

平成 28 (2016) 年度ベニズワイガニ日本海系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（養松郁子、佐久間啓、上田祐司）

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要 約

本系群の漁獲量は、本格的に漁業が始まって以来の最低漁獲量（12,055 トン）を 2003 年に記録した後、2007 年に 16,902 トンに増加した。その後はわずかに減少し、2015 年の漁獲量は 15,049 トン（暫定値）であった。ただし、大臣許可漁業においては、2007 年 9 月漁期以降、船別に漁獲量の上限が設定されており（個別割当制）、本制度の下での漁獲量となっている。資源水準は、CPUE (kg/かご) と漁場面積から求めた 2015 年の資源量指標値に基づき、大臣許可水域では中位、知事許可水域では高位、動向は、直近 5 年間の資源量指標値の推移からいずれも横ばいであり、系群全体として中位、横ばいと判断した。

大臣許可水域、知事許可水域ともに資源量指標値および資源水準を基礎として、ABC 算定規則 2-1)により 2017 年 ABC を算出した。ただし、大臣許可水域については、漁獲量の代わりに前年の ABC を基準として算出した。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (百トン)	Blimit =
					親魚量 5 年後 (百トン)
1.0・大臣許可 ABClimit2016・0.98	Target	—	—	128	—
1.0・知事許可 Cave 3-yr・1.03	Limit	—	—	160	—

Limit は、管理基準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、管理基準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。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave 3-yr は過去 3 年間（2013～2015 年）の平均漁獲量であり、大臣許可 ABClimit2016 は、2015 年評価時の 10,194 トンである。

年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合
2011	—	—	155	—	—
2012	—	—	152	—	—
2013	—	—	151	—	—
2014	—	—	157	—	—
2015	—	—	150*	—	—

*2015 年は暫定値である。

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
漁区別漁獲量	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 日本海べにずわいがに漁業漁獲成績報告書（水産庁、青森～福井（7）県、兵庫～島根（3）県） 県別漁獲量（青森～福井（7）県、兵庫～島根（3）県） 韓国漁獲統計資料（URL: http://fips.go.kr/ ）
漁獲努力量	日本海べにずわいがに漁業漁獲成績報告書（水産庁、青森～福井（7）県、兵庫～島根（3）県）
CPUE, 資源量指数	日本海べにずわいがに漁業漁獲成績報告書（水産庁、青森～福井（7）県、兵庫～島根（3）県）
漁獲物の平均体重、未成体個体の漁獲割合	生物測定（鳥取県、富山県、水研）

1. まえがき

ベニズワイガニは、北海道から島根県沖にかけての日本海及び銚子以北の本州太平洋沿岸の深海に生息するカニで、日本海では主にかご網によって漁獲される。水産庁は、特に資源の悪化が懸念された大臣許可水域及び兵庫県の知事許可水域（日韓暫定水域を除く）を対象に、平成 17（2005）～23（2011）年度に本種の資源回復計画により、休漁期間の延長や改良漁具の導入などの措置を講じてきた。さらに、2007 年漁期（9 月～翌年 6 月）より鳥取県境港に水揚げする全船を対象に個別割当制が導入された。大臣許可船として唯一境港以外を根拠地とする兵庫県船 1 隻についても 2010 年漁期から個別割当制が適用されている。資源回復計画は平成 23（2011）年度末で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24（2012）年度以降、新たな枠組みである「資源管理指針・計画」の下で継続して実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

日本海に生息するベニズワイガニは、水深 500m から 2,700m の水深帯に広く分布し(図 1)、分布の中心は 1,000~2,000 m である(日本海区水産研究所 1970、富山県水産試験場ほか 1986)。浮遊幼生期(3期)を経て、甲幅 3~4mm の稚ガニに変態して着底生活に入る。標識放流の結果から、着底後の移動については、成体ガニの場合でせいぜい 50km 程度と報告されている(富山県水産試験場ほか 1988)。

(2) 年齢・成長

絶対年齢は不明。飼育条件下では、雄が漁獲対象(甲幅 90mm 超)に達するのに 9~11 年(前田・内山 2011、図 2)、雌が成熟するまでに 7~8 年を要する(前田 未発表)。寿命は 10 年以上と推定される。

(3) 成熟・産卵

雌の成熟サイズは海域や水深によって異なるが、甲幅 63~70mm に達する 10 齢期または 11 齢期への脱皮が成熟脱皮(=最終脱皮)となる(養松ほか 2012)。成熟脱皮後に卵巣の発達を開始して初めての産卵を行なう(養松・白井 2006)。初産、経産ともに主産卵期は 2~4 月である。隔年産卵で、抱卵期間は約 2 年(伊藤 1976、Yosho 2000)である。

(4) 被捕食関係

イカ類の他、エビ類、カニ類(共食い含む)、ヨコエビ類などの甲殻類、微小貝類及び小型魚類等を捕食する(養松 未発表)。着底直後の稚ガニはアゴゲンゲなどの魚類に捕食される他、より大型の個体はドブカスベ、ツチクジラによる捕食が報告されている。しかし、ベニズワイガニの生息水深帯にはベニズワイガニを捕食するような大型魚類の分布密度は全般に低く、もっぱら同種的大型個体による捕食(共食い)がもっとも重大な捕食リスクであると考えられる(養松 未発表)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

日本海のベニズワイガニ漁業は、富山県における 1941 年の底刺網による漁獲が発端でしばらく刺網による漁業が行われてきたが、1962 年にかご漁法が開発され、1964 年には全船がかご漁業に転換した。その後 1967 年に鳥取県においても富山県のかご漁法にならった試験操業が好成績で、以後、業者船による操業が始まった(日本海ベニズワイ研究チーム 1995)。現在、ごく若干量の混獲による漁獲を除き、ほとんどがかご網で漁獲されている。かご網漁業は漁場によって、青森県から兵庫県の各県地先で行われる知事許可漁業と、東経 134° 以西の兵庫県から島根県の地先と大和堆・新隠岐堆などの沖合漁場で行われる大臣許可漁業の二つの異なる許可形態がある(図 3)。いずれの許可漁業でも省令により、

雌ガニは全面禁漁、雄ガニについても甲幅 90mm 以下は禁漁となっている。大臣許可漁業では、2007 年 9 月漁期より境港に水揚げする船について個別割当制が導入され、2010 年 9 月漁期からは兵庫県に水揚げする船にも同様の制度が導入されている。大臣許可水域の大半と知事許可水域の一部は日韓暫定水域と重なり、韓国船と競合する漁場となっている。

(2) 漁獲量の推移

日本海沿岸各県に水揚げされた本種の漁獲量は、漁獲努力量の増大と沖合域への漁場の拡大によって 1984 年の 53,530 トンまで増大したが、以後は減少を続け、1989 年には 3 万トンを下回った。1992 年以降は 2 万 2 千～2 万 6 千トンでほぼ安定していたが、1999 年以降は連続して減少し、2003 年は 14,971 トンで最低値を記録した。その後はやや増加して 2006 年は 18,407 トンの水揚げがあったが、その後はわずかに減少し、2015 年（暫定値）は 15,049 トンであった（表 1）。なお、2006 年以前の漁獲量には我が国 EEZ 外（日本海北西部海域）での漁獲量を含むため、漁獲成績報告書に記載された漁区情報（図 3）をもとに算出した本系群のみの漁獲量は、その変動傾向は変わらないものの、漁獲量のピークは 1984 年の 44,124 トンで、漁獲統計が得られている 1978 年以降の最低値は 2003 年の 12,055 トンであった（図 4、表 2）。

許可別では、大臣許可水域の漁獲量が全体の漁獲量の変動傾向と類似した変動を示すのに対し、知事許可水域の漁獲量は増減幅が小さく比較的安定している。とくに、1985 年前後には大臣許可水域における漁獲量は 3 万トンを超え、漁獲量全体の約 8 割を占めるほどであったが、1980 年代後半以降著しく減少し、2001～2003 年は大臣許可水域の漁獲量が知事許可水域の漁獲量を下回った。大臣許可水域では 2003 年以降回復して 2007 年に 1 万トンを超えたものの、2007 年 9 月以降に個別割当制が導入されたため、2008 年以降は緩やかな減少傾向にあり、2015 年（暫定値）は 9,168 トンであった。一方、知事許可水域では 2005 年にやや落ち込んだものの 2007 年以降は 6 千トン前後でほぼ横ばいで推移し、2015 年（暫定値）は 5,881 トンであった（図 4、表 2）。

一方、日本海北西部海域（ほとんどが北朝鮮側）は、1980 年代前半に 1 万 1 千トンを超える漁獲があったものの、その後は減少し、2007 年以降の漁獲実績はない（表 2）。韓国の 2015 年の漁獲量は韓国 EEZ 内と日韓暫定水域の合計で 41,647 トンであった（表 1）。

