福岡水海技セ研報　第 21 号　2011 年 3 月
Bull.Fukuoka Fisheries Mar.Technol.Res.Cent.No21.March 2011

豊前海でのマガキ天然採苗技術の確立に関する研究

中川　浩一・俵積田　貴彦[a]・中村　優太・大形　拓路
（豊前海研究所）

近年，豊前海のかき養殖では，身入りの遅れやへい死被害が度々発生し，生産上の問題となっている。その解決策として，既存の宮城種苗と比較してへい死が少ない豊前種苗の新たな導入が考えられた。そこで，豊前海でのマガキ（*Crassostrea gigas*）天然採苗技術の確立を目的として，浮遊幼生調査や採苗試験を実施した。その結果，豊前海では10℃超積算水温が600℃に到達する6月初旬頃に浮遊幼生が出現し，それから半月～1ヶ月後の付着期幼生が出現する頃に早ければ最初の採苗適期を迎え，既存のかき養殖区画漁業権内で天然採苗が可能であることが分かった。また，採苗パターンは梅雨シーズン時の気象変動の影響を受け，年ごとに異なる傾向を示したことから，浮遊幼生調査や種見調査を実施し，採苗適期を予測することが重要であることが分かった。

キーワード：マガキ，浮遊幼生，天然採苗，採苗予測

福岡県豊前海区のかき養殖は，1983年に恒見漁協（現豊前海北部漁協恒見支所）で試験養殖が開始されて以来急速に発展し，現在では「豊前海一粒かき」というブランド名で年間1,000トンを超える生産を揚げ，冬季の主幹漁業に成長している。当海区での養殖マガキの成育は，良好な漁場環境に支えられて4月に垂下した種苗は11月頃には出荷サイズにまで成長する。[1,2] しかしながら，近年では秋季水温が高めに推移する傾向があるため，マガキの成育に影響が生じ始め，ここ10年で収穫開始時期が約1ヶ月遅れ，へい死被害も度々発生している。[3] 身入りの遅れやへい死は品質の低下や収穫量の減少に直結し，ブランド力の低下につながる致命的な問題となるため，これらを防止する技術の開発が急務となっている。

その解決策の1つとして，筆者ら[4]は豊前海で採苗した種苗（以下豊前種苗とする）を用いて試験養殖を実施したところ，既存の宮城県産種苗（以下宮城種苗とする）と比較して成長は遜色なくへい死が少なかったことから，豊前種苗の新たな活用が考えられた。しかしながら，当海区でのマガキ天然採苗の知見は乏しく，安定して種苗を供給する技術の確立はなされていない。そこで本研究では，マガキ浮遊幼生調査や採苗試験を実施し，その動向を把握するとともに，天然採苗の適否や予測方法について，海況（水温，比重）との関連性を踏まえながら考察を試みた。

方　法

1．浮遊幼生調査

マガキ浮遊幼生の出現動向を把握するため，図１に示す3定点（人工島，中部及び南部漁場）において，北原式定量プランクトンネット（口径22.5cm：網目xx16：5m鉛直曳き）を用いて幼生を採取した。調査は2007～2009年にかけての3年間，浮遊幼生が最も出現する高水温期[5]を中心に，5～6月は月2回，7～9月は月3回実施した。採取した幼生は速やかにホルマリンで固定し，形態的に判別が容易となるアンボ期以降の幼生について，顕微鏡下で殻長別に4ステージ（小型：100～150μm，中型：150～220μm，大型：220～270μm 及び付着期：270～300μm）に区分して計数した。なお，各ステージの浮遊幼生が付着までに要する日数は，小型幼生で11～16日，中型幼生で9～12日，大型幼生で3～4日，付着期幼生で1～2日である。[6,7]

