

## 平成 25 年度ズワイガニ日本海系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（上田祐司、木下貴裕、養松郁子、藤原邦浩、松倉隆一、山田達哉、山本岳男）

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、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

### 要 約

ズワイガニ日本海系群を A 海域（富山県以西）と B 海域（新潟県以北）に分け、それぞれについて資源評価を行った。

A 海域では、1960 年代から 70 年代初めの資源は高位水準にあったが、指標値である沖合底びき網漁業の資源密度指数は急激に低下し、低位水準となった以後も、80 年代後半まで低下し続けた。1990 年代以降は 2006 年まで上昇傾向が続き、その後低下しているものの、2002 年以降の資源水準を中位と判断している。トロール調査から推定された 1999 年以降の漁獲対象資源量は、2002 年から 2007 年まで増加傾向にあったが、2008 年に大きく減少した。直近 5 年は減少と増加を繰り返しており、資源動向を横ばいと判断した。

今後の加入量の見積りとして、2015 年と 2016 年は予測加入量、以後は予測値を含む 2012～2016 年の平均的な加入状況が 2019 年まで続くことと仮定したとき、現状の漁獲圧を削減することで親魚量の維持が可能である。したがって、現状の漁獲圧を削減しながら親魚量を維持もしくは増大させるのが望ましいと考える。以上より、親魚量の維持( $0.89F_{current}$ )、直近の親魚量の維持( $0.66F_{current}$ )、直近の親魚量の増大( $0.59F_{current}$ )、親魚量の増大( $0.59F_{current}$ )を目指す漁獲シナリオを採用し、2014 年の ABC を算定した。なお、現状の漁獲量（3,700 トン）を維持することでも親魚量の維持が可能である。

B 海域では、主に漁船数や網数の減少によって、漁獲量が長期的に減少している。資源量の指標値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、資源水準を高位と判断した。かご調査から推定された資源量は、直近 5 年は増加と減少を繰り返しており、資源動向を横ばいと判断した。漁獲割合は雌で上昇しているが、雄は依然として低く、現状の漁獲圧であれば資源の維持は可能と考えられる。以上より、現状の漁獲圧の維持( $F_{current}$ )、適度な漁獲圧による漁獲( $F0.1$ )、および親魚量の確保 ( $F30\%SPR$  および  $F40\%SPR$ ) を目指す漁獲シナリオを採用し、2014 年の ABC を算定した。

## A 海域

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | F 値 (雄, 雌)<br>( $F_{current}$ との<br>比較)       | 漁獲<br>割合<br>(雄, 雌) | 将来漁獲量<br>(百トン)             |                     | 評価 (5 年後)    |                | 2014 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(百トン) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|--------------|----------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |                    | 5 年後<br>(雄, 雌)             | 5 年<br>平均<br>(雄, 雌) | 現状親魚<br>量を維持 | Blimit を<br>維持 |                                  |
| 親魚量の増大*<br>( $0.59F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.14<br>(0.10, 0.23)<br>( $0.59F_{current}$ ) | 13%<br>(10%, 21%)  | 25～39<br>(13～21,<br>11～18) | 31<br>(17, 14)      | 91%          | 100%           | 26<br>(15, 11)                   |
| 直近の親魚量の<br>増大*<br>( $0.59F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.14<br>(0.10, 0.23)<br>( $0.59F_{current}$ ) | 13%<br>(10%, 21%)  | 25～39<br>(13～21,<br>11～18) | 31<br>(17, 14)      | 91%          | 100%           | 26<br>(15, 11)                   |
| 直近の親魚量の<br>維持*<br>( $0.66F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.15<br>(0.11, 0.26)<br>( $0.66F_{current}$ ) | 14%<br>(11%, 23%)  | 26～41<br>(14～22,<br>11～19) | 33<br>(18, 15)      | 84%          | 100%           | 29<br>(17, 12)                   |
| 親魚量の維持*<br>( $0.89F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.20<br>(0.15, 0.35)<br>( $0.89F_{current}$ ) | 18%<br>(14%, 29%)  | 29～47<br>(16～26,<br>13～22) | 38<br>(21, 17)      | 50%          | 98%            | 37<br>(21, 16)                   |
| 現状の漁獲量の<br>維持*<br>( $C_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | -                                             | -                  | 37<br>(21, 16)             | 37<br>(21, 16)      | 59%          | 89%            | 37<br>(21, 16)                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |                    |                            |                     |              |                | 2014 年<br>算定<br>漁獲量              |
| 現状の漁獲圧の<br>維持<br>( $F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.22<br>(0.17, 0.39)<br>( $1.0F_{current}$ )  | 20%<br>(15%, 33%)  | 30～50<br>(17～28,<br>13～23) | 41<br>(22, 18)      | 32%          | 94%            | 41<br>(23, 17)                   |
| コメント<br>・ 本系群の ABC 算定には、規則 1-3)-(2)を用いた。<br>・ <sup>1)</sup> これらのシナリオでは $\beta_1=0.59$ 、0.66、0.89 および 1 とした。<br>・ $C_{current}$ は、2012 年漁期の漁獲量を示す。<br>・ $F_{current}$ は、2010～2012 年漁期の漁獲係数の平均を示す。<br>・ 将来漁獲量において、5 年後は 2019 年の漁獲量の上側および下側 10%を、5 年平均は 2015～2019 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。<br>・ 評価 (5 年後) は雌に対しての値である。<br>・ 現状親魚量は 2013 年の漁期後に想定される 11 齢雌資源量 (4,100 トン) を、Blimit は 2002 年の漁期後 11 齢雌資源量 (2,400 トン) をそれぞれ示す。<br>・ 年は漁期年 (7 月～翌年 6 月) を示す。<br>・ 平成 23 年に設定された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」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。 |                                               |                    |                            |                     |              |                |                                  |

漁獲シナリオ（管理基準）の設定については以下の通りである。なお、2013 年の漁期後親魚量は、過去の親魚量と漁獲量の関係から得られた予測値である。

- ・親魚量の維持：2012～2016 年の平均加入量が 2017 年以降続くと仮定したときに、2019 年の漁期後親魚量が 2013 年と同値となる F 値。
- ・親魚量の増大：2012～2016 年の平均加入量が 2017 年以降続くと仮定したときに、2019 年の漁期後親魚量が 2004 年（近年では 2007 年の次に高い値）と同値となる F 値。
- ・直近の親魚量の維持：2014 年の漁期後親魚量が 2013 年漁期後を維持できる（同値になる）F 値。
- ・直近の親魚量の増大：2014 年の漁期後親魚量が 2013 年漁期後よりもわずかに増加する、すなわち「直近の親魚量の維持」の F 値に 0.9 を乗じた値。
- ・現状の漁獲量の維持：2012 年漁期の漁獲量（3,700 トン）を 2019 年漁期まで維持する。

| 年    | 資源量（雄, 雌）<br>（百トン） | 漁獲量（雄, 雌）<br>（百トン） | F 値（雄, 雌）         | 漁獲割合（雄, 雌）     |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| 2011 | 222 (159, 63)      | 38 (22, 17)        | 0.19 (0.15, 0.31) | 17% (14%, 27%) |
| 2012 | 169 (126, 43)      | 37 (21, 16)        | 0.25 (0.18, 0.48) | 22% (17%, 38%) |
| 2013 | 223 (165, 58)      | -                  | -                 | -              |

資源量は漁期開始時点（雌：11 月 1 日、カタガニ：12 月 1 日、ミズガニ：2 月 1 日）における雄では 12 齢と 13 齢の合計、雌では 11 齢の値を示す。

|        | 指標  | 値                    | 設定理由                |
|--------|-----|----------------------|---------------------|
| Bban   | 未設定 |                      |                     |
| Blimit | 親魚量 | 2002 年水準（2,400 トン）   | これ以下の親魚量だと低位水準となるため |
| 2013 年 | 親魚量 | 2002 年水準以上（4,100 トン） |                     |

水準：中位      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                  | トロール調査（水研セ）                                                                                                                                          |
| 漁獲量                  | 県別、漁法別、月別、雌雄別水揚量<br>漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省）<br>韓国漁業生産統計(URL: <a href="http://fs.fips.go.kr/main.jsp">http://fs.fips.go.kr/main.jsp</a> )<br>全国底曳網漁業連合会資料 |
| 齢別漁獲尾数               | 甲幅組成調査（鳥取県、兵庫県、京都府、福井県）<br>・市場測定                                                                                                                     |
| 漁獲努力量<br>CPUE・資源密度指数 | 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）                                                                                                                                 |
| 自然死亡係数(M)<br>（年当たり）  | 最終脱皮後 1 年以上経過した個体 M=0.2<br>未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 M=0.35                                                                                                |

## B 海域

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | F 値 (雄, 雌)<br>(Fcurrent との<br>比較)      | 漁獲<br>割合<br>(雄, 雌) | 将来漁獲量<br>(トン) |           | 評価           |               | 2014 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(トン) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------|-----------|--------------|---------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |                    | 5 年<br>後      | 5 年<br>平均 | 現状親魚<br>量を維持 | Blimit<br>を維持 |                                 |
| 現状の漁獲圧<br>の維持*<br>(Fcurrent)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.10<br>(0.08, 0.23)<br>(1.00Fcurrent) | 10%<br>(8%, 21%)   |               |           |              |               | 340<br>(230, 100)               |
| 親魚量の確保*<br>(F40%SPR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.16<br>(0.16, 0.16)<br>(1.58Fcurrent) | 15%<br>(15%, 15%)  |               |           |              |               | 510<br>(440, 80)                |
| 適度な漁獲圧<br>による漁獲*<br>(F0.1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.16<br>(0.16, 0.19)<br>(1.61Fcurrent) | 15%<br>(15%, 17%)  |               |           |              |               | 530<br>(440, 90)                |
| 親魚量の確保*<br>(F30%SPR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.22<br>(0.22, 0.22)<br>(2.20Fcurrent) | 20%<br>(20%, 20%)  |               |           |              |               | 700<br>(590, 100)               |
| <p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ABC の算定には、規則 1-3)-(1)を用いた。</li> <li>・ 再生産関係が不明であり、漁獲対象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。</li> <li>・ Fcurrent は、2008～2012 年の平均値。</li> <li>・ F30%SPR、F40%SPR 及び F0.1 は、漁期中に混獲され放流された個体が生き残る割合を 50%と仮定した値。0%と仮定した場合の ABC は、F0.1 で 460 トン、F40%SPR で 400 トン、F30%SPR が 540 トン。</li> <li>・ 年は漁期年（7 月～翌年 6 月）。</li> <li>・ 平成 23 年に設定された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」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。</li> </ul> |                                        |                    |               |           |              |               |                                 |

| 年    | 資源量 (雄, 雌)<br>(トン) | 漁獲量 (雄, 雌)<br>(トン) | F 値 (雄, 雌)        | 漁獲割合 (雄, 雌)          |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 2011 | 2,800 (2,300, 500) | 370 (260, 120)     | 0.14 (0.12, 0.29) | 13.4% (11.0%, 25.3%) |
| 2012 | 3,900 (3,500, 400) | 380 (250, 130)     | 0.10 (0.07, 0.40) | 9.7% (7.1%, 32.7%)   |
| 2013 | 3,500 (3,000, 500) | -                  | -                 | -                    |

資源量は漁期開始時点（漁期中の 1 月 1 日）の値を示す。

資源量は百トン未満を、漁獲量は十トン未満を四捨五入した値である。

|        | 指標  | 値 | 設定理由 |
|--------|-----|---|------|
| Bban   | 未設定 |   |      |
| Blimit | 未設定 |   |      |
| 2012 年 |     |   |      |

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、山形県、新潟県）                                     |
| 自然死亡係数(M)<br>（年当たり）     | 最終脱皮後 1 年以上経過した個体 M=0.2<br>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、雌雄別水揚量<br>県農林統計（月別、雌雄別統計）                   |
| 漁獲努力量<br>CPUE<br>資源密度指数 | 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>小型底びき網漁業漁獲成績報告書（水研セ）          |

## 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。中でも石川県から鳥取県に至る底びき網漁業においては、ズワイガニ漁期（11 月から翌年 3 月）の水揚げ金額の 7 割近く（2011 年漁期では 69%）を本種が占めている（全国底曳網漁業連合会 2012）。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。これに加え、両海域では本種に対する漁業の実態、漁獲統計資料の蓄積状態及び調査方法が異なることから、A 海域と B 海域それぞれについて資源評価を行っている。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

日本海における本種の分布範囲は、大陸棚斜面の縁辺部および日本海中央部の大和堆であり、水深 200～500m に多い（図 1）。水深 500m 以深には近縁のベニズワイガニが分布し、水深 500m 前後には、これら 2 種の交雑個体がみられる場合がある。未成熟個体では、雌雄による分布の差はほとんどみられない。雌の成熟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。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雌ガニが、浅い海域では主に雄ガニが分布する。本種は孵化後、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）。標識放流結果から、着底後に浅深移動は行いが、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

ズワイガニでは脱皮齢期ごとの平均甲幅により相対年齢が推定できる（今ほか 1968、山崎・桑原 1991、山崎ほか 1992）。稚ガニ及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）。雄では主に 11 齢から最終脱皮し始め、13 齢ですべての個体が最終脱皮する。雄では最終脱皮の際、体サイズに対しはさみが大きくなる。雌ではほとんどの個体が 11 齢で最終脱皮し、腹部が大きくなり外卵を持つ。最終脱皮により体成長が止まるため、雄の 11 齢以降と雌の 11 齢は複数の年級群で構成される。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。加えて近年は、日本海における本種の主分布水温である 1℃での飼育が可能になっており、飼育実験の結果（補足資料 6）と以上の知見から、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。

### (3) 成熟・産卵

図 3 に本種の生活史と漁業の関係を示す。

雄は、脱皮直後の漁期には「ミズガニ」、ミズガニが生残した場合、次漁期からは「カタガニ」と呼ばれる。上述のように雄では体サイズに対しはさみが大きい個体は最終脱皮後であるので、以後は脱皮を行わない。

雌は、10 齢の夏から秋にかけて最終脱皮し 11 齢となり、直後に交尾と初産卵（外卵を

持つ)を行う。1年半の抱卵期間を経て、翌々年の2～3月に幼生が孵化し、孵化後短期間のうちに2回目の産卵(経産卵)を行う。経産卵後は1年の抱卵期間を経て、毎年2～3月に経産卵を行う。雌は、初産卵直後の漁期には橙色の外卵を持ち「アカコ」と、翌漁期には茶褐色から黒紫色の外卵を持ち「クロコ」と呼ばれる。

#### (4) 被捕食関係

本種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、カレイ類、ヒトデ類およびマダラなどに捕食される。

## 1. A 海域 （以降「6. ABC 以外の管理方策の提言」まで B 海域と別構成）

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

日本海ではズワイガニの漁獲のほとんどが沖合底びき網（かけ回し、以下沖底と略記する）によるものであり、他ではかご、刺網および小型底びき網による。大和堆では本種の漁獲は禁止されている。本種を対象とする漁業では、省令と漁業者間の協定により、細かい漁獲規制が設けられている（後述：6. ABC 以外の管理方策への提言）。A 海域における漁獲対象は、雄では甲幅 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 11 齢のクロコである。

日本海では韓国も本種を漁獲しており、韓国による漁獲の一部は A 海域におけるものである。韓国では法令により雌ガニと甲長（甲幅とほぼ同値）90mm 未満の雄ガニは禁漁で、甲長 90mm 以上の雄ガニが漁獲対象である。1999 年に新日韓漁業協定が発効し、韓国漁船の操業海域は韓国東岸の韓国 EEZ 内及び日韓暫定水域内に限られることとなった。

#### (2) 漁獲量の推移

日本海におけるズワイガニの漁獲量（暦年）は、戦後底びき網漁業が活発になるとともに増加した。1960 年代半ばに A 海域と B 海域合わせて約 15,000 トンに達するピークを迎え、その後一旦減少したものの、1970 年には再びピークに達した。これら二つのピークの間には漁獲物の銘柄組成に変化がみられており、当時から主漁場であった隠岐諸島周辺では、1960 年代半ばに多かった大型のカタガニの割合が低下し、それまで海中投棄されていた安価な小型のカタガニやミズガニの割合が 1970 年にかけて上昇した（尾形 1974）。この安価な銘柄への依存度の上昇から、1970 年のピーク時には 1960 年代よりも資源状態が悪化していたことが推察される。漁獲量は 1970 年以降に急減した後も減少を続け、1991 年と 1992 年には 2,000 トンを下回った。その後は増加傾向に転じ、2007 年の漁獲量は 5,200 トンであったが、その後減少し、2012 年は 4,200 トン（うち A 海域は 3,900 トン）であった。海域別では A 海域の割合が極めて高く、漁法別では沖底の占める割合が高い（図 4、補足資料 4）。

韓国の漁獲量は 1990 年代後半から急増し、2007 年には 4,800 トンと我が国とほぼ同量に達したが、その後減少し 2012 年は 2,300 トンであった（図 4）。このうち A 海域に含まれる、日韓暫定水域における漁獲量は不明である。

1999 年以降の漁獲量について、県集計の統計資料をもとに、漁期年別、雌雄別に集計した（図 5）。ミズガニの漁獲量は、2007 年までは 1,000 トン前後でほぼ横ばいだったが、2012 年には 600 トンに減少した。カタガニは 2005 年に減少した後は毎年増加し、2008 年の漁獲量は 1,900 トンだったが、その後減少し 2012 年は 1,600 トンであった。雌ガニも 2001 年から毎年増加し、2007 年には 2,100 トンとなった後、2008 年は 1,500 トンに急減したが、その後は増減を繰り返し、2012 年は 1,600 トンであった。2012 年の雌雄込みの漁獲量は 3,700 トンであった。

#### (3) 漁獲努力量

沖底の有効漁獲努力量には、雄は 1970 年代より、雌は 1984 年まで上昇した後、ともに

長期的な減少傾向がみられる（図 6）。これ以降、年の記述は断りが無い限り漁期年（7 月から翌年 6 月、実質の漁期は 11 月から翌年 3 月）を表す。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

資源水準や長期的な資源動向の把握には、沖底の統計資料を用いた。

トロール調査（補足資料 3）を 5～6 月に行い、面積密度法を用いて 1999 年以降の資源量を推定した。推定結果より、ABC 算定対象である 2014 年漁期について、雄では実質の漁獲対象である 12 齢以上のミズガニ・カタガニ別の、雌ではクロコ（11 齢）の資源量をそれぞれ求めた（補足資料 2）。

##### (2) 資源量指標値の推移

沖底の漁獲成績報告書から年別中海区別資源密度指数（補足資料 5）を求めた（図 7）。中海区は、小海区の若狭沖以東が中区、但馬沖以西が西区に区分されている。

雌雄ともに、資源密度指数は 70 年代に急減した後、80 年代後半から 90 年代前半にかけて最低レベルとなった。90 年代後半からは増加に転じており、この傾向は西区でより強い。雌雄でも増加傾向は異なり、1970 年の値に比べ、近年雄は 1/3 程度の水準であるのに対し、雌は 1/2 程度まで増加している。2012 年の西区の資源密度指数は、2007 年に対して雄では 22%低く、雌では 13%低かった。中区では、雄は 2005 年以降横ばいであり、雌では 2009 年から減少していたが 2012 年は急増し、ピーク時の 2008 年と同程度となった。

雌雄海区合計の資源密度指数は 1970 年に 116kg と最大であったが、1974 年まで急減した（図 8）。その後も減少傾向が続き、1985～1992 年には 10～13kg とかなり低い値であったが、1993 年以降は増加傾向となり、2006 年には 59kg まで増加した。その後 2011 年には 49kg まで減少したが、2012 年には 50kg に微増した。

1999 年に浜田沖と隠岐北方に日韓暫定水域が設定された。以後、我が国の漁船の暫定水域内での操業はほぼ皆無で、暫定水域境界付近の操業も減少している。したがって、1999 年以降の沖底に関する指標値は、暫定水域を除く日本 EEZ 内の値である。

##### (3) 漁獲物の齢期組成

鳥取県、兵庫県、京都府の主要港における雄の齢期別、ミズガニ・カタガニ別の漁獲尾数を求め、3 府県の漁獲量に対する A 海域全体の漁獲量の比を用いて、A 海域全体に引き延ばした（図 9）。

省令では甲幅 90mm 以上の個体が漁獲可能であるが、鳥取と兵庫では自主規制でミズガニ 105mm 以上、カタガニ 95mm 以上、京都ではミズガニは禁漁である。このため、11 齢（平均甲幅約 80mm）の漁獲は極めて少なく、漁獲物は 12 齢（同 105mm）と 13 齢（同 132mm）で占められる。

カタガニでは、2009 年までは大型の 13 齢が 12 齢と同様によく獲られていたが、2010 年からは 13 齢が大きく減少している。一方で 12 齢の漁獲尾数は、2011 年からは 2004 年以降の最高レベルとなっており、高価な 13 齢の減少を 12 齢で補っていた可能性が示唆される。ミズガニの漁獲尾数は全体に減少傾向であるが、これは資源の減少のためではなく、

自主規制の強化等により、カタガニに比べ獲り控えられているためである。

カタガニは、最終脱皮を経てはさみが大きくなった後 1 年以上経過した個体である。しかしながら、近年漁獲物に 12 齢のはさみの小さなカタガニ（モモガニ）が出現しており、2008 年には京都府ではモモガニの割合が 38%に達した（山崎<sup>1</sup> 私信）。これらは本来、秋に脱皮していれば 13 齢のミズガニとして漁獲されていたものと考えられる。2012 年の 12 齢カタガニのうちモモガニの割合は、京都、兵庫、鳥取でそれぞれ 14%、16%、26%であった。飼育実験により、モモガニのほとんど全てが 2 年以内に脱皮することが明らかになっており（昨年度本報告の補足資料 6）、今後はモモガニの脱皮を考慮した資源計算も検討する必要がある。

#### （4）トロール調査から推定された甲幅組成

2003 年以降の 5～6 月に行われたトロール調査結果に基づき、面積密度法で甲幅組成を推定した（図 10、補足資料 3）。各年とも複数の山がみられ、それぞれが齢期群に相当すると考えられる。なお、トロール網の採集効率は小型サイズのほうが低いので、若齢では、高齢より推定尾数が少ない。

2013 年は 7 齢と 8 齢（概ね甲幅 35mm）が比較的多く、早ければ 4 年後に漁獲対象になると考えられる。

2013 年漁期にカタガニとして漁獲対象となる、雄の 13 齢（概ね甲幅 120mm 以上）の資源尾数は 2012 年よりやや多かった。2013 年および 2014 年漁期に主にミズガニとして漁獲対象となる 11 齢（概ね甲幅 80mm）の資源尾数は、2012 年よりは多いものの、2011 年以前と比べると低いレベルである。また、2014 年漁期に 12 齢ミズガニとして漁獲加入する 2013 年の 10 齢（概ね甲幅 60mm）の尾数も 2012 年に引き続き少なかった。

2013 年漁期に雌の漁獲対象となる 11 齢の資源尾数は、雄同様 2012 年よりは多いものの 2011 年以前と比べると低いレベルであり、2014 年漁期に漁獲加入する 10 齢の資源尾数も 2012 年に引き続き少なかった。

#### （5）資源量と漁獲割合の推移

トロール調査時点の資源量から漁期開始時点の資源量を求めた（補足資料 2）。

漁期開始時点の資源量（図 11）は、2001 年に最低の 11,900 トンであったが、翌年から増加し 2005 年に 29,800 トン、2007 年には 33,700 トン（前後の年の齢別資源尾数との関係より過大の可能性が高いが、近年最高の資源量と考えられる）に達した。その後、2008 年、2009 年と減少し、2010 年は 27,800 トンに増加した。2011 年、2012 年には再び減少していたが、2013 年は 22,300 トンに増加した。2013 年の資源量は、資源が減少した 2008 年以降の平均的なレベルである。なお、2014 年の資源量は 20,600 トンになると計算された。

漁期開始時点の資源量（図 11）と漁獲量（図 5）より漁獲割合と F を求めた（図 12）。漁獲割合、F とともに、カタガニの値が最も高く、ミズガニの値はかなり低い。2012 年の漁獲割合（F 値）は、ミズガニでは 6% (0.06)、カタガニでは 46% (0.62)、雄全体では 17% (0.18)、雌では 38% (0.48)、雌雄全体では 22% (0.25)であった。2005 年頃まで、漁獲割合、F とともに低下傾向であったが、資源が減少した 2008 年以降、カタガニと雌でやや上昇している。

