

## 令和 5（2023）年度ズワイガニ日本海系群 B 海域 の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（飯田真也・八木佑太・白川北斗・  
佐藤信彦・吉川 茜・内藤大河・佐久間 啓・藤原邦浩）

参画機関：秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所

### 要 約

本系群 B 海域（新潟県以北）の資源状態について、1999 年以降に実施している調査船によるかご調査から推定された資源量をもとに評価した。また、長期的な指標として沖合底びき網と小型底びき網漁業の漁獲成績報告書による資源密度指数も参考に用いた。本州日本海沿岸におけるズワイガニ漁業では、富山県以西の A 海域と新潟県以北の B 海域で異なる漁業規制が行われ、TAC も別々に設定されている。B 海域においては、底びき網や刺網により多く漁獲されている。本海域における漁獲量は、1960 年代に約 1 千トン、1980 年代に約 800 トンのピークがみられた。その後、漁船数や網数の減少によって減少し、1990 年代以降は 200～400 トンで推移している。2018～2022 年漁期（7 月～翌年 6 月）の漁獲量は平均 214 トンであった。調査船によるかご調査から推定された資源量は、1998 年以降 2.3 千～7.8 千トンで推移し、直近 5 年間（2018～2022 年）は増加傾向であった。長期的な変動としては、漁獲成績報告書に基づく資源密度指数（過去 5 年平均）は 1992 年に最低であったが、1990 年代中頃に上昇し、2014 年以降も一時的に低下したが、2020 年から再び上昇傾向に転じ、2022 年は過去最高値を示した。

令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」において、本系群は再生産関係が不明であるため、MSY を実現する水準の漁獲圧（ $F_{msy}$ ）を、加入量当たり親魚量が漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30%となる漁獲圧（ $F_{30\%SPR}$ ）により代替すると定められた。漁獲シナリオはこの漁獲圧に 0.8 を乗じた値による漁獲圧一定方策とされた。目標管理基準値は、 $F_{msy}$  の代替値とした  $F_{30\%SPR}$  により達成される親魚量と定められたが、現状では具体的な数値は算定されていない。本系群の 2022 年漁期の漁獲圧は  $F_{30\%SPR}$  を下回っており、直近 5 年間（2018～2022 年漁期）の親魚量は増加傾向、2022 年漁期の親魚量は過去最高値を示している。以上の状況の下、2024 年漁期の資源量の予測値と漁獲管理規則に基づき算出された 2024 年漁期の ABC は 750 トンである。

## 要 約 表

	親魚量 (トン)	説 明
目標管理基準値	—*	加入量当たり親魚量が、漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30%となる漁獲圧で達成される親魚量の水準
現状の値 (2022 年漁期)	3,054	かご調査に基づき推定された雌の漁期後の資源量

\*目標管理基準値は将来予測に基づく推定値が得られるまで未設定である。

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合					
年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F/F30%SPR	漁獲割合 (%)
2018	2,661	1,141	214	0.40	8.0
2019	2,852	921	180	0.31	6.3
2020	3,192	1,792	198	0.30	6.2
2021	7,711	2,706	220	0.14	2.9
2022	7,788	3,054	258	0.16	3.3
2023	4,841	1,923	214	0.21	4.4
2024	4,841	—	—	—	—

・年は漁期年（7月～翌年6月）を示す。

・資源量は漁期開始時点（漁期中の1月1日）、漁獲量は漁期年（7月～翌年6月）の値を示す。親魚量は雌の漁期後の値を示す。

・資源量と漁獲量は、雄（カタガニとミズガニ込み）と雌（アカコとクロコの込み）の合計値である。2023年漁期の親魚量は、2023年漁期の雌の漁獲量が2018～2022年漁期の平均と仮定したときの漁期後に想定される値である。

・2023年および2024年の資源量は2018～2022年資源量の平均値、2023年の漁獲量は2018～2022年の漁獲量の平均値と仮定した。

・漁獲割合は、各漁期年の漁獲量/各漁期年当初の漁獲対象資源量×100である。

2024 年の ABC (トン)	2024 年の資源量 予測値(トン)	現状の漁獲圧に対する比 (F/F2018-2022)	2024 年の漁獲割合 (%)
750*	4,800*	2.93	15.6
<p>令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」において、本系群は再生産関係が不明であるため、MSY を実現する水準の漁獲圧(Fmsy)を、加入量当たり親魚量が漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30%となる漁獲圧(F30%SPR)により代替すると定められた。また、目標管理基準値は、MSY を実現する水準の漁獲圧(Fmsy)の代替値とした F30%SPR により達成される親魚量と定められた。この親魚量については将来予測に基づく推定値が得られるまで未設定である。漁獲管理規則は F30%SPR に不確実性を考慮して安全を見越すための係数 0.8 を乗じた値を用いた漁獲圧一定方策とされた。2024 年漁期の資源量の予測値と漁獲管理規則に基づき算出された 2024 年漁期の ABC は 750トンである。</p> <p>* ABC は十トン未満を、資源量は百トン未満をそれぞれ四捨五入した値である。</p>			

## 1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚(農林水産統計) 県農林水産統計(月別、雌雄別統計)
漁獲努力量 CPUE 資源密度指数(資源量指標値)	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水研) 小型底びき網漁業漁獲成績報告書(秋田県、山形県、新潟県および水研)
資源量・加入量	かご調査(ズワイガニ漁期前一斉調査、秋田県(6月)、山形県(7月)、新潟県(5~7月)) 桁網調査(7~8月、日本海北部底魚資源調査、水深170~500m、水研)
自然死亡係数(M) (年当たり)	最終脱皮後1年以上経過した個体 M=0.2 最終脱皮前および最終脱皮後1年未満 M=0.35

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

ズワイガニ日本海系群のB海域における分布範囲は、新潟県以北の大陸棚斜面およびその縁辺部であり、水深200~500mに多い(図2-1)。雌の最終脱皮とそれに続く初産は、比較的水深の浅い限られた海域で集中して行われることが知られている(今1980)。また、成熟後は雌雄で主分布水深が異なり、260~300mを境に深い海域では主に雄ガニが、浅い海域では主に雌ガニが分布する。本系群は孵化後、約2~3ヶ月の浮遊幼生期(プレゾエア期、第1ゾエア期、第2ゾエア期、メガロパ期)を経て稚ガニに変態し、着底する(今1980、Yamamoto et al. 2014)。標識放流結果から、水平的に大きな移動を行う例は少ないことが知られている(尾形1974)。

### (2) 年齢・成長

孵化から6齢までは1年間に複数回脱皮するが(伊藤1970)、以後は概ね1年に1回脱皮する(山崎1994)。加えて、日本海における本系群の主分布水温である1°Cでの飼育実験の結果(Yamamoto et al. 2015)から、孵化から加入(11齢)までの期間は7~8年、寿命は10歳以上と考えられる。

ズワイガニでは甲幅組成等から脱皮年齢が推定できる(今ほか1968、山崎・桑原1991、山崎ほか1992)。稚ガニおよび未成熟ガニでは成長に雌雄差はなく、甲幅60mm台で10齢となる(図2-2)。雄では主に11齢から最終脱皮後の個体が出現し、最終脱皮後の個体の割合は11、12、13齢でそれぞれ約5、約20、100%である。最終脱皮後は体サイズに対し鉗脚掌部(はさみ)が大きくなる(図2-2)。雌ではすべての個体が10齢までは最終脱皮前であり、11齢で最終脱皮後となる。最終脱皮後は腹節幅が広くなり外卵を持つ。最終

脱皮後は体成長が止まるため、雌の 11 齢と雄の 11 齢以降には複数の年級群が含まれている。

### (3) 成熟・産卵

雌は、10 齢の夏から秋にかけて最終脱皮し、11 齢となった直後に交尾と初産卵（外卵を持つ）を行う（図 2-3）。初産卵後は、1 年半の抱卵期間を経て、翌々年の 2～3 月に幼生が孵化する。孵化後まもなく 2 回目の産卵（経産卵）を行う。経産卵後の抱卵期間は 1 年であり、毎年 2～3 月に産卵を行う。外卵の色は、産卵後は橙色であり、幼生のふ化が近づくにつれ、茶褐色から黒紫色に変化する。

初産卵直後の雌は、漁期開始時（11 月）には外卵が橙色であり「アカコ」と呼ばれ、1 年後の翌漁期には外卵が茶褐色から黒紫色に変わり「クロコ」と呼ばれる。

ズワイガニでは成長および性別によって「ミズガニ」「カタガニ」「アカコ」「クロコ」のように呼称が変化する。これらの呼称は地域により異なる場合もある。本報告書では、雄の脱皮後 1 年未満の個体を「ミズガニ」、1 年以上経過した個体を「カタガニ」と定義した。

### (4) 被捕食関係

本系群は脱皮時を除き周年索餌を行い、底生生物を主体に、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類、棘皮動物などを捕食する（尾形 1974）。小型個体はゲンゲ類（伊藤 1968、小西ほか 2012）、マダラ（太田 2018、上田ほか 2018）などに捕食される。

## 3. 漁業の状況

### (1) 漁業の概要

本海域では、ズワイガニの漁獲量に占める沖合底びき網漁業（以下「沖底」という）の割合は低く、小型底びき網縦曳き 1 種（以下「小底」という）の占める割合が高い（図 3-1、表 3-1）。2010 年代以降では底びき網による漁獲量の減少により、相対的に刺網等の割合が増加傾向にある。本海域では新潟県、山形県および秋田県が本種を漁獲しており、新潟県による漁獲が毎年 8 割程度を占めている。農林水産省令により、本海域の漁期は 10 月 1 日～翌年 5 月 31 日に定められている。漁獲対象は、雄では甲幅 90 mm 以上（実質 12 齢と 13 齢）のカタガニとミズガニであり、雌ではクロコに加えアカコ（いずれも 11 齢）も漁獲されている。

### (2) 漁獲量の推移

漁獲量（暦年）には、1960 年代には約 1 千トン、1980 年代には約 800 トンのピークがみられている。漁獲量は 1980 年代に減少したものの、1990 年代以降は 200～400 トンの範囲でほぼ横ばいに推移している（図 3-1、表 3-1）。

漁期年（7 月～翌年 6 月）で集計した 1999 年以降の雌雄別漁獲量は、雄は 2004 年まで減少した後、2008 年まで 150～180 トンで横ばいであり、雌は 2010 年まで 60～90 トンで横ばいであった。その後、雄の漁獲量は増加し、2011 年以降は 250 トンを超えて推移していたが、2014 年に 250 トンを下回り、それ以降もさらに減少し、2019 年は過去最低の 110 トンとなった。2020 年以降は増加に転じ、2022 年漁期の漁獲量は 140 トンであった。雌

では 2011 年および 2012 年は 100 トンを超えたが、2013 年以降は 60～80 トンで推移し、2021 年以降は増加に転じて 2022 年は 118 トンと 1999 年以降で最高だった。雌雄合計の 2022 年の漁獲量は 258 トンであり、2018～2022 年の平均は 214 トンであった（図 3-2、補足表 4-1）。

### (3) 漁獲努力量

主要な漁業種類である沖底と小底（かけまわし）の操業隻数は年々減少して 2000 年代にはピーク時の 1/4 程度の 170 隻前後となった。2007 年以降は未集計であるが、安定もしくは減少していると推察される。また、網数が把握できる 1979 年以降について漁期年単位の網数を集計したところ、1998 年までに 1979 年（22 万回）の 1/4 程度に減少した後、やや増加して 2000～2007 年は 6.7 万回前後で推移した。2009 年以降は概ね 4.8 万回前後で横ばいとなり、2022 年は 4.1 万回であった（図 3-3）。

## 4. 資源の状態

### (1) 資源評価の方法

1999 年以降にズワイガニ漁期前一斉調査（かご調査）を行い、面積密度法によって推定した前年度漁期開始時点の雌雄合計の資源量（雄：甲幅 90 mm 以上、雌：11 齢）により資源動向ならびに現状の漁獲圧などを把握した（補足資料 2、3、4）。

また、かご調査に基づく資源量よりも長期の資源量指標値として、沖底および小底の漁獲成績報告書から求めた 1978 年以降の雌雄合計の資源密度指数も参考とした（補足資料 6）。なお、年別指数は変動が非常に大きいことから過去 5 年平均を用い、1988 年頃に同じ漁船が小底から沖底へ転換していることから沖底と小底の漁績を区分せずに扱った。

これ以降、年の記述は断りが無い限り漁期年（7 月～翌年 6 月）を示す。

### (2) 資源量指標値の推移

資源密度指数（kg/網）は、雄では 1985 年、雌では 1983 年に最初のピークがあり、その後ともに低下し、雄は 1993 年、雌は 1992 年から上昇した（図 4-1、表 4-1）。2000 年代以降は雄雌ともに変動が大きい。2022 年の資源密度指数（2023 年 3 月までの暫定値）は、雄は 2010 年以降の平均的な水準であった一方、雌は 2021 年から大きく増加し、過去最高を更新した。

雌雄合計の資源密度指数は、1992 年までは概ね 3～6kg/網の間で推移したが、1993～2009 年は概ね 5～9kg/網の間で推移した（図 4-2、表 4-1）。2010 年以降は増減を伴いながらも高い水準で推移し、2022 年は 18.0kg/網と過去最高を更新した。過去 5 年平均は 1992 年に 3.4kg/網と最低であったが上昇して 2005 年には 7.1kg/網となった。その後、2013 年にピーク（9.4kg/網）を示した後は減少に転じたが、2020 年以降再び増加し、2022 年では 10.6kg/網と過去最高値を示した。B 海域における資源密度指数は、雌雄ともに年変動が大きい。これは、急峻な地形の多い B 海域では、漁獲成績報告書の集計単位である緯度経度 10 分柁目 1 つの漁区の中においても対象魚種を変更しながら漁をすることが可能であり、漁区単位の CPUE が漁場の利用状況の影響を受けやすいためである。2010 年前後の資源密度指数の上昇は、本海域でもズワイガニの需要が高まった頃であり、この漁場の利用状況の変

