

平成 24 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、稲川 亮）

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 割以上は福島県に水揚げされている。2011 年 3 月の東日本大震災以降、福島県の水揚げが無くなったことにより、本系群の漁獲量はほとんど無い状況となっている。

2011 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。雄の漁獲対象資源は 3,547 千尾、1,003 トンと 2010 年に対し尾数、重量ともに若干減少した。雌は 2008 年に 1997 年以降の最低値となり、2009 年は倍増して 6,143 千尾、795 トンとなったが、2011 年には 4,503 千尾、607 トンと減少している。2011 年漁獲対象資源の雌雄合計は 8,050 千尾（対 2010 年比 88.5%）、1,610 トン（対 2010 年比 89.9%）に減少した。

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、2011 年の雌雄合計の漁獲対象資源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。

雌雄合計の漁獲割合は、10%前後と低い傾向ではあるが、個体数ベースで比較すると雌への漁獲圧は比較的高い。現状の漁獲圧で資源量が大きく減少する可能性は低いと考えられるが、雌の漁獲圧を若干下げることが望ましい。

漁獲シナリオを、現状の雌雄別漁獲量（2007～2009 年雌雄別漁獲量の平均：雄 117 トン、雌 92 トン、計 210 トン）の維持、現状の雌雄別漁獲圧（2007～2009 年の雌雄別 F の平均：雄 0.08、雌 0.20）の維持、親魚量（漁期後の雌漁獲対象資源量、以下 SSB）の現状維持（2008 年を除く 2002 年以降の平均値 520 トン、F：雄 0.10、雌 0.25）とし、2013 年漁獲対象資源量から 2013 年 ABC 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。なお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て 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、2012 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 2011 年のトロール調査で得られた資源量から 2013 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) (F _{current} と の比較)	漁獲 割合% (雄、雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2013 年 ABC (雄,雌) トン
			5 年後 (雄,雌)	5 年 平均 (雄,雌)	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の雌雄別漁 獲 量 の 維 持 (C _{current})	0.07 (0.05, 0.10) (0.6F _{current})	6.1 (4.9, 9.0)	210 (117,92)	210 (117,92)	90.6%	99.8%	210 (117,92)
現状の雌雄別漁 獲 圧 の 維 持 (F _{current})	0.11 (0.08, 0.20) (F _{current})	8.9 (7.0, 16.9)	267-494 (160-271, 107-223)	376 (213,163)	71.4%	99.0%	346 (171,175)
現状の親魚量の 維持 (1.3F _{current})	0.14 (0.1, 0.25) (1.3F _{current})	12.8 (9.2, 21.3)	321-613 (196-350, 125-263)	458 (267,191)	52.3%	97.3%	440 (220,220)
コメント ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(2)を用いた。 ・当該資源への漁獲圧は低い傾向にある。 ・年齢および再生産関係が不明なため、2014 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、2012 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、2007～2009 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 2013 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							

将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2017 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2017 年の平均値を示した。

評価は、維持する親魚量を漁期後の雌漁獲対象資源量(SSB)の 2002 年以降 (2008 年を除く) の平均値 520 トン、Blimit は 2008 年を除いた SSB の最低値 280 トンとし、1,000 回シミュレーション後、2017 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。

F_{current}、C_{current} は、2010 年漁期 3 月の漁獲が震災によりほとんど無かったこと、2011 年漁期は原発事故の影響により福島県が漁獲しなかったことなどを考慮して 2007～2009 年の平均とした。

「現状の雌雄別漁獲量の維持」の漁獲量は 2007～2009 年の雌雄別の平均値、F は 2013 年の値である。

「現状の親魚量の維持」の F は加入量を過去平均値として、10 年程度で SSB が 520 トンでほぼ安定する雌の F を探索的に求めた。2013 年の雄漁獲量は雌漁獲量と等しいと仮定し、2014 年以降の雄の F は 2013 年と等しいとしてシミュレーションを行った。

年	資源量 (トン)		漁獲量 (トン)		F値		漁獲割合
2010	雄	1,020	雄	91	雄	0.1	8.9%
	雌	770	雌	68	雌	0.1	8.9%
	計	1,790	計	159	雌雄	0.1	8.9%
2011	雄	1,000	雄	0.25	雄	0.0	0.0%
	雌	610	雌	0.25	雌	0.0	0.0%
	計	1,610	計	0.51	雌雄	0.0	0.0%
2012	雄	1,540	雄		雄		
	雌	760	雌		雌		
	計	2,300	計		雌雄		

各年の資源量は漁獲対象資源量を示す。また 2010 年、2011 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、2012 年資源量は 2011 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。10 トン未満を四捨五入した値。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 (280 トン)	このレベルであれば、過去の漁期後の雌漁獲対象資源量の変動幅に収まる。これより減少する傾向が 2 年以上連続する場合、何らかの措置を講じる。
2011 年	親魚量（漁期後の雌漁獲対象資源量）	1997～2010 年の最低値 (280 トン) 以上 (456 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
2011 年資源量	2011 年トロール調査（水研セ）
2012、2013 年加入量	2011 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（青森県～茨城県）
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。



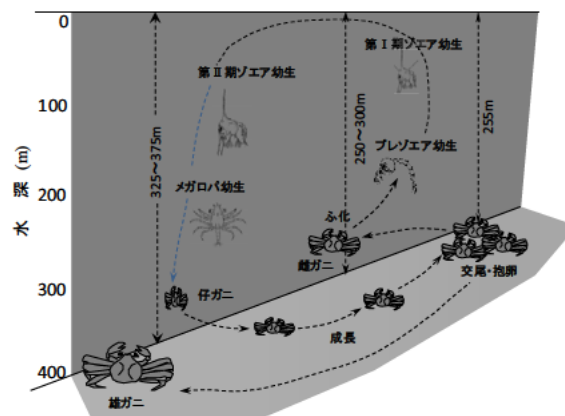
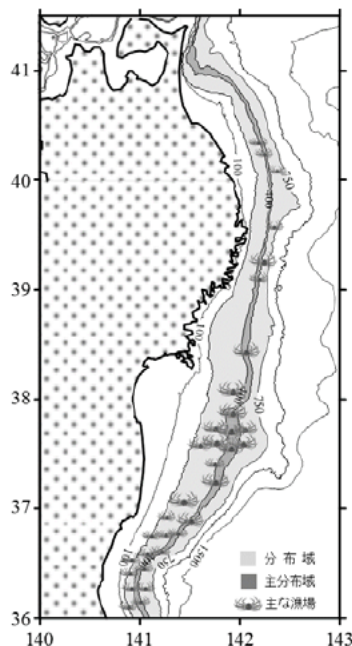
図 1. 太平洋北部海域(北海道を除く)のズワイガニの分布

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 1997 a ; 1997b、北川 2000、服部ほか 1998 ; 1999）。

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



ズワイガニの生活史(日本海の例)

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

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

年齢・寿命：不明

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）。

(3) 成熟・産卵

成熟開始年齢：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 齢別成熟割合

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みられるが、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 ではほぼ半数が成熟し、76mm 以上はほとんどが成熟個体である。

② 産卵場・生態

・産卵期・産卵場：産卵場については、詳細は不明であるが、調査標本

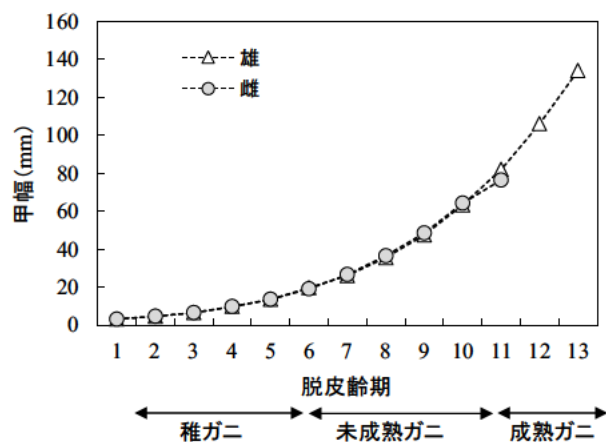


図 3. 日本海におけるズワイガニの脱皮齢期

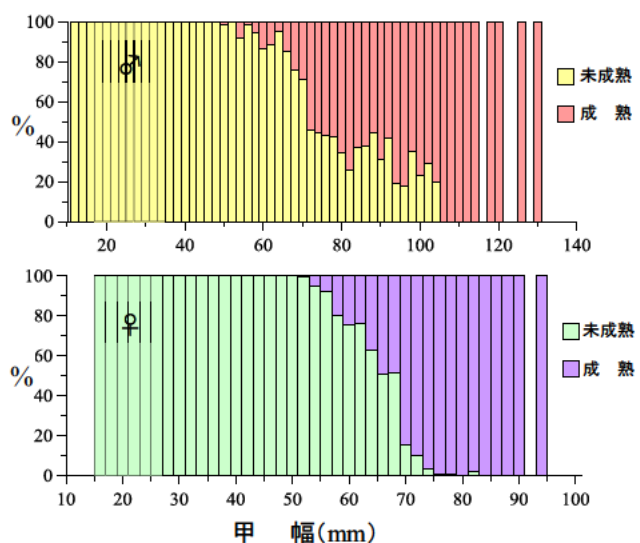


図 4. 2011 年のトロール調査結果におけるズワイガニの甲幅別成熟割合

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・索餌場：周年、水深 150～750m

(4)被捕食関係

・食性：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)。

・捕食者：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。

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。

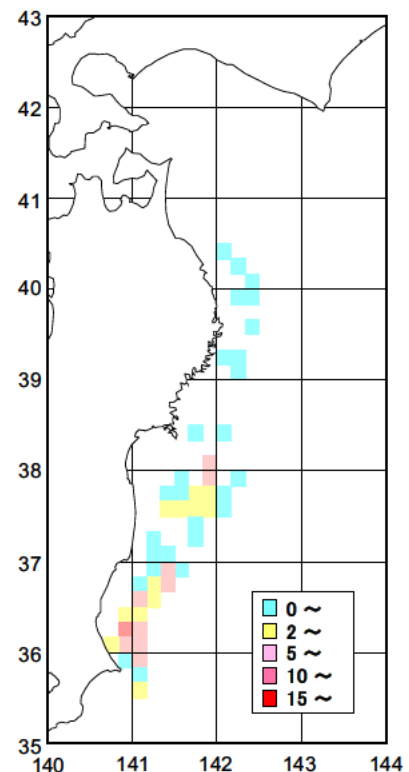


図 5. 沖底によるズワイガニの漁獲量分布
(2009 年漁期 単位：トン)

