

河床形態がサクラマス幼魚の越冬時餌環境に及ぼす影響

Influence of riverbeds on the feeding environment for juvenile masu salmon
(*Oncorhynchus masou*) during wintering in Hokkaido

企画部 副参事 阿部 充
専務理事 丸岡 昇
企画部 部長 羽原 伸
企画部 参事 関 基

近年、全国的に土砂動態の変化から河床低下が問題となっている河川が多くみられ、河床低下により河床を覆っていた砂礫が一扫され岩盤が露出している河川の例も複数報告されている。礫河床から岩盤河床に変化することで、砂礫の環境に生息する生物の生息環境に負の影響を与えられと考えられる。

石狩川水系真駒内川では、「礫河床の復元によるサクラマスの生息環境の創出」という長期目標を設定し、岩盤が露出した河床を対象に砂礫を河道内に捕捉・堆積させ、本来の姿である礫河床を再生する試みを実施されている。しかし、礫河床がサクラマスの生活史の中で果たす役割については明らかではない部分も多い。

そこで、真駒内川においてサクラマス幼魚の越冬時に、岩盤が露出した箇所（岩盤河床）と礫河床とで採捕した個体の胃内容物について調査し、礫河床がサクラマス幼魚の越冬時の餌環境に及ぼす影響について検討を行った。調査の結果、岩盤河床においては礫河床の個体に比べ空胃の個体が多かった。また、胃内容物については礫河床では水生昆虫、岩盤河床では落下性の陸上昆虫が主であった。これら幼魚の胃内容物の状態及び岩盤河床における底生生物相は、幼魚の越冬時の生存率に負の影響を与える可能性があるため、サクラマス幼魚の越冬時においては、礫河床が岩盤河床に比して餌環境の点で優位であると考察した。

キーワード：サクラマス、真駒内川、礫河床、岩盤河床、胃内容物、エレクトリックフィッシャー

In recent years, many rivers all over the country have been faced with riverbed degradation due to changes in the behavior of sediment. In some rivers, due to riverbed degradation, sand gravel is cleared out and bedrock is exposed. It is considered that a change from a gravel riverbed to a rock riverbed will have a negative impact on the habitat of creatures living in a gravel environment.

For the Makomanai River in the Ishikari River System, a long-term goal has been set: "Creating a habitat for masu salmon (*Oncorhynchus masou*) by restoring gravel riverbeds." On riverbeds where bedrock is exposed, the project tries to capture and deposit gravel in the river channel, so as to restore gravel riverbeds as they should be. However, there are many uncertainties about the role of gravel riverbeds in the life history of masu salmon.

A survey was conducted on the stomach contents of juvenile masu salmon captured in the places where rockbed is exposed (rock riverbeds), and gravel riverbeds, during their wintering in the Makomanai River. Then, the impact of gravel riverbeds on the feeding environment for juvenile masu salmon during wintering was studied. The results showed that more individuals on rock riverbeds had an empty stomach than those on gravel riverbeds. The main stomach contents were aquatic insects on gravel riverbeds, and fallen land insects on rock riverbeds. They are considered to have a negative impact on the survival rates of juvenile masu salmon during wintering. In conclusion, it is considered that gravel riverbeds are superior to rock riverbeds in terms of the feeding environment for juvenile masu salmon during wintering.

Key words : masu salmon, the Makomanai River, gravel riverbed, rock riverbed, stomach contents, electrofisher

1. はじめに

近年、全国的に土砂動態の変化から河床低下が問題となっている河川が多くみられる。河床低下により河床を覆っていた砂礫が一掃され、岩盤が露出している河川の例も複数報告されている。礫河床から岩盤河床に変化することで、砂礫の環境に生息する生物の生息環境に負の影響を与えられとされる。

石狩川水系真駒内川では、河床低下により岩盤河床が広くみられ、サクラマスをはじめとした魚類や底生動物への環境上の課題が生じていると考えられる。そのため、真駒内川では、「礫河床の復元による河川構造の形成と維持に伴うサクラマスの生息環境の創出」という長期目標を設定し、岩盤が露出した河床（以下、岩盤河床）を対象に、上流から掃流された砂礫を河道内に捕捉・堆積させ、真駒内川本来の姿である礫河床の再生に取り組んでいる。これまで、砂礫の堆積を促す実験を行い、実験前と比較して礫が堆積していることと、堆積した礫河床でのサクラマス産卵床の増加が確認されている（高橋2007）。

しかし、産卵床の形成以外で、礫河床がサクラマスの生活史の中で果たす役割については、明らかになっていない。そこで、礫河床の餌供給源としての役割に着目した。その理由は、礫河床には、サクラマス幼魚の餌となる水生昆虫が生息しているため、岩盤河床になった場合の影響が大きいと予測されるからである。また、一般にサクラマス幼魚は、流下動物を無選択に餌として利用することが知られている（JIBP-JPFユーラップ川研究グループ1973）が、秋季以降、落下性の陸上昆虫のバイオマスが減少し水生昆虫への依存

