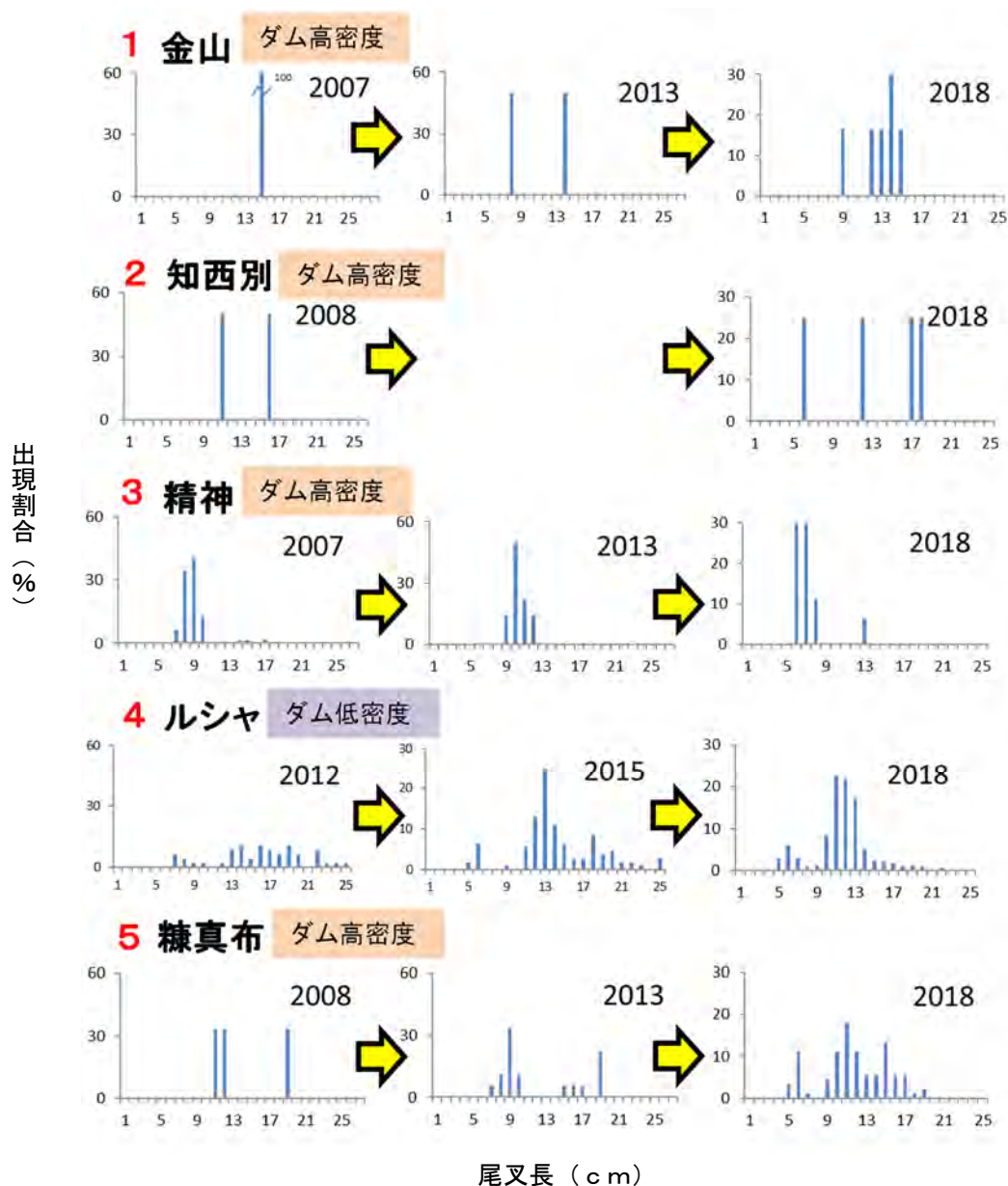
次に，H19（2007）～24（2012）年期間，H25（2013）～29（2017）年期間と H30（2018）年の間でオショロコマ平均生息密度をダムの密度および水温の区分ごとに比較した（表 6）．なお，H19（2007）～24（2012）年期間に調査を実施していないモイレウシ川は解析から除いた．その結果，過去と現在の間でオショロコマの生息密度に統計的に有意な差は認められなかった．

表 6. H19（2007）～24（2012）年期間，H25（2013）～29（2017）年期間と H30（2018）年のオショロコマ平均生息密度の比較．なお，H19（2007）～24（2012）年期間に調査を実施していないモイレウシ川は除いた．検定は t 検定（一对の標本による平均の検定）により実施．なお，H19（2007）～24（2012）年の魚類データは，1 パスを 2 パスに変換（係数 0.59）した．

区 分		平均推定生息密度	増加率	P 値	有意差 (両側5%)	オショロコマ 密度変化評価
H30年調査 の9河川	①H19-24年 と ③H30年	26.8(H19-24年) → 44.3(H30年)	70.5%	0.12	有意ではない	増加
	②H25-29年 と ③H30年	24.8(H25-29年) → 44.3(H30年)	78.6%	0.06	有意ではない	増加

2) 尾叉長組成

H30（2018年）および過去（H19（2007）～H20（2008）年，H25（2013）～29（2017）年期間）の河川別オショロコマ尾叉長組成を図18に示す。各パネル左上の数字（赤）は，9河川における8月の日最高水温月平均（H30）が高い順位を示す。シマトツカリを除き，金山，知西別のように水温が高水準の河川ではオショロコマの尾叉長組成に偏りがあり，単純化している傾向が認められた。これら以外の河川ではH30（2018）年および過去ともに比較的幅広い年級群が確認された。



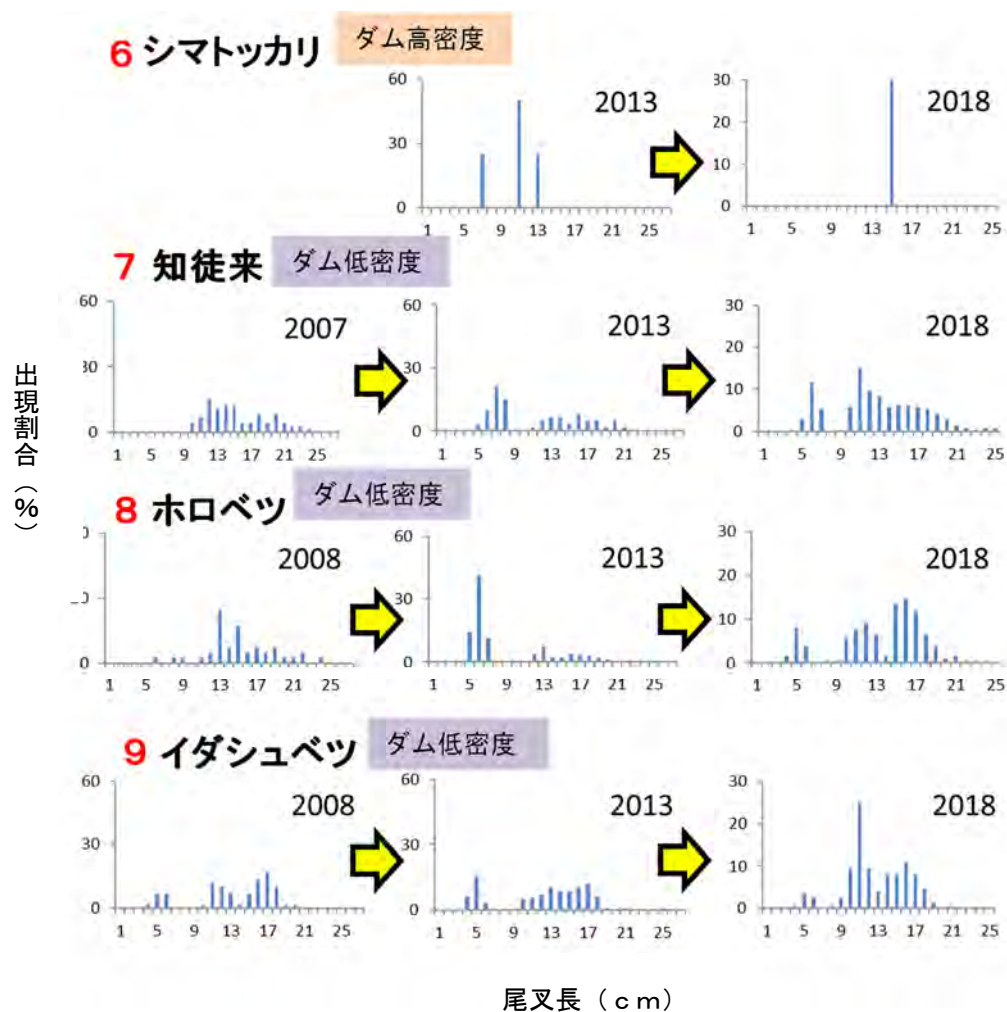


図 18. H30 (2018 年) と過去 (H19 (2007) ～H20 (2008) 年, H25 (2013) ～29 (2017) 年 期間) の河川別オショロコマ尾叉長組成の比較.

3) 他魚種の尾叉長または全長組成

H30 (2018) 年に採捕されたオショロコマ以外の種の尾叉長組成を図 19～26 に示す (ただし, 本報告書後段に示すニジマスを除く). オショロコマ以外にニジマスを除く魚類 8 種が採捕された. サクラマスは, ルシヤ, シマトツカリ, 知徒来, 知西別で確認された. しかし, 知西別では偏った尾叉長分布が示された. アメマス, イバラトミヨ, エゾハナカジカ, カワヤツメはシマトツカリでのみ確認された.

