

令和元年度
第2回河川工作物アドバイザーミーティング
令和2年1月28日

オショロコマ長期モニタリング
調査結果

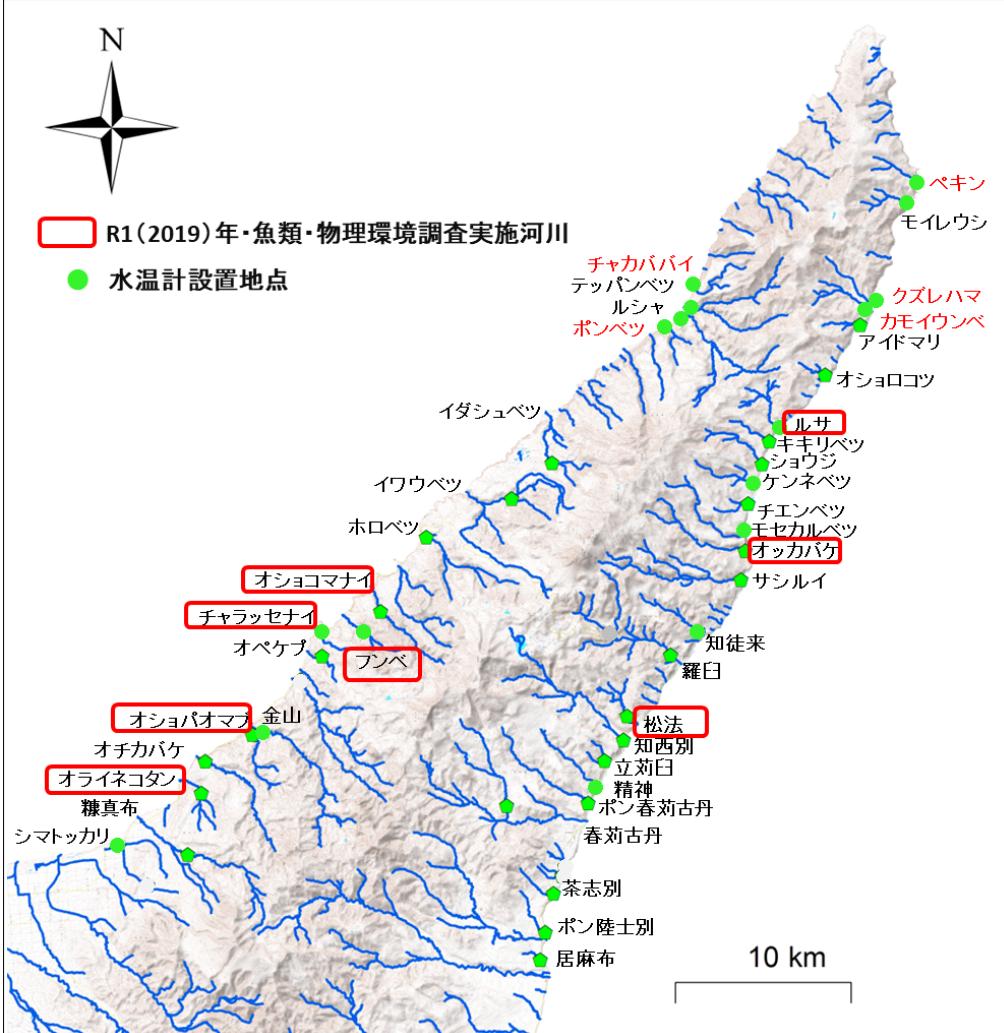
- I 水温調査、魚類および物理環境調査
- II 環境DNA調査



株式会社森林環境リアライズ

1. モニタリング調査方法

●調査水域: 知床半島・東西両岸42河川



西岸: 17河川

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. オショパオマブ
12. オチカバケ
13. オライネコタン
14. 糜真布
15. シマトッカリ
16. ポンベツ
17. チャカババイ

東岸: 25河川

18. モイレウシ
19. アイドマリ
20. オショロコツ
21. ルサ
22. キキリベツ
23. ショウジ
24. ケンネベツ
25. チエンベツ
26. ホセカルベツ
27. オッカバケ
28. サシルイ
29. 知徒来
30. 羅臼
31. 松法
32. 知西別
33. 立苅臼
34. 精神
35. ポン春古丹
36. 春古丹
37. 茶志別
38. ポン陸士別
39. 居麻布
40. カモイウンベ
41. クズレハマ
42. ペキン

➤ 過去の調査期間:

- ① H11(1999)～H22(2010)【谷口・河口研究】
- ② 予備調査 H23(2011)～H24(2012).
- ③ 本調査 H25(2013)～H30(2018).

H25～H29で全河川の調査1巡回が終了.

H30より調査2巡回を開始.

- R1(2019)年は本調査7年目:
8河川の魚類・物理環境調査を実施.
➤ R1年より半島先端部の5河川の水温計測を追加. 2

● R1(2019)年の調査概要

- 6月 温度口ガーの設置(42河川).
- 7~9月 15分インターバルで水温計測.
- 7~8月 魚類および物理環境調査(8河川).
 - ・縦断長20m単位で3つの調査リーチを設定.
 - ・エレクトリックショッカーによる2pass採捕.
魚種、体サイズ計測.
- 生息数はProgram Capture (White et al. 1982)で推定し、
100m²当たりに換算して推定生息密度を算出.
 - ・水面幅、水深、河床材料径、流速、植被率.
- 10月 温度口ガ一回収



温度口ガー：
ティドビットv2



魚類生息調査状況
(オショパオマブ川)

R1(2019)年の魚類及び物理環境調査実施河川



オショコマナイ(西岸)



チャラッセナイ(西岸)



ルサ(東岸)



オッカバケ(東岸)



フンベ(西岸)



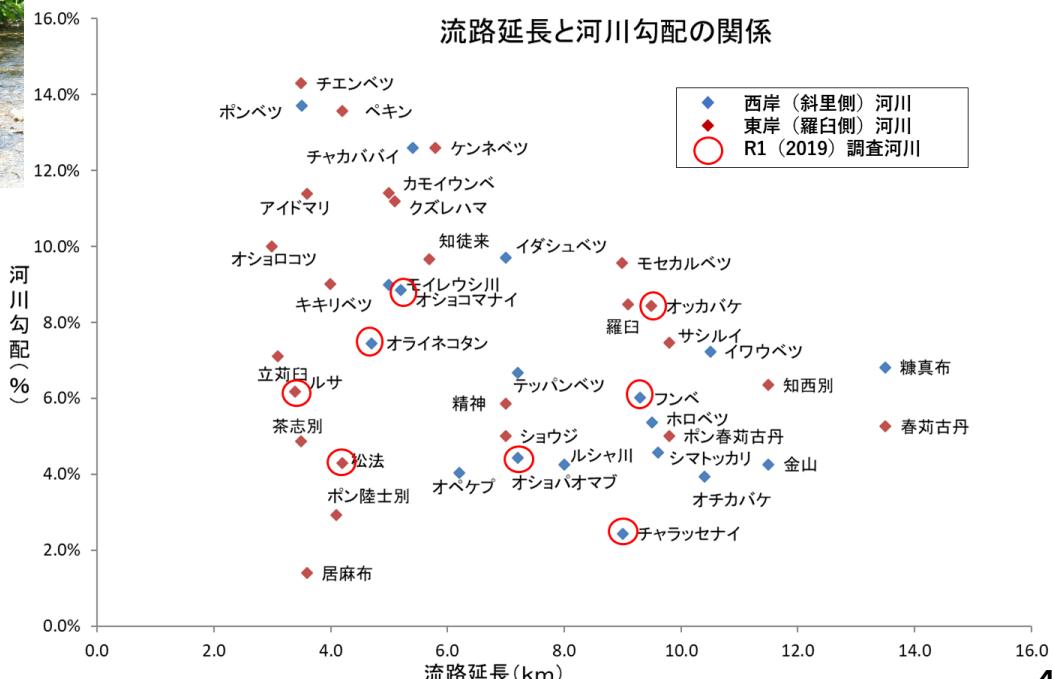
オショパオマブ(西岸)



