

○小林 寛之 信州大学農学部森林科学科砂防工学研究室\*  
高橋 剛一郎 富山県立大学短期大学部 農業土木専攻  
宮崎 敏孝 信州大学農学部森林科学科砂防工学研究室

### 1 はじめに

瀬と淵は溪流を構成する基本的な地形要素（河床型）であると同時に生物の生息を規定する重要な環境要素でもある。別の言い方をすれば地形、土砂移動といった非生物的要素と生物的要素をつなぐ構造であり、概念であるともいえる。砂防にあっても自然環境の保全が重視される現在、非生物的要素と生物的要素を統合して捉える方向性はきわめて重要となってきた。以上の観点から Takahashi (1990) は瀬－淵の分類に関する提案を行なった。我々はこの分類に基づいて砂防溪流において瀬－淵構造を形状を中心に分析した。あわせて粒径や水生昆虫の生息状況との関連についても分析を試みた。ここではこれらの分析結果を述べ、瀬－淵の部類による溪流の特性の評価の一例を報告する。

### 2 瀬－淵の分類

瀬と淵の分類では日本では可児の分類(1944)が広く用いられている。この分類は水生昆虫の生息場所を記載することを目的として作られた。感覚的にわかりやすい分類であること、生物の生息との対応関係がよいことから日本で広く用いられている。しかし、この分類を実際の溪流において適用すると、特に早瀬の分類において問題がある。

Grant et al. (1990) は河床型を pool, riffle, rapid, cascade の4つの型に分類した。この分類の最も特徴的なことは河床型の区分に基準長（最低区間長）の概念を導入した点である。瀬や淵の分類する場合、ある程度の空間的規模を有したまとまりを独立した単位とすることは自然である。また基準長の概念を導入することにより、河道のさまざまな空間的パラメータを無次元化、正規化することができ、瀬－淵構造の水理学的分析を可能とする。そして生態学的検討との統合化への可能性を開くものである。

このような瀬－淵構造の分類の特色をもとに、Takahashi (1990) は河床型を pool, flat riffle, vigorous riffle, heavy riffle の4つに分けた（以下これらをそれぞれ P, FR, VR, HR とする）。この分類では、形態的に可児の分類の淵と平瀬がそれぞれ P と FR に相当し、早瀬が分割されて勾配緩い方から VR, HR に相当する。また Grant et al. (1990) と同様に基準長の概念を導入し、年1回程度の洪水時における平均水深以上の区間長を有する形態単位を上記のユニットとし、それに満たないものをサブユニットとされた。溪流の場合サブユニットは落差のある流れとしてあらわれるので step (ST) となっている。

### 3 調査地および調査方法

調査対象地は天竜川水系三峰川支流黒川（長野県長谷村）で、南アルプス北側に位置し、流域面積約 80km<sup>2</sup>、平均河床勾配 3.5%の石灰岩層を流下する山地溪流である。調査は三峰川合流点からの距離でおよそ 6000～6700m の区間で行なった。ここは鷹岩砂防ダム（昭和 32 年竣工、ダム高 22m）の上流部にあたる。

調査の手順は次のようである。コンパスを用いて河道の平面形状を測量し平面図を作成し、次いで Takahashi (1990) に基づいて河床型区分を行なった。みお筋に沿って水準測量を行なった。水準測量の測点は河床型の変換点と P における最深点を必須とし、単一の河床型が長く続くところでは適宜その中間に補助点を入れた。水準測量に合わせて水深も測定した。なお、この調査は低水時に行なった。

調査区間内の上流と下流で、それぞれ4つの異なる河床型が連続する区間を選びそれぞれの河床型ごとに粒径分析（50個を格子法でサンプリング、3軸測定）と水生昆虫の生息状況（湿重量による生息密度）を調査した。水生昆虫としてはわが国の溪流に広く分布している種で、かつ水生昆虫の専門家でなくてもわかりやすいヒゲナガカワトビケラを指標として用いた。

### 4 結果および考察

#### 4.1 形状の特性

図-1に縦断形を示した。調査区間下流端より450m付近を境に勾配の変化がみられる。下流の緩勾配は主に下流の砂防ダムの堆砂の影響を受けていると判断される。上流の急勾配の部分では谷幅も狭まり、峡谷に近い景観となっている。

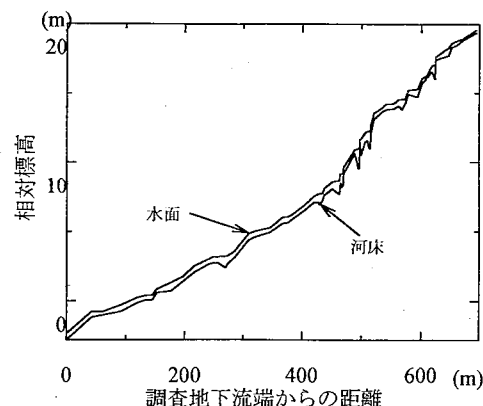


図-1 河床縦断面図

調査区間内では P, FR, VR, HR がそれぞれ 8, 7, 17, 11 個, サブユニットの ST が 3 個認められた。それぞれの河床型ごとに水平距離と鉛直距離 (落差) を累積してまとめたものを図-2 に示した。水平距離については VR が圧倒的である。鉛直距離に関しては, VR が最も高度を稼いでいる。勾配については ST を除けば HR が最も急である。FR と下流部にみられる P は鉛直成分についてはほとんど変化がなく, 平坦に近い。一方, 上流側に形成された P では逆勾配, すなわち P の上流端よりも下流端の方が高い位置にある状況となっている。

