

平成 29（2017）年度ズワイガニオホーツク海系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所（石野光弘、濱津友紀、森田晶子、山下紀生、
山下夕帆）

要 約

本系群の資源状態について、沖合底びき網漁業の一網当たりの漁獲量（CPUE）および調査船調査による漁獲対象資源の分布密度推定値により評価した。その結果、本系群の現在の資源水準は、1985 年漁期（1985 年 7 月～1986 年 6 月）以降のオッタートロール CPUE から中位、また動向は調査船調査による分布密度推定値の最近 5 年間（2012 年漁期～2016 年漁期）の推移から、減少と判断した。

本系群の分布域はロシア水域にまたがっており、ロシア側の漁獲状況が不明で資源量や F 値等の算定が困難であることから ABC の算定は行わず、平成 29 年度 ABC 算定のための基本規則 2-1)により、2018 年漁期算定漁獲量を提示した。

本系群はロシア水域とのまたがり資源であり、我が国のみの漁獲圧削減による資源水準の持続努力がもたらす効果については不明である。また、分布域全体の漁獲規模に対する我が国の近年の漁獲量から判断して、現状の日本漁船による漁獲圧は、資源によって過大ではないと考えられる。資源の動向にあわせた漁獲を継続することにより、資源を現状よりも減少させない管理を提案する。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018 年漁期 算定漁獲量 (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2023 年 漁期の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2023 年漁期に 2016 年漁期 親魚量を維持	2023 年漁期 に Blimit を 維持
資源の動向に 合わせた漁獲 (1.0・Cave3-yr・ 0.28)	Target	160	—	—	—	—	—
	Limit	200	—	—	—	—	—
コメント ・本系群の算定漁獲量の計算には、規則 2-1)を用いた。 ・本系群については、既存の情報からは資源量の算定が困難なことから、F 値、漁獲割合、将来漁獲量の算定、定量的な評価は行っていない。 ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「ロシア連邦の水域と我が国の水域にまたがって分布し、同国漁船によっても採捕が行われていて我が国のみの管理では限界があることから、同国との協調した管理に向けて取り組みつつ、当面は資源を減少させないようにすることを基本に、我が国水域への来遊量の年変動にも配慮しながら、管理を行うものとする。」とされている。 ・自然死亡率、成長量および加入量は不明であり、将来予測やリスク評価は困難である。 ・漁場外の水域（ロシア水域等）からの来遊量が毎年変化することに注意が必要である。							

Limit は、漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、漁獲シナリオの下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。Target = α Limit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2018 年漁期は 2018 年 7 月～2019 年 6 月である。2018 年漁期算定漁獲量は、10 トン未満を四捨五入して表示した。Cave3-yr は、2014～2016 年漁期の平均漁獲量である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2012	—	—	119	—	—
2013	—	—	322	—	—
2014	—	—	332	—	—
2015	—	—	905	—	—
2016	—	—	885	—	—

漁期年（7 月～翌年 6 月）での値

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	未設定		
2016 年漁期			

水準：中位 動向：減少

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
漁獲量	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）
沖底 CPUE	北海道沖合底びき網漁業 CPUE 等科学計算資料（水研）
漁区別水深データ	主要港漁業種類別水揚げ量（北海道）
分布密度推定値 （全体、漁獲対象資源） 雌雄別甲幅組成	魚群分布調査（4 月、水研） ・着底トロール

1. まえがき

オホーツク海においてズワイガニは沖合底びき網漁業（以下「沖底」という）と刺し網漁業で漁獲されている。我が国周辺水域では日本海系群に次ぐ規模の資源であるが、近年の漁獲量は60～900トン程度となっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

オホーツク海南西部におけるズワイガニの分布を、図1（土門・千葉 1977を改変）および図2に示す。ズワイガニは北海道のオホーツク海側からサハリン東岸の大陸棚および大陸斜面上に連続的に分布しており、日本水域とロシア水域の間に季節移動している可能性が高いが詳細は不明である。

北海道区水産研究所がオホーツク海日本水域で実施したトロール調査の結果によると、ズワイガニの分布水深は100～300mで、雌は100～200m、雄は150～300mと、雌雄で分布水深が異なっていた（柳本 2002）。この分布水深は、日本海山陰沖の180～500mや大和堆の300～500m、東北太平洋の150～700mより浅く、サハリン東岸やカムチャッカ半島西岸（Slizkin 1989）およびベーリング海の大陸棚（Somerton 1981）とほぼ同様であった。

(2) 年齢・成長

ズワイガニには年齢を査定できる形質が見つかっていない。オホーツク海における齢期（脱皮間隔）に関して、菅野（1975）により漁獲物の甲幅組成を利用した解析が試みられているが、最終脱皮についての検討がなされていないため、漁獲サイズへの適用については問題がある。調査船調査による観察では、春に脱皮後間もない甲が柔らかい個体が多く出現す

るので、脱皮時期は春と考えられるが、詳細は不明である。

オホーツク海では寿命や自然死亡係数は不明であるが、日本海では寿命は10年以上とされており、また、自然死亡係数は日本海系群や太平洋北部系群では脱皮直前および脱皮後1年以内は0.35、最終脱皮後1年以降は0.20とされている（上田ほか 2017）。ただし、ズワイガニなどカニ類の自然死亡係数は、サイズにより異なるほか経年的な変動が大きい（Zheng 2005）。

1997年8月にオホーツク海（日本水域）で、トロール調査により採集したズワイガニ標本から推定した甲幅－体重関係は、以下のとおりであった。

雌： $W=2.51 \times C^{3.05} \times 10^{-4}$ （未成熟および抱卵していない成熟個体）

$W=9.20 \times C^{2.76} \times 10^{-4}$ （抱卵している成熟個体）

雄： $W=4.02 \times C^{2.97} \times 10^{-4}$

ただし、W：体重（g）、C：甲幅（mm）。

（3）成熟・産卵

成熟（最終脱皮後）個体の判別は、雌では腹節の形状と抱卵の有無により、雄では甲幅とハサミ高さの関係から判断される。対象海域では、成熟個体の割合が50%以上となる甲幅（以下「50%成熟甲幅」という）は雌63mm、雄106mmで、これらの値は東北太平洋より大きく、日本海より小さい（柳本 2003）。50%成熟甲幅時の体重は、雌では未成熟個体が77g、成熟個体が85g、雄では416gである。

日本海西部における産卵期は、初産ガニは8～11月、経産ガニは2～3月とされているが（上田ほか 2017）、オホーツク海における産卵期は、あかこ（未発達卵）、くろこ（発眼卵）および孵化殻などの出現状況から5～6月頃と考えられる（菅野 1987、養松・柳本 2002）。また、幼生の孵出は初産、経産ガニともに5～6月頃で、抱卵期間はほぼ1年である（養松・柳本 2002）。オホーツク海における抱卵数は、2万～12万粒（菅野 1987）あるいは4万～12万粒（養松・柳本 2002）で、日本海より多い。少なくとも産卵場は北見大和堆北西部水深150～200mの海底に確認されており（柳本 2003）、その他の産卵場については不明である。

（4）被捕食関係

オホーツク海における食性は不明だが、日本海の若狭湾では底生生物が主体で、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類および棘皮動物など多様な餌生物を摂食している（安田 1967）。ズワイガニの捕食者としては、マダラやトゲカジカがあげられる。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

