

魚種（海域）：ホッコクアカエビ（日本海海域）

担当水試：中央水産試験場

要約表

評価年の基準 (2014年度)	資源評価方法	2014年度の 資源状態	2014～2015年度 の資源動向
2014年1月1日 ～2014年12月31日	資源量	中水準	横ばい

*生態については、別紙資料「生態表」を参照のこと。

1. 漁業

(1) 漁業の概要

・漁業の種類

日本海海域においてホッコクアカエビを対象にしている漁業は、えびかご漁業とえびこぎ網漁業がある。えび漁業は1952年にえびこぎ網漁業（当時の名称はえび桁網）によってはじまった。えびこぎ網漁業では当初水深200～300mに生息するトヤマエビを対象とされていたが、すぐに資源が枯渇したため、より深い水深帯に生息するホッコクアカエビを対象とするようになった。1959年に深い水深でも操業が可能なえびかご漁業の試験操業が行われ、1963年に知事許可漁業として制度化された¹⁾。現在の当該資源の漁獲量のほとんどはえびかご漁業によるものである。

日本海海域におけるホッコクアカエビの漁獲量の大半を占めるのは、共同漁業権漁場を除く日本海北部海域、宗谷・留萌沿岸海域、石狩湾海域で操業する留萌、後志管内根拠の知事許可えびかご漁業である。知事許可えびかご漁業は30トン未満（実質19トン）の小型船と30トン以上（92～108トン）の大型船の2種類でおこなわれており、両者には操業期間や操業海域に違いがある。また、この他に宗谷、後志、檜山、渡島管内の共同漁業権漁場内でもえびかご漁業が営まれているが、日本海全体の漁獲量に占める割合は少なく1割程度である。えびこぎ網漁業はすべて留萌管内を根拠にしており、えびかご船の操業がおこなわれていない冬季に大陸棚縁辺部に集群したふ化群を狙って操業している。日本海全体に占める、えびこぎ網漁業による漁獲量の割合は1割以下である。沖合底びき網漁業では1995年以降、えびかご漁業、えびこぎ網漁業との間の操業協定によってエビ類を専獲できないことになっている。

・操業時期・隻数

知事許可えびかご漁業とえびこぎ網漁業の操業期間、隻数を表1に示した。知事許可えびかご漁業は根拠地振興局や船種によって操業期間が異なる。

・漁具

知事許可えびかご漁業の許可取扱方針では、かご網の目合は、結節から結節までの長さが17mm（10節）以上を用いるよう制限されている。しかし、許可取扱方針の中では掛目数

についての制限がないため、一部地域では110～120掛目が使われており、このことが1994年時点で問題となっていた²⁾。その後、徐々に漁具の更新とともに改善され、現在では100掛目が用いられている。1日あたりに海中に敷設するかご数は、留萌管内小型船が、廃業船分の取扱数量確保のため2009年から50個の増加が認められ、通年2,050個以内となった(表2)。留萌管内大型船については、3月1日から8月31日までは2,000個以内、10月1日から1月31日までは2,250個以内、その他の知事許可えびかご船については全操業期間中2,000個以内に制限されている(表2)。

・漁場

日本海海域の水深200～600m(主漁場は武蔵堆周辺)。

・漁獲物の特徴

1989～1993年には、甲長20～25mmの若齢(4～5歳)の雄個体および性転換個体の全漁獲尾数に占める割合が高く、60%程度であった(図1)。1990年代半ば以降は甲長26mm以上の雌に性転換した個体が漁獲物の主体となっている。その原因として、掛目数の適正化や単価の安い小型エビ(甲長25mm以下)を獲らないような操業形態になったことが挙げられる。2005年以降には、雄個体および性転換個体の漁獲割合が再び増加傾向にあるが1989～1993年の水準と比較して依然として少ない。漁獲物の平均甲長は2001年までは大きくなっていったが、その後、最近年まで小さくなる傾向が続いている(図1)。

(2) 現在取り組まれている資源管理方策

かごの目合、かご数、操業期間についての規制は上述したとおりである。8月16日～9月15日の間、天売沖の353海区および354海区の西半分を若齢個体保護のため資源保護区としている(表2)。

2. 評価方法とデータ

・漁獲量

漁獲量は、漁業生産高報告の宗谷管内稚内市から留萌、後志、檜山、渡島管内松前町までを集計した。ただし渡島管内の八雲町については、日本海に面している熊石地区(旧熊石町)を集計対象とした。なお、一部地域の漁獲量に知事許可えびかご漁業漁獲成績報告書の値を用いた。また、2014年については水試集計速報値である。

