

令和6年度
第2回河川工作物アドバイザー会議
令和7年1月28日

令和6年度オショロコマ等
長期モニタリング結果について



株式会社森林環境リアライズ

1. 調査概要

■ 知床世界自然遺産地域 第2期長期モニタリング計画

- モニタリング項目 No.18
- 淡水魚類の生息状況, 特に知床の淡水魚類相を特徴付けるオシヨロコマの生息状況(外来種侵入状況調査含む)

■ 対象種

- オシヨロコマ, ニジマス, その他淡水に生息する魚類(遡河性のサクラマス等含む)

■ これまでの調査実施状況

時 期	調 査 内 容		
①予備調査H23(2011)～H24(2012)	・気象データ整理		
②第1期(1巡目)調査H25(2013)～H29(2017)	・36～42河川の7～9月の水温調査	・河川物理環境	
③第1期(2巡目)調査H30(2018)～R3(2021)	・37河川の魚類採捕調査(各河川5年に1回ペース)		・環境DNA 試行的解析
④第2期調査 R4(2022)から開始	・気象データ整理 ・42河川の水温調査 ・8河川の魚類採捕調査・物理環境調査 ・環境DNA解析		

2. モニタリング調査方法

● 調査水域：
東西両岸42河川

西岸(斜里側): 17河川

1. チャカババイ
2. テツパンベツ
3. ルシャ
4. ポンベツ
5. イダシュベツ
6. イワウベツ
7. ホロベツ
8. フンベ
9. オショコマナイ
10. チャラッセナイ
11. オペケブ
12. 金山
13. オショパオマブ
14. オチカバケ
15. オライネコタン
16. 糠真布
17. シマトツカリ

東岸(羅臼側): 25河川

1. ペキン
2. モイレウシ
3. クズレハマ
4. カモイウンベ
5. アイドマリ
6. オショロコツ
7. ルサ
8. キキリベツ
9. ショウジ
10. ケンネベツ
11. チエンベツ
12. モセカルベツ
13. オッカバケ
14. サシルイ
15. 知徒来
16. 羅臼
17. 松法
18. 知西別
19. 立苺臼
20. 精神
21. ポン春苺古丹
22. 春苺古丹
23. 茶志別
24. ポン陸志別
25. 居麻布

- 河川名 水温計測・魚類採捕・採水・DNA解析の8河川(毎年)
- 河川名 水温計測・採水(毎年)・DNA解析の8河川(偶数年)
- 河川名 水温計測・採水(毎年)・DNA解析の8河川(奇数年)
- 河川名 水温計測・採水のみ(毎年)



●調査方法

- ① **気象データ** 気象庁観測所データから、7月～9月の気温を整理.
- ② **水温調査**
 - 42河川で実施. 採捕調査対象8河川については2地点(採捕区間ごと)ずつ, 34河川には1地点ずつ水温計を設置し, 7月1日から9月30日までの水温を15分間隔で測定.
- ③ **魚類採捕調査(8月上旬)**
 - 8河川(ルシャ, イダシュベツ, イワウベツ, オライネコタン, ルサ, オッカバケ, 羅臼, 知西別)において実施.
 - 河川ごとに下流部に縦断長120m(60m×2区間), 及び上流部に縦断長60m(60m×1区間)の調査区を設定する. 上・下流の調査区間は基本的に500m以上離して設定.
 - 電気ショッカーを用いて, 下流部の調査区下部は2回採捕(除去法), 下流部の調査区上部及び上流部の調査区は1回採捕.
 - 採捕した魚類について, 魚種, 体サイズ(尾叉長, 湿重量)及び個体数を記録.
 - USGS(米国地質調査所)のサイトで公開されているProgram CAPTUREを利用し, 2回採捕の結果から個体数を推定.
- ④ **物理環境調査(8月上旬)**
 - 採捕対象河川にて, 水面幅, 水深, 流速, 流量, 河床材料径, 植被度を計測する. また定点写真を撮影.
- ⑤ **環境DNA解析**
 - 採水は6月下旬(水温計設置時)に42河川で実施.
 - 採捕対象8河川では上・下流調査区のそれぞれ下流端にて採水し, すべてを環境DNA解析.
 - 残る34河川では水温計設置地点において採水し, このうち8河川について環境DNAを解析.

各河川の調査実施項目

西岸(斜里側)					
区分	河川名	水温	採捕	DNA解析	採水のみ
遺産内	ルシャ、イダシュベツ ●イワウベツ	○	○	○	
	テッパンベツ、ホロベツ	○		○	
	チャカババイ、ポンベツ	○		○	
遺産外	オライネコタン	○	○	○	
	●糠真布、●シマトツカリ	○		○	
	●金山、●オショバオマブ ●オチカバケ	○		○	
	フンベ、オショコマナイ チャラセナイ、オケペブ	○			○
東岸(羅臼側)					
区分	河川名	水温	採捕	DNA解析	採水のみ
遺産内	ルサ、オッカバケ、●羅臼	○	○	○	
	ベキン、クズレハマ カモイウンベ、オシヨロコツ	○		○	
	●ケンネベツ、●モセカルベツ	○		○	
	モイレウシ、アィドマリ キキリベツ、ショウジ チエンベツ、サシルイ 知徒来	○			○
遺産外	●知西別	○	○	○	
	居麻布	○		○	
	松法、●立苺臼、●精神 ポン春苺古丹、春苺古丹 茶志別、ポン陸志別	○			○

※ ●はダム高密度河川 12(遺産内4,遺産外8)

実施項目	
8河川 【毎年】水温計測・採水	【毎年】採捕・環境DNA解析
8河川 【毎年】水温計測・採水	【偶数年】環境DNA解析
8河川 【毎年】水温計測・採水	【奇数年】環境DNA解析
18河川 【毎年】水温計測・採水	(採水は長期保管用とする)

計42河川

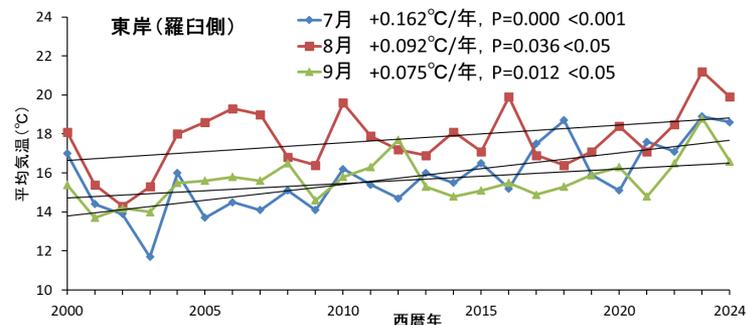
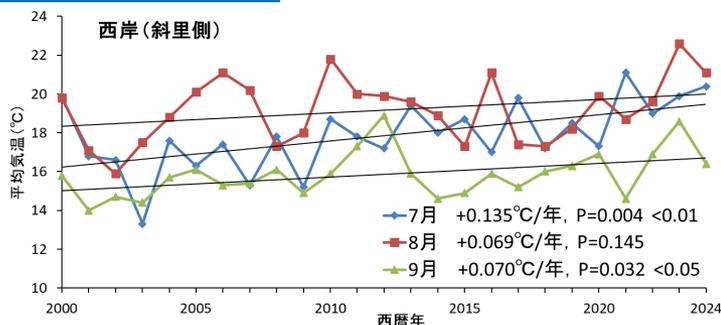


【毎年】水温計測・採水、採捕、環境DNA解析	【毎年】水温計測、採水
ルシャ、イダシュベツ、イワウベツ、オライネコタン ルサ、オッカバケ、羅臼、知西別	フンベ、オショコマナイ、チャラセナイ、オケペブ モイレウシ、アィドマリ、キキリベツ、ショウジ、チエンベツ サシルイ、知徒来、松法、立苺臼、精神 ポン春苺古丹、春苺古丹、茶志別、ポン陸志別
【偶数年】水温計測、採水、環境DNA解析	【奇数年】水温計測・採水のみ
テッパンベツ、ホロベツ、糠真布、シマトツカリ ベキン、クズレハマ、カモイウンベ、オシヨロコツ	テッパンベツ、ホロベツ、糠真布、シマトツカリ ベキン、クズレハマ、カモイウンベ、オシヨロコツ
【奇数年】水温計測、採水、環境DNA解析	【偶数年】水温計測・採水のみ
チャカババイ、ポンベツ、金山、オショバオマブ オチカバケ、ケンネベツ、モセカルベツ、居麻布	チャカババイ、ポンベツ、金山、オショバオマブ オチカバケ、ケンネベツ、モセカルベツ、居麻布
※糠真布は過年度地点が上流だったため、上流に水温ロガーを設置した	