松法(東岸)

流路延長と河川勾配の関係

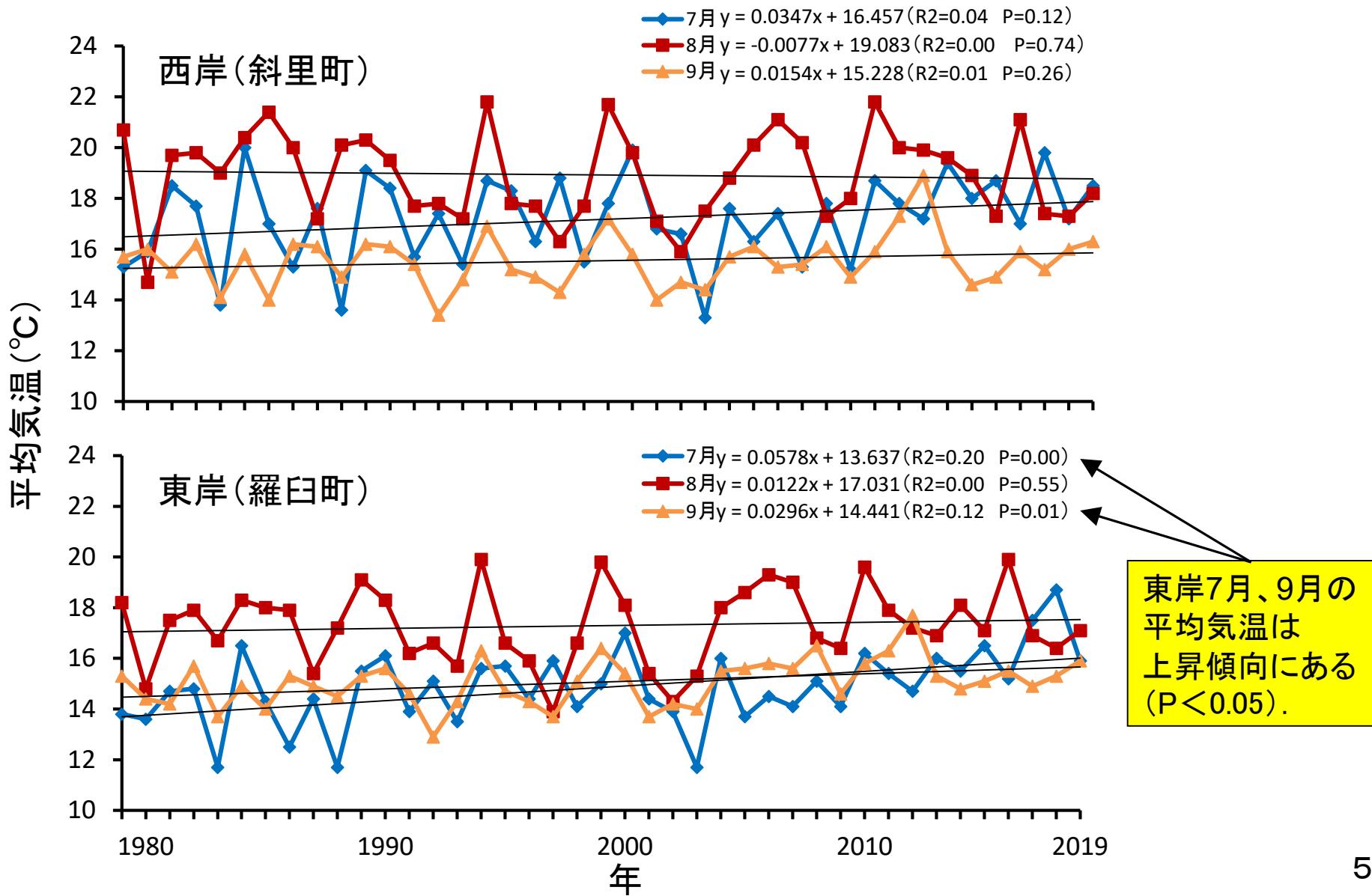
◆	西岸(斜里側)河川
◆	東岸(羅臼側)河川
○	R1(2019)調査河川



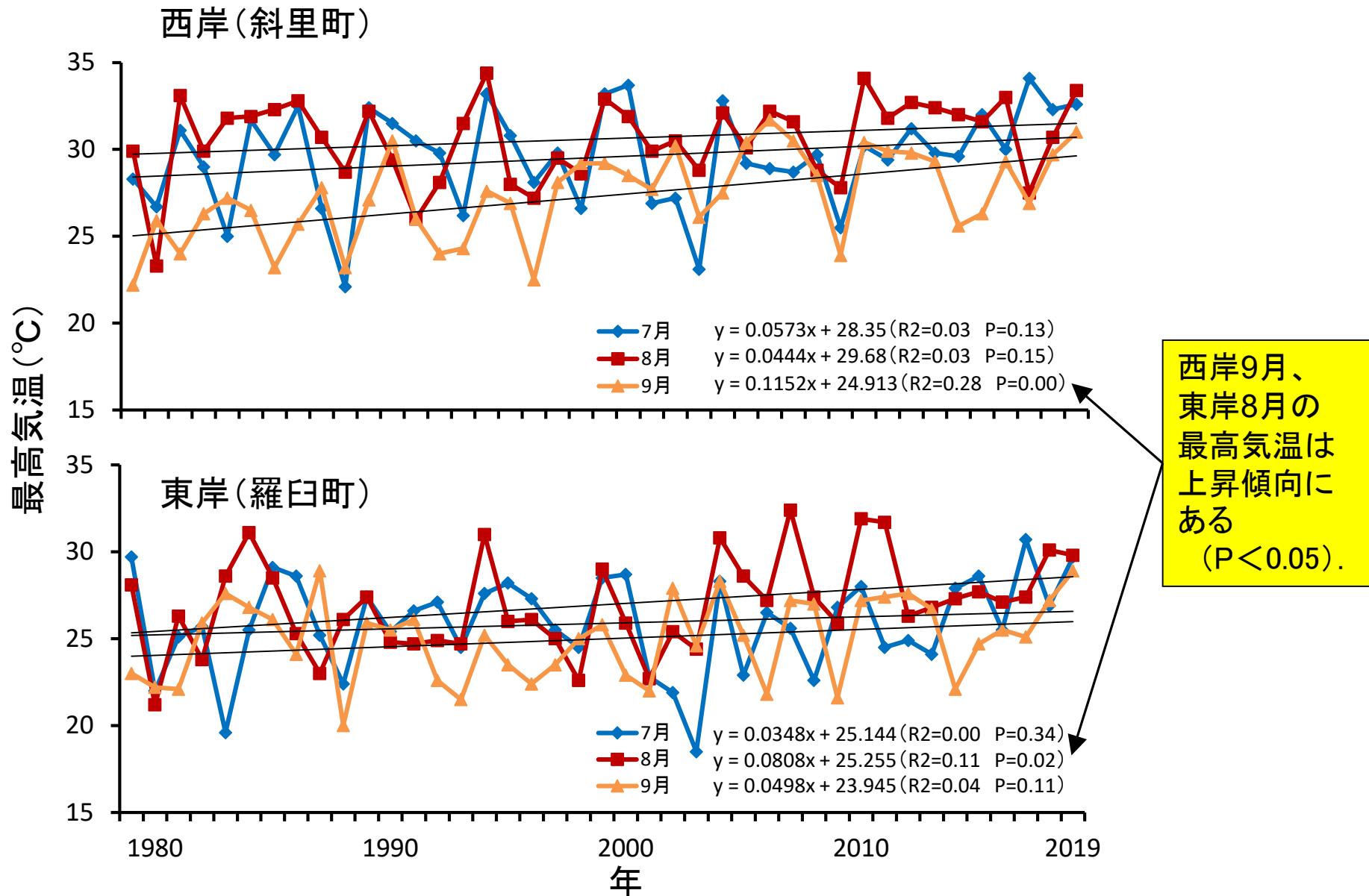
オainekotan(西岸)

