

エビの水揚げ箱数を抜き出し、箱当たり1.3kgを乗じて求めた。1992年7月から2003年6月までの唐津湾における漁獲量は、増田ら⁴⁾の方法により、漁連魚市の水揚量に引き伸ばし係数2.38を乗じて求めた。

また、クルマエビと比較するため、同じ科に属するクルマエビについても、1989年7月から1991年12月までと、2008年4月から2010年12月までの月別漁獲量を集計した。

クルマエビの日別または月別漁獲尾数は、その月内に実施した漁連魚市場調査の体長組成結果と増田ら⁴⁾の体長-体重関係式から月別平均個体体長を求め、月別漁獲量を用いて推定した。ただし、唐津湾における小型底曳網漁業は、10馬力船は2月、15馬力船は2月と3月に休漁になることと、冬季は基本的にクルマエビの漁獲尾数が少ないことから信頼できる体長組成を作成できないため、1月から3月の推定漁獲尾数は省略した。

1991年から2008年におけるクルマエビの種苗放流は表1のとおり、浜崎漁協、唐津市漁業協同組合の唐房支所、満島連絡所、高島支所、妙見連絡所、相賀連絡所、湊浜支所、神集島支所および屋形石漁協の組合員によって各地先で行われた。

クルマエビの種苗放流と漁獲の関係を探るため、各漁期年をその年の7月から翌年6月までとし、 a 年漁期における β （放流尾数または漁獲量）の変化率を、（ a 年漁期の β -前後2漁期の平均 β ）/前後2漁期の平均 β 、と定義し、1993年から2008年の各漁期における放流尾数と漁獲量の変化率を求めた。ある年の状況を直近年の平均とで比較したのは、時間経過による漁場環境の変化を考慮したためである。また、2003年から2009年の7漁期における月別漁獲量の変動係数（標準偏差/平均値×100）を求め、漁獲の安定状況を調べた。

結 果

図2では放流尾数と漁獲量の関係を明確にするために、放流尾数は表1の実績のまま、漁獲量は漁獲単位（その年の7月から翌年6月まで）で示した。唐津湾におけるクルマエビの放流尾数は1992年から2002年までは変動が大きく、1991年と1998年、2000年は8,000千尾以上であったが、1997年と2001年は4,000千尾を下回り、

表1 唐津湾に放流されたクルマエビ種苗

	尾数 (千尾)	体長 (mm)	期 間
1991年	8,201	26-57	5月28日 - 9月20日
1992年	7,046	35-61	5月30日 - 7月28日
1993年	4,672	28-59	6月7日 - 8月18日
1994年	7,343	29-36	6月11日 - 7月26日
1995年	6,190	24-45	6月17日 - 7月11日
1996年	5,980	36-44	6月19日 - 7月1日
1997年	3,500	53	6月18日
1998年	9,120	33-50	6月18日 - 8月27日
1999年	4,100	33-50	6月16日 - 6月27日
2000年	8,679	33-50	6月20日 - 8月8日
2001年	3,830	30-65	6月27日 - 8月3日
2002年	355	50-60	6月26日 - 8月1日
2003年	3,834	30-80	6月8日 - 7月31日
2004年	3,600	30-49	6月8日 - 8月20日
2005年	4,000	30-54	6月7日 - 8月18日
2006年	4,236	25-38	6月9日 - 7月14日
2007年	4,153	30-40	6月14日 - 6月28日
2008年	2,260	40-50	6月9日 - 7月17日
2009年	4,010	30-60	6月9日 - 7月29日

