

平成 23 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

2010 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 3,638 千尾、1,021 トンと 2009 年に対し尾数ではほぼ同じ、重量では 85%に減少した。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 トンとなった雌は、5,463 千尾、770 トンと若干減少している。漁獲対象資源量の雌雄合計は 9,101 千尾（対 2009 年比 93%）、1,790 トン（対 2009 年比 90%）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 2010 年の雌雄合計の漁獲対象資源水準は中位と判断された。過去 5 年の推定値の推移、沖合底曳網による CPUE、資源密度指数等の傾向から、資源動向は横ばいと判断されるが、雌雄合計の資源量推定値は 3 年続けて減少していることから注意を要する。

雌雄合計の漁獲量は、推定資源量に対して少ない傾向ではあるが、雌雄別の個体数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 93 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 0.06、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 0.26）として 2012 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、1998～2010 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求めた。なお、2011 年漁期は、東日本大震災の影響により、現時点では例年通りの操業が可能か不明であるが、7割の漁船がズワイガニ操業を 12 月の解禁以降例年通り行くと仮定して 2011 年漁期の漁獲量を推定した。

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		2012 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 ($C_{current}$) *	0.06 (0.05, 0.09) (0.6 $F_{current}$)	5.6 (4.6, 7.8)	210 (117,93)	210 (117,93)	94.6%	99.9%	210 (117,93)
現状の雌雄別漁 獲圧の維持 ($F_{current}$) *	0.11 (0.08, 0.20) (1.0 $F_{current}$)	10.2 (7.0, 17.0)	265-614 (153-279, 112-236)	383 (173,210)	76.4%	99.2%	379 (177,202)
現状の親魚量の 維持 (1.5 $F_{current}$) *	0.17 (0.12, 0.28) (1.5 $F_{current}$)	15.0 (11.0,23.4)	290-614 (221-403, 129-296)	512 (306,206)	44.6%	95.7%	558 (279,279)
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 2013 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998～2010 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 割が操業するとして、2007～2009 年の平均 F に 0.7 を掛けた F で求めた。 ・将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2016 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2012～2016 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、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。 ・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。 ・$F_{current}$、$C_{current}$ 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」の漁獲量は 2007～2009 年の雌雄別の平均値、F は 2012 年の値である。また、2012 年以降の雄と雌の漁獲量の比率は 2009 年と等しいと仮定した。 ・「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。2012 年の雄漁獲量は雌漁獲量と等しいと仮定し、2013 年以降の雄の F は 2012 年と等しいとしてシミュレーションを行った。 ・漁獲割合は 2012 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合
2009	雄 1,200	雄 143	雄 0.13	12.0%
	雌 800	雌 77	雌 0.11	10.0%
	計 2,000	計 219	雄雌 0.12	11.0%
2010	雄 1,020	雄 91	雄 0.10	8.9%
	雌 770	雌 68	雌 0.10	8.9%
	計 1,790	計 159	雄雌 0.10	8.9%
2011	雄 1,690			
	雌 1,100			
	計 2,790			

各年の資源量は漁獲対象資源量を示す。また 2009 年、2010 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、2011 年資源量は 2010 年資源量からの予測値。
漁獲量は漁期年（12 月～翌年 3 月）で集計。

水準：中位 動向：横ばい

	指 標	値	設 定 理 由
Bban	未設定		
Blimit	漁期後の雌漁獲対象資源量	2000 年水準（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。
2010 年	親魚量（漁期後の雌漁獲対象資源量）	2000 年水準以上（527 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
2010 年資源量	2010 年トロール調査（水研セ）
2011、2012 年加入量	2010 年トロール調査（水研セ）
自然死亡係数（年当たり）	最終脱皮後 1 年以上経過した個体 M=0.2 未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 M=0.35 を仮定
漁獲量	県別漁法別水揚量（青森～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 年より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較べて少ないが、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 航海あたり水揚げ量の制限、操業期間の短縮などの自主規制処置を漁業者自らが講じている。



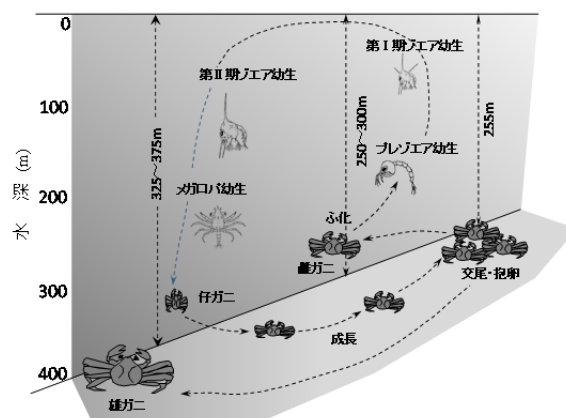
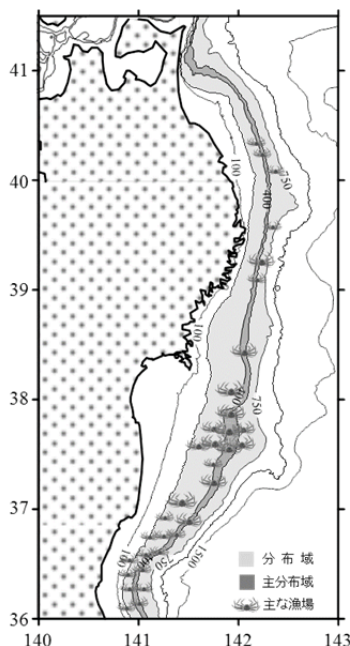
図 1. 太平洋北部海域（北海道を除く）のズワイガニの分布

2. 生態

(1) 分布・回遊

太平洋北部海域においては、青森～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）。

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



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

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、季節的な深淺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）。

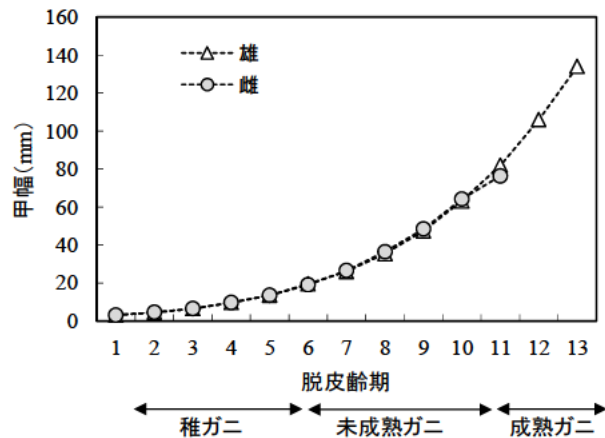


図 3. 日本海におけるズワイガニの脱皮齢期

(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

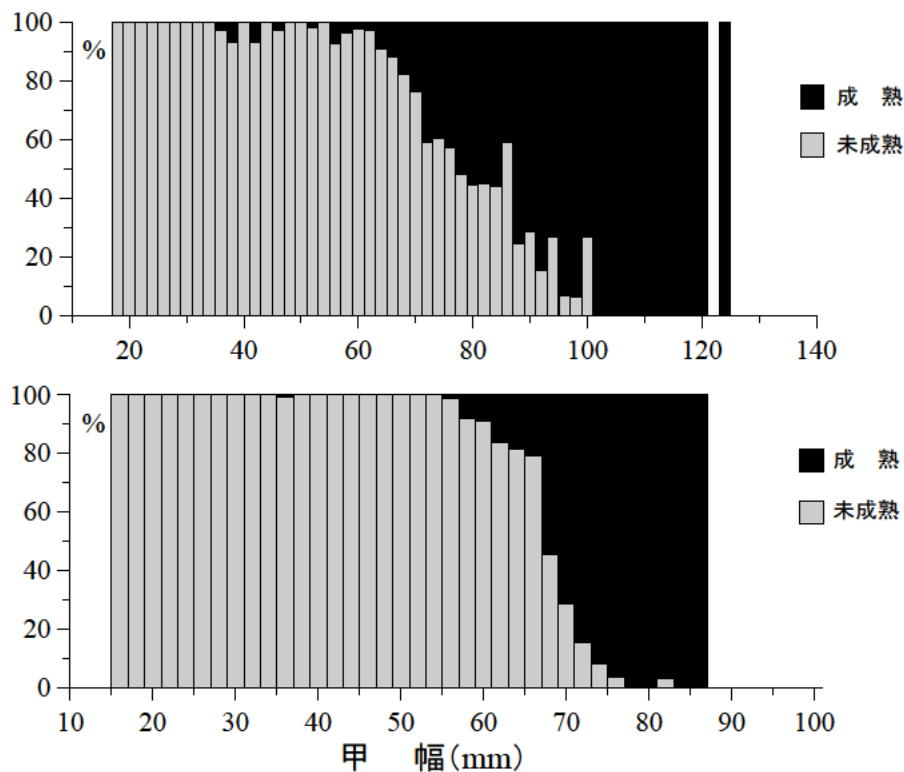


図 4. 2010 年のトロール調査結果におけるズワイガニの甲幅別成熟割合

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、2010 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。

雄では最終脱皮後の成熟個体が甲幅 60mm 未満でも僅かにみられるが、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 以上では殆どが最終脱皮後の個体である。太平洋系群では、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 以上は殆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、福島県沖を主体に青森～茨城県において沖底により漁獲されている（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 年ごろ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。規制の導入と併せて TAC 対象種となった。本報告では以後、12～3 月の漁期年を 12

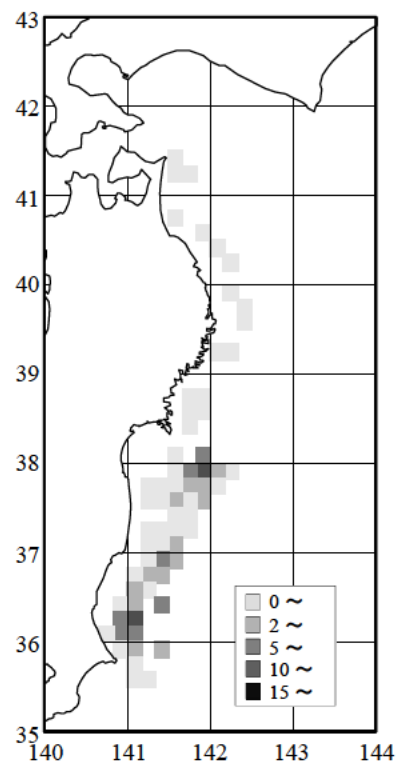


図 5. 沖底によるズワイガニの漁獲量分布（2009 年漁期）
単位：トン

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、独自に休漁日を設定する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。

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	※	1.1	154.9	3.2	159.2	97.3

※2010 年漁期の岩手県における漁獲量については、震災の影響でデータベースサーバーが停止し、本報告案作成時点でデータ取出しができていない。

相馬港水揚げ量は 1985 年に 110 トンあったが、増加して 1987 年には 225 トンとなった。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 1996 年、1997 年相馬港の水揚げは 200 トン台に減少した。相馬港における水揚げは 2000 年に 104 トンに減少後、増減しつつ緩やかに増加し、2008 年には 213 トンとなった。

