

## 日本海産ホツコクアカエビに関する2・3の知見

伊 東 弘

### On the Distribution and Life History of a Deep-sea Shrimp, *Pandalus borealis* KRÖYER, in the Japan Sea.

HIROSHI ITO

#### Abstract

*Pandalus borealis* KRÖYER is generally known as a popular boreal shrimp in the world, and it is one of the most important marine natural products from the Japan Sea.

A biological study was carried out on the shrimp in the Japan Sea in comparison with ones from the other sea areas of the world, using the specimens collected from the field in 1969 to 1973 and those obtained at the Niigata Fish Market in 1969 to 1971. The formers contributed to obtaining its distributional aspect, and the latters were mainly utilized for analyzing its biological characteristics.

The results obtained are as follows.

1) The animal inhabits the coastal waters of Honshu and South Korea. It is also distributed in the offshore reefs and bank areas such as the Yamato-tai, Oki-tai, Hyotan-se, and Hakusan-se. The southern extremity is located around 35° 30'N, and this may be considered as the southern distributional limit of the species in the northern hemisphere.

It is distributed in the strata from the depth of 195 m down to 945 m, but most frequently dwells within the depth range between 200 m and 550 m.

2) The regressions between carapace length in mm (L) and body weight in g (W) are represented as following formulae.

Males and transitionals :

$$\log W = -3.3176 + 3.0942 \log L.$$

Females :

$$\log W = -2.4628 + 2.5028 \log L.$$

The carapace length in mm (X) relates with the body length in mm (Y) as shown by the following equations.

Males and transitionals :

$$Y = 5.7910 + 3.8475 X.$$

Females :

$$Y = 17.0932 + 3.4543 X.$$

3) Using the morphological deformation of the first pleopod endopodite as the index of sex reversal, it is observed that the sex reversal starts at the age  $3\frac{1}{4}$ -year and completes when the animal reaches at the age  $3\frac{3}{4}$ ~4-year. Seasonally, it begins in May and completes during the period from December to February of the next.

4) The females start to bear eggs during the period from February to April, and the larvae leave their mothers during the period from December to next March, so that the pregnant females can be observed almost throughout a year. Such a characteristic of bearing eggs for long period may be pointed out as a remarkable biological property of the species in the Japan Sea.

5) The bigger female, the larger number of eggs in the egg-pouch, ranging from 579 up to 4,904. The average value is 2,219.

6) Analysing the carapace length compositions, it is found that the specimens having ca 15mm carapace length correspond to 2-year age group, then 20mm to 3-year, and 25mm to 4-year old one respectively.

## I. は し が き

ホソコクアカエビ (*Pandalus borealis* KRØYER) は太平洋・大西洋の北部, 北極海に広く分布する環北極種である。日本近海においては, 北海道周辺海域および日本海でもに底びき網やかご網漁業などで漁獲され, 日本海区では1972年に約 4,700トンの水揚げをみている。また, 北欧諸国やカナダ・アメリカ・ソ連などでも底びき網漁業の重要な対象魚種となっており, その生物学についてもこれまで多数の報告がなされている。しかし, 日本近海では北海道周辺海域についてかなり詳細な生物学的知見が得られているが, 本州日本海沿岸については2・3の断片的な報告がなされているにすぎない。筆著は1968年度から3か年間にわたって実施された日本海に関する総合研究<sup>\*</sup>のなかでエビ類の調査研究を担当して以来, ホソコクアカエビの研究を重点的に進めてきた。本報告は前述の研究が開始された1969年から1973年までの資料にもとづいて, 主に分布と生活史についてとりまとめたものである。

本文に入るに先だち, 資料の収集に御協力いただいた新潟・富山・石川・鳥取各県水産試験場の職員および所属調査船乗組員の方々, 日水研所属調査船みずほ丸および水産庁所属調査船開洋丸乗組員の方々に厚く御礼申し上げる。また, この報告をとりまとめるにあたって種々御指導いただいた尾形哲男資源第2研究室長, 本文の校閲をしていただいた浜部基次所長, 上村忠夫資源部長および小牧勇蔵浅海開発部長に対し, また印刷原図を作成していただいた渡辺まゆみ技官に対して謝意を表する。

## II. 材 料 と 方 法

この報告では1969年1月から1971年11月の間に新潟市魚市場に水揚げされた漁獲物と, 1969年以降に実施された日水研所属調査船みずほ丸および水産庁所属調査船開洋丸, 新潟・富山・石川・鳥取の各県水産試験場所属調査船による底びき網・桁網・かご網で得られた漁獲成績報告書が用いられている。これらの資料のうち成長・産卵など生物学的な問題の解明には, 主として新潟市魚市場で収集した材料を用い, 分布については各調査船の試験採業で得た漁獲記録

