

礫列河川における流れとサクラマス生息分布の関係

Inhabitant distribution of trout affected by the flow in a mountain stream with step-pool system

(財) 河川環境管理財団研究顧問 ○フェロー 長谷川和義
(財) 河川環境管理財団北海道事務所 鈴木 俊行
(株) 野生生物総合研究所 張 裕平

まえがき

著者ら¹⁾²⁾は、後述の群別川における礫列発達箇所を研究サイトとして、礫列ごとに区分される区間（ステップ・プールセクション）の流れ状態がサクラマス（ヤマメ）の生息数や生息密度と密接に関連していることを指摘してきた。これらの研究は、礫列河床の特性を応用したより自然に近い魚道の開発を目的に始められたものであるが、礫列を単位とするハビタット特性の解明という意味でも十分興味深いものといえる。

本論では、上記成果に簡単に触れるとともに今秋新たに実施した魚類調査サイト地形の測量結果、および魚類採捕調査の結果を示し、既往データとの比較によって礫列河床流れとサクラマス生息の関係をより明らかにする。

2. 群別川魚類調査サイトの地形特性と流速水深計測

群別川は石狩市に所在し、流域面積 33.9km²（山地流域面積 31.5km²、平地流域面積 2.4km²）、幹線流路長 15.7km、平均河床勾配 1/44 を有する溪流河川で、河床に明瞭に発達した礫列が形成されている。

01 年 8 月、および 02 年 5 月と 8 月に、河口から上流 2km の 400m 区間で典型的に発達した礫列と礫段につき、水生昆虫の住みつき状態を調査したことがある。魚類調査サイトは、河口から約 5km 上流にある延長約 100m の礫列区間であり、ここでは 06 年 10 月と 07 年 7 月、および 07 年 11 月の 3 回にわたり、1m メッシュの局所水深・流速の計測、ならびに礫列区画ごとの生息魚類調査をおこなってきた。

2.1 魚類調査サイトの地形測量結果

魚類調査とは別に、07 年 10 月にサイトの地形測量をおこなった。図 1 は、調査サイトを含む上下流 300m 区間における河道中心線に沿う河床縦断変化を見たものであり、平均勾配面（1/35.5）からの起伏変化として描いている。これによれば、同サイト近傍の河床は、波長およそ 200m の大きな起伏、波長 30m 程度の中規模の起伏、および波長 5～10m ほどの小規模な起伏を含んでおり、典型的な溪流河川の特徴を示している。小規模の起伏は礫列（トランスバースリブ、総称的にステッププール）に他ならず、図中に S0 から S9 として印した区間で特に顕著な発達を見せている。中規模起伏は、交互砂州に他ならないことがこれまでの研究で明らかにされているが、このサイトでは発達が弱く明瞭ではない。これに対して大規模起伏の変化は顕著である。大規模形態の成因は、谷幅規模の大きな出水時における複列砂州と考えられているが、図中、S12～S13 にて示した区間は岩盤河床であり、必ずしも砂州とは見ることができない。このような形態に関しては、今のところ詳しいことは不明である。

2.2 サイトにおける礫列の詳細形態

文献 1)2)には、調査区間の礫列形態を構成礫のスケッチによって描いたものが載っている。その中で、礫列ステップの頂部を曲線で連ね個々のプールに区分したものを示している。ここでは、ステップ S0 と S1 に囲まれたプール部をセクション S1 などのように呼ぶ。

