

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

伊藤 勝千代

Ecological Studies on the Edible Crab, *Chionoecetes opilio* O. FABRICIUS in the Japan sea

I. When do female crabs first spawn and how do they advance into the following reproductive stage?

KATSUCHIYO ITO

Abstract

Ecological researches on the edible crab, *Chionoecetes opilio* O. FABRICIUS, were made using the materials collected regularly from 8 stations in different depths, respectively in the seas off Kasumi, Hyogo pref., in the Japan Sea, during the period from September 1963 to May 1965.

The following informations were obtained on the ecological aspects of the primary spawning: (1) In autumn, the immature female crabs develop to the most advanced stage of group A for the immature females, after moulting. The reverse processes are observed in the seasonal changes of the carapace hardness for the specimens of group A in such manners as the carapaces once hardened, become softer again prior to the beginning of the next moult, when the new carapaces are already formed beneath the old ones.

In the next Autumn season, those crabs in stage A moult into the adult female crabs.

(2) From the monthly changes of gonad weight expressed by the average MI (maturity index), it would appear that the females of group A mature progressively in a linear trend from December to the next September.

(3) Possibly the occurrences of many immature crabs with fresh, soft carapaces as well as with lower MI values in September and October, may indicate that the primary spawnings actively take place in these months.

(4) After primary spawning, the female crabs carry on very small and undeveloped ovary for about half a year almost extending to the next spring, although they take the same maturing process thereafter with those observed for the much advanced spawning groups. The primary spawning crabs, therefore, require about a year and a half for the interspawning period by the time they lay the subsequent egg masses, contrary to one year for the following reproductive specimens.

(5) It is very interesting and worthy to mention that the eggs attached to the abdomens of the primary spawning females do not develop. In this connection, however, this investigation can not clear the reason.

I. は し が き

著者(1963)はさきに、山陰海域で漁獲されたズワイガニ *Chionoecetes opilio* O. FABRICIUS の季節の推移にもなる卵巣重量及び腹部纏絡卵の卵内発生段階の変化から産卵生態を調べ、成体ガニの産卵サイクル及び抱卵期間はそれぞれ満1年であり、初産ガニをのぞく成体ガニは春2～4月ごろ腹部纏絡卵の孵化にひき続いて新卵の産出を行ない、その盛期は3～4月ごろになるとした。一方、未成体ガニが成熟して成体ガニに変化し、はじめて産卵する時期については秋ごろを指向する結果が得られたけれども、その時期に卵巣熟度が高く、しかも孵出直前の腹部纏絡卵をもつた成体ガニがみられないことから考えて、初産卵は、経産ガニとほとんど同じ時期に行なわれるという見方をせざるを得なかつた。

このように、その時点においては漁業を通して得た標本に限られていたのと、夏季間の資料がまつたくなく、また、初産ガニと経産ガニとの形態的な区別が困難だつたこともあつて、初産卵を秋と仮定した場合に当然考えられるべき点、つまり、初産ガニと経産ガニとの産卵期の間にもみられる約半年間の時間差が、12カ月サイクルをもつ経産ガニの産卵期として統一されるにいたる過程を追及することができず、早急に解決されなければならない問題点として残されていた。

幸いにも、著者は報告後間もなく上記の点について再検討する機会にめぐまれ、1963年9月から1965年5月までの長期にわたつて、兵庫県沖合のズワイガニ漁場で周年にわたる海上調査を実施し、豊富な資料にもとづいて、重要な知見を得ることができた。海上調査は兵庫県立水産試験場及び兵庫県立香住高等学校の協力を得て、共同調査として実施された。

報告にさきだち、本調査の機会と種々便宜をたまわつた日本海区水産研究所谷田専治所長、加藤源治資源部長、兵庫県立水産試験場井沢康夫場長、兵庫県立香住高等学校齋藤義夫前校長、下山期三教諭の諸氏に厚くお礼申上げる。

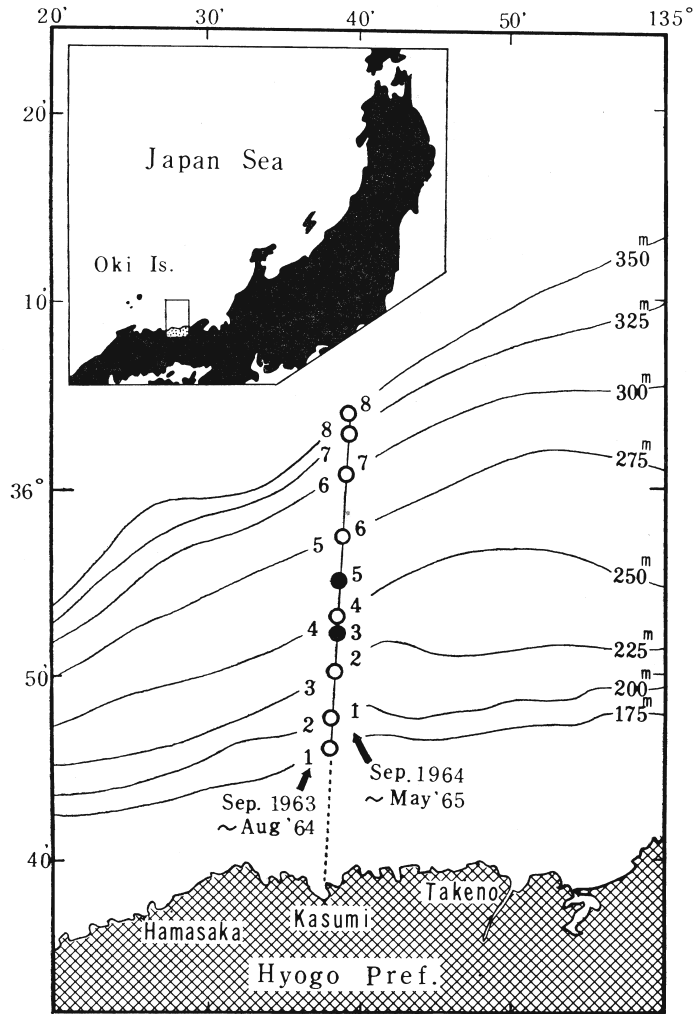
海上調査の実施にあつては、海洋調査関係の一切を担当された兵庫県立水産試験場小林敏男技師ならびに、長期間にわたつて漁撈・観測作業に従事された兵庫丸魚田繁船長以下乗組員の方々、但州丸篠原常吉船長以下乗組員の方々の労苦と多大な援助に対し深謝の意を表する。

また、調査期間中、標本の測定作業ならびに資料の整理に多大の援助をいただいた狩野静枝技官、清水虎雄技官(現水産庁境港駐在官)、高井外土技官、このほか、尾形誓男技官、浜部基次技官(現南海区水産研究所沿岸資源部長)、小川良徳技官(現東海区水産研究所増殖部)の諸氏から指導と便宜をたまわり感謝にたえない。

なお、加藤資源部長、深滝弘技官、伊東祐方技官から原稿の校閲と有益な批判とをたまわつた。

II. 調査材料及び方法

1. 調査場所 本調査のために兵庫県香住港N/E沖直線上に、第1図に示すように最初の12カ月間(1963年9月～1964年8月)は、最浅部の水深175m(距岸約8哩)、最深部の水深350m(約26哩)の間に、深さ25mごとに St. 1～St. 8の8つの調査定点を設けた。1964年9月からは、成体雌ガニの濃密度帯(水深250m)付近の分布実態をさらに詳細に検討するため、最初の12カ月間の調査でズワイガニがほとんど採集されなかつた St. 1と、隣接する定点のいずれにも近距離にあつた St. 7の2つの定点を中止し、あらたに水深240mと260mに2つの定点を



