

長期モニタリング中間総括評価 (河川工作物アドバイザー会議担当) (案)

<評価項目>

- No17 河川内におけるサケ類の遡上数、産卵場所及び産卵床数モニタリング
- No18 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ョロコマの生息状況(外来種侵入状況調査含む)

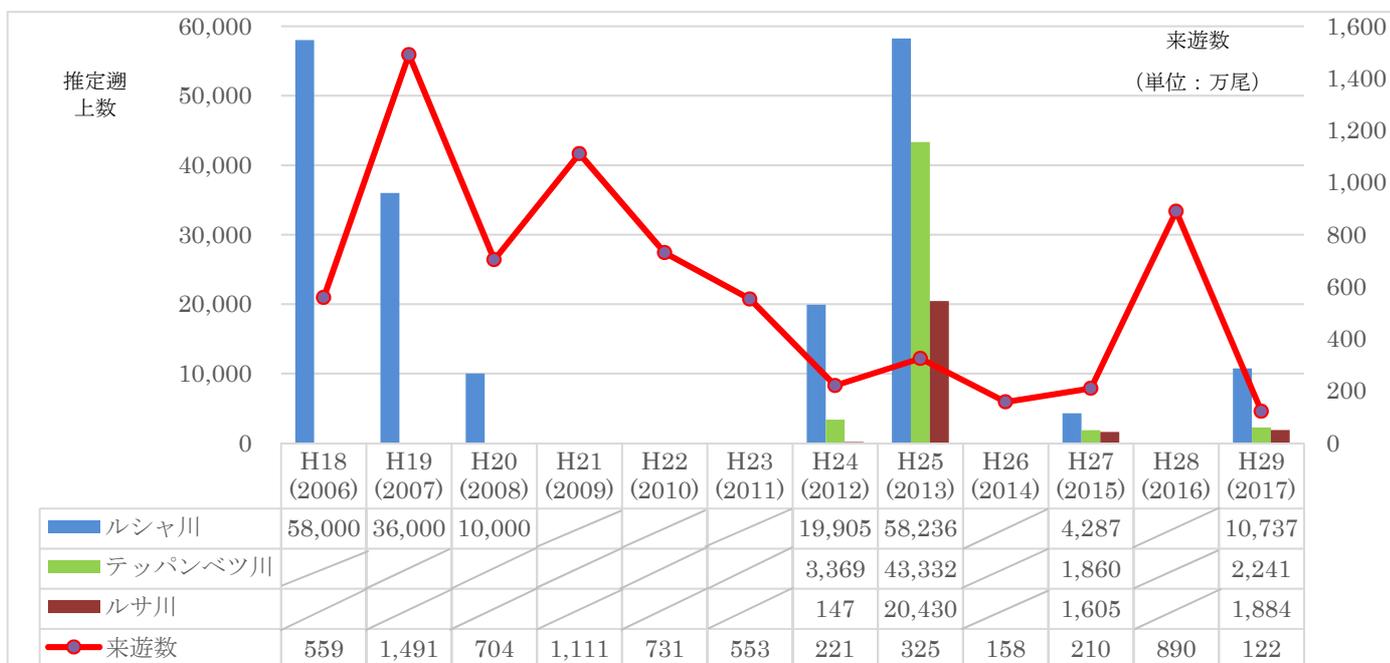
(評価者：河川工作物AP)

モニタリング項目	No. 17 河川内におけるサケ類の遡上数、産卵場所および産卵床数モニタリング		
モニタリング実施主体	林野庁、北海道		
対応する評価項目	<p>II. 海洋生態系と陸上生態系の相互関係が維持されていること。</p> <p>IV. 遺産地域内海域における海洋生態系の保全と持続的な水産資源利用による安定的な漁業が両立されていること。</p> <p>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。</p>		
モニタリング手法	ルシャ川、テッパンベツ川、ルサ川にてカラフトマスの親魚の遡上数と産卵床数を調査。		
評価指標	遡上数、産卵床数、河川工作物の遡上及び産卵への影響		
評価基準	各河川にサケ類が遡上し、持続的に再生産していること。 河川工作物による遡上障害が実行可能な範囲で回避されていること。		
評価	<input checked="" type="checkbox"/> 評価基準に適合		<input type="checkbox"/> 評価基準に非適合
	<input type="checkbox"/> 改善	<input checked="" type="checkbox"/> 現状維持	<input type="checkbox"/> 悪化
	<p><各評価基準について></p> <p>「各河川にサケ類が遡上し、持続的に再生産していること。」</p> <p>① 調査を開始した平成 24 年以降、対象 3 河川においてカラフトマスの遡上数および産卵床数は継続的に確認されているものの、年ごとに大幅な増減がみられる。 これにはカラフトマスの 2 年成熟という生物特性も関わっているものの、再生産が持続的であるのか否かについては、来遊数の動向を注視しつつ今後とも調査を継続していく必要がある。 (評価基準に一部適合)</p> <p>② 「河川工作物による遡上障害が実行可能な範囲で回避されていること。」 知床世界自然遺産地域科学委員会内に設置された河川工作物ワーキンググループにおいて、改良が適当であると判断された 5 河川 13 基の河川工作物については、改良後の効果検証を行った結果、遡上障害となった河川工作物の上流にはサケ科魚類の遡上、産卵床の存在が確認され、遡上障害が実行可能な範囲で回避されていたと認められる。 また、改良を実施した箇所においては、その後の課題もあるが、応急的な対応を図りながらも持続的な効果の発揮に努めている。 (評価基準に適合)</p>		
今後の方針	・知床世界自然遺産地域長期モニタリング計画に基づき、引き続き平成 34 年 (2022 年) までモニタリング調査を実施する。		

