

研究成果情報

サクラマスをめぐる漁業経済学・環境経済学からのアプローチの紹介

おおくし しんご みやざわ はるひこ うらべ ひろかず しょうじ やすし
大串 伸吾*1・宮澤 晴彦*2・ト部 浩一*3・庄子 康*4

はじめに

サクラマスと言う魚は、「希少でストーリー性のある国産鮭鱒」としてのユニークな位置づけができます。ロシアでは商業漁獲は禁止されており、多少混獲される程度なので、ほぼ日本でしか漁獲されていない「商業上日本特有のサケの仲間」と言っても過言ではありません(長谷川・佐橋 2019)。北海道の日本海側の漁業者は春先の漁業収入源としてサクラマスを漁獲しており、地域の漁業振興を図るうえでの重要魚種の一つとされ、人工ふ化放流事業が積極的に行われてきました(宮腰 2006)。しかし、1980年代以降から漁獲量が激減し、後志総合振興局・桧山振興局管内では依然漁獲量は低水準にあります。これは放流によって造成した資源以上に、野生資源が減少したためであり(宮腰 2008)、河川環境に長く依存するその生態から、人工ふ化放流事業に合わせて野生魚の繁殖を保護するための取り組みを生態系ベースで行う必要性が提唱されています(永田 2009)。

2010年ごろには、日本海側の漁業地域で河川環境そのものを直そうとする動きが始まります。その一つが、治山ダムや砂防ダムにスリットを入れる改修工事(スリット化)です。本稿では特に治山ダムに注目して話を進めていきます。治山ダムとは、渓流域の山脚(山すそ)に位置する森林(保安林)を修復し、山腹の森林が崩壊しないよう森林と一体となって治水機能を発揮する施設です。これは住民の要望に応じて「崩れた森・渓流を治す」事業として設置されることが多いようです。サクラマス漁獲量の激減が顕著となった1980年台後半までには、現存する大半の治山ダムが設置されました(玉手・早尻 2008)。

治山ダムをスリット化するメリットには、①魚の往来が回復され、②砂利の流れとともに魚類の産卵場所や餌となる昆虫の生息場所が回復されることがあります。一部の魚類の川の往来機能を修復(rehabilitation)する魚道と比べて、これは生態系の再生(restoration)に踏み込もうとする取り組みであり、スリットにゴミが詰りにくく、メンテナンスにコストがかからないこともメリットといえます。一方、デメリットとして治山・治水機能の低下が懸念され、対策が必要になります。つまり、サクラマス資源の保護を目指した治山ダムの

スリット化とは、「ダムが持つ保安林を守る機能を維持しつつ、漁業資源の保全と川の生態系の再生を同時に目指す社会的な動き」であると考えられます。この社会的な動きを分析・評価するには水産分野にとどまらない枠組みでの分析が必要になります。

そこで、本稿では漁業経済学の分析から、①サクラマス漁業による収入実態調査、②マーケットの評価と産地への要求を調査することで資源利用の実態を明らかにし、サクラマス資源の保護増殖の背景を整理します。そして、環境経済学の分析から、③スリット化を行う上での問題対策と成果の実態調査、④川の生態系を守る効果と税負担意志額との関係を道民を対象として調査することで、河川環境の修復によって水産資源保全を行う現代的な意義を考えます。

1. サクラマス漁業の収入実態調査

調査地域はサクラマスの人工ふ化放流事業の主要拠点が存在し、治山ダムがスリット化された事例のある後志総合振興局・桧山振興局管内とし、寿都町漁協、島牧漁協、ひやま漁協瀬棚支所・大成支所・熊石支所で事例調査を行いました。各漁協にヒアリング可能な漁業者の選定を依頼し、17名へのヒアリングを行いました。

まず後志管内ですが、調査を行った2013年時点の統計では定置網でサクラマスのおよそ9割が漁獲されている地域としての事例です。

選出された定置網漁業者において、2008～2012年の5年平均のサクラマス漁獲金額は年間収入の2～16%を占めており、金額・単価ともにヒラメと並ぶ高級魚種と位置づけられます。そして、漁期である4～5月の漁獲金額の約2割をサクラマスが占め、これは乗組員の給与に相当します(表1)。中には、この時期の5～8割の漁獲金額がサクラマスで占められる漁業者もあり、設置場所によって漁獲量が左右される定置網ならではの特性がうかがわれます。

つぎに桧山管内ですが、こちらは一本釣り漁業によって管内の漁獲量のおよそ半分が占められます。2011～2012年の2年間の漁獲金額に占めるサクラマスの割合は平均2～22%でした。特に、1～3月は今でもサクラマス以外に漁獲対象がなく、

*1 寿都町役場産業振興課水産係、*2 北海道大学大学院水産科学研究院、*3 地方独立行政法人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、*4 北海道大学大学院農学研究院

表1. 事例定置網漁業者のサクラマス漁期における漁獲金額の割合.

