

佐賀県有明海海域における DNA マーカーを用いたクルマエビ種苗の放流効果

佃 政則・大隈 齊*¹・菅谷琢磨*²

Stocking Effect of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus* Assessed by DNA Tagging with in the Boundary of Saga Prefecture in Ariake Sea

Masanori TSUKUDA, Hitoshi OKUMA and Takuma SUGAYA

はじめに

有明海は九州西岸に位置する日本有数のクルマエビ漁場であり、佐賀県、福岡県、熊本県、長崎県の漁獲量は1997年までは200トン以上を維持していた。しかしながら、2000年以降100トン以下と急激に減少し、きわめて少ない状況にある。佐賀県における漁獲量も同様に1988～1999年に31～58トンで推移していたものの、2000年頃を境に激減し、2006～2009年は1トン以下と極めて低い水準で推移している¹⁾。低迷したクルマエビの漁獲状況を改善するため、県、市町および漁協で組織する佐賀県クルマエビ栽培漁業推進協議会では、福岡、熊本および長崎の3県と共同して、2003年から30mmサイズの人工種苗の大量放流を実施している。この大量放流については、取組み開始当初は効果が上がったものの、近年では、十分な放流効果が得られているとは言い難い状況にあり、今日の有明海においては、放流手法の改善やクルマエビ資源の減少原因の究明が喫緊の課題となっている。

一方、放流種苗判別のための標識は、種苗に一定のダメージが残る尾肢カット標識⁴⁾が用いられていた。しかし、DNA マーカーを用いた親子判定技術の開発により^{2,3)}、カットやタグ等の標識装着の必要がなくなり、よりダメージが少なく健全な種苗を放流することが可能となった。このような中、2009年から有明海漁業振興技術開発事業において、DNA マーカー技術を使用し、湾奥・湾中央部の各県地先に種苗を大量放流し、クルマエビの放流効果を正確に推定する試みが開始された。この取組みにより2003年の共同放流開始時に確認されていた放流

の適時期、サイズを再検証することが可能となった。

ここでは、佐賀県有明海海域において、30mm および50mm の種苗を2010年および2011年に放流し、DNA マーカーを用いて佐賀県内での種苗回収尾数を推定し、放流手法として、放流時期、放流サイズおよび昼夜の放流時間の比較を行ったのでその結果を報告する。

材料および方法

1) 種苗放流

種苗は佐賀県内の2つのクルマエビ養殖場で生産され、放流日の当日に池から取り上げられたものを用いた。いずれも池から取り上げたのちに、エアレーションを施した発泡スチロール（縦37cm、横28cm、高さ22cm）

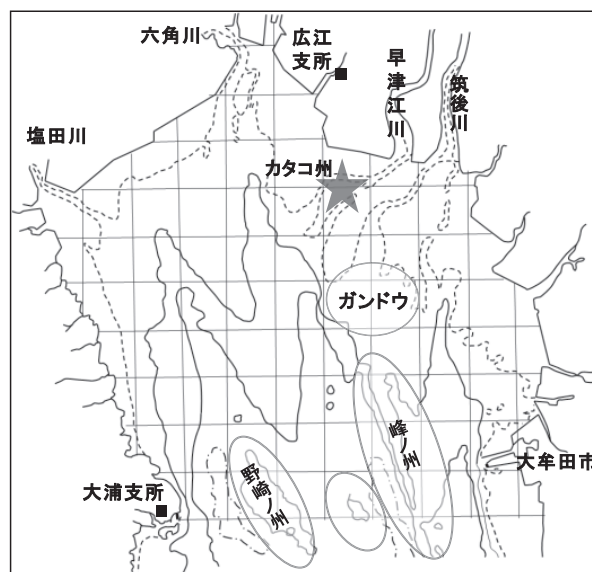


図1 有明海湾奥部および種苗放流地点

*1: 現在、佐賀県生産振興部 水産課

*2: 独立行政法人 水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所

に10Lの海水と1.2~1.5kgの種苗を入れ、およそ2.5時間をかけて放流海域まで輸送した。輸送した種苗は、いずれも図1に示す早津江川沖（通称：カタコ漁場、放流時の水深0.5~2.5m）に口径50mmのカナラインホースを用いて海底に放流した。

