

診断的土砂輸送・地形変動モデルの開発と 明石海峡周辺海域への適用

乳原 材¹・内山 雄介²・小裕 大地³

¹学生会員 神戸大学 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

²正会員 神戸大学教授 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: uchiyama@harbor.kobe-u.ac.jp (Corresponding Author)

³正会員 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所沿岸土砂管理研究グループ
(〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1)

内湾における海底地形の形態変化および形成機構を定量的に評価するために、高解像度領域海洋循環モデルROMSによる流動シミュレーション結果を用いたオフライン計算による、多粒径土砂に対応した水深積分型の浮遊土砂輸送モデルと、掃流輸送・地形変動を事後的に算定する地形変動モデルを開発し、明石海峡周辺海域へ適用した。浮遊土砂輸送モデルは土砂の平面的な移流分散特性を現実的に表現し、大規模地形の形態変化を評価する上で十分な再現性を有することを確認した。明石海峡周辺における流動構造は現況の海底地形の継続的な形成を促進するとともに、大規模な形態変化を引き起こしている可能性が高いことや、大規模砂堆は鹿ノ瀬と沖ノ瀬では底層流と土砂フラックスの収束特性や掃流輸送の寄与などの土砂輸送形態が異なり、大潮期強流イベント時に土砂輸送が強化されるなどの幾つかの重要な知見を得た。

Key Words : sea caldron and sandbank, diagnostic sediment transport model, ROMS, Seto Inland Sea

1. はじめに

地球総面積の約7割を占める全海洋下に存在する海底地形は、海流などの物理現象や生物の良好な生息環境の形成、水産資源分布や海底資源探査等に多大なる影響を与える。さらに、海底地形には大陸移動、氷河やマグマ活動の痕跡など、かつての地球環境変動の記録が残されており、地球ダイナミクスの真相を解明するための重要な要素であることから¹⁾、その形成メカニズムの理解は工学的・科学的に重要かつ普遍的な課題である。

例えば、潮汐が支配的な外力となる閉鎖性海域では、海峡部で卓越する強い潮流によって海底面がお椀状に浸食され、海峡周辺や湾などの弱流域に大粒径の浸食土砂が堆積することで、海釜(深み)や砂堆(浅瀬)などの特徴的で大規模な海底地形が形成される^{2,3)}。我が国最大の閉鎖性海域である瀬戸内海は平均水深約30 mの浅海域であり、その海底には多数の海釜・砂堆が分布する。例えば、瀬戸内海東部に位置する明石海峡周辺海域には、日本沿岸で最長(全長約19 km)の明石海峡中央海釜を代表とする3つの海釜があり、その東西海域に3つの大規模な砂堆(大阪湾:沖ノ瀬、播磨灘北部:鹿ノ瀬、南部:室津ノ瀬)が存在する²⁾(図-1)。なかでも鹿ノ瀬

は、近年深刻な不漁が問題視されているイカナゴの貴重な夏眠場・産卵場であり⁴⁾、瀬戸内海屈指の底引き漁場であるほか、主要航路に近く、サンドウェーブの発達により水深が複雑に変化することから、航海上の難所となっている³⁾。これらの海底地形は水深変化を通じて複雑な流動場を形成し、ひいては生態系分布に寄与するほか、漁船の操業や安全な航路選定等の人間活動にも多大なる影響を与える。それゆえ、現海況下における海釜・砂堆の形態変化と形成機構の把握は、内湾における様々な海洋問題を解明する上で根底をなす重要な課題である。しかしながら、大規模な海底地形周辺の土砂輸送過程や地形変動評価に関する研究はほとんどなされていない。

乳原ら⁵⁾(以下、前報と呼称する)は、3段ネスト海洋モデルを用いて瀬戸内海東部海域の水理学的評価と土砂輸送評価を行い、海釜・砂堆地形と流動場との強い関係を明らかにした。しかしながら、前報で用いた土砂輸送モデルは、局所平衡状態を仮定した短時間での土砂収支解析に特化した簡易モデルであったため、広域的・長期的な地形変動や形態変化を精緻に評価するには問題があった。そこで本研究では、地形変化をより高精度で計算するため、土砂輸送の非平衡性と移流を考慮し、かつ計算コストを抑えたオフラインの多粒径土砂輸送モデ

