

# 第1章 隠岐島周辺海域における繁殖生態

資源変動の解析および適切な資源管理を行う上で、年齢・成長・成熟・産卵およびそれらに伴う分布・移動等の生物学的な情報は不可欠なものである。本章では、発育段階による分布生態、成熟と産卵および産卵周期、産卵回数等の産卵生態について検討する。

## 第1節 分布と移動

ズワイガニの生活史を浮遊幼生期と着底期以後に分け、前者については稚魚ネットによるサンプリングにより、後者については漁期中の標本船の操業記録と試験船による周年調査により、主に生息域の変化を明らかにすることを目的とした。

### 1. 浮遊期

#### 材料および方法

1967年3月9日から1969年7月14日までの3年間、毎年3月から7月までの間に、延べ8回の航海を行い、84点、183回のネット採集を行い(表1)、得られた標本を分析に供した。採

表1 浮遊幼生のネット採集における採集結果

採集回次	採集時期 (年・月・日)	曳網点数	曳網回数	幼生採集点数	採集水深帯 (m)
1	1967. 3. 9-10	13	13	6	0
2	1967. 5.16-17	8	8	6	0
3	1967. 5.23-24	16	38	9	0~60
4	1968. 5.28-29	10	30	9	0~140
5	1968. 7.19-20	10	27	4	30~140
6	1969. 4.27-28	10	30	10	0~140
7	1969. 5.29-30	12	22	12	0~140
8	1969. 7.14	5	15	4	30~140

集は、鳥取県網代沖から隠岐島周辺の各点(図1)で表層、中層(水深30~60m)、下層(水深80~140m)の3層に分けて、正三角形の枠(一辺約130cm)に付けた稚魚ネット(NGG42)で水平曳きを行った。

ネットの曳航速度は1ノット、曳航時間は10分間とした。中層、下層の曳航はダイプレッサーを用い、T・S曳航深度距離計で採集深度と曳航距離を記録した。採集された標本(プランクトン)は、船上で約5%の中性ホルマリンで固定し、実験室に搬入した後に本種幼生を選別した。幼生の発育段階は、倉田(1963)の基準により外部形態から判別し、採集地点ごとにゾエ

アI期、ゾエアII期およびメガロパ期幼生に分けて個体数を記録した。本種の浮遊幼生については近縁種のベニズワイガニ幼生との識別が問題であるが、色素胞や僅かな形態の違いによって両種を区別することは正確さに欠けると考えられたことから、標本中のズワイガニ属の幼生はすべてズワイガニの幼生として取り扱った。

## 結 果

延べ84の曳網点の内、60点でズワイガニの浮遊幼生の出現が認められた。その水平的な分布を見ると、網代沖から隠岐島周辺の水深200~400mのズワイガニ漁場を中心に分布し、さらに水深500m以深の沖合域からも各発育段階の浮遊幼生が採集された。一方、沿岸域では、200m以浅の水域では浮遊幼生はほとんど採集されなかった(図1)。採集された幼生は、ゾエアI期、ゾエアII期、メガロパ期の幼生のみであり、プレゾエア期の幼生は採集されなかった。これをさらに季節的にみると、ゾエアI期は3月と4月に、ゾエアII期は4月から6月に多く、メガ

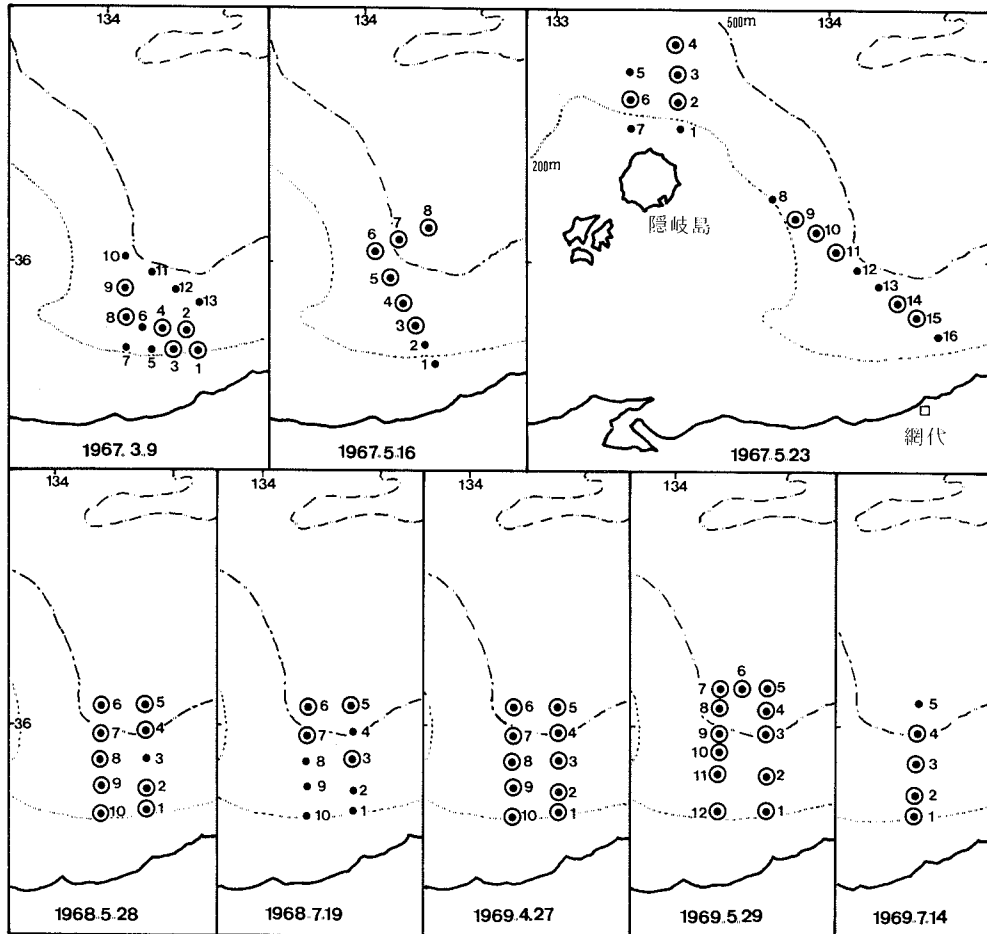


図1 浮遊幼生の採集海域と分布図

黒丸はネット曳網点、二重丸は幼生の採集された点を示す。

ロパは4月から7月までの長期間にわたり出現した。すなわち、発育段階が進むにつれてその出現期間が長くなることがわかった(表2)。発育段階別の水平分布を見ると、ゾエアⅠ期、ゾエアⅡ期の幼生は600m以深の海域にまで広く分布していた。また、メガロバ期の幼生は水深1000m以深にも分布しているが、7月になると水深200~300mの沿岸域に高密度に出現した(表3)。水深帯別の垂直分布を見ると、3月には中・下層の採集を行わなかったため不明であるが、4月の出現最盛期には各発育段階の幼生ともいずれの層でも採集され、垂直的にも広範囲に分布することが示された。なお、採集は二日間にわたり昼夜連続で行ったが、メガロバ幼生は、夜間には表層近くで、昼間には中・下層でそれぞれ多く採集され、日周的な垂直移動を行っている傾向がうかがえた(表3)。

## 考 察

本種の孵出幼生はプレゾエアの形態を示す。しかし、プレゾエアは短期間でゾエアⅠ期に移行する(山洞1965, 今1967, 伊藤1968, 桑谷・和久井・中西1971)ため、本調査においては採集されなかったものと考えられる。

日本海のズワイガニ幼生の分布に関しては、日本海全域の表層(深滝1969)、佐渡近海(伊藤・池原1971)、若狭湾(今1980)、能登沖(石川県水産試験場1982)での分布に関する報告があるが、これらの調査で得られた知見には互いに矛盾する点も少なくない。その違いの主なもの、水平的な出現分布域および幼生の出現期間である。すなわち、幼生の水平的な出現分布域が沿岸から沖合まで広範囲にわたるとするものと、比較的沿岸域に集中して濃密な分布域が形成されるとするものがある。幼生の出現時期および出現期間については、ゾエア期幼生はいずれの研究でも主な出現期は3月から4月の2カ月間で地理的な差は認められないが、メガロバ期幼生では、それぞれの研究によって大きく異なっており、ゾエア期に比べ生活期間は長く3~6カ月とするもの(深滝1969)と、2~3カ月とする見解(伊藤・池原1971, 今1980, 石川県水産試験場1982)がある。この時の温度条件についてみると、発育段階がゾエア期からメガロバ期へ進むにつれ表層水温が上昇することとともなって、垂直的な分布は表・中層から底層の低水温域に移るとするもの(伊藤・池原, 今)と、ゾエア期同様メガロバ期幼生でも生活域は各層に及び、水温範囲は3~20℃で14~15℃のところにも最も多いとするもの(石川県水産試験場)、メガロバ期幼生の出現期間の水温範囲は1~17℃と広範囲に及び、比較的高水温域にも分布するとみる説(深滝)がある。

これらは本研究と同様に、ズワイガニ幼生とベニズワイガニ幼生を区別せず、ズワイガニ属幼生の分布として調査を行っている(ただし、石川水試の調査では山洞(1968)の記載に基づき可能な限り分離された)。両種の幼生を区別して調査した例としては、鳥取県水産試験場により1978~1980年の3年間、3月から8月の間の幼生の分布調査がある(鳥取県水産試験場1979, 1980, 1981)。この報告によると、各発育段階別の出現状況はゾエアⅠ期で3~4月、ゾエアⅡ期で4~5月、メガロバ期では4~6月であり、これにくらべると、本研究でのゾエアⅡ期およびメガロバ期幼生の出現終期は1カ月早く、それぞれの期間が1カ月短いことになる。しかし、後述する出現時期の水温範囲についてみると、ゾエアⅠ期、ゾエアⅡ期、メガロ

表2 ネット採集による浮遊幼生の発育段階別採集個体数

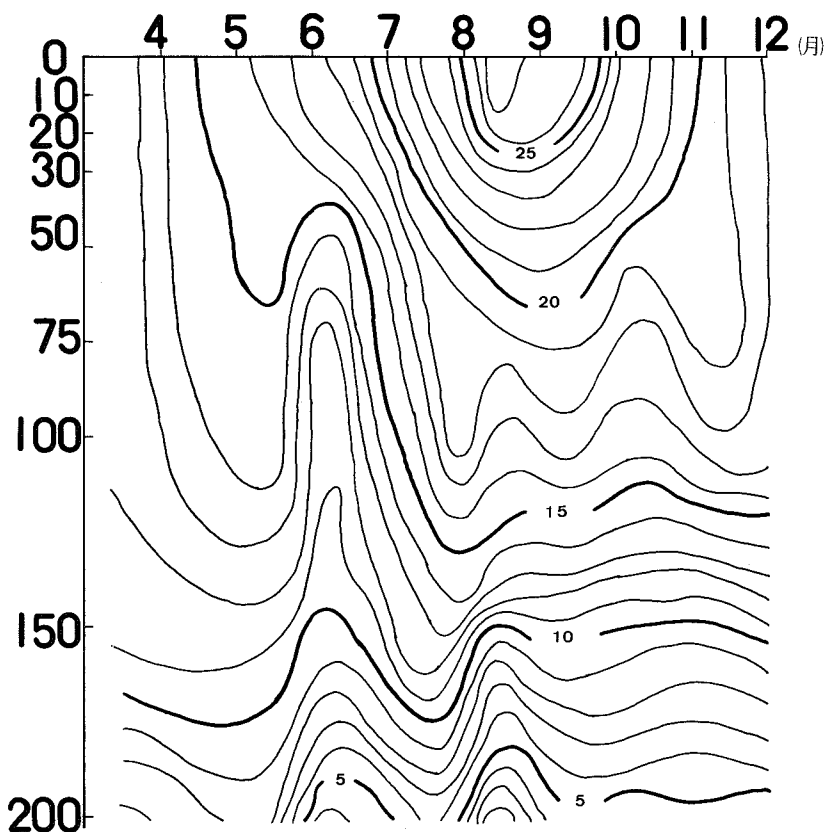
時 期 (月・日)	ゾエアⅠ期			ゾエアⅡ期			メ ガ ロ バ		
	0m	30~60m	80~140m	0m	30~60m	80~140m	0m	30~60m	80~140m
3. 9	31	-	-	0	-	-	0	-	-
4. 27	8	10	18	42	53	38	58	56	32
5. 16	0	-	-	5	-	-	16	-	-
5. 23	0	0	-	1	5	-	21	12	-
5. 28	0	0	0	14	6	1	51	26	7
5. 29	0	0	0	35	3	1	25	11	8
7. 14	0	0	0	0	4	0	0	25	108
7. 19	0	0	0	0	0	1	0	1	5

表3 メガロバ期幼生の垂直分布

採集 時期 (月日)	採集回 次一点	採集点 海 深 (m)	採集 時刻 (時)	ゾエアⅠ期			ゾエアⅡ期			メガロバ		
				0m	30~ 60m	80~ 140m	0m	30~ 60m	80~ 140m	0 m	30~ 60m	80~ 140m
4.27	6-1	200	10	0	0	0	1	2	2	1	1	1
	2	268	11	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	3	334	13	0	0	0	5	2	1	3	3	1
	4	770	15	0	0	0	4	2	1	0	5	6
	5	1,175	17	0	3	2	1	19	10	0	5	7
	6	1,160	19	0	0	1	13	3	5	6	1	1
	7	980	21	3	2	0	12	12	1	5	11	1
	8	380	23	0	0	0	0	3	0	12	0	5
4.28	9	260	1	5	4	10	4	2	7	25	28	7
	10	200	2	0	1	5	2	8	11	5	1	3
5.28	4-1	200	14	0	0	0	2	0	0	1	3	0
	2	230	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	4	460	18	0	0	0	0	2	0	0	0	1
	5	610	19	0	0	0	5	0	0	0	0	0
	6	750	22	0	0	0	2	1	0	0	2	0
	7	400	23	0	0	0	0	1	0	32	14	0
5.29	8	320	0	0	0	0	3	2	0	7	1	3
	9	264	2	0	0	0	1	0	0	9	6	1
	10	290	3	0	0	0	1	0	0	2	0	2
7.14	8-1	200	14	0	0	0	0	4	0	0	20	94
	2	365	17	0	0	0	0	0	0	0	1	5
	3	870	19	0	0	0	0	0	0	0	3	4
	4	1,170	21	0	0	0	0	0	0	0	1	5

パ期はそれぞれ11~15°C, 10~15°C, 12~15°Cであり, 後に述べる本研究での結果と大きくは異なる。また水平的分布について, 鳥取県水産試験場の調査(1979~1981)によると, ズワイガニとベニズワイガニのゾエア期, メガロバ期幼生の出現期間および分布には両種間に顕著な差は認められない。従って, 幼生の分布・出現期間に関しては, ズワイガニ属の幼生をすべてズワイガニ幼生として取り扱った今回の研究方法に大きな問題点はないように思われる。

図2は, ズワイガニ幼生の分布域の最も沿岸寄りと考えられる網代沖(35°45'N, 134°17'E)の1966年における水温の垂直分布であり, 幼生が採集された月日ごとの幼生の出現数, 採集水深および水温の関係を図3に示した。幼生が初めて出現する3月の水温の記録はないが,



(m) 図2 網代沖水深200m (35°44'N, 134°17'E) における水温垂直分布の季節的变化

4月の表層水温からみて3月の水温は15°Cより低温であることは容易に推測される。また, 表層・中層・底層の各層に幼生が出現した4月の表層水温は15°Cよりやや低い。また, 幼生が中層以深に出現する7月の, 表層水温は20°Cを越え, 中層・底層の水温は15~19°Cである。これらのことから, 日本海西南海域においてズワイガニ幼生の分布を規制する要因は水温であることが推測される。すなわち, ズワイガニの幼生はその20°C付近に高温限界があり, 17°Cを越える水塊の中では生存が困難となることにより, 分布を限定されることが出来る。また幼生が水深200m以浅の沿岸域に出現しなかったことは, 幼生の出現期が沿岸水の急激な昇温期

に当り、沿岸水の温度が幼生の高温限界よりも高いためと考えられる。

調査海域の海流は、対馬暖流の第1分岐と第2分岐の勢力下にある表層水と、中層深層を支配する日本海固有水との二つの水塊から構成されている。日本海固有水は水温・塩分とも年間を通じてほとんど変化がない水温5°C以下の冷水塊である。これに対し、表層水は季節的な変動が大きく、また5～6月に比較的定期的な発生する山陰・若狭冷水(36～37°N, 134～135°E)や冷水渦流の発生などがあるため、年変動も大きい(水産庁1958)。先に述べた佐渡近海、若狭湾海域でも冷水渦流域の出現がみられ

ており、そのため、これらの海域における幼生の分布は、能登沖とは異なる様相を示したものであると思われる。幼生の対水遊泳速度が比較的小さく、幼生の多くが表層水中に存在するものとするれば、その分布は海流流動に大きく支配され、その結果、幼生の分布は年によって変動することが考えられる。本研究の結果からみると、幼生が出現し始める時期(3月)の分布域は比較的沿岸寄りであるが、次第に沖合域へ移送・拡散されることが推測される。また、日本海全域の表層採集による結果(深滝1969)および能登沖における幼生の分布(石川水試1982)は、沖合域まで広く分散するという類似した傾向がうかがわれるが、両者とも調査海域が開放的であることから、海流によって移送・拡散されたものと考えられる。

メガロパ期幼生については、本研究における調査でも垂直移動の可能性が示唆された。今回の調査によって得られた幼生の個体数は極めて少数であったことから、分布の限界や移動の程度についてはさらに詳細な研究を待たなければならない。また、既往の研究調査においても、採集個体数の少ないことがそれらの結果の不一致を招いているものと思われる。さらに後段において明らかにされるように、飼育条件によって、産卵・幼生の孵出時期に2、3カ月の幅が

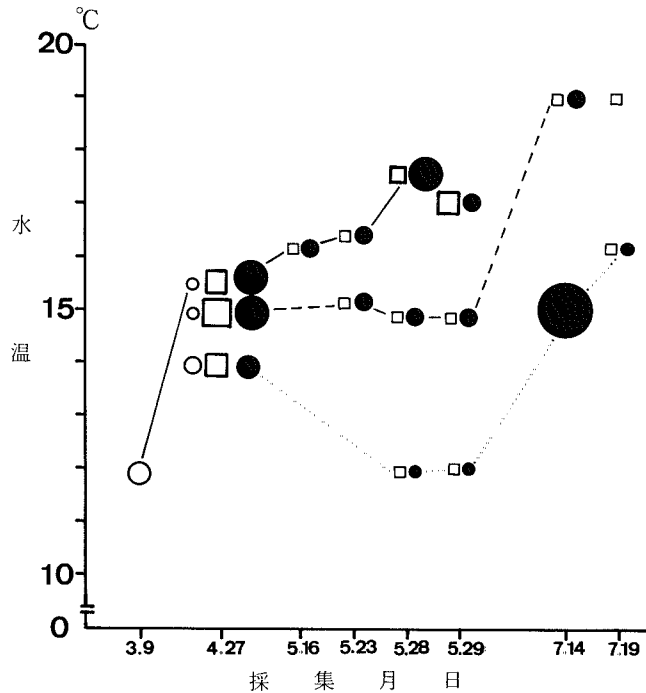


図3 浮遊幼生の发育段階別採集個体数と水深および水温

○ ○ ○ は、それぞれゾエアII期の1～10、11～30、および31～50個体  
 □ □ □ □ は、それぞれゾエアII期の1～10、11～30、31～50および51～100  
 ● ● ● ● ● は、それぞれメガロパの1～10、11～30、31～50、51～100 および100個体以上の採集を示す  
 実線、破線、点線は、それぞれ水深0、30～60および80～140m層を示す。

あること、各幼生の発育期間が温度に強く影響されることを考慮すると、天然における浮遊幼生の出現時期に年変動があることは充分考えられるところであり、このことと海流による移送・拡散の変動とが相乗的に作用し、幼生の分布および出現時期が年によってかなり大きく変動するのであろう。

