

開放性海岸域におけるチョウセンハマグリ幼生の移流分散シミュレーション

NTT 西日本㈱ 正会員 瀬戸 徹
 東京工業大学大学院 正会員 八木 宏
 東京工業大学大学院 学生会員 ○安井 進
 水産研究センター養殖研究所 日向野純也

1. 目 的

近年，日本沿岸ではアサリやハマグリといった二枚貝を中心として貝類の資源量が大きく減少している．開放性砂浜域であり，チョウセンハマグリ (*Meretrix lamarckii*) の日本最大の産地である鹿島灘においても，最近 10 年間に大規模な新規加入がほとんどないなど資源量減少が明らかとなっており，海洋のレジームシフトや海岸浸食，海岸・港湾構造物の影響などが指摘されているがその原因は未だ明らかでない．そこで本研究では，チョウセンハマグリの生残にとって重要である生活史初期（浮遊幼生期）に着目し，開放性海岸域におけるチョウセンハマグリ幼生の移流分散・着底特性を数値シミュレーションによって検討することを試みた．

2. 数値モデルと計算条件の概要

沿岸域における浮遊幼生の移流分散・着底特性を正確に把握するために，本研究では，①エネルギー平衡方程式と 3 次元流動モデル (Princeton Ocean Model) を組み合わせた吹送流，潮流，海浜流を表現可能な流動モデル，②浮遊幼生期のチョウセンハマグリの挙動を反映した浮遊幼生移動モデルを作成した．前者については，黒岩ら (2000) の方法に基づき，エネルギー平衡方程式モデルによって得られた波浪場を Radiation stress と Surface roller モデルによって流動場に反映させた．一方，後者については，浮遊幼生期を 4 つの段階に分け，各段階の浮上・沈降速度を表-1 のように評価することで，これと流動計算によって得られた流速及び乱れ強度から浮遊幼生の移動速度を算出しその位置の変化を Euler-Lagrange 的に計算した．

計算対象は，鹿島灘須田浜周辺海域とし（図-1：但し，計算の沖側境界は距岸 12km），浮遊幼生期である夏季の 1999 年 8 月 1 日～5 日を具体的な計算対象期間として，海上風（波崎海洋観測施設 HORS 計測），潮位（現

地計測値），波浪（鹿島港）の観測値を境界条件として与えることで波浪場及び流動場のシミュレーションを行った．浮遊幼生については，成貝から産卵放出されることを念頭に置き，成貝の生息域である水深 2～5m（図-1 中の矩形領域）の海底に初期条件として一様に配置し（合計 4371 個），その後の位置を先述の方法にしたがって追跡計算を行った（沿岸方向は周期境界条件）．なお，本研究では，浮遊幼生の移流分散過程に与える外力条件や水位変化の影響を把握するために，海上風，波浪，潮位の条件を変えた 3 ケース（Case1:海上風+潮汐，Case2:海上風+潮汐+波浪，Case3:海上風+波浪）で計算を行った．

3. 数値シミュレーション結果

図-2, 3 に，Case, 1, 2 の計算結果から，計算開始後 5, 15, 25 時間後における浮遊幼生の平面分布，鉛直断面分布を示す．海上風と潮汐のみを考慮した Case1 では，浅海域で産卵された浮遊幼生が，時間とともに沖側へ移動し，計算開始から 25 時間後にはほとんどの浮遊幼生が沖側へ流出していることがわかる．この時の流速場の特徴を調べると（図-4(a)），対象期間に卓越していた南風によって表層を中心に冲向きの流れが発達しており，産卵直後には海底付近に存在する浮遊幼生が，砕波帯内の乱れや浮遊幼生自身の浮上特性などによって表層に移動する時，表層冲向きの吹送流によって沖側に輸送されるものと考えられる．夏季の鹿島灘は，ハマグリの浮遊幼生期である 7～8 月に比較的強い南風が連吹すること知られており，浮遊幼生期の海上風は浅海域で産卵された浮遊幼生を沖側へ流出させる効果を持っていることを示している．

一方，海上風，潮汐に加え海浜流の効果まで考慮した Case2 では，時間とともに浮遊幼生が沖へ流出する傾向はあるものの，計算開始後 25 時間後においても浅海域（沿岸砂洲 bar の岸側：砕波帯内）に残存してい

キーワード 開放性海岸域，チョウセンハマグリ，浮遊幼生，シミュレーション

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-10 東京工業大学大学院情報理工学研究科 TEL 03-5734-2591

ることがわかる．この時の流速場は（図-4(b)），沿岸砂洲（bar）の岸側（砕波帯）に，表層で岸向き，底層で沖向きの海浜流による鉛直循環流が発生しており，浮遊幼生が残存する範囲はこの鉛直循環流の発生範囲とほぼ一致している．このことは，海浜流による鉛直循環流が浮遊幼生を浅海域にトラップする上で重要な役割を果たしている可能性を示している．

さらに，潮位変化の影響を把握するために，海上風と波浪の効果のみを考慮した Case3 と比較すると，潮位変化のある場合（Case2）の方が浅海域への浮遊幼生の残存数が少ないことがわかった．流速場と浮遊幼生の関係を調べると，干潮時に砕波点位置が岸側に移動することで，それまでは砕波帯内にトラップされていた浮遊幼生の一部が砕波帯外となり，吹送流によって沖側へ輸送されていた．このことは，潮位変化にともない鉛直循環流の発生範囲の変化が，浮遊幼生の浅海域への残存に影響を与えていることを示している．