度が高くなる時期には、より礫河床の効果が重要になると考えられる。

本研究では、サクラマス幼魚の越冬前から越冬にかけての時期に着目し、礫河床と岩盤河床での採捕個体の胃内容物を比較することで、礫河床がサクラマス幼魚の越冬時の餌環境として果たす役割について明らかにすることを目的とした。

2. 対象河川の概要

石狩川水系真駒内川は、札幌市街南方の空沼岳（標高1,251m）にその源を発し、8つの支川を合流しつつ北東に流下し、合流点より8kmの地点から北流し、豊平川に合流する流域面積37.1km²、流路延長20.8km、平均河床勾配1/60の急流河川で、過去には災害が頻発していた。そこで、昭和37年から河川改修工事が開始され、昭和56年の大水害を契機に計画流量の見直しや自然に配慮した「真駒内川いきいき計画（昭和62年立案）」等を検討し、平成3年から平成11年までに3.6km区間の改修が完成している。また、上流域では昭和53年から砂防事業が実施されており、約2.0kmの流路工が完成している。平成12年から計画区間が2.7km延伸され、引き続き改修工事が行われている。

3. 材料および方法

3-1 現地調査

(1) 調査箇所

調査箇所は、礫河床区間2箇所と岩盤河床区間1箇所を設定した。なお、礫河床区間には、礫の堆積に関する現地実験を実施している実験区間（豊平川合流点

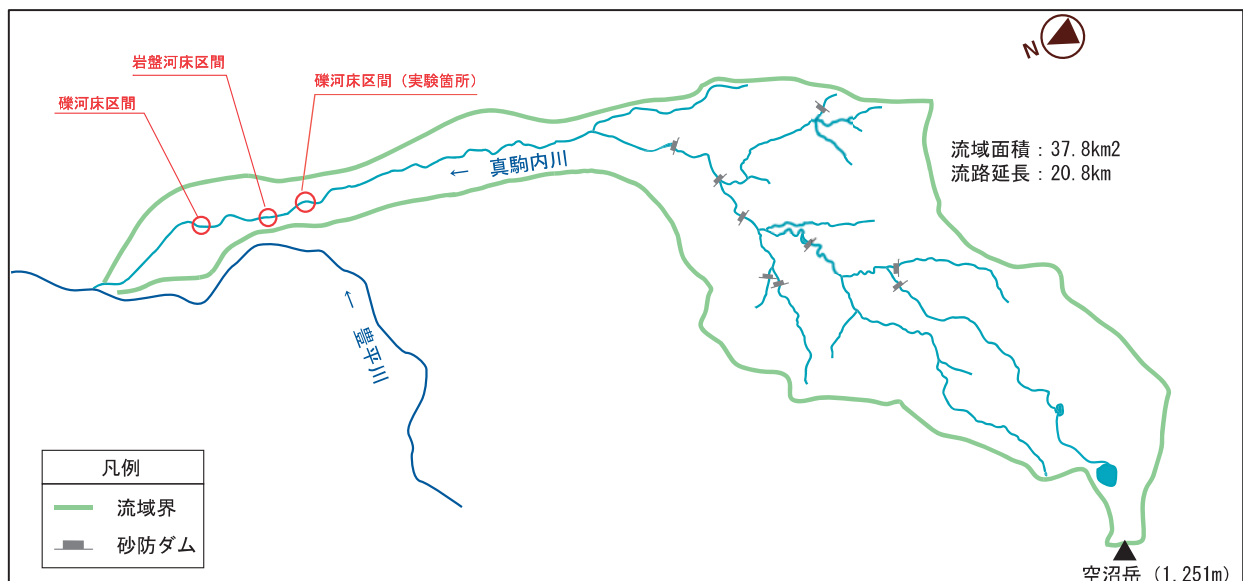


図-1 現地調査箇所位置図

から3.90～4.15km:①6列礫列②中島-礫列水制③ステップ礫段からなる)を含む。調査地区位置を図-1に示す。

(2) 調査時期

一般にサクラマス幼魚は、水温が5℃を下回ると越冬行動に入るといわれている(真山1992)。よって、魚類の生息調査および胃内容物調査は、水温が5℃以下になった12月初旬に1回行った。調査時の概況は表-1の通りである。

表-1 調査時の概況

調査年月日	概況
平成20年12月3日	天候 : 晴れ
	気温(12:00) : 6.0℃
	日平均水温 : 2.7℃
	調査時水温 : 2～4℃

(3) 調査方法

調査箇所において、魚類調査を行い、サンプルの胃内容物調査を行った。

魚類調査では、電気漁具(エレクトリックフィッシャー)を用いて魚類の採捕を行った(写真-1)。サクラマス幼魚は主に河岸で採捕し、採捕した魚類は魚種別に個体数を記録した。なお、魚類の採捕にあたっては、特別採捕許可証(魚管第1625号H20.9.29)の発行を受けて実施した。

