

## 日本海におけるズワイガニ属浮遊期幼生の出現と分布

深 滝 弘

### Occurrence and Distribution of Planktonic Larvae of Edible Crabs Belonging to the Genus *Chionoecetes* (Majidae, Brachyura) in the Japan Sea

HIROSHI FUKATAKI

#### Abstract

This study deals with the breeding season and the duration of the planktonic larval stages of two species of edible crabs, belonging to the genus *Chionoecetes*, viz. *C. opilio* (O. FABRICIUS) and *C. japonicus* RATHBUN, in the Japan Sea. A number of zoeae at the first and second stages as well as megalopas, surely referable to the genus *Chionoecetes*, were found from plankton samples and from stomach contents of the pink and masu salmon. The plankton samples were collected regularly by two kinds of sampling methods, at the same stations off Honshu in the Japan Sea during the period from January 1964 to August 1968, as follows: 4,561 samples by surface horizontal towing of the larva-net (1.3 or 1.5 m in diameter, 4.5 m in length); and 1,327 samples by vertical haulings of the *marutoku-net* (0.45 m in diameter, 0.9 m in length). However, since the latter collections were rather restricted seasonally, the former were used as the principal data. In addition to these, the records from the food of 1,015 pink and 493 masu salmon, caught in offshore regions of the Japan Sea, were also used as supplemental data. As the morphological characters of zoeae and megalopas of *C. opilio* seem almost alike those of *C. japonicus*, except for the pigmentation when still fresh, the zoeae and megalopas were tentatively treated as larvae of *Chionoecetes* spp. in this paper. The results obtained are: 1) From the occurrence of the first and second stage zoeae during the period from February to May and from March to June, respectively, it is estimated that the breeding occurs during late winter and early spring, mostly in March and April, and the duration of first zoea extends about a month. 2) Most of the megalopas were collected during the period from late-April to June, thus the duration of the second zoea is also estimated as about a month. 3) So far as the present materials are concerned, it is difficult to estimate the duration of the megalopa. For the present, therefore, basing on the water temperature around the habitat of the megalopas and on the appearances of the first crab-stage in the food of a species of demersal fish, it is roughly estimated that the duration of the megalopa ranges from 3 to 6 months. 4) The comparison of occurrences of the zoeae and megalopas between day and night showed that the larvae undergo diurnal vertical migration.

## 1. ま え が き

日本海にはズワイガニ属のカニ 2 種、すなわち、ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. FABRICIUS)\* とベニズワイ *C. japonicus* RATHBUN が生息する。前者は古くから食用ガニとして珍重され、水深150~350mの海底を主生息場とし、近年では中部以南本州日本海側における底曳漁業対象種のなかで、きわめて重要な経済的地位を占めている。後者は比較的最近に漁業対象となつてきた水深450~2,500mにすむ深海種で、主として水深700~1,000mにすみ、富山湾を中心とする地方ではかなり水揚げされている。両種とも資源維持を目的とした漁期制限が加えられており、その再生産に対して深い関心が寄せられている。

ズワイガニの孵化直後の幼生の形態について、最初に簡単な記載を行なつたのは松浦 (1934) である。その後、相川 (1935) および AIKAWA (1937) によつて、発生の進んだ外卵をもつた母ガニから得られた幼生が、プレゾエアとして記載された。しかし、倉田 (1963) によつて、ゾエア I 期、同 II 期およびメガロバの形態が詳細に報告されるまでは、プランクトン・ネットによつて採集された標本中から、ズワイガニ属の幼生を同定・分離することは不可能であつた。

筆者は、日本海側各府県水産試験場が月例定線海洋観測に付随して実施している稚魚網表層採集標本中から、魚卵・稚仔魚を分離・同定する作業を継続担当してきた。1964年1月以降採集分の標本から、倉田の記載にもとづいて、ズワイガニ属の浮遊期幼生をもこの作業の対象に加えた。その意図するところは、資源状態について重大な関心をひいているズワイガニやベニズワイの再生産の様相を明らかにするため、外卵の孵化期や産卵期および幼生各ステージの生活期間の長さなどを推定する手がかりを得たいということにあつた。

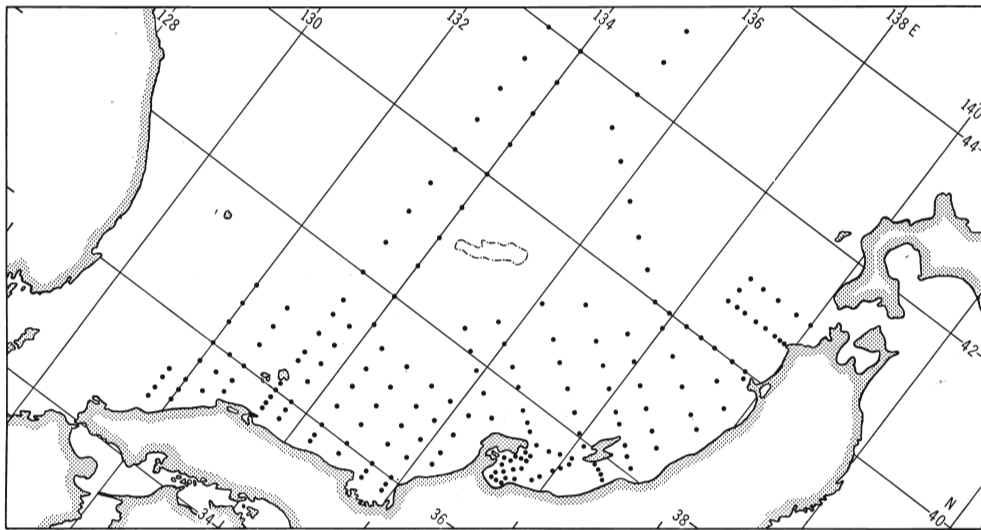
この作業中、もつとも障害となる問題は、ズワイガニとベニズワイの浮遊期幼生の間にも明確な形態的な差異をみいだすことができないという点であつた。最近、固定した標本であつても、2週間またはそれ以上の期間にわたつて、色素胞の相違にもとづいて、両種の幼生を識別できることが報告された (山洞, 1968c; 1969)。しかしながら、長期間にわたつて保存した固定標本中においては、この色素胞の特徴は消滅してしまうので、保存中の過去の標本を2種に分離するために、この方法は有効ではない。このような現状においては、やむを得ずにとひとまず“ズワイガニ属”の幼生として、これまで得られた知見を整理し、その結果を報告することにした。

報告にさきだち、海洋観測を担当してこられた青森~島根にわたる11府県水産試験場および当所の調査船の乗組員・調査員各位、ならびに、標本の分離や原図の作成などに多大のご協力をいただいた当所の長沼典子・笠原美智子両技官に対し、深い感謝の意を表わしたい。また、この原稿を校閲していただいた当所々長村上子郎博士および海洋部長上村忠夫氏に対し、あつくお礼申しあげる。

\*RATHBUN (1924; 1925) は、日本海産ズワイガニに対して、*C. opilio elongatus* なる亜種を設けたため、これにしたがう研究者もあるが、松浦 (1934)、上田 (1941)、NISHIMURA (1967) などは亜種の設定に否定的な見解を表明しているため、もとの学名を用いることにした。

## Ⅱ. 材 料

この報告に用いたおもな材料は、1964年1月から1968年8月までの間に実施された、のべ4,561点に達する稚魚網表層水平曳採集標本である。この網は口径1.3mまたは1.5m、長さ4.5mの円錐形で、網地の前部 $\frac{2}{3}$ の部分はもじ網、残りの網尻の部分はプランクトン・ネット・ガーゼ、GG 38で構成されている。採集にあたっては、調査船の舷側におろした稚魚網を網口直径のおよそ $\frac{2}{3}$ が海中に没する状態のまま、2ノットの微速で10分間水平にひくことを原則としている。稚魚網採集標本の多くは府県水試の月例定線海洋観測に付随して得られたものであるが、その一部には、当所の調査船または用船が不定期に実施した各種の航海のさいに得られたものもふくまれている\*。府県水試による月例観測の定点は第1図に示すとおりで、原則として隔月に実施される3本の沖合定線をのぞけば、大体距岸150 湊以内の水域に限られている。



第1図 日本海における月例定線海洋観測点図

Fig. 1 A map showing locations of monthly hydrographic observational stations in the Japan Sea.

