

養殖衛生管理指導事業（南部水域）

養殖衛生管理体制の整備

（国庫交付金）

朝井隆元・吉井啓亮・原朋之・福田穰

事業の目的

食品の安全性に対する消費者の要求の高まりから、養殖水産物に関しては、医薬品の使用状況、飼料の給餌状況、養殖漁場環境等について関心が寄せられている。国内の魚類防疫体制は持続的養殖生産確保法に基づいて整備されているが、特定疾病（レッドマウス病等）の国内への侵入や、血清型変異（レンサ球菌症）によるワクチン効果の低下等、魚病の態様は様々に変化している。これらの状況に臨機応変に対応するため、養殖現場の巡回指導、養殖生産者に対する医薬品適正使用の指導、食品衛生等に対応する養殖衛生管理技術の普及、養殖場の調査・監視、薬剤耐性菌の実態調査を行う必要がある。本事業の目的は、養殖生産物の安全性を確保し、健全な養殖魚の生産に寄与するため、疾病対策および食品衛生に対応した養殖衛生管理体制の整備を推進することである。

事業の方法

農林水産省消費・安全局長及び生産局長が定めた消費・安全対策交付金のガイドライン（平成17年4月1日制定の消費・安全対策交付金実施要領別添

1) に基づき実施した。

事業の結果

1. 総合推進対策
 - 1) 全国会議（表1）
 - 2) 地域検討会（表2）
 - 3) 県内会議（表3）
2. 養殖衛生管理指導
 - 1) 医薬品の適正使用の指導（表4）
 - 2) 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導（表5）
 - 3) 養殖衛生管理技術の普及・啓発
 - A. 養殖衛生管理技術講習会（表6）
3. 養殖場の調査・監視
 - 1) 養殖資機材の使用状況調査（表7）
 - 2) 薬剤耐性菌の実態調査（表8）
4. 疾病対策
 - 1) 疾病監視対策（表9）
 - 2) 疾病発生対策（表10）

今後の課題

魚病の発生、伝播の防止、魚病被害の軽減を図り、養殖生産物の食品としての安全性を確保するために、今後も継続して事業を実施する必要がある。

表1 全国会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2024年			
12月13日 ～12月14日	三重県	農林水産省 (公社)日本水産資源保護協会 水産研究・教育機構, 47都道府県	・ブリ類の難治癒疾病研究会 ・魚病症例研究会
2025年			
3月19日	東京都	農林水産省 (公社)日本水産資源保護協会 水産研究・教育機構 47都道府県	・水産防疫の実施状況等 ・甲殻類の疾病検査 ・養殖魚の迅速な診断体制に向けた対応について ・水族防疫専門家会議について

表2 地域検討会

実施時期	実施場所	構成員	内容
2024年			
10月30日 ～10月31日	山口県	山口県, 福岡県, 佐賀県, 長崎県, 熊本県, 大分県, 宮崎県, 鹿児島県, 沖縄県	第44回 九州・山口ブロック魚病分科会 ・九州・山口ブロック各県の魚病発生状況と対応 ・その他
2025年			
1月20日 ～1月21日	高知県	高知県, 愛媛県, 大分県, 熊本県, 宮崎県, 鹿児島県、	令和6年度 南中九州・西四国水族防疫会議 ・南中九州・西四国ブロック各県の魚病発生状況と対応 ・その他

表3 県内会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2024年			
5月29日	佐伯市(上浦)	海産魚類養殖関係漁業協同組合支店 大分市, 臼杵市, 津久見市, 佐伯市 中部振興局, 南部振興局 農林水産研究指導センター 農林水産研究指導センター水産研究部	魚病及び赤潮担当者会議 ・魚病診断状況と対応 ・水産用医薬品の適正使用

表4 医薬品の適正使用指導

実施時期	実施場所	対象者(人数)	内容
2024年4月1日～ 2025年3月31日 (随時)	佐伯市(上浦)	管内魚類養殖漁家等(延82名)	水産用抗菌剤使用指導書の発行

表5 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導

実施時期	実施場所	対象者(人数)	内容
2024年 6月21日	佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(17名)	注射ワクチン接種技術講習会
2024年4月1日～ 2025年3月31日 (随時)	佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(延73名)	水産用ワクチン使用指導書の発行

表6 養殖衛生管理技術者講習会

実施時期	実施場所	対象者(人数)	内容
2024年 4月23日	佐伯市	陸上養殖漁業者, 関係漁業協同組合支店, 関係行政機関等(17名)	養殖ヒラメのクドア食中毒防止対策 水産用医薬品の適正使用について
2024年 4月25日	佐伯市	陸上養殖漁業者, 関係漁業協同組合支店, 関係行政機関等(18名)	養殖ヒラメのクドア食中毒防止対策 水産用医薬品の適正使用について
2024年 7月16日	佐伯市	海産魚類養殖業者, 関係漁業協同組合支店 関係行政機関等(65名)	最近の魚病発生状況, 薬剤耐性菌対策 水産用医薬品の適正使用について
2025年 3月14日	佐伯市	養殖資材販売店等(13名)	最近の魚病発生状況について
2025年 3月14日	佐伯市	海産魚類養殖業者, 関係漁業協同組合支店, 関係行政機関等(35名)	魚病対策および水産用医薬品の適正使用について

表7 養殖資機材の使用状況調査

実施時期	実施場所	対象資機材	内容
2024年4月1日～ 2025年3月31日 (随時)	佐伯市	水産用医薬品	水産用医薬品使用実態調査(延べ8回)

表8 薬剤耐性菌の実態調査

実施時期	実施場所	対象魚	内容
		ブリ類 (調査対象地域:豊後水道沿岸)	細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Lactococcus garvieae</i> (79株)
2024年4月1日～ 2025年3月31日	佐伯市 (上浦)	ヒラメ (調査対象地域:豊後水道沿岸)	細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Edwardsiella piscicida</i> (104株)
		その他海産魚類 (調査対象地域:豊後水道沿岸)	細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>piscicida</i> (22株) <i>Lactococcus garvieae</i> (52株)

表9 疾病監視対策

実施時期	実施場所	対象魚	内容	実施時期	実施場所	対象魚	内容
2024年				2024年			
4月3日	佐伯市(蒲江)	ブリ類, ヒラメ, トラフグ他	養殖場の疾病調 査および魚病被 害状況の把握	10月28日	佐伯市(鶴見)	ブリ類, ヒラメ, トラフグ他	養殖場の疾病調 査および魚病被 害状況の把握
4月4日	佐伯市	〃	〃	10月28日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
4月17日	佐伯市(弥生)	〃	〃	10月29日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
4月26日	佐伯市(弥生)	〃	〃	10月31日	津久見市	〃	〃
4月30日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	11月1日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
5月2日	佐伯市(弥生)	〃	〃	11月11日	津久見市	〃	〃
5月17日	佐伯市(弥生)	〃	〃	12月23日	佐伯市(鶴見)	輸入エビ	着地検査
6月7日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	2025年			
6月10日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	1月16日	佐伯市	ブリ類, ヒラメ, トラフグ他	養殖場の疾病調 査および魚病被 害状況の把握
6月14日	佐伯市(蒲江)	〃	〃				
6月19日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	2月28日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
7月4日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	3月14日	佐伯市(弥生)	〃	〃
8月20日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	3月27日	佐伯市(弥生)	〃	〃
8月27日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	3月27日	佐伯市	〃	〃
9月11日	臼杵市	〃	〃				
9月30日	臼杵市	〃	〃				

表10 疾病発生対策

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2024年4月1日～			疾病検査および対策指導
2025年3月31日	佐伯市(上浦)	ブリ類, マダイ, ヒラメ他 (調査対象地域:豊後水道沿岸)	魚病診断の総数(528件) 相談件数の総数(1,032件)

表 5-1 水産用ワクチンの使用状況

ワクチン	魚種	指導書発行件数	接種尾数
単味ワクチン			
α 溶血性レンサ球菌症	カンパチ	6	52,000
	ヒラマサ	2	40,000
β 溶血性レンサ球菌症	ヒラメ	1	15,000
	カワハギ	1	60,000
ウイルス性神経壊死症	クエ	1	3,000
2種混合ワクチン			
α 溶血性レンサ球菌症 + β 溶血性レンサ球菌症	カワハギ	4	155,000
3種混合ワクチン			
α 溶血性レンサ球菌症 + ビブリオ病 + マダイイリドウイルス病	ブリ	6	349,100
	カンパチ	3	75,000
	ブリヒラ	1	12,000
4種混合ワクチン			
α 溶血性レンサ球菌症 + マダイイリドウイルス病 + ビブリオ病 + 類結節症	ブリ	49	2,106,000

表 10-1 ブリ類診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12/2025/1	2	3	計	
ブリ	ウイルス性腹水症			4									4	
	ビブリオ病 (<i>V.harveyi</i>)							1					1	
	レンサ球菌症 (<i>L.g. type I</i>)		1										1	
	レンサ球菌症 (<i>L.g. type II</i>)	1	2	6	5		6	8	5	3	6	5	4	51
	レンサ球菌症 (<i>L.g. type III</i>)			1										1
	ノカルジア症					2	3	4	7			1		17
	非結核性抗酸菌症						2	1	1		1	1	1	7
	脳微孢子虫症											1	1	2
	粘液胞子虫性側弯症												1	1
	腎腫大症	1												1
	ヘテラキシネ症					1					1			2
	鰓カリグス症			1		2	1		1					5
	環境性疾病				1									1
	上弯症				2									2
	不明			6	12	3	9	5	5			5	4	49
	健康診断	2							1					3
	ブリ小計	4	3	18	20	8	21	19	20	3	8	13	11	148
ヒラマサ	エピテリオシスチス病											1		1
	イクチオホヌス症				1									1
	ゼウクサブタ症			1		1					1		1	4
	住血吸虫症				1									1
	環境性疾病				1									1
	不明			1						1		1		3
	ヒラマサ小計	0	0	2	3	1	0	0	0	1	1	2	1	11
カンパチ	マダイイリドウイルス病		1	1										2
	エピテリオシスチス病				1		1							2
	レンサ球菌症 (<i>L.g. type II</i>)						1	3	1		1			6
	ノカルジア症							1	4					5
	非結核性抗酸菌症												1	1
	ゼウクサブタ症											1		1
	住血吸虫症									1				1
	不明			3	5		1		2	2				13
	カンパチ小計	0	1	4	6	0	3	4	7	3	1	1	1	31
ブリヒラ (ブリ×ヒラマサ)	非結核性抗酸菌症						1							1
	吸虫性旋回病					1								1
	ブリ類計	4	4	24	29	10	25	23	27	7	10	16	13	192

表 10-2 マダイ診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12/2025/1	2	3	計
マダイ	エピテリオシスチス病			1									1
	トリコジナ症		1										1
	不明									1			1
	マダイ計	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3

表 10-3 ヒラメ診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12	2025/1	2	3	計
ヒラメ	ウイルス性神経壊死症										3			3
	フォトバクテリウム症(<i>Ph. d. d.</i>)	1												1
	エドワジエラ症	2	2	2	7	6	14	16	6	4	2	1		62
	滑走細菌症	1	1		3	1	2		1					9
	レンサ球菌症(<i>S. iniae</i>)							2		1				3
	レンサ球菌症(<i>S. parauberis</i>)	1					1							2
	イクチオポド症		1	1										2
	スクーチカ症	1										1		2
	白点病						2							2
	ネオベネデニア症								2					2
	ネオヘテロボツリウム症						2	1						3
	ガス病										1			1
	不明	3	4	2	4	2		2	6	2				25
	健康診断			1						1				2
ヒラメ計		9	8	6	14	9	21	21	15	9	5	2	0	119

表 10-4 トラフグ診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12	2025/1	2	3	計
トラフグ	エピテリオシスチス病					1	1	1	1					4
	滑走細菌症									1	1			2
	イクチオポド症			1										1
	白点病			2		2	4	1						9
	トリコジナ症	1		3				1					1	6
	スクーチカ症			1										1
	粘液胞子虫性やせ病			1				3	3	3				10
	ヘテロボツリウム症		1	1		1	2	4	2	1	2	1	2	17
	栄養性疾病											3		3
	環境性疾病									3				3
	ガス病	1												1
	歯切り損傷					1			1					2
	不明		1	1	6	8	5	5	5	2	4	1	2	40
	健康診断					2	1							3
トラフグ計		2	2	10	6	15	16	15	12	6	7	6	5	102

表 10-5 シマアジ診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12	2025/1	2	3	計
シマアジ	レンサ球菌症(<i>L.g. type II</i>)					1			2					3
	環境性疾病				1									1
	不明			1			1							2
シマアジ計		0	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	6

表 10-6 その他海産魚類診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12	2025/1	2	3	計
サクラマス(海水飼育)	伝染性造血器壊死症										3			3
	不明											1	1	2
マアジ	レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>)				1									1
マサバ	筋肉クドア症			1										1
	ノカルジア症							1						1
イシガキダイ	オヨギイソギンチャク刺症						1		1					2
	不明		1	1	1									3
	スクーチカ症												1	1
イサキ	白点病					2	1							3
	ハダムシ症			1										1
	不明			1	1									2
	ノカルジア症							1						1
クエ	イクチオホヌス症							1						1
	白点病								1					1
カワハギ	ウイルス性神経壊死症				1	2	1	1						5
	エピテリオシスチス病			1				1	2				1	5
	ビブリオ病(<i>V.harveyi</i>)			2										2
	パスツレラ症				6	5	1	2	2	2			1	19
	レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>)	2		2	3	2	3	1	1	3	1		1	19
	未同定細菌症										1			1
	変形					1								1
ウマヅラハギ	不明			1	5		2		1	1	2		1	13
	ウイルス性神経壊死症					1	1	1	2					5
	エピテリオシスチス病							1						1
	ビブリオ病(<i>V.harveyi</i>)				1									1
	レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>)						1							1
	未同定細菌症	1												1
	不明				1			1						2
その他の魚類計		3	1	8	23	13	13	11	7	6	7	1	6	99

表 10-7 海産無脊椎動物診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12	2025/1	2	3	計
アコヤガイ	不明							1						1
	健康診断							1						1
海産無脊椎動物計		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2

表 10-8 淡水魚類診断状況

動物種名	疾病名	2024/4	5	6	7	8	9	10	11	12	2025/1	2	3	計
アユ	健康診断										2	2		4
淡水魚類計		0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4

安心・安全で環境に優しい養殖推進事業-1

ヒラメ食中毒防止による安全性強化対策

朝井隆元・吉井啓亮

事業の目的

大分県のヒラメ養殖業は、全国1位の生産量(令和5年農林水産統計)を誇る主要産業である。平成23年に厚生労働省からヒラメに寄生するナナホシクダア(*Kudoa septempunctata*)が食中毒の原因であることが公表され、ヒラメ消費量は激減し、養殖業は大きな打撃を受けた。大分県では全国に先駆け食中毒防止対策ガイドラインを策定するとともに、平成26年度以降は、県内に導入された種苗の検査(種苗健全性調査)を実施することによって、防疫体制の強化は図っており、平成26年以降、県産養殖ヒラメでの食中毒事例は確認されていない。市場における県産ヒラメの安全性に対する信頼は回復基調にあるが、安全性を確保するための検査は継続して実施する必要がある。

事業の方法

令和6年4月～令和7年3月に、養殖業者17経営体の池入れ直前のヒラメ種苗及び種苗生産機関の出荷前のヒラメ種苗合計1,303検体(41ロット分、原則20～30尾/ロット)を採取して検査を実施した。

検査には、スイフトジーンクダア「カイノス」(株式会社カイノス)を用いたNASBA-核酸クロマトグラフィー法^{1,2)}で行った。ロット毎に全個体の背側側筋を各0.5g採材し、サンプル重量と等量のDEPC処理水を混合して1検体とした。

事業の結果

検査に供した検体は全て陰性であった。

今後の課題

今年度は陽性個体が確認されなかったが、昨年度は検査した42ロットのヒラメ種苗のうち、1ロットからナナホシクダア遺伝子が検出された。今後もNASBA-核酸クロマトグラフィー法等の検出感度が高い検査手法を用いてナナホシクダアの侵入を監視するとともに、現場への防疫対策の徹底が必要である。

文献

1) Yoshiko Sugita-Konishi, Yutaka Fukuda, Koh-ichiro Mori, Toru Mekata, Toyohiko Namba, Makoto Kuroda, Akiko Yamazaki, Takahiro Ohnishi. New Validated Rapid Screening Methods for Identifying *Kudoa septempunctata* in Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*). Japanese Journal of Infectious Diseases. 2015; 68: 145-147.

2) 甲斐桑梓, 西岡豊弘, 木本圭輔, 福田穰. ヒラメ養殖におけるナナホシクダア *Kudoa septempunctata* 検査キットの実用性. 大分県農林水産研究指導センター研究報告(水産研究部編). 2019; 7: 7-10.

資源造成型栽培漁業推進事業

放流用クルマエビ種苗の検査

朝井隆元

事業の目的

大分県では、水産資源の回復、増加を目的に種苗放流が実施されているが、病原体を保有した種苗が放流されると、放流効果だけでなく自然界の生物への影響等も懸念される。したがって、種苗放流の際には事前に検査を行い、健全な種苗だけを放流する必要がある。

例年、公益社団法人大分県漁業公社上浦事業場が生産したクルマエビ種苗について、ホワイトスポット病の検査を実施している。今年度は結果的に種苗生産が行われなかったが、ウイルス検査は随時実施できる体制を維持する必要がある。

事業の方法

検査に用いる機器の不具合や試薬の劣化がないか確認するために、陽性確認済みのサンプルを用いて令和 7 年 1 月 14 日に検査を実施した。なお、

ホワイトスポット病の検査は、平成 10 年 3 月 3 日付け水産庁資源生産推進部栽培養殖課長通知「くるまえびの急性ウイルス血症（PAV）に係る PCR 法の改良について」に基づいて、ThermoFisher 社の AmpliTaq Gold DNA ポリメラーゼを用いた 1 ステップ 45 サイクルの PCR により行った。

事業の結果

検査は正常に行われ、検査に用いる機器や試薬に問題はないことを確認した。

今後の課題

原因ウイルスの天然資源への拡散防止のために、継続して検査を実施する必要がある。

健全な海産養殖魚を生産するための魚病対策技術開発

ブリのノカルジア症に対する新規ワクチン開発 (県単)

吉井啓亮・福田 稔・徳永暁音^{*a}・加藤豪司^{*a}

事業の目的

Nocardia seriolae を原因とするノカルジア症は、ブリ類を中心に養殖業に甚大な被害をもたらしているが、現時点で実用化された有効なワクチンは存在しない。本病の実用的なワクチン開発を妨げている主な要因として、*N. seriolae* が細胞内寄生性を有することが挙げられる。細胞内寄生細菌は、宿主の貪食細胞内に侵入・生存・増殖するため抗菌剤が効きにくく、食胞内環境を利用して宿主の殺菌機構から回避することから、液性免疫による生体防御も十分な効果が期待できない。したがって、従来の液性免疫を主体的に誘導するホルマリン不活化ワクチンでは効果が不十分であり、細胞性免疫を活性化できるワクチンの開発が求められる。そこで本研究では、特定の不活化手法を用いて、細胞性免疫を誘導可能な *N. seriolae* 不活化ワクチンを作製し、その有効性を検証することを目的とした。今年度は、試作した不活化ワクチンのブリに対する安全性試験を実施した。

事業の方法

M. seriolae 不活化ワクチンの作製

供試菌株には、養殖ブリ病魚から分離された *N. seriolae* NS001 株を用いた。*N. seriolae* を BHI 液体培地(BD 社)で培養後、東京海洋大学開発の新たな手法を用いて 2 種の不活化ワクチンを試作し、それぞれ「A 区」、「B 区」として試験に供した。対照区として、ホルマリン(終濃度 3%)によって不活化した菌液(菌濃度： 5.5×10^8 CFU/mL)を「FKC 区」とし、無免疫区には PBS を用いた。

試作 *M. seriolae* 不活化ワクチンのブリへの安全性試験

試験には、水産研究部海面生簀で飼育した大分県産天然ブリ種苗(平均体重 120g)を供試した。各

区 25 尾ずつワクチン液 0.1ml を腹腔内に接種した。また、各区は腹鰭及び尻鰭を切除して識別した。ワクチン接種後供試魚は海面生簀で飼育管理を行った。また、8 週間後にすべてのブリを取り上げ、腎臓から 2%小川培地に菌分離を行った。

事業の結果

M. seriolae 不活化ワクチンの作製

試作した各種ワクチン液 (50 μ L) を 2% 小川培地に塗抹し、25°C で 14 日間以上培養した結果、いずれの試料からも *N. seriolae* の発育は認められず、不活化が確認された。

試作 *M. seriolae* 不活化ワクチンのブリへの安全性試験

飼育期間中、すべての試験区で供試魚に異常行動、外見異常、死亡魚は確認されなかった。また、接種 8 週間後の菌分離試験でも、いずれの魚体からも *N. seriolae* は検出されなかった。

今後の課題

今回試作した不活化ワクチンは、接種したブリに対して安全性が確認された。今後は、本ワクチンの有効性評価を目的として、攻撃試験を実施し、*N. seriolae* に対する防除効果を明らかにする予定である。

ブリ等の人工種苗の普及により顕在化する新たな疾病リスクに 対応するための効果的な抗菌剤使用法の開発 (国庫委託)

吉井啓亮・朝井隆元・福田穰

事業の目的

養殖現場における水産用医薬品の使用に関して、展着剤の選択や投薬の開始時期は各生産者の経験や直感に委ねられているのが現状である。現在市販されている水産用医薬品の剤形は、主にモイストペレット(MP)飼料向けに適化されており、エクストルーデッドペレット(EP)飼料に外部展着させた場合、水中への散逸等により投薬が非効率になる可能性がある。さらに、現行の EP を利用した投薬手法において、投薬時のブリ体内での薬物動態は不明な点が多く、効果的な投薬が行われているか検証が必要である。そこで本研究では、ブリ養殖における水産用エリスロマイシン(EM)製剤の投与方法について比較検討を行った。

事業の方法

EM 製剤添加飼料逸投与後のブリの魚体内有効成分濃度

非吸水性 EP 飼料として、脂質含量 20%のハマチ EP フレンド 10 号(日清丸紅飼料)を供試した。供試 EM 製剤には、水産用エリスロマイシン 20% 散「KS」(共立製薬)を用いた。EM 投与量は、50mg/kg 魚体重となるよう添加した。展着用試料には、アピファック W(コーキン科学)、アルギン酸ナトリウムを使用した。また、飼料の 2% 重の水に EM を溶解させて EP 飼料に展着させたものを EM 水展着 EP 飼料、マアジもしくはマイワシミンチをモイストシルバー(日清丸紅飼料)と混合し、EM 製剤とアピファック W を添加混合したものを EM 添加 MP 飼料とした。

ブリへの投与試験は夏期と冬期の 2 回実施した。夏期は、9 月 11 日に実施した(水温 27.5°C)。2 日間絶食させたブリ 1 歳魚(平均体重 1135g)を各

区 29 尾供試し、アピファック W 及びアルギン酸ナトリウム展着 EM 添加 EP 飼料、EM 添加 MP 飼料を自由摂餌で 1 回投与した。投与 1、3 時間後に各区 5 尾ずつ採血し、筋肉、肝臓、胆汁、脳を採取した。採取した血液は遠心操作(2500g、4°C、10 分)で血清を分離した。各試料は、クエン酸アセトン緩衝液を用いて EM を抽出した後、バイオアッセイにより定量した。

冬期試験は、2 月 13 日に実施した(水温 15.2°C)。2 日間絶食させたブリ 1 歳魚(平均体重 1904g)を各区 13 尾供試し、アピファック W 及びアルギン酸ナトリウム展着 EM 添加 EP 飼料、EM 水展着 EP 飼料、EM 添加 MP 飼料を自由摂餌で 1 回投与した。各試験区の試料採材及び EM の分析は夏期試験と同様の手法で実施した。

事業の結果

EM 製剤添加飼料逸投与後のブリの魚体内有効成分濃度

ブリの投与試験各試験区 EM 成分検出量を 5 個体分平均した値を示したものが表 1 から 4 である。

EM 投与後の魚体内濃度は、ほとんどの場合で 3 時間後の方が高い結果となった。特にアルギン酸ナトリウムは夏期・冬期ともに高い魚体内濃度を示した。また、冬期試験のみの試験ではあるが、水を用いた展着法でも良好な結果を示した。脳の組織内 EM 濃度は、いずれの試験区でも非検出もしくは低い値となった。

今後の課題

本試験では、アルギン酸ナトリウムを抗菌剤展着剤として使用することで抗菌剤成分のブリ魚体

内濃度を上昇させ、投薬効果を高めることが示唆された。一方で、いずれの試験区でも脳の組織内 EM 濃度は非常に低い値となった。EM は、ブリのレンサ球菌症の抗菌剤として承認されている。レンサ球菌症は脳からの菌分離率が高く、その治療には、脳組織への EM 濃度を高めることが重要で

ある。引き続き、投薬効果を高める抗菌剤の展着手法について研究を進めていく予定である。

表1 夏期に飼料に添加した EM (50mg/kgBW) をブりに投与した 1 時間後の組織中の EM 濃度 (µg/mL)

試験区	血液	筋肉	肝臓	胆汁	脳
アピファック W	4.60	非検出	32.10	5.40	非検出
アルギン酸ナトリウム	13.14	1.92	61.87	13.27	非検出
MP	11.02	1.72	46.25	9.54	非検出

表2 夏期に飼料に添加した EM (50mg/kgBW) をブりに投与した 3 時間後の組織中の EM 濃度 (µg/mL)

試験区	血液	筋肉	肝臓	胆汁	脳
アピファック W	9.77	9.20	53.55	44.65	非検出
アルギン酸ナトリウム	6.30	7.71	60.06	44.31	非検出
MP	11.03	7.94	83.05	92.83	非検出

表3 冬期に飼料に添加した EM (50mg/kgBW) をブりに投与した 1 時間後の組織中の EM 濃度 (µg/mL)

試験区	血液	筋肉	肝臓	胆汁	脳
アピファック W	19.20	非検出	67.39	1.65	非検出
アルギン酸ナトリウム	20.90	非検出	123.49	8.72	非検出
水	27.30	非検出	92.39	5.42	非検出
MP	0.53	非検出	2.07	1.45	非検出

表4 冬期に飼料に添加した EM (50mg/kgBW) をブりに投与した 1 時間後の組織中の EM 濃度 (µg/mL)

試験区	血液	筋肉	肝臓	胆汁	脳
アピファック W	33.45	4.83	126.05	102.02	非検出
アルギン酸ナトリウム	34.51	7.89	232.68	148.53	2.23
水	33.53	5.91	171.91	198.60	1.28
MP	7.36	1.21	46.44	31.70	1.12

文献

1) 福田穰, 甲斐桑梓, 木本圭輔. ブリ類養殖業成長産業化推進事業 養殖ブリ生産手法の確立. 平成 30 年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部 事業報告. 2019; 63-65.