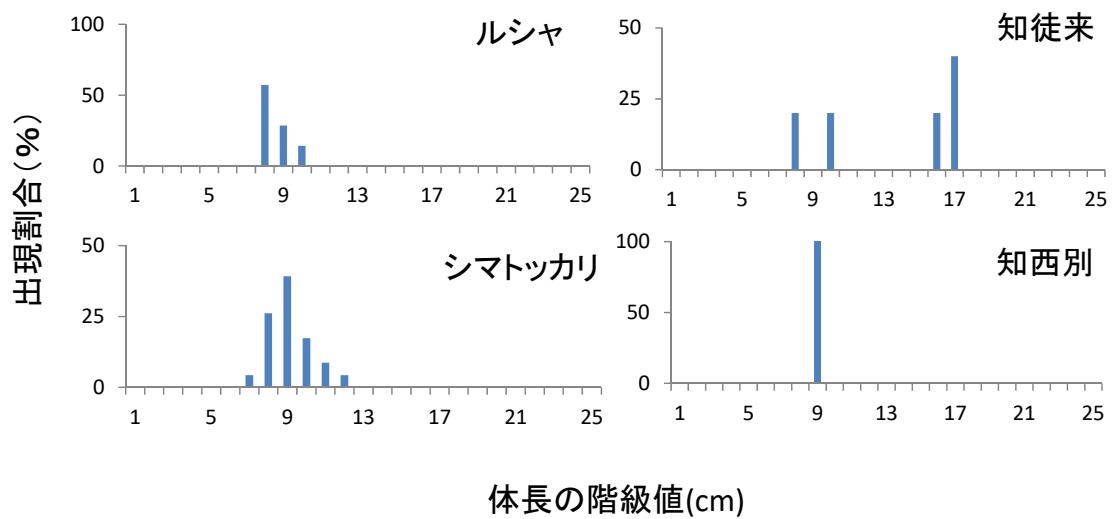


図 19. サクラマスの体長（尾叉長）組成

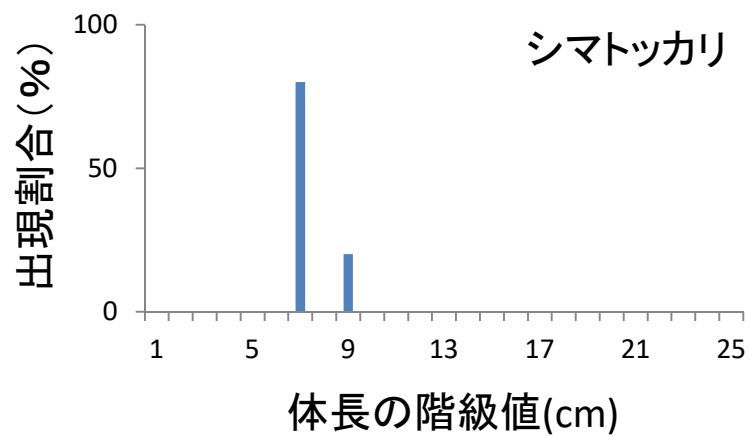


図 20. アメマスの体長組成

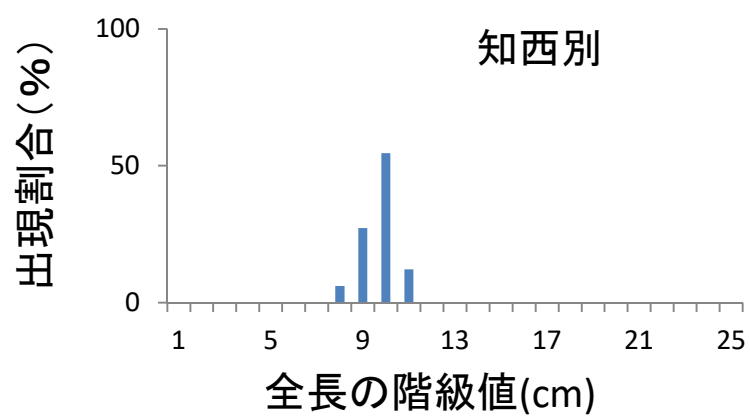


図 21. シマウキゴリの全長組成

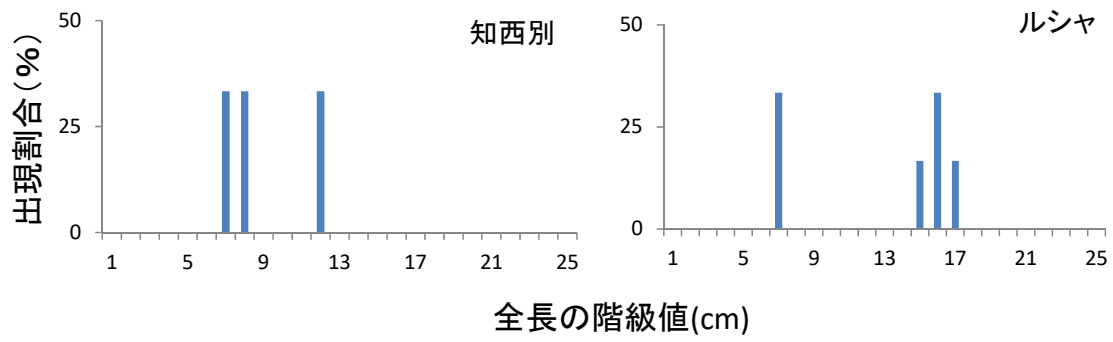


図 22. カンキョウカジカの全長組成

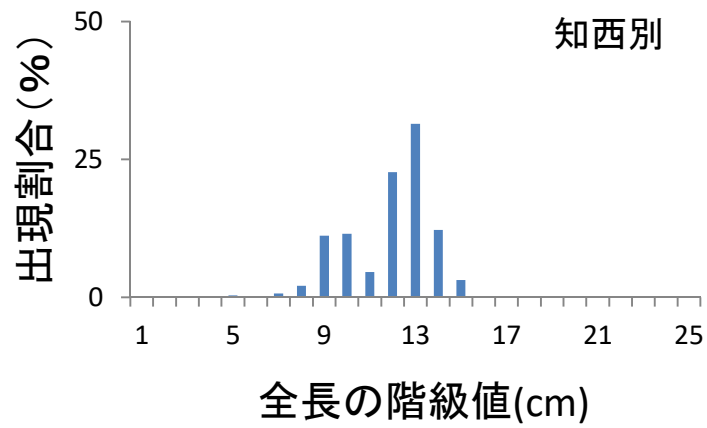


図 23. フクトジョウの全長組成

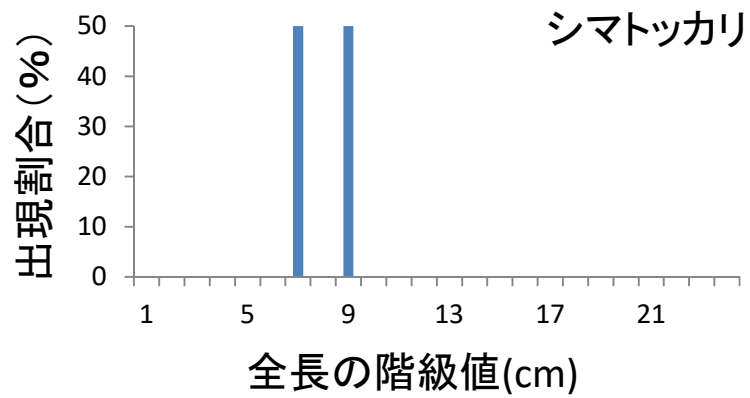


図 24. カワヤツメの全長組成

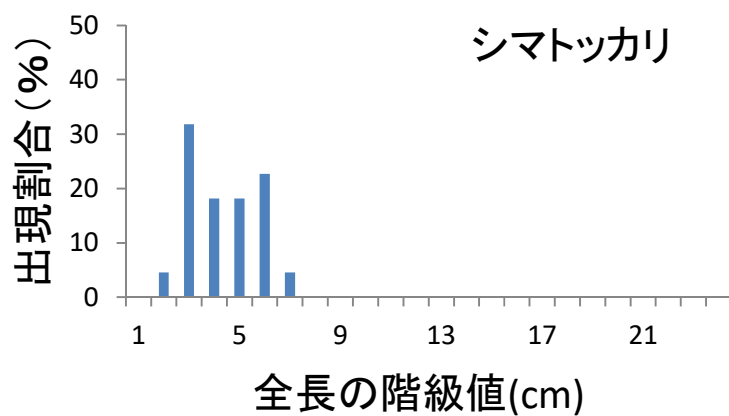


図 25. イバラトミヨの全長組成

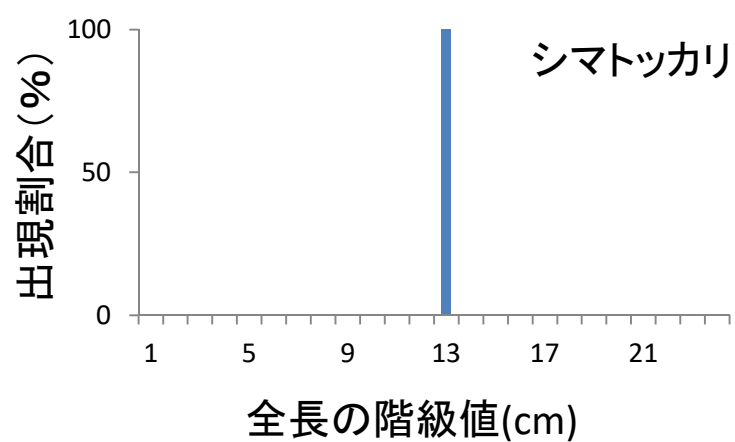


図 26. エゾハナカジカの全長組成

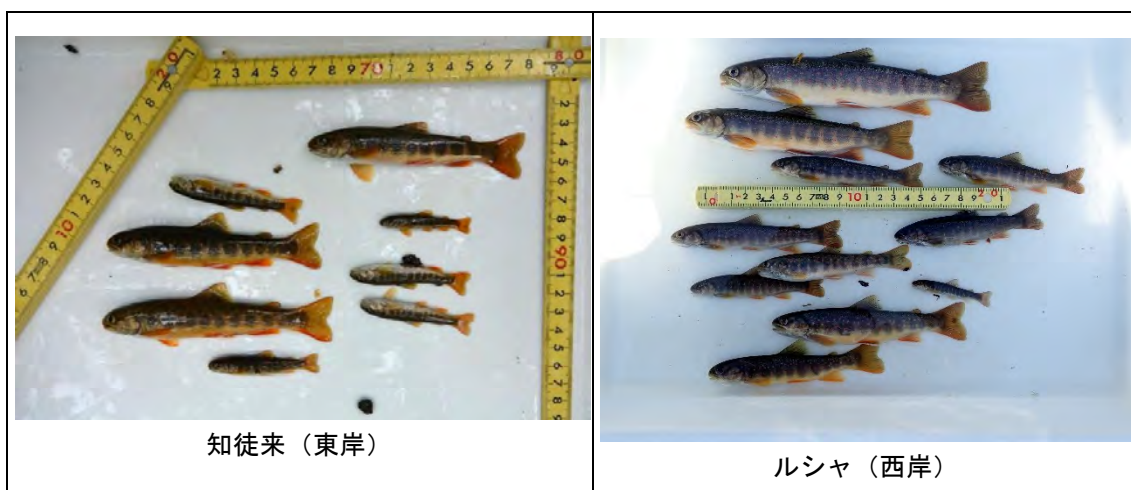


写真 17. 採捕魚類 (1)



写真 18. 採捕魚類（2）

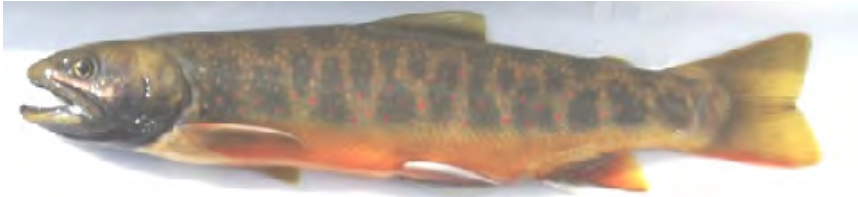
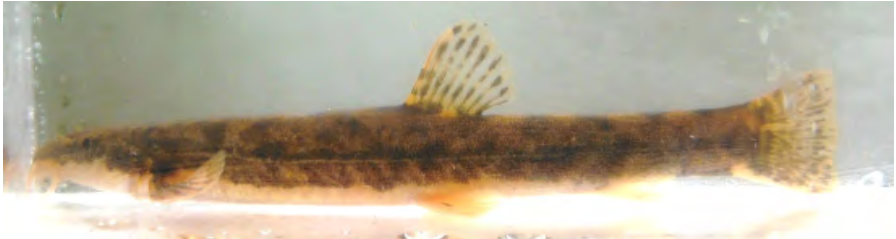
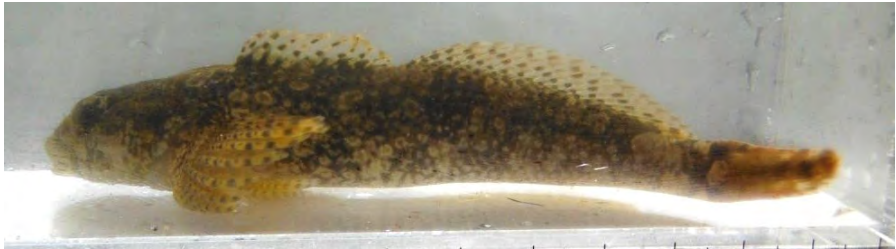
魚種	写真・特徴
オショロコマ <i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i>	 全長 25cm. 遊泳魚. 主に礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.
シマウキゴリ <i>Gymnogobius opperiens</i>	 全長 20cm. 底生魚. 中・下流の主に砂泥底に生息.
サクラマス <i>Oncorhynchus masou masou</i>	 河川型 30cm, 回遊型 60cm. 遊泳魚. 砂礫底で明瞭な瀬・淵が存在する場所に生息.
フクドジョウ <i>Noemacheilus barbatulus</i>	 全長 20cm. 底生魚. 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

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>	 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 sp.</i>	 全長 20cm. 底生魚. 砂礫底に生息.

写真 20. 採捕された魚種一覧 (2)

2.5. 物理環境データ

H30（2018）年に計測した9河川の物理環境データ（平均植被度、平均水深、平均水面幅、平均流速、平均粒径、平均流量）を図27に、ダム高密度河川群とダム低密度河川群を比較した結果を図28に示す。

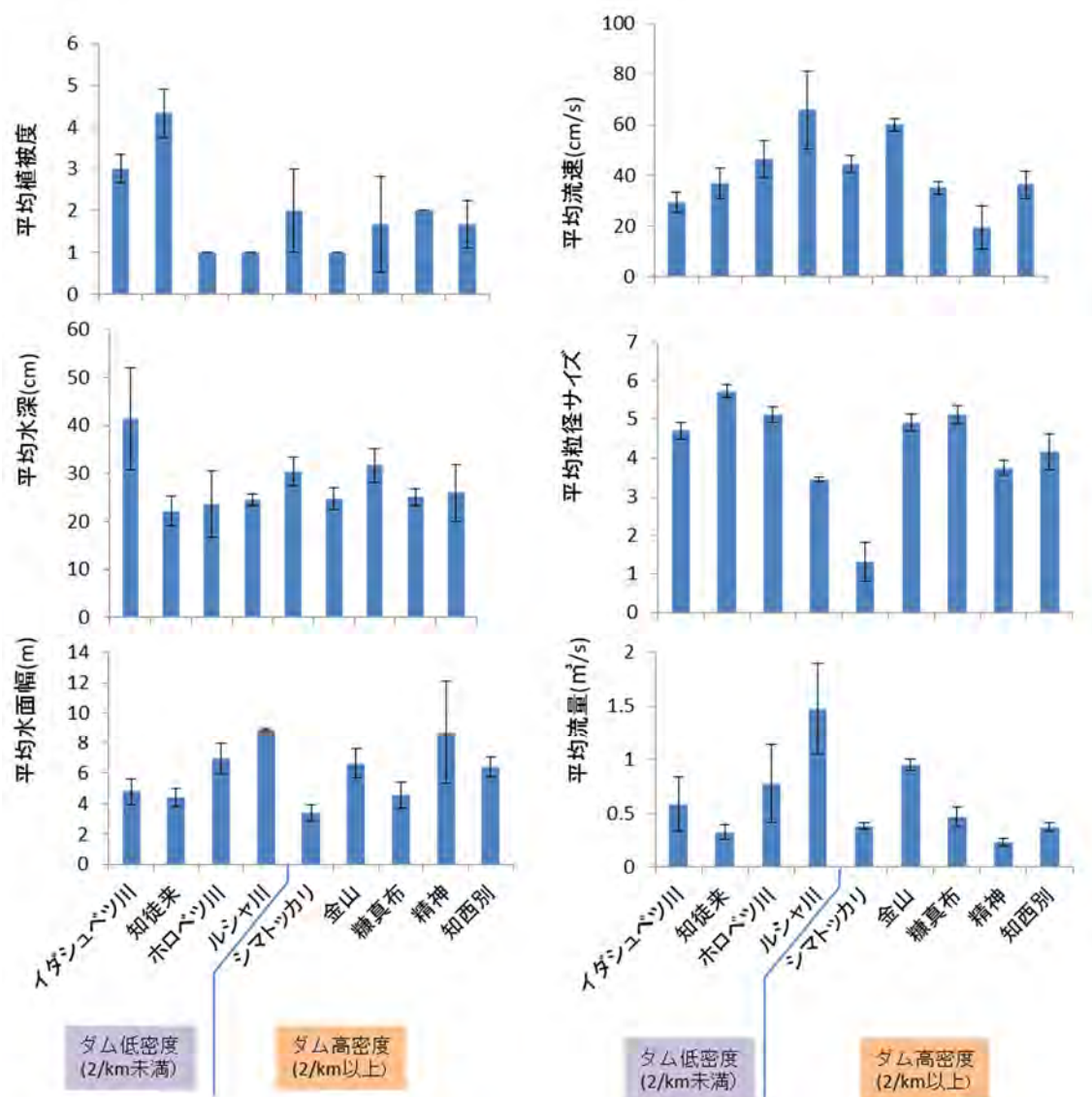


図 27. H30（2018）年に物理環境調査を行った9河川の物理環境6項目のデータ

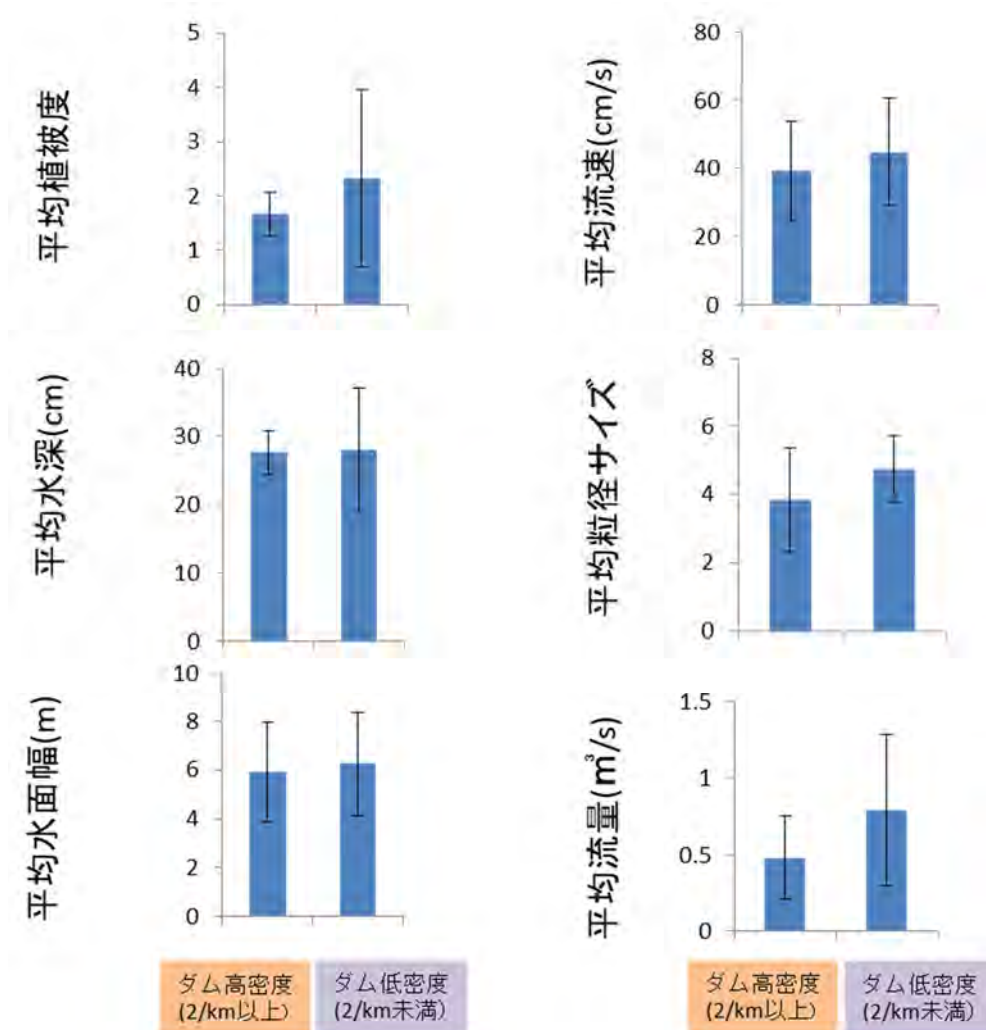


図 28. H30(2018)年調査河川の物理環境 6 項目についてダム低密度およびダム高密度河川群間で比較した結果.

2.6. その他データ

1) ダム密度

水温計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 7 に示す。解析の便宜上、ダム密度 2 基/km 以上を「高ダム密度」、それ未満を「低ダム密度」と区分した。平均ダム密度は東岸で 2.2 基/km、西岸で 1.9 基/km であり、東岸でやや多かった。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かった。

表 7. 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	
	テッパンベツ	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	
東岸 (羅臼側)	精神	22	11.0	高
	知西別	16	8.0	
	羅臼	13	6.5	
	モセカルベツ	10	5.0	
	立茹臼	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	
	ボン陸士別	3	1.5	
	アイドマリ	2	1.0	
	サシルイ	2	1.0	
	ボン春茹古丹	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	
	春茹古丹	0	0.0	
	モイレウシ	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29に、最高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、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に上昇していた（ $P < 0.05$ ）。

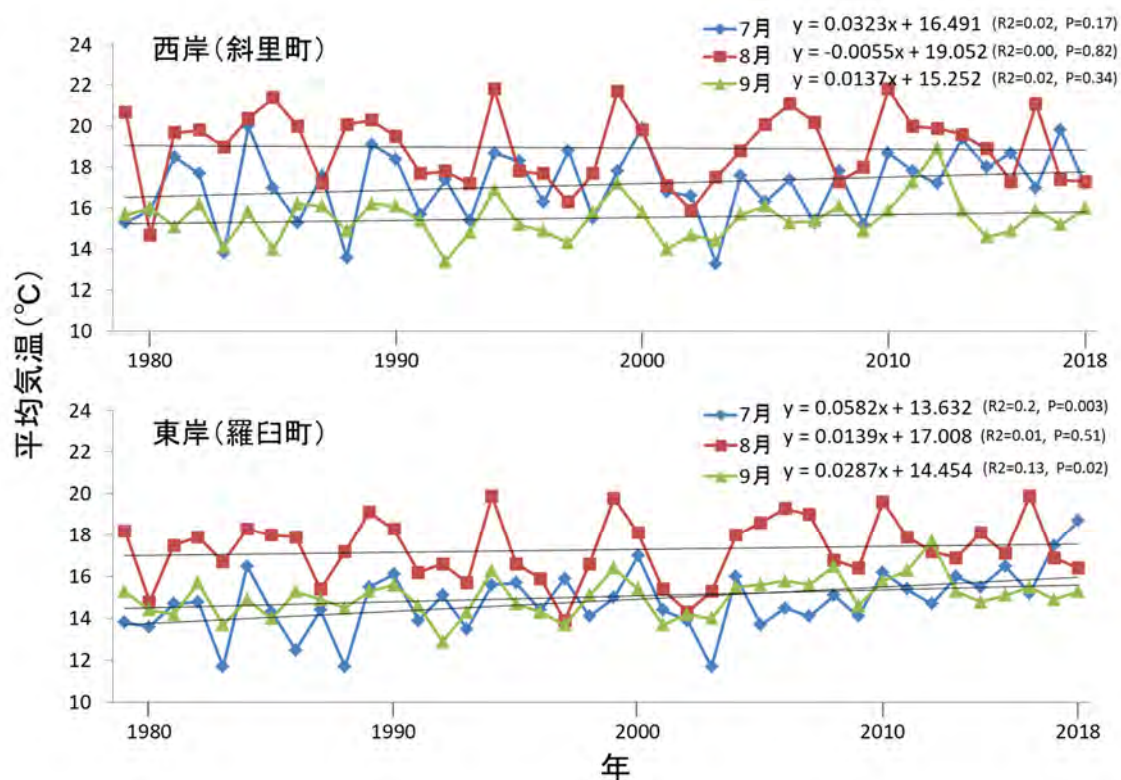


図 29. 西岸（斜里側）と東岸（羅臼側）における 7～9 月の平均気温の経年変化

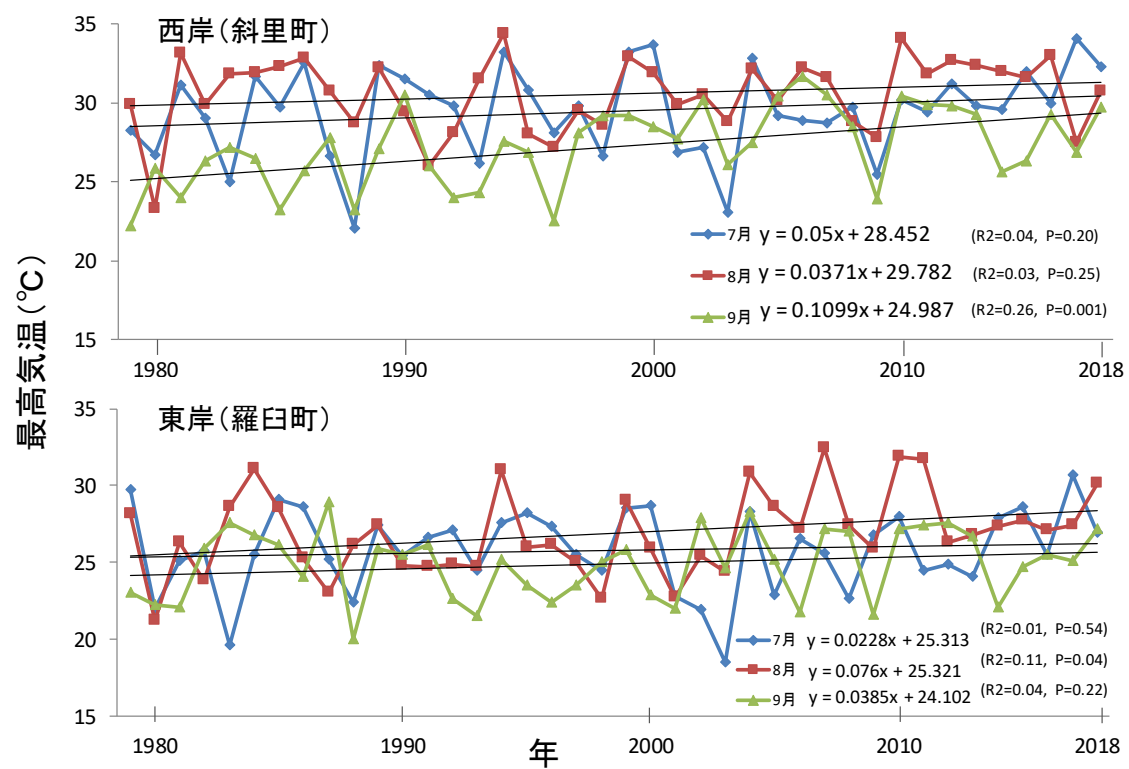


図 30. 西岸（斜里町側）と東岸（羅臼町側）における 7～9 月の最高気温の経年変化

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顕著に異なり、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、これらダムの設置により、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顕在化していると捉えることができる。