採捕したサクラマス幼魚のうち、各調査箇所それぞれ9～10個体をエタノールで固定して持ち帰り、残りの採捕個体は放流した。固定した個体は、室内で尾叉長、体重を測定した後、胃内容物を取り出した。取り出した胃内容物は、電子天秤にて湿重量を測定した後、顕微鏡を用いて種または目・科等の上位の階層まで同定し、個体数を記録した。同定した胃内容物は、陸上起源の陸上昆虫、水中起源の水生昆虫に区分した。



写真-1 調査の実施状況

3-2 解析方法

(1) 肥満度・胃内容物指数・空胃個体の割合

測定した尾叉長(FL:mm)、体重(BW:g)、胃内容物の湿重量(SW:g)から、個体毎の肥満度($BW/(FL \times 10)^3 \times 1000$)と胃内容物指数($SW/BW \times 100$)を求め、礫河床と岩盤河床で平均値の比較を行った。また、区間毎のサンプル数(N)に対する空胃個体(n)の割合(n/N)を求めた。

(2) 胃内容物の分析

胃内容物は、陸上昆虫と水生昆虫に区分し、その個体数の比率を求めた。また、調査区間毎に、胃内容物に含まれる餌生物の総個体数に対する、任意の餌生物種の個体数の割合を求めた。さらに、調査区間毎に、空胃ではないサクラマス幼魚の総個体数に対する、任意の餌生物種を捕食したサクラマス幼魚の個体数の割合を求めた。

それぞれ、餌生物の個体数割合(%N)、餌生物捕食個体数割合(%F)と呼ぶこととする。算出式は以下の通りである。

・餌生物の個体数割合(%N)

$$\%N = n_i / N \times 100$$

N: 各区間で確認した餌生物の総個体数

n_i : 各区間で確認した餌生物iの個体数

・餌生物捕食個体数割合(%F)

$$\%F = f_i / F \times 100$$

F: 各区間で確認した空胃ではないサクラマス幼魚の総個体数

f_i : 餌生物iを捕食していたサクラマス幼魚の個体数

4. 結果

4-1 魚類調査結果

魚類調査における採捕魚種と個体数を表-2に整理した。サクラマス幼魚のほかに、ハナカジカ、スナヤツメ、ウグイ属sp.、フクドジョウを確認した。

表-2 採捕魚種と個体数

確認種	礫河床区間	岩盤河床区間
サクラマス幼魚	75	11
ハナカジカ	143	14
スナヤツメ	9	1
ウグイ属sp.	5	66
フクドジョウ	8	2

また、礫河床区間と岩盤河床区間におけるサクラマス幼魚の生息密度を求めた。なお、サクラマス幼魚の生息密度の算出は、河岸延長で採捕個体数を除して求めた。礫河床区間の生息密度は0.65尾/m、岩盤河床区間の生息密度は0.55尾/mであった。サクラマス幼魚の生息密度は、岩盤河床区間に比べ礫河床区間が若干高い傾向があったものの、明確な差はみられなかった。

表-3 サクラマス幼魚の生息密度

	捕獲個体数 (N)	採捕河岸延長 (m)	生息密度 (N/m)
礫河床区間	75	116	0.65
岩盤河床区間	11	20	0.55

4-2 胃内容物調査結果

(1) 尾叉長・体重および肥満度と胃内容物指数

胃内容物調査のためのサンプルとして持ち帰ったサクラマス幼魚について、礫河床区間(19尾)と岩盤河床区間(10尾)で尾叉長、肥満度、胃内容物指数、空胃個体の割合について比較した。

①尾叉長と体重

図-2に、礫河床区間と岩盤河床に分けた尾叉長と体重との分布図を示す。尾叉長と体重には相関関係がみられ、礫河床区間の方が、岩盤河床と比較して、尾叉長、体重ともに大きい傾向がみられた。

②肥満度

肥満度について図-3に示す。各調査区間における肥満度についてウェルチのt検定を用いて危険率5%で母平均の差について検討したところ、調査区間毎の肥満度の差はみられなかった。