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「ブリ等の人工種苗の普及により顕在化する新たな疾病リスクに対応するための効果的な抗菌剤使用法の開発 (JPJ23812082)」の補助を受けて行った。

ヒラメ養殖業成長産業化支援事業（一部国庫補助）

他魚種の治療薬のヒラメへの承認拡大

吉井啓亮・福田穰

事業の目的

ヒラメのエドワジエラ症は、グラム陰性細菌 *Edwardsiella piscicida*(=*E. tarda*)の感染症である。本症はヒラメ養殖業において一般的な疾病であるが、抗菌剤やワクチンが承認されておらず、多大な被害をもたらしている。そこで本研究では、他魚種で *Edwardsiella* 感染症治療薬として承認されている抗菌剤について、ヒラメへの適用拡大に取り組み、生残率の向上による安定生産と生産量増大を目指すこととした。本年度は、うなぎ目魚類で承認されているオキシリン酸について、ヒラメのエドワジエラ症に対する使用承認に求められる各種試験のうち、薬効薬理試験を実施した。

事業の方法

1. 用量設定予備試験

大分県内の養殖ヒラメから分離された *E. piscicida*(232901株)を、1.0%NaClに調整した heart infusion broth (Difco)で 25℃、24 時間培養して攻撃菌液を調製した。ヒラメ(平均体重 58.7g)を 500L 円形水槽 4 基に各 20 尾収容し、攻撃菌液をそれぞれ 4.5×10^5 CFU/ml になるように添加して 30 分間浸漬感染させた。感染 2 時間後に、オキシリン酸として 0(無投与群)、10、20、30 mg/kg 魚体重となるよう、EP(黒潮フロート 3 号(ヒガシマル))に展着させて各試験群に自由摂餌による投薬を行った。以降、毎日 1 回 5 回の投薬を実施し、25℃の流水で給餌飼育を行い各試験群における死亡の有無を 3 週間毎日観察した。死亡個体又は瀕死個体は、速やかに剖検し、腎臓よりトリプトソーヤ寒天培地に菌分離を行い、死亡原因が当該病原菌によることを確認した。

2. 用量設定試験

ヒラメ(平均体重 67.7g)を 500L 円形水槽 4 基に各 20 尾収容し、用量設定予備試験と同様の手

法で培養した *E. piscicida* (232901 株)をそれぞれ 6.2×10^5 CFU/ml になるように添加して 30 分間浸漬感染させた。感染 2 時間後に、オキシリン酸として 0(無投与群)、15、30、60 mg/kg 魚体重となるよう、EP(黒潮フロート 3 号(ヒガシマル))に展着させて各試験群に自由摂餌による投薬を行った。以降、毎日 1 回 5 回の投薬を実施し、25℃の流水で給餌飼育を行い各試験群における死亡の有無を 3 週間毎日観察した。死亡個体又は瀕死個体は、速やかに剖検し、腎臓よりトリプトソーヤ寒天培地に菌分離を行い、死亡原因が当該病原菌によることを確認した。

事業の結果

1. 用量設定予備試験

攻撃試験の結果、ヒラメの生残率は、無投与群で 40%、10 mg/kg 投与群で 80%、20 mg/kg 投与群で 95%、30 mg/kg 投与群で 100%となった。本予備試験により、用量設定試験(本試験)のオキシリン酸の臨床適用量を 30 mg/kg 魚体重に定めた。

2. 用量設定試験

攻撃試験の結果、ヒラメの生残率は、無投与群で 20%、15 mg/kg 投与群で 85%、30 mg/kg 投与群で 100%、60 mg/kg 投与群で 100%となった。

今後の課題

薬効薬理試験では、ヒラメのエドワジエラ症のオキシリン酸の有効性確認及び臨床試験等におけるオキシリン酸の投与量の設定を定めることを目的とした。

本試験によって、オキシリン酸のエドワジエラ症への有効性が確認され、臨床試験及び安全性試験におけるオキシリン酸の投与量を設定することができた。なお、今後オキシリン酸の投与回数に

ついてさらに試験検討予定である。

※本事業の詳細な研究結果は事業終了後に公開することとする。

ヒラメ養殖業成長産業化支援事業

省力化に向けたスマート技術の開発

室谷冬香・斉藤義昭

事業の目的

本県南部海域では陸上養殖によるヒラメの生産が盛んに行われており、令和 5 年の養殖生産量は 503 トン（海面漁業生産統計調査、農林水産省）と全国 1 位を記録している。一方で、気候変動による飼育環境の悪化や餌価格の高騰によるコスト増、さらに魚価の低迷などにより、経営環境は厳しさを増しており、近年の生産量は減少傾向にある。また、餌やりをはじめとした多くの作業が依然として手作業に頼っている一方で、作業員の高齢化や後継者不足による作業力の低下が深刻な課題となっている。今後、生産量の維持・拡大を図るためには、スマート技術の導入による生産性のさらなる向上が不可欠である。

本事業では、生産現場における課題の一つである作業の省力化に向け、給餌の自動化及び赤潮対策に関して、スマート技術を活用した機器の開発と現場実証を実施する。令和 6 年度は、水産研究部に新設された陸上養殖研究施設において、自動給餌装置及び赤潮・DO センサーを活用した揚水ポンプ等の遠隔操作システムを導入した。また、自動給餌装置の性能を検証するため、ヒラメを用いた給餌試験を行った。

事業の方法・結果

ヒラメ稚魚（令和 6 年 11 月に民間業者から購入）を円形 2 トン水槽 2 基にそれぞれ同じ尾数になるように収容し、平均魚体重を測定した。水槽には滅菌ろ過海水を流入させ、1 時間当たり 1 回転となるように流量を調整した。また、水温は加温冷却装置を用いて 21℃になるように調整した。飼料には珊瑚フロート S-7（株式会社ヒガシマル）を用いた。試験区として、自動給餌区及び手まき給餌区の 2 つを設定し、自動給餌区は平均魚体重の 2% 量となるように調整し、週 5 回給餌を行った。また、自動給餌区は 1 日 5 回、手まき給餌区

は 1 日 2 回に分けて給餌を行った。

令和 7 年 2 月 24 日から給餌試験を開始し、3 月 21 日で給餌を終了させ、3 月 24 日に各試験区から 10 尾ずつ試験魚を取り上げ魚体重の測定を行った。

各試験区の飼育成績は表 1 のとおりである。自動給餌区及び手まき給餌区にてほぼ同等の増重率及び餌料効率が得られた。このことから、今回の給餌試験で用いた給餌条件にて、自動給餌でも手まき給餌と同等の給餌効果が得られることが示唆された。

表 1 各試験区の飼育成績

	自動給餌区	手動給餌区
平均魚体重(g) 開始時	74.5	65.5
終了時	136.5	121.5
尾数	109	109
増重率(%)	45.4	46.1
日間給餌量(g)	160	140
日間増重率(%)	2.03	2.07
餌料効率(%/日)	2.11	2.18
飼育日数(日)	29	29
給餌日数(日)	20	20
給餌頻度(回/日)	5	2
生残率(%)	100	100

今後の課題

今回の試験にて得られた結果を踏まえて、現場生産者と協議を行い、改良を加えたうえで現場実証試験に努める。

新たな養殖技術開発事業

高品質で低コストな養殖魚生産を目指して

齊藤義昭・室谷冬香

事業の目的

現在のかぼすブリの生産には、主にカボス果皮パウダー（カボスパウダー）をモイストペレット（MP）に混合させた餌を使用しており、生産現場からは「高品質かつ効率的な、かぼすブリ生産技術の開発」が望まれている。そこで、エクストルーデッドペレット（EP）を使用してかぼすブリを生産する方法について検討を行った。また、かぼすブリのブランド力維持のため出荷する前のかぼすブリを対象に品質指導を行った。

事業の方法

1. 皮膚障害確認試験

令和5年度のEPかぼすブリ生産試験で新規カボスパウダーを1.5%添加した場合ブリ頭部に皮膚障害が確認された。

そこで皮膚障害を確認するため平均体重4.5kgのブリ3年魚を水産研究部の海面小割生簀(3×3×3m)4面に10尾ずつ収容し、2024年4月15日から確認試験を開始した。

試験区は4試験区×1面で、市販EP（粗脂肪含有量26%）に新規カボスパウダーを1.0%添加するパウダー1.0%区、1.5%添加するパウダー1.5%区、1.5%添加し生簀に遮光幕を張った遮光区、低脂質EP（粗脂肪含有量16%）にカボスオイルを0.075%添加したオイル区の4つとした。給餌は1日1回、週3回実施した。

給餌15回後、20回後にサンプリングを行った。サンプリング尾数は各5尾とし、クーラーボックスにて水産研究部の実験室に持ち込み、外見観察後、尾叉長及び体重を測定し、一晩冷蔵（4℃）保存した後、三枚におろし、皮を削除した切り身をナイロン袋に封印し、リモネンの定量分析に供した。

2. 市販EPによるかぼすブリ生産予備試験

令和5年度のEPかぼすブリ生産試験で低脂質EP（粗脂肪含有量16%）にカボスオイルを添加することで香り成分であるリモネンを少ない給餌回数で効率的に筋肉中へ蓄積させることが可能であると示唆された。¹⁾

令和6年度は特注品である低脂質EPではなく市販EPでEPかぼすブリ生産が可能か確認するため、平均体重1.9kgのブリ2年魚を水産研究部の海面小割生簀（5×5×5m）4面に60尾ずつ収容し、2024年11月27日から予備試験を開始した。試験区は4試験区×1面で、市販EP（粗脂肪含有量26%）にカボスオイルを0.05%添加して給餌する0.05%オイル区、カボスオイルを0.075%添加して給餌する0.075%オイル区、低脂質EP（粗脂肪含有量16%）にカボスオイルを0.075%添加して給餌する低脂質EP区、市販EP（粗脂肪含有量26%）を給餌する対照区の4つとした。給餌は1日1回、週3回実施した。

給餌5回後、10回後、15回後、20回後にサンプリングを行った。サンプリング尾数は小型のため各10尾とし、クーラーボックスにて水産研究部の実験室に持ち込み、尾叉長及び体重を測定後、一晩冷蔵（4℃）保存した後、三枚におろし、皮を削除した切り身をナイロン袋に封印し、4℃で冷蔵保管したものをリモネンの定量分析に供した。

3. EPかぼすブリ生産試験

令和5年度のEPかぼすブリ生産試験の再現性を確認するために、平均体重4.8kgのブリを大分県漁業公社の海面小割生簀（5×5×5m）5面に25尾ずつ収容し、2025年2月25日から給餌試験を開始した。試験区は5試験区×1面で、市販EP（粗脂肪含有量26%）に新規カボスパウダーを1.0%添加するパウダー1.0%区、カボスパウダー1.5%を添加するパウダー1.5%区、低脂質EP（粗脂肪含有量16%）にカボスオイルを0.075%添加して給餌する0.075%オイル区、カボスオイルを0.05%添加して給餌する0.05%オイル区、市販EP（粗脂肪含有量

26%) を給餌する対照区の 5 つとした。給餌は 1 日 1 回、2 週間で 5 回実施した。

給餌 5 回後、10 回後、15 回後、20 回後にサンプリングを行った。サンプリング尾数は各 5 尾とし、クーラーボックスにて水産研究部の実験室に持込み、尾又長及び体重を測定後、一晚冷蔵(4℃)保存した後、三枚におろし、皮を削除した切り身をナイロン袋に封印し、4℃で冷蔵保管したものをリモネンの定量分析に供した。

4. かぼすブリ出荷前の現地指導

供試魚は臼杵湾、津久見湾及び米水津湾沖合で養殖されたカボスパウダーを 20 回以上給餌したブリを各海域あたり 5 尾ずつ回収し、血合筋の褐変到達時間を測定し、カボス資材の添加効果を確認した。

1) リモネン（香り成分）の定量分析：血合部分を除去した頭部側の左腹部の筋肉を供試魚 5 尾から等量採取して 1 検体にプールし、リモネンの分析を実施した。なお、分析は民間検査機関に委託して実施した。

2) 褐変時間測定：左背部の筋肉中央から血合筋を採取し、分光測色計（CM-700d、コニカミノルタ株式会社製）で赤色の程度を示す a*及び黄色の程度を示す b*を 1 日 1 回測定した。得られた数値を Hiraoka *et al.* (2004)に従って b*/a*値が 0.8 に達した推定時間を褐変到達時間とした¹⁾。

事業の結果・考察

1. 皮膚障害確認試験

試験結果を表 1、図 1 に示す。各区で筋肉中のリモネン量は確認されたが、皮膚障害については確認されなかった。

これまで皮膚障害が確認されたのは平成 27 年度の例²⁾や令和 5 年度であり、ともに冬期にのみ確認されていることから、冬期に発生しやすいことが示唆された。

1) 市販 EP によるかぼすブリ生産予備試験

試験結果を表 2、図 2 に示す。オイル 0.05%区の筋肉 100g 中のリモネン量は 0.60mg 以上であり十分な添加量であることが確認された。また、オイル 0.075%区、低脂質 EP 区はともにほぼ 1.00mg 以上となり十分すぎる効果が確認された。これら

の結果から、市販 EP にカボスオイルを添加しても、香り成分であるリモネンは少ない給餌回数で効率的に筋肉中へ蓄積させることが可能であると考えられた。次年度以降は生産サイズのブリを用いて確認試験を行いたい。

2. EP かぼすブリ試験

試験結果を表 3、図 3 に示す。パウダー 1.0%区は 10 回給餌後以降、筋肉 100g 中のリモネン量が 0.20mg 以上となった。パウダー 1.5%区は 5 回給餌後から 0.20mg 以上となった。オイル 0.05%区及びオイル 0.075%区では給餌 5 回後からほぼ 1.00mg 以上となった。

これらの結果から、EP に新規カボスパウダー及びカボスオイルを添加することで、香り成分であるリモネンを筋肉中へ蓄積させることが再現された。

なお、令和 5 年度発生した皮膚障害は大分県漁業公社の海面小割生簀(5×5×5 m)ではすべての試験区で発生しなかったが、15 回給餌後、水産研究部の海面小割生簀(3×3×3 m)に移動した翌日にパウダー 1.5%区で確認された。皮膚障害が抑制されていた原因に水深が関係していることが示唆された。

3. かぼすブリ出荷の現地指導

2024 年 9 月 10 日に臼杵湾の養殖業者 1 件、9 月 18 日に米水津湾の養殖業者 1 件、9 月 19 日に津久見湾の養殖業者 1 件及び 12 月 5 日に臼杵湾の養殖業者 1 件の計 4 業者のべ 20 尾の検査を実施した結果、カボスパウダーを与えたことによって、褐変遅延効果が確認された。

表 1 皮膚障害確認試験結果

試験区	給餌回数	平均			筋肉100g中のリモネン量mg	皮膚障害の有無
		尾又長(cm)	体重(kg)	肥満度		
パウダー1.0%区	15	64.6	4.72	17.5	0.62	無
パウダー1.5%区		64.3	4.84	18.2	0.37	無
遮光区		65.0	4.87	17.7	0.64	無
オイル区		64.6	4.66	17.3	1.2	無
パウダー1.0%区	20	63.7	4.48	17.3	0.6	無
パウダー1.5%区		65.5	4.71	16.7	0.6	無
遮光区		64.6	4.79	17.8	0.95	無
オイル区		66.5	5.47	18.6	1.1	無

肥満度* = 体重 (g) / 尾又長 (cm) ³ × 1000

*a 東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源学部門

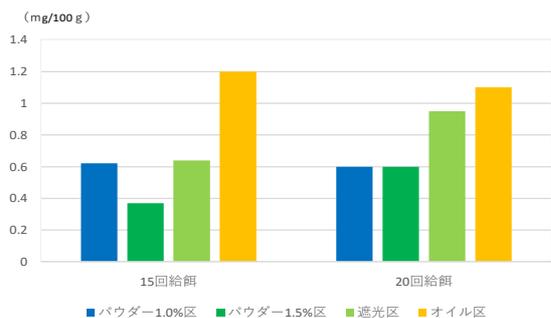


図1 皮膚障害確認試験リモン分析結果

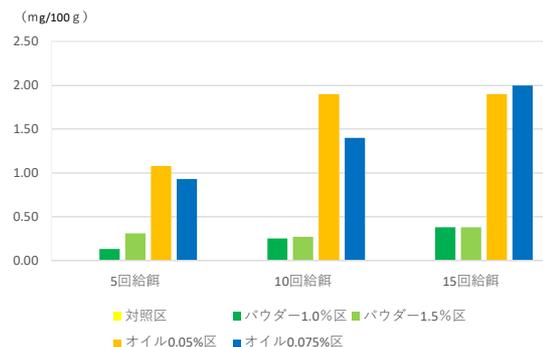


図3 EP かぼすぶり試験結果リモン分析結果

表2 かぼすぶり生産予備試験結果

試験区	給餌回数	平均			筋肉100g中のリモン量mg
		尾叉長(cm)	体重(kg)	肥満度	
対照区	5	49.3	1.95	16.2	0.00
オイル0.05%区		48.3	1.88	16.6	0.64
オイル0.075%区		49.1	2.01	16.9	1.10
低脂質EP区		49.2	2.01	16.9	1.10
対照区	10	49.0	1.96	16.7	0.00
オイル0.05%区		49.9	2.13	17.2	0.67
オイル0.075%区		49.6	2.01	16.4	1.20
低脂質EP区		49.6	2.15	17.6	1.40
対照区	15	49.4	2.05	17.0	0.00
オイル0.05%区		48.4	1.92	16.9	0.61
オイル0.075%区		49.1	1.96	16.6	0.99
低脂質EP区		49.7	2.07	16.9	1.10
対照区	20	50.1	2.08	16.6	0.00
オイル0.05%区		50.3	2.16	17.0	0.61
オイル0.075%区		50.0	2.27	18.2	1.30
低脂質EP区		48.6	2.09	18.2	1.40

文献

- 1) 齊藤義昭, 中島智優. 新たな養殖技術開発事業 高品質で低コストな養殖魚生産を目指して. 令和5年度大分水研事業報告書: 114-116.
- 2) Hiraoka Y, Ohsaka E, Narita K, Yamabe K, Seki N. Preventive method of color determination of yellowtail dark muscle during frozen storage and post thawing. *Fish. Sci.* 2004; **70**: 1130-1136.
- 3) 木藪仁和, 川上恵. 地域養殖業振興対策事業—2 かぼすぶり付加価値向上対策事業. 平成27年度大分水研事業報告書: 88-90.



図2 かぼすぶり生産予備試験結果リモン分析結果

表3 EP かぼすぶり試験結果

試験区	給餌回数	平均			筋肉100g中のリモン量mg
		尾叉長(cm)	体重(kg)	肥満度	
対照区	5	68.6	5.662	17.5	0.00
パウダー1.0%区		68.8	5.77	17.7	0.13
パウダー1.5%区		67.8	5.02	16.1	0.31
オイル0.05%区		67.6	4.88	15.8	1.08
オイル0.075%区	67.5	4.96	16.2	0.93	
対照区	10	66.9	4.92	16.4	0.00
パウダー1.0%区		68.0	5.22	16.6	0.25
パウダー1.5%区		68.2	5.232	16.5	0.27
オイル0.05%区		67.0	5.46	18.2	1.90
オイル0.075%区	68.2	5.20	16.4	1.40	
対照区	15	67.2	5.11	16.8	0.00
パウダー1.0%区		67.1	5.30	17.6	0.38
パウダー1.5%区		67.7	5.23	16.9	0.38
オイル0.05%区		66.6	5.07	17.1	1.9
オイル0.075%区	67.6	4.87	15.8	2.00	

水産加工品等高度利用化指導

齊藤義昭・室谷冬香

事業の目的

近年、養殖ブリのフィレ出荷が増加しており、内臓等の廃棄物も増加している。当研究部では、廃棄されている未利用部位の利用に関する技術開発を行っている。今年度は加工残渣の成分分析、加工残渣を用いた魚粉の開発及び利用方法について検討した。

また、水産物加工の技術向上ならびに低・未利用資源などを用いた加工品の開発及び品質改良に関する相談にも対応した。

事業の方法

1. ブリ加工残渣利用方法検討

1) ブリ加工残渣の一般成分分析

試験に供した加工残渣（頭部及び内臓）は、佐伯市米水津にある大分県漁協水産物加工処理施設（現米水津加工センター）から、2024年4月から2025年1月の間に毎月1回10kg程度を回収し、一般成分分析に供した。

一般成分分析：回収後、冷凍保存した加工残渣をチョッパーを用いてミンチ状に加工し、一般成分分析を実施した。なお、分析は民間検査機関に委託して実施した。

2) ブリ加工残渣魚粉化検証実験

加工残渣を用いた魚粉化について、温風乾燥方式とサイクロンドライヤー方式で検証した。

A) 温風乾燥方式：回収後、冷凍保存した加工残渣をチョッパーによりミンチ化し、市販の家庭用生ごみ処理機を用いて魚粉化を図った。

B) サイクロンドライヤー方式：回収後、冷凍保存した加工残渣を神奈川県横浜市の魚粉機製造メーカーA社へ送付し、同社が保有する全自動超コンパクト魚粉機の試験機を用いて魚粉化を図

った。

2. 水産物加工・流通相談

漁業者などに当研究部内の加工施設の情報等を提供し、加工相談や情報提供、当施設を活用した技術指導等を行った。

事業の結果・考察

1. ブリ加工残渣利用方法検討

1) ブリ加工残渣の一般成分分析

一般成分分析の結果を図1に、平均値を表1に示す。

特徴としては脂質多め、タンパク質やや低めであることが確認された。

2) ブリ加工残渣魚粉化検証実験

A) 温風乾燥方式：2024年5月23日から24日にかけて市販の家庭用生ごみ処理機を用いて魚粉化を試みた。約130℃に設定し、約15時間処理した。処理前と処理後を図2, 3に示す。処理後の生成物は脂質含量が高いもので、魚粉と言いつても言い難いものであった。

B) サイクロンドライヤー方式：A)の結果を受け、2024年9月19日神奈川県魚粉機製造メーカーA社でブリ加工残渣を同社が保有する試験機を用いて魚粉化を試みた。A社の魚粉機は、原料を粉碎・蒸煮・濃縮・乾燥することで魚粉を製造し、オプションで脱脂することも可能であることから、脂質含量の高いブリ加工残渣の魚粉化に適するため依頼した。回収された魚粉と魚油を図4, 5に、それぞれの歩留まりを表2に示す。魚粉だけでなく魚油も多量に回収できた。そこで、魚粉だけでなく魚油についても成分分析を実施した。なお、魚粉の分析は民間検査機関に、魚油の分析は国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術

研究所へ依頼した。その結果を図 6, 7 に示す。

魚粉については、脱脂したとはいえまだまだ脂質が多くタンパク質が少ない結果となった。一般的な魚粉の原料となる他魚種の成分と比較しても、タンパク質が少なく脂質が多いが、魚粉に残る骨を除去することによりタンパク質含量が50%以上となり飼料用魚粉として利用可能であることが確認された。

魚油については、ドコサヘキサエン酸 (DHA) やエイコサペンタエン酸 (EPA) が少なくオレイン酸等の餌由来と思われる脂質が多く含まれることが確認された。

魚粉はタンパク質、魚油は DHA・EPA 等の含量で一般的な魚粉に劣るが、原料の鮮度が良く、一年を通して安定して供給されるなどの利点もあり、ブリ以外の養殖魚の餌としての利用が期待できる。

2. 水産物加工・流通相談

相談対応実績を表 3 に示す。県内の加工業者 1 件、普及指導員 2 件、延べ 6 名からの相談に対応し、養殖魚加工品の品質向上・開発について実施した。

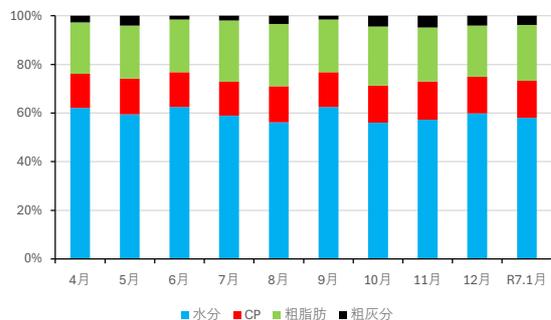


図 1 ブリ加工残渣の一般成分の推移

表 1 ブリ加工残渣一般成分平均値

成分	平均
水分	58.5
タンパク質	14.9
粗脂肪	23.2
粗灰分	3.4



図 2 ブリ加工残渣処理前 (温風乾燥方式)



図 3 ブリ加工残渣処理後 (温風乾燥方式)

表 2 魚粉・魚油の回収量と歩留まり

	重量(kg)	歩留まり
ブリ加工残渣	40.0	—
魚粉	4.2	10.5%
魚油	6.7	16.8%



図 4 回収された魚粉 (サイクロンドライヤー方式)



図5 回収された魚油（サイクロンドライヤー方式）

慣用名	脂肪酸	1回目	2回目	平均
オレイン酸	18:1n-9	35.0	35.1	35.1
パルミチン酸	16:0	16.1	16.4	16.3
リノール酸	18:2n-6	16.1	16.1	16.1
ドコサヘキサエン酸 (DHA)	22:6n-3	5.1	5.1	5.1
パルミトレイン酸	16:1n-7	4.2	4.2	4.2
ステアリン酸	18:0	3.6	3.5	3.5
エイコサペンタエン酸 (EPA)	20:5n-3	2.9	2.9	2.9
cis-バクセン酸	18:1n-7	2.7	2.7	2.7
ミリスチン酸	14:0	2.0	2.0	2.0
αリノレン酸	18:3n-3	1.9	1.8	1.8
ドコサペンタエン酸	22:5n-3	1.3	1.3	1.3
エイコセン酸	20:1n-9	1.1	1.1	1.1
	22:1n-11	0.6	0.6	0.6
アラキドン酸	20:4n-6	0.5	0.5	0.5
オクタデカテトラエン酸	18:4n-3	0.5	0.5	0.5
イコサテトラエン酸	20:4n-3	0.4	0.4	0.4
ヘプタデカン酸	17:0	0.3	0.3	0.3
ペンタデカン酸	15:0	0.2	0.2	0.2
エルカ酸	22:1n-9	0.2	0.2	0.2
ドコサペンタエン酸	22:5n-6	0.1	0.0	0.1
	16:3n-4	0.1	0.1	0.1

図7 ブリ加工残渣魚油の成分分析

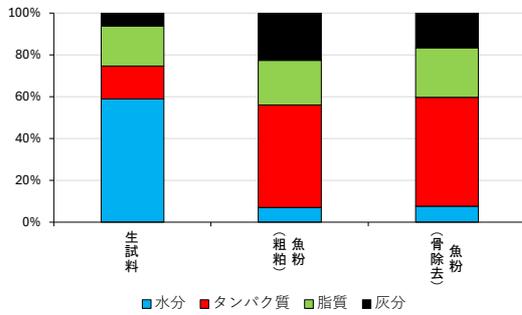


図6 ブリ加工残渣の一般成分比較

表3 水産物加工相談対応実績

年月	相談者数	内容
2024年9月	3名	養殖魚加工品の試作
2024年10月	2名	未利用魚(サメ)加工品の試作
2025年3月	1名	未利用魚(サメ)加工品の試作

安心・安全で環境に優しい養殖推進事業－2 環境調査

毛利文香・西山雅人

事業の目的

持続的な養殖漁場の保全を図るため、持続的養殖生産確保法で養殖漁場の改善が定められている。本事業は、同法に基づく生産者の自主的な取り組みを行うための基礎資料を得ることを目的として、水質底質のモニタリング調査を行った。

事業の方法

広域調査

2024年9月9日～9月10日に、養殖漁場環境調査定点39点(図1)のうち、佐伯湾(上浦、佐伯及び鶴見)における計14定点において、水質及び底質のモニタリング調査を実施した。

調査項目は、水温、塩分、透明度、溶存酸素(DO)、化学的酸素要求量(COD)、溶存無機三態窒素(DIN)及びリン酸態リン(PO₄-P)の水質7項目及び、強熱減量(IL)、化学的酸素要求量(COD)及び酸揮発性硫化物(AVS)の底質3項目について調査した。

水質は、各調査点の4層(0、5、10、B-1m)または3層(0、5、B-1m)においてCTDを用いて水温、塩分、水深の測定を行った後、リゴ-B号採水器により採水した試料海水を実験室に持ち帰って分析した。

底質は、エクマンバージ採泥器(15cm×15cm)で採泥し、表層泥を試料泥として採取し実験室に持ち帰り分析した。

分析は、海洋観測指針¹⁾、水質汚濁調査指針²⁾に基づき行った。なお、ILについては450℃・2時間の強熱後の測定値と、さらに550℃・6時間強熱処理した後の測定値を得た。

事業の結果

広域調査の水質の観測及び分析結果は表1、底質の分析結果は表2に示した通りである。

過去10年間(1994～2003年)のデータがそろっている30定点について、夏季の底質データのうち、IL(450℃・2h)、COD、AVSを用いて主成分分析を行い合成指標の式を求めたところ、合成指標値(S) = $0.561 \times (IL - 3.55) / 2.48 + 0.588 \times (COD - 15.05) / 14.37 + 0.582 \times (AVS - 0.28) / 0.52$ が得られた。これを用いてI(S < -0.1)は良好な底質環境、II(-0.1 ≤ S < 2)はやや悪い底質環境、III(2 ≤ S)は有機汚染が進行し悪い底質環境とし、2023年度の底質調査の結果を評価すると、データの得られた14定点の内、10点がI、4点がIIに分類された。

文献

- 1) 気象庁：海洋観測指針、日本海洋学会、東京、1990、pp.149-186.
- 2) 日本資源保護協会：新編水質汚濁調査指針、厚恒星社厚生閣、東京、1980、pp.242-257.