化による影響が少なからずあると推察される。

### (3) 資源量と漁獲量の推移

日本海 B 海域の水深 200~500 m にて実施したかご調査に基づく雌雄別の現存量と漁獲尾数を用いて、漁期開始時点の漁獲対象資源量を推定した（補足資料 2、3、4）。1998 年以降、資源尾数（雄：甲幅 90 mm 以上、雌：11 齢）は、雄は 224.8 万~939.9 万尾の間で推移し、2022 年は過去最高だった 2021 年（939.9 万尾）に続く 884.3 万尾であった。雌は、234.4 万~1,792.0 万尾の間で推移し、2022 年は過去最高の 1,792 万尾であった（図 4-3、補足表 4-1）。雌雄合計の資源量は、1998 年以降は 2.3 千~7.8 千トンで推移している。2010 年に 5 千トンを超えたが、2013 年に減少し、2014 年は過去最低の 2,293 トンとなった。2017~2020 年は 2.7 千~4.0 千トンで推移していたが、2021 年より急増して 2022 年の資源量は 7,788 トンであった（図 4-4、補足表 4-1）。

資源動向は、直近 5 年間（2018~2022 年）の資源量の推移から増加と判断された。また、漁期後の親魚量は 2009 年までは 1.2 千~2.1 千トンの間で推移していたが、2010 年から減少し、2015 年は過去最低の 353 トンとなった。2017~2020 年は 0.9 千~1.8 千トンで推移していたが、2021 年以降急増して 2022 年の親魚量は 3,054 トンであった（図 4-5、補足表 4-1）。親魚量の動向は、直近 5 年間（2018~2022 年）の親魚量の推移から増加と判断された。

資源量と漁獲量から、漁獲割合と F を推定した（図 4-6、4-7、補足表 4-1）。両値ともに、雄では、2013、2014 年にやや高くなった他は、2003 年以降低い値で推移し、2017 年以降は変動しながら低下している。一方、雌は 2010 年以降に上昇し、2015、2016 年はやや高くなったが、2017 年以降は低下している。2022 年の F 値は雄で 0.03、雌で 0.04 であった（補足表 4-1）。

### (4) 加入量当たり漁獲量（YPR）、加入量当たり親魚量（SPR）および現状の漁獲圧

ズワイガニの最終脱皮を組み込んだ齢構成モデル（Ueda et al. 2009）を用い、雌雄別の %SPR と YPR を計算した。計算方法は A 海域と同様であるが、B 海域ではアカコも水揚げ対象なので、%SPR、YPR とともに雌の計算結果は A 海域と異なる。このとき、生理的寿命は考慮していない。雄では 8~11 齢まで、雌では 8~10 齢までが、水揚げ対象個体（雄：12~13 齢、雌：11 齢（アカコとクロコ））と同様の F で混獲、放流され、放流後の生残率を 0.5 と仮定して計算した。

混獲された水揚げ対象外個体を放流した後の生残率は、季節、船上での経過時間および甲羅の状態に大きく影響される。気温や表面水温が高い場合や、脱皮直後で甲羅が柔らかい場合は生残率が低い。京都府沖で雌雄別、成熟度別に調べられた放流後の生残率は、気温や表面水温が高く脱皮直後の個体も存在する 10 月の生残率は 0~0.15 と低いが、3、4、5、12 月では、3 月の成熟雌の 0.71 を除き 0.87~1.00 と報告されている（山崎 1994）。10 月を除いた放流後の生残率の平均値は約 0.8 であるが、実際の漁業では、調査に比べ、放流個体は揚網後船上で放置される時間が長いことや取り扱いが丁寧ではないことが想定されることから、本解析では放流後の生残率として 0.5 を用いた。

雄の F30%SPR は 0.20 であった。雄の Fcurrent（2018~2022 年の平均）は 0.06 であり、

F30%SPR を下回っている (図 4-8)。雌の F30%SPR は 0.22 であった。雌の  $F_{current}$  は 0.05 であり、F30%SPR を下回っている (図 4-8)。

雄の  $F_{0.1}$  は 0.16 であり、 $F_{current}$  (0.06) は  $F_{0.1}$  を下回っている (図 4-9)。雌の  $F_{0.1}$  は 0.19 であり、 $F_{current}$  (0.05) は  $F_{0.1}$  を下回っている (図 4-9)。

雌雄ともに現状の F 値は、F30%SPR および  $F_{0.1}$  のいずれに対しても下回っている。

#### (5) 現在の環境下において MSY を実現する水準および管理基準値等

令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、目標管理基準値は、MSY を実現する水準の漁獲圧 ( $F_{msy}$ ) の代替値とした F30%SPR の漁獲圧により達成される親魚量と定められた。ただし、将来予測に基づく推定値が得られるまでは未設定である。

#### (6) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

本系群の 2022 年の資源量は 1998 年以降で最高であった (図 4-4、補足表 4-1)。親魚量 (雌のアカコとクロコ) は、直近 5 年間 (2018~2022 年) では増加傾向にあり、2022 年は 1998 年以降で最高であった (図 4-5、補足表 4-1)。また、現状の漁獲圧は、 $F_{msy}$  の代替値と定められた F30%SPR を、雌雄ともに下回っていた (図 4-8)。

## 5. 将来予測

### (1) 将来予測の設定

本海域における再生産関係は不明であるため、将来予測は行われていない。

### (2) 漁獲管理規則

令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」において、本系群は再生産関係が不明であるため、MSY を実現する水準の漁獲圧 ( $F_{msy}$ ) を、加入量当たり親魚量が漁獲圧 0 の場合の値に対して 30%となる漁獲圧 (F30%SPR) により代替すると定められ、漁獲管理規則は F30%SPR に 0.8 を乗じた値を用いた漁獲圧とされた。

### (3) 2024 年漁期の予測値と ABC の算定

本海域では、再生産関係が不明であるため、2024 年漁期の資源量の平均予測値と漁獲管理規則に基づき、2024 年漁期における生物学的許容漁獲量 (ABC) を算定した (補足資料 4)。

かご調査ではトロール調査に比べ小型個体を採集し難いので、漁獲加入前の現存尾数を把握することが困難である。小型個体の採集も可能な桁網調査を 2016 年より実施しているが、データの蓄積は十分でない (補足資料 5)。したがって、かご調査に基づく直近 5 年間 (2018~2022 年) の平均資源量を 2024 年漁期の資源量として ABC を算定した。2024 年漁期の資源量は、2018~2022 年の平均より 4,841 トンと推定された。そして、2024 年の ABC は、漁獲管理規則の水準の漁獲圧 (F30%SPR に 0.8 を乗じた値) で期待される漁獲量であり、750 トンと算定された。なお、ABC は十トン未満を、資源量は百トン未満をそれ



ぞれ四捨五入した値である。

## 6. 資源評価のまとめ

2022年の親魚量は、1998年以降で最大であった2021年からさらに増加して過去最高値を示した(図4-5)。本系群に対する漁獲圧は2010年代以降低下傾向にあり(図4-6)、2022年の漁獲圧は $F_{msy}$ の代替値として定められた $F_{30\%SPR}$ を下回っていた(図4-8)。本系群においては、漁獲圧が低い水準に抑えられていることで2020年以降の資源量の増加がもたらされたと推察された。

## 7. その他

農林水産省令および自主規制等による資源保護を今後も継続的に遵守していくことが重要である。また、A海域では自主規制で禁漁とされているアカコがB海域では漁獲されていることから、親魚量の確保の面からはアカコの禁漁が望ましい。なお、アカコが混獲された場合でも、放流生残率が高くなる12月以降では、放流による資源保護効果は高いと考えられる。

令和3年3月の「資源管理方針に関する検討会」ならびに「水産政策審議会」において、「資源の減少が明らかになった場合には、より予防的な漁獲シナリオへの見直しを検討すること」としつつ、B海域の資源評価において $MSY$ を実現する水準の漁獲圧( $F_{msy}$ )を生物学的管理基準値の $F_{30\%SPR}$ で代替すると定められた。この $F_{30\%SPR}$ は、令和元年度以前の本系群の資源評価で親魚量の確保を図る漁獲シナリオとして採用されていた生物学的管理基準値ではあるが、将来予測に基づき管理方策としての頑健性を検証することが不可欠と考えられる。

現時点では、資源の再生産関係に基づく管理基準値等の提示には至っておらず、年齢構成モデルの構築と再生産関係に基づく加入量の予測が重要である。桁網調査では未熟個体は漁獲対象サイズになる3年前から採集できており、それらデータとかご調査に基づく資源量や漁獲量の動向の推移をモニタリングすることが有意義である(補足資料5)。また、かご調査に基づく近年(2021~2022年)の漁期開始時点の漁獲対象資源尾数の推定値は過小評価になっている可能性があり(補足資料2)、統計的に頑健でより精度の高い推定方法を引き続き検討する必要がある。

## 8. 引用文献

- 伊藤勝千代(1968) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 II. 稚蟹期の形態およびその分布について. 日水研報, **19**, 43-50.
- 伊藤勝千代(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, **22**, 81-116.
- 今 攸(1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) の生活史に関する研究. 新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告, **2**, 1-64.
- 今 攸・丹羽正一・山川文男(1968) ズワイガニに関する研究-II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌, **34**, 138-142.
- 小西光一・養松郁子・廣瀬太郎・南 卓志(2012) 日本海の中深層底棲魚に捕食されたズ

- ワイガニ属幼生と稚ガニの水深分布について. 日水誌, **78**, 976-978.
- 尾形哲男 (1974) 「日本海のズワイガニ資源」. 水産研究叢書 26, 日本水産資源保護協会, 東京, 64 pp.
- 太田武行 (2018) 鳥取県沖におけるマダラの漁獲状況. 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 29 年度), 水産研究・教育機構日本海区水産研究所, 36-38.
- 上田祐司・藤原邦浩・佐久間啓・吉川 茜 (2018) 日本海西部における調査船調査によるマダラの資源状況. 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 29 年度), 水産研究・教育機構日本海区水産研究所, 33-35.
- Ueda Y., M. Ito, T. Hattori, Y. Narimatsu and D. Kitagawa (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar- and state-structured model in the waters off the Pacific coast of northern Japan. Fish. Sci., **75**, 47-54.
- Yamamoto T., T. Yamada, H. Fujimoto and K. Hamasaki (2014) Effect of temperature on snow crab (*Chionoecetes opilio*) larval survival and development under laboratory conditions. J. Shellfish Res., **33**, 19-24.
- Yamamoto T., T. Yamada, T. Kinoshita, Y. Ueda, H. Fujimoto, A. Yamasaki and K. Hamasaki (2015) Effect of temperature on growth of juvenile snow crabs *Chionoecetes opilio*, in the laboratory. J. Crustacean Biol., **35**, 140-148.
- 山崎 淳 (1994) ズワイガニの生態特性にもとづく資源管理に関する研究. 京都海セ研究論文, **4**, 1-53.
- 山崎 淳・桑原昭彦 (1991) 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・篠田正俊・桑原昭彦 (1992) 雄ズワイガニの最終脱皮後の生残率推定について. 日水誌, **58**, 181-186.



図 2-1. ズワイガニ日本海系群 B 海域の分布

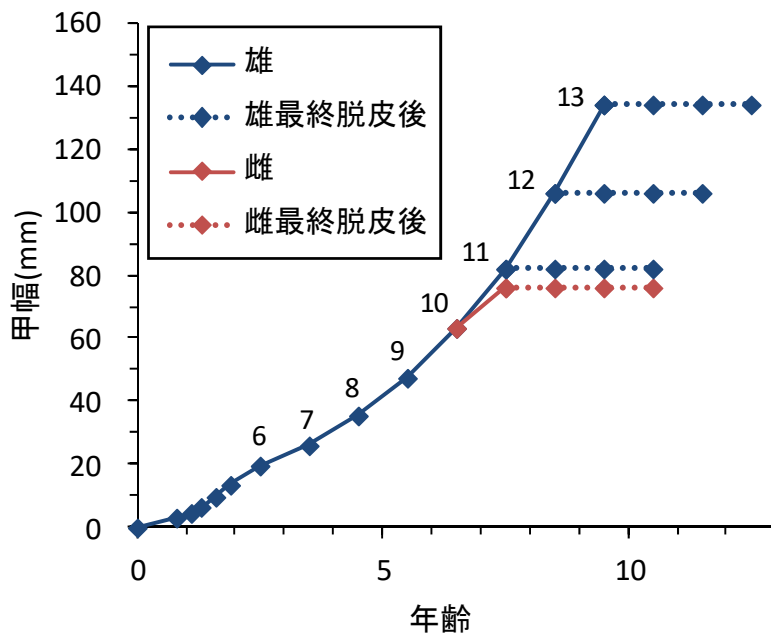


図 2-2. ズワイガニの年齢、脱皮年齢および甲幅の関係  
 ・数字は脱皮年齢を示す。

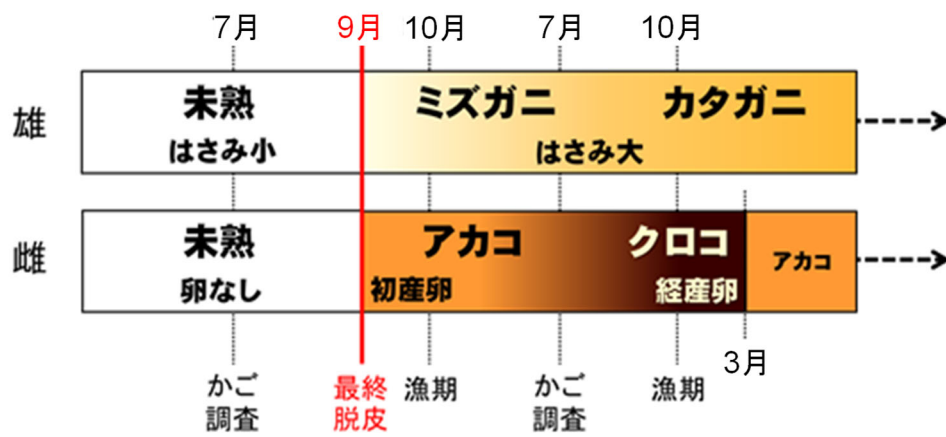


図 2-3. ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

- ・ ミズガニ：脱皮後 1 年未満の雄
- ・ カタガニ：脱皮後 1 年以上経過した雄
- ・ アカコ：橙色の外卵を腹部に有する雌
- ・ クロコ：茶褐色から黒紫色の外卵を持つ雌

