

周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの放流効果

畔地和久・徳丸泰久*

Stocking Efficiency of Hatchery-reared Kuruma Prawn *Marsupenaeus japonicus* after Acclimation in Waters of Oita Prefecture in Suo-Nada

KAZUHISA AZECHI and YASUHISA TOKUMARU

大分県農林水産研究指導センター水産研究部浅海・内水面グループ

Shallow/Fresh Water Group, Fisheries Research Division
Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：馴致放流、クルマエビ、放流効果

緒 言

クルマエビは大分県における重要な漁業資源であるが、近年の漁獲量は極めて低位に推移している。そのため、漁業者がクルマエビの放流効果を実感できない状況である。

このことから、クルマエビ資源を維持・増大させる効果的な放流手法の推進が求められている。

檜山¹⁾は、放流クルマエビの減耗要因は魚類などの食害であり、そのほとんどが放流後の短時間内で起こることを指摘している。

囲い網は食害生物の侵入を防ぎ、クルマエビを自然環境に馴致させるには有効である。また、囲い網を設置するには広い干潟や浅瀬が適しており、周防灘は適地である。

本研究では、周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの回収状況および放流効果を明らかにするために、2007～2010年にわたって、大分県瀬戸内海区の主要地区で市場調査および買い上げ調査を行った。

方 法

放流種苗および標識装着 放流に用いた種苗は民間のクルマエビ養殖業者から購入した稚エビである。放流エビを識別するために、放流種苗の全数に左尾肢切除標識を装着した^{2,5)}。

馴致放流 表1に馴致放流の概要を示す。放流後の初期減耗を防止するために、囲い網による短期環境馴致を行った。短期環境馴致は標識エビを民間の養殖場からトラックに積載した活魚タンクで最寄りの漁港まで輸送した。次に、耐圧ホースで漁船に積載したポリエチレンタンク（直径1.3m）に積み替え、囲い網設置場所（放流場所）まで輸送した（図1）。その後、標識エビを網ですくい船上から囲い網内に収容し、環境馴致した。放流は標識エビを囲い網内で2～3日間馴致後、囲い網を撤去して行った。

表1 馴致放流の概要

| 放流年 | 囲い網 設置場所 | 収容日 | 収容尾数 | 平均体長 (mm) | 放流日 |
|------|-------------|---------|---------|--------------|---------|
| 2007 | 豊後高田市地先 | 7/9,10 | 200,000 | 63.1 | 7/11 |
| 2008 | 宇佐市地先 | 7/16,17 | 140,000 | 62.0 | 7/18 |
| 2009 | 宇佐市地先 | 6/29,30 | 216,000 | 54.7 | 7/2 |
| 2010 | 中津市地先 | 6/18,19 | 146,000 | 52.6 | 6/20,22 |
| 計 | | | 702,000 | 58.4 | |

