

有明海におけるクルマエビの放流効果

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-04-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 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 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014543

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



有明海におけるクルマエビの放流効果

森川 晃^{*1, *2}・伊藤史郎^{*3}・山口忠則^{*3}・金澤孝弘^{*4}
内川純一^{*5}・皆川 恵^{*6}・北田修一^{*7}

Stocking Effectiveness of Hatchery-produced Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus* in Ariake Sound

Akira MORIKAWA, Shiro ITO, Tadanori YAMAGUCHI, Takahiro KANAZAWA,
Jun-ichi UCHIKAWA, Megumi MINAGAWA, and Shuichi KITADA

Hatchery-produced kuruma prawn, *Penaeus japonicus* (mean body length: 37.2-46.1 mm) in which the uropods had been cut, were released into the innermost and central parts of Ariake Sound during June-July in 1998-2001. Individuals from the innermost and central groups began to be recaptured about one month after release in fishery grounds near the release point: in the former group, individuals were recaptured in Fukuoka, Saga, Kumamoto and Nagasaki Prefectures, and in the latter group, individuals were recaptured mainly in Kumamoto and Nagasaki Prefectures. The recovery rates for the innermost and central groups were 1.39-8.69% and 2.21-9.24%, respectively. The prawns that had been released showed nearly the same migration patterns as those of the natural prawn groups, and it was estimated that they migrate south from the release site; as prawns grow, they continue southern migration passing Tachibana Bay which adjoins the opening and central part of Ariake Sound.

2003 年 1 月 10 日受理

有明海は日本有数のクルマエビ漁場であり、その漁獲量は 1970 年代後半には 200~300 トンで推移していたが、その後増加に転じ、1983 年には 544 トンとなった。以後、年変動はあるもののおおむね減少傾向にある。特に、1995 年以降著しく減少しており、2000 年には 78 トンと過去最低を記録した¹⁾。このような状況の中で、漁業者からは種苗放流を中心とした栽培漁業の確立が強く望まれている。

有明海沿岸の福岡、佐賀、熊本、長崎のいわゆる有明 4 県では、クルマエビ資源の増大を目的として、20 年以上前から各県地先で人工種苗の放流を行っており、その放流尾数は年により変動はあるものの、年間約 2 千万

尾に達する²⁾。しかしながら、放流尾数、放流サイズ、放流場所の選定は各県独自に決められているのが現状であり、また人工種苗の放流効果を定量的に評価した事例は、有明海の一部海域で報告はあるものの^{3, 4)}、有明海全域における放流効果を定量的に評価した例はない。

有明 4 県では、1994 年から共同で資源生態調査ならびに放流効果調査を実施しており、これまでに有明海におけるクルマエビ漁業は同一資源を利用していることを明らかにした⁵⁾。有明海におけるクルマエビ資源の維持、増大を図るためには、有明海全域における種苗放流効果を正確に評価し、放流適地、放流適正サイズ等を解明することにより、放流種苗の資源への添加効果を向上させ

*1 長崎県総合水産試験場 〒851-2213 長崎県長崎市多以良町 1551-4 (Nagasaki Prefectural Institute Fisheries, 1551-4, Taira, Nagasaki, 851-2213 Japan).

*2 現所属 長崎県県南水産業普及指導センター 〒855-0043 長崎県島原市新田町 347-4.

*3 佐賀県有明水産振興センター 〒849-0313 佐賀県小城郡芦刈町大字永田 2753-2.

*4 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所 〒832-0055 福岡県柳川市大字吉富 728-5.

*5 熊本県水産研究センター 〒869-3603 熊本県天草郡大矢野町大字中瀬の内 2450-2.

*6 西海区水産研究所 〒850-0951 長崎県長崎市国分町 3-30.

*7 東京水産大学資源育成学科 〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7.

るとともに、経済効果についても正確に評価し、県ごとの受益割合をもとにした4県共同による放流事業の展開が望まれる。

本研究では、宮嶋ら⁶⁻⁹⁾が開発したクルマエビの尾肢切除標識を施した人工種苗を有明海湾奥部および湾中部に放流し、その後の放流種苗の追跡調査を通じて、天然群および放流群の漁場への加入状況や漁獲実態を明らかにするとともに、有明海全域における放流効果を推定した。各県ごとに漁業形態、操業実態および流通実態が異なる中で、調査手法を統一することは極めて困難である。1998年および1999年については各県独自の方法で行ったが、2000年および2001年については、1998年から佐賀県が用いた方法³⁾を4県統一調査手法として全県が採用し追跡調査を行った。

本報告は、1998年から2001年に福岡、佐賀、熊本、長崎の4県が実施した水産庁補助事業「重要甲殻類管理手法高度化調査」および「資源増大技術開発事業」の調査結果をとりまとめたものである。

材料と方法

標識放流 1998年から2001年までの4年間、各年2群ずつの標識放流を行った。放流場所は、1998年から2000年までは湾奥部の佐賀県もしくは福岡県地先に1ヵ所と湾中部の熊本県もしくは長崎県地先に1ヵ所、2001年は湾奥部の佐賀県地先と福岡県地先にそれぞれ1ヵ所とした(図1、表1)。放流サイズは平均体長37.2 mmから46.1 mmの種苗を用い、放流尾数は1群あたり146～1,015千尾とした。標識放流に用いた種苗は、宮崎県の民間クルマエビ養殖場(1998年のB群のみ熊本県栽培漁業協会)で生産され、放流前日あるいは前々日に標識として片側の尾肢(内肢および外肢)を切除した。その後、8トンの活魚トラックで放流場所付近の漁港まで輸送した後、約2トンの水槽を搭載した小型漁船に積み替え、放流海域まで輸送しカナラインホースを用いて海底に放流した。活魚トラックへの積み込みから、それぞれの放流場所までの所用時間は5～7時間であった。放流は毎年6月中旬から7月下旬の間に数回に分けて行い、1回あたりの放流尾数は3～15万尾程度であった。放流の状

況から種苗の活力低下はほとんど認められなかった。

追跡調査 有明海は、熊本県の長洲港と長崎県の多以良港を結んだ線より北側を湾奥部、熊本県の三角港と長崎県の大崎鼻を結んだ線から長洲・多以良の線までの間を湾中部、長崎県の瀬詰崎から熊本県の通詞島を結んだ線と大崎鼻・三角の線までの間を湾口部の3海域に大きく区分される。有明海における主なクルマエビ漁場は、湾奥部は佐賀県漁場、福岡県漁場および熊本県湾奥漁場の3漁場、湾中部は長崎県漁場および熊本県湾中部漁場の2漁場の計5漁場に区分される(図1)。クルマエビは主として源式網により漁獲され、各県により状況は異なるが市場外流通が非常に多いため、正確な漁獲量を把握することが困難な県もある。追跡調査は各年とも放流開始