(3) 漁獲努力量

漁獲成績報告書に記載されているかご数を集計し、大臣許可水域および日本海北西部海域における努力量として求めた（図 5、表 3）。大臣許可水域では、全体として 1988 年に 350 万かごを超える努力量があったが、その後急激に減少し、1994 年以降 100 万～120 万かご前後でほぼ横ばいで推移した。2003～2006 年は 100 万かごを下回ったものの、2007 年以降日本海北西部海域での操業ができなくなったことから大臣許可水域への漁場の移動が起こったため、2007～2008 年にはやや増加して 100 万～120 万かごであった。その後はゆるやかに減少したが、2011 年以降は 82 万～89 万かごで推移している。2015 年は 88.6

万かごであった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源評価にあたっては、漁区（緯度経度1度升目；図3参照）単位で年間の平均CPUE（kg/かご）と漁場面積（km²）を乗じ、これを我が国EEZ内の漁区について累積した値を資源量指標値（kg/かご・km²）として求め、水準、動向判断の基礎とした（補足資料1、計算法は補足資料2参照）。なお、知事許可水域と大臣許可水域は重複しないため、資源量指標値をそれぞれの海域内で累積した後、両水域の値を合算して日本海系群全体の指標値とした。

(2) 資源量指標値の推移

資源量指標値の経年変化を見ると（図6、表4）、系群全体では1982年の951,354kg/かご・km²をピークに1990年に355,049kg/かご・km²まで減少し、その後1990年代後半にかけて600,000kg/かご・km²を超えるまで増加したものの、その後2002年には過去最低となる310,501kg/かご・km²まで減少した。その後は増加傾向にあったものの、2012年をピークに緩やかに減少し、2015年は643,153 kg/かご・km²であった。水域別では、大臣許可水域は全体の変動とほぼ同様の増減傾向を示す一方、知事許可水域は概ね200,000 kg/かご・km²前後で推移し変動幅が小さい。2003年以降は緩やかに増加傾向にあり、2015年は1978年以降の最高値となる251,217 kg/かご・km²となった。

(3) 漁獲物の甲幅構成

大臣許可水域として大和堆東部（東経135度以东の大和堆）、大和堆西部（東経135度以西の大和堆）、新隠岐堆、隠岐島西部、知事許可水域として富山湾と新潟県上越沖での漁獲物を測定して得られた甲幅組成結果から、各海域における漁獲物の平均重量、漁獲物全体に占める未成年体（成熟脱皮前の個体）の割合（重量比）を求めた（表5）。知事許可水域である富山湾と新潟上越沖では大臣許可水域に比べ、総じて大型の個体を漁獲しており、漁獲重量全体に占める未成年体の重量割合は2005年以前にはやや高い年があったものの、2008年以降は10%以下の低い水準となっている。一方、大臣許可水域においては2000～2002年頃の資源量指標値が最低の時期と比べると近年は漁獲物が大型化している傾向が認められる。2001～2002年には未成年体の重量割合が40%を超えるほどであったが、その後は低下して2005年以降は概ね10～15%だったものの、2012年から未成年体の割合が20%前後で推移しており、今後の動向を注視する必要がある。

(4) 資源の水準・動向

大臣許可水域と知事許可水域それぞれについて、1978～2014年間の資源量指標値の最高値と最低値の間を三等分し、高位、中位、低位に区分した。知事許可漁業では直近年

の 2015 年の暫定値が 1978 年以降で最高値となったが、今年の評価では前年までと同様 1978～2014 年の値を基礎とした。高位／中位の境界値は、大臣許可水域 531,103 kg／かご・km²、知事許可水域 208,692 kg／かご・km²、中位／低位の境界値は、大臣許可水域 331,685 kg／かご・km²、知事許可水域 169,037 kg／かご・km²である（図 6、7）。2015 年の水準は、大臣許可水域（391,936 kg／かご・km²）が中位、知事許可水域（251,217 kg／かご・km²）が高位と判断した。系群全体としては、高位／中位、中位／低位の境界値がそれぞれ 737,737 kg／かご・km²、524,119 kg／かご・km²に対し、2015 年は 643,153 kg／かご・km²であり、中位と判断した（図 8）。また、大臣許可水域、知事許可水域のいずれも直近 5 年間の資源量指標値の推移から、動向が横ばいであった。系群全体の動向は、本系群全体の直近 5 年間の資源量指標値の推移から横ばいと判断した。

5. 2017 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量指標値の値および同値の直近 5 年間の推移により資源の水準および動向を判断した。資源量指標値の推移から、資源水準は大臣許可水域が中位、知事許可水域が高位で、資源の動向は両水域ともに横ばいであった。系群全体の資源状態としては、系群全体の資源量指標値をもとに中位、横ばいと判断した。

(2) ABC の算定

知事許可水域、大臣許可水域ともに資源量指標値の水準及び変動傾向に合わせた漁獲を行うことを管理目標とした。

各水域でそれぞれ、以下に示す ABC 算定規則 2-1)によって 2017 年 ABC を算定した後、それらを合計して本系群の ABC とした。なお、ABC とその基礎となる漁獲量は我が国漁業に対する値であり、外国による漁獲量は含んでいない。

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

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

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

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 は資源量指標値の傾きと平均値、 α は安全率である。 γ_1 は資源量指標値の変動から算定する。

知事許可水域の計算には、Ct の代わりに直近 3 年（2013～2015 年）の漁獲量の平均値（Cave 3-yr）を用い、知事許可水域における資源量指標値の直近 3 年間（2013～2015 年）の動向から b (6204.08) と I (244,175) を定めた。k は標準値の 1.0 とした。 δ_1 は、資源量指標値が高位水準にあるため、高位水準の標準値である 1.0 を用いた。その結果、 γ_1 は 1.03、ABClimit は 5,963 トンを得た。

一方、大臣許可水域では、2007 年 9 月より個別割当制により漁獲量の上限が規定されていることから、Ct の代わりに前年の ABClimit（今回の評価では 2015 年評価時の 2016 年 ABClimit である 10,194 トン）を使用した（適用の根拠については補足資料 3 及び銭谷 2016

を参照)。大臣許可水域における資源量指標値の直近3年間(2013~2015年)の動向から b (-6399.27) と I (393,042) を定めた。 k は標準値の 1.0 とした。 δ_1 は、資源量指標値が、最低値と最高値の間を 3 等分することによって定めた中位水準にあるため、この場合の標準値である 1.0 を用いた。その結果、 γ_1 は 0.98、 $ABClimit$ は 9,990 トンを得た。

α は、漁獲量を基礎とする資源判断の不確実性を考慮し、標準値の 0.8 とした。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017年ABC(百トン)
1.0・大臣許可 $ABClimit_{2016} \cdot 0.98$	Target	—	—	128
1.0・知事許可 $Cave_{3-yr} \cdot 1.03$	Limit	—	—	160

Limit は、管理基準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、管理基準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。 $ABCtarget = \alpha ABClimit$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。 $Cave_{3-yr}$ は過去 3 年間(2013~2015年)の平均漁獲量であり、大臣許可 $ABClimit_{2016}$ は、2015年評価時の 10,194 トンである。

(3) ABC 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
2014年漁獲量確定値	2014年漁獲量の確定
2015年漁獲成績報告書	2014~2015年の資源量指標値

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量	$ABClimit$ (百トン)	$ABCtarget$ (百トン)	漁獲量 (百トン)
2015年(当初)	大臣許可 C2008 1.0・知事許可 $Cave_{3-yr} \cdot 0.98$	—	162	129	
2015年(2015年再評価)	大臣許可 C2008 1.0・知事許可 $Cave_{3-yr} \cdot 0.98$	—	162	129	
2015年(2016年再評価)	大臣許可 C2008 1.0・知事許可 $Cave_{3-yr} \cdot 0.98$	—	162	129	150
2016年(当初)	1.0・大臣許可 $ABClimit_{2015} \cdot 0.97$ 1.0・知事許可 $Cave_{3-yr} \cdot 0.98$	—	159	127	
2016年(2016年再評価)	1.0・大臣許可 $ABClimit_{2015} \cdot 0.96$ 1.0・知事許可 $Cave_{3-yr} \cdot 1.00$	—	159	127	

2016年再評価において2014年漁獲量を確定値に更新した他、2015年CPUE値の追加によって2014年の資源量指標値(3年平均CPUEを使用)が更新された。このことにより知事許可Cave 3-yr および両海域の γ 1が更新され、2016年ABC(2016年再評価)が更新された。系群全体のABCとしては当初の値と変わらなかったが、内訳として、知事許可ABCは当初5,662トン→2016年再評価5,766トン、大臣許可ABCは当初10,194トン→2016年再評価10,089トンにそれぞれ更新された。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本種は生まれてから漁獲加入するまでに約9年を要すると推定されている(前田・内山2011)。この間の漁獲加入以前の資源豊度は漁業から予見することができず、調査船調査による知見の蓄積が不可欠である。これまで経年的に加入前個体の採集調査を実施している隠岐島西部の日韓暫定水域、および富山湾での結果を比較すると、経年的な小型個体の出現状況は異なり(図9, 10)、漁場によって漁獲加入量の変動が異なる傾向を示すことが示唆される。とくに隠岐島西部では今後も数年間は加入量水準が低いことが予想される。

