

II-29

宮崎海岸における河川から排出された微細土砂粒子の分散について

宮崎大学工学部 正・杉尾 哲

学・林田康男・児島和之

1. まえがき

近年、宮崎沿岸では海浜の侵食が大きな問題とされている。本報は宮崎海岸における漂砂解析の1ステップとして海浜の堆積、侵食に影響を及ぼしていると考えられている河川から流出される土粒子について、分散の状態をランドサットデータをもとに数値解析したものである。なお、海水流動と分散状況の数値解析には差分(陽解法)を用い、数値モデルは2次元単層とした。また流動は、分散に最も影響を及ぼす恒流のみを考えた。

2. ランドサットデータの解析

写真1, 2は、1981年10月24日10時、1982年12月3日10時にランドサットから撮影された宮崎沿岸の濁り(微細土粒子及び浮遊物質)の分布(バンド4)であり、表1に撮影前1週間の河川流量、気象条件を示している。写真1, 2では、1週間の総雨量はほぼ同じであるが、濃度分布に違いが見られる。それは、降雨後の経過日数に違いがあるためであろう。しかし、写真1, 2とも各河川から流出した微細土粒子は、河口から南下し青島付近で東の方に分散している様子がわかる。このことから青島以北には、海岸線に沿って南流する恒流が存在し、青島以南には黒潮と共に北上する別の恒流が存在して、青島付近で衝突した後に東の方に流向を変えていると思われる。この流況は1977年に宮崎沿岸で観測された潮流及びノアから撮影された海流の解析結果¹⁾からも言えることである。

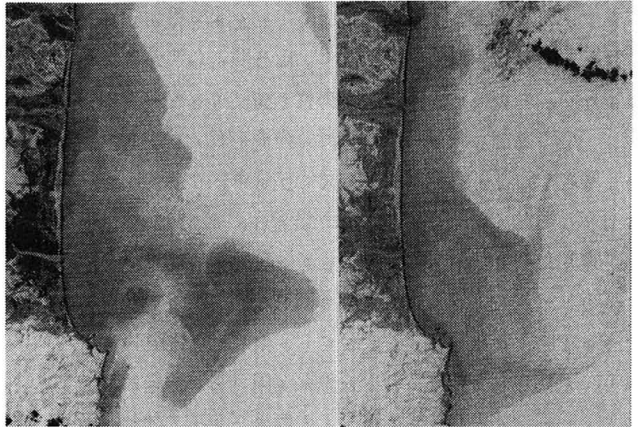


写真-1 (1981年10月24日)

写真-2 (1982年12月3日)

表-1 河川流量・気象条件

1981年10月24日 (撮影日)						
	雨量(mm)	大淀川 流量(m³/s)	清見川 流量(m³/s)	加江田川 流量(m³/s)	日最多 風向	日平均 風速(m/s)
10月18日	0.0	79.12			NW	2.3
19日	0.0	65.64	18.2	6.1	NE	3.3
20日	0.0	59.64	18.2	6.1	NE	3.2
21日	29.5	77.80	18.2	6.1	E	5.7
22日	47.0	154.31	31.5	10.5	W	6.6
23日	0.0	89.95	29.1	9.7	W	6.1
24日	0.0	85.30	24.3	8.1	W	3.1

1982年12月3日 (撮影日)						
	雨量(mm)	大淀川 流量(m³/s)	清見川 流量(m³/s)	加江田川 流量(m³/s)	日最多 風向	日平均 風速(m/s)
11月27日	0.0		15.3	5.1	NW	2.1
28日	3.5				NNE	2.4
29日	87.0		27.1	9.0	SSE	4.7
30日	0.0		34.3	11.1	W	6.2
12月1日	0.0		24.3	8.1	W	3.0
2日	0.0		21.5	7.2	NW	2.6
3日	0.0		21.5	7.2	NW	2.3

注)加江田川流量は推定量

3. 恒流解析

図-1に示す領域対象にして恒流を求めた。計算方法は対象領域を格子網に分割し、基礎方程式を差分化して数値計算したものである。格子分割は領域が広いため河口付近を小メッシュ(200m×200m)の区域とし、それ以外を大メッシュ(600m×600m)の区域に分け両者を結合させて計算させた。鉛直方向に海底から海面まで積分した形の運動方程式と連続の式は、式(1)~(3)で示される。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{M}{R+\xi} \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{N}{R+\xi} \frac{\partial M}{\partial y} = -g(R+\xi) \frac{\partial \xi}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} \quad \dots (1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{M}{R+\xi} \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{N}{R+\xi} \frac{\partial N}{\partial y} = -g(R+\xi) \frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_w} \quad \dots (2)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = -\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y} \quad \dots (3)$$

ここにM, Nは海底から海面までの積分流量 $M=U(R+\xi)$, $N=V(R+\xi)$ のx, y成分, Rは水深, ξ は水位, τ_{bx} , τ_{by} は海底摩擦応力 $\tau_b = \rho_w f_w |\vec{V}| \vec{V}$ のx, y成分で ρ_w は水の密度, f_w は海底摩擦係数である。計算の安定条件は $\Delta t \leq \Delta S / \sqrt{2gR_{max}}$ を用い $\Delta t = 10 \text{ sec}$ とした。表2に入力条件を示した。計算は1977年の潮流観測結果から求められた恒流の実測値を11

