

## 1. はじめに

沖積河川特に扇状地河川の河道の計画や管理にとって、砂州の移動に伴う河道内流路変動や水衝部の推定は重要な課題である。この点も含めて、筆者はこれまで実際河川における中規模河床変動特性について調査・検討を進めてきている<sup>1-3)</sup>。扇状地河川の多くの区間で複列もしくは不規則な網状の砂州が認められ、流量の非定常性も加わり河床の変動は複雑となる。砂州の移動については、本来流れの3次元性や流砂の機構を厳密に考慮した検討が必要であるが、断面平均の水理量と関連づけられる簡潔な解析にも大きな工学的意義があろう。ここでは比較的一様河道に近い現地資料による砂州の移動についての検討結果を報告する。

## 2. 解析対象区間

解析の対象はFig. 1に示す富士川上流部B区間である。この区間の平均河床こう配は1/202、河幅は370~520m、わずかに存在する恒常的な高い砂州域を除けばほぼ全区間で単断面河道となっている。河床材料の粒度は(S.53年度調査による)水際部資料で、 $d_m=19.7\text{mm}$ ~ $33\text{mm}$ ,  $d_{30}=2.5$ ~ $6\text{mm}$ である。河床高資料は昭和57年3月および昭和58年3月の流下方向100mピッチの定期縦横断測量によるものである。この期間には最近の大出水、台風8210号洪水および台風8218号洪水が相次いで発生している。前者は最大流量が約 $4000\text{m}^3/\text{s}$ (K108, 浅原橋観測所)で後者は最大流量が約 $2000\text{m}^3/\text{s}$ である。なお、昭和58年に調査したFig. 1中のA区間は比較的短区間ではあるが台風8305号(最大流量約 $2000\text{m}^3/\text{s}$ )洪水の直前直後の河床資料による検討が行なわれ、砂州波長 $\approx 900\text{m}$ などを得ている<sup>3)</sup>。

## 3. 洪水に伴う砂州移動

各横断面平均河床からの高低を洪水前後それぞれに $\eta_1(x, y)$ ,  $\eta_2(x, y)$ とし( $x, y$ は縦、横断方向距離)、次の2次元相互相関を考える。

$$C(l_x, l_y) = \overline{\eta_1(x, y) \cdot \eta_2(x + l_x, y + l_y)} \quad (1)$$

Fig. 2はA区間におけるS.58年洪水直前直後の場合の相関値の分布を示す。詳細な河床形状との対比の結果、分布のピーク $P_1$ ,  $P_2$ は流れの非定常性に起因してそれぞれ砂州頂部の移動および大域的な砂州の移動に対応するものであることが知られている<sup>3)</sup>。

一方、Fig. 3はS.57年洪水のB区間内のA区間とはほぼ同一地点での河床相互相関の結果の例を示し、別の年の洪水による変化が判る。ただし、 $l_y$ の向きはFig. 2の場合と逆転している。Fig. 3は洪水直前直後の資料によるものでないこともあり、Fig. 2に較べて相関値のピークは顕著ではないが傾向は一致している。Fig. 3では2組のピークを示す  $l_x$ は、 $l_{x1} \approx 350\text{m}$ ,  $l_{x2} \approx 800\text{m}$ となり、昭和58年のA区間Fig. 2による $l_{x1} \approx 100\text{m}$ ,  $l_{x2} \approx 360\text{m}$ より増大して

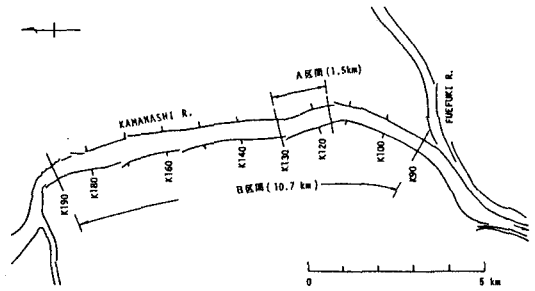


Fig. 1 解析対象区間

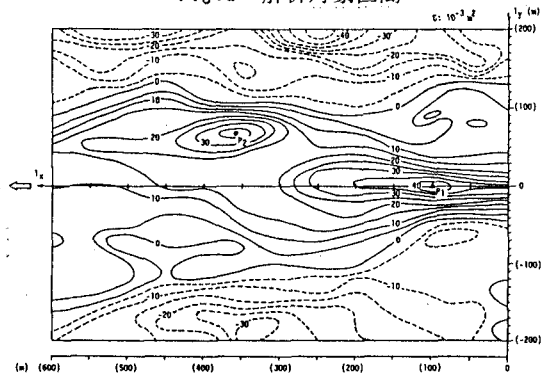


Fig. 2 洪水前後の河床の相関値の分布(A区間)

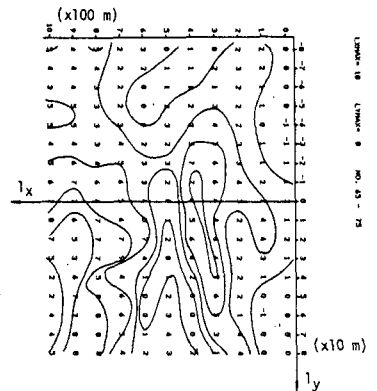


Fig. 3 S.57~58年河床の相関値の分布(B区間 K125地点)