## 2. 底生生活期

### 材料および方法

標本船の操業記録をもとに採集場所とその水深を明らかにし、試験船で採集した標本を雌雄別、発育段階別に分けた。標本船の選択は、ズワイガニを漁獲対象とする鳥取県沖合底曳網漁船（1そう曳）から、田後、網代港および賀露漁協に所属する漁船を抽出した。抽出率は1967年が1/10で6隻、1968～1970年は各年1/5で12隻、計4カ年で延42隻の操業記録を収集した。操業記録は、漁期中にズワイガニを漁獲対象とした全曳網について、曳網ごとの月日と時刻、ロランによる操業位置、投網および揚網時の水深、後述する銘柄別の漁獲尾数（1箱入りの尾数から換算）等を記録した。漁獲場所は、経・緯度1度をそれぞれ6等分した10湊平方を1漁区として表した、漁獲場所の水深は、曳網時の水深を50m間隔で区分した水深帯で表した。漁獲尾数は、採捕禁止の規制にかかる個体、または商品価値がなく揚網後海中に投棄される個体も含めて全尾数を記録した。銘柄は、雌は外仔卵（腹部纏着卵）の色調や性状からクロコ\*1)、アカコ\*2)、およびマンジュウ\*3)の3銘柄とし、雄は甲幅によって、120mm以上を大、95～119mmを中および71～94mmを小とした3銘柄と、脱皮後の身入りの状態や甲殻の硬度からミスガニ\*4)とワタヨガニ\*5)の2銘柄、計5銘柄とし、雌雄合わせて8銘柄に区分した。甲幅が70mm以下の幼型は入網の有無を記録した。

試験船による調査海域は、標本船の操業海域に比べ局所的であり、その範囲は図4に示される網代沖のズワイガニ漁場を中心に、一部隠岐島北方および西方の大陸棚海域が含まれるが、水平的な分布を論ずるには資料が少ない。標本採集は、第1鳥取丸（99.16t）による沖合底曳網（カニ網、網目38mm）と第2鳥取丸（19.86t）による桁網（網口3m、網目38mm）を使用し、図4に示す調査点でそれぞれ約1時間曳網した。採集された全個体は、曳網ごとに雌雄を分け全個体を計数した。雌成体の初産卵ガニと経産卵ガニの識別は次節で述べる卵巣の成熟度および甲殻硬度により行い、成体と未成体の区別は腹部の形態により、また、未成体の成熟と未熟の区別は卵巣の発達程度により、それぞれ識別した。因みに、標本船調査のクロコ、アカコの両銘柄は成体に含まれ、マンジュウは未成体の成熟に当たる銘柄である。雄の区分は、甲幅が

- 
- \*1) 外仔卵の胚発生が進み、卵の色調は茶褐色から黒紫色で発眼期を終えた卵を抱卵している雌（卵巣は成熟過程にあり、漁期間中にはほとんどの外仔卵は孵出する）。
  - \*2) 外仔卵の色調は、黄橙色で胚発生が未発達な卵を抱卵している雌（卵巣は未成熟）。
  - \*3) 腹部の形態は未成体型で、次回の脱皮（夏～秋季）により成体型に移行する雌（無抱卵で卵巣は成熟過程にあり、脱皮直後に初回の産卵が行われる）。
  - \*4) 脱皮後で正常の個体に比べやや身入りの劣る雄。
  - \*5) 脱皮直後の甲殻が柔軟で、身入りの劣る雄（商品価値がなく漁場で投棄される）。

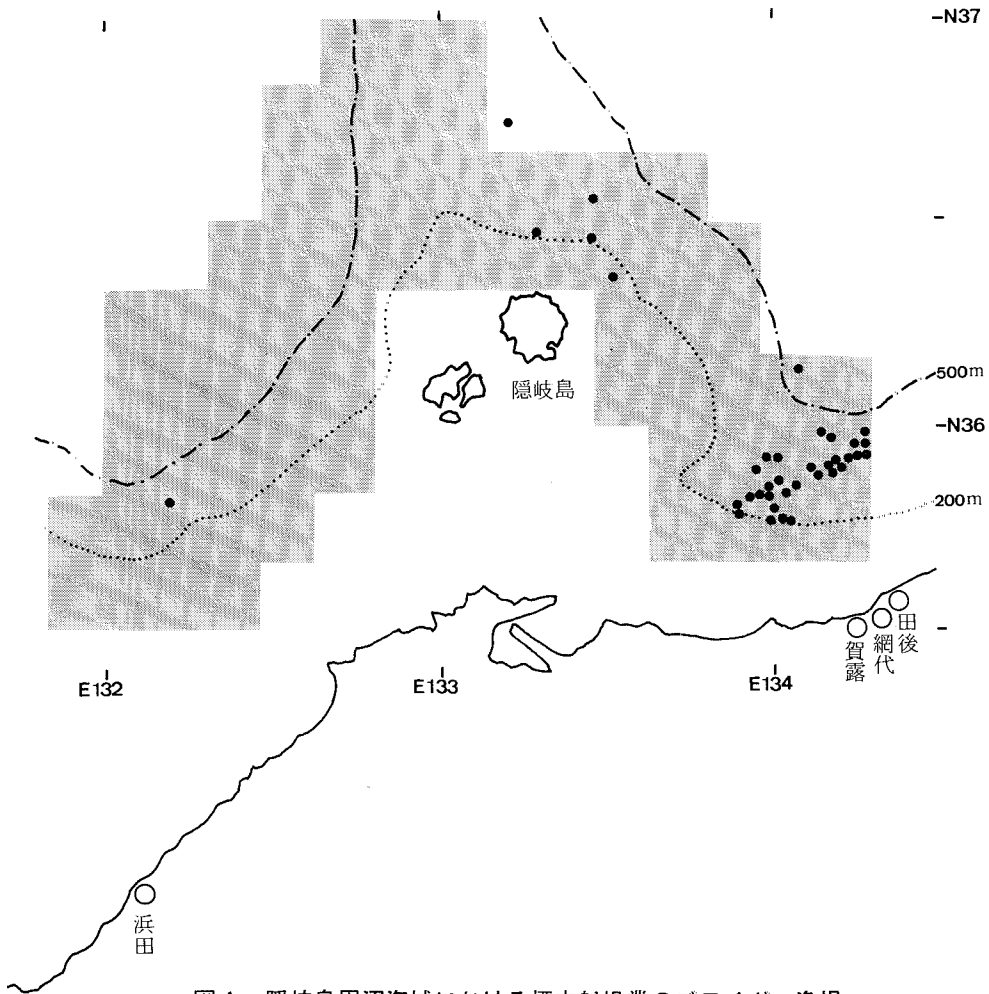


図4 隠岐島周辺海域における標本船操業のズワイガニ漁場

陰影部は、1967年から1970年の漁期に沖合底曳網でズワイガニが漁獲された漁場を10湊平方の海区で示す。黒丸は、試験船による調査点（表4）を示す。

65mm以上を成体、それ以下を未成年とした。甲幅の計測に当たっては、1曳網での採集尾数が特に多い場合は、その1/2～1/3を無作為に抽出して測定し、それ以外の場合は原則として全個体をノギスで1mm単位まで測定し、採集点別に雌雄別の甲幅組成を求めた。採集場所では、投網点および揚網点で水深を記録した。

### 結 果

標本船調査は、1967年から1970年まで4年間に延操業隻数128隻で14,031回の曳網を行った。この間に漁獲されたズワイガニは、雌約1,024万尾と雄約450万尾である。これらの銘柄別漁獲尾数とその比率を表4に示した。操業隻数および曳網回数は漁獲年度によって違いはあるが、銘柄別の比率および漁獲されたカニの性比には、一定の傾向が認められる。すなわち、雌の銘



表4 標本船の銘柄別漁獲尾数

漁獲年	1967年	1968年	1969年	1970年
延操業隻数	30	32	20	46
曳網回数	3,847	3,565	1,949	4,670
	×10 <sup>3</sup> 尾 %	×10 <sup>3</sup> 尾 %	×10 <sup>3</sup> 尾 %	×10 <sup>3</sup> 尾 %
雌 クロコ	292 ( 14.6)	1,001 ( 30.3)	993 ( 47.1)	1,962 ( 69.4)
アカコ	1,012 ( 50.6)	1,729 ( 52.2)	697 ( 33.0)	728 ( 25.8)
マンジュウ	697 ( 34.8)	578 ( 17.5)	420 ( 19.9)	135 ( 4.8)
小計	2,001 ( 100 )	3,308 ( 100 )	2,110 ( 100 )	2,825 ( 100 )
雄 大	20 ( 33.9)	29 ( 17.7)	6 ( 16.7)	43 ( 11.0)
中	11 ( 18.6)	34 ( 20.7)	8 ( 22.2)	68 ( 71.3)
小	28 ( 47.5)	101 ( 61.6)	22 ( 61.1)	281 ( 71.7)
小計	59 ( 100 )	164 ( 100 )	36 ( 100 )	392 ( 100 )
ミズガニ	485 ( 97.6)	1,202 ( 96.6)	789 ( 95.9)	1,239 ( 96.4)
ワタヨガニ	12 ( 2.4)	42 ( 3.4)	34 ( 4.1)	46 ( 3.6)
小計	497 ( 100 )	1,244 ( 100 )	823 ( 100 )	1,285 ( 100 )
総計 雌	2,001 ( 78.3)	3,303 ( 70.0)	2,110 ( 71.1)	2,825 ( 62.7)
雄	556 ( 21.7)	1,408 ( 30.0)	859 ( 28.9)	1,677 ( 37.3)

柄ではクロコが経年的に増大し、アカコとマンジュウは逆に減少している。雄については、大の比率が減少し小の比率が経年的に増大する傾向がみられる。中は大、小に比べて年変動が小さい。雄の脱皮に関する銘柄のミズガニおよびワタヨガニの漁獲比率は、年変動が小さく、一定している。雌雄の漁獲尾数の比率は、雌60~80%、雄20~40%で変動しているが、経年的には雌の減少、雄の増加傾向がみられる。

表5 試験船による採集個体数

回次	採集時期 (年・月・日)	採集場所	採集水深 (m)	採集回数	採集方法	採集個体数	
						雌	雄
1	1966. 5. 18 ~ 12. 12	N 35°48'~ 36°45' E 132°11'~ 134°18'	236~370	6	桁網	2,803	1,886
2	1967. 8. 7 ~ 8. 8	N 35°42'~ 35°55' E 133°53'~ 134°03'	222~276	7	桁網	649	290
3	1970. 7. 14 ~ 7. 23	N 35°50'~ 36°34' E 133°28'~ 134°17'	184~656	16	沖合底曳網	736	2,541
4	1971. 3. 24 ~ 3. 26	N 35°47'~ 35°54' E 133°54'~ 134°15'	212~514	9	沖合底曳網	1,194	1,144

ズワイガニ漁業は4月から10月まで禁漁となるので、この期間は試験船で採集した標本を用いた。試験船による採集調査は、表5に示すように1966、67、70、71年の4期に分けて延38回行った。1966年は5月から12月の間に6回行い、桁網により網代沖の水深236~370mの海域で、雌2,803尾と雄1,886尾を採集した。1967年は、とくに初産卵ガニの採集を目的に行い、前年と同様の網代沖の水深222~276mの海域で、桁網を7回曳網して雌649尾と雄290尾を採集した。1970年および1971年の調査は、網代沖および隠岐島周辺海域で、発育段階による雌雄の分

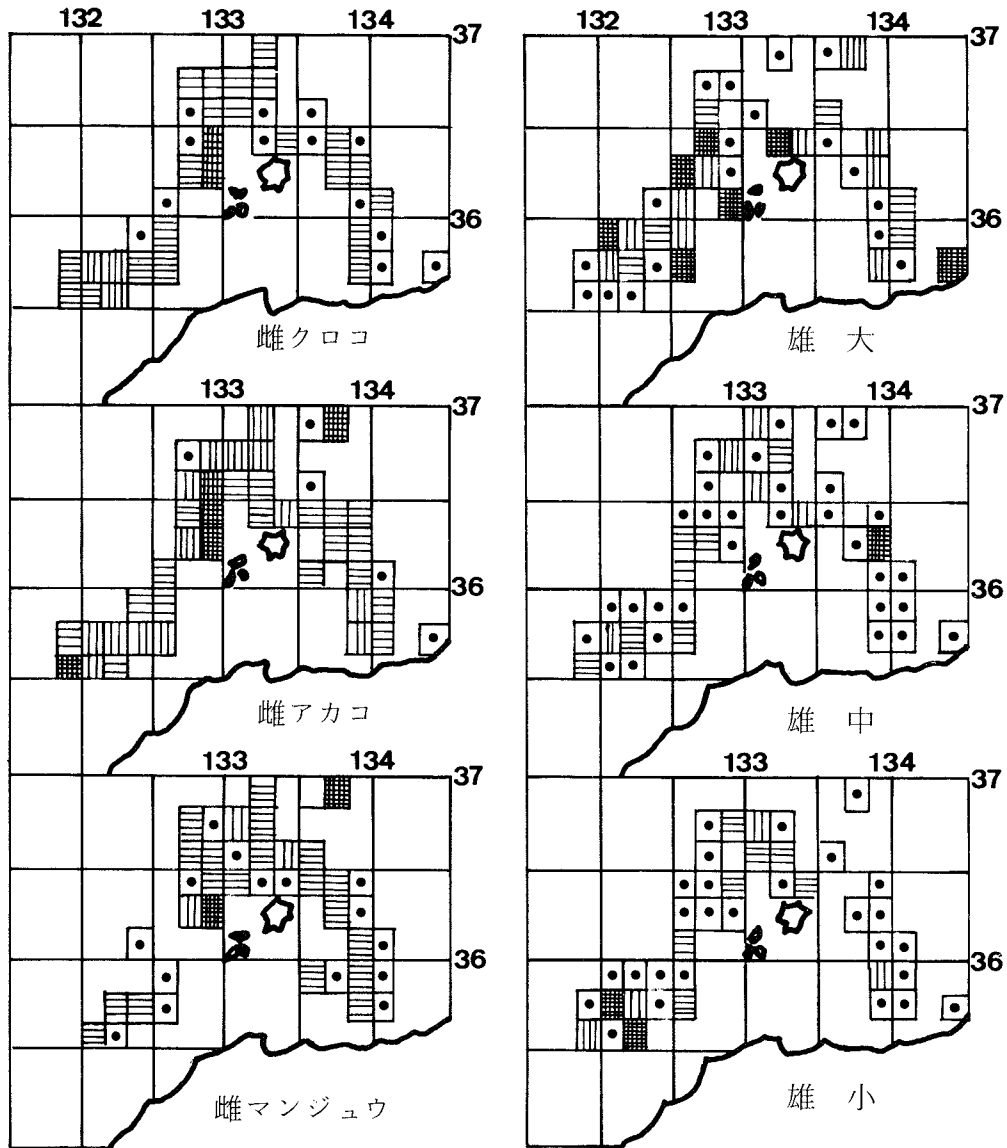
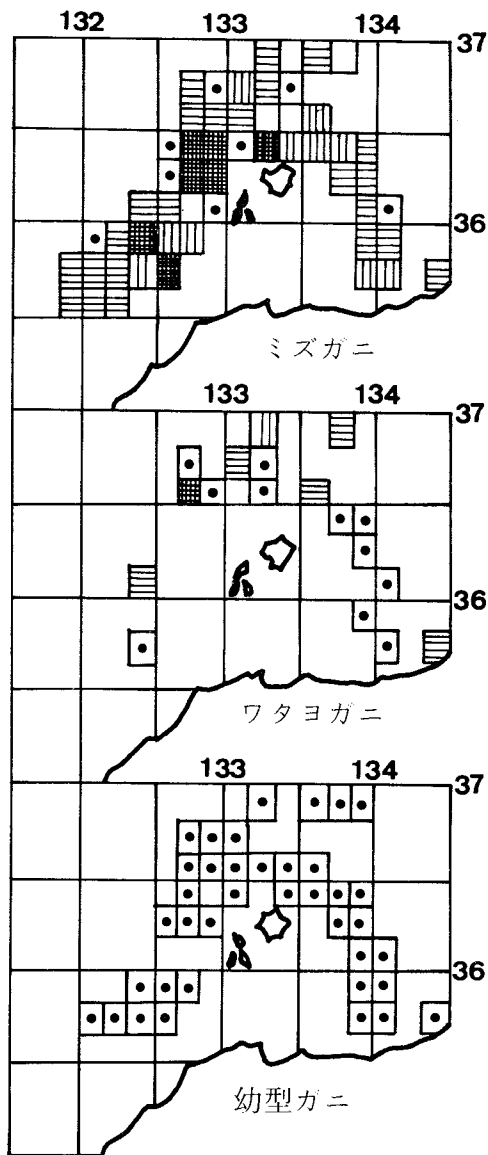


図5-(1) 1968年漁期における標本船による隠岐島周辺海域のズワイガニの銘柄別の1曳網当り漁獲尾数  
1区画は10遡方を表す。



各銘柄の漁獲尾数は

黒丸：雌アカコ、クロコ、マンジュウ1～100尾、  
雄大1～5尾、中1～10尾、小1～30尾、  
ミスガニ1～100尾、ワタヨガニ1～25尾、  
幼型ガニ採集された区画

横線：雌クロコ、アカコ、マンジュウ101～500尾、  
雄大6～10尾、中11～20尾、小31～60尾、  
ミスガニ101～300尾、ワタヨガニ26～50尾

縦線：雌クロコ、アカコ、マンジュウ501～1000尾、  
雄大11～20尾、中21～30尾、小61～120尾、  
ミスガニ301～600尾、ワタヨガニ51～100尾

格子：雌クロコ、アカコ、マンジュウ1001尾以上、  
雄大21尾以上、中31尾以上、小121尾以上、  
ミスガニ601尾以上、ワタヨガニ101尾以上をそれぞれ示す。

図5-(2)

布を比較するため、沖合底曳網による水深帯別の採集を行った。1970年は、7月に水深184～656mで16回の曳網を行い、雌736尾と雄2,541尾を採集した。1971年は3月に水深212～514mで9回の曳網を行い、雌1,194尾と雄1,144尾を採集した。網代沖から浜田沖の隠岐島周辺海域における標本船によるズワイガニの操業海域を、10湊平方の区画ごとに集計し、図4に示した。また、試験船の調査点もこの図に示したが、この海域におけるズワイガニは、200～500mの等深線に沿って隠岐島を中心に東西および北方に広がる大陸棚海域に広く分布していることが分る。

標本船の操業記録から、漁獲尾数の最も多い1968年の結果について、銘柄別の1曳網当たり漁獲尾数を10湊平方区画ごとに求め、図5に示した。この図から水平分布についてみると、雌

雄の発育段階で区分された銘柄によって分布の様相は異なることが示唆された。すなわち、各銘柄とも水平的には広範囲に分布し、単一銘柄が優占的に分布する区画（10湊平方）はみられないが、雌の漁獲された区画数に比べ雄のそれは若干多く、雌に比べ雄の水平的な分布範囲は広いことを示している（ワタヨガニを除く）。また、雌は隠岐島の北方海域に、雄は西方海域に、それぞれ分布密度の高い区画が比較的多く、雄の大は他の銘柄に比べ区画による差が顕著で、局地的に蟻集していることが認められる。次に垂直的な分布については、銘柄別に水深帯