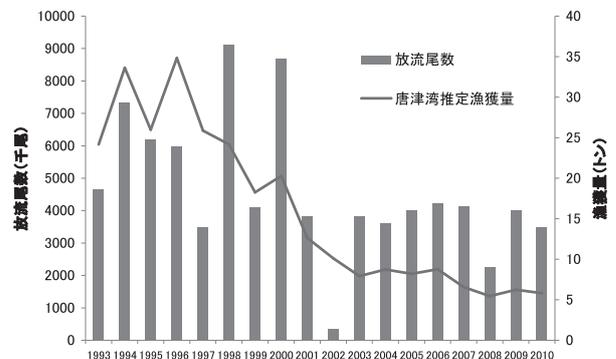


図2 唐津湾における放流尾数と漁獲量の関係（漁獲量は漁期単位）

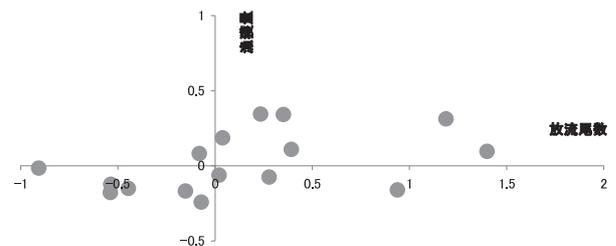


図3 唐津湾における放流尾数と漁獲量の変化率の関係（1993年～2008年；漁獲量は漁期単位）

2002年は360千尾であった。2003年以降、2008年の2,260千尾を除くと、4,000千尾前後で推移した。一方、唐津湾の漁獲量は1996年漁期の34,838トンから年々減少し、2003年漁期以降は7トン前後で漸次減少傾向であった。1994年から2008年の各漁期における放流尾数と漁獲量の増加率を求めたところ、放流尾数の変化率 X が $-0.2 < X < 0.4$ のとき、漁獲量の変化率 $Y = 0.78X + 0.009$

($R^2=0.42$) となり正の相関がみられたが、 $0.4 < X$ の場合は、相関はみられず、 Y は 0.34 ($X = 0.35$) より大きくはならなかった。また、 X が負のとき、 Y はほとんどの場合は負の値だったものの相関は見られず、その値は -0.24 ($X = 0.007$) より小さくはならなかった (図3)。

唐津湾における小型底曳網漁業について、1991年5月から1992年12月までと、2008年5月から2009年12月までの月別漁獲尾数の推移を比較した (図4)。1991~1992年は漁獲盛期が8月または9月を中心に3月間続き、その前後の月もピーク時の半分程度の漁獲が見られた。2008~2009年は8月または9月のどちらか一方にピークが見られるだけで、その前後の月は顕著に少ない漁獲尾数であった。つまり、1991~1992年と2008~2009年を比較すると、漁獲尾数だけではなく、月別漁獲尾数のパターンも異なることが明らかになった。さらに、2003年から2009年までの7漁期間における平均月別漁獲尾数の推移を見ると、7月から8月または9月にかけて大きく増加し、その後急速に減少するというパターンがほぼ全ての漁期で確認された (図5)。また、この7漁期の月別変動係数は7月が94.4%と最も大きく、その後減少し