1996 年以降の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相馬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 年は福島に次いで宮城県の漁獲が多く、青森県でも 20～30 トンの漁獲があった。しかし 2001 年以降は、青森県では 1 トンに満たない値となっている。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）と合計して 90 トンの漁獲があったことにより合計で 279 トンと大きく増加した（図 6、表 1）。

2004 年の漁獲量は太平洋北部海域全体で 132 トンと 2003 年に比べて半減した。これは

茨城県漁船がズワイガニ狙いの操業を控えたこと、主力の福島県漁船も漁場の形成状況や他魚種の漁況からズワイガニ狙いの操業を積極的には行わなかったことによると推測される。2005 年も 122 トンと減少したが、2006 年漁期は 150 トン、2007 年漁期は 165 トンと若干増加した。2000 年以降では 2003 年を除くと、100～160 トン程度で推移していたが、2008 年の福島県の漁獲は 213 トンと 1992 年以降では 3 番目に高い値となった。全県合わせた漁獲量も 245 トンと増加して、1992 年以降では 5 番目に高い値で、2005 年以降漁獲量は増加傾向にある。2009 年は 2008 年より若干減少し全体で 219 トンであった。

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 年以降でみると、3 月の漁獲量は各年の漁獲量の 17～28%を占めていたことから、2010 年の漁獲量減少の要因の一つとして東日本大震災による 3 月 11 日以降の操業休止が考えられる。

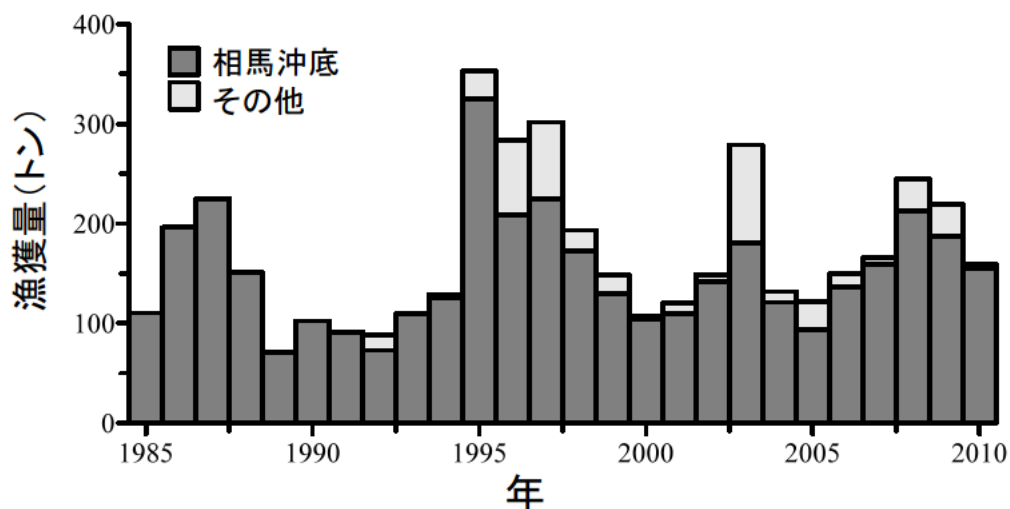


図 6.ズワイガニ太平洋系群の漁獲量（年は漁期年：12～3 月）

当海域でのズワイガニの漁獲は、単価があまり高くないため、価格動向や他魚種の漁獲状況などにより影響を受け、狙い操業と混獲による漁獲の比率が変化すると情報が有り、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、年により異なるが概ね 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 倍の多く漁獲されると見積もられる。

(3) 漁獲努力量

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

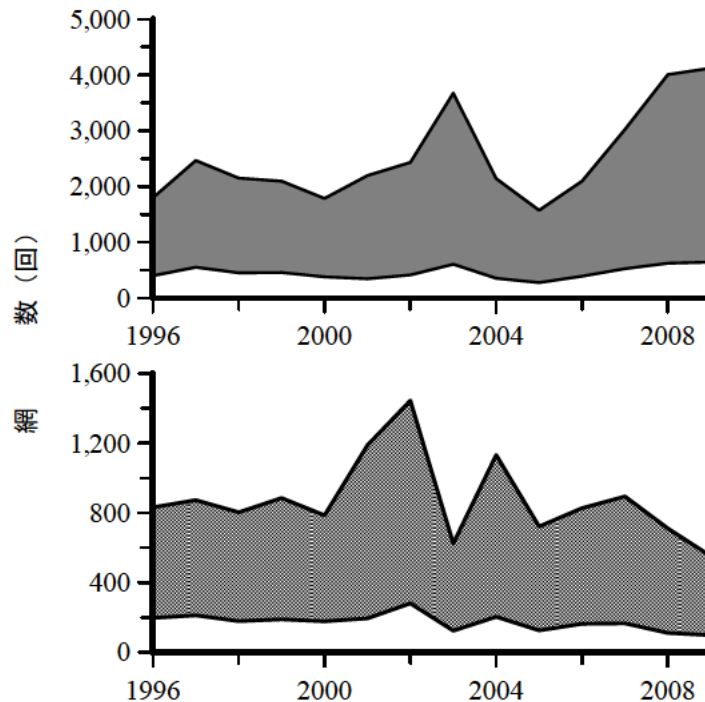


図 7. 福島県沖底のズワイガニに対する努力量

上：有漁全漁区

下：ズワイガニ主漁場

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（ほぼ毎年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おり、現時点で 2010 年 12 月までが処理済みである。2010 年漁期については 12 月のみのデータしかないため、ここでは示していない。なお、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 日あたり 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暫定値）。

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 700～1,500 回とやや変動が大きくなっている。主漁場における有漁網数は 1996 年以降、有漁全漁区におけるそれと比べて安定しており、本種を対象とした努力量は主漁場におけるものがより適当と評価される。

有漁漁区、主漁場とも 2002 年以降は網数の変動が大きいが、1996 年以降の全体傾向としては、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 1 網あたりの平均曳網時間を求めた表 3 に示した。2001～2003 年はも 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。

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	151	282	1.9
2009	18	34	1.9

※2009 年は 12 月のみの数値

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

2010 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 年から行っているが 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、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）。

これらの結果から、雌雄別に甲幅別資源量を計算し、2010 年の漁獲対象資源量、2011 年および 2012 年の加入量を推定して、2012 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。

(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。

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物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(A_i)はほぼ等しいので $A_i=1$ として計算を行った。

$$P = \sum_i A_i \frac{C_i}{X_i} \quad C_i : \text{漁区 } i \text{ の漁獲量}$$

X_i : 漁区 i の操業網数

A_i : 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全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、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、一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 年漁期には 56～66kg/網あったが、1999 年漁期は 43kg/網に減少した。その後は 30～45kg/網前後で、2002 年以降は 30～40kg/網とほぼ横ばいで推移している (図 8)。

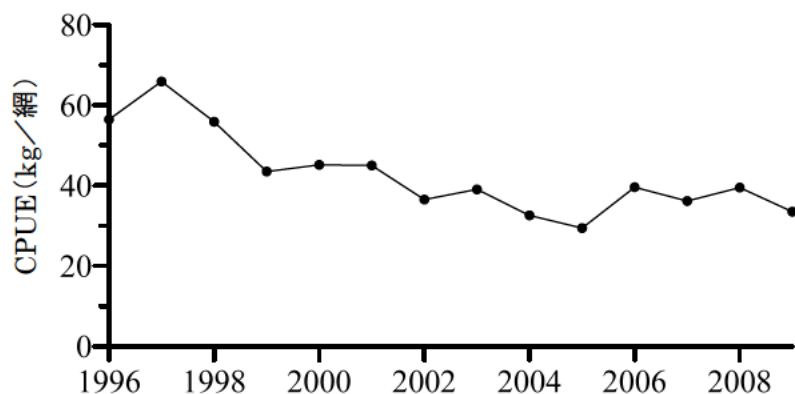


図 8.福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場におけるオッタートロールによるズワイガニの CPUE (kg/網) の経年変化
※年は漁期年。

主漁場における資源量指数は 1997 年に 660 と最も高い値を示した後は 400 前後で安定していたが、2004 年、2005 年漁期はやや減少している（図 9）。2006 年は 390 に一旦増加したが、2007 年は 250 に減少し、2008 年は 340 となった 2009 年は 280 と減少した。このように資源量指数は 2002 年以降では、増減を伴いつつ減少傾向である。しかし、最近は

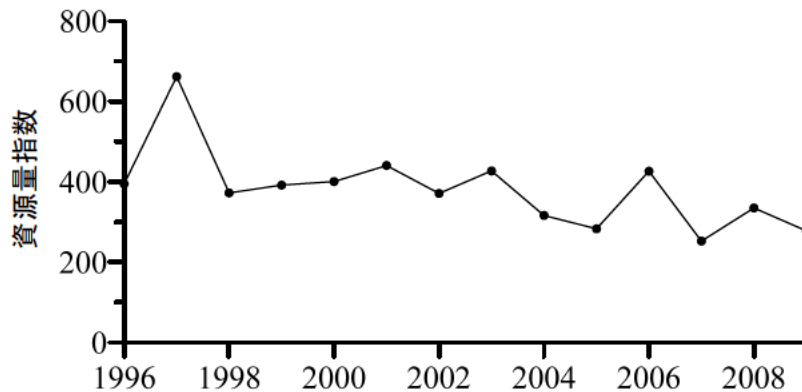


図 9.福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場における資源量指数
※年は漁期年。

ズワイガニ狙いの操業が少なくなっているといわれることから、沖底漁績から求めた CPUE は実際のズワイガニ資源の状況を十分に反映していない可能性がある。そこで、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、2009 年については 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 時間あ

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 年は 105kg と減少した。2001～2008 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）。

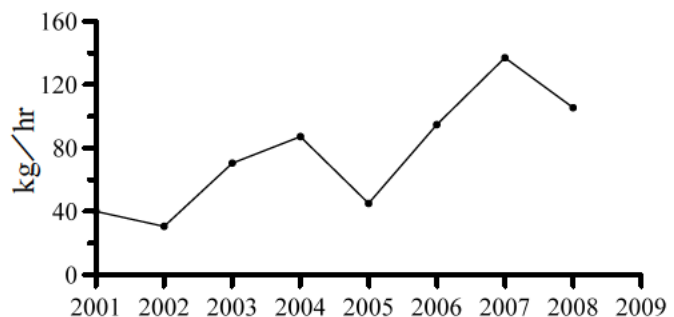


図 10.福島県沖底標本船の曳網 1 時間当たりの平均漁獲量(kg)

(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 年とほとんど差がない値で、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。