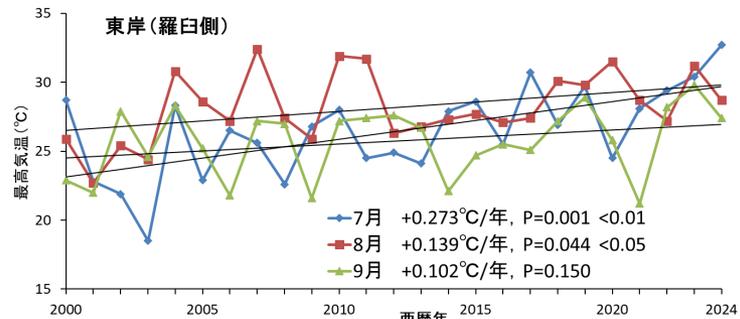
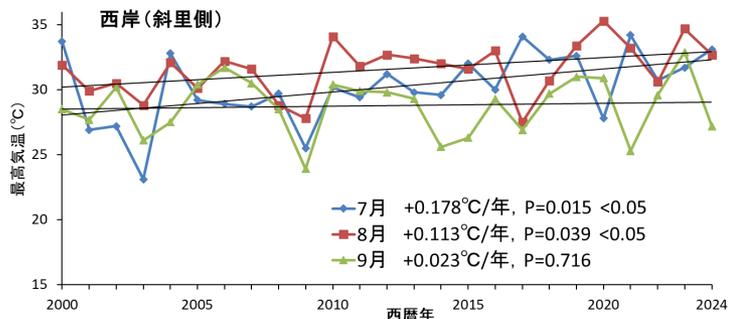
3. 調査結果

● 2000年から2024(R6)年までの気温の経年変化

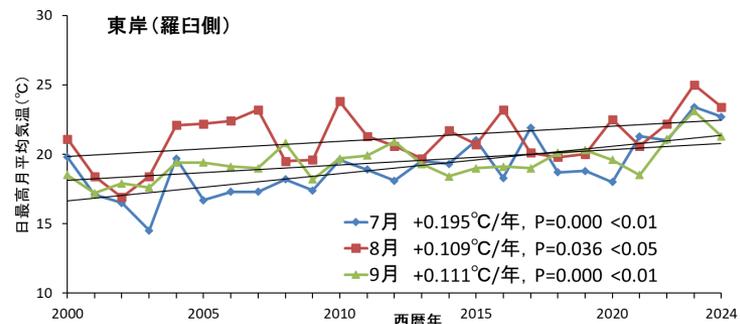
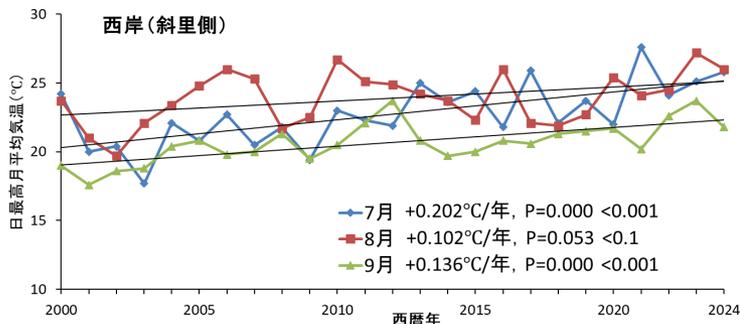
平均気温



最高気温



日最高月平均気温

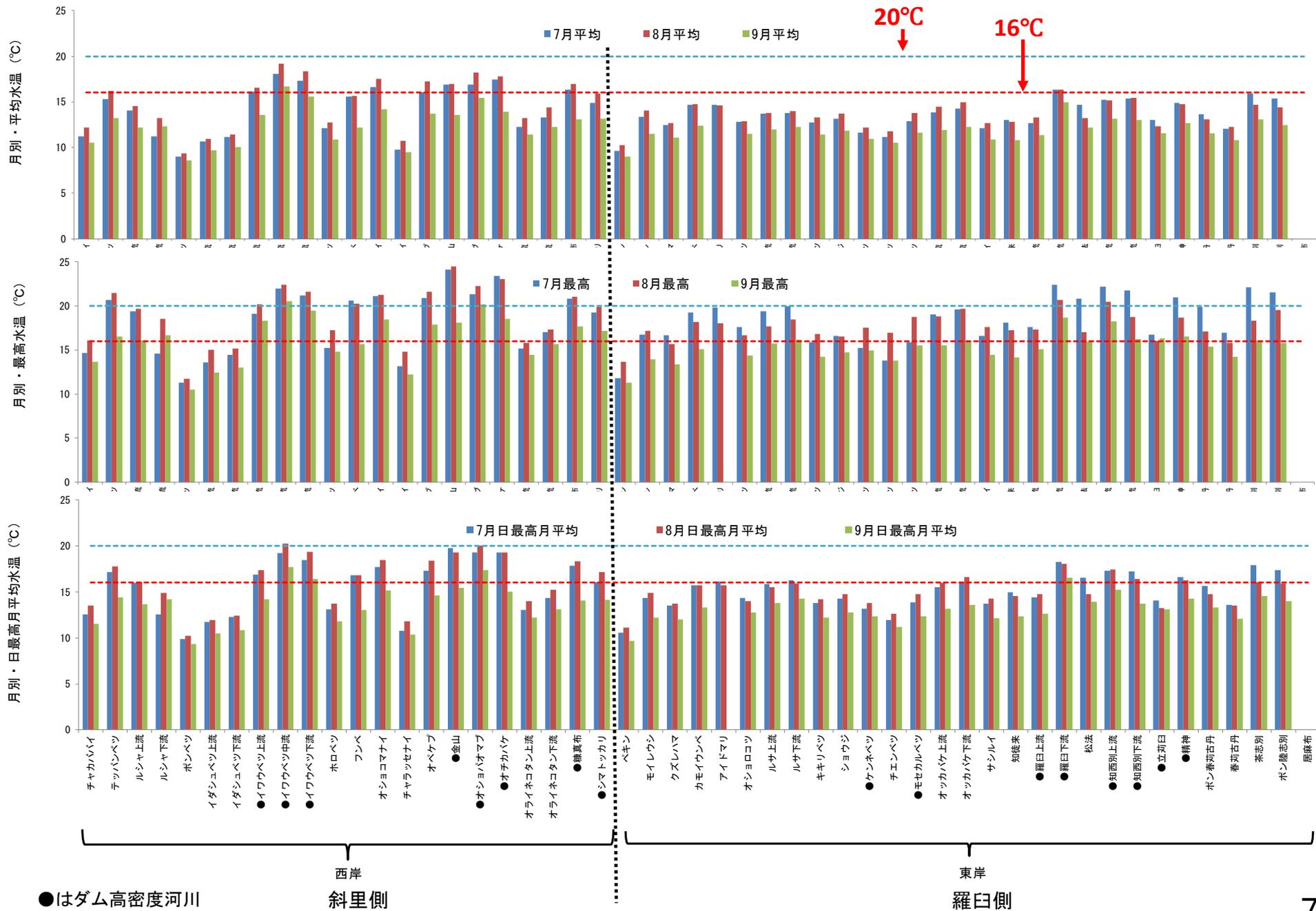


右表の18項目の内、15項目で有意な上昇傾向が認められた。夏季の気温は概ね上昇傾向、特に7月は明確な上昇傾向にあると言える。

区分	平均気温			最高気温			日最高月平均気温		
	7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
斜里側	◎		○	○	○		◎	△	◎
羅臼側	◎	○	○	◎	○		◎	○	◎

※回帰分析の結果有意な上昇傾向が認められたもの(◎は有意水準1%, ○は5%, △は10%)

R6(2024)年7~9月の平均水温, 最高水温, 日最高月平均水温(42河川)



R6(2024)年7~9月の水温の全体的特徴

- R5年ほどではなかったが、R6年も水温の高い年であった。特に7月は過去最高値を記録した河川が多かった。
- 西岸河川平均水温と東岸河川平均水温をt検定で比較したところ、有意差はなかった(R4年までは有意差あり)。
- ダム高密度河川は低密度河川よりも水温が高い傾向があった(過年度と同じ)。

