

## 平成 21 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、廣瀬太郎、藤原邦浩)

参画機関 : 秋田県農林水産技術センター水産振興センター、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 年代初頭の資源は高水準にあったが、80 年代後半には最低水準まで低下した。1990 年代以降は再び上昇し、近年は中位水準にあると考えられる。トロール調査結果から推定された漁獲対象資源量は、2001 年以降増加傾向にあり、2007 年には調査を開始した 1999 年以降で最高となった。しかしその後は 2008 年、2009 年と 2 年連続で減少している。以上より、2009 年における資源水準を中位、資源動向を減少と判断した。資源は減少傾向であるが、過去の平均的な加入状況であれば、現状の漁獲圧でも資源の現状維持が可能であり、若干の増加が期待できる。したがって、このような資源状況においては、親魚量の維持または増加を目指しながら豊度の高い年級群の発生を待つのが望ましい。ABC 算定には、現状の漁獲圧の維持を目指す ( $F_{current}$ )、1999~2009 年の平均的な親魚量の維持を目指す ( $F_{sus1}$ )、直近の親魚量の維持を目指す ( $F_{sus2}$ )、および直近の親魚量の増大を目指す ( $0.9F_{sus2}$ ) シナリオを採用した。

B 海域では、長期的には漁獲量が減少しているが、この要因は主に漁船数の減少と考えられる。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った。しかし 2006 年、2007 年と減少し、資源水準を中位と判断した。かご調査から推定された資源量は近年安定しており、資源動向を横ばいと判断した。現状程度の低い漁獲圧であれば資源の維持は可能と考えられる。したがって、ABC 算定には、現状の漁獲圧の維持を目指す ( $F_{current}$ )、適度な漁獲圧により漁獲する ( $F_{0.1}$ )、および親魚量の確保を目指す ( $F_{30\%SPR}$  および  $F_{40\%SPR}$ ) シナリオを採用した。

## A 海域

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | F 値 (雄, 雌)<br>(Fcurrent と<br>の比較)      | 漁獲<br>割合<br>(雄, 雌) | 将来漁獲量<br>(千トン)                   |                      | 評価 (5 年後)    |                | 2010 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(千トン) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|--------------|----------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                    | 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 |                                  |
| 現状の漁獲圧の<br>維持*<br>(Fcurrent)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.18<br>(0.15, 0.31)<br>(1.00Fcurrent) | 17%<br>(14%, 27%)  | 2.8~4.3<br>(1.6-2.3,<br>1.2-2.0) | 3.4<br>(1.9,<br>1.5) | 98%          | 100%           | 3.3<br>(2.1, 1.2)                |
| 過去の平均的な<br>親魚量の維持*<br>(Fsus1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.20<br>(0.16, 0.34)<br>(1.08Fcurrent) | 18%<br>(15%, 29%)  | 2.9~4.5<br>(1.6-2.5,<br>1.2-2.1) | 3.6<br>(2.0,<br>1.6) | 96%          | 99%            | 3.5<br>(2.2, 1.3)                |
| 直近の親魚量の<br>増大*<br>(0.9Fsus2)**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.26<br>(0.20, 0.46)<br>(1.45Fcurrent) | 23%<br>(18%, 37%)  | 3.3~5.2<br>(2.0-3.0,<br>1.3-2.4) | 4.2<br>(2.4,<br>1.8) | 68%          | 87%            | 4.4<br>(2.8, 1.7)                |
| 直近の親魚量の<br>維持*<br>(Fsus2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.28<br>(0.22, 0.51)<br>(1.61Fcurrent) | 25%<br>(20%, 40%)  | 3.5~5.5<br>(2.1-3.2,<br>1.4-2.5) | 4.5<br>(2.6,<br>1.9) | 50%          | 74%            | 4.8<br>(3.0, 1.8)                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                    |                                  |                      |              |                | 2010 年<br>算定<br>漁獲量              |
| 現状の漁獲量の<br>維持<br>(Cave 3yr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |                    | 4.6<br>(2.7, 1.8)                | 4.6<br>(2.7,<br>1.8) | 49%          | 60%            | 4.6<br>(2.7, 1.8)                |
| <p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本系群の ABC (二重線の上側にあるもの) 算定には、規則 1 3) (2)を用い、<math>\beta_1=1</math> とした。</li> <li>・評価 (5 年後) は雌に対しての値である。</li> <li>・**本シナリオでは <math>\beta_1=0.9</math> とした。</li> <li>・Fcurrent と Cave は、2006~2008 年漁期の漁獲係数と漁獲量の平均をそれぞれ示す。</li> <li>・1999 年以降の平均的な加入を仮定したときに、資源が維持若しくは増大する F を基準値とした。Fsus1 は 2025 年の漁期後経産ガニ資源量が 1999~2009 年の平均値と同値となる F を、Fsus2 は 2009 年と 2010 年の漁期後経産ガニ資源量が同値になる F をそれぞれ示す。</li> <li>・将来漁獲量において、5 年後は 2015 年の漁獲量の上側および下側 10%を、5 年平均は 2011~2015 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。</li> <li>・現状親魚量は 2009 年の漁期後に想定される経産ガニ資源量 (2,758 トン) を、Blimit は 2002 年の漁期後経産ガニ資源量 (2,387 トン) をそれぞれ示す。</li> <li>・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> <li>・Cave 3yr でも概ね資源維持が可能だが、不確実性が高いため、参考値とした。</li> <li>・漁期中漁期外を問わず、漁獲対象外個体の混獲死亡を減少させることは、資源増大に有効である。</li> <li>・年は漁期年 (7 月~翌年 6 月) を示す。</li> </ul> |                                        |                    |                                  |                      |              |                |                                  |

| 年    | 資源量 (雄, 雌)<br>(千トン) | 漁獲量 (雄, 雌)<br>(千トン) | F 値 (雄, 雌)        | 漁獲割合 (雄, 雌)    |
|------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| 2007 | 33.8 (24.0, 9.8)    | 4.9 (2.8, 2.1)      | 0.16 (0.12, 0.24) | 15% (12%, 21%) |
| 2008 | 22.5 (17.2, 5.4)    | 4.1 (2.5, 1.5)      | 0.20 (0.16, 0.33) | 18% (15%, 28%) |
| 2009 | 20.6 (16.4, 4.2)    |                     |                   |                |

資源量は漁期時点の値を示す。

|        | 指標  | 値                                      | 設定理由                |
|--------|-----|----------------------------------------|---------------------|
| Bban   | 未設定 |                                        |                     |
| Blimit | 親魚量 | 2002 年の漁期後<br>経産ガニ資源量 (2,400 トン)       | これ以下の親魚量だと低位水準となるため |
| 2009 年 | 親魚量 | 2009 年の漁期後に想定される<br>経産ガニ資源量 (2,800 トン) |                     |

水準：中位      動向：減少

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（日水研）                                                                                                                                          |
| 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>韓国漁獲統計資料(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<br>資源密度指数 | 沖合底びき網漁獲成績報告書（日水研）                                                                                                                                   |
| 自然死亡係数（M）               | 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<br>(いずれも年当たり)                                                                                  |

## B 海域

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | F 値 (雄, 雌)<br>(F <sub>current</sub> との比較)           | 漁獲割合<br>(雄, 雌)    | 将来漁獲量<br>(トン) |       | 評価       |                        | 2010 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(トン) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------|-------|----------|------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |                   | 5 年後          | 5 年平均 | 現状親魚量を維持 | B <sub>limit</sub> を維持 |                                 |
| 現状の漁獲圧の維持*<br>(F <sub>current</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.11<br>(0.08, 0.14)<br>(1.00F <sub>current</sub> ) | 10%<br>(8%, 13%)  |               |       |          |                        | 240<br>(160, 80)                |
| 親魚量の確保*<br>(F40%SPR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.16<br>(0.16, 0.16)<br>(1.51F <sub>current</sub> ) | 15%<br>(15%, 15%) |               |       |          |                        | 390<br>(300, 90)                |
| 適度な漁獲圧による漁獲*<br>(F0.1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.17<br>(0.15, 0.19)<br>(1.58F <sub>current</sub> ) | 16%<br>(14%, 17%) |               |       |          |                        | 390<br>(290, 100)               |
| 親魚量の確保*<br>(F30%SPR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.23<br>(0.23, 0.23)<br>(2.11F <sub>current</sub> ) | 20%<br>(20%, 20%) |               |       |          |                        | 530<br>(410, 120)               |
| <p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ABC の算定には、規則 1 3) (2)を用い、<math>\beta_1=1</math> とした。</li> <li>・ 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> <li>・ 加入量の観測値が得られない事と再生産関係が推定できないので将来予測は難しい。</li> <li>・ F<sub>current</sub> は、2004～2008 年の平均値。</li> <li>・ F30%SPR、F40%SPR 及び F0.1 は、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、F30%SPR が 410 トン、F40%SPR が 310 トン、F0.1 は 330 トン。</li> <li>・ 年は漁期年（7 月～翌年 6 月）。</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)        |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 2007 | 3,200 (2,500, 700) | 241 (176, 65)      | 0.09 (0.08, 0.10) | 8.4% (7.4%, 9.7%)  |
| 2008 | 2,800 (2,100, 700) | 249 (172, 77)      | 0.10 (0.09, 0.11) | 9.5% (8.7%, 10.3%) |
| 2009 | 2,700 (2,100, 600) |                    |                   |                    |

資源量は漁期時点。2008 年漁獲量は暫定値。

資源量は百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 |   |      |

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                  | かご調査（秋田、山形、新潟県）                                                         |
| 自然死亡係数<br>（年当たり）     | 最終脱皮後 1 年以上経過した個体 <b>M 0.2</b><br>未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 <b>M=0.35</b> を仮定 |
| 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><b>CPUE</b> | 沖合底びき網漁獲成績報告書（日水研）<br>小型底びき網漁獲成績報告書（日水研）                                |

## 1. まえがき

ズワイガニは日本海本州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各府県の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60%以上（2006年漁期では68.2%）を本種が占めている（全国底曳網漁業連合会2007）。日本海本州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（図1）で異なる漁業規制が行われている。また、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

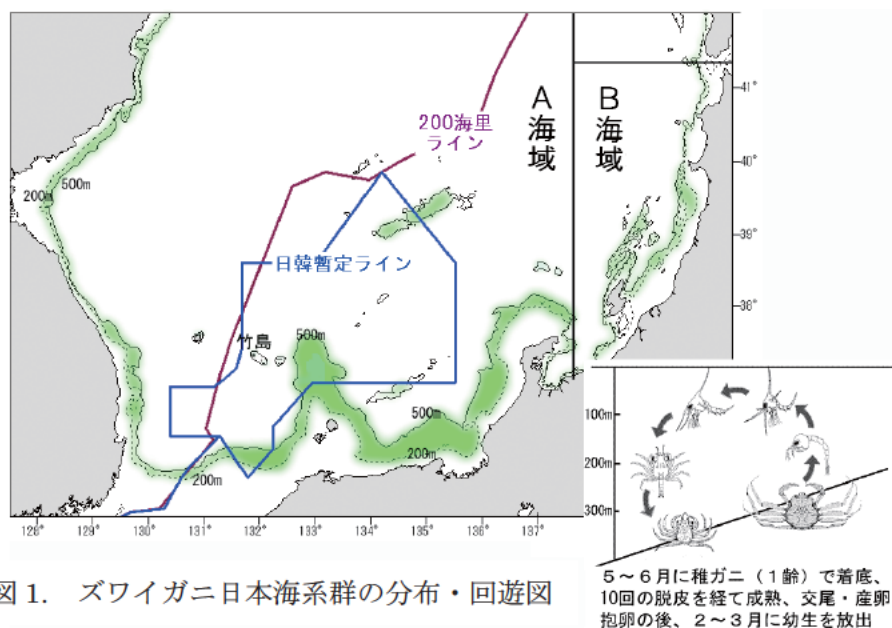


図1. ズワイガニ日本海系群の分布・回遊図

日本海における本種の分布範囲は水深200～500mのほぼ全域に及び、日本海を環状にとりまく大陸棚斜面の縁辺部、および日本海中央部に位置する大和堆に広く分布する（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種の交雑個体が見られる場合がある。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、限られた比較的浅い水深（海域によって異なる）で集中して行われることが知られている。また、成熟後は雌雄で分布の中心となる水深が異なり、260～300mを境にして、より浅い水深では主に雌ガニが、より深い水深では主に雄ガニが、それぞれ分布する。ズワイガニは孵化後、約2～3ヶ月の浮遊幼生期（プレゾエア期、ゾエア期（2期）、メガロパ期）を経て稚ガニに変態し、着底する（今1980）。着底後の移動は主に浅深移動で、標識放流結果から水平的に大きな移動をする例は少ない（尾形1974）。

### (2) 年齢・成長

ズワイガニでは、主に脱皮齢期ごとの平均甲幅を追跡することで相対年齢が推定されている。A海域では、今ほか（1968）、山崎・桑原（1991）、山崎ほか（1992）などにより

脱皮齢期と甲幅の関係が調べられている。これらに加え、本調査の結果を用いて脱皮齢期と甲幅の関係を整理した(図2)。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。雄では 10 齢以上(個々によって異なる)、ほとんどの雌は 11 齢で最終脱皮を行い、その後は脱皮しないため、これらの齢期は複数の年級群で構成される。稚ガニの期間は 1 年間に複数回脱皮するので、脱皮齢期と年齢は一致しない。

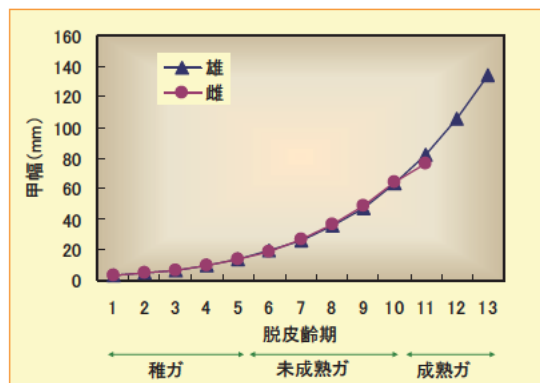


図2. ズワイガニの脱皮齢期と甲幅の関係

### (3) 成熟・産卵

産卵期・産卵場は、初産卵時と経産卵(2回目以降の産卵)時で異なる。初産卵時は夏から秋にかけて、水深 225m 前後で成熟脱皮(最終脱皮)し、直後に交尾・産卵(腹に卵を抱く)する。経産卵は、2~3 月に水深 250m 前後で行われる。初産で 1 年半、経産で 1 年の抱卵期間を経て、いずれの場合も 2~3 月に幼生が孵化し、孵化後短期間のうちに次の産卵を行う。図3に本種の生活史と漁業およびトロール調査の関係を示す。

### 漁獲対象となるカニの生活周期と漁期(A海域)

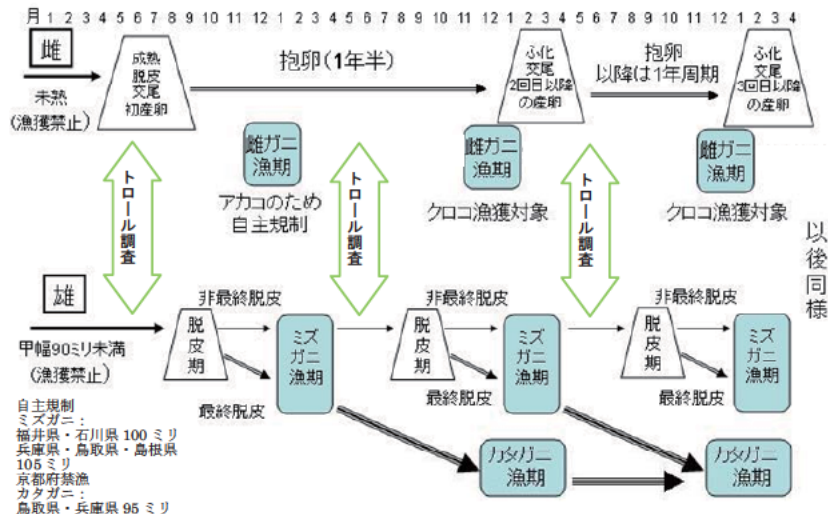


図3. ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

- ・アカコ：橙色の未発眼卵を腹部に有する雌。
- ・クロコ：茶褐色から黒紫色の発眼卵を有する雌。初産時はクロコになるまで1年以上を要する。
- ・ミズガニ：最終脱皮していないか、最終脱皮後1年未満の雄。
- ・カタガニ：最終脱皮後1年以上経過した雄。

### (4) 被捕食関係

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漁業（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、刺網および板曳網による。大和堆では本種の漁獲は禁止されている。本種漁業では、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）。日本海では韓国も本種を漁獲しており、韓国海洋水産部による「漁業生産統計」によると、近年の漁獲量は急増した（図 4、補足資料 4）。平成 11 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が、暫定水域内の漁獲量は不明である。

#### (2) 漁獲量の推移

日本海におけるズワイガニの漁獲量は、終戦後、漁業の回復とともに増加し、A 海域と B 海域合わせて約 15,000 トンに達する 2 回の極大期がみられた。1970 年以降は急減し、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 2008 年は 4,700 トンに減少した。海域別では A 海域の割合が極めて高く、この中でも沖底の占める割合が高い（図 4）。