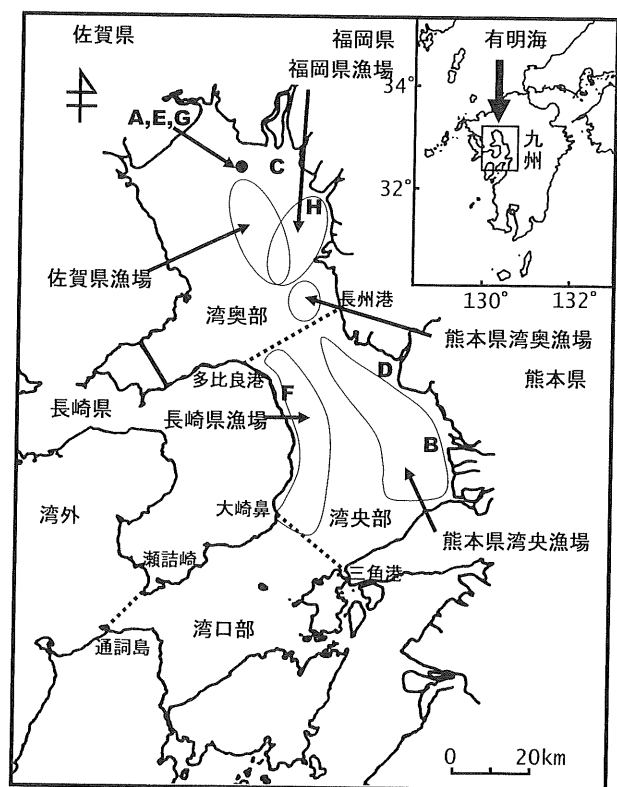


図1. 有明海における主なクルマエビ漁場と人工種苗の標識放流地点
点線は海域の境界線、実線はクルマエビ漁場、アルファベットは放流群名および放流地点を示す。

表1. クルマエビ種苗放流の概要

放流群名	放流年月日	海域	放流地点	平均体長 mm	放流尾数	標識
A	1998	湾奥	佐賀県早津江川沖合	46.1	875,961	右尾肢切除
B		湾中	熊本県熊本市地先	40.0	145,657	左尾肢切除
C	1999	湾奥	福岡県柳川市地先	45.0	507,500	右尾肢切除
D		湾中	熊本県玉名市地先	46.1	508,200	左尾肢切除
E	2000	湾奥	佐賀県早津江川沖合	37.2	1,015,330	右尾肢切除
F		湾中	長崎県有明町地先	39.5	156,520	左尾肢切除
G	2001	湾奥	佐賀県早津江川沖合	41.9	511,900	右尾肢切除
H		湾奥	福岡県矢部川沖合	45.1	505,420	左尾肢切除

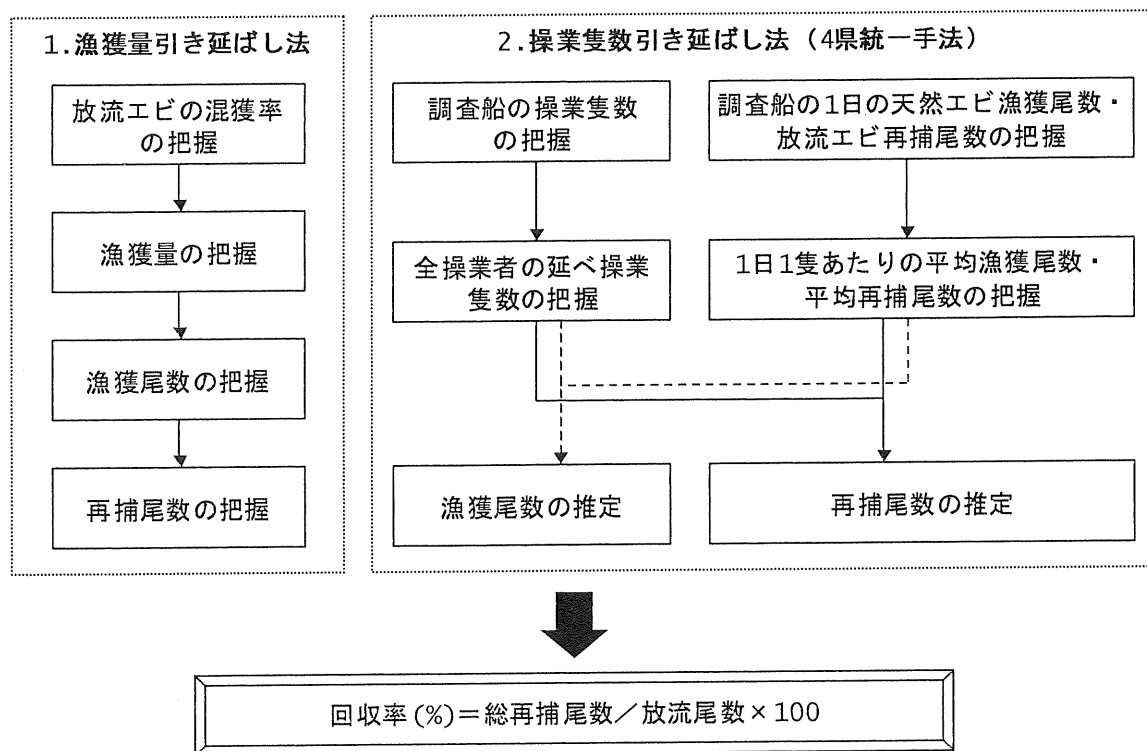


図2. 追跡調査フロー

から当年漁期終了まで、湾奥部ではおおむね7月から10月もしくは11月まで、湾中央部では8月から11月もしくは12月まで行った。

回収率推定方法 1998年から4県統一手法の導入を図ったが、県ごとの水揚げ実態や調査体制の問題もあり、1998、1999年の2ヵ年については各県ごとに以下の漁獲量引き延ばし法と操業隻数引き延ばし法を用い、2000年以降は4県統一手法として操業隻数引き延ばし法を用いた(図2)。放流クルマエビの判別は宮嶋¹⁰⁾の判別基準に従い、片側の尾肢のうち内肢および外肢両方の色素および形状異常のものを放流クルマエビとした。回収率の推定は、両方法とも

回収率(%) = 総再捕尾数 / 放流尾数 × 100
により推定した。

1. 漁獲量引き延ばし法 月2～4回の割合で、漁獲物中に占める放流クルマエビの混獲率を調査した。ついで、水揚げ仕切り書の整理や標本船調査により、全体の漁獲量を推定し、漁獲量を市場調査時の1尾あたりの平均体重で除することにより漁獲尾数を算出し、それに混獲率を乗じて再捕尾数を推定した。この方法は、1998年の佐賀県以外の3県、1999年の熊本県および長崎県が用いた。

2. 操業隻数引き延ばし法 (4県統一手法) 源式網は有明海特有の潮流を利用した漁法で、大潮を中心に操業されている。そこで、毎月2回の大潮を中心とした13～15日間を1漁期とみなし、1ヵ月を前期、後期の2期に分けて調査を行った。漁期ごとに4県全体で1隻から36

隻を調査し、調査船ごとに1日の天然クルマエビと放流クルマエビの漁獲尾数(再捕尾数)を計数し、雌雄別に体長・体重測定を行った。この結果をもとに、その漁期の1日1隻あたりの天然クルマエビ平均漁獲尾数と放流クルマエビの平均再捕尾数を算出した。操業隻数の把握方法については、電話による聞き取り調査、水揚げ仕切り書の集計整理および標本船日誌の記帳等により調査した。漁期ごとの天然クルマエビ漁獲尾数および放流クルマエビ再捕尾数は1日1隻あたりの平均漁獲尾数(再捕尾数)に延べ操業隻数を乗ずることにより推定し、総再捕尾数は、漁期ごとの再捕尾数を累積することにより推定した。

結 果

天然クルマエビの漁獲実態 天然クルマエビ漁獲尾数は1998年以降激減し、1998年が6,164千尾であるのに対し、2001年は908千尾と1998年比14.7%となった。湾奥部では1998年の3,774千尾が2001年にはわずか235千尾となり、1998年比は6.2%、特に最奥部の佐賀県漁場や福岡県漁場における減少が著しい。湾中央部では1998年の2,390千尾が2001年には673千尾となり、1998年比は28.2%と大幅に減少した(表2)。1998年から操業隻数のデータがそろっている湾奥部の佐賀県漁場における延べ操業隻数および天然クルマエビCPUE(漁獲尾数/日・隻)を図3に示した。延べ操業隻数は1998年には1,587隻であったが、年々急激に減少し2001年には

表 2. 漁場別天然クルマエビ漁獲尾数

海域	漁場	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年
湾奥部	福岡県	1,859,158	274,172	154,211	83,951
	佐賀県	1,493,936	448,670	104,025	104,669
	熊本県湾奥	421,182	301,069	51,433	46,769
	計	3,774,275	1,023,911	309,669	235,389
湾中部	熊本県湾中	1,768,005	1,210,704	837,453	415,549
	長崎県	621,720	418,616	369,749	257,381
	計	2,389,725	1,629,320	1,207,203	672,930
合計		6,164,000	2,653,231	1,516,871	908,319