		西岸河川と東岸河川の比較			ダム高密度河川と低密度河川の比較		
		西岸平均 (°C)	東岸平均 (°C)	P値 (両側)	高密度平均 (°C)	低密度平均 (°C)	P値 (両側)
平均水温	7月	14.2	13.5	0.354	15.4	13.1	0.003
	8月	15.0	13.5	0.062	15.8	13.5	0.001
	9月	12.5	11.8	0.179	13.4	11.5	0.000
最高水温	7月	18.5	18.2	0.772	20.3	17.5	0.009
	8月	19.3	17.5	0.058	20.3	17.5	0.001
	9月	16.3	15.1	0.119	17.5	14.8	0.000
日最高 月平均水温	7月	15.7	15.0	0.456	17.1	14.5	0.002
	8月	16.3	14.8	0.077	17.2	14.7	0.001
	9月	13.7	13.0	0.303	14.7	12.7	0.001

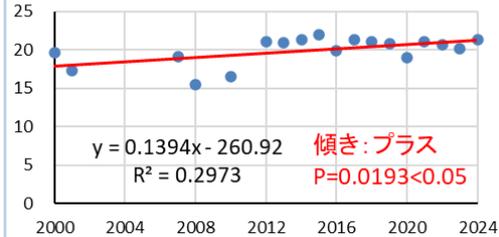
※青数字は有意差なし、赤数字は有意差あり(いずれも有意水準5%)

● 水温の経年変化

【例】

オショパオマブ 7月最高水温

ペキン 9月平均水温



- いずれかの水温が有意な上昇傾向にある河川が27(昨年比+10:有意水準5%).特に東岸のほうが顕著.
- 有意な低下傾向にある河川は1(昨年比+1).
- 有意な傾向のない河川が14.



➤ 全体的な傾向を掴むために、全42河川の + - を用いた符号検定を実施 ⇒水温は、半島全体で上昇傾向にあると言えるだろう。

区分	平均水温			最高水温			日最高月平均水温		
	7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
斜里側	◎	○	◎	○	○		◎	○	○
羅臼側	◎		◎	◎		○	◎		◎
全体	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎

※◎は有意な上昇傾向が認められたもの(○は両側5%, ◎は両側1%)
 ○は有意な低下傾向が認められたもの(○は両側5%, ◎は両側1%)
 (有意な低下傾向は認められず)

水温経年変化の回帰分析結果(2000~2024年)

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	チャカババイ	+	+	+	-	+	-	+	+	+
	テッパンベツ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ルシャ	-	+	+	+	+	+	-	+	+
	ボンベツ	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	イダシュベツ	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	●イワウベツ	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	ホロボツ	+	-	-	+	+	-	+	+	-
	フンベ	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	オショコマナイ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	チャラッセナイ	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	オベケ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	●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	ペキン	+	+	+	+	+	+	+	+	
	モイレウシ	+	+	+	+	+	+	+	+	
	クズレハマ	+	+	+	+	-	+	+	+	
	カモイウンベ	+	+	+	+	-	+	+	+	
	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	+	+	+	+	+	+	+	+	
	サシルイ	+	+	+	+	+	+	+	+	
	知徒来	+	-	-	+	-	-	+	-	
	●羅臼	+	+	+	+	+	+	+	+	
	松法	+	-	+	+	-	+	+	+	
	●知西別	+	+	+	+	-	+	+	+	
●立菊白	+	-	+	+	-	+	+	-		
●精神	+	+	+	+	-	+	-	-		
ボン春菊古丹	+	+	+	+	+	+	+	+		
春菊古丹	+	+	-	+	-	+	+	+		
茶志別	+	-	+	+	+	+	+	-		
ボン陸志別	+	-	+	+	+	+	+	+		
居麻布	+	+	+	+	+	+	+	+		

※ 各河川の水温経年変化の回帰式の傾き【+ (上昇傾向)、- (低下傾向)】を表示した。
 傾きのP値が統計的有意 (P<0.05) なものを+ (有意な上昇傾向)、- (有意な低下傾向) と表示した。
 ●はダム高密度河川。 アイドマリの9月と居麻布は2023年までのデータによる回帰である。

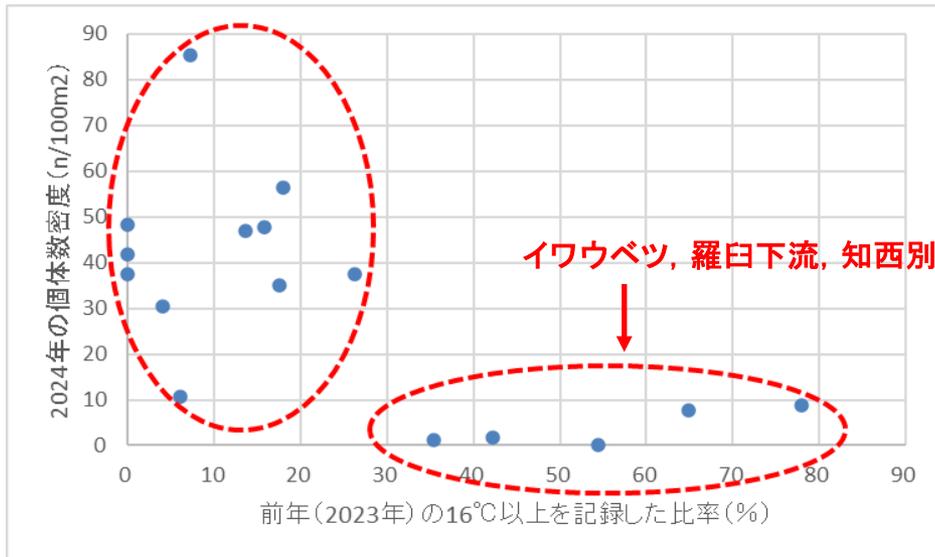
● 採捕8河川の魚類調査(推定密度)結果, 水温との関係

- 採捕魚種は, オショロコマ, ヤマメ・サクラマス, カンキョウカジカ, ニジマス, フクドジョウ, シマウキゴリ.
- **オショロコマは, イワウベツ上流を除いてすべての調査区間で採捕があった.**
- ヤマメ・サクラマスは, イダシュベツを除く7河川の下流調査区とルシャ, ルサの上流で採捕があった.
- **ニジマスは, 知西別上流・下流, 羅臼下流で採捕された.**

魚種別の推定生息密度(8河川16地点の単純平均: 括弧内は範囲)

魚種	個体数密度(尾/100m ²)	湿重量密度(g/100m ²)
オショロコマ	31.03 (0.00 ~ 85.29)	770.95 (0.00 ~ 1524.13)
ヤマメ・サクラマス	1.96 (0.00 ~ 15.43)	93.02 (0.00 ~ 576.42)
カンキョウカジカ	2.42 (0.00 ~ 20.34)	43.58 (0.00 ~ 357.17)
ニジマス	0.51 (0.00 ~ 5.03)	14.12 (0.00 ~ 149.04)
フクドジョウ	1.03 (0.00 ~ 15.66)	7.63 (0.00 ~ 115.10)
シマウキゴリ	0.37 (0.00 ~ 3.74)	1.57 (0.00 ~ 13.08)