*大分県東部振興局 農山漁村振興部 水産班

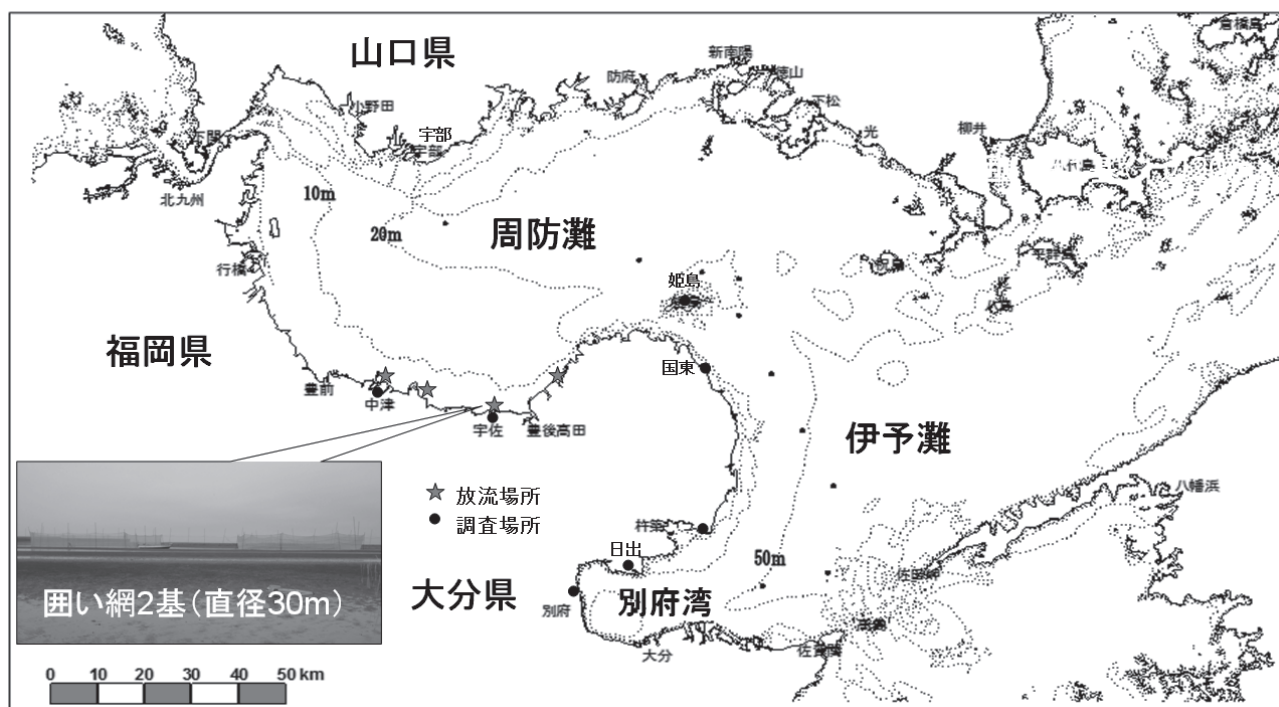


図 1 放流場所と調査場所

有効放流尾数 各放流群の馴致後の有効放流尾数を推定するために、標識エビの一部を用いて、尾肢切除状況（標識装着率）および飼育 1 ヶ月後の生残率を調べた。なお、各放流群の有効放流尾数は、囲い網の収容尾数に標識装着率および飼育 1 ヶ月後の生残率を乗じた値である。

市場調査および買い上げ調査 各放流群の放流効果を推定するために、大分県瀬戸内海区の主要地区で市場調査および買い上げ調査を行った（図 1）。調査は 2007 ～ 2010 年の 8 月から 12 月まで実施した。調査項目は標識・交尾栓の有無の確認、標識エビの性別、全長もしくは体長（買い上げた場合：全長、体長、体重、漁獲量および再捕場所）、写真撮影、調査尾数・重量および月別取扱量（漁獲量）である。

年級分離 各放流群の放流年毎の標識尾数を推定するために、年級分離を行った。なお、各放流群の年級分離は年級分離基準表⁶⁾に体長データをあてはめ、解析した。

混入率の推移 各放流群の移動や再捕状況を推測するために、2007 ～ 2010 年放流群の月別混入率を算出した。なお、混入率は、調査尾数に対する標識エビの確

認尾数の割合（％）である。

回収率の推定 各放流群の回収率を推定するために、2007 ～ 2010 年放流群の回収尾数を算出した。回収尾数は、月別回収尾数の合計値である。月別回収尾数は月別標識確認尾数を月別取扱量（漁獲量）に対する月別調査重量の比（標本抽出率）で除した値である。なお、各放流群の回収尾数は、調査地区の回収尾数を該当海域における推定取扱量に対する調査重量の比（調査率）および標識判別率（12 月まで飼育した標識エビの尾肢写真から判別した尾数に対する標識を確認した尾数の比）で除した値である。

各放流群の回収率は、各放流群の有効放流尾数に対する回収尾数の割合（％）である。

回収割合の推定 各放流群の回収状況を推測するために、2007 ～ 2010 年放流群における海域別および再捕場所の回収割合を推定した。回収割合は、各放流群の回収率に対する各海域および再捕場所の回収率の割合（％）である。なお、各海域および再捕場所における回収率は再捕報告から推定した。

費用対効果の推定 各放流群の放流効果を評価するために、2007 ～ 2010 年放流群における費用対効果を推

定した。各放流群の費用対効果は、月別回収金額の合計額を放流経費で除した値である。なお、月別回収金額は月別回収重量に月別平均単価を乗じた値であり、月別回収重量は月別回収尾数に月別平均体重を乗じた値である。また、放流経費は有効放流尾数の種苗費である。

