

葉体の窒素同化量を指標とした有明海湾奥ノリ養殖施設の最適配置の検討 Optimization of Configuration of Nori Aquafarming Grounds in the Ariake Sea Coastal Waters using Index of Nitrogen Assimilation in Nori Leaf Bodies

○田畑俊範*・平松和昭**・原田昌佳**

Tabata Toshinori*, Hiramatsu Kazuaki**, Harada Masayoshi**

1. はじめに 有明海は九州西部に位置する九州最大の内湾である。広大な干潟が豊かな生物生産を可能とし、豊饒の海と呼ばれる。湾奥部ではノリの養殖が盛んで、日本におけるノリの生産の約5割を占める。しかし、近年ノリの色落ちによる不作年の出現が大きな社会問題となっている。ノリの成長には、潮流速の確保と河川水が主要供給源である栄養塩の供給が重要で、色落ちの原因の一つとしてノリ養殖施設の高密度配置が挙げられる。そのため、良質なノリ生産に適した配置方法の検討が求められている。本研究は、その第一歩として、2次元単層モデルを用いノリ養殖施設の最適配置について検討を行った。

2. 2次元単層モデル 計算対象領域は Fig.1 の島原新港—熊本港ライン以北とした。シミュレーション期間は、2008年11月19日14:00（小潮満潮時）から12月4日13:00（小潮満潮時）とした。モデルには、連続の式、3次元 Reynolds 方程式および塩分に関する3次元乱流拡散方程式を水深方向に積分した2次元単層モデルを用いた。数値解法として、水量をスタaggerドメッシュ系に配置させた有限差分法を採用し、潮流計算には Leap frog 法を用いた。移流分散方程式には移流項と分散項を分離して取り扱う Split-Operator Approach を導入し、それぞれ UTOPIA 法と ADI 法を用いた。また、Land Mask 関数を適用した干潟処理を導入することで移動海岸線の追跡を行った。潮流計算では、ノリ養殖施設の流体抵抗としてノリ網とそれを支える支柱の抵抗力を考慮した。計算条件として、海底地形、河川流量、風速および潮汐調和定数の各データを使用した。ノリ養殖施設のノリ区画漁場データは、福岡県および佐賀県から提供のデータを ArcGIS 上でデータベース化したものを用いた。モデルの検証には福岡県および佐賀県の観測機関による15地点の観測結果を用いた。Fig.1 に海底地形、河川流入地点、実測値観測地点を示す。

3. 現況解析結果 Fig.2 に2008年11月28日9:00から29日8:00（大潮時）までの潮流ベクトルの計算値と実測値の比較を示す。実測値を概ね良好に再現していることがわかる。また、Fig.3 に同期間における塩分 (psu) の計算値と実測値の時間変化を示す。こちらも、良好な再現性が得られた。さらに、干潟の発生箇所についても良好な再現性が確認された。以上より、再現性の高いシミュレーションモデルが構築できたといえる。

4. シナリオ分析 ノリ養殖施設の配置方法に関して Table 1 に示す Case1~5 のシナリオを設定し、ノリ養殖施設の配置方法がノリの品質に与える影響について検討した。ノリはタンパク質含量の高い海藻であり、葉体中の窒素のノリの品質に果たす役割は大きい。そこ

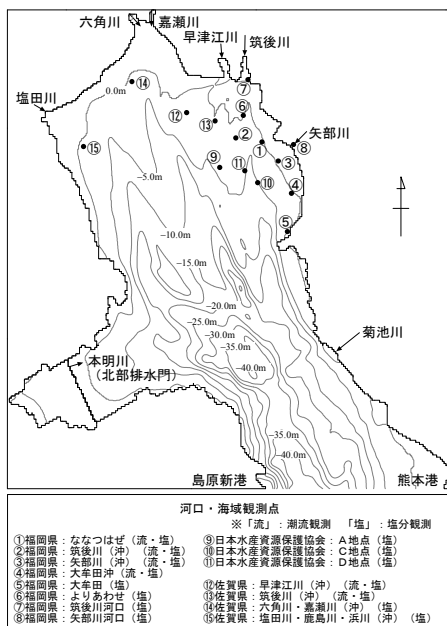


Fig.1 計算対象領域および海底地形、河川流入地点、実測値観測地点
Simulation area and its sea-bed topography, river inflow points and observed points of tidal current and salinity