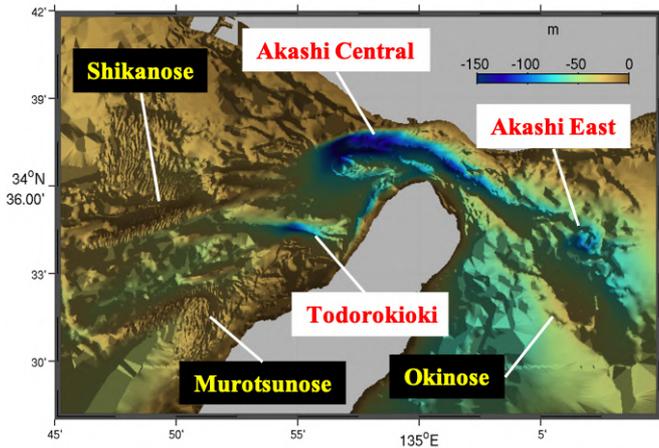


図-1 明石海峡、大阪湾、播磨灘周辺の海底リーフおよび地形名称。赤字：海釜地形名称，黄字：砂堆地形名称。カラー：水深(m)

ルを開発し，東部瀬戸内海海域への適用例を通じてモデルの再現性を検証する．さらに，浮遊・掃流輸送を考慮した地形変動モデルを構築して輸送モデルと連成させ，明石海峡周辺海域に存在する海釜・砂堆などの海底地形の形態変化，形成過程および土砂輸送形態に関する解析・考察を行う．本モデルは，既存の海洋流動モデルの結果を用いて内湾の大規模海底地形の変化を事後的に診断するオフラインモデルである点に特徴がある．

2. 研究方法

(1) 瀬戸内海3次元海洋モデルの概要

3次元流動を事前に与えるのは，小碓ら⁹⁾によって開発された瀬戸内海全域を対象領域としたJCOPE2-ROMS海洋流動モデルである(図-2，表-1)．本モデルは黒潮流路変動等の外洋影響を考慮するために3次元変分データを組み込んだJCOPE2海洋再解析値を最外側方境界条件および初期条件とする3段階の1-way offline ネスティングを用いた高解像度3次元モデルである．本研究では播磨灘，大阪湾，紀伊水道を含む東西160 km×南北112 kmの領域を鉛直32層，水平解像度200 mで表現したROMS-L3モデルの2時間平均値を解析に用いる．モデルの水平解像度は約10 km(JCOPE2)→2 km(ROMS-L1)→600 m(L2)→200 m(L3)へと順次細密化されている．

海上風，気温や各種海面フラックスの評価には気象庁GPV-MSM再解析値を用い，潮汐についてはTPXO 7.0による主要10分潮をL2開境界において与えた．L3領域内に流入する10本の一級河川流量については日本河川協会の雨量・流量データベースから求めた10年間の月平均気候値を，海底地形については内閣府中央防災会議データ⁷⁾(水平解像度50 m)を用いた．その他モデリングの詳細については既報⁹⁾を参照されたい．

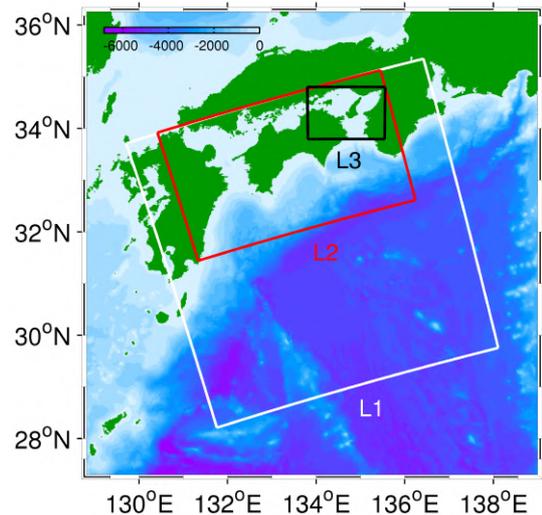


図-2 3段階ネスト ROMS モデルの計算領域。白枠:ROMS-L1，赤枠:ROMS-L2，黒枠:ROMS-L3の計算領域。カラー：水深(m)

表-1 東部瀬戸内海モデル (ROMS-L3) の計算条件

| | |
|---------|---------------------------------------|
| 計算期間 | 2011年12月25日-2012年1月24日 |
| 格子数 | 800×560×鉛直32層 水平解像度:200m |
| 境界条件 | ROMS-L2 (2時間平均値) |
| 海上風 | 気象庁 GPV-MSM (1時間値) |
| 海面フラックス | COAMPS バルク法 |
| 海面温度・塩分 | JCOPE2 (20日平均値) |
| 河川流量 | 日本河川協会雨量・流量データベース (一級河川10本，月平均気候値) |
| 海底地形 | 内閣府中央防災会議・地形データ |