(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。

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。

相馬港水揚げ量は 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

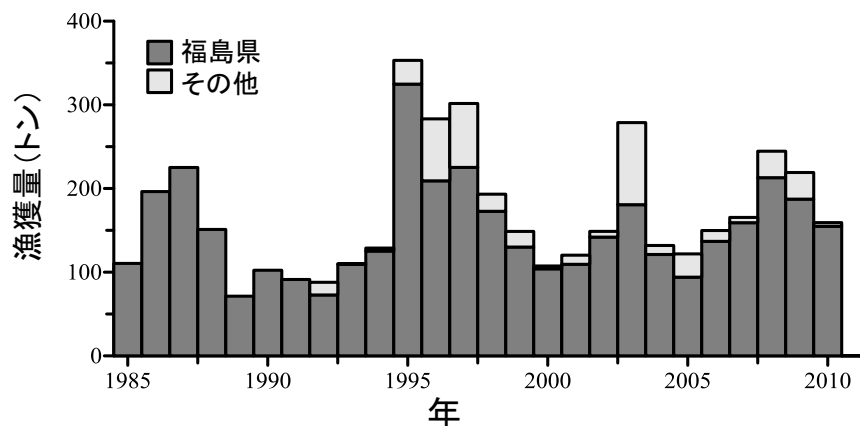


図 6. ズワイガニ太平洋系群の漁獲量(年は漁期年：12～3月)

年漁期は福島第一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、漁獲は僅かである。1996年以降、本系群全体の水揚げ量合計値の変化は、漁獲の大半を占める福島県の水揚げ量とほぼ同じ傾向となっている。

県別にみると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、

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

※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。

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、全県合わせた漁獲量も 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。2010 年漁期の漁獲量減少の要因については、2006 年以降では 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、東日本大震災による 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。

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される福島県相馬港における水揚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。ここでは、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。

漁績のデータベース化は年単位で行われているが、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ためか漁績の提出率は低い。また、2011 年漁期については東日本大震災の影響でズワイガニを対象とする漁業はほとんど行われなかった。このため、今年度評価では、漁績データは 2009 年漁期までのものを示した。

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 1,800～2,500 回前後でほぼ横ばい状態で推移し、2003 年には 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 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、近年のズワイガニに対する努力量は減少していると考えられる。

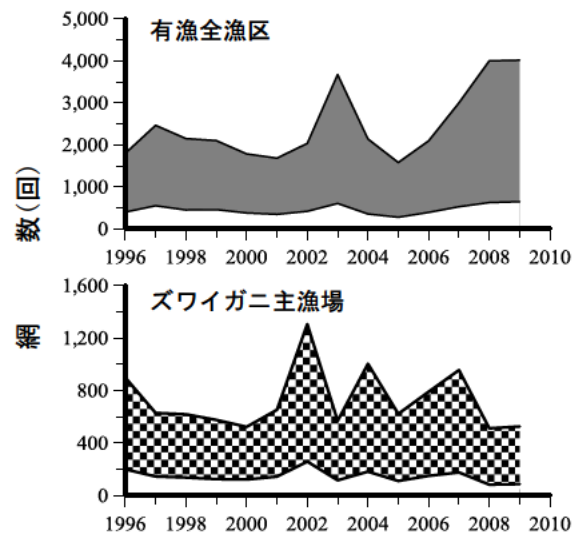


図 7. 福島県沖底のズワイガニに対する努力量

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。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

2011 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施し（水深 150～900m、計 124 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。2011 年の調査では、これまでの南端の調査ライン（36° 40' N）の南側の 36° 10' N 付近に新たに調査点を設定した。

1997～2003 年のデータについては、それまでの南北方向の 2 区分から 4 区分にして合計 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。

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、曳航式深海ビデオカメラの観察によって確認された生息密度と、トロール網の採集密度との比率から 0.3 とした（渡部・北川 2004）。この値は採集効率が対さずによらず一定とした値である。なお、資源量推定値は、調査用トロール網の採集効率に大きく依存しており、体長（甲幅）依存の採集効率を用いた場合、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る。このことから現在の漁獲対象資源量の推定値は過大である可能性がある。

トロール調査結果から、雌雄別に甲幅別資源量を計算し、2011 年の漁獲対象資源量、2012 年および 2013 年の加入量を推定して、2013 年までの資源動向を予測した（補足資料 2）。

動向予測の際、漁獲の大半を占める福島県の雌雄別水揚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 を求め計算をした。なお、2011 年漁期は雌雄別漁獲量データが得られていないため、雌雄の漁獲量は等しいと仮定して資源計算を行った。

(2)資源量指標値の推移

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。なお、2010 年漁期については、東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波で福島県相馬漁港が大きな被害を受け、2010 年 12 月～2011 年 3 月 11 日の提出前の沖底漁績にも流失したものがあつたと考えられ、提出率は低く、資源量指標値としてはその代表性に問題があるため、今年度の評価では 2010 年漁期の指標値を推定していない。

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。

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

Ci : 漁区 i の漁獲量

Xi : 漁区 i の操業網数

Ai : 漁区 i の面積

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

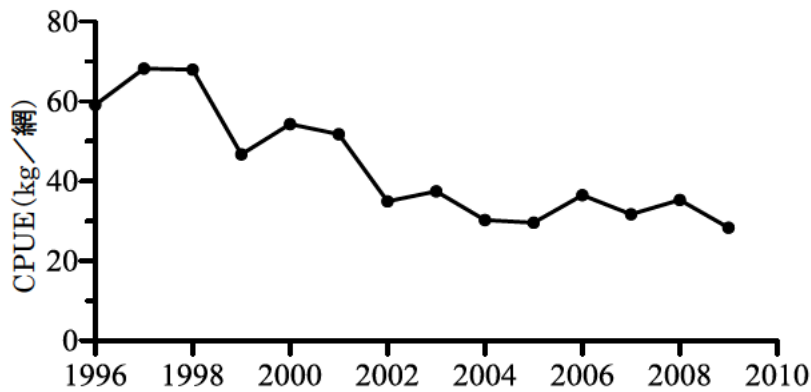


図 8. 福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場におけるオッタートロールによるズワイガニの CPUE (kg/網) の経年変化
※年は漁期年。

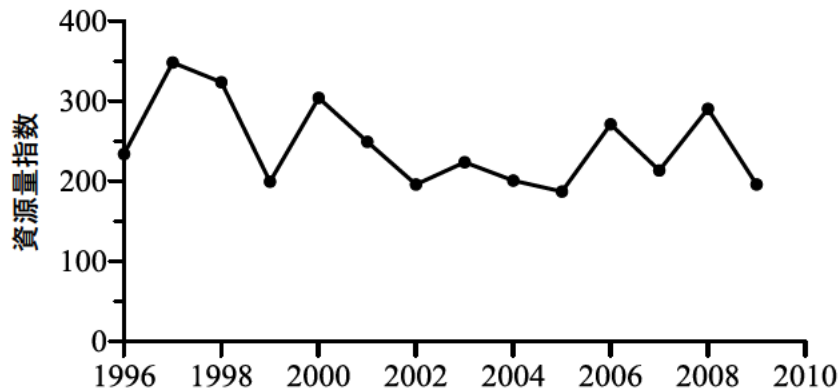


図 9. 福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場における資源量指数
※年は漁期年。

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。CPUE 等の検討においては両者を区別する必要があると考えられる。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。

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には 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）。

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

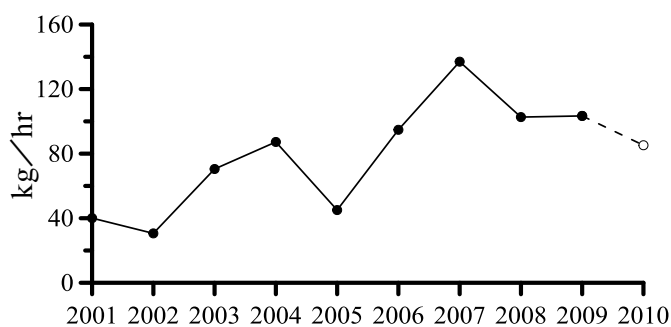


図10. 福島県沖底標本船の曳網1時間当たりの平均漁獲量(kg)

※2010年は12月のみのデータで参考値。

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とほぼ同じ値であつ。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）。

(3)漁獲物の体長組成

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。しかし、1998年、2001年および2005年では甲幅38mm前後の資源尾数が多くなっている。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。2001年以降30～70mm程度の加入前の資源尾数が多くなっている。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モードの群は2008年に漁獲加入すると考えられ、雄の2008年の加入は良好であることが推測された。これらから、漁獲対象である80mm台の個体が2008年は大きく増加することが期待されたが、2008年の資源尾数は過去最高値とはいえ2007年とほとんど差が無い値で、推定値ほど加入は多くなかったと考えられる。2010年は資源尾数では2009年とほぼ同じであったが、資源重量は17%減少した。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2012年に加入すると考えられる甲幅60～80mmが2010年に比べ少なくなっているが、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。

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ており漁獲対象資源となっている。雄同様に2005年の38mmモードの群の資源尾数は多く、2006年には52mmモードへ、2007年に68mmモードに成長したと考えられる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 年に近い値に増加した。2010 年は漁獲対象となる成熟雌は 70mm 前後の個体が多く、2011 年に漁獲加入すると考えられる 60mm 台の未熟個体、2012 年に加入する 50mm 台も比較的多い。また、2009 年、2010 年ともに 3 年後に加入するとみられる 30～40mm の個体数が多い。これらが成長したと考えられる 2011 年の 50mm モードも個体数は多くなっている。

