



底泥散布準備と説明



底泥散布体験

図 7. 現場関係者への普及①：加茂湖への底泥散布



採泥体験



泥の処理（表層 3cm を採る）

図 8. 現場関係者への普及②：HcRNAV を含む海底泥の採取

2) 赤潮の防除・被害軽減手法の開発

イ. 生簀等の魚介類を守る技術開発と実証

②既存の赤潮防除技術の高度化とマニュアル作成

水産研究・教育機構 水産技術研究所（五島）

紫加田知幸

大分県農林水産研究指導センター水産研究部

斉藤義昭，野田誠，宮村和良

東町漁業協同組合

浦 啓介，立元伸幸

1 全体計画

(1) 目的

近年、豊後水道など西日本の沿岸域において *Karenia mikimotoi* 等鞭毛藻による有害赤潮が頻発しており、その対策が強く求められている。一方で、各現場では長年の経験に基づいて構築された被害軽減技術が使用されている。本課題では、既存の技術を対象として科学的な検証と基礎情報の収集を行い、高度化を図ること、そして技術普及を円滑に推進するためにマニュアルを作成することを目的とする。特に、足し網および生簀浮沈法について検討する。具体的には、赤潮プランクトンの鉛直移動および養殖魚介類の生簀内行動、環境条件の影響を把握し、網を足すあるいは生簀を沈下することで赤潮鞭毛藻類と養殖魚介類との接触頻度が最小限になる条件を見出す。その後、実際に足し網および生簀沈下を行って効果を検証する。

2 令和4年度計画及び結果

(1) 目的

全体計画と同じ。

(2) 方法

① ファスナー式足し網の現場検証（大分水研）

足し網を現場で迅速に実施するために、ファスナー式足し網について着脱に要する時間や耐久性を検討した。ファスナーを取り付けた網の連結作業は、大分県農林水産研究指導センター水産研究部の試験用生簀（佐伯湾）で以下の手順で実施した（図1）。

1. 筏に設置済みの網の上部に装備されているファスナーにもう一方の網の下部に装備されているファスナーを連結
2. ファスナーのみに負荷がかからないよう、ファスナーの上部は各角と各面の中央部分の合計 8 か所をロープで固定
3. 四隅に 5.5 kg の漬物石を沈め、網を整形

その後、フジツボや藻などの生物の付着状況や付着物によるファスナーの開閉への影響を調べるため、8月1日から1ヶ月間、モジャコ 1,000 尾（池入れ時の平均重量：77.5 g）を同生簀内で飼育し、平日に体重の 3%を目安に給餌を行った。モジャコを取り上げた後、さらに約 2 ヶ月間海中に設置し続けた。設置 1 か月後および 3 か月後にファスナーの開閉能を確認した。

② 有害赤潮発生時の鞭毛藻の鉛直分布変化と生簀中の養殖魚の行動（水技研，東町漁協）

令和4年8月上旬～中旬に、八代海において *K. mikimotoi* の大規模赤潮が発生した。発生期間中、*K. mikimotoi* の鉛直分布変化を把握するために、本種の昼夜の鉛直分布を調査した。調査は、8月13日～17日まで八代海宮野河内湾において、昼間（10:00～13:00）と夜間（18:00～20:00）に実施した。多項目水質計においてクロロフィル蛍光値の鉛直プロファイルを取得後、表層および 5m 深層より採水して検鏡により *K. mikimotoi* の細胞密度を算出した。また、自動で稼働する水質観測機器や魚

群探知機により得られたデータの解析を行った。

また、発生前後における *K. mikimotoi* の詳細な鉛直分布変化および生簀中の養殖魚の行動を把握して *K. mikimotoi* と養殖魚の鉛直分布の関係性を明らかにすることを目的として、八代海宮野河内湾の *K. mikimotoi* の細胞密度 (令和 4 年 8 月 5 日～8 月 20 日, 6:00～8:30 に 0, 5, 10 m 深層より採水) のデータと 1.5 m 深層のクロロフィル蛍光値の連続データ, およびマダイおよびシマアジ養殖場に設置された自動給餌器餌ロボ内臓のソナーデータを解析した。前者および後者のデータは, それぞれ熊本県海水養殖漁業協同組合, および (有) 勇進水産, (株) MHK, (株) パシフィックソフトウェア開発よりご提供頂いた。

(3) 結果及び考察

① ファスナー式足し網の現場検証

連結作業については, 4 名で実施した結果, 所要時間はおよそ 10 分であった。海中に設置した生簀網の生物付着状況の推移を図 2 に示す。フジツボやカサネカンザシなどの動物や藻類の付着が確認され, 設置後 1 か月に比べ設置後 3 か月の方が付着量は明確に増加した。しかしながら, 1 か月後および 3 か月後ともにファスナーはスムーズに開閉可能であり, 破損等も確認されなかった。

