

ノート

東日本大震災後の種ガキ生産について

田邊 徹*

The Natural Seed Collection of Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, After the Great East Japan Earthquake on 3.11

Toru TANABE*

キーワード：天然採苗，東日本大震災，マガキ

本県は古くからカキ(マガキ *Crassostrea gigas*)養殖が盛んで、近年では国内の生産量の約1/4を占める有数のカキ生産県である(図1)。また食用カキの養殖生産に加えて種ガキを生産しており、2009年度の種ガキの販売量では国内の約80%を占めている¹⁾。種ガキの採苗は、養殖ガキ等から天然に発生した幼生を漁場に垂下したホタテガイ原盤(採苗器)に付着させる方法で行われている²⁾。古くは松島湾や万石浦を漁場として行われていたが、内湾で発生した幼生も沖合まで広範囲に分散集積を繰り返して付着期に至ることが明らかになっている²⁾。また、母貝群が内湾から牡鹿半島を中心とする石巻湾沿岸の漁場に移ったことから、これら漁場で採苗する方法が1968年に開発され、牡鹿半島西側の石巻湾の沿岸でも採苗されるようになり、現在に至っている²⁾。

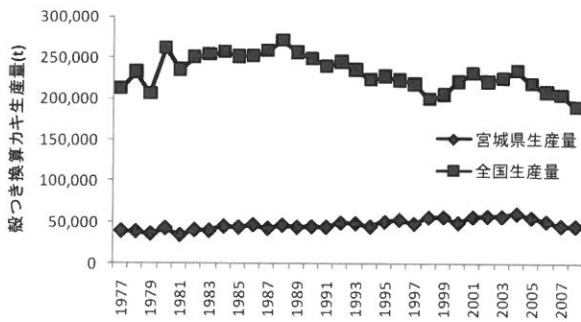


図1 全国及び宮城県のカキ生産量の推移(殻つき換算)

県内の種ガキの大部分が牡鹿半島西側の石巻湾から松島湾までの海域で生産されている。この海域では県内の食用カキのおよそ60%が生産されており(図2)³⁾、母貝量

が非常に多いことに加え、夏の産卵期に湾の構造が閉鎖的様相を示しやすい条件を備えていること⁴⁾等が種ガキの採苗を産業規模で成立させている要因だと考えられる。特に、牡鹿半島西側の漁場のうち万石浦周辺を除く石巻湾沿岸の漁場では主に2歳貝を生産しており、これらは個体サイズが大きく、卵数も多いことから石巻湾沿岸漁場だけではなく万石浦や松島湾などの内湾にも幼生を供給し、本県の天然採苗には欠かせない母貝群となっている。

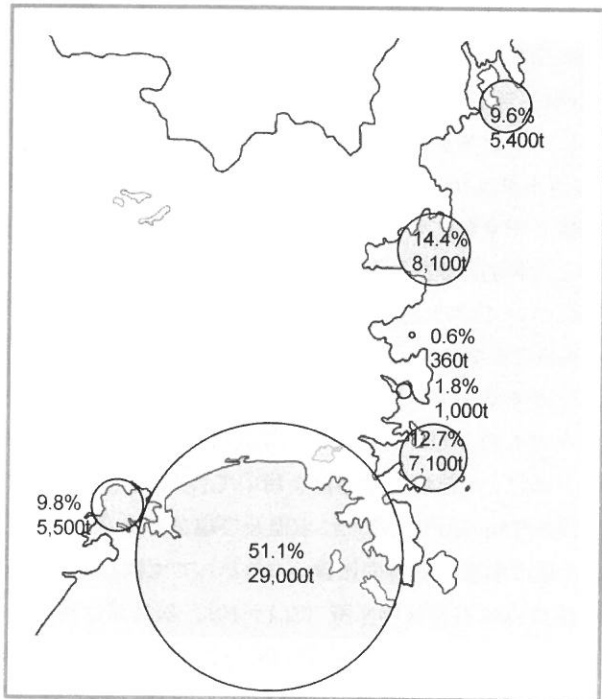


図2 宮城県における2002～2008年の5カ年平均湾別カキ生産割合と生産量(殻つき換算)

*水産技術総合センター

2011年3月11日に発生した東日本大震災により本県カキ養殖業は甚大な被害を受け、特に牡鹿半島西側の漁場で来シーズンに出荷される予定であった1歳貝(出荷時は2歳貝)はほとんどが滅失し、2011年の種ガキの天然採苗は危機的な状況であった。本報では、このような状況下で行われた種ガキ天然採苗の結果と採苗に至った要因について報告する。

試料と方法

2011年の母貝の成熟度調査は、松島町磯崎地先(松島湾)と石巻市万石町地先(万石浦)で養殖された1歳貝(2010年採苗群)を用いた。週1回、両群それぞれ20個体の殻長、軟体部重量を測定した後、既報²⁾に従い軟体部横断面における生殖巣の厚さの割合を以下の式により熟度指数として算出し、熟度指数平均値の推移で成熟度及び産卵を判断すると共に、切断面の肉眼による観察を行い、生殖巣の一部の半透明箇所の有無で直近に産卵があったかどうかを判断した。

$$\text{熟度指数} = (\text{長径} - \text{内蔵塊径}) / \text{長径} \times 100$$

毎週1～2回実施した浮遊幼生調査では、北原式定量式プランクトンネット(目合70 μ m)で水深2.5mから垂直に曳き(濾水量は100L)、その中に含まれるカキ幼生を光学顕微鏡下で全数計測することで幼生数を求めた。なお、他種との判別はD型幼生期から殻頂期への変態期以降のものについて行い、殻長100 μ m未満から250 μ m以上まで50 μ m毎に計数を行った。この時期のカキ類幼生の大部分がマガキ幼生であることから確認されたカキ類幼生をマガキのものとして計数した。表面の水温と比重を計測すると共に、水温塩分水深計を用いて1秒隔で記録し、沈下速度約0.5m/secで水深別に水温及び塩分を計測した。なお、比重は水温15 $^{\circ}$ C時の比重(σ_{15})として比較した。2011年の調査点は石巻湾10ヶ所(St.1～10)、松島湾は当初2ヶ所(St.11, 12)、後3ヶ所(St.11, 12, 12'), 万石浦は4ヶ所(St.13～16)である(図3)。

稚貝の付着状況を観察するために、磯崎の松島湾及び万石町の万石浦に面した岸壁の平均水面程度の高さにホタテ原盤10枚からなる試験連を設置した。毎日～隔日程度の頻度で付着数を計数し、原盤1枚1日当たりの付着数を算出した。なお、例年試験連を設置している佐須浜は

万石浦の水道部左岸の外海側にあるが、2011年の試験連設置場所は万石浦の水道部右岸の万石浦側である。

過去との比較については、当センターで発行している沿岸養殖通報(種ガキ)を参考とした⁵⁾。また、石巻の気象データについては、気象庁がHP上で発表している風向、日照時間、平均気温について参照した⁶⁾。また本年度は田代島定点の水温観測が実施できなかったため、石巻湾佐須浜定点の表面水温(午前9～10時に観測)を用いて例年と比較した。

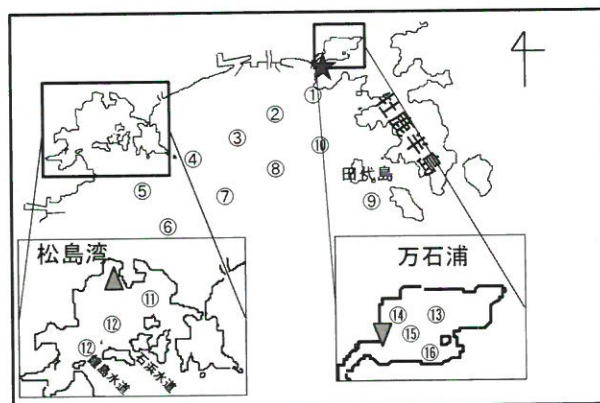


図3 2011年度の幼生調査の調査
▲及び▼は試験連設置箇所を、★は水温観測点を示す

結果と考察

気象及び水温状況

佐須浜定点の旬平均水温を図4に示した。例年、水温は春期から上昇するが、6月中旬から7月中旬までの1ヶ月の間は停滞する傾向にある。この時期は梅雨の時期にあたり、東北地方太平洋側でよく見られる「やませ」と呼ばれる北東風により気温が低めに推移することに加えて、この季節風の影響で曇りの日が多くなり、日照量が減少すること等に起因している。2011年は5月下旬までは例年に比べやや低水温で経過したものの、6月以降は水温が上昇し、特に7月中旬までは例年に比べ高く推移した。その後、7月下旬及び8月上旬は例年よりも低く推移し、8月中旬以降再び高めで推移した。

