

平成 25 年度ズワイガニ太平洋北部系群の資源評価

責任担当水研：東北区水産研究所（伊藤正木、服部 努、成松庸二、柴田泰宙）

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

1996 年以降、毎年、本系群の 7 割以上は福島県で水揚げされている。2011 年 3 月の東日本大震災以降、福島県の操業が休止して、本系群の漁獲量は極めて少ない状況である。

2012 年 10～11 月に青森県～茨城県沖の水深 150～900m で着底トロールによる調査を行い、面積・密度法により資源量を推定した。なお、資源量推定の際に用いる調査用トロール網の採集効率には、甲幅サイズ依存しない 0.3 を用いてきたが、今年度から甲幅サイズ別の値に変更した。

雄の漁獲対象資源は 2,709 千尾、914 トンと 2011 年の 1,720 千尾、482 トンから尾数、重量ともに大きく増加した。しかし、雌は 2010 年の 3,054 千尾、423 トンから 2012 年は、604 千尾、81 トンと大きく減少し過去最低となった。

2012 年漁獲対象資源の雌雄合計尾数は 3,313 千尾（対 2011 年比 77.0%）と減少、重量では 996 トン（対 2011 年比 121.1%）に増加した。

1997 年以降のトロール調査による資源量推定値の経年変化から、2012 年の雌雄合計の漁獲対象資源の水準は中位と判断された。また、過去 5 年の推定値の推移から、資源動向は減少と判断された。

漁獲シナリオを、震災前の雌雄別漁獲量の維持（2007～2009 年雌雄別漁獲量の平均×0.9：雄 105 トン、雌 83 トン、計 188 トン）、震災前の雌雄別漁獲量の維持（2008 年を除く 2006～2009 年の雌雄別 F の平均×0.9：雄 0.16、雌 0.18）、平均的加入下で漁期後の雌の漁獲対象資源量（以下 SSB）を一定（2008 年を除く 2002 年以降の平均値 260 トン）にする漁獲量の維持（F：雄 0.29×0.9、雌 0.33×0.9）とし、2014 年漁獲対象資源量から 2014 年 ABC および算定漁獲量を求めた。ここで F は完全加入年齢（漁獲対象資源）における値である。

要約表の将来漁獲量および評価については、再生産関係が不明であるため、1998～2012 年の加入量推定値からリサンプリングした値を加入量として与え、1,000 回のシミュレーションを行って得られた結果を示した。なお、2013 年漁期は、東日本大震災の影響により休止されている福島県のズワイガニ漁が再開され、震災前のおよそ 75%の漁船が復旧して、ズワイガニ操業を 12 月の解禁以降例年通り行くと仮定して漁獲量を求めた。この値と 2012 年のトロール調査で得られた資源量から 2014 年の漁期当初の資源量を推定した。

漁獲シナリオ	F 値(雄,雌) (F2006-2009 との 比較)	漁獲 割合%(雄,雌)	将来漁獲量(トン)		評価		2014 年 ABC (雄,雌) トン
			5 年後 (雄,雌)	5 年平均 (雄,雌)	過去の平 均親魚量 を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
震災前の雌雄別漁獲 圧の維持 (0.9F2006-2009)*	0.17 (0.16, 0.18) (0.9F2006-2009)	15 (14, 16)	192-397 (140-276, 52-121)	311 (204,84)	76%	100%	167 (136,31)
震災前の雌雄別 漁獲量の維持 (0.9C2007-2009)*	0.19 (0.12, 0.59) (1.0F2006-2009)	16 (11, 44)	188 (105,83)	188 (105,83)	56%	91%	188 (105,83)
							2014 年算 定漁獲量
平均的加入のもと SSB を一定にする漁 獲圧の維持 (0.9・1.6F2006 2009)*	0.27 (0.26, 0.30) (0.9・1.6F2006 2009)	22 (22, 24)	251-533 (185-370, 66-163)	385 (273,112)	47%	99%	257 (209,48)
コメント ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(3)を用い、漁獲を若干下げるため $\beta_2=0.9$ とした。 ・年齢および再生産関係が不明なため、2015 年以降の将来予測時の加入量はトロール調査 で得た 1998～2012 年の加入量をランダムに発生させた値を用いた。 ・シミュレーションの際、2013 年漁獲量は 12 月の解禁以降、沖底船の 75%が震災から復 旧し操業するとして、2008 年を除く 2006～2009 年の平均 F に 0.75 を掛けた F で求めた。 ・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、上記の漁 獲シナリオはこれに合致するため＊を付けた。 ・漁獲割合は 2014 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。 ・平均的加入のもと SSB を一定にする漁獲圧の維持については、資源量が減少し、かつ加 入が 2008 年以降悪化している状況にあることを鑑み、震災前の漁獲量を上回る 2014 年漁 獲量は、資源維持に対する不確実性が高いと判断し、算定漁獲量とした。							

将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2018 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年
平均には 2018 年の平均値を示した。評価は、1,000 回のシミュレーション後、2018 年漁期
後の親魚量が SSB の過去平均（2008 年を除く 2002～2010 年の SSB の平均：260 トン）と
Blimit（2008 年を除いた 2010 年以前の SSB の最低値 97 トン）を下回らない割合を示す。

管理基準値については、これまで直近 3 年の平均値を Ccurrent、Fcurrent として用いてい
たが、東日本大震災および福島第一原発事故の影響により、2010 年漁期終盤、2011 年漁期
以降は、漁獲量の大部分を占める福島県の漁獲が殆ど無いことを考慮して、東日本大震災
前 3 年の平均を用いた。

Ccurrent に相当する基準値は、C2007-2009 として 2007～2009 年の漁獲量の平均を、
Fcurrent に相当する基準値は F2006-2009 として、資源量の過小推定の可能性がある 2008
年を除いた 2006～2009 年の平均を用いた。

「震災前の雌雄別漁獲量の維持」の F 値は C2007-2009 に 0.9 を乗じた値の 2014 年資源
量に対する値である。要約表の F2006-2009 との比較は、雌雄合わせた資源量および漁獲量
により算出された値について示した。

「平均的加入のもと SSB を一定にする漁獲圧の維持」では、加入量を過去平均値と同じとした場合に 10 年程度で SSB が平均の 260 トンでほぼ安定する雌の F を探索的に求めた値に 0.9 を乗じた。雄の F は、2014 年以降の雌雄比が F2006-2009 と等しいとして算定した値に 0.9 を乗じた。

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合
2011	雄 480	雄 0.25	雄 0.001	0.0%
	雌 340	雌 0.25	雌 0.001	0.0%
	計 820	計 0.51	雌雄 0.001	0.1%
2012	雄 910	雄 1.3	雄 0.01	0.1%
	雌 80	雌 4.3	雌 0.06	5.3%
	計 990	計 5.6	雌雄 0.01	0.6%
2013	雄	雄	雄	
	雌	雌	雌	
	計	計	雌雄	

各年の資源量は漁獲対象資源量を示し、10 トン未満を四捨五入した値。

2011 年、2012 年の資源量は各年 10 月のトロール調査結果から得られた値、2013 年資源量は 2012 年資源量からの予測値。

2011 年は東日本大震災により漁獲の大半を占める福島県船の休漁により漁獲量は僅少。

2012 年の漁獲量の大部分は福島県船の試験操業による値。

漁獲量は漁期年（12 月～翌年 3 月）で集計。

水準：中位 動向：減少

	指 標	値	設 定 理 由
Bban	未設定		
Blimit	漁期後の雌漁獲対象資源量	1997～2010 年の最低値 (2008 年を除く 97 トン)	過去の漁期後の雌漁獲対象資源量の変動幅に収まる。
2012 年	親魚量 (漁期後の雌漁獲対象資源量)	1997～2010 年の最低値 (97 トン) 以下 (58 トン)	

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
2012 年資源量	2012 年トロール調査 (水研セ)
2013、2014 年加入量	2012 年トロール調査 (水研セ)
自然死亡係数(M) (年当たり)	最終脱皮後 1 年以上経過した個体 M=0.2 未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 M=0.35 を仮定
漁獲量	県別漁法別水揚量 (青森～茨城(5)県)
漁獲努力量、CPUE 資源密度指数	沖合底びき網漁獲成績報告書 (水研セ)、標本船データ (福島県)

1. まえがき

太平洋北部海域（北海道を除く、以下同じ）では、ズワイガニは主に沖合底びき網漁業（以下、沖底と称する）により漁獲されている。1996 年から省令により操業期間、漁獲サイズ等が制限されている。1995 年以降の漁獲量は 107～353 トンで、日本海やオホーツク海に比べて少ないが、福島県では重要な資源の 1 つであり、同県沖底の漁獲量は太平洋北部海域で漁獲されるズワイガニの 65～99% を占める。そのため、ズワイガニの多い場所での漁期外の操業や稚ガニが多数生息する場所での操業自粛や、1 隻 1 航海当たり水揚量の制限、操業期間の短縮などの規制処置を漁業者自らが講じている。



図 1. 太平洋北部海域(北海道を除く)のズワイガニの分布

2. 生態

(1) 分布・回遊

太平洋北部海域においては、青森県～茨城県沖合の水深 150～750m に分布することが確認されており、宮城～福島県沖で分布密度が高い（図 1、2、北川ほか 1997a；1997b、北川 2000、服部ほか 1998、1999）。

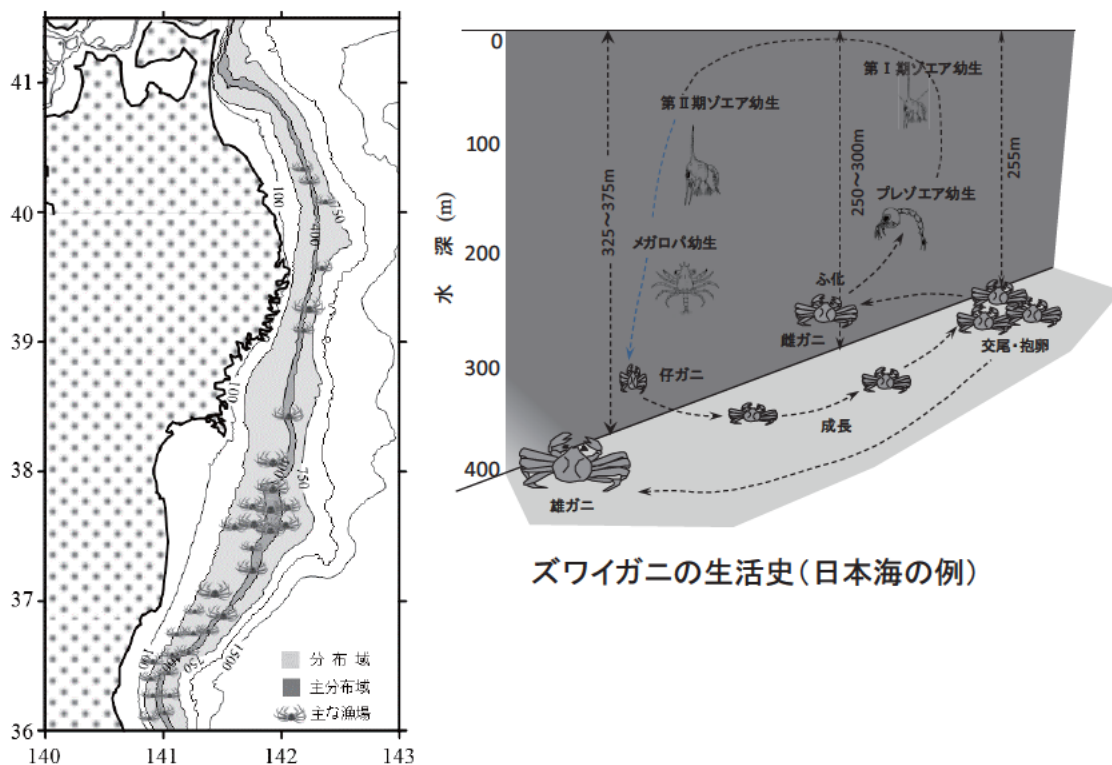


図 2. ズワイガニの生活史(日本海)と太平洋北部海域における沖底漁場

漁獲可能なサイズ(雄:甲幅 80mm 上)は水深 400～500m に多い傾向があり(北川 2000)、この水深帯が主漁場と考えられる。オホーツク海沿岸における漁場水深の 150～250m(土門 1965)、日本海西部海域における漁場水深の 200～400m(伊藤 1956、金丸 1990)に比較して深い。調査船調査によって採集された本種の水深別甲幅組成から、甲幅 40mm 以下の稚ガニは水深 400m 以浅の海域に広く生息するが、成長とともに次第に深所へ移動していくと推定されている(北川 2000)。本海域における生活史、季節的な深浅移動や南北方向の移動については明らかではない。

(2)年齢・成長

本系群の年齢・寿命は不明である。

齢期は脱皮回数で数えた脱皮齢であるため実際の年齢とは一致しない。甲幅 20mm 程度(第 6 齢期末満)までは 1 年間に複数回の脱皮を行い、以降は毎年 1 回脱皮する(桑原ほか 1995)。最終脱皮後の雄サイズは日本海のものよりも小さい(北川 2000)。

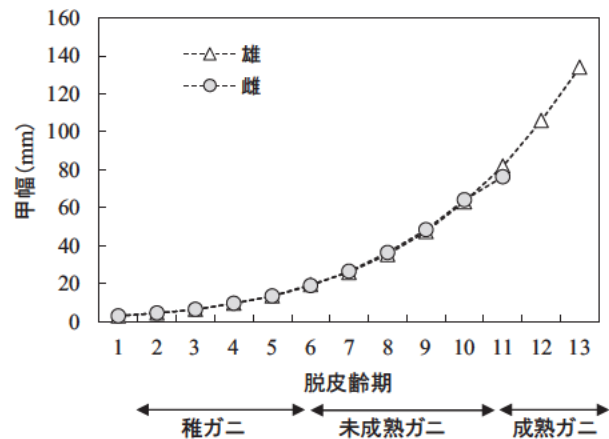


図 3. 日本海におけるズワイガニの脱皮齢期

(3)成熟・産卵

日本海における知見(今ほか 1968、山崎 1991、山崎ほか 1992)では第 11 齢期で成熟を開始する(図 3)。太平洋北部海域における 50%成熟サイズは雄甲幅 78.6mm、雌甲幅 65.8mm である。雌の成熟サイズは日本海とほぼ同程度である。

① サイズ別成熟割合

年齢が不明であるので、年齢別成熟割合は算出できないが、2011 年 10～11 月のトロール調査によって得られた甲幅サイズ別の成熟割合を図 4 に示した。

雄では甲幅 60mm 未満でも最終脱皮後の成熟個体が僅かに見られるが、最終脱皮個体の割合が 50%以上となるのは甲幅 76mm 以上で、甲幅 100mm 以上ではほとんどが最終脱皮後の個体である。太平洋北部系群では、日本海に比べ大型の雄個体が少ないといわれているが、これは成長速度の違いによるものではなく、すべての個体が最終脱皮を終えるサイズが日本海よりも小さいことによると考えられる(上田ほか 2007)。

雌では甲幅 60mm ぐらいから成熟割合が高くなり、70mm でほぼ半数が成熟し、76mm 以上はほとんどが

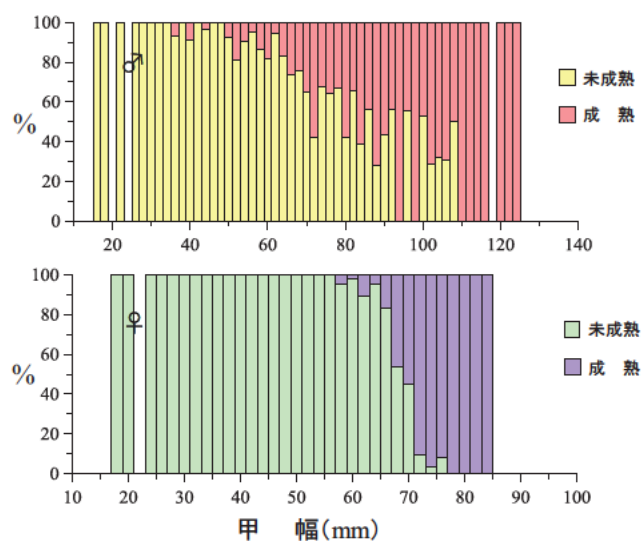


図 4. 2012 年のトロール調査結果におけるズワイガニの甲幅別成熟割合

成熟個体である。

②産卵場・生態

産卵場については、詳細は不明であるが、調査標本の測定等の結果では、ふ化が近い外仔を有する個体は冬～春に多い。

索餌期は周年で、索餌場所は水深 150～750m である。

(4)被捕食関係

東北海域での食性は不明であるが、日本海では底生生物を主体に、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類、棘皮動物など多様な食性であることが報告されている（尾形 1974）。未熟な小型個体はマダラ、ゲンゲ類、カレイ類、ヒトデなどに捕食される。

3. 漁業の状況

(1)漁業の概要

太平洋北部海域では、青森県～茨城県において沖底により漁獲されているが、漁獲が多いのは宮城県以南の海域である（図 5）。青森県沖ではかけまわし漁法、岩手県沖ではかけまわし漁法および 2 そうびき漁法、宮城県以南ではオッタートロール漁法が用いられている。福島県では 1975～1980 年頃からズワイガニを漁獲するようになり、太平洋北部海域における漁獲の大半は福島県漁船によるものである（表 1）。しかしながら、本種を選択的に漁獲する専門船は少なく、他の多くの魚種とともに漁獲対象の一つとして扱われている。2011 年 3 月以降は、東日本大震災（以後震災とする）および福島第一原発事故（以後原発事故とする）により、福島県の漁業は休止しており、部分的な試験操業のみとなっている。

1996 年に農林水産省令に基づき規制が導入され、操業期間は 12 月 10 日から翌年 3 月 31 日、雄では甲幅 8cm 未満、雌では外仔を持たない未成熟ガニの漁獲は周年禁止されている。規制の導入とあわせて TAC 対象種となった。本報告では以後、12～3 月の漁期年を 12 月の属する年として表示する。本系群の水揚げの中心となる福島県相馬港では、沖底船の 1 隻 1 日当たりの水揚げ量制限や、休漁日を設定している。また、茨城県でも 12 月の漁獲禁止など自主規制を行っている。

(2)漁獲量の推移

福島県相馬港における水揚げについて、雌雄および雌の成熟・未熟を区別した集計が 1985 年以降行われている。相馬以外では、カニ類として扱われるなど漁獲統計資料が十分に整備されておらず、青森県～茨城県の漁獲量が把握できているのは 1996 年以降である。

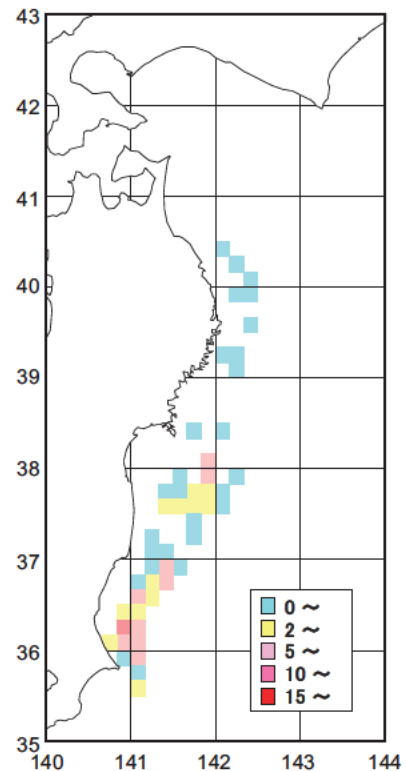


図 5. 沖底によるズワイガニの漁獲量分布
(2009 年漁期 単位：トン)

