

平成 29（2017）年度ズワイガニ日本海系群B海域の資源評価

責任担当水研： 本海区水産研究所（養松郁子、上田祐司、藤原邦浩、佐久間啓、吉川 茜）

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、2016 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（2012～2016 年）の資源量から、資源動向を横ばいと判断した。現在の漁獲圧は低く、親魚量を確保することで資源の維持することを管理目標とした。2018 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	2018 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%)	2022 年漁 期の 親魚量 (トン) (80%区 間)	確率評価 (%)	
						2022 年漁期 に 2017 年漁 期親魚量を 維持	2022 年漁 期に Blimit を維持
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	280 (218, 64)	9 (9, 9)	0.09 (0.09, 0.09) (-20%)	—	—	—
	Limit	350 (269, 79)	11 (11, 11)	0.11 (0.11, 0.12) (±0%)	—	—	—
適度な漁獲圧 による漁獲* (F0.1)	Target	400 (305, 99)	12 (12, 14)	0.13 (0.13, 0.15) (+17%)	—	—	—
	Limit	500 (375, 121)	15 (15, 17)	0.17 (0.16, 0.19) (+46%)	—	—	—
親魚量の確保* (F30%SPR)	Target	500 (382, 117)	15 (15, 16)	0.17 (0.16, 0.18) (+47%)	—	—	—
	Limit	610 (468, 143)	19 (19, 20)	0.21 (0.20, 0.22) (+84%)	—	—	—

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。
- ・ Fcurrent は、2012～2016 年漁期の漁獲係数の平均を示す。
- ・ Fcurrent 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。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2013	2,400	850	322	0.15	14
2014	2,300	710	291	0.14	13
2015	3,800	350	269	0.07	7
2016	3,300	460	242	0.08	7
2017	3,300	640	301	0.10	9
2018	3,300	—	—	—	—

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。2017 年の親魚量は、2017 年の雌の漁獲量が 2014～2016 年の平均と仮定したときの、漁期後に想定される値（補足資料 2）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。なお、2017 年および 2018 年の資源量は 2012～2016 年資源量の平均値、2017 年の漁獲量は 2012～2016 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		
2016 年	資源量	3,300 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	かご調査（秋田県（6 月）、山形県（7 月）、新潟県（7 月））
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、雌雄別水揚げ（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 本海沿岸における最も重要な底魚資源である。本州 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、近年のズワイガニ単価の上昇、スケトウダラなど多獲性魚類

の漁獲量低迷等により重要性が高まっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本海における本系群の分布範囲は、大陸棚斜面の縁辺部および 本海中央部の大和堆であり、水深 200～500m 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、260～300m 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。加えて、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 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、幅 60mm 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、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 ～翌年 5 月 31 に定められている。漁獲対象は、雄では 幅 90mm 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 トンを切って以降減少し、2016 年は 169 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、2013～2015 年は 60 トン台で推移し、2016 年は 73 トンであった。雌雄合計の 2016 年の漁獲量は 242 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、年々減少し現在ではピーク時の 1/4 程度である 170 隻前後で安定している。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 年は 46 千回、2016 年は 40 千回と近年減少傾向にある（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 5）。なお、年別指数は変動が非常に大きいことから、過去 5 年移動平均を用い、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、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。2016 年の資源密度指数（2017 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 3～6kg の間で推移したが、1993～2009 年は概ね 5～9kg 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上昇し続けていたが、2013 年から減少傾向にあり、2016 年は 8.3kg で 2009 年と同程度であった。過去 5 年移動平均は 1992 年に 3.4kg と最低であったがその後上昇し、2005 年には 7.1kg となった。その後やや低下した後に上昇に転じ、2013 年は 9.3kg となった。2014 年以降はやや低下しているものの、2016 年の過去 5 年移動平均は 8.3kg で、2012 年、2015 年とほぼ同じ水準であった。

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、B 海域では A 海域に比べ全体に急深な地形が多く、漁獲成績報告書の集計単位である緯度経度 10 分柁目の漁区の中で限られた海域のみが漁場として利用されるため、漁区単位の CPUE が漁場の利用状況の影響を受けやすいこと等が考えられる。

（3）資源量と漁獲割合の推移

本海北部海域の水深 200～500m に設けた 38 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 2016 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、2016 年は雄で 530 万尾、雌で 300 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 トンを超えた後、2013 年および 2014 年はそれぞれ 2,400、2,300 トンに大きく減少したが、2015 年は 3,800 トンに増加した。2016 年はやや減少して、3,300 トンであった（図 10、補足表 2-1）。一方、漁期後の親魚量は 2009 年までは 1,200～2,500 で推移していたが、2010 年以降減少傾向にあり、2016 年は 460 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、雄では、2011、2013、2014 年にやや高くなった他は、2003 年以降安定していた。一方、雌は 2010 年以降に上昇する傾向が見られる。2016 年の F 値は雄で 0.06、雌で 0.15 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の5年移動平均について、資源量の推移と連動せず操業形態による影響と判断される近年の急増が起こる前の2009年時点の最高値(7.1kg:2005年)と0の間を三等分し、2.4kg未満を低位、2.4kg以上4.7kg未満を中位、4.7kg以上を高位とした。2015年の資源密度指数は8.5kg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(2012~2016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。Fcurrent(2012~2016年の平均)は0.11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。Fcurrentは0.12であり、F30%SPRを下回っている(図12)。