本種の生息域は広く、かつ、漁獲加入前個体の主分布水深が2000m付近にあることから(養松・白井2007、Yosho et al. 2009)、加入前個体の資源動向を本系群の分布域全域にわたって把握することは困難であるが、少なくとも主要漁場における加入動向を把握し、その動向に応じた管理を行うことが望ましい。

また、日韓暫定水域内では日本漁船だけでなく韓国漁船も操業しているが、韓国船の漁獲量や努力量、操業水深、籠網の仕様等に関するデータが得られておらず、本系群の資源評価に反映されていない。近年、暫定水域内の日本船が漁場としている海域での韓国船による操業が目立っており、暫定水域を中心とする大臣許可水域において、再び資源が悪化する可能性がある。日韓が相互に自国の漁業情報を開示し、協力して資源の管理にあたる必要がある。また、暫定水域内で行われている韓国のバイ籠漁業による小型ベニズワイガニの混獲を減らす努力が望まれる。

7. 引用文献

- 伊藤勝千代(1976)日本海におけるベニズワイの成熟と産卵、とくに産卵周期について. 日水研報, 27, 59-74.
- 前田経雄・内山 勇(2011)海洋深層水利用によるベニズワイの脱皮・成長の解明. 海洋と生物, 33, 575-579.
- 日本海ベニズワイ研究チーム(1995)日本海のベニズワイ資源. 平成6年度我が国200カイリ水域内漁業資源調査報告書.
- 日本海区水産研究所(1970)日本海に関する総合研究報告書, 日本海区水産研究所.
- 富山県水産試験場・島根県水産試験場・鳥取県水産試験場(1986)ベニズワイの生態と資源に関する研究報告書. 昭和60年度指定調査研究.
- 富山県水産試験場・島根県水産試験場・鳥取県水産試験場(1988)ベニズワイの資源と生

態に関する研究報告書. 昭和 60~62 年度地域重要新技術開発促進事業報告書.

Yosho, I. (2000) Reproductive cycle and fecundity of *Chionoecetes japonicus* (Brachyura: Majidae) off the coast of Central Honshu, Sea of Japan. Fish. Sci., 66, 940-946.

養松郁子・白井 滋 (2006) 日本海大和堆北東部におけるベニズワイの深度分布と移動. 日水誌, 72, 1108-1110.

養松郁子・白井 滋 (2007) ベニズワイ雌の成熟脱皮と初産. 日水誌, 73, 674-683.

Yosho, I., Hirose, T. and Shirai, S. (2009) Bathymetric distribution of beni-zuwai crab *Chionoecetes japonicus* in the northern part of the Sea of Japan. Fish. Sci., 75, 1417-1429.

養松郁子・廣瀬 太郎・白井 滋 (2012) 隠岐諸島西方海域におけるベニズワイ雌の成長. 日水誌, 78, 230-240.

銭谷 弘 (2016) 個別割当制度が導入されているベニズワイガニ日本海系群大臣許可漁業に関する ABC 算定方法について. 我が国周辺水域資源評価等推進委託事業 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 26 年度), 1-10.

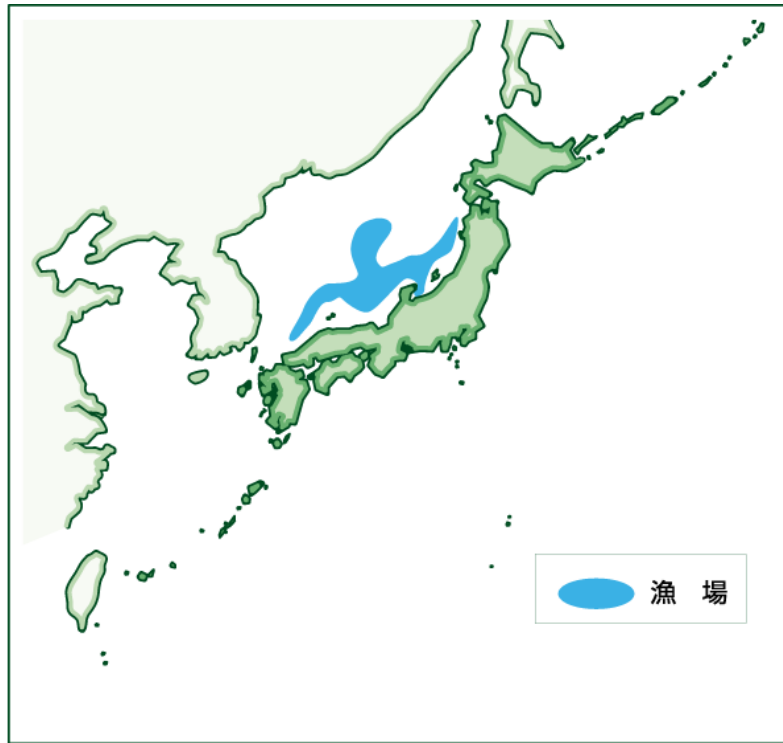


図 1. 日本海本州沿岸におけるベニズワイガニの漁場

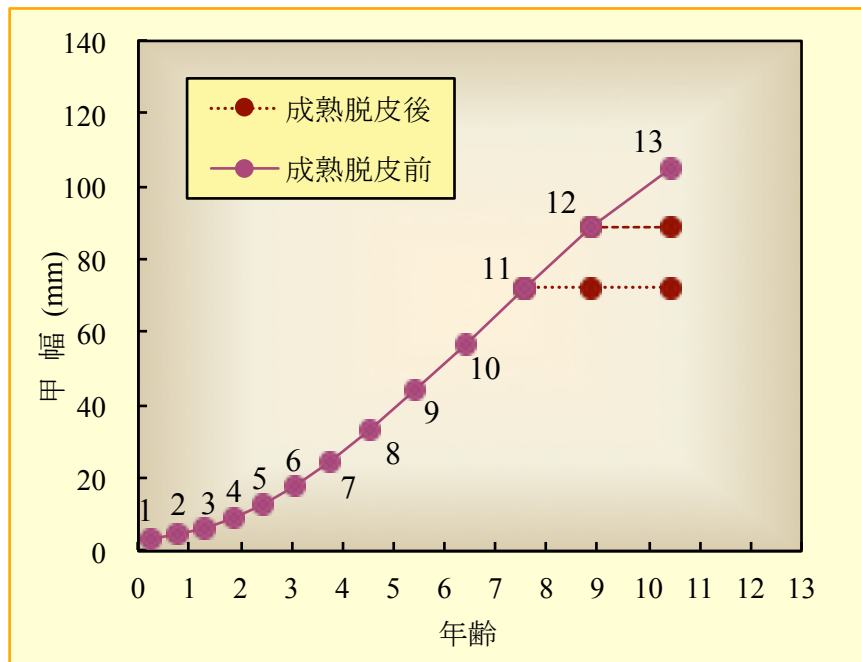


図 2. 年齢と甲幅の関係 (雄)

