平成 23 年度ズワイガニ日本海系群の資源評価

責任担当水研　：日本海区水産研究所（上田祐司、木下貴裕、養松郁子、藤原邦浩、松倉隆一、山田達哉、山本岳男）
参 画 機 関　：秋田県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位水準にあったが急激に低下し、低位水準となった以後、80 年代後半まで低下し続けた。1990 年代以降は上昇しており、2002 年以降の資源水準を中位と判断している。トロール調査から推定された漁獲対象資源量は、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、2011 年は再び減少していることから、資源動向を減少と判断した。2010～2014 年の平均加入量による加入状況が今後続くと仮定したとき、現状の漁獲圧を若干削減することにより 2011 年程度の親魚量の維持は可能であり、資源量は微増すると予測される。このような資源状況においては、現状の漁獲圧を削減しながら親魚量を維持し、豊度の高い年級群の発生による資源の増加を待つのが望ましいと考えられる。以上より、直近の親魚量の維持(0.88Fcurrent)、直近の親魚量の増大(0.79Fcurrent)および親魚量の増大(0.68Fcurrent)を目指す漁獲シナリオを採用し、ABC を算定した。

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や網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り、資源水準を高位と判断した。かご調査から推定された資源量は 2009 年と 2010 年では増加しており、資源動向を増加と判断した。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。以上より、現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)、適度な漁獲圧による漁獲(F0.1)、および親魚量の確保（F30%SPR および F40%SPR）を目指す漁獲シナリオを採用し、ABC を算定した。

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）		2012 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* (0.68Fcurrent)**	0.16 (0.11, 0.28) (0.68Fcurrent)	14% (10%, 24%)	35～39 (18-22, 16-19)	35 (18, 17)	100%	100%	31 (15, 16)
直近の親魚量の増大* (0.79Fcurrent)**	0.18 (0.12, 0.32) (0.79Fcurrent)	16% (12%, 28%)	38～42 (19-24, 17-20)	38 (20, 18)	91%	100%	35 (17, 18)
直近の親魚量の維持* (0.88Fcurrent)**	0.20 (0.13, 0.36) (0.88Fcurrent)	18% (13%, 30%)	39～44 (20-25, 18-21)	41 (21, 19)	49%	100%	38 (19, 19)
							2012 年算定漁獲量
現状の漁獲圧の維持* (Fcurrent)	0.22 (0.15, 0.41) (1.00Fcurrent)	20% (14%, 34%)	41～47 (21-26, 19-22)	43 (23, 21)	0%	100%	43 (21, 22)

コメント

・本系群の ABC 算定には、規則 1-3)-(3)を用いた。

・**これらのシナリオでは β_2=0.68、0.79、0.88 とした。

・Fcurrent は、2008～2010 年漁期の漁獲係数の平均を示す。

・将来漁獲量において、5 年後は 2017 年の漁獲量の上側および下側 10%を、5 年平均は 2013～2017 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。

・評価（5 年後）は雌に対しての値である。

・現状親魚量は 2011 年の漁期後に想定される 11 齢雌資源量（4,500 トン）を、Blimit は 2002 年の漁期後 11 齢雌資源量（2,400 トン）をそれぞれ示す。

・年は漁期年（7 月～翌年 6 月）を示す。

・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。

漁獲シナリオ（管理基準）の定義については以下の通りである。なお、2011 年の漁期後親魚量は、過去の親魚量と漁獲量の関係から得られた予測値である。

・親魚量の増大：2010～2014 年の平均加入量による加入が 2013 年以降続くと仮定したときに、2017 年の漁期後親魚量が 2004 年（近年では 2007 年の次に高い値）と同値となる F 値

・直近の親魚量の増大：2012 年の漁期後親魚量が 2011 年漁期後よりもわずかに増加する、すなわち「直近の親魚量の維持」の F 値に 0.9 を乗じた値。
・直近の親魚量の維持：2012 年の漁期後親魚量が 2011 年漁期後を維持できる（同値になる）F 値。

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）
2009	205 (162, 42)	40 (23, 17)	0.22 (0.15, 0.50)	19% (14%, 39%)
2010	278 (223, 55)	39 (21, 18)	0.15 (0.10, 0.39)	14% (10%, 33%)
2011	222 (159, 63)	-	-	-

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 11 齢雌資源量（2,400 トン）	これ以下の親魚量だと低位水準となるため
2011 年	親魚量	2011 年の漁期後に想定される 11 齢雌資源量（4,500 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（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）（Fcurrent との比較）	漁獲割合（雄, 雌）	将来漁獲量（トン）		評価		2012 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* (Fcurrent)	0.08 (0.07, 0.14) (1.00Fcurrent)	8% (7%, 13%)	－	－	－	－	260 (180, 80)
親魚量の確保* (F40%SPR)	0.16 (0.16, 0.16) (1.66Fcurrent)	15% (15%, 15%)	－	－	－	－	480 (390, 90)
適度な漁獲圧による漁獲* (F0.1)	0.17 (0.16, 0.19) (1.77Fcurrent)	16% (15%, 17%)	－	－	－	－	490 (390, 100)
親魚量の確保* (F30%SPR)	0.22 (0.22, 0.22) (2.15Fcurrent)	20% (20%, 20%)	－	－	－	－	650 (530, 120)

コメント
・ABC の算定には、規則 1-3)-(1)を用い、β_1=1 とした。
・再生産関係が不明であり、漁獲対象前の資源尾数が推定できないことから、将来予測は行っていない。。
・Fcurrent は、2006～2010 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 420 トン、F40%SPR で 370 トン、F30%SPR が 500 トン。
・年は漁期年（7 月～翌年 6 月）。
・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。

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）
2009	3,600 (3,000, 500)	259 (197, 62)	0.09 (0.07, 0.12)	7.3% (6.5%, 11.5%)
2010	4,400 (4,000, 400)	250 (174, 77)	0.08 (0.04, 0.22)	5.7% (4.3%, 20.0%)
2011	3,200 (2,600, 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：高位　　動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
資源量	かご調査（秋田県、山形県、新潟県）
自然死亡係数 （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

ズワイガニは本州日本海沿岸における最も重要な底魚資源である。中でも石川県から鳥取県に至る底びき網漁業においては、ズワイガニ漁期（11 月から翌年 3 月）の水揚げ金額の 7 割近く（2009 年漁期では 68%）を本種が占めている（全国底曳網漁業連合会 2010）。本州日本海沿岸におけるズワイガニ漁業では、富山県以西の A 海域と新潟県以北の B 海域で異なる漁業規制が行われ、TAC も別々に設定されている。これに加え、両海域では本種に対する漁業の実態、漁獲統計資料の蓄積状態及び調査方法が異なることから、A 海域と B 海域それぞれについて資源評価を行っている。

2. 生態

（1）分布・回遊

日本海における本種の分布範囲は、大陸棚斜面の縁辺部および日本海中央部の大和堆であり、水深 200～500m に多い（図 1）。水深 500m 以深には近縁のベニズワイガニが分布し、水深 500m 前後には、これら 2 種の交雑個体がみられる場合がある。未成熟個体では、雌雄による分布の差はほとんどみられない。雌の成熟脱皮とそれに続く初産は、限られた比較的水深の浅い海域で集中して行われることが知られている。また、成熟後は雌雄で主分布水深が異なり、260～300m を境に深い海域では主に雌ガニが、浅い海域では主に雄ガニが分布する。本種は孵化後、約 2～3 ヶ月の浮遊幼生期（プレゾエア期、第 1 ゾエア期、第 2 ゾエア期、メガロパ期）を経て稚ガニに変態し、着底する（今 1980）。標識放流結果から、着底後に浅深移動は行うが、水平的に大きな移動を行う例は少ないことが知られている（尾形 1974）。

図 1. ズワイガニ日本海系群の分布

（2）年齢・成長

ズワイガニでは脱皮齢期ごとの平均甲幅により相対年齢が推定できる（今ほか 1968、山崎・桑原 1991、山崎ほか 1992）。稚ガニ及び未成熟ガニでは成長に雌雄差はなく、甲幅 60mm 台で 10 齢となる（図 2）。雄では主に 11 齢から最終脱皮し始め、13 齢ですべての個体が最終脱皮する。雄では最終脱皮の際、体サイズに対しはさみが大きくなる。雌ではほとんどの個体が 11 齢で最終脱皮し、腹部が大きくなり外卵を持つ。最終脱皮により体成長が止まるため、雄の 11 齢以降と雌の 11 齢は複数の年級群で構成される。孵化から 6 齢までは 1 年間に複数回脱皮するが（伊藤 1970）、以後は 1 年に 1 回脱皮するので、孵化から加入（11 齢）までの期間は 7～8 年、寿命は 10 歳以上と考えられる。

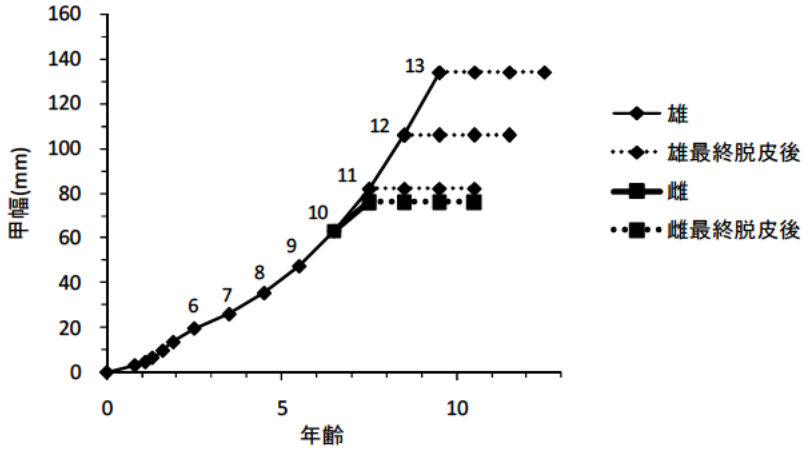


図 2.　ズワイガニの年齢、脱皮齢期および甲幅の関係
数字は脱皮齢期を示す。10 齢までは雌雄共通である。

（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、10 齢の夏から秋にかけて最終脱皮し 11 齢となり、直後に交尾と初産卵（外卵を持つ）を行う。1 年半の抱卵期間を経て、翌々年の 2～3 月に幼生が孵化し、孵化後短期間のうちに 2 回目の産卵（経産卵）を行う。経産卵後は 1 年の抱卵期間を経て、毎年 2～3 月に経産卵を行う。雌は、初産卵直後の漁期には橙色の外卵を持ち「アカコ」と、翌漁期には茶褐色から黒紫色の外卵を持ち「クロコ」と呼ばれる。

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、ヒトデ類などに捕食される。

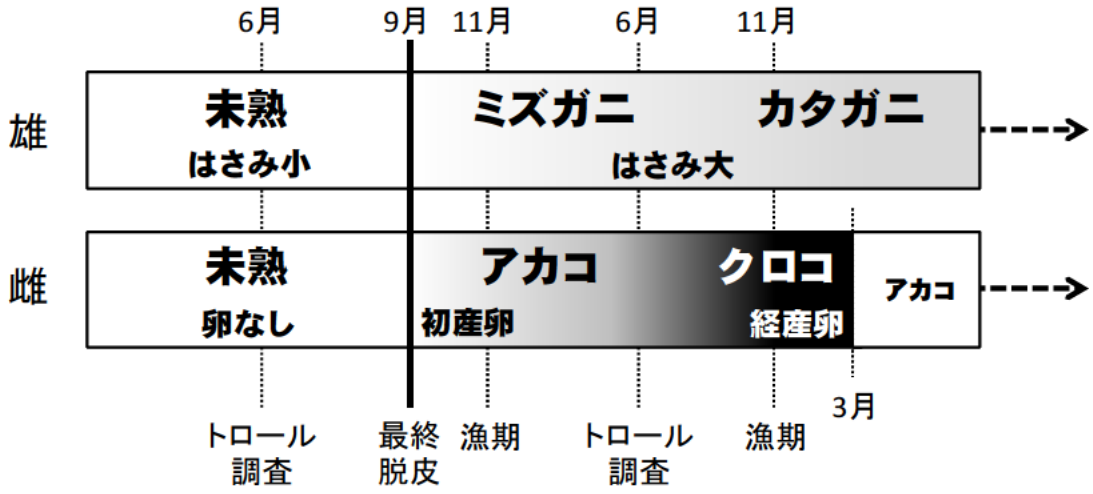


図 3.　ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

・アカコ：橙色の外卵を腹部に有する雌。
・クロコ：茶褐色から黒紫色の外卵を持つ雌。
・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。

Ⅰ．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 11 齢のクロコである。

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

（2）漁獲量の推移

日本海におけるズワイガニの漁獲量（暦年）は、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 2010 年は 4,300 トン（うち A 海域は 3,900 トン）に減少した。海域別では A 海域の割合が極めて高く、漁法別では沖底の占める割合が高い（図 4、補足資料 4）。

韓国の公式統計である「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、その後減少し 2010 年は 2,600 トンであった（図 4）。このうち A 海域に含まれる、日韓暫定水域における漁獲量は不明である。

1999 年以降の漁獲量について、県集計の統計資料をもとに、漁期年別、雌雄別に集計した（図 5）。ミズガニの漁獲量は、2007 年までは 1,000 トン前後でほぼ横ばいだったが、2010 年は 600 トンに減少した。カタガニは 2005 年に減少した他は毎年増加し、2008 年の漁獲量は 1,900 トンだったが、その後減少し 2010 年は 1,500 トンであった。雌ガニも 2001 年から毎年増加し、2007 年には 2,100 トンとなったのち、2008 年は 1,500 トンに急減したが、2010 年は 1,800 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。

