

研究分野	2 全国トップレベルの安全・安心を確保する技術の開発	部名	漁場保全部
研究課題名	(1) 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測、及びシストの分布と二枚貝養殖漁場の環境評価		
予算区分	県単 (水産物品質管理推進事業・漁場保全総合対策事業)、国庫 (貝毒の安全性の確保)、国庫 (貝毒検査新技術開発事業)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 26 年度～平成 30 年度		
担当	(主) 加賀 新之助 (副) 加賀 克昌、渡邊 志穂、内記 公明		
協力・分担関係	(国研) 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所、沿岸地区漁業協同組合、県漁業協同組合連合会、長崎大学、北里大学、国土交通省		

### <目的>

東日本大震災後に貝毒原因プランクトンの大量発生によりホタテガイ等の毒化現象が問題となっている。特に、大船渡湾では震災前より麻痺性貝毒でホタテガイが高毒化したため、周年にわたる出荷自主規制を余儀なくされ、復興の妨げとなっている。

そこで、出荷自主規制解除時期の予測により、計画的な出荷再開が可能となることから、毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測式を作成する。また、震災後、麻痺性貝毒原因プランクトンの休眠胞子(シスト)が存在する海底が攪(かく)乱されたことから、県内5湾のシスト分布を明らかにする。さらに、国交省主催の湾口防波堤設置に関する検討会において、環境に配慮した新しい湾口防波堤の評価に係る基礎的知見(溶存酸素量(DO)、クロロフィルa量及び麻痺性貝毒原因プランクトンのシストの分布状況等)を提供する。

### <試験研究方法>

#### 1 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測(毒化したマガキ及びホタテガイの毒量減衰率の比較)

##### (1) マガキの毒量減衰率

マガキの毒量減衰率は、平成 10～13 年に大船渡湾清水定点(図 1)の水深 10 m 付近に垂下したマガキについて、機器分析法(HPLC 法)により得られた可食部麻痺性貝毒データを用いて決定した。すなわち、毒量データから最高値となった日付を確定し、この日以降の毒量と最高日からの減衰時間(日)を抜き出した。既報に従って、毒量の自然対数値と減衰時間との間で回帰分析を行い、年ごとに回帰式を求めた。この回帰式よりマガキの毒量減衰率を求めた。

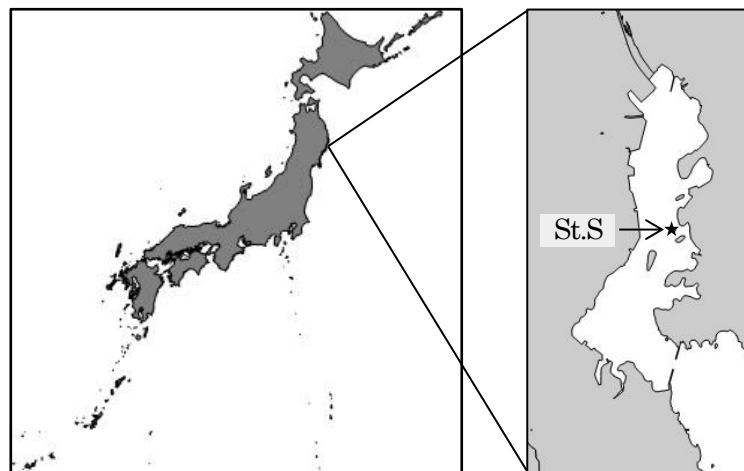


図 1 大船渡湾清水定点 (St.S)

※背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

(2) 毒化したマガキとホタテガイの毒量減衰率の比較

大船渡湾清水定点 (図 1) において、養殖いかだの表層 3~4m に 4 月下旬に垂下したマガキ及び中層 8~12 m に 5 月中旬に垂下したホタテガイを試験に用いた。アレキサンドリウム属タマレンセ (以後、「タマレンセ」) 遊泳細胞の消滅後にマガキ及びホタテガイを月 1~5 回、それぞれ 5 個体取り上げて 1 検体とし、中腸腺麻痺性貝毒検査を実施した。検査は、機器分析法 (HPLC 法) により、マガキ 12 検体及びホタテガイ 10 検体の合計 22 検体について実施した。なお、麻痺性貝毒の機器分析は、北里大学海洋生命科学部の佐藤繁教授にご協力いただいた。

