５．シャットネラ等による漁業被害防止、軽減技術開発

１）赤潮発生時における緊急出荷・救命技術の開発

（独）水産総合研究センター西海区水産研究所
松山幸彦･永江　彬･栗原健夫･橋本和正
佐賀県玄海水産振興センター
河口真弓
長崎県総合水産試験場
高見生男・山砥稔文・石田直也
熊本県水産研究センター
多治見誠亮・吉村直晃・川崎信司
海洋エンジニアリング株式会社
伊藤信夫・吉永　潔・東　諭・
今井大蔵・平野忠彦・三輪竜一

１　全体計画

（１）目的

有明海・八代海海域、豊後水道など九州西岸や東岸では近年シャットネラ属やカレニア属による赤潮の発生規模が拡大していること、赤潮の初期発生海域や時期、発生環境に周期性が少なく、かつ赤潮発生規模が全海域に及ぶことから、これら予察技術の確立や餌止め、避難の実施よる赤潮駆除技術対策は手詰まりとなっているのが実情である。従来型の対策によって、赤潮による漁業被害を有意に抑制できていないことから、何らかのブレークスルーが必要である。

本課題では、九州海域において頻発するシャットネラ属やカレニア属による赤潮による漁業被害を必要最小限の費用で低減し、「有明海及び八代海の再生に関する基本方針」でも示されている赤潮の防除、漁場環境の保全を図ることを目的とする。すなわち、シャットネラ属やカレニア属を選択的に除去可能な防除剤を開発するとともに、魚介類に及ぼす悪影響を物理的または化学的手法で徹底的に遮断することで、漁場で実施可能な赤潮被害低減策の基礎を確立することがリスクを低減するうえで妥当な解決策である。

（２）試験等の方法

１）生簀内部のシャットネラ属等細胞密度の低下手法効果の検証

生簀周辺での細胞密度を低下させるため、昼間シャットネラ属やカレニア属があまり分布しない海底近くの海水をポンプ等で揚水し、これらの細胞を殺滅する処置を施して生簀内に投入し、強制的に生簀内部の密度を低下させる手法の効果を検証する。

２）有害プランクトン細胞への破壊効果を有する装置の開発

生簀周辺のシャットネラ属、カレニア属、コクロディニウム属を殺滅して毒性を減じるために、キャビテーション装置やサイクロンなどを改良した船舶搭載型で、有害プランクトン細胞への破壊効果を有する装置を開発する。

3）赤潮発生中でも活魚出荷を可能とする技術の構築
上記効果を高めるために、魚病における寄生虫の駆除剤として利用されており、魚毒性の低さについては既に証明されている微量の過酸化水素製剤等を併用することで、生簀内部あるいは生け間の赤潮プランクトンを、物理的・化学的手法を組み合わせて防除・減毒化し、赤潮発生中でも活魚での出荷を可能とする技術開発を構築する。

④ コスト・労力の算出
漁業者でも実施可能なコストや労力を算出する。

2．平成 26 年度計画及び結果

（1）目的

1）試験用処理装置の改良（流量計の撤去等による流量増加の検討）
生簀周辺のシャットネラ属、カレニア属、コクロディニウム属を殺滅して毒性を減じるために、キャビテーション装置やサイクロンなどを改良した船舶搭載型試験用処理装置を平成 25 年度に製作した。本年度は流量計の撤去等による処理能力の向上について検討する。

2）ラボ内での運用試験（有害プランクトン暴露による再試験）
平成 25 年度はキャビテーションおよびサイクロンで *Chattonella* spp. に対するほぼ 100%の破壊効果と魚毒性の防除効果を確認した。本年度は *Chattonella* 属以外の有害プランクトンに対する効果を確認する。

3）実海域での運用試験（試験用生け簀、運搬船生け簀による試験）
本年度は試験用生け簀を製作し、有害プランクトン発生時における現地での試験により、まずはキャビテーションおよびサイクロンの試験用生け簀内での効果を確認する。