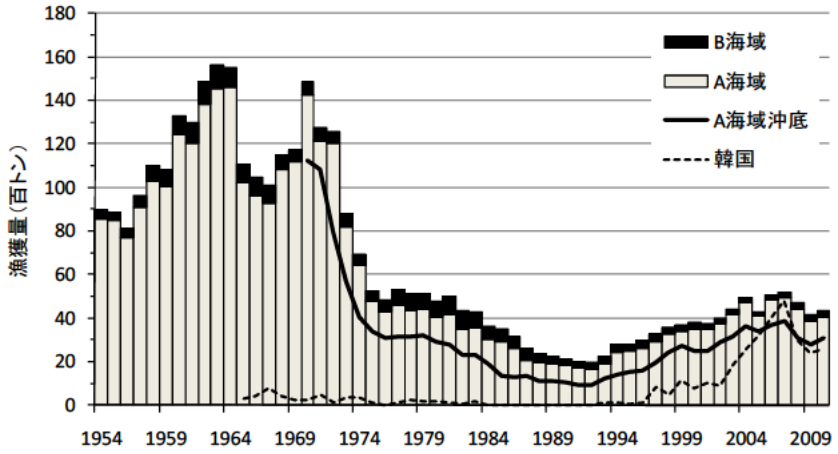


図 4.　本州沖日本海における漁獲量（暦年集計）

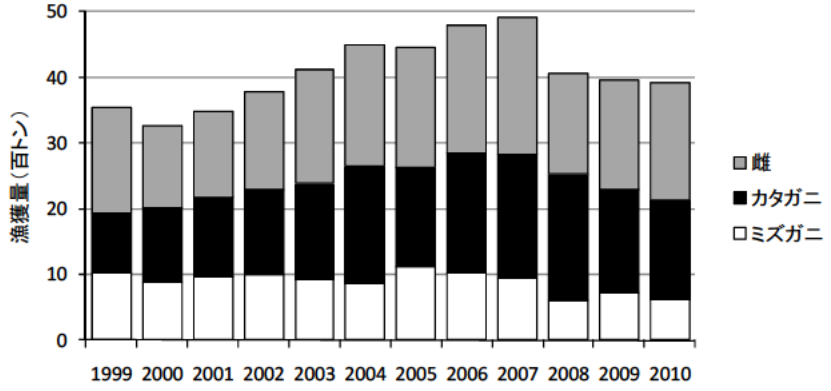


図 5.　雌雄別（雄はカタガニミズガニ別）の漁獲量（漁期年集計）

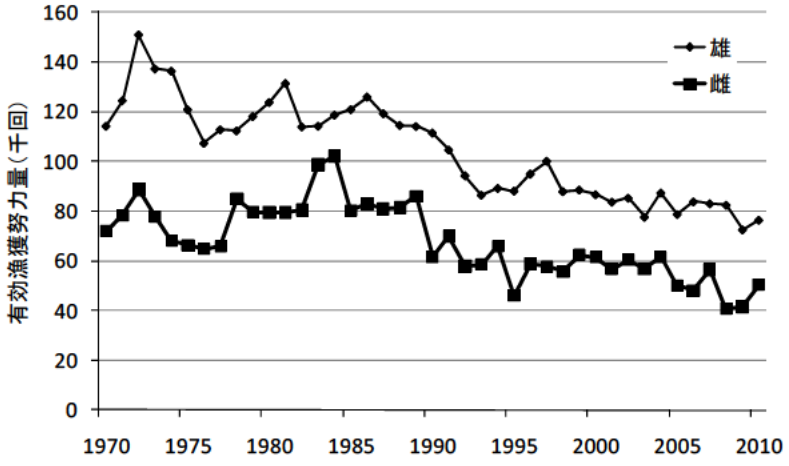


図 6.　沖合底びき網の有効漁獲努力量

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 2012 年漁期について、雄では実質の漁獲対象である 12 齢以上のミズガニカタガニ別の、雌ではクロコ（11 齢）の資源量をそれぞれ求めた（補足資料 2）。

（2）資源量指標値の推移

沖底の漁獲成績報告書から年別中海区別資源密度指数（補足資料 5）を求めた（図 7）。中海区では、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 程度の水準であるのに対し、雌は 1/2 以上まで増加している。2010 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 2007 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 34%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、その後減少を続け、2010 年は 50 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、我が国の漁船の暫定水域内での操業はほぼ皆無で、暫定水域境界付近の操業も減少している。したがって、1999 年以降の沖底に関する指標値は、暫定水域を除く日本 EEZ 内の資源状態の値である。

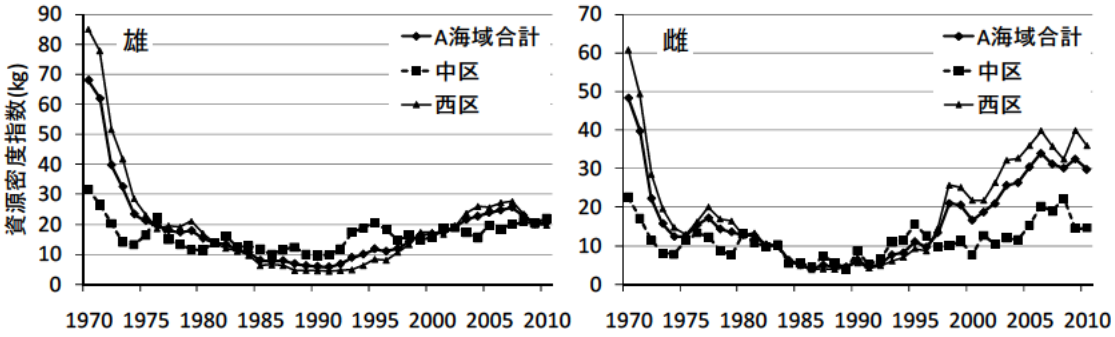


図 7.　A 海域における資源密度指数（西区：但馬沖以西、中区：若狭沖以東）

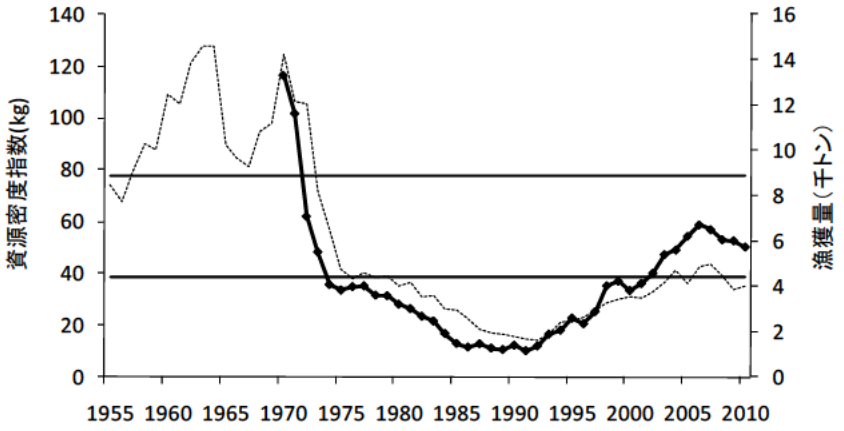


図 8.　A 海域における沖底漁績から求めた資源密度指数（雌雄海区合計）
横実線は最高値（116）と 0 のあいだの三分位点を、点線は漁獲量を示す。

（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。

全体的には、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かったが、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かった。カタガニは、最終脱皮を経てはさみが大きくなった後 1 年以上経過した個体である。しかしながら、近年漁獲物に 12 齢のはさみの小さなカタガニ（モモガニ）が出現しており、2008 年には京都府ではモモガニの割合が 38%に達した（山崎[1] 私信）。これらは本来、秋に脱皮していれば 13 齢のミズガニとして漁獲されていたものと考えられる。2010 年の 12 齢カタガニのうちモモガニの割合は、京都、兵庫、鳥取でそれぞれ 67%、17%、15%であった。齢期別漁獲尾数を用いた資源計算を可能にするためにも、引き続きモモガニの経年的な出現状況を把握し、飼育実験（補足資料 6）等で脱皮時期を明らかにする必要がある。

（4）トロール調査から推定された甲幅組成

2003 年以降の 5～6 月に行われたトロール調査結果に基づき、面積密度法で甲幅組成を推定した（図 10、補足資料 3）。各年とも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 2011 年は、特に豊度の高い年級群はみられなかった。なお、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

[1]京都府農林水産技術センター海洋センター

多くの個体が採集されたことによる。

2011 年漁期に漁獲対象となる、13 齢雄（概ね甲幅 120mm 以上）の資源尾数は、2010 年以前に比べ少なかった。また、2012 年漁期に 12 齢ミズガニとして漁獲加入する 2011 年の 10 齢（概ね甲幅 60mm）の尾数は、2010 年に比べ少なく、2009 年程度であった。

2011 年漁期に漁獲対象となる 11 齢雌の資源尾数は、主に隠岐北方で増加したため 2010 年よりもやや多かった。2012 年漁期に漁獲加入する 10 齢の資源尾数は、2010 年に比べ少なく、2009 年程度であった。

（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、2010 年は 27,800 トンに増加した。2011 年には 22,200 トンに減少した。2012 年には 21,500 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。2010 年の漁獲割合(F)は、ミズガニでは 3%(0.04)、カタガニでは 34%(0.41)、雄全体では 10%(0.10)、雌では 33%(0.39)、雌雄全体では 14%(0.15)であった。長期的には、漁獲割合、F ともに減少傾向である。2008 年から 2009 年には浜田沖においてカタガニと雌で増加したが、2010 年は 2007 年以前のレベルに減少した（図 13）。

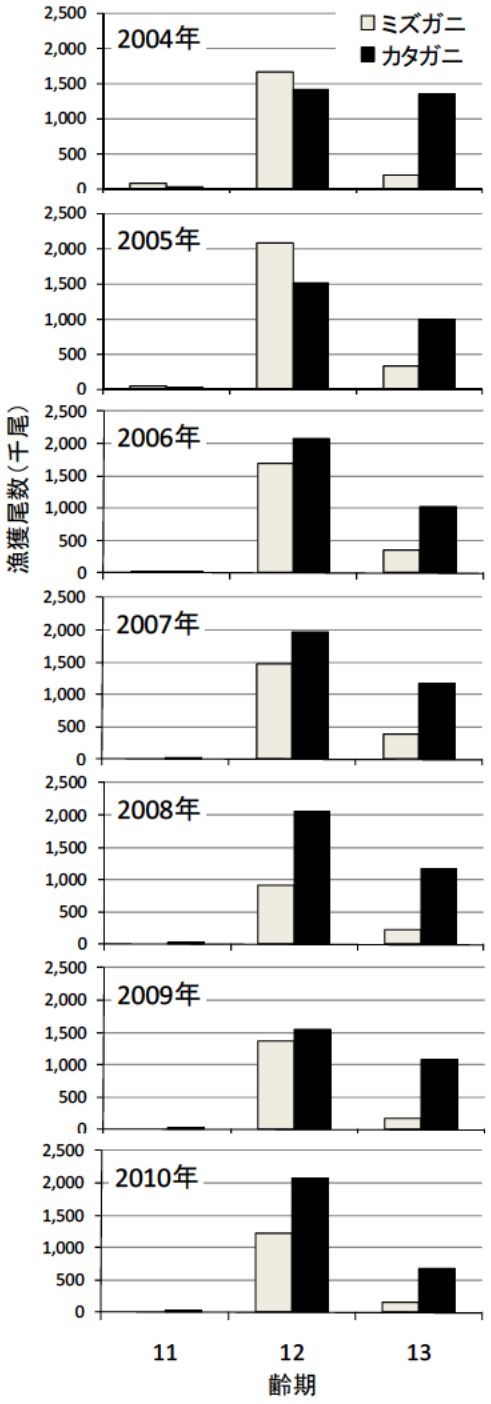


図 9. 主要港における齢期別漁獲尾数

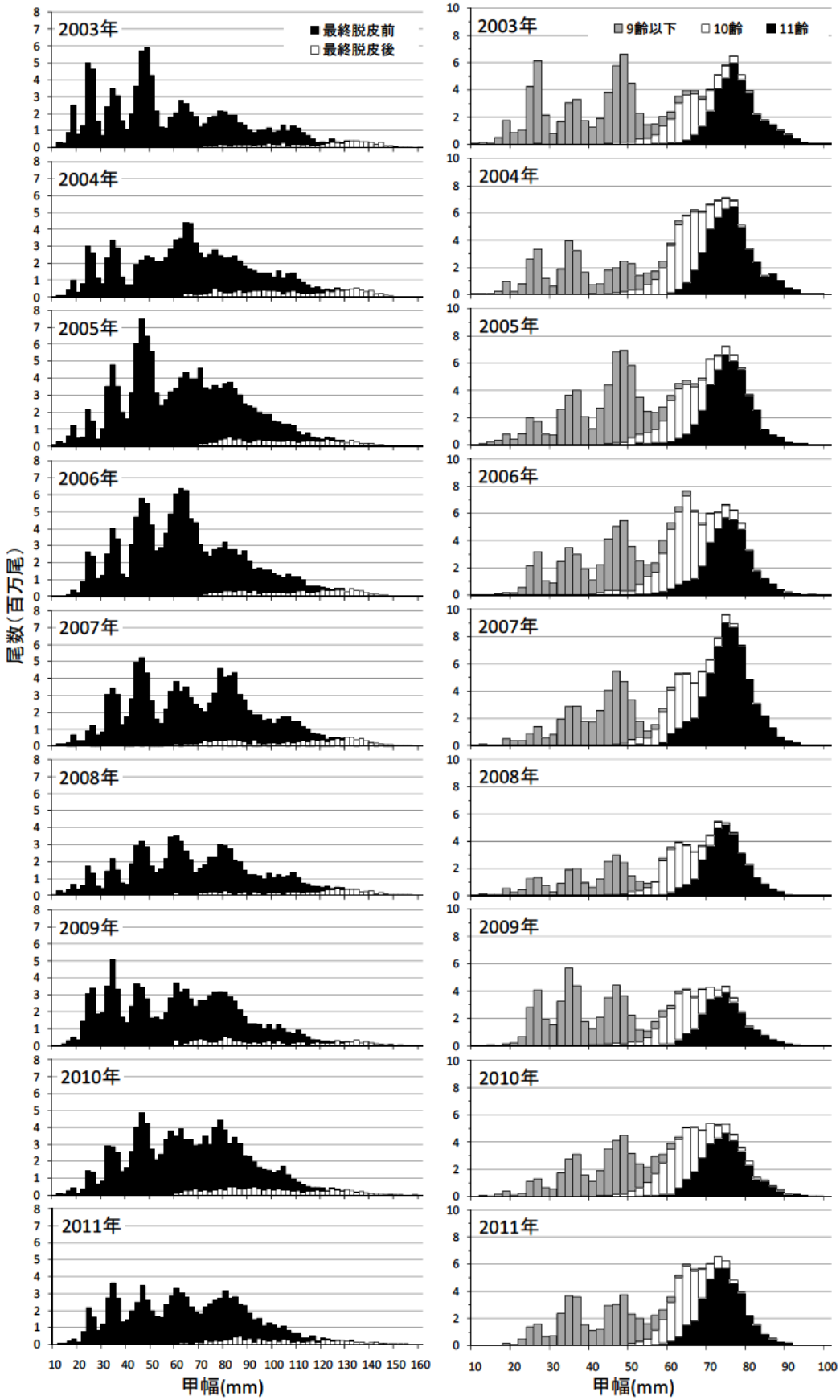


図 10.　トロール調査から推定された甲幅組成（左：雄、右：雌）

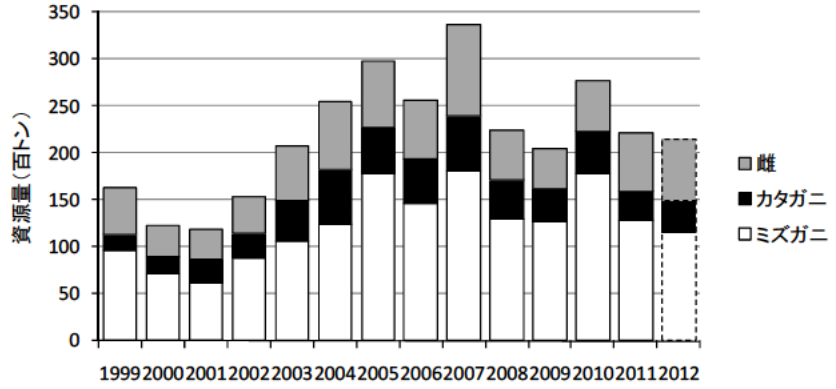


図 11.　トロール調査から推定された漁期時点における資源量
ミズガニとカタガニは 12 齢と 13 齢の合計を、雌は 11 齢クロコをそれぞれ示す。
2012 年は、2011 年の 10 齢以上の齢別資源尾数等から求めた予測値。