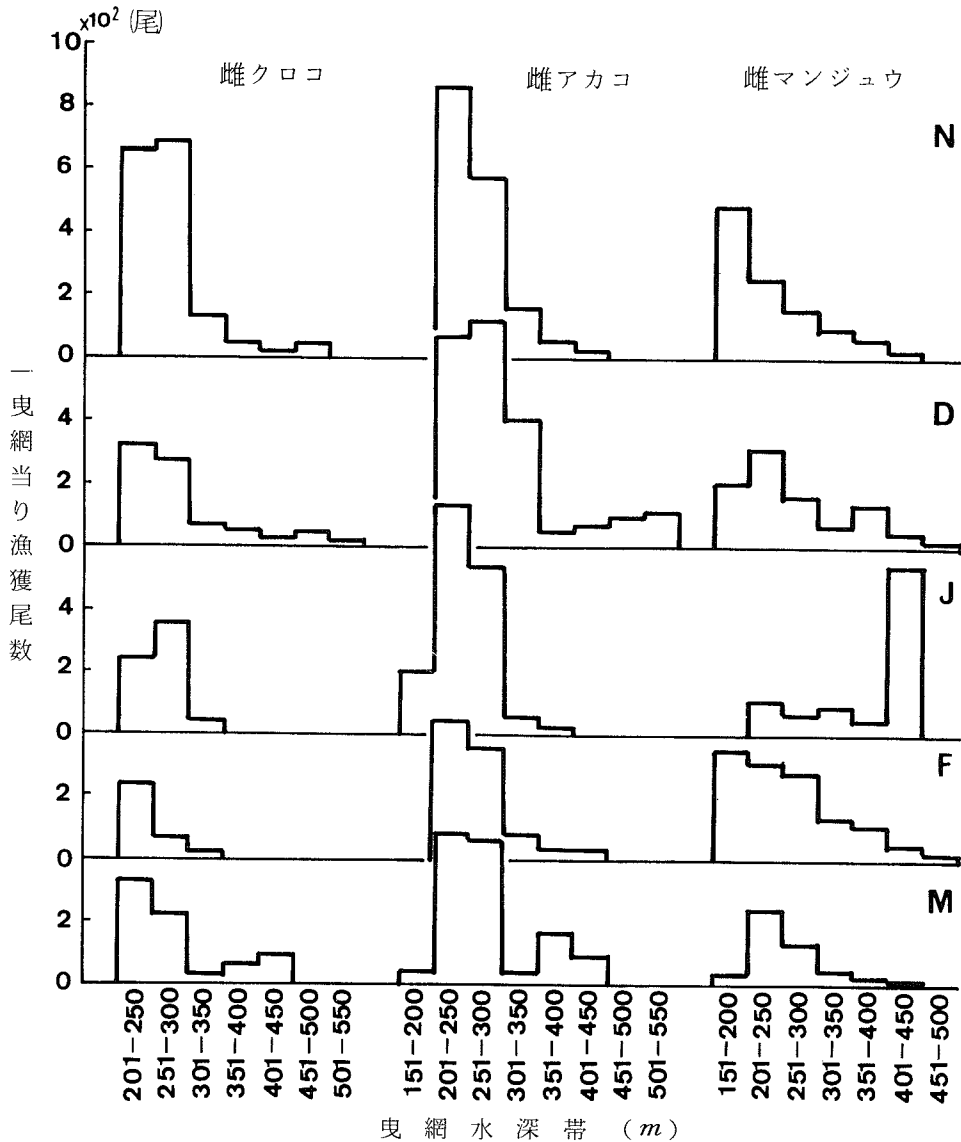


図6-1) 1968年漁期における標本船による隠岐島周辺海域の水深帯別のズワイガニの銘柄別1曳網当りの漁獲尾数  
N, D, J, FおよびMは、それぞれ11, 12, 1, 2および3月の漁期を示す。

ごとの1 曳網当たり漁獲尾数を漁期の各月について求め、図6に示した。各銘柄とも大陸棚縁辺域に当たる200~400mの水深帯に多く分布し、この水深帯以浅および以深の海域では分布量が急激に減少し、150m以浅および650m以深の水深帯には出現しないこと、また、分布している水深帯においても分布量は均一でなく、しかも水深帯によって銘柄組成の違いがあることが分る。全般的に雌は各銘柄とも水深の増大にともなって分布量は減少する傾向が明らかに認められるが、400m以深の水深帯においても、分布量が少ないが各銘柄の生息することが示された(図6)。雌の抱卵個体(アカコ、クロコ)では、垂直的な分布範囲は狭く、水深200~300 mの海域で局部的に高密度に生息する集中的な分布様式を示すことが明らかである。これに比べ、産卵経験のないマンジュウの垂直的な分布は、水深150~200mの水深帯に多く、その生活域は全銘柄の中では最も浅い水深帯であることが示された(図6)。雄の銘柄別の分布水深は、雌のそれに比べてその範囲が広く、200~650mの水深帯に分散するが、甲幅の大小で分布水深に違いのあることが認められる。図6に示されるように、甲幅120mm以上の大は400m以深の水深

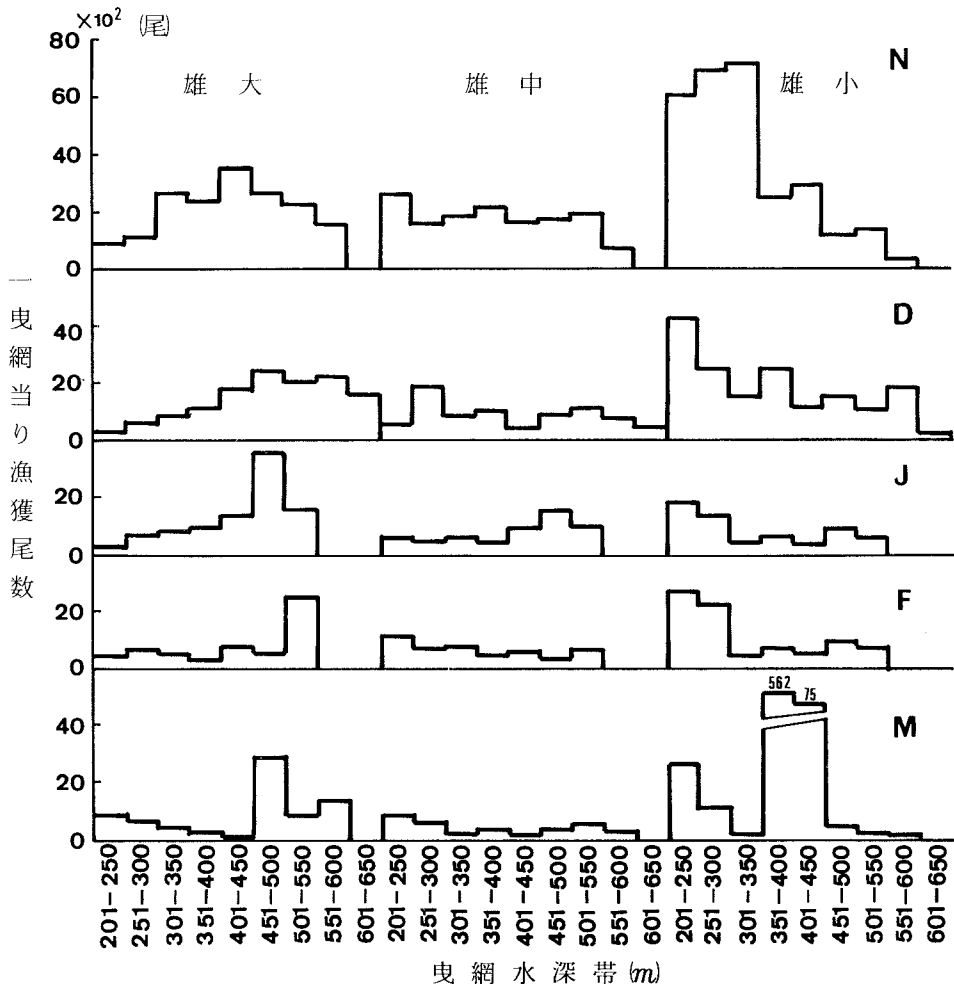


図6-(2)

帯で最大値を示すが、95～119mmの中では、水深帯別の分布量に大差は認められない。また、71～95mmの小は、3月を除いて350m以浅の水深帯に多く、垂直的な分布の様相はマンジュウにやや類似する。ミズガニおよびワタヨガニの甲幅組成には、雄の大、中、小の3銘柄に相当する大きさの個体が含まれ、その分布様式は広範囲に亘るが、浅い水深帯に若干多く分布する傾向がみられる。脱皮直後を示すワタヨガニの1曳網当たりの漁獲尾数は、11月に1,354尾であったが3月のそれは44尾と11月以降経月的に減少するが、これは脱皮時期との関連を示唆するものである。幼型ガニの分布域は広範囲に及ぶが(図5)、甲幅10mm以下の稚ガニは採集されなかった。

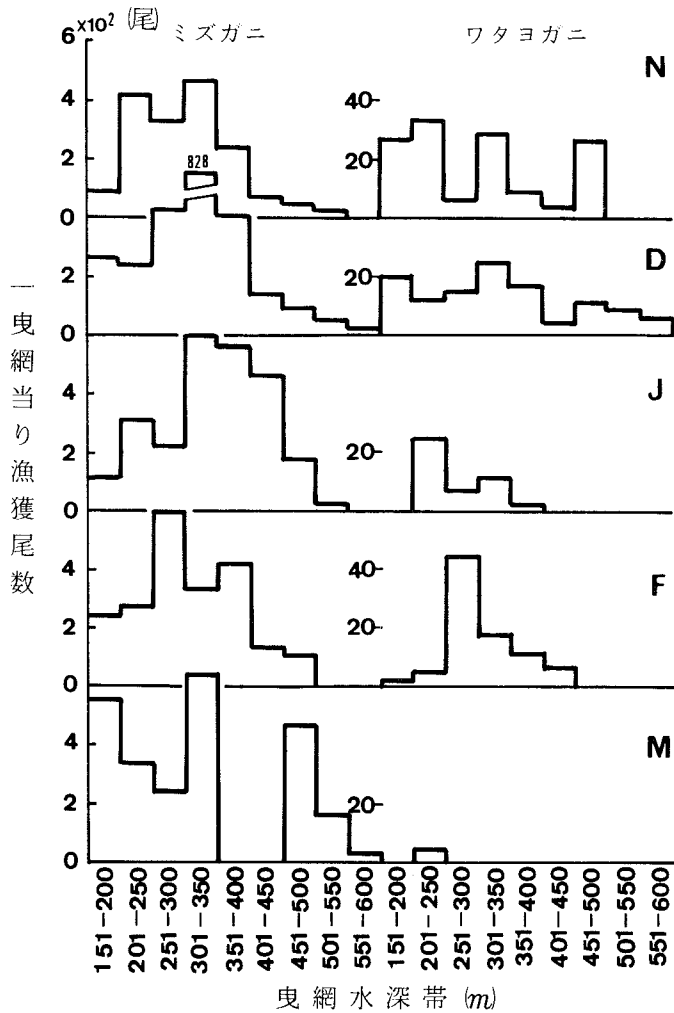


図 6 - (3)

1970, 71年の試験船の採集結果から、隠岐島周辺海域の水深帯別、雌雄別甲幅組成を、図7-(1)、7-(2)に示した。甲幅40mm以下の稚ガニは300m以深の水深帯に多く分布するが、この中で甲幅20mm以下の稚ガニの分布量は400m以深に多く、その分布域は他の发育段階別の分布域にくらべて最も深い水深帯であった。甲幅40mmから65mm前後の成熟期に達するまでの未成体は、244m以浅の水深帯に最も多く出現し、標本船で得られたマンジュウの漁獲結果とも類似しており、その生活域は最も浅い水深帯に形成される傾向が示された。また雌雄成体の水深帯別の分布様式は、標本船で得られた図6の結果とほぼ一致した。このように成体の生息水深が雌雄の間で大きく異なることは、雌雄が生活域を分けていることを示唆するものである。表4に示された1967～1970年の漁期に標本船で漁獲された標本を雌雄に分け、水深50mごとの水深帯別の雄の比率を図8に示した。水深帯別の雄の比率は、250m以浅では15～35%を占めるが、1969年を例外とすると、300m以深では60%以上を占め、300mの水深を境に雌雄の垂直的な分布は異なった様相を示し、雌は雄に

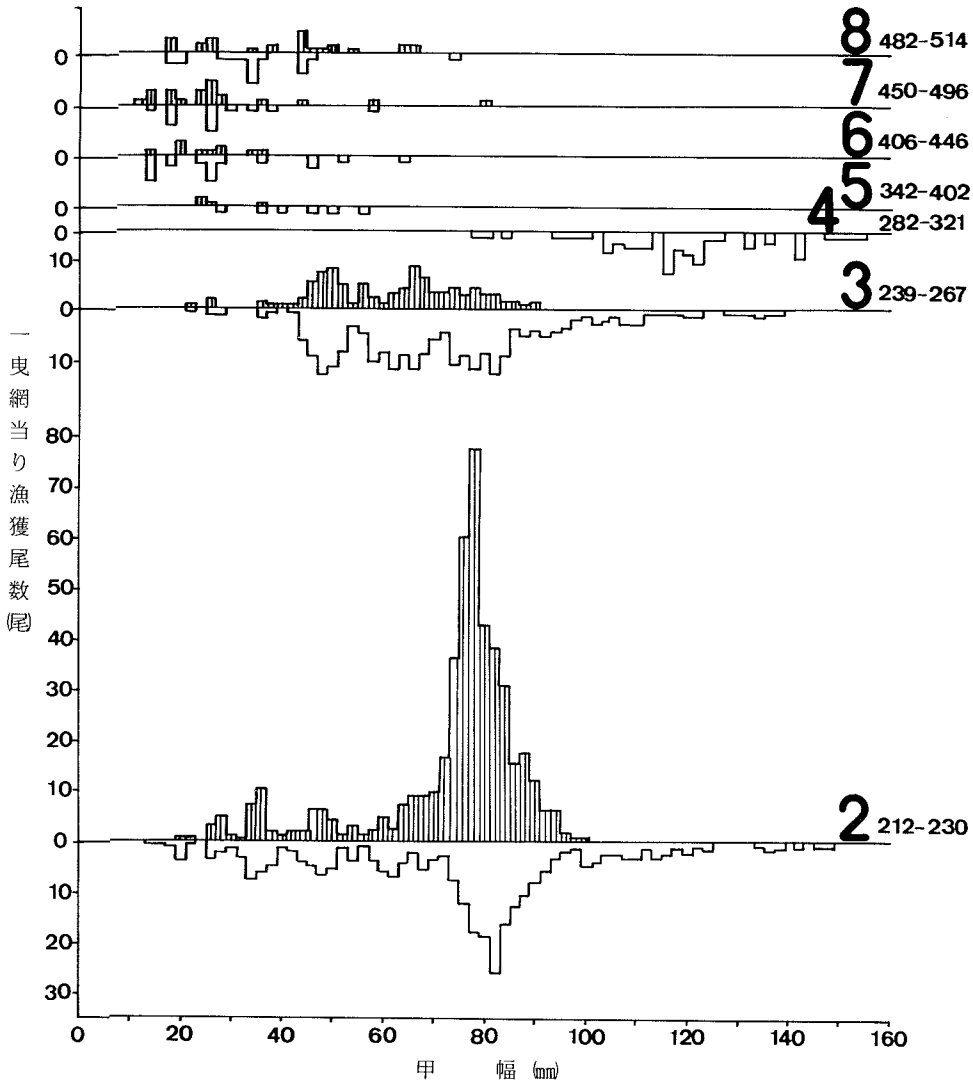


図7- (1) 隠岐島周辺海域における水深帯による雌雄の甲幅組成

図7-(1)は1971年3月，図7-(2)は1970年7月を表す．水深帯の区分は表7による，上段の縦線域は雌，下段の白域は雄の1曳網当り漁獲尾数を示す．右の数字は採集点と曳網水深 (m) を示す．

くらべて浅い水深帯に優占的に分布することが認められた。

次に発育段階による甲幅の大きさと雌雄比については，表5に示した試験船で採集された雌5,382尾と雄5,861尾の全個体について各甲幅における雌雄の比率を図9に示した．この図から隠岐島周辺海域では，甲幅10～65mmの性比はほぼ1：1を示すが，成体に達する65～80mmでは雄の比率がやや減少するものの，80mm以上では雄の比率が次第に増加し，100mmではすべて雄となる．

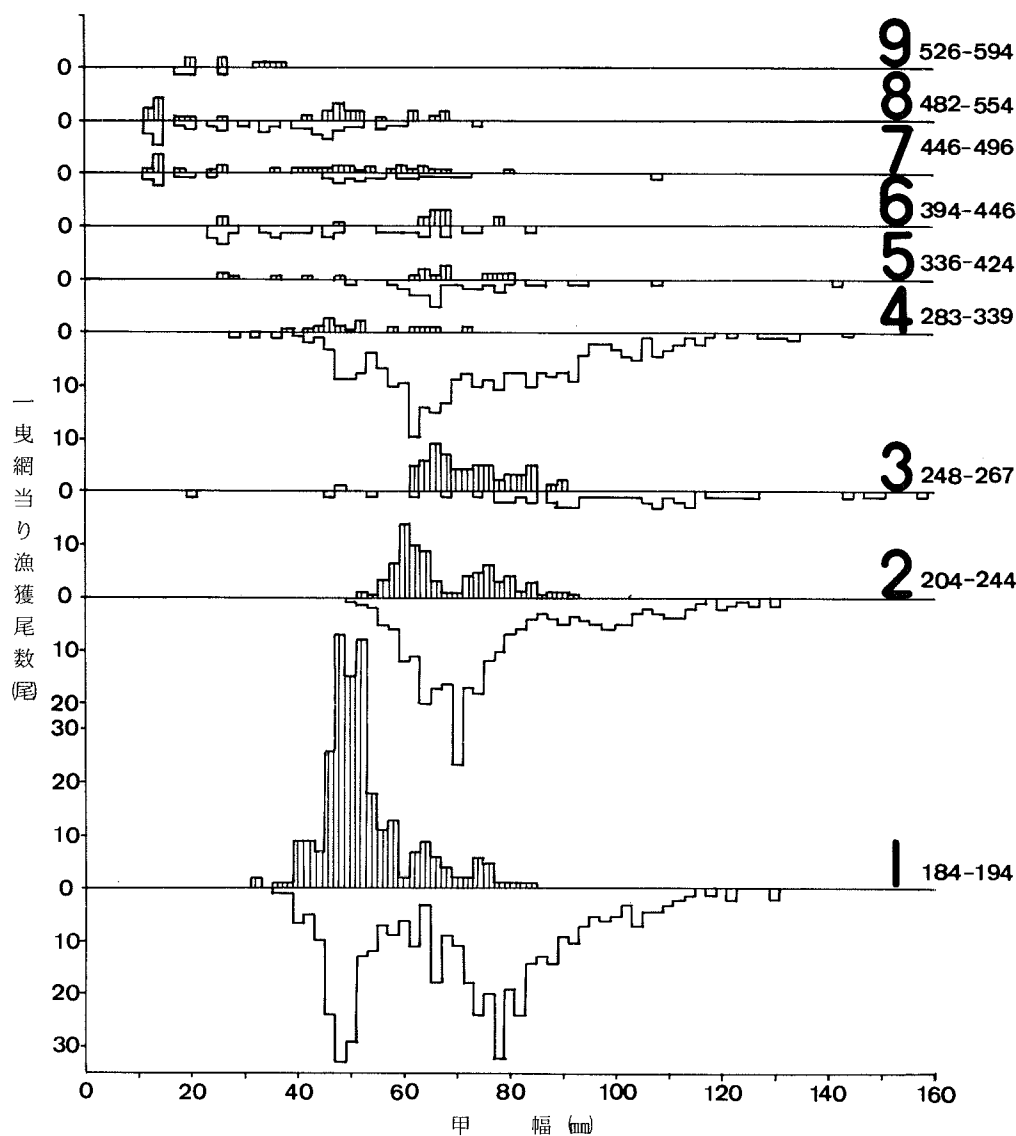


図 7 - (2)

また、表 5 に示した試験船の第 1 次の調査結果から、成体と未成体の雌雄比を表 6 に示した。成体の雄の比率は 0.8~100% の範囲で採集時期によって大きく異なり、性比に著しい偏りが示されたが、未成体の雄の比率は、44.9~50.5% の範囲で、性比はほぼ 1 : 1 を示し、成体にみられるような性比の著しい偏りはなく、生活域を分けているような現象は認められない。