1985 年以降のズワイガニ漁獲量の推移を図 6 に、1992 年以降の県別漁獲量を表 1 に示した。

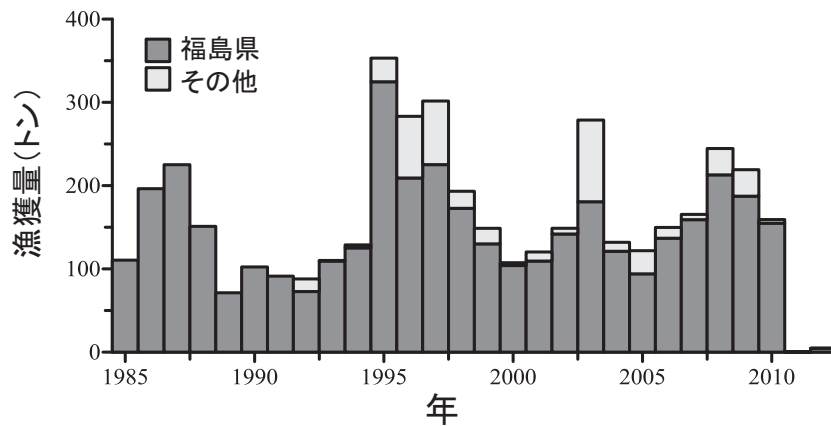


図 6. ズワイガニ太平洋系群の漁獲量(年は漁期年：12～3 月)

表 1. ズワイガニの県別漁獲量(トン)

年	漁	期	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	合 計	福島割合(%)
92	1992年12月	1993年3月				72.8	15.1	87.9	82.8
93	1993年12月	1994年3月				109.3	0.8	110.1	99.3
94	1994年12月	1995年3月			2.0	125.2	1.6	128.8	97.2
95	1995年12月	1996年3月	19.6		3.7	324.7	5.1	353.1	92.0
96	1996年12月	1997年3月	31.0	0.0	43.0	209.1	0.1	283.2	73.8
97	1997年12月	1998年3月	3.8	0.2	72.3	225.2	0.1	301.6	74.7
98	1998年12月	1999年3月	1.1	0.0	19.4	172.7	0.0	193.2	89.4
99	1999年12月	2000年3月	8.8	0.0	9.9	130.0	0.0	148.7	87.4
00	2000年12月	2001年3月	1.0	0.3	2.1	104.0	0.0	107.4	96.8
01	2001年12月	2002年3月	0.1	0.2	4.0	109.4	6.6	120.3	90.9
02	2002年12月	2003年3月	0.0	1.3	5.5	141.9	0.0	148.7	95.4
03	2003年12月	2004年3月	0.3	0.1	7.5	180.6	90.2	278.7	64.8
04	2004年12月	2005年3月	0.4	0.0	4.0	121.1	6.4	131.9	91.8
05	2005年12月	2006年3月	0.3	0.1	4.0	94.0	23.5	121.8	77.2
06	2006年12月	2007年3月	0.0	0.0	3.8	136.8	9.1	149.8	91.4
07	2007年12月	2008年3月	0.0	0.2	2.9	159.1	3.2	165.4	96.2
08	2008年12月	2009年3月	0.0	0.3	15.7	212.9	15.7	244.5	87.1
09	2009年12月	2010年3月	0.0	0.1	5.5	187.3	26.2	219.1	85.5
10	2010年12月	2011年3月	0.0	0.0	1.1	154.9	3.2	159.3	97.3
11	2011年12月	2012年3月	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0
12	2012年12月	2013年3月	0.4	0.3	0.3	4.6	0.0	5.6	82.0

※福島県以外の各県の数値が 0.0 は漁獲 0.05 トン未満。2011 年の福島県は原発事故により操業休止。1995 年以前の福島県以外の数値に一部カニ類を含む。

福島県相馬港水揚量は 1985 年の 110 トンから 1987 年には 225 トンに増加した。1989 年には 71 トンに減少し、1993 年まで 70～100 トンで推移した。1995 年に最高の 324 トンに増加した後 200 トン台に、2000 年には 104 トンに減少した。その後、増減しつつ緩やかに増加し、2008 年には 213 トンとなったが再び減少に転じ 2010 年は 155 トンとなった。なお、2011 年漁期は原発事故の影響により、福島県漁船は操業を休止したため漁獲は無かつ

た。2012 年には試験操業が行われ、4.6 トンの漁獲があった。

県別に見ると 1996～1998 年は福島県に次いで宮城県の漁獲が多く、1996～1998 年は 19～72 トンの漁獲があったが、以後一部の年を除き数トン程度である。青森県でも 1995 年、1996 年は 20～30 トンの漁獲があった。しかし 2001 年以降の漁獲は 1 トンに満たない。

2003 年は茨城県日立沖に好漁場が形成され、これまであまり積極的に漁獲していなかった茨城県漁船もズワイガニ対象の操業を行い、沖底と小型底びき網（以下小底）で 90 トンの漁獲があった。これにより全県合計漁獲量は 279 トンと大きく増加した（図 6、表 1）。

2004 年は茨城県漁船がズワイガニ狙いの操業を控え、主力の福島県漁船もズワイガニ狙いの操業を積極的には行わなかったと考えられ、漁獲量は 132 トンと半減し、2005 年も 122 トンと減少した。2006 年漁期は 150 トン、2007 年漁期は 165 トンと若干増加し、2008 年も 245 トンで、2006～2008 年の漁獲量は増加傾向であった。

2009 年は 2008 年より若干減少し、全体で 219 トン、2010 年漁期は、福島県が 155 トン、全県合計で 160 トンと 2009 年より 20%程度減少した。2006 年以降は 3 月の漁獲量が各年の漁獲量の 17～28%を占めていたことから、2010 年漁期の漁獲量減少の要因は、震災による 2011 年 3 月 11 日以降の操業休止が大きいと考えられる。

2011 年漁期は、原発事故の影響により、漁獲量の大半を占める福島県漁船の操業休止が継続されたため、漁獲は 1 トンに満たなかった。2012 漁期は福島県相馬の沖底漁船による試験操業が実施され、雄 1 トン、雌 3.6 トンが水揚げされた。福島県以外の漁獲はこれまでと同様に僅かであった。

当海域でのズワイガニの漁獲は、価格動向や他魚種の漁獲状況などにより影響を受けることから、漁獲量の変動が直接に資源の変動を示すものではないと考えられる。

この海域での漁獲の大半が水揚げされる福島県相馬港における水揚げ量の雌雄比について表 2 に示した。これによると、雄雌の比は、概ね 0.4 : 0.6～0.6 : 0.4 で、平均的には雌雄ほぼ同じ程度の漁獲重量となっている（表 2）。

重量ベースでの漁獲量はほぼ同量であるが、雌の漁獲対象サイズの平均体重は雄の 20～50%程度であることから、個体数ベースでは、雌は雄の 2～5 倍多く漁獲されると見積もられる。

表 2. 福島県相馬港に水揚げされたズワイガニの雌雄比

漁期年	♂	♀
1995	0.44	0.56
1996	0.52	0.48
1997	0.52	0.48
1998	0.42	0.58
1999	0.39	0.61
2000	0.41	0.59
2001	0.51	0.49
2002	0.54	0.46
2003	0.42	0.58
2004	0.33	0.67
2005	0.44	0.56
2006	0.52	0.48
2007	0.46	0.54
2008	0.55	0.45
2009	0.65	0.35
2010	0.57	0.43

(3)漁獲努力量

本系群を漁獲する主な漁法は前述のように沖底であり、そのほとんどが福島県漁船によるものである。沖底の漁獲成績報告書（以下、漁績とする）を用いて福島県漁船のズワイガニ有漁全漁区およびズワイガニ主漁場（8 割の年でズワイガニ漁期中の操業実績がある漁区）におけるズワイガニ有漁網数を図 7 に示した。なお、2010 年漁期については、12 月のズワイガニ解禁以降の操業資料等が津波により流失した可能性もあり漁績の提出率は低かった。また、2011 年、2012 年漁期については震災の影響でズワイガニを対象とする漁業は殆ど行われなかった。このため、有効な漁績データは 2009 年漁期までのものであり、

ここでは参考として 2009 年漁期までの数値を示した。

漁績は 1 日単位で記載されるため、1 日のうち 1 回でもズワイガニを漁獲した場合は、残りの操業でズワイガニが漁獲されなくても、その日の曳網回数が努力量として集計される。したがって、漁績データから推計されるズワイガニの努力量は、実際より多くなっていると考えられる。そこで、ズワイガニの有漁曳網回数を 1 日当たり 1 回とした場合を努力量の下限、漁績に記録された曳網回数を上限として図 7 に示した。

ズワイガニが漁獲された全漁区における漁期中の有漁網数の合計は、2002 年まで上限値では 1,800～2,500 回前後でほぼ横ばい状態で推移し、2003 年は 3,700 回に増加した。しかし 2005 年には 1,600 回と半減、2006 年以降は増加し、2009 年漁期は 4,100 回であった（2004 年以降の数値は未提出の漁績があるため県別月別の提出率で引き延ばした値）。

ズワイガニ主漁場における網数も、2000 年までは上限 800 回前後で比較的安定していた。2001 年以降は 700～1,300 回とやや変動が大きくなっている。有漁漁区、主漁場とも 2002 年以降は網数の変動が大きい、1996 年以降、主漁場ではほぼ横ばい状態である（図 7）。

沖底漁績のほか、標本数は 7～10 隻と多くないが、福島県沖底の標本船により、2001 年漁期以降の操業毎の漁獲状況等が得られている。これによると 2001 年漁期以降でズワイガニを漁獲した沖底標本船は 2～4 隻であった。これらが漁期中にズワイガニを漁獲した

曳網回数および累積曳網時間から求めた 1 網当たりの平均曳網時間を表 3 に示した。2001～2003 年は 2.2～2.6 時間と曳網時間は 2 時間を超えたが、2004 年以降は 1.6～1.9 と 1 時間台に減少しており、震災前までのズワイガニに対する努力量は減少していたと考えられる。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

2012 年 10～11 月に太平洋北部海域全域で着底トロール網による底魚類資源量調査を実

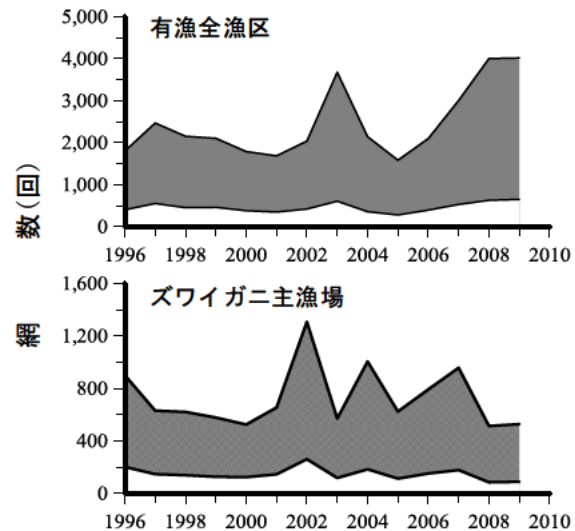


図 7. 福島県沖底のズワイガニに対する努力量

表 3. 沖底標本船のズワイガニの漁獲努力量

漁期年	網数	曳網時間	時間／網
2001	180	401	2.2
2002	146	378	2.6
2003	120	290	2.4
2004	53	96	1.8
2005	53	87	1.6
2006	133	248	1.9
2007	78	145	1.9
2008	148	278	1.9
2009	227	408	1.8
2010	10	20	2.0

※2010 年は 12 月のみの数値。

施し（水深 150～900m、計 101 地点、補足資料 1 参照）、海域を南北方向で 4 分割してそれぞれ 50～100m 幅の水深帯別に層化し、面積 密度法により資源量を推定した。

本調査は 1996 年から実施しているが 2002 年以降、資源量推定精度向上のために調査点数の増加や配置の変更を行っている。

1997～2003 年のデータについては南北方向を 4 区分、水深を 100m 毎の水深帯に 8 区分して合計 32 層で資源量を計算した。2004 年以降は、南北方向の 4 区分に加えズワイガニの主分布水深帯である 200～500m を水深幅 50m に区分して合計 48 層で計算を行っている。なお、水深区分の変更に伴い各層の面積は、2003 年以前も含め新たに計算した値を用いた。以後特に断りがない場合、トロール調査結果を用いて推定された数値は、新しい層区分と面積に基づいたものである。

2012 年の調査では海況が悪く、荒天待機を余儀なくされた日が多くなり、調査を実施できたのは 101 点と予定した調査点の 60%程度であった。このため、金華山以南の海域では、調査点が 1 点しか無い層があった。このことから、1 点／層となる層については隣接する水深帯と統合して計算し、資源量を推定した。

トロール網のズワイガニ採集効率（網を曳いた場所にいたズワイガニの何割が網に入るのかを示す係数）は、これまで甲幅サイズによらず一定とした 0.3（渡部・北川 2004）を用いていた。過去の知見や予備的調査から大型個体では採集効率が高く、小型個体では低いと考えられたことから、補足資料 4 に示した方法により採集効率調査を行った。得られたデータを用いて甲幅と採集効率の関係について分析し関係式(1)を求めた。この式から計算した甲幅別採集効率を用いて資源量を推定した。

$$Q = 0.664 / (1 + \exp(-4.276 - 0.079 \cdot CW)) \quad (1)$$

ここで Q は採集効率、CW は甲幅(mm)を示す。

資源量推定の際、雌雄別に最終脱皮の前と後に分類し、雄についてはさらに甲幅 80mm 以上と未満に分けて集計して、2012 年の甲幅別資源量を計算した。この結果から 2013 年および 2014 年の加入量を推定して、2014 年までの資源動向を予測した（補足資料 2）。

動向予測では漁獲の大半を占める福島県の雌雄別水揚げ量から求めた雌雄比で全体の漁獲量を配分し、雌雄別に資源量と漁獲量から F を求め計算した。なお、2012 年は福島県沖底漁船による試験操業で得られた雌雄別漁獲量を用いた。

(2)資源量指標値の推移

前述のように 2010 年漁期終盤の 2011 年 3 月 11 日以降は震災および原発事故の影響により、本系群を対象とする漁業が殆ど行われていないため、ここでは 2009 年漁期までデータによる資源量指標値を参考として示した。

沖底のうち本種を漁獲する主要漁業であるオッタートロールの漁期（12～3 月）中の漁績データから求めたズワイガニ主漁場における CPUE (kg/網) の経年変化を図 8 に、資源量指数(P)の経年変化を図 9 に示した。

資源量指数は漁期における漁区毎の CPUE に漁区の面積を乗じたものを合算した数値で、以下の式により示される。ここでは各漁区の面積(Ai)はほぼ等しいので Ai=1 として計算を

行った。

$$P = \sum_i A_i \frac{C_i}{X_i}$$

ここで C_i は漁区 i の漁獲量、 X_i は漁区 i の操業網数を示している。

聞き取り情報などから当海域におけるズワイガニの漁獲は、着業者の漁獲努力のすべてがズワイガニに向けられた結果によるものではなく、ズワイガニの漁場形成状況と価格や需要の動向、他魚種の漁況により、ズワイガニを対象とした操業と他魚種を対象とした操業を切り替えて行っていると考えられる。特に近年は魚価の低迷から、全漁期間を通じてズワイガニ専業で出漁する漁船は少ないとの情報もある。また、ズワイガニは分布域に均等に分布するのではなく、ある程度濃密に集群しているといわれている。漁業者からの情報では、日没後によく漁獲されることなどから、集群場所でズワイガニを狙った夜間の操業を行うことが多いという。このため、1 日の操業においてもズワイガニ狙いによる操業と他の魚種を対象にした操業が混在する。

以上のことから CPUE 等の検討の際、両者を狙い操業と混獲を区別する必要がある。しかし、操業漁区や努力量の情報が得られる唯一の統計資料である沖底漁績の記載では、前述のように操業状況や漁獲が 1 日毎にまとめられており、狙い操業と混獲の区別は困難である。そこで混獲による影響をできる限り小さくする目的で、ズワイガニの漁期中の福島県沖底漁船による操業のうち、ほぼ毎年操業実績がある漁区（過去の 80%以上の年で利用されている漁区）について集計を行った。

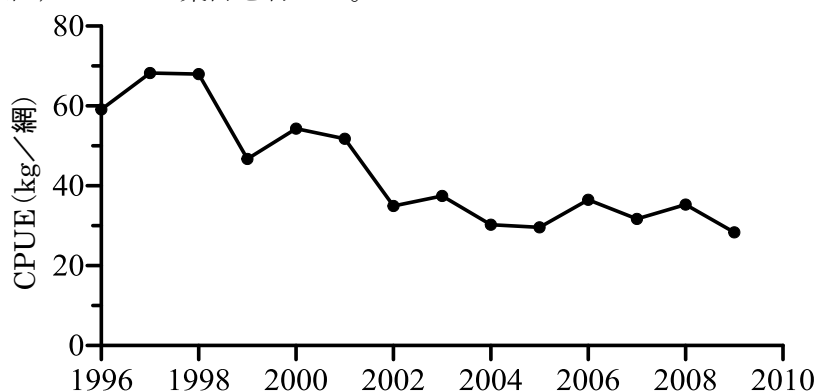


図 8. 福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場におけるオッターロールによるズワイガニの CPUE (kg/網) の経年変化
※年は漁期年。

沖底漁績に基づく CPUE は 1996～1998 年漁期の 59～68kg/網から減少し、2002 年以降は 30～40kg/網とほぼ横ばいで推移している（図 8）。

主漁場における資源量指数は 1997 年に 350 と最も高い値を示した後は 2002 年に 196 に減少し、その後は増減しつつ横ばい傾向で推移している。2006 年以降は増減幅がやや小さくなっている（図 9）。

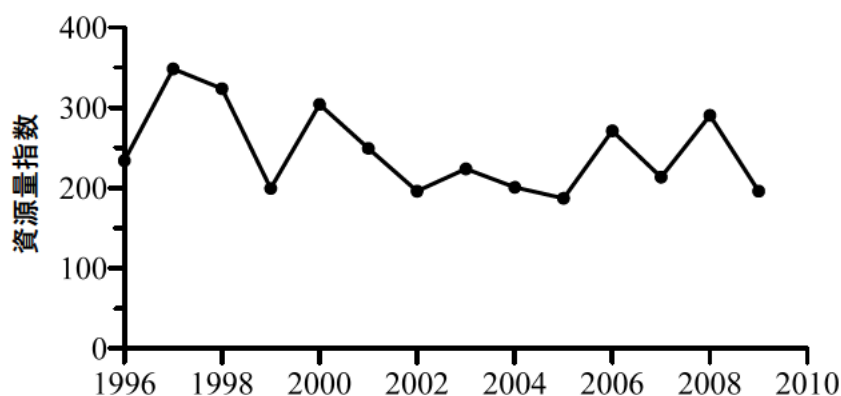


図 9. 福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場における資源量指数
※年は漁期年。

福島県の標本船のうちズワイガニを漁獲している操業データを用いて、操業毎のズワイガニの漁獲量と曳網時間から曳網 1 時間当たりの漁獲量を求めた。すでに述べたように、この海域でズワイガニを漁獲する際には、ある程度狙った操業が行われることから、ズワイガニを漁獲した操業について集計を行った。なお、2010 年漁期については 12 月のみの値で、参考として示した。それでもなお若干の他魚種狙いの混獲データも含んでいると考えられるが、漁績のように 1 日分の漁獲量と網数から求めた CPUE よりもより実態に近い値であると考えられる。これによ

