

日本海におけるベニズワイの成熟と 産卵, とくに産卵周期について

伊 藤 勝 千 代

Maturation and Spawning of the Queen Crab, *Chionoecetes japonica*, in the Japan Sea, with Special Reference to the Reproduction Cycle

KATSUCHIYO ITO

Abstract

Chiefly based on the female specimens of the queen crab, *Chionoecetes japonicus*, mostly collected by means of the crab traps in Toyama Bay during February 1970 and April 1974, reproduction biology was studied with the following results.

(1) Carapace width frequencies for the adult form females gave the unimodal distribution around the dominant size groups of about 50-70mm, despite certain geographical variations. Those for the immature forms, on the other hand, were composed of several size groups with different modal widths, the largest of which was discriminated around 50mm. (Fig. 3)

(2) Differentiation of ova advanced after the female crabs were transformed into the adult forms. Seasonal changes of the maturity index (MI) suggested that reproduction cycle appeared to last for two years with the peak spawning (egg laying) intensity in February and March. (Figs.4, 5)

(3) The seasonal changes of the relative abundance of the egg bearing females which were tentatively classified into four stages based on the egg development, also suggested the similar reproductive periodicity for the eggs. (Table 2)

(4) On accounts of the approximate sequences of both spawning and hatching season, it was supposed that the egg laying might be taken place within a short period after larval releasing.

(5) Frequencies of the number of eggs revealed that 40 to 50's thousands were the most dominant features and the specimens carrying 20 to 60's thousands eggs accounted for about 75 percent of the materials examined. (Fig. 8) The egg is often slightly ovoid in shape, and has considerably variable dimension of 0.58-0.88mm, with the average of 0.68mm.

まえがき

ベニズワイ *Chionoectes japonicus* RATHUBUN は日本海においては約500m以深の深海に広く棲息し、主にかご網漁業によつて漁獲されている。本種と近縁関係にあるズワイガニ *Ch. opilio* O. FABRICIUS の資源悪化を背景として、最近ベニズワイの開発に対する関心が急速に高まり、ここ数年来ベニズワイ漁場の拡大と漁獲量の増大はめざましいものがある。このような漁獲圧力の急増にともなつて、本種の資源状態の悪化に対する懸念が早くも現実化しつつある状況にある。

著者はこれまで、日本海における底魚資源研究の一環として、ズワイガニの生態に関する調査研究を主にすすめてきたが、最近の漁業の動向に即応してベニズワイ資源、とくに産卵生態に関する調査に主力を注いでいる。昭和43～45年度の3年間にわたつて実施された「日本海に関する総合研究*」の中で、日本海区水産研究所が担当した「中底層水の生物生産力への影響の研究」においては、深海域におけるベニズワイの分布・豊度ならびに産卵生態などに関する調査およびとりまとめを分担した。この調査研究に関する一連の報告書（科学技術庁研究調整局、1969～1971）の中で、著者はベニズワイの産卵生態について、ズワイガニのそれと比較対照しつつ、多くの類似点とともに、いくつかの相違点の見出されることを指摘し、とくに産卵周期がズワイガニと異つている可能性があることを示唆しておいた。これらの点をさらに究明するため、その後富山湾をモデル水域にえらび、雌ガニに重点をおいて採集調査および採集標本の測定・観察を継続実施してきた。本報告は、これらの富山湾で採集されたベニズワイ雌の測定・観察資料を主体に、産卵生態についてとりまとめたものである。

本文に先だち、この研究に際して校閲を賜つた当研究所の浜部基次所長および校閲ならびに有益な助言を賜つた上村忠夫資源部長と尾形哲男資源第2研究室長および沖山宗雄技官に対し、また、標本採集についてご協力を仰いだ調査船みずほ丸の八幡徳治船長以下乗組員の方々、富山県水産試験場の山田稔技師と故島崎藤吉技師、富山県宮崎港の漁栄丸水嶋勲船長、新潟県能生港の伝宝丸山田伝吉船長の諸氏に深謝の意を表する。このほか、当研究所の結城トミ技官には標本測定・資料整理などで多大なご協力をいただいた。厚くお礼を申し上げる。

I. 材料および方法

1. 標本採集 標本採集に際しては、対象を雌に限定するとともに、成熟の季節的推移を追跡するため富山湾付近を調査水域にえらび、時間的間隔を考慮しながらかご網による採集調査を反復実施した。調査期間は1970年2月から1974年4月にわたつているが、当所所属みずほ丸（78.0トン）により計画的に採集を行なつたのは1971年9月以後で、それ以前においては、民間漁船の富山県宮崎港基地の漁栄丸（10.5トン）および新潟県能生港基地の伝宝丸（9.1トン）に採集を依頼した。民間漁船の操業においては、一般に市場価値の高い大型の雄を重点的に漁獲する関係上目合の大きいかご網を使用するので、漁栄丸・伝宝丸の操業に際しては普通のカニかご網のほかに、小型の雌ガニの漁獲に適した目合の小さいバイかごもしくはエビかごを併用してもらい、雌ガニの採集量を増やすことに意を用いた。また、みずほ丸の場合には目合のみでなく構造も若干改造したかご網を使用した。

ベニズワイの雌の体形は、ズワイガニと同様、性成熟にともなつてその外観が未成体型から

*科学技術庁研究調整局の特別研究促進調整費による。

成体型へと変化するが、成体ガニについては標本採集が比較的順調にすすんだので調査を1972年9月で一応打ち切った。これに対して未成体ガニについては、採集個体数が少なかったため、1974年4月まで富山湾での標本採集と測定・観察をつづける一方、1972年9月には石川県水産試験場白山丸(119.4トン)の底びき網による北大和堆・大和堆漁場調査に乗船し、未成体ガニを主体とする雌ガニの調査・測定を行なうとともに、部分的には1970年6月に実施された開洋丸(水産庁調査船, 2,540トン)によるトロール調査の結果を併用した。

これらの調査による採集回数(地点数)および個体数を第1表に示す。未成体ガニでは白山丸および開洋丸による調査資料をも含めると71地点 2,186尾、成体ガニでは富山湾のみで140地点 7,433尾となっている。なお、富山湾での採集地点を第1図に示した。

第1表 ベニズワイ雌標本の採集状況

A) 未成体ガニ

年 月	海 域	北 大 和 堆	大 和 堆	新 隠 岐 堆	富 山 湾	計
June, 1970		(16)933†	(17)145†	(6)306†		(39) 1,384
July, 1972					(3) 13	(3) 13
Sep., 1972		(2)339††	(2)165††		(14) 20	(18) 524
Jan., 1973					(2) 58	(2) 58
June, 1973					(5) 38	(5) 38
Apr., 1974					(4)169	(4) 169