2 シスト分布 (震災直後の分布地図作成・シスト分布調査)

(1) 沿岸のシスト分布地図作成

シスト分布地図作成のための現地調査は、平成 24 年 9 月に久慈湾、山田湾、大槌湾、唐丹湾及び広田湾に設けた定点 (図 2) で実施した。なお、海底泥は、水産総合研究センター東北区水産研究所が平成 24 年度被害漁場環境調査事業 (水産庁) において、(株) いであに委託し採取した泥の一部を、同所の神山孝史博士より分与いただいた。

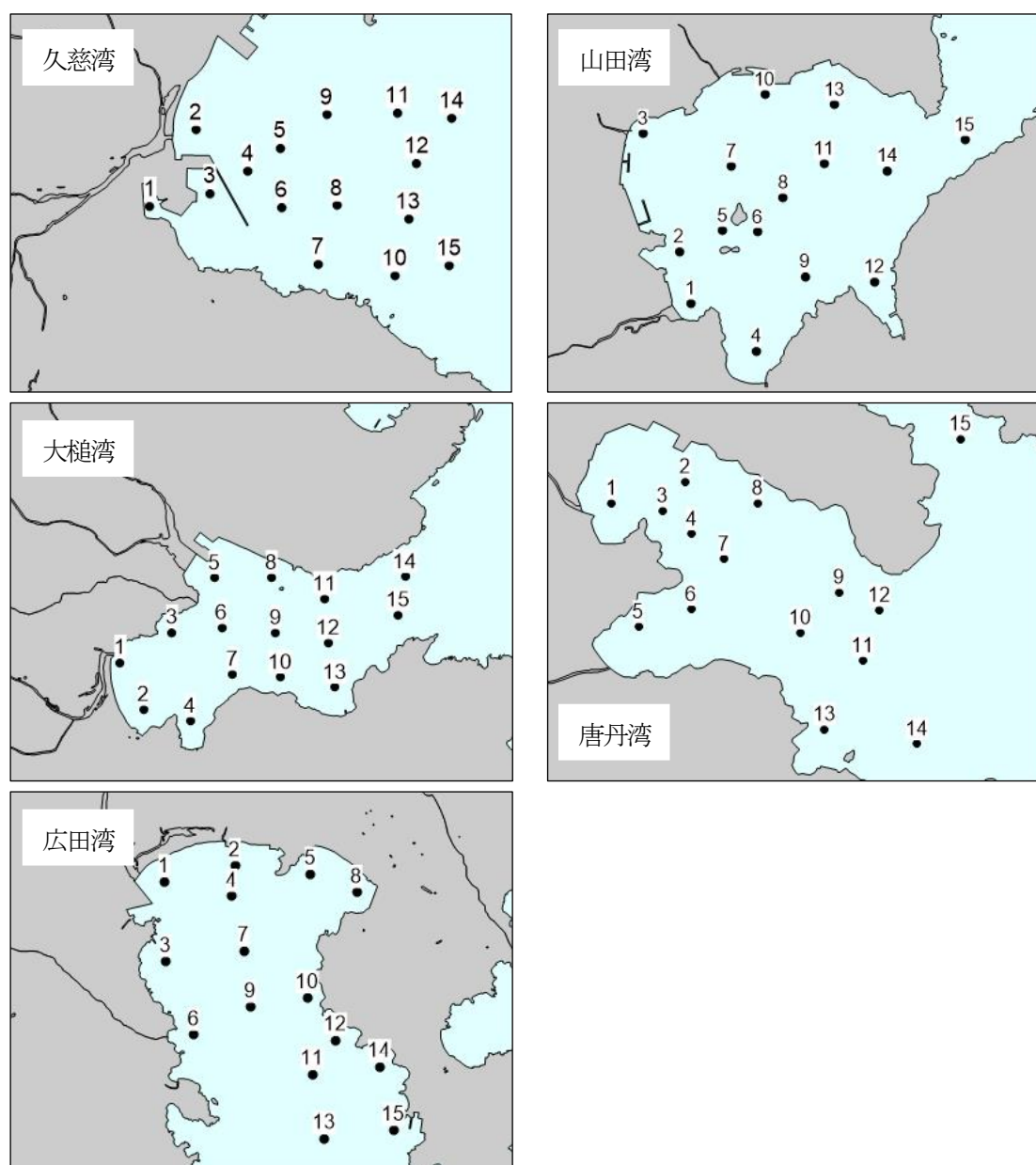


図 2 沿岸 5 湾のシスト調査定点 (図中の数字は定点番号)

※背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

採泥は、各定点において KK 式コア採泥器（柱状採泥器）を用いて同一定点で 2 回採取し、表層 2 cm を 1 つのサンプル瓶に入れた。船上ではこれを冷暗所で保管し、実験室において、試料をよく攪拌した後、一部（10～20 g）を容量 40～50 mL の PP 製広口容器に移し、乾燥を防ぐため、フタにシーリングを施し冷蔵保存した（2～5℃）。柱状採泥器で採取できない場合（海底が砂質）には、スミスマッキンタイヤー型採泥器あるいは、エクマンバージ型採泥器を用い、1 回の採取で得られた堆積物試料に内径 30 mm のアクリル製の円筒を上部から 3 回以上差し込み、表層 2 cm の試料を同一のサンプル瓶に入れ、上述のとおり保存した。

海底泥試料は、Yamaguchi et al. (1995) に従い、プリムリン溶液で染色し、落射蛍光顕微鏡下でタマレンセとアレキサンドリウム属カテナラ（以後、カテナラ）の特徴である長楕円形のシストを計数した。計数は 3 回行い、平均値を算出した。また、Kamiyama (1996) に従い、泥の比重を測定し、単位体積（ $\text{cm}^3$ ）当たりのシスト密度を算出した。さらに、底泥乾燥重量当たりのシスト密度も併せて算出した。なお、沿岸 5 湾のシスト分布地図作成には水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の山口峰生博士にご協力いただいた。