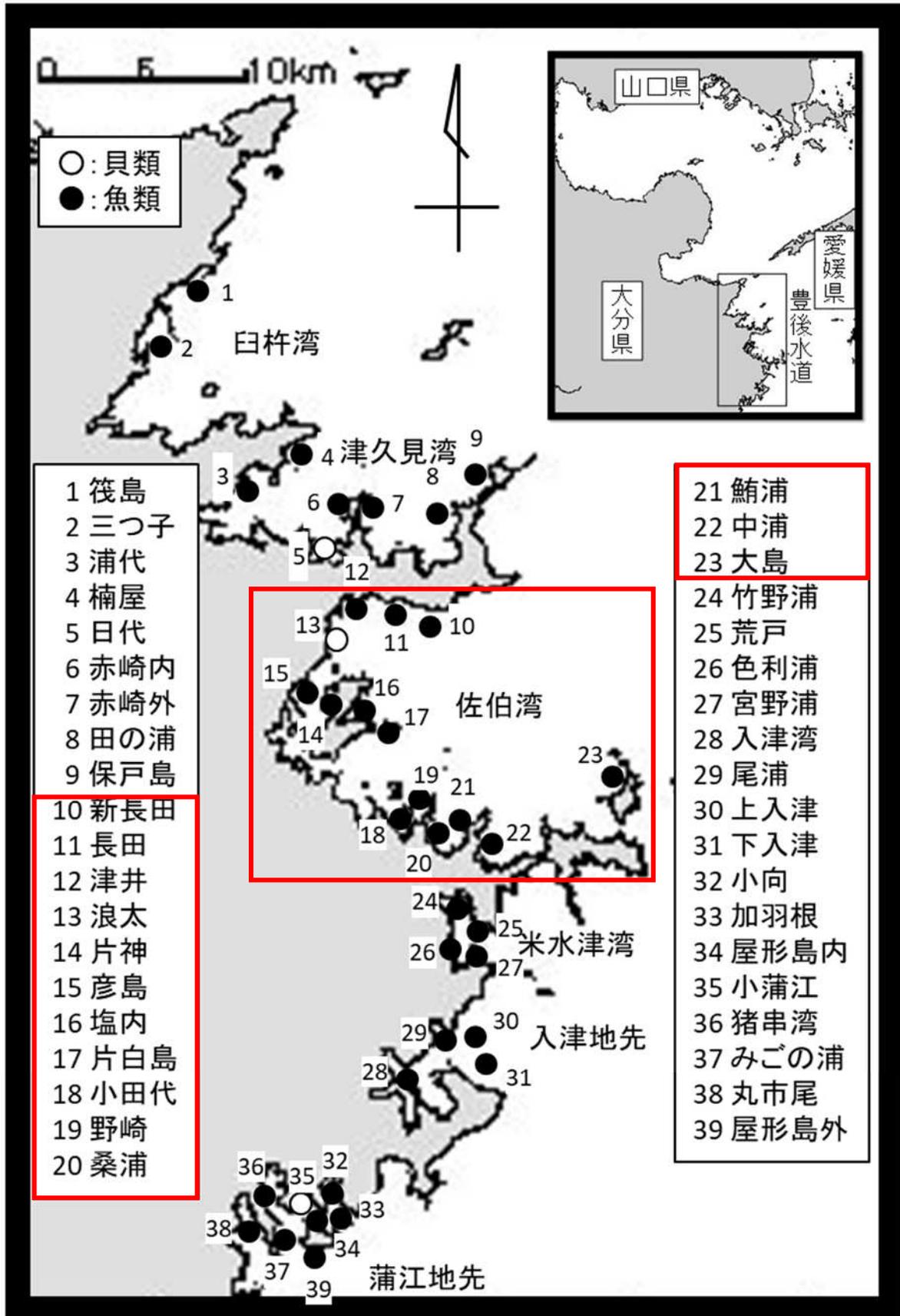


図1 養殖漁場環境調査定点図

表1 令和6年度 養殖漁場環境調査結果

調査点 項目	上浦				佐伯				鶴見			鶴見			
	新長田	長田	津井	浪太	片神	彦島	塩内(日向泊)	片白島	小田代	野崎	桑浦	鮪浦	中浦	大島	
調査月日	9/9	9/9	9/9	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	9/9	9/9	9/9	9/9	
水深(m)	52.8	41.8	10.3	28.6	24.8	20.9	24.7	27.6	22.4	19.9	15.4	35.5	32.7	61.9	
Tr(m)	10.0	8.0	5.0	6.0	5.0	6.0	7.0	8.0	5.0	7.0	6.0	7.0	8.0	9.0	
水温	0	24.8	25.4	25.4	27.2	26.9	27.2	25.8	25.7	25.2	25.3	25.8	25.8	26.0	24.3
	5	24.1	24.2	24.6	24.1	24.5	24.2	24.2	24.1	24.3	23.9	24.5	24.5	24.6	24.0
	10	23.9	24.1	24.1	23.7	23.7	23.7	23.8	23.7	23.6	23.6	23.7	24.2	23.9	23.9
	B-1	23.0	23.0	24.2	23.1	23.1	23.2	23.2	23.2	23.3	23.2	23.6	23.1	23.2	22.6
塩分	0	32.99	32.88	32.81	32.24	32.24	32.02	32.59	32.31	32.63	32.63	32.42	32.34	32.42	32.92
	5	32.99	32.95	32.88	32.87	32.72	32.75	32.82	32.83	32.84	32.85	32.56	32.68	32.72	32.99
	10	32.99	32.94	32.90	32.90	32.86	32.88	32.90	32.93	32.92	32.94	32.87	32.76	32.84	33.02
	B-1	33.15	33.17	32.90	33.07	33.09	33.00	33.06	33.07	33.02	33.06	32.90	33.07	33.04	33.29
DO	0	7.65	7.61	6.55	7.91	7.98	7.99	7.69	8.11	6.85	7.92	8.18	8.09	8.49	7.31
	5	7.13	6.13	6.74	7.32	6.84	7.64	7.15	6.84	5.88	6.99	6.68	6.74	7.90	6.87
	10	6.67	6.11	7.2	6.28	5.18	5.25	6.71	6.40	5.76	6.13	6.34	6.39	6.98	6.84
	B-1	5.85	5.92	7.24	5.47	4.65	4.35	5.53	5.73	4.59	5.43	6.48	5.78	6.05	6.27
DIN	0	0.51	1.26	2.76	0.62	1.99	1.06	0.79	1.78	2.97	1.17	0.20	1.36	0.75	2.31
	5	1.10	4.04	0.19	0.18	1.04	0.41	0.31	1.93	3.35	0.23	1.65	2.52	0.11	2.58
	10	1.56	4.03	0.5	1.17	4.63	5.26	0.92	2.59	3.84	2.23	1.74	4.41	0.36	2.51
	B-1	4.83	4.28	0.19	5.85	8.32	8.60	5.73	5.71	6.98	5.50	1.30	5.48	4.35	5.10
P04-P	0	0.17	0.15	0.09	0.09	0.11	0.06	0.12	0.08	0.22	0.07	0.07	0.07	0.06	0.24
	5	0.22	0.28	0.09	0.07	0.12	0.10	0.10	0.23	0.32	0.11	0.20	0.13	0.08	0.30
	10	0.24	0.27	0.2	0.18	0.30	0.42	0.17	0.32	0.34	0.27	0.22	0.25	0.18	0.28
	B-1	0.47	0.32	0.11	0.55	0.74	0.87	0.54	0.50	0.69	0.47	0.21	0.52	0.42	0.55

*水温は0.5m層を示す。

単位：水温(°C)、DO(ml/L)、DIN・P04-P(μM)

*DO(ml/L) ÷ 0.7 = DO(mg/l)

表2 令和6年度 底質分析結果

調査 年月日	No.	調査 点名	湾・海域	漁業種類	R6年度					合成指標 (S)	底質評価
					IL(%) 450℃	IL(%) 550℃	AVS (mg/g乾泥)	COD (mg/g乾泥)			
R6.9.9	10	新長田	佐伯湾	魚類小割	4.99	7.80	0.22	17.51	0.36	II	
R6.9.9	11	長田	佐伯湾	魚類小割	6.20	8.87	0.33	23.36	1.00	II	
R6.9.9	12	津井	佐伯湾	魚類小割	2.31	3.62	0.05	5.47	-0.93	I	
R6.9.10	13	浪太	佐伯湾	真珠	2.84	4.53	0.15	9.11	-0.55	I	
R6.9.10	14	片神	佐伯湾	魚類小割	3.97	5.31	0.32	18.58	0.28	II	
R6.9.10	15	彦島	佐伯湾	魚類小割	2.60	4.41	0.00	7.41	-0.84	I	
R6.9.10	16	塩内(日向泊)	佐伯湾	魚類小割	2.86	4.91	0.01	8.40	-0.73	I	
R6.9.10	17	片白島	佐伯湾	魚類小割	2.88	5.05	0.02	10.07	-0.65	I	
R6.9.10	18	小田代	佐伯湾	魚類小割	7.95	11.65	0.86	27.82	2.17	III	
R6.9.10	19	野崎	佐伯湾	魚類小割	4.13	5.74	0.48	15.03	0.36	II	
R6.9.10	20	桑浦	佐伯湾	魚類小割	3.18	5.13	0.18	11.34	-0.35	I	
R6.9.9	21	鮪浦	佐伯湾	魚類小割	4.38	6.94	0.59	17.73	0.64	II	
R6.9.9	22	中浦	佐伯湾	魚類小割	9.08	12.69	0.92	39.97	2.99	III	
R6.9.9	23	大島	佐伯湾	魚類小割	3.28	5.30	0.01	7.04	-0.69	I	
		平均			4.33	6.57	0.30	15.63	0.22		

単位:IL(%), AVS・COD(mg/g・dry)

* 合成指標値(S) = $0.561 \times (IL - 3.55) / 2.48 + 0.588 \times (COD - 15.05) / 14.37 + 0.582 \times (AVS - 0.28) / 0.52$

漁場評価	I	$S < -0.1$	良好な底質環境
	II	$-0.1 \leq S < 2.0$	やや悪い底質環境
	III	$S \geq 2.0$	悪い底質環境

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供事業-2 浅海定線調査等 (国庫交付金)

毛利文香・西山雅人・原朋之

事業の目的

本調査は、別府湾・伊予灘海域における漁場環境の実態把握及び内海漁業資源の動向予測に必要な基礎データ収集を目的とする。

事業の方法

1. 浅海定線調査

毎月上旬に漁業調査船「豊洋」を使用して行った。水温と塩分はCTDで観測し、採水試料の栄養塩はオートアナライザー(QuAAtro39、BLTEC社製)を用いて分析した。

1) 調査月日

2024年	4月	4日～7日
	5月	7日～10日
	6月	2日～5日
	7月	欠測
	8月	19日～20日
	9月	2日～5日
	10月	欠測
	11月	5日～8日
	12月	2日～5日
2025年	1月	8日～11日
	2月	6日～9日
	3月	3日～6日

2) 調査項目

気象、海象、水温、塩分、透明度、DO、COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$

(ただし、DO、COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ については、定点7、9、17、

21、22、26、27、31のみ測定した。)

3) 調査定線

調査定線(ナーセー9線)を図1に示す。

2. 水温の定点調査

1) 調査体制

佐伯湾内に位置する水産研究部前(図2)の棧橋付近における表層海水(0m)を、午前8時30分に採水し、棒状水温計で水温を測定した。平年値は、1990～2020年の30年間の平均値を用いた。

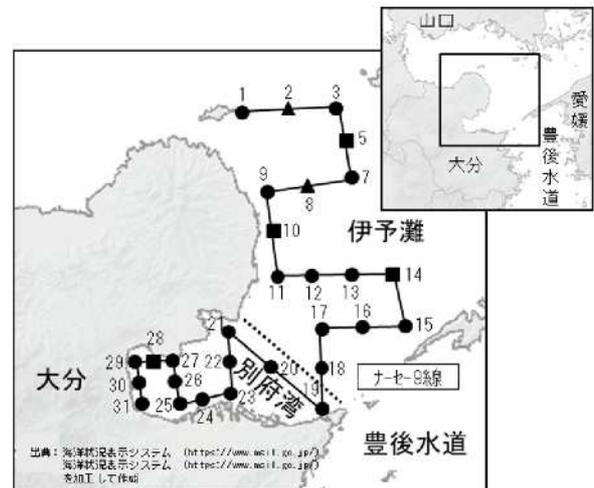


図1 浅海定線調査定線図

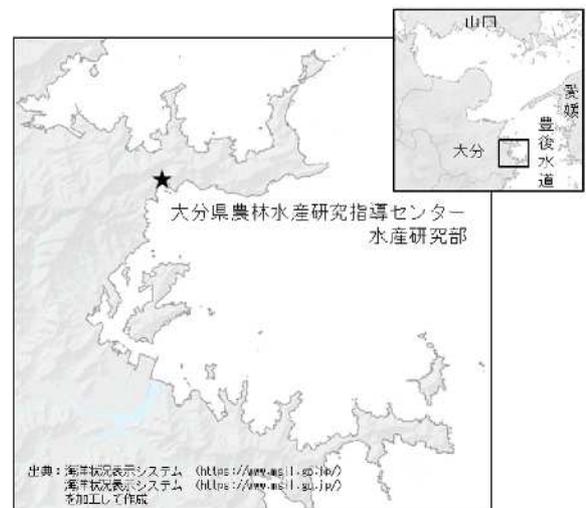


図2 水温定点観測調査点

事業の結果

1. 浅海定線調査等

1) 気象

大分市における2024年度の気象の推移(大分気象台)は図3に示したとおりである。

気温: 平年より2℃以上低かったのは2月上旬であり、2℃以上高かったのは、4月上中旬、7月上旬下旬、8月上旬、9月、10月中下旬、11月上旬及び3月下旬であった。

降水量: 2024年度の梅雨入りは6月17日であり、平年より13日程度遅かった。梅雨明けは7月19日であった。

また、4月上下旬、5月下旬、7月中旬、8月下旬、9月下旬、11月上旬及び2月上旬では150%を超える降水量であった。

日照時間: 7月上下旬、8月上旬及び9月上旬では平年の150%を超え、高い値を記録した。

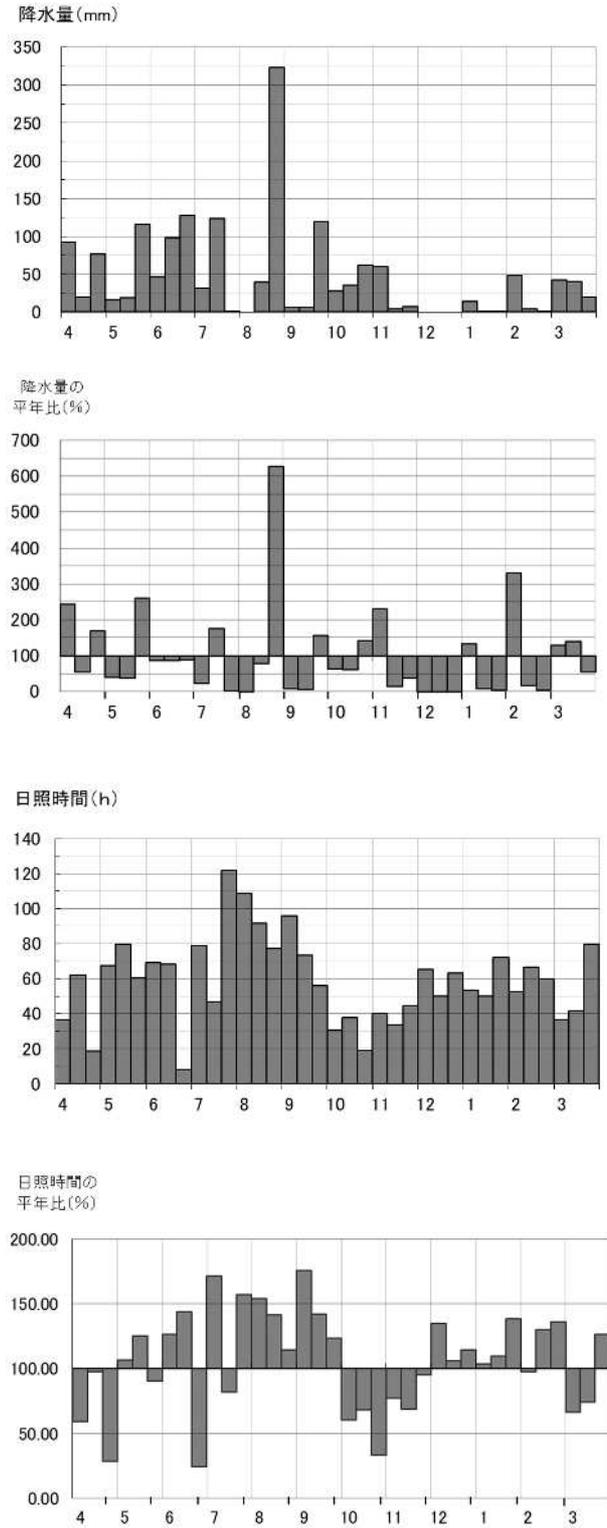
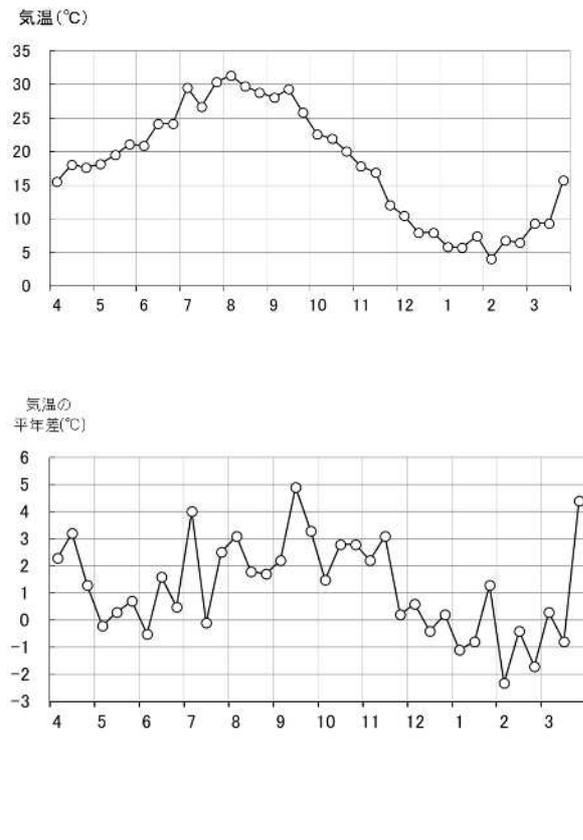


図3 2024年度大分市における気象
(気象庁気象統計情報)

2) 海象

各項目の評価基準（平年偏差／標準偏差）は、-0.6～0.6は「平年並み」、0.6～1.3(-1.3～-0.6)は「やや高め(低め)」、1.3～2.0(-2.0～-1.3)は「かなり高め(低め)」、2.0～(～-2.0)は「甚だ高め(低め)とする水温

水温の観測結果は図4に示したとおりである。

伊予灘の表層は10.54～26.70℃、底層は10.76～23.26℃で推移した。表層は、11月は「甚だ高め」、4月及び12月は「かなり高め」、3月は「やや低め」、その他は「やや高め」～「平年並み」であった。底層は、11～12月は「甚だ高め」、4～6月は「かなり高め」、3月は「やや低め」、その他は「やや高め」～「平年並み」であった。

別府湾の表層は10.46～28.73℃、底層は10.27～22.60℃で推移した。表層は、11月が「甚だ高め」、4月は「かなり高め」、2～3月は「やや低め」、その他は「やや高め」～「平年並み」であった。底層は、11～12月は「甚だ高め」、4～6月及び8月は「かなり高め」、3月は「やや低め」、その他は「平年並み」であった。

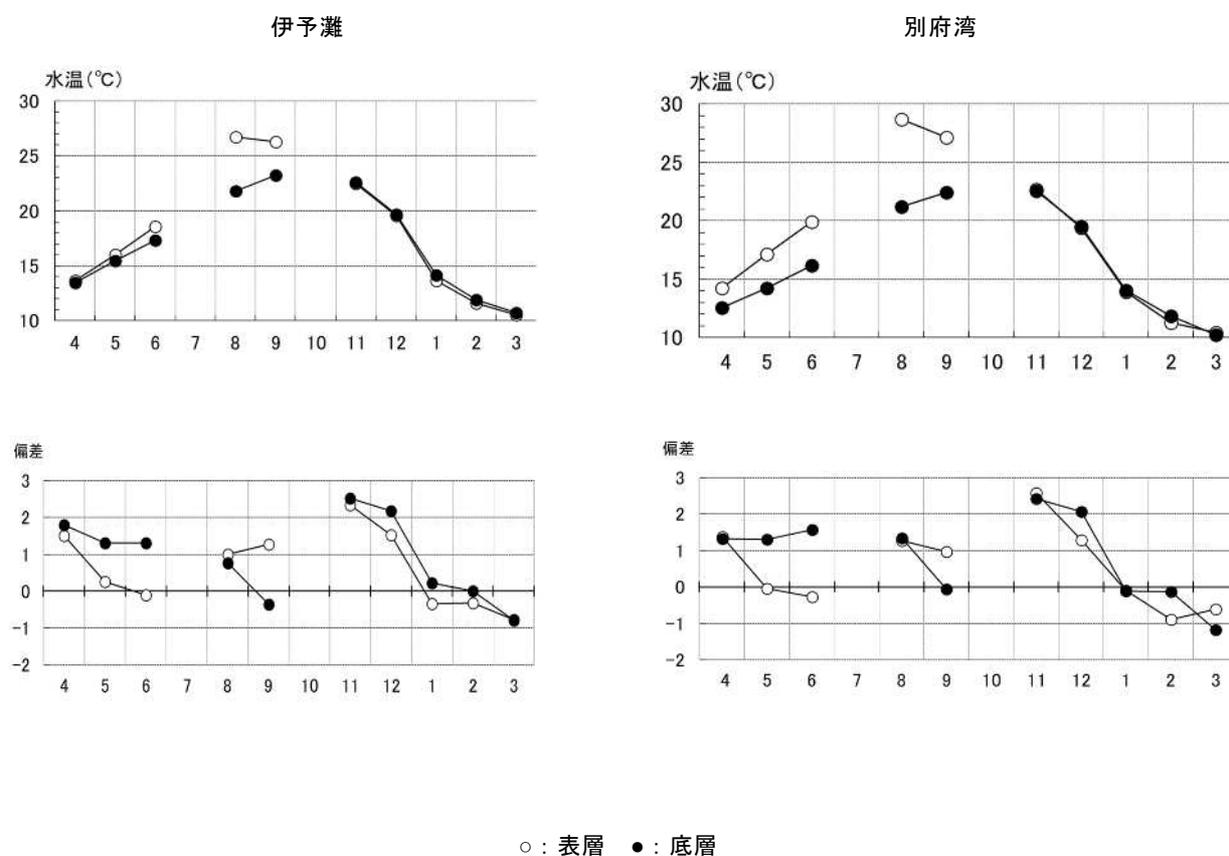


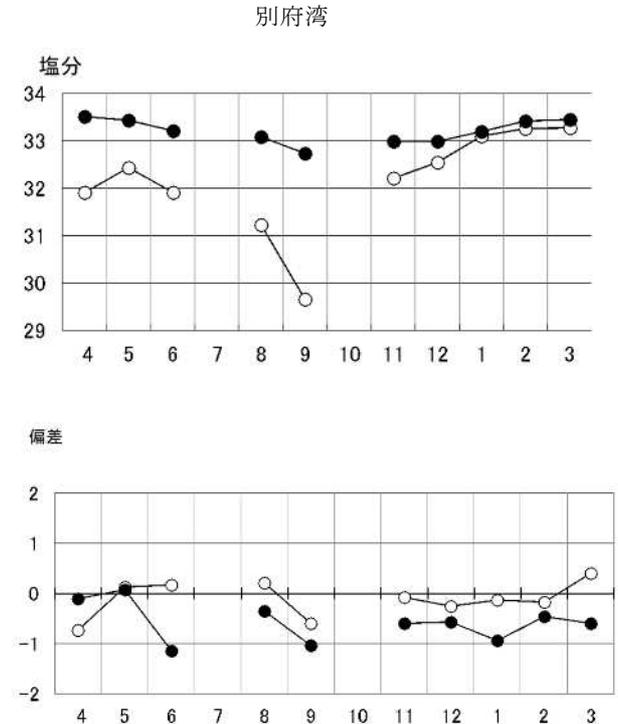
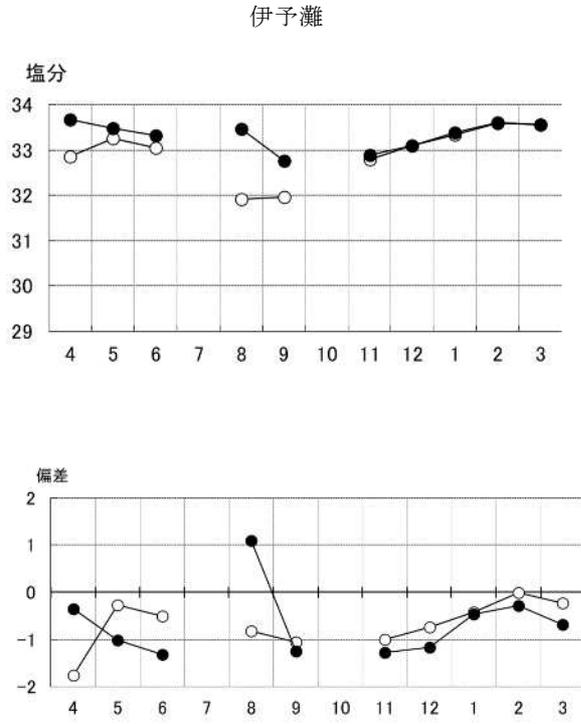
図4 2024年度の水温推移（左：伊予灘、右：別府湾）

塩分

塩分の観測結果は図5に示したとおりである。

伊予灘の表層は 31.91～33.56、底層は 32.77～33.67 で推移した。表層は、4 月が「かなり低め」、その他は「やや低め」～「平年並み」で推移した。底層は、8 月が「やや高め」、6 月が「かなり低め」、その他は「やや低め」～「平年並み」であった。

別府湾の表層は、29.66～33.28、底層は 32.74～33.53 で推移した。表層は、すべての月で「やや低め」～「平年並み」であった。底層も、すべての月で「やや低め」～「平年並み」であった。



○：表層 ●：底層

図5 2024年度の塩分の推移（左：伊予灘、右：別府湾）

透明度

透明度の観測結果は図6に示したとおりである。

伊予灘は8.18~13.00 mで推移した。1月は「甚だ高め」、4月~5月は「かなり低め」、その他は「やや高め」~「平年並み」であった。

別府湾は、6.58~12.08 mで推移した。8月は「甚だ高め」、6月及び12月は「かなり高め」、4月及び3月は「やや低め」、その他は「やや高め」~「平年並み」であった。

