

平成 22 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、上野康弘、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

2009 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 3,633 千尾、1,203 トンと尾数、重量ともに 2008 年の半分以下に減少した。2008 年の雌は 1997 年以降の最低値であったが、2009 年は倍増して、6,143 千尾、795 トンとなった。漁獲対象資源量の雌雄合計は 9,776 千尾（対 2008 年比 87%）、1,998 トン（対 2008 年比 70%）に減少した。

1997 年以降のトロール調査による現存量推定値の経年変化から 2009 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 年の推定値の推移から、資源動向は横ばいと判断されるが、2 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、雌の漁獲を 20%下げつつ現状の漁獲量（2007～2009 年漁獲量の平均 210 トン）を維持、雌の F を 20%下げつつ現状の漁獲圧（2007～2009 年の F の平均：0.11）を維持、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（過去の平均値 470 トン、F：雄 0.10、雌 0.26）として 2011 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。なお将来予測漁獲量については、再生産関係が不明であるため、1998～2009 年の加入量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。

漁獲シナリオ	F 値 (雄,雌) (Fcurrent と の比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (トン)		評価		2011 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)	
雌を 2 割削減しつ つ現状の漁獲量の 維持 (Ccurrent)	0.07 (0.06, 0.08) (0.6Fcurrent)	6.4 (5.9, 7.7)	210 (135,74)	210 (135,74)	92.2%	99.6%	210 (135,74)
現状の雌雄別漁獲 量の維持 (Ccurrent)	0.07 (0.06, 0.11) (0.6Fcurrent)	6.4 (5.1, 9.6)	210 (117,93)	210 (117,93)	86.5%	98.8%	210 (117,93)
雌 F を 2 割削減し つつ現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	0.11 (0.09, 0.16) (1.0Fcurrent)	9.9 (8.3, 13.8)	254-510 (172-329, 82-181)	374 (245,129)	79.9%	99.3%	325 (192,134)
現状の雌雄別漁獲 圧の維持 (Fcurrent)	0.11 (0.08, 0.20) (1.0Fcurrent)	9.9 (7.0, 17.0)	242-506 (150-287, 92-219)	365 (214,151)	70.1%	97.7%	325 (161,164)
現状の親魚量の維 持 (Fsus)	0.15 (0.10, 0.26) (1.3Fcurrent)	13.0 (9.3, 22.0)	290-614 (186-356, 104-258)	440 (265,175)	46.5%	91.7%	424 (212,212)
<p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(2)を用いた。 ・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 2011 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998～2009 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、2010 年の漁獲量には 2009 年 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 2015 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2011～2015 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 1997～2009 年の平均値 470 トン、Blimit を SSB の最低値 280 トンとし、1,000 回シミュレーション後、2015 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。 ・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。 ・「雌を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持」の雌漁獲量は 2007～2009 年の平均値に 0.8 を乗じた値、雄は 2007～2009 年の雌雄合計の平均値から雌の漁獲量を差し引いた値、F 値は 2011 年の値。 ・「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 2011 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。 ・「雌 F を 2 割削減しつつ現状の漁獲圧の維持」の Fcurrent は 2007～2009 年の雌雄合わせた漁獲対象資源量と漁獲量から求めた値の平均、雌の F は 2007～2009 年の平均値に 0.8 を乗じた値、雄の F は雌雄合わせた F の平均が Fcurrent とほぼ等しくなるような値を探索的に求めたもの。 ・「現状の親魚量の維持」の Fsus は加入量を過去平均値として、10 年程度で SSB が 470 トンでほぼ安定する雌の F を探索的に求めた。2011 年の雄の漁獲量は雌の漁獲量と等しいと仮定し、2012 年以降の雄の F を 2011 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 2011 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
2008	雄 2,460	雄 134	雄 0.06	5.0%
	雌 380	雌 111	雌 0.37	29.3%
	計 2,840	計 245	雄雌 0.09	9.1%
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 1,670			
	雌 920			
	計 2,590			

各年の資源量は漁獲対象資源量を示す。また 2008 年、2009 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、2010 年資源量は 2009 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。

	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 (1997～2007 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。
2009 年	親魚量 (漁期後の雌漁獲対象資源量)	2000 年水準以上 (536 トン)	

水準：中位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
2009 年資源量	2009 年トロール調査 (水研セ)
2010、2011 年加入量	2009 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。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。

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以上、雌：成熟個体、甲幅約70mm以上）は水深400～500mに多い傾向があり（北川 2000）、この水深帯が主漁場と考えられる。オホーツク海沿岸における漁場水深の150～250m（土門 1965）、日本海西部海域における漁場水深の200～400m（伊藤 1956、金丸 1990）に比較して深い。調査船調査によって採集された本種の水深別甲幅組成から、甲幅40mm以下の稚ガニは水深400m以浅の海域に広く生息するが、成長とともに次第に深所へ移動していくと推定されている（北川 2000）。本海域における生活史、季節的な深浅移動や南北方向の移動については明らかではない。

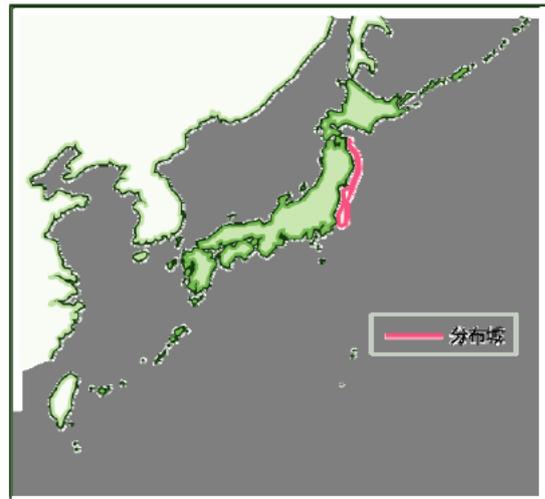


図1.太平洋北部海域（北海道を除く）のズワイガニの分布

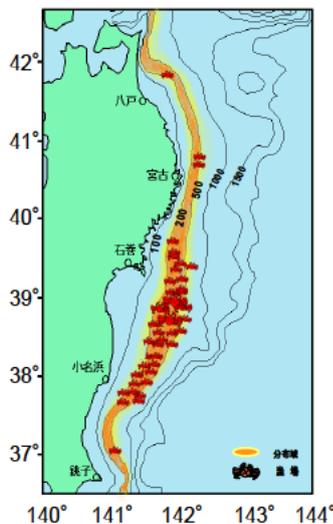
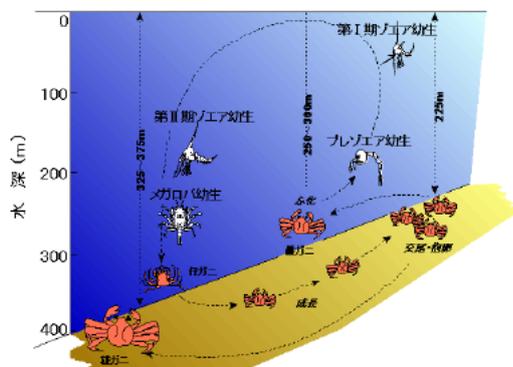


図2.ズワイガニの生活史（日本海）と太平洋北部海域における沖底漁場



ズワイガニの生活史（日本海の例）

(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）。

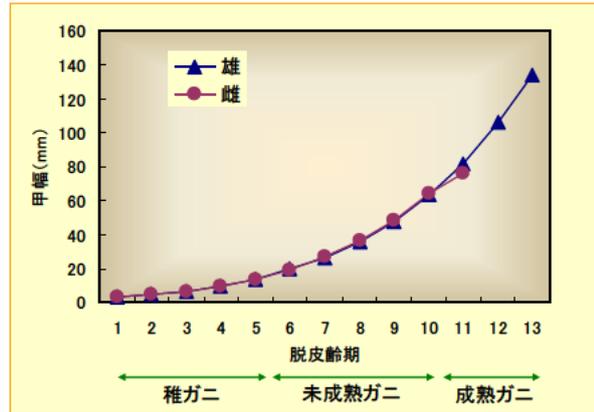


図 3.日本海におけるズワイガニの脱皮齢期

(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、2009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

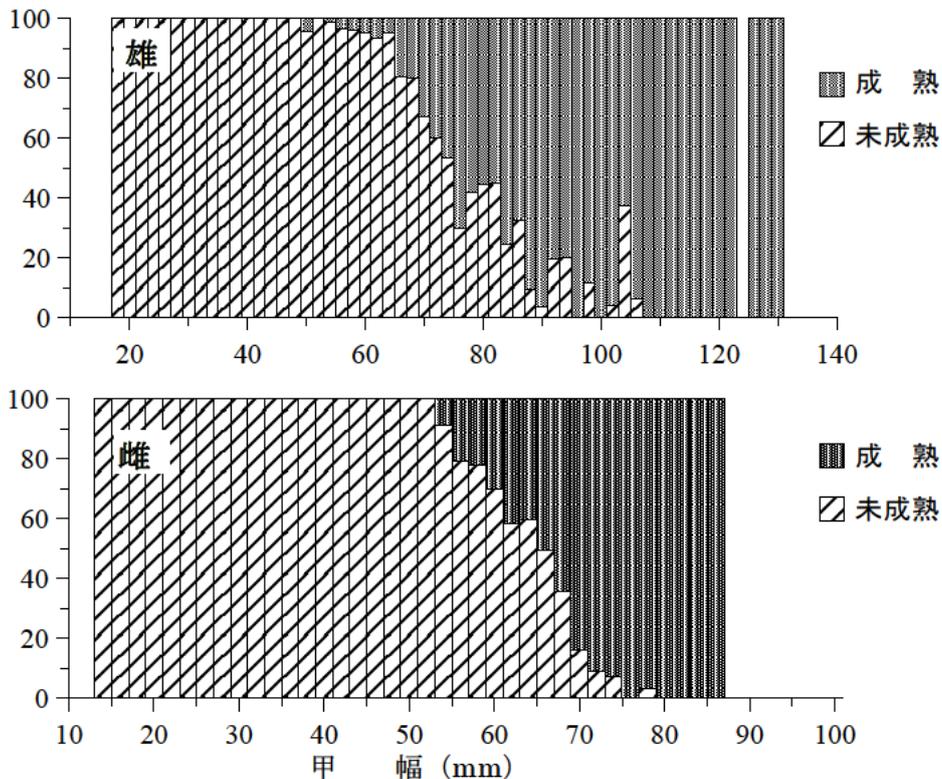


図 4.2009年のトロール調査結果におけるズワイガニの甲幅別成熟割合

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 ではほぼ半数が成熟し、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 月の属する年として表示する。本系群の水揚の中心となる福島県相馬港では、沖底船の 1 隻当たり 1 日当たりの水揚量制限や、独自に休漁日を設定するなどの自主規制を行っている。