渡辺（2001）によれば、オホーツク海におけるズワイガニ漁業は、1963年に雄武町で、カゴを用いて4隻で試験操業を開始し、翌年にはサハリンのタライカ湾沖まで漁場を拡大させた。操業隻数は年々増加し、1967年漁期には24隻で16千トン进行漁獲した。1969年漁期からは日ソ漁業交渉により操業範囲、隻数、漁期および漁獲量が決められた。操業隻数は35隻まで増加し、1976年漁期には漁獲量は20千トンに達した。その後、ソ連（現ロシア）の漁業規制強化とともに漁獲割当量および漁獲量は減少し、1996年漁期以降はロシア大陸棚法の施行

にともない、日本漁船への割当対象魚種から除外された。

オホーツク海日本水域におけるズワイガニの漁獲は、主に沖底のオッタートロール漁船とかけまわし漁船により行われているが、1980年代中頃までは、その漁獲量は僅かなものであった。しかし、ロシアによるサハリン南東岸でのスケトウダラの漁獲規制強化による漁獲量の落ち込み、日本水域内でのスケトウダラ漁獲量の減少にともなって、沖底は1990年代初めには当海域においてズワイガニを集中的に漁獲するようになった（八吹 1998）。その後1990年代半ばにかけて沖底によるズワイガニの漁獲量は急減し、以降、沖底はズワイガニのほか、スケトウダラやホッケ、イカナゴなどを狙った操業をしている。ズワイガニの水揚げは、農林水産省令によって10月16日から翌年6月15日までの期間に限られ、甲幅90mm以上の雄のみの漁獲が認められている。

漁業は5～6月の産卵期に北見大和堆北西部に密集したズワイガニを対象に行われており、漁獲の大半はこの時期に集中している。漁獲対象資源のかなりの部分が、夏季には漁場外に移動する可能性が指摘されている（柳本 2003）。

沿岸漁業としては、網走漁協所属の漁船3隻（総トン数20トン未満）が、北見大和堆周辺で底刺し網の操業を行っている。主な対象はアブラガニだが、ズワイガニも漁獲される。

ズワイガニは日本水域からロシア水域にかけて連続的に分布しており、ロシア漁船も本資源を漁獲しているが、その漁獲状況の詳細は不明である。

（2）漁獲量の推移

オホーツク海日本水域における漁獲量（集計期間は7月～翌年6月の漁期年）は、1996年漁期までは「かに類」として集計されているため、他のカニの漁獲量を含んでいる。しかし、部分的な集計値や漁業関係者からの聞き取り情報等によると、漁獲物の大部分（97～98%）がズワイガニであったと推測される。1997年漁期以降は、「ズワイガニ」として集計されている。

本系群の我が国における「かに類」の漁獲量は、1985年漁期の85トンから次第に増加して、1992年漁期には5,428トンに達したが、その後急激な減少に転じ、1996年漁期には1,027トンとなった。「ズワイガニ」の漁獲量は、1997年漁期の436トンから増加し、1999～2003年漁期には736～1,164トンの範囲にあったが、2004年漁期以降減少し、2011年漁期には60トンとなった。漁獲量はその後増加し、2015、2016年漁期には905、885トンとなった（図3、表1）。2015～2016年漁期はズワイガニ狙いの操業が増えたこと等により、漁獲量が多かったと考えられる。

対象海域における沖底の狙い魚種は年代によって変化しており、スケトウダラの漁獲動向をみると（山下ほか 2017）、スケトウダラの漁獲が多い年代にはズワイガニの漁獲が少なく、ズワイガニの漁獲が多い年代にはスケトウダラの漁獲が少ない傾向が見られている。

本資源と関係が深いと考えられるサハリン東部水域におけるズワイガニ漁獲量は、世界のズワイガニ流通量から見積もられたロシア水域全体におけるズワイガニの漁獲量（約5万トン、東村 2013）、およびロシアの水域別TACの比率（サハリン東部水域の全体に対する比率：数%～20%）から、平均して数千トンを超えると推察される。したがって、分布域の南端部分における日本漁船による近年の漁獲量が資源に及ぼす影響は、大きくはないと考えられる。

(3) 漁獲努力量

ズワイガニ有漁網数は、沖底のオッタートロール、かけまわしのいずれにおいても1993年漁期に最多となり、オッタートロールで6,033網、かけまわしで9,667網に達した。漁獲努力量はその後、増減しながらも減少を続け、2011年漁期にはオッタートロールで291網、かけまわしで90網となった。その後、漁獲努力量は増加傾向に転じており、2016年漁期にはオッタートロールで1,350網、かけまわしで1,590網となった（図4、表2）。

努力量の増減に影響する可能性があるズワイガニの平均単価について、盛漁期の5月で見ると、1980年代終盤～1990年代半ばまで600～1,000円/kg程度であったものが、1990年代終盤から近年までは300～600円/kg程度と単価の安い状態が続いていた。このことから、2008～2011年頃の漁獲努力量の低迷には、ズワイガニの単価が安いことも影響していたと思われる。また、今後の平均単価と努力量の推移については注視する必要がある。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1985～2016年漁期（32年間）の沖底のオッタートロールCPUEの推移から、資源水準を判断した（補足資料1）。また、2011年漁期の沖底の漁獲量は3トンと極めて少なく、沖底データを用いた近年の資源状態の評価は困難と考えられる。そのため、資源動向は、2013年（漁期年では2012年漁期）以降の、春季の調査船調査（補足資料2）による分布密度推定値（漁獲対象資源）から判断した。

(2) 資源量指標値の推移

オッタートロールのCPUEは、1989年漁期に865kg/網のピークに達した後、減少傾向を示し、1995年漁期には125kg/網まで落ち込んだ。その後、オッタートロールのCPUEは増加して1999年漁期には470kg/網となった。2000年漁期以降再び減少に転じ、2011年漁期には6kg/網、2012年漁期には16kg/網となった。2013年漁期以降オッタートロールのCPUEは増加し、2016年漁期には414kg/網となった（図4、表2）。

かけまわしのCPUEもオッタートロールのCPUEの変動と似ており、1989年漁期の211kg/網から低下して、1995年漁期に24kg/網となったが、その後は急激に増加して1999年漁期には260kg/網となった。その後、かけまわしのCPUEも再び低下に転じ、2009～2012年漁期には5～9kg/網となった。2013年漁期以降はかけまわしのCPUEも増加傾向にあり、2016年漁期には167kg/網となった（図4、表2）。

調査船調査による分布密度推定値（全体）は、2004年の1,149kg/km²から2005年に210 kg/km²へと減少したのち、次第に増加して2010年には1,306 kg/km²に達した。その後は減少して2017年には25kg/km²となった。漁獲対象資源（甲幅90mm以上の雄）の分布密度は、2004年の310 kg/km²から2005年の101 kg/km²へと大きく減少したのち、増減を繰り返しながら減少を続け、2017年には18kg/km²となった（図6、表4）。

(3) 調査船漁獲物の甲幅組成

2013年以降の春季の調査船調査により得られた甲幅別平均分布密度の年変化を、雌雄別に図7に示した。雌では甲幅50～60mmにモードが見られる年が多い。2013、2014年には、甲

幅50～60mmの豊度が高いと考えられる年級群が雌雄の甲幅組成に認められたが、2015～2017年の調査ではその年級群の存在は明確でなかった。

以上のように、甲幅組成の連続性は明確でない場合があり、また、各年の分布密度は海洋環境に影響されると考えられるため、甲幅組成を利用した資源予測は現状では不確実性が高く、さらに継続した検討が必要である。

