

平成 22 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、小浜栽培漁業センター

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位水準にあったが、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。その後は 2008 年、2009 年と 2 年連続で減少したが、2010 年は増加した。以上より、2010 年における資源水準を中位、資源動向を横ばいと判断した。近 5 年平均の加入状況が続くと仮定したとき、2010 年の資源量が多かったため、2011 年以降一旦資源は減少するが、その後は現状の漁獲圧でも資源水準の維持が可能である。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 ($F_{current}$)、直近の親魚量の維持を目指す (F_{sus2})、直近の親魚量の増大を目指す ($0.9F_{sus2}$) および親魚量の増大を目指す ($0.61F_{sus2}$) 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 2007 年、2008 年はそれまでよりも減少したため、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 (管理基準)	F 値 (雄, 雌) (Fcurrent と の比較)	漁獲 割合 (雄, 雌)	将来漁獲量 (百トン)		評価 (5 年後)		2011 年 ABC (雄, 雌) (百トン)
			5 年後 (雄, 雌)	5 年 平均 (雄, 雌)	現状親魚 量を維持	Blimit を 維持	
親魚量の増大* (0.61Fsus2)**	0.18 (0.14, 0.29) (0.82Fcurrent)	16% (13%, 25%)	43~53 (27-33, 15-22)	47 (28, 18)	100%	100%	43 (27, 16)
現状の漁獲圧の 維持* (Fcurrent)	0.21 (0.17, 0.36) (1.00Fcurrent)	19% (16%, 30%)	46~57 (28-35, 17-24)	51 (32, 20)	92%	100%	50 (32, 19)
直近の親魚量の 増大* (0.9Fsus2)***	0.25 (0.20, 0.43) (1.21Fcurrent)	22% (18%, 35%)	49~62 (30-38, 18-26)	56 (34, 21)	45%	100%	58 (37, 22)
直近の親魚量の 維持* (Fsus2)	0.28 (0.22, 0.48) (1.34Fcurrent)	24% (20%, 38%)	51~65 (32-40, 18-27)	58 (36, 22)	25%	100%	63 (40, 24)
<p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本系群の ABC 算定には、規則 1-3)-(2)を用い、$\beta_1=1$ とした。 ・**本シナリオでは $\beta_1=0.61$、***本シナリオでは $\beta_1=0.9$ とした。 ・評価 (5 年後) は雌に対しての値である。 ・Fcurrent は、2007~2009 年漁期の漁獲係数の平均を示す。 ・2006~2010 年の平均的な加入を仮定したときに、2010 年レベルの親魚量を維持若しくは増大する F を基準値とした。0.61Fsus2 は 2016 年の漁期後経産ガニ資源量が 2004 年(近年では 2007 年の次に高い値)と同値となる F を、Fsus2 は 2010 年と 2011 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。 ・将来漁獲量において、5 年後は 2016 年の漁獲量の上側および下側 10%を、5 年平均は 2012~2016 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。 ・現状親魚量は 2010 年の漁期後に想定される経産ガニ資源量 (3,868 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。 ・平成 18 年に定められた中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。 ・漁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。 ・年は漁期年 (7 月~翌年 6 月) を示す。 							

年	資源量 (雄, 雌) (百トン)	漁獲量 (雄, 雌) (百トン)	F 値 (雄, 雌)	漁獲割合 (雄, 雌)
2008	224 (171, 54)	41 (25, 15)	0.20 (0.16, 0.33)	18% (15%, 28%)
2009	205 (162, 42)	40 (23, 17)	0.22 (0.15, 0.50)	19% (14%, 39%)
2010	278 (223, 55)	-	-	-

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 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
2010 年	親魚量	2010 年の漁期後に想定される 経産ガニ資源量 (3,900 トン)	

水準：中位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
資源量	トロール調査 (水研セ)
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚量 漁業・養殖業生産統計年報 (農林水産省) 韓国漁業生産統計(URL: http://fs.fips.go.kr/main.jsp) 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) ・市場測定
漁獲努力量 CPUE 資源密度指数	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書 (水産庁)
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 未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 M=0.35 (いずれも年当たり)

B 海域

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (雄, 雌) (F _{current} との比較)	漁獲 割合 (雄, 雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2011 年 ABC (雄, 雌) (トン)
			5 年 後	5 年 平均	現状親魚 量を維持	Blimit を維持	
現状の漁獲圧 の維持* (F _{current})	0.10 (0.08, 0.13) (1.00F _{current})	10% (8%, 13%)	—	—	—	—	250 (170, 80)
親魚量の確保* (F40%SPR)	0.16 (0.16, 0.16) (1.54F _{current})	15% (15%, 15%)	—	—	—	—	420 (330, 90)
適度な漁獲圧 による漁獲* (F0.1)	0.17 (0.16, 0.19) (1.65F _{current})	16% (15%, 17%)	—	—	—	—	440 (330, 100)
親魚量の確保* (F30%SPR)	0.22 (0.22, 0.22) (2.15F _{current})	21% (21%, 21%)	—	—	—	—	590 (460, 130)
コメント ・ ABC の算定には、規則 1-3)-(2)を用い、 $\beta_1=1$ とした。 ・ 平成 18 年に定められた中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。 ・ 加入量の観測値が得られなく、また再生産関係が推定できないので将来予測は難しい。 ・ F _{current} は、2005～2009 年の平均値。 ・ F30%SPR、F40%SPR 及び F0.1 は、漁期中に混獲され放流された個体が生き残る割合を 50%と仮定した値。0%と仮定した場合の ABC は、F0.1 で 370 トン、F40%SPR で 330 トン、F30%SPR が 440 トン。 ・ 年は漁期年 (7 月～翌年 6 月)。							

年	資源量 (雄, 雌) (トン)	漁獲量 (雄, 雌) (トン)	F 値 (雄, 雌)	漁獲割合 (雄, 雌)
2008	2,700 (2,000, 700)	249 (172, 77)	0.10 (0.09, 0.11)	9.5% (8.7%, 10.3%)
2009	3,600 (3,000, 500)	259 (197, 62)	0.09 (0.07, 0.12)	8.2% (6.5%, 11.5%)
2010	2,900 (2,300, 600)	-	-	-

資源量は漁期時点の値を示す。

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

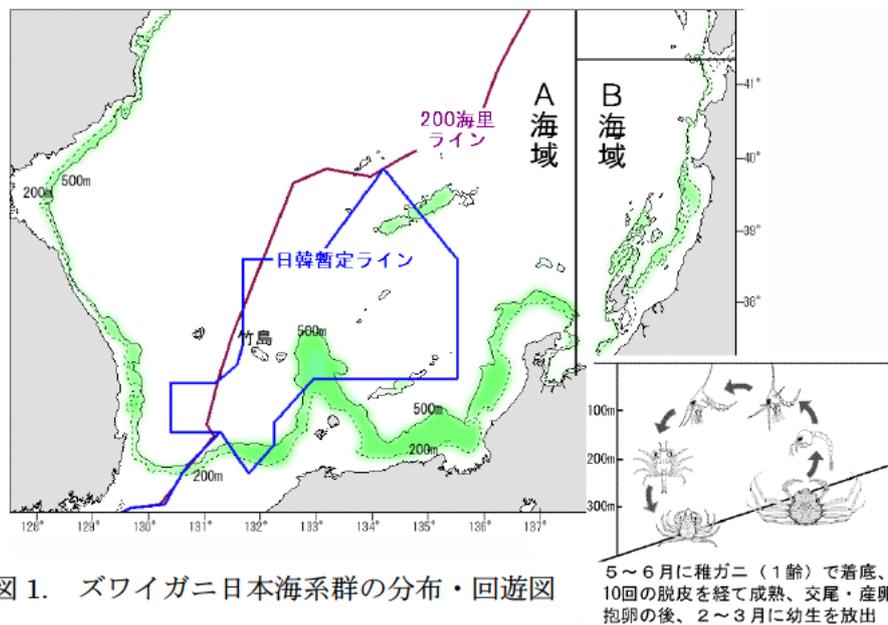
データセット	基礎情報、関係調査等
資源量	かご調査（秋田、山形、新潟県）
自然死亡係数 （年当たり）	最終脱皮後 1 年以上経過した個体 M=0.2 未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 M=0.35
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚量 県農林統計（月別、雌雄別統計）
漁獲努力量 CPUE	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 小型底びき網漁業漁獲成績報告書（水研セ）

1. まえがき

ズワイガニは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



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）、メガロバ期）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、主に脱皮年齢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）などにより脱皮年齢と甲幅の関係が調べられている。これらと本調査の結果より脱皮年齢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。雄では主に 11 齢から最終脱皮（体サイズに対し缺が大きくなる）を始め、ほとんどの雌は 11 齢で最終脱皮（腹部が大きくなり外卵を持つ）する。最終脱皮後は脱皮しないため、これらの年齢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、脱皮年齢と年齢は一致しない。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。雄の最高脱皮年齢は 13 齢であるので、寿命は 10 歳以上と考えられる。

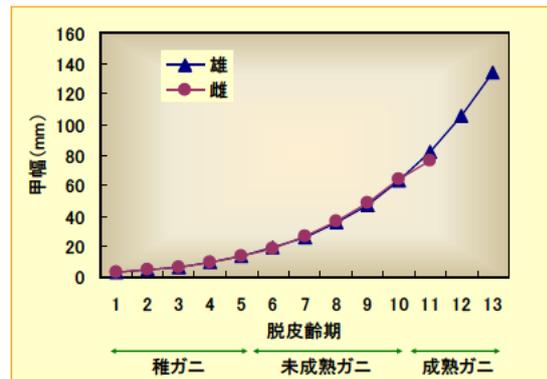


図 2. ズワイガニの脱皮年齢と甲幅の関係

(3) 成熟・産卵

図 3 に本種の生活史と漁業の関係を示す。

雌は、夏から秋にかけて最終脱皮し、直後に交尾・初産卵（外卵を持つ）する。1 年半の抱卵期間を経て、翌々年の 2~3 月に幼生が孵化し、孵化後短期間のうちに経産卵を行う。経産卵後は 1 年の抱卵期間を経て、毎年 2~3 月に経産卵する。雌は、初産卵直後の漁期には橙色の外卵を持ち「アカコ」と、経産卵前の漁期には茶褐色から黒紫色の外卵を持ち「クロコ」と呼ばれる。

雄は、脱皮直後の漁期には「ミズガニ」、このうち最終脱皮後の個体が生残した場合、次漁期からは「カタガニ」と呼ばれる。上述のように雄では最終脱皮時にはさみが体サイズに対し大きくなるので、ミズガニにははさみの小さい個体と大きい個体が混在し、カタガニははさみの大きい個体のみである。

(4) 被捕食関係

本種は脱皮時を除き周年索餌を行い、底生生物を主体に、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類、棘皮動物などを捕食する（尾形 1974）。小型個体はゲンゲ類、カレイ類、ヒトデなどに捕食される。

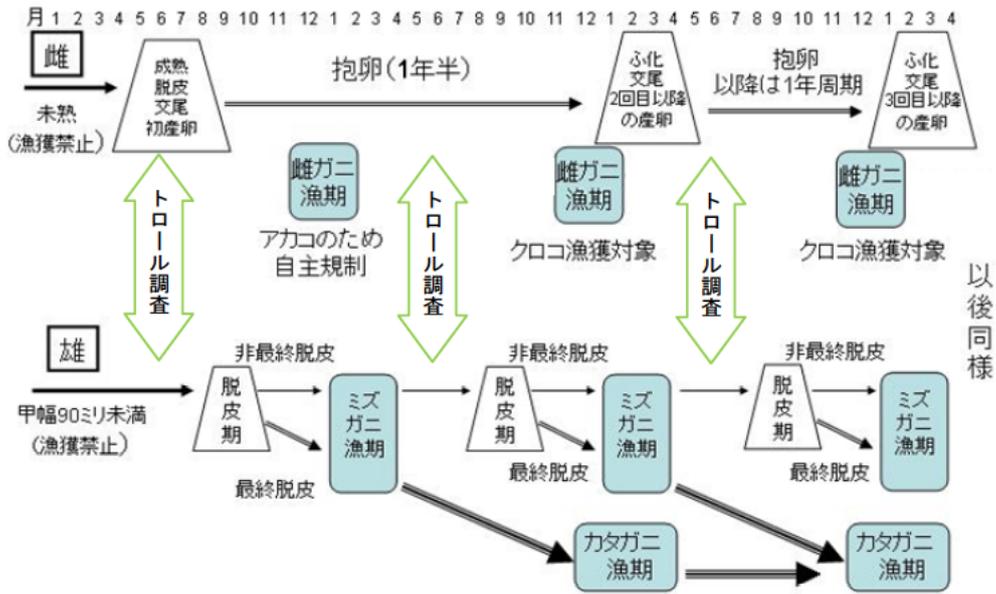


図 3. ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

- ・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持つ雌。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。

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

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

日本海ではズワイガニの漁獲のほとんどが沖合底びき網（かけ回し、以下沖底と略記する）によるものであり、他ではかご、刺網および小型底びき網による。大和堆では本種の漁獲は禁止されている。本種漁業では、省令と漁業者間の協定により、細かい漁獲規制が設けられている（後述：6. ABC 以外の管理方策への提言）。A 海域における漁獲対象は、雄では甲幅 90mm 以上（実質 12 齢と 13 齢）のカタガニとミズガニであり、雌では経産ガニ（クロコ）である。

日本海では韓国も本種を漁獲しており、韓国による漁獲の一部は A 海域におけるものと推察される。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である。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 2009 年は 4,200 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、補足資料 4）。

韓国の公式統計である「漁業生産統計」によると、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、2009 年は 2,300 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、2009 年は 700 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 トンだったが、2009 年は 1,600 トンに減少した。雌ガニも 2001 年から毎年増加し、2007 年には 2,100 トンとなったのち、2008 年は 1,500 トンに急減したが、2009 年は 1,700 トンに増加した。

(3) 漁獲努力量

沖底の有効漁獲努力量には、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。

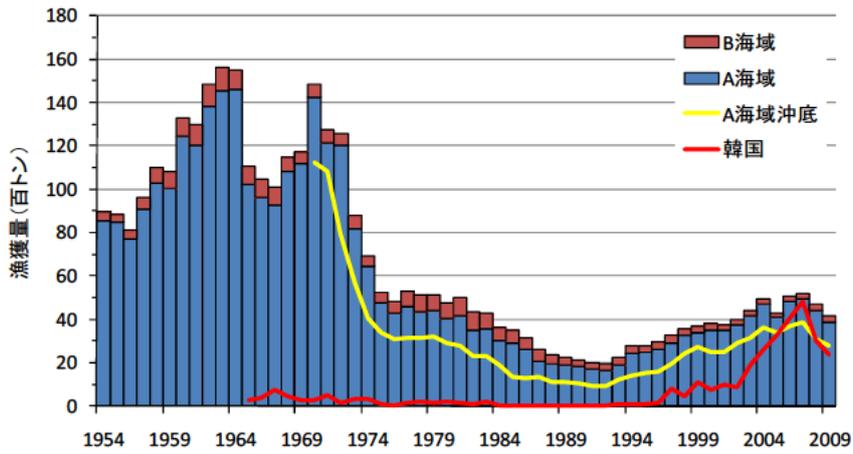


図 4. 本州沖日本海における漁獲量 (暦年集計)

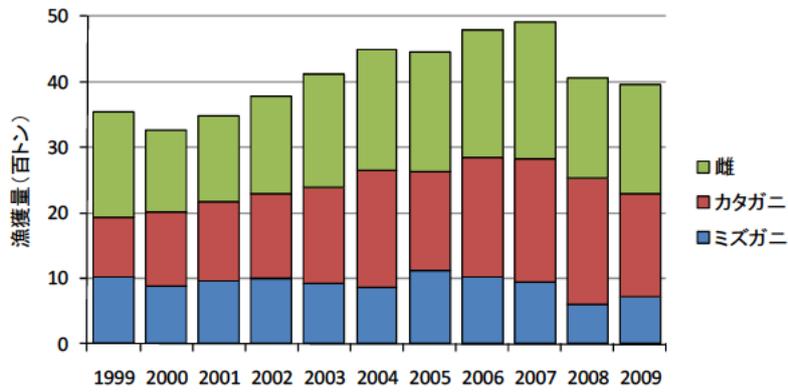


図 5. 雌雄別 (雄はカタガニミズガニ別) の漁獲量 (漁期年集計)