† 開洋丸のトロール漁獲物

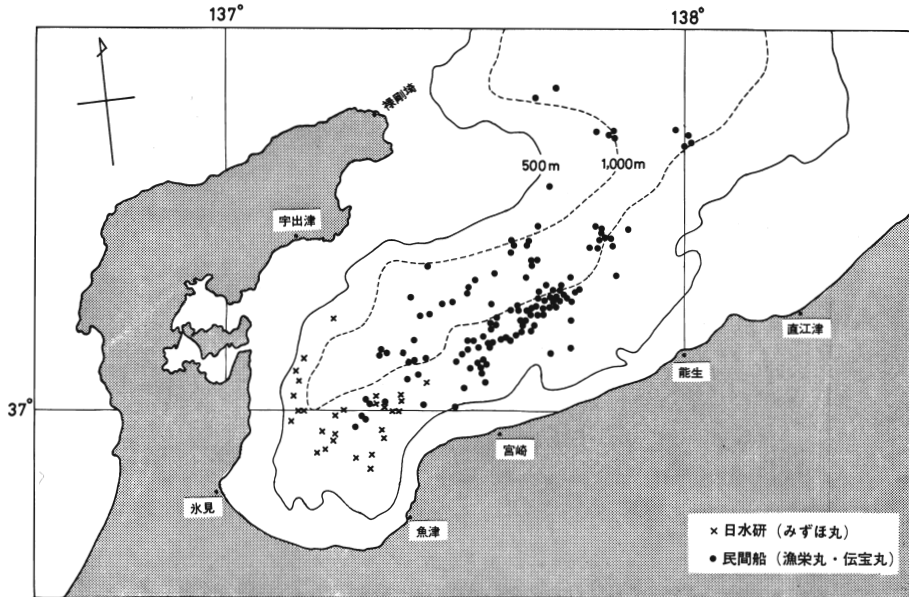
†† 白山丸のカニかご漁獲物

富山湾産はすべてみずほ丸のカニかご漁獲物

B) 成体ガニ(富山湾)

月	年	1970	1971	1972
Jan.			(5) 250	(8) 605
Feb.		(1) 50	(8) 380	(2) 170
Mar.		(4) 165	(8) 508	(8) 491
Apr.			(10) 479	(5) 397
May			(11) 445	(5) 298
July			(4) 310	(3) 217
Aug.				(1) 100
Sep.		(1) 50	(5) 216	(3) 300
Oct.		(4) 128	(5) 239	
Nov.		(12) 445	(12) 440	
Dec.		(9) 362	(6) 398	
合 計		(31) 1,200	(74) 3,665	(35) 2,578

() 内は採集回数



第1図 富山湾付近におけるベニズワイ標本採集地点
(みずほ丸および民間漁船2隻, かご網)

2. 測定ならびに観察方法 得られた標本は、特別の場合以外はすべて漁獲後直ちに約10%ホルマリンで固定し、陸上の実験室に持ち帰った後、計測ならびに観察を行なった。

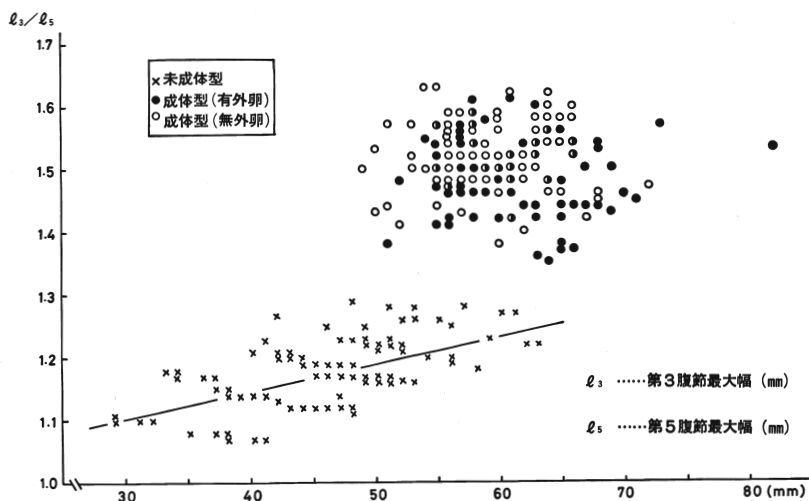
測定項目および方法の概要を以下に示す。

- 1) 甲幅 (mm) 測定： 頭胸甲背甲の最大幅をもって甲幅とみなした。計測にはノギスを使用した。
- 2) 体重 (g) 測定： 脚の欠損率がきわめて高いので (約90%)、一方の脚を欠いた個体については対脚を測定して補正した。
- 3) 未成体型と成体型の区分： 採集標本はすべて未成体型と成体型とに区分した。両者の判別はズワイガニの場合と同様、体の外観、とくに腹節の形態および腹部への彎曲の状態等から容易に行なうことができた。なお、参考までに、ズワイガニについて行なわれた方法 (伊藤, 1957) にしたがって、甲幅と腹節成長指数との関係を整理した結果を第2図に示す。
- 4) 内卵重量 (mg) の測定および成熟度指数 (MI)： 未成体型と成体型とにかかわらず内卵 (卵巣卵) 重量を測定するとともに、ズワイガニで用いた伊藤 (1963) の次式にしたがって成熟度指数 (MI) を計算した。

$$MI = \left[\frac{\text{内卵重量}}{\{\text{体重} - \text{外卵重量}\}} \right] \times 100 \quad (\text{重量単位は } mg)$$

別に、内卵調査の際に、未熟卵に混つて若干の成熟卵が残存している例がしばしば観察された。これらの個体は産卵間もないものと考えられるので、内卵の重量とならんで成熟卵の残存状況についての観察結果をも記載した。

- 5) 外卵重量 (g) の測定および発生段階： 成体型カニのうち外卵 (腹部でん絡卵) を有する個体 (有外卵個体) については、外卵重量を測定するとともに、卵の色彩および卵内発生の進行、卵殻の残存状態等を観察し、ズワイガニに適用された方法 (伊藤, 1963) に準じて、外卵の発生初期から孵化後に至る間の発生段階を以下の4ステージに区分した。



第2図 ベニズワイ雌の甲幅と腹節成長指数 (l_3/l_5) との関係

- A ステージ： ミカン色の産卵後の未発眼卵
- B ステージ： 赤褐色系の発眼初期～中期卵
- C ステージ： 紫黒色系の発眼後期～孵化直前卵
- D ステージ： 孵化後で腹部付属肢に卵殻が残存しているもの