(2) 土砂輸送・地形変動の診断モデル

ROMS-L3モデル出力(本研究では，代表として冬季30日間を対象期間とする)を用いて任意の粒径土砂の平面輸送を診断的(事後的)に解析可能なモデルを構築する．今回開発した土砂輸送モデルは，滑動や転動により底面と接触を保ちながら移動する掃流形態，ならびに土砂が水中に懸濁して流水とともに移動する浮遊形態の2種類の移動形態を考慮する．底質粒度組成の空間分布には環境省による第4回瀬戸内海環境情報基本調査(平成27~29年度実施)を初期値として与えた．

a) 水深積分型浮遊砂輸送モデル

まず，土砂の再懸濁を支配する底面せん断応力には海底面近傍で対数則が成立すると仮定し，次式で評価する．

$$\tau_b = \frac{\rho_w \kappa^2 u^2 \Big|_{z=z_a}}{\ln^2(z_a/z_0)} \quad (1)$$

ただし， τ_b :底面せん断応力(Nm⁻²)， ρ_w :水の密度(kgm⁻³)， κ :カルマン定数， z_0 :Nikuradse粗度高さ(m)， $u|_{z=z_a}$:高さ z_a における底層流速(ms⁻¹)である．海底地盤の浸食フラックス E_j (kgm⁻²s⁻¹)については， τ_b が土砂区分 j に対する限界せん断応力 $\tau_{cr,j}$ (Nm⁻²)を超えると

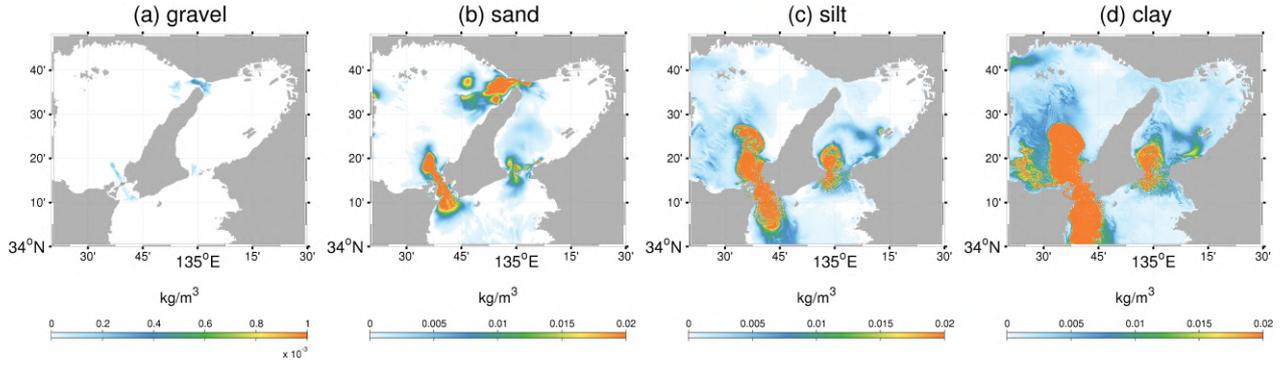


図-3 水深平均された浮遊土砂濃度 (kg/m^3) の空間分布. 2012年1月24日 0:00 UTCにおけるスナップショット. 左から(a) gravel, (b) sand, (c) silt, (d) clayであり, カラーズケールは4種類の土砂いずれも同じである.

表-2 マルチクラス浮遊砂モデルパラメータ

| class | d mm | ρ_s kgm^{-3} | w_s mms^{-1} | E_u $\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | τ_{cr} Nm^{-2} |
|--------|-----------|-------------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|
| gravel | 2 | 2650 | 170 | 2.5×10^3 | 1.26 |
| sand | 0.125 | 2650 | 9.4 | 2.5×10^3 | 0.15 |
| silt | 0.024 | 2650 | 0.4 | 1×10^4 | 0.07 |
| clay | 0.004 | 2650 | 0.1 | 1×10^4 | 0.02 |

浸食（再懸濁）が発生するものとして次式で評価する（例えば, Blaasら⁸⁾, 内山⁹⁾）.

$$E_j = \left(\frac{d_j}{d_{50}}\right) \lambda^5 E_{u,j} (1-p) f_j \left(\frac{\tau_b}{\tau_{cr,j}} - 1\right) \quad (\tau_b > \tau_{cr,j}) \quad (2)$$

$$E_j = 0 \quad (\tau_b \leq \tau_{cr,j}) \quad (3)$$

d_j :土砂粒径 (m), d_{50} :中央粒径 (m), λ :張力パラメータ, p :間隙率, f_j :体積分率, $E_{u,j}$:土砂区分*j*に対する再懸濁率 ($\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1}$)である. 浸食により巻き上げられた単位体積中の土砂量 c_j (kgm^{-3})を鉛直積分し, 水深 H (m)で除した水深平均土砂濃度 \bar{c}_j (kgm^{-3})を定義する.

