

平成15年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）

参画機関：青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

2002年10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。漁獲対象サイズの資源量は9,283千尾、1,888トンで、尾数、重量ともに1996年とほぼ同じ値となった。2002年漁期の加入量は少ないが2003年は多いと推定され、資源水準は中位で、横ばい傾向と判断した。雌ガニの資源量を現状の水準に維持し、全体の資源量を減少させないことを管理目標とし、ABC算定のための基本規則（ルール）の1-3)-(2)に基づき、 $F_{limit} = F_{sim} \times 1$ 、 $F_{target} = F_{limit} \times 0.7$ とし、 $F_{sim} = 1$ 、 $F_{limit} = 0.7$ としてABCを算出した。

	2004年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	220トン	F_{sim}	0.07	6.5%
ABC _{target}	150トン	$0.7 F_{sim}$	0.05	4.5%

F値は完全加入年齢（漁獲対象資源）における値。

ABCは10トン未満を四捨五入した値。

年	資源量（百トン）	漁獲量（トン）	漁獲割合	F値
2001	12	120	10.0%	0.08
2002	19	149	8.0%	0.09
2003	30			

2001年、2002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で、漁獲対象資源量。2003年資源量は2002年資源量からの予測値で100トン未満を四捨五入した値。漁獲量は漁期年（12月～翌年3月）で集計。

（水準・動向）

水準：中位 動向：横ばい

1. まえがき

太平洋北部（北海道を除く）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102～354トンで、日本海やオホーツク海と比較して少ないが、福島県では重要な資源の1つであり、太平洋北部海域（北海道を除く）で漁獲されるズワイガニの80%程度を占める。そのため、稚ガニが多数生息する場所での操業の自粛や、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

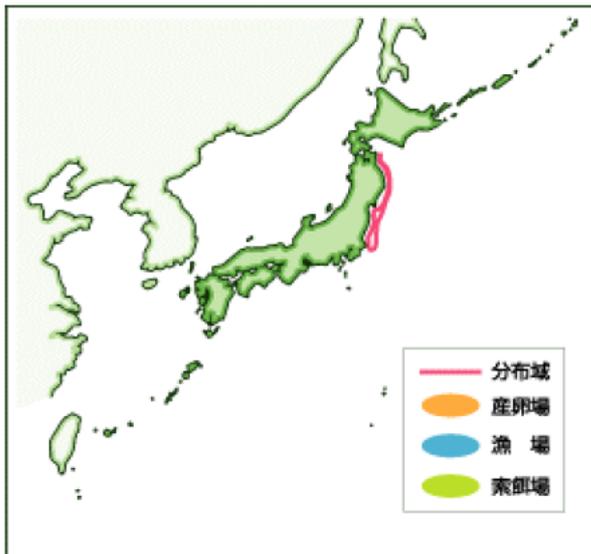


図1. 太平洋北部海域(北海道を除く)のズワイガニの分布

(1) 分布・回遊

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

漁獲可能なサイズ(オス:甲幅 80mm 以上、雌:甲幅 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）。本海域における季節的な深浅移動や南北方向の移動については明らかではない。

(2) 年齢・成長

年齢・寿命：不明、

(3) 成熟・産卵生態

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 2）。齢期は脱皮回数で数えた脱皮齢であるため年齢とは一致しない。

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が、雄の成熟サイズは日本海のものよりも小さい（北川 2000）。

①年齢別成熟割合

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、2002 年 10 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 3 に示した。

雄では最終脱皮後の成熟個体が甲幅 55mm 台で一部みられるが、50%以上が成熟するのは甲幅 80mm 以上で、甲幅 100mm 以上では殆どの個体が成熟して

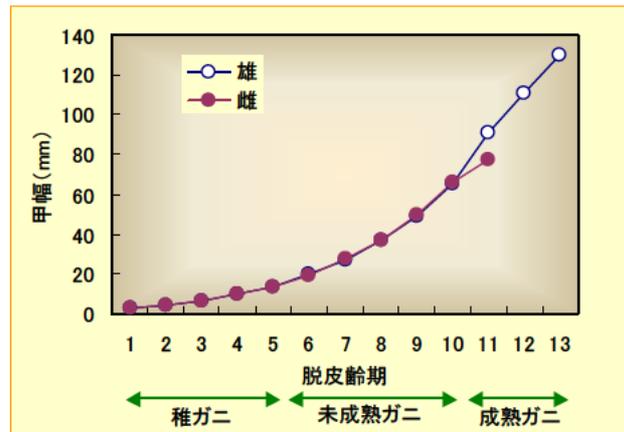


図2. ズワイガニの脱皮齢期と甲幅の関係

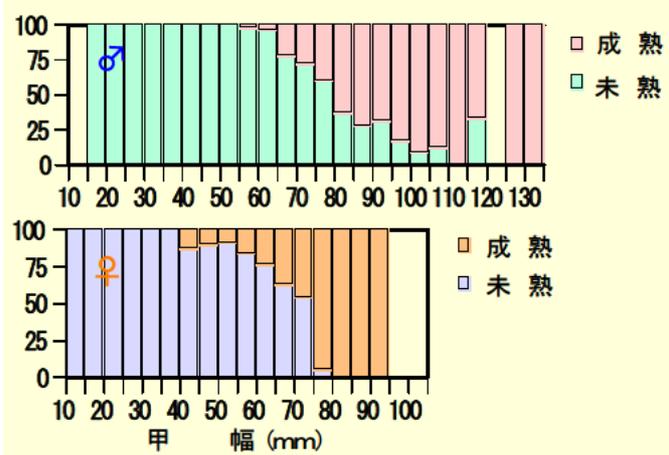


図3. 2002 年調査結果における甲幅別成熟割合

いる。

雌では甲幅 55mm 未満でも若干成熟個体が出現している。甲幅 55～70mm 間で徐々に成熟割合が高くなり、70mm でほぼ半数が成熟する。75mm から成熟個体が急増し 75mm 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：不明
- ・寿命：不明
- ・索餌期・索餌場：周年、水深 150～750m

なお、自然死亡係数（M）は最終脱皮前及び最終脱皮後 1 年以内は 0.35、最終脱皮後 1 年以降は 0.20 とした。

（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。

（５）生活史・漁場形成（補足資料 沖合底びき網漁業の漁場及び生活史（日本海の例）参照）

沖底の主要漁場は宮城県南部～福島県沖の水深 200～500m に形成されている。

太平洋北部海域における本種的生活史についての詳細は明らかではない。日本海との漁場水深の違いなどから産卵水深、幼生の着底水深等に違いが有る可能性も考えられる。

3. 漁業の状況

（１）主要漁業の概要

太平洋北部海域（北海道沖を除く）では、福島県を主体に青森～茨城県において主として沖底により漁獲されている。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、太平洋北部における漁獲の大半は福島県船によるものである。

1996 年に省令に基づき規制が導入され、操業期間は 12 月 10 日～翌年 3 月 31 日、雄では甲幅 8 cm 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。

