

吉備国際大学研究紀要

(医療・自然科学系)

第25号, 1-10, 2015

日生地区における稚クマエビ (*Penaeus semisulcatus*) 放流が漁業生産 に及ぼす効果の推定

福田 富男, 藤井 義弘*, 杉野 博之*, 香田 康年**

Presumption of the effect of juvenile prawn (*Penaeus semisulcatus*) releasing for the fishery-production at Hinase area

Tomio Fukuda, Yoshihiro Fujii, Hiroyuki Sugino and Yasutoshi Kohda

Abstract

Kumaebi (*Penaeus semisulcatus*) is an important prawn in the eastern part in Okayama prefecture (Hinase). Artificial seedlings of this prawn were released, and the effect which it gave to catches of fisheries was examined. Prawns were produced at fisheries experiment station Okayama prefecture fish farming center. Non-marked 577,000 juvenile prawn were released on August 25th, 1999. Marked prawns were reared in the indoor water tank at the fish farming center before releasing, and large individuals were chosen for releasing. 17,830 individuals of the marked juvenile prawns were released on September 16th. The method of the marking used "right uropodus clipping". A main sample of the recapture investigation was the prawn specimen caught with 11 arrangements of piling pound net. The presence of the marked prawn was examined by checking of right uropodus length. The marked prawns were recaptured through all periods of the fishing season, and it has been distributed wide over the waters. Following

吉備国際大学短期大学部

〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8

Kibi International University Junior College

8, Iga-machi Takahashi, Okayama, Japan (716-8508)

*岡山県農林水産総合センター水産研究所

〒701-4303 岡山県瀬戸内市牛窓町鹿忍 6641-6

Okayama Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry, and Fisheries Research Institute for Fisheries Science
6641-6 Kashino, Ushimado, Setouchi, Okayama, Japan (701-4303)

**吉備国際大学保健科学部

〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8

Kibi International University

8, Iga-machi Takahashi, Okayama, Japan (716-8508)

result was calculated by using various factors. Presumption of all recapture numbers of marked prawn was 1,447 individuals, and rate of recapture is 8.1%. The proportion of the artificially produced prawn in all catches was presumed to be 11.3-16.5%, and it is able to be concluded that releasing of juvenile prawn is effective to the fishery at Hinase area.

Key words : juvenile-prawn, releasing-effect, uropodus-clipping, fishery-production, Hinase

キーワード : クマエビ・放流効果・尾肢切除・漁業生産・日生

はしがき

クマエビ *Penaeus semisulcatus* はクルマエビ科の暖海性の大形種であるが、岡山県では 100mm サイズの小型クマエビは「祭り寿司」の材料として珍重され、かなり高価格で取引されるため人気が高いエビ類と言える。岡山県農林水産総合センター水産研究所（旧 岡山県水産試験場）では 1992 年から'99 年にかけて、クマエビの種苗生産を実施し、要望に応じて県下に種苗の配布を実施した。

特に東部の日生地区では需要が多く、種苗放流の要望も高い。また、放流効果が高いことが、'98 年の予備調査で明らかにされた（100mm サイズ漁獲回収率 23.2%，杉野・福田，未発表）。調査回数や定点数などの不備を補い、効果をより正確に把握するため、'99 年にクマエビの標識放流調査を実施した。

なお、この報告の一部は平成 16 年度日本水産学会中国四国・近畿両支部合同大会（2004 年 9 月 13 日，岡山市）において発表した。

材料と方法

調査地区の概要を Fig. 1 に示した。中四国地方図に示すとおり、日生町は岡山県の最東部で兵庫県との県境に位置し、漁業、商業、観光業などを主体とする。調査対象水域は日生町沖合い約 5 km の範囲で拡大図を示している。沖合いには鹿久居島、頭島、曾島、鴻島など多数の島しょ部が存在し複雑な地形や流れを形

成し随所にアマモ場も存在する好漁場である。

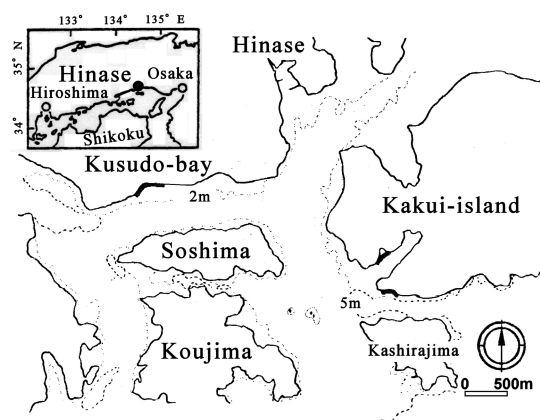


Fig. 1 Outline of researched area.