寿都① (常雇1人+季節雇用2人)			島牧① (常雇8人)			熊石① (共同経営者6人+従事者1人)			事例漁家平均 (寿都・島牧のみ)		
	4月	5月	4月	5月	4月	5月	4月	5月	4月	5月	
2012	46%	21%	7%	1%	80%	8%	12%	9%	12%	9%	
2011	42%	49%	50%	34%	75%	33%	31%	30%	31%	30%	
2010	50%	28%	32%	23%	-	-	22%	15%	22%	15%	
2009	61%	45%	22%	8%	-	-	23%	18%	23%	18%	
2008	19%	21%	20%	6%	-	-	10%	11%	10%	11%	
平均	44%	33%	26%	15%	78%	20%	20%	17%	20%	17%	
固定給合計に対する割合	160%	170%	126%	44%	373%	149%	117%	111%	117%	111%	

寿都② (常雇8人)			寿都③ (常雇4人)			寿都④ (常雇4人)			寿都⑤ (季節雇用1人)		
	4月	5月	4月	5月	4月	5月	4月	5月	4月	5月	
2012	18%	8%	2%	6%	2%	16%	0%	2%	0%	2%	
2011	40%	44%	12%	18%	17%	36%	24%	0%	24%	0%	
2010	22%	12%	5%	6%	2%	6%	20%	17%	20%	17%	
2009	20%	17%	9%	13%	8%	14%	17%	9%	17%	9%	
2008	4%	8%	5%	1%	2%	6%	12%	26%	12%	26%	
平均	21%	18%	6%	9%	6%	16%	15%	11%	15%	11%	
固定給合計に対する割合	210%	110%	70%	50%	60%	100%	76%	190%	76%	190%	

注) ひやま漁協では2011年と2012年の資料の提供を受けた

専門的に狙っています。一方、かつては5~6月にも大型魚の盛漁期があったものの、これがほとんど獲れなくなったことでタコやナマコの採捕にシフトしていました。大型魚が釣れる5月前後の漁が他の漁業に転換したことで、小型サクラマスの単価が反映されやすくなった結果、あまり高級な魚という位置づけではなくなっています。この

漁期である1~3月の収入源としてサクラマスは瀬棚支所で約9割、大成支所で約5割を占めていました。この経営上の位置づけとしては、同期間の燃油経費、年金と比較しても、それなりの大きさです(表2)。ただし実際の金額としては、ひと月分の生活費に届かない年もあり、漁獲金額に加え、年金や世帯員の漁業外収入と合わせて生活し

表2. 瀬棚地区・大成地区一本釣り漁業者におけるサクラマスの漁獲金額の割合.

瀬棚①② (後継者35歳, 父76歳)		瀬棚③④ (本人42歳, 父77歳)		瀬棚⑤ (60歳)		瀬棚⑥ (49歳)		瀬棚事例平均	
	1-3月		1-4月		1-3月		1-3月		1-3月
2012	98%	2012	100%	2012	99%	2012	82%	2012	95%
2011	100%	2011	100%	2011	99%	2011	67%	2011	92%
漁期平均	99%	漁期平均	100%	漁期平均	99%	漁期平均	74%	漁期平均	93%
油経費比	81%	油経費比	248%	年金比	392%	油経費比	340%	油経費比	261%
		油経費比		油経費比	376%				

大成① (70歳)		大成② (63歳)		大成③ (71歳)		大成④ (75歳)		大成事例平均	
	1-4月		1-3月		1-3月		1-3月		1-3月
2012	1%	2012	67%	2012	0%	2012	33%	2012	43%
2011	59%	2011	95%	2011	71%	2011	85%	2011	82%
漁期平均	30%	漁期平均	81%	漁期平均	36%	漁期平均	59%	漁期平均	64%
年金比	259%	年金比	423%	年金比	67%	年金比	36%	年金比	190%
油経費比	259%	油経費比	212%	油経費比	267%	油経費比	230%	油経費比	277%

大成⑤ (76歳)		大成⑥ (69歳)	
	1-3月		1-3月
2010	92%	2010	66%
2011	100%	2011	80%
漁期平均	96%	漁期平均	80%
年金比	128%	年金比	230%
油経費比	413%	油経費比	281%

ている実態がありました。

小括として、サクラマス漁獲量が減少した現在でも、他の漁業に転換した月があったものの、サクラマスの漁獲金額は春季の収入源として、主要な操業支出と比較して軽視できないと考えられます。特に一本釣り漁業者においては1~3月においてはサクラマス以外に漁業対象がほとんどありません。今後も春先の漁業収入資源としてサクラマス資源の保護・増殖策を講じることは日本海側沿岸漁業者のニーズの一つと言えるでしょう。

2. マーケットの評価と産地の認識

全道で漁獲されるサクラマスはいったいどこに行くのでしょうか。道内漁獲量に占める札幌市場への出荷シェアは市場統計では25~30%と推定されています。それ以外は産地消費、本州送り、加工、市場外流通です。ヒアリング調査に協力頂いた産地市場の仲買人の出荷先の割合をまとめてみると、道外に出荷される割合が高いことがわかりました。その中でもよく話題になるのが富山県のます寿司原料向けであり、ヒアリング事例の中でも46トンと最も大きな数量でした(表3)。