（２）漁獲量の推移

統計が十分に整備されていないため、1992 年以降の漁獲量しか把握されていない。1992 年に約 80 トンであった漁獲量は 1995 年には最高の 350 トンに増加した。その後 1997 年まではほぼ 300 トンあったが 2000 年には 107 トンまで減少している。2001 年は 120 トン、2002 年は 149 トンと若干増加している（図 4）。

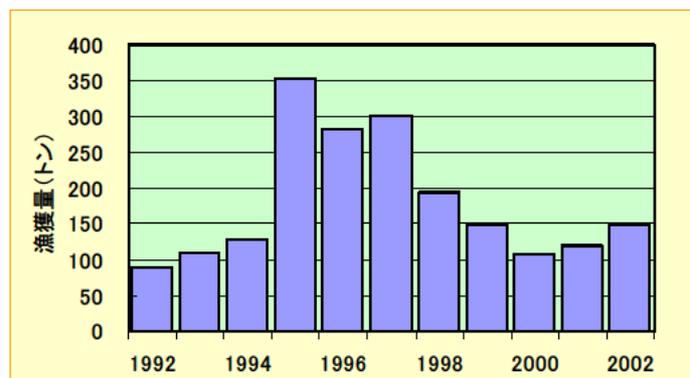


図 4. ズワイガニ漁獲量の推移

4. 資源の状態

（１）資源評価方法

秋季に太平洋北部海域全域で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 71 地点、補足資料 1 参照)、海域を北部と南部に分割して水深帯別に層化し、面積-密度法により資源量を推定した。トロール網の採集効率(網を曳いた場所にいたカニうちどの程度の割合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漁獲密度との比率から 0.3 とした(渡部ほか印刷中)。

これらの結果から、雌雄別に甲幅別資源量を計算し、2002 年の漁獲対象資源量、2003 年および 2004 年の加入量を推定して、2003 年以降の資源動向を予測した(補足資料 1)。

(2) CPUE

本種を漁獲する主要な漁業である沖合底びき網漁業(オッタートロール)による CPUE (kg/網) の経年変化を図 5 に示した。

CPUE は 1996~1999 年の 50~53kg/網から 2000 年には 37kg/網に減少した。その後 2001、2002 年(暫定値)は 37kg/網前後で安定している。

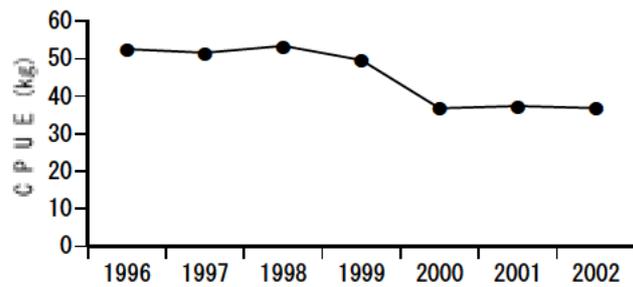


図 5. オッタートロールによるズワイガニの CPUE (kg/網) の経年変化

(3) 漁獲物の年齢(体長)組成の推移

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。調査船調査結果から体長別資

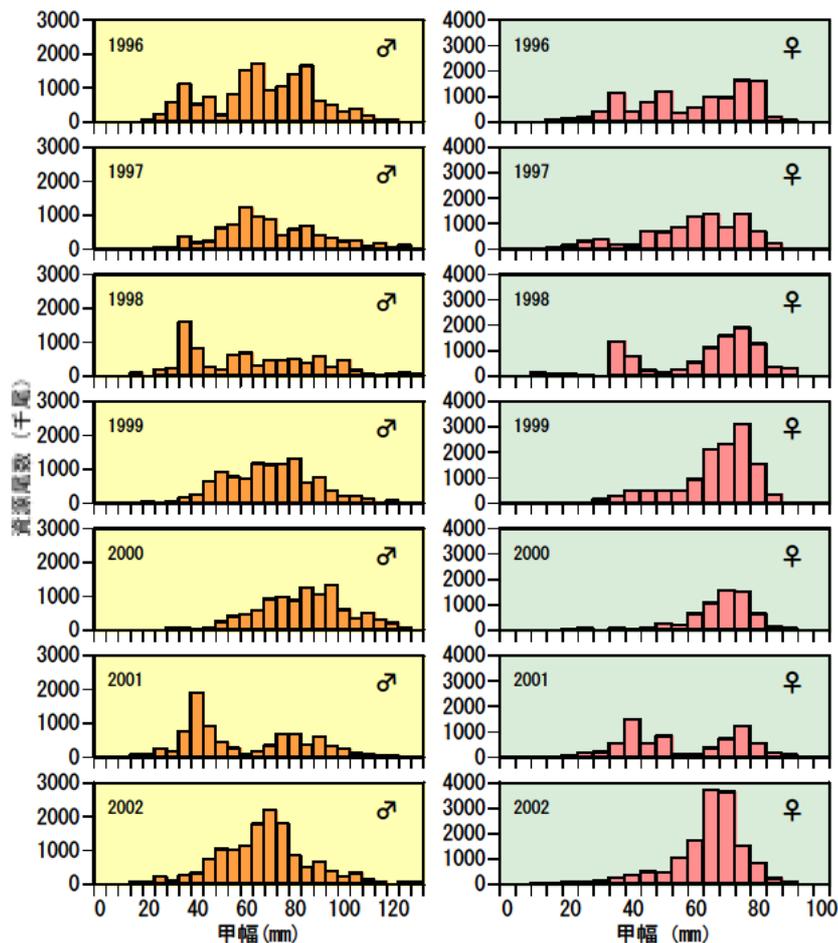


図 6. 体長別資源尾数

源尾数の経年変化を雌雄別に示した（図 6）。

雄の甲幅の範囲は 15～130mm で、年による大きな差は見られない。しかし、1996 年は 35mm と 65mm および 85mm モードの 3 峰型、1997 年のモードは 60mm、1998 年は 35mm がモードであるなどモードや主体となる体長範囲が年によって異なっている。

雌はどの年においても甲幅 55～85mm のものが中心で 75mm 前後がモードである。また、雌雄とも 40mm 前後の個体数は 1996 年、1998 年、2001 年に多かったが、そのほかの年は極端に少ない。このことからこの海域のズワイガニの加入は不安定である可能性も考えられる。

（4）資源量の推移

2002 年 10 月における資源量は全体で 27,886 千尾（CV：雄 0.28、雌 0.26）3,419 トンで

表 1．面積密度法によって推定されたズワイガニの資源尾数・重量
ズワイガニ全体

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
尾数 雄		14,219	8,094	8,083	10,223	9,967	8,212	13,575	千尾
雌		10,231	8,675	9,645	12,347	6,034	6,780	14,311	
重量 雄		2,024	1,134	1,112	1,579	2,460	964	1,928	トン
雌		948	903	1,059	1,519	749	572	1,491	
尾数計	15,434	24,449	16,768	17,728	22,570	16,001	14,992	27,886	千尾
重量計	2,111	2,972	2,038	2,171	3,098	3,210	1,536	3,419	トン