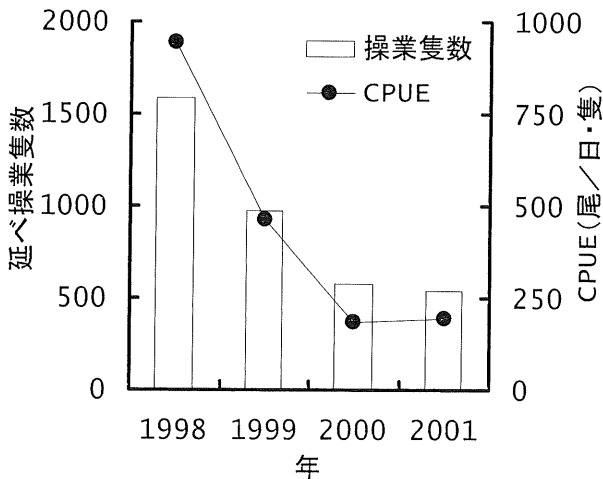


図 3. 佐賀県漁場における延べ操業隻数と天然クルマエビ CPUE

約 3 分の 1 の 538 日となった。また、天然クルマエビ CPUE は 1998 年には 941 尾/日・隻であったものが、2000 年には 182 尾/日・隻まで減少し、2001 年はほぼ前年並みとなった。全漁場におけるデータは 2000 年および 2001 年の 2 ヶ年分しか存在しないが、漁業者からの聞き取りによると操業日、天然クルマエビ CPUE とすべての漁場で年々大きく減少していた。このように、各漁場とも延べ操業隻数、CPUE とともに大きく減少していることから表 2 に示すように漁獲量が激減した。

天然クルマエビの体長組成は、年によりいくらかの差異があるがおおむね同じような傾向を示したので、2000 年の調査結果を図 4 および 5 に示した。

湾奥部の福岡県漁場における雄の体長組成では、7 月前期に 80~95 mm 付近と 120~125 mm にモードが出現しているが、大きい方の 120~125 mm のモードは 8 月前期には 130~140 mm となった後認められなくなった。80~95 mm 付近にわずかに認められた小さいモードは時間の経過とともに大きくなり、8 月前期には 105~110 mm に、9 月後期には 120~125 mm となった。佐賀県漁場においては、7 月後期には 105~110 mm と 130~135 mm の 2 つのモードが出現し、大きい方の 130~135 mm のモードは 8 月前期以降認められず、小さい方の 105~110 mm のモードは 9 月前期には 120~125 mm、10 月前

期には 140~150 mm となった。熊本県湾奥漁場は、7 月の 2 漁期分の調査データがない。8 月前期に 100~105 mm にモードが認められ、時間の経過とともに大きくなり 9 月後期には 110~120 mm となった。一方、福岡県漁場の雌では 7 月前期に 130~145 mm にモードが認められるが、このモードは 8 月前期には 145~150 mm となった後認められなくなった。8 月前期には 105~110 mm にもモードが出現し、このモードは時間の経過とともに大きくなり、9 月後期には 120~125 mm となった。佐賀県漁場の雌では、7 月後期には 2 つのモードが出現しているが、大きい方のモードは 8 月前期以降認められず、小さい方のモードは徐々に大きくなり、9 月前期には 115~120 mm、10 月前期には 135~140 mm となった。熊本県湾奥漁場では、8 月前期に 100~105 mm に認められたモードが 10 月前期には 135~145 mm となった。

湾中部の熊本県湾中漁場の雄では、8 月前期に 110~115 mm と 135~145 mm 付近に 2 つのモードが出現した。9 月前期には 100~110 mm にモードが認められ、その後徐々に大きくなり、10 月前期には 130~135 mm 付近にモードが認められた。長崎県漁場の雄では、8 月前期に 115~120 mm と 135~145 mm に 2 つのモードが出現した。この 115~120 mm のモードは時間の経過とともに大きくなり、9 月の前期には 120~125 mm、10 月前期には 145~150 mm となった。8 月前期に 140~145 mm にあったモードは 8 月後期以降認められない。一方、熊本県湾中漁場の雌では、8 月前期に 100~105 mm と 155~160 mm 付近に 2 つのモードが出現した。9 月前期には 105~110 mm にモードが認められ、その後徐々に大きくなり、10 月前期には 130~140 mm 付近にモードが認められた。長崎県漁場の雌では、8 月前期に 120~125 mm と 160~165 mm に 2 つのモードが出現した。この 120~125 mm のモードは時間の経過とともに大きくなり、9 月前期には 130~135 mm、10 月前期には 160~170 mm となった。8 月前期に 160~165 mm にあったモードは 9 月後期以降認められなかった。

放流クルマエビの再捕実態 4 県統一手法を採用し、4 県すべてで漁期ごとの再捕データがそろっている 2000 年および 2001 年の漁期別漁場別再捕尾数を表 3 および

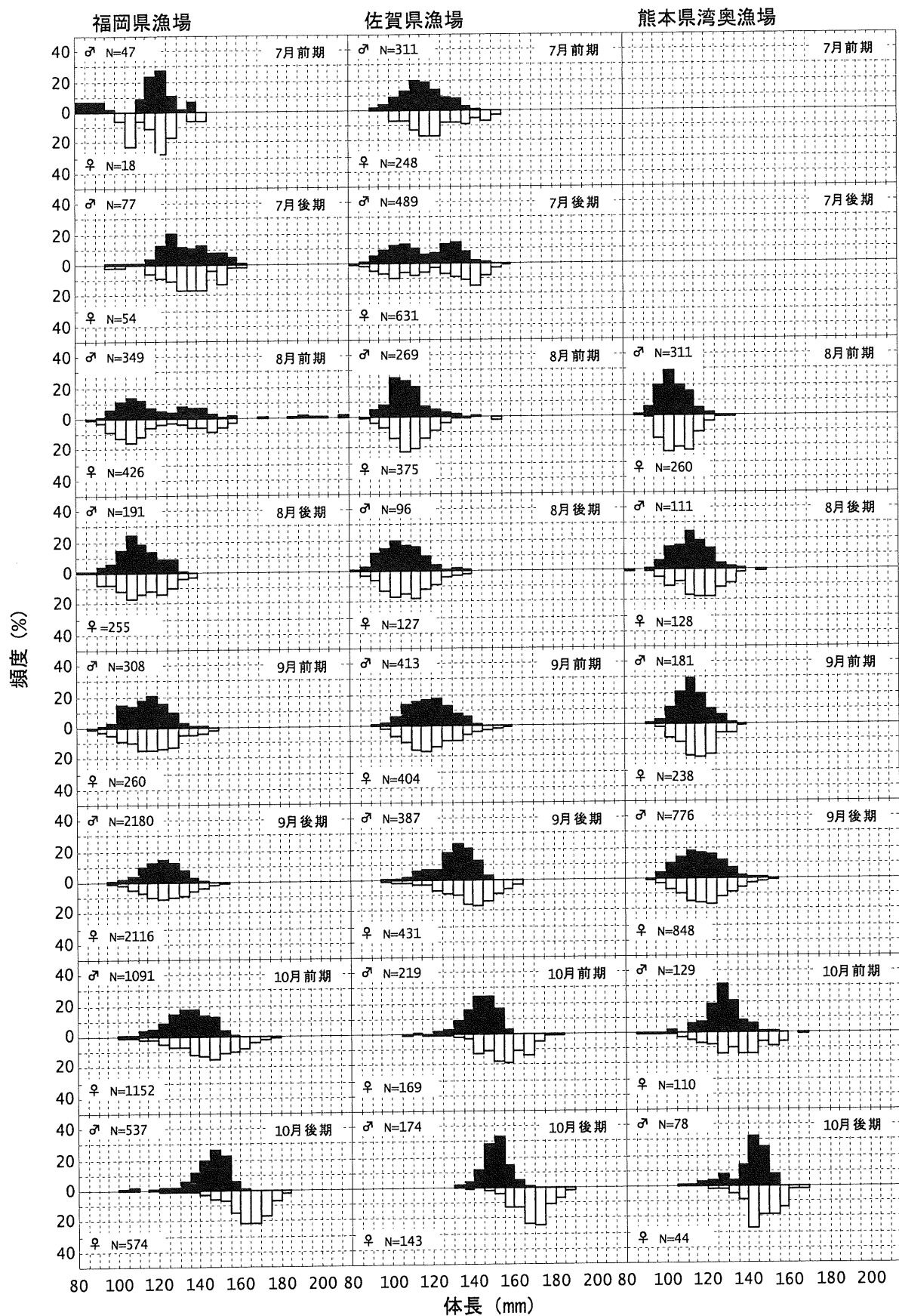


図4. 有明海湾奥部における天然クルマエビの体長組成 (2000年)