2．天然採苗試験

採苗方法及び適正採苗の判定は，広島県で行われている種見調査[6]に従った。すなわち，かき養殖筏の縁辺部に通称「種見用の採苗連」（以下採苗連とする）を垂下して行い，採苗盤片面あたりに付着したマガキ及び物理

a 現所属：漁業管理課

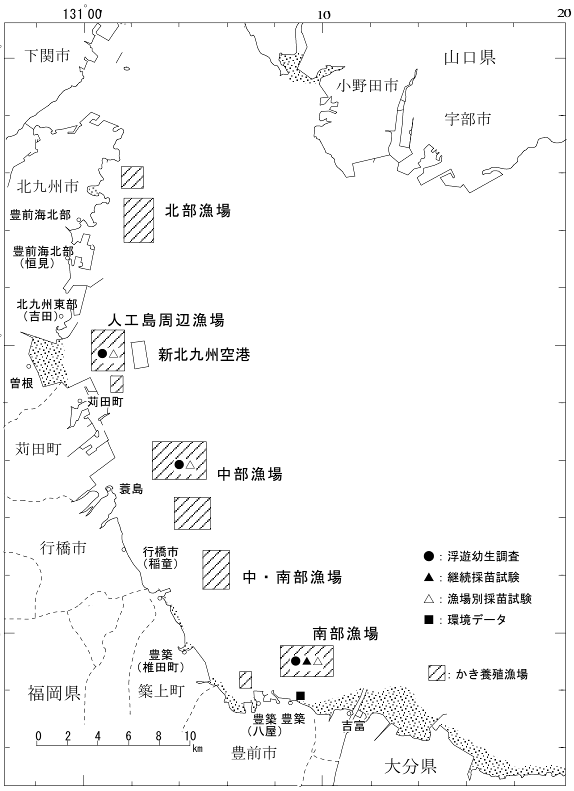

図１　調査実施位置図

的競合により成長阻害やへい死を引き起こすフジツボ（*Balanina Balanus*）の平均付着数を算出し，マガキの付着数が50個以上でかつフジツボの付着数がマガキ付着数の1/3以下であった場合を適正採苗と判定した。なお，マガキの採苗場所については，漁業者がすぐにでも実施可能なようにかき養殖区画漁業権内とし，北部海域を代表して人工島漁場，中央海域を代表して中部漁場，南部海域を代表して南部漁場を選定した。

（１）継続採苗試験

採苗連へのマガキ付着数の季節変化を把握するため，2007～2009年の6～9月にかけて，図1に示す南部漁場において採苗試験を実施した。採苗連の垂下期間は原則として1週間とし，回収時に新しい採苗連と交換していくことで時系列変化を調査した。

（２）漁場別採苗試験

豊前海全域での採苗の可否を判定するため，2008年7月24～29日及び2009年7月28日～8月4日にかけて，図1に示す3定点（人工島，中部及び南部漁場）で採苗試験を実施し，定点別の付着状況を把握した。

３．海況調査（水温及び比重）

豊前海においては，マガキの産卵母集団は筏に垂下した養殖マガキではなく，もっぱら漁港岸壁等に付着した天然マガキによるものとの報告[4]がなされていることから，水温及び比重データは当研究所でほぼ毎日測定している図1に示す宇島漁港内表層の観測データ（3～9月）を用いた。なお，未測定日（休日その他）の観測値は，赤繁ら[9]の報告と同様に，その前後の日から線形補完して推定した。

また，マガキは生殖細胞の分裂増殖が盛んになる水温10℃を基準として，積算水温が600℃に達すると産卵可能な性成熟に達する[7,8]ことから，各年の10℃超積算水温（Σ（水温－10℃））が600℃を上回った日（以下積算600℃到達日とする）を産卵活動の目安として算出した。