漁獲対象資源(甲幅80mm以上の雄および成熟雌ガニ)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
尾数 雄	-	4,986	2,641	2,434	3,455	6,384	2,355	3,084	千尾
雌	-	4,662	3,626	6,111	7,886	4,201	2,819	6,198	
重量 雄	-	1,470	900	845	1,033	2,303	730	1,017	トン
雌	-	753	547	958	1,212	632	447	871	
尾数計	-	9,648	6,267	8,545	11,340	10,586	5,174	9,283	千尾
重量計	-	2,223	1,447	1,803	2,245	2,935	1,177	1,888	トン
漁獲量	354	283	302	148	200	107	120	149	トン
漁獲割合	-	12.7	20.9	8.2	8.9	3.6	10.2	7.9	%

1995 年は雌雄合計の値のみ

あった。そのうち漁獲対象となる成熟雌ガニと甲幅 80mm 以上の雄ガニを合わせた漁獲対象資源量は 9,283 千尾、1,888 トンで、1996 年以降は 1,200～3,000 トンで変動している（表 1）。

2003 年に加入すると考えられる 2002 年の甲幅 60～80mm の資源尾数は過去最高で、2004 年に加入すると考えられる甲幅 40～60mm の資源尾数も比較的多い（表 2）。したがって 2004

表 2．甲幅 80mm 未満の未成熟個体数（千尾）

甲幅	性別	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
40-60mm	雄	2,175	1,602	1,525	2,468	621	3,425	3,043	
	雌	2,612	2,197	1,238	1,835	473	2,839	1,943	
60-80mm	雄	4,406	3,050	1,126	2,422	2,143	640	5,071	3,197
	雌	1,129	1,998	802	2,267	1,281	263	5,648	1,452

2003 年の 60～80mm の個体数は N 年の 40～60mm と翌年の 60～80mm 個体数の関係から推定した値

年までの加入状況は良好であると予想される。

（5）資源水準・動向の判断

面積 - 密度法によって推定した資源量は変動しているが 1996 年以降の全体傾向としてはほぼ横ばい状態で（図 7）最近の沖底の CPUE も安定していることから水準は中位で動向は横

ばいと判断された。

5. 資源の変動要因

(1) 資源と漁獲の関係

ズワイガニの漁獲係数 F と漁獲量及び資源量の推移を図 8 に示した。

漁獲係数は 1997 年に 0.3 と最高値となった後減少して 0.04~0.1 の比較的低い値で安定している。資源量が多いときに F は小さく、資源量が少ないと F は大きい傾向が見られる (図 8 上)。また、資源量の増減と漁獲量の増減に明瞭な関係は無く (図 8 下)、漁獲量は資源の変動にあまり影響を受けていないと考えられる。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、漁獲は資源の増減よりも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と考えられる。現状の F 値は低いので資源変動への影響は小さいと考えられるが、魚価の上昇によって、重要度が増し、 F が現状より大きく増加すると資源変動に影響を与えることが予測される。

(2) 資源と海洋境の関係

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。

6. 管理目標・管理基準値・2004 年 ABC の設定

(1) 資源評価のまとめ

2002 年の資源量は 2001 年と比べて増加し、2003 年に加入すると考えられる甲幅 60~80mm の雄および未成熟雌の資源尾数、2004 年に漁獲加入すると考えられる甲幅 40~60mm の資源尾数も 2001 年よりも多い (表 2)。したがって、2003 年、2004 年の加入量が多いと考えられ、2004 年までは増加傾向であると推測される。1996 年以降の全体傾向としては、変動を伴いつつ横ばいで推移していると考えられる。

(2) 資源管理目標

再生産関係が不明であるが、再生産を考慮して現状程度の雌ガニ資源量を維持し、資源全体を現状より減少させないことを管理目標とする。

(3) 2004 年 ABC の設定

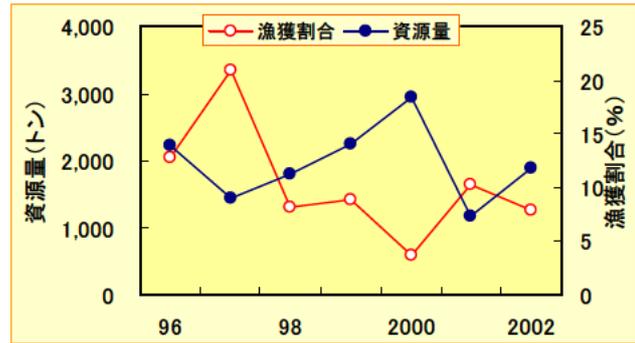


図 7. 面積-密度法により推定した漁獲対象資源量と漁獲割合の経年変化

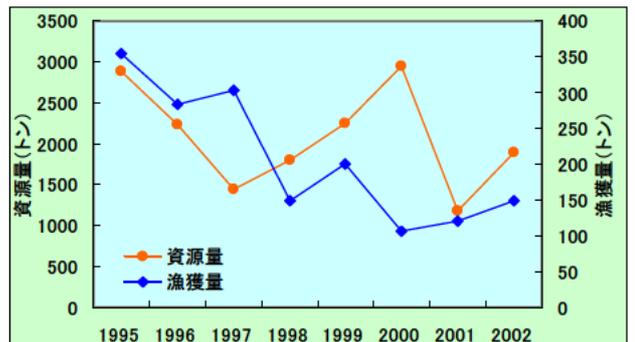
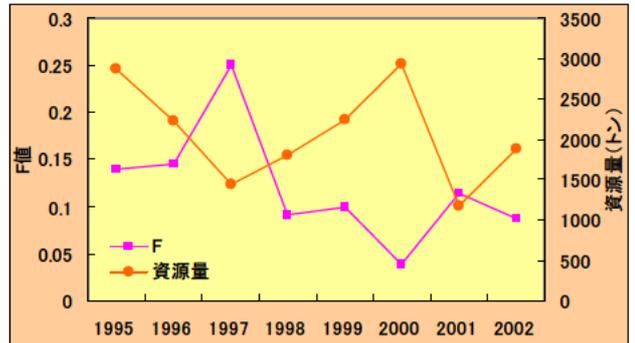


図 8. F 、資源量及び漁獲量の推移

再生産関係が明らかではないため、2004年以降の加入前尾数に1996～2002年の平均値を与え、2004年以降のFを一定として2015年までの動向を予測した。なお、予測においては2003年の漁獲量は2002年とほぼ同じ150トン（ $F=0.05$ ）と仮定している。