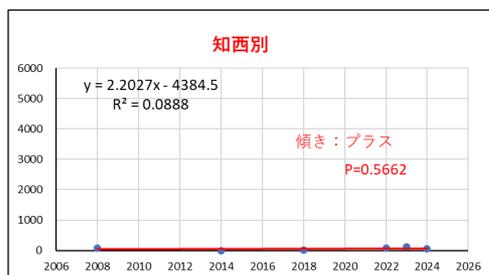
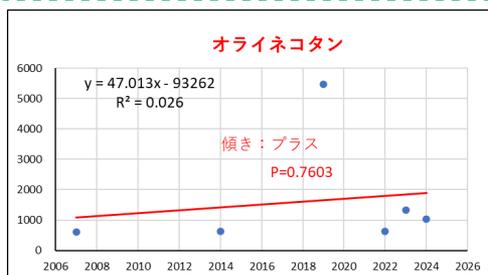
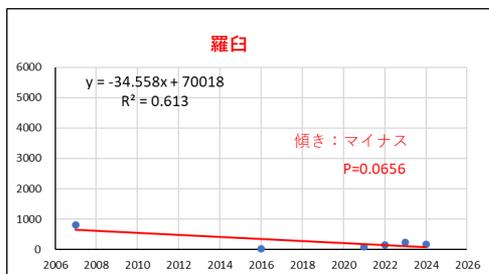
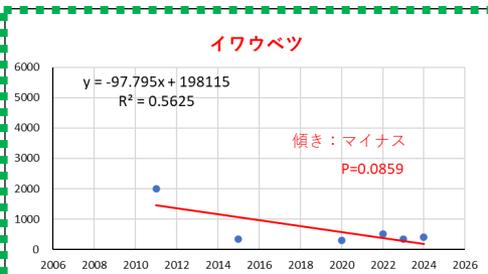
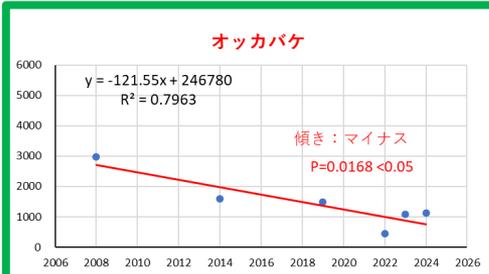
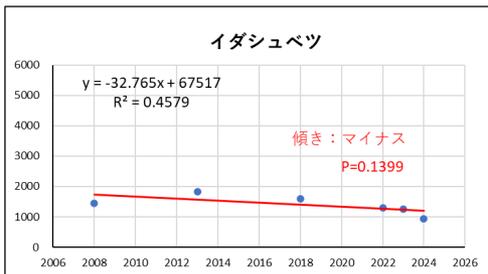
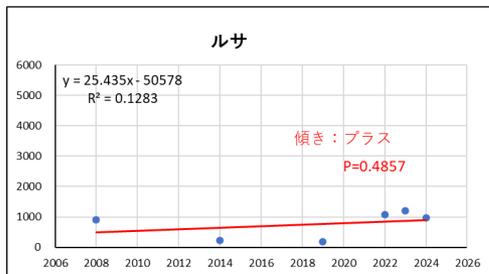
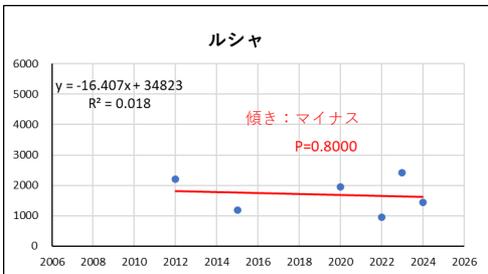
- ※1 生息密度0の地点を含めて算定したもの.
- ※2 カンキョウカジカはルシャ, ルサ, 羅臼のみ, ニジマスは知西別, 羅臼のみ, フクドジョウは知西別のみ, シマウキゴリはルサのみでの採捕.



- 前年の7~9月の「水温16°C以上を記録した回数」の「全測定回数」(8832回)に対する比率を算出し, 今年のオショロコマ個体数密度と比較したところ, **16°C以上の比率30%付近を境に, 生息密度に大きな差があることが読み取れた.**

オショロコマ生息密度と水温16°C以上を記録した比率の関係

オショロコマ生息密度の経年変化



➤ 8河川の密度変化は様々であるが、**オッカバケの湿重量密度は有意に減少している (P=0.0168)**。イワウベツについては**個体数密度が有意に減少している (P=0.0126)**。

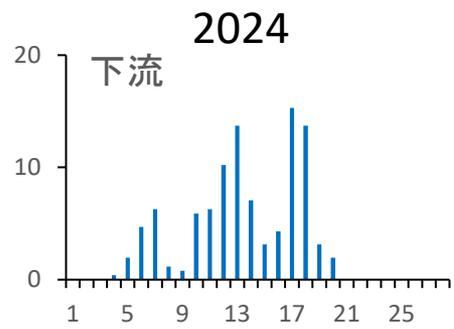
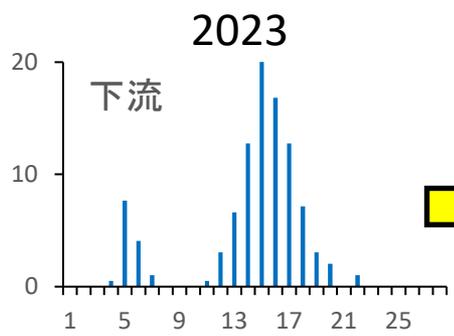
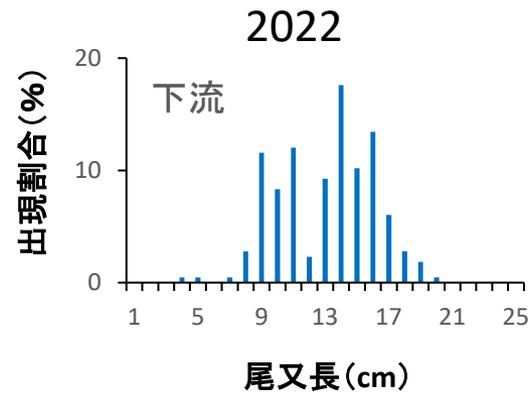
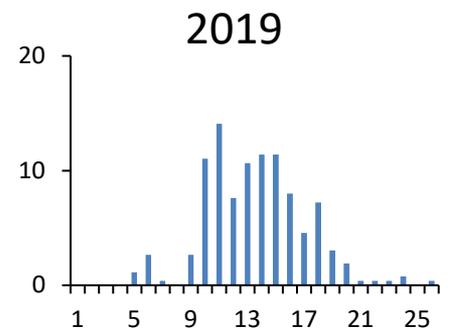
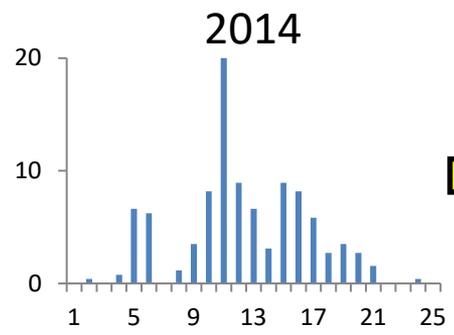
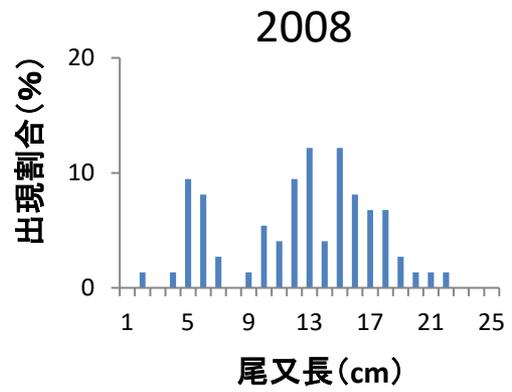
➤ 8河川の平均湿重量密度について、これまでの調査期間を4区分して変化があるかどうかt検定(両側5%)を行ったところ、**有意差があったのは2007-12年から2013-17年にかけての減少のみであった。**

調査期間	平均湿重量密度 (g/100m ³)	②2013-17年	③2018-21年	④2022-24年
①2007-12年	1379	有意に減少 p=0.036 < 0.05	有意差なし p=0.990	有意差なし p=0.102
②2013-17年	729		有意差なし p=0.314	有意差なし p=0.699
③2018-21年	1389			有意差なし p=0.347
④2022-24年	805			

