

# 水産総合研究センター 震災復興に向けた活動報告集

6

平成24年11月

## 平成23年度種苗発生状況等調査 事業種苗特性緊急調査 報告書



独立行政法人  
水産総合研究センター

平成23年度種苗発生状況等調査事業

## 種苗特性緊急調査

### 報告書

**【種苗発生状況等調査事業共同研究機関】**

独立行政法人 水産総合研究センター

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

噴火湾ホタテ生産振興協議会

宮城県漁業協同組合

朝日航洋株式会社

株式会社 ハイドロシステム開発

平成24年3月



## 平成23年度種苗発生等調査事業報告書の発行にあたって

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、水産業は、漁船、漁港、市場、加工施設、養殖施設等において甚大な被害を受けました。このうち、北海道、東北地域の養殖施設や養殖物等の被害額は約1,300億円といわれています。当該地域においては、カキ、ホタテ、ホヤ等の養殖業は地域の基幹となる重要な産業であり、これら養殖業の一日も早い再開が水産業の復興のために不可欠です。これらの養殖は、ほぼ天然の種苗に依存してきましたが、今回の大規模な津波による沿岸漁場環境の変化に伴い好適採苗場所が変化したことから、従来までの経験に基づいた採苗時期・場所では十分な種苗の確保ができない状況にあります。また、被災地域においては十分な種苗の確保が困難であるため、外部からの種苗の導入が想定され、その際は、成長性に優れる等、地域に適した種苗の導入が必要です。

このため、(独)水産総合研究センターが代表機関となって事業推進のための共同研究機関を設立し、平成23年度水産庁委託事業「種苗発生等調査事業」に取り組み、津波後の新たな海域環境状況や天然種苗発生状況を緊急的に調査把握し、得られた情報を漁業者等へ迅速に提供することで、養殖業再開に不可欠な種苗の確保を図るとともに、効率的・安定的な養殖のため、成長性に優れるなどの地域に適した種苗について、科学的な評価を実施しました。また、本事業は平成23年度の補正予算事業であるため、事業採択から調査研究の実施・取りまとめまでほぼ4ヶ月という大変忙しいスケジュールで進めてきました。この間、漁業者への被害状況や復旧状況の聞き取り調査、漁業者との密接な打合せの下での計測装置の設置と調査、大量の養殖種苗の特性調査や遺伝子解析、漁業者への情報発信を精力的に行ってきました。

本報告書では、本事業で実施したカキ、ホタテ、ホヤ等の種苗発生状況等緊急調査と種苗特性緊急調査結果を取りまとめました。千年に1度と言われる大地震と津波の影響や水産業の復旧・復興に向けた調査研究の結果を記録としてとどめ、今後の行政施策や調査研究の基礎とすることが重要です。本事業の成果が1日も早い水産業の復旧・復興の一助となることを心からお祈りとともに、本事業に推進に全力を挙げていただいた関係機関の担当者に深くお礼申し上げます。

平成24年3月

独立行政法人水産総合研究センター  
東北区水産研究所  
所長 平井 光行



## <目次>

1. 事業仕様書概要（目的・事業内容等）	1
2. 成果概要	2
3. 小課題報告書	
(1) 各地域における種苗の特性調査	
①カキ（B11）	3
②ホタテ（B12）	1 1
③ホヤ（B13）	1 4
(2) DNA 分析	
①カキ（B21）	1 8
②ホタテ（B22）	2 1
③ホヤ（B23）	2 4
(3) 漁業者・関係者への情報提供（BI）	2 7
4. 外部評価委員による事前・事後評価	2 8

## 平成23年度 3次補正予算 種苗発生状況等調査事業 仕様書<概要>

### 1. 目的

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により発生した大規模な津波被害により現地の漁業・養殖業に大きな打撃を与えたところである。

特に、北海道、東北地方において、カキ、ホタテ、ホヤは地域の基幹となる重要な養殖業であり、被災地の復興のためには、これら養殖業の一日も早い再開・復興が不可欠となっている。

これらカキ、ホタテ、ホヤの養殖業においては、種苗を天然に依存してきたが、今回の大規模な津波により、これまで天然種苗発生状況を調査していた水産試験場や地元漁協が被災し、種苗の発生状況を把握できない状況にあり、加えて、沿岸漁場環境の変化に伴い好適採苗場所が変化したことから、従来までの経験に基づいた採苗時期・場所では十分な種苗の確保ができない状況にある。さらに被災地域においては、外部からの種苗の導入が想定されるが、その際は、成長性に優れる等の、地域に適した種苗の導入が必要であるとともに、各地域の遺伝的特性にも配慮する必要がある。

このため、効率的・安定的な養殖のため、養殖業再開に不可欠な種苗について、津波後の新たな海域環境状況や天然種苗発生状況を緊急的に調査把握し、成長性、生残性に優れる等、養殖地域に適した形質・遺伝的特性をもつ種苗かどうかを調査し、科学的な評価を行い、得られた情報を漁業者・関係者へ提供することで、養殖業の復興に不可欠な種苗の確保を図る。

### 2. 事業内容

#### A. 天然種苗発生状況等緊急調査

カキ、ホタテ、ホヤの3種類について、新たな海域環境状況や天然種苗発生状況を緊急的に把握し、得られた情報を漁業者・関係者に提供をする。

(以下、調査内容等記載略)

#### B. 種苗特性緊急調査

カキ、ホタテ、ホヤについて各地域の種苗の成長性等の特性を、サンプル調査及び、地域特性に関連するDNA情報の調査、解析を行うことにより、被災地域により適した養殖種苗の導入に必要な情報を漁業者等へ提供する。

(以下、調査内容等記載略)

### 3. 事業期間

平成23年度事業であるため、平成24年3月30日までに本事業に係わるすべての業務を終了すること。ただし、事業開始日は、委託契約締結日以降とすること。

(以下、成果品他記載略)

## 種苗発生状況等調査事業の成果概要

### (1) 各地域における種苗の特性調査

#### ①カキ (B11)

- ・形態を比較した結果、殻が小さくて軟体部重量比率が高い特徴が広島カキに備わり、宮城カキは殻が大きく身重も重いのが特徴であることが明らかであった。しかしながら、宮城産種カキを北海道で養殖した場合には、宮城カキの形態にはならないので、環境条件が反映していると考えられた。

#### ②ホタテ (B12)

- ・北海道産と東北地方産は、遺伝的に分化していることが報告されている。
- ・岩手県中北部採苗幼生の親の由来は、陸奥湾、噴火湾および前浜以北の岩手県沿岸のどれかが海流によって変化し、岩手県南部では山田湾以南の前浜と推測されていた。
- ・岩手県沿岸では、早期採苗がその後の養殖に有利なことが報告されていた。

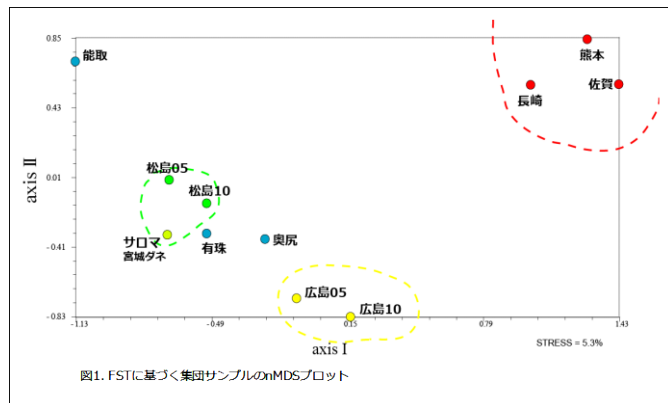
#### ③ホヤ (B13)

- ・陸奥湾のマボヤでは、産卵期・産卵時刻について、第1群(タイプA)は11月の午前中、第2群(タイプB)は10月末~11月の午後夕方近く、第3群(タイプC)は12月~4月の昼頃、の三つの種内群があり、外部形態も異なることが報告されている。また、岩手県北部種市と県中部の宮古では11月下旬の夕方、県南部の大船渡市では1月の昼頃、と報告されている。
- ・今回入手した種市、釜石、鮫浦、松島産では外観からの判別は困難であった。

### (2) DNA 分析

#### ①カキ (B21)

- ・核 DNA の結果から、地域間に遺伝的違いがあることが分かった。特に有明海のマガキは、他地域と大きく異なっており、養殖用種苗の移出入には注意を払う必要があると思われる(図1)。
- ・mtDNA に関しては、今回調べた DNA 領域に基づくと、地域間の遺伝的違いの根拠となる結果は得られなかった。しかし解析領域を拡げることにより異なる結果が得られることが予想される。



#### ②ホタテ (B22)

- ・各海域の種苗特性の元となっている遺伝的差を詳細に調査することができる msDNA マーカーが開発された。しかしながら、海域間の遺伝的差の検討には多くのサンプルを対象とした大規模な調査が不可欠と考えられた。

#### ③ホヤ (B23)

- ・各海域の種苗特性の元となっている遺伝的差を詳細に調査することができる msDNA マーカーが開発された。

### (3) 漁業者・関係者への情報提供 (BI)

- ・被災地域により適した養殖種苗の導入に必要な情報を整理し、関係機関に提供した。



平成23年度種苗発生状況等調査事業実施報告書

<b>B11</b>	
調査名	B 種苗特性緊急調査（1）各地域における種苗の特性調査
課題名	①カキ
機関名 担当者名	（独）水産総合研究センター 關 哲夫、關野正志、桑田 博（東北区水産研究所 資源生産部） 鶴沼辰哉、東屋知範、長谷川夏樹、鬼塚年弘 （北海道区水産研究所 資源生産部） 松山幸彦、橋本和正 （西海区水産研究所 有明海・八代海漁場環境研究センター 資源培養グループ） 木元克則、徳永貴久 （西海区水産研究所 有明海・八代海漁場環境研究センター 環境保全グループ）
協力機関名	岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、宮城県漁業協同組合

1. 調査目的

- ・マガキについて、6地域程度を目標に各地域での成長性、生残性等、水産試験場その他公的研究機関が保有している既存のデータ整理を行う。
- ・サンプル調査を行い、各地域における特性を把握する。

2. 調査内容

1) 文献調査

- ・マガキに関する種苗特性に関する既往の知見を検討する。

2) 測定調査

- ・異なる6地域についてそれぞれ地元産と特定できるマガキサンプルを購入あるいは採集し、外部形態を測定する。

3. 調査方法

1) 文献調査

以下の文献のほか、関係情報を収集検討する。

森 勝義 (2005) マガキ, 貝類・甲殻類・ウニ類・藻類 (森勝義 監修), 恒星社厚生閣, pp171-267.

Imai, T. and Sakai, S. (1961) Study of breeding of Japanese oyster, *Crassostrea Gigas*. *Tohoku J. Agr. Res.*, 125-171

宮城県 (1996) 宮城県の伝統的漁具漁法 IX 養殖編 (かき)

[http://www.pref.miyagi.jp/mtsc/kensyu/dentokaki/kaki\\_mokuji.htm](http://www.pref.miyagi.jp/mtsc/kensyu/dentokaki/kaki_mokuji.htm)

水産総合研究センター成果情報

<http://www.fra.affrc.go.jp/kseika/kseikaindex.html>

2) 測定調査

- ・北海道厚岸湾、宮城、広島、有明海から6地域を選定し、それぞれの地元産と特定できるマガキ各50個を購入。
- ・外形（殻長、殻高）、体重（殻、身）を測定。
- ・なお、測定終了後のサンプルは、B21課題のDNA分析用に供する。

4. 結果と考察

1) 文献調査

地域の特性を示すカキの形態、成長、成熟、産卵、遺伝等に関する文献を整理し、種ガキの産地である宮城海域に相応しい系統の存在を検討した。

日本に分布するカキの形質が多様であることから、異種あるいは変種とする見解があっ

たが、Imai and Sakai(1961)によって、北海道、宮城、広島、熊本のマガキは、成長、殻の形態、肉重量、成熟、放卵放精時期等に遺伝的差異があるが、交配によって第2世代を生じ、形態や生理状態も地理的分布に従って連続的に異なることから、地理的に近接した集団が互いに連なって遺伝的に連続していることが明らかにされた(今井 1971)。この後、各地のマガキは地方品種として理解されるに至るが、種ガキの産地である宮城から、天然採苗による種苗が商業的種ガキ業者により国内外各地に移植される経過をたどっている。カキの種判別や産地判別技術に関する研究もなされており、生育地での遺伝的特性や環境から取り入れた体成分分析により差異を知ることができる(海産二枚貝類の種判別技術(URL)、カキの産地判別技術の確立(URL)、カキの産地判別技術開発(URL)、増田恵一、杉野 雅彦, 2006、Ha Tran Thi Thuy, 森島輝, 村上倫哉 [他], 2006、薄浩則, 2002. 石川春彦, 高橋計介, 森勝義, 1999)

