

豊平川における Step-pool 構造の調査研究

Measurements of Step-pool Morphology in Toyohira River

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 高橋一徳 (Kazunori Takahashi)

北海道大学工学部環境社会工学科 学生員 久世晴日 (Haruka Kuse)

北海道大学大学院工学研究科 正員 泉 典洋 (Norihito Izumi)

1. はじめに

山地河川では石礫で形成された Step-pool 構造を観察することができる。Step-pool 構造は洪水時に乱流を引き起こすことによってエネルギーを消散させ、また、床止工のように振る舞い有効せん断力を減少させて土砂流出を抑えるはたらきも持つとされている。Step-pool 構造は Step 部の大礫が影を作り、生物の生息場や産卵場、逃げ場として機能する。このため、Step-pool 構造は治水上、また環境上重要な河床形態であると言える。

しかしながら、砂防ダムや床固工などの溪流における河川改修によって Step-pool 構造は破壊され、河道は単純化された。その結果として河床低下、生物多様性の減少、景観の悪化などの様々な問題が発生している¹⁾。

このような背景から、近年では多自然型川づくりという自然に配慮した河川改修が進められている。Step-pool 構造は典型的な自然河床形態であるため、Step-pool 構造を用いた河川改修が行われてゆくことが今後期待される。

これまでの研究により Step-pool 構造の形成過程が明らかになってきており²⁾、Step-pool 構造を人工的に回復する試みも行われている。しかしながら、日本では Step-pool 構造を回復する河川改修や河川調査がほとんど行われていない。特に、既に河川改修が行われた地域における Step-pool 構造の調査はほとんど行われていない。Step-pool 構造を用いた河川改修を幅広く適用するためには溪流に形成される Step-pool 構造の特徴を解明するだけでなくこのような比較的都市部の河川に形成される Step-pool 構造も調査する必要がある。そこで本研究では改修後の河川に形成される Step-pool 構造と溪流に形成される Step-pool 構造を比較検討することで溪流以外に形成される Step-pool 構造の性質について考察する。

2. 調査方法

(1) 対象河川

北海道札幌市豊平区の豊平川（流域面積 902km²，流路長 72.5km）およびその支流である真駒内川（流域面積 37km²，流路長 21km）を対象とした。両河川では Step-pool 構造が観察でき、実際に調査したのは石狩川河口からおよそ 30km 以上上流の豊平川で三箇所、真駒内川で二箇所である。観察を行った区間を図 1 に示した。

区間 M2 以外はすでに河川改修が行われており、河川の一部にのみ Step-pool 構造が形成されているのが特徴である。区間 M2 は溪流に形成される典型的な Step-

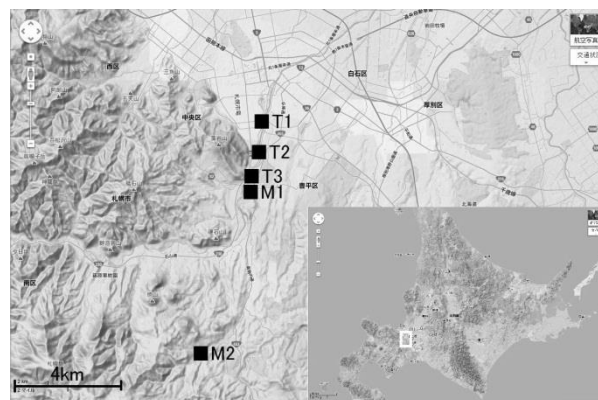


図 1 調査区間 (T: 豊平川, M: 真駒内川)
地図上側が下流である

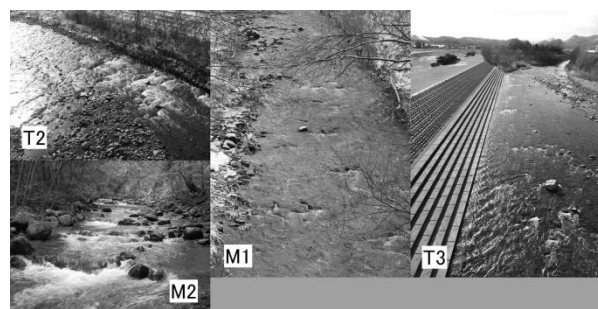


図 2 各区間の様子

pool 構造であり、比較検討のために調査した。

(2) 調査項目と方法

トータルステーションを用いて Step を構成する大礫の位置を測量し、そこから Step 間の距離（図 3, L ）と勾配を算出した。区間 M2 においては Step 部以外の位置の測量、Step を構成する大礫の粒径、Step 部と Pool 部の水深、プロペラ式流速計を用いて流速を計測した。本来であればすべての区間において詳細な測量をすべきであるが、観測を行った 12 月 1 日は流量が多く川に入るのは危険だと判断して簡易的な観測にとどめた。