富山県は2011年から県のイメージアップにつながる名産品のブランド化を図っており、ます寿

しはその認定第1号です。そして、伝統的なます寿しの形が定義されたのですが、原料はサクラマスに限定されていません。定義通りの商品の生産業者は2012年の時点で26社でした。それ以外にも20社ほどが存在し、コンビニ向けの廉価商品を製造しています。定義にかかわらず、サクラマスを原料に使ったます寿司を生産しているのは8社でした。必要とするサクラマスは、産地の仲買と冷蔵庫会社、ます寿司業者のヒアリングから、42トン以上と推定されました(表4)。製品売り上げとしては市場規模2.3億円程度です。調査対象とした2011年では寿都からその半分が供給されていました。これは、2011年は東日本大震災によって石巻の養殖サクラマスが壊滅したため、寿都がその代替供給先とされたためです。しかし、ヒアリングした6社の中からは「天然物は品質が悪い」、「アザがあつて捨てるを得ない部位が少なくない」という評価が目立ちました。そうした理由でサクラマスの産地を切り替えていた加工業者にその品質の悪さについて調べるため、商品化できずに廃棄する切り身をサンプリングしてもらいました(図1)。すると、廃棄する必要がなければ売り上げを年間で100万円レベルで伸ばせるだけの損失が出ていたことが分かりました(表5)。

表3. 産地別仲買人別出荷先数量の聞き取り値。

産地	番号	年商	サクラマス評価	2011年買付(t)	ます寿し(t)	道内		道外														
						道内	推定道内	道外	推定道外	東京	青森	岩手	宮城	秋田	山形	新潟	富山	名古屋	その他			
◆産地卸売市場							単位:(t)	単位:(t)														
函館	①	平均 30億円	高級	16.0		20%	3.2	80%	12.5													
	②		大衆・高級	7.5		40%	3.0	60%	4.5													
	③		高級	5.6		0%	0.0	100%	5.6													
	④		高級	4.7		0%	0.0	100%	4.7													
寿都	⑤	平均 6.8億円	高級	5.5		20%	1.1	80%	4.4													
	⑥		高級	5.0		30%	1.5	70%	3.5													
	⑦		高級・大衆	12.0		1%	0.1	99%	11.9													
	⑧		高級	20.0		0%	0.0	100%	20													
ひやま	⑨	平均 6.8億円	大衆・高級	1.0		60%	0.6	40%	0.4													
	⑩		高級	12.0		70%	8.4	30%	3.6													
	⑪		-	6.4		0%	0	100%	6.4													
	⑫		高級	20.0		40%	8.0	60%	12.0													
釧路東部	⑬	平均 17.2億円	高級	15.0		0%	0.0	100%	15.0													
	⑭		高級	12.0		0%	0.0	100%	12.0													
	⑮		大衆	3.0		90%	2.7	10%	0.3													
	⑯		大衆・高級	13.0		30%	3.9	70%	9.1													
産地発・集計			計	158.7		平均: 25%	計: 32.5t	平均: 75%	計: 126.2t	30.7	7.2	1.2	5.0	9.5	5.6	15.6	46.1	0.2	4.8			

注) 黒塗りは各ヒアリング先の企業情報を考慮し詳細を割愛した

表4. 富山県のます寿司に供給されるサクラマス需要量。

ます寿司店番号	売り上げ(サクラマス)	聞き取り・推定トン数	流通経路	例年		2011年		産地概要	供給/需要(B/A)
				冷蔵庫会社聞き取り値	2011年	仲買聞き取り値[B]	2011年		
①	平均一業者 当たり年間 3904万円	3	冷蔵庫会社A	天然10t前後(多くて20t)	計 22 t	14t	寿都仲買A	52%	
②		4		石巻養殖 10t(震災で消失)					
③		10	冷蔵庫会社B	20t前後	?	?	函館市場 札幌市場(道東産) 奥尻~噴火湾	29%	
④		1							
⑤		8	独自買付	?	?	?	?	18%以上	
⑥		6							
⑦	?	10	冷蔵庫会社と独自買付	?	?	?	?		
その他1件	?	?	?	20t? (④⑤⑥)=5t以上					
推定市場規模		2億3千万円以上							100%
【A】推定需要合計値(t)		42t以上		多くて40t		34.5t			

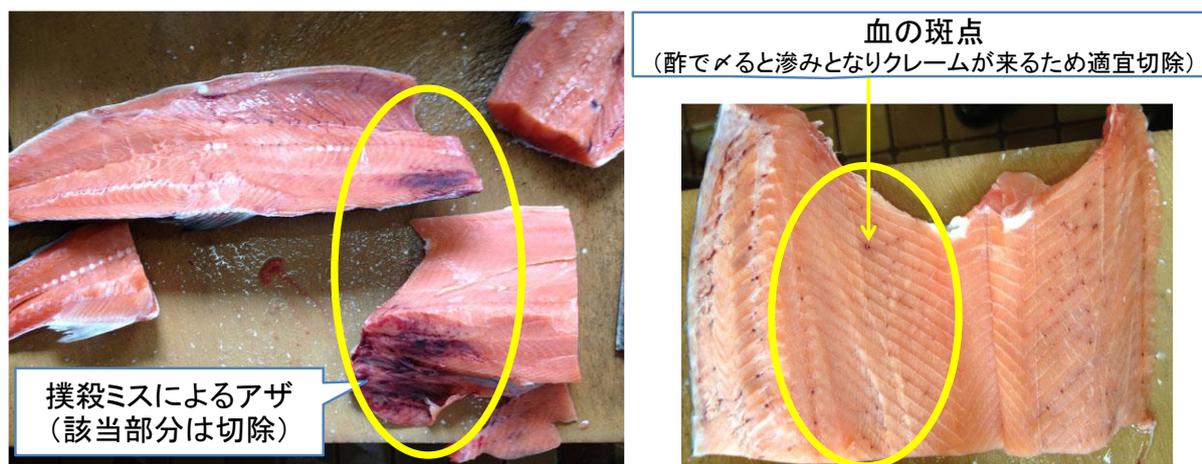


図1. 天然サクラマスに見られる品質問題.

