

河口水深の維持機構の研究

Study of support mechanism for river mouth water depth

北海道大学工学部 ○学生員 今瀬幹太 (Kanta Imase)
 北海道大学大学院 学生員 貝沼征嗣 (Masashi Kainuma)
 北海道大学大学院 フェロー 黒木幹男 (Mikio Kuroki)
 北海道大学大学院 フェロー 板倉忠興 (Tadaoki Itakura)

1. はじめに

現在河口付近で起こる問題の一つに河口閉塞が挙げられる。この問題は河口においては川と海の現象が重なり干渉しあうことで生じる河口特有の現象に起因し、主な対策としては推積した土砂を人工的に取り除いたりすることがある。本研究ではこのような問題を踏まえたうえで、尻別川、沙流川の2河川を取り上げ、また河川の力のみを考えた上で両河川の実際的水深と安定縦断理論¹⁾から導出した水深を比較検討した。

2. 適用範囲の決定

本研究では、支川の合流やダム等の構造物の影響が小さいと考えられる範囲を対象とし、尻別川においては逆川合流点(17.3Kp)より下流域を、沙流川は二風谷ダム(20.9 Kp)より下流域を適用範囲として研究した。

3. 与えたデータの説明

本研究では平均河床高、河岸高の値を横断面図(0.2Kpずつ)から用いた。粒径に関しては、尻別川はふるいわけ試験(1Kp おき)による平均粒径を、沙流川は北海道開発協会の資料²⁾による平均粒径を用いた。また流量として尻別川は名駒流量観測所、沙流川は平取流量観測所におけるそれぞれ年最大流量の平均値を用いた。川幅は1/25000 地形図から得た値を用いた。

4. 安定縦断理論による計算

基礎式として以下の式を用いた。

$$\frac{q_B}{\sqrt{s}gd^3} = 8(\tau_{*c} - \tau_*)^{\frac{3}{2}} \quad \cdots(\text{流砂量式})$$

$$\frac{Q}{Bh\sqrt{ghl}} = 6.9\left(\frac{h}{d}\right)^{\frac{1}{6}} \quad \cdots(\text{抵抗則式})$$

$$\frac{1}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{Q}{Bh} \right)^2 + \frac{dx}{dh} = I_b - I_e \quad \cdots(\text{流れの運動方程式})$$

$$\tau_* = \frac{hI_e}{sd} = \beta\tau_{*c} \quad \cdots(\text{無次元掃流力の式})$$

$$Q_B(x) = q_B B \quad \cdots(\text{流砂の連続式})$$

ただし、 $g(=9.8)$ は重力加速度、 $s(=1.65)$ は河床材料の水中比重、 $\tau_*(=0.05)$ 河床材料の移動限界掃流力、 d は河床材料の平均粒径、 q_B は単位幅、単位時間あたり

の流砂量、 h は水深、 B は川幅、 Q は流量、 Q_B は流砂量、 I_b は河床勾配、 I_e はエネルギー勾配、 $\beta(=1.23)$ は定数。

これから水深縦断形 h が定まる。

$$h = \frac{A}{1 + \frac{c_2^2}{2g} \left(\frac{Q}{Q_B} \right)^{\frac{-4}{7}}}$$

また、これを用いて、粒径縦断形 d 、川幅縦断形 B を求めた。

$$d = \frac{A}{\beta s \tau_{*c}} \frac{c \left(\frac{Q}{Q_B} \right)^{\frac{-6}{7}}}{1 + \frac{c_2^2}{2g} \left(\frac{Q}{Q_B} \right)^{\frac{-4}{7}}} \quad B = \frac{Q_B}{8\sqrt{s}g(\beta-1)^{\frac{3}{2}} \tau_{*c}^{\frac{3}{2}}} d^{\frac{-3}{2}}$$

ただし A は積分定数、 c 、 c_2 は定数。

ここで黒木らは¹⁾流量の縦断分布 Q を比較的多くの流域に適合する指数分布で仮定した。また流砂量の縦断分布も流量同様、指数分布で仮定した。

$$Q = Q_0 \exp(qx) \quad Q_B = Q_{B0} \exp(q_s x)$$

ただし Q_0 は上流端の流量、 Q_{B0} は上流端の流砂量。

また河床縦断形に関しては上流端と下流端の河床高の高低差 z を用いると次式が求まる。

$$z = z_* + c \frac{L}{a-b} \left\{ \left(\frac{Q_B}{Q} \right)^{\frac{6}{7}} - \left(\frac{Q_{B0}}{Q_0} \right)^{\frac{6}{7}} \right\}$$

$$\text{ここで } a = \frac{6}{7} q L \quad b = \frac{6}{7} q_s L$$

L は河口から上流端までの距離。

これらより水位縦断形 H が定まる。

$$H = h + z$$

ここで H 、 d 、 B の縦断形が資料値を最も反映しているようなパラメータ h_0 、 Q_{B0} 、 q_s を決定する。ここで h_0 は上流端の水深である。

パラメータ		H	d	B
h_0	大	上がる	上がる	下がる
	小	下がる	下がる	上がる
Q_{B0}	大	緩	上がる	下がる
	小	急	下がる	上がる
q_s	大	急	緩	緩
	小	緩	急	急

表-1

安定縦断面形 H, d, B はパラメータ h_0, Q_{B0}, q_s により表 1 のように変化する。ここで((上がる、下がる))は値の変化を、((緩、急))は傾きの変化をそれぞれ表す。このようにしてできた粒径縦断面形、川幅縦断面形の図を示す。点は資料から得た値、線はそれぞれ H, d, B による計算値となっている。図-1 の尻別川粒径縦断面形では計算値が実測値より大きくなったが、図-2 の沙流川粒径縦断面形、図-3 の尻別川川幅縦断面形、図-4 の沙流川川幅縦断面形では計算値と実測値に大きな差はなかった。