1 「各河川にサケ類が遡上し、持続的に再生産していること。」

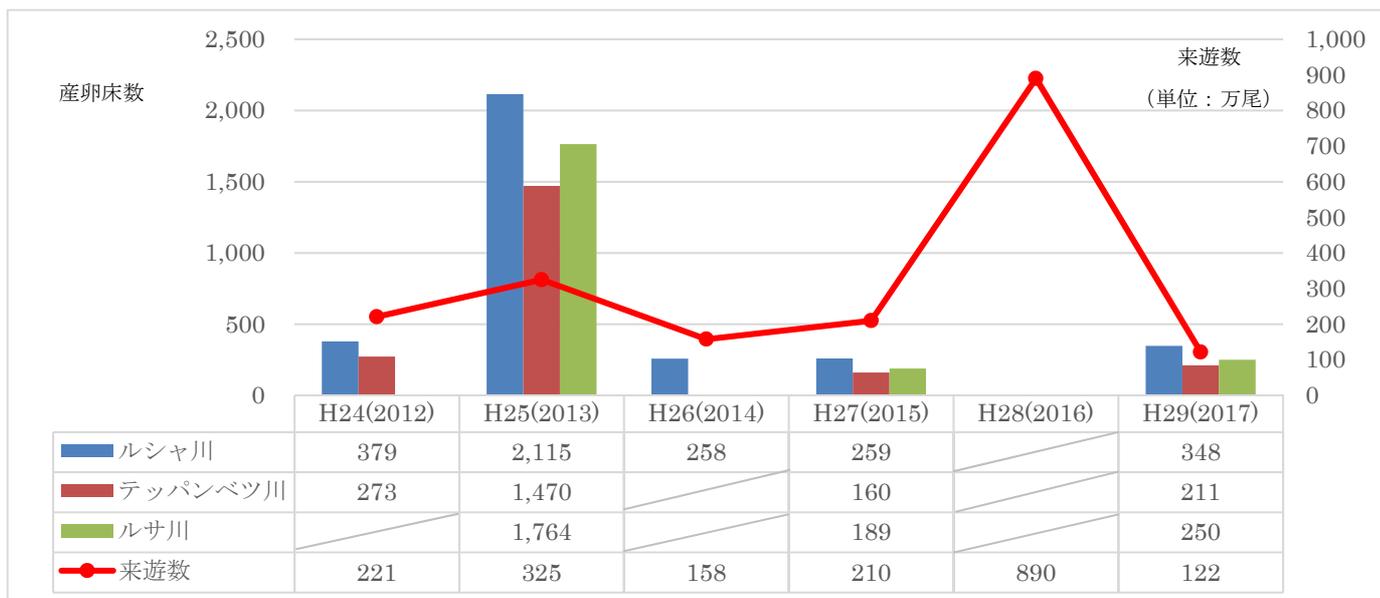
H24年(2012)からH29年(2017)までの長期モニタリングによるカラフトマスの遡上数調査結果、産卵床調査結果と併せてカラフトマス来遊状況を下図1, 2に示す。

長期モニタリング調査はH25年(2013)以降、豊漁年を調査対象としていたが、そのサイクルがH21年(2009)以降不明瞭な状況である。



- 1) カラフトマスの来遊数は北海道区水産研究所「さけます来遊状況」から北海道の来遊数(漁獲数)を引用
- 2) H18年(2006)~H20年(2008)は横山ほか、H24年(2012)以降の推定遡上数は横山ほかの手法に準じる。
- 3) H29年(2017)の推定遡上数は暫定値である、また、斜線は調査未実施年である。

図1 カラフトマス推定遡上数



- 1) 斜線は調査未実施年である。

図2 カラフトマス産卵床数

2 「河川工作物による遡上障害が実行可能な範囲で回避されていること。」

知床世界自然遺産地域科学委員会の河川工作物ワーキンググループ（平成17年～20年度）において、世界遺産地域内及びその下流、14河川100基の河川工作物についての周辺環境、サケ科魚類の生息状況及び防災機能を含めた河川の評価を行い、5河川13基の河川工作物については改良が適当であり、改良後にはサケ科魚類の遡上モニタリング等を実施し、改良効果の検証を行うことが望ましいとの提言が出された。

この提言に基づき関係行政機関は順次対象となる河川工作物改良を行い、改良後は遡上調査等河川工作物改良効果の検証を行ったところである。

評価基準の一つである「河川工作物による遡上障害が実行可能な範囲で回避されていること。」については、平成25年3月「知床世界自然遺産地域内で改良した河川工作物の評価（河川工作物ワーキングチーム）」の報告を基に評価をおこなった。

改良を実施した5河川13基の工作物について、改良した河川の位置と改良後の代表的な写真及び改良基数等の内訳については、下記のとおりである。



河川名	改良年	河川工作物基数	改良方法	実施主体
ルシャ川	H18 (2006年)	2	切り下げ、切り欠き	北海道
イワウベツ川	H18～H22 (2006～2010年)	6	スリット化、切り下げ	林野庁、斜里町
チエンベツ川	H20～H21 (2008～2009年)	2	魚道新設	北海道
サシルイ川	H19 (2007年)	2	既設魚道の改良	北海道
羅臼川	H21～H24 (2009～2012年)	1	スリット化	北海道