## （2）大船渡湾シスト分布調査（長崎大学、北里大学との共同研究）

平成 27 年 9 月 7 日に大船渡湾（14 定点）でエクマンバージ型採泥器を用い、1 回の採取で得られた堆積物試料の表層底泥（0～3 cm 程度）を採取した。海底泥試料は、濃塩酸とフッ化水素酸を用いる Matsuoka and Fukuyo (2000) の方法に従い試料を調製した後、一定量を光学顕微鏡下で観察してタマレンセタイプのシストを計数した。その後、底泥乾燥重量当たりのシスト密度を算出した。

## 3 二枚貝養殖漁場の環境評価

国土交通省が主催している平成 24～25 年度大船渡港湾口防波堤復旧に係る環境保全効果検証検討会において、漁協や漁業関係者から震災後の貝毒による出荷自主規制期間長期化の原因や沈静化時期について事務局に質問があった。そこで、平成 24～26 年度に引き続き、長崎大学、北里大学及び当センターが上記 2（2）の大船渡湾シスト分布調査で実施した 4 年分（平成 24～27 年度）の結果について取りまとめた。

## <結果の概要・要約>

### 1 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測（毒化したマガキ及びホタテガイの毒量減衰率の比較）

#### （1）マガキの毒量減衰率

毒量と減衰時間との相関関係を調べたところ、平成 10～12 年の 3 年間に有意な負の相関関係が認められた（ $p < 0.05$ ）（表 1）。各年の回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意で、精度の高い（ $r^2 = 0.853 \sim 0.995$ ）回帰式が得られた（図 3）。これにより、マガキの毒量減衰率が 1 日当たり  $10.8 \pm 2.4\%$ （平均値±標準偏差）であることを示した。なお、本研究結果については、平成 27 年 11 月 19 日に宮城県塩釜市で開催された第 16 回日仏海洋学会シンポジウムにおいて口頭発表した。