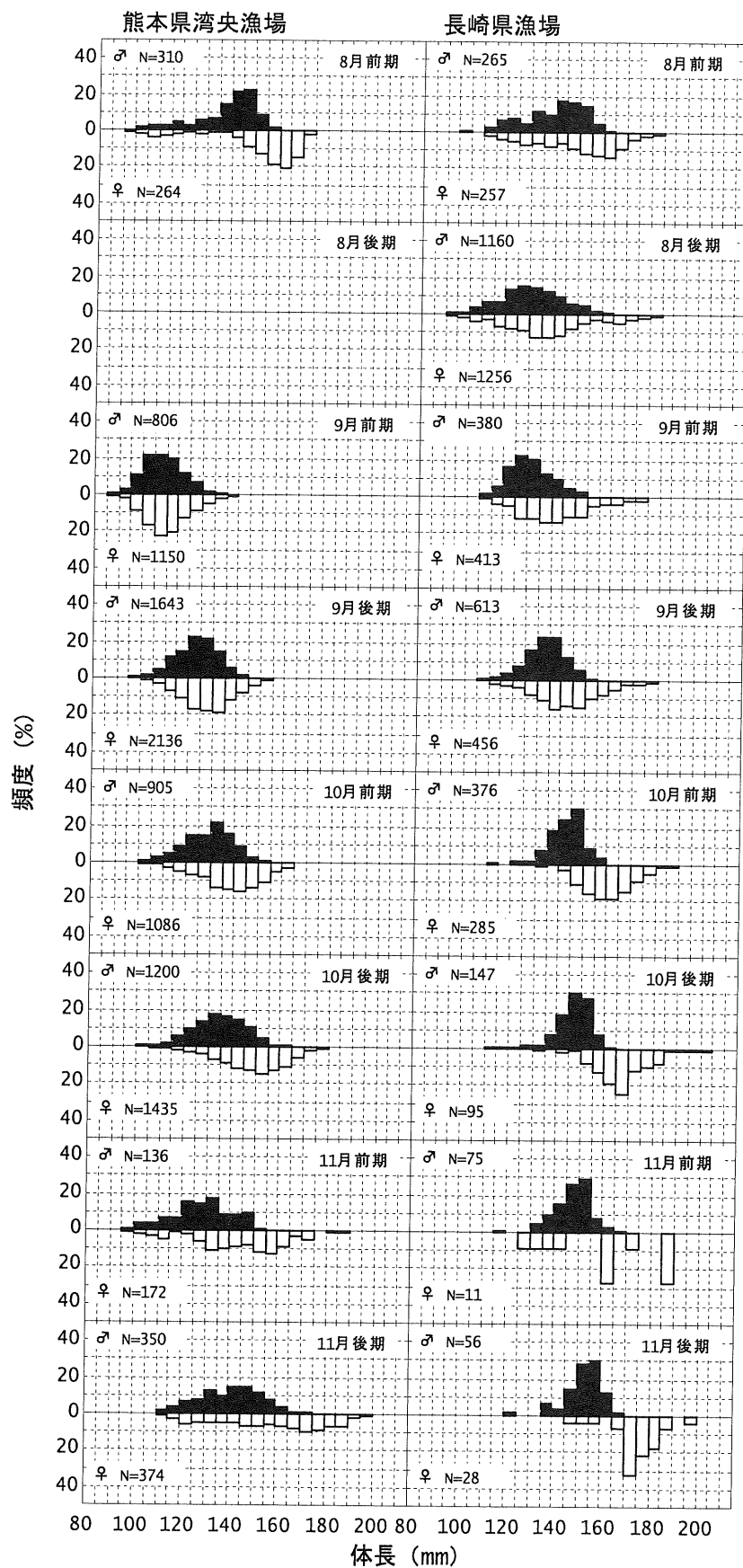


図 5. 有明海湾中部における天然クルマエビの体長組成 (2000 年)

表 3. 2000 年放流群 (E 群および F 群) の漁期別漁場別再捕尾数

漁期	調査 隻数	操業 隻数	E 群（佐賀県早津江川沖合放流）								F 群（長崎県有明町地先放流）								合計
			湾奥部漁場				湾央部漁場				湾奥部漁場				湾央部漁場				
			福岡 県	佐賀 県	熊本 湾奥	小計	熊本 湾央	長崎 県	小計	合計	福岡 県	佐賀 県	熊本 湾奥	小計	熊本 湾央	長崎 県	小計	合計	
7 月前期	6	206	0	0	0	0				0	0	0	0	0				0	
7 月後期	8	223	0	5,794	0	5,794				5,794	0	0	0	0				0	
8 月前期	15	1,136	189	6,431	0	6,620	0	1,311	1,311	7,931	0	0	0	0	0	0	0	0	
8 月後期	30	1,189	248	296	20	564	0	5,638	5,638	6,202	0	0	1	1	0	36	36	37	
9 月前期	27	1,322	147	722	120	989	228	2,594	2,822	3,811	63	0	0	63	228	144	372	435	
9 月後期	35	1,955	639	261	106	1,006	1,513	2,020	3,533	4,539	696	0	160	856	1,099	0	1,099	1,955	
10 月前期	28	1,423	369	70	14	453	770	1,371	2,141	2,593	212	0	14	226	530	54	584	810	
10 月後期	19	576	85	118	33	236	174	167	341	577	34	0	11	45	174	0	174	219	
11 月前期	13	273	44	0	1	45	26	0	26	71	11	0	1	12	26	0	26	38	
11 月後期	9	234	0	0	0	0	51	0	51	51					26	0	26	26	
12 月前期	1	144					0	0	0	0					0	0	0	0	
12 月後期	0	103					0	0	0	0					0	0	0	0	
合計	191	8,784	1,720	13,692	295	15,707	2,762	13,101	15,863	31,569	1,016	0	187	1,203	2,082	234	2,316	3,519	

表 4. 2001 年放流群 (G 群および H 群) の漁期別漁場別再捕尾数

漁期	調査 隻数	操業 隻数	G 群（佐賀県早津江川沖合放流）								H 群（福岡県矢部川沖合放流）								合計	
			湾奥部漁場				湾中央部漁場				合計	湾奥部漁場				湾中央部漁場				
			福岡 県	佐賀 県	熊本 湾奥	小計	熊本 湾中央	長崎 県	小計	福岡 県		佐賀 県	熊本 湾奥	小計	熊本 湾中央	長崎 県	小計			
7 月前期	17	169	0	0	0	0				0	0	0	0	0					0	
7 月後期	15	130	0	0	0	0				0	37	0	0	37					37	
8 月前期	26	1,248	104	96	57	257				257	296	18	0	314					314	
8 月後期	28	762	194	778	165	1,137	0	64	64	1,201	485	146	99	730	516	0	516	1,246	1,246	
9 月前期	35	1,419	306	989	0	1,295	888	1,511	2,399	3,694	816	165	0	981	1,064	1,022	2,086	3,067	3,067	
9 月後期	36	1,001	194	713	0	907	340	667	1,007	1,914	305	0	0	305	68	364	432	737	737	
10 月前期	32	1,050	123	80	13	216	1,927	489	2,416	2,632	185	0	15	200	642	244	887	1,087	1,087	
10 月後期	20	614	30	0	0	30	478	33	511	541	45	0	6	51	380	33	413	464	464	
11 月前期	10	322	14	0	0	14	99	0	99	113	61	0	0	61	0	0	0	61	61	
11 月後期	15	244	20	0	0	20	3	0	3	23	25	0	3	28	0	0	0	28	28	
12 月前期	11	108					0	0	0	0					0	0	0	0	0	
12 月後期	6	1					1	0	1	1					0	0	0	0	0	
合計	251	7,068	985	2,656	235	3,876	3,736	2,763	6,499	10,375	2,255	329	123	2,706	2,671	1,663	4,334	7,040	7,040	

