

日向灘海岸の海浜形状の特性について

吉 高 益 男*・高 野 重 利**

1. ま え が き

筆者は、日向灘に面する宮崎県中央部の海岸線（耳川河口～青島間約 60 km：日向灘海岸と仮称：図—5）の総合的な実態を第 25 回海講（日向灘海岸の漂砂について：p. 274）に発表した。その後、図—1 の美々津海岸

つげるときにはなんらかの物理的意味が必要である。よって、多項近似によって複雑な数式で表現できるとしても、物理的意味を失うから、各係数が物理的意味を持っている限度までの式として表現すべきである。そして、測量横断面積と同じ程度の面積がえられる式であることも望ましい。もし、それが可能ならば、汀線変化の推定とあわせて海底の砂収支をより簡単に追算し、また推算も可能となる。また、調査資料の少ない海岸においても、近傍の海岸などの海浜形状特性を利用してその変化を検討することができるのではなかろうか。

(2) 検討数式

最初に、よく使用される指数型公式 (1) を基準とし、それに対し、2 次式 (2a)、式 (2b) を検討した。

$$h^n = p_0(x-l) \dots\dots\dots (1)$$

$$h = p_1(x-l) + q_1(x-l)^2 \dots\dots\dots (2a)$$

$$x = b_1 h^2 + c_1 h + l \dots\dots\dots (2b)$$

ここに l は基準杭などから ± 0 (L.W.L.) までの距離である。

式 (1) (図—6a) において n は曲線

(耳川河口の北は崖海岸、南に砂礫海岸が続く)、川南海岸（一文字堤がある漁港あり）、一ツ瀬海岸（一ツ瀬川河口に短い導流堤があるのみ）および宮崎海岸（大淀川河口に 700 m の 2 本の導流堤）の海浜形状を定量的に検査し、その特性を抽出した。そして、海底砂収支の概算法を確立しようとしてきた。それらの検討結果をここに報告する。

2. 解析方法

(1) 数式化の意義

前浜、外浜および沖浜はそれぞれ性格が異なり、海浜形状は簡単な数式で統一して表現することは難かしい。一方、水深 h と距離 x は互に独立した変数であり、それぞれ他の因子によって変化するもので、それらを結び

の曲率を示し、 $n > 1$ の場合、汀線で急な勾配をもち、沖は水平に近くなる。曲線は ± 0 線で垂直 ($n > 1$) か水平 ($n < 1$) になり前浜までは表現できない。それに対し、式 (2a) (図—6b) は基準線以上も表現し、 p_1 は海浜勾配の意味をもつ。 $q_1 < 0$ の場合、沖浜の水深変化は小さくなる。この曲線は極値があり、 $x \approx 1000$ m より沖は表現しない欠点もある。 p_1 は $100q_1$ のオーダーであるから、 $(x-l) \approx 100$ m までは p_1 が海浜勾配を示すことになる。式 (2b) (図—6c) で $b_1 > 0$, $c_1 < 0$ の場合は汀線付近は表現されない。しかし、 b_1 が大きいときは沖浜水深に定常値があることを示す。また、 c_1 が大きいときは直線的な海浜であることを示す。

複雑な海浜形状では式 (1)、式 (2) では概観できないことも多い。よって、3 次式 (3) まで考えてよからう。

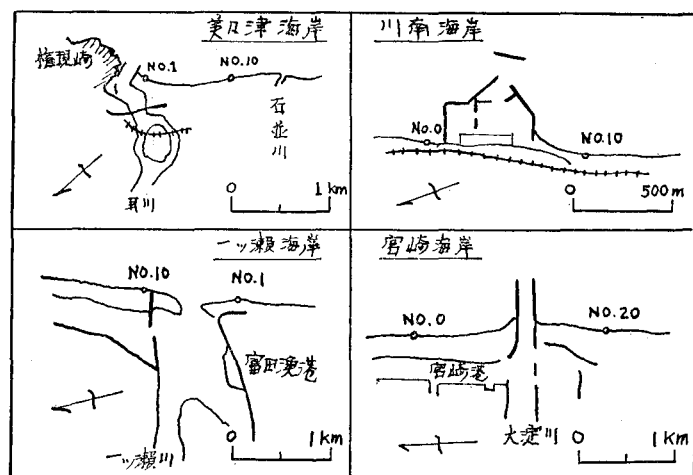
$$h = p_2(x-l) + q_2(x-l)^2 + r_2(x-l)^3 \dots\dots\dots (3a)$$

