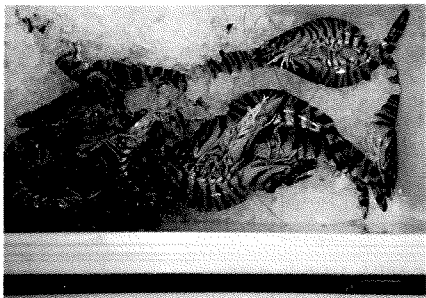


# クルマエビの放流技術 開発

## 1. 成熟と産卵について

浜 中 雄 一  
城 田 博 昭



1992, 1993年に京都府沿岸各海域で漁獲された雌のクルマエビ3,705尾および3,263尾について体長、交尾栓保有状況、精包保有状況および生殖線重量を計測した。

1. 体長別の交尾栓保有状況は、体長 120 mm 以下の個体は交尾栓を保有していなかった。交尾栓50%保有率は体長 155 mm, 同75%は体長170および 180 mm, 同100%は体長 220 mm に達すると保有している。
2. 精包保有率は9~10月にかけて低くなるが、11月以降に再び高くなる。
3. 交尾栓保有率の高いグループの GSI 指数10%以上の個体が出現するのは6~8月および10月, 6~7月および9月で、産卵は6~7月が最盛期であると推定される。交尾栓保有率の低いグループは6月から8月にかけて成熟が進行し、成熟期を迎える。
4. 10~11月にかけて体長 160~170 mm 付近に卓越したモード(境界体長)が出現する。また、当海域には少なくとも発生時期が違う3つの群によって構成されているようである。
5. 1991年と1992年の生殖線の成熟の違いとして、当海域の両年の水温差も影響があると考えられる。
6. 放流クルマエビの雌は9~10月に体長 140~170 mm に成長するといわれており、50%以上の個体が交尾栓や精包を有することになる。このことは成熟過程が当海域の環境的特性から判断して、クルマエビの再生産や再捕量を高めていく上で適性であるならば放流年度内に一定以上のサイズ(160 mm)になるように放流時期やサイズを定めて行くようにしなければならない。

クルマエビの養殖・放流技術は主に瀬戸内海地方を中心に開発され(茂野, 1976; 矢野, 1986; 矢野 & CLAUDIO, 1990), それを各地の海域に応用することで、広く普及してきた。日本海でのクルマエビの放流のうち京都府では栗田湾で1972年から実施され、1980年には年間約6.6トンの生産を揚げた。この湾の湾奥で放流したクルマエビは、その年の10月から主に湾奥等で刺し網漁業の対象となり秋漁期に体長 140~170 mm に達し、越冬後の翌年4月からの春漁期は湾口に漁場が形成されるとされている(中路, 1986; 京都府, 1993)。これらの漁業実態から種苗(体長 25~58 mm)を放流して、それが漁業で再捕される海域を認知することでクルマエビの成長に伴う空間的な移動は把握されたが、生殖腺成熟に関わる産卵等の知見は未整理のままであった。一般にクルマエビ属の生殖生態の知見は、とりわけ種苗生産をする上で重要であるが、放流後におい

ても基本的には放流効果を把握する上において生物的知見としては大切である。例えば、放流したクルマエビが、生息環境によって成熟過程が異なり、それに伴って雌雄がそれぞれ生理的に要求する生息環境が異なれば、形成される漁場と時期は自ずと放流海域または年によって違ってくる。こうした知見のないまま、すなわち天然および放流クルマエビの成熟過程ごとの時空間的生息域が事前に分かっていない状況で放流事業を行うのは、事業評価を誤る恐れがある。

この報告は、京都府沿岸に生息するクルマエビの成熟過程を把握するために、クルマエビ雌の交尾栓保有状況と成熟度指数に注目して、1991年から1992年にかけて実施した調査をとりまとめたものである。この調査にご協力いただいた関係漁業協同組合の皆さんに心から感謝の意を表したい。

