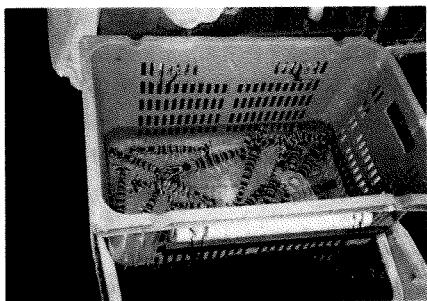


# クルマエビの放流技術 開発—Ⅶ

—産卵から着底への過程—

浜 中 雄 一  
宮 嶋 俊 明  
竹 野 功 璽



丹後海では、G.S.I の高いクルマエビが4月から7月にかけて漁獲される。体長が 190 mm 以上のクルマエビは4、5月に、6、7月には体長 140 mm 以上のクルマエビが高い G.S.I を示した。この成熟個体から生まれたクルマエビの浮遊期間とその後の成長を検討して、稚エビの採集時期から着底時期を推定した。その結果、着底していた稚エビは主に体長 140 mm から 180 mm のクルマエビの群に由来するものであり、丹後海のクルマエビ資源はこの群に支えられていると推察した。

日本海のクルマエビ漁獲量は、瀬戸内海や太平洋沿岸のそれらと比較して少なく、放流による漁獲量の増大が期待されている。近年、宮嶋ら(1996)によって、クルマエビに有効な標識方法が開発されて、放流効果・評価が可能となり、今後さらに精度の高い放流効果・評価を求めるためには天然資源の生態に関わる研究の必要性が高まっている。特に、天然クルマエビに由来する稚エビ期以降の分布・移動については、放流種苗と同様に、大切な知見である。また、こうした知見が放流技術の向上に欠かせないものと考えられる。

この報告では、1992年から1996年にかけて行った稚エビの採集調査とクルマエビの漁獲物中に出現する成熟度の高い個体に注目して、産卵から着底までの過程を検討した。

## 材料および方法

成熟度調査は京都府舞鶴市、宮津市および伊根町のクルマエビ漁場(伊根、養老、無双、奈具および神崎の各地区沖 Fig. 1)において、1994年から1996年にかけてこれらの漁場から水揚げされた合計1,922個体の雌クルマエビを対象に行った。伊根地区から養老地区にかけての漁場は水深40~60 mで、無双が鼻から神崎地区にかけての漁場は水深10~30 mであった。これらの海域の漁期は毎年4月から12月までであり、1月から3月までは休漁期であるため、クルマエビは採集されなかった。採集されたクルマエビの体長、体重ならびに生殖腺重量を測定した。生殖腺の成熟度指数(G.S.I)として、個体ごとに(生殖腺重量/体重)×102を計算して、体長1 cm 間隔でその平均値を求めた。調査期間中に採集した合計個体数が少なかったため、体長別のG.S.Iを採集年に関わりなく月毎にとりまとめた。

Fig. 1 に示す11か所(St. 1~11)で、稚・若令期クルマエビを1992年から1996年にかけて採集した。1992年は6~10月、1993年は5~10月、1994年は7~10月、1995年は

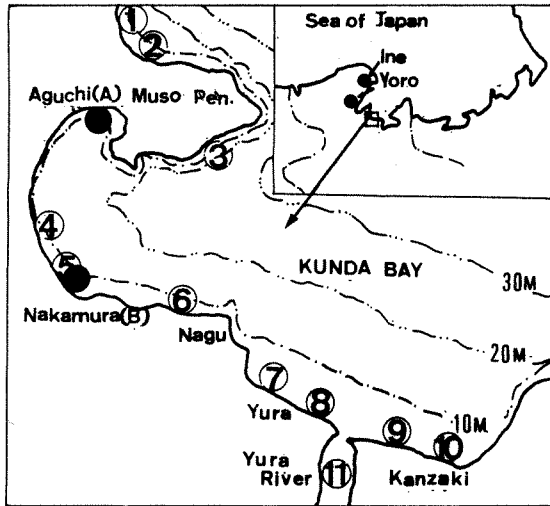


Fig. 1. Map showing the fishing ground of Kuruma prawn, sampling sites of juveniles (①-⑪), and two releasing sites (A 1992-1994, B 1995-1996).

