

福岡湾におけるクルマエビの放流効果

後川 龍男・佐藤 博之・秋本 恒基・的場 達人
(研究部)

Stocking Efficiency of the Prawn, *Penaeus japonicus*, in the Fukuoka Bay

Tatsuo USHIKAWA, Hiroyuki SATO, Tsuneki AKIMOTO and Tatsuhito MATOBA
(Research Department)

クルマエビは、福岡湾における底びき網やさし網の重要対象種であると同時に、1970年台から放流事業が行われていることから、湾内漁業者のクルマエビ栽培事業に対する関心は高い。しかしクルマエビの漁獲量は'00年以降低迷しているため、漁業者から費用と手間のかかる放流事業の効果に対して疑問の声も挙がっている。しかし福岡湾における天然クルマエビの発生量は、過去と比較して減少していることが示唆されており、漁業者側にも、クルマエビの放流事業を中止すれば、天然資源の枯渇により、福岡湾におけるクルマエビ漁業の存続が難しいのではないかと危機感がある。

そこで種苗の潜砂能力の向上により食害を防止し、放流効果を高めるため、'01年度から漁業者発案による30mmサイズ種苗を用いた囲い網馴致放流が開始された。潜水観察により、種苗の潜砂を確認してから囲い網を開放する方法を徹底した結果、'01年度は秋～冬期の漁獲が例年に比べて多く、'02年度は'01年度の倍近いクルマ

エビの漁獲が上がった。これにより漁業者も新しい放流方法の効果を実感したが、同じ方法を継続した'03年度の漁獲量は10tを下回る過去最低の漁獲となり、設置作業に手間のかかる囲い網馴致放流に対して再び疑問の声も聞かれるようになった。

そこで本報では、これまで実施された様々な調査の結果に基づき、福岡湾におけるクルマエビ放流事業の効果を検証した。

方 法

1. 種苗放流の効果調査

図1に、'00年以降囲い網馴致放流を実施した場所を○、同時に標識放流を実施した場所を●で示した。

'03年7月16・17日に、左尾肢カットを施した平均体長約30mmのクルマエビ種苗約97千尾を、大岳地先に設置された囲い網に収容した。過去の研究から、7月中旬に放流されたクルマエビは、10月以降漁獲されると考えられる¹⁾ため、10～12月にかけて志賀島・伊崎支所でクルマエビの買い上げ及び漁獲物調査を実施し、尾肢カット標識の発見に努めた。尾肢カット標識エビの発見数と、同時に放流された未標識のクルマエビ種苗の放流数に基づき、'03年7月放流群の回収率及び放流効果を推定した。

また、毎年月に1回程度の頻度で、福岡市漁協志賀島支所の小型底曳網漁業者が漁獲したクルマエビの体長・性別等を調査した。この体長測定の結果および福岡市漁協全支所のクルマエビ漁獲量データを基に、放流群の回収尾数を推定し、標識放流の結果と比較した。

また、放流クルマエビの移動生態及び成長を知る目的

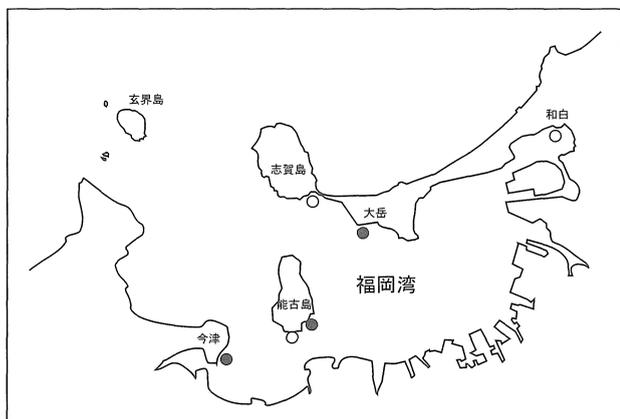


図1 放流場所 (○：通常放流，●：通常+標識放流)