次に調査定点について述べる。稚クマエビ放流点は Fig. 1 に示す通称「くすど湾」で、Fig. 2 に星印で示した。あわせて調査水域の沿岸部にあるアマモ場を黒塗りつぶしとして Fig. 2 に示した。白丸印で示した 1~11 定点は、通称「つぼあみ」と呼ばれる小型定置網の位置を示している。これらの定置網は放流クマエビが沖合いに向けて分散移動すると推測される水域に設置されているため、これらを調査定点と定め、各調査日における漁獲クマエビを全て購入し（以後これらを「標本エビ」と呼ぶ）全漁獲尾数、標識クマエビの尾数、全長、左右尾肢長、体重などを測定した。標本エビ採集期間は、日生町漁業協同組合（以後、「日生町漁協」と略す）のクマエビを対象とする漁業のほぼ全期間にわたる 8 月 25 日から 10 月 30 日までとした。

その他、標識クマエビの総再捕尾数および再捕率、

全漁獲尾数に占める放流クマエビの割合を算出するため、日生町漁協の漁業種類別魚種別水揚げ台帳及び調査日の各個人の仕切台帳を参考にした。

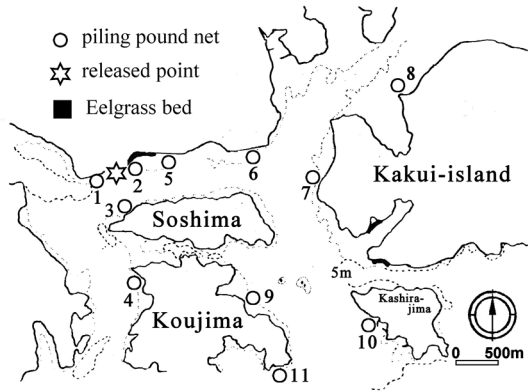


Fig. 2 Position of piling pound net and point where juvenile prawns were released.

使用したクマエビは'99年7月14日～8月25日に岡山県水産試験場栽培漁業センターで種苗生産されたものである。それらのうち、無標識クマエビ 577,000尾（平均全長 16.2mm）を8月25日にくすど湾の放流点に放流した（以後「無標識エビ」と呼ぶ）。標識クマエビは8月25日～9月上旬に栽培漁業センター屋内水槽で中間育成し、更にその中から大型の個体を選択し17,830尾（平均全長 45.6mm）に標識し、9月16日に放流点において全個体放流した（以後「標識エビ」と呼ぶ）。

標識方法として、クルマエビ *Penaeus japonicus* で有効性が確認されている「尾肢切除法」(宮嶋ら²⁾)を参考にして実施した。麻酔は用いず、和裁用の小にぎりバサミを利用して尾肢を切除した (Fig. 3)。標識作業は9月6日～10日に実施した。

切除部位は Fig. 4 B に示した右尾肢とし、A に切除後の写真を示した。尾肢切除を行った群の一部を残し、9月16日～12月7日（88日間）屋内水槽で継続飼育し、その後の生残や切除した尾肢の再生回復状況などを観察した。



Fig. 3 Work of marking.

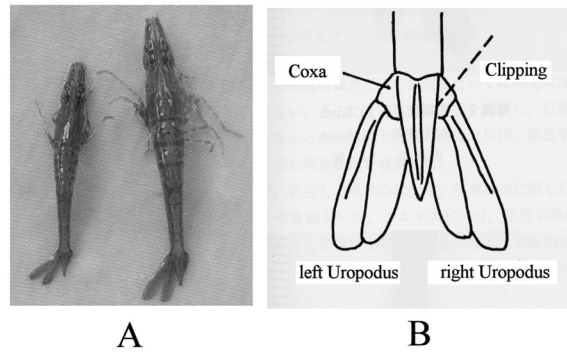


Fig. 4 Marked part (B) and picture after right uropodus clipped (A). This pictures were quoted and retouched from Fujii *et al.*¹⁾