もちろん、ズワイガニ属の幼生採集を目的とした計画的な調査ではなく、採集層も表面付近に限られるため、定量的な分析には耐えがたいという欠点はおおむねない。しかし、広い海域を周年にわたって組織的に継続採集しているのも、この研究が意図する孵出期やその直後の経産ガニの産卵期、および幼生各ステージの生活期間を明らかにすることは、ある程度可能となっている。

ほかに、補助的な材料として、 $\odot$  ネット（口径45cm、長さ90cm、ガーゼ GG.54）を水深50mから表面まで垂直に揚網して得られた標本、のべ1,327点の採集記録と、1965年および1966

\*当所が実施した採集記録の一部は伊東・ほか（1967）において既発表である。

年の各春期に8隻の調船査が漁獲したカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* (WALBAUM), 1,015尾, およびサクラマス *O. masou* (BREVOORT) 493尾の胃内におけるズワイガニ属幼生の出現記録(深滝, 1967; 1969)を用いた。

第1表に稚魚網および㊟ネットの月別採集点数を示した。㊟ネットによる採集期間は春期に限定されている。

第1表 年、月別稚魚網表層曳点数およびマルトク・ネット垂直曳点数  
**Table. 1** Number of stations occupied with surface towing and vertical hauling by month and year

月 Month	稚魚網表層曳点数 surface towing of larva-net						マルトク・ネット垂直曳点数 vertical hauling of marutoku-net					
	1964	1965	1966	1967	1968	Total	1964	1965	1966	1967	1968	Total
Jan.	20	22	39	11	15	107	7	-	-	-	-	7
Feb.	18	43	51	33	33	178	8	-	-	-	20	28
Mar.	95	93	97	36	13	334	82	19	1	-	47	149
Apr.	94	196	111	91	116	608	44	50	9	15	62	180
May	146	204	163	109	88	710	265	36	78	62	98	539
June	92	117	153	129	85	576	62	55	100	76	93	386
July	93	126	38	30	8	295	-	20	-	-	-	20
Aug.	98	161	156	87	56	558	-	-	9	-	-	9
Sep.	92	157	36	30		315	-	-	-	-	-	-
Oct.	101	112	105	102		420	-	-	-	-	-	-
Nov.	63	99	50	12		224	-	-	-	-	-	-
Dec.	42	72	55	67		236	-	-	9	-	-	9
Total	954	1,402	1,054	737	414	4,561	468	180	206	153	320	1,327

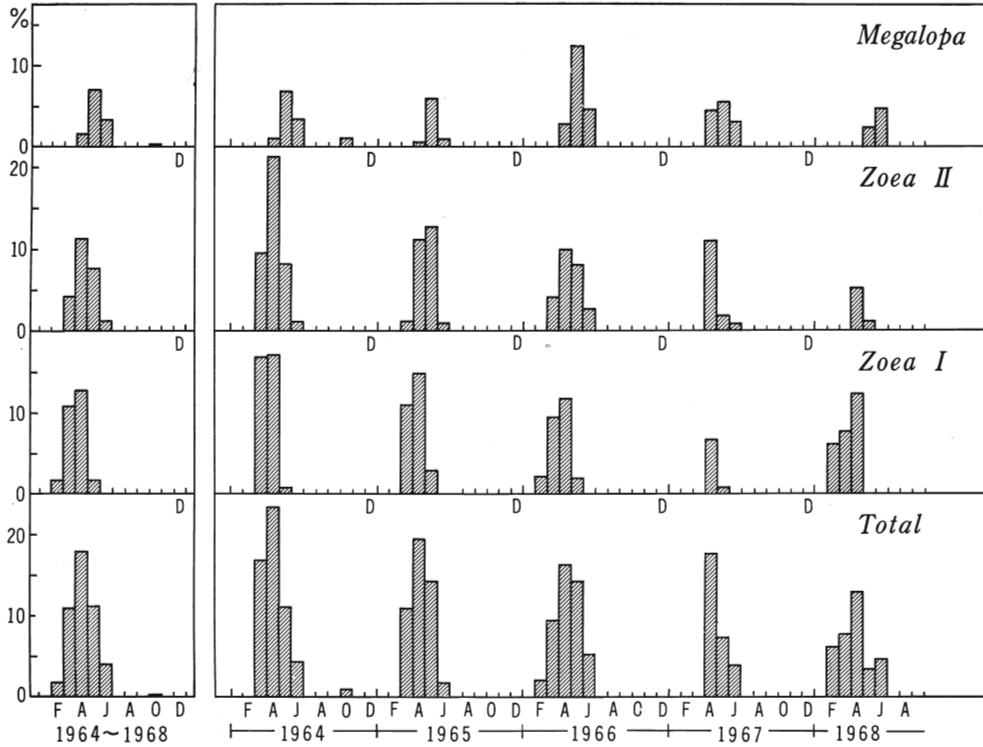
### Ⅲ. 結 果

#### 1. 浮遊期幼生の出現期

プランクトン標本から分離されたズワイガニ属幼生は、ゾエアⅠ期、ゾエアⅡ期およびメガロパの3ステージからなっている。第2図の右側には各月の稚魚網全曳網点数〔A〕に対する各ステージの幼生出現点数〔B〕の比率(以後、“出現点数比”またはB/Aと略記する)を、その左側には5カ年間を合わせた月別出現点数比をそれぞれ示した。第2表には5カ年間の採集結果を要約的に、付表には各月の採集結果をそれぞれ示した。

これらの図表によれば、ゾエアⅠ期は2~5月間に出現し、とくに3~4月に出現点数比が高い。ゾエアⅡ期は3~6月の間に出現し、4~5月における出現点数比が高い。メガロパは4~6月に出現し、5月における値が高くなっている。ほかにメガロパは1964年だけ10月にも出現している。

稚魚網標本以外の材料をもふくめて、各ステージの出現期をみると、ゾエアⅠ期が2月25日から5月14日まで、ゾエアⅡ期が3月23日から6月4日まで、メガロパが4月4日から6月15日までと10月15日(1回, 1尾のみ)となつている。倉田(1963)によれば、北海道日本海側において、ゾエア(I, II期の区分不明)の出現期が2月21日から6月3日まで、メガロパのそれが4月29日から5月31日までとなつており、ほぼ、上述の期間の範囲内にそれぞれふくまれている。



第2図 稚魚網表層採集標本におけるステージ別ズワイガニ属幼生出現点数比の季節的变化  
 Fig. 2 Occurrence period of *Chionoecetes'* larvae by stage; Monthly percentage shows a ratio of number of positive stations to number of total stations occupied by surface towing.

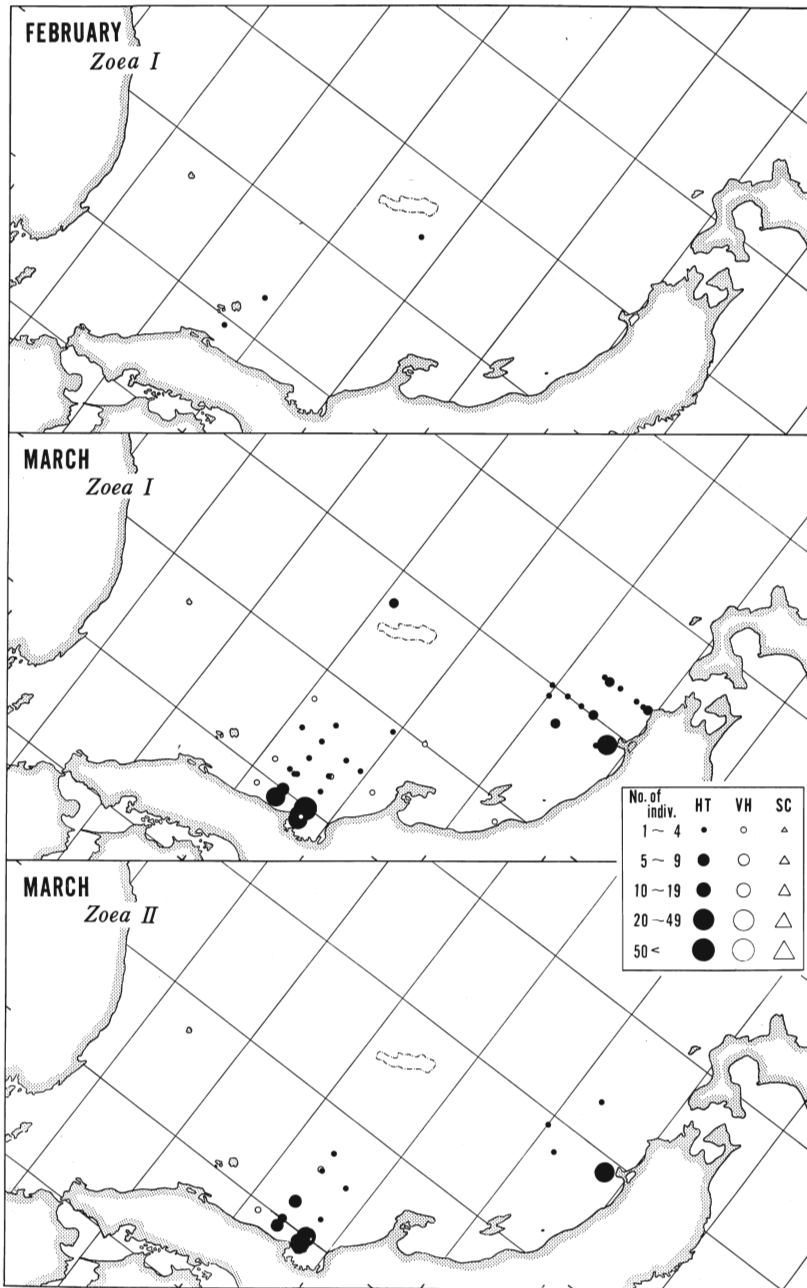
第2表 ズワイガニ属幼生のステージ別出現時期の要約  
 Table 2 Summary of seasonal occurrence of *Chionoecetes'* larvae by stages

