

群別川におけるステップ・プール内の水理形態と底生生物の関係

Relations between hydraulic features in step-pool-systems and benthos in the Gunbetsu River

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 川村 信也 (Shinya Kawamura)
 北海道大学大学院工学研究科 正 員 長谷川和義 (Kazuyoshi Hasegawa)
 株式会社野生生物総合研究所 張 裕平 (Zhang Yuping)

1. はじめに

山地河川の小規模河床形態には階段状河床形状がある¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。河川横断方向に直線状に構成砂礫が並ぶ礫列と、円弧状、もしくは楕円状にならぶ礫段の存在が知られている。これらを総称してステップ・プールと呼んでいるが、これらの河床形状により形成されるプール部は様々な水棲生物に良好な生活環境を提供しており、環境保全や周辺生物の生態を把握する為にも、礫列、礫段の構造を理解することは必要不可欠である。

竜澤・長谷川⁷⁾は、これらの河床形態を魚道へ応用することを提案し、従来までの魚道とは異なる、近自然的棲息型魚道の設計法の確立を目指している。これは、現在注目を集めてきている「自然再生」や「自然復元」に位置付ける事もできる。いままでに多くの現地調査や様々な条件下での水路実験が行われていて、ステップ・プール河床の波長・波高に関する推定式などが提案されている(竜澤・長谷川⁸⁾、長谷川⁴⁾⁵⁾⁹⁾。このように礫列・礫段の物理的特性が明らかにされていく一方、実際にその環境内つまりはステップ・プール内のような小さなスケール区分での魚類や底生生物の種組成と生息環境との関係の研究は少ない。そこで本論文では、ステップ・プール構造に生息する底生生物の種組成を明らかにし、微環境との関係を明らかにする事を目的として行った調査を行い、特に流速と底生生物の関係に注目して解析を行った。

2. 調査概要

2.1 研究対象河川

観測対象とした群別川は、北海道留萌市に位置し、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 を有する二級河川である。図-1に調査流域の地図を示す。この河川は比較的自然状態に近く急勾配(平均河床勾配 1/44)であるため、数多くの明瞭に発達したステップ・プールが形成されている。今回の調査は平成13年に行った調査¹⁰⁾の区間で確認された明瞭な4つのステップの内、礫段型と礫列型の特徴がよく見られる ST3 と ST4 (図-2)のステップ・プール周辺における、水理形態に対応した底生動物の生息状況の調査を行った。図-3における横断線は、ステップ・