・漁獲努力量とCPUEの算出

CPUEは知事許可えびかご漁業漁獲成績報告書の漁獲量を年間のべ出漁隻数で除した値を根拠地振興局・船型別に算出した。大型船のCPUEは小型船と比較して高いが、それぞれのCPUEの変動はほぼ同調しており³⁾、次のように標準化した。操業隻数と漁獲量が最も多い留萌管内小型船のCPUEとの偏差平方和を最小にする補正係数(後志管内小型船には0.87、後志管内大型船には1.69、留萌管内大型船には1.39)を年間のべ出漁隻数に乗じた値を標準化努力量とした。そして、知事許可えびかご漁業による漁獲量から標準化努力量で除し

た値をえびかごCPUEとした。また、えびこぎ網漁業漁獲成績報告書に基づき、前年12月～3月のえびこぎ網漁業ののべ出漁隻数および漁獲量を集計し、その期間の1日1隻あたりの漁獲量を求めた（以下えびこぎCPUE）。

・年齢別漁獲尾数

漁獲量の多い北るもい、増毛、余市郡の各漁協におけるえびかご漁業および新星マリン漁協におけるえびこぎ網漁業（2009年以降）による漁獲物を銘柄別に生物測定を行った。測定結果を漁獲成績報告書の銘柄別漁獲量で引き伸ばし、発育段階別甲長別漁獲尾数を推定した。年齢別漁獲尾数は以下のように推定した。まず、性転換年齢に変化がないとして、性転換個体は全て5歳とした。1999～2011年までは、毎年6～7月に実施されている調査船によるえびかご調査によって得られた甲長組成を発育段階別に複合正規分布に分解し、その混合比に基づいて求めたAge-length-keyを発育段階別甲長階級別漁獲尾数に適用し推定した⁴⁾。調査船調査による結果がない1989～1998年および2012～2014年の年齢別漁獲尾数については、以下の方法で求めた。1999～2011年の平均的な年齢別体長組成データから、各年齢の混合比が等しい場合のALKを作成し、それを求めたい年の発育段階別甲長組成に適用し年齢別甲長組成と年齢組成を求め、ALKを更新した。これを年齢組成が変化しなくなるまで繰り返して求められた年齢別組成に基づき年齢別資源尾数を計算した（IALK法⁵⁾）。

・資源量推定

年齢別資源尾数は、チューニングVPAにより推定した。解析に用いた年齢別漁獲尾数は3～11歳だが、11歳の漁獲尾数は非常に少なく年によってはゼロである年もあることから10歳以上をプラスグループとして扱った。1989～2013年までの3～9歳までの資源尾数は、以下のPopeの近似式(1)を用いた。また、同期間の9、10+歳の資源尾数は、それぞれ(2)、(3)式により求めた。さらに同期間の3～9歳の漁獲死亡係数は(4)式により求めた。最近年(2014年)の年齢別資源尾数は(5)式で計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{\frac{M}{2}} \quad (1)$$

$$N_{9,y} = \frac{C_{9,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1}e^M + C_{9,y}e^{\frac{M}{2}} \quad (2)$$

$$N_{10+,y} = \frac{C_{10+,y}}{C_{9,y}} N_{9,y} \quad (3)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y}e^{\frac{M}{2}}}{N_{a,y}}\right) \quad (4)$$

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}} e^{\frac{M}{2}} \quad (5)$$

ここで、 $N_{a,y}$ 、 $C_{a,y}$ および $F_{a,y}$ はそれぞれ y 年 a 歳の資源尾数、漁獲尾数および漁獲死亡係数、

I は最近年 ($I=2014$), M は自然死亡係数を表す。また, $F_{10+,y}=F_{9,y}$ を仮定した。

最近年の8歳以下の年齢別漁獲死亡係数は以下の式を仮定した。

$$F_{a,Y} = \frac{F_{a,Y-1} + F_{a,Y-2} + F_{a,Y-3}}{F_{10+,Y-1} + F_{10+,Y-2} + F_{10+,Y-3}} \cdot F_{10+,Y} \quad (6)$$

最近年の10+歳の漁獲死亡係数は、次のように求めた。えびこぎCPUE ($CPUE_y^{ST}$)をVPAのチューニングに用いる資源量指数とし、えびこぎ網漁業の漁獲対象となるふ化群の資源重量(当該年の7, 9, 11歳の資源重量の合計値 $\sum_{a=1}^3 B_{2a+5,y}$)との変動傾向が合うように、以下の式を最小化する $F_{10+,2014}$ をソルバーで探索した。チューニングに用いた資源量指数の期間は、えびこぎ網漁業が10隻体制になった以降の1998~2014年とした。

$$MIN = \sum_{y=1998}^{2014} (\ln CPUE_y^{ST} - \ln \hat{q} \sum_{a=1}^3 B_{2a+5,y})^2 \quad (7)$$

$$\ln \hat{q} = \sum_{y=1998}^{2014} (\ln CPUE_y^{ST} - \ln \sum_{a=1}^3 B_{2a+5,y}) / 17 \quad (8)$$