Month	A	ゾエアI期 Zoea I				ゾエアII期 Zoea I				メガロパ Megalopa			
		B	C	B/A	C/B	B	C	B/A	C/B	B	C	B/A	C/B
Feb.	点 178	点 3	尾 8	% 1.7	尾 2.7	-	尾 -	% -	尾 -	点 -	尾 -	% -	尾 -
Mar.	334	36	338	10.8	9.4	14	159	4.2	11.4	-	-	-	-
Apr.	608	77	553	12.7	6.9	69	468	11.3	6.8	9	21	1.5	2.3
May	710	11	17	1.6	1.5	54	213	7.6	3.9	50	225	7.0	4.5
June	576	-	-	-	-	7	11	1.2	1.6	19	30	3.3	1.6
Oct.	420	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0.2	1.0

A……稚魚網表層曳網点数      A……Number of stations occupied by surface towing  
 B……ズワイガニ属幼生出現点数      B……Number of stations where *Chionoecetes'* larvae occurred  
 C……ズワイガニ属幼生採集個体数      C……Number of individuals of *Chionoecetes'* larvae collected

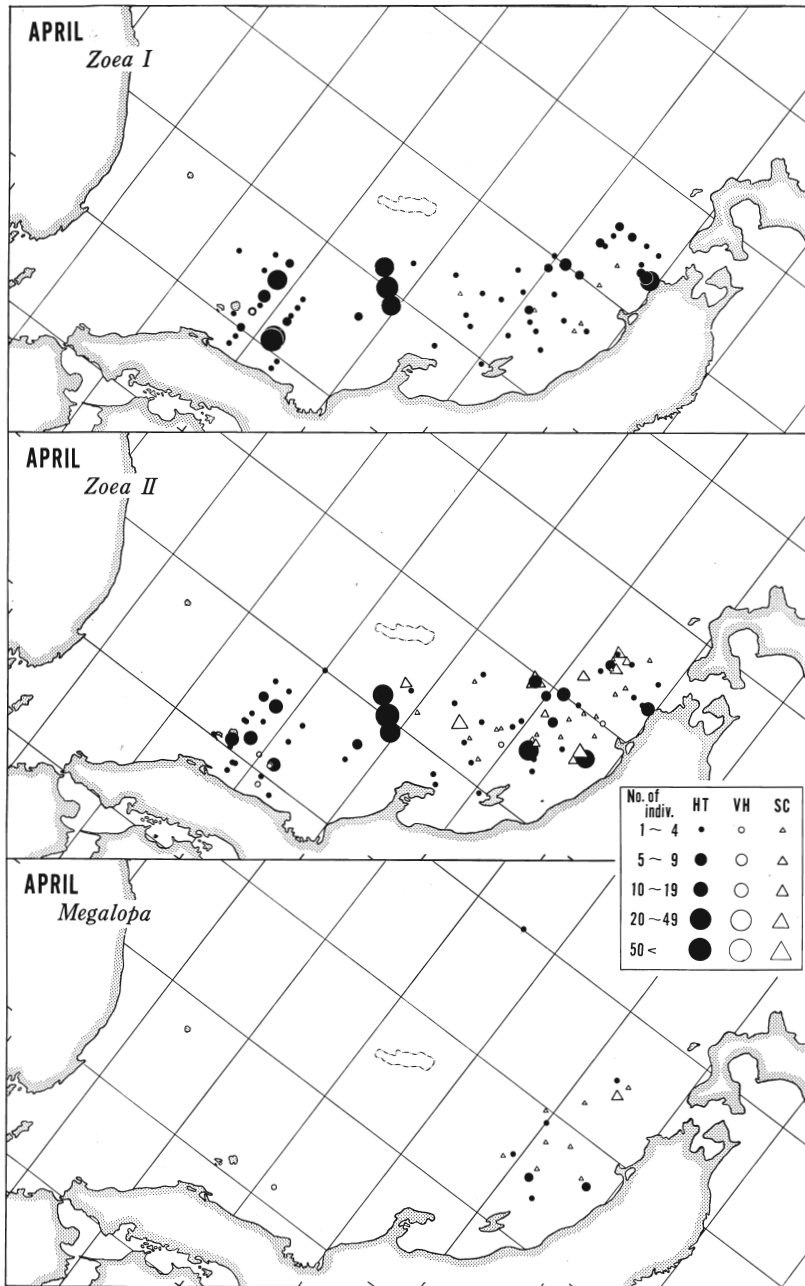
2. 浮遊期幼生の出現水域

第3—(1)図～第3—(4)図には、月ごとにステージ別の採集位置と採集量を示した。この図には稚魚網による採集記録のほか、⊕ネットによるもの、およびマス類の胃内容物調査記録をもふくめて表示した。

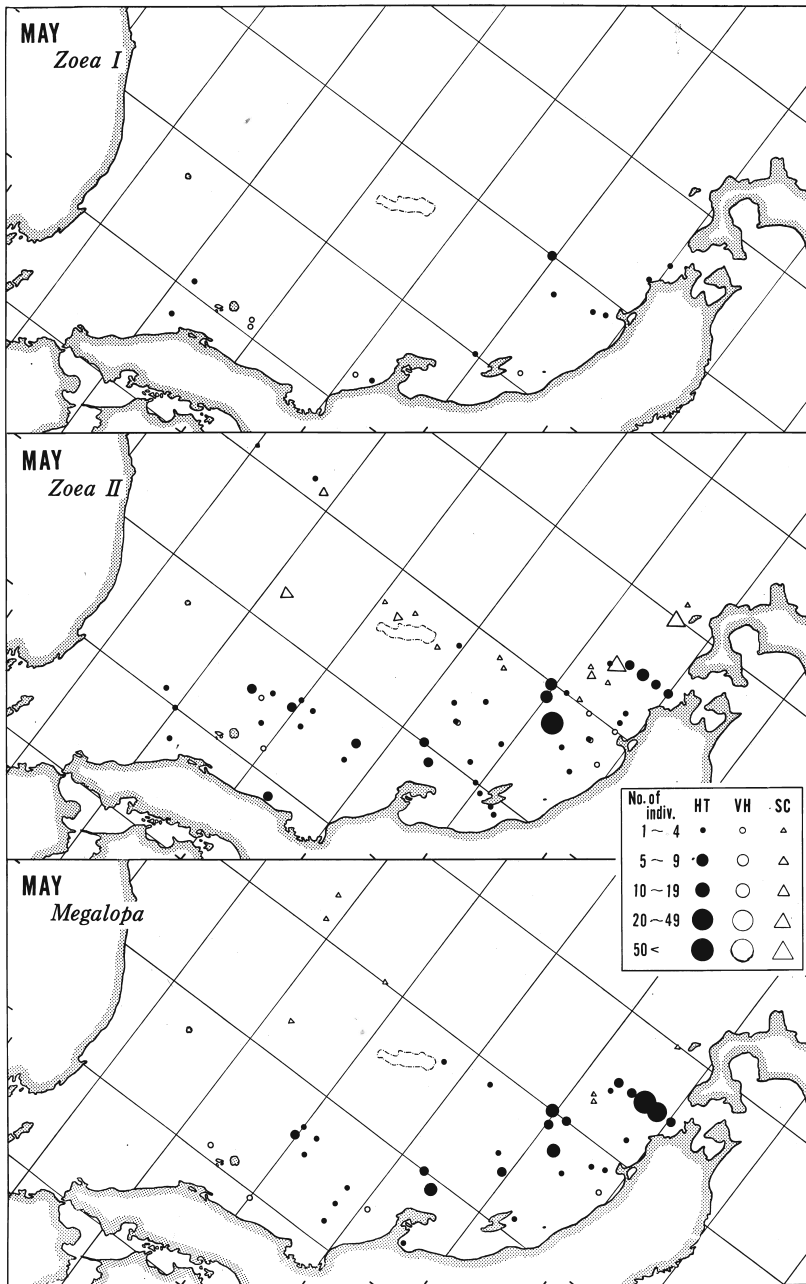


第3—(1)図 2月および3におけるステージ別ズワイガニ属幼生の分布水域  
HT—稚魚網表層曳. VH—⊕ネット垂直曳, SC—マス胃内容

Fig. 3—(1) Spatial distribution of *Chionoecetes*' larvae by stage in February and March. Three marks indicate sampling methods, thus: black circle—surface horizontal towing (HT); open circle—vertical hauling (VH); triangle—stomach content of salmo (SC).