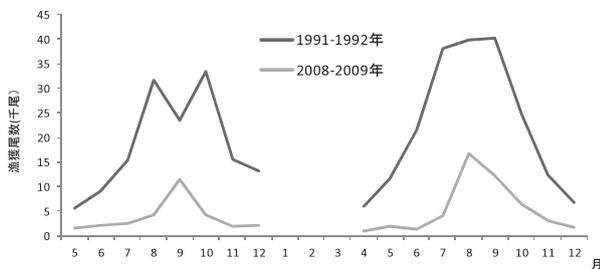


図4 唐津湾における小型底曳網漁業によるクルマエビの月別漁獲尾数の推移

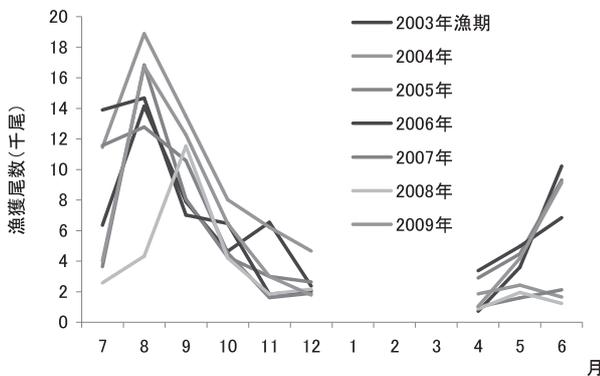


図5 小型底曳網漁業によるクルマエビの月別漁獲尾数の推移

て9月には23.0%と最も小さくなり、11月以降は50%前後で推移した (図6)。つまり、8月~10月は7月に比べると漁獲尾数が多く、年による変動が少なかった。

2008年漁期におけるクルマエビの体長組成では、8月から12月にかけて当歳と考えられる群が成長する過程が

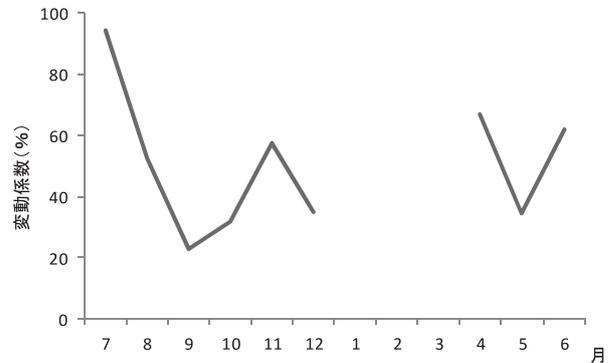


図6 月別漁獲尾数の変動係数の推移 (2002年~2011年)