で、'01年7～8月および'02年7月に佐賀県唐津市の養殖場から購入した体長100mm前後のクルマエビにリボンタグを装着し、翌日死エビを取り除いて囲い網に収容した。大型の標識エビは、回収依頼ポスターによって漁業者からの回収報告を待ち、エビの体長や回収された場所を調査した。

2. 囲い網馴致放流の状況調査

囲い網馴致放流を開始した'01年度から毎年、囲い網馴致放流されたクルマエビ種苗の状態を観察しVTR撮影した。このVTRを再生して、種苗が潜砂を開始してから潜砂が完了するまでの時間を測定し、囲い網馴致期間との関連を検討した。'05年度には、和百干潟地先で漁業者による放流（囲い網馴致放流と直接放流）を実施し、追跡調査を実施した。

結 果

1. 種苗放流の効果調査

'03年10～12月に標識の有無を調査した結果を、表1に示した。合計調査尾数1405尾のうち、16尾に尾肢カット標識が発見された。発見率と有効標識率を合わせて標識全体の80%²⁾とし、標識エビを含む放流エビ530万尾に対する回収率を表2に基づき計算した。その結果、'03年度7月放流群の混獲率は77.8%、10～12月に漁獲された尾数は55,284尾、放流群の年内回収率は1.0%と推定された。

また、'03年10月から翌年6月までの、買い上げ分を含めた漁獲物調査の結果を図2、3に示した。これによれば、10月から12月まではサンプル数が少ないため偏りがあるものの170mmを超えるような大型群と140～150mm程度の中型群、4～6月は150mm程度の中型群主体

に漁獲されている。また6月には平均体長が減少し、新規加入群の漁獲が始まったことが示唆された。

'01、'02年に実施した大型標識エビの放流結果と回収結果を表3に、回収したエビの成長を図4に、回収場所を図5・6に示した。回収場所については、曳網場所としてライン状に申告があった場合その中央付近を目安とし、場所不明のものについては記入しなかった。

'01年は、大岳放流群85尾と今津放流群3尾、'02年は大岳放流群17尾、今津放流群6尾、能古放流群1尾が回収された。大岳放流群の発見数が多い一方、今津放流群、能古放流群の発見数が少ない結果となった。また回収時期については、今津放流群の回収時期が大岳より遅れる傾向が見られた。また成長については、1ヶ月で25mm程度成長することおよび、10月以降成長が鈍ることが示された。なお、'02年には囲い網収容翌日の調査において囲い網から今津で400尾以上、能古で約160尾の大型標識エビの斃死個体を取り上げた。

2. 囲い網馴致放流の状況調査

囲い網馴致放流の潜水調査によると、志賀島中間育成場（キャンバス水槽、底砂あり）で中間育成された30mm以上の種苗を馴致した場合、囲い網内に放流した直後は、種苗の活力が低くほとんどの個体が水中を泳いでいた。1日後には、遊泳個体は見られずほとんどの個体が着底または潜砂した。潜砂個体を掘り出した場合、再

表1 尾肢カット標識エビ追跡調査の結果
(カッコ内が尾肢カット標識発見数)

	10月	11月	12月	合計
伊崎等	165(1)	434(9)	—	599(10)
志賀島	—	—	806(6)	806(6)
合計調査尾数	165(1)	434(9)	806(6)	1405(16)

表2 尾肢カット標識エビの年内回収率

センター漁獲物調査尾数	1405尾
尾肢カット発見実数	16尾
発見率80%	標識エビの尾数 = 20尾
1R全放流尾数	約530万尾
うち尾肢カット尾数	約9.7万尾
漁獲調査尾数のうち放流エビ尾数	1093尾 (20尾 × 530万尾 / 9.7万尾)
計算上の混獲率	77.80%
10～12月の湾内漁獲尾数	71059尾 (1尾34gで計算)
10～12月漁獲の放流エビ数	71059 × 77.8% = 55284尾 (放流数530万尾に対する回収率1.04%)

