

赤潮総合対策調査事業 -
(有害赤潮発生に関する生態学的研究 -)
(シャトネラ属有害プランクトンの漁業被害防止・軽減技術に関する研究)

田原義雄，中村章彦，折田和三，西広海

【目 的】

粘土（商品名：入来モンモリ）を中心とした既存赤潮防除剤の改良により，シャトネラ属に対し，低コストで効率的な防除法を開発し，養殖魚類の被害軽減を図る。

【方 法】

1 防除剤の検討，試作品の作成

1) 塩の効果確認

平成21，22年の赤潮発生時に，現場で粘土散布と併せて使用された塩について，塩を単独使用した時と入来モンモリと併用した時の防除効果を検証した。

2) 既存の赤潮防除剤（粘土）の改良

赤潮プランクトンに対して殺藻作用を有するアルミニウムイオンを，従来の製品よりも多く溶出させるため，粘土の物性（モンモリロナイトの純度，粒径）の改変や，粘土と併用して効果を発揮する物質を検討し，計11種の試作品等を作製した。なお，これらについては，鹿児島県工業技術センターの協力により実施した。

2 防除剤の効果確認試験方法（室内試験）

防除剤及び試作品等のシャトネラに対する防除効果を把握するため，室内実験により効果の判定試験を実施した。

八代海産のシャトネラ アンティーカー人工培養株を供試株とし，その培養海水に，前述の防除剤及び試作品等を濃度別に添加し，静かに5分間攪拌，その後のシャトネラ細胞密度の減少率を測定した。細胞密度の計数に当たっては，通常の細胞の状態と比較して，明らかに変形，萎縮，破壊が確認された細胞を死滅細胞として判定し，それらを除外して計数を行った。

試料の有効濃度は，「細胞密度の減少率が95%以上確認された時の最小濃度」とし，既存の粘土との比較を行った。

3 防除剤の安全性確認試験

1) 「入来モンモリと焼ミョウバン」が水質に与える影響

野外散布による水質の影響試験

現場海域において，「入来モンモリ+焼ミョウバン」を散布し，流下方向5m地点での，水質（水温，塩分，pH，SS，DO，COD，DIN，DIP，T-N，T-P計10項目）の影響をみた。

試験日時：平成23年11月2日

試験場所：八代海 伊唐湾

調査時の潮汐：小潮，NE 2.0～3.0cm/s

試験方法の概要

- ・ 使用防除剤：入来モンモリ + 焼ミョウバン (1000ppm+75ppm)
- ・ 防除剤の使用量：50+3.8kg (1+0.075kg/m²)
- ・ 測定項目：水質10項目 (水温，塩分，pH，SS，DO，COD，DIN，DIP，T-N，T-P)
- ・ 調査場所：粘土散布流下方向5m
- ・ 採水層：表層，1, 3, 10, B-1 (15m)
- ・ 時間区分：散布開始前，散布終了直後，5, 10, 20, 30, 45分後

焼ミョウバンの海洋汚染防止法に基づく有害物質の溶出試験

焼ミョウバンについて、海洋汚染防止法に規定される有害物質33項目の溶出試験を行った。分析方法は、海洋汚染防止法第5条第1項に規定する有害物質の検定方法に従った。

2) 「入来モンモリと焼ミョウバン」による魚類の急性毒性試験（予備試験）

表1に示したように、実験水槽内にハマチ3尾を収容し、入来モンモリ+焼ミョウバン1000+75ppmの濃度下で暴露し、24時間、魚の状態を観察した。なお、粘土暴露時間は1時間とし、以降は海水を通水した。

表1 試験区の概要

試験日時：平成24年1月12日～13日

	試験区 A (対照区)	試験区 B (暴露区)
防除剤の 散布濃度	-	入来モンモリ + 焼ミョウバン 1000+75ppm
ハマチ 収容尾数	3尾 (体重：807～964g)	3尾 (体重：647～964g)
試験水層	100L水槽，止水，通気 1時間暴露後は，海水を通水	
暴露時間 観察時間	- 24時間	1時間 24時間
餌止め	5日間	