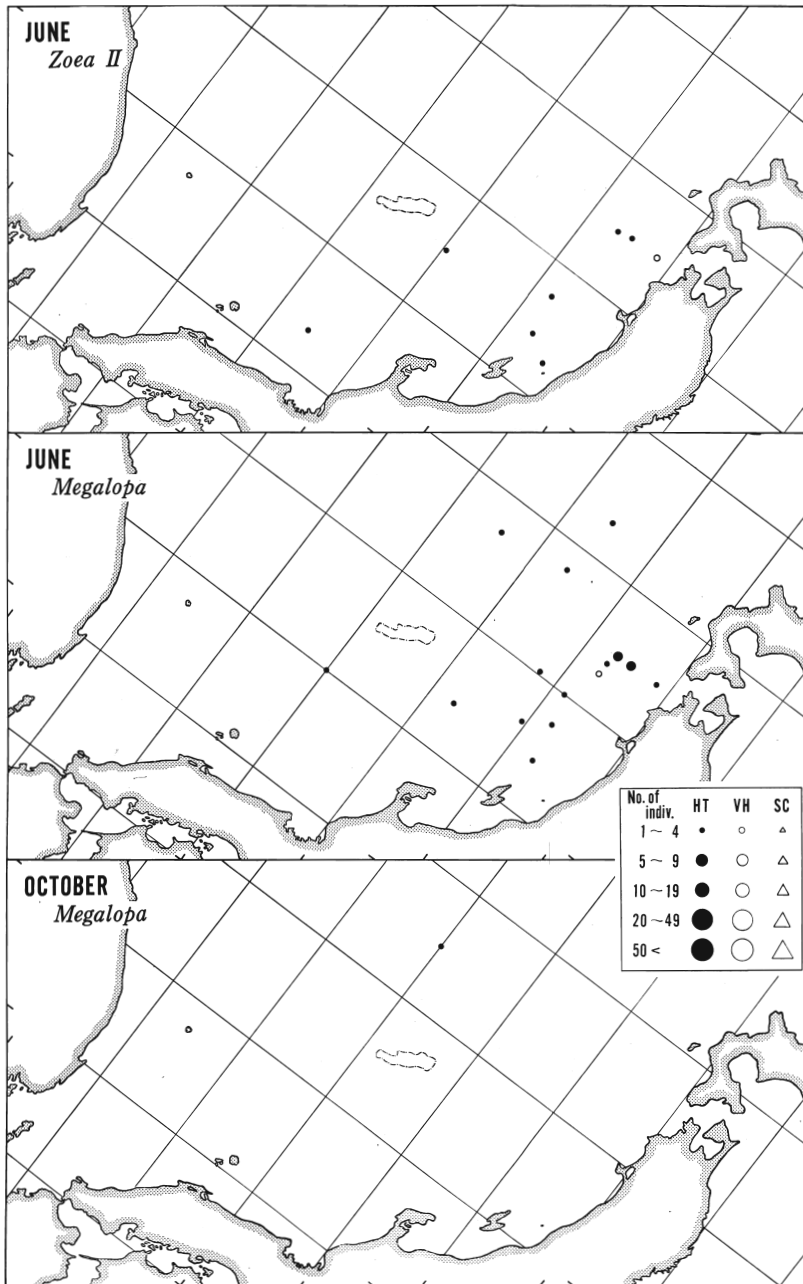


第3—(2)図 4月におけるステージ別ズワイガニ属幼生の分布水域  
Fig. 3—(2) Spatial distribution of *Chionoectes*' larvae by stage in April.  
Marks as Fig. 3—(1).



第3—(3)図 5月におけるステージ別ズワイガニ属幼生の分布水域  
Fig. 3—(3) Spatial distribution of *Chionoecetes*' larvae by stage in May.  
Marks as Fig. 3—(1).





第3-(4)図 6月および10月におけるズワイガニ属幼生の分布水域  
Fig. 3-(4) Spatial distribution of *Chionoecetes*' larvae by stage in June and October.  
Marks as Fig. 3-(1).

2月：ゾエアⅠ期のみしか採集されていない。曳網点数が少なく（第1表）、特定の水域にしか曳網が行われていないので、詳細は明らかでないが、記録の範囲内ではゾエアⅠ期の出現水域は136°E以西の日本海西南部に限られている。倉田（1963）によれば、2月21日北海道の石狩湾付近でゾエアが採集されている。

3月：ゾエアⅠ期と同Ⅱ期が採集され、メガロパはまだ出現していない。ゾエアⅠ期は兵庫県～京都府沖と秋田県～青森県沖の2海域において広く出現している。この両海域とも沿岸部における採集量が多い傾向が認められる。また、大和堆沖側の1点においてもゾエアⅠ期が採集されている。ゾエアⅡ期の出現海域は、Ⅰ期のそれとほぼ同じであるが、その広がり小さい傾向が認められる。倉田（1963）によれば、3月末に石狩湾内および宗谷海峡西沖においてもゾエアが採集されている。

4月：ゾエアⅠ、Ⅱ期とも隠岐島付近から津軽海峡西沖にいたる海域にわたって、広く連続的に出現している。4月下旬には北海道西岸沖においても広い範囲にわたってゾエアが採集されているので（倉田，1963）、4月におけるゾエアの出現域はきわめて広いことが明らかである。3月におけるゾエアⅠ、Ⅱ期の出現海域と比較すると、沿岸部における採集はほとんどみられなくなり、分布域が沖合に移っている傾向が認められる。この月にはメガロパが初めて採集されているが、兵庫県沖の曳網による1点を除けば、出現水域は佐渡以北の人道沖冷水域周辺に限られている。

5月：ゾエアⅠ期の出現水域は4月の場合よりもいちぢるしく縮小して断続的になっている。ゾエアⅡ期は4月の場合と同様に本州沖合一帯にわたって出現しており、人道沖冷水域周辺部に採集量が多い。また、マス類の食性調査記録から得られたゾエアⅡ期の出現水域は4月の場合よりも沖合に広がっている。

