

令和 5（2023）年度ウマヅラハギ日本海・東シナ海系群の資源評価

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（五味伸太郎・酒井 猛）

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、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本資源の資源状態について、漁獲量ならびに石川県定置網漁業、日本海南西部の沖合底びき網漁業、以西底びき網漁業と調査船調査の単位努力量当たり漁獲量（以下、「CPUE」という）から算出した資源量指標値により評価した。我が国におけるウマヅラハギの漁獲量の長期変動は明らかではないが、中国と韓国のカワハギ類（主にウマヅラハギ）の漁獲量の推移より、資源水準を低位と判断した。資源量指標値とした3種類の標準化 CPUE の相乗平均の直近5年間（2018～2022年）の推移から、資源動向を減少と判断した。ABC算定のための基本規則 2-1）に基づき、資源水準および資源量指標値の変動傾向に合わせた漁獲を行うことを管理方策として ABC を算定した。

管理基準	Target/ Limit	2024年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave3-yr・1.02	Target	13	—	—
	Limit	16	—	—

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。 $ABC_{target} = \alpha ABC_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave3-yr は 2020～2022 年の漁獲量の平均値である。

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 (%)
2018	—	—	39	—	—
2019	—	—	26	—	—
2020	—	—	23	—	—
2021	—	—	25	—	—
2022	—	—	18	—	—

漁獲量は、外国漁業による我が国水域での漁獲量を含まない。

水準：低位 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・ 漁獲努力量	主要港水揚量(青森～鹿児島(17)府県) 以西底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 大中型まき網漁業九州主要港水揚量(水産資源研究所) 水産統計(韓国海洋水産部、2023年5月) FAO統計資料(FAO)(FAO Fishery and Aquaculture statistics. Global capture production 1950-2021、 http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en 、2023年6月) 資源量直接推定調査「底魚類現存量調査(東シナ海)」着底トロール(水研) 東シナ海底魚類分布生態調査着底トロール(水研)
体長組成	生物情報収集調査(石川県)
生物情報	資源量直接推定調査「底魚類現存量調査(東シナ海)」(水研) ・着底トロール

1. まえがき

本種は北海道以南の我が国沿岸、東シナ海、黄海などに広く分布し、東シナ海において中国・韓国により多獲される。我が国沿岸域では、主に定置網漁業や刺網漁業、釣り漁業等によって漁獲されるが、近年ではまき網漁業、底びき網漁業およびかご漁業でも漁獲されている。東シナ海では、1980年代に中国・韓国により年間合計75万トン漁獲された後に漁獲量が急減した。我が国でも1960年代後半から1980年代にかけて全国各地沿岸で多く漁獲された。本種の資源評価に使用する漁獲量には、各府県の主要港における水揚量を用いており、昨年度資源評価より、青森県と新潟県の水揚量を加えて集計を行っている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ウマヅラハギは我が国周辺および東シナ海、黄海に分布しており(図1)、分布の主体は東シナ海にある。

我が国沿岸では、新潟沿岸(池原1976)、相模湾(木幡・岡部1971)、瀬戸内海(北島ほか1964)、筑前海(日高ほか1981)等で季節的移動に関する報告があり、いずれの水域においても成魚は夏季(5～7月)に沿岸部で産卵、11月頃からやや深場へ移動する。また成長に伴う生息域の変化が筑前海で報告されており、幼魚は0歳の11月頃まで沿岸に生息し、その後、水深60m以深の海域に移動、2歳でやや浅い水深40mまで生息域を拡大、3歳後半からは沿岸部(水深40m以浅)の岩礁地帯に分布する(日高ほか1981)。また、相模湾で行われた標識調査の結果からは、水平的な移動範囲はあまり広がらないと考えられている(木幡・岡部1971)。鳥取県で行われた標識調査においても同様の結果が得られている(太田ほか2010)。

東シナ海域においては秋季には済州島南西域を主な分布域とし、冬季には一部が五島・対馬漁場へ、一部が東シナ海中部沖合域に移動し、越冬する（鄭ほか 1999）。その後、4月頃に魚釣島付近で産卵し、産卵後は長江河口付近に北上した後、次第に済州島南西域に達するとされている。東シナ海と九州西岸・日本海沿岸の漁場間の交流の程度は不明である。韓国近海では夏季にわずかな移動がみられるものの、ほぼ周年、済州島周辺から対馬にかけて分布し、一部が韓国沿岸にも来遊すると報告されている（朴 1985）。

(2) 年齢・成長

ウマヅラハギの成長について代表的な知見を表1および図2にまとめた。本種は海域により成長が異なり、日本海沿岸産（池原 1976）の方が東シナ海産（杉浦・多部田 1998）のものより成長が速いという結果が示されている。最高年齢は10歳とされている（鄭ほか 1999）。

(3) 成熟・産卵

我が国沿岸の新潟（池原 1976）、相模湾（木幡・岡部 1971）、瀬戸内海（北島ほか 1964）、筑前海（日高ほか 1981）での産卵は夏季（5～7月）に行われ、筑前海では雌雄の最小成熟年齢はともに1歳（日高ほか 1981）、新潟県沿岸では雌の最小成熟年齢は1歳（池原 1976）という報告がある。

東シナ海産ウマヅラハギの雌は2歳から成熟個体が出現し、成熟率は3歳で53%、4歳以上で90～100%である。全長別の成熟率は、22～24cmで約60%、26cmで70%弱、28cm以上で80%を超える。産卵期は4～6月、多回産卵で性比は1:1である（杉浦・多部田 1998、山田ほか 2007）。

2011～2022年の長崎魚市水揚げおよび資源量直接推定調査により採集された標本を用いた全長と生殖腺重量指数（生殖腺重量/内臓除去重量×100）の関係では、雌雄ともに全長約24cmで生殖腺重量指数が急激に増大した（図3）。成熟可能と考えられる全長24cm以上の個体を用いた生殖腺重量指数の月別推移では、雌は4～6月、雄は3～5月に高い値を示しており（図4）、従来の知見と一致している。

(4) 被捕食関係

本種は幅広い食性を示し、餌料生物は、カイアシ類、貝類、エビ・カニ類、魚類、ヨコエビ類、ウニ類、ヒトデ類、ヒドロ虫類、鉢クラゲ類、石灰藻を含む紅藻類および珪藻類などである（山田ほか 2007）。魚類、頭足類等に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本種は我が国沿岸では1960年代後半から各地で多量に出現するようになったが、漁獲統計が整備されていなかったためこの年代における水揚げの詳細は不明である（日高ほか 1981、木幡・岡部 1971、池原 1976）。一方、近年になりカワハギ類（カワハギを含むが大半はウマヅラハギと思われる）の各府県別の水揚げ量が整理されてきた。我が国の漁業の主体は定置網漁業で、刺網漁業や底びき網漁業でも漁獲されている。比較的長期のウマヅラ

ハギの水揚量のデータがそろっている石川県では、定置網漁業による漁獲が最も多く、次に刺網漁業が多い（図 5）。

また、本種は大中型まき網漁業（以下、「大中まき」という）で混獲されることがあったが、棘により網地を傷めることに加え、ミール原料に不向きで魚価が低かったため、本種を対象とする操業は行われていなかった。しかし近年、中国で加工原魚、国内で総菜向け商材としての需要が高まってきており、対馬周辺海域を主漁場として、大中まきでも漁獲されるようになった。大中まきの漁獲対象は小型魚が主体で、大部分が未成熟個体であると推測される。沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）でも、本種を対象とした操業が行われるようになっている。

近年漁獲量が多い 6 県（青森県、新潟県、富山県、石川県、山口県、福岡県）の 2022 年の月別漁獲量をみると、青森県および富山県では冬季、石川県では冬季および 5 月、山口県では 3、4 月、新潟県および福岡県では 4~7 月の漁獲量が多かった（図 6）。また、近年の大中まきによる盛漁期は 1、2 月である（図 7）。

本系群の分布の主体がある東シナ海では、中国と韓国が主に漁獲している。

(2) 漁獲量の推移

本種は漁獲統計が整備されていないため、各府県の主要港におけるウマヅラハギ（一部カワハギ・ウスバハギを含む）の水揚量を以下、「各府県漁獲量」という（大中まきによる水揚げを除く）。各府県漁獲量および大中まきによるウマヅラハギの水揚量を集計し、本系群の漁獲量とした（表 2、3）。なお、大中まきの水揚量は、水産資源研究所の市場調査に基づき、1 箱 18 kg 換算として算出した。

2000 年以降の各府県漁獲量をみると、2002 年に計 7,008 トンであったが徐々に減少し、2008 年には 2,498 トンとなった（図 8、表 3）。これ以降は、漁獲量が多い青森県や富山県、石川県、山口県、福岡県を主体に概ね 5,000 トン前後で推移していたが、2018 年以降、主にこれらの県における漁獲量が徐々に減少し、2022 年の各府県漁獲量は 1,793 トンとなった。大中まきの水揚量は、年による変動が極めて大きい。2015、2017 年にはそれぞれ 4,231、2,948 トンが水揚げされたが、2019 年から続く新型コロナウイルス感染症の流行による中国の輸入規制に伴い、2020 年と 2021 年の水揚量は 6 トン、0.9 トンと急激に減少したが、2022 年は 16.6 トンとやや増加した（図 8、表 2）。各府県漁獲量と大中まきの水揚量の和は、2022 年に 1,809 トンであった。比較的長期のウマヅラハギの水揚量のデータがそろっている石川県では、2002 年に 1,485 トンの漁獲があった後、徐々に減少して 2008 年に 450 トンと 1995 年以降の最低値を示した（図 9）。その後は概ね 600 トン前後で推移したが、2019 年以降に大きく減少し、2022 年は 278 トンとなった。各府県漁獲量（図 8）と石川県漁獲量（図 9）から我が国周辺の漁況は概ね同様の傾向を示した。