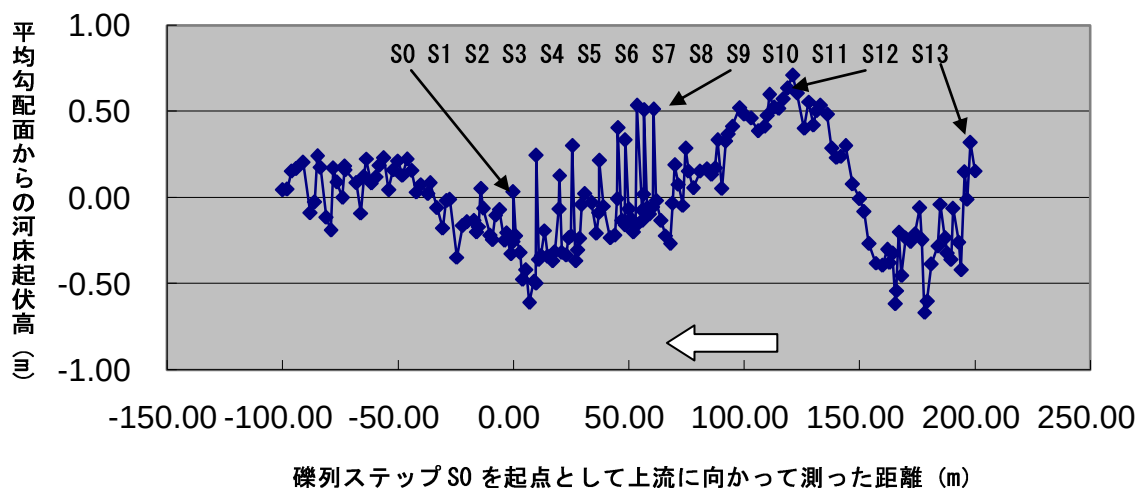


図 1 魚類調査サイト上下流部を含む縦断河床の平均勾配面からの起伏変化

図1にもかろうじて見られるように、セクションS4, S7などは短波長、高流速の区間であり、共存する交互砂州の先端部にあたっている。S1およびS11は比較的広い淵状の区間であり、S2, S5, S6なども長波長、低流速の区間で、交互砂州淵部に対応している。セクションS13は、前述のように岩盤が露出している大きな淵部であり、この上流は分岐した2本の流路の合流点になっている。

2.3 流速・水深の計測と処理

各セクションにおける流れ場の特性を明らかにするために、河道をまたいで1m格子の水系を張り、各格子点において流速と水深の計測をおこなった。これらの計測は、3回の魚類調査のたびにほぼ同時におこなっており、データ処理には次の二通りの方法を適用した。

- ① 格子点データをそのまま用いて局所フルード数を計算し、流速、水深とともに1m間隔の横断平均値を求める。続いてこれらの横断平均値をセクションごとに平均し、セクション代表値とする。また、流れ場の特性値として、セクション内横断平均フルード数の最大値と最小値の比を求める。
- ② はじめに隣接4点の格子点データを平均して格子中央の代表流速・水深を求め、これらのデータから局所フルード数を計算する。あとは①と同じ処理をおこなう。

3. 魚類生息調査

3.1 第1回魚類生息調査の結果

第1回調査は、06年10月28日29日の日中におこなわれた。水温5.5～5.9℃、pH6.55～6.61、電気伝導度34.9～38.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で、サクラマスが越冬体勢に入り始める時期であった。この時の流量は、各横断測線における水深、流速、幅の計測値の平均から1.26 m^3/s と推定された。区間平均水深は0.34m、区間平均流速は0.50m/s、平均フルード数は0.30であった。

確認魚種は、サクラマス(30尾)、ハナカジカ(6尾)の2科2種であり、サクラマスの体長数分布は図2のとおりであった。同図から、形の大きな当歳魚と2歳魚の占める割合の-highことが知られる。

水深、流速、フルード数、およびサクラマス生息密度(セクション内生息数/セクション面積)について、代表値をセクション順に並べると、水深に関してはセクションごとにより違いがないが、流速およびフルード数は、S4、S7、S12にピークをもつ波状変化を示すことが分かる。これは、河床形状としては現れ方の弱い交互砂州に対応したものと考えられ、ピーク部のS4、S7、S12は交互砂州の先端部に対応しているようである。しかしながら、サクラマスの生息状態と各水理量との対応関係は、いろいろ調べてみても必ずしも明確ではない。これは、サクラマスがある水深やある流速を好んで棲みつく訳ではないことを示唆している。

