

令和 2（2020）年度ハタハタ日本海北部系群の資源評価

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

要 約

本系群の資源状況を漁業情報および調査船調査により評価した。日本海北部（青森県～富山県）におけるハタハタの漁獲量は、2万トン以上あった1960年代後半から1980年代に急激に減少し、1991～1994年は200トン未満となった。その後、増加し、2003～2009年は4千～5千トンで推移したが、2010年以降再び減少傾向に転じて2019年には1,779トンとなった。沖合底びき網漁業の標準化CPUE（kg/網）は、1970年代前半を最高（およそ13）、1990年前後を最低（およそ0.1）となった。標準化CPUEは2011年以降概ね増加傾向を示しており、2019年には7.4となった。標準化CPUEを基に資源水準は中位、直近5年（2015～2019年）の標準化CPUEの推移から動向は横ばいと判断した。ABC算定のための基本規則2-1)に基づき、2021年のABCを算定した。

調査船による新規加入量調査によれば、2019年級の豊度は2013～2017年級よりも低いと判断される。資源水準を維持するため、過度に漁獲することのないよう配慮すべきである。

管理基準	Target/ Limit	2021年ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F値
0.9・Cave3-yr・1.21	Target	14	—	—
	Limit	18	—	—

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（2017～2019年）の平均漁獲量である。

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 (%)
2015	—	—	28	—	—
2016	—	—	22	—	—
2017	—	—	16	—	—
2018	—	—	15	—	—
2019	—	—	18	—	—

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
漁獲量・体長組成	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 生物情報収集調査(青森県、秋田県、山形県、新潟県、富山県) 月別体長組成調査(水研、青森県、秋田県、山形県、新潟県) 新規加入量調査(4～5月山形県) 漁場一斉調査(2、9月新潟県、4～8月秋田県、4～8月青森県) 日本海北部底魚資源調査(7～8月、水研) 魚群分布調査(9月日本海中央部、水研)
沖合底びき網漁業の標準化 CPUE	沖合底びき網漁獲成績報告書(水産庁)

1. まえがき

日本海北部系群（青森県～富山県）のハタハタは、特に秋田県において「県の魚」に選定される等、本地域で欠かすことのできない水産物のひとつである。現在、秋田県による資源予測に基づいた漁獲量規制の他、一定期間の禁漁、全長 15 cm 未満の個体の水揚げ禁止や漁具の目合拡大等の自主的な規制措置が講じられていると共に、稚魚放流、産卵藻場の造成など、資源の回復に向けた取り組みがなされてきた（Makino 2011）。青森県および秋田県では、ハタハタ卵の採捕が漁業調整規則で禁止されており、再生産の保護が積極的に行われている。また、水産庁による資源回復計画が策定され、2003（平成 15 年）～2011（平成 23 年）年度に同計画に基づく漁獲努力量の削減措置が実施された。実施されていた措置の多くは、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、継続して実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、能登半島から津軽海峡にかけて分布し（図 1）、形態・漁業情報等から北海道周辺のものとは独立した資源とみなされている（沖山 1970）。日本海北部では、ふ化 1 年後には新潟県から秋田県の沖合で群れを形成し、底びき網漁業の対象となる。冬季には、青森県から山形県の定置網、刺し網が敷設される沿岸域に産卵のため来遊、接岸する。産卵終了後、親魚は速やかに産卵場を離れ、春季にかけて新潟県の沖にまで南下し漁場を形成する（杉山 1991a）。

能登半島から山陰海域に広く分布する日本海西部系群との関係については、ミトコンドリア DNA 調節領域の塩基配列多型により、秋田県沿岸の産卵場に由来する集団が、隠岐西方の海域にまで達していることが示唆された（Shirai et al. 2006）。しかしながら、その移出货量等は明らかにされていない。

(2) 年齢・成長

厳冬の12月に産み付けられた卵は、2~3月中旬にかけてふ化する(甲本ほか 2011)。ふ化に要する日数は、水温8℃前後で受精から50~75日とされている(落合・田中 1986)。ふ化後、稚魚は全長50~60mmとなる6月まで岩礁・砂浜域で生育し(甲本ほか 2011)、沿岸域の水温上昇を契機に水温5℃台の水深200m以深の沖合へ移動する(秋田県水産振興センターほか 1989)。未成魚期(体長60~120mm程度、6月~翌夏)の分布回遊等の生態には不明な点が多い。満2歳で体長150mm程度になり、北部海域ではこの頃から漁獲対象となる。成長については、おおよそ(雌雄あわせ)、2歳で体長150~180mm、3歳で180~220mm、4歳で240mm前後と推測される。雌雄を比較すると2歳以上で雌の方が10~20mm程度大きい(図2、池端 1988、藤原 未発表)。本種の寿命は5歳とされる。