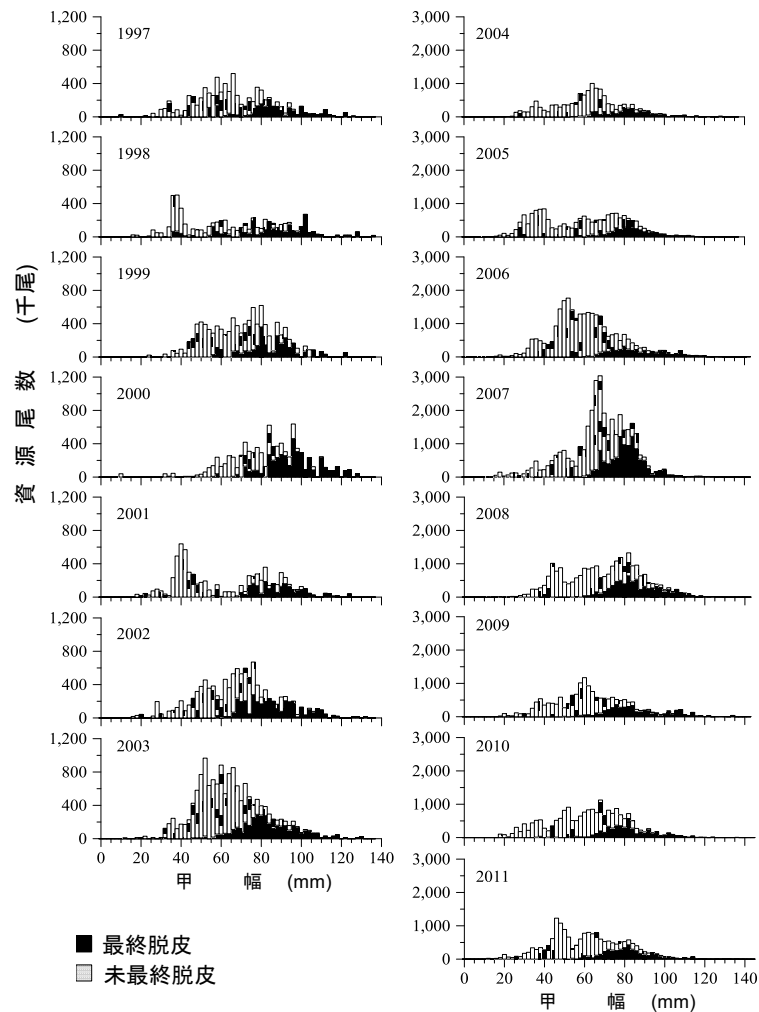


図 11. 雄ガニの甲幅別資源尾数

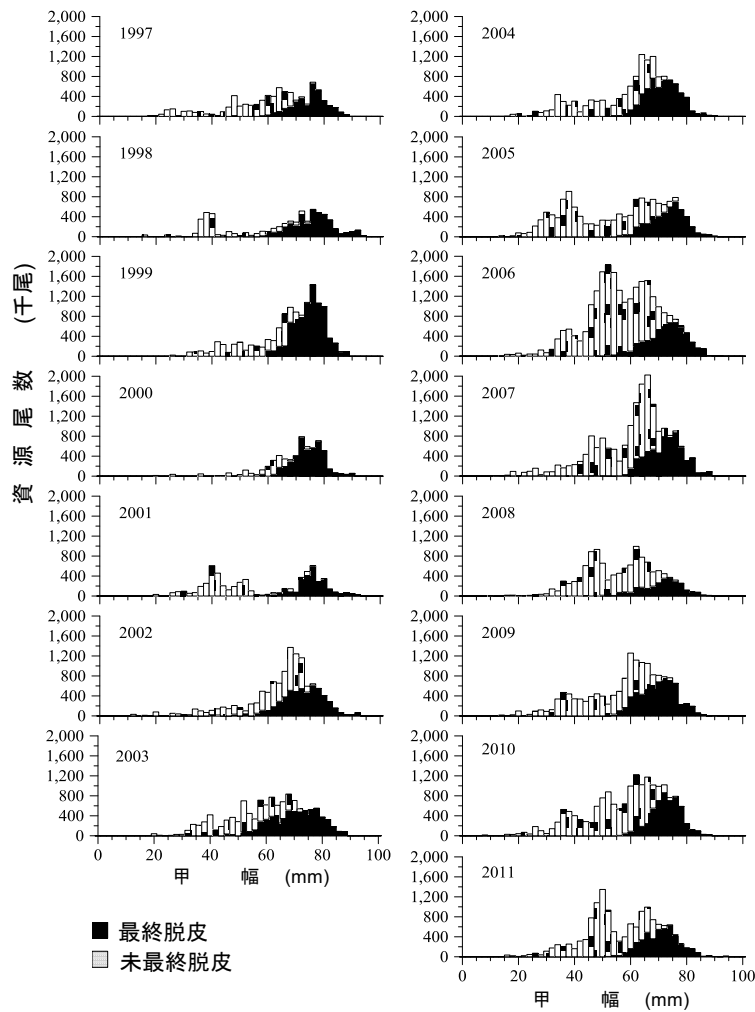


図 12. 雌ガニの甲幅別資源尾数

(4)資源量と漁獲割合の推移

2011 年 10～11 月のトロール調査で推定された資源量は、雄：18,150 千尾、雌：14,366 千尾、雌雄合わせて 32,516 千尾 (CV：雄 0.16、雌 0.16)、3,313 トン (CV：雄 0.20、雌 0.25) 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 8,050 千尾、1,610 トンで、尾数、重量ともに過去最高であった 2007 年の 6 割程度となった。雌雄別では、雄の漁獲対象資源量は 3,547 千尾 (CV：0.29)、1,003 トン (CV：0.27) と過去最高だった 2008 年の半分以下に減少した。一方、2008 年に 2,803 千尾、379 トンと 2007 年の半分以下となった雌は、2009 年には 6,143 千尾、795 トンに一旦回復したがそれ以降減少しており、2011 年は 4,503 千尾 (CV：0.42)、607 トン (CV：0.41) 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。雌の漁獲対象資源尾数は雄に比べてやや信頼区間が広

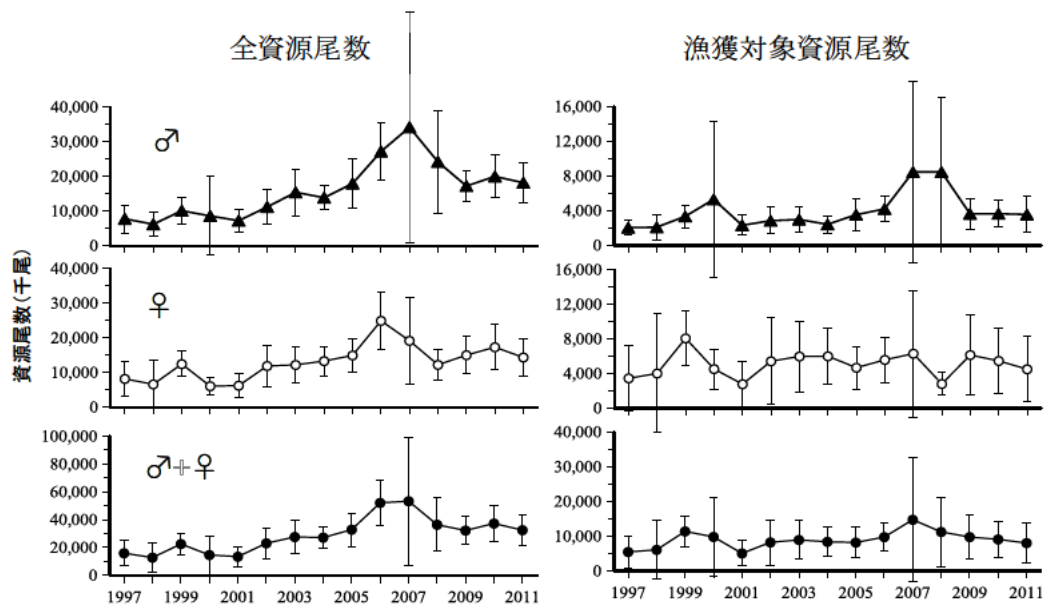


図 13. トロール調査で推定されたズワイガニ資源尾数と 95%信頼区間

いが、2002 年以降 4,700～6,300 千尾でほぼ横ばいで推移しているといえる（図 13）。

1997 年以降の雌雄合わせた漁獲対象資源重量はおよそ 1,100～3,100 トンで、変動しつつ 2002 年以降は増加傾向にあった（表 4、図 14）。しかし 2008 年以降は減少している。

漁獲割合は、資源量の増減と概ね逆の変動を示している（図 14）。なお、2011 年の漁獲割合が 0 となっているのは、原発事故の影響で福島県の操業が休止し漁獲がほとんど無かったためである。

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
尾数 雄	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
千尾 雌	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
重量 雄	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
トン 雌	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
尾数計	15,938	12,639	22,546	14,654	13,452	23,066	27,572	27,173	32,882	52,130	53,353	37,079	32,253	37,353	32,516
重量計	1,961	1,751	3,164	3,067	1,592	3,059	3,237	2,942	3,221	5,168	6,733	4,953	3,668	3,934	3,313

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
尾数 雄	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
千尾 雌	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
重量 雄	629	725	949	1,868	707	920	958	690	971	1,283	2,197	2,464	1,203	1,021	1,003
トン 雌	528	636	1,226	678	436	770	803	819	677	803	891	379	795	770	607
尾数計	5,457	6,115	11,373	9,809	5,091	8,259	9,069	8,406	8,299	9,762	14,722	11,278	9,776	9,101	8,050
重量計	1,157	1,362	2,175	2,546	1,143	1,690	1,762	1,509	1,648	2,086	3,087	2,842	1,998	1,790	1,610
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
漁獲割合	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

※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。

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。 F は 1997 年の最高値から雄は 2000 年に 0.02、雌は 1999 年に 0.08 と減少した。その後雌雄ともに 2003 年まで増加傾向を示したが、2004～2007 年は漁獲量の増加よりも

資源量の増加が大きく F は減少傾向にある。2008 年は雌雄ともに F は増加し、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 0.35 と 1997 年の過去最高値と同等となった。2009 年は逆に雌の資源量が増加し、漁獲量が減少したことによって雌の F は 0.11 となり、雄では資源量が減少し漁獲量が増加したため F は 0.13 に増加した。2010 年は

資源量が若干減少したが、東日本大震災の影響により 2011 年 3 月の漁獲がほとんど無かったため漁獲量合計も減少し、雌雄合わせた F は 0.1、漁獲割合は 8.9% に減少した。

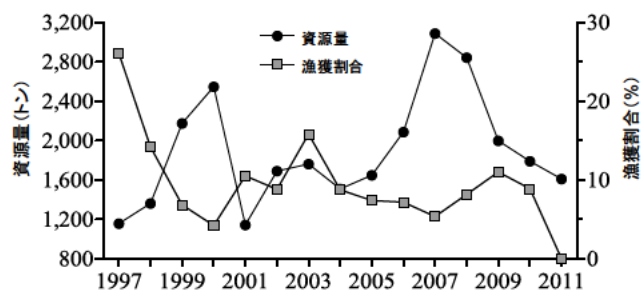


図 14. 面積 密度法により推定した漁獲対象資源重量と漁獲割合の経年変化

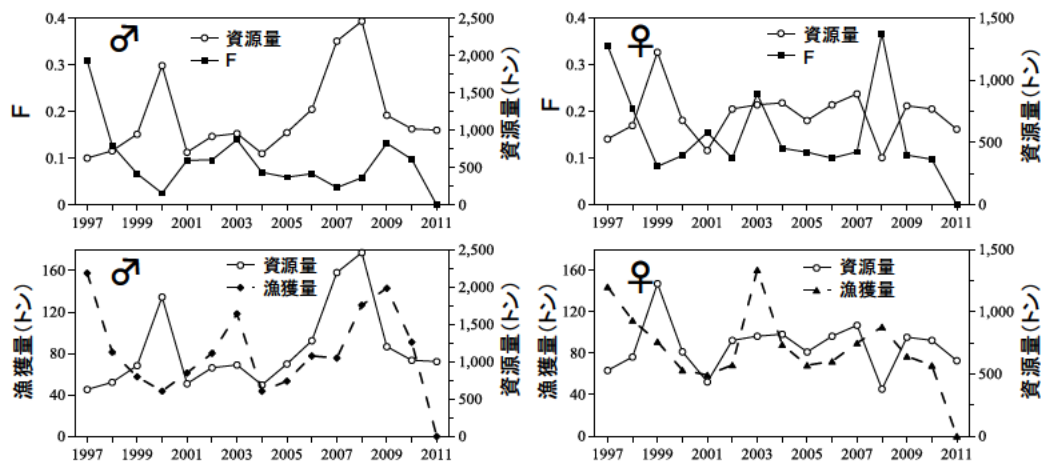


図 15. 資源量と F および漁獲量の関係

(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いと推測される。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（3,100 トン、2007 年）を高位と中位の境界、Blimit 設定の規準年の資源量（1,000 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、2011 年の雌雄合計の資源重量は中位水準と判断された（図 16）。