表5. 事例ます寿司業者における原料品質問題にかかるロスの試算.

n=16日	捌いたサクラマス尾数(A)	問題のあったサクラマス				問題のあった合計尾数(F) *1	問題のある魚の存在割合(F)/(A)
		アザ(B)	血の斑点(C)	悪い匂い(D)	その他(E)		
1日平均	12	4	3	2	0	6	50%
合計	184	55	50	5	0	103	-

*1 症状の重複によるダブルカウント防止のため(F)は実数

	問題を理由に廃棄した切り身(g)(G)	破棄した切り身を使えば作れた一重製品の個数(H)	当日生産したます寿司製品の個数(一重換算)(I)	問題がなければ増加する製造個数割合(H)/(I)	年間の営業日数(日)(J)	潜在増加販売個数(J × 3個)	問題が全くなかった場合に見積もれる最大の売り上げ向上分(1300円×900個)
1日平均	345	3.5	85	4%	300	900	117万円
合計	5,517	56	1365				

なぜ魚にアザがついたのでしょうか。日本海側では、鱗がはがれたサクラマスは扱いが悪いものとして値段が下がるため、鱗がはがれる前に撲殺する習慣があります。2000年代の中ごろからは、新規漁業就業者を全国から募り、未熟な若手漁業者が増加していた地域もありました。このことで撲殺のやり方が悪くなっていたことから買い付けが敬遠されたことがうかがえます。

そのような中、2007年頃には松山管内で船上活〆サクラマスも登場しました。これは札幌市場にて高品質な鮭鱒原料を求めている加工業者と直結し、買い手と売り手が信頼関係を構築するために卸売り会社の積極的な努力で実現したものでした。この船上活〆と中央卸売市場への直接出荷の付加価値向上額は、2013年では産地市場に出すよりも100万円以上の利益アップも試算されており、高いブランド性が示されています。また、このようなます寿司業者の評価を知った漁業者も、2014年以降にサクラマスの船上活〆に取り組むようになり、当該産地の品質評価は大きく改善しています(大串 2015)。

2019年になると、北海道に新潟県産の養殖サクラマスが入荷されるようになりました。2月末～

5月頭に一日当たり200kg前後が札幌市場へ入荷されており、2019年春には4～5トンが販売されました。この養殖サクラマスは、高価格帯の回転すし屋や鮮魚店、大手量販店とは差別化したいスーパーなどで販売されています。その評価としては、刺身としての食味は申し分なく、天然物の品薄な2月から安定して仕入れができること、現行の数量ならば卸値も安定して刺身で使えることを考えれば高くはないとのことでした。

以上から、北海道産サクラマスは多くが道外に出荷されていくものの、ます寿司需要はさほど多くないことが分かりました。そして一部の産地を除いて道南日本海側での魚の取り扱いが良くない実態がありました。養殖サクラマスの登場によって、今後は取り扱いが悪く加熱用の商材にしかならないサクラマスは市場においても“叩かれる”かもしれません。

ここまでは、漁業経済学分野から、サクラマスの資源保護・増殖の背景となる水産利用の実態を紹介しました。次節からは、河川環境の改善による生態系の再生を通じたサクラマス資源保全について議論していきます。

3. スリット化の問題対策と成果の実態調査

河川関連の法制度は多岐にわたります。特に、治水だけでなく水力発電などの利水にかかわる多目的ダムが関係すると複雑です。そこで今回はなるべく議論しやすく、サクラムスの産卵域であり実際に取り組みが進んでいる後志・桧山地域の治山分野の事例を検討します。

【島牧村の保護水面・千走川支流の九助川】

島牧村を流れる保護水面の千走川にはサクラムスの人工ふ化放流施設があり、遡上親魚を採捕し人工ふ化放流を行っています。支流の九助川には、1964年に荒廃した森林地帯を復旧し下流への土砂濁水流出を緩和する目的で治山ダム（床固工）が設置されました。しかし、後付けの魚道が頻繁に土砂で閉塞し機能不全になっていたことから、サクラムスの遡上障害を解消し、自然再生産の回復を図るために、島牧漁協の組合長と島牧村の村長から治山ダムの改修が要望されました。改修方法の協議の中では魚道の改修などの代替案も検討されましたが、漁業関係者はメンテナンスがほぼいらなくなるスリット化（複断面化）を強く要望しました。そしてその課題としては、①ダムの治山治水機能の維持、②切り下げで発生する不安定土砂2,000m³の処理があった一方で、ソフト面では特に論点はありませんでした（表6）。