2) 種苗性の検証

種苗の健苗性については、放流直前に採取した個体を用いて、歩脚の欠損状況および潜砂の活力を指標に比較した。歩脚欠損の状況については、2010年および2011年ともに30mmおよび50mmの放流群を調べた。歩脚欠損の判定は、岡田ら⁵⁾の報告を参考に5つのタイプに分けた。タイプ0は欠損なし。タイプ1は第1~3歩脚に欠損はないが、第4、5歩脚のいずれか両方の先端部分が欠損あり。タイプ2は第4、5歩脚の両方が腕節まで欠損し、かつ第1~3歩脚のいずれか1本に欠損あり。タイプ3は第4、5歩脚の両方が腕節まで欠損し、かつ第1~3歩脚の2本の脚に欠損あり。タイプ4は全ての歩脚に欠損ありとした。

潜砂の活力については、それぞれの放流群ごとに当センターに持ち帰り潜砂試験を行った。試験はパンライト水槽（30L）に市販の砂を深さ10cm程度敷いて、海水を砂面より約20cmの高さまで入れた。この中にクルマエビ20尾を収容し、潜砂した尾数を計数した。潜砂の確認は、クルマエビを水槽に放した後、1、3、5、10分後に目視観察により行った。試験は各放流群につき3~5回繰り返した。

3) モニタリング調査および放流効果

放流効果の推定方法には操業隻数引き延ばし法を用い

た（図2）^{6,7)}。標本船として佐賀県内の源式網漁業者から源式網漁船3隻を選び、6月後期から10月後期にかけて大潮を挟む13~15日間の漁期ごとに、1~3回/隻の頻度でモニタリングを行った（2段サンプリング調査）。また、電話での聞き取り調査によって、佐賀県内漁業者の漁期ごとの延べ操業隻数を把握した。漁獲尾数（重量）および回収尾数（重量）の推定は、漁期ごとに調査した1隻あたりの平均漁獲尾数（重量）および平均放流エビ再捕尾数（重量）をその漁期の延べ操業隻数で引き延ばして推定した。

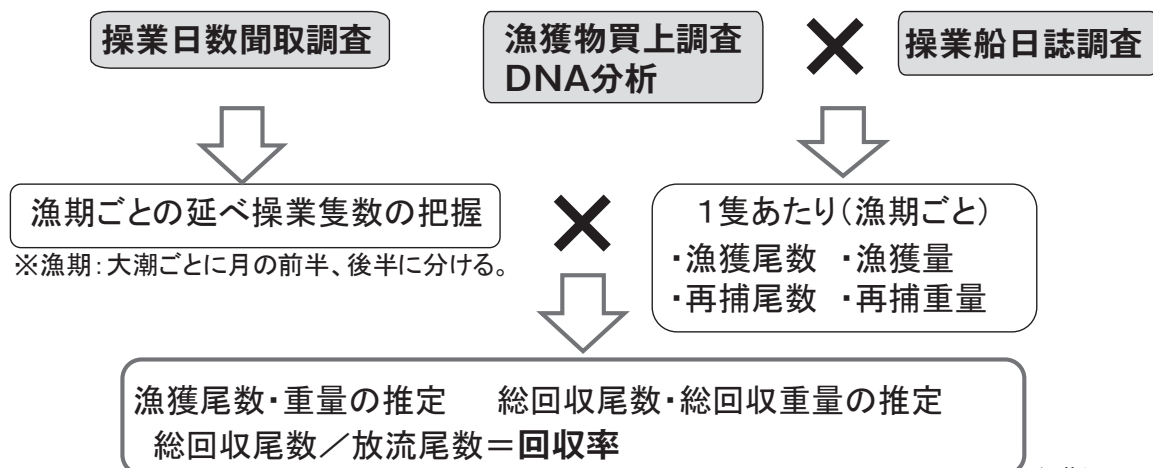
モニタリングの際に漁獲されたエビについては、買上げし体長および体重を測定した。その後、漁獲エビをおよそ5mm角の肉片となるように切出し、エタノールで固定し、ミトコンドリアおよびマイクロサテライトDNA分析用サンプルとした。