中国は最盛期（1986 年）には 43 万トンのカワハギ類の漁獲があったが、1998 年以降は概ね 13 万~21 万トンで推移している（図 10、表 2）。漁獲物にはサラサハギ、カワハギ、キビレカワハギおよび他のカワハギ科魚類を含むと推察されるが、漁獲物組成に関する知見ではウマヅラハギが示されていることから、漁獲の主体はウマヅラハギと考えられる（程ほか 2006）。韓国のカワハギ類の漁獲量は 1986 年に 33 万トン、1990 年に 23 万トンを示した後に急減し、その後は低い水準で推移している（図 10、表 2）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

補足資料 1 に資源評価の流れを示す。我が国においてはウマヅラハギの長期的な漁獲量データが得られていないため、長期的なデータが得られている中国・韓国のカワハギ類の漁獲量（ウマヅラハギが主体）から、本系群の資源水準を判断した。

資源動向の判断には、1996 年からの長期データがそろっている石川県における定置網漁業の CPUE（図 9、補足資料 2）、2013 年から統計値が整備されている日本海南西部の 2 そうびき沖底（浜田以西、佐世保を除く。以下、「沖底 2 そう」という）と 2 そうびき以西底びき網漁業（以下、「以西 2 そう」という）の CPUE、および、東シナ海で実施している資源量直接推定調査と東シナ海底魚類分布生態調査の CPUE（補足資料 3）をもとに、以下の式から求めた資源量指標値を用いた。

$$\text{資源量指標値}_y = \sqrt[3]{\text{CPUE}_{\text{石川県定置網,y}} \times \text{CPUE}_{\text{日本海南西,y}} \times \text{CPUE}_{\text{東シナ海,y}}}$$

ここで、 $\text{CPUE}_{\text{石川県定置網,y}}$ は石川県における定置網漁業の標準化 CPUE、 $\text{CPUE}_{\text{日本海南西,y}}$ は日本海南西部における沖底 2 そうの標準化 CPUE、 $\text{CPUE}_{\text{東シナ海,y}}$ は東シナ海海域における以西 2 そうと調査船調査の標準化 CPUE である。

(2) 資源量指標値の推移

資源量指標値は 2014 年に低下から上昇に転じ、2015～2017 年にかけてほぼ横ばいに推移したが、以降低下した。2019～2020 年は概ね横ばいで推移し、2021 年に微増したが 2022 年は低下した。従って直近 5 年間（2018～2022 年）の資源動向は減少傾向といえる（図 11）。

(3) 漁獲物の体長組成

石川県で定置網により漁獲されたウマヅラハギの全長は 10～35 cm が主体である（図 12）。2022 年 1～12 月までの石川県の定置網漁獲物の月別体長組成をみると、10 月には当歳魚と推定される小型の魚群が漁獲されており、12 月には大きな体長階級に移行した（図 13）。これは池原（1976）と日高ほか（1981）による日本海におけるウマヅラハギ当歳魚の成長の知見および例年の石川県の定置網漁獲物の調査結果と概ね一致する。

(4) 資源の水準・動向

本系群は中国と韓国が主に漁獲している東シナ海に分布の主体があると考えられる。両国のカワハギ類の漁獲量（ウマヅラハギが主体）をみると（図 10、表 2）、1986 年に合計 75 万トンを超えていたがその後大きく減少した。新日韓漁業協定発効（1999 年）、新日中漁業協定発効（2000 年）および中韓漁業協定発効（2001 年）以前に既に漁獲量は大きく減少しており、これは漁場の変化よりもむしろ資源量の減少を反映しているものであると考えられる。両国の合計漁獲量は、1992 年以降は 11 万～29 万トンと低水準で推移している。我が国の沿岸域における 2000 年以前からの長期的な資源の変動は不明であるが、主分布域とされる東シナ海における中国と韓国の漁獲量の推移より、本系群の資源水準を低位と判断した。

資源量指標値の算出に用いた石川県定置、日本海南西部、東シナ海の CPUE の動向は、変動の加減に違いがあるものの、2016～2017年あたりで上昇、2019～2020年で低下した。それぞれの CPUE の動向は概ね同じ傾向を示しており、直近5年間（2018～2022年）の資源量指標値の変動から、資源動向を減少と判断した（図11）。

5. 2024年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

韓国と中国の合計漁獲量が低水準にあるため、本系群全体の資源水準は低位であると判断した。また、石川県定置、日本海南西部、東シナ海における標準化 CPUE の相乗平均である資源量指標値の推移から、直近5年間（2018～2022年）の動向を減少と判断した。

(2) ABCの算定

現状より漁獲を抑制して我が国近海における資源を回復させることを管理目標とした。ABCの算定には、漁獲量を減じた上で資源量指標値の変動傾向に合わせて漁獲することを管理基準としてABC算定規則2-1)を適用した。我が国漁業の漁獲量のうち、大中まきの漁獲量の変動が大きいので、漁獲量には直近3年平均値（Cave3-yr）を用いた。

$$ABClimit = \delta_1 \times Cave3\text{-yr} \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

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

ここで、 δ_1 は資源水準で決まる係数、Cave3-yr は2020～2022年の漁獲量の平均値である。k は係数、b と I はそれぞれ直近3年間（2020～2022年）の資源量指標値の傾きと平均値であり、 γ_1 はこれらにより算出される（平松 2004）。 α は安全率である。

東シナ海域を含む資源全体に対しては、我が国の漁獲努力が与える影響は大きいとはいえない。しかし、本種は沿岸性の種と考えられるため、我が国沿岸の資源を回復させる上で、我が国周辺海域で再生産を行う産卵親魚の増大を図るためには、漁獲圧を削減することが望ましい。したがって、資源水準で決まる係数 δ_1 には、低位水準で Cave を使う場合に望ましいとされる値の 0.7 を採用した。漁獲量（Cave3-yr）は 2,212 トンであった。係数 k は標準値の 1 とし、b と I はそれぞれ 0.01 と 0.63 で、 γ_1 は 1.02 と算出された。その結果、2024年 ABClimit は 1,577 トンと計算された。Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、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、安全率 α を掛けた漁獲量である。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

管理基準	Target/ Limit	2024年ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave3-yr・1.02	Target	13	—	—
	Limit	16	—	—

(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
2022 年石川県における定置網漁業の CPUE (日別)	日本海定置の標準化 CPUE
2022 年沖底 2 そう・以西 2 そう漁獲成績報告書データ	日本海と東シナ海の標準化 CPUE
2022 年度調査船調査(資源量直接推定調査「底魚類現存量調査」(東シナ海)、東シナ海底魚類分布生態調査(水研))着底トロール調査データ	東シナ海の標準化 CPUE

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2022 年(当初)	0.7・Cave3-yr・0.59	—	—	10	8	
2022 年(2022 年 再評価)	0.7・Cave3-yr・0.62	—	—	14	11	
2022 年(2023 年 再評価)	0.7・Cave3-yr・0.74	—	—	17	14	18
2023 年(当初)	0.7・Cave3-yr・0.98	—	—	19	15	
2023 年(2023 年 再評価)	0.7・Cave3-yr・1.13	—	—	22	18	

漁獲量は、外国漁業による我が国水域での漁獲量を含まない。2023 年度資源評価によって資源量指標値が石川県における定置網漁業の標準化 CPUE のみの値から、石川県定置網、日本海南西部および東シナ海の標準化 CPUE の相乗平均に更新されたため、 γ_1 の値が更新され、ABC が増加した。なお、2022 年度資源評価より青森県と新潟県の水揚量を加えて集計を行っているため、2022 年 ABClimit および ABCtarget は当初の値から 2022 年再評価値にかけて大きく増加した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

日本海・東シナ海系群のウマヅラハギの漁獲はほとんどが中国・韓国によるものであり、資源全体の評価および管理にあたっては関係各国の協力が不可欠である。一方で、日本海沿岸においても成熟した産卵親魚が漁獲されており、再生産が行われていると推察されることから、我が国沿岸で再生産する個体群の管理の有効性を標識放流調査などで検証することが、資源回復に向けた管理方策を検討する上で重要である。なお、中国では 2018 年よりカワハギ類に漁獲体長の制限が設けられている。

7. 引用文献

程 家驊・張 秋華・李 聖法・鄭 元甲・李 建生 (2006) 「東黄海漁業資源利用」. 上海科学技术出版社, 上海, 86 pp.

日高 健・大内康敬・角 健造 (1981) 筑前海域におけるウマヅラハギの漁業生物学的研究. 昭和 54 年度福岡県水産試験場業務報告, 37-46.

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. 日水誌, 70,

879-883.

