

京都大学 防災研究所 正会員 藤田 裕一郎
京都大学 防災研究所 正会員 村本 嘉雄

1. はしきき： 中規模河床形態の形状特性として、砂州の波長（蛇行半波長） l_b 及び波高 z_b と水理量との関係を実測値によって検討し、その結果に基づいて4つの砂州形態を定義して、それらの形成領域区分図を示す。

2. 中規模河床形態に関する無次元量： 中規模河床形態を支配する物理量としては、 α , ρ , ν , g , d , I , h 及び B があげられ、 I にかえて U_b を用いれば、 α/ρ , $U_b d/\nu$, $\tau_b = U_b^2/(\rho g d)$, h/d 及び h/B の5つの無次元量が導かれる。いま対象としている現象では α/ρ は無視でき、 $U_b d/\nu$ も限界掃流力に与える影響だけに留意すればよいので、 τ_b , h/d 及び h/B が中規模河床形態に関する無次元量になるが、形状特性に関しては流砂と水流の状態を考慮して、 τ_b/τ_c , Fr 及び h/B を、形成条件に関しては水路形状に関する水理量に重複のない $I/(\rho g d)$, h/d 及び B/d を用いて検討を行う。なお、記号は慣用に従っている。

表 検討に用いた実験値と記号

木下	砂 石炭粉	○	融注川	砂	♀	Chang elal	砂 アラスカ州 焼粉花工	○
芦田 堀見	砂	○	風間	メタイト	○	水山	砂・礫	○
芦田 兼井	〃	○	池田	砂	○	着者ら	砂	○

3. 中規模河床形態の形状特性： 右表に示した実験値を用いて l_b/B 及び z_b/B の h/B , Fr 及び τ_b/τ_c による変化を検討するとそれぞれ図-1及び図-2のようになる。 l_b/B は1.6~13の約8倍の変化幅を持ち、 $h/B < 0.1$ では Fr にほぼ無関係に2~4であるが、 $h/B > 0.1$ とくに $h/B < 0.04$ では Fr によって3~12の変化をし、 $Fr=1.0$ で極小値を持つ。つぎに、 z_b/B も $h/B=0.1$ を境にして変化特性が変わるが、 l_b/B とは逆に $h/B < 0.1$ では Fr による影響が大きく $Fr=1.0 \sim 1.2$ で極大値を持ち、一方 $h/B < 0.1$ とくに $h/B < 0.04$ では Fr にはほぼ無関係である。また、両者とも実験値の範囲は $\tau_b/\tau_c < 12$ に限られ、この範囲では τ_b/τ_c の影響は明