雄のF0.1は0.16であり、Fcurrent(0.11)はF0.1を下回っている(図13)。雌のF0.1は0.19であり、Fcurrent(0.12)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. 2018年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は高位、動向は横ばいであり、F値は生物学的管理基準値と比較して、雌雄ともに十分に低い値となっている。したがって、現状の漁獲圧は低く、親魚量を確保することで資源を維持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 2018 年 ABC を算定した。

$$F_{\text{limit}} = (\text{基準値か現状の } F)$$

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

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 ($F_{0.1}$)、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、 $F_{0.1}$ 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。

$F_{0.1}$ 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、 $F_{0.1}$ 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ず、この場合雌雄合計の F 値は $F_{0.1}$ 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 $F_{0.1}$ 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る。したがって、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 (2012～2016 年) の平均資源量を用いて漁獲量を算定した。

2018 年の資源量は、2012～2016 年の平均より 3,300 トンと推定された。これに対し、2018 年漁期の ABC は、 F_{current} 、 $F_{0.1}$ および 30%SPR の各漁獲シナリオについて、それぞれ 350 トン、500 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)						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.09	240	300	280	—	—	—	—
	Limit	0.11	240	300	350	—	—	—	—
適度な漁獲圧による漁獲 (F0.1)	Target	0.13	240	300	400	—	—	—	—
	Limit	0.17	240	300	500	—	—	—	—
親魚量の確保 (F30%SPR)	Target	0.17	240	300	500	—	—	—	—
	Limit	0.21	240	300	610	—	—	—	—
			資源量 (トン)						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.09	3,300	3,300	3,300	—	—	—	—
	Limit	0.11	3,300	3,300	3,300	—	—	—	—
適度な漁獲圧による漁獲 (F0.1)	Target	0.13	3,300	3,300	3,300	—	—	—	—
	Limit	0.17	3,300	3,300	3,300	—	—	—	—
親魚量の確保 (F30%SPR)	Target	0.17	3,300	3,300	3,300	—	—	—	—
	Limit	0.21	3,300	3,300	3,300	—	—	—	—

- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 2017 年と 2018 年の資源量は 2012～2016 年の平均値、2017 年の漁獲量は 2012～2016 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) 2018 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	2018 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%)	2022 年漁 期の親魚 量 (トン) (80%区 間)	確率評価 (%)	
						2022 年漁期 に 2017 年漁 期親魚量を 維持	2022 年漁 期に Blimit を維持
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	280 (218, 64)	9 (9, 9)	0.09 (0.09, 0.09) (-20%)	—	—	—
	Limit	350 (269, 79)	11 (11, 11)	0.11 (0.11, 0.12) (±0%)	—	—	—
適度な漁獲圧 による漁獲* (F0.1)	Target	400 (305, 99)	12 (12, 14)	0.13 (0.13, 0.15) (+17%)	—	—	—
	Limit	500 (375, 121)	15 (15, 17)	0.17 (0.16, 0.19) (+46%)	—	—	—
親魚量の確保* (F30%SPR)	Target	500 (382, 117)	15 (15, 16)	0.17 (0.16, 0.18) (+47%)	—	—	—
	Limit	610 (468, 143)	19 (19, 20)	0.21 (0.20, 0.22) (+84%)	—	—	—
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、2012～2016 年漁期の漁獲係数の平均を示す。
- ・ 年は漁期年（7～翌年 6 月）を示す。
- ・ $F_{current}$ 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。

(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
2015 年漁期漁獲量確定値	2015 年漁期漁獲量、2015～2016 年漁期開始時点資源量
2017 年調査時点現存量	2016 年漁期開始時点資源量
2016 年漁期漁獲量暫定値	2016 年漁期漁獲量、2016 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)
2016 年漁期 (当初)	F30%SPR	0.22	2,900	590*	480	
2016 年漁期 (2016 年再評価)	F30%SPR	0.21	2,800	510	420	
2016 年漁期 (2017 年再評価)	F30%SPR	0.21	3,300	620	510	242 (0.08)
2017 年漁期 (当初)	F30%SPR	0.21	2,800	510*	420	
2017 年漁期 (2017 年再評価)	F30%SPR	0.21	3,300	610	500	
・ 2016、2017 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。 ・ 2016 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。2016 年の資源量は、2015 年当初評価時は 2010～2014 年の平均値であり、2016 年再評価時に 2011～2015 年の平均値に更新し、2017 年再評価時に確定する。なお、2016 年漁期の漁獲量は 242 トンだった。