グラフ中の数字は脱皮齡。成熟脱皮前の個体は第 13 齡以降も脱皮するが、第 14 齡以降の成長は未解明。

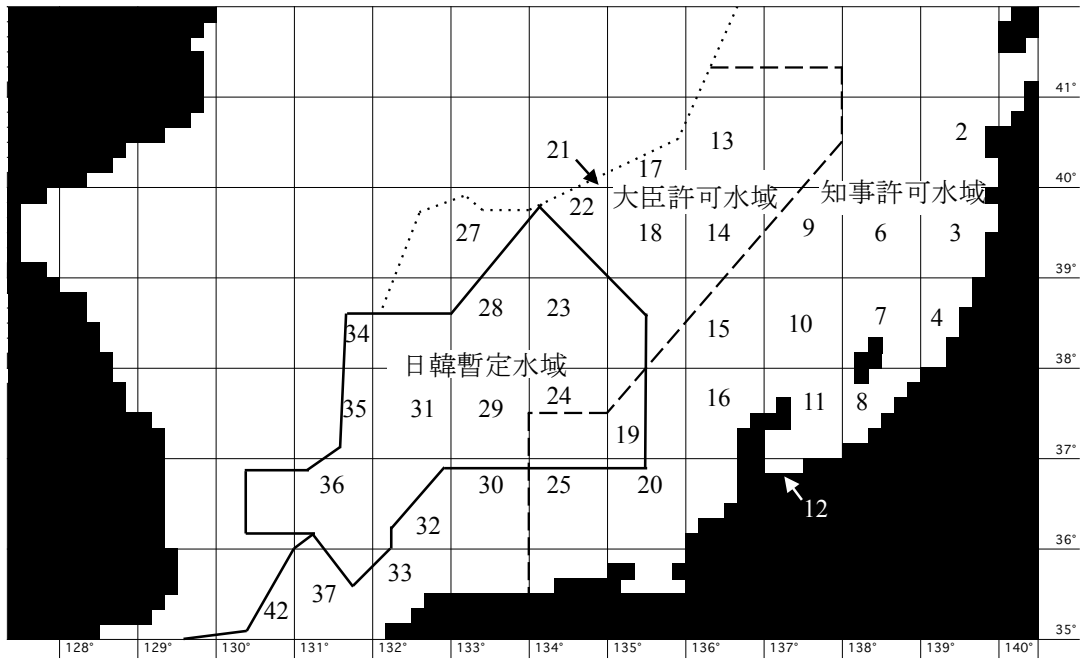


図 3. ベニズワイガニ日本海系群の漁場区分図

本系群を対象とする漁場は、我が国 EEZ（点線）および日韓暫定水域（実線）の韓国側の境界線より日本側の海域であり、このうち、破線より西側が大臣許可水域、東側が知事許可水域である。図中の数字は緯度経度 1 度升目により区分される「ベニズワイガニ漁区」の中海区番号を示す。数字が振られていない海域の大半は漁場水深外であり、操業実績はほとんどない。

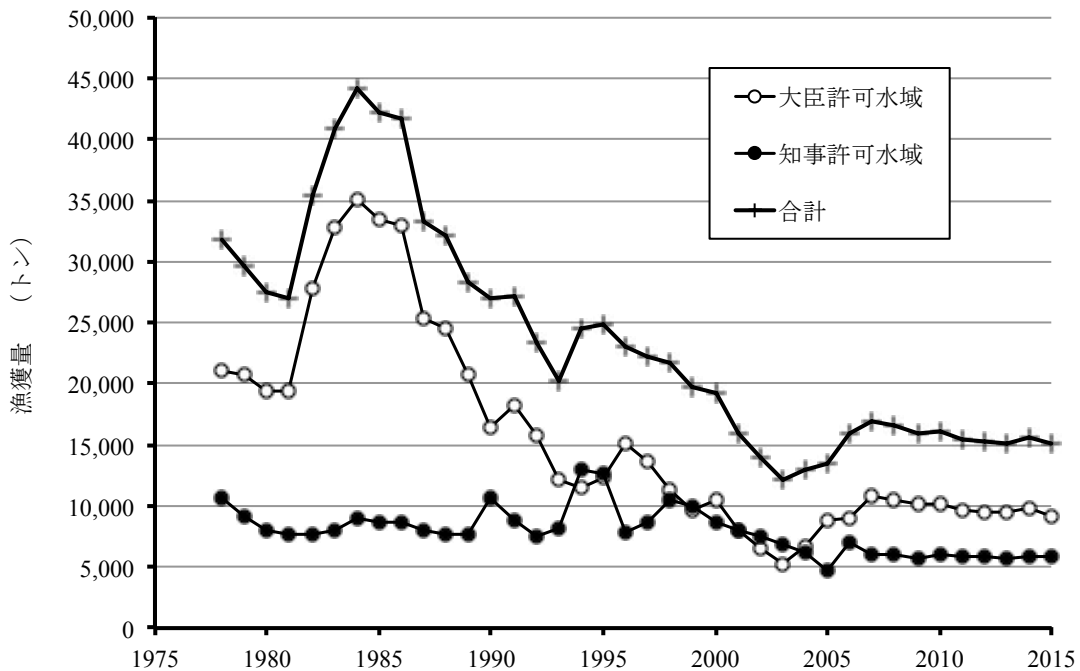


図 4. ベニズワイガニ日本海系群の許可水域別漁獲量

水域区分は図 3 に示した現在の境界による。

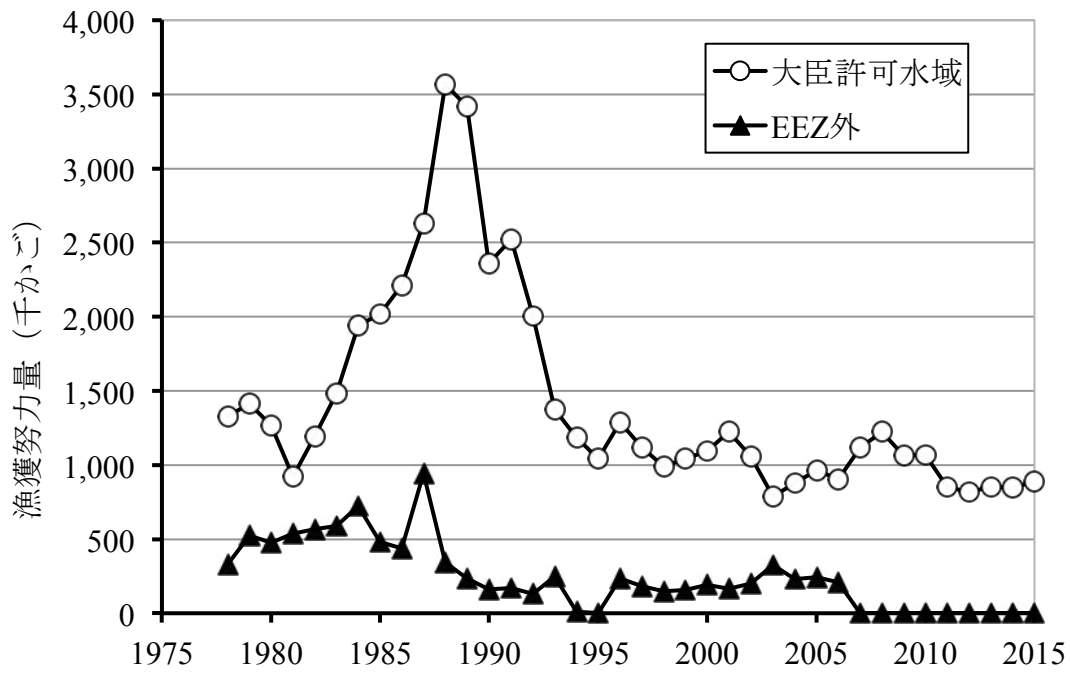


図5. 大臣許可水域及びEEZ外における漁獲努力量（かご数）の経年変化

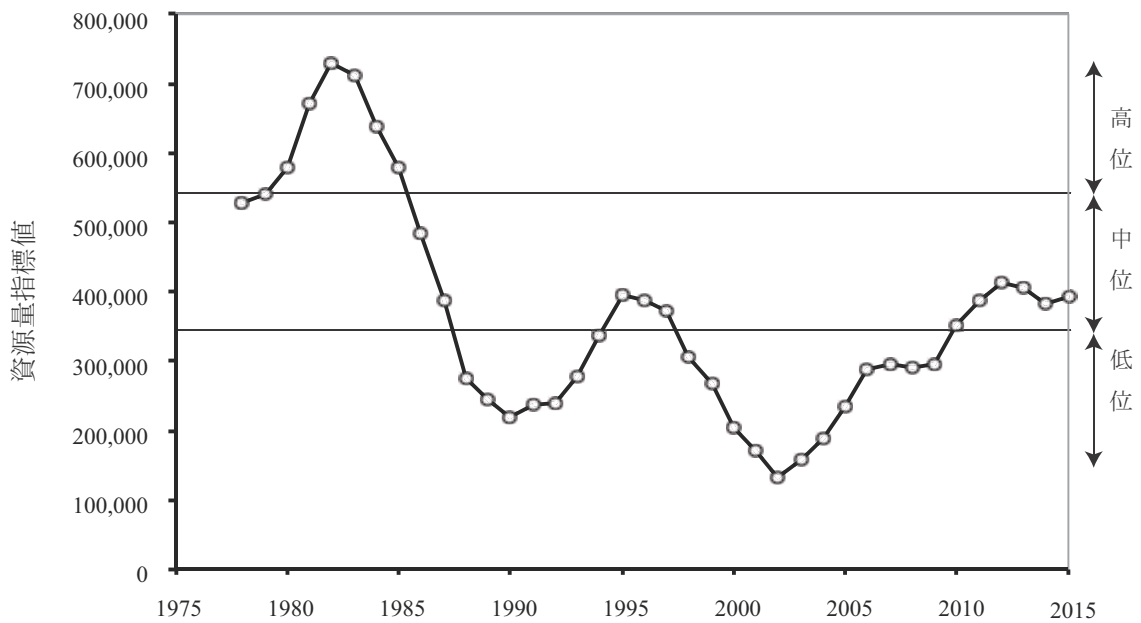


図6 大臣許可水域における資源量指標値の経年変化

資源量指標値の最高値と最低値の間を三等分して、上から高位、中位、低位とし、それぞれの境界を示した。高位／中位、中位／低位の境界値はそれぞれ 531,103 と 331,685 である。