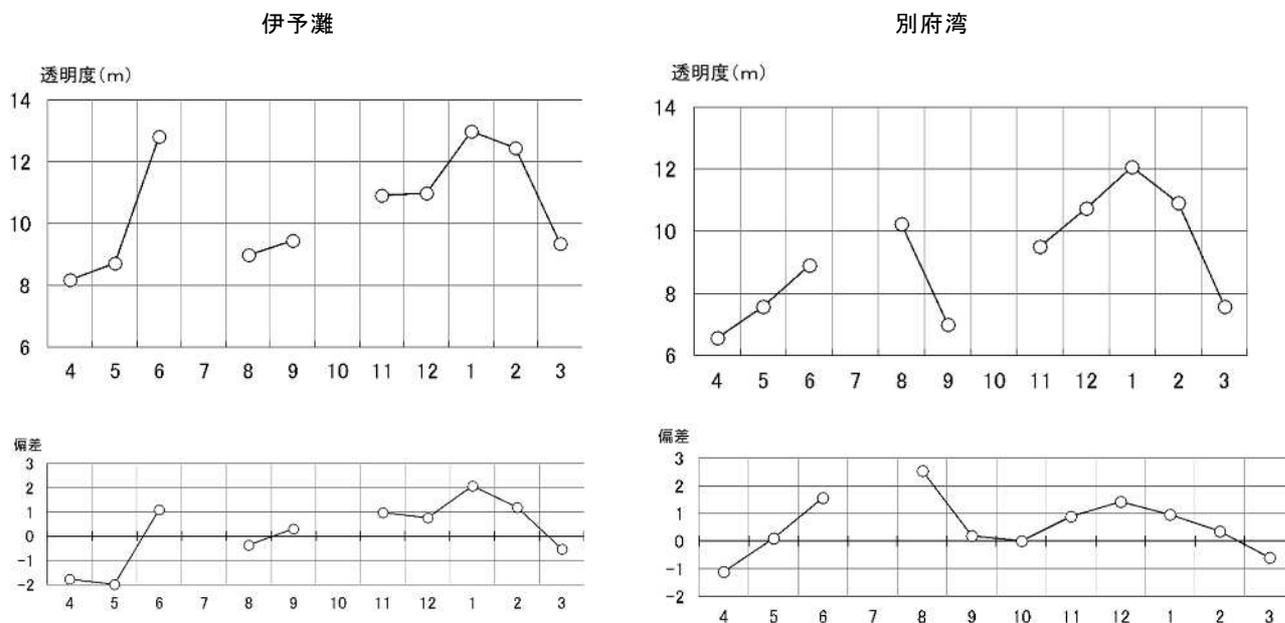


図6 2024年度の透明度の推移 (左:伊予灘、右:別府湾)

*各項目の評価基準

評価基準(平年偏差/標準偏差)

- 平年並 : -0.6~0.6
- やや高め(低め) : 0.6~1.3 (-1.3~-0.6)
- かなり高め(低め) : 1.3~2.0 (-2.0~-1.3)
- 甚だ高め(低め) : 2.0~ (~-2.0)

3) 栄養塩等

DIN 及び PO₄-P

DIN 及び PO₄-P の測定結果は図 7 に示したとおりである。

伊予灘の DIN は、表層は 1.19~6.49 μM、底層は 1.00~3.79 μM で推移した。表層は、3 月は「甚だ高め」、11~12 月が「かなり高め」、その他は「平年並み」であった。底層は、すべての月で「やや低め」~「平年並み」であった。

PO₄-P は、表層は 0.07~0.47 μM、底層は 0.19~0.44 μM で推移した。表層は、すべての月で「やや高め」~「平年並み」であった。底層も、すべての月で「やや高め」~「平年並み」であった。

別府湾の DIN は、表層は 0.12~2.68 μM で、底層は 0.82~5.26 μM で推移した。表層は、4 月は「かなり低め」、その他は「やや低め」~「平年並み」であった。底層は、1 月は「甚だ低め」、6 月は「かなり低め」、11 月は「やや高め」、その他は「やや低め」~「平年並み」であった。

PO₄-P は、表層は 0.09~0.49 μM、底層は 0.24~0.79 μM で推移した。表層は、すべての月で「やや高め」~「平年並み」であった。底層は、11 月は「かなり高め」、6 月は「やや低め」、その他は「やや高め」~「平年並み」であった。

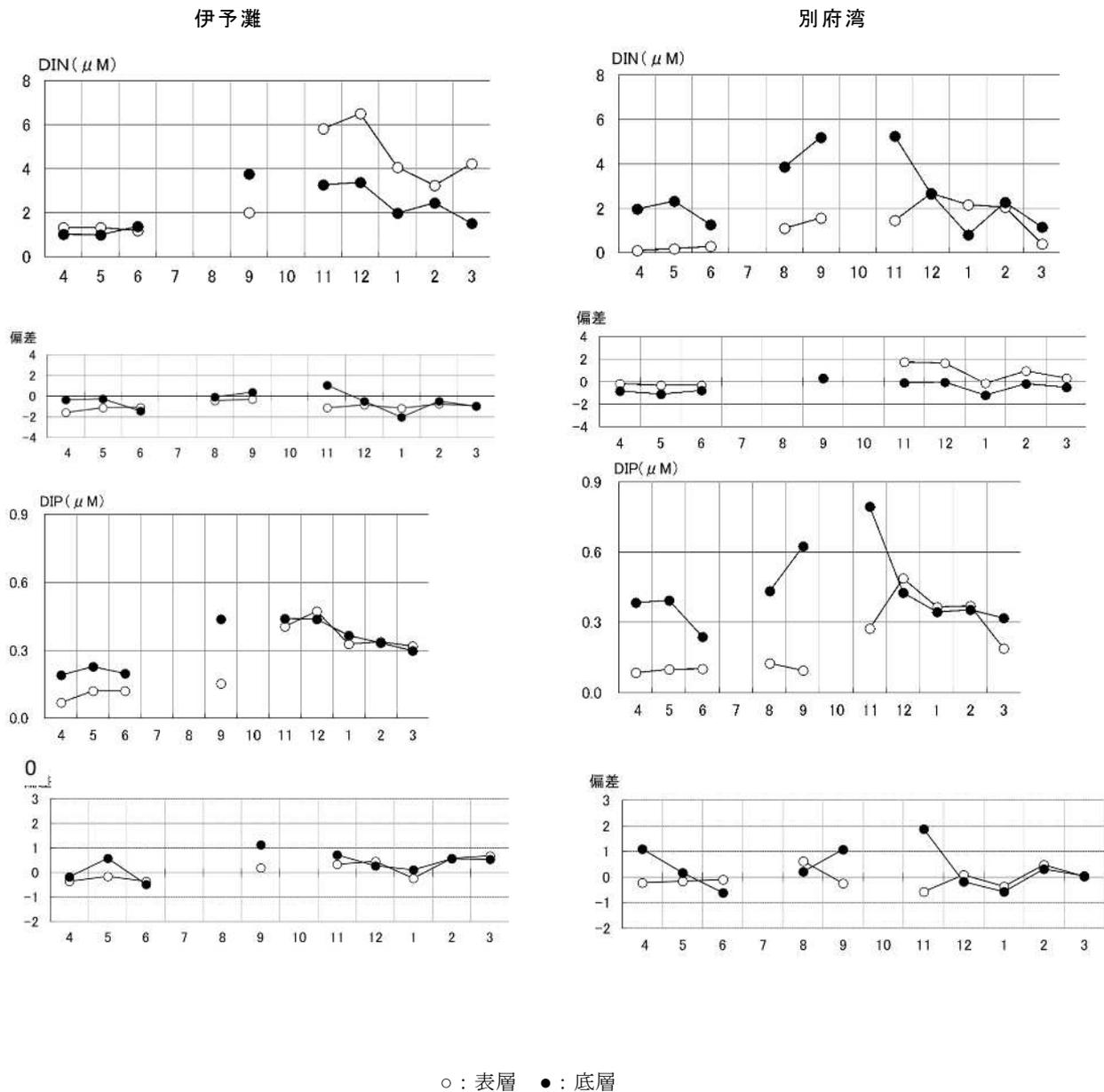


図 7 2024 年度の DIN 及び PO₄-P の推移 (左: 伊予灘、右: 別府湾)

DO 及び COD

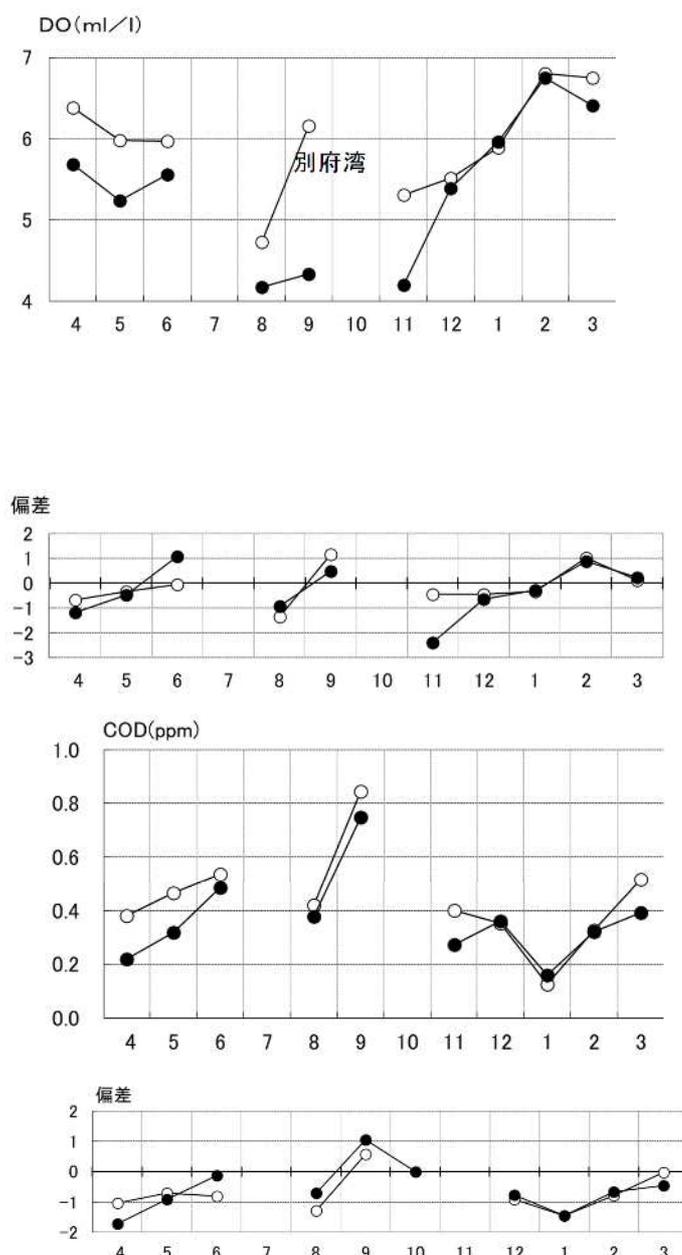
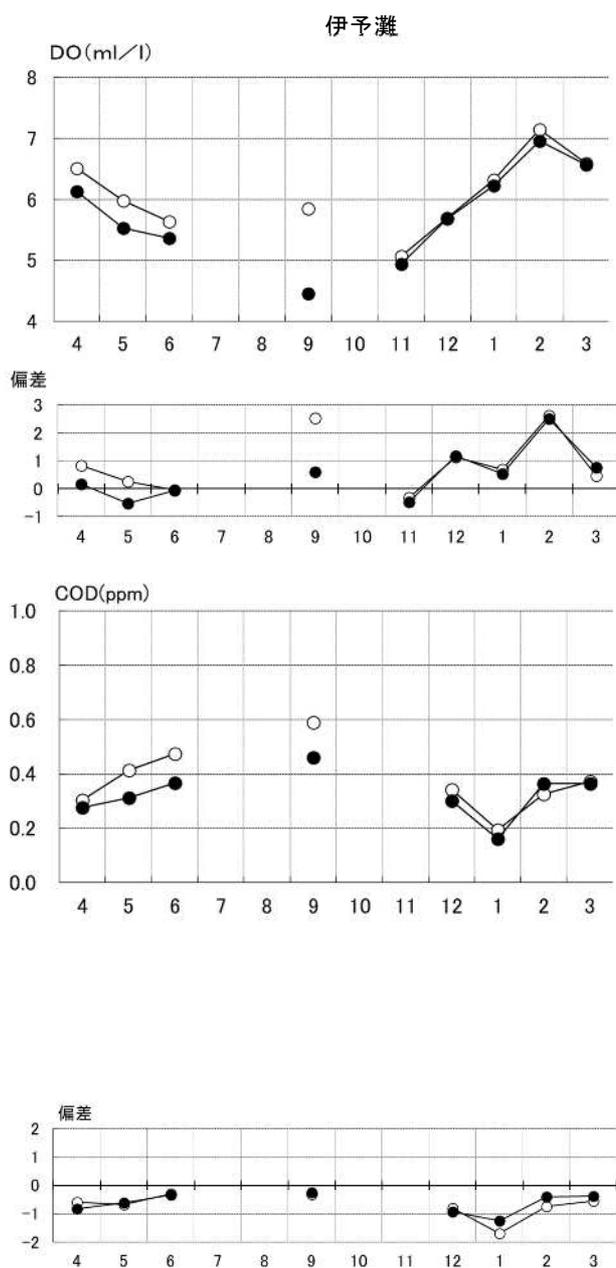
DO 及び COD の測定結果は図 8 に示したとおりである。

伊予灘の DO は、表層が 5.07~6.59 ml/L、底層が 4.45~6.96 ml/L であった。表層は、9 月及び 2 月は「甚だ高め」、その他は「やや高め」~「平常並み」であった。底層は、2 月は「甚だ高め」、その他は「やや高め」~「平常並み」であった。

COD は、表層が 0.19 ppm~0.59 ppm、底層が 0.16 ppm~0.46 ppm であった。表層は、1 月は「かなり低め」、その他は「やや低め」~「平常並み」であった。底層は、すべての月で「やや低め」~「平常並み」であった。

別府湾の DO は、表層が 4.72~6.80 ml/L、底層が 4.17~6.75 ml/L であった。表層は、8 月は「かなり低め」、4 月は「やや低め」、その他は「やや高め」~「平常並み」であった。底層は、11 月は「甚だ低め」、4 月、8 月及び 12 月は「やや低め」、その他は「やや高め」~「平常並み」であった。

COD は、表層が 0.13 ppm~0.84 ppm、底層が 0.16 ppm~0.75 ppm であった。表層は、1 月は「かなり低め」、その他は「やや低め」~「平常並み」であった。底層は、9 月は「やや高め」、4 月及び 1 月は「かなり低め」すべての月では「やや低め」~「平常並み」であった。



○ : 表層 ● : 底層

図 8 2024 年度の DO 及び COD の推移 (左 : 伊予灘、右 : 別府湾)。

2. 水温の定点調査

佐伯湾内(上浦地先)の水温(0 m)の定点調査結果は図9に示したとおりである。

2024年度における旬別平均水温は、9月中旬の27.0°Cが最高値で、3月中旬の13.4°Cが最低値であり、1月～4月及び8月～12月は高め傾向であった。他は、概ね平年並みであった。

今後の課題

今後も、伊予灘と別府湾の海況状況把握していくため、モニタリング調査を継続していく。

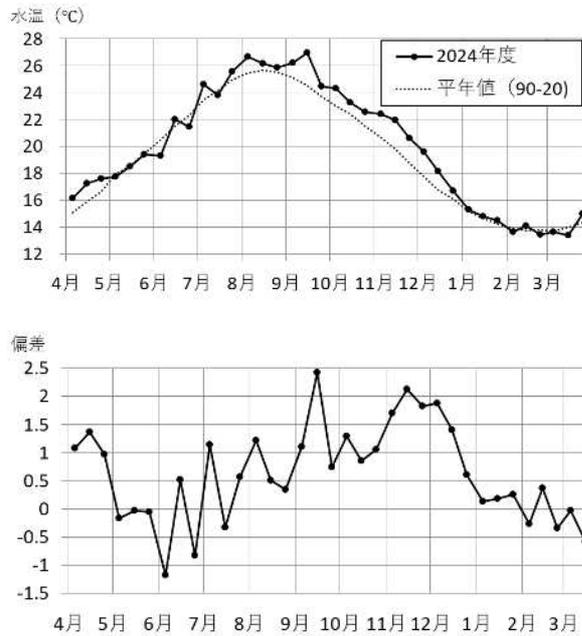


図9 2024年度の佐伯湾定点における表層水温(旬平均値)の推移

漁場被害防止対策事業

(赤潮発生監視調査)

毛利文香・西山雅人

事業の目的

近年、西日本では有害プランクトンの発生拡大による甚大な被害が発生し、代表的な被害として *Cochlodinium polykrikoides* 赤潮 (2000 年熊本県 35 億円)、*Chattonella spp.* 赤潮 (2009 年鹿児島県 20 億円、熊本県 8.7 億円、長崎県 4.3 億円、2010 年鹿児島県 36.8 億円、熊本県 16 億円、長崎県 1.6 億円)、*Karenia mikimotoi* 赤潮 (2012 年愛媛県 13 億円、2022 年熊本県 19 億円) が報告されている。大分県内においても毎年、有害赤潮による漁業被害が報告され、今後の被害拡大が危惧されるとともに、監視強化の必要な有害プランクトン種が増大する傾向にある。漁業被害を防止するためには、プランクトンの生理生態研究で予察技術を確認し、定期的なモニタリング調査で赤潮発生を早期に予知して、適切な被害防止策を講じることが、現状における最善策である。しかし、漁業協同組合職員や漁業者による初期のモニタリングは技術面において困難であることから、業界からは有害プランクトンの監視について一層の強化が望まれている。

本事業の目的は、魚介類を致死させる有害プランクトンの発生及び養殖被害を伴う環境悪化等を予察することによって漁業被害を軽減することである。

事業の方法

1. 漁場監視モニタリング調査

豊後水道に接する佐賀関以南に調査点 40 点 (精密調査点 5 点を含む) を設定し (図 1)、4~3 月に調査を行った。各調査は岸壁または海上から行った。岸壁からの採水は採水器 (リゴ- B 号) を用いて表層で実施し、同時に水温計を用いて水温の測定を行った。船舶調査では CTD (JFE アドバンテック社製 AAQ-RINKO) による水温、塩分、

クロロフィル蛍光値の表層から海底までの鉛直測定を実施

した後、バケツによる表層採水及び採水器 (リゴ- B 号) によるクロロフィル極大層 (確認されない時は 5m 層) の採水を行った。得られた試料海水は当日中に光学顕微鏡を用いて、濃縮せずに有害プランクトンの同定・計数に用いた。精密調査点では上記の採水層、調査項目に加え、5m 層、10m 層、底層の採水も行い、栄養塩 (DIN、PO₄-P) の試料とした。定期調査及び海水持ち込み時の際の有害プランクトンが高密度に確認された湾及び赤潮多発期の 6~8 月には、調査回数、調査点を増やした。

2. 広域赤潮監視調査

周防灘、伊予灘、別府湾に調査点 44 点 (図 2 参照) を設け、2023 年 5 月~8 月の期間に毎月 1 回、計 4 回の調査を行った。各調査点では CTD (JFE アドバンテック社製) による鉛直水温、塩分、クロロフィル蛍光値の測定及び表層の採水を行った。観測時にクロロフィル極大層が観測された際には、採水器を用いてその層の採水を行った。採水した海水は翌日に光学顕微鏡を用いて、濃縮せずに有害プランクトンの同定・計数を行った。

3. 指導事業

例年大きな被害を出しているカレニア赤潮シーズン前に、佐賀関以南の振興局、市、漁協支店、養殖業者を対象に赤潮担当者会議を開催し、最近の赤潮発生状況や被害についての説明を行った。また、漁業者から赤潮講習会の要望があった場合には現場に赴き講師を務め、赤潮に対する注意喚起等を行った。

赤潮発生時や有害プランクトン発生時及び赤潮になる危険がある場合には、赤潮情報 (有害プランクトンが注意密度を超えた場合は緊急赤潮情報またはマグロ版緊急赤潮情報) を発行し、周知徹底を図った。

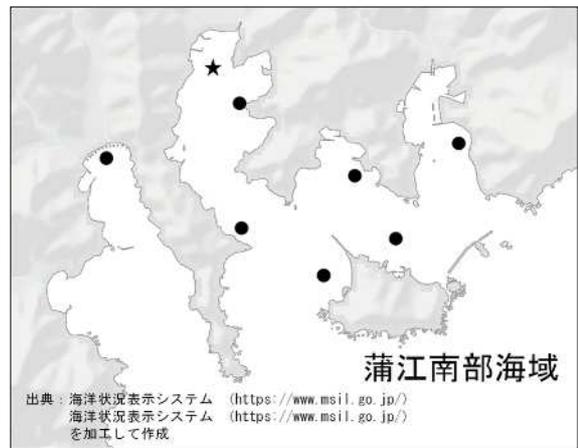


図 1 漁場監視モニタリング定点
(●：通常調査点、★：精密調査点)

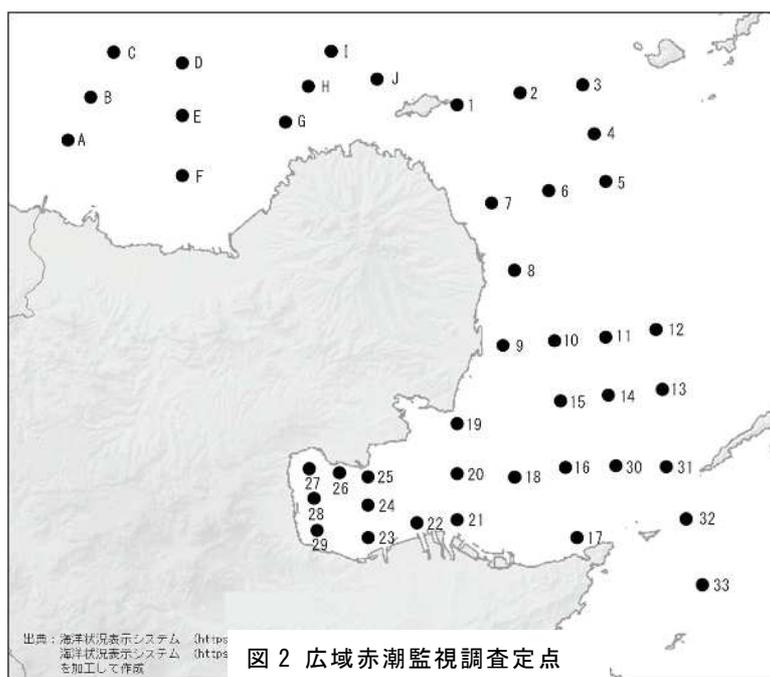


図2 広域赤潮監視調査定点

事業の結果

1. 現場監視モニタリング調査

1) 気象

概要（気象月報より一部改変）

6月は、上旬と中旬は高気圧に覆われて晴れる日もあったが、下旬は低気圧や梅雨前線の影響で曇りや雨の日が多く、大雨止まった日もあった。九州北部地方は、5月29日ごろに梅雨入り、7月25日ごろに梅雨明けしたと見られ、平年よりも2週間程度梅雨の期間が長かった。7月の天気は、高気圧に覆われて晴れる日が多かったが、中旬は梅雨前線や湿った空気の影響で曇りや雨の日が多く、はじめは大雨となった日もあった。気温は、平年よりも高いか、かなり高かった（高温）。降水量は宇目、蒲江で平年よりかなり少なく、他は平年並みか少なかった。日照時間は、平年より多いか、かなり多かった。8月の天気は、高気圧に覆われて晴れる日が多かったが、台風第10号や湿った空気の影響で大雨となった日があった。気温は、平年よりかなり高かった（高温）。降水量は、中津、椿ヶ鼻で平年並み、他は平年より多いか、かなり多かった。日照時間は、辺縁より多いか、かなり多かった（多照）。9月の天気は、前線や湿った空気の影響で雨の降る日があり、大雨となった日もあったが、高気圧に覆われて晴れる日が多かった。気温は、平年よりかなり高かった（高温）。降水量は、平年並みか、平年より少ないか、かなり少なかった。日照時間は、蒲江で

気温・降水量

4～9月の佐伯市アメダスの各月の平均気温、降水量、日照時間の推移及び平年偏差は図3～5に示したとおりである。平均気温はすべての月で、平年より高く推移し、特に9月は平年よりも2.5℃も高かった。降水量は4,5,8月に高く推移し、特に8月は平年の2倍以上の降雨があった。他は、少なく推移した。日照時間は、4月は平年の56%と平年より少なかった。他は、概ね高めで推移した。

2) 海象

6月～9月（臼杵湾は6月～8月）における各海域の代表点の5m層の水温、塩分、DIN、PO4-Pの推移は図6～9に示したとおりである。

水温は臼杵湾 23.5～26.2℃、佐伯湾 19.0～24.9℃、入津湾 20.4～25.6℃、蒲江南部海域 20.2～28.0℃で推移した。塩分は臼杵湾 32.76～33.13、佐伯湾 31.22～33.76、入津湾 32.92～33.64、蒲江南部海域 33.26～33.80で推移した。DINは臼杵湾 0.26～0.58 μM、佐伯湾 0.61～5.88 μM、入津湾 0.26～1.12 μM、蒲江南部海域 0.03～5.92 μMで推移した。PO4-Pは臼杵湾 0.10～0.15 μM、佐伯湾 0.01～0.09 μM、入津湾 0.09～0.19 μM、蒲江南部海域 0.02～0.48 μMで推移した。

かった（多照）。

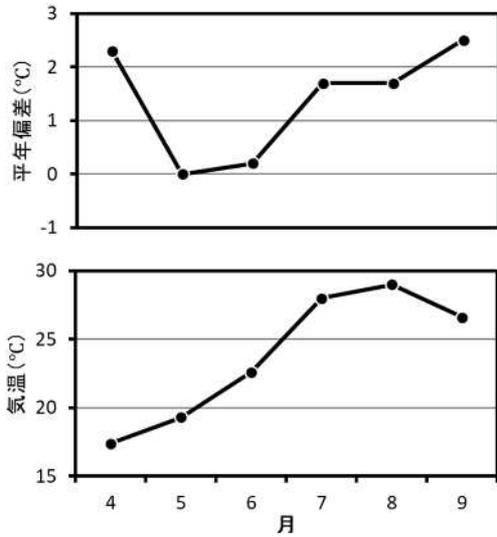
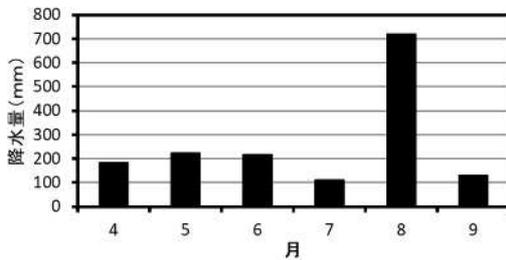
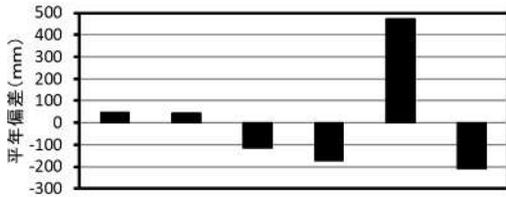


図3 月平均気温の推移と年間偏差(上段:年間偏差、下段:月降水量 アメダス 佐伯)



下段:月降水量 アメダス 佐伯)

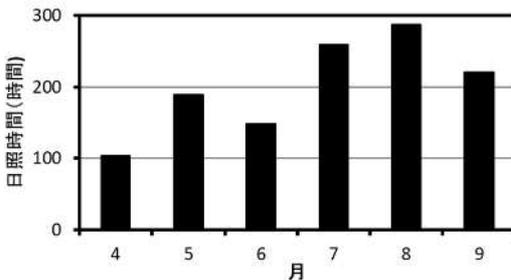
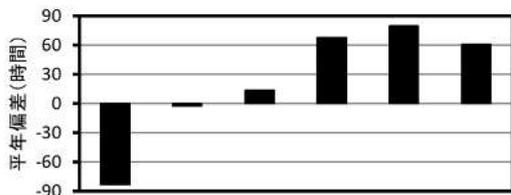