第1図 調査定点の位置と付近の海底状況

設けて調査を継続した。

この付近の底質は、第1回調査の際ドレッジで調査した結果によると、St. 1(水深175m)の砂泥(SM)をのぞく他の全点は軟泥(bM)であった。ズワイガニ及び他の底棲動物の泥の付着状況の観察によれば、深所のSt. 6~8(300~350m)の各点では、St. 5(275m)以浅の各点と比較して、多少泥深い傾向があるようにみうけられた。

調査地の選定については漁業上多少の問題もあるが、季節の推移にともなうズワイガニ生態の究明を主要課題としていたので、冬季1, 2月の荒天期においても欠測が生じないよう配慮して、根拠地の香住港からごく近い海域に前記の定点を設けたものである。

2. 調査期間 1963年9月から1965年5月までの期間中、事情により欠測した1965年2月と4月の2ヵ月及び5月の St. 1 と 3 の 2 点と、海上荒天のため中止せざるを得なかった

* この付近ではクモヒトデ類 Ophiuroidea が大量に入網することがあるため、漁業者は破網事故をおそれてあまり操業しないという。

1965年1月のSt. 1と3の2点をのぞいて、19カ月間にわたる海上調査を継続実施した。

3. 調査船舶 調査船には、兵庫県立水産試験場兵庫丸(52.36トン、160馬力)と兵庫県立香住高等学校但州丸(65.96トン、225馬力^{*})の2隻を使用した。

4. 海上における調査方法 海上調査は、前記深度別調査定点を毎月下旬、全点につき各1回、底曳網(かに網)を約1時間(St. 1~3は50分間、St. 4~8は60分間とし、深さにより曳網時間を調整した)曳いて、漁獲されたズワイガニ及び他の底棲動物全部を標本として収容した。とくに胃内容物の中からズワイガニの稚仔を蒐集するため、その標本としてアゴゲンゲ *Petroschmidtia toyamaensis* KATAYAMA を全部持帰った。環境関係では海洋観測と底層付近(海底→50m)のプランクトン採集を行なった。

定点位置の決定及び操業にあたっては正確を期したけれども、潮流・風など自然力の影響をうけて、底曳網の投下地点と揚網地点との間に多少の位置の移動を生じ、最大時7m内外の深さの相違がみとめられたが特別に補正しなかつた。

5. 測定方法 研究室に持ち帰ったズワイガニは、定点別、雌雄別に全部の甲巾(mm)を測定したのち、その中から多項目測定標本としてつぎに示す銘柄別に、それぞれ最高50個体を選んだ。

銘柄：小—甲巾30mm以下の雌雄
中 { 雌：甲巾31mm以上の未成体ガニ
 雄：甲巾31~70mm
大 { 雌：成体ガニ
 雄：甲巾71mm以上

多項目測定項目は1.甲巾(mm)、2.体重(g)^{**}、3.腹部纏絡卵の色彩^{***}と重量(g)、4.卵巣の色彩^{***}と重量(g)、5.胃内容物の種類、6.甲殻の硬度(kg)と形態的特性などである。

このうち甲殻の硬度測定と形態的特性は、本研究で重要な部分を占めているのでとくに記述しておく。ズワイガニは他の甲殻類と同様に脱皮成長の特性を有し、脱皮後相当の期間は俗に“ワタガニ”、あるいは“ミズガニ”と呼ばれ、肉質部分がほとんど液状に変化するだけでなく、外骨格に石灰分が沈澱していないため甲殻全体がきわめて柔軟となり、とくに脱皮直後のものでは、正常な体位を保つことさえ困難な姿態を呈している。しかしながら、時間の経過とともに肉質部分は徐々に充満し、柔軟だった甲殻は次第に堅さを増していく。そして、ある堅さに到達すると次回の脱皮にそなえて、甲殻の内面に新しい甲殻が形成されるが、この状態の個体を俗に“フタカワガニ”、あるいは“フタヨガニ”と呼んでいる。新殻が形成されると旧殻から石灰分が失われるため、甲殻全体は次第に軟くなるのが観察される。

このように甲殻の堅さは、ある令期から脱皮してつぎの令期に成長する過程において、軟→堅→軟の順序で変化を示すことから、著者は甲殻の堅さを定量的に調査することにより、脱皮生態や成体ガニの初産群・経産群の区別などについての目安が得られるのではないかと考え、

* 但州丸の都合によつて同船の協力は、1963年9月から1964年1月までの5カ月間で終わり、2月以降は兵庫丸1隻で調査した。この間における調査船と調査定点の配置はつぎのようにして行なった。

兵庫丸(St.1, 3, 5, 7の4点); 但州丸(St.2, 4, 6, 8の4点)。

** ズワイガニの場合、自切や漁獲時に生ずる欠脚、再生による異常短脚の出現率がかなり高いことが知られている(伊藤, 1958)。そのため、本報では欠脚や異常短脚を有する個体については、左右等脚とみなしてその対脚を測定して体重の補正を行なった。

***日本色彩研究所(1954)を参照して色彩番号を決定した。

木屋式果実硬度計B型（秤量5kg，目盛0.1kg）を使用して甲殻の硬度を測定した。測定には背甲の胃域中心部に硬度計の尖頭部をあてて静かに垂直に貫通させ、貫通に要した重量を読みとつた。旧殻の内側に形成される新殻は、当初は単に薄膜状であつて、標本の鮮度が悪いときには識別がむづかしいので、本報では旧殻と同じ形態をもつ、弾力性を帯びた新殻がすでに形成された個体に限つて“フタカワガニ”とした。

6. とりまとめに用いた各種の区分

i) 甲殻の硬度階級（以下硬度と呼ぶ）

硬度計の読みとり値は最高4kg未満であつたので、0.5kgごとに区別して硬度1～8の8階級を設けた。

ii) 成熟度指数の階級（以下 MI^* と記述する）

成熟度指数 MI は最高12.0未満であつたので、1.0ごとに区分して MI 0～11の12階級を設けた。

iii) 未成体ガニのA群とB群の区別

A群—卵巣が急速な増大過程にあるもの ($MI=2.1$ 以上)

B群—卵巣が未発達状態のもの ($MI=2.0$ 以下)

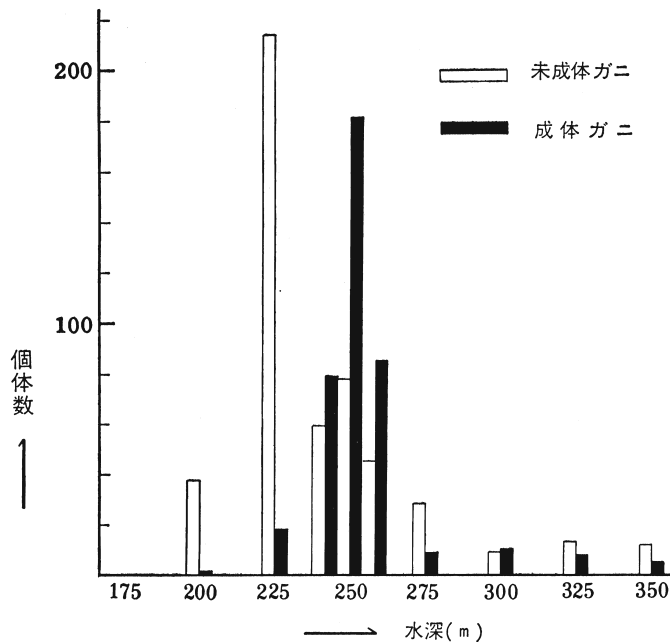
iv) 腹部纏絡卵の卵内発生段階

未発眼期 (A-stage). 卵の代表的色彩—ミカン色, 飴色.

発眼初期～中期 (B-stage). 代赭色, 檜皮色, 朽葉色.

発眼後期～孵出直前 (C-stage). 焦茶色, 煤竹色.

産卵直前 (D-stage). 憲法色(卵殻のみ)と無纏絡卵状態のもの.



