

令和 3（2021）年度ホッコクアカエビ日本海系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

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、山形県水産研究所、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、沖合底びき網漁業の標準化 CPUE を指標値として評価した。標準化 CPUE は 1984 年まで高い水準で推移したが、1985 年以降から 1987 年にかけて急激に減少した。以降、2002 年に過去最低となるまで低い水準で推移したが、2003 年からは増加傾向にあり、2015 年に過去最高となった。2016 年以降も高い水準で推移し、2020 年は 6.2 であった。資源水準は高位、過去 5 年間（2016～2020 年）の標準化 CPUE の推移から資源動向は増加と判断した。本系群の 2022 年 ABC を、ABC 算定規則 2-1) に従い、資源量指標値及び漁獲量に基づいて算定した。

管理基準	Target/ Limit	2022 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・Cave3-yr・1.12	Target	24	—	—
	Limit	30	—	—

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。ABCtarget = αABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave 3-yr は 2018～2020 年の漁獲量の平均値である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2016	—	—	27	—	—
2017	—	—	25	—	—
2018	—	—	26	—	—
2019	—	—	28	—	—
2020	—	—	26	—	—

*2020 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標準化 CPUE	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現存量	日本海ズワイガニ等底魚資源調査(5～6月、水研) ・着底トロール
漁獲物のサイズ組成	新規加入量調査(新潟県、石川県) ・ソリネット 標本船調査(石川県) 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及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（鳥取県以北、以下、「沖底」という）、小型底びき網（石川県以北、以下、「小底」という）、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、最大のエビ資源である。

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 2000b）。

(2) 年齢・成長

本種の寿命は、卓越年級群の動態及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、多毛類及びデトライ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、及びかご網である。沖底は本州沿岸及び大和堆（それぞれ沖底の中海区分における北区・中区・西区及び沖合区に対応、図 3）で、小底及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（5～8月）を中心に行われ、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 4,155 トンをピークに減少し、1991 年に最低（1,404 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、2020 年は 2,554 トンであった（図 4、表 1）。漁法別では底びき網が大部分を占め、近年では約 60%が沖底、約 30%が小底、残り 10%程度がかご網及びその他の漁業である。府県別では、兵庫県、福井県、石川県及び新潟県の漁獲量が多く、2020 年にはこれら 4 県で系群全体の 86%を占めた（図 5、表 2）。沖底の海区分別では、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約 90%を漁獲している（図 6、表 3）。

(3) 漁獲努力量

本種を対象とした沖底の有漁網数は、1980 年代前半に 10 万網以上であったが、1986 年以降は減少傾向にあり、2009 年に過去最低（3.1 万網）となった。その後、増減を繰り返し、2020 年は 3.3 万網であった（図 7、表 4）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本系群の資源状態について、沖底の標準化 CPUE（補足資料 2）を資源量指標値として判断した（補足資料 1）。加えて、日本海ズワイガニ等底魚資源調査（以下、トロール調査という）に基づく現存量、及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 2003～2021 年にかけて日本海西部海域の水深 190～550 m において実施し、面積密度法により現存量を求めた。

(2) 資源量指標値の推移

沖底の標準化 CPUE は 1980 年以降高い水準で推移したが、1984 年以降急激に減少し、1989 年に過去最低（1.9）となった。以降、2002 年に過去最低（2.0）まで低い水準で推移したが、2003 年からは増加傾向にあり、2015 年には過去最高（6.4）となった。2016 年以降も高い水準で推移し、2020 年は 6.2 であった（図 8、表 5）。

トロール調査から推定された日本海西部における現存量（図 9、表 6）も 2003 年以降概

ね増加傾向にあり、特に 2013 年以降は高い水準で推移している。近年は横ばい傾向にあり、2021 年は 9,297 トンであった。また、新潟県における小底の CPUE (kg/網) は 2002 年から 2008 年にかけて大きく増加したのち横ばい傾向にあり、2020 年は 33.4 であった(図 10、表 7)。石川県では 2012 年以降増加して 2016 年に最高値 (103.7) となったのち、2017 年 (69.5) にかけて減少し、2020 年は 79.8 であった。

本系群では 2010 及び 2014 年に発生した卓越年級群(2021 年時点でそれぞれ頭胸甲長 32 及び 28 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が(図 11、12)、特に 2010 年級群は本年度で 11 歳と高齢であり、今後は体重成長による資源量の増加は期待できない。また、2021 年のトロール調査において、能登・加賀沖での採集量が小型・大型個体ともに例年と比較して著しく少ないため、同海域の今後の資源量について注視する必要がある(図 11、表 6)。一方で、本系群は漁獲可能年数が約 6 年と長く、卓越年級群が発生せずとも現状の資源水準を保つことが期待され、また、新規加入量調査及びトロール調査において、2018~2019 年級群 (2021 年時点で頭胸甲長 14~20 mm) がいずれも現存尾数が多いことから、本系群の資源量は今後も高い水準で推移する可能性がある(図 11、13)。

(3) 資源の水準・動向

資源水準の区分を、1980 年から 2020 年の標準化 CPUE の最高値と最低値の間を 3 等分する境界とした。高位と中位、中位と低位の境界は、それぞれ 3.4 と 4.9 であり、2020 年の標準化 CPUE (6.2) から高位と判断した(図 8、表 5)。資源動向は直近 5 年間 (2016~2020 年) の標準化 CPUE の推移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 9、表 6) 及び小底 CPUE (図 10、表 7) についても高い水準で推移しており、横ばいもしくは増加傾向にある。

5. 2022 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源状態について、沖合底びき網漁業の標準化 CPUE により評価した。2020 年の標準化 CPUE から資源水準は高位、直近 5 年間 (2016~2020 年) の標準化 CPUE の推移から資源動向は増加と判断した。

(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 算定のための基本規則 2-1) に従い、現在の資源水準及び資源量指標値 (沖底の標準化 CPUE) 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 2022 年 ABC 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、 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。δ₁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標準化 CPUE を用い、直近3年間（2018～2020年）の動向からb及びIを求めるとともに、資源量指標値の変動からγ₁を求めた。また、kは標準値の1.0とし、δ₁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。2021年 ABClimitはb(0.68)、I(5.48)より得られたγ(1.12)により2,972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	2021年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・Cave3-yr・1.12	Target	24	—	—
	Limit	30	—	—

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。ABCtarget = αABClimitとし、係数αには標準値0.8を用いた。Cave3-yrは2018～2020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
2020年の沖合底びき網漁業の漁獲量と指標値	2020年沖合底びき網漁業の標準化 CPUE (更新)
2019年漁獲量確定値	2019年漁獲量の確定

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2020年(当初)	1.0・Cave3-yr・1.02	—	—	26	21	
2020年(2020年 再評価)	0.9・Cave3-yr・1.01	—	—	24	19	
2020年(2021年 再評価)	0.9・Cave3-yr・1.02	—	—	24	19	26
2021年(当初)	1.0・Cave3-yr・1.01	—	—	27	21	
2021年(2021年 再評価)	1.0・Cave3-yr・1.03	—	—	27	22	

2021年再評価において2019年漁獲量を確定値に更新した。沖合底びき網漁業の標準化 CPUE の更新により、γの値が更新された。2021年再評価において、2020年 ABClimitは2,398トンと大きな変化はなかった。これに対し、2020年漁獲量は2,554トンであった。2021年 ABClimitは2,713トンと大きな変化はなかった。

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 9、11、12、13）。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他の海域と比較して低いレベルにある。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 2000a）。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。

本州沿岸における本種のサイズ組成には地域差があり、漁業活動の活発な能登半島周辺では他の海域と比較して、小型・大型個体ともに少ない傾向がある（図 11）。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）、海域間でサイズ組成と漁獲圧の関係を比較することで、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, 91 pp.