【結果及び考察】

1 防除剤の効果

1) 赤潮防除剤の効果

塩の効果確認

・塩の有効濃度は20000ppmと高かった。(図1)また、入来モンモリと併用しても、入来モンモリ+塩で1000ppm+15000ppmと有効濃度は高い値となった。(図2)

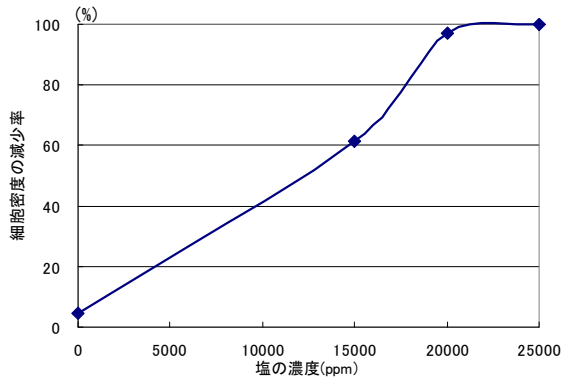


図1 塩によるシャトレ細胞密度の減少率

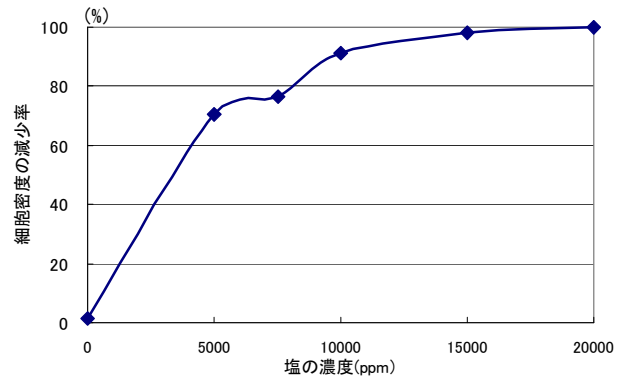


図2 入来モノリ(1000ppm) + 塩によるシャトレ細胞密度の減少率

粘土を中心とした既存の赤潮防除剤の改良

- ・ 入来モノリの粒径を小さくすると、通常の入来モノリとの比較で、最大267%程度防除効果が高まることわかった(表2, 図4)。 粒径を小さくすると、pHが低下する傾向(図5)にあったことから、アルミニウムイオン溶出量が増加したため効果が向上したものと推測された。
- ・ 入来モノリに焼ミョウバン等、強酸性でアルミを含有する物質を併用すると飛躍的に防除効果が高まることわかった。(表2, 図7)。一例として、入来モノリ(1000ppm)に少量の焼ミョウバン(75ppm)を添加すると、従来よりも大幅に少ない散布量(約1/4程度)と費用(約1/2程度)で同等の効果が得られた(表3)。
- ・ 鉱床の検討を行ったが、3試料中、効果に大きな差は認められなかった。(表2)



入来モノリ + 焼ミョウバン散布前 散布直後：変形 約3分後：丸形に萎縮 約5分後：細胞崩壊

図3 入来モノリ + 焼ミョウバン散布によるシャトレ細胞の形態変化(死滅過程)