5~10月、1996年は9月および10月にそれぞれ採集が行った。いずれの年の採集も水深1~10mを小型曳網を使って行われた。曳網の構造ならびに採集方法の詳細は重要甲殻類栽培資源管理手法調査事業報告書(京海セ他 1993, 1994, 1995, 1996)に示されたとおりで、当センター所属の船外機船「第2みさき丸」(1.0トン)もしくは「第2平安丸」(0.4トン)を使用して、等深線に沿って約10分間曳網した。曳網水深は1994年8月23日の水深10mを除いて、全て水深4mで浅であった。採集した個体の体長を測定して、5mm間隔で取りまとめた。5か年にわたる採集合計個体数は35尾で、採集日ごとに体長組成をとりまとめた。当調査海域では、人工生産されたクルマエビ種苗が放流されているため、天然資源の稚エビとの分離を明らかにする必要性から、1992年から1996年にかけて栗田湾から放流されたクルマエビの体長と放流場所の記録を参考資料として用いた。

## 結果

### 成熟個体の体長組成とその出現時期について

Fig. 2にG.S.Iの月別変化を体長別に示した。4月は体長180~250mmのクルマエビが出現し、体長200mm以上のクルマエビのG.S.Iは6以上であった。5月は体長140~240mmのクルマエビが出現し、体長190mm以上のクルマエビのG.S.Iは8以上であり、体長140から180mmのクルマエビのG.S.Iは2から5であった。6月は体

長130~250mmのクルマエビが出現し、体長240~250mmのクルマエビのG.S.Iは8以上であった。しかし、体長190~230mmのクルマエビのG.S.Iは5から7となり、5月と比較すると低下していた。また、体長130mmのクルマエビのG.S.Iは1であったが、体長140~170mmのクルマエビはG.S.Iは4から6になり、5月と比較して高くなった。7月は体長140~220mmのクルマエビが出現し、体長150~180mmのクルマエビのG.S.Iは5から6で、6月と同様に高かった。しかし、体長190mm以上のクルマエビのG.S.Iは4から5であり、6月と比較してさらに低下していた。9月から12月は体長130~190mmのクルマエビが出現した。9月のG.S.Iは3~4程度であるが、10月から12月のG.S.Iは1以下に低下していた。

矢野(1990)は、G.S.Iが9以上であれば成熟したクルマエビであると判断する目安になると報告した。また、有明海の研究グループの報告によると(福岡, 佐賀, 長崎, 熊本 1996)、卵細胞の発達状況を検討して、G.S.Iが5以上の個体は成熟したクルマエビであると結論している。G.S.Iが5あるいは9以上を基準にFig. 2をみると、明らかに4月から6月にかけてG.S.Iがこれらの値より大きい個体が出現した。そして、G.S.Iが5または9以上の値を持つ個体の体長は160mm以上であった。こうした知見を参考にして、成熟個体の出現時期をまとめてみた。その結果、体長190mmまたは200mm以上の大型個体は、4~6月にかけてG.S.Iが高く、7月にはG.S.Iは5以下と低くなった。一方、体長140~180mmの個体は、6, 7月にG.S.Iが5以上と高くなった。したがって、海域全体としては4月から7月にかけてG.S.Iの5または9以上の高いクルマエビは出現するが、体長の大きい群から小さい群へと月を追うにしたがって、成熟したクルマエビの群が変わっていることが推察された。

### クルマエビ稚・若令期個体の出現時期について

1992年から1996年にかけて採集したクルマエビの体長組成をTable 1に示した。1992年に採集されたのは7月28日で、海域はStn. 10(Fig. 3)、クルマエビの体長は24mmであった。その後、8月31日にStn. 7~8および9~10で体長19~41mmのクルマエビ採集した。また、9月16日にはStn. 7で体長30mmのクルマエビを採集した。1993年には10月15日にStn. 5で体長20~70mmサイズのクルマエビを採集した。1994年は8月26日にStn. 7~8で体長10~20mmサイズ、9月8日にStn. 7~8で体長10mmサイズのクルマエビを採集した。1995年には8月4日にStn. 4で体長20mmサイズ、8月17日はStn. 9~10で体長40~50mmサイズ、8月23日はStn. 9~10で体長70mmサイズ、10月13日にSts. 7~8で90mmサイズのク