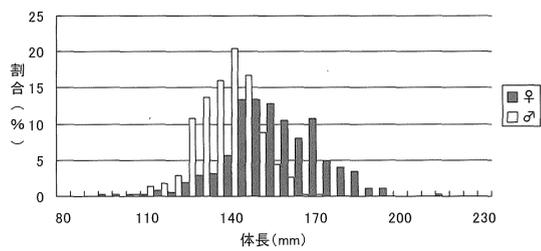
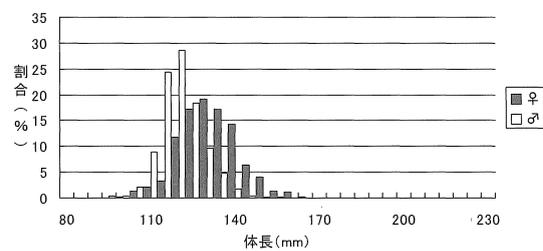
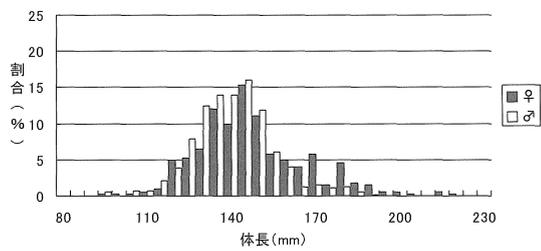
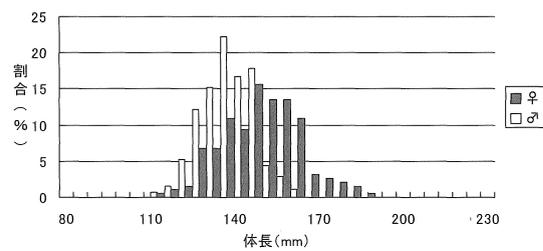
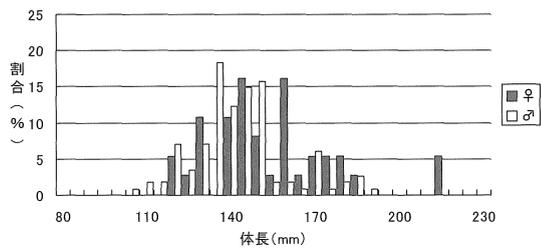
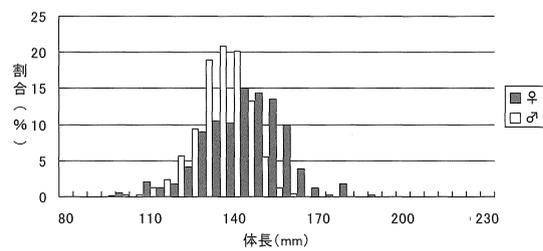
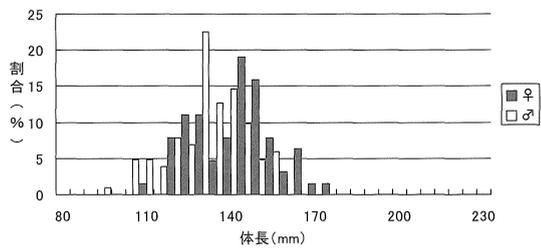


図3 '04年6月までのクルマエビ漁獲物調査結果

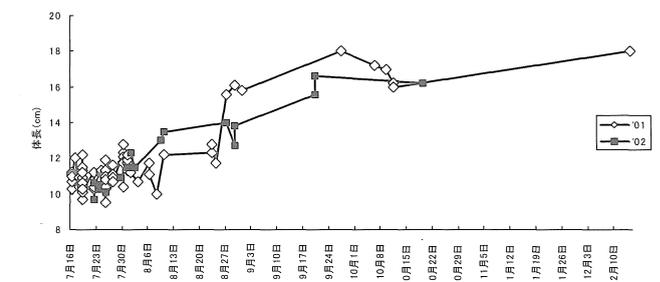


図4 '01, '02年の大型標識エビ体長変化

図2 '03年秋季のクルマエビ漁獲物調査結果

表3 大型標識エビの回収結果

放流データ	放流尾数(尾) 放流日 放流時体長(mm)	'01		'02		
		大岳	今津	大岳	今津	能古
放流尾数	7月 8月 9月 10月 11月以降 日時不明	1000 1000 842 920 726	1000 842 920 726	7月17日 8月7日 7月19日 7月19日 7月23日	107.7 110.4 104.7 104.7 110.0	66 11 3 4 1 —
回収尾数	7月 8月 9月 10月 11月以降 日時不明	66 11 3 4 1 —	— 3 0 0 0 —	10 6 0 0 0 1	0 2 2 1 0 1	0 1 0 0 0 —
合計回収数		85	3	17	6	1

