

sand waves 成長過程における波形的変化について

大阪大学工学部 正 室田 明
大阪大学工学部 正〇多田 勝彦
大阪大学工学部 学 平田 健正

1. 実験水路の河床を平坦にならしめて通水すると、まず砂面の所々に河床波が発生し、徐々に水路全長にわたって波形成され、全体として成長し定常状態に至る。本研究はこのように河床波の成長から定常状態に至る過程において、波形の集合特性がどのように変化するかを実験的に調べたものである。

実験水路は幅 50 cm、長さ 20 m のアクリル樹脂製可変勾配のもので、 $d_{50} = 0.26 \text{ mm}$ 、 $\phi = 0.09 \text{ mm}$ の砂を用いて実験を行った。方法は、適当な通水時間の後、河床波を乱さないように水を止め、水路中央部に河床縦断を point gage で 1 cm 間隔、960 点の測定を行った。更に通水時間を加えて、定常状態に至るまで測定を行った。それぞれの成長過程において下流端堰の操作により零流状態を維持した。実験 case と水流量は表-1 に示す。なお各実験 case における最初の測定は、水路全長にわたって河床波の発生が見られたと思われる適当な時間に行っている。

2. i. 分散：図-1 は通水時間と河床高さの平均値からの分散の関係を示したものである。時間とともに分散の増加が見られるが、立ちあがり時間の相異は河床のしめ込み程度や差および掃流力の違い等による河床波発生機構によるものと思われる。一旦河床波が水路全体に発生すると全実験 case において、 $\sigma^2 / \log T = \text{const.} \approx 0.46 \text{ cm}^2/\text{min.}$ の関係を保ちながら成長し定常状態に至る。パワースペクトルの一例を図-2 に示す。これより、分散の増加は低波数域のパワーの増加のみが寄与し、高波数域では大体 -2.5 度の平衡領域が存在するようである。他の実験 case も全て同様の傾向を示している。

ii. 波高および波長：

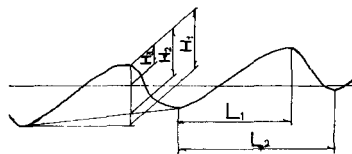


図-3 波高に波長の定義

表-1

	勾配	$Q \text{ (l/sec.)}$	$T \text{ (min.)}$	$H \text{ (cm)}$	$U \text{ (cm/sec.)}$	$R \text{ (cm)}$	Fr
I	1/500	15.0	0	9.2	32.8	8.43	.346
			10	9.3	30.8	9.05	.315
			20	9.8	30.8	9.05	.315
			40	9.9	30.5	9.16	.310
			80	10.0	30.0	9.31	.303
			160	10.0	30.0	9.31	.303
II	1/500	12.5	0	8.5	29.4	7.93	.322
			60	9.3	21.5	8.64	.225
III	1/1000	10.0	120	10.3	19.4	9.67	.193
			180	10.3	19.4	9.67	.193
			240	10.3	19.4	9.67	.193
			300	10.3	19.4	9.67	.193
IV	1/300	10.0	0	6.0	33.3	5.67	.434
			10	5.8	34.9	5.41	.465
			20	6.0	33.4	5.67	.434
			40	6.0	33.4	5.67	.434
			80	6.0	33.4	5.67	.434
			160	6.0	33.4	5.67	.434
I	1/500	15.0	$T = 15, 25, 45, 75 \text{ min.}$				