次に産卵期における分布についてみると、隠岐島周辺海域での産卵は夏季または春季に行われるが、産卵期における垂直的な分布について、試験船による採集結果（表 5）から、水深帯別の雌雄の未成体と成体の採集尾数を表 7 に示した。産卵については次節で詳述するが、表 7 および図 7 - (2) からみられるように、夏季に行われる初産卵に参加する雌の成熟未成体および初産卵ガニ（初産卵後の抱卵個体）は水深 184~496m の範囲で採集されたが、このうち 89.8%



は184~267mの水深帯で採集されており、この水深帯が初産卵が行われる場であると考えられる。一方、甲幅65mm以上の雄の成体は184~554mの水深帯に分布するが、その76.9%は初産卵の場とみられる前述の184~267mの水深帯で採集され、雄成体は夏季にはこの水深帯に高密度に分布することが示唆された。この場合、184~267mの水深帯において初産卵に参加するとみられるカニの雌雄比は、雄が82.1%を占め、明らかに雄成体の分布量が多く、ズワイガニ漁期(11~3月)に標本船から得られた結果(図6)とは異なる分布様式が認められた。経産卵が行われる時期(春季)における分布を同じく表7および図7-(1)からみると、雌雄の垂直的な分布様式とその雌雄比は、図6に示した標本船の結果と類似する傾向を示した。

すなわち、雌成体は水深212~267mの範囲に分布するが、その89.5%は212~230mの水深帯に集

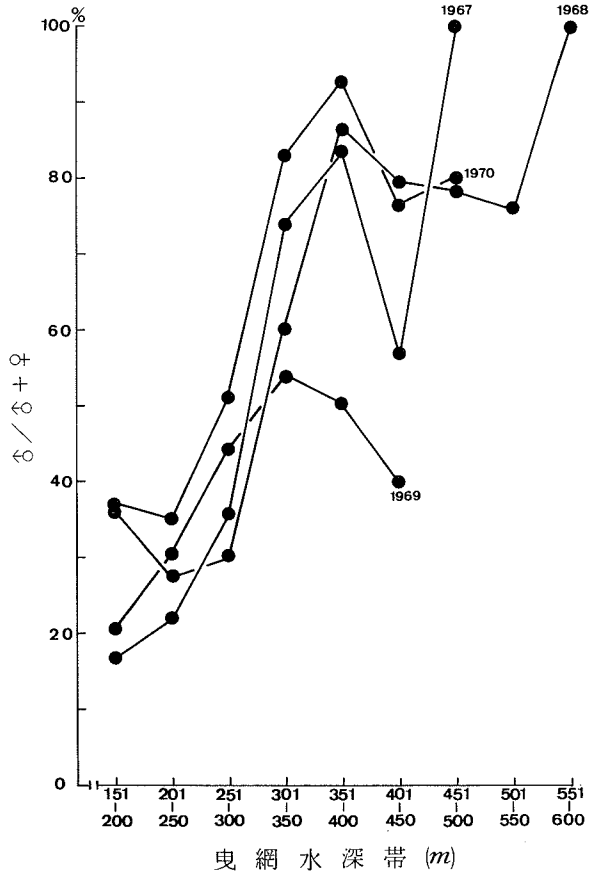


図8 隠岐島周辺海域で標本船により1967年から1970年の漁期に漁獲されたズワイガニ(雌:クロコ・アカコ, 雄:大・中・小・ミズガニ・ワタヨガニの各銘柄)の水深帯(151mから600mまで50m間隔)の雄の出現比

表6 隠岐島周辺海域における試験船の雌雄別成体未成体別採集個体数

採集回次	採集時期(月・日)	採集場所	水深(m)	雌		雄		(C) 成体	(D) 未成体	———% (A+C)	(D) 未成体	———% (B+D)
				(A) 成体	(B) 未成体	(C) 成体	(D) 未成体					
1	5.18	N 35° 52' E 133° 58'	240 ~ 248	233	260	16	265	6.4	50.5			
2	6.17	N 35° 48' E 134° 01'	236 ~ 242	256	354	2	355	0.8	50.1			
3	7.29	N 35° 50' E 134° 18'	300 ~ 320	231	201	6	169	2.5	45.7			
4	8.29	N 35° 50' E 134° 00'	236 ~ 248	244	424	55	393	18.4	48.1			
5	12.5	N 36° 45' E 133° 13'	244 ~ 244	0	238	106	210	100.0	46.9			
6	12.12	N 35° 49' E 132° 11'	370 ~ 370	1	361	15	294	93.8	44.9			

表7 隠岐島周辺海域における試験船の水深帯別1曳網当り採集個体数

採集点	1970年7月				1971年3月									
	採集位置	水深(m)	雌		雄		水深(m)	雌		雄				
			未成熟未成体	成熟未成体	未成熟未成体	成熟未成体								
1	N 36°22' E 133°32'	184 ~194	236	26	17 (13)	171	287	—	—	—				
2	N 35°50'-36°28' E 133°28'-55'	204 ~244	10	35	39 (3)	55	190	N 35°47'-51' E 133°54'-134°00'	212 ~230	45	58	299	30	126
3	N 35°52' E 134°01'	248 ~267	1	37	24 (1)	4	51	N 35°50'-51' E 134°03'-04'	239 ~267	87	44	34	153	204
4	N 35°54'-36°34' E 133°28'-134°07'	283 ~339	9	2	1	262	116	N 35°53' E 134°08'	282 ~321	0	0	0	0	59
5	N 35°54'-59' E 134°05'-11'	336 ~424	10	0	1	7	17	N 35°54' E 134°11'	342 ~402	4	0	0	6	0
6	N 35°55' E 134°12'	394 ~446	3	8	2 (2)	5	21	N 35°55' E 134°12'	406 ~446	9	0	1	19	0
7	N 35°55'-36°00' E 134°08'-10'	446 ~496	15	1	1	13	2	N 35°56' E 134°14'	450 ~496	22	0	0	14	0
8	N 35°57'-59' E 134°10'-17'	482 ~554	24	0	0	23	3	N 35°57' E 134°15'	482 ~514	21	4	0	2	18
9	N 35°58' E 134°17'	526 ~594	7	0	0	3	0	—	—	—	—	—	—	—
10	N 35°59' E 134°17'	576 ~656	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—

中的に分布することがみられ、この水深帯が経産卵の行われる主要な場所であると考えられる。一方、この時期の雄成体は212~514mの水深帯に分布し、その中で321m以浅に多いことを示しているが、雌成体が高密度に分布する水深212~230mにおける雌雄成体の性比をみると、雌が70.4%を占め、その雌雄比は初産卵が行われる夏季の場合とは逆転し（図10）、経産卵時における交尾生態は初産卵時におけるそれとは異なっていることが類推される。雌成体の産卵回次による産卵場所の異同については、経産卵期における初産卵ガニと経産卵ガニ（経産卵後の抱卵個体）の識別に正確さを欠くために明らかにされていないが、表7および表8にあるように、初産卵期には初・経産卵ガニの両者が同一水深帯で混獲されており、両者が明らかに生息場所を異にするといった現象はみられていない。ただし、既に表7に関して述べたように、初産卵ガニの垂直的な分布範囲は、経産卵ガニのそれに比べ広範囲であることが示された。

#### 考 察

1967~1970年の4カ年のズワイガニ漁期において、ズワイガニを漁獲対象とした標本船の操業記録から、操業海域における本種分布様態を検討した。標本船の操業記録から分布を論ずる場合、漁獲努力量の地理的な分布や標本船の漁獲性能には年変動があり、採集尾数と分布量の比は年

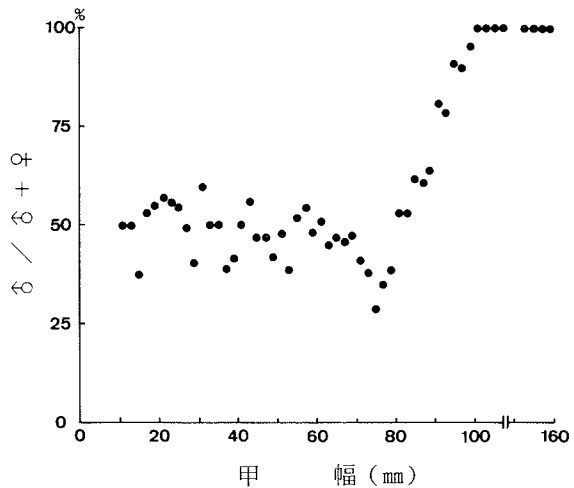


図9 隠岐島周辺海域の試験船による採集結果からみた甲幅の大きさと雌雄比

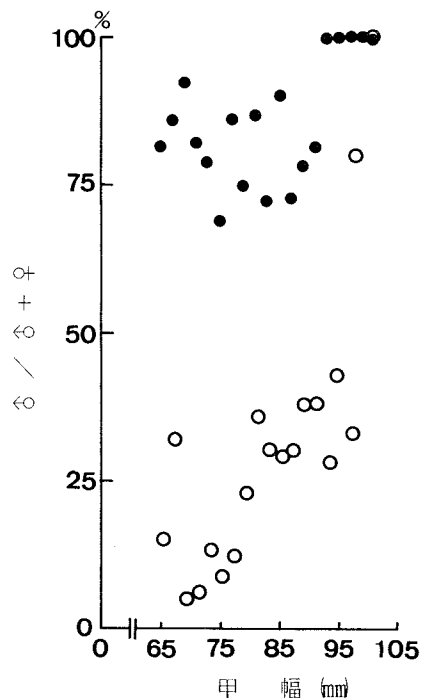


図10 隠岐島周辺海域の試験船による採集結果からみた7月および3月の初産卵および経産卵における成体の生息場所における雌雄比  
黒丸は1970年7月、白丸は1971年3月の採集結果（表7）を示す。

表 8 隠岐島周辺海域の夏季における試験船による雌の発育段階別採集結果

(1967年 8月)

採集 回次	採 集 場 所	水 深 (m)	雌				雄	
			未 成 体		成 体		未成体	成 体
			未 熟	成 熟	初 産	経 産		
1	N 35° 48' E 133° 53'	222 ~ 230	0	14	7	78	0	3
2	N 35° 42' E 134° 00'	230 ~ 242	0	1	8	61	1	2
3	N 35° 50' E 133° 58'	238 ~ 244	3	10	23	92	5	6
4	N 35° 46' E 134° 03'	246 ~ 248	14	2	19	0	11	6
5	N 35° 48' E 134° 03'	248 ~ 252	299	1	2	0	223	6
6	N 35° 55' E 133° 59'	245 ~ 256	4	2	2	0	12	2
7	N 35° 55' E 134° 01'	270 ~ 276	7	0	0	0	10	3

によって変化するであろうから、標本船の操業記録から得られた分布生態に関する情報は概括的なものである。しかし、漁場の利用状況から得られた記録は、ズワイガニの分布の水平的な、また垂直的な拡がりを示すものであり、操業は広範囲に行われる中で漁獲効率が重視されることから、単位努力当たり漁獲尾数と分布量は正の相関を示すものと考えられる。

ズワイガニの生活史の中で、夏季における生態は浮遊生活期から底生生活期への移行、および未成体から成体への変態があり、夏季は着底初期の稚ガニや初産卵ガニの出現期に当たることから、繁殖生態を検討する上で、それらに関する生物学的な知見は重要な手掛かりとなる。しかし、4月から10月に至る期間はズワイガニの禁漁期であるため、これまで、この期間の調査は行われていない。したがって夏季における底生生活期の生態に関する知見は皆無であった。本研究では、初産卵に関わるカニの分布生態を明らかにするため、試験船で夏季における採集を行った。採集に使用した桁網は、沖合底曳網に比べて漁獲効率が劣るため、採集量が少ないが、採集標本に対する漁具の選択性は、標本船と試験船との間に差がないものとして取り扱った。

本種は、日本海のほか、ベーリング海、オホーツク海、北部太平洋等の中高緯度海域に広く生息する冷水性の種であり、低水温域では浅い水深帯に分布することが知られている(酒井1976)。日本海西南海域における地域的な分布を、底曳網の操業位置から推察すると、水深200mから450m前後の水深帯に沿って分布域が形成されている。主要な分布域は、能登半島から若狭湾、経ヶ岬から但馬沖に連なり、さらに隠岐島周辺から西方へと続く。このように主要な分布域は大陸棚斜面に沿って帯状に連なるが、局所的に好漁場と称される濃密な分布域が点在

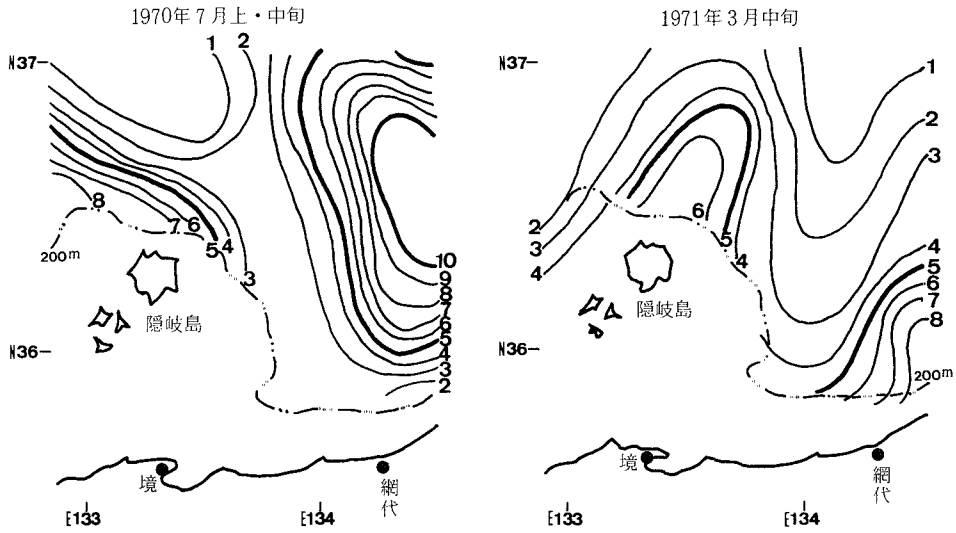


図11 隠岐島周辺のズワイガニ漁場における7月および3月の水深200m層の水温分布  
日本海漁場海況概報(日水研)による。

している(尾形1974)。分布水深は、海底地形や海水流動環境による温度条件等の要因で差がみられる。隠岐島周辺海域のズワイガニ漁場における水温について、1970年7月および1971年3月の底層(水深200m)の水温分布を図11に示した。200m以深の水温環境は浮遊幼生の分布の項でも述べたが、一般的には日本海固有水の影響を受け、年間を通して5℃以下の冷水域が形成されるため、年間の温度較差が小さい。浮遊幼生期を含む全生活史を通した本種の生活域の水温範囲は1℃から17℃までの広範囲に及ぶと推定される。着底以後の底生生活期の分布域は、地理的には水平的に、また垂直的に広範囲に及ぶものと考えられるが、適温範囲が1℃から5℃前後の低温であるため、温度条件と密接な関係にあることが容易に想定される。本種は隠岐島周辺海域において、標本船および試験船によって、最も浅い水深帯としては175m、最も深い水深帯としては594mで採集された。これまで最浅記録としては、1931年試験船で行われた賀露沖の調査で水深130m域にズワイガニの好漁場があると記されている(鳥取県水産試験場1933)。最深記録としては、1962年に試験船で行われた網代沖の調査で、水深800mで本種の雄3尾がベニズワイガニと混獲された例がある。この海域では近縁種のベニズワイガニの生息がみられ、両種の分布域は水深600mから700mで分けられる(小林・山崎・中野・沢1963)。しかし、1970~1971年の調査によると、460~594mの水深帯ではズワイガニの分布量に比べてベニズワイガニは著しく少ないが、両種が混生することが認められた。水深帯による両種のすみ分けや混生は、積丹半島沖合海域でも明らかにされている(三橋・宇藤1987)。最近両種の間隔的な形態を示すカニの存在が知られ、両種の自然交雑種として報告されていることから(武田1975)、沖合の陸棚崖では、両種の生息域は重なることが類推される。両種の混生や交雑種については、ベーリング海の本種とオオズワイガニとの事例についても報告がある(竹下・松浦1980)。

本研究では、隠岐島周辺海域におけるズワイガニの発育段階や生活年周期による水平的および垂直的な分布について考察した。それらの分布様態は、同一海区(10湊平方)の同一水深帯

においても生息域は連続するものでないことが、標本船による延14,031回、試験船による38回の採集結果から認められた。すなわち、採集点によって銘柄組成、甲幅、および雌雄比に異なる結果が得られており、分布の様相は必ずしも画一的でないことが示唆された。以下、本研究で得られた分布生態に関する知見を考察する。

着底初期の稚ガニの分布域については、本研究では甲幅10mm以下の着底初期の稚ガニは採集されなかったが、他の調査結果によると、若狭湾（田辺・鈴木1982）、新潟県沿岸域（伊藤1984）とも広範囲に分布することが知られている。隠岐島周辺海域では、甲幅2.5～3.5mmの1齡期稚ガニは4月から11月に220～327mの水深帯に分散的に分布する結果が得られている（山本・西田・野沢1980）。また、浮遊幼生と成体の水平的な分布域は異なり、浮遊幼生の分布域が成体のそれに比べ沖合域であることが、北海道東方海域におけるズワイガニの分布状況においても論じられている（竹内1961）。着底初期の稚ガニの分布生態は、研究者により若干の違いがあるものの、他の発育段階に比べ、その分布域は水平的にも垂直的にも広範囲にわたること、分布量は沖合で多いことの点ではいずれの報告も一致する。浮遊幼生期間が2カ月以上の長期にわたることから、メガロパ期に続く着底1齡期稚ガニの分布域は、海水流動による移送や分散から広範囲に及ぶことは容易に想定され、特定の水深帯に限定することはできないと考えられる。甲幅20mm前後の稚ガニは400m以深に、20～40mm前後では300m以深の水深帯でそれぞれ多数採集されており（図7-(1)、7-(2)）、これらの未成体群の生活域は比較的深い水深帯に形成されていることが明らかである。雌の生殖腺の発達は甲幅40mm前後から始まり、甲幅65mm前後に達した未成体群は、底生生活期の中では最も浅い200～250mの水深帯に集中的に分布する傾向がみられた（図6、7-(1)、7-(2)）。このことは、着底以後、発育段階が進むにしたがって生活域は400m以深から200～250mの浅い水深帯へと、順次移行するものと考えられる。その後、成体に達した雌は、水深帯の大きな移行はなく、分布様式は集中性が強く、この水深帯域で初産卵および経産卵にともなう生殖行動が行われるものと推察された（表6、7、8、図6、7-(1)、7-(2)）。一方、成体に達した雄は、再度深い水深帯へ移動分散することが、標本船の記録から示唆された（図5、6）。すなわち、雄の分布域は200～600mの水深帯に広範囲に生息する分散的な分布様式がみられ、後述する初産卵期を除けば、雄の分布は雌に比べて集中性が強くないことが示唆された。しかし、甲幅の違いによってその生活域の水深帯には若干の違いがみられ、甲幅120mm以上の大型個体は水深400～600mに多く分布し、95～120mmの中型個体は大型個体に比べ水深帯による分布量の差は小さいが、71～90mmの小型個体は300m以浅の水深帯に多く出現することが示された（図6）。発育段階別の分布について、甲幅から求めた齡期と分布水深との関係は、若狭湾でも隠岐島周辺海域と類似の分布様式が示されている（今1969）。

産卵期における分布については、成体雌の分布密度から200～250mの水深帯が主要な産卵場であることを述べたが、これまで夏季に調査が行われなかったため、初産卵に関する知見が欠けていた。本研究では、生殖行動に関連すると推定される生活域における発育段階別の雌雄比を求めた。後述するように、初回産卵は夏季に行われ、この時期に卵巣が成熟に達した成熟未成体の雌が最終回の脱皮を行い、その直後に交尾して初回の産卵を行うこと、2回目以降の産