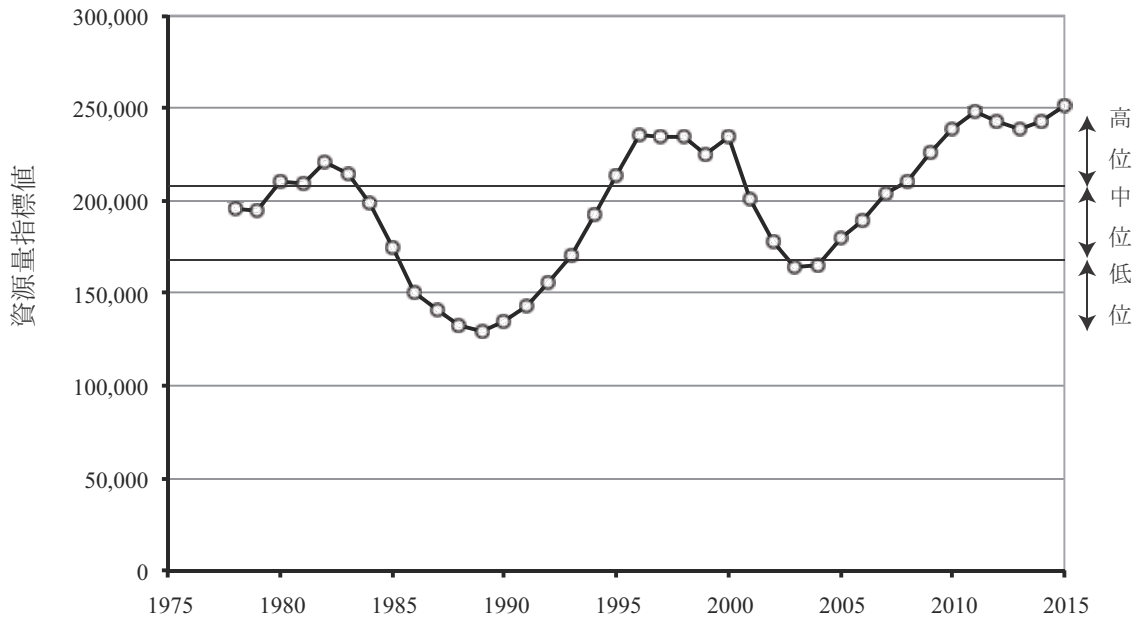


図 7 知事許可水域における資源量指標値の経年変化
 資源量指標値の最高値と最低値の間を三等分して、上から高位、中位、低位とし、それぞれの境界を示した。高位／中位、中位／低位の境界値はそれぞれ 208,692 と 169,037 である。

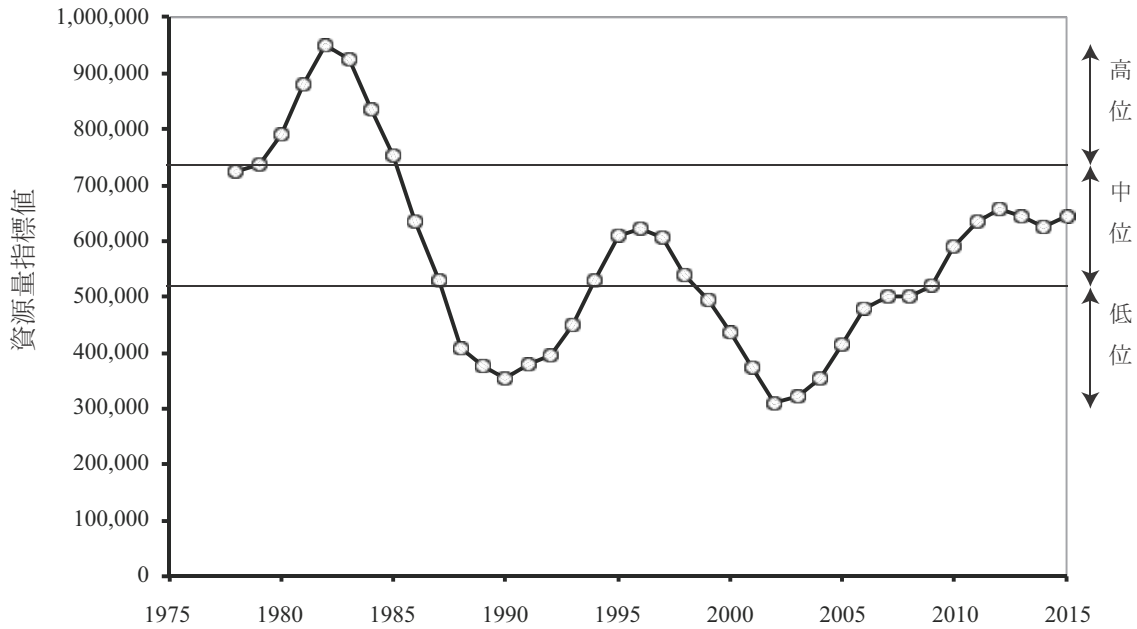


図 8. 本系群対象海域全域における資源量指標値の経年変化
 資源量指標値の最高値と最低値の間を三等分して、上から高位、中位、低位とし、それぞれの境界を示した。高位／中位、中位／低位の境界値はそれぞれ 737,737 と 524,119 である。

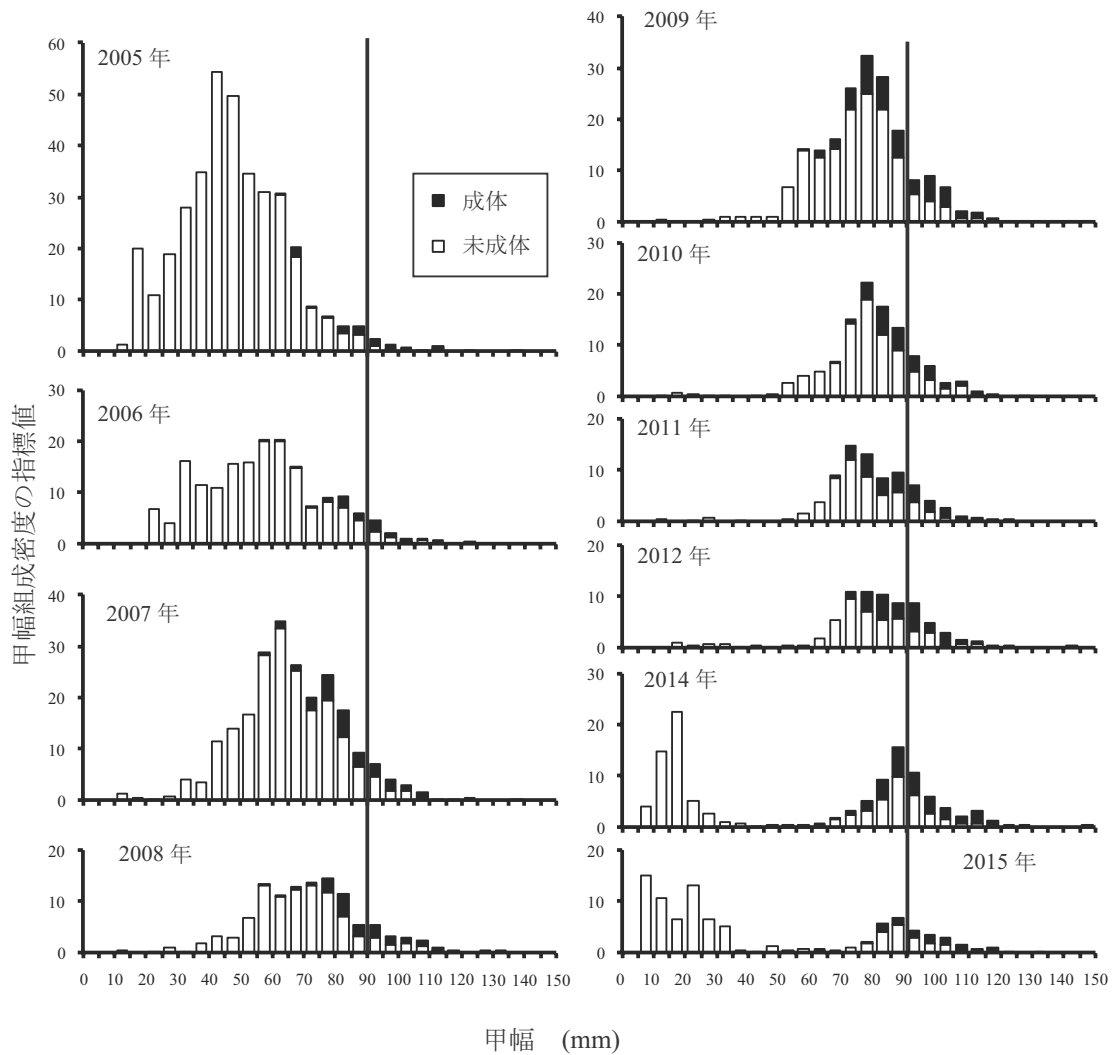


図 9. 2005～2015 年（2013 年は未実施）夏季に隠岐島西方海域で採集されたベニズワイガニ雄の甲幅組成密度の指標値（各調査定点での 1,000m² 曳あたり密度組成の累計として計算）