2011年7月と、過去10年間で梅雨明けが最も平年値(7月28日)に近かった2007年の7月における最大風速の風向別積算日数を図5に示した。2007年は2011年の同時期と比較し7月上旬～中旬に北よりの風の日が多い。これは例年梅

東日本大震災後の種ガキ生産について

雨時期に見られる季節風で気温の低下をもたらす。これに対して、2011年は7月上旬～中旬北よりの風があまり吹かず、南よりの風が卓越した。また、7月上旬の総日照時間は50.1時間で、平年値の40.7時間を上回り、7月中旬の総日照時間は80.2時間で平年値の42.5時間を大きく上回った。加えて、7月上、中旬は平均気温についてもそれぞれ4℃程度平年値を上回った(表1)。2011年の梅雨明けは、気象庁の発表では7月9日で、例年(7月28日)と比較して2週間以上早かった。すなわち、2011年は例年梅雨の期間である7月中旬にはすでに梅雨が明け、そのため気温、日照時間も平年値を上回り、さらに南寄りの風が卓越したため、水温が上昇したものと考えられる。

佐須浜水温は7月下旬に低下し平年値を下回った。7月20日前後に台風6号が通過し、その後、北よりの風が吹いたことに加えて(図5)、台風前後の時化により、底層の低温水と表層の高温水が攪拌されたことに伴い水温が急激に低下したと考えられる。また、7月下旬は日照時間、平均気温とも平年を下回った(表1)。このことにより、台風による攪拌によって起こった水温の低下がその後も維持されたものと考えられた。石巻湾の沖合のSt.7における水温の鉛直分布では、7月15日では表面水温が27.0℃、海底直上水温が12.8℃でその差が14.2℃であったが、7月26日では表面水温が22.4℃で海底直上水温が15.1℃でその差が7.3℃となり、また、塩分濃度も7月15日では表面が22.4、海底直上が33.7でその差が11.3であったが、7月26日では表面が30.2、海底直上水温が33.0でその差が1.8となり、表層と底層の差大きく減少し(図6)、鉛直の混合があったことを示している。なお、8月以降は上旬と下旬で日照時間が例年を下回ったものの、気温は平年並みで安定した夏型の気候が継続し(表1)、再び高水温傾向となった(図4)。

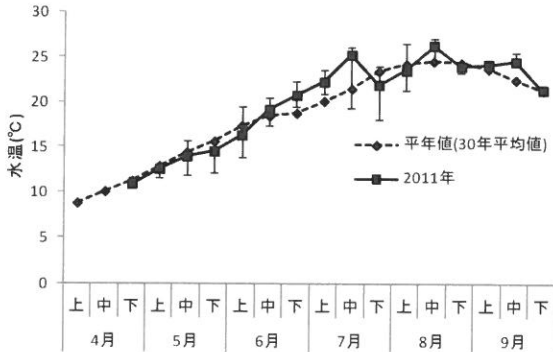


図4 佐須浜定点の表面水温の推移
バーは期間の最高及び最低水温を示す

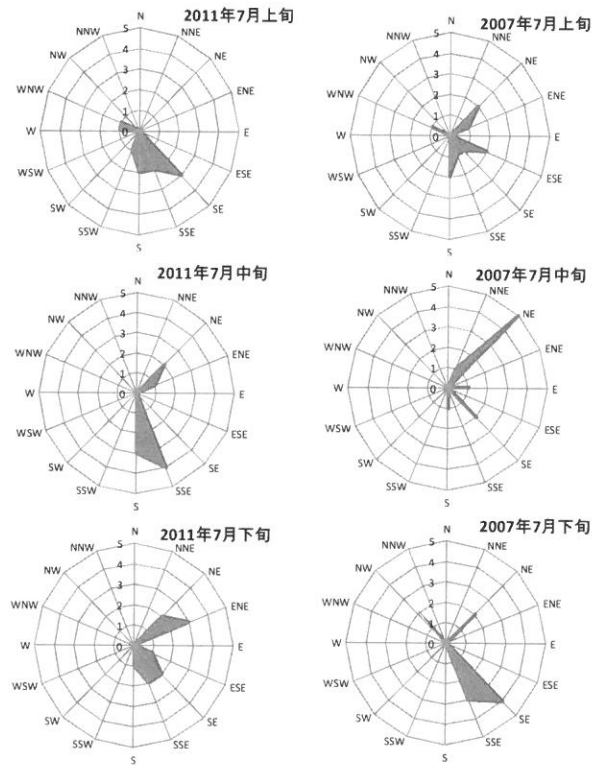


図5 2011年及び2007年7月における最大風速の風向別積算日数(気象庁HPより)

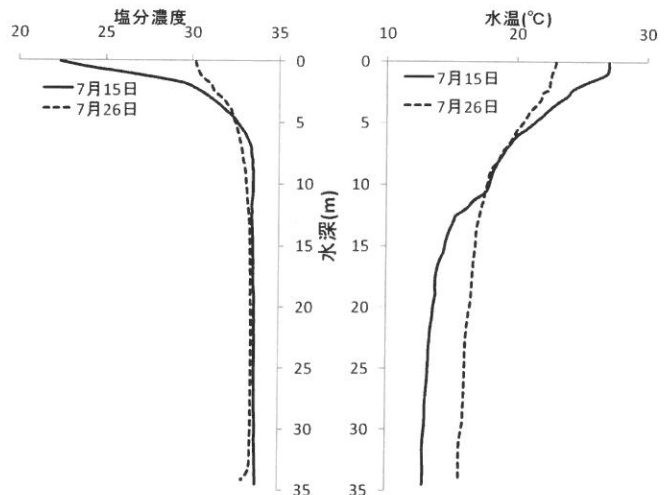


図6 2011年の幼生調査の調査点⑦における水温(右)及び塩分(左)の鉛直分布

表1 2011年の旬毎の平均気温及び日照時間(括弧内は平年値)

		平均気温 (°C)	期間中の 日照時間
7月	上旬	23.9	50.1
	(平年値)	(19.9)	(40.7)
	中旬	25.0	80.2
	(平年値)	(21.2)	(42.5)
	下旬	21.8	36.6
	(平年値)	(22.8)	(56.3)
8月	上旬	23.8	36.3
	(平年値)	(23.7)	(58.1)
	中旬	26.1	57.4
	(平年値)	(23.6)	(52.8)
	下旬	22.4	38.3
	(平年値)	(23.2)	(56.4)

母貝状況

宮城県漁協各支所への聞き取りによると、東日本大震災により、石巻湾の主要な漁場では2歳で生産予定及び3月11日以降に出荷予定だった1歳のカキは滅失した。一方、種ガキは万石浦及び松島湾でそれぞれ10万連程度の残存が確認された。このうち半分程度は県内及び県外へ出荷されたものの、松島湾及び石巻湾(万石浦を含む)で、十数万連が本養殖に供されたと推察される。2011年は石巻湾沿岸漁場のがれき撤去が遅れたため、例年7月上旬に本養殖のためこれらへの移動が行われるが、2011年は8月上旬～9月まで遅れ、産卵期には大部分のカキが松島湾内及び万石浦内にとどまった。

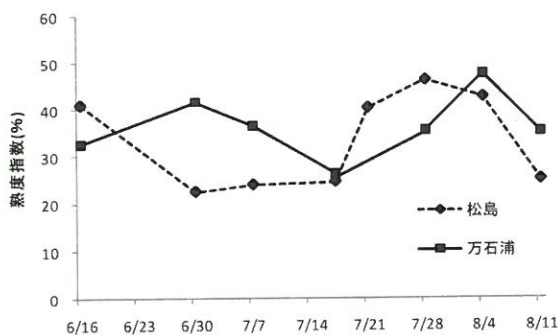


図7 2011年のカキの熟度指数の推移

母貝の熟度調査の結果を図7に示した。松島湾では6月下旬にかけて、万石浦では7月上旬及び中旬に熟度指数の減少が見られ、この間に比較的大規模な産卵があったことが窺える。松島湾ではその後7月中旬まで熟度指数が低