- 池原宏二 (1976) 新潟県沿岸におけるウマヅラハギの産卵と成長に関する 2・3 の知見. 日水研報告, **27**, 41-50.
- 北島 力・川西正衛・竹内卓三 (1964) ウマヅラハギの卵発生と仔魚前期. 水産増殖, **12**, 49-54.
- 木幡 孜・岡部 勝 (1971) 相模湾産重要魚類の生態-1. 神奈川県水試相模湾支所報告 (昭和 45 年事業報告), 24-41.
- 太田武行・山田英明・渡辺秀洋・田中一孝 (2010) 沿岸漁業重要資源調査(3)ソデイカ (赤いか)・ウマヅラハギ資源動態調査. 平成 21 年度鳥取県水産試験場年報
- 朴 炳夏 (1985) 韓国近海ウマヅラハギ資源生物的研究. 韓国国立水産振興院研究報告, **43**, 1-64.
- 杉浦 理・多部田修 (1998) 東シナ海ウマヅラハギの生物学的特性. 平成 9 年度日本近海シエアドストック管理調査委託事業報告書, 水産庁, 82-103.
- 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次 (2007) 「東シナ海・黄海の魚類誌」. 東海大学出版会, 秦野, 1340 pp.
- 鄭 元甲・堀川博史・山田梅芳・時村宗春 (1999) ウマヅラハギ. 「東シナ海・黄海主要資源の生物・生態特性 -日中間の知見の比較-」堀川博史・鄭 元甲・孟 田湘編, 西海区水産研究所, 長崎, 217-249.