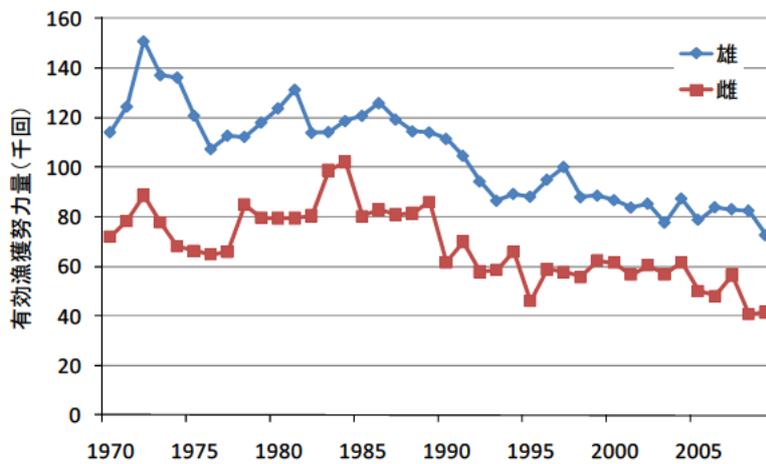


図 6. 沖合底びき網の有効漁獲努力量

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源水準や長期的な資源動向の把握には、沖底の統計資料を用いた。

トロール調査（補足資料 3）を 5～6 月に行い、面積密度法を用いて 1999 年以降の資源量を推定した。推定結果より、ABC 算定対象である 2011 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中海区別資源密度指数（補足資料 5）を求めた（図 7）。中海区では、小海区の若狭沖以東が中区、但馬沖以西が西区に区分されている。

雌雄ともに、資源密度指数は 70 年代に急減した後 80 年代後半から最低レベルとなり、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。2009 年の西区の資源密度指数は、雄は 2007 年に対して 28% 低く、雌は 2006 年と同レベルであった。同様に中区では、雄は 2005 年以降横ばいであるが、雌では、2008 年に対し 35% 減少した。

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 年と 2009 年はともに 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。

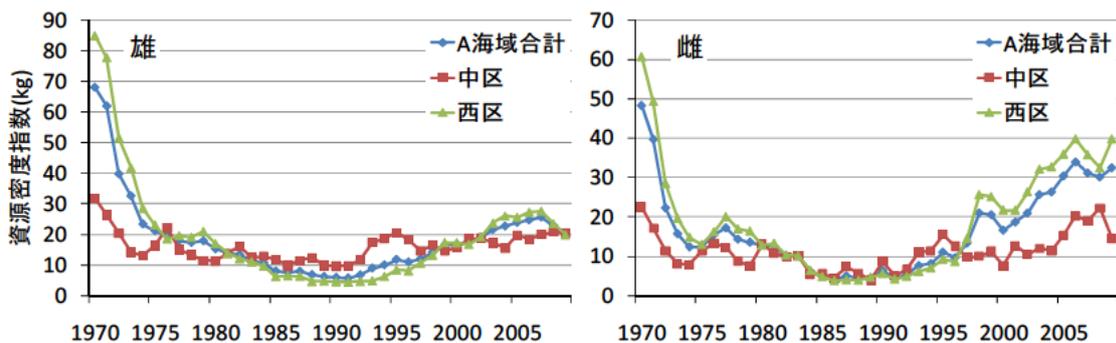


図 7. A 海域における資源密度指数（西区：但馬沖以西、中区：若狭沖以東）

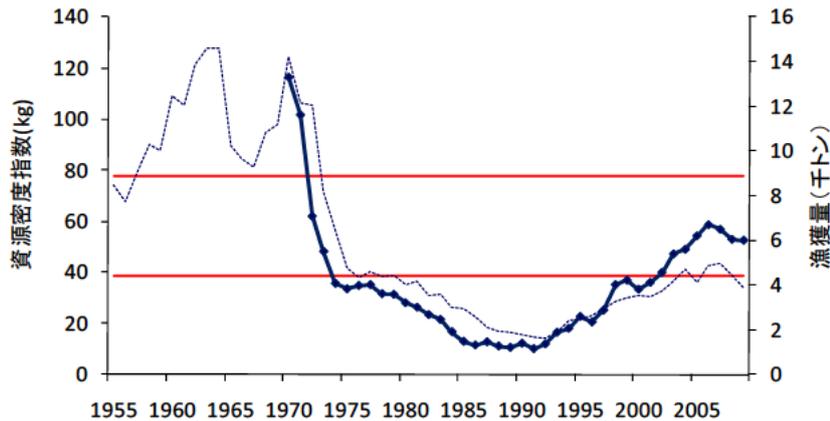


図 8. A 海域における沖底漁績から求めた資源密度指数（雌雄海区合計）
赤線は最高値（116）と 0 のあいだの三分位点を、点線は漁獲量を示す。

(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雄の齢期別、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である。このため、11 齢（平均甲幅約 80mm）の漁獲は極めて少なく、漁獲物は 12 齢（同 105mm）と 13 齢（同 132mm）で占められる。

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、最終脱皮を経て缺が大きくなった後 1 年以上経過した個体である。しかしながら、近年漁獲物に 12 齢の缺の小さなカタガニ（モモガニ）が出現しており、2008 年には京都府ではモモガニの割合が 38%に達した（山崎¹ 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。2009 年の 12 齢カタガニのうちモモガニの割合は、京都、兵庫、鳥取

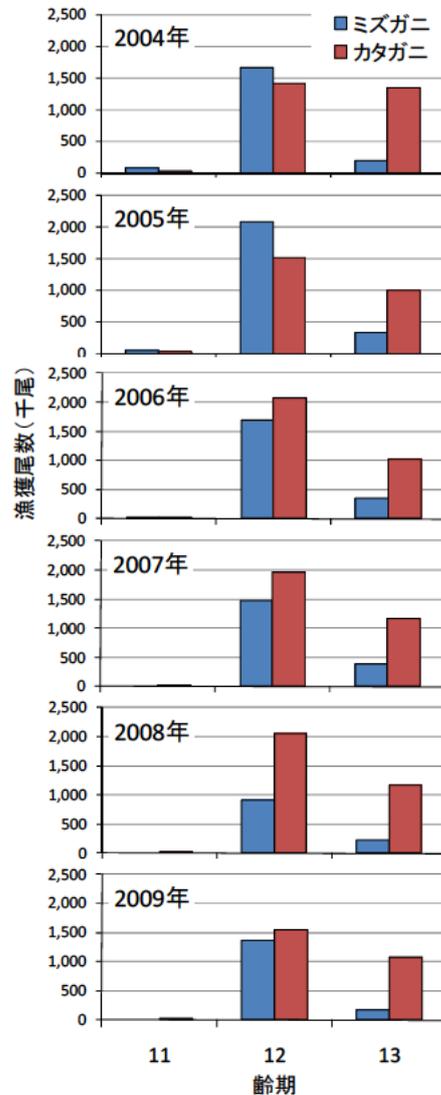


図 9. 主要港における齢期別漁獲尾数

¹京都府農林水産技術センター海洋センター

でそれぞれ 39%、29%、22%であった。モモガニの経年的な出現状況や、飼育実験（補足資料 6）等で脱皮時期を把握することで、齢期別漁獲尾数を用いた資源計算が可能となるであろう。

(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。なお、トロール網の採集効率は小型サイズのほうが低いので、若齢では、高齢より推定尾数が少ない。

雌雄とも 2010 年は、甲幅 40mm 以上（7 齢以上）の資源尾数が 2009 年よりも多かった。これらは主に浜田沖や隠岐周辺海域西側で多くの個体が採集されたからである（補足資料 3）。一方で 2003 年に 7 齢（甲幅 26mm）、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。

2010 年漁期に漁獲対象となる、雄の 13 齢（概ね甲幅 120mm 以上）の資源尾数は、2009 年以前に比べ若干多かった。また、2011 年漁期に 12 齢ミズガニとして漁獲加入する 2010 年の 10 齢（概ね甲幅 80mm）の尾数も、2009 年に比べ多かった。

2010 年漁期に漁獲対象となる経産ガニの資源尾数は 2009 年よりもやや多く、2011 年漁期に漁獲加入する初産ガニの資源尾数も、2009 年に比べ多かった。

(5) 資源量と漁獲割合の推移

トロール調査時点の資源量から漁期時点の資源量を求めた（補足資料 2）。

漁期時点の資源量（図 11）は、2001 年に最少の 11,900 トンであったが、翌年から増加し 2005 年に 29,800 トン、2007 年には 33,700 トン（前後の年の齢別資源尾数との関係より過大の可能性が高いが、近年最高の資源量と考えられる）に達した。その後、2009 年には 20,500 トンに減少したが、2010 年は 27,800 トンに増加した。2011 年には 26,100 トンになると計算された。

漁期時点の資源量（図 11）と漁獲量（図 5）より漁獲割合と F を求めた（図 12）。漁獲割合、 F ともに、カタガニの値が最も高く、ミズガニの値はかなり低い。2009 年の漁獲割合（ F ）は、ミズガニでは 6%（0.06）、カタガニでは 45%（0.61）、雄全体では 14%（0.15）、雌では 39%（0.50）、雌雄全体では 19%（0.22）であった。長期的には、漁獲割合、 F ともに減少傾向であったが、2008 年から 2009 年にかけて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 13）。

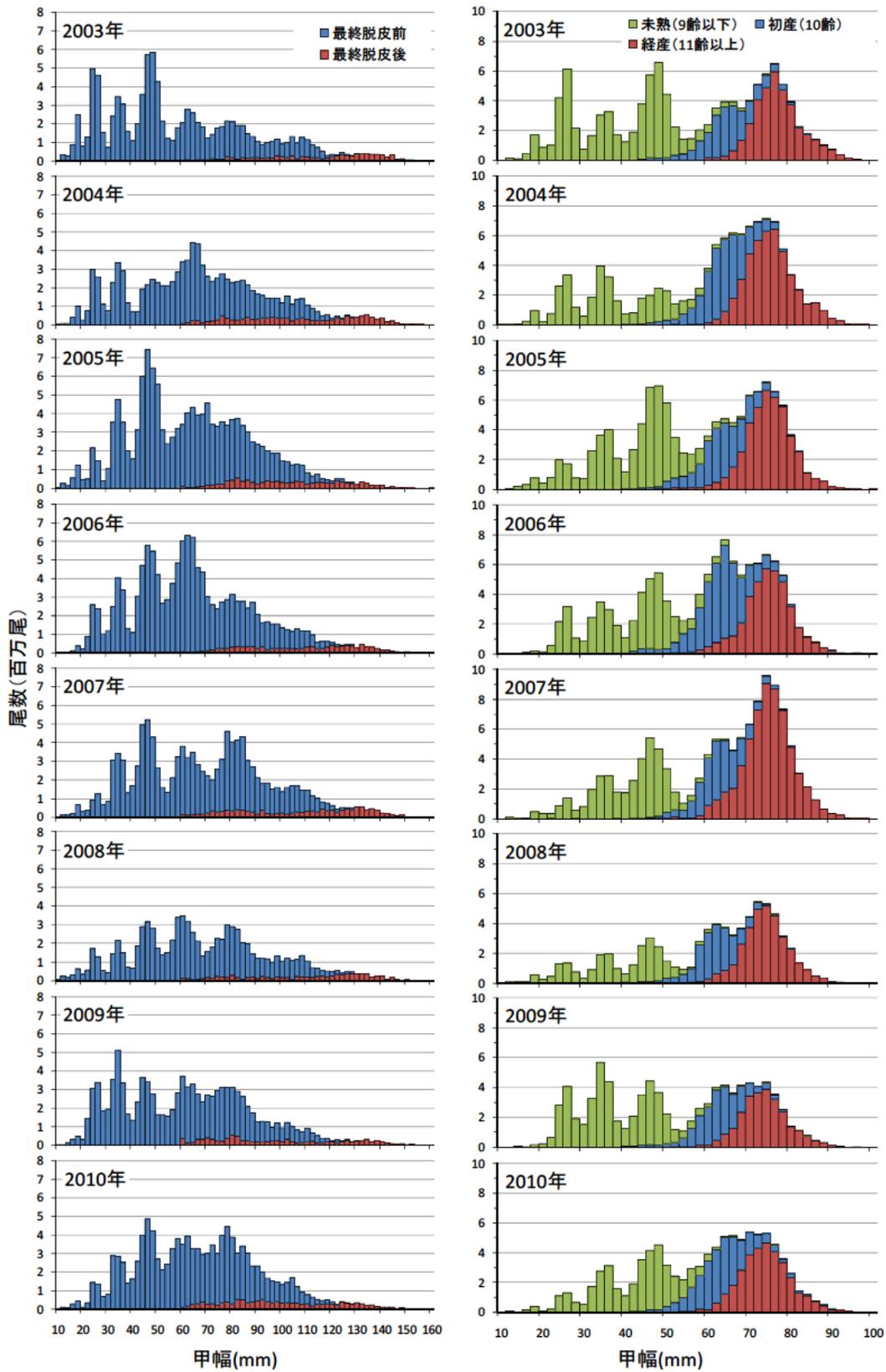


図 10. トロール調査から推定された甲幅組成 (左：雄、右：雌)

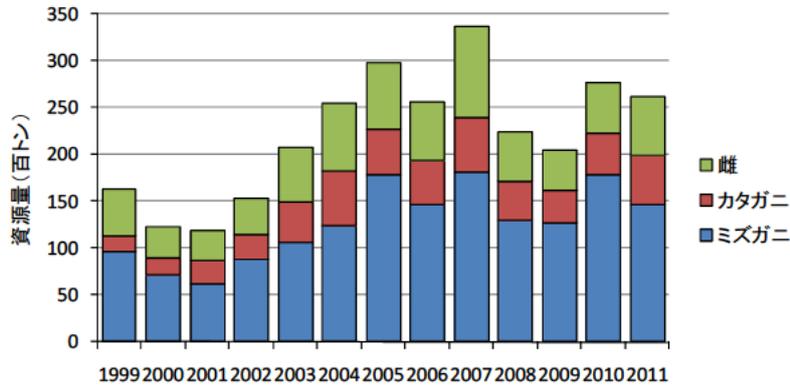


図 11. トロール調査から推定された漁期時点における資源量
 ミズガニとカタガニは 12 歳と 13 歳の合計を、雌は経産ガニをそれぞれ示す。
 2011 年は、2010 年の 10 歳以上の年齢別資源尾数等から求めた予測値。

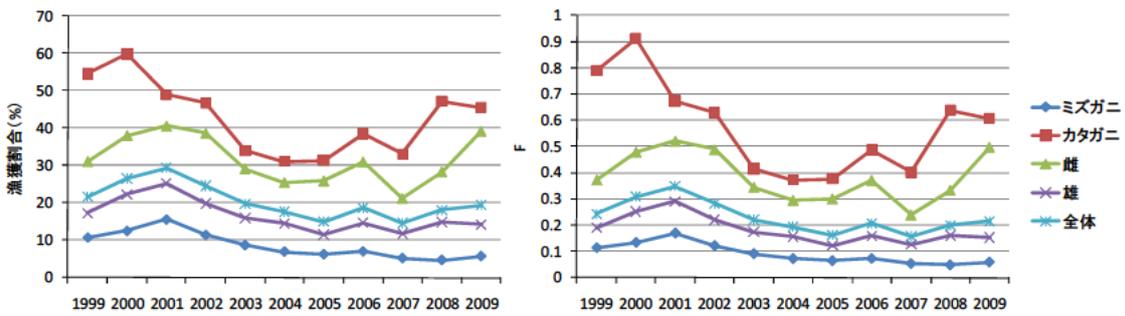


図 12. 漁獲割合 (左) と F (右)

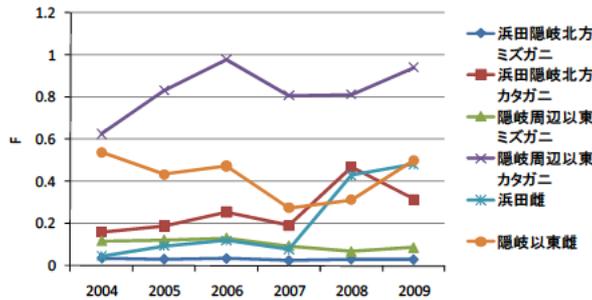


図 13. 海域別 F

(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 77 であるので、39 未満を低位、39 以上 77 未満を中位、77 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 2010 年までの漁期時点における資源量 (図 11) を用いた。2007