い状況が続き、調査毎に産卵が確認された個体があったことから、断続的に産卵が継続したものと考えられた。松島湾、万石浦及び石巻湾沿岸漁場の表層近くに垂下されているカキでは、夏期の高水温期には熟度指数の増減は伴わないものの、成熟した個体に混じって、直近に産卵があったと考えられる個体を確認される⁵⁾。これは高水温期の特徴的な現象であると考えられる。

その後いずれの調査点でも水温が低下した7月下旬から8月上旬にかけて熟度指数は回復し、水温が上昇した8月上旬に再び熟度指数が減少し、大規模な産卵が確認された。

以上より、2011年は松島湾の6月下旬と8月上旬、万石浦の7月上旬から7月中旬と8月上旬に熟度指数の低下を伴う比較的大規模な産卵があり、また、いずれの海域も7月下旬まで熟度指数の増減を伴わない小規模な産卵が継続したものと考えられ、これらが本年の幼生加入に大きく影響を及ぼしたと考えられる。なお、後述するが、万石浦では6月28日の調査で、カキの小型幼生が多く出現しており、万石浦湾奥では松島湾と同時期に、まとまった産卵があったものと考えられる。また、熟度指数の増減を伴わない小規模の産卵は幼生出現数を一定に維持することに貢献したと考えられる。

幼生出現状況及び付着状況

2011年に実施した調査毎の幼生のサイズ別出現数及び石巻湾の表面水温の分布を報末の別図1～3に、環境調査結果及び調査毎の幼生の大きさ別出現数を同じく報末の別表1、2に、試験連への付着状況を図9に示した。調査点については図3の通りである。6月28日には松島湾及び万石浦では殻長150 μ m未満の小型幼生を中心に数百～数千個/100Lの密度でカキ幼生が確認された。しかし、石巻湾の調査点ではほとんど確認されなかった。その後、7月5日には松島湾及び万石浦で殻長150 μ m未満の小型幼生を中心に数千個/100Lの密度でカキ幼生が観察された。6月28日に万石浦で確認された小型幼生の出現は万石浦の熟度調査では確認出来なかったが、熟度調査用の親貝は万石浦湾口部に近い漁場で養殖されていたものであるが、おそらくこの小型幼生は水温が高くなる傾向のあるSt.13近傍の万石浦湾東奥部あるいは南奥部(別表1、2)で養殖されていたカキを母貝としたものと考えられ

東日本大震災後の種ガキ生産について

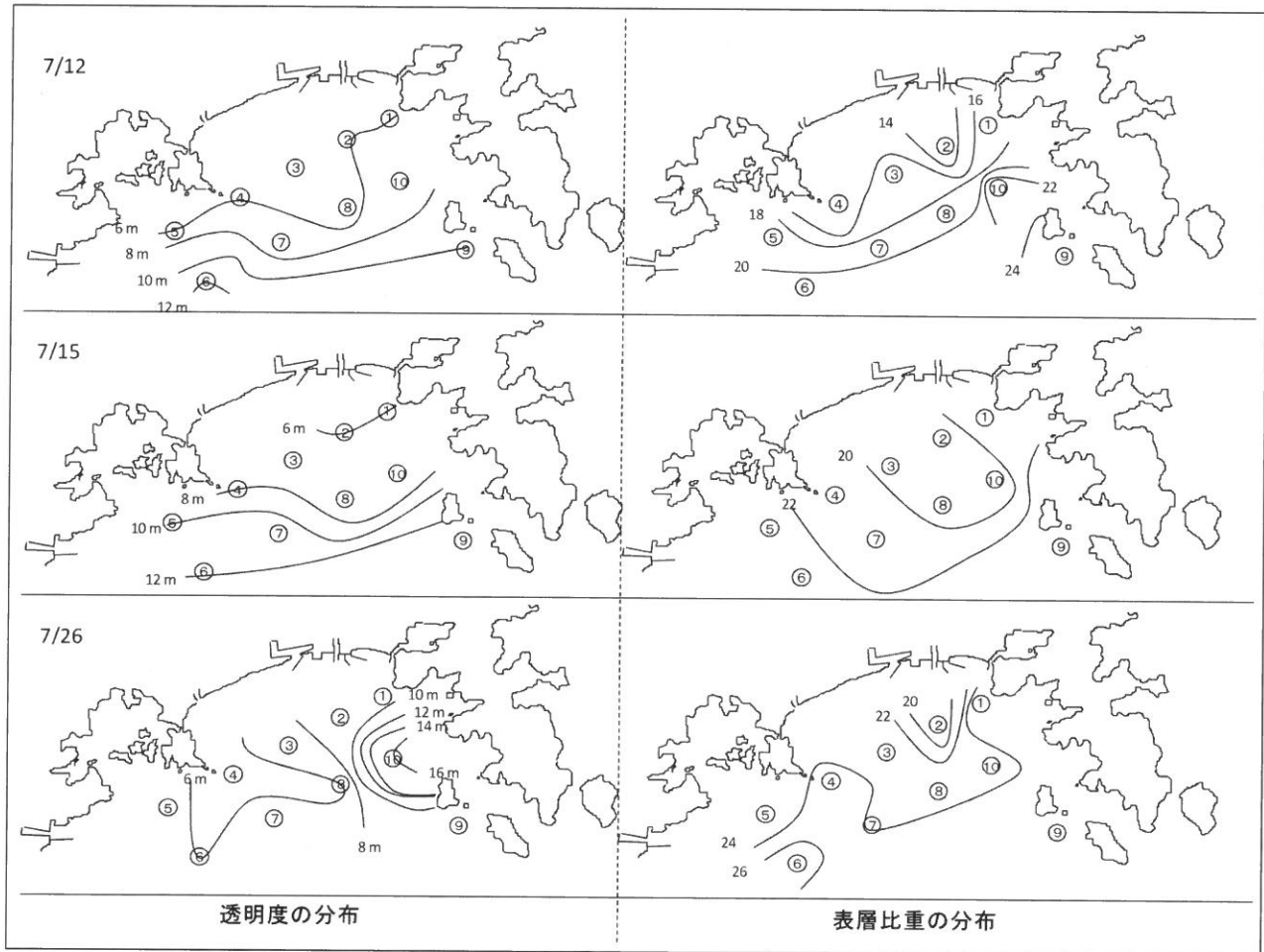


図8 2011年7月中～下旬の石巻湾における透明度及び表層比重(σ_{15})の分布

た。7月上旬の幼生出現は母貝の熟度調査の結果とほぼ一致しており、内湾漁場の母貝を由来とする幼生であると考えられた。7月8日には松島湾及び万石浦の幼生密度が前回の調査と比較して減少傾向であったにもかかわらず、石巻湾調査点の一部で殻長100~200 μm の小型～中型幼生を中心に、1,000個/100Lを超える幼生が確認されたことから、松島湾及び万石浦で発生した幼生が湾の海水交換と共に石巻湾に移送されたものと考えられた。その後、7月12及び15日には石巻湾調査点で確認された幼生のうち大型幼生数が増加した。これに対応して、万石浦の試験連でも7月15日前後にかけて付着数が最大となった。7月15日には、万石浦では殻長250 μm を超える大型幼生は石巻湾調査点と比較して多くはないが、万石浦湾口部に近いSt.1で131個/100L観察されており、大型幼生が潮汐により万石浦に輸送され付着に至ったと考えられる。一方、

松島湾でも7月20日前後に試験連への付着数が最大となった。松島湾内では7月19日の調査で試験連設置場所に近いSt.11で大型幼生が135個/100L観察されており、これら大型幼生が付着に至ったものと考えられる。台風6号が通過するまでの期間に牡鹿半島西側の漁場の大部分、松島湾の一部及び万石浦で原盤が投入され、投入数は聞き取り調査より、約15万連と推察される。

一方、7月12日以降、22日まで松島湾及び万石浦の内湾で中小型幼生が数千～1万個/100Lの密度で確認された。7月26日には、松島湾及び万石浦の内湾ではこれらの中小型幼生は減少傾向となったが、石巻湾調査点で数百個/100Lの密度で中小型幼生が確認されたことから、前回と同様に、内湾で発生した幼生が密度の減少を伴いながら沖側に移送されたものと考えられた。これらの幼生は、8月2日では全幼生密度が100個/100L以上の地点は、全調

査地点のうち僅か2点であった。しかし、8月9日には石巻湾調査点でも中大型幼生が100個/100 L観察されるなど、中大型幼生の増加が見られた。8月上旬には残りの大部分の原盤約25万連が松島湾と石巻湾で投入された。また、8月中旬以降もごく一部で原盤の投入が行われ、本年度の合計原盤投入数は約40万連となった。