DNAの分析は、Sugaya et al.^{2,3)}の方法によりまず肉片からDNAを抽出し、ミトコンドリアDNA D-Loop領域をPCR反応によって増幅し、得られた増幅産物についてサイクルシーケンス反応を行った。サイクルシーケンス反応にはプライマーF3を用い、得られた増幅産物（約1150bp）についてオートシーケンサーを用いて塩基配列を読み取り（約800bp）、データの解析に使用した。解析したデータは、事前に同様の手法で分析した親クルマエビデータと照合した。

〈プライマーの塩基配列〉

F3: 5'-GAAAGAATAAGCCAGGATAA-3'

ミトコンドリアDNAで親子と判定されたものについて、マイクロサテライトDNAの分析および親子判定を行った。分析は、以下のプライマーを用いてPCR反応で目的領域を増幅したのち、DNAシーケンサーを用い



（伊藤ら2001一部改変）

図2 回収率推定のためのフロー図

表1 各放流群の放流日、尾数、サイズおよび放流時の海況について

| サイズ | 2010年 | | | 2011年 | | |
|-----------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|
| | 50mm：6月 | 30mm：6月 | 30mm：8月 | 50mm（昼） | 30mm（昼） | 30mm（夜） |
| 放流月日 | 6/13~21 | 5/30~6/5 | 8/9~12 | 6/14~17 | 5/30~6/2 | 6/20, 21 |
| 放流尾数（万） | 137.9 | 137.0 | 100.2 | 144.6 | 136.2 | 100.1 |
| 平均体長（mm） | 50.7 | 31.1 | 30.4 | 50.2 | 33.1 | 31.1 |
| 底層水温（℃） | 23.3 | 20.8 | 28.4 | 21.3 | 22.9 | 20.7 |
| 底層塩分（PSU） | 27.8 | 28.9 | 23.8 | 18.4 | 27.8 | 9.0 |
| DO（mg/L） | 4.8 | 5.3 | 4.4 | 6.5 | 7.4 | 7.4 |

増幅産物から塩基配列を読み取り、得られた各領域の結果から解析ソフト（株式会社 Applied Biosystems 社製 GeneMapper 等）を用いて遺伝子型を決定した。決定した遺伝子型については、親クルマエビデータと照合した。この2つのDNA分析で親エビデータと一致したものを放流エビとした。

〈プライマー配列〉

CSPJ002

Forward : 5'-CTCTTTTCATTTTCGGATACTC-3' 0.2μl

Reverse : 5'-CGATGTGAACATCTCAGAGG-3' 0.2μl

CSPJ010

Forward : 5'-TTCTCCCTCTCCTTTCCACC-3' 0.2μl

Reverse : 5'-TGTGACGCACTGTCATCAAAG-3' 0.2μl

CSPJ012

Forward : 5'-CGGCATCGTGTCTTTCCATTAGG-3' 0.05μl

Reverse : 5'-ACAGCCAGTTCGAGGCATCTATG-3' 0.05μl

結 果

1) 種苗放流

2010年および2011年のクルマエビ種苗の放流尾数について表1に示した。2010年は放流時期およびサイズを比較するため、6月に30mmおよび50mmの種苗をおよそ137万尾およびおよそ138万尾を放流した。また、8月に30mm種苗およそ100万尾を放流した。いずれの放流も12:45~20:00に行った。

2011年は放流サイズおよび昼夜の放流の違いを比較するため、6月の16:45~18:40の昼に30mmおよび50mmの種苗をおよそ136万尾およびおよそ144万尾放流した。また、6月の21:00~21:30の夜に30mm種苗100万尾を放流した。夜放流は天文薄明の時間以降の暗条件下で行った。

放流時の海底の海域環境については、2011年の30mm夜放流の際に、大雨の影響で塩分が9.0PSUまで

低下したものの、それ以外の放流の際は、水温が20.8~28.4℃、塩分が18.4~28.9PSU、DOが4.4~7.4mg/Lの範囲にあり、放流種苗の生残に問題ない状況であった。

2) 種苗性の検証

歩脚の欠損状況を表2に、潜砂の活力について表3に示した。2010年および2011年を合わせた6放流群で、潜砂行動に影響があると推定されるタイプ3または4の歩脚欠損が発生している個体の割合は、最大でも2%であり、歩脚の欠損はほぼ見られなかった。潜砂の状況についても、10分後の潜砂率は、最も低かった2011年の30mm夜放流群で89%であり、ほとんどの個体が潜砂可能であったと考えられた。また、すべての放流群で1分以内に60%以上の個体が潜ることから、いずれの放