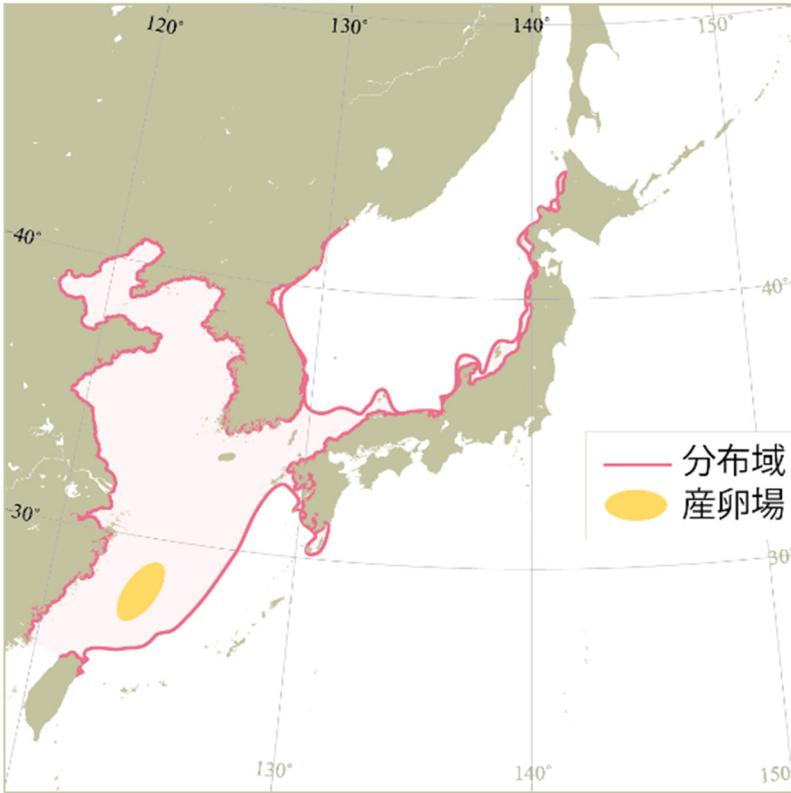


図1. ウマヅラハギの分布図

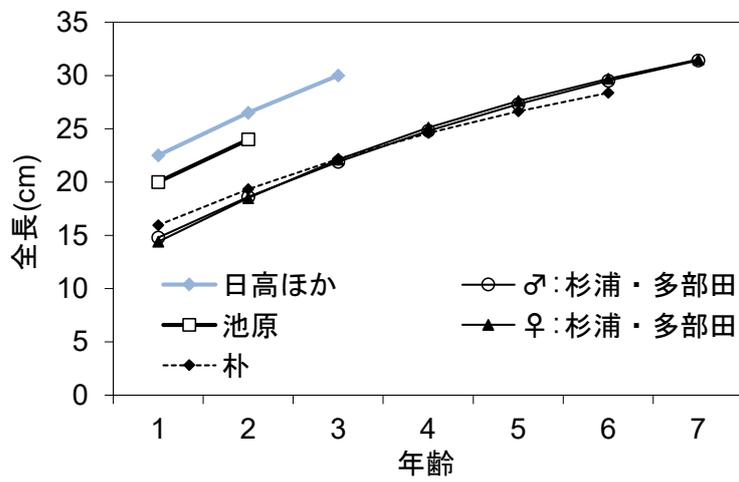


図2. 年齢と成長（池原 1976、日高ほか 1981、朴 1985、杉浦・多部田 1998）
満年齢での体長を示した。

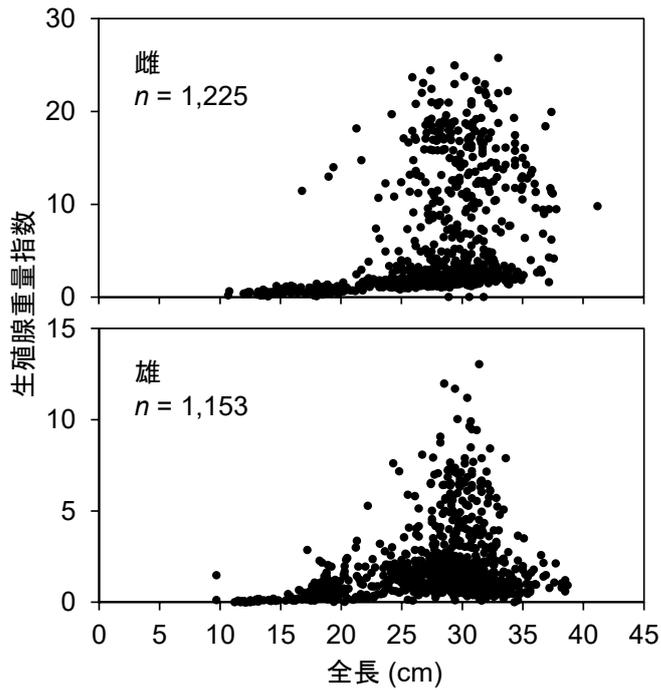


図3. 長崎県産ウマヅラハギの生殖腺重量指数と体長の関係

2011年4月～2022年4月に長崎魚市水揚げおよび資源量直接推定調査により採集された個体を用いた。n=測定個体数。

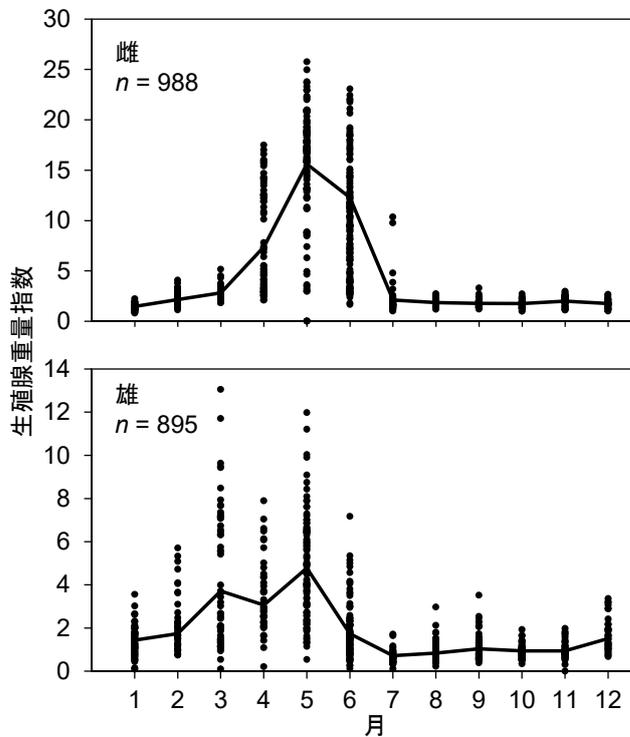


図4. 長崎県産ウマヅラハギの月別生殖腺重量指数

2011年4月～2022年4月に長崎魚市水揚げおよび資源量直接推定調査により採集された全長24 cm以上の個体を用いた。n=測定個体数。線で各月平均値を結ぶ。