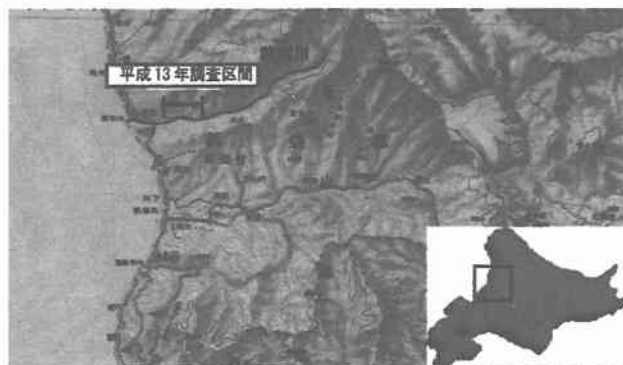


図-1 群別川の位置

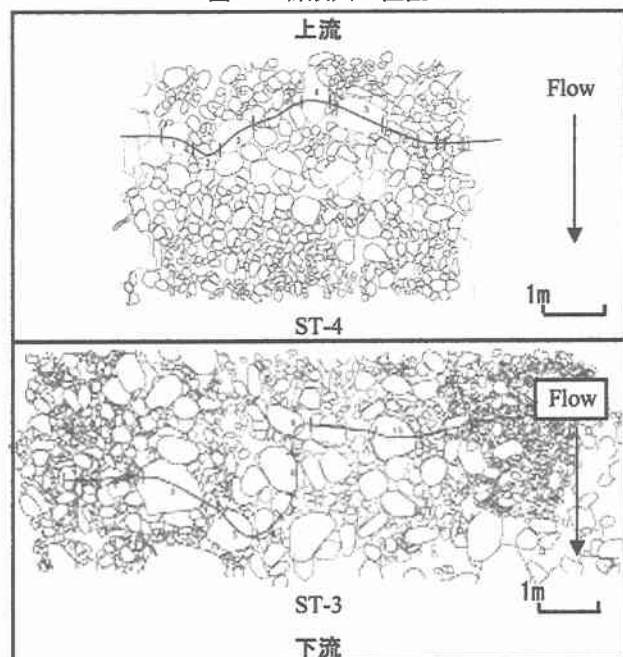


図-2 ステップ平面図

プールのステップ部を構成する砂礫の中心を繋いだ線である。

2.2 水理形態区分

底生動物の生息状況との対応を見るために、ステップ河床上の流れを水理形態の観点から分類する。小規模河床波上の巨視的な流況に関する研究は、竜澤ら⁸⁾によって詳しく研究されているが、ステップ・プール内の水理形態については検討されていない。ステップ・プール内の水理形態区分は3次元局所的なものであり、跳水、後流域などに注目して分類すると図-3のようになる。後流域とは大礫のすぐ下流側に出来る、流れが遅い場所を指す。ST3の方がST4よりも多くの跳水、後流域が存在している。

2.3 底生動物調査

(1) 調査時期・方法

調査時期は平成14年5月である。ST3とST4のステップ・プール内において、各環境にあった石を選び出し、下流側に50cm×50cmのサーバーネットを置いて、各礫に付着した底生動物を採集、および礫の表面流速、礫径について縦・横・高さを測定した。ST3は50個の礫、ST4は64個の礫について調査した。ST3、ST4合わせて57種、7960匹の底生動物のサンプルを採取した。

(2) 生態

今回の調査では全体的にカゲロウ属とトビケラ属が多く出現していた(写真-1)。底生動物の生態については一概に表現する事が難しい、そこで今回最も多く出現していたカゲロウ類について述べると、その多くは一年一化性で5~7月に羽化する。食性は主に、藻類やデトリタス食性(生物体の破片・排出物・死骸ならびにその分解物などの有機残渣)となっている。カゲロウ類の成虫・幼虫は魚類や鳥類の餌として重要である。

3. 解析

3.1 礫表面流速と個体数・種数の関係

今回の調査で得られた、各礫の表面流速と一礫あたりの個体数・種数の関係を図-5に、各礫の表面流速と単位面積(m²)あたりの個体数・種数の関係を図-6に示す。単位面積あたりの個体数・種数は、礫を縦・横・高さの礫径を平均した長さを直径とした球に近似し、その表面積で各礫の個体数・種数を割ったものである。