課題の解決策として、①は護岸工を併設するこ

と、②は村の空き地に搬出することが提示されました。また、春のコウナゴの敷き網漁、夏のウニ採りなど海の透明度が重要な漁業に影響がない時期に実施することで他の漁業者との合意形成が図られました。この改修事業における経済的な効果について、さけます・内水面水産試験場との共同調査を行いました。Net Energy Intake 理論に基づく環境収容力の調査です（Urabe et al. 2010）。

その結果、ダム上流部にはサクラムスの春稚魚に換算して92,653尾が生息できる環境収容力があることが分かりました。今まで九助川には島牧村の人工ふ化放流施設から一尾あたり2.8円と非常に良い成績で生産されたサクラムスの稚魚が放流されており、これが自然再生産の復活で賄われるようになるとすると、一年あたり約26万円の価値に匹敵します。治山事業では50年の評価期間の便益を現在価値に割り引いて用いることから、その価値の合計が約579万円となりました。この自然再生産で漁獲量が増え、市場取引が振興されると、一年あたり45万円の便益が仮定でき、母川帰帰までのタイムラグ2年を考慮して48年間で評価を行うと992万円となります。この二つの便益を足した1,571万円が事業によるサクラムスに関する経済的効果です（表7）。

次に、本事業におけるスリット化にかかった経費は1,500万円であったことから、便益を費用で

表6. 事例河川での課題と解決策.

島牧村・九助川 (普通河川:保護水面)		せたな町・ラルイン川 (普通河川)	
切り下げに関する課題		切り下げに関する課題	
技術面	合意形成・ソフト面	技術面	合意形成・ソフト面
①ダムの治山治水機能の維持	特になし	①高さ3m以上の堤体を切り下げた例がほとんどなく、河川の動向を予測できない	(調査先要望により割愛)
②切り下げで発生する不安定土砂2千m ³ の処理		②切り下げで発生する多量の不安定土砂の処理	
解 決 策		解 決 策	
技術面	合意形成・ソフト面	技術面	合意形成・ソフト面
①護岸工の併設で早期に決着	②沿岸漁業(磯根・敷網)の操業に支障のないように土砂搬出する施工時期を決定(海の透明度に影響する漁業へ配慮)	①試験的なモデル事業として、治山治水維持対策なし	②多量の土砂流出による漁場への影響を『一時的なもの』として漁業者が受忍する合意
②村の空き地に搬出		②不安定土砂も流下させる	
備 考		備 考	
要望から施工まで約1年 周辺は村有林(水源涵養保安林)		要望から施工まで約5年(助走期を含め約8年) 周辺は私有林	
その他:問題の既存の魚道は、後志管内の漁業士会と後志総合振興局水産課が時折清掃していたが、頻繁に土砂が詰まり、機能不全状態だった。		その他:下流の保全対象だった民家6件が既に移転。問題視されていた既設の魚道は毎年一平会と漁業者が清掃作業を行っていた。	

表7. 九助川における事業の経済効率性の計算.

記号	項目	値	単位
A	推定されたサクラマス春稚魚が生息可能な尾数	92,653	尾/年
B	春稚魚一尾当たりの生産コスト (島牧増殖施設の運営経費および生産尾数より推定)	2.8	円/尾
C	野生再生産を放流でまかなった場合の費用 (A×B)	259,428	円/年
D	スリット事業によるサクラマス春稚魚再生産効果 (評価期間50年の現在価値 $\Sigma (C_i)/(1+0.04)$)	5,796,010	円
E	期待漁獲金額 (稚魚が成長し平均回収率0.41%で漁獲・市場取引(790円/kg)されると仮定)	450,154	円/年
F	供給された稚魚によって期待できる漁業振興効果 (評価期間48年*1の現在価値 $\Sigma (E_i)/(1+0.04)$) *1 稚魚が母川回帰するタイムラグ2年を考慮	9,922,725	円
G	事業によるサクラマスに関する経済的効果 (D+F)	15,718,735	円
H	サクラマス稚魚の再生産を復元する目的の経費 測量費300万, 河川仮設付け替え600万, スリット化600万の合計 (後志総合振興局治山係提供)	15,000,000	円
I	保安林等保全目的の経費込の小規模治山事業費 H+ 護岸工費用約3600万 (治山計画G提供)	51,547,650	円
J	サクラマス対策の経済効率性 (G/H)	1.05	
K	護岸工を含めた経済効率性 (G/I)	0.30	

除すことでサクラマス対策の経済効率性は1.05と計算されます。しかし、本事業では治山・治水機能の低下を防止するため、図2上段のような護岸工を施しています。この護岸工で3,600万円がかかっており、事業全体の経費である5,154万円で経済効率性を計算すると0.30まで大きく低下しました。

【せたな町の普通河川・ラルイシ川】

ラルイシ川は全長約10kmの小規模な普通河川で河口から約500m地点に1つめ、さらに500mほど上流に2つめの堰堤工の治山ダムがありました。加えて、小さな支流に2基の谷止め工の治山ダムがありました。これらは1964～1970年の間に、下流への土砂濁水流出の緩和と、当時あった6件の民家を守るために建設されました。