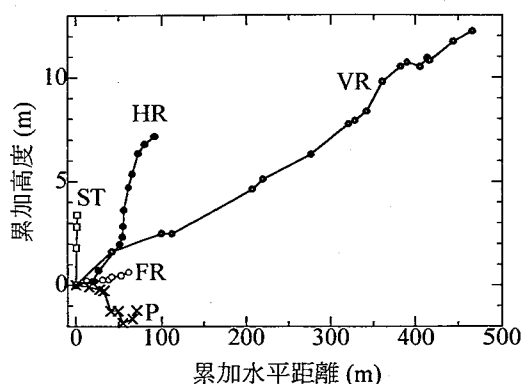


図-2 各河床型の累加水平距離と累加高度の関係

図-3 に ST を除くすべての河床型の出現位置 (下流端) とその区間長の関係を示した。下流に P が少ないこと, また 400m 地点を境に上流側で各河床型の区間長が短くなっていること (特に VR と HR) が大きな特徴である。

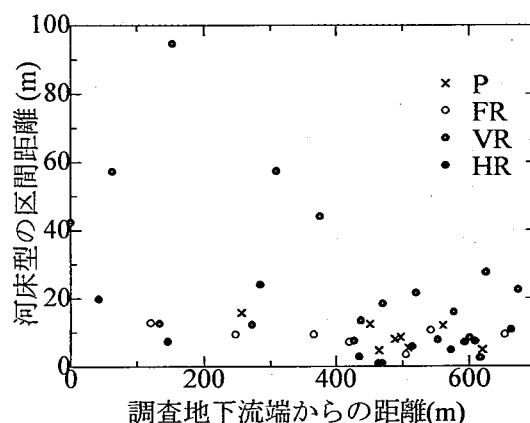


図-3 各河床型の下流端の位置と長さの関係

先に述べた上流と下流における P にみられる形態の相違や各区間長の相違などはすべてそれぞれの場の特性およびこれに密接に関連している各河床型の形成要因の違いが関連していると考えられる。すなわち, 下流側ではダム堆砂の影響を受け緩勾配であり, 瀬が形成されにくい状況であり, また瀬や淵の形成には砂礫堆の形成が大きく関与している。これに対し, 上流側は急勾配の峡谷状の河道形状で, 瀬や淵の形成には砂礫堆よりも規模の小さい河床波の影響を受けた step-pool 型の河道形成や基岩による制約を強く受けたと考えられる。このような相違が上下流における河床型出現頻度や区間長の相違に反映されたものである。すなわち, Takahashi の基準による瀬-淵の分類により溪流の地形的特性および環境特性の違いが明確にあらわされることが確認された。

#### 4.2 河床型と粒径分布・ヒゲナガカワトビケラ生息状況

調査区間の上流と下流において 4 つの河床型が連続してあらわれる区域において粒径分析とヒゲナガカワトビケラの現存量を調査した。下流では HR, VR, HR, P における平均粒径 (mm) はそれぞれ 317.1, 261.2, 179.1, 203.5, また現存量 (g/m<sup>2</sup>) は順に 5.77, 0.79, 1.25, 0.04 であった。上流ではこれと同じ順で記せば平均粒径: 191.3, 150.5, 48.7, 172.5, 現存量: 2.00, 0.80, 0.44, 1.41 であった。

粒径に関しては HR における値が上流, 下流ともに最大であった。礫が重合して急勾配の河床をなすという HR の定義に照らしてきわめて妥当な結果である。FR での粒径が上流と下流で対照的であるが, これは上述したような河床型の形成要因の相違が反映されているものと考えられる。

ヒゲナガカワトビケラの生態に径の大きい礫が重なり, かつその間隙を水が流れるような環境が好適とされているが, そのような状況は HR が最も適合する。そして, 調査結果もこれとよく合致している。淵は一般に細かい土砂が礫を充填し, ヒゲナガカワトビケラなどの生息には適さないが, 上流の調査区域では高い現存量を示している。これについては次のように解釈している。すなわち, 観測を行った P は, その中央部では確かに細かい砂が卓越していたが, 詳細に観察すると間隙水が流れる礫の重合が周囲にみられた。このようなヒゲナガカワトビケラの好む環境があり, そこでサンプリングを行ったことがこのような結果に結びついた。

粒径分布, 水生昆虫の生息状況のいずれにしても, データの集積が少ないため, 一般化した結論を導く段階ではない。しかし, 調査結果は基本的に定義や常識から考えられる大筋に沿った結論が得られており, 調査手法の検討を含めてデータの集積を行うことにより, 溪流環境の特性の分析をよりの確に行えるようになると思われる。

#### 引用文献

可児藤吉 (1944) 溪流性昆虫の生態. 270pp., 研究社

Grant, G.F., Swanson, F.J. and Wolman, M.G. (1990) Pattern and origin of stepped-bed morphology in high-gradient streams, Western Cascades, Oregon. Geological Society of American Bull. 102, pp. 340-352.

Takahashi G. (1990) A Study on the Riffle-Pool Concept. Trans. Jap. Geomorphological Union, 11(4): 319-336

\*: 現 株式会社 田中地質コンサルタント (福井県武生市)