(2) 漁獲量の推移

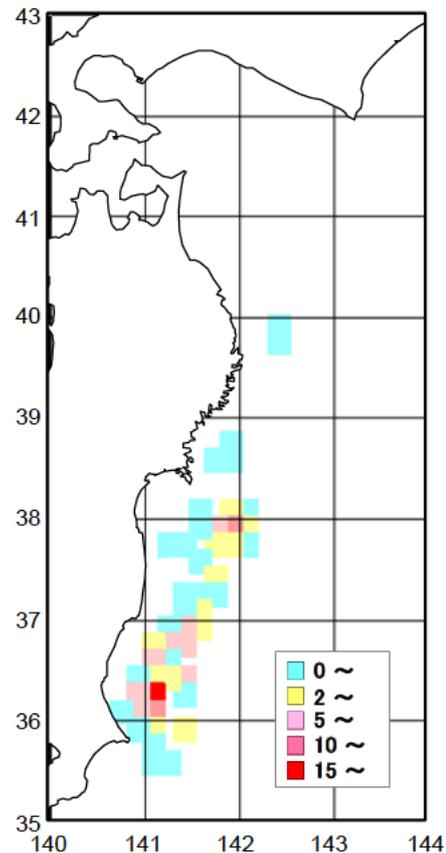


図 5. 沖底によるズワイガニの漁獲量分布（2008 年漁期）
単位：トン

1991年以前については、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いない。各県の水揚量調査などによって1992年以降の漁獲量が把握できている。

1992年に88トンであった漁獲量（各県の水揚量調査による数値）は1995年に最高の

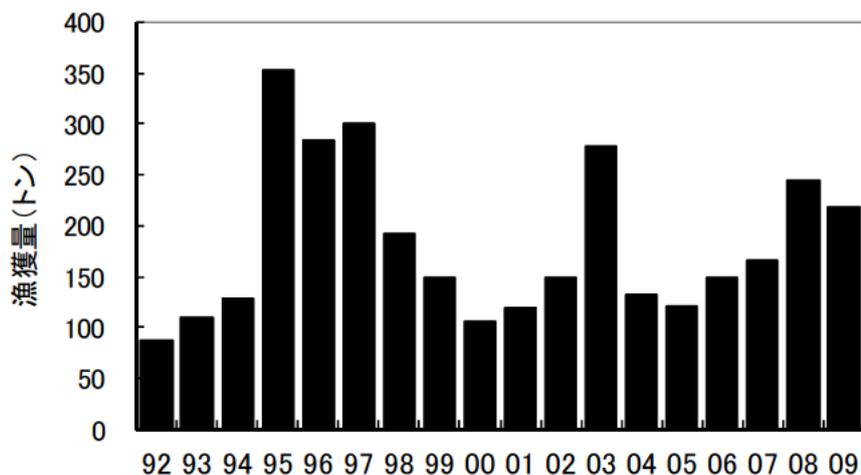


図6.ズワイガニ太平洋系群の漁獲量（年は漁期年：12～3月）

353トンに増加した。1996年、1997年の漁獲量はほぼ300トンあったが、2000年には107トンまで減少した。2001年は120トン、2002年は149トンと若干増加した(図6)。2003年は茨城県日立沖に好漁場が形成されたことから、福島県の漁獲量は2002年の142トンから181トンへ増加した。また、これまで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。これらにより2003年の東北全体の漁獲量は279トンと大きく増加した(図6、

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

※2003年の茨城県漁獲の内訳：沖底13.1トン、小底77.1トン

表 1)。しかし、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 番目に高い値となり、2005 年以降漁獲量は増加傾向にある。2009 年は 2008 年より若干減少し福島県が 187 トン、全体で 219 トンであった。

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、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、雌雄の比は、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 倍の多く漁獲されていると見積もられる。

(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。

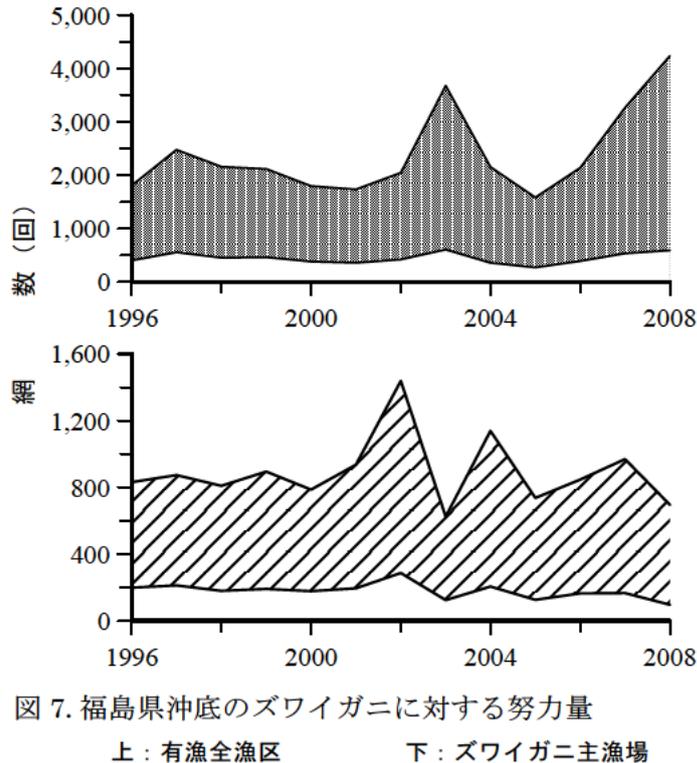
ここでは、沖底の漁獲成績報告書 (以下、漁績とする) を用いて福島県漁船のズワイガニ有漁全漁区およびズワイガニ主漁場 (毎年操業実績のある漁区) におけるズワイガニ有漁網数を図 7 に示した。漁績のデータベース化は年単位で行われており、現時点で 2009 年 12 月までが処理済みである。2009 年漁期については 12 月のみのデータしかないため、ここでは示していない。なお、漁績は 1 日単位で記載されるため、1 日のうち 1 回でもズワイガニを漁獲した場合は、残りの操業でズワイガニが漁獲されなくても、その日の曳網回数が努力量として集計される。したがって、漁績データから推計されるズワイガニの努力量は、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として 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たが、2003 年には 3,700 回に増加した。しかし 2005 年には 1,600 回と半減し、2006 年以降は増加している (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

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



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、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は、2001年漁期の180網、401時間から2004年には53網、96時間へと減少している。また1網あたりの平均曳網時間も2時間台から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)。

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	8	16	2.0

※2008年は12月のみの数値

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

2009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134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、2009年の漁獲対象資源量、2010年および2011年の加入量を推定して、2011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に漁区的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。ここでは各漁区的面積（ A_i ）はほぼ等しいので $A_i=1$ として計算を行った。

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

C_i :	漁区 i 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て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漁船による操業のうち、毎年操業実績の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）。

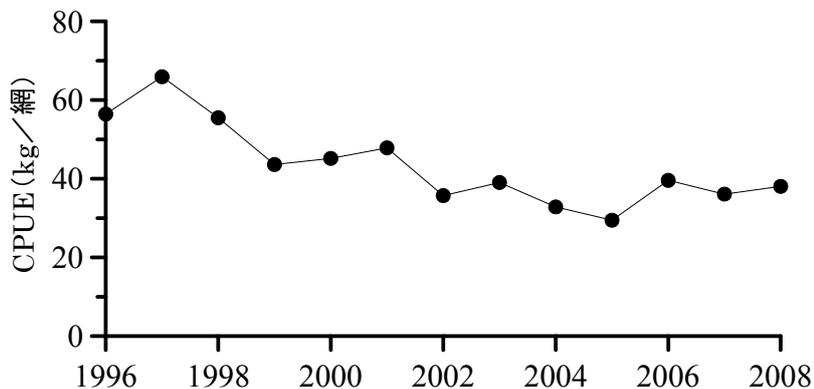


図 8.福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場におけるオッタートロールによるズワイガニの CPUE (kg/網) の経年変化
※年は漁期年。

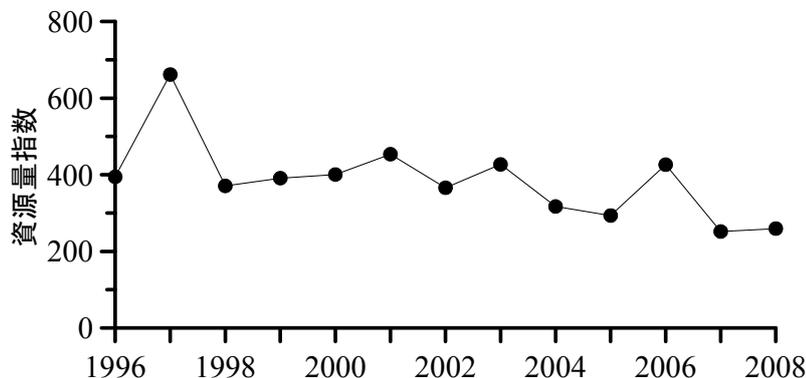


図 9.福島県沖底漁船のズワイガニ主漁場における資源量指数
※年は漁期年。

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 8）。2006 年は 390 に一旦増加したが、2007 年、2008 年は 250 に減少した。2002 年以降では、増減を伴いつつ減少傾向である。しかし、最近ズワイガニ狙いの操業

