

筑波大学大学院 ○秋山智弘  
筑波大学農林工学系 眞板秀二

## 1. はじめに

近年、河川、溪流の生態系は豊かで複雑であることが認識されはじめ、それらに関する研究も盛んになってきた。魚類や水生昆虫等を考える場合、その生息環境である瀬一淵、Step-Pool（上流域）は、生態系を構成する重要な要素の1つである。しかし、河川改修や砂防工事などによる河川、溪流地形の改変は、生物の生息環境に大きな影響を与えている。今後、この人工化された河川、溪流に自然を取り戻し、自然に対して影響の少ない工事を行うためには、人為の影響の少ない自然の河床がどのような形態をとっているのかを把握する必要がある。本研究では、溪流の河床地形の基本単位であるStep-Poolの構造を把握して分析することにより、河床の基本的な地形特性を明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査溪流の概要

調査地は、千曲川水系三沢川の支流である鞍骨沢（筑波大学農林技術センター川上演習林内）である。この沢には砂防施設はなく、自然の河床状況を観測できる。また、この流域は森林で覆われているため土砂流出は少ない。流域面積は0.378km<sup>2</sup>であり、流域出口には量水堰を設けてある。

## 3. 調査方法

流路の平面形及び河床縦断形をコンパス、レベルを用いて測量した。さらに、Step-Pool構造を把握するために、Stepについては、その直下、頂部、直上を、Poolについては、その最深部をレベルを用いて測量した。なお、後述のStep間隔は、Step頂部と次のStep頂部との水平距離とし、Step高は、そのStepより下流で1番高い河床高からそのStep頂部までの高さとした。調査は1995～96年にかけて、量水堰より上流へ約550mの区間で行った。

## 4. Step-Pool構造の分析

### 4.1 Step-Poolとは

Step-Poolの成因についてはWhittakerら<sup>4)</sup>、芦田ら<sup>1)</sup>の研究があり、反砂堆の発生と分級によるとされている。形態については芦田ら<sup>2)</sup>、Whittaker<sup>5)</sup>、Grant<sup>3)</sup>の研究があるが、十分に明らかになっていない。どちらにしても、その形態、形成要因、形成プロセスについて、研究する余地が多く残されている。

Step-Poolとは階段状の河床地形で、ある勾配以上の山地溪流で見られる。Stepは、礫、流木などによって構成され、河道を横断するように連なる。そして、Stepの落差により、その下流にはPoolが形成される。しかし、Stepとは関係のない場所にできるPoolもある。また、Poolは流入土砂によって埋まっていることもある。

### 4.2 Step間隔と勾配

河床勾配は、合流点（量水堰を起点として約440m地点）までの平均勾配が9.1%で、それより上流が13.4%だった。流路幅は、0.5~3.0mの範囲にあり、Step部で狭く、Pool部で広いという傾向が見られた。Stepを構成する礫径は、ほぼ20~30cmだった。

Step-Pool構造を分析するために、縦断図を9点移動平均により平滑化し、勾配の変化点で区切り、その区間の勾配を計算した。測量データを基にStep間隔を計算し、既に区分した勾配に対応させた。そして、その一定勾配区間に対応するStep間隔を平均して、勾配と

