

富岡湾砂質干潟における波・流れの現地観測

長崎大学工学部 学生会員 ○松本英世 長崎大学工学部 フェロー 富樫宏由
 長崎大学水産学部附属海洋資源教育研究センター 玉置昭夫 長崎大学水産学部 塩谷茂明

1. はじめに

近年、有明海とその周辺の海域に点在する砂質干潟では、アサリなどの濾過食の貝類が激減し、水産業のみならず生態系の機能保全のうえでも問題になっている。

貝類激減の原因については諸説が挙げられているが、20年前から急激に分布と個体群サイズを増大させたスナモグリ類の生物攪拌作用が最も大きな要因であると考えられる。スナモグリが造巢・摂餌に伴って起こす砂の排出作用は大変大きい。その際、干潟表面に積み上げられる砂のマウンドが着底期の稚貝を埋め窒息死させると考えられる。一方、着底後まもない稚貝は波浪や潮汐流の影響を顕著にうける。このとき、稚貝が運搬され掃き溜まる場所にスナモグリ類の巢穴開口部が沢山開いていれば、これらが稚貝のトラップとして作用し、急激な減耗がおけると考えられる。そこで本研究では、富岡湾砂質干潟内での波高、流速等の経時変化を知るための現地観測を行い、同砂質干潟内のベントスの生態系との関係を求めるため、底質の移動状況及び漂砂現象を解析することを試みた。

2. 波・流れの現地観測

観測地点は熊本県天草下島の富岡湾砂質干潟である。現地観測には観測機器 Wave Hunter を用い大潮をむかえる平成13年10月16日から10月30日までを観測対象期間とした。図-1の上図は最高波高と有義波高を、下図は流速と水位をそれぞれ示したものである。また図中の流速を示すグラフが大きく突き出した点は、干潮時のため流速の測定が不能となっている点である。

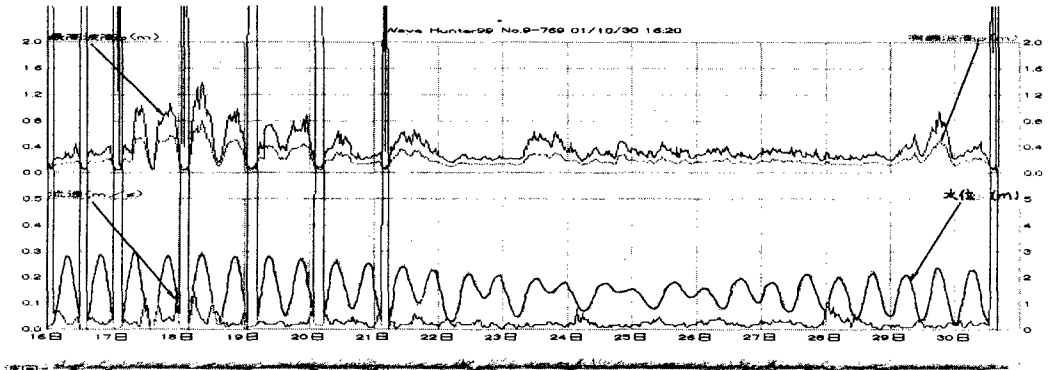


図-1 現地観測結果

17日から20日にかけて波高、流速の値が大きくなっている。これは台風の影響を受けてのものだが、幸いにして貴重なデータを観測することができた。本研究では上げ潮最強流時である平成13年10月18日午前5時20分のデータ(有義波高0.60m, 有義波周期3.4秒, 流速0.17m/s, 水位1.24m, 水温20.9℃)を取り上げて解析を行った。また底質粒径は別途観測により0.2mmと求まっている。

3. 解析結果

3.1 底質の移動限界水深

$$\left(\frac{H}{H_o}\right)^{-1} \left(\sinh \frac{2\pi h_i}{L}\right) \left(\frac{H_o}{L_o}\right)^{-1} = \alpha \left(\frac{L_o}{d}\right)^n, \quad Y_i = \left(\frac{H}{H_o}\right)^{-1} \sinh \left(\frac{2\pi h_i}{L}\right), \quad Y_i = \alpha \left(\frac{H_o}{L_o}\right) \left(\frac{L_o}{d}\right)^n$$