② 有害赤潮発生時の鞭毛藻の鉛直分布変化と生簀中の養殖魚の行動

宮野河内湾の 1.5 m 深層に設置されていたクロロフィル蛍光値のデータを解析した。解析対象は, 同湾で *K. mikimotoi* が多く認められ (図 3), 餌止め対応を行った令和 4 年 8 月 5～16 日とした。8 月 12 日まで昼間上昇して夜間低下する明確なリズムが認められたが, 以降, そのリズムは不明瞭となった (図 4)。同湾における 8 月 13～17 日の昼夜調査において, クロロフィル蛍光値は全日昼夜とも表層にピークがあり, 8 月 13, 14 日の昼間にのみごく表層で高値が検出された (図 5)。*K. mikimotoi* の細胞密度は 8 月 14 日の表層で $92,167 \text{ cells mL}^{-1}$ の最高値を記録したが, 8 月 16 日に急激に細胞密度が低下し, 17 日には検出されなくなった (図 6)。本事業課題 1) カ. ②「八代海・鹿児島湾海域」で取得された姫戸ブイにおけるクロロフィル蛍光値の鉛直プロファイルなどのデータによると, 八代海北部では *K. mikimotoi* は 8 月 11 日に鉛直移動を停止し, 昼夜表層に集積するようになり, 次第に赤潮の厚みが低下していき衰退した。類似のことが南西部の宮野河内湾においても起こった可能性がある。8 月 12 日まではある程度厚みのある赤潮が明確な日周鉛直移動したが, その後急速に厚みを低下させてながら表層付近に滞留し続け, 衰退したと推察された。

8 月 5～16 日の宮野河内湾のソナーデータを解析した。当該海域では, 当歳, 1 歳, 2 歳のマダイと当歳のシマアジが養殖されていた。マダイ 2 歳魚およびそれ以外の魚は, それぞれ網底深度 5, 8, 9 m および 8 m の生簀に収容されていた。マダイ 2 歳魚は, 網底深度が 9 m および 8 m 深の場合, 8 月 12 日まで昼間深層に蟄集して夜間は分散するパターンを示したが, 以降は昼夜特定の深度層に蟄集しなかった (図 7)。網底深度 5 m の生簀で養殖されていたマダイ 2 歳魚は期間中 3 m 以深に蟄集したが, 8 月 8～12 日は網底付近の蟄集度が高かった。マダイ 1 歳魚は, 8 月 8～10 日の昼間, 深層に蟄集して夜間は分散するパターンを示したが, 8 月 12 日以降は昼夜一貫して蟄集しなかった。マダイ当歳魚は, 当該期間中, 一貫して 2～4 m 層に蟄集した。シマアジ当歳魚は期間中, 昼夜 4～6 m に蟄集した。マダイ 1 歳魚と 2 歳魚で昼間の深層蟄集が認められた期間は, *K. mikimotoi* 赤潮がある程度以上の高密度且つ厚みを有し, 活発に鉛直移動したと推察された時期と一致していた。また, 深層に蟄集した昼間は, *K. mikimotoi* が生簀中に侵入して表層～亜表層で集積して再び下降して網底から抜けていった時間帯と考えられる。これらのことから, マダイ 1 歳魚および 2 歳魚は, *K. mikimotoi* に応答して逃避行動を示す可能性が示唆された。

3 5 年間の成果のまとめ

本課題において得られた主たる研究成果を以下に列挙する。

- ・赤潮対策としての足し網および生簀沈下の実態について, 現場での聞き取りを行い, 問題点を抽

出した。

- ・現場における足し網および生簀沈下の被害軽減効果についてデータを整理し、条件等がマッチすれば餌止めのみと比べて、大きな効果を発揮することを示した。

- ・過去の有害赤潮発生時の生簀ごとのデータを解析し、八代海におけるシャットネラ赤潮発生時のブリのへい死率は収容密度と有意な正の相関があることを見出した。足し網は収容密度を低下させるという意味でも被害軽減効果が期待できると考えられた。

- ・昼夜観測や自動観測機器を用いた調査により、各種赤潮藻類における異なる環境条件下での日周鉛直移動パターンについて情報を得た。*K. mikimotoi* および *Prorocentrum dentatum* は昼間の到達深度と日照時間に有意な負の相関があるが、*Gonyaulax polygramma* は日照との相関は低く、衰退まで一貫して規則正しい鉛直移動を維持し続けることを見出した。また、*K. mikimotoi* は衰退期になると鉛直運動を停止するが、栄養塩濃度の低下はその要因の一つであることを示した。

- ・*K. mikimotoi* の鉛直移動特性を踏まえて簡単なシミュレーションを行い、30 m 以上生簀を沈下させなければ、一日のうち数時間以上赤潮に暴露されることを示した。深層への沈下は物理的な抵抗の増加など赤潮以外のリスクを伴うため、本種赤潮に対して生簀沈下は実用的ではないと考えられた。