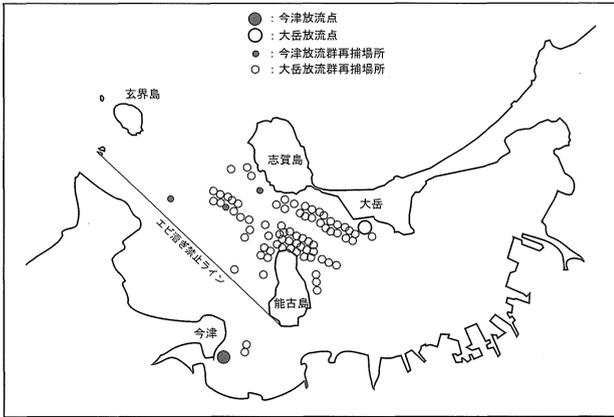


図5 '01年の大型標識エビ回収場所

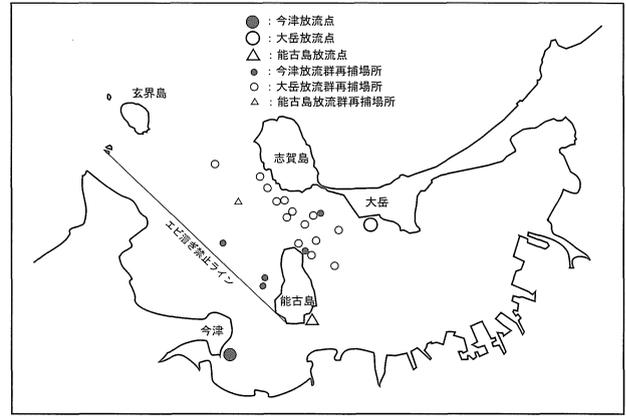


図6 '02年の大型標識エビ回収場所

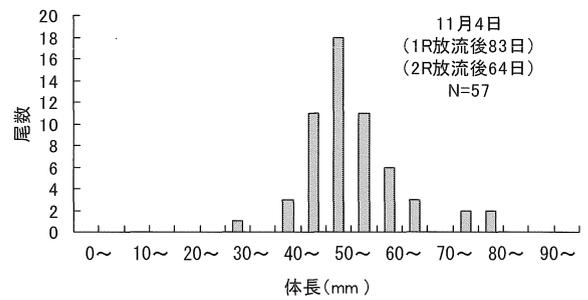
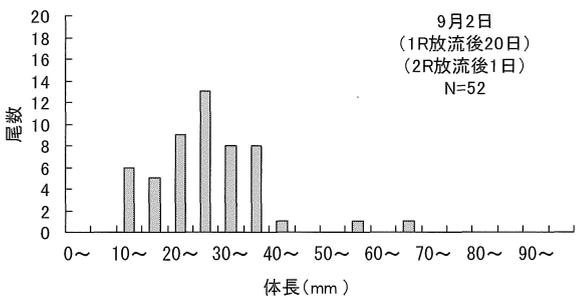
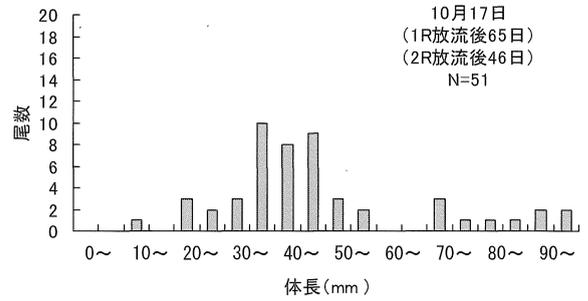
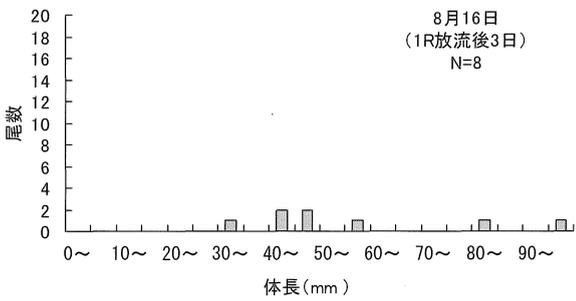
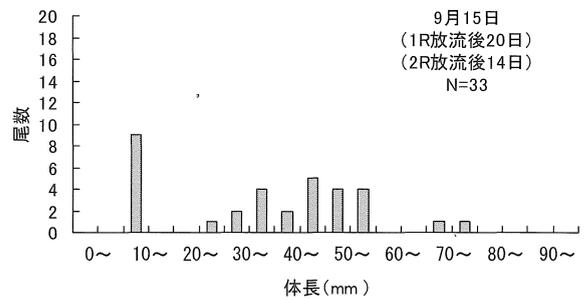
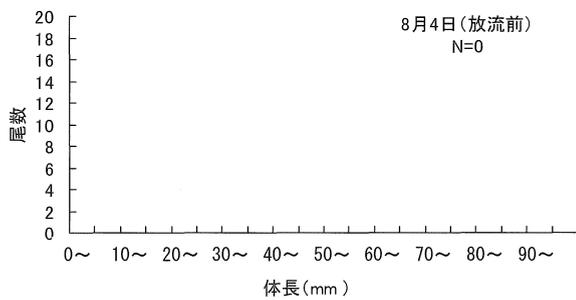


図7 '05年和白干潟放流群および天然群の追跡調査結果

表4 囲い網内で潜砂していた種苗を掘り出したときの行動比較

	逃避割合 (%)	潜砂行動を取った尾数 (尾)	潜砂できた個体の		
			尾数(尾)	割合(%)	平均潜砂時間(秒)
收容1日後	56.7	30	25	83.3	4.7±1.4
收容3日後	25.0	15	14	93.3	3.9±1.1

表5 '01～'04年における前期放流群の推定混獲率と回収率

	'01年		'02年		'03年		'04年	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
