

平成 30（2018）年度ホッコクアカエビ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（佐久間啓、上田祐司、藤原邦浩、吉川 茜）

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、京都府農林水産技術センター海洋センター、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

要 約

本系群の資源状態について、本州沿岸および大和堆における沖合底びき網漁業の資源密度指数を指標として評価した。本州沿岸における沖底の資源密度指数（kg/網）は、1990 年以降概ね増加傾向にあり、2017 年は 1980 年以降 3 番目に高い 28.4 であった。大和堆における資源密度指数も長期的に増加しており、2016 年は過去最高の 110.2 であった。両海域を含めた本系群全体の資源水準を高位、過去 5 年間（2013～2017 年）の資源密度指数の推移から資源動向を増加と判断した。本系群の 2019 年 ABC を、ABC 算定規則 2-1) に従い、資源量指標値および漁獲量に基づいて算定した。

管理基準	Target/ Limit	2019 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・本州沿岸 Cave3-yr・0.95	Target	20	—	—
1.0・大和堆 Cave3-yr・1.04	Limit	25	—	—

Limit は、各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、各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。 $ABC_{target} = \alpha ABC_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave 3-yr は 2015～2017 年の漁獲量の平均値である。

年	資源量	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合
2013	—	17	—	—
2014	—	21	—	—
2015	—	25	—	—
2016	—	27	—	—
2017*	—	25	—	—

*2017 年は暫定値である。

水準：高位 動向：増加

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
年別漁獲量	生物情報収集調査（青森～鳥取（10）府県）
沖合底びき網漁業の資源密度指数	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）
小型底びき網漁業の CPUE	小型底びき網漁業漁獲成績報告書（新潟県、石川県）
日本海西部における資源量	日本海ズワイガニ等底魚資源調査（5～6 月、水研）
漁獲物のサイズ組成	新規加入量調査（新潟県、石川県） 標本船調査（石川県、兵庫県） 生物情報収集調査（新潟県、水研）

1. まえがき

ホッコクアカエビは北太平洋に広く分布する冷水性のエビで、我が国では北海道沿岸および日本海における重要魚種である。特に日本海では沖合底びき網（沖底、鳥取県以北）、小型底びき網（小底、石川県以北）およびかご網（青森県、秋田県、新潟県、石川県）等によって漁獲される、最大のエビ資源となっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

日本海のホッコクアカエビは鳥取県から北海道沿岸における水深 200～950 m の深海底に生息し（図 1）、特に 200～550 m に多く分布する（伊東 1976）。孵出した稚エビはおよそ 1 か月間の浮遊幼生期を経験したのち着底し、成長に伴って 400～600 m へ移動する（貞方 2004）。その後、雌は抱卵すると次第に浅場へと移動し、水深 200～300 m において幼生を孵出させたのち、再度 400～600 m へと移動すると考えられている（貞方 2000a）。

(2) 年齢・成長

本種の寿命は、卓越年級群の動態および若齢期の成長に関する知見に基づいて 11 歳と推定される（福井水試ほか 1989、1991、中明 1991、貞方 1999）。日本海における本種の平均的な成長を図 2 に示す（福井水試ほか 1991 を改変）。生息海域によって成長の違いが見られるが、概ね 3 歳（頭胸甲長 18 mm 前後）から漁獲加入する（福井水試ほか 1991）。

(3) 成熟・産卵

日本海における本種の産卵期は 2～4 月で、盛期は 3 月である。抱卵期間は約 11 ヶ月で、隔年産卵を行う。本種は雄性先熟の雌雄同体で、概ね満 5 歳で雄から雌へ性転換する（福井水試ほか 1991）。雄としての成熟は 3 歳、雌としての成熟は 6 歳とされるが、性転換及び成熟の年齢に関しては議論がある（貞方 2004）。

(4) 被捕食関係

本種は微小な甲殻類、貝類、多毛類及びデトリタス等を餌とする一方、マダラ、スケトウダラ等の底魚類により捕食される（福井水試ほか 1989）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群の主要漁業は沖底、小底、およびかご網である。沖底は本州沿岸および大和堆（それぞれ沖底の中海区区分における北区・中区・西区および沖合区に対応、図 3）で、小底およびかご網は本州沿岸のみで、それぞれ操業される。大和堆での操業は、本州沿岸の底びき網が休漁となる夏季を中心に 5～8 月、主に本種のみを漁獲する点で、多魚種混獲を特徴とする本州沿岸と異なる。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は 1982 年の 42 百トン进行ピークに減少し、1991 年に最低（14 百トン）となった。近年は増減を伴いながら緩やかに増加しており、2017 年の漁獲量は 25 百トンであった（図 4、表 1）。漁法別では底びき網がほとんどを占め、近年では約 6 割が沖底、約 3 割が小底、残りがかご網およびその他の漁業である。府県別では、石川県、兵庫県、福井県および新潟県の漁獲量が多く、2017 年にはこれら 4 県で系群全体の約 9 割を占めた（図 5、表 2）。沖底の海区別では、近年西区の漁獲が増えており、2016 年以降は西区と中区で系群全体の 8 割を超えている（図 6、表 3）。

(3) 漁獲努力量

本州沿岸の有効漁獲努力量（補足資料 2）は 1980 年代前半に 150 千網前後であったが、1985 年以降は減少傾向にあり、2017 年は 65 千網であった。大和堆では 1980 年代以降 3～7 千網程度で増減を繰り返していたが、2000 年代以降減少し、2017 年は過去最低の 1 千網であった（図 7、表 4）。

4. 資源の状态

(1) 資源評価の方法

本系群の資源状態を、沖底の資源密度指数を資源量指標値として判断した。本州沿岸と大和堆では操業形態が異なることから、2 海域の資源を独立に評価した。加えて、トロール調査に基づく現存量、および新潟県と石川県における小底の CPUE を、動向判断の参考とした。なお、トロール調査は 2003～2018 年にかけて日本海西部海域の水深 190～550m において実施し、面積密度法により現存量を求めた（調査の概要はズワイガニ日本海系群 A 海域の資源評価を参照のこと）。

(2) 資源量指標値の推移

本州沿岸における沖底の資源密度指数（kg/網）は 1990 年以降概ね増加傾向にあり、2017 年は 28.4 であった（図 8、表 5）。中海区別では、中区において 2016 年に引き続き減少したものの、西区および北区では増加した（図 9、表 5）。大和堆における資源密度指数も長期的に増加しており、2017 年は過去最高の 110.2 であった（図 10、表 5）。

トロール調査から推定された日本海西部における資源量（図 11、表 6）は 2003 年以降概ね増加傾向にあり、2018 年は 116 百トンであった。また、新潟県における小底の CPUE（kg/網）は長期的に見て増加傾向であり、2017 年は 25.9 であった。石川県では 2012 年以降増加して 2016 年に最高値となったのち、2017 年には 69.5 に減少した（図 12、表 7）。

本系群では 2010 および 2014 年発生の卓越年級群 (2018 年時点でそれぞれ頭胸甲長 28 および 22 mm 前後) により、資源が高い水準で維持されていると考えられる (図 13、14、15)。一方、2018 年の新規加入量調査では若齢個体の採集量が少なく (図 15)、加入量の減少が懸念される。

(3) 資源の水準・動向

本州沿岸および大和堆における資源水準の区分を、それぞれ、1980 年から 2017 年の資源密度指数 (kg/網) の最高値と最低値の間を 3 等分する境界とした。本州沿岸において高位と中位、中位と低位の境界は、それぞれ 22.8 と 14.4 であり、2017 年の資源密度指数 (28.4) から高位と判断した (図 8、表 5)。大和堆における高位と中位、中位と低位の境界はそれぞれ 82.9 と 55.5 であり、2017 年の資源密度指数 (110.2) から高位と判断した (図 10、表 5)。