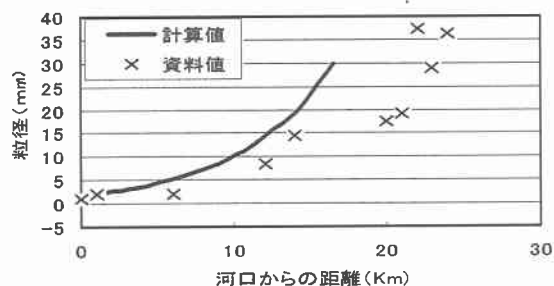


図-1 尻別川粒径縦断面形

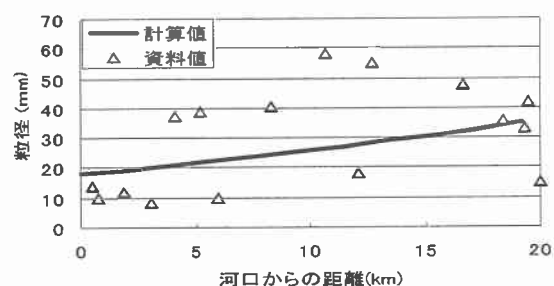


図-2 沙流川粒径縦断面形

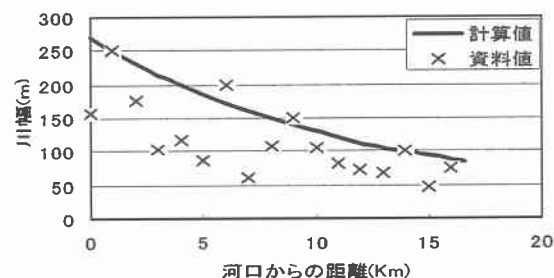


図-3 尻別川川幅縦断面形

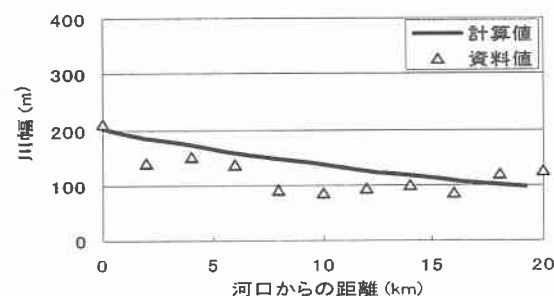


図-4 沙流川川幅縦断面形

5. 考察

今回の研究は川幅、粒径、河岸高の資料に合うように Q_{B0} 、 q_s 、 h を仮定した。この値をもとに水位と河床高の計算値を図示した。尻別川に関しては、安定河床縦断面形と河床縦断面形に大きな差が無いことがわかった。すなわ

ち今回の研究範囲では尻別川は安定河床をした河川といえる。また本研究において安定した河川の河口の河床高は海からの影響を考えず河川の力のみを考えた時、2.23m となった。(河床縦断面形は H.7 の値であり、0~0.8Kp 10.7~11.1Kp 13.2~14.2Kp では、H.7 までに浚渫は行われていない。また 13.8Kp 地点において目名川が合流している。) 沙流川に関しては今回の適用範囲では全般的に急勾配であったが尻別川同様、安定した河床の河川と言え、このとき河口の河床高は 1.55m となった。

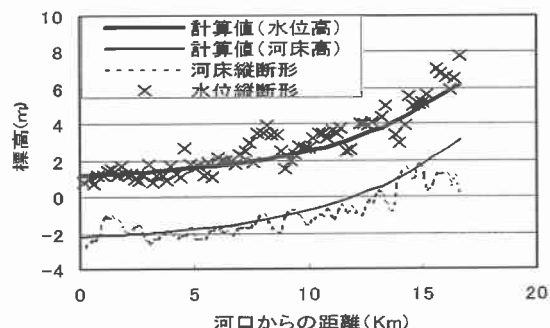


図-5 尻別川河床、水位縦断面形

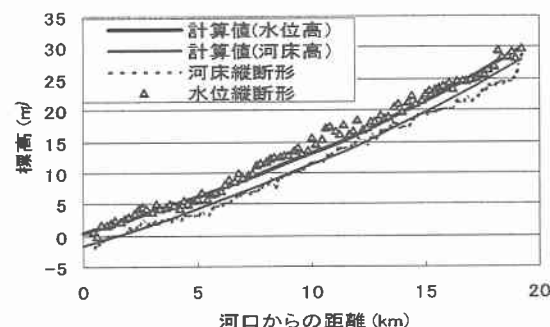


図-6 沙流川河床、水位縦断面形

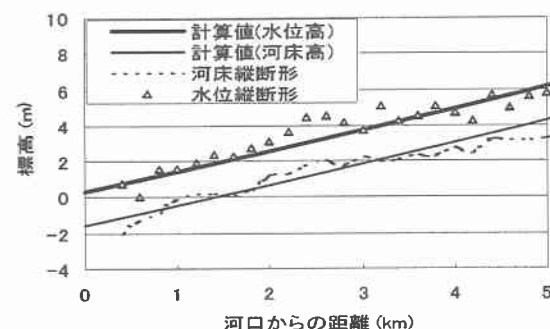


図-7 沙流川河床、水位縦断面形(拡大)

6. 参考文献

- 1) 黒木・板倉；安定河道縦断面形状に関する研究，土木学会水工学論文集
- 2) 北海道開発協会；沙流川河床変動・粒度変動検討報告書，昭和 55 年度