ここで q は比例係数を表す。なお、プラスグループに含まれる11歳の資源尾数は、(3)式と同様に、

$$N_{11,y} = \frac{C_{11,y}}{C_{9,y}} N_{9,y} \quad (9)$$

で求めた。

資源重量は以下のように求めた。1989~1999年の期間は、1999~2011年の調査船によるえびかご調査結果からその期間の年齢別平均甲長を求め⁴⁾、甲長-体重関係式に基づいて平均体重を計算した。2000~2014年は、成長の年変動を考慮し、調査船によるえびかごおよびソリネットの調査結果から年ごとに年齢別平均甲長を求め⁴⁾、同じの関係式から年齢別平均体重を求めた。各年の資源重量は、脱皮前の1月1日における体重であることから、 $(y-1)$ 年の $(a-1)$ 歳の平均体重を年齢別資源尾数に乗じて求めた。

3. 資源評価

(1) 漁獲量および努力量の推移

漁獲量は1985年には3,778トンであったが徐々に減少し、1998年にはこれまでの最低の1,556トンになった(図2)。1999年以降は徐々に回復し2001年には2,915トンになった。その後は、おおむね2,500~3000トンの間を推移していたが、2010年以降減少が続き、2014年には1,823トンになった。地域別に見ると、漁獲量のほとんどは留萌および北後志で水揚げされる(図3)。1990年代前半までは北後志における漁獲量が多かったが、2000年以降には留萌における漁獲量が多くなっている。

知事許可えびかご船の着業隻数は、1989年には55隻であったが、1998年にかけて減船

によって大幅に減少した。2000年以降、廃業等により着業隻数は漸減し、2013年度6月には28隻になった(図4)。また、えびこぎ網船の着業隻数は1989年時点では16隻であったが、1998年に大幅に減船し、10隻となっていた。2014年に1隻休漁し、9隻となっている。

知事許可えびかご漁業によるのべ操業日数(日・隻)は1989年には、6,938であった。その後、着業隻数の減少にともないのべ操業日数は漸減し、1998年以降は4,500前後である(図4)。その後、漁船の新造や操業期間の延長により、のべ操業日数は少しずつ増加傾向にあったが、2009年以降には廃業および休業により再び減少する傾向にあり2014年は3,873になった。

(2) 現在(評価年)までの資源状態

えびかごCPUE(kg/日・隻)は、1989~1994年には250前後、1995~1999年には250~300で推移していたが、2000年には急激に増加して400以上の高い値を示し、2005年には、過去最高の556になった(図5)。2007年には392になり、2000年以降では、初めて400以下に落ち込んだ。2008年以降は再び400以上に回復し、2009~2010年には500以上を示した。2011年以降は再び減少傾向を示し、2014年は過去15年間では最も低い382となった。

えびこぎCPUE(kg/日・隻)は、1990~1996年では200以下であったが、その後、急激に増加し、1998年以降は350~500の間で推移していた。2012~2013年には一時的に300以下に減少したが、2014年以降大幅に増加し、2015年には過去最高の498になった(図5)。

漁獲尾数は、1989~1998年には3億尾から1.2億尾に減少し、その後は2億尾前後で推移した。2014年は1.5億尾であった(図6)。年齢別内訳を見ると1990年代前半は3~7歳が80%以上を占めており、若齢エビの漁獲割合が高かったが、1990年代後半には60%程度に減少した。その理由として、えびかごの掛目の変更や単価の安い小型エビを狙わなくなったことが挙げられる。漁獲尾数の主体は、近年では7,9歳であった。

VPAによって推定された4歳以上の資源尾数は、1990年代前半は11~12億尾前後であったが、その後、増加し2000~2010年には15億尾以上になった(図7)。その後、資源尾数はやや減少し、14億尾前後で推移した。2014年は14.3億尾であった。

加入尾数(4歳の資源尾数)は、3~6億尾で推移した(図8)。1996~2005年には、ほぼ隔年で5億尾以上の比較的高い加入があり、2000年以降の漁獲量の増加を支えた。しかし、2006年以降は、5億尾以上の高い加入の頻度が減少し、特に2011~2013年は4億尾以下の低い加入となっている(図8)。

資源重量は、1990年代前半は7000トン前後であったが、1990年代後半から増加し、2000年には13,000トンになった(図9)。2001~2010年まではおおむね11,000トン前後を推移していたが、2011年以降漸減し2014年には9,900トンになった。