表2 各放流群の歩脚欠損状況 (%)

| 放流群 | Type | | | | | 潜砂行動に影響あり |
|----------------|------|----|---|---|---|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 50mm | 87 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 30mm (6月) | 70 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30mm (8月) | 38 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50mm (昼) | 74 | 22 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| 2011 30mm (昼) | 30 | 68 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 30mm (夜) | 79 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表3 各放流群の潜砂活力 (%)

| 放流群 | 潜砂割合 | | | | |
|----------------|------|-----|-----|-----|------|
| | 0分 | 1分後 | 3分後 | 5分後 | 10分後 |
| 50mm | 0 | 97 | 100 | 100 | 100 |
| 2010 30mm (6月) | 0 | 63 | 83 | 93 | 97 |
| 30mm (8月) | 0 | 78 | 85 | 92 | 95 |
| 50mm (昼) | 0 | 93 | 100 | 100 | 100 |
| 2011 30mm (昼) | 0 | 73 | 93 | 98 | 98 |
| 30mm (夜) | 0 | 66 | 76 | 78 | 89 |

流群も活力が高かったと考えられた。

3) モニタリング調査および放流効果

2010年および2011年の操業船日誌を集計した1日・1隻あたりの漁獲量の月別変化を図3に示した。両年とも7月後半から漁獲量が増加し、2010年は10月前半に、2011年は9月後半にそれぞれ13.8 kg/日・隻および10.7 kg/日・隻とその年の漁期のピークに達していた。特に8月前半から10月前半にかけてはおよそ6 kg/日・隻以上を保ち、2010年および2011年ともに豊漁であった。

DNA分析結果を基に放流種苗の漁獲混入率を求めた。2010、2011年の種苗混入率の月別変化を図4、5にそれぞれ示した。2010年の6月に30mmおよび50mmで放流した群は、7月前半から漁獲物に4.7%および15.3%の割合で混入し、8月後半まで平均3.4%および13.3%と高い混入率を維持した。これ以降両群ともに混入率は徐々に低下し、10月前半にともに0.7%となった。また、2010年の8月に30mmで放流した群については、9月の後半から1.0%で混入し、10月後半に7.4%に達した。