本事業による聴き取り調査(A11)の結果、宮城県漁塩釜市の寒風沢島海域で採苗される種ガキは、広島県、三重県、岩手県、北海道、岡山県、長崎県、静岡県等に毎年出荷されていることが確認された。この流通は個人取引で行われているため、統計資料として把握されていない。広島県には寒風沢から毎年1万連、種ガキの主産地である石巻の渡波から5万連ほど出荷されていた。従って、極めて広範囲に宮城のマガキが入り混じっていると考えられる。このことから、各地において養殖されるカキの諸特性は、宮城のカキとしての特性を維持するのではなく、移植後の環境に適応して生育する過程で形成される結果生ずる差異であることが推定される。

上記の通り種ガキの移植によって国内ばかりでなく米国やフランスにも宮城産のマガキが養殖されているので、震災後に種ガキが不足を来した場合には、各地から種ガキを宮城に移植することが容易に考えられるが、病原生物の感染を回避する観点から、種ガキ産地への他地域種苗移入は行うべきでない。東北地方での外来生物の移入による深刻な被害は、アサリのサキグロタマツメタ、マボヤの被囊軟化症などがあるが、カキについては略胞子虫(*Haplosporidia*)類とパラミクサ(*Paramyxea*)類による感染と被害の可能性について多くの報告がある(Adl, S. M. *et al.* 2005、Berthe, F. C. J., Le Roux, F., Adlard, R. D., and Figueras, A. 2004、Burreson, E. M. and Ford, S. E. 2004、Carnegie, R. B. and Cochenec-Laureau, N. 2004、Levine, N. D. *et al.* 1980、Hausmann, K., Hülsmann, N., Radek, R. *Protistology*, 3rd ed., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin, 2003、伊藤直樹, 尾田正, 良永 知義, 小川 和夫, 2003. 釜石隆, 良永知義, 2002.)。

## 2) 測定調査

各地におけるマガキの形態上の地域特性を把握するため、北海道の厚岸湖、湧別町芭露、北見市常呂町栄浦、網走市能取の4地域、宮城県松島湾磯崎、広島湾大黒神島および有明カキ礁から、それぞれ15~73個体(合計349個体)を購入し、外形(殻高、殻幅)、体重(殻、身)を測定した(表1)。また、開殻後の外套膜色を識別し比較した(図1)。

### ①外套膜色

外套膜色は、これまでの報告と同様、北海道から南下するに従って黒系が多くなる傾向があるが、サロマ湖の常呂町栄浦と厚岸湖の宮城種由来では宮城産と類似しているのに対し、同じ宮城種由来でも湧別では黒系が見られず、網走市能取では天然カキにもかかわらず黒系が多く見られた(図1)。いずれも50個体程度での評価であるので地域特性を反映しているかどうか断定はできない。能取の場合は特に個体数が少なく、さらに検討する必要がある。

### ②体長(殻高、殻幅)・体重(軟体部重量、殻重量)・身入り率(軟体部重量/殻重量)

形態的な特性を把握するため測定した結果を図2、3、4に示した。殻の形態的特徴として北方系のカキの殻高が大きく(図2)、殻幅が広いのは能取湖の天然カキが最大で、広島カキが次いでいた(図2)。有明のカキは殻幅が小さく細長い特徴であった(図2、3)。この結果、殻幅と殻高の比率が大きく丸みを帯びる特徴は能取湖が顕著で、広島カキがこれに次いでいた(図3)。能取湖の天然カキは殻の重量が極めて重く80gに達するのに対し、サロマ湖

湧別、サロマ湖常呂および宮城カキは約半分であった。広島カキはさらに軽く能取湖の4分の1以下の16.5gであった(図4)。軟体部の重量は松島カキが最大で、17.4g、最小は能取湖カキで10.9gであった。軟体部重量が殻重量に対して最も高い比率となったのは広島カキで30.3%に達し、宮城カキがこれに次いで27.9%であった。能取湖カキは最も低く13.3%であった(図5)。以上、形態を比較した結果、殻が小さくて軟体部重量比率が高い特徴が広島カキに備わり、宮城カキは殻が大きく身重も17.4gと重いのが特徴であることが明らかであった。また、能取湖の天然カキは、殻の重量が極めて大きい軟体部重量は大きくならない特徴であると認められた。宮城産種カキを北海道で養殖した場合には、宮城カキの特徴に匹敵する形態にはならないので、宮城とは大きく異なる環境条件が反映していると考えられた。

以上、測定によって得られた地域の特徴は、宮城カキ、広島カキ、有明カキ、能取湖天然カキそれぞれに顕著であったが、宮城カキを他の地域に移植した場合にはその環境を反映して変化することが明らかとなった。他の海域から宮城に移植した場合にこれらの形質がどのように変化するかを検討した結果の報告はないので明らかでない。本事業の聞き取り調査結果(A11)により、平成24年度の種ガキは問題なく確保できると示唆されるので、他の地域からの種苗補充の必要性は低いと考えられる。

## 5. 成果概要

表1. 測定結果

		採集場所	年月日	その他	個 体 数		殻高 SH (m m)	殻幅 SW (m m)	殻幅/ 殻高 (%)	身重 MW (g)	殻重 WS (g)	身入り率 (MW/(MW+WS)) (%)
北海 道	厚岸湖2010 生宮城種	厚岸湖 中央	2011.12.21+2012.02.01	2011 春に宮城から 導入	50	平均	78.88	38.93	49.76	5.17	20.73	19.38
				ホタテ原盤		標準偏差	11.56	7.70	9.83	2.62	8.66	3.42
	サロマ湖湧 別2010生宮 城種	湧別漁 協(芭 露)	2012.01.11	2011 春に宮城から 導入	50	平均	100.15	47.52	48.38	8.58	32.46	20.65
				ホタテ原盤		標準偏差	14.16	6.25	8.99	2.95	8.74	3.52
	サロマ湖常 呂2010生宮 城種	常呂漁 協(栄 浦)	2012.01.11	2011 春に宮城から 導入	50	平均	97.46	52.64	55.16	10.53	36.00	22.84
				ホタテ原盤		標準偏差	16.97	8.00	10.40	3.41	12.04	3.79
能取湖天然 カキ	能取漁 協 潮間 帯	2012.01.10	年齢不明	15	平均	98.65	61.52	62.27	10.91	80.83	13.27	
			岸壁で採取		標準偏差	15.14	15.30	11.11	4.06	43.98	3.59	
宮城	松島湾2010 生宮城種	松島湾 (磯崎)	2011.12.27	2010 夏採苗、津波 後に再垂下	55	平均	97.20	51.11	53.19	17.40	45.30	27.89
						標準偏差	11.54	7.26	8.99	4.53	12.34	3.63
広島	広島湾2010 生広島種	広島湾 (大黒神 島地先)	2012.01.11	2010 夏大黒神島周 辺で採苗	56	平均	75.17	43.60	59.10	7.19	16.45	30.26
						標準偏差	10.91	8.78	14.60	2.43	5.21	4.03
有明	有明力キ礁		2011.12.10+2011.12.21	年齢不明	73	平均	87.06	31.25	37.54	3.78	18.20	20.34
				力キ礁4力所で採取		標準偏差	19.95	5.65	5.66	2.46	8.97	4.98



マガキ外套膜色見本

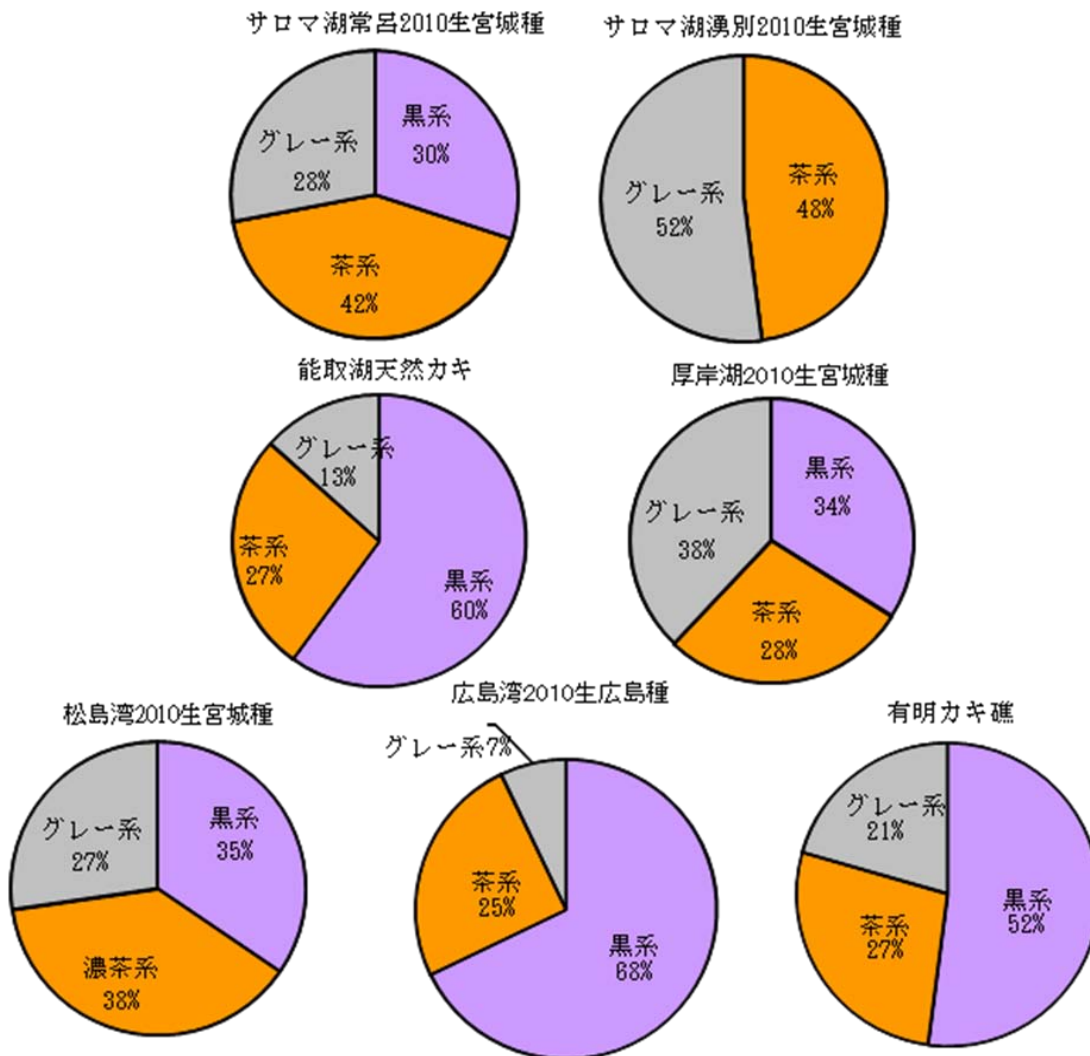


図1 産地別マガキ外套膜色比較

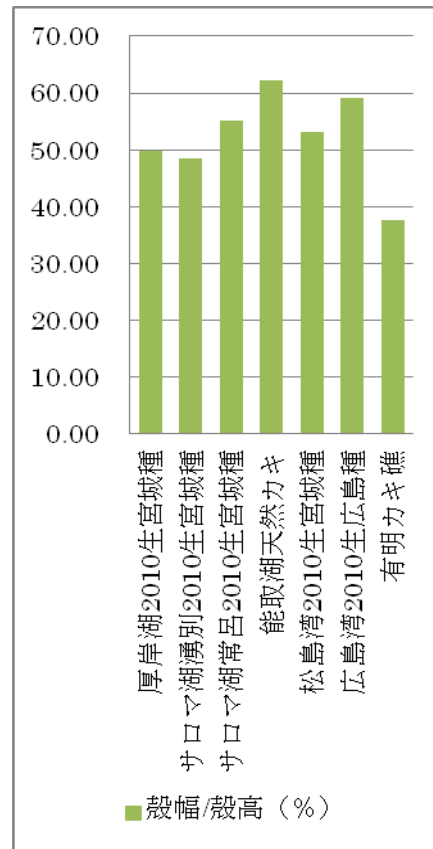
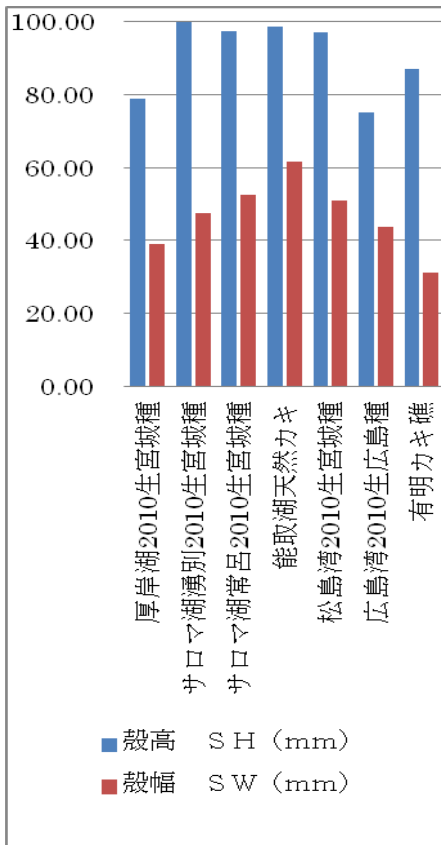