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, 120 pp.

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. 日水研研報, **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. 北水試研報, **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. 日水誌, **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繁殖生態. 日水誌, **66**, 18-24.

貞方 勉 (2000b) 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-. 日水誌, **66**, 969-976.

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-. 日水誌, **70**, 131-137.

(執筆者：内藤大河、佐久間啓、藤原邦浩、吉川 茜)



図1. ホッコクアカエビの分布

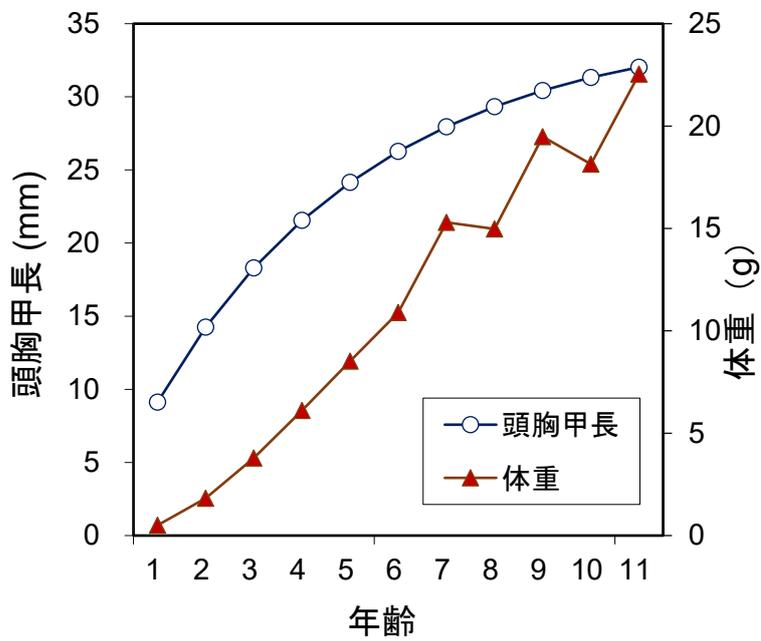


図2. 日本海におけるホッコクアカエビの成長 頭胸甲長及び体重を示す。

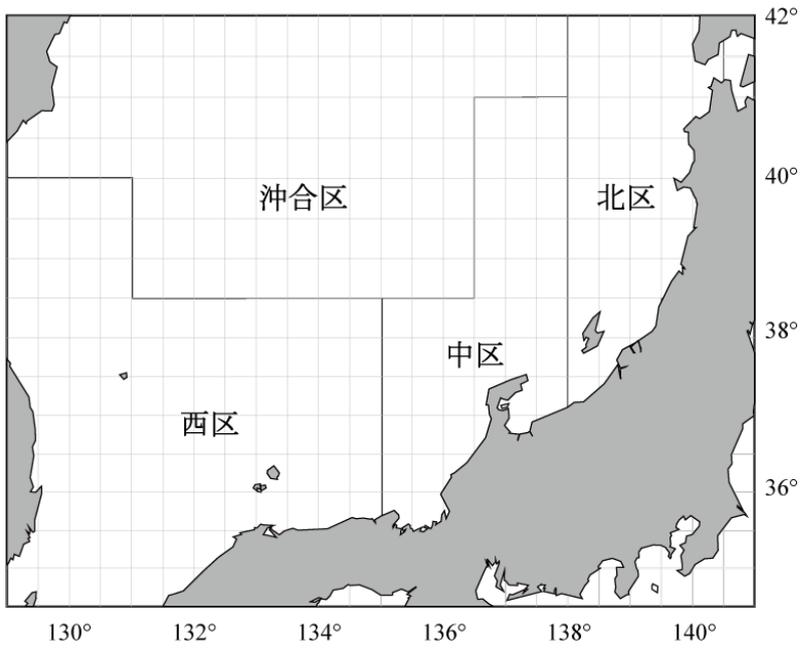


図3. 沖合底びき網漁業の中海区区分

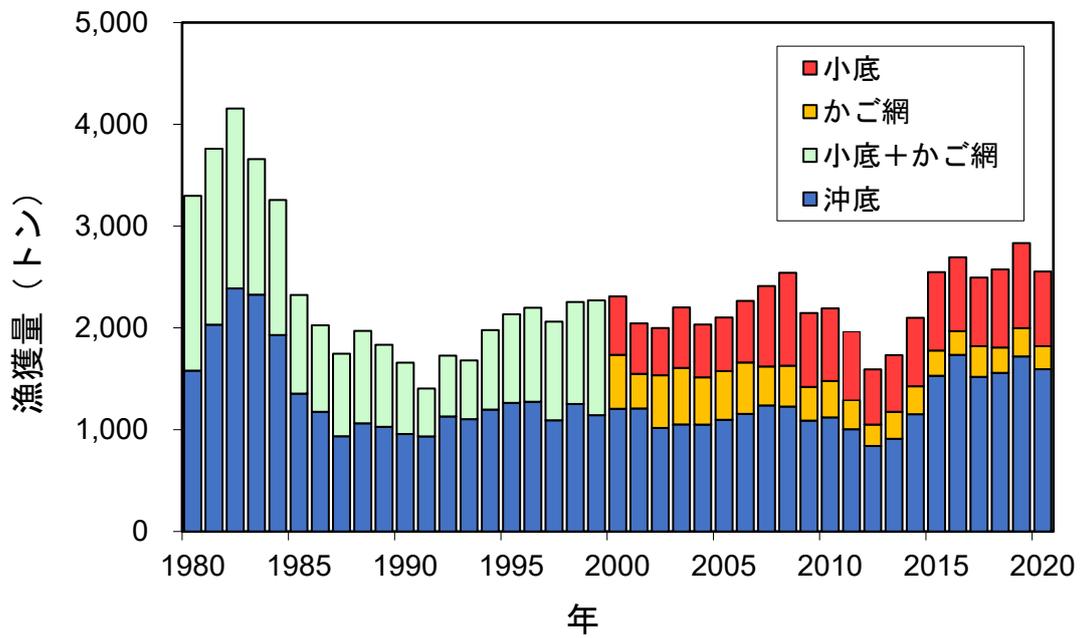