結果と考察

1. クマエビ漁業の実態

水揚げ台帳を取りまとめ、クマエビの漁業種類別月別漁獲量を Table 1 示した。漁期は8～10月であるが、漁獲量の推移から9、10月が主体と考えられる。10月の漁獲合計欄に示したように、クマエビは小型定置網（88.2%）、小型板曳網（7.3%）、船曳網（3.9%）、大型板曳網（0.6%）で漁獲されていることが分かる。従って小型定置網漁業の調査および解析で、ほぼクマエビ漁業の全体が把握できると判断した。

Table 1 Monthly catch of Prawn (*Penaeus semisulcatus*) by some fisheries methods at Hinase fisheries cooperative association market

Month	Fisheries methods	Amount of monthly (kg)	Total during year (kg)
August	Piling pound net	21	22
	Boat haul seine	9	9
September	Piling pound net	1,122	1,144
	Large-scale otter board trawl	9	9
	Small size otter board trawl	43	43
	Boat haul seine	25	34
October	Piling pound net	753	1,897 (88.2%)*
	Large scaled Otter board trawl	3	12 (0.6%)
	Small size otter board trawl	114	157 (7.3%)
	Boat haul seine	50	84 (3.9%)

* Percent of yearly total catch per fisherie method was showed in parenthesis

2. 標本エビの全長組成経時変化

標本エビの全長組成経時変化を Fig. 5 に示した。横軸は全長、縦軸は%を示しており、黒棒がオス、白棒がメスを現す。漁期始めの8月27日はわずかオスの方が大型である。しかし、その後は雌雄差が認められなため、以後の組成変化は雌雄を区別せず全体として検討した。

全長組成の経時変化により、9月始めから10月の終漁期にかけて全長100mmから120mmへと全体的に大型化していることが読み取れる。しかし、これはクマエビの実際の成長を示しているものではなく、成長した個体が沖へ移動し残った小型群が徐々に成長してその群を構成し、全体として大型群になったことを現しているのであろう。

3. 標識エビ放流後の再捕および分散

標識エビ再捕結果を Table 2, 標識エビの再捕場所と尾数を Fig. 6~10 に示した。Table 2 の yi に示したように放流後6日経過した9月22日には標識エビは再捕されなかったが、13日経過後の9月29日から、ほぼ終

漁期である44日経過後の10月30日にかけて、合計22尾の標識エビが再捕された。

再捕された定点と尾数を元に分散について以下に述べる。13日経過した時点 (Fig. 6) では、定点1, 3, 5で各1尾、定点6で3尾、合計で6尾が再捕された。この時点では1.5kmの範囲であったが、20日経過後 (Fig. 7) には調査期間中最大の8尾が再捕され、定点8の4kmの範囲に分布を広げていた。27日経過後 (Fig. 8) は範囲も近距離で定点6の1尾と再捕もやや少なかった。34日経過後 (Fig. 9) が最も広く分布しており、定点4で1尾、定点8で3尾、定点11で1尾、合計5尾が再捕された。おそらくこの時点で標識エビは更に広い水域まで分散しているものと考えられる。終漁期の44日後 (Fig. 10) では再びやや放流点に近い定点7で1尾再捕され、また定点8の4km地点でも1尾再捕されている。これらは成長の遅かった群が漁獲に加わってきたものであろうと推定される。これら一連の経時的分布をみると標識エビは調査期間を通じて成長を続け、次第に放流点から沖合いに分散し水域全体に広く分布していたことが分かる。