地点で与えて行なった。図1は恒流と微細土粒子の濃度分布を示したものであるが矢印で恒流の流況を示している。但し、恒流は線流量で示した。

4. 分散解析

基礎方程式は水深方向に平均化し、沈殿項を含む式(4)を用いた。

$$\frac{\partial(R+\delta)P}{\partial t} + \frac{\partial(MP)}{\partial x} + \frac{\partial(NP)}{\partial y} = \frac{\partial\{(R+\delta)K_x \frac{\partial P}{\partial x}\}}{\partial x} + \frac{\partial\{(R+\delta)K_y \frac{\partial P}{\partial y}\}}{\partial y} - \omega P \quad \dots(4)$$

ここに P は微細土砂粒子濃度、 K_x 、 K_y は分散係数、 ω は沈降速度、 n は沈降していく土粒子が再浮上せずに海底にとどまる確率である。分散解析の d とは、恒流解析の値を参考にして60secを用いた。格子間隔は恒流解析に用いたものと同じである。また、他の入力条件および初期条件は表2に示した値を用いた。

5. 計算結果と検討・考察

まず写真1~2の濁水の拡がりをシミュレートしてみよう。河川から排出されて海洋を拡がっている濁水に含まれる微細土粒子は観測されていないので、浮遊性を考慮して $d=0.01mm$ のシルト質の土粒子とし、沈降の確率を $n=1/40$ とすると、

計算結果は図1のようになる。これを写真1~2と比較すると、青島以南の北上する恒流を考えていないために、青島の沖合で多少異なるが、海岸付近ではほぼ同様の拡がりをしていることがわかる。次に、河川から排出された濁水の中には、図1で用いたものよりも大きい土粒子が含まれているはずである。この土粒子の拡がりを図1と同じ流況条件でシミュレートしてみよう。図2は土粒子の粒径を $d=0.16mm$ 、沈降の確率を $n=1/10$ として求めた計算結果である。 $d=0.16mm$ の土粒子は砂質のものとしては小さ目のものと考えられるが、このように小さい土粒子を考えても、図1のようにほとんど河口付近で沈殿してしまう。したがって、沈降性の高いより大きい粒径の土粒子は、より河口近くで沈殿すると考えられる。また、沈殿する沖方向距離は図3に示しているように、ほぼ1.8km以内である。過去の深浅測量は1.6kmまで測定されているが、1.6kmの位置でも海底は移動していた。このことから、各河川から排出された砂質土粒子の多くは河口付近に沈殿しその土粒子が漂砂の供給源の1つとなる可能性は十分にあると考えられる。次に、大淀川から排出される微細土砂粒子の濃度は河川流量 Q を用いて、 $Q_s=25 \times 10^6 Q^2 (mg/s)$ により算出したが、清武川・加江田川については、河川改修が大淀川ほど進んでいないことを考慮して、計算値より大き目の値を推定して与えた。

それにも関わらず図3に示されているように、両河川の河口付近には、わずかの量しか沈殿していないことがわかる。したがって、清武川、加江田川から排出される土砂粒子の漂砂に対する供給は、余り多くは望めないと考えられる。しかし、洪水時には、河口の流速が大きくなり河口付近の土砂の巻上げが強くなるため濃度分布は沖方向に拡がり、沈殿分布も沖方向に拡がることが考えられる。今回の解析では不備であった点を改良して、さらに検討を進めていきたいと考えている。

参考文献)

- 1) NOAA-6/AVHRRデータによる黒潮流動バケル図の作成と海洋渦および短周期蛇行に関する考察(日本気象学会誌Vol.2 No.3 1982)

表2. 入力条件・初期条件

諸元	採用した値
計算対象領域	18km x 12km
格子間隔	小: $\Delta x = 200m$, 大: $\Delta x = 600m$
水深	海図より読取(単位: m)
タイムステップ	10 sec (恒流) 60 sec (分散)
粗度係数	$C = \frac{1}{n} (\frac{R}{d})^{1/2}$ $n=0.026$ 水深によって変化
河川流量	大: 200 ㎥/sec, 清: 30 ㎥/sec, 加: 10 ㎥/sec
微細土砂粒子濃度負荷	大: 500 PPM, 清: 100 PPM, 加: 50 PPM
海底マシ係数	$r^2 = 0.0026$
恒流計算に用いたモデル	恒流計算と得たデータを使用
分散係数	水深によって変化 $K_x = 5.93 M^2/s / C (m^2/sec)$ $K_y = 5.93 N^2/s / C (m^2/sec)$
初期濃度	全域濃度0
沈降速度	$\omega = \frac{g}{\rho} \frac{(P-1)}{d}$ ρ : 土砂粒子の密度 P : 水密度 d : 土砂粒子の粒径