6月：ゾエアⅠ期は採集されなくなる。ゾエアⅡ期とメガロパの出現水域は5月よりも縮小し、大部分北部本州沖合に限られている。

10月：4年間にただ1回1尾だけメガロパが採集されている。その出現位置は春風堆の北方約60哩の41°N, 134°Eの地点である。

### 3. 浮遊期幼生の出現水温

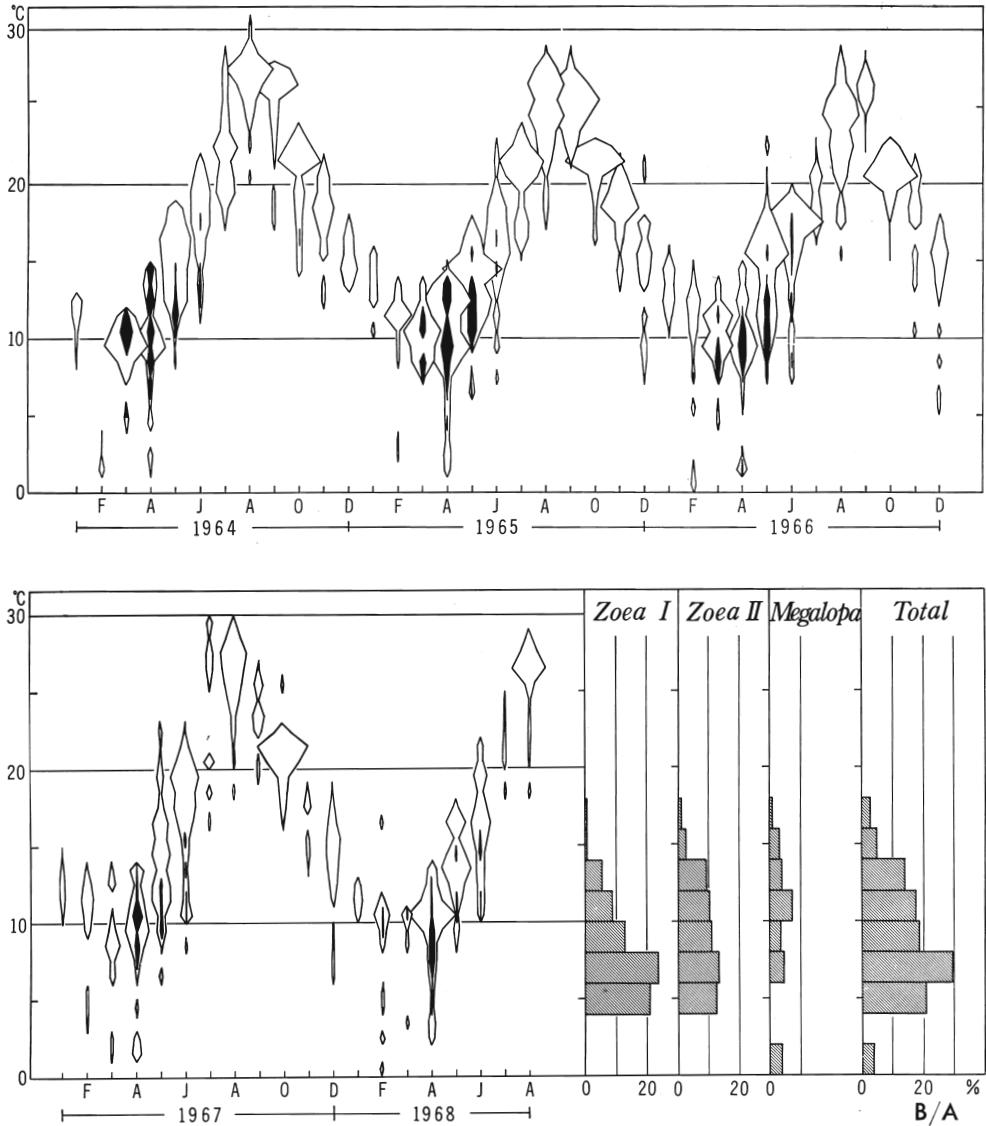
第4図の上段および下段左側は、各月の稚魚網曳網点数およびズワイガニ属幼生出現点数を表面水温1℃階級ごとに分けて示したものである。また、この図の下段右側は幼生各ステージごとの出現点数比を表面水温2℃階級ごとに示したものである。この場合の出現点数比の計算には幼生がまったく採集されなかつた月の曳網点数を除外している。

各ステージの幼生が出現した表面水温は、ゾエアⅠ期が4～16℃、同Ⅱ期が4～17℃、メガロパが1～17℃と、いずれもかなり広い範囲にわたっている。そして、ある特定の水温において、とくに採集頻度が高いという傾向は認められないが、出現点数比の比較的大きい水温は、ゾエアⅠ期では4～7℃、同Ⅱ期では4～14℃、メガロパでは10～11℃となっている。

### 4. 昼夜による採集結果の比較

前述のとおり、ズワイガニ属の浮遊期幼生が連続的に採集された期間は2～6月の5カ月間である。5カ年間のこの期間内に曳網された稚魚網採集記録のべ2,378点を、曳網開始時刻ごとに区分して、昼夜による幼生の採集結果を比較した。

第3表には、1日を4つの時間帯に区分し、各区分内の出現点数比(B/A)および一曳網当たり採集尾数(C/A)を示した。この表によれば、各ステージとも昼間より夜間に採集され



第4図 〔上段全部と下段左側〕表面水温別稚魚網曳網点数（白）およびズワイガニ属幼生出現点数（黒）

〔下段右側〕表面水温別，ステージ別ズワイガニ属幼生出現点数比（B/A）

Fig. 4 [Upper and lower left] Frequency distribution of surface temperature at stations occupied by surface tows (open), and at stations which *Chionoecetes*' larvae occurred (black).

[Lower right] Percentage showing a ratio of number of positive stations by stage to number of total stations occupied by surface tows, in each surface temperature.

第3表 ズワイガニ属浮遊期幼生の曳網時刻別採集結果

Table. 3 Occurrence of zoeae and megalops of *Chionoecetes* by time towed

曳網時刻範囲 Range of time towed	A	ゾエア I 期 Zoea I				ゾエア II 期 Zoea II				メガロパ Megalopa			
		B	C	B/A	C/A	B	C	B/A	C/A	B	C	B/A	C/A
時分 時分 00:00—05:59	点	点	尾	%	尾	点	尾	%	尾	点	尾	%	尾
06:00—11:59	406	36	269	8.9	0.66	45	311	11.1	0.77	26	150	6.4	0.37
12:00—17:59	640	31	234	4.8	0.37	23	137	3.6	0.21	11	14	1.7	0.02
18:00—23:59	770	22	109	2.9	0.14	14	104	1.8	0.14	5	22	0.6	0.03
	562	37	283	6.6	0.50	63	299	11.2	0.53	37	90	16.0	0.16

A……稚魚網表層曳網点数

B……ズワイガニ属幼生出現点数

C……ズワイガニ属幼生採集個体数

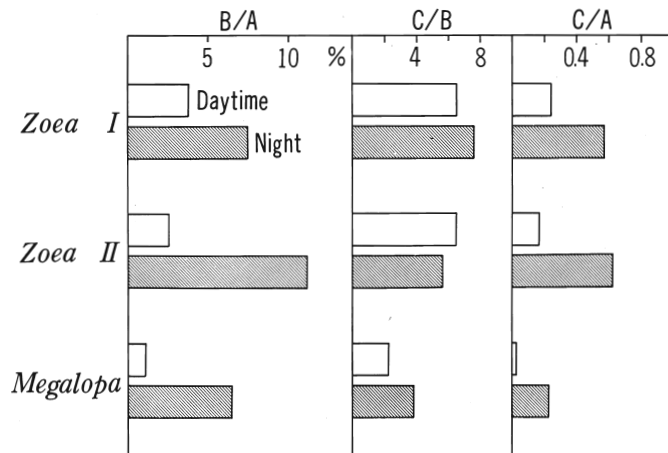
A……Number of stations occupied by surface towing

B……Number of stations where *Chionoecetes*' larvae occurred

C……Number of individuals of *Chionoecetes*' larvae collected

る確率の高いこと、発育段階の進んだステージほど昼夜間の採集割合の相違が大きくなっていることが明らかである。

これらの事実をより明瞭に示すために第5図を作った。この図では1日を6～18時、18～6時の2つの時間帯に区分して、昼夜別の採集結果を要約的に比較した。夜間の出現点数比を昼間のそれと比較すると、ゾエア I 期で2.00倍、同 II 期で4.25倍、メガロパで5.76倍と、それぞれ夜間の方が高くなっている。また、一曳網当り採集尾数 (C/A) について同じ比較を行なうと、ゾエア I 期で2.38倍、同 II 期で3.70倍、メガロパで8.33倍とそれぞれ夜間の方が多くなっている。しかしながら、1出現点当り採集尾数 (C/B) について夜間/昼間の比較をすると、ゾエア I 期で1.16倍、同 II 期で0.86倍という値が得られ、昼夜間に大きな差は認められず、メガロパにおいてのみ、1.69倍と夜間の方が多くなっている。



第5図 稚魚網表層曳で得られたズワイガニ属幼生の昼夜による採集結果の比較

B/A—出現点数比；C/B—1出現点当り採集個体数  
C/A—全曳網点当り採集個体数

Fig. 5 Comparison of occurrence of *Chionoecetes*' larvae obtained by surface tows between daytime and night.

B/A—ratio of number of positive stations to number of total stations ; C/B—Number of individuals of larvae per positive station ; C/A—Number of individuals of larvae per total station.