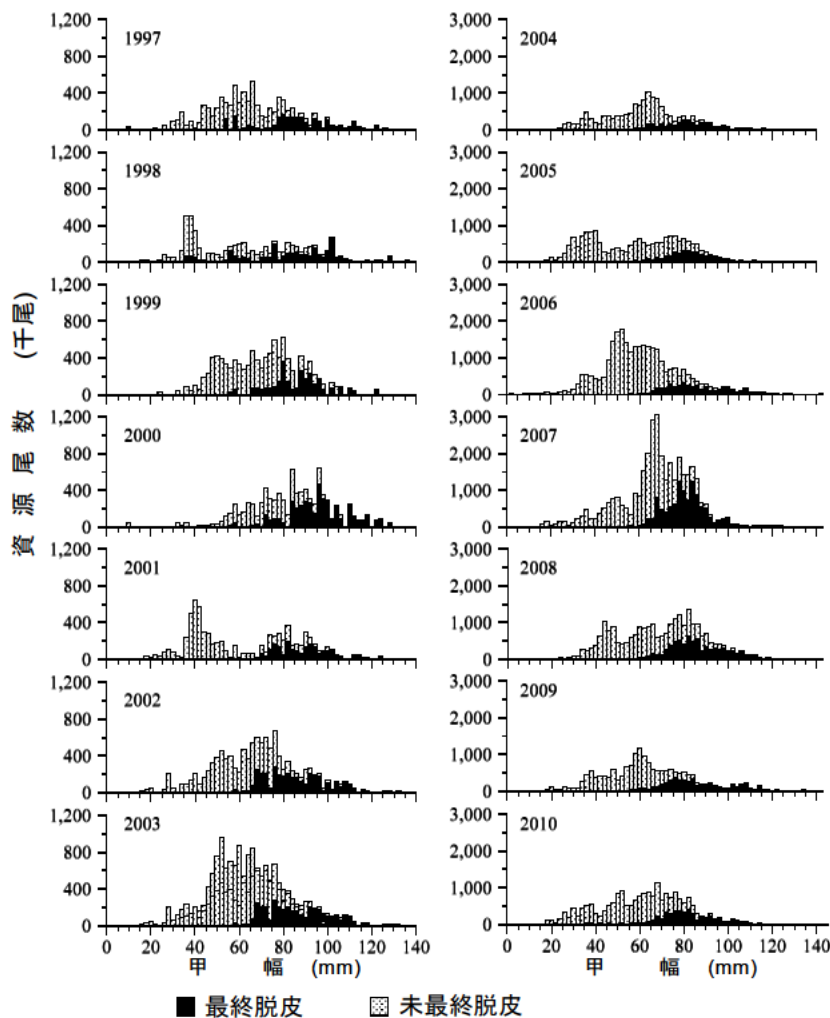


図 11.雄ガニの甲幅別資源尾数

雌は各年ともに甲幅 54～85mm が中心で 76mm 前後にモードがられ、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。

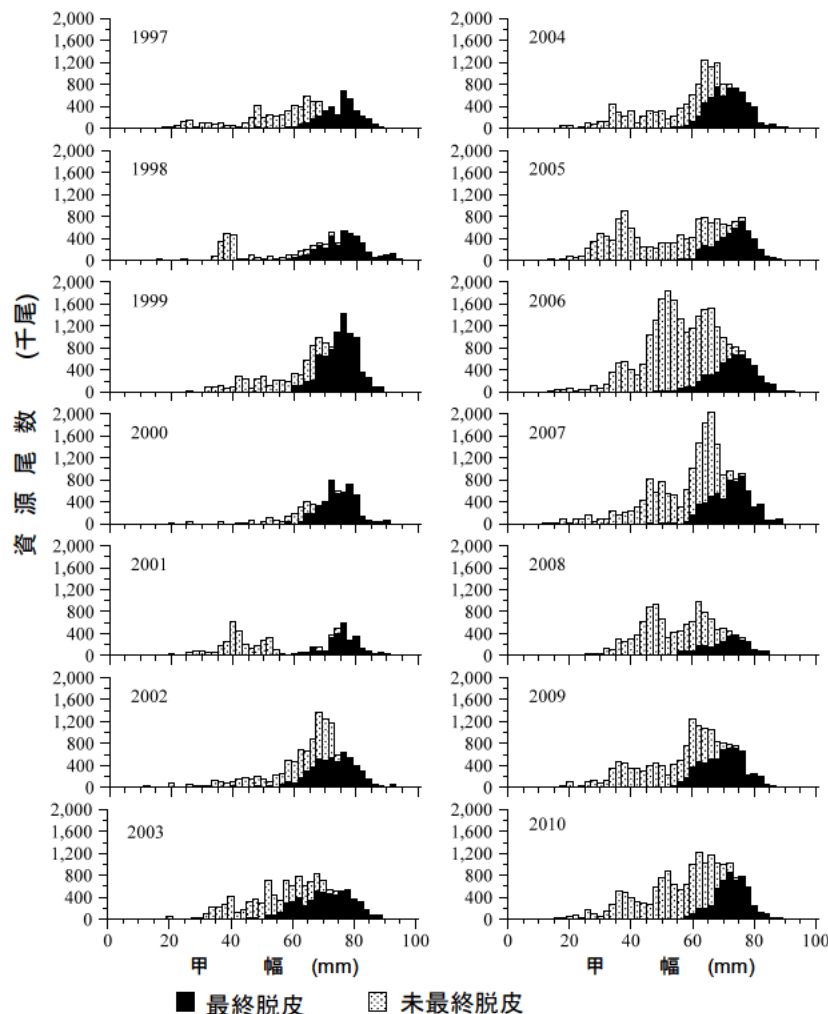


図 12.雌ガニの甲幅別資源尾数

(4) 資源量と漁獲割合の推移

2010年10～11月のトロール調査で推定された資源量は雄：19,979千尾、雌：17,374千尾、雌雄合わせて37,353千尾(CV：雄0.15、雌0.19)、3,934トン(CV：雄0.17、雌0.23)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9,101千尾、1,790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3,638千尾(CV：0.21)、1,203トン(CV：0.21)と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

年の半分以上となった雌は、2009 年は 6,413 千尾、795 トンに増加し、2010 年は 5,463 千尾 (CV : 0.34)、770 トン (CV : 0.34) と若干減少した。

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の推定誤差は通常範囲に収まっていることから、推定精度は比較的良いと考えられ、おおむ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 (図 13)。

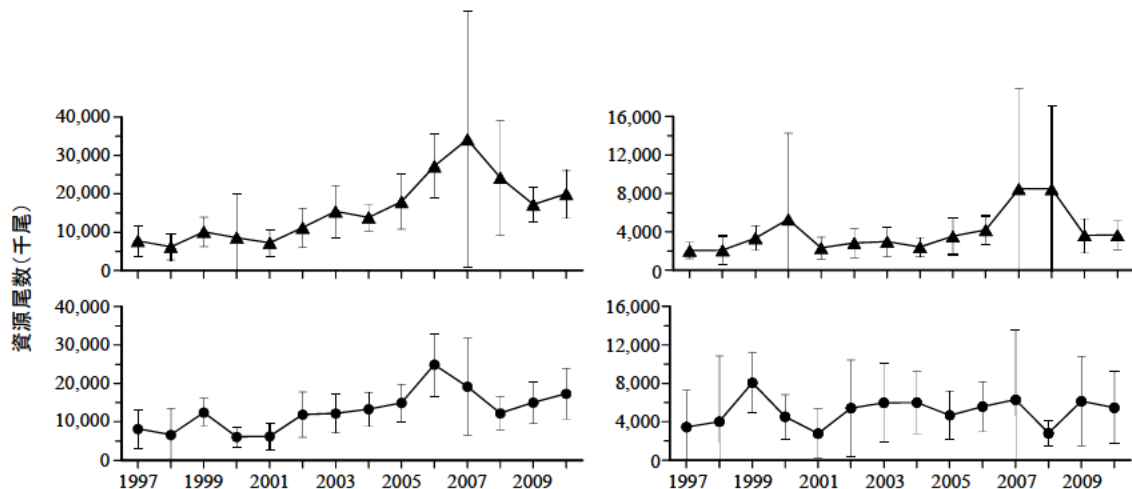


図 13. トロール調査で推定されたズワイガニ資源尾数と 95%信頼区間
左：全資源尾数 右：漁獲対象資源尾数

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、変動があるが 2002 年以降は増加傾向にあった (表 4、図 14)。しかし 2008~2010 年は減少しており、今後の動向には注意を要する。

漁獲割合は、資源量の増減と概ね逆の変動を示しており、資源の変動に起因する漁獲量の増減への影響は小さいと考えられる (図 14)。

ズワイガニ太平洋北部系群の漁獲係数 F と漁獲量および資源量の推移を図 15 に示した。 F は 1997 年に雄 0.31、雌 0.35 と最高値となった後に減少し、雄は 2000 年に 0.02、雌は 1999 年に 0.08 と最低の値となった。その後雌雄ともに 2003 年まで増加傾向を示したが、2004~2007 年以降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 となった。2009 年は逆に雌の資源量が増加し、漁獲

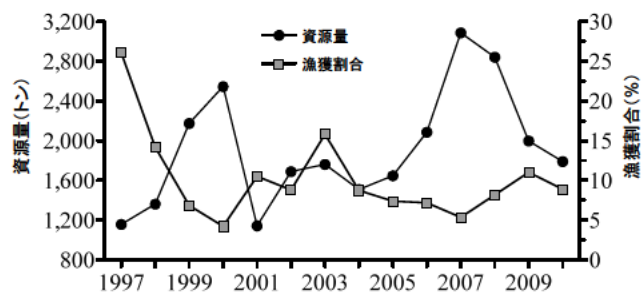


図 14. 面積-密度法により推定した漁獲対象資源量と漁獲割合の経年変化

量が減少したことによって雌のFは0.11となり、雄では漁獲量が増加したが資源量が減少したため、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も減少し、雌雄ともにFは0.1、

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
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
	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
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
	雌	833	752	1,538	804	574	1,321	1,188	1,285	1,205	2,053	1,807	968	1,321	1,526
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
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

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
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
	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
重量	雄	629	725	949	1,868	707	920	958	690	971	1,283	2,197	2,464	1,203	1,021
	雌	528	636	1,226	678	436	770	803	819	677	803	891	379	795	770
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
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
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
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 %

※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。

漁獲割合は8.9%に減少した。

漁獲対象資源量とFの関係をみると、資源量が多いときにFは小さく、資源量が少ないときFは大きい傾向がみられ（図15上）。漁獲対象資源量と漁獲量の増減にも明瞭な関係はみられない（図15下）。このことから、現状の漁獲量は資源変動による強い影響は受