2016 年および 2017 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。2017 年再評価では、2014 年、2015 年かご調査時の調査点数を増やした他、かご調査結果から現存量推定を行う際の雌の採集効率を変更したため、資源量が更新された。2016 年及び 2017 年の資源量は 2017 年再評価によっていずれも 500 トン増加して 3,300 トンとなり、ABClimit、ABCtarget も増加した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

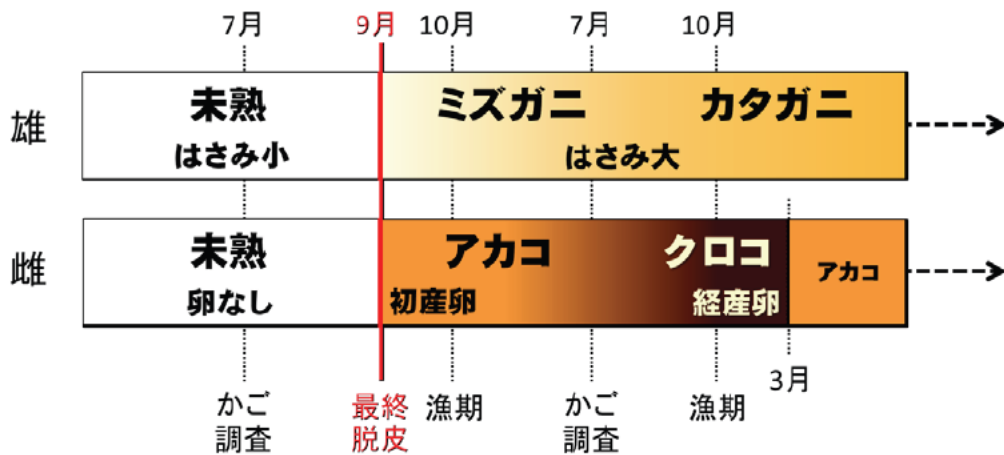
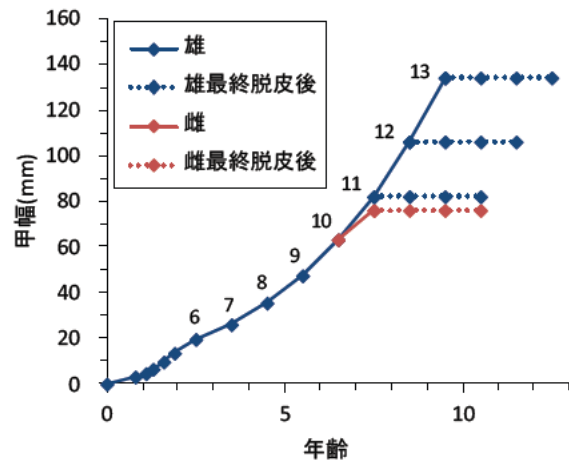
農林水産省令および自主規制等による資源保護を今後も継続的に遵守していくことが重

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 海域では資源の将来予測が不可能であることから、生物学的管理基準値を ABC 算定に用いている。一方で、B 海域と A 海域は同系群であり、加入状況等に同様の傾向がみられる年もあることから、資源の将来予測に基づいた ABC 算定が行われている A 海域の管理基準値を、B 海域にも適用するなどの検討も必要である。

7. 引用文献

- 伊藤勝千代 (1968) 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. 水研報, **19**, 43-50.
- 伊藤勝千代 (1970) 本海におけるズワイガニの生態に関する研究 III. 幅組成および殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 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. 幅組成から推定した脱皮回数. 水誌, **34**, 138-142.
- 小西光一・養松郁子・廣瀬太郎・南 卓志 (2012) 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. 水誌, **78**, 976-978.
- 尾形哲男 (1974) 本海のズワイガニ資源. 水産研究叢書, 26, 本水産資源保護協会, 東京. 64pp.
- 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) 本海における雄ズワイガニの最終脱皮について. 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. 水誌, **58**, 181-186.