4 に示した。

2000 年に湾奥部の佐賀県早津江川沖合で放流した E 群は、放流開始から約 1 ヶ月後の 7 月後期から放流場所に最も近い佐賀県漁場で再捕されはじめ、8 月前期には福岡県漁場および長崎県漁場で、8 月後期には熊本県湾奥漁場、9 月前期には熊本県湾中央漁場で再捕された。湾奥部における再捕は 7 月後期から 8 月前期にかけてピークを迎え、その後急激に減少したが、11 月前期まで継続した。ピーク時の 7 月後期および 8 月前期の 2 漁期で総再捕尾数の約 80% を再捕した。一方、長崎県漁場および熊本県湾中央漁場がある湾中央部における再捕は、8 月後期から 9 月後期にかけてピークを迎え、その後徐々に減少しながら 11 月後期まで続いた。湾中央部では湾奥部ほど短期間に再捕が集中しなかった。一方、湾中央部の長崎県有明町地先で放流した F 群は、放流開始から約 1 ヶ月後の 8 月後期から熊本県湾奥漁場および長崎県漁場で再捕

されはじめ、9 月前期には福岡県漁場および熊本県湾中央漁場でも再捕されたが、湾奥部の佐賀県漁場での再捕はみられなかった。湾奥部および湾中央部とも 9 月後期が最も多く、この 1 漁期で総再捕尾数の 56% を再捕した。

2001 年に湾奥部の佐賀県早津江川沖合で放流した G 群は、放流開始から約 1 ヶ月半後の 8 月前期から湾奥部の 3 漁場で再捕されはじめ、湾中央部の長崎県漁場では 8 月後期、熊本県湾中央漁場では 9 月前期から再捕された。湾奥部では 8 月後期から 9 月後期にかけて再捕のピークを迎え、この 3 漁期で湾奥部における総再捕尾数の 86% が再捕された。湾中央部では、湾奥部より 1 漁期ずれて、9 月前期から 10 月前期にかけてピークを迎え、この 3 漁期で湾中央部における総再捕尾数の約 90% が再捕された。一方、福岡県矢部川沖合で放流した H 群は、放流開始から約 1 ヶ月後の 7 月後期に放流場所の最も近い福岡県漁場で再捕されはじめ、8 月前期には佐賀県漁場、8 月後期

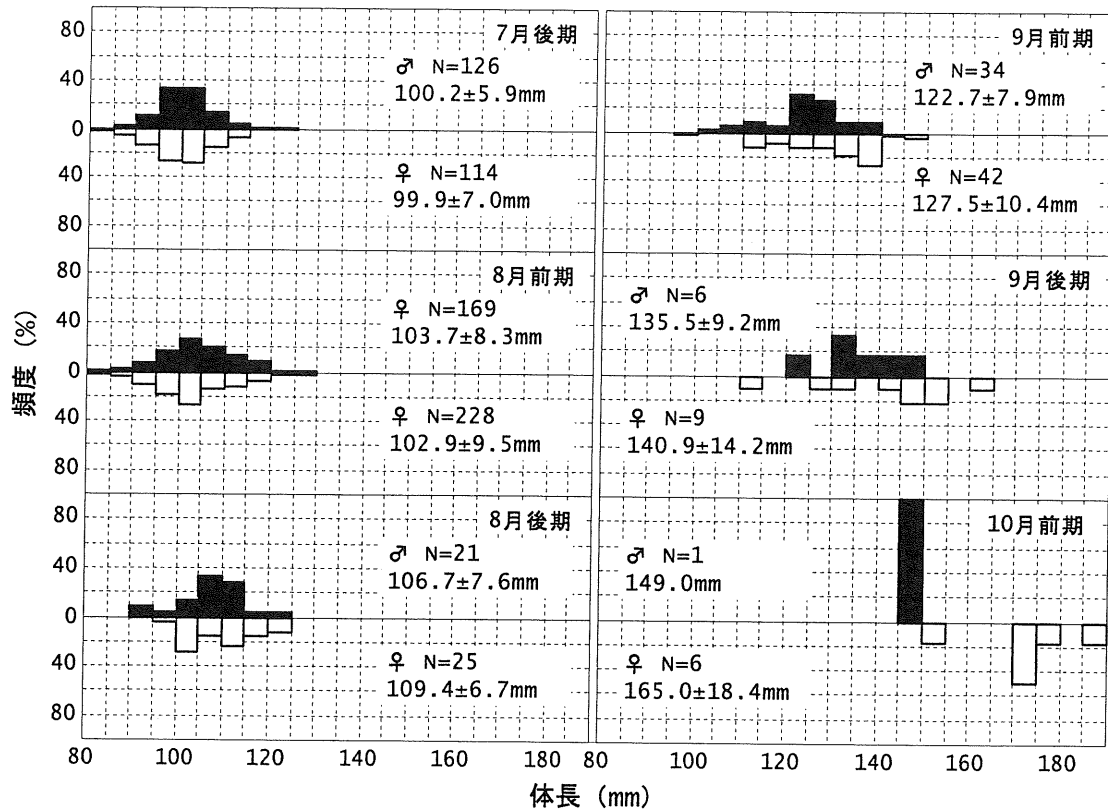


図 6. 佐賀県漁場における 2000 年放流 (E 群) 再捕クルマエビの体長組成

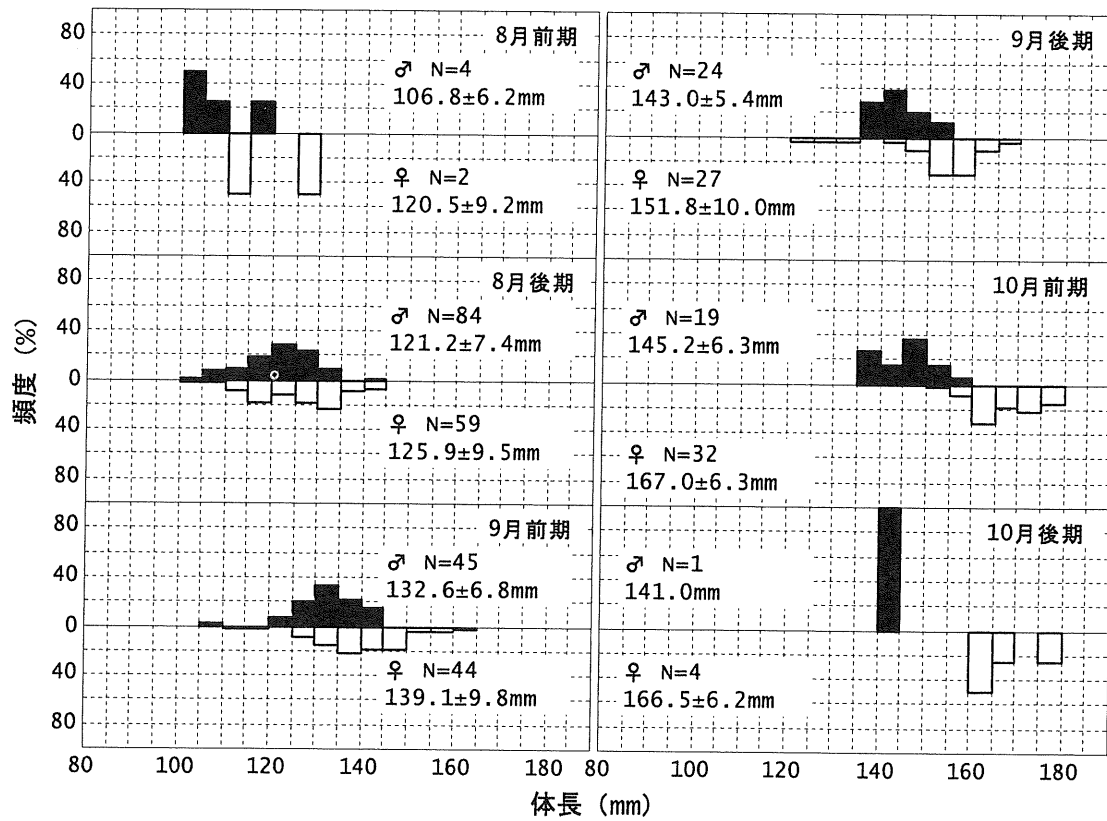


図 7. 長崎県漁場における 2000 年放流 (E 群) 再捕クルマエビの体長組成

にはすべての漁場で再捕された。湾奥部における再捕は、福岡県漁場が圧倒的に多く、放流地点より北にある佐賀県漁場での再捕はごくわずかであった。湾奥部および湾央部とも9月前期に再捕のピークを迎え、放流場所に近い湾奥部より湾央部における再捕が多かった。