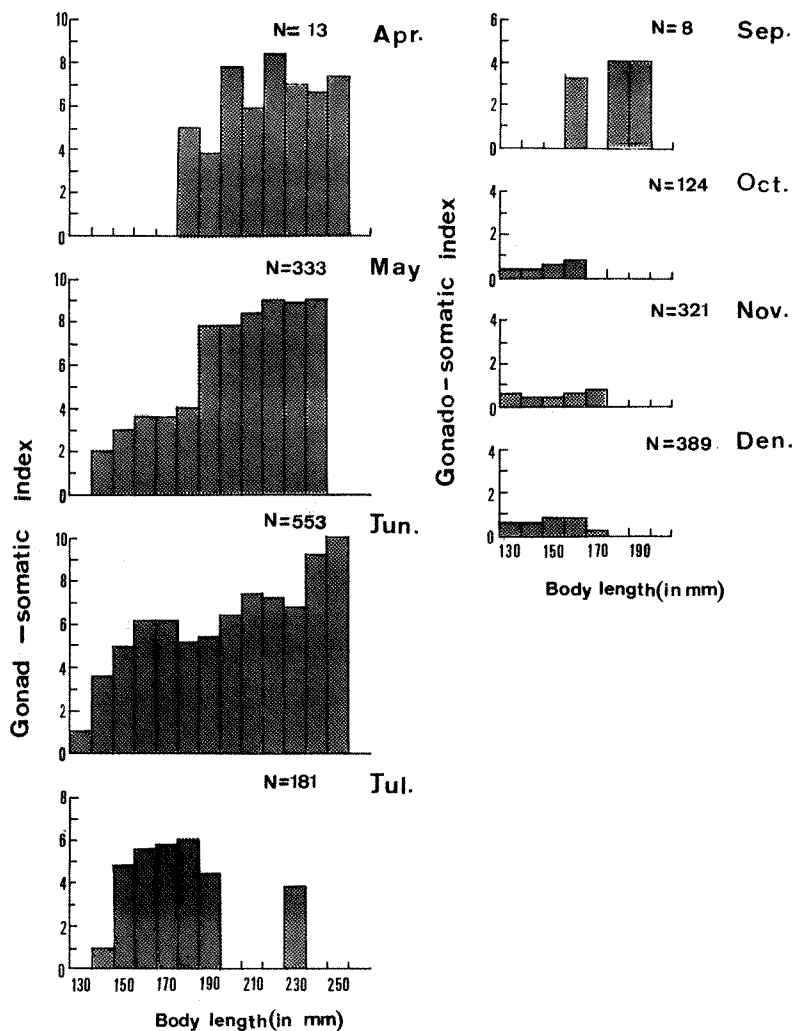


Fig. 2. Monthly changes of gonad-somatic index by body length of Kuruma prawn. Caught from 1992 to 1996, or catchrd N: numbers of prawns measured

Table 1. The number of juvenile prawns collected by month and body length classes. Samplings were conducted June–November 1992, May–November 1993 and 1995, July–November 1994, August–October 1996.

body length	year	1992	1993	1994		1995	1996
	month	Aug.	Oct.	Aug.	Sep.	Aug.	Sep.
10–19 (mm)		1	—	3	5	—	—
20–29		6	2	4	—	2	—
30–39		4	3	—	—	—	—
40–49		3	—	—	—	2	1

ルマエビを採集した。1996年は9月23日に Stn. 7–8 で体長 40 mm サイズのクルマエビを採集した。

#### 調査海域周辺でのクルマエビ種苗の放流について

稚エビの採集海域である栗田湾ではクルマエビの人工種苗の放流も行われている。その放流の概要は Table 2 に示すとおりである。放流場所は、1992–1994年は Fig. 1 に示す栗田湾の湾奥の通称「安口の浜」(Fig. 1 A) と呼ばれる水深 1–2 m であった。1992年は7月から10月にかけて体長 18–62 mm の種苗が放流された。1993年は7月から10月にかけて体長 17–57 mm の種苗が放流された。1994年は7–8月にかけて体長 28–90 mm の種苗が放流