$$\bar{c}_j = \frac{1}{H} \int_0^H c_j dz \quad (4)$$

浸食フラックス E_j と土砂の沈降による堆積フラックス, 水深平均流速 \bar{u} (ms^{-1})を用いた平面二次元の移流による浮遊砂フラックスの保存式を導出し, ROMS-L3による潮流速データを用いて多粒径の浮遊土砂濃度をオフライン計算で事後的に評価する.

$$\frac{\partial}{\partial t} (H\bar{c}_j) + \frac{\partial}{\partial x} (H\bar{c}_j\bar{u}) + \frac{\partial}{\partial y} (H\bar{c}_j\bar{v}) = E_j - \bar{c}_j w_{s,j} \quad (5)$$

ただし H :水深 (m), $w_{s,j}$:沈降速度 (ms^{-1})である. 対象土砂はgravel, sand, siltおよびclayの4区分である (表-2).

b) 掃流砂輸送モデル

底層流による掃流輸送土砂量は, Meyer-Peter & Müller¹⁰⁾の経験式を使用して算出する. 任意の向き*i*へ輸送される掃流土砂量 $q_{bi,j}$ ($\text{kgs}^{-1}\text{m}^{-1}$)は以下の式で定義される.

$$q_{bi,j} = f_j \Phi \sqrt{(s-1)gd_{50}^3 \rho_s} \frac{u_i}{|u|} \quad (6)$$

$$\Phi = \max \left[8(\theta_{sf} - \theta_c)^{1.5}, 0 \right] \quad (7)$$

$$\theta_{sf} = \frac{\tau_b}{\rho_w(s-1)gd_{50}} \quad (8)$$

ただし, Φ :無次元輸送率, θ_{sf} :無次元シルズ数, θ_c :限界シルズ数 (= 0.047), s :比重 (= ρ_s/ρ_w), ρ_s :土粒子密度 (kgm^{-3}), g :重力加速度 (= 9.81 ms^{-2}), u :底層流速 (ms^{-1})である. ただし, 掃流輸送の対象とするのはgravel, sandの2区分のみである.

c) 堆積層厚変動モデル

浮遊砂と掃流砂による輸送土砂量の連続式から導かれた堆積層厚の変化を地形変動と見なす.

$$\frac{\partial h_j}{\partial t} + \frac{1}{(1-p)\rho_s} \left\{ \frac{\partial q_{bx,j}}{\partial x} + \frac{\partial q_{by,j}}{\partial y} + E_j - \bar{c}_j w_{s,j} \right\} = 0 \quad (9)$$

ただし, h_j :土砂区分*j*の堆積層厚 (m. 初期値は一律 0.1 mと仮定) である. なお, 海底地形における土砂移動形態を把握するため, 本研究では掃流砂と浮遊砂の両方を考慮した場合と, 浮遊砂のみを考慮した場合の2ケースの計算を実施した.

3. 水深積分型浮遊砂輸送モデルの再現性

図-3に水深積分型浮遊砂輸送モデルによる各土砂濃度の空間分布瞬間値を示す. 各土砂の輸送状況を確認すると, gravel (図-3a) は強流域である明石海峡, 鳴門海峡および紀淡海峡の中央部で微少な再懸濁に伴いその近傍に分布し, sand (図-3b) は海峡周辺や大阪湾南部, 豊後水道などに分布している. これらの土砂と比較し, 粒径が小さいsilt (図-3c), clay (図-3d) は紀淡海峡, 鳴門海峡周辺を中心に, 播磨灘や大阪湾の湾奥部を含む広域に分布している. これは, それぞれの海域における底質分布と底面せん断応力の大小に応じて各土砂の再懸濁が発生し, 沈降速度の差異に応じて粗粒土砂は海峡近傍へ局所的に, 細粒土砂は湾灘の内部領域を含む広域に輸送されていることを示している. これらの結果などから, 水深積分型の平面二次元浮遊砂輸送モデルは土砂の特徴に応じた輸送過程を概ね再現可能であることを確認した.