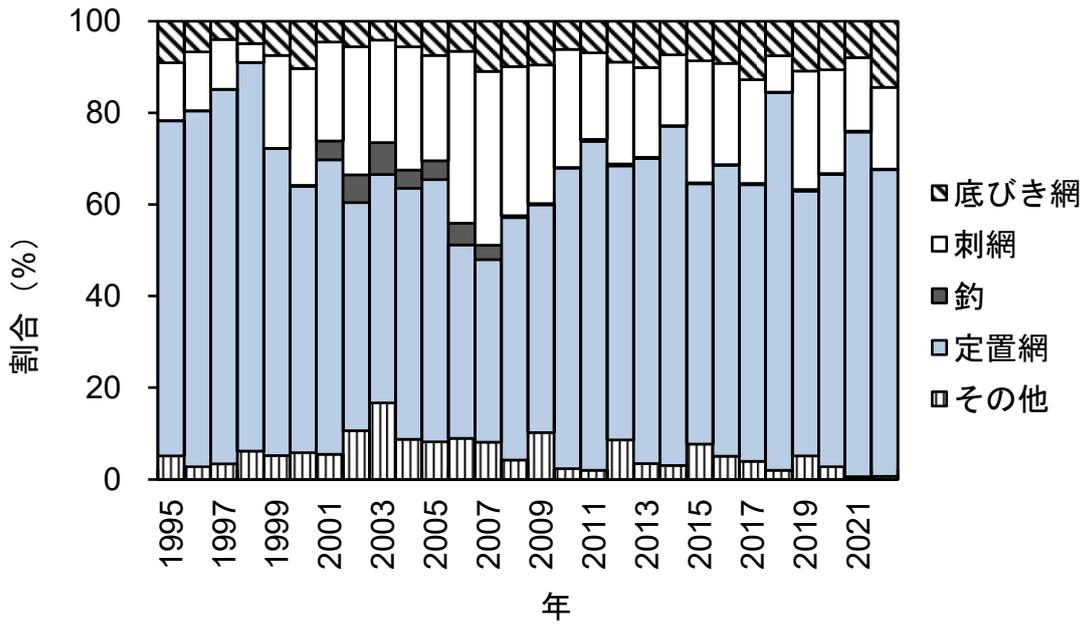


図 5. 石川県におけるウマヅラハギの漁業種類別漁獲量割合

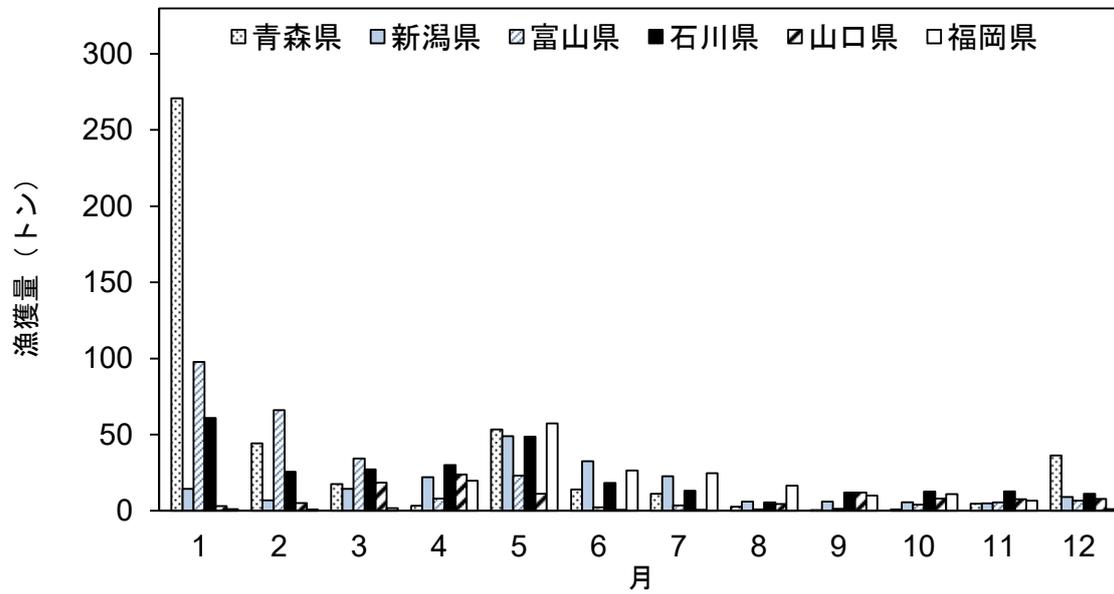


図 6. 青森・新潟・富山・石川・山口・福岡各県における 2022 年のウマヅラハギの月別漁獲量

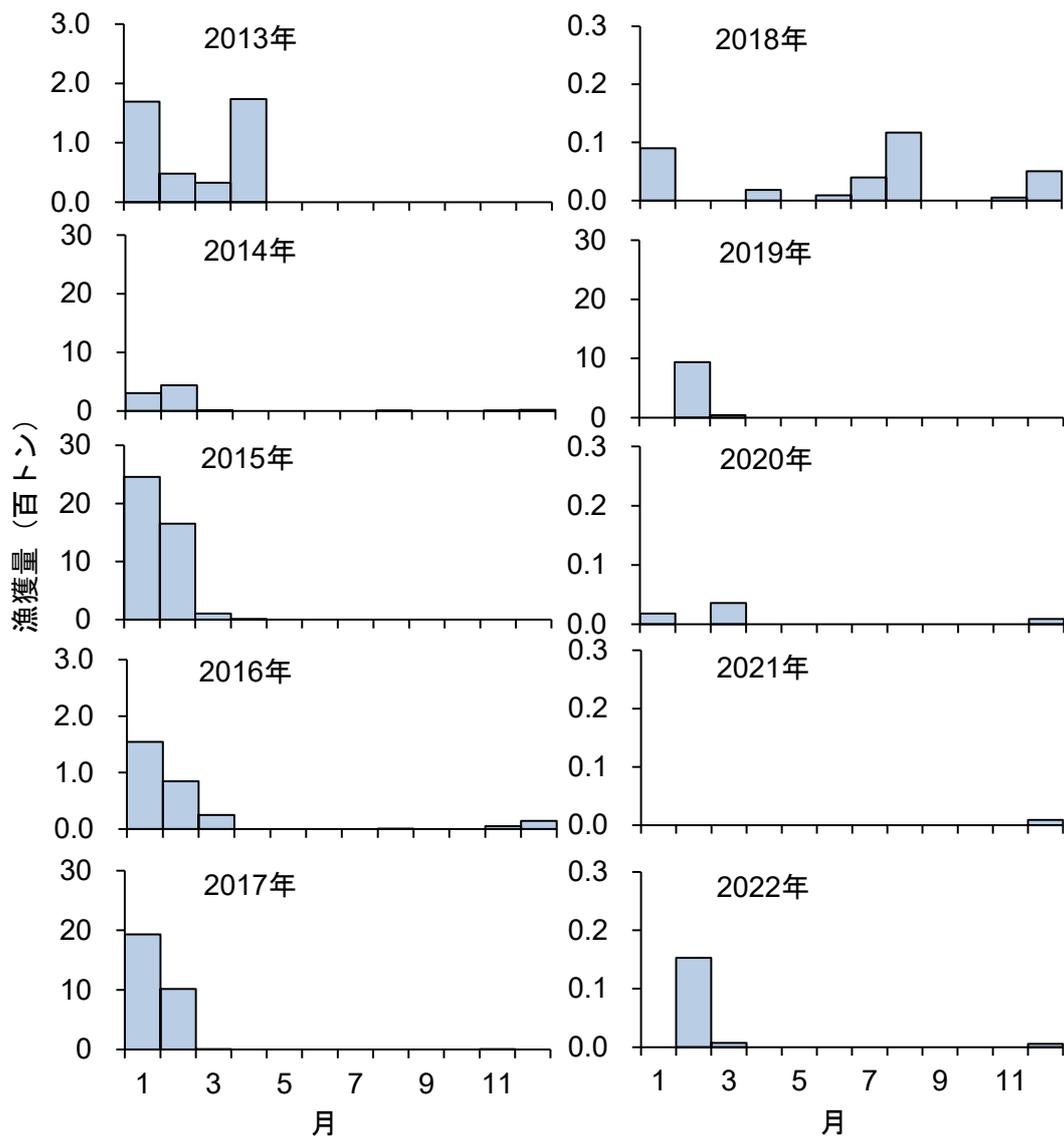


図 7. 大中まきによる 2013 年以降のウマヅラハギ月別漁獲量

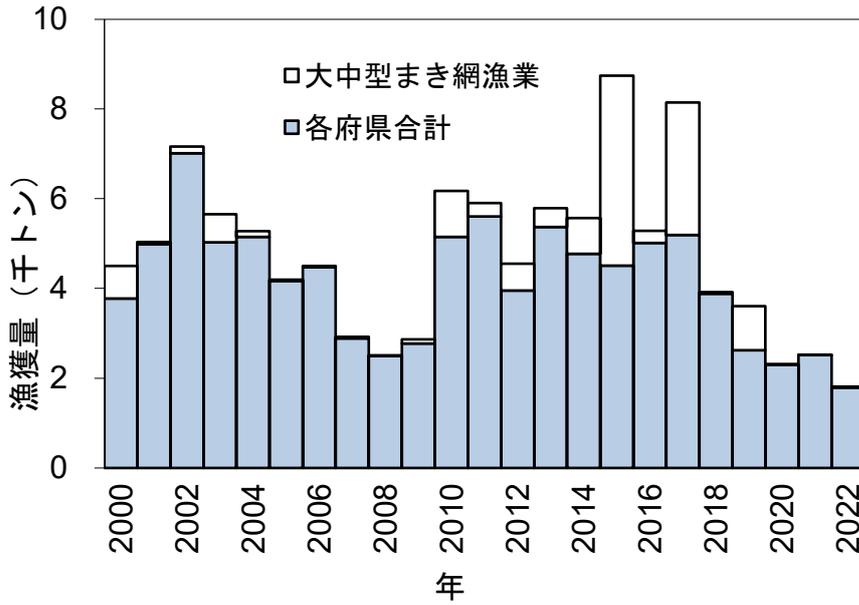


図8. 日本の漁獲量

大中まきの漁獲量については表2の注を参照。各府県合計の漁獲量については表3の注を参照。

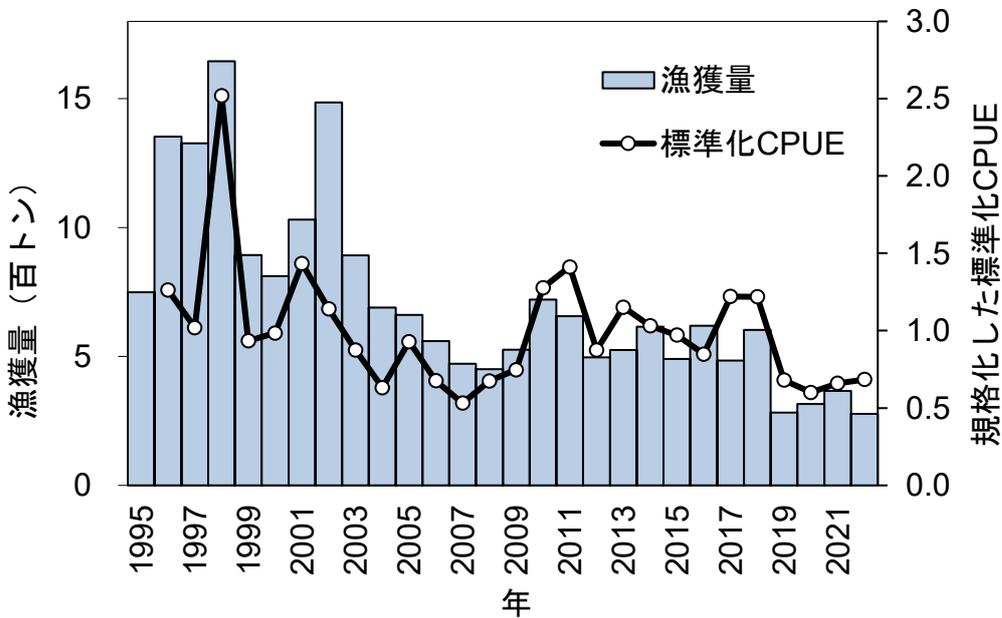


図9. 石川県におけるウマヅラハギの漁獲量と定置網漁業の標準化 CPUE (kg/日)
各年の標準化 CPUE を 1996~2022 年の標準化 CPUE の平均値で規格化した値。

