

有明海浅海域ノリ養殖漁場における潮流シミュレーション Numerical Simulation of Tidal Current in and around Nori Aquafarming Grounds in the Ariake Sea Coastal Waters

○平松和昭¹・原田昌佳¹・岩渕光伸²・池浦 繁²・久野勝利³・首藤俊雄³・吉田幸史³
Hiramatsu Kazuaki¹, Harada Masayoshi¹, Iwabuchi Mitsunobu²,
Ikeura Shigeru², Kuno Katsutosi³, Syuto Toshio³ and Yoshida Yukihumi³

1. はじめに 近年、有明海など我が国における主要なノリ生産地では栄養塩不足により養殖ノリの色落ちが発生し、漁業経営に深刻な打撃を与えている。ノリ養殖期の海水中の栄養塩は主に河川から供給されることが知られており、河川水を最適に利用し、ノリ色落ち被害を最小限に軽減するためのノリ小間の配置等、ノリ養殖管理方法の改善が求められている。それに資する流動・拡散シミュレーションモデルの開発研究の第一歩として、本報告では、ノリ養殖施設の流体抵抗を定量化するとともに、これを組み込んだ2次元単層モデルによる潮流シミュレーションの結果を報告する。

2. 海底地形・ノリ養殖施設のデジタルデータ作成 ノリ養殖施設の空間配置密度を考慮し、海底地形とノリ養殖施設のメッシュデータは100mメッシュ間隔で作成した。作業はGISソフトウェア(ArcGIS)上で行い、全ての空間情報は平面直角座標系II系に基づき統一的にデータベース化した。まず、入手した海底地形データをArcGIS上で処理し、100mメッシュサイズ海底標高データを作成した。次にノリ区画漁場データ、すなわち各ノリ区画漁場の多角形頂点の座標値、ノリ網面積、ノリ網を支える支柱(FRP製パイプ、以下、支柱)の本数、以上をArcGIS上で空間情報処理し、100mメッシュサイズ海底標高データと結合するとともに、一つのメッシュ点を中心とした面積10,000m²(=100m×100m)の正方形に含まれる数値を各メッシュに付加させた。ノリ区画漁場は、福岡県側が有区(県知事による免許区)57、農区(農林水産大臣による免許区)38、合計95、佐賀県側が有区285、農区17、合計302、総計で397区画である。Fig.1に100mメッシュサイズデータから決定したシミュレーション対象領域を示す。東西方向46.8km(469メッシュ)、南北方向45.4km(455メッシュ)の領域で、海域計算点数は87,560点である。作成した100mメッシュデータの一例として、Fig.2に冷凍網期の各メッシュの網面積を示す。

3. ノリ養殖施設の流体抵抗 ノリ養殖施設の流体抵抗は、ノリ網と支柱の抵抗から構成される。流速 U (m/s)の流れ場に置かれた単位面積のノリ網に作用する流体抵抗 τ_L (N/m²)は、流体密度 ρ (kg/m³)、抵抗係数 C_F を用いて(1)式で表すことができる。一方、流速 U (m/s)の流れ場に立てられた水中長 H (m)、直径 d (m)の支柱に作用する流体力 D_p (N)は、支柱が円柱であれば、流体密度 ρ (kg/m³)と円柱の抵抗係数 C_D を用いて(2)式で表すことができる。なお、後述の潮流シミュレーションでは、2次元単層モデルを使用しているため、(1)、(2)式中の流速 U には、水深平均の流速が使用されることになる。

まず、(1)式の抵抗係数 C_F の決定には八木ら(2004)の現地計測結果を使用した。八木らは福岡県水産海洋技術センター有明海研究所と共同でノリ網の流体抵抗特性を検討し、(3)式の結果を得ている。潮流シミュレーションでは(3)式の平均値 $C_F=0.0155$ を使用した。一方、(2)式中の抵抗係数 C_D はレイノルズ数 Re の関数となることが知られており、本研究では $d=0.05$ mとし、潮流速も考慮して $Re=10^3\sim 10^5$ に相当する $C_D\approx 1.1$ を使用した。

$$\tau_L = \frac{1}{2} \rho C_F U^2 \dots (1) \quad D_p = \frac{1}{2} \rho C_D d H U^2 \dots (2) \quad C_F = \begin{cases} 0.010 & , \text{ノリ葉長} = 85\text{mm} \\ 0.021 & , \text{ノリ葉長} = 280\text{mm} \end{cases} \dots (3)$$

1) 九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Graduate School, Kyushu University 2) 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所/Ariake Sea Research Center, Fukuoka Prefectural Fisheries and Marine Technology Research Center 3) 佐賀県有明水産振興センター/Saga Prefectural Ariake Fisheries Research and Development Center
キーワード：潮流, 数値シミュレーション, ノリ養殖漁場, 有明海, 河川水

以上のように、100m メッシュデータでは、一つのメッシュ点を中心とした正方形に含まれるノリ網面積、支柱数が整理されており、(1)式の τ_L にノリ網面積を乗じることでノリ網の全流体抵抗が、(2)式の D_p に支柱数を乗じることで支柱の全流体抵抗がそれぞれ求まり、両者を合計からそのメッシュ内のノリ養殖施設の全流体抵抗を算定することができる。