第2図 深度別1網平均採集個体数からみた未成体ガニと成体ガニの分布

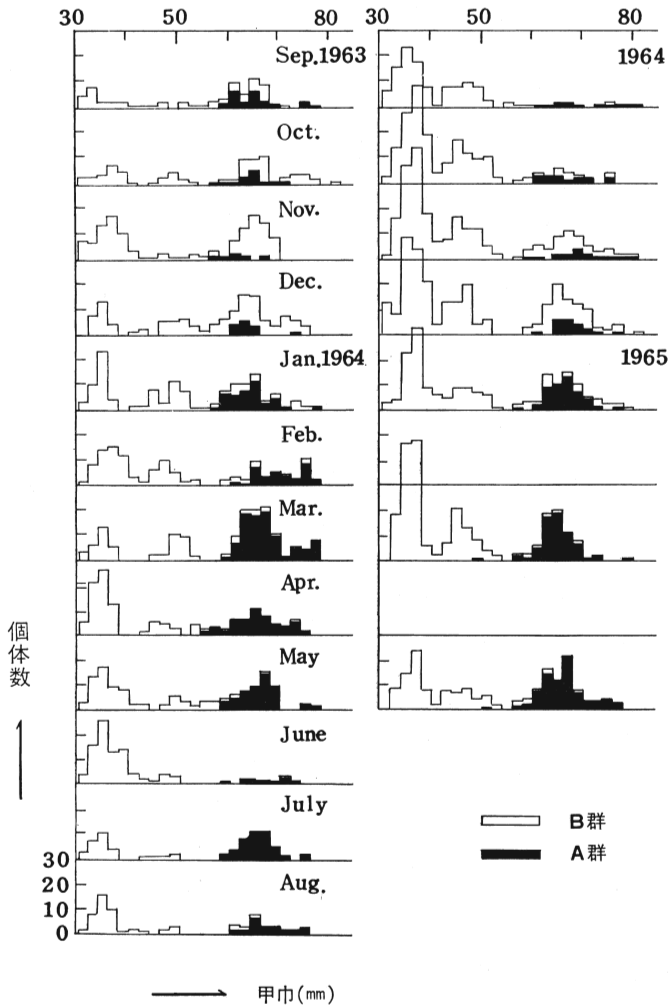
* $MI = \frac{GW}{BW - FW} \times 100$. ただし, GW = 卵巣重量(g), FW = 腹部纏絡卵重量(g), BW = 体重(g).

Ⅲ. 結 果

1. 雌ガニの成長段階別、深度別分布

調査期間中における雌の未成体ガニ(銘柄区分, 中)と成体ガニ(大)の, 月別, 定点(深度)別採集個体数及び多項目測定個体数を示すと付表に掲げたとおりであり, これを1網平均採集個体数で深度別分布のあらましをみると第2図のようになる。

まず, 水深 175m の地点においては未成体ガニ, 成体ガニともほとんど採集されないので, この海域におけるズワイガニは大体水深 200m 内外から以深にかけて棲息分布するとみてよい。未成体ガニは比較的浅海に多く, とくに水深 225m 内外の地点において濃密な分布帯を形成しており, それより深海ではあまり多くない。成体ガニは水深 240 ~ 260m の部分で濃密な



第3図 季節の推移にともなう未成体ガニのA, B群別甲巾組成の変化

分布帯を形成し、とくに 250m の地点が最高を示している。水深 225m 以浅ならびに 275m 以深の各点では顕著に少なくなっている。

後述するように、これら浅海ならびに深海に分布する大部分の成体ガニは、初産卵間もない個体群であり、一方、水深240~260mの中深海の成体ガニは経産群主体で占められていることから考えて、経産群は深度的にはきわめて狭い範囲に密集分布するとともに、初産群や未成体ガニとの間においても、ある程度種内間に“すみわけ”があるようにみうけられる。

2. 未成体ガニの初成熟

2-1 最初に成熟をはじめめる甲巾の大きさ

第3図には未成体ガニの季節の推移にともなう甲巾組成を、第4図には調査期間中の全標本の甲巾組成をそれぞれ示した。

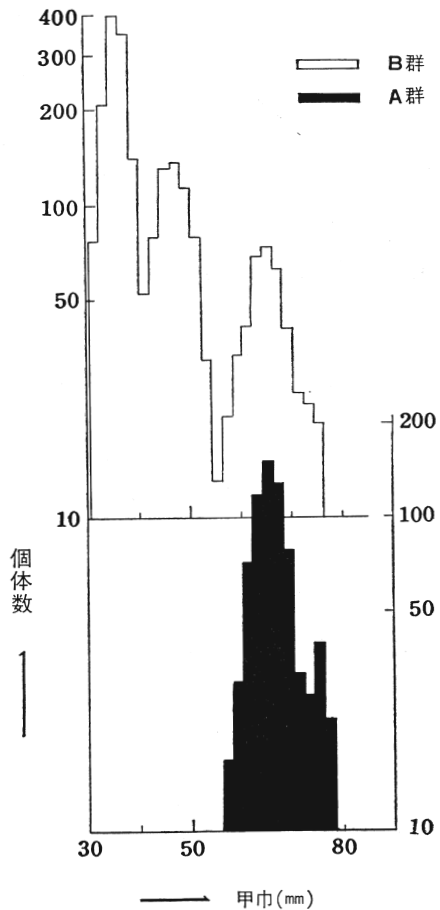
これによると、B群、つまり卵巣が未発達な個体の甲巾31mm以上の大きさについてみると、3つの群で構成されていて、それぞれの群の甲巾モードの位置は35~36mm前後、47~48mm前後及び65~66mm前後にみとめられる。一方、A群、つまり卵巣が初めて成熟過程に達した個体のもつ甲巾は、単一組成群であつて、顕著に小形な1965年3月の甲巾50mm、同5月の甲巾52mmの2例をのぞけば、およそ甲巾55mm以上の個体群で構成されており、そのモードは65~66mm前後にみとめられる。

各群の甲巾の大きさを比較するとB群の最大のものとA群とはよく似た組成を示しているので、両者はまったく同一の令期に属し、前者はごく初期の短期間における卵巣成熟度の低い状態を示しているにすぎないものと推察される。

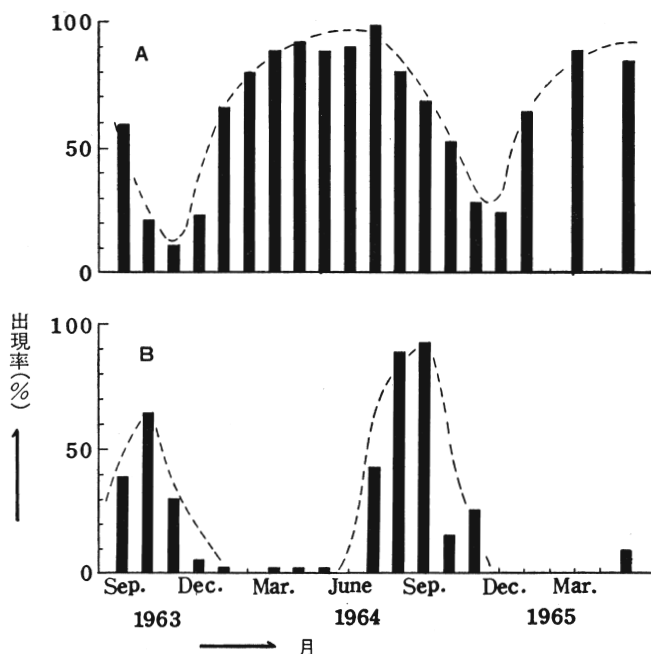
2-2. 未成体最終令期及び成体ガニへの脱皮時期

未成体A群の最小甲巾を55mmとし、この大きさ以上の甲巾をもつ未成体の全標本数に対するA群の出現率の季節の推移にともなう変化及びA群の全標本数に対する“フタカワガニ”の出現状況を第5図に示した。