7月中～下旬における石巻湾の透明度及び表層比重の分布を図8に示した。また、地名に関しては図3の通りである。7月12日には松島湾沖合のSt.6、及び石巻湾沖合のSt.6で高い透明度(10～12 m)と水塊が観測され、15日には松島湾から石巻湾調査点の沖側のSt.5～7及びSt.9で同様に透明度の高い水塊が観測された。表面比重の分布においても、12日には比較的比重が高い22を超える領域がSt.10及び9で確認され、15日には石巻湾の調査点の沖側を取り囲むように分布していたと推察される。また、別表2に示した表面水温の分布からも、7月15日には内湾にある比較的水温が高い水塊と、牡鹿半島側にある比較的水温が低い水塊が分布している状況からも、比重等の分布と同様の傾向が見られる。つまり、石巻湾の調査点付近の外側を透明度が高く比重が高い内湾系の水とは異なる水塊が覆われ、内湾水が流出しにくくなるような、閉鎖的な環境が保たれていたと推察される。St.9付近はこれまでも、透明度の高い水塊が確認されることがあり、その後牡鹿半島に沿って石巻湾内に侵入すると、牡鹿半島の沿岸漁場ではカキ幼生が極端に減少することがある^{4, 5)}。また、北よりの卓越した7月下旬の7月の26日の調査ではこの透明度の高い水塊がSt.10まで北上し、比重の分布でも比重24を超える水塊が牡鹿半島沿岸から石巻湾奥のSt.1まで確認され、牡鹿半島沿いに内湾系と異なる水塊が侵入したと考えられる。また比重の分布や、透明度の分布から、この水塊の侵入により内湾系の水が沖合に押し出されていると考えられ、幼生調査で観察された幼生密度の低下につながったと考えられる。石巻湾調査点では一方、8月以降は7月上～中旬と同様に、石巻湾の沖側の調査点で透明度の高い外洋水が確認されることはあったものの、田代島近辺から舌状に透明度の高い水塊が確認されることはなかった。小金沢は、北よりの風が卓越している場合は牡鹿半島西側から沖合の水が田代島周辺から仙台湾北部(石巻湾)に舌状に流れ込み湾内水が沖合に押し出され、逆に南よりの風が卓越した場合、閉鎖性が保た

れることを報告している⁴⁾。また、寛らの平成22年に行った調査でも南よりの風が卓越している場合、石巻湾は閉鎖適様相を呈し、湾内で時計回りの水が流れ、逆に北よりの風が卓越している場合は、牡鹿半島沿いに外側から湾奥への水が流れることが明らかになっている(寛ら未発表)。一方、小金沢は沿岸流によって仙台湾北部(石巻湾)の水交換が起こることを報告しているが⁴⁾、2011年の海水の動きは基本的には小金沢が指摘した風による動きと類似していることから、この年は、南よりの風により、石巻湾では万石浦周辺で発生したカキ幼生を含む水塊が沖合へ拡散されにくい海況が形成され、付着まで至ったと考えられる。また、この水塊の接岸は松島湾についても同様の閉鎖性を保ち、採苗に至ったものと推察される。8月以降は8月2日の調査ではこの透明度及び比重の高い水塊が、一時的に石巻湾沿岸側調査点で確認されたが、その後は、幼生密度はやや低いものの、再び7月中旬と同じような傾向が見られ、これらの水塊が沿岸側の調査点ではほとんど確認できなかったことから、石巻湾の閉鎖性は維持されたと考えられる。

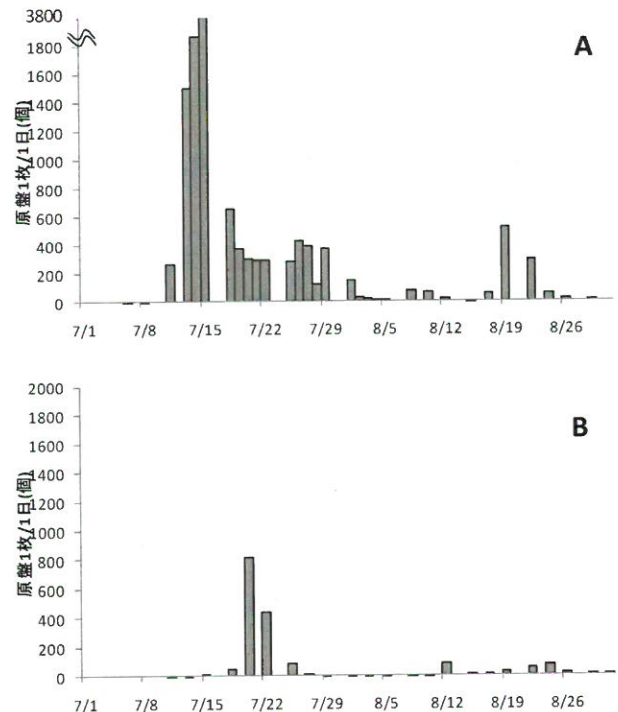


図9 センター試験連におけるカキ稚貝付着数の推移
A: 万石浦, B: 松島湾

東日本大震災後の種ガキ生産について

試験連への付着状況を図9に示した。万石浦の試験連は従前の試験連設置場所の近傍ではあるが、付着ピークの密度は過去の付着密度⁵⁾と比較しても例がないほど高い。万石浦水道部は津波により潜掘が進み、場所によっては10 m近く水深が深くなった場所も見受けられ、地形が大きく変わったことが想定できる。地形の変化は流向などにも影響を及ぼすと考えられ、万石浦の環境変化が付着数の増加に現れたものであろう。一方、松島湾内に設置した試験連への付着は万石浦のものとは比べず、付着ピークも数日遅れた7月下旬であり、しかも採苗には適さないと考えられる北寄りの風が卓越している期間だった。一方、漁業者からの聞き取りでは、松島湾の種ガキ主要漁場である石浜水道や鐘島水道(図3)では、7月の中旬頃に原盤投入が行われ、過去にないほど高い密度で付着した原盤が得られたとのことである。つまり、同じ湾内でも主要漁場である水道部と湾奥部では幼生の挙動が大きく異なり、幼生が比較的集積しやすく、また水通しのよい水道部と比較して、湾奥部は水が滞留しやすく、幼生が多く観察された水塊が、潮汐だけでは湾奥まで到達しづらかったと思われ、北よりの風が卓越したことで湾内の水が大きく移動し、付着数が増加したのであろう。

過去10年間の梅雨明け月日及びその年の試験連における付着数が最大となった日を表2に示した。2002年から10年間の試験連付着の最大値となった日は8月が7例で最も多し、2011年は7月15日と10年間で最も早かった。一方、梅雨明けを1つの基準とすると、梅雨明けから2週間程度の間が付着数が最大となった年も7例であり、これらの年はいずれも梅雨明け前の2週間以内に松島湾、万石浦及び桃浦のいずれかで熟度指数の低下を伴う比較的規模の大きな産卵があった。このうち、梅雨明け一週間以内で付着数が最大となった年は、5例と半数にのぼる。これは、梅雨明け前に大規模に産卵があった場合、梅雨が明けることで日照時間が増加し、水温が上昇し、カキ幼生の成長が良好になることに加えて、南東の季節風が卓越することにより、幼生が沿岸部に集積しやすくなり、また2011年のように、石巻湾が閉鎖的環境となり海況が安定するため浮遊幼生が外洋に拡散しにくくなることに起因していると推察される。また、水温の上昇と海況の安定は、カキ浮遊幼生の餌料となる植物プランクトンの一時的な

増加にも貢献すると推察される。一方、梅雨明け前に同様な規模な産卵が見られなかった2006年は梅雨明け直後に比較的大規模な産卵が確認され、梅雨明け後17日で付着数が最大となった。梅雨明けが不明瞭な年は付着数が最大となる日が不明瞭な2003年や、2009年のように明確な梅雨明けはなかったものの、牡鹿半島沿岸で大規模な産卵が確認され、豊富に浮遊幼生が出現した年など、様々であるが、少なくとも宮城県の種ガキ採苗にとって梅雨明けは安定した種ガキ採苗の目安と考えられる。2011年は最大値となった日が7月15日と10年間で最も早かったのは、幼生の主群が内湾由来で出現が早かったことに加え、梅雨明けが例年になく早かったということも原因の1つと考えられる。また、7月の下旬に一時的に北東風が卓越し、水温の低下等、幼生の生残に悪影響を及ぼす気象条件となったが、8月以降再び夏型の気象となったことで、付着が長期に及んだものと推察される。

