

ベニズワイの生態について (REVIEW)

養 松 郁 子

(日本海区水産研究所)

1 はじめに

ベニズワイ *Chionoectes japonicus* はズワイガニ *C. opilio* とともにクモガニ科に属する大型のカニで、日本近海の重要産業種である。しかし、古くから有用種として、日本だけでなくアラスカやカナダでも広く利用・研究されてきたズワイガニとは異なり、生息する水深が約2700mにも達し (科学技術庁 1972), アプローチが難しいことがあって、その生態に関しては依然として不明の点が多い。今回は、日本海沿岸を中心にこれまで進められてきたベニズワイに関する調査・研究の成果と、そこで得られた知見について整理した結果を報告する。

2 分 布

ベニズワイの分布調査は、日本海沿岸の各県の水試を中心に行われてきた (表1)。漁法としては底曳きとカニ籠であるが、特に水深の深いところでの底曳きは技術的に困難で、科学技術庁 (1970, 1971, 1972) の、底曳きとカニ籠を併用した調査の報告を除いては、カニ籠のみが用いられている。なお、籠で漁獲されるカニは、比較的甲幅の大きなカニに限られる (科学技術庁 1971, 1972) ため、定着初期の稚ガニの分布についての知見はまったく得られていない。

表1 日本海で調査されたベニズワイの多獲水深

調 査 海 域	多獲水深(m)	備 考	参 照
北海道・奥尻海嶺	1900-2000	調査1246-2800m	藤 倉 ら (1991)
道南, 積丹, 道北海域	1000-1300	調査 700-2000m	函館水試 (1981 a)
山形・飛鳥沖	740-800	調査 540-870m	島 屋 (1974)
佐渡・北東部	980-1000	調査 340-1370m	浜 渦 (1969)
富 山 湾	550-1050	調査 330-1050m	山 田 (1973)
福 井 沖	1000-1100	調査 900-1000m	筒 井 (1973)
香 住 沖	750, 950, 1250	調査 400-1250m	小林・魚田 (1969)
山陰沖F漁場(1977)	500-1250	深いほど多獲	富山水試他 (1988)
(1979)	750-1250	浅いほど多獲	富山水試他 (1988)

2. 1 底生生活期の分布

底曳きとカニ籠の両方でベニズワイを採集した科学技術庁（1972）の報告では、ベニズワイの分布する水深は340-2630mと広範囲にわたり、とくに500-1700mに比較的分布が多く見られている。一方、これまでに実施された、籠を用いたベニズワイの分布調査の結果が表1で、これを見ると、北海道の奥尻海嶺を除いて分布の中心となる水深はおおよそ750-1200mである。しかし、一般的に特に多い水深帯はない。また、水深によって、漁獲されるカニの体長（甲幅長）組成（北海道函館水試 1981b, 1982；科学技術庁 1970）や、性比（富山水試他 1986）が異なるという報告があるが、いずれにせよ、必ずしも水深が分布の様式を決めているのではなく、傾斜の角度や海底の凹凸、底質といった地形的なものが重要であるらしい（富山水試他 1988）。本種の雌雄、成体・未成体の棲み分けについてはまだ研究が進んでいないが、ズワイガニでは棲み分けのパターンが研究されてきており、繁殖生態を推し量る手がかりとされている（山崎・桑原 1992b）。

2. 2 浮遊幼生期の分布

日本海のズワイガニ属幼生の分布については、ズワイガニとベニズワイの幼生を形態的に分離することが困難なことから、両種を区別せずに論議した報告が多く、深滝（1969）、伊藤・池原（1971）、今（1980）、小林（1989）の報告がある。2種の幼生の識別については山洞（1968）の記載があり、両者を区別して扱ったものに山洞（1973a, 1973b, 1974）、石川水試（1979, 1980, 1981, 1982）、鳥取水試（1979, 1980, 1981）がある。

山洞（1973a）は、北部日本海沖合で、特にベニズワイ幼生を多く採集し、ゾエア1期の盛期が2月下旬-3月上旬、ゾエア2期は3月下旬から現れて5月下旬頃までであった。また、メガローパへの脱皮盛期を5月中旬と推定している。今後、定着初期の稚ガニの分布や出現時期を探ることが、浮遊幼生期から定着生活期への移行の生態を知る手がかりになると考えられる。