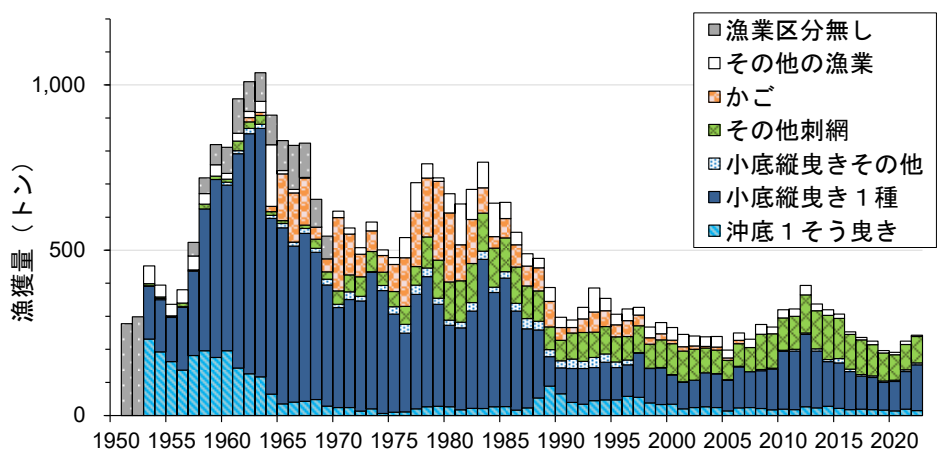


図 3-1. ズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）

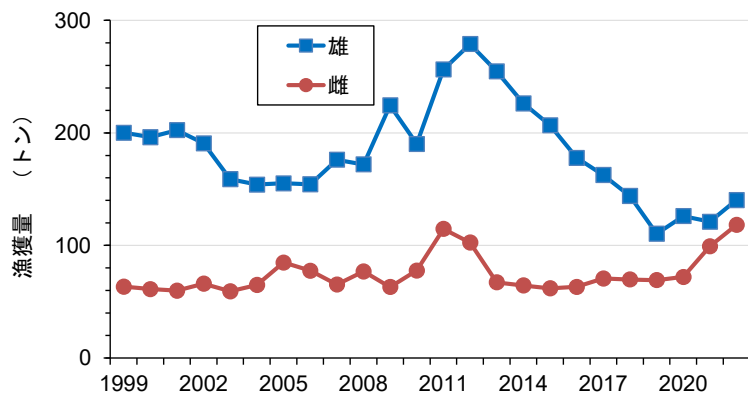


図 3-2. ズワイガニの雌雄別漁獲量（漁期年）

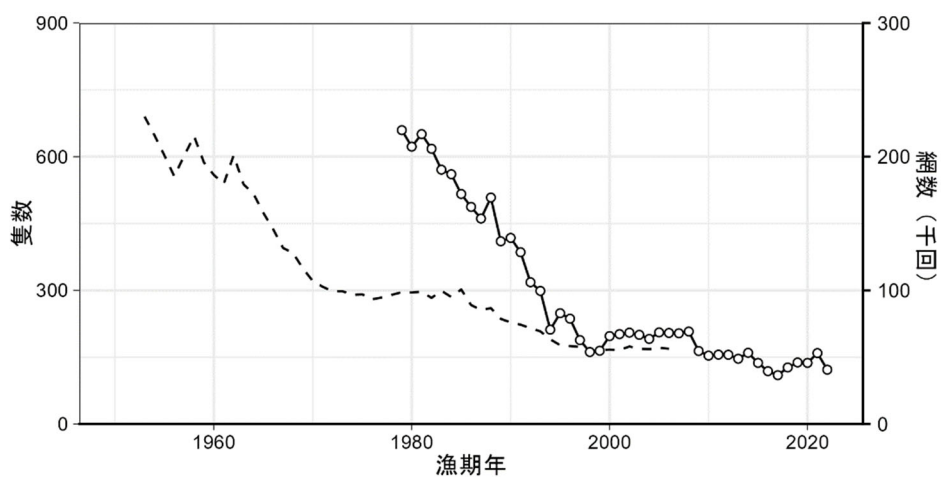


図 3-3. 沖底と小底の合計隻数（破線）および罾数（白丸実線）  
2007 年以降の隻数は未集計。

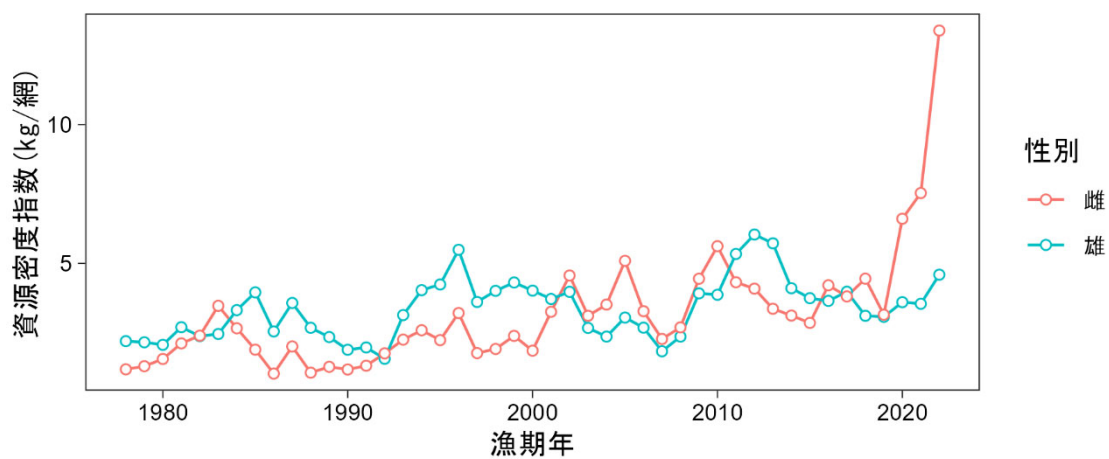


図 4-1. 沖底と小底（かけまわし）による雌雄別資源密度指数

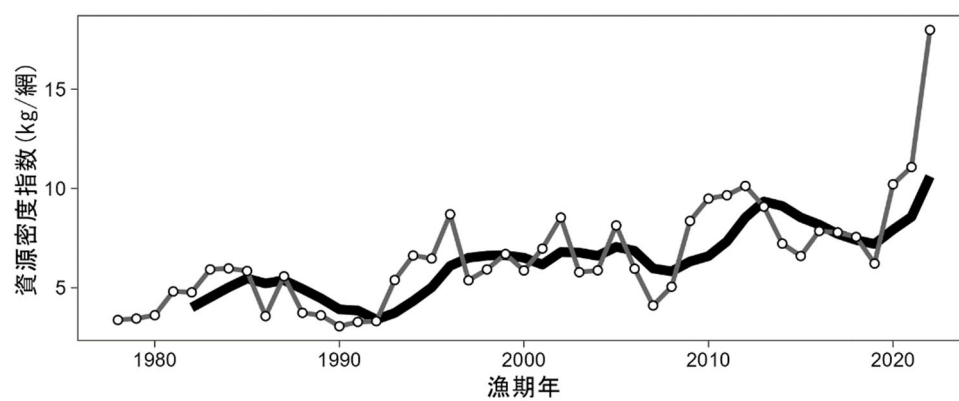


図 4-2. 資源密度指数（白丸灰色線は各年の雌雄合計値、太黒線は過去 5 年平均）

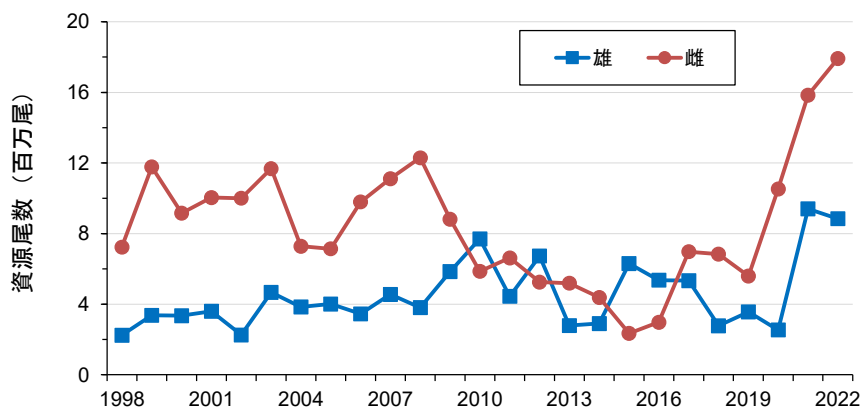


図 4-3. かご調査で推定した漁期開始時点の資源尾数  
雄は甲幅 90 mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

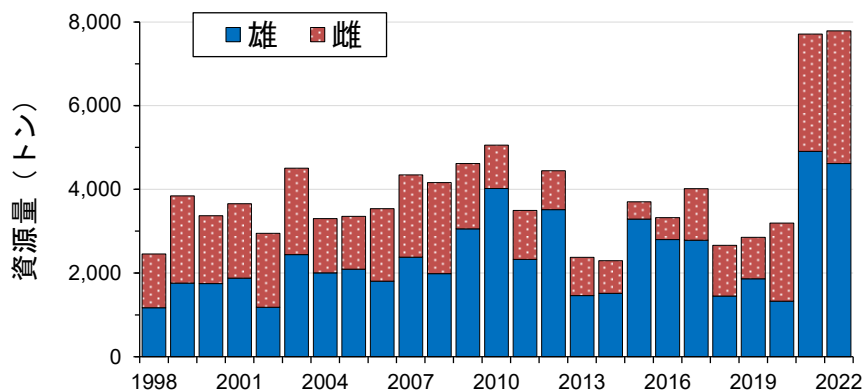


図 4-4. かご調査で推定した漁期開始時点の資源量  
雄は甲幅 90 mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

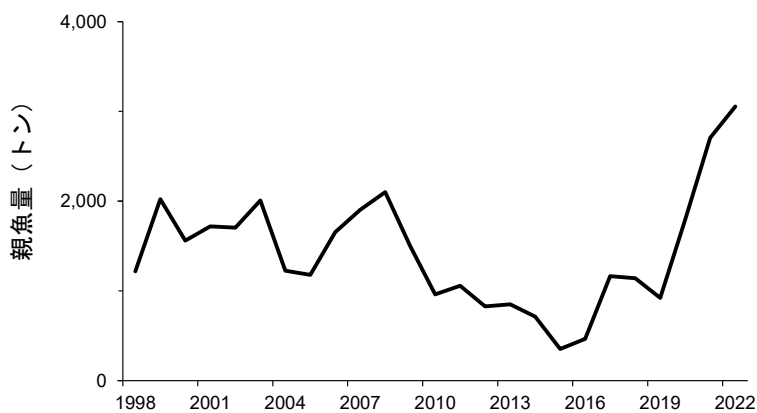


図 4-5. かご調査で推定した漁期後の親魚量  
雌のアカコとクロコが含まれる。

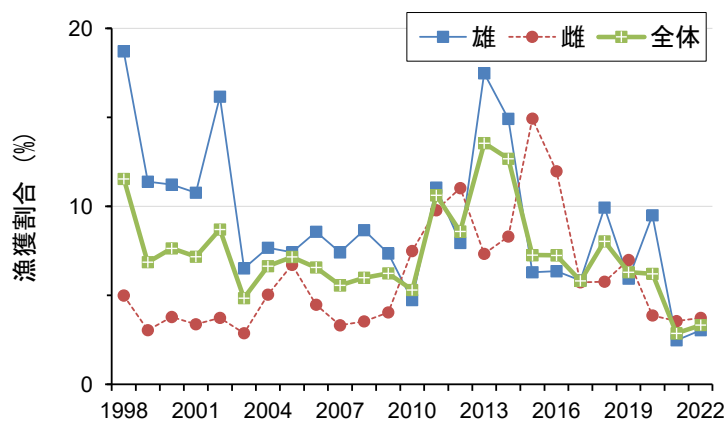


図 4-6. 漁獲割合

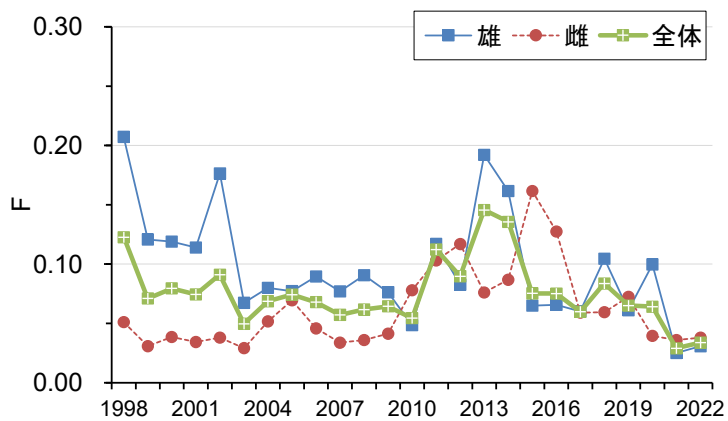


図 4-7. 漁獲係数 (F)