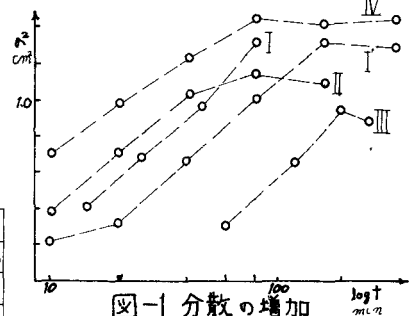


図-1 分散の増加

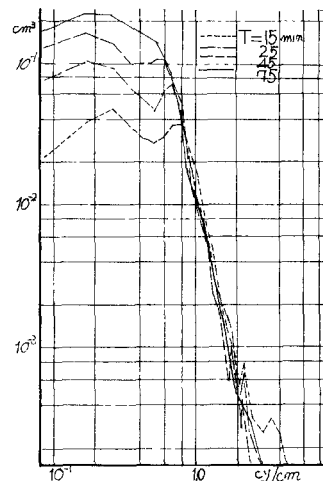


図-2 パワースペクトルの成長

河床波の不規則性や、小さい crest の判別が困難なことから、図-3の定義を採用し波形を判別し難いものは除きデータよりピックアップした。図-4a, b, c, は H_1, H_2, H_3 の分布図の一例を示す。 H_1, H_2 はともに河床波成長初期では正規分布に近いが、成長して行くと約20%の所に折れ曲るような分布形状となる。この上側部分だけの分布は図-4dに示すように正規分布となるようである。 H_1 は H_2 に比較して小さい値をとるが、これは大きな crest 背斜面上に乗ったような波形の多いことを示している。 H_3 は本実験 case では正規分布に従うと思われる。図-5a, b, c は L_1, L_2, L_3 の分布図である。 L_1, L_2 はいずれも正規分布に従い成長に従って分布形が扇形に広がる。標準化する一歩の直線で表現できる。 L_3 は zero-crossing の波長であり Ray-Leigh 型分布をするようである。

図-6 a, b はそれぞれ $H_1/L_1, H_2/L_2$ の分布形を示す。前者は上流側斜面勾配にあり、成長に従い急勾配のものが増加する傾向がある。定常状態を比較するといずれも同型の分布を示し50%の値は0.17となる。後者は steepness で、本実験範囲では河床波成長期、定常状態にかかわらず等しい分布形を示す。等しい砂と河床形態の場合には、河床波は等しい分布形の steepness を保ちながら成長し定常状態に至ることが分かる。

それぞれの分布形間の関連および水理量との関係における成長過程と定常状態の比較は講演時に報告する予定である。

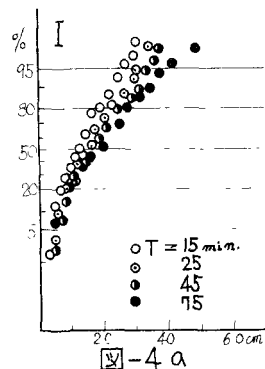


図-4 a

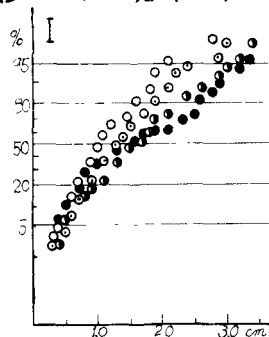


図-4 b

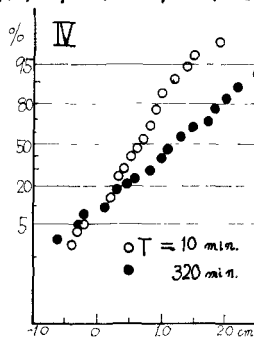


図-4 c

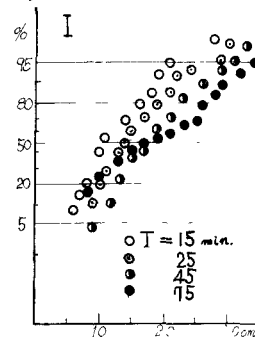


図-4 d

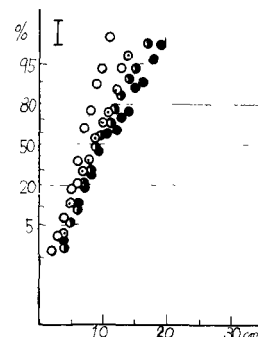


図-5 a

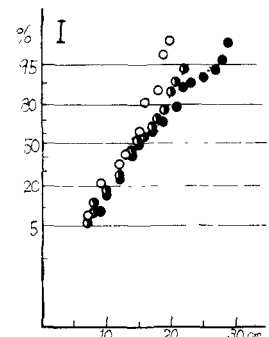


図-5 b

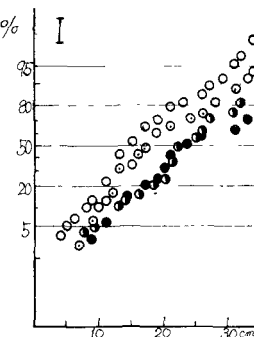


図-5 c

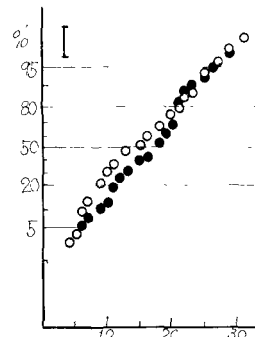


図-6 a

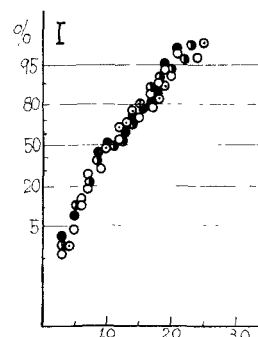


図-6 b