また、過去 5 年の資源量推定値は減少傾向である。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 2010 年漁期は震災により 2011 年 3 月の漁獲が減少し、2011 年漁期は原発事故による操業休止によって漁期を通じて漁獲がほとんど無く、漁業からの情報が得られていない。このことから今年度については漁業データに基づく主

漁場の CPUE や資源量指数は最近の動向判断に利用できないと考えられた。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 年の資源量が推定値の信頼性は他の年に比べて低いが、それを加味しても 2007～2011 年の 5 年では資源が減少傾向であると判断された。



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

(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（これらはさらに 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）、2011 年

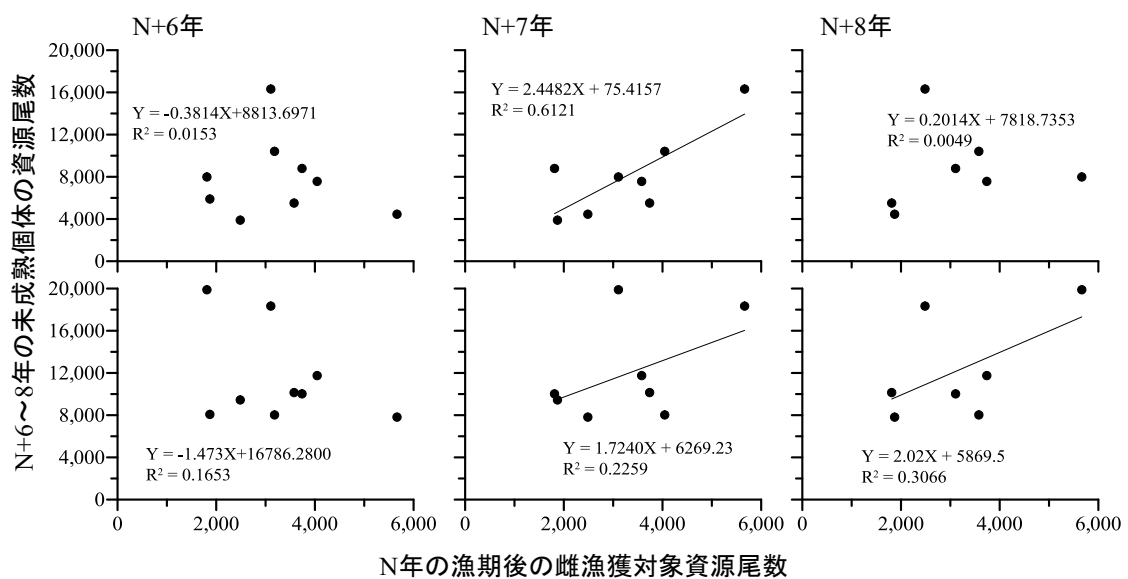


図 17. 加入前の資源尾数と漁期後の雌漁獲対象資源尾数の関係
上段：42～56mm、下段：56～74mm 雄と 56～76mm の雌の合計。

までの調査データを加えた結果、昨年以前の評価と同様の相関関係がみられた（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みられない。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。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）、N+6 年の場合には相関関係はみられないが、N+7 年と N+8 年では、N 年の雌が多いと 7 年後および 8 年後も多い傾向が見られた。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。

(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られとされる雌の取り残し量を基準として、1997～2007 年における漁期後の雌漁獲対象資源量の最低値 280 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。それに加え、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
SSB (トン)	283	388	852	461	282	520	468	546	455	545	598	196	536	527	456

(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。

雄の加入量については、甲幅組成の分解結果により 42～56mm が翌年 56～74mm に、56～74mm は翌年 74～86mm になると推定された。また、74～86mm のうち、約半数にあたる 80mm 以上の個体が漁獲対象となり、残りの半数の 74～80mm のうち最終脱皮していない個体はその翌年に脱皮して 86mm 以上となり漁獲加入すると考えた。

これらのことから N 年の雄の加入量は N-1 年の 56～74mm のうち脱皮して 80mm 以上に成長した個体と、N-2 年に脱皮して N-1 年に 74～80mm であった未最終脱皮個体が脱皮して 86mm 以上となった個体の合計となる。実際の計算においては N+1 年に加入する予定の個体数は N 年の 56～74mm の半数と N 年の 74～80mm の未最終脱皮個体数の合計として求めた（表 6 の翌年加入）。

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12,499千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8,789千尾と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年の雄加入量も6,194千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年の雄の資源尾数は1997年以降では、高い水準であるものの8,476千尾と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2,147千尾となった。2013年は4,020千尾と2012年の2倍近いと推定された。これらの値は2007年、2008年より少ないものの、2006年以前と比べて高いことから2013年までの加入状況は、悪くないと考えられる(表7、図18)。

雌の加入量については、甲幅組成の検討により加入前の甲幅範囲を42～56mm(2年後に加入)、56～76mm(翌年に加入)として計算している。

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6,047千尾、5,213千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。

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

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	2014以降
雄	42-56mm	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	4,017	4,017	4,017
	56-74mm	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	7,999	6,492	6,492
	74-80mm	568	172	1,136	727	380	1,023	676	522	1,321	1,149	2,540	1,954	665	1,268	628	1,705	2,818	2,818
	翌年加入	1,832	610	2,516	1,592	632	2,611	3,375	3,314	3,434	6,033	8,789	4,929	3,636	4,261	3,047	5,704	6,064	6,064
雌	42-56mm	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	3,821	3,821	3,821
	56-76mm	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	5,643	4,659	4,659

※2012年は2011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	平均
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	2,147	4,020	2,378
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	2,251	3,976	2,585

※各年ともその前年の調査結果により確定、2013年は2012年調査後改訂される。
平均値は2012年までの値。

の雌はそれぞれ4,086千尾、4,209千尾と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4,071千尾と2010年と同様の値であった。しかし、2011年の56～

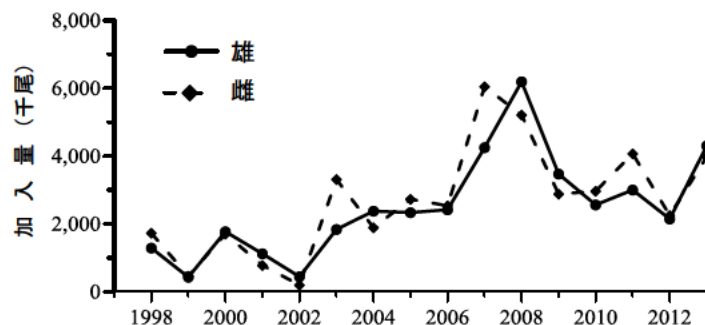


図18. トロール調査結果から推定した加入量

76mm の雌の資源尾数から推定した 2012 年の加入予定量は 2,251 千尾と 1/2 程度に減少した。2011 年の 46~56mm の尾数と $M=0.35$ から推定した 2013 年の加入量は 3,976 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ことから、雌についても 2013 年までの加入状況は比較的良好であると期待された（表 7、図 18）。

(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 との関係性を雌雄別に図 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

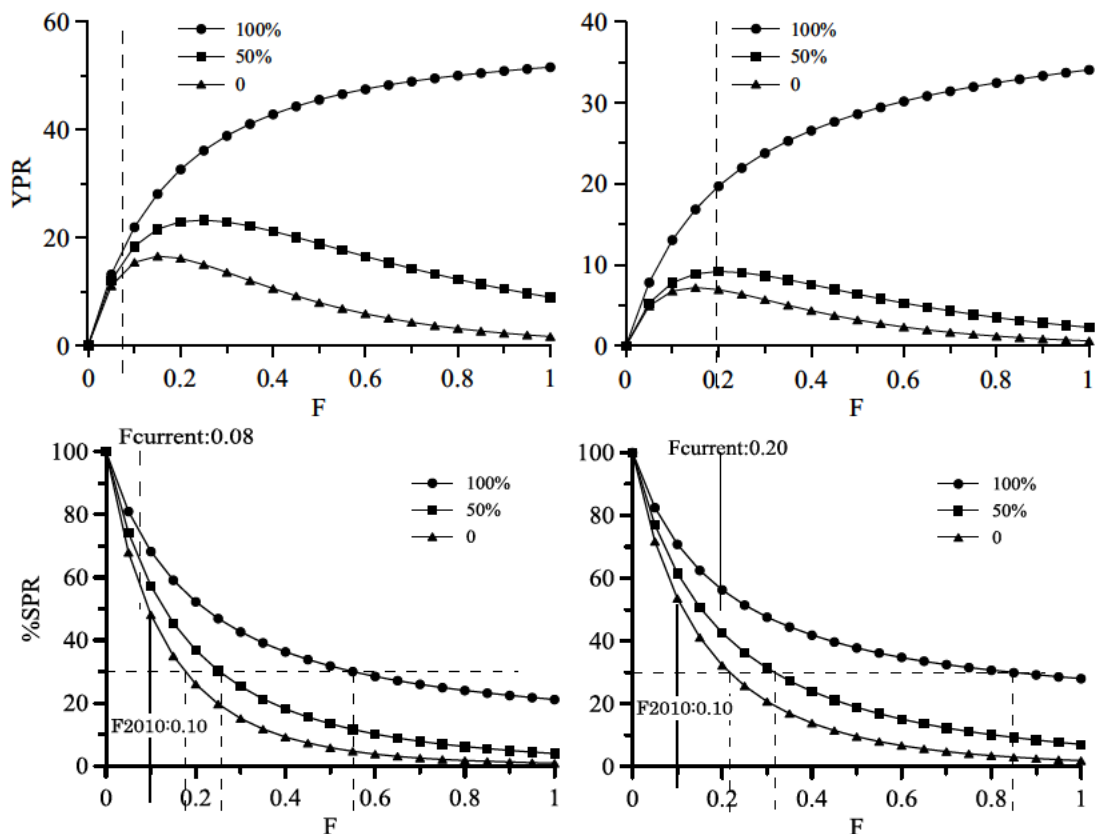


図 19. F の変化による YPR (上) および %SPR (下) の変化 (左: 雄 右: 雌)
漁獲対象とならない小型個体の混獲後の再放流による生残率が 100%、50%、0% の場合で計算。

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 (震災前の 2007～2009 年の平均値、雄 0.08、雌 0.20) は雄では 50%生残、0%生残の F_{max} よりも小さい値となっている。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。雄では $F_{current}$ (2007～2009 年の F の平均値) は 0.08 で、再放流個体が 100%死亡すると仮定しても、 $F_{30\%SPR}$ よりも低い F 値である。雌では 2008 年の 0.35 と高い F 値でも再放流個体が 100%生残すると仮定した場合、 $F_{40\%SPR}$ とほぼ同じ値となる。しかし、再放流個体の 50%以上が死亡する場合は $F_{20\%SPR}$ 程度かそれ以下となる。2010 年の F 値は、雄雌とも約 0.1 で 0%生残の場合でも $F_{50\%SPR}$ と同じ値である (図 19)。