\* 科学技術庁特別研究促進調整費による。

を使用した。

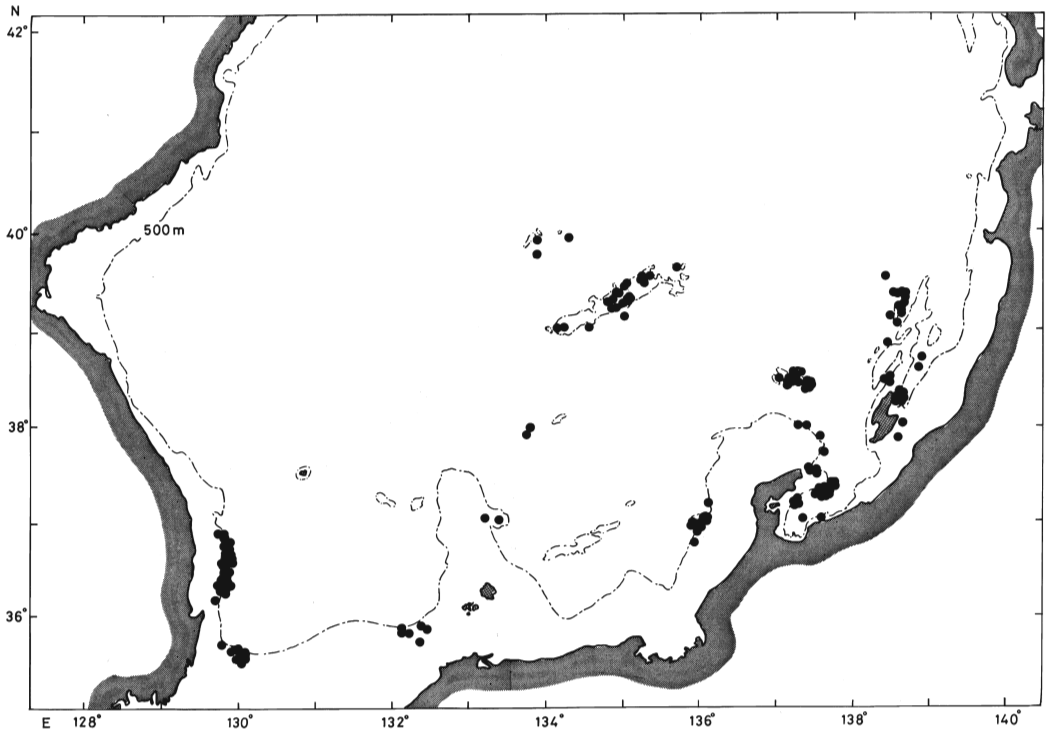
エビの大きさは頭胸甲長で代表させた。頭胸甲長の測定はキヤリパーにより 1 mm 単位で、体重・生殖腺重量などは石田式自動上皿天秤により、体重は  $\frac{1}{10}$  g 単位、生殖腺重量は 0.05 g 単位で計測した。これらの測定には原則として生鮮材料を用いたが、生殖腺重量・外仔卵・卵径の計測には 10%ホルマリンで固定した材料を用いた。また、雌雄判別は第 1 および第 2 腹肢に現われる第 2 次性徴の観察にもとづいておこなった。抱卵数（外仔卵数）は重量法で求め、さらに、外仔卵の卵径についてはほぼ楕円形を呈することから、長径と短径とを測定した。

### III. 結 果

#### 1. 分 布

太平洋・大西洋の北部および北極海における分布については、これまでかなり多くの報告があり、広範囲にわたる知見が得られている。(SMITH, 1882; HJORT and RUUD, 1938; ALLEN 1959; SQUIRES, 1961). 日本海における分布については、MIYAKE *et al* (1962) による対馬暖流域の十脚類の目録と大成 (1966), 浜渦 (1972), 山田 (1974) らの報告があるが、これらはいずれもかざられた水域を対象としており、全域的な観点からとりまとめられたものは見当たらない。

第 1 図は各県水試調査船により、日本海中央部から西部にいたる広範囲な水域でおこなわれた延べ 280 回の底びき網・桁網・かご網の試験操業の中、ホツコアカエビが漁獲された 170



第 1 図 試験操業（底びき網・桁網・かご網）によるホツコアカエビの採集地点

Fig. 1. Geographical distribution of the deep-sea shrimp, *Pandalus borealis* KRØYER in the Japan Sea.

点の分布を示したものである。漁獲地点は図に示されるように陸棚縁部から沖合堆周辺水域に広く分散し、特に前者については陸棚斜面にそつてほぼ全域にわたっている。

これまでホツコアカエビの分布の南限は、西部大西洋ではノヴァ・スコティアの南 (41° N)、東部大西洋ではイングランド沖合 (54° N)、東部太平洋ではコロンビア河 (46° N) までとされ、西部太平洋では日本周辺水域とされていたが詳細な記録はなかつた。今回の調査結果から、日本海では本州沿岸の陸棚斜面を中心に沖合堆域に及ぶ広範囲にわたつて分布し、棲息域の南限は35° 30' N付近までおよんでいることが明らかとなつた。これはホツコアカエビの分布の南限に関する従来の記録を書きかえるものである。

また、深度別の出現頻度をみると、その範囲は195 mから945 mで、その中でも200 mから550 mの間の頻度をもつとも高い (第1表)。日本海以外の海域に関する記録によると、メイン湾

第1表 水深別の操業回数 (底びき網・桁網・かご網) およびホツコアカエビの入網回数  
**Table 1.** Vertical distribution of the deep-sea shrimp, *Pandalus borealis* KRØYER by the research vessel operations.

深度 (m)	操業回数	入網回数	深度 (m)	操業回数	入網回数
50-	2	0	700-	12	2
100-	1	0	750-	12	4
150-	2	1	800-	7	2
200-	16	15	850-	13	2
250-	16	14	900-	9	2
300-	16	14	950-	6	0
350-	27	25	1000-	11	0
400-	23	21	1050-	0	0
450-	27	23	1100-	7	0
500-	32	28	1150-	5	0
550-	18	13	1200-	8	0
600-	6	2			
650-	4	2			

では9~329 m (HAYNES and WIGLEY, 1969), ノルウェー沿岸では100~250 mで漁獲が多い (HJORT and RUUD, 1938)。ベーリング海からコロンビア河にいたる水域では54~640 mに棲息するが (RATHBUN, 1904), 水域によつてかなり差があり、プリビロフ水域では70~100 m, 東シユマギン水域では95~145 m, ポートロック堆付近では115~140 mとなつている (イワノフ, 1970)。北海道東太平洋では季節によつて多少の変動はあるが、ほぼ200~500 mの範囲に棲息している (阿部, 1967)。これらの記録と今回の結果とを比較すると、日本海のホツコアカエビは棲息水深帯の幅が広く、北海道東太平洋と同じように、他水域より深い所に分布の中心があることで特異的である。また、今回の調査では水深920 mと945 mの所で、かご網によつてそれぞれ1個体ずつではあるが採集されている。これは現在までに採集された中でもつとも深い所からの採集記録ではないかと考えられる。