年以降の3年間は減少していたが、2010年には増加した。2006年から2010年の5年間は横ばいと判断される。

(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14）。

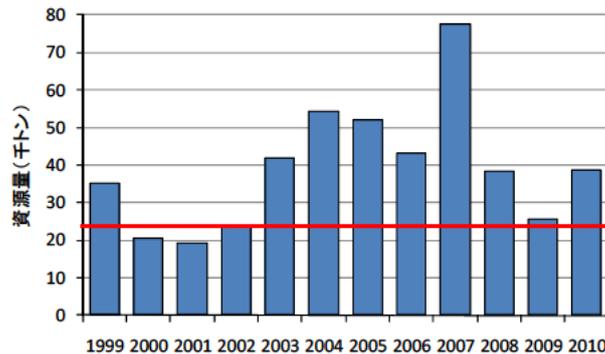


図14. 雌（経産ガニ）の漁期後資源量

2010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。
赤線はBlimitを示す。

(8) 今後の加入量の見積もり

ABCを算定する2011年漁期に漁獲加入するのは、雄は2010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いる。雌雄とも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ったが、2010年の資源尾数は雄で28百万尾、雌で27百万尾に増加した（図15）。

本系群の長期的な資源変動には、寒冷期には資源の減少か低水準期、温暖期には増加がみられている。本種では、約3ヶ月の浮遊幼生期における生残に海洋環境が関与していると想定され、幼生が寒冷期には生残に不利な環境に輸送されることを仮説として調査中である。この仮説に基づくと、現在の日本海は温暖期が継続しており、今後も近年程度の加入レベルが期待される。これより、資源の将来予測には、近5年の平均加入量を用いた。

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年に少なかったが2003年に増加し（図14）、加入量は2007～2009年に比べ2010年は多かった（図15）。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さらに検討が可能になるであろう。

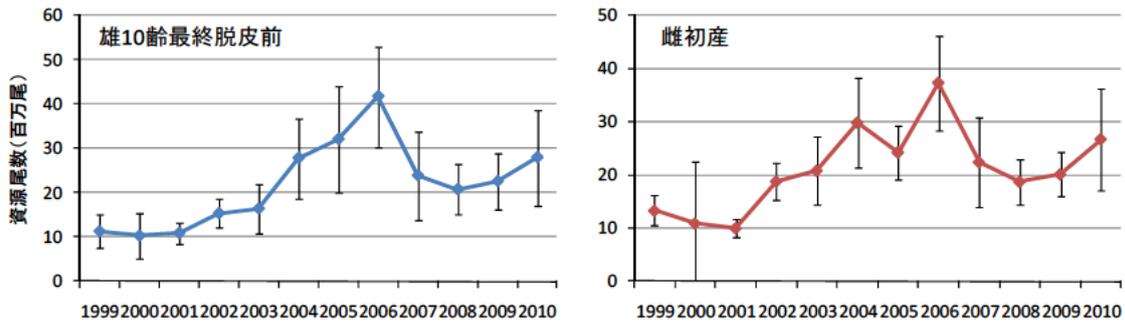


図 15. 次年漁期に漁獲加入する年級群の資源尾数 縦棒は 95%信頼区間を示す。

(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) を使い、雌雄別の YPR と雌の %SPR を求めた。この際、雌雄とも 8 歳を加入とした。雄では 11 歳まで、雌では初産ガニまでが、漁獲対象個体 (雄: 12~13 歳、雌: 経産ガニ (クロコ)) と同様の F で混獲されると仮定し、放流後の生残率が 0、0.5、1 の 3 通りについて計算した。なお、加入を雄では 12 歳、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 16)。

雄では、放流生残率が 1 のとき、Fmax はほぼ無限大となる (F0.1 は 0.19)。これは、雄の漁獲開始齢期である 12 歳まで成長した時点で、年級群の資源重量がほぼ最大になるからである。放流生残率が 0.5 および 0 のとき、Fmax (F0.1) はそれぞれ 0.28 (0.16)、0.23 (0.14) であった。雄の 2009 年の F は 0.15 だったので、放流生残率にかかわらず Fmax より小さかった。

雌では、放流生残率が 0.5、0 のとき、Fmax (F0.1) はそれぞれ 0.23 (0.16)、0.15 (0.11) であった。雌の 2009 年の F は 0.50 だったので、放流生残率が 0.5 か 0 のとき、漁獲圧は過剰である。

雌の %SPR も、放流生残率により大きく異なった (図 17)。放流生残率が 1、0.5、0 のとき、F40% はそれぞれ 0.40、0.18、0.12 であり、F20% は同様に >1、0.37、0.24 であった。また、2009 年の F における %SPR は同様に 36%、13%、5% であった。

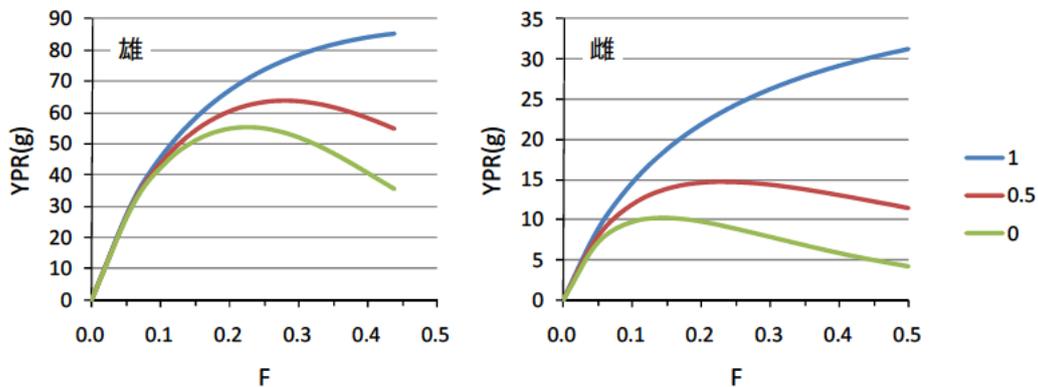


図 16. F と YPR の関係

凡例は漁獲対象外個体が混獲された際の放流生残率を示す。

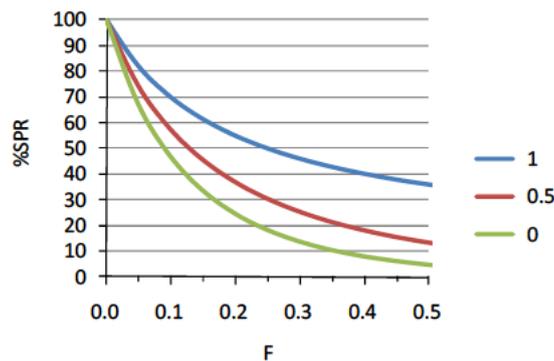


図 17. F と%SPR の関係

凡例は漁獲対象外個体が混獲された際の放流生残率を示す。

5. 2011 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は中位、資源動向は横ばいであり、2010 年漁期後も経産ガニ資源量は B_{limit} 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 B_{limit} 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るような F で漁獲すべきである。2010 年の資源量が多かったため、近 5 年の平均的な加入状況では一旦資源は減少するが、現状の漁獲圧でも資源水準の維持が可能である。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 $1/5 \sim 1/10$ 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 2011 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群では資源量は推定されているが再生産関係が不明である。資源水準は中位、資源動向は横ばいであるが、近 5 年の平均的な加入状況であれば後述のように現状の漁獲圧でも資源水準の維持が期待できる。したがって、ABC 算定規則 1-(3)-(2)を適用し、 $\beta_1=1$ とした。

漁獲シナリオとして、現状の漁獲圧を維持する ($F_{current}$)、直近の親魚量の維持を目指す (F_{sus2})、直近の親魚量の増大を目指す ($0.9F_{sus2}$) および親魚量の増大を目指す ($0.61F_{sus2}$)、ものを採用した。ここで、以下の加入条件において、 $0.61F_{sus2}$ は、2016 年の漁期後経産ガニ資源量が 2004 年 (近年では 2007 年の次に高い値) と同値となる F 、 F_{sus2} は、2010 年と 2011 年の漁期後経産ガニ資源量が同値になる F 、と定義した。

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 2012 年以降の最終脱皮前の 11 齢、雌では 2011 年以降の初産ガニについて、それぞれ 2006~2010 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 2011 年から、資源量は 2012 年から各シナリオで異なってくる (図 18、図 19)。

2015 年までの予測の結果、漁獲量は、 $0.9F_{sus2}$ および F_{sus2} でゆるやかに減少するが、 $F_{current}$ でほぼ横ばい、 $0.61F_{sus2}$ では若干の増加が見込まれる。2010 年の加入量より 2011 年の加入量のほうが少ないため、資源量はいずれのシナリオも 2012 年は若干減少す

るが、2012年以降に想定する加入レベルはやや高くなるので、以降は0.61F_{sus2} および F_{current} では若干増加し、0.9F_{sus2} および F_{sus2} では横ばいである。Fが大きいシナリオほど、漁獲量は多かったが、資源量にはシナリオ間の差は小さかった。雌の漁期後経産ガニ資源量は、0.61F_{sus2} および F_{current} では増加し、0.9F_{sus2} および F_{sus2} ではほぼ横ばいである。いずれのシナリオでも2012年以降にB_{limit}を下回ることはない。

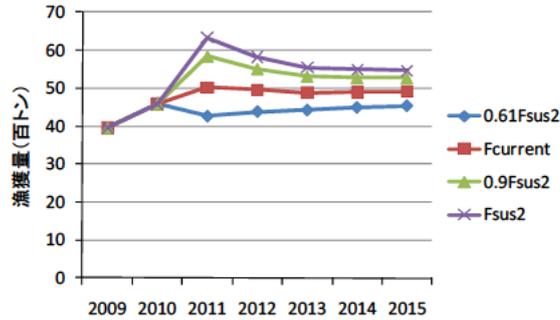


図 18. 各漁獲シナリオにおける漁獲量の予測

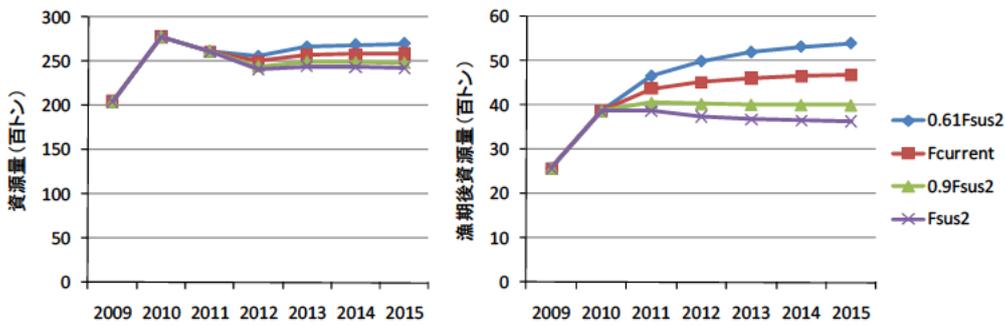


図 19. 各漁獲シナリオにおける資源量（左）および漁期後経産ガニ資源量（右）の予測

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (百トン)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
親魚量の増大	$0.61F_{sus2}$ ($F=0.18$)	40	46	43	44	44	45	45
上記の予防的措置	$\alpha 0.61F_{sus2}$ ($F=0.14$)	40	46	35	38	39	40	41
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.21$)	40	46	50	50	49	49	49
上記の予防的措置	$\alpha F_{current}$ ($F=0.17$)	40	46	42	43	44	44	45
直近の親魚量の増大	$0.9F_{sus2}$ ($F=0.25$)	40	46	58	55	53	53	53
上記の予防的措置	$\alpha 0.9F_{sus2}$ ($F=0.20$)	40	46	47	47	47	47	48
直近の親魚量の維持	F_{sus2} ($F=0.28$)	40	46	63	58	55	55	55
上記の予防的措置	αF_{sus2} ($F=0.23$)	40	46	53	52	50	50	50
		資源量 (百トン)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
親魚量の増大	$0.61F_{sus2}$ ($F=0.18$)	205 (26)	278 (39)	261 (47)	256 (50)	266 (52)	269 (53)	270 (54)
上記の予防的措置	$\alpha 0.61F_{sus2}$ ($F=0.14$)	205 (26)	278 (39)	261 (49)	261 (55)	275 (58)	280 (60)	283 (62)
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.21$)	205 (26)	278 (39)	261 (44)	250 (45)	258 (46)	258 (47)	259 (47)
上記の予防的措置	$\alpha F_{current}$ ($F=0.17$)	205 (26)	278 (39)	261 (47)	256 (51)	267 (53)	270 (54)	272 (55)
直近の親魚量の増大	$0.9F_{sus2}$ ($F=0.25$)	205 (26)	278 (39)	261 (41)	244 (40)	249 (40)	249 (40)	248 (40)
上記の予防的措置	$\alpha 0.9F_{sus2}$ ($F=0.20$)	205 (26)	278 (39)	261 (46)	252 (49)	261 (50)	263 (51)	264 (52)
直近の親魚量の維持	F_{sus2} ($F=0.28$)	205 (26)	278 (39)	261 (39)	241 (37)	244 (37)	243 (37)	243 (36)
上記の予防的措置	αF_{sus2} ($F=0.23$)	205 (26)	278 (39)	261 (43)	248 (43)	255 (44)	255 (44)	255 (44)

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。

α は 0.8 とした。

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

上述の各シナリオについて、予防的措置を講じた場合の ABC を求め、すべてのシナリオについて加入量の不確実性を考慮したシミュレーションを行った。この際、2011 年以降の加入尾数を、2006~2010 年の値からランダムに抽出し（補足資料 2）、漁獲シナリオごとに、2016 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。予防的措置のために F に乗じる係数 (α) は 0.8 とした。

0.61F_{sus2}、F_{current}、0.9F_{sus2}、F_{sus2} ではシナリオによる予測幅の違いは小さく、80%信頼区間は 2013 年以降安定していた（図 20）。

5 年後に現状親魚量を維持できる確率は α F_{sus2} から 50%を超え、同様に B_{limit} を維持できる確率は全てのシナリオで 100%であった。