図2. 各地カキ殻高・殻幅

図3. 殻幅・殻高比率

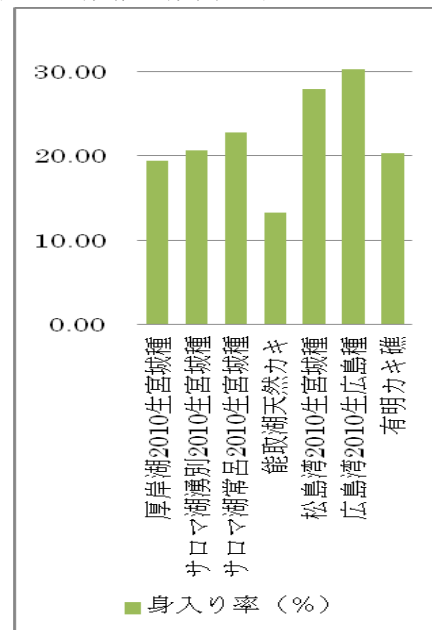
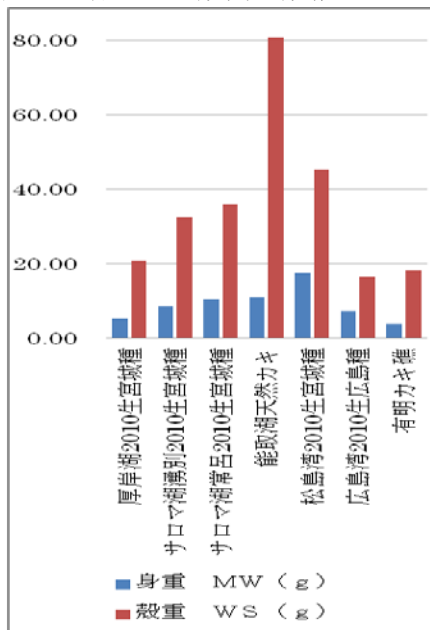


図4. 各地カキの軟体部重量・殻重量

図5. 軟体部重量・殻重量比率

## 6. 成果の利活用

宮城県農林水産部ならびに水産技術センター、宮城県漁業協同組合、マガキ養殖関係者ならびに種ガキ漁業関係者に情報提供し、現状の理解と安易な種苗導入による問題の回避に役立てる。

【資料】参考文献

- ・ 浅海完全養殖, 監修今井丈夫 (1971)
- ・ 海産二枚貝類の種判別技術  
[http://fra-seika.fra.affrc.go.jp/~dbmngr/cgi-bin/search/search\\_detail.cgi?RESULT\\_ID=1030&YEAR=2004](http://fra-seika.fra.affrc.go.jp/~dbmngr/cgi-bin/search/search_detail.cgi?RESULT_ID=1030&YEAR=2004)
- ・ カキの産地判別技術の確立  
[http://fra-seika.fra.affrc.go.jp/~dbmngr/cgi-bin/search/search\\_detail.cgi?RESULT\\_ID=2184&YEAR=2007](http://fra-seika.fra.affrc.go.jp/~dbmngr/cgi-bin/search/search_detail.cgi?RESULT_ID=2184&YEAR=2007)
- ・ カキの産地判別技術開発  
[http://fra-seika.fra.affrc.go.jp/~dbmngr/cgi-bin/search/search\\_detail.cgi?RESULT\\_ID=1343&YEAR=2005](http://fra-seika.fra.affrc.go.jp/~dbmngr/cgi-bin/search/search_detail.cgi?RESULT_ID=1343&YEAR=2005)
- ・ 兵庫県相生養殖漁場における漁場環境とマガキの成育, 増田 恵一, 杉野 雅彦、兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告, 水産編 (39), 17-22, 2006-12.
- ・ マイクロサテライトDNAマーカーによる広島湾養殖および天然マガキの遺伝的性状, Ha Tran Thi Thuy, 森島 輝, 村上 倫哉 [他], 水産育種 35(1), 43-47, 2006-02.
- ・ 遺伝資源としてのマガキ *Crassostrea gigas* の特性評価と保存に関する研究  
薄 浩則、水産総合研究センター研究報告 (4), 40-104, 2002-09.
- ・ 宮城県女川湾における垂下養殖マガキの生殖周期と血球の貧食能の季節変動, 石川 春彦, 高橋 計介, 森 勝義, 水産増殖 47(4), 519-525, 1999-12-20.
- ・ 研究所ホットライン 宮城県マガキ養殖場の環境条件の特徴  
水産総合研究センター東北水産研究所海区水産業研究部、養殖 41(9), 88-91, 2004-08
- ・ マガキ卵巣肥大症原因寄生体 *Marteilioides chungmuensis* 検出用 DNA プローブの開発  
伊藤 直樹, 尾田 正, 良永 知義, 小川 和夫、魚病研究 38(4), 163-169, 2003-12-15
- ・ 日本産マガキからの *Haplosporidium nelsoni* の検出  
釜石 隆、良永 知義、魚病研究 37(4), 193-195, 2002-12-15
- ・ マガキの卵細胞内に寄生する *Paramyxea* 門寄生体の同定と発育の記載  
伊藤 直樹, 尾田 正, 小川 和夫, 若林 久嗣、魚病研究 37(1), 23-28, 2002-03-15
- ・ 五ヶ所湾のマガキにおける卵巣の異常肥大の季節変動  
今中 園実, 伊藤 直樹, 小川 和夫, 若林 久嗣、魚病研究 36(2), 83-91, 2001-06-15
- ・ マガキの生化学的遺伝多型-III : 北海道および東北地方における地方集団  
長屋 信博, 佐々木 喜代志, 藤野 和男、日本水産学会誌 44(9), 1041-1045, 1978
  
- ・ マガキの殻模様の地方的相違についての検討  
新川 英明、日本生態学会誌 10(2), 59-64, 1960-04-01
- ・ マガキの外套膜色素に関する生態学的研究-1-  
新川 英明、広島女子短期大学研究紀要 (8), 1957-12
- ・ マガキの品種に関する研究 : 1 胎殻の大きさの地方変異について  
田中 弥太郎、貝類学雑誌ヴェキナス 18(1), 30-34, 1954-06-30
- ・ 宮城県長面浦のナガガキ  
大越 健嗣, 菅原 義雄, 野村 正、ちりぼたん 19(4), 79-80, 1989-02-28
- ・ カキ種苗生産場における生態学的研究-II : 松島湾産カキの産卵特性  
小金沢 昭光、日本水産学会誌 38(12), 1315-1324, 1972

- 日本産のカキの分類(分類・形態)  
波部 忠重、動物学雑誌 73(11・12), 306, 1964-12-15
  
- Adl, S. M. *et al.* (2005). “The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists” . *Journal of Eukaryotic Microbiology* **52** (5): 399-451. [PDF available](#)
  
- Berthe, F. C. J., Le Roux, F., Adlard, R. D., and Figueras, A. (2004). “Martelliosis in molluscs: A review” . *Aquatic Living Resources* **17** (4): 433-448. [PDF available](#)
  
- Burreson, E. M. and Ford, S. E. (2004). “A review of recent information on the Haplosporidia, with special reference to *Haplosporidium nelsoni* (MSX disease)” . *Aquatic Living Resources* **17** (4): 499-517. [PDF available](#)
  
- Carnegie, R. B. and Cochenec-Laureau, N. (2004). “Microcell parasites of oysters: Recent insights and future trends” . *Aquatic Living Resources* **17** (4): 519-528. [PDF available](#)
  
- Levine, N. D. *et al.* (1980). “A newly revised classification of the protozoa” . *Journal of Protozoology* **27**: 37-58. [PMID 6989987](#)
  
- Hausmann, K., Hülsmann, N., Radek, R. *Protistology*, 3rd ed., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin, 2003. [ISBN 3-510-65208-8](#)
  
- 猪木正三監修 『原生動物図鑑』 講談社、1981年。 [ISBN 4-06-139404-5](#)



平成23年度種苗発生状況等調査事業実施報告書

<b>B12</b>	
調査名	B種苗特性緊急調査（1）各地域における種苗の特性調査
課題名	②ホタテ
機関名 担当者名	（独）水産総合研究センター 桑田 博（東北区水産研究所 資源生産部） （地独）北海道立総合研究機構 馬場勝寿
協力機関名	岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター

1. 調査目的

- ・ホタテガイについて、4地域程度を目標に各地域での成長性、生残性等、水産試験場その他公的研究機関が保有している既存のデータ整理を行う。
- ・サンプル調査を行い、各地域における特性を把握する。

2. 調査内容

1) 文献調査

- ・ホタテガイに関する種苗特性に関する既往の知見を検討する。

2) 測定調査

- ・異なる4地域のそれぞれ地元産と特定できるホタテガイを購入し、外部形態を測定する。

3. 調査方法

1) 文献調査

以下の文献のほか、関係情報を収集検討した。

野呂忠勝（2012）ホタテガイの養殖管理に関する遺伝生態学的研究．北海道大学学位論文．

川真田憲治（2002）放射肋数で当てられるか？ホタテガイの産地その2．北水試だより，55，p1-7．

丸 邦義・小坂善信（2005）ホタテガイ，貝類・甲殻類・ウニ類・藻類（森勝義 監修），恒星社厚生閣，pp131-170．

小坂善信（1997）：陸奥湾におけるホタテガイ養殖に関する遺伝学的研究，青水増研報，8，1-47．

山中良一・藤尾芳久（1983）：ホタテガイの遺伝的分化，水産育種，8，38-41．

宮城県（1996）宮城県の伝統的漁具漁法 IX 養殖編（ほや・ほたてがい）

<http://www.pref.miyagi.jp/mtsc/kensyu/dentohotate.html#目次>

水産総合研究センター成果情報

<http://www.fra.affrc.go.jp/kseika/kseikaindex.html>

<http://aquadb.fra.affrc.go.jp/~aquadb/cgi-bin/speciesinfo.cgi?LANG=jp&TTAXID=197865&TARGET=1&DATAFLG=10&ASFAFLG=1&RCRSFLG=0&PPRFLG=4&DDBJFLG=1&STOCKFLG=0>

2) 測定調査

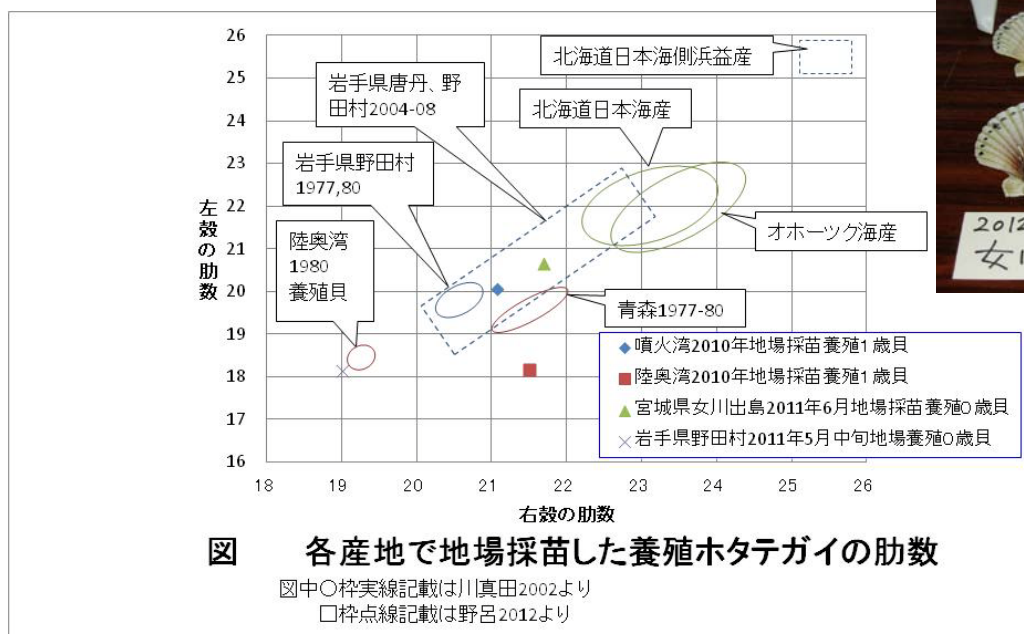
- ・ホタテガイサンプルとして、平成24年1～2月に北海道噴火湾産地場採苗養殖1歳貝30個、青森県陸奥湾産地場採苗養殖1歳貝30個、岩手県野田村地場採苗（採苗器投入時期：2011年5月10日～17日頃が主体）養殖0歳貝60個、宮城県女川出島地場採苗（採苗器投入時期：2011年6月）養殖0歳貝58個を購入または入手した。しかしながら、野田村と女川は養殖1歳貝が津波によって流出して入手できず0歳貝での測定となったことから放射肋数の計数が困難な