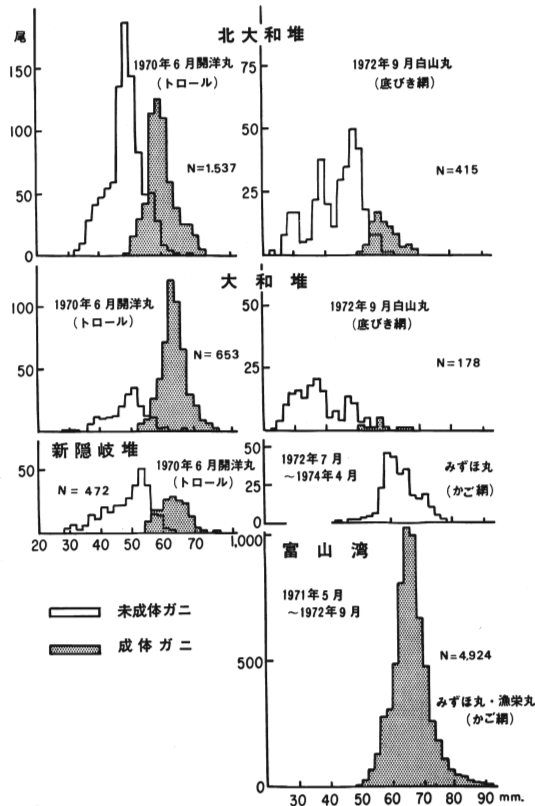
別に、成体型ガニの中で、外卵を抱いていないものが10%内外みとめられた。本報告においては、これらの個体もしくはグループをそれぞれ無外卵個体もしくは無外卵グループと呼称することとし、上述のA～Dグループとは区別してとり扱った。

II. 結 果

1. 未成体型および成体型の甲幅組成

第3図は富山湾および北大和堆・大和堆・新隠岐堆の各水域で採集されたベニズワイ雌標本の甲幅組成を未成体型と成体型とに分けて示したものである。富山湾のベニズワイはすべてかご網で漁獲されたもので、水深帯は770～950m、採集期間は成体型では1970年2月から1972年9月まで、未成体型では1970年2月から1974年4月までにわたっている。これに対して堆周辺水域のベニズワイはトロール（開洋丸）もしくは底びき網（白山丸）によつて漁獲されたもので採集時期も6月もしくは9月と特定の月に限られている。水深帯は北大和堆・大和堆で約700～1,500m、新隠岐堆で約570～1,500mとなつている。

最初に成体型の組成についてみると、白山丸による北大和堆・大和堆のものでは個体数が少ないため明らかでないが、富山湾および開洋丸による北大和堆・大和堆・新隠岐堆の各組成ではいずれも明瞭な単峰型を呈している。しかし、組成範囲およびモードの位置では若干の差がみられ、富山湾のもののがもつとも大きく主組成範囲は58～72mmでモードは64mm級にあらわれている。開洋丸による大和堆および新隠岐堆水域のものがこれにつき、主組成範囲はともに56～70mm、モードの位置も62mm級で、富山湾産のものに比べて2mm小型となつている。また、開洋丸による北大和堆のもの主組成範囲は52～66mmで、モードは58mm級にあつて、大和堆・新隠岐堆の組成よりもさらに4mm下回つている。一方、白山丸による北大和堆・大和堆の組成では、前述したように明瞭ではないが、前四者に比べてさらに小型の傾向がみとめられる。



第3図 ペニズワイ雌の甲幅組成

つぎに、未成体型の組成は成体型のそれに比較して複雑な様相を呈している。富山湾の組成についてみると、未成体型の方が成体型よりも若干小型であるが、両者の分離はあまり明瞭でなく、また、50mm以下の未成体型はほとんど出現していない。その他の水域の組成では両者の分離は明瞭で、未成体型の中でもつとも大型群のモードの位置は50mm前後のところにみとめられる。これらの群はいずれも未成体の最終令期に対応するものと考えられ、別に白山丸による北大和堆の組成では最終令期より若令のモード群が約40mmおよび30mmのところそれぞれ分離してあらわれている。

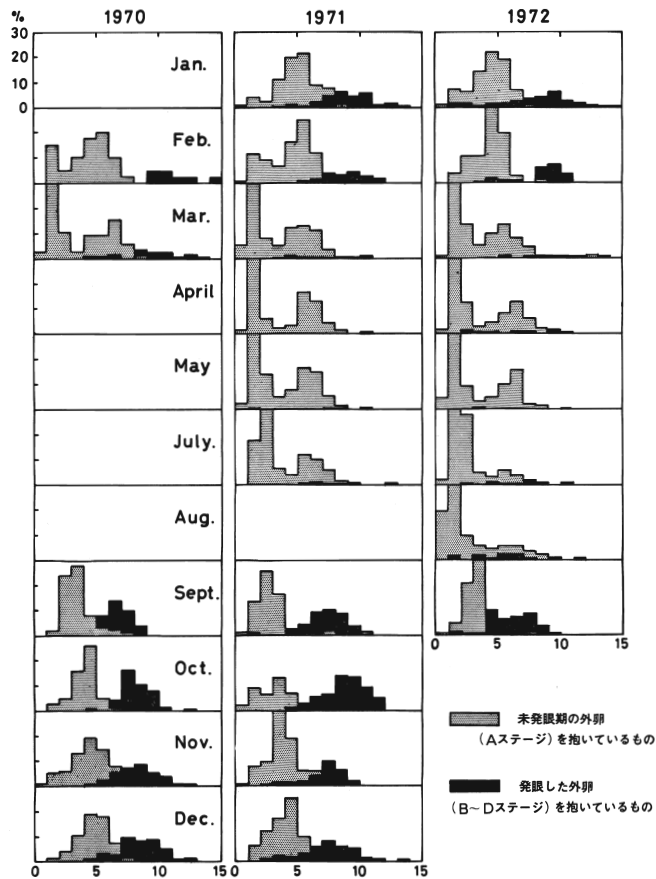
富山湾の組成において、他の堆域のそれとは対照的に成体型と未成体型の分離が不明瞭で、かつ、50mm以下の未成体ガニが出現しなかつた原因としては、かご網の撰択性、地形条件に起因する分布の相違等が一応考えられるが、富山湾での採集調査が地域的な拡がりや期間の面で充実しているにもかかわらず、小型の未成体ガニの漁獲が成体ガニよりもいちじるしく少なく、かつ、成体ガニの体型についても富山湾産のものが他の堆域のものよりも大型であること、他方、堆域におけるトロールもしくは底びき網の場合には小型の未成体ガニと成体ガニとが同一の地点で混獲されていること等から、かご網の撰択性とくにかご網に入る際の競合問題が大きく影響していると考えるのが妥当であろう。また、富山湾および堆域を通じて、成体型の組成が明瞭な単峰型を形成していることは、最終令期の未成体ガニが脱皮して成体型に転換した後はズワイガニと同様、本種も脱皮を行なわないで生涯を終ることを示している。