結　　果

１．浮遊幼生調査

浮遊幼生調査結果を表1に示した。浮遊幼生の水平分布をみると，どの年も漁場間で幼生の出現時期やピークに違いは殆どみられず，類似した傾向を示した。年ごとに幼生の出現状況をみると，2007年の幼生は6月初旬～調査終了時（9月下旬）にかけて出現し，ピークは6月中旬と8月中旬に2回みられ，長期間連続して多数が観察された。2008年の幼生は6月中旬～調査終了時（9月下旬）にかけて出現し，ピークは7月中旬に1回みられ，その他の時期は少なかった。2009年の幼生は6月初旬～9月初旬にかけて出現し，ピークは7月下旬に1回みられ，その他の時期は少なかった。このように，浮遊幼生の出現状況には項目ごと（出現開始時期，終了時期，ピーク回数，幼生数の推移等）にみると類似した年がみられたが，総合すると年ごとにパターンの違いがみられた。

２．天然採苗試験

（１）継続採苗試験

継続採苗試験結果を図2に示した。年ごとの採苗状況をみると，2007年は期間を通じてマガキの付着が安定してみられた一方，フジツボの付着はほとんどなかったため，確認された採苗適期は6月19～28日，7月12日～8月17日及び9月27日と長期間であった。2008年は6月24日からマガキの付着がみられたが個数は全般的に少なめで，8月下旬以降はフジツボの付着が激しかったため，採苗適期は7月24～29日と短かった。2009年は6月11日からマガキの付着がみられ始め，7月には多数の付着がみられたが，それ以降は殆どみられず，フジツボの付着は6月初～中旬にかけて多かったため，採苗適期は7月7日及び7月23～28日にかけて確認された。また，マガキが採苗連に最も多く付着した日は，2007年が8月8日に159個，

表１　マガキ浮遊幼生調査結果

2007年	合計			小型幼生数 (100-150μm)			中型幼生数 (150-220μm)			大型幼生数 (220-270μm)			付着期幼生数 (>270μm)		
	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部
5月7日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5月15日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月4日	14	26	13	6	16	8	3	6	4	5	4	1	0	0	0
6月19日	13	24	141	8	0	103	1	6	21	1	12	10	3	6	7
7月2日	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
7月18日	22	21	20	5	7	9	8	8	7	4	5	3	5	1	1
7月26日	3	17	16	0	7	1	1	6	9	0	2	2	2	2	4
8月6日	216	42	80	207	18	12	5	15	14	2	5	28	2	4	26
8月17日	31	6	17	1	0	0	3	1	5	3	0	4	24	5	8
8月27日	7	6	9	1	0	1	1	2	3	2	2	2	3	2	3
9月3日	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9月13日	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0
9月26日	4	0	3	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	2

2008年	合計			小型幼生数 (100-150μm)			中型幼生数 (150-220μm)			大型幼生数 (220-270μm)			付着期幼生数 (>270μm)		
	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部
5月7日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5月13日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月6日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月14日	2	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7月3日	24	0	102	18	0	101	6	0	1	0	0	0	0	0	0
7月15日	245	50	290	201	31	241	31	12	33	12	6	15	1	1	1
7月25日	8	4	13	3	1	4	1	2	4	1	0	2	3	1	3
8月6日	2	6	3	2	4	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2
8月22日	13	10	9	2	2	2	4	3	3	4	2	2	3	3	2
8月29日	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	2
9月2日	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0
9月10日	0	6	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
9月26日	2	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4

2009年	合計			小型幼生数 (100-150μm)			中型幼生数 (150-220μm)			大型幼生数 (220-270μm)			付着期幼生数 (>270μm)		
	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部	人工島	中部	南部
5月7日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5月12日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月9日	4	1	3	4	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
6月17日	2	3	2	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0
7月7日	55	5	15	38	2	6	11	2	5	5	0	2	1	1	2
7月16日	523	22	28	387	8	10	124	11	13	8	2	3	4	1	2
7月30日	544	515	273	470	331	192	54	154	53	17	27	18	3	3	10
8月6日	2	2	5	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	2
8月18日	7	29	9	3	21	3	1	6	3	1	1	0	2	1	3
8月25日	4	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	2	3	0	0
9月2日	9	22	6	7	8	0	2	4	2	0	8	2	0	2	2
9月16日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9月25日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