<sup>1</sup>京都府農林水産技術センター海洋センター

2008 年と 2009 年には浜田沖の雌で漁獲割合が上昇したが、2010 年以降は 2007 年以前のレベルに低下している（図 13）。

#### （6）資源の水準・動向

資源水準の判断には雌雄海区合計の資源密度指数（図 8）を用いた。判断基準を最高値（116kg）と 0 のあいだの三分位点（39kg と 77kg）とし、39kg 未満を低位、39kg 以上 77kg 未満を中位、77kg 以上を高位とした。これより、2002 年以降 2012 年までの資源水準を中位と判断した。

資源動向の判断には 2009 年から 2013 年までの漁期開始時点における資源量（図 11）を用いた。資源量は 2010 年に増加した後、2011 年と 2012 年は減少したものの、2013 年は再び増加した。これより、資源動向を横ばいと判断した。

#### （7）Blimit の設定

中位と低位水準の境界に相当する親魚量を Blimit とした（図 8）。中位と低位水準の境界である資源密度指数は 39kg であり、2002 年の水準と一致する。そこで、Blimit は 2002 年の漁期後の親魚量（11 齢クロコ）である 2,400 トンに設定した（図 14）。ただし、今後再生産関係の長期間の時系列データが得られた時点で、再生産関係に基づいた Blimit に変更することが必要である。

#### （8）今後の加入量の見積もり

トロール調査結果から推定された齢別資源尾数より、2013 年漁期（2013 年の 11 齢）と 2014 年漁期（2013 年の 10 齢）の漁獲加入尾数を求めた。2015 年漁期および 2016 年漁期の漁獲加入尾数を 2013 年の 9 齢および 8 齢の資源尾数と資源尾数比から推定した（補足資料 2）。

2013 年漁期に漁獲加入するのは、雄では 2013 年調査時点の最終脱皮前の 11 齢であり、ABC 算定年の 2014 年漁期にも主に 13 齢ミズガニとして漁獲される。2013 年の 11 齢の資源尾数は 2012 年より 57%増加し、22 百万尾であった（図 15）。雌では、トロール調査が行われる 5～6 月時点におけるアカコが、11 月から始まる翌漁期に漁獲加入するが、調査時点ではアカコとクロコの判別が不可能であり、2013 年漁期の推定漁獲対象資源尾数のうち雌の漁獲加入尾数は不明である。

ABC 算定年である 2014 年漁期に漁獲加入するのは、雄では 2013 年調査時点の最終脱皮前の 10 齢、雌では 10 齢であり、2013 年の資源尾数は雄で 19 百万尾、雌で 17 百万尾であった（図 15）。

2015 年および 2016 年漁期に漁獲加入するのは、2013 年の 9 齢（同 47mm）および 8 齢（平均甲幅 35mm）である。2013 年は 8 齢が多かったため、今後の混獲死亡や被食が少なければ、2016 年に漁獲対象資源量が増加することが期待される。

なお、資源の将来予測の際は、ABC 算定年の翌年である 2015 年および 2016 年漁期については以上で予測した加入尾数を用い、2017～2019 年漁期については 2012～2016 年漁期の平均加入尾数（予測値（2015 および 2016 年漁期）を含む平均）を用いた。

本系群の長期的な資源変動には、寒冷期には資源の減少か低水準期、温暖期には増加がみられている（木下 2009）。約 3 ヶ月の浮遊幼生期における生残に海洋環境が関与、幼生

が寒冷期には生残に不利な環境に輸送されることを仮説として調査中である。

#### (9) 生物学的な漁獲係数の基準値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資源モデル(Ueda et al. 2009)を用い、雌雄別の YPR と雌の%SPR を求めた。この際、雌雄とも 8 齢から資源計算を行い、雄では 11 齢まで、雌では 10 齢までが、漁獲対象個体（雄：12～13 齢、雌：11 齢クロコ）と同様の F で混獲され、放流されると仮定した。放流後の生残率は 0、0.5、1 の 3 通りについて計算した。このとき、生理的寿命を考慮していない。なお、加入を雄では 12 齢、雌では 11 齢クロコに設定した場合、放流生残率が 1 の結果と同様になる。

F が大きくなるにつれ、放流生残率による YPR の違いは大きくなった（図 16）。

雄では、放流生残率が 1 のとき、Fmax はほぼ無限大となる（F0.1 は 0.19）。これは、雄の漁獲開始齢期である 12 齢まで成長した時点で、年級群の資源重量がほぼ最大になるからである。放流生残率が 0.5 および 0 のとき、Fmax (F0.1) はそれぞれ 0.28 (0.16)、0.23 (0.14) であった。雄の 2012 年の F は 0.18 だったので、放流生残率にかかわらず Fmax よりは小さかった。

雌では、放流生残率が 0.5、0 のとき、Fmax (F0.1) はそれぞれ 0.23 (0.16)、0.15 (0.11) であった。雌の 2012 年の F は 0.48 だったので、漁獲圧は過剰である。

雌の%SPR も、放流生残率により大きく異なった（図 17）。放流生残率が 1、0.5、0 のとき、F40% はそれぞれ 0.40、0.18、0.12 であり、F20% は同様に >1、0.37、0.24 であった。また、2012 年の F における%SPR は同様に 37%、14%、5% であった。

## 5. 2014 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

資源水準は中位、資源動向は横ばいであり、今後の加入は 2016 年には増加が期待されるものの、2014 年と 2015 年は良好なレベルではない。漁獲圧を過度に高めない限り資源水準の維持は可能であるが、安定的な漁獲量を継続できるためにも、現状の漁獲圧を削減しつつ資源を現状維持または増加させるような漁獲を行うことが望ましい。2017 年以降は近年の平均的な加入状況が 2019 年まで続くとは仮定したとき、現状の漁獲圧を若干削減することで親魚量は 2013 年レベルを維持することが可能である。なお、ミズガニへの漁獲圧は低い、相当量の混獲死亡が考えられること、また、カタガニに対し価格が 1/5～1/10 であることを考慮しても、漁獲圧を現状より上げるべきではない。

### (2) 漁獲シナリオに対応した 2014 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群では資源量は推定されているが再生産関係が不明である。資源水準は中位、資源動向は横ばいであり、「4. (8) 今後の加入量の見積もり」による平均的な加入状況であれば、後述のように現状の漁獲圧を若干削減する、もしくは現状の漁獲量を維持して漁獲を行うことにより資源の現状維持が期待できる。したがって、ABC 算定規則 1-3)-(2)を適用し、漁獲シナリオとして、「親魚量の増大」「直近の親魚量の増大」「直近の親魚量の維持」「親魚量の維持」および「現状の漁獲量の維持」を目指すものを採用した。

各漁獲シナリオにおいて、「親魚量の維持」は 2019 年の漁期後親魚量が 2013 年と同値となる F、「親魚量の増大」は 2019 年の漁期後親魚量が 2004 年（近年では 2007 年の次に高い値）と同値となる F、「直近の親魚量の維持」は 2013 年と 2014 年の漁期後親魚量が同値になる F、「直近の親魚量の増大」は 2013 年と 2014 年の漁期後親魚量が同値になる F に 0.9 を乗じた F、「現状の漁獲量の維持」は 2012 年の漁獲量による漁獲と、それぞれ定義した。

以上の各シナリオについて、「4. (8) 今後の加入量の見積もり」で設定した加入条件に基づき雌の資源の将来予測を行い、各漁獲シナリオを達成する F を求めた。その結果、「親魚量の増大」および「直近の親魚量の増大」では  $F=0.23$  ( $0.59F_{\text{current}}$ )、「直近の親魚量の維持」では  $F=0.26$  ( $0.66F_{\text{current}}$ )、「親魚量の維持」では  $F=0.35$  ( $0.89F_{\text{current}}$ )となった。

2019 年までの将来予測の結果、漁獲量は 2014 年に減少した後、「親魚量の増大」、「直近の親魚量の増大」および「直近の親魚量の維持」では微増、他のシナリオではほぼ横ばいとなる(図 18)。資源量はいずれのシナリオでも 2015 年まで減少した後、2016 年に増加し、以後は横ばいからやや減少する(図 19)。雌の漁期後親魚量は、いずれのシナリオでも 2016 年に増加し、後は横ばいからやや減少する。いずれのシナリオでも 2014 年以降に Blimit (2,400 トン) を下回ることはない(図 19)。

以上の ABC 算定シナリオに加え、参考値として、現状の漁獲圧を維持するシナリオ ( $F_{\text{current}}$ )についても 2014 年の漁獲量を計算し、将来予測も行った。本シナリオでは 2019 年まで漁獲量は 4,000 トン前後を推移するが、2019 年には現状の親魚量を維持することができない。

なお、予防的措置のために F に乗じる係数には、標準値の 0.8 を適用した。

| 漁獲シナリオ    | 管理基準                                          | 漁獲量（百トン）    |             |             |             |             |             |             |             |
|-----------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           |                                               | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        |
| 親魚量の増大    | 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.14)          | 37          | 41          | 26          | 27          | 31          | 32          | 32          | 32          |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.11) | 37          | 41          | 21          | 23          | 26          | 27          | 28          | 28          |
| 直近の親魚量の増大 | 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.14)          | 37          | 41          | 26          | 27          | 31          | 32          | 32          | 32          |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.11) | 37          | 41          | 21          | 23          | 26          | 28          | 28          | 28          |
| 直近の親魚量の維持 | 0.66F <sub>current</sub><br>(F 0.15)          | 37          | 41          | 29          | 29          | 33          | 34          | 34          | 33          |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.66F <sub>current</sub><br>(F 0.12) | 37          | 41          | 24          | 25          | 28          | 29          | 30          | 30          |
| 親魚量の維持    | 0.89F <sub>current</sub><br>(F 0.20)          | 37          | 41          | 37          | 35          | 39          | 40          | 40          | 38          |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.89F <sub>current</sub><br>(F 0.16) | 37          | 41          | 31          | 31          | 35          | 35          | 36          | 35          |
| 現状の漁獲量の維持 | C <sub>current</sub>                          | 37          | 41          | 37          | 37          | 37          | 37          | 37          | 37          |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ C <sub>current</sub>                 | 37          | 41          | 30          | 30          | 30          | 30          | 30          | 30          |
|           |                                               |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 現状の漁獲圧の維持 | F <sub>current</sub><br>(F 0.22)              | 37          | 41          | 41          | 38          | 42          | 42          | 42          | 40          |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ F <sub>current</sub><br>(F 0.18)     | 37          | 41          | 34          | 33          | 37          | 38          | 38          | 37          |
| 漁獲シナリオ    | 管理基準                                          | 資源量（百トン）    |             |             |             |             |             |             |             |
|           |                                               | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        |
| 親魚量の増大    | 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.14)          | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(42) | 197<br>(44) | 239<br>(55) | 246<br>(55) | 228<br>(55) | 226<br>(54) |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.11) | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(44) | 200<br>(47) | 244<br>(60) | 253<br>(61) | 237<br>(61) | 236<br>(62) |
| 直近の親魚量の増大 | 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.14)          | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(42) | 197<br>(44) | 239<br>(55) | 246<br>(55) | 228<br>(54) | 226<br>(54) |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.59F <sub>current</sub><br>(F 0.11) | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(44) | 200<br>(47) | 244<br>(60) | 253<br>(61) | 236<br>(61) | 235<br>(61) |
| 直近の親魚量の維持 | 0.66F <sub>current</sub><br>(F 0.15)          | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(41) | 195<br>(42) | 236<br>(52) | 242<br>(52) | 223<br>(51) | 221<br>(51) |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.66F <sub>current</sub><br>(F 0.12) | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(43) | 199<br>(45) | 242<br>(58) | 250<br>(58) | 232<br>(58) | 231<br>(58) |
| 親魚量の維持    | 0.89F <sub>current</sub><br>(F 0.20)          | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(37) | 190<br>(36) | 227<br>(45) | 231<br>(43) | 210<br>(42) | 207<br>(41) |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ 0.89F <sub>current</sub><br>(F 0.16) | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(40) | 194<br>(40) | 234<br>(51) | 239<br>(49) | 220<br>(49) | 217<br>(48) |
| 現状の漁獲量の維持 | C <sub>current</sub>                          | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(37) | 189<br>(34) | 224<br>(46) | 229<br>(45) | 209<br>(45) | 207<br>(44) |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ C <sub>current</sub>                 | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(40) | 194<br>(40) | 234<br>(54) | 242<br>(55) | 226<br>(56) | 226<br>(57) |
|           |                                               |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 現状の漁獲圧の維持 | F <sub>current</sub><br>(F 0.22)              | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(36) | 187<br>(34) | 223<br>(41) | 226<br>(39) | 205<br>(38) | 202<br>(37) |
| 上記の予防的措置  | $\alpha$ F <sub>current</sub><br>(F 0.18)     | 169<br>(26) | 223<br>(41) | 206<br>(39) | 192<br>(38) | 230<br>(47) | 235<br>(46) | 215<br>(45) | 212<br>(44) |

資源量の上段は漁期開始時点の値を、下段括弧内は漁期後の親魚量をそれぞれ示す。

F 値、漁獲量、資源量は、いずれも雌雄込みの値である。

$\alpha$  は 0.8 とした。

## (3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

上述の各シナリオについて、予防的措置を講じた場合の ABC を求め、すべてのシナリオについて加入量の不確実性を考慮したシミュレーションを行った。この際、2016 年までの加入尾数は若齢資源尾数に基づく不確実性を考慮した予測値、以降は「4. (8) 今後の加入量の見積もり」で設定した平均加入量に不確実性を考慮した予測値とした(補足資料 2)。漁獲シナリオごとに、F 値の変化に対応した 2019 年までの資源量、漁獲量および親魚量を各 1000 回シミュレートした。予防的措置のために F に乗じる係数( $\alpha$ )は 0.8 とした。

「漁獲量の維持(Ccurrent)」を除く各シナリオとも、予測幅の違いは小さかった。中央値の 80%信頼区間は 2016 年までは広がり、2017 年以降安定していたが(図 20)、これは、不確実性を考慮してから 2 年程度で齢別資源尾数のほぼすべてがシミュレーションによって与えられた値に置き換わるからである。なお、「漁獲量の維持(Ccurrent)」では資源量にかかわらず漁獲量が一定であるので、他のシナリオに比べ信頼区間は広がり、この傾向は漁期後親魚量で顕著である。

5 年後に現状親魚量を維持できる確率は全ての ABC 算定シナリオで 50%以上であり、同様に Blimit を維持できる確率は全ての ABC 算定シナリオで 89%以上であった。参考シナリオである「漁獲圧の維持(Fcurrent)」では、5 年後に現状親魚量を維持できる確率は 32%であり、同様に Blimit を維持できる確率は 94%であった。

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | F 値 (雄, 雌)<br>( $F_{current}$ との<br>比較)       | 漁獲<br>割合<br>(雄,<br>雌) | 将来漁獲量 (百トン)                |                 | 評価 (5 年後)    |                | 2014 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(百トン) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |                       | 5 年後<br>(雄, 雌)             | 5 年平均<br>(雄, 雌) | 現状親魚<br>量を維持 | Blimit を<br>維持 |                                  |
| 親魚量の増大*<br>( $0.59F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.14<br>(0.10, 0.23)<br>( $0.59F_{current}$ ) | 13%<br>(10%,<br>21%)  | 25～39<br>(13～21,<br>11～18) | 31<br>(17, 14)  | 91%          | 100%           | 26<br>(15, 11)                   |
| 親魚量の増大<br>の予防的措置*<br>( $\alpha 0.59F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.11<br>(0.08, 0.19)<br>( $0.47F_{current}$ ) | 10%<br>(8%,<br>17%)   | 22～34<br>(12～19,<br>10～15) | 26<br>(15, 12)  | 97%          | 100%           | 21<br>(12, 9)                    |
| 直近の親魚量の増大*<br>( $0.59F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.14<br>(0.10, 0.23)<br>( $0.59F_{current}$ ) | 13%<br>(10%,<br>21%)  | 25～39<br>(13～21,<br>11～18) | 31<br>(17, 14)  | 91%          | 100%           | 26<br>(15, 11)                   |
| 直近の親魚量の増大<br>の予防的措置*<br>( $\alpha 0.59F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.11<br>(0.08, 0.19)<br>( $0.47F_{current}$ ) | 10%<br>(8%,<br>17%)   | 22～34<br>(12～19,<br>10～16) | 27<br>(15, 12)  | 97%          | 100%           | 21<br>(12, 9)                    |
| 直近の親魚量の維持*<br>( $0.66F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.15<br>(0.11, 0.26)<br>( $0.66F_{current}$ ) | 14%<br>(11%,<br>23%)  | 26～41<br>(14～22,<br>11～19) | 33<br>(18, 15)  | 84%          | 100%           | 29<br>(17, 12)                   |
| 直近の親魚量の維持<br>の予防的措置*<br>( $\alpha 0.66F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.12<br>(0.09, 0.21)<br>( $0.53F_{current}$ ) | 11%<br>(9%,<br>19%)   | 23～36<br>(13～20,<br>10～17) | 28<br>(16, 13)  | 94%          | 100%           | 24<br>(14, 10)                   |
| 親魚量の維持*<br>( $0.89F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.20<br>(0.15, 0.35)<br>( $0.89F_{current}$ ) | 18%<br>(14%,<br>29%)  | 29～47<br>(16～26,<br>13～22) | 38<br>(21, 17)  | 50%          | 98%            | 37<br>(21, 16)                   |
| 親魚量の維持<br>の予防的措置*<br>( $\alpha 0.89F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.16<br>(0.12, 0.28)<br>( $0.71F_{current}$ ) | 15%<br>(12%,<br>24%)  | 27～43<br>(15～23,<br>12～19) | 34<br>(19, 15)  | 78%          | 100%           | 31<br>(18, 13)                   |
| 現状の漁獲量の維持*<br>( $C_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |                       | 37<br>(21, 16)             | 37<br>(21, 16)  | 59%          | 89%            | 37<br>(21, 16)                   |
| 現状の漁獲量の維持<br>の予防的措置*<br>( $\alpha C_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                               |                       | 30<br>(17, 13)             | 30<br>(17, 13)  | 83%          | 98%            | 30<br>(17, 13)                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |                       |                            |                 |              |                | 2014 年<br>算定<br>漁獲量              |
| 現状の漁獲圧の維持<br>( $F_{current}$ ) <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.22<br>(0.17, 0.39)<br>( $1.0F_{current}$ )  | 20%<br>(15%,<br>33%)  | 30～50<br>(17～28,<br>13～23) | 41<br>(22, 18)  | 32%          | 94%            | 41<br>(23, 17)                   |
| 現状の漁獲圧の維持<br>の予防的措置<br>( $\alpha F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.18<br>(0.14, 0.32)<br>( $0.8F_{current}$ )  | 16%<br>(13%,<br>27%)  | 28～45<br>(15～25,<br>12～21) | 36<br>(20, 16)  | 65%          | 99%            | 34<br>(20, 14)                   |
| コメント<br>・本系群の ABC 算定には、規則 1 3) (2)を用いた。<br>・ <sup>1)</sup> これらのシナリオでは $\beta_1$ 0.59、0.66、0.89 および 1 とした。<br>・ $C_{current}$ は、2012 年漁期の漁獲量を示す。<br>・ $F_{current}$ は、2010～2012 年漁期の漁獲係数の平均を示す。<br>・ $\alpha$ は 0.8 とした。<br>・将来漁獲量において、5 年後は 2019 年の漁獲量の上側および下側 10%を、5 年平均は 2015～2019 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。<br>・評価 (5 年後) は雌に対しての値である。<br>・現状親魚量は 2013 年の漁期後に想定される 11 齢雌資源量 (4,100 トン) を、Blimit は 2002 年の漁期後 11 齢雌資源量 (2,400 トン) をそれぞれ示す。<br>・年は漁期年 (7 月～翌年 6 月) を示す。<br>・平成 23 年に設定された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」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。 |                                               |                       |                            |                 |              |                |                                  |

## (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      |
|--------------------|-----------------|
| 2013 年調査時点資源量      | 2013 年漁期開始時点資源量 |
| 2012 年漁期漁獲量確定値     | 2012 年漁期漁獲量     |

| 評価対象年<br>(当初・再評価)                                                                                                                        | 管理<br>基準  | F 値  | 資源量<br>(百トン) | ABClimit<br>(百トン) | ABCtarget<br>(百トン) | 漁獲量<br>(百トン) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------|-------------------|--------------------|--------------|
| 2012 年 (2011 年評価)                                                                                                                        | Fcurrent* | 0.22 | 215          | 43                | 35                 |              |
| 2012 年 (2012 年再評価)                                                                                                                       | Fcurrent  | 0.22 | 169          | 34                | 28                 |              |
| 2012 年 (2013 年再評価)                                                                                                                       | Fcurrent  | 0.22 | 169          | 34                | 28                 | 37           |
| 2013 年 (2012 年評価)                                                                                                                        | Ccurrent* | -    | 153          | 38                | 32                 |              |
| 2013 年 (2013 年再評価)                                                                                                                       | Ccurrent  | -    | 223          | 38                | 32                 |              |
| <p>・2012、2013 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。</p> <p>・資源量は漁期開始時点の値である。</p> <p>・いずれも雌雄込みの値である。</p> <p>・*ABC とみなすのは妥当ではないと判断されたので参考値とした。</p> |           |      |              |                   |                    |              |

本系群はトロール調査により資源量を推定しており、2012 年の資源量は、2012 年再評価時点で確定しているので、2013 年再評価でも変わらない。2013 年再評価では 2012 年漁期の漁獲量が既知となる。2012 年の漁獲量は 3,700 トンであった。TAC 設定の根拠となる漁獲シナリオには、2012 年には「現状の漁獲量の維持(Fcurrent)」が、2013 年には「現状の漁獲量の維持(Ccurrent)」がそれぞれ採用された。2013 年の資源量は 2013 年の再評価時点で確定するが、この際カタガニ、ミズガニ、雌ガニの資源量の比率が変わるので、同じ管理基準でも再評価時の雌雄合計の F は変化する可能性がある。

2013 年の TAC 設定の根拠には「現状の漁獲量の維持(Ccurrent)」が採用されたので、ABClimit、ABCtarget とともに再評価時に変化しない。一方で、2013 年の資源量は、2012 年評価時の 15,300 トンから、2013 年評価時に 22,300 トンへ上方修正された。この要因としては、トロール調査の観測誤差や、混獲死亡の多寡による生残率の年変化等が挙げられ、上方修正の内訳は、ミズガニで+4,500 トン(+54%)、カタガニで+800 トン(+28%)、雌で+1,700 トン(+42%)であった。

2012 年の ABC「現状の漁獲量の維持(Fcurrent)」については、2011 年評価時には親魚量の維持が困難と判断されたので参考値としたが、2012 年再評価時には親魚量の維持が可能と判断されたので ABC とみなすこととした。2013 年の ABC「現状の漁獲量の維持(Ccurrent)」については、2012 年評価時には資源の減少傾向等を考慮し参考値としたが、2013 年再評価時には親魚量の維持が可能と判断されたので ABC とみなすこととした。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

### (1) 省令及び自主規制などによる資源の保護

ズワイガニの漁業規制は、1955 年農林省令において、漁期や甲幅制限、また雌の未熟個体や日本海大和堆における採捕禁止などが定められた。加えて A 海域では、漁期やサイズ規制について、漁業者の自主的な取り組みによって省令よりも厳しい制限を設けている（表 1）。さらに、2005 年度漁期からミズガニおよび雌ガニについては、1 航海当たりの漁獲量の上限設定を、従来の箱数から尾数単位に切り替え、2009 年漁期からは漁業者自らの提案で、ミズガニの一部とクロコについて上限を削減している（表 2）。また、コンクリートブロックを投入した保護区を造成するなど、積極的な規制措置を講じている。

以上の規制は主として底びき網漁業を対象とするが、かご漁業でも、例えば島根県では、操業海域、かご数や操業期間に加え、雌ガニは完全禁漁とするなどの規制が講じられている。

このような規制措置により、ミズガニが漁獲物に占める割合は減少傾向を続け、2007 年以降は 20%を切っている。2012 年のミズガニの割合は 15%であり、2008 年の 14%に次ぐ低い値であった。

### (2) 混獲死亡の低減

以上に述べた綿密な規制が遵守される際、ミズガニやアカコなど、相当量の漁獲対象外個体が、入網後に放流されていると考えられる。3～5 月や 12 月など、水温の低い時期であれば、素早く丁寧に放流したときの放流生残率が 87～100%と推定されており（山崎 1994）、ミズガニの放流生残率もミズガニ漁期においては大型個体を除いて 77%以上と高い（山崎ほか 2011）。また、京都府沖合では、カタガニと雌のみで、水揚げ量の約 50%に相当する個体が、混獲、放流された後に死亡していると推定されている（山崎・宮嶋 2013）。船上での放流個体の扱われ方等を考慮すると、実際の漁業における放流生残率は上述の値よりも低く、放流後の死亡量はより多いと推察される。混獲死亡を低減させることは、資源や漁獲の増加に寄与することは確実であろう。