2. 内卵（卵巣卵）の成熟および産卵

未成体ガニの内卵調査は富山湾の28群、298尾、沖合堆域の43群、1,888尾について行なつた

が(第1表A参照), MIの最高値は1.9で, ほとんどのものが0.1以下の未熟なものであつた。標本採集はかならずしも充分とはいえないが, 未成体ガニの中で成熟過程のものが見出せなかつたことから, 内卵の成熟は未成体の段階では進行せず, 成体型に転換した後に進行すると考えてよいであろう。

一方, 成体ガニについては, 季節的にほぼ連続して採集が行なわれた富山湾の1970年2月から1972年9月に至る間のMI組成を年・月別に示すと第4図のようになる。なお, 図において



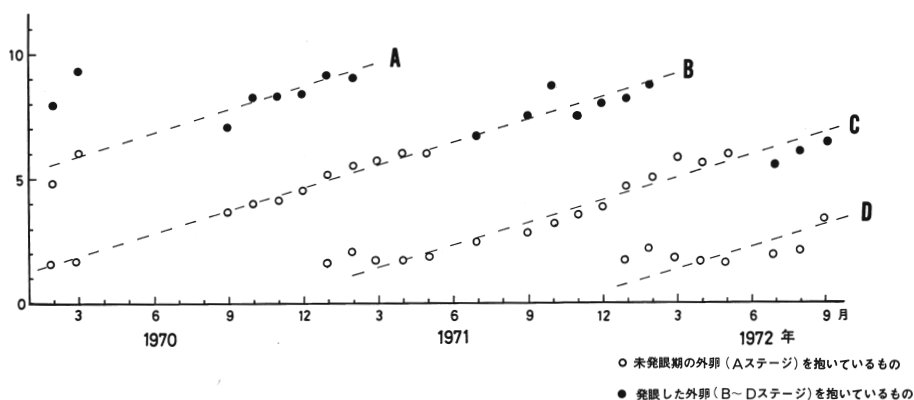
第4図 ペニズワイ雌成体ガニの成熟度指数(MI)組成の季節変化

は内卵の成熟と外卵の発生との対応関係をみるため, 無外卵個体をMI組成から除外するとともに, 外卵の発生段階を未発眼期のAステージと発眼した後のB~Dステージとに2分しそれぞれステージ別にMI組成を示してある。その結果によると, 各月ともモードの位置を異にする2群が出現している。これら2群のうち, とりあえず値の低い群れに着目し, その季節的推移を追跡すると, まず, この群れが多く出現する時期は各年とも2・3月ごろで, 以後月を追って次第にMIの値は高い方へと移り, 翌年の2・3月ごろ, MIの低い新しい群れの出現にともなつて, MIの高い群れへと移行する。そして, その後もMIの値は増大をつづけ, 翌々年の1・2月ごろ最高値に達したのち, この群れの存在はMI組成からほとんど消滅する。

このようなMI組成の季節的推移から, 内卵の成熟期および産卵期などについて, 一応はつ

ぎのようなことが指摘される。すなわち、内卵は体内で約2年間にわたって成熟をつづけ、2年後に体外に産み出されること、主産卵期は2・3月ごろと考えられること、等である。換言すれば、群単位では毎年2・3月ごろを中心に産卵が行なわれるが、個体別にみると2年に1回つまり2年の周期で産卵が行なわれることを意味している。

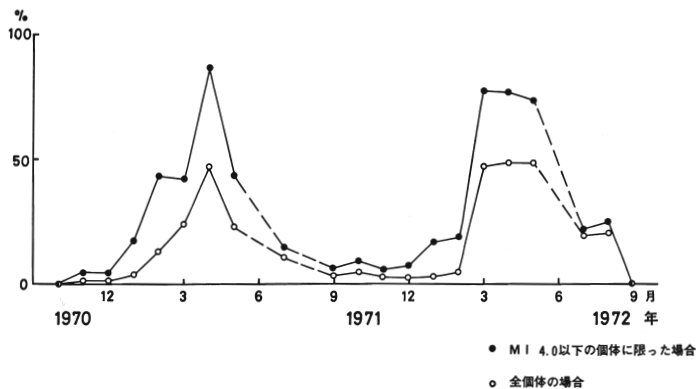
つぎに、内卵の成熟と外卵の発生との関係についてみると、2・3月ごろから2年後の同時期に至る2年間にわたる内卵成熟過程のうち、1年目とそれにつづく約半年間つまり成熟開始後約1年半の間はほとんどの個体が未発眼の外卵を抱いており、2年目の9月ごろに至って外卵の発生段階が発眼期へ進んでいる。外卵の発生については次節で詳述するが、内卵のMIの季節変化を既述のモード群ならびに外卵の発生段階にもとづいて区分し、それぞれ年・月別に平均値をもとめてプロットすると第5図がえられる。図から明らかなように、各点の分布には



第5図 ベニズワイ雌成体ガニの成熟度指数 (MI) の季節変化

A～Dの直線が適合し、MIの値は月の進行にともなうほぼ直線的に増大していることがわかる。1970年2月から1972年2月にわたって追跡されているB群 (B線上の各群) の結果によるとMIの平均値は2年間に約1.5から産卵直前には約9.0に達している。

なお、産卵期と関連して、産卵後と考えられる成体ガニの体内部に残存する成熟卵 (体内残留卵) を観察し、その出現状況をしらべた結果を第6図に示す。体内残留卵をみとめた個体の



第6図 体内に残留卵がみとめられたベニズワイ雌成体ガニの季節的出現状況

MI の最高値は3.9で、そのほとんどは2.0以下であつたので、図においてはこれらの結果を参考とし、MI が4.0以下の個体に限つた場合と全個体を含めた場合とに分けてそれぞれ出現率を示してある。それによると、いずれの場合も残留卵を有する個体が多く出現する時期は3～5月に限られており、このことは主産卵期が2・3月であろうとする既述の推定をうらづけるものといえる。

