

豊前海におけるマガキ浮遊幼生の出現動向

佐藤 利幸・俵積田 貴彦・野副 滉
(豊前海研究所)

国立研究開発法人水産研究・教育機構が開発したモノクローナル抗体によるマガキ浮遊幼生の簡易種判別方法を使用して、豊前海におけるマガキ浮遊幼生の出現動向を把握した。この方法はこれまで顕微鏡観察では判別できなかったD型幼生に加えて全ての浮遊期の種判別が短時間で可能であり、複数サンプルの処理にも優れているため現場海域で使用する方法として効率的であった。豊前海のマガキ浮遊幼生は水温が20℃を超える5月頃から9月頃まで増減を繰り返しながら継続して出現するが、出現数は全点平均で2015年は115個/200L、2016年は118個/200Lであり、天然採苗の主産地である宮城県や広島県と比べると出現数が約1/10の量と少なく、長期的または広域的な採苗は困難であると考えられた。しかしD型幼生から大型幼生までの歩留まりは両年とも8%と良好であり、大型幼生の出現ピークを迎えた漁場で短期的な採苗が可能であった。漁場毎に迅速かつ的確にマガキ浮遊幼生の出現動向を把握し採苗適期を逃さずに採苗器を設置することができれば天然採苗は十分可能である。

キーワード：マガキ浮遊幼生、モノクローナル抗体、種判別、天然採苗

福岡県豊前海区のかき養殖業は、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、年間1,000トンを超える生産量がある。現在では「豊前海一粒かき」としてブランド化され、海区の主幹漁業となっている。カキ養殖に用いる種苗のほとんどは宮城県から購入しているが、2011年の東日本大震災以降、種苗の供給体制が不安定となり、加えて2013年は広島県が採苗不調となった。このように近年、全国的に種苗不足がみられるなど、本県の必要数量を確保できない恐れが生じている。このようなカキ種苗不足は生産に直接影響するだけでなく、今後も予想されるため、自家採苗の技術を確立する必要がある。

当海区におけるマガキ天然採苗の知見^{1,2)}はあるが、効率的に種苗を供給する技術は確立されていない。そこで本研究では、2015年に国立研究開発法人水産研究・教育機構が開発したモノクローナル抗体による簡易種判別方法を使用してマガキ浮遊幼生の全ステージで幼生数を計数し、その出現動向を把握するとともに、当海区における天然採苗について検討を行った。

方 法

1. マガキ浮遊幼生調査

マガキ浮遊幼生が多く出現する高水温期³⁾を対象として、2015～2016年夏季に図1に示す5漁場(北部、人工

島周辺、中部、中南部及び南部漁場)において、原則として毎週1回調査を行った。調査は広島県⁴⁾の方法に従い、北原式定量プランクトンネット(口径:22.5cm、目合い72 μ m)を用いて5m鉛直曳きで行い、約200L中の浮遊幼生を採集した。採取したサンプルを氷冷して研究室に持ち帰り、解凍後時計皿やPBS(リン酸緩衝生理食塩水)等の緩衝液を使用して洗浄、濃縮作業を行った後、モノクローナル抗体と20分間反応させ、蛍光顕微鏡下で殻長別に4ステージ(D型幼生:70～90 μ m、小型幼生:90～150 μ m、中型幼生:150～220 μ m、大型幼生:220 μ m以上)に区分して計数した。

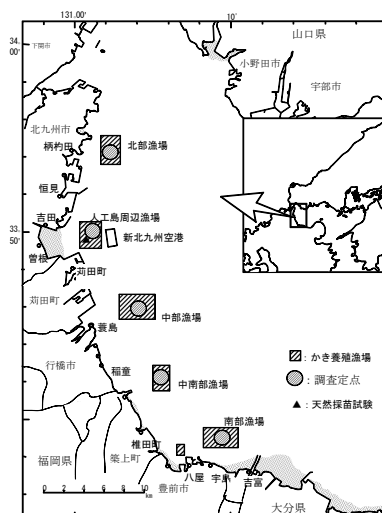


図1 調査定点図

なお、各ステージの浮遊幼生が付着までに要する日数は、D型幼生で11～16日、小型幼生で9～12日、中型幼生で6～8日、大型幼生で1～4日である。また、環境条件として、豊前市宇島地先の水温測定を行うとともに、気象庁⁹⁾が提供している行橋市の日間降水量を集計した。