実線は漁獲規制サイズ (90mm) を示す。2006 年は調査実施点数が少なく、過小評価されている可能性がある。

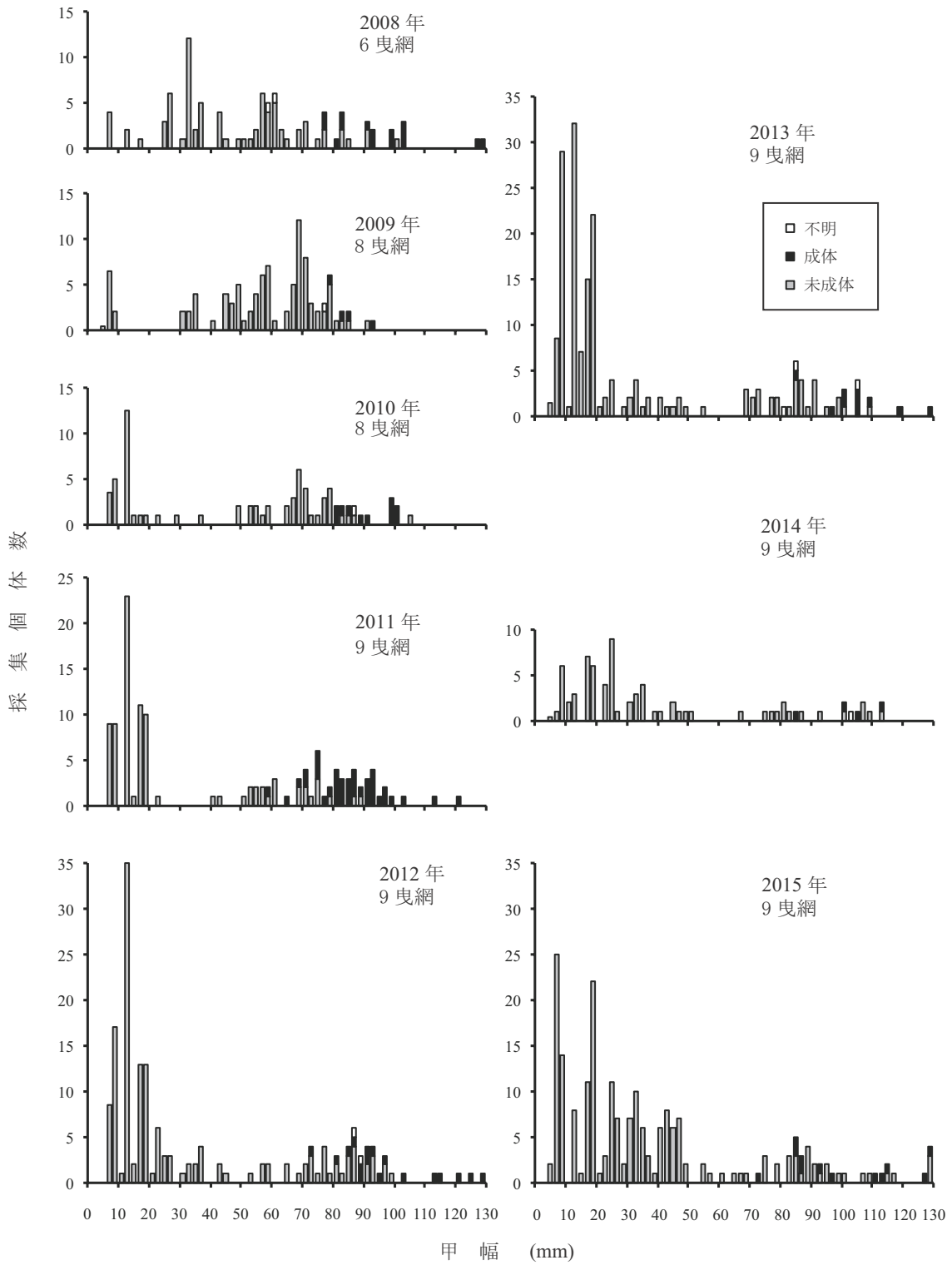


図 10. 2008～2015 年 8 月に富山湾内で、桁網により採集されたベニズワイガニ雄の甲幅組成

表 1. 青森県～島根県船によって漁獲されたベニズワイガニの漁獲量*1 および韓国船によるベニズワイガニの漁獲量 (トン)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
青森県	1,233	1,149	986	1,190	787	538	575	394	440	503	497	432	533
秋田県	1,597	1,129	1,073	1,098	408	782	848	856	1,105	1,382	1,423	1,315	1,032
山形県	894	926	738	525	602	679	737	750	696	594	611	569	504
新潟県	1,944	2,109	2,199	2,072	2,468	2,928	2,603	3,047	3,005	3,090	3,158	2,410	2,251
富山県	854	897	854	746	721	826	749	654	583	652	675	754	821
石川県	389	1,091	1,420	1,547	1,364	2,131	1,980	2,052	1,423	1,381	1,540	1,239	803
福井県	59	52	95	70	78	101	104	109	92	90	91	100	96
兵庫県	3,715	4,027	3,312	3,172	3,405	3,283	3,800	3,574	3,341	2,911	2,783	2,664	2,398
鳥取県	7,879	7,087	5,580	5,100	6,332	5,702	6,188	5,944	7,316	5,752	6,039	4,553	4,210
島根県	9,793	9,722	8,177	7,237	8,506	7,882	8,189	7,355	6,207	5,952	5,254	3,886	3,339
計	28,357	28,189	24,434	22,757	24,671	24,852	25,773	24,735	24,208	22,307	22,071	17,922	15,987
韓国*2				24,440	31,063	33,155	37,362	38,896	33,146	22,366	16,281	12,973	9,166

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*3
青森	570	450	426	436	501	468	358	338	372	271	294	291	290
秋田	946	673	438	617	614	607	575	559	501	689	499	837	822
山形	467	369	383	490	452	371	350	475	470	409	413	441	450
新潟	1,991	1,892	2,014	2,068	2,266	2,212	2,122	2,343	2,349	2,291	2,549	2,417	2,364
富山	736	720	659	655	664	716	741	706	755	584	520	493	465
石川	588	863	910	1,495	1,163	1,292	971	1,143	1,258	1,338	1,243	1,153	1,151
福井	97	88	74	73	73	88	76	69	60	50	48	30	36
兵庫	2,257	2,523	2,244	2,578	2,514	2,738	2,959	2,804	2,618	2,573	2,407	2,415	2,409
鳥取	4,184	4,046	5,374	6,059	4,905	3,283	2,131	2,515	2,500	2,861	3,690	4,314	3,977
島根	3,135	3,585	4,271	3,936	3,750	4,806	5,569	5,163	4,613	4,161	3,481	3,285	3,085
日本海計	14,971	15,209	16,793	18,407	16,902	16,581	15,852	16,115	15,496	15,227	15,144	15,676	15,049
韓国*2	19,262	23,113	21,926	23,890	25,388	25,631	29,993	30,749	32,520	36,972	38,013	38,189	41,647

*1: 1994年以前は各県調べ。1995年以降は農林統計(属人)による。2006年以前については我が国EEZ外(日本海北西部海域)での漁獲を含む。

*2: 韓国船の漁獲量は韓国沿岸および日韓暫定水域での漁獲の合計。本系群の漁獲量には含まれていない。

*3: 2015年は暫定値。

表 2. 青森県～島根県船によって漁獲されたベニズワイガニの海域別漁獲量（トン）*1

海域区分*2	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
大臣許可水域	20,992	20,638	19,433	19,421	27,843	32,857	35,091	33,378	32,914	25,280
知事許可水域	10,717	9,081	7,975	7,655	7,642	8,010	9,033	8,730	8,725	8,060
計	31,709	29,719	27,408	27,076	35,485	40,867	44,124	42,108	41,639	33,340
我が国EEZ外*3	5,312	6,372	5,894	8,255	11,507	11,682	9,407	8,069	6,278	4,822
海域区分*2	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
大臣許可水域	24,486	20,659	16,356	18,261	15,741	12,107	11,492	12,289	15,144	13,563
知事許可水域	7,688	7,739	10,721	8,833	7,590	8,115	13,020	12,563	7,881	8,626
計	32,174	28,398	27,077	27,094	23,331	20,222	24,512	24,852	23,025	22,189
我が国EEZ外*3	1,250	1,283	1,282	1,094	1,103	2,535	158	0	2,747	2,546
海域区分*2	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
大臣許可水域	11,295	9,705	10,531	7,943	6,524	5,223	6,751	8,841	8,946	10,887
知事許可水域	10,462	9,986	8,631	8,035	7,490	6,832	6,201	4,648	7,027	6,015
計	21,757	19,691	19,162	15,978	14,014	12,055	12,952	13,489	15,973	16,902
我が国EEZ外*3	2,451	2,617	2,909	1,944	1,974	2,916	2,256	3,304	2,434	0
海域区分*2	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*4		
大臣許可水域	10,509	10,125	10,098	9,629	9,416	9,450	9,883	9,168		
知事許可水域	6,072	5,727	6,017	5,867	5,811	5,694	5,793	5,881		
計	16,581	15,852	16,115	15,496	15,227	15,144	15,676	15,049		
我が国EEZ外*3	0	0	0	0	0	0	0	0		