表 1 毒量と減衰時間の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソン相関係数 (r)	有意性 (P)
1998	5	-0.990	**
1999	3	-0.998	*
2000	6	-0.924	**
2001	3	-0.920	NS

NS 有意差なし, \*  $0.01 \leq P < 0.05$ , \*\*  $0.001 \leq P < 0.01$

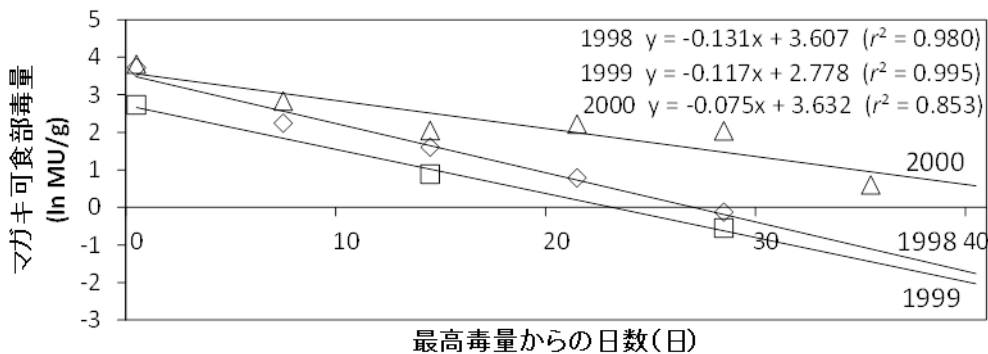


図3 各年の毒量減衰（回帰分析）

(2) 毒化したマガキとホタテガイの毒量減衰率の比較

表2及び表3に貝毒分析結果を示す。マガキ及びホタテガイの毒量は、期間を通して出荷自主規制値未満であり、毒化しなかったことから、マガキとホタテガイの毒量減衰率の比較はできなかった。毒化しなかった原因は、マガキを垂下した時期（4月下旬）はタマレンセのピーク時期と重なったが、図4に示したとおり、マガキの垂下層では、タマレンセの出現数が非常に少なかったためと考えられた。一方、ホタテガイは垂下した時期（5月中旬）が、タマレンセの消滅時期であったため毒化しなかったものと考えられた。

表2 大船渡湾におけるマガキの麻痺性貝毒検査結果（HPLCによる機器分析）

番号	採取場所	採取水深	採取年月日	計測値				中腸腺(g)	検査年月日	麻痺性貝毒(MU/g)		中腸腺割合(%)	備考
				個体数	平均殻長(cm)	平均殻高(cm)	可食部重量(g)			中腸腺	可食部(換算値)		
1	清水定点	3-4m	H27.5.25	5	66.4	104.9	150.0	6.4	H28.1.21-22	31.6	1.3	4.2	
2	清水定点	3-4m	H27.6.1	5	68.0	111.2	174.6	7.0	H28.1.21-22	35.7	1.4	4.0	
3	清水定点	3-4m	H27.6.5	5	72.3	111.2	156.3	6.0	H28.1.21-22	29.4	1.1	3.8	
4	清水定点	3-4m	H27.6.15	5	72.9	117.9	191.2	4.7	H28.1.21-22	33.0	0.8	2.5	
5	清水定点	3-4m	H27.6.22	5	73.2	117.6	217.6	4.2	H28.1.21-22	24.8	0.5	1.9	
6	清水定点	3-4m	H27.6.29	5	73.6	111.5	155.3	2.6	H28.1.21-22	30.0	0.5	1.7	
7	清水定点	3-4m	H27.7.3	5	68.4	122.4	140.6	1.9	H28.1.21-22	29.9	0.4	1.3	
8	清水定点	3-4m	H27.7.13	5	71.4	115.4	180.2	2.3	H28.1.21-22	29.5	0.4	1.3	
9	清水定点	3-4m	H27.7.21	5	73.8	117.8	158.0	2.2	H28.1.21-22	42.4	0.6	1.4	
10	清水定点	3-4m	H27.8.17	5	70.0	110.9	105.0	3.3	H28.1.21-22	5.5	0.2	3.1	
11	清水定点	3-4m	H27.8.24	5	65.4	113.1	98.5	3.6	H28.1.21-22	26.7	1.0	3.6	
12	清水定点	3-4m	H27.8.31	5	70.3	112.8	105.9	3.3	H28.1.21-22	12.0	0.4	3.1	