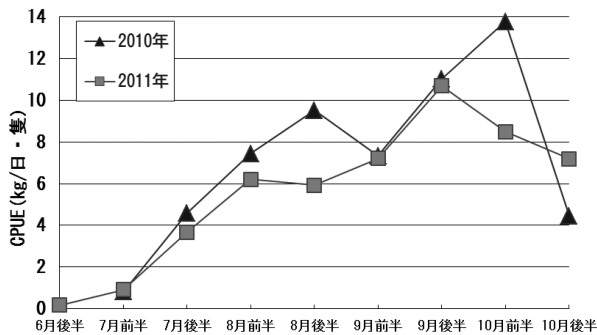


図3 漁期ごとの1日・1隻あたりの漁獲量の変動

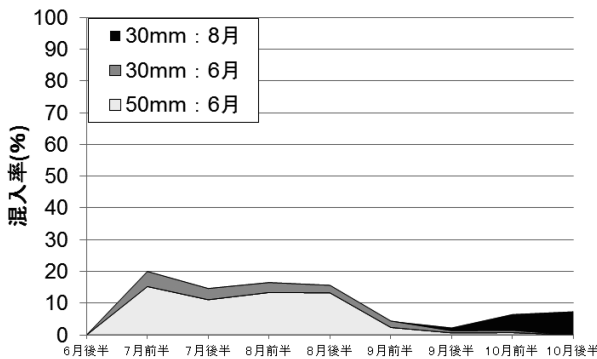


図4 2010年漁期における放流種苗の漁獲混入率の季節変化

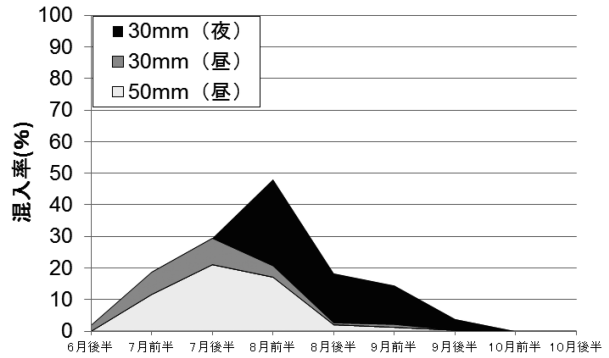


図5 2011年漁期における放流種苗の漁獲混入率の季節変化

2011年6月の昼に30mmおよび50mmで放流した群は、6月後半および7月前半からそれぞれ漁獲混入し、両群ともに混入率が7月の後半に8.1%および21.4%のピークに達した。その後両群は9月まで漁獲混入し、急激に混入割合が低下した。一方、6月の夜に30mmで放流した群は、8月前半から漁獲混入し、この月に混入率が27.6%とピークに達した。その後9月後半まで3.5~15.6%の割合で漁獲混入した。2011年の種苗混入状況は2010年よりも高く、特に8月前半に3つの群を併せると混入率が48.0%に達したことから、放流した種苗が漁獲物のおよそ半分を占めていた。このことは、放流群の混入率が高い反面、天然資源が非常に少なかったことを示唆している。

2010年および2011年の佐賀県内の各漁期の漁獲量および放流群の回収状況について表4に示した。また、2010年および2011年の各放流群の回収率および回収重量について図6、7にそれぞれ示した。2010年漁期のクルマエビの推定漁獲尾数は、127,318尾であり、推定漁獲量は2.9トンであった。各放流群の回収重量は、50mm放流群が184.5kg、30mmの6月放流群が58.1kg、8月放流群が41.4kgであった。この3つの放流群を合わせると284.0kgとなり、漁獲量のおよそ10%を占めた。回収率については、30mmの6月および8月放流群が0.18%であり、50mm放流群が0.59%であることから、放流種苗の大型化に伴い高くなる傾向が見られた。また、6月および8月の30mm放流群を比較すると、回収率は同じであるものの、回収重量では6月放流群の方が16.7kg多く回収されていた。

2011年漁期のクルマエビの推定漁獲尾数は86,226尾であり、推定漁獲量は2.1トンであった。各放流群の回収重量は、30mmの昼放流群が22.4kg、30mm夜放流群が166.3kg、50mm昼放流群が68.4kgであった。こ

表4 2010, 2011年漁期における漁獲量および各放流群の回収状況

| 2010年 漁期 | 天然+人工 | | 佐賀50mm | | 佐賀30mm (6月) | | 佐賀30mm (8月) | |
|-------------|---------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 漁獲尾数 | 漁獲量 | 回収重量 | 回収率 | 回収重量 | 回収率 | 回収重量 | 回収率 |
| 7月前半 | 2,363 | 18.5 | 2.3 | 0.03% | 0.7 | 0.01% | 0.0 | 0.00% |
| 後半 | 12,668 | 147.1 | 17.1 | 0.10% | 5.6 | 0.03% | 0.0 | 0.00% |
| 8月前半 | 19,676 | 297.8 | 49.2 | 0.19% | 11.4 | 0.04% | 0.0 | 0.00% |
| 後半 | 22,459 | 523.9 | 89.9 | 0.22% | 14.5 | 0.04% | 0.0 | 0.00% |
| 9月前半 | 18,781 | 440.2 | 13.9 | 0.03% | 13.5 | 0.03% | 0.0 | 0.00% |
| 後半 | 23,932 | 518.8 | 4.9 | 0.01% | 5.8 | 0.01% | 3.3 | 0.02% |
| 10月前半 | 21,448 | 771.9 | 7.2 | 0.01% | 6.7 | 0.01% | 25.1 | 0.11% |
| 後半 | 5,992 | 182.5 | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% | 13.0 | 0.04% |
| 合計 | 127,318 | 2,900 | 184.5 | 0.59% | 58.1 | 0.18% | 41.4 | 0.18% |