③胃内容物指数

胃内容物指数について図-4に示す。各調査区間における胃内容物指数について、マン・ホイットニ検定により危険率5%で、両区間の中央値に差があるかど

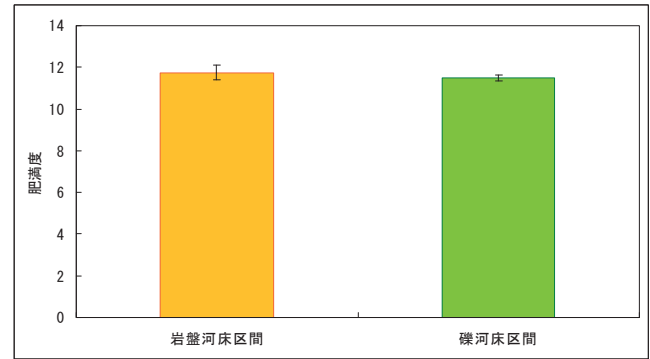


図-3 肥満度 (エラーバーは標準誤差を示す)

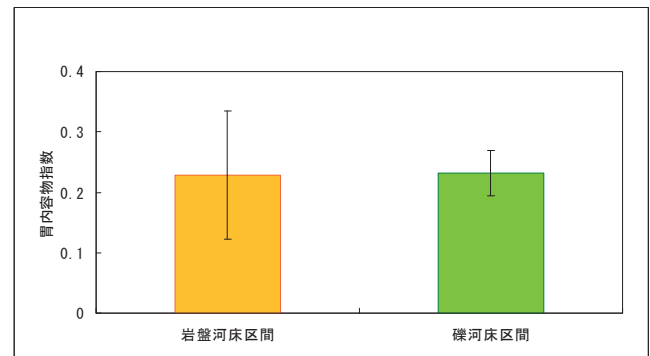


図-4 胃内容物指数 (エラーバーは標準誤差を示す)