（2）試験等の方法

1）試験用処理装置の改良
処理能力の向上を目的として、配管構造を単純化し、流量を増加させるために流量計を撤去する等の試験用処理装置の改良を行った。

2）ラボ内での運用試験
① *Karenia mikimotoi*（7 月 17 日）：ブリ幼魚への生残試験
佐賀県玄海水産振興センターより、伊万里湾波多津地区において *Karenia mikimotoi* 赤潮が発生しているとの情報を得たことから、急遽、7 月 17 日に試験を実施した。試料は波多津港の水深 0.5～1.0 m で採取した *K. mikimotoi* の単種天然赤潮海水（約 10,000 cells//ml）を西海区水産研究所へ持ち込み、ろ過海水にて最終的に 6,250 cells//ml に希釈し、試験海

水（水温 27.5～27.9℃、塩分 30.7）とした。なお、試験は試験海水を調整した後、2 時間程度静置したのちに実施した。

K. mikimotoi の毒性確認試験は、試験海水を試験用処理装置に一回通過させた処理海水に、ブリ幼魚を各試験区に 6～7 尾ずつ投入し、投入直後からの生残尾数を計測した。さらに、処理海水に過酸化水素を終濃度 30 ppm となるように調製した海水に、ブリ幼魚を各試験区に 5 尾ずつ投入し、投入直後からの生残尾数を計測する試験も実施した。

試験魚（ブリ幼魚）は、西海区水産研究所五島庁舎で生産された一系群の人工種苗を入手し、実験に供した。実験開始時まで 1 日 2 回、人工餌料（おとひめ C1 および C2：日清丸紅社製）を総尾数の体重の 1～2%になるように給餌飼育した。試験に用いた個体の尾叉長は 75.2 ± 3.8 mm、体重は 5.7 ± 0.9 g であった。

図 5–1–1. 試験用天然赤潮海水の採取状況（伊万里湾波多津漁港）

② *Cochlodinium polykrikoides*（11 月 28 日）：破壊効果試験

なお、試験は以下の 3 試験区を設定した。

- 対照区（未処理区）
- キャビテーション単独処理区
- サイクロン単独処理区（過酸化水素添加試験は除く）

西海区水産研究所保有の伊万里湾産培養株を用いて試験は実施した。試験は、培養株をろ過海水にて最終的に約 1,500 cells/L に希釈し、試験海水（水温 19.0～20.0℃、塩分 33.0）とした。破壊効果は試験海水を試験用処理装置に一回通過させ、処理直後の細胞状態の計

数値で判定した。なお、試験は対照区のほか、3 試験区を設定した。

・対照区（未処理区）
・エンジンポンプのみ
・キャビテーション単独処理区
・サイクロン単独処理区

③ 実海域での運用試験

西海区水産研究所「沿岸海域有害赤潮広域分布情報システム」および東町漁業協同組合からの情報をもとに、有害プランクトン発生時における現地試験を実施した。試験は有害プランクトン発生の情報を得た後、速やかに試験用処理装置と試験用生簀を漁船に積み込み、赤潮海域を探索した。試験海域は八代海とし、対象種は *Cochlodinium polykrikoides*（8 月 5～6 日）と *Chattonella antiqua*（9 月 3～5 日）とした。

（3）結果及び考察

1）試験用処理装置の改良

改良した試験用処理装置の概要を**図 5–1–2** に示した。配管構造を単純化し、流量計を撤去したことにより、処理能力はキャビテーション単独で 6 から 9 m^3/時間、サイクロン単独で 3 から 4.5 m^3/時間と約 1.5 倍に向上した。

