

# 放流初期におけるクルマエビ種苗の減耗について

城 田 博 昭  
浜 中 雄 一



平均体長 32 mm, 体長範囲 19~55 mm のクルマエビ種苗を宮津湾奥部で放流し, 放流後 9 日目までの逸散・分布と魚類による捕食の状況を調べた。クルマエビは放流海域から 5 日以内に分散・減耗するものが多いと推察された。放流後はメゴチ, マハゼを主体とする浅海性の魚種によって捕食され減耗した。この魚種による「捕食圧」はメゴチが最も高く, 放流後 9 日目にいたってもそれは継続したが, マハゼとその他の魚種の「捕食圧」は放流翌日から 5 日目の間に集中した。放流種苗としては比較的大型の全長 45 mm 以上のクルマエビも捕食されていたことから, 大型種苗放流が必ずしも捕食量を軽減させる効果的な方法ではないことが示唆された。

クルマエビの種苗放流量は, 種苗生産技術の発展に伴い, 全国的に増加している。京都府においても 1972 年から種苗放流が実施されており, 年々放流尾数は増加している。しかし, 近年は放流量の増加に見合った漁獲量の増大は明瞭には認められていない。放流の効果が発現しない一つの要因として, クルマエビを捕食する多様な生物がいる自然域へ不用意に放流するケースが多く, その直後の種苗の減耗が多大であると指摘されている (倉田ほか, 1972; 能津ほか, 1973)。また, 倉田 (1972) は, クルマエビ種苗の放流初期の減耗を防ぐ方法として, 太平洋沿岸のように潮汐差の大きい沿岸域においては, 干潟などの浅い潮だまりに種苗を放流することを提唱している。すなわち, 捕食生物と被捕食生物との生息空間の違いを使う方法である。しかし, 日本海沿岸域ではこの原理を直接使うことは不可能で, 放流種苗の大型化や正常な潜砂能力を期待した種苗の放流に努めている。

著者らは, 「クルマエビ栽培漁業事業化促進事業」で放流されたクルマエビの分布と魚類などによる捕食の状況を, 放流直後の短期間におきる現象に注目して調べた。ここでは, その調査結果をまとめ, 今後のクルマエビ放流技術開発のための基礎資料とした。

## 材料と方法

1991 年 7 月 11 日に 25.8 万尾のクルマエビ種苗を, 「クルマエビ栽培漁業事業化推進事業」により, 若狭湾西部海域に位置する宮津湾の波路地区地先に放流した。

種苗はあらかじめ海面に設置した囲い網施設内 (1,300 m<sup>2</sup>, 水深 0~1.5 m) で 9 日間の馴致育成を行っており, 囲い網施設は放流日に撤去した。放流時のクルマエビの平均

体長は 32 mm で、その範囲は 19~55 mm であった。

クルマエビの分布状況を調べるため、調査範囲を放流海域 (A 区) を取り囲むように西側 50 m, 東側 100 m とし、

水深 1.5 m 以浅に 3 点と水深 1.5 m から 3 m に 4 点の計 7 点をほぼ均等な距離をさだめて採集点とした。クルマエビの採集漁具は、底面が小判型のカゴ (長さ約 60 cm, 幅

Table 1. Species and number of fish captured by gillnet and trap from waters surrounding releasing zone.