### 材料と方法

1991年から1992年にかけて、Fig. 1 に示す9つの漁業協同組合で実施されたクルマエビ試験操業結果（通称：パイロット事業で実施）を用いた。この試験操業結果には漁獲

したクルマエビの雌雄別の体長、交尾栓の有無等が月別に記録されている。また、伊根、栗田両漁業協同組合に所属する漁業者が漁獲したクルマエビを生鮮の状態で購入して、雌雄別に体長、体重、交尾栓の有無、精包の有無ならびに生殖腺の重量を計測・観察した。交尾栓の有無は解剖して判断するかまたは肉眼で判断し、合わせて受精のう内に白濁色の液体が存在すれば精包保有個体と判断した。調べた個体数は1991年は3,705尾、1992年は3,263尾であった。生殖腺は取出してその重量を測定し、GSI 指数 (gonadosomic index)  $\{(\text{卵巣重量}/\text{体重}) \times 100\}$  を求めた (中村, 1989)。この指数を用いて、矢野 & CLAUDIO (1990) に従い、1. 未成熟期, 2. 未成熟発育期, 3. 発育期, 4. 成熟期の4段階に卵巣の成熟過程を分離した。すなわち、GSI 指数が4%以下は未成熟期、4~6%は未成熟発育期、6~8%は発育期、8%以上は成熟期とした。また、卵巣の着色状態 (中村, 1989) も観察して、成熟過程を検討するための補足資料とした。なお、1991年、1992年共に1~3月の間は漁獲もなく資料を得ることはできなかった。

Fig. 1 に示す新井崎地域の定置網に設置してある水温計 (RMT 水温計, 離合社製) 記録から、1991年5月~12月

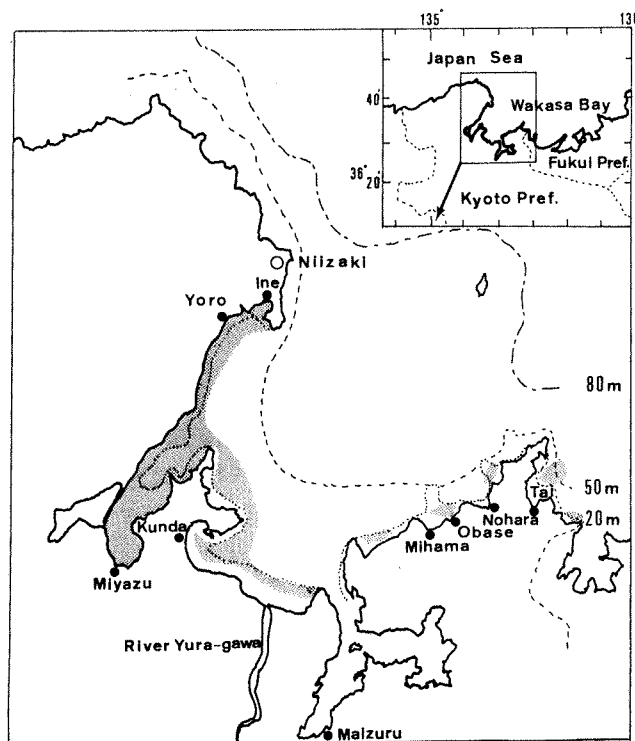


Fig. 1. Landing places of Kuruma prawns (●) where catch records were collected and site for measuring temperature through a year (○).