一方で、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ているわけではない。14河川で有意な上昇傾向が認められた一方で、12河川では有意な下降傾向が認められた。さらに、西岸・東岸いずれの地域においても水温が経年的に上昇した河川と下降した河川が混在している。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。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初めて認められる場合が多い (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であろう。

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ことが背景として考えられる。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が存在する。西岸ではイダシュベツ、ホロベツ、チャラッセナイ、東岸ではモイレウシなどが該当する。これらはダムが無く、比較的人為的改変度合いの小さい河川であることが特徴である。ただし、西岸の金山、東岸のモセカルベツ、立茹臼のように、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。これらのことから、水温変動の要因を本調査により明らかにすることは困難である。上述の通り、水温変動は短期的な現象に過ぎず、温暖化によるさらなる気温上昇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となる可能性が高い。したがって、今後、流域の森林施業や河川改修（ダム設置等）後の河畔林の状態と水温の関係を詳細に検討する必要がある。

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ため、将来個体数がいっそう減少する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。本年度は前年度までに比べてオショロコマの密

度が上昇した河川が複数見られ、この要因は特定できないが、H25 年の本調査開始以降、高水温河川で生息密度が低い傾向は継続している。また、高水温河川ではオショロコマの体長組成に偏りが生じていることから、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。

以上のことから、特に現段階で既に夏季の水温上昇が著しく、オショロコマの採餌活性を阻害する恐れのある河川において、ダムの撤去やスリット化、河畔林の復元が望まれる。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。北海道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、北海道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、西岸ではシマトッカリ (山本 2008, 笠井ほか 2010)、イワウベツ (斎藤・鈴木 2006)、東岸では森田ほか (2003) によれば、知徒来、羅臼、知西別、居麻布、オニオナイとされている。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、シマトッ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なかで両河川を対象に本種を含む魚類のモニタリング調査を行ってきた。

1) シマトッカリ

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本事業の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。

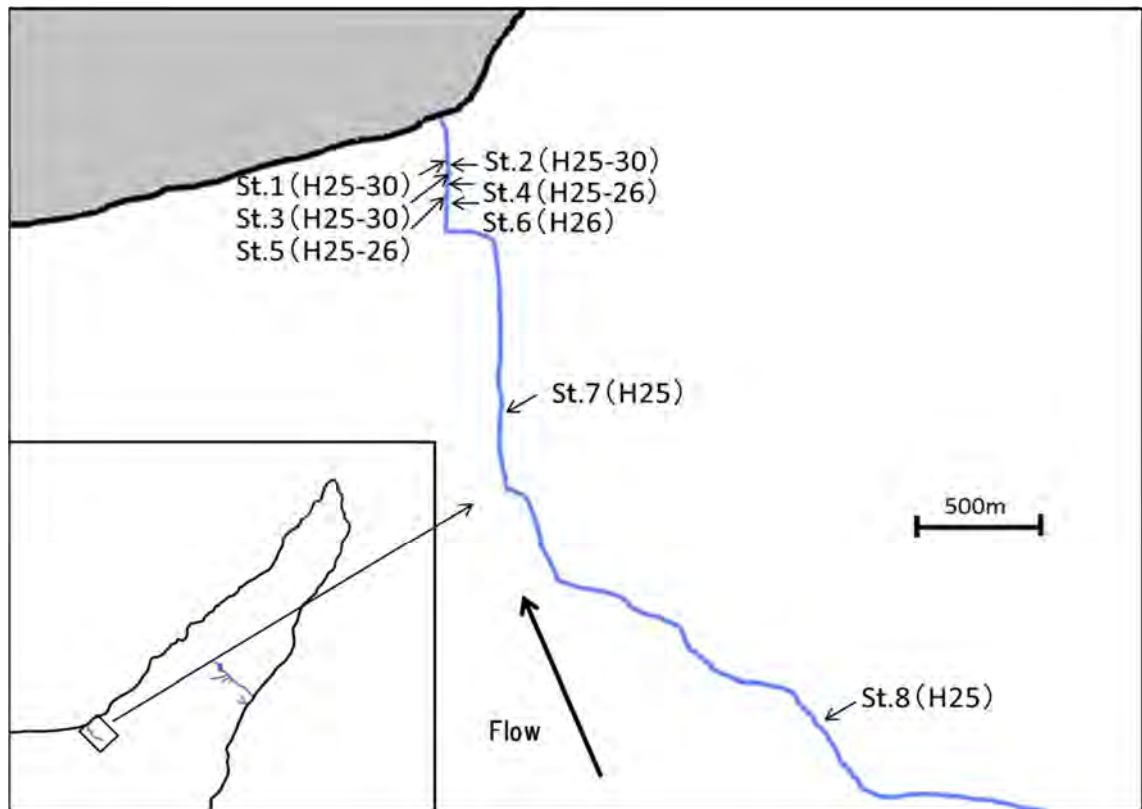


図 31. H25 (2013) ～H30 (2018) 年にシマトッカリにおいて調査を実施した地点.



写真 21. H30 年, シマトッカリで採捕されたニジマス (尾叉長 7.3 cm).

H25 (2013) ～H30 (2018) 年にシマトッカリで採捕された魚類の平均体長, 推定生息密度および湿重量密度を表 8 に示す. H30 (2018) 年, シマトッカリではニジマスは 2 個体のみ採捕され, 低密度で生息している. 昨年度までのデータと比較して魚類相に顕著な相違は見られなかった. ただし, オショロコマが 1 個体確認された ($0.5 \text{ 個体}/100 \text{ m}^2$). 他のサケ科魚類の推定生息密度については, サクラマス ($16.9 \text{ 個体}/100 \text{ m}^2$), アメマス ($3.2 \text{ 個体}/100 \text{ m}^2$) が確認された. サクラマスの生息密度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 8. H25 (2013) ～H30 (2018) 年にシマトツカリで採捕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．
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	3
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	1.6	2
シマウキゴリ	9.4	1.9	13
H28(2016) 年			
ニジマス	44.1	0.5	424
オショロコマ	—	—	—
サクラマス	26.4	4.3	1480
アメマス	9.8	8.9	216
カワヤツメ属	11.3	9.8	25
エゾハナカジカ	9.7	6.1	105
イバラトミヨ	5.9	2.4	5
シマウキゴリ	8.7	1.4	12
H29(2017) 年			
ニジマス	—	—	—
オショロコマ	—	—	—
サクラマス	7.0	7.8	33
アメマス	17.3	0.4	29
カワヤツメ属	—	—	—
エゾハナカジカ	12.2	4.5	65
イバラトミヨ	4.7	5.9	7
シマウキゴリ	8.6	2.5	22
H30(2018) 年			
ニジマス	9.7	1.0	7.5
オショロコマ	14.3	0.5	5
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	0.9	0.5
エゾハナカジカ	13.0	0.6	9
イバラトミヨ	4.9	14.1	16
シマウキゴリ	—	—	—

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。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。

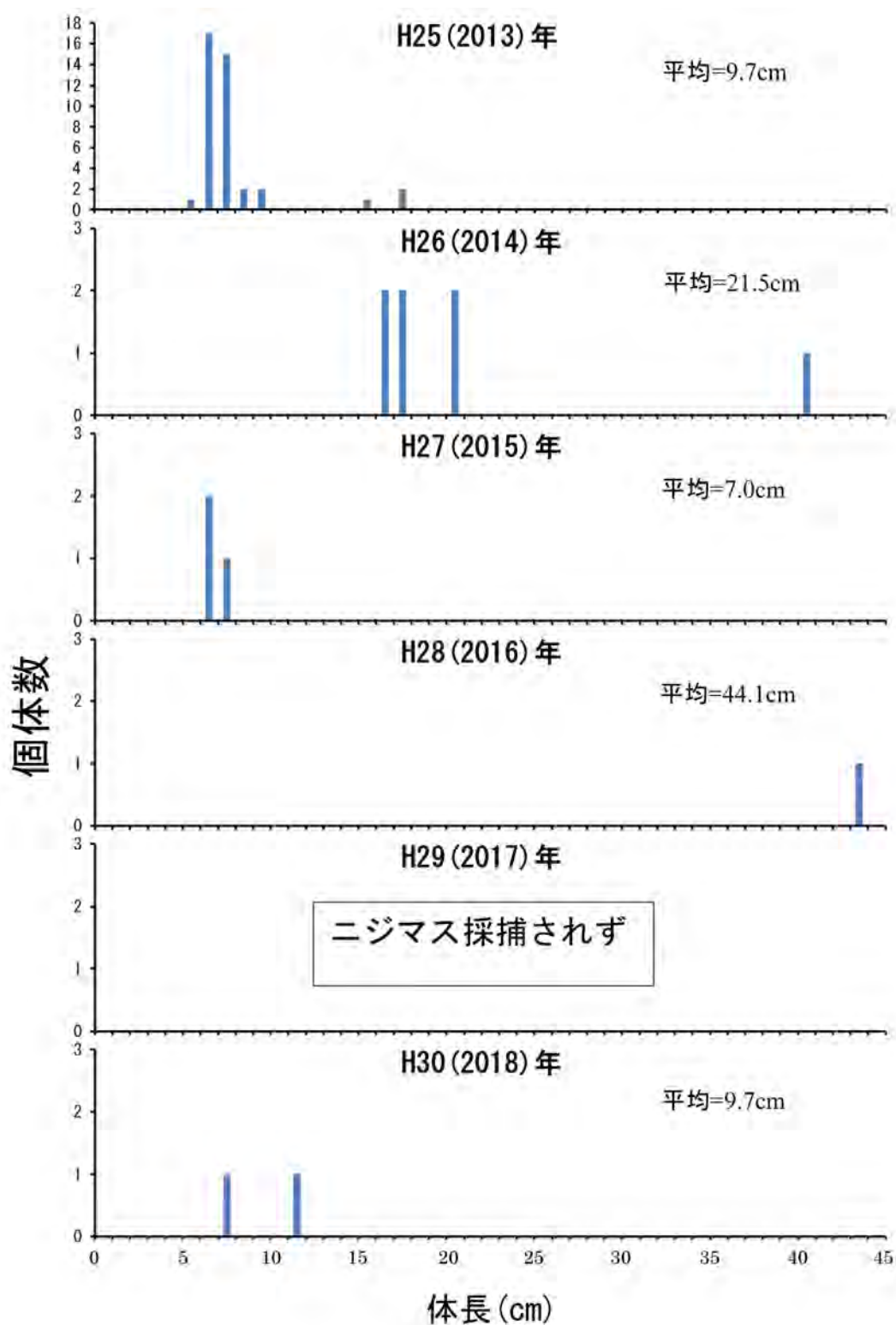


図 32. H25 (2013) ～H30 (2018) 年にシマトツカリで採捕されたニジマスの尾叉長分布.

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 33 に示す範囲で調査を行っている．

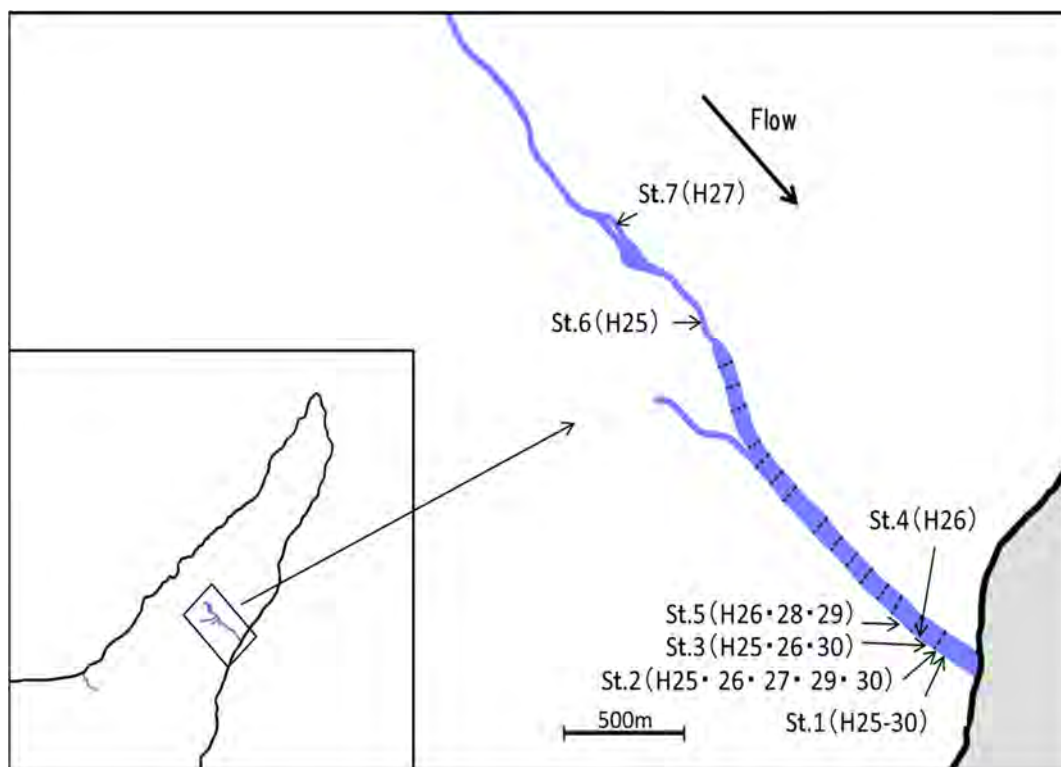


図 33. H25 (2013) ～H30 (2018) 年に知西別で調査を実施した地点.