表1 改良河川工作物の内訳

① ルシャ川

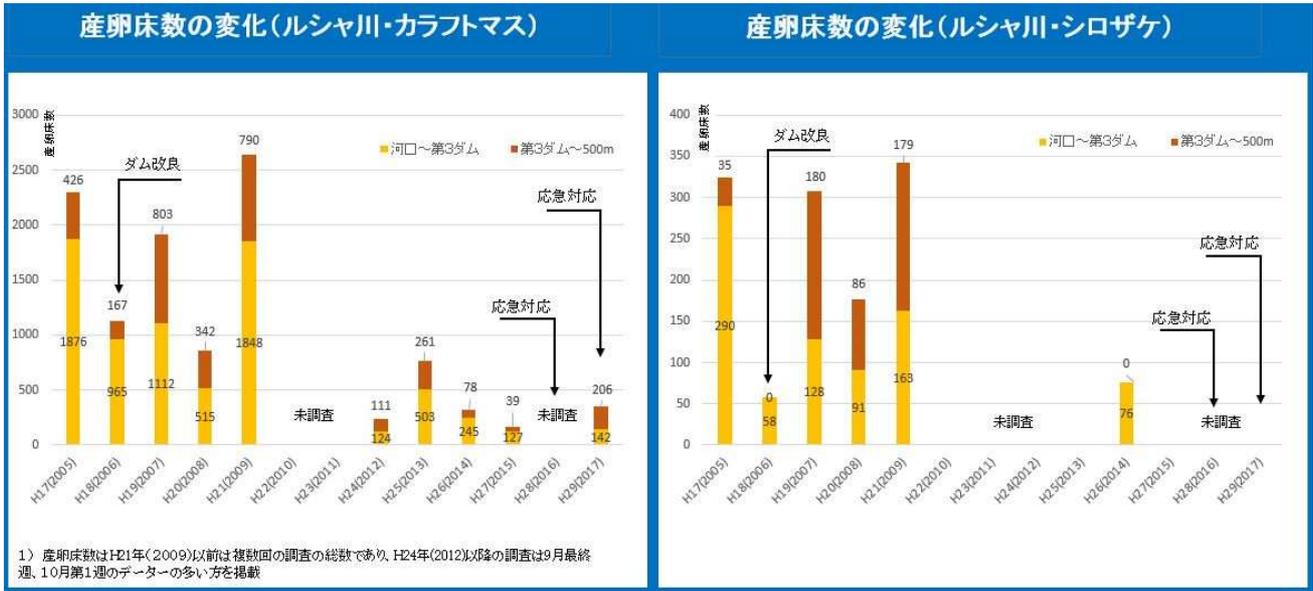


図4 ルシャ川のモニタング結果



写真1 H28年(2016)石組落差解消



写真2 H29年(2017)パイピング対応

ルシャ川では、H18年(2006年)に切り欠きと切り下げの改良を行った。改良後は以前よりカラフトマス、シロザケの産卵床数は増加している。

H25年(2013)頃よりルシャ川第1ダンプール下流の河床低下により、落差が拡大している傾向にあり、H28年(2016)には、下流石組による落差の解消、H29年(2017)には、第1ダム堤体基礎部のパイピングによるプール内の逸水防止の措置を行った。

(下記写真1, 2)

この2カ年にわたる応急処置の結果、当初の落差 $H=0.80m$ から $H=0.40m$ 程度に落差が解消されたが、今後はいかにして効果を維持させていくかが課題である。

② イワウベツ川（赤イ川）

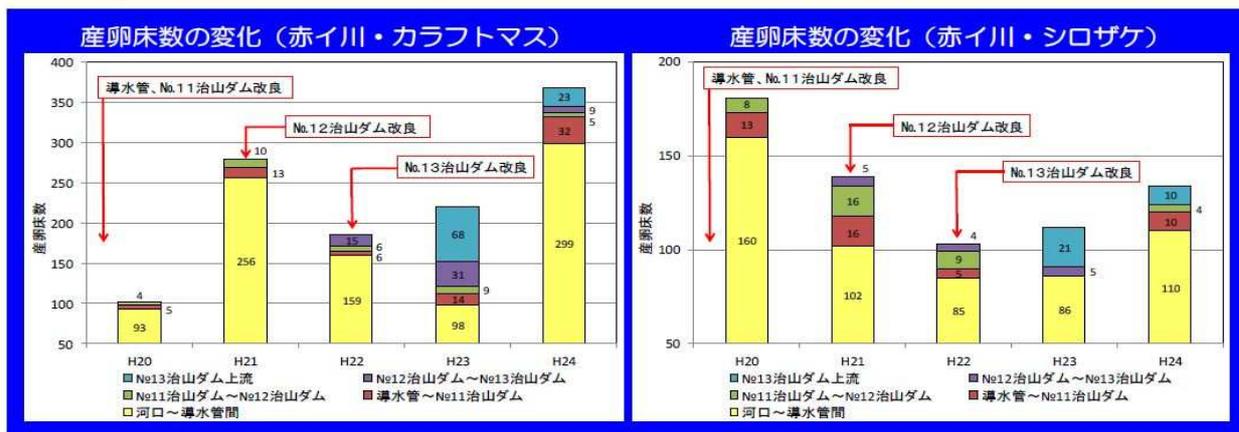


図5 イワウベツ川のモニタリング結果

イワウベツ川（赤イ川）H18年(2006)からH22年(2010)にかけて、2基の施設が切り下げ、2基の施設がスリット化した。また、イワウベツ川（ピリカベツ川）ではH19年(2007)、2基（本堤副堤）のうち1基をスリット化した。

改良後、赤イ川については、カラフトマス、シロザケ等の遡上ルートが確保された。

ピリカベツ川では、カラフトマス、サクラマスの遡上が僅かながら確認されている程度となった。

なお、当該河川は河口部で人工ふ化放流事業のための捕獲が行われており、改良効果は捕獲事業の影響を受けている。

今後の課題としては、赤イ川の治山ダム、ピリカベツの治山ダム改良箇所においては、渓床全面に玉石による護床を施工していることが、産卵環境を狭めている懸念がある。また、防災機能と遡上環境の面で、スリット化した箇所が流木等により閉塞する場合も考えられることから、これらの対応が必要である。