2000年に湾奥の佐賀県早津江川沖合で放流したE群の佐賀県漁場および長崎県漁場における放流再捕クルマエビの体長組成を図6, 7に示した。

湾奥部の佐賀県漁場の雄では、7月後期に体長86~121 mm (平均100.2±5.9 mm), 8月後期に体長91~122 mm (106.7±7.6 mm), 9月後期には121~143 mm (135.5±9.2 mm)の範囲で再捕された。雌については、7月後期に体長82~121 mm (平均99.9±7.0 mm), 8月後期に体長98~121 mm (109.4±6.7 mm), 9月後期には113~160 mm (140.9±14.2 mm)の範囲で再捕された。

湾央部の長崎県漁場の雄では、8月前期に体長101~115 mm (106.8±6.2 mm), 9月前期には105~143 mm (132.6±6.8 mm), 10月前期には135~158 mm (145.2±6.3 mm)の範囲で再捕された。雌については、8月前期に体長114~127 mm (120.5±9.2 mm), 9月前期には114~160 mm (139.1±9.8 mm), 10月前期には153~177 mm (167.0±6.3 mm)の範囲で再捕された。

福岡県、佐賀県および熊本県湾奥漁場がある湾奥部と熊本県湾央漁場と長崎県漁場がある湾央部における各放流群の再捕時の平均体重を表5に示した。これによると、2000年に長崎県有明町地先で放流したF群につい

ては湾奥部と湾央部ではほぼ同じサイズであったが、これ以外の7例については湾奥部での再捕時より湾央部での再捕時の方が明らかに大型となった。

放流クルマエビの回収率推定 1998年から2001年までの放流群別漁場別回収率を表6に示した。

湾奥部における放流では、佐賀県早津江川沖合に放流した1998年(A群)、2000年(E群)と2001年(G群)の結果を見ると、1998年は4県合計の回収率は8.69%となり、その86%は放流場所に近い湾奥部で回収された。漁場別の回収率は、湾奥部の佐賀県漁場、福岡県漁場、熊本県湾奥漁場、湾央部の熊本県湾央漁場、長崎県漁場の順となり、すべての漁場で回収された。2000年の4県合計の回収率は3.11%で、湾奥部と湾央部における回収率はほぼ同じとなった。県別漁場別回収率は、湾奥部の佐賀県漁場と湾央部の長崎県漁場でそれぞれ約1.3%と多く、それ以外の漁場における回収率は約0.3%以下と低くなった。2001年の4県合計の回収率は2.03%となり、放流場所に近い湾奥部よりも湾央部における回収率が高くなった。最も多かったのは熊本県湾央漁場で、以下長崎県漁場、佐賀県漁場、福岡県漁場、熊本県湾奥漁場の順となった。湾奥部の福岡県側に放流した結果では、福岡県柳川市地先で放流した1999年(C群)は4県合計の回収率は3.85%となり、漁場別には、湾奥部の佐賀県漁場、湾央部の長崎県漁場、湾奥部の熊本県湾奥漁場、福岡県漁場、湾央部の熊本県湾央漁場の順となり、4県すべてで回収された。福岡県矢部川沖合で放流した2001年(H群)は4県合計の回収率が1.39%と4ヵ年間で最も低い結果となった。

一方、湾央部における放流では、熊本県熊本市地先で放流した1998年(B群)は4県合計の回収率が9.24%と最も高い結果となった。放流場所に近い湾央部漁場での回収率がその大部分を占め、湾奥部の佐賀県と福岡県漁場では回収されなかった。熊本県玉名市地先で放流した1999年(D群)は4県合計の回収率が2.21%となり、湾央部の長崎県漁場、熊本県湾央漁場、熊本県湾奥漁場、

表5. 各放流群の海域別再捕時の平均体重(g)

放流群名	湾奥部	湾央部
A	18.6	32.2
B	16.2	25.6
C	22.7	33.4
D	23.1	33.0
E	14.8	28.5
F	25.3	23.9
G	29.4	40.2
H	23.9	43.3

表6. 1998年から2001年までの放流群別漁場別回収率(%)

放流群名	年	海域	放流場所	湾奥部				湾央部			合計
				福岡県	佐賀県	熊本湾奥	小計	熊本湾央	長崎県	小計	
A	1998	湾奥	佐賀県早津江川沖合	2.75	3.42	1.31	7.49	0.79	0.42	1.20	8.69
B		湾央	熊本県熊本市地先	0.00	0.00	2.63	2.63	5.15	1.46	6.61	9.24
C	1999	湾奥	福岡県柳川市地先	0.60	1.41	0.63	2.64	0.56	0.66	1.22	3.85
D		湾央	熊本県玉名市地先	0.17	0.00	0.33	0.50	0.72	1.00	1.71	2.21
E	2000	湾奥	佐賀県早津江川沖合	0.17	1.35	0.03	1.55	0.27	1.29	1.56	3.11
F		湾央	長崎県有明町地先	0.65	0.00	0.12	0.77	1.33	0.15	1.48	2.25
G	2001	湾奥	佐賀県早津江川沖合	0.19	0.52	0.05	0.76	0.73	0.54	1.27	2.03
H		湾奥	福岡県矢部川沖合	0.45	0.06	0.02	0.54	0.53	0.33	0.86	1.39
A・C・E・G・H 群（湾奥放流）			平均	0.83	1.35	0.41	2.59	0.57	0.65	1.22	3.81
B・D・F 群（湾央放流）			平均	0.27	0.00	1.02	1.30	2.40	0.87	3.27	4.57

福岡県漁場の順で回収されたが、湾奥部の佐賀県漁場での再捕はみられなかった。長崎県有明町地先で放流した2000年(F群)は4県合計の回収率が2.25%となり、熊本県湾中央部漁場での回収が最も多く、ついで湾奥部の福岡県漁場、湾中央部の長崎県漁場、熊本県湾奥漁場の順となり、佐賀県での再捕はみられなかった。また、最も放流場所に近い長崎県漁場における回収率は非常に低い結果となった。

考 察

天然および放流クルマエビの移動と加入状況 有明海および有明海に隣接する橘湾における天然クルマエビの移動生態については、有明4県の水産試験場の調査により明らかにされている⁹⁾。すなわち、有明海および橘湾におけるクルマエビは浮遊幼生期に橘湾、有明海湾口部および湾中央部から湾奥部や湾中央部東岸の干潟に供給され、体長約10 cm程度まで干潟域で生息した後、成長に伴い逆に湾中央部、湾口部を経て橘湾に移動する。このことと、図4および5に示した天然クルマエビの体長組成の漁期別推移から2000年の天然クルマエビの加入状況について検討する。MINAGAWA *et al.*¹¹⁾が有明海および橘湾における本種の産卵期を5月中旬から10月上旬と推定していることや、倉田¹²⁾の過去の成長に関する知見を考慮すると、湾奥部の福岡県漁場および佐賀県漁場において、7月後期から8月前期に認められる2つのモードのうち、小さいモード(雌雄とも体長100~110 mm)は当年発生の新規加入群で、大きいモード(雄:体長130~140 mm, 雌:体長140~150 mm)は前年発生群であると思われる。また、8月前期の湾中央部の長崎県漁場および熊本県湾中央部漁場においても2つのモードが認められるが、これについても小さいモード(雌雄とも体長115~125 mm)は、当年発生の新規加入群で、大きいモード(雄:140~150 mm, 雌:150~160 mm)は前年発生群であると思われる。湾奥部と湾中央部の漁期のずれやサイズの違いから、大きいモードについては湾奥部で越冬した前年発生群が成長しながら湾中央部に移動していることを示し、小さいモードについても同様に成長に伴う南下移動により湾中央部で漁獲されたものと考えられる。また、湾奥部の福岡県と佐賀県漁場において、8月前期から9月前期までの間、モード組成に大きな変化がないことは、この期間には順次当年発生群の加入が継続し、また成長したものは順次南下移動しているためと考えられる。有明海における干潟域は湾奥部の福岡県・佐賀県地先から湾中央部東岸の熊本県地先まで広大に広がっているが、島原半島東岸と天草諸島の海岸沿いは干潟の発達に乏しく、干潮時に砂礫質の小さな干潟が断続的に現れるにすぎない¹³⁾。湾中央部の長崎県海域における新規加