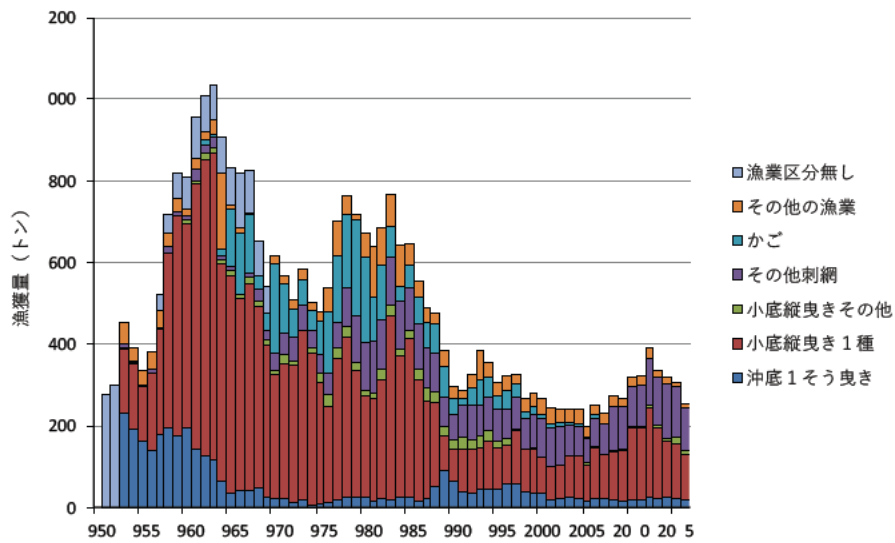


図 4. ズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）

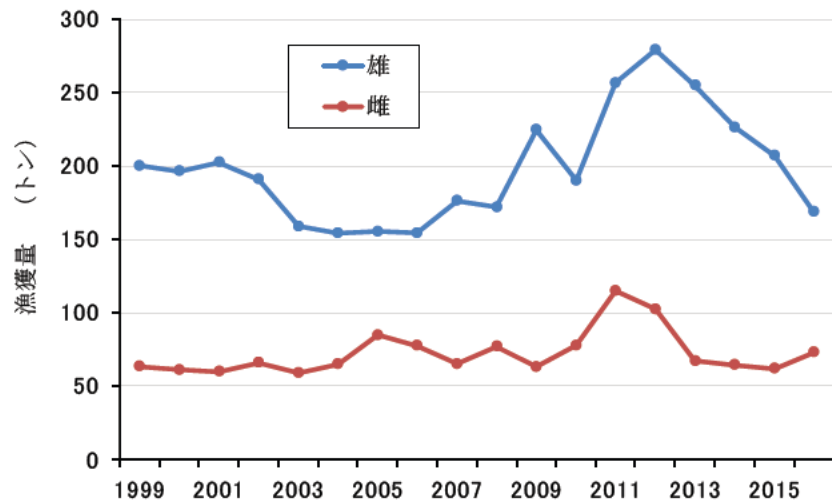


図 5. 雌雄別漁獲量（漁期年）

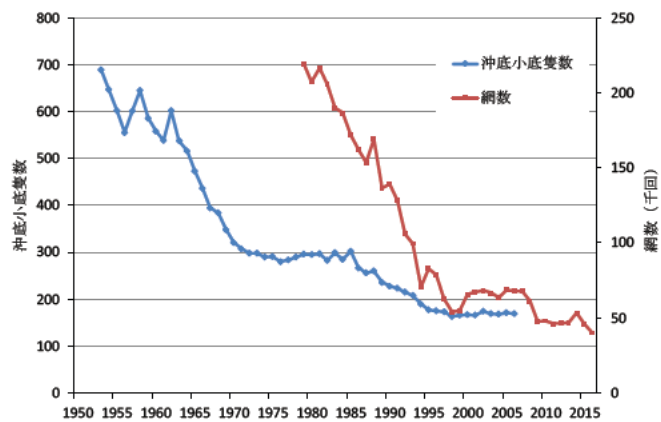


図 6. 沖底と小底の隻数と網数
2007 年以降の隻数は未集計。

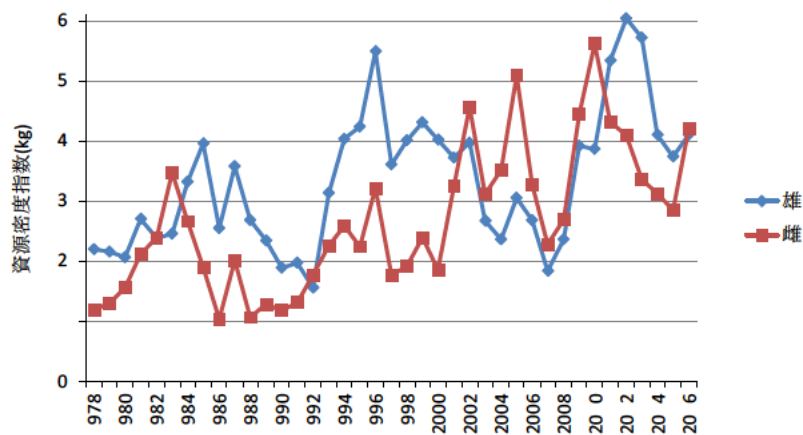


図 7. 沖底と小底（かけまわし）による資源密度指数

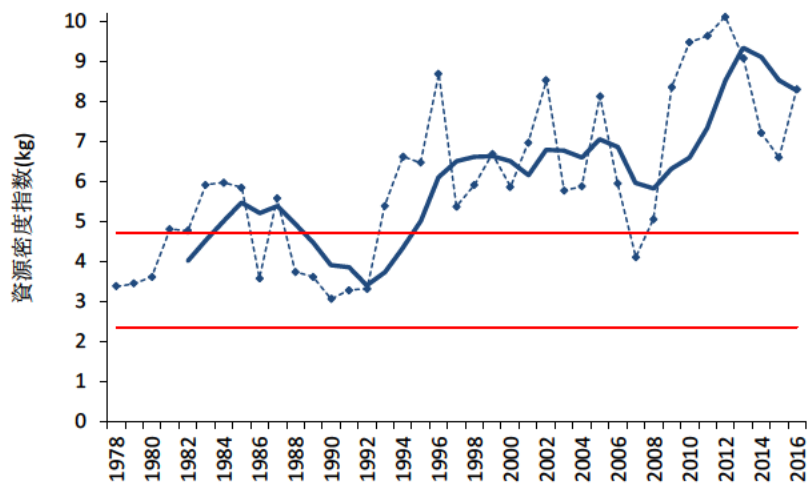


図 8. 資源密度指数（各年の雌雄合計値は点線、過去 5 年平均は太実線）