図-4より、礫表面流速と比例して個体数・種数が大きくなっているのがわかる。しかし、図-6ではそのよ

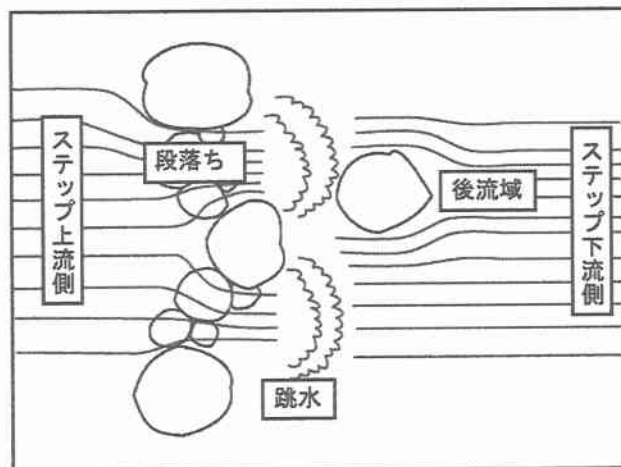


図-3 水理形態区分

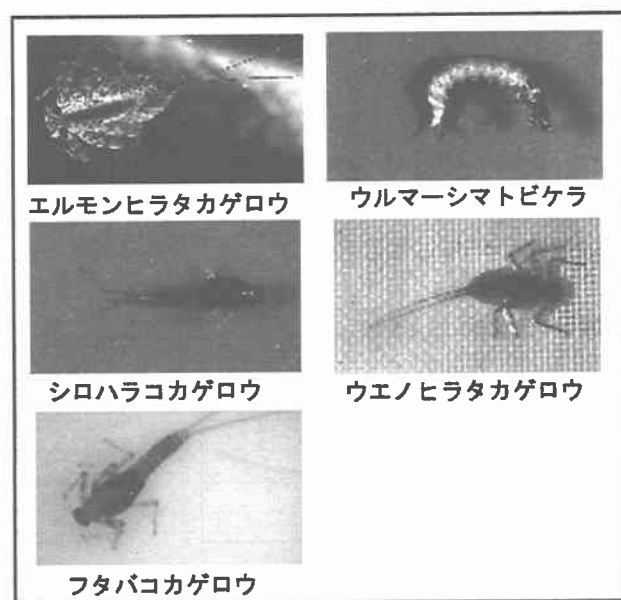
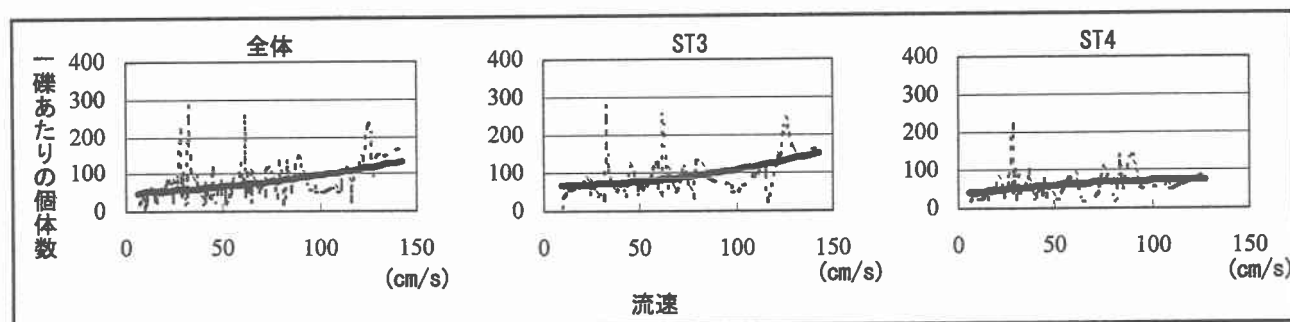
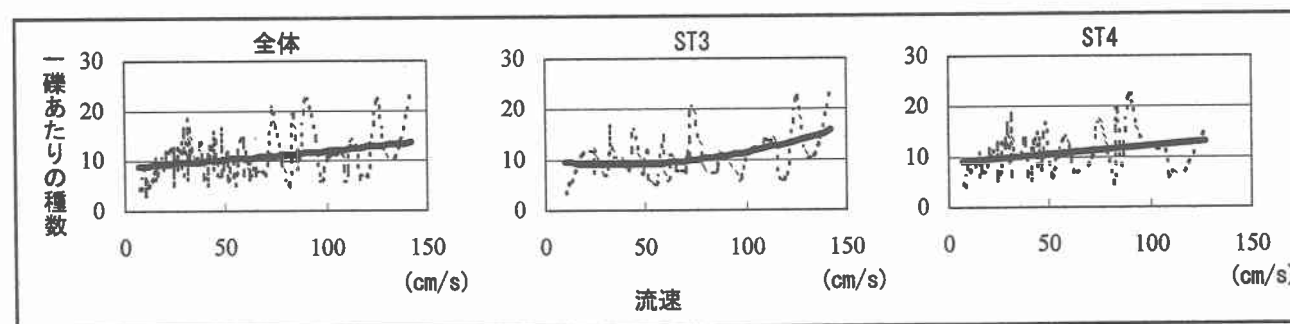


