

八代海南部におけるクルマエビの水深帯別体長組成、 分布および移動について

厚地 伸^{†1}, 大富 潤²

Length Frequency Distribution by Water Depth Zone, Spatial Distribution and Migration of the Kuruma Prawn *Marsupenaeus japonicus* in Southern Part of the Yatsushiro Sea, Southern Japan

Shin ATSUCHI^{†1} and Jun OHTOMI²

The length frequency distribution in different water depth zones, spatial distribution and migration of the kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) were examined in the southern part of the Yatsushiro Sea, southern Japan, using the data obtained from commercial catch, experimental sampling survey and mark-recapture experiment. The Yatsushiro Sea is a shallow semi-enclosed inland sea and a fishing ground of *M. japonicus*. *M. japonicus* occurred throughout the year in every sampling area having different water depth range, i.e., Area A, less than 10 m; B, 10 to 20 m; C, 20 to 50 m. However, the body size of *M. japonicus* was significantly different among these sampling areas. Young individuals with less than 140 mm in body length were dominant in Area A. In Area B, middle-sized individuals (120 to 160 mm for males and 140 to 180 mm for females) were dominant especially during June and October. These individuals were believed to be 1-year-old and recruited from Area A after wintering. They were main target for gill net fishery of Izumi City Fisheries Cooperative Association. In Area C, individuals larger than 140 mm in body length were dominant throughout the year. Most of the marked individuals were recaptured within 10 km distance from the release point, suggesting the migration range of *M. japonicus* after settlement was considerably small in the southern part of the Yatsushiro Sea.

Key words: length frequency distribution, spatial distribution, migration, Yatsushiro Sea, kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus*

はじめに

クルマエビ *Marsupenaeus japonicus* は、紅海、アフリカ東部、韓国、日本、マレー半島等のインド-西太平洋や地中海東部に広く分布している (Holthuis, 1980)。本種は水産上の有用種であり、我が国沿岸では漁船漁業のみならず、増養殖の対象種としても極めて重要な種である。主な漁場は伊勢湾、紀伊水道、瀬戸内海西部、有明海、八代海等で、主に刺網や小型底曳網により漁獲されており、我が国の海面漁業における本種の年間漁獲量は1,500 t前後である。

八代海は、九州西部に位置する半閉鎖的な海域で、海底

の傾斜は緩やかで最深部の水深は約50 mである。本海域では、クルマエビは刺網漁業及び桁打瀬網漁業の重要対象種の一つであり、1969年以降は毎年種苗放流も行われている。しかしながら、本種の漁獲量は近年減少傾向にあり、資源の減少が懸念されている。

本種天然資源に関しては、東京湾 (久保, 1955; 石井, 1961; 清水ほか, 1982; 目黒ほか, 1982; 今井, 1986, 1987)、京都府沿岸 (浜中・城田, 1993)、大阪湾 (有山ほか, 2000)、瀬戸内海西部 (八柳・前川, 1955; 八柳, 1980)、豊後水道 (田染, 1967; 田染・能津, 1970a, 1970b)、有明海 (Minagawa et al., 2000) において漁獲量、移動、成熟などに関する研究報告がみられる。八代海では、著者らにより成熟体長、産卵期、産卵場が明らかにされたが (Ohtomi et al., in press)、その他の生態学的特性に関しては未だに不明な点が多い。

八代海産クルマエビの適正な資源管理方策を構築するためには、生態学的知見を蓄積することが必須である。本研

2002年9月24日受付, 2002年11月26日受理

¹ 鹿児島県水産試験場

Kagoshima Prefecture Fisheries Experiment Station, Kagoshima, Kagoshima 892-0836, Japan

