## 波浪・潮流カップリングモデルによる有明海の底質輸送シミュレーション

九州大学 学生会員 〇深野翔太 正会員 田井明

## 1. はじめに

浅海域における底質の輸送現象は,海岸侵食や航路埋没などの沿岸域の防 災や利用上の問題に関わるのみならず,水質や生物の生息環境などの環境保 全を考える上でも重要な要素である.

押川ら(2016)は、有明海諫早湾において現観測データを基に、底質輸送を 生じさせる要因を解析し、浅海域では潮流と波浪双方の影響が大きいことを 明らかにした.

一方で、これまで有明海の底質輸送シミュレーションでは潮流のみが考慮 される場合が多く、波浪の影響を加えた研究例は少ない.そこで、本研究で は潮流と波浪のカップリングモデルを有明海に適用し、その評価を行った.



Fig.1 有明海の概略図と観測地点

## 2. 数値シミュレーションの概要

波浪・潮流の双方を考慮した底質輸送シミュレーションを行うために,領域海洋モデル ROMS(Regional Modeling System)と,波浪推算モデル SWAN(Simulating Waves Nearshore)のカップリングモデルを利用してシミュレーション を行う.カップリング計算では ROMS から SWAN には流速,潮位,水深などの潮汐・潮流に関する物理量を, SWAN から ROMS には有義波高や波周期などの波浪に関係する物理量を双方向にやり取りさせた.このカップリングモデルでは, ROMS で行われる底質輸送計算に波の効果を底面せん断応力の増加として付加した.

再懸濁を表す侵食フラックスは土砂構成と底面せん断応力に依存しており,底面せん断応力が限界せん断応力を 超えた場合,以下の式の侵食フラックスを発生させる.

$$E_s = E_0(1-\varphi) \frac{\tau_m - \tau_c}{\tau_c}$$
, when  $\tau_m > \tau_c$ 

ここで、 $E_s$ は表面侵食質量フラックス、 $E_0$ は底面侵食性定数、 $\varphi$ は間隙率、 $\tau_m$ は底面せん断応力、 $\tau_c$ は限界せん断応力である. 土砂の再懸濁や沈降に対して重要となる底面せん断応力 $\tau_m$ の評価には、以下の波・流れ共存場に対する 経験的なモデルを用いた.

$$\tau_m = \sqrt{(|\tau_{cxb}| + |\tau_{wb}|)^2 + \tau_{cyb}^2}, \ \tau_{cxb} = \rho K_z \frac{\partial u}{\partial z}|_{z=z_0}, \ \tau_{cyb} = \rho K_z \frac{\partial v}{\partial z}|_{z=z_0}, \ \tau_{wb} = \frac{1}{2}\rho f_w u_b^2$$

ここで、 $\tau_{cxb}$ 、 $\tau_{cyb}$ はそれぞれx、y方向の流れによる底面せん断応力、 $\tau_{wb}$ は波による底面せん断応力、 $\rho$ は水の密度、 $K_z$ は乱流拡散係数、 $f_w$ は波による摩擦係数、 $u_b$ は底層での波の軌道流速である。 $u_b$ は、SWAN による推算値から与えて波の効果を反映させた。主な計算条件を Table 1,2 に示す。

Table1	モデル	の計算条件	と入え	カデーク	>
--------	-----	-------	-----	------	---

ROMS	水平格子	272×427(1°/300格子)
	鉛直層数	10層
	dt	内部モード10s
	潮汐	主要10分潮
	地形データ	海図を基に作成
SWAN	水平格子	272×427(1°/300格子)
	dt	120s
結合	時間間隔	600s

Table2 土砂パラメータ	Table2	土砂パラメータ
----------------	--------	---------

close	d	$\rho_{S}$	ws	$E_u$	τ <sub>c</sub>
Class	(µm)	$(kg/m^3)$	(mm/s)	$(kg/m^2s)$	$(N/m^2)$
silt	32.5	2650	0.1	1.0×10 <sup>-6</sup>	0.015



3. 数値シミュレーションの結果

本研究では、2013年7月1日から15日を再現対象期間とし、潮流のみを考慮した場合と潮流・波浪の双方を 考慮した場合の底質輸送シミュレーションを行った. Fig.2 にこの期間の風速の時間変化を示しており、期間 の前半に南方風速が増加していることが分かる. Fig.3 に期間中の熊本港と潮流・波浪の双方を考慮した場合の シミュレーション結果の有義波高の時間変化を比較し たものを示す.この図から、風速の増加と有義波高の増 加が対応していることが分かる. Fig.4(a),(b),(c)にB3地 点の実測データ、潮流のみ、波浪と潮流結合の場合の濁 度のイソプレット図を示す.これらから、潮流のみを考 慮する場合よりも潮流と波浪の双方を考慮した場合の 方がより現地観測に近い結果を得ることが出来た.



## 4. 結論

本研究では、内湾浅海域における底質輸送の解明を目的とし、有明海諫早湾内での土砂動態に及ぼす波・流れの 影響の把握を試みるために数値シミュレーションを行った.その結果、潮流のみを考慮する場合よりも潮流と波浪 の双方を考慮した場合の方がより現地観測に近い結果を得ることが出来た.今後は、数値シミュレーションの計算 条件やパラメータなどを修正していき、シミュレーションの精度を向上させていく.

本研究は、科学技術研究費(18H03360)、ハブ型ネットワークによる有明海地域共同観測プロジェクトの支援を受けたことを付記します.