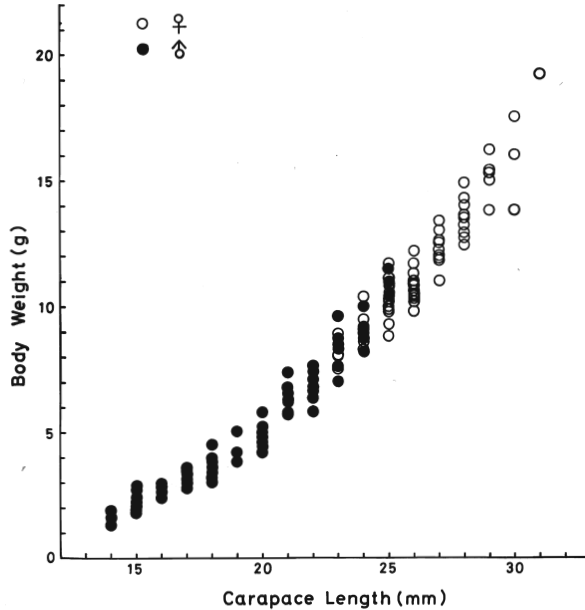
ホツコアカエビの分布を規制する要因として、ALLEN (1959) は水温、塩分、底質、水深、その他の5つの事項をあげている。その中で水温は考えられ得るもつとも重要な制限要因であつて、ホツコアカエビの棲息し得る水温範囲は-1.68~11.3℃であるとしている。また、この種は比較的高い塩分濃度 (34.1%~35.5%) を好むが、狭塩性種であるため、水温に加えて塩分も大きな規制要因となつており、水深については水温その他との関連でかなり地域差が認

められていると述べている。日本海においてはホソクアカエビの棲息の中心にあたる 300~600m の水深帯では、水温および塩分はともに周年ほとんど変化がなく、400m 層でそれぞれ 0.4~0.8°C, 34.23~34.41% の範囲 (YASUI *et al.*, 1967) で、このような環境条件と前述の分布の規制条件から考えると、日本海のホソクアカエビは棲息可能な極限に近い環境条件下におかれているものと推定される。

### 2. 頭胸甲長と体重の関係

頭胸甲長と体重の関係 (第 2 図) は一般に(1)式で表わされる。

$$W = aL^b \dots\dots\dots(1)$$



第 2 図 頭胸甲長と体重の関係

Fig. 2. Relation between the carapace length and the body weight.

ただし、W は体重 (g), L は頭胸甲長 (mm), a, b は定数を表わす。

計測した標本は雌 96 個体、雄および性転換期のものを合わせて 166 個体で、抱卵している雌については外仔卵を除去した体重を用いた。また、推定に際しては雄期と性転換期および雌期の 2 期に分け、計測値を(1)式を対数変換した関係式にあてはめた結果、

雄期および性転換期では

$$\log W = -3.3176 + 3.0942 \log L \dots\dots\dots(2)$$

雌期では

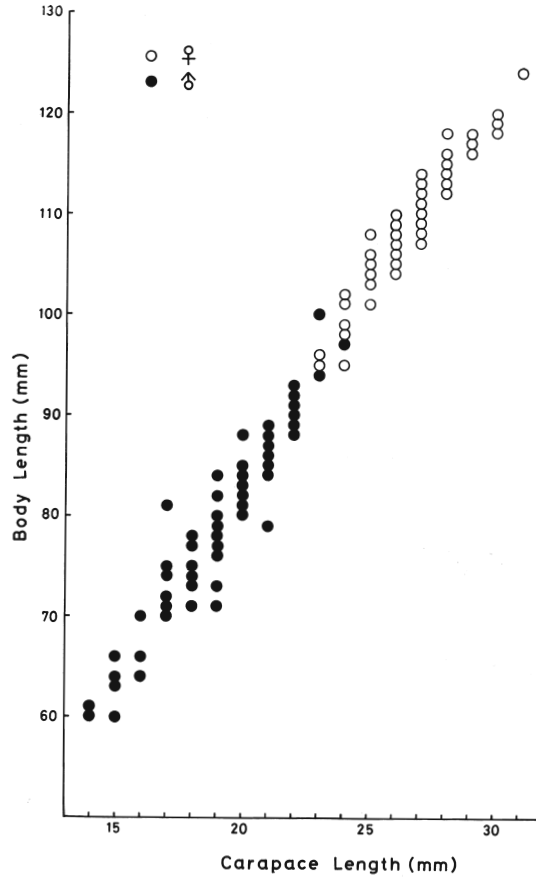
$$\log W = -2.4628 + 2.5028 \log L \dots\dots\dots(3)$$

がそれぞれ得られた。

また、頭胸甲長と体長との間には直線的な関係が認められ (第 3 図)、発育段階別に回帰式を求めた結果、

雄期および性転換期では

$$Y = 5.7910 + 3.8475 X \dots\dots\dots(4)$$



第3図 頭胸甲長と体長との関係  
Fig. 3. Relation between the carapace length and the body length.

雌期では

$$Y = 17.0932 + 3.4543 X \dots\dots\dots(5)$$

となった。ただし、Xは頭胸甲長 (mm)、Yは体長 (眼窩後縁から尾節末端までの長さ、mm) を表わし、また測定個体数は雄および性転換期のものが82個体、雌期が99個体であった。

頭胸甲長と体長との関係について、BUTLER (1964) はブリテイシユ・コロンビアで、山田 (1974) は石川県加賀海域のものについて、ともに直線回帰を適用している。これらの回帰直線と今回の結果とを比較すると、ほとんど差異はなく、頭胸甲長と体長の相対成長に海域差は認められなかつた。

### 3. 性 転 換

ホツコクアカエビは雄性先熟の雌雄同体で、その生活史のある時期に雄から雌へ性の転換を行なう (BERKELEY, 1930; JÄGERSTEN, 1936; ALLEN, 1959)。そして、雄から雌への転換期にある個体を性転換個体と呼ぶ。このような発育過程にもとづいて、一般にホツコクアカエビの生活史を次の3つのカテゴリー、すなわち、雄期・性転換期・雌期に分類する方式が定着してきている。この調査で用いた性転換期にある個体の識別方法は、肉眼観察による第1腹肢内肢の形態変化を主体とし、この部位のみで判別が困難な場合にのみ第2腹肢内肢にある雄性突

起の観察でおこなった。その結果にもとづいて整理した性転換個体の月別出現率（雄と性転換個体に対する性転換個体の出現比）を第4図に示した。図に示されるように、出現率は12月から翌年2月の間にもつとも低く、その後増加傾向に転じ、6～8月の間に最大値を示し、9月以降は減少傾向をたどっている。このような第2次性徴にもとづいた出現率の季節変化からみれば、性転換は5月ごろに始まり、12月から2月へかけてほぼ完了するものと推定される。