3 移動

ベニズワイの標識放流・再捕が、富山湾（大成 1966, 1968b）、山形飛鳥西方（山洞 1973b, 1976）、山陰沖（富山水試他 1986）で試みられている（表2）。使ったカニはいずれも成体で、そのほとんどが雄ガニであった。標識は個々の調査によって若干異なるが、いずれも脱皮によって脱落するタグを用いている。大成（1966, 1968b）では富山湾の湾口から湾奥に移動した例が多いような結果になっ

表2 ベニズワイの標識放流・再捕調査の結果

海 域	放流年度	放 流 数	再 捕 数	最 大 移動距離	最長 日数	参 照
富山湾	1963	♂385 ♀39	♂20 ♀0			
	1965	♂521 ♀78	♂72 ♀3	52km	1330	大成（1966, 1968b）
飛鳥西	1971	♂70	♂1	59km	1095	山洞（1973b, 1976）
山陰沖	1978	1000	51			
	1979	642	12	29km	697	富山水試他（1988）

たが、これは湾奥でより漁獲圧が強いために湾奥で再捕される可能性が高かった為と考察している。もっとも移動した個体は甲幅94mmの雄ガニで、放流1312日後に約52km離れた地点で再捕されている。また再捕されるまでの最長日数は甲幅95mmの雄ガニで1330日後の再捕例がある。山洞（1976）は1971年に山形飛鳥西方で雄ガニ70個体を標識放流し、1個体の再捕を得た。再捕されたのは甲幅115mmの雄ガニで、放流から1095日後に水平距離約59km、水深にして420m深い方向へ移動していた。また、山陰沖では、水平移動の最大距離は29km（108日後の再捕）、深浅移動では、深所への移動は9例で、最大移動距離340m（平均126m）、浅所への移動は13例あって、最大移動距離は160m（平均83m）であった。

以上の結果から、一般的な回遊・移動の傾向をとらえることはむずかしい。しかも、調査が成体の雄ガニに重点をおいて行われていることから、“生活史の一部としての移動”という観点から、この結果を考察することは無理があるだろう。しかし、標識が脱皮に影響を与えなかったとすれば、脱皮によって脱落する標識法をとった上で、放流から1300日以上たった後に再捕が見られたことから、成体の雄ガニの脱皮間隔が非常に長いことが考えられる。雄ガニにも最終脱皮があると言われるズワイガニ（山崎・桑原 1992a）と同様のことが、ベニズワイの雄にもあてはまる可能性が示唆されている。

4 成 長

甲殻類は脱皮によって成長するために、魚類で用いられる耳石や鱗のような年齢形質を示すものが存在しない。大成（1968a）は、ベニズワイの畜養実験によって直接観察を試みたが、脱皮した個体はなく、成長に関しての知見は得られなかった。これまでのベニズワイの年齢推定は、採集されたカニ全体の甲幅組成を齢期群に分離する方法によって行われている。

渡辺・鈴内（1982）は北海道西岸のいくつかの海域でベニズワイ漁獲試験を行い、籠網での漁獲ながら最小甲幅19mmの若齢ガニまで採集し、得られた標本の甲幅組成の解析を行って、雄ガニについては12の齢期群に、雌については未成体で4、成体で3の齢期群に分離した（表3）。また、ベニズワイの1齢期の甲幅長を、ズワイガニの1齢期の大きさ3mmに準じ、ロジステック成長式に当てはめて、分離した各齢期群の絶対齢期を推測した。

富山水試他（1986）は、島根県恵曇港で水揚げされたベニズワイの雄ガニの甲幅組成を7つの齢期群に分離したが、その各齢期の平均甲幅長は、渡辺・鈴内（1982）の $x+6$ 齢から $x+12$ 齢のサイズとよく一致している（表3）。

雌ガニでは、ズワイガニの雌にもある（伊藤 1956など）最終脱皮がみられる（伊藤 1976）ことが知られている。渡辺・鈴内（1982）の雌は成体に3齢期群が見られること、少数ながら成体とはほぼ同じサイズの未成体の個体があることから、個体によって最終脱皮を行う齢期が異なると考えた。なお、科学技術庁（1971）は、また、ベニズワイもズワイガニと同様に海域によって、未成体の最終齢期が異なる可能性があるとして報告しており、内在的要因に加え、各海域の環境の違いといった外的要因が最終脱皮の齢期に影響を与えていると思われる。