なお、ここでいう年齢はふ化からその年の末までを0歳、以降暦年によって1歳、2歳とする。また、「年級」はふ化時の年(西暦)を冠することとし、例えば2015年級は2015年の春先にふ化した年級を指す。体長は標準体長である。

(3) 成熟・産卵

雄は1歳後半に達すると成熟を開始し、その年の冬から再生産に関与する。一方、雌は1歳のうちは成熟せず、主に2歳時の年末から産卵する。生殖腺指数は雌雄とも8月頃に高くなり始め、9~11月にかけて急速に増大する(杉山 1991b)。ハタハタの産卵は、沿岸の藻場(岩礁域)において厳冬のごく短い一時期(11月下旬~翌年1月中旬、近年では12月上中旬)に集中して行われる。卵は海水に触れることによって強い粘着性をもつようになり、直径3~5cmの卵塊を形成する。本系群の産卵場は主に秋田県沿岸であるが(杉山 1992)、青森県鱒ヶ沢~岩崎沿岸や新潟県南部の沿岸などにもみられる。

(4) 被捕食関係

生活史初期において、ハタハタは橈脚類などの小型甲殻類を主に捕食する(甲本ほか 2011)。成魚の主餌料は端脚類であるニホンウミノミ(*Themisto japonica*)で、その他、オキアミ類、橈脚類、イカ類、魚類が多く、沖合ではニホンウミノミの割合が高くなる(秋田県水産振興センターほか 1989)。本種はマダラなどの大型魚類に捕食されているが、詳細は不明である。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

ハタハタの産地として有名な秋田県および青森県の浅海域では、産卵・接岸時のハタハタを対象とした定置網、底建網、刺網で漁獲され、それらの漁獲が全体の約5割(秋田県の定置網のみでは全体の約3割)を占める(図3)。また、産卵期(12月)と夏季(7、8月)以外の季節は、日本海北部各県の沖合で、小型底びき網(以下、小底という)や沖合底びき網(以下、沖底という)により漁獲される。沖底による漁獲量は全体の1~3割程度であるが、沖底と小底をあわせた底びき網による漁獲量は全体の約5割を占める(図3)。なお、本海域において小底と沖底は操業形態が類似しており、漁況に大きな隔たりはない。

(2) 漁獲量の推移

1965～1975年の漁獲量は2万トン前後と高かった(図4、表1)。1966年の漁獲量は24,089トンで、この年は秋田県だけで20,122トンの漁獲があった。1976年に漁獲量が11,746トンに半減して以降、漁獲状況は急激に悪化し、1984年には206トンと最盛期の1%弱にまで落ち込んだ。1984年に発生した卓越年級群により1986年の漁獲はやや増加したが、1987年以降再び減少し、1991年には158トンまで低下した(図4、表1)。

このような資源の急激な悪化により、秋田県は1992年9月から1995年9月まで独自に3年間の採捕禁止に踏み切り、資源の回復を図った(Suenaga 2008、Makino 2011)。秋田県の禁漁明けの1995年から漁獲量は増加し、2001年には日本海北部全体で2,673トンとなり、1980年代初頭の水準に達した。2003年以降、秋田県で自主的に漁期短縮がなされた2007年を除き、4,000トン以上となり、2004年には5,405トンとなった。しかし、漁獲量は2010年頃から減少し、2019年では1,779トンと2017～2018年(1,519～1,578トン)に引き続き2,000トンを下回った(図4、表1)。

各県の漁獲量の推移(図5)は、中長期的には秋田県(補足資料2)も含め概ね同調している。ただし、直近5年間(2015～2019年)では、秋田～富山県で概ね横ばいである一方、青森県では減少傾向にあり、各県で動向が異なる。直近5年間(2015～2019年)の県別漁獲量では、青森県と秋田県が概ね等しく、両県を合わせた漁獲量が全体のおよそ8割を占めている(図4および表1)。

全漁獲量(図4)のうち沖底の漁獲量(図6および表2)は、1972年以降で最多となった1975年(3,539トン)を境に激減し、1980年代半ばから秋田県の禁漁が明ける1995年までの間、50トン前後と低迷した。1995年以降増加し、2009年に500トンを越えた後、再び減少に転じた。沖底の漁獲量は2015年以降概ね横ばいで推移し、2019年には279トンとなった。一方、同期間(2015～2019年)における定置網の漁獲量は減少傾向を示しており、漁獲動向は漁法によって異なった(図7)。