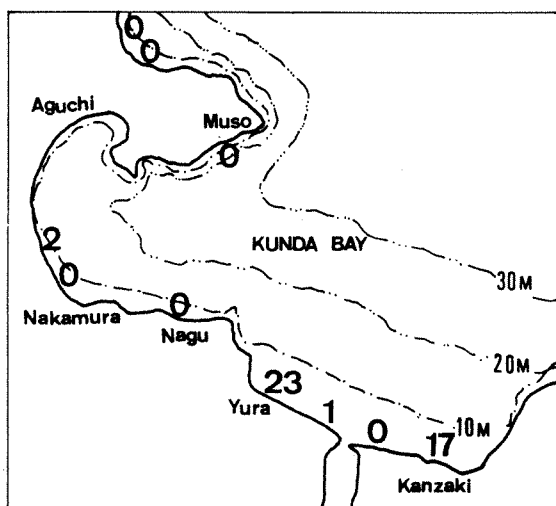


Fig. 3. Map showing sampling sites of juvenile prawn and the total number of juveniles from 1992 to 1996.

された。1995年と1996年の放流は Fig. 1 に示す栗田湾の「中村地先」(Fig. 1 B) の水深 1~2 m の海域で行われた。1995年は7月に体長 38~74 mm の種苗が放流された。1996年は8月に体長 35~75 mm の種苗が放流された。このうち、1992年7月と8月、1993年8月と10月、1994年7月と8月、1995年7月、1996年9月に放流された種苗は著者らが採集した稚・若令期クルマエビと時期やサイズが似ていた。したがって、今回採集した稚・若令期クルマエビが天然クルマエビであると確認するためには、人工種苗の放流時期やサイズなどを採集された稚・若令期クルマエビ

と比較・検討をする必要があった。

1992年7月28日に採集した稚クルマエビの体長は 24 mm で、同日に放流された種苗の体長が 5~61 mm であったことから、体長に 11 mm 以上のサイズ差があった。また、人工種苗を放流した海域と稚クルマエビを採集した海域 (Stn. 10) は Fig. 1 に示したように直線で約 7.5 km ほど隔たっていた。したがって、1992年7月24日に採集した稚クルマエビは天然の個体であったと判断した。以下、同様に1993年から1996年に採集した稚クルマエビについて、放流した人工種苗との体長の差ならびに放流海域と採集海域との位置の関係を照合した結果、いずれの年においても天然稚エビとして採集したサンプルに人工種苗は混在していなかった。

### 考察

クルマエビの産卵活動は海水温が 15°C 以上に昇温すると始まる (倉田 1986)。丹後海では水深 50 m の海水温が 15°C 以上になるのは一般に5月以降であり (橋本 1973)、この時期に体長 190 mm 以上の大型クルマエビは G.S.I 8 以上を示す。その後、当海域の底深 20~30 m の平均水温は6月には 18.0°C、7月には 22.0°C と昇温し、それに伴って体長 140~180 mm サイズのクルマエビが G.S.I を高め産卵するものと考えられる。

クルマエビはフ出後、zoea 期から P<sub>5</sub> 期までの浮遊生活期を経て、体長 10 mm 前後で海底に着底する (茂野 1979)。着底時の最小体長は倉田 (1987) によると、6 mm であることから、浮遊期におけるステージの進行状態に

Table 2. List of prawn releasings from 1992 to 1996 at two sites in Kunda Bay.

Released date	Released site	Number of prawn release ( $\times 10^3$ )	Body length of prawn released (mm)
24. Jul. 1992	Aguchi no hama	125	35-61
4. Aug.	〃	154	38-62
23. Sep.	〃	72	18-44
15. Oct.	〃	124	25-60
9. Jul. 1993	〃	98	17-53
9. Aug.	〃	116	28-57
28. Oct.	〃	236	25-54
〃	〃	194	27-56
18. Jul. 1994	〃	269	28-58
〃	〃	19	52-90
5. Aug.	〃	140	38-64
28. Jul. 1995	Nakamura	144	38-74
10. Aug. 1996	〃	396	35-75