このようにベニズワイ、ズワイガニともに生殖巣の成熟とほぼ同時期に、体各部の相対成長に不連

表3 ベニズワイの推定される齢期と甲幅長
(渡辺・鈴内 1982, 富山水試他 1986)

ベニズワイ♂

	北海道南沿岸			大島海域		積丹半島	道北海域	恵曇港水揚
	1980	1979	1978	1980	1979	1978	1979	1985
x + 1	28.7							
x + 2	39.0							
x + 3	53.1							
x + 4	68.2							
x + 5	84.2	82.5	82.8	83.0	81.7		81.0	
x + 6	94.4	94.5	95.2	93.4	94.5	96.4	95.2	94.3
x + 7	106.0	106.9	105.8	105.4	105.0	106.8	105.4	106.0
x + 8	116.3	116.5	116.8		115.6	117.0	117.5	118.0
x + 9	126.9	126.8	126.7			127.7	126.8	127.9
x + 10	135.5	135.9	135.9			135.6	135.3	135.0
x + 11	143.5	143.3	143.0			143.5	142.9	142.0
x + 12	150.2	150.0	150.5			150.7		147.1

ベニズワイ♀

	北海道南沿岸		大島海域	
	1980	1979	1980	1979
Y + 1	29.5			
Y + 2	38.5			
Y + 3	50.4			
Y + 4	62.6			
Y + 1	63.8	64.1	65.2	65.4
Y + 2	74.5	74.3	74.8	73.5
Y + 3	81.6			

Y + 1 ~ 4 は形態的に未成体
Y + 1 ~ 3 は形態的に成体

続かないし屈折が起こることが知られており、このときの甲幅長が成熟サイズとされる。雌にとって、このときの脱皮が最終脱皮となる。

相対成長の測定には、体のさまざまな部位が用いられていて、富山水試他（1986）では富山湾奥西部・東部、マツ海山の雌雄のベニズワイについて調べ、雌ガニの成熟サイズが海域によらず甲幅60mmで一定なのに対して、雄ガニでは70mm-110mmとかなり変化があった（表4）。伊藤（1976）は富山湾、大和堆、新隠岐堆、北大和堆の雌ガニについて、第3腹節幅と第5腹節幅の相対成長から海域による成熟のサイズの差を報告しているが、その範囲は58-64mmである。また、渡辺・鈴内（1983）は道南海域の雌雄両方について、甲幅と各胸脚長節及び各腹節幅との相対成長を調べており、この結果、雄の成熟は甲幅75mm、雌は55mmでみられている。

特に雄ガニで、海域による成熟サイズのばらつきが顕著に見られ、系群の違いや環境の差が考えられる。系群について富山水試他（1986）は、大和堆とウツリヨウ島の雄ガニの相対成長式の共分散分

表4 形態からみたベニズワイの成熟の甲幅長

海 域	性別	成熟サイズ	参 照	測 定 部 位
道 南 海 域	♂	75mm	渡辺・鈴内 (1983)	甲幅—各胸脚長節 甲幅—各腹節幅
	♀	55mm		
富山湾奥西部	♂	110mm	富山水試他 (1986)	♂甲幅—鉗脚長 ♀甲幅— 第2腹節幅
	♀	60mm		
富山湾奥東部	♂	70mm		
	♀	60mm		
マ ツ 海 山	♂	90mm		
	♀	60mm		
富 山 湾 大 和 堆 新 隠 岐 堆 北 大 和 堆	♀	58-72mm (mode64mm)	伊藤 (1976)	♂甲幅—鉗脚長 ♀第3腹節幅— 第5腹節幅
	♀	56-70mm (mode62mm)		
	♀	52-66mm (mode58mm)		