図4. 漁業種類別漁獲量

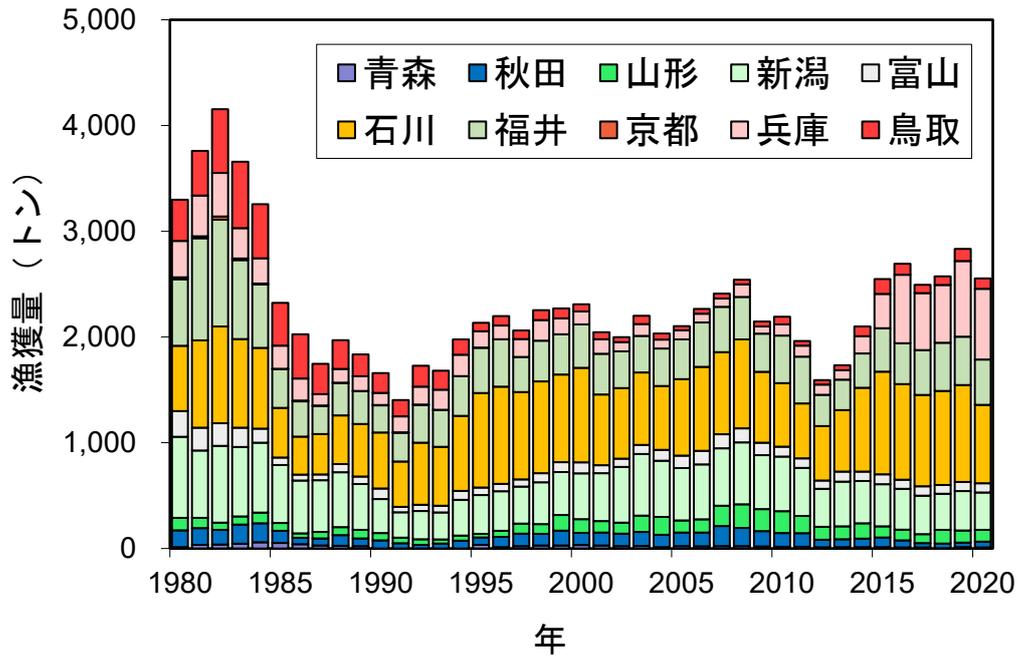


図 5. 府県別漁獲量

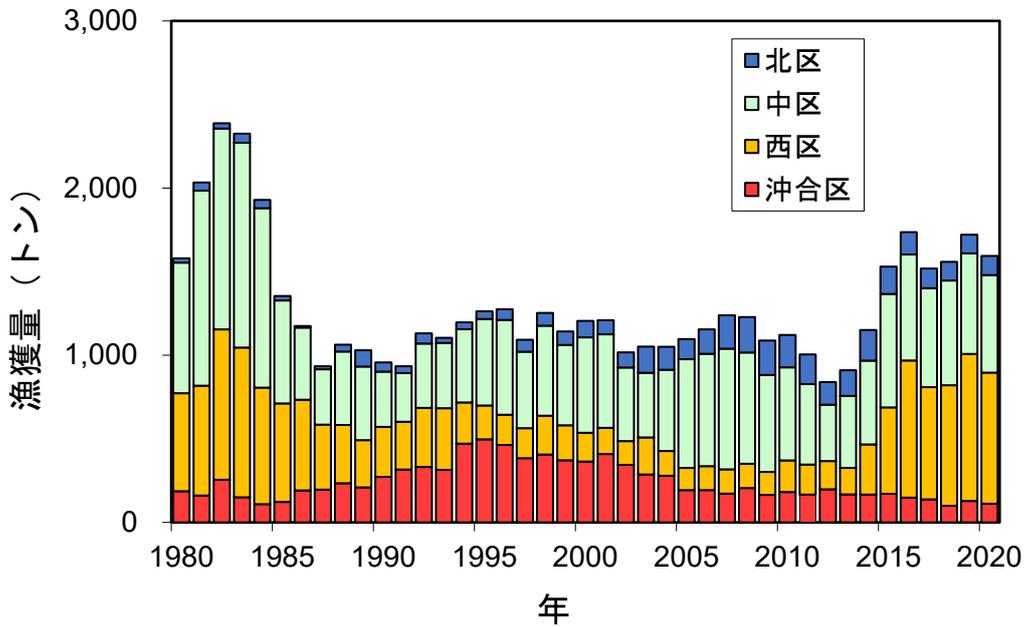


図 6. 沖合底びき網漁業の中海区別漁獲量

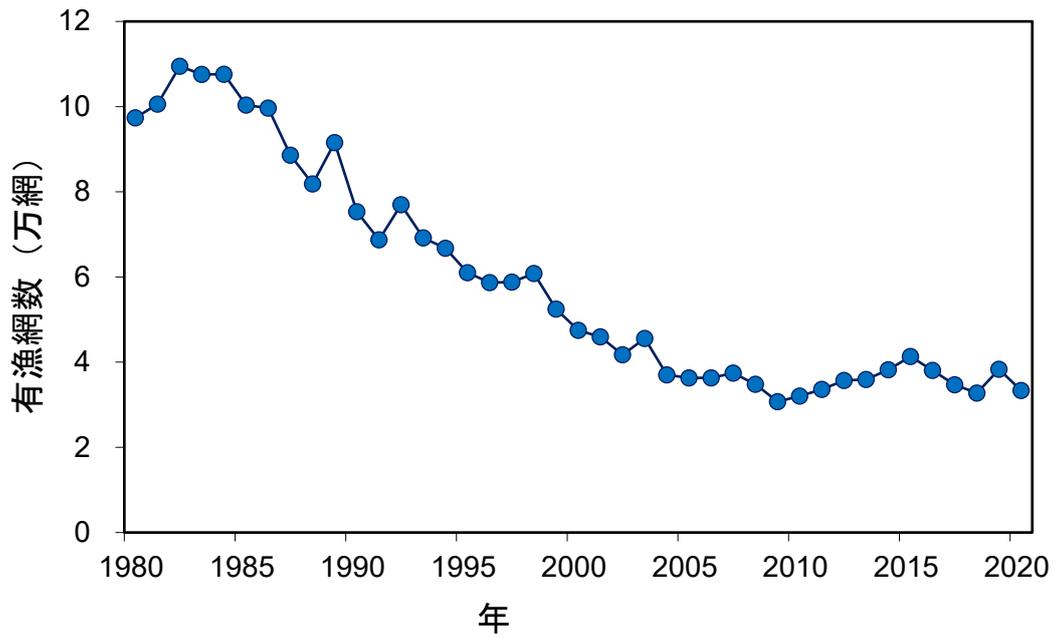


図 7. 沖合底びき網漁業のホッコクアカエビ有漁網数

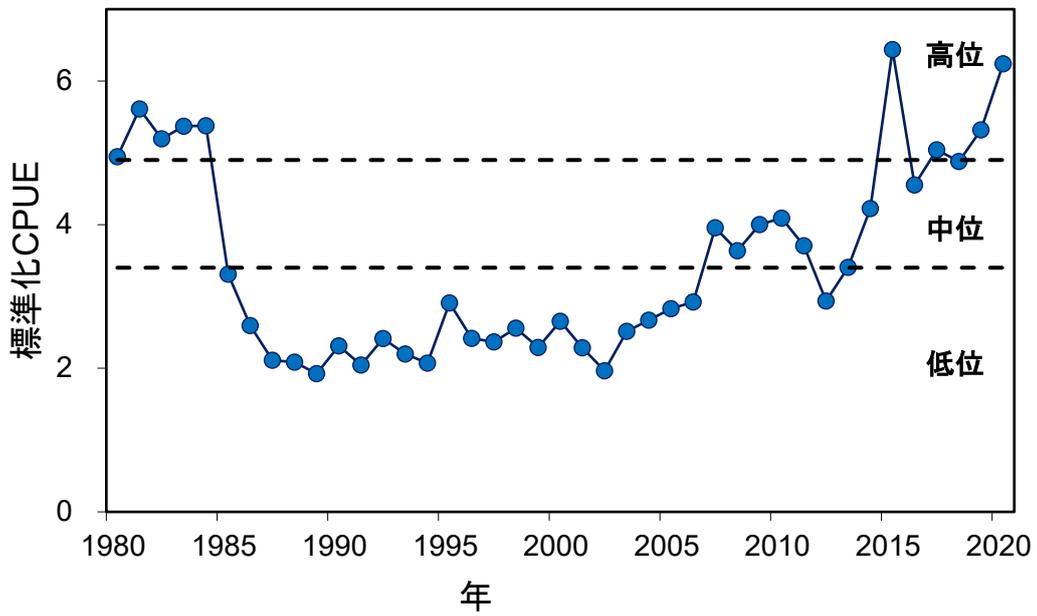


図 8. 沖合底びき網漁業の標準化 CPUE

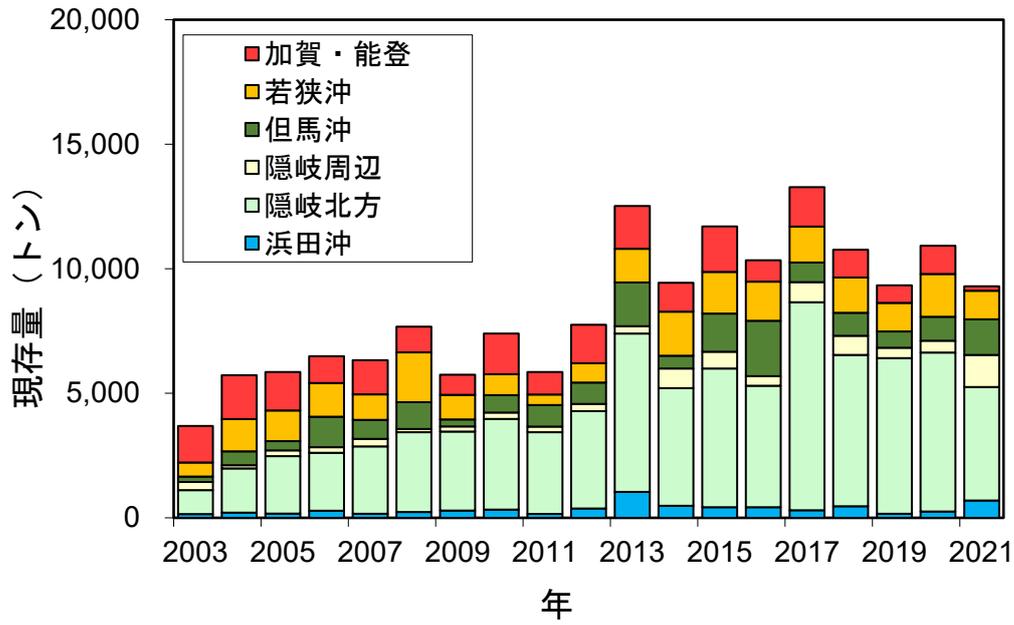


図 9. トロール調査に基づく日本海西部における現存量

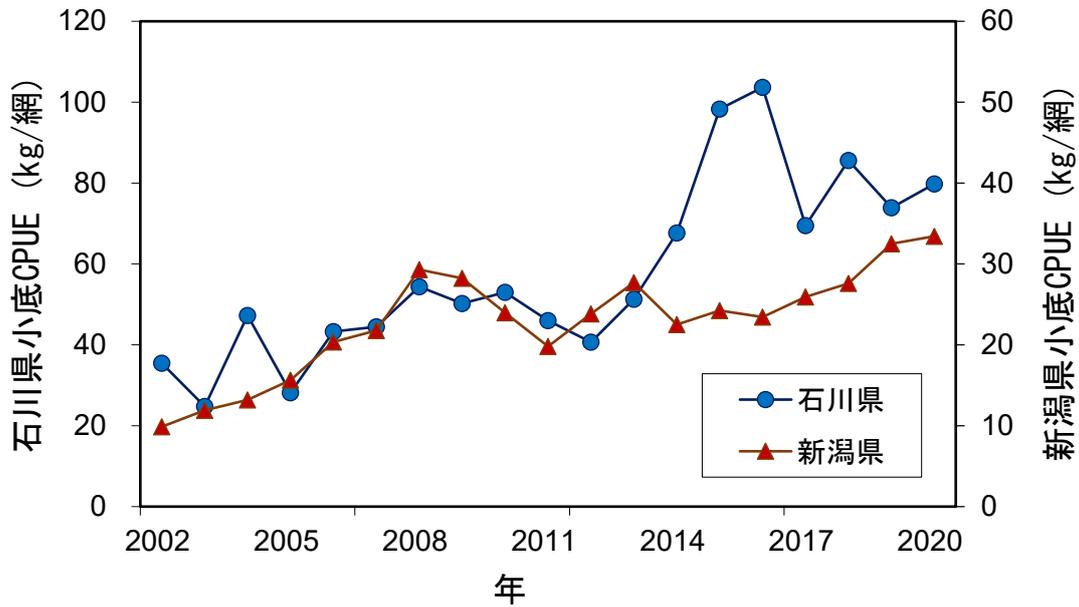