以上のように、現在の雄の 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も F_{max} より低い値で、 $\%SPR$ 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%の時には現在の F (2007～2009 年平均) は F_{max} 以上の数値であり、 $F_{30\%SPR}$ に相当する値である。また、2008 年の $F(0.35)$ では SPR は 20%程度となることから、雌については F を下げることが望ましいと考えられる。

5. 2013 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2011 年の漁期前の雌雄を合わせた漁獲対象資源量は約 1,600 トンと前年から若干減少したが、1997 年以降の最高値と最低値の範囲内にあることから資源水準は中位と判断された。一方、2007 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 6,194 千尾から、2010 年には 2,562 千尾と半減した。2011 年は 3,000 千尾と増加したが 2012 年は 2,147 千尾と減少すると推定される。2013 年は 4,020 千尾と増加する見込みである。

雌ガニ資源についてみると、2013年の加入量はおよそ4,000千尾と推測され、過去最高レベルであった2007、2008年よりは少ないが、加入は比較的良好と考えられる（表7）。

以上のことから、2012年、2013年の雌雄合計の漁獲対象資源量は2011年より若干増加することが予測される。

(2) 漁獲シナリオに対応した2013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が、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と判断し、ABC算定規則1-3)-(2)を適用して算定された2013年漁期（2013年12月～2014年3月）の漁獲量をABCとした。

2012年および2013年の漁獲対象資源量は2011年のトロール調査結果に基づき以下のように推定した。

$$\begin{aligned} \text{2012年漁獲対象資源量} &= \text{2011年漁獲対象資源量} \quad (\text{2011年漁獲} + \text{2012年漁期までの自然死亡}) + \text{2012年加入量} \\ \text{2013年漁獲対象資源量} &= \text{2012年漁獲対象資源量} \quad (\text{2012年漁獲} + \text{2013年漁期までの自然死亡}) + \text{2013年加入量} \end{aligned}$$

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、2014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。

現状の親魚量を維持するシナリオ(1.3F_{current})では、2014年以降の加入量を過去の平均値として、10年程度でSSBが2002年以降（2008年を除く）の平均520トンでほぼ安定する雌のFを探索的に求めた。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

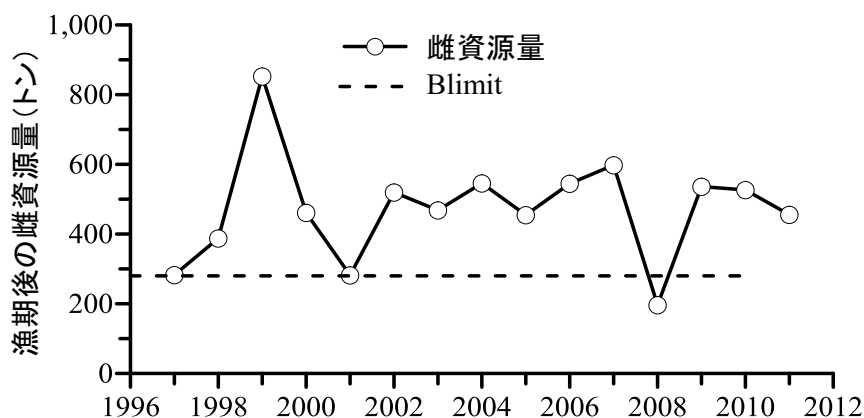


図 20. 漁期後の雌の漁獲対象資源量（破線：Blimit）

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年以降の平均を用いた。

2012年漁獲量は、2011年3月11日の東日本大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、2012年9月以降操業を再開する。
- ・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、 $F_{current}$ には例年直近3年の平均を用いてきたが、2011年3月11以降は震災により漁獲が休止されたため今年度評価では震災前の2007～2009年の平均値を用いた。2012年漁期の漁獲量は $F_{current} \times 0.75$ 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

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
現状の雌雄別漁獲量の維持	$C_{current}$ (Cave 3-yr)	0.25	86	117	117	117	117	117
		0.25	101	92	92	92	92	92
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	$0.7C_{current}$	0.25	86	82	82	82	82	82
		0.25	101	65	65	65	65	65
現状の雌雄別漁獲量の維持	$F_{current}:0.11$ (雄 0.08,雌 0.20)	0.25	86	171	198	202	208	213
		0.25	101	175	167	166	164	163
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	$0.7F_{current}:0.08$ (雄 0.05,雌 0.14)	0.25	86	122	143	148	154	159
		0.25	101	126	126	128	129	130
現状の親魚量の維持	$1.3F_{current}:0.14$ (雄 0.10,雌 0.25)	0.25	86	220	250	254	261	265
		0.25	101	220	203	196	191	188
現状の親魚量の維持の予防的措置	$0.7 \cdot 1.3F_{current}:0.10$ (雄 0.07,雌 0.17)	0.25	86	156	182	188	195	201
		0.25	101	160	155	155	154	154
漁獲シナリオ	管理基準	資源量 (トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
現状の雌雄別漁獲量の維持	$C_{current}$ (Cave 3-yr)	1,003	1,537	2,386	2,832	2,993	3,162	3,300
		607	755	1,031	1,163	1,279	1,373	1,450
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	$0.7C_{current}$	1,003	1,537	2,386	2,868	3,053	3,242	3,398
		607	755	1,031	1,195	1,336	1,451	1,544
現状の雌雄別漁獲量の維持	$F_{current}:0.11$ (雄 0.07,雌 0.18)	1,003	1,537	2,459	2,853	2,916	3,006	3,075
		607	755	1,031	989	978	970	965
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	$0.7F_{current}:0.08$ (雄 0.05,雌 0.14)	1,003	1,537	2,459	2,904	3,006	3,129	3,224
		607	755	1,031	1,027	1,043	1,054	1,062
現状の親魚量の維持	$1.3F_{current}:0.14$ (雄 0.10,雌 0.24)	1,003	1,537	2,386	2,716	2,763	2,833	2,884
		607	755	1,031	953	920	899	885
現状の親魚量の維持の予防的措置	$0.7 \cdot 1.3F_{current}:0.10$ (雄 0.07,雌 0.17)	1,003	1,537	2,386	2,780	2,876	2,986	3,069
		607	755	1,031	1,000	997	995	994

※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。

段は雄、下段は雌である。

これによると現状の雌雄別漁獲量(2007～2009年漁獲量の平均)で漁獲を維持した場合、2017年の漁獲対象資源量は雄では3,300トンと2011年の約3.3倍となる。雌も2017年には1,450トンと2011年の約2倍に増加する。

現状の雌雄別漁獲量(雄 $F=0.08$ 、雌 $F=0.20$)を維持した場合、2017年の漁獲量は、雄で

213 トン、雌は 163 トンとなる。2017 年の雄の漁獲対象資源量は 3,075 トンと 2011 年の 3 倍に増加する。雌の資源量は 965 トンと 2013 年の 1,031 トンから緩やかに減少するが、表 4 に示した過去の資源量と比較して高い値である。

現状の親魚量を維持する $F(1.3F_{current})$ を維持した場合、2017 年漁獲量は雄が 265 トン、雌は 188 トンとなる。2017 年の雄の漁獲対象資源量は 2,889 トンで 2011 年の約 3 倍となる。雌は 928 トンで 2013 年の 1,031 トンから緩やかに減少するが $F_{current}$ 同様に過去と比べて高い数値である。

1996～2011 年のトロール調査結果から推定された漁期後の雌ガニ漁獲対象資源量は、図 20 に示すように全体としてほぼ横ばい傾向、2002 年以降では 2008 年を除いた平均の 520 トン程度でほぼ横ばい傾向で推移している。

$F_{current}$ 、 $1.3F_{current}$ では、平均的な加入がある場合、2014 年以降の SSB は緩やかな減少を示すが、いずれのシナリオにおいても 2017 年までは過去の SSB 平均以上の値が維持される（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)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
現状の雌雄別漁獲量の維持	$C_{current}$ (Cave 3-yr)	456	503	711	826	920	997	1,060
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	$0.7 \cdot C_{current}$	456	503	733	873	988	1,082	1,159
現状の雌雄別漁獲圧の維持	$F_{current}:0.11$ (雄 0.08, 雌 0.20)	456	503	645	634	627	622	619
現状の雌雄別漁獲圧の維持の予防的措置	$0.7 \cdot F_{current}:0.08$ (雄 0.05, 雌 0.14)	456	503	684	700	711	719	725
現状の親魚量の維持	$1.3F_{current}:0.14$ (雄 0.10, 雌 0.25)	456	503	609	577	556	542	534
現状の親魚量の維持の予防的措置	$0.7 \cdot 1.3F_{current}:0.10$ (雄 0.07, 雌 0.18)	456	503	657	654	652	650	649

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

2004 年以降の加入は比較的高い水準と考えられるが、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。このため 2014 年以降の加入動向は推定できず、漁獲量のコントロールを将来につなげることが可能なシミュレーションは行えない状態である。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 2017 年の漁期後の雌漁獲対象資源量が 2002 年以降の平均に相当する 520 トンを上回る確率と B_{limit} の 280 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 2017 年の漁獲量を 80% 区間で表示、5 年平均には 2017 年の平均値を示した。

$F_{current}$ 、 $C_{current}$ は、2010 年漁期 3 月の漁獲が震災によりほとんど無かったことを考慮し、2007～2009 年の平均とした。

「現状の雌雄別漁獲量の維持」の2013年以降の漁獲量は2007～2009年の雌雄別の平均値、Fは2013年の値である。

漁獲シナリオ	F 値 (F _{current} との比較)	漁獲 割合% (雄、雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2013 年 ABC (雄、雌) トン
			5 年後 (雄、雌)	5 年 平均 (雄、雌)	現状親魚 量を維持 (5年後)	Blimit を維持 (5年後)	
現状の雌雄別漁獲量の維持(C _{current})	0.07 (0.05, 0.10) (0.6F _{current})	6.1 (4.9, 9.0)	210 (117,92)	210 (117,92)	90.6%	99.8%	210 (117,92)
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置 (0.7・C _{current})	0.04 (0.04, 0.07) (0.4F _{current})	4.3 (3.3, 6.3)	147 (82,65)	147 (82,65)	96.9%	100%	147 (82,65)
現状の雌雄別漁獲圧の維持(F _{current})	0.11 (0.08, 0.20) (F _{current})	8.9 (7.0, 16.9)	267-494 (160-271, 107-223)	376 (213,163)	71.4%	99.0%	346 (171,175)
現状の雌雄別漁獲圧の維持の予防的措置 (0.7F _{current})	0.08 (0.05, 0.14) (0.7F _{current})	7.1 (4.5,12.2)	207-376 (118-200, 89-176)	286 (157,129)	86.8%	99.9%	247 (121,126)
現状の親魚量の維持 (1.3F _{current})	0.14 (0.1, 0.25) (1.3F _{current})	12.8 (9.2, 21.3)	321-613 (196-350, 125-263)	458 (267,191)	52.3%	97.3%	440 (220,220)
現状の親魚量の維持の予防的措置 (0.7・1.4F _{current})	0.10 (0.07, 0.18) (0.9F _{current})	9.3 (6.7,15.5)	259-477 (152-267, 107-210)	359 (204,155)	80.0%	99.9%	318 (156,160)
コメント ・本系群のABC算定には規則1-3)-(2)を用いた。 ・当該資源への漁獲圧は、資源量に対して低い傾向にある。 ・年齢および再生産関係が不明なため2014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、2012年漁獲量は12月の解禁以降、震災から復旧し、沖底船の75%が操業するとして、2007～2009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2013年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							