第3図である程度明らかなように、A群の占める割合は、年間を通じて10月から12月ごろにかけて減少し、逆に1月から9月ごろにかけて増加する傾向がみられる。ここにみられる減少は、A群が脱皮して成体ガニに変化したための量的減少を示し、増加は、甲巾モード47~48mmの未成体ガニが脱皮して、腹部形態のうえでは未成体の最終令期であるが、すでに卵巣の成熟が急速に進行するA群に変化したための添加を意味する。巨視的にみて、秋ごろを中心としてそれぞれ変化が行なわれるものと推察される。このことは、A群の中で“フタカワガニ”の出現率が夏から秋にかけて高く、他の季節には顕著に低いことからみても明らかである。



第4図 全標本のA・B群別甲巾組成



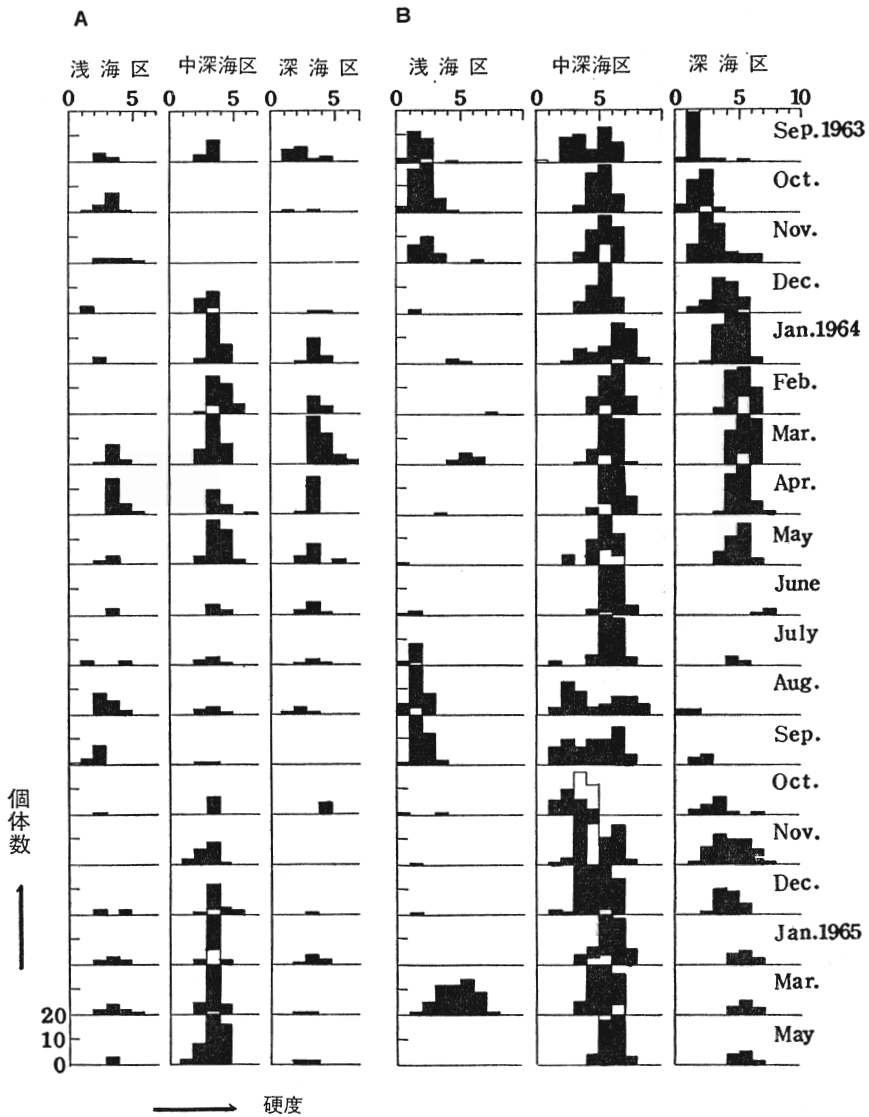
第5図 季節の推移にともなう未成体ガニA群及び同“フタカワガニ”の出現率の変化
A, A群 B, “フタカワガニ”

3. 甲殻硬度の季節的变化

第6図は、未成体A群(以下、未成体ガニと呼ぶ)及び成体ガニについて、それぞれ季節の推移にともなう硬度組成の変化を深度別に区分して示したものである。深度区分は前項の成体ガニがもつ分布の特徴を考慮して、水深200~225mを浅海区、240~260mを中深海区、275~350mを深海区とし、これら深度間で生態的な差異があるかどうかを比較検討するために行なった。

未成体ガニでは深度間に硬度組成の相違はあまりみられず、季節的に同程度の変化が行なわれる傾向がある。全標本で硬度別出現率と月別群平均硬度の変化状況を見ると第7図に示したようになる。これによると、もつとも甲殻が柔軟な硬度1.0以下の個体は、秋10月前後に高率を示しており、一方、硬化のよく進んだ硬度2.1~3.0の個体は1~6月ごろ多く、最高の硬度3.1~4.0の個体は1~4月ごろ少数ながら出現している。月別群平均硬度でみると、10月を最低に11月から2月ごろにかけて硬化し、5、6月から9月ごろにかけて軟化する傾向がみられる。この軟化と“フタカワガニ”の出現とは時期的に一致することからみて、脱皮時期が近づき甲殻内部に新殻が形成されると、旧殻自体は生理的变化をおこし硬度の減少となつてあらわれるものと推察される。なお、“フタカワガニ”のもつ硬度は0.3~1.2の範囲内でみられた。

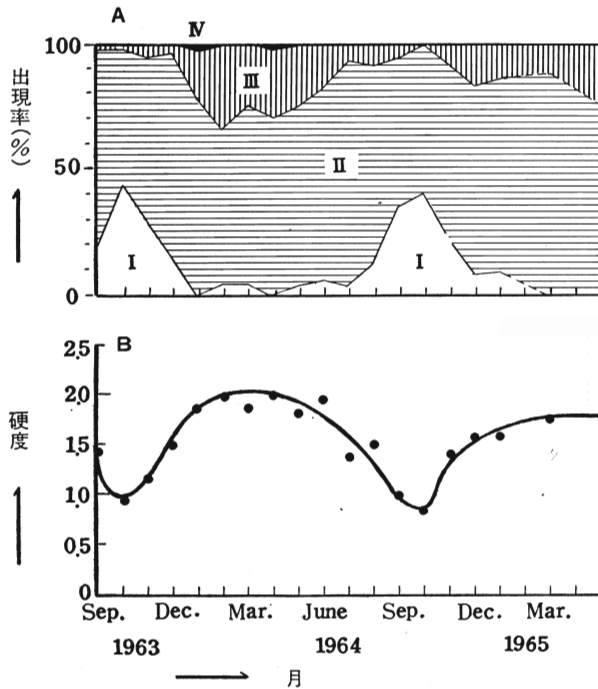
成体ガニの場合、深度間の硬度組成をみるとつぎのような特徴がみられる。すなわち、浅海区と深海区では、ある期間内において同程度の変化が行なわれており、標本数の多い深海区についてみると、9月ごろ硬度階級2前後にモードをもつ群は季節の推移にともなつて硬化し、翌年1月ごろ階級6前後のモードに達する。中深海区でもそのころ同傾向の群がみられるけれども、全期間を通じて硬度階級5~6にモードをもつ群が存在し、これがこの深度における主



第6図 季節の推移ともなう未成体ガニ=A群及び成体ガニの深度別硬度組成の変化
 A, 未成体ガニ A群 B, 成体ガニ

体群とみることができる。

深度別に月別群平均硬度の変化をみると第8図のようになる。ただし、前記のように主として中深海区において秋から冬にかけての間に、硬度の異なる2群で構成されているので、その場合は便宜的に両者の分布境界付近で2分してそれぞれの値をプロットした。これによると、硬度の大きい群(硬甲群と呼ぶ)は中深海区付近に周年にわたって分布し、平均硬度は2.3~3.8の範囲内にみられるが、季節の推移ともなう変化するかどうかはこの図からは判然としない。一方、硬度の小さい群(軟甲群と呼ぶ)は浅・深海区主体に、8、9月から翌年1月ごろにかけて(平均硬度0.8前後を最低として最高2.5前後まで)、この間ほぼ矢印で示した変化をする傾向がみられる。しかしながら、硬度2.5前後を境として硬甲群と軟甲群との区別は硬度の



