

1. まえがき

中規模河床波（砂礫堆）と小規模河床波（Ripple, Dune）とが重なる場合は 以下のような事が考えられる。

- ① 小規模河床波を生ずる河床が、河道の蛇行によって強制的に中規模河床波を形成する。
- ② 中規模河床波上の水理量の片寄りによって、部分的に小規模河床波が重なる。
- ③ 中規模河床波を形成した流量が変動し、中規模河床波が消滅しないまま、その上に小規模河床波が重なる。
- ④ 中規模河床波と小規模河床波が、同時に生ずる水理量が存在し、その場合に両者は共存する。

一般に小規模河床波の形成に支配的と考えられる、 τ_* , H/d , U_b/U_{*c} などの値から見ると、小規模水路による砂礫堆形成に関する多くの実験は、RippleやDunesの形成領域外の場合が多く、それらで形成されても中規模および小規模河床波の高さスケールが同様であるため、共存の判別が付き難かったであろう。ここでは、④の場合について実験を行い、両者が共存することを確認、中規模河床波を名めた河床形態領域区分法に検討を加えた。

2. 実験結果

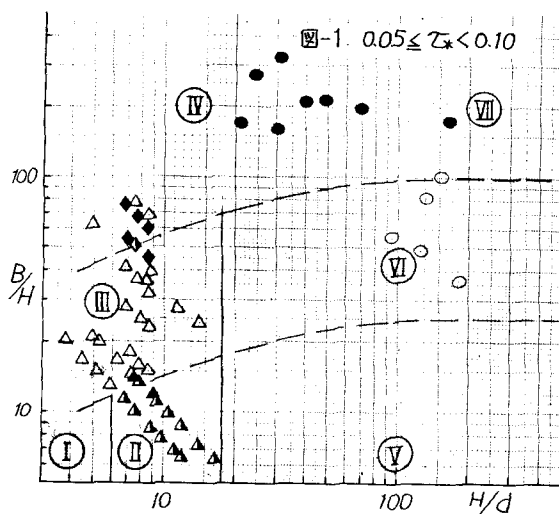
実験は中規模および小規模河床波を同時に形成させるため、幅75cmの水路と粒径0.031cmの砂を用い、流量と河床勾配を変化させて行った。実験中、上流端には助走区間を設け、流れの片寄りを生じないように（初期水平横断面形状を保つよう）に適宜供給砂を施した。実験の水理量および河床形態は下表に示す通りである。CASE-1では、水路一面にRipplesが生じただけであったが、CASE-2ではRipplesのうち特に高い部分が斜め交互の連なった線を形成し、いわゆる準砂礫堆に相当するものと判断された。CASE-3では、交互に生じた斜の線の上流側が高くなって前縁線を形成し、明らかに砂礫堆とRipplesの重なった状態が水路全面に見られた。CASE-4ではRippleをのせた古状Duneが徐々に発達して砂礫堆を形成し、両者の重なった状態となった。CASE-5では古状Duneの発達に伴い流れが片寄って、砂礫堆上でFlat bed 又はAntiduneになる部分とDunes又はRipplesになる部分とが見られた。CASE-5は、Ripplesが顕著であるが、不明瞭ながら二列砂礫堆と重なっているのが見られた。

表-1 実験一らん表 $B = 75\text{ cm}$, $d = 0.031\text{ cm}$

CASE	$Q\text{ } \frac{1}{s}$	$H\text{ cm}$	I	$U_{*c}\text{ cm/s}$	τ_*	B/H	H/d	U_b/U_c	U_b/U_{*c}	$I\text{ } B/H$	通水時間	河床形態
1	21	9.2	$1/588$	3.92	0.306	8.15	297	12.2	245	0.0139	7	Ripples
2	65	3.9	$1/400$	3.09	0.191	19.2	126	9.58	1.93	0.0481	30	Ripples/準砂礫堆
3	5.0	3.3	$1/217$	3.86	0.297	22.7	106	12.0	2.41	0.105	20	Ripples/砂礫堆
4	5.0	2.2	$1/123$	4.19	0.350	34.1	71.0	13.0	2.62	0.277	5	Ripples/砂礫堆
5	9.2	2.2	$1/112$	4.38	0.384	34.1	71.0	13.6	2.74	0.304	2	Ripples/砂礫堆
6		1.0	$1/100$	3.13	0.196	75.0	32.3	9.70	3.83	0.750	14	Ripples/二列砂礫堆?