3. 外卵（腹部てん絡卵）の発生と孵化

この研究では内卵が体外に産み出され、外卵として腹部に抱えられてから孵化後間もない時期と考えられるまでの発生段階を、肉眼観察により一応A～Dの4ステージに区分した。各個体のステージの分類に際しては、卵内発生と並んで卵の色彩を重要な指標としたが、変色の過程をやや詳しく追及すると、ミカン色（色彩No.53）— 飴色（No.40）— 代赭色（No.42）— 檜皮色（No.46）— 朽葉色（No.58）— 焦茶色（No.60）— 煤竹色（No.72）の順に変化して孵化期に達し、孵化後腹部付属肢にまだ多数の卵殻が残存している状態の卵色彩は憲法色（No.87）であつた。このような色彩変化の過程はズワイガニのそれとほぼ一致しており（伊藤，1963），また、前述の発生段階と対応させると、孵化期以前のAステージはミカン色と飴色，Bステージは代赭色と檜皮色および朽葉色，Cステージは焦茶色と煤竹色，孵化後のDステージは憲法色という関係がほぼ当てはまるようである。なお、成体ガニの中で外卵を抱いていない無外卵個体の出現状況も産卵生態を考察するうえで重要な意義をもっているので、外卵を抱いているものの発生段階と平行して、外卵の有無に関する観察も同時に行なつた。

富山湾で採集された成体ガニのうち、外卵を有する個体の発生段階別の出現率を第2表に、また、無外卵個体の出現率を第3表にそれぞれ示す。まず第2表にもとづいて発生段階別の出現状態を検討すると、Aステージの値は年間を通じて抜きんでて高く、1971年10月の40.5%を除いてはすべて50%以上の出現率となつている。このような高率を示しながらも季節変化はかなり明瞭で、3～7月ごろに高く、9月から翌年の1月ごろまでの時期が低率となつている。つぎにBステージについてみると、年間を通じての出現率はAステージに次いで高い。季節変化は

第2表 ベニズワイ外卵の発生段階別出現率の月変化 (%)

年 月	1970				1971				1972			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Jan.	-	-	-	-	71.4	22.0	5.8	0.8	71.7	1.8	18.3	8.2
Feb.	79.6	2.5	17.9	0	83.4	0.6	12.5	3.5	76.9	0	17.3	5.8
Mar.	86.2	2.1	9.6	2.1	95.3	0.2	1.4	3.1	92.8	1.2	0.7	5.3
Apr.	-	-	-	-	98.2	0	0.5	1.3	91.1	0.3	0.3	8.3
May	-	-	-	-	97.6	0	0.5	1.9	99.3	0	0	0.7
July	-	-	-	-	95.2	4.1	0	0.7	92.6	4.8	0.5	2.1
Aug.	-	-	-	-	-	-	-	-	76.8	12.2	0	11.0
Sep.	73.5	26.5	0	0	60.2	39.3	0	0.5	76.0	22.6	0.4	1.0
Oct.	57.3	41.9	0	0.8	40.5	52.4	3.1	4.0	-	-	-	-
Nov.	62.5	35.4	1.2	0.9	65.8	28.3	3.3	2.6	-	-	-	-
Dec.	55.5	42.0	1.4	1.1	62.4	18.5	13.9	5.2	-	-	-	-

第3表 無外卵のベニズワイ雌成体ガニの月別出現率

年 月	1970		1971		1972	
	個体数	出現率	個体数	出現率	個体数	出現率
Jan.	尾 -	% -	尾 9	% 3.6	尾 103	% 17.0
Feb.	11	22.0	19	5.0	14	8.2
Mar.	20	12.1	61	12.0	62	12.6
Apr.	-	-	25	5.0	60	15.1
May	-	-	21	4.7	25	9.2
July	-	-	18	5.8	29	13.4
Aug.	-	-	-	-	18	18.0
Sep.	1	2.0	20	9.3	17	5.7
Oct.	11	8.6	14	5.9	-	-
Nov.	13	2.9	6	10.9	-	-
Dec.	5	1.4	74	18.6	-	-
計 (平均)	61	(5.1)	267	(7.3)	329	(12.8)

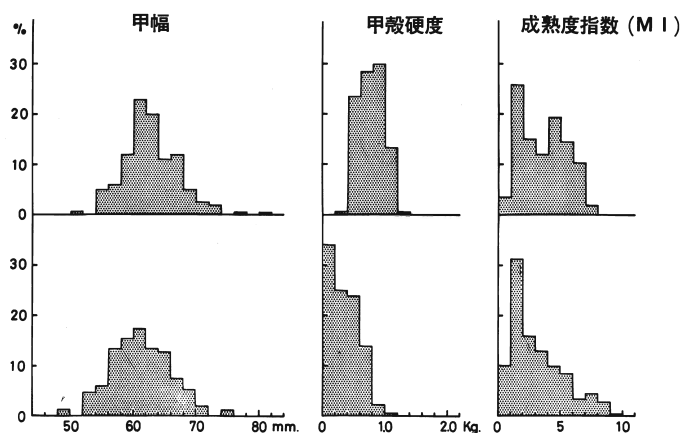
Aステージよりもシャープで、Aステージの低率期の前半に当る9~12月ごろにもつとも高く、後半の1月ごろから急減して、4月以降にはほとんど痕跡的なレベルにまで低下している。孵化期に近いCステージでは、出現率が全体的に低いため、季節変化は幾分明瞭さを欠くが、高率期と低率期の位相はBステージよりも若干おくれている傾向がみられる。孵化後のDステージについては、各ステージを通じて出現率もつとも低く、かつ月別の変化も不規則で季節的な変化傾向はみとめ難い。

以上に述べた各ステージの出現状況から、注目すべき問題として一応以下の点が指摘されよう。その1つは、Aステージの出現率が季節変化をとめないながらも年間を通じて高水準を保っていることである。このことは、外卵の抱卵期間が、内卵の成熟期間と同様、2年間にわたっている可能性を強く示唆している。その2つはA~C各ステージの季節的消長に関する一連の推移から、孵化盛期は2・3月ごろであろうと推定されることである。この時期は既述の産卵期とほぼ一致しており、このことはまた孵化後短期間に産卵が行なわれることを教えている。なお孵化後のDステージの出現と孵化盛期との関連が明らかでない原因についてはいまのところ不明である。

つぎに、第3表の無外卵個体の月別出現率をみると、調査期間を通じて1.4~22.0%の範囲を変動しているが、季節変化は別にみとめられない。各月の出現率から単純平均をもとめると約8.6%となり10%の水準を割っている。無外卵グループの構成要素の中には、外卵の孵化後内卵の産出をまだ行なっていない個体および内卵は産出したが腹部へのでん絡に失敗した一部の個体等の他に成体型には変つたがまだ産卵するに至っていないいわゆる処女ガニも含まれているはずである。したがって、前節で述べたように、ベニズワイの性成熟が成体型へ変つた後に進行し、かつ約2カ年後に内卵が体外に産出されるとする推定に誤りがなければ、無外卵グループの中にはすくなくとも2つの年級群を包括していることになる。このような観点と上述の無外卵グループの平均が出現率10%を下回る事実とを照し合わせると、両者の関係が矛盾なく