雌ガニ資源についてみると、資源量調査の結果から、2003年の雌ガニの加入量は過去最高レベルと推定された。このため2003年の資源量は2002年から大きく増加する。しかし2004年に加入すると考えられる2003年の雌の加入前尾数推定値は2002年の5,648千尾から26%の1,452千尾に減少、2005年以降の加入尾数となる2004年以降の加入前尾数（1996～2002年の平均値）も1,913千尾とそれほど高くないため、雌の資源量は2003年をピークに減少すると予測される。2004年の漁獲量を変化させても以後の雌ガニ資源量はある一定の値まで減少を続ける（図9）。一方、1996～2002年のトロール調査結果から推定された漁期後の雌ガニ資源量は、300～840トンで、図10に示すように変動はあるが、全体としてほぼ横ばい傾向と考えられる。そこで維持すべき雌ガニ資源量の下限を1996～2002年における漁期後の雌ガニ資源量の平均値（520トン）とした。

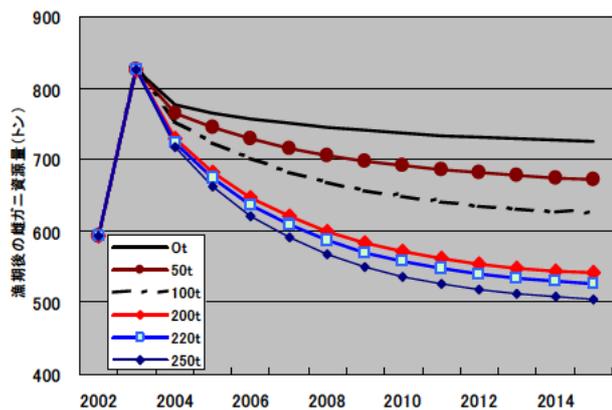


図9. 2004年漁獲量の変化による漁期後の雌ガニ資源量の動向

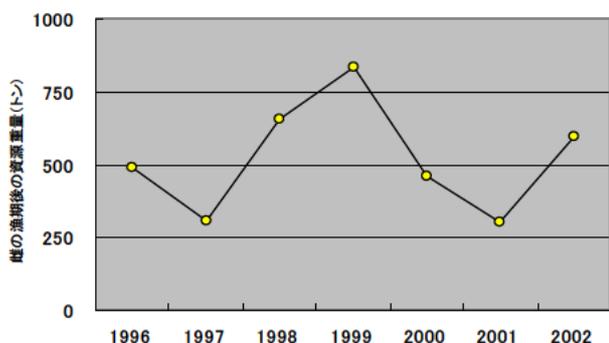


図10. 漁期後の雌ガニ資源量の推移

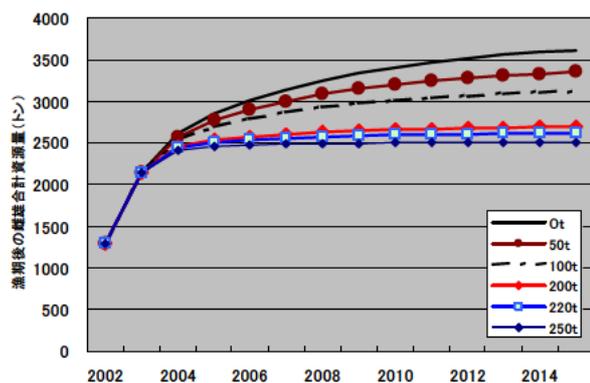
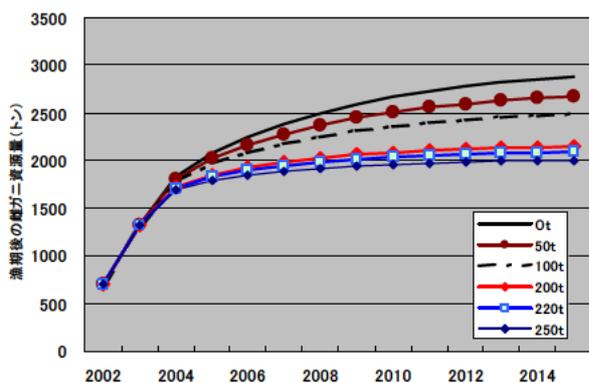


図11. 2004年漁獲量の変化による漁期後の資源重量の動向（左：雄、右：雌雄合計）

2004年以降のFに2004年の漁獲量を220トンとした場合の値（ $F=0.07$ ）を適応すると漁期後の雌ガニ資源量は520トン程度、漁期後の雌雄合計資源量は約2,600トンで安定する（図9、11）。

資源が中位、横ばいであるのでABC算定のための基本規則（ルール）の1-3)-(2)に基づき、 $F_{limit}=F_{sim} \times \beta_1$ 、 $\beta_1=1$ 、 $F_{target}=F_{limit} \times \alpha$ としてABCを算定した。なお、

2004年以降の動向予測において加入量を一定としているが、トロール調査結果から、加入の変動が大きいことが予測されるため（表2）、安全を見越して $\alpha = 0.7$ とした。

	2004年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	220トン	F sim	0.07	6.5%
ABCtarget	150トン	0.7 F sim	0.05	4.5%

ABCは10トン未満を四捨五入。

2003年の漁獲量を150トン、2004年を220トンとし、資源評価手法で記述した計算方法により2004年漁期後の資源量を計算した。2004年の漁期後の雄ガニは1,709トン、雌ガニは725トンで、雄では2002年漁期後の資源量の2.5倍に増加、雌は2003年より減少するが2002年の1.3倍に増加する（図12）。

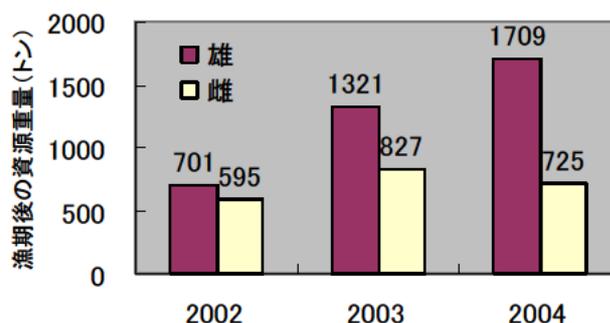


図12. 漁期後の漁獲対象資源

(4) F値の変化による資源量及び漁獲量の推移

F 基準値	漁獲量 (トン)					成熟雌資源量 (トン)				
	2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
0.00	0	0	0	0	0	777	766	758	751	746
0.03	98	102	106	108	111	754	725	703	685	671
0.05 Fcurrent	161	165	169	172	174	739	699	669	645	626
0.07 Flimit	220	223	225	227	229	725	675	638	609	587
0.08	247	249	249	250	251	718	665	624	593	570

前提 F(2003年)=Fcurrent, 漁獲量(2003年)=150トン, 2004年以降の加入量は一定(1996~2002年の平均値)

前述のように、2003年の加入量が多く、2004年以降の加入量算定の基礎とした1996~2002年の加入前尾数の平均値は、2003年の25%程度となるため、2004~2008年で見ると、成熟雌ガニの資源量はFの値にかかわらず減少する。

(5) ABClimitの検証

ABCの算定は、2004年以降の加入量及び漁獲係数、Mは一定とした動向予測に基づいて行っている。加入量については、その推定基礎となる加入前の資源尾数の変動は大きい（表2）。再生産関係が不明であり、ABC算定の基礎となる動向予測に用いる2004年以降の加入尾数は、過去の加入前尾数の平均値を用いた推定値（一定）である。この値を仮に1.5倍にして動向をみると管理目標を満たす2004年のABCは500トンと2倍程度に増加する。

(6) 過去の管理目標・基準値, ABC(当初・再評価)のレビュー(単位はトン).