図 10. 石川県及び新潟県の小型底びき網漁業における有漁 CPUE

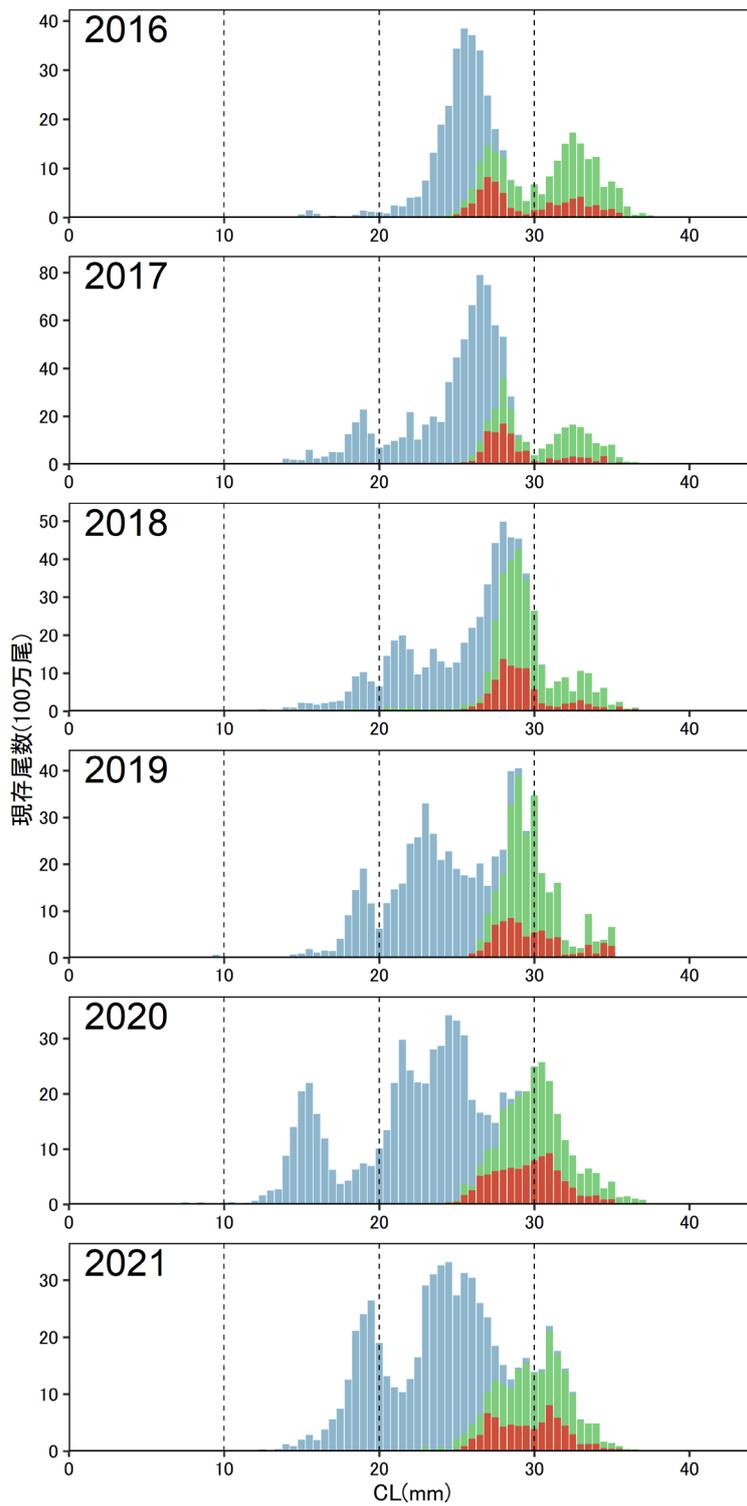


図 11. トロール調査に基づくホッコクアカエビの頭胸甲長組成 2016年から2021年の隠岐(沖底小海区の浜田沖、隠岐北方、隠岐周辺に相当)における頭胸甲長階級(0.5 mm)ごとの現存尾数を雄(青)、抱卵雌(赤)、非抱卵雌(緑)別に示した。

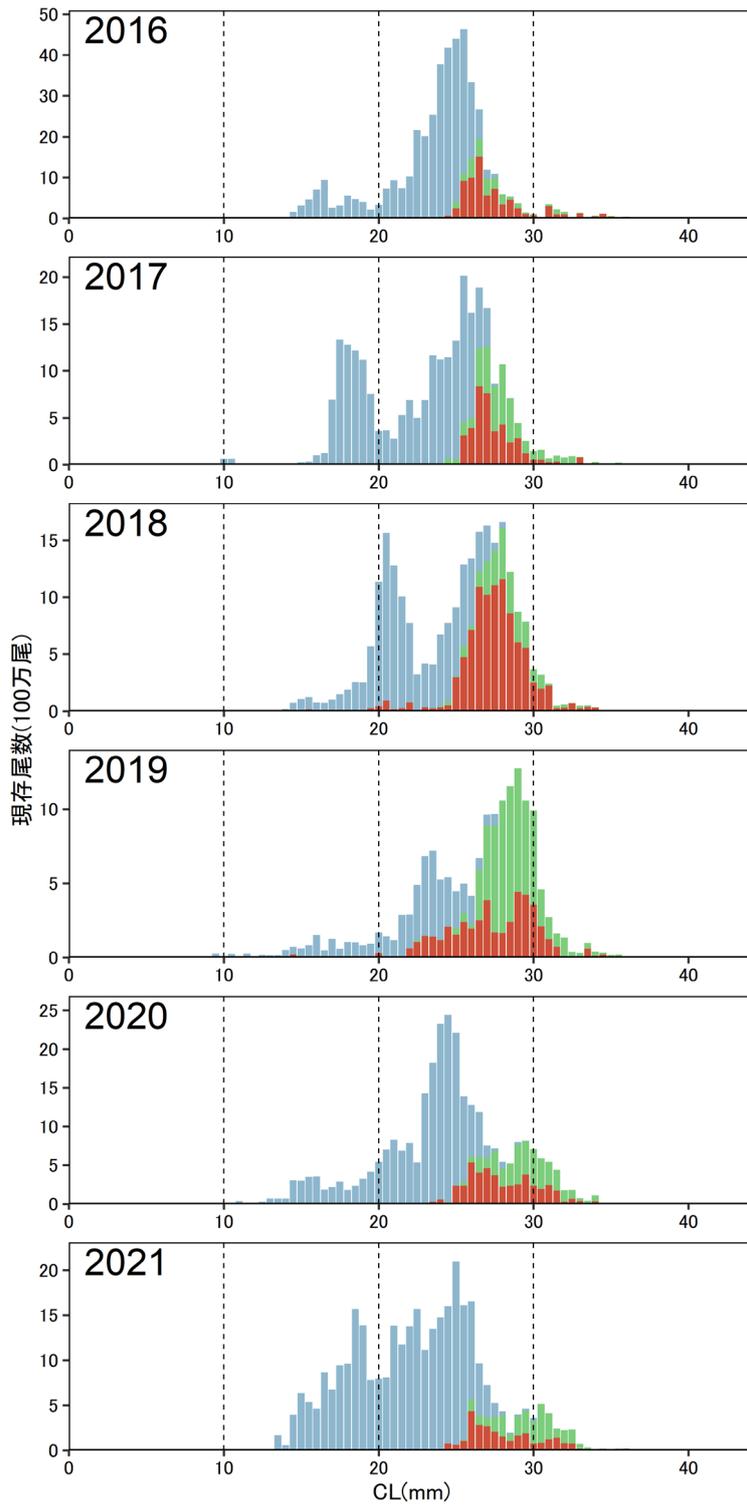


図 11. トロール調査に基づくホッコクアカエビの頭胸甲長組成(続き) 2016年から2021年の若狭(若狭沖、但馬沖に相当)における頭胸甲長階級(0.5 mm)ごとの現存尾数を雄(青)、抱卵雌(赤)、非抱卵雌(緑)別に示した。