韓国では法令により雌ガニは禁漁で、甲長 90mm 以上の雄ガニが漁獲対象とされている。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、2008 年は 3,000 トンに減少した（図 4）。

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、2008 年は 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ており、2008 年の漁獲量は 1,900 トンだった。雌ガニも 2001 年から毎年増加し、2007 年には 2,100 トンとなったが、2008 年は 1,500 トンに急減した。

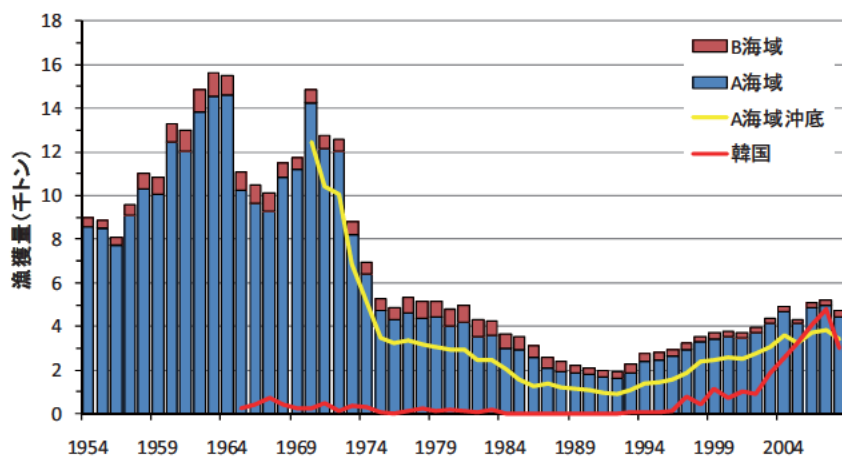


図 4. 本州沖日本海における漁獲量（暦年集計）

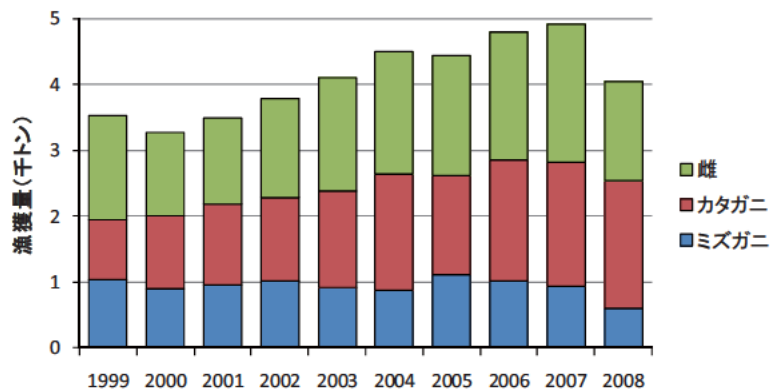


図 5. 雌雄別（雄はカタガニミズガニ別）の漁獲量

### (3) 漁獲努力量

沖底の有効漁獲努力量（補足資料 5）には、雌雄ともに長期的な減少傾向がみられる（図 6）。なお、漁獲量の約 7 割が沖底による。

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。

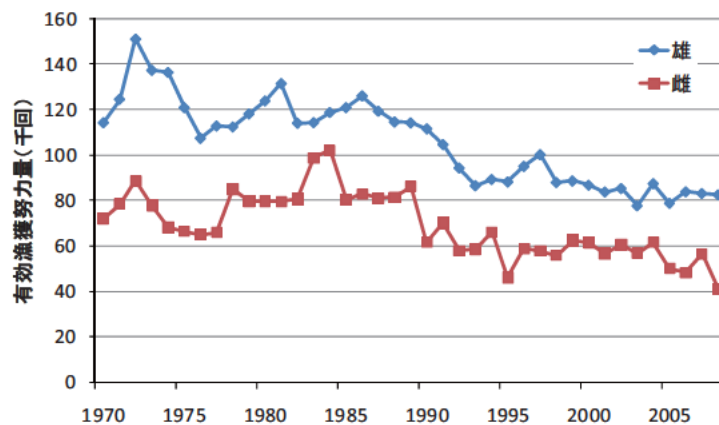


図 6. 沖合底びき網の有効漁獲努力量

## 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、沖底の統計資料が用いられた。

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 2010 年漁期について、雄では実質の漁獲対象である 12 歳以上のミズガニカタガニ別の、雌では経産ガニ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小海区別資源密度指数（補足資料 5）を求めた（図 7）。

雌雄ともに、資源密度指数は 70 年代に急減した後 80 年代後半から最低レベルとなり、90 年代後半から増加に転じた。この傾向は西区（但馬沖以西）でより大きい。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 程度の水準なのに対し、雌は 1/2 程度まで増加している。2008 年の西区の資源量指数は、雄は 2007 年に対して 15%減少し、雌は 2006 年に対して 19%減少した。中区では雌雄とも、2008 年も増加傾向が続いている。

雌雄海区合計の資源密度指数は 1970 年に 116 と最大であったが、1974 年まで急減した（図 8）。その後も減少傾向を続け、1985～1992 年には 10～13 とかなり低い値であった。1993 年以降増加傾向となり、2006 年には 59 まで増加したが、2 年連続減少し、2008 年は 53 であった。

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、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資料は、暫定水域を除く日本 EEZ 内の資源状態の指標として取り扱う必要がある。

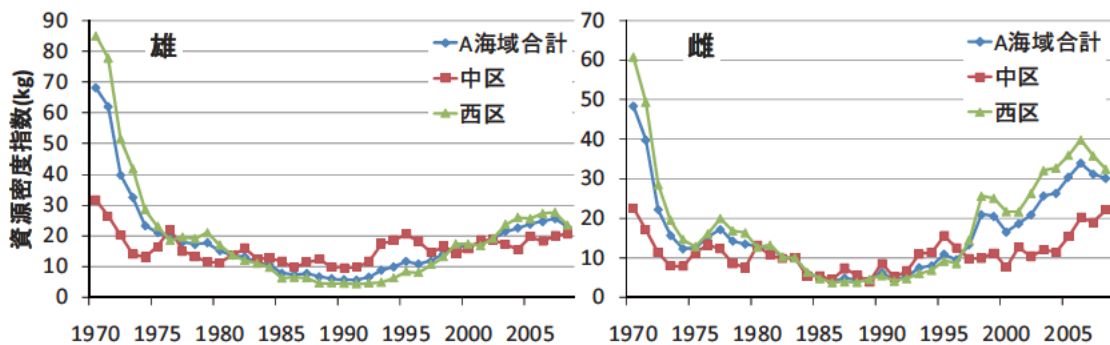


図 7. A 海域における資源密度指数（西区：但馬沖以西、中区：若狭沖以東）

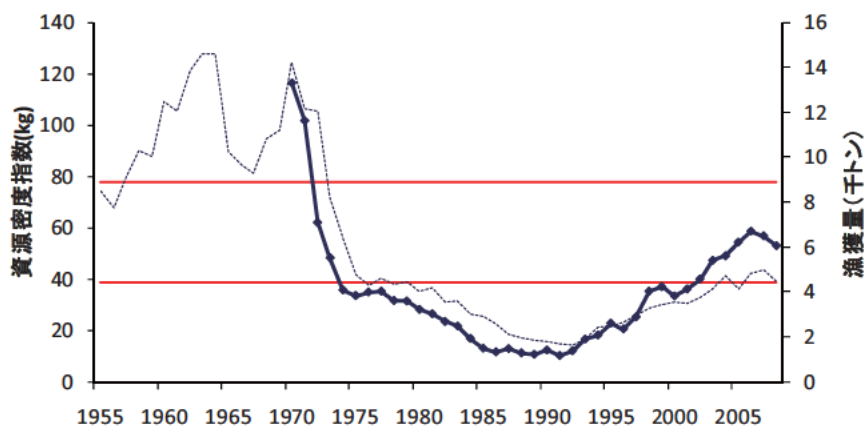


図 8. A 海域における沖底漁績から求めた資源密度指数（雌雄海区合計）  
赤線は最高値（116）と 0 のあいだの三分位点を、点線は漁獲量を示す。

### (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齢期別、ミズガニ／カタガニ別の漁獲尾数を求め、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としている。したがって、11 齢（平均甲幅約 80mm）と考えられる個体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。

全体には、カタガニは 12 齢 13 齢ともに漁獲され、ミズガニは 12 齢に多い。また、12 齢では、2005 年まではカタガニの漁獲尾数はミズガニより少ないが、2006 年以降はカタガニのほうが多くなっており、特に 2008 年は、両者の差は他の年より大きい。カタガニは、最終脱皮を経て鉾が大きくなった後 1 年以上経過した個体である。しかしながら、京都府では 2006 年頃から漁獲物に 12 齢の鉾の小さなカタガニ（モモガニ）が出現しており、2008 年に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 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。以上の齢期組成では、京都よりも漁獲量の多い鳥取と兵庫の齢組成が大部分を占めることから、これら 3 府県の漁獲物全体にモモガニが出現している可能性が示唆される。京都以外の県についてもモモガニの漁獲物に占める割合を把握することにより、齢期別漁獲尾数とトロール調査結果を用いたより詳細な資源計算が可能になるであろう。

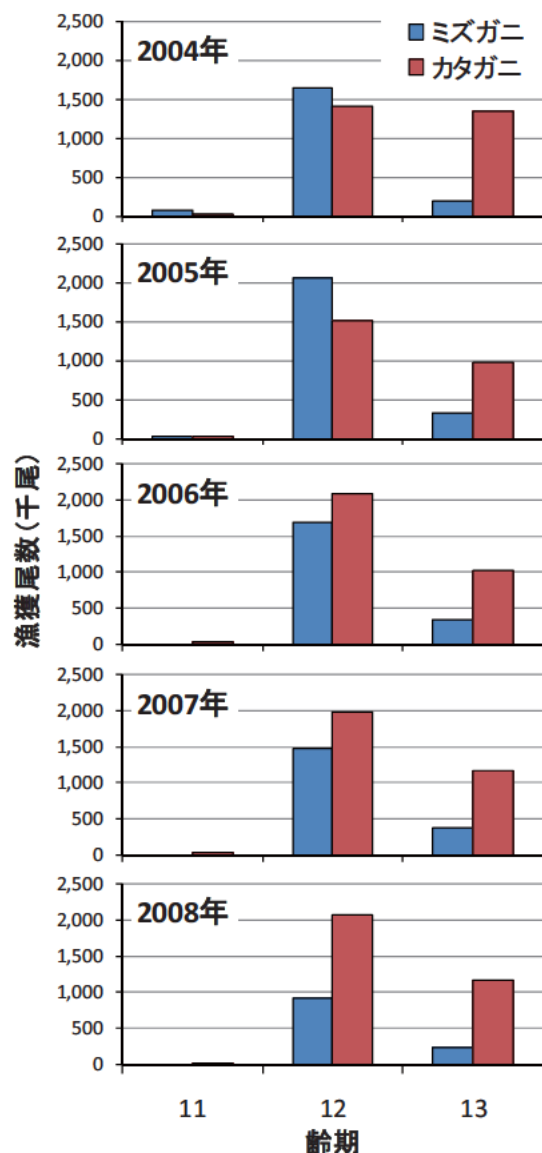


図 9. 主要港における齢期別漁獲尾数

#### (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）。各年とも特に小型サイズでは複数の山がみられ、それぞれが齢期群に相当すると考えられる。

雌雄とも 2009 年は、甲幅 20～40mm である 7 齢および 8 齢の資源尾数が 2008 年以前よりも多かった。これらは主に加賀沖で多くの個体が採集されたからである。一方で 2003 年に 7 齢、2005 年に 9 齢（甲幅 46mm）にみられた豊度の高い年級群は、主に隠岐北方で多くの個体が採集されたことによる。

<sup>1</sup>京都府農林水産技術センター海洋センター

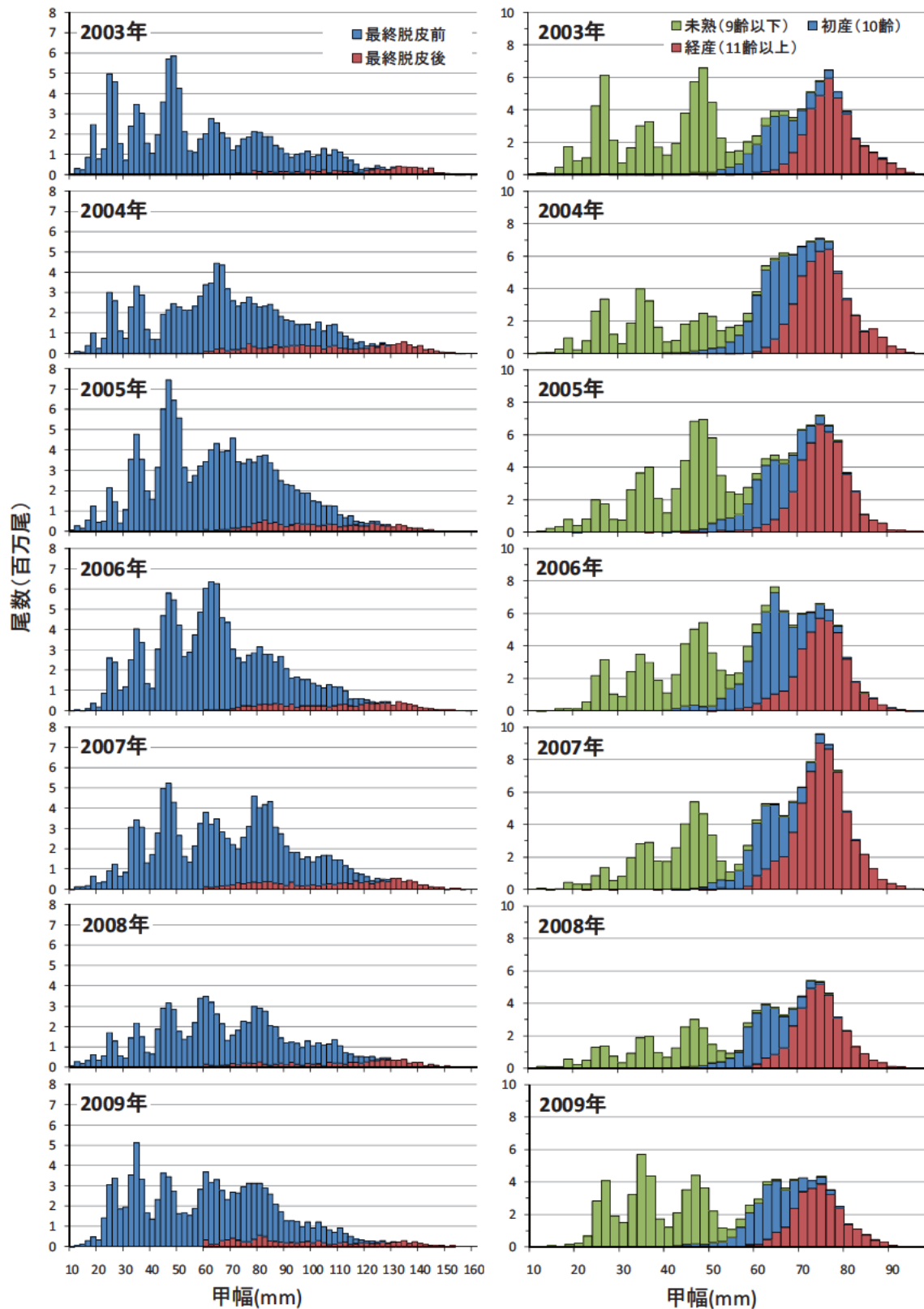


図 10. トロール調査結果から推定された甲幅組成 (左：雄、右：雌)

2009 年漁期に漁獲対象となる、13 齢（概ね甲幅 120mm 以上）の資源尾数は、2008 年以前に比べ少なかった。一方、2010 年漁期に 12 齢ミズガニとして漁獲加入する 2009 年の 10 齢（概ね甲幅 80mm）の尾数は、2008 年に比べ多かった。

2009 年漁期に漁獲対象となる経産ガニの資源尾数は 2008 年よりもさらに少なく、2010 年漁期に漁獲加入する初産ガニの資源尾数も、2008 年に比べそれほど多くなかった。

#### (5) 資源量と漁獲割合の推移

トロール調査から推定された 2009 年の資源量は雌雄とも 2008 年より減少し、1999 年以降では、雄は下から 5 番目、雌は下から 4 番目の値であった（図 11）。

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%であったが、2009 年は 52%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%、2009 年は 87%であった。

トロール調査日を 6 月 1 日として、漁期時点の資源量を求めた（図 12、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、加入による資源量の増分が漁期までの自然死亡による減耗より大きいので、調査時点の資源量（図 11）よりも漁期時点の 12 齢以上の資源量のほうが多い。雌（経産ガニ）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。

漁期時点の資源量は、2001 年に最も少なく 11,900 トンであったが、翌年から増加し 2005 年に 30,000 トン、2007 年には 33,900 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。しかし、2008 年には 22,500 トンに減少し、2009 年は 20,600 トン、2010 年には 19,700 トンになると計算された。ミズガニ、カタガニおよび雌ガニのあいだに明瞭な変化傾向の違いはみられなかった。