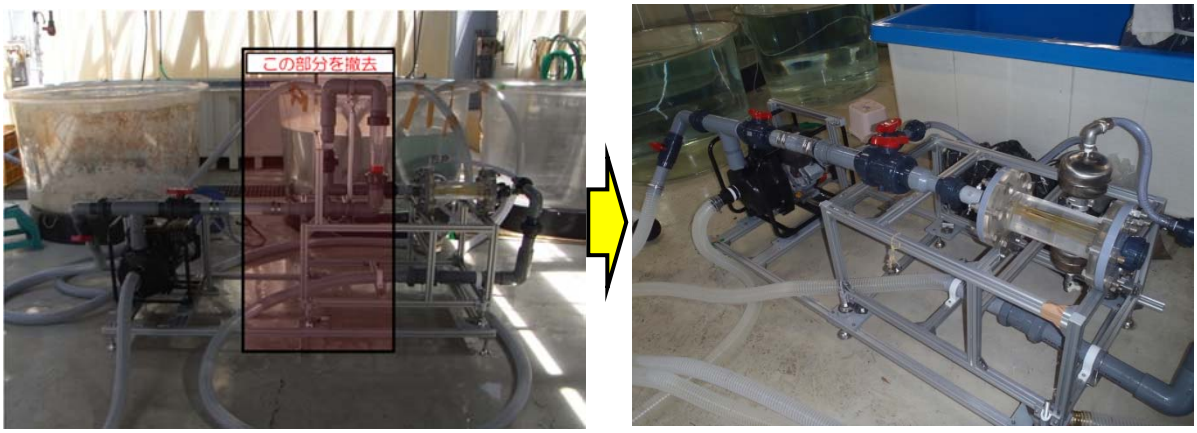


図 5–1–2. 改良した試験用処理装置の概要

２）ラボ内での運用試験

①　*Karenia mikimotoi*　（7 月 17 日）: ブリ幼魚への生残試験

平成 25 年度に予備的に実施した *K. mikimotoi* への破壊試験結果を**表** 5-1-1、**図** 5-1-3、*K. mikimotoi* 試験海水を処理した海水へのブリ幼魚の投入結果を**図** 5-1-4、過酸化水素添加（濃度 30 ppm）処理海水へのブリ幼魚の投入結果を**図** 5-1-5、*K. mikimotoi* 試験海水を処理した海水へのブリ幼魚の投入状況を**図** 5-1-6、過酸化水素添加（濃度 30 ppm）処理海水へのブリ幼魚の投入状況を**図** 5-1- 7 にそれぞれ示した。

平成 25 年度に予備的に実施した *K. mikimotoi* への破壊効果試験では、キャビテーション単独処理（1 回通過）、ラバル単独処理（1 回通過）、キャビテーション・ラバル二重処理（1 回通過）、キャビテーション単独処理（8 回通過）、キャビテーション単独処理（24 回通過）を *K. mikimotoi* に対し実施した。その結果、キャビテーションおよびサイクロン処理では、*K. mikimotoi* を破壊する効果はほとんど認められなかった。処理効果として、遊泳を止める効果は認められ、処理直後の遊泳細胞の比率は、キャビテーション単独処理（1 回通過）、ラバル単独処理（1 回通過）、キャビテーション・ラバル二重処理（1 回通過）、キャビテーション単独処理（8 回通過）およびキャビテーション単独処理（24 回通過）ではそれぞれ 17.0、9.4、4.4、1.95 および 0.0%であった。しかしながら、処理 6 時間後には 1 度静止した細胞が再び遊泳しだす現象が認められ、処理 6 時間後の遊泳細胞の比率は、それぞれ 92.3、59.6、73.5、42.9 および 19.2%であった。

そこで、平成 26 年度は *K. mikimotoi* に対する魚毒性効果について試験した。処理直後の海水へブリ幼魚を 6 から 7 尾ずつ投入したが、各試験区ともに 8～12 分後には死亡が始まり、18～31 分後には全ての個体が死亡した。したがって、*K. mikimotoi* に対しては、物理的処理による防除効果は低いと判断された。さらに、未処理区及びキャビテーション単独処理（1 回通過）海水に過酸化水素を濃度 30 ppm になるよう添加・調整し、ブリ幼魚を投入する試験を実施したが、キャビテーション単独処理（1 回通過）で若干の延命は確認できたものの、その効果は低いと判断された。