*九州大学大学院生物資源環境科学府/Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

**九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Kyushu University

キーワード：有明海湾奥部、2次元単層モデル、ノリ養殖施設の配置方法、ノリの窒素同化速度

で、最適な配置方法を検討するにあたっては、ノリの窒素含有量に注目した。馬場・宮崎（1983）は、DIN 濃度既知の流体中におけるノリ供試体内の窒素含有量 $N(g)$ の変化を9日間にわたる室内実験で調べた。その結果、ノリの窒素同化速度と海水中の DIN 濃度 $C (\mu\text{mol/l})$ および潮流速 $W (\text{m/s})$ の関係式として次式を得た。

$$\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = 9.95 \times 10^{-2} C^{0.31} W^{0.15} \quad (1)$$

まず、有明海湾奥部での塩分と DIN の良好な相関が得られたため、(1) 式を Runge-Kutta-Gill 法により、シミュレーションモデルで得られた塩分の計算値から DIN を推定し、また、 W として潮流速の計算値を用いて、2008 年 11 月 24 日 13:00（中潮満潮時）から 12 月 4 日 13:00（中潮満潮時）の 10 日間におけるノリの窒素同化量を求めた。ノリの初期窒素含有量の設定には、馬場・宮崎（1983）の室内実験を参考決定した。

5. 結果および考察 Fig.4 に Case2 における窒素同化量の現況からの増加率分布を示す。ノリ養殖施設の配置密度を変化させることでノリの窒素同化量は変化し、ノリ養殖施設の高密度配置がノリの成長に負の影響を与えていることが示された。また、全シナリオ分析のうち、Case2 の窒素同化量の増加率が最も高く、その増加が広範囲に分布したことから、河川流入水の移流分散を促していることがわかった。以上から、ノリ網 1 小間 5 列張りから 4 列張りへの変更が良質なノリの生育に適した配置方法であるといえる。

6. おわりに 本研究では、有明海湾奥を対象とした潮流・塩分場の移流分散シミュレーションモデルを用いて、湾奥部に展開されているノリ養殖施設の最適な配置方法について検討を行った。ノリ養殖施設の配置密度に関するシナリオ分析により、配置密度を小さくすることでノリの窒素含有量が増加し、高密度配置がノリの生育に負の影響を与えていることが示唆された。そして、ノリ網の 1 小間 4 列張りへの変更が良質なノリ生産に適した配置方法であることが示された。より正確に湾内の栄養塩の収支を再現するため、3 次元生態系モデルの構築が今後の課題である。本研究は平成 19～21 年度水産庁受託研究「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」の支援を受けた。記して謝意を表す。

参考文献 馬場裕文、宮崎征男（1983）：ノリの成長と窒素代謝におよぼす栄養と流速条件の影響、佐賀有明水試報，8，pp.1-19

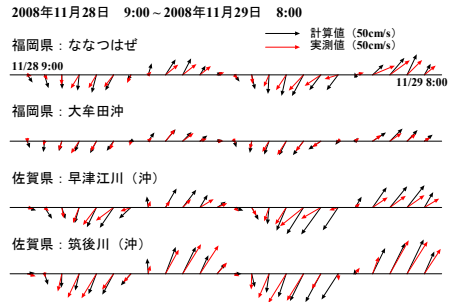


Fig.2 潮流速・流向の再現性（大潮時）
Calculated and observed tidal current vectors (spring tide)

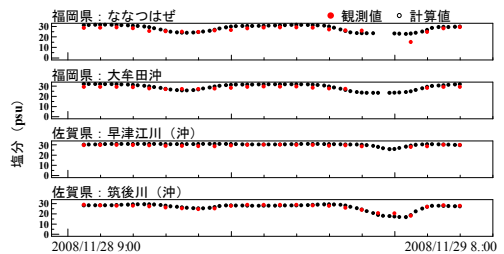


Fig.3 塩分の再現性
Calculated and observed salinities (spring tide)

Table 1 各シナリオの設定
Scenarios used in the simulations

ケース	対象域	シナリオ
Case 1	矢部川沖	ノリ区画配置換え
Case 2	福岡県側	ノリ網 1 小間 5 列張り→4 列張り
Case 3	福岡県側	ノリ小間数 10%削減
Case 4	50 間潮通し以南	ノリ小間数 30%削減
Case 5	20 間潮通し以南	ノリ小間数 30%削減

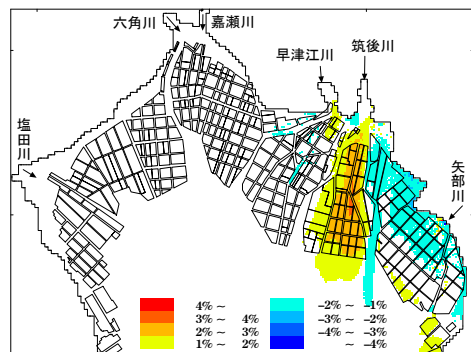


Fig.4 Case2：窒素同化量増加率
Increasing rate of nitrogen assimilation in Case2