

令和元（2019）年度ズワイガニ日本海系群 B 海域の資源評価

担当水研：日本海区水産研究所

参画機関：秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、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、沖合底びき網および小型底びき網漁業の資源密度指数およびかご調査により評価した。本海域の漁獲量は、主に漁船数や網数の減少によって長期的に減少している。資源水準の指標値である資源密度指数は、年変動が大きいものの、1990 年代中頃から高い水準にあり、2018 年の資源水準を高位と判断した。かご調査から推定された過去 5 年間（2014～2018 年）の資源量から、資源動向を横ばいと判断した。また、現状の漁獲圧は生物学的管理基準値よりも低く、資源は高い水準で維持されと考えられる。以上のことから、親魚量を確保することを管理目標とした。2020 年漁期の ABC は、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（ $F_{current}$ ）、適度な漁獲圧による漁獲シナリオ（ $F_{0.1}$ ）および親魚量の確保を図る漁獲シナリオ（ $F_{30\%SPR}$ ）に基づいて算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2020 年 漁期 ABC (雄、雌) (トン)	漁獲 割合 (雄、雌) (%)	F 値 (雄、雌) (現状の F 値から の増減%)	2024 年 漁期の 親魚量 (トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年漁期 に 2019 年 漁期親魚量 を維持	2024 年漁期 に Blimit を 維持
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	230 (170、64)	7 (7、8)	0.08 (0.07、0.08) (-20%)	—	—	—
	Limit	290 (210、79)	9 (9、9)	0.09 (0.09、0.10) (±0%)	—	—	—
適度な漁獲圧 による漁獲* (F0.1)	Target	400 (287、114)	12 (12、14)	0.13 (0.13、0.15) (+42%)	—	—	—
	Limit	490 (353、141)	15 (15、17)	0.17 (0.16、0.19) (+77%)	—	—	—
親魚量の確保* (F30%SPR)	Target	500 (360、135)	15 (15、16)	0.17 (0.16、0.18) (+78%)	—	—	—
	Limit	610 (441、166)	19 (18、20)	0.21 (0.20、0.22) (+122%)	—	—	—
コメント ・ABC の算定には、規則 1-3)-(1)を用いた。 ・再生産関係が不明であり、漁獲加入前の資源尾数が推定できないことから、将来予測は行っていない。 ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。現状の漁獲圧は、資源を持続的に維持できる水準にあると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。							

- ・Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。
- ・Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。
- ・ $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、 α には標準値 0.8 を用いた。

- ・ 年は漁期年（7～翌年 6 月）を示す。
- ・ 漁獲割合は、2020 年漁期の漁獲量／2020 年漁期当初の漁獲対象資源量である。
- ・ $F_{current}$ は、2014～2018 年漁期の漁獲係数の平均を示す。
- ・ $F_{current}$ では雌雄別に推定された F 値を、 $F_{0.1}$ および $F_{30\%SPR}$ では雌雄別に YPR および SPR から計算された F 値をそれぞれ使用した。
- ・ F 値は、雌雄の合計に対する値とともに雌雄別の値を示した。雄はカタガニとミズガニ込みの値であり、雌はアカコとクロコの込みの値である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2015	3,800	350	269	0.07	7
2016	3,300	460	239	0.08	7
2017	4,000	1,160	232	0.06	6
2018	2,600	1,110	227	0.09	9
2019	3,200*	760	252*	0.08	8
2020	3,200*	—	—	—	—

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～翌年 6 月）の値を示す。親魚量は雌の漁期後の値を示す。2019 年の親魚量は、2018 年の雌の漁獲量が 2014～2018 年の平均と仮定したときの漁期後に想定される値である。資源量は百トン未満を、親魚量は十トン未満をそれぞれ四捨五入した値である。

*2019 年および 2020 年の資源量は 2014～2018 年資源量の平均値、2019 年の漁獲量は 2014～2018 年の漁獲量の平均値と仮定した。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	未設定		
2018 年	資源量	2,600 トン	

水準：高位 動向：横ばい

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
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（7月）） 桁網調査（7月、日本海北部底魚資源調査、水深 190～500 m、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 $M=0.2$ 未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 $M=0.35$
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚（農林統計） 県農林統計（月別、雌雄別統計）
漁獲努力量 CPUE 資源密度指数	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）

1. まえがき

ズワイガニは本州日本海沿岸における最も重要な底魚資源である。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 海域では、A 海域に比べ、底魚漁業における本種の位置づけは高くなかったが、2000 年以降のスケトウダラなどの多獲性魚類の漁獲量低迷、近年のズワイガニ単価の上昇等により重要性が高まっている。

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 200～500 m に多い（図 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、260～300 m 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。加えて、日本海における本系群の主分布水温である 1℃ 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より脱皮齢期が推定できる（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 60 mm 台で 10 齢となる（図 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 3）。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 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。

ズワイガニでは性別、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（上田 未発表データ）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 4、表 1）。近年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している。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 1,000 トン、1980 年代には約 800 トンのピークがみられている。その後は減少し、1990 年代以降は 200～400 トンで推移している（図 4、表 1）。

漁期年（7 月～翌年 6 月）で集計した 1998 年以降の雌雄別漁獲量は、雄は 2003 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 2009 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トンを超えて以降減少し、2018年は153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、2018年は74トンであった。雌雄合計の2018年の漁獲量は227トンであった（図5、補足表2-1）。

（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されている。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（220千回）の1/4程度に減少した後、やや増加して2000～2007年は67千回前後で推移した。2009年以降は概ね48千回前後で横ばいとなっていたが、2015年以降は減少傾向にあり、2018年は37千回であった（図6）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

資源水準の判断については、長期間の情報が得られる、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を用いた（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。

資源動向の判断については、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を用いた（補足資料1、2、3）。

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年より上昇した（図7、表2）。2000年代以降は雌雄ともに変動が大きい。2018年の資源密度指数（2018年3月までの暫定値）は、雌雄ともに2000年以降の平均的な水準であった。

雌雄合計の資源密度指数は、1992年までは概ね3～6の間で推移したが、1993～2009年は概ね5～9の間で推移した（図8、表2）。2010年以降はこれまでの最高水準で推移し、2018年は8.2で2009年と同程度であった。過去5年平均は1992年に3.4と最低であったが上昇して2005年には7.1となった。その後やや低下したが、再び上昇して2013年は9.3となった。2014年以降はやや低下しているものの、2018年の過去5年平均は7.5で、依然として高い水準であった。

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えて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。2010年前後の資源密度指数の上昇は、この漁場の利用状況の変化による影響と推察される。

(3) 資源量と漁獲割合の推移

日本海 B 海域の水深 200～500 m に設けた 32 調査点において実施したかご調査の結果に基づく雌雄別の現存量と 2018 年漁期漁獲尾数を用いて、漁期開始時点の漁獲対象資源量を推定した。2010 年以降の資源尾数は雌雄で比較的近い値となっており、2018 年は雄で 280 万尾、雌で 670 万尾であった（図 9、補足表 2-1）。雌雄合計の資源量は、1998 年以降は 2,300～5,100 トンで推移している。2010 年に 5,000 トンを超えたが、2013 年に減少し、2014 年は 2,300 トンであった。2015～2017 年は 3,300～4,000 トンで推移し、2018 年は再び減少して 2,600 トンとなった（図 10、補足表 2-1）。また、漁期後の親魚量は 2009 年までは 1,200～2,500 トンで推移し、2010 年以降は減少傾向にあったが、2017 年に増加し、2018 年は 1,100 トンであった。