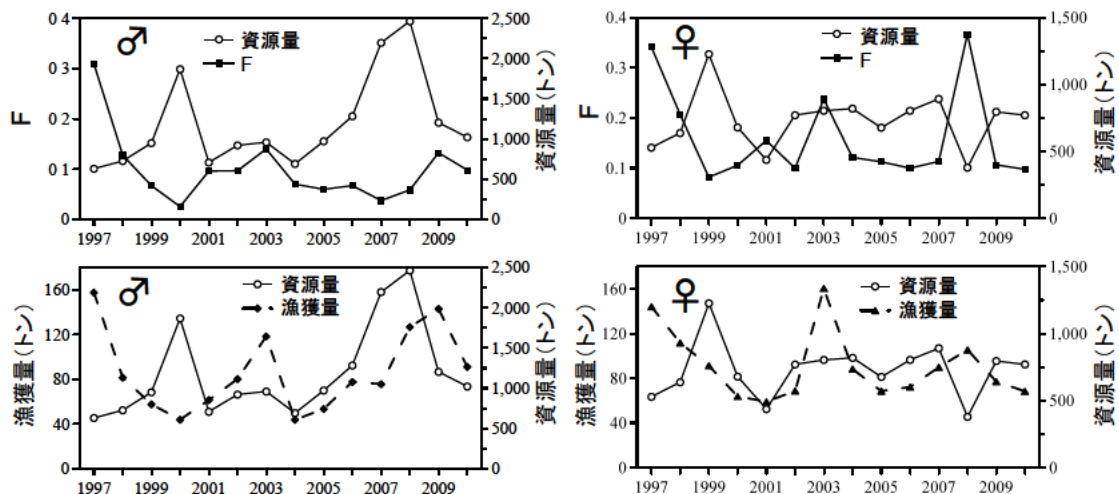


図15.資源量とFおよび漁獲量の関係

けていないと考えられる。また逆に、資源に対して漁業による強い影響も与えられていないとも考えられる。

近年、太平洋北部海域では魚価の低下からズワイガニに対する漁業者の依存度が低下しているとの情報もあり、漁獲は資源の増減だけではなく魚価との関係によるズワイガニに対する依存度に影響を受けている。今後、ズワイガニの魚価上昇や他魚種の漁獲不振などからズワイガニの重要度が増すことにより漁獲圧が高まる可能性も考えられ、特に漁獲対

象外の再放流個体の生残が悪い場合には、漁業が資源変動に大きな影響を与えることもありうる。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。このことから漁獲対象資源量の推定値が減少することが予測される。

(5) 資源の水準・動向

全県漁獲量データは1996年以降のもので、資源量推定値も1997年以降の数値しかない。このため過去の資源状況と比較した上で、現在における本系群の資源水準を判断することは困難である。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、1997～2010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（3,000トン、2007年）を高位と中位の境界、Blimit設定の規準年の資源

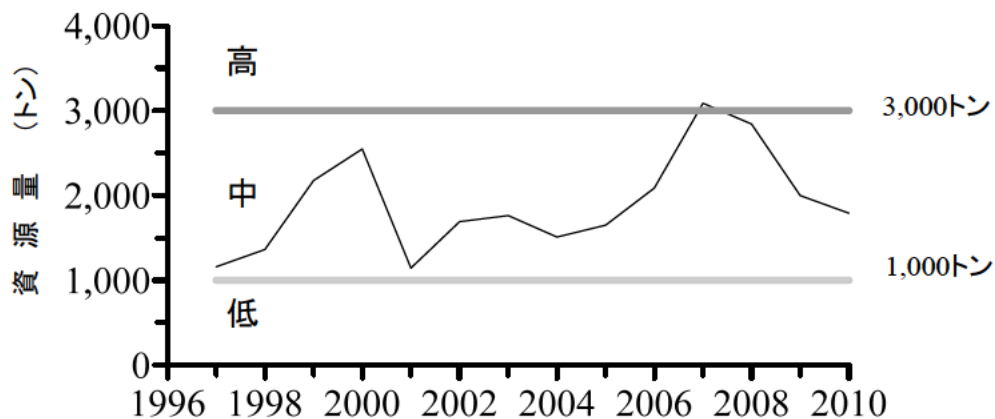


図 16.ズワイガニ漁獲対象資源量の経年変化と 0～過去最高値の 3 等分による水準の判定 上：雄、中：雌、下：雌雄合計

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。

それによれば、2010 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、沖底漁績による主漁場の CPUE や資源量指数は概ね横ばい傾向であり、資源量推定値（図 13）の経年変化も併せて、過去 5 年の動向を判断すると、資源動向は横ばいと判断される。しかしながら、雄の資源量は直近 2 年、雌雄合計の資源量は直近 3 ヶ年減少傾向にあり、今後の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）、2010 年までの調査データを加えた結果、相関係数はやや小さくなったが、昨年以前の評価と同様の相関関係がみられた（図 17 左）。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、翌年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）、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。

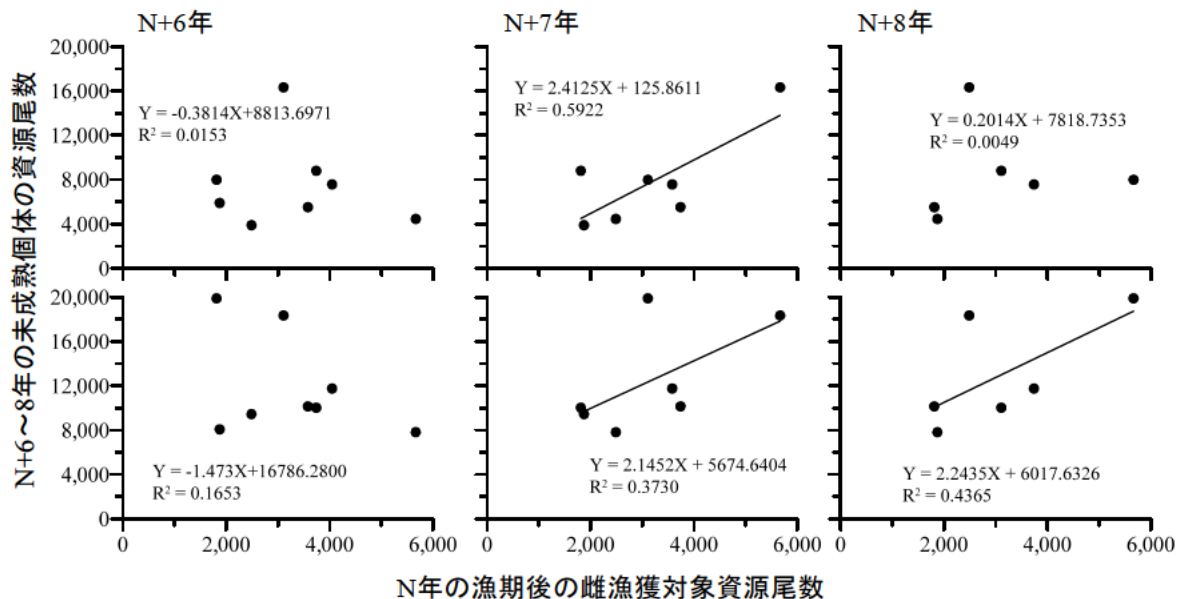


図 17. 加入前の資源尾数と漁期後の雌漁獲対象資源尾数の関係

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、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 年前の資源状況も合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
SSB (トン)	283	388	852	461	282	520	468	546	455	545	598	196	536	527

(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

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
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	3,831
	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	6,407
	74-80mm	568	172	1,136	727	380	1,023	676	522	1,321	1,149	2,540	1,954	665	1,268	2,109
	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	5,312
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	3,467
	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	4,750

※2011 年は 2010 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	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	3,722	2,483
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	3,347	2,658

※各年ともその前年の調査結果により確定、2012 年は 2011 年調査後改訂される。

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 の未採集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から、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り、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は 8,789 千尾と 1997 年以降では最高値となった（表 6）。表 6 の値と $M=0.35$ により推定した 2008 年の雄の加入量は 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が、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 年とほぼ同じ量であった。2009 年以降は減少して、2011 年の雄の推定加入量は 3,003 千尾、2012 年は

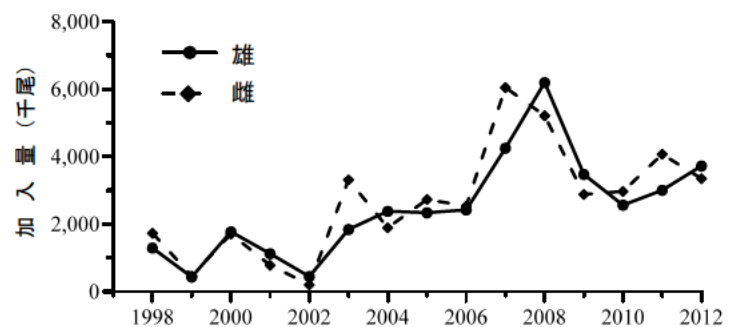


図 18. トロール調査結果から推定した加入量

3,722 千尾と推定された。これらの値は 2007 年、2008 年より少ないものの、2006 年以前と比べ高いことから 2012 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 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 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、2010 年の 46～56mm の尾数と $M=0.35$ から 2012 年の加入量は 3,347 千尾と推定された。これは過去の平均加入量より多く、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 2012 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あたり漁獲量（YPR）と加入量あたり産卵親魚量（SPR）を求め、 F との関係を雌雄別に図 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）が全て生き残る場合（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なく一定の漁獲圧が掛かると仮定した。

漁業者によると脱皮後間もな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な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ないため、本報告中の資源量推定や動向予測では、再放流個体は全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