よって、着底時の体長は 6 mm から 10 mm 前後と幅があるものと思われる。桑原 (1987) によると、日本海中部海域ではクルマエビポストラバは 6 月から 10 月にかけて出現して、その個体数は水平的に沖合から沿岸海域に向かうほど多くなり、垂直的には 10 m 深以浅の表層に多い傾向にある。隣接する福井県小浜湾ではクルマエビ稚エビの出現は 7 月下旬である (福井栽培セ 1984)。当調査海域周辺におけるこれらの知見に基づき、Fig. 4 に示すように産卵・浮遊・着底の過程を想定することができる。すなわち、主として、5、6 月が産卵盛期と推定される大型クルマエビから生まれた個体はほぼ 30 日前後の浮遊生活を経た後の 6、7 月に沿岸に着底し、小型クルマエビから生まれた個体は 7、8 月に着底するものと推察される。

Table 1 に示すように、5 か年におよぶ調査で 7 月に稚エビが採集されたのは 1992 年の 1 回のみで、その体長は 24 mm であった。また、8 月から 10 月にかけても 30 mm 以下の稚エビが採集されている。放流したクルマエビではあるが、当海域における日間成長率は 1.3 mm で (宮嶋他 1997)、瀬戸内海では 1.2 mm である (倉田 1979)。日間成長率 1.3 mm を用いて、1992 年 7 月 28 日に採集した体長 24 mm の着底時期を推定すると、7 月中旬となる。同様に、同年の 8 月下旬に採集した体長 41 mm の個体は 8 月上旬に着底したものと思われる。1993 年 10 月中旬にも体長 20 mm から 40 mm にかけての稚エビが採集されたが、この個体が 5 か年の調査期間で最も遅い出現で、9 月

以前に着底したとは考え難い。したがって、Fig. 4 で想定したように、5、6 月が産卵盛期である大型クルマエビに由来すると推定される稚エビは、6、7 月が産卵盛期である小型クルマエビに由来する稚エビほどには採集されなかったものと考えられる。採集調査は年によって 5、6 月から行ったにもかかわらず、その時期には稚エビが採集されなかった理由として、次の課題が残される。

大型クルマエビが産卵期を迎える 5、6 月の生息海域は水深 50~60 m であり、小型クルマエビのそれとは異なり、稚エビの着底場所が今回の採集域とは異なるのではないか。例えば、海況条件が浮遊期クルマエビを着底域周辺に移送する方向に整い難いのであれば、大型クルマエビに由来する稚エビの採集個体は今回の調査結果のように少なくなる。今後は春期 (4 月) から初夏 (5、6 月) にかけての海況条件を考慮した稚エビの採集を検討する必要がある。

栗田湾に放流したクルマエビの移動・逸散状況から (中路 1986, 浜中他 1997)、今回採集した稚エビは成長すると伊根・養老周辺海域へ移動する。したがって、小型クルマエビからの由来と推察されるこれらの稚エビは、栗田湾から伊根・養老周辺海域で漁獲されるクルマエビ資源を支える主群 (加入群) になると考えられる。この加入群に大型クルマエビの加入群が加わればクルマエビ資源はさらに大きいものとなる。しかし、日本海中部海域の自然環境 (干潟, 潮汐など) から考えて、特に大型クルマエビのフ