井上・中野³⁾によれば、河川性サケ科魚類には、流水中の一地点に留まるように泳ぎながら流下餌を待ち受ける定位行動が知られており、餌の豊富な流速の大きい流

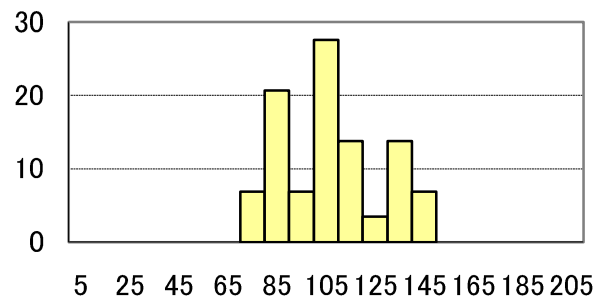


図2 06年10月サクラマス体長(mm)の相対度数分布

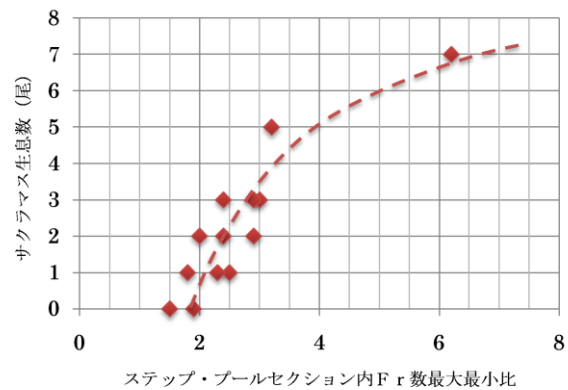


図3 セクション内Fr数の最大最小比とサクラマス生息数の関係(方法①によるデータ使用)

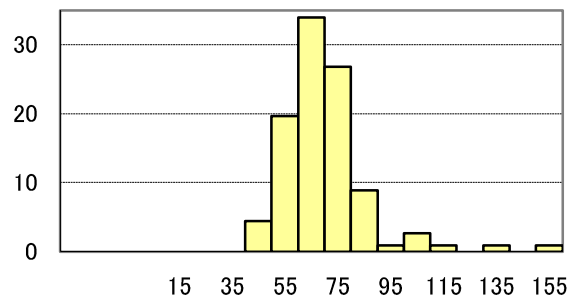


図4 07年7月サクラマス体長(mm)の相対度数分布

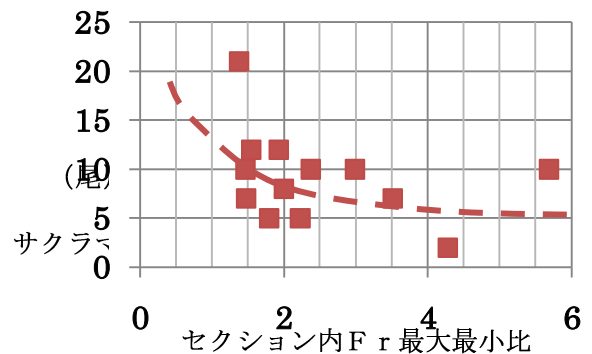


図5 セクション内Fr数の最大最小比とサクラマス生息数の関係(方法②によるデータ使用)

れ場と、エネルギー消費が少なく定位行動に有利な流速場の存在が重要とされている。図3は、このような立場から、セクション内横断平均フルード数のうちの最大値と最小値を取り出し、その比をとってサクラマス生息数との対応を見たものである。明らかに、比の値の増加とともに生息数の増加が認められる。しかし、理由は明らかでないが、比の値と生息密度との対応はばらつきが大きい。また、図3における水理量は、先述の方法①によるものであり、方法②のデータではまとまりが悪くなる。

3.2 第2回魚類生息調査の結果

第2回調査は、第1回調査における図3の関係を確かめる目的で07年7月10日におこなわれた。調査時水温15.5℃、pH7.1、電気伝導度53.9 μ S/cmであり、流量は0.72m³/sで1回目調査時の6割程度であった。このため、平均流速、平均水深とも低めの値を示した。捕獲魚体は、サクラマス119尾（内、親魚6尾）、ハナカジカ4尾、エゾウグイ1尾の3科3種合計124尾であった。図4は、サクラマスの体長度数分布であり、体長6～8cmの当歳魚が圧倒的に多いことが特徴となっている。

セクション代表水理量は、水深が各セクションであまり変わらず、流速、フルード数がS4、S9、S12でピークをとって波状変化しており、第1回調査と同様である。図5は、フルード数最大最小比とサクラマス生息数の関係を見たものである。驚くことに、図3と傾向が逆になっている。図6は生息密度との関係であり、この方がさらに逆傾向のまとまりを示している。なお、図3、図6における水理量は、方法②を使用しており、①より良いまとまりを示す。逆傾向の現れた原因は、図4の分布特性にあるようである。すなわち、遊泳力の弱い当歳魚の多くは、フルード数変化の激しいセクションでは生息が難しいものと考えられる。生息密度との関連がより深いことや、方法②の方がまとまりがよいということも何らかの意味があるのかも知れない。