統計処理 統計学的有意差検定には、 χ^2 検定を用いた。

結 果

有効放流尾数 表 2 に、各放流群における標識装着率、飼育 1 ヶ月後の生残率および有効放流尾数を示す。各放流群と標識装着率、飼育 1 ヶ月後の生残率および有効放流尾数の間に有意な差は認められなかった ($p>0.05$)。

市場調査および買い上げ調査 表 3 に、市場調査および買い上げ調査における各放流群の調査尾数、標本抽出率、標識エビの確認尾数ならびに混入率を示す。混入率では全ての放流群で統計的に有意な差は認められた ($p<0.05$)。つまり、2009 年の混入率が最も高く、2010 年、2007 年、2008 年の順であった。

混入率の推移 図 2 に、各放流群における月別混入率の推移を示す。2007～2008 年は 9 月をピークに 12 月まで緩やかに減少している。一方、2009～2010 年は 8 月に最高値を記録して、その後、急激に低下する傾向がみられた。

図 3 に、各海域における月別混入率の推移を示す。放流海域である周防灘では 8 月をピークに激減し、その後は低い値で推移した。一方、姫島周辺の海域では 9 月にピークを示し、その後は 12 月まで緩やかに減少した。また、伊予灘では 9 月と 12 月にピークがあったが、ほぼ横ばいで推移した。

回収率の推定 表 4 に、各放流群における回収尾数および回収率を示す。回収率では全ての放流群で統計的に有意な差が認められた ($p<0.01$)。すなわち、2010 年の回収率が最も高く、2007 年、2009 年、2008 年の順であった。

表 2 各放流群における標識装着率^{*1}、飼育 1 ヶ月後の生残率^{*2} および有効放流尾数^{*3}

| 放流年 | 標識装着率 (%) | 飼育 1 ヶ月後の生残率 (%) | 有効放流尾数 |
|------|-----------|------------------|---------|
| 2007 | 85.0 | 96.0 | 163,200 |
| 2008 | 95.2 | 94.0 | 125,283 |
| 2009 | 92.6 | 90.0 | 180,000 |
| 2010 | 93.4 | 98.0 | 133,641 |

※1 標識装着後に調査した尾数に対する標識エビの確認尾数の割合 (%)

※2 標識エビの飼育開始時の尾数に対する飼育 1 ヶ月後の生残尾数の割合 (%)

※3 囲い網の収容尾数に標識装着率及び飼育 1 ヶ月後の生残率を乗じた値

※ 各浮流群と標識装着率、飼育 1 ヶ月後の生残率および有効放流尾数の間に有意な差は認められなかった ($p>0.05$)

表 3 市場調査および買い上げ調査における各放流群の調査尾数、標本抽出率^{*1}、標識エビの確認尾数および混入率^{*2}

| 調査年 | 調査尾数 | 標本抽出率 (%) | 標識エビの確認尾数 | 混入率 (%) |
|------|---------|-----------|-----------|---------|
| 2007 | 39,981 | 5.2 | 470 | 1.2 |
| 2008 | 50,325 | 4.9 | 506 | 1.0 |
| 2009 | 44,576 | 6.7 | 1,581 | 3.5 |
| 2010 | 84,251 | 12.9 | 2,515 | 3.0 |
| 計 | 219,133 | 7.0 | 5,072 | 2.3 |

※1 取扱量 (漁獲量) に対する調査重量の割合 (%)

※2 調査尾数に対する標識エビの確認尾数の割合 (%)

※ 混入率では全ての放流群で統計的に有意な差は認められた ($p<0.05$)

表 4 各放流群における回収尾数^{*1}、および回収率^{*2}

| 放流年 | 回収尾数 | 回収率 (%) |
|------|--------|---------|
| 2007 | 14,305 | 8.8 |
| 2008 | 8,243 | 6.6 |
| 2009 | 12,310 | 6.8 |
| 2010 | 16,136 | 12.1 |
| 計 | 50,994 | 8.5 |

※1 調査地区の回収尾数 (月別標識確認尾数を月別標本抽出率で除した値の合計値) を該当海域における推定取扱量に対する調査重量の比 (調査率) および標識判別率で除した値

※2 有効放流尾数に対する回収尾数の割合 (%)

※ 回収率では全ての放流群で統計的に有意な差は認められた ($p<0.01$)