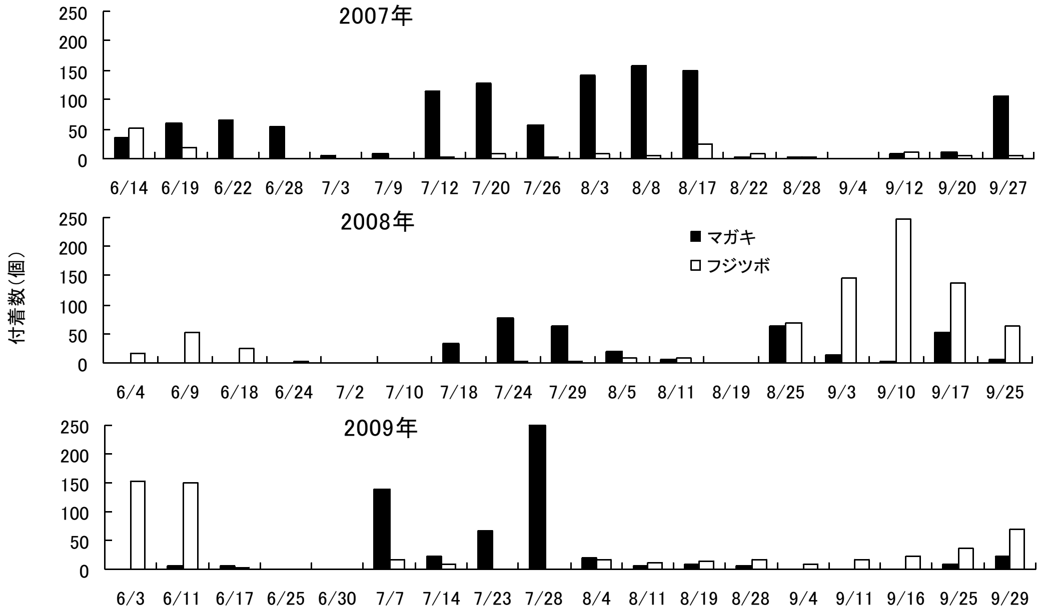

図２　南部漁場での採苗試験結果

2008年が7月24日に77個，2009年が7月28日に249個であった。

（２）漁場別採苗試験

試験結果を図3に示した。マガキ／フジツボの付着数は，人工島，中部及び南部漁場で2008年は105／20個，64／6個及び77／4個，2009年は289／4個，202／3個及び249／1個であり，すべての漁場及び年で適正採苗の要件を満たした。

３．海況調査（水温及び比重）

海況調査の観測データを図4に示した。どの年も3月初旬～6月中旬頃にかけて水温は約10℃～23℃へ比較的単調に上昇し，比重は24.5前後で安定していた。従って，各年の積算600℃到達日は，2007年では6月11日，2008年では6月13日，2009年では6月9日となり，殆どずれが生じなかった。一方，梅雨シーズンとなる6月中旬以降は，水温及び比重の観測値に年差が生じ始め，年ごとに違ったパターンを示した。最高水温が観測された日は，2007年では8月27日に30.7℃，2008年では7月30日に31.8℃，2009年では8月21日に29.7℃，明確な比重低下が観察された日は，2007年では7月3日に18.9，8月3日に20.5の計2回，2008年では6月12日に17.0，6月23日に13.4，8月28日に19.7の計3回，2009年では7月2日に18.3，7月27日に14.7の計2回であった。