野田・橋本¹⁾に従い上式を用いて移動限界水深を算定する。

を用いて求める。ただし観測値がうまく数表に当てはまらないので、概略値ではあるが波高0.50m, 周期3.5秒として求めた。

(1) 初期移動限界水深 堀川・佐々木の数表²⁾

$$h_i = 4.339\text{m}$$

(2) 全面移動限界水深

全面移動限界水深の算定にはまず、底面が滑面か粗面か、また層流か乱流かの判定が必要となり、条件によって式を使い分ける必要がある。

$$Y_i = 6.384(H_o/L_o)(d/\sqrt{VT})^{-1}$$

$$= 6.384 \times 0.034 \times (0.108)^{-1} = 1.998$$

$(d/\sqrt{VT}) = 0.108 > 0.086$ なので粗面である。

$$Y_i > B = 0.03(d/\sqrt{VT})^2(H_o/L_o)(L_o/d)$$

$$= 0.03 \times (0.108)^2 \times 0.034 \times (9.02 \times 10^4) = 1.067$$

となり、

$$Y_i < A = 0.011(d/\sqrt{VT})(H_o/L_o)(L_o/d)$$

$$= 0.011 \times 0.108 \times 0.034 \times (9.02 \times 10^4) = 3.621$$

となり、 $Y_i = Y_i$ となつて

$$Y_i = 1.74(H_o/L_o)(L_o/d)^{0.21}(d/\sqrt{VT})^{-0.59}$$

$$= 1.74 \times 0.034 \times (9.02 \times 10^4) \times (0.108)^{-0.59} = 2.400$$

野田・橋本の表¹⁾より $Y_i = 2.400$ に対応する

$$(h_i/L_o) = 0.2232 \text{ から } h_i = 0.2232 \times 18.03 = 4.02\text{m}$$

(3) 表層移動限界水深

$$Y_i = 1.770(H_o/L_o)(L_o/d)^{2/3}$$

$$= 1.770 \times 0.034 \times (9.02 \times 10^4)^{2/3} = 2.683$$

同じく数表より $Y_i = 2.683$ に対応する

$$(h_i/L_o) = 0.2431 \text{ から } h_i = 0.2431 \times 18.03 = 4.38\text{m}$$

(4) 完全移動限界水深

$$Y_i = 0.741(H_o/L_o)(L_o/d)^{2/3}$$

$$= 0.741 \times 0.034 \times (9.02 \times 10^4)^{2/3} = 1.123$$

表より $Y_i = 1.123$ に対応する $(h_i/L_o) = 0.1045$ から結局、 $h_i = 0.1045 \times 18.03 = 1.88\text{m}$

3.2 岸沖漂砂量

(1) Madsen・Grant の式

$$\Phi = 12.5 \Psi_m^3$$

Φ : 平均無次元漂砂量, Ψ : シールズ数

$$\Phi = q_s/(w_o d), \Psi_m = \tau_{bm}/(s\rho g d), q_s = 12.5 w_o d \Psi_m^3$$

$$u_{bm} = \frac{\pi H}{\sinh kh} = \frac{\pi \cdot 0.60}{3.4 \cdot \sinh \frac{2\pi}{11.00} \cdot 1.24} = 72\text{cm/s}$$

f_w はスウワートの近似式³⁾を用いて、

$$f_w = \exp\left[-5.977 + 5.213\left\{\frac{u_{bm} T}{2\pi/k_s}\right\}^{-0.194}\right]$$

$$f_w = \exp\left[-5.977 + 5.213\left\{\frac{72 \cdot 3.4}{0.04}\right\}^{-0.194}\right]$$

= 0.01, 以上より

$$\tau_{bm} = (f_w \rho u_{bm}^2)/2 = (0.01 \times 72^2)/2 = 25.92$$

$$\Psi_m = 25.92/(1.65 \times 980 \times 0.02) = 0.80$$

よつて、 $q_s = 12.5 \times 6 \times 0.02 \times (0.80)^3 = 0.77\text{cm}^2/\text{s}$

(2) 渡辺の算定式

$$\Phi' = 7(\Psi_m - \Psi_c)\Psi_m^{1/2}$$

$$\Phi' = q_{net}/(w_o d), \quad q_{net} = w_o d \left\{7(\Psi_m - \Psi_c)\Psi_m^{1/2}\right\}$$

Ψ_c : 移動限界に対するシールズ数で滑面で $\Psi_c = 0.11$ 、粗面で $\Psi_c = 0.06$ 程度の値をとる。

$$q_{net} = w_o d \{7(0.80 - 0.06)\} \times 0.80^{1/2} = 0.56\text{cm}^2/\text{s}$$

3.3 漂砂の卓越方向

服部⁴⁾に従い算定を行う。

$$U_r = HL^2/h^3, \Psi' = (A_b w)/sgd, A_b = H/(2 \sinh kh)$$

$$U_r = (0.60 \times 11.00^2)/1.24^3$$

$$A_b = 0.60/\{2 \sin nh(2\pi \cdot 1.24/11.00)\} = 39\text{cm}$$

よつて $\Psi' = (39 \times 2\pi/3.4)/(1.65 \times 980 \times 0.02) = 2$

$\Psi' \leq 17$ となり、よつて「底質移動無し」となる。

3.4 沿岸漂砂量

Wave Hunter で得られる波向は滋北からの角度であり、これを現地の汀線に対応させて波向の修正を行わなければならない。修正された波向は 22.5° となる。

$$\text{沿岸漂砂量 } Q_{s1} = Q_s \times 3600 = 0.06 P_i \times 3600$$

$$P_i = K_r P_o \sin \theta_b \cos \theta_b, \quad P_o = (1/16) \rho g H^2 (L_o/T)$$

$$P_o = (1/16) \times 1.03 \times 0.61^2 \times (18.03/3.4) = 0.13\text{tf} \cdot \text{m}/(\text{ms})$$

よつて、 $Q_{s1} = 0.06 \times 0.39 \times 3600 = 8.4\text{m}^3$ と求まる。

4. 終わりに

本研究における解析は、観測結果の一部分を取り出したものであるため、実際に干潟内で起こっている漂砂現象を知るに手掛かりにすぎない。今後、得られた観測結果から正確な漂砂現象を解析する方法を考慮する必要がある。また、漂砂現象とベントスの生態系との関係を求めていきたい。

参考文献

- 1) 野田英明・橋本宏共著：新体系土木工学 79 漂砂と海岸保全施設(土木学会編)
- 2) 堀川清司・佐々木民雄：波の運動に伴う砂の移動限界水深の数表, 土木学会誌, vol.55, pp.58~63, 1970.5.
- 3) 水理公式集例題集昭和60年度盤(土木学会編)
- 4) 服部昌太郎：海岸工学