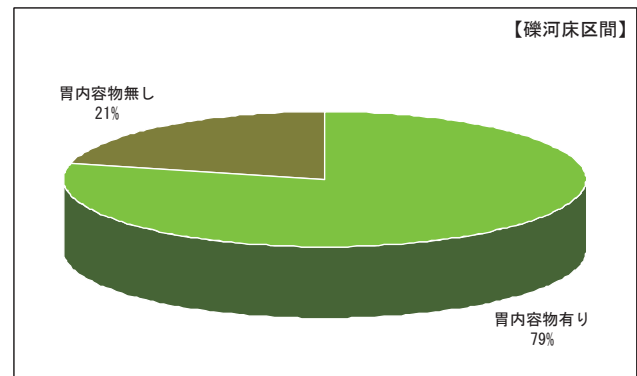


図-5 礫河床区間における空胃個体の割合

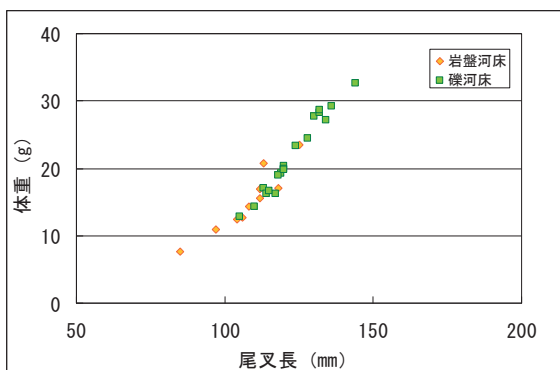


図-2 尾叉長と体重

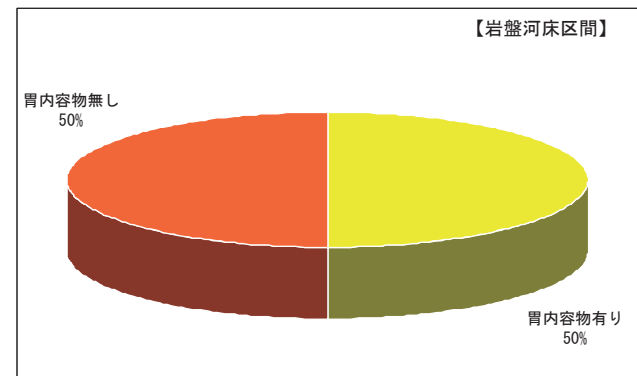


図-6 岩盤河床区間における空胃個体の割合

表-4 サクラマス幼魚の胃内容物調査結果一覧

目	科	種	陸上/水生	礫河床区間 (n=15)				岩盤河床区間 (n=5)			
				餌生物の個体数	%N	餌生物の捕食個体数	%F	餌生物の個体数	%N	餌生物の捕食個体数	%F
カゲロウ目	マダラカゲロウ科	マダラカゲロウ科	水生	4	4.6	3	20.0	—	—	—	—
		オオクママダラカゲロウ	水生	27	31.0	10	66.7	4	5.7	2	40
		クロマダラカゲロウ	水生	1	1.1	1	6.7	—	—	—	—
	ヒラタカゲロウ科	アカマダラカゲロウ	水生	1	1.1	1	6.7	—	—	—	—
		ヒラタカゲロウ科	水生	8	9.2	2	13.3	1	1.4	1	20
		エルモンヒラタカゲロウ	水生	11	12.6	4	26.7	—	—	—	—
		ウエノヒラタカゲロウ	水生	11	12.6	4	26.7	—	—	—	—
トビケラ目	カクツツトビケラ科	カクツツトビケラ属	水生	1	1.1	1	6.7	—	—	—	—
		シマトビケラ科	水生	1	1.1	1	6.7	—	—	—	—
	ヒゲナガカワトビケラ科	ウルマーシマトビケラ	水生	3	3.4	3	20.0	1	1.4	1	20
		ヒゲナガカワトビケラ	水生	2	2.3	2	13.3	1	1.4	1	20
	ヘビトンボ目	ヘビトンボ科	ヘビトンボ	水生	1	1.1	1	6.7	—	—	—
ハエ目	ハエ目	ハエ目(成虫)	陸上	2	2.3	1	6.7	59	84.3	3	60
	ユスリカ科	ユスリカ科	水生	7	8.0	4	26.7	—	—	—	—
	アミカ科	アミカ科	水生	1	1.1	1	6.7	—	—	—	—
ハチ目	ハチ目	ハチ目	陸上	1	1.1	1	6.7	—	—	—	
トビムシ目	トビムシ目	トビムシ目	陸上	—	—	—	3	4.3	1	20	
ワラジムシ亜目	ワラジムシ亜目	ワラジムシ亜目	陸上	1	1.1	1	6.7	1	1.4	1	20
甲虫目	甲虫目	甲虫目	陸上	1	1.1	1	6.7	—	—	—	
胃内容物の種数				19	—	—	—	7	—	—	—
水生生物 種数				15	—	—	—	4	—	—	—
個体数				82	94.3	—	—	7	10.0	—	—
捕食個体数				—	—	14	93.3	—	—	3	60
陸上昆虫 種数				4	—	—	—	3	—	—	—
個体数				5	5.7	—	—	63	90.0	—	—
捕食個体数				—	—	4	26.7	—	—	4	80

うか検定したところ、調査区間ごとの胃内容物指数に差はみられなかった。

④空胃個体の割合

礫河床区間と岩盤河床における胃内容物の有無について、図-5、図-6にそれぞれの区間の円グラフを示す。礫河床区間における空胃個体の割合は21%、岩盤河床区間における空胃個体の割合は50%であり、岩盤河床区間の空胃個体の割合は、礫河床区間に比べて大きかった。

(2) 胃内容物として出現した生物

表-4に、胃内容物として出現した生物の一覧を示す。併せて、餌生物の個体数割合(%N)と餌生物捕食個体数割合(%F)を示す。礫河床区間19種に対して、岩盤河床区間は7種であった(目、科、属など種まで同定できないものも1種として計上した)。マン・ホイットニ検定により両区間の餌生物の種数の中央値について検定したところ、危険率10%で有意な差が得られた。