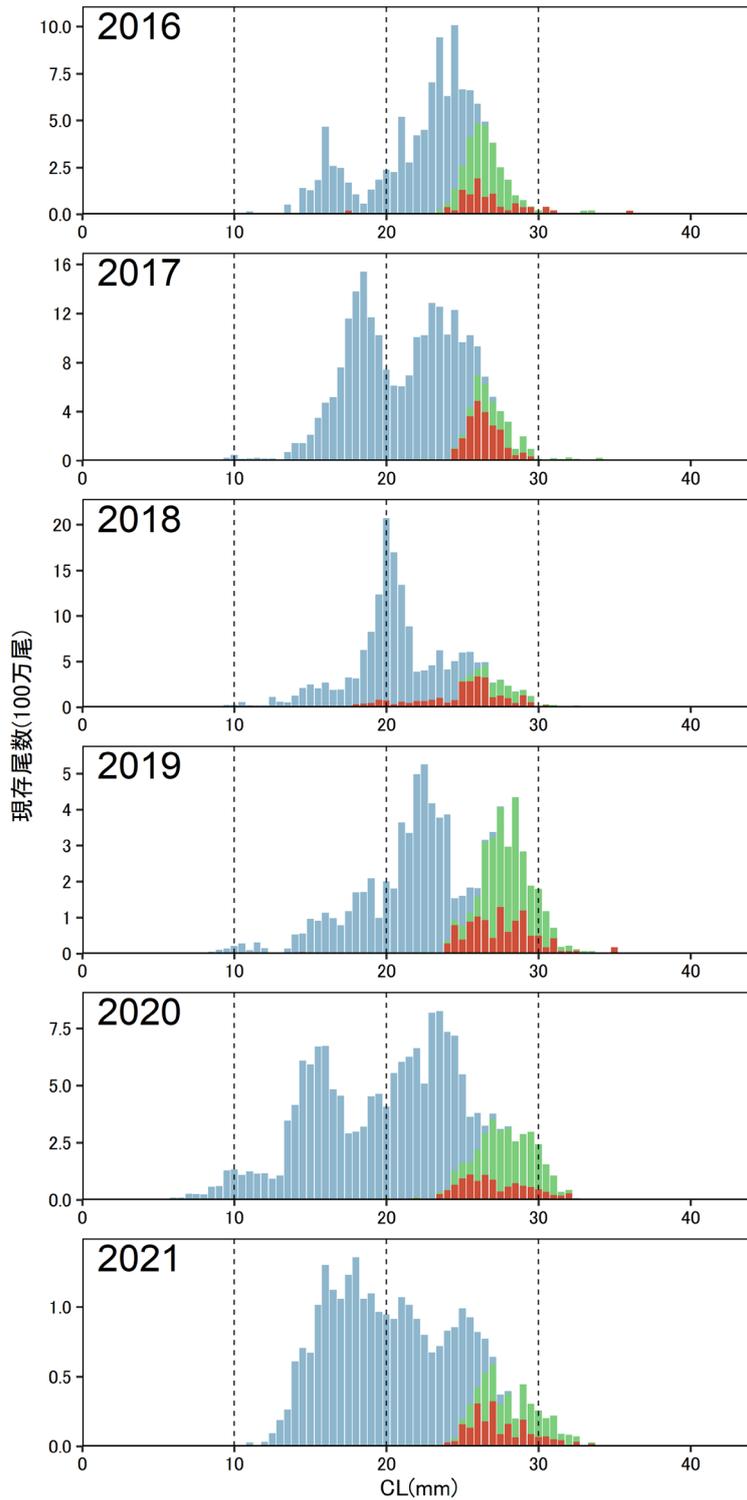


図 11. トロール調査に基づくホッコクアカエビの頭胸甲長組成(続き) 2016年から2021年の能登(能登沖、加賀沖に相当)における頭胸甲長階級(0.5 mm)ごとの現存尾数を雄(青)、抱卵雌(赤)、非抱卵雌(緑)別に示した。

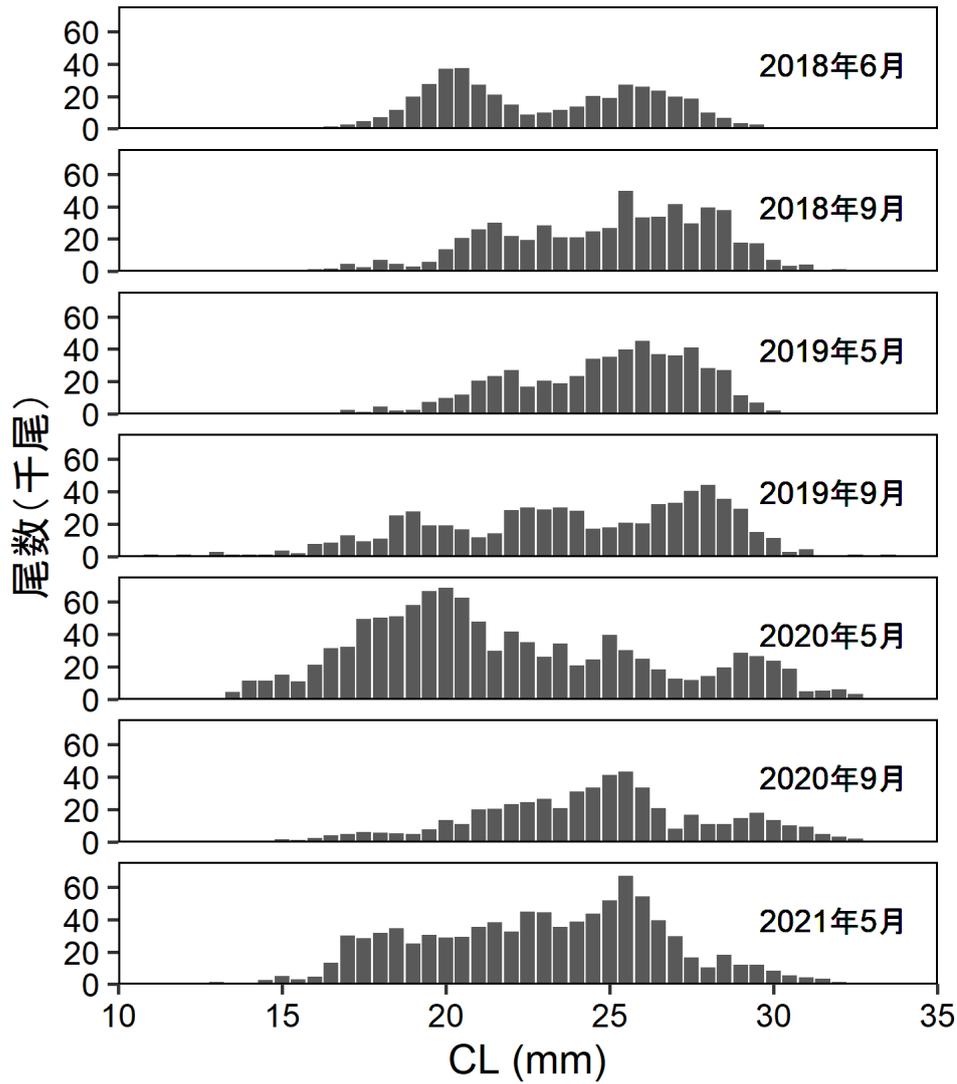


図 12. 金沢港（石川県）における漁獲物の頭胸甲長組成 各調査日における 1 隻 1 日分の銘柄別組成及び全船の水揚げ箱数から、当日の頭胸甲長階級（0.5 mm）ごとの総水揚げ尾数を推定した。