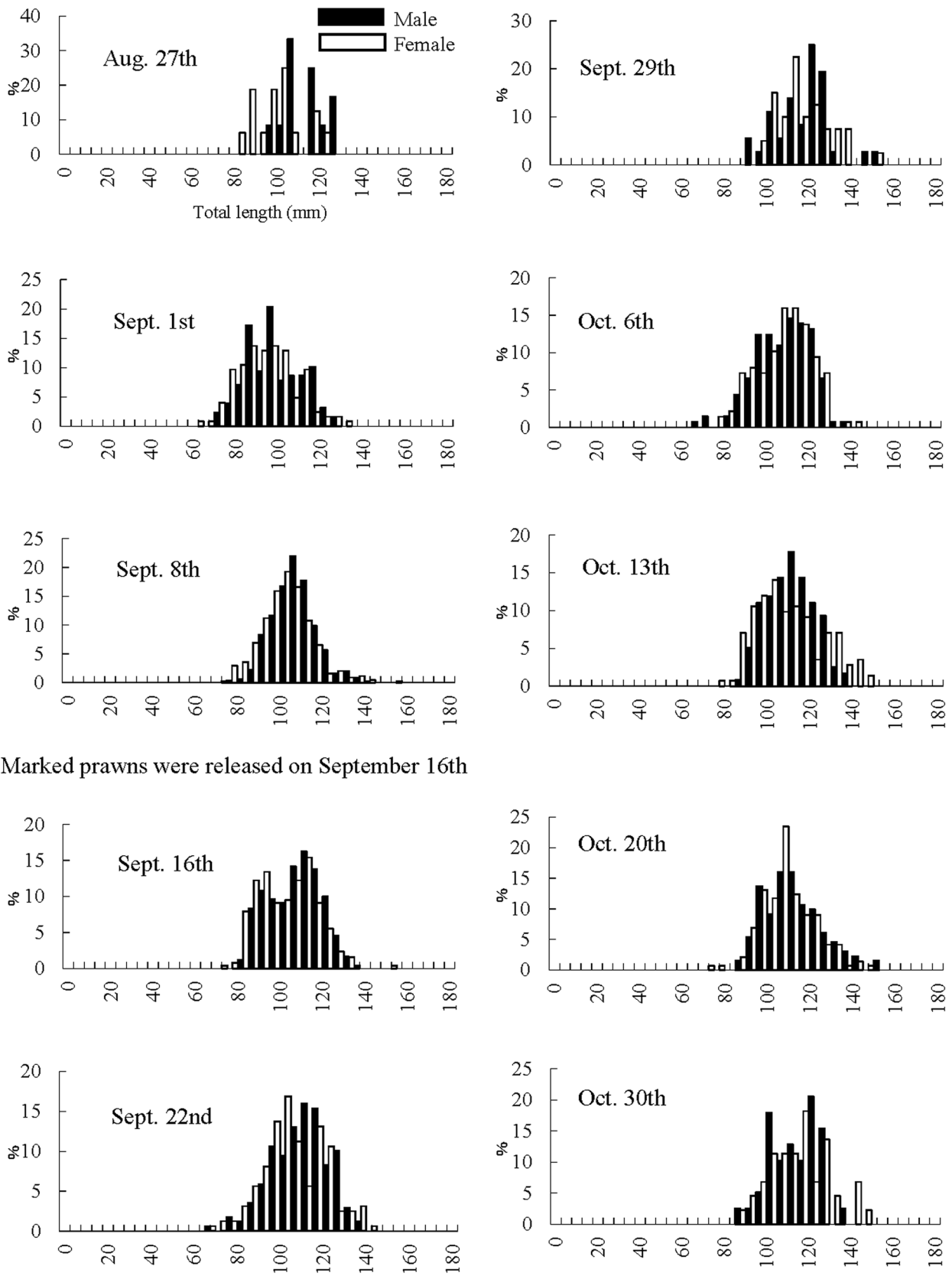


Fig. 5 Histogram of total-length changes with the time passage.

Table 2 Results of recapture

gi: Total nos. at investigation day, yi: Recapture nos. at investigation day (marked prawn)

Investigation Day	g i	y i	measured nos.	body weight (mean, g / individual)		Note
				non-marked	marked	
Aug. 25th	5		5	7.8		released non-marked juvenile prawn
Aug. 27th	37		35	9.6		
Sept. 1st	543		253	8.3		
Sept 8th	942		121	9.8		
Sept 16th	(0) ^{*1}	493	60	11.0		released marked prawn
Sept. 22nd	(6)	378	0	201	11.3	
Sept. 29th	(13)	497	6	21	14.0	—
Oct. 6th	(20)	302	8	278	11.1	6.8
Oct. 13th	(27)	261	1	22	14.0	17.7
Oct. 20th	(34)	329	5	85	10.4	10.2
Oct. 30th	(44)	86	2	85	13.1	10.0
total	3,873	22	1,166			

*1 Days after releasing

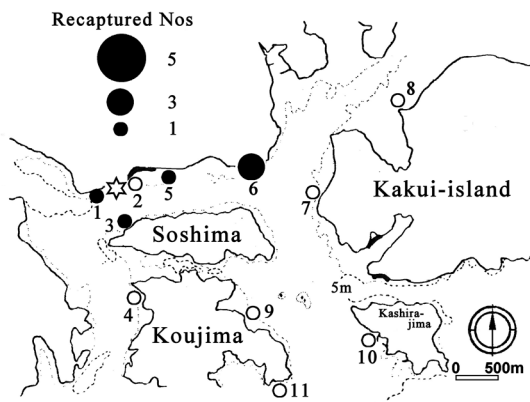


Fig. 6 Distribution of prawn at 13 days after releasing.