赤線は過去 5 年平均について 2009 年時点の最高値（7.1kg：2005 年）と 0 の間を三等分して定めた高位と中位の境界（4.7kg）、中位と低位の境界（2.4kg）をそれぞれ示す。

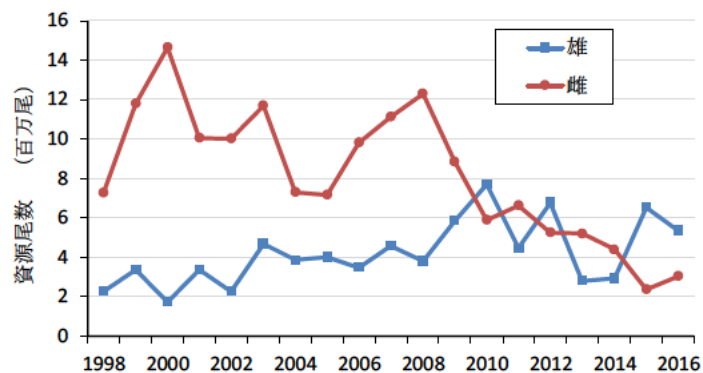


図 9. かご調査で推定した調査前漁期開始時点の資源尾数
雄は 幅 90mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

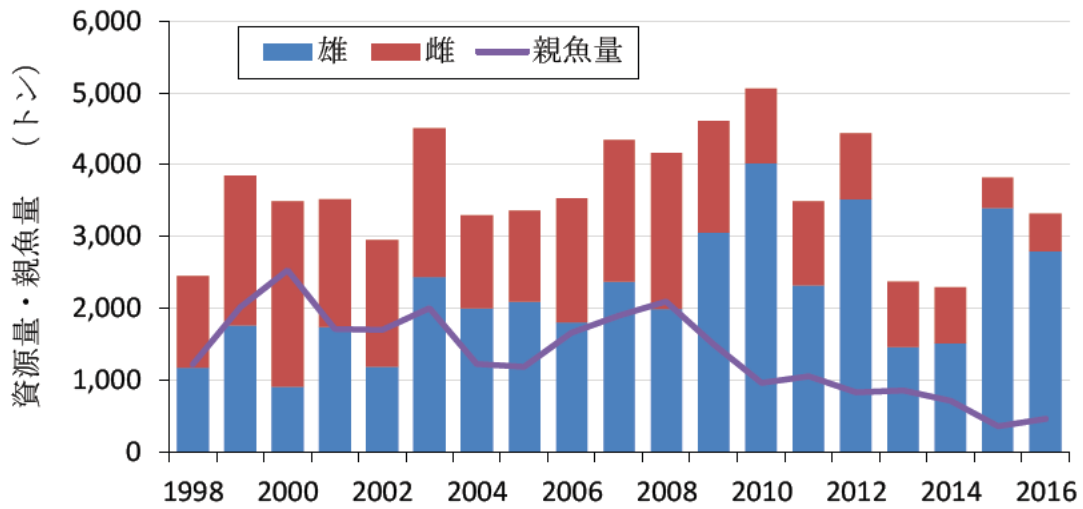


図 10. かご調査で推定した調査前漁期開始時点の資源量および漁期後の親魚量
雄は 幅 90mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

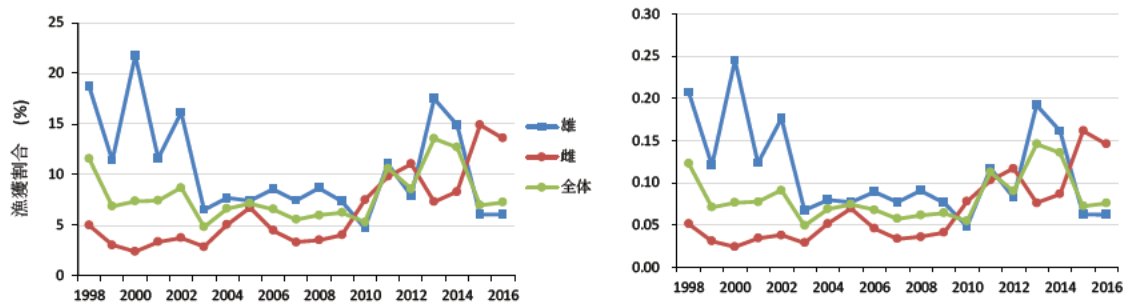


図 11. 漁獲割合と漁獲係数 (F)