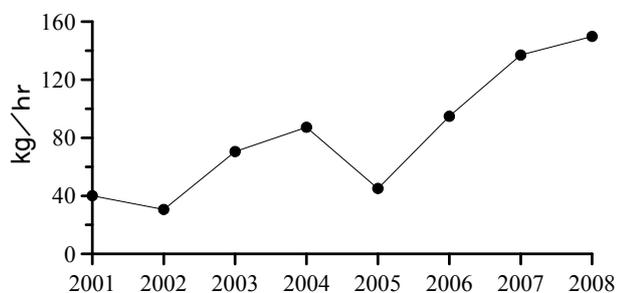


図 10.福島県沖底標本船の曳網 1 時間当たりの平均漁獲量 (kg)

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沖底船のデータを用いて、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。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が得られていると考えられる。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。2001年以降の傾向では、曳網1時間当たりの漁獲量は増加している(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

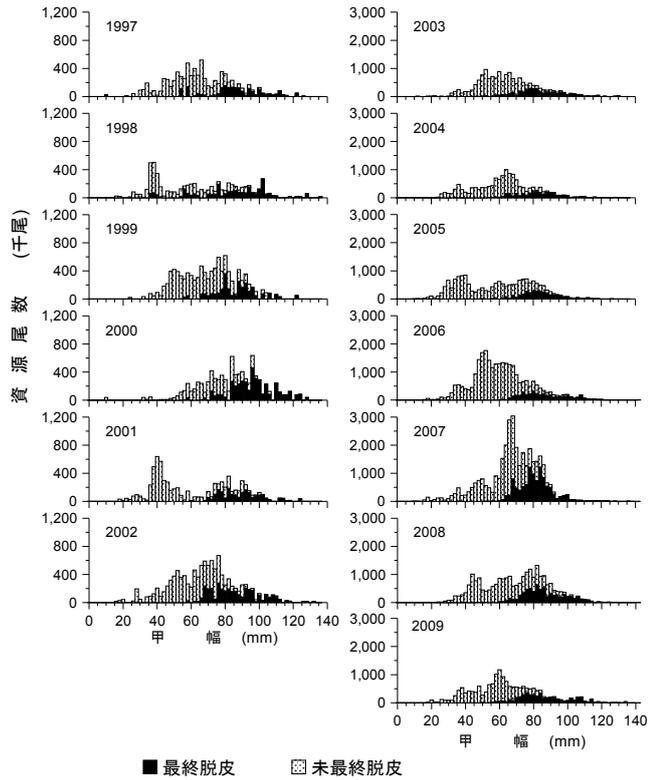


図11.雄ガニの甲幅別資源尾数

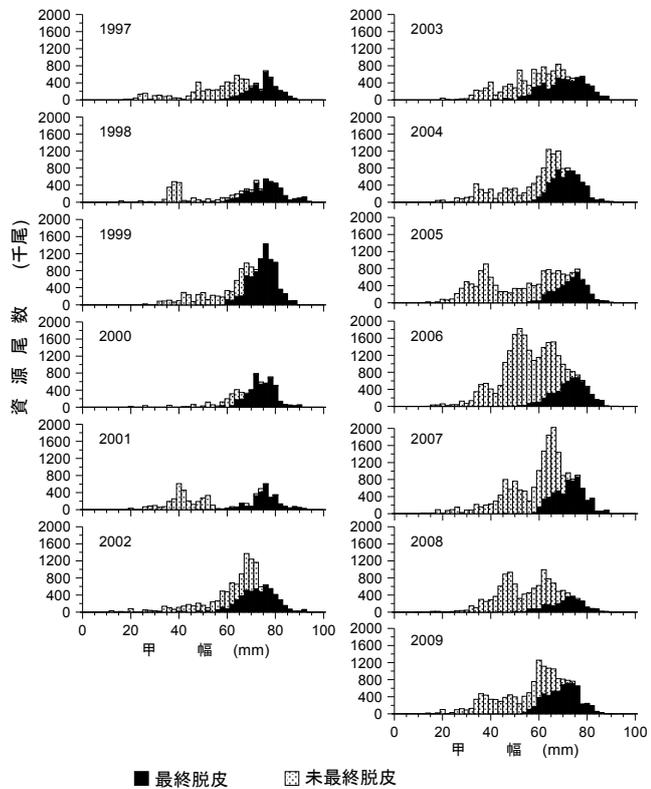


図12.雌ガニの甲幅別資源尾数

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 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。このことから、漁獲対象となる 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。

雌は各年ともに甲幅 54～85mm のものが中心で 76mm 前後にモードがある。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の資源尾数も多かった。この年齢は 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 年の資源量は増加して 2002～2007 年に近い値になっている。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

2009 年 10～11 月のトロール調査で推定された資源量は雄：17,255 千尾、雌：15,028 千尾、全体で 32,253 千尾 (CV：雄 0.13、雌 0.18)、3,668 トン (CV：雄 0.16、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 9,776 千尾、1,998 トンで、尾数、重量ともに 2008 年の 7 割程度に減少した。雌雄別では、雄の漁獲対象資源量は 3,633 千尾 (CV：0.24)、1,203 トン (CV：0.26) 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 年の半分以下となった雌は、6,143 千尾 (CV：0.38)、795 トン (CV：0.35) に増加した。

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

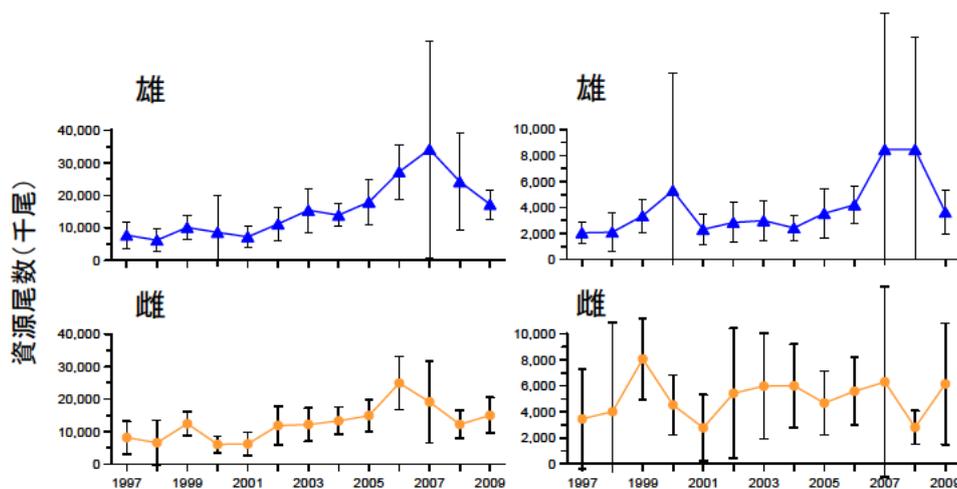


図 13. トロール調査で推定されたズワイガニ資源尾数と 95%信頼区間
左：全資源尾数 右：漁獲対象資源尾数

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。雌の漁獲対象資源量は雄に比べてやや信頼区間が広いが、2002年以降4,700～6,300千尾では横ばいで推移している。

1997年以降の雌雄合わせた漁獲対象資源量はおよそ1,100～3,100トンで、変動がある

表 4.面積-密度法により推定したズワイガニの資源量

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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
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
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
雌	833	752	1,538	804	574	1,321	1,188	1,285	1,205	2,053	1,807	968	1,321
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
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

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

※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。

が2002年以降は増加傾向にある(表4、図13,14)。しかし2008、2009年と連続して減少しており、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増減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。

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を受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

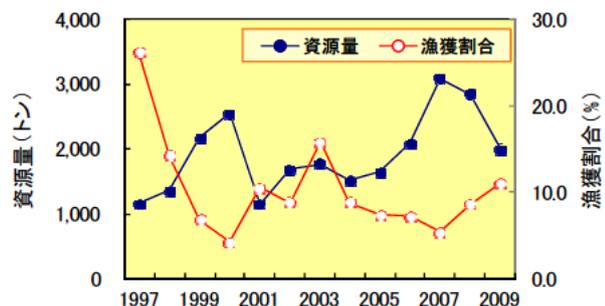


図 14.面積-密度法により推定した漁獲対象資源量と漁獲割合の経年変化

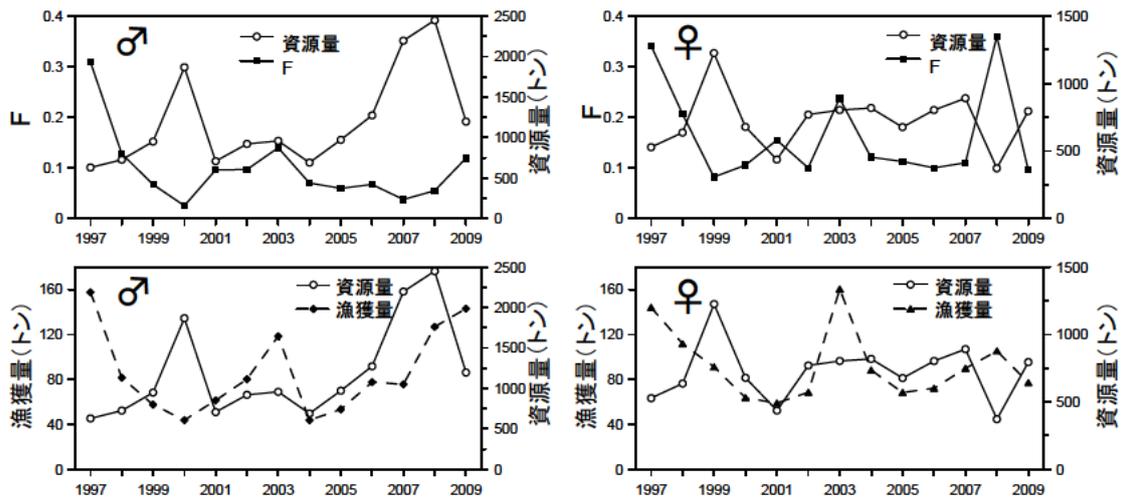


図 15.資源量と F および漁獲量の関係

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

信頼性のある漁獲量データは 1992 年以降しかない上、1996 年に規制が導入されていることから、本系群の資源水準を判断するには、1997 年以降の面積－密度法によって推定した漁獲対象資源量が適当である。それによれば、2009 年の資源水準は中位と判断される。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 12）の経年変化から、後者の過去 5 年の動向から判断すると、資源動向は横ばいと判断される。しかしながら、直近 2 ヶ年は減少傾向にあり、今後の動向には注意を要する。