③ チェンベツ川

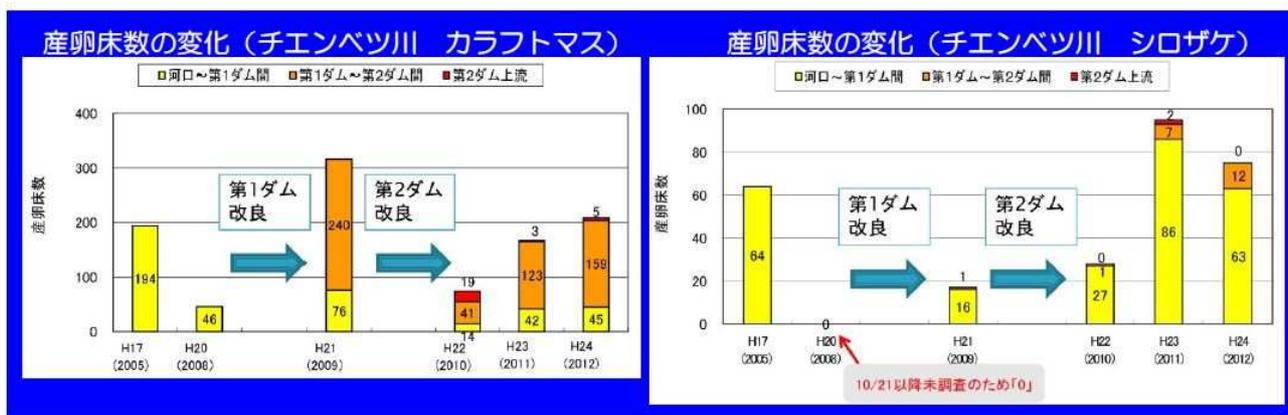


図6 チェンベツ川のモニタリング結果

チェンベツ川は H20 年(2008)、H21 年(2009)に魚道新設(2 基)を実施した。
 改良後はカラフトマス、シロザケ、オシヨロコマの遡上は可能となったが、シロザケについては遡上数が少なく、改良の効果を十分に確認できなかった。
 課題としては、第 1 ダムと第 2 ダム間は産卵環境として重要であるが、護岸と巨石により流路が規制されており将来的に何か手がける機会に対応が必要である。

④ サシルイ川

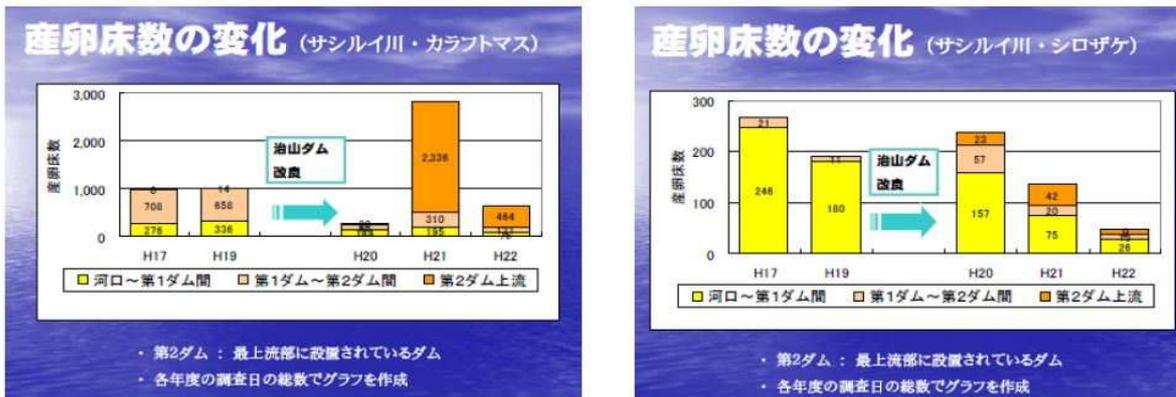


図7 サシルイ川のモニタリング結果

サシルイ川では、H19 年(2007)に既設魚道(2 基)の改良を実施した。
 改良後は改良前に比べて、カラフトマス、シロザケ等の遡上が容易となっているが、当該河川は河口部で人工ふ化放流事業のため捕獲が行われており、改良効果は捕獲事業の影響を受けている。
 今後は魚道流入部の閉塞に留意し適切な維持管理が必要である。

⑤ 羅臼川



図8 羅臼川のモニタリング結果

羅臼川では、H22年(2010)からH24年(2012)にかけて砂防ダムのスリット化を実施した。

改良後は改良前に比べて、カラフトマス、シロザケ等の遡上ルートは確保された。

砂防ダム上流には僅かながら産卵床は確認できるが、当該河川は河口部で人工ふ化放流事業のための捕獲が行われており、改良効果は捕獲事業の影響を受けている。

課題としては砂防ダム下流区間の床固工区間は融雪出水等による影響で魚道流出区間に落差が生じている状況にある。

(評価者：河川工作物AP)