第7図 季節の推移ともなう未成体ガニA群の硬度別出現率と月別群平均硬度の変化
 A 硬度別出現率
 I — 硬度1.0以下
 II — 1.1 ~ 2.0
 III — 2.1 ~ 3.0
 IV — 3.1 ~ 4.0
 B 月別群平均硬度

うえからはむずかしくなる。

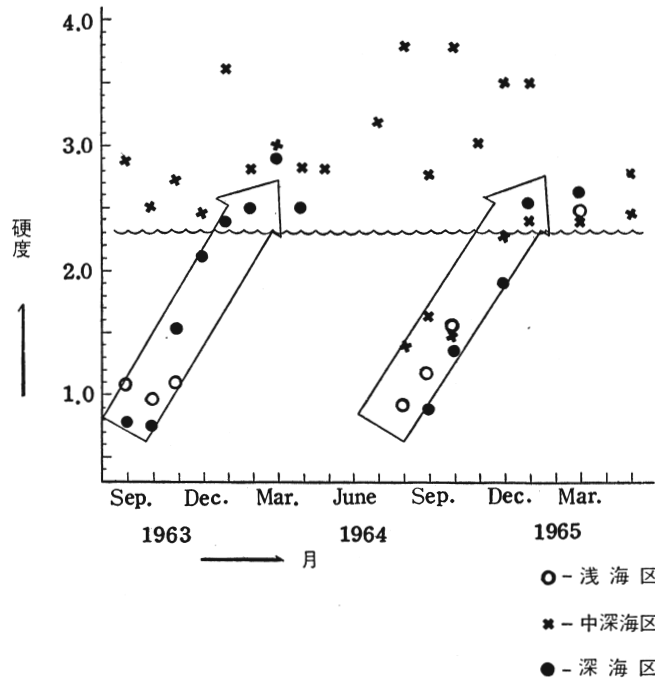
以上のことからみてすくなくとも硬度 2.0 以下の軟甲群は、未成体ガニから脱皮した直後の成体ガニで、最終脱皮後約 5 ~ 6 カ月間以内を経過した群とみることができるようである。

4. 卵巣の成熟

未成体ガニ及び成体ガニの、季節の推移ともなう MI 組成の変化を第 9 図及び第 10 図に示した。第 11 図には月別群平均 MI の変化状況を示した。第 9 図及び第 10 図に示した白の部分には、未成体ガニの場合では“フタカワガニ、”を、成体ガニの場合では無纏絡卵状態 (D-stage) の個体をそれぞれあらわした。また、第 11 図には前項の結果から硬甲群と軟甲群の区分に対応させて比較検討した。

未成体ガニの MI は季節の推移ともない次第に増大する傾向がみられ、10 ~ 11 月ごろを最低として翌年 9 ~ 10 月ごろ最高に達している。これを月別群平均 MI でみると、12 月ごろを最低、翌年 9 月ごろを最高とし、この間ほぼ直線的に増大するようであり、前報 (伊藤, 1963) の推定とはほぼ一致する結果が得られた。

つぎに成体ガニの軟甲群についてみると、大部分が MI 階級 1 前後にモードをもつ未熟群で



第8図 季節の推移にともなう成体ガニの深度別、月別群平均硬度の変化(矢印は硬化方向を示す)

あつて、秋ごろ出現する比較的MIの高いわずかな個体をのぞいて、季節の推移にともなうMIの増大傾向はほとんどみられない。MIの高い個体はいずれも産卵直前の無纏絡卵状態であり、このことは、ズワイガニの初産卵は成体ガニに脱皮後に行なわれることを暗示している。硬甲群では図で明らかのように、MIが異なる2つの群で構成されている。MIの低い硬甲群(図中のH₁)は8、9月から3月ごろまでの間、軟甲群同様にMI階級のモードが1前後の未熟群で、この間ほとんど卵巣の増大傾向はみとめられない。しかしながら、3~4月ごろから次第に増大し、翌年2~3月ごろ最高のMI階級モード9~10に達する群(図中のH₂)に接続している事実がみとめられる。月別群平均でみると、3~4月ごろから翌年2~3月ごろにかけて、前報(伊藤, 1963)同様にMIは直線的に増大するが、8~9月ごろまでの間において、前記のように卵巣がほとんど増大しない未熟群が含まれているのが注目される。

5. 腹部纏絡卵の卵内発生

第1表は成体ガニの腹部纏絡卵について、季節の推移にともなう卵内発生段階別の出現状況を示したものであるが、ここでも前項の諸結果から軟甲群及びMIを異にする2つの硬甲群に区分し、比較検討を行なってみた。

これによると、軟甲群とMIの低い硬甲群がもつ腹部纏絡卵は、ほとんど周年にわたつて未発眼期(A-stage)で占められており、発眼期(B-stage)以上に発育した卵はみられなかつた。これに対してMIの高い硬甲群では9~1月に未発眼期が、9~2月に発眼初~中期が、1~3月に発眼後期(C-stage)が、3月に無纏絡卵(D-stage)の個体がそれぞれ出現して

おり、前報(伊藤, 1963)とよく似た変化がみられた。

第1表 季節の推移にともなう腹部繚絡卵の発生段階別出現状況

群 発生段階 月	軟 甲 群			低熟度硬甲群		高 熟 度 硬 甲 群				
	A	D	Total	A	Total	A	B	C	D	Total
Sep., 1963	71	3	74	5	5	(68.0) 17	(32.0) 8			25
Oct.	80	3	83	1	1	(38.2) 18	(61.8) 29			47
Nov.	71	2	73	6	6	(3.8) 2	(96.2) 50			52
Dec.	25	3	28	18	18	(2.2) 1	(97.8) 44			45
Jan., 1964	23		23	67	67	(75.0) 9	(25.0) 3			12
Feb.	2		2	65	65	(3.2) 1	(96.8) 30			31
Mar.	1		1	115	115	1		3	1	5
Apr.	2		2	91	91					0
May	10		10	75	75					0
June		3	3	53	53					0
July	6	1	7	51	51					0
Aug.	67	1	68	25	25					0
Sep.	71	5	76	6	6	5	27			32
Oct.	34	3	37	3	3	1				1
Nov.	65		65	56	56	2	77			79
Dec.	33		33	71	71	2	27			29
Jan., 1965	4		4	40	40	1	18	3		22
Mar.	21		21	99	99	1		6	1	8
May			0	60	60					0

() 内数字は%

- A. 未発眼期
- B. 発眼初期~中期
- C. 発眼後期~孵出直前
- D. 無繚絡卵(産卵直前)

IV. 考 察

ズワイガニの産卵生態、とくに産卵期については、ふるくは松浦(1934)、吉田(1950a)等の調査記録があり、最近になって南沢(1955)、著者(1963)、今(1964;1965)、丹羽・ほか(1965)、小林(1965)、富(1965)、山洞(1965)等によつてかなり詳細な調査研究が行なわれている。

現在のところ、本種の年令・成長に関する基礎的研究が進んでいないので、未成体ガニが初めて成熟して成体ガニに変化してから、生涯に何回産卵を行なうのか判然としないが、既往の