(4) 資源の水準・動向

資源水準は、漁法別に見た場合、ズワイガニの漁獲量がより多く、ズワイガニ狙いの操業をする機会が多いと考えられるオッタートロールCPUE（1985～2016年漁期、過去31年間）を用いて判断した。最高値（1989年漁期、865kg/網）～最低値（2011年漁期、6kg/網）の間を3等分し、低位・中位の境を292kg/網、中位・高位の境を579kg/網とした。2016年漁期（414kg/網）の値により資源水準は中位と判断した（図8、表2）

資源の動向の判断には、沖底の漁獲量は近年極めて少ない年もあり、近年の資源状態を詳細には反映していない可能性が考えられるので、直近5年間（2013～2017年）の調査船調査による分布密度推定値（漁獲対象資源）の推移から、動向は減少と判断した（図9、表3）。資源水準は2015年漁期から中位に変わったが、オッタートロールCPUEの上昇は、資源の増加でなく狙い操業の増加による漁獲量の増加を反映したものである可能性に留意が必要である。

5. 2018年漁期漁獲量の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は中位、資源動向は減少と判断した。本系群はロシア水域とのまたがり資源であり、我が国のみの漁獲圧削減による資源水準の持続努力がもたらす効果については不明である。また、分布域全体の漁獲規模に対する我が国の近年の漁獲量から判断して、現状の日本漁船による漁獲圧は、資源にとって過大ではないと考えられることから、資源の動向にあわせた漁獲を継続することにより、資源を現状よりも減少させない管理を提案する。

(2) 2018年漁期漁獲量（参考値）の算定

本系群の分布域はロシア水域にまたがっており、ロシア水域側の漁獲状況が不明で資源量やF値等の算定が困難であることから、ABCの算定は行わない。資源量指標値に合わせて漁獲を行うことを管理方策とし、資源評価に利用できる情報として調査船調査による分布密度推定値（表3）を基に、以下に示す平成29年度ABC算定のための基本規則2-1)に従い、2018年漁期算定漁獲量を算定した。

$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

$$\gamma_1 = (1 + k \times (b/I))$$

ここで、Ctはt年の漁獲量。 δ_1 は資源水準で決まる係数、kは係数、bとIはそれぞれ資源量指標値の傾きと平均値、 α は安全率である。 γ_1 は指標値の変動から算定した値。

資源水準は中位であり、また漁場が分布域の南端に限られており、日本漁船の漁獲努力が対象資源に大きな影響を及ぼしていないと判断されることから、 δ_1 は 1.0 とした。また、 k については標準値の 1 とした。2015～2017 年の分布密度の傾き ($b=-32.7$)、およびその平均値 ($I=45.5\text{kg/km}^2$) から、 γ_1 (0.28) を求めた。近年の漁獲量には、2014～2016 年漁期の平均漁獲量 707 トンを使用した。また、予防的措置として安全率 α を標準値の 0.8 とした。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018 年漁期 算定漁獲量 (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2023 年 漁期の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2023 年漁期に 2016 年漁期 親魚量を維持	2023 年漁期 に Blimit を 維持
資源の動向に 合わせた漁獲 (1.0・Cave3-yr・ 0.28)	Target	160	—	—	—	—	—
	Limit	200	—	—	—	—	—

コメント

- ・本系群の算定漁獲量の計算には、規則 2-1)を用いた。
- ・本系群については、既存の情報からは資源量の算定が困難なことから、F 値、漁獲割合、将来漁獲量の算定、定量的な評価は行っていない。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「ロシア連邦の水域と我が国の水域にまたがって分布し、同国漁船によっても採捕が行われていて我が国のみの管理では限界があることから、同国との協調した管理に向けて取り組みつつ、当面は資源を減少させないようにすることを基本に、我が国水域への来遊量の年変動にも配慮しながら、管理を行うものとする。」とされている。
- ・自然死亡率、成長量および加入量は不明であり、将来予測やリスク評価は困難である。
- ・漁場外の水域（ロシア水域等）からの来遊量が毎年変化することに注意が必要である。

Limit は、漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、漁獲シナリオの下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。Target = α Limit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2018 年漁期は 2018 年 7 月～2019 年 6 月である。2018 年漁期算定漁獲量は、10 トン未満を四捨五入して表示した。Cave3-yr は、2014～2016 年漁期の平均漁獲量である。

(3) 算定漁獲量の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2015 年漁期の努力量（沖底）	2015 年漁期の努力量・CPUE（沖底）
2016 年漁期の漁獲量	2016 年漁期の漁獲量
2017 年の分布密度推定値	γ_1 の更新

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (トン)	算定漁獲量 limit (トン)	算定漁獲量 target (トン)	漁獲量 (トン)
2016 年漁期 (当初)	$1.0 \cdot \text{Cave3-yr}^1 \cdot 0.70$			180	150	
2016 年漁期 (2016 年再評価)	$1.0 \cdot \text{Cave3-yr}^1 \cdot 0.70$			180	150	
2016 年漁期 (2017 年再評価)	$1.0 \cdot \text{Cave3-yr}^1 \cdot 0.70$			180	150	885
2017 年漁期 (当初)	$1.0 \cdot \text{Cave3-yr}^2 \cdot 0.38$			200	160	
2017 年漁期 (2017 年再評価)	$1.0 \cdot \text{Cave3-yr}^2 \cdot 0.38$			200	160	
2016、2017 年とも、TAC 設定の根拠となった管理基準について行った。						

2016 年漁期の実際の漁獲量は算定漁獲量と比べて多かったが、算定漁獲量はズワイガニの平均的な来遊状況の下での漁獲量を算出しており、2016 年漁期に日本水域への来遊量が多かった可能性もあることから、2016 年漁期の実際の漁獲量が過大であったかどうかは、現時点では判断できない。

¹: 2012～2014 年漁期の平均漁獲量。²: 2013～2015 年漁期の平均漁獲量。

6. その他の管理方策の提言

本海域には漁獲対象とならない雌個体や甲幅90mm未満の小型個体も分布しており、通常の操業において混獲されている。これらを漁獲後直ちに海中に戻したとしても、全ての個体が生残するとは限らない。資源を効果的に管理するためには、漁獲対象とならない個体が多く分布する地点での混獲を回避するなどの操業方法を検討する必要がある。

一方、本海域におけるズワイガニの分布域はロシア水域と連続していることから、資源評価の精度を高めるためには、対象資源の分布域を広く扱う調査研究の進展が必要である。

資源量に影響を及ぼす要因として、ベーリング海では捕食者であるマダラ等の資源変動とズワイガニの変動が負の関係にあるという報告がある (Connors et al. 2002)。本海域でも、マダラやカジカ類がズワイガニを捕食しており、捕食者の資源変動がズワイガニの資源に影響している可能性がある。また、東部ベーリング海においてズワイガニは、流氷 (Somerton 1987)、浮遊期における風力と風向 (Rosenkrans et al. 1998) および海洋環境 (Zheng and Kruse 2000) により資源変動すると報告されている。本海域でも、流氷や東樺太海流、宗谷暖流など取り巻く環境は複雑であり、これらは資源の多寡に影響すると考えられる。沖底による漁業の歴史が約30年と浅く、資源を取り巻く環境に関する情報も限られるため、資源変動要因の解明は現状では難しいが、適切な資源管理のためには、正確な漁業情報の収集とともに調査による分布密度推定を継続し、データの蓄積を図ることが必要である。