図5 月日照時間の推移と年間偏差(上段:年間偏差、下段:月平均日照時間 アメダス 佐伯)

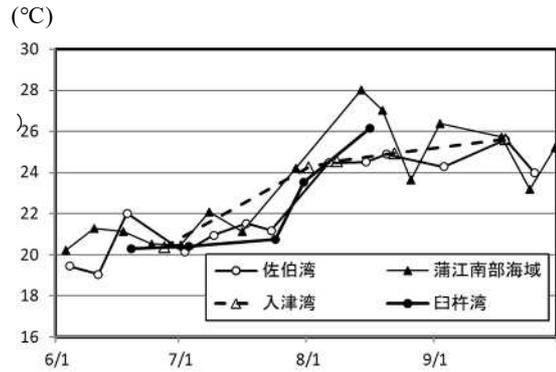


図6 豊後水道各湾の5m層水温の推移

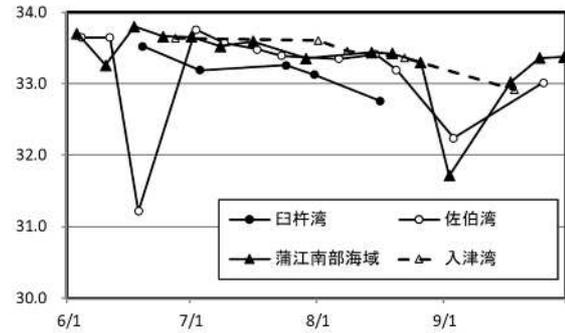


図7 豊後水道各湾の5m層塩分の推移

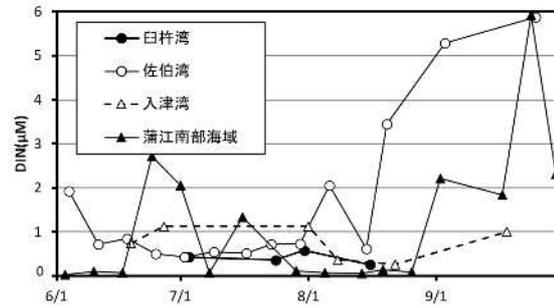


図8 豊後水道各湾の5m層DINの推移

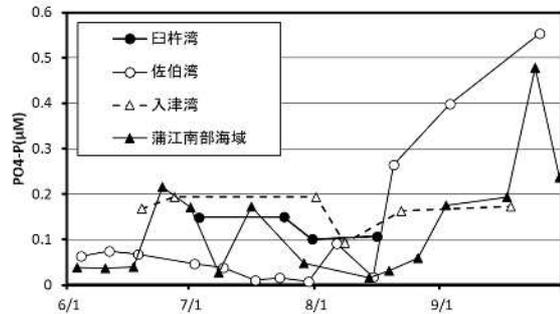


図9 豊後水道各湾の5m層P04-Pの推移

表 1 2024 年度豊後水道西岸域及び別府湾における赤潮発生状況

整理番号	発 生 期 間			発 生 域	赤 潮 構 成 プ ラ ン ク ト ン		漁業被害 の有無	最高細胞数 (cells/ml)
	発生日	～ 終息日	日 数		詳細	属		
1	4月20日	～ 5月2日	(13日間)	豊後水道 (入津湾)	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	無	56
2	6月27日	～ 7月25日	(29日間)	豊後水道 (猪串湾)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	66,000
3	6月30日	～ 8月4日	(36日間)	豊後水道 (佐伯湾)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	有	54,000
4	7月6日	～ 7月20日	(15日間)	豊後水道	<i>Chattonella</i>	<i>spp.</i>	無	108
5	7月22日	～ 8月8日	(18日間)	豊後水道 (猪串湾)	<i>Eutreptia</i>	<i>spp.</i>	無	48,500
6	7月29日	～ 8月10日	(13日間)	豊後水道	<i>Karenia</i>	<i>mikimotoi</i>	無	2,400
7	8月4日	～ 8月25日	(22日間)	豊後水道 (佐伯湾)	<i>Karenia</i>	<i>mikimotoi</i>	無	355
8	8月18日	～ 9月5日	(19日間)	豊後水道 (猪串湾)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	50,000
9	8月22日	～ 9月5日	(15日間)	豊後水道 (猪串湾)	<i>Karenia</i>	<i>mikimotoi</i>	無	513
10	8月25日	～ 8月31日	(7日間)	豊後水道 (佐伯湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	5,000
11	9月1日	～ 10月5日	(35日間)	豊後水道 (入津湾)	<i>Karenia</i>	<i>mikimotoi</i>	有	100,000
12	9月8日	～ 9月29日	(22日間)	豊後水道 (津久見湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	5,000
13	9月22日	～ 10月13日	(22日間)	豊後水道 (入津湾)	<i>Nitzschia</i> <i>Skeletonema</i>	<i>spp.</i> <i>Costatum</i>	無	21,000 13,000
14	10月19日	～ 12月16日	(59日間)	豊後水道 (入津湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	4,000
15	11月17日	～ 11月21日	(5日間)	豊後水道 (猪串湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	17,200
16	11月24日	～ 12月8日	(15日間)	豊後水道 (佐伯湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	4,100
17	11月29日	～ 12月2日	(4日間)	豊後水道 (津久見湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	2,600
18	12月26日	～ 2月6日	(43日間)	豊後水道 (入津湾)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	2,200

3) 赤潮発生状況

表 1 は赤潮発生状況を示したものである。別府湾、豊後水道沿岸の赤潮発生件数は 18 件で、うち 2 件で漁業被害が発生した。赤潮構成プランクトンは *Karenia mikimotoi* 5 件、*Heterosigma akashiwo* 1 件、*Chattonella sp.* 2 件、*Ceratium sp.* 1 件、*Prorocentrum sigmoides* 1 件、*Prorocentrum dentatum* 1 件、*Noctiluca scintillans* 2 件、*Mesodinium rubrum* 5 件、小型渦鞭毛藻類 1 件、*Eutreptiella sp.* 1 件、*Akashiwo sanguinea* 2 件であった。

4) 特記事項

大分県豊後水道海域における赤潮発生は、北部海域（臼杵湾、津久見湾）において、周防灘で広域的に発生した赤潮水塊が移入する「赤潮水塊移入型」と各湾で独立して発生する「地場発生型」の 2 つに分けることができる。今年、7 月中旬から下旬にかけて周防灘で 1 万 cells/ml を超える高密度の *K. mikimotoi* が確認された後、北部海域において急激に細胞密度の増加が確認された。特に津久見湾では当該海域で最も高密度である 95,000 cells/ml が観測された。これは周防灘から赤潮水塊が移入することによって発生したと推

測された（赤潮水塊移入型）。

今年の佐伯湾では、顕微鏡で 6 月 11 日に初認された後、湾奥中層で増殖し、7 月 30 日に最高細胞密度 12,200 cells/ml に達した。その後は緩やかに減少を続け、10 月 16 日以降は検出限界以下となった（図 2 地場発生型）。本種が低密度で推移していた 6 月上旬から 7 月上旬の期間は小型渦鞭毛藻の一種が優占しており、それらが衰退するに伴って、本種が急激に増殖していることが観測された。また 6 月中旬以降は平年より高い水温が継続し、好適環境であったことも本種が高密度化した要因の一つと考えられる。

本年度は広域に *K. mikimotoi* が確認されたものの、大きな漁業被害はなかった。

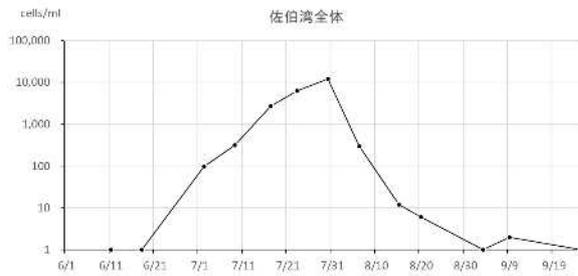


図10 佐伯湾における *K. mikimotoi* の細胞密度の推移

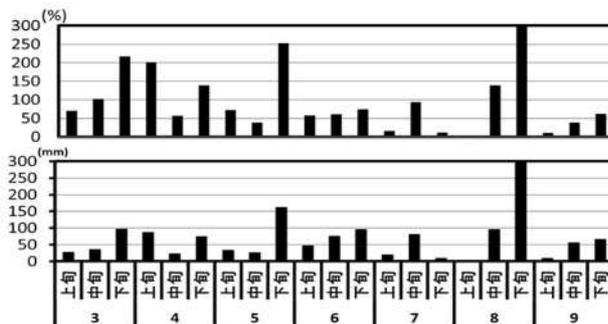


図11 アメダス（佐伯市佐伯）による降水量の年偏差（上）と推移（下）

5) 各湾における有害プランクトン発生状況

各湾の有害赤潮プランクトンの出現の概況については以下にまとめたとおりである。

別府湾（大在～佐賀関沿岸）、臼杵湾：*K. mikimotoi* は 6,800 cells/ml（7月31日 三つ子養殖場）、*H. akashiwo* は 3 cells/ml（6月19日 大在）、*Chattonella spp* は 5 cells/ml（7月3日 神崎、古宮）、*C. polykrikoides* は確認されなかった。

津久見湾：*K. mikimotoi* は 95,000 cells/ml（7月26日 津久見湾中央）であった。

佐伯湾：*K. mikimotoi* は 12,200 cells/ml（7月30日 沖松浦漁港）、*H. akashiwo* は 1325 cells/ml（7月17日 鶴見振興局裏）、*Chattonella spp* は 2 cells/ml（9月9日 長田沖、9月25日 鶴見振興局裏）、*C. polykrikoides* は 2 cells/ml（7月2日 夏井沖、8月6日 片神～彦島）であった。

入津湾：*K. mikimotoi* は 16 cells/ml（8月1日 湾中央、尾浦）、*Chattonella spp* は 1 cell/ml（8月22日 洲の本）、*H. akashiwo* と *C. polykrikoides* は

確認されなかった。

蒲江南部海域：*K. mikimotoi* は 675 cells/ml（7月29日 森崎）、*H. akashiwo* は 900 cells/ml（7月1日 森崎）、*C. polykrikoides* は 8 cells/ml（4月22日 猪串）、*Chattonella spp* は 10 cells/ml（9月24日 森崎）であった。

2. 広域赤潮監視調査

2024年5,6,8月に行った有害プランクトンの調査結果は以下に示したとおりである。検出限界値は 1cells/ml 未満を示す。

5月（5月7～10日）：*K. mikimotoi* は検出限界未満～1 cells/ml 確認されたが、*Chattonella spp*、*H. akashiwo* 及び *C. polykrikoides* は検出限界未満であった。

6月（6月2～5日）：*K. mikimotoi* は検出限界未満～2 cells/ml、*H. akashiwo* は検出限界未満～25 cells/ml 確認されたが、*Chattonella spp* 及び *C. polykrikoides* は検出限界未満であった。

8月（8月19～20日）：*K. mikimotoi* は検出限界未満～9 cells/ml、*H. akashiwo* は検出限界未満～2 cells/ml、*Chattonella spp* は検出限界未満～2 cells/ml *C. polykrikoides* は検出限界未満であった。

Ⅲ 指導事業

1) 赤潮担当者会議

開催日：2024年5月29日

開催場所：水産研究部 大会議室

対象者：佐賀関以南の漁協各支店、市役所、振興局、県庁

2) 大分県漁業学校

漁場環境調査・赤潮診断技術

開催日：2024年8月1日

出席者：漁業者

講師：西山 雅人

3) 赤潮情報・緊急赤潮情報の発行回数

・赤潮情報：16回

・緊急赤潮情報：26回

・マグロ版緊急赤潮情報：2回

漁場被害防止対策事業

(貝毒発生監視調査)

毛利文香・西山雅人

事業の目的

貝毒原因プランクトンをモニタリングすることで二枚貝の毒化を監視し、食品としての安全性を確保する。

事業の方法

佐伯市蒲江南部海域沿岸の蒲江湾、小蒲江湾、猪串湾及び名護屋湾内に計 8 点 (図 1)、及び佐伯湾に計 4 点 (図 2) の調査点を設け、2024 年 4 月から 2025 年 3 月の期間に、蒲江南部海域は毎月 4~5 回、佐伯湾は毎月 2 回の貝毒原因プランクトン調査を行った。

調査内容は、小蒲江湾、猪串湾及び佐伯湾は採水、環境測定及び二枚貝の採取を行い、蒲江湾及び名護屋湾は採水のみを行った。各調査点の採水層は表層及び蛍光クロロフィル極大層(極大層が検出されないときは水深 2m とした)とし、貝毒原因プランクトンが例年高密度に発生する猪串湾の森崎では、表層、水深 2m、水深 5m、水深 10m 及び底上 1m の各層とした。環境測定は多項目水質計 (AAQ-RINKO® JFE アドバンテック社製) を使用して水深 0.5m 層~海底まで 0.1m 毎に水温、塩分等の鉛直測定を行った。採取した二枚貝は、猪串湾では森崎の天然ムラサキイガイ、小蒲江湾では小蒲江及び赤バエの養殖ヒオウギガイ、佐伯湾では養殖マガキを採取した。貝毒原因プランクトンの増加が確認された際は、二枚貝の種類及び採取点を増やして検査体制を強化した。採水した海水は、実験室に持ち帰った後、直ちに孔径 10 μ m のプランクトンネットを用い、1L から 10ml へ 100 倍濃縮し、貝毒原因プランクトンの試料とした。なお貝毒原因プランクトンは固定を行わずに光学顕微鏡を用いて種の同定、計数等を行った。採取した二枚貝は公定法に準拠した手法により貝毒成分を抽出し、ELISA 法または公定法により

毒力を測定した。ELISA 法による毒力 (MU/g) については、各種原因プランクトンに応じた変換計数により測定を行っており、*Alexandrium pacificum* が 1,000 cells/L 以上検出された期間は 0.9、その他は 0.3 を用いている。

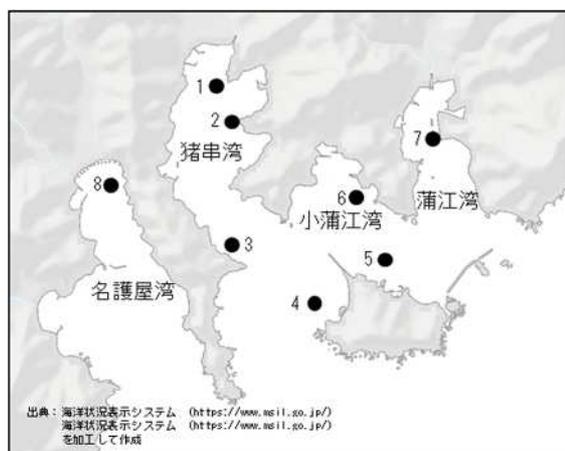


図 1 調査点 (蒲江南部海域)

(1 森崎、2 猪串、3 鶴の糞、4 赤バエ、5 屋形島、
6 小蒲江、7 蒲江、8 名護屋)



図 2 調査点 (佐伯湾)

(1 片神、2 鶴見ポンツーン、3 霞ヶ浦、4 有明漁港)

事業の結果

I. 貝毒原因プランクトン出現状況

1. 猪串湾、小蒲江湾

1) *Gymnodinium catenatum*

各調査点の *G. catenatum* の鉛直平均細胞密度の推移は図 3 に示したとおりである。森崎は N.D^{*}~138 cells/L (※N.D は検出限界以下を示す。検出限界以下は 4 cells/L 未満を示す)、猪串は N.D~80 cells/L、鵜の糞は N.D~40 cells/L、赤バエと屋形島、小蒲江は N.D~10 cells/L であった。猪串湾では、6 月下旬と 3 月下旬に、警戒密度 (100 cells/L) を超える細胞が確認されたが、小蒲江湾では、警戒密度を超える細胞は確認されなかった (図 3)。森崎における本種の出現時期を平年 (2011~2023 年度) と旬別に比較すると、8 月中旬と下旬に平年を上回った以外は平年より少なく推移した。

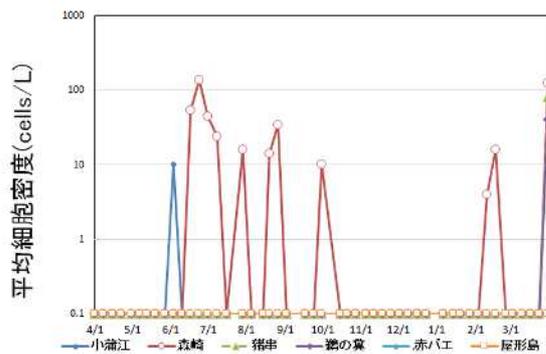


図 3 猪串湾、小蒲江湾における *G. catenatum* 細胞密度の推移

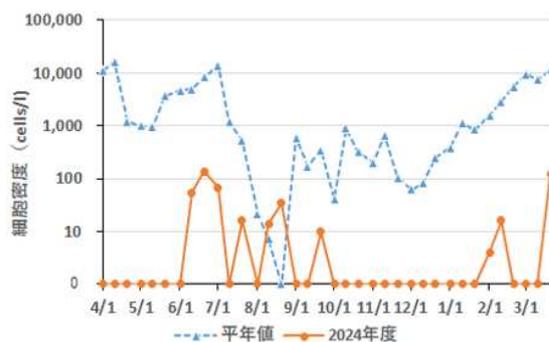


図 4 猪串湾森崎における平年値及び 2024 年度の *G. catenatum* 細胞密度 (5 層平均) 推移

2) *Alexandrium pacificum*

各調査点の *A. pacificum* の鉛直平均細胞密度の推移は図 5 に示したとおりである。森崎は N.D~179,000 cells/L (※N.D は検出限界以下を示す。検

出限界以下は 4 cells/L 未満を示す)、猪串は N.D~35,500 cells/L、鵜の糞は N.D~2,000 cells/L、小蒲江は N.D~250 cells/L で推移し、屋形島は N.D~40 cells/L、赤バエは N.D~30 cells/L で推移した。猪串湾では、12 月上旬~3 月上旬に警戒密度 (1,000 cells/L) を超える細胞が確認された。

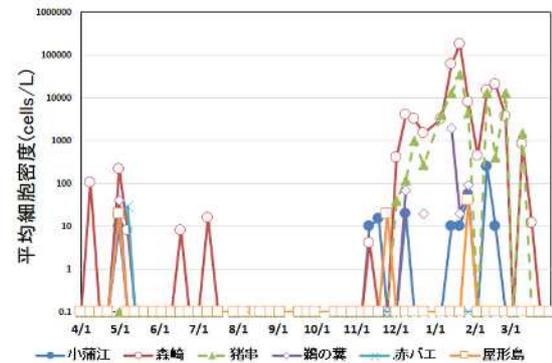


図 5 猪串湾、小蒲江湾における *A. pacificum* 細胞密度の推移

3) *Dinophysis spp.*

各調査点の *Dinophysis spp.* の鉛直平均細胞密度の推移は図 6 に示したとおりである。森崎は N.D~2,684 cells/L (※N.D は検出限界以下を示す。検出限界以下は 2 cells/L 未満を示す)、猪串は N.D~650 cells/L、鵜の糞は N.D~20 cells/L、赤バエは N.D~1,000 cells/L、屋形島は N.D~30 cells/L、小蒲江は N.D~25 cells/L で推移した。

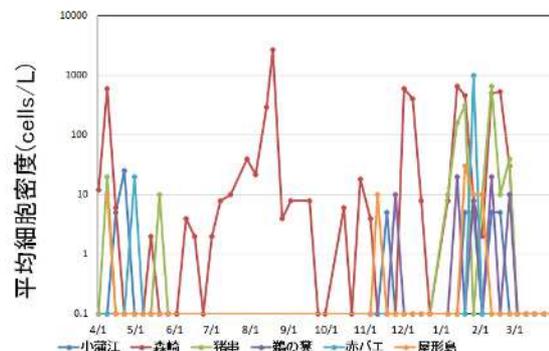


図 6 猪串湾、小蒲江湾における *Dinophysis spp.* 細胞密度の推移

2. 蒲江湾、名護屋湾

1) *Gymnodinium catenatum*

G. catenatum の鉛直平均細胞密度の推移は図 7 に示したとおりである。蒲江湾は N.D~80 cells/L で推移し、名護屋湾は N.D~730 cells/L であった。名護屋湾では、2 月上旬及び 3 月に警戒密度 (100 cells/L) を超える細胞が確認された。蒲江湾では、警戒密度を超える細胞は確認されなかった。

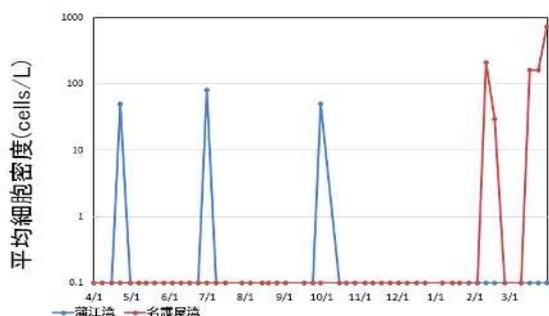


図7 蒲江湾、名護屋湾における *G. catenatum* 細胞密度の推移

2) *Alexandrium pacificum*

A. pacificum の鉛直平均細胞密度の推移は図8に示したとおりである。蒲江湾は N.D~1,500 cells/L、名護屋湾は N.D~3,500 cells/L で推移した。蒲江湾では、1月中旬から下旬にかけて、名護屋湾では、1月中旬及び2月上旬に警戒密度(1,000 cells/L)を超える細胞が確認された。

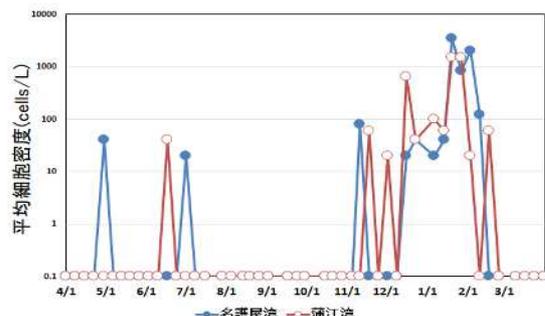


図8 蒲江湾、名護屋湾における *A. pacificum* 細胞密度の推移

3) *Dinophysis spp.*

Dinophysis spp. の鉛直平均細胞密度の推移は図9に示したとおりである。蒲江湾は N.D~550 cells/L、名護屋湾は N.D~1,100 cells/L で推移した(図9)。

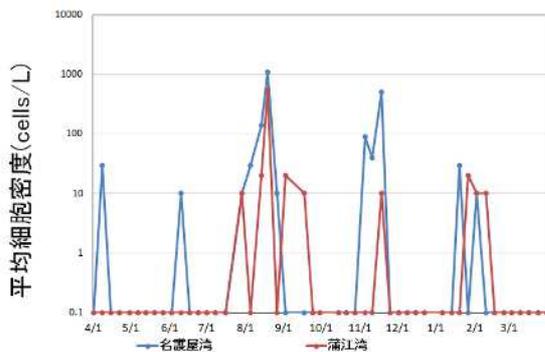


図9 蒲江湾、名護屋湾における *Dinophysis spp.*

細胞密度の推移

3. 佐伯湾

1 *Gymnodinium catenatum*

G. catenatum の鉛直平均細胞密度の推移は図10に示したとおりである。片神は N.D~340 cells/L、鶴見ポンツーンでは確認されなかった、霞ヶ浦は N.D~500 cells/L、で推移し、有明漁港では確認されなかった。片神では、5月上旬、6月中旬に、霞ヶ浦では、6月上旬に警戒密度(100 cells/L)を超える細胞が確認された。

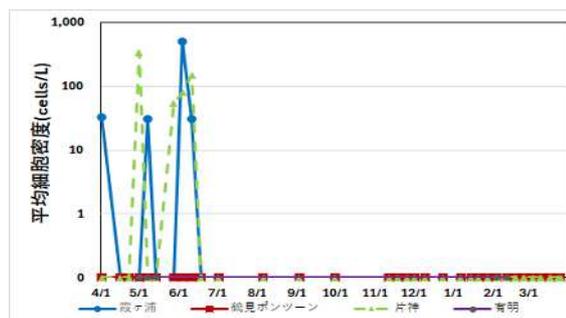


図10 佐伯湾における *G. catenatum* 細胞密度の推移

2) *Alexandrium pacificum*

A. pacificum の鉛直平均細胞密度の推移は図11に示したとおりである。片神は N.D~17,000 cells/L、鶴見ポンツーン(一部周辺海域の数値も含む。以下本項目について同じ)は N.D~6,000 cells/L、霞ヶ浦は N.D~29,000 cells/L、彦島は N.D~5,000 cells/L、有明漁港では N.D~20 cells/L で推移した。片神では、5月上旬、1月下旬及び2月上旬に、鶴見ポンツーンでは、5月上旬、1月下旬及び3月上旬に霞ヶ浦では4月中旬、下旬、5月上旬、6月中旬、2月上旬、中旬及び3月上旬に、彦島では、3月上旬に警戒密度(1,000 cells/L)を超える細胞が確認された。有明漁港では警戒密度(1,000 cells/L)を超える細胞は確認されなかった。

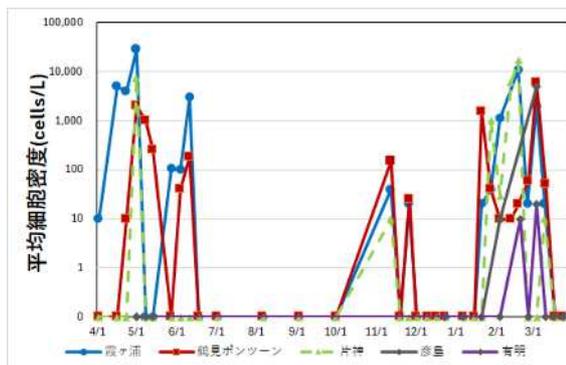


図11 佐伯湾における *A. pacificum* 細胞密度の推移

推移

3) *Dinophysis* spp.