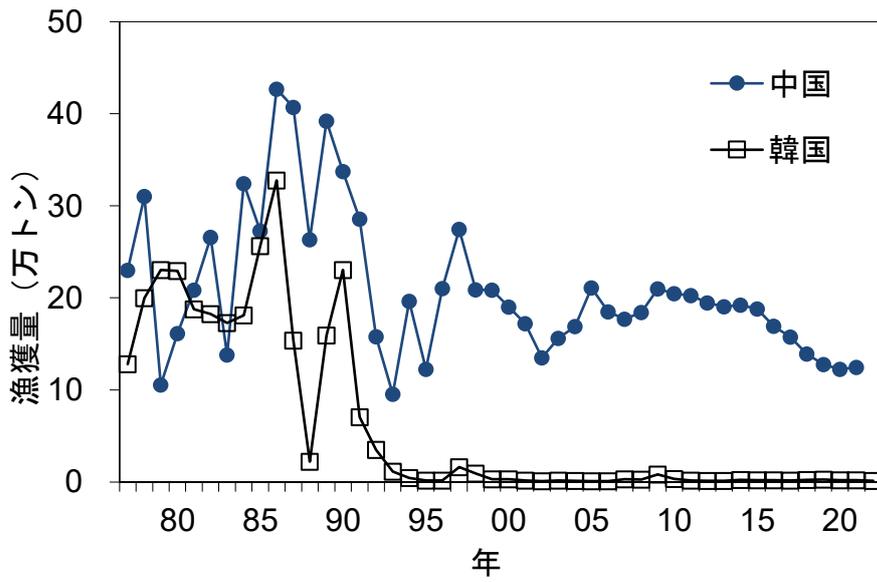


図 10. 中国・韓国によるカワハギ類の漁獲量

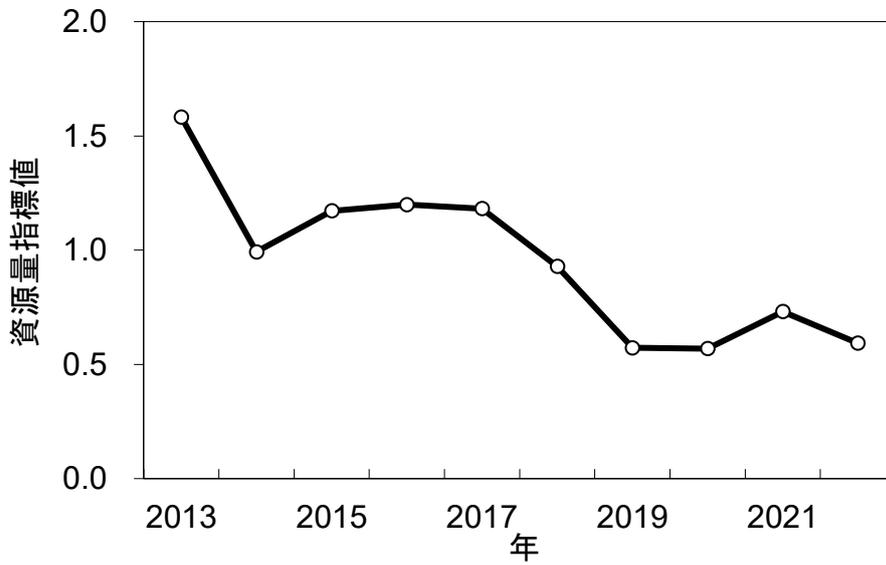


図 11. 動向判断に供した資源量指標値

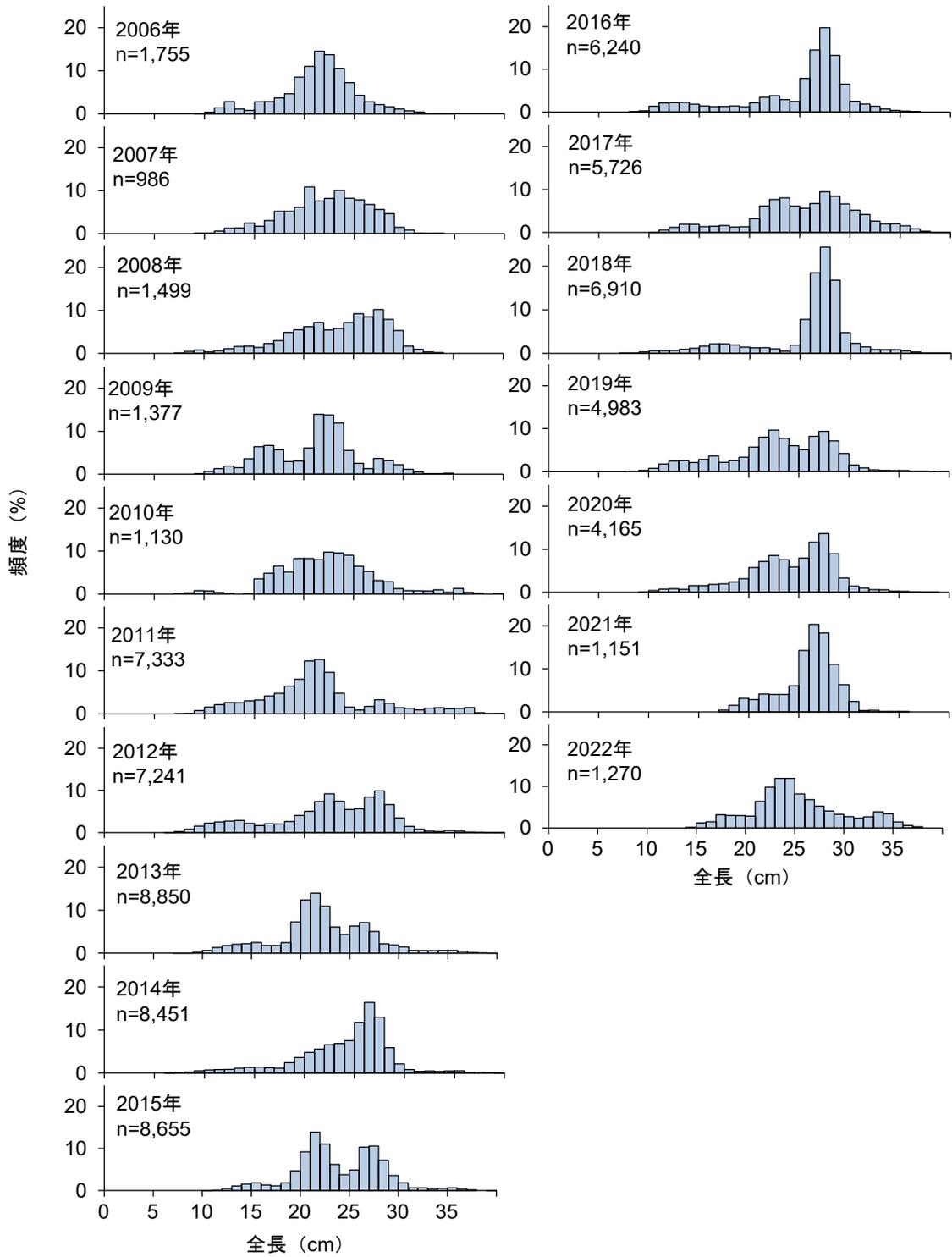


図 12. 石川県定置網水揚げ物（調査港総計）の年別体長組成
 n=測定個体数。測定月ごとに漁獲量で重み付け。

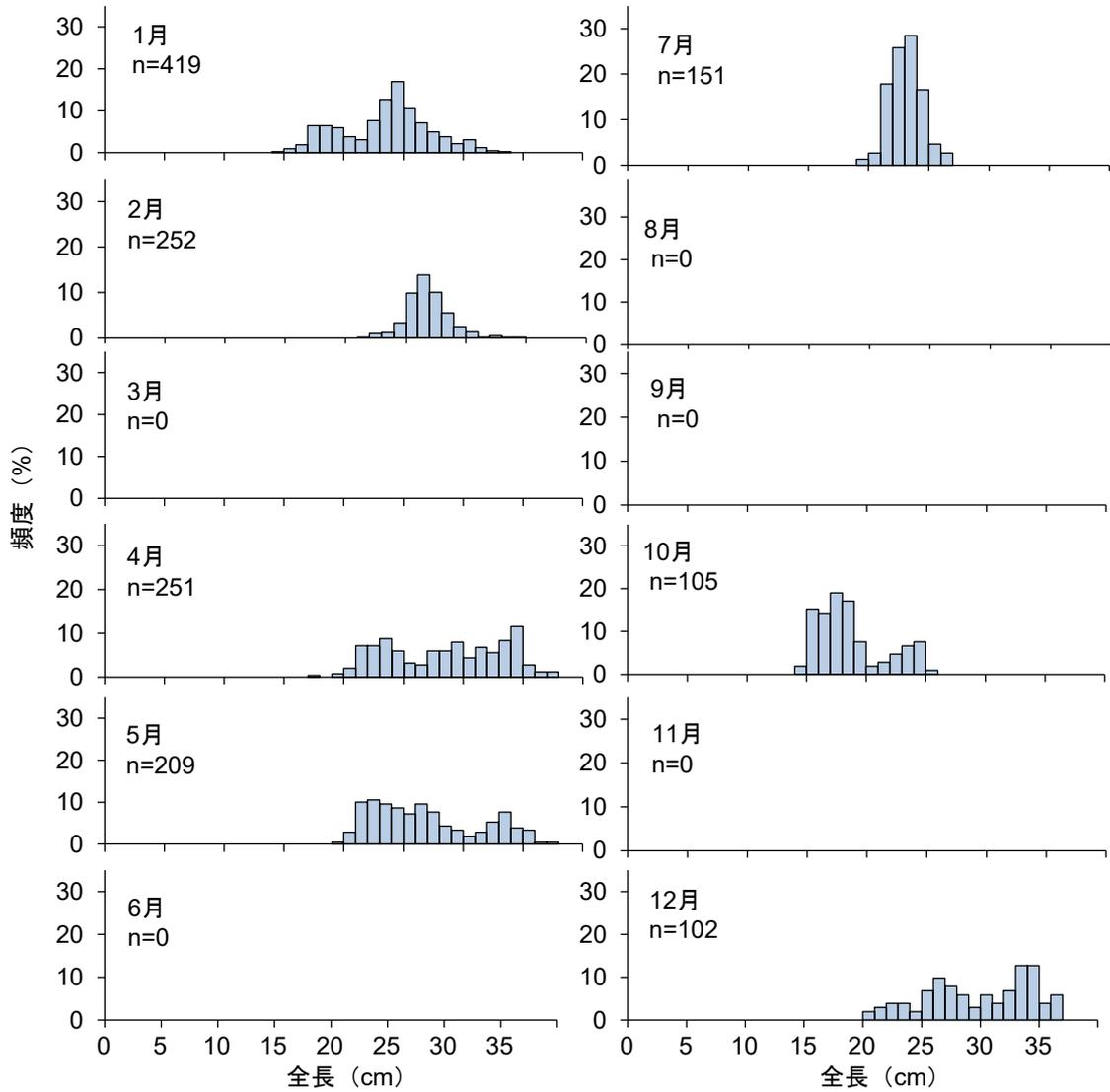


図 13. 石川県の定置網水揚げ物（調査港総計）の月別体長組成
 測定期間：2022年1～12月。3、6、8、9、11月は測定無し。n=測定個体数。

表 1. ウマヅラハギ日本海・東シナ海系群の年齢と成長（全長；単位：cm）

引用元および海域	性別	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7 歳
池原(1976):新潟沿岸	雌雄	20.0	24.0					
日高ほか(1981):筑前海	雌雄	22.5	26.5	30.0				
朴(1985):東シナ海	雌雄	15.9	19.3	22.2	24.6	26.6	28.3	
杉浦・多部田(1998):東シナ海	雄	14.8	18.6	21.9	24.8	27.3	29.5	31.4
〃	雌	14.4	18.5	22.1	25.1	27.6	29.7	31.5

注：池原（1976）と日高ほか（1981）は体長組成より満年齢時の体長を推定している。

朴（1985）および杉浦・多部田（1998）は椎体を年齢形質として成長を推定している。

表 2. ウマヅラハギ日本海・東シナ海系群の漁獲量（トン）

年	各府県 漁獲量	大中 まき	各府県漁獲量 +大中まき	中国	韓国
1976					114,671
1977				230,142	128,098
1978				310,351	199,920
1979				105,391	230,298
1980				161,365	229,230
1981				208,600	187,625
1982				265,938	182,356
1983				137,923	172,732
1984				324,245	181,008
1985				272,674	256,528
1986				426,918	327,516
1987				407,210	153,588
1988				263,294	22,178
1989				392,068	159,104
1990				337,189	230,252
1991				285,601	70,454
1992				157,965	34,872
1993				95,500	11,364
1994				196,321	4,382
1995				122,358	1,755
1996				210,188	1,772
1997				274,286	16,318
1998				208,816	9,364
1999				208,351	2,999
2000	3,772	729	4,500	190,178	2,891
2001	4,984	48	5,032	172,108	1,578
2002	7,008	154	7,163	134,985	933
2003	5,029	621	5,650	156,142	1,429
2004	5,149	127	5,276	168,773	1,267
2005	4,164	32	4,196	211,098	1,055
2006	4,471	32	4,503	185,041	1,071
2007	2,884	40	2,924	176,753	2,998
2008	2,498	10	2,508	184,114	2,631
2009	2,773	93	2,867	209,716	8,280
2010	5,148	1,025	6,173	204,541	3,475
2011	5,603	300	5,903	202,484	1,606
2012	3,950	601	4,551	194,614	1,419
2013	5,366	423	5,789	190,356	1,295
2014	4,773	790	5,563	192,330	2,418
2015	4,507	4,231	8,737	187,987	2,040
2016	5,013	269	5,281	169,296	1,805
2017	5,191	2,948	8,138	157,443	1,726
2018	3,884	33	3,917	139,151	2,195
2019	2,622	982	3,603	127,669	2,650
2020	2,304	6	2,311	122,327	2,010
2021	2,514	1	2,515	124,367	1,913
2022	1,793	17	1,809		1,313

注：各府県漁獲量については表 3 の注を参照。大中まきの漁獲量は 1 箱 18 kg 換算により算出。

中国・韓国の漁獲量にはサラサハギ、キビレカワハギ、カワハギなども含まれる。

表3. 各府県の主要港におけるウマヅラハギ（一部カワハギ・ウスバハギを含む）の水揚量（トン）

府県	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
青森県	855	604	611	385	1,096	725	879	274	315	568
秋田県	90	86	0	63	60	46	66	50	32	38
山形県	—	57	—	53	57	54	71	70	63	72
新潟県	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
富山県	633	1,540	1,492	780	915	684	1,246	359	333	302
石川県	812	1,030	1,485	891	690	661	560	471	450	526
福井県	38	70	0	55	49	30	38	33	48	61
京都府	77	161	341	168	73	138	258	38	80	162
兵庫県	21	24	31	16	25	7	19	17	—	—
鳥取県	208	10	304	254	264	300	183	162	213	200
島根県	22	114	138	55	135	67	97	197	144	194
山口県	890	543	1,346	877	750	638	357	413	210	245
福岡県	0	614	1,037	1,225	768	606	538	662	496	280
佐賀県	0	—	7	—	6	4	6	3	5	5
長崎県	98	107	132	100	158	120	104	111	76	98
熊本県	27	24	31	52	87	84	40	18	17	14
鹿児島県	0	—	53	55	16	—	9	6	16	8
総計	3,772	4,984	7,008	5,029	5,149	4,164	4,471	2,884	2,498	2,773