² 鹿児島大学水産学部

Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Kagoshima 890-0056, Japan

[†] a-shin@po3.synapse.ne.jp

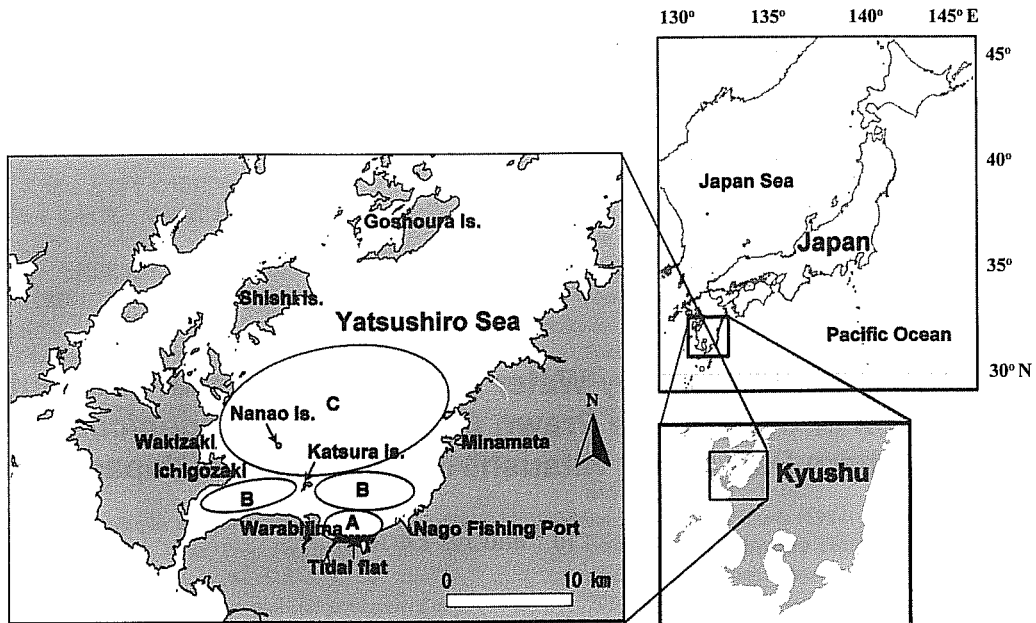


Figure 1. Study areas in the southern part of the Yatsushiro Sea. Area A, shallower than 10 m; Area B, 10 to 20 m; Area C, deeper than 20 m.

究は、本種の水深帯別体長組成、分布及び移動を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

調査海域

八代海南部ではクルマエビ類を主対象とした漁業が営まれており、出水市漁業協同組合（以下、出水市漁協）の刺網漁場と東町漁業協同組合（以下、東町漁協）の刺網漁場、そして11~3月にクルマエビ *Penaeus semisulcatus* を主対象として操業される出水市漁協の桁打瀬網漁場に大別できる。また、出水市地先の干潟から水深10m以浅の水域はクルマエビ保護区に設定されており、周年操業が禁じられている。水深帯別に解析を行うため、クルマエビ保護区をA（水深10m以浅）、出水市漁協の刺網漁場をB（水深10~20m）、東町漁協の刺網漁場及び出水市漁協の桁打瀬網漁場をC（水深20~50m）として、3つの水域に区分した（Fig. 1）。なお、C水域については、雌雄ともに刺網と桁打瀬網との間には漁獲個体の体長（BL）に有意差がみられなかったため（*U*-検定、雄、 $p=0.908$ ；雌、 $p=0.445$ ）、体長組成の解析は両漁法を込みにして行った。

標本採集

出水市漁協及び東町漁協において、1998年3月から2002年1月にかけて毎月1~3回の頻度で標本採集を行った。毎回1~6隻分のその日の漁獲個体を全て購入するとともに、漁獲場所及び漁法を漁業者より聞き取り、上記のB水域とC水域に振り分けた。なお、本海域で用いられる刺網は三枚網で、目合は外網が120~150mm、内網が43.3mm、桁打

瀬網は網口134×27cm、目合は25.2mmである。得られた標本は、雄2,622個体、雌1,389個体、計4,011個体であった。

さらに、クルマエビ保護区（A水域）において、1998年10月から2002年8月にかけて、試験操業による採集を計17回行った。用いた漁具は桁曳網（漁具は上記の桁打瀬網と同一）で、曳網時間は60分間とし、同時に4つの網を曳いた。ただし、2001年11月以降は電極付きソリネット（幅110cm、目合9.0mm）による40分間の曳網を行った。試験操業により採集された標本は、雄89個体、雌102個体、計191個体であった。

採集された個体は全て氷蔵して持ち帰った。雄性生殖器あるいは雌性生殖器の有無により性を判別した後、体長（BL）を1mmの精度で測定し、体重（BW）を0.1gの精度で秤量したが、本研究ではBLのみを用いた。

標識放流調査

本種の移動を調べるために、標識放流調査を実施した。放流に用いた個体は、日本栽培漁業協会志布志事業場で孵化し、出水市漁協のクルマエビ大規模増殖場（放養面積10,234m²、水深2m）で中間育成されたものである。1998年9月5日に36,300個体（平均体長59.4mm）、1999年9月3日に46,000個体（平均体長55.1mm）、2000年8月25日に21,000個体（平均体長55.3mm）に尾肢切除標識（Miyajima *et al.*, 1999）を施し、出水市名護港沖の水深約1mの地点に放流した。これらの個体の孵化日はいずれも5月上旬から6月上旬で、生後3~4ヶ月の当歳個体である。さらに、2001年4月25日には孵化後約1年の平均体長107.4mmの個体に塩化ビニル製リボンタグ標識（日本海洋株式会社、

改良型リボンタグ)を施し, 350個体を上記の当歳個体と同一地点に放流した. 八代海を漁場とする全ての漁協に再捕の報告の依頼を行うとともに, 自ら毎月1~3回の頻度で市場調査を行い, その日に水揚げされた全個体について, 放流個体かどうかを識別した.

漁獲量調査

1987年1月から2001年12月までの出水市漁協及び東町漁協における水揚げ伝票から, 本種の月別漁獲量を調べた. さらに, 漁獲努力量(出漁隻数)が得られた2000年1月以降については, 1日1隻当たりの漁獲量(以下, CPUE)を漁業種別に算出した.

結果

水深帯別性別比

各水域における雌雄別の出現個体数及び χ^2 -検定の結果を, Table 1に示した. 水深10m以浅のA水域では雌雄の出現個体数に有意差はなかった. 水深10~20mのB水域では,

Table 1. Number of specimens of male and female *Marsupenaeus japonicus* collected in Areas A, B and C of the southern part of the Yatsushiro Sea (see Fig. 1) and the results of the χ^2 -test.