資源動向を直近 5 年間 (2013～2017 年) の資源量指標値に基づき判断した。本州沿岸の資源密度指数は 2013 年から 2015 年にかけて大きく増加し、2017 年も引き続き高い値であったことから、増加と判断した (図 8、表 5)。大和堆の資源密度指数は 2013 年以降増加傾向にあり、2017 年に過去最高となったことから、増加と判断した。なお、トロール調査に基づく現存量 (図 11、表 6) および小底 CPUE (図 12、表 7) についても高い水準にある。

5. 2019 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源状態を、本州沿岸および大和堆における沖合底びき網漁業の資源密度指数を指標として判断した。資源密度指数は 2014 年以降大きく増加し、2017 年は本州沿岸、大和堆ともに高位水準にあった。従って、本系群全体の資源水準を高位、動向を増加と判断した。

(2) ABC の算定

漁獲量と資源量指標値が使用できることから、ABC 算定規則 2-1) に従い、現在の資源水準及び資源量指標値 (沖底の資源密度指数) に合わせて漁獲を行うことを管理方策として、以下の式により 2019 年 ABC を算定した。なお、ABC の算定にあたっては、本州沿岸、大和堆のそれぞれの海域で ABC を計算し、系群全体の ABC として合算した。

$$\begin{aligned} \text{ABClimit} &= \delta_1 \times C_t \times \gamma_1 \\ \text{ABCtarget} &= \text{ABClimit} \times \alpha \\ \gamma_1 &= (1 + k \times (b/I)) \end{aligned}$$

ここで、 C_t は t 年の漁獲量であり、ここでは直近 3 年の漁獲量の平均値 (Cave3-yr) を用いた。 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。資源量指標値として沖底の資源密度指数を用い、直近 3 年間 (2015～2017 年) の動向から b および I を求めるとともに、資源量指標値の変動から γ_1 を求めた。また、 k は標準値の 1.0 とし、 δ_1 には資源量指標値が高位水準にある際の標準値である 1.0 を適用した。本州沿岸では、 b (-1.35)、 I (29.40) より得られた γ (0.95) により 23 百トン、大和堆においては、 b (4.25)、 I (103.17) より得られた γ (1.04) により 2 百トン、本系群全体

で 25 百トンと算定された。 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	2019 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・本州沿岸 Cave3-yr・0.95	Target	20	—	—
1.0・大和堆 Cave3-yr・1.04	Limit	25	—	—

Limit は、各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、各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。 $ABC_{target} = \alpha ABC_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave3-yr は 2015～2017 年の漁獲量の平均値である。

(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
2017 年の沖合底びき網漁業の 漁獲量と指標値	2017 年沖合底びき網漁業の資源密度指数（更新）
2016 年漁獲量確定値	2016 年漁獲量の確定

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源 量	ABC _{limit} (百トン)	ABC _{target} (百トン)	漁獲量 (百トン)
2017 年 (当初)	1.0・本州沿岸 Cave3-yr・1.25 1.0・大和堆 Cave3-yr・1.06	—	26	21	
2017 年 (2017 年再評価)	1.0・本州沿岸 Cave3-yr・1.24 1.0・大和堆 Cave3-yr・1.06	—	26	21	
2017 年 (2018 年再評価)	1.0・本州沿岸 Cave3-yr・1.24 1.0・大和堆 Cave3-yr・1.06	—	26	21	25
2018 年 (当初)	1.0・本州沿岸 Cave3-yr・1.11 1.0・大和堆 Cave3-yr・1.03	—	27	22	
2018 年 (2018 年再評価)	1.0・本州沿岸 Cave3-yr・1.11 1.0・大和堆 Cave3-yr・1.03	—	27	22	

2018 年再評価において 2016 年漁獲量を確定値に更新した。2016 年漁獲量の確定値は暫定値と同じであり、再評価において ABC は変化しなかった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群の漁獲量は長期的に見て増加傾向にあり、近年、卓越年級群の加入もあって高い資源水準が維持されている（図 13、14、15）。一方、主漁場である若狭沖、加賀沖、能登沖では大型個体の分布密度が低下傾向にあり、2015 年以降、卓越年級群も発生していない（図 13、15）。本種は最大 3 回、隔年産卵することが知られており、抱卵数は頭胸甲長に比例する（貞方 2000b）。従って、頭胸甲長の大きい高齢雌の個体数を確保することが、良好な加入を担保する上で必須と考えられる。今後も高い資源水準を維持し、継続的に利用するため、若齢の雌個体を獲り残すことが重要と考えられる。

本州沿岸における本種のサイズ組成には地域差があり、漁業活動が活発でない隠岐暫定水域では、漁獲が盛んに行われている他海域に比べ、大型個体が極めて多い（図 13）。本種のサイズ組成には漁獲圧が影響することが示唆されており（貞方 2004）、これらの海域におけるサイズ組成と漁獲圧の関係を明らかにすることで、未成魚に対する保護効果の定量的な評価が可能になると考えられる。

7. 引用文献

- 福井県水産試験場・石川県水産試験場・新潟県水産試験場・山形県水産試験場 (1989) ホッコクアカエビの生態と資源管理に関する研究. 特定研究開発促進事業 地域性重要水産資源管理技術開発総合研究中間報告書, 91pp.
- 福井県水産試験場・石川県水産試験場・新潟県水産試験場・山形県水産試験場 (1991) ホッコクアカエビの生態と資源管理に関する研究. 特定研究開発促進事業 地域性重要水産資源管理技術開発総合研究総合報告書, 120pp.
- 伊東 弘 (1976) 日本海産ホッコクアカエビに関する 2・3 の知見. 日本海区水産研究所研究報告, 27, 75-89.
- 中明幸広 (1991) 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. 北海道立水産試験場研究報告, 37, 5-16.
- 貞方 勉 (1999) 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの成長. 日本水産学会誌, 65, 1010-1022.
- 貞方 勉 (2000a) 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの海深別の分布と移動. 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの資源管理技術に関する研究-III-. 日本水産学会誌, 66, 969-976.
- 貞方 勉 (2000b) 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの繁殖生態. 日本水産学会誌, 66, 18-24.
- 貞方 勉 (2004) 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの群構造と性転換. 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの資源管理技術に関する研究-IV-. 日本水産学会誌, 70, 131-137.