$$x = a_2 h^3 + b_2 h^2 + c_2 h + l \dots\dots\dots (3b)$$

* 正会員 宮崎大学助教授 工学部土木工学科

** 正会員 宮崎大学技官 工学部土木工学科

図—1 調査地域図



式(3)の特色は変曲点にある(図-6d, e), 判別式 $\Delta_a = 3p_2r_2 - q_2^2$, $\Delta_b = 3a_2c_2 - b_2^2$ が正の場合, 曲線は単調に増減し, 負の場合は極点をもつ。式(3a)において $r_2 > 0$ のときの変曲点は bar や step の存在を示すことがある(図-2)。ただし, bar の形で表現することはない。

(3) 計算手順

h は L.W.L. (± 0) を基準とした値を用い, 基準杭より測った ± 0 までの距離を L_0 とする。 $l=L_0$ とした場合と l も変数とした場合の $h \sim x$ の関係を最小自乗法で計算して各係数を求めた。精度は x としての残差の自乗平均平方 $SMR = [(x - x_0)]^{1/2}$ によった。

次に ± 0 点よりの数値を捨ててゆき, 順次沖浜に重点をおいて計算し, 最終的には沖浜のみの形状を検査した。これは海浜形状の主要点 ① $l=L_0$ の点, ② null point, ③ 移動限界水深を共有する曲線の存在をみるためである。

3. 計算結果

(1) 数式の適合性

式(1) ($l=L_0$) の誤差 SMR を基準とすると, 各式の SMR ($l=L_0$) は総平均で 85% (2a), 71% (2b), 63% (3b), 59% (3a) になる。当然, 3次式がよくなるが, 美々津海岸は逆になっている。海浜形状と計算例を図-2 に示す。数式は形状と一致していないが, 断面積のバランスはとれている。

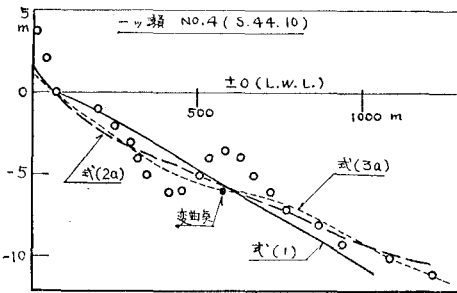


図-2 海浜形状の数式表現

また, l も変数として ± 0 点よりの数値を捨てて計算すると図-3 のようにある水深で l は L_0 と一致すること

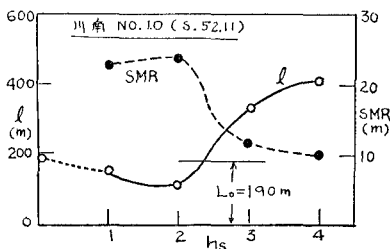


図-3 計算開始水深 h_s と l , SMR の関係

がある。そこでは誤差も急に小さくなる。この水深より岸側は形状が複雑である。そして, このことは $l=L_0$ 点と null point を共有する理想曲線が存在しうる海浜もあることを示す。例えば, 式(1)の l の計算値をみると(図-4), 美々津, 川南海岸は L_0 に近い値でおちつく

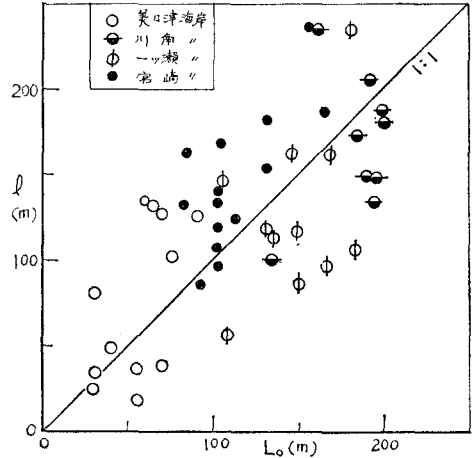


図-4 実測 L_0 と計算 l との関係: 式(1)

が, 一ツ瀬, 宮崎海岸は散開している。 l の変化も考慮する砂収支計算ではこの式は用いられない。bar のない美々津海岸は式(2b), 川南海岸は式(1), bar が発生消滅する一ツ瀬海岸は式(2b) か式(3b), 宮崎海岸は3次式が適合する。式(2a)の適合性はよいが, 極値のため全断面を表現しないこともある。