期間中平均混獲率	75.6	91.0	71.5	71.6	64.2	74.0	92.2	87.5
期間中漁獲量(t)	12.8		4.4		4.6		5.8	
前期放流尾数(万尾)	357.6		463.1		528.7		377.2	
推定回収尾数	314,778		93,531		93,194		154,425	
回収率	8.8		2.0		1.8		4.1	

度潜砂を試みる個体よりも、潜砂せず素早い遊泳や跳躍によってその場から逃避する個体が目立った。しかし3日経つと、全ての種苗が潜砂しており、砂から掘り出されても逃避せずにその場に留まり、素早く潜砂する個体がほとんどとなった。

砂中から掘り出されたときの種苗の行動を、収容1日後と収容3日後で比較した結果を表4に示した。掘り出されたときに逃避する個体は、動きが速すぎて正確に計数出来ないため、VTRの一部から精査してサンプル抽出を行い逃避個体の割合を推定した。潜砂時間は、潜砂行動を開始してから潜砂行動を終了し動きを止めるまでとし、潜砂に10秒以上かかった個体は潜砂出来ない個体とした。

その結果、収容1日後には半分以上の個体が再潜砂を試みずに逃避するが、収容3日後には75%がその場に留まり潜砂行動を取ることが判明した。潜砂行動を取った個体のうち、収容1日後では83%、収容3日後では93%が短時間のうちに潜砂を完了した。また潜砂時間は、収容1日後では平均4.7秒であったが、収容3日後には平均3.9秒に短縮された。