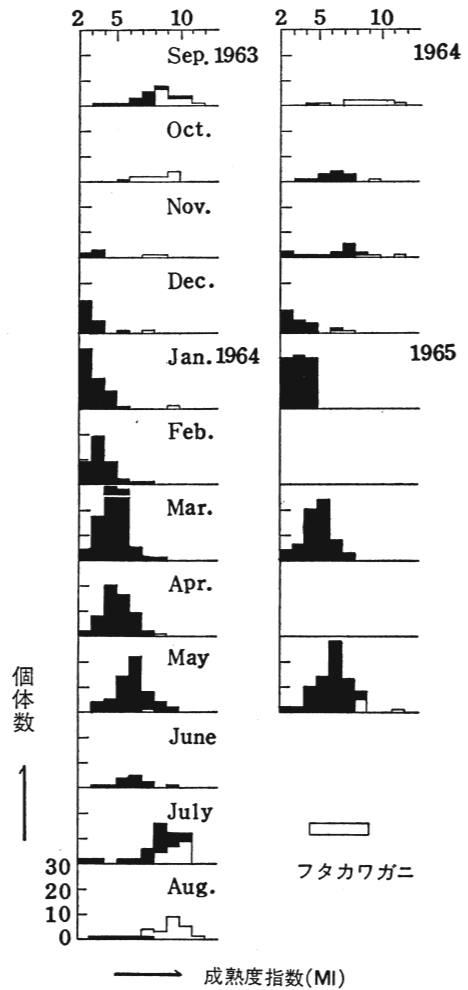
知見から推してすくなくとも2回以上であることは確かである。

過去において1回以上の産卵経験をもつ、いわゆる経産ガニの産卵期に関しては、上記諸報告を総合すると日本海では春の2～4月ごろであり、その盛期は3月中心とみられる。

初産卵の時期に関しては著者(1963)、小林(1965)、今(1965)などが調査を行なっているが、はじめのべたように未解決の部分がすくなくない。すなわち、著者(1963)は山陰海域における未成体ガニ卵巣熟度の、季節の推移にともなう増大傾向から秋に初産卵するらしい結果を得ていた。しかしながら、卵巣成熟サイクル及び腹部纏絡卵を抱えている期間がそれぞれ約12カ月であるという前提にたつと、そのころ孵化直前の纏絡卵をもち、しかも卵巣の熟度が高い成体ガニがまつたくみられなかつたので、結局、初産卵は経産ガニの産卵とあまり離れた時期には行なわれないものと考えた。この点について、著者が行なつた今回の調査と同じところに鳥取県沖で調査した小林(1965)は、7～9月ごろ最高の卵巣熟度に達する未成体ガニが出現し、一方、10月ごろ未熟な卵巣をもつ成体ガニが出現していることからみて、秋ごろ初産卵が行なわれると推測した。今(1965)も若狭湾で同様な調査を行ない、6月にもつとも成熟した卵巣をもつた未成体の“フタカワガニ”が多く出現し、一方、そのころ未熟な卵巣をもつ成体ガニの“ミズガニ”をわずかながら採捕していることから、同海域での初産卵は6～9月の主として夏季間に行なわれると報じた。

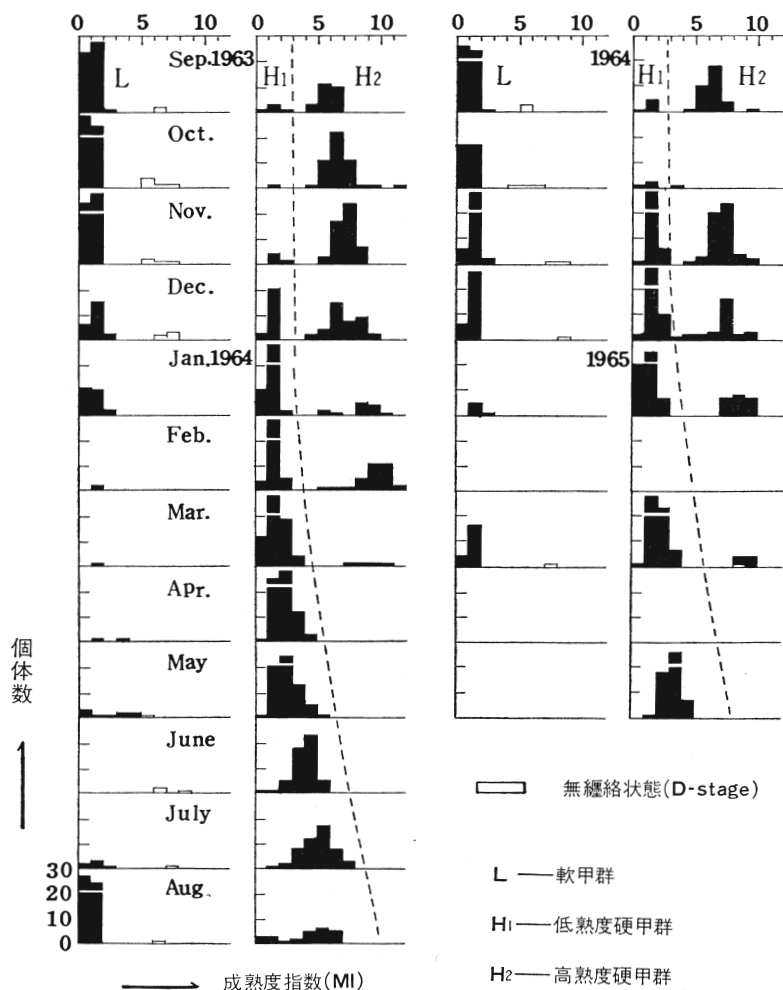
甲殻の硬度から成体ガニを初産群と経産群とに区別し、初産卵の時期と初産群から経産群への添加過程を究明しようと試みた今回の調査結果によると、甲巾モード47～48mm前後の未成体ガニは、秋ごろ脱皮して甲巾モード65～66mm前後の群に変化するとみられる(第6図)。この群はさらに生涯最後の脱皮を行ない、甲巾モードが75～76mm前後の成体ガニに変化するのであるが、この最終脱皮に至るまでの間の、季節の推移にともなう甲殻の硬度変化をみると、10月を最低として翌年2月ごろにかけて次第に硬化するが、最終脱皮時期が近づき甲殻内部に新殻が形成されはじめると(フタカワガニ)、甲殻は次第に軟化し、10月ごろふたたび最低の硬度を示す傾向がみられる(第7図)。また、その卵巣成熟度指数の変化をみると、12月ごろを最低、翌年9月ごろを最高として、この間直線的に増大する傾向がみとめられる(第11図)。

一方、成体ガニでは季節の推移にともなつて約5～6カ月間、平均硬度が次第に高くなる傾向をもつ群と、周年にわたつて比較的高い数値をもつ群が存在している(第8図)。前者は明ら