と1992年5月～12月の水深25mの月平均水温をもとめた。この資料は両年のクルマエビの成熟過程の違いを検討するのに用いた。

## 結果

### 1. 交尾栓および精包保有個体について

1991年と1992年の全個体を対象に、体長別に交尾栓を保有する個体の出現率を求めて Fig. 2 に示した。全個体の内の50, 75, 100%が交尾栓を保有する体長を推定して両年の間の差を求めた。その差は約10mm以内の範囲にあった。50%保有率の体長は約155mm, 75%のそれは約170および180mmで、体長が220mmに達するとほぼ100%の個体が交尾栓を保有していた。交尾栓を保有していた最小の個体は体長が134.8mmの個体で、体長120mmクラス以下の個体では交尾栓を保有していなかった。ここで、50%保有率を示す体長を160mmとして、この体長を境にそれ以上の大きい体長のグループを交尾栓保有A群(以下、単にA群)、それ以下の小さい体長の130～159mmのグループを交尾栓保有B群(以下、単にB群)とした。

次に、A, B群別に交尾栓保有個体の出現率を月ごとにまとめて Fig. 3 に示した。A群においては1991年, 1992年共に4月から9月の間はほぼ75%以上の個体が交尾栓を保有していたが、10月には両年共に30～40%に低下した。その後、1992年には交尾栓を保有する個体が再び50%のレベル以上となったが、1991年ではその傾向は顕著ではなく、10月以降の交尾栓保有個体の出現率には年による変化があった。しかし、両年共に12月以降の冬季に向けて保有

個体の出現率は高まる傾向を示した。

B群は Fig. 3 に示すように、両年ともに6月に約75%の個体が交尾栓を保有したが7月以降その出現率は低下した。特に、1991年の10月～12月にかけては交尾栓保有個体は皆無に近い状態であった。しかしながら、1992年の場合には、10月以降も25%程度の個体が交尾栓を保有し、年によって9月を境に保有個体の占める割合に違いがあった。

精包保有個体の月別出現率を交尾栓保有個体の出現率を示す Fig. 3 に重ねてまとめた。Fig. に示すように、両年ともに精包保有個体の出現率は交尾栓の有無を示す月ごとの変化とほぼ対応した。すなわち、A, B両群ともに6～8月にかけて精包保有個体の出現率が50%以上と高いが、9～10月にかけてそれが30～40%と低くなったが、再度11～12月には50～100%(A群)と高くなった。A群においては、この傾向は両年共に同じであった。なお、精包保有個体の出現率と交尾栓保有個体の出現率は一致せず、A群では精包保有個体の出現率は交尾栓保有個体のそれより常に低い値を示す月が多いが、B群ではそれが逆に常に高くなった。

### 2. GSI 指数の変化

GSI 指数を1991年は5月から11月まで、1992年は6月から12月までの期間について求めることができた。この期間を通して見ると、指数は2%以下から10%以上の範囲にあって、未成熟期から成熟期への推移、あるいは成熟期から未成熟期への推移を把握することができた。しかし、B群においては、6月から成熟が進行し8月には成熟期を迎える傾向を示したが、ここでは未熟から成熟の過程を比較的明瞭に示唆しているA群について Fig. 4 に示した。成熟期を示す GSI 指数8%以上の個体が出現したのは、

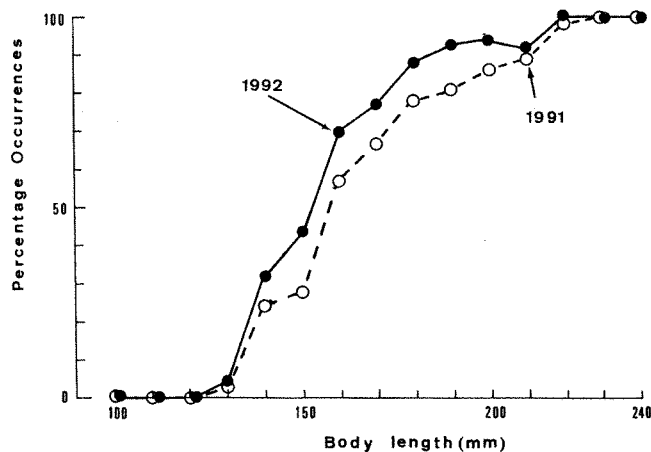


Fig. 2. Percentage occurrences of Kuruma prawns having copulatory plug for each body length class at 10 mm intervals.