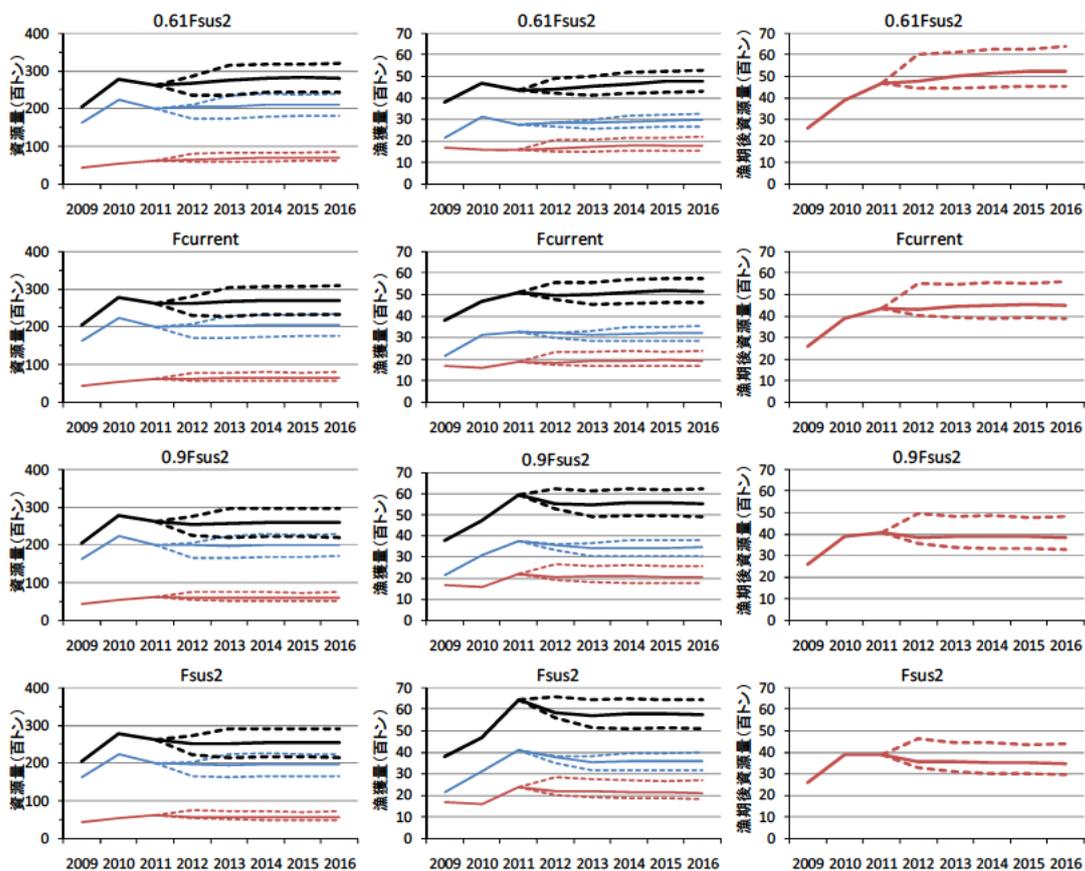


図 20. 各漁獲シナリオにおける、資源量（左）、漁獲量（中）および雌（経産ガニ）の漁期後資源量（右）の将来予測。黒線は雌雄合計を、青線は雄を、赤線は雌を、2011 年以降の実線は中央値を、点線は上側 10%、下側 10%をそれぞれ示す。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (雄, 雌) ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合 (雄, 雌)	将来漁獲量 (百トン)		評価 (5 年後)		2011 年 ABC (雄, 雌) (百トン)
			5 年後 (雄, 雌)	5 年平均 (雄, 雌)	現状親魚 量を維持	Blimit を 維持	
親魚量の増大 ($0.61F_{sus2}$)**	0.18 (0.14, 0.29) ($0.82F_{current}$)	16% (13%, 25%)	43~53 (27-33, 15-22)	47 (28, 18)	100%	100%	43 (27, 16)
親魚量の増大の予防 的措置 ($\alpha 0.61F_{sus2}$)**	0.14 (0.12, 0.23) ($0.66F_{current}$)	13% (11%, 21%)	39~47 (24-29, 14-19)	41 (26, 16)	100%	100%	35 (22, 13)
現状の漁獲圧の維持 ($F_{current}$)	0.21 (0.17, 0.36) ($1.00F_{current}$)	19% (16%, 30%)	46~57 (28-35, 17-24)	51 (32, 20)	92%	100%	50 (32, 19)
現状の漁獲圧の維持 の予防的措置 ($\alpha F_{current}$)	0.17 (0.14, 0.29) ($0.80F_{current}$)	16% (13%, 25%)	42~52 (26-32, 15-22)	46 (28, 18)	100%	100%	42 (26, 15)
直近の親魚量の増大 ($0.9F_{sus2}$)***	0.25 (0.20, 0.43) ($1.21F_{current}$)	22% (18%, 35%)	49~62 (30-38, 18-26)	56 (34, 21)	45%	100%	58 (37, 22)
直近の親魚量の増大 の予防的措置 ($\alpha 0.9F_{sus2}$)***	0.20 (0.17, 0.31) ($0.97F_{current}$)	18% (15%, 27%)	46~57 (28-35, 17-24)	50 (31, 19)	96%	100%	47 (31, 17)
直近の親魚量の維持 (F_{sus2})	0.28 (0.22, 0.48) ($1.34F_{current}$)	24% (20%, 38%)	51~65 (32-40, 18-27)	58 (36, 22)	25%	100%	63 (40, 24)
直近の親魚量の維持 の予防的措置 (αF_{sus2})	0.23 (0.18, 0.38) ($1.07F_{current}$)	20% (17%, 32%)	47~59 (29-36, 17-25)	53 (33, 20)	77%	100%	53 (33, 20)
<p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本系群の ABC 算定には、規則 1-3)-(2)を用い、$\beta_1=1$ とした。 ・**本シナリオでは $\beta_1=0.61$、***本シナリオでは $\beta_1=0.9$ とした。 ・$\alpha=0.8$ とした。 ・評価 (5 年後) は雌に対しての値である。 ・$F_{current}$ は、2007~2009 年漁期の漁獲係数の平均を示す。 ・2006~2010 年の平均的な加入を仮定したときに、2010 年レベルの親魚量を維持若しくは増大する F を基準値とした。0.61F_{sus2} は 2016 年の漁期後経産ガニ資源量が 2004 年 (近年では 2007 年の次に高い値) と同値となる F を、F_{sus2} は 2010 年と 2011 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。 ・将来漁獲量において、5 年後は 2016 年の漁獲量の上側および下側 10% を、5 年平均は 2012~2016 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。 ・現状親魚量は 2010 年の漁期後に想定される経産ガニ資源量 (3,868 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。 ・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。 ・年は漁期年 (7 月~翌年 6 月) を示す。 							

(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、2009年の資源量は、2009年の再評価時点で確定しているため、2010年再評価でも変わらない。しかし、2010年に雄の最終脱皮前後を判別する式を更新したため、2009年の資源量が僅かに変更になった（差は163トン）。2010年再評価では2009年漁期の漁獲量が既知となる。2009年の漁獲量は4,000トンであった。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ため、再評価においてもABClimit、ABCtargetともに変わらない。

2010年の資源量は2010年の再評価時点で確定するが、この際カタガニ、ミズガニ、雌ガニの資源量の比率が変わるので、同じ管理基準でも再評価時のFは若干変化する。2010年の資源量は、予測値である当初評価時よりも、確定値である2010年再評価時で約4割増加した。これにより、ABClimit、ABCtargetともに、当初評価時よりも増加した。

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2010年資源量確定値	2010年資源量

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2009年(当初)	Cave-3yr	—	213	47	38	
2009年(2009年再評価)	Cave-3yr	—	206	47	38	
2009年(2010年再評価)	Cave-3yr	—	205	47	38	40
2010年(当初)	0.9Fsus2	0.26	197	44	37	
2010年(2010年再評価)	0.9Fsus2	0.24	278	58	47	

・2009、2010年とも、TAC設定の根拠となったシナリオについて行った。
 ・資源量は漁期時点の値である。
 ・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、異なる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定量を、従来の箱数から尾数単位に切り替え、2009年漁期からは漁業者自らの提案で、ミズガニの一部とクロコについて上限を1割削減している（表2）。また、コンクリートブロックを投入した保護区を造成するなど、積極的な規制措置を講じている。

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

このような規制措置により、ミズガニが漁獲物に占める割合は減少傾向を続け、2007年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

		漁期		漁獲規制 (サイズは甲幅)		
省令		11月6日～3月20日		90mm未満		
		(ミズガニ)	(カタガニ)	(ミズガニ)	(カタガニ)	
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	
	自主規制	島根	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	5,400尾
48時間未満	2,000尾	9,000尾
48時間以上	2,700尾	18,000尾

(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%と推定されており(山崎1994)、ミズガニの放流生残率もミズガニ漁期においては高い(補足資料7)。船上での扱われ方等を考慮すると、実際の漁業ではこれらの値よりも低いと推察されるが、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いる。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。また、現在は

カタガニミズガニが混みになっている沖底の漁獲成績報告について、カタガニミズガニ別に扱うことができれば、資源水準やトロール調査結果の検討に有用である。

(4) 韓国による漁獲状況の把握

ズワイガニ日本海系群が分布する日韓暫定水域内で、韓国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情報を収集したい。

II. B 海域

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本海域では、ズワイガニの漁獲量に占める沖底の割合は低く、小型底びき網縦曳き 1 種（かけまわし、以後小底と略記する）の占める割合が高い（図 21）。また、近年では底びき網による漁獲量の減少により、相対的に刺網等の割合が増加している。なお、本海域では新潟県、山形県および秋田県が本種を漁獲しており、新潟県による漁獲が毎年 8 割程度を占めている。省令により、本海域の漁期は 10 月 1 日～5 月 31 日に、漁獲対象は、雄では甲幅 90mm 以上（実質 12 齢と 13 齢）のカタガニとミズガニ、雌では経産ガニ（アカコとクロコ）に制限されている。

(2) 漁獲量の推移

B 海域の漁獲量には、1960 年代には約 1,000 トンの、1980 年代には約 800 トンのピークがみられている。その後は減少し、1990 年代以降は 200～300 トン台で安定しながら現在に至っている（図 21）。2008 年の漁獲量は、2007 年より若干増加し 274 トンであった。

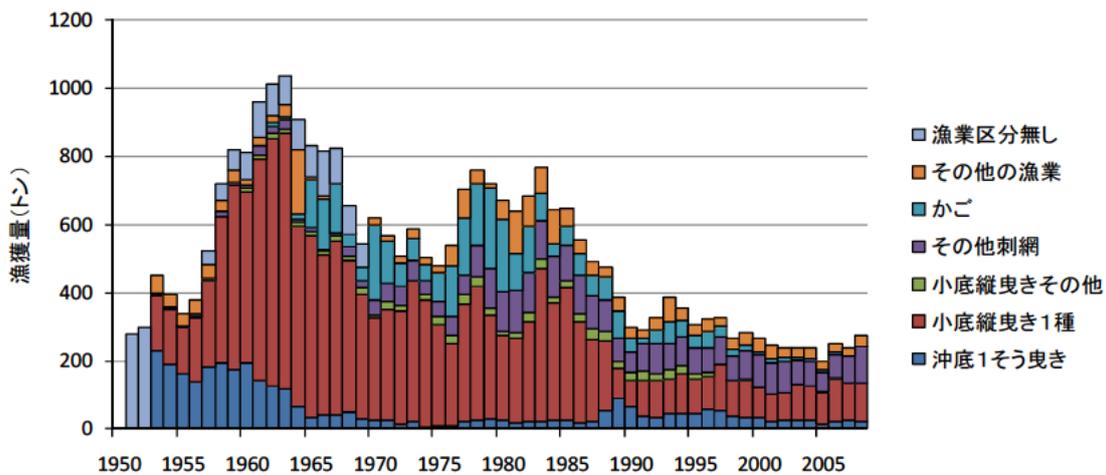


図 21. ズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）

2007 年以降は、「小底縦曳き 1 種」に「小底縦曳きその他」を含む。

(3) 漁獲努力量

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 1/4 程度である 170 隻前後で安定している（図 22）。また、網数が把握できる 1979 年以降では、総網数は 1998 年までに 1979 年の 1/4 程度に減少した後、ほぼ横ばいとなっている。

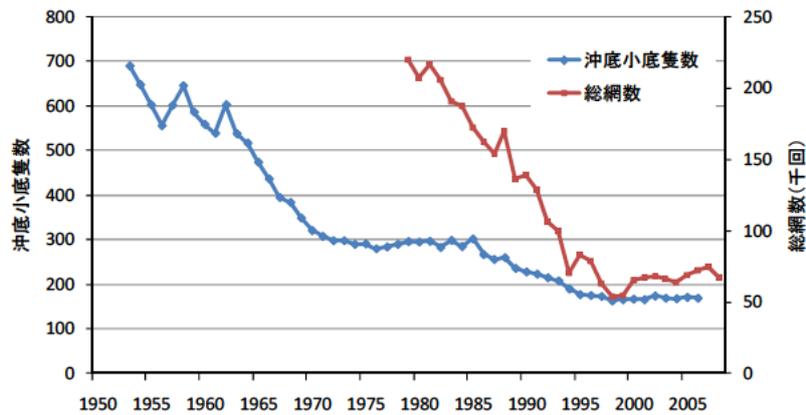


図 22. 沖底と小底の隻数と総網数

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た（補足資料 3）。沖底と小底の資源密度指数から水準を判断し、資源量と資源密度指数の推移から動向を判断した。

(2) 資源量指標値の推移

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

資源密度指数は年変動が大きい（図 23）。最初のピークは雄で 1985 年、雌で 1983 年であり、ともに減少の後、雄は 1993 年、雌は 1992 年より増加した。特に 2000～2005 年は雌雄で傾向が異なり、雌は 2002 年と 2005 年に過去最高レベルのピークがみられたのに対し、その間雄は減少傾向であった。

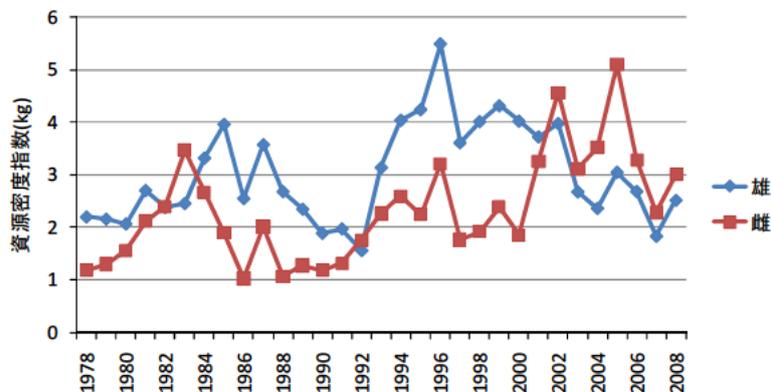


図 23. 沖底と小底（かけまわし）による資源密度指数

雌雄合計の資源密度指数は、1992 年までは概ね 3~6kg のあいだで推移したが、1993 年以降は概ね 5.5~8.5kg のあいだで推移した。その後、2007 年に 4.1kg に減少し、2008 年は 5.5kg であった。

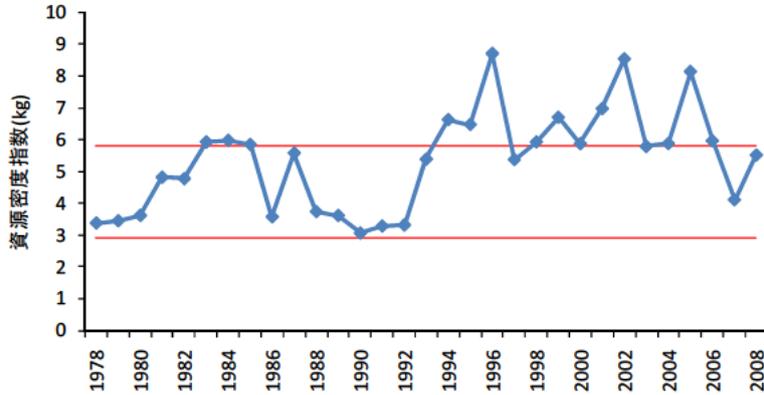


図 24. 資源密度指数 (雌雄合計値)

赤線は最高値と 0 のあいだの 3 分位点を示す。

(3) 資源量と漁獲割合の推移

かご調査から推定した前漁期時点の資源尾数と資源量は、2001 年と 2002 年に雌で高かったのを除くと、雌雄ともに長期的には安定していた (補足資料 2、図 25)。雌雄合計の資源量も長期的には安定しており、時折 3,000 トンを超えていた。2009 年の資源量は 2008 年より増加し、3,569 トンであった。

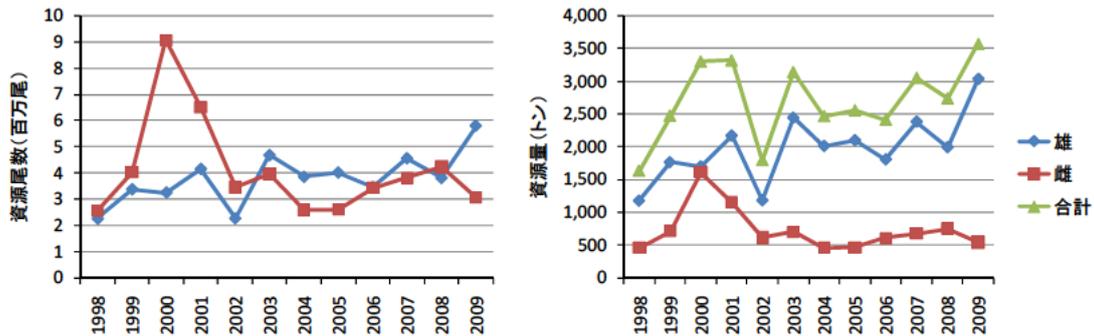


図 25. かが調査で推定した漁期時点の資源尾数と資源量

雄は甲幅 90mm 以上、雌は経産ガニを示す。

資源量と漁獲量から、漁獲割合と F を推定した (補足資料 2、図 26)。両値とも、雄では 2003 年以降、極めて安定していたのに対し、雌は全体に変動が大きかった。2007 年以降は雌も安定していた。2005~2009 年の平均の漁獲割合 (F) は雄で 7.7% (0.08)、雌で 12.5% (0.13)、全体で 8.7% (0.09) であった。