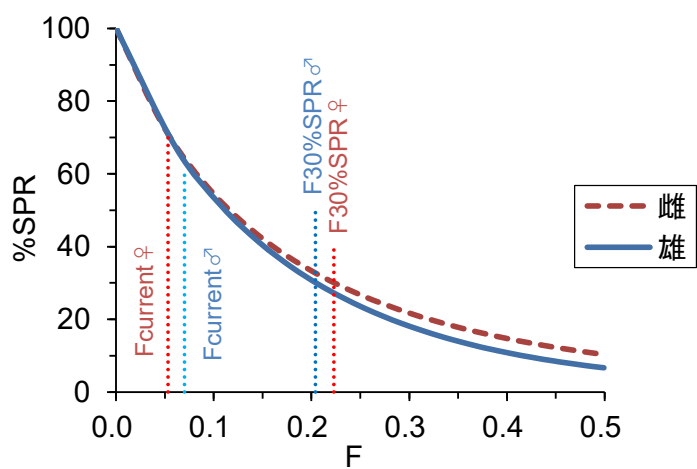


図 4-8. F と %SPR の関係



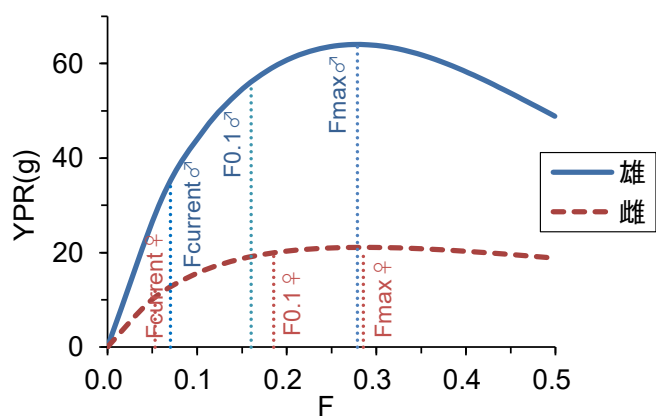


図 4-9. F と YPR の関係

表 3-1. B 海域におけるズワイガニの漁業種類別漁獲量 (暦年) (トン)

年	漁業種類							合計
	沖底 1そう曳き	小底 縦曳き1種	小底縦曳き その他	その他 刺網	かご	その他の 漁業	漁業区分 無し	
1950								
1951							278	278
1952							298	298
1953	231	160	2	7		53		452
1954	192	158	4	5		36		394
1955	163	134	2	3		35		336
1956	138	191	1	11		40		380
1957	182	255	3	2		42	41	524
1958	195	429	0	15		33	47	719
1959	175	539	0	10		34	61	819
1960	195	501	10	9		17	79	811
1961	144	648	10	29		24	104	958
1962	126	727	16	20	13	19	90	1,010
1963	117	751	12	27	10	34	86	1,036
1964	65	532	9	11	16	186	90	909
1965	35	533	13	9	141	10	91	832
1966	40	472	11	2	148	11	133	817
1967	43	508	16	10	142	2	104	824
1968	48	446	12	28	37	0	84	654
1969	29	366	18	22	39	0	69	543
1970	24	303	9	41	221	19		618
1971	24	327	23	51	124	18		567
1972	13	333	14	59	68	20		508
1973	20	413	2	61	63	26		585
1974	6	372	15	41	50	17		501
1975	10	297	22	46	82	21		478
1976	11	238	27	54	147	61		538
1977	20	346	28	57	167	86		704
1978	26	394	26	94	178	43		761
1979	28	308	19	115	238	11		719
1980	26	247	15	116	209	58		671
1981	17	248	17	125	109	124		640
1982	22	294	26	118	133	91		684
1983	21	451	25	115	77	77		766
1984	26	346	16	118	35	101		642
1985	27	389	19	102	59	49		645
1986	16	300	23	110	67	38		554
1987	23	239	31	99	60	37		489
1988	53	206	26	92	70	28		475
1989	89	89	21	69	77	42		387
1990	66	78	21	62	39	31		297
1991	39	103	29	79	16	23		289
1992	34	108	22	87	41	35		327
1993	45	100	30	77	61	73		386
1994	47	114	25	83	48	37		354
1995	47	98	17	76	36	32		306
1996	58	95	15	71	48	35		322
1997	55	134	1	81	33	23		327
1998	38	104	1	73	19	32		267
1999	33	111	1	84	18	34		281
2000	34	89	1	93	11	38		266
2001	20	81	1	93	13	37		245
2002	24	83		93	10	30		240
2003	26	103		75	5	29		238
2004	24	102	1	71	9	32		239
2005	14	93	1	59	7	24		198
2006	23	124	2	68	10	23		250
2007	24	109		73		25		231
2008	21	114		107		33		275
2009	17	123	3	104		20		267
2010	19	175	3	98		25		320
2011	18	177	5	100		22		322
2012	26	219	5	115		28		393
2013	23	172	7	115		20		337
2014	28	135	6	134		17		320
2015	22	137	13	122		13		307
2016	18	115	7	105		8		253
2017	19	100	5	105		7		236
2018	18	97	5	94		11		225
2019	16	84	4	85		7		196
2020	14	89	4	77		7		191
2021	19	114	5	77		10		225
2022	15	138	6	80		4		243

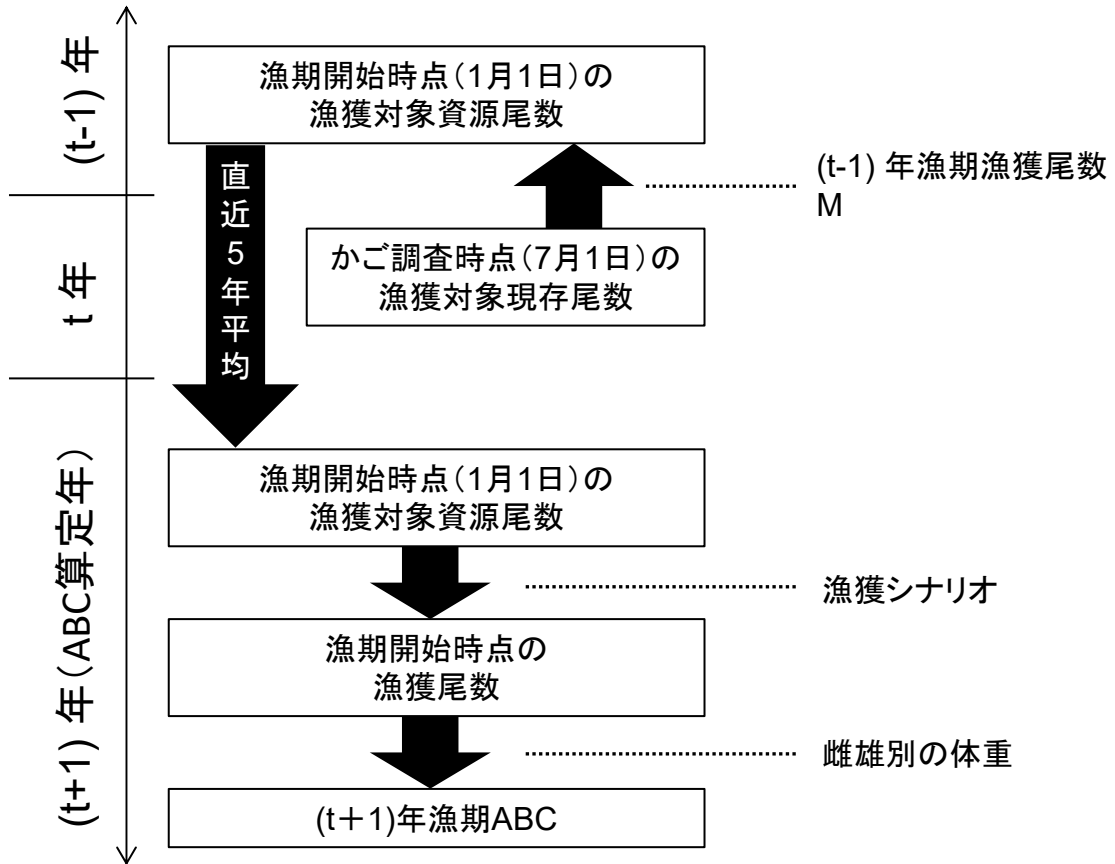
農林水産省漁業・養殖業生産統計年報 (一部府県調べの値を含む) による。  
2022 年は暫定値。

表 4-1. B 海域における沖底と小底込みの資源密度指数

漁期年	雄	雌	雌雄	過去5年平均
1978	2.2	1.2	3.4	
1979	2.2	1.3	3.5	
1980	2.1	1.6	3.6	
1981	2.7	2.1	4.8	
1982	2.4	2.4	4.8	4.0
1983	2.5	3.5	5.9	4.5
1984	3.3	2.7	6.0	5.0
1985	4.0	1.9	5.8	5.5
1986	2.5	1.0	3.6	5.2
1987	3.6	2.0	5.6	5.4
1988	2.7	1.1	3.7	4.9
1989	2.3	1.3	3.6	4.5
1990	1.9	1.2	3.1	3.9
1991	2.0	1.3	3.3	3.9
1992	1.6	1.8	3.3	3.4
1993	3.1	2.3	5.4	3.7
1994	4.0	2.6	6.6	4.3
1995	4.2	2.2	6.5	5.0
1996	5.5	3.2	8.7	6.1
1997	3.6	1.8	5.4	6.5
1998	4.0	1.9	5.9	6.6
1999	4.3	2.4	6.7	6.6
2000	4.0	1.9	5.9	6.5
2001	3.7	3.3	7.0	6.2
2002	4.0	4.6	8.5	6.8
2003	2.7	3.1	5.8	6.8
2004	2.4	3.5	5.9	6.6
2005	3.0	5.1	8.1	7.1
2006	2.7	3.3	6.0	6.9
2007	1.8	2.3	4.1	6.0
2008	2.4	2.7	5.1	5.8
2009	3.9	4.4	8.4	6.3
2010	3.9	5.6	9.5	6.6
2011	5.3	4.3	9.7	7.3
2012	6.0	4.1	10.1	8.5
2013	5.7	3.4	9.1	9.3
2014	4.1	3.1	7.2	9.1
2015	3.7	2.9	6.6	8.5
2016	3.6	4.2	7.9	8.2
2017	4.0	3.8	7.8	7.7
2018	3.1	4.5	7.6	7.4
2019	3.1	3.1	6.2	7.2
2020	3.6	6.6	10.2	7.9
2021	3.5	7.5	11.1	8.6
2022	4.6	13.4	18.0	10.6

2022 年は 2023 年 3 月までの暫定値。

補足資料 1 資源評価の流れ



※漁獲シナリオは、令和3年3月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て定められた漁獲管理規則であり、F30%SPRに0.8を乗じた値である。  
 ※本系群の漁期年は7月から6月であるものの、実際の漁獲は12～1月にかけて短期間に集中的に行われる。そのため本系群では漁期前資源量を漁期半ばの1月1日時点として計算した。

## 補足資料 2 直接推定法による現存量推定

2023年5～7月に日本海北部において、新潟県（漁船用船・越路丸）、山形県（漁船用船）および秋田県（千秋丸）によるかご調査を行った。各県各船ともに、同一仕様のカニかごを用い、100m間隔でかごを20個装着した状態を1連とした。調査点数は、2016年以降、38点を基本として実施している。2020～2023年は新潟県沖の予備点を除く32点で実施した。1調査点あたり1連を使用し、かごの浸漬時間は8時間以上とした。餌には冷凍サバを用い、1かごあたり体長30cm程度の個体4尾を基本とした。

沖底海区である男鹿南部と新潟沖の2海区（補足図2-1）、水深200～500mを100m間隔で区分した3水深帯の6層で面積密度法による現存量推定を行った。この際、かご1個あたり、1日あたり、1km<sup>2</sup>あたりの採集効率を雄については0.005（Hoenig et al. 1992、Dawe et al. 1993）、雌については0.0016（補足資料3参照）とした。重量変換の際、雌の体重を177g、雄は522gと仮定した。

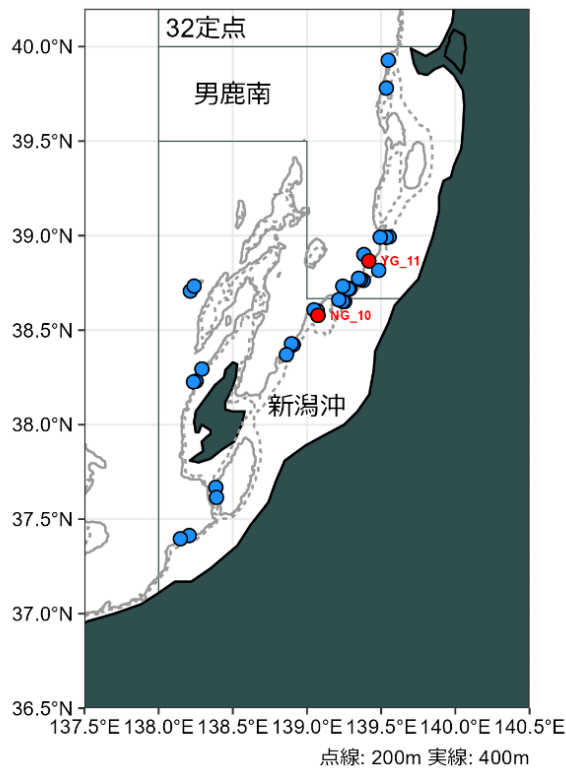
成熟したズワイガニはある場所に高密度に分布することがあり、高密度に蟄集する傾向は雄に比べて雌の方が高いことが指摘されている（山崎 1994）。本調査においても、1連（20かご）あたり成熟雌800尾以上を採集した調査点が、2001年3点、2002年1点、2016年2点、2018年1点、2022年2点あった。このような点は全調査定点のわずか1.6%であるため（補足図2-2）、それらを特異点と見なし、便宜的に資源量推定に用いてこなかった（藤原ほか 2022）。2023年の調査でも、特異的に多い定点が雄では認められなかった一方（補足図2-3）、雌では800尾以上採集された定点が山形県（YG\_11）および新潟県（NG\_10）で確認された（補足図2-4）。そのため、YG\_11とNG\_10は、これまでと同様、解析に用いないことにした。特異点を解析に用いないことよって、現存尾数の推定値は過小評価となっている可能性がある。参考として、特異点の採集数を閾値（800尾）に置き換えた場合と、全データを用いて推定した場合の現存尾数を補足図2-5に示した。2023年調査時点における雌の現存尾数は、特異点を除外した場合には15.6百万尾（本評価で採用）、閾値に置き換えた場合では21.7百万尾、全データを用いた場合では24.7百万尾と最大1.6倍の差が認められた（補足図2-5）。本評価では、現存尾数を過大推定するリスクを避けた予防的評価を行うことを念頭に特異点を除外した解析を行っているが、統計的に頑健でより精度の高い推定方法を引き続き検討する必要がある。また、急峻な本海域における資源量推定の精度向上には、本系群における雌が特定の地点に高密度に分布する現象に関する生態的特性の研究を進めることも重要である。