「現状の親魚量の維持」のFは加入量を過去平均値として、10年程度でSSBが520トンではほぼ安定する雌のFを探索的に求めた。2012年の雄漁獲量は雌漁獲量と等しいと仮定し、2014年以降の雄のFは2013年と等しいとしてシミュレーションを行った。

評価は、維持する親魚量を漁期後の雌漁獲対象資源量(SSB)の2002年以降(2008年を除く)の平均値520トン、Blimitは2008年を除いたSSBの最低値280トンとし、1,000回シミュレーション後、2016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2011～2017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。

現状の雌雄別漁獲量の維持(C_{current}:Cave 3-yr)ではSSBを平均の520トン以上に維持する確率は90.6%と高い。SSBの経年変化も下限10%で平均SSB以上の値で、横ばい～微増傾向で推移すると考えられる(図21)。2017年のSSBがBlimitの280トンを下回ることとはほとんど無い。

F_{current}の場合にSSBを平均の520トン以上に維持する確率は71.4%で比較的高く、SSB

は概ね横ばいで推移する。1.3Fcurrent では SSB を平均の 520 トン以上に維持する確率は 52.3%と低くなり、SSB は若干減少傾向で推移する（図 21）。しかし、現状の雌雄別漁獲圧の維持(Fcurrent:Fave3-yr)、現状の親魚量の維持(1.3 Fcurrent)でも Blimit を下回ることはほとんど無い。また雌雄合計資源量は、どのシナリオでも 2011 年の資源量より高い数値に増加し、90%及びメジアンで横ばいから増加、10%で横ばいあるいは、やや減少後横ばい傾向で推移すると考えられる（図 21）。

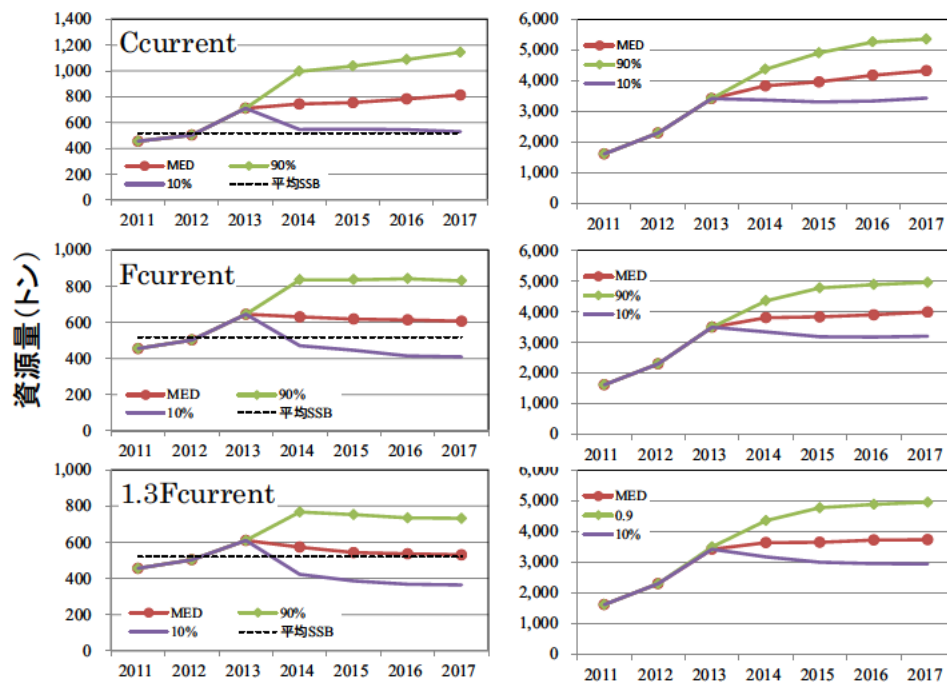


図 21. 2014 年以降の加入量に過去値からのランダムサンプリングによる値を与えたシミュレーションによる漁期後の雌資源量および雌雄合計漁獲対象資源量の変化
左：漁期後の雌資源量、右：雌雄合計漁獲対象資源量。

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。シミュレーションに際しては、再生産関係を組み込んでいない数値を加入量としているため、加入量変動についても不確実な部分が多い。このことから、 α には標準値の 0.8 よりやや低めの値を採用し、 $\alpha=0.7$ とした。

現状の雌雄別漁獲量の維持(Ccurrent:Cave 3-yr)では予防的措置を取らない場合でも Blimit、SSB 平均値を下回る確率が低いことから、 $\alpha=0.7$ とした場合には 5 年後の SSB を平均値 520 トン以上に維持する確率は 100%近い値となっている。

現状の雌雄別漁獲圧の維持(Fcurrent:Fave 3-yr)では、予防的措置を取ることで SSB を平均値 520 トン以上に維持する確率は 86.8%、Blimit を維持できる確率もほぼ 100%となる。

「現在の親魚量の維持(1.3Fcurrent)」では、予防的措置を取らない場合 5 年後の SSB を平均値 520 トン以上に維持する確率は 52%程度であるが、漁獲圧を 30%下げることにより、5 年後の SSB を平均値 520 トン以上に維持する確率はおよそ 80%となり、Blimit の 280 トン以上を維持できる確率は 100%近くになる。

(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
2011 年漁期漁獲量	2011 年漁期漁獲量の確定
2011 年甲幅別資源量	2011 年資源量確定、2012 年加入量確定、2013 年加入量改訂

2011 年 ABC については、漁獲シナリオ「現状の親魚量の維持」により再評価を行った。

2010 年調査結果から計算した 2011 年漁獲対象資源量は雄 1,689 トン、雌 1,097 トンで、雄の資源量は当初の 2009 年調査結果から計算した 2011 年資源量の 70%程度となった。このため、雄の ABClimit は 156 トンに変更された。雌の資源量は若干増加し ABClimit も 241 トンとなったが、雌雄合計の ABClimit は 397 トンに減少した。

2011 年の調査結果から推定した漁獲対象資源量は、雄が 1,003 トン、雌 607 トンと 2010 年再評価よりも資源量はさらに少なかった。このため ABClimit は雌雄合わせて約 220 トンとなった。

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、これに基づく 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を下回った。このため、ABClimit はそれぞれ 166 トン、176 トンに変更された。

2011 年（2011 年再評価）、2012 年（2012 年再評価）の ABC は当初からは大きく変更されたのは、両年とも当初の資源量を予測する際に用いた加入量推定値が過大に見積もられていたためであると考えられる。

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)
2011 年（当初）	Fsus	雄 0.10	2,309	212	151	
	Fsus	雌 0.26	915	212	154	
2011 年(2011 年再評価)	Fsus	雄 0.10	1,689	156	111	
	Fsus	雌 0.26	1,097	241	175	
2011 年(2012 年再評価)	Fsus	雄 0.10	1,003	90	66	0.25
	Fsus	雌 0.26	607	133	97	0.25
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	
・2011 年 TAC 設定の根拠となったシナリオ：現状の親魚量の維持。 ・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。						

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。現在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.

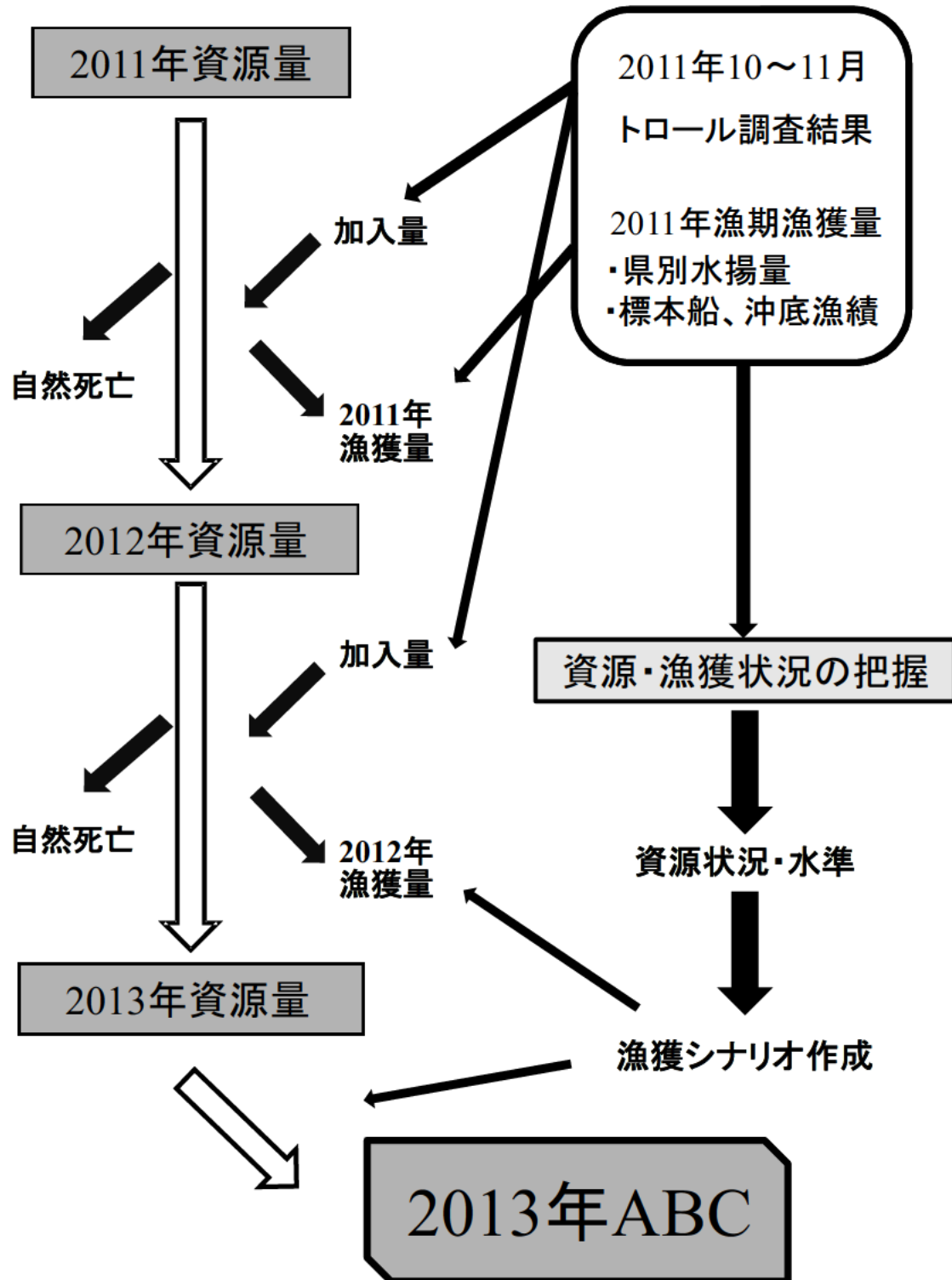
山崎 淳・篠田正俊・桑原昭彦(1992) 雄ズワイガニの最終脱皮後の生残率推定について. 日水誌, 58, 181-186.