評価対象年(当初・再評価)	管理基準	資源量	ABClimit	ABCtarget	漁獲量	管理目標
2002年(2001年当初)	Cave5-yr		294(256)	237(205)		♀資源の現状維持
2002年(2002年再評価)	Fsim		110	80		2002年♀資源量300
2002年(2003年再評価)	Fsim	1,888	130	90	149	♀資源量520

2003年(2002年当初)	Fsim	160	110	資源の現状維持
2003年(2003年再評価)	Fsim	200	140	資源量 520

2003年の資源量は採集効率を0.3として再計算した値。

2002年の再評価および2003年のABCは漁期年(12~3月)の値、2002年当初のABCの()内の数値は漁期年の値に修正したもの。

2002年(2002年再評価)では、2001年漁期の漁獲量と資源量推定値を用い、漁期後の雌資源量を2002年漁期後程度(300トン)に維持することを管理目標としてABCを算定した。2002年(2003年再評価)については、2002年漁期の資源量推定値を用い、漁期後の雌資源量を1996~2002年の平均値程度(520トン)に維持することを管理目標として算定した。2002年再評価、2003年再評価ともに動向予測において2002年以降のFを一定とした。

2003年(再評価)では、動向予測の際に2002年の漁獲量および資源量推定値を当てはめた。2002年(当初)では、漁獲対象資源量は1,100トン(採集効率0.3として再計算した値)と予測されたが、2002年のトロール調査での資源量推定値は約1.7倍の1,900トンとなった。また、2002年の調査結果から予測された2003年の漁獲対象資源量は、3,000トンと当初の予測の2倍近い値となった。再生産を考慮して現状程度の雌ガニ資源量を維持し、資源全体を現状より減少させないことを管理目標とし、維持すべき雌ガニ資源量の下限を1996~2002年における漁期後の雌ガニ資源量の平均値(520トン)とした。

2003年以降のFを変化させ、漁期後の資源重量の動向を見たその結果、2003年の漁獲量を200トンとし、以降同じF値で漁獲を行うと仮定すると、漁期後の雌ガニ資源量は520トン程度、雌雄合計の資源量は2,600トンでそれぞれ安定する。

以上より2003年(再評価)のABClimitを200トンとした。2003年以降の動向予測において加入量およびFを一定としていることから安全を見込んで $F = 0.7$ とした。

7. 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~翌年3月31日)以外の混獲を避けることが必要である。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。

8. 引用文献

- 土門 隆(1965) ズワイガニ調査(1964). 北水試月報、22(4)、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、18、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) 東北海道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 .
- 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・渡辺一俊・北川大二(印刷中) ズワイガニ類とキチジに対するトロール網の採集効率. 日水誌

補足資料 1

・調査船調査

調査名：底魚類資源量調査

調査期間：一次航海 平成 14 年 10 月 2 日～14 年 10 月 15 日（14 日間）

二次航海 平成 14 年 10 月 17 日～14 年 11 月 1 日（16 日間）

調査海域及び調査点配置：調査海域図参照

・資源量推定方法

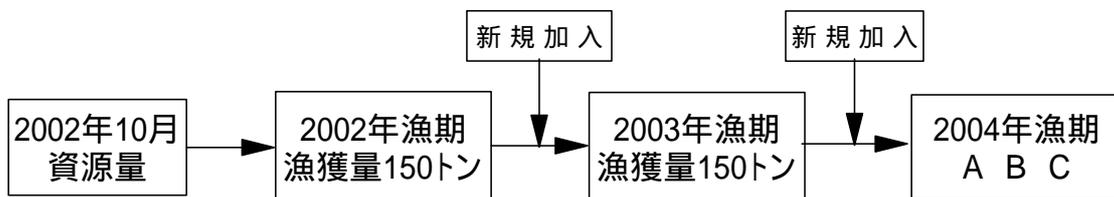
上記調査船調査で得られたズワイガニの採集個体数、体長組成から面積密度法により資源量(尾数、重量)を推定した。トロール網の身網の採集効率(Q)は、曳航式深海ビデオカメラによる観察と着底トロールの漁獲試験の結果から 0.3 とした(渡部ほか印刷中)。なお、採集効率は袖網間隔内の生息尾数に対する漁獲尾数の比で示される。

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。

2004 年の ABC の算出には、2002 年 10 月の資源量をもとに 2002 年漁期と 2003 年漁期の漁獲量を考慮して動向を予測する必要がある。2002 年漁期の太平洋北区におけるズワイガニの TAC は 299 トンであるが、近年の漁獲量は TAC を大きく下回っているため、2003 年漁期の漁獲量は 2002 年と同じ 150 トンと仮定した。