## Ⅳ. 考 察

採集されたもののなかには、当然にズワイガニとベニズワイの両種の幼生が混入していると推定されるので、考察を進め得る範囲は限られているが、孵化期や各ステージの生活期間などについて若干の考察を行なうことにした。

### 1. 外卵孵化期の推定

ズワイガニの孵化直後の幼生の形態に関して、相川(1935)および AIKAWA (1937) の記載はプレゾエアとしてなされたが、倉田(1963)はこれを発育の不完全なものとしている。近年、ズワイガニやベニズワイの母ガニの外卵から水槽中で孵化させて得られた幼生の飼育実験が各所で行なわれた結果、両種とも外卵から孵化した直後にはプレゾエアの過程を経ることが確かめられた(山洞, 1965; 1966; 1967; 1968a; 今, 1967; 伊藤, 1968b; 浜渦, 1968)。プレゾエアからゾエアⅠ期に達するまでに要する経過時間は実験ごとに大きく異なっている。すなわち、ズワイガニについて、山洞(1965)は大部分5分以内であることを示唆し、伊藤(1968b)は3~73分と広い範囲にわたるが半数は10分以内であると示し、今(1967)は40~60分としている。また、ベニズワイについて、浜渦(1968)は4~6時間と報告している。

自然状態において孵化が行なわれる場所は少なくとも200m以深の海底である。一方、プレゾエアは経過時間が短く、走光性のいちぢるしいことが認められてはいるが(山洞, 1965; 今, 1967)、棘や付属肢が未発達の間は浮遊能力や運動能力は比較的限定されているであろうから、海の表層付近まで浮上して採集される幼生が、プレゾエアではなくて、ゾエアⅠ期からはじまることは当然予想されるところである。

以上のことから、ゾエアⅠ期の出現始期は外卵孵化始期とほぼ一致しているとみなしてよい。また、少なくともズワイガニについては、外卵孵化後、きわめて短い日数ののちに、次の内卵の産出、すなわち新外卵の抱卵開始がみられる(白水研香住支所, 1958; 伊藤, 1963; 1968b; 山洞, 1965; 丹羽・ほか, 1968; など)。したがって、ゾエアⅠ期の出現始期は、生涯2回目以降の産卵始期ともほぼ一致しているとみなすこともできる。

ゾエアⅠ期は、さきに明らかにしたように、2~5月の間に出現し、3~4月に頻繁に採集されている。後述するように、ゾエアⅠ期の生活期間は約1カ月と推定されるので、自然における幼生の採集結果から日本海におけるズワイガニやベニズワイの外卵孵化期を推定すると、2~4月の間で、その盛期は3月ごろと考えられる。

この推定は、これまで母ガニ外卵の状態の季節的变化にもとづいて、その孵化期や次回の産卵期を推定した多くの報告とほぼ一致している。すなわち、ズワイガニの孵化期について、松浦(1934)は3~4月、吉田(1941; 1951)は2~5月、伊藤(1956; 1963)は2~4月で盛期は3~4月、山洞(1965)は2~4月で盛期は3月、富(1965)は3~4月で盛期は3月、とそれぞれ報告している。また、飼育中のズワイガニ雌親の外卵が孵化した時期について、山洞(1965)は2月18日~3月9日、今(1967)は2月3~5日、丹羽・ほか(1968)は2月から1カ月くらいの間とそれぞれ報告している。安田(1965)は2月下旬にズワイガニの胃中からズワイガニの発育不全のゾエアと思われる幼生を記録している。

一方、ベニズワイについて、水沢(1965)は4月以前に外卵が孵化することを示唆する資料を示しており、筆者(深滝, 1965b)は2~3月に、山洞(1967)は4月上旬に外卵孵化

中の個体を得ており、浜渦（1968）は2月20～21日飼育中の母ガニの外卵が孵化したことを観察している。

ズワイガニが生涯初めて行なう産卵（以下、初産卵と略記する）の時期は、2回目以降の産卵（以下、経産ガニの産卵と略記する）の時期とあまり異なる季節であろうと推定されていた（吉田，1941；伊藤1963）。しかし、近年周年にわたる調査が進むにつれて、初産卵期は経産ガニの産卵期とは違った季節、すなわち、夏～秋の間であることが、しだいに明らかになつてきた（日水研香住支所，1958；小林，1965；今，1965；伊藤，1967）。しかしながら、初産卵には外卵の孵化が先行しないのであるから、初産卵期が夏～秋の間であっても、幼生の出現期から外卵孵化期を2～4月ころと推定したと直接的な矛盾を生じない。

夏～秋に初産卵を終了したのちのズワイガニの内卵は、翌春までほとんど増重せず、腹部にかかえた外卵の発生テンポも、経産ガニのそれよりおそく、初産卵の翌々年の早春ごろに初回の外卵の孵化と生涯2回目の産卵を行なうことを推定ないしは示唆している報告が多い（小林，1965；今，1965；伊藤，1967）。ただ最近、水槽中に飼育していた処女型のズワイガニが6月2日に脱皮後、初産卵を行ない、産卵後155日目に相当する11月4日に死亡したとき、外卵はすでに発眼しており、その卵内発生のテンポからみて、初産卵の翌年2月ごろには孵化が行なわれるものと推定されるという見解が発表された（今・難波，1968）。このときの飼育水温は5～7℃に調節したと報告されており、自然における生息水温\*よりは高温であるために、卵内発生のテンポが促進された結果であるのか、あるいは初産卵の翌々年の早春に孵化するだろうという従来の見解が訂正されたのか明らかではない。しかし、いずれにしても、初産卵に由来する外卵の孵化が、初産卵の翌年の早春か翌々年の早春に行なわれるであろうと推定されているので、ゾエアⅠ期の出現期から推定した孵化期との間に矛盾を生ずることはない。

なお、ズワイガニの外卵孵化期が12～1月以前から開始されるだろうと推定している報告もみられるが、これらの報告のなかには外卵や内卵の観察測定にあつて、初産卵を行なつたのちの成熟度の低いカニとそれ以外の経産ガニとの区分がなされていないことによつて生じた混乱がみられるものがある。

## 2. ゾエアⅠ期，同Ⅱ期の生活期間の推定

筆者はさきにゾエアⅠ期の出現期間が2月下旬～5月中旬であり、ゾエアⅡ期のそれが3月下旬～6月上旬までであることなどから、ゾエアⅠ期の生活期間はおよそ1カ月前後であろうと推定していた（深滝，1965c）。

飼育実験によつて確かめられたところによれば、幼生の発育速度は飼育密度にはあまり影響されず、主として飼育水温に従属しており、ゾエアⅠ期が同Ⅱ期に脱皮するまでに要する日数は、ズワイガニの場合では、水温9.0～9.5℃において27～29日、ベニズワイの場合では水温9～10℃で28～31日くらいと推定されている（山洞，1965；1966；1967；1968c）。

ゾエアⅡ期の出現期間は3月下旬から6月上旬までであるのに対し、メガロパは4月上旬から出現している。しかし、4月中のメガロパの採集水域や採集個体数は比較的限られており、マス類の胃内に出現するメガロパは4月下旬以降に多くなつており、5月になつてから広い海域で採集されている（第2表，第3図）。したがつて、ゾエアⅡ期の生活期間もほぼ

\*丹羽・ほか（1968）によれば、母ガニ採集現場の水温は0.6～1.8℃である。

1カ月前後であろうと推定していた（深滝，1965c）。

飼育実験の結果から推定されているゾエアⅡ期の生活期間は，ズワイガニの場合，水温9～10℃で25～28日，ベニズワイの場合，水温11～12℃で32～36日間とそれぞれ推定されている（山洞，1966；1967；1968b, c）。

また，飼育水温が5～16℃の範囲内を変動する条件下で行なわれた実験では，ゾエアⅠ期の生活期間が19～29日，ゾエアⅠ期，Ⅱ期をあわせた生活期間が38～44日間という報告もみられる（丹羽・ほか，1968）。

第4図に示したごとく，ゾエアⅠ期，Ⅱ期が採集された表面水温は，それぞれ4～16℃，および4～17℃と相当広い範囲にわたっており，一方，生活期間の長さは主として水温に従属していることが知られているので，自然状態におけるゾエアⅠ，Ⅱ期の各生活期間とも一応1カ月間と推定したが，実際にはその生息場所の条件によつて，相当大きな変異があるものと考えらるべきであろう。

### 3. メガロバの生活期間の推定

この報告に用いた材料のなかで，メガロバが採集された期間は4月4日から6月15日までである。ほかに異例のものとして，10月15日に日本海沖合の表面水温16℃の1点において1尾が採集されている。倉田（1963）によれば，北海道の日本海側でメガロバが採集された期間は4月29日から5月31日までの間であり，前述の本州日本海側の採集期間内にふくまれている。東北地方北部の太平洋側において，1963年6月に稚魚網表層5分間曳によつて16点から合計646尾\*という比較的多数のメガロバが採集されており，これらのものは津軽海峡を通じた日本海との直接的な関連が強いと考えられている（小滝，1966）。

北海道のオホーツク海では，ゾエア（Ⅰ，Ⅱ期の区分不明）が5月上旬から6月下旬の間に，メガロバが7月下旬にそれぞれ採集されており，北海道東部～南千島の南沖水域にあたる北西太平洋においては，ゾエア（Ⅰ，Ⅱ期の区分不明）が8月下旬～9月上旬に，メガロバが9月上旬にそれぞれ採集されている（倉田，1963）。これらの事実から，倉田は生息水域の水温その他の条件によつて，幼生の出現期には相当顕著な地理的変異があるらしいと考えている。しかし，日本海水域内の出現期にはほとんど地理的変異は認められていない。