3.3 第3回魚類生息調査の結果

第3回調査は、サクラマスの成長がすすんだ秋期に、図5、図6の傾向が再び図3の傾向にもどるか否かを確かめる目的で07年11月8日におこなわれた。調査時水温6.5℃、pH6.5、電気伝導度46.8 μ S/cm、流量1.17m³/sであった。捕獲魚体は、サクラマス119尾（内、親魚6尾）、ハナカジカ5尾、アメマス1尾の2科3種合計125尾。図7にサクラマス体長度数分布を示す。

セクション代表の水理量は前2回と同じ変化を示した。

図8は、方法①を用いて見たフルード数の最大最小比とサクラマス生息数の関係であり、再び図3と同様な明瞭な増加傾向を示した。また、生息密度との関係は同じくばらつきが大きい。

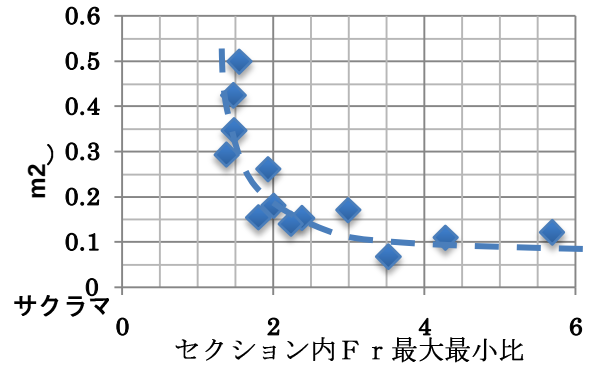


図6 セクション内 Fr 数の最大最小比とサクラマス生息密度との関係（方法②によるデータ使用）

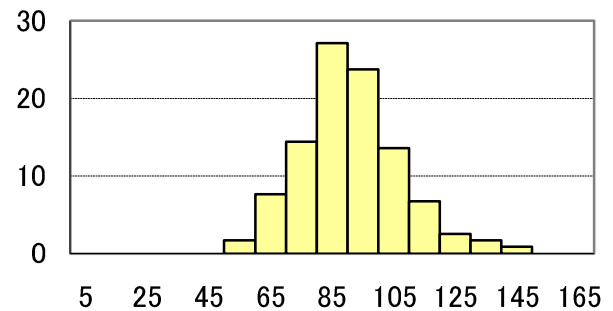


図7 07年11月サクラマス体長(mm)の相対度数分布

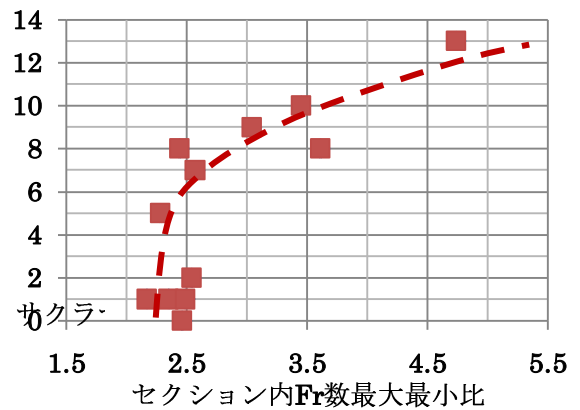


図8 セクション内 Fr 数の最大最小比とサクラマス生息数の関係（方法①によるデータ使用）

4. あとがき

秋期－夏期－秋期の3回にわたる魚類生息調査により、以下のことが確実になった。

- (1) 溪流におけるサクラマスは、河床におけるステップ・プールセクションごとの流れ状態に対応して、特徴的な生息分布をしている。
- (2) 成長の進んだ秋期には、局所フルード数の最大最小比が大きな値を示すステップ・プールセクションにおいてほど、数多くのサクラマスが生息している。
- (3) 成長が十分ではない夏期には、局所フルード数の最大最小比が小さい値を示すステップ・プールセクションにおいてほど、当歳魚が高い生息密度で棲みついている。

参考文献

- 1) 長谷川・鈴木・張：魚道応用のための礫列河床ハビタット特性調査－群別川溪流－，土木学会第62回年講概要，2-080，CD-ROM, 2007.
- 2) 長谷川・鈴木・張：溪流のステップ・プール構造とそのハビタット特性，河川環境総合研究所報告，第13号，2007（印刷中）．
- 3) 井上・中野：小河川の物理的環境構造と魚類の微生息場所，日本生態学会誌(Jpn.J.Ecol.)，44，1994.