表 5–1–1. *Karenia mikimotoi* への破壊効果試験結果

観察時間	細胞の状態	未処理区	ｷｬﾋﾞﾃｰｼｮﾝ	ﾗﾊﾞﾙｾﾊﾟﾚｰﾀ	ｷｬﾋﾞﾃｰｼｮﾝ＋ﾗﾊﾞﾙｾﾊﾟﾚｰﾀｰ	ｷｬﾋﾞﾃｰｼｮﾝ 8回パス	ｷｬﾋﾞﾃｰｼｮﾝ 24回パス
処理直後	遊泳細胞	100%	17%	9.4%	4.4%	2.0%	0.0%
	静止細胞	100%	83%	91%	96%	98%	100%
処理6時間後	遊泳細胞	100%	92%	60%	74%	43%	19%
	静止細胞	100%	7.7%	40%	27%	57%	81%

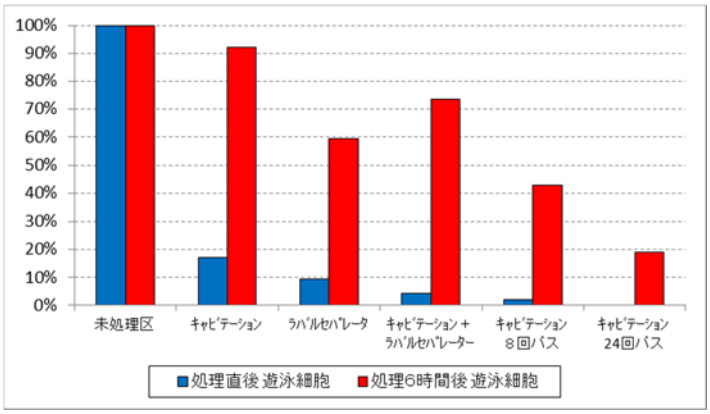


図 5–1–3. *Karenia mikimotoi* への破壊効果試験結果

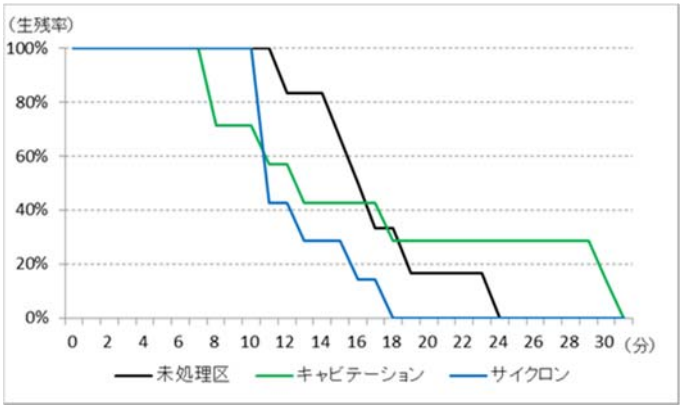


図 5–1–4. *Karenia mikimotoi* 試験海水を処理した海水へのブリ幼魚の投入結果

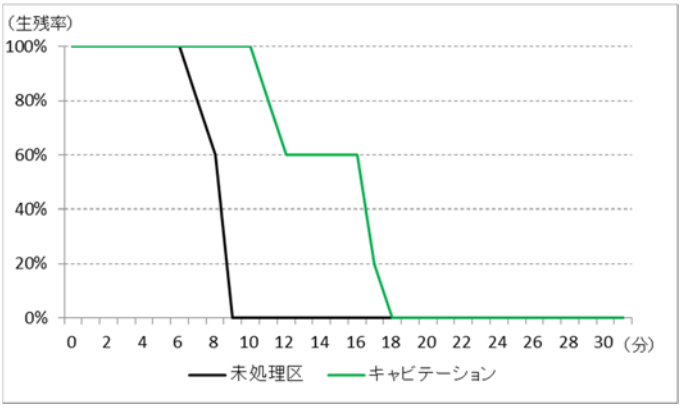
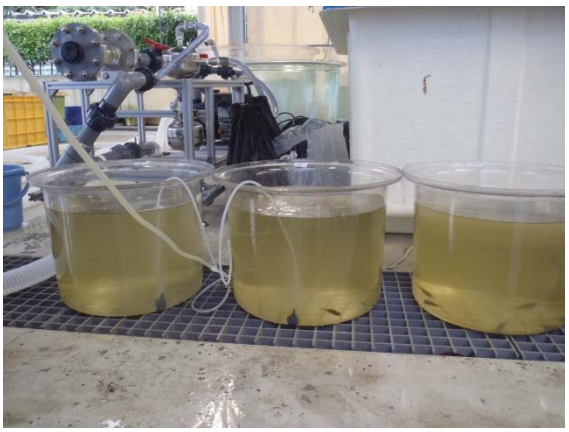
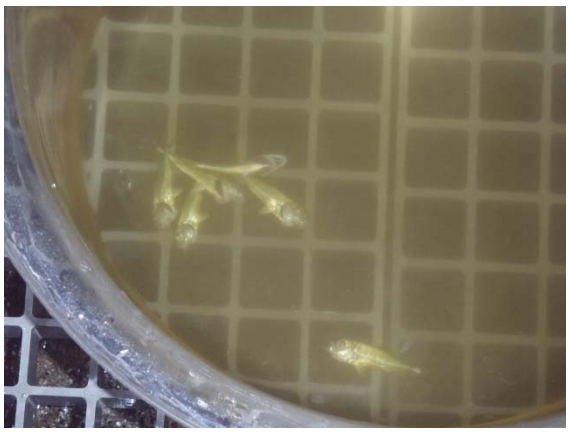