Area	Sampling method	Male	Female	χ^2
A	Experimental survey	89	102	0.9 ⁻
B	Commercial catch	2,214	1,048	416.8**
	Mark-recapture	69	22	24.3**
C	Commercial catch	408	341	6.0*
	Mark-recapture	11	12	0.0 ⁻

** significant at 1% level; * significant at 5% level; - not significant.

漁獲個体, 標識再捕個体ともに有意に雄が多かった. 水深20~50mのC水域では, 漁獲個体で有意に雄が多かったものの($p < 0.05$), 標識再捕個体では, 雌雄の個体数に有意差はみられなかった.

水深帯別体長組成

1998年3月から2002年8月にかけて採集した全個体を用い, 水域別に体長組成を作成した(Fig. 2). A水域は, 雄のBLは59~153mm, 雌は51~196mmの範囲にあり, 他の水域に比べて明らかに出現個体のBLは小さかった. B水域では, 雄のBLは99~199mmで130~140mmにモードがみられ, 雌は97~230mmで160~170mmにモードがみられた. C水域では, 雄のBLは115~195mmで150~160mmにモードがみられ, 雌は139~238mmで190~200mmにモードがみられた. B, C両水域間でBLを比較したところ, 雌雄ともに有意差が認められた(U-検定, $p < 0.01$).

次に, 体長を20mmごとの階級に分け, 同じ月の標本を込みにして月ごとに各階級の出現個体数を調べた. ただし, 12月のA水域, 1, 2月のB水域, 及び8, 10月のC水域では採集を行うことができなかった. 雄(Fig. 3)は, A水域では周年BL140mm未満の個体が優占した. B水域では120~180mmの個体が優占したが, 6~10月には120~140mmにモードがあるのに対して11~5月はほとんどが140mm以上の個体であった. C水域では, 140mm以上の個体が優占した. 雌(Fig. 4)は, B水域では120~200mmの個体が優占したが, 雄と同様に6~10月は11~5月よりも小型の個体が多い傾向にあった. C水域では, 160mm以上の個体が優占した.

当歳放流個体の再捕

当歳個体の標識放流調査では, 合計69個体が再捕され, 再捕率は0.067%であった. 放流から再捕までの日数は17~507日, 放流地点から再捕地点までの直線移動距離は

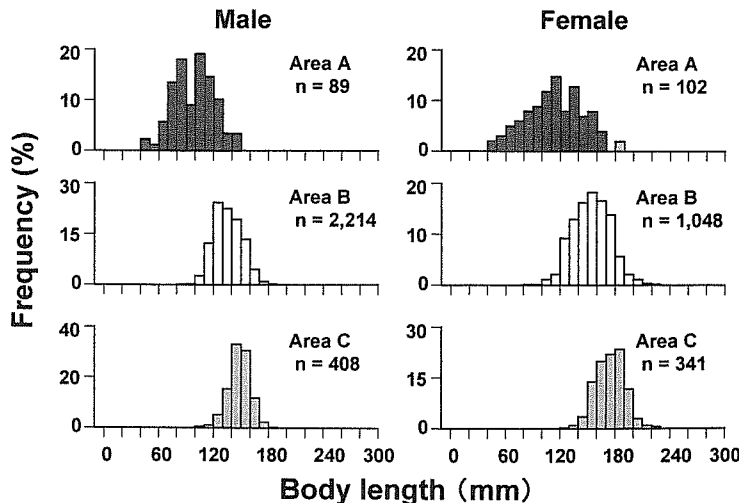


Figure 2. Length frequency distributions of male and female *Marsupenaeus japonicus* in each sampling area of the southern part of the Yatsushiro Sea.

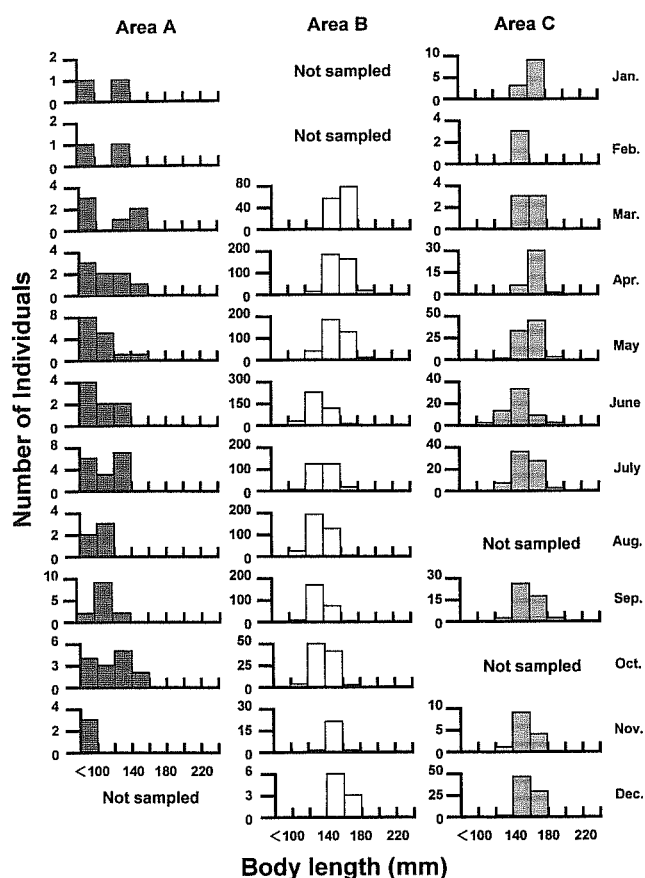


Figure 3. Seasonal trends in the length frequency distributions of male *Marsupenaeus japonicus* in each sampling area of the southern part of the Yatsushiro Sea.