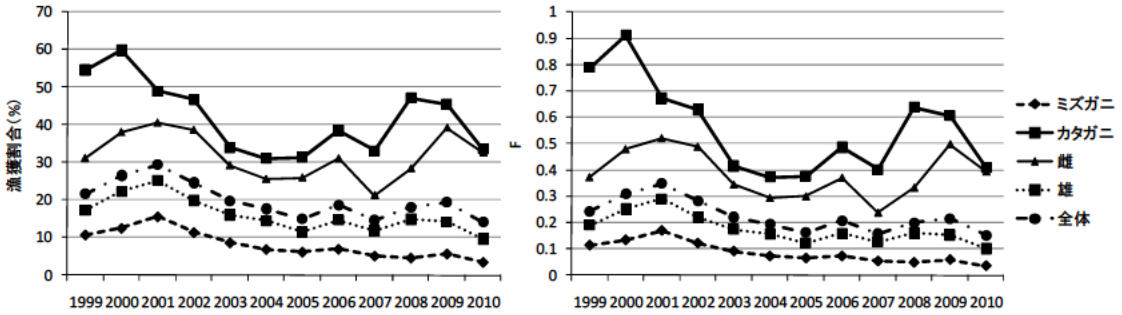


図 12.　漁獲割合（左）と F（右）

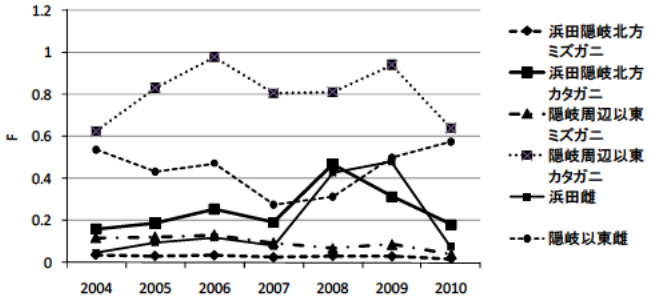


図 13.　海域別 F

（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。判断基準を最高値(116)と 0 のあいだの三分位点（39 と 77）とし、39 未満を低位、39 以上 77 未満を中位、77 以上を高位とした。これより、2002 年以降 2010 年までの資源水準を中位と判断した。

資源動向の判断には 2007 年から 2011 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 2 年間は減少しており、2010 年に増加した後、2011 年は減少した。これより、資源動向を減少と判断した。

（7）Blimit の設定

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。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（11 齢クロコ）とし、2002 年の漁期後の親魚量である 2,400 トンとした（図 14）。ただし、今後再生産関係の長期間の時系列データが得られた時点で、再生産関係に基づいた Blimit に変更することも検討している。

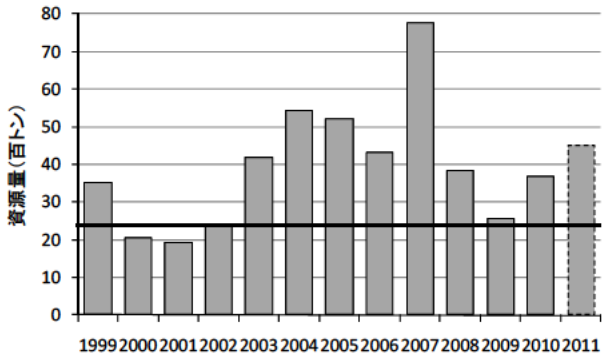


図 14.　雌（11 齢クロコ）の漁期後資源量
2011 年は調査時点資源量と漁獲量の関係（補足図 1）から求めた漁獲量による予測値。太線は Blimit を示す。

（8）今後の加入量の見積もり

ABC を算定する 2012 年漁期に漁獲加入するのは、雄は 2011 年調査時点の最終脱皮前の 10 齢、雌は 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似ており（図 15）、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。その後 2010 年に増加したものの、2011 年はやや減少し 2007～2009 年の水準となった。2011 年の資源尾数は雄で 20 百万尾、雌で 24 百万尾であった。

2011 年の 8 齢（平均甲幅 35mm）および 9 齢（同 47mm）の甲幅組成には他の年と比較して特徴的な点はみられず、これらの資源尾数から予測される今後の 10 齢資源尾数は、2013 年（2014 年漁期に漁獲加入）までは現状レベル程度と予測した。なお、資源の将来予測の際は、ABC 算定漁期の翌年である 2013 年から 2017 年漁期について加入量は一定と仮定し、2010～2014 年漁期の平均加入量（予測値（2013 および 2014 年漁期）を含む平均）を用いた。

本系群の長期的な資源変動には、寒冷期には資源の減少か低水準期、温暖期には増加がみられている。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。

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（図 2）、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 11 齢クロコは 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）。このことは再生産関係を示唆する情報の一つといえ

るが、漁期後 11 齢クロコは 2004 年も増加したのに対し、加入量は 2011 年には減少した。今後もトロール調査データを蓄積し、本系群の再生産関係の有無についてさらに検討していきたい。

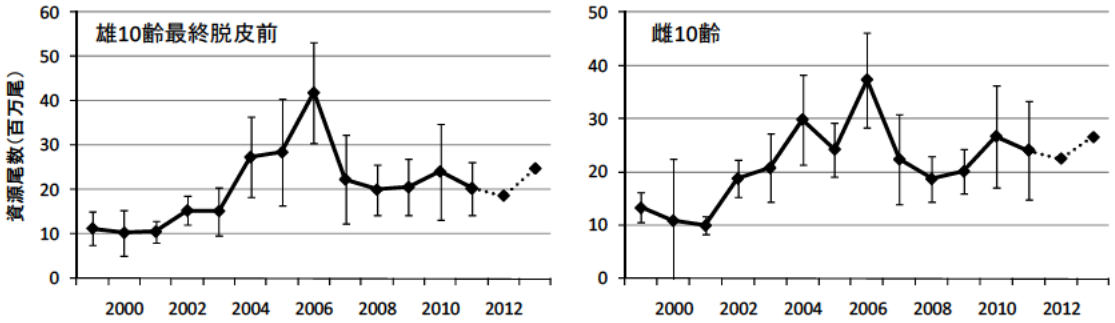


図 15. 次年漁期に漁獲加入する年級群の資源尾数
縦棒は 95%信頼区間を、点線は 2011 年の 8 齢および 9 齢の資源尾数からの予測値をそれぞれ示す。

(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 10 齢までが、漁獲対象個体（雄：12～13 齢、雌：11 齢クロコ）と同様の F で混獲されると仮定し、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 11 齢クロコに設定した場合、放流生残率が 1 の結果と同様になる。

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

雄では、放流生残率が 1 のとき、Fmax はほぼ無限大となる（F0.1 は 0.19)。これは、雄の漁獲開始齢期である 12 齢まで成長した時点で、年級群の資源重量がほぼ最大になるからである。放流生残率が 0.5 および 0 のとき、Fmax(F0.1)はそれぞれ 0.28(0.16)、0.23(0.14)であった。雄の 2010 年の F は 0.10 だったので、放流生残率にかかわらず Fmax よりは小さかった。

雌では、放流生残率が 0.5、0 のとき、Fmax(F0.1)はそれぞれ 0.23(0.16)、0.15(0.11)であった。雌の 2010 年の F は 0.39 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、2010 年の F における%SPR は同様に 41%、19%、8%であった。

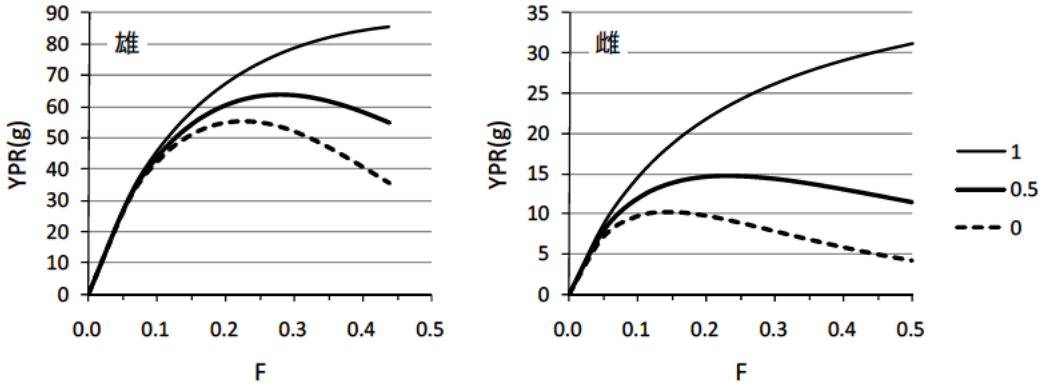


図 16.　F と YPR の関係　凡例は漁獲対象外個体が混獲された際の放流生残率を示す。

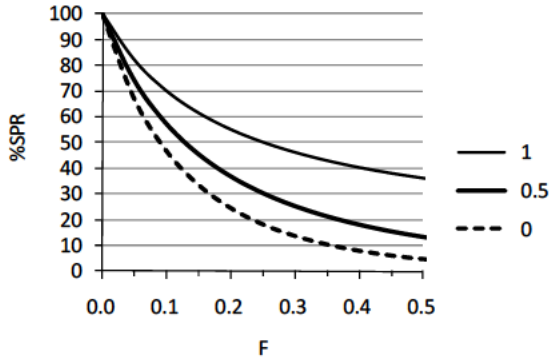


図 17.　F と%SPR の関係　凡例は漁獲対象外個体が混獲された際の放流生残率を示す。

5. 2012 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、今後の加入は安定していると考えられる。漁獲圧を過度に高めない限り中位水準の維持は可能であるが、安定的な漁獲量を継続できるためにも、資源を現状維持または増加させるような F で漁獲することが望ましい。2010～2014 年の平均加入量による加入状況が今後続くと仮定したとき、現状の漁獲圧を若干削減することにより 2011 年程度の親魚量の維持は可能であり、資源量は微増する。なお、ミズガニの F 値は低いが、相当量の混獲死亡が考えられること、また、カタガニに対し価格が 1/5～1/10 であることを考慮しても、漁獲圧を現状より上げるべきではない。

（2）漁獲シナリオに対応した 2012 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、2010～2014 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を若干削減することにより資源の現状維持が期待できる。したがって、ABC 算定規則 1-3)-(3)を適用し、以下の漁獲シナリオに対し β_2=0.68, 0.79, 0.88 とした。

漁獲シナリオとして、親魚量の増大(0.68Fcurrent)、直近の親魚量の増大(0.79Fcurrent)および直近の親魚量の維持(0.88Fcurrent)を目指すものを採用した。ここで、下述の加入条件

において、0.68Fcurrent は 2017 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、0.88Fcurrent は 2011 年と 2012 年の漁期後親魚量が同値になる F、0.79Fcurrent は 0.88Fcurrent に 0.9 を乗じた F と、それぞれ定義した。現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)を目指すシナリオでは、今後の親魚量が減少することから、ABC は参考値とした。

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 10 齢について、それぞれ 2010～2014 年、2009～2013 年の資源尾数（予測値含む）の平均値で一定と仮定した。この加入条件では、漁獲量は 2012 年から、資源量は 2013 年から各シナリオで異なってくる（図 18、図 19）。

2016 年までの予測の結果、漁獲量は、Fcurrent ではほぼ横ばいであるが、他のシナリオでは増加が見込まれる。資源量はいずれのシナリオでも 2013 年以降わずかに増加する。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。雌の漁期後親魚量は、0.68Fcurrent および 0.79Fcurrent ではわずかに増加し、0.88Fcurrent では横ばい、Fcurrent ではわずかに減少する。いずれのシナリオでも 2012 年以降に Blimit（2,400 トン）を下回ることはない。

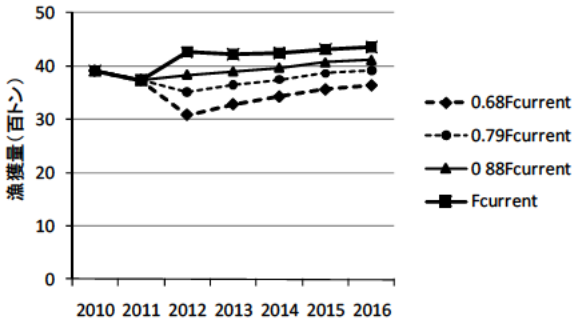


図 18.　各漁獲シナリオにおける漁獲量の予測

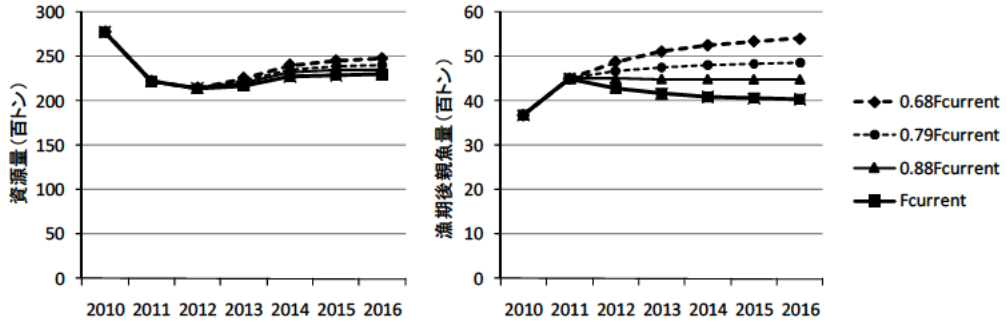


図 19.　各漁獲シナリオにおける資源量（左）および漁期後親魚量（右）の予測

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量（百トン）						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
親魚量の増大	0.68Fcurrent (F=0.16)	39	37	31	33	34	36	36
上記の予防的措置	α0.68Fcurrent (F=0.13)	39	37	25	28	30	31	32
直近の親魚量の増大	0.79Fcurrent (F=0.18)	39	37	35	36	37	39	39
上記の予防的措置	α0.79Fcurrent (F=0.15)	39	37	29	31	33	34	35
直近の親魚量の維持	0.88Fcurrent (F=0.20)	39	37	38	39	40	41	41
上記の予防的措置	α0.88Fcurrent (F=0.16)	39	37	32	34	35	36	37
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.22)	39	37	43	42	42	43	44
上記の予防的措置	αFcurrent (F=0.18)	39	37	35	37	38	39	39
漁獲シナリオ	管理基準	資源量（百トン）						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
親魚量の増大	0.68Fcurrent (F=0.16)	278 (37)	222 (45)	215 (49)	225 (51)	241 (53)	245 (54)	247 (54)
上記の予防的措置	α0.68Fcurrent (F=0.13)	278 (37)	222 (45)	215 (52)	229 (56)	247 (59)	253 (61)	257 (62)
直近の親魚量の増大	0.79Fcurrent (F=0.18)	278 (37)	222 (45)	215 (47)	222 (48)	236 (48)	239 (48)	241 (49)
上記の予防的措置	α0.79Fcurrent (F=0.15)	278 (37)	222 (45)	215 (50)	227 (53)	243 (55)	248 (56)	251 (57)
直近の親魚量の維持	0.88Fcurrent (F=0.20)	278 (37)	222 (45)	215 (45)	220 (45)	232 (45)	234 (45)	236 (45)
上記の予防的措置	α0.88Fcurrent (F=0.16)	278 (37)	222 (45)	215 (48)	225 (50)	239 (52)	244 (52)	246 (53)
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.22)	278 (37)	222 (45)	215 (43)	217 (42)	228 (41)	229 (41)	230 (40)
上記の予防的措置	αFcurrent (F=0.18)	278 (37)	222 (45)	215 (47)	222 (47)	235 (48)	238 (48)	240 (48)