2008 年は雌の漁獲対象資源量が減少したため、漁期後の雌の漁獲対象資源量 SSB は Blimit を下回った。しかし、2009 年は雌が増加したことから、2009 年漁期後の SSB は、Blimit、過去の平均値ともに上回った。

(6) 再生産関係

年齢が不明であること、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、2009 年の調査データ一組を加えた結果、相関係数はやや小

さくなくなったが、昨年評価と同様の相関関係がみられた（図 16 左）。ずらす年数が 6 年の場合には相関関係はみられない（図 16 右）。

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。これは、日本海のズワイガニがふ出後約 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。

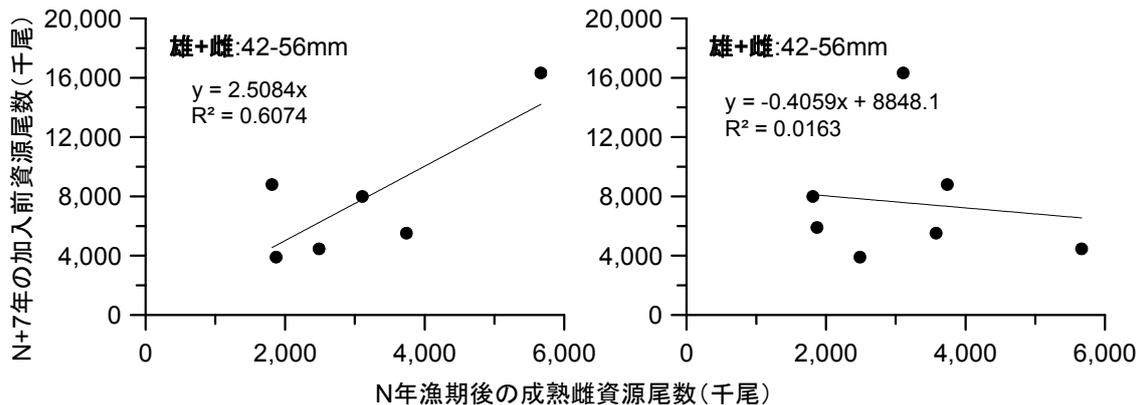


図 16. 加入前の資源尾数と漁期後の雌漁獲対象資源尾数の関係

(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おき、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と予想される場合、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
SSB (トン)	283	388	852	461	282	520	468	546	455	545	598	196	536

(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

表 6 に各年の資源量調査から得られた加入前の資源尾数を、表 7 に加入前資源尾数から

推定した加入量を示した。

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
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	
	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	5,276
	74-80mm	568	172	1,136	727	380	1,023	676	522	1,321	1,149	2,540	1,954	665	2,094
	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	4,732
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	
	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	3,689

※2010年は2009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	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	3,334	2,347
雌	1,728	462	1,704	780	200	3,311	1,892	2,728	2,537	6,047	5,213	2,880	2,966	2,600	2,496

※各年ともその前年の調査結果により確定、2011年は2010年調査後改訂される。

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の個体数の合計として求めた(表6の翌年加入)。

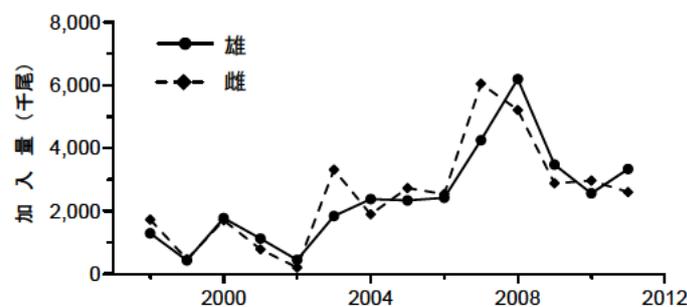


図 17. トロール調査結果から推定した加入量

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たが(表7、図17)、表4に示したように2008年の雄の資源尾数は8,476千尾と1997年以降では高い水準にあるものの、2007年とほぼ同じ量であった。2009年の加入量は3,473千尾、2010年の雄の加入量は2,562千尾、2011年は3,334千尾と推定され、2007年、2008年より大きく減少しているものの、2006年以前と比べ高いこ

とから 2010 年までの加入状況は、悪くないと考えられる（表 7、図 17）。

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 年の加入量は 6,047 千尾、5,210 千尾と過去最高レベルになった。しかし 2008 年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、2010 年に加入する 2009 年の 56～76mm はそれぞれ 4,086 千尾、4,209 千尾と 2006 年、2007 年から大きく減少したが、2005 以前と比べて比較的高い値である（表 6）。2009 年の 56～76mm の資源尾数から推定した 2010 年の加入予定量は 2,966 千尾、2009 年の 46～56mm の尾数と $M=0.35$ から計算した 2011 年の加入量は 2,600 千尾であった。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 2010 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 17）。

(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 との関係性を雌雄別に図 18 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。

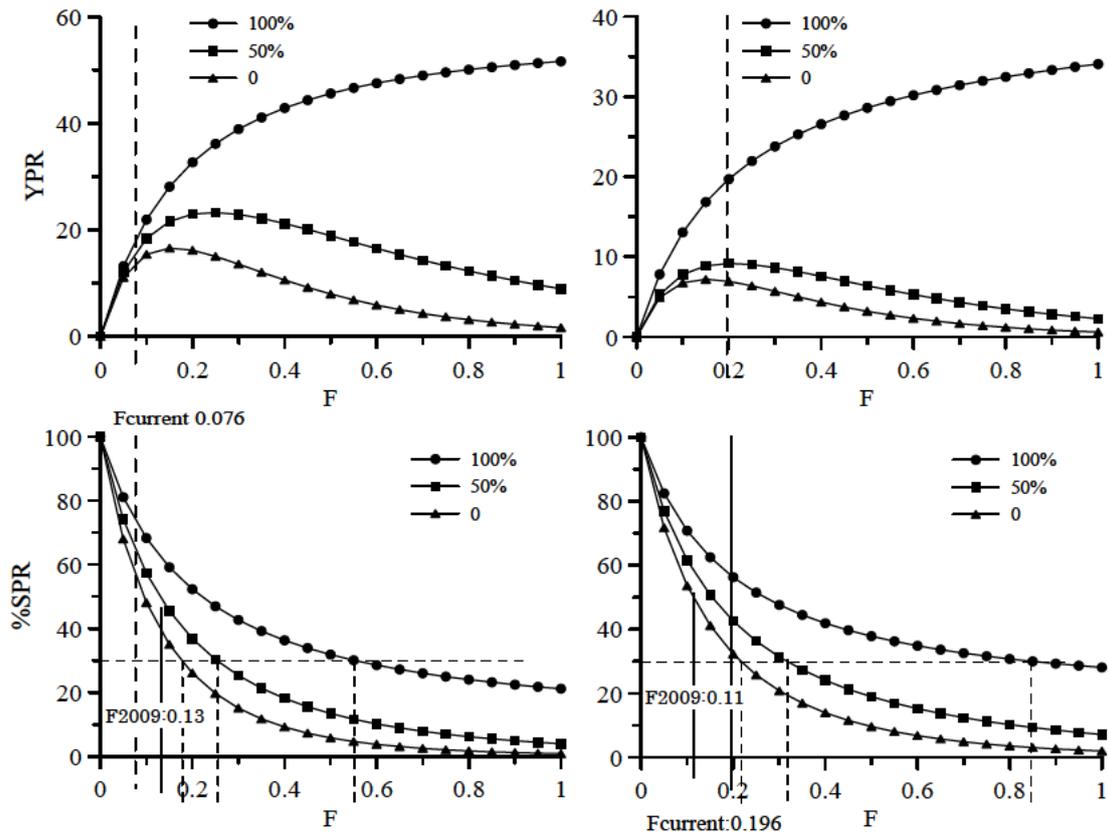


図 18.F の変化による YPR (上) および %SPR (下) の変化 (左 : 雄 右 : 雌)
 漁獲対象とならない小型個体の混獲後の再放流による生残率が 100%、50%、0%
 の場合で計算。

50%生残および 0%生残では、YPR はある F (Fmax) 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 (Fmax) は雄では 0.25、雌 0.20、0%生残の Fmax は雄 0.16、雌 0.15 であった(図 18 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 Fmax 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 Fmax 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 Fmax に相当し、0%生残では Fmax 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 F30%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、F30%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、F40%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 F20%程度かそれ以下となる。2009 年 F 値は、雄は 0.13、雌が 0.11 で 0%生残の場合でもそれぞれ F40%、F50%と同じ値である (図 18)。

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 Fmax 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 Fmax 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、F30%に相当する値である。また、2008年のF(0.35)はF20%程度となることから、雌についてはFを下げるのが望ましいと考えられる。

5. 2011年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

2009年の漁期前の雌雄を合わせた漁獲対象資源量は約2,000トンと2008年に引き続き減少した。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。しかし、資源量が多かった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り、これを考慮して最近の5年では横ばい傾向であると判断した。

雄の加入量は2008年が6,194千尾と過去最高であったが、2009年の加入量は3,473千尾、2010年は2,562千尾と半減している。

雌ガニ資源についてみると、2009年の加入量は2,880千尾、2010年の加入量はおよそ3,000千尾と推測された。これらの値は過去最高レベルであった2007、2008年から半減している(表7)が、1998~2009年の中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、2010年、2011年の雌雄合計の漁獲対象資源量は2009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2011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、中位水準で増加傾向にあった。しかし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19、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

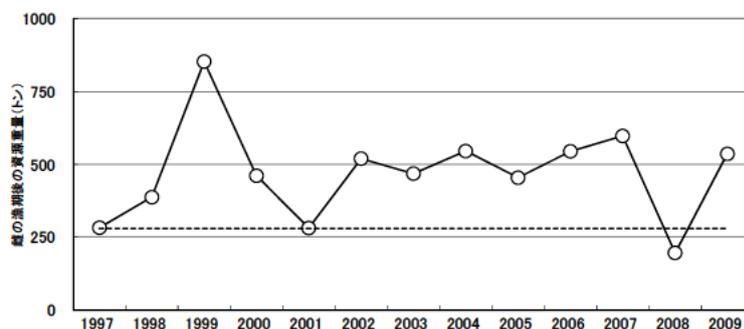


図19.漁期後の雌の漁獲対象資源量 (破線: Blimit)