従来、石川県、福井県および京都府では、ズワイガニ漁期外にアカガレイ等を漁獲対象とする際のズワイガニの混獲死亡を低減するために、底びき網の分離網が導入されている。分離網とは一般に、底びき網のコッドエンドに漁獲物が到達する前に、遊泳力のあるアカガレイと遊泳力のないズワイガニを分離する構造を設けた網のことである。この分離網が、鳥取県の沖底船への導入が進められ、また兵庫県の沖底船への導入が検討されており、今後、漁期外における混獲死亡の低減が期待される。

### (3) 雌雄別、カタガニ・ミズガニ別の管理

ズワイガニは雌雄別、カタガニ・ミズガニ別に異なる漁業規制が適用されている。例えば、漁獲対象サイズであっても、小型のミズガニのうち半数以上はもう一回脱皮すると考えられ、最終脱皮後のミズガニは翌年カタガニとして漁獲することができる。資源が減少している中、安定した漁獲を継続できるためにも、ABC や TAC の設定も個別に行い、管理することも必要と考えられる。また、現在はカタガニ・ミズガニが込みになっている沖底の漁獲成績報告について、カタガニ・ミズガニ別に扱うことができれば、資源水準やトロール調査結果の検討に有用である。

(4) 韓国による漁獲状況の把握

ズワイガニ日本海系群が分布する日韓暫定水域内で、韓国漁船が本系群を漁獲しているが、詳細は不明である。また、本評価で行っているトロール調査では、暫定水域内の調査点で韓国の漁獲サイズ（甲長 90mm 以上）に相当する雄ガニがほとんど採集されず、本水域における雄ガニの資源状態は悪いことが示唆される。トロール調査結果と漁獲物の情報を用いた、より詳細な資源計算等の検討を可能にするためにも、韓国による詳細な漁獲情報が必要である。

日韓暫定水域に隣接する我が国 EEZ では、韓国漁船によるズワイガニの違法操業が行われ、毎年多量の違法設置漁具（刺網・カニかご）が押収されているが（水産庁境港漁業調整事務所 HP 等）、これら違法操業による資源への影響は不明である。

日韓漁業協定に基づき、両国間で建設的な協議が行われ、暫定水域における適切な資源管理措置が講じられることが必要である。

## II. B 海域

### 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底の割合は低く、小型底びき網縦曳き 1 種（かけまわし、以後小底と略記する）の占める割合が高い（図 21）。また、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。なお、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。省令により、本海域の漁期は 10 月 1 日～5 月 31 日に、漁獲対象は、雄では甲幅 90mm 以上（実質 12 齢と 13 齢）のカタガニとミズガニ、雌ではアカコとクロコ（11 齢）に制限されている。

#### (2) 漁獲量の推移

B 海域の漁獲量（暦年）には、1960 年代には約 1,000 トンの、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 200～300 トン台で安定しながら現在に至っている（図 21）。2008 年以降の漁獲量には増加傾向がみられており、2012 年の漁獲量は 390 トン（暫定値）であった。

漁期年で集計した 1998 年以降の漁獲量は、雄では 2003 年まで減少し 2008 年まで横ばい、雌では 2009 年まで横ばいであったが、以後雌雄とも増加している（図 22）。雌の漁獲量の増加率は雄よりも高く、雄が 2008～2011 年の間に約 1.5 倍に増加したのに対し、雌では 2009～2012 年の間に 2 倍以上に増加した。

#### (3) 漁獲努力量

主要な漁業種類である沖底と小底の操業隻数は、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（図 23）。また、網数が把握できる 1979 年以降では、総網数は 1998 年までに 1979 年の 1/4 程度に減少した後、概ね横ばいである。

近年では、特に雌の主漁場で、網数の増加がみられており、漁獲量の増加と関連している（表 3）。

### 4. 資源の状態

#### (1) 資源評価の方法

資源量をかご調査に基づく面積密度法によって推定した（補足資料 3）。沖底と小底の資源密度指数から水準を判断し、資源量の推移から動向を判断した。

#### (2) 資源量指標値の推移

沖底および小底の漁獲成績報告書に記載されている日別、漁区別の網数と漁獲量から、農林漁区（緯度経度 10 分毎）および月を単位として、資源密度指数（補足資料 5）を求めた。なお、1988 年頃に同じ漁船が小底から沖底へ転籍していることから、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、ともに減少の

後、雄は1993年、雌は1992年より増加した（図24）。特に2000～2005年は雌雄で傾向が異なり、雌は2002年と2005年に過去最高を更新したのに対し、その間雄は減少傾向であった。2007年以降は雌雄の変化傾向は類似しており、2007年に減少した後、2008～2009年は増加した。2011年の資源密度指数は、雌雄とも、1978年以降の最高水準にあった。

雌雄合計の資源密度指数は、1992年までは概ね3～6kgのあいだで推移したが、1993年以降は概ね5.5～8.5kgのあいだで推移した（図25）。その後、2007年と2008年には5kg前後に減少したが、2009年以降は増加している。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。その後やや減少したものの再び上昇し、2011年の移動平均は1982年以降で最高の7.3kgとなった。

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、漁績の集計単位である緯度経度10分枠目の漁区の中、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

かご調査から推定した調査前漁期開始時点の資源尾数は、2003年以降は雌雄とも安定していたが、2009年以降は雄が多いのに対し、雌は比較的少ない（補足資料2、図26）。雌雄合計の資源量も長期的には安定していたが、2009年から増加し、2010年には4,000トンを超えた。2011年に2,800トンに減少したものの、2012年には再び3,900トンに増加した（図27）。

資源量と漁獲量から、漁獲割合とFを推定した（補足資料2、図28）。両値とも、雄では2003年以降安定していたのに対し、雌は全体に変動が大きかった。2007年以降は雌も安定していたが、2010年以降は急激に上昇しており、2012年のF値は0.40であった。2008～2012年の平均の漁獲割合（F値）は雄で8%（0.08）、雌で20%（0.23）、全体で9%（0.10）であった。

雌の2010年以降の漁獲割合とF値の上昇は、資源量は比較的少ないにもかかわらず、漁獲量は増加していることに起因する。雌ガニは分布が偏るので、かご調査による資源量推定値の変動係数（CV）は44～70%と、雄の23～29%に比べて大きく、2010年以降の資源量の過小推定の可能性が想定される。しかし、上述のように雌の主漁場における小底の努力量と漁獲量はともに、2009～2011年の間に2倍近くに増加しており、CPUEや資源密度指数は横ばいである（表3）。したがって、漁獲割合とF値の上昇は、資源量の過小推定の可能性よりも、漁獲圧の上昇の影響が大きいことが示唆される。なお、雌の2012年のF値（0.40）は、A海域における現状のF値（0.39）と同程度であり、これ以上上昇しないことが望ましい。

### （4）資源の水準・動向

資源水準の判断には、雌雄合計の資源密度指数の5年移動平均を用いた（図25）。2009年時点の最高値（7.1kg）と0のあいだの三分位点をもとに、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。このことから、1995年以降資源水準は高位で安定しており、2011年も高位と判断した。

資源動向の判断には、かご調査により推定された雌雄合計の資源量（図27）を用い、最

近5年間の推移から横ばいと判断した。

#### (5) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

雌の%SPRと雌雄別のYPRを計算した。計算方法はA海域と同様であるが、B海域ではアカコも漁獲対象なので、%SPR、YPRともに雌の計算結果はA海域と異なる。このとき、生理的寿命を考慮していない。雄の計算結果はA海域と同様である。雄では11歳まで、雌では10歳までが、漁獲対象個体（雄：12～13歳、雌：11歳（アカコとクロコ））と同様のFで混獲されると仮定し、放流後の生残率が0、0.5、1の3通りについて計算した。

%SPRは、放流生残率が0.5のとき、F30%は0.22、F40%は0.16であり、放流生残率が0のとき、F30%は0.17、F40%は0.12であった（図29）。雌のFが最も高かったのは2012年の0.40であり、2008～2012年の平均は0.23であった。特に、2011年からのF値は上昇して、これらの管理基準値を上回った。加入乱獲を回避する面では、雌は2010年以前の漁獲圧で漁獲されることが望ましい。

YPRは、雄では、放流生残率が1、0.5、0のとき、Fmaxはそれぞれほぼ無限大、0.28、0.23であり、F0.1は0.19、0.16、0.14であった（図30）。F値は、1998～2012年の平均で0.10、2008～2012年の平均で0.08であり、これらはいずれもF0.1を下回る。

雌では、放流生残率が1、0.5、0のとき、Fmaxはそれぞれ無限大、0.29、0.18であり、F0.1は0.47、0.19、0.13であった。F値は、特に2011年以降上昇しており、2008～2012年の平均(0.23)は、放流生残率が0.5と0のときにF0.1を上回る。

これらのことから、ある程度の安全を見越して加入量あたり漁獲量の最大化を目指すF0.1よりも、現在のF値は雄では下回っているが、雌では上回っており、2010年以前の漁獲圧で漁獲することが望ましい。

放流生残率は、季節、船上での経過時間及び甲羅の状態に大きく影響される。気温（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く、気温が低い場合や、脱皮してからの期間が長く甲羅が硬い場合は生残率が高い。京都府沖で雌雄別、成熟度別に調べられた放流生残率は、気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を考慮し、本評価では0.5を用いている。

## 5. 2014年ABCの算定

### (1) 資源評価のまとめ

本海域における漁獲量は長期的には大きく減少しているが、漁船数や網数にも同様の減少傾向がみられることから、本海域における長期的な漁獲量の減少は、主に漁船数や網数の減少による漁獲圧の低下のためと考えられる。

資源水準は高位、動向は横ばいであり、漁獲圧は生物学的管理基準値と比較して、雌ではやや高いものの、雄では十分に低い水準にある。雌雄全体では、現状程度の漁獲圧であれば十分に資源の維持が可能と判断した。

## (2) 漁獲シナリオに対応した 2014 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群では、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、動向は横ばいであり、生物学的管理基準値との比較から、雌雄全体では、現状程度の漁獲圧であれば十分に資源の維持が可能と考えられる。これらのことから、ABC 算定規則 1-3)-(1) を適用した。

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(%SPR)を目指すものを採用した。ここで、%SPR については一般に用いられる値である 30%SPR と、やや慎重な値である 40%SPR の 2 つのシナリオを用いた。 $F_{0.1}$  と %SPR では、放流生残率を 0.5 と仮定した。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、 $F_{0.1}$  では雌雄別に YPR から計算された  $F$  値を、30%SPR および 40%SPR では雌の  $F$  値を雄にもそれぞれ使用した。

なお、予防的措置のために  $F$  に乗じる係数には、標準値の 0.8 を適用した。

| 漁獲シナリオ      | 管理基準                                      | 漁獲量（トン） |       |       |      |      |      |      |
|-------------|-------------------------------------------|---------|-------|-------|------|------|------|------|
|             |                                           | 2012    | 2013  | 2014  | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 現状の漁獲圧の維持   | F <sub>current</sub><br>(F=0.10)          | 380     | 310   | 340   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>current</sub><br>(F=0.08) | 380     | 310   | 270   | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F40%SPR<br>(F=0.16)                       | 380     | 310   | 510   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F40%SPR<br>(F=0.13)              | 380     | 310   | 420   | —    | —    | —    | —    |
| 適度な漁獲圧による漁獲 | F0.1<br>(F=0.16)                          | 380     | 310   | 530   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F0.1<br>(F=0.13)                 | 380     | 310   | 430   | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F30%SPR<br>(F=0.22)                       | 380     | 310   | 700   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F30%SPR<br>(F=0.18)              | 380     | 310   | 570   | —    | —    | —    | —    |
| 漁獲シナリオ      | 管理基準                                      | 資源量（トン） |       |       |      |      |      |      |
|             |                                           | 2012    | 2013  | 2014  | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 現在の漁獲圧の維持   | F <sub>current</sub><br>(F=0.10)          | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>current</sub><br>(F=0.08) | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F40%SPR<br>(F=0.16)                       | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F40%SPR<br>(F=0.13)              | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 適度な漁獲圧による漁獲 | F0.1<br>(F=0.16)                          | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F0.1<br>(F=0.13)                 | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F30%SPR<br>(F=0.22)                       | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F30%SPR<br>(F=0.18)              | 3,900   | 3,500 | 3,500 | —    | —    | —    | —    |

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。

2013 年と 2014 年の資源量は 2008～2012 年の平均、2013 年の漁獲量は 2008～2012 年の平均と仮定した。

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四捨五入した値である。

$\alpha$  は 0.8 とした。

## (3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

各漁獲シナリオの予防的措置として、安全率  $\alpha=0.8$  を乗じた  $F$  で漁獲した場合の  $ABC$  も計算した。

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | F 値 (雄, 雌)<br>( $F_{current}$ との比較)           | 漁獲割合<br>(雄, 雌)    | 将来漁獲量<br>(トン) |       | 評価       |            | 2014 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(トン) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|---------------|-------|----------|------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                   | 5 年後          | 5 年平均 | 現状親魚量を維持 | Blimit を維持 |                                 |
| 現状の漁獲圧の維持* ( $F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.10<br>(0.08, 0.23)<br>(1.00 $F_{current}$ ) | 10%<br>(8%, 21%)  |               |       |          |            | 340<br>(230, 100)               |
| 現状の漁獲圧の維持の予防的措置* ( $\alpha F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.08<br>(0.07, 0.18)<br>(0.80 $F_{current}$ ) | 8%<br>(6%, 17%)   |               |       |          |            | 270<br>(190, 80)                |
| 親魚量の確保* ( $F_{40\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.16<br>(0.16, 0.16)<br>(1.58 $F_{current}$ ) | 15%<br>(15%, 15%) |               |       |          |            | 510<br>(440, 80)                |
| 親魚量の確保の予防的措置* ( $\alpha F_{40\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.13<br>(0.13, 0.13)<br>(1.26 $F_{current}$ ) | 12%<br>(12%, 12%) |               |       |          |            | 420<br>(360, 60)                |
| 適度な漁獲圧による漁獲* ( $F_{0.1}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.16<br>(0.16, 0.19)<br>(1.61 $F_{current}$ ) | 15%<br>(15%, 17%) |               |       |          |            | 530<br>(440, 90)                |
| 適度な漁獲圧による漁獲の予防的措置* ( $\alpha F_{0.1}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.13<br>(0.13, 0.15)<br>(1.29 $F_{current}$ ) | 12%<br>(12%, 14%) |               |       |          |            | 430<br>(360, 70)                |
| 親魚量の確保* ( $F_{30\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.22<br>(0.22, 0.22)<br>(2.20 $F_{current}$ ) | 20%<br>(20%, 20%) |               |       |          |            | 700<br>(590, 100)               |
| 親魚量の確保の予防的措置* ( $\alpha F_{30\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.18<br>(0.18, 0.18)<br>(1.76 $F_{current}$ ) | 16%<br>(16%, 16%) |               |       |          |            | 570<br>(490, 80)                |
| コメント<br>・ $ABC$ の算定には、規則 1-3)-(1)を用いた。<br>・ 再生産関係が不明であり、漁獲対象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。<br>・ $F_{current}$ は、2008～2012 年の平均値。<br>・ $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{40\%SPR}$ 及び $F_{0.1}$ は、漁期中に混獲され放流された個体が生き残る割合を 50%と仮定した値。0%と仮定した場合の $ABC$ は、 $F_{0.1}$ で 460 トン、 $F_{40\%SPR}$ で 400 トン、 $F_{30\%SPR}$ が 540 トン。<br>・ 年は漁期年 (7 月～翌年 6 月)。<br>・ $\alpha$ は 0.8 とした。<br>・ 平成 23 年に設定された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」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。 |                                               |                   |               |       |          |            |                                 |

## (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                       |
|--------------------|----------------------------------|
| 2011 年漁期漁獲量確定値     | 2011 年漁期漁獲量、2011～2012 年漁期開始時点資源量 |
| 2013 年調査時点資源量      | 2012 年漁期開始時点資源量                  |
| 2012 年漁期漁獲量暫定値     | 2012 年漁期漁獲量、2012 年漁期開始時点資源量      |

| 評価対象年<br>(当初・再評価)                                                                                   | 管理<br>基準 | F 値  | 資源量<br>(トン) | ABClimit<br>(トン) | ABCtarget<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-------------|------------------|-------------------|-------------|
| 2012 年 (2011 年評価)                                                                                   | F40%SPR  | 0.16 | 3,200       | 480              | 390               |             |
| 2012 年 (2012 年再評価)                                                                                  | F40%SPR  | 0.16 | 3,300       | 490              | 400               |             |
| 2012 年 (2013 年再評価)                                                                                  | F40%SPR  | 0.16 | 3,900       | 570              | 470               | 380         |
| 2013 年 (2012 年評価)                                                                                   | F40%SPR  | 0.16 | 3,300       | 490              | 400               |             |
| 2013 年 (2013 年再評価)                                                                                  | F40%SPR  | 0.16 | 3,500       | 510              | 420               |             |
| ・2012、2013 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。<br>・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。<br>・2012 年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行っており、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。例えば、2012 年の資源量は、2011 年評価時は 2006～2010 年の平均であり、2012 年再評価時に 2007～2011 年の平均資源量に更新し、2013 年再評価時に 2012 年の資源量で確定する。

B 海域の漁期年は 7 月から翌年 6 月までである。例年 4 月にもズワイガニの漁獲があるが、当初評価時点では 4 月の漁獲量を未集計の場合があるため暫定値とし、翌年の再評価時に更新・確定している。本年の資源評価において、2011 年漁期漁獲量が 281 トンから 371 トンに大きく更新された。このうち、2012 年 4 月の未集計分は 10 トンであり、残りの 80 トンは、昨年評価時点で 2012 年 1～3 月の漁獲量に未集計分があったからである。2012 年漁期漁獲量 (380 トン：暫定値) についても 2014 年評価時に更新予定であり、2013 年 1～3 月の漁獲量については現時点で全て集計済みである。

2012 年、2013 年とも TAC には親魚量の確保(F40%SPR)を目指すシナリオが採用された。2013 年の資源量は、2012 年評価時よりも、2013 年再評価時の更新で約 5%増加した。これにより、ABClimit、ABCtarget とともに、当初評価時よりもわずかに増加した。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

B 海域の資源水準は高位であり、現状の F を引き下げなければならない状況にはないと判断される。しかし、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おり、親魚量の確保の面からは、アカコの禁漁が望ましい。

## 7. 引用文献

- 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.
- 木下貴裕 (2009) ズワイガニ日本海系群. 平成 20 年度資源変動要因分析調査報告書, 水産庁増殖推進部漁場資源課・独立行政法人水産総合研究センター, 86-91.
- 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.
- 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. 64pp.
- Ueda Y., Ito M., Hattori T., Narimatsu Y. and Kitagawa D. (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.
- 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.
- 山崎淳・宮嶋俊明 (2013) 京都府沖合における底曳網によるズワイガニ混獲量とリリース直後の生残率. 水産技術, 5, 141-149.
- 山崎淳・宮嶋俊明・藤原邦浩 (2011) 京都府沖合における底曳網によるズワイガニ水ガニの入網数とリリース直後の生残率. 日水誌, 77, 372-380.
- 全国底曳網漁業連合会 (2012) 平成 23 年度日本海ズワイガニ漁獲結果総まとめ資料. 全国底曳網漁業連合会, 東京.