回収割合の推定 表5に、各放流群における海域別の回収割合を示す。放流群と海域別回収割合では、全ての放流群と海域の間で統計的に有意な差が認められた ($p < 0.01$)。つまり、放流海域の周防灘では2007年が最も低く、その後、回収割合が増加した。一方、姫島周辺の海域では、2007年をピークに2010年まで回収割合が低下した。また、伊予灘では、放流場所から最

も離れている海域であるため、海域別回収割合が最も低かった。

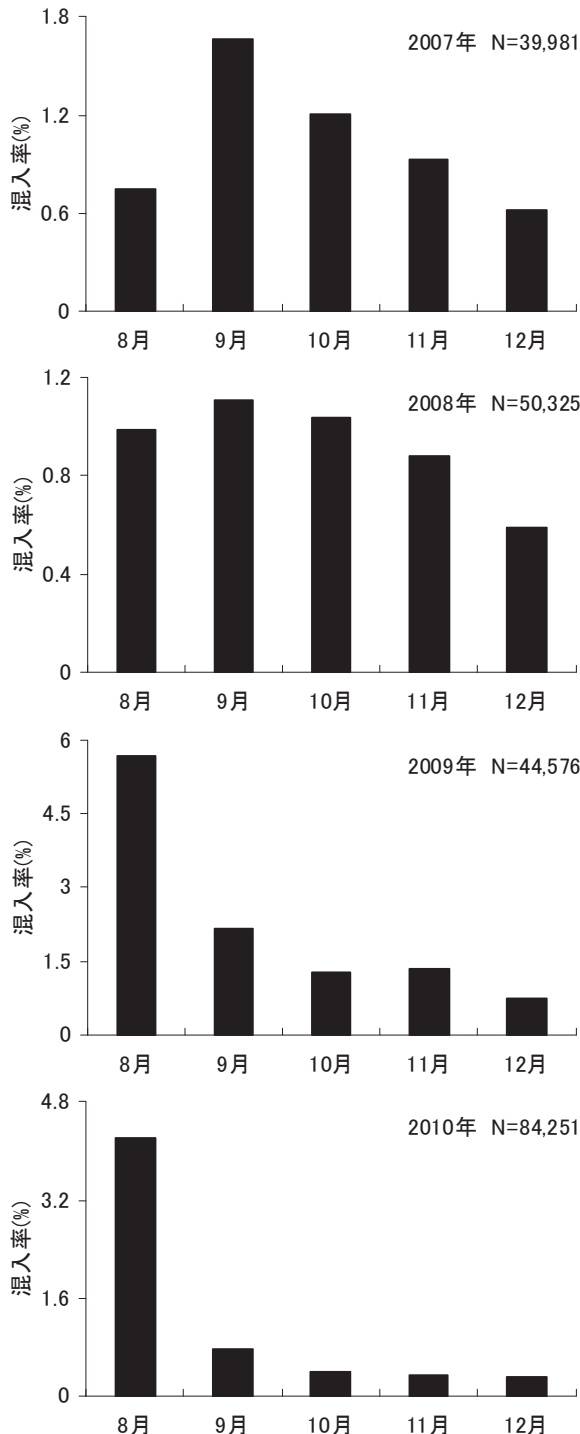


図2 各放流群における月別混入率*の推移

* 月別調査尾数に対する月別標識エビの確認尾数の割合 (%)

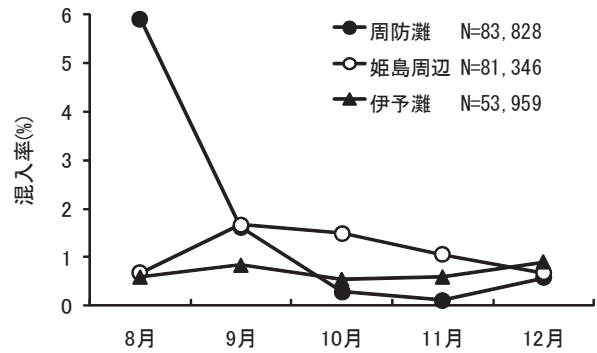


図3 各海域における月別混入率*の推移

* 月別調査尾数に対する月別標識エビの確認尾数の割合 (%)