*1: 漁獲成績報告書の漁区により海域を判断した。ただし、漁績の提出がないものは知事許可水域に含めた。

*2: 水域は現在の区分に依る。

*3: 大半が日本海北西部海域である。

*4: 2015年は暫定値。

表 3. 大臣許可漁業における漁場別漁獲努力量（単位：千かご）

海域	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
大臣許可水域 ^{*1}	1,267	920	1,191	1,484	1,938	2,017	2,210	2,631	3,569
EEZ外 ^{*2}	475	537	565	588	724	480	436	945	343

海域	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
大臣許可水域 ^{*1}	3,417	2,360	2,522	2,003	1,376	1,185	1,042	1,288	1,121
EEZ外 ^{*2}	235	162	170	132	246	11	0	233	181

海域	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
大臣許可水域 ^{*1}	991	1,043	1,095	1,222	1,058	787	880	964	905
EEZ外 ^{*2}	148	156	193	163	201	327	231	244	207

海域	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
大臣許可水域 ^{*1}	1,115	1,222	1,064	1,067	853	818	852	847	886
EEZ外 ^{*2}	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*1: 大臣許可漁業船で操業されたうち、大臣許可水域での操業分。

*2: 大臣許可漁業船で操業されたうち、EEZ 外（日本海北西部海域）での操業分。

表 4. 漁場別資源量指標値の経年変化（kg／かご・km²）

海域	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
大臣許可水域	528,106	541,237	580,185	671,075	730,522	711,623	636,958	578,538	484,928	387,254
知事許可水域	195,091	194,532	210,364	208,735	220,832	214,829	198,879	174,184	150,194	141,065
計	723,197	735,769	790,549	879,810	951,354	926,452	835,837	752,722	635,122	528,319

海域	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
大臣許可水域	276,780	245,909	220,608	237,759	240,812	278,189	336,800	396,069	386,841	372,625
知事許可水域	132,630	129,382	134,441	142,902	156,013	170,179	192,763	213,781	235,603	233,944
計	409,410	375,291	355,049	380,661	396,825	448,368	529,563	609,850	622,444	606,569

海域	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
大臣許可水域	305,410	267,757	202,866	171,954	132,266	158,987	188,477	235,555	288,887	296,761
知事許可水域	234,484	225,396	234,324	200,744	178,235	164,054	164,916	179,342	188,982	203,574
計	539,894	493,153	437,190	372,698	310,501	323,041	353,393	414,897	477,869	500,335

海域	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*
大臣許可水域	290,874	294,886	351,569	386,754	413,832	404,734	382,456	391,936
知事許可水域	210,229	225,739	239,111	248,347	243,150	238,809	242,500	251,217
計	501,103	520,625	590,680	635,101	656,982	643,543	624,955	643,153

*: 2015 年は暫定値。

表 5. 大臣許可水域と知事許可水域（富山湾、新潟上越沖）における漁獲物の平均体重と未成体個体の割合

海域／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
漁獲物の平均体重(g)																
大臣許可水域																
隠岐島西部 ^{*1}					310.0		549.4	318.7	369.2	330.8	360.3	345.9	348.9	340.7	343.6	352.4
新隠岐堆 ^{*2}			368.7	289.0	475.3	304.7	340.3	302.5	313.9	299.2	324.4	350.9	302.2	307.4	367.0	352.4
大和堆西部 ^{*3}	323.7	276.7		269.8	325.4	307.7	352.3	311.0	303.1	305.6	333.7	333.5	322.3	364.7	356.7	353.2
大和堆東部 ^{*4}	245.4		260.0	257.2	276.1	295.2	283.6	285.3	308.3		329.3	344.4	334.4	348.6	383.0	328.4
大臣許可水域平均	284.5	276.7	314.4	269.0	321.8	301.8	362.7	307.6	322.5	313.7	333.4	344.8	328.7	338.7	359.8	350.0
知事許可水域																
富山湾	355.1	383.8	415.7	465.0	468.6	434.4	406.3	386.7	372.4	386.1	342.2	398.8	366.3	455.0	400.2	495.3
新潟上越沖							662.7	642.2	618.6	814.1	756.6	803.5	853.7	751.0	732.9	727.4
未成体個体割合 (%)																
大臣許可水域																
隠岐島西部 ^{*1}					30.7		8.1	5.5	5.1	16.2	7.6	10.7	48.7	26.3	18.8	2.6
新隠岐堆 ^{*2}			59.5	15.0	2.4	14.5	5.3	6.6	13.9	26.5	17.7	15.1	15.2	25.4	31.9	28.6
大和堆西部 ^{*3}	28.2	46.0		19.8	11.9	15.8	15.1	9.2	11.6	11.5	20.0	5.4	7.6	18.0	6.8	25.0
大和堆東部 ^{*4}	6.4		29.5	14.9	15.7	5.3	26.6	11.7	8.5		11.4	17.9	9.3	17.0	7.2	2.8
大臣許可水域平均	17.3	46.0	44.5	17.7	16.8	11.0	13.6	8.0	10.3	17.9	14.0	11.7	21.8	22.6	16.8	21.7
知事許可水域																
富山湾	28.1	15.6	22.0	11.2	7.9	21.2	12.8	11.1	2.9	0.4	3.8	0.2			2.6	5.9
新潟上越沖							1.5	1.2	1.2	0.8	4.4	5.8	7.7	4.9	3.5	7.8

*1：東経133度以西。 *2：ベニズワイ漁区（中海区）23、28、29。

*3：ベニズワイ漁区（中海区）21、22、26、27。 *4：ベニズワイ漁区（中海区）13、14、17、18。

*1：東経133度以西。

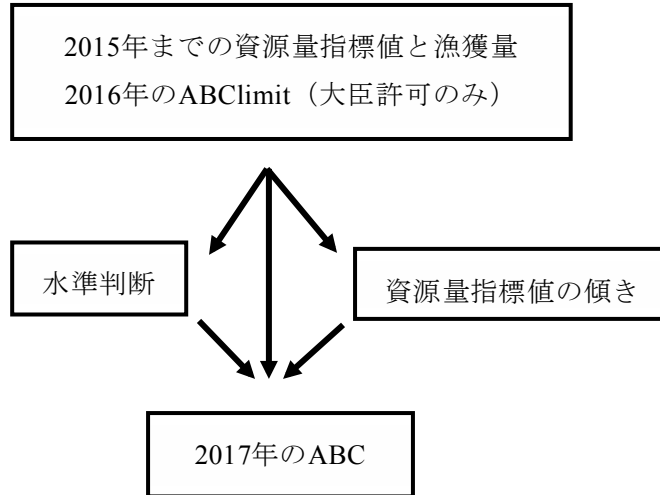
*2：ベニズワイ漁区（中海区）23、28、29。

*3：ベニズワイ漁区（中海区）21、22、26、27。

*4：ベニズワイ漁区（中海区）13、14、17、18。

補足資料 1 資源評価の流れ

使用したデータと資源評価の関係を、以下のフローを参考に簡潔に記す。



補足資料 2 資源量指標値の計算方法

緯度経度 1 度升目の中海区を単位として、中海区ごとの年間平均 CPUE に漁場面積を乗じたものを合計し、その値を各年の資源量指標値とした。

計算に使用した各年の各中海区の CPUE は、それぞれの年間平均 CPUE（漁獲量の年計／かご数の年計）について移動平均（3 年）をとった値とした。3 年以上 CPUE 値の得られていない中海区（操業がない、あるいは努力量データが欠損）では、その後再びデータが得られているケースでは前後の値から直線的に回帰して得られた値とし、その後直近年までデータがまったく得られていない海区ではデータが存在する最新の値で代用した。

漁獲成績報告書により計算された CPUE を利用するにあたっては、過去において年によっては漁獲成績報告書で報告される漁獲量に、甲幅 90mm 以下の本来漁獲対象とならない個体の水揚げ分が無視できない程度含まれていたため、その比率分を漁獲物組成ならびに漁業者の聞き取り結果等から仮定し、その分を減じて使用している。