入群については、加入時期が湾奥部の漁場より遅く、また加入時のサイズが大きいことから周辺の干潟からの直接的な加入量は少なく、主として湾奥部漁場および熊本県の湾中央部漁場からの移動によるものと推察される。一方、同じ湾中央部の熊本県湾中央部漁場においては、その加入時のサイズから湾中央部東岸の広大な干潟が補給源になっているものと考えられる。

人工種苗の移動について伊藤ら³⁾は、有明海湾奥部の佐賀県漁場においても北部漁場より南部漁場の方が大型のクルマエビが再捕され、成長に伴い南下移動することを報告している。今回行った標識放流試験の結果、①湾奥部で放流したクルマエビ再捕のピークは、おおむね湾中央部漁場より湾奥部漁場の方が早いこと、②湾中央部で放流されたクルマエビは若干北上し再捕される個体はあるものの、おおむね湾中央部漁場において再捕されていること、③表5に示したように湾奥部漁場よりも湾中央部漁場の方が大型の放流クルマエビが再捕されること、④放流年の10月ごろには有明海の外海域である橘湾においても放流クルマエビの再捕が認められること^{*8}から、放流クルマエビは天然クルマエビとほぼ同様の移動生態を示し成長に伴って湾奥部から湾中央部・湾口部を経て、隣接する橘湾に南下移動するものと推察される。

また、天然クルマエビの加入時期や加入サイズ(図4および5)と放流クルマエビの再捕時の体長組成(図6および7)からみて、放流されたクルマエビは天然早期

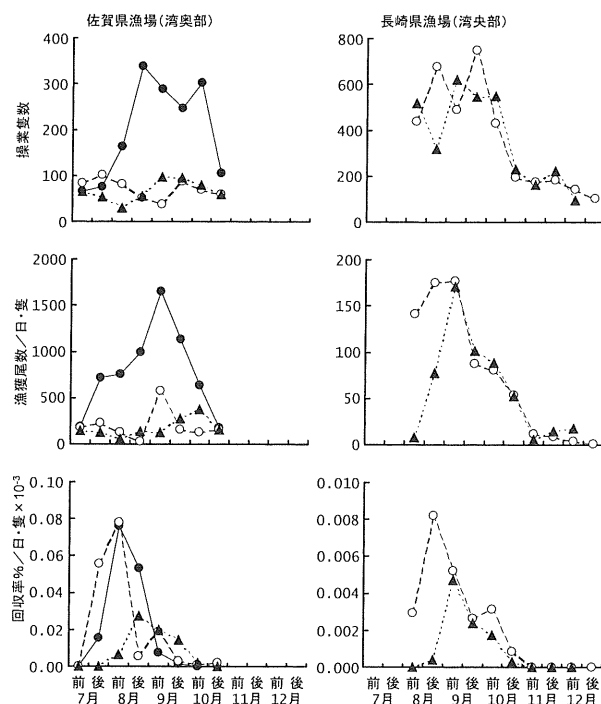


図8. 佐賀県漁場と長崎県漁場における延べ操業隻数、1日1隻あたりの天然クルマエビ漁獲尾数および回収率% ($\times 10^{-3}$).

●: 1998年, ○: 2000年, ▲: 2001年

*8 森川, 未発表.

発生群と同じような成長を示すものと考えられた。

回収率の比較 4ヵ年間8例の回収率は、湾奥部で放流した場合1.39～8.69%、湾央部放流群の回収率は2.21～9.24%となった。放流場所、放流サイズおよび放流時期が異なるため、これらを直接的には比較できないが、湾奥部の佐賀県早津江川沖合に放流した1998年（A群）、2000年（E群）および2001年（G群）の3例について比較する。この3例の回収率は1998年が8.69%（湾奥部：7.49%、湾央部：1.20%）、2000年が3.11%（湾奥部：1.55%、湾央部：1.56%）、2001年が2.03%（湾奥部：0.76%、湾央部：1.27%）という結果となった。図8に湾奥部の佐賀県漁場と湾央部の長崎県漁場における2000年および2001年（佐賀県のみ1998年も含む）の漁期別の延べ操業隻数、1日1隻あたりの天然クルマエビ漁獲尾数および回収率を示した。1日1隻あたりの回収率は、漁獲努力量（延べ操業隻数）が年によって大きくばらつくため、漁期ごとの回収率（漁期ごとの再捕尾数/放流尾数）をその漁期の操業隻数で除することにより数値の標準化を図った。

3ヵ年のデータがそろっている湾奥部佐賀県漁場では、8.69%もの高い回収率を示した1998年の操業隻数はかなり多く、盛漁期といえる8月後期から10月前期までは各漁期とも300隻前後操業している。しかし、2000年、2001年とも7月前期から10月前期の漁獲尾数がかなり少なく、操業隻数も1998年の3分の1程度となった。1日1隻あたりの回収率は、1998、2000年は7月の後期から急激に高くなり、8月前期にピークを迎えているが、2001年は1漁期ずれ込み8月後期から9月後期に高くなったが、その規模はかなり小さかった。1998年、2000年の結果では、天然クルマエビ資源量の多寡に伴い操業隻数が大きく増減し、それに伴って回収率が大きく変動したものといえる。

湾央部の長崎県漁場での2年間の結果では、2000年は8月前期から天然クルマエビ漁獲尾数が多かったため、操業隻数も9月後期まで多くなったが、2001年は8月前期および後期の天然クルマエビ漁獲尾数が少なかったため、この時期の操業隻数も少なくなった。1日1隻あたりの回収率は、2000年は8月前期から高くなり、操業隻

表7. 100万尾の種苗放流を行った場合の漁場別回収尾数（尾）、回収重量（kg）および回収金額（千円）

放流群名	海域	放流場所	項目	湾奥部				湾央部			合計
				福岡県	佐賀県	熊本湾奥	小計	熊本湾央	長崎県	小計	
A	湾奥	佐賀県早津江川沖合	回収尾数	27,535	34,246	13,113	74,895	7,854	4,163	12,016	86,911
			回収重量	402	674	321	1,396	227	160	387	1,784
			回収金額	2,012	3,368	1,603	6,982	1,137	800	1,936	8,919
B	湾央	熊本県熊本市地先	回収尾数	0	0	26,287	26,287	51,524	14,576	66,100	92,387
			回収重量	0	0	427	427	1,336	357	1,693	2,120
			回収金額	0	0	2,134	2,134	6,682	1,783	8,465	10,599
C	湾奥	福岡県柳川市地先	回収尾数	6,018	14,089	6,258	26,365	5,582	6,591	12,173	38,538
			回収重量	128	316	154	598	150	256	406	1,004
			回収金額	639	1,580	769	2,989	750	1,282	2,032	5,021
D	湾央	熊本県玉名市地先	回収尾数	1,743	0	3,261	5,004	7,166	9,958	17,125	22,129
			回収重量	51	0	64	116	240	325	566	681
			回収金額	257	0	321	578	1,202	1,627	2,829	3,407
E	湾奥	佐賀県早津江川沖合	回収尾数	1,695	13,485	290	15,470	2,721	12,903	15,623	31,093
			回収重量	42	181	5	229	66	378	445	673
			回収金額	211	907	25	1,143	330	1,892	2,223	3,365
F	湾央	長崎県有明町地先	回収尾数	6,491	0	1,198	7,689	13,303	1,492	14,795	22,484
			回収重量	171	0	23	195	311	42	353	548
			回収金額	856	0	117	973	1,557	208	1,765	2,738
G	湾奥	佐賀県早津江川沖合	回収尾数	1,925	5,189	458	7,572	7,298	5,398	12,696	20,268
			回収重量	40	163	19	222	316	194	510	732
			回収金額	202	816	93	1,111	1,579	971	2,550	3,661
H	湾奥	福岡県矢部川沖合	回収尾数	4,461	650	243	5,355	5,284	3,291	8,575	13,929
			回収重量	101	17	9	128	250	121	371	499
			回収金額	507	86	46	640	1,250	606	1,856	2,496
A・C・E・G・H 群 (湾奥放流)	平均		回収尾数	8,327	13,532	4,073	25,931	5,748	6,469	12,217	38,148
			回収重量	143	270	101	515	202	222	424	938
			回収金額	714	1,352	507	2,573	1,009	1,110	2,119	4,692
B・D・F 群 (湾央放流)	平均		回収尾数	2,745	0	10,248	12,993	23,998	8,675	32,673	45,666
			回収重量	74	0	171	246	629	241	871	1,116
			回収金額	371	0	857	1,228	3,147	1,206	4,353	5,581