漁期時点の資源量（図 12）と漁獲量（図 5）より漁獲割合と  $F$  を求めた（図 13）。この際、雄の 12 齢と 13 齢では  $F$  は等しいと仮定した。漁獲割合、 $F$  とともに、全ての年でカタガニの値が最も高く、ミズガニの値はかなり低い。2008 年の漁獲割合（ $F$ ）は、ミズガニでは 5% (0.05)、カタガニでは 49% (0.67)、雄全体では 15% (0.16)、雌では 28% (0.33)、雌雄全体では 18% (0.20) であった。長期的には、漁獲割合、 $F$  とともに減少傾向であるが、2008 年はカタガニと雌で増加した。これは、浜田沖の増加のためである（図 14）。

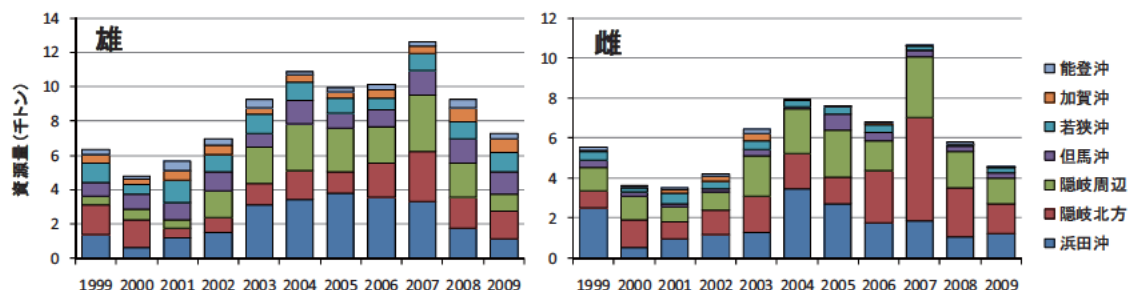


図 11. トロール調査結果から推定された海域別資源量

雄は甲幅 90mm 以上の、雌は経産ガニの資源量をそれぞれ示す。

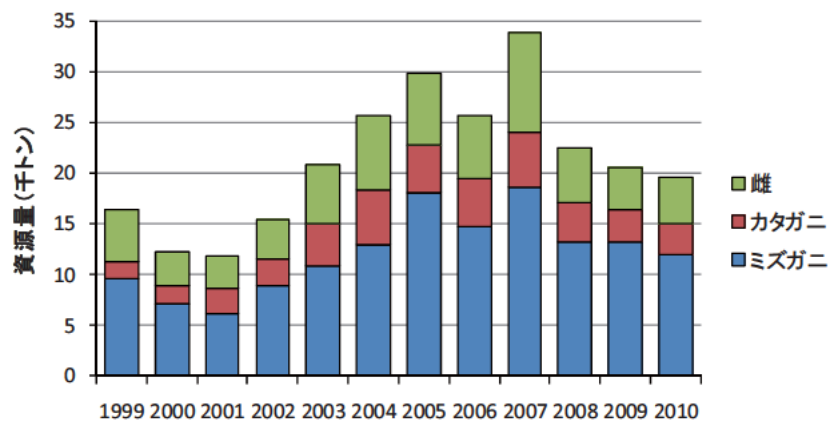


図 12. トロール調査結果から推定された漁期時点における資源量  
ミズガニとカタガニは 12 齢と 13 齢の合計を、雌は経産ガニをそれぞれ示す。  
2010 年は、2009 年の 10 齢以上の齢別資源尾数等から求めた予測値。

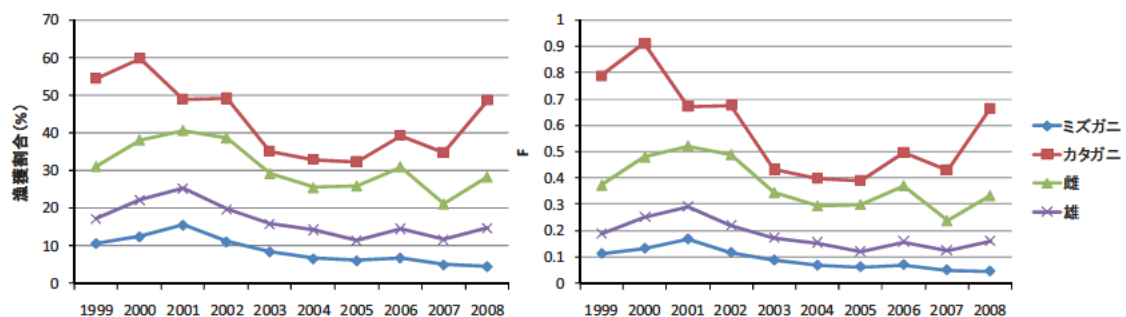


図 13. 漁獲割合と F

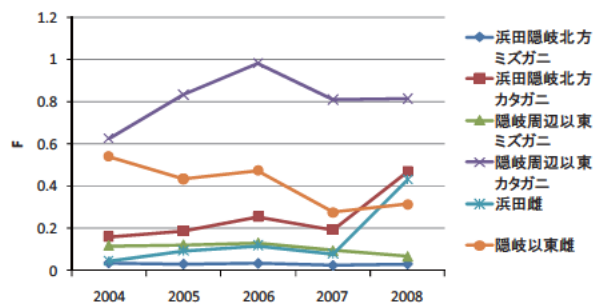


図 14. 海域別 F

#### (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。最高値(116)と 0 のあいだの三分位点は 39 と 76 であるので、39 未満を低位、39 以上 76 未満を中位、76 以上を高位と定義した。この定義から判断すると、2002 年以降は中位である。

資源動向の判断には 2009 年までの漁期時点における資源量(図 12)を用いた。2007 年以降の 3 年間は明らかに減少しており、2007 年が過大と仮定しても、2005 年以降の 5 年間は減少と判断される。

## (7) Blimit の設定

本系群では再生産関係は明らかではないが、現在中位水準である資源が低位に落ち込むことは望ましくないことである。したがって、Blimit を中位水準と低位水準の境界（2002 年の水準、図 8）とした。Blimit の対象は親魚量（経産ガニ）とし、2002 年の漁期後の親魚量である 2,400 トンとした（図 15）。

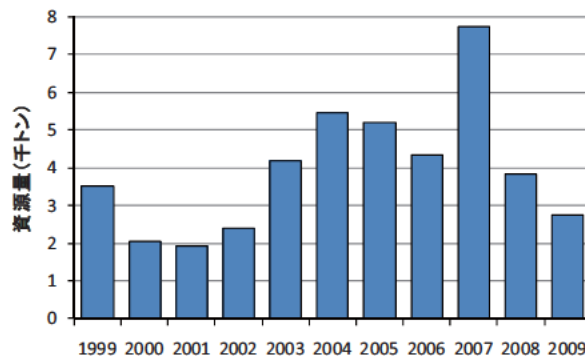


図 15. 雌（経産ガニ）の漁期後資源量

2009 年は漁期時点資源量と漁獲量の関係（補足図 2）から求めた予測値。

## (8) 今後の加入量の見積もり

ABC を算定する 2010 年漁期に漁獲加入するのは、雄は 2009 年調査時点の最終脱皮前の 10 齢、雌は初産ガニ（10 齢）である。これらは同じ年級群であることから、資源尾数の変化傾向も酷似しており、2006 年に最高となった後、2007 年に減少し、以降はほぼ横ばいである（図 16）。2009 年の資源尾数は雄で 23 百万尾、雌で 20 百万尾であった。

伊藤（1970）は孵化から 6 齢までの期間を 2 年半程度と推察しており、以後の脱皮間隔が 1 年であれば、孵化から加入（10 齢）までの期間は 6～7 年と推察される。漁期後経産ガニは 2000～2002 年に少なく（図 15）、加入量は 2007～2009 年に減少した（図 16）。このことは親子関係を示唆する情報の一つといえるが、今後もトロール調査データが蓄積されていくことで、本系群の親子関係の有無についてより検討が可能になるであろう。

なお、現在、資源動向要因分析調査（水産庁委託事業）の一環として、浮遊幼生期の輸送に関する調査が実施されている。この調査では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いる。この仮説の検証と、寒冷（温暖）期への変化の把握が可能になれば、加入量予測に寄与するものと期待される。

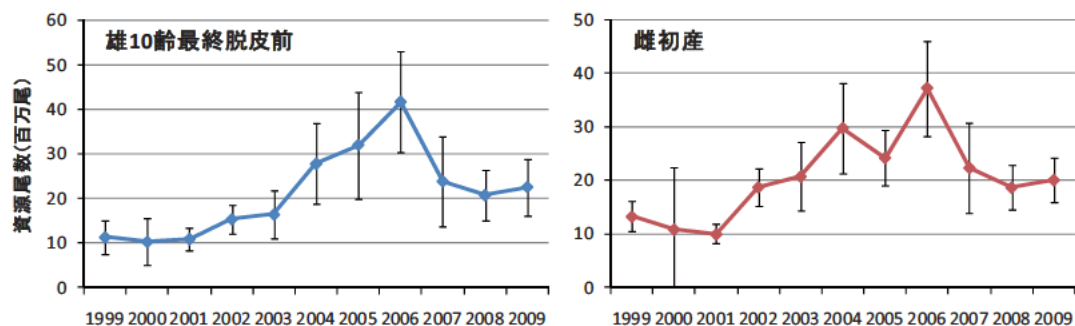


図 16. 次年漁期に漁獲加入する年級群の資源尾数 縦棒は 95%信頼区間を示す。

## (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 齢を加入とした。雄では 11 齢まで、雌では初産ガニまでが、漁獲対象個体 (雄: 12~13 齢、雌: 経産ガニ) 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。なお、加入を雄では 12 齢、雌では経産ガニに設定した場合、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 17)。

雄では、放流生残率が 1 のとき、 $F_{max}$  はほぼ無限大となる ( $F_{0.1}$  は 0.18)。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、 $F_{max}$  ( $F_{0.1}$ ) はそれぞれ 0.27 (0.15)、0.22 (0.14) であった。雄の 2008 年の  $F$  は 0.16 だったので、放流生残率にかかわらず  $F_{max}$  より小さかった。

雌では、放流生残率が 1、0.5、0 のとき、 $F_{max}$  ( $F_{0.1}$ ) はそれぞれ  $>1$  (0.43)、0.23 (0.16)、0.15 (0.11) であった。雌の 2008 年の  $F$  は 0.33 だったので、放流生残率が 1 であれば  $F_{max}$  より小さいが、0.5 か 0 であれば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。放流生残率が 1、0.5、0 のとき、 $F_{40\%}$  はそれぞれ 0.40、0.18、0.12 であり、 $F_{20\%}$  は同様に  $>1$ 、0.37、0.24 であった。また、2008 年の  $F$  における %SPR は同様に 44%、23%、12% であった。

以上のように、放流生残率によっては、現状の漁獲圧は過剰とも妥当とも判断できる。A 海域のような漁獲圧の場合、これらの生物学的管理基準値を用いた ABC 算定には、放流生残率に関する十分な検討が必要である。

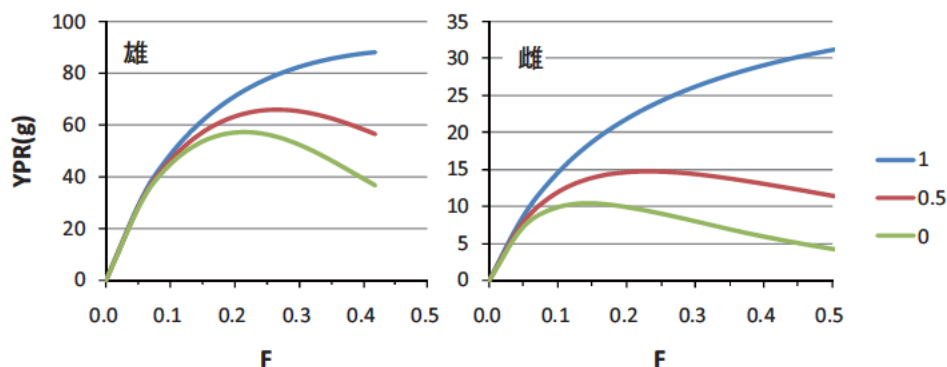


図 17.  $F$  と YPR の関係

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。

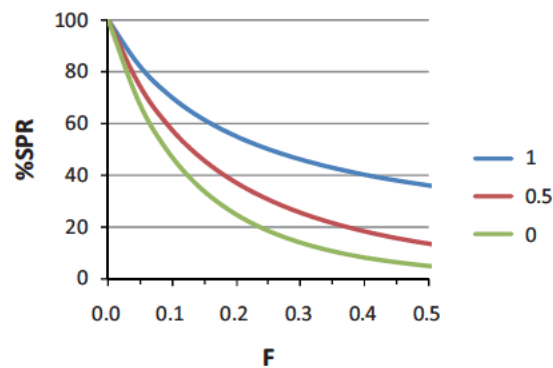


図 18. F と %SPR の関係

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。

## 5. 2010 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

資源水準は中位、資源動向は減少であるが、2009 年漁期後も経産ガニ資源量は Blimit を上回る見込みである。しかしながら、資源水準が低位または Blimit 以下に落ち込まないためにも、資源を現状維持または増加させられるような F で漁獲すべきである。過去の平均的な加入状況であれば、現状の漁獲圧でも資源の現状維持が可能であり、若干の増加が期待できる。なお、ミズガニの F の推定値は低い、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ないことが望ましい。

### (2) 漁獲シナリオに対応した 2010 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、資源動向は減少であるが、過去の平均的な加入状況であれば現状の漁獲圧でも資源の増加が期待できる。したがって、ABC 算定規則 1 3) (2) を適用し、 $\beta_1=1$  とした。

漁獲シナリオとして、現状の漁獲圧を維持する ( $F_{current}$ )、過去の平均的な親魚量の維持を目指す ( $F_{sus1}$ )、直近の親魚量の維持を目指す ( $F_{sus2}$ )、および直近の親魚量の増大を目指す ( $0.9F_{sus2}$ ) ものを採用した。ここで、以下の加入条件において、 $F_{sus1}$  は、2025 年 (実質の平衡状態) の漁期後経産ガニ資源量が 1999 年以降の平均値と同値となる F、 $F_{sus2}$  は、2009 年と 2010 年の漁期後経産ガニ資源量が同値になる F、とそれぞれ定義した。

以上の各シナリオについて、次の条件でシミュレーションを行った。加入として、雄では 2011 年以降の最終脱皮前の 11 齢、雌では 2010 年以降の初産ガニについて、それぞれ 1999～2009 年の平均値で一定と仮定した。この加入条件では、漁獲量は 2010 年から、資源量は 2011 年から各シナリオで異なってくる (図 19、図 20)。

2014 年までの予測の結果、漁獲量資源量ともに 2010 年以降の変化は非常に小さかった。これは、最近の加入水準が、仮定した 1999 年以降の平均と近く、2010～2011 年の時点で仮定した加入条件における平衡状態に近いからである。F が大きいシナリオほど、漁獲量は多く、資源量は少なかった。雌の漁期後経産ガニ資源量は、 $F_{sus2}$  以外では増加した。