漁獲率は、1989年には0.25以上であったが、隻数および操業日数の減少に伴い減少し、

2000年以降は、0.10から0.15の間で推移している（図10）。

(3) 評価年の資源水準：中水準

チューニングVPAによって推定された資源量により資源水準を判断した。2014年の資源状態を評価するため、1990～2009年の4歳以上の資源量の平均値を100として、各年の値を標準化した。100±30を中水準とし、その上下を高水準、低水準として資源水準を判断した。2014年の資源水準指数は96であり中水準と判断される（図11）。

(4) 今後の資源動向：横ばい

2015年の資源動向を判断するため、(1)式により2015年の5～10歳までの資源尾数を計算し、加入尾数は近年の平均的な加入量である4億尾を仮定した。計算される2014年の資源重量は9,700トンとやや減少するが、その減少率は小さい（図9）。したがって、資源動向は横ばいと判断した。

4. 文献

- 1) 依田孝：留萌沖のエビ漁業とその資源．北水試月報．32(3)，1-15（1975）
- 2) 北海道：“III 資源管理実施検討事業”．平成5年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書（広域回遊資源）．31-35（1994）
- 3) 山口浩志：I-1.1.6 エビ類，平成15年度北海道立稚内水産試験場事業報告書，26-31（2004）
- 4) Yamaguchi, H., Y. Goto, N. Hoshino, K. Miyashita: Growth and age composition of northern shrimp *Pandalus eous* estimated by multiple length frequency analysis. Fish. Sci. 80: 665-678 (2014)
- 5) Kimura, D.K. and S. Chikuni: Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. Biometrics 43: 23-35 (1987)
- 6) 中明幸広，三橋正基：エビ類，平成4年度北海道立稚内水産試験場事業報告書，38-67（1993）
- 7) 田中昌一：水産生物の population dynamics と漁業資源管理．東海水研報．28，1-200（1960）
- 8) 平松一彦：VPA (Virtual Population Analysis)，平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源解析手法教科書－．東京，日本水産資源保護協会，104-128（2001）

表1 日本海海域における主なえび漁業の操業期間と隻数(2015年3月現在)

漁業種	船種	支庁	隻数	期間
えびかご	大型	留萌管内	5	3月1日から8月31日および10月1日から翌年1月31日
	小型	留萌管内	13	3月1日から11月30日
		後志管内	10	3月16日から11月30日
えびこぎ網		留萌管内	9	9月16日から翌年5月31日

共同漁業権漁場内で操業するえびかご漁業は除く

表2 知事許可えびかご漁業の漁獲努力量の変更に関わる許可取扱方針の変遷

和暦	西暦	1日の使用かご数		操業期間	水揚げ回数制限		資源保護区		漁獲量 (トン)		
		留萌大型	留萌小型		留萌小型	留萌大型	天塩沖	留萌沖	留萌大型	留萌小型	
S60	1985	2,000個	2,000個	3/1~11/20	留萌小型 9月:7回	留萌大型 無制限	天塩沖 S58~	留萌沖 S58~	1,116		
S61	1986								823		
S62	1987								749		
S63	1988								633		
H1	1989								304		557
H2	1990								262		383
H3	1991								299		408
H4	1992								307		405
H5	1993								269		379
H6	1994								204		426
H7	1995								374		695
H8	1996	328		543							
H9	1997	365		464							
H10	1998	334		353							
H11	1999	2,200個 (11/21~翌1/31)	2,050個 (通年)	留萌小型 3/1~11/30 (宗谷留萌沿岸海域)	9月:12回	無制限	天塩沖 ↓ 廃止	天売沖	417		
H12	2000	434							725		
H13	2001	585							851		
H14	2002	675							841		
H15	2003	610							786		
H16	2004	657							725		
H17	2005	868							1,045		
H18	2006	760							921		
H19	2007	588							731		
H20	2008	570							886		
H21	2009	605							980		
H22	2010	618		1,019							
H23	2011	584		852							
H24	2012	585		800							
H25	2013	513		808							
H26	2014	428		764							

表3 計算に用いたパラメータ

項目	値または式	方法
甲長-体重関係式	非抱卵個体: $BW=6.014 \times 10^{-4} \times CL^{2.976}$ 抱卵個体: $BW=8.235 \times 10^{-4} \times CL^{2.922}$ (卵重量を含む)	中明・三橋 ⁶⁾
年齢別平均体重	3歳 3.6g, 4歳 5.8g, 5歳 8.1g, 6歳 12.0g, 7歳 12.6g, 8歳 16.6g, 9歳 16.4g, 10+歳 20.3g	Yamaguchi et al. ⁴⁾ の結果と 上の甲長-体重関係式から求めた
自然死亡係数	0.23(寿命は11年)	田内・田中の方法 ⁷⁾
最高齢(10+)のF	9歳のFに等しいと仮定	平松 ⁸⁾
最近年のF	過去3年間の平均的な選択率に等しいと仮定	平松 ⁸⁾

