

山地河川における河道幅の推定方法に関する提案

○原田 紹臣 (三井共同建設コンサルタント株式会社)  
 中谷 加奈 (京都大学)  
 里深 好文 (立命館大学)

1. はじめに

近年、降雨に伴い山地河川から流出する土砂流出量を事前に把握するため、山地河川流域を対象に土砂流出モデルを用いた予測手法が提案されている<sup>1)</sup>。山地流域を対象にした河道モデルの構築に際して、上空から計測された地形情報(例えば、航空測量写真)を用いて河道幅を設定することが有効である。ただし、植生等により上空からの判別が困難な山地河川における河道幅に関しては、撮影画像を基にしたデータをそのまま利用できない場合がある。

そこで、本研究では現地にて実測した河道幅等の調査結果を用いて、流域面積等による山地河川における新たな河道幅の推定方法について提案する。

2. 山地河川における河道幅の推定方法に関する提案

山地河川における流域面積と河道幅との関係等について、実際に現地にて調査した結果及び既往の経験式等を用いて提案する。

2.1. レジーム理論を用いた流域面積と河道幅との関係

河道幅に関して、一般的なレジーム理論を用いると、

$$B_0 \approx \alpha Q^{1/2} \quad (1)$$

$$B_0 \approx (\alpha k^{1/2} r_e^{1/2}) A^{1/2} = \beta A^{1/2} \quad (2)$$

と表される。ここに、 $B_0$ は河道幅、 $Q$ は流量、 $r_e$ は有効降雨強度、 $A$ は対象地点より上流域の流域面積及び $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $k$ は係数である。そこで、九頭竜川流域の荒島谷において調査した結果(河道幅等)を用いて、式(2)の適用性について検証する。式(2)を用いて整理した結果を、図-1に示す。

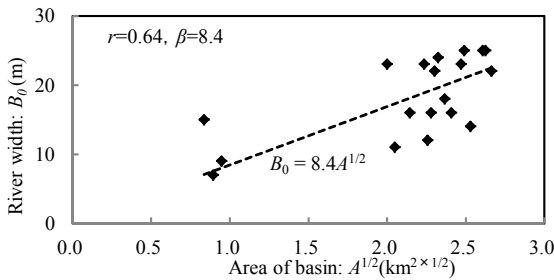


図-1 流域面積と河道幅との関係

図-1に示されるとおり、本予測式の相関係数 $r$ は0.64(0.7以下)であった。これより、流域面積のみを用いた河道幅の予測式は、更なる改善が必要であることがわかった。

2.2. 新たに提案する河道幅の推定方法

既往の研究<sup>2)</sup>によると、河床材料が存在する中規模河道において、河床形態を支配する主な無次元量は、

$$\tau_*, h/d \text{ and } B_0/d \quad (3)$$

である。ここに、 $\tau_*$ は無次元限界掃流力、 $h$ は水深及び $d$ は河床材料の代表粒径(ここでは、平均粒径)であり、

$$h/d = R(I) \cdot (B_0/d)^{2/3} \quad (4)$$

の関係が示されている。ここに、 $R(I)$ は勾配 $I$ を考慮した係数である。ただし、河床勾配 $I$ が1/20以下の緩勾配区間においては、

$$R(I) \approx 0.45 \quad (I \leq 1/20) \quad (5)$$

であることが示されている<sup>2)</sup>。

流水の連続式は、

$$Q = v \cdot B_0 \cdot h \quad (6)$$

と表される。ここに、 $v$ は流速であり、さらに、

$$v/v_* = \sqrt{8/f} \quad (7)$$

$$v = \sqrt{8/f} \cdot v_* \quad (8)$$

$$v = \sqrt{8/f} \cdot \sqrt{ghI} \quad (9)$$

と表される。ここに、 $v_*$ は摩擦速度、 $g$ は重力加速度及び $f$ は摩擦損失係数である。

式(2)、(4)、(5)、(6)及び(9)を用いて整理すると、

$$B_0 = \frac{R(I)^{-3/4}}{(\sqrt{8/f})^{1/2}} \left( \frac{Q}{\sqrt{gdI}} \right)^{1/2} \quad (10)$$

$$B_0 = \chi \left( \frac{Q}{\sqrt{I}} \right)^{1/2} = \delta \left( \frac{A}{\sqrt{I}} \right)^{1/2} \quad (11)$$

と表される。ここに、 $\chi$  及び  $\delta$  は係数である。ここで、式 (11) を用いて、実河川における河道幅を対象に整理した結果を図-2に示す。図-2に示されるとおり、河床勾配を考慮した流域面積を河道幅との関係性に関する相関係数  $r$  は 0.84 であり、比較的高い関係性があることがわかった。参考に、河道幅  $B_0$  と河床勾配  $I^{-1/2}$  との関係に関して、実測結果を用いて整理する (図-3)。図-3に示されるとおり、河道幅と河床勾配 (対象地点の前後10mにおける地表高の差異) との相関係数  $r$  は 0.79 であり流域面積との関係 (図-1) に比べて相関が高いことがわかった。この要因について、以降に考察する。一般的に、河床変動が活発な谷形状を呈する河道において、河床堆積物の存在する幅 (河道幅) は堆積物の高さに影響を受けている。また、堆積物の高さは河床勾配の違いに影響を受けている。これより、間接的に河道幅と河床勾配との違いに関係があると考えられる。