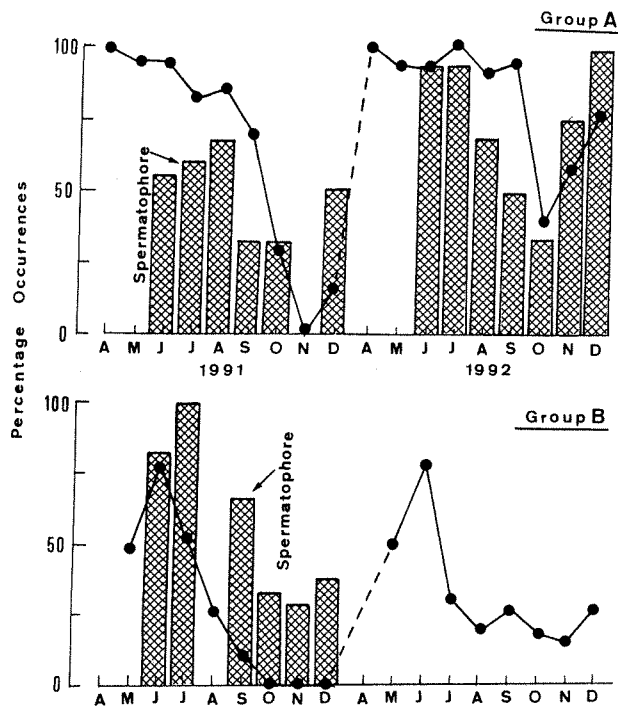


Fig. 3. Monthly changes of percentage occurrences of Kuruma prawns having copulatory and spermatophore, respectively, from April 1991 to December 1992. Group A is for more than 160 mm in body length and Group B is for less than 160 mm.

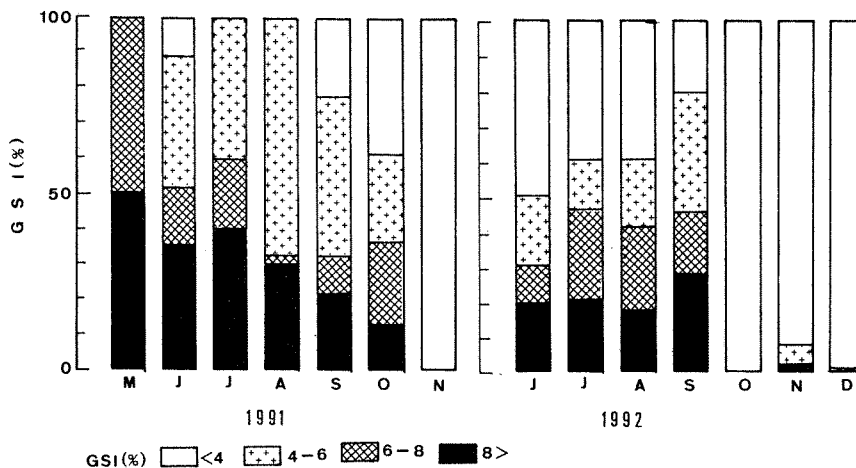


Fig. 4. Monthly changes of four mature stages based on GSI (gonadosomic index) of Kuruma prawns from May 1991 to December 1992.

1991年は5月～10月、1992年は6月から9月までと11月であった。指数8以上の個体の中で10%以上のもっとも成熟が進行していると思われる個体が出現したのは、1991年は6月から8月までと10月で、1992年は6月から7月までと9月であった。このように年によって成熟の個体の出現

率とその時期に変化が認められた。未成熟期の個体の出現率とその時期も年によって異なり、未成熟期の個体は11月には両年ともに90%以上を占めるが、1991年はそれ以外の月においては50%以下で、1992年は6月から8月にかけて40～50%の個体が、また10月から12月では90%以上の個体