卵（経産卵）は春季に行われることを明らかにした。雄が初成熟に達し、交尾機能を発現する個体の甲幅は、56mmから70mmと研究者によって異なるが（吉田1941, 伊藤1957, WATSON 1970, 今1970, 菅野1972）, 本研究では後述する飼育実験の結果により、未成年では雌雄による成長差が認められないので、雄が成熟する甲幅は卵巣の発達が始まる雌の平均甲幅と等しい65mm以上と仮定すると、成熟に達した雌雄の生活域の性比には著しい偏りがみられ、初産卵時には雄が、経産卵時には雌の密度が明らかに高くなり、初産卵と経産卵における性比は逆転することを明らかにした（表6, 7, 図8, 9, 10）。さらに、経産卵雌ガニの生活域が雄のそれと重なり合う水域は狭く、これらの雌雄の生活域の異なることが推察される。この結果から、初産卵と経産卵では、生殖行動に関与する雌雄の個体数に差があることは明かであり、したがって雌雄の遭遇頻度、ひいては交尾生態が両者の間で異なる可能性のあることを推定した。因みに、未成年の性比は、生活域や季節に関係なく1:1であることが明らかである（表6, 図9）。

生殖行動に関係する雌雄の分布については、初産卵の雌が分布する水深186~267mの場所へ成体雄が蟄集することを推察したが（表7, 図7-(2)）、京都府沖合海域でも同様の結果が得られている（和田ら1983）。一方、若狭湾では交尾を終えた雄は深い水深帯へ移動し、再度250m以浅の水深帯には戻らないとする報告がある（今1969）。また、本研究とは別に、隠岐島周辺海域で1975年から1979年までのズワイガニ漁期に行われた試験船の採集記録によると、水深200~220mの水深帯に、初産卵ガニを主体として雄および未成年雌の高密度の群が分布すること、また、水深220~240mのやや深い水深帯では、経産卵ガニを主体として少数の初産卵ガニ、未成年雌および雄からなる群が分布することが認められ、経産卵ガニと初産卵ガニが生活域を異にする現象を示唆するものであると述べている（佐野1980）。しかし、本研究では、経産卵ガニと初産卵ガニの生活域の間に明らかな分離は認められなかった。なお、佐野の報告では初産卵ガニと経産卵ガニの識別方法が明らかにされていないことから、漁期における両者の識別に疑問が残される。このほか、雌雄が生活域を異にすることについては、1967年7~8月に行われた大和堆の調査結果からも推定されている（小林・山口1978）。

以上のように、本種の底生生活期における分布生態は、発育段階により生活域を異にすること、生活域における未成年、成体の性比および産卵期における性比がそれぞれ異なり、同一種における雌雄の生活型の違いがみられることは、本種の生物学的特性であると考えられる。このことは、発育段階や雌雄によって生活条件に差があり、適応様式が異なることに起因するものと推測されるが、それに関与する外的要因としては、水温、底質および競合生物等の環境条件があり、内的要因としては、脱皮、生殖行動にみられる雌雄間の違いが挙げられよう。このような外的内的要因の相互関連性について、今後さらに検討する必要がある。

## 第2節 成熟と産卵

日本海におけるズワイガニの産卵生態に関する研究は、これまでに松浦（1934）、吉田（1941, 1951）、および伊藤（1963）により行われ、本種は冬季から春季にかけて産卵することが報告されている。しかし、これらの研究はズワイガニ漁期に限られた採集標本について行われ、成体雌の外仔卵および生殖腺の外観的な性状から得た結果であり、周年にわたる調査研

究によるものではない。このため成熟・産卵について、未成体から成体への成長過程、産卵周期および産卵回数等について検討すべき問題が残されている。

本研究は、成熟と産卵に関する生態学的な知見を得ることを目的に、隠岐島周辺海域に調査海域を定め、周年にわたる採集標本を用いて、甲幅と卵巣の成熟度、外仔卵の色調、甲殻硬度等の季節的な消長を調べて、雌の成熟過程、産卵期、産卵周期および産卵回数等について検討した。その結果、夏季から秋季に行われる初回の産卵についての、これまでと異なる知見を得るとともに、産卵生態に関する新たな知見を加えることにより、本種の増殖特性を明らかにすることができた。

### 1. 雌の甲幅組成と成熟

#### 材料および方法

夏季における雌の甲幅組成の調査には、1965年7、8月に試験船第2鳥取丸が網代沖の水深234~244mで桁網により採集した未成体1,528尾と成体536尾を用いた。成体および未成体の区別は、次章で述べる腹部の形態から外観的に行った。さらに、未成体については、卵巣発達の有無から成熟と未成熟に分け、外観的に、卵巣がオレンジ色を呈し卵粒が認められるものを成熟、卵巣が黄白色で成熟卵巣に比べ著しく小さく、未発達のもを未熟とした。甲幅の計測は、標本の採集直後にノギスを用いて甲幅の最大長を測定した。また、外仔卵と卵巣の重量を測定し、その色調(色度記号)を記録した。また、ほかに雌成体の甲幅組成を求めた供試材料は、日本海の大和堆(1984年7月、N39°20'・E135°05'、水深315m)、隠岐島周辺海域(1971年3月、N35°47~51'・E133°54'~134°00'、水深212~230m)、および韓国東岸海域(1971年11月、N35°31'・E130°13'、水深204~218m)の3海域と、東ベーリング海(1975年7、8月、N57°15~59'・W172°32'~176°41'、水深114~145m)で、それぞれ採集されたものである。日本海のものは前節で述べた試験船第1鳥取丸により籠網および沖合底曳網で採集された標本であり、東ベーリング海の標本は底曳網によりスケトウダラ *Theragra Chalcogramma* と混獲されたものである。

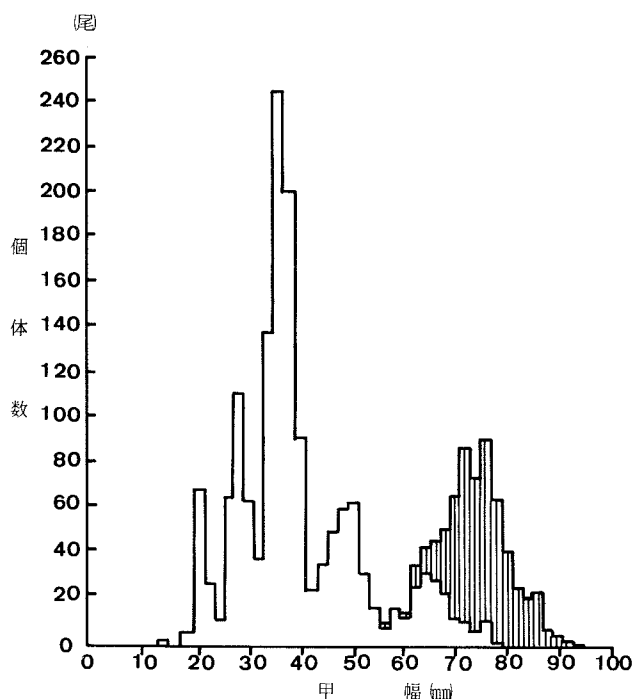


図12 夏季における隠岐島周辺海域の雌の甲幅組成  
白域は未成体、経線域は成体を示す。



## 結 果

夏季の網代沖ズワイガニ漁場における甲幅組成を図12に示した。未成体では、甲幅19~20mm, 27~28mm, 35~36mm, 49~50mm, 64~65mmおよび75~76mmに、それぞれ明らかなモードが認められる。成体の甲幅は55~95mmであり、明らかなモードは75~77mmに認められるが、85~87mmにも小さなモードのあることがうかがえる。次に、未成体から成体に成長する甲幅について、図12に示された甲幅モードが49mm以上の未成体群を卵巣の発達状態から成熟と未熟に分け、(A) 成体、(B) 成熟未成体、および(C) 未熟未成体としてそれらの甲幅組成を図13に示した。これら3者の甲幅の平均値と標準偏差は(A) 74.9mm ± 5.8, (B) 66.0mm ± 5.4, (C) 50.3mm ± 4.9であった。先に述べた各海域における雌成体の甲幅組成を図14に示した。これら各海域における甲幅の最小値、最大値、および平均値、標準偏差は、大和堆(500尾) 52mm, 77mmおよび64.8mm ± 3.7, 隠岐島周辺海域(694尾) 63mm, 99mmおよび79.9mm ± 6.2, 韓国東岸海域(222尾) 63mm, 99mmおよび81.3mm ± 6.2, 東ベーリング海(2,566尾) 43mm, 79mmおよび58.2mm ± 6.2である。このような結果から、隠岐島周辺海域と韓国東岸海域のそれぞれの標本の甲幅はよく一致しており、大和堆のそれはやや小さく、ベーリング海のもののが最小であって、北方海域のものほど甲幅が小さい傾向が認められる。

## 考 察

本種の雌の成長に関しては、成熟後は脱皮成長が行われないことが知られている(吉田1951)。このことは、甲幅は脱皮ごとに大きくなるが、成体に達すると

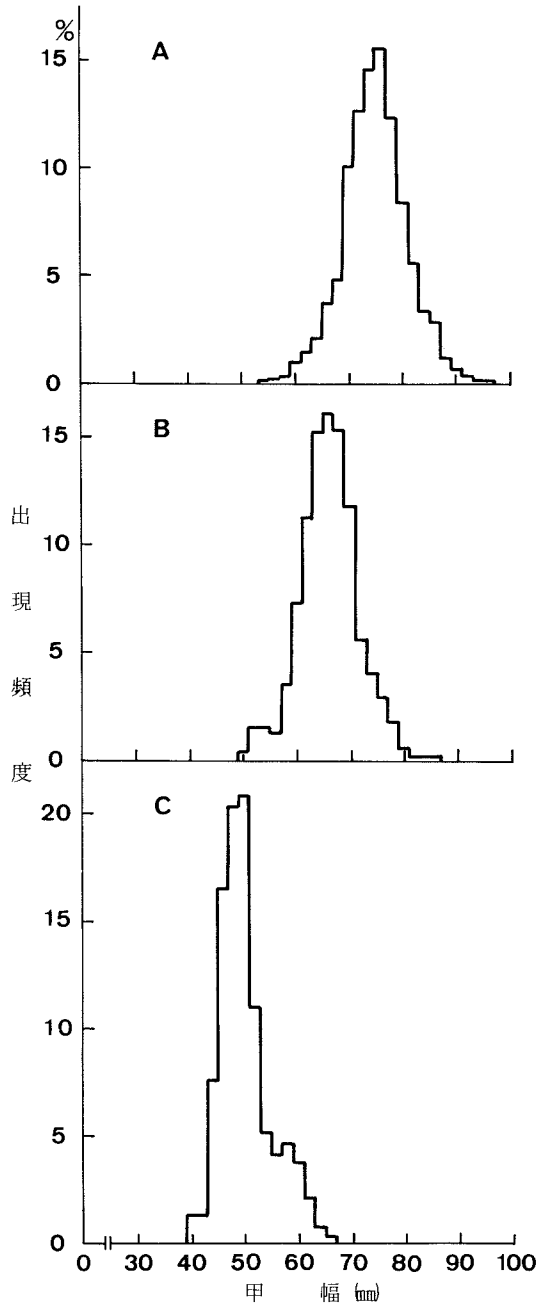


図13 隠岐島周辺海域における雌の成熟度別甲幅組成

A 成体, B 成熟未成体, C 未熟未成体を示す。

脱皮しないことから、成体に達する齢期がすべての個体で同一であるならば、成体の甲幅組成は単峰型を示し、未成体の甲幅の分布とは重ならないことを意味する。成熟・産卵については次の項で詳述するが、未成体から成体へ成長する時期、換言すれば雌の最終回の脱皮は、夏季から秋季に行われる。図12に7月と8月の雌の甲幅組成を示したが、成体の甲幅は55~95mmであり、そのモードが単一であるのか複数であるのか判然としない。一方、未成体のうちの最大甲幅をもつ群の甲幅モードは64~65mmにあり、この群は成体の甲幅の一部と重なる。図12に示す甲幅モードの推移から、未成体と成体のそれを対応させて考えると、64~65mmにモードをもつ未成体群は、脱皮した後に75~76mmにモードをもつ成体群に添加されることが示され、成熟未産卵群においても異なる齢期群が含まれることは明らかである。雌の甲幅と齢期の関係は、成体に達すると、それ以降甲幅は増大しないため、甲幅組成から年齢を推定する手掛かりは得られないが、未成体について、伊藤（1970）は甲幅組成から次のように推定している。1 齢期以降8 齢期までの甲幅モードは、それぞれ2.9~3.0mm, 4.3~4.4mm, 6~7mm, 9~10mm, 13~14mm, 19~20mm, 27~28mm, 37~38mmであり、9 齢期が49~50mm, 10 齢期が65~66mm, 11 齢期が75~76mm, さらに12 齢期では83~86mmとなる。これらの値は、本研究で得られた図12から求められる甲幅モード6 齢期の19~20mmから11 齢期の75~76mmまでの値とよく一致する。図13に示した未熟未成体、成熟未成体および成体の平均甲幅を、伊藤（1970）が述べた齢期に当てはめると、それぞれの齢期は、9 齢期、10 齢期および11 齢期に相当する。

雌成体の大きさは、若狭湾では11 齢期で平均甲幅77.4mmを示し（今1980）、但馬沖の雌成体の大きさについて伊藤（1970）は、主群の甲幅は若狭湾と同じく11 齢期で75~76mmであるが、この他に10 齢期の65~66mmおよび12 齢期の83~86mmに相当するモードをもつ群が出現することを認めている。また、オホークツ海（菅野1972）およびオホークツ海サハリン南部海域（菅野1987）でも、生息する漁場によって成長差や齢期に差のあることが推定

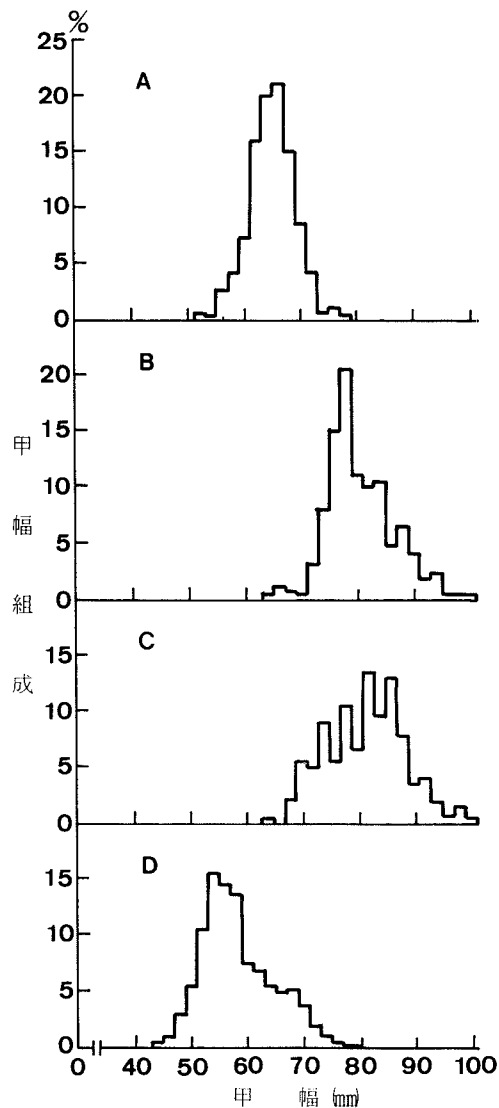


図14 各海域における成体雌の甲幅分布  
A大和堆, B隠岐島周辺, C韓国東岸  
およびD東ベーリング海域を表す。

されている。

本種の雌成体の大きさについては、本研究でも、甲幅組成から同一海域内（図12）で、また海域で差のあること（図14）が明らかにされた。このように、本種の雌は、成熟に達する齢期もしくは年齢に個体群による差のあることが推察される。この差は、餌料や水温等の環境条件に起因するものであり、脱皮回数の相異、脱皮による成長率の差、各齢期の経過時間の差などによるものと考えられる。なお、水温条件が成長に及ぼす影響については第2章で考察する。

## 2. 卵巣卵の成熟と産卵

### 材料および方法

供試材料は、前節と同様に試験船第2鳥取丸の桁網によって、1964年4月から1966年12月までの期間に毎月ほぼ1回、延28回網代沖を中心に隠岐島周辺海域の水深220~240mのズワイガニ漁場（図4）で採集された雌の未成体988尾、成体1,982尾である。採集された全個体について、実験室に搬入後、生鮮の状態では甲幅、体重、卵巣重量、外仔卵重量および甲殻硬度の計測を行った。卵巣は開腹して摘出後、肝臓等の付着物を取り除き、外仔卵は腹肢と分離した後、感量0.1gの上皿天秤を用いて計量した。生殖腺の熟度指数（MI）は、 $MI = GW \times 100 / BW - FW$ の式（伊藤1963）により算出した（GW：卵巣の重量、BW：体重、FW：外仔卵重量）。甲殻硬度は、木屋式果実硬度計B型を用い、背甲の胃域中央部で0.1kg単位で計測した。成熟段階の区分は、腹部の形態（甲幅と第3腹節幅の比—第2章で詳述する）から未成体と成体を区分し、さらに成体は、外仔卵の色調、卵巣の発達および甲殻硬度の計測結果から、初産卵ガニと経産卵ガニを区別した。外仔卵の色調は、外観的に黄、黄赤および赤茶色と時期的に異なり、卵巣の発達も時期的な消長がみられた。経産卵ガニと初産卵ガニの識別は、甲殻の硬いものを経産卵ガニとし、外仔卵が黄色を呈し、卵巣は経産卵ガニと比べ著しく小さく黄色又は黄白色を呈するが、甲殻は柔軟で脱皮後の経過期間が短いことを示すものを初産卵ガニとした。ただし、このような識別を明確にできない個体は経産卵ガニとして取り扱った。

### 結 果

隠岐島周辺海域における本種の成熟と産卵について、試験船による周年採集によって得られた標本から、産卵期および卵巣成熟の周期を検討した。産卵期を明らかにするため、卵巣の成熟過程について、図13に示された成熟未成体（以下B群と云う）および成体（以下A群と云う）の卵巣重量から、生殖腺熟度指数（以下MIと云う）を求め、その結果を表9、図15に示した。A群とB群のMIは、いずれも経月的に変化するが、それらの増大傾向は異なり、成熟過程に相違が認められた。すなわち、B群のMIは、概して4月から8月までは極小を示し、その後は次第に増大し、翌年の6月から9月にかけて極大となった。一方、A群のMIは、B群と同様に経月的に増大する傾向が認められるが、その様相は図16に示されるように二つの群に区別することができる。一つは、MIは7月から9月に小さな値を示し、その後12月までは2以下で経過し、この期間の成熟はほとんど進行しないまま推移する群であり、他の一つは、4、5月にMIは極小を示し、その後は経月的にはほぼ直線的な増大傾向を示す群である。なお、こ

表9 未成体群と成体群の採集日別平均生殖腺熟度指数と標準偏差

採集時期 (年・月・日)	未成体群		成体群		
			初産卵	経産卵	
1964. 4. 22	3.80 ± 0.70			0.35 ± 0.75	
5. 27	5.53 ± 0.78			1.63 ± 0.73	
6. 30	6.35 ± 0.15			2.93 ± 1.04	
7. 28				3.63 ± 0.83	
9. 3			1.70	6.22 ± 1.10	
10. 12	0.77 ± 0.22		0.90 ± 0.19		
11. 5			1.40	6.87 ± 1.17	
12. 11	2.14 ± 0.98		1.50 ± 0.41	7.73 ± 1.13	
12. 21				8.03 ± 0.98	
1965. 1. 27	2.73 ± 0.88			9.70	1.63 ± 0.45
2. 11				9.44 ± 1.33	
3. 23	4.86 ± 1.20			8.97 ± 1.76	1.67 ± 0.75
4. 28	4.65 ± 1.11			1.97 ± 1.22	
5. 8	5.72 ± 1.09	0.62 ± 0.55		1.94 ± 0.70	
6. 3	7.08 ± 1.33			2.95 ± 1.02	
7. 2	8.85 ± 1.88		0.10	3.54 ± 1.03	
7. 14	7.20 ± 1.70		0.85 ± 0.47	3.80 ± 0.95	
8. 19	8.75	0.30 ± 0.16	0.31 ± 0.56	4.76 ± 0.71	
9. 25	7.90 ± 1.09		0.98 ± 0.46	5.95 ± 1.02	
10. 11			1.65 ± 0.79	6.22 ± 0.79	
1966. 3. 28	4.85 ± 1.42			1.58 ± 0.66	10.63
4. 6	4.58 ± 0.56			2.08 ± 0.73	9.95
5. 17	7.27 ± 1.10		0.10	2.47 ± 1.05	
6. 17	7.71 ± 1.40		1.00	3.45 ± 1.17	
7. 29	7.81 ± 1.65	1.62 ± 0.57	0.85 ± 0.47	4.70 ± 1.03	
8. 22	8.30 ± 0.91	0.76 ± 0.30	0.88 ± 0.40	4.77 ± 1.14	
9. 29		1.42 ± 0.59	1.66 ± 0.73	6.01 ± 0.98	
12. 15		2.13 ± 0.46	1.48 ± 0.27	7.87 ± 1.77	