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 9 に示す．H30 (2018) 年の調査の結果，ニジマスは計 24 個体が採捕され (写真 22)，推定生息密度は 7.3 個体/100 m²と調査開始以来最も高く，平均体長も 15.8 cm と過去最大であった．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．オシロコマは 4 個体が採捕され，推定生息密度は 1.0 個体/100 m²と低かった．



写真 22. H30 年，知西別で採捕されたニジマス

表 9. H25 (2013) ～H30 (2018) 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	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	46
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	40
オショロコマ	6.4	8.5	36
サクラマス	8.9	1.0	5
フクドジョウ	11.0	254.9	480
シマウキゴリ	7.6	48.5	155
カンキョウカジカ	13.4	4.5	110
H29(2017)年			
ニジマス	9.1	1.0	18
オショロコマ	9.7	11.2	164
サクラマス	10.9	0.8	7
フクドジョウ	9.9	10.2	88
シマウキゴリ	9.5	1.6	9
カンキョウカジカ	11.9	0.1	3
H30(2018)年			
ニジマス	15.8	7.3	410
オショロコマ	12.7	1.0	21
サクラマス	10.9	0.2	4
フクドジョウ	11.3	107.2	906
シマウキゴリ	9.0	11.6	73
カンキョウカジカ	8.2	0.8	7

知西別におけるニジマスの体長頻度分布を図 34 に示す。今年度は幅広い年級群組成が確認された。

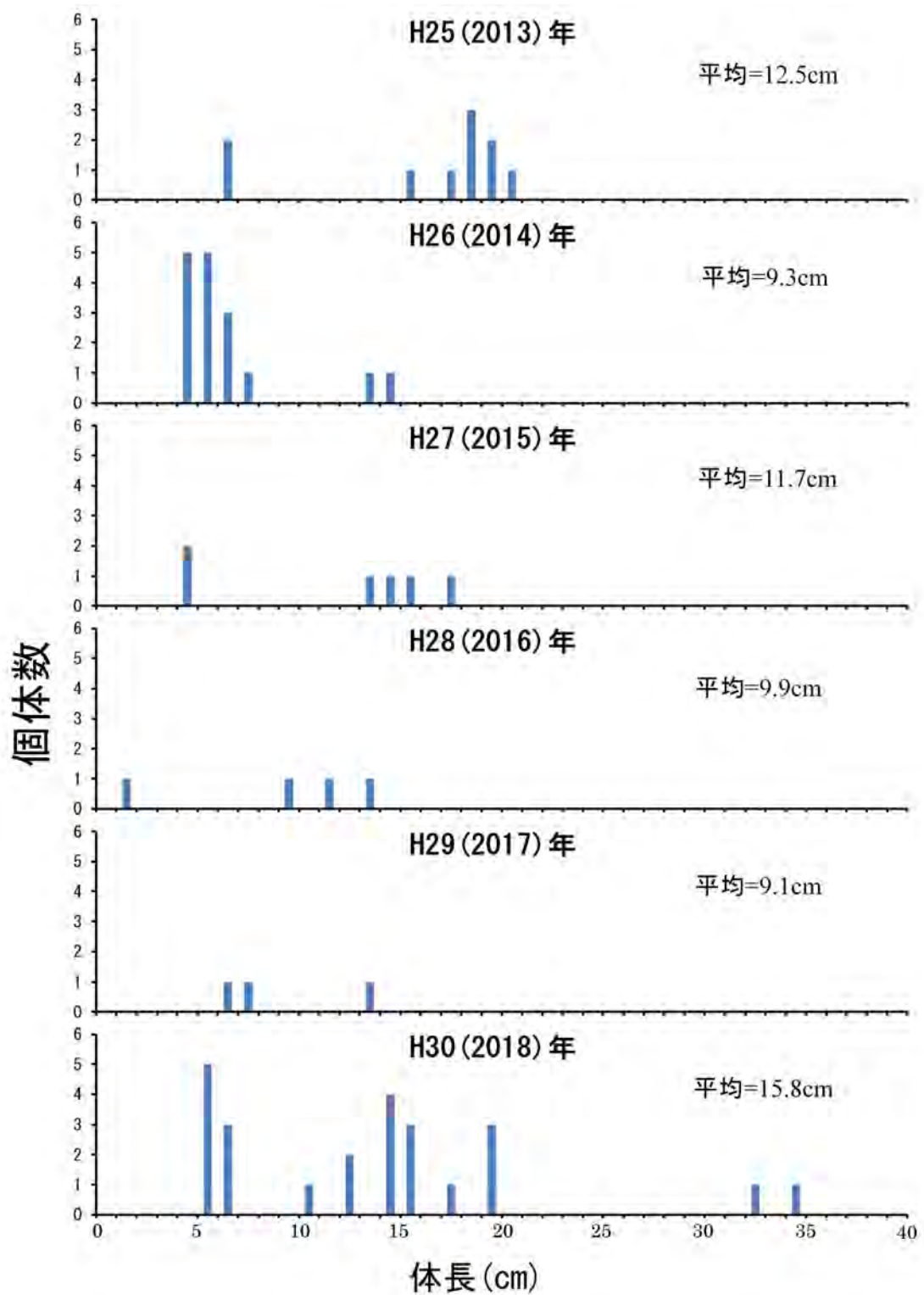


図 34. H25 (2013) ～H30 (2018) 年に知西別で採捕されたニジマスの尾叉長分布。

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）。今年度、調査区間で少数のオショロコマが確認されたが、調査区間内で自然繁殖したものではなく、上流域より移入してきた個体と推察され、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が、下流区間の調査区において明らかに自然繁殖している。一方、知西別においてオショロコマの推定生息密度は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）程度であり半島のお他河川と比較すると低い。両河川以外にもニジマスは生息しており、羅臼では比較的大型のニジマスの釣獲記録もあり、遊漁者等が半島内の他の河川に拡散させないことが重要である。

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。このようなトロフィックカスケード効果により、河川の生物群集が波及的な影響を受ける恐れもあり、シマフクロウなどの陸生動物にも及ぶ可能性がある。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早急な対策が望まれる。

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（図 29, 30）。しかし、これに呼応して水温が経年的に上昇したのは 14 河川に留まった。この理由として河川水温データの蓄積年数が浅いことが考えられるため、少なくとも今後さらに 10～20 年程度の蓄積が推奨される。一方で、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。今後もモニタリング体制をより一層充実させると共に、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。

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.
- 斉藤寿彦・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・マス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.....	4
3.2. 環境DNA解析方法.....	22
4. 調査結果	23
4.1. サケ科網羅的ユニバーサルプライマーによる解析.....	23
4.2. 魚類網羅的ユニバーサルプライマーによる解析.....	25
4.3. 過去の採捕結果との対比.....	28
4.4. ネガティブコントロール結果.....	30
5. 総合考察	31
6. 参考文献	32

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。

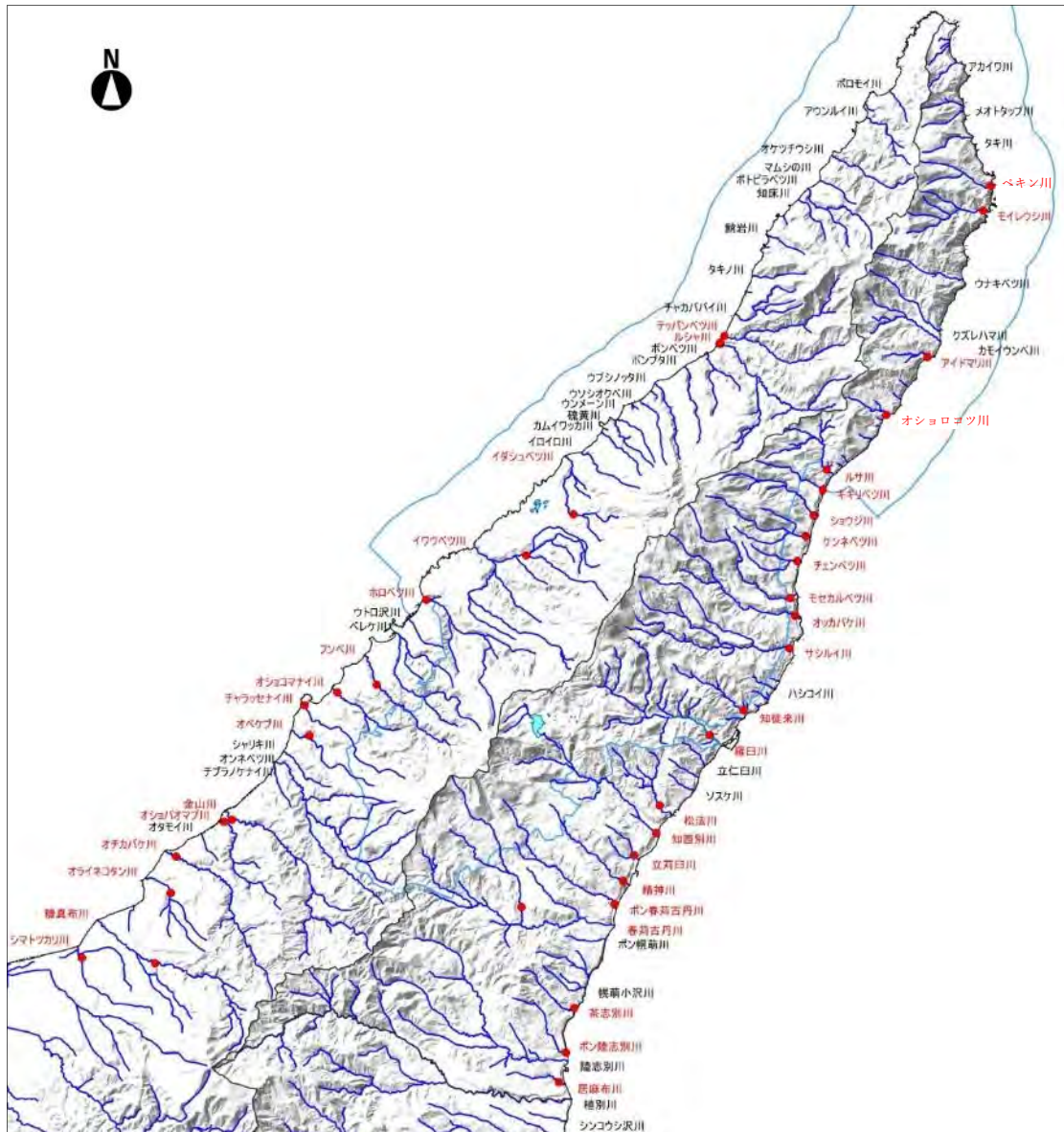
近年の技術発展により、生物棲息圏の水の中に含まれる生物由来の DNA を抽出・分析する「環境 DNA」技術が確立されつつある。この手法は現地調査作業の大幅な短縮が可能なことから、現在、生物調査の様々な場面での活用が進められている。

こうした背景から、本調査では、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 解析を実施することとした。

初年度となる平成 30（2018）年度は、環境 DNA 解析によるモニタリング調査対象河川の基礎的な現況把握を目指し、河川における魚類相の把握を行った。

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 河川に岬付近のベキン川を加えた計 38 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、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

採水ろ過は表 1～表 4、図 2～図 14 に示すとおり、オショロコマ長期モニタリング調査の水温ロガー設置時に、37 河川で水溫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。なおルシャ川では、追加として河口右岸にて 2 サンプルと河口左岸にて 2 サンプルを採水ろ過した。

また、魚類採捕調査に同伴して、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 サンプルを採水ろ過した。ペキン川は、モイレウシ川への渡船での水溫ロガー回収時にペキン川に立ち寄り、2 サンプル採水ろ過した。

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 110 サンプルとなった。

表 1. H30（2018）年の水位計設置時の採水ろ過地点

河川名			月日	WGS1984_y	WGS1984_x	採水ポイント数
西岸 斜里側	1	テッパンベツ	6/21	44.20143	145.19848	2
	2	ルシャ	6/21	44.19795	145.19589	2
	3	イダシュベツ	6/21	44.12243	145.10353	2
	4	イワウベツ	6/21	44.10428	145.07396	2
	5	ホロベツ	6/21	44.08489	145.01190	2
	6	フンベ	6/21	44.04713	144.98058	2
	7	オショコマナイ	6/21	44.04385	144.95620	2
	8	チャラッセナイ	6/21	44.03825	144.93597	2
	9	オペケプ	6/21	44.02456	144.93886	2
	10	金山	6/23	43.98739	144.89033	2
	11	オショパオマブ	6/23	43.98645	144.88545	2
	12	オチカバケ	6/21	43.97104	144.85569	2
	13	オライネコタン	6/20	43.95481	144.85226	2
	14	糠真布	6/21	43.92341	144.84214	2
	15	シマトツカリ	6/20	43.92610	144.79696	2
		ルシャ河口 A	6/21	44.19851	145.19574	2
		ルシャ河口 B	6/21	44.19800	145.19543	2
東岸 羅臼側	16	モイレウシ	6/22	44.25599	145.36002	2
	17	アイドマリ	6/22	44.19091	145.32439	2
	18	オショロコツ	6/22	44.16525	145.29827	2
	19	ルサ	6/22	44.14116	145.26096	2
	20	キキリベツ	6/22	44.13213	145.25830	2
	21	ショウジ	6/22	44.12079	145.25251	2
	22	ケンネベツ	6/22	44.11150	145.24738	2
	23	チエンベツ	6/22	44.10051	145.24180	2
	24	モセカルベツ	6/22	44.08395	145.23721	2
	25	オッカバケ	6/22	44.07596	145.24020	2
	26	サシルイ	6/22	44.06148	145.23648	2
	27	知徒来	6/22	44.03409	145.20752	2
	28	羅臼	6/22	44.02313	145.18655	2
	29	松法	6/22	43.99194	145.15507	2
	30	知西別	6/23	43.97960	145.15279	2
	31	立茹臼	6/23	43.96982	145.13888	2
	32	精神	6/23	43.95828	145.13189	2
	33	ポン春茹古丹	6/23	43.94800	145.12644	2
	34	春茹古丹	6/23	43.94713	145.06893	2
	35	茶志別	6/23	43.90182	145.10091	2
	36	ポン陸士別	6/23	43.88192	145.09540	2
	37	居麻布	6/23	43.86871	145.09092	2
		ペキン	10/4	44.26696	145.36508	2

※ペキンのみ 10 月に採水実施

表 2. H30（2018）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	採水サンプル数
西岸 斜里側	2	ルシヤ 採捕下流	8/4	44.19770	145.19672	1
	2	ルシヤ 採捕上流	8/4	44.19745	145.19739	1
	3	イダシュベツ 採捕下流	8/5	44.12238	145.10304	1
	3	イダシュベツ 採捕上流	8/5	44.12255	145.10363	1
	5	ホロベツ 採捕下流	8/6	44.08512	145.01143	1
	5	ホロベツ 採捕上流	8/6	44.08488	145.01184	1
	10	金山 採捕下流	8/29	43.98774	144.88979	1
	10	金山 採捕上流	8/29	43.98737	144.89033	1
	14	糠真布 採捕下流	8/6	43.92343	144.84169	1
	14	糠真布 採捕上流	8/6	43.92350	144.84243	1
	15	シマトツカリ 採捕下流	8/30	43.93005	144.79468	1
	15	シマトツカリ 採捕上流	8/30	43.92954	144.79455	1
東岸 羅臼側	27	知徒来 採捕下流	8/28	44.03399	145.20760	1
	27	知徒来 採捕上流	8/28	44.03451	145.20723	1
	30	知西別 採捕下流	8/27	43.97942	145.15326	1
	30	知西別 採捕上流	8/27	43.97963	145.15261	1
	32	精神 採捕下流	8/27	43.95796	145.13245	1
	32	精神 採捕上流	8/27	43.95818	145.13191	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	水温ロガー 回収時	その他
H30/6/20～6/23	H30/8/4～8/6	H30/8/27～ 8/29	H30/10/4	H30/10/20
既存 37 河川	ルシヤ イダシュベツ ホロベツ, 糠真 布	シマトツカリ, 金山, 知徒来 知西別, 精神	ペキン	ルシヤ
各ロガー地点より 5m 上流で 2 サンプ ル, ルシヤ川河口で 4 サンプル⇒計 78 サンプル	採捕区域下流端で 1 サンプル, 上 流端で 1 サンプルの計 2 サンプル ⇒計 18 サンプル		河口より 80m 上 流で 2 サンプル ⇒2 サンプル	ルシヤ側河口 で 2 サンプル ⇒2 サンプル
ネガティブコントロール 10 サンプルを含めて 計 110 サンプル を採取				