析の結果、有意差なしと判定している。

ベニズワイについての遺伝的変異、環境とサイズの相関についての研究は、今までのところほとんど行われていないが、ズワイガニなど同属のカニについてはいくつかの知見が報告されている。増田 (1992) は、ズワイガニのアイソザイム遺伝子頻度の比較を行い、相対成長では有意に差がでたものの、遺伝的に変異を伴う系群の存在は認められなかった。また、藤田ら (1988) はオオズワイガニ *C. bairdi* とズワイガニの雄が、生息水域の水温と成熟サイズとの間に相関があるという報告をしている。

一方、ズワイガニの雄では、形態的な成体・未成年体に関わらず、甲幅50-60mmに達すると生殖可能であることが知られており (今・本間 1970 b ; WATSON 1970), 必ずしも形態の変化と生殖線の成熟とが厳密には一致しない。ベニズワイでも同様のことが考えられ、このことが、成熟サイズのばらつきが大きいことの1つの原因であろうと思われる。

雌ガニでは、成熟サイズのばらつきは小さく、海域による変動があまりない。雄とは異なり、雌では生殖線の発達と形態的变化との関連が強い (表5) ことが関係あるかもしれない。

表5 ベニズワイとズワイガニの雌の最終脱皮についての知見

ベニズワイ 雌	<ul style="list-style-type: none"> 最終脱皮前後で約12-13mmの甲幅の伸長が起こる (渡辺・鈴内 1982)。 未成年体の最終齢期はおもに9齢である (渡辺・鈴内 1982)。 最終脱皮前のカニでは未熟な卵巣しかみられず、最終脱皮の後、卵巣の発達が始まると思われ、成体となっても初産卵までかなりの期間を要すると思われる。(科学技術庁 1972, 伊藤 1976)。
ズワイガニ 雌	<ul style="list-style-type: none"> 最終脱皮の前後で約10-11mmの甲幅の伸長がみられる (伊藤 1967) 未成年体の10齢のカニで最終脱皮が起こる (伊藤 1967; 今・本間 1970 a ; 小林 1989; 今ら 1991)。 10齢の未成年体の時から卵巣の発達が始まり、最終脱皮を終え11齢になるとすぐに初産卵を迎える (伊藤 1967; 今・本間 1970 a ; 小林 1989; 今ら 1991)。

5 産卵・孵出

ベニズワイの産卵時期及び抱卵期間と幼生放出時期の推定についてはいくつかの異なった報告が出され(表6), 外卵または卵巣の発生段階(水沢 1965; 富山水試他 1988), 成熟度指数(伊藤 1976), 幼生の出現時期(山洞 1973a, 1973b, 1974)の季節変化などが検討されている。

表6 ベニズワイの産卵期・孵出期に関する調査報告

指 標 ・ 方 法		得 ら れ た 結 果
水 (1965)	沢 外卵の色彩の季節的变化	産卵期4-5月。孵出期2-3月。 産卵周期1年。
大 (1968a)	成 蓄養実験	未発眼卵の期間は6-8ヵ月以上。 発眼卵の期間が3-5ヵ月以上。産卵の 周期が1年以上である可能性を示唆。
山 (1973, 1974)	洞 浮遊期幼生の出現の様子	孵化期は2-4月。 (最盛期は2月下旬-3月上旬)。
伊 (1976)	藤 成熟度指数と外卵の発達状 態の季節的变化	産卵周期2年。主産卵期は2-3月。 産卵後1年半の外卵は未発眼で、続く半 年で発眼卵となり産卵から2年後の2- 3月に孵化、すぐ次の産卵が行われる。
富 (1988)	山 水 試 他 卵巣と外卵の色彩の違いと G. S. Iの季節的变化	産卵の周期4年、生涯産卵回数2回。 産卵期12-1月。

水沢(1965)は外卵の色彩の季節変化から、産卵期4-5月、孵出期2-3月と報告した。一方、伊藤(1976)は外卵の色彩に加え、成熟度指数の季節的变化を追い、成熟度の最も高くなる2-3月が産卵期であるとした。また、外卵の発生段階と成熟度指数の関係から、外卵は産卵後1年半で発眼卵となり、さらに半年後、産卵から2年後の2-3月に孵化し、孵化後、すぐ次の産卵が行われると述べている。すなわち、ベニズワイの産卵周期、抱卵期間はともに2年で、ズワイガニの産卵周期が1年(初産ガニだけ1年半)である(伊藤 1963; 今 1980; 今ら 1991)ことと比較して、再生産が遅いことが示唆されている。