熟度指数は平均値( $\bar{X}$ ) ± 標準偏差値(S)を示す。未成体群及び成体群は図13に示すA及びBを表す。

の群は表9によるとMIは翌年1月～3月に最大に達し、産卵することが推察される。すなわち、図15によると、1月以降のA群のMIの増大は、両群とも同様に直線的に増大し、12カ月を経過した1～3月に極大となる個体が出現する。従って、A群のうち、MIが最小となる群は7～9月および1～3月に出現するが、最大となる群は年1回1～3月にのみ出現する(図15)。

次に、成熟・産卵と脱皮の関係をみるため、未成体および成体の甲殻硬度を計測し、図15に示したMIに対応するグループに整理し、各月の平均甲殻硬度を求めて、図17に示した。その結果はMIと同様に、A群の甲殻硬度は、MIが1～3月および7～9月に極小値を示す群の

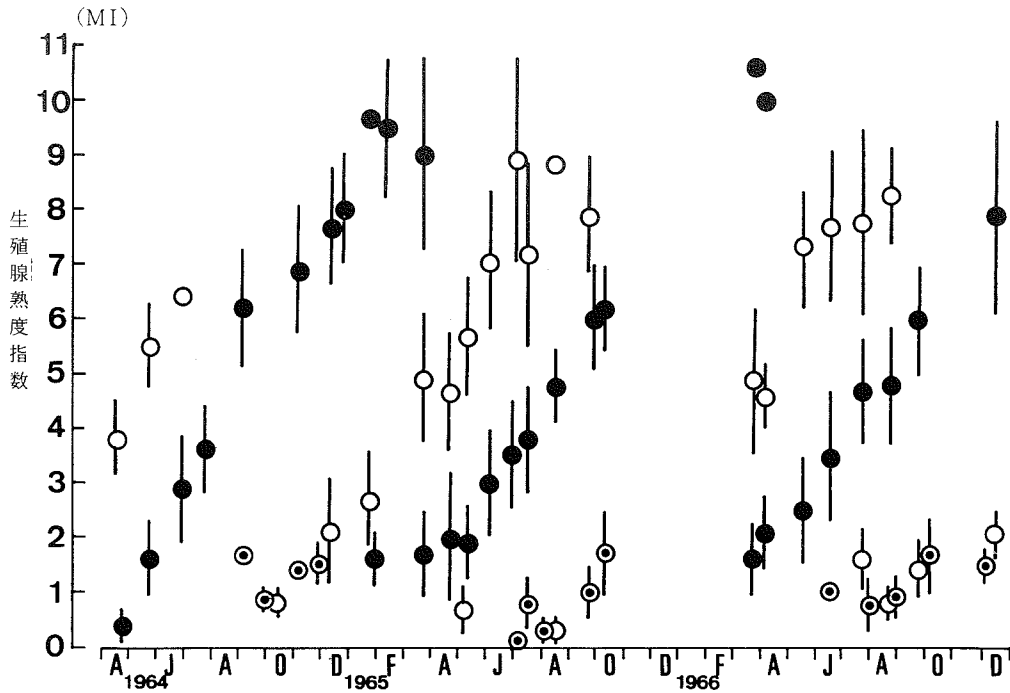


図15 生殖腺熟度指数 (MI) の経月変化

白丸は成熟未成体 (B群), 黒丸は経産卵ガニ, 二重丸は初産卵ガニ (A群) を, 縦線は標準偏差を示す。

間で異なる様相を示した。すなわち, 前者の甲殻硬度は周年にわたって変化がみられず, 各月の甲殻硬度は  $3.25 \sim 3.59 \text{ kg/cm}^2$  の範囲にあり, 個体差, 月による差はともに小さいが, 後者のそれは 6 ~ 8 月が  $0.44 \sim 1.09 \text{ kg/cm}^2$  と前者に比べ甲殻は柔軟であるが, 9 ~ 12 月は  $1.38 \sim 2.49 \text{ kg/cm}^2$  の範囲にあって, 経月的に増大する傾向を示した。一方, B群のそれは, 7 月以降減少して 9 月に極小を示すが, その後は増大傾向がみられた。甲幅 40mm 以上の個体の甲殻硬度を 7 月と 9 月の標本について計測し, その結を図 18 に示した。この図から, 7 月, 9 月とも甲殻硬度に個体差は大きい, 7 月に比べ 9 月のそれは  $1.0 \text{ kg/cm}^2$  以下の値を示す個体が多く出現することが明

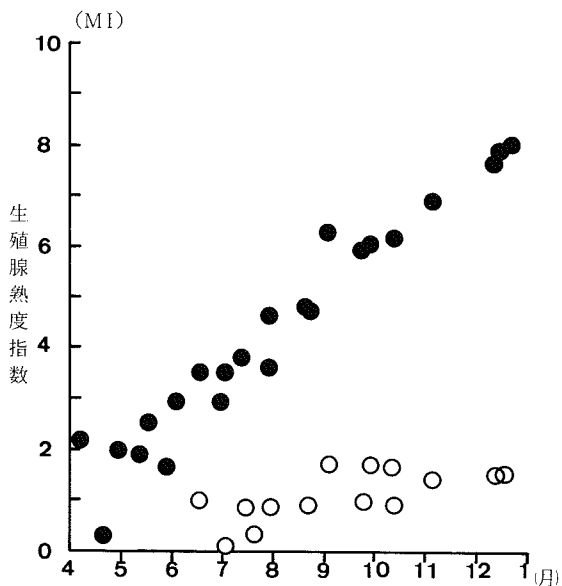


図16 初産卵ガニおよび経産卵ガニ生殖腺熟度指数の月別変化

黒丸は 1 ~ 3 月, 白丸は 7 ~ 9 月の産卵群を示す。

らかにされた。

### 考 察

本種の産卵については、これまでに松浦(1934)、吉田(1941, 1951)、南沢(1955)および伊藤(1963)の研究があり、産卵期には地理的な差が認められるが、いずれも冬季から春季にかけて行なわれることを報告している。しかし、これらの研究に用いられた材料はすべて限られた期間に得られたもので、部分的な解明に終わっている。本研究では、1964年4月から1966年12月までの周年にわたる採集標本を用い、産卵期および卵巣の成熟周期を明らかにした。本節では、発育段階で区分した未成体および成体について、卵巣重量から生殖腺熟度指数(MI)を求め、その季節的な推移によって産卵期を推定した。すなわち、成体のMIが大きい値を示す個体は卵巣重量が重く、卵巣の成熟していることを示すものである。一方、MIが小さい個体は、卵巣重量が小さく未発達であり、産卵後間もないことを示唆するものである。従って、MIが極大となる個体が多数出現する時期を産卵期、最も多く出現する時期を産卵盛期とみることができる。また、MIが経時的

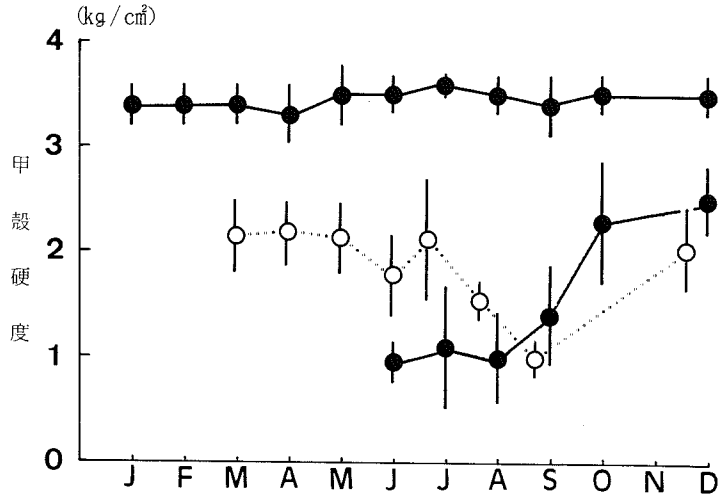


図17 甲殻硬度の月別変化

黒丸は成体(A群)、白丸は成熟未成体(B群)を示す。縦線は標準偏差を示す。

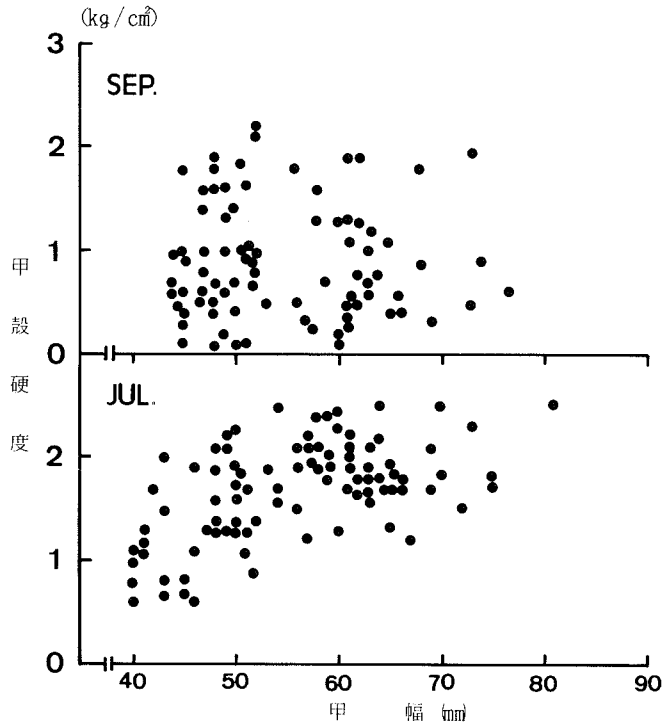


図18 7月と9月における未成体(甲幅40mm以上)の甲幅と甲殻硬度との関係

り、産卵後間もないことを示唆するものである。従って、MIが極大となる個体が多数出現する時期を産卵期、最も多く出現する時期を産卵盛期とみることができる。また、MIが経時的

に増大す傾向を示さない個体は、卵巣の成熟が進行しないか、その速度が著しく遅いことを示すものである。同様に未成体のMIが小さい値を示す個体は未熟であり、極大を示す個体は卵巣が成熟に達し、初回の産卵が行われることを示唆するものである。本種の産卵について、初回の産卵は、未成体から成体へ移行する最終回の脱皮が行われた直後に交尾・産卵が連続して行われることが、飼育実験の結果から検証されている（小林1983）。脱皮する時期については、甲殻硬度の季節的な推移から推定することができる。すなわち、甲殻硬度が極小となる時期は甲殻が極めて柔軟であって脱皮直後を示すものであり、甲殻が硬く甲殻硬度に季節的な変化がみられない個体は、周年脱皮が行われないことを示している。このような考え方に基づいて資料の解析を行ったところ、隠岐島周辺海域の本種の産卵について、従来の知見と異なる新たな結果が得られた。すなわち、生殖腺熟度指数と甲殻硬度の経月的な推移から、本種の産卵は、未成体が成熟に達したのち間もなく行われる初回の産卵と、それ以降に行われる経産卵とでは、産卵時期が大きく異なることが推察された。また、両者の卵巣の成熟過程についても経時的に相違することが推察された。先ず、MIの季節的な推移をみると、A群とB群の間で増大傾向の様相が異なることが分かった（表9、図15）。成熟未成体群であるB群では、5～8月にMIが1～2の範囲で極小を示す個体が出現し、この時期から卵巣が発達し始めることがうかがえる。その後この値は経月的に増大し、翌年の7～9月にMIが8～10の極大を示し、卵巣が成熟して産卵する個体が出現する。一方、成体であるA群には、MIの季節的な消長に二つの型があり、一つは7～9月に、他の一つは1～3月にそれぞれ極小を示す。しかし、MIが極大を示す個体が出現するのは年に1回、1～3月のみである。前述したように成体のMIの極大は卵巣の成熟を示し、この時期に産卵が行なわれることを示唆するものであり、またMIの極小は産卵の終了直後を示すものであることから、A群は1～3月に、B群は7～9月にそれぞれ産卵し、両者の産卵期に約6カ月の差があることが推定される。しかし、MIが極小となり産卵が終了したことを示す個体が出現する時期は、年1回、1～3月のみであることから、両者の次回の産卵が行われるまでの期間、すなわち、産卵後次の産卵までに卵巣が成熟するのに要する期間に約6カ月の差があることが推察される。このことは、図16に示されるように、1～3月に極小を示す群のMIは、4月以降経月的に増大するが、7～9月に極小を示す群のMIは、その後12月までほとんど増大しないまま経過し、この期間卵巣の成熟は進行しないことを示唆するものである。以上の結果から、卵巣の成熟過程と産卵について要約すると、B群は5～8月に卵巣が発達し始め翌年の7～9月に成熟して産卵するが、この産卵はA群のMIから示唆された7～9月にみられる産卵である。しかし、A群ではこのほかに1～3月にも産卵することが推察されるところであり、この産卵群は図16に示されたMIの増大傾向から、7～9月の産卵群とは異なる群であることが容易に理解できる。したがって、隠岐島周辺海域ではズワイガニは7～9月と1～3月に産卵する二つの群があると推定することができる。この場合、MIの季節的な消長から成熟期間を推察すると、B群では約12カ月とみることができるが、A群のうち1～3月に産卵する群の成熟期間は、B群と同様に約12カ月とみられるが、7～9月に産卵する群は、7～9月にMIの極小と極大が認められないことから、それは6カ月、もしくは18カ月となり、A、B群の間に時間的な差のあることは明らかである。





ら、脱皮現象等の内因的な要因に基づくものではないかと推察される。

なお、本研究で得られた、ズワイガニの産卵期が初産卵と経産卵で時期的に異なるという知見は、その後、伊藤（1967）および今・本間（1970）によって支持された。

### 3. 外仔卵の性状

#### 材料および方法

供試材料には前項で使用したものをを用い、外仔卵の色調は、1964年4月から1965年3月までの採集標本について生殖腺熟度指数を計測した個体の中から、月1回16～62尾を無作為に選んで計538尾の外仔卵の色調を観察した。色調の区分は、日本色彩研究所編・新色名帖（1964）の色調に基づく色度記号から黄色系、黄赤色系および赤茶色系の3色系に分け、各色系の出現時期とその頻度を求めた。外仔卵の卵径は、3色系に分けた標本から各色系ごとに136尾を抽出し、1尾当たり50粒を無作為に採取して実体顕微鏡下で計測し、各色調について卵径組成を求めた。これと同一材料から1964年6、7月および9～11月に毎月10尾を抽出し、5%ホルマリン溶液で固定した後、外仔卵の全重量を計量し、さらに1尾当たり0.1gの外仔卵を3卵塊採取し、各卵塊を計量した後にその卵数を計数し、3卵塊の平均卵数と外仔卵の全重量から全外仔卵数を算定し、1尾当たりの平均抱卵数を求めた。

#### 結 果

外仔卵の色調から卵の発生段階を明らかにするには、MIと外仔卵の色調との関係を検討した。外仔卵の色調を色度記号で表し、色度記号4-16.5-7（だいだい色）を黄色系、2.5-15-8（朱色）・3-17-7（杏色）・4-

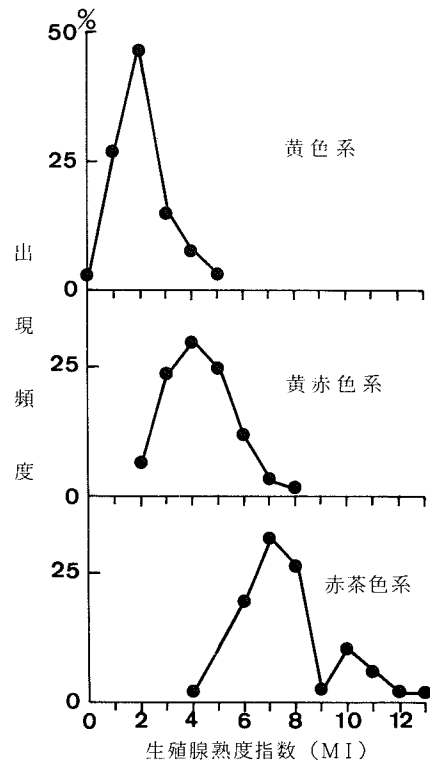


図20 外仔卵の色調別生殖腺熟度指数組成

表10 外仔卵の色調の月別比率

採集時期 (年月日)	黄色系	黄赤色系	赤茶色系
	%	%	%
1964. 4.22	100	0	0
5.27	100	0	0
6.30	100	0	0
7.28	78	22	0
9.3	0	100	0
10.12	100	0	0
11.5	30	0	70
12.11	91	0	9
12.21	6	0	94
1965. 1.27	97	0	3
2.11	0	53	47
3.23	96	0	4

15.5-6 (あめ色)  
 を黄赤色系, および  
 2-14-7 (深緋色  
 ・3-15-5 (れん  
 が色) ・3-13-4  
 (赤茶色) を赤茶色  
 系と3色系に区分し  
 た。色調とMIの関  
 係は、各色系に属  
 する個体のMIを求め  
 出現頻度を図20に示  
 した。各色系のMI  
 の平均値と標準偏差  
 は、黄色系2.53±  
 1.04, 黄赤色系4.78  
 ±1.28および赤茶色  
 系8.28±1.78であっ

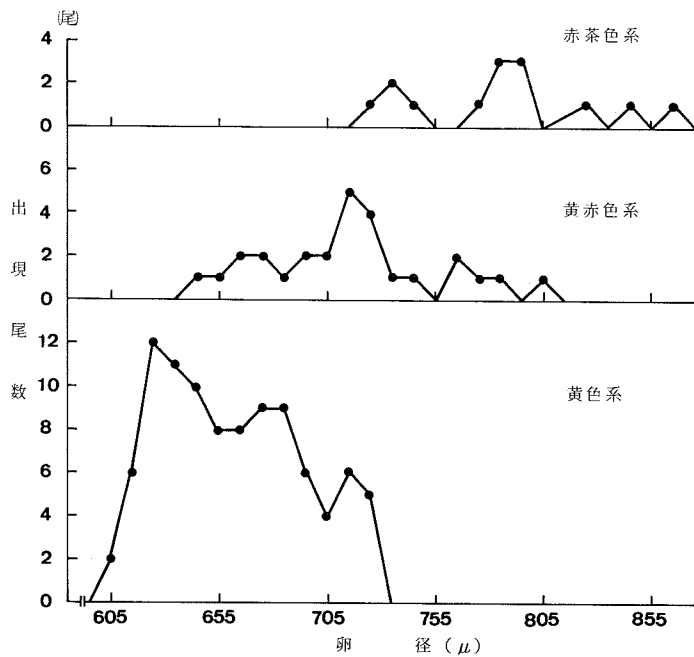


図21 外仔卵の色調別卵径組成

た。外仔卵の季節的な色調変化については、表  
 9に示した標本を用いて月別の外仔卵の各色系  
 の出現頻度を求め、表10に示した。図20と表10  
 から、外仔卵の色調は経月的に黄色系から黄赤  
 色系を経て赤茶色系に変わり、MIも色調の変  
 化とともに増加する傾向が認められた。すなわ  
 ち、色調とMIの経月的な推移を概括すると、  
 黄色系の外仔卵をもつ個体のMIは、90%の個  
 体が3以下であり、ほぼ周年にわたって存在す  
 る。黄赤色系では90%の個体はMIが3~6の  
 範囲にあり、7、9月と2月に出現した。また  
 赤茶色系のMIは4~13と広範囲に及ぶが、こ  
 のうち79%の個体はMIが7以上を示し、11月  
 から3月までの期間に出現した。