7. 引用文献

- Conners M.E., Hollwed A.B. and Brown E. (2002) Retrospective analysis of Bering Sea bottom trawl surveys: regime shift and ecosystem reorganization. *Pro. Ocean.* **55**, 209-222.
- 東村玲子 (2013) 「ズワイガニの漁業管理と世界市場」. 成山堂書店, 東京, 263pp.
- 菅野泰次 (1975) オホーツク海のズワイガニ漁獲物の令期組成について. 日水誌, **41(4)**, 403-411.
- 菅野泰次 (1987) オホーツク海サハリン南部海域に分布する雌ズワイガニの繁殖生態. 日水誌, **53(5)**, 733-738.
- Rosenkranz G., Tyler A.V., Kruse G.H. and Niebauer H. J. (1998) Relationship between wind and year class strength of tanner crabs in the southeastern Bering Sea. *Alaska Fish. Res. Bull.*, **5(1)**, 18-24.
- Slizkin A.G. (1989) Tanner crabs (*Chionoecetes opilio*, *C. bairdi*) of the Northwest Pacific: distribution, biological peculiarities, and population structure. *Proc. Int. Symp. King & Tanner Crabs*, pp.27-33. Anchorage, Alaska.
- Somerton D.A. (1981) Regional variation in the size of maturity of two species of Tanner crab (*Chionoecetes bairdi* and *C. opilio*) in the eastern Bering Sea, and its use in defining management subareas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**, 163-174.
- Somerton D.A. (1987) Effects of sea ice on the distribution and population fluctuations of *C. opilio* in the eastern Bering Sea. University of Washington.
- 土門 隆・千葉秀子 (1977) ズワイガニ調査報告書 (1963年－1976年). 北水研・北海道ずわいがに漁業協同組合.
- 上田祐司・養松郁子・藤原邦浩・佐久間啓・松倉隆一・山本岳男(2017) 平成28(2016)年度ズワイガニ日本海系群A海域の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 529-577.
- 八吹圭三 (1998) 北海道沖合底びき網漁業標本船操業実態細目表の解析. 漁業資源研究会底魚部会報. **1**, 39-50.
- 山下夕帆・田中寛繁・千村昌之・石野光弘・船本鉄一郎 (2017) 平成28(2016)年度スケトウダラオホーツク海南部の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 382-406.
- 柳本 卓 (2002) 2001年夏期におけるオホーツク海重要底魚類生態調査結果. 北海道周辺海域における底魚類の資源調査報告書 (平成13年度), 北水研, pp.131-180.
- 柳本 卓 (2003) 1997～2001年夏期のオホーツク海南西部におけるズワイガニの生物学的特徴と現存量調査結果. 北海道周辺海域における底魚類の資源調査報告書(平成14年度), 北水研, pp.113-131.
- 安田 徹 (1967) 若狭湾におけるズワイガニの食性－I. 胃内容物組成について. 日水誌, **33**, 315-319.
- 養松郁子・柳本 卓 (2002) オホーツク海におけるズワイガニの繁殖生態. 平成14年度春期水産学会講演要旨集, pp.72.
- 渡辺安廣 (2001) 14ズワイガニ類. 北水試百周年記念誌 (北海道立水産試験場(編)), 北海道立水産試験場, pp.143-146.

Zheng J. and Kruse G.H. (2000) Recruitment patterns of Alaskan crabs in relation to decadal shifts in climate and physical oceanography. *J. Mar. Sci.*, **57**, 438-451.

Zheng J. (2005) A Review of natural mortality estimation for Crab stocks: data-limited for every stock? In: G.H. Kruse *et al.* (eds). *Fisheries assessment and management in data-limited situations*. Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks, 595-612.