2. モニタリング調査結果

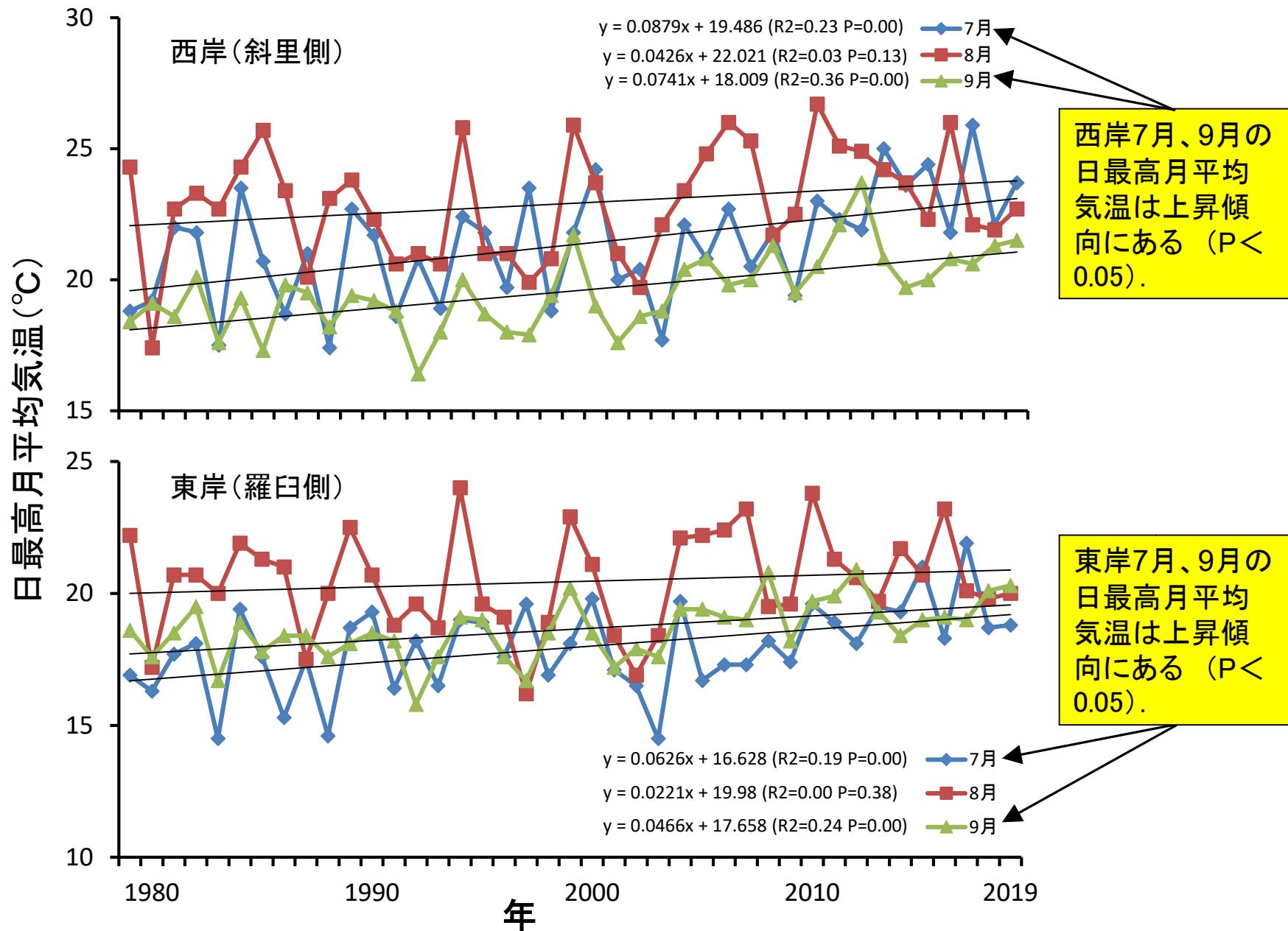
- 西岸(斜里側)と東岸(羅臼側)における 7~9月の平均気温の経年変化



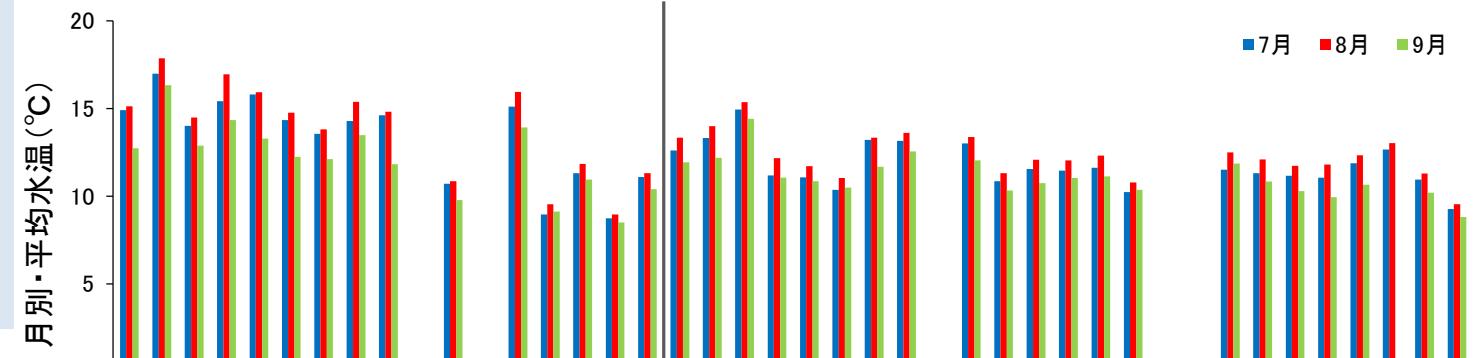
● 西岸(斜里側)と東岸(羅臼側)における 7~9月の最高気温の経年変化



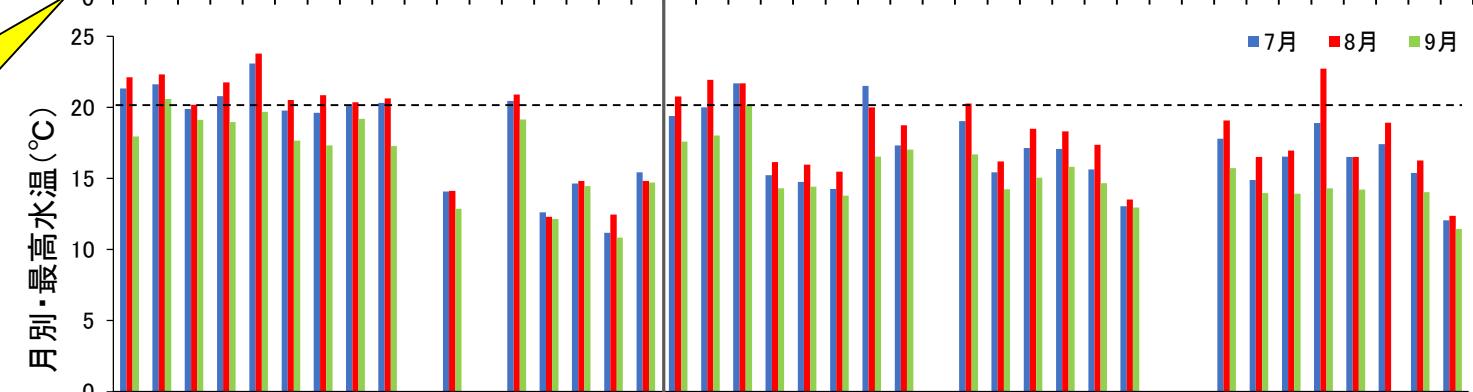
● 西岸(斜里側)と東岸(羅臼側)における 7~9月の日最高月平均気温の経年変化