資源量の上段は漁期時点の値を、下段括弧内は漁期後のクロコ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、2012 年以降の加入尾数を、2010～2014 年の値（予測値を含む）からランダムに抽出し（補足資料 2）、漁獲シナリオごとに、2017 年までの資源量、漁獲量および雌（クロコ）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。

各シナリオとも予測幅の違いは小さく、80%信頼区間は 2014 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 0.88Fcerrent でほぼ 50%、これより低い F ではほぼ 90%以上であり、同様に Blimit を維持できる確率は全てのシナリオで 100%であった。

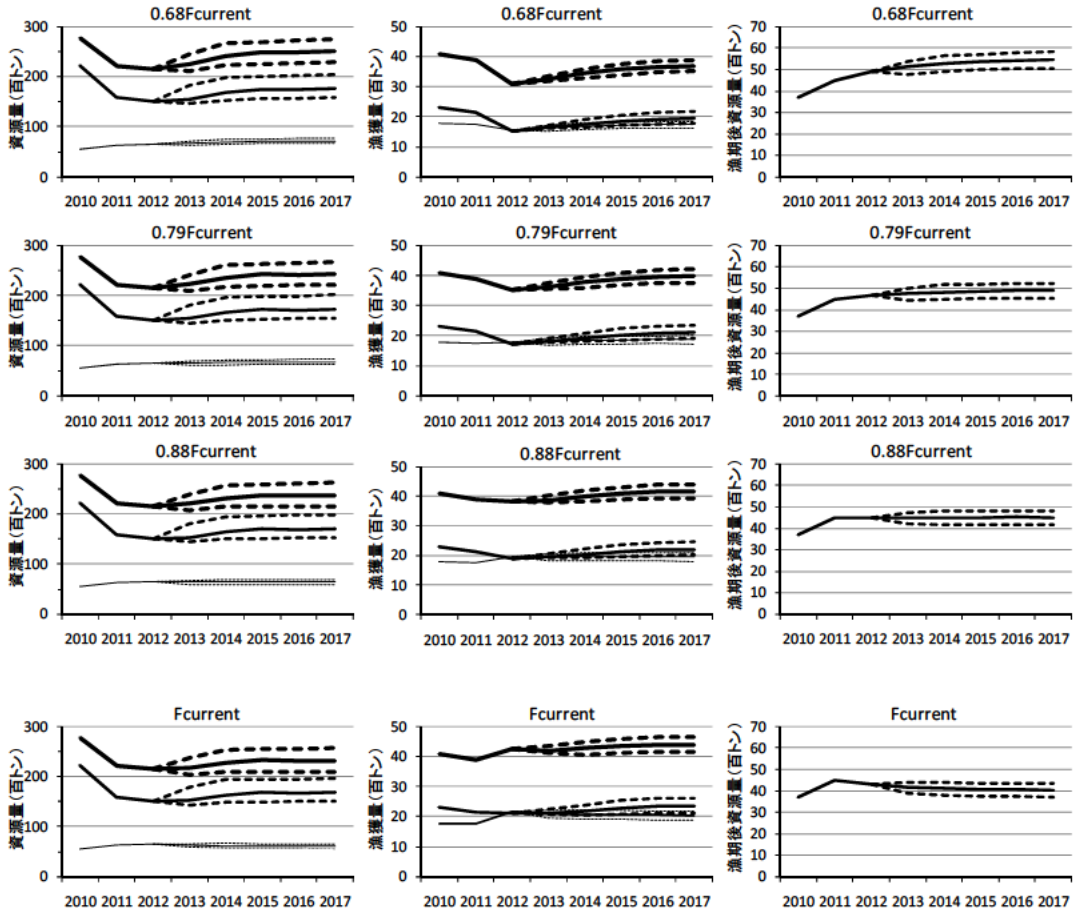


図 20. 各漁獲シナリオにおける、資源量（左）、漁獲量（中）および雌（クロコ）の漁期後資源量（右）の将来予測　　資源量と漁獲量については太線が雌雄合計、細線が雄、極細線が雌を、2012 年以降の実線は中央値を、破線は上側 10%、下側 10%をそれぞれ示す。

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）		2012 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* (0.68Fcurrent)**	0.16 (0.11, 0.28) (0.68Fcurrent)	14% (10%, 24%)	35～39 (18-22, 16-19)	35 (18, 17)	100%	100%	31 (15, 16)
親魚量の増大の予防的措置* (α0.68Fcurrent)	0.13 (0.09, 0.22) (0.54Fcurrent)	12% (8%, 20%)	31～35 (16-19, 15-17)	31 (16, 15)	100%	100%	25 (12, 13)
直近の親魚量の増大* (0.79Fcurrent)**	0.18 (0.12, 0.32) (0.79Fcurrent)	16% (12%, 28%)	38～42 (19-24, 17-20)	38 (20, 18)	91%	100%	35 (17, 18)
直近の親魚量の増大の予防的措置* (α0.79Fcurrent)	0.15 (0.10, 0.26) (0.63Fcurrent)	14% (10%, 23%)	34～38 (17-21, 16-18)	34 (18, 16)	100%	100%	29 (14, 15)
直近の親魚量の維持* (0.88Fcurrent)**	0.20 (0.13, 0.36) (0.88Fcurrent)	18% (13%, 30%)	39～44 (20-25, 18-21)	41 (21, 19)	49%	100%	38 (19, 19)
直近の親魚量の維持の予防的措置* (α0.88Fcurrent)	0.16 (0.11, 0.29) (0.70Fcurrent)	15% (10%, 25%)	36～40 (18-21, 16-19)	36 (19, 17)	100%	100%	32 (16, 16)
							2012 年算定漁獲量
現状の漁獲圧の維持* (Fcurrent)	0.22 (0.15, 0.41) (1.00Fcurrent)	20% (14%, 34%)	41～47 (21-26, 19-22)	43 (23, 21)	0%	100%	43 (21, 22)
現状の漁獲圧の維持の予防的措置* (αFcurrent)	0.18 (0.12, 0.33) (0.80Fcurrent)	17% (12%, 28%)	38～42 (19-24, 17-20)	39 (20, 19)	88%	100%	35 (17, 18)

コメント

・本系群の ABC 算定には、規則 1-3)-(3)を用いた。
・**これらのシナリオでは β_2=0.68、0.79、0.88 とした。
・Fcurrent は、2008～2010 年漁期の漁獲係数の平均を示す。
・将来漁獲量において、5 年後は 2017 年の漁獲量の上側および下側 10%を、5 年平均は 2013～2017 年の平均漁獲量をそれぞれ示す。
・評価（5 年後）は雌に対しての値である。
・現状親魚量は 2011 年の漁期後に想定される 11 齢雌資源量（4,500 トン）を、Blimit は 2002 年の漁期後 11 齢雌資源量（2,400 トン）をそれぞれ示す。
・α=0.8 とした。
・年は漁期年（7 月～翌年 6 月）を示す。
・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。

※漁獲シナリオ（管理基準）の定義について
・親魚量の増大：2010～2014 年の平均加入量による加入が 2013 年以降続くと仮定したときに、2017 年の漁期後親魚量が 2004 年（近年では 2007 年の次に高い値）と同値となるよう漁獲を抑える。
・直近の親魚量の増大：2012 年の漁期後親魚量が 2011 年漁期後よりもわずかに増加するように漁獲を抑える。すなわち「直近の親魚量の維持」の F に 0.9 を乗じて漁獲する。
・直近の親魚量の維持：2012 年の漁期後親魚量が 2011 年漁期後を維持できる（同値になる）ように漁獲を抑える。
・2011 年の漁期後親魚量は、過去の親魚量と漁獲量の関係から得られた予測値である。

（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、2010 年の資源量は、2010 年の再評価時点で確定しているので、2011 年再評価でも変わらない。2011 年再評価では 2010 年漁期の漁獲量が既知となる。2010 年の漁獲量は 4,000 トンであった。2010 年 TAC には直近の親魚量の維持(0.9Fsus2)、2011 年 TAC には現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)を目指すシナリオが採用された。2011 年の資源量は 2011 年の再評価時点で確定するが、この際カタガニ、ミズガニ、雌ガニの資源量の比率が変わるので、同じ管理基準でも再評価時の雌雄合計の F は若干変化する。

2011 年の雌雄合計の資源量は、予測値である当初評価時よりも、確定値である 2011 年再評価時で約 15%減少した。これにより、ABClimit、ABCtarget ともに、当初評価時よりも減少した。

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
2011 年資源量確定値	2011 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）
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	
2010 年（2011 年再評価）	0.9Fsus2	0.24	278	58	47	39
2011 年（当初）	Fcurrent	0.21	261	50	42	
2011 年（2011 年再評価）	Fcurrent	0.20	222	40	33	
・2010、2011 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、2009 年漁期からは漁業者自らの提案で、ミズガニの一部とクロコについて上限を削減している（表 2）。また、コンクリートブロックを投入した保護区を造成するなど、積極的な規制措置を講じている。

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

このような規制措置により、ミズガニが漁獲物に占める割合は減少傾向を続け、2007 年以降は 20%を切っている。2010 年のミズガニの割合は 16%であった。

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）	
雄	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			
	自主規制	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
雌	省令		11月6日～1月20日		未成熟ガニ	
	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	800尾	5,000尾
48時間未満	1,800尾	8,000尾
48時間以上	2,500尾	16,000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大型個体を除いて 77%以上と高い（山崎ほか 2011)。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、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には混獲死亡も含まれた値であるが、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、本報告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、韓国漁船が本系群を漁獲しているが、詳細は不明である。また、本評価で行っているトロール調査では、暫定水域内の調査点で韓国の漁獲サイズ（甲長 90mm 以上）に相当する雄ガニがほとんど採集されず、本水域における雄ガニの資源状態は悪いことが示唆される。トロール調査結果と漁獲物の情報を用いた、より詳細な資源計算等の検討を可能にするためにも、韓国による詳細な漁獲情報が必要である。

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

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

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、雌ではアカコとクロコ（11齢）に制限されている。

(2) 漁獲量の推移

B海域の漁獲量には、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)。2010年の漁獲量は若干増加し320トン（暫定値）であった。

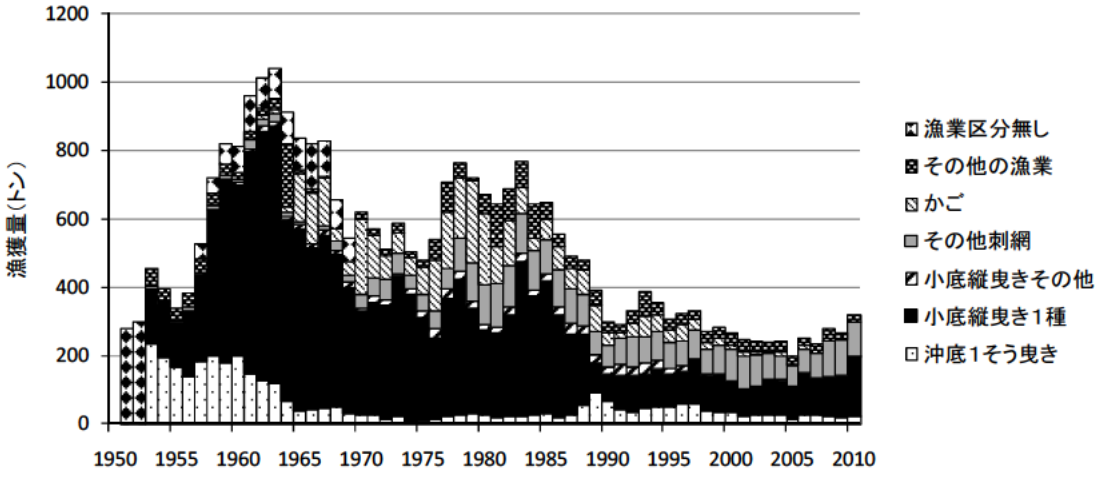


図 21. ズワイガニの漁業種類別漁獲量（暦年）
2007年以降は、「小底縦曳き1種」に「小底縦曳きその他」を含む。

(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であったが、2009年は減少した。

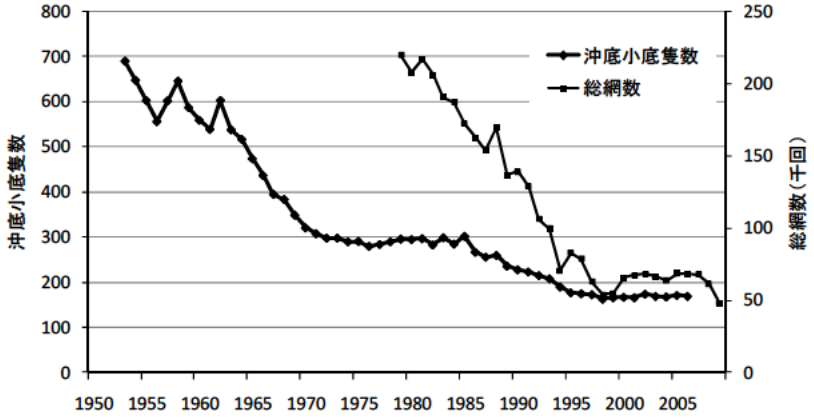


図 22. 沖底と小底の隻数と総網数

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。2007 年以降は雌雄の変化傾向は酷似しており、2007 年に減少した後、2008～2009 年は増加した。

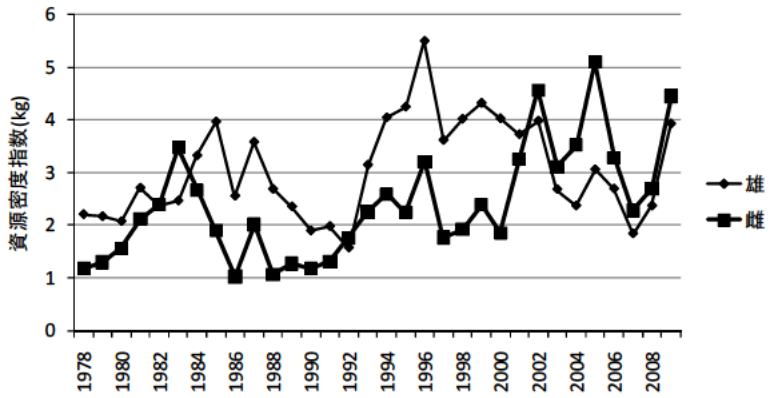


図 23. 沖底と小底（かけまわし）による資源密度指数

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。5 年移動平均は 1992 年に 3.4 と最低であったがその後上昇し、2005 年に最高の 7.1 となった。