第9図 季節の推移にともなう未成体ガニの成熟度指数組成の変化

かに未熟な個体で構成されていることからみて(第9図), これらは未成体ガニが生涯最終の脱皮を行ない, 変化をとげた初産ガニであるとみとることができる。



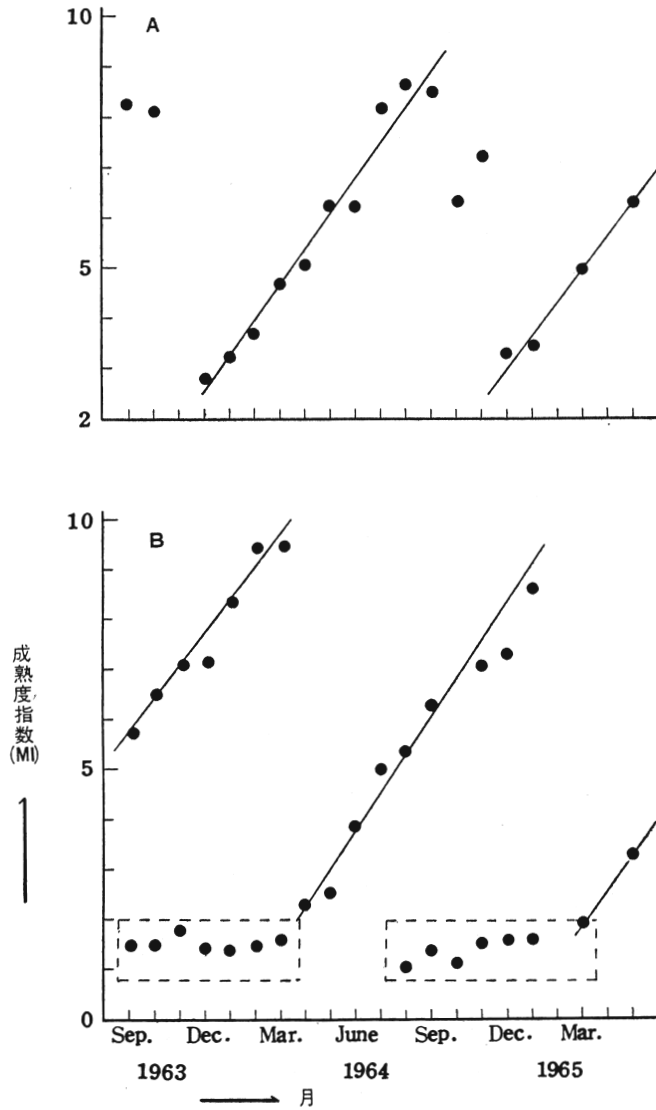
第10図 季節の推移にともなう成体ガニの成熟度指数組成の変化

これまでの結果を総合すると, 未成体ガニの最終令期群は9月ごろ年間最大の成熟度に達すること, また, これが脱皮して変化したとみられる軟甲をもつ成体ガニは, 9~10月ごろ年間もつとも多く出現することなどから考えて, ズワイガニの初産卵は9~10月を中心とする秋に盛んに行なわれると推察される。

初産卵期を9~10月ごろとしてこれまでの報告と比較すると, 小林(1965)のそれとはほぼ一致するけれども, 著者の前報(1963)や今(1965)の報告との間には差違が生ずることになる。著者の前報(1963)においては標本をすべて漁業を通して得ていたため, 今回の軟甲をもつ成体ガニに相当する初産ガニがまったく含まれていなかったためである。今(1965)の推論にも若干問題

* 肉質部分は水分を多く含んでいて不味であり, また, 卵巣がほとんどないため, 漁獲されても漁業者は市場には持帰らないという。

が残ろう。6月に未成体の“フタカワガニ,, と成体の“ミズガニ,, とがそれぞれ出現したこと
だけから、初産卵が6～9月に行なわれるとしているからである。今回の調査の場合でも5月



第11図 季節の推移にともなう未成体ガニA群及び成体ガニの月別群平均成熟度指数の変化
A. 未成体ガニA群 B. 成体ガニ

以降に未成体の“フタカワガニ,, が出現し、7月から9月ごろにかけて急増するのがみられたが(第5図), 今(1965)が指摘した5月から6月にかけての成熟度指数が極端に増大する傾向はまったくみとめられず(第9図, 第11図), 小林(1965)もこの点を明らかにしている。したがって、今(1965)の示した図から6月以降もひき続いて成熟度指数の増大傾向が、著者らの結果と同様な推移をたどるものとする、6月に6.5前後、7月に7.0前後、8月に8.0前後、9月に8.5前後に増大するとみられるから、著者らが行なつた推測とあまり大きな差違は生じないも

のと考えられる。

経産ガニの場合、腹部纏絡卵は産卵後6～7カ月前後で発眼し、12カ月前後で孵出すると考えられるが(伊藤, 1963), 今回の調査結果では、発眼期以上に発育した卵は硬甲をもち、卵巣が急速に増大しつつある群に出現しただけである。この群における腹部纏絡卵の卵内発生状況には、前報(伊藤, 1963)の場合と比較してそれほど大きな差はみられず春ごろ産卵を行なうことからみて、この群は経産ガニに相当するとみなすことができる。これに対して初産ガニと推定される軟甲成体群及びそれにひき続く硬甲をもつ卵巣熟度の低い群の腹部纏絡卵は、9月以降翌年8月までの間、経産ガニと同様に未発眼期のみで構成されており、発眼期以上に発育した卵をもつ個体はまったくみられなかつた。つまり、経産ガニの場合と異なりすくなくとも約1年間未発眼のまま経過するという注目すべき現象がみられた。

そこで初産ガニがもつ腹部纏絡卵について、つぎのような2, 3の仮説を設けて検討してみることとする。

1) 初産ガニの腹部纏絡卵が正常に受精しており、経産ガニの場合と同じテンポの卵内発生を続けていくものとすれば、翌年の3～4月ごろには発眼し、産卵してから1年後の翌年9～10月ごろには孵出することになる。しかしながら、前述のとおり初産卵に由来する腹部纏絡卵は、翌年の夏まで未発眼のまままで推移し、その後はじめて発眼期に移行し、翌々年の春に孵出していることになる。したがって、初産卵に由来する腹部纏絡卵の発生テンポは、発生の初期においていちじるしく抑制されているとしなければならなくなる。ところが、初産ガニと経産ガニとの産卵環境の間に、このような発生テンポの差をひきおこすような要因があるとは考えにくい。

2) 初産ガニの腹部纏絡卵が、なんらかの理由によつて受精していないものとする、卵は崩壊して腹部から脱落する可能性があると考えられる。もしもこれが事実であれば、成体ガニの中には腹部に無纏絡卵状態のものがかなり出現しなければならない。ところが硬甲をもつた成体ガニで卵巣熟度の進んだ群の中に無纏絡卵状態のものが出現するのは、経産ガニの産卵期である春季のみしかみとめられない^{*}。

3) つぎに、初産ガニの腹部纏絡卵は未受精であるが、生涯第2回目の産卵を行なう直前までその腹部纏絡卵を保持し続けると仮定する。もしもこれが事実であれば、毎年春の産卵期直前には、卵巣が成熟した硬甲をもつ成体ガニの中に、未発眼の腹部纏絡卵をもつた個体が相当数出現しなければならない。ところが第1表に示したとおり、それに相当する個体は2月以降になるときわめてわずかしか出現していない。

以上2, 3の仮説について検討を加えてみたが、種々の現象を統一的に理解するに十分な知見はまだ得られていない。この問題を解明するためには、まず、初産卵に由来する腹部纏絡卵の受精の有無またはその可能性を、卵または貯精囊の組織学的検討によつて確かめなければならない。しかし、初産ガニの腹部纏絡卵がすくなくとも約1年間未発眼のまま推移していること、2, 3月ごろに腹部纏絡卵が未発眼で卵巣熟度の進んだ個体がわずかながらみられること、敦賀の漁業者がこれを「赤仔黒仔」と呼び1月ごろ出現するという情報(今, 1964)などから、卵巣成熟の停滞現象に対応して、未受精卵を1年半の期間もつとする仮説3)をまつたく

* 経産ガニの腹部纏絡卵は、孵出してからつぎの産卵までの間隔がごく短い日数であることが飼育実験によつて確かめられており(伊藤, 1963; 丹羽・ほか, 1965; 山洞, 1965), このため、腹部が無纏絡卵状態の成体ガニはきわめて少数しか出現しないという(伊藤, 1963)。

否定することはできなくなる。この点は今後なお検討を要する課題であると考える。

V. 要 約

1963年9月から1965年5月までの19カ月間にわたつて、兵庫県香住沖に深度別8定点を設けて、季節の推移ともなうズワイガニの生態調査を行ない、主として初産卵に関して下記のよ
うな知見を得た。

1) 甲巾モード47~48mmの未成体雌ガニは、秋ごろ脱皮して未成体最終令期に相当する甲巾モード65~66mmに成長する。未成体最終令期群の甲殻は次第に硬化するが、つぎの脱皮期が近づくと内部に新殻が形成されてふたたび軟化し、翌年秋に生涯最終の脱皮を行なつて、甲巾モード75~76mmの成体ガニに変化する。この甲殻の硬化及び軟化に要する時間は、それぞれ4カ月内外と推定される。