2. 天然採苗試験

前述した浮遊幼生調査で、これまで採苗の目安としている大型幼生が30個/200L以上出現した期間を採苗適期と判断して、2015年8月上旬、2016年7月下旬に人工島周辺漁場内に設置されているカキ筏を利用してホタテ盤72枚を1連とした採苗連20連を約1週間海中に垂下し、カキ種苗の付着状況を測定した。

結 果

1. マガキ浮遊幼生調査

採集した野外サンプルを研究室に持ち帰り、洗浄、濃縮作業後、モノクローナル抗体と反応させ蛍光顕微鏡で観察した写真を図2に示した。調査期間中の野外サンプル中には二枚貝の浮遊幼生が数百～数千程確認された。そのうち、モノクローナル抗体による発光発色反応を示した浮遊幼生をマガキとして計数し、ステージ別に集計した。参考として、野外サンプルで発光発色反応を示したステージ別のマガキ浮遊幼生を図3に示した。

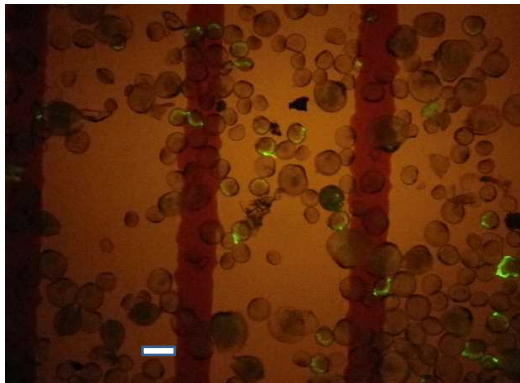
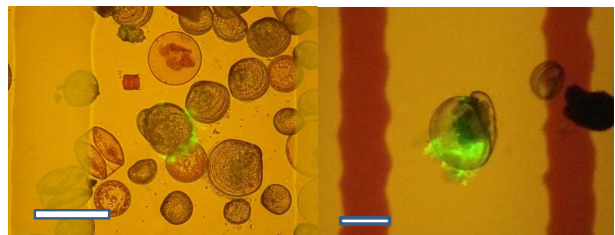


図2 蛍光顕微鏡下の野外サンプル。蛍光色を発色したマガキ浮遊幼生（スケールバー：200 μ m）

2015年夏季のマガキ浮遊幼生出現状況を漁場別に図4に示した。マガキ浮遊幼生は調査期間中確認され、出現数は0～801個/200Lの範囲であった。内訳をみるとD型幼生及び小型幼生が大半で、7月14日に北部漁場でD型幼生が最大695個/200L、7月9日に中南部漁場で小型幼生が最大353個/200L確認された。一方、採苗に必要な大型幼生の出現は調査期間をとおして少なく、目安と



左上：D型幼生，右上：小型幼生



左上：中型幼生，右上：大型幼生

図3 野外サンプルで発光発色反応が確認されたステージ別のマガキ浮遊幼生（スケールバー：200 μ m）

している大型幼生が30個/200L以上出現した漁場は、人工島周辺漁場及び中南部漁場のみであった。両漁場とも8月5日に出現ピークとなり、人工島周辺漁場で最大50個/200L、中南部漁場で最大46個/200Lの大型幼生が確認された。

2016年夏季のマガキ浮遊幼生出現状況を漁場別に図5に示した。マガキ浮遊幼生は調査期間中確認され、出現数は3～744個/200Lの範囲であった。内訳をみるとD型幼生及び小型幼生が大半で、6月22日に人工島周辺漁場でD型幼生が最大482個/200L、7月19日に南部漁場で小型幼生が最大490個/200L確認された。一方、採苗に必要な大型幼生の出現は調査期間をとおして少なく、大型幼生が30個/200L以上出現した漁場は、人工島周辺漁場及び南部漁場のみであった。両漁場の出現ピークは人工島周辺漁場で7月21日に最大41個/200L、南部漁場で7月26日に最大85個/200Lの大型幼生が確認された。