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）		
モニタリング実施主体	林野庁		
対応する評価項目	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。		
モニタリング手法	イワウベツ川等において、魚類相、河川残留型オシヨロコマの生息密度及び水温変化を把握。		
評価指標	水温、オシヨロコマの生息密度、外来種の生息情報		
評価基準	資源量が維持されていること。 外来種は、根絶、生息個体数の最小化。 夏季の水温が長期的にみて上昇しないこと。		
評価	<input type="checkbox"/> 評価基準に適合		<input checked="" type="checkbox"/> 評価基準に非適合
	<input type="checkbox"/> 改善	<input checked="" type="checkbox"/> 現状維持	<input type="checkbox"/> 悪化
評価	<各評価基準について> ① 「資源量が維持されていること。」 36 河川におけるH19 (2007) 年～H24 (2012) 年とH25 (2013) 年～H28 (2016) 年のオシヨロコマ生息密度の変化を分析すると、オシヨロコマ生息密度は低下したという解釈が可能である。(評価基準に非適合) ② 「外来種は、根絶、生息個体数の最小化。」 調査対象河川でのニジマス(外来種)の生息密度は、採捕調査時の駆除効果により減少傾向となっている河川があるが横這いの河川もあり、全体としては個体数の減少は確実とは言えない。 今後は調査対象河川以外の分布拡大について注視する必要がある。(評価基準に非適合) ③ 「夏季の水温が長期的にみて上昇しないこと。」 8 河川で経年的な水温上昇が認められたが、12 河川で経年的な水温低下が認められた。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ことから、全体的に河川の水温上昇が起きているとは言えない。 (評価基準に適合)		
今後の方針	・次年度以降も水温調査を引き続き 37 河川、魚類生息調査を 6～8 河川で実施し、併せて環境 DNA による調査手法を追加する。 水温調査にあたって、上昇傾向にある河川について注視していく。 ・ニジマス調査についても、引き続き研究者が主体となってシマトッカリ川と知西別川において実施する。		

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。なお、魚類生息調査と同時に、調査河川の物理環境として水面幅、水深、代表河床材料 (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。また、毎年、シマトツカリ、知西別において外来種であるニジマスの生息状況調査も実施した。

<調査・モニタリングの結果>

1 気温

気温の経年変化は図-2 のとおりである。東岸の 7 月、9 月の平均気温は上昇傾向にある ($P < 0.05$)。また、西岸の 9 月の最高気温は上昇傾向にある ($P < 0.05$)。

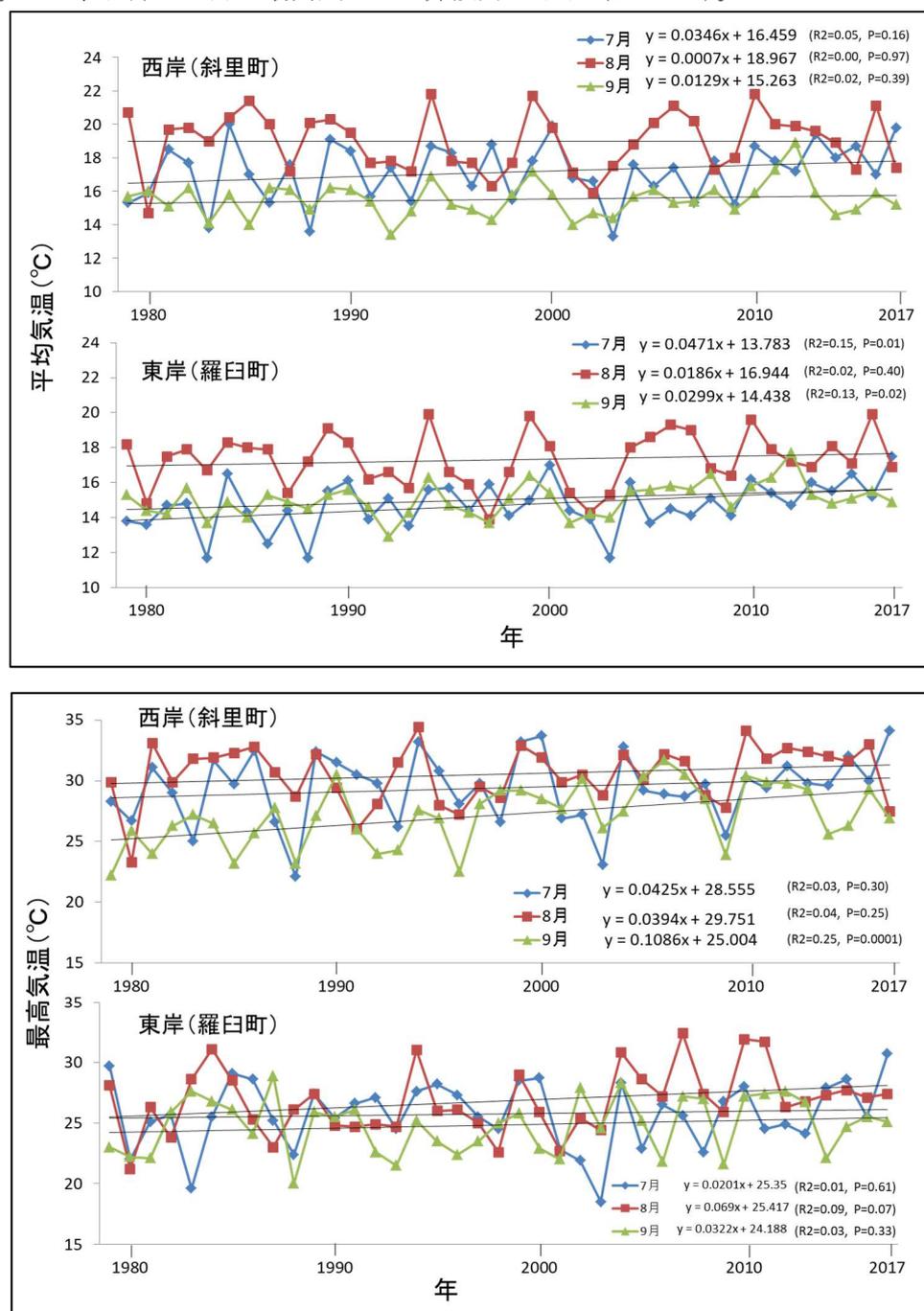


図-2 平均気温 (上) と最高気温 (下) の経年変化

オショロコマの生息に影響する水温 16℃（採餌活性低下）、20℃（これより高くなると採餌停止に近づく）に着目し、これに該当した高水温河川を表-1 にまとめた。西岸では、イワウベツ、金山、オショパオマブ、オチカバケが経年的に水温が高い。東岸では、知西別、羅臼がやや経年的に水温が高い。また、ダム高密度河川で水温が高い傾向がある。