図 1. ホッコアカエビの分布

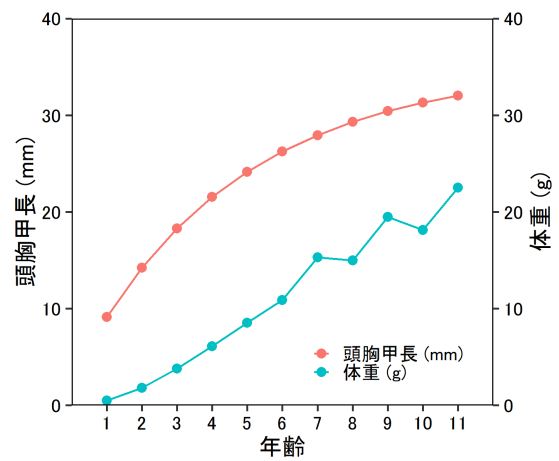


図 2. 日本海におけるホッコアカエビの成長
頭胸甲長および体重を示す。

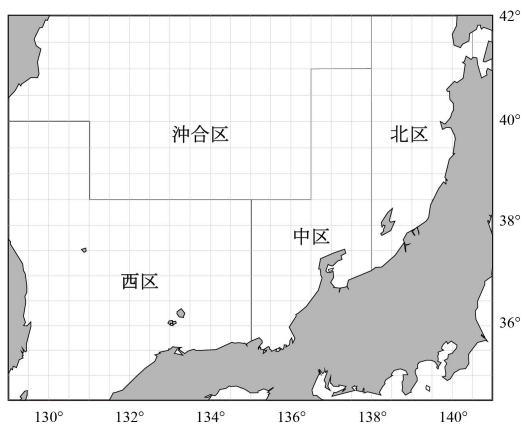


図 3. 沖合底びき網漁業の中海区分分

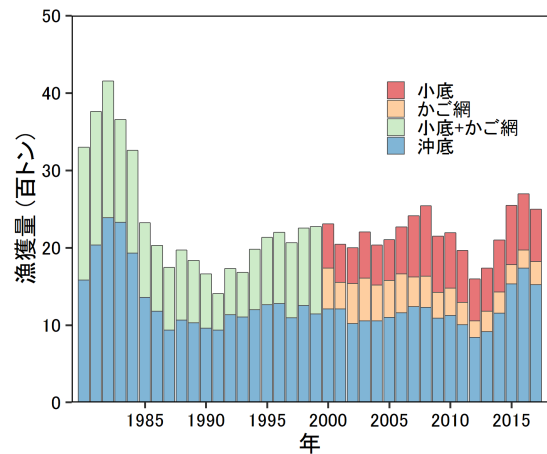


図 4. 漁業種類別漁獲量

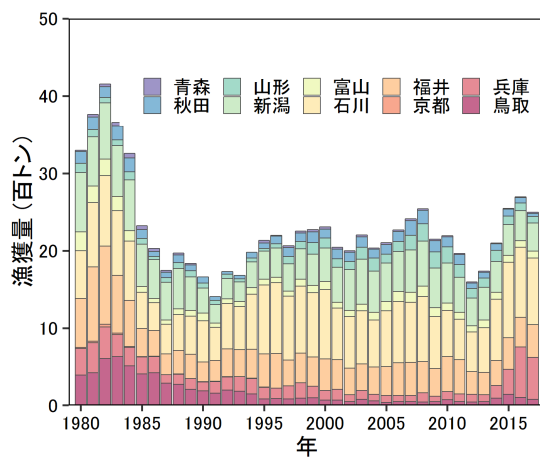


図 5. 府県別漁獲量

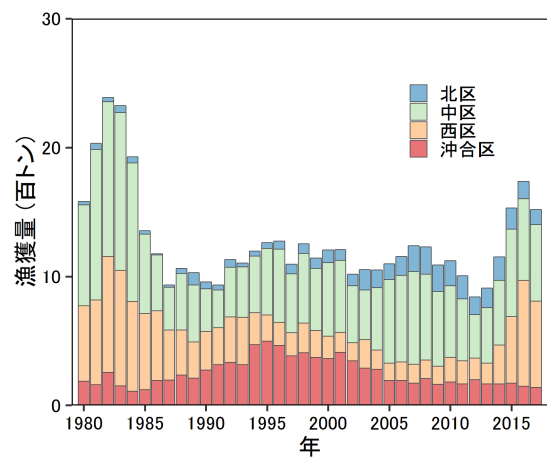


図 6. 沖合底びき網漁業における
中海区別漁獲量

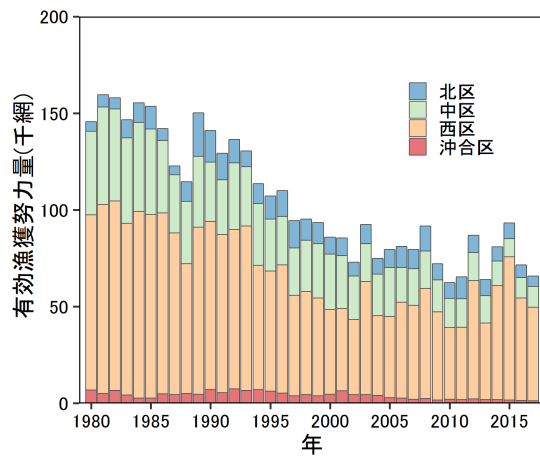


図 7. 沖合底びき網漁業における
中海区別有効漁獲努力量

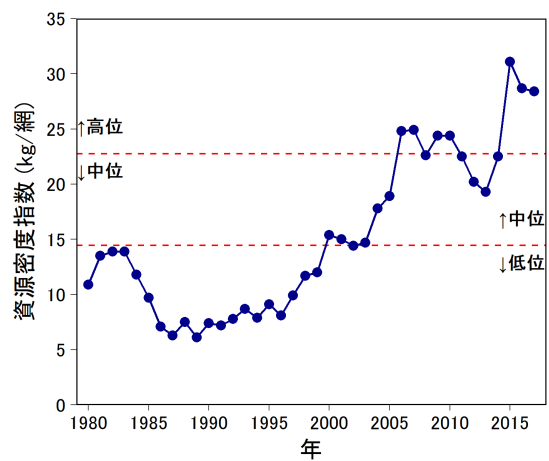


図 8. 沖合底びき網漁業における
本州沿岸の資源密度指数