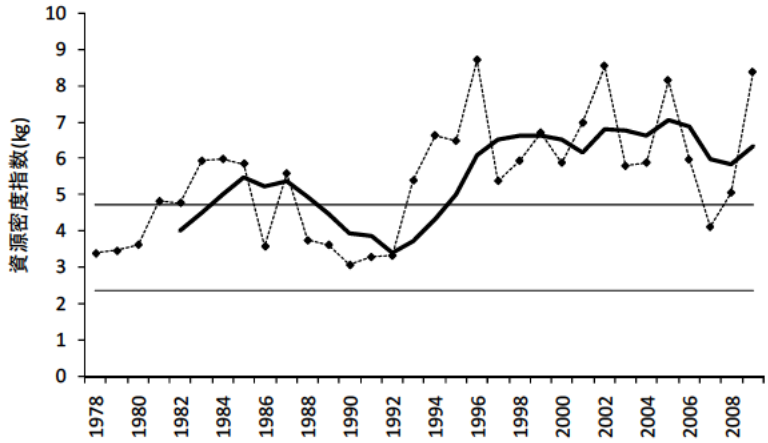


図 24. 資源密度指数（雌雄合計値：点線）　太実線は 5 年移動平均を、細実線は 5 年移動平均の最高値と 0 のあいだの 3 分位点を示す。

(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。2010 年の資源量は 2009 年より増加し、4,388 トンであった。

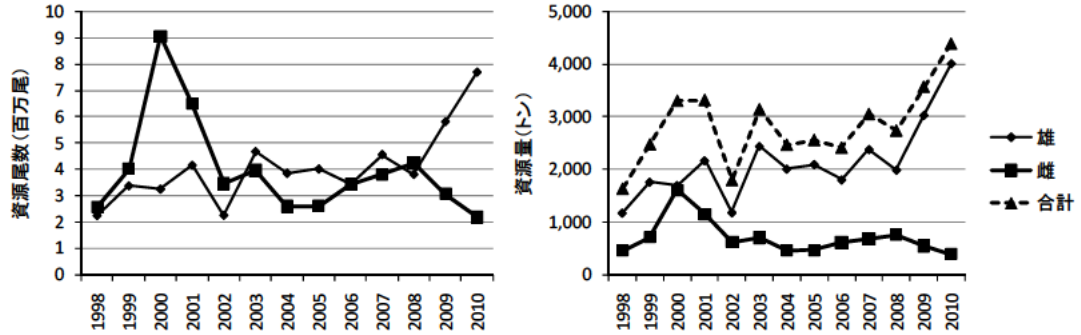


図 25. かご調査で推定した前漁期時点の資源尾数と資源量
雄は甲幅 90mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

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が、2010 年は上昇した。2006～2010 年の平均の漁獲割合(F)は雄で 7%(0.07)、雌で 13%(0.14)、全体で 9%(0.09)であった。

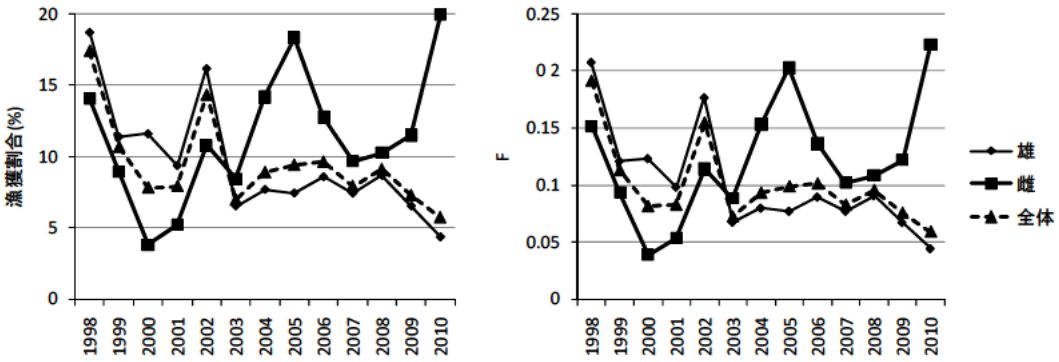


図 26. 漁獲割合と F

(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の 5 年移動平均を用いた（図 24)。最高値(7.1)と 0 のあいだの三分位点は 2.4 と 4.7 であるので、2.4 未満を低位、2.4 以上 4.7 未満を中位、4.7 以上を高位と定義した。この定義から判断すると、1995 年から高位で安定しており、2009 年も高位と判断した。

資源動向の判断には、かご調査により推定された雌雄合計の資源量（図 25）を用い、最近 5 年間の推移から増加と判断した。

(5) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

雌の%SPR と雌雄別の YPR を計算した。計算方法は A 海域と同様であるが、B 海域ではアカコも漁獲対象なので、%SPR、YPR ともに雌の計算結果は A 海域と異なる。雄の計算結果は A 海域と同様である。雄では 11 齢まで、雌では 10 齢までが、漁獲対象個体（雄：12～13 齢、雌：11 齢（アカコとクロコ））と同様の F で混獲されると仮定し、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、1998～2010 年の平均と 2006～2010 年の平均はそれぞれ 0.12 と 0.14 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。

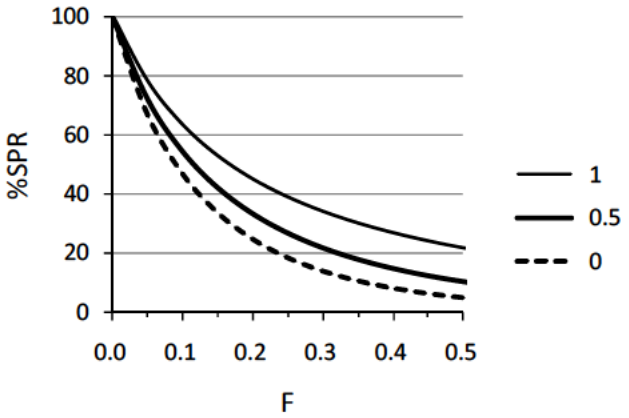


図 27. F と%SPR の関係　凡例は漁獲対象外の個体が混獲された際の放流生残率を示す。

YPR は、雄では、放流生残率が 1、0.5、0 のとき、Fmax はそれぞれほぼ無限大、0.28、0.23 であり、F0.1 は 0.19、0.16、0.14 であった（図 28）。F 値は、1998～2010 年の平均で 0.10、2006～2010 年の平均で 0.07 であり、これらはいずれも F0.1 を下回る。

雌では、放流生残率が 1、0.5、0 のとき、Fmax はそれぞれ無限大、0.29、0.18 であり、F0.1 は 0.47、0.19、0.13 であった。F 値は、1998～2010 年の平均と 2006～2010 年の平均はそれぞれ 0.12 と 0.14 であり、これらは放流生残率が 0 のとき以外 F0.1 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(F0.1)、放流生残率が 0 でない限り雌雄とも現状の漁獲圧は過剰ではないと考えられる。

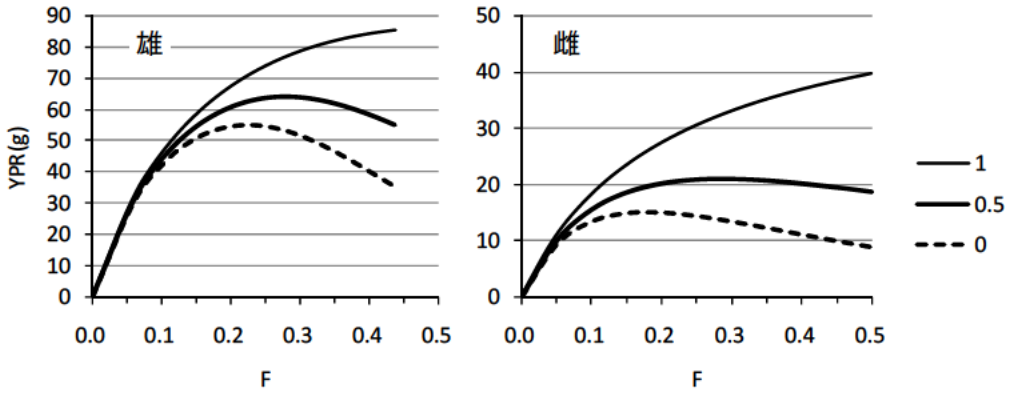


図 28．F と YPR の関係　凡例は漁獲対象外の個体が混獲された際の放流生残率を示す。

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

5. 2012 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

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

資源水準は高位、動向は増加であり、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 2012 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群では、資源量は推定されているが再生産関係は不明である。資源水準は高位、動向は増加であり、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)-(1)を適用した。

漁獲シナリオとして、現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)、生物学的管理基準を基に適度な漁獲圧による漁獲(F0.1)、同様に親魚量の確保(%SPR)を目指すものを採用した。ここで、%SPR については一般に用いられる値である 30%SPR と、やや慎重な値である 40%SPR の 2 つのシナリオを用いた。F0.1 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）						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.08)	250	250	260	－	－	－	－
上記の予防的措置	αFcurrent (F=0.07)	250	250	210	－	－	－	－
産卵親魚の確保	F40%SPR (F=0.16)	250	250	480	－	－	－	－
上記の予防的措置	αF40%SPR (F=0.13)	250	250	390	－	－	－	－
適度な漁獲圧による漁獲	F0.1 (F=0.17)	250	250	490	－	－	－	－
上記の予防的措置	αF0.1 (F=0.14)	250	250	400	－	－	－	－
産卵親魚の確保	F30%SPR (F=0.22)	250	250	650	－	－	－	－
上記の予防的措置	αF30%SPR (F=0.18)	250	250	530	－	－	－	－
漁獲シナリオ	管理基準	資源量（トン）						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現在の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.08)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
上記の予防的措置	αFcurrent (F=0.07)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
産卵親魚の確保	F40%SPR (F=0.16)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
上記の予防的措置	αF40%SPR (F=0.13)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
適度な漁獲圧による漁獲	F0.1 (F=0.17)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
上記の予防的措置	αF0.1 (F=0.14)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
産卵親魚の確保	F30%SPR (F=0.22)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－
上記の予防的措置	αF30%SPR (F=0.18)	4,400	3,200	3,200	－	－	－	－

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。

2011 年と 2012 年の資源量は 2006～2010 年の平均と、2011 年の漁獲量は 2006～2010 年の平均と仮定した。

F 値、漁獲量および資源量は、いずれも雌雄込みの値である。

漁獲量は十トン未満を、資源量は百トン未満を四捨五入した値である。

α は 0.8 とした。

（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 α=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）（Fcurrent との比較）	漁獲割合（雄, 雌）	将来漁獲量（トン）		評価		2012 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* (Fcurrent)	0.08 (0.07, 0.14) (1.00Fcurrent)	8% (7%, 13%)	―	―	―	―	260 (180, 80)
現状の漁獲圧の維持の予防的措置* (αFcurrent)	0.07 (0.06, 0.11) (0.80Fcurrent)	6% (6%, 11%)	―	―	―	―	210 (150, 60)
親魚量の確保* (F40%SPR)	0.16 (0.16, 0.16) (1.66Fcurrent)	15% (15%, 15%)	―	―	―	―	480 (390, 90)
親魚量の確保の予防的措置* (αF40%SPR)	0.13 (0.13, 0.13) (1.33Fcurrent)	12% (12%, 12%)	―	―	―	―	390 (320, 70)
適度な漁獲圧による漁獲* (F0.1)	0.17 (0.16, 0.19) (1.77Fcurrent)	16% (15%, 17%)	―	―	―	―	490 (390, 100)
適度な漁獲圧による漁獲の予防的措置* (αF0.1)	0.14 (0.13, 0.15) (1.41Fcurrent)	13% (12%, 14%)	―	―	―	―	400 (320, 80)
親魚量の確保* (F30%SPR)	0.22 (0.22, 0.22) (2.31Fcurrent)	20% (20%, 20%)	―	―	―	―	650 (530, 120)
親魚量の確保の予防的措置* (αF30%SPR)	0.18 (0.18, 0.18) (1.85Fcurrent)	16% (16%, 16%)	―	―	―	―	530 (430, 100)

コメント

・ABC の算定には、規則 1-3)-(1)を用いた。

・再生産関係が不明であり、漁獲対象前の資源尾数が推定できないことから、将来予測は行っていない。

・Fcurrent は、2006～2010 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 420 トン、F40%SPR で 370 トン、F30%SPR が 500 トン。

・年は漁期年（7 月～翌年 6 月）。

・予防的措置では不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とした。

・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされており、*の付いたシナリオはこれと合致する。

（4）ABC の再評価

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は翌年の再評価時に更新され、翌々年の再評価時に確定する。例えば、2010 年の資源量は、当初評価時は 2004～2008 年の平均であり、2010 年再評価時に 2005～2009 年の平均資源量に更新し、2011 年再評価時に 2010 年の資源量で確定する。

2010 年 TAC には現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)が、2011 年 TAC には親魚量の確保(F40%SPR)を目指すシナリオが採用された。2011 年の資源量は、当初評価時よりも、2011 年再評価時の更新で約 14%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 年漁期資源量確定値	2010 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）
2010 年（当初）	Fcurrent 2004-2008	0.11	2,600	240	190	
2010 年（2010 年再評価）	Fcurrent 2004-2008	0.11	2,900	260	210	
2010 年（2011 年再評価）	Fcurrent 2004-2008	0.11	4,400	370	300	250
2011 年（当初）	F40%SPR	0.16	2,900	420	340	
2011 年（2011 年再評価）	F40%SPR	0.16	3,200	480	390	

・2010、2011 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 海域の資源水準は高位であり、現状の F を引き下げなければならない状況にはないと判断される。しかし、A 海域では自主規制で禁漁とされているアカコが B 海域では漁獲されており、親魚量の確保の面からは、アカコの禁漁が望ましい。

7. 引用文献

伊藤勝千代 (1970) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 日水研報，22，81-116.

今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius)の生活史に関する研究. 新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告，2，1-64.

今 攸・丹羽正一・山川文男 (1968) ズワイガニに関する研究–II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌，34，138-142.

尾形哲男 (1974) 日本海のズワイガニ資源. 水産研究叢書，26，日本水産資源保護協会，東京. 64pp.

Ueda Y., Ito M., Hattori T., Narimatsu Y. and Kitagawa D. (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar- and state-structured model in the waters off the Pacific coast of northern Japan. *Fish. Sci.*, 75, 47-54.

山崎 淳 (1994) ズワイガニの生態特性にもとづく資源管理に関する研究. 京都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.