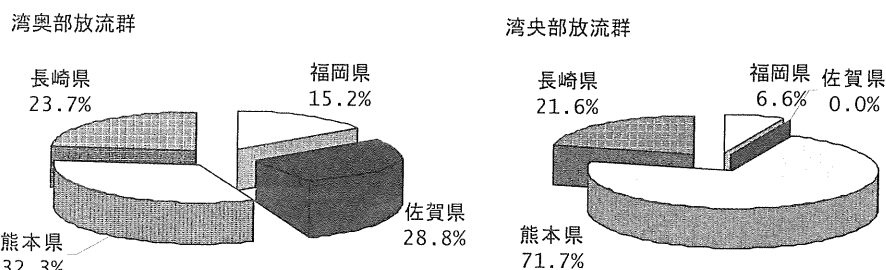


図9. 湾奥部および湾中央部放流群の回収金額の県別受益割合

数の多かった8月後期にピークを迎え回収率も高くなったが、2001年は9月前期にピークがずれ、またその規模も小さかったため、前年より回収率がかなり低くなった。

以上のように、回収率には伊藤ら³⁾も指摘しているように漁獲努力量が密接に影響しているため、放流効果の評価については天然群の資源量や漁獲努力量の増減も考慮したうえで評価すべきであると考えられる。また、回収率に差が生じる原因としては、漁獲努力量以外にも放流方法や放流場所の水温、塩分等の環境条件等さまざまな要因が考えられるが、これらについては今後詳細に検討していく必要がある。

放流効果の検討 今回の標識放流試験の結果得られた回収率と再捕時の平均体重から、100万尾の種苗放流を行った場合を想定して放流効果の試算を行った(表7)。クルマエビのキログラム単価は、流通形態により変動するが、夏から秋にかけての単価は約5,000円前後であるので、ここではキログラム単価を5,000円として回収金額の試算を行った。4ヵ年間8例の回収重量および回収金額の試算結果では、回収重量は499~2,120 kg、回収金額は2,496~10,559千円となった。放流種苗の単価は民間業者から購入する場合や自前で中間育成する場合等によりまちまちであるが、聞き取り調査によると30 mmサイズの人工種苗1尾あたりの単価はおおよそ3~4円程度であるので、ここでは1尾3.5円とした。放流尾数は100万尾であるので、損益分岐となる回収金額は3,500千円となり、湾奥部のうち2例(E群:2000年佐賀県早津江川沖合放流3,365千円、H群:2001年福岡県矢部川沖合放流2,496千円)と湾中央部2例(D群:1999年熊本県玉名市放流3,407千円、F群:2000年長崎県有明町放流群2,738千円)の計4例が採算割れという結果となる。先述したように回収率は漁獲努力量の増減により大きく変化する。この4例の採算割れについては、1998年以降の天然クルマエビの激減に伴い、漁獲努力量が激減している(佐賀県では3分の1まで減少)ことが大きな原因であり、通常の操業形態であれば採算割れを起こさず、ほとんどのケースで採算がとれるものと思われる。したがって、このような試算を行う場合、単年の結果に基づいて試算を行わず、放流場所、放流サイズや放流方法等を同一条件の下で複数年のモニタリングを行

い、それらの結果を用いて費用対効果の試算を行う方が妥当であると考えられる。本研究における放流試験の結果について、放流場所を湾奥部と湾中央部の2カ所に大きく分けて放流効果を検討すると、湾奥部放流群の平均回収重量および平均回収金額は938 kg、4,692千円、湾中央部放流群は平均1,116 kg、5,581千円となり、両放流群とも損益分岐となる回収金額3,500千円を十分に超え採算がとれるものと判断した。

図9に湾奥部および湾中央部放流群の回収金額の県別受益割合を示した。湾奥部放流群は、4県すべてに受益があり、最も多いのは熊本県で32.3%、ついで佐賀県28.8%、長崎県23.7%、福岡県15.2%となった。一方、湾中央部放流群は佐賀県以外の3県で受益があり、その大部分を熊本県が占め71.7%、長崎県21.6%、福岡県6.6%という順になった。

本研究では、4県統一調査手法を確立し、有明海における天然および放流クルマエビの漁場への加入状況を明らかにするとともに、有明海全域における人工種苗の放流効果を推定した。さらに、大まかな区分ではあるが放流場所を湾奥部と湾中央部に分けた場合の経済効果および県別受益割合について検討した。今後は、今回確立した統一調査手法を用いてのモニタリング体制の整備を行うとともにデータの蓄積を図り、より詳細に放流事業の評価を行う必要がある。さらに、種苗放流の直接効果のみならず放流種苗の再生産による間接効果についても明らかにし総合的に事業の評価を行う必要がある。それらの結果をもとに、各県独自に行っている放流事業を見直し、有明海におけるクルマエビ資源を持続的に有効利用するための4県共同放流事業を再構築する必要がある。

文 献

- 1) 福岡県・佐賀県・熊本県・長崎県(2002)平成13年度資源増大技術開発事業報告書。有1-有20。
- 2) 水産庁・日本栽培漁業協会(2002)平成12年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国)、資料編。pp.237-241。
- 3) 伊藤史郎・江口泰蔵・中島則久・北田修一(2001)有明海湾奥部におけるクルマエビ人工種苗の放流効果の検討。栽培技研, 29, 35-43。
- 4) 森川 晃・村瀬慎司(2001)有明海島原半島沿岸域におけるクルマエビ人工種苗の放流効果の検討。長崎水試研報。

- 27, 9-15.
- 5) 福岡県・佐賀県・熊本県・長崎県 (1997) 平成 6~8 年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査総括報告書. 有 1-有 24.
- 6) 宮嶋俊明・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.
- 7) 豊田幸嗣・宮嶋俊明・上家俊文・松田裕二・大槻直也 (1997) 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, **25**, 95-100.
- 8) 豊田幸嗣・宮嶋俊明・吉田啓一・藤田義彦・境谷季之 (1998) 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, **26**, 85-90.
- 9) MIYAJIMA, T., HAMANAKA, Y., and TOYOTA, K. (1999) A marking method for Kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Fisheries Sci.*, **65**, 31-35.
- 10) 宮嶋俊明 (1997) クルマエビ尾肢切除判別マニュアル. さ いばい, **91**, 23-27.
- 11) MINAGAWA, M., YASUMOTO, S., ARIYOSHI, T., UMEMOTO, T., and UEDA, T. (2000) Interannual, seasonal, local and body size variation in reproduction of the prawn *Penaeus* (*Marsupenaeus*) *japonicus* (Crustacea : Decapoda : Penaeidae) in the Ariake Sea and Tachibana Bay, Japan. *Marine Biology*, **136**, 223-231.
- 12) 倉田 博 (2000) 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究 (クルマエビの資源培養に関する研究). 農林水産技術会議事務局研究成果, **116**, 14-36.
- 13) 鎌田泰彦 (1980) 有明海の沿岸地質・海底地形と底質. 月刊海洋, **12**, 88-96.