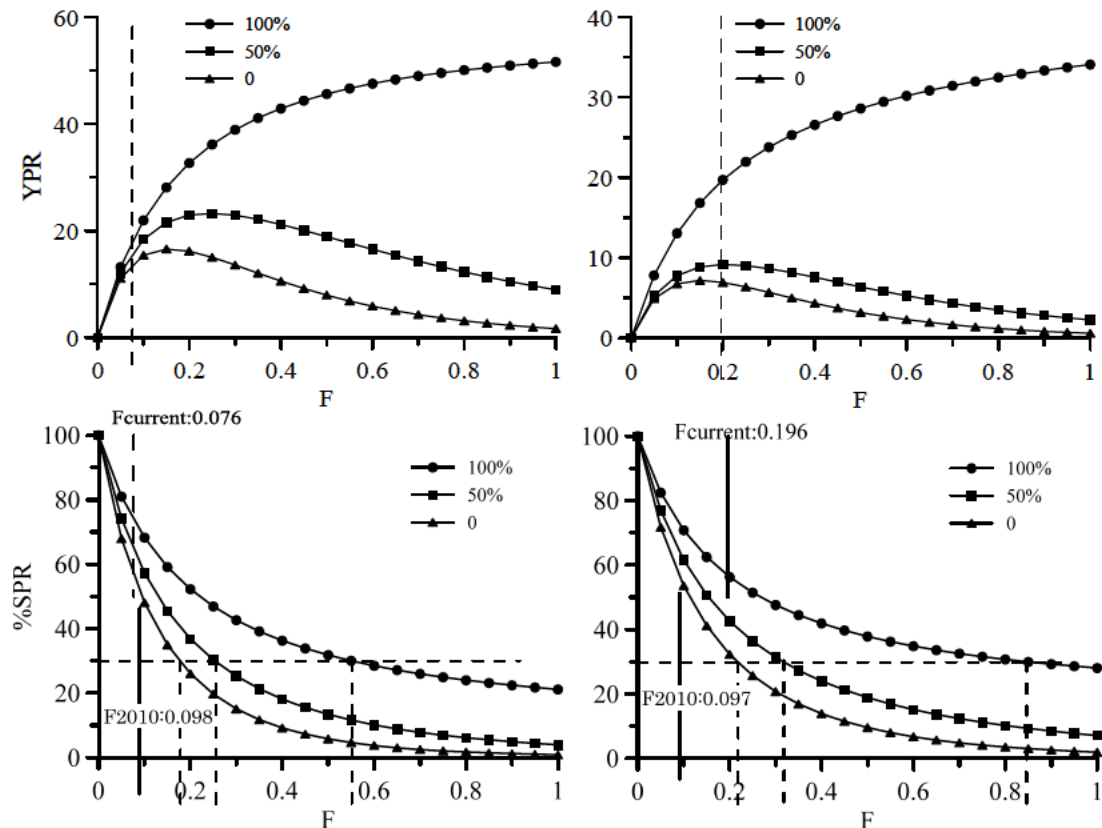


図 19. F の変化による YPR (上) および %SPR (下) の変化 (左: 雄 右: 雌)
漁獲対象とならない小型個体の混獲後の再放流による生残率が 100%、50%、0%
の場合で計算。

残の F_{max} は雄 0.16、雌 0.15 であった(図 19 上)。

放流個体が 100%生残する場合は 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、現行の F (2007~2009 年の平均値、雄 0.076、雌 0.195) 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 $F_{30\%}$ 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。雄では最近年の F の平均値は 0.05 程度であり、再放流個体が 100%死亡すると仮定しても、 $F_{30\%}$ よりも低い F 値となっている。雌では 2008 年 F は 0.35 と高いが、再放流個体が 100%生残すると仮定した場合、 $F_{40\%}$ と同じ値となる。しかし、再放流個体の 50%以上が死亡する場合は $F_{20\%}$ 程度かそれ以下となる。2010 年 F 値は、雄は 0.098、雌が 0.097 で 0%生残の場合でも $F_{50\%}$ 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、 F を若干高めることは可能であると考えられる。一方、雌の場合、再放流された加入前個体の生残があまり良くない状態では、現行の F (2007~2009 年平均、0.20) は F_{max} 以上の数値であり、再放流個体の生残が極めて低い状態では、 $F_{30\%}$ に相当する値である。また、2008 年の F (0.35) は $F_{20\%}$

程度となることから、雌についてはFを下げることを望ましいと考えられる。

5. 2012 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2010 年の漁期前の雌雄を合わせた漁獲対象資源量は約 1,800 トンと 2009 年から若干減少した。1997 年以降の雌雄を合わせた全体傾向は、変動を伴いつつ増加傾向で推移している。2007 年、2008 年の雄の資源量は、1~2 ヶ所の調査点でまとまって採集されたことによる過大推定の可能性がある。沖底の CPUE の傾向はほぼ横ばい、資源量指数は近年減少傾向であるが、主漁場での有漁網数が減少傾向で、標本船データでも曳網時間は短くなっているなど努力量は減少していると考えられる。これらを考慮して最近の 5 年では横ばい傾向であると判断した。

雄の加入量は 6,194 千尾と過去最高であった 2008 年から、2010 年には 2,562 千尾と半減したが 2011 年は 3,000 千尾に、2012 年も 3,700 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、2010 年の加入量はおよそ 3,000 千尾と推測され過去最高レベルであった 2007、2008 年からほぼ半減している（表 7）。2011 年は 4,000 千尾、2012 年 3,300 千尾とやや増加し、1998 年以降では比較的高い値で、加入は比較的良好と考えられる。

以上のことから、2011 年、2012 年の雌雄合計の漁獲対象資源量は 2010 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 2012 年 ABC ならびに推定漁獲量の算定

雌雄合計の漁獲対象資源量は、2007 年まで中位水準で増加傾向と判断されたが 2008 年漁期の雌漁獲対象資源量は減少し、再生産に影響すると考えられる 2008 年漁期後の雌漁獲対象資源量(SSB)は、196 トンと Blimit を下回る結果となった（図 20、表 5）。この要因については、雌の減少の他に資源量の過小推定、両者の複合など考えられる。漁業者からは、特に減少したような感じを受けていないとの情報もあることから、資源量推定値の不確実性の可能性も残されている。2009 年調査結果では雌の資源量は 795 トン、2010 年調査結果では 770 トンと 2002~2007 年のレベルに戻り、2009 年 2010 年ともに SSB は 500 トン以上で Blimit を上回った。2011 年、2012 年に加入すると思われる個体数は 2007~2008 年の調査結果よりは減少しているが、この 2 年を除いた過去の数値に比べても多いと考えられ、これに基づいた資源量推定値は横ばいまたは若干の増加が期待される。

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、資源が中位水準で横ばい傾向であるため、ABC 算定規則 1-3)-(2)を適用して $\beta_1=1$ として推定された 2012 年漁期（2012 年 12 月~2013 年 3 月）の漁獲量を ABC とした。

2011 年および 2012 年の漁獲対象資源量は以下のように推定される。

2011 年漁獲対象資源量：2010 年漁獲対象資源量から 2010 年漁獲と 2011 年漁期までの自然死亡を引いた値に 2011 年加入量を加えた値。

2012年漁獲対象資源量：2011年漁獲対象資源量から2011年漁獲と2012年漁期までの自然死亡を引いた値に2012年加入量を加えた値。

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、2012年以降の加入量として1998～2010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(1.5Fcurrent)では、2012年以降の加入量を過去平均値とし、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、2010年度まで1998年以降の平均値を用いていたが、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、今年度は2008年を除く2002年以降の平均とした。

2011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7割程度が9月以降操業再開する。
- ・12月のズワイガニ解禁以降、7割の漁船により通常どおりの操業・水揚げが行われる。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の雌雄別漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	91	83	117	117	117	117	117
		68	135	93	93	93	93	93
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	91	83	82	82	82	82	82
		68	135	65	65	65	65	65
現状の雌雄別漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄 0.08 雌 0.20)	91	83	177	197	203	210	215
		68	135	202	209	214	217	220
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7Fcurrent:0.08 (雄 0.05,雌 0.14)	91	83	125	141	148	154	159
		68	135	146	157	164	170	174
現状の親魚量の維持	1.5Fcurrent:0.17 (雄 0.12,雌 0.28)	91	83	279	302	304	308	311
		68	135	279	250	234	224	218
現状の親魚量の維持の予防的措置	1.1Fsus:0.12 (雄 0.09,雌 0.20)	91	83	199	221	227	234	239
		68	135	204	211	215	218	220
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の雌雄別漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	1021	1,689	2,529	2,897	3,052	3,207	3,335
		770	1,097	1,193	1,323	1,429	1,516	1,586
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	1021	1,689	2,529	2,932	3,111	3,288	3,432
		770	1,097	1,193	1,356	1,488	1,596	1,683
現状の雌雄別漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄 0.08 雌 0.20)	1,021	1,689	2,529	2,839	2,931	3,030	3,105
		770	1,097	1,193	1,235	1,263	1,282	1,295
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7Fcurrent:0.08 (雄 0.05,雌 0.14)	1,021	1,689	2,529	2,890	3,023	3,155	3,258
		770	1,097	1,193	1,281	1,343	1,387	1,419
現状の親魚量の維持	1.5Fcurrent:0.17 (雄 0.12,雌 0.28)	1,021	1,689	2,529	2,737	2,754	2,792	2,819
		770	1,097	1,193	1,069	1,000	958	931
現状の親魚量の維持の予防的措置	1.1Fsus:0.12 (雄 0.09,雌 0.20)	1,021	1,689	2,529	2,816	2,891	2,975	3,038
		770	1,097	1,193	1,234	1,262	1,280	1,292

※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。

F_{current}には、2010年漁期末の2011年3月11～31日は震災により漁獲が休止されたことから、2010年漁期を加えた平均とはせず、2007～2009年の平均値を用いた。この値×0.7として推定した値を2011年漁期の漁獲量とした。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。

これをみると現状の雌雄別漁獲量で漁獲を維持した場合、2016年の漁獲対象資源量は雄では3,335トンと2010年の3倍程度となる。雌は2016年には1,587と2010年の2倍以上に増加する。

現状の雌雄別漁獲圧（雄 F=0.08、雌 F=0.20）を維持した場合、2016年の漁獲量は、雄で215トン、雌は220トンと2010年と比較してそれぞれ2.4倍、3.2倍に増加する。漁獲対象資源量も雄3,105トン、雌1,295トンとなる。現状の親魚量を維持する F(1.5F_{current})を

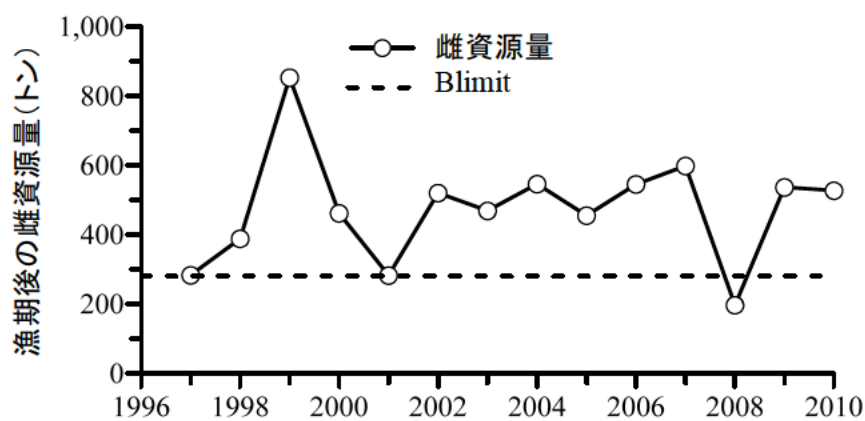


図 20.漁期後の雌の漁獲対象資源量資源量（破線：Blimit）

維持した場合、2016年漁獲量は雄が311トン、雌は218トンで雌雄それぞれ2010年の3.4倍、3.2倍となる。漁獲対象資源量は雄で2,819トン、雌は931トンで2010年のそれぞれ2.8倍、1.2倍となるが、2012年以降の雌は減少傾向となる。