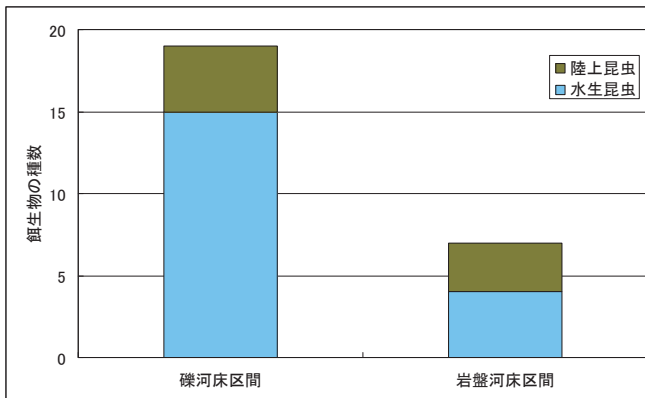


図-7 餌生物の種数

また、礫河床区間ではマダラカゲロウ科とヒラタカゲロウ科が多く、岩盤河床区間では、ハエ目成虫(例えばユスリカの成虫)が多く出現した。

各区間の餌生物の種数を図-7に示す。礫河床区間の方が岩盤河床区間よりも水生昆虫の確認種数が多く、そのため、全体の確認種数も礫河床区間の方が多

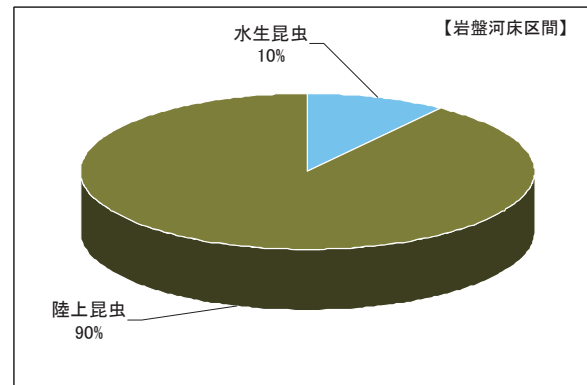
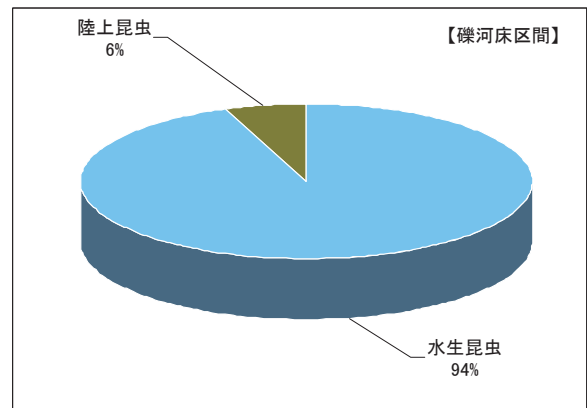


図-8 礫河床区間(上)と岩盤河床区間(下)での餌生物の陸上昆虫と水生昆虫の個体数の割合

くなっている。なお、礫河床区間と岩盤河床区間とで、陸上昆虫、水生昆虫の確認種数について母集団の中央値の差に関する検定を行ったところ、陸上昆虫の個体数については差はみられなかったが、水生昆虫については、危険率5%で有意な差がみられた。

また、各区間の餌生物の陸上昆虫と水生昆虫の個体数の割合を図-8に示した。礫河床区間は、水生昆虫の割合が大きいのにに対して、岩盤河床区間では陸上昆虫の割合が大きかった。

5. 考察

5-1 礫河床の餌環境としての機能把握

(1) 調査結果のまとめ

調査結果について、礫河床区間、岩盤河床区間に分けて表-5に整理した。

表-5 調査・分析結果の整理

項目	礫河床区間	岩盤河床区間
個体サイズ	大きい傾向	小さい傾向
肥満度	区間毎の差はない	
胃内容物指数	区間毎の差はない	
空胃個体の割合	大きい傾向	小さい傾向
餌生物種数(内、水生昆虫)	19種(15種)	7種(4種)
胃内容に占める水生昆虫の個体数の割合	94.3%	10.0%
主な餌生物	カゲロウ類 〔底生・定着性〕	ハエ目成虫 〔流下性〕

① 個体サイズと肥満度、胃内容物指数による比較

サクラマス幼魚の個体サイズは、礫河床区間の方が尾叉長、体重ともに岩盤河床区間に比べて大きい傾向がみられた。ただし、肥満度や胃内容物指数については、礫河床区間と岩盤河床区間で差はみられなかった。

また、胃内容物の有無について両区間で比較したところ、岩盤河床区間の方が空胃個体の割合が高かった。

② 胃内容物に含まれる餌生物による比較

胃内容物の分析結果からは、胃から取り出した餌生物の種数は、礫河床区間は19種(うち水生昆虫15種)、岩盤河床区間7種(うち水生昆虫4種)であり、岩盤河床区間は、礫河床区間に比べて餌生物の種数は少なかった。

餌生物の出現頻度や個体数組成の分析から、主な餌生物は、礫河床区間と岩盤河床区間に違いがみられた。

礫河床区間は水生昆虫のカゲロウ類(特にマダラカゲロウ)が主な餌生物であったのに対して、岩盤河床区間は陸上由来のハエ目成虫(主にユスリカの成虫)であった。

以上のとおり、礫河床区間と岩盤河床区間では、肥満度や胃内容物指数に明確な違いはみられなかったが、岩盤河床区間の方が個体サイズが小さく、空胃個体の割合が大きい傾向があった。また、礫河床区間ではマダラカゲロウを主な餌とし、その他さまざまな水生昆虫を摂餌していたのに対して、岩盤河床区間では、陸上由来のハエ目成虫が主な餌であり、礫河床区間と比較して餌生物の種数は少なかった。このように、礫河床区間と岩盤河床区間でみられた餌生物の違いは、各区間の河床における底生生物相に同調したものと考えられる。

(2) 餌環境としての礫河床の重要性

① 餌生物供給量の季節変化と越冬時餌環境

北海道内では陸上昆虫は5月末から捕獲されはじめ7~8月に昆虫量が最も多くなるが、9月以降減少し落葉が終了する10月末からはほとんど捕獲されなくなる。一方、水生昆虫は陸上昆虫とは逆の傾向を示し、5月に多く7~8月が少なく、そして9月以降再び増加する(砂防学会編2000)。このことから、越冬時のサクラマス幼魚にとって、餌生物としての水生昆虫の重要性は高いと考えられる。また、真山(1992)は、サクラマス幼魚は越冬期に代謝量を低下させる生活を選択し、餌生物としては、越冬時の生息場所(越冬場所)である川岸の狭い空間で生産されるものを中心とし、河床に生息している底生動物や同じ場所に潜む小型魚類、そこに流れ込む流下動物などであると報告している。