➤ 河川別の回帰式の傾きを用いた**符号検定**においても、8河川全体での**有意な増減傾向は見いだせなかった。**

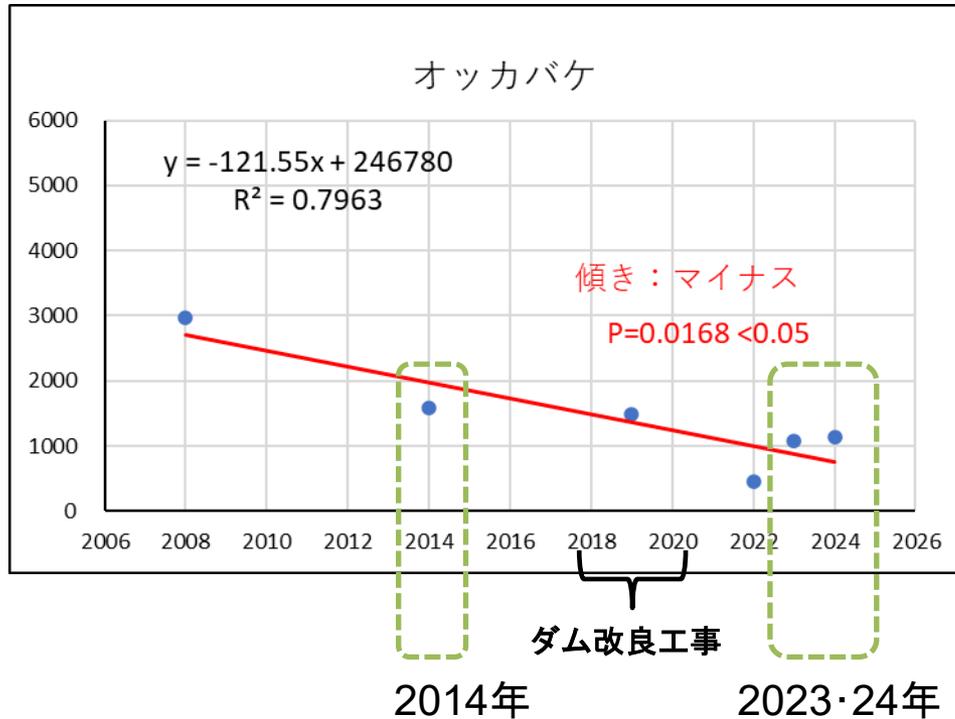
注1: 横軸は調査年, 縦軸はオショロコマ湿重量密度 (g/100m²)。
注2: 河川名の赤字は, 水温が有意に上昇している河川であることを示す。

● オッカバケにおけるオシヨロコマ尾叉長組成推移



注: 2008~19年の調査個所と2022年以降の調査個所は約100mずれている)

● オッカバケにおけるオショロコマの肥満度変化



➤ 湿重量密度が有意に減少しているオッカバケのオショロコマについて、分析できるデータのある2014年と2023・24年の肥満度を比較した。

$$\text{肥満度} = (\text{体重} / \text{体長}^3) \times 1000$$

ただし、湿重量測定はg単位止めとなっている調査年があり、小さな個体では測定値が0.1g単位で測定されないと肥満度が大きく変動することから、体長10cm以上の個体の湿重量のみ使用した。

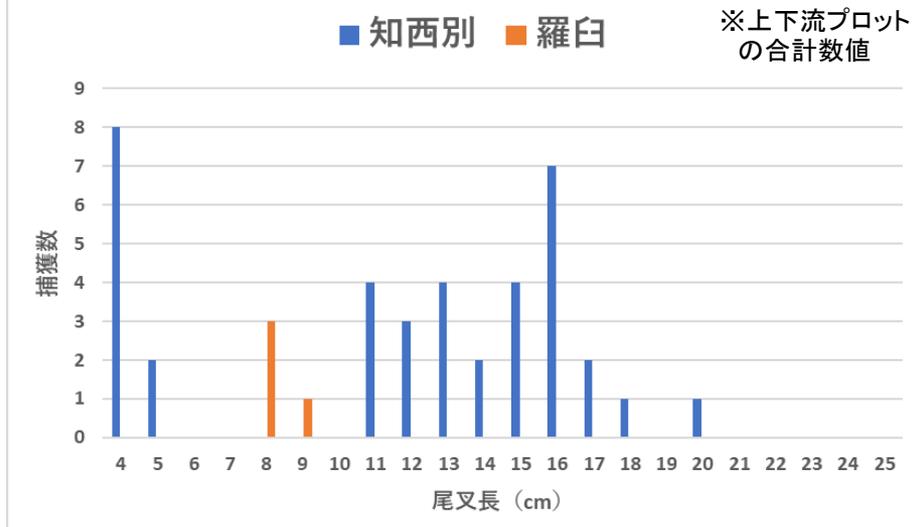
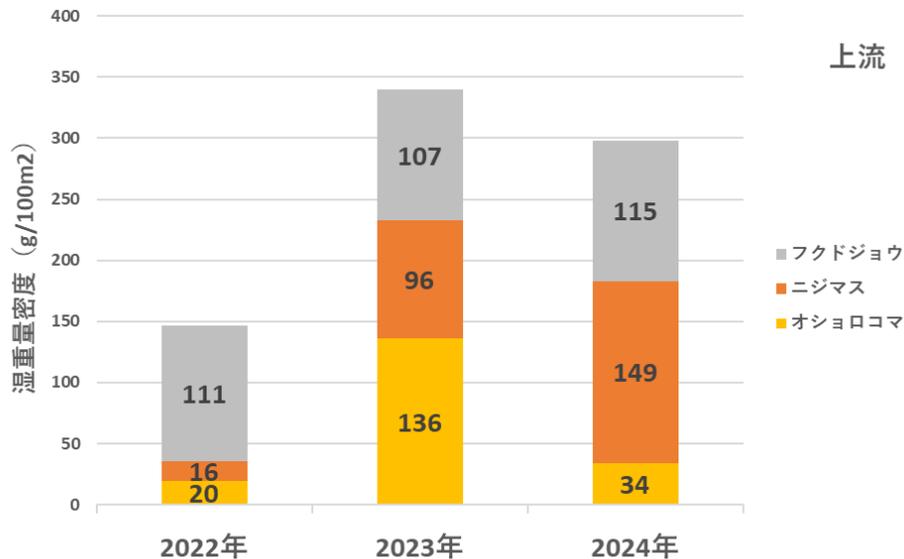
肥満度の変化と t 検定

	2014年 ①	2023・24年 ②	②/①
平均	10.0462	10.7918	1.074
標準偏差	1.2075	1.0193	
データ数	189	371	
P値 (両側)	2.63864E-12		

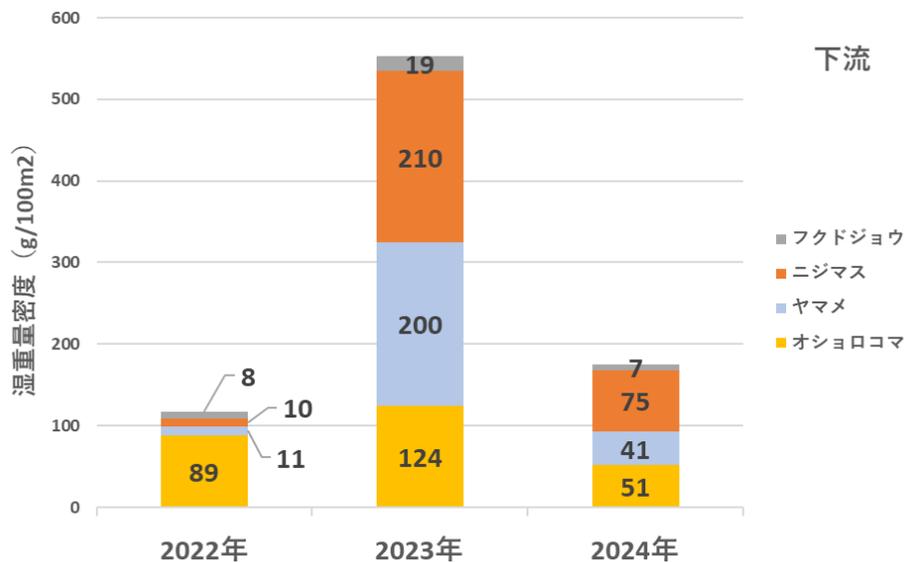
➤ 2014年から2023・24年にかけて、肥満度は有意に増加しているという結果となった。これをどう解釈すべきか？

- ① 両年の調査個所は約100mずれている。
- ② ダム改良後に、河床高が30～40cm上昇。
- ③ 平均河床材料径指数
5 (65-256mm) → 6 (≥256mm)
- ④ 調査時期はいずれも8月上旬から中旬。

知西別・羅臼のニジマスについて



ニジマスの尾叉長組成(知西別と羅臼:2024年)



魚種別湿重量密度の推移(知西別上流, 下流)

注: ヤマメには降海型を含まない。

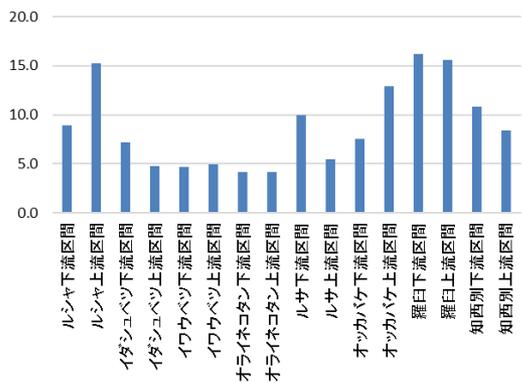
- 知西別ではニジマスは継続的に再生産している。
- 羅臼の生息密度は低い(0.24尾/100m²)ものの, ニジマスは再生産している。

- 知西別上流では, ニジマスが優占しつつあるように見えるが...