資源量と漁獲量から、漁獲割合と F を推定した（図 11、補足表 2-1）。両値ともに、雄では、2013、2014 年にやや高くなった他は、2003 年以降低い値で安定していた。一方、雌は 2010 年以降に上昇していたが、2017 年は低下した。2018 年の F 値は雄で 0.11、雌で 0.07 であった（補足表 2-1）。

(4) Blimit の設定

資源量が得られている 1998 年以降、資源水準が高位で維持されていることから Blimit を設定していない。

(5) 資源の水準・動向

資源水準の区分のため、雌雄合計の資源密度指数（kg/網）の過去 5 年平均について、漁場の利用状況の変化による影響とされる近年の上昇が起こる前の 2009 年時点の最高値（7.1：2005 年）と 0 の間を三等分し、2.4 未満を低位、2.4 以上 4.7 未満を中位、4.7 以上を高位とした。2018 年の資源密度指数（過去 5 年平均）は 7.5 であることから、資源水準を高位と判断した（図 8）。

資源動向は、雌雄合計の資源量の最近 5 年間（2014～2018 年）の推移から、横ばいと判断した（図 10）。

(6) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

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。雄の計算結果は A 海域と同様である。雄では 11 齢まで、雌では 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、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、本評価の ABC 算定には 0.5 を用いた。

雄の F30%SPR は 0.20 であった。雄の $F_{current}$ (2014~2018 年の平均) は 0.09 であり、F30%SPR を下回っている (図 12)。雌の F30%SPR は 0.22 であった。雌の $F_{current}$ は 0.10 であり、F30%SPR を下回っている (図 12)。

雄の F0.1 は 0.16 であり、 $F_{current}$ (0.09) は F0.1 を下回っている (図 13)。雌の F0.1 は 0.19 であり、 $F_{current}$ (0.10) は F0.1 を下回っている (図 13)。

雌雄ともに F 値は、F30%SPR および F0.1 のいずれに対しても下回っており、現状の漁獲圧で漁獲を続けても資源を維持できると判断される。

5. 2020 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は高位、動向は横ばいであった。また、現状の F 値は生物学的管理基準値と比較して雌雄ともに低い値となっており、資源は高い水準で維持されることが考えられる。したがって、親魚量を確保することを管理目標とした。

(2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

本海域では、資源量は推定されているが再生産関係は不明である。資源水準は高位、動向は横ばいであることから、ABC 算定規則 1-3)-(1) を適用して、以下の式により 2020 年 ABC を算定した。

$$F_{limit} = (\text{基準値か現状の } F)$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \alpha$$

ここで α は安全率であり、標準値の 0.8 を用いた。

本海域では、漁獲シナリオとして、現状の漁獲圧の維持 ($F_{current}$)、生物学的管理基準を基に適度な漁獲圧による漁獲 (F0.1)、同様に親魚量の確保 (30%SPR) を目指すものを採用した。以上のシナリオについて、 $F_{current}$ では雌雄別に推定された F 値を、F0.1 および F30%SPR では雌雄別に YPR および SPR から計算された F 値をそれぞれ使用した。

F0.1 や F%SPR のような生物学的管理基準値を用いる場合、これらは雌雄別に計算されることから、 $F_{current}$ における F 値の雌雄比とは異なる ABC が算定される。その場合、F0.1 や F%SPR において $F_{current}$ における F 値の雌雄比を維持するためには、雌雄いずれかの F 値を下げなければならない、この場合雌雄合計の F 値は F0.1 や F%SPR と異なることとなる。しかし、ここでは雌雄合計の F 値が F0.1 や F%SPR と一致することを重視し、生物学的管理基準を用いる場合は、雌雄別々に計算された F 値を用いて ABC を算定する。なお、本年の評価結果では、 $F_{current}$ における F 値の雌雄比と算定された ABC に対する F 値の雌雄比には大きな乖離はない。

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り、2016 年より小型個体の採集も可能な桁網調査を実施しているが、まだデータ蓄積は十分ではない (補足資料 5)。したがって、現段階では ABC 算定年の資源量を前進計算で求めることが不可能であり、過去 5 年 (2014~2018 年) の平均資源

量を用いて漁獲量を算定した。

2020 年の資源量は、2014～2018 年の平均より 3,200 トンと推定された。これに対し、2020 年漁期の ABC は、Fcurrent、F0.1 および 30%SPR の各漁獲シナリオについて、それぞれ 290 トン、490 トンおよび 610 トンと算定された。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (トン)						
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.08	230	250	230	—	—	—	—
	Limit	0.09	230	250	290	—	—	—	—
適度な漁獲圧に よる漁獲 (F0.1)	Target	0.13	230	250	400	—	—	—	—
	Limit	0.17	230	250	490	—	—	—	—
親魚量の確保 (F30%SPR)	Target	0.17	230	250	500	—	—	—	—
	Limit	0.21	230	250	610	—	—	—	—
			資源量 (トン)						
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.08	2,600	3,200	3,200	—	—	—	—
	Limit	0.09	2,600	3,200	3,200	—	—	—	—
適度な漁獲圧に よる漁獲 (F0.1)	Target	0.13	2,600	3,200	3,200	—	—	—	—
	Limit	0.17	2,600	3,200	3,200	—	—	—	—
親魚量の確保 (F30%SPR)	Target	0.17	2,600	3,200	3,200	—	—	—	—
	Limit	0.21	2,600	3,200	3,200	—	—	—	—

- Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。
- Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。
- $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、 α には標準値 0.8 を用いた。
- 年は漁期年（7 月～翌年 6 月）を示す。
- 資源量は漁期開始時点。加入量の観測値が得られないこと、および再生産関係が推定できないので将来予測は不可能である。
- 2019 年と 2020 年の資源量は 2014～2018 年の平均値、2019 年の漁獲量は 2014～2018 年の平均値と仮定した。
- F 値、漁獲量および資源量は、いずれも雌雄込みの値である。
- 漁獲量は十トン未満を、資源量は百トン未満をそれぞれ四捨五入した値である。

(3) 2020 年 ABC、加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2020 年 漁期 ABC (雄、雌) (トン)	漁獲 割合 (雄、雌) (%)	F 値 (雄、雌) (現状の F 値から の増減%)	2024 年 漁期の 親魚量 (トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年漁期 に 2019 年 漁期親魚量 を維持	2024 年漁期 に Blimit を 維持
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	230 (170、64)	7 (7、8)	0.08 (0.07、0.08) (－20%)	—	—	—
	Limit	290 (210、79)	9 (9、9)	0.09 (0.09、0.10) (±0%)	—	—	—
適度な漁獲圧 による漁獲* (F0.1)	Target	400 (287、114)	12 (12、14)	0.13 (0.13、0.15) (+42%)	—	—	—
	Limit	490 (353、141)	15 (15、17)	0.17 (0.16、0.19) (+77%)	—	—	—
親魚量の確保* (F30%SPR)	Target	500 (360、135)	15 (15、16)	0.17 (0.16、0.18) (+78%)	—	—	—
	Limit	610 (441、166)	19 (18、20)	0.21 (0.20、0.22) (+122%)	—	—	—