資源量も僅かながら増加するが、これは主に雌の増加による。なお、いずれのシナリオでも、雌の漁期後資源量は Blimit を下回らない。

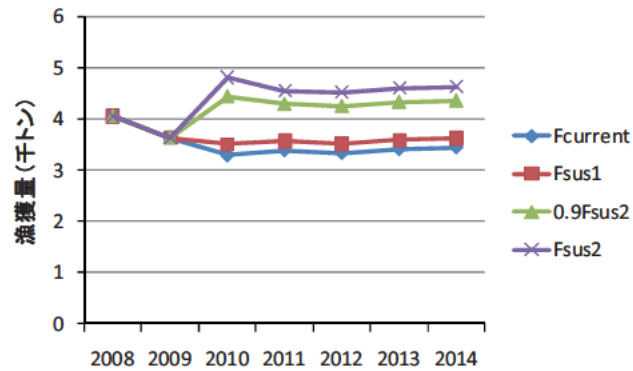


図 19. 各漁獲シナリオにおける漁獲量の予測

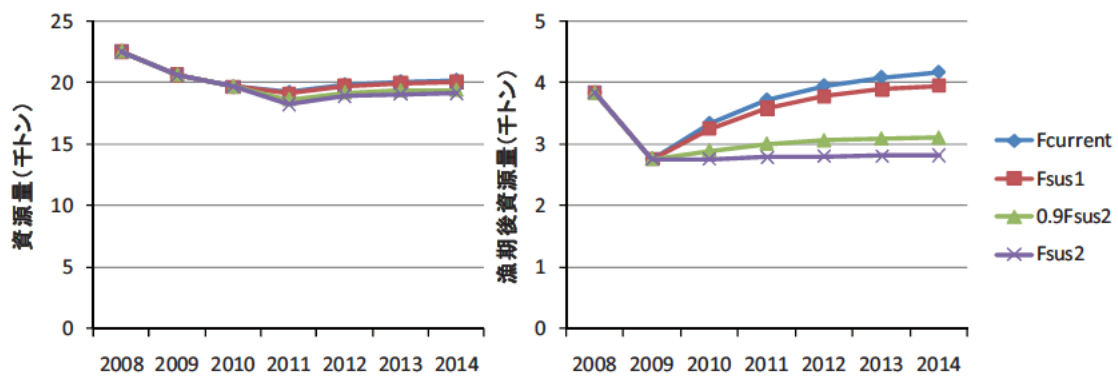


図 20. 各漁獲シナリオにおける資源量（左）および漁期後経産ガニ資源量（右）の予測

| 漁獲シナリオ        | 管理基準                             | 漁獲量 (千トン)     |               |               |               |               |               |               |
|---------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|               |                                  | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          |
| 現状の漁獲圧の維持     | $F_{current}$<br>(F 0.18)        | 4.1           | 3.6           | 3.3           | 3.4           | 3.3           | 3.4           | 3.4           |
| 上記の予防的措置      | $\alpha F_{current}$<br>(F 0.15) | 4.1           | 3.6           | 2.7           | 2.9           | 2.8           | 2.9           | 3.0           |
| 過去の平均的な親魚量の維持 | $F_{sus1}$<br>(F 0.20)           | 4.1           | 3.6           | 3.5           | 3.6           | 3.5           | 3.6           | 3.6           |
| 上記の予防的措置      | $\alpha F_{sus1}$<br>(F 0.16)    | 4.1           | 3.6           | 2.9           | 3.1           | 3.0           | 3.1           | 3.1           |
| 直近の親魚量の増大     | $0.9F_{sus2}$<br>(F 0.26)        | 4.1           | 3.6           | 4.4           | 4.3           | 4.3           | 4.3           | 4.4           |
| 上記の予防的措置      | $\alpha 0.9F_{sus2}$<br>(F 0.21) | 4.1           | 3.6           | 3.7           | 3.7           | 3.7           | 3.8           | 3.8           |
| 直近の親魚量の維持     | $F_{sus2}$<br>(F 0.28)           | 4.1           | 3.6           | 4.8           | 4.6           | 4.5           | 4.6           | 4.6           |
| 上記の予防的措置      | $\alpha F_{sus2}$<br>(F 0.23)    | 4.1           | 3.6           | 4.0           | 4.0           | 4.0           | 4.0           | 4.1           |
|               |                                  | 資源量 (千トン)     |               |               |               |               |               |               |
|               |                                  | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          |
| 現状の漁獲圧の維持     | $F_{current}$<br>(F 0.18)        | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(3.3) | 19.2<br>(3.7) | 19.8<br>(3.9) | 20.1<br>(4.1) | 20.2<br>(4.2) |
| 上記の予防的措置      | $\alpha F_{current}$<br>(F 0.15) | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(3.6) | 19.6<br>(4.1) | 20.2<br>(4.4) | 20.5<br>(4.7) | 20.7<br>(4.8) |
| 過去の平均的な親魚量の維持 | $F_{sus1}$<br>(F 0.20)           | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(3.3) | 19.1<br>(3.6) | 19.7<br>(3.8) | 19.9<br>(3.9) | 20.0<br>(4.0) |
| 上記の予防的措置      | $\alpha F_{sus1}$<br>(F 0.16)    | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(3.5) | 19.5<br>(4.0) | 20.1<br>(4.3) | 20.4<br>(4.5) | 20.5<br>(4.6) |
| 直近の親魚量の増大     | $0.9F_{sus2}$<br>(F 0.26)        | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(2.9) | 18.6<br>(3.0) | 19.2<br>(3.1) | 19.3<br>(3.1) | 19.4<br>(3.1) |
| 上記の予防的措置      | $\alpha 0.9F_{sus2}$<br>(F 0.21) | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(3.2) | 19.0<br>(3.4) | 19.6<br>(3.6) | 19.8<br>(3.7) | 19.9<br>(3.8) |
| 直近の親魚量の維持     | $F_{sus2}$<br>(F 0.28)           | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(2.8) | 18.2<br>(2.8) | 18.9<br>(2.8) | 19.1<br>(2.8) | 19.1<br>(2.8) |
| 上記の予防的措置      | $\alpha F_{sus2}$<br>(F 0.23)    | 22.5<br>(3.8) | 20.6<br>(2.8) | 19.7<br>(3.0) | 18.8<br>(3.2) | 19.4<br>(3.3) | 19.6<br>(3.4) | 19.6<br>(3.4) |

資源量の上段は漁期時点の値を、下段括弧内は漁期後の経産ガニ資源量をそれぞれ示す。

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。予防的措置のために F に乗じる係数 ( $\alpha$ ) は 0.8 とした。なお、本項では参考値である Cave 3yr も扱った。

加入を次のように設定した。まず 2010 年以降の初産ガニ (10 齢) の資源尾数を、1999～2009 年の値からランダムに抽出した。次に 2011 年以降の最終脱皮前の雄 11 齢の資源尾数を、初産ガニの翌年の値とした。例えば、ある年の初産ガニに 2001 年の値が選ばれたとき、翌年の雄 11 齢を 2002 年の値とした。初産ガニに 2009 年の値が選ばれたときは、2006～2008 年の初産ガニと翌年の雄 11 齢資源尾数の比を求め、これを初産ガニに乗じた値を翌年の雄 11 齢の資源尾数とした。以上の加入条件で、2015 年までの資源量、漁獲量および雌 (経産ガニ) の漁期後資源量を各 1000 回シミュレートした。

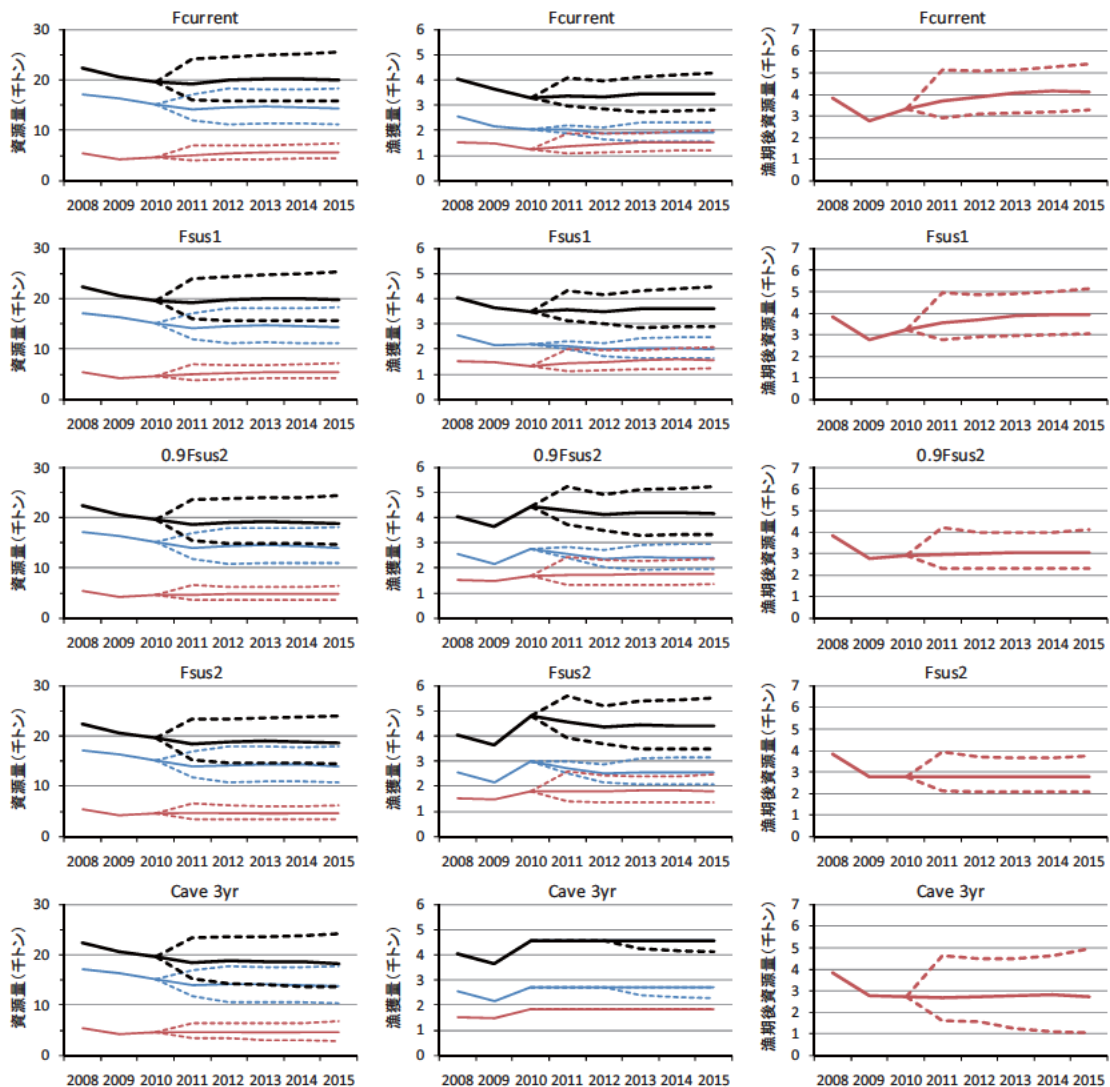


図 22. 各漁獲シナリオにおける、資源量 (左)、漁獲量 (中) および雌 (経産ガニ) の漁期後資源量 (右) の将来予測。黒線は雌雄合計を、青線は雄を、赤線は雌を、2011 年以降の実線は中央値を、点線は上側 10%、下側 10%をそれぞれ示す。

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | F 値 (雄, 雌)<br>( $F_{current}$ と<br>の比較)       | 漁獲<br>割合<br>(雄,<br>雌) | 将来漁獲量 (千トン)                      |                   | 評価 (5 年後)    |                | 2010 年<br>ABC<br>(雄, 雌)<br>(千トン) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|----------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                               |                       | 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 |                                  |
| 現状の漁獲圧の維持<br>( $F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.18<br>(0.15, 0.31)<br>(1.00 $F_{current}$ ) | 17%<br>(14%,<br>27%)  | 2.8~4.3<br>(1.6-2.3,<br>1.2-2.0) | 3.4<br>(1.9, 1.5) | 98%          | 100%           | 3.3<br>(2.1, 1.2)                |
| 現状の漁獲圧の維持<br>の予防的措置<br>( $\alpha F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.15<br>(0.12, 0.25)<br>(0.80 $F_{current}$ ) | 14%<br>(11%,<br>22%)  | 2.4~3.8<br>(1.4-2.0,<br>1.1-1.8) | 3.0<br>(1.7, 1.3) | 100%         | 100%           | 2.7<br>(1.7, 1.0)                |
| 過去の平均的な親魚<br>量の維持<br>( $F_{sus1}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.20<br>(0.16, 0.34)<br>(1.08 $F_{current}$ ) | 18%<br>(15%,<br>29%)  | 2.9~4.5<br>(1.6-2.5,<br>1.2-2.1) | 3.6<br>(2.0, 1.6) | 96%          | 99%            | 3.5<br>(2.2, 1.3)                |
| 過去の平均的な親魚<br>量の維持の予防的措<br>置 ( $\alpha F_{sus1}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.16<br>(0.13, 0.27)<br>(0.87 $F_{current}$ ) | 15%<br>(12%,<br>24%)  | 2.6~3.9<br>(1.4-2.1,<br>1.1-1.9) | 3.2<br>(1.8, 1.4) | 100%         | 100%           | 2.9<br>(1.8, 1.1)                |
| 直近の親魚量の増大<br>(0.9 $F_{sus2}$ )**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.26<br>(0.20, 0.46)<br>(1.45 $F_{current}$ ) | 23%<br>(18%,<br>37%)  | 3.3~5.2<br>(2.0-3.0,<br>1.3-2.4) | 4.2<br>(2.4, 1.8) | 68%          | 87%            | 4.4<br>(2.8, 1.7)                |
| 直近の親魚量の増大<br>の予防的措置<br>( $\alpha$ 0.9 $F_{sus2}$ )**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.23<br>(0.18, 0.41)<br>(1.16 $F_{current}$ ) | 19%<br>(15%,<br>31%)  | 3.0~4.7<br>(1.7-2.6,<br>1.3-2.2) | 3.8<br>(2.1, 1.6) | 93%          | 99%            | 3.7<br>(2.3, 1.4)                |
| 直近の親魚量の維持<br>( $F_{sus2}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.28<br>(0.22, 0.51)<br>(1.61 $F_{current}$ ) | 25%<br>(20%,<br>40%)  | 3.5~5.5<br>(2.1-3.2,<br>1.4-2.5) | 4.5<br>(2.6, 1.9) | 50%          | 74%            | 4.8<br>(3.0, 1.8)                |
| 直近の親魚量の維持<br>の予防的措置<br>( $\alpha F_{sus2}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.23<br>(0.18, 0.41)<br>(1.29 $F_{current}$ ) | 21%<br>(17%,<br>33%)  | 3.2~4.9<br>(1.8-2.8,<br>1.3-2.3) | 4.0<br>(2.3, 1.7) | 85%          | 96%            | 4.0<br>(2.5, 1.5)                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                               |                       |                                  |                   |              |                | 2010 年<br>算定<br>漁獲量              |
| 現状の漁獲量の維持<br>(Cave-3yr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                               |                       | 4.6<br>(2.7, 1.8)                | 4.6<br>(2.7, 1.8) | 49%          | 60%            | 4.6<br>(2.7, 1.8)                |
| <p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本系群の ABC (二重線の上側にあるもの) 算定には、規則 1-3)-(2)を用い、<math>\beta_1</math> 1 とした。</li> <li>・不確実性を考慮して安全率 <math>\alpha</math> を 0.8 とした。</li> <li>・**本シナリオでは <math>\beta_1</math> 0.9 とした。</li> <li>・評価 (5 年後) は雌に対しての値である。</li> <li>・<math>F_{current}</math> と Cave は、2006~2008 年漁期の漁獲係数と漁獲量の平均をそれぞれ示す。</li> <li>・<math>F_{sus1}</math> は、2025 年の漁期後経産ガニ資源量が 1999~2009 年の平均値と同値となる <math>F</math>、<math>F_{sus2}</math> は、2009 年と 2010 年の漁期後経産ガニ資源量が同値になる <math>F</math> を、それぞれ示す。</li> <li>・将来漁獲量において、5 年後は 2015 年の漁獲量の 80% 区間を、5 年平均は 2011~2015 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。</li> <li>・現状親魚量は 2009 年の漁期後に想定される経産ガニ資源量 (2,758 トン) を、Blimit は 2002 年の漁期後経産ガニ資源量 (2,387 トン) をそれぞれ示す。</li> <li>・1999 年以降の平均的な加入を仮定したときに、資源が維持若しくは増大する <math>F</math> を基準値とした。</li> <li>・Cave-3yr でも概ね資源維持が可能だが、不確実性が高いため、参考値とした。</li> <li>・漁期中漁期外を問わず、漁獲対象外個体の混獲死亡を減少させることは、資源増大に有効である。</li> <li>・年は漁期年 (7 月~翌年 6 月) を示す。</li> </ul> |                                               |                       |                                  |                   |              |                |                                  |

Fcurrent、Fsus1、0.9Fsus2、Fsus2 ではシナリオによる予測幅の違いは小さかった（図 22）。2010 年時点で 1999 年以降の平均的な加入状況における平衡状態に近い状態、2011 年以降の中央値、上側下側 10%点、ともに変化は小さかった。漁獲圧が低いほど、漁期後の経産ガニ資源量は増加する傾向がみられた。5 年後に現状親魚量を維持できる確率は  $\alpha 0.9Fsus2$  から、同様に Blimit を維持できる確率は  $\alpha Fsus2$  から 90%を超えていた。

Cave 3yr の雌の漁期後資源量は、他のシナリオよりも予測幅が大きかった。資源の増減にかかわらず漁獲量が一定のため、漁期後の取り残し量が極端に多い場合と極端に少ない場合がともに起こり得るからである。そのため、本シナリオは Fsus2 と漁獲量にはそれほど違いはないが、Blimit を維持できる確率は 60%と、Fsus2（74%）を大きく下回る。本シナリオは不確実性が高いと判断し、ABC から除外した。

#### （4）ABC の再評価

本系群はトロール調査により資源量を推定しており、2008 年の資源量は、2008 年再評価時点で確定しているため、2009 年再評価でも変わらない。しかし、今年は 2003 年以降の齢別資源尾数を甲幅組成解析で再計算したので、2008 年の資源量が僅かに変更になった（差は 71 トン）。2009 年再評価では 2008 年漁期の漁獲量が確定する。2008 年の漁獲量は 4,100 トンであり、再評価における ABClimit と近かった。