1.5~19 km で、平均直線移動距離は 5.3 km、1 日当たりの平均移動距離は 0.02 km/日であった。

放流後の秋（9~11 月）には A 水域では放流地点から 2.6 km 離れた福之江沖で 1 個体、B 水域では 3 km 離れた名護港沖で 1 個体の再捕がみられたが（Fig. 5a）、冬（12~2 月）には再捕はみられなかった（Fig. 5b）。春（3~5 月）になると再捕個体数は増加し、A 水域では放流地点から 2.7 km 離れた福之江沖で 1 個体、B 水域では放流地点から 2~4 km 離れた名護港沖で 12 個体、4.3 km 離れた蕨島沖で 3 個体の計 15 個体が再捕され、C 水域でも放流地点から 9 km 離れた桂島西沖で 2 個体、13 km 離れた七尾島西沖で 1 個体、19 km 離れた御所浦島沖で 1 個体が再捕された（Fig. 5c）。孵化後 1 年目を迎える夏（6~8 月）になると再捕個体数はさらに増加し、B 水域では放流地点から 1.5~4 km 離れた名護港沖で 21 個体、4~4.3 km 離れた蕨島沖で 7 個体、11 km 離れた市来崎南東沖で 1 個体と計 29 個体が再捕された。C 水域では 9.5~13 km 離れた七尾島の周辺で 12 個体が再捕された（Fig. 5d）。1 歳の秋には再捕個体数は急激に減少し、B 水域では放流地点から 3~4 km の名護港沖で 3 個体、C 水域では

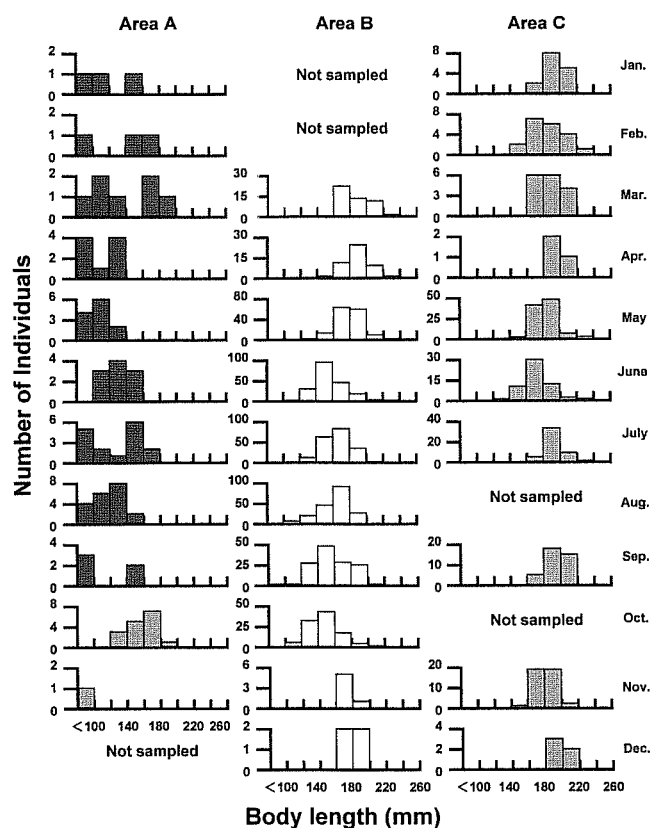


Figure 4. Seasonal trends in the length frequency distributions of female *Marsupenaeus japonicus* in each sampling area of the southern part of the Yatsushiro Sea.

9.5 km 離れた七尾島西で 1 個体が再捕されただけであった（Fig. 5e）。冬（12 月以降）は、B 水域での再捕はみられず、C 水域では放流地点から約 10 km の七尾島東で 2 個体が再捕された（Fig. 5f）。

水深帯別にみると、B 水域での再捕が 48 個体と総再捕個体数の 70% を占め、次いで C 水域が 19 個体（28%）、A 水域が 2 個体（3%）であった。放流後の経過期間別では、1 歳の夏の再捕が 41 個体（59%）と最も多く、次いで当歳の春が 20 個体（29%）、1 歳の秋が 4 個体（6%）と続き、放流直後の当歳の秋の再捕は 2 個体（3%）であった。当歳春から 1 歳夏にかけての B 水域での再捕個体数が全体の 64%（44 個体）を占めた。

1 歳放流個体の再捕

1 歳個体の標識放流調査では、合計 52 個体が再捕され、再捕率は 14.9% と極めて高かった。放流から再捕までの日数は 1~119 日、放流地点から再捕地点までの直線移動距離は 1.5~20 km で、平均直線移動距離は 2.9 km であった。なお、1 日当たりの平均移動距離は 0.08 km/日、当歳個体の 4 倍であった。