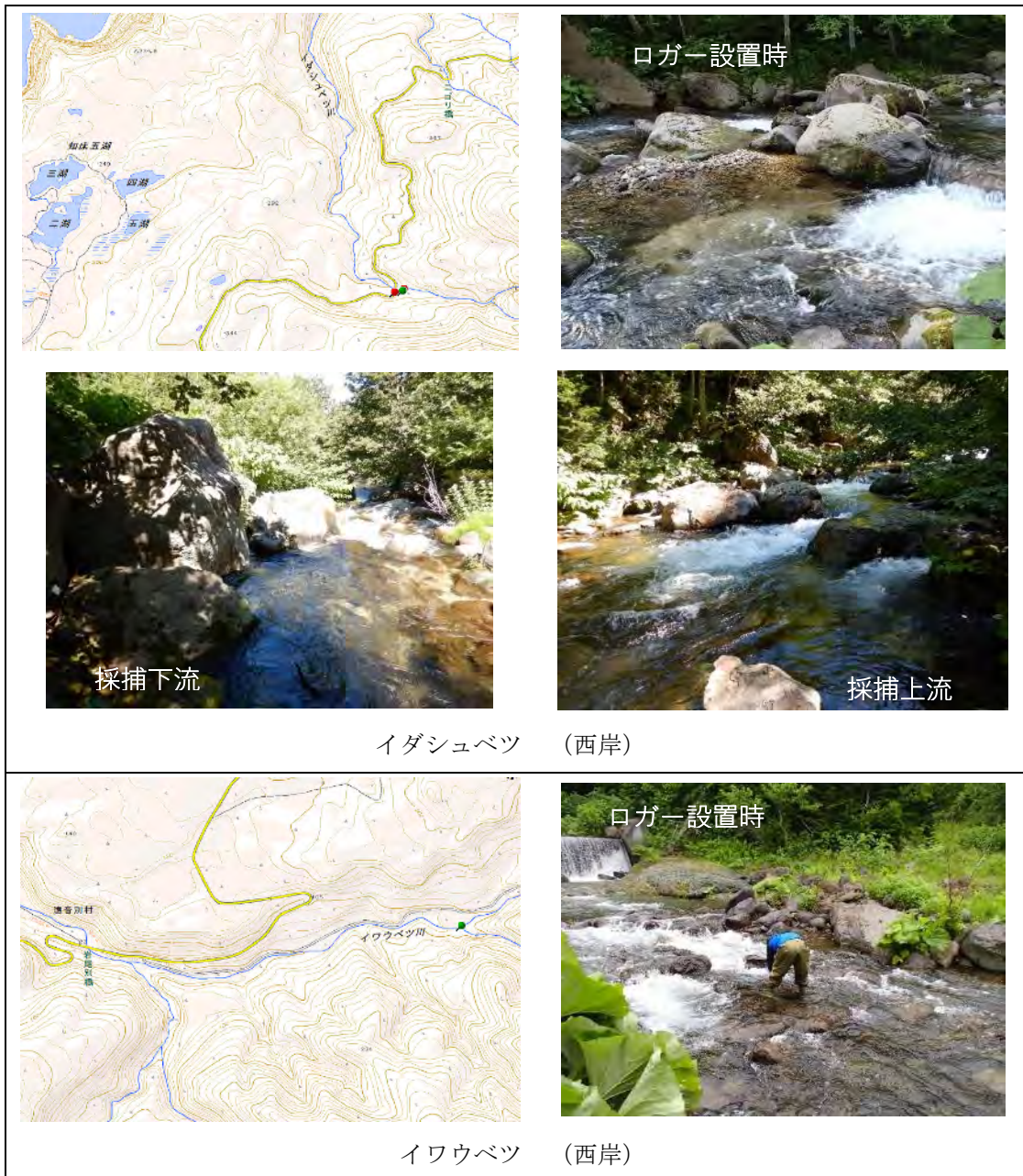
表 4. サンプリング（採水ろ過）記録シート

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(ppt)	採水実施者	ろ過時間	ろ過実施者	note
1	20180620401	シマトツカリ	2018.6.20	43.9261,144.79696	15:40	晴	14.6	86.5	0	S. Mitani	15:50	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
2	20180620402	シマトツカリ	2018.6.20							S. Mitani	15:50	Y. Fujii	
3	20180620403	オライネコタン	2018.6.20	43.95481,144.85226	16:40	晴	13.1	74.0	0	Y. Fujii	16:50	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
4	20180620404	オライネコタン	2018.6.20							Y. Fujii	16:50	Y. Fujii	
5	20180621405	フンベ	2018.6.21	44.04713,144.98058	7:30	小雨	11.5	76.9	0	Y. Fujii	7:35	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
6	20180621406	フンベ	2018.6.21							Y. Fujii	7:35	Y. Fujii	
7	20180621407	オショコマナイ	2018.6.21	44.04385,144.9562	8:05	小雨	12.0	82.8	0	Y. Fujii	8:10	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
8	20180621408	オショコマナイ	2018.6.21							Y. Fujii	8:10	Y. Fujii	
9	20180621409	チャラッセナイ	2018.6.21	44.03825,144.93597	8:50	晴	8.7	62.7	0	Y. Fujii	8:55	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
10	20180621410	チャラッセナイ	2018.6.21							Y. Fujii	8:55	Y. Fujii	
11	20180621411	オベケブ	2018.6.21	44.02456,144.93886	9:30	晴	10.9	76.8	0	Y. Fujii	9:35	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
12	20180621412	オベケブ	2018.6.21							Y. Fujii	9:35	Y. Fujii	
13	20180621413	金山	2018.6.21	43.98739,144.89033	10:15	晴	11.2	113.6	0	Y. Fujii	10:20	S. Mitani	予備扱いとする(水温計設置地点より5m上流で採水したがダム上流に該当)
14	20180621414	金山	2018.6.21							Y. Fujii	10:20	Y. Fujii	予備扱いとする(水温計設置地点より5m上流で採水したがダム上流に該当)
15	20180621415	オショバオマブ	2018.6.21	43.98645,144.88545	10:55	晴	12.0	96.1	0	Y. Fujii	11:00	S. Mitani	予備扱いとする(水温計設置地点で採水したがコンタミ混入の可能性あり)
16	20180621416	オショバオマブ	2018.6.21							Y. Fujii	11:00	Y. Fujii	予備扱いとする(水温計設置地点で採水したがコンタミ混入の可能性あり)
17	20180621417	オチカバケ	2018.6.21	43.97104,144.85569	11:35	晴	11.4	83.8	0	Y. Fujii	11:40	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
18	20180621418	オチカバケ	2018.6.21							Y. Fujii	11:40	Y. Fujii	
19	20180621419	糠真布	2018.6.21	43.92341,144.84214	11:20	雨	10.9	58.8	0	Y. Fujii	11:25	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
20	20180621420	糠真布	2018.6.21							Y. Fujii	11:25	Y. Fujii	
21	20180621421	ネガコン	2018.6.21								11:50	S. Mitani	移動中に実施
22	20180621422	ネガコン	2018.6.21								13:10	S. Mitani	移動中に実施
23	20180621423	ホロボツ	2018.6.21	44.08489,145.0119	13:35	曇り	11.2	65.4	0	Y. Fujii	13:40	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
24	20180621424	ホロボツ	2018.6.21							Y. Fujii	13:40	Y. Fujii	
25	20180621425	イワウバツ	2018.6.21	44.10428,145.07396	14:10	雨	14.2	0.255(ms)	0	Y. Fujii	14:15	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
26	20180621426	イワウバツ	2018.6.21							Y. Fujii	14:15	Y. Fujii	
27	20180621427	ルシャ	2018.6.21	44.19795,145.19589	15:35	曇り	11.2	86.8	0	Y. Fujii	15:40	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
28	20180621428	ルシャ	2018.6.21							Y. Fujii	15:40	Y. Fujii	
29	20180621429	テツパンバツ	2018.6.21	44.20143,145.19848	16:00	曇り	12.3	86.7	0	Y. Fujii	16:05	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
30	20180621430	テツパンバツ	2018.6.21							Y. Fujii	16:05	Y. Fujii	
31	20180621431	ルシャ河口A	2018.6.21	44.19851,145.19574	16:35	曇り	12.4	90.7	0	S. Mitani	16:40	S. Mitani	河口汽水域右岸にて、2地点(上部, 下部)より汲んで混合
32	20180621432	ルシャ河口A	2018.6.21							S. Mitani	16:40	Y. Fujii	
33	20180621433	ルシャ河口B	2018.6.21	44.198,145.19543	17:05	晴	11.4	87.8	0	S. Mitani	17:10	S. Mitani	河口汽水域左岸にて、2地点(上部, 下部)より汲んで混合
34	20180621434	ルシャ河口B	2018.6.21							S. Mitani	17:10	Y. Fujii	
35	20180621435	イダシュバツ	2018.6.21	44.12243,145.10353	18:10	晴	9.8	121.1	0.01	Y. Fujii	18:15	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
36	20180621436	イダシュバツ	2018.6.21							Y. Fujii	18:15	Y. Fujii	
37	20180621437	ネガコン	2018.6.21								21:10	Y. Fujii	宿泊地(標津)で実施
38	20180622438	モイレウシ	2018.6.22	44.25599,145.36002	9:35	晴	9.5	77.1	0	Y. Fujii	9:40	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
39	20180622439	モイレウシ	2018.6.22							Y. Fujii	9:40	Y. Fujii	
40	20180622440	アイドマリ	2018.6.22	44.19091,145.32439	10:25	晴	12.3	95.7	0	Y. Fujii	10:30	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
41	20180622441	アイドマリ	2018.6.22							Y. Fujii	10:30	Y. Fujii	
42	20180622442	オショロコツ	2018.6.22	44.16525,145.29827	11:00	晴	11.6	79.8	0	Y. Fujii	11:05	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
43	20180622443	オショロコツ	2018.6.22							Y. Fujii	11:05	Y. Fujii	
44	20180622444	ネガコン	2018.6.22								11:10	S. Mitani	採水地点で実施
45	20180622445	ルサ	2018.6.22	44.14116,145.26096	11:40	晴	13.1	76.2	0	Y. Fujii	11:45	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
46	20180622446	ルサ	2018.6.22							Y. Fujii	11:45	Y. Fujii	
47	20180622447	キキリバツ	2018.6.22	44.13213,145.2583	12:45	曇り	10.7	71.4	0	Y. Fujii	12:50	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
48	20180622448	キキリバツ	2018.6.22							Y. Fujii	12:50	Y. Fujii	
49	20180622449	ショウジ	2018.6.22	44.12079,145.25251	13:05	晴	11.0	61.4	0	Y. Fujii	13:10	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
50	20180622450	ショウジ	2018.6.22							Y. Fujii	13:10	Y. Fujii	
51	20180622451	ケンネバツ	2018.6.22	44.1115,145.24738	13:30	晴	11.8	47.4	0	Y. Fujii	13:35	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
52	20180622452	ケンネバツ	2018.6.22							Y. Fujii	13:35	Y. Fujii	
53	20180622453	チエンバツ	2018.6.22	44.10051,145.2418	14:00	晴	11.2	85.0	0	Y. Fujii	14:05	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
54	20180622454	チエンバツ	2018.6.22							Y. Fujii	14:05	Y. Fujii	
55	20180622455	ネガコン	2018.6.22								14:15	Y. Fujii	採水地点で実施

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(ppt)	採水実施者	ろ過時間	ろ過実施者	note
56	20180622456	モセカルベツ	2018.6.22	44.08395,145.23721	14:35	晴	11.0	48.2	0	Y. Fujii	14:40	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
57	20180622457	モセカルベツ	2018.6.22							Y. Fujii	14:40	Y. Fujii	
58	20180622458	オッカバケ	2018.6.22	44.07596,145.2402	15:00	雨	11.6	51.6	0	Y. Fujii	15:05	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
59	20180622459	オッカバケ	2018.6.22							Y. Fujii	15:05	Y. Fujii	
60	20180622460	サシルイ	2018.6.22	44.06148,145.23648	15:25	小雨	11.6	71.8	0	Y. Fujii	15:30	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
61	20180622461	サシルイ	2018.6.22							Y. Fujii	15:30	Y. Fujii	
62	20180622462	知徒来	2018.6.22	44.03409,145.20752	15:40	小雨	11.8	59.5	0	Y. Fujii	15:45	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
63	20180622463	知徒来	2018.6.22							Y. Fujii	15:45	Y. Fujii	
64	20180622464	羅臼	2018.6.22	44.02313,145.18655	16:15	晴	14.8	0.222(ms)	0.01	Y. Fujii	16:20	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
65	20180622465	羅臼	2018.6.22							Y. Fujii	16:20	Y. Fujii	
66	20180622466	ネガコン	2018.6.22								16:40	S. Mitani	羅臼駐車地点で実施
67	20180622467	松法	2018.6.22	43.99194,145.15507	17:10	晴	13.0	76.8	0	Y. Fujii	17:15	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
68	20180622468	松法	2018.6.22							Y. Fujii	17:15	Y. Fujii	
69	20180623469	知西別	2018.6.23	43.9796,145.15279	7:20	晴	11.9	0.201(ms)	0.01	Y. Fujii	7:25	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
70	20180623470	知西別	2018.6.23							Y. Fujii	7:25	Y. Fujii	
71	20180623471	立茹臼	2018.6.23	43.96982,145.13888	7:45	晴	10.7	78.7	0	Y. Fujii	7:50	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
72	20180623472	立茹臼	2018.6.23							Y. Fujii	7:50	Y. Fujii	
73	20180623473	精神	2018.6.23	43.95828,145.13189	8:15	晴	17.8	68.7	0	Y. Fujii	8:20	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
74	20180623474	精神	2018.6.23							Y. Fujii	8:20	Y. Fujii	
75	20180623475	ボン春茹古丹	2018.6.23	43.948,145.12644	8:40	晴	12.0	84.6	0	Y. Fujii	8:45	S. Mitani	水温計設置地点より2m上流で採水(5m上流はダム直下ブールのため)
76	20180623476	ボン春茹古丹	2018.6.23							Y. Fujii	8:45	Y. Fujii	
77	20180623477	ネガコン	2018.6.23								9:00	Y. Fujii	ボン春茹古丹駐車地点で実施
78	20180623478	春茹古丹	2018.6.23	43.94713,145.06893	9:35	晴	11.9	54.5	0	Y. Fujii	9:40	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
79	20180623479	春茹古丹	2018.6.23							Y. Fujii	9:40	Y. Fujii	
80	20180623480	茶志別	2018.6.23	43.90182,145.10091	10:25	晴	16.5	119.5	0.01	Y. Fujii	10:30	S. Mitani	水温計設置地点より10m下流で採水(10m下流までに落差工が2基あり, 10m下流地点が過去の魚類採捕区間に該当するため)
81	20180623481	茶志別	2018.6.23							Y. Fujii	10:30	Y. Fujii	
82	20180623482	ボン陸士別	2018.6.23	43.88192,145.09543	10:55	晴	15.5	102.1	0.01	Y. Fujii	11:00	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
83	20180623483	ボン陸士別	2018.6.23							Y. Fujii	11:00	Y. Fujii	
84	20180623484	居麻布	2018.6.23	43.86871,145.09092	11:25	晴	14.7	107.0	0.01	Y. Fujii	11:30	S. Mitani	水温計設置地点より5m上流で採水
85	20180623485	居麻布	2018.6.23							Y. Fujii	11:30	Y. Fujii	
86	20180623486	金山	2018.6.23	43.98739,144.89033	13:30	晴	16.5	122.0	0.01	Y. Fujii	13:35	S. Mitani	水温計設置より5m下流で採水(水温計がダム下流壁面だったため)
87	20180623487	金山	2018.6.23							Y. Fujii	13:35	Y. Fujii	
88	20180623488	オショバオマブ	2018.6.23	43.98645,144.88545	14:00	晴	15.6	157.0	0.01	Y. Fujii	14:00	S. Mitani	水温計設置より5m下流で採水(水温計がダム下流壁面だったため)
89	20180623489	オショバオマブ	2018.6.23							Y. Fujii	14:00	Y. Fujii	
90	20180623490	ネガコン	2018.6.23							Y. Fujii	14:20	S. Mitani	オショバオマブ駐車地点で実施
91	SR180804001	ルシャ採捕下流	2018.8.4	44.1977,145.19672	9:20	曇り	14.5	92.0	0	Y. Fujii	9:25	Y. Fujii	
92	SR180804002	ルシャ採捕上流	2018.8.4	44.19745,145.19739	9:40	曇り	14.6	91.6	0	Y. Fujii	9:45	Y. Fujii	
93	SR180805001	イダシュベツ採捕下流	2018.8.5	44.12238,145.10304	8:20	晴	9.5	153.4	0.01	Y. Fujii	8:25	Y. Fujii	
94	SR180805002	イダシュベツ採捕上流	2018.8.5	44.12255,145.10363	8:40	晴	9.6	153.5	0.01	Y. Fujii	8:45	Y. Fujii	
95	SR180806001	ホロベツ採捕下流	2018.8.6	44.08512,145.01143	7:45	晴	10.7	69.2	0	Y. Fujii	7:50	Y. Fujii	
96	SR180806002	ホロベツ採捕上流	2018.8.6	44.08488,145.01184	8:05	晴	10.7	69.1	0	Y. Fujii	8:10	Y. Fujii	
97	SR180806003	ネガコン	2018.8.6							Y.Sugiyama	11:50	Y.Sugiyama	
98	SR180806004	糠真布採捕下流	2018.8.6	43.92343,144.84169	13:50	晴	15.5	71.0	0	Y.Sugiyama	13:55	Y.Sugiyama	サンプルには「スカマップ採捕下流」と記載
99	SR180806005	糠真布採捕上流	2018.8.6	43.9235,144.84243	14:10	晴	15.4	71.4	0	Y.Sugiyama	14:15	Y.Sugiyama	サンプルには「スカマップ採捕上流」と記載
100	SR180827001	精神川採捕下流	2018.8.27	43.95796,145.13245	8:20	晴	14.2	73.2	0	Y.Sugiyama	8:25	Y.Sugiyama	
101	SR180827002	精神川採捕上流	2018.8.27	43.95818,145.13191	8:55	晴	13.2	72.7	0	Y.Sugiyama	9:00	Y.Sugiyama	
102	SR180827003	知西別川採捕下流	2018.8.27	43.97942,145.15326	12:45	晴	17.6	0.228(ms)	0	Y.Sugiyama	12:50	Y.Sugiyama	
103	SR180827004	知西別川採捕上流	2018.8.27	43.97963,145.15261	13:20	晴	16.8	0.351(ms)	0	Y.Sugiyama	13:25	Y.Sugiyama	
104	SR180828001	知徒来川採捕下流	2018.8.28	44.03399,145.20760	10:00	曇り	11.5	62.4	0	Y.Sugiyama	10:05	Y.Sugiyama	サンプルには「チトライ川採捕下流」と記載
105	SR180828002	知徒来川採捕上流	2018.8.28	44.03451,145.20723	10:27	曇り	11.2	62.5	0	Y.Sugiyama	10:32	Y.Sugiyama	サンプルには「チトライ川採捕上流」と記載
106	SR180829001	金山川採捕下流	2018.8.29	43.98774,144.88979	9:10	晴	13.9	129.3	0	Y.Sugiyama	9:15	Y.Sugiyama	
107	SR180829002	金山川採捕上流	2018.8.29	43.98737,144.89033	9:38	晴	15.9	126.7	0	Y.Sugiyama	9:43	Y.Sugiyama	
108	SR180830001	シマトツカリ川採捕下流	2018.8.30	43.93005,144.79468	9:10	曇り	11.9	143.3	0	Y.Sugiyama	9:15	Y.Sugiyama	
109	SR180830002	シマトツカリ川採捕上流	2018.8.30	43.92954,144.79455	9:45	曇り	12.5	103.9	0	Y.Sugiyama	9:50	Y.Sugiyama	
110	SR180830002	ネガコン	2018.8.30							Y.Sugiyama	13:15	Y.Sugiyama	
111	SR181004001	ベキン川	2018.10.4	44.26696,145.36508	12:00	晴	8.5	64.7	0	Y. Fujii	12:05	Y. Fujii	
112	SR181004002	ベキン川	2018.10.4							Y. Fujii	12:20	Y. Fujii	
113	20181020007	ルシャ川河口	2018.10.20	44.198422,145.195615	13:45	晴	9.5	59.2	0	H.Araki	13:45	H.Araki	
114	20181020008	ルシャ川河口	2018.10.20							H.Araki	13:45	H.Araki	