表3 大船渡湾におけるホタテガイ麻痺性貝毒検査結果（HPLCによる機器分析）

番号	採取場所	採取水深	採取年月日	計測値				中腸腺(g)	検査年月日	麻痺性貝毒(MU/g)		中腸腺割合(%)	備考
				個体数	平均殻長(cm)	平均殻高(cm)	可食部重量(g)			中腸腺	可食部(換算値)		
1	清水定点	8-12m	H27.5.25	5	71.8	70.3	65.1	5.7	H28.1.21-22	27.1	2.4	8.8	
2	清水定点	8-12m	H27.6.1	5	78.9	80.1	98.9	8.6	H28.1.21-22	19.7	1.7	8.7	
3	清水定点	8-12m	H27.6.5	5	79.2	77.7	98.8	7.3	H28.1.21-22	13.5	1.0	7.4	
4	清水定点	8-12m	H27.6.15	5	88.7	85.4	118.6	7.3	H28.1.21-22	11.1	0.7	6.2	
5	清水定点	8-12m	H27.6.22	5	85.9	83.8	115.5	6.2	H28.1.21-22	6.4	0.3	5.4	
6	清水定点	8-12m	H27.6.29	5	88.1	86.0	116.9	6.8	H28.1.21-22	16.2	0.9	5.8	
7	清水定点	8-12m	H27.7.3	5	88.4	86.2	127.2	6.4	H28.1.21-22	9.8	0.5	5.1	
8	清水定点	8-12m	H27.7.13	5	94.9	91.9	149.2	8.9	H28.1.21-22	28.9	1.7	5.9	
9	清水定点	8-12m	H27.8.17	5	100.3	99.1	184.2	9.5	H28.1.21-22	12.1	0.6	5.1	
10	清水定点	8-12m	H27.8.24	5	100.2	98.0	183.7	11.2	H28.1.21-22	12.9	0.8	6.1	