## 引用文献

- Dawe, E., G., J. M. Hoenig and X. Xu (1993) Change-in-ratio and index-removal methods for population assessment and their application to snow crab (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., **50**, 1467-1476.
- 藤原邦浩・八木佑太・白川北斗・飯田真也・濱邊昂平・吉川 茜・内藤大河・佐久間啓 (2022) 令和4(2022)年度ズワイガニ日本海系群B海域の資源評価. FRA-SA-2022-RC04-02, 令和4年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 38pp. URL: [https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details\\_2022\\_16.pdf](https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_16.pdf)

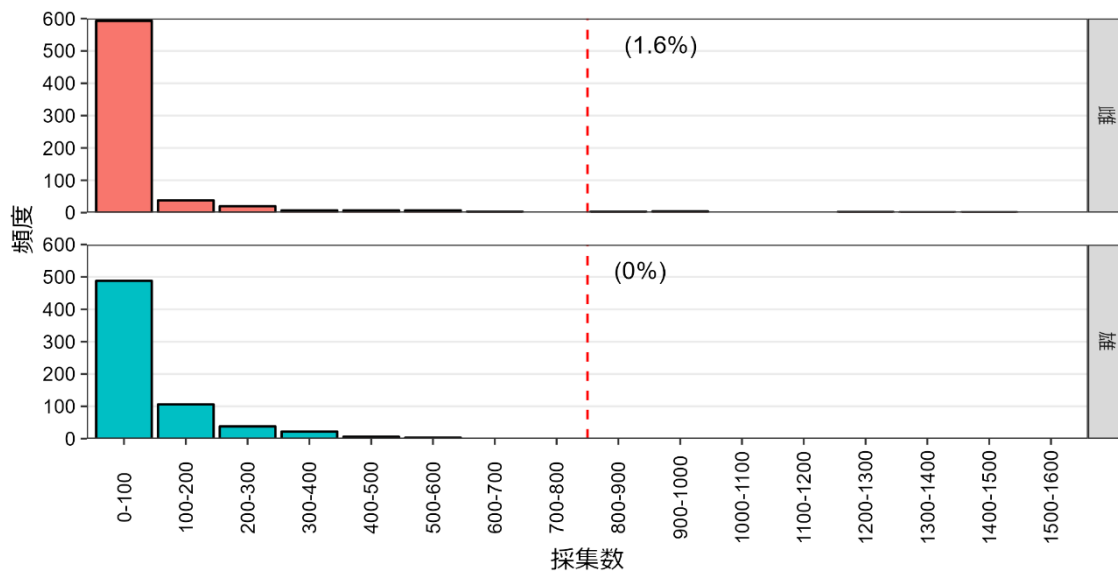
Hoenig, J. M., E. G. Dawe, D. M. Taylor, M. Eagles and J. Tremblay (1992) Leslie analyses of commercial trap data: comparative study of catch ability coefficient for male snow crab (*Chionoecetes opilio*). Int. Coun. Explor. Sea C. M. 1992/K, **34**, 1-8.

山崎 淳 (1994) ズワイガニの生態特性にもとづく資源管理に関する研究. 京都海セ研究論文, **4**, 1-53.



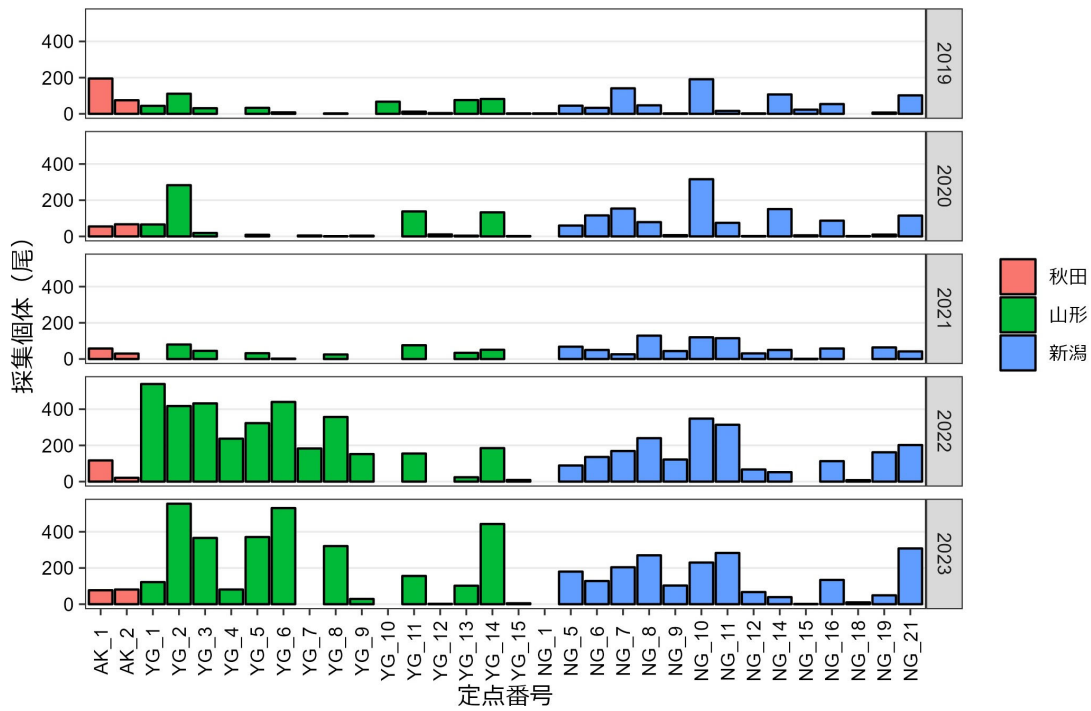
補足図 2-1. 2023 年かご調査の調査点

赤丸は特異点として解析から除外した定点を示す。

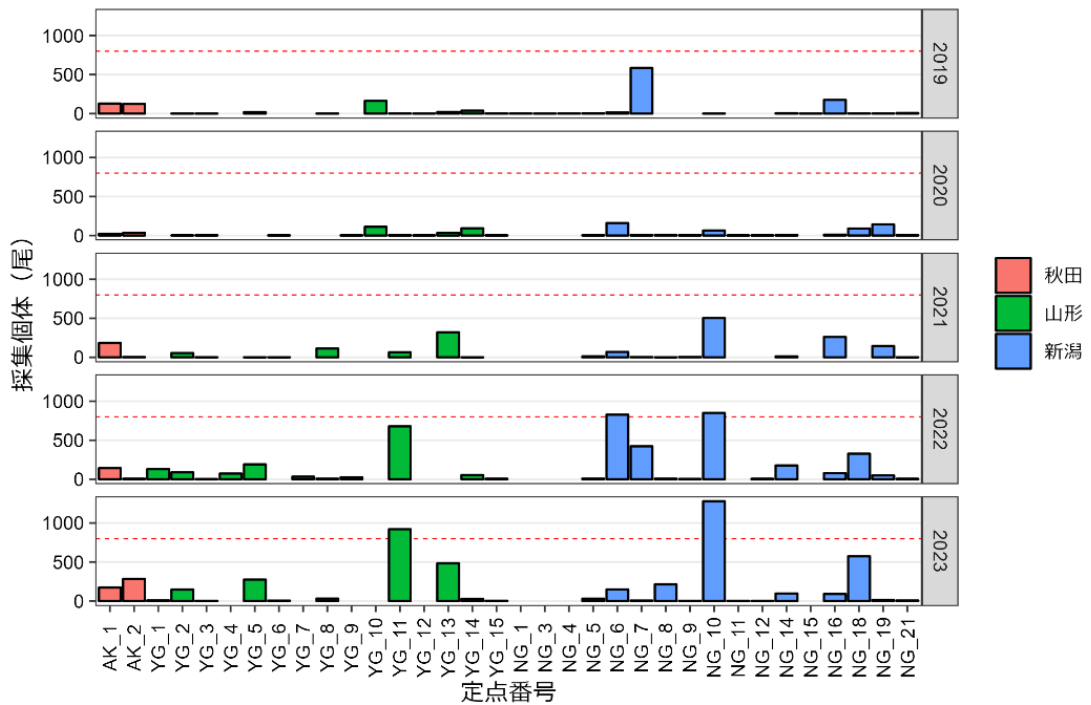


補足図 2-2. 定点別ズワイガニ採集個体数の頻度（1998～2023 年）

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢を解析対象とした。赤破線は特異点として扱う閾値であり、括弧内は全体に占める閾値以上の定点数の割合を示す。

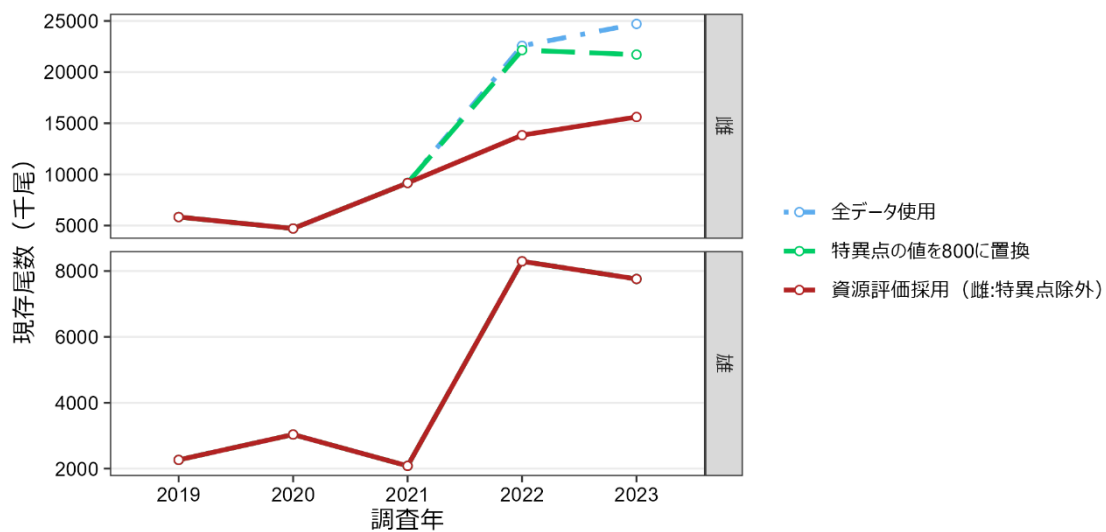


補足図 2-3. 甲幅 90 mm 以上のズワイガニ雄の定点別採集個体数



補足図 2-4. ズワイガニ雌 11 歳の定点別採集個体数  
赤破線は解析から除外する閾値（800 尾）を示す。





補足図 2-5. 特異点データの取り扱いによる現存尾数推定値の違い

【雌】青：特異点を含む全データを解析、緑：特異点の採集数を 800 尾（閾値）に置き換えて解析、赤：特異点を除いて解析した値。【雄】特異点はなく、資源評価で採用した値（全データを解析）のみを示した。

補足表 2-1. かが調査による 2022 年 6～7 月の現存量

海区	水深帯 (m)	面積 (km <sup>2</sup> )	定点数	平均密度(尾数/かご)		現存尾数(千尾)		現存量(トン)	
				雄	雌	雄	雌	雄	雌
男鹿 南部	200～300	1029	6	4.5	4.9	918	3,171	479	561
	300～400	900.4	8	14.3	6.7	2,574	3,778	1,344	669
	400～500	647	6	8.3	0.1	1,078	47	563	8
	合計		20			4,570	6,996	2,385	1,238
新潟沖	200～300	1116	4	3.3	7.4	734	5,188	383	918
	300～400	1102	6	8.8	4.9	1,945	3,381	1,015	598
	400～500	979.9	2	2.6	0.1	510	46	266	8
	合計		12			3,188	8,614	1,664	1,525

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値を示す。

補足表 2-2. かが調査による雄の年別平均密度、変動係数、信頼区間等

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
調査点数	21	23	23	22	23	19	23	23
平均密度(尾/かご)	3.2	3.6	1.4	2.6	2.7	2.4	2.7	3.1
標準誤差SE(尾/かご)	0.59	0.86	0.51	0.96	0.78	0.82	0.90	0.99
変動係数CV(%)	18.1	23.6	36.9	36.6	28.9	34.2	33.9	31.5
対数信頼区間(上限、尾/かご)	4.6	5.7	2.9	5.4	4.8	4.7	5.2	5.8
対数信頼区間(下限、尾/かご)	2.3	2.3	0.7	1.3	1.5	1.2	1.4	1.7

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
調査点数	23	19	20	20	20	32	34	38
平均密度(尾/かご)	2.8	5.3	6.0	1.4	5.5	1.7	1.8	4.5
標準誤差SE(尾/かご)	0.69	1.38	1.28	0.43	1.38	0.37	0.41	0.92
変動係数CV(%)	25.2	25.8	21.4	31.4	25.2	21.7	23.2	20.5
対数信頼区間(上限、尾/かご)	4.5	8.9	9.1	2.5	8.9	2.6	2.8	6.7
対数信頼区間(下限、尾/かご)	1.7	3.2	3.9	0.7	3.3	1.1	1.1	3.0