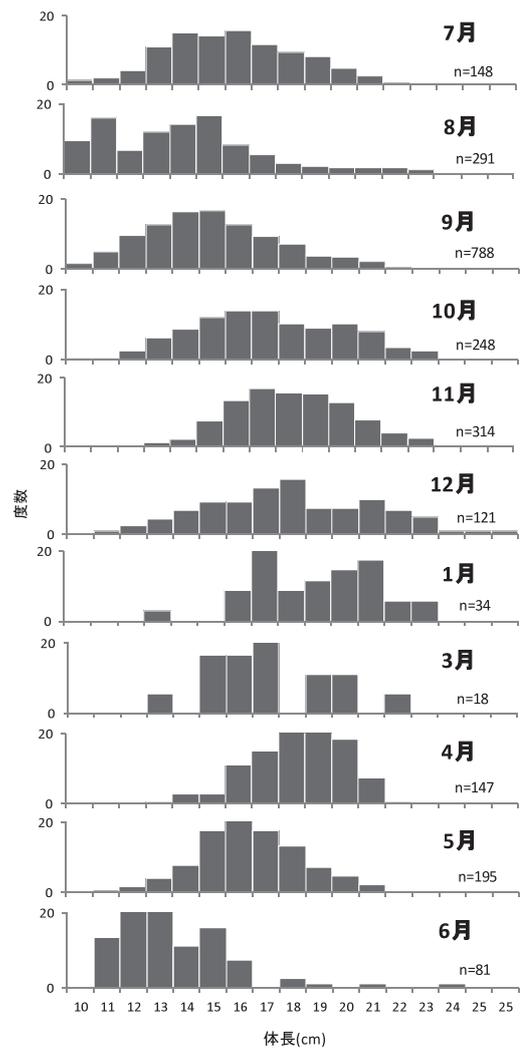


図7 2008年漁期におけるクルマエビ体長組成の推移

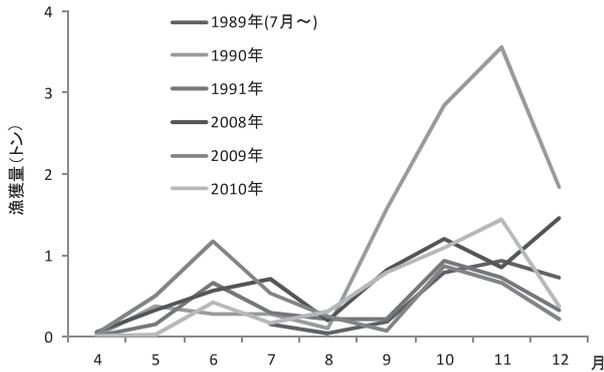


図8 小型底曳網漁業によるクマエビの月別漁獲量の推移

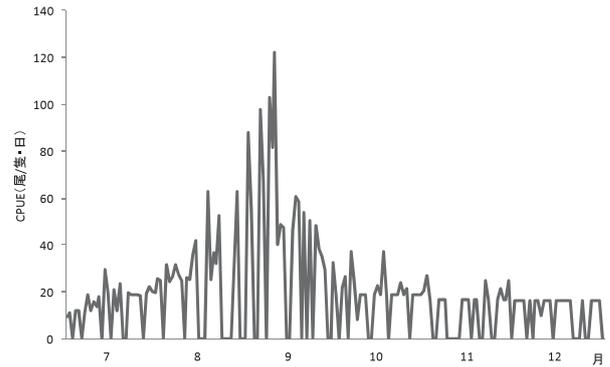


図9 小型底曳網漁業によるCPUEの推移(2008年)

見られた(図7)。しかし、1月以降はサンプル数が少なかったため、当歳群の成長を追跡することはできなかった。また、漁期を通して1歳以上の群は確認できなかった。

唐津湾において小型底曳網漁業でクマエビを獲っている漁業者は、クルマエビを漁獲している漁業者とほぼ同一と考えられる。1998年からの3年間で2008年からの3年間について、4月(ただし、1989年は7月)から12月までのクマエビの漁獲量(図8)を見ると、1990年を除くと、20年間の変化はクルマエビに比べて極めて小さかった。また、漁獲量は6月と11月前後の2回ピークが見られ、唐津湾のクマエビは初夏と秋に多く漁獲される⁵⁾という漁獲パターンが現在でも維持されていた。

考 察

佐賀県²⁻³⁾が報告した1991年から翌年にかけてのクルマエビの体長組成を見ると、5月に確認された体長16cm程度の越年群が徐々に成長しながら翌年6月まで漁獲されているのに加え、8月下旬からは当歳群も漁獲されはじめ、11月以降は当歳群と1歳以上の群の両方が漁獲対象になっていた。一方、2008年漁期は1歳以上の群がなく、年間の漁獲は8月に現れる当歳群に大きく依存していた(図7)。放流種苗の漁場加入については、7月上旬に30mmサイズで唐津湾に放流したクルマエビ種苗は9月上旬には100mm前後になって再捕されると村山¹⁾が報告していることから、2008年6月上旬から7月中旬にかけて放流された種苗が漁獲されはじめたのは8月上旬頃からであると推測される。2008年漁期の小型底曳網漁船

のCPUE(尾/隻・日)は、9月初旬までは大きく増加し、その後9月末まで急速に減少したあと、10月以降はほぼ横ばいで推移した(図9)。放流種苗の漁場加入推定時期が8月であること、9月に体長14~15cmを主体にした体長組成の山があること、この頃にCPUEが大きく増加することから、8月以降に漁獲されたクルマエビの多くは放流種苗由来である可能性が高いと思われる。さらに、CPUEが減少するのは、沿岸の水温が低下し、クルマエビが越冬のため沖合の深みに移動する前であることから、放流種苗の多くは当歳で漁獲されたと思われる。このような傾向は少なくとも2003年以降毎年みられている(図5)。

1991年と2003年以降の漁期において漁獲量が大きく異なる主な原因は、前者で7月以降に漁獲される越冬群が後者では著しく減少していることである。越年群は前年6月から11月頃にふ化した天然群⁵⁾と前年7月頃に放流された群によって構成されるが、近年は、前述のように放流群の多くを越冬前に漁獲しているうえに、天然群も何らかの理由で大きく減少していると考えられる。天然群が少ないことは、漁獲盛期といわれる8月から10月に漁獲尾数の変動係数が小さくなることから窺える。なぜなら、天然海域での再生産は水温等の環境条件によりふ化後の生残・成長が影響を受け、漁期毎の資源量変動はある程度大きくならざるをえないからである。このような天然群の減少は天然海域における再生産を停滞させ、放流群に対する漁獲圧を高めたと思われる。