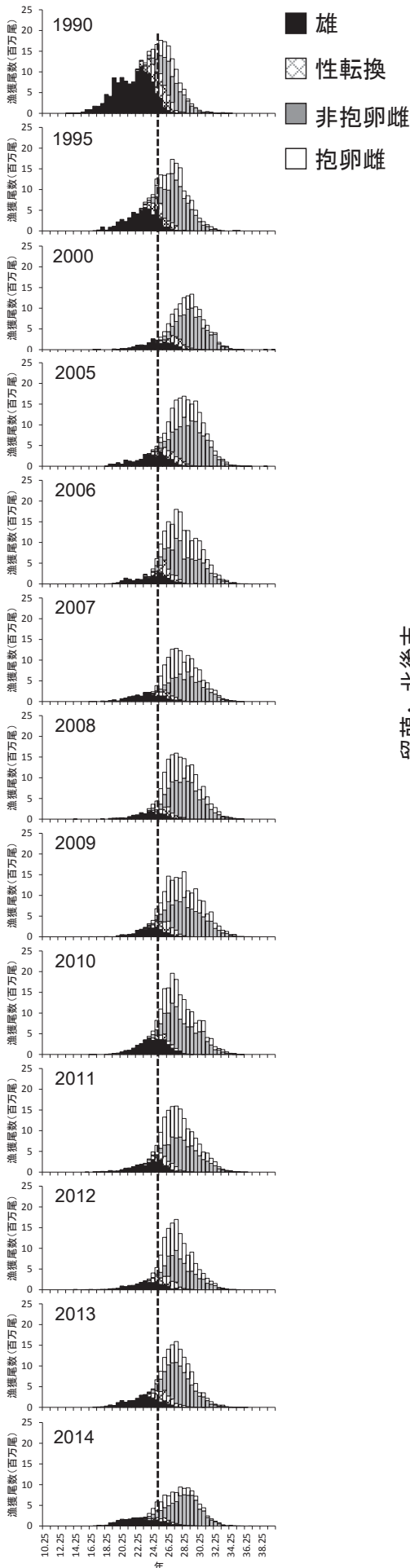


図1 日本海におけるホッコクアカエビの甲長階級別漁獲尾数

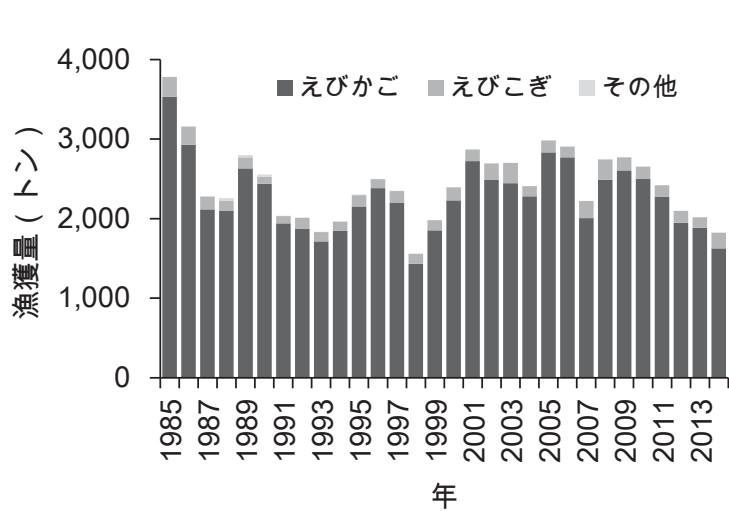


図2 日本海海域における漁法別漁獲量

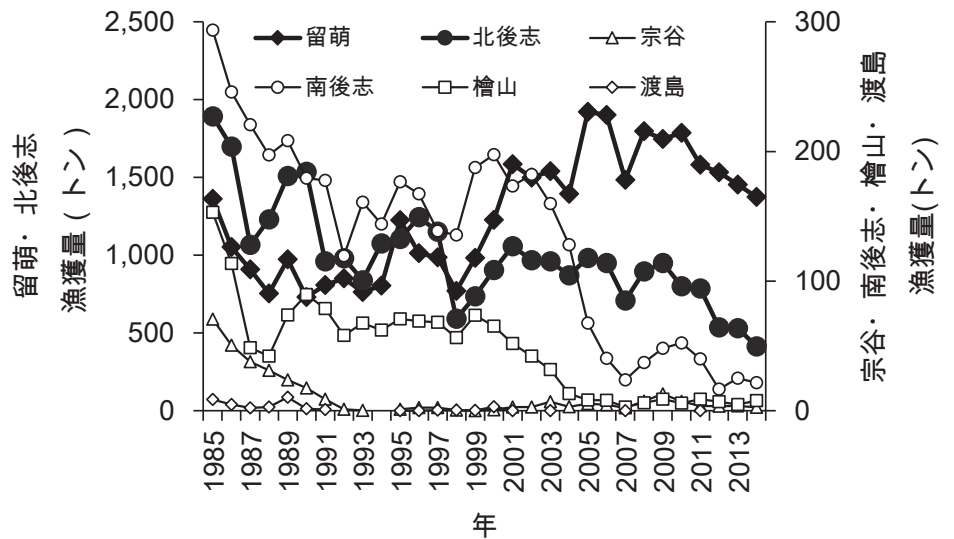


図3 日本海海域における振兴局別漁獲量 (後志管内は、積丹半島以北を北後志、積丹半島以南を南後志とした)