結局，日本周辺におけるズワイガニ属のメガロバの出現期は4月～10月の長期にわたっていることになる。このような長期にわたる理由としては，孵化期を異にする2種以上のメガロバが混在している可能性や，単一種内でも生息海域の環境条件によつて，孵化期やゾエアⅠ，Ⅱ期の生活期間が相当大きく変異している可能性などをも考えにいれておく必要があるだろう。

メガロバが採集された表面水温範囲は1～17℃であるが，第4図に示したとおり，毎年7～9月間の稚魚網曳網点の表面水温は，ほとんどすべてが17℃より高温である。ズワイガニ成体の場合，その温度低抗実験から水温17℃以上になると急速に死亡することが知られている（MacLEESE, 1968）。また，ズワイガニ属のメガロバは，ゾエアⅠ，Ⅱ期よりも深い層で浮遊生活を送っている傾向も認められている（京都水試，1968；伊藤，未発表）。これらの知見を総合すると，7～9月の高水温期には，たとえメガロバが浮遊生活を送っているとしても，日本海の月例定線海洋観測の範囲内（第1図）においては，表層付近で採集される機会はきわめて少ないものと考えられる。したがつて，現在までのメガロバの採集期間から，

\*具体的な採集記録は三河（1967）に引用されたものによる。

その生活期間の終了時期を明確にすることは不可能である。

一方、各所で行なわれたズワイガニやベニズワイの孵化および幼生の飼育実験においても、現在までのところ、孵化からメガロパまたはそれ以前のステージにおいて斃死しており、メガロパがさらに脱皮して稚ガニ第Ⅰ期にまで達したという報告はない。したがって、飼育実験結果からメガロパの生活期間を推定することも不可能である。

メガロパとしての生活期間の終期は、当然、稚ガニ第Ⅰ期の始期に相当し、これらのステージのいずれかのうちに浮遊生活から底生生活に移ると推測されている。丹羽・ほか(1965)は若狭湾において、11月～3月間の調査で底魚類の胃内に出現したズワイガニ属稚ガニの甲幅組成を捕食魚の種類ごとに示している。この記録を詳細に検討すると、稚ガニ第Ⅰ期に相当する甲幅をもつものは、アゴゲンゲ *Petroschmidtia toyamaensis* KATAYAMA のみに捕食されており、ズワイガニ属の稚ガニを捕食していたアゴゲンゲ17尾中、16尾が11月に1尾が12月に出現している。このことは、11月にはすでに底生生活にはいり、稚ガニ第Ⅰ期になっている事実を示している。また、伊藤(1968a)は兵庫県香住沖で周年にわたって実施した調査結果から、アゴゲンゲの胃内にズワイガニ属の稚ガニ第Ⅰ期が出現する時期は2カ年とも10月以降であったことを明らかにし、メガロパは表層から中層さらに底層にかけての予想以上の長期にわたる浮遊生活を送り、10月ごろから翌年の2月ごろにかけて着底するものと推察している。

以上、現在まで得られている知見を総合すると、日本海においてズワイガニ属のメガロパが稚ガニ第Ⅰ期に変態する時期は7～10月の間であり、ゾエアⅡ期からメガロパになる時期を4月下旬～5月前後とすれば、メガロパとしての生活期間はおよそ3～6カ月間の範囲内にあると推定される。したがって、孵化からメガロパまでの全浮遊生活期間はおよそ5～8カ月間の範囲内にあると推定される。

#### 4. 浮遊期幼生の垂直移動に関する予察

表層においてズワイガニ属の浮遊期幼生が採集される割合は昼夜によつて異なるという現象がみられた(第3表, 第5図)。こうした現象を生ずる原因としては、i) 採集ネットに対する逃避能力が昼夜によつて異なる、ii) 幼生が日周期的な垂直移動を行なっている、の2つが考えられる。

いま仮に、ii) が存在しないで、昼夜間にみられる採集割合の相違が i) のみに由来すると仮定した場合、第5図に示した1出現点当たり採集尾数(C/B)に顕著な昼夜間の差が現われてくるはずである。しかし、ゾエアⅠ, Ⅱ期とも、この値にはほとんど差が認められず、メガロパにおいてのみ昼<夜の傾向が認められている。したがって、メガロパに若干の保留をおけば、昼夜の採集割合の相違を生ずる主要な原因が逃避能力の昼夜間差であるという考えは排除してよいであろう。むしろ、垂直分布の日周期的な変化がこうした現象を生ずる主要な原因と考えられる。

さきにのべたとおり、表層における昼夜間の採集比率の相違は、発育の進んだステージほどいちぢるしいという現象がみられたが、これはおそらく、発育の進んだもののほど日周期的な垂直移動が活発化するという事実を反映しているのであろう。ただ、メガロパについては、そのほかに逃避能力の昼夜間差ということも、いくらかは加わっているものとも考えられる。

当所が1967年および1968年各春期に佐渡の北方水域において実施したズワイガニ属浮遊期幼生の水深別各層採集の結果(伊藤, 未発表)によれば、ゾエアⅠ, Ⅱ期とも水深10m層に



深に多く分布し、表層では比較的稀にしか採集されないという事実が示されている。この時の採集時刻が昼間のみに限られているので、ズワイガニ属の幼生は、昼間にはほとんど表層まで浮上してこないということを示唆している。また、京都水試(1968)が同府沖合において1968年4月中旬および5月中旬に実施したズワイガニ属浮遊期幼生の垂直分布に関する調査結果によれば、ゾエアⅠ、Ⅱ期とも4月中旬には水深0、10、50、100mの各層から採集されているのに対し、5月中旬には上記の4層のうち50m、100mの2層のみから採集されている。一方、メガロパは少数であるが4月には100m層、5月には50m層のみからそれぞれ採集されている。これらの事実、ズワイガニ属浮遊期幼生の同一海域における垂直分布の様相は、水温垂直分布の季節的な変動に対応して変化することを示唆しているものと考えられる。このことは、同一時期においても水塊の垂直分布構造を異にする海域によつて、ズワイガニ属幼生の垂直分布が異なることを示唆している。事実、第3図に示したとおり、ズワイガニ属幼生が冷水域の周辺において採集量が多いという事例も認められたのは、おそらくは幼生の垂直分布に関連しておるものと考えられる。

## V. 要 約

1964年1月から1968年8月までの間に、月例定線海洋観測点等において採集された稚魚網表層曳標本4,561点、 $\oplus$ ネット垂直曳標本1,327点、ならびに1965、1966年の各春期に調査船によつて漁獲されたカラフトマス1,015尾、サクラマス495尾の胃内から得られたズワイガニの出現記録を材料として、日本海に生息するズワイガニおよびベニズワイの外卵孵化期、ならびにゾエアⅠ期、同Ⅱ期およびメガロパの各生活期間などを検討した。

ズワイガニとベニズワイとの浮遊期幼生の形態は酷似しており、貯蔵した固定標本では色素胞による識別も不可能であるので、この報告ではズワイガニ属の幼生として取扱つた。

得られた結果は次のとおりである。

1) ゾエアⅠ期は2～5月、同Ⅱ期は3～6月にそれぞれ出現した。したがつて、外卵孵化期およびその直後に行なわれる経産ガニの産卵期は2～4月で、その盛期は3～4月であると推定した。

2) ゾエアⅠ期と同Ⅱ期との出現期のずれから、ゾエアⅠ期の生活期間は約1カ月間であろうと推定した。

3) メガロパは4～6と10月に出現したが、その大部分は4月下旬以降の出現であつた。ゾエアⅡ期とメガロパの出現期のずれから、ゾエアⅡ期の生活期間も約1カ月間であろうと推定した。

4) この報告に用いた材料のみから、メガロパの生活期間を直接推定することは不可能であつた。しかし、メガロパの生息場付近の水温条件、および底魚の1種の胃内から得られた稚ガニ第Ⅰ期の出現時期などの知見にもとづいて、メガロパの生活期間はおよそ3～6カ月の範囲内であり、したがつて、浮遊期全体の生活期間はおよそ5～8カ月の範囲内であろうと推定した。

5) 各ステージの幼生が出現した表面水温は、ゾエアⅠ期が4～16℃、同Ⅱ期が4～17℃、メガロパが1～17℃であり、いずれもかなり広い範囲にわたつていた。幼生飼育実験によつて各ステージの生活期間の長さは主として水温条件に従属することが確かめられているので、自然における実際の生活期間にも相当大きな変異があると推定した。