例えば、越冬期の始まりの11月~12月には、それまで高かった陸上動物類の選択性が低下し、水生昆虫(主にカゲロウ類)の選択性が高まる。また、冬季の胃内用物は流下動物より河岸(越冬環境付近)の底生動物との関連が強くなる。よって、主に流下動物を摂食する夏期と比較し、越冬時の餌供給源としては越冬場所の餌環境の重要性が高くなると考えられる。

② 越冬時餌環境としての礫河床の重要性

今回の調査結果から、礫河床区間では、カゲロウ類を中心に多くの種類の水生昆虫を餌としており、空胃個体の割合は岩盤河床と比較し小さかった。主な餌となっていたカゲロウ類は、冬季には定着性が強くあま

り流下しない。よって、礫河床区間では、前述したとおり、越冬場所付近で摂餌していると考えられる。

一方、岩盤河床区間では、空胃個体の割合は礫河床区間と比べて大きかった。真山(1992)は、水温が0℃前後まで低下する北海道の冬季の河川でもサクラマス幼魚は各種水生生物を摂食し、空胃個体はきわめてまれであると報告している。にもかかわらず、このように岩盤河床区間にて空胃個体が多くみられたことは、岩盤河床区間が餌環境として十分ではない可能性について示唆するものである。

また、岩盤河床区間では餌生物の種数は少なく、陸上昆虫の占める割合が大きかった。ハエ目の成虫(主にユスリカの成虫)を始め、これら陸上昆虫は流下物である。岩盤河床区間で越冬するサクラマス幼魚は、その摂餌特性から、「陸上昆虫が流れ込んでくるのを待つ」か「流れのある箇所まで泳いで摂餌している」と推察される。餌生物が流れ込むのを待つのは不確実であり、流れのある箇所まで泳ぐのは、厳冬期にはリスクが高い。このような岩盤河床における餌環境は、越冬場所のすぐ近くで摂餌することが可能な礫河床区間と比較しサクラマス幼魚にとって不利であると考えられる。

以上より、サクラマス幼魚の越冬時の餌環境という観点から、礫河床は重要であり、且つ岩盤河床よりも優位な環境であるといえる。なお、個体サイズについて、礫河床区間に比べて岩盤河床区間の方が小さい傾向がみられた。サクラマス幼魚の個体サイズと越冬期の生存率との関係は明らかになっていないが、既存研究によりカワマスやサケ科魚類以外の魚種では大型のものほど生存率が高まることが知られている(真山1995)。サクラマス幼魚についても同様の傾向により礫河床の方が有利な事を示す材料となる可能性があるが、今後より詳細に検討する必要がある。

5-2 サクラマスが生息可能な川づくり

(1) 生活史を考慮した川づくり

サクラマスは3年の寿命のうち孵化～降海及び回遊後の遡上～産卵の2年間を河川で過ごし、成長段階毎に上流から下流まで河川の様々な場所を利用するなど、その生活環境は河川環境に大きく影響を受ける。そのため、サクラマスが生息可能な川づくりに取り組むにあたっては、サクラマスの生態(生活史のどの段階でどのような環境を利用するか)を解明し、河川の課題(生息の制限となる要因)を抽出し、対策について検討することが重要である。

図-9に、サクラマスの生活史とその生息の制限となる可能性のある要因(制限要因)について示す。なお、制限要因については、砂防学会編(2000)の「サケ属魚類の生息制限要因」を参考に整理した。

たとえば、「遡上」の段階では、落差工やダムなどの横断工作物が遡上を阻害する制限要因となる可能性がある。これらの制限要因となる項目について、現状の河川環境をチェックし、遡上を阻害するという制限要因に対しては連続性確保のための対策を検討するなど、生活史を考慮した川づくりを進めていくことが必要である。