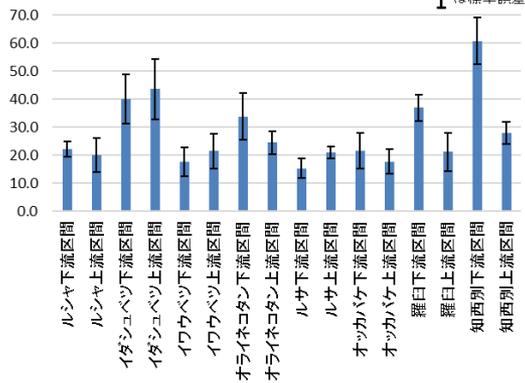
R6(2024)年の採捕8河川の物理環境調査結果

- 平均河床材料径はほとんどの川で65mm以上であるが、調査地が堰堤の堆砂域に位置する羅臼上流は64mm以下であった。
- **ルシャ下流, オッカバケ上流, 羅臼下流, 知西別上流の植被度は0%であった。**

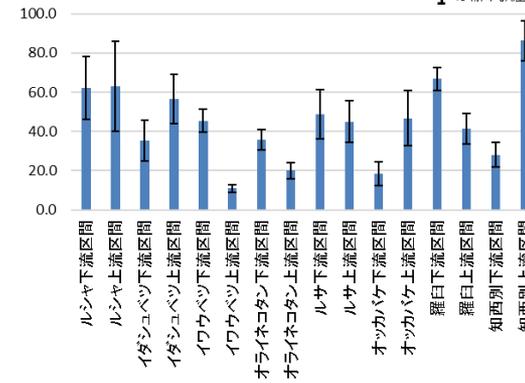
水面幅(m)



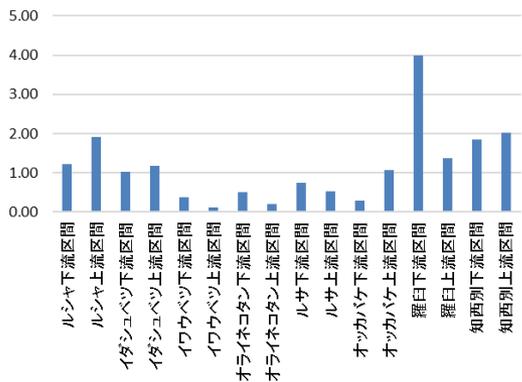
平均水深(cm)



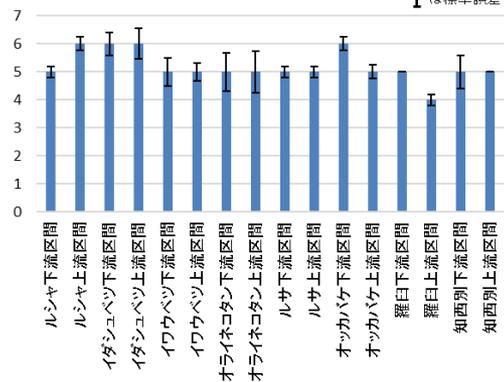
平均流速(cm/s)



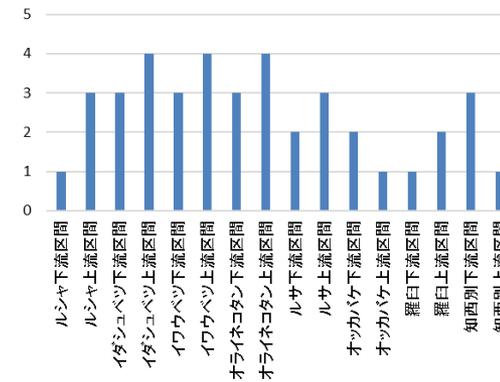
平均流量(m³/s)



平均河床材料径指数



植被度指数



※ 河床材料径指数 1: 岩盤 2: ≤2mm 3: 2-16mm 4: 17-64mm 5: 65-256mm 6: ≥256mm
 植被度指数 1: 0% 2: 0-25% 3: 25-50% 4: 50-75% 5: 75-100%

● 環境DNA調査① 採水16河川におけるサケ科魚類メタバーコーディング解析結果

R6(2024)年

河川名	採水区間	オショロコマ	ニジマス	サクラマス (ヤマメ)	サケ	カラフトマス
ルシャ	上流	13743.8		682.7		40.3
	下流	6312.4		120.3	21.8	
イダシュベツ	上流	2297.8				
	下流	2889.6				
イワウベツ	上流					
	下流	387.5		350.0		
オライネコタン	上流	10673.8				
	下流	6868.9		46.2		
ルサ	上流	8303.8		58.8	125.8	
	下流	7369.7		9.7	1211.5	
オッカバケ	上流	6909.7				
	下流	9482.2		22.5	10.4	
羅臼	上流	2975.3				
	下流	6953.8		7452.2	1669.8	
知西別	上流	2786.9	2410.2			
	下流	1627.6	1274.8	111.6		
テッパンベツ	下流	9354.6		1709.0	25.2	
ホロベツ	下流	6467.8		14.4	94.1	
糠真布	上流	13578.4				
シマトッカリ	下流	7357.5		37390.8	69.6	
ベキン	下流	791.6				
クズレハマ	下流	598.9				
カモイウンベ	下流	4723.0			27.5	
オショロコツ	下流	522.4				

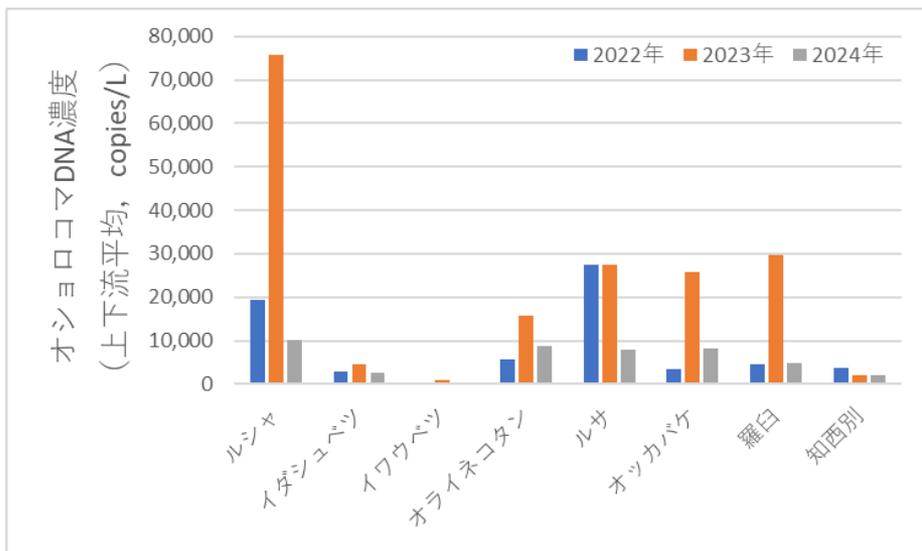
- オショロコマDNAは、イワウベツ上流調査区を除くすべての調査区で検出された(赤枠).
- ニジマスDNAは、知西別上流・下流で検出された(青枠). 採捕のあった羅臼下流では非検出.
- 知床のサケの稚魚は7月上旬まで河川内にいるとの報告があることから、少なくとも6月下旬の採水サンプルからサケのDNAを検出した河川には稚魚がいる、すなわちサケが再生産している河川である可能性が高い(緑枠).

注: DNA非検出河川であっても、採水地点より下流側で再生産している可能性や、既に降海が終了して検出できなかった可能性もある.

※ 単位はコピー/L. 空欄はDNA非検出を表す.