(2) 構造物などの影響

各測線の SMR は図-5 となる。美々津海岸は河口

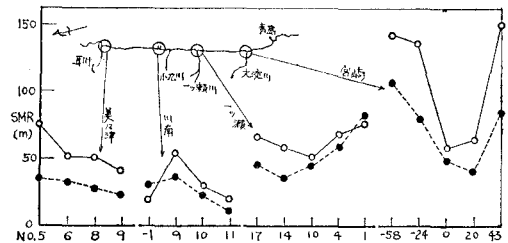


図-5 調査測線の数式誤差 (SMR)

から, 川南海岸では防波堤から遠いほど数式の適合性はよくなっていく。一ツ瀬海岸は河口より南側が適合しない。これは流出土砂の影響によるものだろう。宮崎海岸は逆に河口付近に適合性があり, 離れたところほど誤差は大きい。これは導流堤が bar の発達をおさえているためだろう。

4. 各海岸の特性

$l=L_0$ の場合の各式の係数関係を図-6 に示す。式(3)では $\Delta_a \sim r_2$, $\Delta_b \sim a_2$ の関係で示した。指数式と2次式

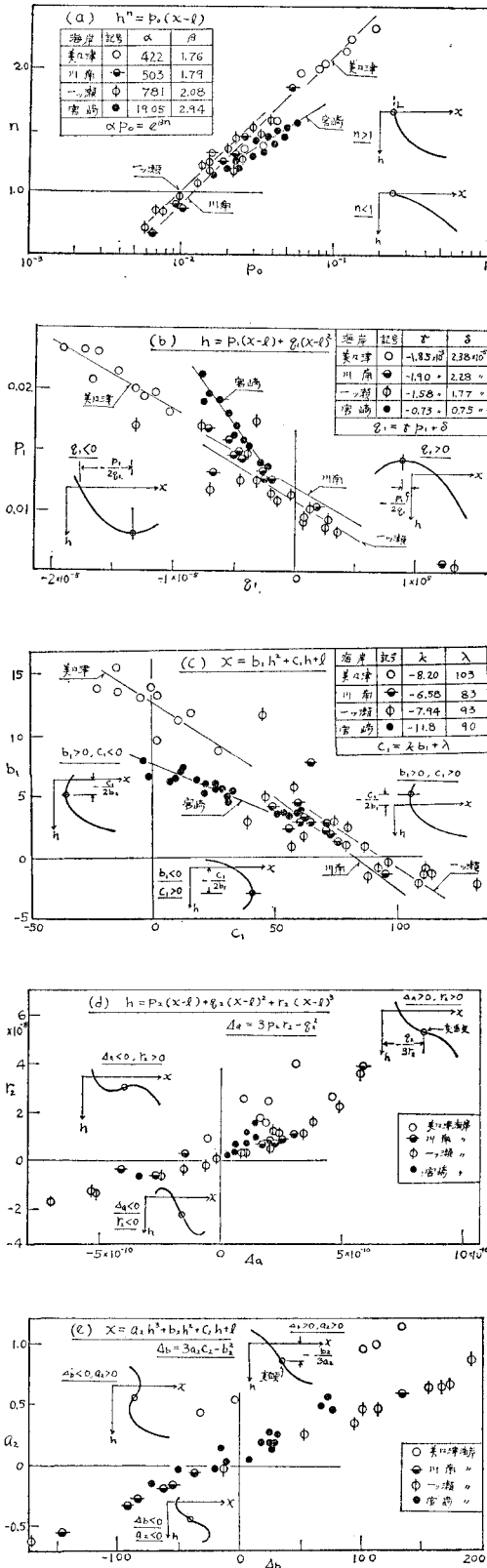


図-6 各式の係数間の関係

(図-6, a, b, c) の場合, 宮崎海岸のみ傾向が異なり, 他の海岸は大体同一線上にある。よって, 各係数間の関係を式 (4) で示し, 図-6 に表示しておく。式 (4) により式 (1), 式 (2) は一つの係数 (n, p_1, b_1) のみ考慮すればよい。

$$\left. \begin{aligned} \alpha p_0 &= e^{\beta n} \\ q_1 &= \gamma p_1 + \delta \\ c_1 &= \kappa b_1 + \lambda \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