また、2015年及び2016年の宇島地先の水温及び行橋市の降水量の推移を図6及び図7にそれぞれ示した。両年とも水温25 $^{\circ}$ C以上で降水量の少ない期間に、大型幼生30個/200L以上の出現が確認された。

2. 天然採苗試験

次に人工島周辺漁場における天然採苗結果を表1に示した。2015年8月上旬採苗試験ではホタテ盤1枚あたり平均77個のマガキ稚貝の付着を確認した。一方、2016年7月下旬採苗試験ではホタテ盤1枚あたり平均28個のマガキ稚貝の付着を確認した。

豊前海におけるマガキ浮遊幼生の出現動向

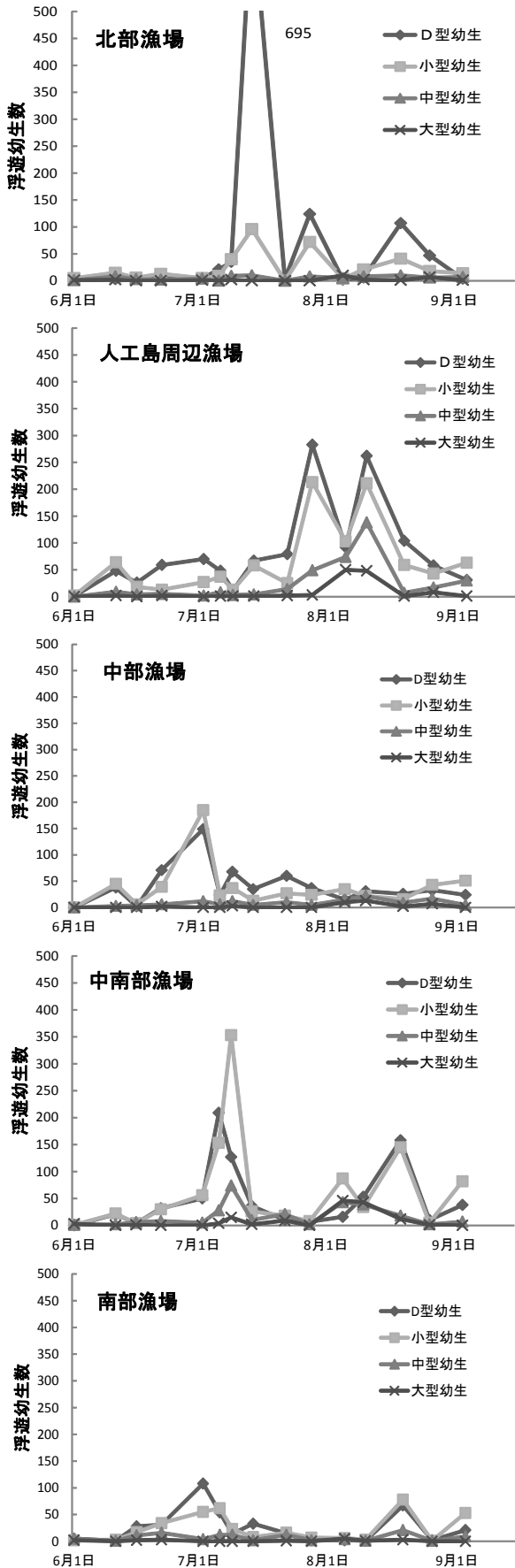


図4 2015年夏季のマガキ浮遊幼生出現状況 (個/200L)