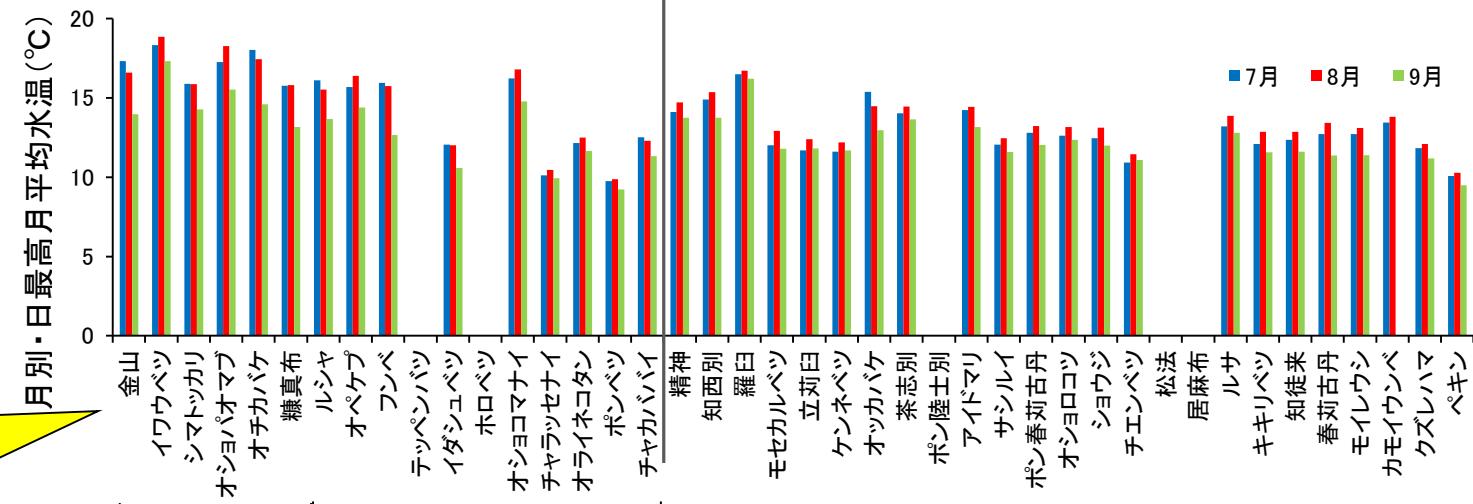
● R1(2019)年の42河川の7~9月の平均水温、最高水温、日最高月平均水温



7月・8月の平均水温は西岸が東岸に比べて高い($P < 0.05$).



7月・8月の日最高月平均水温は西岸が東岸に比べて高い($P < 0.05$).



ダム高密度
($\geq 2/\text{km}$)

ダム低密度
($\leq 2/\text{km}$)

ダム高密度
($\geq 2/\text{km}$)

ダム低密度
($\leq 2/\text{km}$)

● H12(2000)年～R1(2019)年の河川水温変動

- 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)を応答变数、年度を説明变数とする単回帰分析を河川ごとに実施。



16河川で有意な水温上昇が認められた一方で、8河川では有意な水温低下が認められた。ただし、イワウベツ、オチカバケ、アイドマリ、春苅古丹では上昇、低下の混在が認められた。12河川では上昇、低下のいずれの変化も認められなかった。

- 水温上昇・低下が認められた河川を対象に全体的な傾向を掴むためにウィルコクソンの符号順位和検定を実施



7月の「月最高」水温のみ有意な上昇傾向が認められた($Z=3.296$, $P=0.001$)。

注1: ●はダム高密度の河川を示す

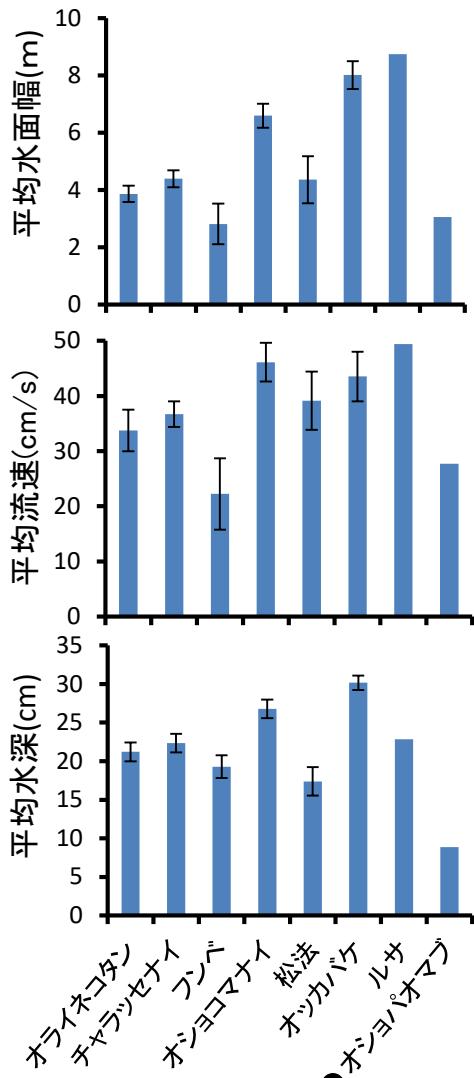
注2: +は上昇傾向、-は低下傾向を示す(単回帰分析により傾きに $p < 0.05$ が得られた場合)

注3: ハイライト河川名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ことを示す

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		-							
	●シマトッカリ					+				
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									
	サシリイ					+				
	知徒来	-					-			
	●羅臼				+	+		+	+	+
	松法									
	●知西別				+				+	
	●立苅臼									
	●精神									
	ポン春苅古丹									
	春苅古丹					-	+			
	茶志別		+							
	ポン陸士別									
	居麻布									

● 河川物理環境まとめ

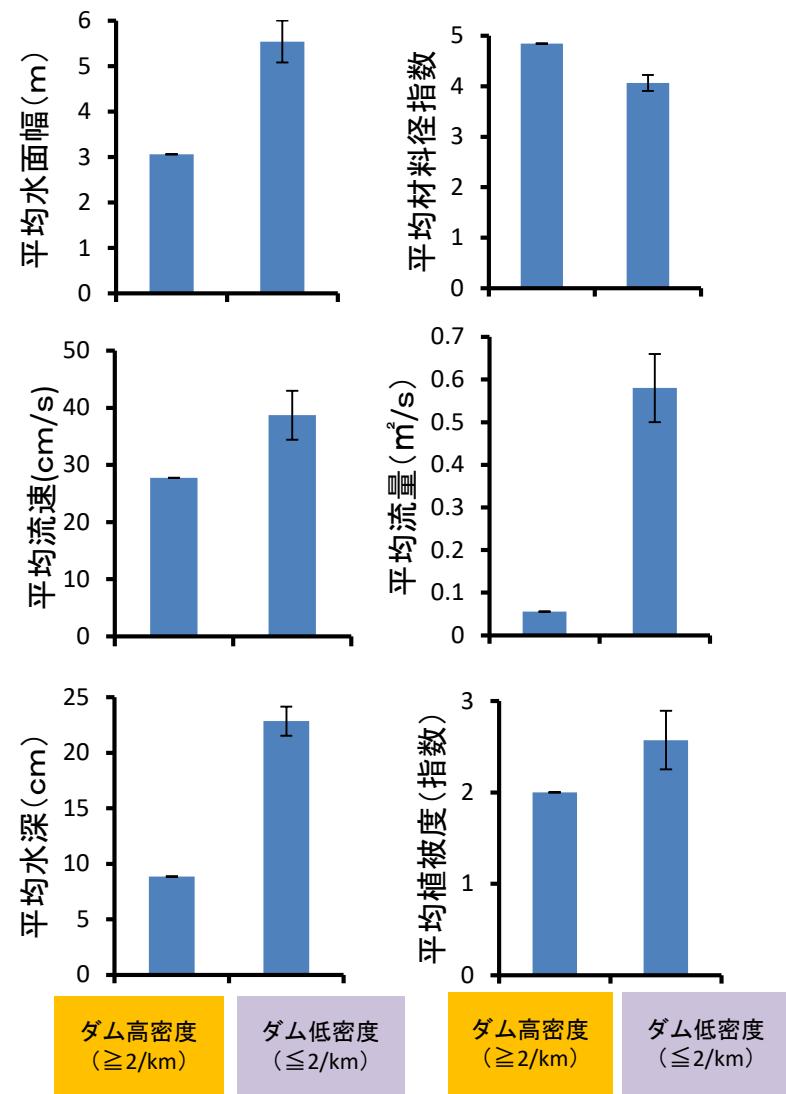
➤ R1(2019)年の調査河川の物理環境



植被度区分	
1: 0%	4: 50-75%
2: 0-25%	5: 75-100%
3: 25-50%	

材料径区分	
1: 岩盤	4: 17-64mm
2: $\leq 2\text{mm}$	5: 65-256mm
3: 2-16mm	6: $\geq 256\text{mm}$