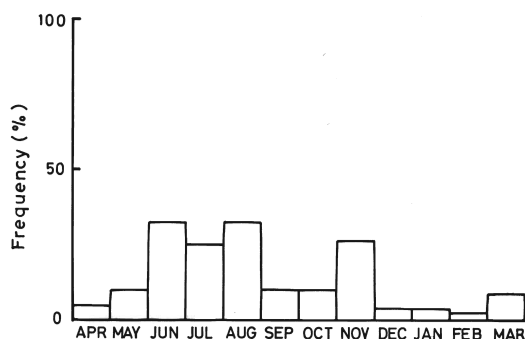
なお、11月の出現率が異常に高い値を示しているが、この種の現象はすでに ALLEN (1959) や HAYNES and WIGLEY (1969) によつて指摘されており、その原因として第2次性徴の形態変化と卵巣の発達との間

にみられる時間的なずれに起因するのではないかとしている。第2次性徴の形態変化と生殖腺の発達との間に時間的なずれがあるとすれば、今後は形態変化の追跡と同時に、転換期に入った後の生殖腺の発達状態、特に生殖腺の組織学的観察などの面からの検討を並行して実施することが転換期を明確にするうえで重要であろう。

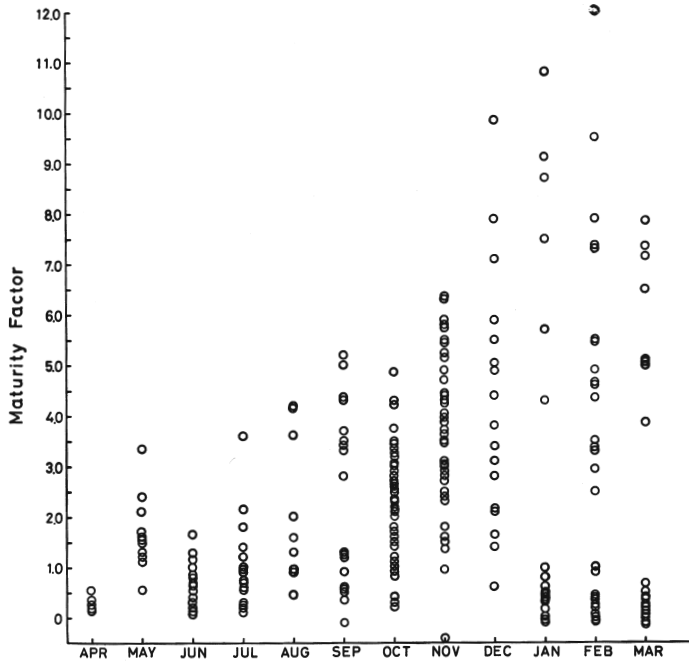
HJORT and RUUD (1938), RASMUSSEN (1953), ALLEN (1959) らによれば、雄期もしくは性転換期に対応する小型のものの中に、第1次雌（雄の特徴を全く発現しないまま直接雌となるもの）および第2次雌（雄の形質が現われた後、その能力を発揮しないまま雌となるもの）を発見するとともに、これらの出現比率は水域によつて著しく異なるとしている。今回の調査では、頭胸甲長20～22mmの小型の個体ですでに雌形質をもつものが3個体採集され、その中1個体は抱卵個体であつた。これらの個体は後述する成長から推定すると、第1次もしくは第2次雌と考えられる。しかし、いずれにしても、これらの特殊な発育過程をたどる雌は量的には少ないとみられる。したがつて、生物学的な意義は別として、資源的にはあまり問題にならないと考えてさしつかえないであろう。

#### 4. 産卵とふ化

産卵とふ化は水温と密接な関係があり、RASMUSSEN (1953) は亜北極とノルウェー南部沖のホツコアカエビの成長と発生を比較して、水温が低いほど産卵期が早く、抱卵期間が長いことを見出している。このような傾向は HORSTED and SMIDT (1956) によつてグリーンランド西岸の標本についても認められている。ここでは性転換期および雌期における生殖腺重量の季節変化および外仔卵の発生状態を調べるによつて産卵期とふ化期を推定した。成熟度係数 ( $Mf = WG/W \times 100$ ) の月別変化をみると、第5図に示したようにばらつきは大きい、4～7月には全体的に低く、8月ごろから上昇し始め、12月から3月の期間にもつとも高い水準に達した後、3月から4月へかけて急低下している。一方、抱卵個体の出現率および外仔卵の発生段階を調べた結果、外仔卵を持つ雌の出現率は2～3月にかけてもつとも低く、さらに、外仔卵の大部分が発眼卵であつた。これらのことを考え合わせると、日本海のホツコアカエビは2月ごろ産卵を始め、3～4月が最盛期で5月ごろまでつづくと考えられる。なお、抱卵雌の生殖腺を調査した結果によると、生殖腺は周年発達することなく、抱卵期間内における成熟度



第4図 性転換期個体の月別出現頻度  
Fig. 4. Percentage of the sex reversal shrimps.

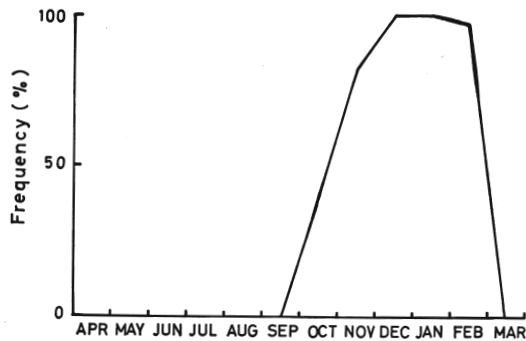


第5図 成熟度係数の季節的变化

Fig. 5. Seasonal change of the maturity factor.