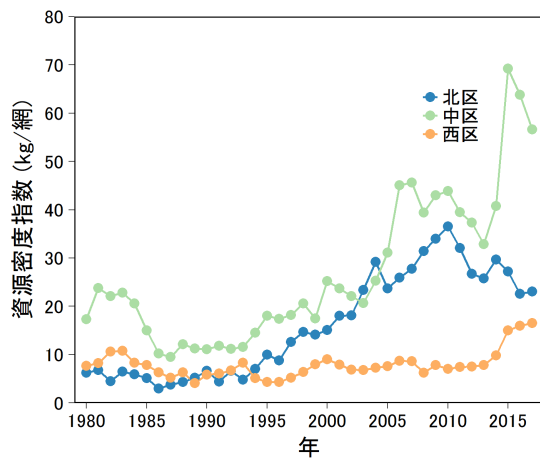


図 9. 本州沿岸の沖合底びき網漁業における
中海区別の資源密度指数

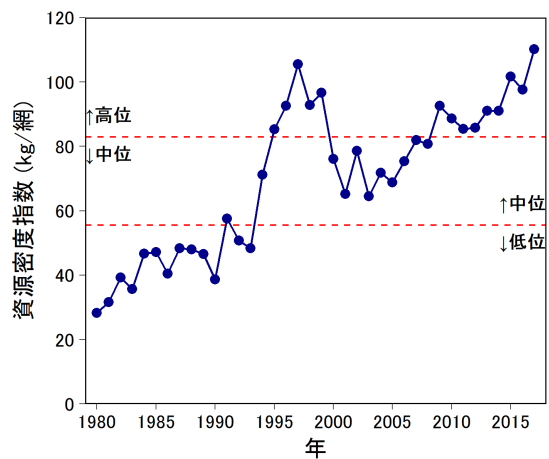


図 10. 沖合底びき網漁業における
大和堆の資源密度指数

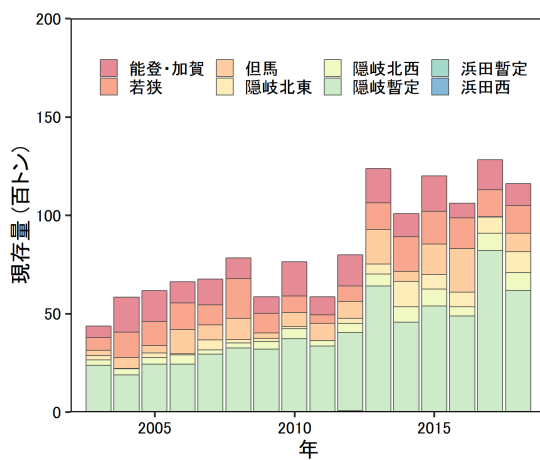


図 11. トロール調査に基づく日本
海西部における現存量

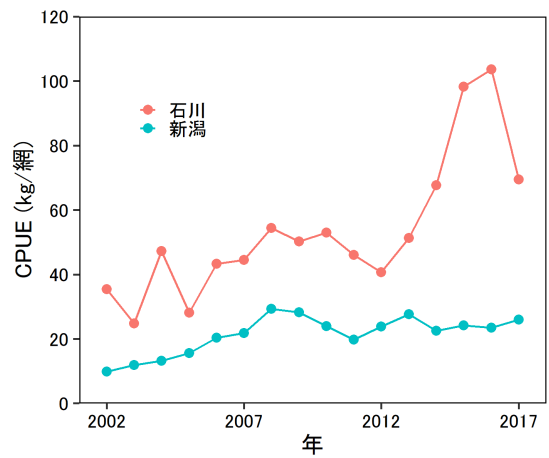


図 12. 石川県および新潟県の小型
底びき網漁業における CPUE

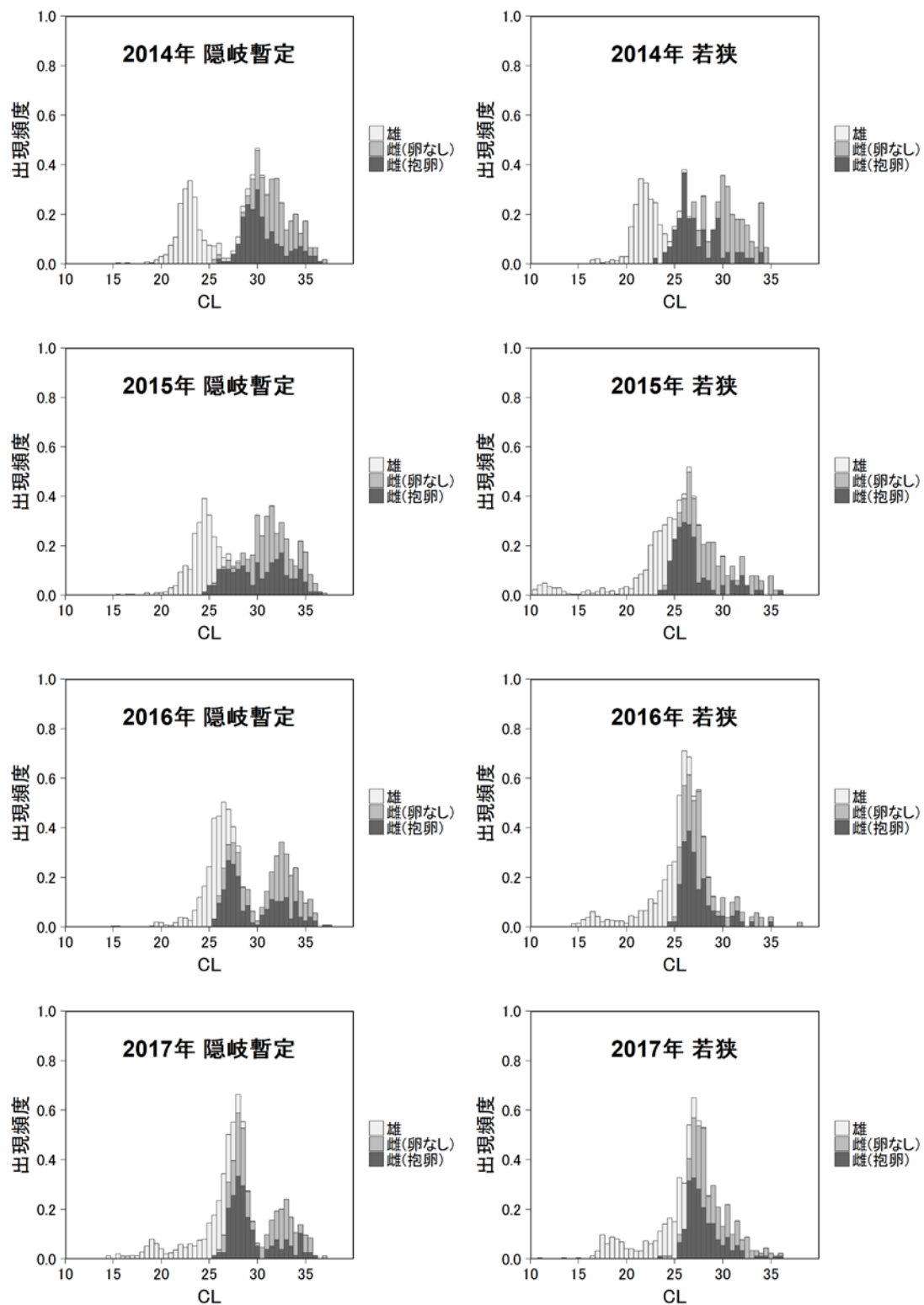


図 13. (a) トロール調査（日本海ズワイガニ等底魚資源調査）により採集されたホッコクアカエビの頭胸甲長組成とその経年変化 2014 年から 2017 年にかけての隠岐北方の 6 測点および若狭沖の 5 測点における頭胸甲別の平均出現頻度を雄、雌（抱卵および卵なし）別に示した。