表2 2002-11年における東北地方南部の梅雨明け時期(気象庁発表確定値)とその年の試験連への付着ピーク月日

	梅雨明け月日	付着ピーク日	梅雨明けからの日数
*2002	7月23日	7月30日	7
**2003	-	8月12日	-
*2004	7月22日	8月5日	14
*2005	8月4日	8月13日	9
2006	8月2日	8月19日	17
*2007	8月1日	8月4日	3
*2008	8月6日	8月7日	1
2009	-	8月22日	-
*2010	7月18日	7月22日	4
*2011	7月9日	7月15日	6

*梅雨明け前 2週間以内に松島湾、万石浦及び桃浦のいずれかの漁場のサンプルで熟度指数の低下を伴う比較的大規模な産卵が確認された年。

**試験連の付着数が最大で12個/原盤1枚/1日と例年よりも1桁程度少なかったため参考値としている。

総合考察

2011年の原盤投入時期は大きく2回に分かれた。初回は7月中旬～下旬、2回目は8月上旬である。特に初回では、牡鹿半島西側の漁場で採苗が順調に行われた。いずれの場合においても松島湾内や万石浦のような内湾で大量の小型幼生がみられ、その後、内湾の幼生数は減少していくが、それに応じて石巻湾調査点で幼生が確認されたこ

とから、2011年に採苗された幼生は松島湾及び万石浦のカキを由来していると考えられる。また、この年は特に7月中旬に海況に恵まれ、また、8月以降も安定した海況にあったと推察され、気象条件と海況条件が種ガキの採苗に大きく寄与したと考えられる。

東日本大震災により牡鹿半島西側の漁場にあった2歳貝がほとんど消失しており、天然採苗が困難であろうと考えられていた。しかし、松島湾及び万石浦では資材の不足で投入連数は伸びなかったものの、例年と同等な採苗が可能な状況であった。1957～1962年の種ガキ生産量及びカキ生産量を表4に示した。種ガキ採苗の最盛期は1950～1960年代で、年間400万連以上が採苗されていた⁷⁾。これらは主に輸出されており、以後輸出量の減少と共に種ガキの採苗数は減少し、今は国内流通のみとなっている。この年代には、現在主流となっている牡鹿半島西側沿岸の漁場ではカキ養殖がほとんど行われておらず、松島湾、万石浦及び石巻湾奥の浅所が生産拠点であった²⁾。当時、この周辺で生産されていたカキの量は殻付き換算で約20,000トンで、近年と比較すると約10,000トン少ないにもかかわらず、近年の4倍量の種ガキを採苗していたことになる。県漁協によれば2011年の生産量は現在のところ例年の10%程度であり、生産可能な場所が石巻湾及び松島湾であることから、最も少なく見積もったとしても1950～1960年代の1/4の養殖カキが海域にあったと推察される。したがって、石巻湾や松島湾ではこの程度の養殖カキがあれば潜在的に採苗が可能なものかもしれない。しかし、この当時、採苗に母貝として寄与している個体は2歳貝であることが報告されており⁴⁾、2011年に採苗に寄与したと考えられる母貝は1歳貝であることから、採苗が成功したことは潜在性だけでは説明がつかない。松島湾内のカキは母貝としての貢献度が高いことが報告されているが⁸⁾、2011年の調査では松島湾で出現したカキ幼生が牡鹿半島周辺で採苗されたことを示す調査結果は得られなかったが、松島周辺での採苗に大きく寄与したと考えられる。一方、1970年代にはすでに万石浦は貧栄養海域で、母貝貢献度が低い漁場であると報告されており⁹⁾、近年でも初回の産卵以降、熟度指数が40%を超える目立った成熟が観察されない年が多い⁵⁾。しかし、2011年は初回の産卵直前以降も40%を超える熟度指数が観察されるなど、万石浦で大規模な産卵が繰り返し起こっており、

再成熟に十分な餌料が保証されていたことが推察される。これは、例年の状況とは異なっており、津波による地形変動や、養殖筏あるいは抑制用木架台の現象等による海水流動の改善などが原因と推察される。これらは今後の調査により明らかとなるだろう。

表4 1957-1962年における種ガキ及びカキ生産量

	種ガキの生産量(千連)			カキの生産量(殻付き換算: t)			
	石巻周辺 万石浦	石巻湾	松島湾	合計	石巻周辺	松島湾	県内合計
1957	1,280	1,308	2,209	4,796	6,563	1,125	41,700
1958	589	1,595	2,230	4,414	4,700	14,000	35,700
1959	650	1,379	1,975	4,004	8,000	14,600	43,080
1960	806	1,740	2,254	4,800	9,230	10,830	37,170
1961	1,265	1,245	1,959	4,469	9,230	10,830	42,310
1962	1,035	1,760	1,604	4,399	12,600	6,570	47,570

宮城県における種ガキ生産量は1975～1992年までの平均実績は120万連で²⁾、その後増減はあるものの、概ね100万連程度の生産実績を上げてきた(宮城県漁業協同組合各支所に対する聞き取りによる)。このうち販売量は約70万連¹⁾であることから、自家消費している牡鹿半島西側以南で使用されている種ガキは約30万連と推定できる。この他に種ガキ採苗が行われていない牡鹿半島以北の食用カキ生産量が県内の約40%であることから、この海域へ流通している種ガキは概ね20万連程度と推定される。従って、例年県内で養殖に使用される種ガキは概ね50万連程度と推定される。このことから、例年50万連程度の種ガキが県外へ出荷されているものと考えられる。これは、県内消費量に匹敵し、本県の食用カキの生産実績から国内で流通している食用カキのおよそ50%程度は宮城県の種ガキに由来していると推察される。2011年の採苗数は例年の約40%にとどまっている。これは県内で消費されてきた量よりもやや少ないが、生産された種ガキは県外にも相当数出荷されると考えられる。また、2011年は、資材や施設設置可能な漁場に限りがあり、特に、万石浦周辺を除く牡鹿半島西側の海域では自家消費に必要な採苗はできなかったため、次年度もこれら主に2歳貝を出荷していた地域では、例年に比べて養殖カキが少ない状況が続くだろう。また、これらの地域では当面の収入を得るために生産サイクルを1年とすることが予想され、震災以前のように豊富な2歳貝による大量の幼生供給は今後も難しいと推察される。また、施設の復旧や、漁場のカキの量が増加すれば、餌料条件も本年度より悪化するこ

東日本大震災後の種ガキ生産について

とが予想され、2012年以降は2011年ほど内湾のカキ由来の幼生を見込めないかもしれない。2011年は種ガキの採苗にとって気象条件や海況条件に恵まれた年であったが、牡鹿半島西側に十分な母貝群が形成されない限り採苗不安が続くものと思われる。従って、2012年以降も2011年

と同様に万石浦周辺や松島湾といった内湾にある養殖ガキが重要な母貝候補となることが推察されるが、幼生が十分に供給されなければ、原盤投入の機会も限られたものとなり、少ない機会を生かすための幼生調査は、今後重要性が増すと思われる。

要 約

- 1) 2011年の採苗期間中は7月下旬に一時的に気温低下等があったものの、全体的に日照時間や気温が平年を上回り、気象条件や海況条件が安定しており、種ガキ採苗に適した条件での採苗が可能であった。
- 2) 漁場に発生した幼生は、いずれの場合においても万石浦及び松島湾のカキを親としており、特に万石浦で繰り返し産卵があったことがその後の牡鹿半島西側の採苗に大きく貢献したと考えられる。
- 3) 2011年は約40万連が採苗された。これは例年の約4割にあたり、県外出荷等を考慮すると県内のカキ養殖を賄うのに十分な量が確保されていない。
- 4) 牡鹿半島西側で従前に近い量のカキが養殖されるまでは、今後も2011年と同様に松島湾や万石浦周辺の内湾で養殖されている1歳貝が母貝となる状況が続き、気象条件や海況等によっては種ガキの生産が不