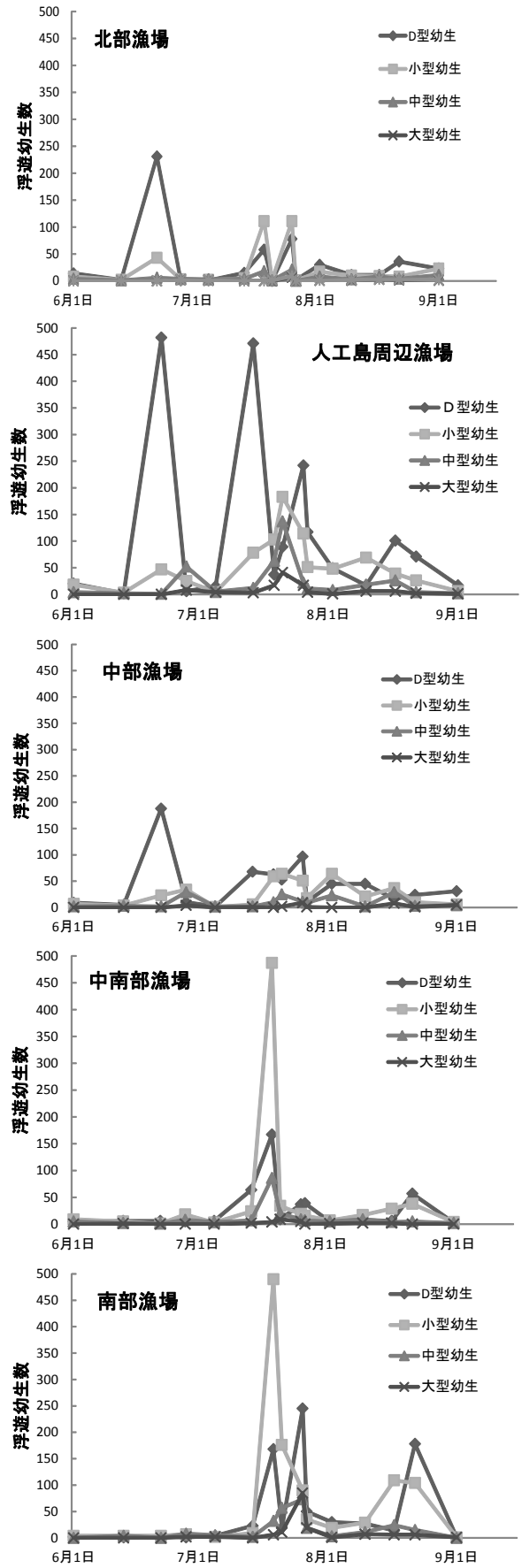


図5 2016年夏季のマガキ浮遊幼生出現状況 (個/200L)

考 察

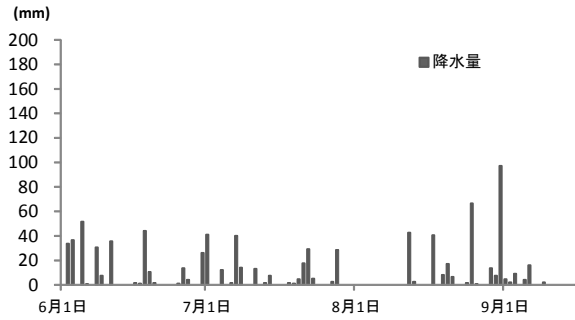
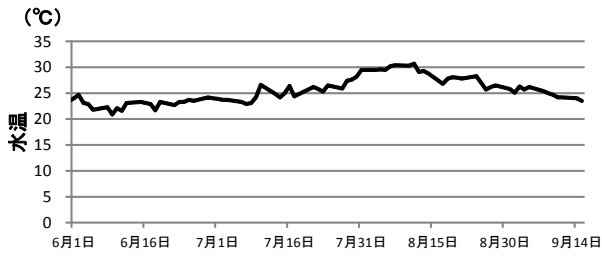