- ・室内実験により、シャットネラは栄養塩欠乏条件下で鉛直移動能を低下させ、沈降することを明らかにした。

- ・ソーラー電源を搭載した魚群探知機を用いて、赤潮発生時の養殖魚の行動を観察し、魚種や魚齢によって赤潮に対する応答は大きく異なることを明らかにした。マダイ成魚は *K. mikimotoi* 赤潮に対して逃避行動を示すので、足し網による被害軽減効果が生じやすいと考えられた。逆に、トラフグの稚魚および成魚やシマアジ稚魚は *K. mikimotoi* 赤潮に対しては明確な逃避行動を確認できなかった。

- ・ファスナー式足し網の作業性を検討し、今後の改良点を抽出した。検討の余地はあるが、足し網の迅速な設置にファスナーを装着した網は有効であると考えられた。

以上の成果を基に、足し網や生簀沈下を実施するうえで基礎となる情報や注意点をまとめた手引きを作成した（図8）。本手引きは後日、水産庁ホームページに掲載される予定である。



図1. ファスナー式足し網の作業性調査.

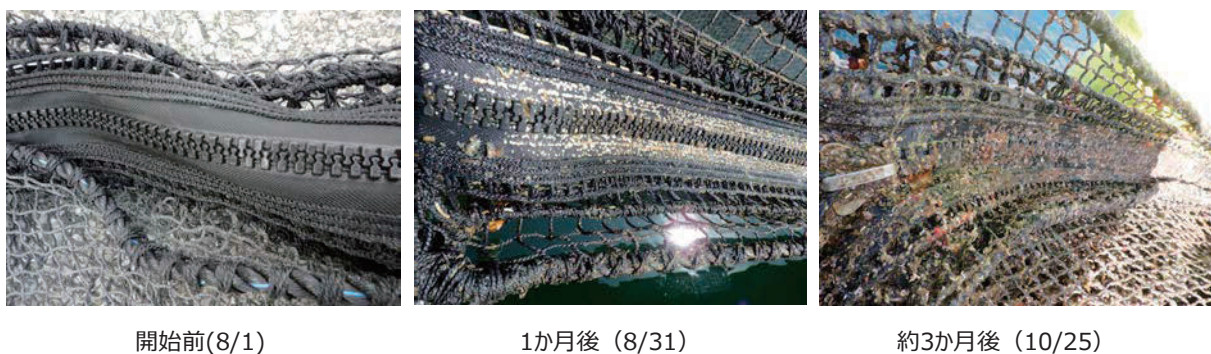


図2. ファスナー式足し網の付着物の推移.

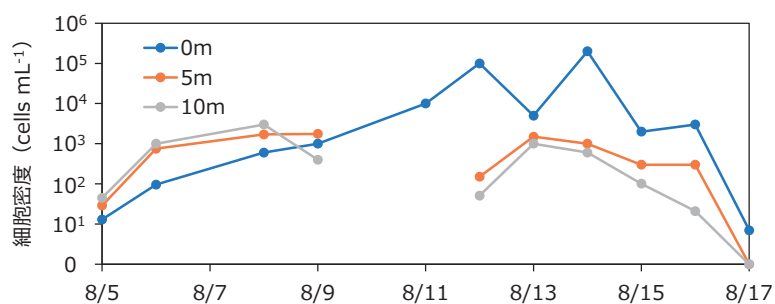


図3. 令和4年八代海宮野河内湾における *Karenia mikimotoi* の細胞密度の推移 (6:00~8:30).

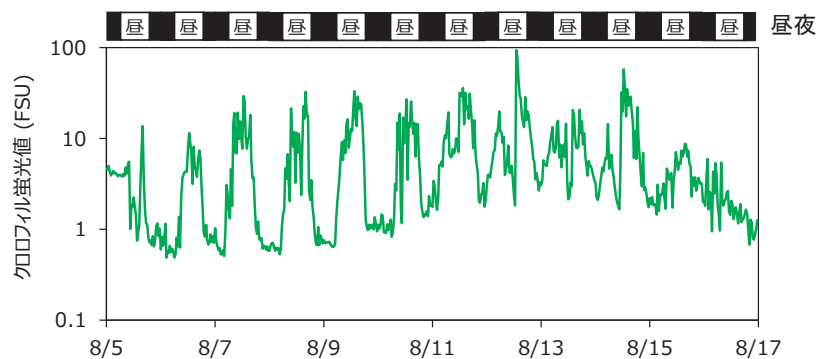


図4. 令和4年八代海宮野河内湾におけるクロロフィル蛍光値の連続データ (1.5m 深).