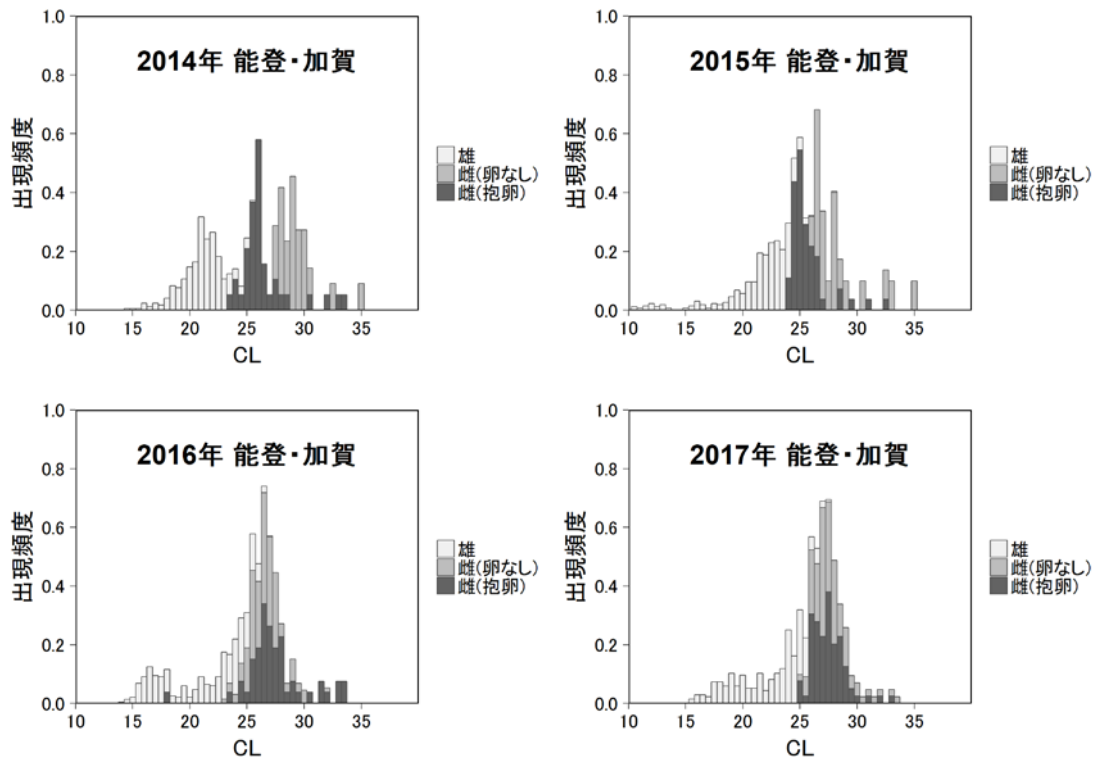


図 13. (b) トロール調査（日本海ズワイガニ等底魚資源調査）により採集されたホッコクアカエビの頭胸甲長組成とその経年変化 2014 年から 2017 年にかけての加賀沖の 3 測点における頭胸甲長別の平均出現頻度を雄、雌（抱卵および卵なし）別に示した。

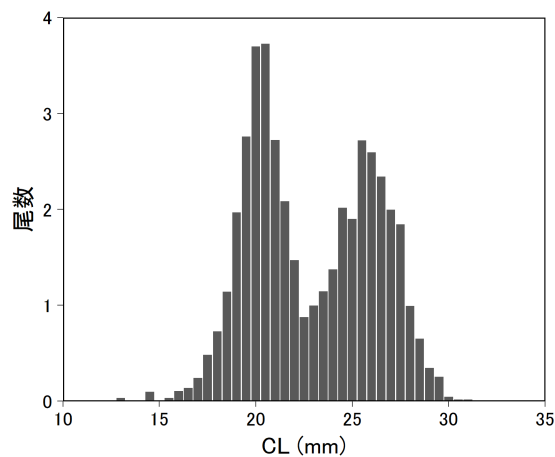


図 14. 金沢港（石川県）における漁獲物の頭胸甲長組成 2018 年 6 月 7 日における 1 隻分の銘柄別組成および箱数から当日の総水揚げ尾数を推定した。

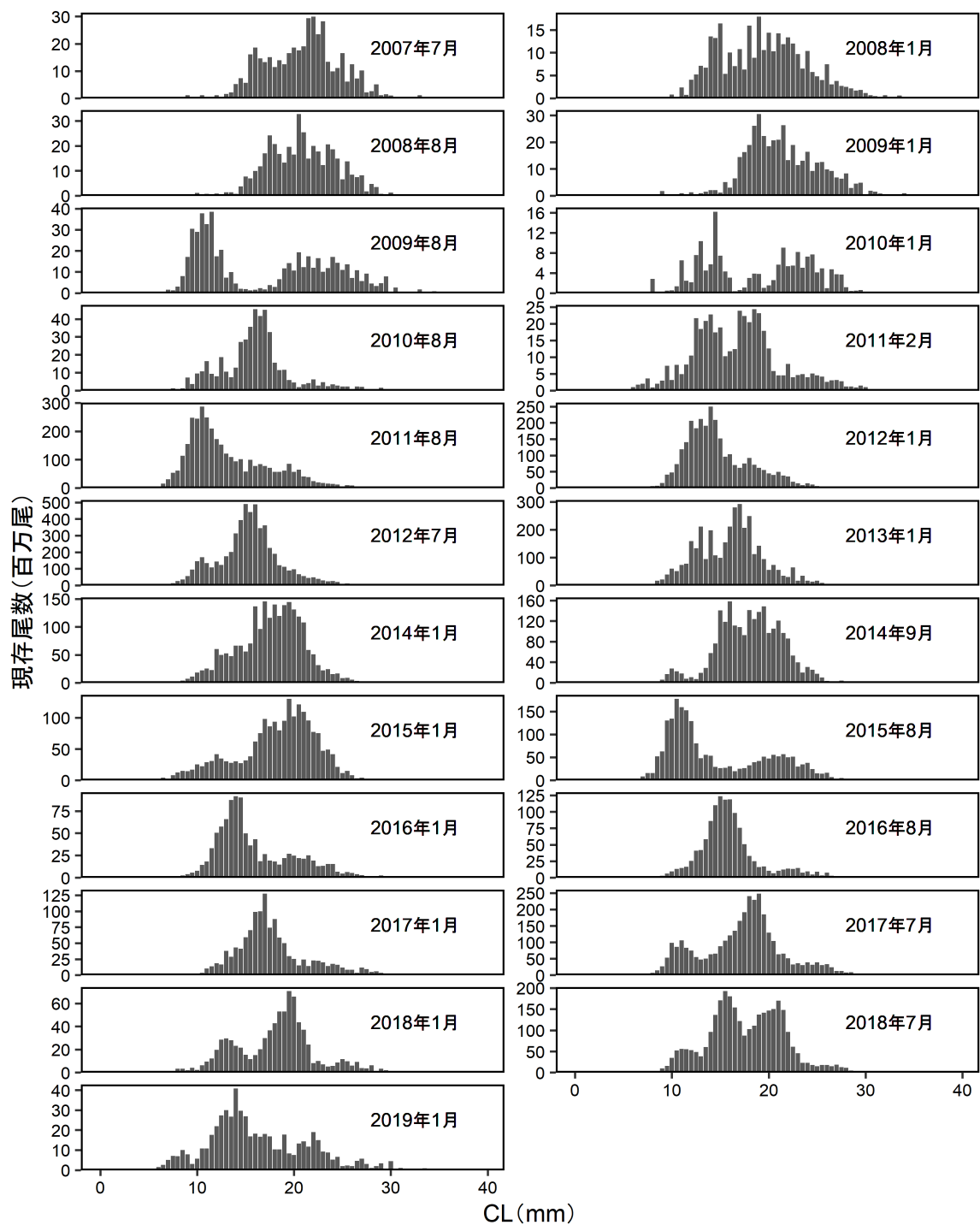


図 15. 石川県加賀沖においてソリ付き桁網調査で採集されたホッコクアカエビの頭胸甲長組成 2007～2018 年の冬季（1～2 月）および夏季（7～9 月）の調査結果に基づく水深 350～550 m における頭胸甲長階級（0.5 mm）ごとの現存尾数。