Species		Sampling date				Total	Range of total length (cm)
		11 July	12 July	16 July	20 July		
1. Megochi	<i>Inegocia meerdervoorti</i>	14	29	9	7	59	13.4~25.6
2. Amimehagi	<i>Rudarius ercodes</i>	8	0	28	12	48	
3. Hiiragi	<i>Leiognathus nuchalis</i>	27	10	0	1	38	10.9~12.3
4. Haokoze	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	3	6	11	7	27	4.7~ 7.7
5. Mahaze	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	0	12	7	0	19	12.9~18.9
6. Sujihaze	<i>Acentrogobius pflaumi</i>	0	3	4	7	14	4.3~ 7.0
7. Urohaze	<i>Glossogobius olivaceus</i>	0	2	3	2	7	14.5~19.8
8. Kochi	<i>Platycephalus indicus</i>	2	0	3	1	6	28.1~58.1
9. Ugui	<i>Tribolodon hakonesis</i>	0		3	0	5	11.3~27.9
10. Shimahaze	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	1	0	3	0	4	3.8~ 7.0
11. Kurodai	<i>Acanthopagrus schlegili</i>	0	0	3	0	3	12.2~17.1
12. Bora	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	1	0	1	0	2	20.6
13. Ainame	<i>Hexagrammos otakii</i>	0	1	0	1	2	13.6~14.2
14. Suzuki	<i>Lateolabrax japonicus</i>	0	0	2	0	2	30.0~40.8
15. Katakutiiwasi	<i>Engraulis japonica</i>	0	0	2	0	2	
16. Shirogisu	<i>Sillago japonica</i>	0	0	1	0	1	
17. Maeso	<i>Saurida undosquamis</i>	0	0	1	0	1	35.6
18. Ganzoubirame	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	1	0	0	0	1	23.4
19. Meitagarei	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	0	0	0	1	1	13.4
20. Shimaisaki	<i>Rhynchopelates oxyrhynchus</i>	0	0	1	0	1	14.8
21. Mebaru	<i>Sebastes inermis</i>	0	1	0	0	1	4.9
22. Kijihata	<i>Epinephelus akaara</i>	1	0	0	0	1	
23. Konoshiro	<i>konosirus punctatus</i>	1	0	0	0	1	
24. Tenjikudai	<i>Apogon lineatus</i>	0	0	0	1	1	8.0
Unsortable		0	0	6	1	7	3.4~ 7.4
Total (fish)		59	66	88	41	254	
1. Kurumaebi	<i>Penaeus japonicus</i>	0	160	22	22	204	
2. Naganishi	<i>Fusinus perplexus</i>	114	29	35	45	223	
3. Isigani	<i>Charybdis japonica</i>	37	42	24	32	135	
4. Taiwangazami	<i>Portunus pelagicus</i>	11	26	7	24	68	
5. Syako	<i>Oratosquilla oratoria</i>	5	2	2	1	10	
6. Torigai	<i>Fulvia mutica</i>	1	1	1	0	3	
7. Futomizoebi	<i>Penaeus latisulcatus</i>	0	1	0	0	1	
8. Madako	<i>Octopus vulgaris</i>	0	0	0	1	1	
9. Kouika	<i>Sepia esculenta</i>	0	0	0	1	1	
10. Fujinamako	<i>Holothuria monacaria</i>	0	1	0	0	1	
11. Shidoro	<i>Labidrombus japonicus</i>	1	0	0	0	1	
12. Tenagattepoeubi	<i>Alpheus japonicus</i>	0	0	1	0	1	
Total (others)		169	262	92	126	649	

約 40 cm, 高さ約 20 cm) で, その中にムラサキイガイを殻ごとつぶした餌を袋に入れて吊し, カゴを 5 m 間隔で 4~5 個を連ねて 1 点に設置した。また, クルマエビを捕食すると思われる魚類を採集するために, 放流海域の沖側 (水深 4~5 m) と放流場所 (水深 1 m) に, 三重刺網 (中綱目合 7 節, 1 反約 45 m) を合計 3 反設置した。刺網は前日の夕方に投網し, 翌日早朝に揚網した。

調査は, 放流後の 1 日目にあたる 7 月 12 日, 5 日目の 7 月 16 日, 9 日目の 7 月 20 日に行った。また, 事前調査として 7 月 11 日に, (A) 区の沖側の水深 2~3 m にカゴを 20 個とその沖合の水深 4~5 m に刺網を 2 反使って, クルマエビおよび魚類を採集した。

採集した生物のうちクルマエビは, 現場で個体数を計数して直ちに再放流し, 他の生物はすべて実験室に持ち帰り, 種類別に個体数, 全長, 体重, 胃内容物を計量した。胃内容物については種類の査定を行うとともに, 破損の少ないクルマエビであればその全長を測定した。