め暫定値とする。

- ・外形（殻長、殻高、放射肋数）、体重（殻、身）を測定した。放射肋数の測定は、川真田（2002）に従った（表1）。

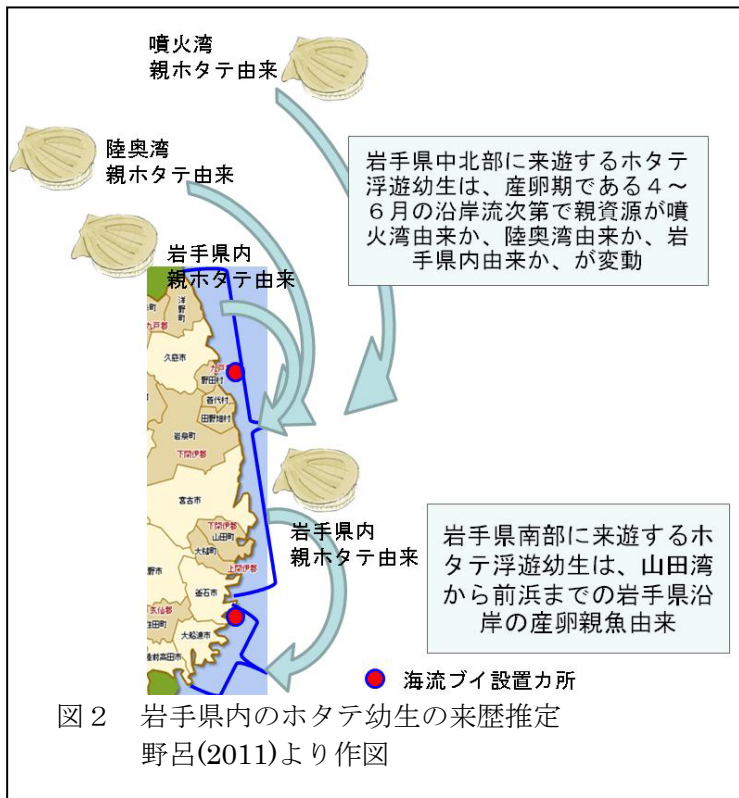
サンプル名	採取日	測定個体数	殻高 (mm)	全重 (g)	軟体部 (g)	貝柱 (g)	殻長 (mm)	生殖巣 (g)	中腸腺 (g)	肋数 (左)	肋数 (右)
噴火湾2010年地場採苗養殖1歳貝	1月19日	30	102.4	115.5	46.9	14.0	102.5	5.14	4.86	20.1	21.1
陸奥湾2010年地場採苗養殖1歳貝	1月13日	30	101.3	95.1	40.2	12.0	104.3	5.38	4.16	18.2	21.5
宮城県女川出島2011年6月地場採苗養殖0歳貝	1月28日	58	43.0	9.7	3.8		43.0			20.6	21.7
岩手県野田村2011年5月中旬地場養殖0歳貝	2月14日	60	62.0	20.8	8.5		63.7			18.1	19.0

#### 4. 結果と考察



- ・2011年5月10日～17日頃に採苗器投入が行われた岩手県野田村地場採苗養殖0歳貝は、放射肋数が左殻18.1本、右殻19.0本であったが、資材の入手が遅れたために2011年6月採苗となった宮城県女川出島地場採苗0歳貝は、放射肋数が左殻20.7本、右殻21.7本であった。小型のため放射肋数の計数が困難な中で数えた暫定値であり信頼性は劣るものの、野田村産より女川産の本数が多い傾向が伺えた（図1）。採苗時期が早かった野田村産が東北地方産の系統の可能性が高く、採苗時期が産卵期末期になった女川産が北海道の系統の影響が強い可能性が伺える。
- ・ホタテガイの放射肋数は、左殻、右殻ともに遺伝的支配を強く受けており、北海道と東北地方産では遺伝的に分化していること、岩手県沿岸で付着時期の前半に付着した種苗では少なく、後半に付着した種苗では多い傾向があること、が報告されている（野呂2012）。
- ・野呂（2012）は、野田湾、宮古湾および唐丹湾を含む岩手県沿岸北部から中南部にかけての海域では、主に陸奥湾、噴火湾および前浜以北の岩手県沿岸の産卵親貝集団に由来し、大野湾を含む岩手県沿岸南部では主に山田湾から前浜までの岩手県沿岸の産卵親貝集団に主に由来する

と推察した（図2）。



- ・岩手県沿岸で付着時期の前半に付着した種苗は、後半に付着した種苗と北海道日本海産種苗より、放射助数が少なく、産卵期が早く、高温耐性が強く、軟体部指数が高く、貝柱指数が高い傾向が報告されている（野呂 2012）。
- ・今回測定した噴火湾と陸奥湾養殖種苗では、殻サイズがほぼ同等でありながら、軟体部重量、貝柱重量とも噴火湾産が重く、養殖海域の環境の影響も大きいことが伺える（表1）。

## 5. 成果概要

- ・北海道産と東北地方産は遺伝的に分化。
- ・岩手県中北部採苗幼生の親由来は、陸奥湾、噴火湾および前浜以北の岩手県沿岸のどれかが海流によって変化し、岩手県南部では山田湾以南の前浜と推測。
- ・岩手県沿岸では、早期採苗がその後の養殖に有利。

## 6. 成果の利活用

ホタテガイ養殖関係者に情報提供する。

<b>B13</b>	
調査名	B 種苗特性緊急調査（1）各地域における種苗の特性調査
課題名	③ ホヤ
機関名 担当者名	宮城県漁業協同組合 渋 善之、菅原 潤（経済事業部） 佐々木良（同） 水産総合研究センター 桑田 博（東北区水産研究所資源生産部）
協力機関名	宮城県水産技術総合センター、岩手県水産技術センター

### 1. 調査目的

- マボヤは北海道、本州日本海沿岸、東北地方太平洋沿岸、瀬戸内海沿岸に分布しており、特に宮城県～岩手県海域では食用として大量に養殖されている。このマボヤの産卵期について陸奥湾では外部形態の異なる三つの種内群によって明白に区別されている。第1群（タイプA）は11月の午前中（9時30分～10時）に卵と精子を放出し、第2群（タイプB）は10月末～11月の午後夕方近くに、第3群（タイプC）は12月～4月の昼頃に放卵・放精を行う（無脊椎動物の発生 1988）。
- 岩手県北部の種市周辺および県中部の宮古市で採集されたマボヤの産卵は11月下旬の夕方、県南部の大船渡市のそれは1月の昼頃にあることがそれぞれ水槽観察で認められている（野呂ら2009）。野外の調査事例として、宮城県中部の鮫浦湾で行われた卵・浮遊幼生採集結果から12月～2月の昼頃マボヤの受精直後卵が認められている（佐々木2000）。また、宮城県南部の松島湾外海においてもマボヤは分布しているが、産卵生態などの報告はない。
- 三陸沿岸のマボヤについては、陸奥湾で言われる種内群についてまだ明らかにされておらず、今後さまざまな海域環境において精査する必要がある。ここでは水産試験場その他公的研究機関が保有している既存のデータ整理を行うとともに4海域のサンプル調査を行い、種苗特性の把握に必要な種内群の検討を行った。

### 2. 調査内容

#### A 測定調査

- 異なる立地条件の海域から天然ホヤを採集し、それぞれ外部形態や産卵特性などを比較した。

#### B 文献調査

- ホヤの種内群や種苗特性に関する既往の知見を検討した。



岩手県北部域

岩手県南部域

宮城県鮫浦湾

宮城県松島湾

#### 調査場所

- ① 岩手県北部域  
岩手県水産技術センター管内
- ② 岩手県南部域  
岩手県水産技術センター管内
- ③ 宮城県鮫浦湾  
宮城県漁協谷川支所
- ④ 宮城県松島湾  
同塩釜市浦戸支所

### 3. 調査方法

#### A 測定調査

種苗発生状況等緊急調査の③ホヤ(i)母貝生息状況調査において採集予定の鮫浦湾天然ホヤ、松島湾外海域で採集予定の天然ホヤおよび岩手県北部、南部より入手予定の4海域の天然ホヤについてサイズ、湿重量、外部形態として被囊突起の数などを計量した。

#### B 文献調査

以下の文献のほか関係情報を収集検討した。

団 勝磨 ほか(1988) 無脊椎動物の発生(下) ホヤ類 培風館

野呂忠勝ほか(2009) 平成20年度岩手県水産技術センター成果情報

佐藤 敦ほか(1972) マボヤの人工採苗試験 青森県水産増殖センター事業概要1

佐々木良(2000) 鮫の浦湾におけるマボヤ浮遊幼生の分布動態、宮水セ研報16

沼宮内隆晴(1991) 光とマボヤの配偶子放出、うみうし通信12

沼宮内隆晴(1984) ホヤ類の発生の実験と観察、遺伝38(7)、裳華房

沼宮内隆晴ら(1982) 配偶子放出時期と時刻の異なるマボヤの種内群について、海鞘第2号

### 4. 結果と考察

#### (1) 各地区の形態・被囊突起の比較

各地区のホヤの形態、体重・体高の関係ならびに体重・体幅、体高・体幅の関係は図1、図2に示した。体重測定については特に問題ないものの、体長については被囊が袋状であることから根部や出入管、突起の部位を含めず測定したが正確な測定は困難であった。

各地区の被囊突起数の組成は図4、図5に示したが、地区別の平均値はそれぞれ岩手県種市産ホヤ98、同釜石産79、鮫浦産51、松島産67となった。実際の測定においては写真1のとおり被囊突起(長さ、太さ)の形態が多様であり、また同一産地でもその組成は広範にわたることから正確な判別は困難と考えられた。