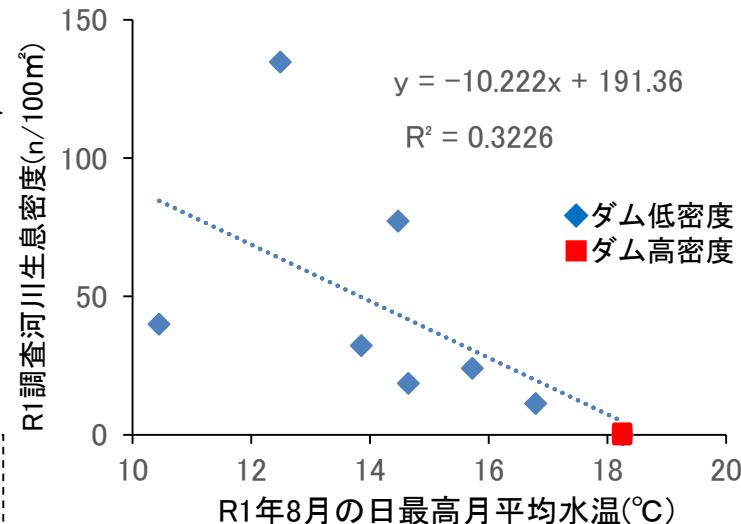
➤ R1(2019)年のダム高密度とダム低密度の河川グループ間の比較



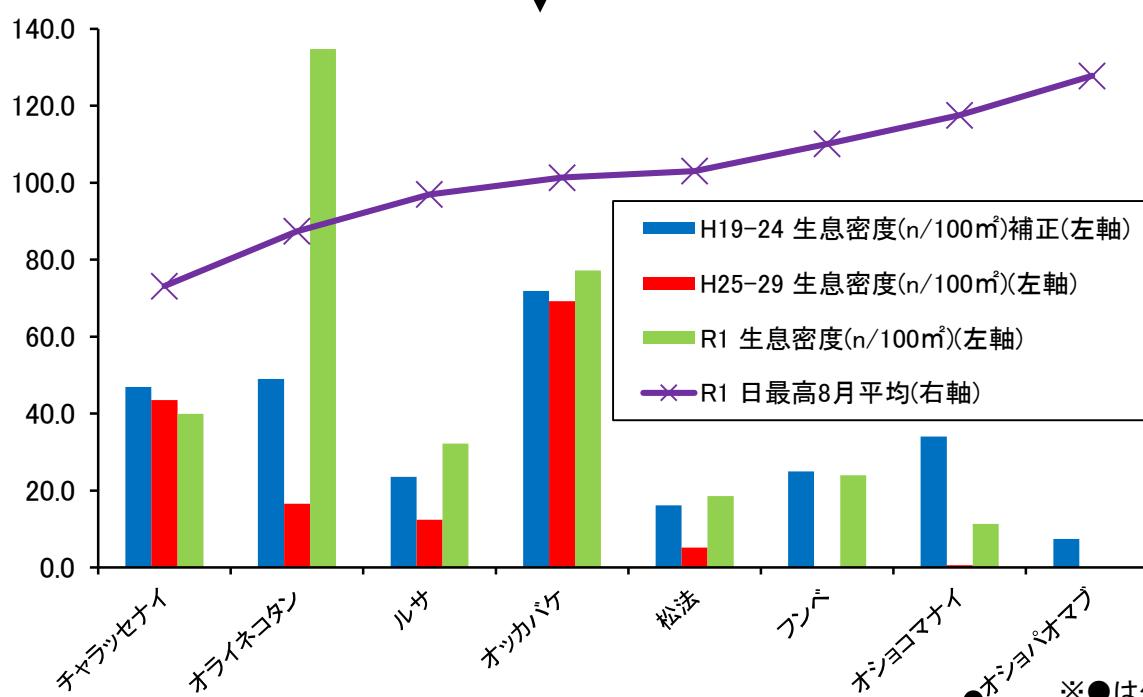
※●はダム高密度河川

● オショロコマ推定生息密度

R1年8月の日最高月平均水温とオショロコマ推定生息密度(R1年)の関係



R1年8月の日最高月平均水温とオショロコマ推定生息密度(H19-24年、H25-29年、R1年)の関係



➤ R1年調査8河川では高水温ほどオショロコマの生息密度が低くなる傾向が見られる。

- R1年調査8河川を対象に①H19-24年、②H25-29年、③R1年のオショロコマ推定生息密度について対応のあるt検定を行った結果

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
R1年調査の8河川	①H19-24年 と ③R1年	34.2(H19-24年) → 46.4(R1年)	23.4%	0.60	無し	無し
	②H25-29年 と ③R1年	18.4(H25-29年) → 46.4(R1年)	129.4%	0.13	無し	無し

✓ R1年調査8河川では、過去よりもオショロコマの生息密度が増加したとは言えない。

- H30年とR1年調査17河川を対象に①H19-24年、②H25-29年、③H30 & R1年のオショロコマ推定生息密度について対応のあるt検定を行った結果

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 & R1年調査の17河川	①H19-24年 と ③H30 & R1年	30.3(H19-24年) → 43.3(H30 & R1年)	43.1%	0.16	無し	無し
	②H25-29年 と ③H30 & R1年	21.8(H25-29年) → 43.3(H30 & R1年)	151.8%	0.01	あり	増加

✓ H30 & R1年期間の調査17河川では、H25-H29年期間と比べてオショロコマの増加傾向が認められた ⇒ 今後もデータを蓄積しつつ評価を継続する必要がある。

● R1(2019)年調査対象河川の生息魚種

河川別の魚種ごとの推定生息密度(n/100m²)

●はダム高密度

区分	河川名	オショロコマ	サクラマス	ニジマス	カンキョウカジカ	アメマス	シマウキゴリ	エゾトミヨ	カワヤツメ	フクドジョウ	エゾハナカジカ
西岸	オライネコタン	134.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	チャラッセナイ	40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	フンベ	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	オショコマナイ	11.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	●オショパオマブ	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東岸	松法	18.6	7.8	-	6.4	-	32.2	-	-	-	-
	オッカバケ	32.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ルサ	77.2	-	-	6.9	-	0.7	-	-	-	-



オショロコマ(オライネコタン)



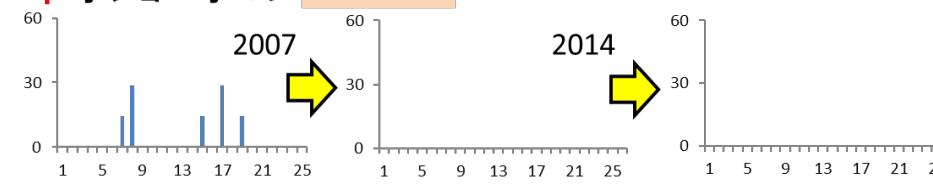
オショロコマ(松法)



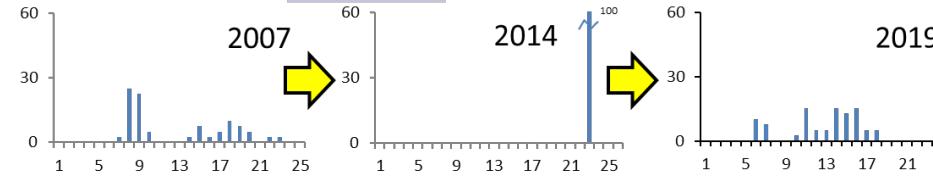
サクラマス(松法)