ラルイシ川のダムのスリット化事業で最も大きな働きをしたのは、一平会と言う地元遊漁者の任意団体です。主要なメンバーが役場の水産系職員と町議会議員という、発言力のある団体です。一平会は治山ダムに付けられていた螺旋型魚道が頻繁に詰まってしまうことから漁業者を巻き込んで

魚道清掃をしてきた中、ひやま漁協瀬棚支所とともに「せたな町の豊かな海と川を取り戻す会」を設立し、メンテナンスのいらぬスリット化を要望します。保護水面である九助川との違いは、サクラマスの幼魚であるヤマメが遊漁対象でもあるという点であり、磯焼け対策も含めて、自然の恵みを取り戻すという目的も付与されていることがあります。

切り下げに関する技術面としての課題は、①高さ3m以上の提体を切り下げた例がほとんどなく、改修による河川の動向を予測できなかったこと、②切り下げで発生する多量の不安定土砂の処理がありました。解決策としては、試験的なモデル事業として治山・治水維持対策をせず、不安定土砂も流下させるというものでした。これに当たっての合意形成・ソフト面での対応としては、多量の土砂流出による漁場への影響を『一時的なもの』として漁業者が受忍する約束がなされたこと、実際に出水して流木が出た際には、サケ定置部会が自主的に撤去するなどの自助努力で対応がなされました。



図2. 九助川とラUISン川での治山ダムのスリット化と治水対策.

このモデル事業の結果、堰堤下流域でサクラマス等の卵のふ化率が低下する 2mm 以下の砂の構成が大きく低下し(図3)、スリット化によって河床環境自体が改善されたことが分かりました。さらに、アユヤルリヨシノボリ(北海道で希少種)、サケなども上流まで遡上するようになり、様々な魚類の生息環境が改善されたといえます。

一方で問題としては、工事終了後の出水時に図2の中段の写真である第1堰堤の上流部の土手が削られ、作業用道路が崩壊するなど、治山ダムに

よる山すそ固定効果があれば防げたであろう問題も発生しましたが、蛇かごを積んで追加の補修工事をする事で解決しました。ただ、2基のダム改修費用には約 2,200 万円かかっており、推察として、九助川ほどの環境収容力がないと思われるラUISン川では、この費用を超えるサクラマスの経済効率性を見込むことは難しいと思われました。

これらを小括すると、治山・治水機能低下の対処法として、①予防原則で事前に補修する(九助川)、守るべき対象が減少していたので影響が出たら補修する(ラUISン川:順応的対応)、②漁業者の合意を得て土砂を流す試験とする、③トラブルは漁業者自らでも対応する、ということが挙げられます。

また、経済的な効果としては、サクラマスに関する部分のみでは効率性が低いということも分かりました。スリット化を行うための予算は、機動的に災害復旧を行うための「小規模治山事業」(年10億円程度)で行われているため、限られた予算の中での優先順位は高く位置づけられにくい恐れもあります。

とはいえ、河川やそこに暮らす生物の生息環境修復の手段としては、魚道ではなく治山ダムのスリット化の方が効果的です。生態系保全への投資は、現世代、当事者だけの便益ではなく、将来的に河川や生態系からの恩恵を享受する次世代のことも考慮した議論が避けられないでしょう。

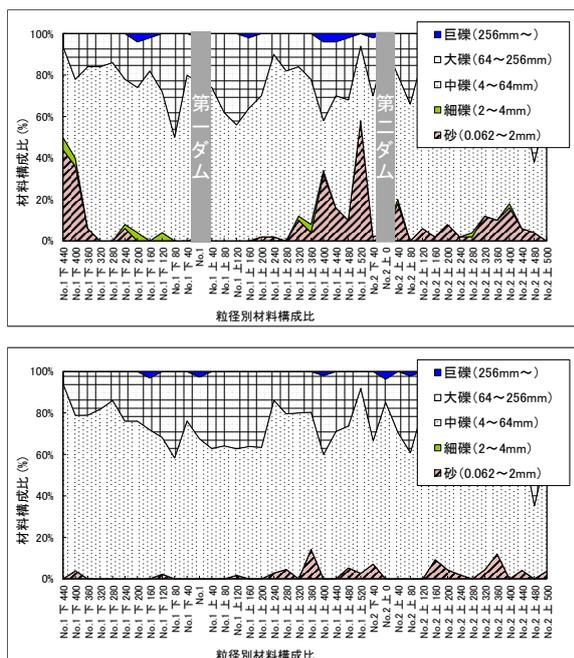


図3. ラUISン川で観察された河床材料の変化。(出典) 良瑠石川小規模治山委託業務報告書より

4. 川の生態系を守ることの効用と税負担意志額に関する北海道民の意識調査

ここまでの議論では、サクラマス資源を直接的に利用する「利用価値」の計算を行いました。しかし、生態系の価値には今現在は直接的に利用しない、「後世に残すべき価値」のような「非利用価値」もあり、これは保全対象地以外の地域の人々も認識していることが知られています(図4)(柘植 2001)。環境経済学の分野では、この価値の市場への内含を目指した研究が盛んに行われてきました(栗山 1998)。