図 1. ズワイガニ日本海系群の分布

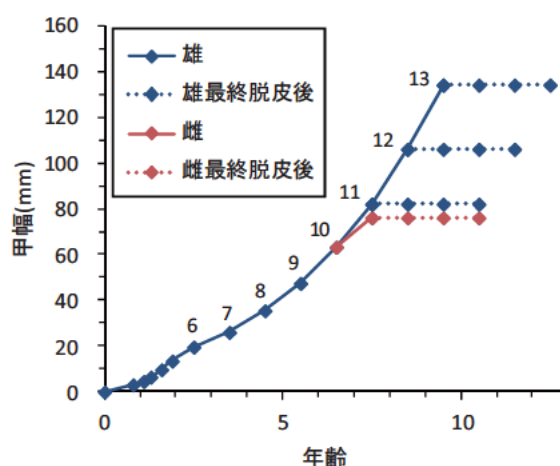


図 2. ズワイガニの年齢、脱皮齢期および甲幅の関係 数字は脱皮齢期を示す。10 齢までは雌雄共通である。

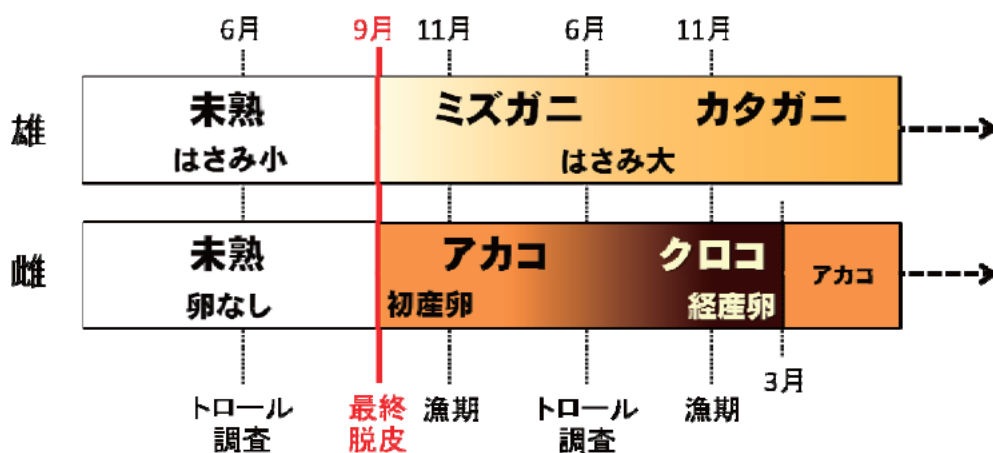


図 3. ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

- ・ 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。

A 海域の図表

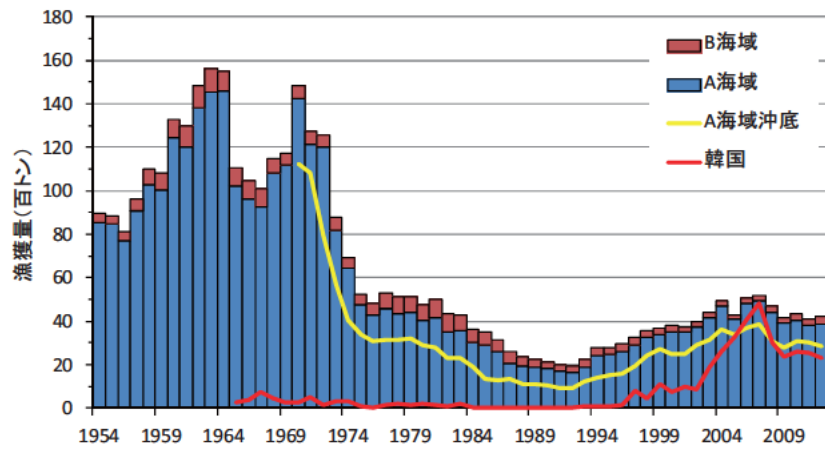


図 4. 本州沖日本海における漁獲量（暦年集計）

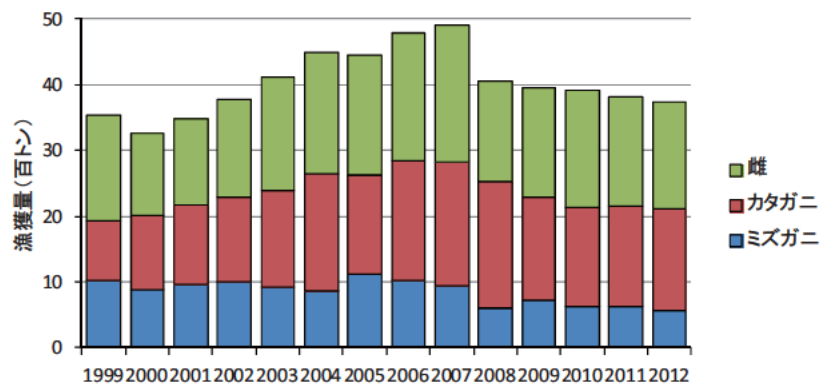


図 5. 雌雄別（雄はカタガニ・ミズガニ別）の漁獲量（漁期年集計）

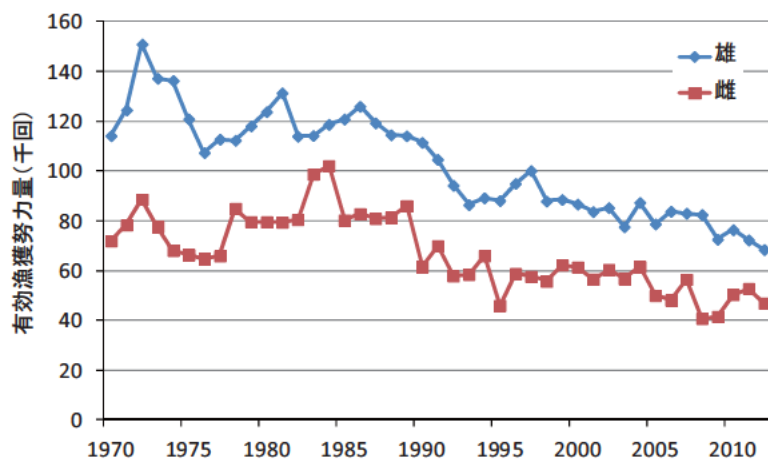


図 6. 沖合底びき網の有効漁獲努力量

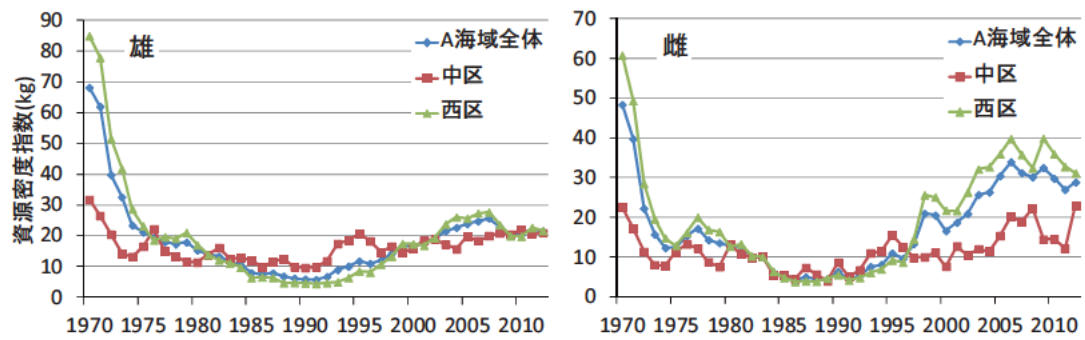


図 7. A 海域における資源密度指数（西区：但馬沖以西、中区：若狭沖以東）

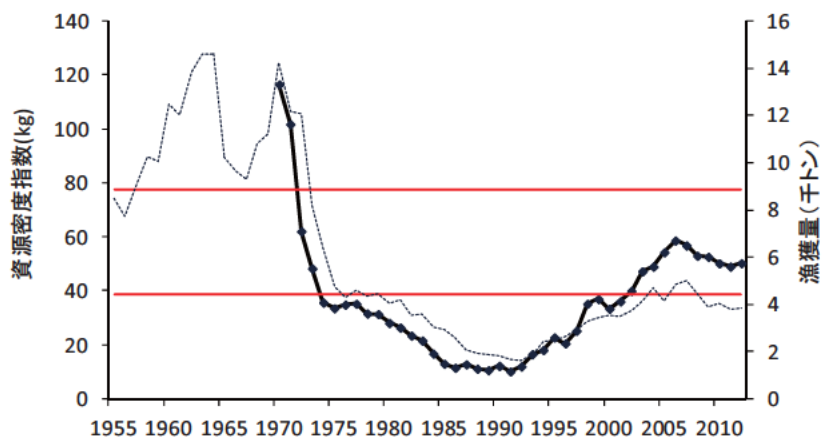


図 8. A 海域における沖底漁績から求めた資源密度指数（雌雄海区合計）  
赤線は最高値（116kg）と 0 のあいだの三分位点を、点線は漁獲量を示す。

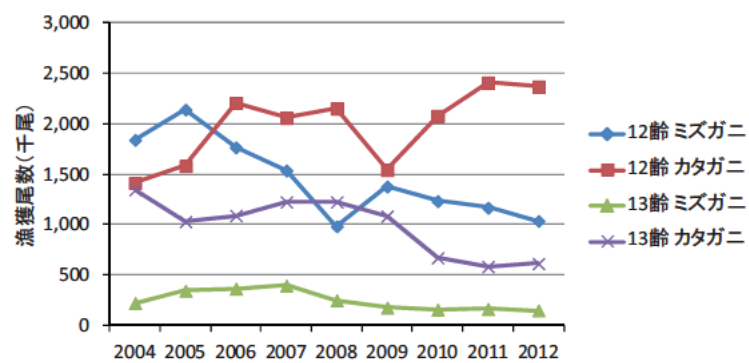


図 9. 主要港における雄の齢別カタガニ・ミズガニ別漁獲尾数

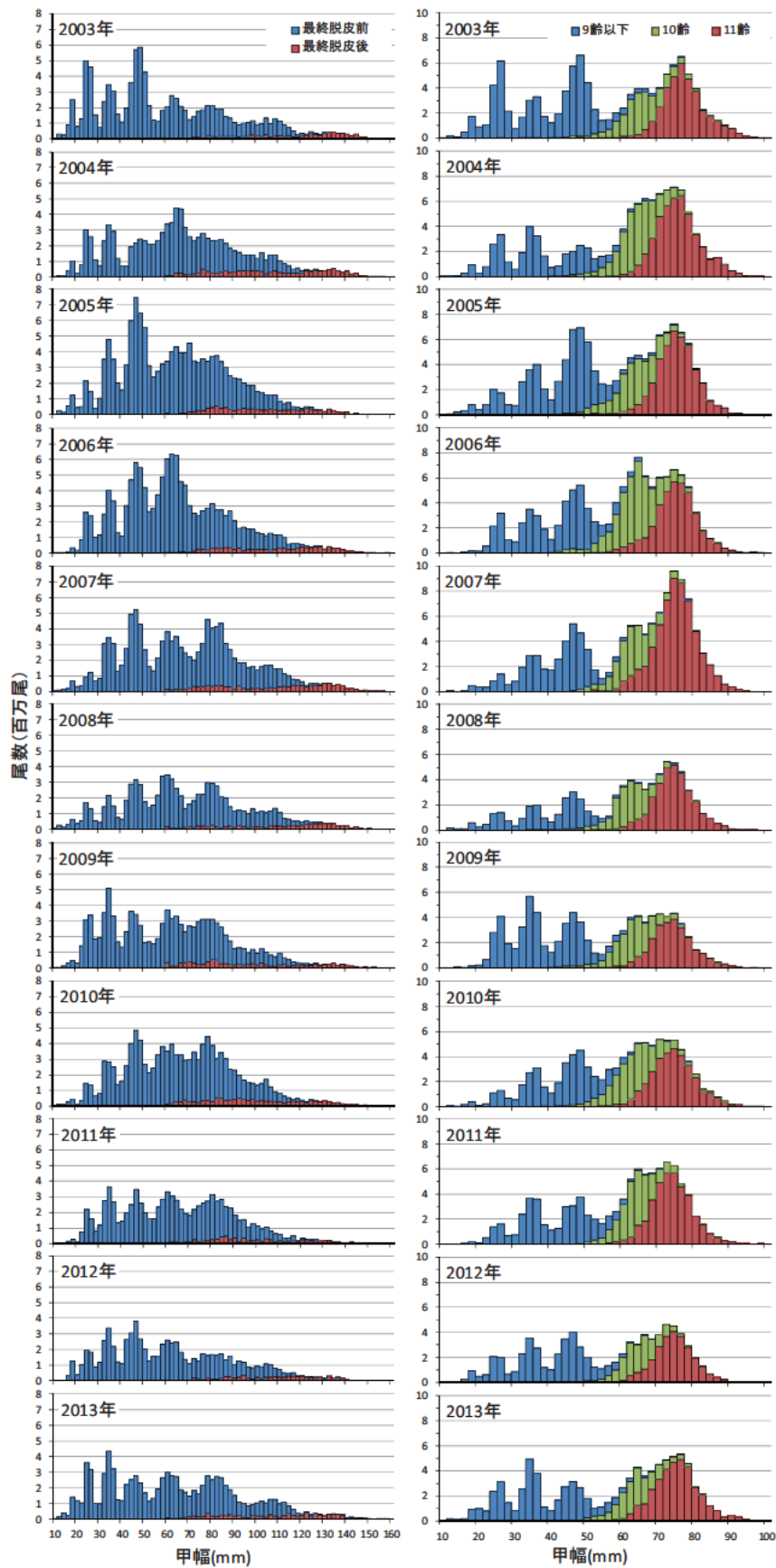


図 10. トロール調査から推定された甲幅組成 (左：雄、右：雌)

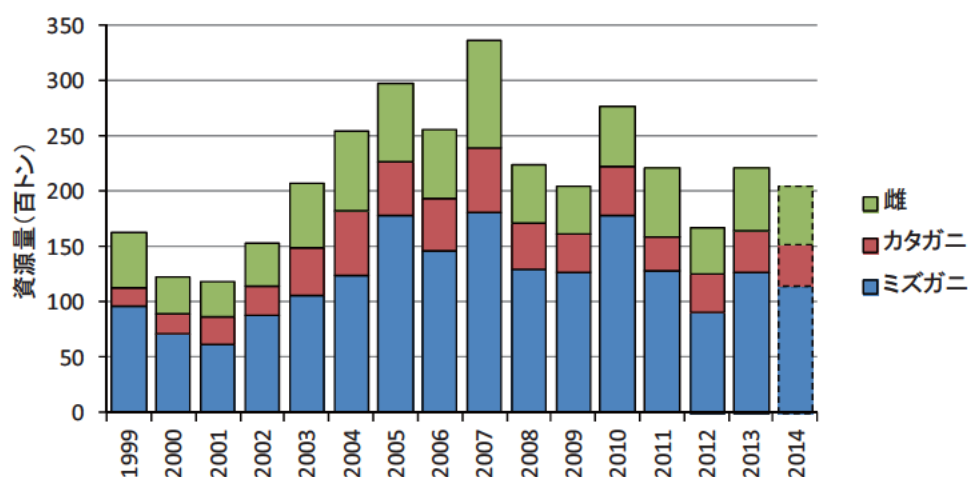


図 11. トロール調査から推定された漁期開始時点における資源量  
ミズガニとカタガニは 12 齢と 13 齢の合計を、雌は 11 齢クロコをそれぞれ示す。  
2014 年は、2013 年の 10 齢以上の齢別資源尾数等から求めた予測値。

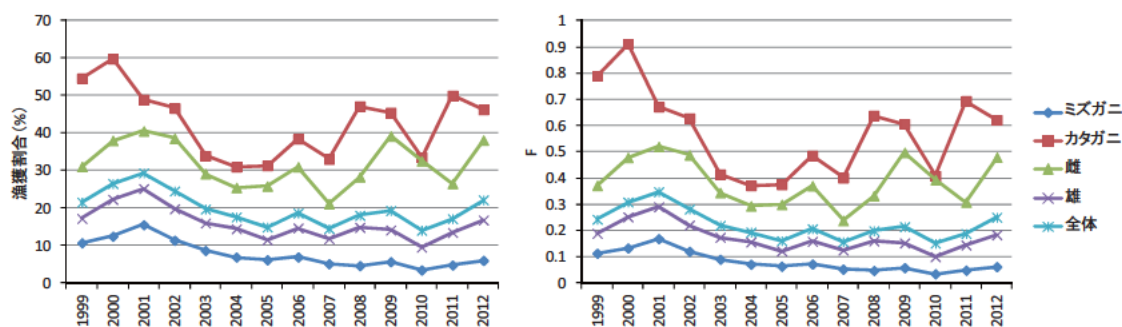


図 12. 漁獲割合 (左) と F (右)

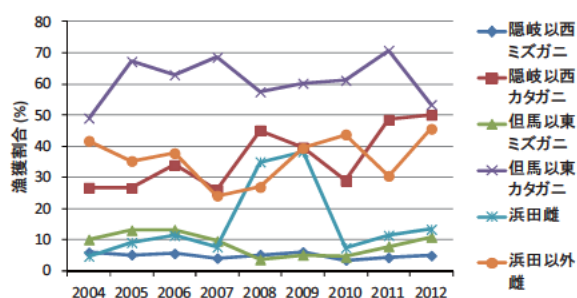


図 13. 海域別漁獲割合

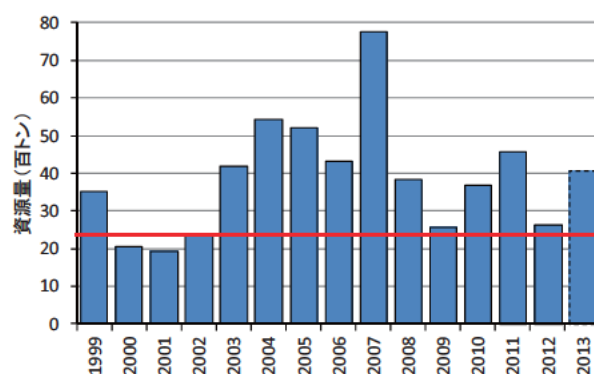


図 14. 雌（11 歳クロコ）の漁期後資源量

2013 年は調査時点資源量と漁獲量の関係（補足図 1）から求めた漁獲量による予測値。赤線は Blimit を示す。

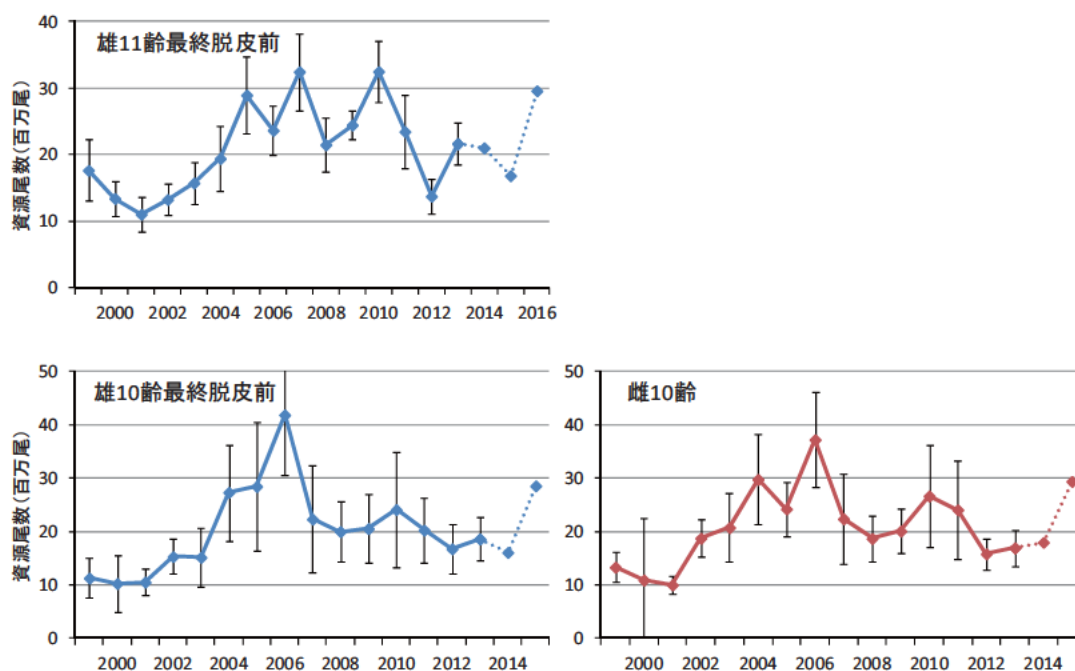


図 15. 2013 年漁期（11 歳）および 2014 年漁期（10 歳）に漁獲加入する年級群の資源尾数 縦棒は 95%信頼区間を、点線は 2013 年の 8 歳および 9 歳の資源尾数からの予測値をそれぞれ示す。トロール調査の 5～6 月時点では雌のアカコとクロコを判別できないので、2013 年漁期の雌の漁獲加入尾数は不明である。

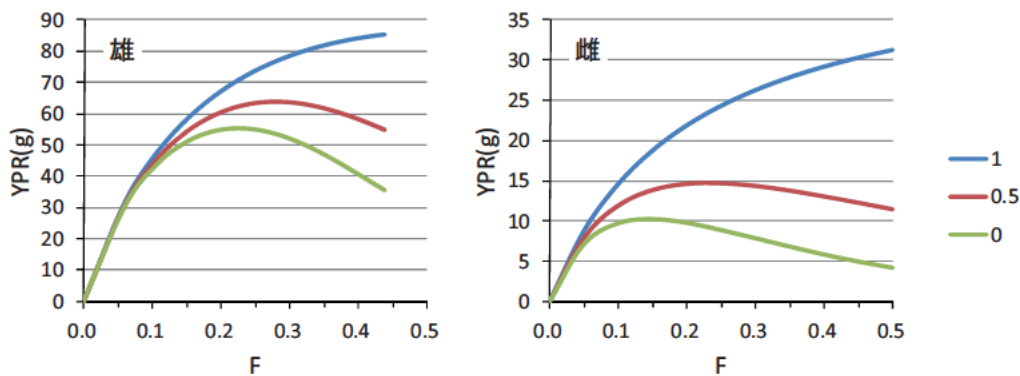


図 16. F と YPR の関係 凡例は漁獲対象外個体が混獲された際の放流生残率を示す。

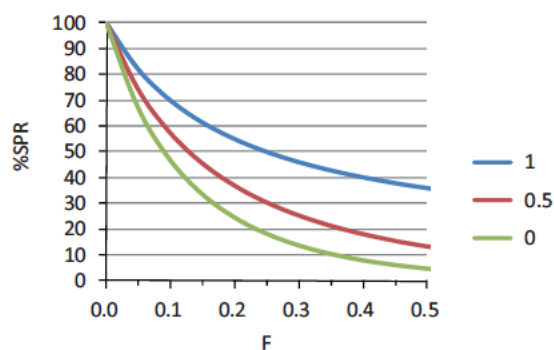


図 17. F と %SPR の関係 凡例は漁獲対象外個体が混獲された際の放流生残率を示す。

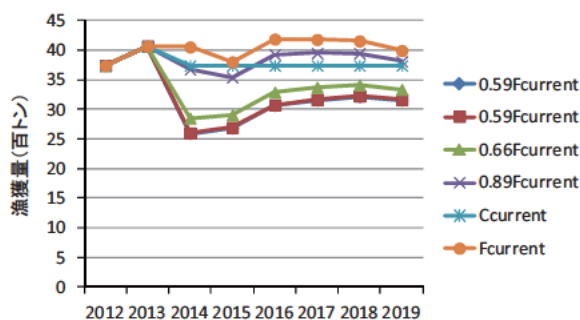


図 18. 各漁獲シナリオにおける漁獲量の予測

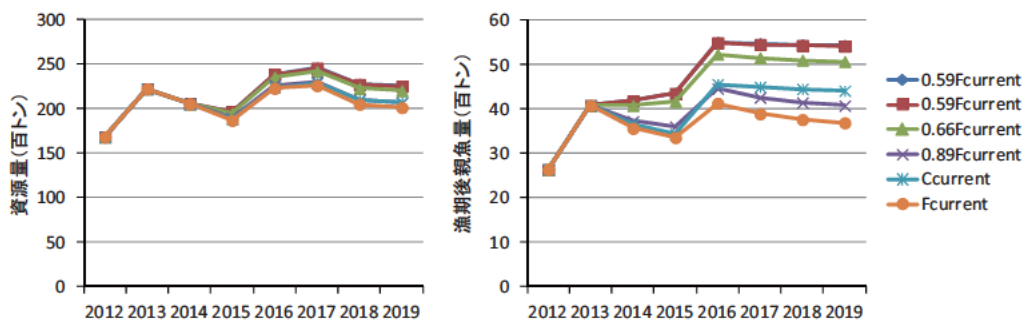


図 19. 各漁獲シナリオにおける資源量（左）および漁期後親魚量（右）の予測

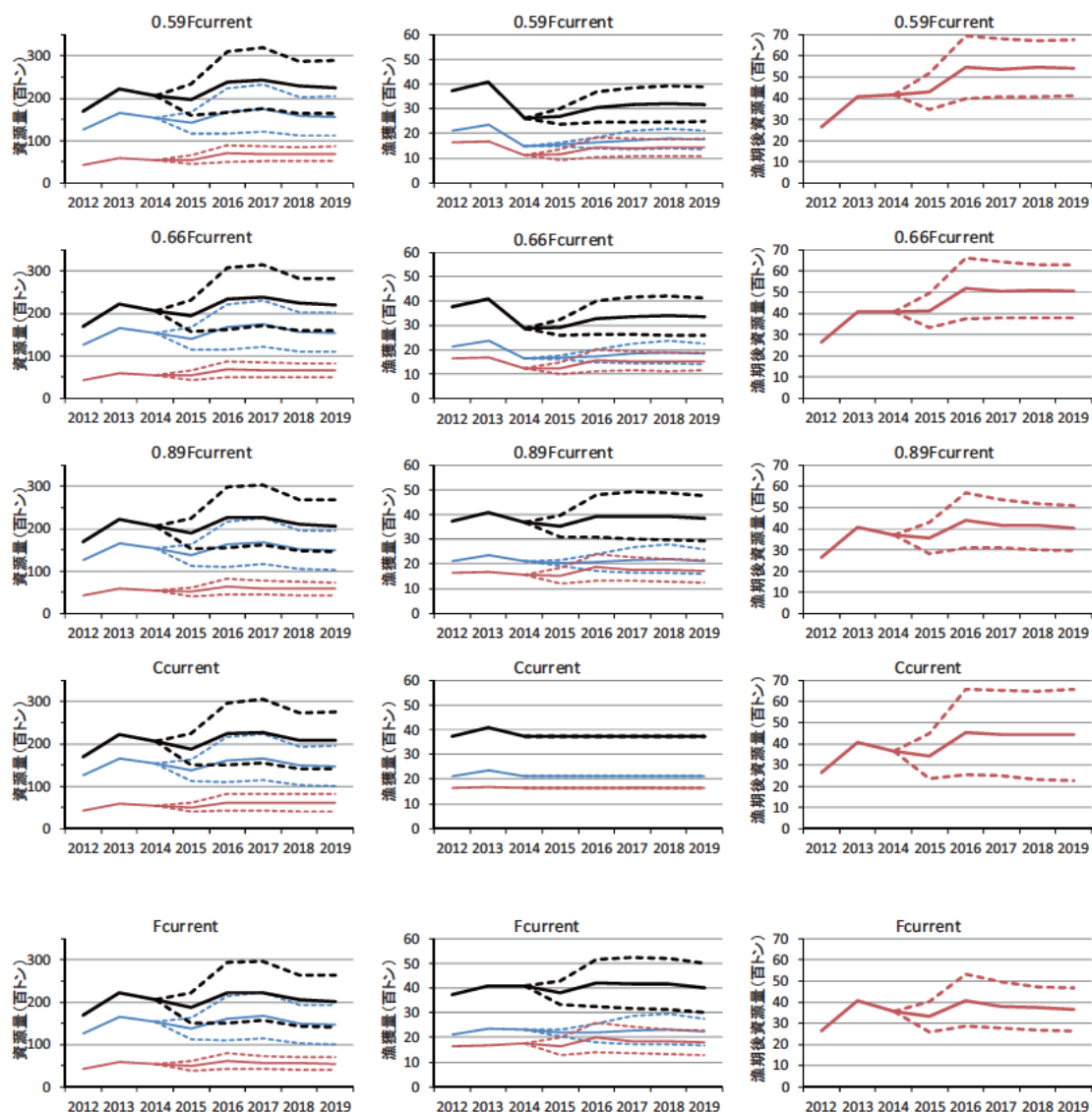


図 20. 各漁獲シナリオにおける、資源量 (左)、漁獲量 (中) および雌 (クロコ) の漁期後資源量 (右) の将来予測。資源量と漁獲量については黒色が雄雌合計、青色が雄、赤色が雌を、2014 年以降の実線は中央値を、破線は上側 10%、下側 10%をそれぞれ示す。

表 1. A 海域におけるズワイガニの漁期規制およびサイズ規制

|    |      | 漁期          |             | 漁獲規制（サイズは甲幅） |         |        |
|----|------|-------------|-------------|--------------|---------|--------|
| 省令 |      | 11月6日～3月20日 |             | 90mm未満       |         |        |
|    |      | (ミズガニ)      | (カタガニ)      | (ミズガニ)       | (カタガニ)  |        |
| 雄  | 自主規制 | 鳥取・兵庫       | 1月20日～3月10日 | 省令に同じ        | 105mm未満 | 95mm未満 |
|    |      | 島根          | 同上          | 同上           | 同上      | 省令に同じ  |
|    |      | 京都          | 禁漁          | 同上           | 禁漁      | 同上     |
|    |      | 福井・石川       | 1月11日～3月20日 | 同上           | 100mm未満 | 同上     |
| 省令 |      | 11月6日～1月20日 |             | 未成熟ガニ        |         |        |
| 雌  | 自主規制 | 鳥取・兵庫・島根    | 同上          | アカコ・70mm未満   |         |        |