2009 年 ABC には、現状の漁獲量の維持 (Cave 3yr) を目指すシナリオが採用されたので、再評価においても ABClimit、ABCtarget とともに変わらない。なお、Fcurrent の場合、2009 年再評価における ABClimit は 3,100 トンとなる。

| 評価対象年<br>(当初・再評価)                                                                     | 管理<br>基準 | F 値  | 資源量<br>(千トン) | ABClimit<br>(千トン) | ABCtarget<br>(千トン) | 漁獲量<br>(千トン) |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|--------------|-------------------|--------------------|--------------|
| 2008 年(当初)                                                                            | Fcurrent | 0.21 | 33.2         | 6.2               | 5.2                |              |
| 2008 年(2008 年再評価)                                                                     | Fcurrent | 0.21 | 22.4         | 4.3               | 3.6                |              |
| 2008 年(2009 年再評価)                                                                     | Fcurrent | 0.21 | 22.5         | 4.3               | 3.6                | 4.1          |
| ・TAC 設定の根拠となったシナリオ:現状の漁獲量の維持                                                          |          |      |              |                   |                    |              |
| 評価対象年<br>(当初・再評価)                                                                     | 管理<br>基準 | F 値  | 資源量<br>(千トン) | ABClimit<br>(千トン) | ABCtarget<br>(千トン) | 漁獲量<br>(千トン) |
| 2009 年(当初)                                                                            | Cave 3yr |      | 21.3         | 4.7               | 3.8                |              |
| 2009 年(2009 年再評価)                                                                     | Cave 3yr |      | 20.6         | 4.7               | 3.8                |              |
| ・2009 年 ABC の再評価については、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。<br>・資源量は漁期時点の値である。<br>・いずれも雌雄込みの値である。 |          |      |              |                   |                    |              |

## 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 年農林省令で富山県以西の海域を対象にして設定された。日本海系群の漁場は A 海域（富山県以西）と B 海域（新潟県以北）に区分され、異なった規制が設定されている。日本海大和堆では周年禁漁である。

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た（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 年には近年では最低の 19%と、10 年前の約 2/3 まで減少した。

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

|   | 省令            | 漁期                         |        | 漁獲規制（サイズは甲幅） |        |
|---|---------------|----------------------------|--------|--------------|--------|
|   |               | 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） |
|   |               | 日本海ズワイガニ特別委員会 12月21日～3月20日 |        |              |        |
| 雄 | 鳥取・兵庫         | 1月16日～3月15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 | 日本海ズワイガニ特別委員会 | 11月6日～1月10日                |        | アカコ          |        |
|   | 自主規制 鳥取・兵庫・島根 | 同上                         |        | 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 | 1,000尾 | 6,000尾  |
| 48時間未満 | 2,000尾 | 10,000尾 |
| 48時間以上 | 3,000尾 | 20,000尾 |

現在の尾数制限は、2005 年に箱数から尾数制限となって以来、変更されていない。資源量の変化傾向等を考慮した 1 航海あたり漁獲尾数を検討することで、さらなる資源の有効利用が計れるであろう。

## (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、入網後に再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%と推定されている（山崎1994）。実際の漁業ではこの値よりも低いと推察され、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と考えられる。

本報告でABC算定のために用いられた雄の生残率や雌の初産係数は混獲死亡も含まれた値である。しかしながら、両パラメータとも数年以上の平均的な値であるため、例えば混獲死亡に経年的な増加傾向がある場合、Fsus2などの漁獲シナリオでは親魚量を維持できないことが起こり得る。今後さらに資源が減少した際には、これらの漁獲シナリオの採用についてより慎重に検討すべきと考える。

## (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おり、将来的には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。

## (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、韓国船も同一資源を利用しているが、詳細は不明である。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状況が公表されるべきである。

## 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 23）。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。

#### (2) 漁獲量の推移

B 海域では 1960 年代と 1980 年代に漁獲量のピークが認められ、その後減少したまま現在に至っている（図 23）。

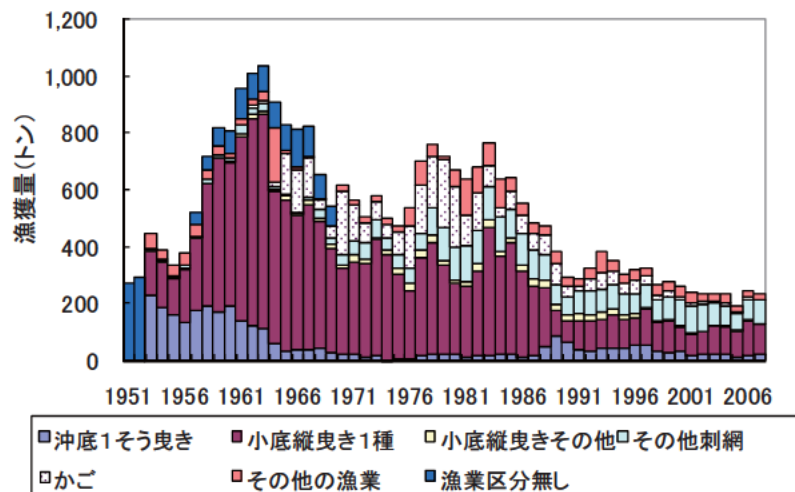


図 23. ズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）

#### (3) 漁獲努力量

努力量を適切に把握する資料は乏しいが、主要な漁業種類である沖底と小底の隻数は、年々減少し現在ではピーク時の 1/10 程度まで減少している（図 24）。なお、1988 年頃に沖底の隻数が増加しているが、これは小底から沖底への転籍による増加である。

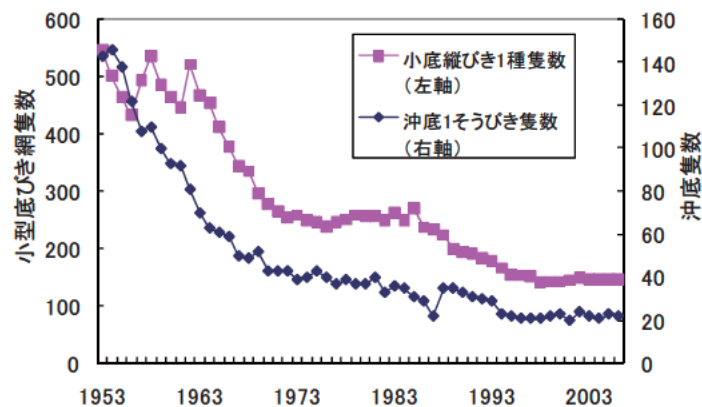


図 24. 沖底と小底の隻数

#### 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（補足資料 3）、これに各種の統計を加えて資源動向と水準を判断した。

##### (2) 資源量指標値の推移

沖底及び小底の漁獲成績報告書をもとに日別、漁区別の網数と漁獲量から、緯度経度 10 分毎の農林漁区及び月を単位として、資源密度指数（補足資料 5）を求めた。また、計算は、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行った。

資源密度指数は年変動が大きく、雄と雌で必ずしも傾向が一致しない（図 25）。長期的な変動傾向としては 1980 年代後半の減少は雌雄ともに認められ、漁獲量の傾向と一致する。しかし、1990 年代前半の雄の増加、90 年代後半からの雌の増加は漁獲量の傾向とは一致しない。また 1990 年代後半からは雄が減少するが、雌では増加するなど雌雄で異なる傾向が見られるが、2005 年以降は雌雄ともに減少傾向を示した。

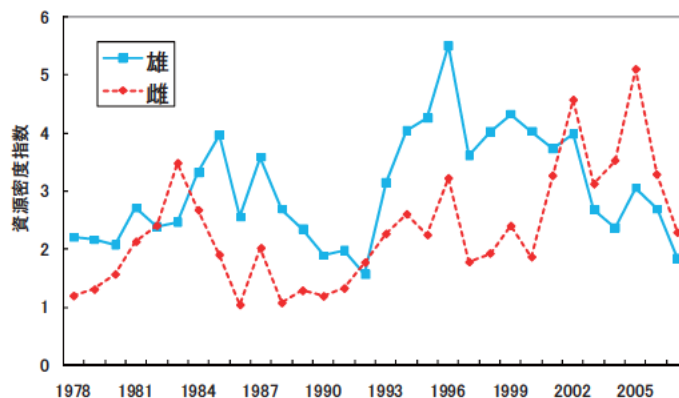


図 25. 沖底及び小底（かけまわし）による資源密度指数

##### (3) 資源量と漁獲割合の推移

推定された資源尾数は、2001 年と 2002 年に雌の経産で高かったが、これらを除くと雌雄ともに横ばい傾向を示している（図 26）。

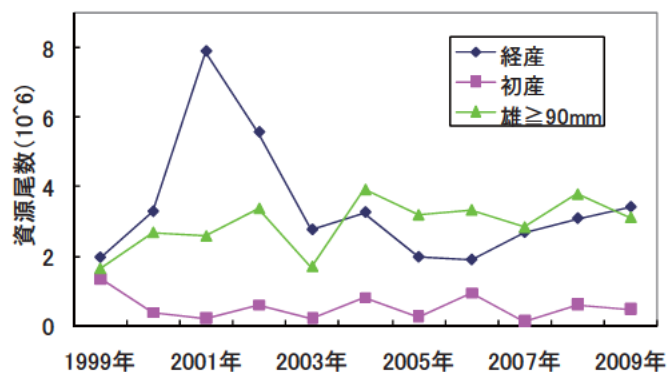


図 26. かご調査で推定した資源尾数

資源尾数と漁獲尾数から  $F$  を推定した（補足資料 2、図 27）。雌では傾向を判断するのが困難だが、雄では減少傾向を示した後、安定している。

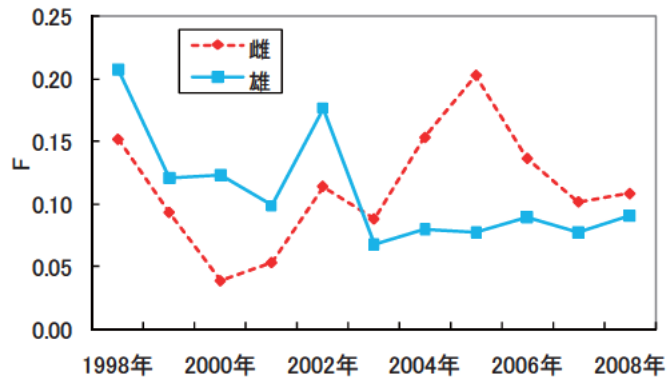


図 27.  $F$  の推移

#### (4) 資源の水準・動向

資源水準の判断には資源密度指数を用いた。この際、資源密度指数は雌雄で傾向が異なる場合が多いので、雌雄合計の値を求めた（図 28）。資源密度指数は 1990 年代中頃から高い水準にあったが、2006 年、2007 年と減少し、2006 年は 2/3 分位点の僅かに上、2007 年は 2/3 分位点の下であった。これより、資源水準を中位と判断した。

資源動向の判断には、かご調査による資源量調査結果を用い（図 26）、最近 5 年間の推移から横ばいと判断した。

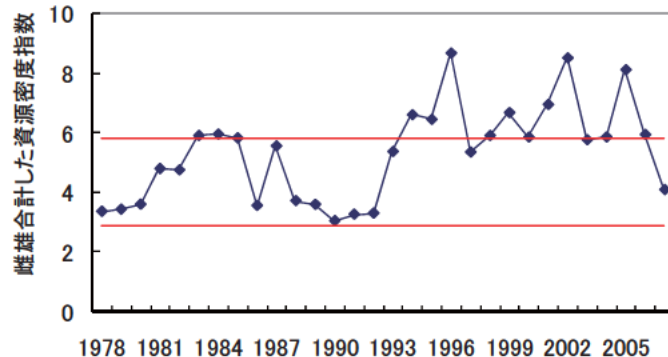


図 28. 雌雄合計した資源密度指数

赤線は最高値と 0 のあいだの 3 分位点を示す。

#### (5) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

管理基準として %SPR の検討を行った（図 29）。本系群では %SPR、YPR とともに甲幅約 30mm の 8 齢からの混獲を仮定した。B 海域では最終脱皮後 1 年未満の雌（アカコ）の漁獲が認められているので、前述の A 海域の %SPR とは計算結果が異なる。混獲された個体が再放流された時、全て生き残る場合が放流生存率 1、半数が生き残る場合を 0.5、全て死亡する場合が 0 とした。

放流された個体の生存率が低いほど混獲の影響を強く受けるので、 $F$  を低くする必要がある。半数生き残る（0.5）場合、 $F_{30\%}$  は 0.23、 $F_{40\%}$  は 0.16 であり、全て死亡する（0）場合、 $F_{30\%}$  は 0.17、 $F_{40\%}$  は 0.12 であった。

雌の  $F$  で最も高いのは 2005 年の 0.20 であり、1998 から 2008 年の平均は 0.11、近 5 年平均で 0.14 と、生残率が極めて低い場合を除き、%SPR の観点からは、過度の漁獲努力量が投下されているとは考えにくい。

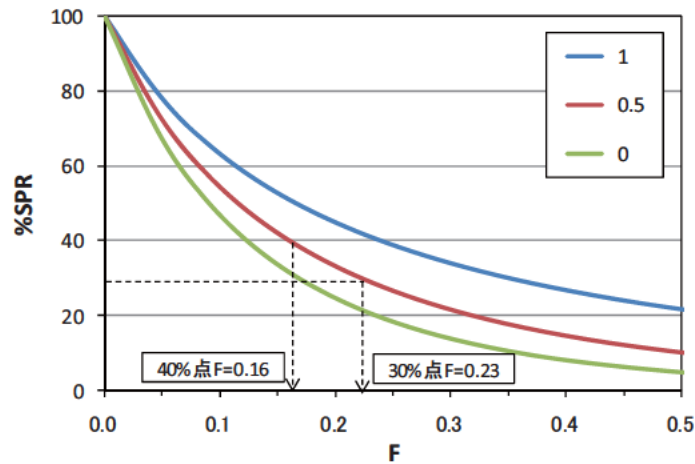


図 29.  $F$  と %SPR の関係

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。

もう一つの管理基準として YPR を計算した (図 30)。雌では %SPR 同様、B 海域では最終脱皮後 1 年未満 (アカコ) の個体の漁獲が認められているので A 海域と計算結果が異なり、混獲され再放流された個体の生残率によっても計算結果が異なる。

雌では、漁獲対象の経産ガニは事実上の最高齢である。したがって放流生残率が 1 のとき、 $F$  を上げるほど YPR が増加するので  $F_{\max}$  は存在しない。放流生残率が 0.5 と 0 の場合は、 $F_{\max}$  はそれぞれ 0.29、0.18 であった。 $F_{0.1}$  は生残率が 1、0.5、0 のとき、それぞれ 0.47、0.19、0.13 であった。

雄では、 $F_{\max}$  は生残率が 1、0.5、0 のとき、それぞれほぼ無限大、0.27、0.22 であり、 $F_{0.1}$  は同様に 0.18、0.15、0.14 であった。

かご調査から推定された  $F$  は、1998 から 2008 年の平均で 0.11、近 5 年平均で 0.08 であり、いずれも  $F_{0.1}$  を下回る。

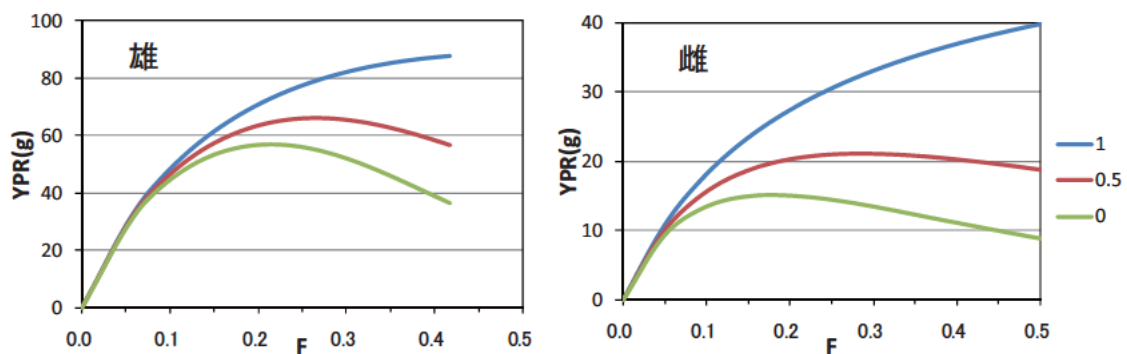


図 30.  $F$  と YPR の関係

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。

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、脱皮時期の直後で甲羅が柔らかい場合では生残率は低く、気温が低い場合や、脱皮してから期間が長く甲羅が硬い場合では生残率が高い。京都府沖で雌雄別、成熟度別に調べられた 3、4、5、10、12 月の放流生残率は、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、他の月では、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)。これら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曝される時間が長いことや取り扱いが異なることを考慮し、本評価では 0.5 を用いた。

## 5. 2010 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

最も長期的な資料が得られる漁獲量および漁船数は、ともに大きく減少し、本海域における長期的な漁獲量の減少は、主に漁船数の減少による漁獲圧の低下によると考えられる。漁獲成績報告書から計算された資源量の指標値は、1990 年代後半から 2000 年代前半まで比較的高い水準にあったものの、最近 2 年間は大きく減少した。資源量調査は 1999 年以降に限られるが、近年の値はかなり安定しており、資源状態は中位、動向は横ばいにある。かごによる資源量調査から推定した本海域の漁獲圧は生物学的基準と比較して低い水準にある。これらのことから、現状程度の漁獲圧であれば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 2010 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