成立するためには外卵を有するグループの年齢構成の幅がきわめて広いという条件が満たされなければならない。

しかし、この点に関しては開洋丸による沖合堆域での貴重な調査例がある。この調査においては、富山湾でのかご網とは異なりトロール漁法が採用され、調査時期も6月という特定時期に限られてはいるが、北大和堆・大和堆・新隠岐堆を通じての無外卵グループの平均出現率が47.1%に達し、最高は新隠岐堆の68.6%で、最低の大和堆でも31.5%であった。また、この調査においては内卵および外卵の測定・観察と平行して、脱皮と関係の深い甲殻硬度の測定も行なわれてきた。そこで、調査個体を外卵を抱えているものと無外卵のものに別け、甲幅・甲殻硬度・成熟度指数(MI)の各組成を整理して示すと第7図のようになる。図において、両者の差がもつとも明瞭にあらわれているのは甲殻硬度組成で、有外卵のものでは硬度2.0kg以下



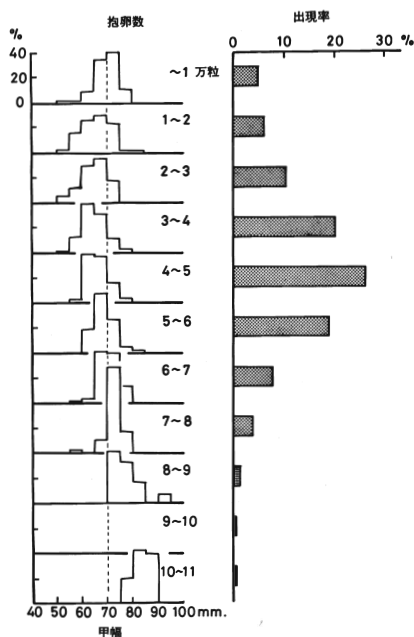
第7図 ベニズワイ雌成体ガニの有外卵(上列)・無外卵(下列)別の甲幅・甲殻硬度・成熟度指数(MI)の各組成の比較(1970年6月開洋丸の北大和堆・大和堆・新隠岐堆海域での採集標本による)

のものがほとんどみとめられないのに対し、無外卵のものでは硬度1.0kg以下のものの出現率ももつとも高く、1.0~2.0kgのものがこれについている。この事実は、有外卵グループに属する個体の多くが、脱皮して成体型に変った後の経過期間が長い経産ガニと考えられる個体で占められているのに対し、無外卵グループに属する個体については、経過期間の短いいわゆる処女ガニの比率が高いことを示唆している。このような両者の関係はMIの低い群れと高い群れの2つのモード群が明瞭に分離してあらわれているのに対し、無外卵グループではMIの低いモード群のみが卓越し、高い群れの出現率は全体的に低く、かつモード群の形成も不明瞭となっている。

富山湾のものについては甲殻硬度の測定を行なっていないため、具体的には明らかでないが、標本処理の過程でえられた感じでは、軟甲個体の出現はきわめて少なく、全体的に硬い甲殻のものがほとんどあつた。今のところ、富山湾と沖合堆域の採集標本の間は無外卵個体の出現率に大差をもたらした原因について断定的なことはいえないが、甲幅組成の海域差に関連して言及したように、かご網とトロールによる漁法の撰択性が関与していることは容易に推定されるところである。しかし、この問題については湾水域と孤立した堆水域という地形的条件の相違もあり、雌ガニの分布生態の問題と関連して、今後さらに追求する必要がある。

4. 抱卵数と卵径

1972年3～5月に富山湾で採集したベニズワイ雌成体ガニの中から、未発眼の外卵を有し、しかも、MI 2.0以下の未熟内卵をもつた940尾をえらび、外卵の抱卵数を計測した*。その結果にもとづいて、抱卵数階層別の出現状況および各階層別にもとめた甲幅組成を第8図に示す。



第8図 ベニズワイ雌の抱卵数階層別の甲幅組成(左側)と出現率(右側)

まず、抱卵数と甲幅組成との関係についてみると、3～4万粒台を境界として、それ以上の抱卵数を有するものでは甲幅の大型化にともなつて抱卵数の増大する傾向が明らかにみとめられるが、3万粒以下のものでは両者の関係は不明瞭となっている。後者は、体外に産出された内卵の一部もしくは主要部分が腹部付属肢へのてん絡に失敗したり、あるいは不十分にてん絡した卵が抱卵中に脱落したりする個体が少なからず混在することを示している。今回の調査においては抱卵数がわずかに8粒という例も観察されており、このような卵のてん絡に失敗する現象は飼育による孵化実験の際にもしばしば観察され、また、ズワイガニでも同様な観察例が報告されている(伊藤, 1968)。

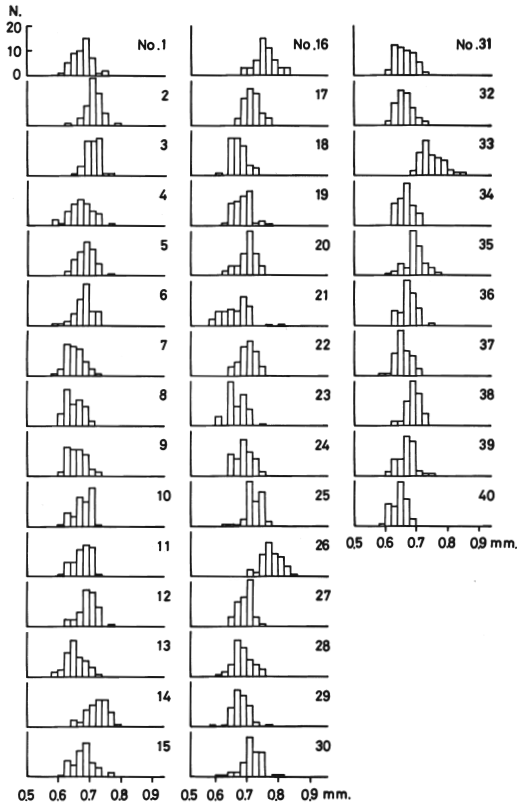
今回の調査でみとめられた抱卵数の出現範囲は、上述のてん絡に失敗したもので含めるとほとんど0に近いものから最大10～11万粒台に及んでいるが、出現率が10%をこえたのは2～6万粒台の範囲であつた。この中で4～5万粒台がもつとも多くて26.2%に達し、次いで3～4万粒台の20.3%、5～6万粒台の18.8%、2～3万粒の10.5%が