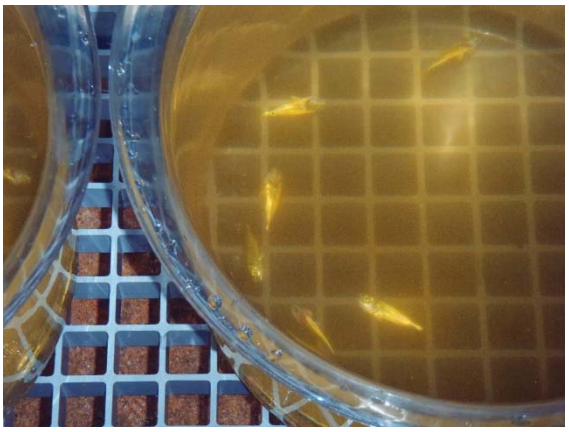
図 5–1–5. 過酸化水素添加（濃度 30 ppm）処理海水へのブリ幼魚の投入結果



ブリ幼魚投入直後



ブリ幼魚の死亡状態（未処理区）

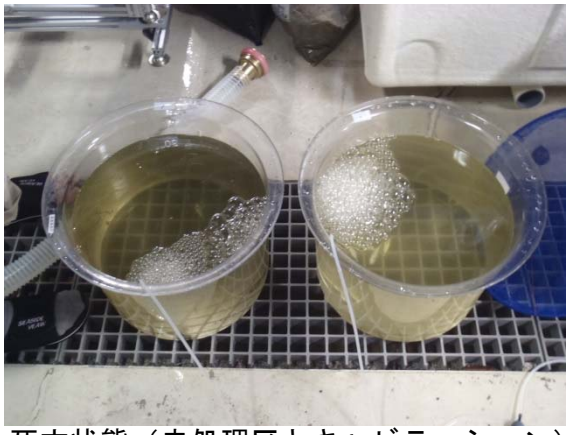


ブリ幼魚の死亡状態（キャビテーション）

ブリ幼魚の死亡状態（サイクロン）

図 5–1–6. *Karenia mikimotoi* 試験海水を処理した海水へのブリ幼魚の投入状況

過酸化水素添加状況



死亡状態（未処理区とキャビテーション）

図 5–1–7. 過酸化水素添加（濃度 30 ppm）処理海水へのブリ幼魚の投入状況

② *Cochlodinium polykrikoides*（11 月 28 日）: 破壊効果試験

Cochlodinium polykrikoides への破壊効果試験結果を**表 5–1–2**、**図 5–1–8**、処理後の *C. polykrikoides* の細胞状態を

図 **5–1–4** にそれぞれ示した。処理前の試験海水における *C. polykrikoides* の細胞密度は 1,500 cells//ml であったが、処理直後の細胞密度は未処理区で 100%、エンジンポンプの