4. 潮流シミュレーションモデル 潮流シミュレーションには2次元単層モデルを使用し、干潟の干出・水没を表現するため Hiramatsu *et al.* (2005) の wetting and drying scheme を導入した。数値解法には leap frog スキームを使用した。水平粘性項の評価には渦動粘性係数(=50 m²/s)を使用し、海底摩擦応力の計算には抵抗則に Manning 則(粗度係数=0.02m^{-1/3}s)を採用した(Hiramatsu *et al.*, 2005)。海面摩擦応力は考慮していない。Fig.1 の湾口では、島原新港(左側)と熊本港(右側)の検潮所で得られた主要7分潮の潮汐調和常数から計算した潮位を用いて、線形補間で潮位を与えた。また、Fig.1 に示す8河川からの流量を流入させた。流量データが得られた筑後川瀬ノ下地点の2001~2004年の12月の平均流量を求め、この平均流量を瀬ノ下地点の流域面積と各河川の河口地点の流域面積の比で線形に増減させて、各河川の河口地点の流量とした。

5. 結果と考察 Fig.1 に示す6地点で実施された潮流速の観測結果と計算結果の比較を Fig.3 に示す。いずれも2008年1月10日の毎正時の結果を比較している。Fig.3 によると、両ベクトルは、流向は若干異なるものの、流速(絶対値)は同程度の値となっている。一般に、流向は現地での流速計の設置位置周辺の局所的な影響を受けやすいことを考えると、潮流速のシミュレーション結果は概ね妥当と判断できる。

6. おわりに 実測データを用いた水理パラメータのチューニングや、河川流入流量の実測データの収集による流入境界条件の精度向上、3次元モデルの導入が今後の課題である。本研究は、水産庁「平成19年度新たなノリ色落ち対策技術開発事業：河川水最適利用技術の開発(有明海域)」の補助を得た。記して謝意を表します。

(参考文献) Hiramatsu, K., S. Shikasho and K. Mori : Numerical prediction of suspended sediment concentration in the Ariake Sea, Japan, using time-dependent sediment resuspension and deposition model, Paddy and Water Environment, 3(1), pp.13-19 (2005) 八木 宏・石田大暁・高橋亜依・灘岡和夫・田村仁・小谷正幸：ノリ養殖施設の流体抵抗と潮流・浮泥輸送への影響，海岸工学論文集，51，pp.1026-1030 (2004)

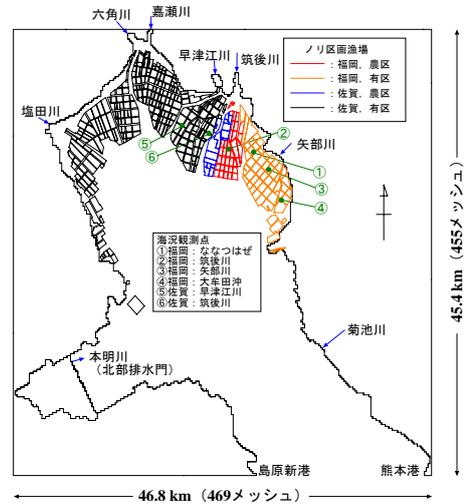


Fig.1 計算対象海域

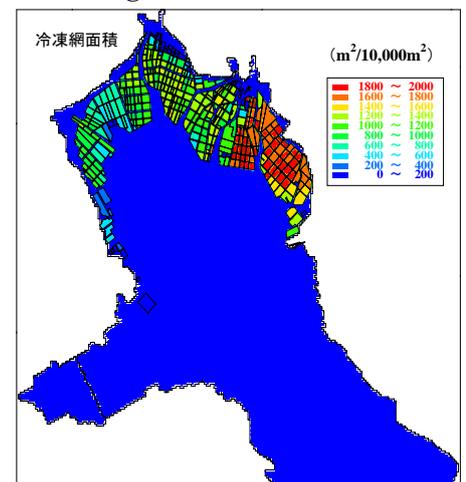


Fig.2 区画漁場データ(網面積)

→ : Observed (50cm/s)
→ : Calculated (50cm/s)

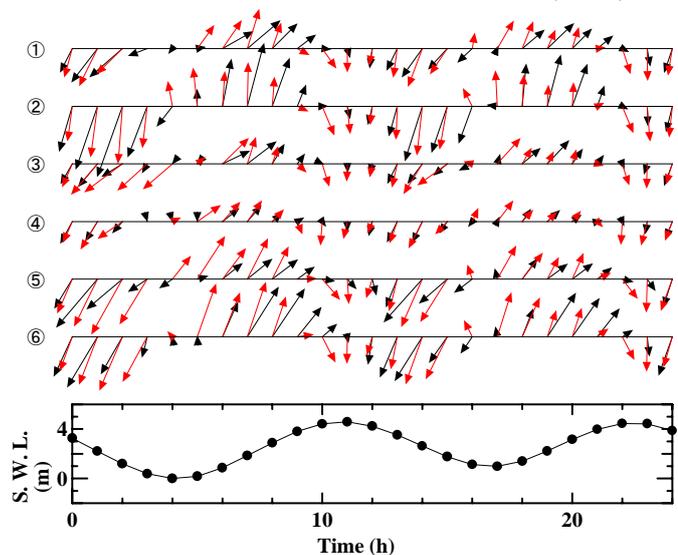


Fig.3 計算値と観測値の比較(地点番号は Fig.1)