さらに、富山水試他(1988)では、成体ガニには少なくとも8齢期群が含まれているという仮定のもとに、卵巣と外卵の色彩をそれぞれ2, 4段階にわけて、その組み合わせを各齢期群に対応させた。その結果、産卵周期が4年と伊藤(1976)よりさらに長く、生涯産卵回数が2回であると推定している。また、G. S. Iの季節変化から、産卵期を12-1月とした。

山洞(1973a, 1973b, 1974)はベニズワイの浮遊期幼生の出現を調べ、ゾエア1期幼生の出現時期から2-4月が孵化時期であると報告し、大成(1968a)は蓄養実験の結果、外卵の未発眼卵の期間が6-8ヵ月以上、発眼卵の期間が少なくとも3-5ヵ月あることを示した。これらは先の、卵巣や外卵の発生からの推定を裏付ける結果となっている。

以上から、一般に産卵・孵出とも冬期－春期に行われること、産卵周期が複数年に渡ることは確実であろうと思われるが、その周期の決定についてはさらに調査を進めた上で、検討・議論が必要とされる。

文 献

- 深滝 弘 (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.
- 藤倉克則・橋本 惇・堀田 宏 (1990) 隠岐堆および奥尻海嶺におけるベニズワイガニ *Chionoecetes japonicus* の分布. 海洋科学技術センター試験研究報告書, 327-334.
- 藤田 轟・竹下貢二・松浦修平 (1988) ズワイガニ 2 種の缺の相対成長と性成熟. 甲殻類の研究 (17), 7-13.
- 浜渦 清 (1969) ベニズワイ漁業調査. 昭和42年度新潟水試事業報告書, 51-66.
- 北海道立函館水産試験場 (1981 a) 北海道西岸海域におけるベニズワイについて., 44pp.
- 北海道立函館水産試験場 (1981 b) 昭和55年度道南日本海海域におけるベニズワイ調査資料, 12pp.
- 北海道立函館水産試験場 (1982) 昭和56年度道南日本海海域におけるベニズワイ調査資料, 14pp.
- 石川県水産試験場 (1979) カニ類増殖技術開発試験研究報告書 (ズワイガニ放流適地調査) 21pp.
- 石川県水産試験場 (1980) カニ類増殖技術開発試験研究報告書 (ズワイガニ放流適地調査) 51pp.
- 石川県水産試験場 (1981) カニ類増殖技術開発試験研究報告書 (ズワイガニ放流適地調査) 40pp.
- 石川県水産試験場 (1982) カニ類増殖技術開発試験研究報告書 (ズワイガニ放流適地調査) 47pp.
- 伊藤勝千代 (1956) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* の腹および脚長節の相対成長とその段階について. 日水研報告, (3), 117-129.
- 伊藤勝千代 (1963) ズワイガニの卵の熟度についての 2, 3 の考察. 日水研報告, (11), 65-76.
- 伊藤勝千代 (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.
- 伊藤勝千代 (1976) 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. 日水研報告, (27), 59-74.
- 伊藤勝千代・池原宏二 (1971) 佐渡近海におけるズワイガニ属浮遊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.
- 伊藤勝千代・笠原昭吾・池原宏二 (1967) 重要魚類資源の再生産に及ぼす冷水塊の影響. 1964, 1965 両年春季の能登-山陰海域における魚卵・稚仔の分布と環境. 水産資源の分布・消長に及ぼす冷水塊の影響に関する研究報告書, 日水研, 13-35.
- 科学技術庁 (1970) 昭和43年度日本海に関する総合報告書 (ベニズワイの項), 86-93.
- 科学技術庁 (1971) 昭和44年度日本海に関する総合報告書 (ベニズワイの項), 109-120.
- 科学技術庁 (1972) 昭和45年度日本海に関する総合報告書 (ベニズワイの項), 143-150.
- 小林敏男・魚田 繁 (1969) ベニズワイガニ資源調査. 昭和44年度兵庫水試事業報告書, 30-38.
- 小林啓二 (1989) ズワイガニの増殖生態に関する研究. 鳥取水試報告, (31), 1-95.

