

京都大学防災研究所 正会員 土屋 義人
 京都大学大学院 学生会員 ○河田 恵・昭

1. 緒言 ニれまで、多くの研究者によって、各種流砂量式や河床形態の区分図が発表されてきた。しかしながら、これらを実際に適用する場合、その妥当性について詳しく検討する必要があることはいうまでもないが、移動床流れの粗度と河床形状に関する研究小委員会の最近の報告にみられるように、いまだ統一的なものはいえられていないようである。著者らは、この研究の第一歩として、これまで実施された各種の掃流砂量および河床形態に関する実験値を、その実験条件などを検討して用い、次元解析の立場から河床形態の区分および掃流砂量の無次元表示について考察し、同様な現象である飛砂についても、流砂との関連で若干検討した。

2. 河床形態の区分 河床形態の区分および掃流砂量の表示に關係する支配的な物理量について次元解析を行なうと、 $X_i = f(u_*^2/(\sigma/\rho-1)gd, R/d, \sigma/\rho)$ となる。ここに、 X_1 : 河床形態を表わす関数および X_2 : q_b/u_*d , q_b : 掃流砂量, u_* : 摩擦速度, d および ρ ; それぞれ砂粒および流体の密度, R : 径深である。密度比 σ/ρ は河床形態および掃流砂量におよぼす影響が小さいとみなして省略することになれば、上式は $X_i = f(u_*^2/(\sigma/\rho-1)gd, R/d)$ となる。したがって、これから、河床形態または無次元掃流砂量 q_b/u_*d は無次元掃流力 $u_*^2/(\sigma/\rho-1)gd$ および径深・粒徑比 R/d の関数であると考えられる。GilbertおよびGuyらの実験データを用いて、径深・粒徑比と無次元掃流力との関係によって河床形態を区分整理したものが図-1である。

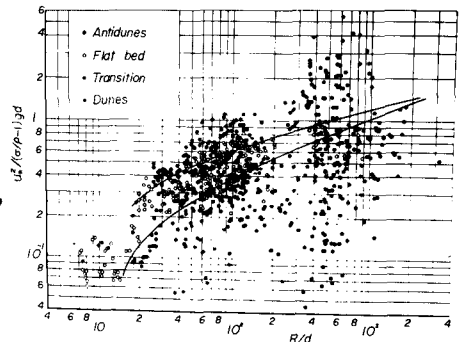
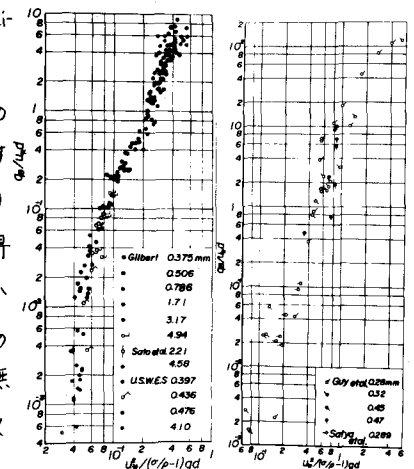


図-1 河床形態の区分図

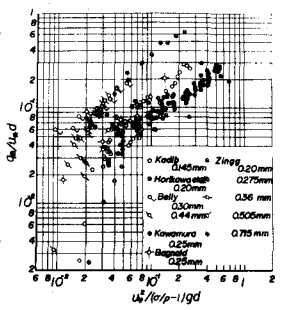
ただし、dunesとしたものには dunes と ripples を含み、anti dunesの中には、antidunes, standing waves および chutes & pools などの分類が含まれている。図-1から、これら2つの無次元量によって flat bed と transition とをはっきりと区分することはできないが、antidunes または dunes とそれらとはかなりよく区分できると思われる。以上のことから、右河床形態の限界を表わす曲線が図中に示されている。ただし、径深・粒徑比が小さい範囲において、著者らの用いたデータからは、河床形態の明らかな区分はできなかった。流砂において、径深・粒徑比が無限大になった場合が飛砂に対応すると考えると、砂面形態として dunes または flat bed が生ずるものと推定される。