なお, 放流場所周辺の地形は, 汀線から沖合 10~20 m, 水深約 1.5 m 程度は海底の傾斜は緩いが, それ以深は急傾斜となる砂質の棚状海岸であった。

## 結果

### (1) クルマエビの分布と捕食魚の経日変化

放流海域 (A 区) と周辺海域 (B 区) における放流後のクルマエビの 1 カゴ当りの採集尾数の経日変化を Fig. 2 に示した (図中実線グラフ)。A 区のクルマエビの採集は放流後 1 日目は比較的多かったが (14.8 尾/カゴ), 5 日目, 9 日目にはかなり減少していた (1.2~1.3 尾/カゴ)

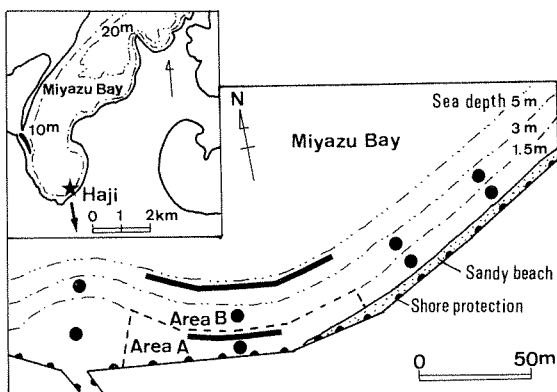


Fig. 1. Map showing survey area in the inner part of the Miyazu Bay, area (A): prawn nursery and releasing zone, area (B): sampling sites using trap (●) and gill net (■).

ことから, 放流後 5 日目までの分散・減耗が大きいと推察された。一方, B 区では放流海域からの分散にともない採集尾数は多くなるものと期待されたが, そのような傾向はみられず, 放流後 1 日目から 9 日目まではほぼ同様な採集尾数であった (0.2~0.4 尾/カゴ)。

刺網とカゴによる採集生物を, Table 1 に示した。魚類は 24 種 254 尾, 魚類以外の生物を 12 種 649 尾採集した。採集された魚類のうちクルマエビを捕食していた魚類は, メゴチ, マハゼ, ウロハゼ, ハオコゼ, マゴチ, アイナメ, スズキの 7 魚種であった。これらの採集尾数はメゴチが 59 尾で最も多く, ハオコゼ 27 尾, マハゼ 19 尾, ウロハゼ 7 尾, マゴチ 6 尾, アイナメとスズキはそれぞれ 2 尾であった。メゴチの採集は放流前と放流後 1 日目に多く, マハゼは 1 日目, 5 日目に比較的多かったが, その他の魚種は採集個体数が少なかったため, 日経過の中での特色は認められなかった。

### (2) 捕食されていたクルマエビの個体数の経日変化

Table 2 に, クルマエビを捕食していた 7 魚種の個体数と胃内容物から確認したクルマエビの個体数をまとめた。放流前に採集された魚類からはクルマエビはみられなかったが, 放流後 1 日目には 137 尾, 5 日目は 27 尾, 9 日目は 12 尾のクルマエビが捕食されており, 放流後の経過日数と共に捕食されていたクルマエビの個体数が減少する傾向がみられた。また, 魚種別にクルマエビの捕食個体数をみると, メゴチが特に多く, 128 尾のクルマエビを捕食していた。しかし, 他の魚種は比較的少なく, ウロハゼが 18 尾, マハゼが 16 尾, ハオコゼが 6 尾, スズキが 5 尾, マゴチが 2 尾, アイナメが 1 尾であった。

Fig. 2 に示したクルマエビの採集尾数の経日変化に対応させて, 放流海域及び周辺海域から採集された魚類に捕食されていたクルマエビの個体数を同図にそれぞれ示した

Table 2. Species and number of predatory fishes on prawn and number of prawn appearing in the fish stomach (in parentheses).