図2. 採水箇所 (1) 【図の緑ピンは水温計設置時, 赤ピンは採捕調査時の採水地点】



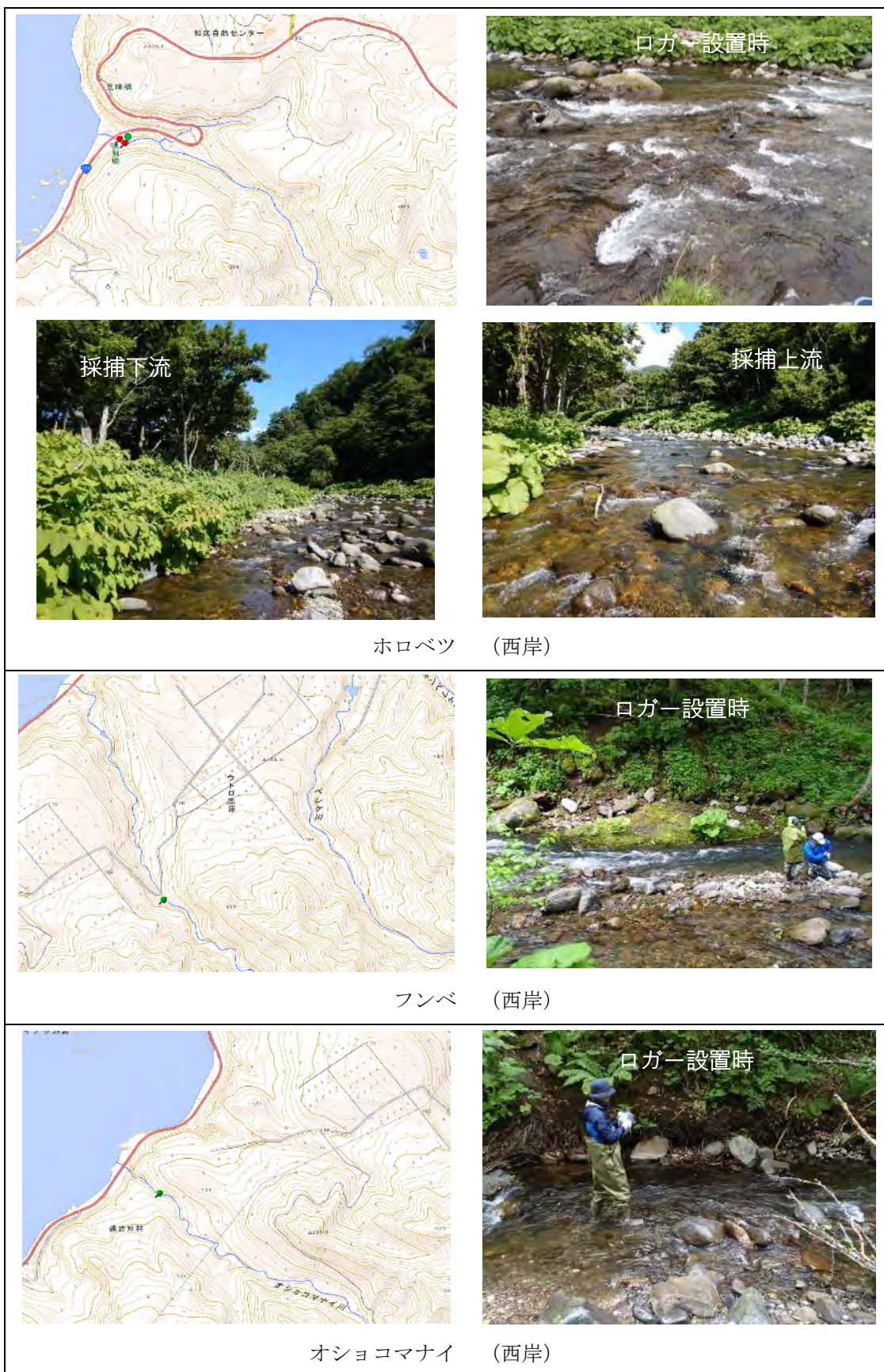


図4. 採水箇所 (3) 【図の緑ピンは水温計設置時, 赤ピンは採捕調査時の採水地点】

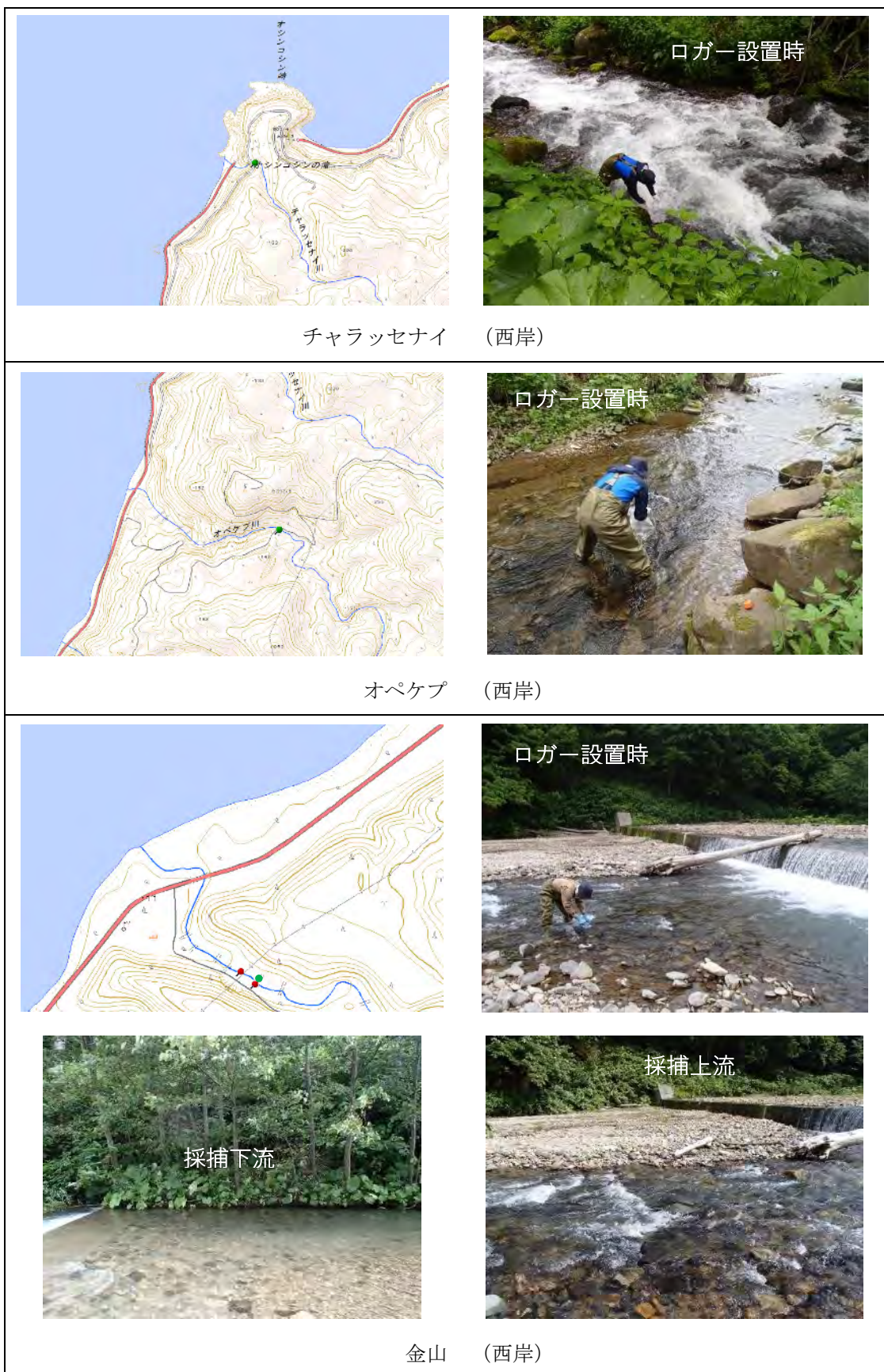


図5. 採水箇所(4)【図の緑ピンは水温計設置時, 赤ピンは採捕調査時の採水地点】



図6. 採水箇所 (5) 【図の緑ピンは水温計設置時の採水地点】



図 7. 採水箇所 (6) 【図の緑ピンは水温計設置時，赤ピンは採捕調査時の採水地点】

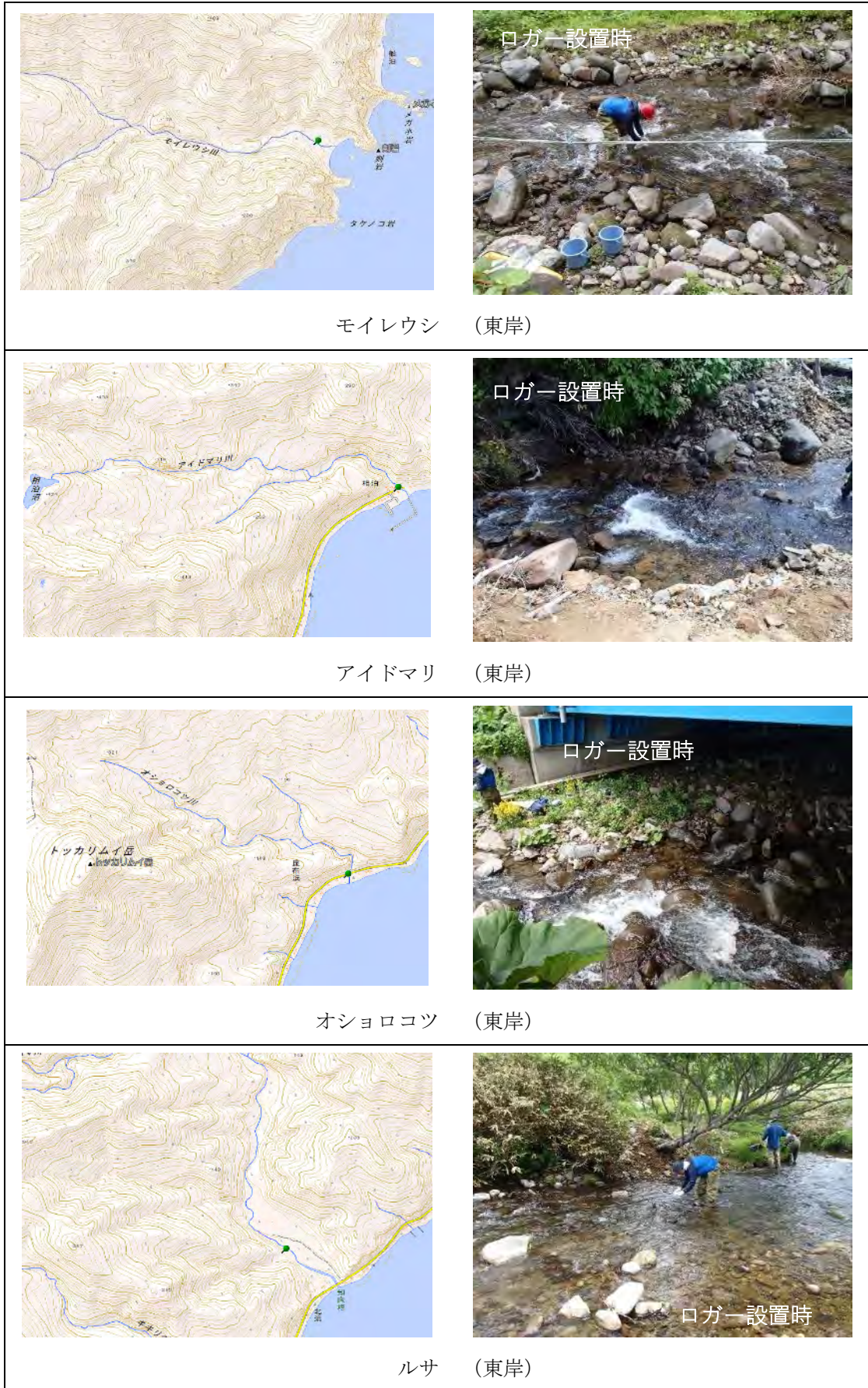


図 8. 採水箇所 (7) 【図の緑ピンは水温計設置時の採水地点】

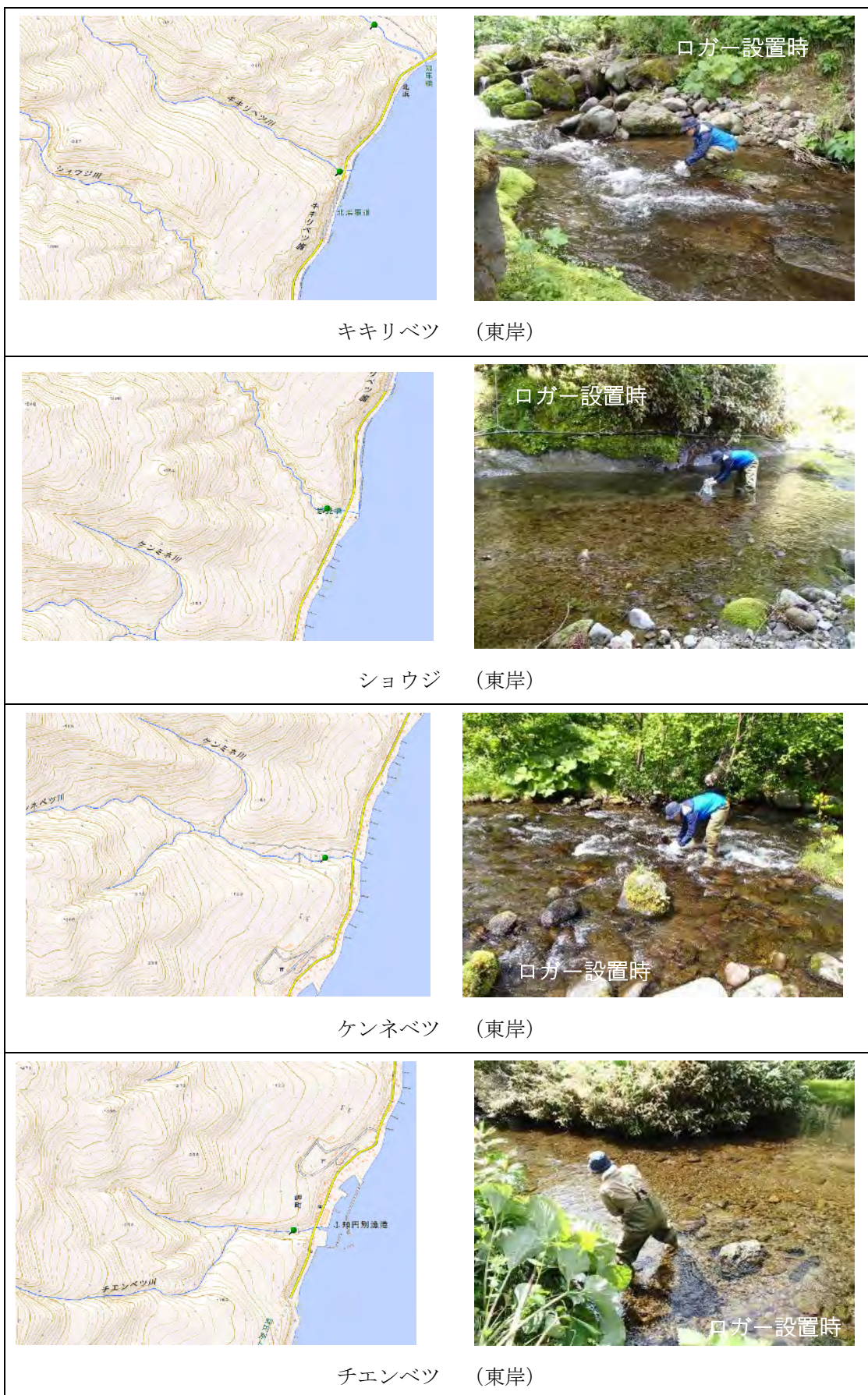


図9. 採水箇所 (8) 【図の緑ピンは水温計設置時の採水地点】

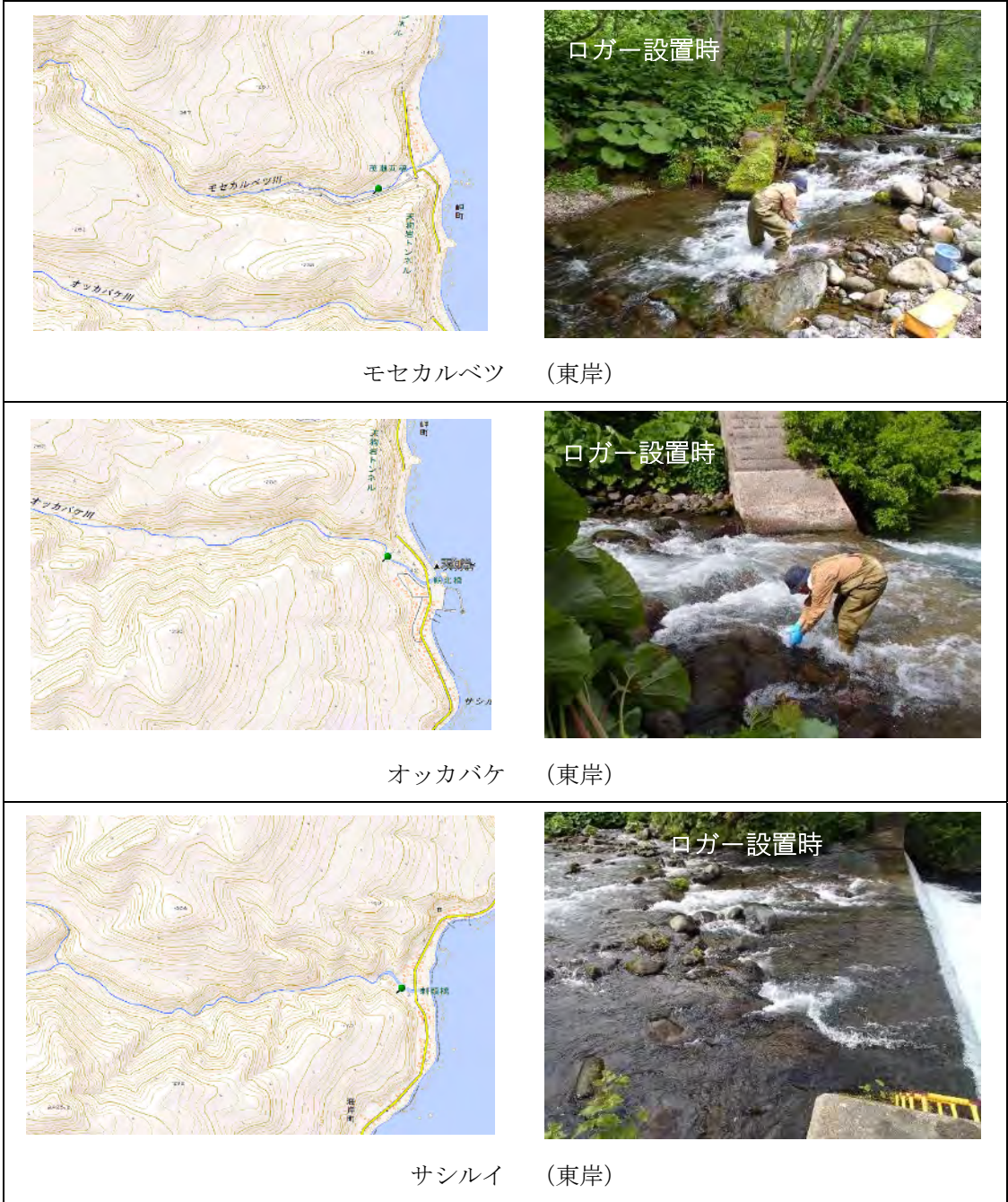


図 10. 採水箇所 (9) 【図の緑ピンは水温計設置時の採水地点】



図 11. 採水箇所 (10) 【図の緑ピンは水温計設置時、赤ピンは採捕調査時の採水地点】



図 12. 調査箇所 (11) 【緑ピンは水温計設置時, 赤ピンは採捕調査時】

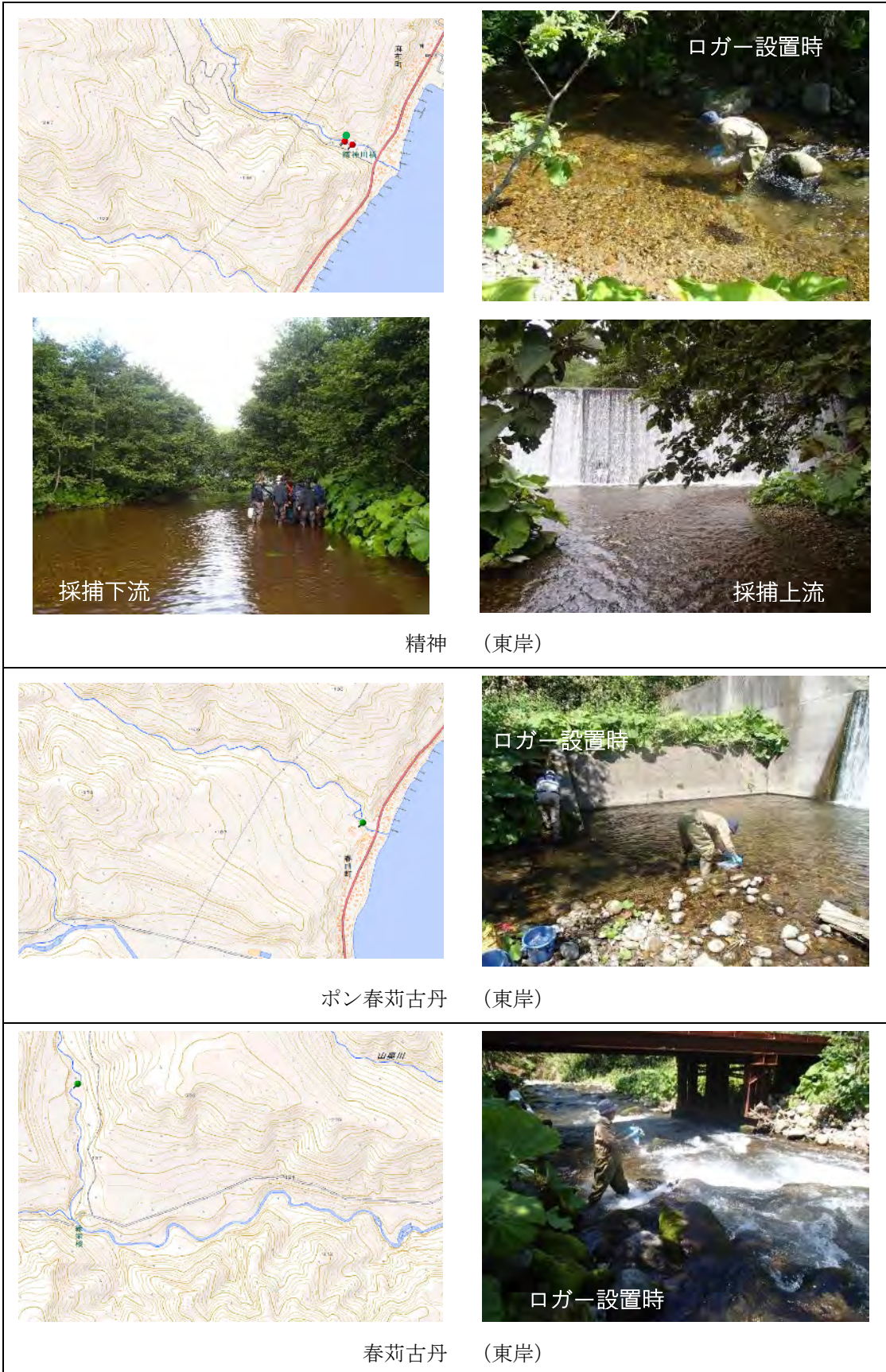


図 13. 採水箇所 (12) 【図の緑ピンは水温計設置時, 赤ピンは採捕調査時の採水地点】

	ロガー設置時
	ロガー設置時
	ロガー設置時
	10月に採水
茶志別 (東岸)	ペキン (東岸)

図 14. 採水箇所 (13) 【図の緑ピンは水温計設置時の採水地点 (なおペキンのみ 10 月実施)】

3.2. 環境DNA解析方法

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.), その他魚種については魚類網羅的ユニバーサルプライマー (MiFish, Miya et al. 2015) 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ックス (標識子) を付加した。この処理により、今回 38 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 MiSeq を用いた。

MiSeq にアプライするサンプルはプール・濃度測定後、1 サンプル当たりの平均リード数 (各サンプルに割り当てられる DNA 解読量) が 5 万リードとなるよう濃度調整をおこなった。MiSeq 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) として研究室内のハードディスクに保存される。その後 Sato et al. (2018) 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。

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

解析は、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。

解析結果を図15、表4に示した。オショロコマは38河川すべてで検出された(38/38河川, 100%)。サクラマスはテッパンベツ、ルシャ、イワウベツ、ホロベツ、糠真布、シマトツカリ、ルサ、サシルイ、知徒来、羅臼、松法、知西別、立茹臼、ポン春茹古丹、春茹古丹、茶志別、ポン陸士別、居麻布で検出された(18/38河川, 47.3%)。ニジマスは知西別で検出された(1/38河川, 2.6%)。

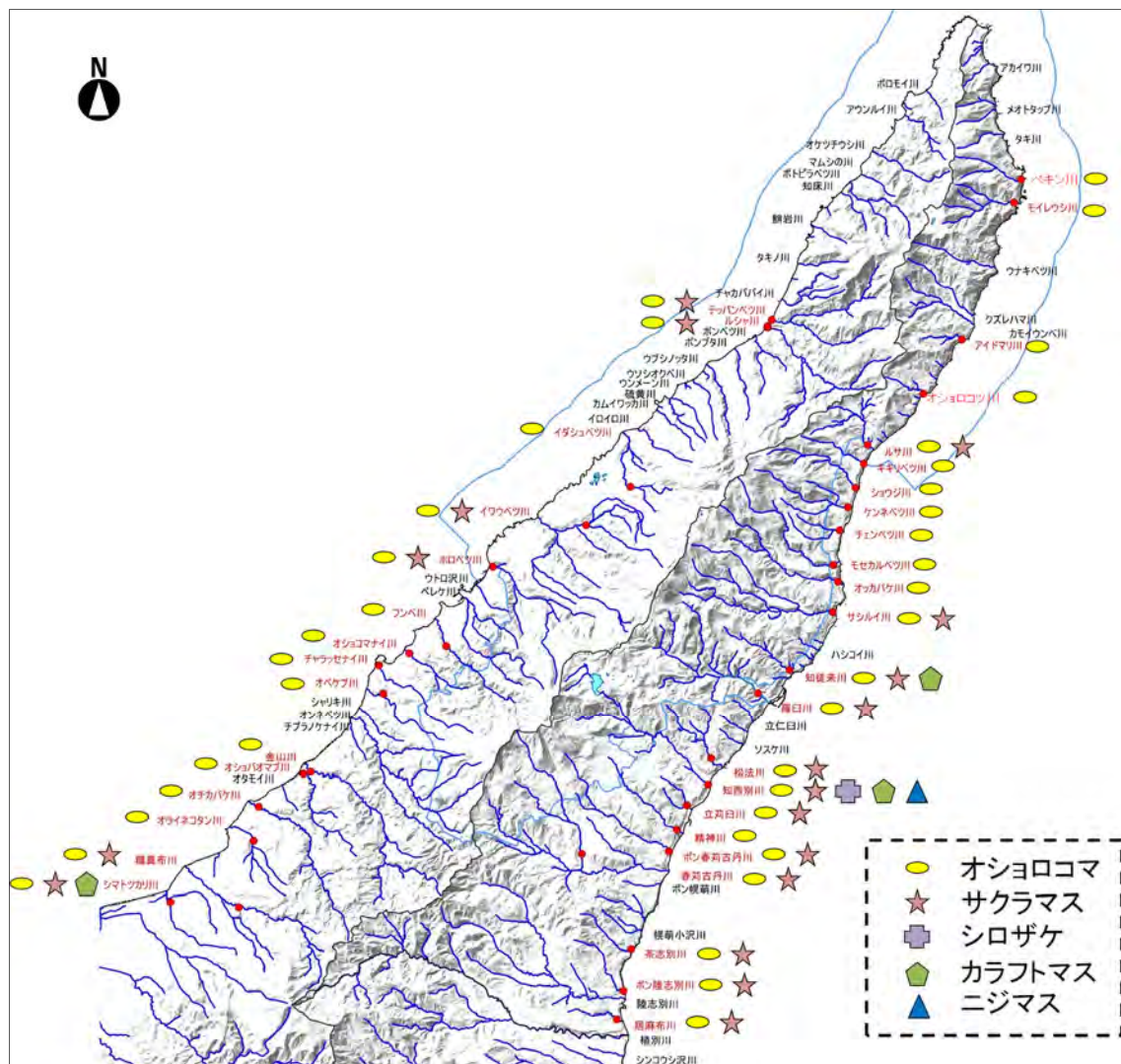


図15 H30(2018)年のサケ科魚類の検出結果

表 4. H30（2018）年のサケ科魚類の検出結果

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
西 岸 斜 里 側	1	テッパンベツ	6/21	6/21		
	2	ルシャ	6/21 8/4	6/21 8/4		
	3	イダシュベツ	6/21 8/5			
	4	イワウベツ	6/21	6/21		
	5	ホロベツ	6/21 8/6	6/21 8/6		