ABC 算定のための概念を下図に示す。



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。

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

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

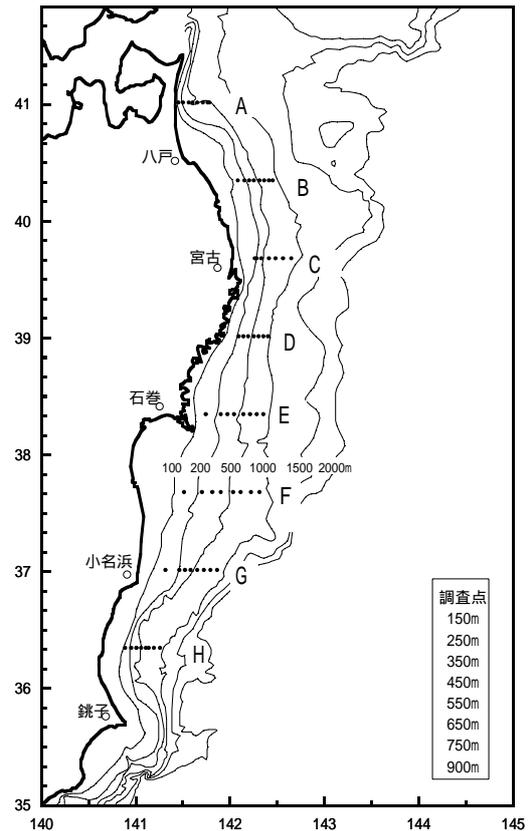


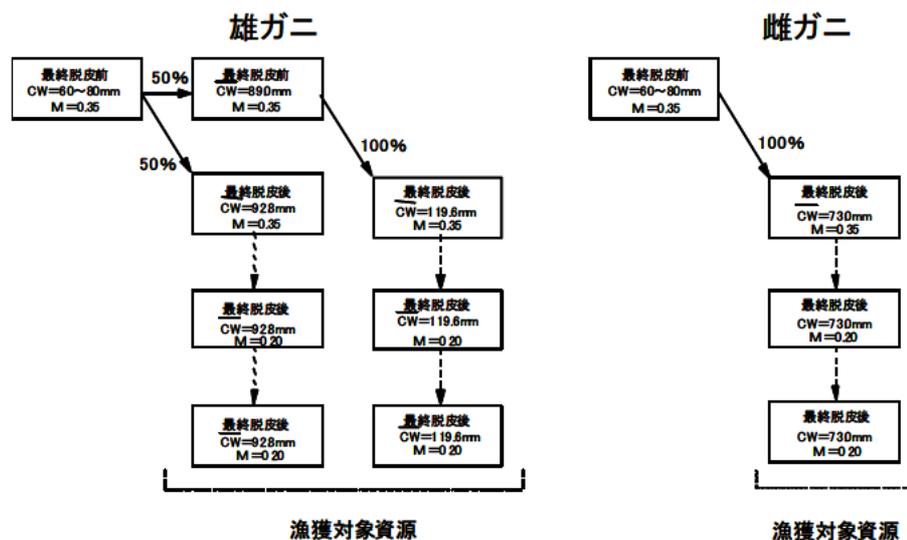
図 1 . 底魚類資源調査海域および調査点配置

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 年以内を 0.35、脱皮後 1 年以降を 0.20 と仮定した。

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

下図にズワイガニの脱皮と成長過程の模式図を示した。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。



ズワイガニの脱皮と成長過程の模式図

- ・脱皮時期は 9～10 月で、最終脱皮まで毎年 1 回脱皮する（桑原ほか 1995）。
- ・雄の甲幅 80～110mm のうちの半分は最終脱皮後のものであり、最終脱皮前のは翌年 脱皮して甲幅 110mm 以上になる。
- ・雌ガニについてみると、甲幅 60～80mm の最終脱皮前の個体は翌年全て脱皮して平均甲幅 73.0mm の最終脱皮後のものになり、漁獲対象資源に加入する。
- ・雄ガニでは甲幅 60～80mm の最終脱皮前のもので翌年脱皮して漁獲対象に加入する。これらの半分が最終脱皮前（平均甲幅 89.0mm）のもので、残りの半分が最終脱皮後（平均甲幅 92.8mm）のものとして仮定する。後者の最終脱皮後の個体はその後、脱皮することはないが、前者の最終脱皮前の個体は翌年の脱皮で全て平均甲幅 119.6mm の最終脱皮後のものになると仮定する。

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。

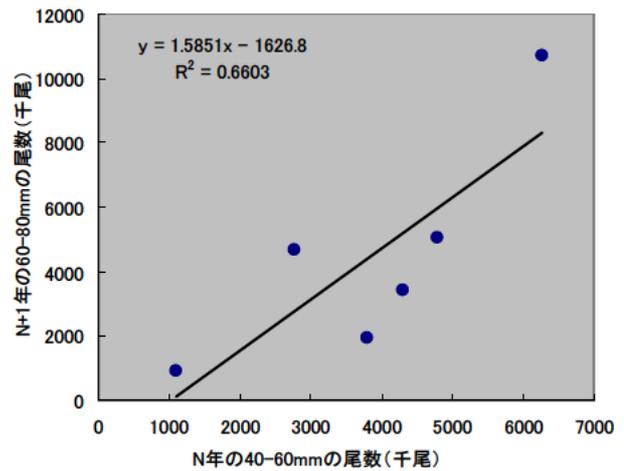
- ・2003 年の加入量：2002 年 10 月の調査における甲幅組成から、甲幅 60～80mm のうち、未成熟ガニが 2002 年漁期の漁獲対象に加入する。
- ・2004 年の加入量：甲幅 60mm 以下のものが 2004 年に漁獲対象となるが、甲幅組成から明瞭に分離することは困難である。ここでは切断法を用い、甲幅 40～60mm のものが 2 年後に漁獲対象に加入すると仮定した。ただし、トロールネットのサイズ選択性により小型ズワイガニ

の採集効率が異なることが考えられるため、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40～60mmの資源尾数とN+1年の甲幅60～80mmの資源尾数（翌年漁獲加入）の相関関係を求めた。得られた関係式に2002年の甲幅40～60mmの資源尾数をあてはめて、2003年の60～80mmの資源尾数を推定した。この推定値とM=0.35から2004年の加入量を計算した。

・2005年以降の加入量：動向予測のために必要な2005年以降の加入量は、甲幅60～80mmの資源尾数に1996年～2002年の平均値を用い、M=0.35から2005年以降の加入量を一定値として求めた。

なお、漁獲対象資源尾数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）。

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



N年の40－60mmとN+1年の60－80mmの資源尾数との関係

トロール調査によって推定された資源量および95%信頼区間

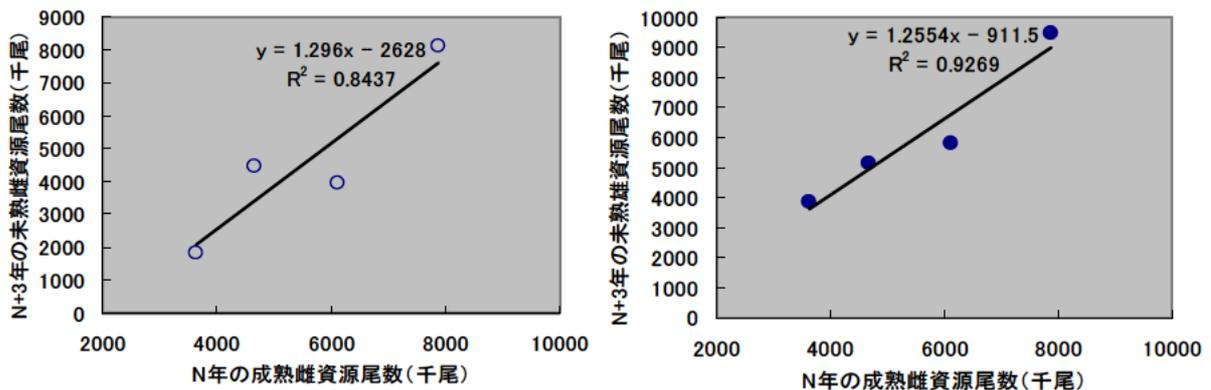
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
雌	資源量(トン)	949	904	1,059	1,518	749	572	1,491
	95%信頼区間	±981	±618	±1,594	±1,339	±598	±458	±878
	資源尾数(千尾)	10,234	8,675	9,645	12,347	6,034	6,780	14,311
	95%信頼区間	±7,829	±4,965	±11,607	±8,522	±4,501	±4,779	±7,587
雄	資源量(トン)	2,023	1,135	1,111	1,580	2,460	965	1,928
	95%信頼区間	±1,428	±518	±871	±886	±3,906	±456	±1,031
	資源尾数(千尾)	14,218	8,094	8,083	10,222	9,967	8,212	13,575
	95%信頼区間	±8,779	±4,442	±5,266	±5,177	±13,918	±5,235	±7,771