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

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。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 0.3 とした（渡部・北川 2004）。なお、採集効率は袖網間隔内の生息尾数に対する漁獲尾数の比で示される。

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。

2013 漁期年の ABC の算出には、2011 年 10 月の資源量をもとに 2011 年漁期と 2012 年漁期の漁獲量を考慮して動向を予測する必要がある。

2011 年漁期の漁獲量は 0.5 トン、2012 年の漁獲量については、雌雄とも 2007～2009 年の平均値に 0.75 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。

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

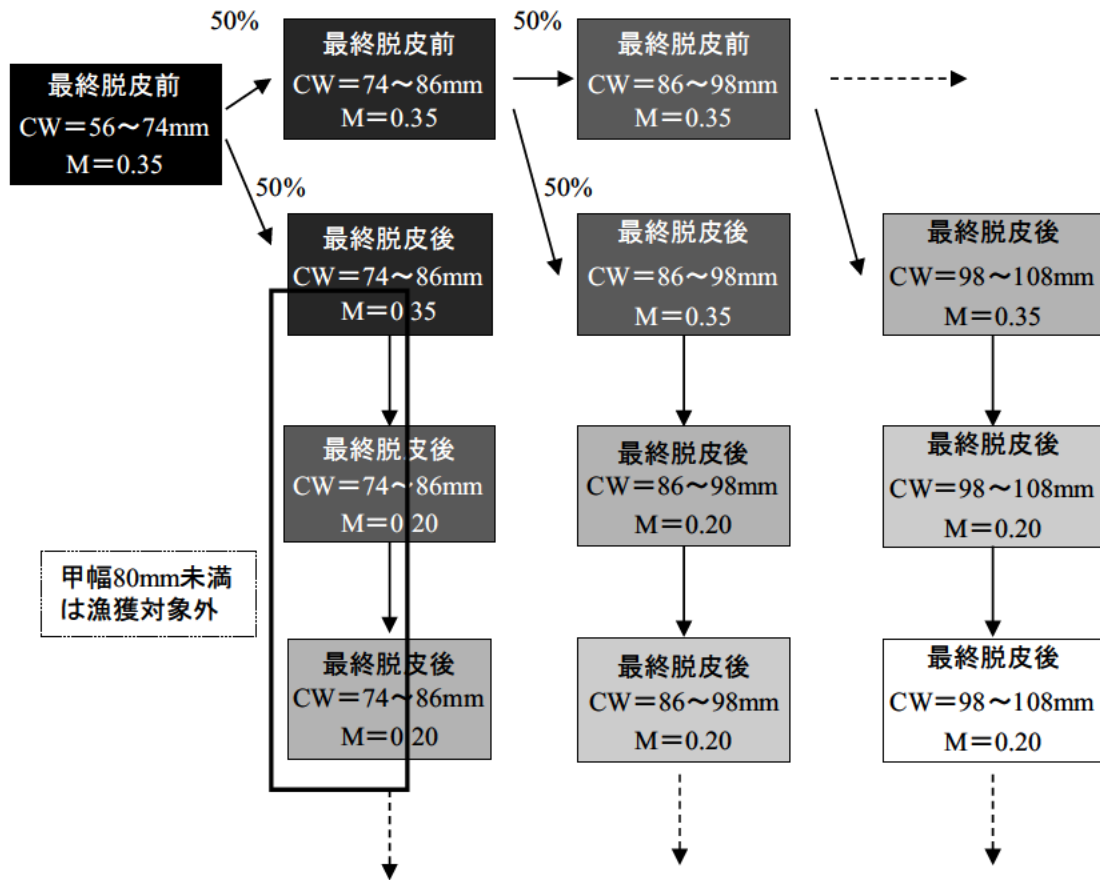
ズワイガニの脱皮と成長過程を補足図 2 および 3 に示した。この図における甲幅の区分は 2004 年 10 月の資源量調査結果で得られた甲幅別資源尾数に基づき行った。また、太平洋北部海域における脱皮に関する知見が無いいため下記の条件を仮定した。

- ・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）。

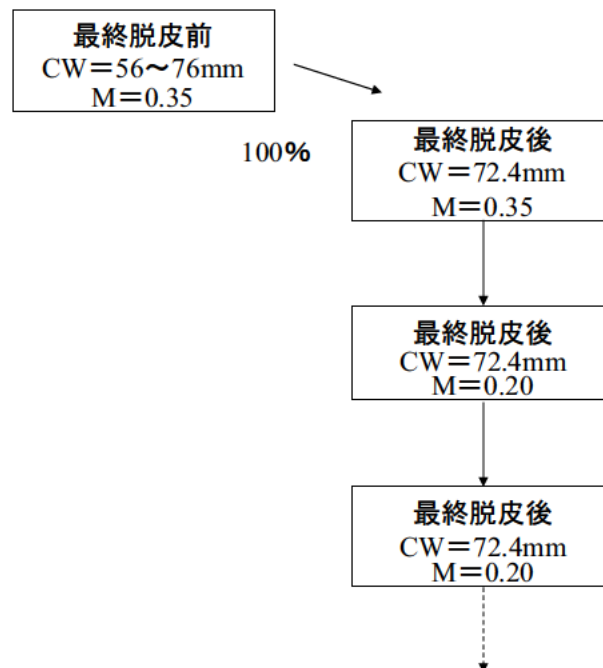
- ・雄ガニでは甲幅 56～74mm の最終脱皮前のものは翌年脱皮して 74～86mm になり、このうち最終脱皮前のものがその翌年に脱皮して 86～98mm となる。86～98mm のうち最終脱皮をしていないものはさらに翌年脱皮を行い 98～108mm になる。太平洋北部系群ではここに至る段階でほとんどの個体が最終脱皮を行うため、甲幅 120mm 以上の資源量は少ない。

- ・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はないため次のように扱った。



補足図 2. 太平洋北部系群のズワイガニ雄の脱皮模式図



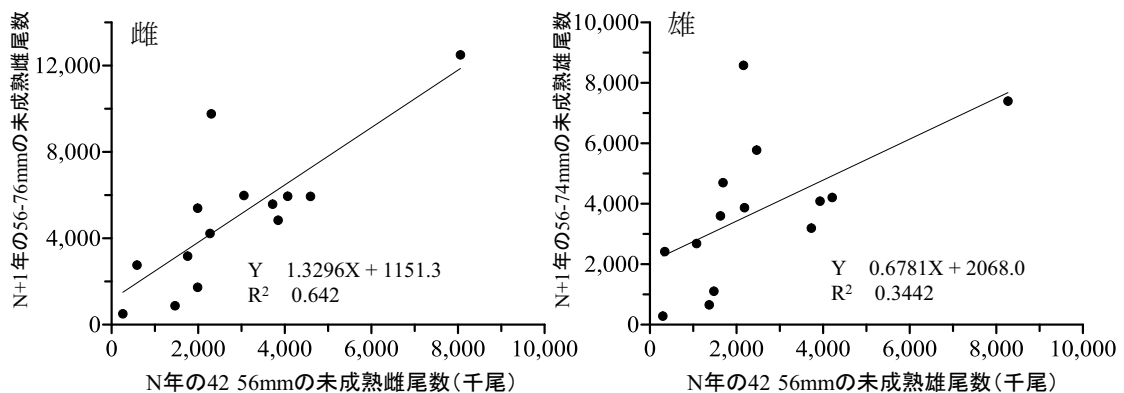
補足図 3. ズワイガニ雌の脱皮模式

・2012年の加入量（2012年9月）

雄：2011年（10月調査時）の56～74mmの最終脱皮前のものが2012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2012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。2011年10月の74～80mmは、2010年10月の56～74mmのうちの2010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2012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2012年漁期の漁獲対象に加入する。

雌：2011年（10月調査時）に未成熟であった56～76mmが2012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。

・2013年の加入量：甲幅組成から2011年の甲幅42～56mmのものが2012年に56～74mmとなり、雄ではその半数が、雌では全数が2013年に漁獲対象となると考えた。トロール網のサイズ選択性により小型ズワイガニの採集効率が異なることが考えられるため、1997～2011年の調査船調査で得られた体長別資源尾数を利用して、N年の甲幅42～56mmの資源尾数とN+1年の甲幅56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数（この半数が翌年漁獲加入）との相関関係を求めた（補足図4）。得られた関係式に2011年の甲幅42～56mmの資源尾数を当てはめて、2012年の56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数を推定した。雄の場合はこの推定値と2012年の74～80mmの資源尾数を加えてM=0.35として2013年の加入量を計算した。



補足図4. N年の42～56mmとN+1年の56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数との関係（最新データを加え再計算）

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	$BW = 3.556 \cdot 10^{-3} \cdot CW^{2.462}$

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：2011年10月6日～10月21日

第二次航：2011年10月25日～11月8日

第三次航：2011年11月11日～11月26日

水深150～900mで合計124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5参照

4. モデルの検証

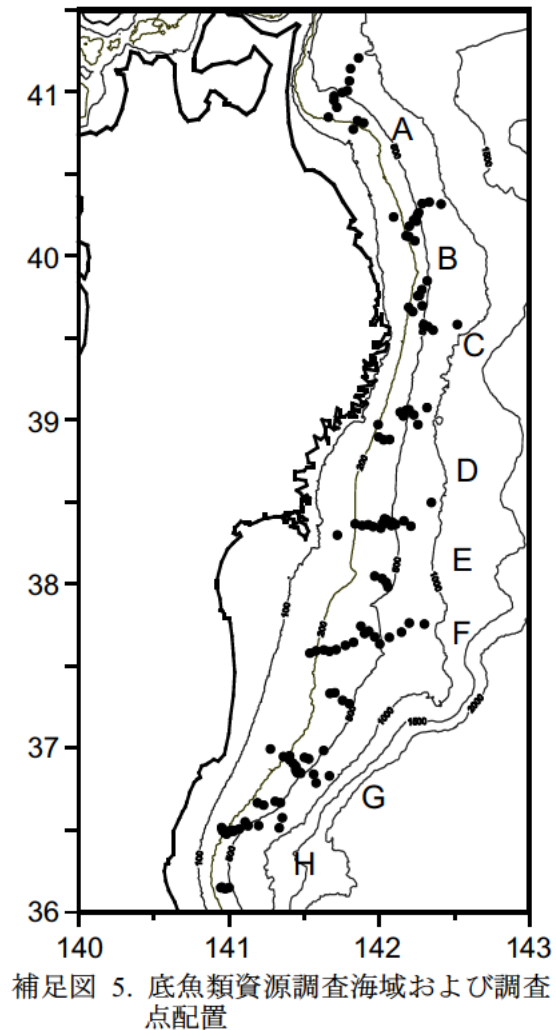
太平洋北部系群では、10～11月のトロール調査で得られた漁獲対象サイズの現存量と翌年および翌々年の加入予定サイズの現存量から2年先までの資源量を推定しABCを算定している。1997～2011年のトロール調査データを用いて、N年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量（観測値）とそのN-1年およびN-2年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量をもとにして加入量、漁獲や自然死亡による減耗を考慮して計算したN年の漁獲対象資源量（以下計算値）との比較を行い、その整合性について検討した。