いるが、これは主に昭和57年に生じた台風8210号洪水の規模が大きかったためと考えられる。各断面で、その断面から始まる下流1kmの部分データを $l_x$ の最大1kmまでとして式(1)による相関値を求める。Fig. 4はそのようにして代表的な断面毎に得られる相関値の第1位、第2位のピーク位置(流れ方向のみ、 $l_{xp}$ )を示したものである。

$l_{xp}$ のうち小さい距離のものを採り、前述の考察から高水位での砂州頂部の移動距離( $D_B$ )とすれば、 $D_B$ は100~500mを示す。

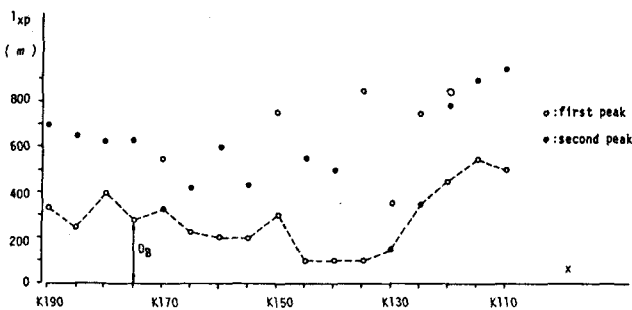


Fig. 4 洪水前後河床の相関値のピーク的位置

#### 4. 砂州頂部移動距離の推定

砂州の変形を無視し、よく用いられるFig. 5のような波高( $H$ )一定の2次元砂州の定常移動を考える。単位幅当りの掃流砂が砂州下流側斜面にすべて推積するとすれば、砂州移動速度を $W$ として次式(2)が成立する。

$$W = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{(1-\lambda)H} g_B \quad (2)$$

ここに、 $\lambda$ は河床(砂州)の空げき率である。掃流砂の全量が砂州下流斜面に推積せず、ある比率の掃流砂のみが砂州の移動に関係すると考えるのがより妥当であるが、ここでは仮にその比率を1.0としておく。 $g_B$ にはBrownの式を用い、式(2)を砂州頂部が水没する時間( $t_1 \sim t_2$ )で積分すれば、砂州頂部の移動距離(推定値 $D_{B,E}$ )として式(3)を得る。

$$D_{B,E} = \frac{10}{(1-\lambda)Hs^2g^2d} \int_{t_1}^{t_2} u_*^5 dt \quad (3)$$

ここに、 $u_*$ は摩擦速度、 $s$ は砂れきの水中比重、 $g$ は重力加速度、 $d$ は砂れきの粒径である。 $u_*(t)$ には一次元河床変動計算により洪水中刻々求まる値を用いる。また、積分区間 $t_1, t_2$ については、実際の計算では2回の台風洪水中で砂州頂部の水没水位に対応する流量(約1000m<sup>3</sup>/s)以上の時間に分割して考える。

Fig. 6は、河床資料からFig. 4のようにして得られた砂州頂部移動距離( $D_B$ )と式(3)による推定値( $D_{B,E}$ )とを各代表断面についてプロットしたものである。K120以下の断面( $\Delta$ 印3断面)では全体の傾向から逸脱するが、K125以上の区間では、多少のバラツキはあるものの $D_B$ と $D_{B,E}$ との比例関係が認められる。両者のオーダーの違いは、先に用いた $g_B$ のうち一定比率(Fig. 6からは0.15)の流砂のみが砂州の移動に関与すると思えば解消することになる。Fig. 6の比較的明瞭な関係は実河川での砂州の移動量に対して一次元的な解析による推定の可能性を示している。

#### 5. おわりに

以上の結果は、今回対象とした河道・流量条件のもとでのものであり、その一般性には多くの議論が残されるが、ほぼ一様幅直線河道に限れば、今後は断面平均水理量に集約された砂州移動量推定法の展開も有効と考えられる。最後に、貴重な河床測量資料を提供された建設省甲府工事事務所に深く謝意を表します。

#### <参考文献>

- 1) 砂田：第39回土木学会年講，1984,10.
- 2) 砂田：第40回土木学会年講，1985,9.
- 3) 砂田：土木学会論文集，No.363，1985,11.
- 4) 福岡・内島・山坂・早川：第27回水講，1983,2.

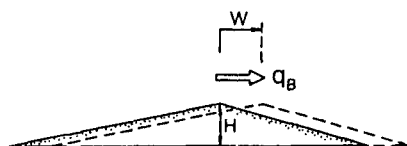


Fig. 5 2次元モデル砂州の定常移動

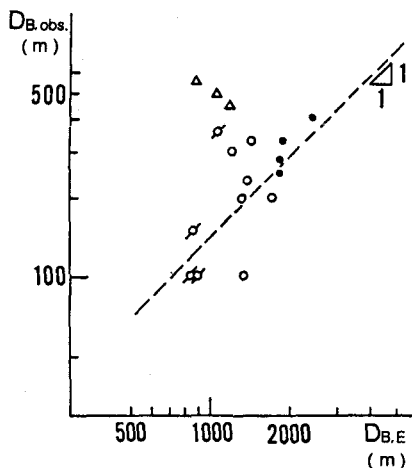


Fig. 6 砂州頂部移動距離の推定