- 今 攸・本間義治 (1970 a) 海産無脊椎動物の生殖線の成熟に関する研究Ⅲ. ズワイガニの卵巣にみられる変化. 日水誌, 36, 1021-1027.
- 今 攸・本間義治 (1970 b) 海産無脊椎動物の生殖線の成熟に関する研究Ⅳ. ズワイガニの精巣にみられる季節的变化. 日水誌, 36, 1028-1033.
- 今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. FABRICIUS) の生活史に関する研究. 新潟大学理学部付属佐渡臨海実験所特別報告第2集, 1-64.
- 今 攸・千葉 晃・本間義治 (1991) ズワイガニの生態と生活史. 日本海ブロック試験研究集録, 22, 39-58.
- 増田恵一 (1992) 日本海西部海域におけるズワイガニの相対成長, アイソザイム遺伝子頻度, 漁獲量変動の漁場別比較. 兵庫水試研報, (30), 1-9.
- 水沢六郎 (1965) ベニズワイガニ (*Chionoecetes japonicus* RATHBUN) の生態観察. 新潟県生物教育研究会誌, (2), 26-31.
- 山洞 仁 (1968) ズワイガニとベニズワイの幼生の識別について. 日本海区水産試験研究連絡ニュース, (210), 2-3.
- 山洞 仁 (1973 a) 底生生物生態調査. ズワイガニ属幼生分布調査. 昭和45年度山形水試事業報告書, 28-32.
- 山洞 仁 (1973 b) 底生生物生態調査. ズワイガニ属幼生分布調査. 昭和46年度山形水試事業報告書, 25-26.
- 山洞 仁 (1974) 底生生物生態調査. ズワイガニ属幼生分布調査. 昭和47年度山形水試事業報告書, 29-34.
- 山洞 仁 (1976) 底生生物生態調査. ズワイガニ及びベニズワイの長期再捕例について. 昭和49年度山形水試事業報告書, 21-28.
- 島屋清松 (1974) 沖合漁礁資源調査. ベニズワイ漁場開発調査. 昭和47年度山形水試事業報告, 28.
- 大成和久 (1966) ベニズワイ漁場開発調査報告書. 昭和38・39年度富山水試事業報告書, 63-71.
- 大成和久 (1968 a) ベニズワイガニ蓄養試験報告. 昭和40・41年度富山水試事業報告書, 42-59.
- 大成和久 (1968 b) ベニズワイガニ標識放流試験報告書. 昭和40・41年度富山水試事業報告書, 60-83.
- 鳥取県水産試験場 (1979) カニ類増殖技術開発試験報告書 (ズワイガニ放流適地調査), 21pp.
- 鳥取県水産試験場 (1980) カニ類増殖技術開発試験報告書 (ズワイガニ放流適地調査), 24pp.
- 鳥取県水産試験場 (1981) カニ類増殖技術開発試験報告書 (ズワイガニ放流適地調査), 21pp.
- 富山県水産試験場, 島根県水産試験場, 鳥取県水産試験場 (1986) ベニズワイの生態と資源に関する研究報告書, 66pp.
- 富山県水産試験場, 島根県水産試験場, 鳥取県水産試験場 (1988) ベニズワイの資源と生態に関する研究報告書, 180pp.
- 筒井定市 (1973) ベニズワイ漁場開発調査. 昭和47年度福井水試事業報告書, 120-125.

- 渡辺安広・鈴木孝行 (1982) 北海道西岸海域におけるベニズワイについて. 第1報 齢期と成長. 北水誌月報, 39, 147-162.
- 渡辺安広・鈴木孝行 (1983) 北海道西岸海域におけるベニズワイについて. 第2報 道南海域の相対成長. 北水誌月報, 40, 187-199.
- WATSON, J. (1970) Maturity, Mating, and Egg Laying in the Spider Crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27, 1607-1616.
- 山田 稔 (1973) 日本海に関する総合研究調査. 昭和45年度富山水試事業報告, 2-23.
- 山崎 淳・桑原昭彦 (1992 a) 日本海における雄ズワイガニの最終脱皮について. 日水誌, 57, 1839-1844.
- 山崎 淳・桑原昭彦 (1992 b) ズワイガニの初産卵期における分布状況. 日水誌, 58, 1647-1652.