れば、2001 年は 1 時間当たり 40kg、2003 年には 70kg、2004 年は 80kg と 2001 年の 2 倍に達したが、2005 年漁期は 45kg と減少した。2006 年は 95kg、2007 年は 137kg と増加した。2008 年、2009 年は 103kg とほぼ同じ値であった。2001～2009 年の傾向では、曳網 1 時間当たりの漁獲は増加している（図 10）。

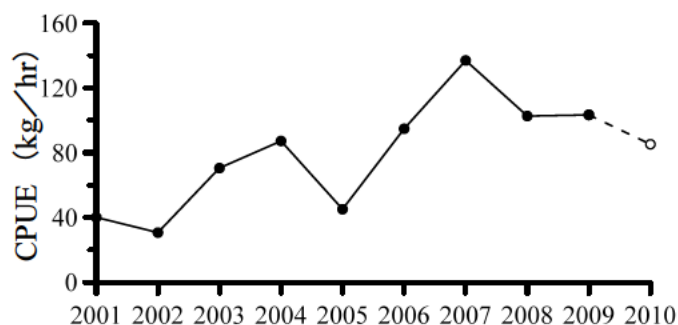


図 10. 福島県沖底標本船の曳網 1 時間当たりの平均漁獲量(kg)
※2010 年は 12 月のみのデータで参考値。

(3) 甲幅別資源尾数

年齢が推定できないため漁獲物の年齢組成は明らかではない。ここでは調査船調査で得られた甲幅別資源尾数の経年変化を雌雄別に示した（図 11、12）。

雄の甲幅の範囲は 10～130mm で年による大きな差は見られない。80mm 以上の漁獲対象サイズにおいても若干未最終脱皮個体が見られるが、日本海での漁獲対象サイズに相当する 90mm 以上ではほとんどが最終脱皮後の個体である。

1998 年、2001 年は 38mm モードの個体が多く、2005 年以降は 30～70mm 程度の加入前の資源尾数が多い。2005 年の 38mm モードの群は、2006 年には 52mm モード、2007 年には 68mm モードに成長し、各年とも資源尾数は多かった。この 2007 年の 68mm モード群は 2008 年に漁獲加入すると考えられ、漁獲対象である 80mm 台の個体数が 2008 年は大き

く増加することが期待された。しかし 2008 年の資源尾数は過去最高値とはいえ 2007 年と殆ど差が無い値で、推定値ほど加入は多くなかったと考えられる。2010 年の資源尾数では 2009 年とほぼ同じであったが、資源重量では若干減少していた。これは甲幅 100mm 以上の個体の割合が 2010 年は少なかったためと考えられる。2011 年は翌年に加入すると考えられる甲幅 60~80mm が 2010 年に比べ少ないが、2013 年に加入すると考えられる 50mm にモードを持つ個体数は増加している。

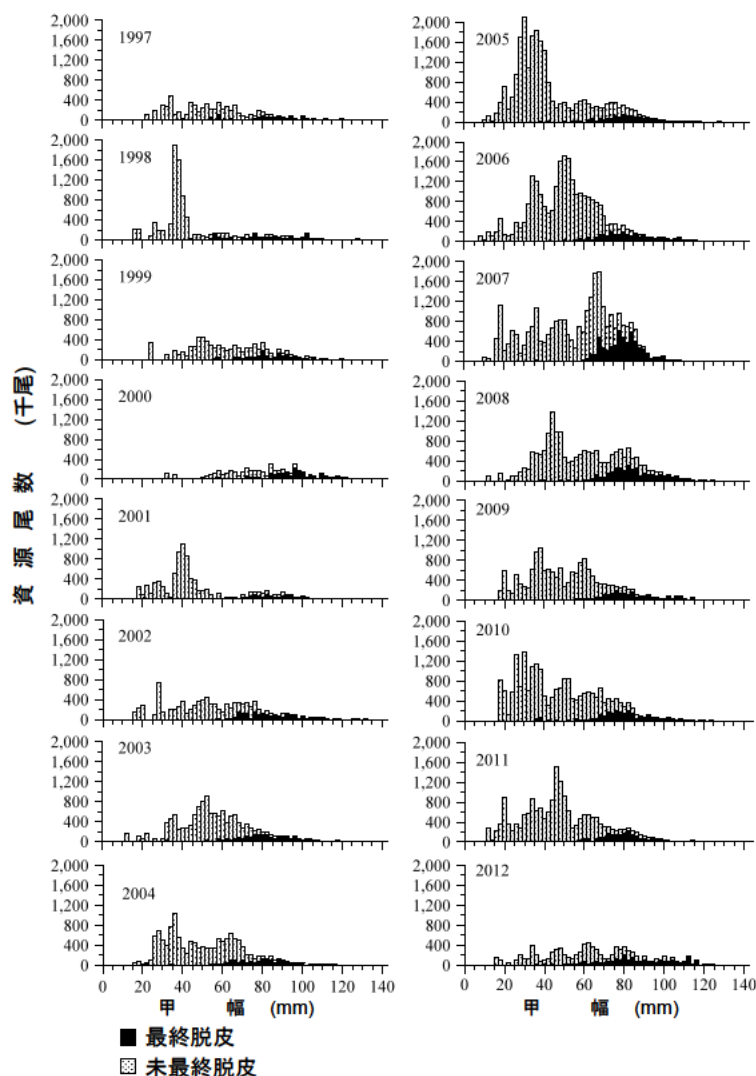


図 11. 雄ガニの甲幅別資源尾数

2012 年は漁獲対象となる 80mm 以上の雄、特に 100mm 以上の個体が 2009~2011 年に比べて多い。これは、震災による漁業休止のため大型の個体が漁獲されなかったことが一因と考えられた。しかし、80mm 未満の個体数は少なく、今後の加入が悪化する可能性がある。

雌は各年ともに甲幅 54~85mm が中心で 76mm 前後にモードが見られ、76mm 以上はほとんどが成熟した漁獲対象資源となっている。雄同様に 2001~2011 年までは 30~70mm 程度の加入前の資源尾数が多い。2005 年の 38mm モードの群の資源尾数は、2006 年には 52mm

モードに成長し、2007 年はこれらが成長したと考えられる 68mm モード年齢群の資源尾数も多かった。この年齢群は 2008 年に加入すると推測されたが、予想よりも加入が悪かったためか、2008 年の雌の漁獲対象資源尾数は 2007 年の半分程度に減少した。

2009 年、2010 年に加入すると考えられる 2008 年の 48mm、62mm モードの資源尾数は、2006 年、2007 年に比べて少ないが、2009 年の資源量は 2002～2007 年に近い値となった。

2011 年に漁獲加入すると考えられる 2010 年の 60mm 台も比較的多いが 2011 年の漁獲対象資源は減少した。また、2012 年の甲幅別資源尾数を見ると 2013 年以降に加入してくる 60mm 以下の資源尾数は少なく、雄同様に今後加入が悪化する可能性がある。

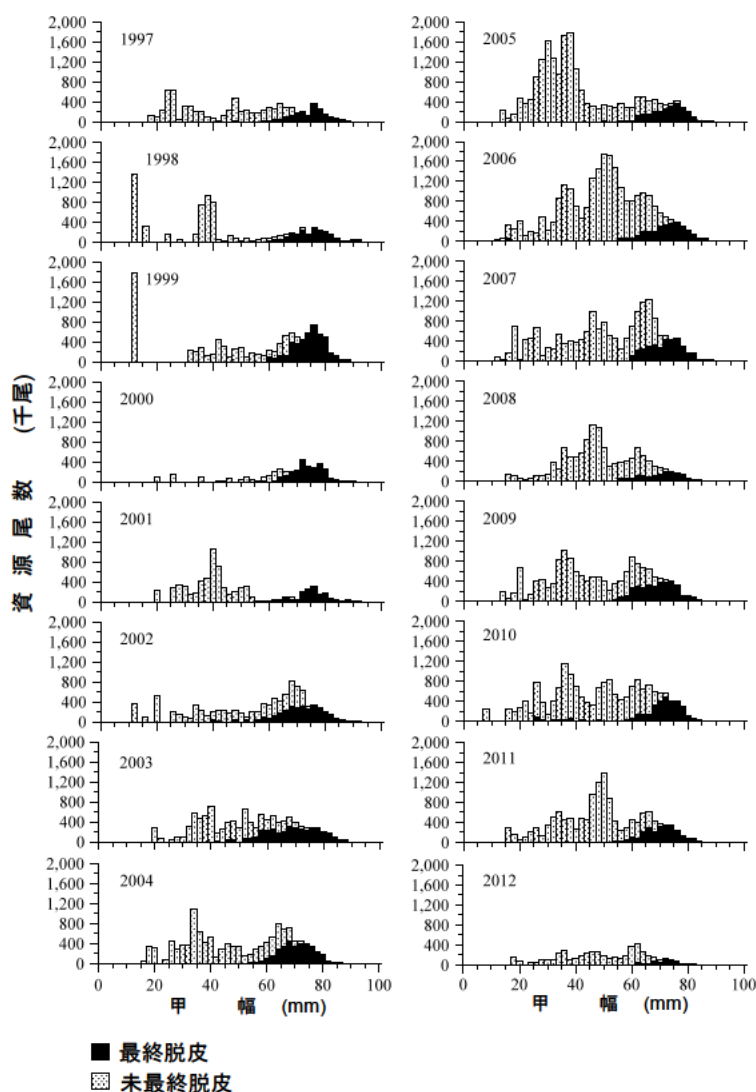


図 12. 雌ガニの甲幅別資源尾数

(4) 資源量と漁獲割合の推移

2012 年 10～11 月のトロール調査で推定された資源量は、雄：9,271 千尾 (CV：0.28)、雌：5,357 千尾 (CV:0.18)、雌雄合わせて 14,628 千尾、1,741 トンであった (図 13、表 4)。

そのうち甲幅 80mm 以上の雄ガニと成熟雌ガニとを合わせた漁獲対象資源量は、3,313 千尾、996 トンで、尾数では減少、重量では増加した。

雌雄別に見ると、2012 年の雄の漁獲対象資源量は、尾数では 2,709 千尾(CV:0.67)と 2007 年、2008 年の約 70%、重量では 914 トン(CV:0.74)と 80%に減少した。一方、雌は 2008 年に 1,629 千尾、213 トンと 2007 年の半分以下となり、2009 年には 3,557 千尾、449 トンに一旦回復した。2010 年以降は減少しており、2012 年は 604 千尾、81 トン過去最低の値となった。なお、2007 年は茨城沖の 1 調査点で、2008 年は 2007 年と同じ茨城沖の調査点と福島沖の 1 調査点で雄がまとまって採集され、茨城沖と福島沖の雄ガニの平均密度が高く推定されるとともに信頼区間が広がった。このことから 2007 年、2008 年の雄の資源量が過大に推定されている可能性が考えられる。この 2 年と 2000 年を除くと雄の漁獲対象資源尾数は概ね横ばい傾向で推移している。

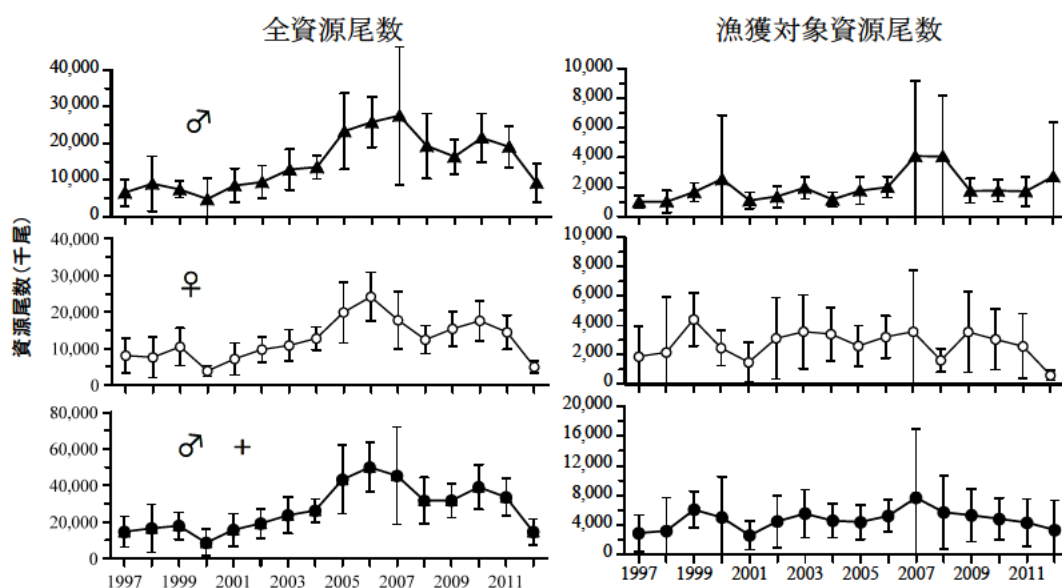


図 13. トロール調査で推定されたズワイガニ資源尾数と 95%信頼区間

表 4. 面積-密度法により推定したズワイガニの資源量

ズワイガニ全体																
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
尾数 雄	6,602	9,015	7,473	4,803	8,562	9,482	12,878	13,526	23,326	25,795	27,546	19,316	16,372	21,528	19,084	9,271
雌	8,060	7,585	10,483	3,874	7,150	9,725	10,852	12,764	19,918	24,163	17,772	12,434	15,407	17,603	14,458	5,357
重量 雄	669	635	933	1,132	617	990	1,233	1,043	1,312	2,010	2,824	2,233	1,413	1,507	1,364	1,411
雌	534	461	902	454	397	808	788	849	891	1,482	1,204	724	919	1,053	851	330
尾数計	14,662	16,600	17,956	8,678	15,712	19,207	23,730	26,291	43,244	49,958	45,317	31,750	31,779	39,132	33,542	14,628
重量計	1,203	1,096	1,835	1,585	1,015	1,797	2,021	1,891	2,203	3,492	4,027	2,956	2,331	2,560	2,215	1,741
漁獲対象資源 (甲幅80mm以上の雄および成熟雌ガニ)																
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
尾数 雄	1,003	1,021	1,666	2,545	1,100	1,355	1,457	1,168	1,762	2,006	4,093	4,078	1,739	1,756	1,720	2,709
雌	1,877	2,167	4,410	2,469	1,484	3,125	3,583	3,415	2,606	3,214	3,576	1,629	3,557	3,054	2,580	604
重量 雄	313	348	474	892	332	435	447	331	467	620	1,062	1,174	568	488	482	914
雌	282	336	661	366	230	425	458	458	369	440	495	213	449	423	340	81
尾数計	2,880	3,188	6,076	5,014	2,584	4,480	5,040	4,584	4,369	5,220	7,670	5,707	5,296	4,811	4,300	3,313
重量計	595	684	1,135	1,258	562	861	905	789	836	1,060	1,557	1,388	1,017	911	822	996
漁獲量	301.6	193.2	148.7	107.4	120.3	148.7	278.7	131.9	121.8	149.8	165.4	244.5	219.0	159.2	0.5	5.6
漁獲割合	50.7	28.3	13.1	8.5	21.4	17.3	30.8	16.7	14.6	14.1	10.6	17.6	21.5	17.5	0.1	0.6

※重量は甲幅別資源尾数と甲幅階級の平均体重から計算した値。

雌の漁獲対象資源尾数は雄に比べてやや信頼区間が広いが、2002～2009年は2,600～3,600千尾でほぼ横ばいで推移していた。2010年以降減少傾向で、2012年は600千尾と大きく減少し過去最低値となった(表4、図13)。

1997年以降の雌雄合計した漁獲対象資源重量は、およそ560～1,600トンで、変動しつつ2002年以降は増加傾向にあったが2008年以降は減少している(表4、図14)。

漁獲割合は、資源量の増減と概ね逆の変動を示しており、1997年の50%をピークに2000年に8.5%に減少した。2001～2010年は11～31%で推移しており(表4、図14)、震災前の平均は約20%であった。なお、2011年は、原発事故の影響で福島県の操業が休止し漁獲が殆ど無く、2012年は試験操業が開始されたが漁獲量は少ない。このため両年の漁獲割合はほぼ0となっている。

ズワイガニ太平洋北部系群の雌雄別の漁獲係数Fと漁獲量および資源量の推移を図15に示した。

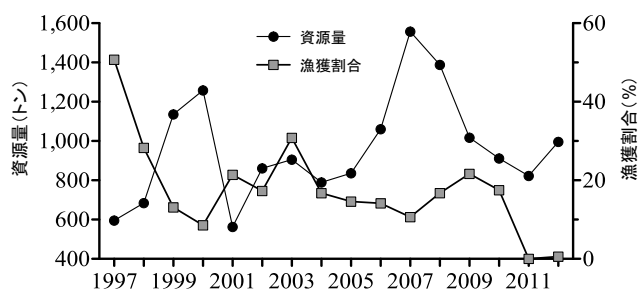


図14. 面積密度法により推定した漁獲対象資源重量と漁獲割合の経年変化

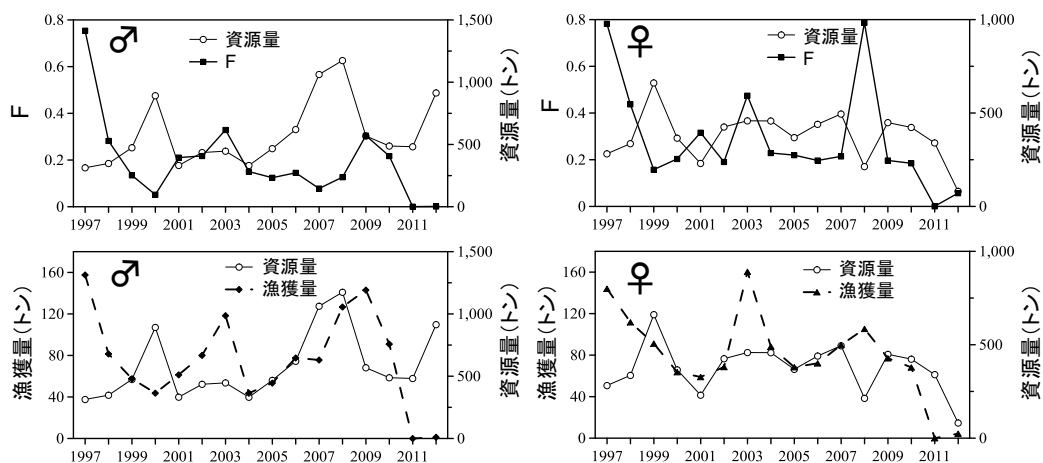


図15. 資源量とFおよび漁獲量の関係

Fは1997年の最高値から雄は2000年に0.05、雌は1999年に0.16とそれぞれ減少した。その後2003年まで雌雄ともに増加傾向を示したが、2004～2007年の雄は減少傾向、雌は横ばい傾向であった。2008年のFは雌雄ともに増加し、特に雌では漁獲対象資源量が半減したが、漁獲量が増加したため0.79と1997年の過去最高値と同等であった。2009年は逆に雌の資源量が増加し、漁獲量が減少したため雌のFは0.20となり、雄は資源量が減少し、漁獲量が増加したためFは0.3に増加した。2010年は資源量が若干減少したが、震災の影響により漁獲量も減少し、雌雄合わせたFは0.2、漁獲割合は17.5%に減少した。2011年の資源量は若干減少したが、震災および原発事故の影響によりズワイガニは殆ど漁獲されなかった。2012年は福島県沖底船による試験操業が実施されたことにより若干の漁獲があ