4. まとめ

鹿島灘海岸域を対象としたチョウセンハマグリ浮遊幼生の移流分散シミュレーションを行った結果以下のことがわかった．①浮遊幼生期である夏季に連吹する南風によって，鹿島灘沿岸には表層で沖向きの吹送流が発達し，これによって浅海域の浮遊幼生は急速に沖へ流出する，②砕波帯周辺に発生する海浜流（鉛直循環流）によって，吹送流だけでは沖に流出する浮遊幼生が浅海域にトラップされる，③潮位変化によって砕波点位置（砕波帯幅）が変化することで，浮遊幼生の浅海域への残存特性が変化する．

表-1 浮遊幼生期の各段階の沈降・浮上特性

幼生成長段階	Embryo	Trochophore	Early veliger	Veliger
受精後	0～10h	10～27h	27～58h	58h～
上昇・沈降速度 上向きを正	0.7mm/s (実験値の比重・ 殻長を用いてRubryの 沈降速度式から算出)	-0.1mm/s	0mm/s	比重・殻長を児玉 (1980)の実験式から 算出してRubryの 沈降速度式から算出

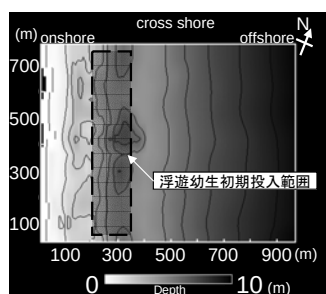


図-1 計算対象領域の海底地形と浮遊幼生初期位置

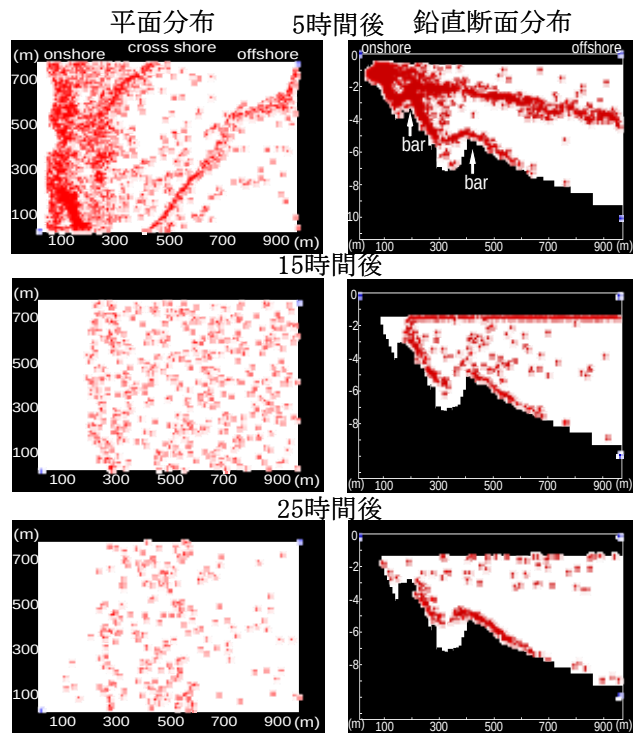


図-2 浮遊幼生の平面分布と鉛直断面分布 (Case1)

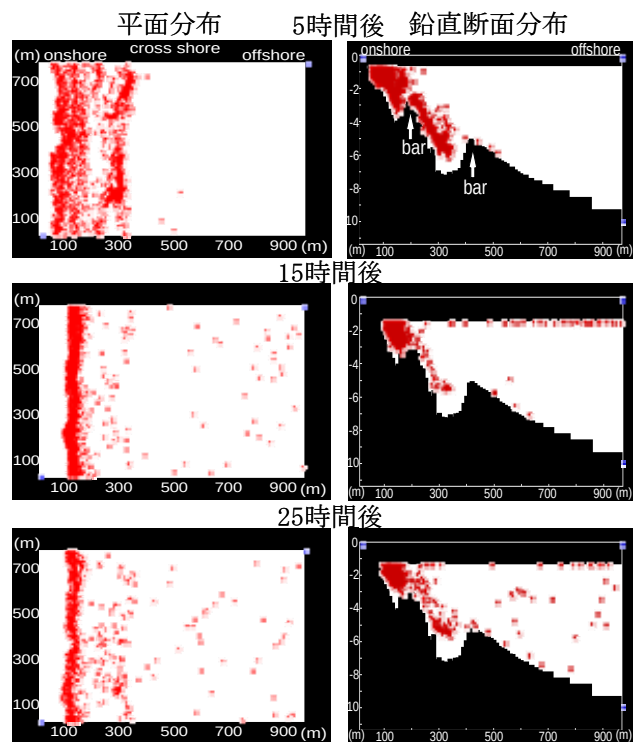
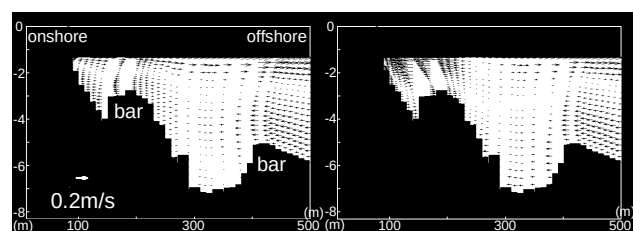


図-3 浮遊幼生の平面分布と鉛直断面分布 (Case2)



(a) Case1 (海浜流なし) (b) Case2 (海浜流あり)

図-4 流速の断面分布（25時間後）