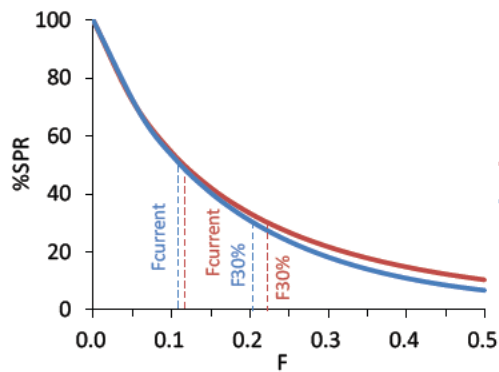


図 12. F と %SPR の関係

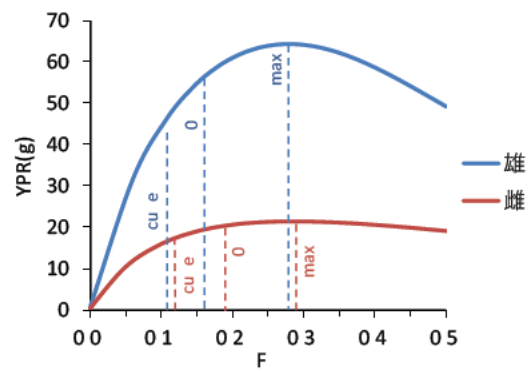


図 13. F と YPR の関係

ズワイガニ日本海系群B海域－17－

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）

	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

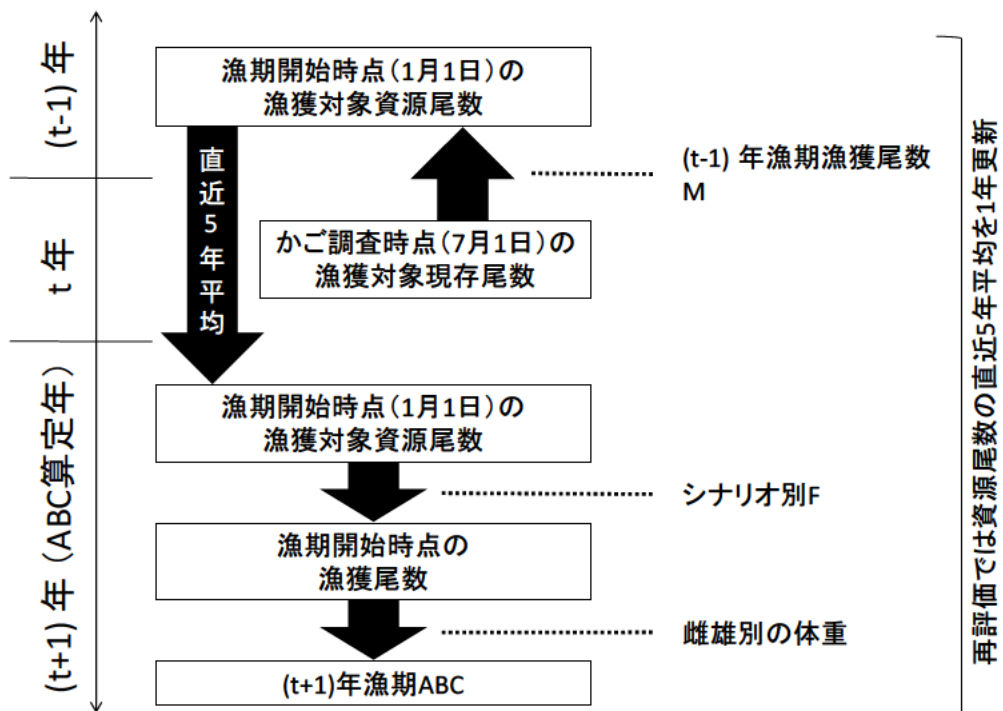
農林水産省漁業・養殖業生産統計年報（一部府県調べの値を含む）による。
2016 年は暫定値。

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	5年移動平均
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	4.1	4.2	8.3	8.3

2016 年は 2017 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。脱皮は調査後に起こると仮定した。

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齢雌および雄の幅90mm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、2017（t）年の調査で推定された漁獲対象現存尾数（ N_t ）および漁獲尾数（ C_{t-1} ）を用い、後退法により2016（t-1）年漁期開始時点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 522g、雌 177g）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、前年度漁期開始時点ですでに漁獲対象であり、 F を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、2018（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（2012～2016 年）の資源尾数の平均値を 2018（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（2012～2016 年）の F の平均値とした。

引用文献

山崎 淳 (1996) 本海における雄ズワイガニの漁獲サイズ. 水誌, **62**, 623-630.