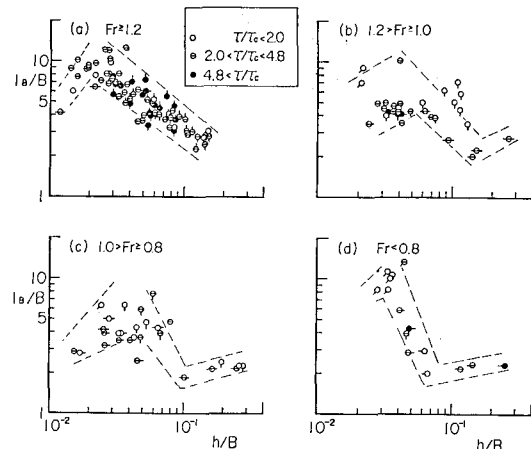


図-1 l_b/B と h/B との関係

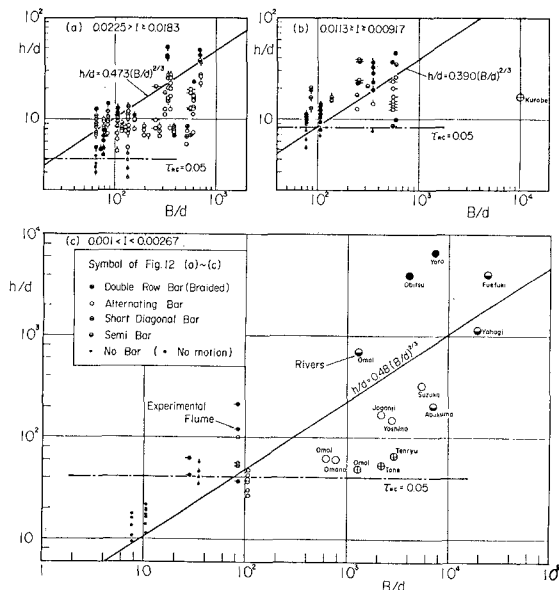


図-3 $B/d - h/d$ 平面上的交互砂州の形成境界線

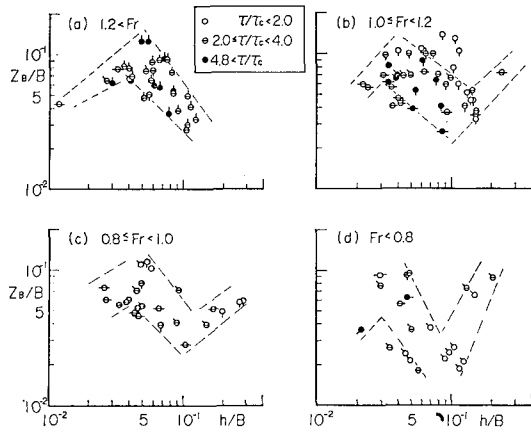


図-2 z_b/B と h/B との関係

確でない。なお実河川の測定値は実験値の左下方の延長上にくるようである。

4. 中規模河床形態の分類:

中規模河床形態は、図-1, 2 の l_b/B と z_b/B のプロット付近で明瞭な交互砂州となり、その左右にずれに従って l_b , z_b ともに減じるが、 $h/B < 0.1$ では z_b のみが増大するのでこの特性を考慮するところの4つに分類できる。

1) 複列砂州 (網状流路) Double row bar (Braided stream): $l_b/B \leq 3$, $z_b/B \leq 0.03$

前縁の乱れた複雑な形状を呈する。

2) 交互砂州 Alternating bar: $l_b/B \geq 4$, $z_b/B \geq 0.04$

3) 準砂州 Semi-bar: $z_b/B \leq 0.04$ 直線的な前縁が重なり合い、木下の準砂堆、池田の単列砂蛇行にほぼ対応する。

4) 短対角州 Short diagonal bar: $l_b/B \leq 3$, $z_b/B \geq 0.04$

小規模河床形態と共存することが多い。

5. 交互砂州の形成条件: 上の各河床形態の形成条件は交互砂州のそれとの相対的關係によって把握されよう。二二では前表の砂を用いた実験結果と池田のまとめた実河川の資料に対して、 $I = 0.001 \sim 0.133$ の範囲で16段階に分け $h/d - B/d$

図上で交互砂州の形成領域を求めた。図-3に例示するよう

に、すべての I に対して形成限界線は $\frac{h}{d} = R(I) \left(\frac{B}{d} \right)^{1/3}$ で近似されることが明らかになった。つぎに、 $R(I)$ と I の関係を検討すれば図-4のようであって、 $I \geq 1/20$ では $R(I)$ は減少するが、 $I \leq 1/20$ の範囲で $R(I) \approx 0.45$ となり、交互砂州の形成限界は、ほぼ I に無関係に $\frac{h}{d} = \left(\frac{B}{d} \right)^{1/3}$ で与えられることがわかる。したがって、 $\frac{h}{d} / \left(\frac{B}{d} \right)^{1/3} - \frac{1}{I}$ 平面上で交互砂州の形成領域を検討し、それを単純化すると図-5の点線の領域になり、つぎの關係で表される。

1 < $\tau/\tau_c < 12$, $0.15 \leq \frac{h}{d} / \left(\frac{B}{d} \right)^{1/3} \leq 0.45$ (1)

6. 中規模河床形態の形成領域: (1) の条件は、1 < $\tau/\tau_c < 12$,

$0.15 \left(\frac{h}{d} \right)^{1/2} < \frac{h}{d} < 0.45 \left(\frac{h}{d} \right)^{1/2}$ となり、3.の結果から $\frac{h}{B} = 0.1$ で「準砂州」と