性の可能性も残されている。2009年の調査結果では、雌の資源は795トンと2002~2007年のレベルに戻り、2009年SSBは約540トンとBlimitを上回った。2010年、2011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、過去に比べ多いと考えられ、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若しくは増大であり、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2011年漁期(2011年12月～2012年3月)の漁獲量をABCとした。

2010年および2011年の漁獲対象資源量は以下のように推定される。

2010年漁獲対象資源量：2009年漁獲対象資源量から2009年漁獲と2009年漁期までの自然死亡を引いた値に2010年加入量を加えた値。

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2010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。

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1998～2009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(F_{sus})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470トンでほぼ安定する雌のFを探索的に求めた。雄のFは、2011年の漁獲量の雌雄比を過去の平均的な値から1:1として雄の漁獲量を求め、それに対応する雄のF値を2011年以降のF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。

これをみると雌を2割削減しつつ現状の漁獲量を維持する場合と現状の雌雄別漁獲量で漁獲を維持した場合、2015年の漁獲対象資源量は雄ではそれぞれ3,226トン、3,278トンと2009年の2.7倍程度となる。雌は2015年にはそれぞれ1,106トン、1,060トンと2009年の1.3～1.4倍程度に増加する。

雌のFを2割削減しつつ現状の漁獲圧F=0.11(雄F=0.09、雌F=0.16)を維持した場合、2015年の漁獲量は雄で246トン、雌で133トンになり、2009年と比較してそれぞれ1.7倍に増加し、漁獲対象資源量も雄2,979トン、雌961トンとそれぞれ2009年の2.5倍、1.2倍となる。

現状の雌雄別漁獲圧(雄F=0.08、雌F=0.20)を維持した場合、2015年の漁獲量は、雄で213トン、雌は152トンと2009年と比較してそれぞれ1.5倍、2倍に増加する。漁獲対象資源量も雄3,072トン、雌901トンとなる。現状の親魚量を維持するF(F_{sus})を維持した場合、2015年漁獲量は雄が268トン、雌は179トンで雌雄それぞれ2009年の1.9倍、2.3倍となる。漁獲対象資源量は雄で2,916トン、雌は815トンで2009年のそれぞれ2.4倍、1.0倍となる。

1996～2009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19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470トンよりやや高いところで緩やかな増加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2010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。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
雌を2割削減しつつ現状の漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	143	198	136	136	136	136	136
		77	88	74	74	74	74	74
雌を2割削減しつつ現状の漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	143	198	95	95	95	95	95
		77	88	52	52	52	52	52
現状の雌雄別漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	143	198	117	117	117	117	117
		77	88	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	143	198	82	82	82	82	82
		77	88	65	65	65	65	65
雌Fを2割削減しつつ現状の漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄0.09,雌0.16)	143	198	192	218	229	239	246
		77	88	134	133	133	133	133
雌Fを2割削減しつつ現状の漁獲量の維持の予防的措置	0.7Fcurrent:0.08 (雄0.06,雌0.11)	143	198	137	159	169	178	185
		77	88	96	99	101	102	103
現状の雌雄別漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄0.08,雌0.20)	143	198	161	185	196	206	213
		77	88	163	159	156	154	152
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)	143	198	114	133	143	151	158
		77	88	119	120	121	122	122
現状の親魚量の維持 (Fsus)	Fsus:0.15 (雄0.10,雌0.26)	143	198	212	241	251	261	268
		77	88	212	197	188	183	179
現状の親魚量の維持の予防的措置	0.7Fsus:0.10 (雄0.07,雌0.18)	143	198	151	176	186	196	203
		77	88	155	151	149	148	147
		資源量 (トン)						
漁獲シナリオ	管理基準	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
雌を2割削減しつつ現状の漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	1,203	1,672	2,309	2,697	2,893	3,076	3,226
		795	915	966	1,011	1,049	1,080	1,106
雌を2割削減しつつ現状の漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	1,203	1,672	2,309	2,737	2,962	3,169	3,339
		795	914	966	1,029	1,082	1,125	1,161
現状の雌雄別漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	1,203	1,672	2,309	2,715	2,925	3,119	3,278
		795	914	966	996	1,022	1,043	1,060
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	1,203	1,672	2,309	2,750	2,984	3,200	3,376
		795	914	966	1,018	1,062	1,098	1,128
雌Fを2割削減しつつ現状の漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄0.09,雌0.16)	1,203	1,673	2,309	2,641	2,771	2,890	2,979
		795	915	966	963	962	961	961
雌Fを2割削減しつつ現状の漁獲量の維持の予防的措置	0.7Fcurrent:0.08 (雄0.06,雌0.11)	1,203	1,673	2,309	2,696	2,870	3,026	3,146
		795	915	966	993	1,015	1,031	1,042
現状の雌雄別漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄0.08,雌0.20)	1,203	1,673	2,309	2,672	2,827	2,966	3,072
		795	915	966	938	921	909	901
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)	1,203	1,673	2,309	2,719	2,912	3,084	3,219
		795	915	966	975	982	987	991
現状の親魚量の維持	Fsus:0.15 (雄0.10,雌0.26)	1,203	1,673	2,309	2,620	2,733	2,839	2,916
		795	915	966	899	857	831	815
現状の親魚量の維持の予防的措置	0.7Fsus:0.10 (雄0.07,雌0.18)	1,203	1,673	2,309	2,681	2,843	2,988	3,099
		795	915	966	946	933	924	918

※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。

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、2009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。

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)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
雌を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	536	635	693	731	762	788	809
雌を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	536	635	711	764	807	843	872
現状の雌雄別漁獲量の維持	Ccurrent (Cave 3-yr)	536	635	678	704	725	742	756
現状の雌雄別漁獲量の維持の予防的措置	0.7Ccurrent	536	635	700	744	780	810	834
雌 F を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄 0.09,雌 0.16)	536	635	645	644	643	643	642
雌 F を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持の予防的措置	0.7Fcurrent:0.08 (雄 0.06,雌 0.11)	536	635	675	697	713	724	733
現状の雌雄別漁獲量の維持	Fcurrent:0.11 (雄 0.08,雌 0.20)	536	635	620	603	591	583	578
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)	536	635	657	664	669	673	676
現状の親魚量の維持	Fsus:0.15 (雄 0.10,雌 0.26)	536	635	581	539	513	497	486
現状の親魚量の維持の予防的措置	0.7Fsus:0.10 (雄 0.07,雌 0.13)	536	635	628	615	606	600	596

(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 2011 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、1998～2009 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 2015 年の漁期後の雌漁獲対象資源量が過去の平均である 470 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。

雌を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持 (Ccurrent:Cave 3-yr)、現状の雌雄別漁獲量の維持 (Ccurrent:Cave 3-yr)、雌 F を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持 (Fcurrent:Fave3-yr) の漁獲シナリオでは、2015 年の SSB が Blimit の 280 トンを下回ることとはほとんどない。SSB を平均の 470 トン以上に維持する確率も 80～92% と高い。

現状の雌雄別漁獲量の維持 (Fcurrent:Fave 3-yr)、現状の親魚量の維持 (Fsus) でも Blimit を下回ることとはほとんどないが、SSB を平均の 470 トン以上に維持する確率は、それぞれ 70%、48% 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。

漁獲シナリオ	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (トン)		評価		2010 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)	
雌を 2 割削減しつつ 現状の漁獲量の維持 (Ccurrent)	0.07 (0.06, 0.08) (0.6Fcurrent)	6.4 (5.9, 7.7)	209 (135,74)	209 (135,74)	92.2%	99.6%	209 (135,74)
雌を 2 割削減しつつ 現状の漁獲量の維持 の予防的措置	0.05 (0.04, 0.06) (0.4Fcurrent)	4.5 (4.1,5.4)	147 (95,52)	147 (95,52)	96.5%	99.9%	147 (95,52)
現状の雌雄別漁獲量 の維持 (Ccurrent)	0.07 (0.06, 0.11) (0.6Fcurrent)	6.4 (5.1, 9.6)	210 (117,93)	210 (117,93)	86.5%	98.8%	210 (117,93)
現状の雌雄別漁獲量 の維持の予防的措置	0.05 (0.04, 0.07) (0.4Fcurrent)	4.5 (3.6, 6.7)	147 (82,65)	147 (82,65)	99.3%	100%	147 (82,65)
雌 F を 2 割削減しつ つ現状の漁獲圧の維 持 (Fcurrent)	0.11 (0.09, 0.16) (1.0Fcurrent)	9.9 (8.3, 13.8)	254-510 (172-329, 82-181)	374 (245,129)	79.9%	99.3%	325 (192,134)
雌 F を 2 割削減しつ つ現状の漁獲圧の維 持の予防的措置	0.08 (0.06, 0.11) (0.7Fcurrent)	7.1 (5.9, 9.9)	260-459 (176-300, 84-159)	360 (239,121)	98.4%	100%	233 (137,96)
現状の雌雄別漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	0.11 (0.08, 0.20) (1.0Fcurrent)	9.9 (7.0, 17.0)	242-506 (150-287, 92-219)	365 (214,151)	70.1%	97.7%	325 (161,164)
現状の雌雄別漁獲圧 の維持の予防的措置	0.08 (0.05, 0.14) (0.7Fcurrent)	7.1 (4.9,12.3)	187-379 (109-212, 78-167)	278 (158,120)	84.6%	99.5%	233 (114,119)
現状の親魚量の維持 (Fsus)	0.15 (0.10, 0.26) (1.3Fcurrent)	13.0 (9.3, 22.0)	290-614 (186-356, 104-258)	440 (265,175)	46.5%	91.7%	424 (212,212)
現状の親魚量の維持 の予防的措置	0.10 (0.07, 0.18) (0.9Fcurrent)	9.3 (6.6,16.0)	265-505 (145-274, 120-231)	379 (205,174)	92.2%	99.9%	306 (151,154)