外仔卵を色調別に区分してそれぞれの卵径組  
 成を図21に示した。各色系別の卵径は、黄色系  
 が605~729 μm, 黄赤色系は640~809 μm,  
 赤茶色系は710~869 μmであり、色調の変化  
 にともない卵径は増大する傾向が認められた。  
 しかし、各色系とも卵径は大きく分散し、卵径

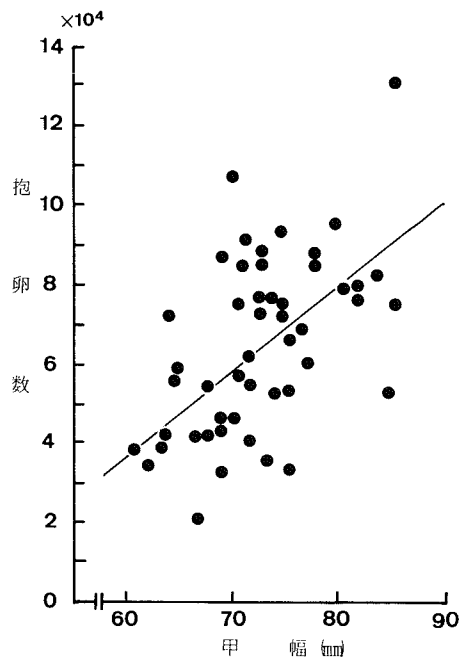


図22 甲幅と抱卵数との関係

直線は  $Y = 2,006X - 82,102$  ( $r = 0.551$ )  
 を示す (Yは抱卵数, Xは甲幅mm)。

組成は多峰型を示した。また各個体の甲幅と外仔卵数との関係を図22に示した。1尾当たりの抱卵数は、甲幅62～86mmの範囲で20,304～131,094粒が得られ、80%の個体は30,000～80,000粒を抱卵していた。平均抱卵数は $64,432 \pm 22,377$ となり、個体差の大きいことが示され、抱卵数 $Y$ と甲幅 $x$ mmの関係は $Y = 2,006x - 82,102$  ( $r = 0.551$ )の関係式で示された。

## 考 察

外仔卵の季節的な色調変化から、胚発生段階を外観的に識別するため、表9に示した標本の外仔卵を、甲殻が柔軟で産卵直後とみられる初産卵ガニの卵（未発眼卵）、外観的に発眼が確認される卵、および孵出期の卵の、各色調を基準として、黄色系、黄赤色系および赤茶色系の3段階に区分した。その結果、外仔卵の色調は、産卵直後、発眼期、孵出期と胚発生が進行するに従い、黄色系から黄赤色系さらに赤茶色系へと季節的に変化することが表10の結果から示唆された。一方、卵巣の成熟度と外仔卵の色調の関係は、図20および表10に示された結果から、3段階に区分されたそれぞれの色調はMIの増大にともなって黄色系、黄赤色系、赤茶色系へと変化する。表10に示されるように、発眼期を示す黄赤色系の卵は8月以降に、孵出期を示す赤茶色系の卵をもつ個体は11月以降に多く出現するようになる。表10では黄色系の卵をもつ個体がほぼ周年にわたり出現しているが、この表の結果は表9の1964年4月から1965年3月までの標本から得られたものであり、10～12月の黄色系卵は7～9月に産卵した初産卵ガニの未発眼であることから考えると、外仔卵の色調は生殖腺熟度指数とほぼ連動して推移すると言える。以上に述べた結果から、卵巣の発達と胚発生は同調していると推定され、1月から3月の間にMIが2以下の黄色系の卵をもつ個体とMI9以上の赤茶色系の卵をもつ個体が出現することは、産卵と孵出は同時期に行われること、換言すれば、幼生の孵出後短期間のうちに次の産卵が行われることを示唆するものである。前項で卵巣の成熟と産卵について、MIと甲殻硬度の季節的な変化から、初産卵ガニの産卵期と経産卵ガニのそれとは6カ月の時間的なずれのあることを述べたが、さらに、卵巣の成熟についても産卵期と同様に、両者の間に時間的な差のあることが推定された。すなわち、未成体の初回の産卵と成体の2回目以降の経産卵では、ともに卵巣の成熟に必要とする期間は12カ月であるとみることができる。しかし、初回の産卵から2回目の産卵までに要する初産卵ガニの卵巣成熟期間は、経産卵ガニと初産卵ガニとの識別が困難であるため、6カ月もしくは18カ月であると推定された。このことについては、外仔卵の色調と生殖腺熟度指数の季節的な変化から、卵巣の発達と胚発生には同調性が認められ、産卵と孵出はほぼ同時期に行われることが示唆された。このことと、7～9月に幼生を孵出する個体が出現しないこと、さらに図16に示されたMIの増大傾向などから、初産卵ガニの卵巣成熟に要する期間は18カ月であろうと推定することが妥当であると思われる。すなわち、初回の産卵は、7～9月に行われ、その後18カ月を経過した1～3月に幼生を孵出する。2回目の産卵は、幼生の孵出後短期間のうちに、換言すれば1～3月に行われる。さらに、3回目以降の産卵は前回産卵後12カ月を経過して幼生が孵出した1～3月に、繰り返し行われることになる。このように、初産卵と経産卵では、産卵期ならびに産出された外仔卵から幼生が孵出するまでの抱卵期間に6カ月の時間的な差のあることが類推された。

外仔卵の色調から胚発生の段階を推定する方法は、各色調の時期別出現頻度によるタラバガニ（丸川1933）、タイワンガザミ（八塚1962）およびズワイガニ（伊藤1963）に関する研究がある。ズワイガニについて、伊藤（1963）は外仔卵の色調の季節的变化から、胚発生段階の時間的な経過を求め、幼生の孵出後短時間内に次の産卵が行われることを推定している。この場合、本研究で得られた結果と同様に、未発眼卵期を示す黄色系の個体が10月以降に出現することを認めているが、初産卵に関する記述がなされていない。しかし、未発眼卵が10月以降に出現するということは、本研究で明らかにされたように、その時期の抱卵個体に初産卵ガニが含まれている可能性を示すものと推察できる。

外仔卵の卵径組成の推移から、胚発生の進行にともない卵径の増大することが明らかにされた。すなわち、胚発生と卵径増大の時間的過程は、個体差が大きい、図21に示すように孵出期の卵径は850  $\mu\text{m}$ 前後で、600  $\mu\text{m}$ 前後である未発眼卵の約1.4倍に増大することが示唆された。外仔卵の卵径と胚発生の関係については、タラバガニ（松浦ら1972）、ガザミ（大島1938）およびタイワンガザミ（八塚1962）においても、孵出期の卵径は産出時の卵径に比べて増大することが報告されている。

本種の抱卵数については、伊藤（1963）、SINODA（1970）、山本（1970）および今（1974）の報告があり、平均抱卵数は35,000~77,000粒（甲幅52~92mm）とされ、本研究で得られた64,000粒（甲幅62~86mm）とほぼ等しい値が示されている。本種の雌は成体に達した後は甲幅が増大しないことから、抱卵数と年齢（産卵回数）との関係は明らかにすることができない。甲幅と抱卵数との関係は、タラバガニ（佐藤1958、松浦ら1972）、イバラガニ（平本・佐藤1970）、ガザミ（大島1938）およびタイワンガザミ（八塚1962）で正の相関が認められているが、一般的に甲幅と抱卵数との間には、強い正の相関関係はないことが示唆されている。

本種の産卵について、初産卵と経産卵では時期的に6カ月の差のあることが前項で推察され、このことは、本種の資源の増殖を図る上で重要な知見であるとしたが、さらに、本項で外仔卵の色調と生殖腺熟度指数の季節的な推移から、初産卵ガニと経産卵ガニでは、産卵期のほか産出された外仔卵が孵出までに要する期間、すなわち抱卵期間についても6カ月の差があることが推察された。

### 第3節 標 識 放 流

標識放流は、分布・移動および資源量などに関する調査方法として多くの魚種で古くから用いられてきた研究手段である。本研究では、標本船と試験船による操業記録や採集資料を用いて、産卵生態に関する検討を行ったが、本種の雌成体は、初回の産卵から2回目の産卵までの期間と2回目以降の産卵と次回の産卵までの期間では卵巣の成熟と胚発生に関して時間的な差のあることを推定した。しかし、初回の産卵後約6カ月を経過すると、それ以後両者の識別が困難であること、また甲幅組成による齢期や年齢の査定ができないことから、生涯を通して行われる産卵回数等に関する知見は、これまでのところ得られていない。そこで、標識放流を行い、産卵にともなう移動、抱卵期間と産卵周期および産卵回数等について検討した。

## 1. 底生生活期の移動

### 材料および方法

供試材料は前節と同様、網代沖および隠岐島周辺海域のズワイガニ漁場で、試験船によって1964年4月から1968年10月にかけて延11点で採集した雌6,154尾と雄412尾であり、これらを用いて標識放流を行った。各個体に、個体識別のための、番号を刻印した直径15mm、厚さ1mmの円型塩ビ板の標識票を装着した。装着方法は、右側第2歩脚の長節にエナメル被覆銅線で標識票を結び付ける脚巻付法、および標識票を左右の第2歩脚と第3歩脚の間を通して背甲に背負わせる甲巻付法(谷野・伊藤1968)を採用した。放流に際しては、放流時期、ロランによって確定した放流位置と現場の水深、標識番号と性別および甲幅を、さらに雌については、前節と同様に腹部の形態から未成体と成体を区別し、さらに、外仔卵の色調を、黄色、黄赤色および赤茶色の3色調系に区分して記録した。再捕個体についても同じ項目を記録し、放流位置と再捕位置の直線距離を海図上から求めて水平的な移動距離とし、垂直的な移動は放流位置と再捕位置の水深差で表し、これらから個体別に移動範囲を算出した。

### 結 果

1964年4月から1968年10月の間に隠岐島周辺の水深200~242mの海域で行った標識放流の結果を表11に示した。再捕個体数は雌成体が185尾、雄が5尾であった。再捕率は、放流回次によってことなり、雌成体は0.3~19.0%、平均2.9%、雄はズワイガニ漁期の始まる直前の11月16日に放流した放流回次11の再捕のみで、2.4%の再捕率であった。

雌成体の移動について、放流場所と再捕場所の水平距離を表12に、放流場所と再捕場所の水深差から求められた垂直的な移動水深範囲を表13に、それぞれ示した。水平的な移動距離は、放流場所から30哩までの範囲内にあり、そのうち10哩以内が74%を占めた。移動水深範囲につ

表11 標識放流の結果

放流 回次	放流時期 (年月日)	標識方法	放 流 場 所		水深 (m)	放流尾数(尾)		再捕尾数(尾)	
			(N)	(E)		雌	雄	雌	雄
1	1964. 4. 22	脚巻付法	35° 46'	134° 01'	242	187	21	9	0
2	" 5. 27	"	35° 46'	134° 01'	242	99	—	2	—
3	1966. 4. 5	"	35° 46'	133° 56'	232	182	—	6	—
4	" 5. 18	"	35° 50'	133° 56'	234	286	—	15	—
5	" 6. 18	"	35° 48'	134° 01'	236	119	—	14	—
6	" 12. 16	甲巻付法	36° 44'	133° 07'	220	298	—	27	—
7	1967. 4. 6	"	35° 45'	134° 02'	240	48	42	5	0
8	" 4. 27	"	35° 45'	134° 05'	238	163	—	31	—
9	" 5. 4	"	35° 46'	133° 57'	240	517	—	56	—
10	1968. 4. 17	"	35° 46'	133° 54'	230	445	142	4	0
11	" 10. 16	"	35° 41'	132° 11'	200	3,810	207	16	5

表12 標識放流の再捕結果からみた移動距離

移動距離 (裡)	～5	6～10	11～15	16～20	21～25	26～30
再捕尾数	89	48	26(2)	11(1)	4	7(2)
(%)	48.1	25.9	14.1	5.9	2.2	3.8

( )は雄の再捕尾数

表13 標識放流の再捕結果からみた移動水深

移動水深 (m)	～20	21～40	41～60	61～80	361～380
再捕尾数	156	22(4)	4(1)	2	1
(%)	84.3	11.9	2.2	1.1	0.5

( )は雄の再捕尾数

いは、水深222m場所で放流された1尾が709日を経過した時点で、水深600mの場所で再捕された1例を除き、20m以内が84%、40m以内では96%の個体が再捕された。次に、11月から3月までのズワイガニ漁期における再捕結果から月別の深浅移動の傾向を図23に示した。この図に示されるように、1月と2月の移動は、他の月に比べ浅い水深帯へ移動した個体が多く、2月に再捕された個体は、92%が放流場所から30mの範囲内の浅い水深帯へ移動した。

放流から再捕までの経過日数と移動水深範囲を図24に示したが、経過日数と垂直的移動との相関関係は認められない。因みに、放流後803日で2尾が再捕されたが、水平的移動距離は20裡および10裡で、水深差は-9mおよび-7m、放流後947日では10裡、-10m、1,403日では10裡、-22mとせず

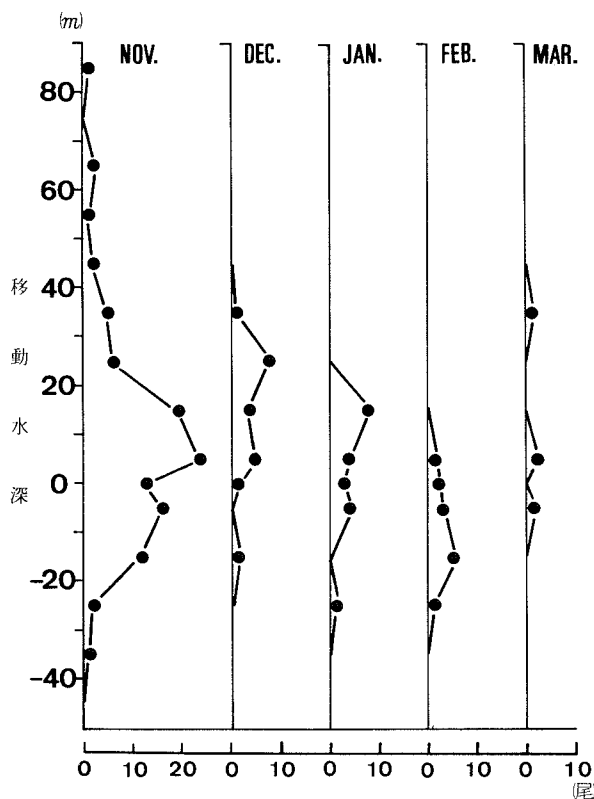


図23 標識放流における再捕結果からみた月別の深浅移動状態

水深0mは放流場所、プラス水深は深い水深帯へ、マイナス水深は浅い水深帯への移動を示す。

れも浅い水深帯への移動が認められたが、水平的移動は10～20哩であり、移動水深は-7～-22mの範囲と比較的小さいことが示された。

### 考 察

隠岐島周辺海域でのズワイガニの標識放流は、1933年に試験船で行われた記録がある(鳥取県水産試験場1935)。しかし、古くから行われている歩脚に標識票を装着する方法は、脱皮および歩脚の欠損による標識票の脱落があることから、標識票の装着方法と再捕率に関して問題点のあることが指摘されており(谷野・伊藤1968)、未成体や雄では放流から再捕までの経過日数が比較的短期間のもが多く、長期間に及ぶ再捕の事例は少ない。本実験においても、雌成体の再捕率に比べ雌未成体および雄の再捕率は低く、雌成体の再捕率3.3%(185/5604)に対し、雌未成体は0%(0/150)、雄は1.2%(5/412)であり、両者の移動に関する情報は得られな

かったが、これは脱皮による標識票の脱落が再捕率に影響したものと推定される。

標識放流の再捕結果からみた移動の範囲は、1例(放流後709日で放流場所から378m深い水深帯で再捕された1尾は、その放流場所が隠岐島西方の陸棚崖縁辺海域であったためと推定された)を除き、水平距離で30～50哩以内、垂直的移動は水深差20～40m以内であり、雌成体の移動範囲は、一般的には水平的にもまた垂直的にも広範囲には及ばないことが推定されるので、他海域の本種資源との交流はないものと考えてよいであろう。

雌成体の産卵にともなう深浅移動に関しては、再捕期間が11～3月の漁期に限られ、経産卵

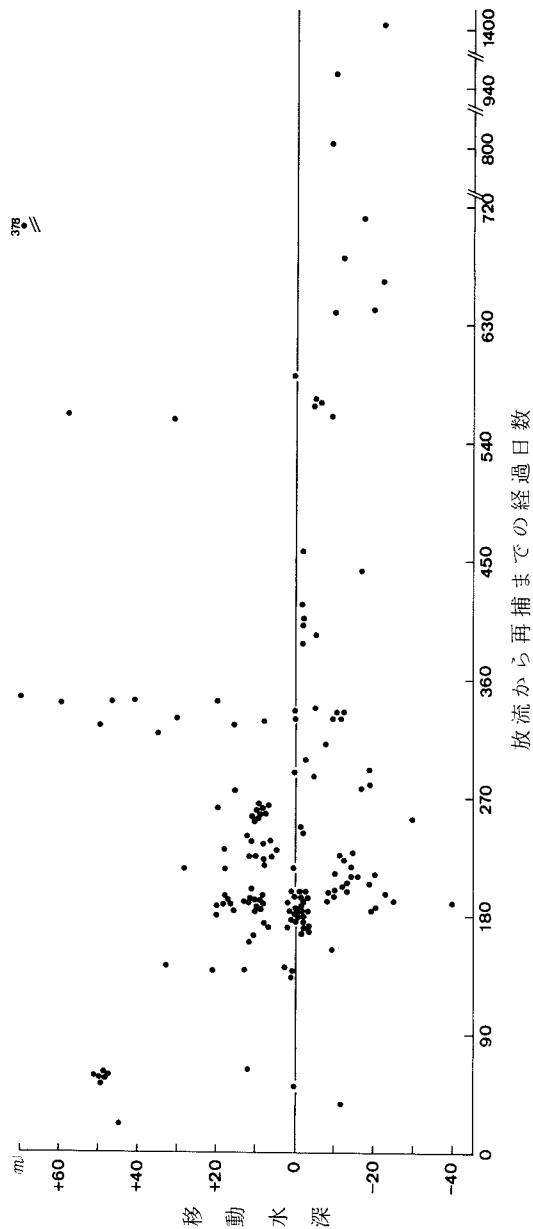


図24 標識放流における放流から再捕までの経過日数と移動水深との関係  
移動水深0は放流点の水深、プラスは放流点から深い水深帯へ、マイナスは浅い水深帯への移動(放流点水深±は再捕点水深)を示す。

ガニは1月から3月までの間に産卵することから推察すると、図23の結果から、経産卵ガニは産卵期に若干浅い水深帯へ移動する傾向が認められる。このことは、先に述べた12月（放流回次6）、4月（放流回次8）および5月（放流回次9）の放流個体が、産卵期直前から産卵期にかけて再捕された場所が放流場所より浅いところであったことから示される。放流個体が放流時にもっていた外仔卵の大部分は、表14に示されるように黄色系の未発眼卵期であり、産卵直前または産卵期に、再捕された多くの個体で浅い水深帯への移動がみられ、図23からも示唆されるように、1月および2月の再捕では他の月に比べ放流場所より浅い水深帯へ移動した個体が多い。しかし、移動範囲は垂直的に40m未満が大半を占めることから、産卵期に経産卵ガニが生殖行動のために季節的な移動を行うとしても、移動範囲はそれほど大きくないことが推定される。

標識放流の再捕結果からみた移動については、本実験のほか、若狭湾・但馬沖（福井・兵庫・鳥取県水産試験場1972）および隠岐島北西海域（佐野・川口・永井1986）における報告があるが、それらに示された移動範囲は、表12および表13で得られた結果と大きな違いは認められない。また、冷水性のタラバガニでも、生殖や発育にともない移動を行うことが明らかにされているが、それは生殖、索餌に関連した季節的な移動と分布密度を調節するための経年的な移動であろうと推定されている（佐藤1958）。