図1. ズワイガニオホーツク海系群の分布域

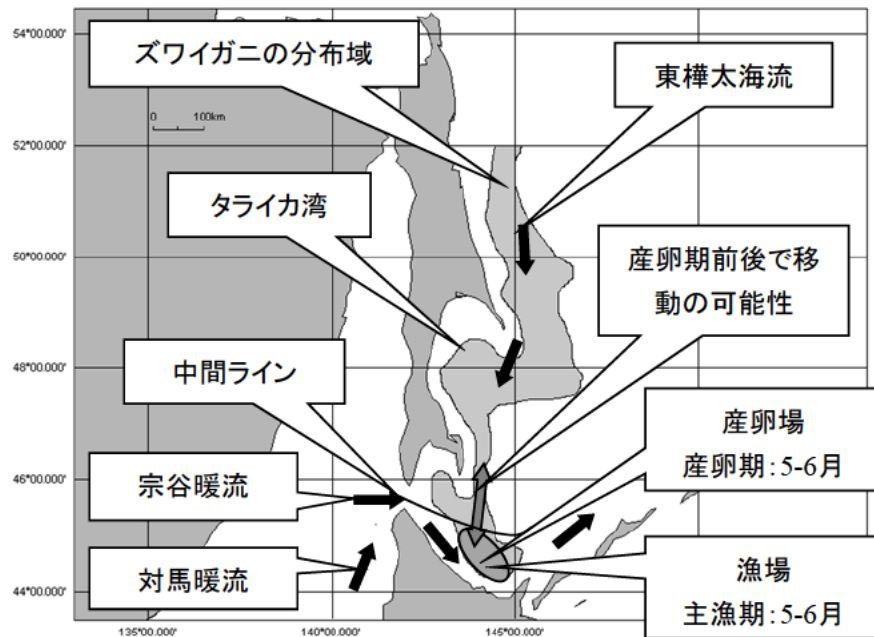


図2. ズワイガニオホーツク海系群の分布域と想定される海域における生活史

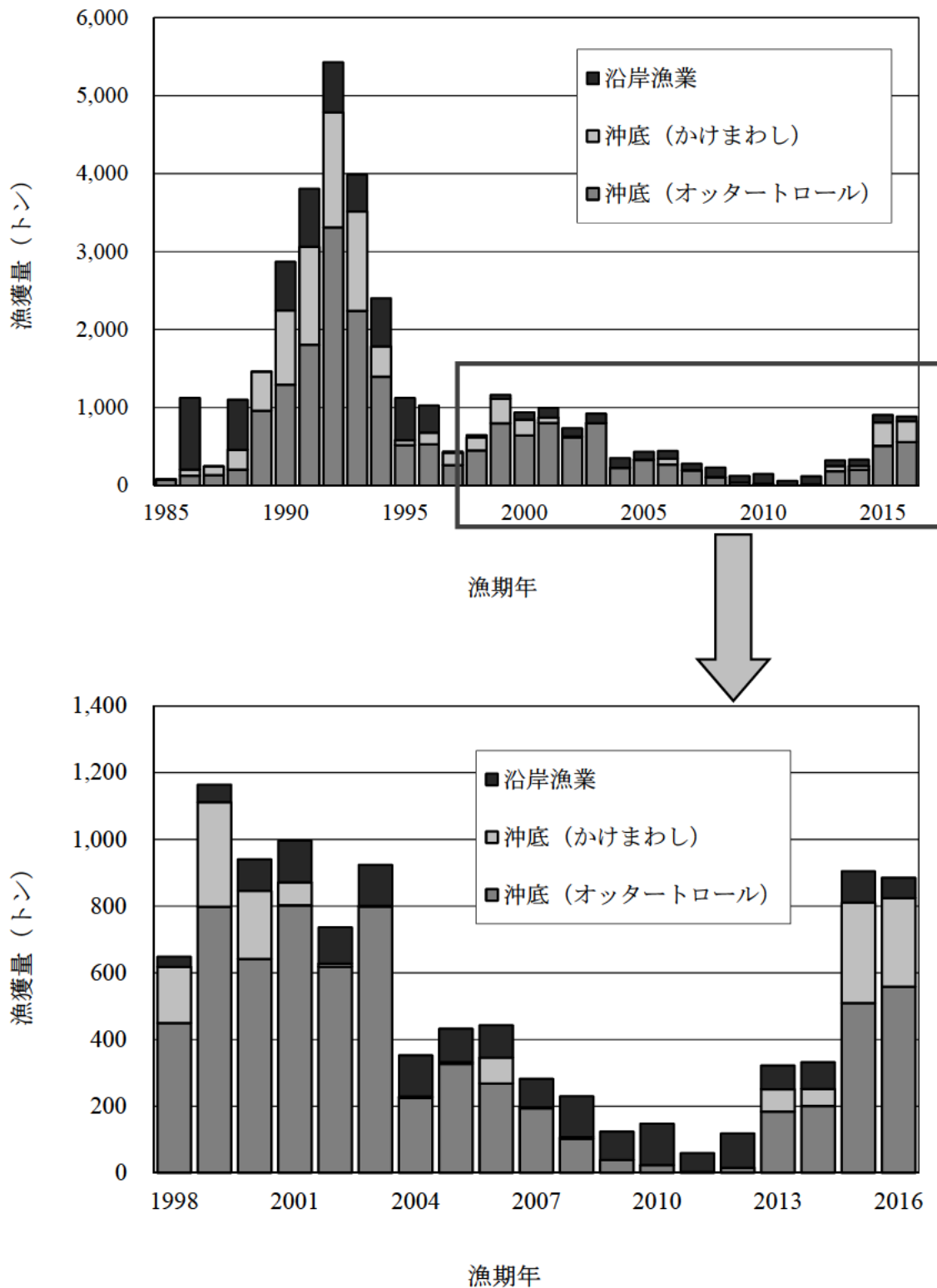


図3. オホーツク海日本水域におけるズワイガニの漁獲量の推移
(漁期年：7月～翌年6月、沖底については1996年漁期までは「かに類」として集計)