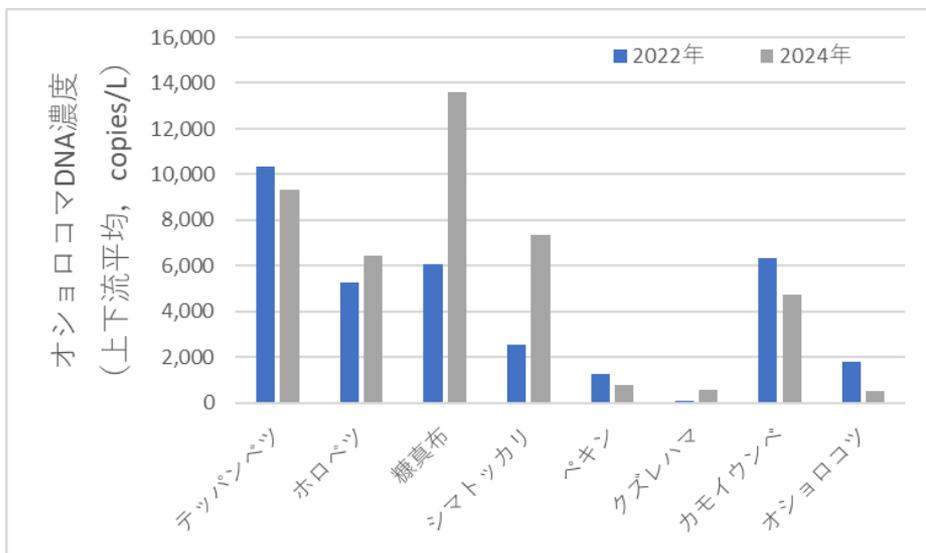
環境DNA調査② オシヨロコマDNA濃度の経年変化(R4~6年)

採捕8河川



- 採捕8河川では、今年(2024年)は昨年(2023年)までに比べてDNA濃度が総じて低い値となっている。
- 採捕調査による推定湿重量密度と概ね同様の増減をしているようにも見える。

採水のみ8河川



● (参考1)環境DNA調査結果と採捕調査結果の比較①

採捕8河川(16地点)における両調査結果の比較(R4~6年)

DNA濃度		採捕あり サンプル数	採捕なし サンプル数	両調査の一致率	
検出なし		1	62	98.4%	
検出あり	≦50コピー/L	6	6	91.4%	50.0%
	50<	68	1		98.6%
トータル				94.4%	

注1: DNA調査のための採水は6月下旬, 採捕調査は7月中旬~8月上旬に実施している。

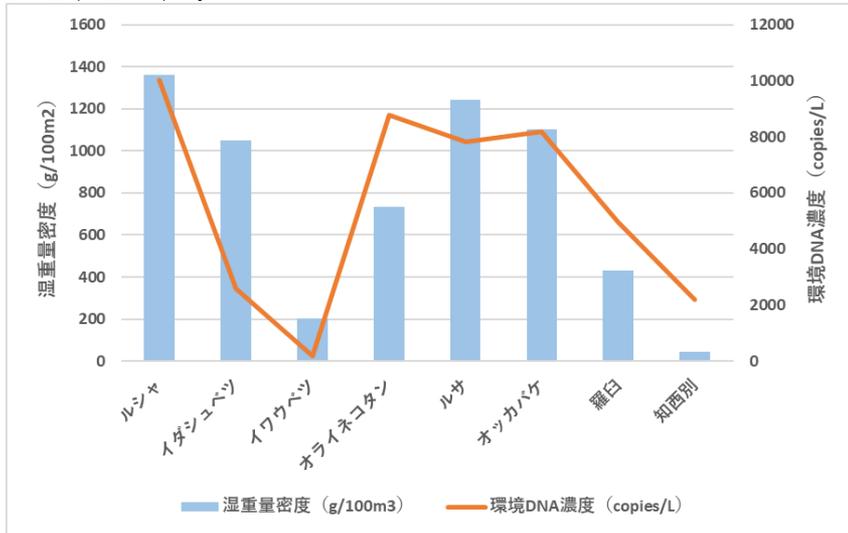
注2: 両期間において生息状況の差が少ないオショロコマ, ニジマス, ヤマメ・サクラマスのデータのみ使用して集計した(N=3種×16地点×3年=144サンプル)。

- 8月の採捕調査時には河川内にいないと考えられるサケとカラフトマスを除けば, 94%の調査においてDNA結果と採捕結果が一致(黄色)。
- 特に, DNA検出なしの場合と, DNA濃度が50コピー/Lを超える検出がある場合には両調査の結果はほぼ一致(橙色)。

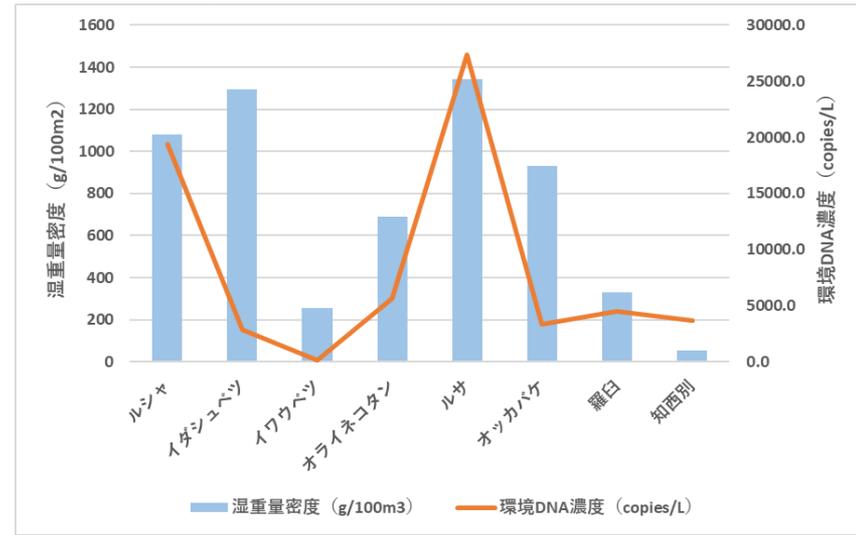
（参考2）環境DNA調査結果と採捕調査結果の比較②

採捕8河川のオシロコマ環境DNA濃度と湿重量密度
 （河川ごとに上流と下流の結果を平均）

R6 (2024) 年



R4 (2022) 年



➤ 採捕8河川の**環境DNA濃度**と採捕調査から得られた**湿重量密度**との相関係数は、**0.74**であった（強い相関）。

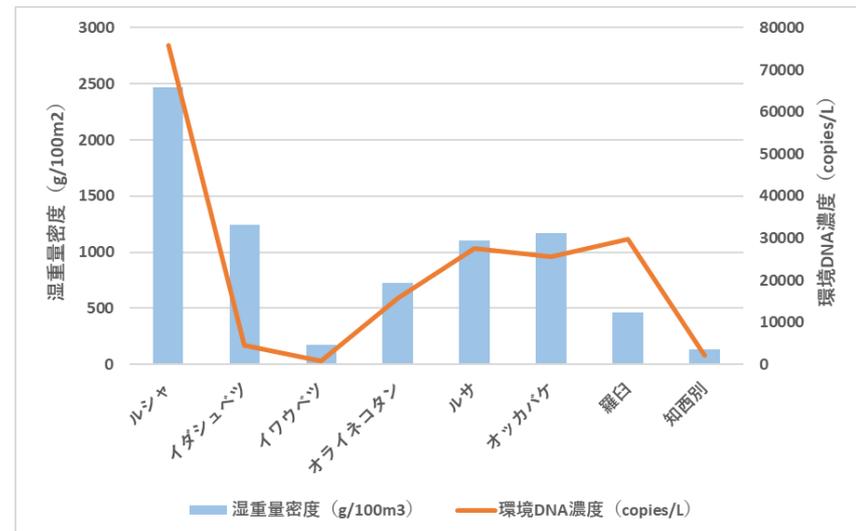
R4年 : 0.61(中程度の相関)

R5年 : 0.84(強い相関)