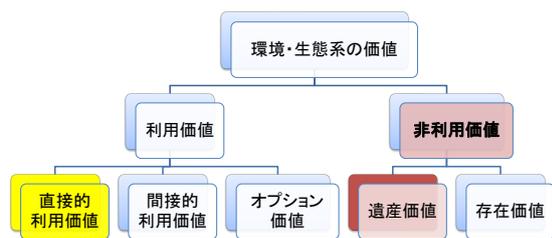


図4. 生態系の価値の分類。

本研究では、サクラマス資源の保全に直結する河川生態系の保全にかかわる「非利用価値＝遺産価値」を評価するために、選択型実験と呼ばれる手法を用いました。これは、回答者の選好特性を明らかにする手法で、複数の選択肢の中から回答者自らが受ける恩恵(効用)を最大化させるものを選ぶ、という仮定に基づきます。つまり、どんな河川を保全すべきかという「川選び」に応用することで、河川生態系を保全することによって回答者が受ける効用と、治水機能の低下に関するマイナスの効用、そして、その支払意思額を同時に明らかにできる方法です。

この調査を行うにあたっては、アンケートに用いるシナリオが重要です。今回は「今後、北海道が河川生態系に影響する治水施設を改修する政策を打ち出していく」という仮想の政策を提示しました。どのような河川を保全すべきかというシナリオは、①44箇所(保護水面(禁漁河川)に治水施設によって魚が遡上できない河川がある、②こ

の中から4河川を選んで川の生態系を守る、③選んだ4河川でスリット化事業が実施される、④最終的に4河川分の工事費が次年度の世帯当たりの税負担額に上乗せされる、⑤保全された資源は回答者が直接利用せず、次世代に継承する、としました。

どのような保護水面の治水施設を改修するかは、①サクラマスが遡上する川、②絶滅危惧種のイトウが遡上する川、③追加的な補修工事が必要かどうか、④税負担額、の4属性とし、サクラマスの遡上数については、0尾(遡上しない)、30尾、80尾、150尾、300尾の5水準が実験計画法に基づき選択肢に組み込まれるようにしました。

表8の回答例で言えば、「治水施設をスリット化することでサクラマス親魚が毎年300尾遡上するようになり、イトウの保全は期待できないけれども、補修工事をする必要がなく、一河川スリット化するのに必要な一世帯当たりの税負担額が1,000円であるE川で改修事業を行うことが望ましい」として選択されていることを意味しています。このような選択肢セットを一人4回選んでもらい、その税負担額の合計が最終的に翌年の納税額に上乗せされるというシナリオです。

本調査では、近年では個人情報に関する制約が強まり無作為抽出法に基づいた書面郵送によるアンケート調査が困難であることから、選択型実験が可能なシステムをもつ(株)日経リサーチのWEBアンケートモニターを利用しました。2013年11月28日～12月3日の6日間で道内在住の1,196人から回答が得られました。その中から、回答時間が極端に短く、説明をしっかりと読んでいないためシナリオ伝達ミスにつながる回答者、戦略バイアス、温情効果などのバイアスを検出する質問に回答した回答者を除いた958人分のデータを分析しました。

その結果、AIC, LRIより、RPL(ランダムパラメータロジットモデル)という、前提条件の制約の少ないモデルの方が当てはまりが良い結果となりました(表9)。各パラメータを検討すると、現状をそのまま維持した場合の効用の低下がマイナス1.7と最も大きかったことから、現状維持は良

表8. 選択型実験に用いた選択肢セットの一例。

改修事業で考えられる各川の項目 (問7～問10 共通)	D 川	E 川	F 川	この三つの河川からは、改修事業を行わない
①サクラマスの親が毎年遡上するようになる数	0尾(遡上しない)	+300尾遡上	+150尾遡上	
②イトウの保全が期待できるか河川か	期待できる	期待できない	期待できる	
③追加的な治水補修工事の必要性	補修が必要ない	補修が必要ない	補修が必要	
④1河川スリット化に必要な一世帯当たりの税金負担	2000円	1000円	500円	
選択してください⇒	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

表9. 選択型実験の各モデルパラメータの推定結果.

変数	CL		RPL		MWTP(円) -β _i /β Fee
	β _i	β _i	SD		
サクラマス遡上尾数 【β Sakura】	0.00465***	0.00537***	0.00212***		8
(SE)	(0.0002)	(0.0003)	(0.0006)		
イトウの保全 【β Ito】	0.64813***	0.78418***	0.44289***		1,170
(SE)	(0.0264)	(0.0379)	(0.0538)		
追加補修工事 【β Repair】	-0.07801***	-0.07417***	-0.32276***		-111
(SE)	(0.0222)	(0.0265)	(0.0511)		
現状維持 【ASC】	-0.43377***	-1.73908***	-2.42154***		-
(SE)	(0.0777)	(0.1904)	(0.0184)		
一世帯当たり年間税負担 【β Fee】	-0.00060***	-0.00067***	-		-
(SE)	(0.2147D-04)	(0.2583D-04)	-		