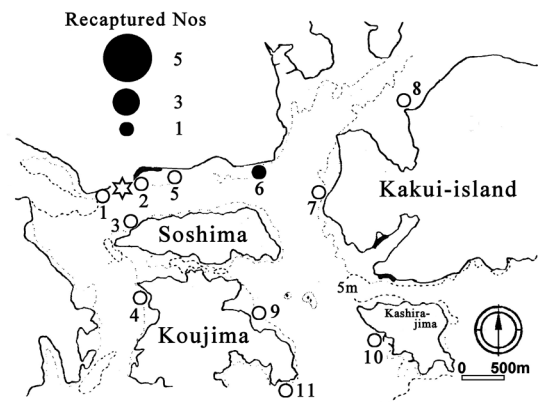


Fig. 8 Distribution of prawn at 27 days after releasing.

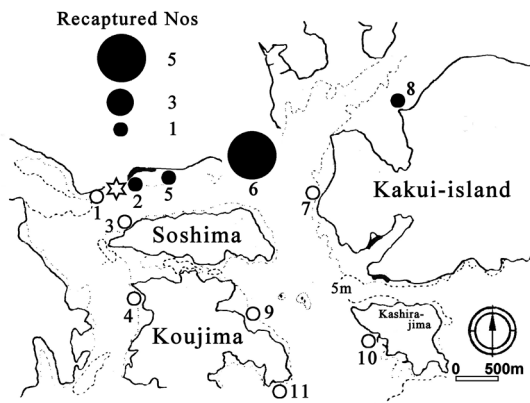


Fig. 7 Distribution of prawn at 20 days after releasing.

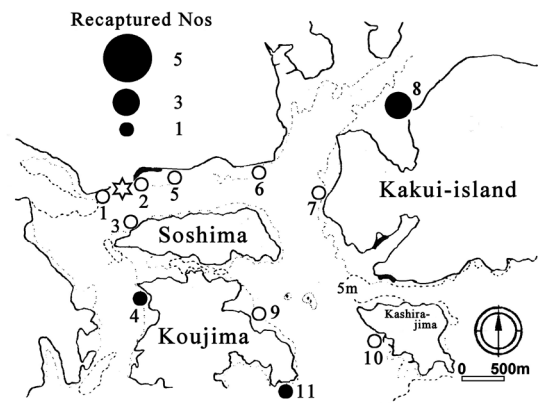


Fig. 9 Distribution of prawn at 34 days after releasing.

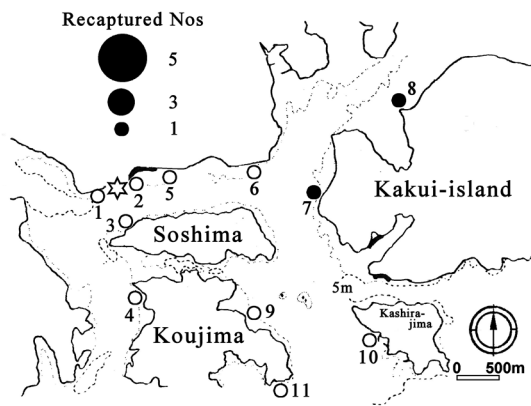


Fig. 10 Distribution of prawn at 44 days after releasing.

4. 放流エビの混合状態

Fig. 11 に標本エビと標識エビの全長組成を示した。10月6日では標本エビは100~140mm、標識エビは90~120mmの組成を示し、標識エビは多少小型群である。しかし、10月13日になると成長していることがうかがわれ、1尾ではあるが標本エビより大型の130mmの個体が漁獲されている。また、10月20日、30日も全体的に見れば両方の全長組成は重なる部分が多く、標識エビも完全に混合し、漁獲対象とされていることが確認される。

Table 2 に標本エビと再捕された標識エビの平均体重を示した。これは前述したようにクマエビの実際の成長を示したものではないが、便宜的に成長と呼ぶとすれば、標本エビでは8月25日の7.8gから10月30日の13.1gへと成長している。また標識エビも10月6日は6.8gとやや小型であるが、その後は標本エビとほぼ同等の成長を示しており、漁獲対象として遜色無かったと判断された。