	6	フンベ	6/21			
	7	オシヨコマナイ	6/21			
	8	チャラッセナイ	6/21			
	9	オベケブ	6/21			
	10	金山	6/23 8/29			
	11	オシヨバオマブ	6/23			
	12	オチカバケ	6/21			
	13	オライネコタン	6/20			
	14	糠真布	6/21 8/6	8/6		
	15	シマトツカリ	6/20 8/30	6/20 8/30	8/30	
東 岸 羅 臼 側	16	モイレウシ	6/22			
	17	アイドマリ	6/22			
	18	オシヨロコツ	6/22			
	19	ルサ	6/22	6/22		
	20	キキリベツ	6/22			
	21	ショウジ	6/22			
	22	ケンネベツ	6/22			
	23	チエンベツ	6/22			
	24	モセカルベツ	6/22			
	25	オッカバケ	6/22			
	26	サシルイ	6/22	6/22		
	27	知徒来	6/22 8/28	6/22 8/28	8/28	
	28	羅臼	6/22	6/22		
	29	松法	6/22	6/22		
	30	知西別	6/23 8/27	6/23 8/27	8/27	6/23 8/27
	31	立茹臼	6/23	6/23		
	32	精神	6/23 8/27			
	33	ポン春茹古丹	6/23	6/23		
	34	春茹古丹	6/23	6/23		
	35	茶志別	6/23	6/23		
	36	ポン陸士別	6/23	6/23		
	37	居麻布	6/23	6/23		
	38	ペキン	10/4			

【月/日は検出されたサンプルの採水経過実施日】

4. 2. 魚類網羅的ユニバーサルプライマーによる解析

サケ科以外の魚種は、魚類網羅的ユニバーサルプライマー（MiFish）を用いて環境DNAメタバーコーディング解析を行った。

解析結果を図16、表5、表6に示した。ルシャ（河口部のみ）ではイトヨ、カンキョウカジカ、シマウキゴリ、シマトツカリではトミヨ属魚類、ルサではカンキョウカジカ、シマウキゴリ、オッカバケではフクドジョウ、羅臼ではフナ、松法ではカンキョウカジカ、シマウキゴリ、知西別ではフクドジョウ、ポン陸士別ではカンキョウカジカ、シマウキゴリが検出された。

また、アيدマリではホッケ、カレイ科魚類、羅臼ではイカナゴ、セビロカジカ、知西別ではホッケ、メバル属魚類、マダラ属魚類、コマイ、イカナゴ、精神ではマダラ属魚類、茶志別ではニシン、キタノホッケ、ホッケ、メバル属魚類、カレイ科魚類といった海水魚類が検出された。これは採水地点が水産加工場、生活排水の影響を受けているためと考えられ、今後採水ろ過を継続する場合は、採水地点の再検討が必要である。

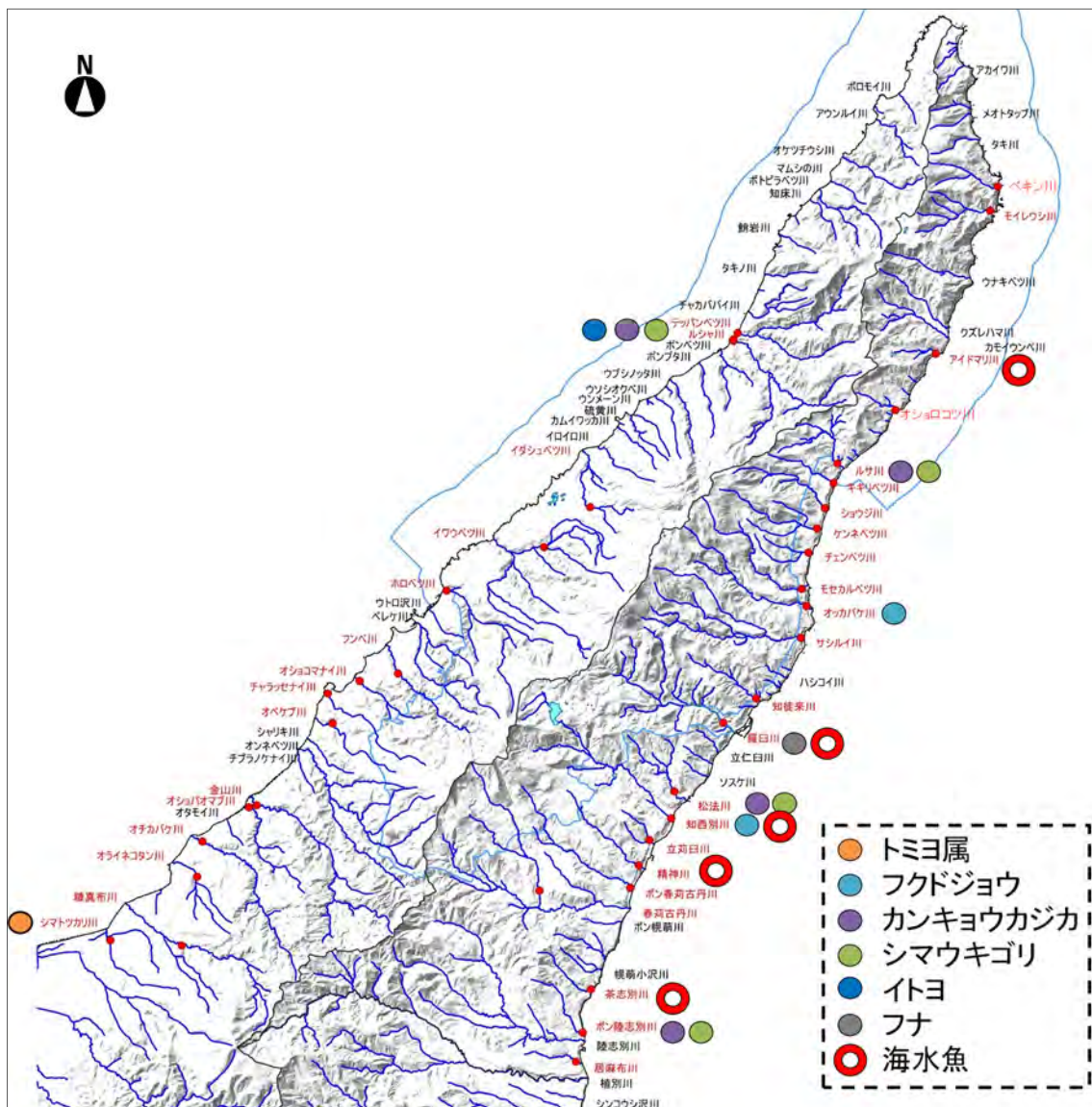


図16 H30（2018）年のサケ科以外の魚類の検出結果

表 5. H30（2018）年のサケ科以外の魚類（淡水魚）の検出結果

河川名		トミヨ属	フクトジヨウ	カンキョウカシカ	シマウキコリ	イトヨ	フナ
西 岸 斜 里 側	1	テッパンベツ					
	2	ルシャ		6/21	6/21	6/21	
	3	イダシュベツ					
	4	イワウベツ					
	5	ホロベツ					
	6	フンベ					
	7	オショコマナイ					
	8	チャラッセナイ					
	9	オペケブ					
	10	金山					
	11	オショパオマブ					
	12	オチカバケ					
	13	オライネコタン					
	14	糠真布					
	15	シマトツカリ	8/30				
東 岸 羅 臼 側	16	モイレウシ					
	17	アイドマリ					
	18	オシヨロコツ					
	19	ルサ		6/22	6/22		
	20	キキリベツ					
	21	ショウジ					
	22	ケンネベツ					
	23	チエンベツ					
	24	モセカルベツ					
	25	オッカバケ		6/22			
	26	サシルイ					
	27	知徒来					
	28	羅臼					6/22
	29	松法		6/22	6/22		
	30	知西別		6/23			
	31	立蒨臼					
	32	精神					
	33	ポン春蒨古丹					
	34	春蒨古丹					
	35	茶志別					
	36	ポン陸士別		6/23	6/23		
	37	居麻布					
	38	ペキン					