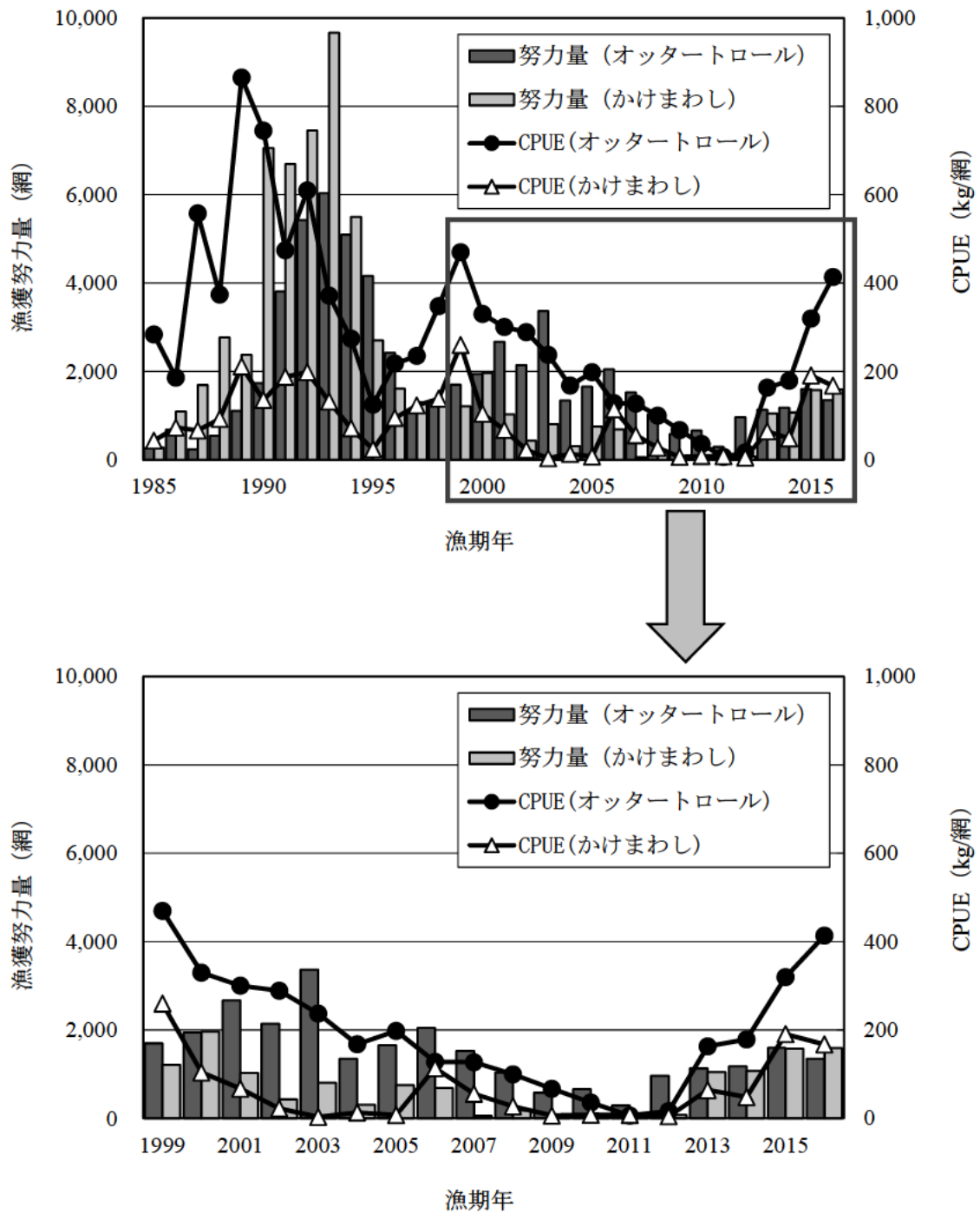


図 4. オホーツク海日本水域における沖底のズワイガニの漁獲努力量（ズワイガニの有漁網数）と CPUE の推移

（漁期年：7月～翌年6月、1996年漁期までは「かに類」として集計、2016年漁期は暫定値）

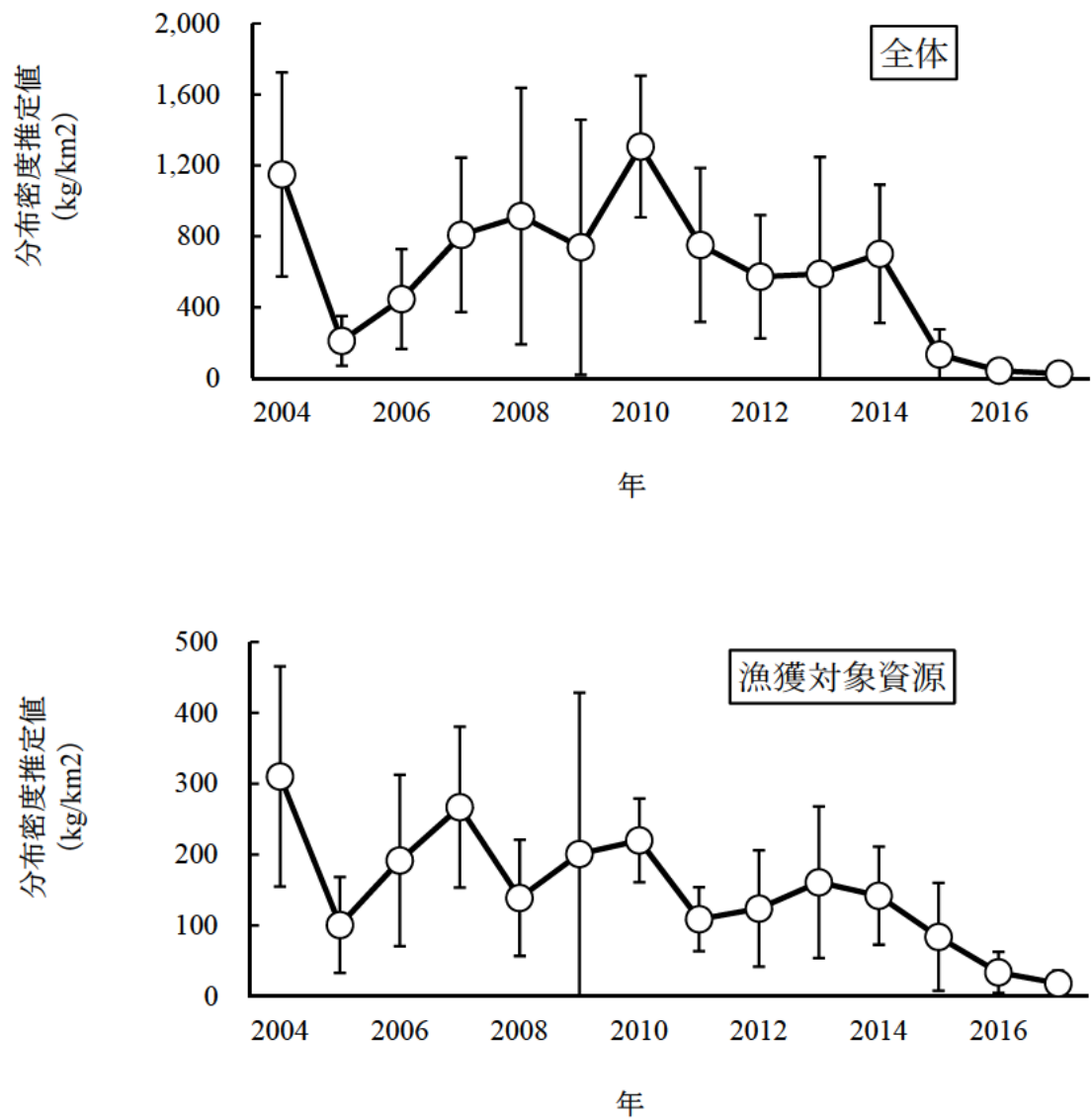


図 6. 2004～2017 年のオホーツク海におけるズワイガニの分布密度推定値の推移
(縦棒は 95%信頼区間、ただし 2014 年の信頼区間は海氷の影響で十分な曳網数が確保できなかった水域をのぞいて算出した)

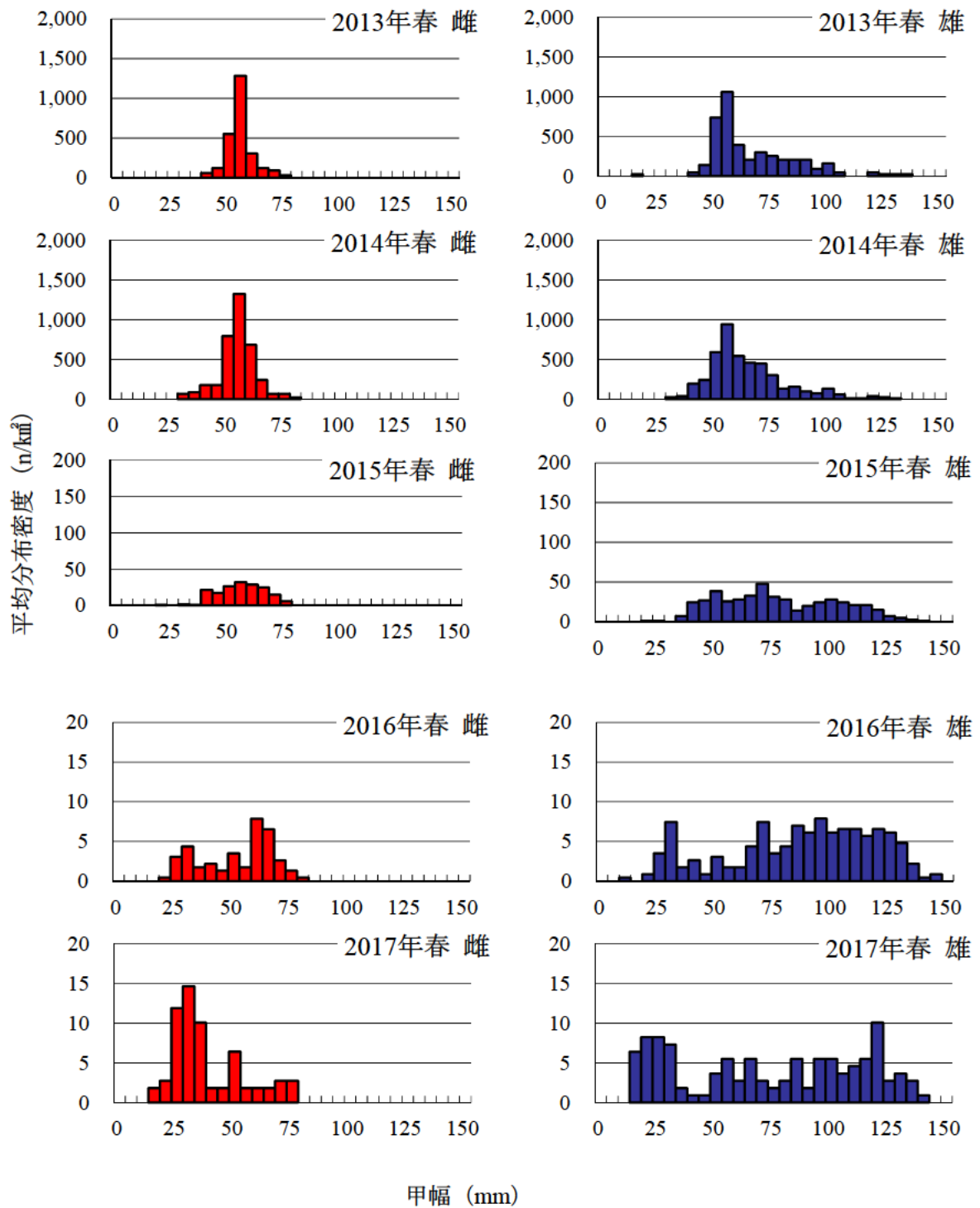


図 7. ズワイガニオホーツク海系群の雌雄別甲幅組成 (2013～2017 年の春季調査結果)