コメント

- ・ABC の算定には、規則 1-3)-(1)を用いた。
- ・再生産関係が不明であり、漁獲加入前の資源尾数が推定できないことから、将来予測は行っていない。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。現状の漁獲圧は、資源を持続的に維持できる水準にあると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

- ・Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。
- ・Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。

- ・ $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、 α には標準値 0.8 を用いた。
- ・ $F_{current}$ は、2014～2018 年漁期の漁獲係数の平均を示す。
- ・ 年は漁期年（7 月～翌年 6 月）を示す。
- ・ 漁獲割合は、2020 年漁期の漁獲量／2020 年漁期当初の漁獲対象資源量である。
- ・ $F_{current}$ では雌雄別に推定された F 値を、 $F_{0.1}$ および $F_{30\%SPR}$ では雌雄別に YPR および SPR から計算された F 値をそれぞれ使用した。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加された データセット	修正・更新された数値
2017 年漁期漁獲量確定値	2017 年漁期漁獲量、2017～2018 年漁期開始時点資源量
2019 年調査時点現存量	2018 年漁期開始時点資源量
2018 年漁期漁獲量暫定値	2018 年漁期漁獲量、2018 年漁期開始時点資源量

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量(トン) (実際の F 値)
2018 年漁期(当初)	F30%SPR	0.21	3,300	610*	500	
2018 年漁期 (2018 年再評価)	F30%SPR	0.21	3,200	600	490	
2018 年漁期 (2019 年再評価)	F30%SPR	0.21	2,600	510	410	227 (0.09)
2019 年漁期(当初)	F30%SPR	0.21	3,200	600*	490	
2019 年漁期 (2019 年再評価)	F30%SPR	0.21	3,200	610	500	
・ 2017、2018 年漁期とも、TAC 設定の根拠となった管理基準について行った。 ・ *は TAC 設定の根拠となった値である。 ・ 資源量は漁期開始時点の値である。 ・ いずれも雌雄込みの値である。 ・ 2017 年漁期漁獲量は暫定値である。						

B 海域ではかご調査による直接推定法を用いて現存量を推定しており、後退法によって調査前漁期開始時点の資源量を算出している。また、ABC 算定には直近 5 年の平均資源量を用いているので、当初評価時の資源量は翌年の再評価時に更新され、翌々年の再評価時に確定する。2018 年の資源量は、2017 年当初評価時は 2012～2016 年の平均値であり、2018 年再評価時に 2013～2017 年の平均値に更新し、2019 年再評価時に確定する。なお、2018

年漁期の漁獲量は 227 トンだった。

2018 年および 2019 年 TAC とともに、親魚量の確保 (F30%SPR) を目指すシナリオが採用された。2018 年の資源量は 2019 年再評価によって 600 トン減少し、ABClimit、ABCtarget も減少した。また、2019 年の資源量は 2019 年再評価では 50 トン増加し 3,200 トンであったため、ABClimit、ABCtarget もわずかに増加した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

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。

B 海域では、現在、生物学的管理基準値を ABC 算定に用いている。資源の将来予測に基づく管理基準値を提示するために、新規加入量のデータ蓄積が不可欠である。

7. 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.
- 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.

(執筆者：藤原邦浩、八木佑太、飯田真也、吉川 茜、佐久間 啓、上田祐司)