● オショロコマ尾叉長組成①(3つの時期を比較)

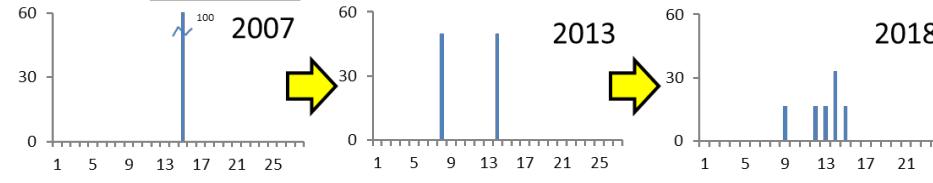
1 オショパオマブ ダム高密度



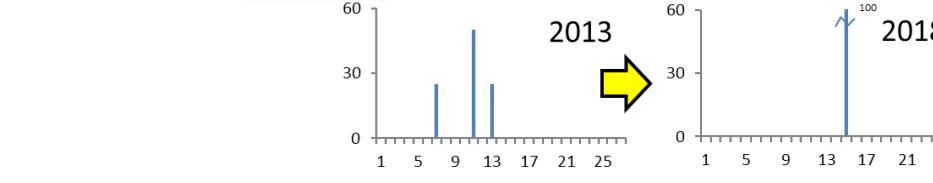
2 オショコマナイ ダム低密度



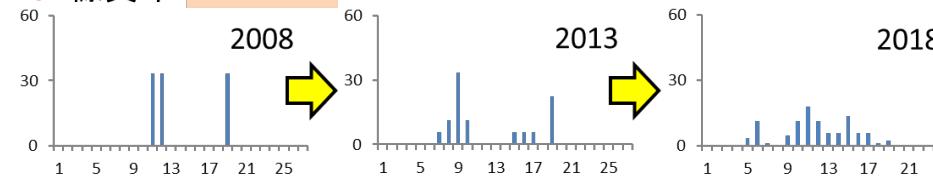
3 金山 ダム高密度



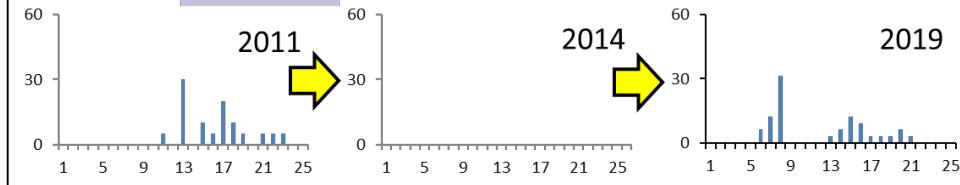
4 シマトッカリ ダム高密度



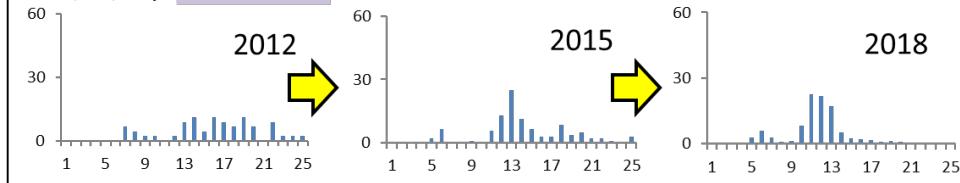
5 糜真布 ダム高密度



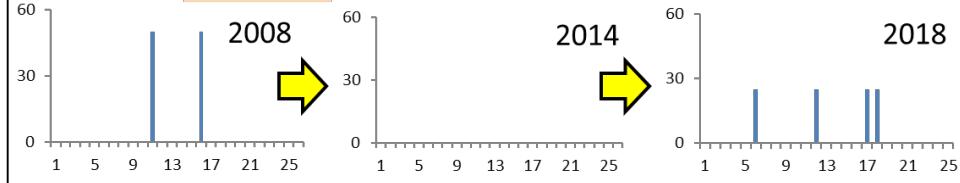
6 フンベ ダム低密度



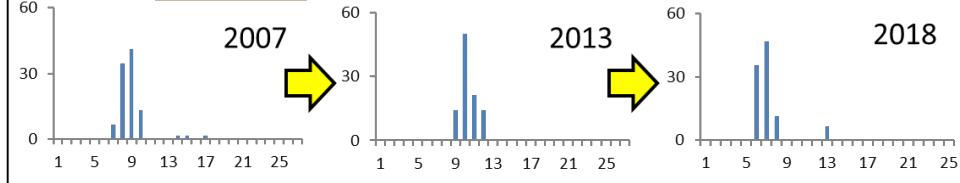
7 ルシャ ダム低密度



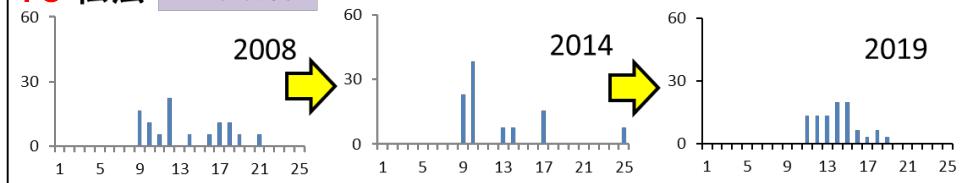
8 知西別 ダム高密度



9 精神 ダム高密度



10 松法 ダム低密度



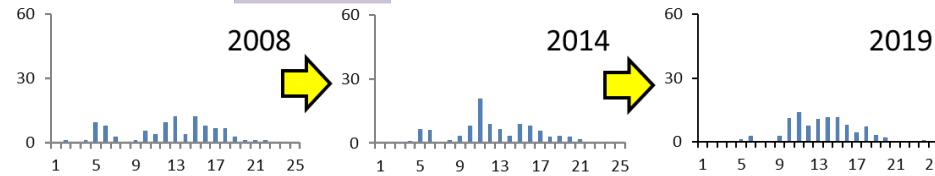
※赤数字は、8月の日最高水温月平均
(R1)が高い順位

1位
↓
10位

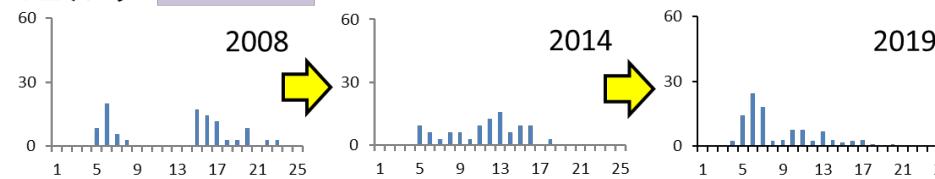
※ グラフ縦軸は出現割合(%)、横軸は尾叉長(cm)

● オショロコマ尾叉長組成②(3つの時期を比較)