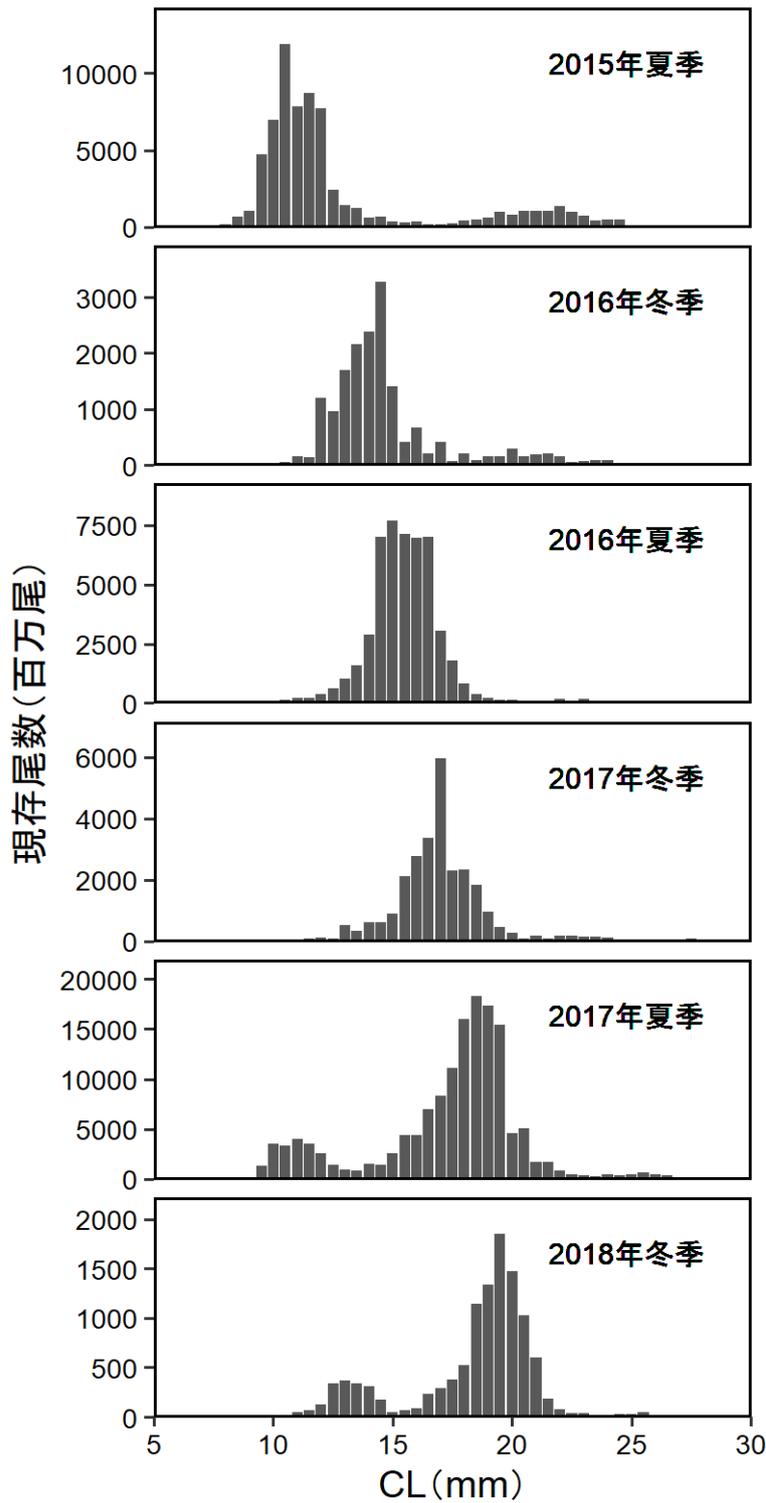


図 13. 石川県加賀沖においてソリ付き桁網調査で採集されたホッコクアカエビの頭胸甲長組成 2015～2018 年の冬季（1～2 月）及び夏季（7～9 月）の調査結果に基づく水深 350～550 m における頭胸甲長階級（0.5 mm）ごとの現存尾数。

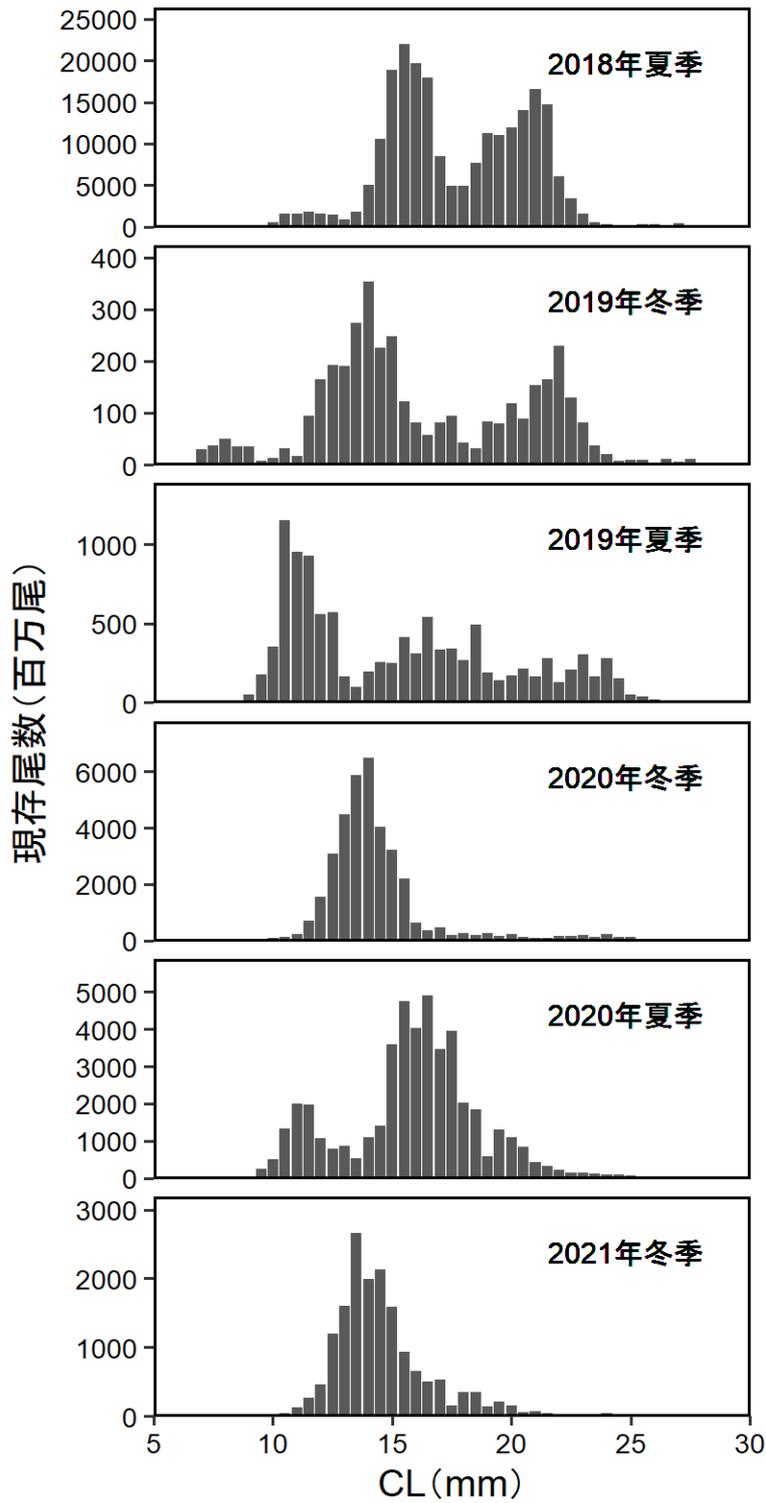


図 13. 石川県加賀沖においてソリ付き桁網調査で採集されたホッコクアカエビの頭胸甲長組成 (続き) 2018~2020 年の冬季 (1~2 月) 及び夏季 (7~9 月) の調査結果に基づく水深 350~550 m における頭胸甲長階級 (0.5 mm) ごとの現存尾数。

表 1. 漁業種類・海域別漁獲量

年	漁業種類・海域別漁獲量（トン）							
	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
2018	1,459	100	1,559	767	248	1,015	2,474	2,574
2019	1,592	128	1,720	836	277	1,113	2,705	2,833
2020*	1,482	112	1,594	734	226	960	2,442	2,554

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。

*2020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	11	40	84	364	90	863	425	0	538	79	2,494
2018	2	45	129	341	84	889	455	0	547	82	2,574
2019	14	42	115	372	86	917	457	0	716	114	2,833
2020 ^{*3}	11	54	112	352	88	742	428	0	669	98	2,554

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 2020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
2018	112	626	721	1,459	100	1,559
2019	112	601	880	1,593	128	1,720
2020	114	584	784	1,482	112	1,594

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	隠岐周辺	隠岐北方	浜田沖	
2003	1,469	567	216	328	962	148	3,690
2004	1,765	1,296	556	130	1,773	210	5,730
2005	1,548	1,230	373	227	2,311	169	5,858
2006	1,073	1,356	1,224	224	2,325	287	6,489
2007	1,366	1,028	763	304	2,703	163	6,327
2008	1,031	2,005	1,074	128	3,205	234	7,677
2009	810	989	282	203	3,174	290	5,748
2010	1,636	841	695	262	3,638	330	7,402
2011	905	427	865	223	3,284	154	5,858
2012	1,541	775	862	288	3,912	373	7,751
2013	1,717	1,352	1,756	296	6,358	1,041	12,520
2014	1,158	1,772	511	786	4,727	484	9,438
2015	1,826	1,671	1,537	672	5,570	425	11,701
2016	858	1,574	2,220	388	4,878	425	10,343
2017	1,581	1,444	790	802	8,354	305	13,276
2018	1,112	1,420	923	768	6,078	464	10,765
2019	701	1,152	651	418	6,247	166	9,335
2020	1,133	1,720	959	473	6,385	253	10,923
2021	180	1,145	1,429	1,288	4,560	695	9,297