み区で 61.3%、キャビテーション単独処理区で 28.1%、サイクロン単独処理区で 39.6%であった。また、未処理区ではほぼ 8 連鎖細胞が維持されていたが、各処理区においては単細胞化している細胞が多く認められた。したがって、*C. polykrikoides* に対する破壊効果は *Chattonella* spp. 程ではないものの、一定の効果が確認された。

表 5–1–2. *Cochlodinium polykrikoides* への破壊効果試験結果

細胞の状態	未処理区	ｴﾝｼﾞﾝﾎﾟﾝﾌﾟのみ	ｷｬﾋﾞﾃｰｼｮﾝ単独	サイクロン単独
遊泳細胞	100%	61%	28%	40%

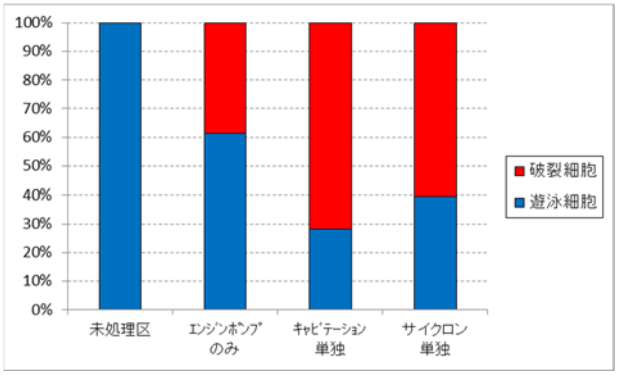


図 5–1–8. *Cochlodinium polykrikoides* への破壊効果試験結果

図 5–1–9. 処理後の *Cochlodinium polykrikoides* の細胞状態

③ 実海域での運用試験

実海域での運用試験の実施状況を図 5–1–10、図 5–1–11 に示した。

平成 26 年度の八代海における有害プランクトン赤潮は小規模であったことから、実海域における試験は実施できなかった。しかしながら、試験用処理装置と試験用生け簀を漁船に積み込み、運用するといった一連の作業については確認できた。

試験用生け簀

漁船への艤装

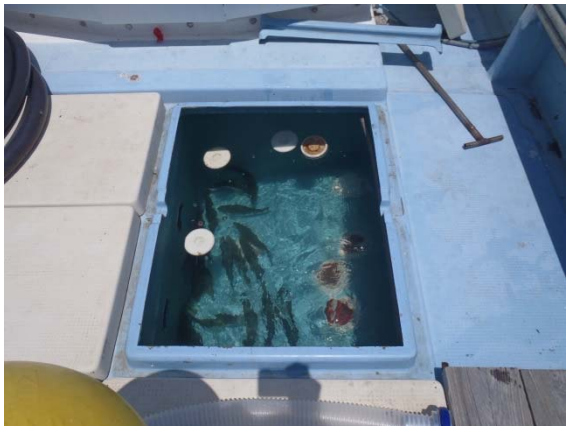
試験用処理装置の作動確認

処理海水を試験用生け簀に投入

図 5–1–10. 実海域での運用試験の実施状況–1

試験用ブリの準備-1

試験用ブリの準備-2



試験用ブリ

試験用生け簀内のブリの状況

赤潮の探索

顕微鏡による赤潮プランクトンの確認

図 5–1–11. 実海域での運用試験の実施状況–2

３．引用文献

松山幸彦・永江　彬・江口泰蔵・西山嘉乃・河口真弓・平野慶二・山砥稔文・石田直也・多治見誠亮・吉村直晃・川崎信司・伊東信夫・東　諭・三輪竜一・植村泰治（2014）赤潮発生時における緊急出荷･救命技術の開発．平成 25 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業 赤潮･貧酸素水海漁業被害防止対策事業　九州海域での有害赤潮･貧酸素水塊発生機構解明と予察･被害防止等技術開発　「シャットネラ等による漁業被害防止軽減技術の開発」報告書．平成 24 年 3 月、4-13.