良となる可能性がある。

- 5) 少ない機会を生かすための幼生調査は、今後も重要性が増すと思われる。

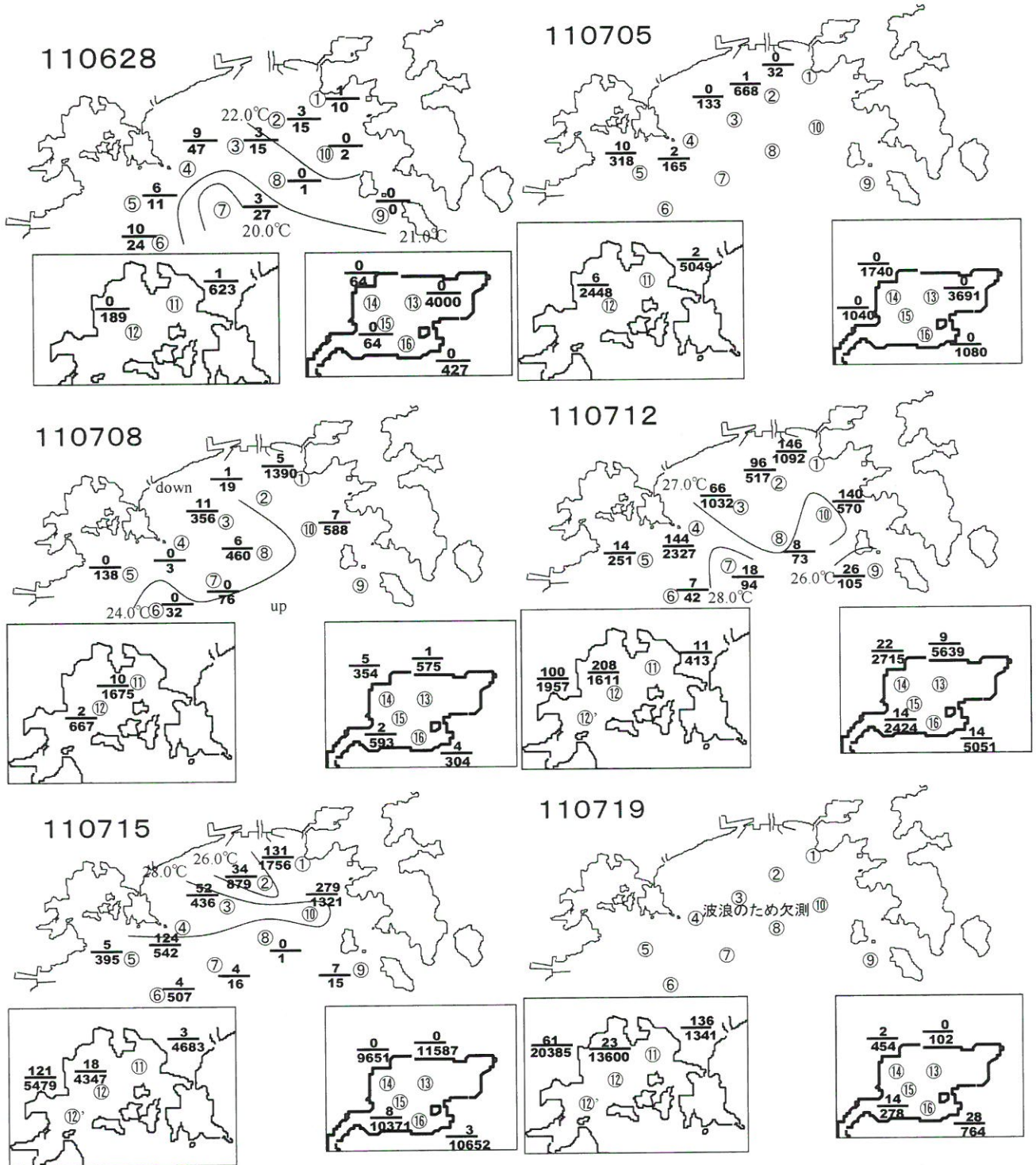
謝 辞

これまで種ガキの調査にかかわった全ての担当者の皆様に御礼申し上げます。2011年のカキ幼生調査は例年よりも調査点を増やして調査を行いました。船舶等をご提供いただきました宮城県漁業協同組合石巻湾支所及び独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所に御礼申し上げます。また、本県カキ養殖業の一日も早い復興を願うと共に、2011年の種ガキ採苗は、行政、民間を問わず多くの方々の支援なくしては行えなかったことを記して謝意とさせていただきます。

参考文献

- 1) 農林水産省 (2009) 農林水産統計
- 2) 宮城県 (1994) 宮城県の伝統的漁具漁法VII 養殖編 (かき)
- 3) 東北農政局 (2001-2006) 宮城県漁業の動き
- 4) 小金沢昭光 (1978) マガキ種苗生産に関する生態学的研究, 日水研報告(29)1-88
- 5) 宮城県水産技術総合センター, 東部地方振興事務所, 宮城県漁業協同組合各支所・研究会(2001-2011)沿岸養殖通報(種かき)
- 6) 気象庁HP, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 7) 宮城県農業水産部(1963-1964)宮城の水産
- 8) 小金沢昭光 (1972) カキ種苗生産場における生態学的研究-II, 日水誌(38)1325-1314
- 9) 小金沢昭光, 後藤邦雄(1972) カキ種苗生産場における生態学的研究-I, 日水誌(38)1-8