5. 再捕率と放流効果

尾肢切除とその再生状況について検討するため、藤井ら¹⁾が本調査で使用した放流群の一部を飼育実験している。Fig. 12に示した写真は84.1%の回復率とされ、左右尾肢長の差から明らかに標識されたものと判断できるとしている。本調査のほぼ終漁期にあたる10月

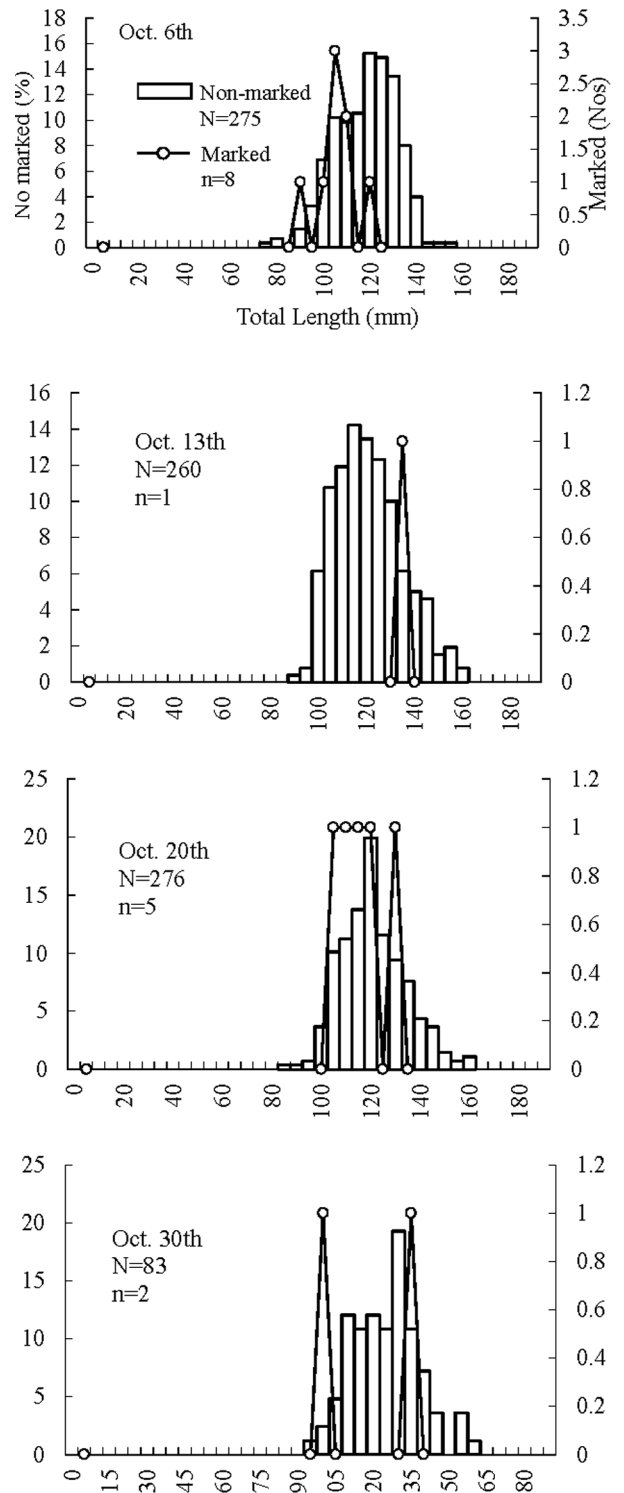


Fig. 11 Comparison of histogram between non-marked prawn and marked ones, about total-length.

27日の結果でも82.7%の回復率としており、本報告の結果は全数見落としは無いものと考えても良いと思われる。しかし、この回復率は平均値であるため、藤井

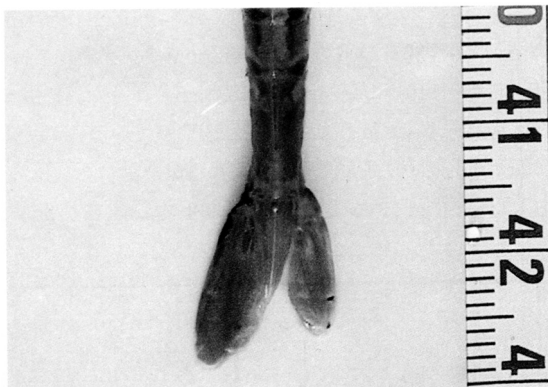
ら v_i は結果を元に標識を判別できる上限を 90% として有効標識率の経時変化を求めている。この数値をもとに、単回帰計算を実施して日別の有効標識率変化式を求めると

$$v = 156.3 / d^{0.186} \quad (1)$$

v = 有効標識率 (%)

d = 標識後日数

となる。



Length of left uropodus 13.8mm
 Length of right uropodus 11.6mm
 Rate of recovery 84.1%