岩手県種市産



岩手県釜石産



宮城県鮫浦産



宮城県松島産

写真 各地区のホヤの外観

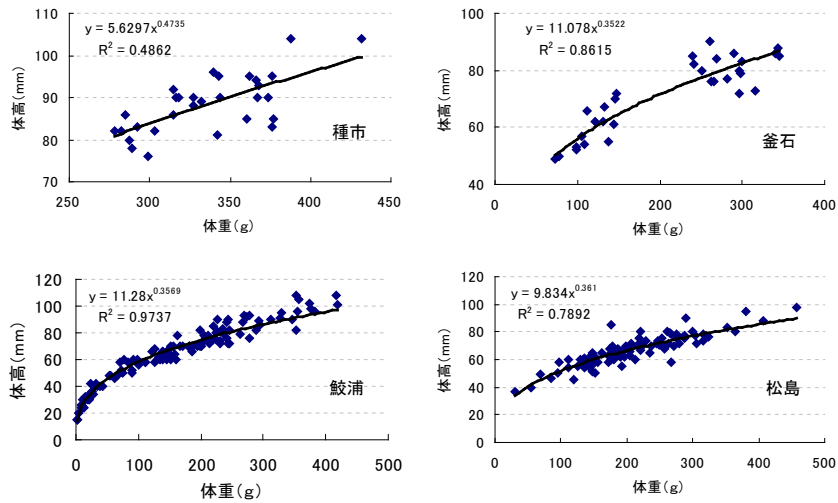


図1 ホヤの体高－体重の関係（岩手県種市、釜石、宮城県鮫浦、松島）

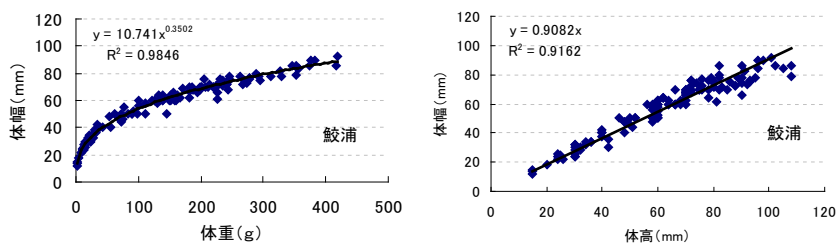


図2 ホヤの体幅－体重、体幅－体高の関係（宮城県鮫浦）

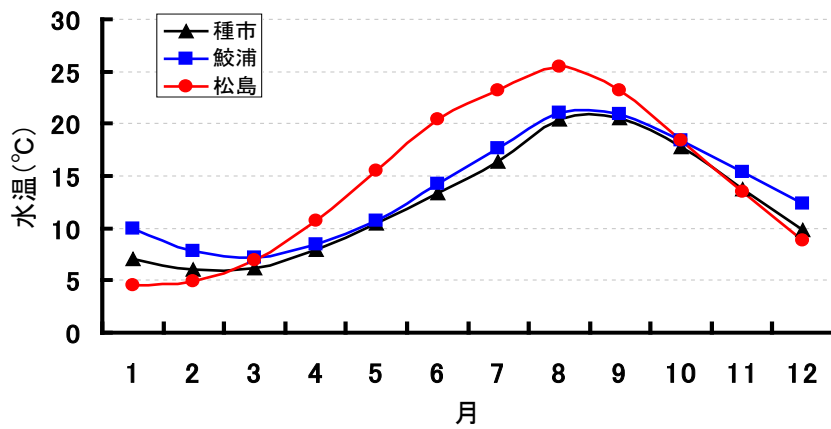


図3 岩手県種市、宮城県鮫浦、松島の月間平均水温の比較

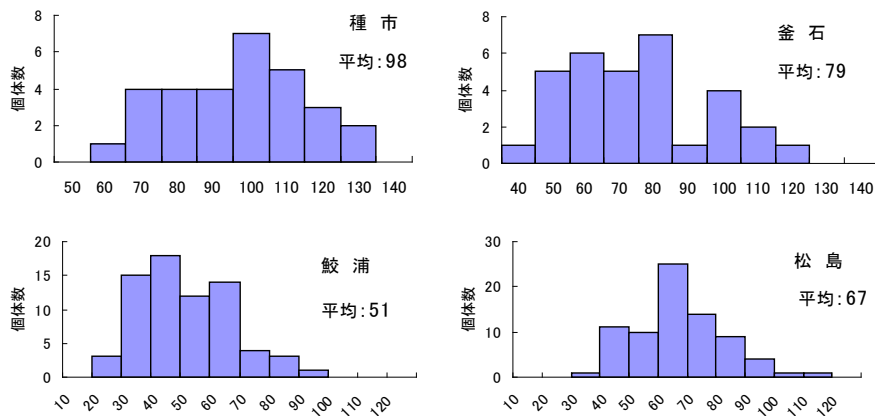


図4 岩手県種市、釜石、宮城県鮫浦、松島産ホヤの被囊突起数

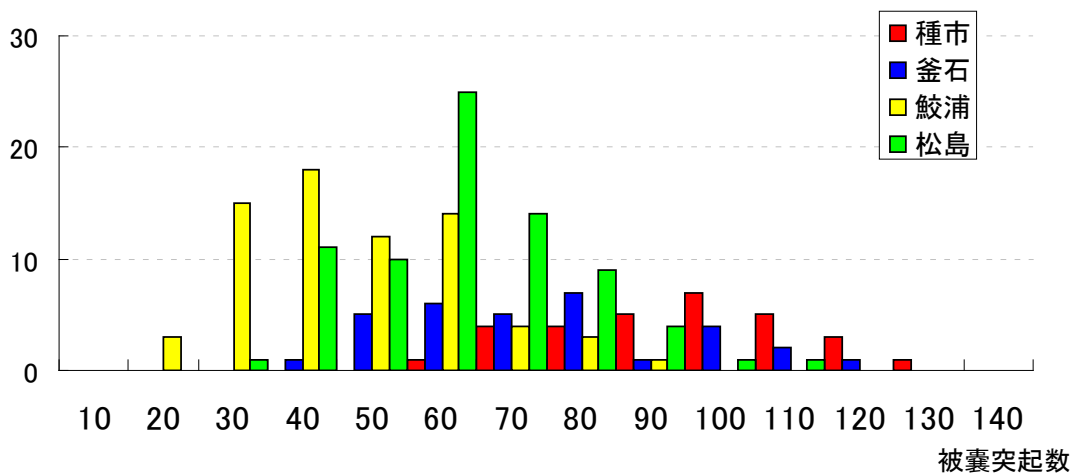


図5 岩手県種市、釜石、宮城県鮫浦、松島産ホヤの被囊突起数の比較

(2) 産卵時期と放出時刻

青森県浅虫産ホヤの産卵は11月中旬の昼前(佐藤ら1972)、岩手県種市産ホヤの産卵は11月下旬の夕方(野呂ら2009)と報告されている。宮城県松島産ホヤは写真のとおり生殖腺の発達は11月18日には標準的であったが、その後急速に肥厚し12月7日には完熟状態となった。その後の各種産卵誘発を通じ、松島産ホヤの産卵は12月中旬に始まった。放出時刻については夕方を想定し午後からの産卵誘発を行ったが産卵は確認できず、通常に加温刺激で昼前後に認められた。



11月18日における松島産ホヤの生殖腺



12月7日における松島産ホヤの生殖腺

5. 成果概要

- ・ 三陸沿岸の各産地による種苗の特産化を念頭に置き養殖種苗の導入に必要な情報を整理した。
- ・ 各地区のホヤを入手し、形態測定後のサンプルはそれぞれ遺伝子解析用に供した。

6. 成果の利活用

採苗産地ごとのホヤ種を用いて養殖した製品の特徴を整理し、ホヤ養殖関係者に情報提供する。

7. 委託業務

なし

<b>B21</b>	
調査名	<b>B21 種苗特性緊急調査</b>
課題名	<b>DNA分析 カキ</b>
機関名 担当者名	水産総合研究センター東北区水産研究所資源生産部 関野正志・黒川忠英；水産総合研究センター北海道区水産研究所生産環境部 鵜沼辰哉・長谷川夏樹；水産総合研究センター西海区水産研究所資源生産部 小林正裕・玉城泉也；水産総合研究センター西海区水産研究所有明海・八代海漁場環境研究センター 木元克則・松山 幸彦・橋本和正
協力機関名	西網走漁業協同組合、サロマ湖養殖漁業協同組合、檜山漁業協同組合奥尻支所、厚岸町カキ種苗センター、北海道立総合研究機構栽培水産試験場栽培技術部、東京農業大学アクアバイオ学科 千葉晋准教授

### 1. 調査目的

平成23年の東北地方太平洋沖大地震では、被災地域の水産試験場・地元漁協の養殖施設が壊滅的ダメージを受け、種苗の確保が困難な状況に陥った。宮城の天然種苗に依存している他地域のカキ養殖現場でも種苗の供給不足が問題となった。被災地域においては、外部からの種苗の導入が想定されるが、その際は、成長性に優れる等の、養殖に適した形質を持つ種苗の導入が必要である(種苗特性調査対応)。一方、種苗の形質特性は、地域集団が元来持っている遺伝性のものでなければ評価の意味が薄い。そこで本調査では、主要マガキ養殖地で発生したマガキ集団の遺伝的特性を調べる。

### 2. 調査内容

主要マガキ産地である北海道厚岸、宮城、広島および有明海から、各地域で2010年に発生したマガキ集団をサンプリングする。これらのサンプルについて、核DNA上のマイクロサテライトマーカーとSNPs(一塩基多型)マーカーおよびミトコンドリアDNAの塩基配列を使って多型解析を行い、地域間の遺伝的違いを明らかにする。

### 3. 調査方法

上記サンプル(各地域50個体程度)について、東北水研でDNA抽出を行う。有明海のサンプルでは、マガキと近縁のシカメガキ(形態では判別不可能)が混入する可能性が高いため、種判別用DNAマーカーを使って確実にマガキのみを選択する。DNAサンプルは東北水研と西海区水研で共有する。

東北水研：マイクロサテライト(MS)とSNPs解析(核DNA解析)を行う。マガキではマイクロサテライト解析が難しいため、10マーカー以上調べ、安定したデータが得られるものを最終的な統計解析のデータに用いる。マイクロサテライトとSNPsマーカーで、計15マーカー程度のデータが得られると予想される。

西海区水研：ミトコンドリアDNA(mtDNA)のシトクロームオキシダーゼをコードする配列(cox1)の塩基配列解析を行う。得られたデータを元に、地域間の遺伝的違いを数値化する(東北水研)。

### 4. 結果と考察

核DNA解析では、過去採集サンプルを含む計683個体を分析に供した。mtDNA塩基配列解析では、時間的制約から、本課題で採集された個体を中心とする388個体の分析を行った(表1)。



## <核 DNA 解析>

表 1. DNA解析に用いたサンプル

	サンプル名	由来	年級	個体数	核DNA	mtDNA	担当	注
宮城	松島05	養殖	2005	88	○	--	東北区	地先天然採苗
	松島10	養殖	2010	55	○	○	東北区	地先天然採苗
広島	広島05	養殖	2005	88	○	--	東北区	地先天然採苗
	広島10	養殖	2010	56	○	○	西海区	地先天然採苗
北海道	サロマ_宮城	養殖	2010	50	○	○	北海道区	天然採苗 (宮城県採苗)
	北海_有珠	天然	--	12	○	--	北海道区	DNAサンプル (道立総研機構栽培水試)
	北海_厚岸S	養殖	2010	47	○	○	北海道区	参考サンプル (継代)
	北海_奥尻	天然	--	81	○	○	北海道区	DNAサンプル (道立総研機構栽培水試)
有明海*	有明_能取	天然	--	26	○	○	北海道区	能取湖
	有明_佐賀	天然	--	73	○	○	西海区	浜川沖カキ礁 (シカメガキ含むと97個体)
	有明_熊本	天然	--	84	○	--	東北区	玉名、カキ礁
	有明_長崎	天然	--	23	○	--	東北区	小長井ドック内 (シカメガキ含むと88個体)
				683	683	388		

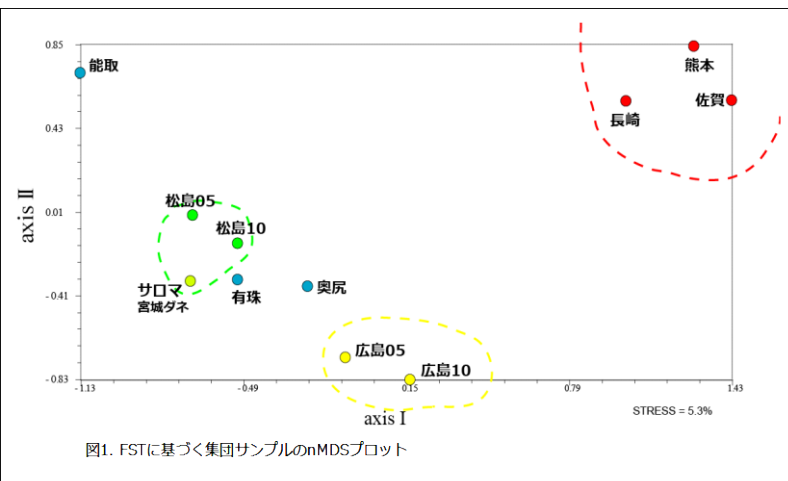
\*種判別解析 (核DNAとミトコンドリアDNA) で種を特定

表 2. 核DNAマーカー (10SNPs, 8 MS) ベースの $F_{ST}$ 有意差検定

	宮城		広島		北海道				有明				
	松島05	松島10	広島05	広島10	宮城 ダネ	有珠	厚岸S	奥尻	能取	佐賀	熊本	長崎	
宮城	松島05	---	0.28	<0.001	<0.001	0.32	0.90	<0.001	0.035	0.003	<0.001	<0.001	<0.001
	松島10	<b>0.001</b>	---	<0.001	<0.001	0.29	>0.99	<0.001	0.15	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
広島	広島05	<b>0.014</b>	<b>0.015</b>	---	0.005	<0.001	0.08	<0.001	0.026	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	広島10	<b>0.016</b>	<b>0.012</b>	<b>0.007</b>	---	0.002	0.62	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
北海道	宮城	<b>0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.018</b>	<b>0.010</b>	---	>0.99	<0.001	0.015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	有珠	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.013</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	---	<0.001	0.38	0.10	<0.001	<0.001	<0.001
	厚岸S	<b>0.044</b>	<b>0.045</b>	<b>0.066</b>	<b>0.059</b>	<b>0.038</b>	<b>0.048</b>	---	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	奥尻	<b>0.004</b>	<b>0.003</b>	<b>0.004</b>	<b>0.009</b>	<b>0.006</b>	<b>0.003</b>	<b>0.046</b>	---	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	能取	<b>0.012</b>	<b>0.016</b>	<b>0.043</b>	<b>0.043</b>	<b>0.019</b>	<b>0.013</b>	<b>0.061</b>	<b>0.021</b>	---	<0.001	<0.001	<0.001
有明	佐賀	<b>0.056</b>	<b>0.053</b>	<b>0.048</b>	<b>0.041</b>	<b>0.056</b>	<b>0.055</b>	<b>0.100</b>	<b>0.041</b>	<b>0.076</b>	---	0.68	0.57
	熊本	<b>0.055</b>	<b>0.055</b>	<b>0.048</b>	<b>0.041</b>	<b>0.055</b>	<b>0.057</b>	<b>0.094</b>	<b>0.041</b>	<b>0.076</b>	<b>0.000</b>	---	0.06
	長崎	<b>0.033</b>	<b>0.027</b>	<b>0.033</b>	<b>0.028</b>	<b>0.035</b>	<b>0.031</b>	<b>0.088</b>	<b>0.022</b>	<b>0.052</b>	<b>0.000</b>	<b>0.007</b>	---