図6 2015年夏季の水温（宇島）と降水量（行橋市）の推移

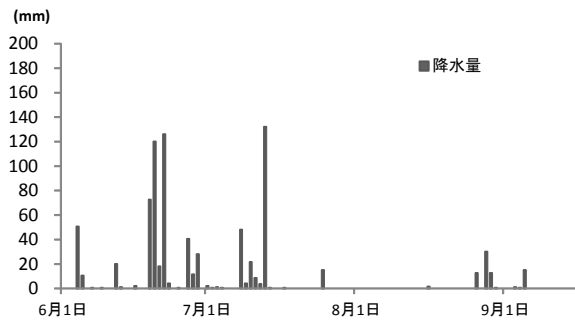
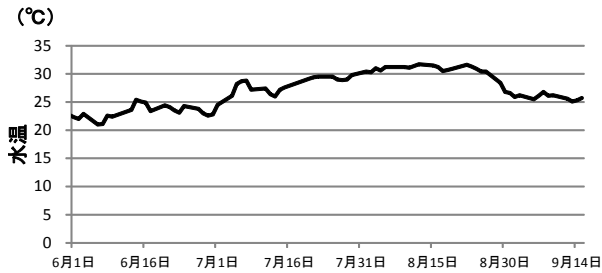


図7 2016年夏季の水温（宇島）と降水量（行橋市）の推移

表1 人工島周辺漁場における天然採苗試験結果

| ホタテ貝位置 | 2015年 マガキ付着数 | 2016年 マガキ付着数 |
|--------|-----------------|-----------------|
| 採苗連上部 | 60 | 20 |
| 採苗連中部 | 81 | 29 |
| 採苗連下部 | 90 | 35 |
| 平均 | 77 | 28 |

2015年に国立研究開発法人水産研究・教育機構が開発したモノクローナル抗体によるマガキ浮遊幼生の簡易種判別方法を使用して、2015年及び2016年夏季の豊前海におけるマガキ浮遊幼生の出現動向を把握した。この方法は前述した処理によって抗体とマガキ浮遊幼生を特異的に反応させることで、これまで顕微鏡観察では種判別できなかったD型幼生に加えて全ての浮遊期の種判別が顕微鏡観察で可能である。実際に豊前海で採集した5調査点分およそ1,000L分のサンプルが2～3時間程度での種判別でき、効率的であった。

今回使用した簡易種判別方法は、新しく開発された技術のため、マガキ浮遊幼生を対象とした事例は少ない。一般的には顕微鏡による形態観察で種判別している事例が多いが、顕微鏡による形態観察ではD型幼生の種判別ができず、さらに小型幼生等の種判別も高度な技術や熟練が必要となる。また、サンプル中の浮遊幼生すべてを形態観察する必要があり、検鏡に必要な時間も浮遊幼生数に比例して増加するため、1日あたりのサンプル数も限られてくる。一方、簡易種判別方法はサンプルをモノクローナル抗体で処理した後、顕微鏡下で発光発色の有無を識別し、発光が確認された浮遊幼生のみ形態観察すれば良い。そのため1サンプルあたりの種判別に費やす時間も短く、上記のとおり複数のサンプルを短時間で処理することが可能である。また高度な技術や熟練を必要としない。そのため、抗体と顕微鏡があれば誰でも種判別でき、複数サンプルの処理にも優れているため、天然海域の浮遊幼生の出現動向を把握するうえで、効率的で最良の手法であると考えられた。

2015年及び2016年とも調査を開始した6月1日からマガキ浮遊幼生の出現を確認した。特に2015年は6月1日に大型幼生を1～4個/200L北部漁場、中南部漁場及び南部漁場で確認した。宮城県⁹⁾によるとマガキの産卵は水温が20°Cを超えた頃から始まると言われている。両年とも6月1日には20°Cを上回った水温が観測されており、試算すると早くて5月初旬から中旬に産卵が行われた可能性が高い。中川ら²⁾は豊前海におけるマガキ浮遊幼生は6月初旬から中旬に初認されると報告しているが、両年はそれより約1ヶ月早く出現したものと考えられた。

両年のマガキ浮遊幼生は全漁場で6月下旬から8月下旬まで幼生数の増減を繰り返しながら継続して出現する傾向を示し、そのうちD型幼生や小型幼生の出現は最大数百個/200L確認された。しかし、採苗に必要となる大