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 2011 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998～2009 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、2010 年の漁獲量には 2009 年 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 2015 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2011～2015 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 1997～2009 年の平均値 470 トン、Blimit を SSB の最低値 280 トンとし、1,000 回シミュレーション後、2015 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。
- ・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。
- ・「雌を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持」の雌漁獲量は 2007～2009 年の平均値に 0.8 を乗じた値、雄は 2007～2009 年の雌雄合計の平均値から雌の漁獲量を差し引いた値、F 値は 2011 年の値。
- ・「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 2011 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。
- ・「雌 F を 2 割削減しつつ現状の漁獲圧の維持」の Fcurrent は 2007～2009 年の雌雄合わせた漁獲対象資源量と漁獲量から求めた値の平均、雌の F は 2007～2009 年の平均値に 0.8 を乗じた値、雄の F は雌雄合わせた F の平均が Fcurrent とほぼ等しくなるような値を探索的に求めたもの。
- ・「現状の親魚量の維持」の Fsus は加入量を過去平均値として、10 年程度で SSB が 470 トンでほぼ安定する雌の F を探索的に求めた。2011 年の雄の漁獲量は雌の漁獲量と等しいと仮定し、2012 年以降の雄の F を 2011 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 2011 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。

雌を2割削減しつつ現状の漁獲量の維持 (Ccurrent:Cave 3-yr)、現状の雌雄別漁獲量の維持 (Ccurrent:Cave 3-yr)、雌を2割削減しつつ現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent:Fave 3-yr)、現状の雌雄別漁獲圧の維持 (Fcurrent:Fave 3-yr) の4つのシナリオについては、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 470 トン以上に維持する確率は 100% 近い値となっている。予防的措置を取らない場合 Fsus では5年後の SSB を平均値 470 トン以上に維持する確率は 50% 未満であったが、30% 漁獲圧を下げることにより、5 年後の SSB を平均値 470 トン以上に維持する確率は 90% 程度となり、Blimit の 280 トン以上を維持できる確率はほぼ 100% となる。

(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
2009 年漁期漁獲量	2009 年漁期漁獲量の確定
2009 年甲幅別資源量	2009 年資源量確定、2010 年加入量確定、2011 年加入量見直し

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2009 年 (当初)	Fave 3-yr	雄 0.05	4,937	229	162	
	Fave 3-yr	雌 0.11	1,387	137	99	
2009 年 (2009 年再評価)	Fave 3-yr	雄 0.05	3,215	161	114	
	Fave 3-yr	雌 0.11	584	58	41	
2009 年 (2010 年再評価)	Fave 3-yr	雄 0.05	1,203	56	39	143
	Fave 3-yr	雌 0.11	795	79	57	77
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	
<ul style="list-style-type: none"> ・2009 年 TAC 設定の根拠となったシナリオ：現状の漁獲圧の維持。 ・2009 年 ABC の再評価で用いた Fave3-yr は 2005～2007 年の F の平均値。 ・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。 						

2009 年 ABC の再評価は漁獲シナリオ「現状の漁獲圧の維持」について行った。

なお、Fave 3-yr については、平成 21 年度以前では F の平均期間を再評価年の最新のものに、例えば 2009 年 (2009 年再評価) では、F の平均期間を当初の 2005～2007 年から 2006～2008 年に更新していた。今年度から、当初と同じ期間で F の平均を使うことになったため、2009 年再評価の F は 21 年度報告書で用いた雄 0.05、雌 0.19 から雄 0.05、雌 0.11 と雌の F 値がやや下がった。これにより平成 21 年度報告書の 2009 年 (2009 年再評価) より若干数値が下がっている。

2009年(2009年再評価)では、(当初)で推定値を用いた2008年の漁獲量が確定され、2008年調査から推定した2009年加入量を用いて2009年の資源量を推定した。この値に対する2005~2007年の雌雄別平均F値(雄0.05、雌0.11)による漁獲量をABClimitとして示した。

2009年(2010年再評価)では、2009年のトロール調査から推定した2009年の漁獲対象資源量に対する2005~2007年の雌雄別平均F値(雄0.05、雌0.11)による漁獲量をABClimitとした。

2007年のトロール調査結果で推定された2009年漁獲対象資源量は、雄が約5,000トン、雌が1,400トンであったが、2008年調査からの推定資源量は雄が約3,200トン、雌が約580トンと雌雄ともに減少した。このためABClimitは雄160トン、雌58トンとなった。

2009年トロール調査から推定された2009年資源量は、雄が約1,203トンと当初の4分の1に減少、雌は795トンと6割程度に減少した。これにより2010年再評価によるABClimitは雄が56トンと当初の4分の1、雌は80トンと当初の6割程度となった。

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。

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。

2009年当初から2009年(2010年再評価)、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、2009年当初、2010年当初のABC算出に用いた2007年および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く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、2007、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。

2009年の調査結果では、雌の漁獲対象資源の推定誤差はやや大きい、雄の漁獲対象資源尾数、雌雄の全資源尾数の推定誤差は通常範囲に収まっており、当初と今後の再評価時の推定値の乖離は小さいことが予測される。

6. ABC以外の管理方策への提言

甲幅8cm未満の雄ガニと腹節の内側に卵を有しない雌ガニの採捕の周年禁止等、規制を徹底するとともに漁期(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、雌雄別の漁獲状況や資源状況に応じた雌雄別のABC、TACの設定を

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

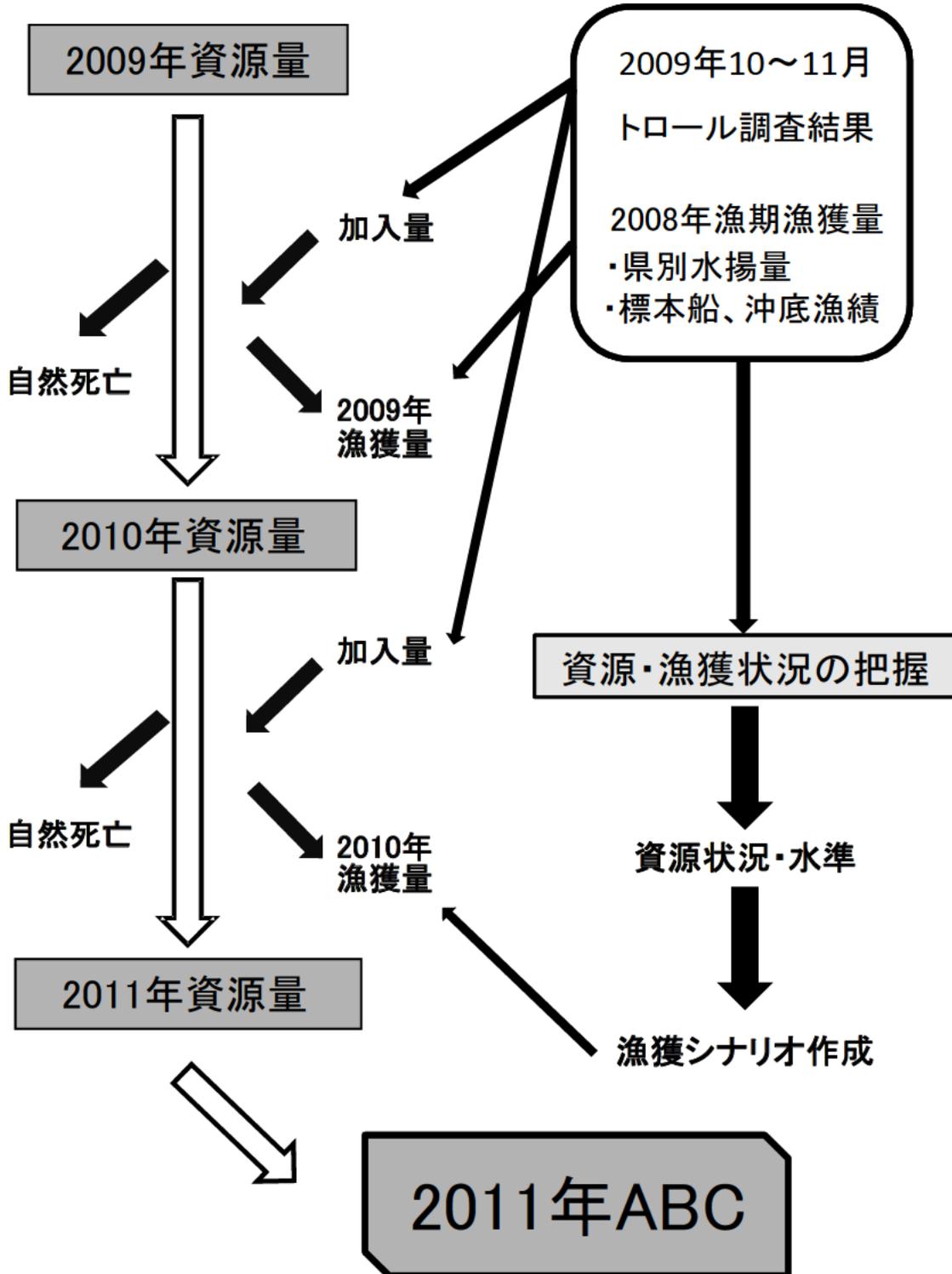
- 土門 隆 (1965) ズワイガニ調査 (1964) . 北水試月報, 22,219-234.
- 服部 努・北川大二・今村 央・池川正人 (1998) 1997年の底魚類資源量調査結果. 東北底魚研究, 1, 47-67.
- 服部 努・北川大二・今村 央・野別貴博 (1999) 1998年の底魚類資源量調査結果. 東北底魚研究, 19, 77-91.
- 伊藤勝千代 (1956) 日本海の底魚漁業とその資源. 重要水族の漁業生物学的研究 (ズワイガニの項). 日水研報告, 4, 293-305.
- 伊藤正木・服部努・
- 金丸信一 (1990) 日本海区のズワイガニ類の漁獲状況について. 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。

2011 漁期年の ABC の算出には、2009 年 10 月の資源量をもとに 2009 年漁期と 2010 年漁期の漁獲量を考慮して動向を予測する必要がある。

2009 年漁期の漁獲量は 219 トン、2010 年の漁獲量については、雌雄とも 2009 年と同じ 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。