SDは標準偏差 SEは標準誤差 ***は1%水準で有意

サンプルサイズ	958	958
AIC	8,178	7,793
LRI	0.172	0.268
調整済み決定係数	0.171	0.268

くないと認識されていることが分かります。次に年間税負担が増えること、追加で補修工事が必要になることもマイナスという結果です。一方でサクラマスとイトウが保全できるかどうかのパラメータはプラスでした。各パラメータを一世帯当たり年間税負担で除すことで、それぞれ一単位増加することへの限界支払意思額 (MWTP: Marginal Willingness To Pay) に換算できます(柘植ら 2011)。これをまとめたのが表 10 です。

サクラマス親魚の遡上量として毎年 80 尾遡上するというのは、九助川に相当するものであり、このような河川でスリット化事業を行うことに対する MWTP は一世帯あたり 641 円でした。一方で補修工事が必要な河川で事業を行うことへの MWTP はマイナス 111 円となっています。つまり、河川生態系の保全を行うことへの MWTP の方が大きいということが分かります。

そのような中で、イトウが保全できる河川で事業を行うことへの支払意思額は 1,170 円となっており、サクラマスが 150 尾遡上する川と同等の価値が見いだされていることとなります。この結果を利用し、九助川でのスリット化事業の経済効率性を再検討すると、限界支払意思額 641 円を全道の世帯 242 万世帯に乗じた非利用価値 15 億円を

便益に加算することができ、経済効率性は約 31 となります。費用に対して約 31 倍のメリットがあることとなります。

この選択型実験から、スリット化におけるデメリットを考慮してもサクラマスおよびイトウが遡上するような河川を保全していくことに対して、北海道民から一定の税負担意思があると考えられました。ただし、実際にスリット化を行う地域住民間での治水対策に関する合意形成があった上で、評価額は考慮されるべきです。

最後に

以上のことから本研究を総括すると、河川環境の修復によって水産資源の保全を行うこととは、『増やしたい魚だけを増殖するのではなく、サクラマス等を通して河川環境を修復することが、水産資源の保全活動によって現代社会のニーズでもある「川の生態系を守ること」につながる』ということと言えるのではないのでしょうか。『従来の「守りたい資源だけを放流しがちだった資源増殖」の在り方に新たな展開を付け加えることができる』そこに現代的な意義があると考えられます。

本研究は、本質的に「海(水産資源)と山(森林の治水機能)の恵みをどう守るかのトレードオフ」を解消していく議論であり、この「恵み」とは、最近では「生態系サービス」と呼ばれる分野につながって行くものと考えられます。

本研究は(独)日本学術振興会の若手育成事業特別研究員(DC2)の成果物の一部です。

表 10. 限界支払意思額の結果.

RPL		単位:円	単位:百万円
ある一河川でのスリット化事業に対する道民一世帯当たりのMWTP		MWTP/世帯	MWTP × 242万
サ	30尾遡上する河川	240 円	583
ク	80尾遡上する河川	641 円	1,554
ラ	150尾遡上する河川	1,282 円	3,109
マ	300尾遡上する河川	2,404 円	5,829
ス	イトウの保全ができる河川	1,170 円	2,837
	補修工事が必要な河川	-111 円	-268

引用文献

- 栗山浩一. 1997. 公共事業と環境の価値—CVM ガイドブック—. 築地書館, 174pp.
- 柘植隆宏. 2001. 市民の選好に基づく森林の公益的機能の評価とその政策利用の可能性—選択型実験による実証研究—. 環境科学会誌, 14(5): 465-476.
- 宮腰康之. 2006. 北海道におけるサクラマス放流効果および資源評価に関する研究. 北海道立水産孵化場研究報告. 60: 1-64.
- 宮腰靖之. 2008. 種苗放流効果と資源増殖 北海道のサクラマスを事例として. 水産資源の増殖と保全 (北田修一・浜崎活幸・谷口順彦・帰山雅秀編), 成山堂書店, 東京. pp.48-65.
- 玉手剛・早尻正宏. 2008. 北海道における河川横断工作物基数とサクラマス沿岸漁獲量の関係—河川横断工作物とサクラマスの関係から河川生態系保全を考える—. 水利科学, 301: 74-82.
- 永田光博. 2009. サケ類増殖事業の歴史と将来展望. サケ学入門 (阿部周一・天野哲也・荒井克俊・安東宏徳・上田宏・浦野明宏・帰山雅秀・笠井久会編), 北海道大学出版会, 札幌. pp.19-34.
- Urabe, H., Nakajima, M., Torao, M., and Aoyama, T. 2010. Evaluation of Habitat Quality for Stream Salmonids Based on a bioenergetics Model. Trans. Am. Fish. Soc., 139: 1665-1676.
- 柘植隆宏・栗山浩一・三谷羊平. 2011. 環境評価の最新テクニック. 勁草書房, 東京. 288pp.
- 防災地質工業株式会社. 2012. 良瑠石川小規模治山委託業務報告書. 桧山振興局.
- 大串伸吾. 2015. 北海道日本海域におけるサクラマスの漁獲実態と高品質化操業の課題—島牧村・寿都町・熊石地区の定置網経営体を事例に—. 漁業経済研究, 59: 111-128.
- 長谷川功・佐橋玄記. 2019. 61 サクラマス日本系. 「平成30年度国際漁業資源の現況」(水産庁編) 水産庁・水産研究・教育機構, 東京. URL: http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_61.html (参照 2020-12-03).