平成 29（2017）年は、平均水温 20℃を越える河川が東岸で多く見られたこと、8月よりも7月に水温が高かったことが特徴的である。

表-1 平均水温 16℃以上、最高水温 20℃以上を記録した河川

区分		H25 (2013)	H26 (2014)	H27 (2015)	H28 (2016)	H29 (2017)
8月の平均水温が16℃以上の河川	西岸	●イワウベツ ○オショコマナイ ○オケペブ ●金山 ●オショパオマブ ●オチカバケ	●イワウベツ ○オショコマナイ ●オショパオマブ	●イワウベツ	●イワウベツ	●イワウベツ ●オショパオマブ ●オチカバケ
	東岸					●羅臼
8月の最高水温が20℃以上の河川	西岸	●イワウベツ ○オケペブ ●金山 ●オショパオマブ ●オチカバケ	テッパンベツ ●イワウベツ) ●金山 ●オショパオマブ ●オチカバケ	●イワウベツ ●金山 ●オショパオマブ ●オチカバケ	●イワウベツ ●金山 ●オチカバケ ●糠真布	●イワウベツ ●金山 ●オショパオマブ ●オチカバケ ●糠真布
	東岸			●知西別	●羅臼	●精神 ●知西別 ●羅臼 ●茶志別

注) ●はダム高密度を表す。 表中の黒文字は8月に記録、青文字は7月に記録を表す

2) 河川毎の経年水温変化

河川毎の経年水温変化を回帰分析した結果を表-2 に示した。統計的 ($P < 0.05$) に上昇傾向がある場合を+、下降傾向がある場合を-で記載した。8河川（イワウベツ、オライネコタン、シマトツカリ、オショロコツ、羅臼、松法、知西別、立茹臼）で有意な水温上昇が認められたが、水温が下降した河川も12河川認められた。イワウベツでは8月平均水温が下降、7月最高水温が上昇する傾向が認められた（温泉水が何らかの影響をもたらした可能性がある）。

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ことから、全体的に河川の水温上昇が起きているとは言えない。

表-2 河川毎の回帰分析結果

区域	河川名	日平均水温の月平均			日最高水温の月平均			最高水温		
		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					-	-		-	-
	キキリベツ									
	ショウジ								-	
	●ケンネベツ			-			-			
	チエンベツ									
	●モセカルベツ									
	●オッカバケ								-	
	サシルイ									
	知徒来		-						-	
	●羅臼								+	
	松法								+	
	●知西別					+			+	
	●立苺臼					+				
	●精神								-	
	ポン春苺古丹									
	春苺古丹		-	-				-		
	茶志別									
ポン陸士別										
居麻布										

注) ●はダム高密度を表す。※は4年分のデータで分析(その他は5年以上で分析)。

+は上昇傾向があり、-は下降傾向があることを表す(p<0.05)。

3 魚類調査

1) オシヨロコマ密度

過去 (H19 (2007) -H24 (2012) 年) と H25 (2013) -H29 (2017) 年の 2 期間のオシヨロコマ密度と日最高水温の 8 月平均 (H25-H29 年で平均) との関係は図-4 (左より水温の昇順に並べた) のとおりである。また、H25 (2013) -H29 (2017) 年のオシヨロコマ密度と日最高水温の 8 月平均 (H25-H29 年で平均) の関係は図-5 のとおりである。

全体的に H25 (2013) -H29 (2017) 年のオシヨロコマ密度が減少している傾向と、水温が高水準の河川でオシヨロコマの密度が低い傾向が認められた (P<0.05)。H19 (2007) -24 (2012) 年調査から密度が減少している河川については、今後の動態を注視する必要がある。