'05年の和白干潟地先では、囲い網馴致放流を2回実施した。8月3日に20mmサイズを40万尾収容し、10日後の8月13日に囲い網を開放、続いて8月29日に30mmサイズ60万尾を収容し9月1日に囲い網を開放した。また8月30日に30mmサイズを60万尾直接放流した。和白干潟における事前調査および追跡調査の結果を図7に示した。放流前には天然稚エビの生息が見られず、8月16日以降クルマエビの生息が確認された。1R放流分の発見数は囲い網開放直後から少なかったが、10月17日で100mm程度で再捕されたものが1R放流群と推定される。2R放流分は約3ヶ月間追跡でき、最終的に体長80mm程度まで成長した。また、2R放流分は囲い網放流群と直接放流群の区別が出来ず、囲い網放流群単独の効果を推定するには至らなかった。また天然群は、大きく分けて9月2日と9月15日に10～20mm台の稚エビが2回発生した。

表6 '03年7月放流群の投資効果

回収漁獲量(kg)	3566.7
回収額	¥12,483,376
放流経費	¥13,739,143
投資効果	0.91

考 察

尾肢カット標識放流の結果、2003年7月放流群の10～12月までの回収率は1.0%、放流群混獲率はこの期間中で77.8%と推定された。漁獲物調査の結果から12月漁獲群と4～5月漁獲群では体長のピークがほぼ同じであり、冬期は水温が低く成長しないことから、翌年4～5月に漁獲される群も12月までと同じ群であると考えられる。'03年10月～'04年5月のクルマエビ漁獲量は4,584kgだったので、1尾あたり重量を34gとしたとき、漁獲尾数は134,836尾と推定される。この77.8%が放流群であると考えられることから、'03年7月放流群の回収尾数は104,902尾、'03年7月放流群の回収率は2.0%と推定された。

次に、佐野の方法³⁾を元に、'03年10月～'04年5月までの漁獲物調査の結果を群分解したところ、7月放流群と推定される体長ピークを持つ群の割合は、10月のみ15～28%となったが11月以降は65～97%と算出され、期間中の平均混獲率は雌で64.2%、雄で74.0%と推定された。すなわち放流尾数に対する回収率は、表5のとおり1.8%と推定され、尾肢カット標識放流から得られた値よりやや低い値を示したものの、近い値を示した。よって同様の方法で'01～'04までの漁獲物調査の結果を群分解し、前期放流群の回収率を推定したところ、表5のとおり回収率は1.8～8.8%と推定された。特に'01年は混獲率が高く漁獲量も多いことから、回収率が非常に高くなった。また、'02年以降実施された干潟調査の結果によれば、例年秋漁の主群に対応する天然群の発生が確認されていないため、群分解により容易に放流群を推定できた。なお、10月の混獲率は毎年低かったが、これは大型標識エビの成長グラフから見て、7月放流群の多くが漁獲サイズに達していなかったためと考えられる。

表7 '01～'04年前期放流群の推定投資効果

	'01年	'02年	'03年	'04年
期間中漁獲量(t)	12.8	4.4	4.6	5.8
推定回収量(kg)	10,702	3,180	3,169	5,250
投資効果	2.7	0.8	0.8	1.3
01～'04年を合計した投資効果 = 1.4				

尾肢カット標識放流の追跡結果から投資効果を算出した結果、表6に示すとおり経済効果は0.91と推定された。中間育成経費としては、'03年の中間育成経費約2,600万円から、ヨシエビ、ガザミにかかった費用や9月放流クルマエビの種苗代・中間育成経費を除いて算出した1,374万円を用いた。また、クルマエビのkg単価は期間中の志賀島における平均単価3,500円/kgを用いた。

深川ら⁴⁾によれば、糸島地区でのクルマエビ回収率は本研究で得られた回収率より低い1.8～1.9%だったものの、当時の単価は現在より高い5,991円だったため、その投資効果は1.12であった。この単価5,991円を用いて表6を再計算した場合、'03年7月放流群の尾肢カット標識放流の追跡結果から算出される投資効果は1.56となり、1を上回る計算となる。近年の魚価安により計算に用いた単価が異なっていることが、投資効果を押し下げた要因の一つであると考えられることから、今後投資効果を高めるため、単価向上策の必要性が示唆される。