係数は1.0以下であった。したがって、倉田(1957b)らがすでに指摘したように、抱卵雌の2回目以降の産卵は幼生のふ化後、少なくとも1年の間をおいて行なわれるものと推定される。

ふ化期を発眼卵の出現状態(第6図)から推定すると、盛期は1~3月ごろで、早いものでは12月に始まり、4月には終るものと考えられる。以上に述べた産卵期とふ化期とを考え合わせると、日本海のホソクアカエビの抱卵期間は10か月から12か月にわたるものと推定されよう。

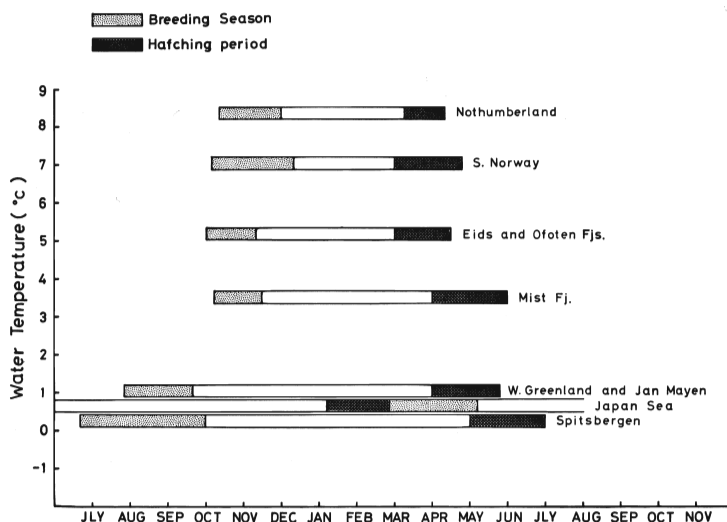


第6図 発眼卵の出現頻度の季節的变化(1969.4~1970.3)

Fig. 6. Seasonal change of the percentage of the eyed-egg occurrence in the ovigerous females.



前述の結果と既往の文献にもとづいて、産卵期・ふ化期および抱卵期間を水温と関連させて模式的に示すと第7図のようになる。この図から、日本海のホツコアカエビはスピッツベルゲンやグリーンランドとならんでもつとも低水温域に棲息しており、また、RASMUSSEN(1953)によつて指摘された低水温帯に特有な現象、すなわち、産卵期が早く抱卵期間が長い傾向をおびていることは明らかであろう。しかし、産卵期とふ化期のパターンをみるとスピッツベルゲ



第7図 異なつた海域の産卵期・ふ化期・抱卵期の比較  
 Fig.7. Comparison of breeding season, hatching period and ovigerous period from the various shrimp populations. (after ALLEN).

ンやグリーンランド水域では夏から秋へかけて産卵し、春から夏へかけてふ化するのに対し、日本海では春季が産卵期、冬季がふ化期となっている。阿部(1967)、林(1967)の報告によれば、北海道太平洋沿岸では産卵期は6~7月、ふ化期は2~4月であるとされ、倉田(1957b)は北海道日本海沿岸では4~6月に産卵し、抱卵期間は8~12か月で、12月から4月へかけてふ化すると報告している。これらのことから、北海道太平洋沿岸の産卵期・ふ化期のパターンは夏季産卵・春季ふ化の範疇に属し、北海道日本海沿岸の場合は春~夏季産卵、冬~春季ふ化の範疇に入るものと考えられる。後者の場合は産卵期・ふ化期とも範囲を広くとつてあるので、本調査の結果とほぼ対応しているといえる。これに反し、前者すなわち太平洋のものについては、かなり季節的なずれがみられ、むしろ第7図に示した大西洋のパターンに類似しているといえよう。このように日本海の本種の産卵・ふ化の季節的パターンが他の水域と異なっていることはきわめて興味深い点である。この現象についてはすでにふれたように、日本海でのホツコアカエビが深海域へ棲息域を拡大し、また、本種の棲息環境としては限界に近い低温・低鹹の環境条件下で個体群を維持して来た過程を通して獲得した特異性と考えるのが妥当なように思われる。

### 5. 抱卵数

頭胸甲長23~33mmの69個体について調べた1個体あたりの抱卵数は579~4,904の範囲にあつて、平均は2,219であつた(第8図)。

RASMUSSEN (1953), HORSTED and SMIDT (1966), 阿部 (1967), HAYNES and WIGLEY

(1969) らによれば、抱卵数は頭胸甲長が大きくなるにしたがって増加する傾向があるとし、一方、倉田 (1957 b) や林 (1967) らは頭胸甲長と抱卵数の間に密接な関係はないとしている。第 8 図によれば、大きな個体ほどはらつきが大きい、頭胸甲長が大きくなるにしたがって抱卵数も増加する傾向にあるといえる。

また、抱卵数は棲息水域によっても異なり、北海では頭胸甲長 16~25 mm で平均 690 (ALLEM, 1959)、ノルウエー沿岸では 16~26 mm で平均 760 (RASMUSSEN, 1953)、北海道東岸では 23~35 mm で平均 2,370 (阿部, 1967)、メイン湾では 22.2~31.0 mm で平均 2,400 (HAYNES and WIGLEY, 1969) となっている。この調査では頭胸甲長・抱卵数ともに、北海道東岸・メイン湾の場合とほぼ等しく、北海・ノルウエー沿岸の場合より大である。

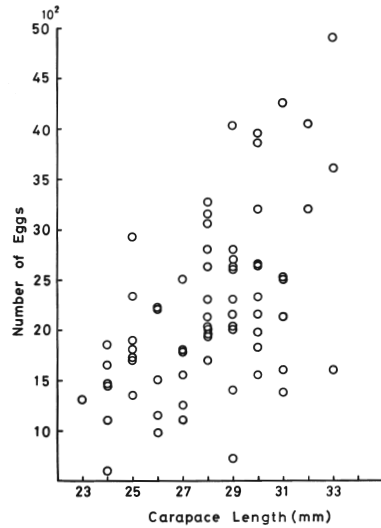
ホツコクアカエビでは、胚発生の進行に伴って卵の脱落現象がみられるトヤマエビとは異なり、胚発生過程での卵の脱落現象はないとされている (倉田, 1957 a, b)。この現象をたしかめるため、産卵盛期の 4 月から翌年 3 月のふ化期までの 1 年を 4 期に分けて抱卵数を調べた。その結果によると、4~6 月では平均 2,549、7~9 月；2,090、10~12 月；2,084、1~3 月；1,865 となり、減少傾向が認められた。1~3 月はふ化期に入るので、1 部ふ化したための減少とも考えられるが、7~12 月の間における減少は約 500 粒に達している。

HAYNES and WIGLEY (1969) は、死卵や死にかけている卵が 0~27% の範囲で出現し、平均して 2.3% の卵が死卵などであったと報告している。今回は死卵や死にかけている卵についての観察は行なわなかったが、これらの出現の可能性は十分に考えられる。