ったが、雌雄合わせた F は 0.01 と低い値である。

(5) 資源の水準・動向

県別ズワイガニ漁獲量データは 1996 年以降、資源量推定値も 1997 年以降の数値しか無い。漁業者からの聞き取り情報からでは、1997 年以前は現在よりもっと資源が多く、現状程度の漁獲量達成はより容易であったように感じるなど、1997 年以降より資源量は多かったと推測される。そこで、1997～2011 年の面積密度法により推定した漁獲対象資源重量の最高値（1,560 トン、2007 年）を高位と中位の境界、1997～2010 年の過去最低資源量（560 トン）を中位と低位の境界として資源水準を判断した。その結果、2012 年の雌雄合計の資源重量は中位水準と判断された（図 16）。

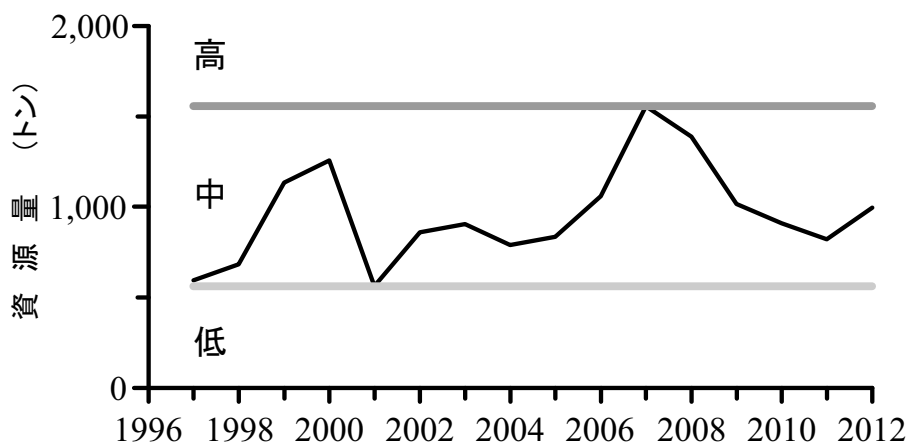


図 16. ズワイガニ漁獲対象資源量の経年変化と水準の判定

資源の動向については、これまで沖底漁績による主漁場の CPUE や資源量指数とトロール調査から得られた資源量の推移から総合的に判断していたが、前述のように 2011 年 3 月以降は震災と原発事故による操業休止により、ズワイガニ資源に関する漁業からの情報は得られていない。したがって、今年度の資源評価では、トロール調査の資源量推定値に基づき動向を判断した。図 16 のように雌雄合計の資源重量は 2007 年をピークに減少している。前述のように 2007 年、2008 年の資源量推定値の信頼性は他の年に比べて低い、それを加味しても 2008～2012 年の 5 年では資源が減少傾向であると判断された。

雌の漁獲対象資源が著しく減少したこと、雌雄ともに若齢個体の資源尾数も減少していることから、今後の水準・動向には注意を要する。

(6) 再生産関係

年齢が不明で、ふ出した幼生が漁獲加入するまでの年数が長く、産卵親ガニの量と加入量の関係を検討するためのデータ年数が不足していることから、再生産関係については不明である。しかし、ある年の漁期後の雌ガニと 7 年後の 42～56mm（これらは 2 年後に漁獲加入すると考えられる）の雌雄合計の資源尾数についてみると（図 17 上）、2012 年までの調査データを加えた結果、以前の評価と同様の相関関係が見られた（図 17 上中央）。ずらす年数が 6 年または 8 年の場合には相関関係は見られない。42～56mm のカニは 2 年後

に漁獲加入すると考えられることから、漁期後に残存する漁獲対象資源量の増減が9年後の加入に影響を与える可能性がある。日本海のズワイガニではふ出後約10年で雌は成体となり、雄も80mm程度になること（尾形 1974）と近い結果を示していると考えられる。また、1年後に加入すると考えられる雄の56～74mmと雌の56～76mmの合計についても同様に比較したところ（図17下段）、明瞭な相関関係は見られない。

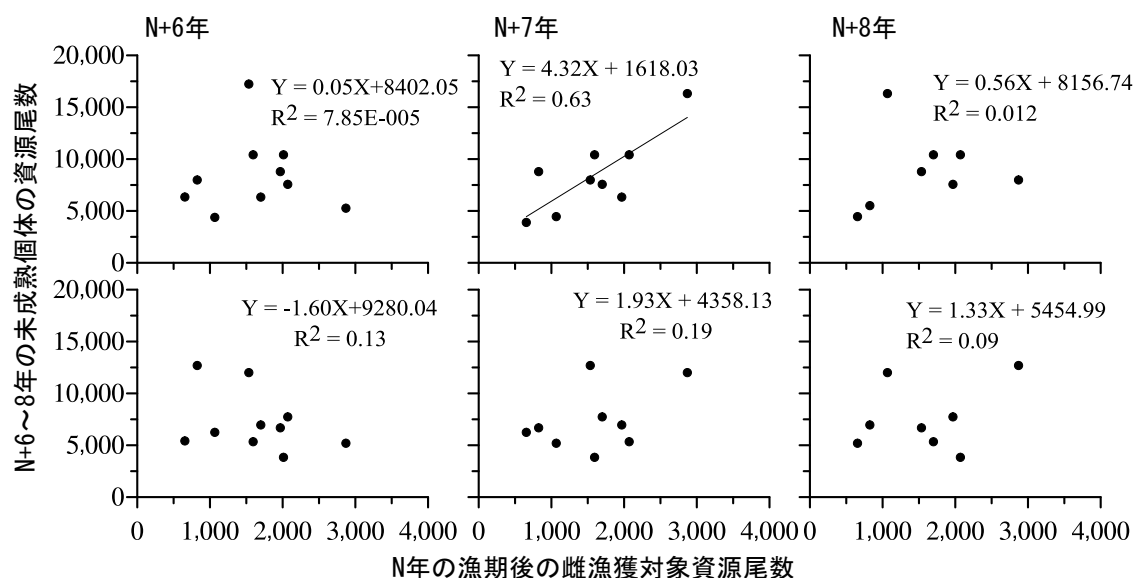


図17. 加入前の資源尾数と漁期後の雌漁獲対象資源尾数の関係
上段：42～56mm、下段：56～74mm 雄と 56～76mm の雌の合計

(7)Blimit の設定

前述のように再生産関係が不明なため、ここでは資源管理上の一つの目標（目安）とし、再生産に影響を与えると考えられる雌の取り残し量を基準として、「2008年を除く1997～2010年の最低値97トン（表5）をBlimitとした。

前述のような再生産関係が存在すると仮定した場合、雌の取り残し量の増減が漁獲対象資源量に影響するのはおよそ9年後となる。したがって、雌の資源量がBlimitを下回るような場合、9～10年前の資源状況もあわせた検討が必要と考えられる。SSB<Blimitとなる傾向が2年以上連続する場合や今後の動向予測において、SSB<Blimitとなる状態が連続する、あるいは加入量が低い水準に減少することが予想される場合に何らかの規制措置をとることを提案する。

表5. 漁期後の雌の漁獲対象資源量

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
SSB (トン)	97	162	426	225	127	261	211	274	222	264	299	73	276	265	255	58

(8)今後の加入量の見積もり

①資源と海洋環境の関係

浮遊期幼生の生残、着底海域への移送等に海流や水塊配置などが大きな影響を与えると

推測されるが、詳細については不明である。

②調査船調査からの今後の加入量の仮定

各年の資源量調査から得られた加入前の資源尾数を表 6 に、加入前資源尾数から推定した加入量を表 7 に示した。

2007 年のトロール調査結果では、2008 年に加入すると考えられる 2007 年雄の 56～74mm の資源尾数は 7,887 千尾と過去最高となった。この半数と 74～80mm の未最終脱皮個体を合わせた 2008 年に加入する 2007 年の加入前の雄資源尾数も 5,285 千尾と 1997 年以降では最高値である（表 6）。この値と $M=0.35$ により推定した 2008 年雄の加入量もおおよそ 3,700 千尾と過去最高と予測され（表 7、図 18）、資源量の増加が期待された。しかし、表 4 に示したように 2008 年雄の漁獲対象資源尾数は、1997 年以降では高い水準であるものの 4,000 千尾と 2007 年とほぼ同じ尾数であった。2009 年以降は減少して、2012 年雄の推定加入量は 1,367 千尾となった。2013 年は 1,124 千尾と 2012 年より若干減少、2014 年は半減すると推定された。（表 7、図 18）。

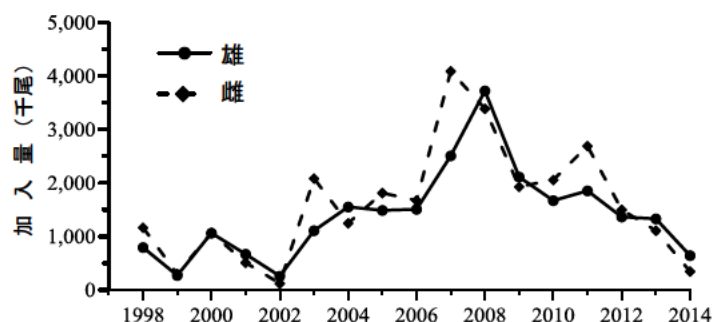


図 18. トロール調査結果から推定した加入量

雌の加入量を見ると、2007 年に加入する 2006 年の 56～76mm、2008 年に加入する 2007 年の 56～76mm は多く（表 6）、これらの値と $M=0.35$ から推定した 2007 年と 2008 年の雌の推定加入量は 4,000 千尾、3,400 千尾と過去最高レベルになると推定された（表 7）。しかし 2008 年の雌の漁獲対象資源量は大きく減少した（表 4）。2008 年の加入量が過大推定であったか、漁獲加入前に大きく減少した可能性があり、実態の把握と検証が必要である。なお、漁業者からの聞き取り情報では、2008 年漁期の資源量が大きく減少したという感じは受けていないとのことである。

表 6. 甲幅 80mm 未満の未成熟個体の資源尾数（千尾）

性別	甲幅	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013推定
雄	42-56mm	1,633	941	2,145	252	2,284	2,126	4,016	2,549	2,760	8,483	4,606	5,533	3,492	4,161	5,944	1,484	
	56-74mm	1,674	592	1,821	1,106	335	2,068	3,653	3,679	2,824	6,207	7,887	3,948	4,045	3,924	3,218	1,994	523
	74-80mm	292	90	600	399	202	542	377	274	731	458	1,342	1,025	351	671	331	598	703
	翌年加入	1,128	387	1,510	952	370	1,576	2,204	2,114	2,143	3,561	5,285	2,999	2,373	2,633	1,940	1,595	964
雌	42-56mm	1,467	402	1,722	308	2,059	1,242	2,337	1,840	2,513	8,760	4,421	4,918	2,851	4,004	5,792	1,465	
	56-76mm	1,655	428	1,516	727	174	2,960	1,772	2,574	2,378	5,805	4,812	2,741	2,921	3,820	2,131	1,850	516

※2013 年は 2012 年調査結果からの推定値。

表 7. 加入量の推定値（千尾）

性別	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	平均
雄	795	272	1,064	671	261	1,111	1,553	1,490	1,510	2,510	3,724	2,114	1,672	1,856	1,367	1,124	679	1,443
雌	1,166	302	1,068	512	122	2,086	1,249	1,814	1,676	4,091	3,391	1,931	2,058	2,692	1,501	1,304	364	1,685

※各年ともその前年の調査結果により確定、2014 年は 2013 年調査後改訂される。
平均値は 2013 年までの値。

2009 年に加入する 2008 年の 56～76mm の雌、2010 年に加入する 2009 年の 56～76mm の雌はそれぞれ 2,741 千尾、2,921 千尾と 2006 年、2007 年からは大きく減少したが、2005

年以前と比べて高い値である（表 6）。2010 年の 56～76mm の雌の資源尾数から推定した 2011 年の加入予定量は、2,692 千尾と 2010 年と同様の値であった。しかし、2011 年の 56～76mm の雌の資源尾数から推定した 2012 年の加入予定量は 1,501 千尾と半減した。2011 年の 42～56mm と $M=0.35$ から 2013 年の加入量は 1,304 千尾と推定された。これは過去の平均より多く、2007 年および 2008 年を除いた中では比較的高い値であった。2012 年の 42～56mm の尾数と $M=0.35$ から推定した 2014 年の加入量は 364 千尾と大きく減少した（表 7、図 18）。

これらのことから雌雄ともに 2011 年以降の加入量は減少傾向であると考えられる。

(9) 生物学的管理基準（漁獲係数）の基準値と漁獲圧の関係

漁獲対象資源の加入量当たり漁獲量(YPR)と加入量当たり産卵親魚量(SPR)を求め、 F との関係は雌雄別に図 19 に示した。

加入後の資源動態についてはコホート解析の前進法と同様な方法によって計算した。漁獲対象とならない小型個体も同じ F で漁獲され再放流されるが、このズワイガニ（再放流個体と称する）がすべて生き残る場合（100%生残）、半数が生き残る場合（50%生残）、生き残らない場合（0%生残）を仮定して検討を行った。YPR については、漁獲量に放流後に死亡したと仮定した漁獲対象外サイズの量を加えず水揚げされたもの（漁獲対象資源）のみとした場合について示した。前述のように、当海域においては雄では甲幅 80mm 以上、雌では成熟個体が漁獲対象となるが、計算において年齢別選択率は一定とし、漁獲対象資源についてはサイズに関係無く一定の漁獲圧がかかると仮定した。また、寿命については考慮していない。

漁業者によると、脱皮後間も無い甲の柔らかいズワイガニは再放流しているとのことであるが、実際に再放流される量や割合等は不明である。また 10～11 月のトロール調査において脱皮後間も無い甲の柔らかい個体は少ない。したがって、漁獲され再放流される漁獲対象サイズの甲が柔らかい個体は少ないと考え、漁獲された漁獲対象資源は全て水揚げされるものとして扱った。なお、太平洋北部海域における再放流個体の再放流後の生残についても知見が無いため、本報告中の資源量推定や動向予測では、再放流個体はすべて生き残るものとしている。

100%生残では、YPR は雌雄ともに F を高くすると次第に増加し、 $F=1$ までの範囲では次第に増加率が減少するが増加を続ける。

50%生残および 0%生残では、YPR はある $F(F_{max})$ で極大となり、その後 F を高くすると減少する。50%生残における YPR が極大となる $F(F_{max})$ は雄では 0.25、雌 0.20、0%生残の F_{max} は雄 0.16、雌 0.15 であった（図 19 上）。

放流個体が 100%生残する場合、 F を強めても YPR は減少しないため F_{max} を基準とした管理方策の検討は適用できない。また、最近年の F の平均（2008 年除く 2006～2009 年の F の平均値、雄 0.18、雌 0.20）は雄では 50%生残の F_{max} よりも小さい値、0%生残では F_{max} を若干越えている。

雌については、ほぼ 50%生残時の F_{max} に相当し、0%生残では F_{max} より若干高い値である。

次に SPR について検討すると、一般的な基準とされる $F_{30\%SPR}$ は 100% 生残では雄 0.55、雌 0.85、50% 生残では雄 0.26、雌 0.32、0% 生残では雄 0.18、雌 0.22 となる。雄の $F_{2006-2009}$ (0.18) は、再放流個体が 100% 死亡すると仮定した場合、 $F_{30\%SPR}$ と同じ F 値で、雌の $F_{2006-2009}$ は $F_{30\%SPR}$ よりも低い F 値である (図 19)。

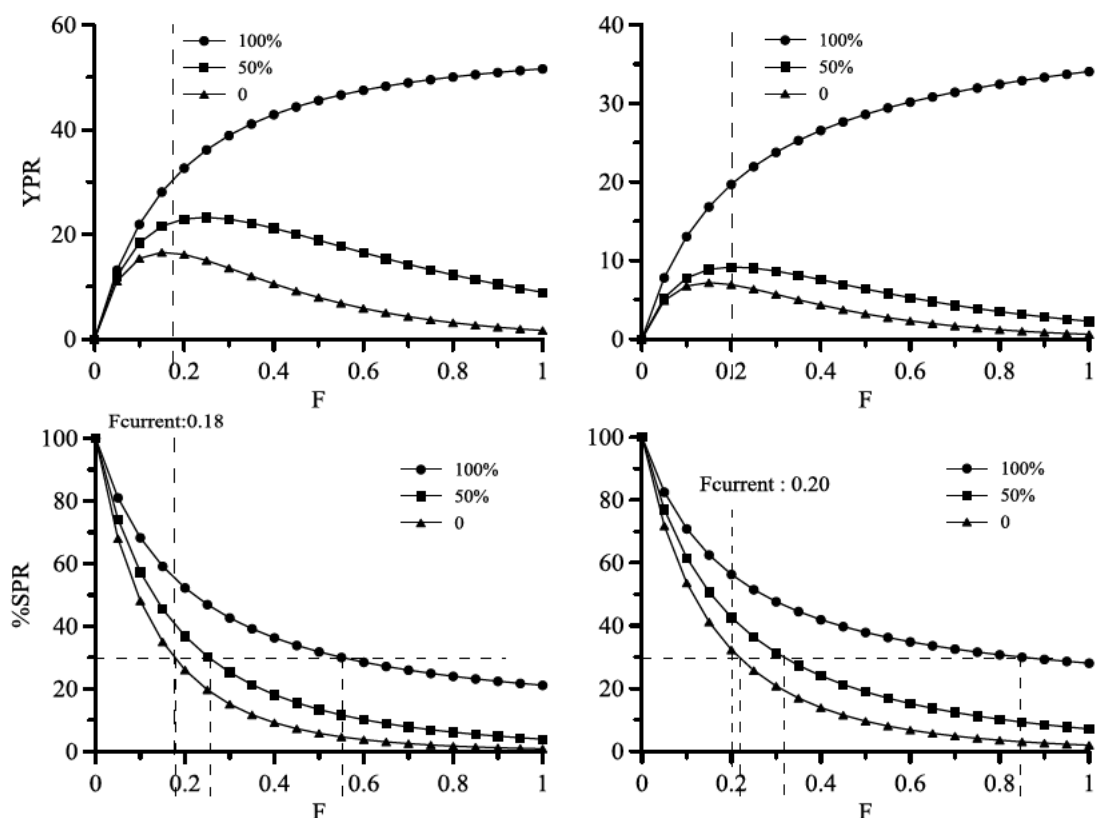


図 19. F の変化による YPR (上) および %SPR (下) の変化 (左: 雄 右: 雌)
漁獲対象とならない小型個体の混獲後の再放流による生残率が 100%、50%、0% の場合で計算。