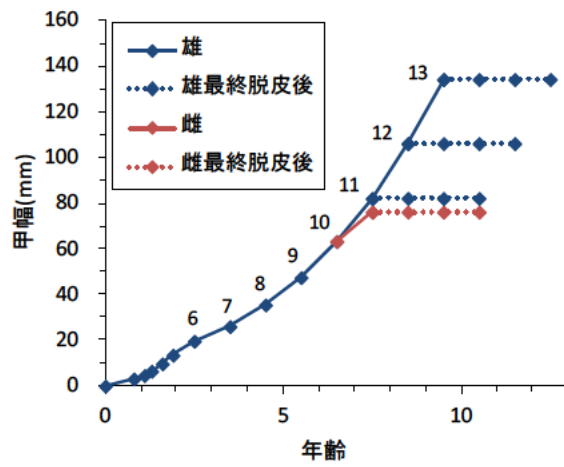


図 1. ズワイガニ日本海系群 B 海域の分布

図 2. ズワイガニの年齢、脱皮齢期および甲幅の関係
 ・数字は脱皮齢期を示す。
 ・10 齢までは雌雄共通である。

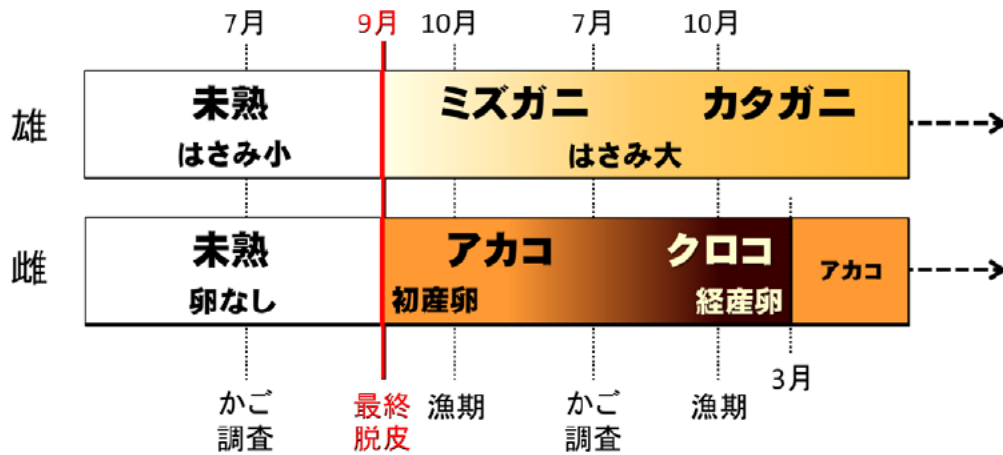


図 3. ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

- ・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。

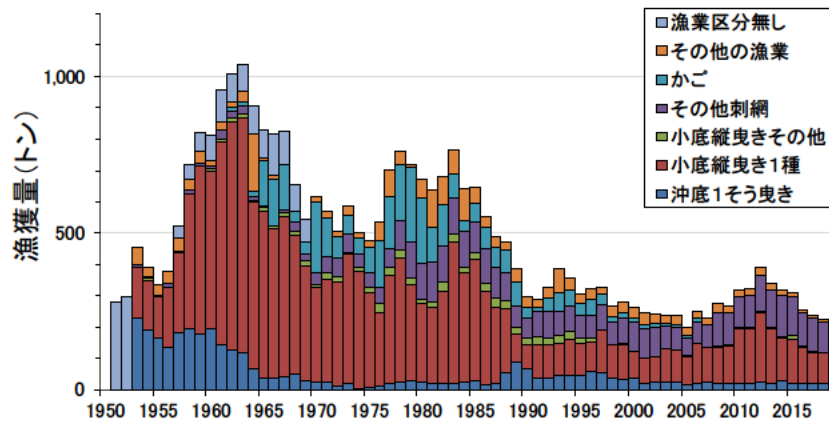


図 4. ズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）

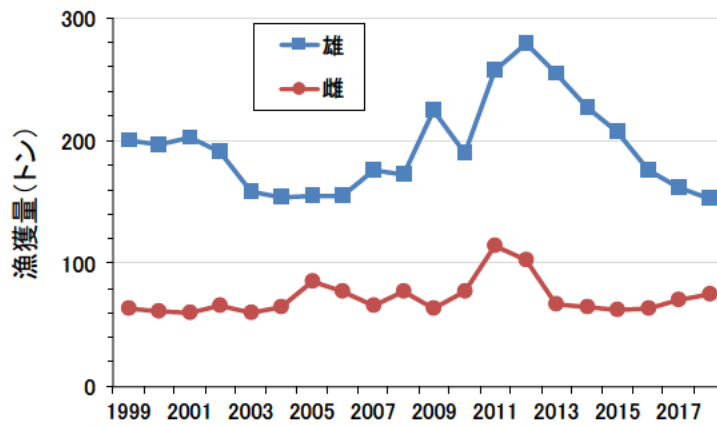


図 5. ズワイガニの雌雄別漁獲量（漁期年）

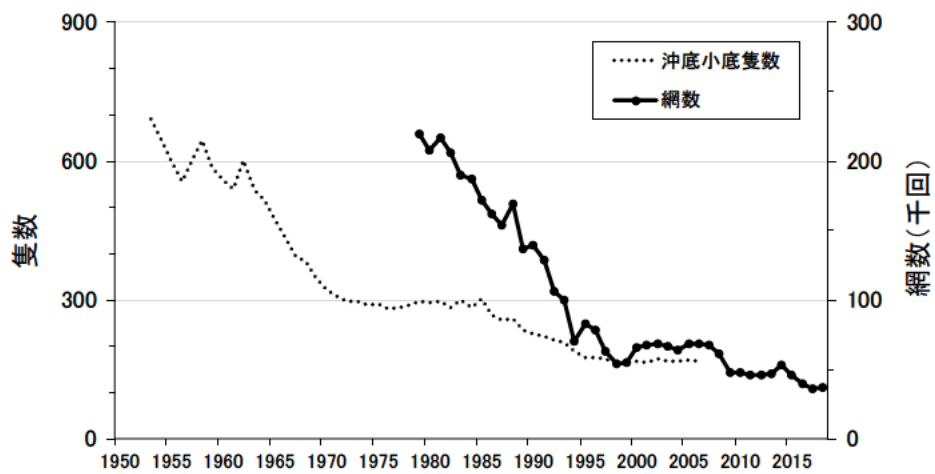


図 6. 沖底と小底の隻数および網数
2007 年以降の隻数は未集計。

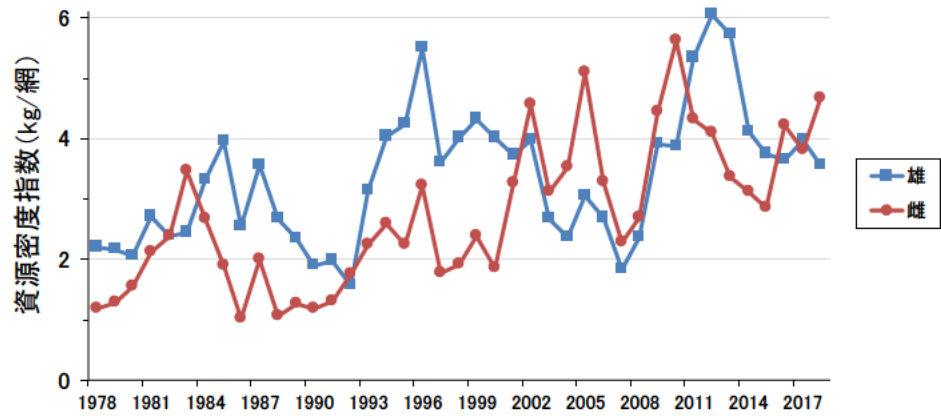


図 7. 沖底と小底（かけまわし）による雌雄別資源密度指数

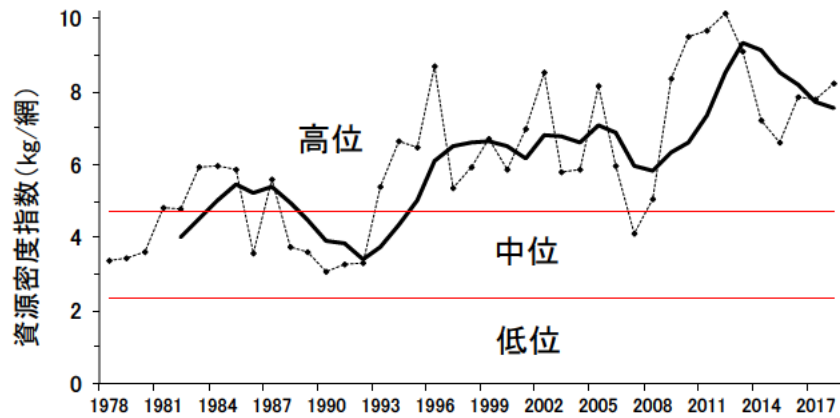


図 8. 資源密度指数（各年の雌雄合計値は点線、過去 5 年平均は太実線）
赤線は過去 5 年平均について 2009 年時点の最高値（7.1 kg : 2005 年）
と 0 の間を三等分して定めた高位と中位の境界（4.7 kg）、中位と低位
の境界（2.4 kg）をそれぞれ示す。

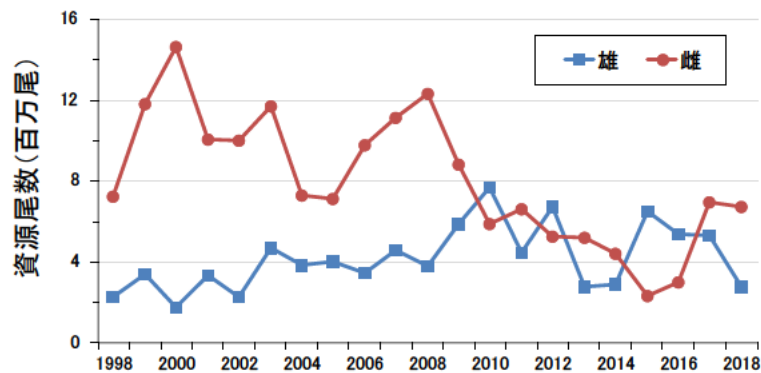


図 9. かご調査で推定した漁期開始時点の資源尾数
雄は甲幅 90 mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

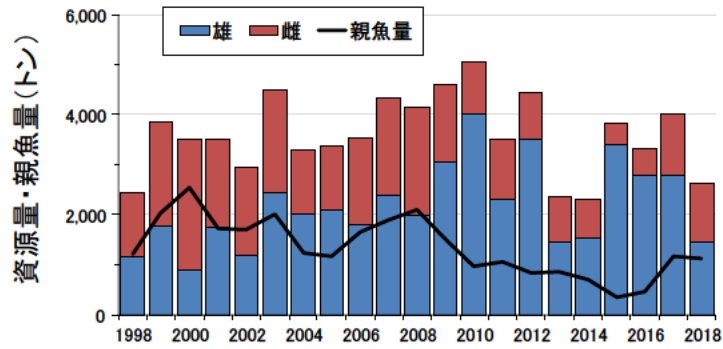


図 10. かご調査で推定した調査前漁期開始時点の資源量および漁期後の親魚量
雄は甲幅 90 mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