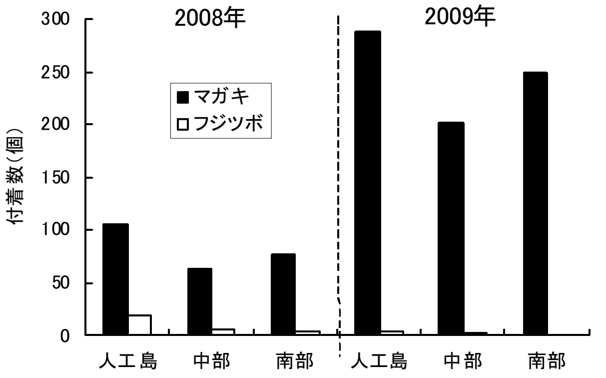

図３　漁場別採苗試験結果

考　　察

マガキ浮遊幼生の出現状況を時系列でみると，豊前海では3月初旬に護岸水温が生殖細胞の分裂増殖が盛んになる10℃[8]を超えて，母貝成熟が始まることが分かった（図４）。幼生の出現は，10℃超積算600℃到達日が目安となり，宮城県（7月中旬）[7,10]より早く，広島県（6月中旬）[7,11]と同時期かやや早く，豊前海では6月初～中旬頃であった（表1）。浮遊幼生が海域に出現してから，半月～1ヶ月後には付着期幼生が出現した（表1）。その後の浮遊幼生の動向は年によってまちまちで，長期間安定して出現したり（2007年），短期間に集中して出現したりした（2008及び2009年）（表1）。

次に，天然採苗の状況をみると，豊前海では早ければ6月中旬頃には付着期幼生が出現し，最初の採苗適期を

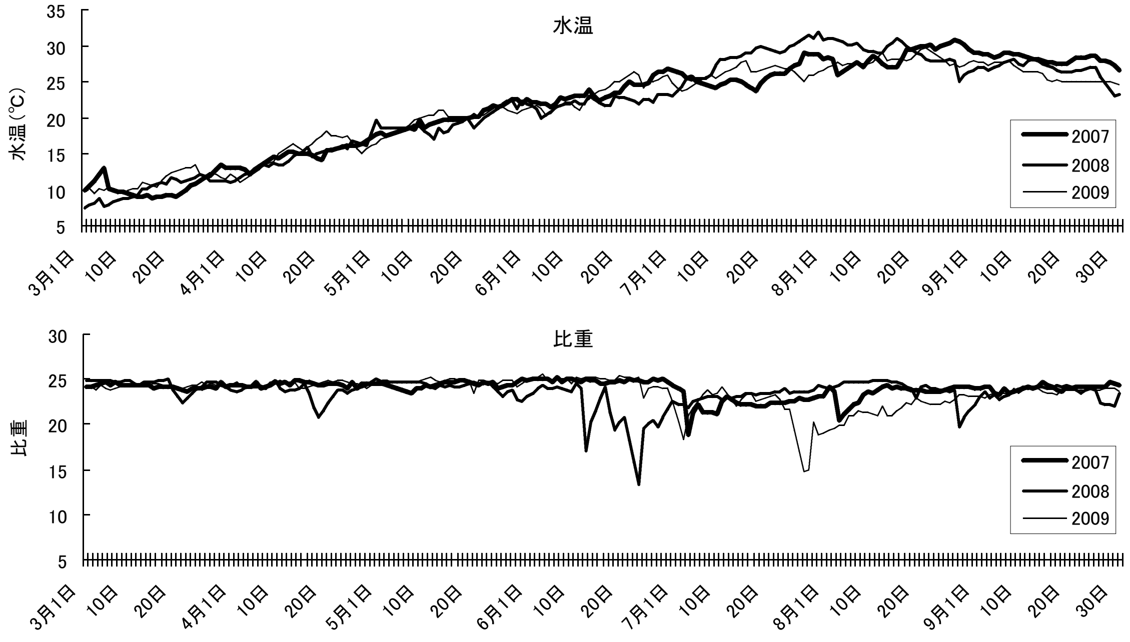

図４　宇島漁港での海況観測結果（上：水温，下：比重）

迎えることが分かった（図2）。種苗の採苗期間は，長期間安定して採苗できた年（2007年）や短期間であった年（2008及び2009年）があり，年ごとの採苗パターンは浮遊幼生の出現状況と類似した（図2）。また，調査したすべての漁場（人工島，中部及び南部漁場）で天然採苗が可能であった（図3）。採苗適期は6月中旬～9月下旬にかけて確認されたが，年によっては前期（6月中旬）や後期（8月下旬以降）には競合種であるフジツボの付着が激しく，採苗不良のリスクが高いことが分かった（図2）。