以上のように、震災直前の雄の F は、再放流された加入前の個体の生残があまり良くない状態では F_{max} 同程度、%SPR も比較的高い値を示しており、資源に大きな影響を与えていないと考えられる。一方、雌の場合、再放流された加入前個体の生残が 0% の時には震災直前の F (2008 年除く 2006~2009 年の F の平均値) は F_{max} 以上の数値であり、 $F_{30\%SPR}$ に相当する値である。

5. 2014 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2012 年の漁期前の雌雄を合わせた漁獲対象資源量は 996 トンと前年から若干増加したが、1997 年以降の最高値と最低値の範囲内にあり、資源水準は中位と判断された。一方、2008 年以降の過去 5 年間の雌雄を合わせた資源量は減少と判断された。

雄の加入量は過去最高であった 2008 年の 3,724 千尾から、2010 年には 1,672 千尾と 45% 程度に減少し、2014 年は 679 千尾と大きく減少すると推定される。

雌ガニの加入量についてみると、2014 年は 364 千尾と推測され、過去最高レベルであった 2007、2008 年の 1 割程度の低い値で、加入は悪化する可能性が考えられる（表 7）。

以上のことから、2014 年の雌雄合計の漁獲対象資源量は 2012 年より若干増加すると推測されるが、加入が悪化することが予想され、予断を許さない。

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

ズワイガニ太平洋北部系群に関する中期的管理方針は、資源の維持もしくは増大であり、現状の資源の維持を達成可能な漁獲シナリオに基づき ABC を算定した。

本系群については再生産関係不明、資源が中位水準で減少傾向である。後述のようにシミュレーションにより資源水準は維持されることが考えられるが、調査結果では加入量の減少が予想されること、福島県漁業者による試験操業時の情報として、これまでズワイガニの稚ガニが多く獲れていた場所で殆ど獲れないことなど、今後の加入が良くない状態が続く可能性が考えられた。このことから ABC 算定規則 1-3)-(3) を適用して算定された 2014 年漁期（2014 年 12 月～2015 年 3 月）の漁獲量を ABC とした。

漁獲を若干下げるため、管理基準値に掛かる係数 β_2 は 0.9 とした。また、これまで 0.7 を用いていた安全率は、資源量推定に用いる採集効率を改定し、漁獲対象資源量の推定精度が改善されたことから標準値の 0.8 とした。管理基準には F2006-2009 および 2015 年以降の加入量が過去の平均と同じとした場合に 10 年程度で 2002 年以降の平均 SSB で安定する雌の F (1.6F2006-2009) 2 つを設定し、震災前の漁獲を維持するシナリオも加えた。

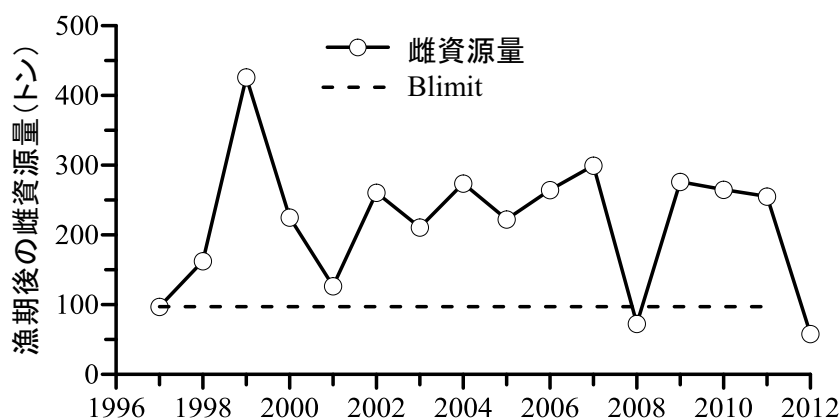


図 20. 漁期後の雌の漁獲対象資源量（破線：Blimit）

表に示した 2012 年以降の漁獲量と漁獲対象資源量については再生産関係が不明であるため、2015 年以降の加入量として 1998～2012 年の加入量の平均値を与えて求めた値である。

SSB の平均値としては、図 20 に示したように、2008 年を除いて 2002 年以降はほぼ横ばいで安定していることから、2008 年を除く 2002～2010 年の平均 260 トンを用いた。

2013 年漁獲量は、2011 年 3 月 11 日の震災による被害状況から以下のような仮定により推定した。

- ・ 2010 年以前同様に福島県沖底漁船による漁獲が大部分を占める。
- ・ 福島県沖底漁船は、震災前の隻数の 75% 程度が復旧しており、12 月のズワイガニ解禁以

降、復旧した福島県沖底船を主体に通常どおりの操業・水揚げが行われる。

なお、基準値にはFcurrentとして例年直近3年の平均を用いてきたが、2010年漁期終盤の2011年3月11日以降、震災により漁獲が休止し、2012年漁期は試験操業のみであったことから、震災前の平均値を用いた。昨年までは2007～2009年の平均としたが、2008年の雌の資源量が落ち込んでいたことによりF2007、F2009の0.2に対しF2008は0.8と高い。2008年雌の資源量は、CPUEなどの資源指標値は横ばい傾向、漁業者も雌が減少した感じを受けていないなどから、過小推定の可能性がある。また、操業が休止され、漁獲データの更新が行えない現状ではより平均的な値を用いるほうが良いと考えられることから、2006～2009年から2008年の値を除いた平均とし、F2006-2009と表記した。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量（トン）						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
震災前の雌雄別漁獲量の維持	0.9F2006-2009:0.16 (雄 0.16,雌 0.18)	1.3	119	136	156	179	193	203
		4.3	32	31	57	71	81	88
震災前の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9F2006-2009:0.15 (雄 0.14,雌 0.16)	1.3	119	122	141	163	177	187
		4.3	32	28	51	65	74	81
震災前の雌雄別漁獲量の維持	0.9C2007-2009 (Cave 3-yr)	1.3	119	105	105	105	105	105
		4.3	32	83	83	83	83	83
震災前の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9C2007-2009	1.3	119	84	84	84	84	84
		4.3	32	67	67	67	67	67
平均的加入のもと SSBを一定にする漁獲量の維持	0.9・1.6F2006-2009:0.27 (雄 0.26,雌 0.30)	1.3	119	209	227	250	262	270
		4.3	32	48	83	101	112	118
平均的加入のもと SSBを一定にする漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9・1.6F2006-2009:0.21 (雄 0.23,雌 0.26)	1.3	119	171	192	216	229	239
		4.3	32	39	70	86	97	104
漁獲シナリオ	管理基準	資源量（トン）						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
震災前の雌雄別漁獲量の維持	0.9F2006-2009:0.16 (雄 0.16,雌 0.18)	914	991	959	1,104	1,266	1,367	1,437
		81	232	194	352	443	505	547
震災前の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9F2006-2009:0.15 (雄 0.14,雌 0.16)	914	991	959	1,116	1,291	1,401	1,480
		81	233	195	356	450	516	562
震災前の雌雄別漁獲量の維持	0.9C2007-2009 (Cave 3-yr)	914	991	959	1,131	1,338	1,493	1,621
		81	233	195	310	388	451	502
震災前の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9C2007-2009	914	991	959	1,150	1,373	1,541	1,679
		81	233	195	324	412	484	542
平均的加入のもと SSBを一定にする漁獲量の維持	0.9・1.6F2006-2009:0.27 (雄 0.26,雌 0.30)	914	991	959	1,039	1,145	1,201	1,236
		81	233	195	339	412	457	484
平均的加入のもと SSBを一定にする漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9・1.6F2006-2009:0.21 (雄 0.23,雌 0.26)	914	991	959	1,073	1,206	1,284	1,335
		81	233	195	346	428	481	516

※各漁獲シナリオの漁獲量および資源量の上段は雄、下段は雌。

2013 年漁期の漁獲量は F2006-2009×0.75 から推定した。なお、表の各シナリオの漁獲量および資源量の上段は雄、下段は雌である。

これによると 0.9F2006-2009（雄 F=0.16、雌 F=0.18）を維持した場合、2018 年の漁獲量は、雄で 203 トン、雌は 88 トンとなる。2018 年の雄の漁獲対象資源量は 1,437 トンと 2012 年の 1.6 倍に増加、雌の資源量は 547 トンと 2012 年の 7 倍近くに増加する。

0.9C2007-2009 で漁獲を維持した場合、2018 年の漁獲対象資源量は雄では 1,621 トンと

2012 年の 1.8 倍となる。雌も 2018 年には 502 トンと 2012 年の約 6.2 倍に増加する。

平均的加入のもと SSB を一定にする漁獲圧の維持 (0.9・1.6F2006-2009、雄 0.26、雌 0.30) の場合、2018 年漁獲量は雄が 270 トン、雌は 118 トンとなる。2018 年の雄の漁獲対象資源量は 1,236 トンで 2012 年の約 1.4 倍となる。雌は 484 トンで 2012 年の約 6 倍に増加する。

1996～2012 年のトロール調査結果から推定された SSB は、図 20 に示すように、2002 年以降では 2008 年を除いた平均の 260 トン程度でほぼ横ばい傾向で推移している。

2012 年の雌資源量が Blimit を下回り、2014 年までの加入も良くないことから 2015 年までは、どのシナリオでも SSB は平均を下回る。

0.9F2006-2009、0.9・1.6F2006-2009 では、平均的な加入がある場合、2014 年以降の SSB は 2016 年までに概ね平均 SSB に回復する (表 8)。

表 8. 平均的な加入量の下での各シナリオおよびその予防的措置により漁獲を行ったときの SSB の動向

漁獲シナリオ	管理基準	SSB (トン)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
震災前の雌雄別漁獲圧の維持	0.9F2006-2009:0.16 (雄 0.16,雌 0.18)	58	146	128	219	280	323	351
震災前の雌雄別漁獲圧の維持の予防的措置	0.8・0.9F2006-2009:0.15 (雄 0.14,雌 0.16)	58	146	131	225	291	337	369
震災前の雌雄別漁獲量の維持	0.9C2007-2009 (Cave 3-yr)	58	146	86	164	227	278	319
震災前の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.8・0.9C2007-2009	58	146	99	188	259	317	364
平均的加入下で SSB を一定にする漁獲圧の維持	0.9・1.6F2006-2009:0.27 (雄 0.26,雌 0.30)	58	146	115	188	232	259	276
平均的加入下で SSB を一定にする漁獲圧の維持の予防的措置	0.8・0.9・1.6F2006-2009:0.21 (雄 0.23,雌 0.26)	58	146	125	210	267	304	329

(3)加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

再生産関係が不明であり、加入量変動や資源の増減に影響する要因等も明らかでないため 2015 年以降の加入動向は推定できない。したがって加入量を 1998～2012 年の値からリサンプリングして与え、1,000 回のシミュレーションを行った。ここでは 2018 年の SSB が平均の 260 トンを上回る確率と Blimit の 97 トンを上回る確率により各シナリオの評価を行った。

将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2018 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2018 年の平均値を示した。

評価は、維持する親魚量を平均 SSB (260 トン)、Blimit は 2008 年を除いた SSB の最低値 97 トンとし、1,000 回シミュレーション後、2018 年漁期後の親魚量がそれぞれの数値を下回らない割合を示す。

表とともに 2012～2018 年の漁期後の雌資源量と雌雄合計資源量のシミュレーション結果のメジアン、上限 90%、下限 10%の経年変化を図 21 に示した。

0.9F2006-2009 では平均 SSB 以上を維持する確率は 76%で比較的高く、Blimit 以上に SSB 維持する確率は 100%であった。

0.9C2007-2009 では SSB を Blimit 以上に維持する確率は 91%と高い。平均 SSB 以上を維持する確率は 56%に低下している。

0.9・1.6F2006-2009 では SSB を平均の 260 トン以上に維持する確率は 47%と低くなるが、Blimit を下回ることとはほとんど無い。各シナリオとも雌雄合計資源量は、上限 90%およびメジアンでは 2015 年以降は増加、下限 10%では 2016 年以降は増加する。(図 21)。

各シナリオに対し予防的措置として、一定の係数 α を掛けた F または漁獲量で漁獲した場合についても表に示した。 α には標準値の 0.8 を用いた。

漁獲シナリオ	F 値 (F2006 2009 との比較)	漁獲 割合% (雄,雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2014 年 ABC (雄,雌) トン
			5 年後 (雄,雌)	5 年 平均 (雄,雌)	過去の 平均親 魚量を 維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
震災前の雌雄別漁獲圧 の維持 (0.9F2006 2009)*	0.17 (0.16, 0.18) (0.9F2006-2009)	15 (14, 16)	192-397 (140-276, 52-121)	311 (204,84)	76%	100%	167 (136,31)
震災前の雌雄別漁獲圧 の維持の予防的措置 (0.8・0.9F2006 2009)*	0.13 (0.13, 0.14) (0.8・0.9F2006-2009)	13 (13, 14)	164-327 (132-260, 47-109)	267 (190,77)	82%	100%	150 (122,28)
震災前の雌雄別漁獲量 の維持 (0.9C2007 2009)*	0.19 (0.12, 0.59) (1.0F2006-2009)	16 (11, 44)	188 (105,83)	188 (105,83)	56%	91%	188 (105,83)
震災前の雌雄別漁獲量 の維持の予防的措置 (0.8・0.9C2007 2009)*	0.15 (0.10, 0.44) (0.8・1.0F2006-2009)	13 (9, 34)	151 (84,67)	151 (84,67)	70%	97%	151 (84,67)
							2014 年算 定漁獲量
平均的加入のもと SSB を 一定にする漁獲圧の維持 (0.9・1.6F2006 2009)*	0.27 (0.26, 0.30) (0.9・1.6F2006 2009)	22 (22, 24)	251-533 (185-370, 66-163)	385 (273,112)	47%	99%	257 (209,48)
平均的加入のもと SSB を 一定にする漁獲圧の維持 の予防的措置 (0.8・0.9・1.6F2006 2009)*	0.21 (0.20, 0.23) (0.8・0.9・ 1.6F2006-2009)	18 (18,20)	221-474 (161-332, 60-142)	338 (240,98)	66%	100%	206 (171,39)
コメント ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(3)を用いた。 ・年齢および再生産関係が不明なため 2015 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998～2012 年の加入量をランダムに発生させた値を用いた。 ・シミュレーションの際、2013 年漁獲量は 12 月の解禁以降、沖底船の 75%が震災から復旧し操業するとして、2008 年を除く 2006～2009 年の平均 F に 0.75 を掛けた F で求めた。 ・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、上記の漁獲シナリオはこれに合致する。 ・漁獲割合は 2014 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。 ・平均的加入のもと SSB を一定にする漁獲圧の維持については、資源量が減少し、かつ加入が 2008 年以降悪化している状況にあることを鑑み、震災前の漁獲量を上回る 2014 年漁獲量は、資源維持に対する不確実性が高いと判断し、算定漁獲量とした。							

0.9F2006-2009 では、予防的措置をすることにより SSB を平均の 260 トン以上に維持する確率は 82%、Blimit を維持できる確率もほぼ 100%となる。

0.9C2007-2009 では $\alpha=0.8$ とした場合には 5 年後の SSB を平均値 260 トン以上に維持する確率は 70%に高まった。

0.9・1.6F2006-2009 では、予防的措置を取った場合、5 年後の SSB が平均以上となる確率 47%程度から 66%に高まり、Blimit 以上を維持できる確率は 100%近くになる。

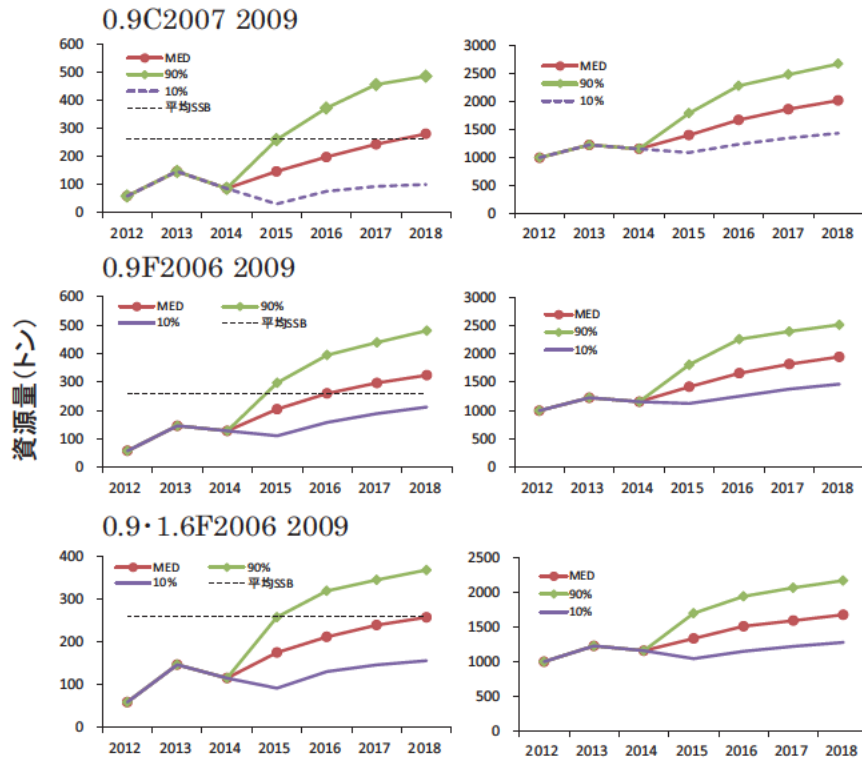


図 21. 2014 年以降の加入量に過去値からのランダムサンプリングによる値を与えたシミュレーションによる漁期後の雌資源量および雌雄合計漁獲対象資源量の変化
左：漁期後の雌資源量、右：雌雄合計漁獲対象資源量。

(4)ABC の再評価

昨年度以降追加された データセット	修正・更新された数値
2012 年漁期漁獲量	2012 年漁期漁獲量の確定
2012 年甲幅別資源量	採集効率改訂 2012 年資源量確定、2012 年加入量確定、2013 年加入量改訂

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)
2012 年 (当初)	1.5Fcurrent	雄 0.12	2,529	279	195	
	1.5Fcurrent	雌 0.28	1,193	279	203	
2012 年 (2012 年再評価)	1.5Fcurrent	雄 0.12	1,537	166	119	
	1.5Fcurrent	雌 0.28	755	176	128	
2012 年 (2013 年再評価)	1.5Fcurrent	雄 0.12	1,946	215	154	1.3
	1.5Fcurrent	雌 0.28	141	34	25	4.3
2013 年 (当初)	1.3Fcurrent	雄 0.10	2,386	220	156	
	1.3Fcurrent	雌 0.25	1,031	220	160	
2013 年 (2013 年再評価)	1.3Fcurrent	雄 0.10	1,948	177	126	
	1.3Fcurrent	雌 0.25	373	79	57	
・2012 年 TAC 設定の根拠となったシナリオ：現状の親魚量の維持。 ・2013 年 TAC 設定の根拠となったシナリオ：現状の親魚量の維持。 ※資源量は採集効率 0.3 で推定した数値						

2012 年（当初）では 2010 年調査結果から算定した 2012 年漁獲対象資源量は雄 2,529 トン、雌 1,193 トンであった。この資源量と F 値（雄 0.12、雌 0.28）から求めた ABClimit は雄 279 トン、雌 279 トンであった。