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)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の雌雄別漁獲量の維持	C _{current} (Cave 3-yr)	527	726	848	954	1,040	1,111	1,168
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7C _{current}	527	726	871	1003	1,110	1,198	1,270
現状の雌雄別漁獲圧の維持	F _{current} :0.11 (雄 0.08 雌 0.20)	527	726	763	794	814	828	838
現状の雌雄別漁獲圧の維持の予防的措置	0.7F _{current} :0.08 (雄 0.07,雌 0.11)	527	726	808	872	918	951	974
現状の親魚量の維持	1.5F _{current} :0.17 (雄 0.12,雌 0.28)	527	726	698	630	587	561	544
現状の親魚量の維持の予防的措置	1.1F _{sus} :0.12 (雄 0.09,雌 0.20)	527	726	759	786	805	817	825

1996～2010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、2001年以降では平均の520トン程度では

ば横ばい傾向で推移している。表 8 に示したように各シナリオおよびその予防的措置で 2012 年以降の SSB は、平均的な加入がある場合、過去の SSB の平均程度かそれ以上の値が維持される。

前述のように漁獲対象資源量も変動を伴いつつ最近 5 年の傾向では横ばいで推移しており、2010 年漁期後の取り残し雌ガニ量が現状程度であれば資源は維持されと考えられる。

(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 2012 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。したがって加入量については、1998～2010 年の値からリサンプリングして 1,000 回のシミュレーションを行った。ここでは 2016 年の漁期後の雌漁獲対象資源量が 2002 年以降の平均である 520 トンを上回る確率と Blimit 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。

現状の雌雄別漁獲量の維持 (Ccurrent:Cave 3-yr)、2016 年の SSB が Blimit の 280 トンを下回することはほとんどない。SSB を平均の 520 トン以上に維持する確率も 95% と高い。

現状の雌雄別漁獲圧の維持 (Fcurrent:Fave 3-yr)、現状の親魚量の維持 (Fsus) でも Blimit を下回することはほとんどないが、SSB を平均の 520 トン以上に維持する確率は、それぞれ 76%、45% と低下している。

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。

現状の雌雄別漁獲圧の維持 (Fcurrent:Fave 3-yr) では予防的措置を取らない場合においても 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、予防的措置をとることにより SSB を平均値 520 トン以上に維持する確率は 90% ととなり、Blimit を維持できる確率もほぼ 100% ととなる。

予防的措置を取らない場合「現在の親魚量の維持 (1.5Fcurrent)」では 5 年後の SSB を平均値 520 トン以上に維持する確率は 45% 程度であるが、30% 漁獲圧を下げることにより、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 76% となり、Blimit の 280 トン以上を維持できる確率は 100% 近くなる。

漁獲シナリオ	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (トン)		評価		2012 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 ($C_{current}$)	0.06 (0.05, 0.09) ($0.6F_{current}$)	5.6 (4.6, 7.8)	210 (117,93)	210 (117,93)	94.6%	99.9%	210 (117,93)
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.04 (0.04, 0.06) ($0.4F_{current}$)	3.9 (3.2, 5.4)	147 (82,65)	147 (82,65)	99.3%	100%	147 (82,65)
現状の雌雄別漁獲量の維持 ($F_{current}$)	0.11 (0.08, 0.20) ($1.0F_{current}$)	10.2 (7.0, 17.0)	265-614 (153-279, 112-236)	365 (173,210)	76.4%	99.2%	379 (177,202)
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.08 (0.05, 0.14) ($0.7F_{current}$)	7.3 (4.9,12.2)	203-390 (111-202, 92-188)	291 (155,136)	90.0%	99.9%	270 (125,146)
現状の親魚量の維持	0.17 (0.12, 0.28) ($1.5F_{current}$)	15.0 (11.0, 23.4)	290-614 (221-403, 129-296)	512 (306,206)	44.6%	95.7%	558 (279,279)
現状の親魚量の維持の予防的措置	0.12 (0.09, 0.20) ($1.1F_{current}$)	9.3 (7.9,17.1)	282-543 (171-304, 111-239)	379 (233,173)	75.8%	99.3%	403 (199,204)
コメント ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(2)を用いた。 ・当該資源への漁獲は、資源量に対して少ない傾向にある。 ・2008 年に Blimit を下回った SSB は 2009 年には Blimit、過去の SSB の平均を上回った。 ・年齢および再生産関係が不明なため 2013 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998～2010 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、震災から復興し、ズワイガニ操業をする沖底船をおよそ 7 割として、2007～2009 年の平均 F に 0.7 を掛けた F で求めた漁獲量を当てはめた。 ・将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2016 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2012～2016 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 年を除く 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。 ・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。 ・「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 2012 年の値である。また、2012 年以降の雄と雌の漁獲量の比率は 2009 年と等しいと仮定した。 ・「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。2012 年の雄漁獲量は雌漁獲量と等しいと仮定し、2013 年以降の雄の F は 2012 年と等しいとしてシミュレーションを行った。 ・漁獲割合は 2012 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							

(4)ABC の再評価

2010 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（2010 年再評価）では、2009 年の調査による 2009 年漁獲対象資源量と 2010 年加入量から、2010 年資源量を推定した。この 2010 年資源量に対して、当初と同じ F 値（雄：0.06、雌 0.26）で漁獲した際の漁獲量を ABClimit とした。

2010 年（2011 年再評価）では、2010 年の調査による 2010 年漁獲対象資源量に対して、当初と同じ F 値（雄：0.06、雌 0.26）で漁獲した際の漁獲量を ABClimit とした。

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
2010 年漁期漁獲量	2010 年漁期漁獲量の確定
2010 年甲幅別資源量	2010 年資源量確定、2011 年加入量確定、2012 年加入量改訂

2009 年調査結果から計算した 2010 年推定漁獲対象資源量は、雄 1,666 トン、雌 915 トンで、雄の資源量は当初の 2008 年調査結果から計算した 2010 年資源量の 50%未満となった。このため、雄の ABClimit は 93 トンと減少した。雌は 199 トンと増加したが、雌雄合計では 292 トンに減少した。

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2010 年（当初）	Fsus	雄 0.06	3,820	205	136	
	Fsus	雌 0.26	766	171	93	
2010 年（2010 年再評価）	Fsus	雄 0.06	1,666	93	66	
	Fsus	雌 0.26	915	199	146	
2010 年（2011 年再評価）	Fsus	雄 0.06	1,021	57	40	91
	Fsus	雌 0.26	770	168	121	68
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	
・ 2010 年 TAC 設定の根拠となったシナリオ：現状の親魚量の維持。 ・ 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。						

2010 年の調査結果から推定した漁獲対象資源量は、雄が 1,021 トン、雌 770 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。

2010 年当初から 2010 年（2010 年再評価）へ雄の ABClimit は大きく減少した。これについては、2010 年当初の ABC 算出に用いた 2008 年の資源量推定値が、1～2 点の調査点で大量に採集されたことの影響を強く受け、推定誤差が大きくなっていたことに起因すると考えられる（図 12）。特に雄については、2000 年、2007 年、2008 年を除いた各年の推定精度は比較的高いと考えられたが、2008 年は推定誤差の範囲は大きく広がり（図 12）、漁獲

対象資源量、加入量推定値が過大となっていた可能性がある。

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。

2011 年（当初）は、2009 年の調査による 2009 年漁獲対象資源量と 2010 年、2011 年の加入量から、2011 年資源量を推定し、2011 年資源量に対して、F 値（雄：0.10、雌 0.26）で漁獲した際の漁獲量を ABClimit とした。

2011 年（2011 年再評価）では、2010 年の調査による 2010 年漁獲対象資源量と 2011 年加入量から、2011 年資源量を推定した。この 2011 年資源量に対して、当初と同じ F 値（雄：0.10、雌 0.26）で漁獲した際の漁獲量を ABClimit とした。

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事も想定され、ズワイガニ以外の重要種の漁獲減少を補うため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規制を設ける一方で、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、雄の甲幅制限は 90mm であるが、自主的に水揚げサイズをより大型なものにするなど種々の規制が行われている。甲幅 100mm 程度で殆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が、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・成長させることもひと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が少なくすることによる単価の上昇が期待される。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.

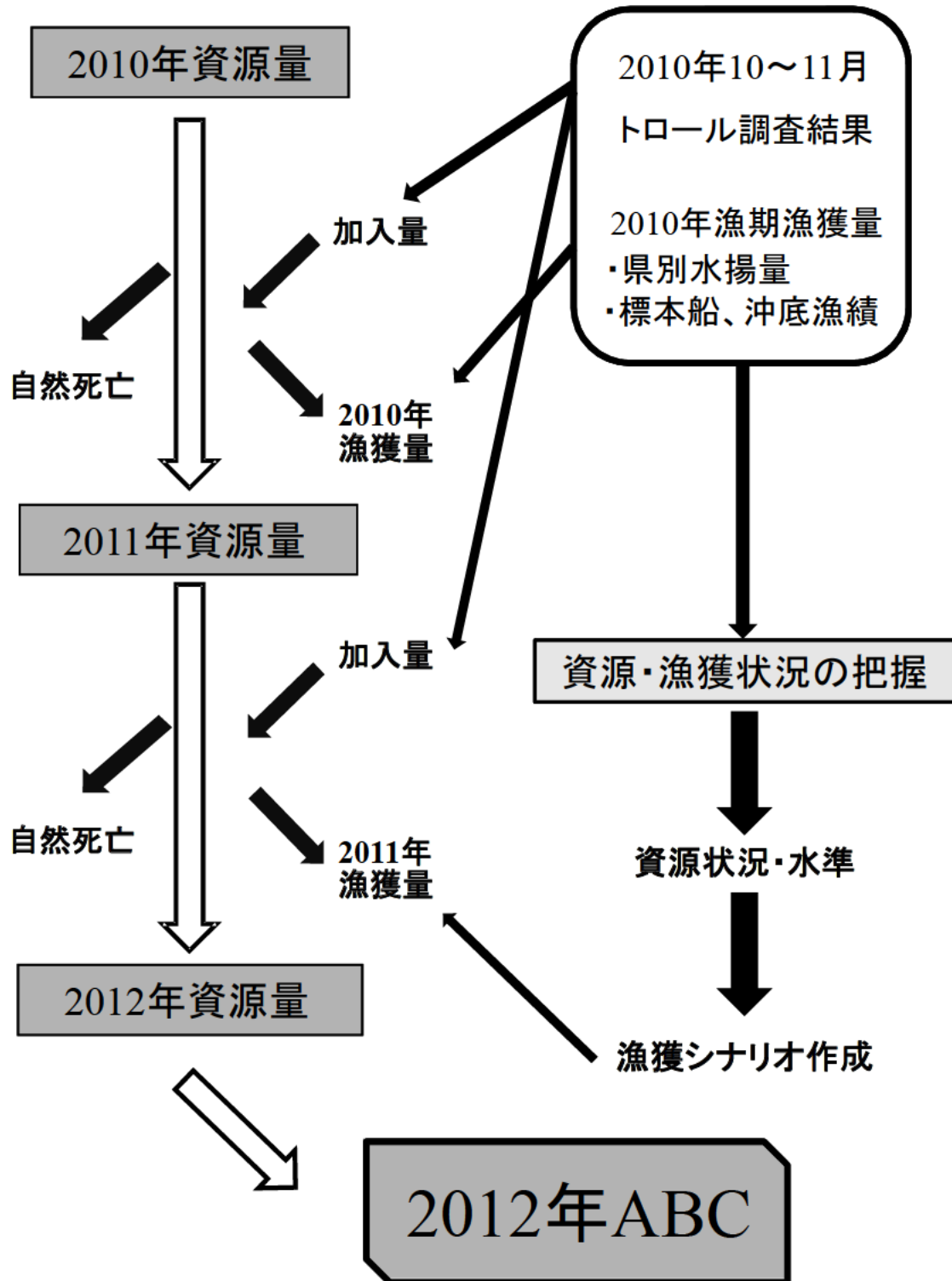
服部 努・北川大二・今村 央・池川正人(1998) 1997 年の底魚類資源量調査結果. 東北