表 1. 漁業種類・漁場別漁獲量

年	沖底			沖底以外（本州沿岸）			本州沿岸	計
	本州沿岸	大和堆	計	小底	かご網ほか	沖底以外計		
1980	1,394	186	1,580	-	-	1,718	3,112	3,298
1981	1,871	161	2,032	-	-	1,728	3,599	3,760
1982	2,133	255	2,388	-	-	1,767	3,900	4,155
1983	2,176	150	2,326	-	-	1,332	3,508	3,658
1984	1,821	109	1,930	-	-	1,326	3,147	3,256
1985	1,233	122	1,355	-	-	968	2,201	2,323
1986	985	191	1,176	-	-	850	1,835	2,026
1987	739	196	935	-	-	811	1,550	1,746
1988	828	234	1,062	-	-	908	1,736	1,970
1989	820	209	1,029	-	-	806	1,626	1,835
1990	685	272	957	-	-	702	1,387	1,659
1991	618	316	934	-	-	470	1,088	1,404
1992	798	332	1,130	-	-	598	1,396	1,728
1993	790	314	1,104	-	-	577	1,367	1,681
1994	727	471	1,198	-	-	780	1,507	1,978
1995	766	497	1,263	-	-	871	1,637	2,134
1996	812	463	1,275	-	-	923	1,735	2,198
1997	709	384	1,093	-	-	969	1,678	2,062
1998	847	406	1,253	-	-	1,001	1,848	2,254
1999	771	372	1,143	-	-	1,128	1,899	2,271
2000	841	364	1,205	573	531	1,104	1,945	2,309
2001	800	409	1,209	496	340	836	1,636	2,045
2002	673	344	1,017	464	518	982	1,655	1,999
2003	765	287	1,052	594	555	1,149	1,914	2,201
2004	771	279	1,050	519	465	984	1,755	2,034
2005	904	193	1,097	526	479	1,005	1,909	2,102
2006	963	193	1,156	606	504	1,110	2,073	2,266
2007	1,066	172	1,238	790	383	1,173	2,239	2,411
2008	1,021	206	1,227	913	402	1,315	2,336	2,542
2009	925	164	1,089	727	331	1,058	1,983	2,147
2010	939	182	1,121	714	357	1,071	2,010	2,192
2011	838	166	1,004	672	287	959	1,797	1,963
2012	642	198	840	543	210	753	1,395	1,593
2013	744	167	911	557	265	822	1,566	1,733
2014	986	166	1,152	673	274	947	1,933	2,099
2015	1,359	171	1,530	770	248	1,018	2,377	2,548
2016	1,588	148	1,736	726	231	957	2,545	2,693
2017*	1,381	138	1,519	674	301	975	2,356	2,494

各府県の集計および沖合底びき漁業の漁獲成績報告書による。

*2017年漁獲量は暫定値。

表 2. 日本海（北海道沿岸を除く）におけるホッコクアカエビの府県別漁獲量

年	府県別漁獲量(トン)										
	青森 ^{*1}	秋田	山形	新潟 ^{*2}	富山 ^{*2}	石川 ^{*2}	福井 ^{*2}	京都	兵庫	鳥取	計
1980	14	158	118	766	243	618	630	18	344	389	3,298
1981	34	159	96	638	215	827	965	19	385	422	3,760
1982	37	139	68	727	214	914	1010	31	412	603	4,155
1983	45	181	77	657	183	837	747	16	287	628	3,658
1984	58	180	102	661	133	764	599	9	239	511	3,256
1985	52	115	75	548	70	469	367	3	219	405	2,323
1986	40	61	42	500	55	360	334	7	208	419	2,026
1987	29	66	62	489	54	382	268	2	108	286	1,746
1988	25	101	76	520	77	460	305	5	129	272	1,970
1989	23	72	81	433	72	497	309	3	139	206	1,835
1990	-	77	69	321	100	530	257	3	114	188	1,659
1991	-	49	54	239	52	429	272	4	150	155	1,404
1992	-	34	54	266	60	587	358	2	170	197	1,728
1993	-	46	40	255	64	556	348	2	191	179	1,681
1994	-	74	48	338	84	710	374	2	202	146	1,978
1995	34	70	35	367	71	893	429	2	153	80	2,134
1996	13	97	57	375	69	919	447	2	130	89	2,198
1997	23	117	95	351	67	826	333	0	169	81	2,062
1998	29	109	92	396	87	867	385	0	195	94	2,254
1999	29	140	147	407	94	829	379	0	151	95	2,271
2000	33	115	129	434	104	893	412	0	122	67	2,309
2001	28	122	110	453	75	668	385	0	138	66	2,045
2002	22	118	104	527	79	667	347	0	87	48	1,999
2003	24	132	155	582	86	686	346	0	111	79	2,201
2004	14	115	170	531	103	604	355	0	84	58	2,034
2005	22	129	114	496	117	724	375	0	86	39	2,102
2006	21	129	126	520	128	793	421	0	83	45	2,266
2007	23	190	192	543	133	775	429	0	79	47	2,411
2008	23	172	223	586	133	841	401	0	119	44	2,542
2009	20	145	208	510	117	671	360	0	68	48	2,147
2010	17	129	207	516	94	601	450	0	105	73	2,192
2011	17	128	163	454	90	520	443	0	103	45	1,963
2012	12	70	123	360	78	514	296	0	97	43	1,593
2013	14	74	121	423	96	580	289	0	89	47	1,733
2014	13	81	145	400	88	793	325	0	163	91	2,099
2015	14	90	106	398	93	972	410	0	325	140	2,548
2016	10	66	102	386	87	904	386	0	648	104	2,693
2017 ^{*3}	11	40	84	364	90	863	425	0	538	79	2,494

各府県の集計による。

^{*1} 青森県は1989年以前および1995年以降についてのみ漁獲量を掲載。

^{*2} 新潟、富山、石川、福井の4県については2006年まで農林統計（属地）による。

^{*3} 2017年漁獲量は暫定値。

表 3. 沖合底びき網漁業における中海区別漁獲量

年	中海区別漁獲量(トン)					計
	本州沿岸				沖合区	
	北区	中区	西区	沿岸計		
1980	26	781	587	1,394	186	1,580
1981	48	1,167	657	1,872	161	2,032
1982	32	1,201	900	2,133	255	2,388
1983	55	1,225	896	2,176	150	2,326
1984	49	1,074	697	1,821	109	1,930
1985	26	616	590	1,232	122	1,355
1986	10	431	543	985	191	1,176
1987	18	331	389	738	196	935
1988	41	439	349	829	234	1,062
1989	98	440	283	821	209	1,029
1990	55	331	299	685	272	957
1991	41	291	286	618	316	934
1992	61	385	353	798	332	1,130
1993	30	391	369	790	314	1,104
1994	41	439	246	727	471	1,198
1995	46	518	202	766	497	1,263
1996	64	567	181	812	463	1,275
1997	72	457	180	709	384	1,093
1998	76	539	232	847	406	1,253
1999	81	480	209	770	372	1,143
2000	98	571	172	841	364	1,205
2001	84	559	157	799	409	1,209
2002	90	441	142	673	344	1,017
2003	157	387	221	765	287	1,052
2004	138	486	148	771	279	1,050
2005	121	650	133	904	193	1,097
2006	146	673	143	963	193	1,156
2007	200	722	145	1,066	172	1,238
2008	212	665	145	1,021	206	1,227
2009	206	580	138	925	164	1,089
2010	193	557	189	939	182	1,121
2011	178	481	180	839	166	1,004
2012	136	337	169	642	198	840
2013	153	431	159	744	167	911
2014	183	502	300	986	166	1,152
2015	163	679	517	1,359	171	1,530
2016	133	634	821	1,589	148	1,736
2017	118	592	671	1,381	138	1,519