39_ホッコクアカエビ_日本海海域

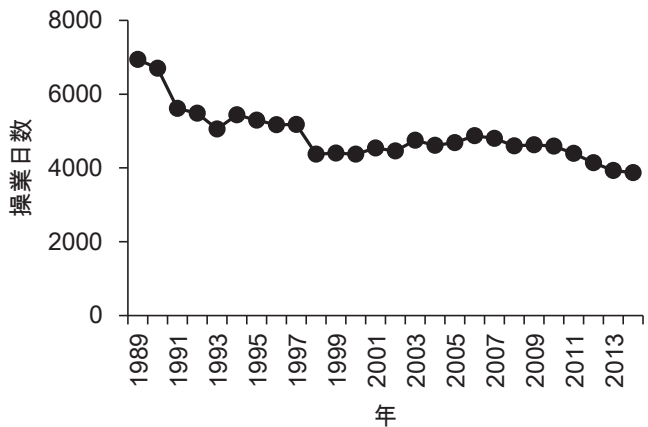
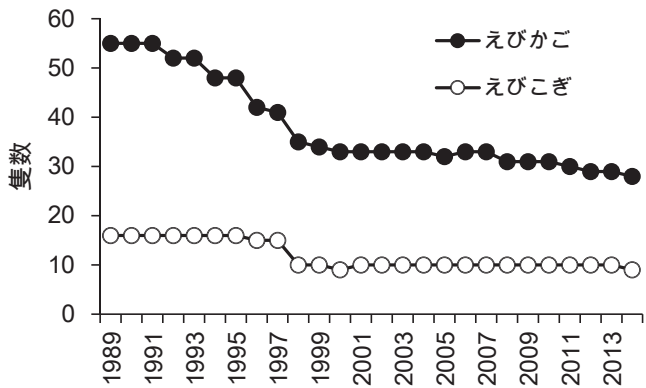


図4 えびかごおよびえびこぎ網漁業の隻数(上), えびかご漁業の操業日数(下)の推移

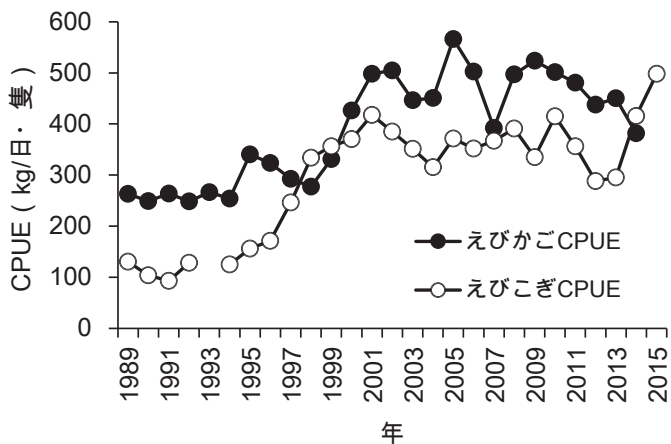


図5 えびかごおよびえびこぎCPUEの経年変化 (えびこぎCPUEは前年12月～3月を集計した)