型幼生の出現は漁場毎に差がみられ、多い漁場で最大数十個/200Lであった。また隣接する漁場間でもマガキ浮遊幼生の出現に差がみられるパターンが多く確認された。マガキは水温が20℃以上の環境下では一度産卵しても再び成熟して産卵を繰り返すため、幼生の出現は数ヶ月に及ぶと言われており^{7,8)}、豊前海でも産卵が繰り返しているものと考えられた。一方で浮遊幼生の遊泳力は弱く、潮流、降雨や風波等により容易に移動、拡散する^{9,10)}ことが知られている。豊前海は水深10m以浅の海域が多く、他の海域より潮流や天候等の影響を受けやすい海域であると考えられ、マガキ幼生の浮遊期間中に漁場外へ移動、拡散及び流失等が度々起こるため、長期的または広域的な採苗は困難と考えられた。

また、調査期間中の豊前海におけるマガキ浮遊幼生の出現数を全点平均すると2015年で115個/200L、2016年で118個/200Lであった。そのうち大型幼生の出現数は2015年で5個/200L、2016年で5個/200Lであり、D型幼生から大型幼生までの歩留まりは兩年とも8%であった。天然採苗の主産地である宮城県¹¹⁾や広島県¹²⁾と比べるとマガキ浮遊幼生の出現数は約1/10の量と少ないが、D型幼生から大型幼生までの歩留まりは兩年とも8%あり、広島県¹²⁾の歩留まりの平均値(2%)を上回った。このことから豊前海はマガキ浮遊幼生の発生数自体は少ないものの、餌料環境等の生育条件が整った海域である可能性が高い。

以上のことから、豊前海におけるマガキ浮遊幼生は水温が20℃を超える5月頃から出現し、潮流や風波等の影響を受けながら増減を繰り返し、天候等条件の整った漁場で大型幼生の出現ピークを迎えるものと考えられた。実際に2015年及び2016年は梅雨明け後、好天の続いた7月下旬から8月上旬にかけて大型幼生の出現ピークを迎え、その期間中に表1に示すとおり天然採苗を行うことができた。

豊前海はマガキ浮遊幼生の出現数が少なく、天候条件等の影響を受けやすいが、浮遊期の歩留まりが良い海域である。そのため長期的または広域的な天然採苗は困難であるが、短期的な天然採苗は可能である。豊前海で天然採苗を行うためには、本調査で使用した効率の良い簡易種判別方法を導入し、漁場毎に迅速かつ的確にマガキ浮遊幼生の出現動向を把握して生産者に情報提供を行い、採苗適期を逃さずに採苗器を設置することが必要である。そうすれば本養殖で使用する種ガキの一部を天然採苗で確保することが可能であろう。同時に種ガキの付着数の少ない採苗器を活用するためのシングルシート等の導入やマガキ浮遊幼生の発生量増加を目的とした母貝の確保等の検討も必要であろう。

謝 辞

本研究にあたりマガキ浮遊幼生簡易種判別用のモノクローナル抗体を提供して戴いた国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所浜口昌巳博士に深く感謝します。

文 献

- 1) 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生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; 20: 81-86.
- 2) 中川浩一, 俵積田貴彦, 中村優太, 大形拓路. 豊前海でのマガキ天然採苗技術の確立に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2011; 21: 99-104.
- 3) 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.
- 4) 広島県. カキ採苗の手引き. 普及資料 1985; 11-24
- 5) 気象庁. 行橋の降水量 2015年6~9月, 2016年6~9月. 気象庁 HP.
- 6) 宮城県. 種ガキ種苗の確保. 宮城県の伝統的漁具漁法養殖編.
- 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) 社団法人日本水産資源保護協会. 漁場環境調査検討事業: 漁場環境が魚介類に与える影響に関する主要要因の整理. 1983; 43-55.
- 9) 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; 16: 19-31.
- 10) 平田靖: 広島湾のかき採苗不調と小雨の関係. 水産と海洋 2008; 13: 1-2.
- 11) 宮城県水産技術総合センター. 種ガキ通報 2015年, 2016年. 宮城県 HP.
- 12) 広島市. 平成25年度(公財)広島市農林農水産振興センター水産部業務報告書 2015; 25-30.
- 13) 内藤剛・後川龍男: 筑前海におけるマガキ天然採苗技術の開発に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016; 26: 73-81.