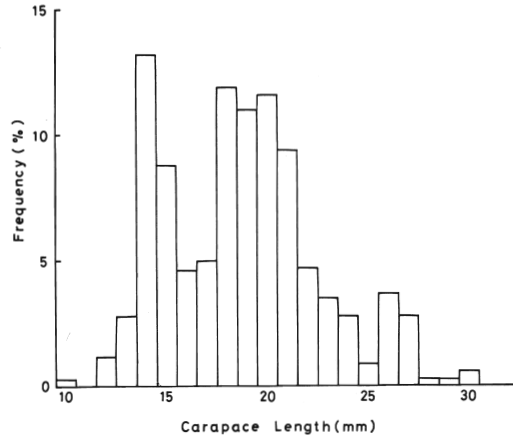
また、胚発生の進行に伴って卵径が増大することが林 (1967)、阿部 (1967)、HAYNES and WIGLEY (1969) らによつて報告されているが、今回の調査でも同じ現象がみられ、産卵直後と思われる 4 月の卵は長径 1.16 mm、短径 0.82 mm の楕円形であったのに対し、ふ化直前の 1 月の卵は長径 1.7 mm、短径 1.05 mm の楕円形であった。

## 6. 年令と成長

日水研所属調査船みずほ丸による試験操業 (1971 年 2 月) で採集したものの頭胸甲長組成を第 9 図に、また、新潟市魚市場において周年 (1969 年 4 月~1970 年 3 月) にわたつて採集したものの雄・雌・性転換期別の頭胸甲長組成を第 10 図にそれぞれ示した。みずほ丸の採集位置は佐渡・両津湾であるが、市場に水揚げされたものの漁獲水域は佐渡周辺から佐渡北方魚礁群にいたる広範囲にわたり、漁場は季節的にかなり移動している。まず、採集水域が明確で比較的かぎられている第 9 図の組成をみると、14 mm 前後 (A 群)、19 mm 前後 (B 群) に明瞭なモード群が、また、25 mm 前後 (C 群) にやや不明瞭なモード群が認められる。これらのモード群を異なつた発生群とみて第 10 図の組成を検討すると、季節的な差異はあるが C 群の出現は比較的明瞭である。B 群については時期的にモードの形成が認められることもあるが、多くは小型の方へとすそを引いた形となっている。A 群は年間を通じて出現率が低く、4・5 月を除いてはモード群の形成はみられない。

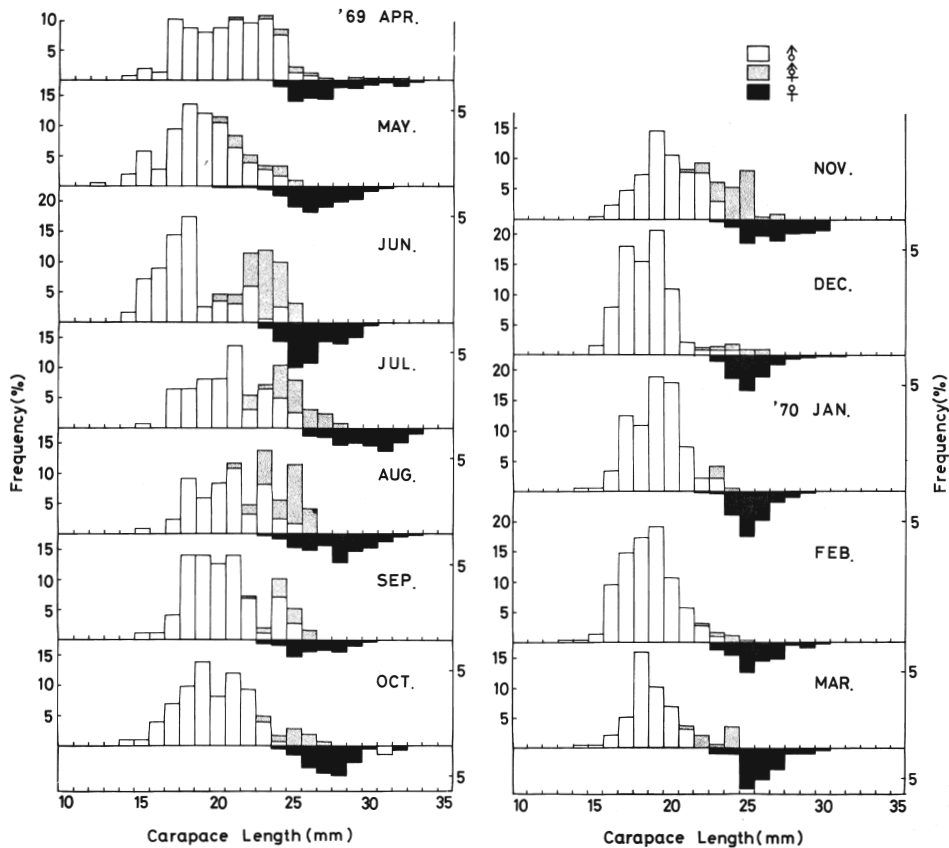


第 8 図 頭胸甲長と抱卵数との関係  
Fig. 8. Relation between the number of eggs per clutch and the carapace length.



第9図 頭胸甲長組成 (1971年2月 両津湾採集標本)

Fig. 9. Percentage of the carapace length composition for specimens collecting from Ryotsu Bay, February 1971.



第10図 ホツコクアカエビ頭胸甲長組成の季節的变化 (新潟市魚市場 1969年4月~1970年3月)

Fig. 10. Percentage carapace length composition of the deep-sea shrimp population off Niigata. (April 1969~March 1970).