中期的管理方針には「日本海系群、太平洋北部系群及び北海道西部系群については、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。」とある。B 海域では資源水準は中位、資源動向は横ばいであることから、ABC 算定規則 1 3) (2) を適用し、 $\beta_1=1$  とした。資源量を維持しつつ安定的な漁獲量を確保することを目標に漁獲シナリオを検討した。

漁獲シナリオとして、

- ①現状の漁獲圧を維持する ( $F_{current}$ )
- ②生物学的管理基準を基に適度な漁獲圧により漁獲する ( $F_{0.1}$ )
- ③同じく親魚量の確保を管理目標とした  $F$  (%SPR)

を取り上げたが、ズワイガニでは再生産関係が不明であることを考慮し、%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 シナリオでは、放流生残率を 0.5 と仮定した。

$F_{current}$  シナリオについて、昨年の本評価では、1990 年代以降の  $F$  であれば資源水準の維持は可能であり、近年の  $F$  はさらに低下傾向にあるとの判断から、直近の  $F$  よりもやや高い 1998~2002 年の  $F$  を  $F_{current}$  として採用した。しかし、1998~2002 年とその後では雌雄の  $F$  が逆転していること、比較的高い  $F$  の翌年に資源量が低く観測された例があることから(図 27)、1998~2002 年の  $F$  を  $F_{current}$  とすることは危険と判断し、近年の  $F$  を  $F_{current}$  とすることとした。

%SPR シナリオについて、昨年の本評価では、雌で計算した %SPR の  $F$  値に、上述の 1998~2002 年の  $F$  の雌雄比を乗じて雄の  $F$  を求めた。しかしながら、上記のように 1998~2002 年の  $F$  に問題がある事と、A 海域と比較すると B 海域の雌雄別推定資源量の精度が低いと考えられることから、今年は雄に対しても雌と同じ  $F$  を用いた。

| 漁獲シナリオ      | 管理基準                                      | 漁獲量 (トン) |       |       |      |      |      |      |
|-------------|-------------------------------------------|----------|-------|-------|------|------|------|------|
|             |                                           | 2008     | 2009  | 2010  | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 現在の漁獲圧の維持   | F <sub>current</sub><br>(F=0.11)          | 249      | 240   | 240   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>current</sub><br>(F=0.09) | 249      | 240   | 190   | —    | —    | —    | —    |
| 適度な漁獲圧による漁獲 | F <sub>0.1</sub><br>(F=0.17)              | 249      | 240   | 390   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>0.1</sub><br>(F=0.13)     | 249      | 240   | 320   | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F <sub>40%SPR</sub><br>(F=0.16)           | 249      | 240   | 390   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>40%SPR</sub><br>(F=0.13)  | 249      | 240   | 320   | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F <sub>30%SPR</sub><br>(F=0.23)           | 249      | 240   | 530   | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>30%SPR</sub><br>(F=0.18)  | 249      | 240   | 440   | —    | —    | —    | —    |
|             | 管理基準                                      | 資源量 (トン) |       |       |      |      |      |      |
|             |                                           | 2008     | 2009  | 2010  | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 現在の漁獲圧の維持   | F <sub>current</sub><br>(F=0.11)          | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>current</sub><br>(F=0.09) | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 適度な漁獲圧による漁獲 | F <sub>0.1</sub><br>(F=0.17)              | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>0.1</sub><br>(F=0.13)     | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F <sub>40%SPR</sub><br>(F=0.16)           | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>40%SPR</sub><br>(F=0.13)  | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 産卵親魚の確保     | F <sub>30%SPR</sub><br>(F=0.23)           | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |
| 上記の予防的措置    | $\alpha$ F <sub>30%SPR</sub><br>(F=0.18)  | 2,800    | 2,700 | 2,700 | —    | —    | —    | —    |

注：資源量は漁期時点。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難しい。

2009 年と 2010 年の資源量は直近 5 年間の平均を、2009 年の漁獲量は直近 5 年間の平均漁獲量を仮定した。

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。

資源量は百トン未満を四捨五入した値である。

## (3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

各シナリオに対しその予防的措置として、一定の係数  $\alpha=0.8$  を掛けた  $F$  で漁獲した場合の  $ABC$  を計算した。

| 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, 雌)  | 将来漁獲量<br>(トン) |           | 評価           |               | 2010 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 |                                 |
| 現状の漁獲圧の<br>維持<br>( $F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.11<br>(0.08, 0.14)<br>(1.00 $F_{current}$ ) | 10%<br>(8%, 13%)    |               |           |              |               | 240<br>(160, 80)                |
| 現状漁獲圧の維<br>持の予防的措置<br>( $\alpha F_{current}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.09<br>(0.07, 0.11)<br>(0.80 $F_{current}$ ) | 8.2%<br>(6.4%, 11%) |               |           |              |               | 190<br>(130, 60)                |
| 親魚量の確保<br>( $F_{40\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.16<br>(0.16, 0.16)<br>(1.51 $F_{current}$ ) | 15%<br>(15%, 15%)   |               |           |              |               | 390<br>(300, 90)                |
| 親魚量の確保の<br>予防的措置<br>( $\alpha F_{40\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.13<br>(0.13, 0.13)<br>(1.21 $F_{current}$ ) | 12%<br>(12%, 12%)   |               |           |              |               | 320<br>(250, 70)                |
| 適度な漁獲圧に<br>よる漁獲<br>( $F_{0.1}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.17<br>(0.15, 0.19)<br>(1.58 $F_{current}$ ) | 16%<br>(14%, 17%)   |               |           |              |               | 390<br>(290, 100)               |
| 適度な漁獲圧に<br>よる漁獲の予防<br>的措置( $\alpha F_{0.1}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.13<br>(0.12, 0.15)<br>(1.26 $F_{current}$ ) | 13%<br>(12%, 14%)   |               |           |              |               | 320<br>(240, 80)                |
| 親魚量の確保<br>( $F_{30\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.23<br>(0.23, 0.23)<br>(2.11 $F_{current}$ ) | 20%<br>(20%, 20%)   |               |           |              |               | 530<br>(410, 120)               |
| 親魚量の確保の<br>予防的措置<br>( $\alpha F_{30\%SPR}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.18<br>(0.18, 0.18)<br>(1.68 $F_{current}$ ) | 17%<br>(17%, 17%)   |               |           |              |               | 440<br>(340, 100)               |
| コメント<br>・ $ABC$ の算定には、規則 1 3) (2)を用い、 $\beta_1=1$ とした。<br>・ 中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。<br>・ 加入量の観測値が得られない事と再生産関係が推定できないので将来予測は難しい。<br>・ $F_{current}$ は、2004～2008 年の平均値。<br>・ $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{40\%SPR}$ および $F_{0.1}$ は、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、 $F_{30\%SPR}$ が 410 トン、 $F_{40\%SPR}$ が 310 トン、 $F_{0.1}$ は 330 トン。<br>・ 年は漁期年 (7 月～翌年 6 月)。<br>・ 予防的措置は不確実性を考慮して安全率 $\alpha$ を 0.8 とした。 |                                               |                     |               |           |              |               |                                 |

## (4) ABC の再評価

本海域ではかご調査による直接推定法を行っているが、後退法によって漁期時点の資源量を算出するため、資源量が確定するのは調査が行われた年の前年の漁期であり、2008年の資源量と F 値が確定するのは 2009 年の評価である。2008 年と 2009 年の評価で ABC に差があるのは、雌雄別の F 値が影響している。

| 評価対象年<br>(当初・再評価)                                                                        | 管理<br>基準              | F 値<br>(雄, 雌)        | 資源量<br>(トン) | ABClimit<br>(トン) | ABCtarget<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|------------------|-------------------|-------------|
| 2008 年 (当初)                                                                              | Fcurrent<br>1998~2006 | 0.11<br>(0.12, 0.11) | 2,600       | 270              | 220               |             |
| 2008 年<br>(2008 年再評価)                                                                    | Fcurrent<br>1998~2002 | 0.11<br>(0.14, 0.07) | 2,800       | 310              | 250               |             |
| 2008 年<br>(2009 年再評価)                                                                    | Fcurrent<br>2004~2008 | 0.11<br>(0.08, 0.14) | 2,800       | 260              | 210               | 249         |
| ・ TAC 設定の根拠となったシナリオ：現状の漁獲圧の維持                                                            |                       |                      |             |                  |                   |             |
| 評価対象年<br>(当初・再評価)                                                                        | 管理<br>基準              | F 値<br>(雄, 雌)        | 資源量<br>(トン) | ABClimit<br>(トン) | ABCtarget<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) |
| 2009 年 (当初)                                                                              | Fcurrent<br>1998~2002 | 0.11<br>(0.14, 0.07) | 2,800       | 310              | 250               |             |
| 2009 年<br>(2009 年再評価)                                                                    | Fcurrent<br>2004~2008 | 0.11<br>(0.08, 0.14) | 2,700       | 250              | 200               |             |
| ・ 2009 年 ABC の再評価については、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。<br>・ 資源量は漁期時点の値である。<br>・ いずれも雌雄込みの値である。 |                       |                      |             |                  |                   |             |

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

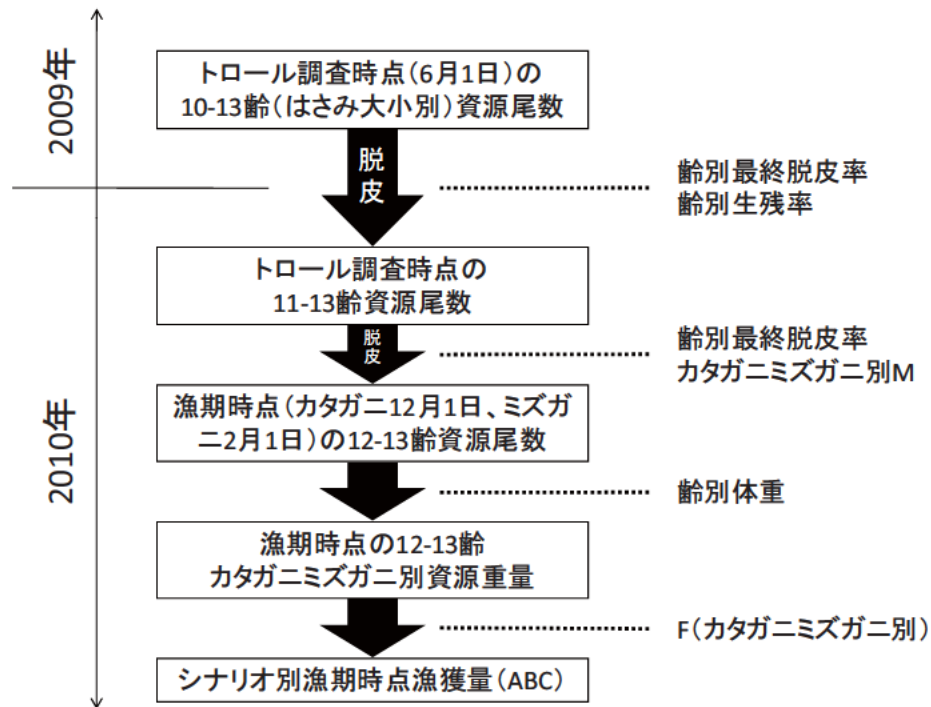
B 海域の資源水準は中位ではあるが、現状の F を引き下げなければならない状況にはないと判断される。しかし、A 海域では禁漁とされている初産ガニ（アカコ）の漁獲が B 海域では認められており、親魚量の確保の面からは、初産ガニの禁漁が望ましい。

## 7. 引用文献

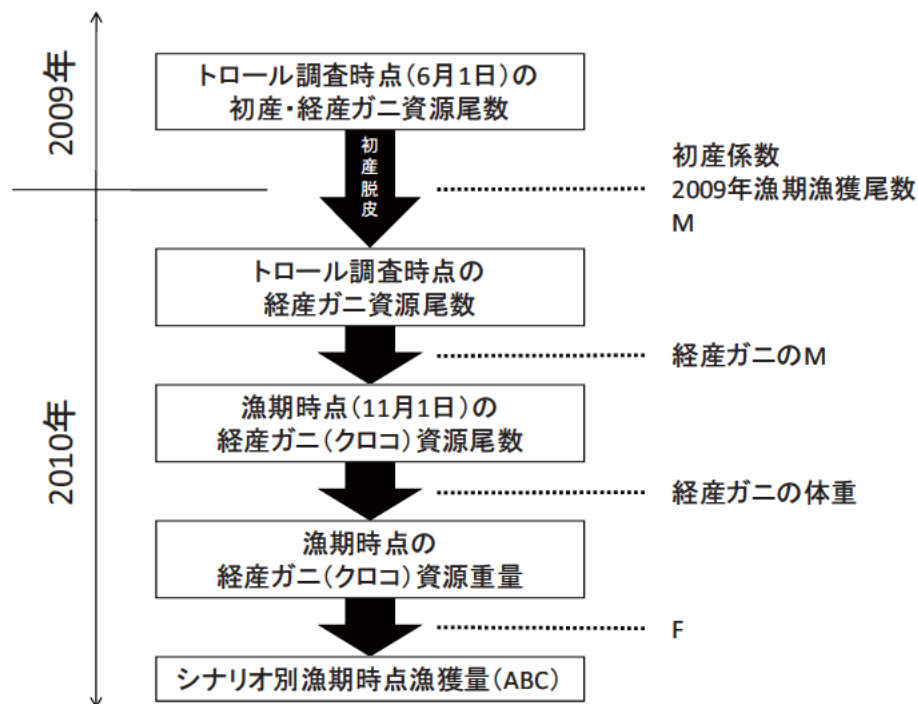
- 伊藤勝千代 (1970) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 日水研報, **22**, 81-116.
- 今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) の生活史に関する研究. 新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告, **2**, 1-64.
- 今 攸・丹羽正一・山川文男 (1968) ズワイガニに関する研究-II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌, **34**, 138-142.
- 尾形哲男 (1974) 日本海のズワイガニ資源. 水産研究叢書, **26**, 日本水産資源保護協会, 東京. 64pp.
- Ueda, Y., M. Ito, T. Hattori, Y. Narimatsu and D. Kitagawa (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar and state structured model in the waters off the Pacific coast of northern Japan. *Fish. Sci.*, **75**, 47-54.
- 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. 京都府立海洋センター研究論文, **4**, 1-53.
- 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.
- 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.
- 全国底曳網漁業連合会 (2007) 平成 18 年度日本海ズワイガニ漁業漁獲結果総まとめ資料. 全国底曳網漁業連合会, 東京.