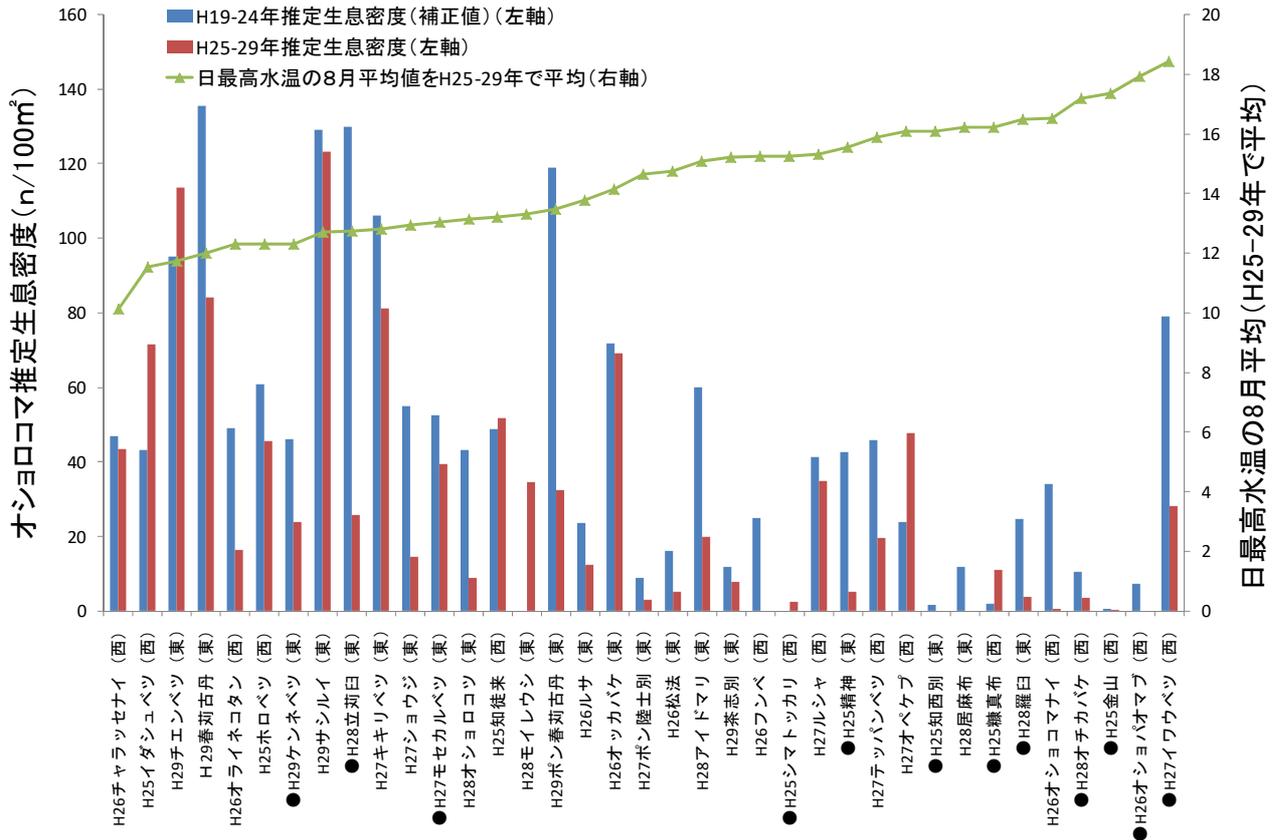


図-4 2 期間のオシヨロコマ密度と日最高水温の 8 月平均との関係

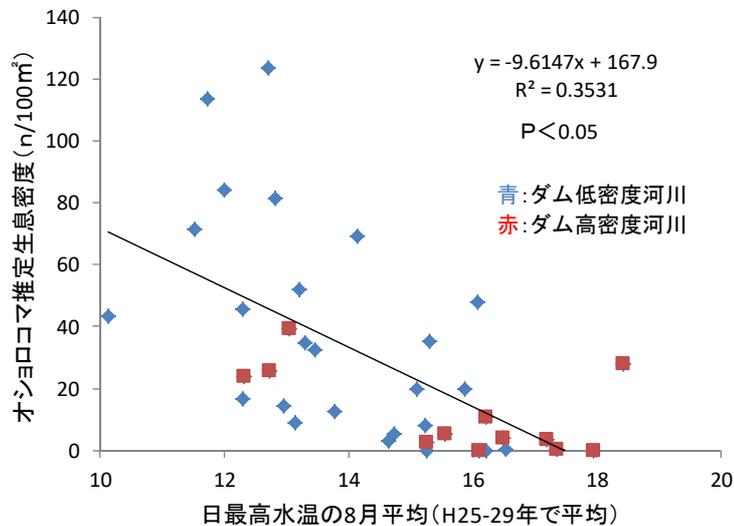


図-5 H25 (2013) -H29 (2017) 年のオシヨロコマ密度と日最高水温の 8 月平均との関係

過去 (H19 (2007) -H24 (2012) 年) と H25 (2013) -H29 (2017) 年の 2 期間のオシヨロコマ密度を元に、対応のある t 検定を行った結果を表-3 に示した。「日最高水温の 8 月平均 (H25-29 年平均) が 16℃以上グループ (10 河川)」を除いて、すべて有意に減少となった。データ上から、オシヨロコマの密度が過去 10 年で低下したという解釈が可能である。

河川水温が上昇しているとは言えない状況で、オシヨロコマの密度が低下しているとすれば、水温以外の要素が作用している可能性がある。

表-3 2 期間のオシヨロコマ密度の t 検定結果

オシヨロコマ密度の区分		平均推定生息密度	減少率	P 値	有意差 (両側 5%)	オシヨロコマ 密度変化評価
全河川	36 河川	47.31 (H19-24) > 29.22 (H25-29)	-38%	0.0003	あり	減少
比較①	ダム高密度グループ (12 河川)	33.09 (H19-24) > 12.00 (H25-29)	-64%	0.040	あり	減少
	ダム低密度グループ (24 河川)	54.41 (H19-24) > 37.83 (H25-29)	-30%	0.004	あり	減少
比較②	日最高水温の 8 月平均 (H25-29 年平均) が 16℃未満グループ (26 河川)	57.98 (H19-24) > 36.80 (H25-29)	-37%	0.001	あり	減少
	日最高水温の 8 月平均 (H25-29 年平均) が 16℃以上グループ (10 河川)	19.55 (H19-24) > 9.53 (H25-29)	-51%	0.169	無し	変化無し
比較③	統計的に水温上昇が認められないグループ (28 河川)	48.55 (H19-24) > 34.32 (H25-29)	-29%	0.004	あり	減少
	統計的に水温上昇が認められたグループ (8 河川)	42.94 (H19-24) > 11.38 (H25-29)	-73%	0.035	あり	減少

注) 過去データの無いモイレウシは除いて実施した。

2) 外来種侵入状況 (ニジマス)

シマトツカリ、知西別におけるニジマスの密度を図-6、図-7に示した。シマトツカリではH29(2017)年にニジマスは捕獲されなかった。シマトツカリではニジマスの密度が減少しており、駆除による一定の効果が認められる一方、知西別でのニジマスの密度は概ね横ばいの状況である。