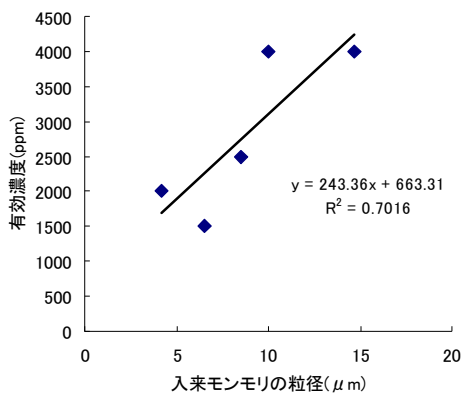


図4 入来モノリの粒径と有効濃度

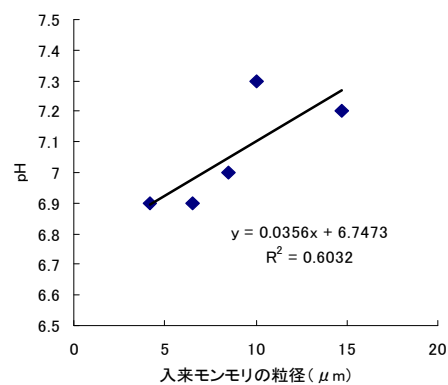


図5 入来モノリ(2000ppm)の粒径とpH

表2 入来エンリの改良効果

改 変 内 容	試 料 名	粒 径 (μm)	有効濃度 (ppm)
粒径サイズ	入来エンリ(通常品):再試験	14.7	4000
	大型振動ミル	10.0	4000
	小型振動ミル:再試験	8.5	2500
	ジレットミル粉碎品	6.5	1500
	ジレットミル粉碎品2	4.2	2500
純 度	気流分級品T1:再試験	18.0	3500
	気流分級品T2:再試験	12.5	2000
	気流分級品T3	4.0	2500
鉱床の検討	赤潮用原鉱	12.0	3500
	赤潮用原鉱下鉱帯	8.2	3500
	製紙用原鉱	12.5	3000
併用の効果 (アルミ溶出量変更)	硫酸アルミ	-	200
	ポリ塩化アルミ:再試験	-	500
	焼ミョウバン:再試験	-	500
	エンリ + 硫酸アルミ	-	1000+75
			500+150
	エンリ + ポリ塩化アルミ	-	1000+200
	エンリ + 焼ミョウバン	-	1000+75
		1000+150	

「再試験」: H22年度試料を再度試験

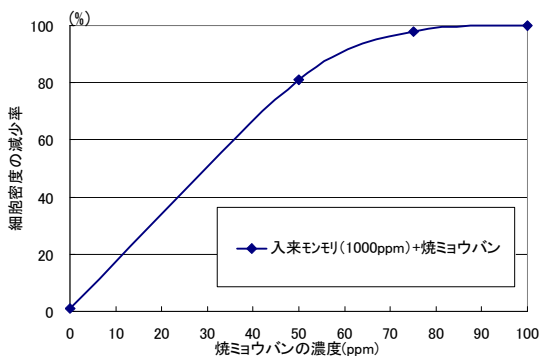


図6 入来エンリ + 焼ミョウバンによるシャクロ細胞密度の減少率

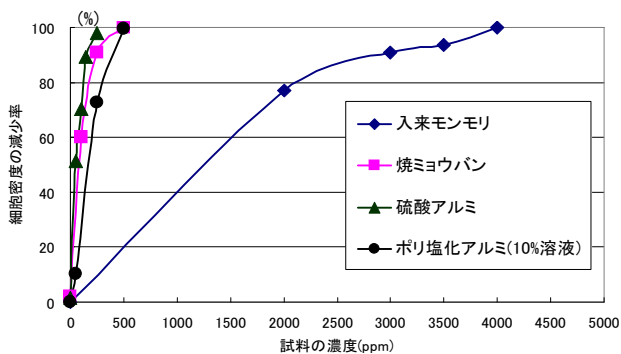


図7 各種試料によるシャクロ細胞密度の減少率

表3 比較表: 焼ミョウバンの併用効果

	入来モンモリ	焼ミョウバン	入来モンモリ+焼ミョウバン
有効濃度(ppm)	4000	500	1000+75
単価(円/kg)	70	680	70+680
散布量(g) (海水1トン調整にかかる量)	4000	500	1075
経済性(円) (海水1トン調整にかかる費用)	280	340	70+51=121

2) 防除剤の安全性の確認

「入来モンモリと焼ミョウバン」が水質に与える影響

ア 粘土野外散布による水質の影響試験

粘土散布による水質の影響は、SS（懸濁物量）が散布後20分程度まで影響がみられたが、30分を超えると、散布前と同程度の濃度に戻った。その他の項目では散布前後で大幅な変動はみられなかった。（図8）