## 補足資料1 データと資源評価の関係を示すフロー

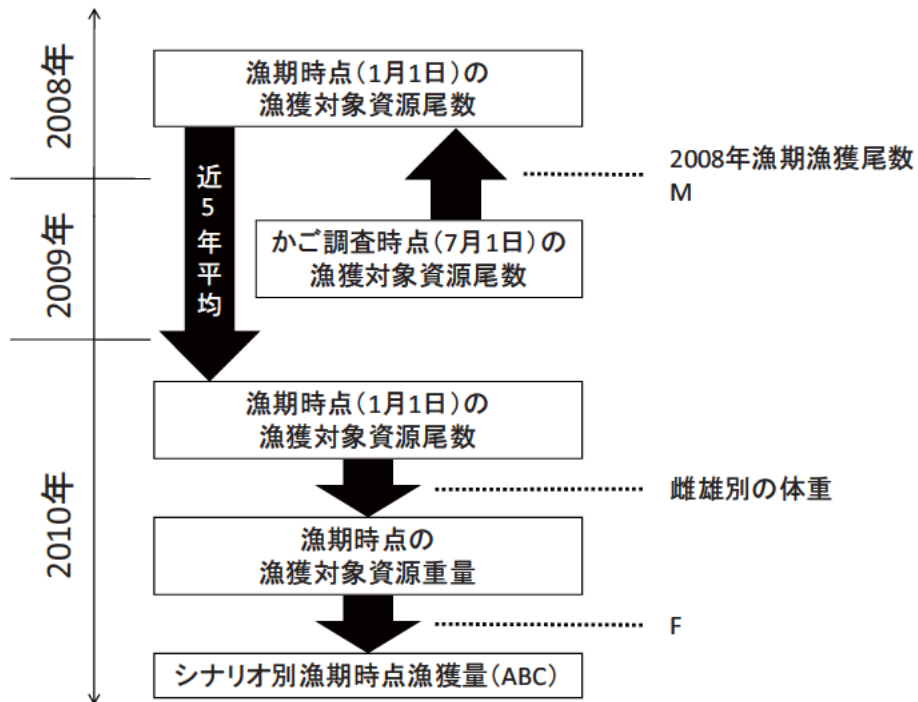
## (1) A 海域雄



## (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）、初産ガニも脱皮後 1 年未満なので 0.35、最終脱皮後であるカタガニと経産ガニは 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  $j$ 、 $a$  歳の資源尾数を  $N_{a,j,t}$  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

2009 ( $t$ ) 年調査時点の 10～13 歳の資源尾数から、2010 ( $t+1$ ) 年調査時点の 11～13 歳の資源尾数を次式より求めた。

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

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

上式で  $\gamma_a$  は  $a$  歳に脱皮するときの最終脱皮率、 $S_{a,j}$  は  $a$  歳の脱皮状態  $j$  の個体の生残率である。調査時点では、脱皮状態 2 と 3 の個体の判別は不可能である。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 歳、12 歳、13 歳でそれぞれ 0.05、0.1、1 と仮定した。

生残率  $S_{a,j}$  を次のように求めた。10 歳以降の生残率  $S_{a,j}$ （初期値）を与え翌年の 11 歳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差を小さくする値を探索的に求めた。残差は近 3 年（2006～2008 年）の合計とした。12 歳と 13 歳のはさみ大の生残率は等しいと仮定した。

$$10 \text{ 歳はさみ小 } (S_{10,1}) : 0.925$$

$$11 \text{ 歳はさみ小 } (S_{11,1}) : 0.523$$

$$12 \text{ 歳はさみ小 } (S_{12,1}) : 0.213$$

$$12 \sim 13 \text{ 歳はさみ大 } (S_{12,2-3}, S_{13,2-3}) : 0.331$$

本来、齢別漁獲尾数と  $M$  等から翌年の資源尾数を求めるべきであるが、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、以上の生残率を用いた計算を行った。

2010 年調査時点の 11～13 齢の資源尾数から、2010 年漁期時点の 12～13 齢の資源尾数 (N') および資源量 (B) を次式より求めた。

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

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

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

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、以下のように求められた。

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

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

以上より求めた漁期時点の資源尾数および資源量を補足表 1 に示す。

補足表 1. トロール調査より推定された調査時点の資源尾数、漁期時点の資源尾数および漁期時点の資源量

| 調査時点の資源尾数（千尾） |     |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|-----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢期           | はさみ |      | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 6歳            | 小   |      | 0      | 22     | 150    | 898    | 3,960  | 1,485  | 1,776  | 553    | 1,069  | 1,023  | 890    |        |
| 7歳            | 小   |      | 702    | 699    | 1,393  | 6,322  | 12,432 | 7,193  | 3,985  | 6,254  | 2,835  | 3,825  | 9,022  |        |
| 8歳            | 小   |      | 3,714  | 2,082  | 4,835  | 18,942 | 11,401 | 11,239 | 14,348 | 12,433 | 11,615 | 6,285  | 15,900 |        |
| 9歳            | 小   |      | 6,566  | 4,930  | 9,937  | 12,309 | 25,621 | 12,541 | 35,047 | 26,863 | 23,101 | 13,883 | 16,333 |        |
| 10歳           | 小   |      | 11,297 | 10,271 | 10,548 | 15,322 | 15,189 | 27,359 | 28,492 | 41,899 | 22,348 | 20,013 | 20,576 |        |
|               | 大   |      | 103    | 98     | 943    | 276    | 263    | 977    | 529    | 357    | 703    | 471    | 1,247  |        |
| 11歳           | 小   |      | 17,696 | 13,456 | 11,090 | 13,313 | 15,779 | 19,466 | 28,992 | 23,697 | 32,490 | 21,517 | 24,493 | 18,073 |
|               | 大   |      | 1,231  | 985    | 3,919  | 1,251  | 1,294  | 2,732  | 3,858  | 3,004  | 3,174  | 1,682  | 4,191  |        |
| 12歳           | 小   |      | 7,559  | 5,464  | 4,958  | 8,793  | 10,664 | 12,546 | 16,618 | 13,509 | 15,706 | 11,849 | 10,361 | 11,539 |
|               | 大   |      | 2,372  | 2,223  | 3,188  | 1,985  | 2,315  | 4,695  | 3,436  | 2,638  | 2,447  | 1,834  | 2,338  | 2,055  |
| 13歳           | 大   |      | 1,117  | 1,454  | 1,841  | 2,605  | 4,615  | 5,114  | 4,728  | 5,110  | 6,250  | 4,577  | 3,212  | 3,266  |
| 漁期時点の資源尾数（千尾） |     |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢期           | はさみ | 銘柄   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 12歳           | 小   | ミズガニ | 12,612 | 9,590  | 7,904  | 9,488  | 11,245 | 13,874 | 20,663 | 16,889 | 23,156 | 15,335 | 17,456 | 12,880 |
|               | 大   | ミズガニ | 1,401  | 1,066  | 878    | 1,054  | 1,249  | 1,542  | 2,296  | 1,877  | 2,573  | 1,704  | 1,940  | 1,431  |
|               | 大   | カタガニ | 2,146  | 2,012  | 2,885  | 1,796  | 2,095  | 4,248  | 3,109  | 2,387  | 2,214  | 1,659  | 2,115  | 1,860  |
| 13歳           | 大   | ミズガニ | 5,986  | 4,327  | 3,926  | 6,963  | 8,444  | 9,935  | 13,159 | 10,698 | 12,437 | 9,383  | 8,204  | 9,137  |
|               | 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  | 2,955  |
| 漁期時点の資源量（トン）  |     |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢期           | はさみ | 銘柄   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 12歳           | 小   | ミズガニ | 4,704  | 3,577  | 2,948  | 3,539  | 4,195  | 5,175  | 7,707  | 6,300  | 8,637  | 5,720  | 6,511  | 4,804  |
|               | 大   | ミズガニ | 523    | 397    | 328    | 393    | 466    | 575    | 856    | 700    | 960    | 636    | 723    | 534    |
|               | 大   | カタガニ | 865    | 811    | 1,162  | 724    | 844    | 1,712  | 1,253  | 962    | 892    | 669    | 852    | 749    |
| 13歳           | 大   | ミズガニ | 4,358  | 3,150  | 2,858  | 5,069  | 6,148  | 7,233  | 9,580  | 7,788  | 9,054  | 6,831  | 5,973  | 6,652  |
|               | 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  | 2,361  |

イタリックは予測値。2002 年までは切断法による齢分解。

漁期時点の資源量 (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)。

$$E_{j,t} = \frac{Y_{j,t}}{B_{j,t}} \quad (7)$$

$$F_{j,t} = -\ln(1 - E_{j,t}) \quad (8)$$

なお、雄では 12 齢 13 齢ともに同じ 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、(8) 式で漁獲率を用いても F は変わらない。

補足表 2. 銘柄別の資源量、漁獲量、漁獲割合および F

|          |      | 1999   | 2000  | 2001  | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009    | 2010    |
|----------|------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 資源量 (トン) | ミズガニ | 9,585  | 7,125 | 6,134 | 9,001  | 10,808 | 12,982 | 18,144 | 14,787 | 18,651 | 13,186 | 13,207  | 11,990  |
|          | カタガニ | 1,672  | 1,862 | 2,494 | 2,607  | 4,181  | 5,409  | 4,671  | 4,656  | 5,411  | 3,978  | 3,175   | 3,111   |
|          | 合計   | 11,257 | 8,987 | 8,628 | 11,608 | 14,989 | 18,392 | 22,814 | 19,443 | 24,062 | 17,164 | 16,382  | 15,101  |
|          |      | 1999   | 2000  | 2001  | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   |         |         |
| 漁獲量 (トン) | ミズガニ | 1,029  | 891   | 955   | 1,002  | 919    | 865    | 1,113  | 1,018  | 939    | 604    |         |         |
|          | カタガニ | 913    | 1,114 | 1,220 | 1,282  | 1,469  | 1,776  | 1,512  | 1,829  | 1,887  | 1,935  |         |         |
|          | 合計   | 1,942  | 2,004 | 2,176 | 2,284  | 2,387  | 2,641  | 2,625  | 2,848  | 2,826  | 2,539  |         |         |
|          |      | 1999   | 2000  | 2001  | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   |         |         |
| 漁獲割合     | ミズガニ | 0.107  | 0.125 | 0.156 | 0.111  | 0.085  | 0.067  | 0.061  | 0.069  | 0.050  | 0.046  |         |         |
|          | カタガニ | 0.546  | 0.598 | 0.489 | 0.492  | 0.351  | 0.328  | 0.324  | 0.393  | 0.349  | 0.486  |         |         |
|          | 全体   | 0.173  | 0.223 | 0.252 | 0.197  | 0.159  | 0.144  | 0.115  | 0.146  | 0.117  | 0.148  |         |         |
|          |      | 1999   | 2000  | 2001  | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | F 05-07 | F 06-08 |
| F        | ミズガニ | 0.114  | 0.134 | 0.169 | 0.118  | 0.089  | 0.069  | 0.063  | 0.071  | 0.052  | 0.047  | 0.062   | 0.057   |
|          | カタガニ | 0.790  | 0.912 | 0.672 | 0.677  | 0.433  | 0.398  | 0.391  | 0.499  | 0.429  | 0.666  | 0.440   | 0.531   |
|          | 全体   | 0.189  | 0.252 | 0.291 | 0.219  | 0.173  | 0.155  | 0.122  | 0.158  | 0.125  | 0.160  | 0.135   | 0.148   |

イタリックは予測値。

F 05 07 と F 06 08 は、2005～2007 年と 2006～2008 年の F の平均を、それぞれ示す。

2010 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。

$$C = N[1 - \exp(-F)] \quad (9)$$

この際、雌における各シナリオの F 値の F<sub>current</sub> に対する比を、雄の F<sub>current</sub> 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 (1.059、2006～2008 年の平均)、この係数を 2010 年の漁獲量に乘じたものを 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 の変化に応じ 12 齢と 13 齢の生残率も変化させる必要がある。変化させる生残率  $S_{a,j}$  を次のように求めた。

$$S_{a,j} = S'_{a,j} \exp(-F_{j,06-08})$$

$$S_{12,1} = 0.213, S_{12,2-3} = 0.331, F_{1,06-08} = 0.057, F_{2-3,06-08} = 0.531 \text{ より、}$$

$$S'_{12,1} = 0.225, S'_{12,2-3} = S'_{13,2-3} = 0.563$$

$$S_{12,1} = 0.225 \exp(-F_1), S_{12,2-3} = S_{13,2-3} = 0.563 \exp(-F_{2-3})$$

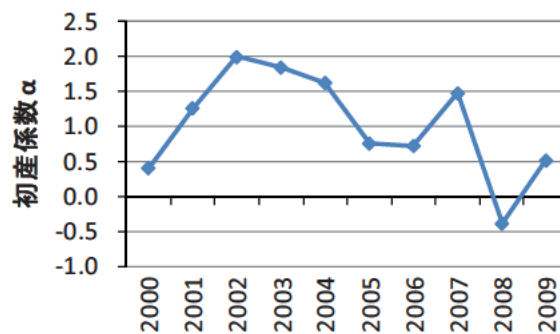
・雌

2009 年の初産ガニ  $N_{1,t}$  および経産ガニ  $N_{2-3,t}$  の資源尾数より、2010 年の調査時点（6 月）の経産ガニの資源尾数  $N_{2-3,t+1}$  を次式により求めた。経産ガニ漁期は 11 月とした。

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

上式で  $\alpha$  は、初産ガニと経産ガニのあいだで漁獲効率や死亡率等に仮定した以上の差があるときに、これを補正する係数（初産係数）である。トロール調査で推定された年別の初産ガニと経産ガニの資源尾数と（10）式より、年別の初産係数を求めたところ、大きく変動していた（補足図 1）。これらの 2000 から 2009 年の平均値を求め（ $\alpha=0.998$ ）、ABC の計算に用いた。

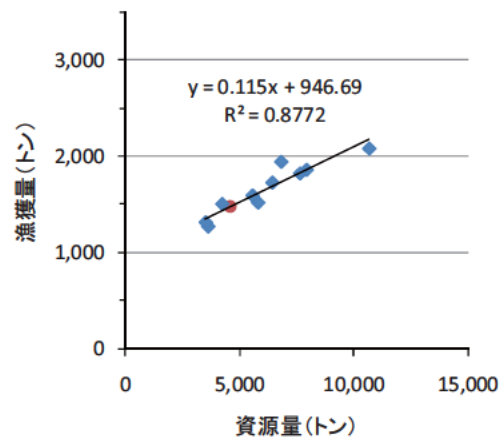
初産係数について、昨年度は 2007 年までのデータから推定された  $\alpha=1.26$  が用いられていた。昨年度 2008 年までのデータを用いなかったのは、2008 年の資源量が過小なのか 2007 年の資源量が過大なのか、また両方なのか判断しかねる状況だったからである。2009 年までの調査結果から、2007 年の資源量が過大で、2008 年は 2007 年に比べ誤差が小さいことが示唆された。したがって、本年度は最新の 2009 年までの調査結果から推定された値（ $\alpha=0.998$ ）に更新した。現状では、 $\alpha$  は年により大きく変化しているので長期間の平均値を用いているが、2005 年以降は 1 未満に低下している可能性もある。例えば、漁獲対象外である初産ガニの混獲死亡が増加すると  $\alpha$  は低下する。今後  $\alpha$  が低い値で安定するようであれば、平均をとる期間を再検討する必要もあろう。



補足図 1. 初産係数  $\alpha$  の経年変化

(10) 式で  $C_t$  は  $t$  年の漁獲尾数であり、経産ガニの平均体重（177g）と漁獲量より求

めた。2009 年漁期の漁獲量は、調査時点の資源量と漁獲量の関係（補足図 2）より求めた。2009 年調査時点の資源量が 4,602 トンだったので、予測漁獲量は 1,476 トンとなった。



補足図 2. 1999 年以降の調査時点経産ガニ資源量と漁獲量の関係  
赤丸は 2009 年の予測値。

以上により、調査時点の資源尾数より漁期時点の資源尾数と資源量を求め、これと漁獲量から、(7) (8) 式を用い漁獲割合と F をそれぞれ求めた（補足表 3）。

補足表 3. 雌の調査時点の資源尾数、漁期時点の資源尾数、資源量、漁獲量、漁獲割合、F、および漁期後の資源量

| 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    |         |
| 6歳                          | 121    | 143    | 35     | 621    | 2,987  | 1,344  | 1,441  | 323    | 972    | 983    | 407    |         |         |
| 7歳                          | 723    | 735    | 610    | 5,326  | 13,787 | 7,686  | 5,216  | 6,967  | 3,231  | 3,773  | 9,419  |         |         |
| 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歳                          | 8,111  | 7,362  | 15,137 | 16,261 | 29,117 | 12,539 | 35,017 | 26,209 | 23,848 | 12,001 | 18,947 |         |         |
| 初産                          | 13,466 | 10,928 | 10,000 | 18,777 | 20,784 | 29,805 | 24,245 | 37,239 | 22,388 | 18,786 | 20,125 |         |         |
| 経産                          | 31,423 | 20,398 | 19,806 | 23,877 | 36,351 | 44,839 | 43,212 | 38,532 | 60,364 | 32,854 | 25,999 | 28,047  |         |
| 漁期時点の経産ガニ資源尾数（千尾）および資源量（トン） |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |
| 年齢                          | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010    |         |
| 資源尾数                        | 経産     | 28,910 | 18,767 | 18,222 | 21,968 | 33,445 | 41,254 | 39,757 | 35,451 | 55,538 | 30,227 | 23,920  | 25,804  |
| 資源量                         | 経産     | 5,117  | 3,322  | 3,225  | 3,888  | 5,920  | 7,302  | 7,037  | 6,275  | 9,830  | 5,350  | 4,234   | 4,567   |
|                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |
|                             | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | F 05-07 | F 06-08 |
| 漁獲量（トン）                     | 1,591  | 1,264  | 1,309  | 1,502  | 1,726  | 1,862  | 1,823  | 1,945  | 2,085  | 1,515  | 1,476  |         |         |
| 漁獲割合                        | 0.311  | 0.380  | 0.406  | 0.386  | 0.292  | 0.255  | 0.259  | 0.310  | 0.212  | 0.283  | 0.349  |         |         |
| F                           | 0.372  | 0.479  | 0.520  | 0.488  | 0.345  | 0.294  | 0.300  | 0.371  | 0.238  | 0.333  | 0.429  | 0.303   | 0.314   |
| 漁期後の資源量（トン）                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |
| 年齢                          | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   |         |         |
| 経産                          | 3,526  | 2,058  | 1,917  | 2,387  | 4,193  | 5,440  | 5,214  | 4,330  | 7,746  | 3,835  | 2,758  |         |         |

2009 年の漁獲量、漁獲割合、F、2010 年の資源尾数および資源量は予測値。

F 05 07 と F 06 08 は、2005～2007 年と 2006～2008 年の F の平均を、それぞれ示す。

## (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、漁獲加入前の初産個体および雄の甲幅 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時点の漁獲対象資源尾数（ $N'_{t-1}$ ）を求めた。

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

上式で  $M$  は自然死亡係数 (0.2) を示す。漁獲尾数は、雌雄別漁獲量を平均体重（雄 522g、雌 177g）で除して求めた。B 海域では雌の最終脱皮後 1 年以内の成熟個体（アカコ）も漁獲対象となるので、調査で採集される経産個体は、前漁期時点ですでに漁獲対象である。F は下式により計算された。

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

上式で  $E$  は漁獲率を示す。

いずれの漁獲シナリオでも、2010 年 ABC は下式により計算された。

$$ABC = N'_{2010} \left[1 - \exp(-F)\right] w$$

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（2004 年から 2008 年）の資源尾数の平均値を 2010 年の漁期時点資源尾数（ $N'_{2010}$ ）とした。