が未成熟の状態であった。こうした成熟期と未成熟期の個体の出現時期の違いは、Fig. 3 に示した交尾栓と精包の保有個体の出現状態から、1991年は1992年より成熟期が1~2カ月遅れていたことを示唆した。また、1992年は成熟期の個体が高月（5月、6月）でありながら、A群の中に未成熟期から未成熟発育期にかけての個体が40~50%程度存在したのは、1991年11月、12月における交尾栓あるいは精包保有個体の割合が低かったことによるものと推定された。

### 3. 体長組成

Fig. 5 に示した体長組成図において、5月から9月にかけて体長 150~160 mm 以下の群が (Fig. 5 には認められないが) 体長約 175~185 mm に平均体長の群へと脱皮・成長し、さらに10月から11月にかけて体長 160~170 mm あたりに卓越したモードが両年ともに出現した。このモード

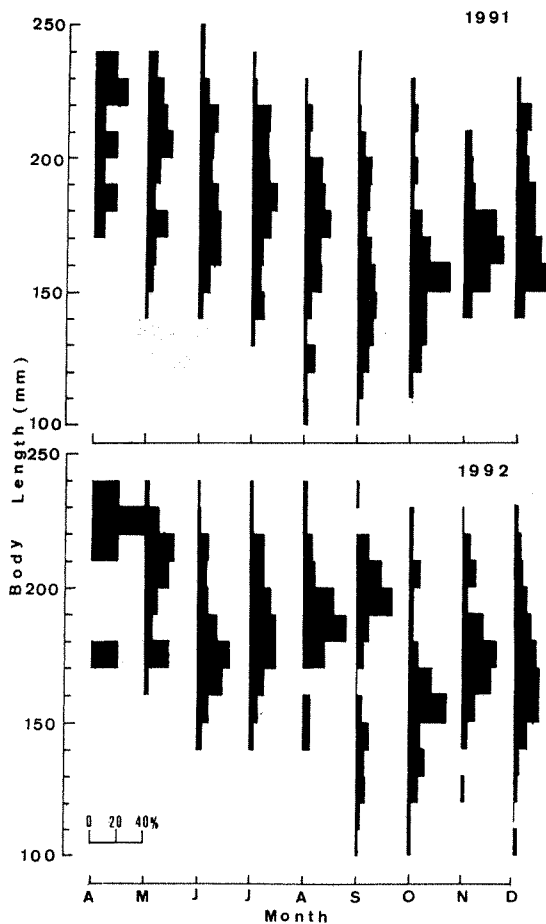


Fig. 5. Monthly frequency distributions of body length of Kuruma prawns caught 1991 and 1992.

を形成する個体は、Fig. 2 で分離した体長 160 mm 以下の個体が脱皮・成長したものと推察した。また、5、6月には体長 210~220 mm あたりに平均体長を持つ群がさらに大型の群へと脱皮するが、Fig. 5 には顕著なモードを持つ群は確認できなかった。

このように、漁獲対象となる当海域のクルマエビは年1~2回の脱皮で成長するものと推定すると、漁獲されるクルマエビは発生時期（年）の違う3つの群から構成されているようである。

### 考察

クルマエビは精包を受け取る役目をする受精のうが閉鎖型である。したがって、雌の脱皮直後の卵巣がまだ成熟していない時に交尾して精包が渡され、雌自らが精包の漏出を防ぐために交尾栓を形成する（矢野, 1988）。Fig. 3 のA群が9、10月以降に交尾栓ならびに精包の保有率を低下させるのは、産卵を経過したことを示し、再度保有率が高くなることから10~12月（秋期）に脱皮に引き続く交尾を行うものと推定する。この時期は Fig. 4 に示すように卵巣は未成熟の個体が100%近くを占める。一方、B群は6月にもっとも高い交尾栓と精包の保有率を示し、その後顕著にその率が低下することから、秋期にB群は脱皮~交尾をしてA群に加入すると推測できる。しかし、B群の160 mm 以下の個体の50%が交尾栓を保有するのであるから (Fig. 2), 残る50%の個体は交尾栓を持たないままで、5、6月（春期）にA群に加入して、その年の10月から12月にかけて脱皮・交尾を迎えるものと思われる。したがって、産卵時期を6~9月とすると (YANO, 1987), クルマエビの初産卵群の約50%は雄から受け取った精包を約1年間保有し（7月から翌年6~9月）、残る50%の個体は約半年程度保有する（10~12月から翌年6~9月）ことになる。