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
調査点数	38	38	36	32	32	32	32
平均密度(尾/かご)	3.7	4.2	2.1	3.1	1.9	8.9	8.2
標準誤差SE(尾/かご)	0.80	0.71	0.45	0.72	0.33	1.39	1.42
変動係数CV(%)	21.3	17.1	21.5	23.1	17.1	15.6	17.3
対数信頼区間(上限、尾/かご)	5.7	5.8	3.2	4.9	2.7	12.1	11.5
対数信頼区間(下限、尾/かご)	2.5	3.0	1.4	2.0	1.4	6.6	5.8

各値は、データ様式がおおよそ整理されている 2001 年以降のものである。また、各年における全調査点により算出した値であり、層別面積は考慮されていない。

補足表 2-3. かご調査による雌の年別平均密度、変動係数、信頼区間等

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
調査点数	18	22	23	22	23	19	23	23
平均密度 (尾/かご)	2.5	3.4	2.6	1.9	1.7	1.8	2.0	2.3
標準誤差SE (尾/かご)	1.29	1.40	1.09	1.46	0.93	1.07	1.26	1.32
変動係数CV(%)	51.1	41.3	41.8	78.4	54.7	58.5	61.6	56.3
対数信頼区間(上限、尾/かご)	6.9	7.6	5.9	8.6	4.9	5.8	6.8	7.1
対数信頼区間(下限、尾/かご)	0.9	1.5	1.1	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
調査点数	23	18	19	18	15	32	31	36
平均密度 (尾/かご)	2.3	2.0	1.9	1.7	2.0	1.2	1.0	0.6
標準誤差SE (尾/かご)	1.37	1.66	0.85	0.83	1.37	0.44	0.58	0.20
変動係数CV(%)	60.6	82.5	44.0	49.5	69.7	36.1	56.1	36.7
対数信頼区間(上限、尾/かご)	7.4	10.2	4.6	4.4	7.7	2.5	3.1	1.1
対数信頼区間(下限、尾/かご)	0.7	0.4	0.8	0.6	0.5	0.6	0.3	0.3

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
調査点数	38	37	36	32	32	30	30
平均密度 (尾/かご)	0.6	2.0	1.8	1.3	2.7	4.2	4.4
標準誤差SE (尾/かご)	0.15	0.94	0.88	0.39	1.00	1.38	1.35
変動係数CV(%)	26.3	46.5	48.0	31.2	37.5	33.1	30.6
対数信頼区間(上限、尾/かご)	1.0	5.0	4.7	2.3	5.6	8.0	8.0
対数信頼区間(下限、尾/かご)	0.3	0.8	0.7	0.7	1.3	2.2	2.4

各値は、データ様式がおよそ整理されている 2001 年以降のものである。また、各年における全調査点により算出した値であり、層別面積は考慮されていない。

### 補足資料 3 かご調査における雌の採集効率の補正について

日本海 B 海域ではかご調査により現存量を推定しており、従来雌雄で同値の採集効率を用いてきた（補足資料 4）。一方で、雌の資源評価対象となる 11 齢に相当する甲幅 70～80 mm 台は、雄の甲幅 90 mm 以上に比べ採集尾数が少ないことが指摘されていた（補足図 3-1）。そこで、雄の齢期別現存尾数を用いて、雌の 11 齢の採集効率について再検討した。

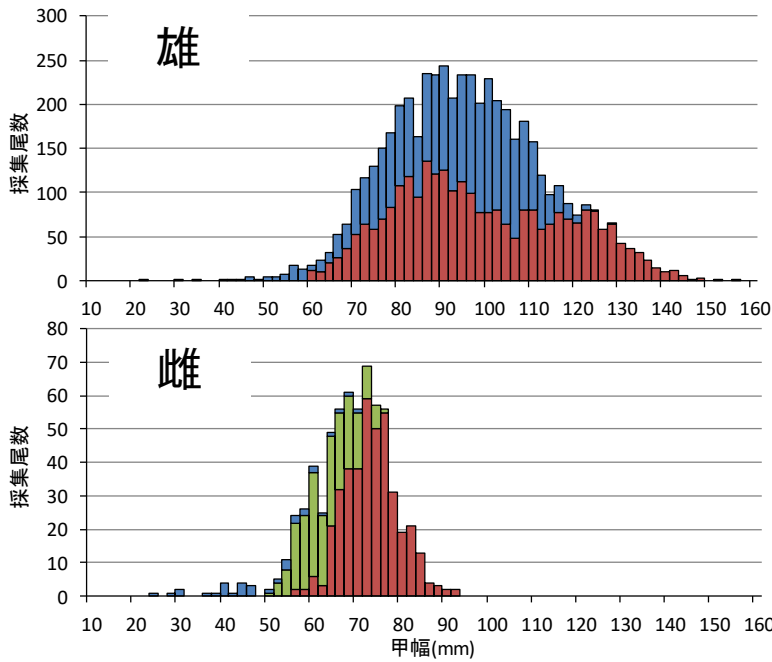
かご調査による雄の齢期別現存尾数を求めるため、2003～2016 年の甲幅組成に対し未成年・成体別に複合正規分布の当てはめによる齢期分解を行った（補足図 3-2）。各年の甲幅組成は 9～13 齢の現存尾数に分解されたが、年級群を追跡できるような傾向はみられなかったことから、年をプールし、2003～2016 年の平均齢期別現存尾数を求めた。

かご調査による齢期別現存尾数と比較するため、若齢まで採集可能なトロール調査により現存尾数が推定されている、2003～2016 年の日本海 A 海域の齢期別現存尾数を用いた。このうち、生残率が極端に低いことが明らかになっている日韓暫定水域のデータを除き集計した。A 海域の雄の F は 2000 年頃には 0.2 を超えていたものの 2005 年以降は 0.14 前後であり、B 海域の 0.10 前後に対して大きな乖離はない。そのため、両海域の 11 齢雄の資源尾数に対する 12 齢雄および 13 齢雄の資源尾数の比を一定とみなしても差し支えないと判断した。

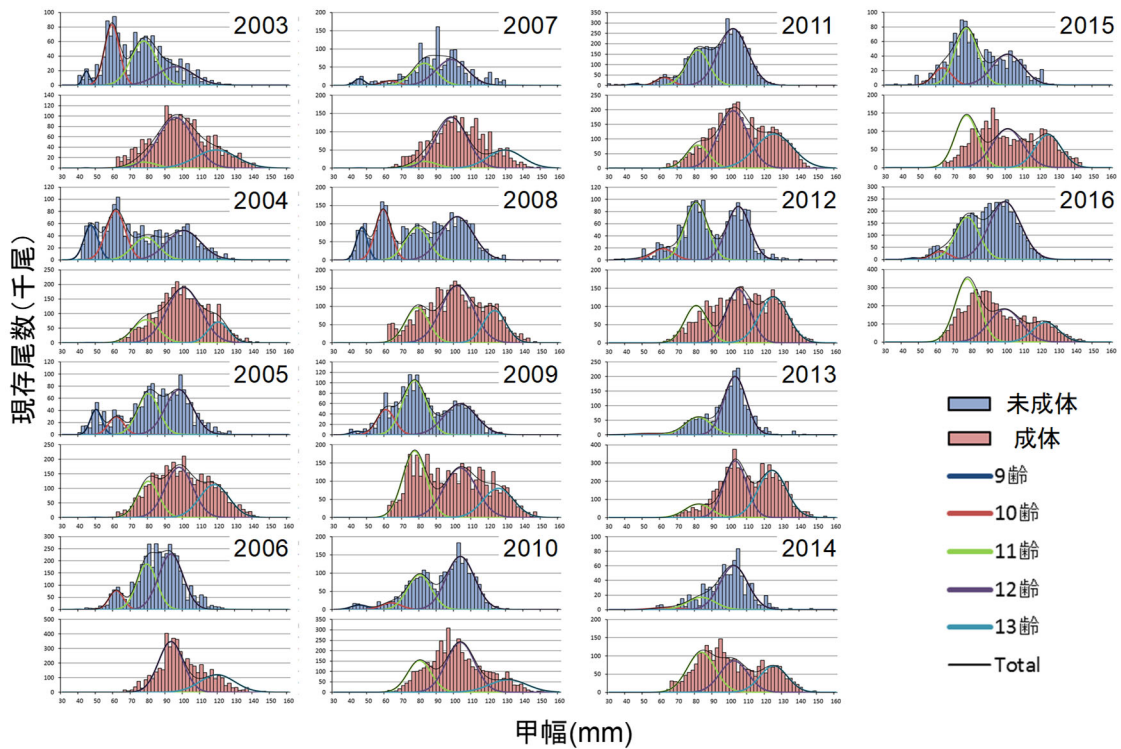
B 海域のかご調査による齢期別現存尾数では 12～13 齢（4,130 千尾）に対し 11 齢（1,707 千尾）が少ないのに対し、A 海域のトロール調査では 12～13 齢（12,983 千尾）よりも 11 齢（17,204 千尾）のほうが多い（補足表 3-1）。

A 海域の 12～13 齢の現存尾数に対する 11 齢の比率は 1.325（ $=17,204/12,983$ ）であり、B 海域と A 海域で生残率、すなわち資源の甲幅組成が同一であったと仮定すると、B 海域の実際の 11 齢は 5,472 千尾（ $=4,130 \times 1.325$ ）であったと計算される。したがって、B 海域のかご調査における 11 齢の採集効率の 12～13 齢に対する比率は、0.312（ $=1,707/5,472$ ）と計算された。

B 海域のかご調査における雄の採集効率は 0.005 である。以上のことから、雌の採集効率を 0.0016（ $=0.005 \times 0.312$ 、小数第 5 位を四捨五入）と設定した。この変更により、かご調査結果から求めた 11 齢雌の現存尾数は 12～13 齢雄の現存量に対して平均 2.3 倍となった。A 海域のトロール調査結果ではほぼ 2 倍であり、妥当な値であると判断した。



補足図 3-1. 日本海 B 海域におけるかご調査による 2016 年の甲幅組成  
 雄の青は未成年、赤は成体、雌の赤は 11 齢、緑は 10 齢、青は 9 齢以下を、それぞれ示す。



補足図 3-2. 日本海 B 海域におけるかご調査による 2003～2016 年の甲幅組成および推定された齢期組成

補足表 3-1. 日本海 B 海域のかご調査および A 海域のトロール調査により推定された 2003～2016 年における平均年齢別現存尾数

年齢	成熟	現存尾数(千尾)	
		B海域かご	A海域トロール
11歳	未熟	772	15,044
11歳	成熟	935	2,160
12歳	未熟	1,221	7,438
12歳	成熟	1,838	2,589
13歳	成熟	1,071	2,956
11歳計		1,707	17,204
12～13歳計		4,130	12,983

#### 補足資料 4 かご調査に基づく資源量の推定および ABC の算定方法

##### 1. 漁期前資源量

本系群の漁期年は 7 月から 6 月であるものの、実際の漁獲は 12~1 月にかけて短期間に集中的に行われる。そのため、本系群では漁期前資源量を漁期半ばの 1 月 1 日時点として（補足資料 1）以下のように求めた。

まず、計算にあたり、漁獲（1 月 1 日）および調査（7 月 1 日）は短期間のうちに行われると仮定した。1 月 1 日が漁期の中央にあたり、調査は漁期後の資源状態を表すものとした。脱皮時期は秋季であるため漁獲日から調査日の間には成長せず、この間に個々の体サイズ・重量は変わらない。

かご調査では漁獲加入前の 10 齢雌および雄の甲幅 90 mm 未満は採集されないこととし、 $t$  年の調査で推定された  $t-1$  年漁期後の現存尾数 ( $N_t$ ) および  $t-1$  年漁期の漁獲尾数 ( $C_{t-1}$ ) から、後退法によって  $t-1$  年漁期開始時点（1 月 1 日）の漁獲対象資源尾数 ( $N'_{t-1}$ ) を(1)式で求めた（補足表 4-1）。

$$N'_{t-1} = N_t \exp\left(\frac{M}{2}\right) + C_{t-1} \quad (1)$$

上式で  $M$  は自然死亡係数であり、Ueda et al. (2009) に従い 0.2 と仮定した。漁獲尾数は、雌雄別漁獲量を平均体重（雄 522 g、雌 177 g）で除して求めた。B 海域の雌ではアカコも漁獲されるので、調査で採集される 11 齢は、漁期開始時点（1 月 1 日）ですでに漁獲対象であり、雌雄いずれの  $F$  も下式により計算した。

$$F_{t-1} = -\ln(1 - E_{t-1}) = -\ln\left(1 - \frac{C_{t-1}}{N'_{t-1}}\right) \quad (2)$$

上式で  $E$  は漁獲割合を示す。

##### 2. ABC の算定方法

本海域では、再生産関係が不明であるため、ABC 対象年の漁期前資源量をかご調査に基づく過去 5 年（2018~2022 年）の平均資源量を用いて、(3)式より ABC を算定した。

$$C_{t+1} = N'_{t+1} [1 - \exp(-F)] \quad (3)$$

上式で  $N'_{t+1}$  は  $t+1$  年（ABC 対象年）の漁期開始時点資源尾数であり、現状の資源状態が継続すると仮定し、直近 5 年間（2018~2022 年）の資源尾数の平均値とした。ここで、 $F$  は漁獲シナリオとして定められている  $F_{30\%SPR}$  を用いた。なお、現状の漁獲圧 ( $F_{current}$ ) を直近 5 年間（2018~2022 年）の  $F$  の平均値として、それを(3)式の  $F$  に代入して求めた漁獲尾数 ( $C_{t+1}$ ) に平均体重を乗じると、現状の漁獲圧における  $t+1$  年の漁獲量が試算される。

引用文献

Ueda, U., M. Ito, T. Hattori, Y. Narimatsu and D. Kitagawa (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar- and state-structured model in the water off the Pacific coast of northern Japan. Fish. Sci., **75**, 47-54.