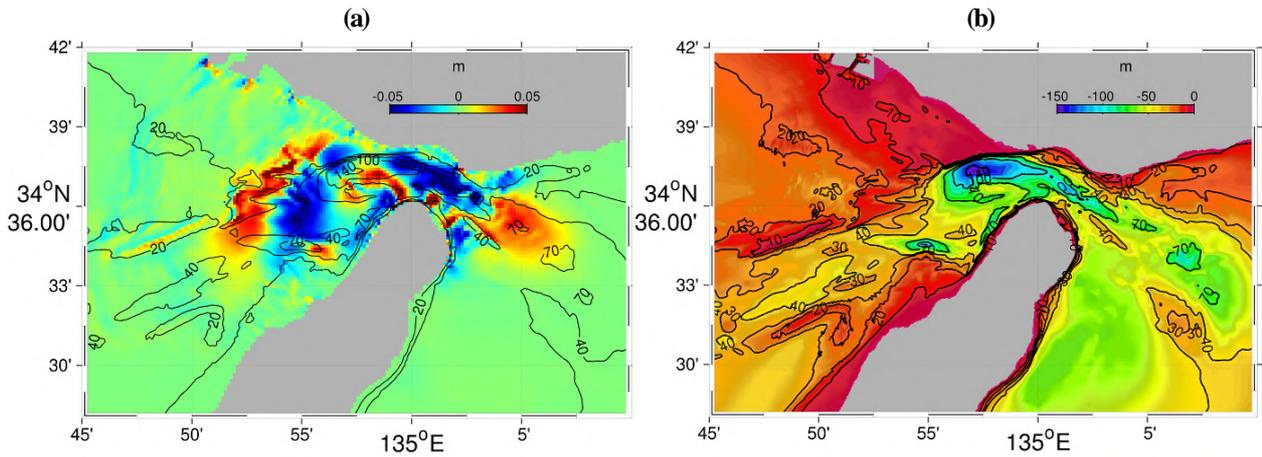


図4 (a) 明石海峡周辺の計算期間 30 日間における堆積層厚の変化(m). 赤系色は堆積を, 青系色は浸食を表す. (b) 同海域の海底地形図

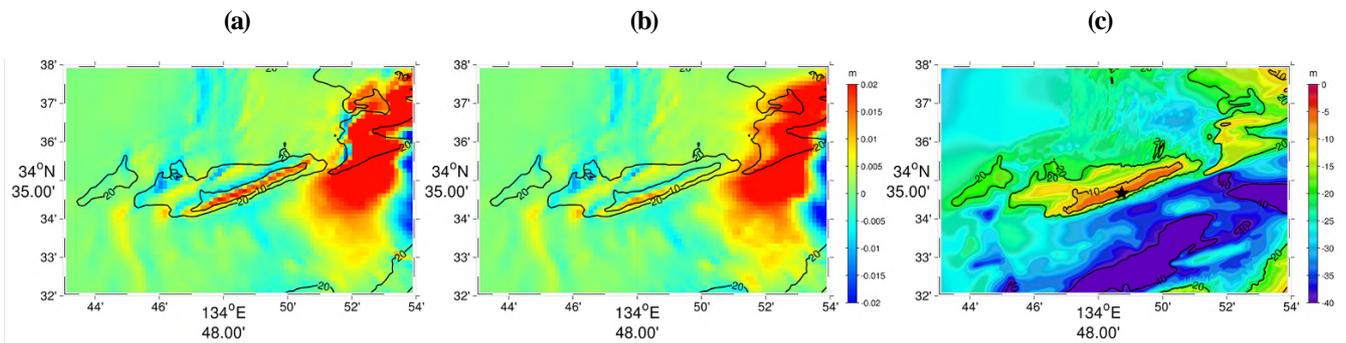


図5 鹿ノ瀬周辺の堆積層厚の変化(m). ただし, (a) 掃流砂と浮遊砂の土砂量を考慮した結果, (b) 浮遊砂のみを考慮した結果. 赤系色は堆積を, 青系色は浸食を表す. (c) 同海域の海底地形図(カラー:水深(m)). 黒星印は鹿ノ瀬の最浅座標地点. コンターは水深(m).

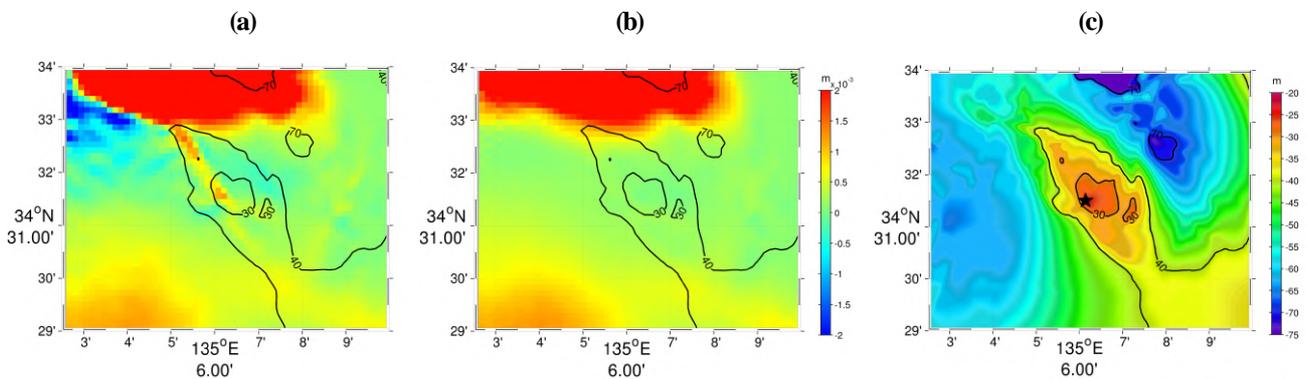


図6 沖ノ瀬周辺の堆積層厚の変化(m). その他は図5と同じ.