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6）。

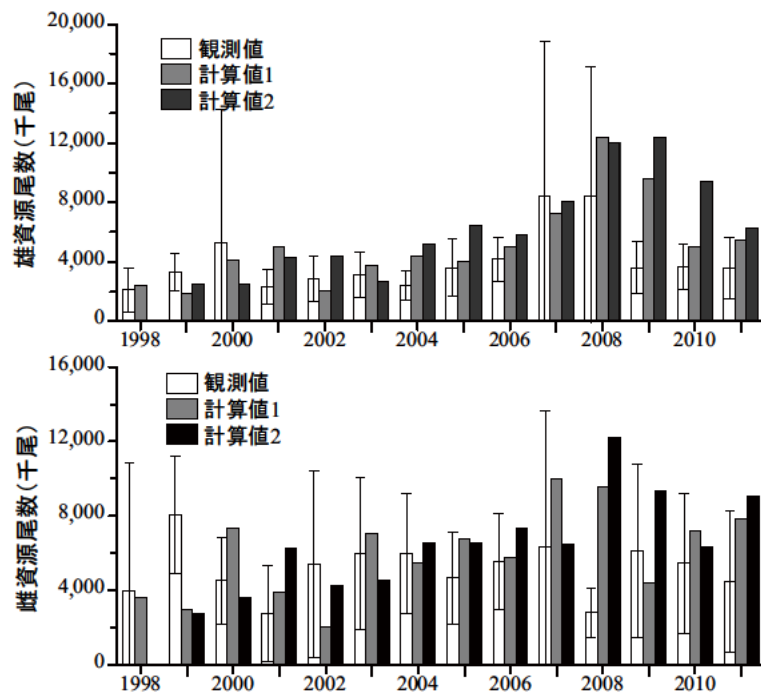
次に1997年、1998年および1999年の漁獲対象資源量を初期値として与えて、それ以後、毎年の漁獲量と調査で得られた加入量を用いて計算した漁獲対象資源量推定値と各年のトロール調査で得られた漁獲対象資源量を比較した（補足図7）。

雄では推定値とその経年変化は初期値年に関わらずよく似た数値および傾向を示しており、2003～2008年は増加傾向で、2009年、2010年は若干減少している。2001～2008年は観測値と推定値とに大きな差がみられなかったが、2009～2011年の観測値は推定値の3分の1程度の値となった。

雌では、1999年の漁獲対象資源量が高いことから、その後の推定値も1999年を初期値とした場合が高いが、推定値の経年変化は雄同様に初期値として用いた3年についてはよく似た傾向となった。観測値は年変化が大きく、推定値の経年変化の傾向と異なっているが、2002～2006年は観測値と推定値の変化傾向は似ており数値の差も小さい。しかし、2007年以降の観測値は推定値より低い値で増減しており、2007年以降の数値の差は大きくなっている。

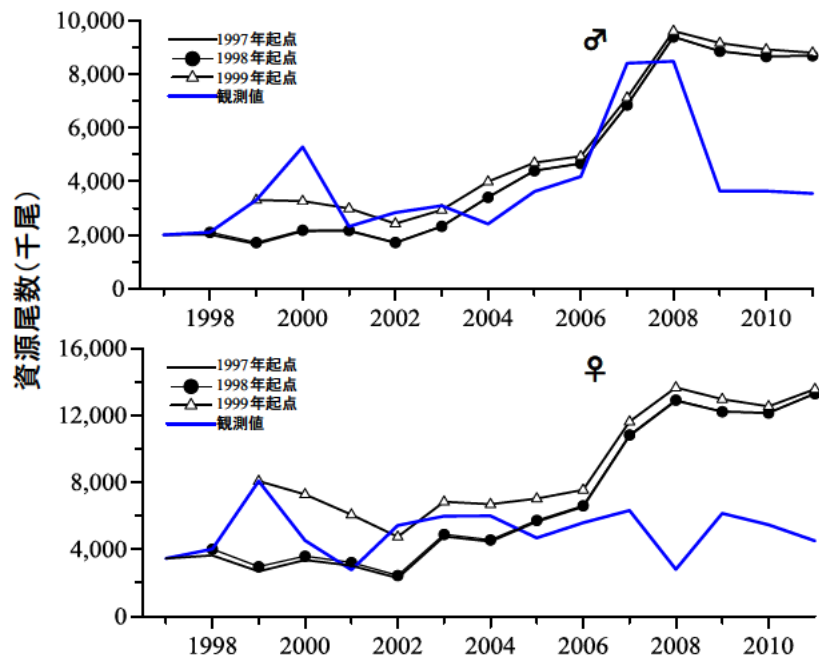


補足図 5. 底魚類資源調査海域および調査点配置



補足図 6. 資源量推定値の比較

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)



補足図 7. 1997～1999 年の資源量を初期値としてその後の漁獲量および
 加入量を用いて推定した資源量の推移

5. 加入状況の変化による資源動向と漁獲シナリオ

1998～2012 年の加入量は、1998～2002 年と 2003～2010 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。

補足表 1. 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 2013～2017 年の将来漁獲量および評価

漁獲シナリオ	F 値 (雄,雌) ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合% (雄、雌)	将来漁獲量 (トン)		評価		2013 年 ABC (雄,雌) トン
			5 年後 (雄,雌)	5 年 平均 (雄,雌)	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の雌雄別漁 獲量の維持 ($C_{current}$)	0.07 (0.05, 0.10) (0.6 $F_{current}$)	6.1 (4.9, 9.0)	210 (117,92)	210 (117,92)	5.1%	80.2%	210 (117,92)
現状の雌雄別漁 獲圧の維持 ($F_{current}$)	0.11 (0.08, 0.20) ($F_{current}$)	8.9 (7.0, 16.9)	166-257 (106-150, 60-107)	210 (128,82)	0%	69.9%	346 (171,175)
現状の親魚量の 維持 (1.3 $F_{current}$)	0.14 (0.1, 0.25) (1.3 $F_{current}$)	12.8 (9.2, 21.3)	190-309 (127-187, 63-122)	248 (157,91)	0%	34.9%	440 (220,220)
コメント ・年齢および再生産関係が不明なため 2014 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、2011 年漁獲量は 12 月の解禁以降、震災から復旧し、沖底船の 7.5 割が操業するとして、2007～2009 年の平均 F に 0.75 を掛けた F で求めた。 ・漁獲割合は 2013 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							

将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2017 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2013～2017 年の平均値を示した。

評価は、維持する親魚量を漁期後の雌漁獲対象資源量(SSB)の 2002 年以降（2008 年を除く）の平均値 520 トン、Blimit を、2008 年を除いた SSB の最低値 280 トンとし、1,000 回シミュレーション後、2017 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。

$F_{current}$ 、 $C_{current}$ は、2010 年漁期 3 月の漁獲が震災によりほとんど無かったことを考慮し、2007～2009 年の平均値を用いた。

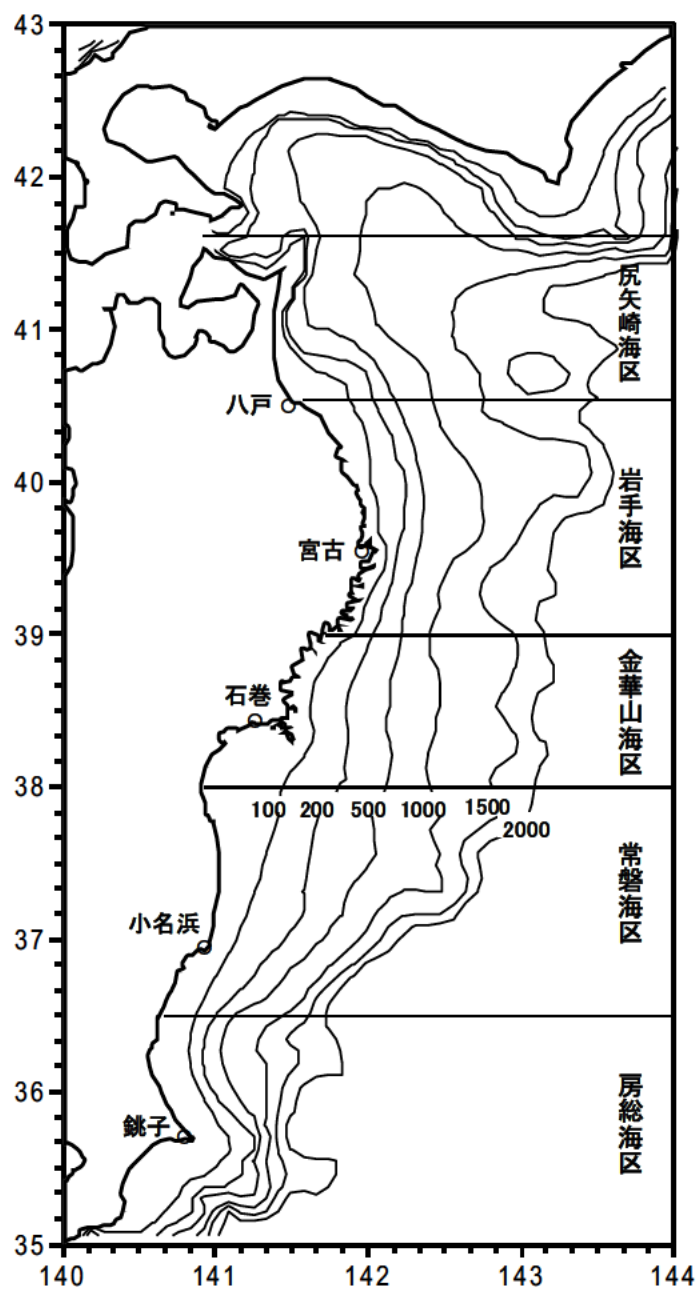
「現状の雌雄別漁獲量の維持」の漁獲量は 2007～2009 年の雌雄別の平均値、F は 2013 年の値である。

「現状の親魚量の維持」の F は加入量を過去平均値として、10 年程度で SSB が 520 トンでほぼ安定する雌の F を探索的に求めた。2013 年の雄漁獲量は雌漁獲量と等しいと仮定し、2014 年以降の雄の F は 2013 年と等しいとしてシミュレーションを行った。

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、現状の F 以上の漁獲圧では 5 年後に SSB の平均値である 520 トンを維持する確率は 0 となる。現状の雌雄別漁獲量の維持でも、5.1%と低い値となった。Blimit については、現状の親魚量の維持 (1.3 $F_{current}$)を除く 2 つのシナリオで、Blimit が維持できる確率は 70～80%と高い値であった。

これらのことから、再生産関係が不明で将来的な加入が予測できない現状においては、「現

状の漁獲圧の維持」シナリオによる漁獲を行いつつ、加入量の動向に応じ、漁獲シナリオの変更、Fの増減により調整を行うことが望ましい。



補足図 8. 太平洋北部海域の海区区分