写真-1 底生生物の写真

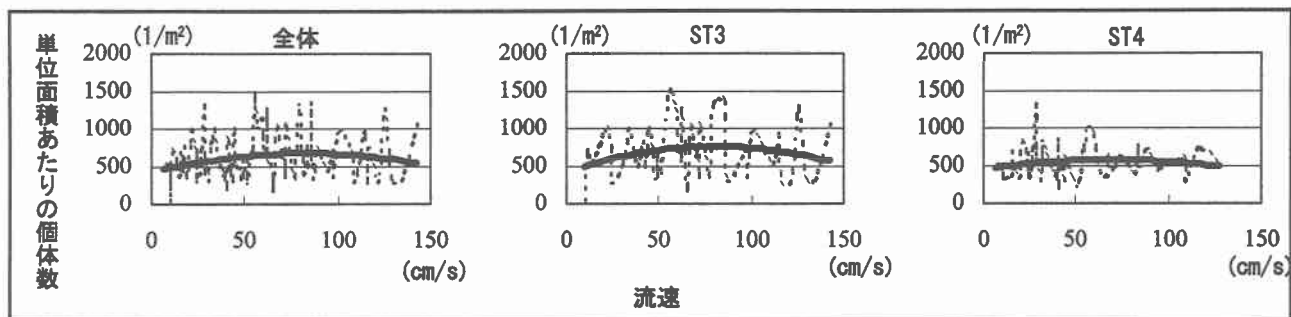


(a) 表面流速と一礫あたりの個体数の関係

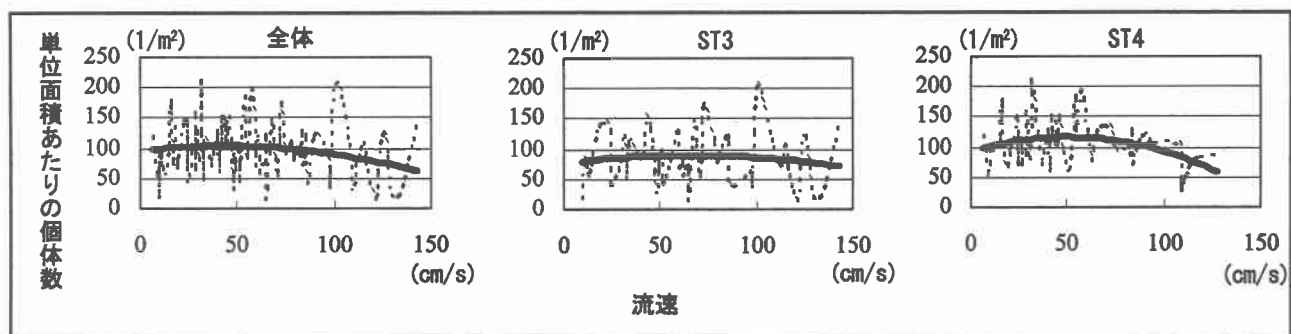


(b) 表面流速と一礫あたりの種数の関係

図-4 礫表面流速と一礫あたりの個体数・種数の関係



(a) 礫表面流速と単位面積あたりの個体数の関係



(b) 礫表面流速と単位面積あたりの種数の関係

図 - 5 礫表面流速と単位面積あたりの個体数・種数の関係

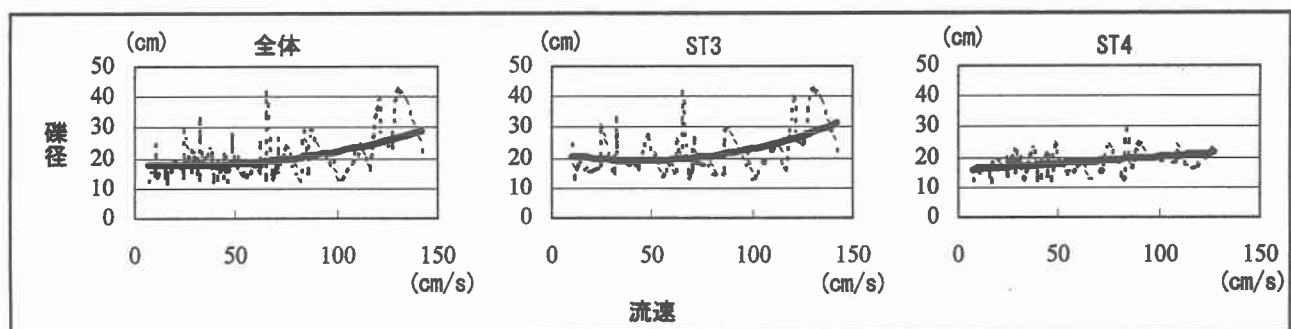


図 - 6 礫表面流速と礫径の関係

うにはなっていない、種数に関しては減少する傾向が見られる。

図 - 7 は礫表面流速と各礫の縦・横・高さを平均した礫径の関係を示したものである。この図から、礫表面流速が大きくなると礫径も大きくなる傾向が見て取れる。

3.2 各水理形態区分における生息密度

表 - 1 は、各礫の各水理形態区分における底生生物の存在密度の割合と種の多様性を示したものであり、図 - 8 はそれをわかり易くグラフ化したものである。単位面積あたりの個体数・種数の値が特に高い礫と低い礫をそれぞれ選別し、その中で各水理形態区分において、値が低い礫と高い礫との割合を比較した。