補足表 4-1. B 海域における現存尾数、資源尾数、資源量、漁獲尾数（漁期年）、漁獲量（漁期年）、漁獲割合および漁獲係数（F）（その1）

## 調査時点現存尾数(千尾)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	1,653	2,703	2,693	2,907	1,715	3,950	3,212	3,358	2,856
雌	6,223	10,335	7,972	8,785	8,715	10,267	6,260	6,025	8,465

## 漁獲尾数(千尾)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	369

## 漁獲量(トン)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	220	200	196	202	191	159	154	155	154	176
雌	64	63	61	60	66	59	65	85	77	65
合計	283	264	258	262	257	218	219	240	232	241

## 漁期開始時点資源尾数(千尾)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	2,248	3,371	3,352	3,601	2,261	4,669	3,845	4,009	3,452	4,554
雌	7,238	11,780	9,156	10,047	10,004	11,681	7,285	7,137	9,793	11,114

## 漁期開始時点資源量(トン)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	1,173	1,760	1,750	1,880	1,180	2,437	2,007	2,093	1,802	2,377
雌	1,281	2,085	1,621	1,778	1,771	2,068	1,289	1,263	1,733	1,967
合計	2,455	3,845	3,370	3,658	2,951	4,505	3,297	3,356	3,536	4,344
親魚量	1,217	2,022	1,559	1,718	1,705	2,008	1,225	1,178	1,656	1,902

## 漁獲割合(%)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	18.7	11.4	11.2	10.8	16.2	6.5	7.7	7.4	8.6	7.4
雌	5.0	3.0	3.8	3.4	3.7	2.9	5.0	6.7	4.5	3.3
全体	11.5	6.9	7.6	7.2	8.7	4.8	6.6	7.2	6.6	5.6

## 漁獲係数(F)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
雄	0.21	0.12	0.12	0.11	0.18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08
雌	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.07	0.05	0.03
全体	0.12	0.07	0.08	0.07	0.09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2022 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2023年の漁獲尾数および漁獲量は予測値(2018～2022年の平均値)。

2023年と2024年の漁期開始時点資源尾数は予測値(2018～2022年の平均値)。

F18-22 は、2018～2022年の平均値。

イタリックは予測値。

補足表 4-1. B 海域における現存尾数、資源尾数、資源量、漁獲尾数（漁期年）、漁獲量（漁期年）、漁獲割合および漁獲係数（F）（その2）

調査時点現存尾数(千尾)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	3,815	3,145	4,906	6,641	3,581	5,608	2,084	2,237	5,345	4,543
雌	9,723	10,735	7,657	4,906	5,407	4,229	4,351	3,636	1,804	2,374

漁獲尾数(千尾)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	330	430	364	491	534	488	434	396	341	312
雌	435	356	439	648	579	380	364	350	357	399

漁獲量(トン)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	172	224	190	256	279	255	226	207	178	163
雌	77	63	78	115	103	67	64	62	63	71
合計	249	288	268	371	381	322	291	269	241	233

漁期開始時点資源尾数(千尾)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	3,806	5,852	7,703	4,449	6,733	2,791	2,906	6,304	5,361	5,334
雌	12,298	8,818	5,860	6,624	5,253	5,188	4,382	2,344	2,980	6,974

漁期開始時点資源量(トン)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	1,987	3,055	4,021	2,322	3,514	1,457	1,517	3,291	2,798	2,784
雌	2,177	1,561	1,037	1,172	930	918	776	415	528	1,234
合計	4,163	4,616	5,058	3,495	4,444	2,375	2,293	3,705	3,326	4,018
親魚量	2,100	1,498	960	1,058	827	851	711	353	464	1,164

漁獲割合(%)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	8.7	7.3	4.7	11.0	7.9	17.5	14.9	6.3	6.4	5.8
雌	3.5	4.0	7.5	9.8	11.0	7.3	8.3	14.9	12.0	5.7
全体	6.0	6.2	5.3	10.6	8.6	13.6	12.7	7.3	7.2	5.8

漁獲係数(F)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
雄	0.09	0.08	0.05	0.12	0.08	0.19	0.16	0.06	0.07	0.06
雌	0.04	0.04	0.08	0.10	0.12	0.08	0.09	0.16	0.13	0.06
全体	0.06	0.06	0.05	0.11	0.09	0.15	0.14	0.08	0.08	0.06

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2022 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2023年の漁獲尾数および漁獲量は予測値(2018～2022年の平均値)。

2023年と2024年の漁期開始時点資源尾数は予測値(2018～2022年の平均値)。

F18-22 は、2018～2022年の平均値。

イタリックは予測値。

補足表 4-1. B 海域における現存尾数、資源尾数、資源量、漁獲尾数（漁期年）、漁獲量（漁期年）、漁獲割合および漁獲係数（F）（その 3）

調査時点現存尾数(千尾)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
雄	4,544	2,265	3,035	2,083	8,295	7,758
雌	5,949	5,832	4,709	9,162	13,832	15,610

漁獲尾数(千尾)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
雄	276	212	242	232	269	246
雌	394	390	407	561	668	484

漁獲量(トン)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
雄	144	110	126	121	140	128
雌	70	69	72	99	118	86
合計	214	180	198	220	258	214

漁期開始時点資源尾数(千尾)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
雄	2,779	3,566	2,544	9,399	8,843	5,426	5,426
雌	6,839	5,595	10,533	15,848	17,920	11,347	11,347

漁期開始時点資源量(トン)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
雄	1,451	1,861	1,328	4,906	4,616	2,832	2,832
雌	1,211	990	1,864	2,805	3,172	2,008	2,008
合計	2,661	2,852	3,192	7,711	7,788	4,841	4,841
親魚量	1,141	921	1,792	2,706	3,054	1,923	

漁獲割合(%)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
雄	9.9	5.9	9.5	2.5	3.0	4.5
雌	5.8	7.0	3.9	3.5	3.7	4.3
全体	8.0	6.3	6.2	2.9	3.3	4.4

漁獲係数(F)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	F18-22
雄	0.10	0.06	0.10	0.02	0.03	0.05	0.06
雌	0.06	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
全体	0.08	0.07	0.06	0.03	0.03	0.05	

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2022 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2023 年の漁獲尾数および漁獲量は予測値(2018 ~ 2022 年の平均値)。

2023 年と 2024 年の漁期開始時点資源尾数は予測値(2018 ~ 2022 年の平均値)。

F18-22 は、2018 ~ 2022 年の平均値。

イタリックは予測値。

## 補足資料 5 桁網調査による資源量および加入量推定の試み

日本海 B 海域ではかご調査により現存量を推定しているが、その漁具の性質上、小型個体の採集数が少なく、加入量（A 海域の個体群動態モデルでは 10 齢、YPR・SPR 解析のモデルでは 8 齢）は不明であった。そこで、2016 年より、小型個体も採集する目的で、大型桁網による日本海北部底魚資源調査（以下、桁網調査）をみずほ丸（156 トン、2016～2017 年）および天鷹丸（995 トン、2018 年以降）により実施している。調査海域は、秋田県男鹿西方、雄物川河口沖、飛島周辺、山形県加茂沖、粟島周辺、佐渡姫崎沖、新潟県上越沖、最上堆、瓢箪礁の陸棚斜面域とし、ズワイガニが採集される水深 170～500 m 域に各年 30～40 定点を設定した（補足図 5-1）。昼間に 20 分間 2 ノットで曳網した。曳網距離に桁網の網口幅 6.8 m を乗じた曳網面積により、各曳網回の採集数を分布密度に換算した。採集効率を 0.3（渡部・北川 2004）と仮定した。そして、農林統計の小海区（男鹿南および新潟沖）ごとに 200～300 m、300～400 m、400～500 m の水深帯を設け、計 6 つに層化し、面積密度法により現存尾数を推定した。なお、各齢期のサイズは、便宜的に、雌雄ともに、甲幅 10～20 mm を 6 齢、20～30 mm を 7 齢、30～40 mm を 8 齢、40～54 mm を 9 齢とみなして集計した。また、これよりも大きなサイズでは、雄では 54～70 mm を 10 齢、70～90 mm を 11 齢、90～120 mm を 12 齢、120 mm 以上を 13 齢とみなし、雌では調査時点で未熟で内仔を有する個体を 10 齢（その年の漁期中はアカコと呼ばれる）、成熟している個体を 11 齢（その年の漁期中はクロコと呼ばれる）とした。

まず、2016～2023 年の日本海 B 海域における現存尾数ベースの雌雄別甲幅組成を補足図 5-2 および 5-3 に示す。各年雌雄ともに、甲幅 10～90 mm の個体が主に採集された。一方、漁獲対象サイズは採集数が少なく、かご調査とは甲幅組成が大きく異なった。漁獲加入前の 90 mm 未満のサイズについて、雌雄ともに、2018 年の 8 齢、2019 年の 9 齢、2020 年の 10 齢がそれぞれ多く、コホートの繋がりが良いことが確認できる。一方、2022 年の 6 齢は雌雄ともに多かったが、翌年（2023 年）の 7 齢は雌雄とも比較的少なく、繋がりが万全でないコホートも認められる。この要因が、6～7 齢にかけて生残が悪化したためか、あるいは何らかの調査バイアスが生じたためなのか、今後検討する必要がある。

次に、補足図 5-2 および 5-3 の甲幅別現存尾数を齢期毎に合算した日本海 B 海域における齢期別現存尾数を補足図 5-4 および 5-5 に示す。2023 年では、雌の 11 齢（クロコ）が過去最高値を示した。かご調査に基づく資源量も増加（図 4-4）していることから、2019 年以降に未熟個体が増加し、それらが漁獲対象サイズに成長したと考えられた。雄は 11 齢期に関しては平均を上回った一方、12～13 齢期では平均並であり、かご調査のトレンド（図 4-4）と異なった。2023 年の若齢個体に注目すると、雌雄ともに 6～9 齢期で平均を下回っており、その減少傾向は雌で顕著だった。このため、数年後、資源動向が減少する可能性が考えられた。

YPR・SPR 解析に用いているズワイガニの齢構成モデル（Ueda et al. 2009）で加入量としている 8 齢の 2016 年以降の現存尾数は、雄は 2.7 百万尾～13 百万尾で推移し、雌は 2.9 百万尾～15 百万尾で推移していた。過去 5 年間（2019～2023 年）の平均は、雄では 9.0 百万尾、雌では 8.9 百万尾であった。

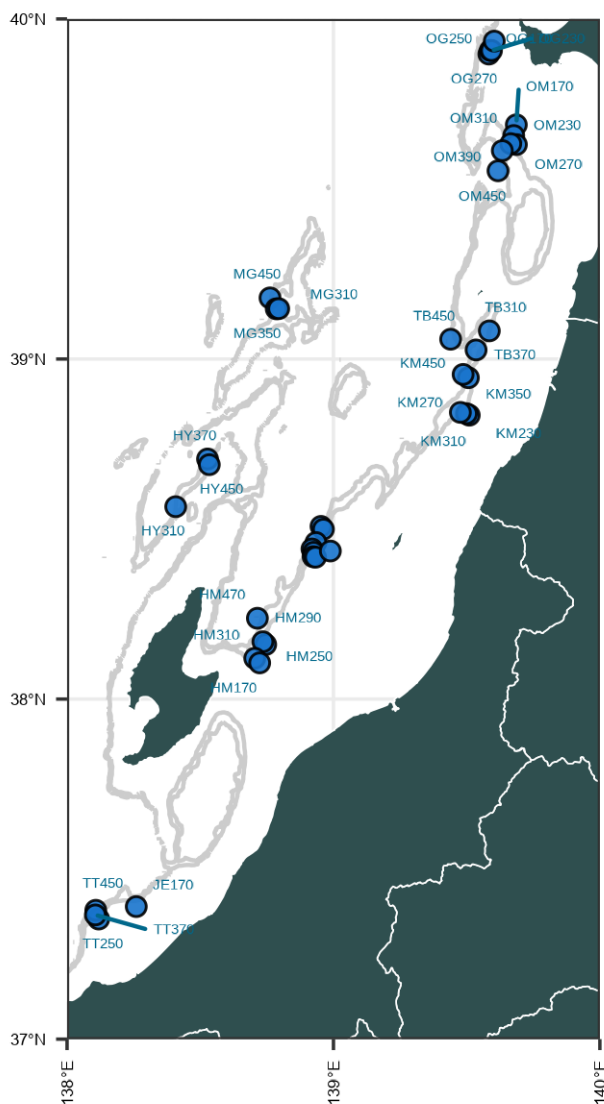
このように、桁網のデータでは、加入量がおおよそ把握可能であることが示唆される一方

で、雌の成熟個体は変動が大きく、かご調査同様、成熟雌のデータは不安定でもある。桁網調査データの蓄積とともにかご調査結果と比較して、各調査データの長所を活用できる資源計算を検討する必要がある。