※単位：漁獲量・回収重量；kg

| 2011年 漁期 | 天然+人工 | | 50mm | | 30mm (昼) | | 30mm (夜) | |
|-------------|--------|-------|------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | 漁獲尾数 | 漁獲量 | 回収重量 | 回収率 | 回収重量 | 回収率 | 回収重量 | 回収率 |
| 6月後半 | 133 | 2.0 | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% |
| 7月前半 | 1,165 | 16.2 | 1.0 | 0.01% | 0.6 | 0.01% | 0.0 | 0.00% |
| 後半 | 5,856 | 95.3 | 16.6 | 0.09% | 7.3 | 0.04% | 0.0 | 0.00% |
| 8月前半 | 9,594 | 161.6 | 33.0 | 0.11% | 7.0 | 0.02% | 36.5 | 0.26% |
| 後半 | 12,040 | 219.3 | 8.7 | 0.02% | 2.0 | 0.01% | 48.1 | 0.19% |
| 9月前半 | 17,147 | 396.5 | 6.6 | 0.01% | 4.9 | 0.01% | 62.9 | 0.22% |
| 後半 | 17,675 | 491.6 | 2.5 | 0.00% | 0.0 | 0.00% | 20.5 | 0.06% |
| 10月前半 | 12,244 | 365.5 | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% |
| 後半 | 9,270 | 338.4 | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% |
| 11月前半 | 1,101 | 36.0 | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% | 0.0 | 0.00% |
| 合計 | 86,226 | 2,122 | 68.4 | 0.24% | 21.9 | 0.08% | 168.0 | 0.73% |

※単位：漁獲量・回収重量；kg

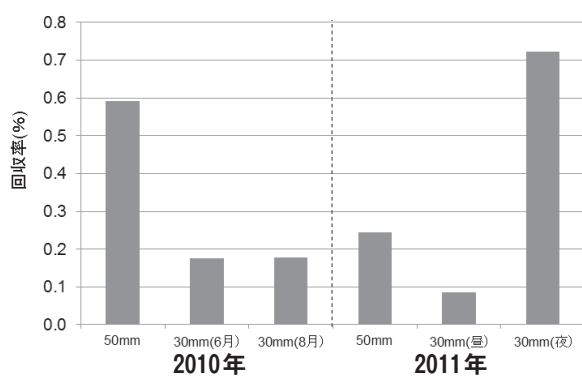


図6 放流群別の回収率

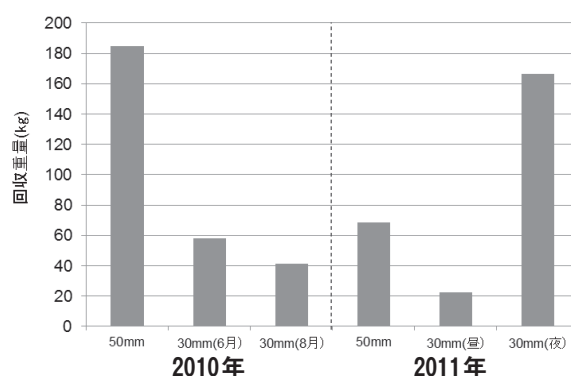


図7 放流群別の回収重量

の3つの放流群を合わせると257.1 kgとなり、漁獲量のおよそ12%を占めた。回収率については、30 mm 昼放流群が0.08%、30 mm 夜放流群が0.72%であり、昼夜で9倍の差が見られた。また、50 mm 昼放流群の回収率は0.24%であり、30 mm 昼放流群より回収率が3倍高くなるものの、30 mm 夜放流群の3割程度と低かつ

た。

放流エビの再捕時期と体長との関係について図8に示した。2010年6月に放流した30 mm および50 mm の種苗は、7月の前半に平均79.4 mm および80.0 mm で漁獲加入し、9月前半までに平均134.8 mm および134.0 mm に成長した。両放流群ともに10月以降はほ