個体数に関しては、ステップ上流域・ステップ部において密度の高い礫が多く、ステップ下流域・後流域で密度の低い礫が多い事が見て取れる。

種数に関しては、ステップ下流域・ステップ上流域において密度の高い礫が多く、ステップ部・後流域で密度の低い礫が多い事がわかる。

表 - 1 各水理形態区分における生息密度

(a) 個体数の各地点における存在密度

	低密度(400体/m ² 以下)		高密度(800体/m ² 以上)	
上流域	4	40%	6	60%
ステップ部	7	41%	10	59%
跳水域	5	56%	4	44%
後流域	3	75%	1	25%
下流域	10	77%	3	23%
計	29		24	

(b) 種数の各地点における多様性

	低密度(60種/m ² 以下)		高密度(140種/m ² 以上)	
下流域	1	10%	9	90%
上流域	2	50%	2	50%
跳水域	3	60%	2	40%
ステップ部	7	70%	3	30%
後流域	5	71%	2	29%
計	18		18	

* (「%」は各地点ごとに出している。つまり(a)の「上流域の低密度」の場合は「4/(4+6)=40%」となる)

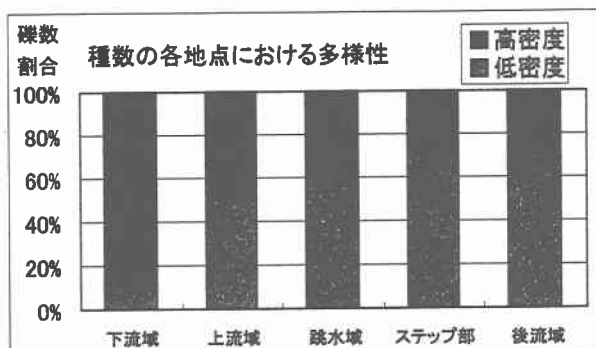
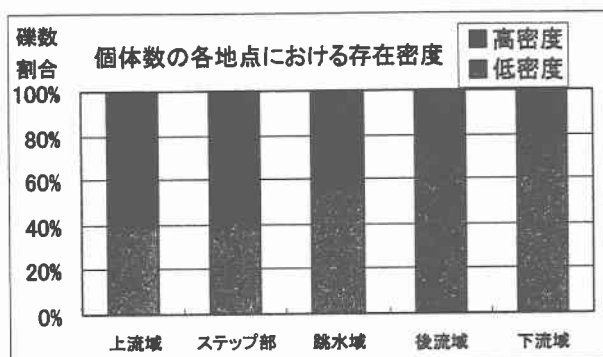