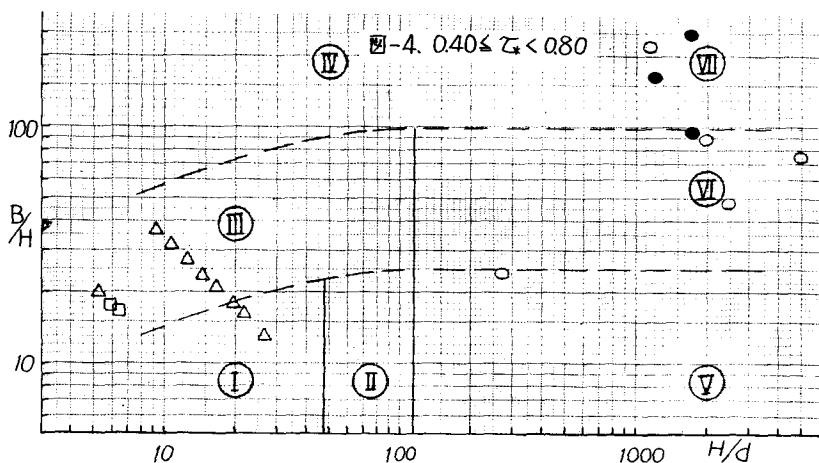
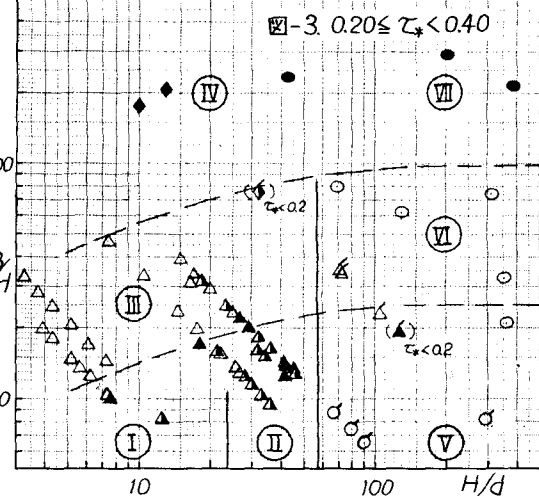
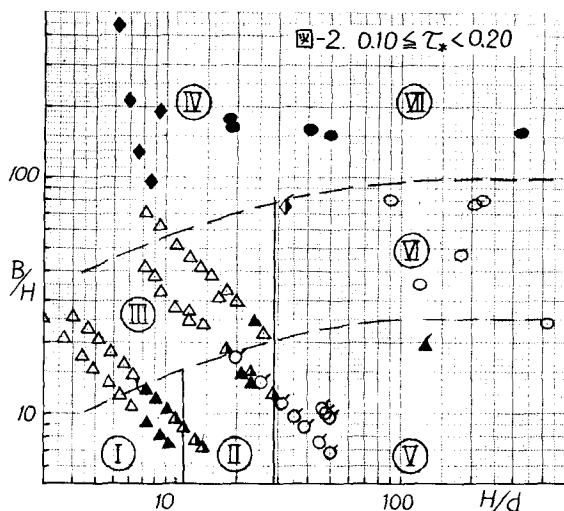
3. 河床形態の領域区分

U_b/U_{*c} と $I\text{ } B/H$ を用いた領域区分法では、 $I_1\text{ } B_1/H_1 = I_2\text{ } B_2/H_2$ ($I_1 \ll I_2$, $B_1/H_1 \gg B_2/H_2$) の様な二つの水路で、 U_b/U_{*c} を一定とした場合に、同一の河床形態が現れること（拘動床必ずみ模型の相似性）が必要となる。一般には拘動床必ずみ模型の相似性は成立たないため、少なくとも U_b/U_{*c} , B/H , I （あるいは τ_* , B/H , H/d ）の三量による領域区分が適当である。図-1, 2, 3, 4, は、木下、池田、筆者の実験値および実河川のデータを、 τ_* 毎に $B/H \sim H/d$ 図上で領域区分をしたものである。中規模河床形態に関する区分は τ_* にあまり影響されず、 B/H と H/d とで決まるようである。複列砂礫堆は、二列、複列、網状、ウロコ状などの区分を行う必要がある。小規模河床



形態については、 τ_* と H/d で区別されると考えて、 $\psi_{1/4} = 10$ の仮定によって、 $F_r = 0.9$ と $F_r = 1.4$ の線を図中に実線で表わした。 $F_r = 0.9$ より右の領域 ($F_r < 0.9$) は Lower Regime、左の領域 ($F_r > 0.9$) は Upper Regime に対応し、Lower Regime の (Ⅳ)(Ⅴ) には、中規模および小規模河床波の共存が見られる。また、 $0.9 < F_r < 1.4$ には波状跳水が見られる。

$B/H \sim H/d$ 図上では B/d 一定のものが右下り 45° の線上に現れ、左下に小規模水路の実験値、右上 (図-4) に砂河川のデータがプロットされる。また、その間の中間に扇状地河川や綫化帯河川のデータがあり、 τ_* の値も考慮すると、地域区分を含めた河道形態とその河床形態との関連を読みとることができよう。



- 凡例
- 砂れん
 - ▲ 単砂礫堆
 - △ 波状跳水
 - △ 単列砂礫堆
 - ◇ 単列~二列砂礫堆
 - ◆ 複列砂礫堆
 - ▲ 単砂礫堆+砂れん
 - △ 単列砂礫堆+砂れん
 - ◇ 単列~二列砂礫堆+砂れん
 - 単列砂礫堆(実河川)
 - 複列砂礫堆(実河川)
 - ① 平坦河床~単砂礫堆領域
 - ② 波状跳水~単砂礫堆領域
 - ③ 単列砂礫堆領域
 - ④ 複列砂礫堆領域
 - ⑤ 小規模河床波領域
 - ⑥ 小規模河床波+単列砂礫堆領域
 - ⑦ 単列砂礫堆
 - ⑧ 小規模河床波+単列砂礫堆領域
 - ⑨ 複列砂礫堆

4. 今後の課題

B/H , H/d の共に大きな領域における実験データの集積が望まれる。