つづき、2～6万粒の抱卵数を有する個体の出現率が全体の約75%を占めていた。

水沢(1965)が新潟県能生沖のものについてしらべた結果によると、6～8万粒の外卵を有する個体の出現率ももつとも大きかつたことを報告している。この数値は今回の調査のそれをかなり上回っているが、水沢の研究で使用された標本個体が今回のそれより全体的に大型であつた点からみて、供試標本の体型の相違が上述の差を生じた主要な原因と推定される。一方、深滝(1965a)は同じく能生沖のものについて内卵の卵粒数を計測し、1個体当り卵粒数の主範囲は4～8万粒で、5～6万粒台の個体の出現率ももつとも大きかつたことを報告している。この結果は、今回の外卵抱卵数のそれを約1万粒上回っているが、既にふれたように体外に産出された内卵の一部が腹部付属肢にてん絡する際に脱落する可能性を考慮すると、内卵の卵粒数が外卵のそれより多いことは充分考えられることである。なお、ベニズワイの抱卵数に関する本研究の結果と、ズワイガニの抱卵数(伊藤, 1963)とを比較すると、本種の方がズワイガニよりも1万粒程度少ない。

つぎに、外卵の卵径を測定した結果を第9図に示す。標本個体数は40尾で、1973年7月13日

*まず、1個体の卵塊から0.1gの試料を10回にわたつてとり出し、その平均卵粒数を計測した。このような操作を10個体について行ない、その総平均をもとめたところ、0.1g中に含まれる卵粒数は428粒であつた。この結果にもとづいて、ここでは一応0.1g当りの卵粒数として450粒を採用し、重量法により個体別に総抱卵数を算出した。



第9図 ベニズワイの生鮮外卵の個体別卵径組成

なお、参考までに、2日間氷蔵後の新鮮状態にちかいときの平均卵径と、測定卵を除く同一

第4表 ベニズワイ外卵の生鮮時と10%ホルマリン固定10日間経過したものとの平均卵径の比較 (mm)

標本 No.	卵の状態		比較	標本 No.	卵の状態		比較
	生鮮	固定			生鮮	固定	
1	0.685	0.683	-0.002	21	0.653	0.653	±0
2	0.717	0.722	+0.005	22	0.681	0.689	+0.008
3	0.696	0.704	+0.008	23	0.655	0.658	+0.003
4	0.678	0.680	+0.002	24	0.676	0.678	+0.002
5	0.691	0.694	+0.003	25	0.701	0.710	+0.009
6	0.684	0.689	+0.005	26	0.759	0.765	+0.006
7	0.658	0.662	+0.004	27	0.677	0.681	+0.004
8	0.657	0.660	+0.003	28	0.664	0.673	+0.009
9	0.671	0.668	-0.003	29	0.661	0.667	+0.006
10	0.680	0.687	+0.007	30	0.698	0.702	+0.004
11	0.682	0.684	+0.002	31	0.661	0.669	+0.008
12	0.702	0.702	±0	32	0.671	0.668	+0.003
13	0.658	0.664	+0.006	33	0.754	0.755	+0.001
14	0.722	0.731	+0.009	34	0.672	0.672	±0
15	0.671	0.686	-0.015	35	0.697	0.702	+0.005
16	0.740	0.746	+0.006	36	0.678	0.682	+0.004
17	0.698	0.704	+0.006	37	0.659	0.665	+0.006
18	0.657	0.661	+0.004	38	0.696	0.696	±0
19	0.674	0.676	+0.002	39	0.675	0.675	±0
20	0.681	0.690	+0.009	40	0.653	0.651	-0.002

*卵径の測定には万能投影機を使用し、1/10mmの単位で行なった。測定部位は水平方向の最大長と定めた。

に富山湾で採集したものの中から、発生段階がAステージで、MI 2.0以下の未熟な外卵をもつものをえらんだ。測定*は採集してから約2日間氷蔵した後実験室において行なわれ、また、計測した1個体当りの卵粒数は100粒である。

図に示されるように、卵径は全個体を通ずると0.58~0.88mmで、その幅はズワイガニ(伊藤, 1963)に比較するとかかなり大きく、平均卵径は0.68mmで、ズワイガニ(伊藤, 1963)よりもやや小型である。本種の卵径の変異の幅がズワイガニのそれよりも大きい原因としては、ズワイガニの卵の形状がほとんど真円形にちかいのに対して、本種のそれは真円形のものが少なく、大半が鈍い楕円形卵であることによっている。本種の外卵の形状と関連して、さきに深滝(1965a)は成熟にちかい内卵の形状が不規則な多面体を呈していると述べていることから、外卵がかならずしも真円形卵でないことを暗示している。

個体の外卵を測定後約10%ホルマリン液に10日間浸漬した後に測定した平均卵径とを比較した結果を第4表に示す。表に示されるように、両者の差はきわめて小さく、ホルマリン固定後にわずかに膨脹したとみられる場合が多いが、40例の差の平均値をもとめると0.004mm程度大きくなっているにすぎない。

III. 考 察

前節における記述にもとづいて、ベニズワイの産卵生態に関する要点を整理すればおよそ以下になるろう。

- (1) 産卵経験のないいわゆる処女ガニの性成熟は、未成体型から成体型へ変つた後に開始されると推定されること、
 - (2) 内卵の成熟期間および外卵の抱卵期間はともに2カ年間と推定されること、換言すれば、産卵および孵化は個体別には2年周期で行なわれると推定されること、
 - (3) 産卵および孵化の盛期はともに2・3月ごろと推定されること、
- 等である。ここでは以上の点を中心に、本種に関する既往の研究成果ならびに本種と近縁関係にあつてしかも研究蓄積の比較的豊富なズワイガニの産卵生態との比較対照に重点をおいて若干の考察を加えてみよう。

まず、(1)の処女ガニの性成熟の問題と関連して、ズワイガニの場合には内卵の成熟が未成体型の最終令期の段階で進行し、最終の脱皮によつて成体型へ移行した直後に卵を産出することがみとめられているので、本種の研究に際しても初成熟への進行と未成体型から成体型へ移行する過程との関連の追及が一つの焦点と考えられた。結果については、既に述べたように、周年の追跡調査にもかかわらず、未成体ガニの中に内卵の熟度のすすんだものは1尾も採集されていない。富山湾での標本採集に使用した漁具が特有な撰択性をもつたため、脱皮直前の未成体型の“フタカワガニ”および脱皮して成体型に変つて間もない軟甲個体はほとんど入手できず、とくに“フタカワガニ”は7月にたまたま1尾採集されたにすぎなかつた。この“フタカワガニ”のMIは1.9で、未成体型では調査期間中における最高の熟度を示したものの、成熟には程遠い状態にあつた。また、成体型に変つた後の軟甲個体の内卵熟度についても、採集個体が少なく、かつ甲殻硬度の測定を行なつていないため具体的なデータとしては示しえないが、比較的軟かい甲殻をもつた個体の中で内卵熟度のすすんだものはみとめられていない。一方、沖合堆域における開洋丸のトロール漁獲物(6月)の中には、既に述べたように、処女ガニと目される軟甲の成体雌ガニがかなり多く混獲されているが、これらの軟甲ガニの中にも、内卵熟度のすすんだものは別に見出されていない(科学技術庁研究調整局, 1971)。

