

瀬の流速構造と底生動物との定量的関係についての現地観測

建設省土木研究所	正会員	塚原 隆夫
東京大学農学部		加賀谷 隆
建設省土木研究所	正会員	望月 達也
同 上	正会員	藤田 光一
同 上	正会員	渡辺 敏

1. はじめに

河川生態にとってきわめて重要な空間の一つである瀬における、水理環境に関する研究が近年行われはじめている^{1),2)}。しかし、瀬における河川生態を、それが存在する水理環境で定量的に評価しようとする場合、水理量と河川生態に関する量(例えば、現存量)の関係を明確にする必要がある。

本研究では、実河川の瀬において、水理量と表層河床付近に棲息する底生動物に関する同時観測を行い、瀬における流速構造のパターン化および水理環境と底生動物との定量的関係について調べた。

2. 対象地区および観測方法

多摩川 52.5km 付近および 52.8km 付近の瀬を観測対象地区とし、1996 年 5 月 10 日に観測を行った。瀬における水理量、底生動物現存量の測定箇所は、流況および表層河床材料の配置から判断して、52.5km 付近で 10 箇所(St.D1~St.D10)、52.8km 付近で 11 箇所(St.U1~St.U11)選定した。水理量については、底生動物が水理量のうち流速と表層河床材料に強く規定されると考えたため、水深、流速(流下方向、鉛直方向)、測定箇所付近の表層河床材料の配置および粒度について測定した。流速は、水面から 2,4,6,8 割水深(測定箇所によっては 9 割水深も)において測定した。表層河床材料の配置は、目視および水中ビデオカメラによる撮影から判断した。表層河床材料の粒度は、あらかじめ目盛りを付けた 40cm×50cm の透明アクリル板を水面に付けて観測することにより、『大礫〇%、中礫〇%、・・・』と計測した。底生動物は、30cm×30cm の調査枠内の表層河床材料を攪拌し、流された底生動物を下流側でネットで採捕するとともに、ブラシで礫面付着物を擦り取ることににより採取した。その際、表層河床材料の『はまり石』の程度を 3 段階で評価した。

3. 観測結果および考察

3-1.水理環境 図-1 は、各測定箇所の主流方向に沿った縦断面における、主に 5 つパターンに分類した表層河床材料の配置を示している。主流方向縦断面で見た場合、表層河床材料の配置は図-1 ではば表現できると考えられる。図-2 は図-1 の各配置における、代表的な時間平均流速の鉛直分布を示している。『比較的平坦』の場合、流速分布は対数則に従う結果となっている。これは、河床が平坦なため流れがあまり乱されず、平衡な流速分布を形成しやすいためと考えられる。『礫の真上』の場合、流速分布は河床に近づくにしたがって漸増する傾向にある。これは、ちょうどダムクレスト上の流速分布に近く、周辺から突出した礫がちょうど堰と同様な役割となって形成されたものと考えられる。『礫と礫の間』の場合、河床近傍で逆流域を持つ結果となっている。これは、礫と礫の間で鉛直二次元的な循環流が生じた結果、このような流速分布になったと考えられる。『礫の直下流』では、直線的な流速分布で、対数則に比べて河床近傍で比較的大きな流速が、『礫の直上流』では、直線的な流速分布で、対数則に比べて河床近傍で流速が欠損される結果が得られている。上記の結果は、瀬における表層河床材料の配置パターンは 5 パターン程度であり、それぞれの配置パターンに応じて固有の流速鉛直分布を持つことを示している。つまり、表層河床材料の配置と、ある深さの流速がわかれば、瀬における流速鉛直分布はほぼ把握できると考えられる。