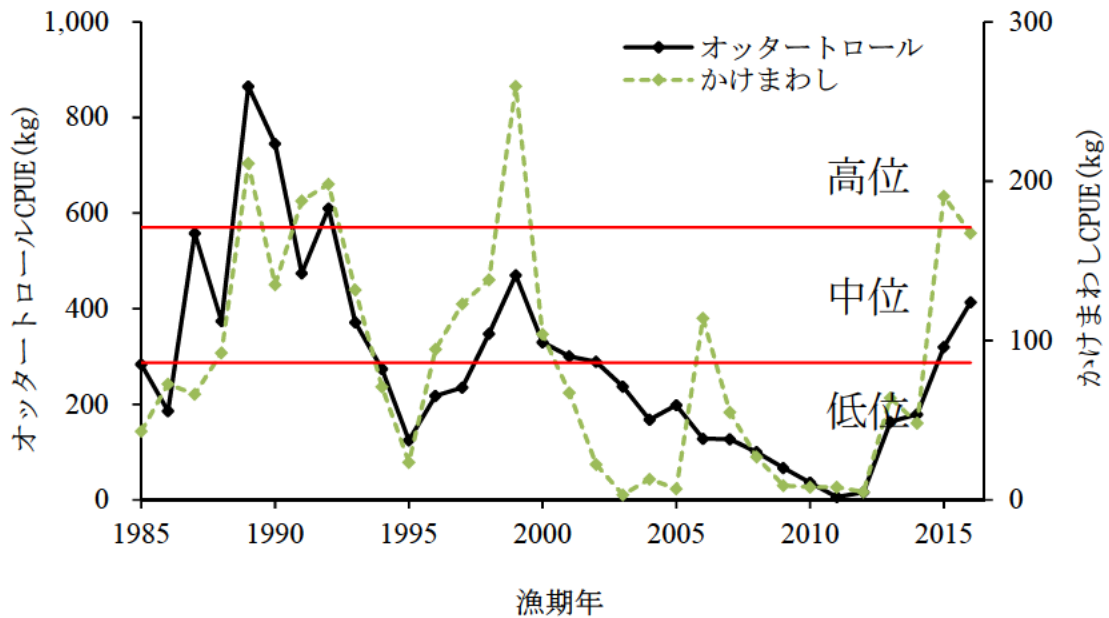


図8. ズワイガニオホーツク海系群の沖底漁法別CPUEの推移と資源水準
(漁期年：7月～翌年6月、オッタートロールCPUEについて最高値～最低値を3等分した。赤線は水準判断の基準)

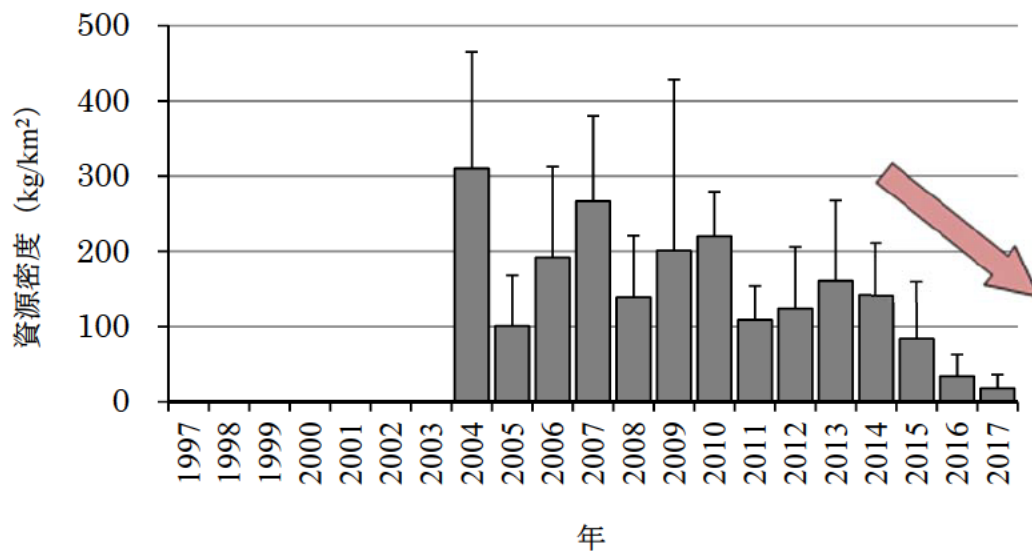


図9. ズワイガニオホーツク海系群の漁獲対象資源の分布密度の推移と資源動向
(縦棒は95%信頼区間、ただし2014年の信頼区間は海水の影響で十分な曳網数が確保できなかった水域をのぞいて算出した)

表 1. オホーツク海日本水域におけるズワイガニの漁獲量
(トン、7月～翌年6月の漁期年集計)

漁期年	合計	沖合底びき網漁業		沿岸漁業
		オッタートロール	かけまわし	
1985	85	73	12	0
1986	1,125	126	80	920
1987	245	133	112	0
1988	1,101	203	255	643
1989	1,463	957	501	4
1990	2,871	1,292	952	626
1991	3,805	1,805	1,256	745
1992	5,428	3,308	1,477	643
1993	3,987	2,240	1,274	473
1994	2,403	1,395	390	618
1995	1,122	519	64	540
1996	1,027	527	152	349
1997	436	262	160	14
1998	648	449	168	31
1999	1,164	797	314	53
2000	940	641	204	95
2001	996	802	69	125
2002	736	618	9	109
2003	924	798	3	123
2004	353	225	4	124
2005	433	327	6	100
2006	443	268	78	97
2007	282	194	3	85
2008	230	103	5	122
2009	124	39	0	85
2010	148	24	0	124
2011	60	2	1	57
2012	119	16	0	103
2013	322	184	67	71
2014	332	200	52	80
2015	905	509	301	94
2016	885	558	266	61

オッタートロールとかけまわしは北海道沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計、沿岸漁業は漁場別漁獲状況調査（北海道漁業生産高統計）による（2016年漁期の漁獲量はTAC速報値）。
沖底については1996年漁期まで、漁獲量は「かに類」として集計されている。

表2. オホーツク海日本水域における沖底のズワイガニの漁獲努力量とCPUE

漁期年	漁獲努力量（網数）		CPUE（kg/網）	
	オッター トロール	かけまわし	オッター トロール	かけまわし
1985	259	274	283	43
1986	677	1,094	186	73
1987	238	1,693	558	66
1988	543	2,767	374	92
1989	1,107	2,374	865	211
1990	1,735	7,053	745	135
1991	3,807	6,694	474	188
1992	5,428	7,452	610	198
1993	6,033	9,667	371	132
1994	5,095	5,500	274	71
1995	4,162	2,703	125	24
1996	2,419	1,607	218	95
1997	1,114	1,302	235	123
1998	1,293	1,217	348	138
1999	1,698	1,210	470	260
2000	1,944	1,964	330	104
2001	2,672	1,027	300	67
2002	2,140	428	289	21
2003	3,366	805	237	3
2004	1,344	309	168	13
2005	1,654	753	198	7
2006	2,046	686	128	114
2007	1,525	55	127	55
2008	1,035	173	100	27
2009	579	24	67	9
2010	659	28	36	8
2011	291	90	6	8
2012	962	76	16	5
2013	1,130	1,048	163	64
2014	1,175	1,071	179	48
2015	1,595	1,577	320	191
2016*	1,350	1,590	414	167