既往研究<sup>2)</sup>で提案されている式 (4) における河床勾配を考慮した係数  $R(I)$  は、式 (5) に示されるとおり、緩勾配区間においては河床勾配の影響を受けずに一定値されている。しかしながら、河床勾配  $I$  が急な山地河川においては、式 (5) を満足しない。そこで、既往研究で示されている河床勾配  $I$  と係数  $R(I)$  との関係について、河床勾配  $I$  が急な区間を対象に、新たに近似式を求める。河床勾配  $I$  と係数  $R(I)$  との関係について、新たに再整理及び加筆した図を図-4に示す。

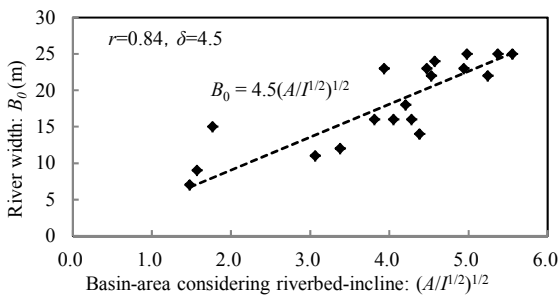


図-2 提案する河床勾配を考慮した流域面積と河道幅との関係

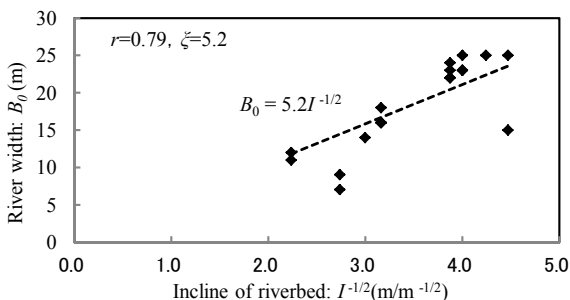


図-3 河床勾配と河道幅との関係

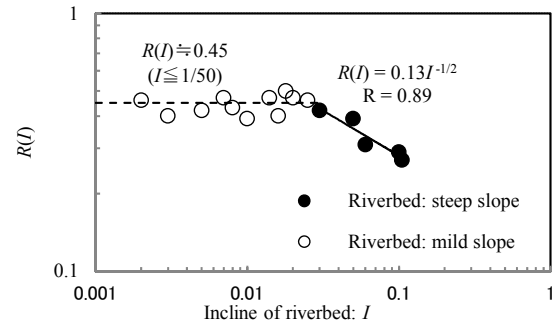


図-4 河床勾配  $I$  と係数  $R(I)$  との関係<sup>2)</sup>に一部加筆

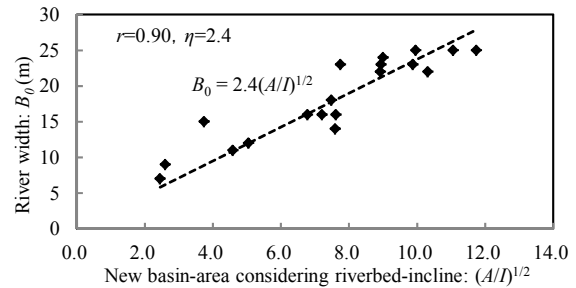


図-5 提案する山地河川における勾配を考慮した流域面積と河道幅との関係 (ただし、河床勾配  $I$  は 1/50 以上)

図-4に示されるとおり、再整理した結果、河床勾配  $I$  が 1/50 以上より急な区間においては、

$$R(I) = \mu \cdot I^{-1/2} \quad (12)$$

と表される。ここに、 $\mu$  は係数である。

最終的に、式 (2), (4), (6), (9) 及び (12) を用いて整理すると、

$$B_0 = \frac{R(I)^{-3/4}}{(\sqrt{8/f})^{1/2}} \left( \frac{Q}{\sqrt{gdI}} \right)^{1/2} \quad (13)$$

$$B_0 = \sqrt{\frac{fkr_e}{8gd}} \sqrt{\frac{A}{I}} = \eta \sqrt{\frac{A}{I}} \quad (14)$$

と表される。

これまでと同様に、式 (14) を用いて整理した結果を図-5に示す。図-5に示されるとおり、河床勾配を考慮した流域面積と河道幅との関係 (相関係数  $r=0.90$ ) が示された。今後、他の山地河川における本予測式の検証が望まれる。

## 参考文献

- 1) 高橋保・井上素行・中川一・里深好文；山岳流域における土砂流出の予測, 水工学論文集, Vol. 44, pp. 717-722, 2000.
- 2) 村本嘉雄・藤田裕一郎；中規模河床の分類と形成条件, 水理講演会論文集, Vol. 22, pp. 275-282, 1978.