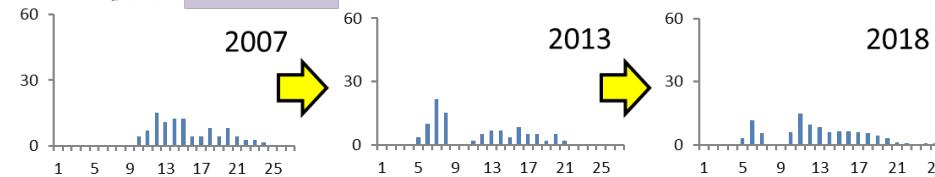
11 オッカバケ ダム低密度



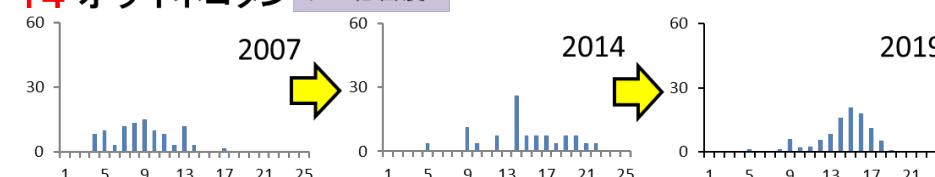
12 ルサ ダム低密度



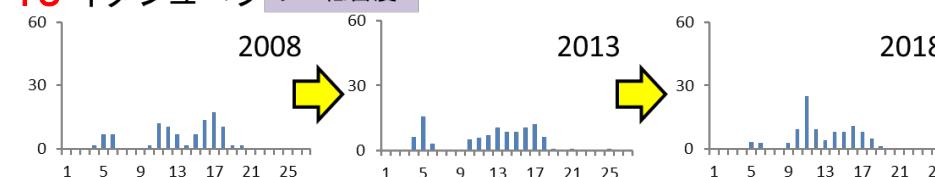
13 知徒来 ダム低密度



14 オライネコタン ダム低密度



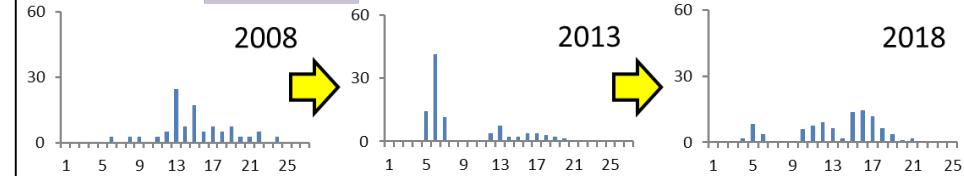
15 イダシュベツ ダム低密度



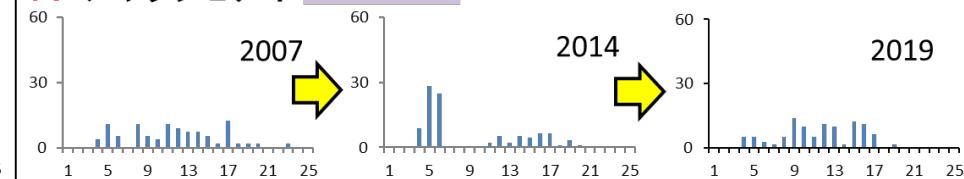
※赤数字は、8月の日最高水温月平均
(R1)が高い順位

11位
↓
17位

16 ホロベツ ダム低密度



17 チャラッセナイ ダム低密度



※ グラフ縦軸は出現割合(%)、横軸は尾叉長(cm)

➤ 高水温河川では、尾叉長組成に偏りがある河川が散見される。

3. まとめ

◆ 気温

- 西岸では、8月の最高気温、7月・9月の日最高月平均気温は上昇傾向にある。
- 東岸では、7月・9月の平均気温、9月の最高気温、7月・9月の日最高月平均気温は上昇傾向にある。

◆ 水温

- 東岸と西岸の河川群比較では、7月・8月の平均水温、日最高月平均水温は西岸が高かった。
- 16河川で有意な上昇傾向が認められた一方で、8河川では有意な下降傾向が認められた。
- 水温上昇・低下が認められた河川を対象に符号順位和検定を実施すると、7月の月最高水温のみ有意な上昇傾向が見られた。

◆ オショロコマ生息状況

- R1年調査8河川では、過去と比べてオショロコマの生息密度に(統計的に有意な)顕著な変化は見られなかった。
- H30&R1年期間の調査17河川では、H25-H29年期間と比べてオショロコマの増加傾向が認められた ⇒ 今後もデータを蓄積しつつ評価を継続する必要がある。

1. 環境DNA調査内容

●調査の目的

- 環境DNA調査によりオショロコマ長期モニタリング調査の補完・充実を図る。

●調査の内容

- 採水(サンプリング)
 - ア) 外来種の存在を把握しきれていない可能性のある9河川(6月)
 - イ) 半島先端5河川(6月)
 - ウ) 長期モニタリング37河川(6月)
 - エ) R1年魚類採捕10河川(8月)
- * ウ)、エ)のサンプルは当面冷凍保管し、将来、必要に応じて解析に用いる。
- メタバーコーディング分析
 - オ) 外来種の把握を主目的に、ア)のサンプルを解析。
 - カ) 魚類相把握を目的に、イ)のサンプルを解析。
- 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。
- eDNA定量解析の試行的実施
 - キ) オショロコマの生息密度を、過去データと、イ)のサンプルを用いて試行的に推定。

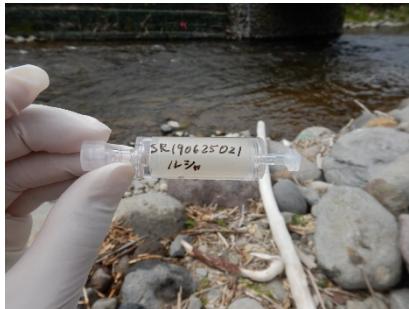
●調査水域：知床半島・東西両岸の42河川

外来種確認9河川	水温計測42河川	魚類採捕10河川
6/24～6/28	6/18～6/28	8/2～8/27
フンベ、オケペプ、金山、オショパオマブ、オチカバケ、糠真布、ケンネンベツ、モセカルベツ、精神	長期モニタリング 37河川と半島先端部のペキン、クズレハマ、カモイウンベ、チャカババイ、ポンベツ	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、ルサ、オッカバケ、松法、知西別、シマツカリ
最下流のダム下流で2試料⇒計 18サンプル	ロガー地点より5m上流で2～4試料⇒計 88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2～3試料⇒計 21サンプル
ネガティブコントロール他12サンプルを含めて 計 139サンプル を採取		

河川名：42河川

●：採水地点

河川名：外来種確認9河川



採水サンプル



採水作業状況



半島先端部の5河川(新規調査対象)



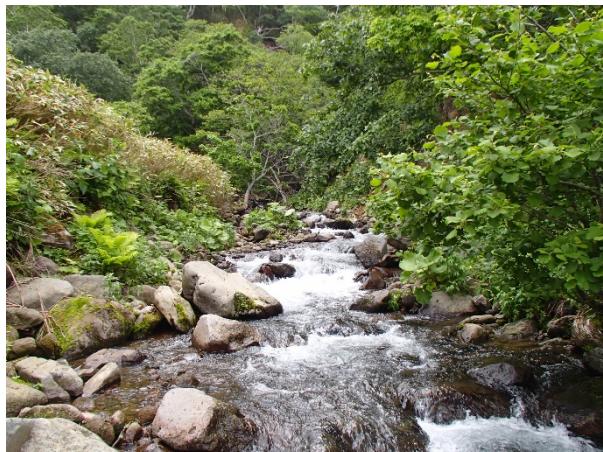
チャカババイ(西岸)



ポンベツ(西岸)



ペキン(東岸)



クズレハマ(東岸)



カモイウンベ(東岸)

外来種の存在を把握しきれていない可能性のある9河川



フンベ(西岸)



オケペプ(西岸)



金山(西岸)



オショパオマブ(西岸)



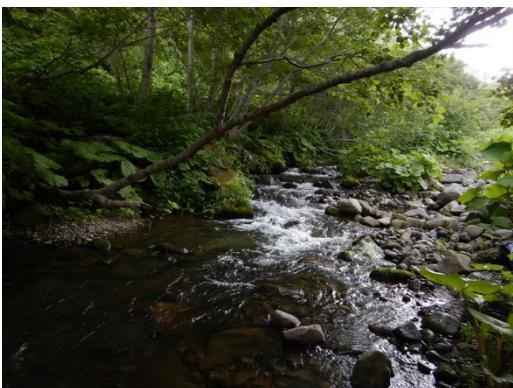
オチカバケ(西岸)



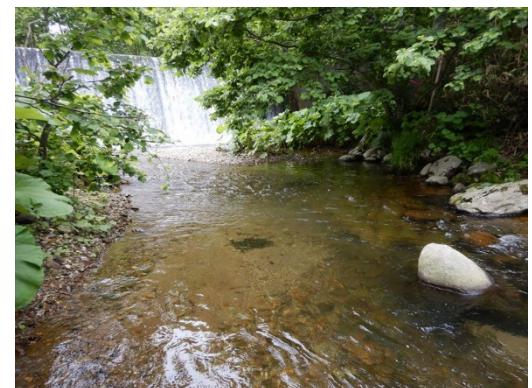
糠真布(西岸)