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

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

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。

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

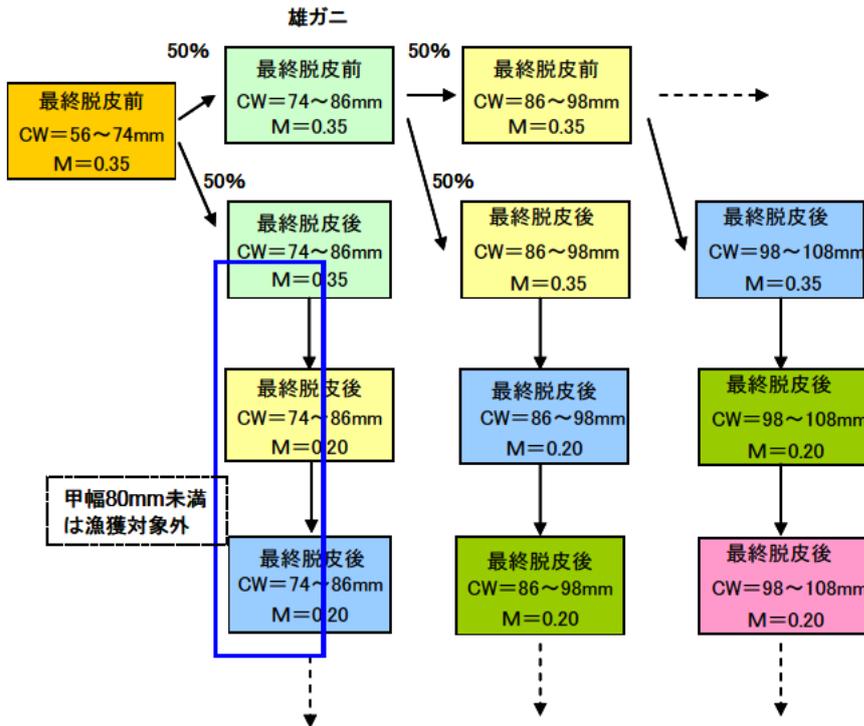
ズワイガニの脱皮と成長過程を補足図 2 および 3 に示した。この図における甲幅の区分は 2004 年 10 月の資源量調査結果で得られた甲幅別資源尾数に基づき行った。また、太平洋北部海域における脱皮に関する知見がないため下記の条件を仮定した。

- ・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。



補足図 2.太平洋北部系群のズワイガニ雄の脱皮模式図

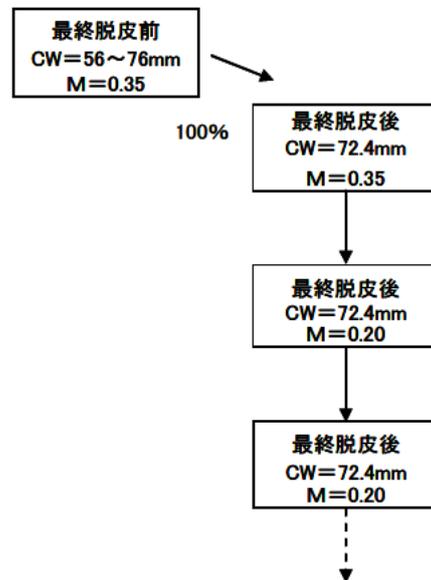
・2010年の加入量(2009年9月)

雄: 2009年(10月調査時)の56~74mmの最終脱皮前のものが2010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2010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。

2009年10月の74~80mmは、2008年10月の56~74mmのうちの2008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2010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2010年漁期の漁獲対象に加入する。

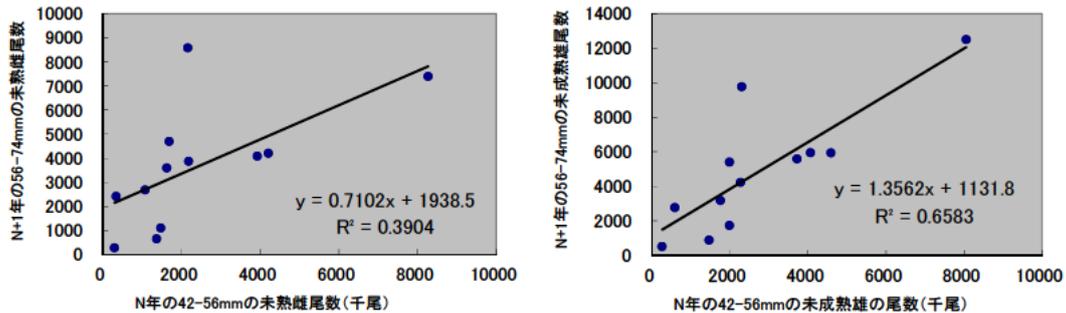
雌: 2009年(10月調査時)に未成熟であった56~76mmが2010年9月に脱皮して、平均甲幅72.4mmの成熟ガニとなり全て漁獲に加入する。

・2011年の加入量: 甲幅組成から2009年の甲幅42~56mmのものが2010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



補足図 3.ズワイガニ雌の脱皮模式図

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、1997～2009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2009年の甲幅42～56mmの資源尾数を当てはめて、2010年の56～74mm（雌は56～76mm）の資源尾数を推定した。この推定値と雄の場合は2010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：2009年10月6日～10月21日

第二次航：2009年10月23日～11月8日

第三次航：2009年11月11日～11月26日

水深150～900mで合計134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。

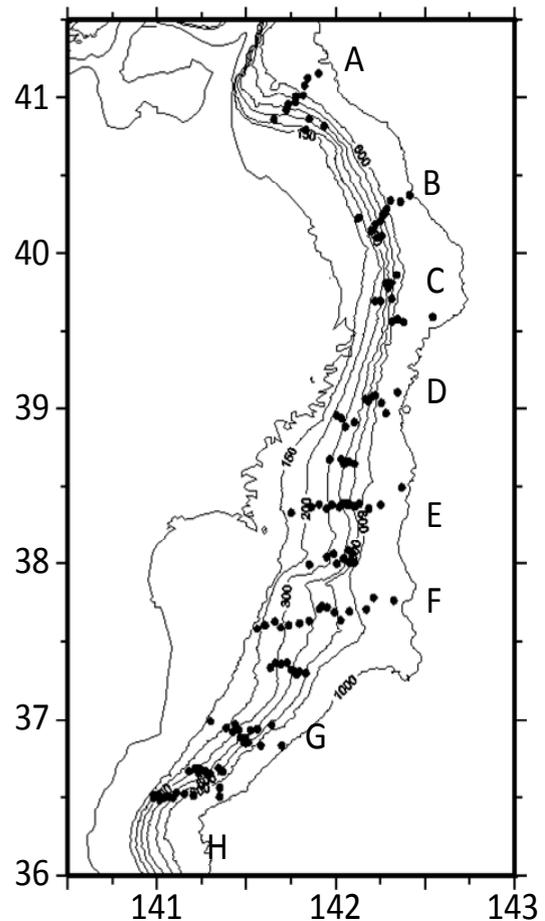
1997～2009年のトロール調査データを用いて、N年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量（観測値）とそのN-1年およびN-2年のトロール調査から推定された漁獲対象資源量を元にして加入量、漁獲や自然死亡による減耗を考慮して計算したN年の漁獲対象資源量（以下計算値）との比較を行い、その整合性について検討した。

雄では2004～2006年、2008年、2009年、雌は2005～2008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。雌雄ともに観測値と計算値のバラツキが近年は小さくなる傾向が認められ、調査点数の増加、配分の変更、加入過程の改善の効果がみられていると考えられる。2008年および2009年雌と2009年雄では、計算値のほうが大きくなるという傾向に変わりはなかったが、観測値と計算値との差は大きくなった。（補足図6）。

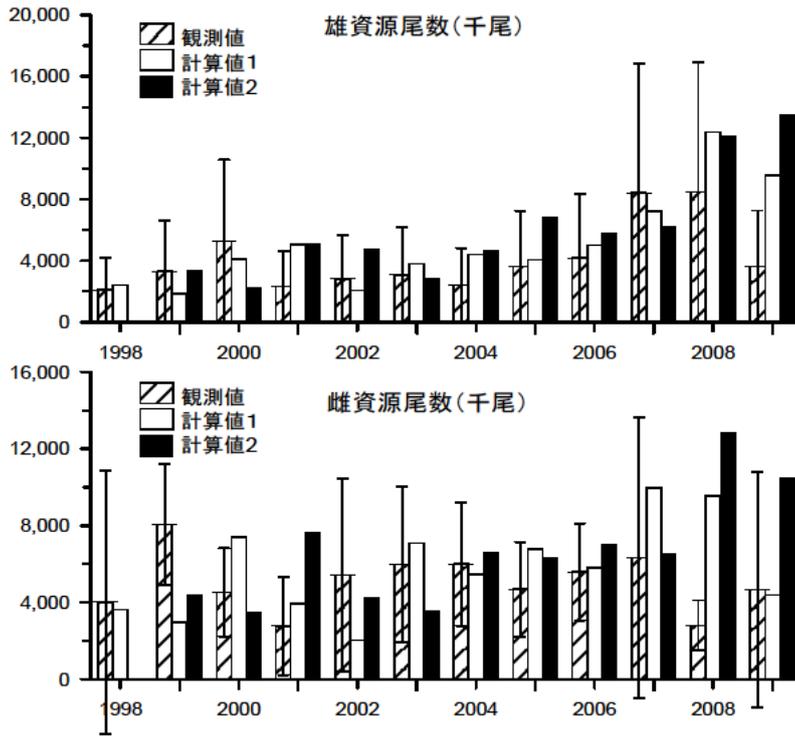
次に1997年、1998年および1999年の漁獲対象資源量を初期値として与えて、それ以後、毎年の漁獲量と調査で得られた加入量を用いて計算した漁獲対象資源量推定値と各年のトロール調査で得られた漁獲対象資源量を比較した（補足図7）。

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傾向を示しており、2003～2008年は増加傾向である。推定された漁獲対象資源量にも、初期値の年間で大きな差がみられなかった。2001～2007年の観測値と推定値とに大きな差がみられなかったが、増加していた観測値は2008年に2007年とほぼ同じ値となり、2009年は半分以下に減少したことにより、観測値と推定値に大きな差が生じた。