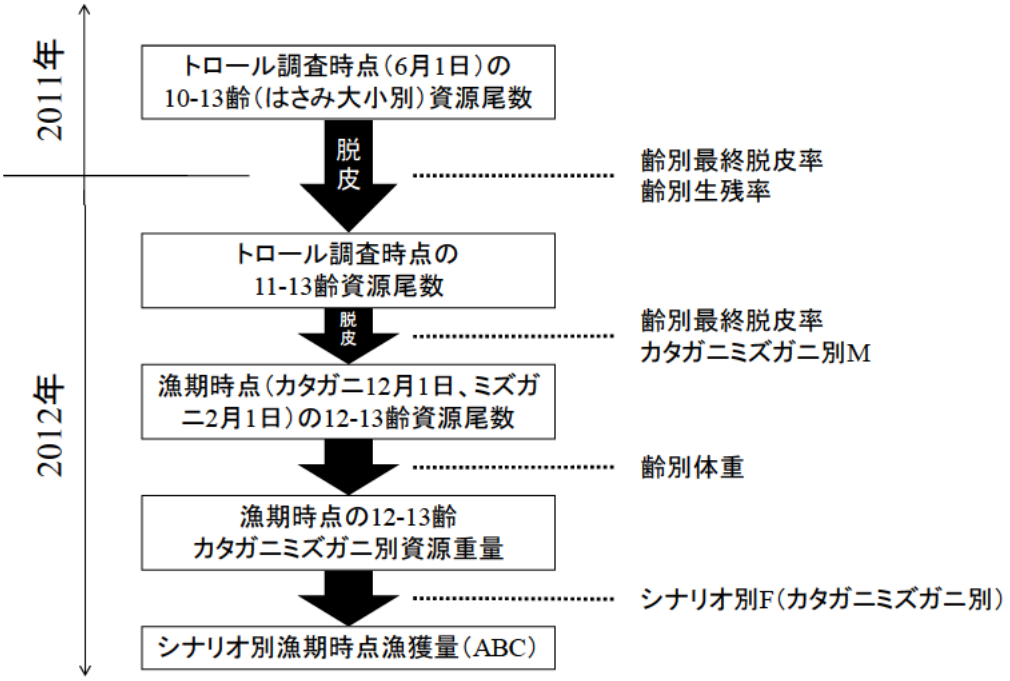
山崎 淳・篠田正俊・桑原昭彦 (1992) 雄ズワイガニの最終脱皮後の生残率推定について. 日水誌，58，181-186.

山崎 淳・宮嶋俊明・藤原邦浩 (2011) 京都府沖合における底曳網によるズワイガニ水ガニの入網数とリリース直後の生残率. 日水誌，77，372-380.

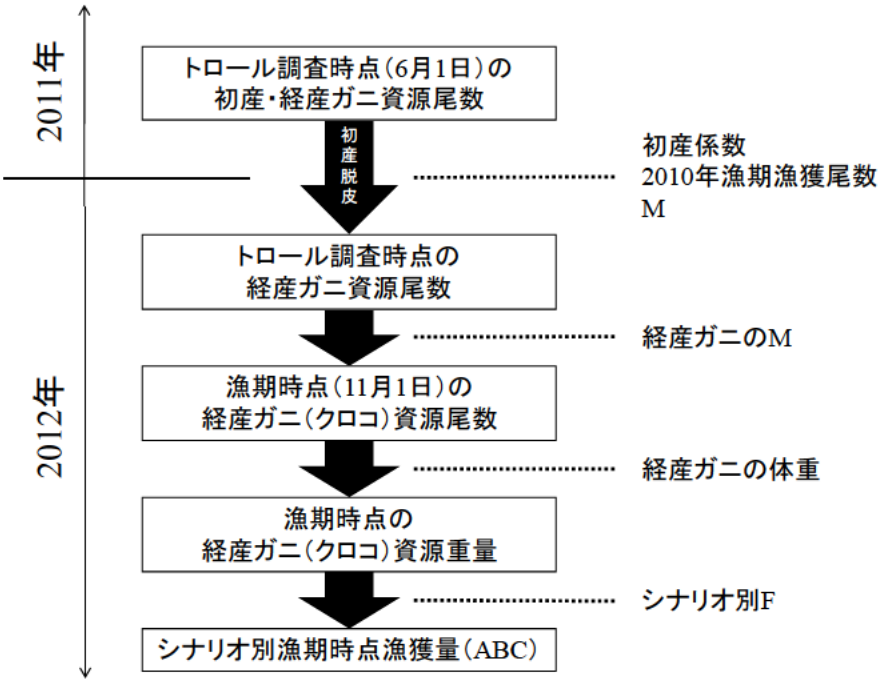
全国底曳網漁業連合会 (2010) 平成 21 年度日本海ズワイガニ漁獲結果総まとめ資料. 全国底曳網漁業連合会，東京.

補足資料１　データと資源評価の関係を示すフロー

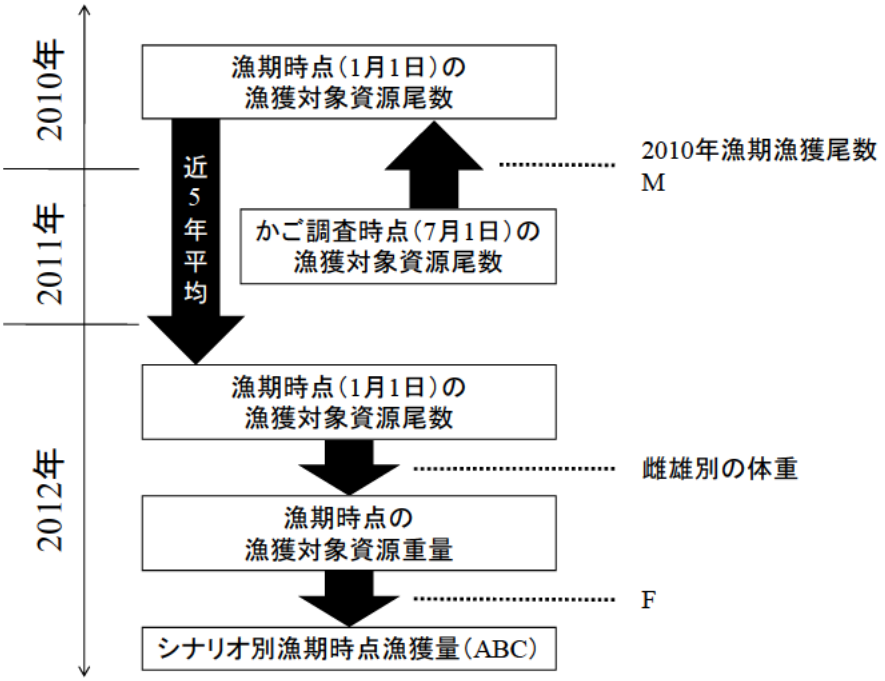
（1）A 海域雄



（2）A 海域雌



（3）B 海域


2010年
2011年
2012年
近5年平均
漁期時点（1月1日）の
漁獲対象資源尾数
かご調査時点（7月1日）の
漁獲対象資源尾数
2010年漁期漁獲尾数
M
漁期時点（1月1日）の
漁獲対象資源尾数
雌雄別の体重
漁期時点の
漁獲対象資源重量
F
シナリオ別漁期時点漁獲量（ABC）

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）、10 齢雌も脱皮後 1 年未満なので 0.35、最終脱皮後であるカタガニと 11 齢雌は 0.2 とそれぞれ仮定した。脱皮は調査直後に起こると仮定した。

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

・雄

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

脱皮状態 1 :　はさみ小、最終脱皮前、ミズガニ

脱皮状態 2 :　はさみ大、最終脱皮後、ミズガニ

脱皮状態 3 :　はさみ大、最終脱皮後、カタガニ

2011(t)年調査時点の 10～13 齢の資源尾数から、2012(t+1)年調査時点の 11～13 齢の資源尾数を次式より求めた。調査時点では脱皮状態 2 と 3 の判別は不可能である。

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

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

上式で γ_a は a 齢に脱皮するときの最終脱皮率、$S_{a,j,t}$ は a 齢の脱皮状態 j の個体の生残率（漁具の選択率混み）である。

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

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 齢、12 齢、13 齢でそれぞれ 0.05、0.2、1 と仮定した。

生残率 $S_{a,j,t}$ を次のように求めた。10 齢以降の生残率 $S_{a,j,t}$（初期値）を与え翌年の 11 齢以降の資源尾数をそれぞれ求め、翌年の調査で推定された資源尾数との残差を小さくする値を探索的に求めた。残差は近 5 年（2006～2010 年）の合計とした。トロール網の選択率は若齢のほうが低いため、10 齢の生残率は 1 を超えている。12 齢と 13 齢のはさみ大では、混獲死亡や暫定水域内の現存量は非常に少ないと考えられるので、カタガニの近 3 年平均の F と M より生残率を求めた。

10 齢はさみ小($S_{10,1,t}$) :	1.03	
11 齢はさみ小($S_{11,1,t}$) :	0.53	
12 齢はさみ小($S_{12,1,t}$) :	0.15	
12～13 齢はさみ大($S_{12,2\text{-}3,t}$ =$S_{13,2\text{-}3,t}$) :	0.47	(=exp(-F_{3yr}-$M_{2\text{-}3}$)=exp(-0.55-0.2))

2012年調査時点の11～13齢の資源尾数から、2012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。

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

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

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

上式で w_{aj} 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齢ミズガニ($w_{12,1\text{-}2}$)：373g、カタガニ($w_{12,3}$)：403g
13齢ミズガニ($w_{13,1\text{-}2}$)：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。

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）。

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

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

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。

2012 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。

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

この際、雌における各シナリオのF値のFcurrentに対する比を、雄のFcurrent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（1.05、2008～2010年の平均）、この係数を2012年の漁獲量に乗じたものをABCとした。

補足表1. トロール調査より推定された雄の調査時点の資源尾数、漁期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	2012
6齢	小	0	22	150	898	3,960	1,485	1,776	553	1,069	1,023	890	717	491	
7齢	小	702	699	1,393	6,322	12,432	7,193	3,985	6,254	2,835	3,825	9,022	3,437	4,973	
8齢	小	3,714	2,082	4,835	18,942	11,401	11,239	14,348	12,433	11,615	6,285	15,900	10,095	11,800	
9齢	小	6,566	4,930	9,937	12,309	25,621	12,541	35,047	26,863	23,101	13,883	16,333	21,291	14,531	
10齢	小	11,297	10,271	10,548	15,322	15,189	27,359	28,492	41,899	22,348	20,013	20,576	24,133	20,279	
	大	103	98	943	276	263	977	529	357	703	471	1,247	1,209	508	
11齢	小	17,696	13,456	11,090	13,313	15,779	19,466	28,992	23,697	32,490	21,517	24,493	32,526	23,502	*19,767*
	大	1,231	985	3,919	1,251	1,294	2,732	3,858	3,004	3,174	1,682	4,191	3,818	2,976	
12齢	小	7,559	5,464	4,958	8,413	10,271	11,696	16,199	13,234	14,899	11,516	9,592	14,186	10,312	*9,872*
	大	2,372	2,223	3,188	2,364	2,707	5,545	3,854	2,913	3,253	2,166	3,106	4,809	2,769	*3,781*
13齢	大	1,117	1,454	1,841	2,605	4,615	5,114	4,728	5,110	6,250	4,577	3,212	3,822	2,838	*2,890*

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	2012
12齢	小	ミズガニ	11,211	8,524	7,026	8,434	9,996	12,332	18,367	15,012	20,583	13,631	15,517	20,605	14,889	*12,523*
	大	ミズガニ	2,803	2,131	1,756	2,108	2,499	3,083	4,592	3,753	5,146	3,408	3,879	5,151	3,722	*3,131*
	大	カタガニ	2,146	2,012	2,885	2,139	2,450	5,017	3,487	2,636	2,944	1,960	2,811	4,351	2,506	*3,421*
13齢	大	ミズガニ	5,986	4,327	3,926	6,662	8,134	9,262	12,828	10,480	11,799	9,119	7,596	11,234	8,166	*7,817*
	大	カタガニ	1,010	1,316	1,666	2,357	4,176	4,627	4,278	4,623	5,655	4,142	2,906	3,458	2,568	*2,615*

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	2012
12齢	小	ミズガニ	4,182	3,180	2,621	3,146	3,728	4,600	6,851	5,600	7,677	5,084	5,788	7,686	5,554	*4,671*
	大	ミズガニ	1,045	795	655	786	932	1,150	1,713	1,400	1,919	1,271	1,447	1,921	1,388	*1,168*
	大	カタガニ	865	811	1,162	862	987	2,022	1,405	1,062	1,186	790	1,133	1,754	1,010	*1,379*
13齢	大	ミズガニ	4,358	3,150	2,858	4,850	5,921	6,743	9,339	7,629	8,589	6,639	5,530	8,178	5,945	*5,691*
	大	カタガニ	807	1,051	1,331	1,883	3,337	3,697	3,418	3,694	4,518	3,309	2,322	2,763	2,052	*2,090*

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である。

補足表2. 銘柄別の雄の資源量、漁獲量、漁獲割合およびF

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
資源量（トン）	ミズガニ	9,585	7,125	6,134	8,782	10,582	12,492	17,902	14,629	18,186	12,995	12,764	17,785	12,887	*11,530*
	カタガニ	1,672	1,862	2,494	2,745	4,324	5,719	4,823	4,756	5,705	4,099	3,455	4,517	3,061	*3,468*
	合計	11,257	8,987	8,628	11,528	14,906	18,212	22,726	19,385	23,891	17,094	16,219	22,302	15,948	*14,998*

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲量（トン）	ミズガニ	1,029	891	955	1,002	919	865	1,113	1,018	939	604	727	618
	カタガニ	913	1,114	1,220	1,282	1,469	1,776	1,512	1,829	1,887	1,935	1,572	1,516
	合計	1,942	2,004	2,176	2,284	2,387	2,641	2,625	2,848	2,826	2,539	2,299	2,134

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲割合	ミズガニ	0.107	0.125	0.156	0.114	0.087	0.069	0.062	0.070	0.052	0.047	0.057	0.035
	カタガニ	0.546	0.598	0.489	0.467	0.340	0.311	0.313	0.385	0.331	0.472	0.455	0.336
	全体	0.173	0.223	0.252	0.198	0.160	0.145	0.115	0.147	0.118	0.149	0.142	0.096

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	F 07-09	F 08-10
F	ミズガニ	0.114	0.134	0.169	0.121	0.091	0.072	0.064	0.072	0.053	0.048	0.059	0.035	0.053	0.047
	カタガニ	0.790	0.912	0.672	0.629	0.415	0.372	0.376	0.486	0.402	0.639	0.607	0.409	0.549	0.551
	全体	0.189	0.252	0.291	0.221	0.175	0.157	0.123	0.159	0.126	0.161	0.153	0.101	0.147	0.138

イタリックは予測値。

F 07-09 とF 08-10 は、2007～2009年と2008～2010年のFの平均を、それぞれ示す。

シナリオ別に資源量や漁獲量の将来予測を行う際、$F_{a,j,t}$の変化に応じ 12 齢と 13 齢の生残率も変化させる必要がある。変化させる生残率$S^{p}_{a,j,t}$を次のように求めた。

$$S^{p}_{12,1,t} = S'_{12,1,t}\exp\left(-F_{12,1,t}\right)$$

$$S_{12,1,t} = S'_{12,1,t}\exp\left(-F_{12,1,06-10}\right) \quad \text{より、} \quad S'_{12,1,t} = S_{12,1,t}\exp\left(F_{12,1,06-10}\right)$$