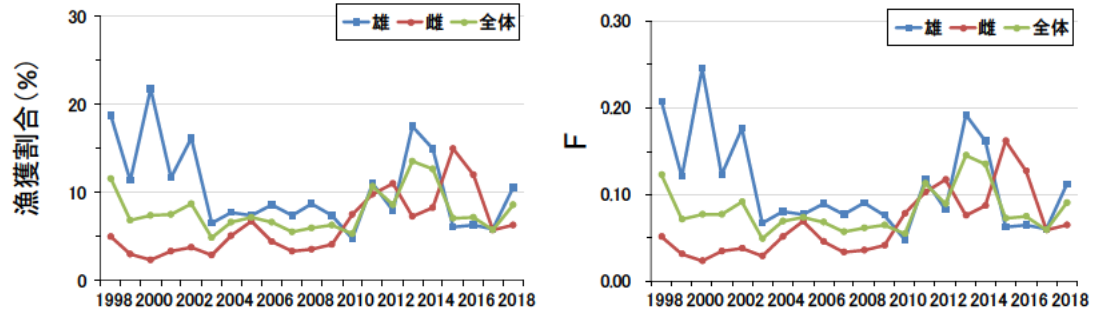


図 11. 漁獲割合と漁獲係数 (F)

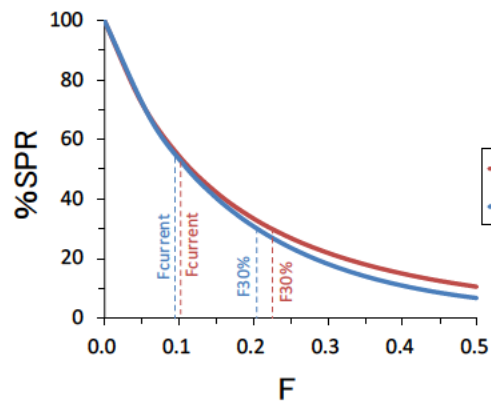


図 12. F と %SPR の関係

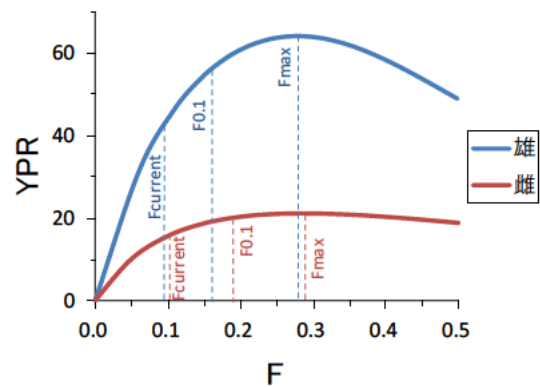


図 13. F と YPR の関係

表 1. B 海域におけるズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）

年	漁業種類別漁獲量（トン）							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

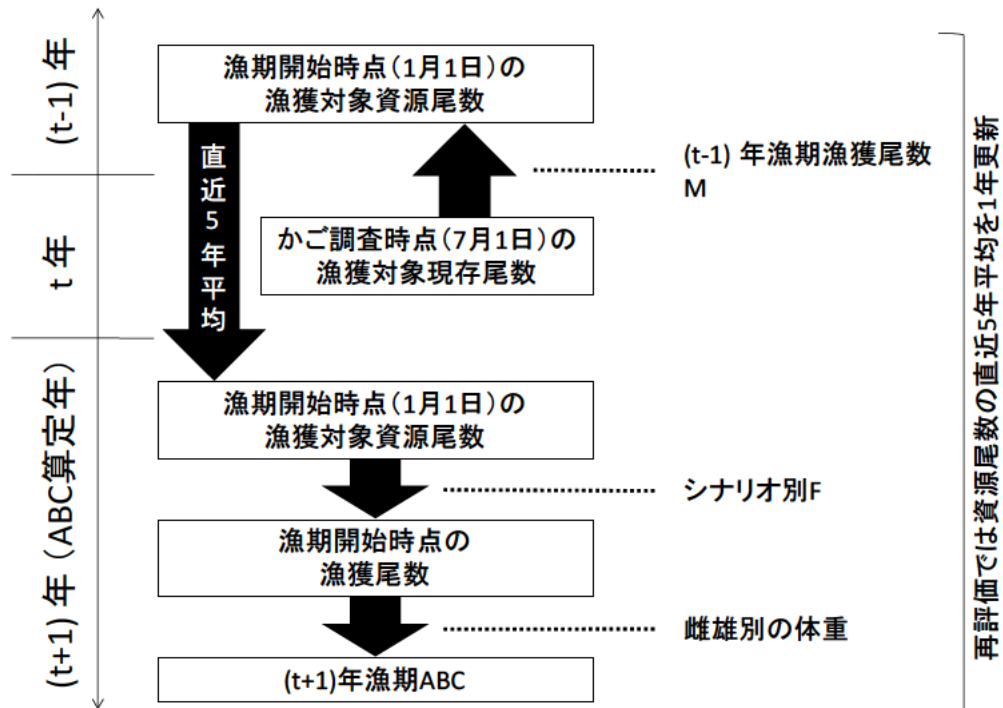
農林水産省漁業・養殖業生産統計年報（一部府県調べの値を含む）
による。2018 年は暫定値。

表 2. B 海域における沖合底びき網と小型底びき網漁業全体の資源密度指数

漁期年	雄	雌	雄雌	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	3.6	4.7	8.2	7.5

2018 年は 2018 年 3 月までの暫定値。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

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るとし、調査は漁期後の資源状態を表すものと仮定した。脱皮は漁獲前もしくは調査後つまり秋季に主に起こるため、漁獲日から調査日の間には起こらずこの間に個々の体サイズは変わらない。

かごはトロールに比べ小型個体を採集し難いので、漁獲加入前の 10 齢雌および雄の甲幅 90 mm 未満の現存尾数を把握することが困難である。したがって、2019 (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}) を用い、後退法により 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}) を求めた（補足表 2-1）。

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

上式で M は自然死亡係数 (0.2) を示す。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 は漁獲率を示す。

いずれの漁獲シナリオでも、t+1 年 ABC を下式により計算した。

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

上式で w は平均体重である。現状の資源状態が継続すると仮定し、直近 5 年間（2014～2018 年）の資源尾数の平均値を t+1 年の漁期開始時点資源尾数 (N'_{t+1}) とした。現状の漁獲圧 ($F_{current}$) も直近 5 年間（2014～2018 年）の F の平均値とした。

補足表 2-1. 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）

調査時点現存尾数（千尾）

	1,999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	1,653	2,703	1,223	2,673	1,715	3,950	3,212	3,358	2,856	3,815	3,145	4,906
雌	6,223	10,335	12,945	8,785	8,715	10,267	6,260	6,025	8,465	9,723	10,735	7,657