放流直後の 4 月中には、B 水域では放流地点から 2 km 離れた名護港沖で 1 個体（Fig. 6a）、5 月には、放流地点から

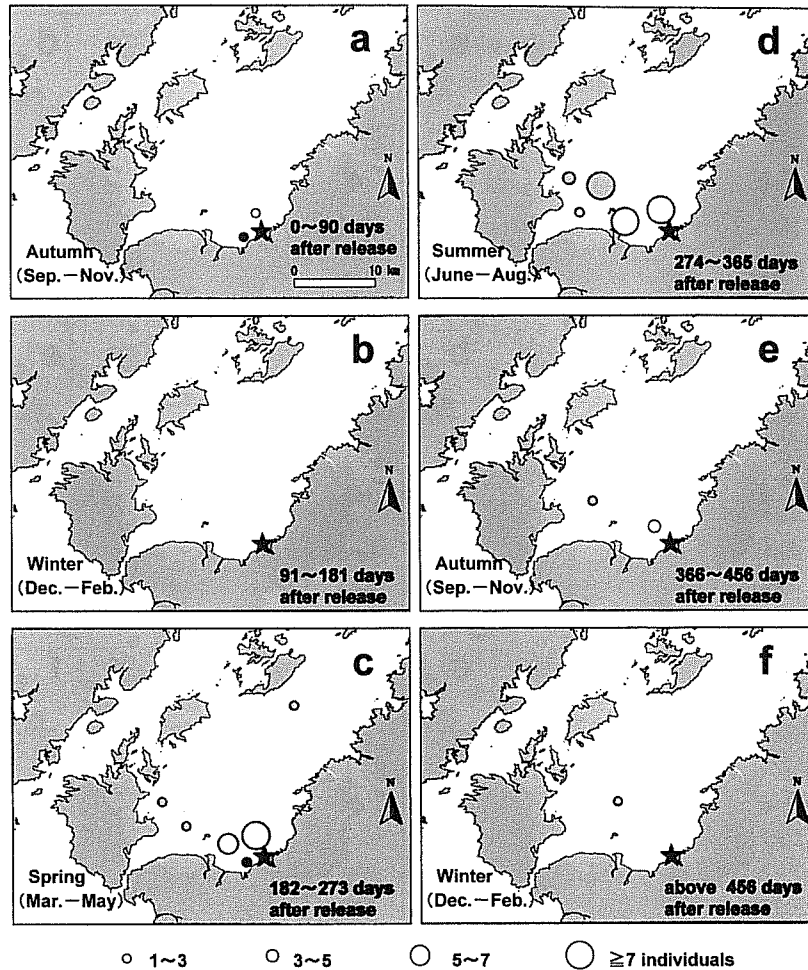


Figure 5. The results of the mark-recapture experiment of 0-year-old *Marsupenaeus japonicus* in the southern part of the Yatsushiro Sea. Release point (star) and recapture points in Areas A (black circles), B (white circles) and C (gray circles) are shown. a, 0–90 days (September to November); b, 91–181 days (December to February); c, 182–273 days (March to May); d, 274–365 days (June to August); e, 366–456 days (the following September to November); f, above 456 days (December to February) after the release.

2~3.7 km離れた名護港沖で6個体の再捕がみられた (Fig. 6b). 6月になると、B水域では2~4.3 km離れた名護港沖で27個体、5.3 km離れた蕨島沖で1個体、計28個体が再捕され、C水域では放流地点から10 km離れた七尾島東沖で1個体が再捕された (Fig. 6c). 7月には、B水域では放流地点から2~3 km離れた名護港沖で11個体が再捕され、C水域では20 km離れた御所浦島沖で1個体が再捕された (Fig. 6d). 8月になると再捕個体数は減少し、B水域では放流地点から2 km離れた名護港沖で2個体が再捕され、C水域では放流地点から12 km離れた七尾島北沖で1個体、15 km離れた脇崎沖で1個体が再捕されただけであった (Fig. 6e). 放流から4ヵ月以上が経過した9月以降には、再捕はみられなかった (Fig. 6f).

水深帯別にみると、B水域での再捕が48個体と総再捕個

体数の92%を占め、C水域では4個体 (8%) であった。季節別には、夏 (6~8月) の再捕が45個体で総再捕個体数の87%を占めたが、そのうち41個体はB水域で再捕された。

漁獲量とCPUE

本海域におけるクルマエビ漁獲量の経月変化を、漁協別に Fig. 7 に示した。出水市漁協の漁獲量は7~8月をピークに4~9月にかけて多く、以後減少し、冬は少なかった。東町漁協では、年によってピーク月は異なるものの、平均的には5月をピークに3~8月にかけて多く、冬はほとんど漁獲がみられなかった。

次に、漁協別漁業種別のCPUEの経月変化を Fig. 8 に示した。水深10~20 mのB水域を漁場とする出水市漁協の刺網による本種のCPUEは3~11月に高く、3~4月と11月に