図 - 7 各水理形態区分における生息密度

4. 考察

一礫あたりの個体数・種数が礫表面流速と比例して大きくなっているが、単位面積あたりの個体数・種数では変化は見られない、これは礫表面流速が大きくなると礫径も大きくなる為、相対的に個体数・種数が増えているだけであって、流速が底生生物の生態に対して影響はあまり及ぼしていないと考えられる。

底生生物の個体数はステップ上流域・ステップ部が大きく、ステップ下流域・後流域で小さくなっている。しかし種数はステップ下流域が特に大きく、ステップ部・後流域で小さい。ここから考えられる事は、河川上流側から供給される落ち葉などの有機物質、つまり底生生物にとっての餌は、ステップ部によって堰き止められるためにステップより上流側には多くなり、下流側に少なくなってしまう、そのため、底生生物はステップ部に集中する形になる。しかし、ステップ部はその構造上、流速がとても大きくなってしまいうため、それに適応できない種が存在し、それらの種とステップ部やステップ上流域から棲息できなかった種がステップ下流域に集まるために、ステップ下流域において種数の値が高くなっているのではないかと考えられる。

5. おわりに

今回の調査で得られた知見を以下に示す。

- (1) ステップ・プール内において、底生生物の棲み分けは存在し、それは河川上流から供給される有機物質(餌)の量、によるものであると考えられる。
- (2) 流速の大小は、直接的に底生生物の個体数・種数に影響を及ぼすものではない。餌の量が豊富であると考えられるステップ部の流速が大きいため個体数は増えるが、その流速に適応できる種が特になるため、種数は少なくなる。流速が大きい場所を、好んで棲息する種がいるわけではないと思われる。

各水理形態区分における有機物質の量を調べれば、上記の知見を確証をもって述べる事が出来る。今後研究を進めていきたいと思う。

謝辞：本研究は、平成14年度科学研究費補助金基盤研究(B)(2)(課題番号:13555139, 研究代表者:長谷川和義)の助成を受けて行われた。記して謝意を表す次第である。

参考文献

- 1) Whittaker, J.G. and M.N.R. Jaeggi (1982): Origin of step-pool systems in mountain streams, *Journal of Hydraulics Division, Proc. of ASCE*, pp. 758-773
- 2) 芦田和男・江頭進治・安藤尚美 (1984): 階段状河床形の形成機構と形状特性に関する研究, 第29回水理講演会論文集, pp. 743-749
- 3) 沢田豊明・芦田和男 (1989): 山地溪流における流路形態と土砂流出, 第33回水理講演会論文集, pp. 373-378
- 4) 長谷川和義: 山地河川の形態と流れ, *水工学シリーズ* 88-A-8, pp. 1-22, 1988.
- 5) 長谷川和義: 溪流の淵・瀬の水理とその応用, 1997年度(第33回)水工学に関する夏期研修会テキスト, pp. A-9-1 ~ A-9-20, 1997.
- 6) 門田章宏・鈴木幸一・渡部誠司・森一庸: 重信川山地部における河床形態に関する測量調査: *水工学論文集*, 第44巻, pp. 741-746, 2000.
- 7) 竜澤宏昌・林日出喜・長谷川和義: 溪流河川における河床砂礫の混合特性と階段状河床形の形状特性, *水工学論文集*, 第42巻, pp. 1075-1080, 1998.
- 8) 竜澤宏昌・林日出喜・長谷川和義: 溪流の小規模河床形態に関する研究, *土木学会論文集*, No. 656/II-52, pp. 83-101, 2000.
- 9) 長谷川和義, 上林悟: 溪流における淵・瀬(ステップ・プール)の形成機構とその設計指針, *水工学論文集*, 第40巻, pp. 893-900, 1996.
- 10) 野上毅, 渡邊康玄, 長谷川和義: 急流河川における生息場としての河床地形区分, *水工学論文集* 第46巻, pp. 1127-1132, 2002