次に、漁獲物調査の結果から推定された表5の回収率から、表6で用いた単価と経費を元に各年の投資効果を算出した結果を表7に示した。表7によれば'02年と'03年が1を割ったものの、'01年は2.7という高い投資効果を示した。また'01～'04年を総合した投資効果は1.4となり、長期的に見れば1を上回る投資効果が得られることが示された。'03年の尾肢カット標識放流の追跡結果と比較して漁獲物調査の結果から得られた値は妥当であり、表7から、現在福岡湾で実施されている放流事業は一定の効果を上げていると判断される。

なお放流群と推定された'01年の単一群については、天然発生群の調査が行われていないため、天然群ではないことを厳密に証明することはできない。しかし、この群の体長が放流群とほぼ一致すること、大岳のみで見れば'01年の大型標識エビの回収率が9%程度であること、過去に各地で報告された回収率⁵⁾では、高いもので24%なども報告されていることから考えて、これは放流群であると考えるのが妥当である。

年によって投資効果が1を割る原因としては、先述の通りクルマエビの単価低迷や、夏期に発生する赤潮や貧酸素水塊による放流種苗あるいは天然クルマエビの斃死や逸散、テナガダコによる食害、などが想定される。大

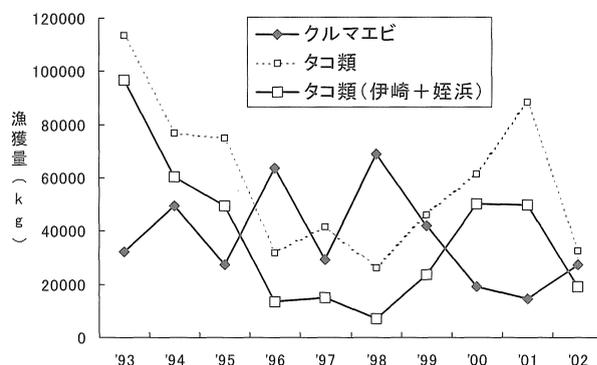


図8 福岡市漁協におけるクルマエビとタコ類の漁獲量

型標識エビの移動生態に関しては、平松らの報告⁶⁾と同様に、大岳放流群は湾口部への逸散が早いことや、今津放流群と能古放流群の多くは今津湾内で成育し、2ヶ月以上遅れて再捕され始めることなどが本研究でも示された。しかし平松らの報告と比較して、今津、能古放流群の再捕率が極端に低くなったことから、過去クルマエビの成育場とされた今津湾などの湾奥部における環境悪化の可能性が示唆される。

福岡湾奥部では近年夏期に貧酸素水塊が発生する傾向が強いため、囲い網設置場所まで貧酸素水塊の影響があった場合、放流された種苗は囲い網内で逃げ場を失い斃死し、その後の回収率を低下させる危険性がある。また貧酸素水塊の強度とクルマエビ漁獲量との相関も示唆される⁷⁾ことから、投資効果を上げるためには貧酸素水塊対策が重要な課題である。現在環境対策として覆砂や海底耕耘等の事業が進められており、今後の成果が期待される。また、和白干潟での放流事例では一定の成長、生残が確認されたことから、貧酸素水塊の影響が懸念される場合は貧酸素水塊の影響を受けにくいとされる干潟浅海域に囲い網放流あるいは直接放流するなど、柔軟に対応していくことが必要と思われる。

また漁業者によれば、テナガダコが多獲される年はクルマエビが捕れないという話である。福岡市漁協におけるクルマエビの漁獲量とタコ類の漁獲量、および福岡湾内を中心に操業する伊崎支所と姪浜支所を合計したタコ類の漁獲量の変化を図8に示した。これによれば、タコ類の漁獲が多い年はクルマエビの漁獲量が少なくなっており、特に湾内で漁獲されるタコ類、すなわちテナガダコの増減がクルマエビ漁に与える影響の大きさがうかがわれる。テナガダコによる食害に関する知見は無いが、テナガダコの大発生によりクルマエビを含む甲殻類全体の漁獲量が減少し、放流クルマエビの投資効果を低下させる可能性があることが示唆される。