表 2. A 海域におけるズワイガニの 1 航海あたり漁獲量規制

| 航海時間   | 漁獲量上限  |         |
|--------|--------|---------|
|        | ミズガニ   | クロコ     |
| 24時間未満 | 800尾   | 5,000尾  |
| 48時間未満 | 1,600尾 | 8,000尾  |
| 48時間以上 | 2,300尾 | 16,000尾 |

# B 海域の図表

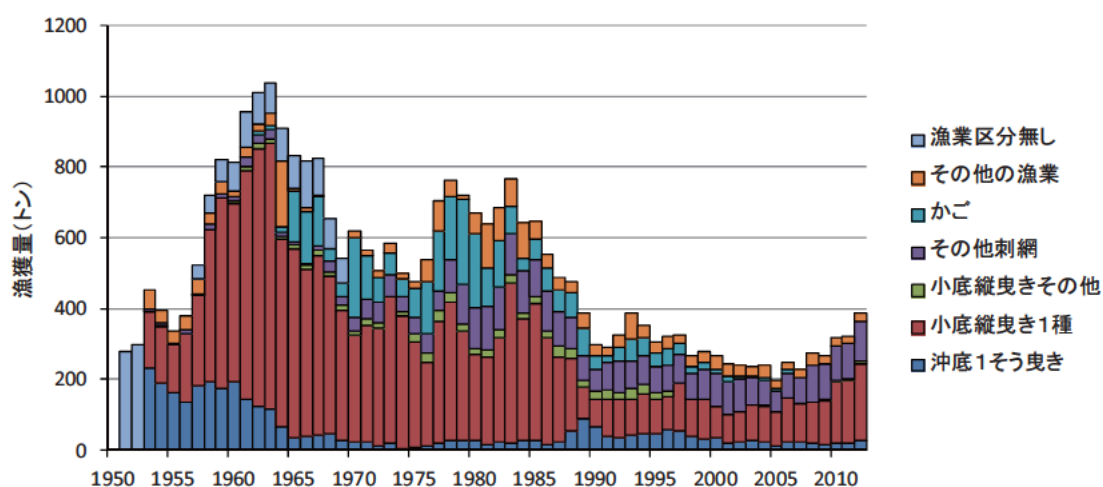


図 21. ズワイガニの漁業種別漁獲量（暦年）

2007 年以降は、「小底縦曳き 1 種」に「小底縦曳きその他」を含む。

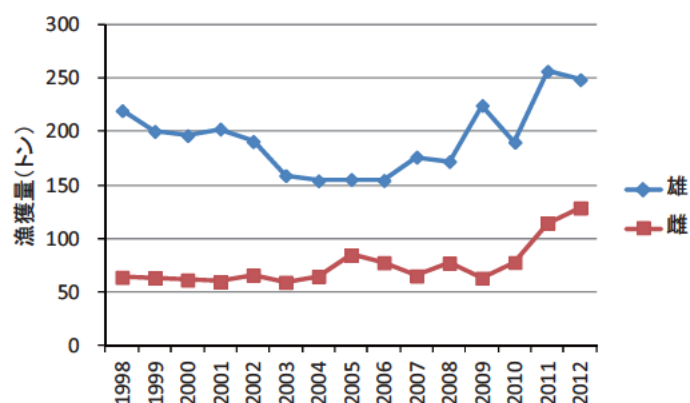


図 22. 雌雄別漁獲量（漁期年）

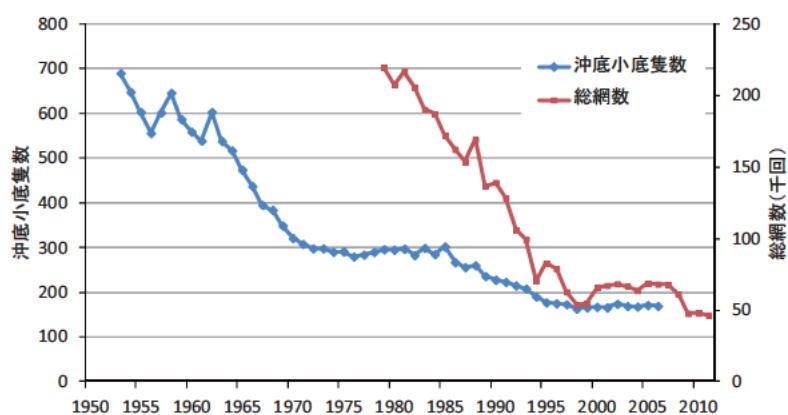


図 23. 沖底と小底の隻数と総網数

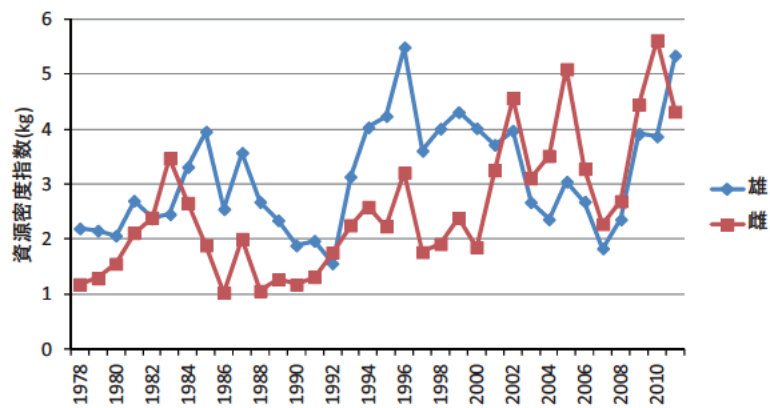


図 24. 沖底と小底（かけまわし）による資源密度指数

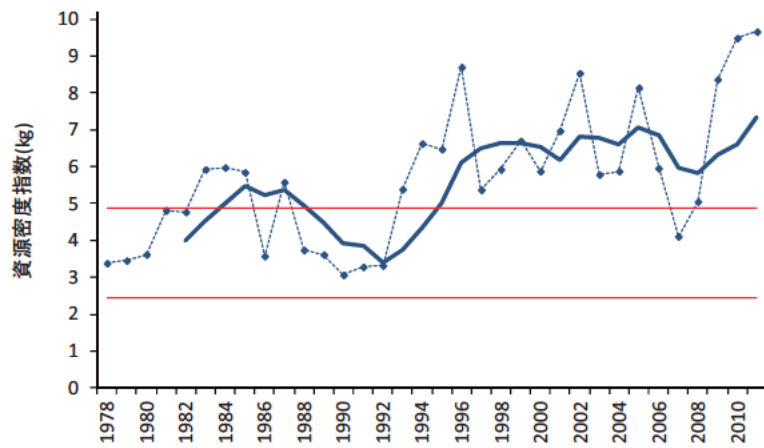


図 25. 資源密度指数（雌雄合計値：点線） 太実線は近 5 年移動平均を、赤線は 5 年移動平均に対する、2009 年時点の最高値と 0 のあいだの 3 分位点を示す。

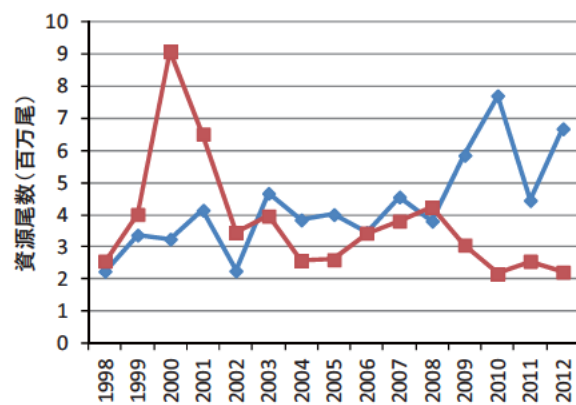


図 26. かご調査で推定した調査前漁期開始時点の資源尾数  
雄は甲幅 90mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

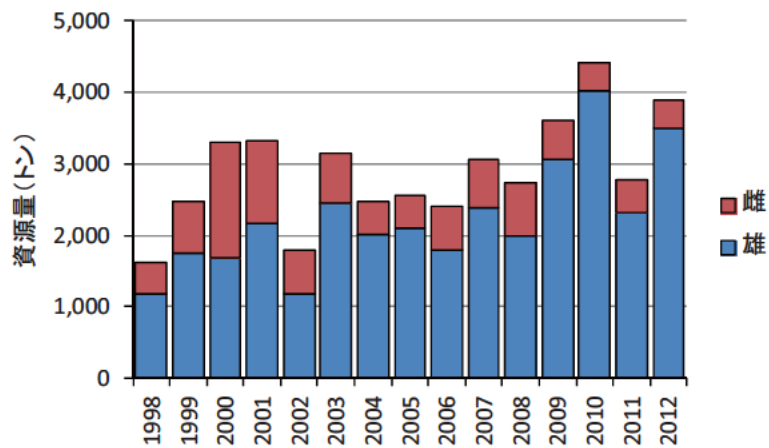


図 27. かご調査で推定した調査前漁期開始時点の資源量  
雄は甲幅 90mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

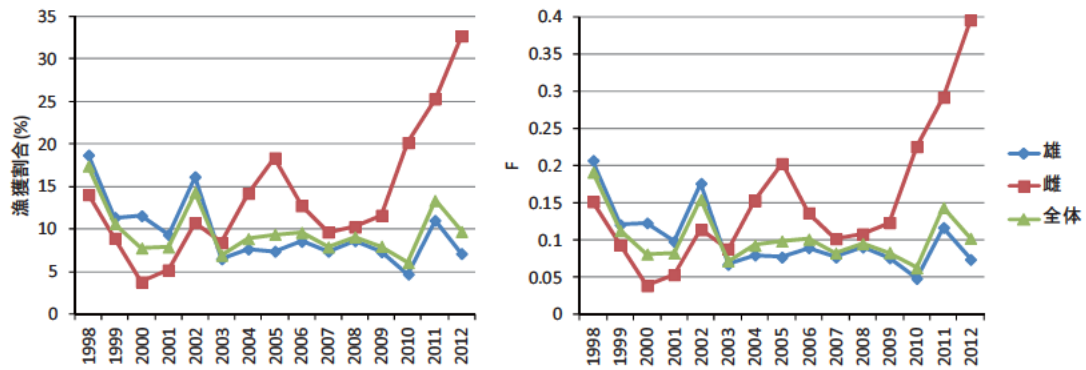


図 28. 漁獲割合と F

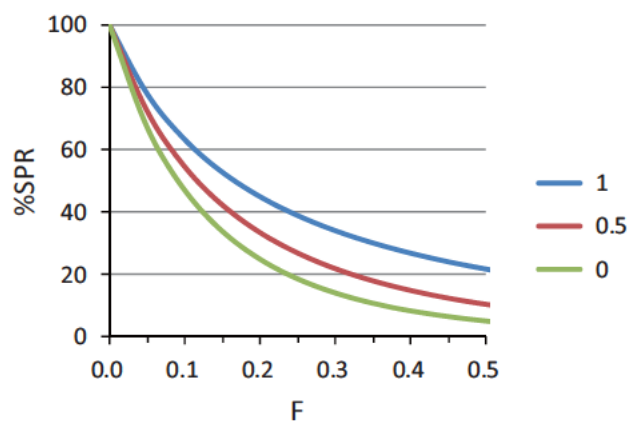


図 29. F と %SPR の関係 凡例は漁獲対象外の個体が混獲された際の放流生残率を示す。

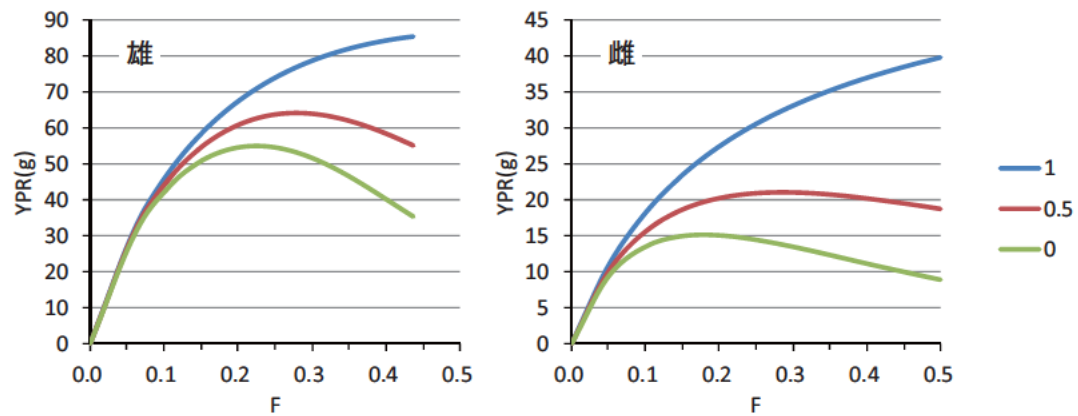


図 30. F と YPR の関係 凡例は漁獲対象外の個体が混獲された際の放流生残率を示す。

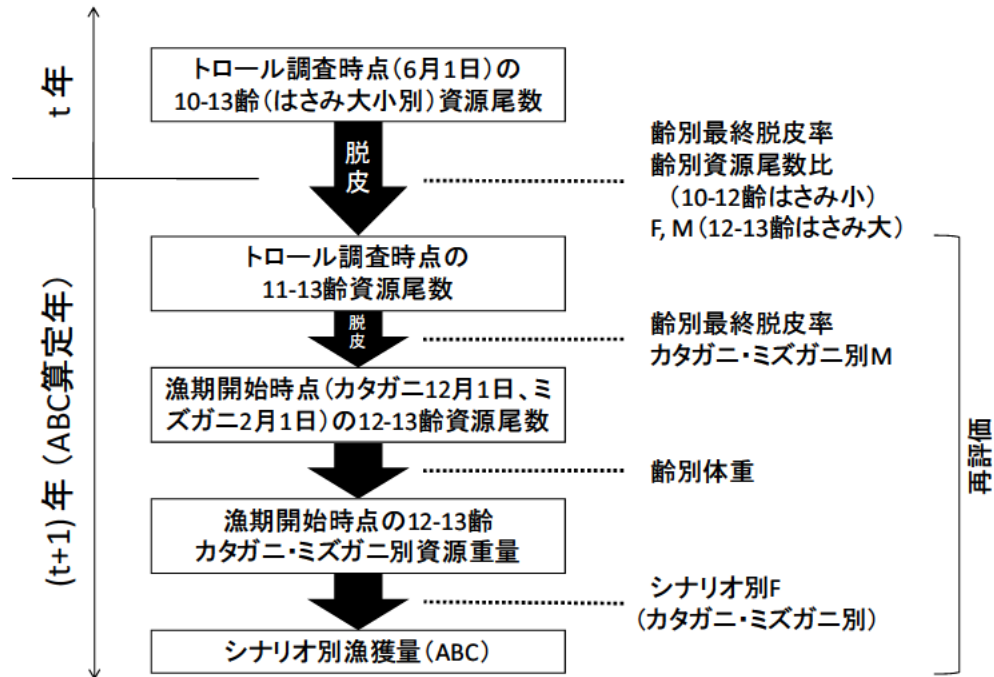
表 3. 男鹿南部の農林漁区 0029、0132 および 0135 における、小底による雌ガニの年別努力量、漁獲量および資源密度指数

|             | 2009  | 2010   | 2011   | 2012   |
|-------------|-------|--------|--------|--------|
| 努力量 (網)     | 995   | 1,293  | 1,915  | 1,557  |
| 漁獲量 (kg)    | 8,774 | 13,963 | 16,444 | 18,392 |
| CPUE (kg/網) | 8.8   | 10.8   | 8.6    | 11.8   |
| 資源密度指数 (kg) | 10.5  | 10.1   | 8.5    | 13.9   |

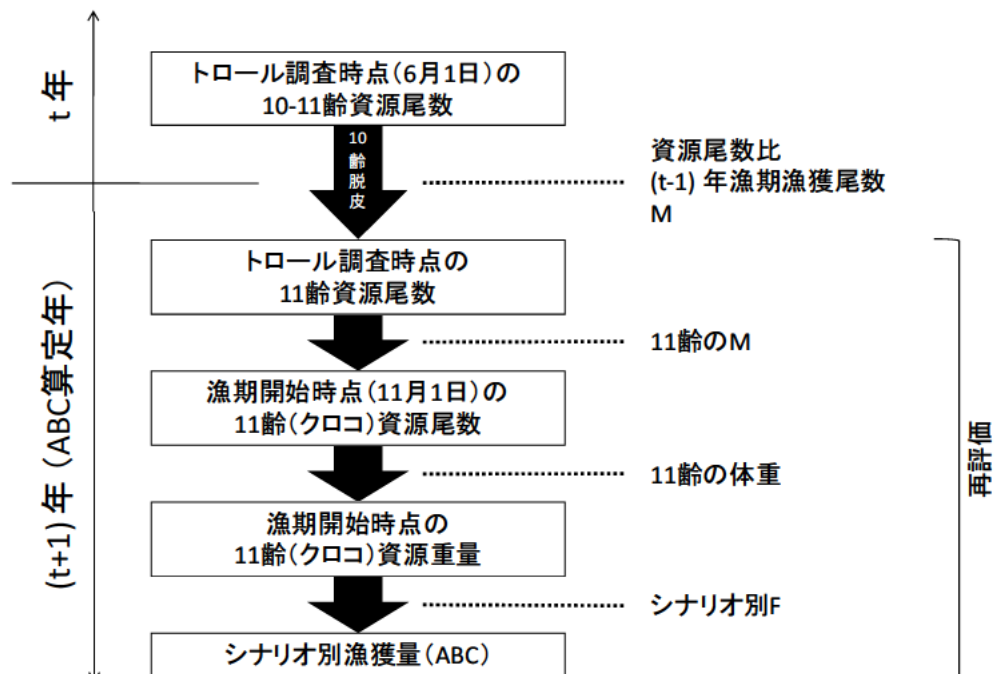
努力量と漁獲量は、3 漁区の 10 月、11 月および 12 月の値の合計、資源密度指数は漁区別月別 CPUE の平均である。

補足資料1 データと資源評価の関係を示すフロー

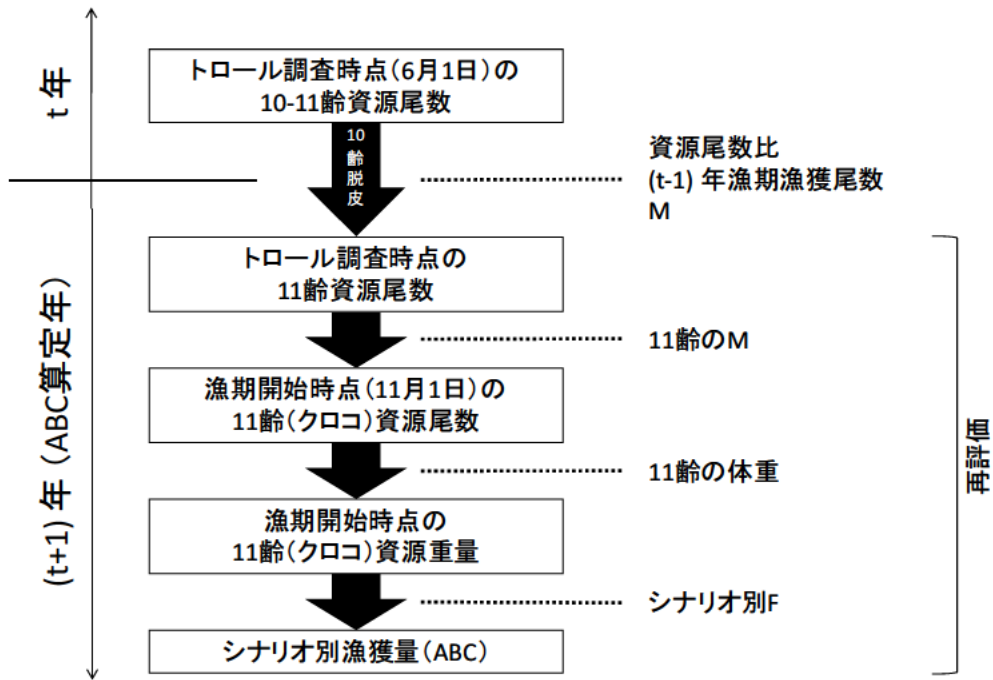
(1) A 海域雄



(2) A 海域雌



(3) B 海域



## 補足資料 2 ABC の計算方法

## (1) A 海域

計算にあたり、パルスの調査(6月1日)および漁獲(ミズガニ:2月1日、カタガニ:12月1日、雌:11月1日)を仮定した。自然死亡係数  $M$  は、ミズガニでは 0.35 (山崎、1996)、10 齢雌も脱皮後 1 年未満なので 0.35、最終脱皮後であるカタガニと 11 齢雌は 0.2 とそれぞれ仮定した。脱皮は調査直後に起こると仮定した。

$t$  年に脱皮状態  $j$ 、 $a$  齢の資源尾数を  $N_{a,j,t}$  と表す。脱皮状態については、最終脱皮前を 1、最終脱皮後 1 年未満を 2、1 年以上を 3、とそれぞれ定義した。

## ・雄

雄では、脱皮状態( $j$ )とはさみ大・小、ミズガニ・カタガニとの関係は次のようになる。

脱皮状態 1: はさみ小、最終脱皮前、ミズガニ

脱皮状態 2: はさみ大、最終脱皮後、ミズガニ

脱皮状態 3: はさみ大、最終脱皮後、カタガニ

2013( $t$ )年調査時点の 10～13 齢の資源尾数から、2014( $t+1$ )年調査時点の 11～13 齢の資源尾数を次式より求めた。調査時点では脱皮状態 2 と 3 の判別は不可能である。

$$\text{はさみ小: } N_{a+1,1,t+1} = (1 - \gamma_{a+1}) N_{a,1,t} S_{a,1,t} \quad (1)$$

$$\text{はさみ大: } N_{a+1,2-3,t+1} = \gamma_{a+1} N_{a,1,t} S_{a,1,t} + N_{a+1,2-3,t} S_{a+1,2-3,t} \quad (2)$$

上式で  $\gamma_a$  は  $a$  齢に脱皮するときの最終脱皮率、 $S_{a,j,t}$  は  $t$  年における  $a$  齢の脱皮状態  $j$  の資源尾数と ( $t+1$ ) における ( $a+1$ ) 齢の脱皮状態  $j$  の資源尾数の比 (漁具の選択率と生残率を込みにした係数) である。

多くの場合、資源計算の際、齢別漁獲尾数と  $M$  等から翌年の資源尾数を求めるが、A 海域では、混獲死亡や暫定水域内の韓国の漁獲量を仮定する必要がある。現状では妥当な仮定を置くことが不可能であるため、以上の比を用いた計算を行っている。

最終脱皮率  $\gamma_a$  については、調査で得られた齢別最終脱皮割合 (はさみ大の尾数/雄全体の尾数) をもとに、11 齢、12 齢、13 齢でそれぞれ 0.05、0.2、1 と仮定した。

資源尾数比  $S_{a,j,t}$  を次のように求めた。10 齢以降の比  $S_{a,j,t}$  (初期値) を与え翌年の 11 齢以降の資源尾数をそれぞれ求め、翌年の調査で推定された資源尾数との残差を小さくする値を探索的に求めた。残差は直近 5 年 (2009～2013 年) の合計とした。トロール網の選択率は若齢のほうが低いため、10 齢の比は 1 を超えている。12 齢と 13 齢のはさみ大では、トロール網の選択率は十分高く、混獲死亡や暫定水域内の現存量は非常に少ないと考えられるので、カタガニの直近 3 年平均の  $F$  と  $M$  より生残率を求めた。

$$\begin{aligned} 10 \text{ 齢はさみ小}(S_{10,1,t}) &: 1.19 \\ 11 \text{ 齢はさみ小}(S_{11,1,t}) &: 0.53 \\ 12 \text{ 齢はさみ小}(S_{12,1,t}) &: 0.15 \\ 12 \sim 13 \text{ 齢はさみ大}(S_{12,2-3,t} = S_{13,2-3,t}) &: 0.46 \quad (= \exp(-F_{3yr} - M_{2-3}) = \exp(-0.58 - 0.2)) \end{aligned}$$