林 (1967) は底魚類の胃内から見出された個体や試験操業で採集した標本から、満 1 年で体長約 40mm, 満 2 年で 70~80mm に成長すると報告している。これらの体長を頭胸甲長に換算するとそれぞれ約 9mm, 約 16~19mm となり、この推定にしたがえば A 群は 2 才群に対応する。A~C 群が年級群であるかについては、後述するようになお検討の余地が残されているが、群間の成長量および前述の検討などからおして異なつた年級群に属する可能性が大きい。このような推測にもとづくと、みずほ丸の採集時期がふ化盛期にあたっていることから考えて、A~C 群はそれぞれ満 2 年、満 3 年、満 4 年の時点にあたっていることになる。上述の査定にもとづいて、年令と発育段階の対応をみると (第 10 図)、2 才群ではほとんど雄で占められていて 3 才になると性転換期のものが現われはじめ、3 才中期になると性転換期のものが主体となり、さらに満 4 才の時点ではほとんどのものが雌に変わっている。換言すれば、性転換の行なわれるのは 3 才の中期から満 4 才へかけての時期が盛期であると考えることができよう。

また、第 10 図の頭胸甲長組成から年令別の出現状態を検討すると、季節的に 3 才群もしくは 2 才群の割合がもつとも大きく、4 才群がこれについているが、1 才群以下のものはほとんど出現していない。頭胸甲長の上限は 33mm に達しており、月によつては 30mm をこえるところにもやや不明瞭なモードが現われている。しかし、これらの大型群の出現率は年間を通ずると低い水準にとどまつている。

#### IV. 成長に関する若干の論議

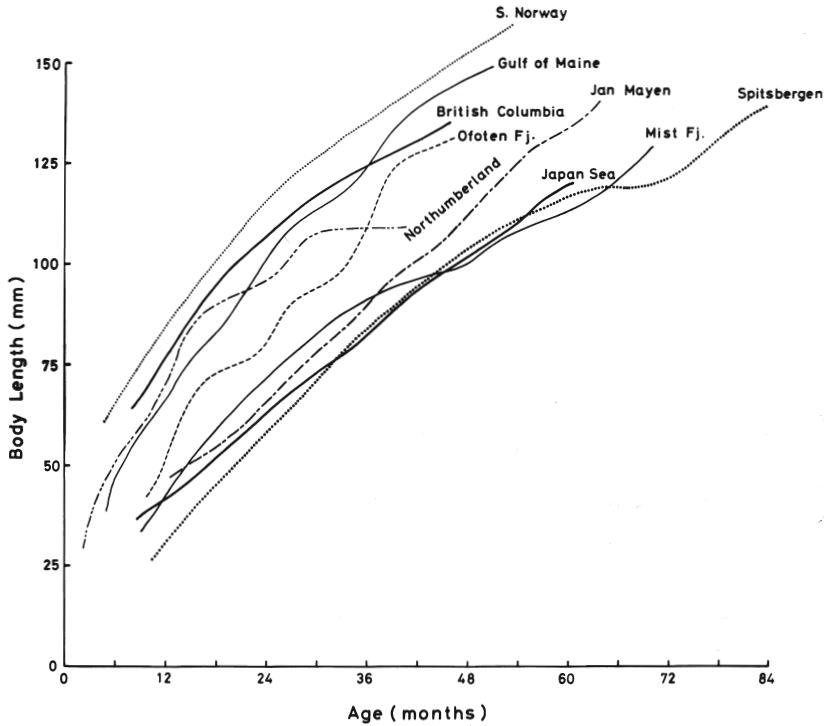
日本周辺水域におけるホツコクアカエビの成長を取り扱つたものに、倉田 (1957b), 林 (1967), 阿部 (1967), 小島ら (1969), 山田 (1974) の報告がある。

日本海産のものをとり上げた結果をみると、北海道・増毛沖 (倉田) では頭胸甲長にして 1~3 年でそれぞれ約 20, 24, 26~28mm とされ、石狩湾沖 (小島ら) では 1.5~3.5 年でそれぞれ約 19.5, 25.5, 26.0mm になるとされている。また、石川県加賀沖 (山田) では 1~3 年でそれぞれ約 10, 16, 22mm と報告されている。一方、太平洋側では北海道襟裳岬以西の水域 (林) で、体長にして 1~3 年でそれぞれ約 40, 70~80, 80~90mm とされ、これらを頭胸甲長に換算するとそれぞれ約 9, 16~19, 19~21mm となる。また、北海道釧路沖 (阿部) では頭胸甲長にして満 1 年で約 16mm に達するとしている。

以上の結果を相互に比較すると、日本海側ならびに太平洋側ともに成長速度に著しい差異がみられる。本種の分布が広範囲にわたることからすると、これらの差異が海域差を反映している可能性も否定できないが、他方資料の偏りや不充分さなどによる誤つた判断に起因している可能性も充分考えられる。

これら研究者による成長度の差異の原因について、今のところ断定的な判断は下だし得ないが、倉田・小島ら・阿部において頭胸甲長 15mm 以下の小型のものの測定資料をほとんど欠いていることが共通の問題点として指摘される。この点、林の研究においては III-6 のところすでに述べたように、市場の水揚物を通しては入手し難いごく小型のものに関する測定資料も含まれており、その点ではより適切な推定を下し得る条件をそなえていると考えることができよう。本研究においてはこのような点と、さらにみずほ丸の調査によつて得られた頭胸甲長組成 (第 9 図) に出現したモード群の配置、特に、林の組成における最小の体型群と第 9 図の組成に出現した最小のモード群との連なりを考慮し、III-6 に述べた成長を推定したものである。

つぎに、成長に関する著者の推定と日本周辺以外の水域のものを取り扱つた RASMUSSEN (1953), ALLEN (1959), BUTLER (1964), HAYNES and WIGLEY (1969) の各推定値にもと



第11図 異なつた水域における成長の比較

Fig. 11. Comparison of the growth rate of various shrimp population.  
(after HAYNES and WIGLEY).

づいて、それぞれの成長曲線を描いた結果を第11図に示す。図によると、これらの曲線群の間では成長速度に著しい差異がみられ、日本海のものに関する筆者の成長曲線は、スピッツベルゲン、ジャン・メイン、ミスト・フィヨルド (RASMUSSEN) らとならんで成長速度がもつともおそいグループに属している。成長に関する既往の考察の経緯から考えて、図の結果と成長の海域差を単純に結びつけることに問題があるろうが、成長速度と棲息水温との間にみられるつぎのような傾向は一応注目にあたいる。すなわち、日本海も含め成長速度のおそいスピッツベルゲン、ジャン・メイン、ミスト・フィヨルドなどにおける本種の棲息水温は相対的に低水温帯に属し、成長の速いノルウェー沿岸、ブリテイシユ・コロンビア、ノーザンバーランドなどにおけるそれは相対的に高水温帯に属しているという関係である (第8図)。水温と成長速度との間の密接な関係は多くの海産動物に見出される普遍的ともいふべき特徴であり、この点から考えると、上述の関係が認められたという事実は、間接的にはあるが、日本海のホッコクアカエビの成長に関する著者の推定の妥当性を暗示するものと解することができよう。