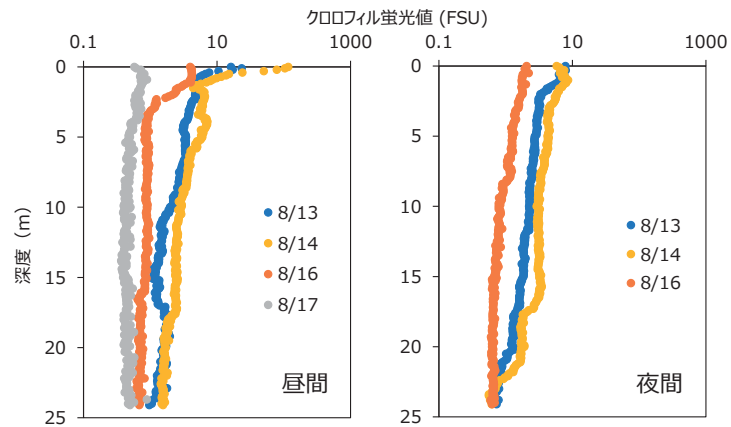


図5. 令和4年八代海宮野河内湾におけるクロロフィル蛍光値の鉛直プロファイル.

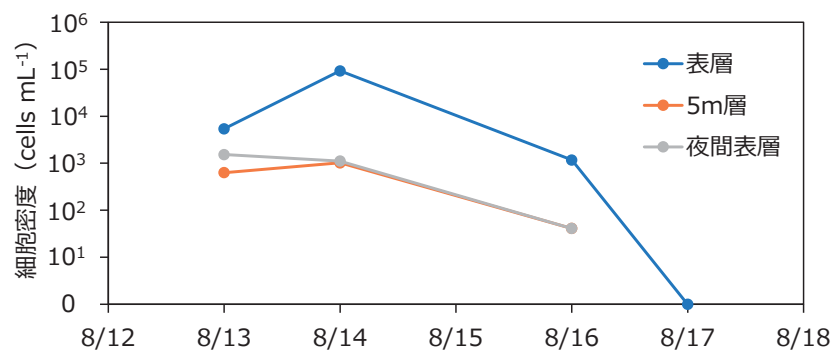


図6. 令和4年八代海宮野河内湾における昼と夜の *K. mikimotoi* の細胞密度.

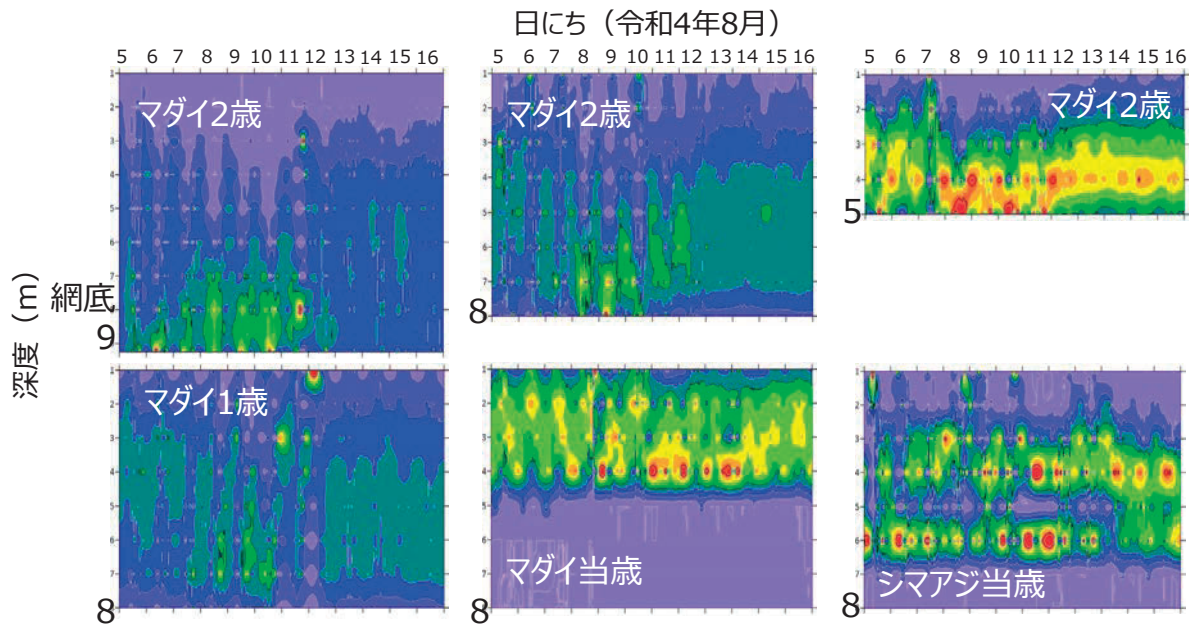


図7. 令和4年八代海宮野河内湾における赤潮発生時の養殖魚の魚群分布.