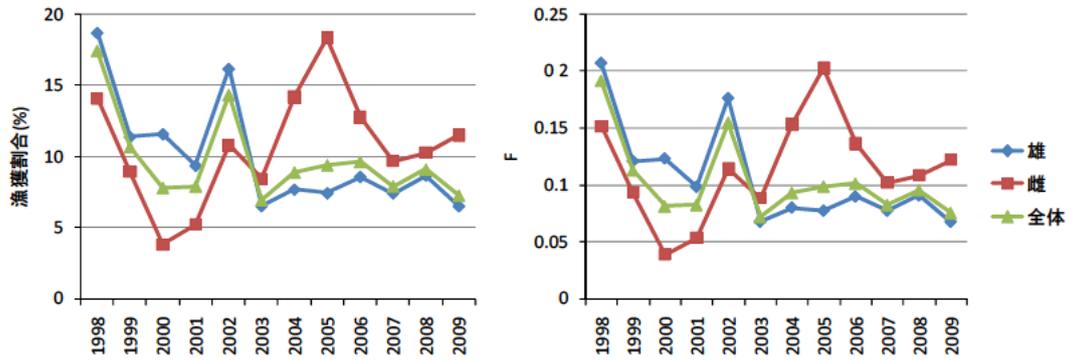


図 26. 漁獲割合と F

(4) 資源の水準・動向

資源水準の判断には雌雄合計の資源密度指数を用いた (図 24)。最高値 (8.7) と 0 のあいの三分位点は 2.9 と 5.8 であるので、2.9 未満を低位、2.9 以上 5.8 未満を中位、5.8 以上を高位と定義した。この定義から判断すると、2007 年から中位に減少しており、2008 年も中位と判断した。

資源動向の判断には、かご調査による資源量調査結果 (図 25) と資源密度指数を用い、最近 5 年間の推移から横ばいと判断した。

(5) 生物学的管理基準 (漁獲係数) と現状の漁獲圧の関係

雌雄別の YPR と雌の %SPR を計算した。計算方法は A 海域と同様であるが、B 海域では最終脱皮後 1 年未満の雌 (アカコ) も漁獲対象なので、%SPR、YPR とともに雌の計算結果は A 海域と異なる。雄の計算結果は A 海域と同様である。雄では 11 歳まで、雌では初産ガニまでが、漁獲対象個体 (雄: 12~13 歳、雌: 経産ガニ (アカコとクロコ)) と同様の F で混獲されると仮定し、放流後の生残率が 0、0.5、1 の 3 通りについて計算した。

%SPR は、放流生残率が 0.5 のとき、F30%は 0.22、F40%は 0.16 であり、放流生残率が 0 のとき、F30%は 0.17、F40%は 0.12 であった (図 27)。雌の F が最も高かったのは 2005 年の 0.20 であり、1998~2008 年の平均は 0.11、2005~2009 年の平均は 0.13 であった。これまでの漁獲圧は、加入乱獲の観点からは過剰ではないと考えられる。

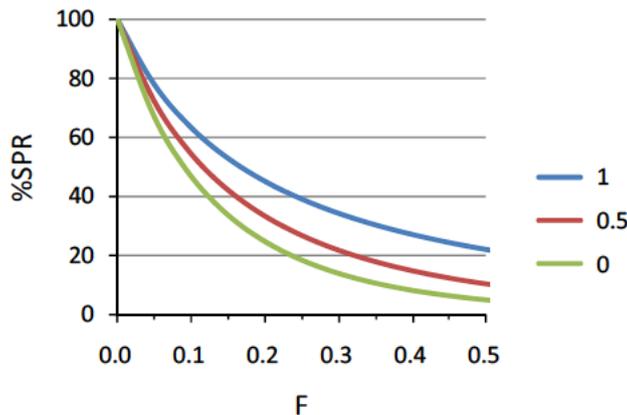


図 27. F と %SPR の関係 凡例は漁獲対象外の個体が混獲された際の放流生残率を示す。

YPR は、雄では、放流生残率が 1、0.5、0 のとき、 F_{max} はそれぞれほぼ無限大、0.28、0.23 であり、 $F_{0.1}$ は 0.19、0.16、0.14 であった (図 28)。 F 値は、1998~2009 年の平均で 0.11、2005~2009 年の平均で 0.08 であり、これらはいずれも $F_{0.1}$ を下回る。

雌では、放流生残率が 1、0.5、0 のとき、 F_{max} はそれぞれ無限大、0.29、0.18 であり、 $F_{0.1}$ は 0.47、0.19、0.13 であった。 F 値は、1998~2009 年の平均で 0.11、2005~2009 年の平均で 0.13 であり、これらはいずれも $F_{0.1}$ を下回る。

したがって、加入量あたり漁獲量の最大化を目指したとき、ある程度の安全を見越しても ($F_{0.1}$)、放流生残率にかかわらず雌雄とも現状の漁獲圧は過剰ではないと考えられる。

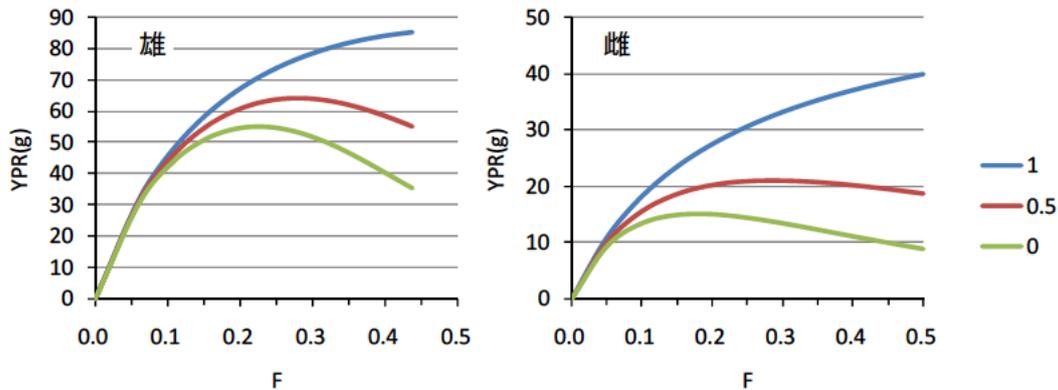


図 28. F と YPR の関係

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は生残率が低く、気温が低い場合や、脱皮してからの期間が長く甲羅が硬い場合は生残率が高い（補足資料 7）。京都府沖で雌雄別、成熟度別に調べられた放流生残率は、気温が高く脱皮直後の個体も存在する 10 月の生残率は 0~0.15 と低いのが、3、4、5、12 月では、3 月の成熟雌の 0.71 を除き 0.87~1.00 と報告されている（山崎 1994）。10 月を除いた放流生残率の平均値は約 0.8 であるが、実際の漁業では、調査に比べ揚網後船上で放置される時間が長いことや取り扱いが丁寧ではないことを考慮し、本評価では 0.5 を用いた。

5. 2011 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は大きく減少しているが、漁船数にも同様の減少傾向がみられることから、本海域における長期的な漁獲量の減少は、主に漁船数の減少による漁獲圧の低下のためと考えられる。

資源水準は中位、動向は横ばいであり、漁獲圧は生物学的管理基準値と比較して低い水準にある。これらのことから、現状程度の漁獲圧であれば十分に資源の維持が可能と判断した。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2011 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群では、資源量は推定されているが再生産関係は不明である。資源水準は中位、動向は横ばいであり、生物学的管理基準値との比較から、現状程度の漁獲圧であれば十分に資源の維持が可能と考えられる。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 ($F_{current}$)、生物学的管理基準を基に適度な漁獲圧により漁獲する ($F_{0.1}$)、同様に親魚量の確保を目指す ($\%SPR$) ものを採用した。ここで、 $\%SPR$ については一般に用いられる値である $30\%SPR$ と、やや慎重な値である $40\%SPR$ の 2 つのシナリオを用いた。 $F_{0.1}$ と $\%SPR$ では、放流生残率を 0.5 と仮定した。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.10)	259	240	250	—	—	—	—
上記の予防的措置	α Fcurrent (F=0.08)	259	240	200	—	—	—	—
産卵親魚の確保	F40%SPR (F=0.16)	259	240	420	—	—	—	—
上記の予防的措置	α F40%SPR (F=0.13)	259	240	340	—	—	—	—
適度な漁獲圧による漁獲	F0.1 (F=0.17)	259	240	440	—	—	—	—
上記の予防的措置	α F0.1 (F=0.14)	259	240	360	—	—	—	—
産卵親魚の確保	F30%SPR (F=0.22)	259	240	570	—	—	—	—
上記の予防的措置	α F30%SPR (F=0.18)	259	240	470	—	—	—	—
		資源量 (トン)						
	管理基準	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
現在の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.10)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
上記の予防的措置	α Fcurrent (F=0.08)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
産卵親魚の確保	F40%SPR (F=0.16)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
上記の予防的措置	α F40%SPR (F=0.13)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
適度な漁獲圧による漁獲	F0.1 (F=0.17)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
上記の予防的措置	α F0.1 (F=0.14)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
産卵親魚の確保	F30%SPR (F=0.22)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—
上記の予防的措置	α F30%SPR (F=0.18)	3,600	2,900	2,900	—	—	—	—

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不可能である。

2010年と2011年の資源量は2005～2009年の平均と、2010年の漁獲量は2005～2009年の平均と仮定した。

F値、漁獲量および資源量は、いずれも雌雄込みの値である。

資源量は百トン未満を四捨五入した値である。

(3) 加入量の不確実を考慮した検討、シナリオの評価

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

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (雄, 雌) ($F_{current}$ との 比較)	漁獲 割合 (雄, 雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2011 年 ABC (雄, 雌) (トン)
			5 年 後	5 年 平均	現状親魚 量を維持	Blimit を維持	
現状の漁獲圧の 維持 ($F_{current}$)	0.10 (0.08, 0.13) (1.00 $F_{current}$)	10% (8%, 13%)	—	—	—	—	250 (170, 80)
現状漁獲圧の維 持の予防的措置 ($\alpha F_{current}$)	0.08 (0.06, 0.11) (0.80 $F_{current}$)	8% (6%, 10%)	—	—	—	—	200 (140, 60)
親魚量の確保 ($F_{40\%SPR}$)	0.16 (0.16, 0.16) (1.54 $F_{current}$)	15% (15%, 15%)	—	—	—	—	420 (330, 90)
親魚量の確保の 予防的措置 ($\alpha F_{40\%SPR}$)	0.13 (0.13, 0.13) (1.23 $F_{current}$)	12% (12%, 12%)	—	—	—	—	340 (270, 70)
適度な漁獲圧に よる漁獲 ($F_{0.1}$)	0.17 (0.16, 0.19) (1.65 $F_{current}$)	16% (15%, 17%)	—	—	—	—	440 (330, 100)
適度な漁獲圧に よる漁獲の予防 的措置($\alpha F_{0.1}$)	0.13 (0.13, 0.15) (1.32 $F_{current}$)	13% (12%, 14%)	—	—	—	—	360 (270, 80)
親魚量の確保 ($F_{30\%SPR}$)	0.22 (0.22, 0.22) (2.15 $F_{current}$)	20% (20%, 20%)	—	—	—	—	570 (450, 120)
親魚量の確保の 予防的措置 ($\alpha F_{30\%SPR}$)	0.18 (0.18, 0.18) (1.72 $F_{current}$)	16% (16%, 16%)	—	—	—	—	470 (370, 100)
コメント ・ ABC の算定には、規則 1-3)-(2)を用い、 $\beta_1=1$ とした。 ・ 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不可能。 ・ $F_{current}$ は、2005～2009 年の平均値。 ・ $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{40\%SPR}$ 及び $F_{0.1}$ は、漁期中に混獲され放流された個体が生き残る割合を 50%と仮定した値。0%と仮定した場合の ABC は、 $F_{0.1}$ で 370 トン、 $F_{40\%SPR}$ で 330 トン、 $F_{30\%SPR}$ が 440 トン。 ・ 年は漁期年 (7 月～翌年 6 月)。 ・ 予防的措置は不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とした。							

(4) ABC の再評価

B 海域ではかご調査による直接推定法を行っており、後退法によって調査前漁期時点の資源量を算出している。また、ABC 算定には近 5 年の平均資源量を用いているので、当初評価時の資源量が確定するのは翌年の再評価時である。例えば、2009 年の資源量は、当初評価時は 2003～2007 年の平均であり、2009 年再評価時に 2004～2008 年の平均資源量で確定する。したがって 2010 年再評価時には変わらない。

今年の資源評価より、管理基準値は当初評価時の値を用いることとなったため、2010 年(当初)の管理基準である $F_{current2004-2008}$ を 2010 年再評価でも用いている。また、2009 年 ABC の再評価についても、2009 年再評価時の管理基準値は昨年度報告における値と異なっている(昨年は $F_{current2004-2008}$ だった)。

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2009 年漁期資源量確定値	2009 年漁期資源量

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2009 年(当初)	$F_{current}$ 1998-2002	0.11	2,800	310	250	
2009 年(2009 年再評価)	$F_{current}$ 2003-2007	0.10	2,600	230	190	
2009 年(2010 年再評価)	$F_{current}$ 2003-2007	0.10	2,600	230	190	259
2010 年(当初)	$F_{current}$ 2004-2008	0.11	2,600	240	190	
2010 年(2010 年再評価)	$F_{current}$ 2004-2008	0.11	2,900	260	210	

・2009、2010 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。
 ・資源量は漁期時点の値である。
 ・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

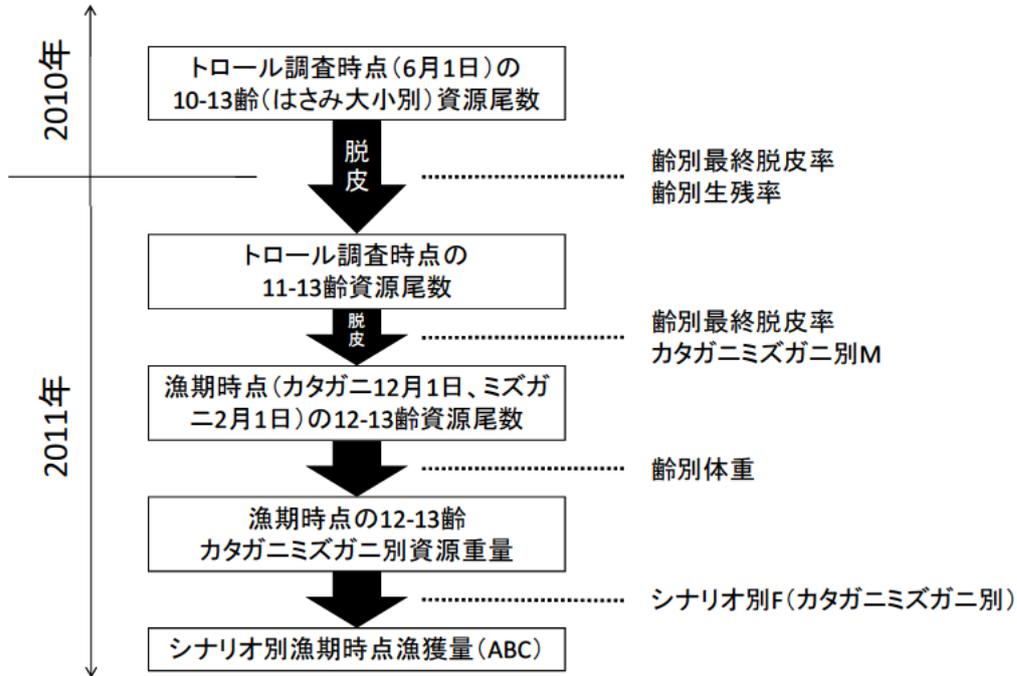
B 海域の資源水準は中位ではあるが、現状の F を引き下げなければならない状況にはないと判断される。しかし、A 海域では禁漁とされている初産ガニ(アカコ)の漁獲が B 海域では認められており、親魚量の確保の面からは、初産ガニの禁漁が望ましい。