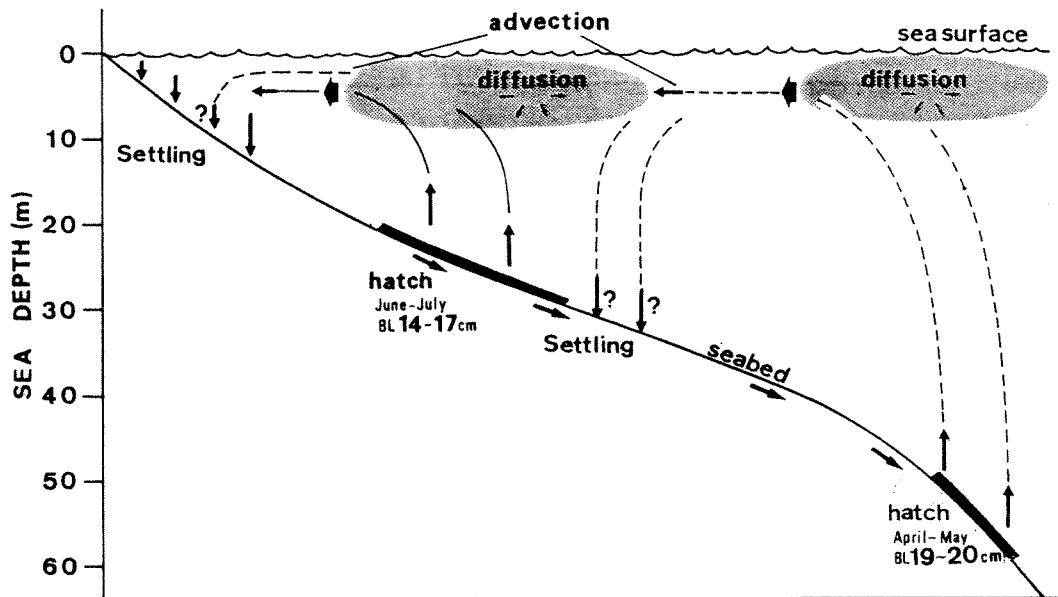


Fig. 4. Schematic diagram of processes from hatching of two spawning groups to their settlements.

出後の生残条件が厳しく、大きな資源になることはあまり期待できないのではないだろうか。したがって、大量放流による水揚げ増の期待が大きくなる。

## 文献

- 浜中雄一・宮嶋俊明 1997 標識放流からみたクルマエビの移動 クルマエビの放流技術開発一Ⅵ 京都海洋センター研報, 18 (印刷中).
- 京都海洋セ. 1993. 平成4年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書, 京1-24.
- 京都海洋セ. 1994. 平成5年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書, 京1-23.
- 京都海洋セ. 1995. 平成6年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書, 京1-17.
- 福井栽培セ. 1984. 昭和58年度放流技術開発事業報告書クルマエビ類, 福井1-26.
- 福岡水産海洋技術有明・佐賀有明遺産振興セ・長崎水試・熊本水産研究セ. 1996. 平成7年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書, 有15-17.
- 倉田 博 1979 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.
- 倉田 博. 1986. くるまえば栽培漁業の基礎知識 クルマエビ栽培漁業の手引き 栽培叢書, 1-66, 日本栽培漁業協会, 東京.
- 茂野邦彦 1969 クルマエビの養殖研究に関する諸問題 水産増養殖叢書19, 9-28, 日本水産資源保護協会, 東京.
- 桑原昭彦・和田洋蔵・浜中雄一. 1987. クルマエビポストラーバの分布と接岸について 日水誌, 53 (9): 1561-1566.
- 中路 実. 1986. クルマエビ種苗放流効果の事例 クルマエビ栽培漁業の手引き 栽培叢書, 222-250, 日本栽培漁業協会, 東京.
- 橋本祐一. 1973. 若狭湾西部 (丹後海) における海況の一般的特性 海と空, 49 (3): 69-83.
- 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.
- 宮嶋俊明・浜中雄一・竹野功聖. 1997. 放流種苗の成長について, クルマエビの放流技術開発一 海セ研報 (印刷中).
- 矢野 勲. 1993. 交尾・産卵 (クルマエビ属), エビ・カニ類の種苗生産 水産学シリーズ71, 54-63, 恒星社厚生閣 東京.

## Synopsis

### Processes from Spawning to Settlement of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus*

Yuichi HAMANAKA, Toshiaki MIYAJIMA and Koji TAKENO

A total of 4,464 Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*, with tag was released in Kunda Bay in the period from 1989 to 1992. Releasing were conducted in the fishing grounds where marked prawns were recaptured. From the results of recaptured records; recaptured sites, date of recapture, mature stage of the prawn and so on., it was found that the released prawn were recaptured in the depth 10 m to 20 m in the Bay till summer and in the depth from 30 m to 50 m off the Bay from autumn to next spring.

Large sized prawn, approximately body length was 14 cm to 24 cm, were captured in every spring to summer, which indicated large value of gonad-somatic index of maturity. With in the mature prawns there were two spawning groups, early spawning group (April-May, larger prawn than 19 cm body length) and late spawning group (June-July, 14-18 cm body length). The former group was distributed at deeper waters than the later (20-30 m), probably shifted to deeper area with growth. In accordance with the appearance of postlarval prawns of this species is at shallow sandy beach, less than 4 m deep and the growth rate at larval stage in the sea off Kyoto Prefecture, it was suggested that the late spawning group mainly recruited to the commercial resources of prawn.