4. 明石海峡における地形変動解析結果

(1) 海峡中央周辺(海釜地形)の形態変化

図4aに堆積層厚変動モデルによる計算期間30日間における明石海峡周辺の堆積層厚変化の空間分布を示す. 浸食域(寒色系)は轟木沖海釜が位置する海峡南西部から中央海釜最深部にかけて分布し, 狭窄な海峡中央部一帯で顕著な浸食が確認できる. 一方, 堆積域(暖色系)は海峡東側(大阪湾), 底層流の収束域(前報)である中央海釜西部(播磨灘)の急崖上の浅瀬(水深20 m以浅域)や淡路島北側に分布している. 一般的に, 滑らかな円弧状の島の先端部では, 底面摩擦による遠心力の低減

により底層流は島側に収束し, 上昇流が発生する(例えばWhite & Wolanski¹¹⁾).

海峡周辺の堆積状況から, 狭窄部を中心とする強流域で海底浸食が発生し, 潮流が比較的緩慢となり, 掃流力の小さい海峡近傍や, 地形の影響により強い収束特性を持つ海域に粗粒土砂が輸送・堆積するという土砂輸送が生じたと考察される. また, 浸食域は大規模な海釜が存在する場所と概ね一致していること, 同海域において海釜の浸食深と τ_b との間に強い相関関係が見られたこと(前報)から, 明石海峡における強い底層流は海底浸食を今なお促進し, 海釜の形成が現在も進行している可能性が高いものと考察される.

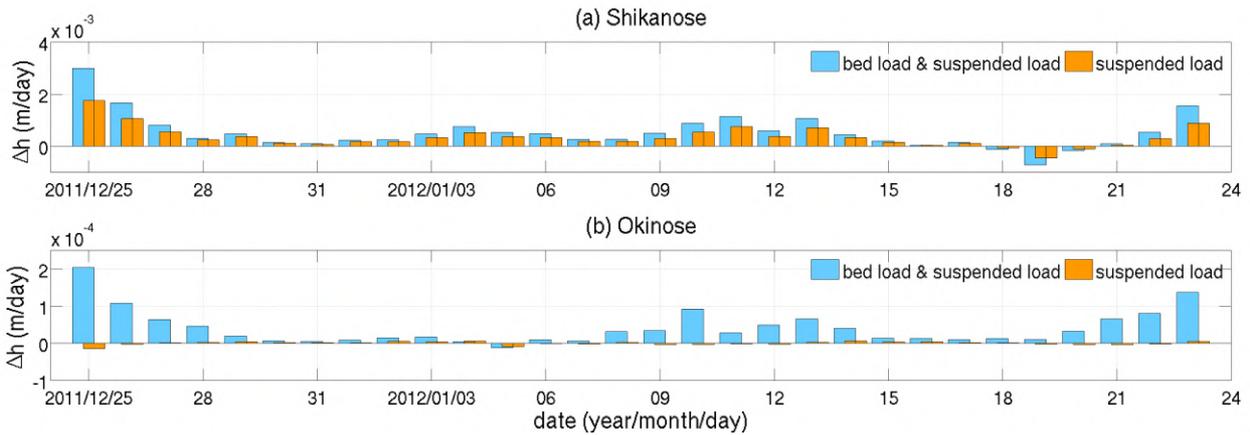


図-7 (a)鹿ノ瀬および(b)沖ノ瀬の代表地点における1日あたりの堆積量(m/day)の時間変化(30日間). 青:掃流砂と浮遊砂の土砂量を考慮した場合, 橙:浮遊砂のみを考慮した場合の堆積量.

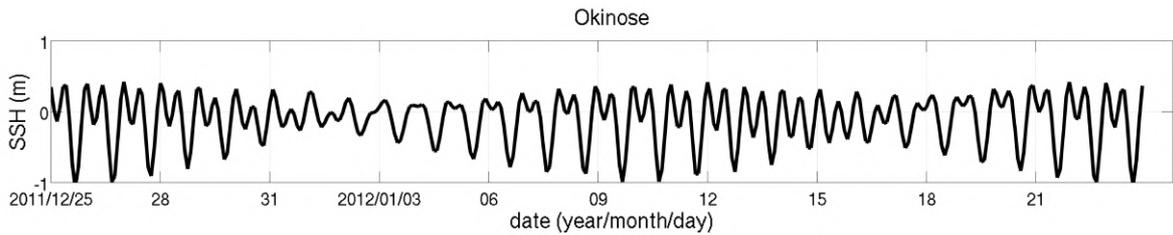


図-8 沖ノ瀬の代表地点における潮位(SSH, m)の時間変化(2時間毎表示, 30日間).