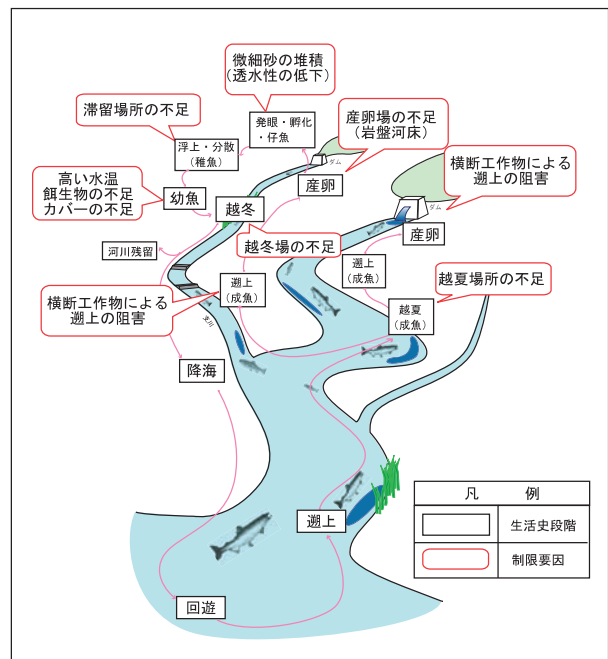


図-9 サクラマスの生活史と主な制限要因

(2) 生活史の中での礫河床の役割とその再生

今回の検討により、サクラマス幼魚の越冬時の餌環境として礫河床が重要であることが示唆された。そこで、サクラマスの生活史の各段階における礫河床の役割あるいは岩盤河床が及ぼす影響について、表-6に整理した。このように、サクラマスの生活史の各段階で、礫河床が重要である可能性がある。但し、その役割や影響の有無や程度については必ずしも明らかでない部分もあるため、今後の調査研究による解明が必要である。

真駒内川では、玉石をワイヤ等で連結した施設を岩盤河床上に設置して砂礫を堆積させる実験を行い、設置後に実際に砂礫が堆積している状況と堆積した砂礫上でのサクラマスの産卵床を確認している(高橋2007、石山2009)。今後は、実験箇所以外の区間や、同様に岩盤河床が露出する問題が生じている河川への応用などが課題となっている。

表-6 サクラマス河川生活期における礫河床の役割

生活史段階	礫河床の役割・岩盤河床の影響
越夏(成魚)	・成魚の越夏環境は本川の大きな淵とされる(田子2000)。岩盤河床では淵が形成されにくいいため、影響を及ぼす可能性がある。
遡上(成魚)	・平滑な岩盤河床が長く続く場合には遡上の障害になる可能性がある。
産卵(成魚)	・砂礫底にメスが河床を掘って卵を産み(オスは放精し)、産んだ卵を礫で埋める(産卵床をつくる)。このため、河床に礫がないと産卵が不可能である。
発眼・孵化・仔魚	・産卵床と同環境であり、礫河床でない場合は生息環境が形成されない。
稚魚 ～ 幼魚	・平滑な岩盤河床の場合、瀬や淵といった生息環境は形成されにくい。 ・餌となる底生生物(現存量や利用できる種)の生息の生息環境として礫河床は重要である。
越冬	・河床の大礫の隙間や河岸の植生カバーが越冬環境として利用される。岩盤の河床や河岸では越冬環境として重要なカバーが形成されない可能性がある。 ・河畔からの陸上起源の少ない時期には、礫河床に生息する底生生物は重要な餌資源となる可能性がある。
降海	・特に無し

- 建設でいかに変貌し、そしていかなる終末を迎えるのか「日本水産学会誌」Vol.73(2007)
- 8) 服部敦：河原の自然環境を支える仕組みを取り戻す河道修復「国総研アニュアルレポート2003」(2003)
 - 9) 砂防学会 編：「水辺域管理－その理論・技術と実践－」(2000)
 - 10) 田子泰彦：神通川と庄川におけるサクラマス親魚の遡上生態「日本水産学会誌」Vol.66(1)(2000)
 - 11) 柳井清治 他：サクラマス幼魚の越冬場を形成する河畔樹木の役割「日本林学会誌」Vol.83(4)(2001)
 - 12) 真山紘：越冬時サクラマス幼魚の生活と河川環境「魚と卵」166号(1995)
 - 13) 石山信雄 他：河床の岩盤化が河川性魚類の生息環境に及ぼす影響と礫河床の復元に向けた現地実験の評価「応用生態工学」Vol.12 No.1(2009)

6. おわりに

本研究を進めるにあたって、ご協力・ご助言を頂いた北海道札幌土木現業所及び調査にご協力頂いた関係各位に対して、深く感謝を申し上げます。

< 参考文献 >

- 1) 高橋浩揮 他：真駒内川における礫河床の復元に関する実験的研究について(中間報告)「リバーフロント研究所報告」第18号(2007)
- 2) 北谷啓幸 他：真駒内川における魚類の越冬環境について「リバーフロント研究所報告」第13号(2002)
- 3) 真山 紘：サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究「北海道さけ・ますふ化場研究報告」第46号(1992)
- 4) 長坂有 他：河畔林から川への落下昆虫とサクラマスの胃内容物の比較検討「北海道林業試験場研究報告」第33号(1996)
- 5) JIBP-JPFユーラップ川研究グループ：「ユーラップ川の生物群集の生産力に関する研究」(1973)
- 6) 松本勝治 他：石狩川における河床低下について「第52回(平成20年度)北海道開発技術研究発表会」(2008)
- 7) 田子泰彦：河川漁業の名川,神通川と庄川はダムの