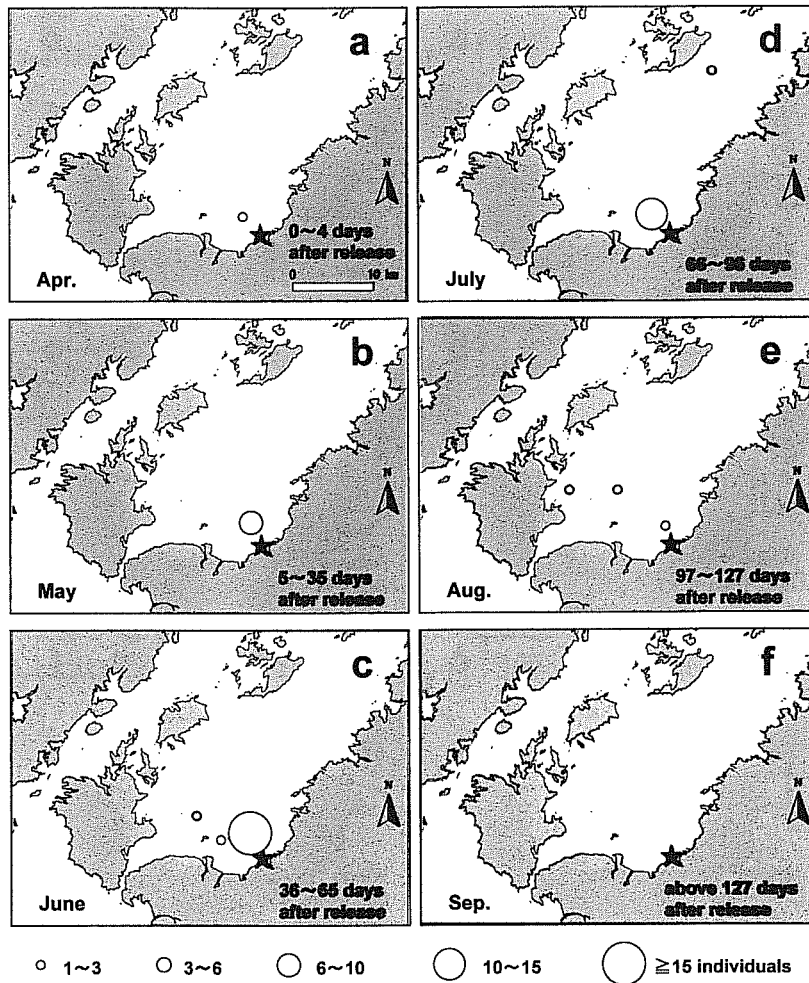


Figure 6. The results of the mark-recapture experiment of 1-year-old *Marsupenaes japonicus* in the southern part of the Yatsushiro Sea. Release point (star) and recapture points in Areas B (white circles) and C (gray circles) are shown. a, 0–4 days (April); b, 5–35 days (May); c, 36–65 days (June); d, 66–96 days (July); e, 97–127 days (August); f, above 127 days (September) after the release.

弱いピークがみられた。水深20~50mのC水域を漁場とする東町漁協の刺網のCPUEは2月から3月にかけて増加し、9月まで高い水準で推移するが、以後減少した。両漁協の刺網のCPUEを比較すると、3月から9月にかけて、C水域を漁場とする東町漁協が出水市漁協の1.5~2.4倍の値を示した。出水市漁協の桁打瀬網のCPUEは、0.1~0.2kg/日/隻で、同漁協の刺網よりも低い値で推移した。

考察

本研究により、八代海南部ではクルマエビは周年水深10m以浅のA水域から水深10~20mのB水域、及び水深20~50mのC水域まで、広範囲の水深帯に出現することがわかった。しかしながら、出現個体の体サイズは各水域で異なり、大型の個体ほど水深の深い場所に出現する傾向がみられた (Fig. 2)。豊後水道の佐伯湾でも同様のことが確認されてい

るが (田染・能津, 1970a)、季節別にみると、本海域では特にB、C両水域間で体サイズの違いが大きくなる6~9月にその傾向は顕著であった。A水域にほぼ周年BL100mm未満の小型の個体が出現すること (Figs. 3, 4)、八代海における本種の産卵期が4~9月で (Ohtomi *et al.*, in press) 着底に1ヵ月内外を要する (倉田, 1973) ことを考慮すると、6~10月にB水域に出現するBL120~160mmの雄及び140~180mmの雌は、干潟に着底した後にA水域以浅で越冬した個体が成長し、生後1年を経過して漁場となるB水域に加入してきたものであろう。11~5月はB、C両水域間で体サイズの違いがほとんどみられないことから、この期間にB水域からさらに深いC水域への分布の広がりがみられ、より高齢の個体 (6~10月のBL 160mm以上の雄及び200mm以上の雌) はその後C水域に多く分布するようになると考えられる。

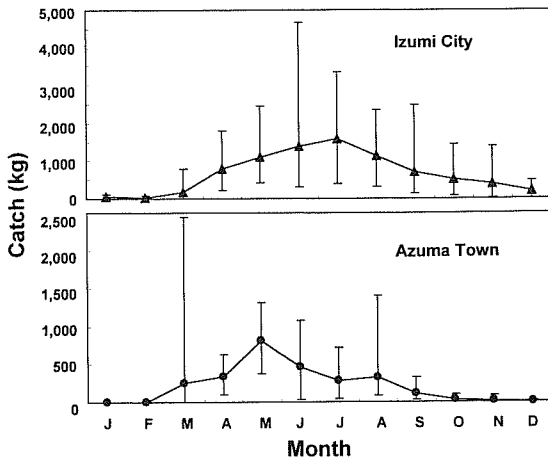


Figure 7. Monthly changes in the catch of *Marsupenaeus japonicus* in the southern part of the Yatsushiro Sea. The average (triangles and circles) and range (vertical bars) from January 1987 to December 2001 are shown.