唐津湾における放流尾数と漁獲量との関係については、放流尾数の変化率が小さいときは放流尾数と漁獲量には正の相関が見られたが、放流尾数の変化率が一定の

値を越えると、明確な相関関係は見られなかった。つまり、漁獲量は、放流尾数を増やせば増やすほど増加するのではなく、ある水準に達すると頭打ちになるようであった。2002年は、放流尾数とその前後年の平均放流尾数の9%だったにも関わらず、漁獲量は前後年平均の99%であった。ただし、放流種苗が比較的大型（体長50～60mm）であったために生残率が相対的に高くなった可能性は考えられる。また、2008年の放流尾数は前後年平均の55%だったが、漁獲量は85%と大きくは減少しなかった。一般的に、放流効果を向上させるためにはより多くの種苗を放流しがちであるが、前述のとおり放流尾数と回収尾数は必ずしも比例しない。種苗放流は本来、生態系のニッチを利用して特定の資源を添加し、漁獲量を増やすことを目的にしているが、マダイやヒラメ稚魚の放流例でも見られるように、放流尾数がある閾値を越えると、生態系に負荷を与え、漁獲に負の影響を及ぼすおそれがある⁶⁾。栗田⁷⁾は日本各府県放流魚の回収率について、高回収率が期待される大型サイズでの放流であるにも関わらず、同等または低い回収率に止まっている理由のひとつとして、環境収容力を越えた放流をあげている。唐津湾には6月から7月の2月間に体長約40mmの種苗を例年3,000千尾前後放流しているが、これら若年期クルマエビの成長に必要なナーサリー（幼稚仔の好適な育成場）や餌料が当該海域に十分に存在しているかどうかについてはほとんど考慮されてこなかった。倉田⁸⁾は、クルマエビ稚仔の胃内容物には小型の甲殻類と二枚貝とが多く、高密度で定着したクルマエビ種苗の成長率は標準値より減少し、逸散も必要以上に促進されるとしているが、逸散に十分なナーサリーがない場合や適当な餌料が不足した場合には成長が遅れ、高い確率で魚類等に捕食されると思われる。天然のクルマエビは産卵期間が長く、ふ化した稚仔が次々にナーサリーに着底し、成長して沖へ出て行くことによって、平面的に限られた砂浜域で効率的な再生産を行うと考えられる。しかし、短期間に同じサイズの種苗を狭い海域に大量に放流した場合、ナーサリーが収容力以上の個体を抱え込むことになり、クルマエビの成長が阻害されるおそれがある。2003年以降クルマエビの漁獲量がほとんど変化していないのは、環境収容力に対して、その上限を越えるような放流を毎年行っているからかもしれない。これに対

する改善策のひとつとしては、福岡県が博多湾で行っているように放流を二つのラウンドに分けて、7月頃と10月頃に放流⁹⁾する方法が考えられる。実際、唐津湾では2004年と2005年に、例外的に50mm前後の種苗100千尾を8月下旬に放流した結果、この漁期の11月と12月には、他漁期に比べて漁獲尾数が多かった（図5）。