Fig. 12 Picture of marked prawn that shows 84.1% recovery of marking part (right uropodus). This picture was quoted and retouched from Fujii et al.¹⁾

(1)式で求められる有効標識率は本調査では有効発見率とみなすことができる。つまり、時間の経過と共に尾肢回復率が上昇し見落とし率が高くなるため、ある調査日に標本中で発見された標識尾数を y_i 、見落とされた数も含め実際に含まれていた標識尾数を Y_i 、有効標識率を v_i とすると

$$Y_i = (y_i / v_i) \times 100 \quad (2)$$

となり、見落とし数も加えた標識尾数は多少増加する。

全期間中の標識エビの総再捕尾数は、各調査日の標本エビ中に含まれる標識エビの比率を全体の漁獲エビに引き伸ばして求めた。推定式は

$$T(\hat{)} = \sum_{i=1}^n (G_i \times (Y_i / g_i)) \quad (3)$$

ここに

$T(\hat{)}$ = 標識エビ推定総再捕尾数

G_i = 各調査日間における合計クマエビ漁獲尾数

g_i = 各調査日における調査尾数

n = 調査日数合計

である。

(3)式により算出した結果を Table 3 にまとめた。各調査日間における合計クマエビ漁獲尾数は標本エビの測定値や日生町漁協全体のクマエビ漁獲重量などから算出した。

これらの結果から調査期間中の標識エビ推定総再捕数 1,447.3 尾を算出した。標識エビの総数は 17,830 尾なので、推定再捕率は 8.1% となる。

この再捕率について他の放流効果調査を参考に、検討してみると、同類のエビ類であるクルマエビの再捕率は 0.54%~1.67%⁵⁾、0.75%~2.63%⁶⁾、0.02~4.35%⁷⁾、0.31~0.58%⁸⁾ とかなり低い結果となっている。また、他甲殻類のガザミ *Portunus trituberculatus* では 4.3~9.4%³⁾、最大で 10%⁴⁾、とクマエビと同等か場合によっては低い値を示している。魚類のマコガレイ *Limanda yokohamae* は、いずれも 0.39~数% の低い結果を示している⁹⁾¹⁰⁾。このことから、この水域におけるクマエビの再捕率はかなり高率であると言えよう。但し、日生地区のクマエビ利用は主漁期の 9 月でも全長で 100~120mm で最大でも 140mm 程度である。成エビは全長 230mm 前後に達するため、成長段階のかなり早期から利用していることがうかがわれる。これは他の種類、特にクルマエビと比較するとかなり早期から漁獲していることになるため、生残率については再捕率が高くなることが一要因としてあげられるかも知れない。

Table 3 Table for presumption of total recapture nos.

gi: Total nos. at investigation day, yi: Recapture nos. at investigation day (marked prawn), n: Number of investigation day,
Gi: Total catch nos. of between each investigation day, T(hat)i: Presumption total recapture nos.
vi: Rate of valid marking (%), Yi: Presumption recapture nos. at investigation day (marked prawn)

Investigation Day	g i	y i	v i	Y i	n	G i	T(hat) i	Note
Aug. 25th	5					5		released non-marked juvenile prawn
Aug. 27th	37					37		
Sept. 1st	543					3,373		
Sept 8th	942					16,429		
Sept 16th (0) ^{*1}	493					36,455		released marked prawn
Sept. 22nd (6)	378	0	100.0	0.0	1	26,637	0.0	
Sept. 29th (13)	497	6	97.0	6.2	1	13,143	164.0	
Oct. 6th (20)	302	8	90.0	8.9	1	19,550	576.1	
Oct. 13th (27)	261	1	84.7	1.2	1	16,857	77.5	
Oct. 20th (34)	329	5	81.1	6.2	1	13,942	262.7	
Oct. 30th (44)	86	2	77.3	2.6	1	12,137	366.9	
total 1	1,853	22		25.1	6	102,266	1,447.3	
total 2	3,873					158,565		

total 1 is sum of after releasing of marked prawn

total 2 is sum of all season

*1 Days after releasing

Table 4 Survival rate after intermediate rearing of juvenile prawn

Area	Stocked Nos.	Collected Nos.	Period (days) ^{*1}	Survival rate (%)
A	300,000	12,400	18	4.1
B	300,000	17,100	18	5.7
C	210,000	59,500	20	28.3
D	200,000	99,000	20	49.5
E	200,000	105,000	18	52.5
F	200,000	134,100	21	67.1
G	140,000	96,300	18	68.8
H	60,000	41,500	18	69.2
mean 1 ^{*2}			18.9	35.1
mean 2 ^{*2}			19.2	53.0

*1 Adopted the nearest period that marked group was released.