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）																					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
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	6,641	3,581	5,608	2,084	2,237	5,541	4,543		
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	4,906	5,407	4,229	4,351	3,636	1,804	2,374		
漁獲尾数（千尾）																					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337	330	430	364	491	534	488	434	396	323	435	
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	369	435	356	439	648	579	380	364	350	412	417	
漁獲量（トン）																					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
雄	220	200	196	202	191	159	154	155	154	176	172	224	190	256	279	255	226	207	169	227	
雌	64	63	61	60	66	59	65	85	77	65	77	63	78	115	103	67	64	62	73	74	
合計	283	264	258	262	257	218	219	240	232	241	249	288	268	371	381	322	291	269	242	301	
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	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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	4,449	6,733	2,791	2,906	6,520	5,343	4,859	4,859
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	6,624	5,253	5,188	4,382	2,344	3,036	4,041	4,041

補足表 2-1. (つづき)

漁期開始時点資源量 (トン)																					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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	2,322	3,514	1,457	1,517	3,403	2,789	2,536	2,536
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	1,172	930	918	776	415	537	715	715
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	3,495	4,444	2,375	2,293	3,818	3,327	3,251	3,251
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	1,058	827	851	711	353	464	641	

漁獲割合(%)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
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	11.0	7.9	17.5	14.9	6.1	6.0	9.0
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	9.8	11.0	7.3	8.3	14.9	13.6	10.3
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	10.6	8.6	13.6	12.7	7.0	7.3	9.3

漁獲係數(F)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
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	0.12	0.08	0.19	0.16	0.06	0.06	0.09
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	0.10	0.12	0.08	0.09	0.16	0.15	0.11
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	0.11	0.09	0.15	0.14	0.07	0.08	0.10

雄は幅 90mm 以上、雌は 11 齡の値をそれぞれ示す。

2016年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値、2017年の漁獲尾数および漁獲量は予測値(2012～2016年の平均値)。

2017年と2018年の漁期開始時点資源尾数は予測値（いずれも2012～2016年の平均値）。

F12-16は、2012～2016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

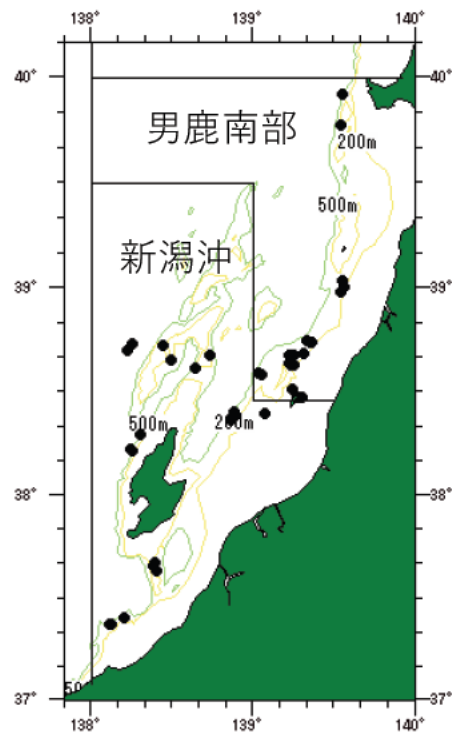
2017 年 6～7 月に 本海北部において、新潟県（越路丸）、山形県（源福丸、末廣丸、宝寿丸、廣徳丸）および秋田県（千秋丸）によるかご調査を行った。各県各船ともに、同一仕様のカニかごを用い、100m 間隔でかごを 20 個装着した状態を 1 連とした。調査点数は 2016 年より 38 点で実施した。なお、2015 年までは 23 点であった。1 調査点あたり 1 連を使用し、かごの浸漬時間は 8 時間以上とした。餌には冷凍サバを用い、1 かごあたり体長 30cm 程度の個体 4 尾を基本とした。

沖底海区である男鹿南部と新潟沖の 2 海区（補足図 3-1）、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 あたり、1km²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 177g、雄は 522g と仮定した。

推定された 2018 年の雌雄合計の現存量は 3,251 トンであった（補足表 3-1）。2016 年および 2017 年は、2015 年以前より調査点数を増やし、資源量推定値の変動係数（CV）が小さくなっている。2011～2015 年の平均の CV は雄と雌でそれぞれ 0.27、0.53 であったのに対し、2016 年は同様に 0.22、0.37、2017 年には 0.21、0.26 となった。そのため、今年からは 2014、2015 年のかご調査結果について、新潟県が独自に実施した 9 地点の結果を含めた現存量推定結果を使用することとした。今後も現行の調査点数を維持することで、資源量推定精度の向上が期待される。

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, 8p.