- 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、甲幅組成から面積一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。

2012 漁期年の ABC の算出には、2010 年 10 月の資源量をもとに 2010 年漁期と 2011 年漁期の漁獲量を考慮して動向を予測する必要がある。

2010 年漁期の漁獲量は 153 トン、2011 年の漁獲量については、雌雄とも 2007～2009 年の F の平均値に、と同じ 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な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 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が翌年脱皮して 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、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全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）。

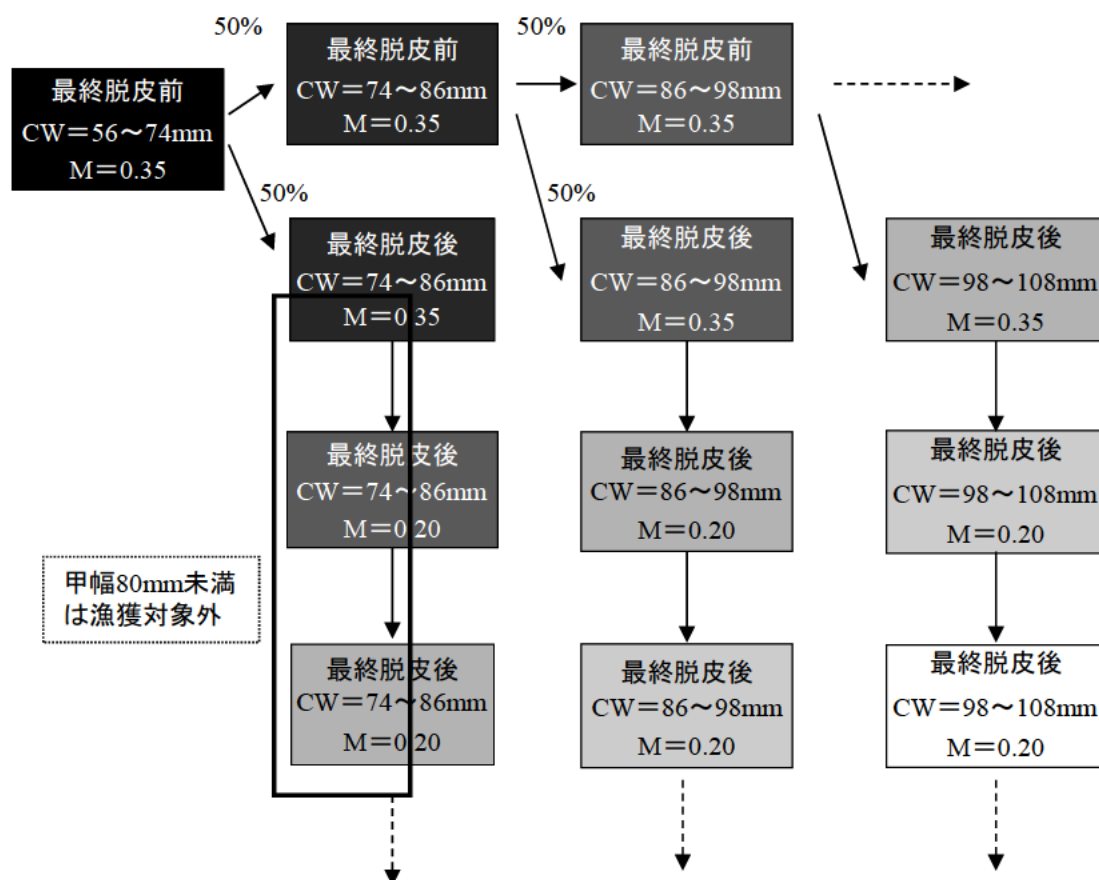
加入量については、ズワイガニ太平洋北部系群の再生産関係が明らかではないため次のように扱った。

- ・2011 年の加入量（2011 年 9 月）

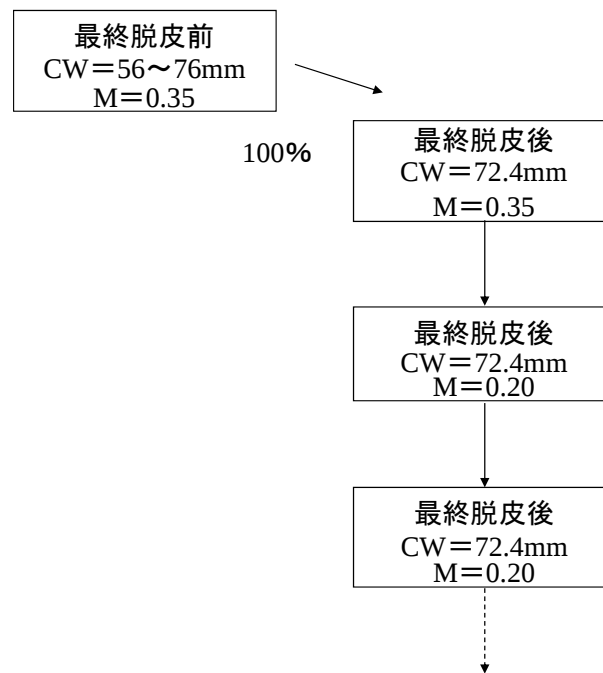
雄：2010 年（10 月調査時）の 56～74mm の最終脱皮前のものが 2011 年 9 月に脱皮して 74～86mm となり、このうち 80mm 以上のものが最終脱皮の有無にかかわらず 2011 年漁期の漁獲対象に加入する(A)。74～86mm の半数（甲幅 80mm 以上の個体）が漁獲対象となる。2010 年 10 月の 74～80mm は、2009 年 10 月の 56～74mm のうちの 2009 年に加入せず漁獲対象にならなかったものであり、この中の未最終脱皮個体が 2011 年 9 月に脱皮して甲幅 80mm 以上になり漁獲対象となる(B)。このことから 56～74mm の半数（上記の A）と 74～80mm の未最終脱皮ガニ（上記の B）が 2011 年漁期の漁獲対象に加入する。

雌：2010年（10月調査時）に未成熟であった56～76mmが2011年9月に脱皮して、平均甲幅72.4mmの成熟ガニとなり全て漁獲に加入する。

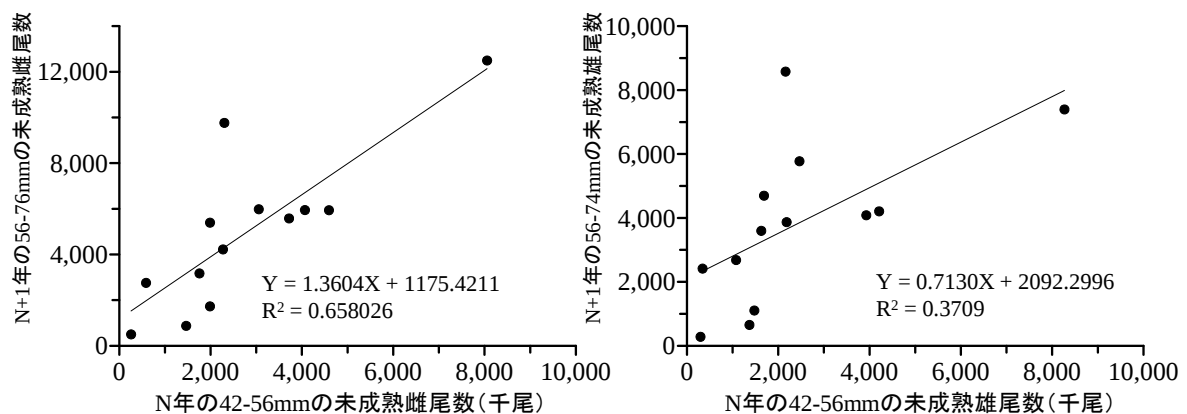
・2011年の加入量：甲幅組成から2010年の甲幅42～56mmのものが2011年に56～74mmとなり、雄ではその半数が、雌では全数が2011年に漁獲対象となると考えた。トロール網のサイズ選択性により小型ズワイガニの採集効率が異なることが考えられるため、1997～2010年の調査船調査で得られた体長別資源尾数を利用して、N年の甲幅46～56mmの資源尾数とN+1年の甲幅56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数（この半数が翌年漁獲加入）との相関関係を求めた（補足図4）。得られた関係式に2010年の甲幅42～56mmの資源尾数を当てはめて、2011年の56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数を推定した。雄の場合はこの推定値と2011年の74～80mmの資源尾数を加えて $M=0.35$ として2011年の加入量を計算した。



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図



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) 左:雌 右:雄

なお、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：2010年10月6日～10月21日

第二次航：2010年10月23日～11月8日

第三次航：2010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その年の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。

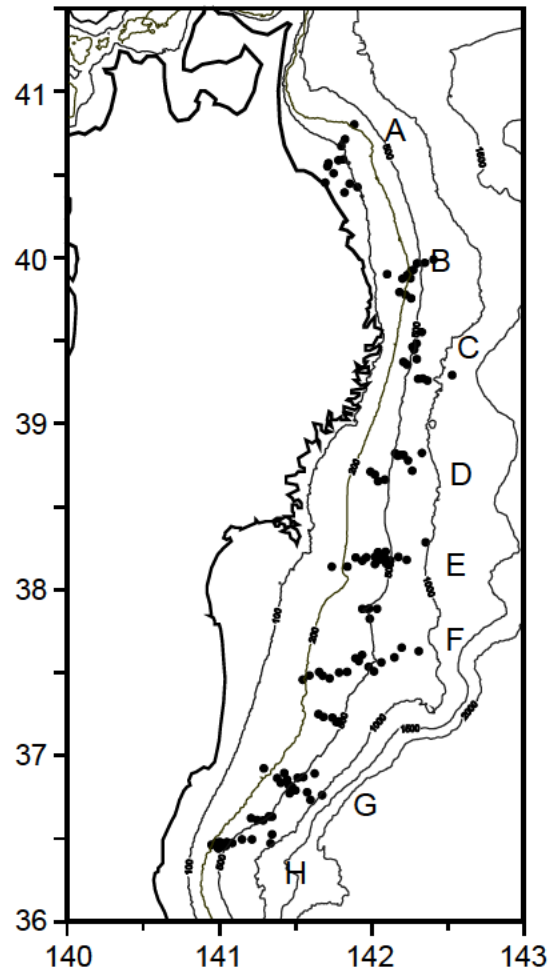
1997～2010年のトロール調査データを用いて、N年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量（観測値）とそのN-1年およびN-2年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量を元にして加入量、漁獲や自然死亡による減耗を考慮して計算したN年の漁獲対象資源量（以下計算値）との比較を行い、その整合性について検討した。

