

II-351

沿岸漂砂量公式の相互比較について

大阪大学工学部 正 員 出口 一郎

大阪大学工学部 正 員 榎木 亨

大阪大学工学部 学生員 養 基成

まえがき： 最近、電子計算機の発達、普及にともない、広範な領域における波浪、海浜流の数値計算が可能となり、それらの結果を用いた海浜地形の数値予測法がいくつか提案され、すでに現地海岸での海浜変形予測も行われている。その入力条件となる漂砂移動量については、古くから数多くの理論的、実験的研究が行われ、特に沿岸漂砂量に関してはすでに種々の漂砂量式が提案されている。しかし、同一海象・海岸条件においてもそれぞれの式から計算される漂砂量は必ずしも一致しない。その原因は①波動あるいは波・流れ共存場における砂移動の dynamics がまだ完全には解明されていないことから、いずれの公式においても実験あるいは実測データとの比較で決定された定数を含むこと、②漂砂量の正確な測定が困難であることからそれらの定数の基礎となる実測値にある程度の誤差が含まれること、等々数え上げれば際限がない。

本研究は、現地海岸で生じている漂砂量に対する普遍的な漂砂量式を確立するための第一歩として、従来提案されている種々の漂砂量式のうち沿岸漂砂量式を取り上げ、モデル海岸上で生ずる沿岸漂砂量の比較計算を行い、それぞれの漂砂量式が入射波浪特性、海岸特性等にどの程度依存しているのかということ及び推定される漂砂量にどの程度の差異があるのかということについて検討したものである。

対象とした漂砂量式：本研究では、以下に示す5つの局所沿岸漂砂量(q_y)式(Bijker¹⁾、Walton²⁾、土屋³⁾、榎木⁴⁾、渡辺⁵⁾)及び3つの全沿岸漂砂量(Q_y)式(Komar⁶⁾、榎木⁷⁾、Kamphuis⁸⁾)の比較検討を行った。Bijker、Walton及び榎木の局所漂砂量式は掃流(q_{yb})及び浮遊漂砂量(q_{ys})の和として q_y が表現され、その他の式においては両者の区別は行われていない。また、Walton、渡辺らの局所漂砂量式及びKomarの全沿岸漂砂量式はPower modelに基づいて定量化されたものであり、Bijker、榎木の局所浮遊漂砂量及び土屋らの式はFlux modelに基づいて定式化されている。さらに、榎木の全沿岸漂砂量式はKalinske-Brown型の流砂量を準用して導かれたものであり、Kamphuisらの式はKomarの全沿岸漂砂量式を基に、底質粒径、入射波特性等の影響が考慮できるように修正したものである。これらの漂砂量公式に基づいてモデル海岸における漂砂量の計算を行う際には、入射波の砕波点における諸量、沿岸流速分布、波高と波向の平面分布、波・流れ共存場における底部せん断力等の諸量が必要となる。ここで対象としたモデル海浜上の波動場及び沿岸流の計算方法については後述するが、その他の諸量についてはそれぞれの式が導かれる際に用いられている表現をなるべくそのまま用い、波による底部せん断力については、Jonssonのfriction factorを用いた表現に統一した。

計算の対象としたモデル海浜と計算条件：対象としたモデル海浜は、一様な粒径の底質(平均粒径 d_{50} 、比重 $\rho_s/\rho=2.65$)で構成される一様勾配 $\tan\beta$ の平行等深線を持つ直線海岸である。海浜上の波浪変形は深海域において波高 H_0 、周期 T を与え、首藤の非線形長波理論に基づく浅水係数 K_s とSnellの法則に基づく屈折係数 K_r を用いた浅水変形計算を行い、合田の砕波条件式から決定される砕波点以浅は、砕波後のエネルギー逸散を考慮したエネルギー平衡方程式と定常な海浜流に対する基礎式を繰り返し計算することによって平均水位変動を考慮した波高の岸沖方向分布を求め、その結果を用いて沿岸流速を計算した。ただし、波浪変形に及ぼす沿岸流の影響は考慮していない。計算条件は $\tan\beta=1/10$ ~ $1/40$ 、 $H_0/L_0=0.01$ ~ 0.08 、 $d_{50}=0.01$ cm~ 0.5 cm、沖波入射角 $\alpha=10^\circ$ ~ 40° の範囲で、沖波波高は現地海岸を考え $H_0=1$ mとし、 $d_{50}=0.05$ cmの場合については、波浪のみを縮尺 $s=1/2$ 及び $1/10$ で縮小した場合の計算も行っている。

計算結果の比較：ここでは、紙面の関係上局所沿岸漂砂量 q_y の岸沖方向分布形状に関する考察は省略し、 q_y を岸沖方向に積分して得られる全沿岸漂砂量 Q_y についてのみ考察する。図1は先に述べた方法でモデ