Dinophysis spp. の鉛直平均細胞密度の推移は図 12 に示したとおりである。片神は N.D~500 cells/L、鶴見ポンツーンは N.D~650 cells/L、霞ヶ浦は N.D~150 cells/L、彦島は N.D~1,000 cells/L、有明漁港は N.D~20 cells/L であった。

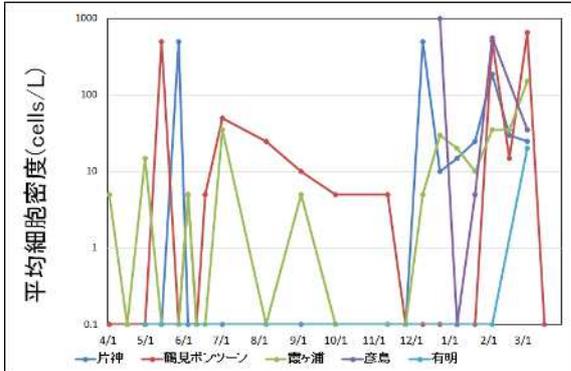


図 12 佐伯湾における *Dinophysis* spp. 細胞密度の推移

II. 環境

1) 水温

森崎における各層水温の推移及び平年値との比較は図 13 に示したとおりである。平年値比較には 2m、5m、10m、底上 1m の各層の鉛直平均値を月平均して用いた。平年値は 2000 年 1 月～2024 年 3 月の期間の値を使用した。

2024 年度における各層水温は、0.5m 層が 15.3℃~29.1℃、2m 層が 15.3℃~29.3℃、5m 層が 15.3℃~27.5℃、10m 層が 15.3℃~25.4℃、底上 1m 層が 15.1℃~24.6℃で推移した。最高水温については、0.5m 層、2m 層、5m 層及び 10m 層は 8 月下旬、底上 1m 層は 9 月中旬に認められた。一方、最低水温については、底上 1m 層で 2 月上旬、その他の全ての層で 3 月下旬に観測された。成層は 5 月上旬から 9 月中旬まで認められた。月平均水温について、4 月上旬～5 月中旬、8 月中旬～9 月中旬、10 月中旬～12 月上旬及び 1 月中旬～2 月上旬は概ね平年より高めで推移し、5 月中旬～7 月下旬、12 月下旬～1 月中旬及び 2 月中旬～3 月下旬は概ね平年より低めで推移した。

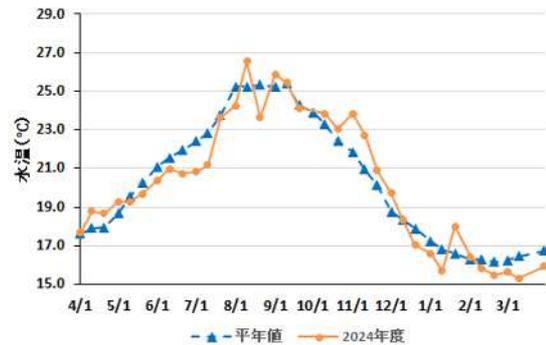
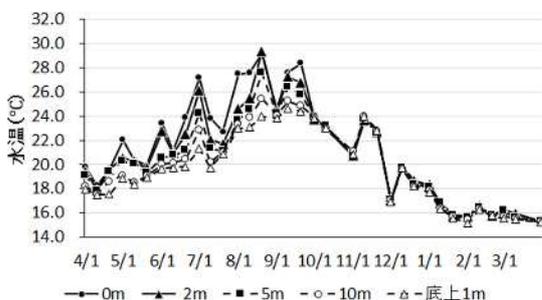


図 13 2024 年度における森崎各層水温の推移 (上段) と平年値との比較 (下段)

佐伯湾における鉛直平均水温 (表層及び 2m 層の 2 層平均) の推移は、図 14 に示したとおりである。片神は 13.4℃~27.4℃、鶴見ポンツーンは 13.9℃~26.7℃、霞ヶ浦は 13.6℃~27.7℃で推移した。



図 14 2024 年度における佐伯湾の各地点における鉛直平均水温の推移

2) 塩分

森崎における各層塩分の推移及び平年値との比較は図 15 に示したとおりである。平年値比較には 2m、5m、10m、底上 1m の各層の鉛直平均値を月平均して用いた。平年値は 2000 年 1 月～2024 年 3 月の期間の値を使用した。各層塩分は、0.5m 層が 30.61~34.68、2m 層が 31.70~34.70、5m 層が 31.72~34.69、10m 層が 32.50~34.69、底上 1m 層が 32.37~34.66 で推移した。最高塩分については、全ての層で 2 月下旬に観測された。一方、最低塩分については、底上 1m 層で 2 月中旬に、それ以外の層は 9 月上旬に観測された。

月平均塩分について、7 月下旬～8 月上旬、11 月中旬、12 月上旬～中旬、1 月上旬～中旬、3 月

上旬～下旬は平年より高めで推移した。4月上旬～6月中旬、8月中旬～11月上旬は平年より低めで推移した。

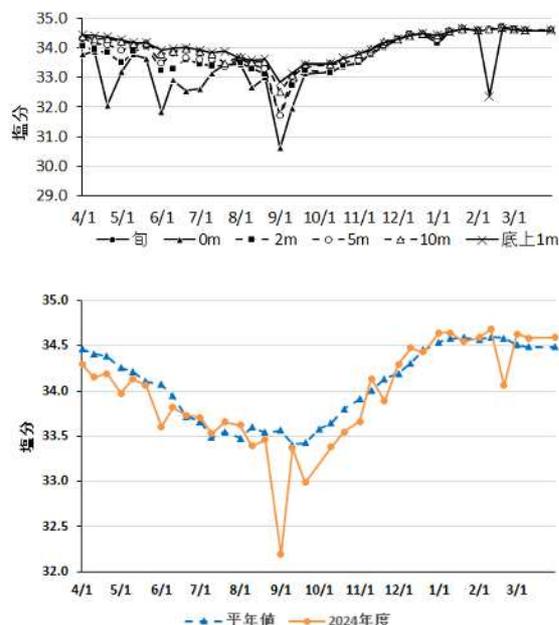


図 15 2024 年度における森崎各層塩分の推移 (上段) と平年値との比較 (下段)

佐伯湾における鉛直平均塩分(表層及び2m層の2層平均)の推移は、図16に示したとおりである。片神は29.41～34.31、鶴見ボンツーンは32.02～34.23、霞ヶ浦は30.42～34.25で推移した。



図 16 2024 年度における佐伯湾の各地点における鉛直平均塩分の推移

III. 二枚貝毒化状況

1. 猪串湾

森崎における天然ムラサキイガイのELISA法による麻痺性貝毒毒力の推移は図17に示したとおりである。毒力はN.D*～267.9 MU/gで推移した(*N.Dは検出限界以下を示す。検出限界は0.1 MU/g未滿。)。2024年12月から発生していた*A.pacificum*の影響によって、2025年2月3日に

は267.9 MU/gまで毒力が増加したが、細胞密度の低下に伴い、毒力も低下した。

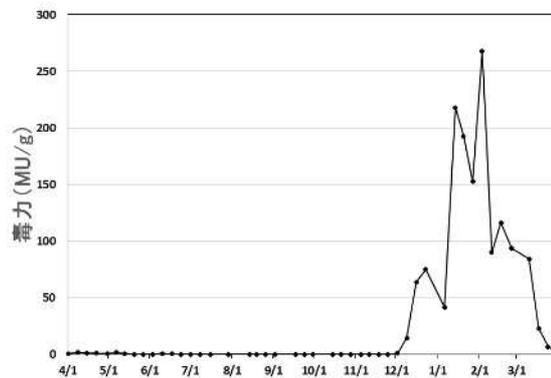


図 17 森崎における天然ムラサキイガイ毒力の推移

2. 小蒲江湾

小蒲江及び赤バエにおける養殖ヒオウギガイのELISA法による麻痺性貝毒毒力の推移は図18に示したとおりである。毒力はN.D～9.3 MU/gで推移した。小蒲江における養殖ヒオウギガイは、森崎の天然ムラサキイガイと同様に、2024年12月に発生した*A.pacificum*の増殖に伴い、毒力が上昇し、2月3日には9.3 MU/gとなった。その後、細胞密度の低下に伴い毒力も低下した。また、2024年12月から猪串湾内で高密度化した*A.pacificum*が湾外に流出したことに伴い、小蒲江及び赤バエの養殖ヒオウギガイの毒化も進行し、2月3日には、小蒲江で9.3 MU/g、赤バエで4.2 MU/gとなった。

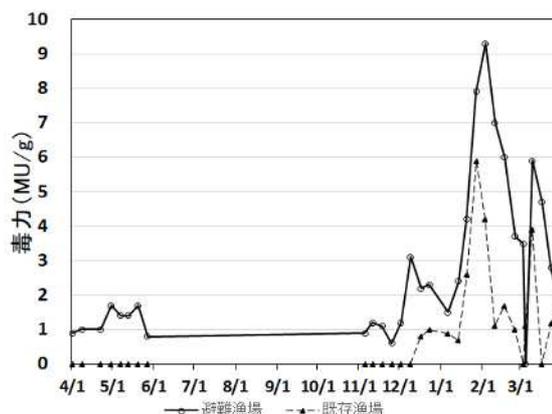


図 18 小蒲江及び赤バエにおける養殖ヒオウギガイの毒力の推移

3. 佐伯湾

佐伯湾における養殖マガキのELISA法による

麻痺性貝毒毒力の推移は図 19 に示したとおりである。毒力は、片神では N.D~30.2 MU/g、鶴見ポイントでは N.D~26.8 MU/g、有明漁港では、N.D~1.6 MU/g で推移した。4 月から大入島周辺で増加した *G.catenatum* の影響によって毒力が増加したものの、6 月には *G.catenatum* が衰退したことにより毒力は低下した。1 月からは *A.pacificum* の影響によって、毒力が増加し、片神では 2 月 26 日は、30.2 MU/g まで増加した。毒力は、*A.pacificum* の衰退に伴い低下、3 月 25 日は片神で 4.8 MU/g となった。

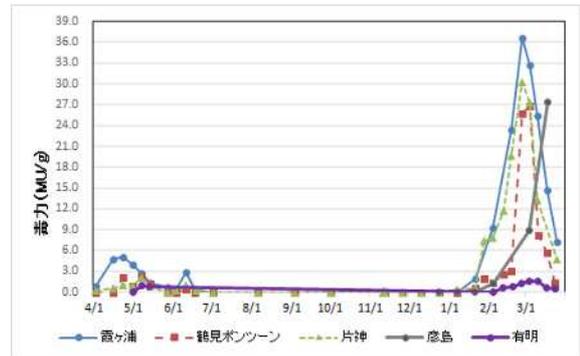


図 19 佐伯湾における養殖マガキの毒力の推移

先端技術を用いた赤潮の監視体制の整備 及び持続可能な赤潮発生抑制技術開発事業

毛利文香・西山雅人・宮村和良

事業の目的

大分県では、魚類養殖が盛んに行われており、令和5年の海面養殖業の生産量は、16,388トンであった（令和5年農林水産統計）。一方、赤潮被害については、自動昇降式多項目水質計（環境システム株式会社製）や有害プランクトンを特異的に検出可能なHAIセンサーテレメーター装置（株式会社西村商会製）等のIoT技術を活用したモニタリング体制の整備により軽減されたが、依然として有害赤潮による被害は継続している。長期的な赤潮発生予察技術は未開発のため、計画的な養殖生産に支障が出ている。また、赤潮発生区域のモニタリングには多くの労力が必要である。さらに、有害赤潮発生そのものを抑制する技術は未開発である。

本事業では赤潮被害の軽減による養殖業者の収益向上と経営安定化を目指して、1.先端技術を用いた赤潮監視及び2.持続可能な赤潮発生抑制技術の開発を行った。

事業の方法

1. 先端技術を用いた赤潮監視

1) 機械学習による長期赤潮予測

機械学習はソニーネットワークコミュニケーションズ株式会社製ソフト「Prediction One」を用いた。佐伯湾で実施した赤潮採水調査のデータ10年分を元に予測モデルを作成した。調査定点は佐伯湾における赤潮初期発生海域の一つである「鶴見ポンツーン」とした。鶴見ポンツーンで2014～2023年の10年間、4～9月に週1回実施した採水調査結果のデータを用いた。調査では、CTD（JFEアドバンテック株式会社製AAQ-RINKO）による水温、塩分、クロロフィル蛍光値の表層から海底までの鉛直測定を実施した後、バケツによる表層採水及び採水器（リゴーB号）に

よるクロロフィル極大層（確認されない場合は5m層）の採水を行った。得られた試料海水は当日中に光学顕微鏡を用いて、濃縮せずに有害プランクトンの同定・計数に用いた。

気象データとしては、気象庁のアメダスデータ、佐伯地点の平均気温、降水量（日別及び1～6月の月別合計）日照時間、最多及び最大風量・風向を用いた。

赤潮の発生有無については、以下の *Karenia mikimotoi* 細胞密度によって3つの場合を検討した。

条件①200cells/ml、条件②20 cells/ml、条件③1cells/mlとした。

2) 定量PCR法による低密度 *K. mikimotoi* の発生監視

以下の実験は、愛媛大学南予水産研究センターの「定量PCR法による海水からの *K. mikimotoi* マニュアル」に従って実施した。

大分県佐伯市猪串湾森崎地点の海水を1L採水し、フィルター（Omnipore, $\Phi 5\mu\text{m}$; ミリポアJMWP02500）で濾過した。そのフィルターから、「DNeasy Plant Mini kit; キアゲン 69104」を用いて、DNAの抽出を行った。その後、BIO-RAD Real-Time PCR System を用いて、DNA量を測定した。

3) ドローンによる上空赤潮監視技術開発

ドローンは Phantom 4 Pro を使用し、大分県沿岸部の各海域で、ドローンの観測定点を選定した。また、ドローン飛行の際には、写真及び動画を撮影し、赤潮監視を実施した。

2. 持続可能な赤潮発生抑制技術の開発

1) アサリによる有害赤潮除去効果の検討

2024年度の夏季に豊後水道沿岸で発生した有害プランクトンの *K. mikimotoi*、*Heterosigma akashiwo* 及び *Chattonella sp.* の各赤潮海水を採水した。試験区として、赤潮海水のみ（対照区）、

人工種苗アサリ（殻長 20～30mm）を低密度に収容した低密度区と高密度に収容した高密度区の計 3 区の水槽（基質としてアンスラサイトを敷設済み）を設け、各水槽に採水した赤潮海水を入れ、アサリに暴露した（図 1）。また、2～4 時間毎または翌日に採水を行い、プランクトン計数をし、時間経過に伴う有害プランクトンの細胞密度の推移を観察した。

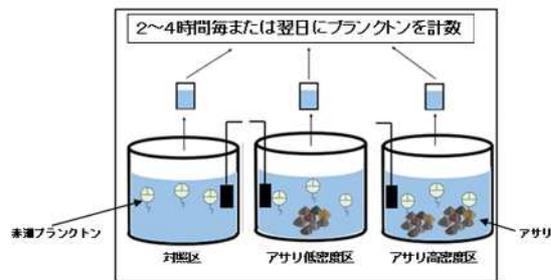


図 1 赤潮曝露試験方法

2) アサリ養殖技術開発（アサリ中間育成手法の開発）

A. 中間育成装置（ダウンウェアリング方式）の開発（図 2）

殻長 0.5mm 以上のアサリ種苗を飼育するため、長さ 50cm の塩ビ管（VU350）を加工し中間育成装置を作成した。底面部分に稚魚ネット（MS60Φ0.5mm）を貼り付け、さらに底面全体を覆うように樹脂製ネット（Φ3mm）を取り付けた。給水部分は本体側面に塩ビ管（VU40）を取り付け、エアリフトで行った。また海上設置時に本体を安定させ定位させるため、装置本体上部側面に発砲フロートを 3～4 個取り付けた。

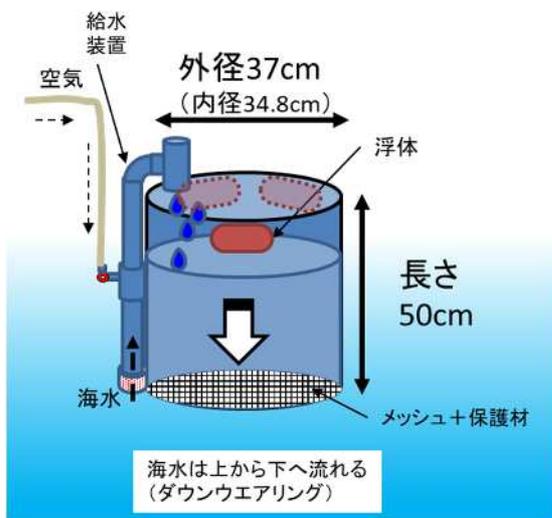


図 2 ダウンウェアリング育成装置

B. 中間育成

中間育成は水産研究部で実施し、アサリ種苗の成長に伴い飼育方法をⅠ期～Ⅲ期に分けて実施した。各期の飼育について以下に示す。

Ⅰ期（2024 年 6 月 21 日～7 月 16 日）：上記で開発したダウンウェアリング装置を水産研究部の後に設置し飼育を行った。アサリは北部水産グループで飼育した人工種苗アサリ（春種苗 殻長 0.5mm）を用いた。受入れ後は毎週 1 回、底面掃除と殻長の測定を行った。

Ⅱ期（7 月 17 日～8 月 16 日）：種苗はミズブシー®（広島ヤンマー商事製 アップウェアリング方式）に移し替え飼育した。高水温期の為、斃死防止の為、底面掃除及び殻長測定は実施しなかった。

Ⅲ期（8 月 17 日～2025 年 1 月 9 日）野菜コンテナ（縦 37.0×横 53.3×高さ 30.5cm）にアサリ基質として無煙炭を破碎・粒状にしたアンスラサイトを敷設した飼育カゴに収容し、水深 3m 垂下し飼育を行った。掃除及び殻長の測定は 10 月 1 日に実施した。

なお、殻長測定は小型個体については、実体顕微鏡で撮影し、大型個体は直接撮影した各写真を、測定ソフト（Image J®）を用いて計測した。

事業の結果・考察

1. 先端技術を用いた赤潮監視

1) 機械学習による長期赤潮予測

条件①カレニア・ミキモトイ細胞密度が 200cells/ml の場合を赤潮発生と仮定した場合には、実際に赤潮であった 23 件中 5 件を赤潮と予測、18 件を予測できず発生なしと予測された。一方で実際に発生しなかった 456 件中、4 件を予測できず赤潮を予測、発生しなかった 452 件は発生しないと予測できた。予測精度は 71.88%であった。予測寄与する要因としては、1 月合計降水量がもっと高かった。

条件②カレニア・ミキモトイ細胞密度が 20cells/ml の場合を赤潮発生と仮定した場合には、実際に赤潮であった 50 件中 31 件を赤潮と予測、19 件を予測できず発生なしと予測された。一方で実際に発生しなかった 429 件中、36 件を予測できず赤潮を予測、発生しなかった 393 件は発生しないと予測できた。予測精度は 81.23%であった。予測寄与する要因としては、4 月合計降水量

がもっと高かった。

条件③カレンニア・ミキモトイ細胞密度が1cell/mlの場合を赤潮発生と仮定した場合には、実際に赤潮であった145件中110件を赤潮と予測、35件を予測できず発生なしと予測された。一方で実際に発生しなかった334件中、78件を予測できず赤潮を予測、発生しなかった256件は発生しないと予測できた。予測精度は80.65%であった。予測寄与する要因としては、水温が最も高かった。

2) 定量PCR法による低密度 *K. mikimotoi* の発生監視

定量PCR測定結果は、すべてのサンプルで *K. mikimotoi* のDNAは検出されなかった。サンプルを採水した日の直前で *K. mikimotoi* が顕微鏡で確認されていたことから、DNAが検出される可能性があるため、PCRの作業手順を再度確認する必要がある。

3) ドローンによる上空赤潮監視技術開発

ドローンを飛行した海域は、白杵湾と佐伯湾、入津湾、猪串湾の計4海域であり、計19回の赤潮監視を実施した。そのうち7月7日に猪串湾で発生した *Eutreptiella sp.* と7月24,30日に佐伯湾で発生した *K. mikimotoi* の赤潮の空撮に成功した(写真1,2)。



写真1 7月8日 猪串湾・弁天島 *Eutreptiella sp.* 赤潮



写真2 7月30日 佐伯湾・鶴見 *K. mikimotoi* 赤潮

2. 持続可能な赤潮発生抑制技術の開発

1) アサリによる有害赤潮除去効果の検討

A. *K. mikimotoi* (低濃度 1,192 cells/mL)

7月18日に佐伯湾で採水した1,192 cells/mLの赤潮海水をアサリに曝露した。対照区では細胞密度がやや増加した後、横ばいで推移し、低密度区・高密度区では開始直後は顕著な細胞密度の減少は見られなかった。しかし、曝露6時間以降に両区とも細胞密度の減少が確認された。高密度区では16時間後には細胞が検出されず、低密度区でも24時間後には、ほとんど細胞は検出されなかった。

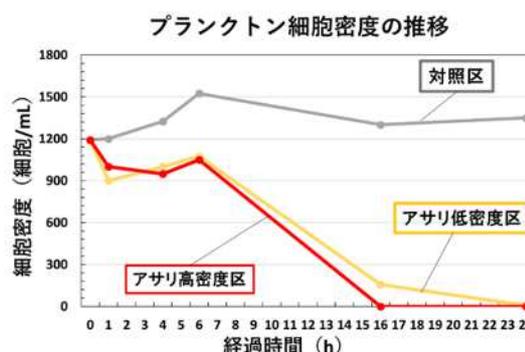


図3 *K. mikimotoi* 赤潮 (低濃度 1,192 cells/mL) 曝露試験のプランクトン細胞密度の推

B. *K. mikimotoi* (高濃度 6,767 cells/mL)

7月23日に佐伯湾で採水した6,767 cells/mLの赤潮海水をアサリに曝露した。対照区では細胞密度が増加し、最大16,400 cells/mLに達した。低密度区では顕著な増加は確認されなかったものの、若干の増加がみられた。一方、高密度区では細胞密度がほぼ一定で推移した。また、本種によるアサリへの影響を確認するため、正常海水で3週間飼育したところ、アサリの死亡は確認されなかった。

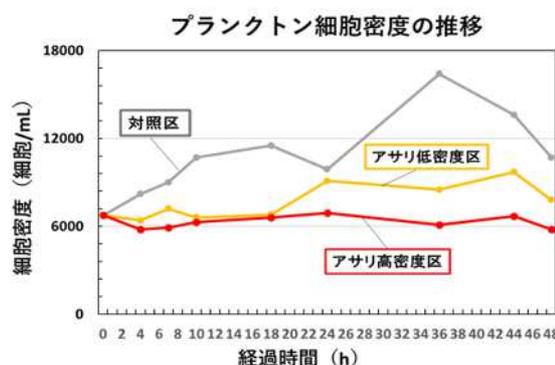


図4 *K. mikimotoi* 赤潮 (高濃度 6,767 cells/mL) 曝露試験のプランクトン細胞密度の推

C. *H. akashiwo* (11,333 cells/mL)

6月27日に佐伯湾で採水した11,333 cells/mLの赤潮海水を曝露したところ、対照区では細胞密度が横ばいに推移した後、増加がみられた。低密度区・高密度区では開始直後に顕著な細胞密度の減少がみられ、高密度区では24時間後には細胞は検出されなかった。

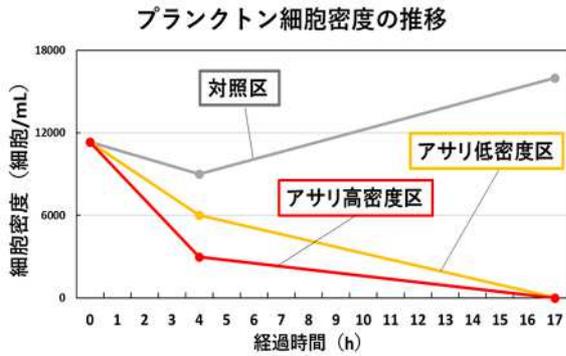


図5 *H. akashiwo* 赤潮 (11,333 cells/mL) 曝露試験のプランクトン細胞密度の推移

D. *Chattonella* sp. (46 cells/mL)

9月24日に入津湾で採水した46 cells/mLの赤潮海水を曝露(対照区とアサリ(10個)試験区の2試験区で実施)したところ、対照区では細胞密度が増加した後、横ばいに推移した。アサリ試験区では減少傾向がみられ、3時間後には3 cells/mLにまで減少した。

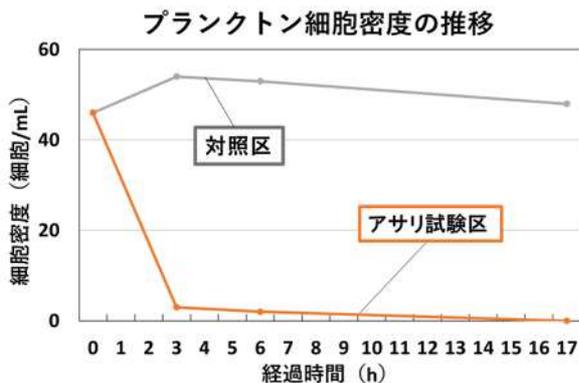


図6 *Chattonella* sp. 赤潮 (46 cells/mL) 曝露試験のプランクトン細胞密度の推移

2) アサリ養殖技術開発

各期における平均殻長及び歩留りの推移を図7,8に示した。成長はすべての期間を通じて、順調に成長し平均殻長は2025年1月9日(飼育開始後202日)で11mmに達した。歩留りは、I期では80%であったが、III期途中の10月1日には3%

まで低下し、最終日の1月9日には1.5%であった。II期飼育期間中にアサリの貝殻への付着物による汚れが目立っていた(写真3ことから、これらが歩留まり低下の要因と推定された。

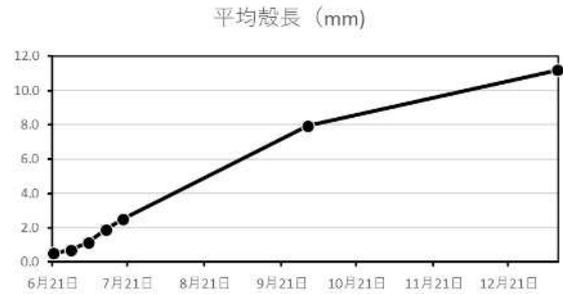


図7 アサリの平均殻長の推移

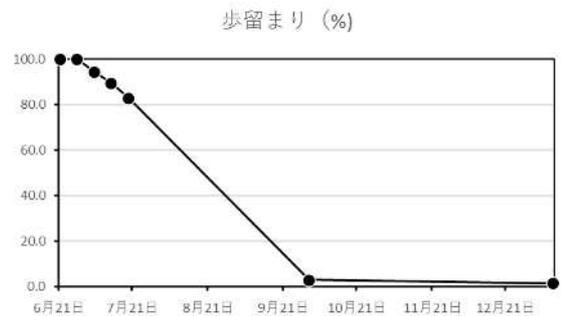


図8 アサリの歩留まりの推移



写真3 アサリの貝殻への付着物

今後の課題

- 1. 先端技術を用いた赤潮監視
- 1) 機械学習による長期赤潮予測

豊後水道海域における赤潮発生は、北部海域(臼杵湾、津久見湾)において、周防灘で広域的に発生した赤潮水塊が移入する「赤潮水塊移入型」と各湾で独立して発生する「地場発生型」の2つに分けることができる。今回は「地場発生型」の

代表例として佐伯湾を対象に機械学習を試みた。今後は他の湾や「赤潮水塊移入型」を対象に機械学習を行う必要がある。また、今回は説明変数として、平均気温、降水量、日照時間、最多及び最大風量・風向を用いたが、他の要因等も考慮していく必要がある。

2) 定量 PCR 法による冬季の低密度 *K. mikimotoi* の発生監視

これまでの海水サンプルを測定していき、冬季の低密度 *K. mikimotoi* の出現動向を明らかにし、また、赤潮発生予察のデータと使用して、赤潮発生に関与があるのか検証する予定である。

3) ドローンによる上空赤潮監視技術開発

今後も複数の海域で、ドローンによる空撮を実施し、赤潮監視として有効か検証していく予定である。また、蓄積された空撮赤潮画像データを用いて、その画像からクロロフィル値を測定する画像解析を実施する予定である。

2. 持続可能な赤潮発生抑制技術の開発

1) アサリによる有害赤潮除去効果の検討

今回の実験でアサリによる有害プランクトンの赤潮抑制効果が示唆された。しかし、*K. mikimotoi* の高密度の赤潮海水では、防除効果の低下がみられたため、アサリによる *K. mikimotoi* 取り込み機構を解明していく予定である。また、アサリから排出される偽糞からの *K. mikimotoi* の再増殖の確認を実施する予定である。

2) アサリ養殖技術開発

飼育期間中における貝殻への付着物の軽減を図るため、以下の対策を検討する必要がある。1. 飼育期間のII期を省略し、I期からIII期へ直接移行する。2. 掃除には水道水などの淡水を用い、浸透圧の差によって付着生物を除去する。また、これらの方法を併用することも含めて検討する必要がある。

有害プランクトンの出現動態監視及び予察技術高度化*¹

豊かな漁場環境推進事業「赤潮被害防止対策技術の開発」 (国庫委託)

毛利文香・西山雅人

本事業の詳細は、豊かな漁場環境推進事業のうち海域特性に応じた赤潮・貧酸素水塊、栄養塩類対策推進事業（有害プランクトンの出現動態監視及び予察技術開発並びに赤潮の発生段階に応じた一連の対策（行動計画）の計画・策定等）報告書 1.-1) -イ. 有害赤潮プランクトンの出現動態監視および予察技術開発（瀬戸内海西部・豊後水道・土佐湾海域）（以下、赤潮モニタリング）に記載し、本報告はその概要である。