(3) 漁獲努力量

沖底の漁獲成績報告書による2000～2019年の有漁網数および有漁隻数を図8および表3に示した。ここでは、ハタハタの漁獲があった日・船の曳網数を有漁網数として計数した。男鹿北部においては、2008年に突出し93百網となったが、2009年以降10百～26百網で推移した。2019年の有漁網数は27百網であった。男鹿南部において、有漁網数は2009年以降30百網前後で推移しその後減少したが、2017年以降漸増して2019年には23百網となった。新潟沖では2013～2017年は2百～3百網で推移したが、その後減少して2019年には1.6百網となった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

沖底の漁獲量は全体の1～3割であるものの、操業実態に大差のない小底を含めた底びき網による漁獲量は全体のおよそ5割を占める。また、沖底の操業は本系群の分布範囲内で広く行われており、漁獲時期は沿岸の定置網等と異なるが漁獲対象サイズはほぼ同一である。これらのことから、沖底の標準化CPUE(補足資料3)は資源の水準と動向を十分反

映していると考えられる。従って、沖底の標準化 CPUE を資源量指標値とし、資源の水準・動向を沖底の標準化 CPUE により判断した（補足資料 1）。そして、より多角的な視野から資源動向を判断するべく秋田県定置網漁の標準化 CPUE を試算した。ただし、漁獲努力量の正確な把握など課題も多く、補足資料として提示するに留めた（補足資料 4）。また、調査船による資源量推定調査ならびに漁獲物の体長組成に基づき、近年の年齢組成および各年級の豊度を推察した。

(2) 資源量指標値の推移

沖底の標準化 CPUE の推移を日本海北部（図 6、表 2）と小海区別（図 9、表 2）に示す。なお、小海区とは、沖合底びき網漁獲成績報告書に基づく統計資料において便宜的に用いている漁場区分の集計単位の一つである（図 9）。

日本海北部における標準化 CPUE (kg/網) は、1972 年を最高 (13.2) とし、1970 年代後半に急激に減少し、1991 年に最低値 (0.1) を示した（図 6、表 2）。その後、1995 年の秋田県による漁獲再開以降に増加した。2001 年以降周期的に増減を繰り返し、2009 年には 6.4 という高い値を示したが、2011 年には 2.2 まで減少した。2012 年以降では、2018 年を除き増加傾向を示し、2019 年では 7.4 となった。

小海区別の標準化 CPUE（図 9、表 2）は男鹿南部および新潟沖で相対的に高い値を示している。変動パターンは 3 つの小海区で概ね一致していたが、2011～2017 年における男鹿北部の増加が他に比べて緩やかだった。また、2019 年の標準化 CPUE は各々 1995 年以降で最高値となった（図 9）。

(3) 漁獲物の体長組成

経年的に比較可能なデータが揃っている 2015～2020 年に山形県の主要港（由良および念珠関市場）で水揚げされたハタハタの体長組成を図 10 に示す。1～2 月に注目すると、2015～2017 年において雄は 150～170 mm 前後、雌は 160～180 mm 前後の個体が多く漁獲されている。体長と年齢の関係（池端 1988）から、それらは 2～3 歳が主体であると考えられる。1～2 月の同サイズの漁獲は 2018～2019 年では少なかったが、2020 年では 2 月を中心に多かった。

また、2019 年 11～12 月における体長 150～170 mm の個体は 2017 年級（2 歳魚）が主体と考えられる。このサイズの漁獲尾数を年級間で比較した場合、2017 年級の豊度は 2015～2016 年級（2017～2018 年 11～12 月における体長 150～170 mm の個体）に比べて高く、2014 年級（2016 年 11～12 月における体長 150～170 mm の個体）と概ね等しいと考えられた。

(4) 調査船調査に基づく年齢組成および今後の加入量の推察

最上丸（98 トン・山形県水産研究所所属）によって 2010～2020 年の 4～5 月に山形県由良沖で実施された新規加入量調査の結果を図 11 に示す。また、2010 年調査で採集された個体（雄 87 尾、雌 127 尾）の年齢査定結果を用いて年齢別体長組成として示し、年級群ごとの年齢別 CPUE（尾/網）を図 12 に示す。

2011 年までは 3 歳や 4 歳以上が確認できるものの、2012 年以降ほとんどみられなくな

ったが、2020年では3歳が確認されるようになった(図11)。2006年級は、1歳時点では極めて少なかったが、2歳から多く出現した(図12)。2006年級は1歳時の体長が著しく小さいという特徴がみられた(藤原ほか2016)。次に1歳魚のCPUEに注目する。2019年級のCPUEは54と2013~2017年級の平均(308)を大きく下回った(図12)。これにより、2019年級の豊度は2013~2017年級の平均に比べて低いことが示唆された。