漁獲尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337	330	430	364
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	369	435	356	439

漁獲量（トン）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	220	200	196	202	191	159	154	155	154	176	172	224	190
雌	64	63	61	60	66	59	65	85	77	65	77	63	78
合計	283	264	258	262	257	218	219	240	232	241	249	288	268

漁期開始時点資源尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	2,248	3,371	1,728	3,342	2,261	4,669	3,845	4,009	3,452	4,554	3,806	5,852	7,703
雌	7,238	11,780	14,652	10,047	10,004	11,681	7,285	7,137	9,793	11,114	12,298	8,818	5,860

漁期開始時点資源量（トン）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	1,173	1,760	902	1,744	1,180	2,437	2,007	2,093	1,802	2,377	1,987	3,055	4,021
雌	1,281	2,085	2,593	1,778	1,771	2,068	1,289	1,263	1,733	1,967	2,177	1,561	1,037
合計	2,455	3,845	3,495	3,523	2,951	4,505	3,297	3,356	3,536	4,344	4,163	4,616	5,058
親魚量	1,217	2,022	2,532	1,718	1,705	2,008	1,225	1,178	1,656	1,902	2,100	1,498	960

漁獲割合（%）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	18.7	11.4	21.8	11.6	16.2	6.5	7.7	7.4	8.6	7.4	8.7	7.3	4.7
雌	5.0	3.0	2.4	3.4	3.7	2.9	5.0	6.7	4.5	3.3	3.5	4.0	7.5
全体	11.5	6.9	7.4	7.4	8.7	4.8	6.6	7.2	6.6	5.6	6.0	6.2	5.3

漁獲係数（F）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	0.21	0.12	0.25	0.12	0.18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.05
雌	0.05	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05	0.07	0.05	0.03	0.04	0.04	0.08
全体	0.12	0.07	0.08	0.08	0.09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2018 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2019 年の漁獲尾数および漁獲量は予測値（2014～2018 年の平均値）。

2019 年と 2020 年の漁期開始時点資源尾数は予測値（2014～2018 年の平均値）。

F14-18 は、2014～2018 年の平均値。

イタリックは予測値。

補足表 2-1. 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）（つづき）

調査時点現存尾数（千尾）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
雄	6,641	3,581	5,608	2,084	2,237	5,541	4,543	4,544	2,248
雌	4,906	5,407	4,229	4,351	3,636	1,804	2,374	5,949	5,696

漁獲尾数（千尾）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
雄	491	534	488	434	396	338	310	293	354
雌	648	579	380	364	350	356	398	421	378

漁獲量（トン）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
雄	256	279	255	226	207	176	162	153	185
雌	115	103	67	64	62	63	71	74	67
合計	371	381	322	291	269	239	232	227	252

漁期開始時点資源尾数（千尾）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
雄	4,449	6,733	2,791	2,906	6,520	5,358	5,332	2,778	4,579	4,579
雌	6,624	5,253	5,188	4,382	2,344	2,979	6,973	6,715	4,679	4,679

漁期開始時点資源量（トン）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
雄	2,322	3,514	1,457	1,517	3,403	2,797	2,783	1,450	2,390	2,390
雌	1,172	930	918	776	415	527	1,234	1,189	828	828
合計	3,495	4,444	2,375	2,293	3,818	3,324	4,017	2,639	3,218	3,218
親魚量	1,058	827	851	711	353	464	1,164	1,114	761	

漁獲割合 (%)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
雄	11.0	7.9	17.5	14.9	6.1	6.3	5.8	10.5	7.7
雌	9.8	11.0	7.3	8.3	14.9	11.9	5.7	6.3	8.1
全体	10.6	8.6	13.6	12.7	7.0	7.2	5.8	8.6	7.8

漁獲係数 (F)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	F14-18
雄	0.12	0.08	0.19	0.16	0.06	0.07	0.06	0.11	0.08	0.09
雌	0.10	0.12	0.08	0.09	0.16	0.13	0.06	0.06	0.08	0.10
全体	0.11	0.09	0.15	0.14	0.07	0.07	0.06	0.09	0.08	

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2018 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2019 年の漁獲尾数および漁獲量は予測値（2014～2018 年の平均値）。

2019 年と 2020 年の漁期開始時点資源尾数は予測値（2014～2018 年の平均値）。

F14-18 は、2014～2018 年の平均値。

イタリックは予測値。

補足資料3 直接推定法による現存量推定

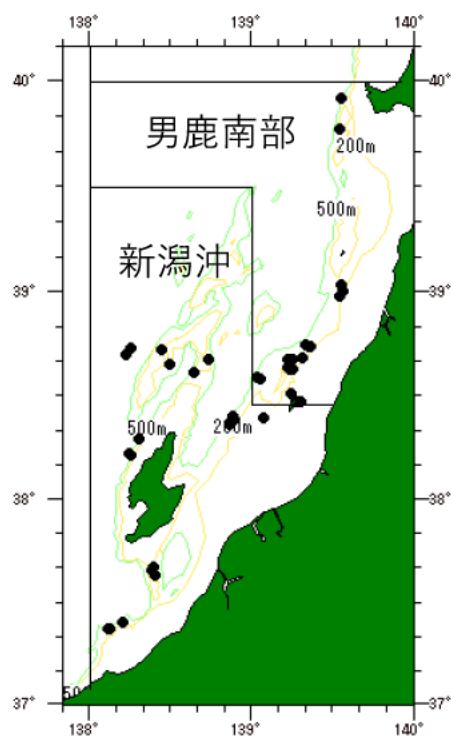
2019年6～7月に日本海北部において、新潟県（越路丸）、山形県（漁船用船）および秋田県（千秋丸）によるかご調査を行った。各県各船ともに、同一仕様のカニかごを用い、100 m 間隔でかごを20個装着した状態を1連とした。調査点数は、2016年以降、38点を基本として実施している。2019年は新潟県南部の6点を除く32点で実施した。なお、2013年までの調査点数は23点、2014年と2015年は新潟県が独自に実施した9点を含めた32点である。そして、1調査点あたり1連を使用し、かごの浸漬時間は8時間以上とした。餌には冷凍サバを用い、1かごあたり体長30 cm程度の個体4尾を基本とした。

沖底海区である男鹿南部と新潟沖の2海区（補足図3-1）、水深200～500 mを100 m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、1 km²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4参照）とした。重量変換の際、雌の体重を177 g、雄は522 gと仮定した。

推定された2020年の雌雄合計の現存量は3,218トンであった（補足表3-1）。2016年以降は調査点数を増やし、資源量推定値の変動係数（CV）が小さくなった。しかし、2019年の平均のCVは、雄と雌でそれぞれ、0.23、0.54であり、雌は高かった。さらに資源量推定精度を向上させるには、今後も現行の調査点数は確保するとともに、雌が高密度に集中分布する現象に関する調査研究が必要である。

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.
- 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.