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



補足図5.底魚類資源調査海域
および調査点配置

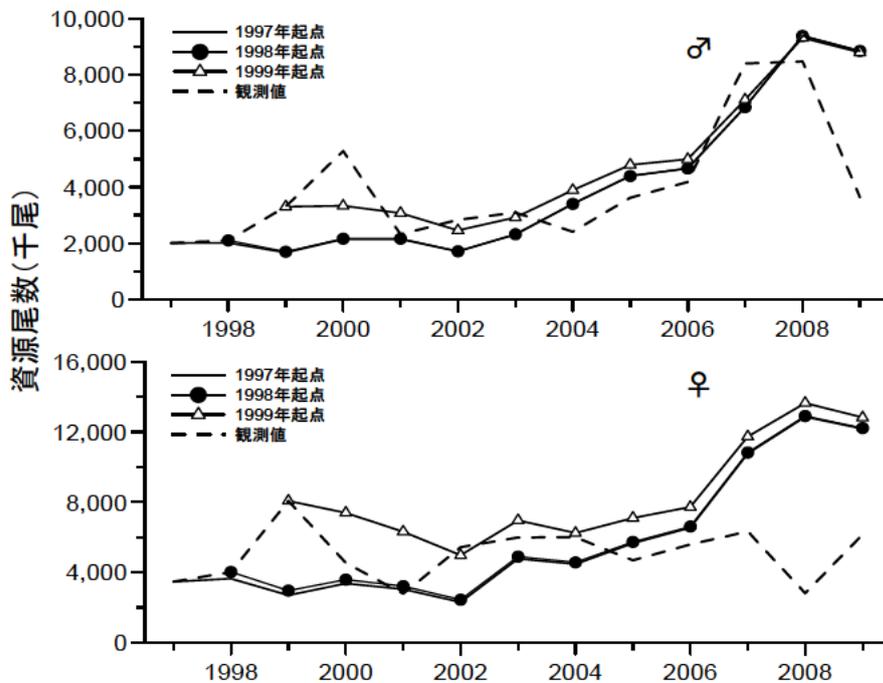


補足図 6.資源量推定値の比較

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修正後の加入量を用いて推定した資源量の推移

とした場合が高いが、推定値の経年変化の傾向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。2000～2006年は観測値と推定値で変化の傾向は異なるが、数値の差は小さい。

しかし、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

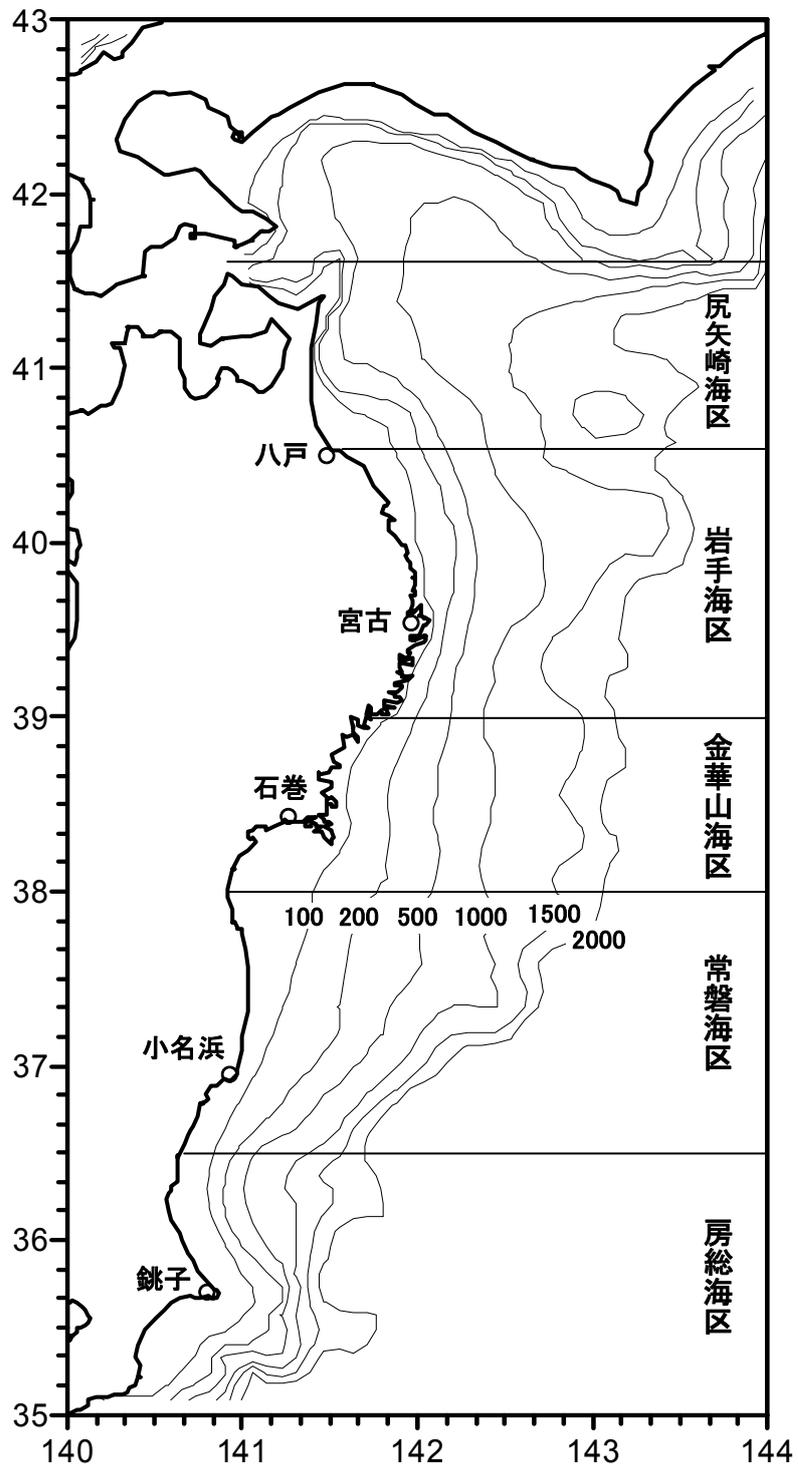
ABCの算定においては、再生産関係が不明であることから、1998～2009年の加入量を与えてシミュレーションを行った。1998～2009年の加入量をみると1998～2002年と2003～2009年で傾向が異なり、前者では加入量は少なく、後者では多くなっている。そこで、ABC算定に用いた漁獲シナリオについて1998～2002年程度の水準に低下した状態が続く時について加入量を変動させてシミュレーションを行った。加入量が1998～2002年程度の水準に低下し、この状態が続くとき、2008年には雌の漁獲対象資源量が半減したこともあり、各シナリオとも5年後にSSBの平均値である470トンを維持する確率はほぼ0となる。

現状の漁獲量の維持（全体量を維持しつつ、雌の漁獲量を抑える）、現状の漁獲圧の維持（全体のFを現状に維持しつつ、雌のFを抑える）、現状の雌雄別漁獲量の維持、現状の雌雄別漁獲圧の維持の4つのシナリオで、Blimitを維持する確率は60～80%と比較的高い値である。現状の漁獲圧の維持（全体のFを現状に維持しつつ、雌のFを抑える）のシナリオは、80%の確率でBlimitが維持できる可能性がある。

以上のことから、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、「現状の雌雄別漁獲圧の維持（全体のFを現状に維持しつつ、雌のFを抑える）」による漁獲が望ましい。

補足表 2. 2012 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 2011~2015 年の将来漁獲量および評価

漁獲シナリオ	F 値 (雄,雌) (Fcurrent と の比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (トン)		評価		2011 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)	
雌を 2 割削減しつつ 現状漁獲量の維持 (Ccurrent)	0.07 (0.06, 0.08) (0.6Fcurrent)	6.4 (5.9, 7.7)	210 (135,74)	210 (135,74)	4.5%	63.5%	210 (135,74)
現状の雌雄漁獲量の 維持 (Ccurrent)	0.07 (0.06, 0.11) (0.6Fcurrent)	6.4 (5.1, 9.6)	210 (117,93)	210 (117,93)	2.4%	60.6%	210 (117,93)
雌 F を 2 割削減しつつ 現状の漁獲量の維持 (Fcurrent)	0.11 (0.09, 0.16) (1.0Fcurrent)	10.0 (8.3, 13.8)	169-261 (117-171, 52-90)	214 (144,70)	2.6%	82.0%	325 (192,134)
現状の雌雄別漁獲量 の維持 (Fcurrent)	0.11 (0.08, 0.20) (1.0Fcurrent)	9.9 (7.0, 17.0)	158-252 (102-149, 56-103)	203 (124,79)	0%	65.4%	325 (161,164)
現状の親魚量の維持 (Fsus)	0.15 (0.10, 0.26) (1.3Fcurrent)	13.0 (9.3, 22.0)	187-305 (127-187, 60-118)	244 (156,88)	0%	26.5%	376 (205,171)
<p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本系群の ABC 算定には規則 1-3)-(2)を用いた。 ・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 2011 年以降の将来予測時の加入量は、トロール調査で得た 1998~2009 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、2010 年の漁獲量には 2009 年 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 2015 年の漁獲量を 80%区間で表示、5 年平均には 2011~2015 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 1997~2009 年の平均値 470トン、Blimit を SSB の最低値 280トンとし、1,000 回シミュレーション後、2015 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。 ・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。 ・「雌を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持」の雌漁獲量は 2007~2009 年の平均値に 0.8 を乗じた値、雄は 2007~2009 年の雌雄合計の平均値から雌の漁獲量を差し引いた値、F 値は 2011 年の値。 ・「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 2011 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。 ・「雌 F を 2 割削減しつつ現状の漁獲量の維持」の Fcurrent は 2007~2009 年の雌雄合わせた漁獲対象資源量と漁獲量から求めた値の平均、雌の F は 2007~2009 年の平均値に 0.8 を乗じた値、雄の F は雌雄合わせた F の平均が Fcurrent とほぼ等しくなるような値を探索的に求めたもの。 ・「現状の親魚量の維持」の Fsus は加入量を過去平均値として、10 年程度で SSB が 470トンでほぼ安定する雌の F を探索的に求めた。2011 年の雄の漁獲量は雌の漁獲量と等しいと仮定し、2012 年以降の雄の F を 2011 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 2011 年漁期当初の漁獲対象資源量に対する漁獲量(ABC)の割合。 							



補足図 8.太平洋北部海域の海区区分