2012 年（2012 年再評価）では、2011 年調査結果から算定した 2012 年漁獲対象資源量は雄 1,537 トン、雌 755 トンといずれも当初の推定値の 60%程度となった。このため、この資源量と F 値（雄 0.12、雌 0.28）から求めた ABClimit はそれぞれ 166 トン、176 トンと変更された。

2012 年（2013 年再評価）では、2012 年調査結果から算定した 2012 年漁獲対象資源量は雄が 1,946 トンで 2012 年評価時より増加した。雌の資源量は 141 トンと大きく減少した。これら資源量と F 値（雄 0.12、雌 0.28）算定した ABClimit は、雄は 215 トン、雌は 34 トンとなった。

2013 年（当初）では、2011 年調査結果から算定した 2013 年漁獲対象資源量は雄 2,386 トン、雌 1,031 トンで、これに基づく ABClimit は雄 220 トン、雌 220 トンであった。

2013 年（2013 年再評価）では、2012 年調査結果から算定した 2013 年漁獲対象資源量は雄 1,948 トン、雌 373 トンで、これに基づく ABClimit は雄 177 トン、雌 79 トンであった。

6. ABC 以外の管理方策への提言

漁期（12月10日～翌3月31日）以外の混獲を避けることが必要である。加えて、漁期外の混獲および漁獲対象外資源の漁獲実態を把握し、再放流個体の生残を高めることも重要である。また、ズワイガニの再生産に重要である雌ガニの保護策について検討する必要がある。特に、雌雄別の漁獲重量はほぼ等しいか雌が多い傾向があり、漁獲対象の雌雄の体重差から、個体数レベルでは雌は雄の2～5倍多く漁獲されていると推測される。今後、雌雄の漁獲状況や資源状況の違いに応じた雌雄別の漁獲方策やABC、TAC設定を検討するべきである。

当海域のズワイガニ漁業は、他魚種の漁況や価格動向によってズワイガニ狙いの努力量に変化が生じる。これまではスルメイカやマダラ、アカガレイ、ミズダコなど漁獲が比較的好調で、これらの魚種へ漁獲努力が向けられているため、最近年ではズワイガニ狙いの努力量は少ないと考えられる。しかし、今後これらの資源状況が悪化した場合にズワイガニの重要度が高まることも想定され、他の重要種の漁獲減少を補うためにズワイガニに高い漁獲圧がかかる可能性もある。ズワイガニに加え、タラ類、カレイ類など他の重要魚種の資源動向や漁獲状況にも注意を払い、適切な資源維持・増大方策を行うなど重要底魚類に対する包括的な資源管理体制を確立する必要がある。

太平洋北部系群のズワイガニは単価が低いという現実があり、これによって過度の漁獲が避けられている皮肉な側面がある。漁獲量にある程度の制限を設ける一方で、漁業者の収入増加を図るためには、単価の上昇が望まれるところである。単価低迷の一因として雄の大型個体が少ないことがあげられる。日本海系群については、雄の甲幅制限を自主的により大型なものにするなど種々の取り組みが行われている。甲幅100mm程度でほとんどの個体が最終脱皮をしてしまう本系群では、甲幅の規制サイズを大きくしてもその効果は低いと考えられる。そこで甲幅80mm以上でも最終脱皮に至っていないハサミの小さな雄を再放流し、さらに脱皮・成長させることが一つの方法として挙げられる。これにより、単価が低いミズガニの混入を少なくすることによる単価の上昇も期待される。あわせて需要の高い時期に絞った水揚げやブランド化などの推進により単価引き上げを狙う必要がある。

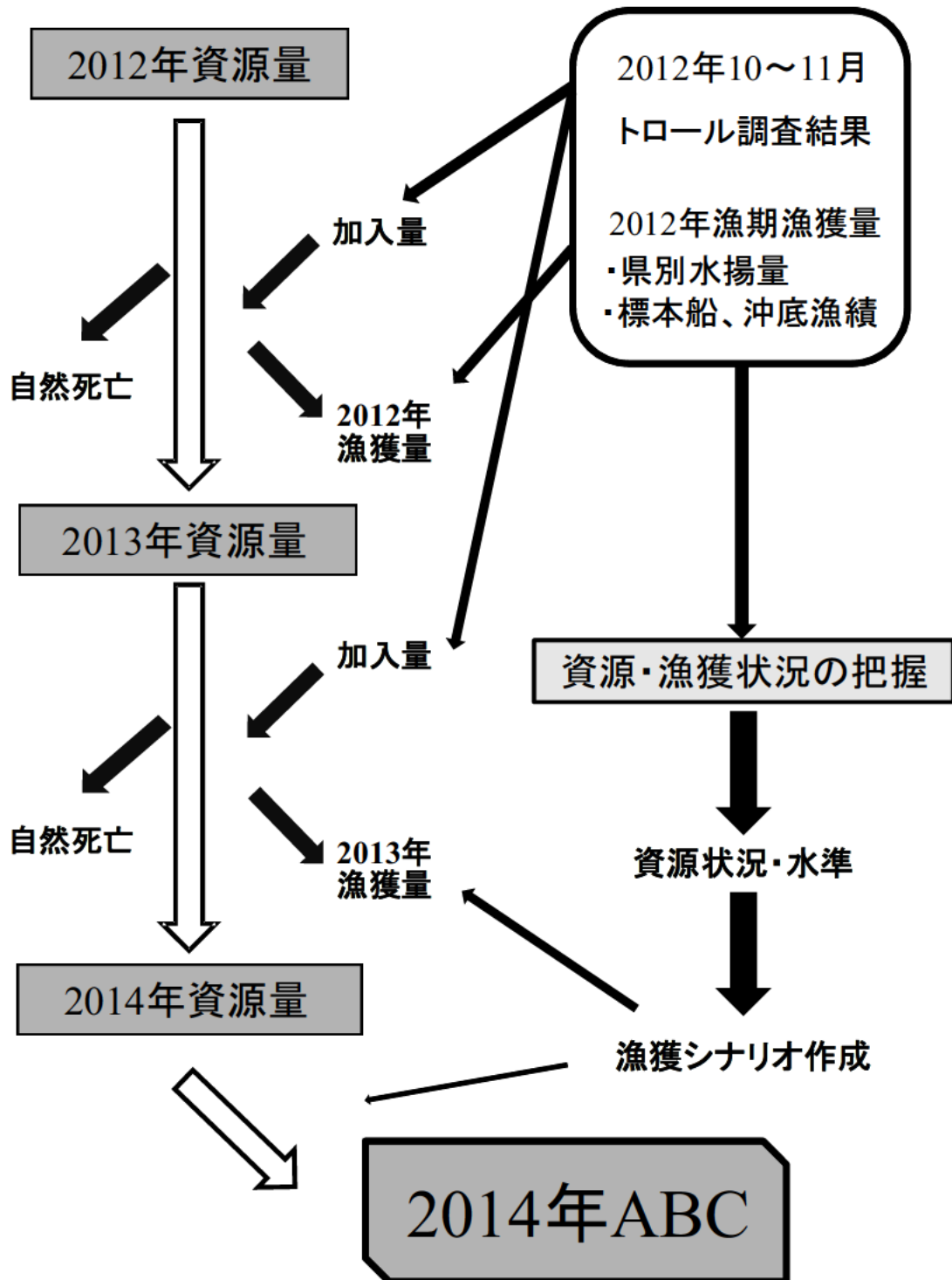
7. 引用文献

- 土門 隆(1965)ズワイガニ調査(1964). 北水試月報, 22,219-234.
- 服部 努・北川大二・今村 央・池川正人(1998) 1997年の底魚類資源量調査結果. 東北底魚研究, 1,47-67.
- 服部 努・北川大二・今村 央・野別貴博(1999) 1998年の底魚類資源量調査結果. 東北底魚研究, 19,77-91.
- 伊藤勝千代(1956) 日本海の底魚漁業とその資源. 重要水族の漁業生物学的研究（ズワイガニの項）. 日水研報告, 4,293-305.
- 金丸信一(1990) 日本海区のズワイガニ類の漁獲状況について. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報, 23,13-23.
- 北川大二・服部 努・今村 央・野澤清志(1997a) 東北海域におけるズワイガニとベニズワイガニの分布特性. 東北底魚研究, 17,69-78.
- 北川大二・服部 努・斉藤憲治・今村 央・野澤清志(1997b) 1996年の底魚類資源量調査

- 結果. 東北底魚研究, 17,79-96.
- 北川大二(2000) 東北海域におけるズワイガニの分布と生物特性. 東北水研研報, 63,109-118.
- 今攸・丹羽正一・山川文男(1968) ズワイガニに関する漁業生物学的研究 II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌, 34,138-142.
- 桑原昭彦・篠田正俊・山崎 淳・遠藤 進(1995) 日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理. 日本水産資源保護協会, 東京, pp.89.
- 尾形哲男(1974) 日本海のズワイガニ資源. 水産研究叢書 26,64pp. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 上田祐司・伊藤正木・服部 努・成松庸二・藤原邦浩・吉田哲也・北川大二(2007) 東北地方太平洋岸沖におけるズワイガニの甲幅組成解析により推定された成長. 日水誌, 73, 487-494.
- 山崎 淳(1991) ズワイガニの資源管理に向けて. 日本海ブロック試験研究集録, 22,59-71.
- 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.
- 渡部俊広・北川大二(2004) 曳航式深海洋ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定. 日水誌, 70,297-303.

補足資料1 使用データと資源評価の関係

使用したデータと資源評価の関係を以下のフローに記す。



補足図1. ズワイガニ太平洋北部系群の資源評価フロー

補足資料 2 資源量計算方法

調査船調査で得られたズワイガニの採集個体数、甲幅組成から面積 密度法により資源量（尾数、重量）を推定した。これまでトロール網の採集効率(Q)は、曳航式深海ビデオカメラによる観察と着底トロールの漁獲試験の結果から推定した 0.3（渡部・北川 2004）としてきたが、甲幅サイズ別採集効率に今年度評価から変更した。甲幅サイズ別採集効率については補足資料 4 に詳細を記述した。

ズワイガニでは、最終脱皮後、成熟した雄ガニのはさみ（鋏脚）が大きくなるため、甲幅とはさみの大きさの比から成熟・未成熟の判別が行える。また、雌では成熟すると腹節が大きくなるため、腹節の大きさから熟度が判別可能である。

これらの結果から、雌雄別体長別に資源尾数および重量を推定した。

2014 漁期年の ABC の算出には、2012 年 10 月の資源量をもとに 2012 年漁期と 2013 年漁期の漁獲量を考慮して動向を予測する必要がある。

2012 年漁期の漁獲量は 4.5 トン、2012 年の漁獲量については、雌雄とも 2008 年を除く 2006～2009 年の平均値に 0.75 を乗じた F で漁獲した場合の漁獲量を当てはめた。

ズワイガニの漁期は 12～3 月の 4 ヶ月である。ここでは近似的に 4 ヶ月の中間、すなわち 2 月 1 日にパルス的な漁獲がある場合の以下の式を用いた。

$$N_{t+1}=N_t \cdot \exp(-M)-C_t \cdot \exp(-5M/6)$$

$$C_t=N_t \cdot \exp(-M/6) \cdot (1-\exp(-F))$$

ここである体長範囲内の 12 月 1 日の資源尾数を N_t 、1 年後の資源尾数は N_{t+1} 、漁獲尾数は C_t 、自然死亡係数は M 、漁獲係数は F とする。

また、漁獲係数は下記の式により計算し、自然死亡係数は脱皮後 1 年未満を 0.35、脱皮後 1 年以降を 0.20 と仮定した。

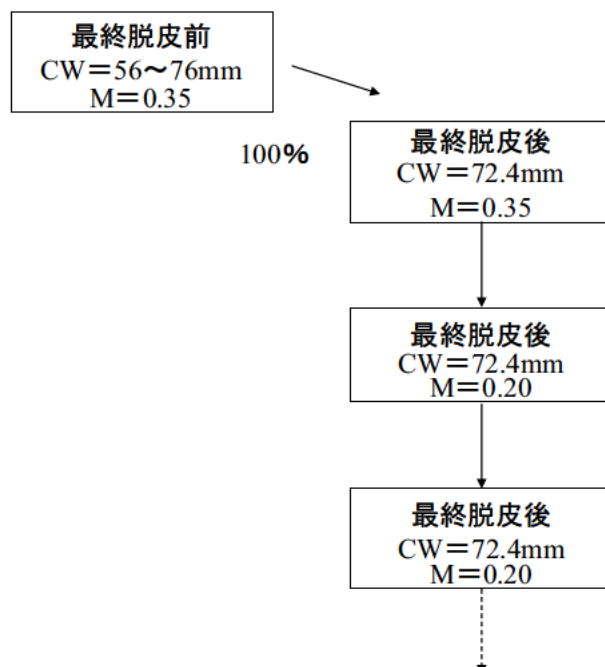
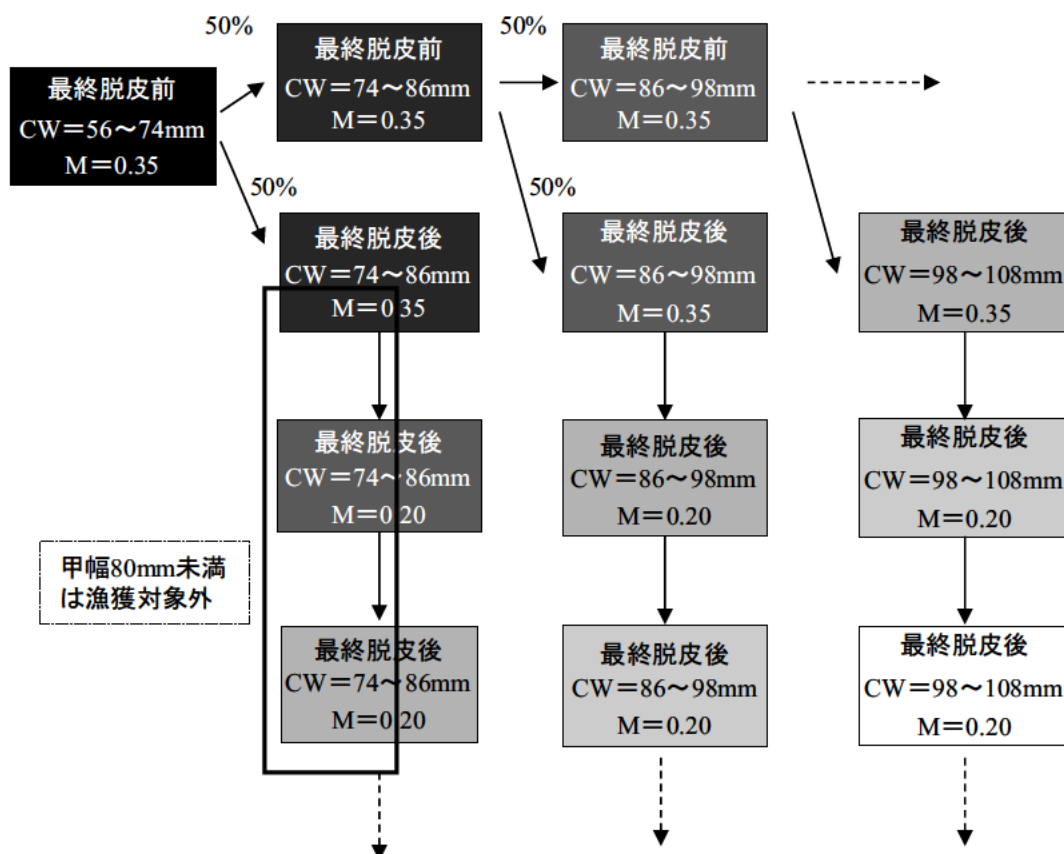
$$F_t=-\ln(1-C_t \cdot \exp(M/6)/N_t)$$

ズワイガニの脱皮と成長過程を補足図 2 および 3 に示した。

補足資料に示したが、甲幅別採集効率を用いて推定した資源尾数から求めた年齢群の平均甲幅や成長について採集効率 0.3 の推定結果と異ならないため、これまで使用していた脱皮と成長過程をそのまま当てはめた。なお、太平洋北部海域における脱皮に関する知見が無いため下記の条件を仮定した。

- ・脱皮時期は 9～10 月で、甲幅 20mm 程度までは 1 年間に複数回脱皮するが、それ以降最終脱皮まで毎年 1 回脱皮する（桑原ほか 1995）。

- ・雄ガニでは甲幅 56～74mm の最終脱皮前のものは翌年脱皮して 74～86mm になり、このうち最終脱皮前のものがその翌年に脱皮して 86～98mm となる。86～98mm のうち最終脱皮をしていないものはさらに翌年脱皮を行い 98～108mm になる。太平洋北部系群ではここに至る段階でほとんどの個体が最終脱皮を行うため、甲幅 120mm 以上の資源量は少ない。



・雌ガニについてみると、甲幅 56~76mm の最終脱皮前の個体は翌年すべて脱皮して平均甲幅 72.4mm の最終脱皮後のものになり、漁獲対象資源に加入する（補足図 3）。

加入量については、ズワイガニ太平洋北部系群の再生産関係が明らかでないため次のように扱った。

・2013年の加入量（2013年9月）

雄：2012年（10月調査時）の56～74mmの最終脱皮前のものが2013年9月に脱皮して74～86mmとなり、このうち80mm以上のものが最終脱皮の有無にかかわらず2013年漁期の漁獲対象に加入する(A)。74～86mmの半数（甲幅80mm以上の個体）が漁獲対象となる。2012年10月の74～80mmは、2011年10月の56～74mmのうちの2011年に加入せず漁獲対象にならなかったものである。この中の未最終脱皮個体が2013年9月に脱皮して甲幅80mm以上になり漁獲対象となる(B)。このことから56～74mmの半数（上記のA）と74～80mmの未最終脱皮ガニ（上記のB）が2013年漁期の漁獲対象に加入する。

雌：2012年（10月調査時）に未成熟であった56～76mmが2013年9月に脱皮して、平均甲幅72.4mmの成熟ガニとなりすべて漁獲に加入する。

・2014年の加入量：甲幅組成から2012年の甲幅42～56mmのものが2013年に56～74mmとなり、雄ではその半数が、雌では全数が2014年に漁獲対象となると考えた。2013年の56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数と2013年の74～80mmの資源尾数を加えて $M=0.35$ として2014年の加入量を計算した。

漁獲対象資源尾数を重量に換算する際には以下の甲幅CW(mm) 体重BW(g)関係の式を用いた（北川 2000）。

ズワイガニ太平洋系群の甲幅CW(mm) 体重BW(g)関係

雄：未成熟	$BW=7.943 \cdot 10^{-4} \cdot CW^{2.819}$
成 熟	$BW=4.954 \cdot 10^{-4} \cdot CW^{2.946}$
雌：未成熟	$BW=9.616 \cdot 10^{-4} \cdot CW^{2.755}$
成 熟	$BW=3.556 \cdot 10^{-3} \cdot CW^{2.462}$

引用文献

- 北川大二(2000) 東北海域におけるズワイガニの分布と生物特性. 東北水研研報, 63, 109-118.
- 桑原昭彦・篠田正俊・山崎 淳・遠藤 進(1995) 日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理. 日本水産資源保護協会, 東京, pp.89.
- 渡部俊広・北川大二(2004) 曳航式深海洋ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定. 日水誌, 70,297-303.