3. 調査結果

目視で判断できる大きな特徴として、区間 M2 以外は段落ち高さ（図 3, h ）が小さいために、白波が立ち Step-pool 構造が形成されていることは確認できるものの、区間 M2 のようなはっきりとした Step-pool 構造が見られないことが挙げられる。区間 T1, T2, T3 は川幅

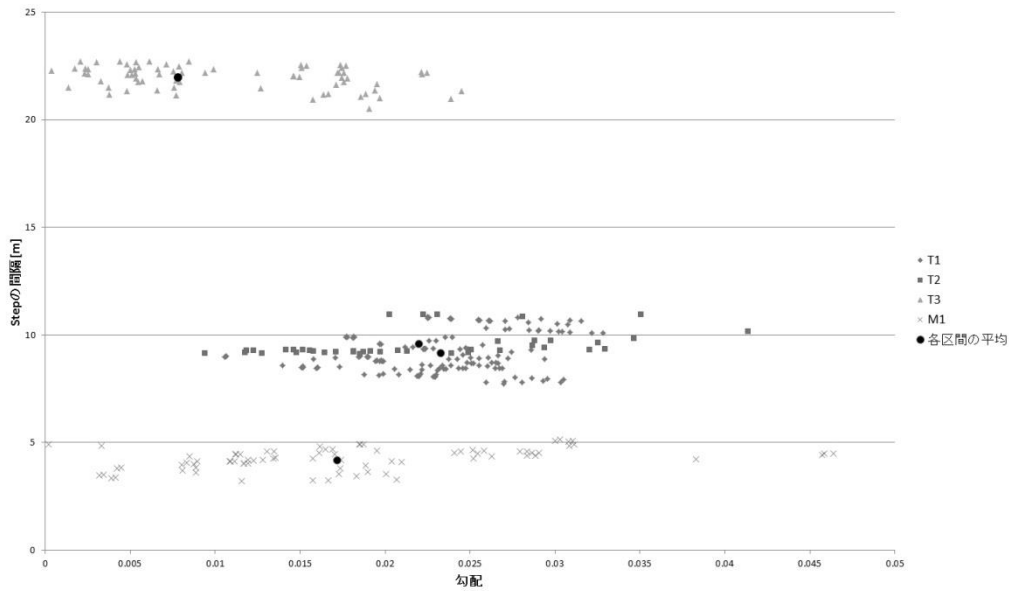


図4 Step間の距離と勾配の関係
 図中黒丸が各区間の平均値を表す

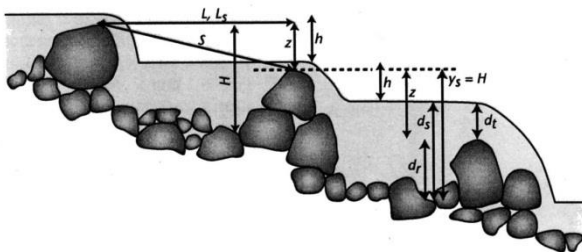


図3 Step-pool 構造の模式図³⁾

表1 観測データまとめ

区間	T1	T2	T3	M1
データ数	26	13	18	24
目視で確認できる Step 数	2	4	5	5
測量した Step 数	2	2	2	5
Step 間の平均距離 [m]	9.16	9.58	21.98	4.18
平均勾配	0.0233	0.0220	0.0078	0.0172

に対して Step-pool 構造が三分の一から四分の一程度の幅しか持たないため Step-pool 構造を確認するのがさらに困難になっている(図2)。

区間 T1, T2, T3, M1 のデータを表1にまとめた。確認できた Step 数に対して測量した Step 数が少ないのは流量が多く Step を構成する大礫が水面下にありレーザー光が届かなかったためである。

これまでの研究により Step の間隔と河床勾配には負の相関があることが知られており、Step 部の縦断形状と勾配の関係は次のように表される (Judd, 1964)。

$$\lambda = \frac{H}{aS^b}$$

但し、 λ は Step 間の距離、 H は Step 高さ、 S は河床勾配、 a と b は定数である。区間 T1, T2, T3 では負の相関がおぼろげに分かるが、区間 M1 は勾配のばらつきが大きく平均値を見ても負の相関があるとは判断できない(図4)。

4. 今後の課題

今回の観測では流量・流速が大きかったために川に入ることができず、また大礫が水没していてトータルステーションのレーザー光が届かなかったために詳細な観測が行えなかった。次の観測は増水時を外して行うべきである。

これまでの観測では、Step-pool 構造の勾配は 0.02 から 0.05 程度であると報告されているが、今回の観測で得られた勾配データは些か値が小さいように思われる。この理由が観測ミスであるか真駒内川の特徴であるか今後の研究で明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 太田猛彦編：溪流生態砂防学，東京大学出版社，1999。
- 2) 芦田和男，江頭進治，安東尚美，階段状河床形の発生機構と形状特性，京都大学防災研究所年報，1984。
- 3) Michael Church and André Zimmermann, Form and stability of step-pool channels: Research Progress, 2007。