補足図 3-1. かご調査の調査点（2016 年以降の基本定点）

2019 年は佐渡南方～上越地区の定点を除く 32 点で実施。

補足表 3-1. かご調査による 2019 年 6～7 月の現存量

海区	水深帯 (m)	面積 (km ²)	調査 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	1,029	7	2.7	1.3	559	859	292	152
	300～400	900	8	3.3	2.0	601	1,132	314	200
	400～500	647	5	0.5	0.0	61	16	32	3
	計		20			1,221	2,007	637	355
新潟沖	200～300	1,116	6	1.2	4.9	266	3,441	139	609
	300～400	1,102	4	2.9	0.3	639	232	334	41
	400～500	980	2	0.6	0.0	122	15	64	3
	計		12			1,028	3,689	536	653
合計			32			2,248	5,696	1,174	1,008

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値を示す。

補足資料 4 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 3）。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、雄では甲幅 90 mm 以上に比べ採集尾数が少ないことが、近年指摘されていた（補足図 4-1）。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。

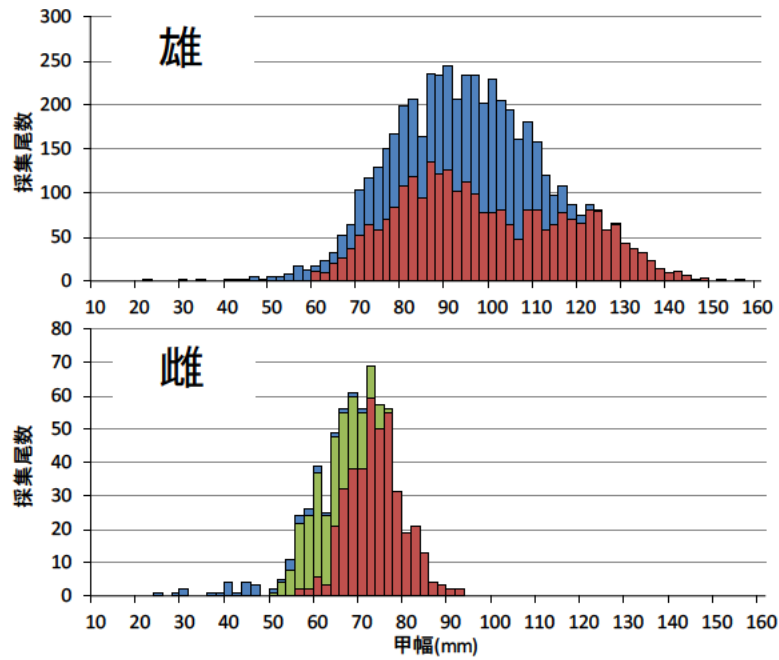
かご調査による雄の齢期別現存尾数を求めるため、2003～2016 年の甲幅組成に対し未成体・成体別に複合正規分布の当てはめによる齢期分解を行った（補足図 4-2）。各年の甲幅組成は 9～13 齢の現存尾数に分解されたが、年級群を追跡できるような傾向はみられなかったことから、年をプールし、2003～2016 年の平均齢期別現存尾数を求めた。

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。

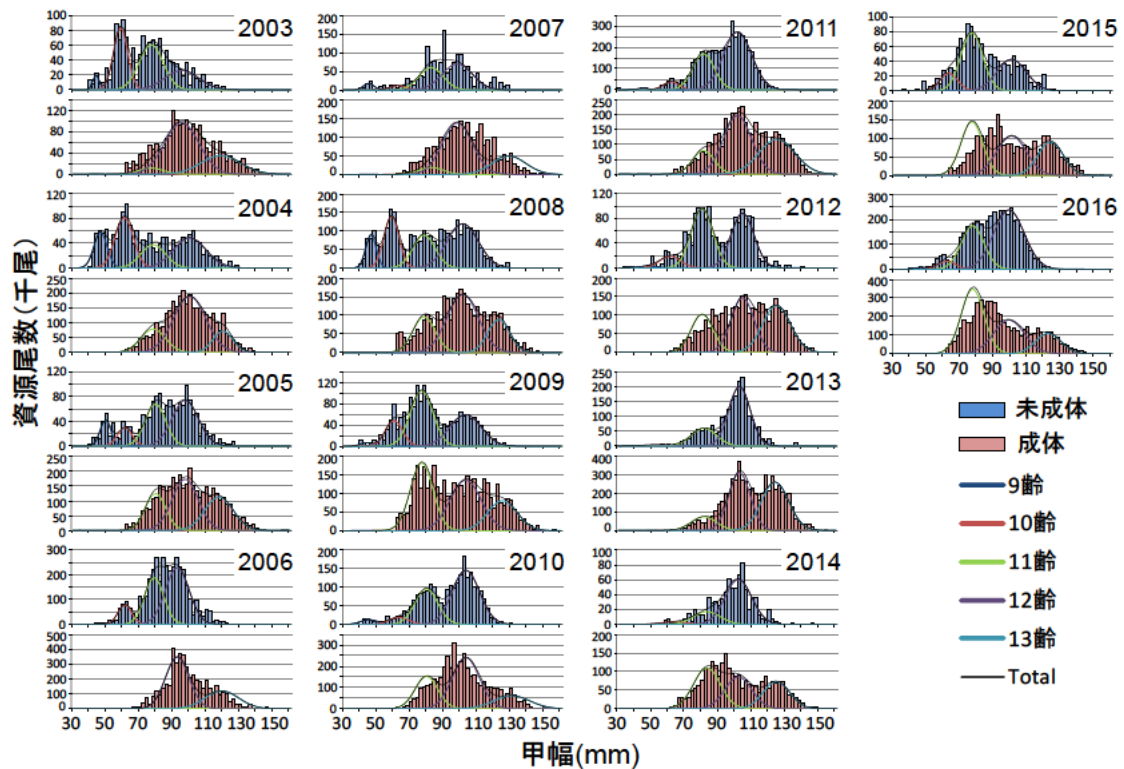
B 海域のかご調査による齢期別現存尾数では 12～13 齢（4,130 千尾）に対し 11 齢（1,707 千尾）が少ないのに対し、A 海域のトロール調査では 12～13 齢（12,983 千尾）よりも 11 齢（17,204 千尾）のほうが多い（補足表 4-1）。

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 4-1. 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 4-2. 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

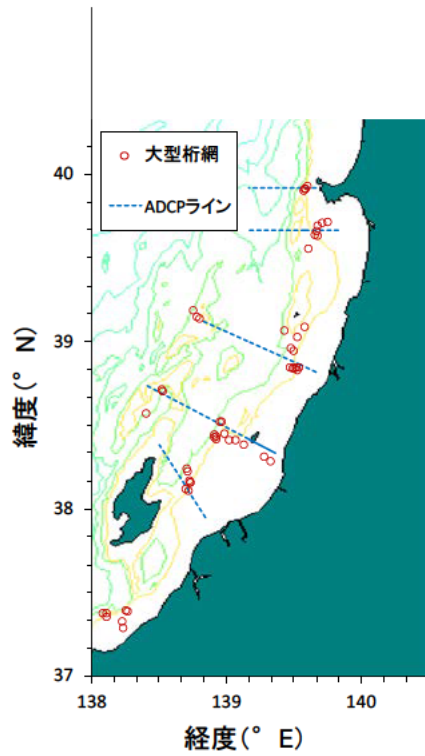
補足表 4-1. 日本海 B 海域のかご調査および A 海域のトロール
調査により推定された 2003～2016 年における平
均齢期別現存尾数