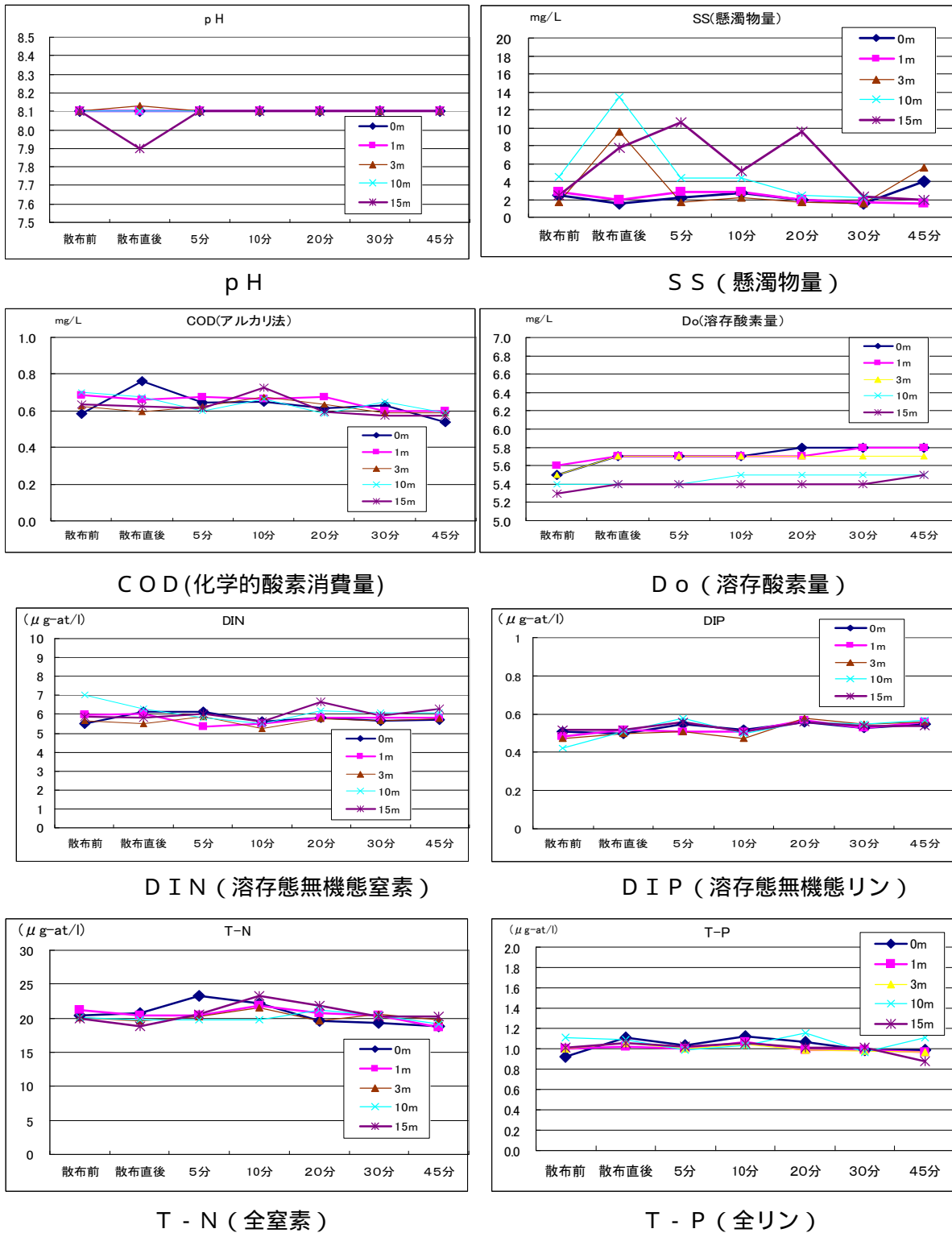


図8 粘土散布前後の水質の変動

イ 焼ミヨウバンの海洋汚染防止法に基づく有害物質の溶出試験

焼ミヨウバンの溶出試験を行ったところ、海洋汚染防止法に規定される有害物質33項目のすべての基準値を下回っていた。(表4)