事業の目的

大分県沿岸では有害プランクトンによる赤潮が度々発生し、水産業に与える被害が問題となっている。赤潮監視による発生予報、現地指導によって、迅速な対応（給餌制限や避難など）が可能になっている。しかしながら近年の環境変化によって、発生件数、出現密度とも増加傾向にあり、より中長期の発生予測体制の構築や赤潮プランクトン増殖抑制装置の開発・導入が現場生産者から望まれている。このような要望に対応するため、これまで定量 PCR 法を用いた赤潮高感度監視技術の実用化が行われてきた。本課題では、これまで検討、開発された技術を利用し、赤潮中長期予測の現場導入を図ることが目的である。

事業の方法

1. モニタリング調査

別府湾、豊後水道に計 9 点の調査定点を設置し有害赤潮が発生する 5～8 月に計 5 回、海洋環境（水温、塩分、栄養塩等）及びプランクトン細胞

密度等のモニタリング調査を実施した。なお、調査時に多項目 CTD にクロロフィル極大層の反応が確認された場合は、その層を採水し、プランクトン細胞密度の検鏡計数を行った。

2. *Karenia mikimotoi* 高感度監視調査

瀬戸内海西部、豊後水道、土佐湾海域において、4～6 月及び冬季の 2～3 月に、関係する 6 県が共同で有害プランクトンのモニタリングや、海況、水質調査等を実施するとともに、当該海域での有害プランクトンの監視体制強化のため、遺伝子検出法を用いた高感度監視調査を実施した。

3. 予察技術の検証と行動計画と改良及び赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討 1) 予察技術の検証と行動計画と改良

2017 年度までに実施した統計解析により、*K. mikimotoi* 赤潮の発生シナリオの構築及び判別分析による予察技術を開発し、2018 年から 2020 年までの結果の検証がなされている（平井ら 2021）。本年度は、それに 2024 年の結果を追加し、再度検証を行った。また、同解析を使用し、*Heterosigma akashiwo* の検証も行った。

2) 赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討

海域の特性に合わせた赤潮対策を策定・改善するために、赤潮の発生段階に応じた各県の対策実施状況についてフローチャートを作成し、整理・情報共有を行った。

事業の結果

1. モニタリング調査

*¹ 令和4年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩、赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発 (2)赤潮被害防止対策技術の開発 報告書

1) 気象概況

本年度の梅雨入りは、九州北部地方（山口県を含む）では6月17日頃（平年は6月4日頃）、梅雨明けは一度7月22日（平年は7月19日頃）であった。梅雨入りは平年より13日程度遅く、梅雨明けは平年より3日程度遅かった。大分県（大分市）の降水量は4月上旬と下旬、5月下旬、7月中旬、8月下旬、9月下旬で平年より多い値を記録しており、特に8月は台風10号の影響で、8月下旬では平年よりも著しく高い値を記録した。大分県（大分市）の平均気温は、5月上旬、6月上旬、7月中旬以外のすべての期間で、平年よりも高い値であった。

2) 海象

水温、塩分は各調査点10m層の平均値を、透明度は各調査点の平均値を以下に記す。

水温：13.7~23.5°Cで推移した。

塩分：32.79~33.70で推移した。

透明度：8.89~10.78 mで推移した。

3) 水質

Chl.a、DO（溶存酸素飽和度）、DIN、DIPの各調査点10m層の平均値を以下に記す。

Chl.a：は1.71 µg/L~2.81 µg/Lで推移した。

DO（溶存酸素飽和度）：86.28~101.54 %で推移した。

DIN：0.45~2.09 µMで推移した。

DIP：0.11~0.21 µMで推移した。

4) 有害プランクトン

全調査点、全層の最高細胞密度の推移を以下に記す。

K. mikimotoi：N.D.~5 cells/mLで推移した。

Chattonella spp. (*antiqua* + *marina* + *ovata*)：N.D.~1 cells/mLで推移した。

H. akashiwo：N.D.~125 cells/mLで推移した。

C. polykrikoides と *H. circularisquama* は検出されなかった。

5) まとめ

大分県別府湾・豊後水道海域において、本調査の検鏡では、有害プランクトンは低密度で確認された。

しかし、他の海域では、*K. mikimotoi* の赤潮が、広範囲且つ高密度で確認された。発生要因としては、臼杵湾と津久見湾では、赤潮が発生した以前に、大分県北部（周防灘）で *K. mikimotoi* が高密度で確認されており、その赤潮水塊が臼杵湾に流入（赤潮水塊流入型）し、赤潮が発生したことが考えられる。またほかの海域では、湾の奥から発生（地場発生型）する赤潮もみられた。また、大

分県の他の南部海域でも *H. akashiwo* や *Chattonella* 属などの赤潮が発生した。豊後水道沿岸域では、赤潮発生件数は、*K. mikimotoi* 5件、*H. akashiwo* 1件、*Chattonella sp.* 2件、*Ceratium sp.* 1件、*Prorocentrum sigmoides* 1件、*Prorocentrum dentatum* 1件、*Noctiluca scintillans* 2件、*Mesodinium rubrum* 5件、小型渦鞭毛藻類1件、*Eutreptiella sp.* 1件、*Akashiwo sanguinea* 2件であった。

2. *K. mikimotoi* 高感度監視調査

1) 2024年出現状況

冬季（2024年2月）～夏季における *K. mikimotoi* 遺伝子の挙動を解析した結果、大分県豊後水道海域については、表層と10m層どちらも、4月から本種遺伝子が検出されていた。表層と10m層ともに8月に最大9.48 cells/mL（表層）、1.39 cells/mL（10m層）が検出された。

3. 予察技術の検証と行動計画と改良及び赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討

1) 赤潮予察技術の検証

① *K. mikimotoi* の赤潮発生予測

佐伯湾では、最高細胞密度が1,000 cells/mL以上の年を「発生年」として解析を行った。解析では2002年~2022年のデータを使用した。解析で抽出された赤潮発生に相関がある環境項目は、1月表層水温と2月表層水温、3月表層水温、3月降水量、3月日照時間が抽出された。これらの環境項目を用いて、的中率の高い組み合わせを出した。

今年度、佐伯湾では7月下旬に最高密度12,200 cell/mlの *K. mikimotoi* の赤潮が発生したため、「発生年」とした。抽出された環境項目の組み合わせ10通りのうち、1通りで「発生・非発生のどちらも区別できない」、9通りで「非発生」と予測された。

今年度、佐伯湾では6月11日に *K. mikimotoi* が初認され、7月30日に最高細胞密度12,200 cells/mlとなった。その後、その後は衰退し、10月16日以降は顕微鏡では確認されなかった。本種が低密度で推移していた6月上旬から7月上旬の期間は小型渦鞭毛藻が優占しており、それらが減少するに伴って、本種が急激に増殖していた。また6月中旬以降は平年より高い水温が継続し、好適環境であったことが高密度化した要因の一つと考えられる。

② *H. akashiwo* の赤潮発生予測

佐伯湾では、最高細胞密度が10,000 cells/mL以

上の年を「発生年」として解析を行った。解析では 2002 年～2022 年のデータを使用した。解析で抽出された赤潮発生に相関がある環境項目は、2 月平均気温、2 月表層水温、3 月表層塩分が抽出された。これらの環境項目を用いて、的中率の高い組み合わせを出した。

今年度、佐伯湾では 6 月下旬に最高密度 71,000 cell/ml の *H. akashiwo* の赤潮が発生したため、「発生年」とした。抽出された環境項目の組み合わせ 3 通りのうち、3 通りで「非発生」と予測された。

今年度、佐伯湾では 6 月 15 日に *H. akashiwo* が初認され、5 月 14 日に最高細胞密度 2,900 cells/ml となった。その後、断続的に確認されたが、10 月 1 日以降は顕微鏡では確認されなかった。

2) 赤潮が発生した際の一連の対策方法(行動計画)の検討

大分県全体の赤潮の発生段階に応じた赤潮対策実施の状況をフローチャートで作成し、各県と情報共有を行った。

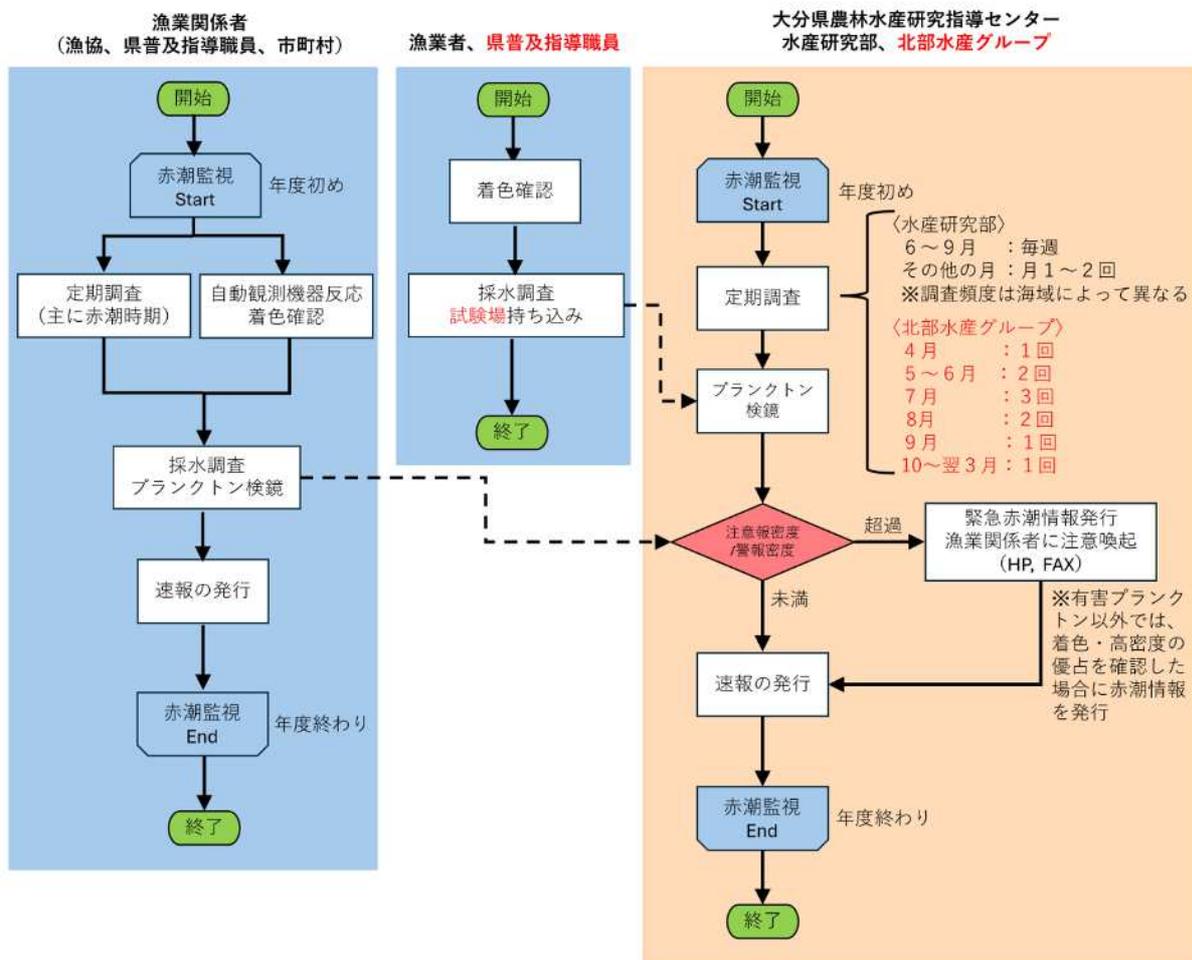


図 1 大分県における赤潮対策実施状況フローチャート

赤潮防除・被害軽減手法の開発-1

豊かな漁場環境推進事業「海域特性に応じた赤潮・貧酸素水塊、栄養塩類対策推進事業」
(国庫委託)

毛利文香・西山雅人

本事業の詳細は、令和6年度豊かな漁場環境推進事業のうち海域特性に応じた赤潮・貧酸素水塊、栄養塩類対策水院事業 2)赤潮の被害軽減手法の開発に記載し、本報告はその概要である。なお本事業は国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所と共同調査として実施した。以下に概要のみを記載した。

事業の目的

近年、日本沿岸域では *Karenia mikimotoi* 等の赤潮による漁業被害が多数発生している。赤潮プランクトンの魚毒性は生理状態等によって大きく変動することが知られている。よって、魚毒性が高い時に餌止め等の赤潮対策を行えば、効率的な被害軽減につながると考えられる。本課題では、現場での魚毒性診断技術の実用化を目的として、実際の赤潮発生時現場での技術検証を行った。

事業の方法

令和6年度は、現場での赤潮暴露実験が実施できなかったため、大分県漁業公社から購入したメガイアワビを水産技術研究所 廿日市庁舎に送付し、毒性を確認するための *Karenia Sellfomis* の固相抽出分画液への曝露実験に使用した（曝露実験は水産技術研究所 廿日市庁舎で実施）。

K. selliformis の固相抽出分画液を養殖対象生物であるメガイアワビ稚貝に暴露して、毒性を確認した。*K. selliformis* の細胞浮遊液（Ks-6株）を20°C、12 hL:12 hD、150 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の条件で約 10,000 cells mL⁻¹ になるよう培養し、ガラスフィルター（GF; GF/C, Whatman）濾過液を5 L 調製した。GF 濾過液を固相抽出担体 Diaion HP-20（13607, メルク）を充填したガラスカラムを通過させた。その後、カラムに純水、50%メタノール、

70%メタノール、100%メタノールの順で各1 L を通過させ、脱塩した溶出液を得た。各溶出液をロータリーエバポレーター（N-1300V-W, 東京理化学器械）を用いて乾固させ、改変 SWM-3 培地 500 mL に溶解し 50%メタノール溶出液、70%メタノール溶出液、100%メタノール溶出液を得た。Ks-6 株細胞浮遊液、GF 濾過液、50%メタノール溶出液、70%メタノール溶出液、100%メタノール溶出液、改変 SWM-3 培地をメガイアワビ稚貝に最長 24 時間暴露し、横臥及びへい死率を求めた。メガイアワビ稚貝については、500 mL の試料が入った 500 mL 容量のガラストルビーカーに 5 個体ずつ（殻長: 21.2±1.7 mm, 体重: 0.94±0.18 g）投入し、通気によって溶存酸素濃度を 9.0 mg L⁻¹ 以上に試験終了まで維持した。

事業の結果・考察

メガイアワビ稚貝へ1,500, 3,000, 6,000 cells mL⁻¹の*K. selliformis*細胞浮遊液を暴露した結果、24時間後のへい死率がそれぞれ53, 80, 87%であった。また、GF濾過液や固相抽出液をメガイアワビ稚貝に暴露した結果、GF濾過液では24時間で53%の個体が、100%メタノール溶出液では60%の個体がへい死した。50%メタノール溶出液と70%メタノール溶出液、改変SWM-3培地の暴露区では全個体が24時間生残した。

今後の課題

来年度は、今年度実施できなかった現場でのアワビへ赤潮曝露実験を行い、魚毒性診断技術の実用性を検証する。

赤潮防除・被害軽減手法の開発-2

豊かな漁場環境推進事業「海域特性に応じた赤潮・貧酸素水塊、栄養塩類対策推進事業」
(国庫委託)

西山雅人・毛利文香

本事業の詳細は、令和 6 年度豊かな漁場環境推進事業のうち海域特性に応じた赤潮・貧酸素水塊、栄養塩類対策水院事業 (2)赤潮の被害軽減手法の開発に記載し、本報告はその概要である。なお本事業は国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所と共同調査として実施した。以下に概要のみを記載した。

検証試験は 8 月 7 日に行った。①：通常飼育状況区 (対照区,20mm 漁網)、②：①の状態を高濃度酸素供給区 (2mm 漁網,図 2)、③：①の内側にさらに稚魚ネット (4mm) を張って二重にした試験区 (図 3) の 3 試験区を設定して酸素上昇効果を検証した。いずれの生簀にも、ブリ稚魚を 20 尾ずつ収容した。

事業の目的

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 (餌止め、生簀避難など) が実用されている。本課題では、養殖魚類の有害赤潮プランクトンに対する新たな救命技術の開発を目的として、高濃度酸素を活用した養殖魚類の救命技術試験を実施した。



図 2 対照区における高濃度酸素水の発生状況

事業の方法

過年度に水産技術研究所等で開発した高濃度酸素供給装置を活用し、鶴見ポンツーンに設置した 2m×2m×2m の試験生簀で酸素供給装置による効果を検証した (図 1)。



図 1 海面での稼働試験の実施状況



図 3 稚魚網内張り区における高濃度酸素水発生状況

事業の結果

対象区(①)では、試験前の溶存酸素は7.4～7.7mg/Lであった。ブリ稚魚を収容すると、5.3～6.6 mg/Lまで低下した。一方、遮蔽幕がない通常の漁網である試験区②では、一時的に高濃度酸素は生簀を覆うものの、生簀からの流出が激しいため、最大濃度は13.2 mg/Lが最大であり、その変動幅も激しかった(図4)。

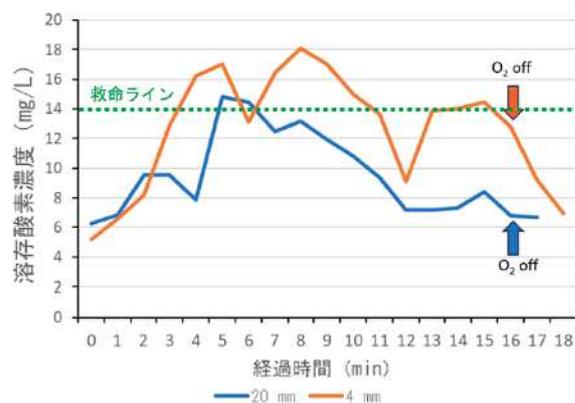


図4 試験生簀内部の溶存酸素濃度の変化

稚魚ネットを内張りした試験区③では、溶存酸素濃度が9.1～18.1 mg/Lと救命のために必要な濃度をギリギリ上回り、過年度実施した遮蔽幕ありの条件に近い酸素上昇効果が得られた。なお、赤潮の発生状況は、試験実施前の4日前まで赤潮が発生しており、前日までは*K. mikimotoi*が数百cells/mL存在していたが、試験当日は赤潮が消滅して遊泳細胞は非検出であった。収容したブリ稚魚も対照区、高濃度酸素区のいずれも異常は認められなかった。

今後の課題

今年度の検証試験では赤潮が消滅した時期での実施であった。次年度は、赤潮発生時期で同様な試験を実施し、効果を検証する必要がある。

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発 (国庫委託)

西山雅人・毛利文香・宮村和良

事業の目的

赤潮が発生した際にブリ等の養殖魚が斃死に至る要因やメカニズムの詳細は明らかとなっていない。収容密度が高いほど斃死率が増加すること、餌止めが有効であること等は経験則的にわかっている。モジャコ等の小型サイズ場合であれば、赤潮曝露中の挙動は水槽に収容し、室内実験することは可能である。しかし、出荷サイズの大型魚の室内実験は困難である。そこで本試験では赤潮発生から衰退期において収容密度の異なる生簀中のブリのへい死及び水質変化の関係を明らかにするための野外試験系を確立することを目的とした。

なお、本事業は国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所と共同調査として実施した。以下に概要のみを記載した。

事業の方法

供試魚は7月11日に上浦の養殖業者から130尾購入し、大分水研の生簀に60~70尾に分けて5m×5m×5mの生簀に収容した。収容から試験までの期間中は給餌しなかった。試験は佐伯市鶴見大字地松浦の鶴見ポンツーンに設置した3m×3m×3mの生簀の2面に網を張り、実施した(図1)。



図1 鶴見ポンツーンに設置した試験生簀

試験生簀への収容は2回に分けて実施した。1回目は、22日に活魚車で輸送した。試験生簀への収容段階で衰弱した個体は供試魚とはせずに、低密度収容区に10尾、高密度区には89尾収容した。2回目は23日に10尾を水温と酸素濃度を調整したパンライト水槽に収容し、小型船舶で鶴見ポンツーンへ移送し、試験生簀へ収容した。供試魚の挙動や動態は、水中カメラで観察し、網底に沈降した時点で斃死とした。斃死後、タモ網で供試個体を回収し、全長及び体重を測定した。

試験期間中の海洋環境として、試験生簀内の溶存酸素量及びクロロフィル量を1秒間隔で観測した。試験生簀の近傍に設置した自動昇降式多項目水質計では24時間を連続してクロロフィル蛍光値を測定した。併せて収容後のブリの挙動を把握するため、水中カメラ等で撮影を行った。試験生簀外の海洋環境として、多項目水質計による水温、塩分、クロロフィル蛍光値、溶存酸素の鉛直観測を実施した。また表層から底層まで2m間隔及びクロロフィル極大層で採水し、有害種の検鏡、栄養塩を測定した。なお、観測は22日10時30分から23日15時までは1~3時間おき、23日21時から25日13時までは12~13時間おきに行った。

事業の結果

1. カレニア・ミキモトイの動態

自動昇降式多項目水質計で観測されたクロロフィル蛍光値を図2に示す。7月上旬以降に鉛直移動しながら増殖した。本試験は *Karenia mikimotoi* 赤潮の最盛期に実施したことがわかる。

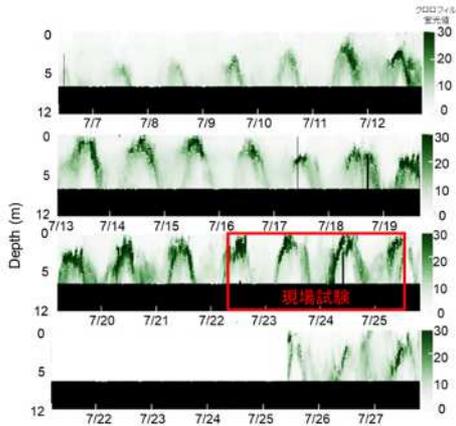


図2 自動昇降式多項目水質計（鶴見ポンプター）

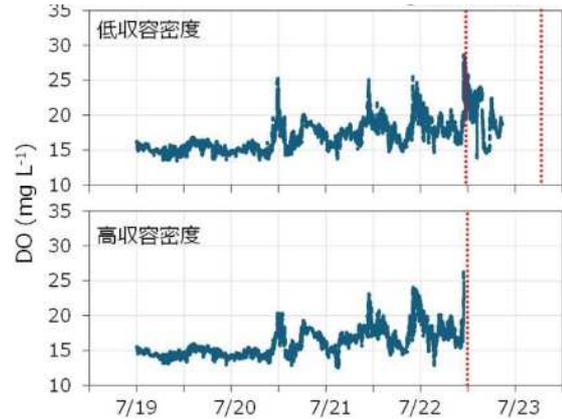


図3 試験期間中の溶存酸素の推移

2. 収容密度試験

22日に輸送した供試魚は100尾のうち1尾は試験生簀に収容する作業中に吐血、斃死した。10尾を収容した低密度区への収容開始時刻は11時20分、収容完了時刻は11時25分、収容に5分間を要した。収容密度は1.5 kg/m³、全長は68.4±1.3cm、体重4.1±0.20 kgであった。一方、89尾を収容した高密度試験区への収容開始時刻は11時25分、収容完了時刻は11時47分、収容に22分間を要した。収容密度は13.1 kg/m³、全長は68.5±1.8cm、体重4.0±0.34 kgであった。

3. 収容密度の違いによる供試魚の動態

供試魚は、鰓蓋を弱く開閉しながら沈降し、観測不可能になったため、網底に沈降した時点で斃死とした。低収容密度区では約22分で、高収容密度区では約28分で全滅した。そのため、収容密度の影響が不明であった。

4. 輸送方法の違いによる供試魚の動態

23日に輸送した10個体の試験生簀への収容開始時刻は8時15分、完了時刻は8時20分で、所要時間は5分であった。収容密度は1.5 kg/m³、全長は68.1±1.4cm、体重4.0±0.23 kgであった。供試魚の収容開始から41分で全滅した。全滅までの時間が低収容密度試験区より伸びたのは供試魚のコンディションが良好であった可能性がある。

5. 試験区及び周辺で採取した環境データ

低密度及び高密度収容区で測定した溶存酸素量を図3に示した。

高密度収容区では機器の不具合により一部でデータ取得ができなかった。連続的なデータが取得できた低密度試験における試験期間中の溶存酸素量の変化を図4に示した。供試魚を収容中に溶存酸素量が大きく低下することはなかった。

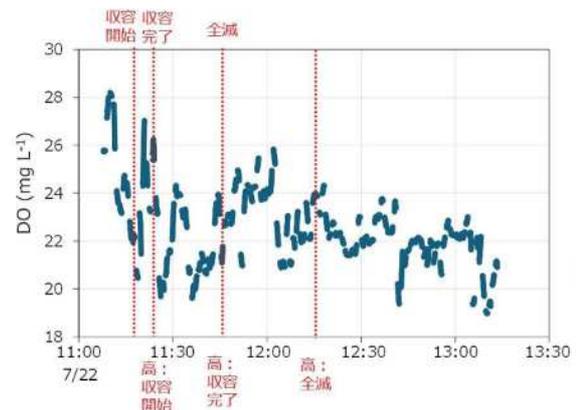


図4 低密度収容区における溶存酸素の推移

試験生簀内のクロロフィル蛍光値の推移を図5に示した。供試魚を収容した時期は、クロロフィル蛍光値が上昇したタイミングと一致した。

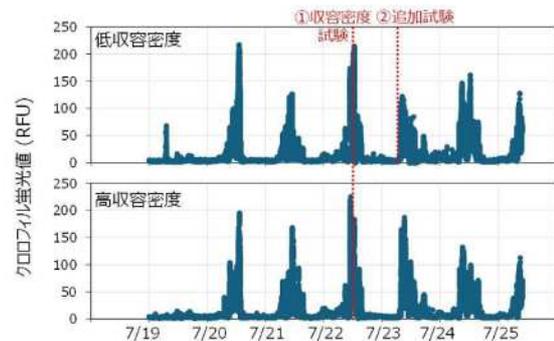


図5 クロロフィル蛍光値の推移

試験生簀及び周辺海域で採水した検鏡結果を図 6 に示した。*K.mikimotoi*、*Prorocentrum spp.*及び珪藻が出現した。優占種は *K.mikimotoi* であった。*K.mikimotoi* の細胞密度は、1 回目の収容時は 11,666cells mL⁻¹、2 回目の収容時には 13,000 cells mL⁻¹であった。

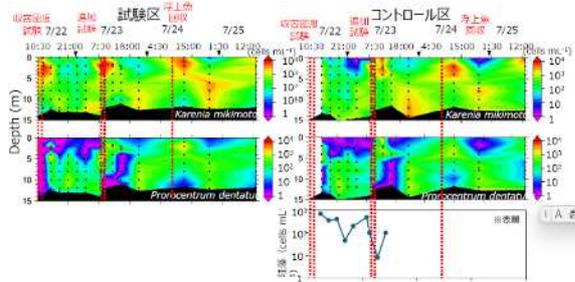


図 6 有害プラクトン及び珪藻の分布密度

栄養塩の動態を図 7 及び図 8 に示した。NH₄ は浮上魚回収後に上昇し、DON、DIP 及び DOP は供試魚収容後、浮上魚回収後に上昇した。

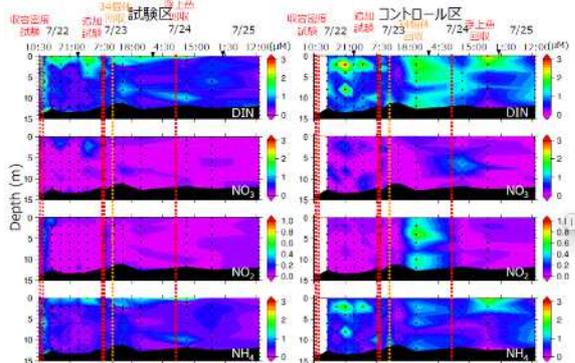


図 7 無機態窒素濃度の推移

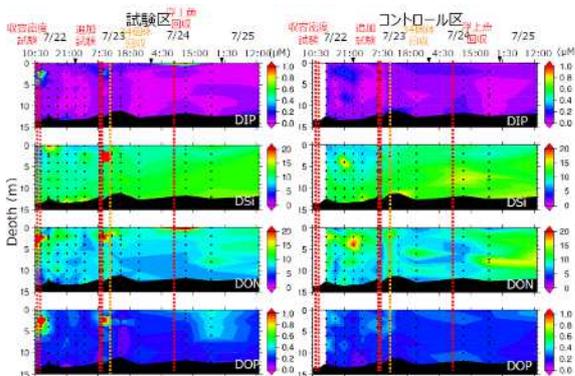


図 8 無機態リン、シリカ、有機態窒素、リン濃度

今後の課題

供試魚を試験生簀に収容した段階での *K.mikimotoi* の分布密度は、1 回目の収容時は 11,666cells mL⁻¹、2 回目の収容時には 13,000 cells mL⁻¹であった。すでに高密度化した状態で収容したため、収容後、短時間でへい死した。そのため収容密度の違いによる影響が不明瞭であった。