補足資料 2

加入量推定に関する検討

補足資料 1 に示した方法では成熟雌ガニの資源量（つまり産卵親魚量）の変化が資源動向予測に反映されないという問題がある。

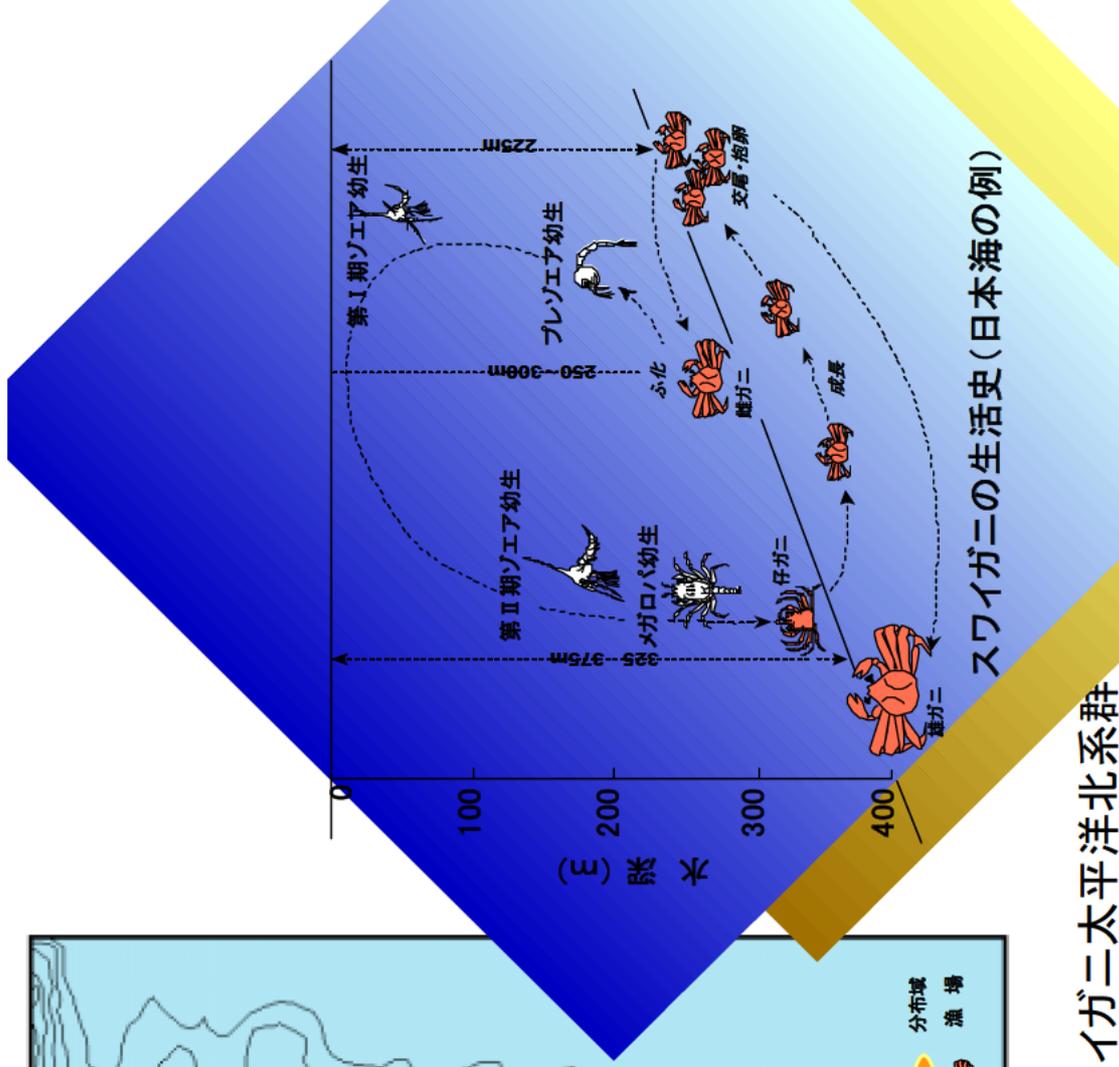
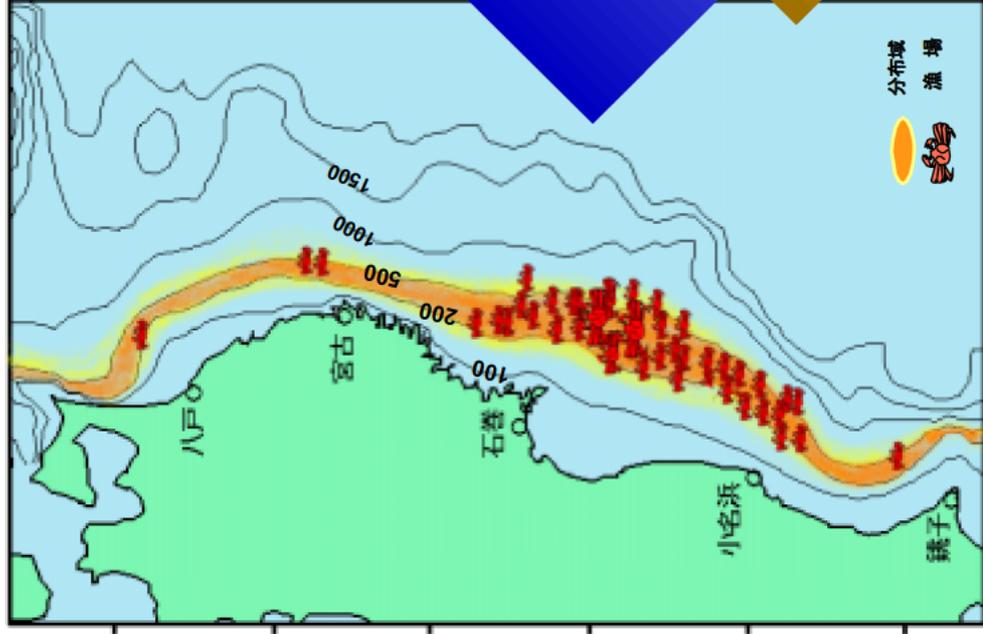
再生産関係について何らかの指標を導き出すために成熟雌の資源尾数と未成熟個体との関係について試行錯誤的に検討を行った。その結果、標本数は 4 と少ないが N 年の成熟雌ガニ個体数と 3 年後の未成熟カニの個体数（雌雄別）に相関（雄： $R^2=0.9269$ 、雌： $R^2=0.8437$ ）が見られた（下図）。