(2) 砂堆地形の形態変化

湾灘などに分布する砂堆地形は, 周辺の流況が静穏であるため, 海峡中央部ほど大きな形態変化は見られない。しかし, 明石海峡東西の大規模砂堆の堆積状況を精査したところ, 明確な形態変化が確認され, 海底起源の浸食土砂が収束・堆積して砂堆を形成している状況が表現されていた。ここでは西部(播磨灘)砂堆鹿ノ瀬と東部(大阪湾)砂堆沖ノ瀬の堆積状況を確認し, 輸送形態による分類と堆積土砂量の時間変化を解析することで, 砂堆の形成・土砂輸送メカニズムについて考察する。

まず鹿ノ瀬に着目すると(図-5a), 図中央に東西に伸びた舌状の砂堆が形成され, 頂点付近では堆積, その北側では弱い浸食傾向にある。堆積層厚変化量の分布は実地形(図-5c)とよく対応しており, 全体的には堆積傾向にあることが確認できる。また, 図-5a, bを比較すると, 掃流砂の導入は地形変化に対して大きな影響を及ぼさないが, 水深10 m以浅の浅瀬部で堆積が顕著に見られるなどの差異が見られる。鹿ノ瀬周辺では海峡付近の上げ潮・下げ潮に伴う往復流により, 強い環流状の残差流が発生しており³⁾, この残差流のconvergenceは強い土砂フラックス収束を引き起こす。また前報における土砂輸送解析からも, 鹿ノ瀬は周辺海域の浸食土砂が短期的に集積しやすい地形であることが示されている。すなわち, 海峡付近の強い残差流の収束が掃流・浮遊土砂輸送の両方に影響し, 鹿ノ瀬における土砂の収束とそれに伴う堆積の進行を促進していると考察される。

一方沖ノ瀬では(図-6), 堆積層厚の変化量は鹿ノ瀬に比べて全体的に小さく(約10分の1), 土砂輸送量が

少なく地形変化が緩慢である状況が確認できる(図-6a)。土砂輸送形態ごとに地形変動を精査したところ, 掃流砂を考慮したモデルでは(図-6a), 砂堆頂部の北西部から南東部にかけて実地形の峰に沿うように(図-6c)堆積域が分布し, 北側で浸食傾向の箇所が存在する。一方, 浮遊砂のみを考慮したモデルでは(図-6b), 砂堆全体で僅かに堆積傾向にあるものの, その程度は小さく, 大きな地形変動は確認できない。つまり, 沖ノ瀬は鹿ノ瀬とは対照的に, 掃流砂・浮遊砂の輸送形態によって砂堆の形態変化に明確な差異が見られ, 両砂堆では土砂輸送機構が異なる可能性が示唆された。

砂堆の形成機構の詳細を理解するため, 計算期間における各砂堆の土砂輸送形態ごとの堆積土砂量の時間変化を解析した。図-7に両砂堆地形の頂部(図-5, 6cの星印の地点)における1日あたりの堆積土砂量の時間変化を示す。鹿ノ瀬(図-7a)は沖ノ瀬(図-7b)よりも期間を通じて堆積量が多く, 掃流砂・浮遊砂ともにほぼ同様な時間変化傾向にある。他方, 沖ノ瀬では浮遊砂のみを考慮した場合の堆積量はゼロに近いが, 掃流砂を考慮した場合は解析期間序盤(2011年12月25日), 中盤(2012年1月9日前後)および終盤(同年2月23日)ごろに堆積量が周期的に増加している(図-7b)。この周期変動は潮汐の朔望周期に対応しており(図-8), 掃流砂の堆積量増加期間は大潮期と一致していることが分かる。つまり, 沖ノ瀬では大潮期に強化される底層潮流に伴って掃流土砂輸送が顕著となり, 砂堆全域の周期的な形態変化が促される一方で, 鹿ノ瀬では周辺海域の流動構造に対応して掃流砂・浮遊砂の土砂輸送とその収束が連続的に発生