## V. 要 約

調査船の試験操業による漁獲記録および新潟市魚市場に水揚げされた漁獲物にもとづいて、日本海におけるホッコクアカエビの分布と生物学的特性について検討し、つぎのような結果を得た。

- 1) 分布は陸棚縁辺部にそつて拡がり、その南限は  $35^{\circ} 30' N$  付近に達している。また、

部分的には沖合の堆周辺水域に及んでいる。分布水域の深さは195 m から950 m にわたっているが、出現頻度が高いのは200～550 m 層である。

2) 頭胸甲長と体重との間には次のような関係がある。

雄期および性転換期では

$$\log W = -3.3176 + 3.0942 \log L$$

雌期では

$$\log W = -2.4628 + 2.5028 \log L$$

また、頭胸甲長と体長との間には次のような関係がある。

雄期および性転換期では

$$Y = 5.7910 + 3.8475 X$$

雌期では

$$Y = 17.0932 + 3.4543 X$$

3) 性転換は、第2次性徴(第1腹肢内肢)の形態変化からみたかぎりでは、産卵終了後の5月ころに始まり、12月から翌年2月ころまでに完了すると推定された。

4) 産卵期は卵巣重量の季節変化から、3・4月を盛期とする2～5月、また、ふ化期は発眼卵を有する個体の出現率の季節変化から、2・3月を盛期とする12～4月であると推定された。したがって、産卵期とふ化期との関係から抱卵期間は10か月から12か月に及ぶものと推定された。

5) 頭胸甲長23～33 mmの雌の抱卵数は、579～4,904粒の範囲にあり、平均は2,219粒であった。また、抱卵数は頭胸甲長の増大にともなうて増加する傾向がみられた。

6) 成長については、ふ化後満2年で頭胸甲長15 mm前後、3年後には20 mm前後、4年後には25 mm前後に達するものと推定された。また、3才の中期から満4才に至る時期が性転換の盛期であると推定された。

## 引用文献

- 阿部晃治(1967). 道東太平洋ホツコクアカエビ. 昭和36～40年度実施北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書: 297-304. (北海道中央水産試験場).
- ALLEN, J. A. (1959). On the biology of *Pandalus borealis* KRØYER, with reference to a population off the Northumberland coast. *Jour. mar. biol. Ass. U. K.*, 38: 189-220.
- BERKELEY, A. A. (1930). The post-embryonic development of the common *Pandlids* of British Columbia. *Contrib. Can. Biol. Fish., N. S.*, 6(6): 79-163.
- BUTLER, T. H. (1964). Growth, reproduction, and distribution of *Pandalid* shrimps in British Columbia. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, 21(6): 1403-1452.
- 浜渦 清(1972). 大和堆海域底棲有用生物の漁業生物学的研究. I. 新潟県水産試験場研究報告(1): 1-27.
- 林 清(1967). 襟裳岬以西太平洋ホツコクアカエビ. 昭和36～40年度実施北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書: 290-296. (北海道中央水産試験場)
- HAYNES, E. B. and R. L. WIGLEY (1969). Biology of the northern shrimp, *Pandalus borealis*, in the Gulf of Maine. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 98(1): 60-76.
- HJORT, J. and J. T. RUUD (1938). Deep-sea prawn fisheries and their problems. *Hvalrad. Skr.*, 17, 144pp.
- HORSTED, S. A. and E. SMIDT (1956). The deep sea prawn (*Pandalus borealis* Kr.) in Green-

- land waters. *Medd. Komm. Havundersøg., N.S.*, 1(11) : 118pp.
- イワノフ, ベ. ゲ. (1970). [中場 稔訳; ベーリング海およびアラスカ湾におけるホツコクアカエビ (*Pandalus borealis* Kr.) の分布. 日ソ漁業科学技術協力翻訳印刷文献. 底魚編の2 : 71-97.]
- JÄGERSTEN, G. (1936). Über die Geschlechtsverhältnisse und das Wachstum bei *Pandalus*. *Ark. Zool.*, 28A(20) : 1-27.
- 小島伊織・依田 孝・上野達治 (1969). 石狩湾沖のエビの漁場と生態. 北海道水産試験場報告, (11) : 30-40.
- 倉田 博 (1957 a). 増毛沖におけるトヤマエビの生態. 北水試月報, 14(1) : 8-21.
- (1957 b). 増毛沖におけるホツコクアカエビの生態, 北水試月報. 14(4) : 162-171.
- MIYAKE, S., K. SAKAI and S. NISHIKAWA (1962). A fauna-list of the decapod crustacea from the coasts washed by the Tsushima warm current. *Rec. Oceanogr. Works Jap., Special Number 6* : 121-131.
- RASMUSSEN, B. (1953). On the geographical variation in growth and sexual development of the deep sea prawn (*Pandalus borealis* Kr.). *Rep. Norwegian Fish. Mar. Invest.*, 10 (3) : 160pp.
- RATHBUN, M. J. (1904)\*. Decapod crustaceans of the northwest coast of North America. *Harriman Alaska Exped.*, Ser. 10, 210pp.
- SMITH, S. I. (1882)\*. Reports on the results of dredging.....17. Report on the Crustacea. Part I. Decapoda. *Bull. Mus. Comp. Zool., Harr.* 10(1) : 108pp.
- SQUIRES, H. J. (1961). Shrimp survey in the Newfoundland fishing area, 1957 and 1958. *Fish. Res. Bd. Can., Bull.* (129) : 29pp.
- 大成和久 (1966). 昭和38・39年度定着性資源生態調査報告書. 昭和38・39年度事業報告書 : 84-106 (富山県水産試験場).
- 山田悦正 (1974). 昭和48年度加賀海域底魚資源生態調査報告書 (ホツコクアカエビ). 石川水試資料85号 : 37pp.
- YASUI, M., T. YASUOKA, K. TANIOKA, and O. SHIOTA (1967). Oceanographic studies of the Japan Sea (1).....Water characteristics....., *Oceanogr. Mag.*, 19(2) : 177-192.

\* 印は間接引用.