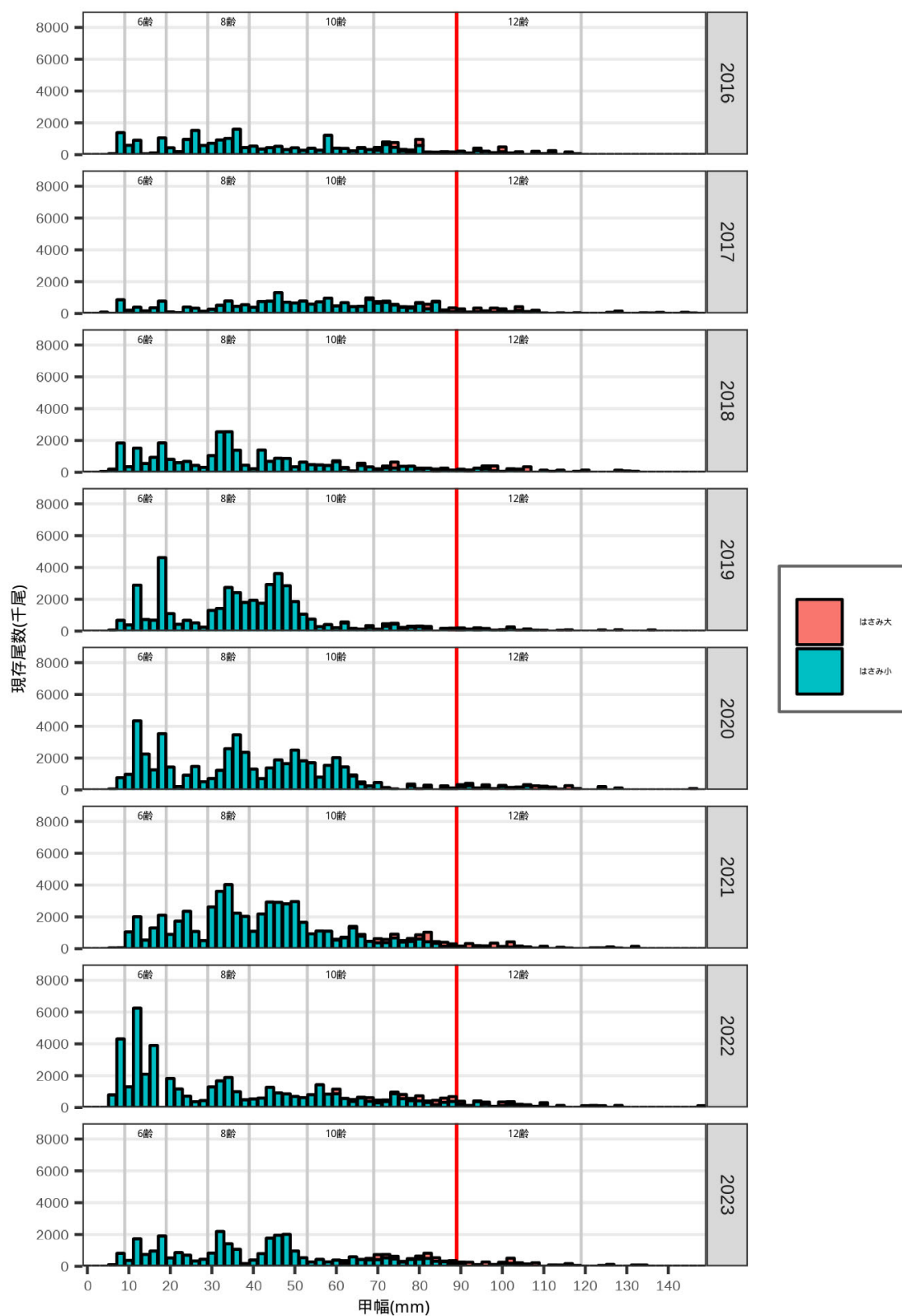
#### 引用文献

Ueda Y., M. Ito, T. Hattori, Y. Narimatsu and D. Kitagawa (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar- and state-structured model in the waters off the Pacific coast of northern Japan. *Fish. Sci.*, **75**, 47-54.

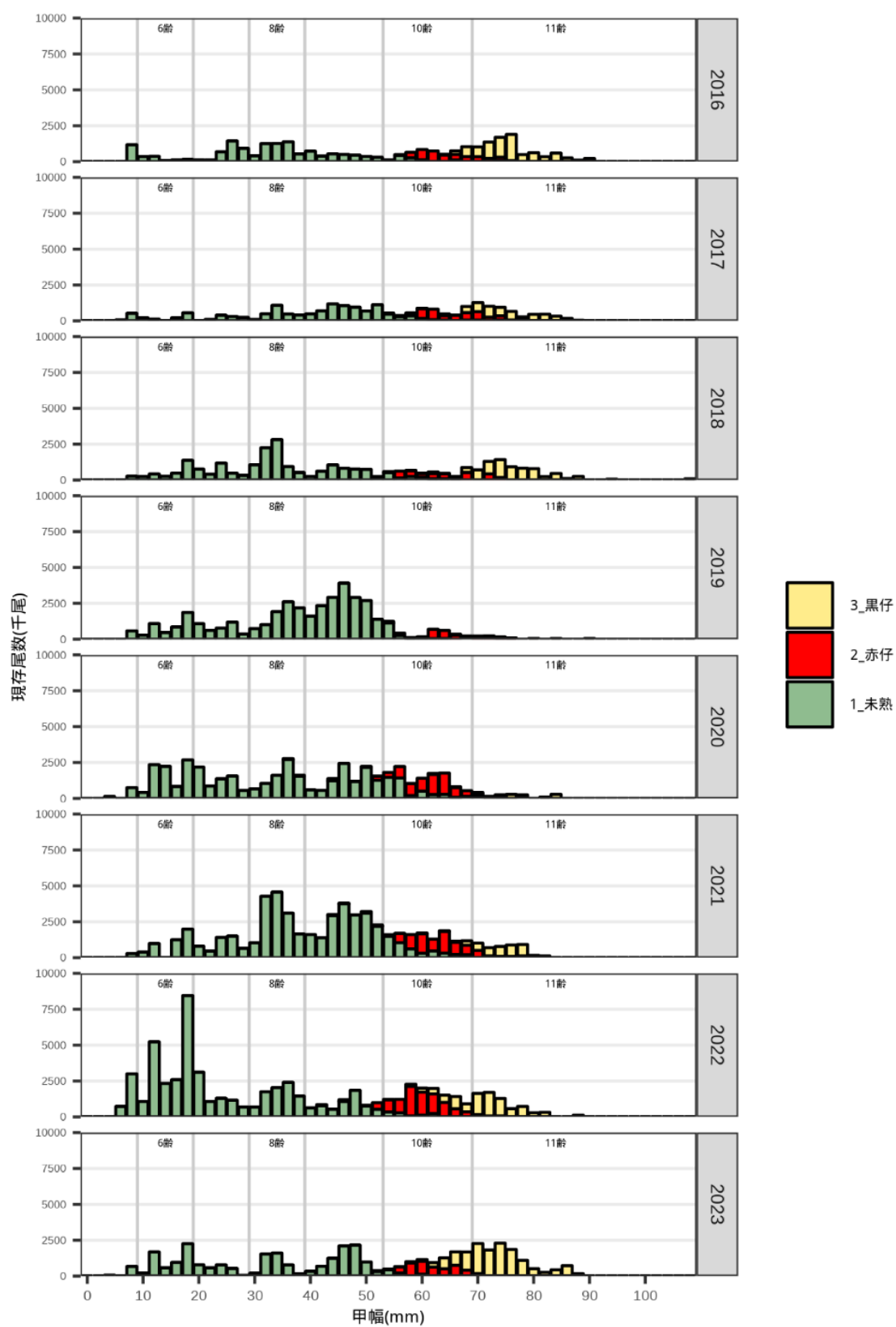
渡部俊広・北川大二 (2004) 曳航式深海用ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定. *日水誌*, **70**, 297-303.



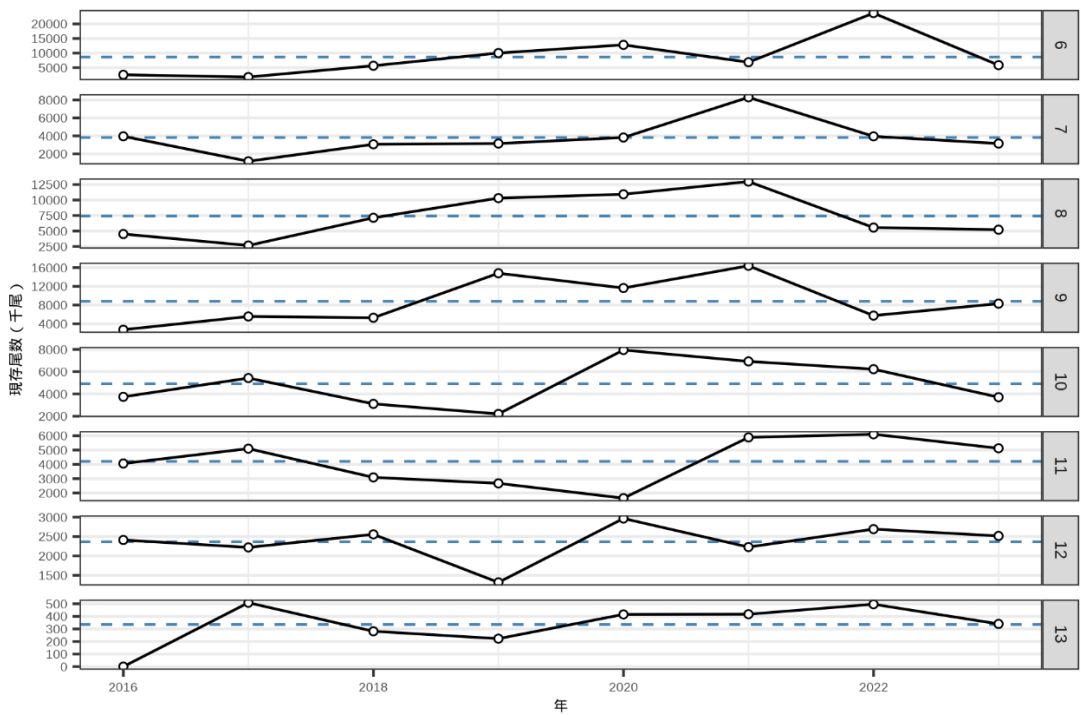
補足図 5-1. 桁網調査の調査海域図



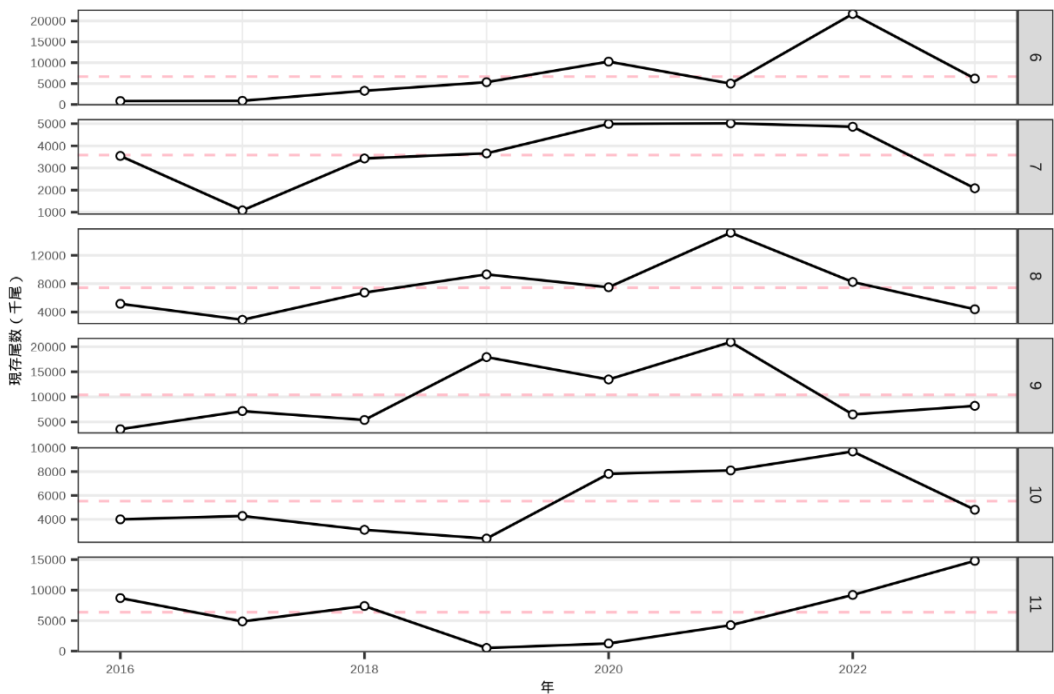
補足図 5-2. 桁網調査に基づく雄の甲幅組成 (2016～2023 年)  
赤線は漁獲対象となる甲幅 90 mm の境界を示す。



補足図 5-3. 桁網調査に基づく雌の甲幅組成 (2016～2023 年)



補足図 5-4. 桁網調査に基づく雄の齢期別現存尾数（2016～2023 年）  
青破線は各齢期の平均値を示す。



補足図 5-5. 桁網調査に基づく雌の齢期別現存尾数（2016～2023 年）  
赤破線は各齢期の平均値を示す。



## 補足資料 6 沖底および小底（かけまわし）の漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底および小底（かけまわし）の漁獲成績報告書を基にした資源量指標値をまとめた（図 4-7、4-8、表 4-1）。

これらの漁獲成績報告書をもとに、月別漁区（緯度経度 10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計した。これらより、月  $i$  漁区  $j$  における CPUE（ $U$ ）は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

(1)

上式で  $C$  は漁獲量を、 $X$  は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（年または漁期など）における資源量指数（ $P$ ）は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j}$$

(2)

集計単位における有効漁獲努力量（ $X'$ ）と漁獲量（ $C$ ）、資源量指数（ $P$ ）の関係は次式のように表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P} \quad (3)、(4)$$

上式で  $J$  は有漁漁区数であり、資源量指数（ $P$ ）を有漁漁区数（ $J$ ）で除したものが資源密度指数（ $D$ ）である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

(5)

本系群 B 海域の努力量としては、禁漁期を除く漁期中（10 月～翌年 5 月）の把握可能な全曳網数を合計したものをを用いた。B 海域では、同系群の A 海域ほど本種を主対象とした操業は行われておらず、有漁レコードの網数だけに精査することも考えられるが、経年の比較するに十分な精度が得られないと判断し、全曳網数を使用した。また、海底地形の複雑さから操業できる海域は限定的であり、資源量の変化にともなう、分布域の拡大または縮小等の変化は小さいと考えられることから、漁区数を考慮しない資源密度指数を長期的な資源量指標値として用いている。