していたと結論づけられる。つまり、砂堆は存在する場所により、輸送形態変化の時期や形成に起因する土砂の移動形態が大きく異なるものと考察される。

5. おわりに

内湾における海底地形変動を事後的に評価することを目的として、オフライン多粒径土砂輸送・堆積層厚変動モデルを開発し、東部瀬戸内海および明石海峡周辺海域に適用した。水深積分型浮遊砂モデルは土砂の平面輸送特性を妥当かつ良好に示し、大規模地形の形態変化を評価する上で十分な再現性を有している。堆積層厚変動モデルによると、浸食・発散・収束作用を伴う現海況下の流動構造は、明石海峡周辺の海底地形の形態変化および形成を促進し、今後も現況地形の形成が進行する可能性が高いと考察された。また、海峡の東西に位置する砂堆地形（鹿ノ瀬、沖ノ瀬）では土砂の収束特性や輸送形態が異なり、沖ノ瀬においては大潮期の強流発生時に輸送土砂量の増加が顕著となるなど、水産資源や海底土砂を保全する上でも重要な知見が得られた。なお、本モデルは軽量かつ拡張性が高いことから、流動計算結果をもとに土砂パラメータを最適化しながら地形変動機構の理解に活用するなど、その適用範囲は広く、有用である。また、今回開発したモデルは海底起源浸食土砂に限定されたモデルであるため、堆積層厚の実測値や河川由来土砂を考慮しながら地形変化の実測データと比較し、モデルの精度検証を行うことが今後の課題であると考えている。

謝辞：本研究は科学研究費（18H03798, 19H00782）の援助を受けた。底質調査データは環境省に提供いただいた。併せて深甚なる謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 藤井昌和, 野木義史：音波探査で海底を見る:海底地形に記録された地球環境変動, 低温科学, Vol. 76, pp. 269-284, 2018.
- 2) 八島邦夫：瀬戸内海の家釜地形に関する研究, 水路部研究報告, 第30号, pp.237-327, 1994.
- 3) 八島邦夫：明石海峡周辺の砂堆地形と流況に関する諸問題, 水路部技報, 第10号, pp.79-89, 1991.
- 4) Nishikawa, T. and Okamoto, S. : Annual variation in condition factor of sand lance *Ammodytes japonicus* during the estivation period in Harima-Nada, eastern Seto Inland Sea, Japan, *Regional Studies in Marine Science.*, Vol. 42 101644, 2021.
- 5) 乳原材, 内山雄介, 小裕大地：高解像度海洋モデルと海洋地質学の融合による東部瀬戸内海海底地形の長期形成過程の解析, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 77 (2), pp. I_169-I_174, 2021.
- 6) 小裕大地, 内山雄介：ロバストな幼稚仔海洋分散評価に向けた Lagrange 粒子追跡モデルの感度解析, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 72 (2), pp. I_1279-I_1284, 2016.
- 7) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された震度分布・浸水域等に係るデータ提供について, https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/data_teikyou.html
- 8) Blaas, M., Dong, C., Marchesiello, P., McWilliams, J. C. and Stolzenbach, K. D. : Sediment-transport modeling on Southern Californian shelves: A ROMS case study, *Cont.Shelf Res.*, Vol. 27 pp. 832–853, 2007.
- 9) 内山雄介：マルチクラス懸濁質輸送モデルを用いた福島沿岸域における河川由来懸濁質および懸濁態放射性核種の海洋分散について, 沿岸海洋研究, Vol. 54 (2), pp. 159-172, 2017.
- 10) Meyer-Peter, E. and Muller, R. : Formulas for Bed Load Transport, *Proceedings of 2nd meeting of the International Association for Hydraulic Structures Research*, pp. 39-64, 1948.
- 11) White, L. and Wolanski, E. : Flow separation and vertical motions in a tidal flow interacting with a shallow-water island, *Estuarine, Coastal and Shelf Science.*, Vol. 77 (3) pp. 457–466, 2008.

(Received March 17, 2022)

(Accepted July 21, 2022)

DEVELOPMENT OF A DIAGNOSTIC SEDIMENT TRANSPORT AND MORPHOLOGY MODEL: APPLICATION TO THE AKASHI STRAIT

Motoki UBARA, Yusuke UCHIYAMA and Taichi KOSAKO

In order to quantitatively evaluate the morphological change and formation mechanism of seafloor topography in a semi-enclosed estuary, an offline model was developed to calculate multi-class sediment transport and topographic change diagnostically using precomputed flow fields. Reproducibility of the model was modestly verified through an application to the sea area around the Akashi Strait in the eastern Seto Inland Sea, Japan. The depth-integrated two-dimensional horizontal suspended sediment model performed well to realistically represent lateral transport of four classes of sediments and resultant large-scale morphological changes. The morphology model provided us several crucial insights such that the present-day flow structure around the strait may have promoted the formation of the seafloor topography and caused large-scale morphological changes. In particular, the adjacent two sandbanks (Shikanose and Okinose) were found to have different convergence characteristics and sediment transport patterns, leading to enhanced sediment transport during strong tidal currents formed in spring tides.