ル海浜上で計算された Q_y を水中重量表示した I_y と P_1 パラメータ ($=\rho g H b^2 C_g b \sin 2\alpha b/16$) の関係を示したものである。図中には既に発表されている I_y に関する実験・実測結果及び Komar の関係式 $I_y=0.77P_1$ も表示してある。図より、先に述べた漂砂量式から推定される I_y の最大値と最小値の間には 10^3 倍程度の差異があること、Walton 及び土屋らの式はほぼ I_y の最大値を推定し、Komar式より 10^1 倍程度大きな値を示すこと、榎木らの局所沿岸漂砂量及び榎木 の全沿岸漂砂量式から求められる I_y は komar式より 10^{-1} - 10^{-2} 倍程度小さい値を示すこと、等が分かる。このバラツキの最大の原因は、 P_1 パラメータには底質粒径に効果が explicit には含まれていないことによる。そこでつぎにそれぞれの漂砂量公式が底質特性にどの程度依存しているかということについて検討する。図2はそれぞれの漂砂量式から計算される Q_y と H_o/d_{50} の関係を $\tan\beta=1/10$ 及び $1/30$ 、 $H_o/L_o=0.01$ の場合について示したものである。この図より、 H_o/d_{50} に大きく依存するのは Walton 及び榎木らの局所沿岸漂砂量式と Kamphuisらの全沿岸漂砂量式で、

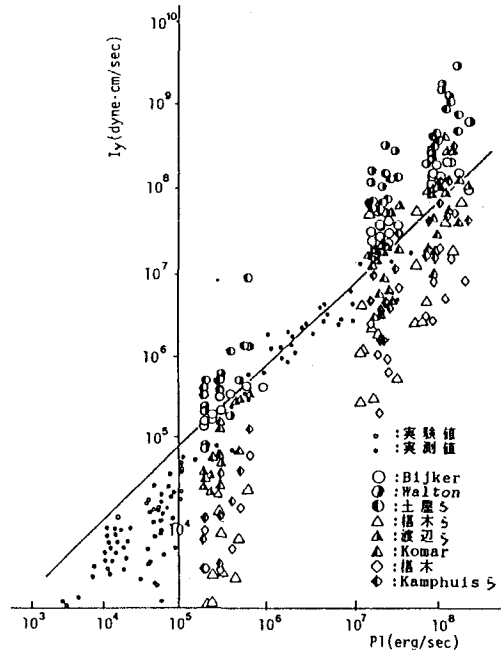


図1 I_y と P_1 の関係

Bijker、渡辺ら、土屋らの局所漂砂量式及び Komar 式は H_o/d_{50} にはあまり影響を受けないことが分かる。

最後に図3は Walton 及び榎木らの局所漂砂量式から計算される全沿岸漂砂量の中で浮遊漂砂がどの程度の割合を占めるかということを示したものである。いずれの式においても $H_o/d_{50}=5 \times 10^3$ ではほぼ100%が浮遊状態の漂砂移動で、 $H_o/d_{50}=2 \times 10^2$ では80-90%が掃流状態の漂砂移動ということになる。なお、Bijker式によると $H_o/d_{50}=2 \times 10^2$ でも70%以上が浮遊漂砂で移動するという結果となった。

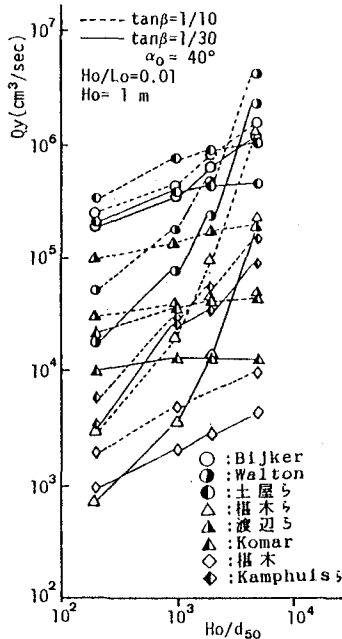


図2 Q_y と H_o/d_{50} の関係

あとがき：既に発表されている種々の沿岸漂砂量式の比較検討を行ったが、発表されている漂砂量式の数に比べて実験あるいは実測結果の数が余りにも限られていることからどの表現が妥当かということについては明らかにすることができなかった。漂砂量則の精度を高めるためにはより精度の高い実測及び実験結果の集積が必要であろう。

参考文献：1) Bijker, Proc. 17th ICCE, 1980, 2) Waltonら, Rept. No. UFL/COEL/TR-041, Univ. of Florida, 1979, 3) 土屋ら, 第25回海講論文集, 1978,

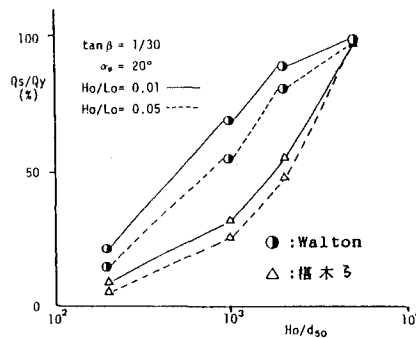


図3 Q_s/Q_y と H_o/d_{50} の関係

4) 榎木ら, (財)災害科学研究所報告, 1988, 5) 渡辺ら, 第28回海講論文集, 1981, 6) Komar, J. G. R., Vol. 75, 1970, 7) 榎木ら, 第4回海講 1957, 8) Kamphuisら, Coastal Engineering, Vol. 10, No. 1, 1986