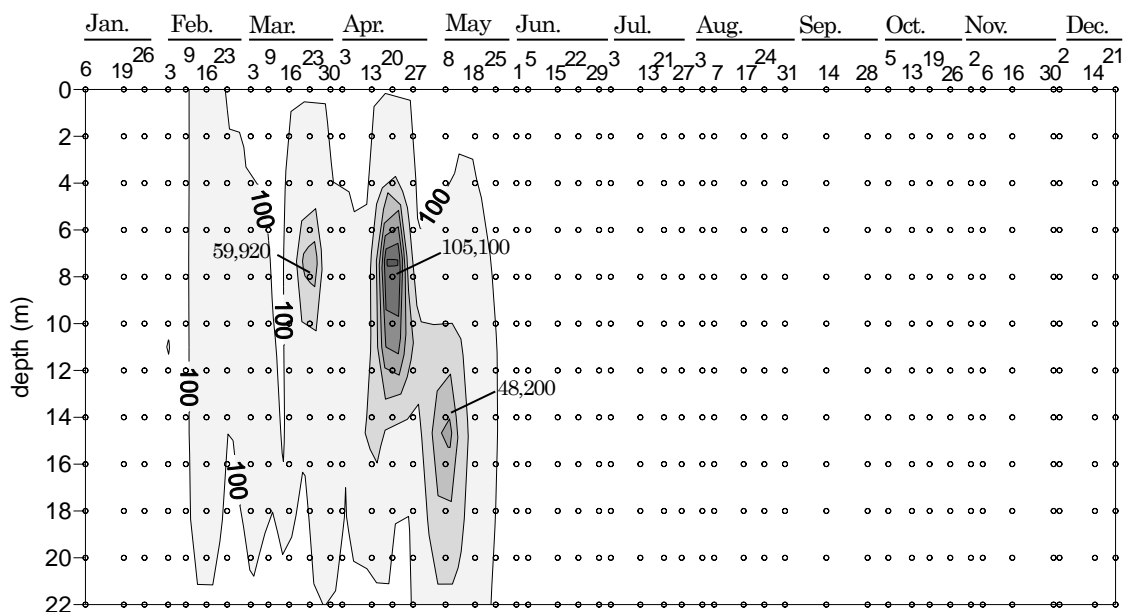


図4 平成 27 年の大船渡湾清水定点におけるタマレンセ鉛直分布の時系列変化

## 2 シスト分布（震災直後の分布地図作成・シスト分布調査）

### (1) 沿岸のシスト分布地図作成

図5にタマレンセ/カテネラシストの分布地図を示す。また、表4に検査結果について、cysts/cm<sup>3</sup>及びcysts/乾重gの単位でまとめた。5湾のそれぞれ15定点で調査を行った結果、0~41 cysts/cm<sup>3</sup>(0~46 cysts/乾重g)の範囲であった(表4)。また、20 cysts/cm<sup>3</sup>を超えるシストの密度域は久慈湾のSt.1及びSt.3、大槌湾のSt.3、唐丹湾のSt.2及びSt.4、広田湾のSt.8で見られた(表4)。各湾の高密度域は久慈湾、大槌湾、唐丹湾及び広田湾は湾奥部、山田湾は湾口部に認められた(図5)。一般的にシストの分布密度は、湾中央部で低い傾向が見られた。

表4 沿岸5湾アレキサンドリウム属タマレンセ/カテネラのシスト計数結果(単位:cysts/cm<sup>3</sup>及びcysts/乾重)

定点	久慈湾		山田湾		大槌湾		唐丹湾		広田湾	
	cysts/cm <sup>3</sup>	cysts/乾重g	cysts/cm <sup>3</sup>	cysts/乾重g	cysts/cm <sup>3</sup>	cysts/乾重g	cysts/cm <sup>3</sup>	cysts/乾重g	cysts/cm <sup>3</sup>	cysts/乾重g
St1	20	21	0	0	0	0	0	0	0	0
St2	0	0	0	0	13	8	23	17	12	7
St3	36	46	0	0	22	19	11	9	0	0
St4	0	0	0	0	11	9	41	37	0	0
St5	0	0	0	0	18	24	0	0	13	10
St6	13	7	0	0	0	0	0	0	13	9
St7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St8	0	0	0	0	0	0	0	0	24	21
St9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St12	0	0	0	0	8	13	8	15	0	0
St13	0	0	9	10	12	8	0	0	0	0
St14	0	0	8	14	0	0	0	0	0	0
St15	0	0	0	0	0	0	25	15	0	0