参考資料1

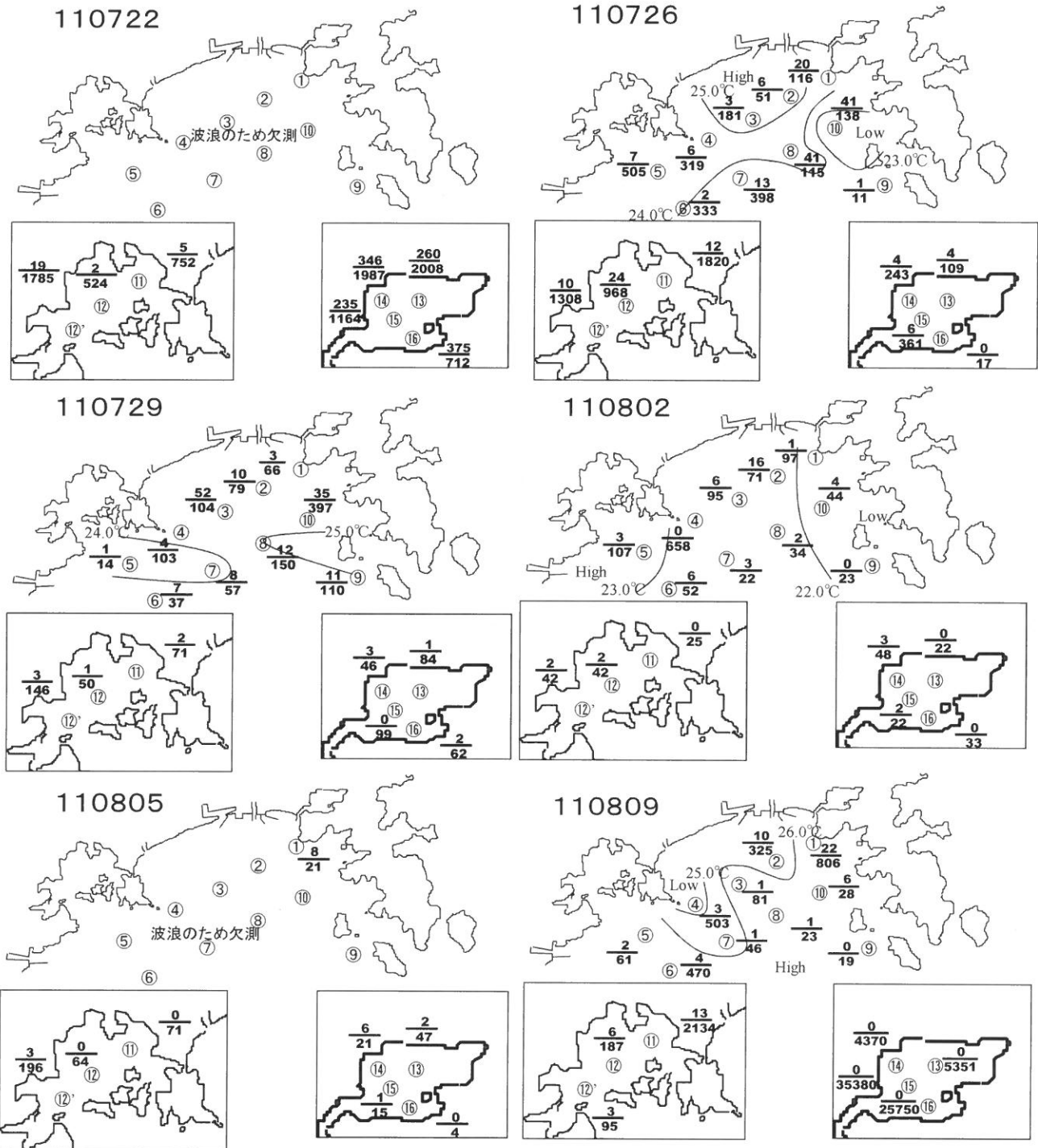


別図1 6月28日から7月19日までの幼生調査毎のカキ浮遊幼生出現状況(殻長250 μ m以上/出現幼生数)及び、石巻湾表面水温の分布

調査点は本文中図3を参照

東日本大震災後の種ガキ天然採苗について

参考資料2

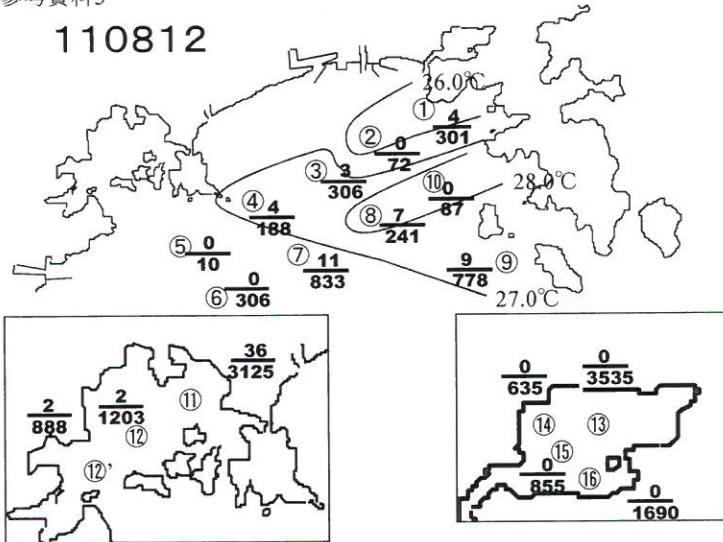


別図2 7月22日から8月9日までの幼生調査毎のカキ浮遊幼生出現状況(殻長250 μ m以上/出現幼生数)及び、石巻湾表面水温の分布

調査点は本文中図3を参照

参考資料3

110812



別図3 8月12日の幼生調査毎のカキ浮遊幼生出現状況(殻長250μm以上/出現幼生数)及び、石巻湾表面水温の分布

調査点は本文中図3を参照

別表1 6月28日から7月19日までの幼生調査毎のカキ浮遊幼生の大きさ別出現状況及び、環境調査結果
調査点は本文中図3を参照

海城	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計	
					<100	100~150	150~200	200~250	250<		
石巻湾	1	22.0	14.6	4	4	2	1	2	1	10	
	2	21.5	11.4	1	4	3	2	3	3	15	
	3	21.3	14.4	2	4	1	3	4	3	15	
	4	21.3	10.3	2	9	9	9	11	9	47	
	5	20.7	10.2	2	1	0	0	4	6	11	
	6	20.5	11.2	3	2	1	3	8	10	24	
	7	20.3	13.1	2	0	1	3	20	3	27	
	8	20.8	12.2	1	0	1	0	0	0	1	
	9	20.8	22.4	6	0	0	2	0	0	2	
	10	22.4	16.7	6	0	0	2	0	0	2	
	松島湾	11	22.6	18.8	3	387	214	17	4	1	623
		12	20.7	20.3	3	154	28	7	0	0	189
	万石浦	13	22.5	20.3	2.5	4,000	0	0	0	0	4,000
		14	21.6	21.6	2.5	64	0	0	0	0	64
		15	21.1	21.4	2.6	41	23	0	0	0	64
		16	21.7	22.1	2.2	368	59	0	0	0	427

海城	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計	
					<100	100~150	150~200	200~250	250<		
石巻湾	1	24.2	19.3	4.5	170	600	540	75	5	1,390	
	2	24.2	18.8	7.5	2	4	5	7	1	19	
	3	23.6	21.1	10.5	21	221	78	25	11	356	
	4	23.9	20.7	6.0	0	2	1	0	0	3	
	5	23.9	19.2	6.0	47	73	18	0	0	138	
	6	24.0	21.2	10.0	1	28	1	2	0	32	
	7	23.7	21.2	9.5	11	42	19	4	0	76	
	8	23.9	20.2	9.0	47	310	73	24	6	460	
	9				波浪のため欠測						
	10	24.3	21.3	10.0	36	415	117	13	7	588	
	松島湾	11	25.8	20.8	3.5	90	1,305	203	67	10	1,675
		12	25.0	20.5	4.0	129	315	192	29	2	667
	万石浦	13	24.0	24.5	3.8	335	225	10	4	1	575
		14	23.4	21.1	3.8	110	190	40	9	5	354
		15	22.0	20.7	3.5	180	390	20	1	2	593
		16	24.5	22.4	3.5	130	155	10	5	4	304

海城	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計	
					<100	100~150	150~200	200~250	250<		
石巻湾	1	27.8	21.4	6.0	461	627	349	188	131	1,756	
	2	25.1	19.5	6.0	479	230	90	46	34	879	
	3	29.6	19.9	7.0	135	105	100	44	52	436	
	4	28.5	21.6	8.0	96	88	134	100	124	542	
	5	27.3	23.3	10.0	128	147	97	18	5	395	
	6	27.7	23.4	12.0	101	175	155	72	4	507	
	7	27.6	20.3	11.0	3	0	0	9	4	16	
	8	27.4	19.2	7.0	1	0	0	0	0	1	
	9	26.6	23.1	13.0	0	4	3	1	7	15	
	10	28.0	19.4	7.0	727	103	10	202	279	1,321	
	松島湾	11	31.7	21.7	2.0	2,002	2,502	168	8	3	4,683
		12	30.2	22.2	2.0	3,498	528	288	15	18	4,347
	万石浦	12'	29.8	21.0	3.0	3,912	1,074	330	42	121	5,479
		13	28.5	21.6	2.5	11,050	405	125	7	0	11,587
		14	27.6	23.4	2.3	9,480	155	15	1	0	9,651
		15	27.7	23.4	3.5	10,150	170	19	24	8	10,371
16	28.2	22.6	2.0	10,390	250	3	6	3	10,652		

海城	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計	
					<100	100~150	150~200	200~250	250<		
石巻湾	1	24.0	18.2	4.5	0	0	4	28	0	32	
	2	23.6	16.0	4.0	5	524	19	119	1	668	
	3	24.5	14.2	3.0	26	94	11	2	0	133	
	4	24.1	17.2	3.0	12	149	2	0	2	165	
	5	24.1	18.2	3.5	110	86	69	43	10	318	
	6				波浪のため欠測						
	7				波浪のため欠測						
	8				波浪のため欠測						
	9				波浪のため欠測						
	10				波浪のため欠測						
	松島湾	11	24.8	19.4	3.0	86	4,735	205	21	2	5,049
		12	24.7	18.4	3.0	1,173	1,186	28	55	6	2,448
	万石浦	13	23.9	20.7	2.7	2,930	756	5	0	0	3,691
		14	23.5	20.1	2.5	1,600	125	15	0	0	1,740
		15	23.2	21.0	2.5	915	125	0	0	0	1,040
		16	23.4	22.1	1.8	975	80	25	0	0	1,080

海城	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計	
					<100	100~150	150~200	200~250	250<		
石巻湾	1	26.6	17.9	6.0	72	474	178	222	146	1,092	
	2	26.3	14.8	6.0	16	122	113	170	96	517	
	3	27.8	17.3	5.0	21	374	319	252	66	1,032	
	4	27.6	16.2	6.0	10	134	1,165	874	144	2,327	
	5	27.6	19.3	6.0	42	110	34	51	14	251	
	6	26.8	21.1	12.0	1	12	11	11	7	42	
	7	28.1	19.4	7.0	13	27	10	26	18	94	
	8	26.8	18.0	5.5	0	5	18	42	8	73	
	9	25.9	24.9	10.0	6	33	9	31	26	105	
	10	27.7	22.4	6.5	66	165	62	137	140	570	
	松島湾	11	29.8	19.0	5.0	207	141	23	31	11	413
		12	28.3	19.5	3.0	67	265	717	354	208	1,611
	万石浦	12'	27.4	19.2	3.0	44	252	983	578	100	1,957
		13	28.0	23.5	2.5	3,900	1,610	120	0	9	5,639
		14	27.1	23.2	2.5	1,900	650	140	3	22	2,715
		15	27.0	24.2	3.0	1,500	660	240	10	14	2,424
16	28.3	25.7	3.0	2,600	1,950	480	7	14	5,051		