これらのことから、本種の初成熟が、成体型に変つた後に本格的にすすむとする推定に対して疑問をさしはさむ余地はほとんどないと考えられるが、未成体型から成体型へ移行する脱皮の時期や脱皮前後の内卵熟度に関するデータをほとんど欠いているため、細部に関する具体的なつめはなお、今後の課題として残されていると考えるべきであろう。

つぎに、(2)の産卵および孵化の周期の問題と関連して、さきに著者は1970年までの資料にもとづいて、これらの周期がともに2年間である可能性を示唆しておいた(科学技術庁研究調整局, 1971)。今回の調査はこの点をさらに確めることに最大の眼目がおかれたが、上述の想定をさらに具体的にうらづける結果が得られたことは、内卵の成熟過程に関する第4・5図および外卵発生に関する第2表の結果から明らかであろう。カニ類の中で隔年に産卵する事例としてケガニ *Erimacrus isenbeckii* (BRANDT) が報告されているが(吉田, 1940)、ケガニの場

合は内卵の成熟期と外卵の抱卵期間が交互に喰い違いながら隔年に繰り返されている点で、本種とは成熟・産卵の過程をまったく異にしている。いずれにしても、本種の産卵・孵化の周期に関する推定が正しいとすれば、生物学的に珍しい事例として注目されると同時に、資源的にもきわめて重要な意義があり、1年を周期とするズワイガニ資源に比較して、再生産のうえで不利な条件になっていることに留意しなければならない(尾形, 1974)。

最後に、(3)の産卵および孵化の盛期については、後者を中心にすでに水沢(1965)、深滝(1965b; 1967; 1969)、伊藤・池原(1971)等の報告がある。水沢および深滝(1965b; 1967)は外卵発生の季節変化にもとづいて、また、深滝(1969)、伊藤・池原はズワイガニ属の浮遊期幼生の季節的な出現状況から孵化盛期をそれぞれ推定しているが、これらの結果と比較検討してみると、相互に多少の喰い違いはみとめられるものの、終冬から初春へかけての時期であろうとしている点では一致している。したがって、今回の結果はこれまでの推定をさらに追認したものと考えることができよう。また、本種の孵化盛期に当る2・3月はズワイガニのそれとほぼ一致している。

つぎに、産卵盛期に関する従来の知見は外卵発生の季節的推移および孵化期等にもとづいた推測の範囲にとどまっているが、一般に外卵の孵化後短期間に産卵が行なわれるとの予想が下されてきた。この研究においてもこのような予想をうらづける結果が得られたが、内卵成熟および外卵発生の両面から系統的に追跡した点で、孵化盛期の推定をより具体的な段階にまで深めたものと解することができよう。なお、産卵盛期と孵化盛期がともに2・3月ごろと推定されたことは、孵化後産卵が行なわれるまでの時間間隔が短いことを示すもので、孵化と産卵は相互に連動し、補完的に同時または比較的短期間内に行なわれるのであろう。なお、ズワイガニの場合にも飼育観察により孵化後数日間に産卵が行なわれることが明らかにされている(伊藤, 1968)。

IV. 摘 要

1970年2月～1974年4月の間に富山湾でかご網により採集したベニズワイ雌標本を主体に、産卵生態についてとりまとめを行ない下記のような知見を得た。

- (1) 成体型に成長した雌ガニの甲幅組成は若干の海域差はあるが、約50～70mmに主範囲があり、形状は単峰型であった。未成体型の甲幅組成には幾つかのモード群がみとめられたが、もつとも大型な群れのモードは50mm前後にあつた(第3図)。
- (2) 内卵(卵巣卵)が成熟しはじめるのは成体型に成長した後で、成熟度指数(MI)の季節変化から、産卵周期は2カ年で、産卵盛期は2・3月ごろであろうと推定された(第4・5図)。
- (3) 外卵(腹部てん絡卵)の発生段階を4ステージに分け、各発生段階の季節的な出現状況を追跡した結果、外卵の抱卵期間も内卵の成熟期間と同様2カ年で、孵化盛期も2～3月ごろであろうと推定された(第2表)。
- (4) 産卵期と孵化期がほぼ一致していることから、孵化後短期間内に産卵が行なわれるものと推定された。
- (5) 1個体当りの抱卵数をしらべた結果、4～5万粒台の出現率ももつとも大きく、2～6万粒を有する個体が全体の約75%を占めていた(第8図)。なお、外卵の形状は鈍い楕円形を示すものが多く、卵径範囲は0.58～0.88mmで変異の幅がかなり大きく、平均卵径は0.68mmであつた。

引 用 文 献

- 深滝 弘 (1965 a). ベニズワイの卵巣内卵数. 日水研報告, (15) : 95—97.
- (1965 b). ズワイガニ属浮遊期幼生の出現期. 日本海区水産試験研究連絡ニュース, (173・174) : 3.
- (1967). ベニズワイ物語 (六). 日本海区水産試験連絡ニュース, (197) : 4.
- (1969). 日本海におけるズワイガニ属浮遊期幼生の出現と分布. 日水研報告, (21) : 35—54.
- 伊藤勝千代 (1963). ズワイガニの卵の熱度についての2・3の考察. 日水研報告, (11) : 1—12.
- (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.
- (1968). ズワイガニの孵出についての観察. 日水研報告, (20) : 91—93.
- (1970). 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 日水研報告, (22) : 81—116.
- ・池原宏二 (1971). 佐渡近海におけるズワイガニ属浮遊期幼生の出現と分布に関する二・三の考察. 日水研報告, (23) : 83—100.
- 科学技術庁研究調整局 (1969). 昭和43年度日本海に関する総合研究報告書 (ベニズワイの項) : 86—93.
- (1970). 昭和44年度日本海に関する総合研究報告書 (ベニズワイの項) : 109—120.
- (1971). 昭和45年度日本海に関する総合研究報告書 (ベニズワイの項) : 143—150.
- 水沢六郎 (1965). ベニズワイ (*Chionoectes japonicus* RATHBUN) の生態観察. 新潟県生物教育研究誌, (2) : 26—31.
- 尾形哲男 (1974). 日本海のズワイガニ資源. 日本水産資源保護協会. 水産研究叢書, (26) : 61pp.
- 吉田 裕 (1940). 北鮮産有用蟹類の生殖に就いて 1. ケガニ *Erimacrus isenbeckii* (BRANDT). 水研誌, 35 (8) : 192—200.