補足表 4. B 海域における資源量と F（雄は甲幅 90mm 以上、雌は経産）

| 調査時点資源尾数（千尾） |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  |
| 雌            | 1,991 | 3,307 | 7,897 | 5,581 | 2,789 | 3,285 | 2,003 | 1,928 | 2,709 | 3,111 | 3,435 |
| 雄            | 1,653 | 2,703 | 2,598 | 3,402 | 1,715 | 3,950 | 3,212 | 3,358 | 2,856 | 3,815 | 3,145 |

| 漁期時点資源尾数(千尾) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  |
| 雌            | 2,201 | 3,655 | 8,728 | 6,168 | 3,082 | 3,631 | 2,214 | 2,131 | 2,994 | 3,439 |
| 雄            | 1,827 | 2,988 | 2,871 | 3,759 | 1,895 | 4,365 | 3,550 | 3,712 | 3,157 | 4,216 |

| 漁獲尾数（千尾） |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| 雌        | 361  | 358  | 346  | 338  | 373  | 335  | 366  | 479  | 438  | 369  |
| 雄        | 421  | 384  | 376  | 388  | 365  | 304  | 295  | 297  | 296  | 337  |

| 漁獲率 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| 雌   | 0.14 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.11 | 0.08 | 0.14 | 0.18 | 0.13 | 0.10 |
| 雄   | 0.19 | 0.11 | 0.12 | 0.09 | 0.16 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.07 |

| F |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| 雌 | 0.15 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.11 | 0.09 | 0.15 | 0.20 | 0.14 | 0.10 |
| 雄 | 0.21 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.18 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.08 |

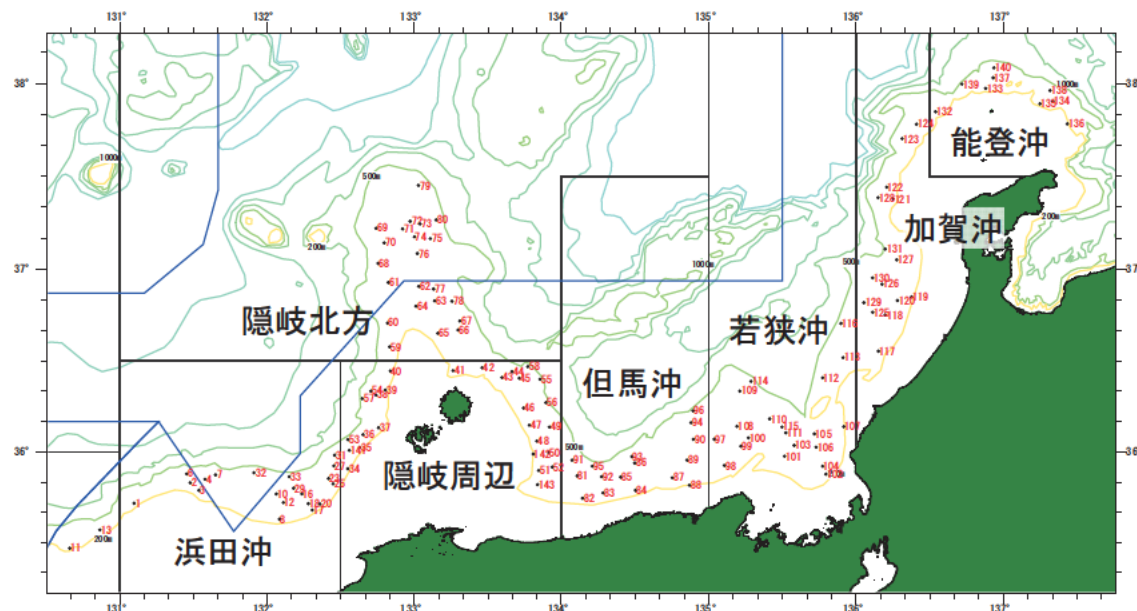
## 補足資料3 直接推定法による資源量推定

## (1) A 海域におけるトロール調査

2009年5月8日～6月16日に、日本海西部海域の水深190～550mにおいて着底トロール調査を行った。本海域を、沖底小海区にしたがい8海域（浜田沖はさらに東西に分けた）に、水深帯を3つに区分し、計23層に132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。

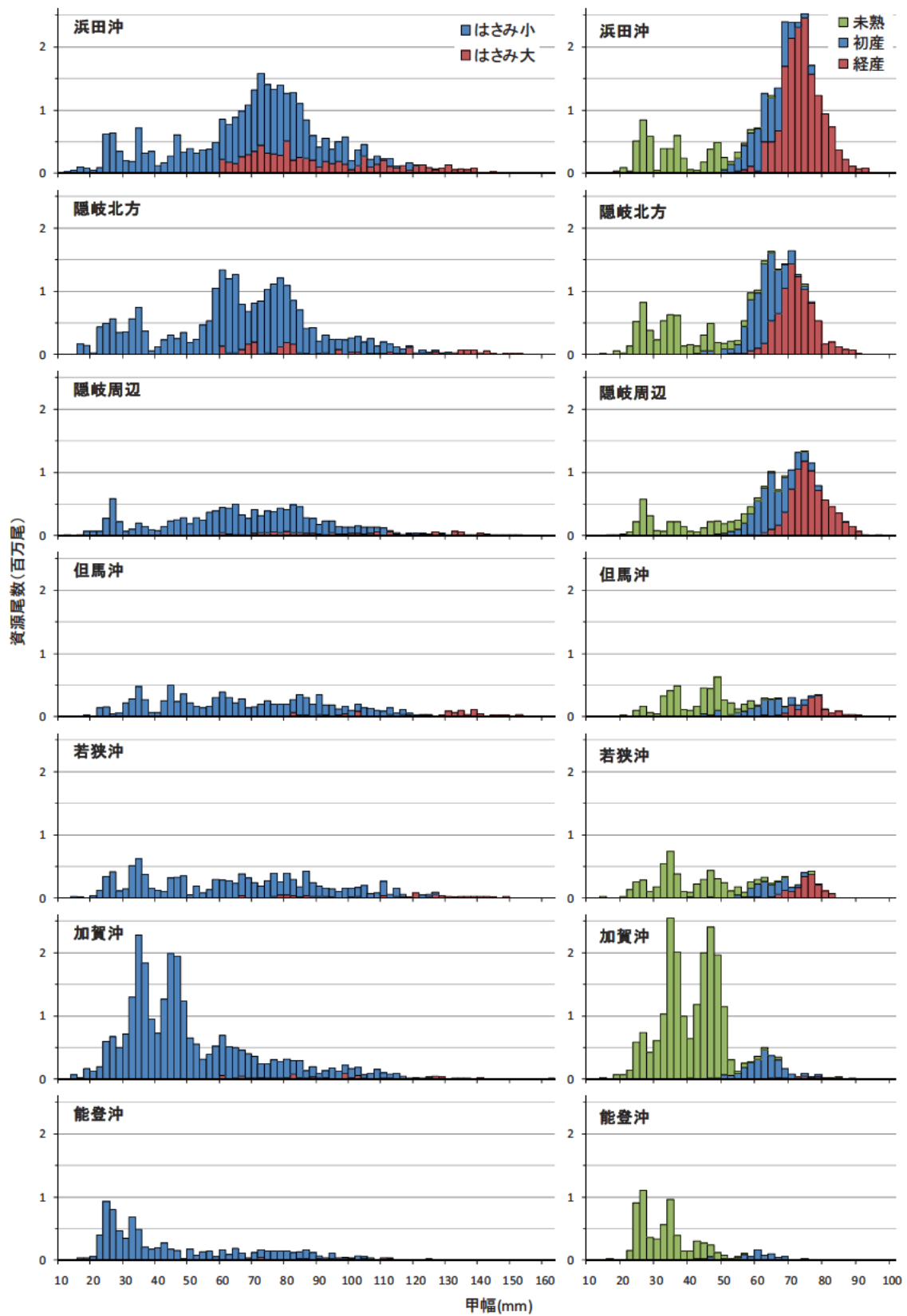
漁獲物のうち、ズワイガニについては全数（雄：8,746、雌：7,998個体）の測定を行った。雄では、甲幅のほか鉋幅を測定し、後に最終脱皮前後の判別を行った。雌では、甲幅のほか腹節の状態、内仔の有無等を記録し、後に未熟、初産前、経産に判別した。

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）。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）。なお、2008年までは切断法だったが、今年度2003～2008年のデータも再計算した。



補足図3. トロール調査海域 赤数字は調査点を、黒線は沖底小海区の境界を、青線は日韓暫定ラインをそれぞれ示す。

海域別雌雄別の甲幅組成を補足図4に示す。はさみ大や経産のような、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。2009年は加賀沖を中心に、東の海域で例年より多くの小型個体が分布していた。これらの多くが漁獲加入（4～5年後）まで生存していることを期待したい。



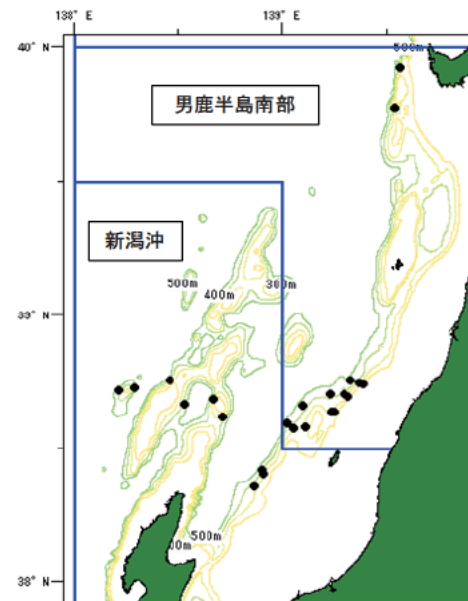
補足図 4. トロール調査より推定された海域別甲幅組成 (左:雄、右:雌)

## (2) B 海域におけるかご調査

2009 年 6～7 月に行ったかご一斉調査結果から面積密度法によって資源量を推定した。補足図 5 に調査点と海区を示す。この 2 つの海区と水深 200m～500m を 100m 間隔で区分した 3 水深帯の 6 層で資源量の計算を行った。

計算の際、かご 1 個あたり、1 日あたり、1km<sup>2</sup>あたりの漁獲率を 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。

計算された資源量は、雌雄合計して 2,250 トンであった (補足表 5)。



補足図 5. かご調査の調査点

補足表 5. かご一斉調査による 2009 年 6～7 月の資源量  
(雄は甲幅 90mm 以上、雌は経産)

| 海区       | 水深帯     | 面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 調査<br>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   |
| 新潟沖      | 200～300 | 1,116                    | 2       | 1.0          | 0.00  | 223       | 0     | 117      | 0   |
|          | 300～400 | 1,102                    | 3       | 5.9          | 14.62 | 1,293     | 3,222 | 675      | 570 |
|          | 400～500 | 980                      | 3       | 2.1          | 0.07  | 412       | 13    | 215      | 2   |
|          | 計       |                          | 8       |              |       | 1,928     | 3,235 | 1,006    | 573 |
| 男鹿<br>南部 | 200～300 | 1,029                    | 4       | 1.4          | 0.00  | 283       | 0     | 148      | 0   |
|          | 300～400 | 900                      | 6       | 4.8          | 0.43  | 870       | 78    | 454      | 14  |
|          | 400～500 | 647                      | 4       | 0.5          | 0.95  | 65        | 122   | 34       | 22  |
|          | 計       |                          | 14      |              |       | 1,218     | 200   | 636      | 35  |
| B海域計     |         |                          | 22      |              |       | 3,145     | 3,435 | 1,642    | 608 |
| 雌雄合計     |         |                          |         |              |       |           |       | 2,250 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 6）。A 海域（農林統計）が暦年であることから、ここでは他の値も暦年で示した。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。

補足表 6. 本州日本海側におけるズワイガニ漁獲量（トン）（B 海域は県集計）

| 年    | A海域    | B海域   | 日本合計   | A海域沖底  | 韓国  | 年                | A海域   | B海域 | 日本合計  | A海域沖底 | 韓国    |
|------|--------|-------|--------|--------|-----|------------------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 1954 | 8,573  | 396   | 8,968  |        |     | 1991             | 1,691 | 291 | 1,982 | 972   | 2     |
| 1955 | 8,501  | 338   | 8,839  |        |     | 1992             | 1,621 | 326 | 1,947 | 907   | 11    |
| 1956 | 7,721  | 383   | 8,104  |        |     | 1993             | 1,880 | 386 | 2,266 | 1,118 | 94    |
| 1957 | 9,079  | 527   | 9,606  |        |     | 1994             | 2,424 | 355 | 2,779 | 1,379 | 98    |
| 1958 | 10,274 | 719   | 10,993 |        |     | 1995             | 2,490 | 308 | 2,798 | 1,475 | 79    |
| 1959 | 10,039 | 820   | 10,859 |        |     | 1996             | 2,631 | 322 | 2,953 | 1,571 | 133   |
| 1960 | 12,468 | 812   | 13,280 |        |     | 1997             | 2,938 | 328 | 3,266 | 1,867 | 815   |
| 1961 | 12,041 | 958   | 12,999 |        |     | 1998             | 3,282 | 270 | 3,552 | 2,378 | 459   |
| 1962 | 13,841 | 1,010 | 14,851 |        |     | 1999             | 3,415 | 280 | 3,695 | 2,441 | 1,134 |
| 1963 | 14,568 | 1,038 | 15,606 |        |     | 2000             | 3,521 | 267 | 3,788 | 2,584 | 756   |
| 1964 | 14,600 | 908   | 15,508 |        |     | 2001             | 3,501 | 246 | 3,747 | 2,531 | 1,001 |
| 1965 | 10,228 | 823   | 11,051 |        | 271 | 2002             | 3,735 | 241 | 3,976 | 2,740 | 896   |
| 1966 | 9,641  | 826   | 10,467 |        | 403 | 2003             | 4,155 | 252 | 4,407 | 3,073 | 1,889 |
| 1967 | 9,275  | 827   | 10,102 |        | 756 | 2004             | 4,698 | 244 | 4,942 | 3,608 | 2,605 |
| 1968 | 10,811 | 661   | 11,472 |        | 435 | 2005             | 4,120 | 197 | 4,317 | 3,223 | 3,240 |
| 1969 | 11,194 | 548   | 11,742 |        | 253 | 2006             | 4,841 | 252 | 5,093 | 3,723 | 4,062 |
| 1970 | 14,234 | 616   | 14,850 | 12,436 | 247 | 2007             | 4,978 | 239 | 5,217 | 3,870 | 4,817 |
| 1971 | 12,172 | 572   | 12,744 | 10,421 | 494 | 2008             | 4,434 | 274 | 4,708 | 3,439 | 3,019 |
| 1972 | 12,056 | 514   | 12,570 | 10,042 | 132 | 2008年の日本の漁獲量は概数値 |       |     |       |       |       |
| 1973 | 8,205  | 588   | 8,793  | 6,823  | 355 |                  |       |     |       |       |       |
| 1974 | 6,434  | 501   | 6,935  | 5,176  | 340 |                  |       |     |       |       |       |
| 1975 | 4,767  | 481   | 5,248  | 3,483  | 100 |                  |       |     |       |       |       |
| 1976 | 4,308  | 540   | 4,848  | 3,242  | 9   |                  |       |     |       |       |       |
| 1977 | 4,619  | 708   | 5,327  | 3,351  | 144 |                  |       |     |       |       |       |
| 1978 | 4,367  | 765   | 5,132  | 3,192  | 228 |                  |       |     |       |       |       |
| 1979 | 4,424  | 716   | 5,140  | 3,084  | 155 |                  |       |     |       |       |       |
| 1980 | 4,035  | 735   | 4,770  | 2,945  | 193 |                  |       |     |       |       |       |
| 1981 | 4,187  | 802   | 4,989  | 2,949  | 125 |                  |       |     |       |       |       |
| 1982 | 3,529  | 804   | 4,333  | 2,470  | 73  |                  |       |     |       |       |       |
| 1983 | 3,577  | 691   | 4,268  | 2,468  | 183 |                  |       |     |       |       |       |
| 1984 | 3,015  | 624   | 3,639  | 2,044  | 6   |                  |       |     |       |       |       |
| 1985 | 2,932  | 600   | 3,532  | 1,597  | 14  |                  |       |     |       |       |       |
| 1986 | 2,591  | 539   | 3,130  | 1,259  | 9   |                  |       |     |       |       |       |
| 1987 | 2,096  | 517   | 2,613  | 1,368  | 4   |                  |       |     |       |       |       |
| 1988 | 1,929  | 453   | 2,382  | 1,182  | 10  |                  |       |     |       |       |       |
| 1989 | 1,863  | 384   | 2,247  | 1,123  | 3   |                  |       |     |       |       |       |
| 1990 | 1,806  | 297   | 2,103  | 1,079  | 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。

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

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

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

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

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（ $B$ ）の関係は次式のように表される。

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

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

$$D = \frac{B}{J} = \frac{C}{X}$$

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。

## ・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.