

IV-485

流れの速さのイメージと物理量の関係に関する研究

建設省土木研究所 正会員 小栗幸雄

建設省土木研究所 正会員 島谷幸宏

はじめに

流れの速さは水面の広がりとともに、流れのイメージを規定する重要な要素である。水面幅が広がり感を主体とした量のイメージに対応しているのに対し、流れの速さは動きのイメージを支配している。遅い流れはよどんだイメージを与え、速い流れは上流の水しぶきが上がる流れを想起させる。上流には上流にふさわしい流れのイメージがあり、下流には下流にふさわしい流れのイメージがある。このような流れのイメージはその場所に対応して決まるものである。本研究は、河川景観的な視点より流れの速さのイメージと物理量の関係を検討したものである。

1. 流れの知覚

人は、流れの速さをどのように知覚するのかを考えてみる。まず第一には、水に浮かぶ浮遊物をみて、その動きから速度を知り、それに基づき水の速さを判断することが挙げられる。これは直接的に流速と関係があると考えられる。

次には、水の表面の水面形や波立ちの様子が流れの速さを知る手がかりとなる場合である。白い波立ちがあると速く感じ、波立ちがないと遅く感じる。水面が平らで穏やかな面を形成しているときには緩やかに感じ、水面に交差波や衝撃波によるしわが生じると速く感じる。これらの水面の動揺はフルード数 $Fr = V / \sqrt{gh}$ と強い関係がある。 Fr は流速に比例し、水深の $1/2$ 乗に反比例するので流速の変動を最も強く受けるが、水深が極めて大きい場合には同じ流速でも Fr は小さくなり、水面の動揺は小さくなる。したがって、同じ流速ならば深いほうが流速が遅く感じると予想できる。

2. 調査方法

調査河川は、つくば市周辺の桜川や谷田川などの12の中小河川の31地点を対象に流速や Fr と流れのイメージの関係を調査した。視点は、河川を眺める機会の最も多い橋梁とし、流れのイメージを最も代表すると現地で判断した水面を測定点とした。測定項目は流速、水深、水面幅である。流速測定は小型電磁流速計(東邦計測TK-105DH)を用い、水深に応じて一点法及び三点法により平均流速を求めた。水深はスタッフを用い、水面幅は巻尺を用いた。また、測定地点の河床の状況、河岸の状況、水面の状況を記録し、写真撮影、ビデオ撮影も行った。

以上の測定、観察により得られたデータにより、流れのイメージを分析した。

3. 調査結果

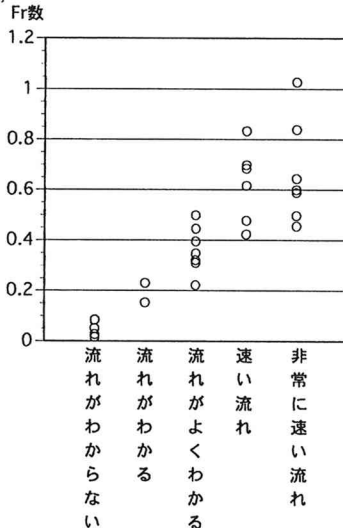
調査した河川の水面幅は1.4~17.2m、水深0.12~2.5m、フルード数は $Fr = 0.012 \sim 1.025$ 、流速は $V = 0.03 \sim 1.53 \text{ m/s}$ の範囲である。

流れの速さの評価は5段階に分け、現地で3名の研究者が協議して決めた。5段階とは「流れているかどうかかわからない」「流れがわかる」「流れがよくわかる」「速い流れ」「非常に速い流れ」である。このうち「流れがわかる」とは、極めて緩やかな流れで、やっと流れていることがわかる緩やかな流れであり、「流れがよくわかる」とは、流れていることは明瞭にわかるが、速いというほど速くない流れである。

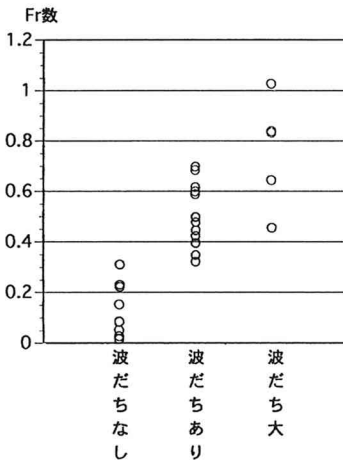
図-1に流速と流れのイメージの関係を示した。この図よりほとんど流速によって流れのイメージが支配されていることがわかる。 $V < 0.2 \text{ m/s}$ では、ほとんど流れを感じず、 V が 0.2 m/s を越えると流れがわかり、 0.4 m/s を越えるとはっきりした流れとなる。流速 0.7 m/s を越すと速

い流れとなり、 1.1m/s を越すと溪流のような極めて速い流れとなる。

なお、現地調査を重ねるうちに流速のほかに水面の動揺が流れのイメージに大きく影響するという印象を持った。流速と流れのイメージの図からは読みとれないが、水深の大きい大河川においては Fr 数が小さくなり、水面は動揺せず、流速が大きくともゆったりとした流れを感じると予想される。図－2 に波立ちと Fr 数の関係を示したが、 $Fr > 0.4$ で波立ちが生じている。



図－1 流速と流れのイメージ



図－2 波だちと Fr 数の関係

まとめ

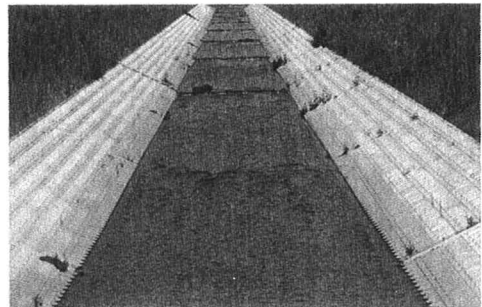
本研究により、中小河川における流速や Fr 数と流れのイメージの関係が明かとなった。「速い流れ」「非常に速い流れ」の限界値には、多少の誤差が含まれると考えられるが、その他の限界値は3名の意見が分かれず比較的容易に区分できたので、かなり信頼度が高いと思われる。

参考文献

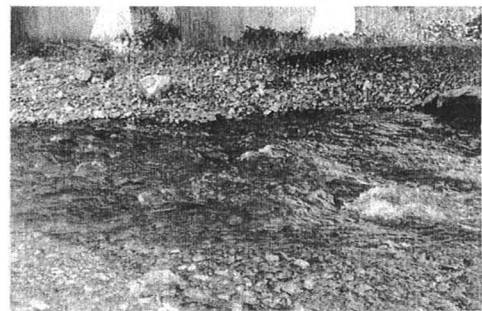
- 1) 第44回建設省技術研究会「水環境管理に関する研究」 建設省



写真－1 流れがわからない
($v=0.18$, $h=0.48$, Fr 数=0.083)



写真－2 流れがよくわかる
($v=0.59$, $h=0.18$, Fr 数=0.444)



写真－3 非常に速い流れ
($v=1.31$, $h=0.25$, Fr 数=0.837)