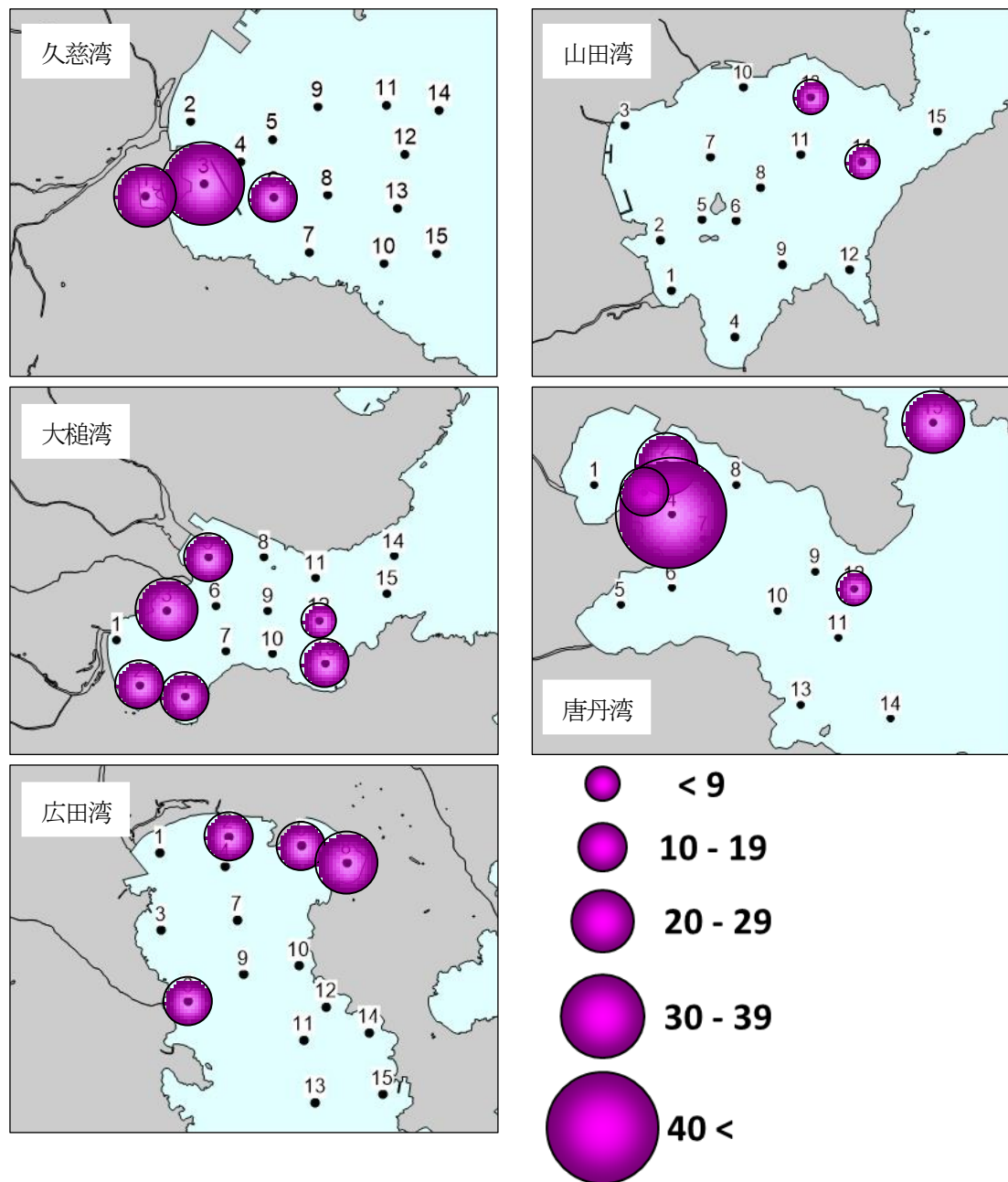


図5 沿岸5湾のアレキサンドリウム属タマレンセ/カテネラのシスト分布地図 (単位 : cysts/cm<sup>3</sup>)

※背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

(2) 大船渡湾のシスト分布調査

現在、北里大学にてシスト計数を実施中であり、結果がまとまり次第4年分の分布地図を掲載予定である。

なお、3年分の研究成果については、平成27年9月21日に開催された平成27年度日本水産学会理事会特別シンポジウムと平成28年3月12日に開催された北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナーにて報告した。