他方、'01年より開始された囲い網馴致放流については、潜水VTRの解析によりその効果の高さが実証され、今後も囲い網馴致放流を推進する必要があると考えられた。直接放流された種苗のように馴致が不十分な状態では、遊泳や跳躍といった逃避行動をとる個体が多く、魚類など遊泳力の高い食害生物に発見、補食される可能性が高いと考えられる。しかし囲い網馴致が進むと、無用な動きを避け、直ちに潜砂する個体が多くなるため、捕食率が低下すると考えられる。また馴致により潜砂時間の短縮も見られたことから、直接放流から囲い網馴致放流に切り替えたことによって種苗の生残率が高まり、結果的に投資効果を高めていると推測される。

尾肢カット標識放流は、放流効果の推定には向くが、標識作業や追跡調査に多くの手間と予算が必要とされる。しかし福岡湾の第1ラウンド放流は、天然群の発生がほとんど見られない毎年7月頃に行われているため、漁獲物調査の結果から放流群を容易に分離できた。また、'03年における尾肢カット標識放流の追跡結果と漁獲物調査結果からそれぞれ推定された回収率は、比較的近い値を示したことから、漁獲物調査の結果から推定される放流効果は十分信頼できると考えられる。今後は天然発生群の調査と漁獲物調査を組み合わせることにより、最低限の人員と予算で第1ラウンド放流群の放流効果を推定出来ると考えられる。

要 約

- 1) 尾肢カット標識放流の結果、2003年7月放流群の10～12月までの回収率は1.0%、期間中の放流群混獲率は77.8%と推定された。標識放流および漁獲物調査の結果から翌年の漁獲も考慮した2003年7月放流群の回収率は2.0%と推定された。
- 2) 漁獲物調査の結果を群分解したところ、7月放流群の混獲率は11月以降67～97%となり、標識放流の結果と近い結果になった。同様にして'01～'04までの前期放流群の回収率を推定したところ、1.8～8.8%と推定された。

- 3) '01～'04年の回収率に基づき、福岡湾におけるクルマエビ放流の投資効果を推定したところ、0.8～2.7と推定された。投資効果が1を割る年もあるものの、高い投資効果が見込める年もあり、この4年を通じた投資効果は1.4となった。
- 4) 投資効果が1を割る原因としては、クルマエビの単価低迷や、夏期に発生する貧酸素水塊、テナガダコの食害が想定される。投資効果を高めるためには、囲い網馴致放流の推進やクルマエビの単価向上策の検討と同時に、現在貧酸素水塊対策として実施されている覆砂や海底耕耘による成果が期待される。

文 献

- 1) 藤紘和, 濱田豊市, 恵崎撰: 福岡湾におけるクルマエビの移動分布生態, 福岡県福岡水産試験場研究報告第14号, 47-54 (1987).
- 2) 豊田幸詞, 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切除時の体長から検討した標識としての有効性, 栽培漁業技術開発研究第26巻第2号, 85-90 (1998).
- 3) 佐野二郎: MS-Excelを用いた年齢組成推定手法. 福岡県水産海洋技術センター研究報告第14号, 77-86 (2004).
- 4) 深川敦平, 太刀山透, 福澄賢二: 糸島地区におけるクルマエビの放流効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告第11号, 1-5 (2001).
- 5) 社団法人日本栽培漁業協会: さいばい叢書. クルマエビ栽培漁業の手引き, 210-211 (1986).
- 6) 平松達男, 二島賢二: 福岡湾における放流クルマエビの移動について. 福岡県福岡水産試験場研究業務報告昭和51年度, 43-51 (1978)
- 7) 篠原満寿美: 福岡湾における貧酸素水塊の発生状況. 福岡県水産海洋技術センター研究報告第12号, 81-87 (2002).