府県	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
青森県	1,244	808	610	740	735	445	564	980	409	511
秋田県	30	17	10	52	12	44	39	113	31	45
山形県	97	73	66	52	59	75	92	117	51	76
新潟県	—	—	—	—	—	—	409	381	242	264
富山県	930	1,259	574	1,113	968	437	640	624	872	225
石川県	721	657	496	526	615	490	619	485	603	282
福井県	51	67	54	32	9	8	76	45	34	40
京都府	172	242	72	49	79	77	14	86	67	39
兵庫県	—	21	28	17	17	16	17	14	9	6
鳥取県	221	154	167	115	116	152	118	100	58	46
島根県	210	253	274	279	151	305	271	497	235	159
山口県	688	782	809	870	859	612	794	417	244	179
福岡県	603	1,039	633	1,404	1,041	1,744	1,218	1,183	894	690
佐賀県	6	2	5	5	5	13	9	9	8	7
長崎県	154	207	134	95	80	77	122	131	124	47
熊本県	10	13	9	8	5	4	6	3	1	2
鹿児島県	12	8	6	11	22	6	5	6	2	4
総計	5,148	5,603	3,950	5,366	4,773	4,507	5,013	5,191	3,884	2,622

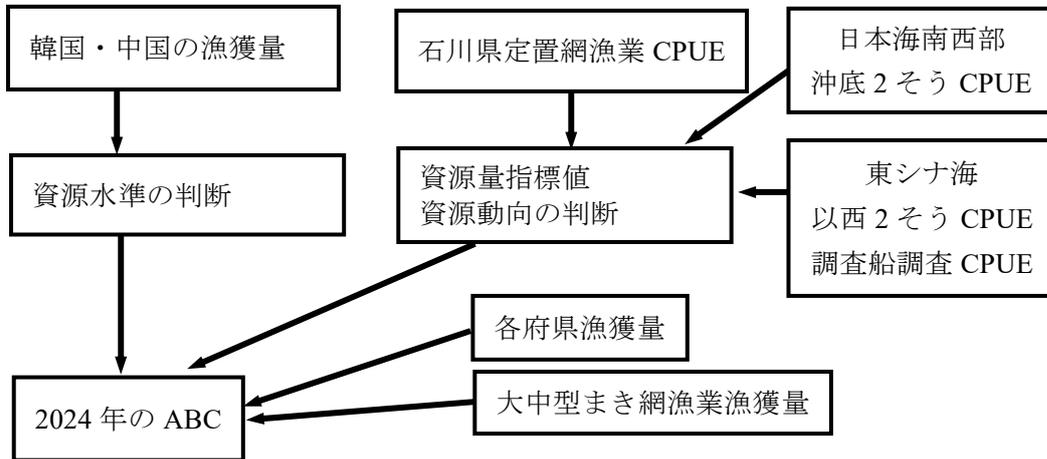
表 3. 各府県の主要港におけるウマヅラハギ（一部カワハギ・ウスバハギを含む）の水揚量（トン）（つづき）

府県	2020	2021	2022
青森県	498	466	459
秋田県	32	32	30
山形県	63	76	59
新潟県	246	215	194
富山県	226	590	253
石川県	316	366	278
福井県	56	44	29
京都府	40	84	36
兵庫県	18	6	5
鳥取県	46	90	33
島根県	101	91	84
山口県	185	122	103
福岡県	421	231	177
佐賀県	6	4	5
長崎県	43	85	34
熊本県	2	3	3
鹿児島県	6	9	10
総計	2,304	2,514	1,793

注：水揚量を把握している主要港のみの値であり、各府県での総量ではない。青森県は日本海側の鱒ヶ沢・岩崎・風合瀬・小泊・下前・新深浦・深浦の各漁協における水揚量でカワハギ含む。富山県は2018年までカワハギを含む。石川県は主要10港の水揚量。兵庫県・鳥取県・島根県・佐賀県はカワハギを含む。島根県は7港（恵曇、平田、久手、和江、五十猛、仁摩、浜田）の属人統計値。山口県は仙崎と萩の水揚量（大半がウマヅラハギ）と下関中央魚市場における山口県の小型底びき網漁業および下関を根拠地とする沖底によるウマヅラハギの取扱量の和。佐賀県は玄海漁連魚市場の水揚量。長崎県は生月・有川・新魚目・箱崎の定置網による水揚量（大半がウマヅラハギ）、以西底びき網漁業（3社分、2001年以降全漁獲）および沖底によるウマヅラハギ漁獲量の和。熊本県は天草（14港）・島子・倉岳・芦北・田浦・有明の水揚量。鹿児島県は甕島、屋久島（本所）、西目支所を除く北さつま、笠沙町、江口、高山町、山川町、指宿、種子島、東串良、川内市、東町、南種子、南さつま（本所）の各漁協における水揚量。－はデータが不明もしくはないことを意味する。

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に簡潔に記す。



補足資料 2 能登半島周辺における定置網漁業の CPUE 標準化

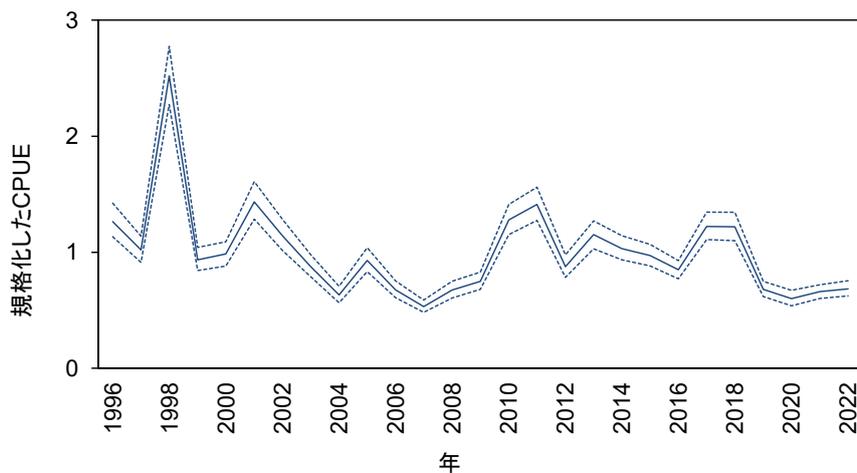
ウマヅラハギに対する主要な漁業の 1 つである能登半島周辺における大型定置網漁業について、能登半島周辺を 3 海区に分け、1996～2022 年の日別漁獲量から CPUE (kg/日) を標準化した。海洋環境の違いによる影響を統計的に除去するため、水温および塩分 (FRA-ROMSII再解析値 (10 m 深海水温および塩分)) を説明変数に導入した。

ウマヅラハギの漁獲量が 0 の水揚げ日が多くあったため、ここではデルタ型一般化線形モデル (Lo et al. 1992) を使って CPUE を計算した。0/1 データでは誤差分布に二項分布を適用して有漁確率を計算し (有漁確率モデル)、有漁データでは対数正規分布を適用して CPUE を計算した (有漁 CPUE モデル)。

各モデルにおいて最も複雑な候補モデル (フルモデル) の説明変数は、年、月、海区、10 m 深水温、10 m 深塩分の固定効果とした。水温は 1℃ごと、塩分は 0.1 ごとに区分して、カテゴリー化した。dredge による総当たり法でモデル選択し、説明変数の選択は AIC (赤池情報量規準) を用いて判断した。解析の結果、有漁確率モデルと有漁 CPUE モデルの両方においてフルモデルがベストモデルとして採択された。年トレンドは、ベストモデルから計算した各年・各月・各海区・各水温・各塩分の有漁確率モデルの予測値と有漁 CPUE モデルの予測値を乗じ、その年平均をとることで求めた。ブートストラップサンプリングされたデータとベストモデルから標準化 CPUE の計算を 1,000 回繰り返し、95%信頼区間を求めた。標準化した CPUE は、1998 年に高い値を示した後、2007 年まで漸減傾向にあったが、2011 年にかけて増加した。その後概ね横ばいで推移したが、2019、2020 年は連続して減少し、2021、2022 年は微増した (補足図 2-1)。

引用文献

Lo, N. C. H., 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.