海城	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計
					<100	100~150	150~200	200~250	250<	
石巻湾	1	27.5	21.3	2.8	265	354	443	143	136	1,341
	2	27.4	22.3	3.0	8,148	4,766	508	155	23	13,600
	3	27.3	22.3	2.9	11,012	8,034	910	368	61	20,385
	4	26.5	22.0	2.9	23	23	38	18	0	102
	5	26.0	21.8	2.8	44	18	181	209	2	454
	6	25.3	21.6	3.0	8	20	128	108	14	278
	7	26.7	23.1	3.2	38	44	328	326	28	764

東日本大震災後の種ガキ天然採苗について

参考資料4

別表2 7月22日から8月12日までの幼生調査毎のカキ浮遊幼生の大きさ別出現状況及び、環境調査結果
調査点は本文中図3を参照

海域	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計
					<100	100~150	150~200	200~250	250<	
石巻湾	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
松島湾	11	23.5	22.1	3.0	6	578	131	32	5	752
	12	23.5	22.1	3.0	137	208	132	45	2	524
	12'	23.2	21.0	2.0	184	1,402	135	45	19	1,785
万石浦	13	21.4	18.5	2.8	0	1,720	8	20	260	2,008
	14	20.8	17.3	3.0	415	1,104	63	59	346	1,987
	15	21.2	19.4	2.5	145	765	1	18	235	1,164
	16	21.0	19.4	3.0	24	264	23	26	375	712
石巻湾	1	24.8	24.5	8.0	0	30	24	9	3	66
	2	24.2	18.2	4.0	28	29	11	1	10	79
	3	24.7	23.5	5.0	0	0	14	38	52	104
	4	24.0	25.3	6.0	0	32	46	21	4	103
	5	23.6	23.2	4.0	1	5	4	3	1	14
	6	24.0	24.3	10.0	20	2	7	1	7	37
	7	23.0	24.0	7.0	11	14	21	3	8	57
	8	25.0	23.6	4.0	0	21	38	79	12	150
	9	25.0	22.6	7.0	5	25	43	26	11	110
	10	24.8	22.5	4.0	179	153	16	14	35	397
松島湾	11	27.0	23.2	2.0	10	14	19	26	2	71
	12	26.5	23.0	2.0	0	9	26	14	1	50
	12'	26.1	22.9	1.5	45	33	53	12	3	146
万石浦	13	25.8	24.8	3.0	9	20	42	12	1	84
	14	25.3	24.7	1.5	6	21	11	5	3	46
	15	25.2	24.7	3.3	12	33	36	18	0	99
	16	24.4	24.4	2.8	5	24	20	11	2	62
石巻湾	1	23.0	25.0	6.5	2	5	5	1	8	21
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
松島湾	11	25.0	22.6	1.5	0	34	32	5	0	71
	12	24.0	23.3	2.0	24	30	6	4	0	64
	12'	23.8	23.2	2.0	149	40	3	1	3	196
万石浦	13	25.0	25.6	2.8	16	18	9	2	2	47
	14	24.0	25.3	2.5	0	3	5	7	6	21
	15	24.0	25.3	2.5	5	4	2	3	1	15
	16	24.1	25.3	3.5	4	0	0	0	0	4
石巻湾	1	25.4	24.7	5.0	162	81	45	9	4	301
	2	25.2	19.6	3.8	38	29	4	1	0	72
	3	27.8	23.4	4.5	39	231	29	4	3	306
	4	27.1	24.2	4.0	72	71	30	11	4	188
	5	26.4	25.0	4.0	8	2	0	0	0	10
	6	26.8	24.1	15.0	113	134	45	14	0	306
	7	26.7	25.1	11.0	379	290	118	35	11	833
	8	28.0	21.0	7.5	36	194	1	3	7	241
	9	27.2	20.7	6.0	203	562	2	2	9	778
	10	28.0	21.0	6.0	76	10	1	0	0	87
松島湾	11	29.9	24.2	2.0	886	1,766	400	37	36	3,125
	12	29.0	23.9	2.5	181	675	285	60	2	1,203
	12'	28.3	23.6	2.5	71	501	277	37	2	888
万石浦	13	28.8	24.8	3.0	1,715	1,385	425	10	0	3,535
	14	28.1	25.6	2.5	345	250	40	0	0	635
	15	28.6	25.3	2.5	475	260	110	10	0	855
	16	28.7	24.8	2.5	1,240	440	10	0	0	1,690

海域	調査点	表面水温 (°C)	比重 (σ15)	透明度 (m)	サイズ(μm)別幼生数(個/100L)					合計
					<100	100~150	150~200	200~250	250<	
石巻湾	1	24.2	23.8	9.5	54	8	15	19	20	116
	2	25.2	16.5	8.4	25	3	10	7	6	51
	3	25.1	21.6	7.7	22	50	60	46	3	181
	4	24.9	22.5	4.5	17	143	76	77	6	319
	5	24.1	26.4	6.8	154	264	60	20	7	505
	6	24.0	26.3	5.0	75	201	39	16	2	333
	7	23.5	24.1	7.8	98	143	116	28	13	398
	8	24.2	24.4	6.0	10	33	4	27	41	115
	9	23.6	25.2	9.5	0	4	2	4	1	11
	10	22.0	25.7	16.0	3	8	14	72	41	138
松島湾	11	27.9	23.5	1.9	1,416	314	62	16	12	1,820
	12	26.5	23.0	3.0	72	507	308	57	24	968
	12'	25.9	22.8	3.0	386	652	238	22	10	1,308
万石浦	13	26.0	21.8	3.2	88	7	6	4	4	109
	14	25.2	22.6	3.5	214	12	7	6	4	243
	15	24.2	21.3	3.5	327	6	12	10	6	361
	16	24.5	20.4	3.0	0	7	6	3	0	16
石巻湾	1	21.5	25.6	9.5	18	53	18	7	1	97
	2	22.4	21.8	5.0	0	16	22	17	16	71
	3	22.9	20.9	4.0	0	51	30	8	6	95
	4	22.8	19.9	3.0	86	218	226	128	0	658
	5	23.3	23.1	4.0	15	29	41	19	3	107
	6	22.5	18.8	10.0	32	8	5	1	6	52
	7	22.8	23.9	10.0	0	2	11	6	3	22
	8	22.4	22.8	15.0	0	4	19	9	2	34
	9	21.4	23.6	13.0	0	11	10	2	0	23
	10	21.4	23.6	14.0	18	9	7	6	4	44
松島湾	11	23.8	23.2	2.0	22	2	1	0	0	25
	12	24.3	22.3	2.0	17	19	2	2	2	42
	12'	24.1	22.3	2.5	2	17	17	4	2	42
万石浦	13	22.0	24.7	3.0	2	8	6	6	0	22
	14	22.1	25.8	2.8	12	15	13	5	3	48
	15	22.0	25.7	3.5	4	12	3	1	2	22
	16	22.1	25.8	3.5	20	7	4	2	0	33
石巻湾	1	26.1	21.9	3.2	650	65	28	41	22	806
	2	25.6	16.6	2.5	295	12	4	4	10	325
	3	26.0	16.7	3.5	78	2	0	0	1	81
	4	24.8	23.5	3.5	110	229	103	58	3	503
	5	26.4	23.0	5.5	0	3	37	19	2	61
	6	26.0	22.9	5.5	9	153	215	89	4	470
	7	25.5	22.7	4.5	0	2	5	38	1	46
	8	26.5	25.1	4.0	4	2	5	11	1	23
	9	26.6	25.1	6.0	0	11	6	2	0	19
	10	26.6	25.1	5.0	10	3	3	6	6	28
松島湾	11	29.1	21.8	3.5	2,053	31	14	23	13	2,134
	12	28.4	22.6	3.5	22	110	18	31	6	187
	12'	27.9	22.5	2.5	34	35	5	18	3	95
万石浦	13	27.8	25.5	3.0	5,258	93	0	0	0	5,351
	14	27.0	25.2	3.0	3,810	530	30	0	0	4,370
	15	26.8	25.2	3.5	35,200	180	0	0	0	35,380
	16	27.5	25.4	3.5	25,600	150	0	0	0	25,750