対角線下:  $F_{ST}$  値; 対角線上: それぞれのサンプル間 $F_{ST}$ が偶然にその値を取る可能性

■ <0.001   ■ <0.01   ■ <0.05



予備実験から 8 個のMSマーカー、10 個のSNPマーカー、計 18 マーカーが集団解析に利用できることが分かった。各マーカー/個体についてジェノタイプを決定し、集団間の遺伝的差異の指標である  $F_{ST}$  を求めた(表 2)。 $F_{ST}$  に基づき多次元尺度構成法 (nMDS) によって集団サンプルを平面上にプロットしたものが図 1 である。なお、少数の親から作られた厚岸シングルシードは、人為的な遺伝子組成の偏りのため、地域間の遺伝的な位置関係を類推するには不適切であると考え、nMDSプロットからは除外した。宮城、広島および有明海間で有意な遺伝的違いが認められ、特に有明海集団と他地域集団の間には、大きな遺伝的違いがあることが分かった。一方北海道のサンプルでは能取湖の集団が、他地域と遺伝的に大きく異なることが分かった。北海道の有珠と奥尻の集団は、遺伝的に宮城と広島

の集団それぞれに近かったが、その要因は不明である。

## <mtDNA 解析>

mtDNAのcoxI遺伝子のうち、561 bp(塩基対)の塩基配列を決定した。得られたcoxIハプロタイプに基づき $F_{ST}$ を求め、集団サンプル間の遺伝的異質性検定を行った(表 3)。核DNAと異なり、mtDNAでは異質性が認められないケースが多く、有意水準 $P=0.001$ で異質性が認められたのは、厚岸のシングルシードと奥尻サンプル間のみであった。

各個体のcoxIハプロタイプに基づき、MJ法(Median-Joining)により、ハプロタイプネットワークを構築したところ(図 2)、海産魚などで典型的な星状型ネットワークが得られた。星状型ネットワークは、過去の大規模ボトルネック(資源の縮小)によるものという説が一般的である(ただし今回調べたmtDNA領域だけでは、そのように結論づけることはできない)。調べた388個体のうち、約79%(306個体)が同じハプロタイプを持っていた(図 2の中心円)。またどの地域でもこのハプロタイプが優占しており、これはサンプル間の $F_{ST}$ が全体的に低く、有意な遺伝的違いのあるサンプル組合せが少なかった要因である。

核DNAとmtDNAの結果に違いが生じることは、多くの生物で報告されている。これは、核DNAとmtDNAの遺伝様式の違いから(核DNAは両性遺伝、mtDNAは細胞質遺伝)、遺伝的浮動や遺伝子流動に対する感受性に違いがあることが要因としてあげられる。しかし今回の場合は、調べたmtDNA領域が極めて狭かった(マガキの全mtDNA約18,000 bpのうち、561 bp)。より広い領域を調べることにより、違った結果が得られるものと予想される。

### 5. 成果概要

- ・核DNAの結果から、地域間に遺伝的違いがあることが分かった。特に有明海のマガキは、他地域と大きく異なっており、養殖用種苗の移出入には注意を払う必要があると思われる。
- ・mtDNAに関しては、今回調べたDNA領域に基づく、地域間の遺伝的違いの根拠となる結果は得られなかった。しかし解析領域を拡げることにより異なる結果が得られることが予想される。

### 6. 成果の利活用

- ・地方品種など地域に適した養殖を行うための基礎データが得られた。遺伝情報を基にした掛け合わせなど、今後必要な情報の提供や技術の移転に貢献できる。

表3. mtDNA (coxIハプロタイプ) ベースの $F_{ST}$ 有意差検定

		宮城		広島			北海道			有明	
		松島10	広島10	宮城ダネ	能取	厚岸S	奥尻	佐賀			
宮城	松島10	---	0.454	0.746	0.829	0.007	0.377	0.079			
広島	広島10	0.000	---	0.165	0.014	0.212	0.380	0.014			
北海道	宮城	0.000	0.008	---	0.454	0.016	0.157	0.042			
	能取	0.000	0.006	0.002	---	0.044	0.103	0.121			
	厚岸S	0.019	0.023	0.029	0.032	---	<0.001	0.001			
	奥尻	0.000	0.000	0.004	0.013	0.039	---	0.011			
有明	佐賀	0.007	0.014	0.012	0.010	0.027	0.013	---			

対角線下:  $F_{ST}$ 値; 対角線上: それぞれのサンプル間 $F_{ST}$ が偶然にその値を取る可能性

<0.001   
  <0.01   
  <0.05

一塩基置換

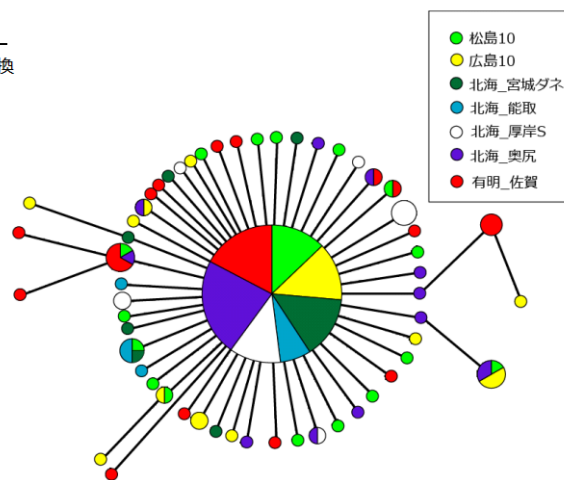


図2. coxI遺伝子に基づくハプロタイプネットワーク

それぞれの円が1種類のハプロタイプを表す。円の大きさはハプロタイプの出現頻度に比例する。最小の円は、調べた388個体のうち1個体でしか見られなかったハプロタイプ (singleton)。最も高頻度のハプロタイプが中心にある (306個体がこのハプロタイプを持っていた)。各円の内部は地域ごとに色分けしており、各ハプロタイプがどの地域に由来していたかを表す

<b>B22</b>	
調査名	B 種苗特性緊急調査
課題名	(2) DNA 分析 ②ホタテ
機関名 担当者名	(独) 水産総合研究センター中央水産研究所水産遺伝子解析センター 菅谷琢磨, 中村洋路 (構造研究グループ), 尾島信彦, 馬久地みゆき, 安池元重 (機能研究グループ)
協力機関名	

1. 調査目的 (現状や既往知見を含む)

ホタテガイは日本を代表する水産生物の一つであり、その生産の回復と安定化は我が国の水産業において極めて重要である。現在、ホタテガイの増養殖は、主に東北地方の太平洋沿岸、陸奥湾および北海道の各沿岸で行われており、春先に発生する天然幼生を用いて養殖用及び放流用種苗を育成することで生産が行われている。このため、ホタテガイ養殖の安定化には、養殖・放流用種苗の持続的な生産と健全性の確保が必要であり、増養殖生産が行われている各海域の種苗の特性を詳細に把握することは極めて重要と考えられる。

マイクロサテライト(ms)DNA やミトコンドリア(mt)DNA マーカーによる分析は、海域間の生物の遺伝的あるいは生態的な特性を迅速に検討する有効な手法の一つである。ホタテガイについても、mtDNA マーカーによって北海道と青森の間に遺伝的差異が報告されており

(Sato et al., 2007)、日本沿岸に遺伝的に異なる複数の集団が存在する可能性が示唆されている。このため、ホタテガイの増養殖生産の回復と安定化に向け、各海域の種苗について多数の DNA マーカーを用いた詳細な遺伝的調査が必要と考えられる。しかし、ホタテガイについては、これまで mtDNA マーカーの他に 41 個の msDNA マーカーが報告されているのみであり、海域毎の特性を分析する詳細な分析を行うにはより多くのマーカー開発が必要と考えられる。

以上のことから、本調査では、ホタテガイのゲノムを網羅的に分析し、新たな msDNA マーカーを大量に開発することを目的とする。

2. 調査内容 (対象漁業協同組合、実施予定海域図を含む)

- ・次世代シーケンサーによるホタテガイのゲノム DNA の網羅的分析
- ・ゲノムデータからのマイクロサテライト DNA 領域の抽出と PCR 用プライマーの設計
- ・設計したプライマーの性能試験(PCR 増幅及び多型性の確認)による種苗特性調査用マーカーの選別

3. 調査方法 (予定場所・定点図、調査分析機器 [購入備品] の概説・使用を含む)

**材料:** 種苗特性調査の中で、10~20 個体のホタテガイを入手する

**DNA 抽出:** 入手したサンプルより、筋肉を採取し、DNA 抽出に供する。その際には、購入備品である細胞破碎装置(BMS 社製, シェイクマスターネオ ver1.0) を用いて、DNA を傷つけることなく試料を細かく破碎し、高純度の DNA を抽出する。

**ゲノム DNA のシーケンス:** 次世代シーケンサー(Roche 社製, 454 GS FLX+)を用い、ホタテガイのゲノムについて数億塩基の DNA 配列を入手する。

**プライマー設計及び性能試験:** 入手した DNA 情報より、msDNA 探索ソフト(Tandem Repeats Finder)を用いて 2~5 塩基の繰り返し配列を抽出する。プライマー設計ソフト(Primer3)を用いて探索された繰り返し配列の前後に PCR 用のプライマーを設計する。さらに、これらのプラ

イマーを用いて、採集したホタテガイのサンプルにおいて試験的に PCR を行い、増幅の有無と多型性の確認を行い、集団解析に使用できる msDNA マーカーを得る。

なお、中央水研で保有する ABI3100 をアップグレードして ABI3130xl とし、分析能力を向上した上、本機器を西海水研へ移動し、「B.種苗特性緊急調査. (2) DNA 分析 ①カキ」の mtDNA の分析を実施する。

#### 4. 結果と考察

##### 1) ゲノム解析

北海道の八雲町沖で採集されたホタテガイ 1 個体の貝柱から約 20mg の筋肉組織を採取し、DNA の抽出に供した。DNA の抽出はフェノール・クロロホルム法に従って行い、抽出の際の試料の破碎には細胞破碎装置(BMS 社製, シェイクマスターネオ ver1.0) を用いた。次に、得られた DNA を用いてシーケンスライブラリーを作成し、次世代シーケンサー(Roche 社製, 454 GS FLX+)によって塩基配列のシーケンスを行った結果、25.6 万個のシーケンスデータが得られ、全体のデータ量は約 64.9Mb(6495 万塩基)であった (図 1)。

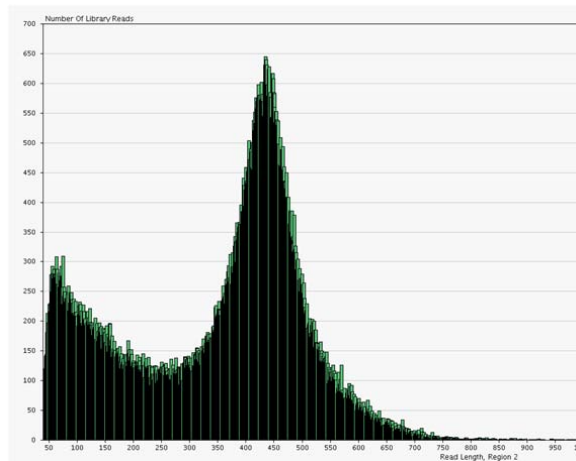


図 1 ホタテガイにおいて得られたシーケンスデータの長さとの個数。横軸：シーケンスデータの断片長、縦軸：データの個数。

表1 ホタテガイにおいて検出されたmsDNAの数と設計されたプライマーの数

繰り返しの単位	msDNA配列の数	プライマー設計数
2bp	201	25
3bp	234	90
4bp	185	96
5bp	50	21
合計	670	232

##### 2) msDNA の探索とプライマーの設計

得られたシーケンスデータについて、コンピュータソフト (Roche 社製, Newbler 2.6) を用いて重複する DNA 配列情報を取り除いた後、msDNA 探索ソフト(Tandem Repeats Finder: G. Benson, 1999)を用いて 2~5 塩基の繰り返し配列を探索した。その結果、msDNA 配列が 50~234 個検出され、合計の配列数は 670 であった (表 1)。次に、プライマー設計ソフト(Primer3: S.