表5 各放流群における海域別の回収割合*¹

| 放流年 | 放流場所 | 海域別回収割合 (%) | | |
|------|-------|-------------|------|------|
| | | 周防灘 | 姫島周辺 | 伊予灘 |
| 2007 | 豊後高田市 | 4.3 | 92.2 | 3.6 |
| 2008 | 宇佐市 | 24.5 | 57.0 | 18.5 |
| 2009 | 宇佐市 | 42.9 | 50.6 | 6.6 |
| 2010 | 中津市 | 75.8 | 19.4 | 4.8 |
| 平均 | | 41.4 | 51.1 | 7.5 |

*¹ 各放流群の回収率に対する各海域の回収率の割合 (%)

* 全ての放流群と海域別回収割合の間で統計的な有意差が認められた ($p < 0.01$)

表6 各放流群における放流経費*¹、回収金額*² および費用対効果*³

| 放流年 | 放流経費 (千円) | 回収金額 (千円) | 費用対効果 |
|------|-----------|-----------|-------|
| 2007 | 1,632 | 2,778 | 1.70 |
| 2008 | 1,253 | 1,565 | 1.25 |
| 2009 | 1,800 | 2,451 | 1.36 |
| 2010 | 1,336 | 2,657 | 1.99 |
| 計 | 6,021 | 9,451 | 1.57 |

*¹ 有効放流尾数の種苗費

*² 月別回収尾数に月別平均体重を乗じた値 (月別回収重量) に月別平均単価を乗じた値の合計値

*³ 回収金額を放流経費で除した値

* 各放流群と放流経費、回収金額および費用対効果の間で統計的に有意な差が認められた ($p < 0.01$)

図4および図5に、2009年および2010年放流群における再捕報告から推定した回収割合を示す。2009年では、姫島周辺および放流場所の干潟漁場での回収割合が高かった。一方、2010年では、放流場所の沖合漁場で小型底びき網による回収が74.8%を占めていた。

費用対効果の推定 表6に、各放流群における放流経費、回収金額および費用対効果を示す。各放流群と放流経費、回収金額および費用対効果の間で統計的に有意な差が認められた ($p < 0.01$)。費用対効果では、2010年が最も高く、2007年、2009年、2008年の順であった。