3. 掃流砂量の無次元表示 河床形態と同じく、従来の掃流砂量の実験値を任意の径深・粒徑比の範囲において無次元掃流力と



(a) (b)
 図-2 無次元掃流力による
 無次元掃流砂量の変化

無次元掃流砂量についてまとめたものの一例が図-2(a) および(b)であり、(a) は $R/d < 50$ および(b)は $500 \leq R/d < 700$ の場合である。これらの図において、パラメーターとして用いた径深・粒径比の値が大きくなると、同一の無次元掃流力に対して与えられる無次元掃流砂量は減少することがわかる。また、この場合、掃流力が限界掃流力の数倍の範囲では、前者による無次元掃流砂量の変化の割合が大きくなり、さらに無次元掃流力が大きくなると、その割合は径深・粒径比の値に関係なくほぼ同じになるようである。



一斉、図-3は比較のために飛砂の場合について同様にまとめたものである。各実験者によって、無次元掃流力による無次元飛砂量の変化の割合があまり変わらないが、同一の掃流力に対して実験値がかなりばらつくので、この原因を考えるとつぎのようである。すなわち、河村が用いた風洞は長さ150cm、幅5cmであって、飛砂量の測定値の中に非定常な飛砂や側壁の影響が入っている可能性があり、Belly および Kadibらの

使用した捕砂器は捕集効率100%以上であるために、飛砂量を実際より過大に測定していると思われる。さらに、ZinggやBagnoldらの飛砂量の測定方法にも若干の問題があると思われる。したがって、実験値としては、風洞の特性および飛砂の測定方法などから考えて、もっとも信頼できると思われる堀川らの結果を用いることにする。これら図-2および図-3において、無次元掃流力による無次元掃流砂量の変化の割合は、飛砂の場合と比べてかなり大きいことがわかる。図-4は無次元掃流力 u_* をパラメーターとして、径深・粒径比による無次元掃流砂量の変化を示したものである。図中には、図-1の曲線と図-2から与えられる河床形態の区分に対応する径深・粒径比と無次元掃流砂量との

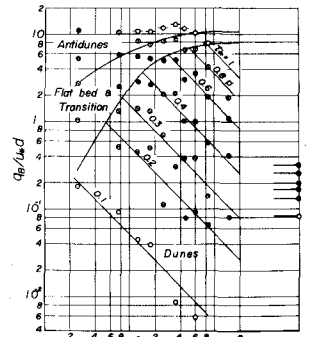


図-4 無次元掃流砂量の特性

関係を表す曲線を示している。この図から、dunes では、無次元掃流砂量が径深・粒径比に反比例して減少し、flat bed および transition では、その影響がほとんどなくほぼ一定であることがわかる。さらに、antidunes ではこれらの傾向が相違するものと思われるが、データが十分でなく詳細は明らかでない。図-4の右端には、各無次元掃流力に対する無次元飛砂量を図-3から求めて示してある。すでに指摘したように、径深・粒径比が大きくなると無次元掃流砂量は減少するが、無限大になった場合、飛砂に対応するものとする、掃流力が限界掃流力よりかなり大きい範囲では、無次元掃流砂量は飛砂量に持続する傾向を示す。図-5はdunesでの掃流砂量を与える関係を無次元掃流力と、径深・粒径比と無次元掃流砂量との積を用いて整理したものである。この図から、実験値はかなりばらつくが、両者の関係はほぼ1つの関係で示され、径深・粒径比の影響がこのような関係で表わされることがわかる。

以上、河床形態の区分および掃流砂量の無次元表示について若干の考察を行なった。今後、河床粗度の表示などについても同じ立場から検討していきたい。最後に本研究は昭和46年度文部省試験研究による研究の一部であることを付記する。

図-5 dunesにおける掃流砂量