表 4. 沖合底びき網漁業における有効漁獲努力量

年	中海区別有効漁獲努力量(網)				沖合区	計
	本州沿岸					
	北区	中区	西区	沿岸計		
1980	4,879	43,126	90,735	138,740	6,798	145,538
1981	6,466	50,291	97,730	154,487	5,090	159,577
1982	5,789	47,514	98,018	151,321	6,612	157,933
1983	9,349	44,206	88,727	142,282	4,321	146,603
1984	10,285	45,993	96,591	152,869	2,599	155,468
1985	11,932	44,197	94,840	150,969	2,721	153,690
1986	6,286	37,329	93,598	137,213	4,925	142,138
1987	4,574	30,015	83,791	118,380	4,371	122,751
1988	10,117	32,359	67,014	109,490	5,089	114,579
1989	22,531	36,574	86,551	145,656	4,568	150,224
1990	16,336	30,713	86,991	134,040	7,011	141,051
1991	13,836	28,220	81,941	123,997	5,380	129,377
1992	12,147	34,444	82,556	129,147	7,369	136,516
1993	8,121	30,625	84,978	123,724	6,678	130,402
1994	10,375	31,726	64,436	106,537	6,986	113,523
1995	11,929	27,003	62,135	101,067	6,181	107,248
1996	13,433	25,058	66,350	104,841	5,203	110,044
1997	14,082	24,487	52,102	90,671	3,782	94,453
1998	10,965	26,545	53,329	90,839	4,511	95,350
1999	10,799	28,187	50,554	89,540	3,852	93,392
2000	8,816	28,661	43,748	81,225	4,730	85,955
2001	9,166	27,274	42,657	79,097	6,390	85,487
2002	7,295	22,456	38,863	68,614	4,437	73,051
2003	10,001	19,620	58,455	88,076	4,482	92,558
2004	8,024	21,496	41,367	70,887	3,976	74,863
2005	9,412	25,148	42,078	76,638	2,872	79,510
2006	10,771	18,065	49,591	78,427	2,599	81,026
2007	9,977	18,884	48,549	77,410	2,114	79,524
2008	12,852	19,379	56,881	89,112	2,471	91,583
2009	8,334	16,568	45,511	70,413	1,757	72,170
2010	8,185	15,208	36,990	60,383	2,061	62,444
2011	11,345	14,839	37,353	63,537	1,931	65,468
2012	8,965	14,482	61,099	84,546	2,326	86,872
2013	8,394	14,120	39,669	62,183	1,830	64,013
2014	7,410	12,633	59,020	79,063	1,814	80,877
2015	8,251	9,370	74,017	91,638	1,680	93,318
2016	6,521	10,642	52,944	70,107	1,473	71,580
2017	5,452	10,723	48,378	64,553	1,242	65,795

表 5. 沖合底びき網漁業における中海区別資源密度指数

年	中海區別資源密度指数 (kg/網)					計
	本州沿岸				沖合区	
	北区	中区	西区	沿岸計		
1980	6.2	17.3	7.7	10.9	28.2	11.7
1981	6.8	23.8	8.2	13.5	31.6	14.3
1982	4.5	22.1	10.6	13.9	39.3	15.0
1983	6.5	22.8	10.8	13.9	35.7	14.4
1984	5.9	20.6	8.3	11.8	46.7	12.9
1985	5.1	15.0	7.8	9.7	47.1	11.1
1986	3.0	10.2	6.3	7.1	40.4	9.0
1987	3.8	9.5	5.2	6.3	48.4	8.7
1988	4.3	12.1	6.3	7.5	48.0	9.2
1989	5.2	11.3	4.1	6.1	46.5	7.6
1990	6.6	11.1	5.8	7.4	38.7	9.0
1991	4.4	11.8	6.1	7.2	57.5	9.9
1992	6.6	11.2	6.7	7.8	50.7	9.8
1993	4.8	11.6	8.3	8.7	48.3	11.0
1994	7.0	14.5	5.1	7.9	71.2	12.1
1995	10.0	18.0	4.3	9.1	85.3	14.1
1996	8.8	17.4	4.3	8.1	92.6	13.3
1997	12.6	18.2	5.2	9.9	105.5	15.7
1998	14.7	20.6	6.4	11.7	92.9	16.7
1999	14.1	17.5	8.0	12.0	96.7	17.6
2000	15.1	25.2	9.0	15.4	76.1	19.1
2001	18.0	23.7	7.9	15.0	65.2	18.5
2002	18.1	22.1	6.9	14.4	78.6	17.9
2003	23.4	20.7	6.8	14.7	64.5	17.4
2004	29.2	25.3	7.3	17.8	71.8	21.2
2005	23.7	31.1	7.6	18.9	68.8	21.1
2006	25.9	45.1	8.7	24.8	75.4	27.7
2007	27.8	45.6	8.6	24.9	81.9	27.4
2008	31.4	39.4	6.2	22.6	80.8	25.1
2009	34.0	43.0	7.8	24.4	92.6	28.1
2010	36.5	43.9	7.0	24.4	88.7	27.3
2011	32.1	39.5	7.4	22.5	85.4	25.7
2012	26.7	37.3	7.5	20.2	85.8	23.3
2013	25.8	32.9	7.8	19.3	91.0	21.8
2014	29.7	40.8	9.8	22.5	91.0	25.0
2015	27.2	69.2	15.0	31.1	101.7	33.7
2016	22.6	63.8	16.0	28.7	97.6	32.1
2017	23.1	56.6	16.5	28.4	110.2	31.5

表 6. トロール調査に基づく海区別資源量（能登沖以西、水深 200～550 m）

年	海区別資源量（トン）								計
	加賀・能登	若狭沖	但馬沖	隠岐北東	隠岐暫定	隠岐北西	浜田暫定	浜田西	
2003	595	633	279	219	2,376	268	0	0	4,370
2004	1,785	1,296	556	12	1,876	316	0	0	5,841
2005	1,575	1,230	373	224	2,422	344	0	0	6,168
2006	1,075	1,356	1,224	59	2,426	474	0	0	6,614
2007	1,306	1,028	763	499	2,927	228	0	5	6,756
2008	1,060	2,005	1,074	174	3,259	254	0	0	7,826
2009	839	989	282	148	3,201	390	0	0	5,849
2010	1,748	841	695	110	3,720	514	3	0	7,631
2011	933	427	865	12	3,346	274	0	0	5,857
2012	1,578	775	862	254	3,986	466	57	0	7,978
2013	1,748	1,352	1,756	511	6,410	595	0	0	12,372
2014	1,165	1,772	511	1,290	4,565	776	0	0	10,079
2015	1,798	1,671	1,537	745	5,386	858	0	0	11,995
2016	739	1,574	2,220	736	4,883	461	0	0	10,613
2017	1,523	1,379	4	825	8,195	887	6	0	12,819
2018	1,118	1,420	923	1,065	6,164	921	1	0	11,612

トロール網の採集効率を 1 とした。

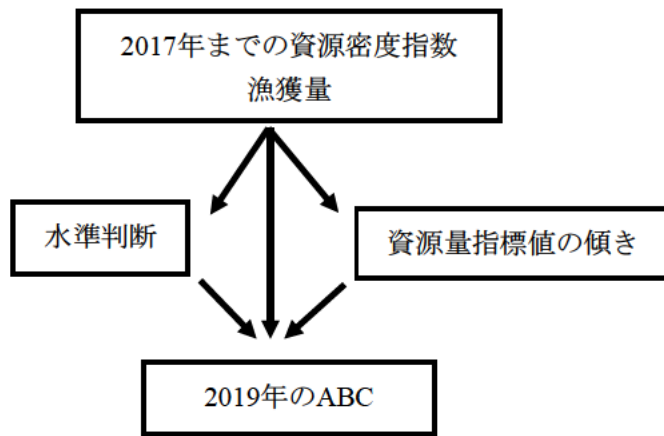
表 7. 新潟県および石川県の小型底びき網漁業における CPUE（kg/網）

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
新潟	9.9	11.9	13.2	15.6	20.4	21.8	29.3	28.2	24.0	19.8
石川	35.4	24.8	47.3	28.2	43.3	44.5	54.4	50.2	53.0	46.0

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017
新潟	23.8	27.7	22.5	24.2	23.4	25.9
石川	40.7	51.3	67.7	98.3	103.7	69.5

努力量には有漁網数を用いた。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計される。これらより、月 i 漁区 j における CPUE (U) は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）を、それぞれ示す。