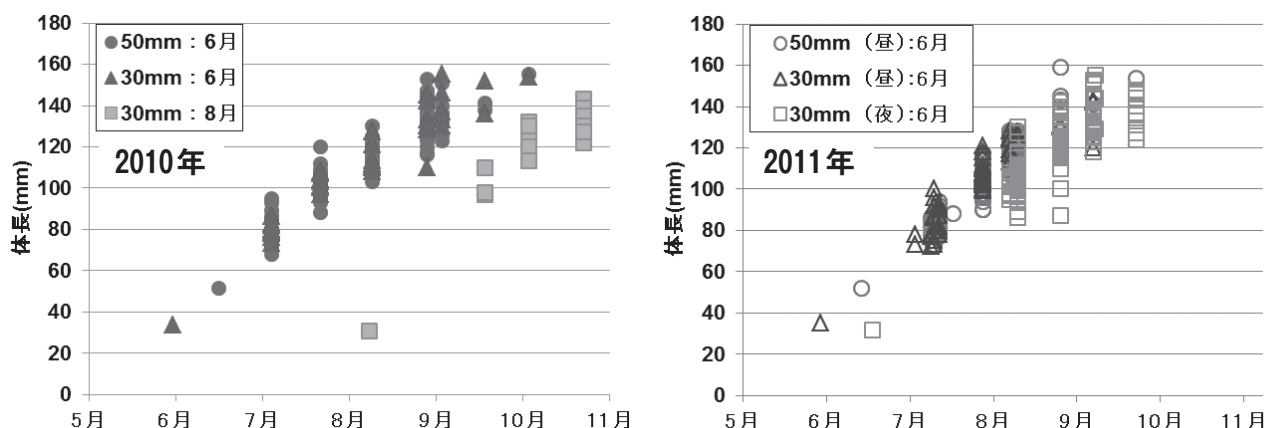


図8 放流種苗の再捕時期と体長との関係

とんど再捕されなかった。8月に30mmで放流した種苗は、9月後半に平均101.7mmで漁獲加入し10月後半に平均132.4mmに成長した。これら3つの放流群の日間成長は、6月に30mmおよび50mmで放流した種苗では、9月前半まで1.09mm/日および1.07mm/日とほぼ同程度であったが、8月に30mmで放流した種苗では、10月後半まで1.38mm/日であった。このことから、6月よりも8月に放流する方が種苗の成長が速かった。

2011年の6月昼に放流した30mmおよび50mmの種苗は、7月前半に平均84.5mmおよび82.8mmで漁獲加入し、9月前半までに平均138.3mmおよび135.0mmまで成長した。6月昼に30mmで放流した種苗は、夜放流よりもやや成長が遅く、8月前半に平均104.8mmで漁獲加入し始め、9月後半までに平均138.3mmまで成長した。全放流群ともに10月以降はほとんど再捕されなかった。これら3つの放流群の9月までの日間成長は、30mm昼放流群で0.99mm/日、30mm夜放流群で1.09mm/日および50mm昼放流群で0.97mm/日であり、ほぼ同程度であった。

また、漁獲されたクルマエビの体長は、2ヶ年の漁期を通じ、およそ80~140mm(最大154mm)の範囲にあった。

考 察

DNAマーカーを用いた2ヶ年の放流効果調査から、昼に放流した30mmおよび50mmの放流群については、2010年および2011年ともに30mmよりも50mmサイズでおよそ3~3.3倍回収率が高くなった。また、2010年に30mm放流群で放流時期を比較した結果、8月よりも6月に放流することで回収重量が多くなる傾向

が見られた(図6, 7)。

適放流サイズおよび時期については、これまで有明海沿岸4県の調査において、30mmで初夏に放流すると回収や受益が大きくなることが報告されている^{7,8)}。放流時期については、本調査結果で8月よりも6月放流で回収重量が多くなることから、過去の報告と同様の傾向が見られた。つまり、佐賀県では8月に放流しても成長の途中で漁期が終了してしまうため(図8)、回収重量を増やすためには漁期の早い時期に放流する必要があることが改めて確認された。

一方、適放流サイズは30mmとされてきたが、同じ年にサイズ別の試験ができなかったことから明確にされてこなかった。本調査結果では30mm放流よりも50mm放流でおよそ3倍高い回収率が得られ、種苗大型化による回収率上昇が見込まれるが、種苗代などの費用対効果等を考慮すると、必ずしも大型化により回収効果上がるわけではなく、今後も検討する必要がある。

放流手法については、本調査でこれまでの昼放流から夜放流に変更した結果、2011年6月に昼30mmで放流した群の回収率は、同年の昼に30mmで放流した群よりも9倍高く、また、50mm放流群よりも3倍高かった。また、30mm夜放流群が2ヶ年を通じ最も高い回収率を示したことから、夜放流が一定の放流効果改善策となることが示された。そこで、なぜ回収率が改善したのかについて、この放流群の健苗性および放流時の海域環境の特徴について整理し、高い回収率となる条件を考察した。