浮遊幼生数と採苗盤への付着数との関係については，南部漁場での調査結果をすべてまとめて図5に示した。その結果，マガキの全浮遊幼生数が50個体を超えたり，付着期の幼生数が5個体を超えると，採苗盤へ適正採苗の基準を満たす付着（片面あたり50個体以上）がみられた。しかしながら，浮遊幼生数がそれに満たない少数であっても適正採苗の基準を満たす付着が頻繁にみられたため，結果として明瞭な相関関係とはならなかった。これは，本来であれば浮遊幼生数と採苗盤への付着数には密接な関係があるものの，採苗連を垂下しているなかで状況が変化し，観測時より多くの幼生が出現したためと推察された。

以上の結果から，豊前海でのマガキ天然採苗については，調査したすべての年及び漁場で種苗が確保できたことから，北部から南部にかけて広範囲で天然採苗が可能であると結論づけた。ただし，採苗にあたっては，適正採苗の時期や継続期間が年によって違い，採苗適期が短期間な場合は採苗の機会を逃してしまう危険性が高いため，採苗開始時期を予測することが重要となる。

年によって採苗適期や継続期間がまちまちで，難易度に違いが生じる主な原因は，海況調査（図4）で観察されたように，幼生の付着期（6月中旬以降）が梅雨シーズンと重なり，天候不順によって水温や比重の変動が頻繁に引き起こされたためと推察された。一般的にマガキは，水温が約20℃以上では一度産卵しても再び成熟して産卵を繰り返す[7]ため，幼生の出現は数ヶ月に及ぶ。天候変化に伴う水温の急変動や降雨に伴う比重の低下は，それが刺激となってマガキの産卵が催されるといったプラス面がある一方で，河川水流入に伴う幼生の死亡や沖合域への拡散，採苗盤への付着率の低下といったマイナス面があることが報告[10,11]されており，更に幼生の浮遊期間は2週間前後あることから，これらが複雑に絡み合って浮遊幼生の出現状況や採苗盤への付着数の増減に影響を与えているものと考えられた。従って，豊前海では採苗適期をかなり前から正確に予測することには限界があるものととらえ，始めは大まかに予測しておいて，調査を実施しながら随時精度を上げていく手法が現実的で