2014 年調査時点の 11～13 歳の資源尾数から、2014 年漁期開始時点の 12～13 歳の資源尾数(N')および資源量(B)を次式より求めた。

$$\text{ミズガニ： } N'_{a+1,1-2,t+1} = N_{a,1,t+1} \exp\left(-\frac{8}{12} M_1\right) \quad (3)$$

$$\text{カタガニ： } N'_{a+1,3,t+1} = N_{a+1,2-3,t+1} \exp\left(-\frac{6}{12} M_{2-3}\right) \quad (4)$$

$$B_{a,j,t} = N'_{a,j,t} w_{a,j} \quad (5)$$

上式で  $w_{a,j}$  は体重を表し、甲幅組成解析で推定された齢別の甲幅組成とカタガニ・ミズガニ別の甲幅 体重関係より、以下のように求めた。

12 歳ミズガニ( $w_{12,1-2}$ ) : 373g、カタガニ( $w_{12,3}$ ) : 403g

13 歳ミズガニ( $w_{13,1-2}$ ) : 728g、カタガニ( $w_{13,3}$ ) : 799g

以上より求めた漁期開始時点の資源尾数および資源量を補足表 1 に示す。

漁期開始時点の資源量(B)をカタガニ・ミズガニ別(j)にまとめ、これと漁獲量(Y)より、漁獲割合(E)と F を次式よりそれぞれ求めた (補足表 2)。

$$E_{12-13,j,t} = \frac{Y_{12-13,j,t}}{B_{12-13,j,t}} \quad (6)$$

$$F_{12-13,j,t} = -\ln(1 - E_{12-13,j,t}) \quad (7)$$

なお、雄では 12 歳 13 歳ともに同じ F で漁獲されると仮定している。したがって、カタガニとミズガニそれぞれにおいて、漁獲割合 (重量ベース) と漁獲率 (尾数ベース) は等しくなり、(7)式で漁獲率を用いても F は変わらない。

2014 年の漁獲量(ABC)を次のように求めた。(3)、(4)式から求めた漁期開始時点の資源尾数(N)と F を用い、次式より漁獲尾数(C)を求めた。

$$C = N[1 - \exp(-F)] \quad (8)$$

各シナリオにおける雌の F 値の  $F_{\text{current}}$  に対する比を、雄の  $F_{\text{current}}$  に乗じた値を、雄の F 値とした。

(5)式の資源尾数(N)を漁獲尾数(C)に置き換え、漁獲量を求めた。

齢組成から重量変換した漁獲量と実際の漁獲量は完全には一致しないので、両者の差を補正する係数を求め (1.07、2008～2012 年の平均)、この係数を 2014 年の漁獲量に乗じたものを ABC とした。

シナリオ別に資源量や漁獲量の将来予測を行う際、 $F_{a,j,t}$ の変化に応じ 12 齢と 13 齢の資源尾数比  $S_{a,j,t}$  も変化させる必要がある。 $F_{a,j,t}$  の変化に対応した資源尾数比  $S_{a,j,t}^p$  を次のように求めた。

$$\begin{aligned} S_{12,1,t}^p &= S'_{12,1,t} \exp(-F_{12,1,t}) \\ S_{12,1,t} &= S'_{12,1,t} \exp(-F_{12,1,10-12}) \quad \text{より、} \quad S'_{12,1,t} = S_{12,1,t} \exp(F_{12,1,10-12}) \\ S_{12,1} &= 0.15、F_{12,1,10-12} = 0.049 \quad \text{より、} \\ S_{12,1,t}^p &= S_{12,1,t} \exp(F_{12,1,10-12}) \exp(-F_{12,1,t}) = 0.15 \cdot \exp(0.049) \exp(-F_{12,1,t}) \\ &= 0.159 \exp(-F_{12,1,t}) \end{aligned} \quad (9)$$

$$S_{12,2-3,t}^p = S_{13,2-3,t}^p = \exp(-F_{12-13,2-3,t} - M_{2-3}) \quad (10)$$

・雌

雌では、脱皮状態(j)と最終脱皮、アカコ・クロコとの関係は次のようになる。

脱皮状態 1： 最終脱皮前、アカコ

脱皮状態 2-3： 最終脱皮後、クロコ

2013(t)年の 10 齢の資源尾数( $N_{10,1,t}$ )および 11 齢の資源尾数( $N_{11,2-3,t}$ )より、2014 年の調査時点 (6 月) の 11 齢の資源尾数( $N_{11,2-3,t+1}$ )を次式により求めた。雌の漁期は 11 月 1 日とした。

$$N_{11,2-3,t+1} = \left[ N_{10,1,t} \exp(-M_1) \right] S_{10,1,t}^f + \left[ N_{11,2-3,t} \exp\left(-\frac{5}{12} M_{2-3}\right) - C_t \right] \exp\left(-\frac{7}{12} M_{2-3}\right) \quad (11)$$

上式で  $C_t$  は t 年の漁獲尾数であり、11 齢クロコの平均体重(177g)と漁獲量より求めた。2013 年漁期の漁獲量は、過去の調査時点の資源量と漁獲量の関係(補足図 1)より求めた。2013 年調査時点の資源量が 6,284 トンだったので、予測漁獲量は 1,697 トンとなった。

(11)式で  $S_{10,1,t}^f$  は、10 齢と 11 齢(脱皮状態 2)のあいだの選択率と生残率を込みにした係数(資源尾数比)である。(11)式にトロール調査で推定された年別の 10 齢と 11 齢の資源尾数(N)と漁獲尾数(C)および M を代入し、年別の  $S^f$  を求めたところ、大きく変動していた(補足図 2)。従来、1999 年以降の  $S^f$  の平均値を更新して用いていたが、長期的には 1 と異ならないと判断されたので、2009 年度資源評価より 1 を用いている。

2014 年調査時点の 11 齢の資源尾数から、2014 年漁期開始時点の 11 齢の資源尾数( $N'$ )を(12)式より、資源量(B)を(5)式より求めた。

$$N'_{11,3,t+1} = N_{11,2-3,t+1} \exp\left(-\frac{5}{12} M_{2-3}\right) \quad (12)$$

以上により得られた、漁期開始時点の資源量と漁獲量から、(6)、(7)式を用い漁獲割合と F をそれぞれ求めた(補足表 3)。

雄、雌および雄雌合計の資源量、漁獲量、漁獲割合および F 値を補足表 4 に示す。

今後の加入量の見積り、資源の将来予測（決定論的）および加入量の不確実性を考慮した（確率論的）シミュレーションを行う際、加入を次のように設定した。雌の加入尾数は10 齢、雄の加入尾数は11 齢のはさみ小（最終脱皮前）の資源尾数とした。雄の2015 年と2016 年の最終脱皮前の11 齢、雌の2014 年と2015 年の10 齢の資源尾数(N)について、それぞれ雄の2013 年の9 齢と8 齢、雌の9 齢と8 齢の資源尾数より以下の式で計算した。

$$\text{雄： } N_{11,1,t+2} = N_{9,1,t} S_{9,1,t} \quad \text{および} \quad N_{11,1,t+3} = N_{8,1,t} S_{8,1,t} \quad (13)$$

$$\text{雌： } N_{10,1,t+1} = N_{9,1,t} S_{9,1,t} \quad \text{および} \quad N_{10,1,t+2} = N_{8,1,t} S_{8,1,t} \quad (14)$$

上式でS は、(1)、(2)式で用いた同一年級群の資源尾数の比（漁具の選択率と生残率を込みにした係数）である。補足表5 に、2003 年以降のS を示す。

今後の加入量の見積りおよび資源の将来予測（決定論的）では、S を2003 年以降の値の平均値とした。雄の2017～2019 年の最終脱皮前の11 齢、雌の2016～2018 年の10 齢についてはそれぞれ2012～2016 年、2011～2015 年の平均資源尾数を用いた。

加入量の不確実性を考慮した（確率論的）シミュレーションでは、S を2003 年以降の値（補足表5）からそれぞれ無作為抽出した。雄の2017～2019 年の最終脱皮前の11 齢、雌の2016～2018 年の10 齢についてはそれぞれ2012～2016 年、2011～2015 年の平均資源尾数に平均1、標準偏差v の正規乱数を乗じた値を加入尾数とした。この際、標準偏差v は、雄では8 齢～11 齢のS のCV、雌では8 齢～10 齢のS のCV と同値とした（補足表5）。

以上の加入条件で、漁獲シナリオごとに、F 値の変化に対応した2019 年までの資源量、漁獲量および雌（11 齢クロコ）の漁期後資源量を各1000 回シミュレートした。

## (2) B 海域

計算にあたり、パルス的な漁獲（1 月 1 日）および調査（7 月 1 日）を仮定した。脱皮は調査後に起こると仮定した。

かごではトロールに比べ小型個体が採集され難いので、漁獲加入前の 10 齢雌および雄の甲幅 90mm 未満の資源尾数を把握することが困難である。したがって、調査で推定された漁獲対象資源尾数( $N_t$ )および漁獲尾数( $C_{t-1}$ )を用い、後退法により前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 6）。

$$N'_{t-1} = N_t \exp\left(\frac{M}{2}\right) + C_{t-1} \quad (15)$$

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、前漁期開始時点ですでに漁獲対象である。F を下式により計算した。下式で E は漁獲率を示す。

$$F_{t-1} = -\ln(1 - E_{t-1}) = -\ln\left(1 - \frac{C_{t-1}}{N'_{t-1}}\right) \quad (16)$$

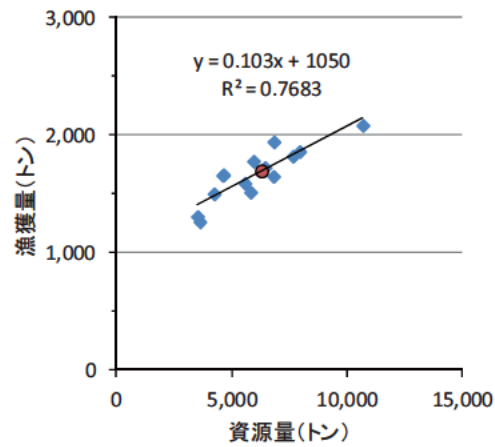
いずれの漁獲シナリオでも、2014 年 ABC を下式により計算した。

$$ABC = N'_{2014} [1 - \exp(-F)] w \quad (17)$$

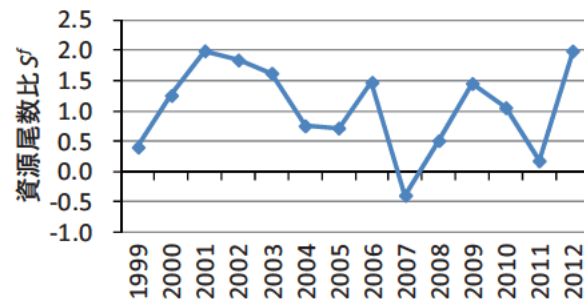
上式で  $w$  は平均体重である。現状の資源状態が継続すると仮定し、直近 5 年間（2008～2012 年）の資源尾数の平均値を 2014 年の漁期開始時点資源尾数( $N'_{2014}$ )とした。同様に、現状の漁獲圧(Fcurrent)も直近 5 年間（2008～2012 年）の F の平均値とした。

## 引用文献

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



補足図 1. 1999 年以降の調査時点 11 齢雌資源量と漁獲量の関係  
赤丸は 2013 年漁期漁獲量の予測値。



補足図 2. 資源尾数比  $S^f$  の経年変化

補足表1. トロール調査より推定された雄の調査時点の資源尾数、漁期開始時点の資源尾数および資源量

| 調査時点の資源尾数 (千尾)   |        | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢               | はさみ    | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 6齢               | 小      | 0      | 22     | 150    | 898    | 3,960  | 1,485  | 1,776  | 553    | 1,069  | 1,023  | 890    | 717    | 491    | 1,978  | 2,715  |        |
| 7齢               | 小      | 702    | 699    | 1,393  | 6,322  | 12,432 | 7,193  | 3,985  | 6,254  | 2,835  | 3,825  | 9,022  | 3,437  | 4,973  | 5,137  | 8,527  |        |
| 8齢               | 小      | 3,714  | 2,082  | 4,835  | 18,942 | 11,401 | 11,239 | 14,348 | 12,433 | 11,615 | 6,285  | 15,900 | 10,095 | 11,800 | 10,541 | 13,174 |        |
| 9齢               | 小      | 6,566  | 4,930  | 9,937  | 12,309 | 25,621 | 12,541 | 35,047 | 26,863 | 23,101 | 13,883 | 16,333 | 21,291 | 14,531 | 16,581 | 12,955 |        |
| 10齢              | 小      | 11,297 | 10,271 | 10,548 | 15,322 | 15,189 | 27,359 | 28,492 | 41,899 | 22,348 | 20,013 | 20,576 | 24,133 | 20,279 | 16,774 | 18,649 |        |
|                  | 大      | 103    | 98     | 943    | 276    | 263    | 977    | 529    | 357    | 703    | 471    | 1,247  | 1,209  | 508    | 200    | 361    |        |
| 11齢              | 小      | 17,696 | 13,456 | 11,090 | 13,313 | 15,779 | 19,466 | 28,992 | 23,697 | 32,490 | 21,517 | 24,493 | 32,526 | 23,502 | 13,792 | 21,696 | 21,060 |
|                  | 大      | 1,231  | 985    | 3,919  | 1,251  | 1,294  | 2,732  | 3,858  | 3,004  | 3,174  | 1,682  | 4,191  | 3,818  | 2,976  | 1,390  | 1,969  |        |
| 12齢              | 小      | 7,559  | 5,464  | 4,958  | 8,413  | 10,271 | 11,696 | 16,199 | 13,234 | 14,899 | 11,516 | 9,592  | 14,186 | 10,312 | 8,937  | 11,134 | 9,273  |
|                  | 大      | 2,372  | 2,223  | 3,188  | 2,364  | 2,707  | 5,545  | 3,854  | 2,913  | 3,253  | 2,166  | 3,106  | 4,809  | 2,769  | 2,522  | 2,269  | 3,364  |
| 13齢              | 大      | 1,117  | 1,454  | 1,841  | 2,605  | 4,615  | 5,114  | 4,728  | 5,110  | 6,250  | 4,577  | 3,212  | 3,822  | 2,838  | 3,383  | 3,934  | 3,498  |
| 漁期開始時点の資源尾数 (千尾) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢               | はさみ    | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 12齢              | 小 ミズガニ | 11,211 | 8,524  | 7,026  | 8,434  | 9,996  | 12,332 | 18,367 | 15,012 | 20,583 | 13,631 | 15,517 | 20,605 | 14,889 | 8,738  | 13,745 | 13,342 |
|                  | 大 ミズガニ | 2,803  | 2,131  | 1,756  | 2,108  | 2,499  | 3,083  | 4,592  | 3,753  | 5,146  | 3,408  | 3,879  | 5,151  | 3,722  | 2,184  | 3,436  | 3,335  |
|                  | 大 カタガニ | 2,146  | 2,012  | 2,885  | 2,139  | 2,450  | 5,017  | 3,487  | 2,636  | 2,944  | 1,960  | 2,811  | 4,351  | 2,506  | 2,282  | 2,053  | 3,044  |
| 13齢              | 大 ミズガニ | 5,986  | 4,327  | 3,926  | 6,662  | 8,134  | 9,262  | 12,828 | 10,480 | 11,799 | 9,119  | 7,596  | 11,234 | 8,166  | 7,077  | 8,817  | 7,343  |
|                  | 大 カタガニ | 1,010  | 1,316  | 1,666  | 2,357  | 4,176  | 4,627  | 4,278  | 4,623  | 5,655  | 4,142  | 2,906  | 3,458  | 2,568  | 3,061  | 3,560  | 3,165  |
| 漁期開始時点の資源量 (トン)  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢               | はさみ    | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 12齢              | 小 ミズガニ | 4,182  | 3,180  | 2,621  | 3,146  | 3,728  | 4,600  | 6,851  | 5,600  | 7,677  | 5,084  | 5,788  | 7,686  | 5,554  | 3,259  | 5,127  | 4,977  |
|                  | 大 ミズガニ | 1,045  | 795    | 655    | 786    | 932    | 1,150  | 1,713  | 1,400  | 1,919  | 1,271  | 1,447  | 1,921  | 1,388  | 815    | 1,282  | 1,244  |
|                  | 大 カタガニ | 865    | 811    | 1,162  | 862    | 987    | 2,022  | 1,405  | 1,062  | 1,186  | 790    | 1,133  | 1,754  | 1,010  | 920    | 827    | 1,227  |
| 13齢              | 大 ミズガニ | 4,358  | 3,150  | 2,858  | 4,850  | 5,921  | 6,743  | 9,339  | 7,629  | 8,589  | 6,639  | 5,530  | 8,178  | 5,945  | 5,152  | 6,419  | 5,346  |
|                  | 大 カタガニ | 807    | 1,051  | 1,331  | 1,883  | 3,337  | 3,697  | 3,418  | 3,694  | 4,518  | 3,309  | 2,322  | 2,763  | 2,052  | 2,446  | 2,844  | 2,529  |

イタリクは予測値。2002年までは切断法による齢分解。

齢別資源尾数はトロール網のサイズ別選択率を一定として推定した値であり、若齢ほど実際の資源尾数より過小である。

補足表2. 銘柄別の雄の漁期開始時点の資源量、漁獲量(漁期年)、漁獲割合および漁獲係数(F)

|             | 1999   | 2000  | 2001  | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
|-------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 資源量<br>(トン) |        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| ミズガニ        | 9,585  | 7,125 | 6,134 | 8,782  | 10,582 | 12,492 | 17,902 | 14,629 | 18,186 | 12,995 | 12,764 | 17,785 | 12,887 | 9,226  | 12,827 | 11,566 |
| カタガニ        | 1,672  | 1,862 | 2,494 | 2,745  | 4,324  | 5,719  | 4,823  | 4,756  | 5,705  | 4,099  | 3,455  | 4,517  | 3,061  | 3,366  | 3,672  | 3,755  |
| 合計          | 11,257 | 8,987 | 8,628 | 11,528 | 14,906 | 18,212 | 22,726 | 19,385 | 23,891 | 17,094 | 16,219 | 22,302 | 15,948 | 12,592 | 16,499 | 15,322 |
| 漁獲量<br>(トン) |        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| ミズガニ        | 1,029  | 891   | 955   | 1,002  | 919    | 865    | 1,113  | 1,018  | 939    | 604    | 727    | 618    | 619    | 558    |        |        |
| カタガニ        | 913    | 1,114 | 1,220 | 1,282  | 1,469  | 1,776  | 1,512  | 1,829  | 1,887  | 1,935  | 1,572  | 1,516  | 1,532  | 1,558  |        |        |
| 合計          | 1,942  | 2,004 | 2,176 | 2,284  | 2,387  | 2,641  | 2,625  | 2,848  | 2,826  | 2,539  | 2,299  | 2,134  | 2,151  | 2,116  |        |        |
| 漁獲割合        |        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| ミズガニ        | 0.107  | 0.125 | 0.156 | 0.114  | 0.087  | 0.069  | 0.062  | 0.070  | 0.052  | 0.047  | 0.057  | 0.035  | 0.048  | 0.060  |        |        |
| カタガニ        | 0.546  | 0.598 | 0.489 | 0.467  | 0.340  | 0.311  | 0.313  | 0.385  | 0.331  | 0.472  | 0.455  | 0.336  | 0.500  | 0.463  |        |        |
| 全体          | 0.173  | 0.223 | 0.252 | 0.198  | 0.160  | 0.145  | 0.115  | 0.147  | 0.118  | 0.149  | 0.142  | 0.096  | 0.135  | 0.168  |        |        |
| 漁獲係数<br>(F) |        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| ミズガニ        | 0.114  | 0.134 | 0.169 | 0.121  | 0.091  | 0.072  | 0.064  | 0.072  | 0.053  | 0.048  | 0.059  | 0.035  | 0.049  | 0.062  | 0.048  | 0.049  |
| カタガニ        | 0.790  | 0.912 | 0.672 | 0.629  | 0.415  | 0.372  | 0.376  | 0.486  | 0.402  | 0.639  | 0.607  | 0.409  | 0.694  | 0.622  | 0.570  | 0.575  |
| 全体          | 0.189  | 0.252 | 0.291 | 0.221  | 0.175  | 0.157  | 0.123  | 0.159  | 0.126  | 0.161  | 0.153  | 0.101  | 0.145  | 0.184  | 0.133  | 0.143  |

イタリックは予測値。

F 09-11 とF 10-12 は、2009～2011年と2010～2012年のFの平均を、それぞれ示す。

補足表3. 雌の資源尾数、資源量、漁獲量(漁期年)、漁獲割合および漁獲係数(F)

| 調査時点の資源尾数 (千尾)                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢                                      | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 6歳                                      | 121    | 143    | 35     | 621    | 2,987  | 1,344  | 1,441  | 323    | 972    | 983    | 407    | 566    | 247    | 1,481  | 2,145  |        |
| 7歳                                      | 723    | 735    | 610    | 5,326  | 13,787 | 7,686  | 5,216  | 6,967  | 3,231  | 3,773  | 9,419  | 3,132  | 3,820  | 5,153  | 7,296  |        |
| 8歳                                      | 3,832  | 1,712  | 3,704  | 17,069 | 10,502 | 11,981 | 13,640 | 11,562 | 10,432 | 6,223  | 16,780 | 9,959  | 12,475 | 10,794 | 13,713 |        |
| 9歳                                      | 8,111  | 7,362  | 15,137 | 16,261 | 29,117 | 12,539 | 35,017 | 26,209 | 23,848 | 12,001 | 18,947 | 23,035 | 19,526 | 18,776 | 15,631 |        |
| 10歳                                     | 13,466 | 10,928 | 10,000 | 18,777 | 20,784 | 29,805 | 24,245 | 37,239 | 22,388 | 18,786 | 20,125 | 26,791 | 24,097 | 15,855 | 16,978 |        |
| 11歳                                     | 31,423 | 20,398 | 19,806 | 23,877 | 36,351 | 44,839 | 43,212 | 38,532 | 60,364 | 32,854 | 25,999 | 33,543 | 38,432 | 26,210 | 35,501 | 32,499 |
| 漁期開始時点の11歳 (クロコ) の資源尾数 (千尾) および資源量 (トン) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                                      | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 資源尾数                                    | 28,910 | 18,767 | 18,222 | 21,968 | 33,445 | 41,254 | 39,757 | 35,451 | 55,538 | 30,227 | 23,920 | 30,861 | 35,359 | 24,114 | 32,663 | 29,900 |
| 資源量                                     | 5,117  | 3,322  | 3,225  | 3,888  | 5,920  | 7,302  | 7,037  | 6,275  | 9,830  | 5,350  | 4,234  | 5,462  | 6,259  | 4,268  | 5,781  | 5,292  |
| 漁獲量 (トン)                                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                                      | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 漁獲量                                     | 1,591  | 1,264  | 1,309  | 1,502  | 1,726  | 1,862  | 1,823  | 1,945  | 2,085  | 1,515  | 1,660  | 1,780  | 1,663  | 1,627  | 1,697  |        |
| 漁獲割合                                    | 0.311  | 0.380  | 0.406  | 0.386  | 0.292  | 0.255  | 0.259  | 0.310  | 0.212  | 0.283  | 0.392  | 0.326  | 0.266  | 0.381  | 0.294  |        |
| 漁獲係数(F)                                 | 0.372  | 0.479  | 0.520  | 0.488  | 0.345  | 0.294  | 0.300  | 0.371  | 0.238  | 0.333  | 0.498  | 0.394  | 0.309  | 0.480  | 0.347  | 0.394  |
| 漁期後の資源量 (トン)                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                                      | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| 11歳                                     | 3,526  | 2,058  | 1,917  | 2,387  | 4,193  | 5,440  | 5,214  | 4,330  | 7,746  | 3,835  | 2,574  | 3,682  | 4,596  | 2,641  | 4,084  |        |

