

河床波の発達と砂粒移動の特性

京都大学工学部 正員 中川 博次  
 京都大学大学院 学生員 辻本 哲郎  
 京都大学大学院 学生員 ○矢田 篤

1 まえがき 本研究は流水に対する河床形状の応答特性を明確にするために、平坦河床からの河床波の発達特性を調べ、また、河床形状と流砂特性の相互作用の著しい非均質場（非一様・非定常）の流砂機構を解明するための基礎資料として、河床形状の測定資料より河床波上での砂の移動特性を検討したものである。

2 実験と測定値処理 実験は長さ 9m、幅 33cm の鋼製勾配可変水路で行ない、うち

中央 7m を移動床部とし上流端で給砂を行なった。通水後 1, 3, 5, 10, 20, …, 150 分後における河床縦断形状  $y_t(x)$  を自走式超音波測深器（27cm/sec）によって測定、記録した。また、60~90, 90

~120, 120~150 分の間の一点の河床高の時間的変化  $y_x(t)$  も併せ測定した。得られたデータは、 $y_t(x)$  については 0.8 cm、 $y_x(t)$  については 2 秒幅でデジタル化され、校正された。なお、実験条件は表-1 に示すとおりである。

3 河床波の発達特性について  $y_t(x)$  はこれまでも指摘されているように初期から正規分布に近いが、図-1 に示すように分布形は若干平坦である。図-2 に示すスペクトル密度も相当初期から概ね同形が得られるが、時間とともに低周波成

表-1

RUN NO.	d(cm)	$\sigma/p$	f	h(cm)	$\tau_*$	Re*
A-1	0.065	2.60	1/500	8.20	0.158	26.7
A-2	0.065	2.60	1/500	6.65	0.128	23.5
A-6	0.065	2.62	1/500	10.00	0.193	28.8
A-12	0.065	2.62	1/200	8.00	0.384	40.7
B-8	0.140	2.62	1/200	7.70	0.170	86.0
B-9	0.140	2.62	1/200	9.50	0.209	95.5
C-5	0.096	2.62	1/300	7.80	0.167	48.5
C-9	0.096	2.62	1/200	7.20	0.232	57.0
C-10	0.096	2.62	1/200	8.50	0.273	61.9
D-2	0.019	2.57	1/500	5.00	0.335	6.0

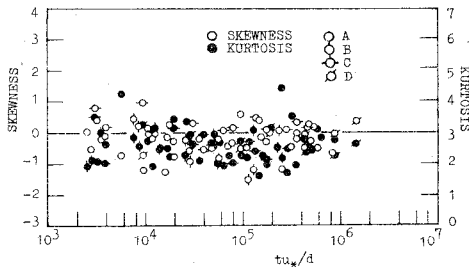


図-1

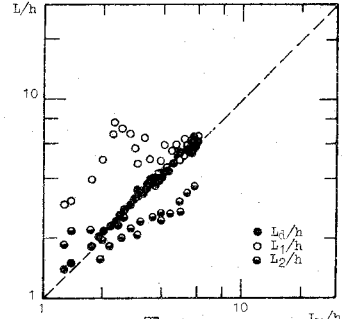


図-3

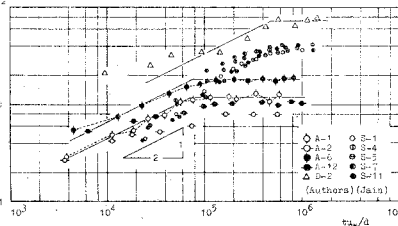


図-4

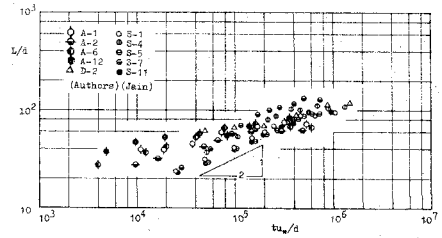


図-5

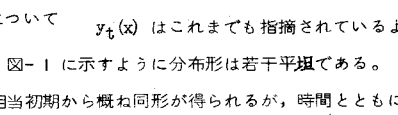


図-7

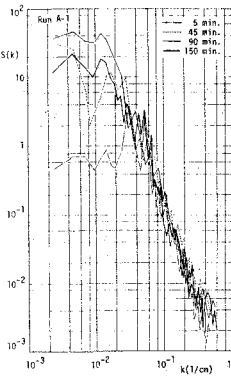


図-2

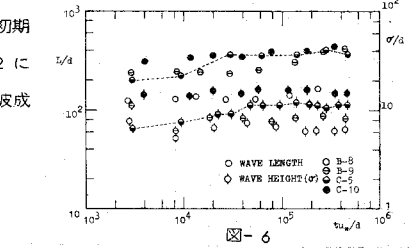


図-6

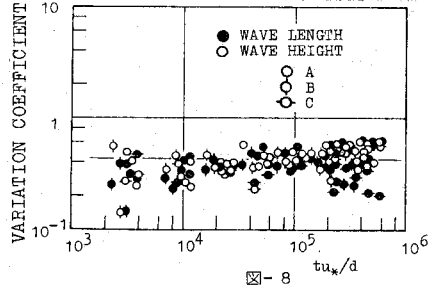


図-8

分が増加し分散 ( $\sigma^2 = M_0, M_1$ : スペクトルの 1 次モーメント) が増加する傾向を示している。波高、波長に相当する量としては実測されるもの他に  $\sigma, L_1 = M_0/M_1, L_2 = \sqrt{M_0/M_2}, L_u, L_d$  (zero crossing 間隔) が考えられるが、波長については図-3 に示されるように優位性の判断は困難である。波高については  $\sigma/H$  はほぼ 1.6~2.2 であった。 $\sigma, L$  の時間的変化を図-4, 5, 6 に示した。粒径の小さい A, D 砂では時間の平方根にほぼ比例して増加するが、B, C 砂では顕著な発達が見られない場合が多い。なお、増幅過程を外挿して  $tu_*/d = 10^4$  での  $\sigma/d$  を図-7 に示したがほぼ  $\sigma_c$  に比例すると考えられる。また、前報<sup>1)</sup>と同様、発達過程において波長・波高の変動係数は一定で 0.3~0.5 であった (図-8 参照)。