雄では2004～2006年、2008～2010年、雌は2005～2009年の観測値は計算値よりも小さい傾向が認められ、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。しかし2007年については雄では観測値のほうが計算値より大きくなった。雄のは2009年、2010年、雌は2008年で観測値と計算値との差は大きくなった。（補足図6）。

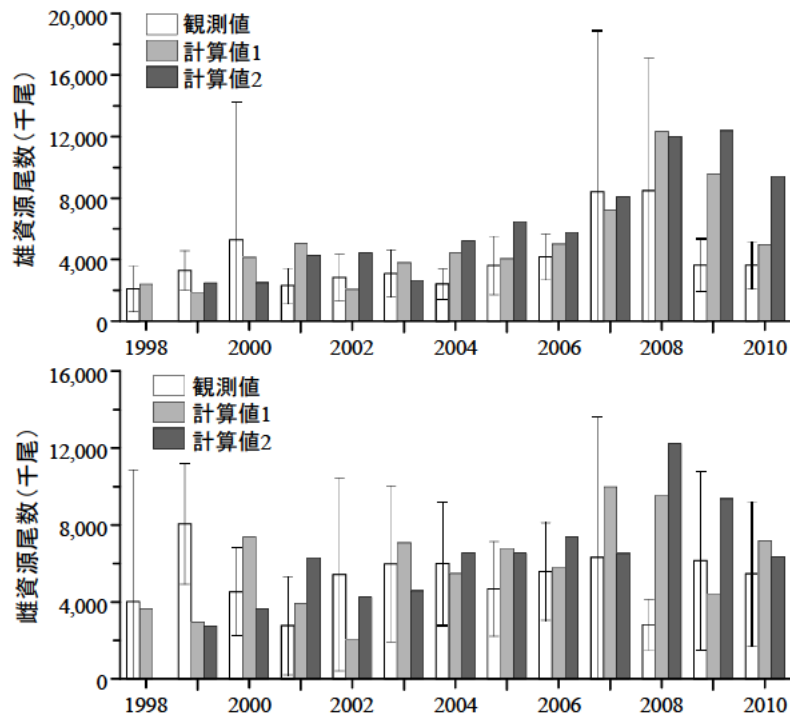
次に1997年、1998年および1999年の漁獲対象資源量を初期値として与えて、それ以後、毎年の漁獲量と調査で得られた加入量を用いて計算した漁獲対象資源量推定値と各年のトロール調査で得られた漁獲対象資源量を比較した（補足図7）。

雄では推定値とその経年変化は1997～1999年のどの年を初期値にしても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年と2010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年では観測値と推定値で変化傾向は似ており、数値の差も小さい。しかし、



補足図5.底魚類資源調査海域
および調査点配置

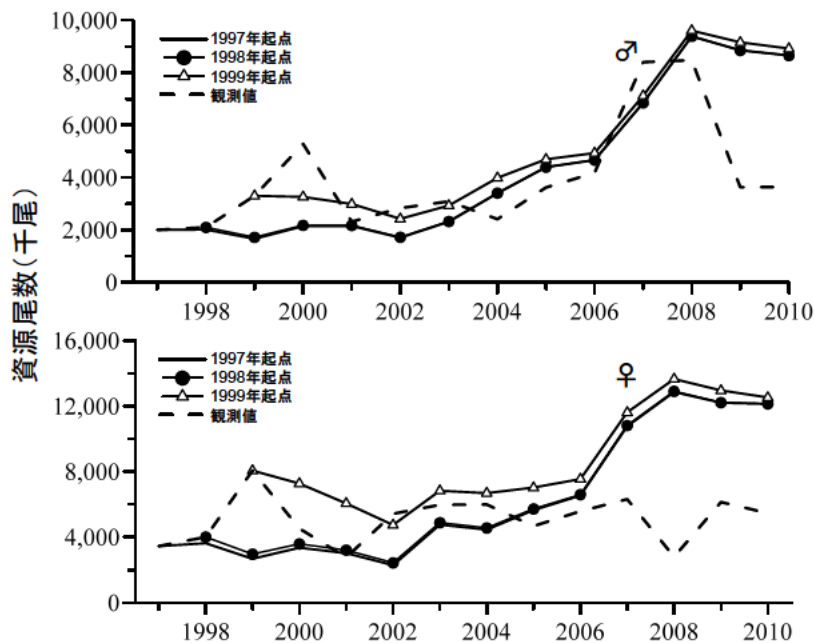


補足図 6.資源量推定値の比較

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

2007 年以降の推定値は増加しているが、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。

5. 加入状況の変化による資源動向と漁獲シナリオ

ABC の算定においては、再生産関係が不明であることから、1998～2010 年の加入量を与えてシミュレーションを行った。1998～2010 年の加入量は 1998～2002 年と 2003～2010

補足表 1. 2013 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 2012～2016 年の将来漁獲量および評価

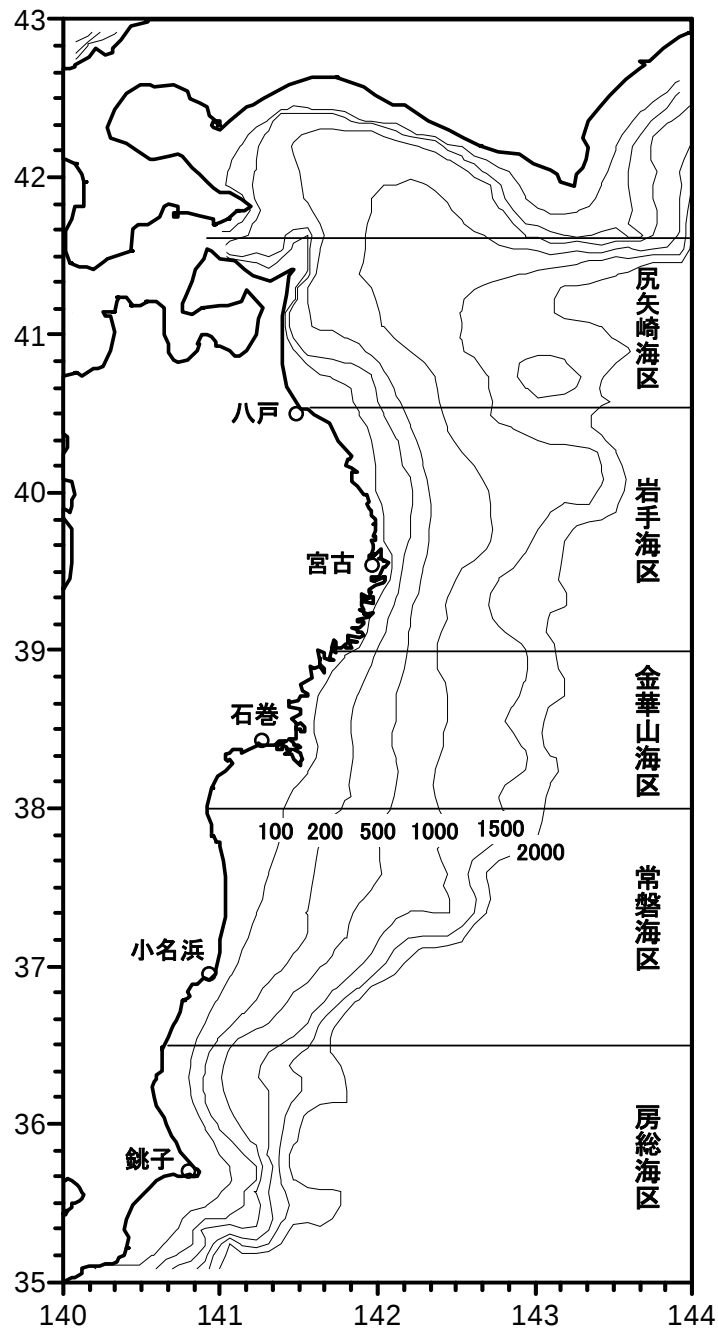
漁獲シナリオ	F 値 (雄雌) ($F_{current}$ との 比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (トン)		評 価		2012 年 ABC (雄雌) トン
			5 年後 (雄雌)	5 年平均 (雄雌)	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の雌雄別 漁獲量の維持 ($C_{current}$)	0.06 (0.05, 0.09) (0.6 $F_{current}$)	5.6 (4.6, 7.8)	210 (117,93)	210 (117,93)	22.3%	94.6%	210 (117,93)
現状の雌雄別 漁獲圧の維持 ($F_{current}$)	0.11 (0.08, 0.20) (1.0 $F_{current}$)	10.2 (7.0, 17.0)	171-267 (105-149, 66-118)	218 (127,91)	0%	83.6%	379 (177,202)
現状の親魚量の 維持 (1.5 $F_{current}$)	0.17 (0.12, 0.28) (1.5 $F_{current}$)	15.0 (11.0, 23.4)	220-350 (147-213, 73-137)	284 (180,104)	0%	37.8%	558 (279,279)
コメント ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(2)を用いた。 ・当該資源への漁獲は、資源量に対して少ない傾向にある。 ・年齢および再生産関係が不明なため 2013 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、震災から復興し、ズワイガニ操業をする沖底船をおよそ 7 割として、2007～2009 年の平均 F に 0.7 を掛けた F で求めた漁獲量を当てはめた。 ・将来漁獲量は 1,000 回のシミュレーション後の 2016 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2012～2016 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 年を除く 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。 ・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」とされている。 ・「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 2012 年の値である。また、2011 年以降の雄と雌の漁獲量の比率は 2009 年と等しいと仮定した。 ・「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。2012 年の雄漁獲量は雌漁獲量と等しいと仮定し、2013 年以降の雄の F は 2012 年と等しいとしてシミュレーションを行った。 ・漁獲割合は 2012 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。							

年で傾向が異なり、前者では加入量は少なく後者は多くなっている。

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時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。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ほぼ 0 となる。現状の雌雄別漁獲量の維

持でも、20%程度で高くない値となった。Blimit については、現状の親魚量の維持 ($1.5F_{current}$) を除く2つのシナリオで、Blimit が維持できる確率は84~95%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