ケンネベツ(東岸)



モセカルベツ(東岸)



精神(東岸)

2. 環境DNA解析結果

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

➤ 検出魚種(R1年6月24~28日採水)

フンベ(ダム下)	オショロコマ
オペケブ(ダム下)	オショロコマ
金山(ダム下)	オショロコマ
オショパオマブ(ダム下)	非検出(DNA濃度低=生息密度低? H26、R1捕獲調査時の捕獲はゼロ)
オチカバケ(ダム下)	オショロコマ、サクラマス
糠真布(ダム下)	オショロコマ、サクラマス
ケンネベツ(ダム下)	オショロコマ
モセカルベツ(ダム下)	オショロコマ、サクラマス
精神(ダム下)	オショロコマ、サクラマス

* DNA增幅時に添付した濃度既知の内部標準(人工DNA配列)を基に環境水中、100コピー/L 以上のDNAが検出された配列を「検出DNA配列」として判定。

* 上記基準によると6月25、26、27、28日に作成した全てのネガティブコントロールからDNA非検出。

* 外来サケ科魚類(ニジマス、ブラウントラウト)のDNA検出無し。

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

➤ 検出魚種(R1年6月18~25日採水)

ペキン	オショロコマ
クズレハマ	オショロコマ
カモイウンベ	オショロコマ
チャカババイ	オショロコマ
ポンベツ	オショロコマ

* DNA增幅時に添付した濃度既知の内部標準(人工DNA配列)を基に環境水中、100コピー/L以上のDNAが検出された配列を「検出DNA配列」として判定。

* 上記基準によると6月19、25日に作成した全てのネガティブコントロールからDNA非検出。

* 参考: 同時解析したルシャ・テッパンベツ(6月25日採水)からは共に
オショロコマ、サクラマス由来のDNAを検出。

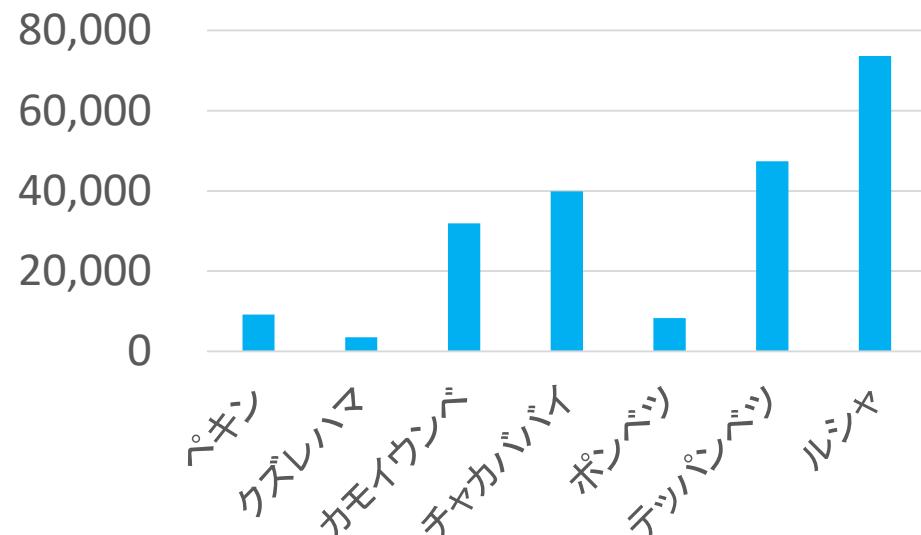
●eDNA定量解析の試行的実施

- 半島先端5河川(R1年6月18-25日採水)におけるオショロコマ特異的プライマーを用いたeDNA定量(q-PCR法, Minamoto et al. 2018)

・環境DNA濃度推定値 (環境水1LあたりのオショロコマDNAコピー数、カッコ内はルシャ川との相対値)

ペキン	9,167	(12.4%)
クズレハマ	3,520	(4.8%)
カモイウンベ	31,923	(43.3%)
チヤカババイ	39,902	(54.2%)
ポンベツ	8,310	(11.3%)
(参考)テツパンベツ	47,420	(64.4%)
(参考)ルシャ	73,670	(100.0%)

qPCRオショロコマ定量
(copies/L)



* ただし知床半島のオショロコマの中には
アメマス由来のDNAを持つ個体も存在する
(Yamamoto et al. 2006).
このため、結果の解釈には注意が必要.

- 過去のオショロコマ推定生息密度から、調査半島先端5河川のオショロコマ生息密度を試行的に推定。

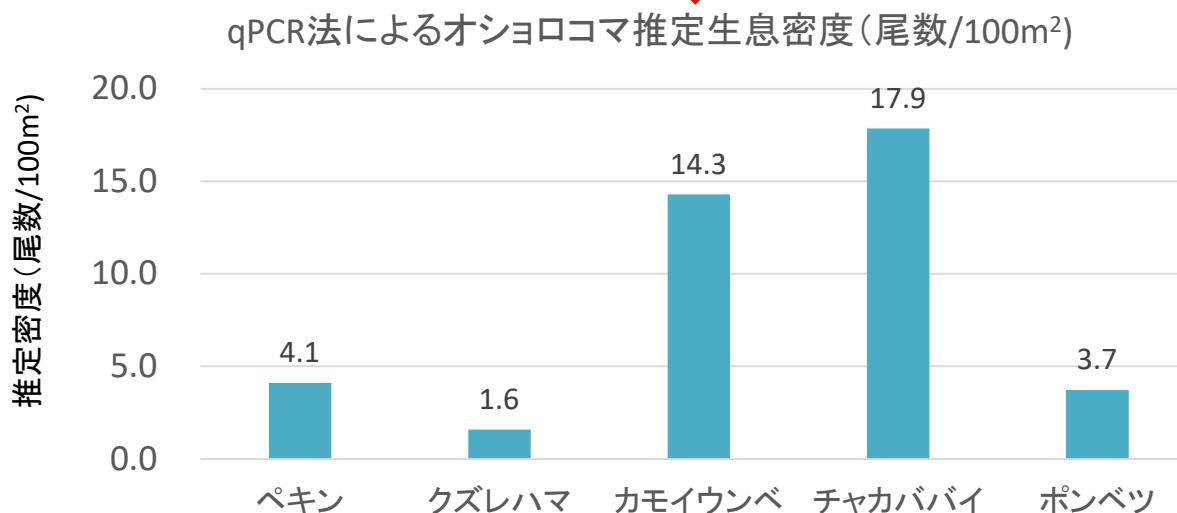
・環境DNA濃度推定値 (環境水1LあたりのオショロコマDNAコピー数、カッコ内はルシャ川との相対値)

ペキン	9,167	(12.4%)
クズレハマ	3,520	(4.8%)
カモイウンベ	31,923	(43.3%)
チャカババイ	39,902	(54.2%)
ポンベツ	8,310	(11.3%)
(参考)テッパンベツ	47,420	(64.4%)
(参考)ルシャ	73,670	(100.0%)

H27(2015) 生息密度調査 推定値

テッパンベツ 19.1尾/100m² (54.4%)
ルシャ 35.1尾/100m² (100.0%)

~2,234 copies/fish(推定)



3. まとめ

◆ サケ科魚類メタバーコーディング解析

- 外来種の存在を把握しきれていない可能性のある9河川では、外来サケ科魚類(ニジマス、ブラウントラウト)は検出されなかった.
- 半島先端5河川では、オショロコマDNAのみが検出された.

◆ eDNA定量解析の試行的実施

- eDNA定量値と過去のオショロコマ推定生息密度から、半島先端5河川のオショロコマ生息密度を推定したが、現時点では試行例としての認識が必要.
- 推定精度を向上する取り組みが今後の課題.