6) 表層における昼夜別採集結果の比較を通じて各ステージの幼生とも日周期的な垂直移動を行なっており、この移動は発育の進んだステージほど活発であることが示唆された。

## 引用文献

- 相川広秋 (1935). Inachida 科及び近縁種の Zoëa 幼蟲の形態. 動雑, **47** (558) : 217—227.
- AIKAWA, H. (1937). Further notes on Brachuran larvae. *Rec. Oceanogr. Wks. Jap.*, **9** (1) : 87—162.
- 深滝 弘 (1965a). ベニズワイとズワイガニとの雌の外部形態の比較. 日水研報告, (15) : 1—10.
- (1965b). ベニズワイの卵巣内卵数. 日水研報告, (15) : 95—97.
- (1965c). ズワイガニ属浮遊期幼生の出現期. 日本海区試験研究連絡ニュース, (172・173) : 3.
- (1967). 1965年春期の日本海におけるカラフトマスの食性. 日水研報告, (17) : 49—66.
- (1969). 日本海沖合におけるサクラマス成魚の食性. 日水研報告, (21) : 17—34.
- 浜渦 清 (1968). ベニズワイの孵化及び初期幼生の観察. 新潟県水試だより, (39) : 4.
- 伊藤勝千代 (1956). 日本海の底曳漁業とその資源, ズワイガニの項. 日水研報告, (4) : 293—305.
- (1963). ズワイガニの卵の熟度についての2,3の考察. 日水研報告, (11) : 65—76.
- (1967). 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究, I. 初産卵時期と初産群から経産群への添加過程について. 日水研報告, (17) : 67—84.
- (1968a). 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究, II. 稚蟹期の形態およびその分布について. 日水研報告, (19) : 43—50.
- (1968b). ズワイガニの孵化についての観察. 日水研報告, (20) : 91—93.
- 伊東祐方・笠原昭吾・池原宏二 (1967). 1964・1965両年春季の能登～山陰海域における魚卵・稚仔の分布と環境. 水産資源の分布・消長に及ぼす冷水塊の影響に関する研究報告書, : 13—35. 日水研.
- 上田常一 (1941). 朝鮮産甲殻十脚類の研究. 289pp. 朝鮮水産会.
- 小林啓二 (1965). ズワイガニ調査報告. 昭和39年度ズワイガニ調査報告書, 33pp. 鳥取水試. (謄写).
- 今 攸 (1965). 初産卵時期に関する一考察. ズワイガニに関する研究, 第3報, 福井水試報告, (3) : 1—5. (謄写).
- (1967). ズワイガニに関する漁業生物学的研究—I. プレゾエバ幼生について. 日水誌, **33**(8) : 726—730.
- ・難波高志 (1968). 周年飼育によるズワイガニの生態観察. 水産増殖, **16** (3) : 137—143.
- 小滝 三三 (1966). 東北海区におけるケカニ・ズワイガニの稚仔の分布 (予報). (講演要旨). 日本水産学会東北支部会報, (18) : 45.
- 京都府水産試験場 (1968). ズワイガニ幼稚仔調査. 昭和43年度ズワイガニ調査研究計画, 中間報告書, (リコピー).
- 倉田 博 (1963). 北海道産十脚甲殻類の幼生期. 2. クモガニ科ピサ亜科2種. 北水研報告, (27) : 25—31.
- MACLEESE, D. W. (1968). Temperature resistance of the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **25** (8) : 1733—1736.
- 松浦義雄 (1934). ズワイガニの生態に就きて. 動雑, **46** (511) : 411—420.
- 三河正男 (1967). 東北海区のカニ類. 昭和41年度底魚資源研究北部ブロック会議資料, 東北水研八戸支所. (リコピー).
- 水沢六郎 (1965). ベニズワイ (*Chionoecetes japonicus* RATHBUN) の生態観察. 新潟県生物教育研究誌, (2) : 26—31.
- 日本海区水産研究所香住支所 (1958). ズワイガニに関する研究. 底魚資源調査概報, (10) : 63—66. 日水研.
- NISHIMURA, SABURO (1967). Male first pleopods of the majid brachyurans *Chionoecetes opilio* (O. FABRICIUS) and *C. japonicus* RATHBUN from the Japan Sea. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **15** (3) : 165—171.

- 丹羽正一・ほか (1965). ズワイガニに関する研究 (第2報). ズワイガニ調査報告, 福井水試報告, (1) : 1—70. (謄写).
- ・ほか (1968). 昭和42年度指定調査研究総合助成事業, 底魚資源調査研究 (ズワイガニ). 福井水試報告, (16) : 1—23.
- RATHBUN, M. J. (1924). New species and subspecies of spider crabs. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **64** : 1—5.
- (1925). The spider crabs of America. *U. S. Nat. Mus., Bull.* **129** : 233—235.
- 山岡 仁 (1965). ズワイガニ調査報告書 (昭和39年度). 山形水試資料, 52pp. (謄写).
- (1966). ズワイガニ幼生の人工飼育について. 日本水産学会昭和41年度秋季大会講演要旨 : 46.
- (1967). ベニズワイ幼生の人工飼育. 日本水産学会昭和42年度秋季大会講演要旨, : 21.
- (1968a). ズワイガニ幼生の人工飼育. 山形水試事業報告昭和40年度 : 186—188.
- (1968b). ズワイガニ及びベニズワイの幼生の成長と摂餌習性. 日本水産学会東北支部会報, 第17回支部大会講演要旨, (20) : 39.
- (1968c). ズワイガニおよびベニズワイ幼生の浮遊期間について. 昭和43年度指定調査研究総合助成事業, 底魚資源調査研究 (ズワイガニ) 中間報告会資料, 山形水試, 9pp. (謄写).
- (1969). ズワイガニとベニズワイの幼生の識別について. 日本海区水産試験研究連絡ニュース, (210) : 2—3.
- 富 和一 (1965). 昭和39年ズワイガニ調査報告. 石川水試資料, (19) : 47pp.
- 安田 徹 (1965). 岩狭湾に於けるズワイガニの食性, 出現種とその組成, 及び胃重量指数について, 1報. 福井水試報告, (3) : 15—28.
- 吉田 裕 (1941). 北鮮産有用蟹類の生殖について (II). 水研誌, **36** (7) : 116—123.
- (1951). 有用カニ類の雌雄の間に見られる大きさの相違と其の原因に就いて. 日本水誌, **16**(12) : 90—92.

付表 ズワイガニ属幼生のステージ別・月別採集結果

Appendix Table. Seasonal occurrence of *Chionoecetes*' larvae by stages

月 Month	年 year	A	Zoea I		Zoea II		Megalopa		Total	
			B	C	B	C	B	C	B	C
Feb.	'64	18	-	-	-	-	-	-	-	-
	65	43	-	-	-	-	-	-	-	-
	66	51	1	1	-	-	-	-	1	1
	67	33	-	-	-	-	-	-	-	-
	68	33	2	7	-	-	-	-	2	7
	T.	178	3	8	-	-	-	-	3	8
Mar.	'64	95	16	224	9	123	-	-	16	367
	65	93	10	35	1	1	-	-	10	36
	66	97	9	56	4	35	-	-	9	91
	67	36	-	-	-	-	-	-	-	-
	68	13	1	3	-	-	-	-	1	3
	T.	334	36	378	14	159	-	-	36	494
Apr.	'64	94	16	198	20	266	1	1	22	465
	65	196	29	232	22	63	1	1	38	296
	66	111	13	25	11	71	3	8	18	104
	67	91	6	42	10	53	4	11	16	106
	68	116	13	36	6	15	-	-	15	51
	T.	608	77	533	69	468	9	21	109	1,022
May	'64	146	1	1	12	69	10	25	16	95
	65	204	6	7	26	88	12	35	29	130
	66	163	3	8	13	51	20	124	23	183
	67	109	1	1	2	4	6	31	8	36
	68	88	-	-	1	1	2	10	3	11
	T.	710	11	17	54	213	50	225	79	455
June	'64	92	-	-	1	2	3	4	4	6
	65	117	-	-	1	3	1	1	2	4
	66	153	-	-	4	4	7	13	8	17
	67	129	-	-	1	2	4	8	5	10
	68	85	-	-	-	-	4	4	4	4
	T.	576	-	-	7	11	19	30	23	41
Oct.	'64	101	-	-	-	-	1	1	1	1
	65	112	-	-	-	-	-	-	-	-
	66	105	-	-	-	-	-	-	-	-
	67	102	-	-	-	-	-	-	-	-
	T.	420	-	-	-	-	1	1	1	1

A.....Number of stations occupied by surface towing  
 B.....Number of stations where *Chionoecetes*' larvae occurred  
 C.....Number of individual of *Chionoecetes*' larvae collected