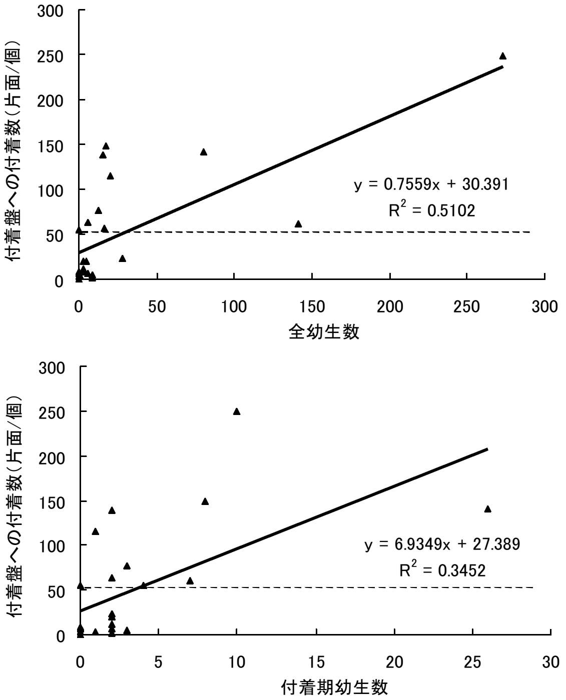

図５　浮遊幼生数と採苗盤への付着数との関係
（上：全幼生数　下：付着期幼生数）

あると判断された。

実際に，広島県では①10℃超積算温度600℃を目安にした長期予測，②浮遊幼生の出現状況を目安にした中期予測，③種見調査を目安とした短期予測の順に調査を実施しながら，採苗適期の予測精度を高めていく手法[6]が用いられている。そこで，当海区においてもその区分を参考にして，3年間の観測結果を表2に総括するとともに，調査結果を踏まえながら効果的な予測方法を検討したところ，以下のとおりとなった。すなわち，当海区における採苗適期の具体的な予測方法は，①長期予測で浮遊幼生の出現を確認し（目安：6月初旬以降），②中期予測で付着期幼生を確認し（目安：早くて①の後2週間後，6月中旬以降），③短期予測で適正採苗が可能な期間であることを確認（目安：早くて②直後，6月中旬以降で盛期は7月）となる。

今回の一連の調査から，豊前海ではかき区画漁業権漁場内においてマガキの天然採苗が行えることが分かり，かき養殖漁業者自らによる採苗が可能であることが明らかとなった。また，そこでの具体的な採苗適期の予測方法が明らかにされた。近年，豊前海のマガキ養殖では，身入りの遅れやへい死が発生し，生産上の問題となっている。[3]今回の研究は，その問題解決の手法の1つとして，宮城種苗と比較してへい死が少ない豊前種苗[4]を新たに導入するべく，天然採苗技術の確立を目指した結果，一

定の成果を得られたものであるが，この取り組みは一方では他海域に依存しない自立した産地づくりへの貢献といった側面もある。そういった面からも，海区内でのマガキ天然採苗への取り組みは重要であろう。

文　献

1) 徳田眞孝・濵田弘之・神薗真人・江藤拓也：豊前海における養殖カキの特性と環境要因との関係．福岡県水産海洋技術センター研究報告　1993；第1号：155-163.

2) 上妻智行・江崎恭志・長本篤・片山幸恵・中川清：豊前海における養殖カキの成長格差と環境要因．福岡県水産海洋技術センター研究報告　2003；第13号：31-34.

3) 中川浩一・俵積田貴彦・中村優太：近年の「豊前海一粒かき」の成育状況と漁場環境との関係．福岡県水産海洋技術センター研究報告　2009；第19号：109-114.

4) 中川浩一・浜口昌巳・佐々木美穂・俵積田貴彦・中村優太：豊前海で採苗したマガキの成育特性及びマイクロサテライトDNAマーカーを用いた系群解析．福岡県水産海洋技術センター研究報告　2010；第20号：81-86.

5) 楠木豊：カキ採苗3)カキの産卵．昭和時代の広島カキ養殖，初版，(株)呉精版印刷，広島県．2009；157-163.

6) 広島県：カキ採苗の手引き．普及資料．1985；11-24.

7) 大泉重一：採苗生態．浅海完全養殖（今井丈夫監修），改訂版，恒星社厚生閣，東京都．1976；164-168.

8) 岡本亮：各論編カキ．浅海養殖，第1版，株式会社大成出版社，東京都．1986；406.

9) 赤繁悟・平田靖・高辻英之・相田聡：養殖マガキの大量へい死と水温，降水量との関係．広島県水産海洋技術センター研究報告　2006；第1号：9-13.

10) 小金沢昭光・石田信正：カキ種苗生産場における生態学的研究－Ⅲ.仙台湾北部海域における幼生の出現．日本水産学会誌　1973；第39巻2号：131-147.

11) 楠木豊・荒谷義章：深吊りカキの大量産卵と水温の急上昇について．広島県水産試験場研究報告　1986；第16号：19-31.

12) 楠木豊・平田貞郎・大内晟・相田聡：広島湾のカキ幼生分布(1)短時間の移動．広島県水産試験場研究報告　1992；第17号：1-9.