Rozen and H. Skaletsky, 2000) を用い、探索された各 msDNA 配列において PCR 用のプライマーを設計した結果、232 組のプライマーが得られた (表 1)。

##### 3) プライマーの有効性の検討

設計されたプライマーから、比較的多型性が高く (繰り返し数が 10 回以上)、オートシーケンサーでの検出が容易 (増幅断片のサイズが 300bp 以下) と予想される 15 組のプライマーを抜き出し、北海道噴火湾及び青森県陸奥湾から採集されたそれぞれ 10 個体のサンプルにおいて実際に PCR を行い、バンドパターンと多型性を確認した(表 2)。その結果、4 種類のマーカーについて明瞭なバンドが検出され、噴火湾と陸奥湾を通じた各マーカーのアリル数と平均ヘテロ接合体率はそれぞれ 2~9 及び 0.309~0.816 であり、ヘテロ接合体率が比較的高かった 3 個のマーカー(DK9IA, D4JRE, DH17H)は各海域のホタテ種苗の遺伝的な特性の調査に有効と考えられた(表 2)。また、変異性が低かった DT0C9 については補助的に用いることが可能と考えられた。

表2 PCR法によって良好なバンドパターンが検出されたマーカの繰り返し配列、バンドが検出されたサンプル数、アレル数及びヘテロ接合体率

マーカー	繰り返し配列	サンプル数	アレル数	ヘテロ接合体率	
				期待値	観察値
DK9IA	(CA)	14	7	0.622	0.500
DT0C9	(TAT)	19	2	0.309	0.158
D4JRE	(GGA)	17	9	0.816	0.647
DH17H	(TGA)	17	9	0.813	0.882

#### 4) 海域間の遺伝的変異性の比較

得られた4つのマーカーについて、予備的な検討として海域間での遺伝的変異性を比較した結果、平均アレル数は、噴火湾と陸奥湾のいずれも4.8と同一であった。また、平均ヘテロ接合体率について、期待値は噴火湾が比較的高かったものの、観察値は同程度であり、両海域の遺伝的変異性は同程度と考えられた。さらに、両海域のアレル頻度を比較した結果、統計的に有意な違いは検出されず、海域間に遺伝的な差は認められなかった(図2, Fisher's Exact Test,  $P < 0.05$ )。しかし、マーカー毎に見ると、比較的高い頻度の高いアレルは共有されているものの、低頻度のアレルの出現パターンは異なる傾向にあり、より多くのサンプルを調べることで、低頻度アレルのパターンに有意な差が見られる可能性は否定できない。

表3 各海域における平均アレル数と平均ヘテロ接合体率の期待値と観察値

海域	平均アレル数	平均ヘテロ接合体率	
		期待値	観察値
噴火湾	4.8	0.736	0.548
陸奥湾	4.8	0.508	0.532

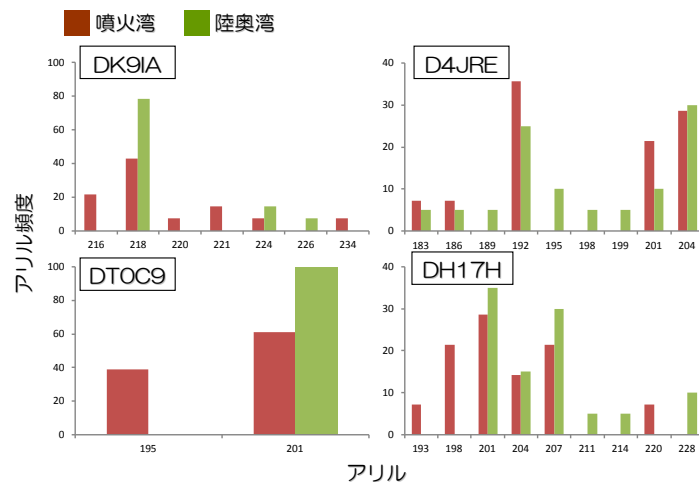


図2 各マーカーにおける海域毎のアレル頻度の分布

このため、ホタテガイの海域間の遺伝的差の検討には多くのサンプルを対象とした大規模な調査が不可欠と考えられる。

#### 5. 成果概要

各海域の種苗特性の元となっている遺伝的差を詳細に調査することができる msDNA マーカーが開発された。

#### 6. 成果の利活用

各海域の種苗の特性評価結果に加えて、開発した msDNA マーカーでの遺伝的分析により、各海域で生産された放流及び増殖用種苗の遺伝的差や海域間での幼生の交流等が明らかになり、東北太平洋沿岸のホタテガイ増養殖の復興に向け、海域特性に適した種苗を用いた効率的且つ持続的な生産体制を検討することが可能になると考えられる。

<b>B23</b>	
調査名	B種苗特性緊急調査
課題名	(2) DNA分析 ③ホヤ
機関名 担当者名	(独) 水産総合研究センター中央水産研究所水産遺伝子解析センター 菅谷琢磨, 中村洋路 (構造研究グループ), 尾島信彦, 馬久地みゆき, 安池元重 (機能研究グループ)
協力機関名	

### 1. 調査目的 (現状や既往知見を含む)

ホヤは海のパイナップルとも呼ばれ、東北及び北海道を中心に非常に重要な水産生物である。漁業としては、天然幼生の採捕による養殖生産が主流であり、岩手県宮古市付近から宮城県金華山に至る三陸沿岸が主産地となっている。現在、我が国のホヤの生産は、東日本大震災によって壊滅的な打撃を受けており、復旧に向けた早急な研究開発が必要である。特に、養殖の生産量は天然幼生の発生量に大きく依存しており、養殖生産の迅速な回復には、各海域の種苗特性の把握が不可欠と考えられる。

マイクロサテライト(ms)DNA やミトコンドリア(mt)DNA マーカーでの分析は、生物の遺伝的あるいは生態的な特性を迅速に検討する有効な手法の一つである。しかし、ホヤについてはこれまで、天然集団の解析に有効な DNA マーカーは全く開発されておらず、海域間の遺伝的な比較も行われていない。このため、ホヤの養殖生産の復旧に向けては、天然種苗の解析に有効な多数のマーカー開発が必要と考えられる。

以上のことから、本調査では、ホヤのゲノムを網羅的に分析し、新たな msDNA マーカーを大量に開発することを目的とする。

### 2. 調査内容 (対象漁業協同組合、実施予定海域図を含む)

- ・次世代シーケンサーによるホヤのゲノム DNA の網羅的分析
- ・ゲノムデータからのマイクロサテライト DNA 領域の抽出と PCR 用プライマーの設計
- ・設計したプライマーの性能試験(PCR 増幅及び多型性の確認)による種苗特性調査用マーカーの選別

### 3. 調査方法 (予定場所・定点図、調査分析機器 [購入備品] の概説・使用を含む)

**材料:** 種苗特性調査の中で、10~20 個体のホヤを入手する。

**DNA 抽出:** 入手したサンプルより、筋肉を採取し、DNA 抽出に供する。その際には、購入備品である細胞破碎装置(BMS 社製, シェイクマスターネオ ver1.0) を用いて、DNA を傷つけることなく試料を細かく破碎し、高純度の DNA を抽出する。

**ゲノム DNA のシーケンス:** 次世代シーケンサー(Roche 社製, 454 GS FLX+)を用い、ホヤのゲノムについて数億塩基の DNA 配列を入手する。

**プライマー設計及び性能試験:** 入手した DNA 情報より、msDNA 探索ソフト(Tandem Repeats Finder)を用いて 2~5 塩基の繰り返し配列を抽出する。プライマー設計ソフト(Primer3)を用いて探索された繰り返し配列の前後に PCR 用のプライマーを設計する。さらに、これらのプライマーを用いて、採集したホヤのサンプルにおいて試験的に PCR を行い、増幅の有無と多型性の確認を行い、集団解析に使用できる msDNA マーカーを得る。

#### 4. 結果と考察

##### 1) ゲノム解析

宮城県鮫浦湾で採集されたマボヤ 1 個体から筋肉組織を採取し、DNA の抽出に供した。DNA の抽出はフェノール・クロロホルム法に従って行い、抽出の際の試料の破碎には細胞破碎装置(BMS 社製、シェイクマスターネオ ver1.0) を用いた。次に、得られた DNA を用いてシーケンスライブラリーを作成し、次世代シーケンサー(Roche 社製、454 GS FLX+)によって塩基配列のシーケンスを行った結果、31.1 万個のシーケンスデータが得られ、全体のデータ量は約 129.2Mb(1 億 2922 万)であった (図 1)。

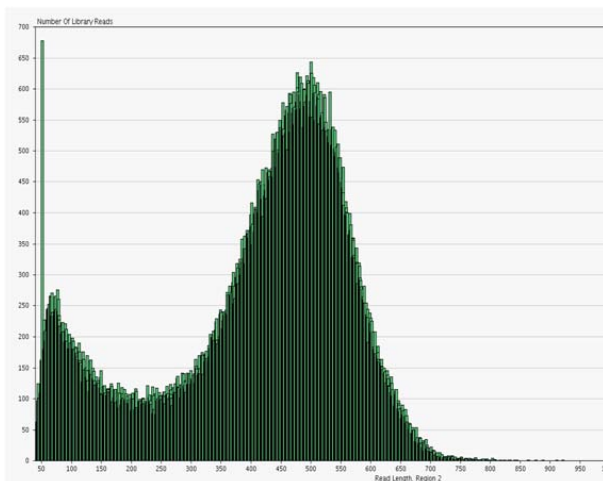


図 1 マボヤにおいて得られたシーケンスデータの長さ個数. 横軸：シーケンスデータの断片長, 縦軸：データの個数.

表1 マボヤにおいて検出されたmsDNAの数と設計されたプライマーの数

繰り返しの単位	msDNA配列の数	プライマー設計数
2bp	284	63
3bp	117	74
4bp	66	46
5bp	49	37
合計	516	220

##### 2) プライマー探索

得られたシーケンスデータについて、コンピューターソフト (Roche 社製、Newbler 2.6) を用いて重複する DNA 配列情報を取り除いた後、msDNA 探索ソフト(Tandem Repeats Finder: G. Benson, 1999)を用いて 2~5 塩基の繰り返し配列を探索した。その結果、msDNA 配列が 49~284 個検出され、合計の配列数は 516 であった (表 1)。次に、プライマー設

計ソフト(Primer3: S. Rozen and H. Skaletsky, 2000) を用い、探索された各 msDNA 配列において PCR 用のプライマーを設計した結果、220 組のプライマーが得られた (表 1)。

##### 3) プライマーの有効性の検討

設計されたプライマーから、比較的多型性が高く (繰り返し数が 10 回以上)、オートシーケンサーでの検出が容易 (増幅断片のサイズが 300bp以下) と予想される 15 組のプライマーを抜き出し、宮城県鮫ノ浦湾及び松島湾並びに岩手県 九戸郡洋野町 種市沿岸から採集された各 10~12 個体のサンプルにおいて実際にPCRを行い、バンドパターンと多型性を確認した(表 2)。その結果、10 種類のマーカーについて明瞭なバンドが検出され、全海域を通した各マーカーのアリル数と平均ヘテロ接合体率は、それぞれ、4~17 及び 0.472~0.896 であり、ヘテロ接合体率が比較的高かった 8 個のマーカー(D2N5U, DHOLN, DS53D, DVMWO, EGXGP, DQD1Z, DS8VA, DYGH6)は各海域のマボヤ種苗の遺伝的な特性の調査に有効と考えられた(表 2)。しかし、DVMWOについては全ての海域でハーディ・ワインベルグ平衡からのずれが見られており、集団間の比較を行う場合には注意が必要と考えられた。また、比較的変異性が低かったEQAA5 と ECBNUについては補助的に用いることが可能と考えられた。

表2 PCR法によって良好なバンドパターンが検出されたマーカーにおける繰り返し配列、バンドが検出されたサンプル数、アレル数、ヘテロ接合体率及びハーディ・ワインベルグ平衡(HWE)からのずれが見られた海域の数

マーカー	繰り返し配列	サンプル数	アレル数	ヘテロ接合体率		HWEからのずれが見られた海域
				期待値	観察値	
D2N5U	(AT)	30	7	0.812	0.900	0
DHOLN	(TA)	32	7	0.720	0.594	1
DS53D	(AC)	27	15	0.887	0.667	1
EQAA5	(GA)	32	8	0.472	0.406	1
DVMWO	(AT)	32	12	0.817	0.469	3
ECBNU	(TA)	32	4	0.598	0.594	0
EGXGP	(TA)	32	7	0.722	0.563	1
DQD1Z	(AC)	32	17	0.896	0.719	1
DS8VA	(TA)	32	9	0.756	0.719	0
DYGH6	(TA)	32	12	0.865	0.719	2

#### 4) 海域間の遺伝的変異性の比較

得られた 10 種類のマーカーについて、予備的な検討として海域間での遺伝的変異性を比較した結果、各海域の平均アレル数と平均ヘテロ接合体率はそれぞれ 6.0～6.7 及び 0.706～0.749 であり、鮫浦において比較的変異性が低くなる傾向が見られた(表 3)。次に、海域間の遺伝的差違について検討するため、アレル頻度と遺伝的距離(Fst)について検定を行った結果、鮫浦と他の 2 海域間に有意な差異が検出された。これらのことは、鮫浦に他の海域と遺伝的に異なる集団が存在する可能性を示しており、東北太平洋沿岸のマボヤにはなんらかの集団構造があることを示唆しているものと考えられる。一般的にある生物種の集団構造は幼生の拡散や親の交配様式など生態学的特徴と密接に関わっていると考えられており、マボヤについても、養殖生産の復旧を進めるための生態学的調査の一環として、遺伝的な調査を早急に行うことが非常に重要と考えられる。

#### 5. 成果概要

各海域の種苗特性の元となっている遺伝的差違を詳細に調査することができる msDNA マーカーが開発された。

#### 6. 成果の利活用

各海域の種苗の特性評価結果に加えて、開発した msDNA マーカーでの遺伝的分析により、各海域で生産された放流及び増殖用種苗の遺伝的差違や海域間での幼生の交流等が明らかになり、東北太平洋沿岸のホヤ増養殖の復興に向け、海域特性に適した種苗を用いた効率的且つ持続的な生産体制を検討することが可能になると考えられる。