Species	Sampling date				Total
	11 July	12 July	16 July	20 July	
Megochi	0	14 (107)	5 (11)	2 (10)	21 (128)
Mahaze	0	9 (14)	2 (2)	0	11 (16)
Urohaze	0	2 (12)	2 (5)	1 (1)	5 (18)
Haokoze	0	2 (4)	1 (2)	0	3 (6)
Kochi	0	0	1 (2)	0	1 (2)
Ainame	0	0	0	1 (1)	1 (1)
Suzuki	0	0	1 (5)	0	1 (5)
Total	0	27 (137)	12 (27)	4 (12)	43 (176)

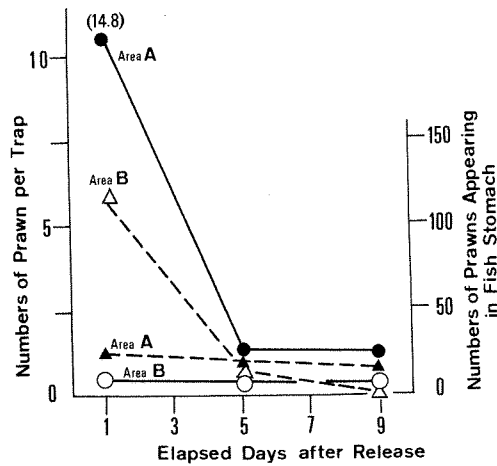


Fig. 2. Daily changes of number of prawn per trap (trinagles) and number of prawn appearing in fish stomach (circlars) from the 1st day (next day after release) to the 9th day.

(図中波線グラフ)。放流海域 (A区) から採集された魚類によって捕食されていたクルマエビの個体数は比較的少なく、放流後1日目は22尾、5日目は18尾、9日目は12尾で、放流後9日目でもクルマエビの捕食がみられた。一方、周辺海域 (B区) では放流後1日目が特に多く、115尾であったが、5日目には9尾と急激に減少しており、9日目になるとクルマエビの捕食はみられなかった。

(3) 捕食されていたクルマエビのサイズと捕食魚の大きさ  
放流後1日目に採集された魚類の胃内容物のうち損傷の少なかったクルマエビの全長を測定したところ、その範囲

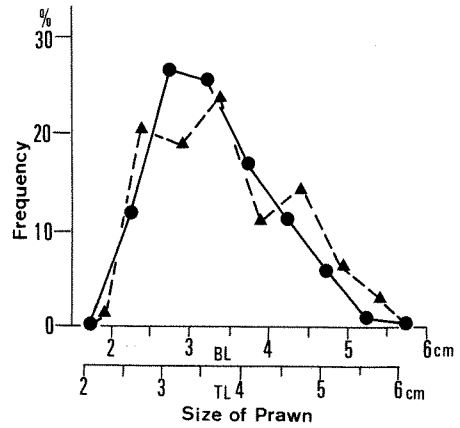


Fig. 3. Comparison of body length BL of released prawn (—●—) and total length TL of prawn (---▲---) appearing in fish stomach captured on the 1st day after release.

は23~58 mmであった。放流時のクルマエビの体長組成と放流後1日目に魚類により捕食されていたクルマエビの全長組成を比較するため、両者の中央値を概略一致させてFig. 3に示した。魚類に捕食されていたクルマエビは、体長25~30 mm付近の比較的小型のものよりも、体長40~55 mm付近の比較的大型のものの方に出現比率が偏る傾向がみられた。

また、捕食されていたクルマエビと捕食魚類のそれぞれの大きさを Fig. 4 に示した。胃中での損傷がひどいものが多かったことと、全長6~13 cmの魚類が採集されていないため一概には言えないが、全体として小型の魚類 (ハ

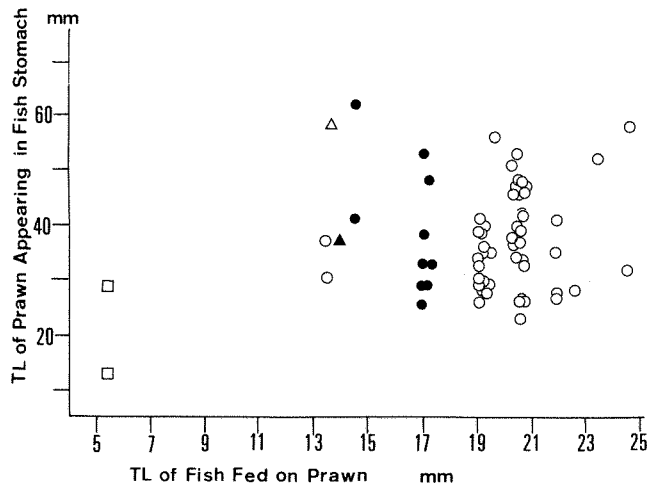


Fig. 4. Relationship between total length of fishes fed on prawn and total length of prawn appearing in the fish stomach, ○: Megochi, ●: Urohaze, ▲: Mahaze, △: Ainame, □: Haokoze.