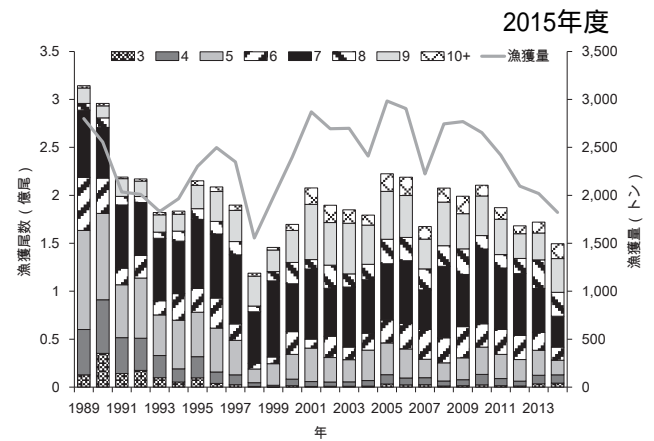


図6 日本海海域におけるホッコクアカエビの年齢別漁獲尾数

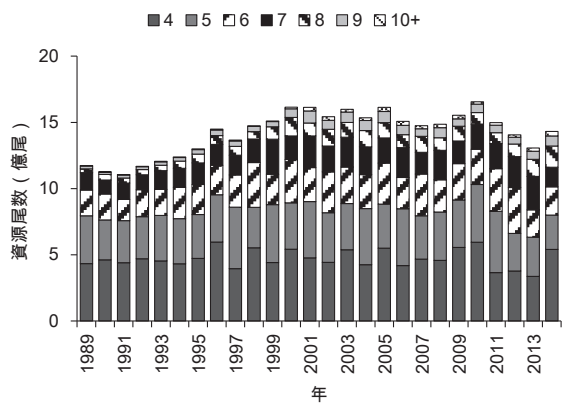


図7 日本海海域におけるホッコクアカエビの資源尾数の推移

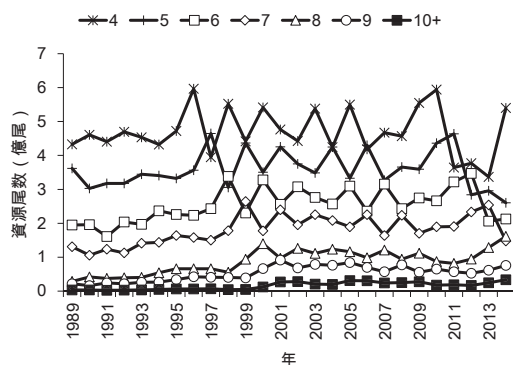


図8 年齢別資源尾数の経年変化

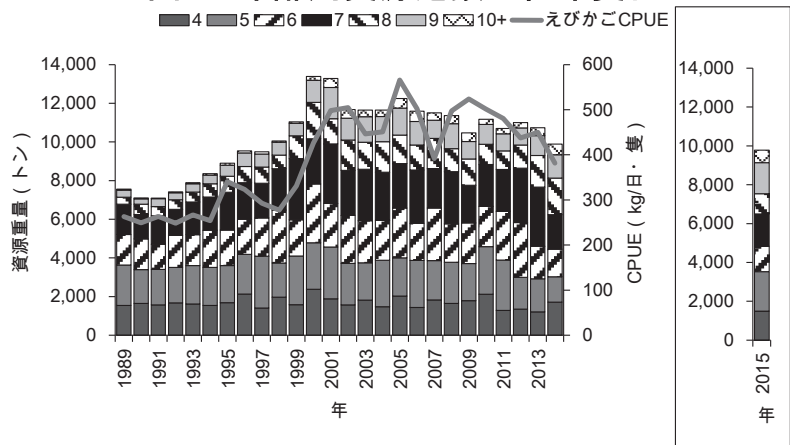


図9 日本海海域におけるホッコクアカエビの資源重量の推移 (四角枠内は前進計算結果)