7. 引用文献

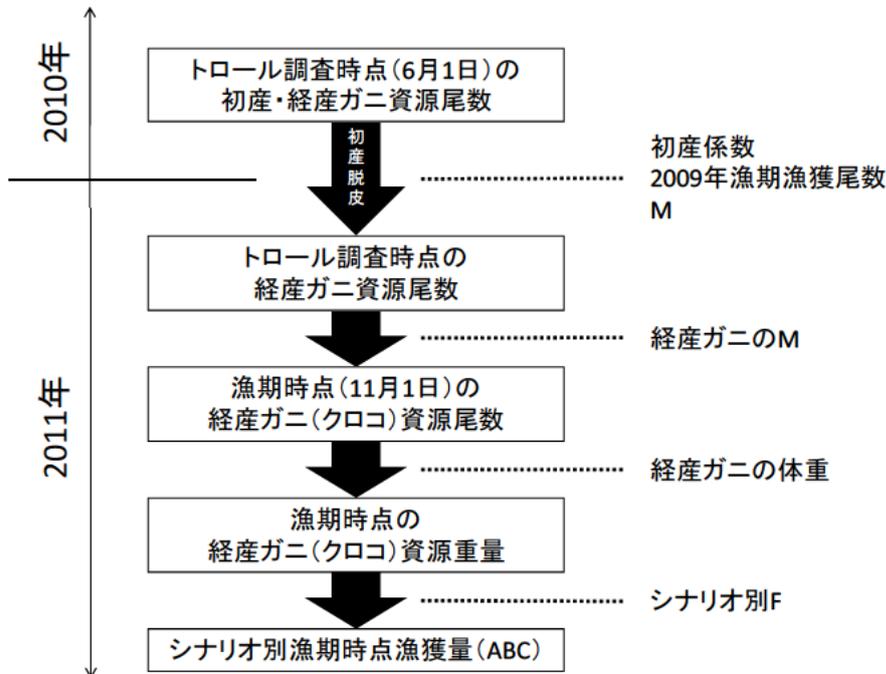
- 伊藤勝千代 (1970) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 日水研報, **22**, 81-116.
- 今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) の生活史に関する研究. 新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告, **2**, 1-64.
- 今 攸・丹羽正一・山川文男 (1968) ズワイガニに関する研究-II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌, **34**, 138-142.
- 尾形哲男 (1974) 日本海のズワイガニ資源. 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

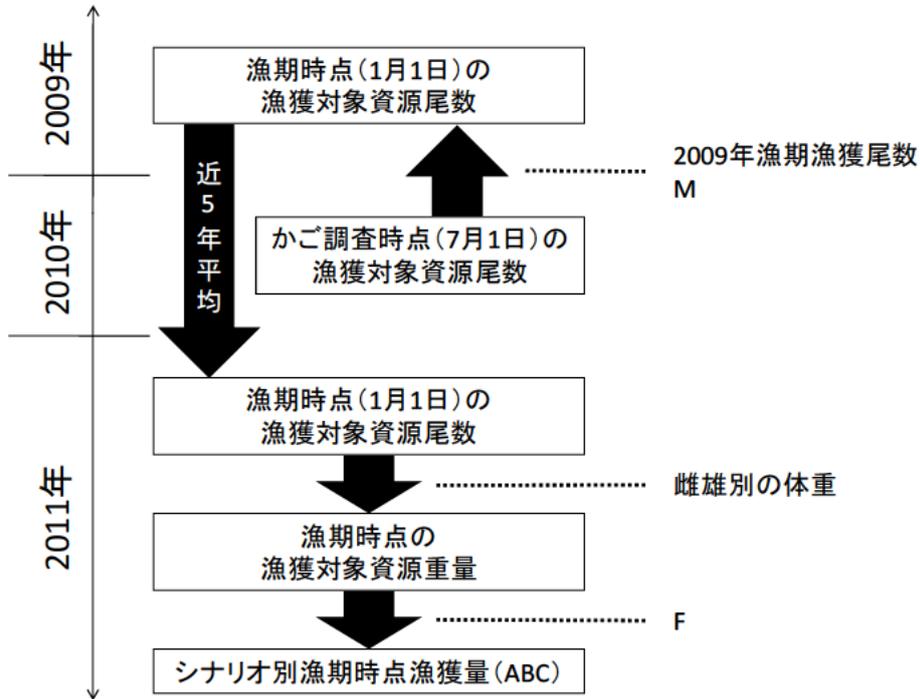
(1) A 海域雄



(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、パルス的な調査（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

2010 (t) 年調査時点の 10~13 歳の資源尾数から、2011 ($t+1$) 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 γ_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。

多くの場合、資源計算の際、齢別漁獲尾数と M 等から翌年の資源尾数を求めるが、A 海域では、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ている。

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 γ_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、0.2、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 5 年（2005~2009 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。

$$10 \text{ 歳はさみ小 } (S_{10,1}) : 0.995$$

$$11 \text{ 歳はさみ小 } (S_{11,1}) : 0.526$$

$$12 \text{ 歳はさみ小 } (S_{12,1}) : 0.146$$

$$12 \sim 13 \text{ 歳はさみ大 } (S_{12,2-3}, S_{13,2-3}) : 0.554$$

2011年調査時点の11～13歳の資源尾数から、2011年漁期時点の12～13歳の資源尾数(N')および資源量(B)を次式より求めた。

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

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

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

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、以下のように求めた。

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

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

以上より求めた漁期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)														
齢期	はさみ	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
6歳	小	0	22	150	898	3,960	1,485	1,776	553	1,069	1,023	890	717	
7歳	小	702	699	1,393	6,322	12,432	7,193	3,985	6,254	2,835	3,825	9,022	3,437	
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	10,095	
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	21,291	
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	24,133	
	大	103	98	943	276	263	977	529	357	703	471	1,247	1,209	
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	32,526	22,806
	大	1,231	985	3,919	1,251	1,294	2,732	3,858	3,004	3,174	1,682	4,191	3,818	
12歳	小	7,559	5,464	4,958	8,413	10,271	11,696	16,199	13,234	14,899	11,516	9,592	14,186	13,675
	大	2,372	2,223	3,188	2,364	2,707	5,545	3,854	2,913	3,253	2,166	3,106	4,809	6,085
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	3,822	4,196

漁期時点の資源尾数 (千尾)															
齢期	はさみ	銘柄	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	小	ミズガニ	11,211	8,524	7,026	8,434	9,996	12,332	18,367	15,012	20,583	13,631	15,517	20,605	14,448
12歳	大	ミズガニ	2,803	2,131	1,756	2,108	2,499	3,083	4,592	3,753	5,146	3,408	3,879	5,151	3,612
	大	カタガニ	2,146	2,012	2,885	2,139	2,450	5,017	3,487	2,636	2,944	1,960	2,811	4,351	5,506
13歳	大	ミズガニ	5,986	4,327	3,926	6,662	8,134	9,262	12,828	10,480	11,799	9,119	7,596	11,234	10,829
	大	カタガニ	1,010	1,316	1,666	2,357	4,176	4,627	4,278	4,623	5,655	4,142	2,906	3,458	3,797

漁期時点の資源量 (トン)															
齢期	はさみ	銘柄	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	小	ミズガニ	4,182	3,180	2,621	3,146	3,728	4,600	6,851	5,600	7,677	5,084	5,788	7,686	5,389
12歳	大	ミズガニ	1,045	795	655	786	932	1,150	1,713	1,400	1,919	1,271	1,447	1,921	1,347
	大	カタガニ	865	811	1,162	862	987	2,022	1,405	1,062	1,186	790	1,133	1,754	2,219
13歳	大	ミズガニ	4,358	3,150	2,858	4,850	5,921	6,743	9,339	7,629	8,589	6,639	5,530	8,178	7,884
	大	カタガニ	807	1,051	1,331	1,883	3,337	3,697	3,418	3,694	4,518	3,309	2,322	2,763	3,033

イタリックは予測値。2002年までは切断法による齢分解。

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

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)。

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

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

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、(7) 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	2011
資源量 (トン)	9,585	7,125	6,134	8,782	10,582	12,492	17,902	14,629	18,186	12,995	12,764	17,785	14,620
ミズガニ	1,672	1,862	2,494	2,745	4,324	5,719	4,823	4,756	5,705	4,099	3,455	4,517	5,252
カタガニ	11,257	8,987	8,628	11,528	14,906	18,212	22,726	19,385	23,891	17,094	16,219	22,302	19,873
合計													
漁獲量 (トン)	1,029	891	955	1,002	919	865	1,113	1,018	939	604	727		
ミズガニ	913	1,114	1,220	1,282	1,469	1,776	1,512	1,829	1,887	1,935	1,572		
カタガニ	1,942	2,004	2,176	2,284	2,387	2,641	2,625	2,848	2,826	2,539	2,299		
合計													
漁獲割合	0.107	0.125	0.156	0.114	0.087	0.069	0.062	0.070	0.052	0.047	0.057		
ミズガニ	0.546	0.598	0.489	0.467	0.340	0.311	0.313	0.385	0.331	0.472	0.455		
カタガニ	0.173	0.223	0.252	0.198	0.160	0.145	0.115	0.147	0.118	0.149	0.142		
全体													
F	0.114	0.134	0.169	0.121	0.091	0.072	0.064	0.072	0.053	0.048	0.059	0.058	0.053
ミズガニ	0.790	0.912	0.672	0.629	0.415	0.372	0.376	0.486	0.402	0.639	0.607	0.509	0.549
カタガニ	0.189	0.252	0.291	0.221	0.175	0.157	0.123	0.159	0.126	0.161	0.153	0.149	0.147
全体													
												F 06-08	F 07-09

イタリックは予測値。

F 06-08 と F 07-09 は、2006~2008 年と 2007~2009 年の F の平均を、それぞれ示す。

2011 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。

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

この際、雌における各シナリオの F 値の F_{current} に対する比を、雄の F_{current} に乗じた値を、雄の F 値とした。

(5) 式の資源尾数 (N) を漁獲尾数 (C) に置き換え、漁獲量を求めた。

齢組成から重量変換した漁獲量と実際の漁獲量は完全には一致しないので、両者の差を補正する係数を求め (1.06、2007~2009 年の平均)、この係数を 2011 年の漁獲量に乗じたものを ABC とした。

シナリオ別に資源量や漁獲量の将来予測を行う際、F 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。

$$S_{a,j} = S'_{a,j} \exp(-F_{j,05-09})$$

$$S_{12,1} = 0.146, S_{12,2-3} = 0.554, F_{1,05-09} = 0.059, F_{2-3,05-09} = 0.502 \text{ より、}$$

$$S'_{12,1} = 0.155, S'_{12,2-3} = S'_{13,2-3} = 0.915$$

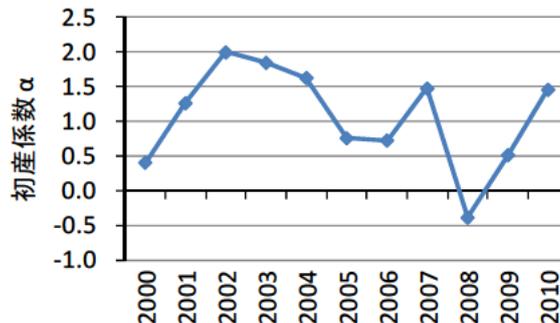
$$S_{12,1} = 0.155 \exp(-F_1), S_{12,2-3} = S_{13,2-3} = 0.916 \exp(-F_{2-3})$$

・雌

2010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、2011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。

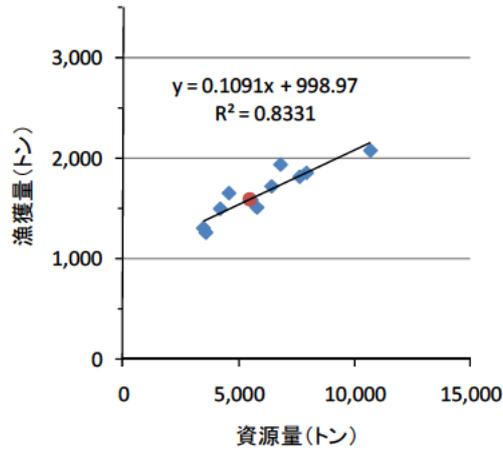
$$N_{2-3,t+1} = [N_{1,t} \exp(-M_1)] \alpha + \left[N_{2-3,t} \exp\left(-\frac{5}{12} M_{2-3}\right) - C_t \right] \exp\left(-\frac{7}{12} M_{2-3}\right) \quad (9)$$

上式で α 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(9)式より、年別の α を求めたところ、大きく変動していた(補足図1)。従来、2000年以降の α の平均値を更新して用いていたが、長期的には1と異ならないと判断されたので、2009年より1を用いている。しかし、2005年以降は α が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 α は低下する。今後 α が低い値で安定するようであれば、その要因を検討した上で、1未満の値に更新する必要もあろう。



補足図1. 初産係数 α の経年変化

(9)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。2010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。2010年調査時点の資源量が5,937トンだったので、予測漁獲量は1,594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 2010 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、(6) (7) 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	2011
6歳	121	143	35	621	2,987	1,344	1,441	323	972	983	407	566	
7歳	723	735	610	5,326	13,787	7,686	5,216	6,967	3,231	3,773	9,419	3,132	
8歳	3,832	1,712	3,704	17,069	10,502	11,981	13,640	11,562	10,432	6,223	16,780	9,959	
9歳	8,111	7,362	15,137	16,261	29,117	12,539	35,017	26,209	23,848	12,001	18,947	23,035	
初産	13,466	10,928	10,000	18,777	20,784	29,805	24,245	37,239	22,388	18,786	20,125	26,791	
経産	31,423	20,398	19,806	23,877	36,351	44,839	43,212	38,532	60,364	32,854	25,999	33,543	38,328

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	2011
資源尾数	28,910	18,767	18,222	21,968	33,445	41,254	39,757	35,451	55,538	30,227	23,920	30,861	35,263
資源量	5,117	3,322	3,225	3,888	5,920	7,302	7,037	6,275	9,830	5,350	4,234	5,462	6,242

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	F 06-08	F 07-09
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	1,660	1,594		
漁獲割合	0.311	0.380	0.406	0.386	0.292	0.255	0.259	0.310	0.212	0.283	0.392	0.292		
F	0.372	0.479	0.520	0.488	0.345	0.294	0.300	0.371	0.238	0.333	0.498	0.345	0.314	0.356

漁期後の資源量 (トン)												
年齢	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
経産	3,526	2,058	1,917	2,387	4,193	5,440	5,214	4,330	7,746	3,835	2,574	3,868

2010 年の漁獲量、漁獲割合、F、2011 年の資源尾数および資源量は予測値。

F 06-08 と F 07-09 は、2006～2008 年と 2007～2009 年の F の平均を、それぞれ示す。年齢別資源尾数はトロール網のサイズ別選択率を一定として推定した値であり、若齢ほど実際の資源尾数より過小と考えられる。

加入量の不確実性を考慮したシミュレーションを行う際、加入を次のように設定した。雌の加入尾数は初産ガニ（10 齢）、雄の加入尾数は 11 齢のはさみ小（最終脱皮前）の資源尾数とした。2011 年以降の雌の加入尾数を、2006～2010 年の値からランダムに抽出した。雌と雄では加入に 1 齢のずれがあるので、雄の加入尾数は、雌の翌年の値とした。例えば、2013 年の雌の加入尾数に 2007 年の値が抽出されたとき、2014 年の雄の加入尾数は 2008 年の値とした。ある年の雌の加入尾数に 2010 年の値が選ばれたときは、2007～2009 年の雌の平均加入尾数と 2008～2010 年の雄の平均加入尾数の比を 2010 年の雌の加入尾数に乗じた値を、翌年の雄の加入尾数とした。

以上の加入条件で、漁獲シナリオごとに、2016 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。

(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（補足表 4）。

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

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 を下式により計算した。下式で E は漁獲率を示す。

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

いずれの漁獲シナリオでも、2011 年 ABC を下式により計算した。

$$ABC = N'_{2011} [1 - \exp(-F)] w$$

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（2005 年から 2009 年）の資源尾数の平均値を 2011 年の漁期時点資源尾数（ N'_{2011} ）とした。同様に、現状の漁獲圧（ F_{current} ）も直近 5 年間（2005 年から 2009 年）の F の平均値とした。