3 次式 (図-6, d, e) は美々津海岸のみ傾向が異なっている。

各係数自身に誤差をもっているのので, 精度は問題外として, 各海岸の年度別の係数を検討した結果, 各年度の n, p_1, b_1 の代表値が表のようにえられた。

表-1 n, p_1, b_1 の代表値

海 岸	年 度	n	p_1	b_1
美々津	39	1.87	2.22×10^{-2}	11.8
	42	1.51	2.03×10^{-2}	13.1
	51	2.02	2.49×10^{-2}	13.4
川 南	37	1.31	1.32×10^{-2}	7.94
	52.7	1.45	1.37×10^{-2}	2.70
	53.1	1.17	1.59×10^{-2}	3.41
一ツ瀬	42	1.53	1.80×10^{-2}	2.01
	44	0.90	0.99×10^{-2}	-0.24
	46	1.07	0.86×10^{-2}	-1.00
	48	0.90	1.03×10^{-2}	-1.35

美々津海岸は n, p_1, b_1 とも大きい。 n は曲線の曲率, p_1 は汀線近くの勾配, b_1 は沖浜の勾配を示すから, 美々津海岸は単調な海浜形状といえる。川南海岸は n, p_1 は小さいが, b_1 は中間にあるので, 直線的な勾配をもつといえる。また, 3 次式も適合するので step 状態があるようだ。一ツ瀬海岸は b_1 が負になるが, 沖に落ちこみがあることを示す。ここは 3 次式のほうが適合する。宮崎海岸はまとまっているが, 係数自身の精度が悪いから, 海岸の特色を数値で表現できない。

5. 砂収支計算

各係数 n, p_1, b_1 の年度別の代表値と, ± 0 の距離 l が確定すれば, 計算の終値 H, X を指示して式 (5) により断面積 A, A' (図-7) が計算され, 砂収支量が概算できる。

$$A = [\alpha(1+n)^{-1} e^{\beta n} H^n + l] H \dots \text{式 (1) 用} \dots (5a)$$

$$A' = [p_1/2 + (\gamma p_1 + \delta)(X-l)/3](x-l)^2 \dots \text{式 (2a) 用} \dots (5b)$$

$$A = [b_1 H^2/3 + (\kappa b_1 + \lambda) H/2 + l] H \dots \text{式 (2b) 用} \dots (5c)$$

美々津・川南・一ツ瀬海岸で深浅図で求めた海底変化量 V_0 と, 概算式 (5) による変化量 V_i の比較が図-7 である。美々津海岸の概算値は適当である。川南海岸は

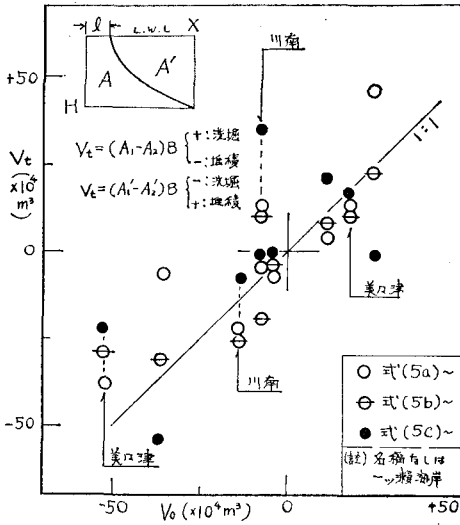


図-7 深浅図の海底変化量 V_0 と概算値 V_t の関係

漁港までいれた値なので一致するときもあれば全く違う

結果もある。一ツ瀬海岸では式 (2a) を基にした式 (5b) の値は大体よい。これは p_1 の代表値が適正であったからである。今後、断面積の表現も考えて n, p_1, b_1 の代表値を決めるようにすれば、よりよい概算ができるだろう。また、前浜までの変化に対しては p_1, b_1 が主になってくるだろう。

6. むすび

海浜形状を簡単な数式で表現する場合、それが形状をよく表現するだけでなく、その性格が抽出できると断面積計算に利用できるようにすることが重要である。そのためには2次式で十分であり、 n, p_1, b_1 の値をより適正にするため、資料の検討が必要であることがわかった。今後はこれを基にして他の海岸の性格も抽出し、日向灘全体の砂収支を概算したいと考える。

最後に、資料の使用を許可された、第四港湾建設局宮崎港工事々務所、宮崎県港湾課、漁港課に深く謝意を表す。