1996年漁期まで「かに類」として集計、努力量は有漁網数を示す。

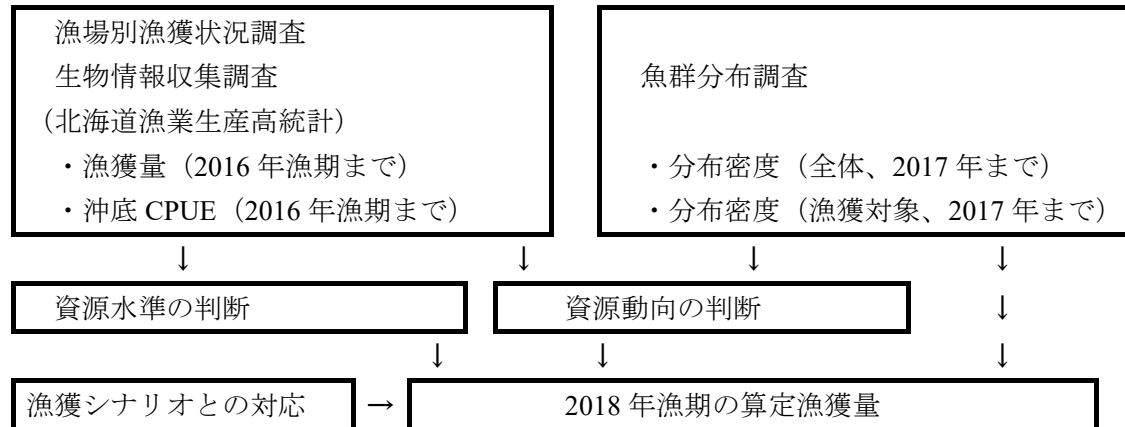
*2016年漁期は暫定値

表3. 春季の調査船調査による分布密度推定値と漁期年ごとの漁獲量の推移

調査年	分布密度推定値 (kg/km ²) ¹		漁期年 ²	漁獲量 (トン)
	全体	漁獲対象		
2004	1,149	310	2003	924
2005	210	101	2004	353
2006	446	192	2005	433
2007	808	267	2006	443
2008	914	139	2007	282
2009	738	201	2008	230
2010	1,306	220	2009	124
2011	751	109	2010	148
2012	572	124	2011	60
2013	588	161	2012	119
2014	701	142	2013	322
2015	133	84	2014	332
2016	42	34	2015	905
2017	25	18	2016	885

¹：漁獲効率=1を仮定、²：漁期年は7月～翌年6月。

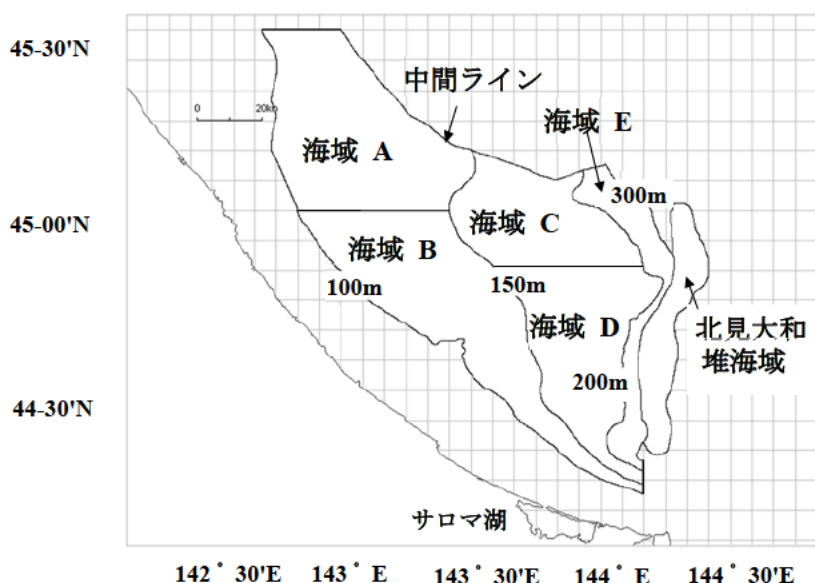
補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 ズワイガニ魚群分布調査（4～6月）

調査船による魚群分布調査は、調査海域を水深と水平位置により5つのブロックに分け、各ブロックに3～11点設定した調査点で30分間のトロール曳網を行い、面積密度法により平均分布密度を推定した（補足図2-1）。トロール網の漁獲効率は1と仮定した。曳網面積算出に用いる袖先間隔について、2008～2017年は、曳網開始直後の網の開口が十分でない時点での計測に起因する推定値のばらつきが確認されている。これを解消するため、2008～2017年については各年の曳網面積の平均値が一定となるように、袖先間隔を正確に測定した2007年調査の値を基準として係数調整した。

2004年から開始した春季（4～6月）調査は、産卵のため日本水域内の産卵場に集群した個体を対象として調査できることから、調査による分布密度推定値（全体、及び漁獲対象部分）を評価に用いた。ただし、分布密度は、ズワイガニの漁場への来遊状況の年変動により影響を受ける可能性が大きい。従って調査結果のみでなく、沖底CPUEの変動とあわせて、資源状態を判断する必要がある。また、調査海域が資源分布域の一部に限定されており、調査点数も限定的であることから資源量への引き延ばしは行わない。



補足図 2-1. ズワイガニ魚群分布調査の調査海域
（ズワイガニの分布域である海域 A～E における分布密度を算出）

補足資料3 沖底 CPUE 標準化と調査 CPUE による補正に関する検討

本系群の資源量指標値には、調査船調査（補足資料2）による分布密度推定値を使用しているが、近年同じ月・海域において調査結果とオッタートロールの日別船別漁区別 CPUE（kg/網/日）と異なる傾向が見られた。そこで情報量が多いが生物の特性や狙いの効果などに影響されやすいオッタートロール CPUE を標準化し、調査 CPUE（1 曳網当たりの漁獲量）によって補正し、資源状態をより正確に推定できる指標値の開発を試みた。

(1) 使用したデータ

1996～2016 年漁期の沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書（漁績）の日別船別漁区別統計値を用いて、中海区の北海道オコック沿岸におけるズワイガニのオッタートロールおよびかけまわしの漁法別有漁操業データを抽出した（ロシア水域を除く）。1 日当たりのズワイガニ漁獲量と網数から CPUE を算出し、さらに 500m メッシュ水深データ（出典：日本海洋データセンターが作成した日本周辺の 500m メッシュ海底地形データ）を加工して漁区中心水深を算出した。漁区から緯度経度についても割り当て、集計単位（漁期年、月、緯度、経度、水深、漁法）における CPUE を算出し、沖底データセットを作成した。

2003～2016 年漁期の調査船調査（補足資料2）から集計単位（漁期年、月、緯度、経度、水深、漁法）における CPUE（1 曳網当たりの CPUE）を算出し、調査データセットを作成した。ここで、本調査ではオッタートロールを用いたトロール調査を実施しているため、漁法についてはオッタートロールとしている。

(2) 解析

両データセットについて各変数（漁期年、月、水深、緯度、経度）に対する対数 CPUE の平均値を計算し、調査と沖底の差（Difference.CPUE）を算出した。

$$(Difference.CPUE) = (\text{沖底}CPUE - \text{調査}CPUE)$$

情報量の多い沖底データセットに対して欠損値を外挿することで、沖底 CPUE 全体を補正した。補正後の沖底 CPUE を応答変数とした一般化線形モデルを適用し、漁期年、月、海域、漁区中心の水深、漁法を説明変数（水深は連続変数、その他はカテゴリカル変数）として下式の標準化モデルを作成した。また誤差分布は対数正規分布に従うと仮定した。

$$\log(\text{沖底}CPUE - \text{Difference}CPUE_{ijk}) = \alpha + Year_i + Lon_j + Lat_k + Depth + \varepsilon_{ijk}$$

α は切片、 $Year_i$ は漁期年の効果、 Lon_j は緯度の効果、 Lat_k は経度の効果、 $Depth$ は水深の効果、 ε_{ijk} は残差を表す。

(3) 結果・考察

作成したモデルを検証するため残差分布の等分散性と正規性を調べたところ、モデルを用いた CPUE 推定値と残差、および各説明変数と残差の間には顕著な傾向は見られず、等分散性が確認できた。また、残差の頻度分布から正規性も確認できたことから、CPUE 標準化モデルとして妥当であると判断した。本指標の使用により、CPUE の変動の影響が軽減され、来遊時期の変化にも柔軟に対応し、さらには 2014 年調査船調査において流水の来遊によって十分な曳網数を確保できなかった問題点についても解消できる。本指標については今後パラメータの追加も含めたモデル選択やシミュレーション等による頑健性の検討を行う予定である。