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	2010
雄	1,653	2,703	2,598	3,402	1,715	3,950	3,212	3,358	2,856	3,815	3,145	4,906
雌	1,991	3,307	7,897	5,581	2,789	3,285	2,003	1,928	2,709	3,111	3,435	2,450

漁獲尾数 (千尾)												
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337	330	377
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	369	435	352

漁獲量 (トン)												
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
雄	220	200	196	202	191	159	154	155	154	176	172	197
雌	64	63	61	60	66	59	65	85	77	65	77	62
合計	283	264	258	262	257	218	219	240	232	241	249	259

漁期時点資源尾数 (千尾)														
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
雄	2,248	3,371	3,247	4,147	2,261	4,669	3,845	4,009	3,452	4,554	3,806	5,800	3,933	4,324
雌	2,562	4,013	9,073	6,506	3,455	3,966	2,580	2,609	3,431	3,807	4,231	3,059	3,332	3,428

漁期時点資源量 (トン)														
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
雄	1,173	1,760	1,695	2,165	1,180	2,437	2,007	2,093	1,802	2,377	1,987	3,027	2,053	2,257
雌	453	710	1,606	1,152	611	702	457	462	607	674	749	542	590	607
合計	1,627	2,470	3,301	3,316	1,792	3,139	2,464	2,555	2,410	3,051	2,735	3,569		

漁獲割合 (%)												
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
雄	18.7	11.4	11.6	9.3	16.2	6.5	7.7	7.4	8.6	7.4	8.7	6.5
雌	14.1	8.9	3.8	5.2	10.8	8.4	14.2	18.4	12.8	9.7	10.3	11.5
全体	17.4	10.7	7.8	7.9	14.3	6.9	8.9	9.4	9.6	7.9	9.1	7.3

F														
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	F04-08	F05-09
雄	0.21	0.12	0.12	0.10	0.18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08
雌	0.15	0.09	0.04	0.05	0.11	0.09	0.15	0.20	0.14	0.10	0.11	0.12	0.14	0.13
全体	0.19	0.11	0.08	0.08	0.15	0.07	0.09	0.10	0.10	0.08	0.10	0.08	0.09	0.09

2010 年と 2011 年の漁期時点資源尾数は、それぞれ 2004~2008 年、2005~2009 年の平均値。F04-08 と F05-09 は、それぞれ 2004~2008 年、2005~2009 年の平均値。

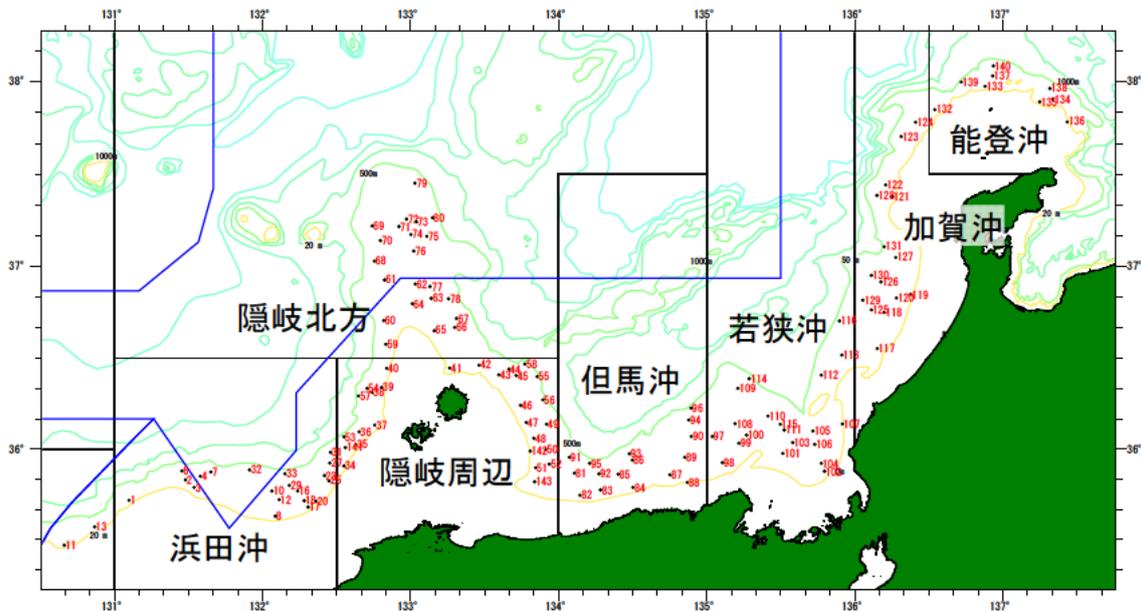
補足資料 3 直接推定法による資源量推定

(1) A 海域におけるトロール調査

2010年5月8日～6月20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137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：11,223、雌：9,755個体）の測定を行った。雄では、甲幅のほか鉋幅を測定し、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、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）。

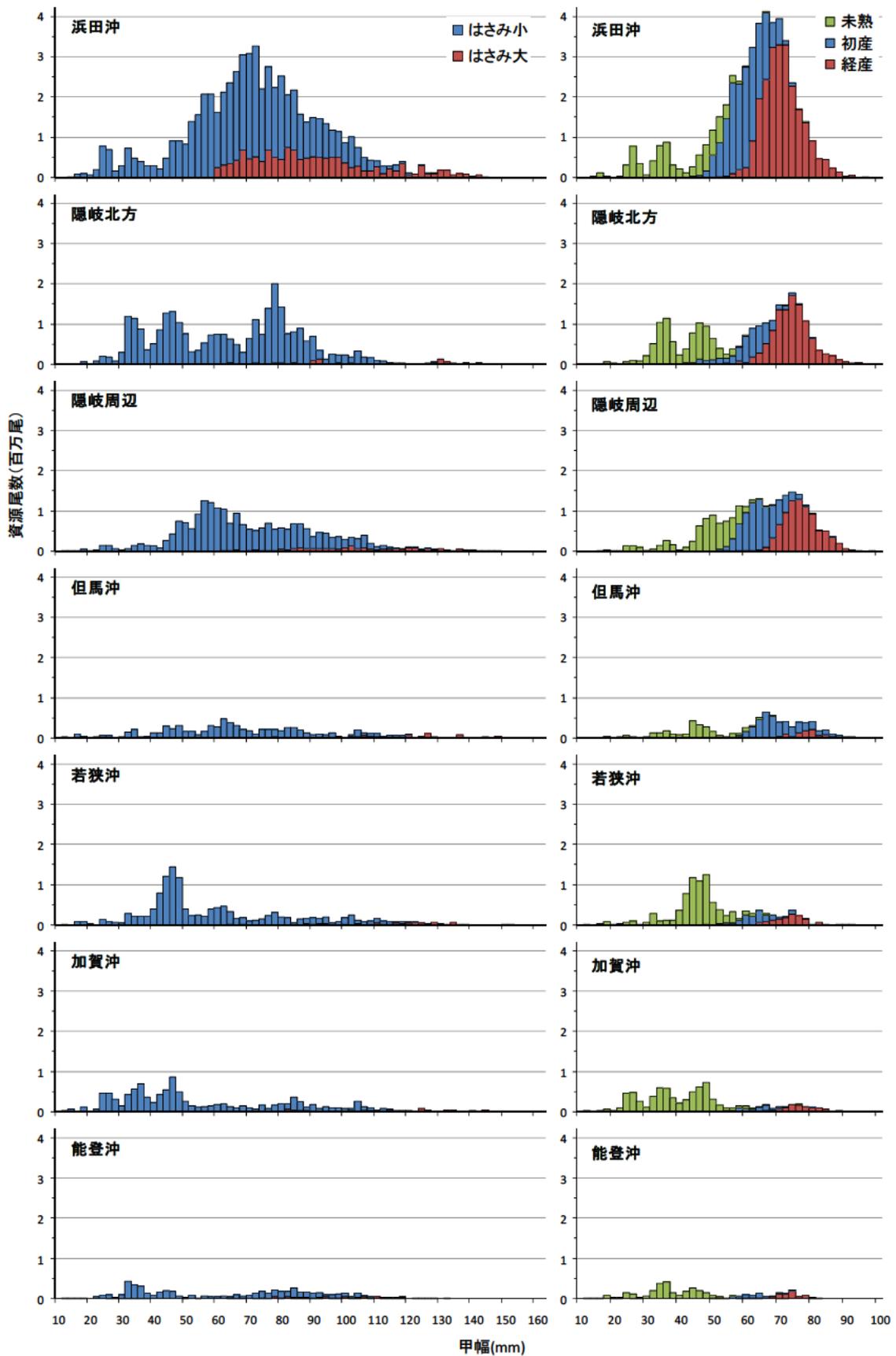


補足図3. トロール調査海域 赤数字は調査点を、黒線は沖底小海区の境界を、青線は日韓暫定ラインをそれぞれ示す。

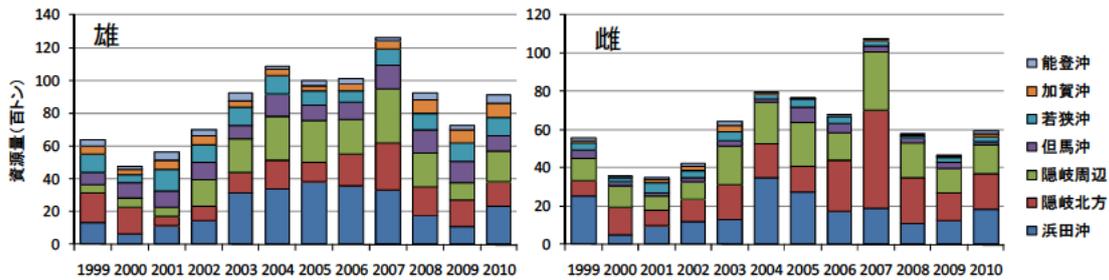
海域別雌雄別の甲幅組成を補足図4に示す。はさみ大や経産のような、最終脱皮後の個体は、例年浜田沖など、西の海域のほうに多い。

トロール調査から推定された2010年の資源量（雄：甲幅90mm以上、雌：経産ガニ）は雌雄とも2009年より増加し、1999年以降では、雄は上から7番目、雌は上から6番目の値であった（補足図5）。

雄では隠岐以西（浜田沖、隠岐北方、隠岐周辺）の資源量が大きく変化していたのに対し、但馬以東（但馬沖、若狭沖、加賀沖、能登沖）の変化は小さかった。2004年までの増加と2008年以降の減少も、隠岐以西の変化によるところがほとんどである。資源量に占める隠岐以西の割合は、2005年には76%とピークであったが、2010年は63%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%、2010年は88%であった。



補足図 4. トロール調査より推定された海域別甲幅組成 (左:雄、右:雌)



補足図 5. トロール調査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。

トロール調査日を 6 月 1 日として、調査時点の資源量 (補足図 5) より漁期時点の資源量を求めた (図 11、補足資料 2)。漁期までに、調査時点に 11 齢だった雄が脱皮後 12 齢となり漁獲加入する。この際、11 齢の加入による資源量の増加量のほうが、漁期までの自然死亡による減少量よりも多いので、調査時点の甲幅 90mm 以上の資源量よりも漁期時点の 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。

2010 年は浜田沖や隠岐周辺西側で、はさみ小や初産個体も多く採集された。一方、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が、2010 年はそれほど多くみられなかった。

浜田沖や隠岐周辺西側、特に水深 200m 付近での大量採集は、昨年の調査結果からは予測されてなかった。鳥取県水産試験場が行ったトロール調査では、2009 年 10 月にはこの水深帯に多くの分布がみられていた。したがって、2009 年 6 月 (日水研トロール調査) から 10 月の間に、この水深帯の分布密度が高くなったと考えられる。

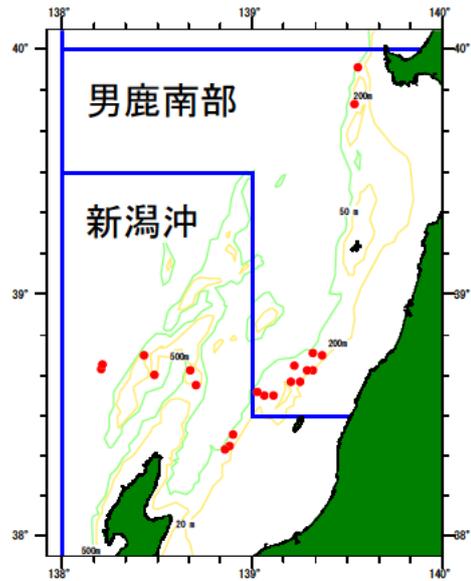
最近日水研が行った桁網調査、また島根県水産技術センターが行ったトロール調査や漁業者への聞き取り等より、浜田沖では水深 200m 以浅にズワイガニの分布が確認されている。現在の調査点配置 (水深 200m 以深のみ) となった当時、200m 以浅における分布は極めて少なく無視できる程度と考えられていたが、近年増加している可能性もある。また、明瞭な水温分布の変化はみられていないが、何らかの要因で 200m 以浅に分布する個体が若干深めに移動すると、今年みられたような大量採集が起こる可能性もある。水深 200m 以浅における資源密度を把握するためにも、来年以降調査点の追加または再配置等を検討する必要がある。

(2) B 海域におけるかご調査

2010 年 6～7 月に行ったかご一斉調査から面積密度法によって資源量を推定した。補足図 6 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、1km²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 2,995 トンであった (補足表 5)。



補足図 6. かご調査の調査点 (赤丸)

補足表 5. かご一斉調査による 2010 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 (km ²)	調査 点数	平均密度 (尾数/かご)		資源尾数 (千尾)		資源量 (トン)	
				雄	雌	雄	雌	雄	雌
新潟沖	200～300	1,116	5	0.1	0.03	13	7	7	1
	300～400	1,102	3	8.6	10.27	1,903	2,263	993	401
	400～500	980	1	2.5	0.05	490	10	256	2
	計		8			2,406	2,279	1,256	403
男鹿南部	200～300	1,029	4	3.5	0.06	725	13	379	2
	300～400	900	6	8.6	0.38	1,553	69	811	12
	400～500	647	4	1.7	0.69	222	89	116	16
	計		14			2,500	171	1,305	30
B海域計			22			4,906	2,450	2,561	434
								雌雄合計	2,995 トン

・引用文献

Dawe, E., G., J. M. Hoenig and X. Xu (1993) Change-in-ratio and index-removal methods for population assessment and their application to snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50**, 1467-1476.