オコゼ)は比較的小型のクルマエビを捕食する傾向はみられるが、全長 13 cm 以上のウロハゼ、アイナメ、全長 19 cm 以上のメゴチについては、全長 50 mm 以上の比較的大型のクルマエビを捕食していた。

## 考察

倉田 (1972) によると、播種種苗の減耗を防ぐためには、潮汐差を利用するなどの生残率を安定させる工夫をした上で底棲初期稚仔を直接播種する方法と、網囲いなどにより幼年期まで育ててから自然生態系へ移す方法があるとしている。しかし、潮汐差の小さい日本海側では前者の方法が困難であるため、クルマエビ稚仔の捕食からの防御手段として指摘されている潜伏習性と夜行性が備わる体長 25~30 mm (安永, 1979) 以上まで中間育成して放流している。クルマエビは成長にともない、捕食生物からの逃避能力は高くなると思われるので、放流種苗を大型化するほど捕食生物による減耗は少なくなるであろうと考えられる。しかし、今回の調査で明らかとなったように比較的大型の全長 45 mm 以上のクルマエビも数種の魚類により多数捕食されていたことから、放流サイズをある程度大型化して放流しても、自然域では多種多様の捕食魚類が存在するため、一部の魚種については有効であっても、捕食量を低減させる効果は必ずしも期待できないと考えられる。

体長 14~26 cm のゴンズイを使った実験では (三重県浜島水試, 1984)、被食クルマエビの体長と捕食率との関係は負の一次式が成り立つという。この関係式によると、体長 30 mm のクルマエビであれば、ゴンズイによる捕食率はかなり低下する。単一魚種との関係ではこうした現象は認められるとしても、下に述べるように、実際の自然域の捕食・被捕食の相互関係は多様な魚種の出現により複雑である。ここで、全採集体数を  $C$ 、そのうちクルマエビ

を捕食していた個体数を  $a$ 、胃中から出現したクルマエビの平均尾数を  $k$  として、 $(ak/C)$  の値を捕食魚類のクルマエビに対する「捕食圧」として、メゴチとマハゼとその他の魚類 (ウロハゼ、ハオコゼ、コチ、アイナメ、スズキ) の 3 群について相対的に評価した (Fig. 5)。放流後 1 日目ではメゴチがその他の魚種の約 2 倍、マハゼの約 3 倍の「捕食圧」で高かった。5 日目以降はその魚種も「捕食圧」は低下していたが、9 日目にはメゴチのみが他の魚種と比較すると、比較的高い値 (7.5 倍) を維持していた。しかし、 $(ak/C)$  値は当該魚種の食物の選択性をほぼ表現しているのが有効な値であるが、魚種間の競合関係については何の配慮もない。例えば、全長 20 cm 程のメゴチの存在がクルマエビに対してそれ以上に食物選択性の強い魚種の出現を阻害していたとも考えられるし、また反対にこの解析どおりにメゴチが最も高い「捕食圧」であったかも知れない。こうした魚種相互間の問題の取扱いは、クルマエビの「放流事業」とかけ離れたことではなくて、自然域にクルマエビを巧みに放流する上で重要である。

同じ若狭湾内にある小浜湾での食害種として、エビジャコ、クロダイ、クサフグ、マハゼ、スズキ、ネズボコが報告されているが (福井県栽培漁業センター, 1983)、これらは宮津湾にも一般に出現する魚種である。潮汐差の少ない沿岸砂浜域のこうした出現魚種は、主要漁業の対象でもなく一般的な知見は乏しいので、一概にクルマエビを歩留り良く受け入れる条件を見つけるのは難しいが、今後は、これらの捕食魚類の存在を十分に配慮した上で、クルマエビの防衛能力を物理的に補助する手段を構築し、「捕食圧」の少ない条件を究明しなくてはならない。