2013年の漁獲量、漁獲割合、F、2014年の資源尾数および資源量は予測値。

F 09-11 と F 10-12 は、2009～2011年と2010～2012年のFの平均を、それぞれ示す。

年齢別資源尾数はトロール網のサイズ別選択率を一定として推定した値であり、若齢ほど実際の資源尾数より過小である。

補足表4. 雄、雌および雌雄合計の漁獲開始時点の資源量、漁獲量(漁期年)、漁獲割合および漁獲係数(F)

|             | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 資源量<br>(トン) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 雄           | 11,257 | 8,987  | 8,628  | 11,528 | 14,906 | 18,212 | 22,726 | 19,385 | 23,891 | 17,094 | 16,219 | 22,302 | 15,948 | 12,592 | 16,499 | 15,322 |
| 雌           | 5,117  | 3,322  | 3,225  | 3,888  | 5,920  | 7,302  | 7,037  | 6,275  | 9,830  | 5,350  | 4,234  | 5,462  | 6,259  | 4,268  | 5,781  | 5,292  |
| 合計          | 16,374 | 12,308 | 11,853 | 15,416 | 20,825 | 25,514 | 29,763 | 25,660 | 33,721 | 22,444 | 20,453 | 27,765 | 22,207 | 16,860 | 22,280 | 20,614 |
| 漁獲量<br>(トン) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 雄           | 1,942  | 2,004  | 2,176  | 2,284  | 2,387  | 2,641  | 2,625  | 2,848  | 2,826  | 2,539  | 2,299  | 2,134  | 2,151  | 2,116  |        |        |
| 雌           | 1,591  | 1,264  | 1,309  | 1,502  | 1,726  | 1,862  | 1,823  | 1,945  | 2,085  | 1,515  | 1,660  | 1,780  | 1,663  | 1,627  |        |        |
| 合計          | 3,533  | 3,268  | 3,484  | 3,786  | 4,114  | 4,503  | 4,447  | 4,793  | 4,911  | 4,055  | 3,959  | 3,914  | 3,814  | 3,743  |        |        |
| 漁獲割合        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 雄           | 0.173  | 0.223  | 0.252  | 0.198  | 0.160  | 0.145  | 0.115  | 0.147  | 0.118  | 0.149  | 0.142  | 0.096  | 0.135  | 0.168  |        |        |
| 雌           | 0.311  | 0.380  | 0.406  | 0.386  | 0.292  | 0.255  | 0.259  | 0.310  | 0.212  | 0.283  | 0.392  | 0.326  | 0.266  | 0.381  |        |        |
| 全体          | 0.216  | 0.266  | 0.294  | 0.246  | 0.198  | 0.176  | 0.149  | 0.187  | 0.146  | 0.181  | 0.194  | 0.141  | 0.172  | 0.222  |        |        |
| F           |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 雄           | 0.189  | 0.252  | 0.291  | 0.221  | 0.175  | 0.157  | 0.123  | 0.159  | 0.126  | 0.161  | 0.153  | 0.101  | 0.145  | 0.184  | 0.143  |        |
| 雌           | 0.372  | 0.479  | 0.520  | 0.488  | 0.345  | 0.294  | 0.300  | 0.371  | 0.238  | 0.333  | 0.498  | 0.394  | 0.309  | 0.480  | 0.394  |        |
| 全体          | 0.243  | 0.309  | 0.348  | 0.282  | 0.220  | 0.194  | 0.162  | 0.207  | 0.157  | 0.199  | 0.215  | 0.152  | 0.188  | 0.251  | 0.197  |        |

イタリックは予測値。

F 10-12 は、2010～2012年のFの平均を、それぞれ示す。

補足表5. 同一年級群の資源尾数の比(選択率と生残率を込みにした係数)

|        | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 平均   | SD   | CV   |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 雄      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 8齢-11齢 | 2.08 | 2.89 | 1.50 | 1.97 | 2.80 | 3.74 | 0.87 | 2.15 |      |      | 2.25 | 0.89 | 0.39 |
| 9齢-11齢 | 1.13 | 1.89 | 0.93 | 0.80 | 1.06 | 2.34 | 1.44 | 0.65 | 1.49 |      | 1.30 | 0.55 | 0.42 |
| 雌      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 8齢-10齢 | 2.31 | 3.11 | 1.64 | 1.62 | 1.93 | 4.31 | 1.44 | 1.59 | 1.36 |      | 2.15 | 0.98 | 0.45 |
| 9齢-10齢 | 1.02 | 1.93 | 1.06 | 0.85 | 0.79 | 1.68 | 1.41 | 1.05 | 0.81 | 0.90 | 1.15 | 0.39 | 0.34 |

例えば2003年の2.08は、2003年の雄8齢と2006年の雄11齢の資源尾数の比を示す。

補足表6. B海域における資源尾数、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)

調査時点資源尾数（千尾）

|   | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 雄 | 1,653 | 2,703 | 2,598 | 3,402 | 1,715 | 3,950 | 3,212 | 3,358 | 2,856 | 3,815 | 3,145 | 4,906 | 6,641 | 3,581 | 5,608 |
| 雌 | 1,991 | 3,307 | 7,897 | 5,581 | 2,789 | 3,285 | 2,003 | 1,928 | 2,709 | 3,111 | 3,435 | 2,450 | 1,570 | 1,730 | 1,353 |

漁獲尾数（千尾）

|   | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 雄 | 421  | 384  | 376  | 388  | 365  | 304  | 295  | 297  | 296  | 337  | 330  | 430  | 364  | 491  | 476  |
| 雌 | 361  | 358  | 346  | 338  | 373  | 335  | 366  | 479  | 438  | 369  | 435  | 356  | 439  | 648  | 727  |

漁獲量（トン）

|    | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 雄  | 220  | 200  | 196  | 202  | 191  | 159  | 154  | 155  | 154  | 176  | 172  | 224  | 190  | 256  | 248  |
| 雌  | 64   | 63   | 61   | 60   | 66   | 59   | 65   | 85   | 77   | 65   | 77   | 63   | 78   | 115  | 129  |
| 合計 | 283  | 264  | 258  | 262  | 257  | 218  | 219  | 240  | 232  | 241  | 249  | 288  | 268  | 371  | 377  |

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  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 雄 | 2,248 | 3,371 | 3,247 | 4,147 | 2,261 | 4,669 | 3,845 | 4,009 | 3,452 | 4,554 | 3,806 | 5,852 | 7,703 | 4,449 | 6,674 | 5,697 | 5,697 |
| 雌 | 2,562 | 4,013 | 9,073 | 6,506 | 3,455 | 3,966 | 2,580 | 2,609 | 3,431 | 3,807 | 4,231 | 3,064 | 2,174 | 2,560 | 2,222 | 2,850 | 2,850 |

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  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 雄  | 1,173 | 1,760 | 1,695 | 2,165 | 1,180 | 2,437 | 2,007 | 2,093 | 1,802 | 2,377 | 1,987 | 3,055 | 4,021 | 2,322 | 3,484 | 2,974 | 2,974 |
| 雌  | 453   | 710   | 1,606 | 1,152 | 611   | 702   | 457   | 462   | 607   | 674   | 749   | 542   | 385   | 453   | 393   | 504   | 504   |
| 合計 | 1,627 | 2,470 | 3,301 | 3,316 | 1,792 | 3,139 | 2,464 | 2,555 | 2,410 | 3,051 | 2,735 | 3,597 | 4,406 | 2,775 | 3,877 | 3,478 | 3,478 |

漁獲割合（%）

|    | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 雄  | 18.7 | 11.4 | 11.6 | 9.3  | 16.2 | 6.5  | 7.7  | 7.4  | 8.6  | 7.4  | 8.7  | 7.3  | 4.7  | 11.0 | 7.1  |
| 雌  | 14.1 | 8.9  | 3.8  | 5.2  | 10.8 | 8.4  | 14.2 | 18.4 | 12.8 | 9.7  | 10.3 | 11.6 | 20.2 | 25.3 | 32.7 |
| 全体 | 17.4 | 10.7 | 7.8  | 7.9  | 14.3 | 6.9  | 8.9  | 9.4  | 9.6  | 7.9  | 9.1  | 8.0  | 6.1  | 13.4 | 9.7  |

漁獲係数(F)

|    | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | F08-12 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 雄  | 0.21 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.18 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.12 | 0.07 | 0.08   |
| 雌  | 0.15 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.11 | 0.09 | 0.15 | 0.20 | 0.14 | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.23 | 0.29 | 0.40 | 0.23   |
| 全体 | 0.19 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.15 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.08 | 0.10 | 0.08 | 0.06 | 0.14 | 0.10 | 0.10   |

雄は甲幅90mm以上、雌は11齢の値をそれぞれ示す。

2012年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2013年と2014年の漁期開始時点資源尾数は、いずれも2008～2012年の平均値。

F08-12は、2008～2012年の平均値。

### 補足資料3 直接推定法による資源量推定

#### (1) A 海域におけるトロール調査

2013 年 5 月 8 日～6 月 25 日に、日本海西部海域の水深 190～550m において但州丸（兵庫県所属）による着底トロール調査を行った。本海域を沖底小海区と同様の 8 海区（浜田沖はさらに東西に分けた）と、3 水深帯に区分し、計 23 層に 142 調査点を配置した（補足図 3）。曳網時の袖先間隔が約 17m のトロール網を用い、曳網時間を原則 30 分とした。

漁獲物のうち、ズワイガニでは全数（雄：8,640、雌：9,832 個体）の測定を行った。雄では、甲幅に加えはさみ幅を測定し、最終脱皮前後の判別を行った。雌では、甲幅に加え腹節の状態、内仔の有無等を記録し、未熟、10 齢（初産前）、11 齢（経産）に判別した。

調査点ごとの雌雄別成熟状態別の漁獲尾数より、面積密度法を用いて甲幅組成を推定した（採集効率は 0.442）。この際、異常曳網と雌の異常採集が確認された各 1 調査点のデータを除外した。推定された雌雄別成熟状態別の甲幅組成に複合正規分布をそれぞれ当てはめ、齢期に分解した（補足表 1、3）。

海域別雌雄別の甲幅組成を補足図 4 に示す。はさみ大や 11 齢雌のような、最終脱皮後の個体は、例年浜田沖など、西の海域のほうに多い。

トロール調査から推定された 2013 年の雄の資源量（甲幅 90mm 以上）は、2012 年より増加し、1999 年以降 15 年間で 8 番目、2008 年と 2009 年の間程度であった（補足図 5）。雌（11 齢）では 2012 年より増加し、1999 年以降 15 年間で 7 番目、2010 年と 2011 年の間程度であった。

雄では隠岐以西（浜田沖、隠岐北方、隠岐周辺）の資源量が大きく変化していたのに対し、但馬以東（但馬沖、若狭沖、加賀沖、能登沖）の変化は小さかった。2004 年までの増加と 2008 年以降の減少も、隠岐以西の変化によるところがほとんどである。資源量に占める隠岐以西の割合は、2005 年には 76%とピークであったが、2013 年は 58%であった。雌ではこの割合は雄よりも大きく、2004 年と 2007 年は 94%、2013 年は 81%であった。

トロール調査日を 6 月 1 日として、調査時点の資源量（補足図 5）より漁期開始時点の資源量を求めた（図 11、補足資料 2）。漁期までに、調査時点に 11 齢だった雄が脱皮後 12 齢となり漁獲加入する。この際、11 齢の加入による資源量の増加量のほうが、漁期までの自然死亡による減少量よりも多いので、調査時点の甲幅 90mm 以上の資源量よりも漁期開始時点の 12 齢以上の資源量のほうが多い。雌（11 齢）は調査時点で最終脱皮後なので、漁期までに加入はなく、自然死亡による減耗のみである。

2011 年より、ズワイガニの分布が確認されている浜田沖と隠岐周辺西側の水深 160～190m の海域において（補足図 3）、日水研（但州丸）と島根県水産技術センター（島根丸）によるトロール調査を行っている。

水深 190m 以浅における、漁獲対象資源である雄の甲幅 90mm 以上と雌の 11 齢の資源量はそれぞれ 283 トン、111 トンであり（補足図 6）、A 海域全体に対する割合は、3.4%、1.8%（2012 年はそれぞれ 2.3%、0.3%、2011 年はそれぞれ 4.9%、1.6%）であった。齢別資源尾数では、漁獲対象の齢期よりも漁獲対象前の齢期のほうが多い傾向がみられた（補足図 7）。ABC 算定には雌雄とも 10 齢以上の資源尾数を用いる。水深 190m 以浅の資源を A 海域に含めた場合、2014 年の ABC は約 5%増加する。しかし、2013 年以前も同様の分布状況だった場合、F<sub>current</sub> などの漁獲シナリオでは過去の F 値が数%下がるので、ABC への影響

は極めて小さい。水深 190m 以浅の海域の資源分布は、浜田沖冷水の分布の影響を受けているとともに、この海域の資源のほとんどは成熟とともに深い水深へ移動する可能性も考えられる。今後もこの海域の調査を行い、ズワイガニの分布の年変化等を把握していく必要がある。

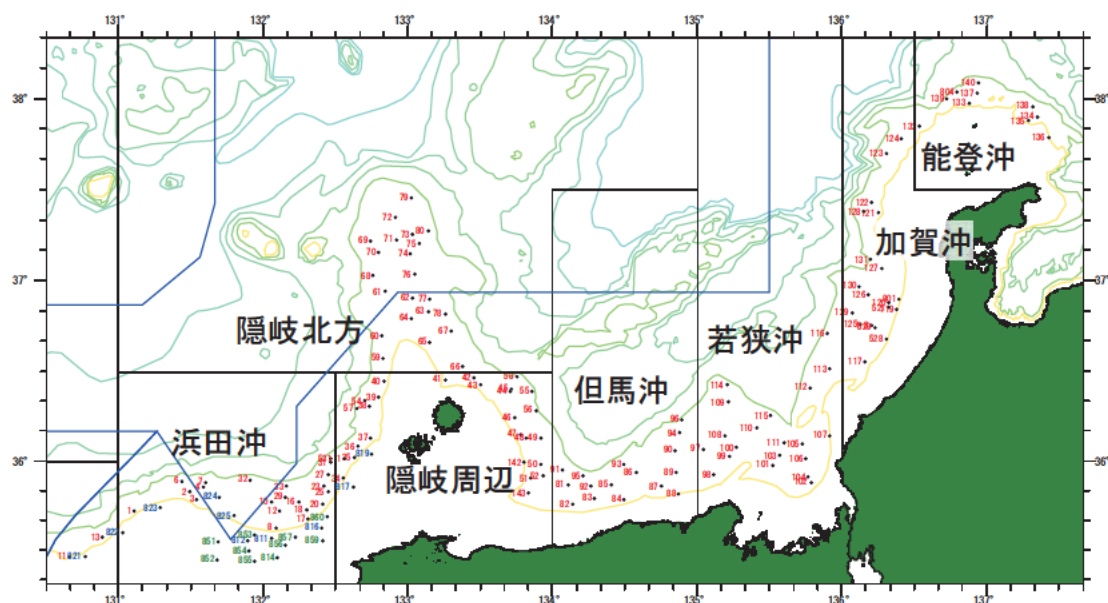
## (2) B 海域におけるかご調査

2013 年 5～7 月に日本海北部において、新潟県（越路丸）、山形県（明石丸、金重丸）および秋田県（千秋丸）によるかご調査を行った。沖底海区である男鹿南部と新潟沖の 2 海区（補足図 8）、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資源量推定を行った。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 0.005（Hoenig et al. 1992、Dawe et al. 1993、雄に対する値。雌についても雄と同値を仮定。）とした。重量変換の際、雌の体重を 177g、雄は 522g と仮定した。

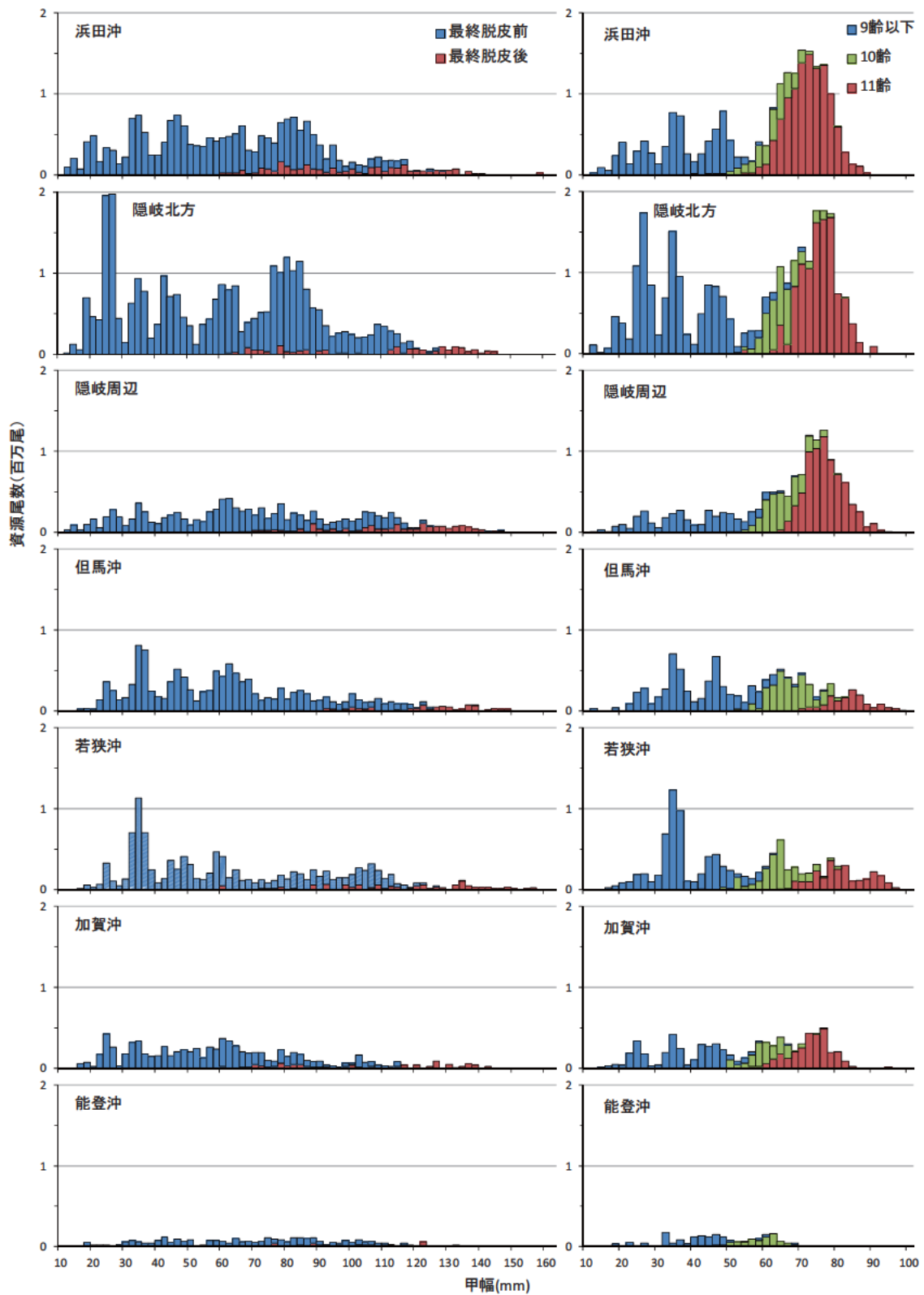
推定された雌雄合計の資源量は 3,167 トンであった（補足表 7）。

## 引用文献

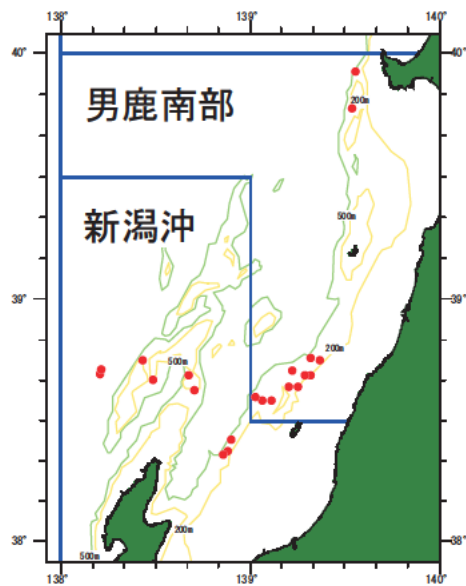
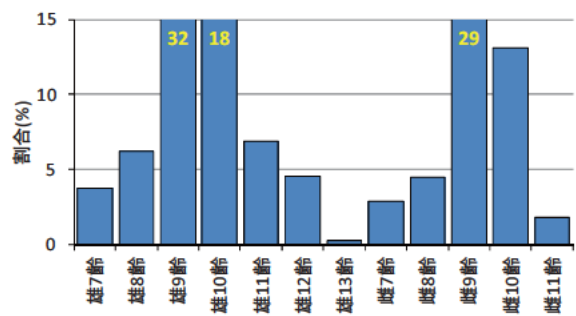
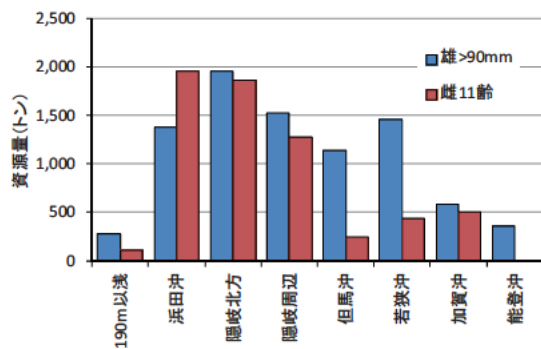
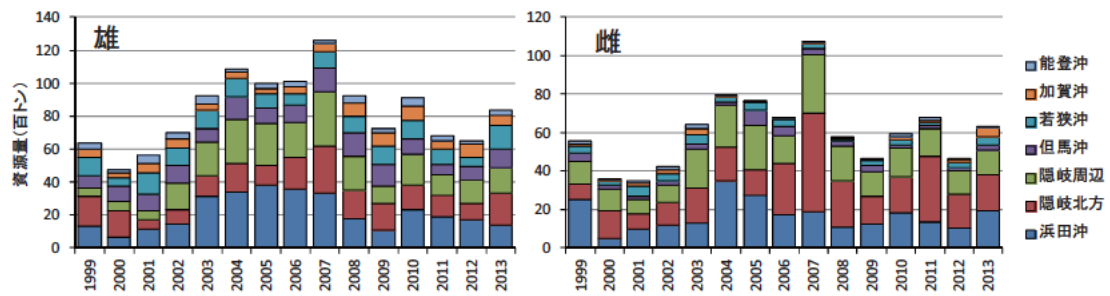
- Dawe, E., G. J. M. Hoenig and X. Xu (1993) Change-in-ratio and index-removal methods for population assessment and their application to snow crab (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., **50**, 1467-1476.
- Hoenig, J. M., E. G. Dawe, D. M. Taylor, M. Eagles and J. Tremblay (1992) Leslie 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. トロール調査海域 数字は調査点を、沿岸寄りの黄線は 200m 等深線を示す。



補足図4. トロール調査より推定された海域別甲幅組成（左：雄、右：雌）



補足表 7. かご一斉調査による 2013 年 5～7 月の資源量  
(雄は甲幅 90mm 以上、雌は 11 齢)

| 海区       | 水深帯     | 面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 調査<br>点数 | 平均密度 (尾数/かご) |     | 資源尾数 (千尾) |       | 資源量 (トン) |     |
|----------|---------|--------------------------|----------|--------------|-----|-----------|-------|----------|-----|
|          |         |                          |          | 雄            | 雌   | 雄         | 雌     | 雄        | 雌   |
| 男鹿<br>南部 | 200～300 | 1,029                    | 4        | 4.2          | 5.2 | 857       | 1,065 | 447      | 189 |
|          | 300～400 | 900                      | 6        | 9.1          | 1.3 | 1,633     | 234   | 852      | 41  |
|          | 400～500 | 647                      | 4        | 2.8          | 0.1 | 356       | 6     | 186      | 1   |
|          | 計       |                          | 14       |              |     | 2,845     | 1,306 | 1,485    | 231 |
| 新潟沖      | 200～300 | 1,116                    | 5        | 0.4          | 0.1 | 83        | 20    | 43       | 4   |
|          | 300～400 | 1,102                    | 2        | 8.3          | 0.1 | 1,818     | 28    | 949      | 5   |
|          | 400～500 | 980                      | 2        | 4.4          | 0.0 | 862       | 0     | 450      | 0   |
|          | 計       |                          | 9        |              |     | 2,763     | 48    | 1,442    | 8   |
| B海域計     |         |                          | 23       |              |     | 5,608     | 1,353 | 2,928    | 240 |
| 雌雄合計     |         |                          |          |              |     |           |       | 3,167    | トン  |

## 補足資料 4 本州日本海側におけるズワイガニ漁獲量

本州日本海側におけるズワイガニの漁獲量をまとめた（補足表 8）。A 海域、B 海域および韓国は暦年、A 海域における沖底は漁期年。A 海域における沖底と韓国の漁獲量はそれぞれ 1970 年および 1965 年から情報が得られている。なお、資源計算には漁期年の漁獲量を用いている（補足資料 2）。