$S_{12,1} = 0.15$、$F_{12,1,6-10} = 0.053$ より、

$$S^{p}_{12,1,t} = S_{12,1,t}\exp\left(F_{12,1,06-10}\right)\exp\left(-F_{12,1,t}\right) = 0.15\cdot\exp\left(0.053\right)\exp\left(-F_{12,1,t}\right)$$

$$= 0.158\exp\left(-F_{12,1,t}\right)$$

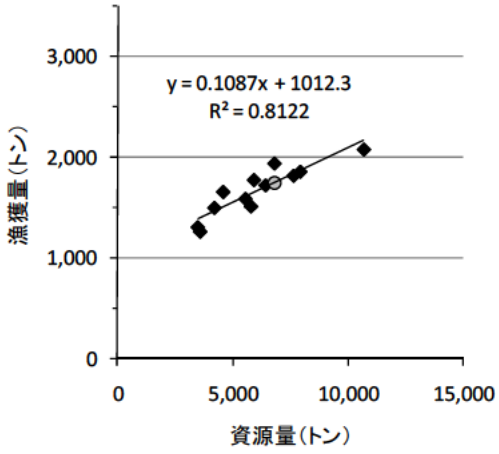
$$S^{p}_{12,2-3,t} = S^{p}_{13,2-3,t} = \exp\left(-F_{12-13,2-3,t} - M_{2-3}\right)$$

・雌

2011(t)年の 10 齢の資源尾数($N_{10,1,t}$)および 11 齢の資源尾数($N_{11,2\text{-}3,t}$)より、2012 年の調査時点（6 月）の 11 齢の資源尾数($N_{11,2\text{-}3,t+1}$)を次式により求めた。雌の漁期は 11 月 1 日とした。

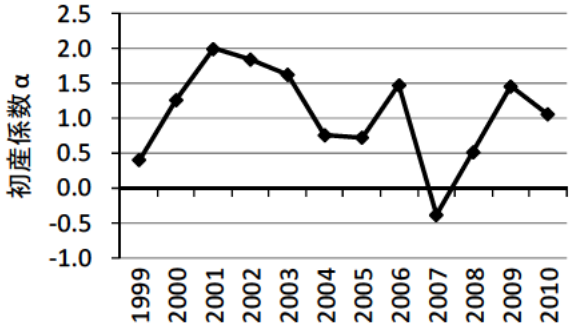
$$N_{11,2-3,t+1} = \left[N_{10,1,t}\exp\left(-M_1\right)\right]\alpha + \left[N_{11,2-3,t}\exp\left(-\frac{5}{12}M_{2-3}\right) - C_t\right]\exp\left(-\frac{7}{12}M_{2-3}\right) \quad (9)$$

上式でC_tはt年の漁獲尾数であり、11 齢クロコの平均体重(177g)と漁獲量より求めた。2011 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 1）より求めた。2011 年調査時点の資源量が 6,802 トンだったので、予測漁獲量は 1,752 トンとなった。



補足図 1.　1999 年以降の調査時点 11 齢雌資源量と漁獲量の関係
灰色の丸は 2011 年漁期漁獲量の予測値。

(9)式で α は、10 齢と 11 齢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。(9)式にトロール調査で推定された年別の 10 齢と 11 齢の資源尾数(N)と漁獲尾数(C)および M を代入し、年別の α を求めたところ、大きく変動していた（補足図 2）。従来、1999 年以降の 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 年度資源評価より 1 を用いている。



補足図 2.　初産係数 α の経年変化

2012 年調査時点の 11 齢の資源尾数から、2012 年漁期時点の 11 齢の資源尾数(N')を(10)より、資源量(B)を(5)式より求めた。

$$N'_{11,3,t+1} = N_{11,2-3,t+1} \exp\left(-\frac{5}{12} M_{2-3}\right) \tag{10}$$

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

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

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 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。2012 年以降の雌の加入尾数を、2009～2013 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 2009 年の値が抽出されたとき、2014 年の雄の加入尾数は 2010 年の値とした。

以上の加入条件で、漁獲シナリオごとに、2017 年までの資源量、漁獲量および雌（11 齢クロコ）の漁期後資源量を各 1000 回シミュレートした。

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）

齢期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
6齢	121	143	35	621	2,987	1,344	1,441	323	972	983	407	566	247	
7齢	723	735	610	5,326	13,787	7,686	5,216	6,967	3,231	3,773	9,419	3,132	3,820	
8齢	3,832	1,712	3,704	17,069	10,502	11,981	13,640	11,562	10,432	6,223	16,780	9,959	12,475	
9齢	8,111	7,362	15,137	16,261	29,117	12,539	35,017	26,209	23,848	12,001	18,947	23,035	19,526	
10齢	13,466	10,928	10,000	18,777	20,784	29,805	24,245	37,239	22,388	18,786	20,125	26,791	24,097	
11齢	31,423	20,398	19,806	23,877	36,351	44,839	43,212	38,532	60,364	32,854	25,999	33,543	38,432	*39,638*

漁期時点の11齢（クロコ）の資源尾数（千尾）および資源量（トン）

	齢期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
資源尾数	11齢	28,910	18,767	18,222	21,968	33,445	41,254	39,757	35,451	55,538	30,227	23,920	30,861	35,359	*36,469*
資源量	11齢	5,117	3,322	3,225	3,888	5,920	7,302	7,037	6,275	9,830	5,350	4,234	5,462	6,259	*6,455*

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	F 07-09	F 08-10
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	1,780	*1,752*		
漁獲割合	0.311	0.380	0.406	0.386	0.292	0.255	0.259	0.310	0.212	0.283	0.392	0.326	*0.280*		
F	0.372	0.479	0.520	0.488	0.345	0.294	0.300	0.371	0.238	0.333	0.498	0.394	*0.328*	0.356	0.408

漁期後の資源量（トン）

齢期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
11齢	3,526	2,058	1,917	2,387	4,193	5,440	5,214	4,330	7,746	3,835	2,574	3,682	*4,507*

2011年の漁獲量、漁獲割合、F、2012年の資源尾数および資源量は予測値。
F 07-09 とF 08-10 は、2007～2009年と2008～2010年のFの平均を、それぞれ示す。
齢別資源尾数はトロール網のサイズ別選択率を一定として推定した値であり、若齢ほど実際の資源尾数より過小である。

補足表4. 雄、雌および雄雌合計の漁期時点の資源量、漁獲量、漁獲割合およびF値

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
資源量（トン）	雄	11,257	8,987	8,628	11,528	14,906	18,212	22,726	19,385	23,891	17,094	16,219	22,302	15,948	*14,998*
	雌	5,117	3,322	3,225	3,888	5,920	7,302	7,037	6,275	9,830	5,350	4,234	5,462	6,259	*6,455*
	合計	16,374	12,308	11,853	15,416	20,825	25,514	29,763	25,660	33,721	22,444	20,453	27,765	22,207	*21,453*

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲量（トン）	雄	1,942	2,004	2,176	2,284	2,387	2,641	2,625	2,848	2,826	2,539	2,299	2,134
	雌	1,591	1,264	1,309	1,502	1,726	1,862	1,823	1,945	2,085	1,515	1,660	1,780
	合計	3,533	3,268	3,484	3,786	4,114	4,503	4,447	4,793	4,911	4,055	3,959	3,914

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲割合	雄	0.173	0.223	0.252	0.198	0.160	0.145	0.115	0.147	0.118	0.149	0.142	0.096
	雌	0.311	0.380	0.406	0.386	0.292	0.255	0.259	0.310	0.212	0.283	0.392	0.326
	全体	0.216	0.266	0.294	0.246	0.198	0.176	0.149	0.187	0.146	0.181	0.194	0.141

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	F 08-10
F	雄	0.189	0.252	0.291	0.221	0.175	0.157	0.123	0.159	0.126	0.161	0.153	0.101	0.138
	雌	0.372	0.479	0.520	0.488	0.345	0.294	0.300	0.371	0.238	0.333	0.498	0.394	0.408
	全体	0.243	0.309	0.348	0.282	0.220	0.194	0.162	0.207	0.157	0.199	0.215	0.152	0.189

イタリックは予測値。

F 08-10 は、2008～2010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 10 齢雌および雄の甲幅 90mm 未満の資源尾数を把握することが困難である。したがって、調査で推定された漁獲対象資源尾数(N_t)および漁獲尾数($C_{t\text{-}1}$)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 海域の雌ではアカコも漁獲されるので、調査で採集される 11 齢は、前漁期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。

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

いずれの漁獲シナリオでも、2012 年 ABC を下式により計算した。

$$\mathrm{ABC} = N'_{2012}\left[1 - \exp\left(-F\right)\right]w$$

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（2006 年から 2010 年）の資源尾数の平均値を 2012 年の漁期時点資源尾数(N'_{2012})とした。同様に、現状の漁獲圧(Fcurrent)も直近 5 年間（2006 年から 2010 年）の F の平均値とした。

補足表5. B海域における資源量とF（雄は甲幅90mm以上、雌は11齢）

調査時点資源尾数（千尾）

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

漁獲尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337	330	377	333
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	369	435	352	433

漁獲量（トン）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	220	200	196	202	191	159	154	155	154	176	172	197	174
雌	64	63	61	60	66	59	65	85	77	65	77	62	77
合計	283	264	258	262	257	218	219	240	232	241	249	259	250

漁期時点資源尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
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	7,672	*5,057*	*5,057*
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	2,168	*3,339*	*3,339*

漁期時点資源量（トン）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
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	4,005	*2,640*	*2,640*
雌	453	710	1,606	1,152	611	702	457	462	607	674	749	542	384	*591*	*591*
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	4,388	*3,231*	*3,231*

漁獲割合（%）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
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	4.3
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	20.0
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	5.7

F

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	F06-10
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	0.04	0.07
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	0.22	0.14
全体	0.19	0.11	0.08	0.08	0.15	0.07	0.09	0.10	0.10	0.08	0.10	0.08	0.06	0.08

2011年と2012年の漁期時点資源尾数は、いずれも2006～2010年の平均値。
F06-10は、2006～2010年の平均値。

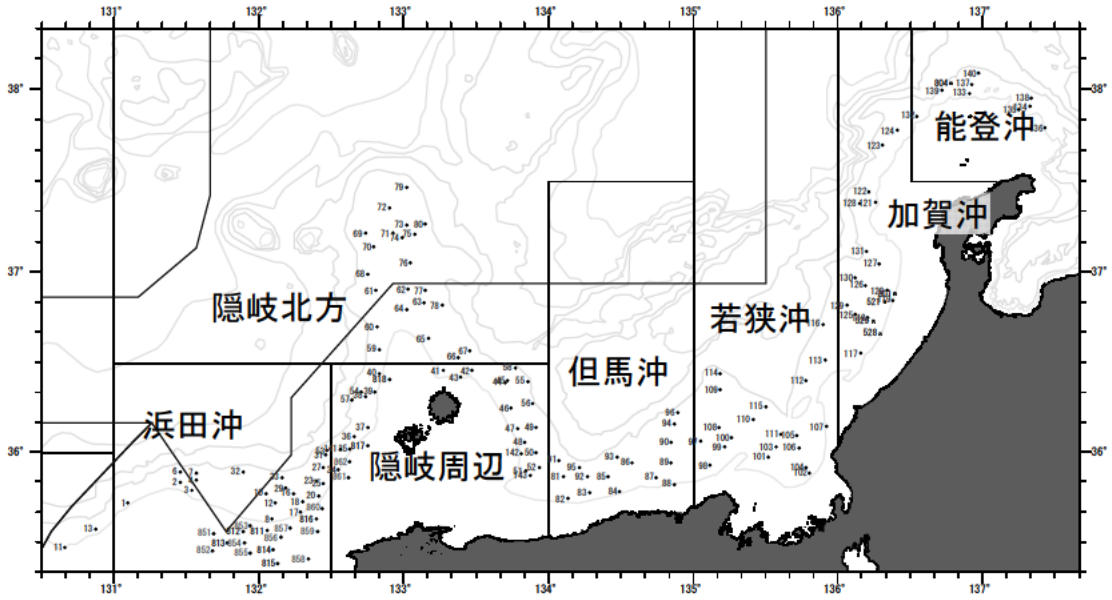
補足資料 3　直接推定法による資源量推定

（1）A 海域におけるトロール調査

2011 年 5 月 8 日～6 月 22 日に、日本海西部海域の水深 190-550m において但州丸（兵庫県所属）による着底トロール調査を行った。本海域を沖底小海区と同様の 8 海区（浜田沖はさらに東西に分けた）と、3 水深帯に区分し、計 23 層に 142 調査点を配置した（補足図 3）。曳網時の袖先間隔が約 17m のトロール網を用い、曳網時間を原則 30 分とした。

漁獲物のうち、ズワイガニでは全数（雄：9,084、雌：9,547 個体）の測定を行った。雄では、甲幅に加えはさみ幅を測定し、最終脱皮前後の判別を行った。雌では、甲幅に加え腹節の状態、内仔の有無等を記録し、未熟、10 齢（初産前）、11 齢（経産）に判別した。

調査点ごとの雌雄別成熟状態別の漁獲尾数より、面積密度法を用いて甲幅組成を推定した（採集効率は 0.442）。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）。