「短対角州」を区別すると、中規模河床形態の形成領域は図-6, 7の実験

のようになる。図-7には砂と比重の異なる実験値(池田)や実河川の資料が記入されている。上方に大きくはなれる実河川の点は $\tau/\tau_c > 30$ のものであって形成領域区分との対応は全体に良いといえるが、区分線の傾きをそろえた方(鎖線)がよりよく一致するようである。この場合、図-3の限界線の傾きは $3/4$ から $1/4$ に変わるが大きな変化とはならない。なお、従来の領域区分 $u_b/u_{*c} = a(BI/a)^n$ ($R=a$ とみ直す)では、岸・黒木の与えた $n=1/2$ のとき I に無関係となるが、図-7には $u_{*c} = 0.05a$ と合のこの関係を破線であらわしてある。

7. あとがき: 以上、主に実験値について検討結果を述べたが、実河川資料を含めて検討を深め、考察してゆきたい。図-6 中規模河床形態の形成領域

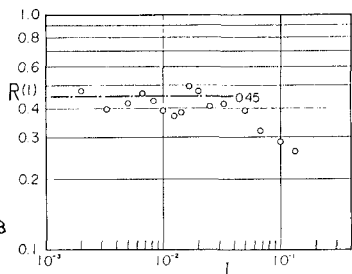


図-4 $R(I)$ と I の関係

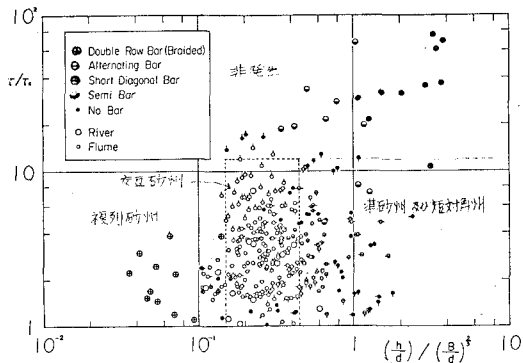


図-5 $\frac{h}{d} / \left(\frac{B}{d} \right)^{1/3} - \frac{1}{I}$ による交互砂州の形成領域

図-5 $\frac{h}{d} / \left(\frac{B}{d} \right)^{1/3} - \frac{1}{I}$ による交互砂州の形成領域

6. 中規模河床形態の形成領域: (1) の条件は、1 < $\tau/\tau_c < 12$,

$0.15 \left(\frac{h}{d} \right)^{1/2} < \frac{h}{d} < 0.45 \left(\frac{h}{d} \right)^{1/2}$ となり、3.の結果から $\frac{h}{B} = 0.1$ で「準砂州」と

「短対角州」を区別すると、中規模河床形態の形成領域は図-6, 7の実験

のようになる。図-7には砂と比重の異なる実験値(池田)や実河川の資料が記入されている。上方に大きくはなれる実河川の点は $\tau/\tau_c > 30$ のものであって形成領域区分との対応は全体に良いといえるが、区分線の傾きをそろえた方(鎖線)がよりよく一致するようである。この場合、図-3の限界線の傾きは $3/4$ から $1/4$ に変わるが大きな変化とはならない。なお、従来の領域区分 $u_b/u_{*c} = a(BI/a)^n$ ($R=a$ とみ直す)では、岸・黒木の与えた $n=1/2$ のとき I に無関係となるが、図-7には $u_{*c} = 0.05a$ と合のこの関係を破線であらわしてある。

7. あとがき: 以上、主に実験値について検討結果を述べたが、実河川資料を含めて検討を深め、考察してゆきたい。図-6 中規模河床形態の形成領域

図-7 形成領域の検討

図-6 中規模河床形態の形成領域

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

図-7 形成領域の検討

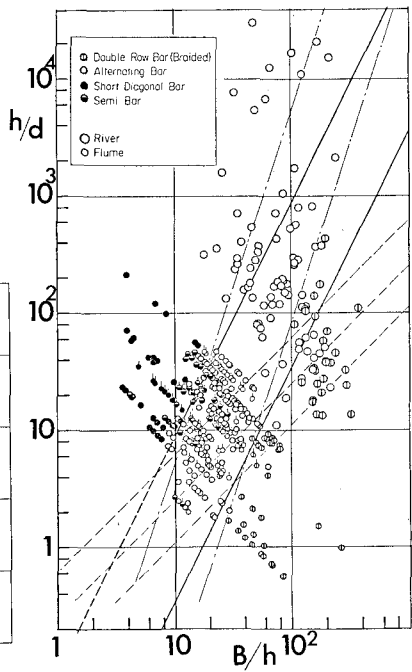


図-7 形成領域の検討