【月/日はDNAが検出されたサンプルの採水ろ過実施日】

表 6. H30（2018）年のサケ科以外の魚類（海水魚）の検出結果

河川名			カレイ科	メハ ^ル 属	マダ ^ラ 属	コマイ	イナゴ ^コ	ニシン	キタノホッケ	ホッケ	セビ ^ロ カジ ^カ
西 岸 斜 里 側	1	テッパンベツ									
	2	ルシャ									
	3	イダシュベツ									
	4	イワウベツ									
	5	ホロベツ									
	6	フンベ									
	7	オショコマナイ									
	8	チャラッセナイ									
	9	オペケブ									
	10	金山									
	11	オショバオマブ									
	12	オチカバケ									
	13	オライネコタン									
	14	糠真布									
	15	シマトツカリ									
東 岸 羅 臼 側	16	モイレウシ									
	17	アイドマリ	6/22							6/22	
	18	オショロコツ									
	19	ルサ									
	20	キキリベツ									
	21	ショウジ									
	22	ケンネベツ									
	23	チエンベツ									
	24	モセカルベツ									
	25	オッカバケ									
	26	サシルイ									
	27	知徒来									
	28	羅臼					6/22				6/22
	29	松法									
	30	知西別		6/23	6/23	6/23	6/23			6/23	
	31	立茹臼									
	32	精神			6/23						
	33	ボン春茹古丹									
	34	春茹古丹									
	35	茶志別	6/23	6/23				6/23	6/23	6/23	
	36	ボン陸士別									
	37	居麻布									
	38	ペキン									

【月/日はDNAが検出されたサンプルの採水ろ過実施日】

4.3. 過去の採捕結果との対比

平成 25 (2013) ～30 (2018) 年のオショロコマ長期モニタリングでの採捕魚種と環境DNA解析による検出魚種との対比を表 7 に示した。採捕データは足掛け 6 年に及ぶが、環境DNA解析は平成 30 (2018) 年のみなので、タイムラグがかなりある状況での対比となる。

表中の●は採捕で確認され環境DNAでも検出、●は採捕では確認されなかったが環境DNAでは検出、●は採捕では確認されたが環境DNAでは検出されなかったものを表す。

また、▲ (eDNA Found only less than 25 reads) は、DNAリード数が 25 未満で、DNAが確認されたもののその数値が極めて少なくて足切りされたものを表しており、テッパンベツのカンキョウカジカ、シマトツカリのニジマス、ポン陸士別のミミズハゼが該当する。

表 7 の空欄は、採捕でも確認されず環境DNAでも検出されなかったことを表すため、●と空欄は、採捕と環境DNA結果が合致したものを示している。

一致率は、オショロコマは 92% (34/37 河川)、サクラマス 81% (30/37 河川)、ニジマス 95% (35/37 河川) となった。ただし、オショロコマにおいては、●だったフンベ、オショパオマブ、居麻布では、それよりも前回の採捕時 (平成 24 (2012) 年以前) には確認されているので、それを含めると 100%の一致率となる。

表 7. 魚類採捕調査結果（2013～2018）と環境DNA解析結果（2018）の対比

河川名		魚類 採捕年	オショロ コマ	サクラ マス	エリノハナ カジカ	カンキョウ カジカ	シマウ キョリ	トヨ属	フクト ジヨウ	ミミズ ハゼ	アメマス	カワ 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	●									
	7	オショコマナイ	2014	●									
	8	チャラッセナイ	2014	●									
	9	オベケブ	2015	●									
	10	金山	2013, 2018	●									
	11	オショパオマブ	2014	●									
	12	オチカバケ	2016	●	●								
	13	オライネコタン	2014	●									
	14	糠真布	2013, 2018	●	●								
東 岸 ・ 羅 臼 側	15	シマトツカリ	2013～2017 2018	●	●	●	●	●			●	●	▲
	16	モイレウシ	2016	●			●						
	17	アイドマリ	2016	●									
	18	オショロコツ	2016	●			●						
	19	ルサ	2014	●	●		●						
	20	キキリベツ	2015	●			●						
	21	ショウジ	2015	●									
	22	ケンネベツ	2017	●									
	23	チエンベツ	2017	●									
	24	モセカルベツ	2015	●									
	25	オッカバケ	2014	●					●				
	26	サシルイ	2017	●	●								
	27	知徒来	2013, 2018	●	●		●						●
	28	羅臼	2016	●	●								
	29	松法	2014	●	●		●	●					
	30	知西別	2013～2017 2018	●	●		●	●	●				●
	31	立莉臼	2016	●	●								
	32	精神	2013, 2018	●									
	33	ボン春荻古丹	2017	●	●								
	34	春荻古丹	2017	●	●								
	35	茶志別	2017	●	●		●	●					
	36	ボン陸士別	2015	●	●		●	●		▲			
	37	居麻布	2016	●	●								

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

4.4. 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、同一の人物により実施する。

本年度採水ろ過した10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、9本の解析を実施した（8/6, 8/30 サンプルで各1回, 6/21, 6/23 サンプルで各2回, 6/22 サンプルで3回の計9サンプル）。

NGS解析の結果, 6/23, 8/6, 8/30 のネガティブコントロール各1から37～39リードのオショロコマDNAが検出された（33.3%。他種検出はゼロ。河川水サンプルからのオショロコマ検出リード数は全て39リード以上）。今後は汚染防止の徹底が必要である。



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）



宿舎に戻ってから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

環境 DNA 調査の初年度となる平成 30 (2018) 年は、環境 DNA による基礎的な現況把握のため、既存の 37 河川とペキン川の計 38 河川で環境 DNA メタバーコーディング解析を実施した。検出されたサケ科魚類は、オショロコマ、サクラマス、ニジマス、シロザケ、カラフトマスであった。オショロコマはすべての調査河川で検出され、知床の淡水魚類相を特徴づける種ということが改めて認識された。今回の環境 DNA 解析によるオショロコマ検出率の高さから考えて、38 河川以外の河川、例えばあまり重要視されていない流程の短い急勾配河川等のオショロコマ生息確認等においても有効な手法と考えられる。またカラフトマスについては 6 月の河川水サンプルからは検出されず、検出は同種の遡上初期にあたる 8 月のサンプルに限られていたことから、回遊性・季節移住性を持つ魚種のモニタリングに対する有効性も合わせて示唆される。

長期モニタリングにおいては、水温上昇（気候温暖化）とオショロコマ資源量との関係がモニタリングの主題であるため、オショロコマ確認の次の段階として、オショロコマ生物量の経年変化のモニタリングが重要と考えられる。特に過去 5 年間のオショロコマ長期モニタリングでは、半島先端付近の調査河川が少ないことが指摘されたことから、半島先端付近の河川で、そのモニタリングを重点的に行うことは有効と考えられる。

サクラマスについては近年、知床半島で増加の傾向にあると考えられている。本年度は環境 DNA 解析で 47% の河川でサクラマスが確認されたが、今後、検出される河川が増える可能性が高く、将来的に環境 DNA メタバーコーディング解析を実施することにより、その増加傾向の真偽を判断することが可能と考えられる。

ニジマスは知西別のみで検出された。シマトッカリでは少数のニジマス DNA が検出されたが、そのリード数が通常の検出判定作業の足切り（25 リード）未満のため、非検出の判定となった。知床の河川では、オショロコマの生息が優勢な（DNA リード数が多い）ため、ごく少数の魚種の検出が比較的困難となる可能性も考えられる。ニジマスは外来種としてその繁殖が危険視される魚種なので、一定の頻度により、環境 DNA 解析でその侵入状況のモニタリングを行うことが望ましいと考えられる。なお、今回の採水ろ過地点が、魚類遡上不能のダムの上流にある河川があり、それら河川においては、ダム下流でのニジマス侵入が把握されていないと思われることから、次回の環境 DNA 解析では採水地点をダム下流に移動する等が必要である。

また、アイドマリ、知西別、茶志別、羅臼、精神ではホッケ、ニシン等の海水魚が検出された。これは採水地点が水産加工場、生活排水の影響を受けているためと考えられ、今後は、採水地点をそれらの影響外となる上流に移動する等の配慮が必要である。

ネガティブコントロールにおいては 9 サンプルの内、3 サンプルから微量のオショロコマ DNA が検出されたことから、ビニール手袋の着用時の取り扱い留意やマスク着用を必ず実施する等、汚染防止対策の徹底が必要である。

6. 参考文献

- Miya M, Sato Y, Fukunaga T, Sado T, Poulsen JY, Sato K, MinamotoT, Yamamoto S, Yamanaka H, Araki H, Kondoh M, Iwasaki W (2015) MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *R Soc Open Sci* 2(7):150088
- Sato Y, Miya M, Fukunaga T, Sado T, Iwasaki W (2018) MitoFish and MiFish pipeline: a mitochondrial genome database of fish with an analysis pipeline for environmental DNA metabarcoding. *Mol Biol Evol* 35(6):1553-1555

第Ⅲ章 河川工作物アドバイザー会議

目 次

1. 河川工作物アドバイザー会議.....	1
1.1. 平成 30 年度第 1 回河川工作物アドバイザー会議.....	1
1) 現地検討会	1
2) 会議	1
1.2. 平成 30 年度第 2 回河川工作物アドバイザー会議.....	3
2. ニュースレターの作成・配布.....	4

1. 河川工作物アドバイザー会議

1.1. 平成 30 年度第 1 回河川工作物アドバイザー会議

1) 現地検討会

日時：H30（2018）年 7 月 9 日（月）13：15～17：30

場所：斜里町 ルシヤ川

2) 会議

日時：H30（2018）年 7 月 10 日（火）9：30～12：00

場所：斜里町公民館ゆめホール知床

議事：(1) 第 41 回世界遺産委員会決議の対応について

(2) 長期モニタリングについて

(3) 第 2 次検討ダムについて

(4) ルシヤ川の取扱について

(5) その他

表 1. 第 1 回河川工作物アドバイザー会議の構成員

区分	氏名・機関	備考
委員	中村 太士（座長） 荒木 仁志 ト部 浩一 根岸 淳二郎 森田 健太郎 安田 陽一	北海道大学大学院教授 北海道大学大学院教授 （地独）北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場 北海道大学大学院准教授 （国研）水産研究・教育機構北海道区水産研究所 日本大学理工学部教授
オブザーバー	桜井 泰憲	（一財）函館国際水産・海洋都市推進機構函館頭足類科学研究所所長
関係行政機関	環境省 林野庁 斜里町 羅臼町 公益財団法人 知床財団	
事務局	林野庁北海道森林管理局 北海道	



写真 1 現地検討会



写真 2 現地検討会



写真 3 会議

1.2. 平成 30 年度第 2 回河川工作物アドバイザー会議

日時：H31（2019）年 1 月 31 日（木）13：30～17：00

場所：TKP 札幌ビジネスセンター赤れんが前

議事：(1) 第 41 回世界遺産委員会決議の対応について
 (2) 長期モニタリングについて
 (3) 第 2 次検討ダムについて
 (4) ルシャ川の取扱について
 (5) その他

表 2. 第 2 回河川工作物アドバイザー会議の構成員

区分	氏名・機関	備考
委員	中村 太士（座長） 荒木 仁志 卜部 浩一 根岸 淳二郎 森田 健太郎 安田 陽一	北海道大学大学院教授 北海道大学大学院教授 （地独）北海道立総合研究機構水産研究本部さけ ます・内水面水産試験場 北海道大学大学院准教授 （国研）水産研究・教育機構北海道区水産研究所 日本大学理工学部教授
オブザーバー	桜井 泰憲 谷口 義則 渡邊 康玄	（一財）函館国際水産・海洋都市推進機構函館頭 足類科学研究所所長 名城大学理工学部准教授 北見工業大学教授
関係行政機関	環境省 斜里町 羅臼町 公益財団法人 知床財団	
事務局	林野庁北海道森林管理局 北海道	



写真 4 会議

2. ニュースレターの作成・配布

第1回、第2回河川工作物アドバイザー会議の開催結果について、会議毎に取りまとめ、ニュースレター（A4裏表1枚、カラー、8,500部）をそれぞれNo.15、No.16として作成した。

ニュースレターは表3に示すとおり、斜里町と羅臼町の各家庭へ新聞折り込みとして配布し、さらにはビジターセンターや宿泊施設等の主要な利用施設にも配布した。

表3. ニュースレター配布先・枚数

No.	配布先	No.15 発送枚数	No.16 発送枚数	備 考
1	羅臼町北海道新聞販売店	1,200	1,200	新聞折込で配布
2	斜里町読売新聞販売店	2,000	2,000	新聞折込で配布
3	斜里町道新かわたき販売所	2,300	2,300	新聞折込で配布
4	知床世界遺産センター	200	200	
5	知床自然センター	1,300	1,300	
6	道の駅羅臼	30	30	
7	道の駅ウトロ	200	200	
8	道の駅斜里	80	80	
9	羅臼 ホテル峰の湯	100	100	
10	知床第一ホテル	100	100	
11	KIKI 知床 ナチュラルリゾート	100	100	
12	知床グランドホテル北こぶし	100	100	
13	知床ノーブルホテル	50	50	
14	羅臼町北海道新聞販売店	740	740	
計		8,500	8,500	

河川工作物



5/第三章

河川工作物
アドバイザー会議 No.16

内閣工作物アムパイザー会議。では、彼等が生命を守る故ならリク職が罰に過ぎぬ
 ように、彼等が職を行政機関に引いて、列人の改良と福利に活動に於いて助成をして
 下さる。しかるに、その活動に於いて多クアムパイザー役職を設けようとする。

回答例

平成31年1月31日(木)に札幌市東区
一と札幌市西区をへて、市役所を回り、
市役所と市役所の関係を確認した。

●同輩の如く思ふ

© 2004 Pearson Education, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America. This publication is protected by copyright. Permission is granted to reproduce this document for personal or internal use, on the condition that the copier pay the stated fee directly to Copyright Clearance Center, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923. For those organizations that have been granted a photocopy licence by CCC, a separate system of payment has been arranged. The fee code for users of the Transactional Reporting Service is 0890-4065/04 \$10.00. ISBN 0-205-41201-2.

RESEARCH DESIGN

第三卷 卷之三

3204-38500000

卷之四

一、

[illegible]

■■ 英語の基礎から ■■

第47回日本書道展 東京・日本文学館

[illegible]

EUROABUS

●北朝道林森壽郎氏・北朝道ちの。湯治に数回がけられ、
 だんだんぐんぐんと、まはぐんぐんと、さうさう川のあふ
 の道筋が神秘的に決まるといふから、今や幾何の年回
 りを止めて、いよいよの道程をたてよう。

■北地産森林資源の活用
本年度の長期主として、
うなぎ養殖場と、河川水害の防
止対策、お盆の準備など、
急務に当たらせていただきました。



▲お盆の準備中

[illegible]

河床路の実証試験に着手!!

[illegible]

OpenOffice.org 3.0.0

2019年12月
 2019年12月
 2019年12月
 2019年12月
 2019年12月

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS



三は、農業・商賈・手藝としての作
 業により私的な富を造ることを主
 たる目的とする。この三は、
 農業・商業・手藝の三業の
 活動を知り、これらの作用による
 富をなすたゞの事を知るが、
 四は、人々の事を知るを主
 とする。これは、人々がよくに富を
知り、よくに富を造ることを
 主たる目的とする。これは、
 富を造るの事を知るのみならず、
 富を造るの事を知るに、富を造る
 ことによる富を造ることを主とす

全篇の内容をちょっと知りたい方はコチラ

[illegible]

1000-0001-0000-0000

© 2008 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 263: 105–114

電話 4355

〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1 (国技館東側地下街内)
TEL: 0152-24-3460

FAX: 0152 24 3477

编 者：林德成
 副 编：林德成、林德成、林德成
 主 审：林德成

101 1/8 10102 10110

[illegible]

裏面、裏面(No. 16)

6/第三章