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

補足資料 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、B 海域および韓国は暦年、A 海域沖底は漁期年。A 海域における沖底と韓国の漁獲量はそれぞれ 1970 年および 1965 年から情報が得られている。なお、資源計算には漁期年の漁獲量を用いている（補足資料 2）。

補足表 6. 本州日本海側におけるズワイガニ漁獲量（トン）

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	903	2
1955	8,501	338	8,839			1992	1,621	326	1,947	935	11
1956	7,721	383	8,104			1993	1,880	386	2,266	1,215	94
1957	9,079	527	9,606			1994	2,424	355	2,779	1,424	98
1958	10,274	719	10,993			1995	2,490	308	2,798	1,541	79
1959	10,039	820	10,859			1996	2,631	322	2,953	1,602	133
1960	12,468	812	13,280			1997	2,938	328	3,266	1,959	815
1961	12,041	958	12,999			1998	3,282	270	3,552	2,418	459
1962	13,841	1,010	14,851			1999	3,415	280	3,695	2,733	1,134
1963	14,568	1,038	15,606			2000	3,521	267	3,788	2,472	756
1964	14,600	908	15,508			2001	3,501	246	3,747	2,514	1,001
1965	10,228	823	11,051		271	2002	3,735	241	3,976	2,891	896
1966	9,641	826	10,467		403	2003	4,155	252	4,407	3,132	1,889
1967	9,275	827	10,102		756	2004	4,698	244	4,942	3,600	2,605
1968	10,811	661	11,472		435	2005	4,120	197	4,317	3,402	3,240
1969	11,194	548	11,742		253	2006	4,841	252	5,093	3,706	4,062
1970	14,234	616	14,850	11,265	247	2007	4,978	231	5,209	3,891	4,817
1971	12,172	572	12,744	10,834	494	2008	4,434	274	4,708	3,115	3,019
1972	12,056	514	12,570	7,980	132	2009	3,902	267	4,169	2,808	2,372
1973	8,205	588	8,793	5,689	355						
1974	6,434	501	6,935	4,024	340						
1975	4,767	481	5,248	3,378	100						
1976	4,308	540	4,848	3,091	9						
1977	4,619	708	5,327	3,162	144						
1978	4,367	765	5,132	3,158	228						
1979	4,424	716	5,140	3,185	155						
1980	4,035	735	4,770	2,911	193						
1981	4,187	802	4,989	2,813	125						
1982	3,529	804	4,333	2,329	73						
1983	3,577	691	4,268	2,307	183						
1984	3,015	624	3,639	1,885	6						
1985	2,932	600	3,532	1,361	14						
1986	2,591	539	3,130	1,278	9						
1987	2,096	517	2,613	1,334	4						
1988	1,929	453	2,382	1,131	10						
1989	1,863	384	2,247	1,081	3						
1990	1,806	297	2,103	1,044	3						

2009年の日本の漁獲量は概数値。

補足資料5 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底漁獲成績報告書では、月別漁区（10分柁目）別の漁獲量と網数が集計されている。これらより、月*i*漁区*j*におけるCPUE（*U*）は次式で表される。

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

上式で*C*は漁獲量を、*X*は努力量（網数）をそれぞれ示す。

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

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

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

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

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

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

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

補足資料 6 最終脱皮しなかったズワイガニの長期飼育による脱皮時期の調査
(担当：小浜栽培漁業センター)

(1) 目的

最終脱皮期の時期と言われている 9～10 月に脱皮しなかったと推定されるいわゆる“モモちゃん”ガニについて、長期の飼育により脱皮状況を調査する。調査個体は脱皮前後の形態の変化（鋏高さの甲幅との相対比）を測定する。

(2) 供試個体

2010 年 1 月 26 日、京都府京丹後市間人にて京都府海洋センターからズワイガニ 41 尾を譲り受けて小浜栽培漁業センターに搬入。1℃に調温した 0.6kL 断熱水槽（1×2×0.3m）で飼育。餌料は、冷凍の中国産アサリ、ナンキョクオキアミ、ゴカイなど。

(3) 飼育経過

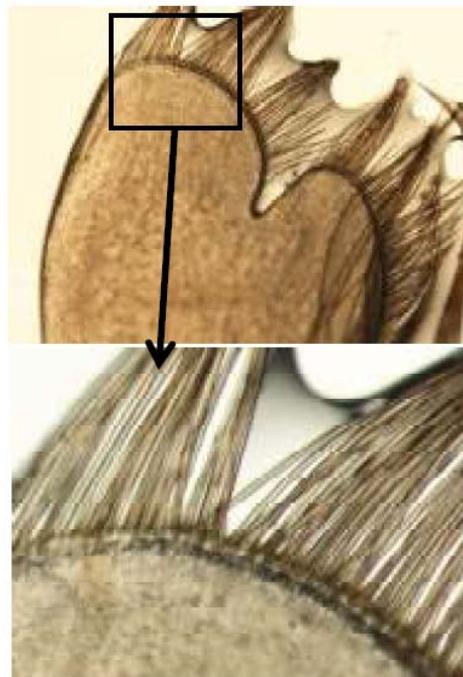
- ・ 搬入翌日(27日)、6尾が死亡。2月4日までに死亡または活力不良で3尾を取り上げ。
- ・ 生残個体の32尾は、山崎ら(1991)の方法により鋏高さの甲幅との相対比から脱皮の可能性のある個体26尾と最終脱皮後の個体6尾に分類(補足表7)。
- ・ 2月4日に甲幅長、右鋏高さおよび体重を測定し、個体識別用標識を装着。死亡・取り上げ個体の9尾については、山崎ら(1991)の方法によりステージ分けをおこなったところ全ての個体がBステージであり(補足表8)、基節の縁辺部分の内側に新しい基節の表皮や剛毛の形成は見られなかった(補足図8)。
- ・ 現時点(7月12日)までの生残は、脱皮前と考えられる個体26尾のうち3尾(生残率11.5%)であった。飼育期間中の水温は平均 $0.9 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ($0.7 \sim 1.1^{\circ}\text{C}$)とほぼ安定していた。月別の生残率および死亡数を補足図7に示した。死亡個体は、試験開始約2ヶ月後の4月以降に増加した。特に5月の死亡個体が10尾と顕著であった。
- ・ 脱皮状況を見ると、4月16日に1個体(No.133)が脱皮を開始したが3日後には脱皮途中の状態で死亡した。死亡時の甲殻と第2-Maxillaの状況を補足図9に示した。背甲後縁の一部は離れた状況であったが、脚および鋏は脱皮に至らなかったため最終脱皮であるかは不明であった。第2-MaxillaはC-stageの状況であった。
- ・ 補足図10に5～6月に死亡した個体の第2-Maxillaの状況を示した。No.138、No.146、No.156は縁辺部分の内側が剥離している状況に見えるが脱皮中に死亡したNo.133のように明瞭な輪郭は見られなかった。このような状況が見られたのは全死亡個体中No.138、No.146、No.156の3個体のみであった。他の死亡個体はNo.134、No.135、No.154と同じ状態で、新しい基節の表皮や剛毛の形成や縁辺部分からの剥離は見られなかった。
- ・ 現在(7月12日時点)3尾が生残しており継続して飼育中。

補足表 7. 甲幅・鉗高さおよび脱皮判定

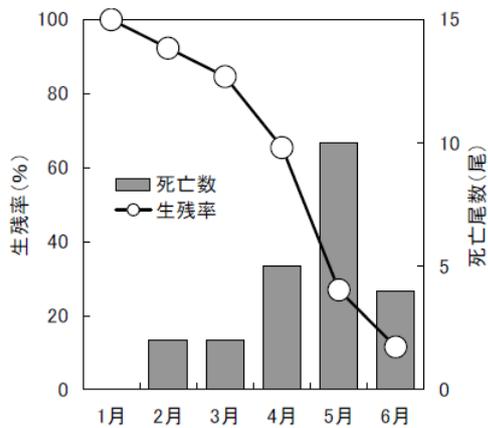
装着番号	脱皮前甲幅(mm)	脱皮前右鉗脚高長(mm)	脱皮前左鉗脚高長(mm)	体重(g)	最終脱皮の判別 脱皮前:○ 脱皮後:×	欠損部位
131	105.1	18.5		441	○	
132	104.7	18.4		420	○	
133	106.1	18.0		434	○	
134	114.0	19.0		525	○	
135	108.2	18.4		418	○	
136	109.1	17.6		429	○	
137	93.7	17.2		317	×	
138	124.0	22.0		638	○	
139	106.4	17.0		418	○	
140	109.5	18.2		428	○	左第1歩脚
141	93.3	18.9		315	×	
142	115.1	21.3		545	○	
143	110.3	18.0		470	○	
144	114.8	19.0		535	○	
145	114.1	20.2		539	○	
146	109.9	18.6		529	○	
147	122	21.5		669	○	
148	112.6	21.4		536	×	
149	111	20.4		466	○	
150	118.1	19.8		592	○	右第4歩脚
151	102.0	16.6		375	○	
152	94.4	17.7		310	×	
153	95.2	16.6		318	○	
154	120.0	21.3		631	○	
155	119.2	20.6		592	○	右第3歩脚
156	126.3	21.5		768	○	
157	117.0	20.4		539	○	左第2歩脚
158	93.4	15.3		276	○	右第1歩脚
159	123.5	27.0		737	×	左第1歩脚
160	97.6		21.1	333	×	右第2歩脚
161	109.4	18.3		450	○	左第3歩脚
162	98.9	17.0		346	○	左第1歩脚

補足表 8. 取り上げ個体の脱皮ステージ

個体番号	脱皮ステージ	脱皮前甲幅	脱皮前右鉗高長	脱皮前左鉗高長	体重	欠損
A	B	121.2	—	21.6	608	右鉗
B	B	119.4	20.8	—	608	無し
C	B	114.4	19.5	—	520	右第3歩
D	B	107.9	17.7	—	341	右第1歩 左第1歩
E	B	102.3	—	17.0	346	右鉗
F	B	103	16.5	—	375	右第4歩
G	B	116.2	19.7	—	402	右第2.4歩 左第1歩
H	B	103.8	17.2	—	368	右鉗 左第2歩
I	B	96.34	—	15.9	256	右鉗 右第2歩、右第4歩



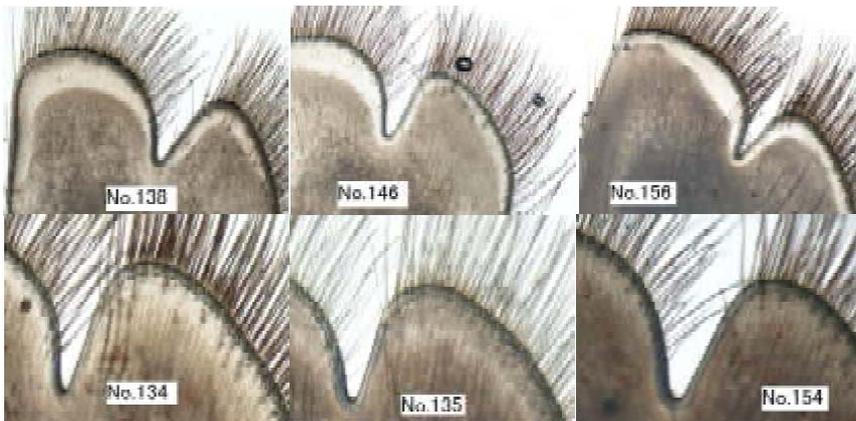
補足図 8. I 個体の第 2Maxilla の状況



補足図 7. 生残率および死亡尾数の推移



補足図 9. 脱皮途中で死亡した個体の脱皮状況 (No.133)



補足図 10. 5月および6月に死亡した個体の第2Maxilla の状況

補足資料7 ミズガニ放流後の生残率推定（新規加入量）調査結果
（担当：京都府農林水産技術センター海洋センター）

(1) 背景

日本海西部では、ミズガニ解禁日が雄ガニ、雌ガニに比べ約2ヵ月遅いことから、漁期中であってもミズガニの混獲、投棄が認められる。ミズガニの投棄直後の生残率を推定することは、本種の現存量推定の精度を高めるためには重要となる。また、近年資源の持続的、経済的有効利用を目的に、漁業者の自主規制としてミズガニの漁獲禁止が一部の海域で実践されており、その効果を算定する上でもミズガニの生残率を推定することは重要である。

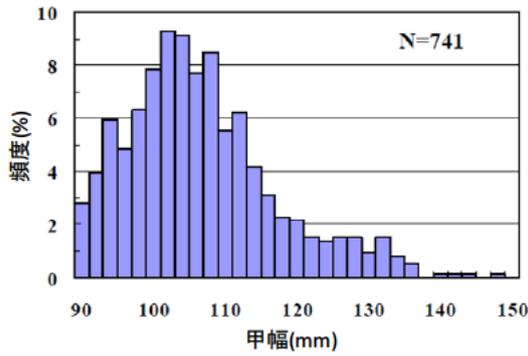
(2) 材料および方法

- ・ 調査はカニ漁期にあたる2009年11月25日、12月9日、2010年1月27日、2月21日および3月1日に5回実施した（1回/月）。なお、調査結果には2009年2月24日、3月17日の予備調査結果も使用した。
- ・ 底びき網（漁船）で水揚げされたミズガニを海上で受取る（調査船「平安丸」183トン）。
- ・ カニかごにミズガニを收容（40個体未満/かご）。
- ・ 收容したかごを約20cm/秒で海底まで降ろし、約6時間沈設（山崎、1994）。ただし、調査中の気象等の影響により、6時間未満の場合もあり。
- ・ かごを船上に回収し、生死を判定（額脚、触手等の動きの有無）。
- ・ 海水を張った水槽にミズガニを入れ、個体の沈降の有無を確認（沈降しない個体は生残していても死亡と判断した）。
- ・ 甲幅、鉋高さ、体重、硬度（甲羅、第一歩脚）を測定。硬度は各3回計測し、平均値を採用。
- ・ カニかごの設置後と回収前にCTD観測を行った。

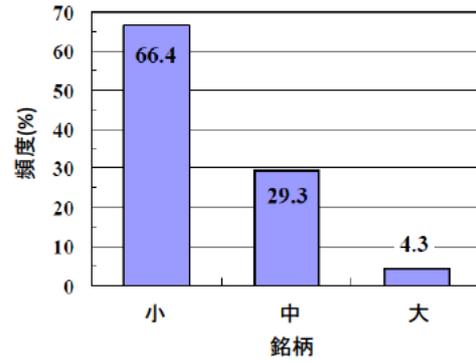
(3) 結果

甲幅組成

- ・ 調査に供したミズガニは甲幅90～148mmであり、102mm付近にモードがみられた。
- ・ 銘柄では小（90～109mm）が66.4%、中（110～129mm）が29.3%、大（130mm～）が4.3%であった。
- ・ 最終脱皮個体の出現率は、小が16.4%、中が37.8%、大が100%であった。



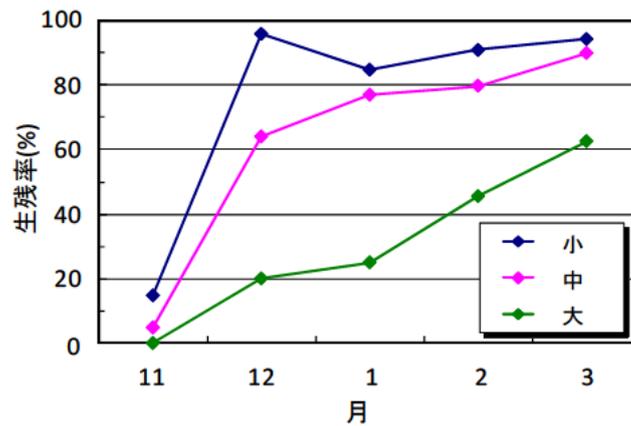
補足図 11. ミズガニの甲幅組成



補足図 12. 銘柄別頻度

生残率

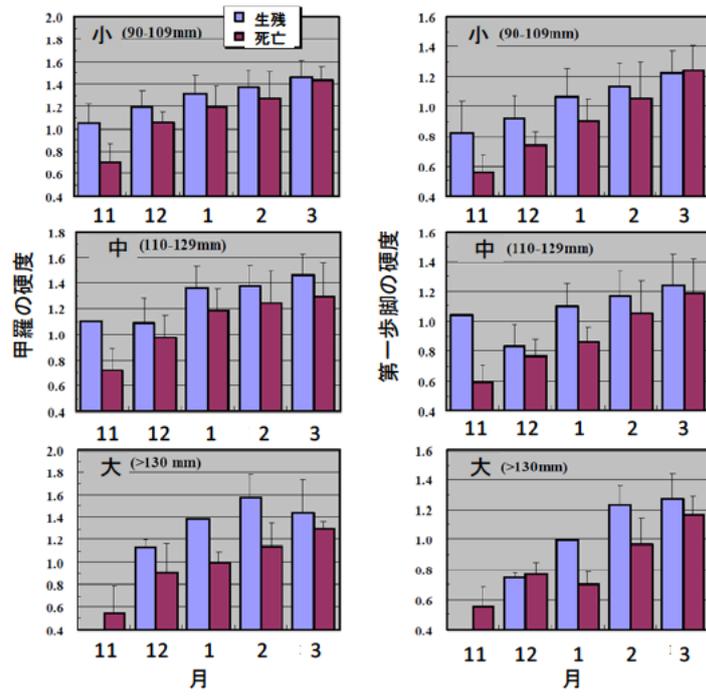
- 11月の生残率は0~14.8%と非常に低かった。
- 生残率は時間の経過とともに高くなる傾向がみられた。
- 「大」の生残率は全体的に低かった。
- ミズガニ漁期である1~3月の「中」「小」の生残率は約80~95%と高かった。



補足図 13. 月別銘柄別の生残率

生残と硬度の関係 (参考)

- 平均硬度は時間の経過とともに高くなった。
- 平均硬度は生残個体のほうが死亡個体よりも高かった。
- 「大」の硬度は「中」「小」に比べやや低かった (特に11~12月)。



補足図 14. 生残個体と死亡個体の銘柄別月別硬度