*2 Mean 1 is the mean of all area, and mean 2 is the mean after deleted area (A and B) that show extremely low survival rates

次に無標識で放流したクマエビの漁獲量を推定するためには放流エビが漁獲資源として添加するまでの生残率が必要となる。天然域での推定は困難なため '99年に岡山県下各地で実施された中間育成の結果を Table 4 に示した。無標識エビを放流した8月25日から

標識エビ放流日の9月16日までの日数、19日間に近い中間育成の結果を選出している。全体の平均値は35.1%であるが、結果が極端に低いA、B地区を除外すると、53.0%まで上昇する。

この中間育成の数値および前述した推定再捕率を組

み込み、無標識エビ推定総漁獲数は $577,000 \times 0.351 \times 0.081 = 16,404.7$ 尾となる。これに標識エビを加算すると、放流エビ全体の推定総漁獲尾数は 17,852 尾となる。これは日生町漁協のクマエビ全漁期全漁獲尾数 (158,565 尾) の 11.3% を占めることになる。また、上記した中間育成結果の高率 53.0% を採用すると 16.5% まで上昇し、クマエビの放流効果がかなり高いことがうかがわれる。

Fig. 13 に日生地区のクマエビ放流量 (尾数) と漁獲量の経年変化を示した。'99 年はやや傾向が異なるが、稚エビ放流量と漁獲量の変化には明らかな相関 (相関係数 $r = 0.95$, $n = 6$) が認められ、このことか

らも稚エビ放流が日生地区クマエビ漁業に多大の貢献をしていると結論づけられよう。

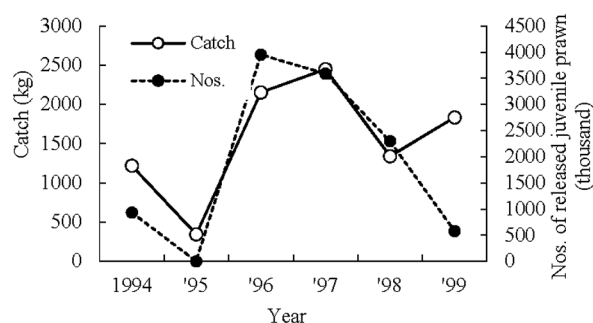


Fig. 13 Relation between catch and released juvenile prawn nos.

文献

- 1) 藤井義弘・村田守 2000: 尾肢切除標識したクマエビの尾肢再生状況. 岡山水試報, 15, 104-108
- 2) 宮嶋俊明・豊田幸詞・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(1), 41-46
- 3) 岡山県水産試験場 1997: 重要甲殻類管理手法高度化調査事業 (ガザミ管理手法高度化調査). 岡山水試報, 12, 65
- 4) 岡山県水産試験場 1998: 重要甲殻類管理手法高度化調査事業 (ガザミ管理手法高度化調査). 岡山水試報, 13, 42
- 5) 岡山県水産試験場 1998: 放流資源共同管理型栽培漁業推進調査 (クルマエビの放流効果調査). 岡山水試報, 13, 43
- 6) 岡山県水産試験場 1999: 放流資源共同管理型栽培漁業推進調査 (クルマエビの放流効果調査). 岡山水試報, 14, 78
- 7) 岡山県水産試験場 2000: 放流資源共同管理型栽培漁業推進調査 (クルマエビの放流効果調査). 岡山水試報, 15, 53
- 8) 岡山県水産試験場 2001: 放流資源共同管理型栽培漁業推進調査 (クルマエビの放流効果調査). 岡山水試報, 16, 65
- 9) 岡山県水産試験場 2002: 広域資源増大緊急モデル事業 (マコガレイの放流効果調査). 岡山水試報, 17, 82
- 10) 岡山県水産試験場 2004: 都道府県連携促進事業 (マコガレイの放流効果調査). 岡山水試報, 19, 22