表3 各海域の平均アレル数、平均ヘテロ接合体率の期待値と観察値、及びハーディ・ワインベルグ平衡(HWE)からのずれが見られたマーカーの数

海域	平均アレル数	平均ヘテロ接合体率		HWEからずれたマーカーの数
		期待値	観察値	
松島	6.2	0.736	0.591	4
鮫浦	6.0	0.706	0.635	3
種市	6.7	0.749	0.679	3

表4 海域間の遺伝的距離(Fst, 対角線下)及びアレル頻度の正確確率検定におけるP値(対角線上)

	松島	鮫浦	種市
松島		0.000* <sup>1</sup>	0.018
鮫浦	0.057* <sup>2</sup>		0.000* <sup>1</sup>
種市	0.027	0.054* <sup>2</sup>	

\*<sup>1</sup>:有意差有り (Fisher's Exact Test, P<0.05)

\*<sup>2</sup>:有意差有り (Permutation test, 10000回試行, P<0.05)



平成23年度種苗発生状況等調査事業実施報告書

<b>BI</b>	
調査名	B 種苗特性緊急調査
課題名	漁業者・関係者への情報提供
機関名 担当者名	(独) 水産総合研究センター 桑田 博 (東北区水産研究所 資源生産部)
協力機関名	(地独) 北海道立総合研究機構、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター

1. 目的

カキ、ホタテ、ホヤの各地域の種苗の成長性等の特性を、サンプル調査及び地域特性に関連するDNA情報の調査、解析を行うことにより、被災地域により適した養殖種苗の導入に必要な情報を漁業者等に提供する。

2. 内容

種苗特性調査 B11 カキ、B12 ホタテ、B13 ホヤ、DNA分析 B21 カキ、B22 ホタテ、B23 ホヤ、の各課題の情報を整理し、該当種を養殖している漁業協同組合および道県庁および道県水産研究機関に提供する。

3. 方法

B13 課題で行う岩手県2地域と宮城県2地域産のホヤの特性調査結果は、宮城県漁業協同組合および該当支所、岩手・宮城両県庁、および岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センターに報告する。B11 カキ、B12 ホタテ成果およびDNA分析結果は、岩手・宮城両県庁、北海道庁、および地方独立法人北海道立総合研究機構、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センターに報告する。

4. 結果と考察

- B13 課題で行う岩手県2地域と宮城県2地域産のホヤの特性調査結果、報告会資料を取りまとめて、年度末までに関係機関に提供する。
- B11 カキ成果およびDNA分析結果は、報告会資料を取りまとめて、年度末までに関係機関に提供する。
- B12 ホタテ成果およびDNA分析結果は、報告会資料を取りまとめて、年度末までに関係機関に提供する。

5. 成果概要

- 被災地域により適した養殖種苗の導入に必要な情報を整理した。

6. 成果の利活用

開発した msDNA マーカーは、将来の育種研究に活用される。

## 平成23年度種苗発生状況等調査事業の評価票(事前評価)

記入月日:平成23年12月12日

外部評価委員名: 尾定 誠先生

調査名		評価 ※1	評価の視点(仕様書に基づく)	中課題名	コメント及び指摘事項等 ※2	対応方針
B	種苗特性 緊急調査	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本調査計画で、カキ、ホタテ、ホヤの各地域の既存のデータを整理することが可能か。</li> <li>・本調査計画で、カキ、ホタテ、ホヤの遺伝的差違を解析するために必要なDNAマーカーを開発することが可能か。</li> <li>・本調査計画で、カキの遺伝的特性の分析が可能か。</li> <li>・本調査計画で、得られた情報を要望に応じて漁業者、関係者に提供することが可能か。</li> </ul>	B11 B12 B13 種苗特性調査	カキやホタテガイの地域特性を改めて評価することは今後の種苗生産や育種の観点から重要な意味がある。マボヤに関しても同様であるとともに、同定されている3系の生息状況は新しい導入種苗にヒントを与える可能性があり大いに期待される。	計画に従って、各種ごとに特性調査に努める。
				B21 B22 B23 DNA分析	3種の地域特性をDNAレベルで評価することによって、復興に向けた育種の視点からの養殖への展開の基盤情報を提供することは高く評価される。今後より充実させる方向で長期的な視点で進められることに期待したい。	本年度の期間内に可能なことは限られるが、次年度以後も解析結果を活用して研究の発展に努める。
				BI 漁業者・関係者への情報提供	各所の関心事である養殖種苗に関する情報が報告されることは評価される。受け取り側に判り易い形で整理・提供されることに期待したい。	指摘に対応して、漁業者、関係者にわかりやすい情報提供に努めたい。

※1 評価基準: A 特段の問題なく実施可、B 指摘事項を改善した上で実施可、C 大幅な見直しが必要

※2 コメント、指摘事項等: 評価に至った理由、技術上の問題点と改善方法等の指導、今後の検討事項等

## 平成23年度種苗発生状況等調査事業の評価票(事前評価)

記入月日:平成23年12月12日

外部評価委員名: 酒井 敬一 場長

調査名		評価 ※1	評価の視点(仕様書に基づく)	中課題名	コメント及び指摘事項等 ※2	対応方針	
B	種苗特性 緊急調査	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本調査計画で、カキ、ホタテ、ホヤの各地域の既存のデータを整理することが可能か。</li> <li>・本調査計画で、カキ、ホタテ、ホヤの遺伝的差違を解析するために必要なDNAマーカーを開発することが可能か。</li> <li>・本調査計画で、カキの遺伝的特性の分析が可能か。</li> <li>・本調査計画で、得られた情報を要望に応じて漁業者、関係者に提供することが可能か。</li> </ul>	B11 B12 B13	種苗特性調査	マガキについては、外部形態から判別することは難航するものと予測される。同じような取組は過去においてもなされているので、文献を十分に調査して、新たな切り口を発見すれば、判別の道が開けると思う。マボヤは新たな種内群が発見できる可能性があり科学的にも貴重な成果が得られることが期待される。	カキについて既存文献が多数あるため、限られた時間であるがB11課題で取り組む。マボヤは外観観察から糸口をつかんでいるので、B13課題でしっかりと取り組む。
				B21 B22 B23	DNA分析	遺伝子による判別が現代の主流となっており、ゲノム解析により三陸沿岸の主要な養殖生産物の特性が明らかにされることは今後の養殖生産に係る技術開発にも貴重な資料となる。特にホタテガイは採苗している幼生の由来が明らかになることにより、安定した採苗につながるものと思われる。	短時間の作業となるが、最新の遺伝子解析機器を駆使して取り組む。
				BI	漁業者・関係者への情報提供	漁業者へ種苗の由来や特性を説明するに当たっては十分に噛み砕いて、理解できる形にする必要がある。さらに、新しい知見がどのように応用でき、どのような効果があるかまで検討した上で伝えることにより、養殖技術の改良に弾みが付くものと思料される。	ご指摘を踏まえて公表に努める。

※1 評価基準：A 特段の問題なく実施可、B 指摘事項を改善した上で実施可、C 大幅な見直しが必要

※2 コメント、指摘事項等：評価に至った理由、技術上の問題点と改善方法等の指導、今後の検討事項等

平成23年度種苗発生状況等調査事業の評価票(事後評価)

記入月日:平成24年3月26日

外部評価委員名:尾定 誠先生

調査名		評価 ※1	評価の視点(仕様書に基づく)	中課題名	コメント及び指摘事項等 ※2	対応方針
B	種苗特性 緊急調査	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>カキ、ホタテ、ホヤの各地域の既存のデータを整理することができたか。</li> <li>カキ、ホタテ、ホヤの遺伝的差違を解析するために必要なDNAマーカーを開発することができたか。</li> <li>カキの遺伝的特性の分析ができたか。</li> <li>得られた情報を要望に応じて漁業者、関係者に提供することができたか。</li> </ul>	B11 B12 B13 種苗特性調査	マガキ、ホタテガイ、マボヤの3種に地域特性があることが見受けられたことは、時間の制約から調査個体の数が少ないとは言え、興味深い結果が得られたものと評価できる。移植による感染症拡大に十分留意する必要があると同時に、浮遊幼生の起源を探る上で更なるデータ蓄積の必要性を感じた。また、天然マボヤの地域特性を下に、新たに差別化した品種生産の可能性が指摘されたことは、今後の復興に向けた大きな成果と思われる。	感染症の侵入は養殖産業に甚大な被害をもたらす可能性があるため、現状では従来経験がない海域からの種苗搬入の必要がないことを伝えていきたい。
				B21 B22 B23 DNA分析	短い限られた期間で、マガキの詳細な地域集団解析がなされ、他地域からの移植に感染だけでなく遺伝形質の観点からも留意する必要性を指摘する結果が得られたことは重要である。また、ゲノムDNAの網羅的分析からのDNAマーカー探索にはまだ時間が必要であるが、今後の解読されるDNA塩基配列によって、より多くのDNAマーカーが見つかることを期待できる。	DNAマーカー解析は、引き続き努力する。
				BI 漁業者・関係者への情報提供	養殖に有益な生物特性を持つ地域の個体群の情報やDNA解析の実態を養殖漁業者に判り易い形で提供されるものと期待される。一方、優れた遺伝形質を持つからと言って安易な移植には慎重な対応が必要であることもしっかりと伝えられることを切望する。	現場漁業者への情報提供は、県水産研究機関が開催している現地検討会のような場を活用して、かみくだいた説明を考えていきたい。

※1 評価基準: A 計画以上の成果が得られている、B 当初計画をほぼ達成、C 当初計画の達成度が不十分

※2 コメント、指摘事項等: 評価に至った理由、解析上の問題点と改善方法等の指導、成果の活用や今後の検討事項等

平成23年度種苗発生状況等調査事業の評価票(事後評価)

記入月日:平成24年3月26日

外部評価委員名:酒井 敬一場長

調査名	評価 ※1	評価の視点(仕様書に基づく)	中課題名	コメント及び指摘事項等 ※2	対応方針
B 種苗特性 緊急調査	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カキ、ホタテ、ホヤの各地域の既存のデータを整理することができたか。</li> <li>・カキ、ホタテ、ホヤの遺伝的差違を解析するために必要なDNAマーカーを開発することができたか。</li> <li>・カキの遺伝的特性の分析ができたか。</li> <li>・得られた情報を要望に応じて漁業者、関係者に提供することができたか。</li> </ul>	B11 B12 B13 種苗特性調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来から言われているようにマガキには地方品種があり、それぞれの形態的生態的特性を持っていることが本調査でも再確認できた。今回も広島産マガキが宮城産に比べて殻が薄く、身の割合が大きいことが明らかにされたが、成熟に対する温度要求が宮城産より大きいため、宮城では成熟が不調になり剥き始めの品質低下を招くに至り現在は導入を止めている。本調査においても、他産地からの移入の必要性が低いとの結論になり、業界の方針と合致した。</li> <li>・ホタテガイに関しては、既往知見の収集整理を主な方法としているが、野呂(2012)の集大成が盛り込めたのは内容の充実につながった。</li> <li>・マボヤに関しては昨年、発見された松島湾外海域のマボヤの特異性が外部形態から明瞭にされたが、環境によるものか判然としなかった。今後、遺伝子解析の結果と合わせて精査が望まれる。この海域は被囊軟化症非感染域であるため、無病種苗の生産基地になる可能性もあり、保護が必要である。</li> </ul>	感染症の侵入は養殖産業に甚大な被害をもたらす可能性があり、現状ではカキについて宮城県では他海域からの種苗搬入の必要がないことを伝えていきたい。ホヤについて、松島湾産の遺伝子解析は追加調査の予算確保を検討する。
			B21 B22 B23 DNA分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遺伝子分析からもマガキの産地間の違いが明瞭となり、無秩序な種苗移入に警鐘を鳴らす根拠が得られた。しかし、宮城県産種ガキに依存したカキ養殖が全国生産量の半数近くを占めている現実もあることを考慮する必要がある。</li> <li>・ホタテガイについては、シーケンスデータに基づき232個のプライマーが設計され、さらに多型性や断片サイズからの絞り込みと再現性の確認を行い、種苗の産地判別を可能にした成果は大きい。今後のフィールドにおける検証が待たれる。</li> <li>・ホタテと同様に産地間の遺伝的差異を明らかにしたが、マボヤは種苗生産地に限られ、その流通もわかっている。今後、この技術の利活用を検討していく必要がある。</li> </ul>	DNAマーカー解析は、引き続き努力する。
			BI 漁業者・関係者への情報提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>・B事業は生産者に直接、情報提供されるものではなく、指導的な立場である県や漁協などに提供され、種苗導入の判断などの際に役立つものとする。従って、指導機関へは報告書やHPでの提供が妥当と思われる。</li> </ul>	県の行政と水産研究機関およびカキ等養殖が重要な漁協に対して、報告書の送付を急ぎ行う。

※1 評価基準: A 計画以上の成果が得られている、B 当初計画をほぼ達成、C 当初計画の達成度が不十分

※2 コメント、指摘事項等: 評価に至った理由、解析上の問題点と改善方法等の指導、成果の活用や今後の検討事項等