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

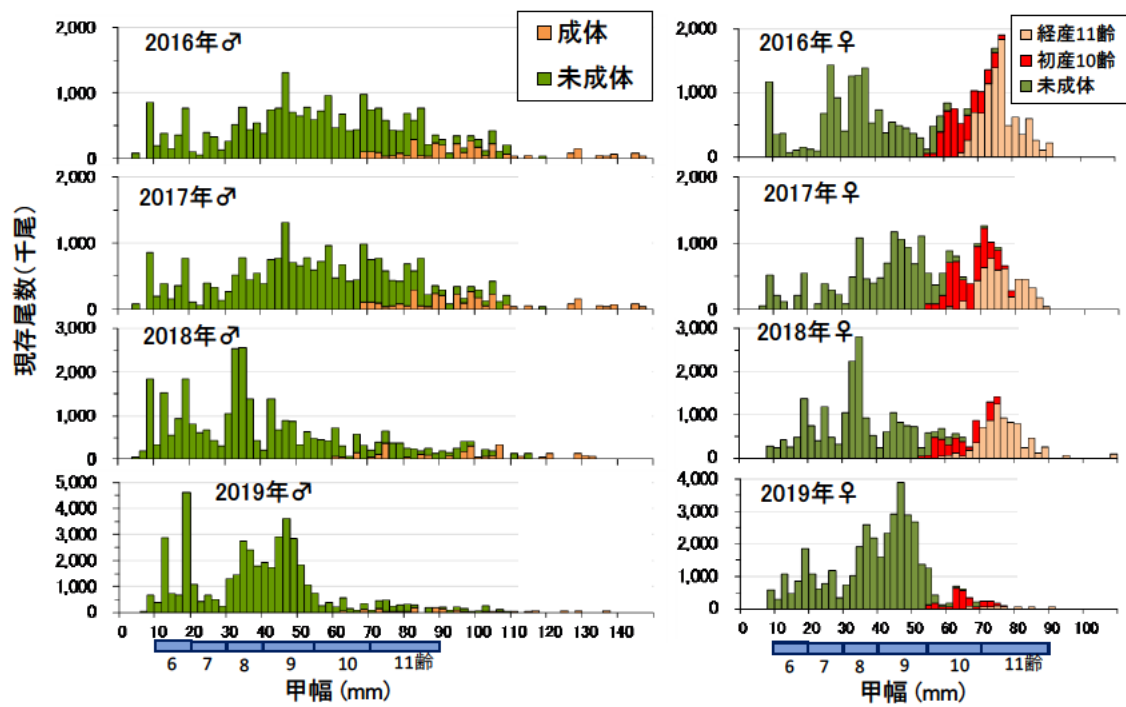
補足資料 5 桁網調査による資源量および加入量推定の試み

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）（2018 年以降、天鷹丸（995 トン））により実施した。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、栗島周辺、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、ズワイガニの採集される水深 170～500 m では各年 30～40 点、曳網した（補足図 5-1）。曳網は、昼間に 20 分間 2 ノットとした。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。採集効率は 0.3 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。

まず、2016～2019 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 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。その一方、資源対象サイズは採集数が少なく、かに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、2019 年は雌雄ともに 40～54 mm の 9 齢が多かった。2018 年の 30～40 mm の 8 齢も多かったことと整合している。また、2018 年と 2019 年の 10～20 mm の 6 齢が多かった。次に、日本海 B 海域における成熟段階別脱皮齢期別現存尾数を補足図 5-3 に示す。2016 年以降の 4 年間では、10 齢や 11 齢は減少しているが、6～9 齢は増加している。今後の加入量はいったん減少するものの、その後増加することが見込まれる。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分かった。その一方で、雌の成熟個体（漁期中はクロコと呼ばれる個体）については、2019 年に前年比 0.07 という異常値が算出されており、かにかご調査同様、成熟雌のデータは不安定で、データ蓄積とともに調査設計の改善がさらに不可欠である。いずれにしても、将来予測は桁網調査でのみ可能であり、かご調査結果と融合させる資源計算を検討する。

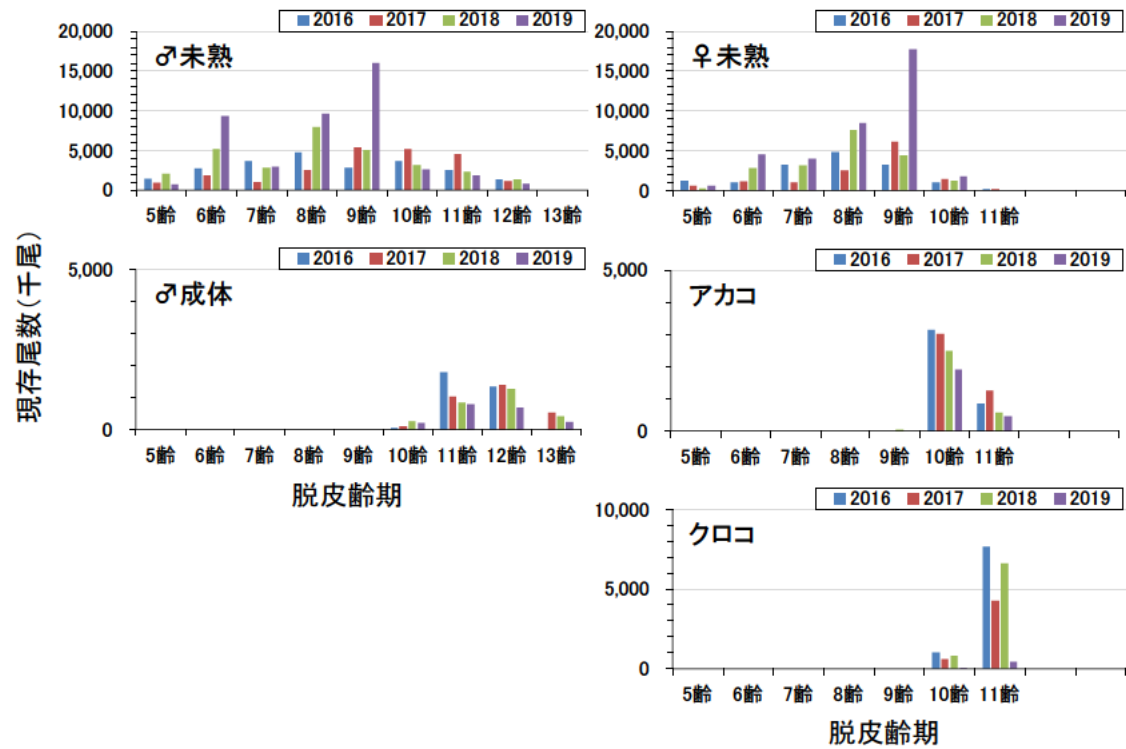


補足図 5-1. 桁網調査の調査海域図



補足図 5-2. 桁網調査に基づく雌雄別甲幅組成 (2016～2019 年)

縦軸は現存尾数であり、補助線は1,000 千尾ごとである。



補足図 5-3. 桁網調査に基づく成熟段階別年齢別現存尾数（2016～2019 年）
雌の成熟段階は調査年と同年の漁期に水揚げされた際の呼称であり、補助線は 5,000 千尾ごとである。

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 7、8、表 2）。

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。

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

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。

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

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表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

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。

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

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、経年的に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。