まず、放流直前の調査で、いずれの放流群も歩脚欠損個体は非常に少なく、潜砂能力も高いことから、本調査における放流群の健苗性は非常に高かったことが示された(表2)。したがって、放流群間での種苗の健苗性に大きな差が見られないことから、健苗性による回収率の差

は見いだされない。

次に放流時の海域環境として、水温、塩分、DOについて比較すると(表1)、2011年の夜放流でのみ大雨により塩分が9 PSUと非常に低かった。クルマエビ種苗の低塩分耐性については、これまでの知見によると蒸留水では数時間程度で斃死するが、7.6%では斃死することなく正常に成長することが報告されている⁹⁾。このことから、2011年の夜放流の際の低塩分については、クルマエビの生残・成長に影響を与えていなかったと考えられる。また、夜放流であることから、放流時ほとんど照度が無い状況であった。

加えて回収率が悪化する要因として、捕食等による放流直後の生残の悪化が考えられ、有明海ではこれまでの報告で、スズキ、コイチ、ハゼ類、ギマなどが捕食者として挙げられている¹⁰⁾。これらの捕食者がどの程度視覚で放流クルマエビを確認し捕食しているか、また、どの程度低塩分下で捕食行動がとれるかは不明であり、今後の検討課題である。本調査における夜放流群では、夜間で照度が無く捕食者に発見されにくい環境に、さらに低塩分という捕食者が好まない環境が加わって、生残率が向上し、回収率の向上につながったと推察できる。

有明海では2000年以降クルマエビ漁獲量が低迷し、種苗放流による資源回復が望まれているが、近年種苗放流で十分な回収結果が得られていない。その要因として、貧酸素や*Chattonella*属赤潮の発生¹¹⁾による生残率の低下、放流時の捕食圧の増大¹⁰⁾などが考えられる。この減少要因の1つである放流直後の捕食圧については、本調査結果から夜放流を行うことで低減させられる可能性がうかがえた。現在、捕食圧低減の取組みとして、囲い網による中間育成に取り組まれている地域もあるが、施設の設置やその後の管理が必要となり多くの手間を要する。一方で、夜放流については、放流時間の変更だけである程度回収率の向上の可能性が伺えたことから、有明海に適する放流方法になることが期待される。しかしながら、夜放流をはじめとする放流方法については、今

後も引き続き検証する必要がある。

文 献

- 1) 農林水産省(1990~2011):第36~57次佐賀農林水産統計年報.
- 2) 菅谷琢磨・池田 実・谷口順彦(2001):クルマエビmtDNA調節領域のPCR-RFLP分析によるハプロタイプの検出. 水産育種, (31), 97-101.
- 3) T. Sugaya, M. Ikeda and N.Taniguchi(2002): Relatedness structure estimated by microsatellite DNA markers and mitochondrial DNA polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism analyses in the wild population of kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Fish. Sci.*, **68** (4), 793-802.
- 4) 宮島俊明・豊田幸嗣・浜中雄一・小牧博信(1996):クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について. 栽培技研, (25), 41-46.
- 5) 岡田一宏・辻ヶ堂諱・渡部公仁・上谷和功・浮永 久(1993):陸上水槽によるクルマエビの中間育成と歩脚障害の回復および進行. 三重県水技研報 (5), 35-46.
- 6) 森川 晃・伊藤史郎・山口忠則・金澤孝弘・内川純一・皆川恵・北田修一(2003):有明海におけるクルマエビ放流効果. 栽培技研, (30), 61-73.
- 7) 伊藤史郎(2006):有明海におけるクルマエビ共同放流事業. 日水誌, **72**(3), 471-475.
- 8) 金澤孝弘(2005):有明海沿岸4県連携によるクルマエビ共同放流の経緯と効果. 独立行政法人水産総合研究センター委託事業 H17 年度栽培漁業技術中央研修会, 1-18.
- 9) 石岡宏子(1973):クルマエビ人工種苗の生理生態に関する研究. 南西海区水研報, (6), 59-84.
- 10) 宮本博和・内藤 剛・植田 新(2009):平成20年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 475-478.
- 11) 鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011):シャトネラ属に対する甲殻類・貝類の影響試験. 平成22年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業, 27-34.