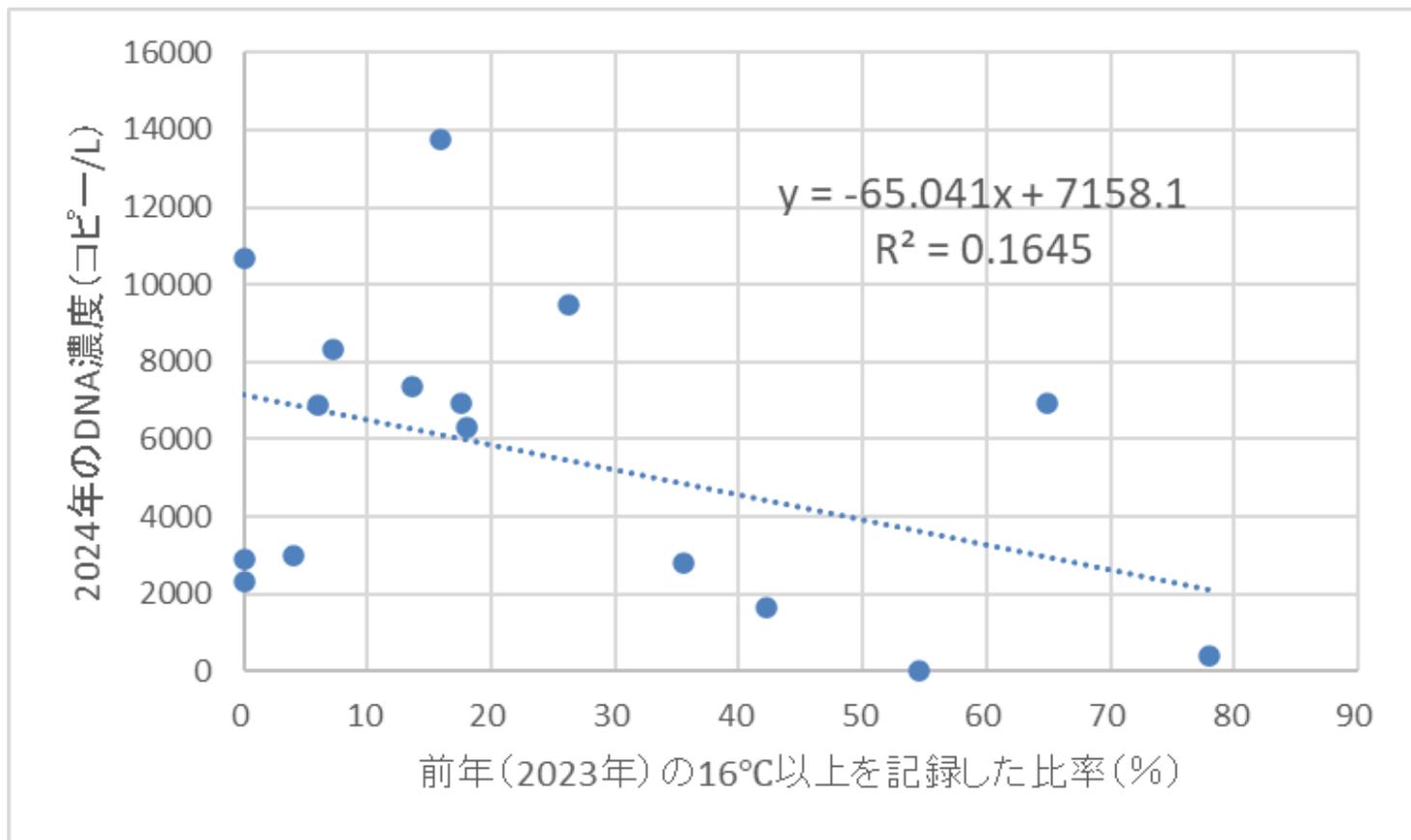
➤ 理由はわからないが、イダシュベツのみ毎年同じ方向へ大きく乖離している。

（イダシュベツを除いた相関係数は、0.89）

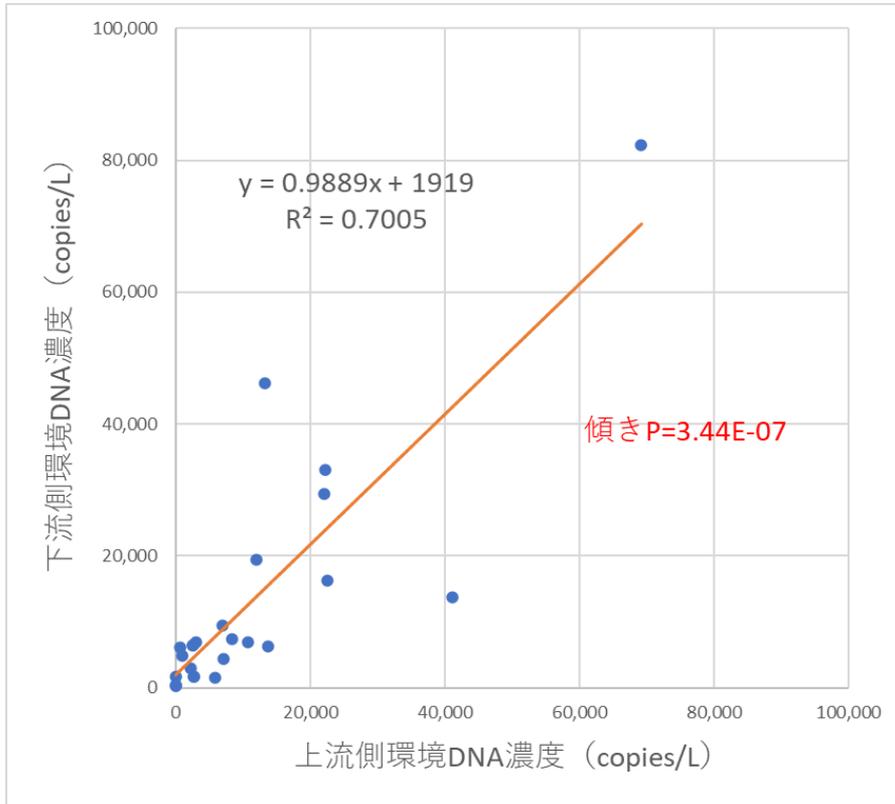
R5 (2023) 年



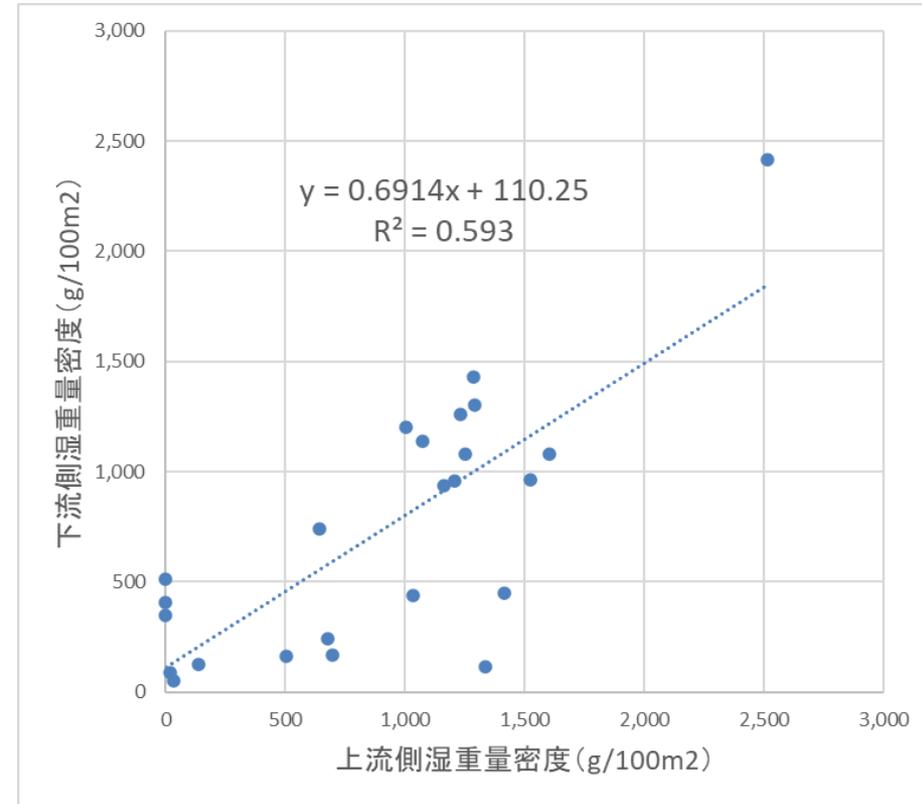
● (参考3)オシロコマ環境DNA濃度と水温



(参考4)オショロコマの上下流のDNA濃度・湿重量密度の比較



オショロコマ環境DNA推定濃度の上下流比較
(2022~24年の調査データより : N=24)



オショロコマ湿重量密度の上下流比較
(2022~24年の調査データより : N=24)

- 環境DNA濃度を同一河川の上下流で比較すると、強い相関が見られる(決定係数0.70, 回帰直線の傾き0.99).
- 来年以降もデータを積み重ねていけば、解析スキームをより効率的なものにできる可能性がある。