3 二枚貝養殖漁場の環境評価

平成27年度大船渡港湾口防波堤復旧に係る環境保全効果検証検討会専門部会 (平成28年2月15日盛岡市) 及び検証検討会 (平成28年3月10日大船渡市) において、上記2 (2) のこれまでの成果を手持ち資料とした。

## ＜今後の問題点＞

### 1 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測（毒化したマガキの毒量減衰式作成）

マガキの毒量減衰式作成には各年の最高毒量と最高毒量から規制値付近に減衰するまでの日数を用いて回帰分析を行うため、4年以上のデータの蓄積が不可欠である。従って、今年度算出したマガキの減衰率の試験と同様の調査を実施し、減衰式作成を早急に行う必要がある。

### 2 シスト分布（震災直後の分布地図作成・シスト分布調査）

#### (1) 沿岸のシスト分布地図作成

シスト分布を考慮した漁場設置に役立てるため、得られた成果を現場に普及することが必要である。

別事業で実施した宮古湾、釜石湾についても海底泥を用いてシスト分布地図を作成するほか、今回取りまとめた久慈湾、大船渡湾、広田湾について、平成 25 年度以降の調査結果をまとめて、シスト分布状況を比較し、関係機関へ報告することが必要である。

#### (2) 大船渡湾のシスト分布調査

引き続き大船渡湾のシスト分布状況の推移を把握することが必要である。

### 3 二枚貝養殖漁場の環境評価

引き続き大船渡湾を対象として、シストを含む環境データ（底質等）を調査・解析し、シスト分布に基づく湾口防波整備前後の推移及び比較による環境評価を行うことが必要である。

## ＜結果の発表・活用状況等＞

- ・ホタテガイに蓄積した麻痺性貝毒の現場における減衰予測（Fish Sci）
- ・岩手県沿岸内湾域の底質変化（日本水産学会誌）
- ・大船渡湾における震災前後の水質環境（J Oceanogr）
- ・大船渡湾の長期水質変動特性の把握（土木学会論文集）
- ・大船渡湾における植物プランクトン群集組成の変化（J Oceanogr）
- ・岩手県沿岸域における有毒プランクトンの挙動と貝毒の問題（平成 27 年度秋季水産学会水産環境保全委員会企画研究会 日本水産学会秋季大会講演要旨集）
- ・岩手県大船渡湾における有毒渦鞭毛藻アレキサンドリウム属タマレンセにより毒化したマガキの毒量減衰について（第 16 回日仏海洋学シンポジウム）
- ・岩手県における麻痺性貝毒の問題について（平成 27 年度岩手県三陸研究論文）
- ・岩手県沿岸域における麻痺性貝毒原因プランクトンの挙動と貝毒の問題（東北ブロック水産業関係研究開発推進会議 貝毒研究分科会）
- ・東日本大震災が岩手県大船渡湾における麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻の発生・増殖に与えた影響（平成 27 年度日本水産学会理事会特別シンポジウム）
- ・東日本大震災・津波が麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻の発生・分布に及ぼした影響（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナー）
- ・大船渡湾における震災前後の水質環境（東北マリンサイエンス拠点形成事業 TEAMS 国際シンポジウム）
- ・大船渡湾の水質は震災前後でどう変化したか（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナー）
- ・貝毒リスク管理措置の見直しに向けた研究（平成 27 年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業に係る研究報告書）
- ・岩手県沿岸における麻痺性貝毒原因プランクトンの挙動と貝毒の問題（平成 27 年度東北ブロック水産業関係研究開発推進会議沿岸漁業資源部会・分科会報告書）
- ・貝毒原因プランクトンの調査結果（県水産関係者、県漁連、関係漁協等に情報提供。的確な貝毒の監視及び

安全な貝類の流通に活用)

- 自家消費者に向けても情報を提供し注意を促すとともに、生産者による貝毒検査と毒化に伴う二枚貝の出荷自主規制措置により有効に活用
- 麻痺性貝毒減衰時期予測（関係漁協で説明。中毒事故の未然防止及び計画生産に活用)