集計単位（小海区）における資源量指数 (P) は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j}$$

集計単位における有効漁獲努力量 (X') と漁獲量 (C)、資源量指数 (P) の関係は次式のよう
に表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

上式で J は有漁漁区数（対象魚が 1kg 以上漁獲された農林漁区（緯度経度 10 分柁目）の数）であり、資源量指数 (P) を有漁漁区数 (J) で除したものが資源密度指数 (D) である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

本評価では、資源状態を示す指数として資源量指数を有漁漁区数で除して得られる資源密度指数を用いた。本州沿岸における底びき網漁業では、本種を狙って集中的に漁獲されるケースがあるものの、それ以外の曳網では混獲程度の漁獲量しか得られない。そのため、本種狙いの操業だけを抽出して解析することが望ましいが、漁獲成績報告書で報告される最小単位（船ごと日ごと）から本種狙いの網だけを抽出することは難しく、すべての操業を同等に扱わざるを得ない。また、本種を狙う操業船（あるいは操業）の増減によって漁区数や CPUE の総和である資源量指数が影響を受けることが想定される。そのため、長期間にわたる資源密度の指標として、各漁区における CPUE の平均値である資源密度指数を使用することが適当と判断した。

なお、本評価では資源量指標値として資源密度指数を用いているが、資源量指標値における経年変化以外の効果を低減させることを目的として、標準化 CPUE に関する検討を行った（補足資料 3）。

補足資料 3 標準化 CPUE に関する検討

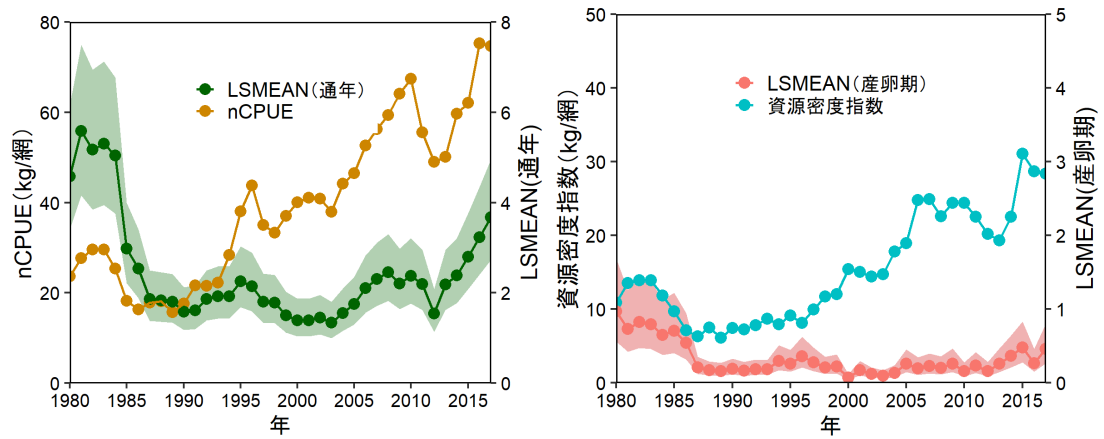
ホッコクアカエビは底びき網漁業における狙いの対象であり、資源の増大期には、漁獲努力の集中が資源量指標値の過剰な上昇を招く可能性がある。そこで、標準化 CPUE を用いた年効果の分離に関する検討を行った。

1980～2017 年の沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書（漁績）から、漁獲年、漁獲月、漁獲量、網数（操業回数）、漁区番号、府県および水揚げ港を用いた。未成魚の漁獲が CPUE に与えるノイズを除去する為、ホッコクアカエビの産卵期である 2～4 月の 371,855 レコードから、産卵場の水深帯（200～300m）を含む漁区に由来し、かつ年間漁獲量に占めるホッコクアカエビの割合が 5%以上である漁船に関する 69,060 レコードについて、漁獲量と網数から CPUE を算出した（産卵期データ）。その後、漁績上の漁獲量がゼロであった場合にも実際は資源が僅かながら分布していたと仮定し、すべての CPUE に微小値 δ_0 を加えた。ここで δ_0 は残差の尖度と歪度の絶対値の和を最小とする定数（ $\delta_0=0.28$ ）である。

CPUE の標準化には、一般化混合線形モデル（GLMM）を適用した。GLMM の適用により操業月および操業場所等による疑似反復の影響が解消されると期待される。モデルでは $\ln(\text{CPUE})$ を応答変数とし、固定効果として Year（年）、Month（月）、Pref（県籍）、変量効果として Area（漁区、Area1=10 分 / Area2=30 分 / Area3=沖底小海区）を説明変数（すべてカテゴリカル）に加えた。AIC（赤池情報量基準）および BIC（ベイズ情報量基準）を用いてモデル選択を行った（補足表 3-1）。また、1～12 月のデータをすべて用いて同様の検討を行うとともに（通年データ）、通年のノミナル CPUE（nCPUE=総漁獲量/有漁網数）および資源密度指数（本評価で使用）との比較を行った。

産卵期データに基づくモデル選択の結果、年、月、水揚げ港の固定効果および小漁区（10 分升目）の変量効果を含むモデル 7 が選択された（補足表 3-1）。また、通年データに基づいた場合も同様にモデル 7 が選択された。産卵期データに基づきモデル 7 を仮定して年に対する最小二乗平均（LSMEAN: least square mean）を求めて資源密度指数（本評価にて使用）および nCPUE とトレンドを比較したところ、LSMEAN が 1990 年代以降安定して推移したのに対し、資源密度指数と nCPUE は 1990 年代以降大きく上昇した（補足図 3-1）。通年データに基づく LSMEAN のトレンドは 2010 年頃まで産卵期データと同様であったが、通年データのみで 2016 年および 2017 年に値が上昇する傾向が見られた。

調査船調査の結果から 2000、2010 および 2014 年に卓越年級群が発生したことが明らかになっている。通年データに見られた 2016 年および 2017 年の LSMEAN の上昇は、2010 年級群が親魚として漁獲されていることに加え、2014 年級群の加入がノイズとして現れたものと解釈できる。一方、いずれのデータセットを用いた場合も、現在の資源水準は 1980 年代と比較して低く、資源密度指数をもちいた現状の資源評価結果と大きく異なる。今後、1980 年代以降の長期データ（調査船調査、標本船調査等）に基づき、標準化 CPUE の妥当性に関して慎重に検討する必要がある。



補足図 3-1. LSMEAN（通年、産卵期）、nCPUE および資源密度指数の推移

補足表 3-1. CPUE 標準化モデルの AIC、BIC、逸脱度およびカイ二乗検定の結果
BIC によって選択されたベストモデルを太字で示した。

#	モデル	自由度	AIC	BIC	逸脱度	Chisq	Pr(>Chisq)
1	Year+Month+(1 Area1)	42	203791	204169	203707	NA	NA
2	Year+Month+(1 Area2)	42	211467	211844	211383	0	1.0
3	Year+Month+(1 Area3)	42	220610	220988	220526	0	1.0
4	Year+Pref+(1 Area1)	49	203351	203791	203253	17274	0.0
5	Year+Pref+(1 Area2)	49	210297	210737	210199	0	1.0
6	Year+Pref+(1 Area3)	49	218102	218542	218004	0	1.0
7	Year+Month+Pref+(1 Area1)	51	202985	203444	202883	15120	0.0
8	Year+Month+Pref+(1 Area2)	51	209921	210379	209819	0	1.0
9	Year+Month+Pref+(1 Area3)	51	217801	218259	217699	0	1.0