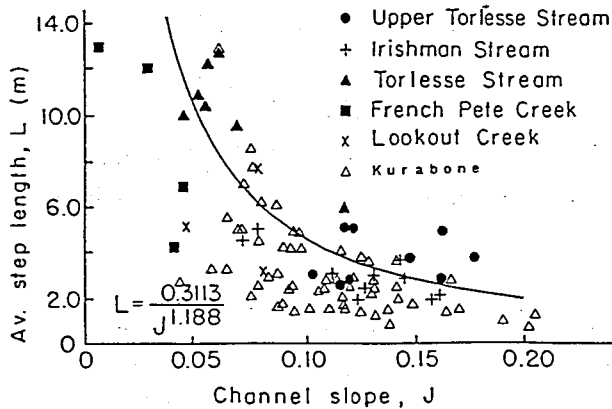


図1 勾配と平均Step間隔の関係

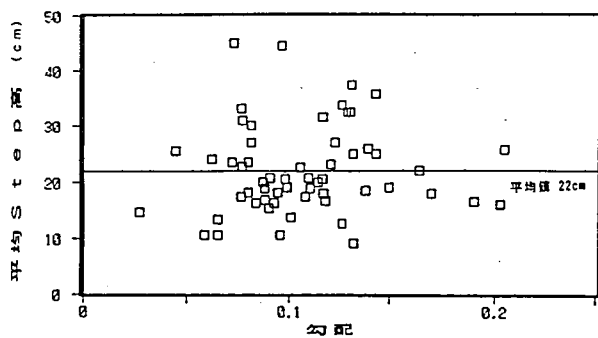


図2 勾配と平均Step高の関係

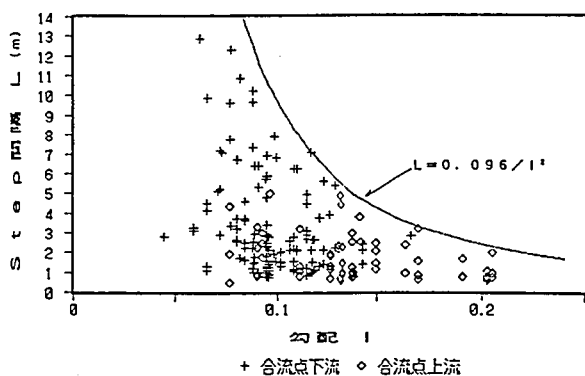


図3 勾配とStep間隔の関係

### 参考文献

- 1) 芦田和男ら(1984)階段状河床形の発生機構と形状特性、京大防災研年報、27(B2)、341-353
- 2) 芦田和男ら(1985)山地河道における階段状河床形の構造、京大防災研年報、28(B2)、325-335
- 3) Grant, G. E. et al. (1990) Pattern and origin of stepped-bed morphology in high-gradient streams, Western Cascades, Oregon, Geol. Soc. Amer. Bull., 102, 340-352
- 4) Whittaker, J. G. et al. (1982) Origin of Step-Pool Systems in Mountain Streams, Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs., 108(HY6), 758-773
- 5) Whittaker, J. G. (1987) Sediment Transport in Step-pool Streams, In Thorne, C. R., Bathurst, J. C. and Hey, R. D. edit., Sediment Transport in Gravel-bed Rivers, 545-579

の関係性を求めた(図1)。図1に見られるように、勾配が急になるにつれてStep間隔が狭くなる傾向がある。この傾向は、米国(French Pete creek, Lookout creek)<sup>3)</sup>、ニュージーランド(Upper Torlesse stream, Irishman stream, Torlesse stream)<sup>5)</sup>の溪流においても見られる。このことから、勾配が急になるにつれてStep間隔が狭くなるという傾向は、溪流の一般的な地形特性であるといえる。しかし、Step高がその傾向に対して影響を及ぼす可能性がある。Step高が高くなると、Step間隔が広くなり、Stepの数は少なくなるため、Step高の高さによって落差をかせぐことになる。けれども、この溪流のStep高は平均22cm(範囲:10~40cm)であり、勾配による特別な傾向は見られない(図2)。この様にStep高は、Step構成礫程度のほぼ一定の大きさをとると考えられるので、Step高の高さによって落差をかせぐのではなく、Stepの数(Step間隔→狭)によって落差をかせいでいるといえる。

次に、勾配と平均化していないStep間隔の関係性を示す(図3)。この図中の実線は、Step間隔の上限を示す線である(式1)。この式により、勾配に対するStep間隔を予想することができ、人工的にStep-Pool構造をつくる場合の一つの目安になると考えられる。

L : Step間隔、I : 勾配

$$L = 0.096 / I^2 \quad \text{--- 1}$$

図3において、緩勾配の範囲ではStep間隔のばらつきが目立つ。これは、勾配が急な所では、勾配がStep間隔を決定付ける要素となるが、勾配が緩くなるにつれ、Step間隔を決定付ける要素が複雑になるためと考えられる。