トロール網の採集効率を 1 とした。

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

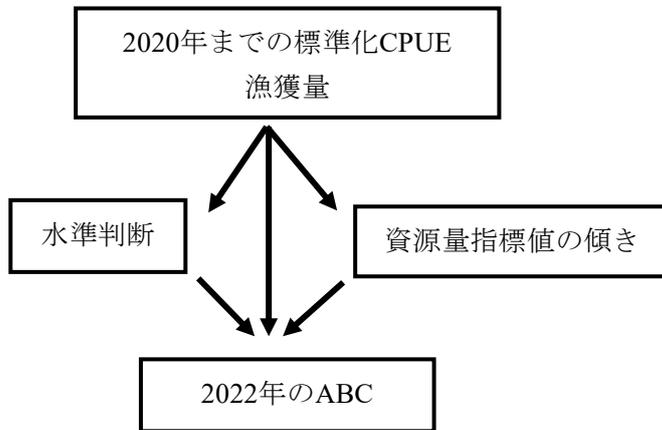
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
新潟	9.9	11.9	13.2	15.6	20.4	21.8	29.3	28.2	24.0	19.8
石川	35.4	24.8	47.3	28.2	43.3	44.5	54.4	50.2	53.0	46.0

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
新潟	23.8	27.7	22.5	24.2	23.4	25.9	27.6	32.5	33.4
石川	40.7	51.3	67.7	98.3	103.7	69.5	85.6	73.9	79.8

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

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 沖底 CPUE 標準化の手法

本評価では、漁獲量の約 60%を占める沖底の漁獲量及び努力量（網数）が資源動向を反映すると仮定し、2019 年度から沖底の漁獲成績報告書（以下、漁績）に基づく標準化 CPUE を資源量指標値として利用している。漁績では 1980 年以降の青森県～鳥取県を根拠とする沖底について、漁獲量及び漁獲努力量を使用した。操業情報にはホッコクアカエビの漁獲を含まない”ゼロキャッチ”データが含まれる。従って、“ゼロキャッチ”と“非ゼロキャッチ”にデータを区分し、それぞれに標準化処理を実施するデルタ型 2 段階モデル (Lo et al. 1992) を用いた。有漁確率モデルには二項分布を、有漁 CPUE モデルには対数正規分布を仮定した。ホッコクアカエビは沖合性魚種であり、漁場は大和堆を含む日本海全体に広がる。従って、漁場の空間的な広がり表現するため、標準化には、緯度経度のスプラインを含む一般化加法モデルを用いた。加えて、有漁確率モデルには狙い操業による狙いを推定する Directed residual mixture モデル (Okamura et al. 2018) を導入した。

標準化では、有漁確率モデルではカテゴリカルな固定効果として暦年 (Year)、月 (Month)、県籍 (Prefecture)、狙い (Target) を、スプラインとして緯度経度 (s(Latitude, Longitude)) と水深 (s(Depth)) を、それぞれ説明変数の候補とし、その主効果、及び県籍と水深を除く説明変数の交互作用を、有漁 CPUE モデルではカテゴリカルな固定効果として暦年 (Year)、月 (Month)、県籍 (Prefecture) を、スプラインとして緯度経度 (s(Latitude, Longitude)) と水深 (s(Depth)) を、それぞれ説明変数の候補とし、その主効果、及び県籍と水深を除く説明変数の交互作用を赤池情報量基準 (AIC) に基づく総当たり法により選択した。

モデル選択の結果、以下の標準化モデルが選択された：

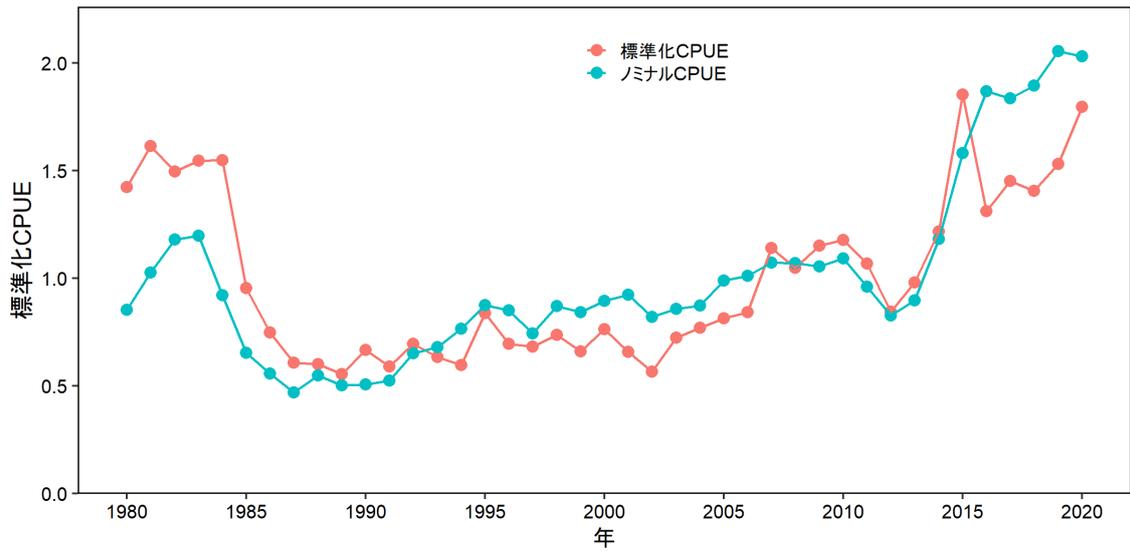
第 1 段階： $\text{logit}(P) \sim \text{Year} + \text{Month} + \text{Prefecture} + \text{s}(\text{Longitude, Latitude}) + \text{s}(\text{Depth}) + \text{Target} + \text{Year} * \text{Target} + \text{Month} * \text{Target} + \text{error term}$

第 2 段階： $\text{log}(\text{CPUE}) \sim \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{s}(\text{Latitude, Longitude}) + \text{Prefecture} + \text{Year} * \text{s}(\text{Latitude, Longitude}) + \text{Month} * \text{s}(\text{Latitude, Longitude}) + \text{error term}$

ここで P は有漁確率である。モデル選択の結果、いずれもフルモデルが選択された。モデル診断ではいずれのモデルについても顕著な問題が認められなかった。従って、これらフルモデルに基づき CPUE の標準化を行い、年トレンドを抽出した（補足図 2-1）。なお、モデル構築、標準化 CPUE の予測及びモデル診断の詳細を別途説明文書 (FRA-SA2021-RC07-201) に示す。

引用文献

- Lo, N.C., L. D. Jacobson, and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**, 2515-2526.
- Okamura, H., Morita, S. H., Funamoto, T., Ichinokawa M. and Eguchi, S. (2018) Target-based catch-per-unit-effort standardization in multispecies fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **75**, 452-463.



補足図 2-1. 標準化 CPUE 及びノミナル CPUE の推移 比較のため全年の平均が 1 となるように基準化している。