

北大正 森 明 巨

北大正 岸 力

北大院学 藤 田 有 悦

1. はじめに

二次元移動床流れにおける dune の崩壊過程の解明は、transition 領域の抵抗、流砂量などは推定するうえに重要な問題であるがまだ充分な研究がなされていない。dune の崩壊は河床波の crest からの浮遊砂の発生と強い相関があると思われる。また、浮遊砂の発生には河床附近の流速が大きな要因となっているであろう。著者らは前年度の報告⁽¹⁾、林⁽²⁾の理論を応用して流速と砂面変動のスペクトラムの関係が (1) 式で近似できることを示した。

$$S_{u(k)} = \left[\frac{2\pi U_m k (\cosh 2\pi k y + 2\pi F^2 k \sinh 2\pi k y)}{\sinh 2\pi k h - 2\pi F^2 k \cosh 2\pi k h} \right]^2 S_y(k) \quad (1)$$

S_u, S_y : それぞれ流速、河床波のスペクトラム、 U_m : 平均流速、

$k = 1/\lambda$, λ : 波長、 h : 水深、 F : フールド数

そこで、今年度は、河床波の崩壊過程を解明するための第一歩として、dune のスペクトラムと水理量の関係を調べた。

2. スペクトラムの形状

芦田⁽³⁾は、河床波が dune の場合 zero up cross 法により定義される波高、波長の分布が Rayleigh 分布で近似できることを示した。著者らも新たな資料からこのことを確かめた。波高が Rayleigh 分布をもち、河床変動の分散 σ_y^2 と平均波高 $\bar{\Delta}$ の間には (2) 式が成立する。この関係が図-1 に示されている。

$$\bar{\Delta} = 1.88 \sigma_y \quad (2)$$

また、dune の幾何学的形状は、上流側は緩勾配であり、下流側は急急角に近い急傾斜をせしめ、水理量によらず相似な形をせしめる。

以上のことから dune のスペクトラムは、 $\bar{\Delta}$, λ (平均波長) を用いて普遍関数で表示できるものと予想される。

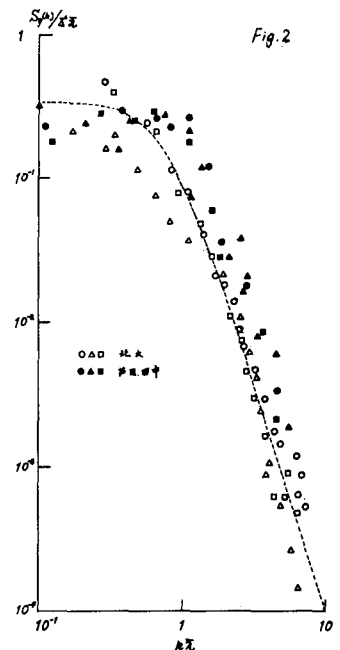
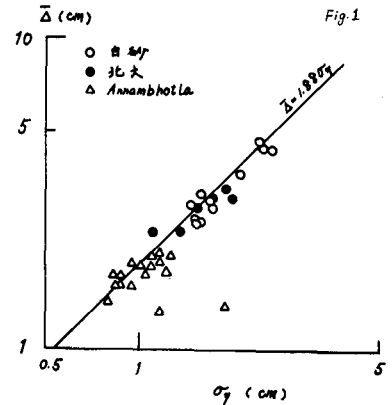
河床波スペクトラムの形状は、高波数域で日野⁽⁴⁾が導びいた (3) 式の関係が良く成立している。

$$S_y(k) \propto k^{-3} \quad (3)$$

一方、低波数域では peak の存在について若干の議論があるがまだ明確な結論はない。しかし、peak があっても dune の不規則性から考えればほぼ明確な peak は予想されない。また、本研究の目的には、peak の存在はそれほど重要な影響をもたないと思われるので peak はないものとした。以上のことを考慮して、スペクトラムを (4) 式の様な簡単な形で与えた。

$$S_y(k)/\bar{\Delta}^2 \lambda = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \frac{\alpha C^2}{1 + (\alpha \lambda k)^2} \quad (4)$$

ここで、 $C = 0.532$ であり、 α は実験定数である。図-2 にスペクトラムの実測値が示されている。図中の実線は、 $\alpha = 1.3$ としたときの (4) 式の計算値である。図から (4) 式が比較的良くスペクトラムを近似しているの



がわかる。次に、 Δ 、 r と水理量の関係と調べた。

3. Δ 、 r と水理量の関係

以下の解析には Guy, Simons & Richardson⁽⁶⁾の資料を用いた。

波長: dune 上の流れのスペクトラムが (1) 式で良く近似されることから (5) 式の関係が予想され、(6) 式が得られる。

$$f_1(\lambda, Pw, r, g, V_m) = 0 \quad (5)$$

$$r/r = f_2(F) \quad (6)$$

Jain & Kennedy⁽⁶⁾によくと r/r は $F^{5/2}$ に比例すると思われる。このことを考慮して資料を整理した結果 (7) を得た。(7) 式にお

$$r/r = AF^2 \quad (7)$$

ける A は粒径により変化する。粒径のみにより決まる無次元量 $w_0/\sqrt{g\Delta}$ (w_0 : 砂粒の沈降速度, S : 砂粒の比重) との関係と求めると (8) 式が得られた。

$$A \propto (w_0/\sqrt{g\Delta})^{-2} \quad (8)$$

(7), (8) 式より (9) 式が得られる。

$$r/d = \beta (V_m/w_0)^2 \quad (9)$$

図-3 に (9) 式の関係が示されている。図から $\beta = 23$ とおくと r/d の実測値と (9) 式による計算値が比較的良好に対応するのがわかる。

波高: 椿ら⁽⁷⁾は、椿らによる河床波発生理論より得られる移動速度を用いて r/r と (10) 式で与えた。

$$\frac{\Delta}{r} = \frac{1.33(1-F^2)\{(2\pi R/\lambda)^2 E^2 + 1\}}{5(2\pi R/\lambda)^2 E g + M + 2\alpha} \quad (10)$$

E : 流砂の非平衡を表わすパラメーター, $g=3$, $\alpha=1/6$

図-4 に (10) 式による計算値と実測値の比較が示されている。

図によれば計算値は $r/r > 0.1$ で実測値に比べ小さい目である。

(10) 式における g, α は河床波発生初期における r/r_s の関数であるが、上記の数値は $r/r_s \approx 20$ 程度に対応する。又、 M は河床での局所流速と剪断力との関係及び砂粒の移動機構とに関連する量であり $M=2$ を導びいている。これらの問題は未解決の点が多く、また、河床波の崩壊とも関連するので今後検討したい。いま、 r/r_s のかわりに r/d を用い、 $r/d \approx 500$ とし $M=0.5$ とすると図-5 が得られる。図によれば、 $r/r > 0.1$ の計算値と実測値が比較的良好に一致している。

参考文献

- 1) 岸, 森, 土木学会第30周年講, 1975年
- 2) 林, A.S.C.E. vol 96, HY2 1970年
- 3) 芦田, 田中, 京大防災研年報第10号 1967年
- 4) 日野, J.F.M. vol 34 1968年
- 5) Guy, Simons and Richardson, USGS Prof. Paper 1966年
- 6) Jain and Kennedy, J.F.M vol 63, 1974年
- 7) 椿, 渡辺 「沖積地河川における河床形態と流体抵抗の研究」最終報告書 1975年