さらに、唐津湾のクルマエビの漁獲量が20年前と比べてほとんど変化していないことも考慮すべき現象である。クルマエビは砂地を好み、クルマエビはやや泥がかった環境を好む⁵⁾ことから、クルマエビとクルマエビの漁獲量の変化は、唐津湾の底質の変化と関係しているのかもしれない。実際、阪地⁹⁾はクルマエビ科のアカエビの資源が減少したことから、漁場の底質粒度組成のうちシルトより小さな粒径区分の割合が増加していたことについて、アカエビの潜砂能力との関係を示唆している。また、唐津湾は1960年代後半に港湾計画が策定されて以来、ふ頭の拡充整備や地域開発を促進するための工業用地の造成、さらにレクリエーション需要に対応するため海洋性レクリエーション施設の整備¹¹⁾が進められたが、2002年に湾奥の佐志浜の覆土工事が終了してからは目立った工事は行われていない。唐津湾におけるクルマエビの漁獲量の推移をみると（図2）、2002年前後以降は漁獲量の変動が少なくなっている。これは、ナーサリーとなる干潟とクルマエビの漁獲量が深い関係にあることを示唆するものかもしれない。

現在の唐津湾におけるクルマエビ漁業は、種苗放流に大きく依存している。今後は、いかに放流事業の費用対効果をあげるかを検討しながら、安定的に放流を継続していく必要がある。具体的には、小畑ら¹²⁾が、サワラの種苗放流が天然魚へ及ぼす影響について考察したように、唐津湾のクルマエビ放流についてもナーサリーの餌料生物量等を分析的に考察し、適切な放流尾数を推定することが必要であろう。また、これまで行ってきた放流場所と放流方法を見直し、ナーサリーとして適切な干潟に、放流後すみやかに潜砂できるような方法で放流しなければならない。種苗放流の費用対効果は、基本的に外部標識等による回収率で確認しなければならないが、標識付け作業やサンプル購入には多くの費用がかかる。佐賀県唐津湾に放流されたクルマエビはその多くが秋に漁獲され、また、その時期の漁獲物の多くは放流種苗由来

であるから、この漁獲量を漁連魚市の水揚げ伝票でモニタリングすることで、その年に行った放流の適不適がある程度は評価できると思われる。この結果を現場にフィードバックして翌年の放流に生かすことを繰り返せば、いずれは現在の唐津湾に最も適した放流方法になることが期待される。

文 献

- 1) 村山孝行 1990：唐津湾におけるクルマエビ放流種苗の追跡調査。西海ブロック藻類・介類研究会報, 7, 77-85.
- 2) 佐賀県 1992：平成3年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書（地域重要資源）, 15pp.
- 3) 佐賀県 1993：平成4年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書（地域重要資源）, 1-25.
- 4) 増田祐二・大隈 齊・金丸彦一郎 2007：唐津湾海域における尾肢切除法による50mmサイズ放流クルマエビの回収状況。佐賀玄海水振セ研報, (4), 21-25.
- 5) 佐賀県水産局 1997：サガンさかな（佐賀のさかな写真鑑）, 27.
- 6) 田中克・田川正朋・中山耕至 2009：稚魚 生残と変態の生理生態学, 京都大学学術出版会, 257-269.
- 7) 栗田博 2011：沿岸域の水産資源管理に果たす種苗放流の役割。黒潮の資源海洋研究 第12号, 19-23.
- 8) 倉田博1976：クルマエビの放流種苗の初期減耗と人工干潟。「種苗の放流効果—アワビ・クルマエビ・マダイ」, 日本水産学会編, 恒星社厚生閣, 東京, 83-101.
- 9) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社)全国豊かな海作り推進協会 2011：平成21年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績（全国）～資料編～, 245-246.
- 10) 阪地英男 2011：砂浜性極沿岸域の水産資源管理研究クルマエビ科小型エビ類。黒潮の資源海洋研究 第12号, 67-71.
- 11) 佐賀県水産局・財団法人漁港漁村建設技術研究所 1997：平成8年度佐賀県玄海地区漁港施設調査－佐賀県玄海地域広域漁港漁村圏活性化調査－報告書（要約版）, 54-57.
- 12) 小畑泰弘・山崎英樹・竹林弘征・岩本明雄・浜崎活幸・北田修一 2008：カタクチイワシの資源重量から試算したサワラ人工種苗放流による0歳漁加入資源の上積み量。Nippon Suisan Gakkaishi, 74(5), 796-801.