補足資料3 調査船調査の経過及び結果

調査名：底魚類資源量調査

調査期間：

第一次航：2012年10月6日～10月21日

第二次航：2012年10月25日～11月9日

第三次航：2012年11月13日～11月28日

水深150～900mで合計102点での着底トロールを実施。

調査海域および調査点配置：補足図4参照

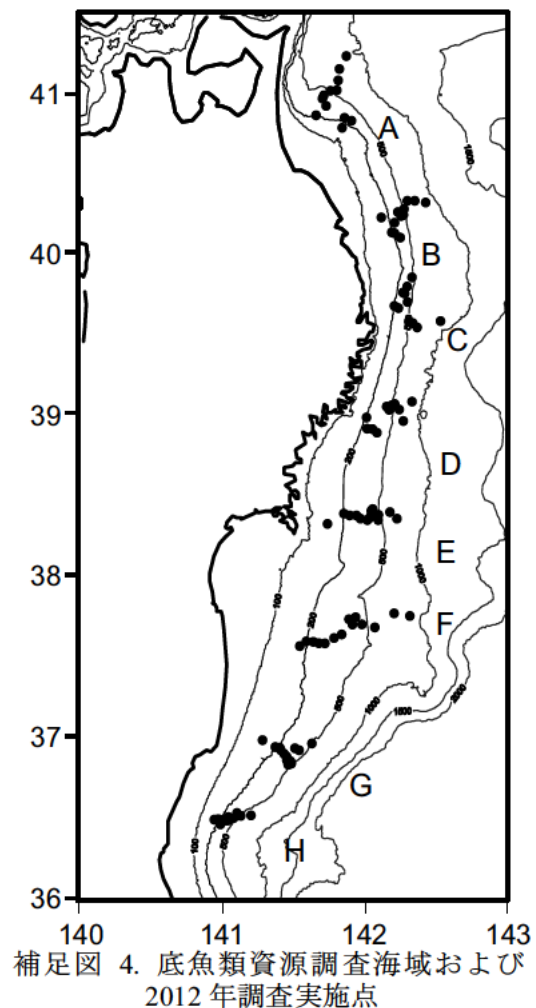
補足資料4 甲幅別採集効率の推定

・調査方法

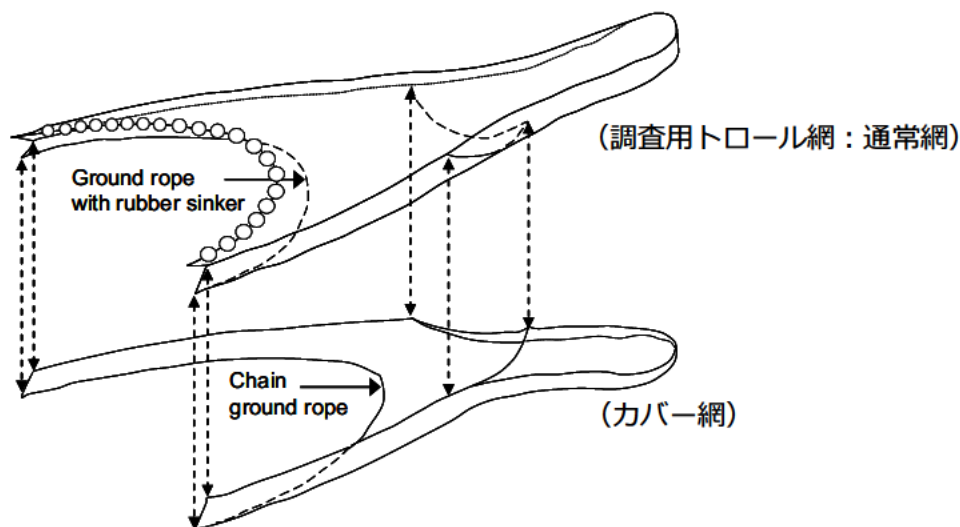
先行研究等の例・知見(Somerton et al., 1999 など)をもとに、東北水研でズワイガニ調査に使用しているトロール網をベースにして、補足図5に示すチェーングラウンド式のカバーネットを取り付けた網を作成して曳網試験を行った。2011年11月26～27日に宮城県女川町沖で、翌年2012年4月24～25日に福島県浪江町沖において調査を実施した。なお、2012年の調査点は、前年の調査でデータが不足している大型個体を採集するため、漁業者がズワイガニ漁場として利用している水域に設置した。

曳網状態が異常と考えられる曳網を除く10

曳網で採集したズワイガニは、雄が997個体、雌が931個体で、全部で1928個体であった。



補足図 4. 底魚類資源調査海域および2012年調査実施点



補足図 5. 採集効率調査用トロール網の模式図 (Somerton and Otto 1999 を改変)

・ズワイガニ採集効率推定の統計モデリング

トロール網による採集効率が、体サイズによって変化すると仮定した先行研究(Somerton et al., 1999, Munro and Somerton, 2001, Weinberg et al., 2004)を参考に、ベルヌーイ分布を仮定した GLMM による分析により甲幅別採集効率推定曲線式を求めた。

採集効率 Q_{ik} にカニの甲幅サイズ(CW_{ik})および性差を固定効果とし、曳網 ID(z_k)を変量効果として扱った混合ロジスティックモデルを当てはめた。

最尤法によって L の対数をとった値(対数尤度)を最大にするパラメータを推定した。 α 、 β 、 γ に雌雄の効果を入れるか入れないかの 8 通りを比較し、AIC によってモデル選択を行った。

AIC によるモデル選択の結果、ベストモデルは、

$$Q_{i_k} = \frac{\gamma_1}{1 + \exp\left[-\left(\alpha_1 + \beta_1 CW_{i_k} + z_k\right)\right]}$$

$$z_k \sim g(z_k | \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(z_k - 0)^2}{2\sigma^2}\right)$$

となり、雌雄の効果が落ちたモデルが選択された。

解析によって得られた採集効率の推定式は、

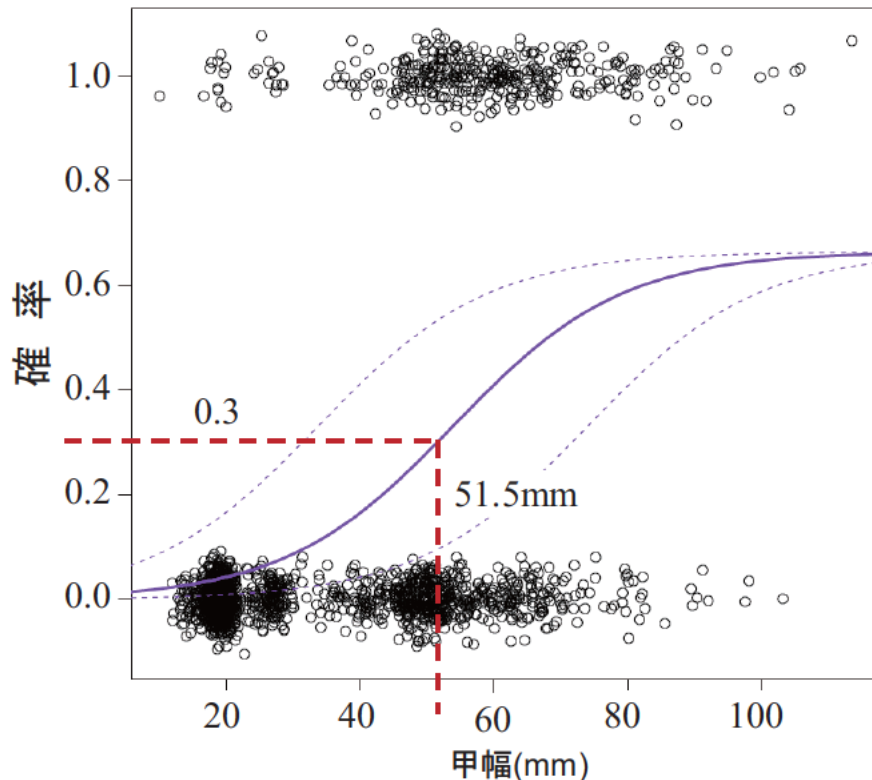
$$Q = 0.664 / (1 + \exp(-(-4.276 + 0.079 * CW))) \quad (1)$$

となる(補足図 6)。(1)式により推定した甲幅別の採集効率を補足表 2 に示した。0.3 に相当する甲幅は 51.5mm である(補足図 6)。

以後(1)式により推定した採集効率を QCW、採集効率 0.3 を Q03 とする。

補足表 1. 推定式より求めた甲幅別採集効率 QCW

CW(mm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
QCW	0.02	0.04	0.09	0.17	0.28	0.41	0.52	0.59	0.63	0.65	0.66	0.66



補足図 6. 得られたモデルからの予測値

破線は、100 回曳網を行った際に 95 回の曳網が収まる範囲(推定された σ に ± 1.96 を掛けた値を、式 5 の Z_k に代入して描いた。

白抜ききの点の実データ、y 軸値は 0 が補助網に入ったカニ、1 が通常網に入ったカニを表す。

点の位置が固まらないように上下に少し散らせた。

・甲幅組成の分解

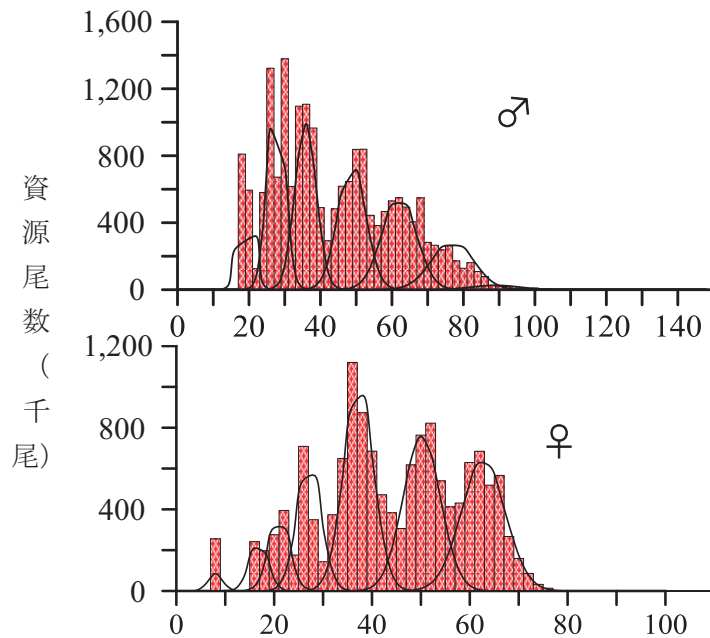
成長過程や資源計算に用いているモデルに対応する脱皮過程について検討するため、QCW により推定した甲幅別資源尾数に基づく甲幅組成を分解した。甲幅組成の分解では上田ほか (2007) の方法に基づき、各年の甲幅組成に複合正規分布を当てはめた。各齢期の平均甲幅は logistic 型の成長曲線に従い、各齢期群の甲幅の標準偏差は平均甲幅と線形関係にあると仮定した。

補足図 7 に例示したような甲幅組成の分解を、現在の調査点配置とほぼ同じになった 2004 年以降のデータについて行い、年毎に各群の甲幅平均値を補足表 3 に示した。ここでは日本海系群についての知見から約 20mm を 6 齢、以後は年 1 回の脱皮により成長するものとして脱皮齢を示した。

未成熟の雄では甲幅の平均値が、18.9～21.2mm (6 齢)、25.9～30.0mm (7 齢)、35.8～38.4mm (8 齢)、46.3～51.0mm (9 齢)、60.8～65.8mm (10 齢)、76.2～80.4mm (11 齢)、86.9～91.1mm (12 齢) の 7 群に分解できた。

雌は 18.3～22.1mm (6 齢)、25.6～30.1mm (7 齢)、35.7～38.6mm (8 齢)、47.5～52.3mm (9 齢)、61.9～65.0mm が平均値となる 5 群に分解できた。

これらは Q03 で推定した甲幅組成を分解して得られた各年齢群の平均甲幅(上田ほか 2007)と雌雄ともほぼ同じであった。



補足図 7. ズワイガニ未成熟個体の甲幅組成分解結果の例 (2010 年調査結果)

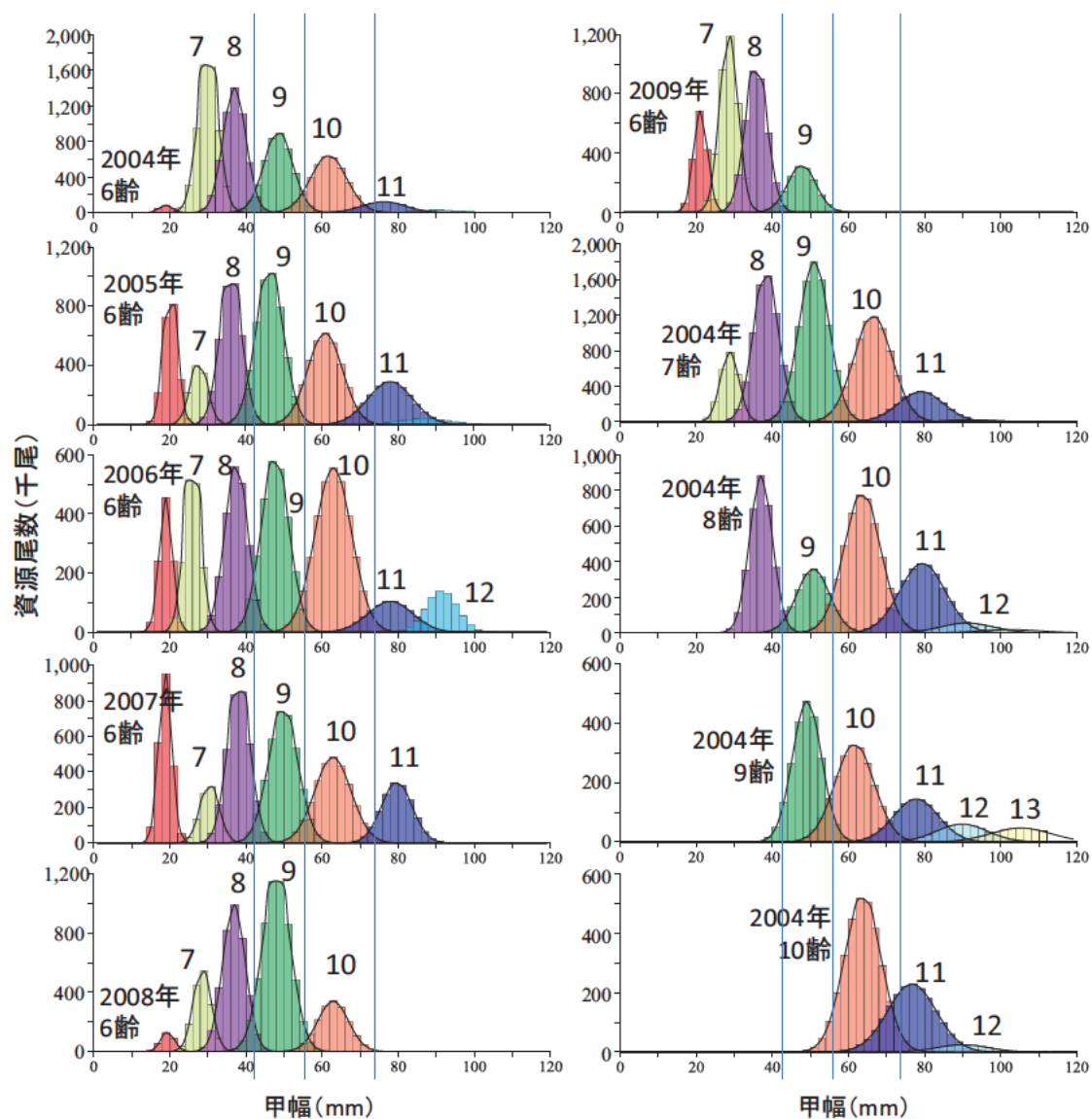
補足表 3. 未成熟ズワイガニの脱皮年齢期と平均甲幅

♂	6	7	8	9	10	11	12
2004	18.9	28.8	37.1	49.1	63.7	80.4	
2005	20.2	30.0	38.4	50.8	61.6	76.7	90.7
2006	19.0	27.6	37.0	51.0	63.7	77.8	90.0
2007	18.8	25.9	36.1	48.5	65.8	78.7	89.8
2008	19.4	30.4	37.5	46.3	61.7	79.1	91.1
2009	21.2	28.5	38.1	47.7	60.8	76.2	92.6
2010	20.2	28.6	36.8	49.8	63.0	78.0	90.0
2011	20.6	27.5	35.8	48.0	62.8	78.0	86.9
上田他(2007)	—	27.4	37.7	50.2	64.3	79.0	93.1

♀	6	7	8	9	10
2004	19.8	28.8	36.8	48.8	63.8
2005	22.1	30.1	38.6	52.3	65.0
2006	19.7	28.8	38.1	51.3	64.3
2007	18.6	25.6	35.9	48.2	64.2
2008	18.3	27.7	36.9	47.5	63.0
2009	20.9	29.0	37.7	47.9	61.9
2010	22.0	28.2	38.3	51.2	63.9
2011	17.8	26.5	35.7	49.4	63.8
上田他(2007)	—	30.1	39.8	51.2	63.9

・成長

分解した組成を年級毎に整理し、年齢群を色分けして、経年変化を雌雄別に補足図8および9に示した。個々のグラフはそれぞれある年級の成長と推定資源尾数の経年的な変化を表している。