産卵期は成熟卵を持つ個体が多数出現した時期であるが、GSI 指数が10%以上の個体の出現した6~7月が最盛期と推定できる。Fig. 4 で、1991年は10月（13%）に、1992年は11月（2%）に、出現率は低い成熟期の個体が認められたが、当調査海域の産卵主群ではないと思われる。海域または露地池養殖によっては GSI 指数の最高値が春の終わり頃と秋の初め頃である (YANO, 1987) ことから、一般にクルマエビは、生殖腺の成熟に関与する水温・日照時間などの自然条件によって、同じ海域であっても産卵期は春期終わり頃から初夏を主体としながらも、秋期にいたることもあると推察してもよい。Fig. 6 に当調査海域周辺（水深 25 m）の春期終わりから12月にかけての月平均水温を示した。この Fig. によると、1991年は8月以降

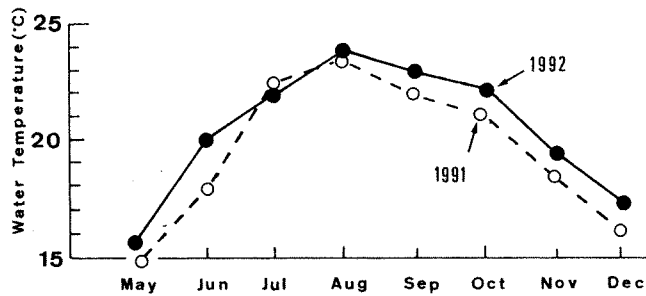


Fig. 6. Monthly water temperatures at 25 m depth.

12月まで1992年に比べて1°Cほど低く推移した。この水温差が、Fig. 4に示す成熟期の個体出現率の違いの理由であるかもしれない。YANO (1987)によると、クルマエビは18°C以上の水温で生殖腺が活性を高め、最適成熟水温は25°Cであると論じている。当調査ではクルマエビの生息海域で周年連続的に水温を記録していないが、Fig. 6の記録によると最適成熟水温には周年達することはない。また、調査海域のクルマエビの生殖腺が活性を高める水温18°C以上の期間は7, 8カ月で、残る4, 5カ月は外部環境的に抑制される。こうした生息環境においては、1カ月の平均水温が1°C上下することはクルマエビの生理現象にかなりの影響を与えているのではないだろうか。今後、日照時間（照度）と共にクルマエビ生息海域の水温と生殖腺の成熟との関係を調査していきたい。

交尾栓と精包の保有個体の出現に注目した今回の調査で、以下の疑問が残った。Fig. 3において、交尾栓を保有する個体は精包を受け取った個体であるから、両保有率はほぼ同じ率で出現するものと期待されるが、A群では特に精包保有率は交尾栓保有率より低い。また、B群の9月から12月にかけての交尾栓保有率は0%に近いが精包保有率は25~30%であった。交尾は卵巣が未成熟な雌との間で行われるのであれば、追尾行動で未熟な雌が精包を受け取らないまま交尾栓を形成したとも推測できる。そうした現象は160 mm以上の個体に多く、それ以下の大きさの個体には少ないように考えられた。資料採集上の偏りの問題とかあるいは当海域のクルマエビの特殊性とも考えられるので、今後の詳細な調査結果を待って検討したい。