漁場面積は、近年では 90%以上の操業が大臣許可水域では水深 800～1,500m、知事許可水域では水深 800～1,200m の範囲で行われたと推定されるため、この水深範囲を対象として、GIS ソフト「Marine Explorer」により計算した。

補足資料3 ABC算定規則2-1)において、 $ABC_{limit} = \delta 1 \times ABC_t \times \gamma 1$ を利用する根拠

IQの導入後、現状の操業形態となった2008年以降、個別割当量を消化しない漁船の存在のため、漁獲量は年々減少し、2008年の10,509トン以下となっている。一方で、資源水準、動向の判断材料である資源量指数は増加している。IQ制度の導入により資源が増加し、漁獲量も増えることを期待していた漁業者等からは、2013年にABC算定規則2-1)で計算したABCの値が、期待していたほどの大きな値ではなく、逆により小さい値が提示され、ABCを参考に決定されるIQが年々減っていくことに対して、漁業管理上の矛盾を指摘する意見があった。2014年には個別割当量の総量=ABCとする方針となった水産庁からも、IQ制度下で漁業者の合意が可能なABC算定方法の検討を要請された。

市野川ほか(2015)のシミュレーションモデルをもとに、IQ制度下で適用可能なABC算定方法の候補を検討した(詳細は銭谷2016)。

ルールa: 平松(2004)、Ohshimo and Naya(2014)、市野川ほか(2015)で使用された

$$ABC_t = \delta_{I(t)} \bar{C} \left(1 + k \frac{b}{I}\right)$$

ルールb: H26年度資源評価で候補となった

$$ABC_t = \delta_{I(t)} \bar{C}' \left(1 + k \frac{b}{I}\right)$$

ルールc: IQ制度下で適応可能なABC算定方法の候補としてButterworth & Geromont(2001)の援用である

$$ABC_t = \delta_{I(t)} ABC_{t-1} \left(1 + k \frac{b}{I}\right)$$

ルールd: IQ制度下で適応可能なABC算定方法の候補としてButterworth & Geromont(2001)の現案に近いルール

$$ABC_t = ABC_{t-1} \left(1 + k \frac{b}{I}\right)$$

の4種類の算定方法について検討した。ベニズワイ日本海系群の過去の資源量の状態に合わせ、資源量指標値が高位から低位に減少し、その後、回復措置をとった設定でのオペレーティングモデル(OM)に対し、ルールa~dで管理した時の資源量指標値、予想漁獲量(ABC)を計算し(補足図3-1に計算結果の例を示した)、

資源乱獲の指標(RB) :

F_{MSY} で漁獲した場合の資源量を B_{MSY} 、特定の管理ルールで漁獲した場合の資源量を B とする。この相対比(B/B_{MSY})が、資源管理期間で絶滅($B=0$)するか、最後の10年で平均が0.5を下回るかした場合の回数を全シミュレーション回数で割ったもの。

漁獲量の指標(RC) :

F_{MSY} で漁獲した場合の漁獲量を C_{MSY} 、特定の管理ルールで漁獲した場合の漁獲量を C

とする。IQ 導入以降の資源管理期間 (34 年以降) における平均の相対比 ($E(C)/E(C_{MSY})$) を計算し、全シミュレーションの値の中央値をとったもの。

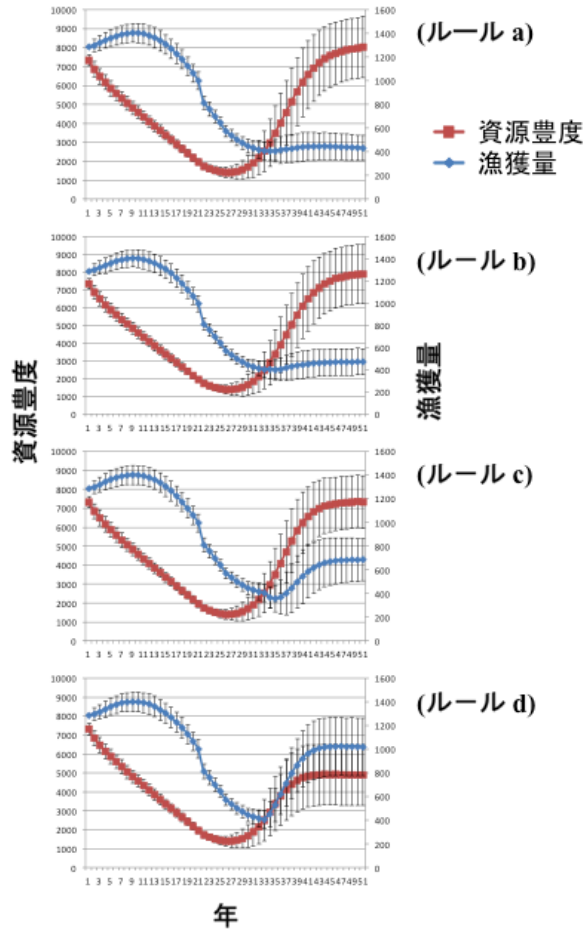
で、管理方策の得点化を行い、ルール a~d の管理施策としての評価を行った。

標準的なパラメータ値の組み合わせでシミュレーションを行い、市野川ほか (2015) の標準的な基準 ($RB < 0.2$ かつ $RC > 0.2$) で評価すると、4 つのルール間でほとんど差がなかった (補足図 3-2)。

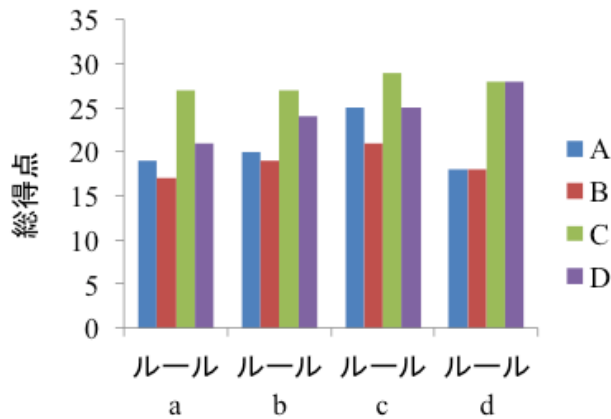
ただし、ルール a は、市野川ほか (2015) でも指摘されているように、漁獲量を F_{MSY} での漁獲量よりも低く抑え、資源保護を優先した管理方策である。IQ 制度導入により漁獲量が ABC 以下に抑えられる場合は、さらに資源保護を優先した管理方策となり、資源の増加、漁獲量の増加・安定といった漁業管理の本来の目標とのずれが生じる傾向がある。また、IQ の消化率で実漁獲量を割り戻して ABC を算定する方法 (ルール b) は、ルール a と大差ないことが示された。ルール c はルール a と比較して、乱獲の回避についての性能、漁獲の安定性に関する性能に大きな相違はないものの、資源増加にともなう、漁獲量の増加を提示できるという漁業管理上の合意形成を得られやすいという面で、ルール a、b よりも優れている。ルール d も合意形成を得られやすいという面で優れているが、低位水準まで減少した資源を高位水準まで回復できる確率はルール a、b、c よりも低い。ベニズワイ日本海系群のように IQ 制度が導入され、資源が中位水準まで回復している資源に対して、ルール c の適用は問題ないと判断した。

引用文献

- Butterworth, D. S. and Geromont, H. F. 2001. Evaluation of a class of possible simple interim management procedures for the Namibian hake fishery S Afr J mar Sci 23:357-374.
- 平松 一彦 (2004) オペレーティングモデルを用いた ABC 算定ルールの検討. 日本水産学会誌 70 : 879-883.
- 市野川桃子・岡村 寛・黒田啓行・由上龍嗣・田中寛繁・柴田泰宙・大下誠二 (2015) 管理目標の数値化による最適な ABC 算定規則の探索. 日本水産学会誌 81 : 206-218.
- Ohshimo, S. and Naya, M. 2014. Management strategy evaluation of fisheries resources in data-poor situations using an operating model based on a production model. JARQ 48(2) : 237-244.
- 銭谷 弘 (2016) 個別割当制度が導入されているベニズワイガニ日本海系群大臣許可漁業に関する ABC 算定方法について. 我が国周辺水域資源評価等推進委託事業 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 26 年度) : 1-10.



補足図 3-1 ABC 算定ルール別に予測された資源量指標値、漁獲量の例
1,000 回のシミュレーションの平均値の変化で表示、縦棒は SD を示す。



補足図 3-2 ABC 算定ルール別の得点の比較
A: (RB < 0.1 かつ RC > 0.2)、 B: (RB < 0.1 かつ RC > 0.3)、
C: (RB < 0.2 かつ RC > 0.2)、 D: (RB < 0.2 かつ RC > 0.3)で 1 点。