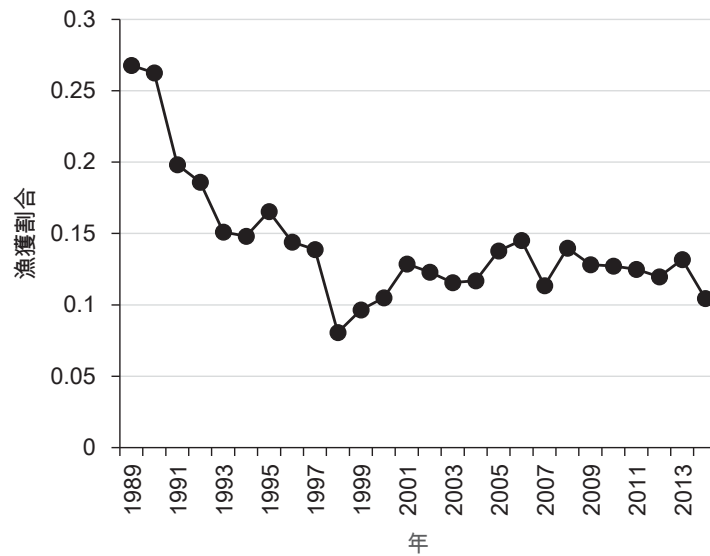


図10 漁獲割合の推移

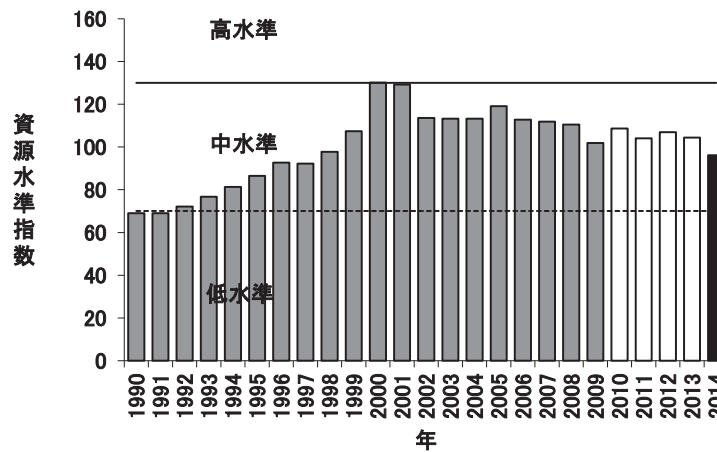


図11 日本海海域におけるホッコクアカエビの資源水準 (資源重量)

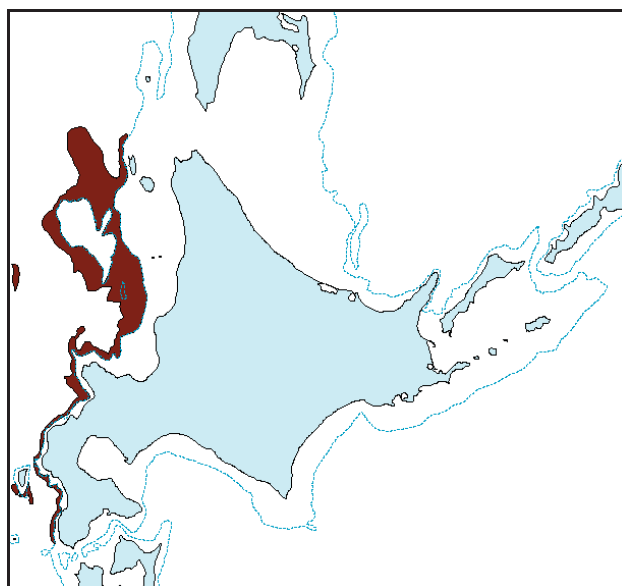
生態表 魚種名：ホッコクアカエビ 海域名：日本海海域

図 ホッコクアカエビ（日本海海域）の漁場図

1. 分布・回遊

日本海海域における主な漁場は水深200～600mの海域である。産卵期の産卵群は深海域、ふ出期の抱卵群は浅海域に分布する傾向がみられる。

2. 年齢・成長（加齢の基準日：1月1日）

(7月時点)

満年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳
甲長(mm)	9.6	14.5	18.5	21.8	24.4	26.6	28.3	29.8	30.9	31.8
体重(g)	0.5	1.7	3.6	5.8	8.1	12.0	12.6	16.6	16.4	20.3

*) 甲長：1999～2011年の北洋丸えびかご調査結果¹⁾より

*) 体重：平成4年度稚内水試事業報告書²⁾の甲長と体重の関係式から計算

*) 6歳，8歳，10歳の体重は卵重量を含む体重

3. 成熟年齢・成熟体長

甲長25mm，5.5歳でオスからメスに性転換する。多くはおおよそ甲長26mm前後，6歳で初めて産卵して，抱卵メスとなる。メスになってからは隔年で産卵する³⁾。

4. 産卵期・産卵場

- ・産卵期：4月頃である。抱卵期間は約10ヶ月で，幼生のふ出期は2～3月である¹⁾。
- ・産卵場：不明である。

5. その他

6. 文献

- 1) Yamaguchi, H., Y. Goto, N. Hoshino, K. Miyashita: Growth and age composition of northern shrimp *Pandalus eous* estimated by multiple length frequency analysis. Fish. Sci. Doi: 10.1007/s12562-014-0758-2 (2014)
- 2) 中明幸広：I-1.5 エビ類，平成4年度北海道立稚内水産試験場事業報告書，38-67(1993)
- 3) 中明幸広：武蔵堆周辺海域におけるホッコクアカエビの生殖周期と成長. 北水誌研報. 37, 5-16 (1991)