#### 4 河床波上の砂粒移動の特性

今回の実験で得られた河床データから図-9 で定義されるような step length, および Hubbell<sup>2)</sup> の定義による rest period の特性を検討した。これによって得られた rest period の分布は図-10 に示されるようにほぼ  $r=1.2$  の Gamma 分布に近い。ここで Gamma 分布は、 $f(z) = k^r \Gamma^{-1}(r) z^{r-1} e^{-kz}$  で表わされる。また rest period およびその標準偏差の  $y$  方向の分布は図-11, 12 に示されるように、

$$T/T = \sigma_T / \sigma_T = \exp(-0.9y/\sigma)$$

が認められた。図-13 には各  $y$  に対する rest period の分布が示される。一方、step length は波長と同様の増加傾向を示し、その分布は図-14 に示されるように時間的に確実に変化する。Gamma 分布をあてはめた場合のパラメータ  $r$  の時間的変化は図-15 に示されるように、発達過程の一種の指標になっていると考えられる。

なお、これらの量を用いて、式

$$q_B = (1 - \rho_0) \bar{\lambda} H / T$$

( $\rho_0$ : 砂の空きき率) で計算される流砂量は図-16 に示すように実測値とよく一致した。

#### 5 あとがき

以上、河床波の発達と流砂特性のいくつかが明らかになされたが、あいまいな点も多く更に検討しなければならないと考える。

参考文献 1) 中川・辻本・本部: 土木学会第30回年講概要集, 1975. 2) Hubbell and Sayre: Proc. ASCE, HY, 1965, 3) Jain: Ph. D. thesis, 1970.

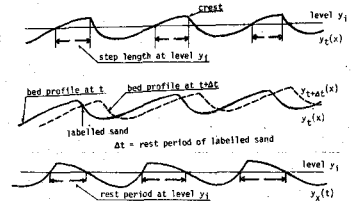


図-9

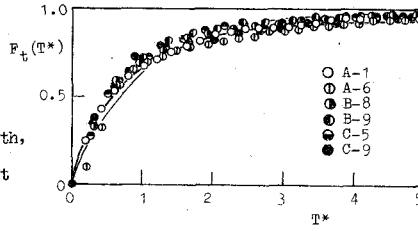


図-10

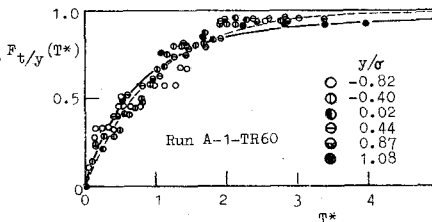


図-11

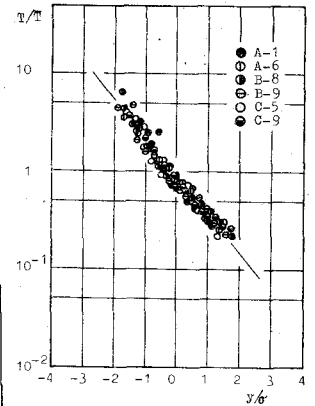


図-12

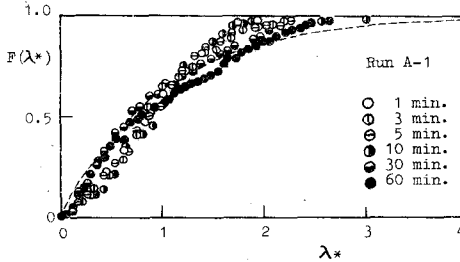


図-13

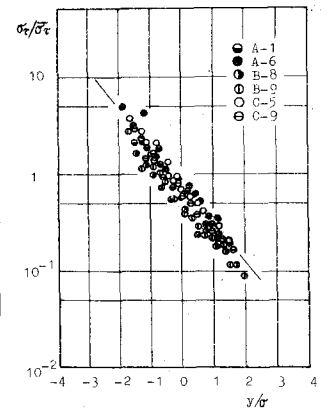


図-14

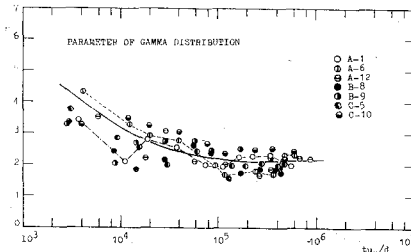


図-15

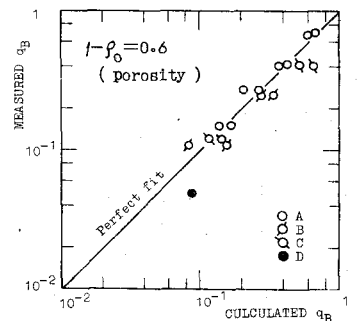


図-16