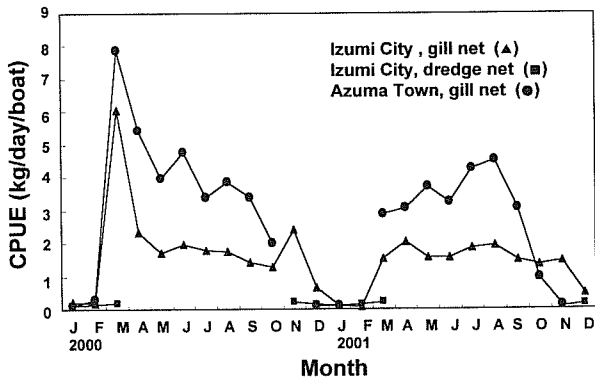


Figure 8. Monthly changes in the catch per unit of effort (CPUE) of *Marsupenaeus japonicus* in the southern part of the Yatsushiro Sea from January 2000 to December 2001.

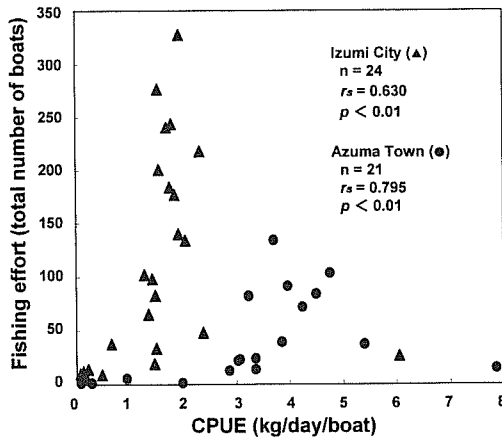


Figure 9. Relationships between the catch per unit of effort (CPUE) and fishing effort for gill net fishery of Azuma Town and Izumi City Fisheries Cooperative Associations. Results of the Spearman's rank correlation analysis are also given.

出水市漁協で漁獲量が多いのは夏で、B水域を漁場とする刺網による漁獲が主体であるが (Fig. 7), その時期の漁獲個体は他の時期に比べてやや小型のものが多 (Figs. 3, 4), したがって、出水市漁協の刺網の漁況は、前年に生まれてA水域で越冬した生後1年目の個体の分布密度に大きな影響を受けることが予想される。このことは、標識放流調査において生後1年目の夏をピークに春から秋にかけてB水域で再捕された個体が最も多かったことから裏付けられる。一方、東町漁協の刺網漁業はC水域を漁場とするため、漁獲の主体は周年大型個体である。

Ohtomi *et al.* (in press) によると、本種の産卵場は水深10 m以深のB, C両水域に広がるが、雌の成熟個体の体サイズはC水域で有意に大きい。したがって、B水域で産卵する小型の個体は、前述の生後1年目の加入個体と思われる。

A水域に出現する最小の個体は、雄がBL 59 mm, 雌が51 mmであった。したがって、干潟からA水域への移動は約50 mm以上で開始すると考えられるが、この点については干潟での分布調査の結果 (大富ほか, 未発表) と併せて今後詳細に検討したい。

標識放流調査では、放流地点から約20 km離れた八代海中部の御所浦島沖で2個体の再捕がみられたものの、生後1年を経過した個体でも放流地点から10 km以内の場所での再捕が大半を占めていた。このことより、着底後には本種の北部方向への移動は小さいことが示唆された。豊後水道の佐伯湾 (田染ほか, 1975) や東京湾の浦賀水道 (目黒ほか, 1982) においても放流個体の大半が湾内で再捕され、移動範囲が小さいことが示唆されている。一方、瀬戸内海の周防灘では本種の移動は豊前海の干潟→周防灘→外海域の方向であり、その原因は周防灘西部海域が遠浅で、東方に向かって海底の勾配が緩やかで広く開放しているためとされている (寺井ほか, 2000)。これらより、本種の移動範囲はその海域の地理的条件によって違いが生じると考えられる。

刺網では、出水市漁協、東町漁協ともに本種の漁獲量の多い春から秋にかけてはCPUEも高い傾向がみられた (Fig. 8)。そこで、漁獲努力量とCPUEとの間で相関関係を調べたところ、両漁協ともに有意な正の相関がみられた (Spearmanの順位相関分析, 両漁協ともに $p < 0.01$) (Fig. 9)。このことより、刺網漁業者は本種がよく捕れる時期に多く出漁しているといえる。なお、C水域を漁場とする東町漁協のCPUEがB水域を漁場とする出水市漁協よりも高い値を示すことは、C水域の分布密度がB水域よりも高いことを示唆する。また、冬に漁獲量、CPUEともに低いことは分布密度が低いことを示唆するが (Figs. 7, 8), 季節による本種の活動の違い等による漁具能率の変動の可能性もある。