また、供試魚は大分水研の生簀に一定期間、蓄養後に 2 回に分けて鶴見ポンツーンに設置した試験生簀へ輸送した。1 回目の輸送は活魚車を利用したが、大分水研の蓄養生簀から活魚車への搬入及び鶴見ポンツーンへ到着後の試験生簀への収容はパンライト水槽に入れて複数回に分けて行った(図 9)。そのため収容に時間を要した。ハンドリング回数の増加や収容に時間を要したことから、供試魚のコンディションが悪化した可能性がある。



図 9 供試魚の輸送

以上のことを踏まえ、今後の試験では、*K.mikimotoi* が低密度の段階から供試魚を試験生簀に収容し、試験生簀での一定期間の蓄養が必要である。また、供試魚の導入は、できるだけハンドリング回数を減らすこと、輸送時間の短縮を図ることも必要である。

⇔

海洋環境保全型養殖推進事業

西山雅人・毛利文香・宮村和良

事業の目的

大分県では、魚類養殖が盛んに行われており、令和5年の海面養殖業の生産量は、16,388トンであった（令和5年農林水産統計）。一方、長年の魚類養殖の行使によって養殖場周辺では富栄養化が進行し、さらに近年の海水温の上昇によって、赤潮の発生は年々深刻化する傾向がある。これまで当研究部では、漁業関係者と連携した広域赤潮モニタリング体制の整備、有害赤潮プランクトン種（*Karenia mikimotoi*）の短期赤潮予察の実施、さらに近年ではIoT技術を取り入れた自動観測の実装化によって、リアルタイム赤潮監視が可能になっている。その結果、現場漁業者の迅速な赤潮対応（養殖筏の避難、餌止め、早期出荷など）によって、従来のような養殖魚の斃死による被害は軽減してきたが、養殖筏の避難によるストレスや餌止めによって、養殖魚の品質が低下し、出荷停止や遅延が発生している等、新たな問題が顕在化している。さらに、社会的な取組としてSDGsへの対応から赤潮発生軽減に向けた環境負荷の削減や、持続可能な養殖生産体制が求められている。

このような状況下において、生産現場では赤潮の影響を極力軽減しながら、かつ環境に優しい新たな養殖ブリ生産システムの構築が望まれている。

本事業では、養殖ブリ類の安定生産と環境保全を図るため、銅合金網を利用した浮沈式養殖生簀（15m×15m、深さ9m、以下「銅合金生簀」という。）を上浦地先の魚類養殖場へ設置し（図1）、生簀浮沈技術を用いた赤潮被害軽減技術の開発、環境負荷を軽減した持続可能な養殖手法の実証及び、海底環境の改善による赤潮発生の抑止技術を確立することを目的とした。

なお、本事業では漁場環境、生簀の形状変化、魚病への影響及び赤潮発生時のブリの遊泳行動については、それぞれ関係する専門機関へ観測データ・サンプル等を提供し、各種分析等を委託（漁業管理課が実施）している。本報告ではその結果概要のみを示す。

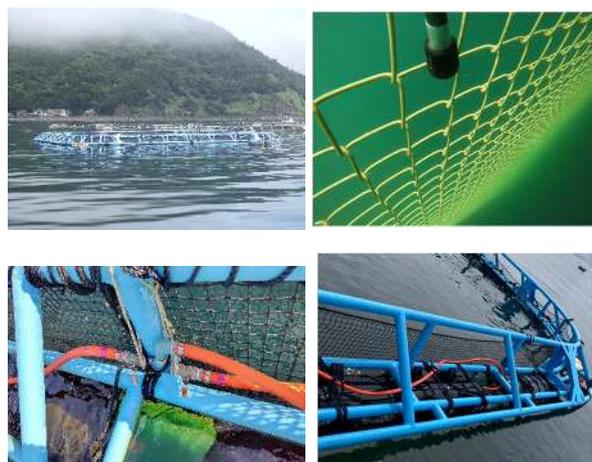


図1 銅合金生簀（上左：全景、上右：生簀部分、左下：空気バルブ、右下：浮沈ブイ）

事業の方法

1. 水中カメラ等による赤潮モニタリング技術の開発

1) ブリの行動パターンの監視

赤潮に対するブリの行動パターンを監視するため、銅合金生簀に、水中カメラ4台（広和株式会社製、図2）、ソナー（パシフィックソフトウェア開発株式会社製、図3）、DOメーター（JFEアドバンテック株式会社製 EPSA-RINKO）を装置し観測を行った。なお、水中カメラとソナーを稼働させるための電源は、銅合金生簀の近傍に設置したソーラーパネル及びバッテリーを搭載した電源筏から供給した（図4）。



図 2 水中カメラ（計 4 台）の設置状況（設置場所：生簀中心部側面の水深 7m に 2 台、底網から直上に向けて 1 台、海面の天井網に 1 台）



図 3 ソナーの設置状況（生簀網角の外側に設置し 3 台のソナーから表層・中層・底層に音波を照射）



図 4 電源筏（筏：畑野製作所製、電源部分一式：環境システム株式会社製）

2) 有害赤潮プランクトンの発生監視

佐伯湾内の有害赤潮プランクトンの発生状況を自動監視するため、6 月～8 月に期間に、自動昇降式多項目水質計（環境システム株式会社製、図 5）を銅合金生簀の南 200m 付近に浮かべた筏（以下「自動昇降筏」と）佐伯市鶴見大字地松浦のポンツーンに各 1 台設置し観測した。更に同じ場所には有害プランクトンを特異的に検出可能な HAI センサーテレメーター装置（株式会社西村商会製）を、同期間設置し観測した。また、赤潮の発生状

況を把握するため、佐伯湾内に調査点 11 点（精密調査点 2 点を含む）を設定し（図 6）、4 月～翌年 3 月に調査を行った。赤潮発生時期である 6 月～8 月の期間は週 1 回、それ以外は月 1 回以上調査を行った。各調査では CTD（JFE アドバンテック株式会社製 AAQ-RINKO）による水温、塩分、クロロフィル蛍光値の表層から海底までの鉛直測定を実施した後、バケツによる表層採水及び採水器（リゴ- B 号）によるクロロフィル極大層（確認されない場合は 5m 層）の採水を行った。得られた試料海水は当日中に光学顕微鏡を用いて、濃縮せずに有害プランクトンの同定・計数に用いた。精密調査点では上記の採水層、調査項目に加え、2m 層、5m 層、10m 層、15m 層、25m 層、35m 層及び底上層の採水も行い、各層の栄養塩濃度（DIN、DIP、TN、TP）の試料とした。



図 5 自動昇降式多項目水質計（左：鶴見ポンツーン、右：上浦夏井沖）



図 6 佐伯湾調査地点及び自動昇降式観測機（●：通常調査点、◎：栄養塩測定地点、★：精密調査点、▲：自動昇降式観測機）

2. 底質環境調査及び底質改良材の開発

ブリ養殖場の底質環境を把握するため、5 月にコア採泥器を用いて底質環境の調査を行った。また、底質改良材として、石灰岩を粉碎した端材の有効性を検証するため、栄養塩類の溶出試験を実

施し、分析等については、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所五島庁舎へ委託した。さらに、底質改良材の散布方法を検討するため、大分水研の地先において試験散布を行った。

3. 銅合金製金網による付着物軽減効果試験

銅合金生簀の付着物低減による魚病の低減効果について検討するため、銅合金網及び鉄製網（通常のブリ類養殖に活用されているもの）を用い、1m×1m のテストピースを作成した。テストピースは、自動昇降筏の表層に設置し、1回/月の頻度で一定量のサンプリングを行い、DNA の保存液に浸漬した後、宮崎大学へ委託し PCR 等を用いて付着している病原菌の分析を実施した。

4. 銅合金製金網による生簀形状の評価試験

銅合金生簀内の海水交換率を検討するため、DOメーター（JFE アドバンテック株式会社製）を設置した。また、生簀の形状や配置等を検討するため、銅網生簀内外に流向・流速計（JFE アドバンテック株式会社製）を設置した。また、ソナーデータと水中カメラの映像を利用して赤潮発生時の魚群の動態を検証した。データ解析については、水産大学校へ委託した。

5. 銅合金生簀内の赤潮発生時におけるブリの遊泳行動監視

赤潮発生時におけるブリの遊泳行動の変化を検証するため、ソナーや水中カメラの映像等を水産技術研究所へ提供し、解析を委託した。

6. 水中給餌試験

中層（水中）給餌システムの開発及び実証化を行うため、養殖業者へ委託し、水中給餌システムを構築するための試験を実施した。なお、試験の実施にあたり、給餌機器の専門メーカーの協力を得た。

事業の結果

1. 水中カメラ等による赤潮モニタリング技術の開発

1) ブリの行動パターンの監視

水中カメラの映像を解析したところ、*K.mikimotoi* と推定されるクロロフィル濃度が上昇した7月26～28日の期間中、26日の15時頃の

映像で、魚群が混乱して遊泳する行動が確認された（図7）。

一方で、クロロフィル濃度が低く、*K.mikimotoi* が存在しないと推定される7月23～25日の期間中は、生簀内のブリは一時的に反時計回りに遊泳するなど、落ち着いた遊泳行動が確認された。

機械学習による魚群行動監視の可能性を検討するため、個体判別を行ったところ、映像の手前にはっきりと映っている個体は検出が可能であるが、映像の奥に写る個体の精度は低かった（図8）。



図7 魚群の混乱が確認された26日15時の映像

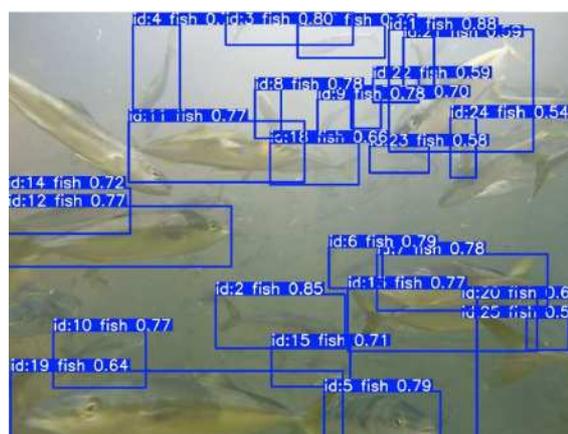


図8 機械学習による個体検出

2) 有害赤潮プランクトンの発生監視

鶴見ポンツーンにおける *K.mikimotoi* とその他プランクトンの推移を図9に示した。珪藻や小型渦鞭毛藻が優占する6月は *K.mikimotoi* は少なく、7月から8月上旬にかけて珪藻と小型渦鞭毛藻が減少するとともに、*K.mikimotoi* が優占した。8月中旬以降は、再び珪藻が増加し、*K.mikimotoi* が減少した。

佐伯湾における HAI センサーの観測結果及び *K.mikimotoi* の各層における最高細胞密度の推移は、図10に示したとおりである。検鏡による観測結果では、*K.mikimotoi* は6月25日に初認されて以降増殖し、7月23日には4,100 cells/ml まで増加

した。一方、HAI センサーは、*K.mikimotoi* 等の有害プランクトンが増殖すると、観測値 (FSI 値) が 1.95 を超えるが、概ね検鏡による *K.mikimotoi* の発生状況と一致していた。また、FSI 値が 1.95 を超えた際には、アラートメールが発出され、リモートで *K.mikimotoi* の発生監視が可能であった。

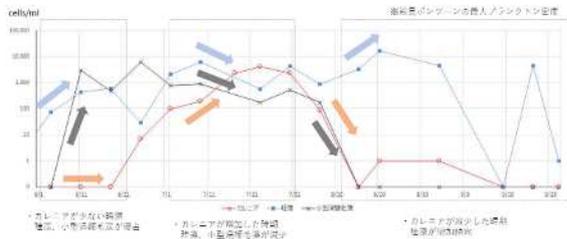


図 9 鶴見ポンツーンにおける *K.mikimotoi* とその他プランクトンの推移

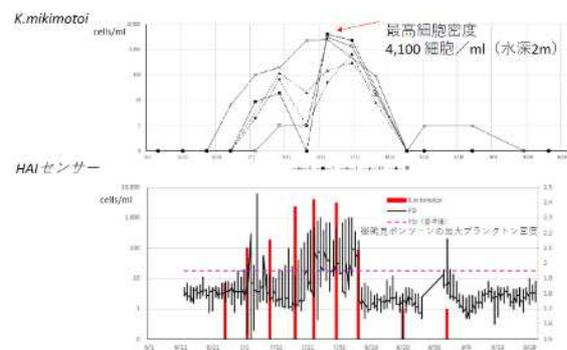


図 10 HAI センサー及び検鏡による *K.mikimotoi* の観測結果

2. 底質環境調査及び底質改良材の開発

5月27日及び30日に35地点において採泥を行った。石灰石端材を用いた養殖場底泥からの栄養塩類溶出抑制試験の結果、アンモニア及びシリカについては、溶出の抑制効果が確認された。一方でカキ殻からは硝酸やリンの溶出が確認された。今回使用したカキ殻は焼成や洗浄等の処理を施しておらず、天日干しして粉碎しているため、品質が安定していいなかった可能性があった。

底質改良材の試験散布は3月に実施した。陸上に設置されたユニックを利用して、プレコンバック(約1トン)に収容した底質改良材を海底に着底させた。着底後に事前に装着していた片端のロープを回収し、プレコンバックのバランスを崩すことで、底質改良材を海底に散布した。散布直後は濁りが生じたものの、10分経過後には濁りは消滅した。海底への堆積量は、概ね4~6cm程度であった。

3. 銅合金製金網による付着物軽減効果試験

テストピースを用いた病原菌等のPCR検査の結果、ブリ類の類結節症原因菌 *Photobacterium damsela subsp. piscicida* 及びヒラメのエドワジエラ症原因菌 *Edwardsiella piscicida* については、鉄製網と銅製網で検出に差はみられなかった。銅製網は深度10mにおいても付着物量を軽減する効果を有することが示唆された。

4. 銅合金製金網による生簀形状の評価試験

DOメーターによる観測の結果、溶存酸素量は、潮汐が小さいときには、溶存酸素が低下する傾向にあった。また、潮汐が大きいときには、生簀内外の溶存酸素に差が生じる傾向があった。また、複数の生簀設置状況における流入量を実測した流向及び流速に基づいて解析したところ、上流側の生簀網により下流側の流路が変化すること、下流側の生簀網で最大50%程度の水交換量が減少することが明らかとなった。

赤潮発生時の深度5m地点での通過個体数は平均135尾少なく、速度平均は20cm/sの低下が認められた。赤潮発生時、赤潮忌避し、かつ活動量が低下されることが示唆された。

5. 銅合金生簀内の赤潮発生時におけるブリの遊泳行動監視

自動昇降式多項目水質計及び各層採水の結果、7月下旬に *K.mikimotoi* のブルームにより、クロロフィル濃度が上昇した。沖松浦では日周鉛直運動が確認されたが、夏井沖では不明瞭であったが、この差異の原因は不明であった。ソナーによる観測の結果、7月は令和5年と同様、「夜間は網底、昼間は上層にも分散」が基本パターンであった。夏井沖では、*K.mikimotoi* の赤潮発生時には、昼間にも深層蟻集が確認され、基本パターンの乱れが生じた(図11)。

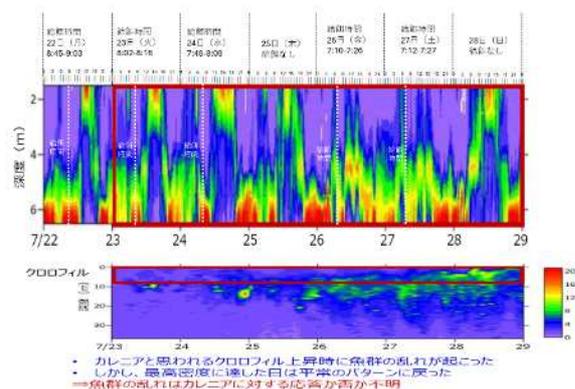


図 11 ソナーによる魚群動態及び自動昇降機によって観察されたクロロフィル量

6. 水中給餌試験

水中給餌試験は給餌量を変えて、3回実施した。給餌した餌はEP16号で、1回目は、10kg、2回目には20kg、3回目は100kgを給餌した。

1分あたりの給餌量は6kg/分～7.2kg/分で概ね、10kg/分のペースでの給餌に目途が立った。

今後の課題

今後は、水中映像の機械学習による監視アプリの作成や銅合金網による疾病防止効果の検証及び底質改良材の散布による養殖漁場の改善等を実施していく必要がある。

未来につながる養殖環境創生事業 入津湾環境監視

西山雅人・毛利文香・宮村和良

事業の目的

大分県では、魚類養殖が盛んに行われており、令和 5 年の海面養殖業の生産量は、16,388 トンであった（令和 5 年農林水産統計）。一方、長年の魚類養殖の行使によって養殖場周辺では富栄養化が進行し、さらに近年の海水温の上昇によって、赤潮の発生は年々深刻化し、また、台風の勢力も増大する傾向がある。魚類養殖業を将来に亘り持続的に発展させるため、養殖環境の見直しに取り組み、生産基盤の安定化を図る必要がある。特に入津湾では、令和 4 年 9 月の台風 14 号による甚大な被害が発生している。台風避難のため、湾内に養殖生簀を移動させたところ、湾内では強風や赤潮の影響で貧酸素状態が発生し、養殖ブリ類が酸欠死する事案が生じた。環境観測機器によるモニタリングを通じて被害軽減を図ることを目的として実施した。

事業の方法

有害プランクトンを特異的に検出可能な HAI センサーテレメーター装置（西村商会社製）及び DO メーター（JFE アドバンテック株式会社製）を設置し周年にわたり観測を行った（図 1）。設置水深は 5m で、図 2 に設置場所を示した。

30 分ごとに水温、DO、クロロフィル量及び FSI 値を観測し、観測結果は関係者のみ（生産者、県漁協、佐伯市、大分県関係者）に専用ホームページ上で公開した。なお、FSI 値が基準値（1.95）を超えた場合にはカレニア・ミキモトイの可能性があるため、関係者に警報メールが届く仕組みとなっている。



図 1 設置した HAI センサー及び DO メーター



図 2 観測機器設置場所（①河内湾奥、②処理場前）

事業の結果

観測期間は、4 月 1 日～3 月 31 日であった。ほぼ周年にわたり観測できたが、一部期間中はセンサー部分の不具合のため欠測となった。メンテナンス作業として 4 月 1 日、6 月 7 日、10 月 27 日、

12月13日及び3月8日に観測機器を水中から上げ、センサー部分を中心に清掃した(図3)。ワイパー機能によりセンサー部分への付着物は少ないが周辺部分の汚れが目立った。

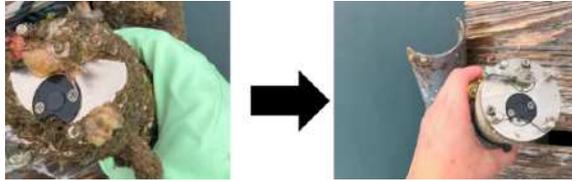


図3 清掃の結果(左:清掃前、右:清掃後)

今後の課題

FSI値が1.95を超えた場合に、実際に採水し検鏡したところ、有害プランクトンが検出されないことがあった。この原因としては、長期間にわたりセンサーを水中に垂下するため、センサー部分に付着物が付き、FSI値を算出する際に必要な波長が乱れることが考えられる。そのため、観測機器を定期的に水中から取上げ、センサー部分の清掃が必要である。正確な測定には観測機器のメンテナンス体制をしっかりと構築することが必要である。

安心安全な貝類出荷体制構築事業

西山雅人・毛利文香・宮村和良

事業の目的

県南海域はカキ類・ヒオウギガイ養殖等の二枚貝養殖が盛んな地域である（R5年佐伯市二枚貝養殖業者：38経営体（漁業管理課調べ））。

特にマガキは従来の「垂下式」と呼ばれる養殖方法とは異なった手法で養殖される「シングルシード」と呼ばれる一粒カキの需要が増大している。需要増大を背景に、本県では全国に先駆けて「フリップファーム式」という養殖手法を導入したことにより、潜水漁業や底引き網漁業等の副業として、生産者が増大傾向にある（R2：5件、R4年：20件（漁業管理課調べ））。また、二枚貝養殖は無給餌養殖であること、赤潮の原因等になる植物プランクトンを採取すること等から、近年、環境に配慮した養殖としても注目を集めており、本県では二枚貝養殖の積極的な推進を図っているところである。貝類養殖は、メリットが多い反面、二枚貝類が貝毒原因プランクトンを採取することで毒化する「貝毒」の発生リスクが常に存在する。

そのため、安全面では県独自に制定した「大分県貝毒被害防止マニュアル」に基づき、海水の検鏡による有毒プランクトン分布密度の把握や簡易毒力検査（ELISA法）、公定法による毒力の測定を行い、規制値を超える場合には、出荷自粛や自主規制等の措置を指導し、毒化した貝類が流通しないよう未然防止策を図っている。

しかし、生産者や生産量の増大に伴い、検査対象海域やELISA法サンプル数が増加し、今後、従来の体制では対応できなくなる可能性がある。そこで今後も引き続き、安心・安全な貝類を出荷できる体制を構築することを目的として本事業を実施した。

事業の方法

1. ELISA法で必要となる抗体の確保

ELISA法とは、酵素タンパクと抗体を結合させたものを発光試薬で反応させ、その発色を吸光光

度計で測定する手法である。本手法で必要となる抗体はH抗体及びB抗体の2種類である。従来は大阪健康安全基盤研究所から抗体の提供を受けていたが、生産中止を受け、大分水研で独自に作成する必要性が生じた。そこで、H抗体作成で必要となる材料、dcSTX（デカルバモイルサキシトキシン）を東京農工大へ、またB抗体の材料となるProteinA精製抗体を民間の試薬製作会社（株式会社ホクドー）へ作成を委託した。なお、ProteinA精製抗体で必要となるハイブリドーマ（GT-13A）は理化学研究所を通じて入手し、委託先の株式会社ホクドーへ提供した。

2. 養殖業者自身が行う検査体制の確立

現行の「大分県貝毒被害防止マニュアル」では貝毒プランクトン調査と併せて実際に貝に蓄積された毒量をELISA法や公定法で測定することになっている。ELISA法は安価で高感度だが、吸光度を測定する機器や抗体等が必要となる。公定法はマウスを利用したマウスアッセイ法で特殊な機器が揃った専用の施設での実施が必要となる。一方で、イムノクロマト法は専用キットが販売されており、特殊な機器が不要で貝毒有無を迅速に判別できる。現場普及に向けて、大分水研での実施するELISA法と並行しイムノクロマト法を実施した。また、生産現場での普及に先立ち、普及員向けの研修会を開催した。

事業の結果

1. ELISA法で必要となる抗体の確保

東京農工大からdcSTX（デカルバモイルサキシトキシン）を、株式会社ホクドーよりProteinA精製抗体GT-13Aの提供を受けた。

2. 養殖業者自身が行う検査体制の確立

イムノクロマト法で使用したキットは、県内の試薬メーカーを通じて購入した島津ダイアグノス

ティック株式会社製である。

イムノクロマト法を計 78 個体で実施した。内訳は以下のとおりである。ヒオウギガイ 20 個体、マガキ 46 個体、ムラサキイガイ 12 個体で、採取地域は猪串湾、佐伯湾、入津湾及び米水津湾であった。

結果の一例を図 1 及び図 2 に示す。陽性（貝毒が含まれる場合）の場合には、C のみにラインが出現し（図 1）、陰性（貝毒が含まれない場合）の場合には、C と T のラインが出現する（図 2）。一方、図 3 に示すようにラインが不明瞭な場合も出現した。

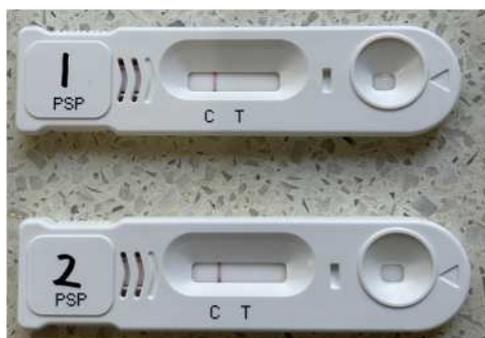


図 1 ELISA 法で毒力が検出された検体の結果
C のみに明瞭なラインが出現

- 1: 森崎ムラサキイガイ可食部 (14.5MU/g)
2: 小蒲江ヒオウギガイ可食部 (3.1MU/g)



図 2 ELISA 法で毒力が ND の検体の判定結果
C 及び T に明瞭なラインが出現

- 1: 鶴見ポンツーンマガキ可食部
2: 霞ヶ浦マガキ可食部
3: 片神マガキ可食部

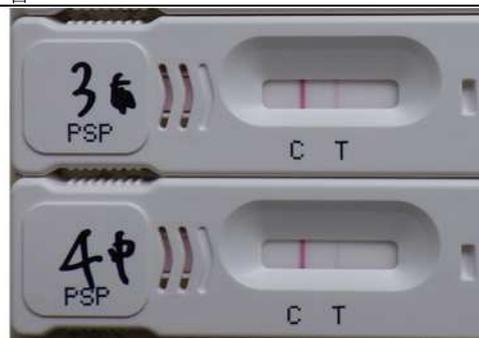


図 3 ELISA 法で毒力が検出された検体の結果
C 及び T のラインが不明瞭に出現
3: 有明マガキ可食部 (0.7MU/g)
4: 中浦ヒオウギガイ可食部 (1.0MU/g)

普及員向けの研修会を 10 月 4 日に開催したところ、中部振興局から 3 名、南部振興局から 2 名の参加があった（図 4）。研修会では貝をむき身にするところから始め、ミキサーで攪拌し、塩酸等を添加、ろ過し、貝毒を抽出する一連の流れを行った。抽出された貝毒を検査キットに添加し、検査を行うところまでを実地体験してもらった。



図 4 普及員を対象にした研修会の様子

今後の課題

1. ELISA 法で必要となる抗体の確保

今年度の委託で H 抗体及び B 抗体を作成するための材料はそろった。今後は、これまで大分水研が使用してきた抗体の仕様に合わせて各種調整を行い、既存の抗体との結果を照合する必要がある。

2. 養殖業者自身が行う検査体制の確立

次年度以降は、東部振興局、北部振興局の普及員を対象にした研修会を実施する。

イムノクロマト法は妊娠試薬のように「貝毒の有無」を判定するものであり、毒力は直接推定できない。そのため、生産現場での運用は、貝毒プ

ランクトンの検出されない時期や海域における出荷前検査等に利用するといったことを考慮する必要がある。

また、実際の生産現場での運用には現行の「大分県貝毒被害防止マニュアル」の改正も必要となることから漁業管理課や振興局等とも連携を図り取組を進めていく必要がある。