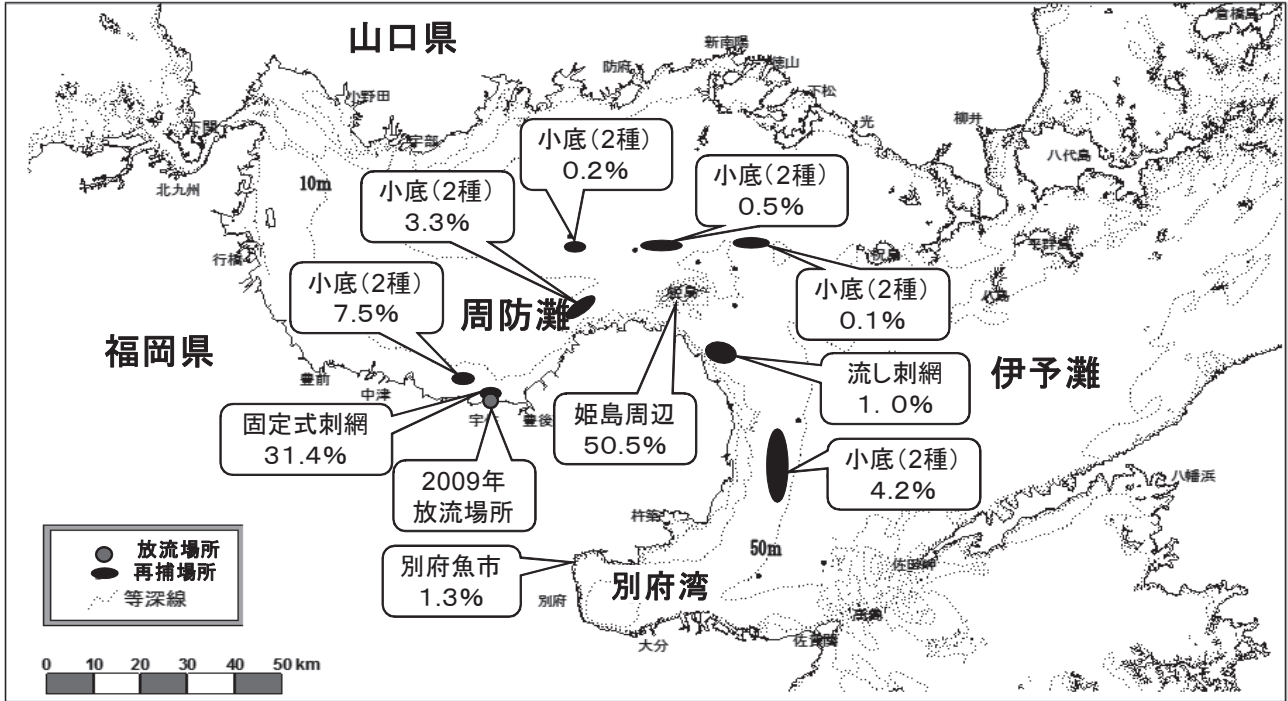


図4 2009年放流群における再捕報告から推定した回収割合*
 ※ 2009年放流群の回収率に対する再捕場所の回収率の割合 (%)

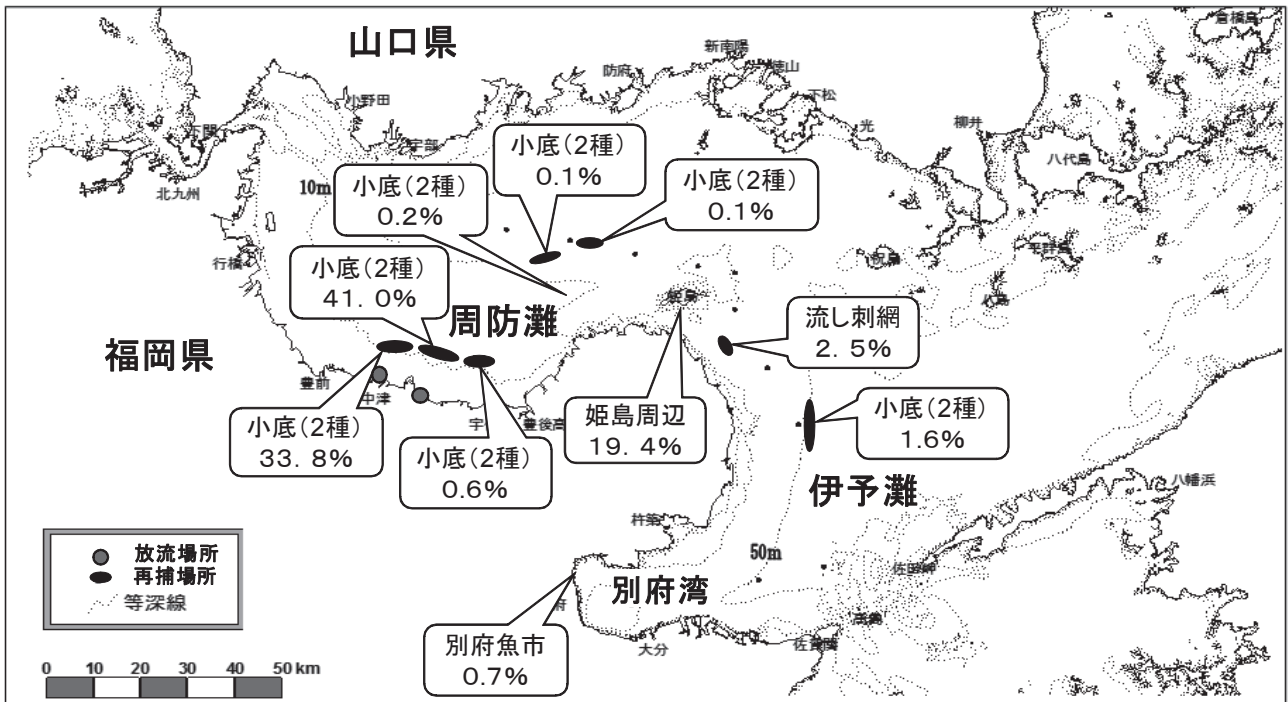


図5 2010年放流群における再捕報告から推定した回収割合*
 ※ 2010年放流群の回収率に対する再捕場所の回収率の割合 (%)