性を調べたところ、B水域で特に雄が多い傾向がみられた。この現象は本海域だけではなく、東京湾の浅海域で

も報告されているが(清水ほか, 1982), 雌雄で分布様式が異なるためか, あるいは移動時期が異なるためか? これらの点については, 今後さらに検討を加える必要がある。

今後は, 本海域における干潟調査の結果(大富ほか, 未発表)から本種の干潟への着底量と生残率を推定し, 本研究で得られた知見と併せて漁場への加入量を予測したい。そして, 種苗放流をも考慮した上で, 本種の適正な資源管理方策を構築したい。

謝 辞

本研究を行うに当たり, 終始調査にご理解とご協力をいただいた出水市漁業協同組合, 東町漁業協同組合の組合員及び職員の方々にお礼申し上げます。また, 標識放流調査を手伝っていただいた鹿児島県水産試験場漁業部の研究員の方々, 市場調査や個体測定を手伝っていただいた小宮啓治氏, 田代卓也氏をはじめとする鹿児島大学水産学部資源育成科学講座の学生諸氏及び出水農林水産事務所水産課の職員の方々, 標識個体の再捕の報告をしていただいた沿岸各地の漁業協同組合の組合員の皆様に感謝の意を表す。なお, 本研究は水産庁補助事業(放流資源共同管理型栽培漁業推進調査事業), 鹿児島県単独事業(クルマエビ栽培漁業定着化事業), 及び文部科学省科学研究費補助金若手研究B(課題番号13760147)により行われた。

引用文献

- 有山啓之・藤田種美・青山英一郎・佐野雅基・阪上雄康(2000) 標識放流したクルマエビ大型種苗の採捕状況について。大阪水試研報, 11, 9-47。
 浜中雄一・城田博昭(1993)クルマエビの放流技術開発 1. 成熟と産卵について。京都海洋センター研報, 16, 61-67。
 Holthuis, L. B. (1980) Shrimps and prawns of the world. (FAO species catalogue. vol. 1) FAO Fish. Synop., 125, 271pp.
 今井利為(1986) 東京湾クルマエビの研究-I 産卵期・生物学的最小型。神奈川水試研報, 7, 1-4。

- 今井利為(1987) 東京湾クルマエビの研究-II 移動。神奈川水試研報, 8, 9-15。
 石井俊雄(1961) 東京内湾におけるくるまえびについて。千葉内湾水試調査報告, 3, 30-42。
 久保伊津男(1955)クルマエビの群成長度。日水誌, 20, 870-872。
 倉田 博(1973)クルマエビ栽培漁業における種苗とその播種に関する諸原理について。南西水研報, 5, 33-75。
 目黒清美・清水利厚・大場俊雄・田中邦三(1982) 浦賀水道における標識クルマエビの移動について。千葉水試研報, 40, 117-122。
 Minagawa, M., S. Yasumoto, T. Ariyoshi, T. Umemoto and T. Ueda (2000) Interannual, seasonal, local and body size variations in reproduction of the prawn *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in the Ariake Sea and Tachibana Bay, Japan. Mar. Biol., 136, 223-231。
 Miyajima, T., Y. Hamanaka and K. Toyota (1999) A marking method for kuruma prawn *Penaeus japonicus*. Fish. Sci., 65, 31-35。
 Ohtomi, J., S. Atsuchi, T. Tashiro and N. Kohno (*in press*) Comparison of spatio-temporal patterns in reproduction of the kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus* between two regions having different geographical conditions in Kyushu, southern Japan. Fish. Sci.
 清水利厚・金子信一・田中邦三(1982) 浦賀水道刺網漁場におけるクルマエビ資源の加入について。千葉水試研報, 40, 17-26。
 田染博章(1967) 豊後水道におけるクルマエビの研究-I 分布と魚体組成について。瀬戸内海漁業基本調査。クルマエビ生態調査。大分水試研報, 1-12。
 田染博章・能津純治(1970a) 豊後水道におけるクルマエビの研究-II 産卵期について。大分水試研報, 7, 1-10。
 田染博章・能津純治(1970b) 豊後水道におけるクルマエビの研究-III 水深別にみた分布密度と干がたの生残率。大分水試研報, 7, 11-22。
 田染博章・能津純治・板橋孝明(1975) 浅海域における増養殖場の開発に関する総合研究。佐伯実証漁場, 昭和49年度別枠研究成果, 217-232。
 寺井千尋・中川浩一・小林 信(2000) 周防灘におけるクルマエビの移動と成長。福岡水海技セ研報, 10, 1-7。
 八柳健郎・前川兼佑(1955) 山口県瀬戸内海に於ける重要生物の生態学的研究。第8報瀬戸内海産クルマエビ *Penaeus japonicus* Bateの生態。山口内海水試調査研究業績, 7, 1-15。
 八柳健郎(1980) 漁獲統計から見た山口県内海側のクルマエビの生態。栽培漁業技術開発報告, 6, 28-55。