## 2. 産卵周期と産卵回数

### 材料および方法

供試材料は前項と同一のものをを用いた。産卵周期は、放流から再捕までの経過日数と外仔卵の色調変化から、産卵から幼生の孵出までの抱卵期間を推定することにより求めた。また、生涯に行われる産卵回数は、初産卵ガニの放流から再捕までの経過日数と産卵周期との関係から推定した。

### 結 果

放流個体の放流時および再捕時の月別色調組成を表14に示した。放流時の外仔卵は、4～6月および12月は黄色系が100%、10月では黄色系が30%、黄赤色系が70%であった。一方、再捕時の外仔卵の色調組成は、再捕時によって異なり、黄色系は4月と5月に、黄赤色系は11月と12月に、赤茶色系

表14 標識放流における放流および再捕個体の外仔卵の色調組成

標識放流	時 期 (月)	外 仔 卵 色 調 組 成 (%)		
		黄色系	黄赤色系	赤茶色系
放 流	4	100	0	0
	5	100	0	0
	6	100	0	0
	10	30	70	0
	12	100	0	0
再 捕	4	100	0	0
	5	100	0	0
	11	2	81	17
	12	0	17	83
	1	0	0	100
	2	0	0	100
	3	17	0	83



は12～3月にそれぞれ83～100%と高い比率を示した。しかし4, 5月と1, 2月を除き, 11, 12と3月にはそれぞれ黄色, 黄赤色, 赤茶色の3色調系と黄色, 赤茶色の2色調系の外仔卵が出現し, 再捕時によって色調組成が異なることから, この時期に胚発生段階が大きく異なる群の存在することが示唆された。すなわち, 11月と3月に, 産卵後の経過時間が短時間であることを示す黄色系の未発眼期の外仔卵をもつ個体と, 赤茶系で発眼期から孵出期にある胚発生段階の進んだ外仔卵をもつ個体が認められた。放流から再捕までの経過日数を図24に示した。雌は放流後21日から1,403日, 雄は31日から54日の期間に, それぞれ185尾と5尾が再捕されたが, それらの98%はズワイガニ漁期(11～3月)に再捕されたもので, そのうち78%は放流後最初の漁期に再捕された。これを経過日数で見ると, 放流後180日以内に22%, 365日までに65%, 730日までに11%が再捕され, 放流後2年間に98%が再捕されたことになる。700日以上を経過して再捕された個体は5尾であり, 最大経過日数は1,403日で, これ以後の再捕はみられなかった。経過日数と外仔卵の色調について, 1966年12月に行った初産卵ガニの標識放流(表11, 放流回次6)の結果をみると, 放流時の外仔卵は表14に示されるように全て黄色系であった。初産卵ガニと経産卵ガニとの識別は, 前節で述べたように外仔卵の色調で区分したが, 初産卵ガニの再捕率は9.1%, 再捕までの経過日数は35～803日であった。放流が行われた年の漁期(1966年11月～1967年3月)に再捕された1尾の経過日数は35日, その後5月に再捕された1尾の経過日数は153日であり, これら再捕個体の外仔卵はいずれも黄色系の未発眼卵であった。放流翌年の漁期(1967年11月～1968年3月)に再捕された22尾のうち, 11月に経過日数301～345日で再捕された15尾の外仔卵は, 黄赤色を呈し発眼卵であった。また, 1968年1～3月に経過日数387～456日で再捕された7尾の外仔卵は, 孵出期を示す赤茶色系であった。経過日数が700日を越えた3尾のうち2尾は, 1968年11月に再捕され, 黄赤色系を呈する発眼卵をもっており, 他の1尾は1969年2月に再捕され, 孵出期を示す赤茶色系の外仔卵をもっていた。放流回次8で得られた経過日数1,403日の個体は, 1967年4月(表11)に, 産卵後間もないとみられる黄色系の外仔卵をもった状態で放流され, 1971年2月に孵出直前とみられる赤茶色系の外仔卵をもった状態で再捕された。外仔卵の色調と経過日数について, 放流回次6～9の結果を図25に示したが, 再捕個体の標識票番号から各個体の外仔卵の色調をみると, 放流後の経過日数には関係なく, 月によって同一の色調を示すことが分った。

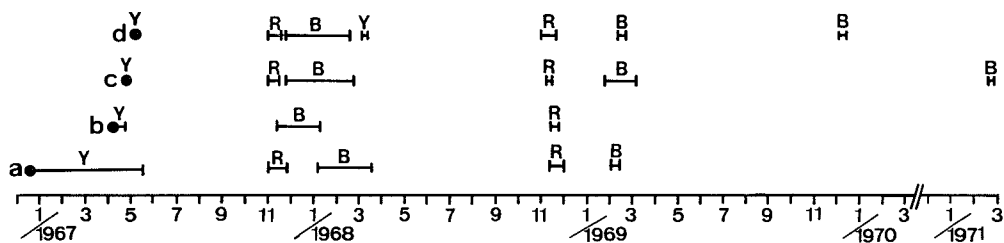


図25 標識放流における再捕結果—経過日数と外仔卵の色調

a, b, cおよびdは, 表11に示す放流回次6, 7, 8および9を示す。黒丸は放流時期を示す。外仔卵の色調は, Y黄色系, R黄赤色系およびB赤茶色系を表し, 実線はそれぞれの色調個体が再捕された期間を示す。

## 考 察

本実験では、産卵に関する情報を収集するために雌成体の標識放流を行った結果、放流から再捕までの経過年数が1年以上の個体が25尾、2年以上の個体が3尾であり、最大経過日数は1,403日が得られた(図24, 5尾は加工場で発見されたため漁獲水深は不明)。この結果、これまで全く手掛かりが得られなかった生涯を通して行われる産卵回数を、産卵周期から推定するための情報が得られた。

前節で、卵巣の成熟および外仔卵の胚発生に要する期間、また、各個体が初回に行う産卵(初産卵)と2回目以後の産卵(経産卵)では、産卵時期に約6カ月の時間的な差があること、および幼生の孵出と産卵は短期間に連動して行われることを推定したが、このような産卵に関する経時的な経過について、本実験で得られた標識放流の再捕結果から考察してみる。

前節で得られた生殖腺熟度指数(図15)および外仔卵の色調の月別変化(表10)から、卵巣の発達と胚発生の進行には同調性がみられ(図20)、外仔卵の色調は胚発生が進むにしたがい黄色系から黄赤色系、さらに赤茶色系へと経時的に変化し、このような季節性がみられることから推定された産卵時期および幼生孵出時期は、識別された各個体の放流時と再捕時のデータから得られた放流実験の結果とほぼ一致することが示された。すなわち、表14および図25に示されるように、4~6月、10月、12月にそれぞれ放流された黄色系の外仔卵をもつ個体は、放流時期に関係なく、4~5月に黄色系の外仔卵、1~2月に発眼期から孵出期直前にある赤茶色系の外仔卵をもつ状態で再捕される個体の出現頻度が、それぞれ最高であった。また、3月に黄色系外仔卵と赤茶色系外仔卵をもつ個体が同時に再捕され、幼生の孵出後短期間に次の産卵が行われることを推定した前節の結果と同様の経過が示された。

さらに、外仔卵の色調、甲殻硬度および生殖腺熟度指数から初産卵ガニと判定された個体の放流結果については、1966年12月に黄色系外仔卵をもった状態で放流された個体は、153日を経過した1967年5月に再捕され、その外仔卵は放流時と同様に黄色系の未発眼の状態を示した。また319日を経過した同年11月に再捕された個体は、黄赤色系の発眼卵をもち、さらに387~456日を経過した1968年1月から3月に再捕された個体は、孵出期を表す赤茶色の外仔卵をもっていた。その後約1年(放流後803日)を経過した1969年2月の再捕個体は赤茶色系の外仔卵をもっていた(図25)。これらの再捕経過を要約すると、1966年夏~秋季に初回の産卵を行った個体の外仔卵は、翌々年の1968年冬~春季に孵出期に達し、この間、産卵から幼生の孵出までに約1.5年を要したことになる。さらに約1年を経過した1969年2月に再捕された赤茶色系の外仔卵をもった個体は、2回目の幼生の孵出がなされるものであると考えられる。2回目以後に行われる経産卵の産卵周期が約1年であることは、図25からも示唆された。すなわち、4、5月に黄色系の外仔卵をもった個体が放流され、ほぼ1年毎に幼生の孵出期を示す赤茶色系の外仔卵をもった状態で繰り返し再捕されたことから実証される。以上の結果から、ズワイガニの産卵周期換言すると外仔卵の抱卵期間(産卵から幼生孵出までの所要期間)は、初回の産卵では1.5年、その後の産卵ではすべて約1年と考えられる。このような基準で、生涯を通して行われる産卵回数を推定すると、本実験で得られた放流から再捕までの最長経過日数の1,403日であった個体は、1967年4月に産卵後間もないことを示す黄色系外仔卵をもった状態

で放流され、1971年2月に孵出期を示す赤茶色系条仔卵をもった状態で再捕されており、この間正常に産卵が行われたものと仮定し、放流時の産卵を2回目の産卵とみると、初回の産卵は1965年夏～秋季に行われ、その幼生の孵出は1967年の冬～春季に行われ、その後、産卵と幼生の孵出が1970年まで毎年繰り返し行われたとすると、1971年2月の再捕時の赤茶色系の外仔卵は、1970年冬～春季に行われた5回目の産卵で産出された卵となる。すなわち、再捕されるまでの産卵回数は5回であり、その時の外仔卵はその色調から5回目の孵出期に当たり、6回目の産卵の行われることが推察される。

本実験のほか、1974年から1984年までの期間に隠岐島北西海域で標識放流が行われており、放流後1,897日を経過して再捕された事例が報告されている(佐野・川口・永井1986)。この結果について産卵回数を同様の方法で試算すると、供試個体は1977年10月に赤茶色系の外仔卵をもった状態で放流され、1982年12月に放流時と同様の色調の外仔卵をもった状態で再捕されたことから、1976年夏～秋季に初回の産卵が行われ、その後、1978～1982年の冬～春季に毎年幼生の孵出および産卵が行われ、再捕時の外仔卵は6回目の産卵で産出された卵であることが類推された。

本種の雌は、成体に達すると脱皮成長を行わないことから、甲幅による年齢の推定、およびこれともなう産卵回数の推定はできない。本実験による標識放流の再捕結果をもとに得られた産卵周期から、生涯を通して行われる産卵回数を試算したところ、以上に述べたように少なくとも5回、または6回は産卵することが推定された。

#### 第4節 論 議

ズワイガニの資源変動を解明し、適切な資源管理を行う上で、年齢と成長、成熟と産卵およびそれらともなう分布と移動等の生物学的特性に関する情報は不可欠なものであると考えられる。日本海におけるズワイガニについては、1934年以降これらの課題に関する多くの研究が行われている。しかし、本種の生息場所が200m以深の沖合域であることから、自然環境における本種の生息を直接的に明らかにすることが極めて困難であること、漁期が11月から3月までの5カ月間であるため、市場等での漁獲物調査から得られる情報がこの時期のものに限られること、試験船では隻数が限定されるため広範囲に及ぶ採集が困難であること、および本種は冷水性であるため、飼育水温を長期にわたり適切な範囲内に維持することが難しく、飼育実験が容易でないこと等の理由から、研究成果は断片的なものが多い。また、得られた知見は研究者により若干の相違がみられている。第1章では、このような認識に基づき、沖合底曳網の標本船の操業記録、および底曳網、桁網と籠網を用いた試験船により周年にわたって継続的に行った採集調査から得られた標本と資料について解析を行い、隠岐島周辺海域における本種の繁殖生態について明らかにした。すなわち、本種の産卵は地理的に若干の相違はあるが、日本海域では冬季から春季にかけて行われるものとされていたが、未成体から成体へ成長した後に行われる初回の産卵と、2回目以降の産卵は季節的に異なることが明らかになった。また、このことに関連した産卵様式、産卵周期および生涯を通して行われる産卵回数等、さらに発育段階、生活年周期による雌雄の分布と移動等について、既往の知見とは異なる結果ならび新たな知見

が得られた。

隠岐島周辺海域における浮遊幼生の分布は、その採集結果から200m以深の沖合域まで広範囲に及ぶこと、その出現時期は3月から7月までの長期間にわたることが判明した。この間の水温が、12℃以上20℃未満であったが、12～17℃の水温帯で出現頻度が高く、季節の推移にともなって、表層水温が上昇することから、生活域は表層から中～下層へと、水温が低い層へ移行することが推察された(図1, 3)。このことから、天然における浮遊幼生の分布の決定要因は水温条件であることが推定された。幼生の浮遊期間は長期にわたり、その遊泳力と海水の流動との相互関係から、幼生は広範囲に移送・拡散され、分布域が広範囲に及ぶ可能性のあることは否定できない。浮遊幼生は、冷水域の周辺で多く分布することが知られているが(伊東・笠原・池原1967, 伊藤・池原1971), 隠岐島周辺海域においては、20℃以上の高水温域へ移送・拡散された幼生は死滅すると考えられ、当海域で定常的に発生する冷水域および冷水渦流域(水産庁1958)で幼生は生残り、この海域に多くの幼生が滞留するものと推察される。幼生の出現時期については、産卵から孵出までの時期に2, 3カ月の幅があること(表9, 図15), また、第2章で明らかにされるように、水温条件下によって幼生の生活期間が異なることを考慮すると、水温の年変動から、幼生の出現時期に年変動のあることは十分考えられる。このような水温の年変動、海水の流動による幼生の移送・拡散の年変化が相俟って、幼生の分布域や出現時期は年によってかなり変動するであろう。

本種の幼生とベニズワイガニの幼生を識別することは極めて難しく、大型ネットで深海の所定水深を水平に曳網することもまた技術的に難しいので、得られた資料は定性的にも定量的にも満足できるものではなく、この点も既往の調査研究結果の不一致を招いているものと考えられる。

本種は、メガロパ期幼生から1 齢期の稚ガニに成長して着底し、底生生活期に移るが、これらの標本の採集個体数が少ないことから、着底の時期と場所について詳細に論ずることはできない。しかし、底生生活期の分布は春～夏季に比較的沖合域に多く、このことは、いずれの報告とも一致する。この点はメガロパ期幼生の分布状態からも容易に推察されるが、特定海域に限定することはできないように考えられる。甲幅20mm(6 齢期)前後の稚ガニは400m以深で、甲幅20～40mm(6～8 齢期)前後のそれは300m以深で、それぞれ出現頻歩が高く、これらの未成体群は比較的深い水深帯に生活域が形成されている。生殖腺の発達は甲幅40mm前後から始まり、甲幅65mm前後(10 齢期)に達した未成体群は、底生生活期の中では水深が最も浅い200～250mのところを中心に分布する傾向がみられた(図7-(1), 7-(2))。このことから、着底稚ガニは発育段階が進むにしたがって、400m以深のところから200～250mの浅いところへと順次移動し、蟄集するものと推察された。成体に達した雌の分布様式は集中的であり、200～250mの海域で生殖行動を行うことが示唆された(表6, 7, 8, 図6, 7-(1), 7-(2))。産卵にともなう移動は、1～3月の経産卵ガニの産卵期に、雌成体が水深差40mの範囲内で若干浅いところへ深淺移動する傾向が認められたが(図23), 初産卵および経産卵とも産卵群が特定の海域へ移動することは考えられなかった。雌成体の移動範囲は、標識放流の再捕結果から、水平的な距離で30～50m以内、垂直的な移動では水深差20～40m以内であり、広範な移動は行

われないことが推察された(図23, 24)。一方、成体に達した雄(甲幅65mm以上)は、再び深い水深帯へ移動分散することが示唆された(図6, 7-(1), 7-(2))。すなわち、成体に達した雌雄は分布域の水深によって性比の偏りが著しく、両者は分れて生息している(図8)。これに対して、未成体の生息場所における性比は、季節および水深に関係なく、いずれの場合も雌雄比は1:1であり、雌雄が生息場所を異にする現象は全く認められない(表6および図7-(1), 7-(2), 9)。

底生生活期における分布域の水温は、浮遊幼生期のそれに比べてさらに低温であり、一般的には日本海固有水の影響を受けてその水温は年間を通して1~5℃であり、温度較差は小さい。このため、分布域は温度条件と密接に関連することが容易に想定される。

雌の成熟は、甲幅と卵巣重量から求められた生殖腺熟度指数の季節的な変化から、平均甲幅66mm(10齢期)で卵巣の発達が始まり、約1年で成熟に達する。この時期に雌は最終回の脱皮を行い、平均甲幅は75mm(11齢期)になる。この脱皮が行われた直後に交尾し、初回の産卵が行われることが、生殖腺熟度指数と甲殻硬度の変化の様相から推定された。また、初回の産卵は7~9月に行われるが、2回目の産卵は、初回の産卵から1.5年後の1~3月に行われる。2回目以降の経産卵は、1年ごとに繰り返し行われることが推察された(表9, 図12, 13, 15, 17)。このような結果から、本種の産卵については次のように推察することができる。すなわち、初産卵は7~9月に、2回目以降の産卵は1~3月に行われ、初回の産卵と2回目以降の産卵との間には約6カ月の差が認められた。また、産出された外仔卵の胚発生は、外仔卵の色調と生殖腺熟度指数の季節変化から、卵巣の成熟との同調性が認められた(表14, 図20)。初産卵および経産卵で産出された外仔卵の胚発生は、卵巣の成熟と同様な経時変化を示し、孵出時期は、産卵回次に関係なく、いずれの孵出も1~3月に行われると推察された。このことはゾエアI期の出現時期(表2, 3)、および標識放流の結果(図25)による知見からも容易に理解される。生涯を通して行われる産卵回数については、2回目以後の産卵は幼生の孵出に引き続いて短期間内に行われることから(表14, 図25)、初産卵ガニの抱卵期間は1.5年、経産卵ガニのそれは1年として、標識放流における再捕までの経過日数からそれを試算すると、少なくとも5回または6回の産卵が行われていることが求められた。産卵様式については、雄の成熟齢期は精巣の発達に季節性がみられないこと(今・本間1970)から、研究者によって違いがあるが、本研究では次章で明らかにするように、10齢期までの成長に雌雄の差が認められないことから、雌と同様に甲幅65mm(10齢期)以上を成体と考え、産卵時期における雌雄の生殖行動を推察した。その結果、生殖行動に関与すると考えられる雌雄成体の個体数は、初産卵の雌に対しては雄の個体数の方が多いが、経産卵の雌に対しては雄の個体数が著しく少ないことから(図7-(1), 7-(2), 10)初産卵ガニと経産卵ガニの交尾生態に違いのあることが推定された。すなわち、産卵場における雌雄成体の個体数が異なることから雌雄が遭遇する頻度を考えると、1~3月に行われる経産卵では交尾をとまなわないうで行われるか、または一雄多雌型の交尾行動が考えられる。

このように、本種の分布生態は、発育段階が進むにしたがい生活域が漸次浅い水深帯へ移動すること、また、未成体と成体では生息場所により性比が著しく異なること等、生活型の違い

から生息場所を異にする現象がみられる。また、産卵については、初産卵と経産卵では産卵時期が季節的に異なること、卵巣の成熟および外仔卵の胚発生に要する期間には、初産卵では約1.5年、経産卵では約1年と両者の間に約6カ月の差があること、さらに両者の交尾行動についても違いのあることが推定された。これらのことは、本種の繁殖生態に関する重要な知見であり、本種の生物学特性であると考えられる。しかし、初産卵ガニと経産卵ガニの識別は、両者の外仔卵の色調、生殖腺熟度指数および甲殻硬度等の差から、初産卵後約6カ月間は可能であるが、それ以外の期間では両者の区別は困難である。このため、両者の卵巣成熟および胚発生の経時的な差は、現象的な差にとどまっており、内因的な要因についての解明は今後の研究にまたなければならない。また、経産卵における再交尾の必要性について問題が残されたが、このことについては飼育実験の結果を加えて改めて検討する。