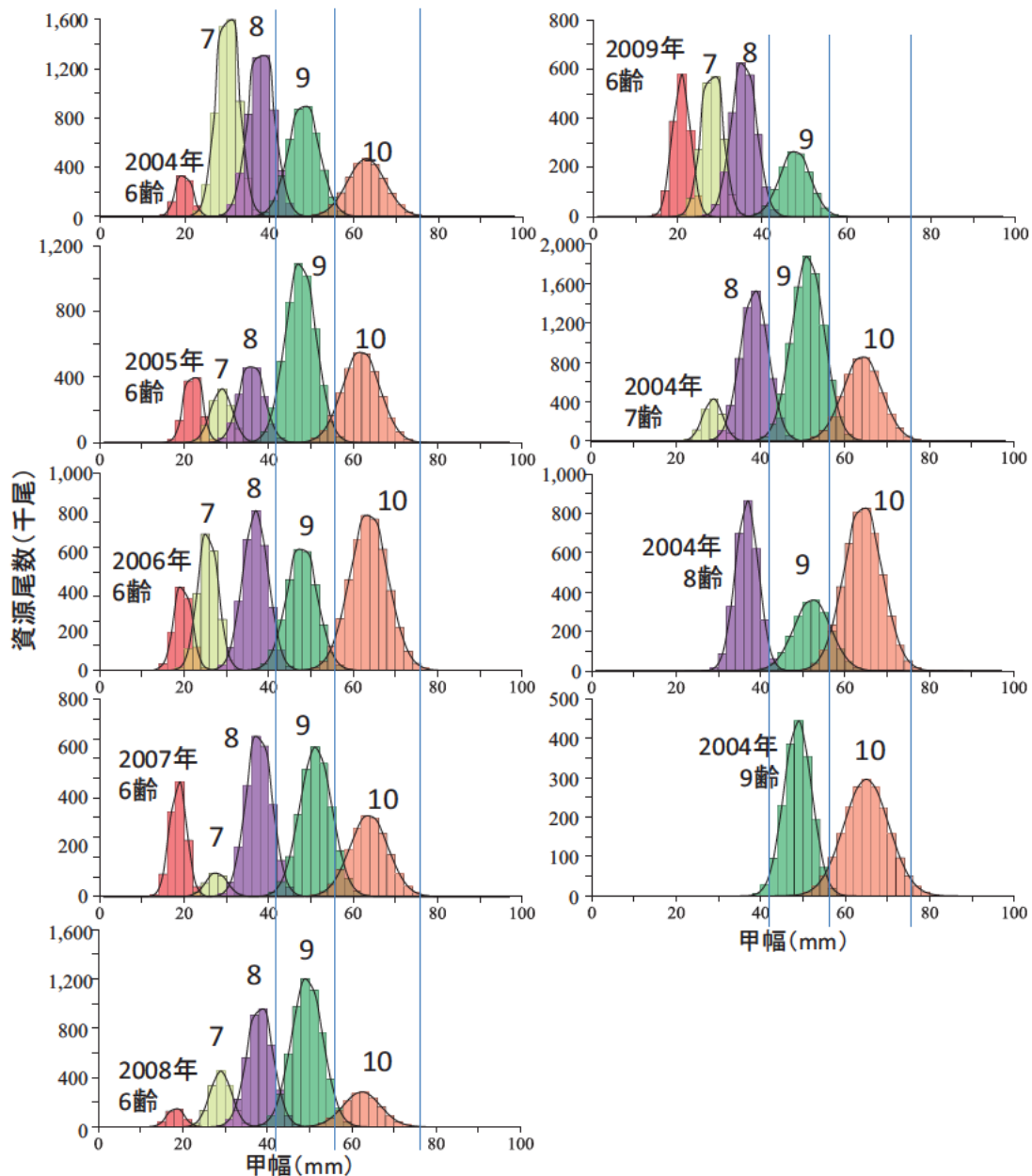
補足図 8. 年齢分解によって推定したズワイガニ雄未成熟の成長
数字は脱皮齢を青線は、現在の資源評価で ABC 算定年の資源量推定に用
いる甲幅区分の境界を示す

年により、若干の違いがあるが、雄の甲幅 14～24mm の 6 齢は翌年 20～36mm の 7 齢、その翌年 28～42mm 程度の 8 齢となる。8 齢は 1 年後 36～60mm 程度の 9 齢に成長する。9 齢はさらにその 1 年後 50～74mm 程度に脱皮成長して 10 齢となる。11 齢時には 65～90mm 程度になるが、このうち 80mm 以上の個体は漁獲対象となる。11 齢の雄の 80mm 未満のう

ち最終脱皮前の個体はさらに脱皮して、80mm 以上となり、漁獲加入する（補足図 8）。

雌の 6 齢も雄とほぼ同じ甲幅 14~24mm で、これが翌年 20~36mm の 7 齢、その翌年 28~44mm 程度の 8 齢となる。8 齢は 1 年後 38~60mm 程度の 9 齢に成長する。9 齢はさらにその 1 年後 50~74mm の 10 齢となる。雌は 11 齢になる際に最終脱皮して成熟する（補足図 9）。

前述のように各齢の平均甲幅は Q03 と概ね同じであり、現在、資源評価で用いている切断法による 8 齢 9 齢、9 齢 10 齢、10 齢 11 齢の境界についても、大きな差は無いと考えられた（補足図 8、9 の青線）。



補足図 9. 年齢分解によって推定したズワイガニ雌未成熟の成長
数字は脱皮齢を青線は、現在の資源評価で ABC 算定年の資源量推
の際に用いている甲幅区分の境界を示す。

したがって、Q03 での評価と同様に切断法により、2 年後に加入する 9 齢を 42～56mm、1 年後に加入する 10 齢を 56～74mm として加入量を推定した。なお、ABC 算定年の加入量は、その 2 年前の調査で推定された 42～56mm 群の個体数から、翌年の 56～74mm 群の個体数を算定して求めている。

ある年級群の N 年の個体数と N+1 年個体数の関係は、移入が無い場合、 $N > N+1$ となるはずであるが、Q03 では、42～56mm 群はこの群が成長したと考えられる翌年の 56～74mm 群の数よりも少ない場合が多かった。このため従来の資源評価では、両群の個体数の関係式を求めて ABC 算定年の加入量を推定していた。

QCW で推定した 42～56mm (9 齢) と翌年の 56～74mm (10 齢) の個体数の関係を見ると、雄雌ともに、2004 年 8 齢および 2006 年 6 齢が成長した 9 齢、10 齢で個体数の関係は $N \text{ 年} > N+1 \text{ 年}$ となっており、QCW 導入により、同一年級の年齢間での個体数の逆転はある程度改善されたと考えられた。このことから、後述する ABC 試算において、ABC 算定年の加入量は、2 年前の 42～56mm (9 齢) をもとに $M=0.35$ で算定した値を用いた。

・Q03 との推定値の比較

参考のため、資源量、加入量、SSB、F 値および漁獲割合について、採集効率 0.3 で推定した数値と甲幅別採集効率で推定した数値 (2011 年までの値) を補足表 4～8 に示した。

補足表 4. 採集効率別のズワイガニ全体の推定資源量

全資源(千尾、トン)																
雄		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
尾数	Q03	7,757	6,151	10,097	8,583	7,229	11,176	15,364	13,864	17,937	27,196	34,184	24,648	17,225	19,979	18,150
	QCW	6,602	9,015	7,473	4,803	8,562	9,482	12,878	13,526	23,326	25,795	27,546	19,316	16,372	21,528	19,084
	QCW/Q03(%)	85.1	146.6	74.0	56.0	118.4	84.8	83.8	97.6	130.0	94.8	80.6	78.4	95.0	107.8	105.1
重量	Q03	1,128	999	1,626	2,263	1,019	1,739	2,049	1,657	2,016	3,116	4,926	3,985	2,347	2,408	2,144
	QCW	669	635	933	1,132	617	990	1,233	1,043	1,312	2,010	2,824	2,233	1,413	1,507	1,364
	QCW/Q03(%)	59.3	63.6	57.4	50.0	60.6	56.9	60.2	62.9	65.1	64.5	57.3	56.0	60.2	62.6	63.6
雌		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
尾数	Q03	8,181	6,488	12,450	6,071	6,223	11,891	12,208	13,310	14,945	24,933	19,170	12,431	15,028	17,374	14,366
	QCW	8,060	7,585	10,483	3,874	7,150	9,725	10,852	12,764	19,918	24,163	17,772	12,434	15,407	17,603	14,458
	QCW/Q03(%)	98.5	116.9	84.2	63.8	114.9	81.8	88.9	95.9	133.3	96.9	92.7	100.0	102.5	101.3	100.6
重量	Q03	833	752	1,538	804	574	1,321	1,188	1,285	1,205	2,053	1,807	968	1,321	1,526	1,169
	QCW	534	461	902	454	397	808	788	849	891	1,482	1,204	724	919	1,053	851
	QCW/Q03(%)	64.0	61.3	58.6	56.4	69.3	61.1	66.4	66.0	73.9	72.2	66.6	74.8	69.6	69.0	72.8

補足表 5. 採集効率別のズワイガニ漁獲対象資源量

漁獲対象資源(千尾、トン)		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
雄	尾数	Q03	2,003	2,101	3,303	5,282	2,317	2,834	3,090	2,411	3,620	4,177	8,404	8,476	3,633	3,638	3,547
		QCW	1,003	1,021	1,666	2,545	1,100	1,355	1,457	1,168	1,762	2,006	4,093	4,078	1,739	1,756	1,720
		QCW/Q03(%)	50.1	48.6	50.4	48.2	47.5	47.8	47.2	48.5	48.7	48.0	48.7	48.1	47.9	48.3	48.5
	重量	Q03	629	725	949	1,868	707	920	958	690	971	1,283	2,197	2,464	1,203	1,021	1,003
		QCW	313	348	474	892	332	435	447	331	467	620	1,062	1,174	568	488	482
	QCW/Q03(%)	49.8	47.9	50.0	47.7	47.0	47.3	46.6	48.0	48.1	48.3	48.4	47.7	47.2	47.8	48.0	
雌		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
尾数	Q03	3,454	4,014	8,070	4,527	2,774	5,425	5,979	5,995	4,679	5,585	6,318	2,803	6,143	5,463	4,503	
		QCW	1,877	2,167	4,410	2,469	1,484	3,125	3,583	3,415	2,606	3,214	3,576	1,629	3,557	3,054	2,580
		QCW/Q03(%)	54.3	54.0	54.6	54.5	53.5	57.6	59.9	57.0	55.7	57.6	56.6	58.1	57.9	55.9	57.3
	重量	Q03	528	636	1,226	678	436	770	803	819	677	803	891	379	795	770	607
		QCW	282	336	661	366	230	425	458	458	369	440	495	213	449	423	340
	QCW/Q03(%)	53.4	52.8	53.9	53.9	52.8	55.3	57.1	55.9	54.5	54.7	55.5	56.4	56.4	55.0	56.1	

加入前の個体も含めた QCW によって推定した全体の資源量は、雌雄とも尾数では Q03 に近い値となっており、網全体の採集効率の平均像としては、妥当な結果が得られたと考えられる。重量では、大型個体の個体数が少なくなることから、Q03 の 60～70%程度となっ

た(補足表 4)。漁獲対象資源では、QCW による推定値は雄で尾数、重量とも Q03 の 50% 程度、雌は若干高めで 50 数%となった(補足表 5)。

加入前の資源尾数では、雌雄ともに 2 年後に加入する 42～56mm は QCW の方が多く、1 年後に加入する 56～74mm では QCW による推定値の方が少なくなっている(補足表 6)。

漁獲対象資源がおよそ半分の値に改訂されたことにより、Q03 では、0.1～0.4 程度であった F は QCW による推定値では、0.2～0.8 となった。漁獲割合も 2 倍程度の値になった(補足表 7)。

補足表 6. 加入前の資源尾数(千尾)

QCW	甲幅	性別	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Q0.3	42-56mm	雄	1,465	586	1,987	259	1,756	1,987	3,719	2,272	2,302	8,057	4,066	4,593	3,056	3,845	5,150
QCW	42-56mm	雄	1,633	941	2,145	252	2,284	2,126	4,016	2,549	2,760	8,483	4,606	5,533	3,492	4,161	5,944
Q0.3	56-74mm	雄	2,526	877	2,760	1,731	504	3,175	5,397	5,583	4,225	9,767	12,499	5,950	5,943	5,985	4,838
QCW	56-74mm	雄	1,674	592	1,821	1,106	335	2,068	3,653	3,679	2,824	6,207	7,887	3,948	4,045	3,924	3,218
Q0.3	42-56mm	雌	1,369	342	1,477	298	1,688	1,077	2,184	1,628	2,160	8,269	3,928	4,210	2,465	3,727	5,272
QCW	42-56mm	雌	1,467	402	1,722	308	2,059	1,242	2,337	1,840	2,513	8,760	4,421	4,918	2,851	4,004	5,792
Q0.3	56-76mm	雌	2,453	656	2,418	1,107	284	4,699	2,685	3,871	3,599	8,581	7,397	4,086	4,209	5,776	3,195
QCW	56-76mm	雌	1,655	428	1,516	727	174	2,960	1,772	2,574	2,378	5,805	4,812	2,741	2,921	3,820	2,131
Q0.3	加入量	雄		1,291	430	1,773	1,122	445	1,840	2,378	2,335	2,420	4,251	6,194	3,473	2,562	3,003
QCW	加入量	雄		795	272	1,064	671	261	1,111	1,553	1,490	1,510	2,510	3,724	2,114	1,672	1,856
Q0.3	加入量	雌		1,728	462	1,704	780	200	3,311	1,892	2,728	2,537	6,047	5,213	2,880	2,966	4,071
QCW	加入量	雌		1,166	302	1,068	512	122	2,086	1,249	1,814	1,676	4,091	3,391	1,931	2,058	2,692

補足表 7. 漁獲割合と F 値

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
漁獲割合(%)	QCW	50.7	28.3	13.1	8.5	21.4	17.3	30.8	16.7	14.6	14.1	10.6	17.6	21.5	17.5	0.1
	Q03	26.1	14.2	6.8	4.2	10.5	8.8	15.8	8.7	7.4	7.2	5.4	8.6	11.0	8.9	0.0
F ♂+♀	QCW	0.8	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0
F ♂+♀	Q03	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
F ♂	QCW	0.8	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0
F ♂	Q03	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
F ♀	QCW	0.8	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2	0.2	0.0
F ♀	Q03	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0

補足表 8. SSB (トン)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Q03	283	388	852	461	282	520	468	546	455	545	598	196	536	527	456
QCW	97	162	426	225	127	261	211	274	222	264	299	73	276	265	255

参考および引用文献

- Munro PT, Somerton DA. (2001). Maximum likelihood and non-parametric methods for estimating trawl footrope selectivity. *ICES J. Mar. Sci.* 58, 220-229.
- Somerton, D. A. and R. S. Otto (1999). Net efficiency of a survey trawl for snow crab *Chionoecetes opilio* and Tanner crab *C. bairdi*. *Fish. Bull.* 97, 615-625.
- 上田祐司・伊藤正木・服部 努・成松庸二・藤原邦浩・北川大二 (2007). 東北地方太平洋岸沖におけるズワイガニの甲幅組成解析により推定された成長. *日水誌* 73, 487-494.
- Weinberg KL, Otto RS, Somerton D. A. (2004). Capture probability of a survey trawl for red king crab (*Paralithodes camtschaticus*). *Fish. Bull.* 102, 740-749.

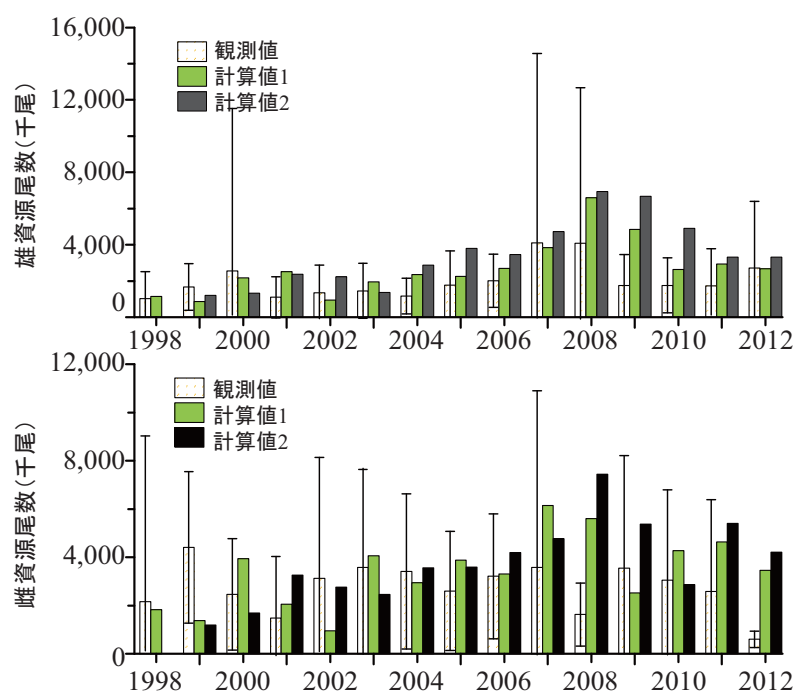
補足資料5 モデルの検証

太平洋北部系群では、10～11月のトロール調査で得られた漁獲対象サイズの現存量と翌年および翌々年の加入予定サイズの現存量から2年先までの資源量を推定しABCを算定している。1997～2012年のトロール調査データを用いて、N年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量（観測値）とそのN-1年およびN-2年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量をもとにして加入量、漁獲や自然死亡による減耗を考慮して計算したN年の漁獲対象資源量（以下計算値）との比較を行い、その整合性について検討した。

雄では2004～2006年、2008～2011、雌は2005年以降の計算値は観測値よりも大きい傾向が認められ、ABC算定の基礎となる2年後の漁獲対象資源量が過大に見積もられている可能性がある。雄は2009年、2010年、雌は2008年で観測値と計算値との差が特に大きい（補足図10）。

この傾向は甲幅別採集効率で0.3でも大きな変化は無く、測値と計算値の差の程度についても変わらなかったことから、採集効率以外の要因が関係していると考えられる。

いまのところ、要因については把握できていないが、加入までの死亡率の変化などに着目して検討を進めることが重要と考えられた。



補足図10. 資源量推定値の比較 上段:雄 下段:雌

観測値:その年のトロール調査により推定された資源量(千尾)および95%信頼区間。

計算値1:前年のトロール調査結果から計算した資源量(千尾)。

計算値2:前々年のトロール調査結果から計算した資源量(千尾)。

補足資料 6 加入状況が悪化した場合の資源動向と漁獲シナリオ

1998～2012 年の加入量は、1998～2002 年と 2003～2012 年で傾向が異なり、前者では加入量は少なく後者では多くなっている。そこで、ABC 算定に用いた漁獲シナリオについて 1998～2002 年程度の水準に低下した状態が続く場合について、加入量を変動させてシミュレーションを行った。

将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2018 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2018 年の平均値を示した。

加入量が 1998～2002 年程度の水準に低下し、この状態が続くとき、3 シナリオともに 5 年後に平均 SSB を維持する確率は 0 となる。Blimit については、0.9F2006-2009 では 86%、平均的加入下で SSB を一定にする漁獲圧の維持(0.9・1.6F2006-2009)で 66%であるが、0.9C2007-2009 の場合、12%程度の低い値となった。

補足表 9. 2014 年以降の加入尾数に 1998～2002 年（加入が少ない期間）の数値をランダムに与えたときの各シナリオによる 2013～2018 年の将来漁獲量および評価

漁獲シナリオ	F 値 (雄,雌) (F2006-2009 との 比較)	漁獲 割合% (雄、雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2014 年 ABC (雄,雌) トン
			5 年後 (雄,雌)	5 年 平均 (雄,雌)	過去の平 均親魚量 を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
震災前の雌雄別漁獲 圧の維持 (0.9F2006-2009)	0.17 (0.16, 0.18) (0.9F2006-2009)	15 (14, 16)	192-397 (79-130, 22-53)	141 (104,37)	0%	86%	167 (136,31)
震災前の雌雄別漁獲 量の維持 (0.9C2007-2009)	0.19 (0.12, 0.59) (1.0 F2006-2009)	16 (11, 44)	188 (105,83)	188 (105,83)	0%	12%	188 (105,83)
平均的加入下で SSB を一定にする漁獲圧 の維持 (0.9・ 1.6F2006 2009)	0.27 (0.26, 0.30) (0.9・ 1.6F2006-2009)	22 (22, 24)	126-242 (99-172, 27-70)	182 (134,48)	0%	66%	257 (209,48)
コメント ・年齢および再生産関係が不明なため 2015 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998～2002 年の加入量をランダムに発生させた値を用いた。 ・シミュレーションの際、2013 年漁獲量は 12 月の解禁以降、沖底船の 75%が震災から復旧し操業するとして、2008 年を除く 2006～2009 年の平均 F に 0.75 を掛けた F で求めた。 ・漁獲割合は 2014 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							