表4 焼ミヨウバンの海洋汚染防止法に基づく溶出試験結果

	項 目	基 準 値	測 定 結 果
1	銅又はその化合物	3mg/l以下	0.01mg/l
2	亜鉛又はその化合物	2mg/l "	0.01mg/l未満
3	ふっ化物	15mg/l "	0.5mg/l "
4	ベリリウム又はその化合物	2.5mg/l "	0.2mg/l "
5	クロム又はその化合物	2mg/l "	0.04mg/l "
6	ニッケル又はその化合物	1.2mg/l "	0.01mg/l "
7	バナジウム又はその化合物	1.5mg/l "	0.1mg/l "
8	アルキル水銀化合物	検出されないこと	検出されず
9	水銀又はその化合物	0.005mg/l以下	0.0005mg/l未満
10	カドミウム又はその化合物	0.1mg/l "	0.005mg/l "
11	P C B	0.003mg/l "	0.0005mg/l "
12	トリクロロエチレン	0.3mg/l "	0.002mg/l "
13	テトラクロロエチレン	0.1mg/l "	0.0005/l "
14	有機塩素化合物	40mg/l "	4.0mg/l "
15	ジクロロメタン	0.2mg/l "	0.02mg/l "
16	四塩化炭素	0.02mg/l "	0.002mg/l "
17	1,2-ジクロロエタン	0.04mg/l "	0.004mg/l "
18	1,1-ジクロロエチレン	0.2mg/l "	0.02mg/l "
19	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/l "	0.04mg/l "
20	1,1,1-トリクロロエタン	3mg/l "	0.0005mg/l "
21	1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/l "	0.006mg/l "
22	1,3-ジクロロプロペン	0.02mg/l "	0.002mg/l "
23	チラウム	0.06mg/l "	0.006mg/l "
24	シマジン	0.03mg/l "	0.003mg/l "
25	チオベンカルブ	0.2mg/l "	0.02mg/l "
26	ベンゼン	0.1mg/l "	0.01mg/l "
27	ダイオキシン類	10pg/l "	10pg/l "
28	鉛又はその化合物	0.1mg/l "	0.01mg/l "
29	有機リン化合物	1mg/l "	0.001mg/l "
30	六価クロム化合物	0.5mg/l "	0.04mg/l "
31	ひ素又はその化合物	0.1mg/l "	0.01mg/l "
32	シアン化合物	1mg/l "	0.1mg/l "
33	セレン又はその化合物	0.1mg/l "	0.01mg/l "

「入来モンモリと焼ミョウバン」による魚類の急性毒性試験
 ・入来モンモリと焼ミョウバン1000+75ppmの濃度下では，ハマチにへい死はみられなかった。
 ・暴露開始直後は，時々，魚が激しく遊泳したり，鰓蓋の開閉運動が大きかったが，時間がたつにつれて落ち着いた行動を示すようになった，また，鰓蓋から粘土を排出する行動がたびたびみられ，閉塞死は認められなかった。（表5）

表5 結果の概要

		試験区 A (対照区)	試験区 B (暴露区)
魚の状況観察	開始～60分 (粘土暴露)	異常なし	(試験開始直後は) <ul style="list-style-type: none"> ・濁りで魚見えず ・時々激しく遊泳 ・鰓蓋の開閉頻度大 (時間の経過とともに) <ul style="list-style-type: none"> ・落ち着いた行動を示す
	1h～24h	異常なし	異常なし
	24時間後	へい死0	へい死0
水温 ()	開始前	16.1	16.0
	30分後	15.9	15.8
Do (mg/l)	開始前	7.3	7.5
	30分後	7.2	7.2
pH	開始前	7.9	8.0
	30分後	8.0	7.0