2) 未成体雌ガニの最終令期群の月別群平均成熟度指数の変化をみると、12月ごろを最低、翌年9月ごろを最高として、この間直線的な増大傾向をもつて卵巣が成熟するのがみられる。

3) 一方、9~10月ごろ、甲殻が柔軟な成体ガニで成熟度指数の低い群が多く出現するので、このころが初産卵の盛期と推定される。

4) 初産卵後の雌ガニは、産卵に先だつて行なわれる生涯最終の脱皮後5~6カ月間に限り、甲殻硬度のうえで経産ガニと区別できるが、それ以降になると両者は区別できなくなる。

5) 初産卵をした直後の雌ガニの卵巣は、翌年春ごろまでの約半年間未熟のまま経過し、その後ようやく経産ガニの成熟と同様な推移をたどることがみとめられた。したがつて、生涯第2回目の卵巣の成熟には約1カ年半を要するものと考えられる。

6) 初産卵に由来する腹部纏絡卵は、経産ガニのそれと異なり、約1カ年間未発眼のまま推移するという注目すべき現象がみとめられた。これについて種々の仮説を設けて検討を試みたが、現段階では種々の現象を矛盾なく説明できる知見は得られていない。

引 用 文 献

- 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). 日本研報告(4): 293—305.
 ——— (1957). ズワイガニの腹及び脚長節の相対成長とその段階について. 日本研年報(3): 117—129.
 ——— (1958). ズワイガニに見られる自切並びに再生脚の出現割合について, 但馬の生物(10): 4—5. 「謄写刷」
 ——— (1963). ズワイガニの卵の熟度についての2, 3の考察. 日本研報告(11): 1—12.
 小林 啓二 (1965). ズワイガニ調査報告書 (昭和39年度). 鳥取水試資料: 1—33.
 小林 敏男 (1965). ズワイガニ調査報告書 (第1報). 兵庫水試資料: 1—68.
 今 攸 (1964). ズワイガニに関する研究 (第1報) 魚体測定より見た産卵生態の1考察. 福井水試資料: 51—57.
 ——— (1965). ズワイガニに関する研究 (第3報) 初産卵時期に関する一考察. 福井水試報告(3): 1—5.
 松浦 義雄 (1934). ズワイガニの生態に就きて. 動雑46 (511): 411—420.
 南沢 篤 (1955). 若狭湾に於けるズワイガニの生殖時期と移動について. 福井水試資料: 1—11. 「謄写刷」
 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.
 日本色彩研究所 (1954). 色名大辞典. 創元社

- 山洞 仁 (1965), ブワイガニ調査報告書 (昭和39年度), 山形水試資料: 1—52.
 富 和 (1965), 昭和39年度ブワイガニ調査報告, 石川水試資料: 1—48.
 吉田 裕 (1950, a), 北鮮産有用蟹類の生殖について (Ⅱ), 水研誌36(7): 116—123.
 (1950, b), 有用カニ類の雌雄に見られる大きさの相違とその原因について, 日水会誌16
 (12): 90—92.

付表1 月別・深度別採集個体数及び多項目定個体数

成長段階	月	水深 (m)									
		175	200	225	240	250	260	275	300	325	350
未成体	Sep., 1963	0	17(17)	38(38)	—	13(13)	—	7(7)	4(4)	11(11)	9(9)
	Oct.	0	28(28)	29(29)	—	1(1)	—	0	2(2)	16(16)	6(6)
	Nov.	0	492(50)	370(50)	—	1(1)	—	7(7)	10(10)	1(1)	16(16)
	Dec.	0	1(1)	85(50)	—	41(41)	—	20(20)	3(3)	20(20)	0
	Jan., 1964	0	1(1)	30(30)	—	359(50)	—	15(15)	0	37(37)	7(7)
	Feb.	0	1(1)	1,438(50)	—	44(44)	—	14(14)	9(9)	14(14)	7(7)
	Mar.	0	0	148(50)	—	127(50)	—	22(22)	10(10)	9(9)	35(35)
	Apr.	0	0	33(30)	—	30(30)	—	50(50)	15(15)	14(14)	13(13)
	May	0	0	97(50)	—	516(50)	—	22(22)	7(7)	9(9)	8(8)
	June	0	0	48(48)	—	20(20)	—	19(19)	7(7)	7(7)	15(15)
	July	0	0	50(50)	—	6(6)	—	5(5)	10(10)	11(11)	10(10)
	Aug.	0	3(3)	23(23)	—	9(9)	—	22(22)	15(15)	2(2)	12(12)
	Sep.	—	37(37)	12(12)	23(23)	19(19)	9(9)	10(10)	8(8)	—	11(11)
	Oct.	—	4(4)	29(29)	33(33)	27(27)	9(9)	55(50)	19(19)	—	8(8)
	Nov.	—	7(7)	321(50)	53(50)	49(49)	57(50)	15(15)	3(3)	—	13(13)
	Dec.	—	32(32)	245(50)	128(50)	14(14)	29(29)	77(50)	16(16)	—	14(14)
	Jan., 1965	—	—	123(50)	—	69(50)	16(16)	76(50)	11(11)	—	11(11)
Mar.	—	0	934(50)	71(50)	80(50)	116(50)	67(50)	0	—	3(3)	
May	—	—	12(12)	46(46)	55(50)	91(50)	27(27)	1(1)	—	—	
ニ	合計	0	623(181)	4,074(754)	354(252)	1,480(574)	327(213)	530(455)	150(150)	151(151)	198(198)
	1網平均	0	36.6	214.4	59.0	77.9	46.7	27.9	7.9	12.6	11.0
未成体	Sep., 1963	0	1(1)	24(24)	—	89(50)	—	6(6)	10(10)	11(11)	4(4)
	Oct.	0	0	41(41)	—	413(50)	—	2(2)	16(16)	9(9)	8(8)
	Nov.	0	2(2)	24(24)	—	630(50)	—	26(26)	7(7)	8(8)	14(14)
	Dec.	0	0	2(2)	—	443(50)	—	12(12)	20(20)	6(6)	1(1)
	Jan., 1964	0	0	3(3)	—	89(50)	—	3(3)	0	42(42)	14(14)
	Feb.	0	0	1(1)	—	203(50)	—	2(2)	30(30)	13(13)	2(2)
	Mar.	0	0	10(10)	—	143(50)	—	12(12)	18(18)	8(8)	22(22)
	Apr.	0	0	1(1)	—	180(50)	—	17(17)	27(27)	1(1)	1(1)
	May	0	0	1(1)	—	89(50)	—	30(30)	1(1)	2(2)	1(1)
	June	0	0	3(3)	—	89(50)	—	3(3)	0	0	0
	July	0	0	5(5)	—	137(50)	—	2(2)	1(1)	1(1)	0
	Aug.	0	0	33(33)	—	125(50)	—	1(1)	2(2)	0	0
	Sep.	—	0(3)	40(40)	73(50)	7(7)	5(5)	2(2)	3(3)	—	2(2)
	Oct.	—	0	2(2)	16(16)	4(4)	4(4)	0	13(13)	—	1(1)
	Nov.	—	0	1(1)	48(48)	484(50)	102(50)	29(29)	15(15)	—	3(3)
	Dec.	—	0	1(1)	34(34)	205(50)	24(24)	0	12(12)	—	12(12)
	Jan., 1965	—	—	0	—	81(50)	5(5)	0	8(8)	—	3(3)
Mar.	—	0	159(50)	306(50)	18(18)	0	10(10)	0	—	0	
May	—	—	0	0	1(1)	455(50)	10(10)	0	—	—	
ニ	合計	0	6(6)	351(242)	477(198)	3,430(780)	595(138)	167(167)	183(183)	101(101)	88(88)
	1網平均	0	0.4	18.4	79.5	180.5	85.0	8.8	9.6	8.4	4.9

() 内は多項目測定個体数