補足図 2-1. 石川県における定置網漁業の標準化 CPUE (kg/日)

(各年の標準化 CPUE を 1996～2022 年の標準化 CPUE の平均値で規格化した値)。破線は 95%信頼区間。

補足資料3 底びき網データ CPUE の標準化

日本海南西部および東シナ海でウマヅラハギを漁獲対象とする主要漁業である沖底2そうおよび以西2そうにおける10年分の日別・漁船別漁業データと、広い範囲で漁獲を行っているトロール調査データから、海域ごとにCPUEの標準化を行った。

1. 日本海南西部のCPUE標準化

ウマヅラハギを対象とする漁業の一つである日本海南西部における沖底2そうの日別・漁船別CPUEについて、標準化を実施した。使用したデータは、2013～2022年における緯度経度10分漁区解像度の日別・漁船別漁獲量と網数である。海洋環境データとしては、ETOPO1 global relief modelから漁業データの漁区中央位置における水深を切り出して用いた。なお、今回使用したデータのCPUE (kg/網) は年平均で30～60%のゼロキャッチ（操業しているが漁獲量は0）を含む連続値のため、標準化モデルにはデルタ型一般化線形モデル (Lo et al. 1992) を用いた。このモデルは、有漁となる確率を予測するモデル（有漁確率モデル）と有漁時のCPUEを予測するモデル（有漁CPUEモデル）の2つを別々に解析するものである。それぞれのモデルの誤差分布には二項分布と対数正規分布を設定した。説明変数には、年、季節、海区、水深の固定効果（すべてカテゴリカル変数）と、年と海区の交互作用を設定した。海区は、沖底2そうの主漁場の変遷を考慮し（川内ら 2020）、東経129度30分（対馬東岸付近）の東西で2つに分割した。これらの説明変数のうち、多重共線性の高い説明変数（いずれのモデルでも年と海区の交互作用）を取り除いた上で、各モデルにおける最も複雑なモデル候補を作成した。ベイズ情報量規準 (BIC) を用いた総当たり法により、モデル選択を行った。解析の結果、BICが最小となる候補モデル（ベストモデル）は次のように選択された。

有漁確率モデル：有漁確率 \sim 切片 + 年 + 季節 + 海区 + 水深

有漁CPUEモデル： $\ln(\text{CPUE}) \sim$ 切片 + 年 + 季節 + 海区 + 水深

ベストモデルにおいて、有漁か否かの判別性能と、有漁時CPUEの残差の正規性・等分散性に大きな問題がないことを確認し、これらのモデルを用いて標準化CPUEを計算した（補足図3-1）。

2. 東シナ海のCPUE標準化

東シナ海においてウマヅラハギを対象とする漁業の一つである、以西2そうの日別・漁船別CPUEに加え、東シナ海陸棚縁辺域で実施された資源量直接推定調査（春季トロール調査）および東シナ海陸棚上から陸棚縁辺域にかけて実施された東シナ海底魚資源分布生態調査（トロール調査）の曳網別漁獲量について、標準化を実施した。なお、標準化に際しては、水深も説明変数に導入することで、季節・場所の変化の影響に加え、水深の違いによる影響も統計的に除去した。

使用した以西2そうデータは、2013～2022年における緯度経度10分漁区解像度の日別・漁船別漁獲量と網数である。また、トロール調査データは2013～2022年における曳網別の

漁獲量である。海洋環境データとしては、ETOPO1 global relief model から漁業データの漁区中央位置における水深を切り出して用いた。なお、今回使用したデータの CPUE (kg/網) は年平均で 30~60%のゼロキャッチ (操業しているが漁獲量は 0) を含む連続値のため、標準化モデルにはデルタ型一般化線形モデル (Lo et al. 1992) を用いた。このモデルは、有漁となる確率を予測するモデル (有漁確率モデル) と有漁時の CPUE を予測するモデル (有漁 CPUE モデル) の 2 つを別々に解析するものである。それぞれのモデルの誤差分布には二項分布と対数正規分布を設定した。説明変数には、年、季節、海区、水深、漁法 (漁業もしくはトロール調査) の固定効果 (すべてカテゴリカル変数) と、年と海区の交互作用を設定した。海区は、日本と周辺国の漁場の違いや、近年東シナ海の南北で資源の状態が異なると考えられること (Zhu et al. 2018, Kawauchi et al. 2020) を考慮して、北緯 31 度の南北で 2 つに分割した。これらの説明変数のうち、多重共線性の高い説明変数 (いずれのモデルでも年と海区の交互作用) を取り除いた上で、各モデルにおける最も複雑なモデル候補を作成した。ベイズ情報量規準 (BIC) を用いた総当たり法により、モデル選択を行った。解析の結果、BIC が最小となる候補モデル (ベストモデル) は次のように選択された。

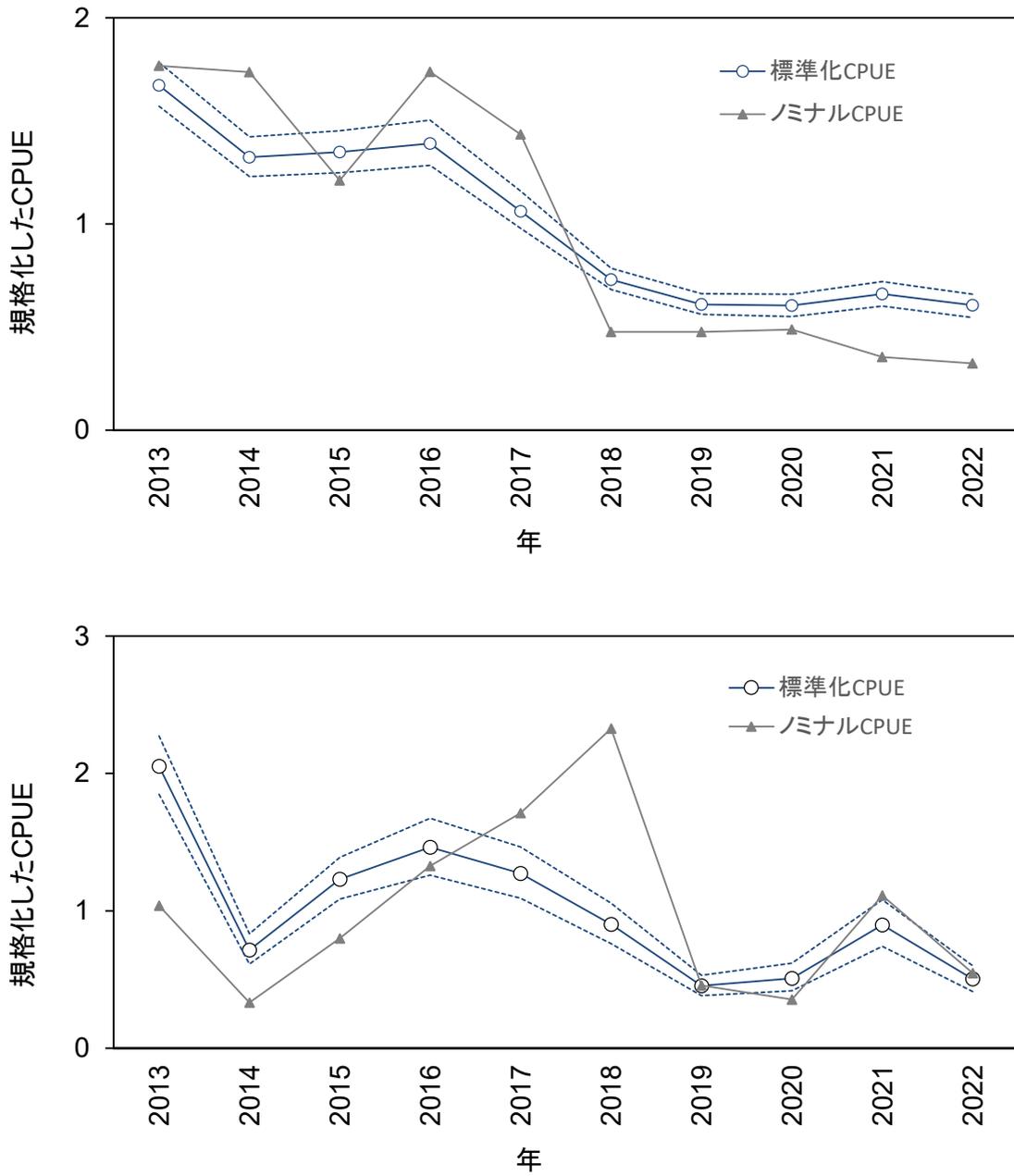
有漁確率モデル : 有漁確率 \sim 切片 + 年 + 季節 + 海区 + 水深 + 漁法

有漁 CPUE モデル : $\ln(\text{CPUE}) \sim$ 切片 + 年 + 季節 + 海区 + 水深 + 漁法

ベストモデルにおいて、有漁か否かの判別性能と、有漁時 CPUE の残差の正規性・等分散性に大きな問題がないことを確認し、これらのモデルを用いて標準化 CPUE を計算した (補足図 3-1)。

引用文献

- Kawauchi, Y., S. Ohsimo, T. Sakai, M. Yoda, Y. Aonuma (2020) Spatiotemporal changes in demersal fish habitats suggest potential impacts of fishing pressure: A case study of yellow seabream *Dentex hypselosomus* in the East China Sea. *Reg. Stud. Mar. Sci.*, **40**, 101491.
- 川内陽平・依田真里・青沼佳方 (2020) 令和元 (2019) 年度キダイ日本海・東シナ海系群の資源評価. 令和元年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 27 pp. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201951.pdf>
- Lo, N. C. H., L. D. Jacobson and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on Delta-lognominal models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**, 2515-2526.
- Zhu, M., T. Yamakawa and T. Sakai (2018) Combined use of trawl fishery and research vessel survey data in a multivariate autoregressive state-space (MARSS) model to improve the accuracy of abundance index estimates. *Fish. Sci.*, **84**, 437-451.



補足図 3-1. 日本海南西部（上）および東シナ海（下）の標準化 CPUE とノミナル CPUE
 破線は標準化 CPUE の 95%信頼区間であり、データのブートストラップサンプリング
 とベストモデルによる標準化 CPUE の計算を 1,000 回繰り返して求めた。