次に、今回の放流で「捕食圧」を最も強く受けた時間と場所の問題である。放流 1 日目は、どの魚種も「捕食圧」が相対的に高く、放流海域周辺から採集された魚類によるクルマエビの捕食尾数も特に多かった。しかし、5 日目以降はどの魚種も「捕食圧」が低下しており、放流海域では主にメゴチによるクルマエビの捕食がみられたが、周辺海域ではクルマエビの捕食尾数は急激に減少している。このことから、種苗放流当初は、周辺部に生息する捕食魚類の「捕食圧」が一時的であるが高くなり、捕食尾数が多くなると考えられる。また、倉田 (1972) は、クルマエビ稚仔の分布が一様で、平均密度が低いほど捕食量は少なくなると推測しているが、クルマエビの 1 カゴ当りの採集尾数とその場のクルマエビの分布密度を反映していると仮定すると、放流後 5 日目以降になると、1 日目と比較してかなりのクルマエビの分布密度が低下していたと考えられる。また、先に述べたように 5 日目以降は、魚類によるクルマエビの捕食尾数も少なく、「捕食圧」も低下していることか

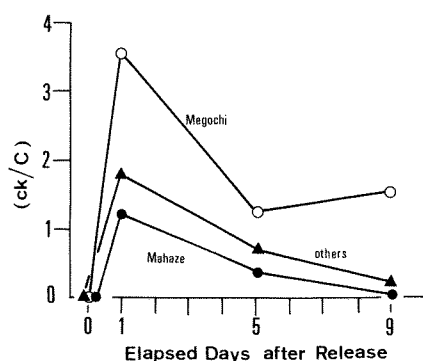


Fig. 5. Daily changes of predatory pressure ( $ak/C$ ) by two species and others of fish.

ら、あらかじめ低密度状態でクルマエビを放流すれば放流直後における一時的な大量減耗を回避し、捕食量を低減できることも推察できることから、低密度で放流する試みも今後の課題として残った。

## 謝 辞

終わりに、調査に御理解と御協力をいただいた宮津漁業協同組合に厚く御礼申し上げます。また、調査に多大の御協力をいただいた同組合刺網組合長福岡謙太郎氏に心から感謝申し上げます。

## 文 献

倉田 博・石岡清英・仁科重己・河野慈敬. 1972. 浅海域

における増養殖漁場の開発に関する総合研究. 昭和47年度別枠研究成果 (2), P16-25.

能津純治・福岡和光・平嶋 豁・田染博章・西田和夫. 1973. 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究. 昭和48年度別枠研究成果 (3), P185-187.

倉田 博. 1972. クルマエビ栽培における種苗とその播殖に関する諸原理について. 南西水研業績 (32), P45-69.

安永義暢. 1979. 日本海沿岸におけるクルマエビ種苗放流技術開発のための基礎的研究. 日水研報告 (30), P67-96.

三重県浜島水産試験場. 1984. 昭和58年度放流技術開発事業報告書クルマエビ類, 三25-三27.

福井県栽培漁業センター. 1983. 昭和57年度放流技術開発事業報告書. 日本海クルマエビ班, 81-86.

## Synopsis

### Mortality of Prawn Juveniles (*Penaeus japonicus*) at Initial Stage After Release

Hiroaki SHIROTA and Yuichi HAMANAKA

A total of about 258 thousands individuals of prawn juveniles (*Penaeus japonicus*) was released to the inner part of the Miyazu Bay, ranging 19-55 mm body length with the mean 32 mm. A series of samplings by gill-net and trap were made from the 1st day to 9th day after release in the waters surrounding a releasing site at the depth of 1-5 m.

Early diffusion of the juveniles to surrounding waters was observed at the 5th day, and from the 1st day the predatory fishes, mainly Megochi *Inegoicia meerdervoorti* and Mahaze *Acanthogobius flavimanus*, were sampled, which fed on juvenile prawns. According to the relationship between the range of food size available of prawns appearing in fish stomach and the size of predatory fishes, it was found that rather large sized juvenile prawn, total length 40-50 mm, could be fed by the fishes sized more than around 13 cm total length.