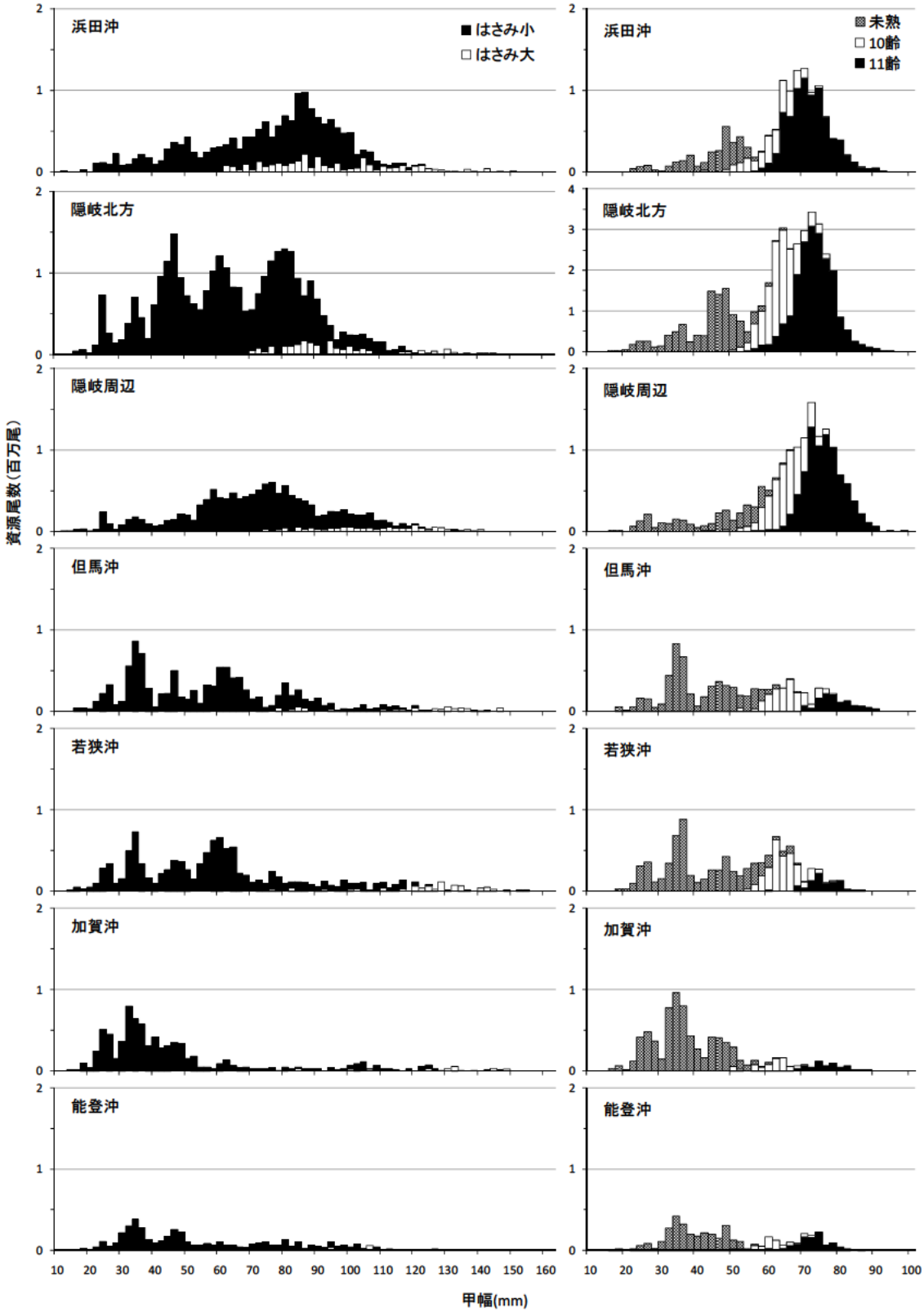


補足図 3.　トロール調査海域　数字は調査点を、沿岸寄りの細線は 200m 等深線を示す。

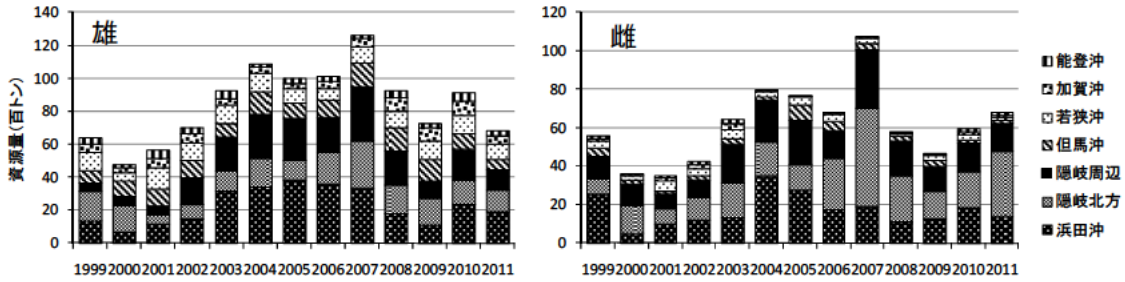
海域別雌雄別の甲幅組成を補足図 4 に示す。はさみ大や 11 齢雌のような、最終脱皮後の個体は、例年浜田沖など、西の海域のほうに多い。

トロール調査から推定された 2011 年の資源量（雄：甲幅 90mm 以上、雌：11 齢）は、雄では 2010 年より減少し 1999 年以降上から 9 番目、雌では同様に増加し上から 5 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、2011 年は 66%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%、2011 年は 91%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）

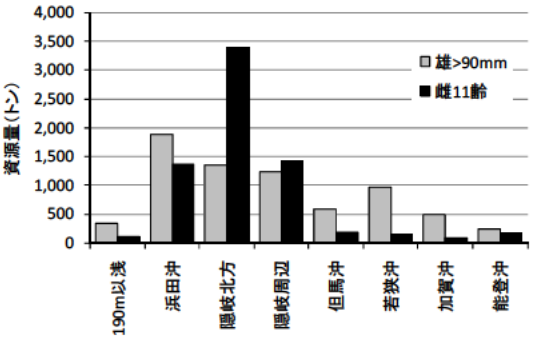


補足図 5.　トロール調査から推定された海域別資源量
雄は甲幅 90mm 以上の、雌は 11 齢の資源量をそれぞれ示す。

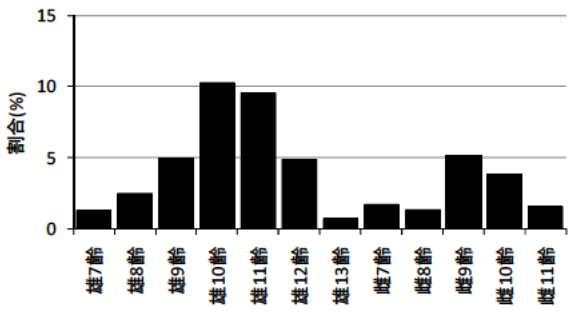
トロール調査日を 6 月 1 日として、調査時点の資源量（補足図 5）より漁期時点の資源量を求めた（図 11、補足資料 2）。漁期までに、調査時点に 11 齢だった雄が脱皮後 12 齢となり漁獲加入する。この際、11 齢の加入による資源量の増加量のほうが、漁期までの自然死亡による減少量よりも多いので、調査時点の甲幅 90mm 以上の資源量よりも漁期時点の 12 齢以上の資源量のほうが多い。雌（11 齢）は調査時点で最終脱皮後なので、漁期までに加入はなく、自然死亡による減耗のみである。

2010 年は浜田沖や隠岐周辺西側、特に水深 200m 付近で雌雄とも多く採集され、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。そこで、2011 年は浜田沖と隠岐周辺西側の水深 160～190m の海域で（補足図 3）、日水研（但州丸）と島根県水産技術センター（島根丸）によるトロール調査を行った。

水深 190m 以浅における、漁獲対象資源である雄の甲幅 90mm 以上と雌の 11 齢の資源量はそれぞれ 332 トン、106 トンであり（補足図 6）、A 海域全体に対する割合は、5%、2%であった。齢別資源尾数では、漁獲対象の齢期よりも漁獲対象前の齢期のほうが多い傾向がみられた（補足図 7）。ABC 算定には雌雄とも 10 齢以上の資源尾数を用いる。水深 190m 以浅の資源を A 海域に含めた場合、2012 年の ABC は 5%程度増加する。しかし、2011 年以前も同様の分布状況だった場合、Fcurrent などの漁獲シナリオでは過去の F 値が数%下がるので、ABC への影響は極めて小さい。水深 190m 以浅の海域の資源分布は、浜田沖冷水の分布の影響を受けていると考えられる。今後もこの海域の調査を行い、ズワイガニの分布の年変化等を把握していく必要がある。



補足図 6.　水深 190m 以浅と各海区の漁獲対象資源量

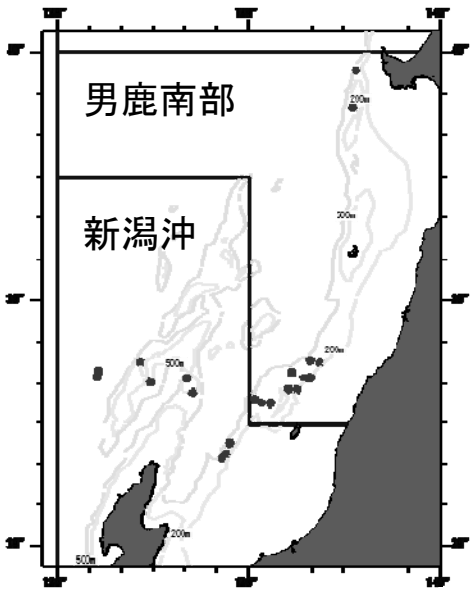


補足図 7.　水深 190m 以浅の齢別資源尾数の A 海域全体に対する割合

（2）B 海域におけるかご調査

2011 年 6～7 月に日本海北部でかご調査を行った。沖底海区である男鹿南部と新潟沖の 2 海区（補足図 8）、水深 200m～500m を 100m 間隔で区分した 3 水深帯の 6 層で面積密度法による資源量推定を行った。この際、かご 1 個あたり、1 日あたり、1km^2 あたりの採集効率を 0.005（Hoenig et al. 1992、Dawe et al. 1993、雄に対する値。雌についても雄と同値を仮定。）とした。重量変換の際、雌の体重を 177g、雄は 522g と仮定した。

推定された雌雄合計の資源量は 3,744 トンであった（補足表 6）。



補足図 8. かご調査の調査点（丸印）

補足表 6. かご一斉調査による 2011 年 6～7 月の資源量
（雄は甲幅 90mm 以上、雌は 11 齢）

海区	水深帯	面積 (km^2)	調査点数	平均密度（尾数／かご） 雄	雌	資源尾数（千尾） 雄	雌	資源量（トン） 雄	雌
男鹿南部	200～300	1,029	4	6.6	4.51	1,363	927	712	164
	300～400	900	6	8.3	2.82	1,486	507	776	90
	400～500	647	4	3.0	0.03	386	3	202	1
	計		14			3,236	1,438	1,689	254
新潟沖	200～300	1,116	5	0.5	0.04	112	8	58	1
	300～400	1,102	3	6.5	0.52	1,422	114	742	20
	400～500	980	1	9.6	0.05	1,872	10	977	2
	計		8			3,405	132	1,777	23
B海域計			22			6,641	1,570	3,466	278

雌雄合計　3,744 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 7)。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 7.　本州日本海側におけるズワイガニ漁獲量（トン）

年	A海域（暦年）	B海域（暦年）	日本合計（暦年）	A海域沖底（漁期年）	韓国（暦年）
1954	8,573	396	8,968		
1955	8,501	338	8,839		
1956	7,721	383	8,104		
1957	9,079	527	9,606		
1958	10,274	719	10,993		
1959	10,039	820	10,859		
1960	12,468	812	13,280		
1961	12,041	958	12,999		
1962	13,841	1,010	14,851		
1963	14,568	1,038	15,606		
1964	14,600	908	15,508		
1965	10,228	823	11,051		271
1966	9,641	826	10,467		403
1967	9,275	827	10,102		756
1968	10,811	661	11,472		435
1969	11,194	548	11,742		253
1970	14,234	616	14,850	11,265	247
1971	12,172	572	12,744	10,834	494
1972	12,056	514	12,570	7,980	132
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
1991	1,691	291	1,982	903	2
1992	1,621	326	1,947	935	11
1993	1,880	386	2,266	1,215	94
1994	2,424	355	2,779	1,424	98
1995	2,490	308	2,798	1,541	79
1996	2,631	322	2,953	1,602	133
1997	2,938	328	3,266	1,959	815
1998	3,282	270	3,552	2,418	459
1999	3,415	280	3,695	2,733	1,134
2000	3,521	267	3,788	2,472	756
2001	3,501	246	3,747	2,514	1,001
2002	3,735	241	3,976	2,891	896
2003	4,155	252	4,407	3,132	1,889
2004	4,698	244	4,942	3,600	2,605
2005	4,120	197	4,317	3,402	3,240
2006	4,841	252	5,093	3,706	4,062
2007	4,978	231	5,209	3,891	4,817
2008	4,434	274	4,708	3,115	3,019
2009	3,913	267	4,180	2,808	2,372
2010	4,024	320	4,344	3,060	2,606

2010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 分枡目）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 分枡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も、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る。

補足資料 6　飼育による雄ガニの脱皮時期の調査（経過報告）
（担当：日水研資源生産部（小浜庁舎）、京都府農林水産技術センター海洋センター）

（1）目的

雄ズワイガニでは、脱皮時期と考えられている 9～10 月に脱皮せず、はさみが小さいまま漁期を迎えた個体は「モモガニ」と呼ばれ、市場ではカタガニとして扱われている。本報告では、脱皮時期より前の時点から雄ガニを飼育することにより、モモガニの出現率やモモガニの脱皮時期を調べることを目的とした。

（2）飼育個体および飼育方法

2010年8月24日と9月3日に、京都府沖合において、京都府海洋センター平安丸のカニかご試験操業により採集された雄ズワイガニ51尾を日水研小浜庁舎に搬入した。このうち、はさみ高と甲幅の関係から最終脱皮前と判断された49尾（平均甲幅105.9mm、11-12齢に相当）を飼育試験に用いた。

飼育には0.6klの角形断熱水槽（1×2×0.3m）2面を用いた。水温は1℃を維持し、オキアミを主とした餌料を週2回、残餌が出る程度の量を与えた。

（3）飼育経過

2011年6月末までに脱皮を試みたのは20個体で、このうち脱皮に成功したのが18個体、脱皮中に被食されるなど死亡したのが2個体であった。18個体の内訳は、その脱皮が最終脱皮であったのが15個体、通常脱皮が3個体であった。なお、実験に供した49個体のうち、5個体は原因不明により脱皮することなく死亡した。

最初に脱皮が確認されたのは2010年11月26日で、最後に確認されたのが2011年3月12日であり、いずれもズワイガニ漁期中であった。それ以降には脱皮個体は確認されていない。月別の脱皮個体数では、1月が9個体と最も多かった（補足図9）。日本海西部海域の雄ガニの脱皮盛期である9～10月に脱皮した個体は皆無であった。脱皮を行った個体の出現割合は、実験中に死亡した5個体を除くと45%（=20個体／44個体）であった。一方、はさみが小さいにもかかわらず脱皮しなかった個体は55%であった。

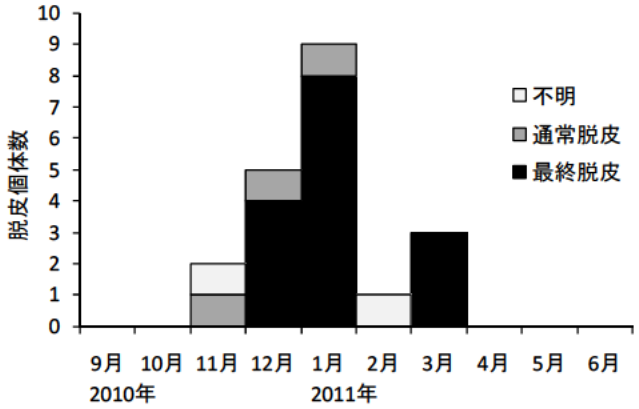
（4）考察

日本海西部海域では、甲幅約50mm以上のはさみが小さい雄ガニは、9～10月頃を盛期として年1回脱皮すると考えられている。したがって、本実験では飼育個体の55%が盛期から少なくとも8ヶ月以上遅れていることが明らかとなった。

脱皮を行わなかった個体は2010年度漁期には「モモガニ」として漁獲される。また、漁期中に脱皮した個体は、脱皮後は「ミズガニ」となるが、脱皮前には「フタカワ」という銘柄で漁獲される。「フタカワ」とは、脱皮に備え新しい甲羅が甲殻内に形成されており、新旧の甲羅が2枚存在する個体である。2010年11～12月に京都府間人市場に水揚げされた個体を調べた結果、雄ガニ（京都府はミズガニ禁漁なので、すべてカタガニ）のうち「モモガニ」と「フタカワ」の割合はそれぞれ26%、18%であり、これらは少なくとも直近10年では最も高い値であった。また、「モモガニ」と「フタカワ」の比率は59%と41%であり、これは上述した本実験結果の未脱皮個体と脱皮個体の比率とほぼ同じ値である。すなわち、

本実験は人工飼育ではあるが、ほぼ天然海域での現象を再現していると考えられる。

はさみの小さい雄ガニが脱皮をスキップする割合、また脱皮周期や時期を明らかにすることは、カタガニとミズガニの現存量推定の精度を高めるためには非常に重要なことである。今後も、本実験で脱皮しなかった個体および本年採集する個体を含めて飼育実験を継続する予定である。



補足図 9. 月別脱皮個体数