考 察

本研究の結果から、周防灘大分県海域に放流したクルマエビの回収状況および放流効果が以下のように明らかになった。

まず、2007～2010年放流群とも8月から12月まで標識エビの混入があった（図2）。また、各放流群とも8月又は9月に混入率（標識エビの確認尾数／調査尾数）のピークがあり、その後、低下する傾向がみられた（図2）。さらに、放流海域の周防灘では8月にピークがあり、その後は大きく減少した（図3）。また、姫島周辺の海域や伊予灘では9月以降にピークがあり、緩やかに推移している（図3）。

これらのことは、放流場所の干潟域で育ったクルマエビが成長に伴い、混入率の高い干潟漁場から混入率の低い沖合漁場に移動や分散したことを示唆している。

次に、2007～2008年放流群の混入率は1%程度、2009～2010年は3%台であった（表3）。このことは、2007～2008年放流群が2009～2010年放流群より移動や分散した海域を主体に回収されたことを示している。

続いて、2009～2010年放流群の月別混入率は、8月に最も高く、その後、急激な低下がみられた（図2）。これは、放流場所の干潟域から干潟や沖合の漁場に移動したクルマエビを8月に大量回収したことを示唆している（表5、図2、図4、図5）。

また、各放流群の姫島周辺海域での回収割合（各放流群の回収率に対する姫島周辺海域の回収率の割合）は、2007年（豊後高田市放流）が9割、2008～2009年（宇佐市放流）が5割、2010年（中津市放流）が2割程度であった（表5）。これらのことは、放流場所が姫島に近いほど姫島周辺海域での回収割合が高いことを示している。

このように、放流クルマエビの回収状況は放流場所で異なることが明らかになった。

さらに、各放流群の放流効果を評価するために、費用対効果（回収金額／放流経費）を算出した。その結果、周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの全ての放流群で費用対効果が1以上であった（表6）。

今後の課題としては、以下のようなことが考えられる。瀬戸内海大分県海域におけるクルマエビの放流適地は周防灘および別府湾であると考えられる。しかし、瀬戸内海大分県海域におけるクルマエビの放流効果を標識放流により評価した報告は周防灘以外に見当たらない。そのため、別府湾に放流したクルマエビの放流

効果を明らかにすることが求められている。

また、本調査では、放流エビを判別するために、尾肢切除標識^{2,5)}を用いた。その結果、クルマエビの放流サイズは体長50mm以上であった。しかし、現在行われている種苗放流の大半は、体長50mm未満である。したがって、効率的なクルマエビの種苗放流を実施するには、体長50mm未満の放流効果を明らかにすることが不可欠である。そのためには、DNAマーカーによる親子判別手法⁷⁾等を用いる必要がある。

摘 要

周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの回収状況および放流効果を明らかにするために、2007～2010年にわたって、大分県瀬戸内海区の主要地区で市場調査および買い上げ調査を行った。

- 1 放流クルマエビの回収状況は、放流場所で異なることが明らかになった。
- 2 全ての放流群で、費用対効果が1以上であった。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、調査にご協力いただいた大分県漁業協同組合の組合員および調査員の方々並びに大分県農林水産研究指導センター水産研究部 浅海・内水面グループの職員各位にお礼申し上げる。

引用文献

- 1) 檜山節久. 種苗放流から収穫まで. クルマエビ栽培漁業の手引き. さいばい叢書 1986 ; 1 : 164-180.
- 2) 宮嶋俊明, 豊田幸嗣, 浜中雄一, 小牧博信. 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 1996 ; 25 (1) : 41-46.
- 3) 豊田幸嗣, 宮嶋俊明, 上家利文, 松田裕二, 大槻直也. 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－II. 栽培技研 1996 ; 25 (2) : 95-100.
- 4) 豊田幸嗣, 宮嶋俊明, 吉田啓一, 藤田義彦, 境谷季之. 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－III. 栽培技研 1998 ; 26 (2) : 85-90.
- 5) Miyajima T, Hamanaka Y, Toyota K. A Marking Method for Kuruma Prawn *Penaeus japonicus*. *Fish. Sci* 1999 ; 65 (1) : 31-35.

- 6) 山口県，福岡県，大分県．周防灘海域クルマエビ．栽培漁業資源回復等対策事業総括報告書 2011；445-473.
- 7) 菅谷琢磨．クルマエビの放流効果調査への DNA マーカーの応用．養殖 2007；10：82-85.