N 年の成熟雌個体数と 3 年後の全未成熟個体（雌雄別）の関係

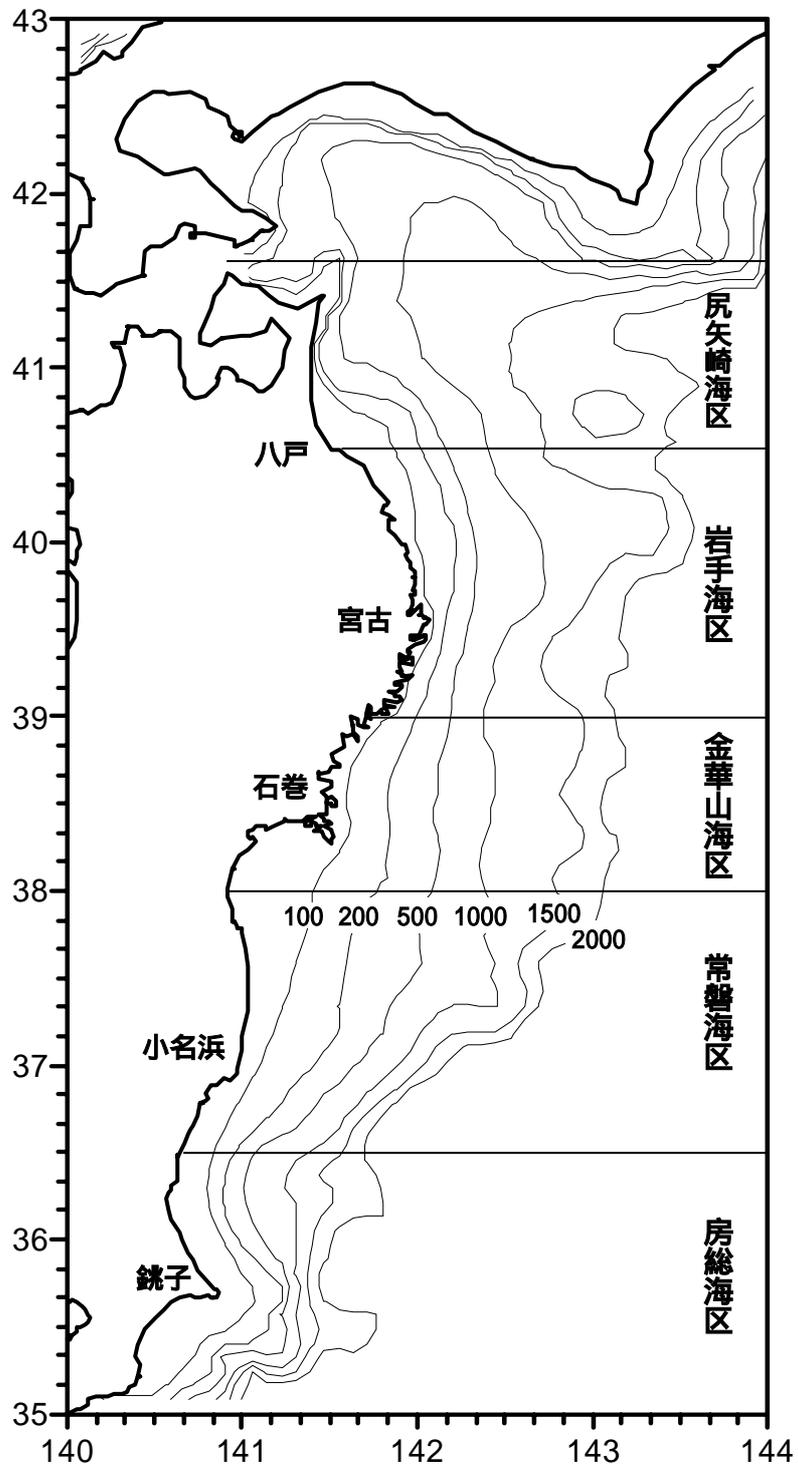
また、雌雄別の未成熟個体と加入前尾数との関係について、当てはまりはあまり良くないが、正の相関関係がある。

標本数が少ないため N 年の成熟雌個体数と 3 年後の未成熟個体（雌雄別）の相関が単なる偶然でことも考えられるので、今後データをさらに蓄積し、標本数（年数）が増えても同様な関係が見られるか検討が必要である。また、N 年の成熟雌資源尾数と N+3 年の資源尾数に相関が見られる要因についても明らかにする必要がある。



スワイガニの生活史(日本海の例)

ズワイガニ太平洋北系群



付図 太平洋北部（北海道を除く）の小海区区分

付表1 2004年の漁獲量の変化による漁期後ズワイガニ 資源量の動向(2004年漁獲量からのFを2005年以降のFとした場合)

2004年漁獲量 とF値	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0(F=0)	701	1321	1833	2079	2248	2387	2500	2593	2669	2731	2782	2824	2858	2886
50(F=0.016)	701	1321	1805	2021	2165	2280	2373	2449	2509	2558	2597	2629	2655	2675
100(F=0.032)	701	1321	1777	1964	2083	2178	2252	2312	2359	2397	2426	2450	2469	2483
200(F=0.063)	701	1321	1720	1853	1927	1983	2027	2060	2086	2106	2121	2133	2142	2149
220(F=0.069)	701	1321	1709	1831	1896	1946	1984	2014	2036	2053	2066	2076	2083	2089
250(F=0.079)	701	1321	1692	1798	1851	1892	1922	1945	1962	1976	1986	1993	1999	2003

付表2 2004年の漁獲量の変化による漁期後のズワイガニ 資源量の動向(2004年漁獲量からのFを2005年以降のFとした場合)

2004年漁獲量 とF値	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0(F=0)	595	828	777	767	758	751	746	741	738	735	732	730	728	727
50(F=0.016)	595	828	765	745	730	717	707	698	692	686	682	678	676	673
100(F=0.032)	595	828	753	724	702	684	669	658	649	642	636	631	628	625
200(F=0.063)	595	828	729	683	648	621	600	584	571	562	555	549	545	541
220(F=0.069)	595	828	725	675	638	609	587	570	557	547	540	534	530	527
250(F=0.079)	595	828	718	663	622	591	568	550	537	526	519	513	509	505

付表3 2004年の漁獲量の変化による漁期後のズワイガニ資源量の動向(2004年漁獲量からのFを2005年以降のFとした場合)

2004年漁獲量 とF値	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0(F=0)	1296	2149	2610	2846	3007	3138	3246	3334	3407	3466	3514	3554	3587	3613
50(F=0.016)	1296	2149	2570	2767	2894	2997	3080	3147	3201	3244	3279	3308	3330	3349
100(F=0.032)	1296	2149	2530	2689	2785	2861	2922	2970	3008	3038	3062	3081	3096	3108
200(F=0.063)	1296	2149	2450	2536	2575	2604	2627	2644	2658	2668	2676	2682	2687	2690
220(F=0.069)	1296	2149	2434	2506	2534	2555	2571	2584	2593	2600	2606	2610	2613	2616
250(F=0.079)	1296	2149	2409	2462	2474	2483	2490	2495	2499	2502	2504	2506	2507	2508