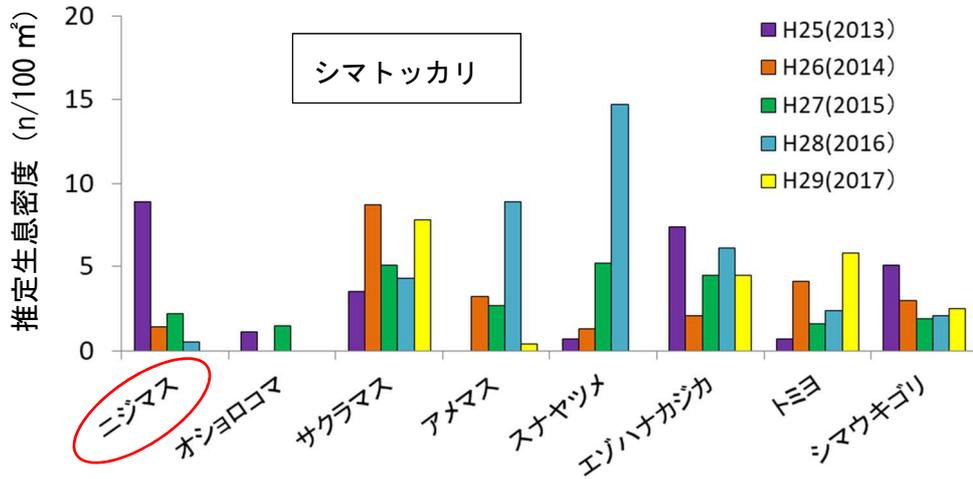


図-6 シマトツカリ川での魚類の推定生息密度

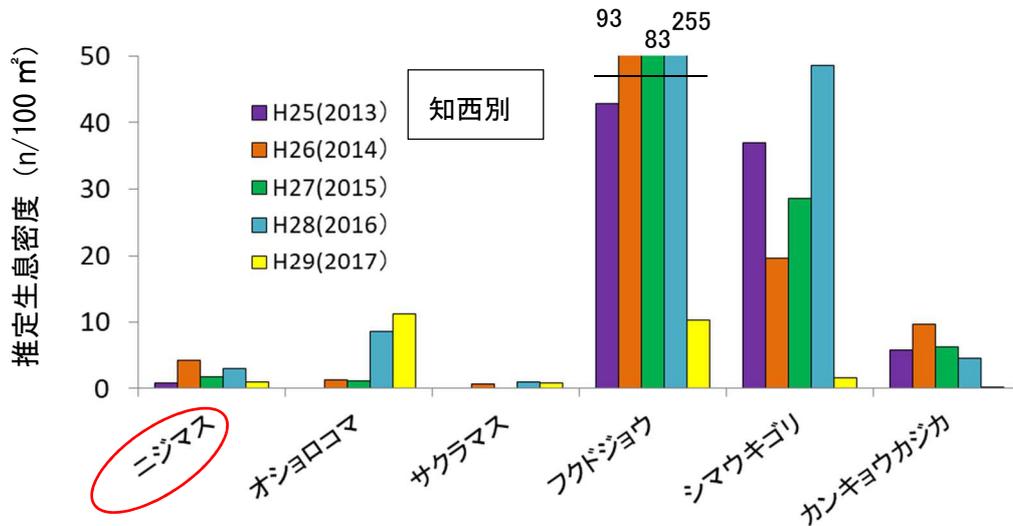


図-7 知西別川での魚類の推定生息密度

長期モニタリング項目の見直しについて
(モニタリング手法の追加)

評価項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。」(モニタリング項目 No17, No18) ・ 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」 (モニタリング項目 No18) 	
モニタリング項目	No17 「河川内におけるサケ類の遡上数、産卵場所及び産卵床数モニタリング」	No18 「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ョロコマの生息状況(外来種侵入状況調査含む)」
評価基準	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各河川にサケ類が遡上し、持続的に再生産していること。 ・ 河川工作物による遡上障害が実行可能な範囲で回避されていること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資源量が維持されていること。 ・ 外来種は、根絶、生息個体数の最小化。 ・ 夏季の水温が長期的にみて上昇しないこと。
現行のモニタリング手法	<p>対象河川: ルシャ川、テッパンベツ川、ルサ川</p> <p>① 8月下旬～10 月末頃まで、カラフトマスの遡上数、産卵床数を調査</p>	<p>対象河川: 知床半島内 37 河川</p> <p>① 37 河川の水温調査(7月～9月)</p> <p>② オショロコマ生息調査(年6～7河川毎)</p> <p>③ 河川の物理環境照査(年6～7河川毎)</p> <p>④ シマトツカリ、知西別川においてニジマスの生息状況調査</p>
調査歴	平成 25 年度、平成 27 年度、平成 29 年度 (2013) (2015) (2017)	平成 25 年度(2013) ～平成 29 年度(2017)
「見直しについての検討(案)」	<p>1 現行の調査について</p> <p>① 見直しの検討は「なし」 (近年は豊漁年、不漁年のサイクルが入れ替わっている状況でも奇数年の調査を引き続き実施をする予定。 なお、調査結果の考察においてはサケ・マス来遊状況の変動についても考慮する。)</p>	<p>1 現行の調査について</p> <p>① 見直しの検討は「なし」 (現行の調査を継続、特に水温に関するデータは数十年単位の蓄積が要すると認識)</p> <p>2 調査手法の追加について</p> <p>「環境 DNA 調査を現行の調査手法に追加」</p> <p>① 目的 生息種等の把握が可能な環境 DNA 分析により、調査対象河川の外来種の侵入状況及び河川工作物改良箇所での改良効果の評価を目的とする。</p> <p>② 具体的な調査方法 河川に水温計を設置する段階で、37 河川(別紙調査対象河川位置図)の採水及び現場濾過作業を行い環境 DNA 試料の採取を行う。また、河川工作物改良河川においては、改良前に工作物上下流の数カ所において、採水及び現場濾過作業を行い環境 DNA 試料の採取を行う予定である。</p>