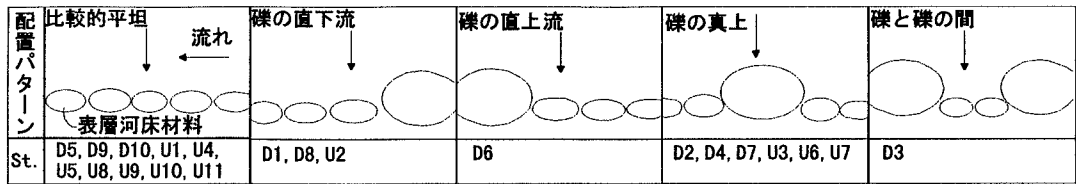


図-1 表層河床材料の配置パターン

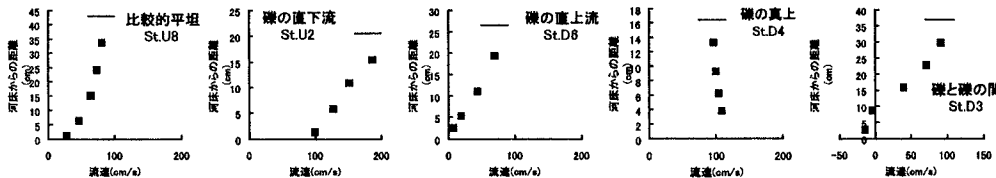


図-2 表層河床材料の各配置パターンにおける時間平均流速の鉛直分布

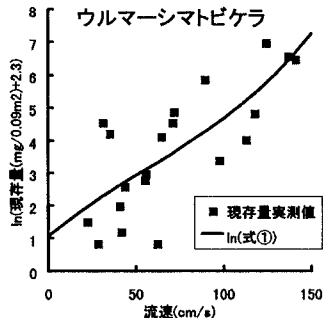


図-3 ①式と現存量の関係

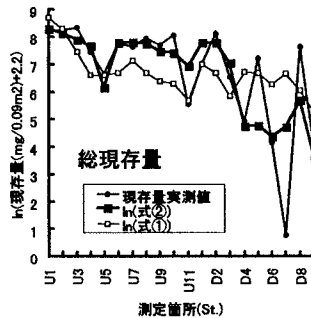


図-4 現存量の実測値と予測値

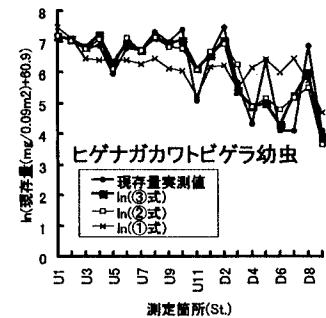


図-5 現存量の実測値と予測値

3-2.底生動物 採取した底生動物のうち、総現存量および優占種 36 種の現存量について、水理量との関係を検討した。これらの現存量(B)と 6 割水深流速(v)との関係を予測するモデルとして、指数三次式モデル($B=\exp(a_1+a_2v+a_3v^2+a_4v^3)\cdots\cdots$ ①)を仮定したところ、総現存量については有意な適合は見られなかった(決定係数=17.1%)が、10 種(27%)については図-3 に示すように有意な適合が見られた。さらに、6 割水深流速に『はまり石』の程度を表す変数 $E(=0, 0.5, 1)$ を加えた指数三次式モデル($B=\exp(a_1+a_2v+a_3v^2+a_4v^3+a_5E)\cdots\cdots$ ②)の場合では図-4 に示すとおり、総現存量についても有意な適合が認められ(決定係数=58.6%)、種ごとの現存量についても適合が有意であるものが 21 種(58%)と大幅に増加した。他の水理量である、表層河床材料のサイズ階級の相対占有面積率による線型式モデル、および平均粒径・水深による②式と同様な現存量の予測モデルを構築したが、6 割水深流速に比べ有意な適合を得た優占種はきわめて少なかった。次に、予測モデルの精度を向上するために、6 割水深流速と『はまり石』の程度を表す変数に加え、河床近傍の 8 割水深流速と 6 割水深流速の比を予測モデルに組み込んだ(式は後述の③)。その結果、総現存量の 6 割以上を占めるヒゲナガトビケラのうち、その幼虫の現存量について、図-5 に示すように②式に比べ適合性は高まった(決定係数=77.1% ; 71.4%(②式)、25.3%(①式))。また、他の種についても同様に適用したところ、11 種について適合性が高まり、総現存量についても、わずかではあるが高くなる(決定係数=60.3%)結果を得た。よって、6 割流速 v 、8 割流速 v' 、および『はまり石』の程度の 3 変数による、現存量予測モデル($B=\exp(a_1+a_2v+a_3v^2+a_4v^3+a_5E)\times(v'/v)^{a_6}\cdots\cdots$ ③)は有効であるといえる。

あとがき：本研究は河川生態学術研究会の一環として行われたものである。

<参考文献>

- 1)池田駿介、戸田祐嗣：瀬の水理特性に関する現地観測、水工学論文集、第 40 巻、pp.901-906、1996。
- 2)池田駿介、戸田祐嗣、佐野貴之：瀬の空間構造と環境特性に関する現地観測、水工学論文集、第 41 巻、pp.277-282、1997。