補足図 3-1. かご調査の調査点

補足表 3-1. かご調査による 2017 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	6	3.5	0.1	713	48	372	9
	300～400	900	8	5.6	0.3	1,005	193	525	34
	400～500	647	6	1.1	0.0	143	13	75	2
	計		20			1,862	255	972	45
新潟沖	200～300	1,116	8	1.4	0.7	311	506	162	90
	300～400	1,102	6	6.8	1.5	1,502	1,062	784	188
	400～500	980	4	4.4	0.9	867	551	453	98
	計		18			2,681	2,119	1,399	375
合計			38			4,543	2,374	2,371	420

雄は 幅 90mm 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

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 幅 70～80mm 台は、雄では 幅 90mm 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。

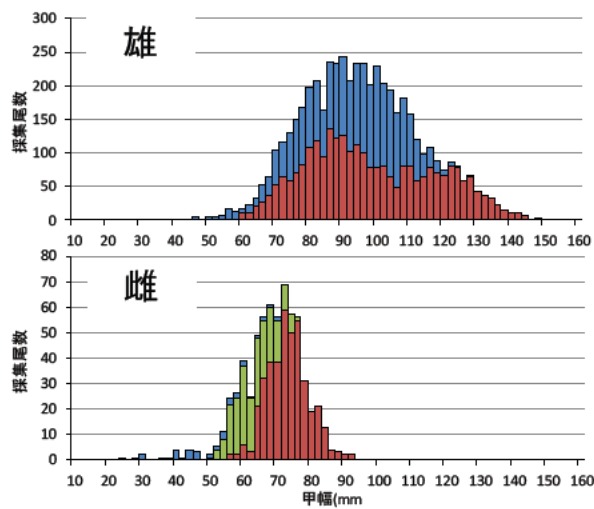
かご調査による雄の齢期別現存尾数を求めるため、2003～2016 年の 幅組成に対し未成体・成体別に複合正規分布の当てはめによる齢期分解を行った（補足図 4-2）。各年の 幅組成は 9～13 齢の現存尾数に分解されたが、年級群を追跡できるような傾向はみられなかったことから、年をプールし、2003～2016 年の平均齢期別現存尾数を求めた。

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 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 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。

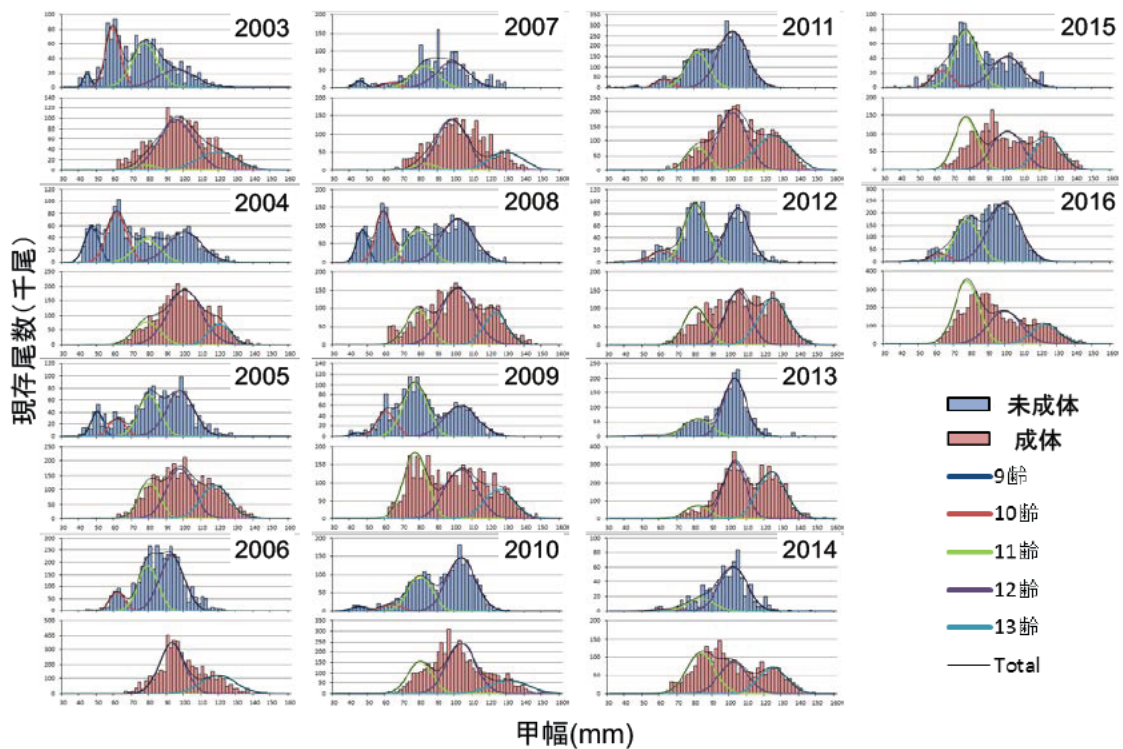
B 海域のかご調査による齢期別現存尾数では 12～13 齢（4,130 千尾）に対し 11 齢（1,707 千尾）が少ないのに対し、A 海域のトロール調査では 12～13 齢（12,983 千尾）よりも 11 齢（17,204 千尾）のほうが多い（補足表 4-1）。

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 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. 本海 B 海域におけるかご調査による 2016 年の 幅組成
雄の青は未成年体、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. 本海 B 海域におけるかご調査による 2003～2016 年の 幅組成および推定された齢期組成

補足表 4-1. 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 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あるが、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。