みずほ丸および天鷹丸(水産研究・教育機構所属)によって2016~2020年7~8月に秋田県~新潟県沖で実施された日本海北部底魚資源調査結果を補足資料5に示した。ハタハタの現存量は2016~2018年にかけて1歳魚を中心に増加したと推定された。また、2019年では前年に比べて1歳魚は減少するものの2歳魚の増加が著しく、全体として現存量は増加したと見込まれた。しかし、2020年では前年に比べて2歳魚を中心に大きく減少し、2020年の現存量は減少したと考えられた。

(5) 資源の水準・動向

水準・動向の判断には、沖底の標準化CPUE(補足資料3)を用いた。漁獲が多かった1970年代半ばに記録された最高値(1972年13.2)を三等分し、8.8を高位と中位、4.4を中位と低位の境界とした(図6)。標準化CPUEは2011年より概ね増加傾向を示し、2016年に低位の境界を上回った。2017~2018年にかけて急激に減少したが、2019年には増加して7.4となった。以上より、水準は中位と判断した。直近5年間(2015~2019年)の沖底の標準化CPUEについて、回帰係数の傾きに0との有意差が認められなかったため($p=0.7$)、動向は横ばいと判断した。なお、2016~2019年の標準化CPUEの動向は日本海北部底魚資源調査結果(補足資料5)と概ね一致している。

5. 2021年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

標準化CPUEは、2011年より概ね増加傾向を示し、2017~2018年にかけて急激に減少したが、2019年には増加して7.4となった。資源水準は中位、動向は横ばいと判断した。

そして、2021年に漁獲主体となる2019年級の豊度は2013~2017年級よりも低いと推察された。これらのことから、資源水準を維持するため、過度に漁獲することのないよう配慮すべきである。

(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)によって、資源水準および資源量指標値(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、下式により2021年ABCを算定した。

$$ABC_{limit} = \delta_1 \times C_t \times \gamma_1$$

$$ABC_{target} = ABC_{limit} \times \alpha$$

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

δ_1 は、水準が中位の場合の水準決定方法を考慮した標準値0.9、 C_t は2017~2019年の平均漁獲量(Cave 3-yr)である1,625トンとした。 γ_1 の係数 k は標準値1.0、 b (1.02)と I (4.9)は標準化CPUEの2017~2019年の傾きと平均値で、 γ_1 は1.21と算定された。また、安全

率 α は標準値の 0.8 とした。

管理基準	Target/ Limit	2021 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.9・Cave3-yr・1.21	Target	14	—	—
	Limit	18	—	—

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。Target = α Limit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC は十の位を四捨五入した。Cave 3-yr は、過去 3 年間 (2017~2019 年) の平均漁獲量である。

(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
2018 年漁獲量確定値	2018 年漁獲量の確定
2019 年漁獲量暫定値	2019 年漁獲量の追加

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)
2019 年(当初)	0.9・Cave 3-yr・1.22	—	—	24	19	
2019 年(2019 年 再評価)	0.9・Cave 3-yr・1.22	—	—	24	19	
2019 年(2020 年 再評価)	0.9・Cave3-yr・1.10	—	—	22	17	18
2020 年(当初)	0.9・Cave3-yr・1.07	—	—	17	14	
2020 年(2020 年 再評価)	0.7・Cave3-yr・0.61	—	—	8	6	

資源量指標値として、2019 年以前では沖底の資源密度指数を採用していた。沖底の資源密度指数と 2020 年度から採用した標準化 CPUE のトレンドは一致せず、2016~2018 年の資源動向は前者では増加 ($b=4.2$, $I=63.7$, $\gamma_1=1.07$)、後者では減少 ($b=-1.6$, $I=4.1$, $\gamma_1=0.61$) であった。また、資源量指標値に基づく 2018 年資源水準は、前者では中位 ($\delta_1=0.9$)、後者では低位 ($\delta_1=0.7$) と判断された。資源密度指数と標準化 CPUE のトレンドに差が生じた要因として、2018 年の有漁確率および有漁時 CPUE が急激に低下したことが挙げられる (詳細は文章番号 FRA-SA2020-RC05-10x を参照)。 δ_1 および γ_1 の更新により、2020 年 ABC は当初に比べて下方修正となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