最後に、当調査海域で放流したクルマエビについて考察する。放流時の体長は年度によって違うが、体長約25~58 mmの大きさを7月を中心に放流し、雌は9, 10月に体長140~170 mmほどに成長する（中路, 1986）。この体長はFig. 2のB群からA群にかけての中間的な大きさを、秋期から春期遅くにかけて50%以上が交尾栓あるいは精包を保有する個体になるものと思われる。この解析から得た

生殖腺の成熟過程が、当海域の環境的な特性から判断してもっともクルマエビの生産、あるいは放流クルマエビの再捕量を高める上で、適的な現象であるならば、秋期にはA, B両群の境界体長（160 mm）個体に成長するように、放流サイズと放流時期を定めなくてはならない。しかし、生殖腺が成熟する春期の昇温傾向と8月以降の海水温を予測することは困難ではあるが、これらの時期の水温が放流したクルマエビの成熟過程に影響することも留意すべきと考えられる。

## 文 献

- 茂野邦彦. 1976. クルマエビ資源培養技術の進歩. FAO 水産増養殖国際会議論文集 (I), 8-15. 水産庁.
- 矢野 勲. 1986. 甲殻類の増養殖, 農林水産研究文献解題 No. 12, 260-261. 農林水産技術会議事務局編.
- 矢野 勲 & Claudio Chavez Justo. 1990. クルマエビ類の生態, 生殖及び生産周期の現状. 世界のエビ類養殖. 3-21. 緑書房.
- 中村 薫. 1989. 甲殻類の成熟, 発生, 成長とその制御, 水産繁殖学. 293-323. 緑書房.
- 矢野 勲. 1988. 交尾・産卵, エビ・カニ類の種苗生産, 54-63. 日本水産学会編. 恒星社厚生閣.
- YANO, I. 1987. Maturation Kuruma Prawns *Penaeus japonicus* Cultured in Earthen Ponds. Proc. US-Japan Aquaculture Panel Symposium on Reproduction, Maturation and Seed Production of Culture Species, Baton Rouge, LA 25 Oct. 1983, US Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 47: 3-7.
- 中路 実. 1986. クルマエビ種苗放流効果の事例—京都府栗田湾, クルマエビ栽培漁業の手引き. 222-250. 日本栽培協会.
- 京都府立海洋センター. 1993. 平成4年度重要甲殻類栽培資源管理手法. 開発調査事業報告書. 京1-24.

### Synopsis

## Sizes of Kuruma Prawns Referring to Maturation and Spawning in Coastal Waters of Kyoto Prefecture

Yuichi HAMANAKA and Hiroaki SHIROTA

The percentage occurrences of prawns having the copulatory plug were estimated to be 50% for 155 mm class in body length, 75% for 170 mm, and 100% of prawns of more than 220 mm had the plug. The smallest size of prawn having the plug was 135 mm. It seems that the higher occurrences for the prawn of more than 160 mm were observed during the period from April to September and the wintering period from December.

Higher values of GSI showed the main spawning period (June–August) and supplementary October–November, though there appeared to be some annual differences in month. In the size frequency distributions of prawn monthly caught, there were distinctive modal groups, 160–170 mm, 175–185 mm and 210–220 mm. It implied that rather small prawns (160–170 mm) molted from May to September (mainly June–August) and shifted into the 175–185 mm group, simultaneously showed the higher percentage of the individuals of prawns having the copulatory plug. The prawns of less 160 mm in body length seemed to molt and recruited into the class of 160–170 mm, October–November, some of which had the plug. It was probably that all the prawns in the class of 160–170 mm might be mature at the following molt to 175–185 mm, May–September. Larger prawns having 210–220 mm in body length also seemed to molt, May–September, and grew to more larger class of 240–250 mm.

From these findings, it is suggested the the size of Kuruma prawn, 160–170 mm in total length, may be the critical size referring to reproductive maturation. However, the size may be changeable annually, depending upon the temperature of water at 25 m depth through a year.