補足表 8. 本州日本海側におけるズワイガニ漁獲量（トン）

| 年    | A海域<br>(暦年) | B海域<br>(暦年) | 日本合計<br>(暦年) | A海域沖底<br>(漁期年) | 韓国<br>(暦年) | 年                 | A海域<br>(暦年) | B海域<br>(暦年) | 日本合計<br>(暦年) | A海域沖底<br>(漁期年) | 韓国<br>(暦年) |
|------|-------------|-------------|--------------|----------------|------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|----------------|------------|
| 1954 | 8,573       | 396         | 8,968        |                |            | 1991              | 1,691       | 291         | 1,982        | 903            | 2          |
| 1955 | 8,501       | 338         | 8,839        |                |            | 1992              | 1,621       | 326         | 1,947        | 935            | 11         |
| 1956 | 7,721       | 383         | 8,104        |                |            | 1993              | 1,880       | 386         | 2,266        | 1,215          | 94         |
| 1957 | 9,079       | 527         | 9,606        |                |            | 1994              | 2,424       | 355         | 2,779        | 1,424          | 98         |
| 1958 | 10,274      | 719         | 10,993       |                |            | 1995              | 2,490       | 308         | 2,798        | 1,541          | 79         |
| 1959 | 10,039      | 820         | 10,859       |                |            | 1996              | 2,631       | 322         | 2,953        | 1,602          | 133        |
| 1960 | 12,468      | 812         | 13,280       |                |            | 1997              | 2,938       | 328         | 3,266        | 1,959          | 815        |
| 1961 | 12,041      | 958         | 12,999       |                |            | 1998              | 3,282       | 270         | 3,552        | 2,418          | 459        |
| 1962 | 13,841      | 1,010       | 14,851       |                |            | 1999              | 3,415       | 280         | 3,695        | 2,733          | 1,134      |
| 1963 | 14,568      | 1,038       | 15,606       |                |            | 2000              | 3,521       | 267         | 3,788        | 2,472          | 756        |
| 1964 | 14,600      | 908         | 15,508       |                |            | 2001              | 3,501       | 246         | 3,747        | 2,514          | 1,001      |
| 1965 | 10,228      | 823         | 11,051       |                | 271        | 2002              | 3,735       | 241         | 3,976        | 2,891          | 896        |
| 1966 | 9,641       | 826         | 10,467       |                | 403        | 2003              | 4,155       | 252         | 4,407        | 3,132          | 1,889      |
| 1967 | 9,275       | 827         | 10,102       |                | 756        | 2004              | 4,698       | 244         | 4,942        | 3,600          | 2,605      |
| 1968 | 10,811      | 661         | 11,472       |                | 435        | 2005              | 4,120       | 197         | 4,317        | 3,402          | 3,240      |
| 1969 | 11,194      | 548         | 11,742       |                | 253        | 2006              | 4,841       | 252         | 5,093        | 3,706          | 4,062      |
| 1970 | 14,234      | 616         | 14,850       | 11,265         | 247        | 2007              | 4,978       | 231         | 5,209        | 3,891          | 4,817      |
| 1971 | 12,172      | 572         | 12,744       | 10,834         | 494        | 2008              | 4,434       | 274         | 4,708        | 3,115          | 3,019      |
| 1972 | 12,056      | 514         | 12,570       | 7,980          | 132        | 2009              | 3,913       | 267         | 4,180        | 2,808          | 2,372      |
| 1973 | 8,205       | 588         | 8,793        | 5,689          | 355        | 2010              | 4,058       | 320         | 4,378        | 3,060          | 2,606      |
| 1974 | 6,434       | 501         | 6,935        | 4,024          | 340        | 2011              | 3,810       | 322         | 4,132        | 3,016          | 2,567      |
| 1975 | 4,767       | 481         | 5,248        | 3,378          | 100        | 2012              | 3,848       | 393         | 4,241        | 2,822          | 2,317      |
| 1976 | 4,308       | 540         | 4,848        | 3,091          | 9          | 2012年の日本の漁獲量は概数値。 |             |             |              |                |            |
| 1977 | 4,619       | 708         | 5,327        | 3,162          | 144        |                   |             |             |              |                |            |
| 1978 | 4,367       | 765         | 5,132        | 3,158          | 228        |                   |             |             |              |                |            |
| 1979 | 4,424       | 716         | 5,140        | 3,185          | 155        |                   |             |             |              |                |            |
| 1980 | 4,035       | 735         | 4,770        | 2,911          | 193        |                   |             |             |              |                |            |
| 1981 | 4,187       | 802         | 4,989        | 2,813          | 125        |                   |             |             |              |                |            |
| 1982 | 3,529       | 804         | 4,333        | 2,329          | 73         |                   |             |             |              |                |            |
| 1983 | 3,577       | 691         | 4,268        | 2,307          | 183        |                   |             |             |              |                |            |
| 1984 | 3,015       | 624         | 3,639        | 1,885          | 6          |                   |             |             |              |                |            |
| 1985 | 2,932       | 600         | 3,532        | 1,361          | 14         |                   |             |             |              |                |            |
| 1986 | 2,591       | 539         | 3,130        | 1,278          | 9          |                   |             |             |              |                |            |
| 1987 | 2,096       | 517         | 2,613        | 1,334          | 4          |                   |             |             |              |                |            |
| 1988 | 1,929       | 453         | 2,382        | 1,131          | 10         |                   |             |             |              |                |            |
| 1989 | 1,863       | 384         | 2,247        | 1,081          | 3          |                   |             |             |              |                |            |
| 1990 | 1,806       | 297         | 2,103        | 1,044          | 3          |                   |             |             |              |                |            |

## 補足資料 5 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計されている。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に表される。

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

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。

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

本系群では、努力量には有漁漁区または有漁網における値を合計したものをを用いている。資源が極めて少ない場合（分布域なのに対象種の漁獲のない操業がある場合）、有漁漁区数や有漁網数を用いると、CPUE が過大推定される可能性がある等の問題がある。しかし、沖底の対象種では、10 分柁目の漁区内に均一に分布していないことがほとんどであり、ある魚種に対する狙い操業下では、同漁区内に分布する他の魚種に対し全く努力が掛からないことが起こり得る。この場合、操業された漁区の全努力量を用いると、他の魚種の CPUE は過小推定になる。沖底が複数の魚種を対象にしていることから、有漁漁区数や有漁網数を用いたほうが、対象種に掛かる努力量として妥当であると考えられる。

補足表 9. 本州日本海側におけるズワイガニの資源密度指数

| 年    | A海域       |    |    |           |    |    |           | B海域 |     |     |     | 5年移動<br>平均 | 年 |
|------|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|-----|-----|-----|-----|------------|---|
|      | 雄         |    |    | 雌         |    |    | 雄雌        | 雄   | 雌   | 雄雌  |     |            |   |
|      | A海域<br>全体 | 中区 | 西区 | A海域<br>全体 | 中区 | 西区 | A海域<br>合計 |     |     |     |     |            |   |
| 1970 | 68        | 32 | 85 | 48        | 23 | 61 | 116       |     |     |     |     | 1970       |   |
| 1971 | 62        | 26 | 78 | 40        | 17 | 49 | 102       |     |     |     |     | 1971       |   |
| 1972 | 40        | 20 | 52 | 22        | 11 | 29 | 62        |     |     |     |     | 1972       |   |
| 1973 | 33        | 14 | 42 | 16        | 8  | 20 | 48        |     |     |     |     | 1973       |   |
| 1974 | 23        | 13 | 29 | 12        | 8  | 15 | 36        |     |     |     |     | 1974       |   |
| 1975 | 21        | 16 | 23 | 12        | 11 | 13 | 34        |     |     |     |     | 1975       |   |
| 1976 | 19        | 22 | 19 | 15        | 13 | 16 | 35        |     |     |     |     | 1976       |   |
| 1977 | 18        | 15 | 20 | 17        | 12 | 20 | 35        |     |     |     |     | 1977       |   |
| 1978 | 17        | 13 | 19 | 14        | 9  | 17 | 32        | 2.2 | 1.2 | 3.4 |     | 1978       |   |
| 1979 | 18        | 12 | 21 | 14        | 8  | 16 | 31        | 2.2 | 1.3 | 3.5 |     | 1979       |   |
| 1980 | 15        | 11 | 17 | 13        | 13 | 13 | 28        | 2.1 | 1.6 | 3.6 |     | 1980       |   |
| 1981 | 14        | 14 | 14 | 13        | 11 | 13 | 26        | 2.7 | 2.1 | 4.8 |     | 1981       |   |
| 1982 | 13        | 16 | 12 | 10        | 10 | 10 | 23        | 2.4 | 2.4 | 4.8 | 4.0 | 1982       |   |
| 1983 | 11        | 12 | 11 | 10        | 10 | 10 | 22        | 2.5 | 3.5 | 5.9 | 4.5 | 1983       |   |
| 1984 | 11        | 13 | 10 | 6         | 5  | 6  | 17        | 3.3 | 2.7 | 6.0 | 5.0 | 1984       |   |
| 1985 | 8         | 12 | 6  | 5         | 6  | 5  | 13        | 4.0 | 1.9 | 5.8 | 5.5 | 1985       |   |
| 1986 | 8         | 10 | 7  | 4         | 5  | 4  | 12        | 2.5 | 1.0 | 3.6 | 5.2 | 1986       |   |
| 1987 | 8         | 12 | 6  | 5         | 7  | 4  | 13        | 3.6 | 2.0 | 5.6 | 5.4 | 1987       |   |
| 1988 | 7         | 12 | 5  | 4         | 6  | 4  | 11        | 2.7 | 1.1 | 3.7 | 4.9 | 1988       |   |
| 1989 | 6         | 10 | 5  | 4         | 4  | 5  | 11        | 2.3 | 1.3 | 3.6 | 4.5 | 1989       |   |
| 1990 | 6         | 10 | 5  | 6         | 9  | 6  | 12        | 1.9 | 1.2 | 3.1 | 3.9 | 1990       |   |
| 1991 | 6         | 10 | 4  | 4         | 5  | 4  | 10        | 2.0 | 1.3 | 3.3 | 3.9 | 1991       |   |
| 1992 | 7         | 12 | 5  | 5         | 7  | 5  | 12        | 1.6 | 1.8 | 3.3 | 3.4 | 1992       |   |
| 1993 | 9         | 17 | 5  | 8         | 11 | 6  | 17        | 3.1 | 2.3 | 5.4 | 3.7 | 1993       |   |
| 1994 | 10        | 19 | 6  | 8         | 11 | 7  | 18        | 4.0 | 2.6 | 6.6 | 4.3 | 1994       |   |
| 1995 | 12        | 21 | 8  | 11        | 16 | 9  | 23        | 4.2 | 2.2 | 6.5 | 5.0 | 1995       |   |
| 1996 | 11        | 18 | 8  | 10        | 13 | 9  | 21        | 5.5 | 3.2 | 8.7 | 6.1 | 1996       |   |
| 1997 | 12        | 15 | 11 | 13        | 10 | 15 | 25        | 3.6 | 1.8 | 5.4 | 6.5 | 1997       |   |
| 1998 | 14        | 17 | 13 | 21        | 10 | 26 | 35        | 4.0 | 1.9 | 5.9 | 6.6 | 1998       |   |
| 1999 | 16        | 15 | 17 | 21        | 11 | 25 | 37        | 4.3 | 2.4 | 6.7 | 6.6 | 1999       |   |
| 2000 | 17        | 16 | 17 | 17        | 8  | 22 | 33        | 4.0 | 1.9 | 5.9 | 6.5 | 2000       |   |
| 2001 | 17        | 19 | 17 | 19        | 13 | 22 | 36        | 3.7 | 3.3 | 7.0 | 6.2 | 2001       |   |
| 2002 | 19        | 19 | 19 | 21        | 10 | 26 | 40        | 4.0 | 4.6 | 8.5 | 6.8 | 2002       |   |
| 2003 | 22        | 17 | 24 | 26        | 12 | 32 | 47        | 2.7 | 3.1 | 5.8 | 6.8 | 2003       |   |
| 2004 | 23        | 16 | 26 | 26        | 11 | 33 | 49        | 2.4 | 3.5 | 5.9 | 6.6 | 2004       |   |
| 2005 | 24        | 20 | 26 | 30        | 15 | 36 | 54        | 3.0 | 5.1 | 8.1 | 7.1 | 2005       |   |
| 2006 | 25        | 18 | 27 | 34        | 20 | 40 | 59        | 2.7 | 3.3 | 6.0 | 6.9 | 2006       |   |
| 2007 | 26        | 20 | 28 | 31        | 19 | 36 | 57        | 1.8 | 2.3 | 4.1 | 6.0 | 2007       |   |
| 2008 | 23        | 21 | 24 | 30        | 22 | 32 | 53        | 2.4 | 2.7 | 5.1 | 5.8 | 2008       |   |
| 2009 | 20        | 20 | 20 | 32        | 14 | 40 | 53        | 3.9 | 4.4 | 8.4 | 6.3 | 2009       |   |
| 2010 | 20        | 22 | 20 | 30        | 15 | 36 | 50        | 3.9 | 5.6 | 9.5 | 6.6 | 2010       |   |
| 2011 | 22        | 21 | 23 | 27        | 12 | 33 | 49        | 5.3 | 4.3 | 9.7 | 7.3 | 2011       |   |
| 2012 | 21        | 21 | 22 | 29        | 23 | 31 | 50        |     |     |     |     | 2012       |   |

単位は kg、年は漁期年を示す。

5 年移動平均は、当年を含む過去 5 年の平均を示す。

A 海域では沖底のみ、B 海域では沖底と小底を込みにして計算した。

A 海域の漁期は 3 月までであるのに対し、B 海域の漁期は 5 月までであるため、本報告書作成時点における B 海域の 2012 年（2013 年 5 月まで）の値は未集計である。

## 補足資料6 飼育実験によるズワイガニの成熟年齢と世代時間の解明（経過報告）

（担当：日水研資源生産部（小浜庁舎）、京都府農林水産技術センター海洋センター）

### （1）背景と目的

日本海西部海域（A 海域）におけるズワイガニの世代時間は8年程度と想定されているが、サイズ組成の推移等の断片的な知見に基づいており、妥当性が十分に検討されていない。本報告では、ズワイガニをふ化から飼育することにより、ズワイガニの成熟年齢と世代時間を推定することを目的とした。

### （2）飼育個体と飼育方法

2011年2月6日にふ化した（2011年級）ゾエアを8℃と11℃で各60個体を飼育した。さらにメガロパ（2011年1月31日にふ化、同年3月6日にメガロパに脱皮）は、5℃、8℃、11℃で各18個体を飼育した。加えて稚ガニは、2009年級（2009年3月3日ふ化、同年5月12日稚ガニに脱皮）19個体を3齢から、2010年級（2010年2月22日ふ化、同年5月9日稚ガニに脱皮）の30個体を1齢から、2011年級（2011年3月18日ふ化、同年5月23日稚ガニに脱皮）の30個体を1齢から1℃で飼育した。雌雄は区別しなかった。以上を「人工生産個体」と呼称する。さらに、日本海区水産研究所および京都府農林水産技術センター海洋センターが行ったトロール調査およびカニかご調査の際に採集した7～9齢の雌雄各31個体を1℃で飼育した。以上を「天然採集個体」と呼称する。

餌としてゾエアにはシオミズツボワムシ（DHA70G、EPA28Gで栄養強化）、メガロパにはアルテミアノープリウス（ハイパーグロスで栄養強化）を与え、1齢以降はクルマエビ用配合飼料と冷凍のアミ類を与えた。脱皮と生残状況は、週5日を目安に確認した。

### （3）経過

各齢期の脱皮間隔を補足表10に示した。人工生産個体は7齢まで、天然採集個体は7～9齢までの脱皮間隔が得られた。ゾエアとメガロパの脱皮間隔は、各温度の平均でそれぞれ2ヶ月、1.4ヶ月であった。1齢以降では、高齢期になるにつれ脱皮間隔が長くなる傾向がみられた。また、齢期ごとには年級間、人工生産個体と天然採集個体、天然採集個体の雌雄間で脱皮間隔に顕著な差が認められなかったことから、齢期ごとの平均を求め、積算したところ、ふ化から9齢までに要する期間は、4年11ヶ月と推定された。

底生期、すなわち1齢期以降の主分布水温は、本資源評価報告のトロール調査において、0.75℃と観測されている。そこで、上述の1℃の結果に加え、別途行われた1～7齢に関する3℃、5℃および8℃の飼育実験結果および有効積算温度の式（Ikemoto and Takaya 2000）を用い、0.75℃における1～7齢の脱皮間隔を本飼育実験の結果から外挿した（補足図9）。その結果、1℃での脱皮間隔に対する0.75℃での脱皮間隔の比は、齢期間の平均で1.1（範囲：1.0～1.2）であった。これより、0.75℃における8齢と9齢の脱皮間隔はそれぞれ8.7ヶ月、12.3ヶ月と計算され、ふ化から9齢までに要する期間は5年5ヶ月と推定された。

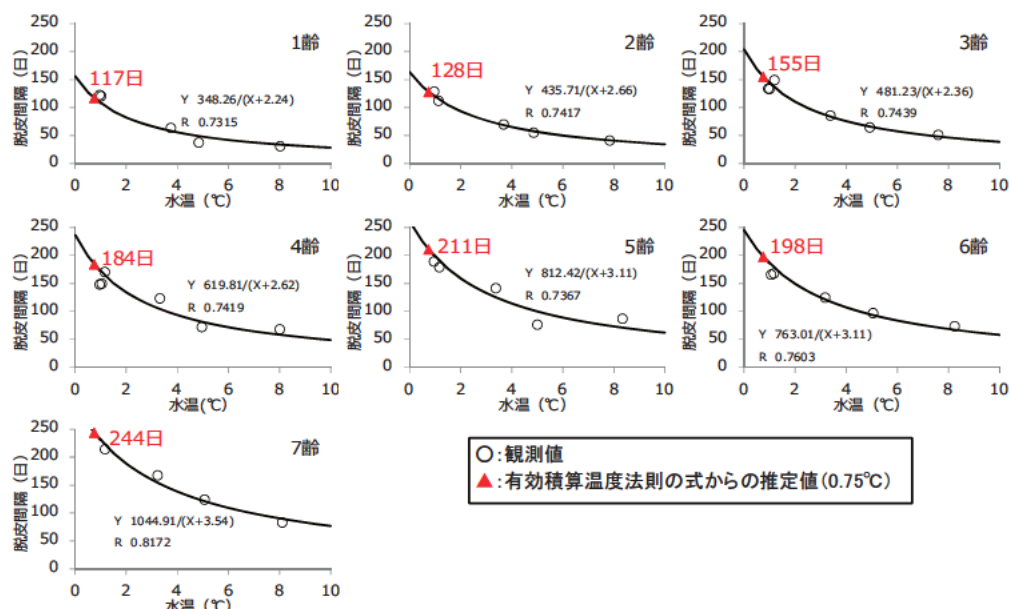
以上で得られたふ化から9齢までの期間に、日本海における雌10齢の脱皮間隔（1年）と、11齢の抱卵期間（1.5年）を加え、底生期以降が1℃のときの成熟年齢と再生産周期はそれぞれ5年11ヶ月と7年5ヶ月、0.75℃のときはそれぞれ6年5ヶ月、7年11ヶ月と推定された。

## (4) 今後の課題

本報告で外挿した0.75℃における脱皮間隔の妥当性を検討するとともに、成熟後の産卵可能年数や1個体あたりの産卵量の変化を明らかにすることができれば、ズワイガニ日本海西部海域全体における年ごとの産卵量の推定精度向上に寄与することが期待される。

補足表 10. 飼育実験から得られたふ化から9 齢までの脱皮間隔

| 齢期   | 由来      | 飼育水温<br>(℃) | N  | 底生期1℃での脱皮間隔 |          |           |    | 底生期0.75℃での脱皮間隔 |          |        |         |
|------|---------|-------------|----|-------------|----------|-----------|----|----------------|----------|--------|---------|
|      |         |             |    | 供試          | 脱皮       | 平均±SD     | 範囲 | 平均             | 積算       | 平均     | 積算      |
|      |         |             |    |             |          |           |    |                |          |        |         |
| ゾエア  | 2011年級  | 8.0         | 60 | 47          | 71 ± 4   | 65 - 85   |    |                |          |        |         |
|      |         | 11.0        | 60 | 50          | 49 ± 2   | 44 - 54   |    | 2.0ヶ月          | 2.0ヶ月    | 2.0ヶ月  | 2.0ヶ月   |
| メガロバ | 2011年級  | 5.0         | 18 | 17          | 56 ± 4   | 49 - 65   |    |                |          |        |         |
|      |         | 8.0         | 18 | 18          | 42 ± 3   | 37 - 49   |    | 1.4ヶ月          | 3.4ヶ月    | 1.4ヶ月  | 3.4ヶ月   |
|      |         | 11.0        | 18 | 18          | 33 ± 2   | 29 - 38   |    |                |          |        |         |
| 1 齢  | 2010年級  | 1.0         | 30 | 20          | 122 ± 17 | 72 - 149  |    | 4.0ヶ月          | 7.4ヶ月    | 3.8ヶ月  | 7.2ヶ月   |
|      | 2011年級  | 1.0         | 30 | 18          | 120 ± 21 | 77 - 161  |    |                |          |        |         |
| 2 齢  | 2010年級  | 1.0         | 20 | 12          | 129 ± 7  | 119 - 145 |    | 4.0ヶ月          | 11.4ヶ月   | 4.2ヶ月  | 11.4ヶ月  |
|      | 2011年級  | 1.1         | 17 | 16          | 112 ± 13 | 70 - 130  |    |                |          |        |         |
| 3 齢  | 2009年級  | 1.0         | 19 | 12          | 133 ± 33 | 76 - 222  |    | 4.6ヶ月          | 16.0ヶ月   | 5.1ヶ月  | 16.5ヶ月  |
|      | 2010年級  | 1.0         | 12 | 7           | 134 ± 14 | 117 - 155 |    |                |          |        |         |
|      | 2011年級  | 1.2         | 16 | 14          | 149 ± 23 | 119 - 183 |    |                |          |        |         |
| 4 齢  | 2009年級  | 1.0         | 12 | 9           | 148 ± 13 | 133 - 165 |    | 5.1ヶ月          | 21.1ヶ月   | 6.0ヶ月  | 22.5ヶ月  |
|      | 2010年級  | 1.0         | 6  | 5           | 149 ± 32 | 120 - 200 |    |                |          |        |         |
|      | 2011年級  | 1.2         | 14 | 5           | 170 ± 19 | 151 - 201 |    |                |          |        |         |
| 5 齢  | 2009年級  | 1.0         | 9  | 5           | 189 ± 50 | 157 - 276 |    | 6.0ヶ月          | 27.1ヶ月   | 6.9ヶ月  | 29.4ヶ月  |
|      | 2010年級  | 1.2         | 5  | 5           | 179 ± 27 | 143 - 203 |    |                |          |        |         |
| 6 齢  | 2009年級  | 1.1         | 5  | 4           | 166 ± 9  | 155 - 174 |    | 5.5ヶ月          | 32.6ヶ月   | 6.5ヶ月  | 35.9ヶ月  |
|      | 2010年級  | 1.2         | 3  | 2           | 168      | 154 - 181 |    |                |          |        |         |
| 7 齢  | 2009年級  | 1.2         | 4  | 2           | 214      | 210 - 218 |    |                |          |        |         |
|      | 天然採集個体雌 | 1.1         | 14 | 10          | 219 ± 45 | 140 - 282 |    | 7.1ヶ月          | 39.7ヶ月   | 8.0ヶ月  | 43.9ヶ月  |
|      | 天然採集個体雄 | 1.1         | 15 | 7           | 216 ± 50 | 129 - 273 |    |                |          |        |         |
| 8 齢  | 天然採集個体雌 | 1.1         | 20 | 9           | 253 ± 66 | 188 - 392 |    | 7.9ヶ月          | 47.6ヶ月   | 8.7ヶ月  | 52.6ヶ月  |
|      | 天然採集個体雄 | 1.1         | 14 | 3           | 229 ± 45 | 184 - 273 |    |                |          |        |         |
| 9 齢  | 天然採集個体雌 | 1.1         | 10 | 2           | 331      | 307 - 354 |    | 11.2ヶ月         | 58.8ヶ月   | 12.3ヶ月 | 64.9ヶ月  |
|      | 天然採集個体雄 | 1.1         | 8  | 2           | 349      | 314 - 384 |    |                | (4年11ヶ月) |        | (5年5ヶ月) |



補足図 9. 有効積算温度法則の式から外挿した、0.75℃における脱皮間隔

## 引用文献

Ikemoto T. and Takai K. (2000) A new linearized formula for the law of total effective temperature and the evaluation of line-fitting methods with both variables subject to error. Environ. Entomol., 29, 671-682.