北部日本海海域ハタハタ資源管理運営協議会によって締結される協定の下で、全長 15

cm未満の個体を放流する取組が継続されている。また、漁獲加入前の0歳魚や1歳魚が多く出現する海域での操業を敬遠するなどなされている。しかし、この0歳魚や1歳魚の出現は突発的で予測が難しく、未だに少なからず混獲投棄されている可能性がある。このような突発的な混獲を回避するためには、ハタハタの若齢魚の出現海域を漁業者間で共有し、その海域での操業を速やかに自粛する必要がある。近年、詳細な漁況情報を漁業者間で漁期中に共有して操業計画等に活かすITシステム（例：北海道マナマコ資源管理システム（北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関 2014）の開発が進みつつあり、そのようなシステムの日本海北部への導入を検討することは有意義である。

水産庁では、本資源と日本海北部のマガレイを対象とした資源回復計画を策定し、底びき網漁業を対象とした減船及び漁具改良の措置が平成15（2003）年度から講じられた（水産庁 2005）。同計画は平成23（2011）年度で終了したが、実施されていた措置の多くは平成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、継続して実施されており、今後も引き続き実施する必要がある。

7. 引用文献

- 秋田県水産振興センター・山形県水産試験場・鳥取県水産試験場・島根県水産試験場（1989）ハタハタの生態と資源管理に関する研究報告書. 昭和 63 年度水産業地域重要新技術開発促進事業報告書, 118 pp.
- 藤原邦浩・松倉隆一・後藤常夫（2016）平成 27（2015）年度ハタハタ日本海北部系群の評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1380-1395.
- 北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関（2014）北海道マナマコ資源管理ガイドライン. 北海道立総合研究機構稚内水産試験場, 64 pp.
- <http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/wakkanai/att/managementguideline.pdf> (2019 年 10 月 28 日)
- 池端正好（1988）ハタハタの耳石に関する基礎的研究. 第 2 回ハタハタ研究協議会報告書, ハタハタ研究協議会, 40-50.
- 甲本亮太・工藤裕紀・高津哲也（2011）秋田県沿岸におけるハタハタ仔稚魚の水深別分布と食性. 水産増殖, **59**, 615-630.
- Makino, M. (2011) Fisheries management in coastal areas. In: Fisheries management in Japan. Springer Science & Business Media, New York, pp. 63-82.
- 落合 明・田中 克（1986）「新版魚類学（下）」. 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.
- 沖山宗雄（1970）ハタハタの資源生物学的研究 II 系統群（予報）. 日水研報, **22**, 59-69.
- Shirai, S. M., R. Kuranaga, H. Sugiyama and M. Higuchi (2006) Population structure of the sailfin sandfish, *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae), in the Sea of Japan. Ichthyol. Res., **53**, 357-368.
- Suenaga, S. (2008) Sandfish resource co-management in Akita Prefecture, Japan. FAO Fish Tech Pap 504, 191-200.
- 杉山秀樹（1991a）日本海北部海域におけるハタハタの漁場形成. 日本海ブロック資源研究集録, **21**, 67-76.

杉山秀樹 (1991b) ハタハタの食性と摂餌傾向. 第 4 回ハタハタ研究協議会報告書 (平成元年度), 日本海区水産研究所, 25-31.

杉山秀樹 (1992) ハタハタ生活史研究の現状と今後の課題. 第 5 回ハタハタ研究協議会報告書 (平成 2 年度), 日本海区水産研究所, 40-43.

水産庁 (2005) 日本海北部マガレイ、ハタハタ資源回復計画. 15 pp.

http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/magahata.pdf (2019 年 10 月 28 日)

(執筆: 飯田真也、藤原邦浩、八木佑太、白川北斗)

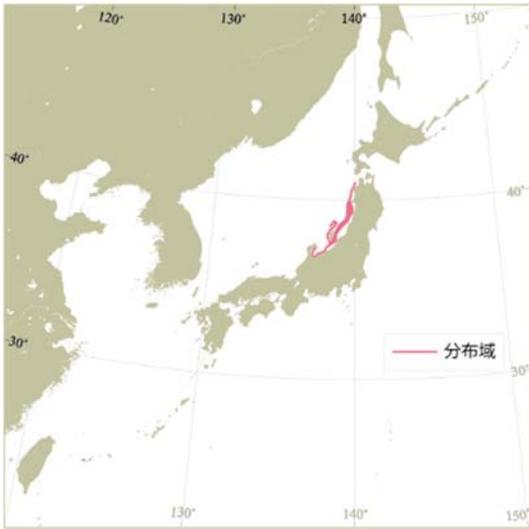


図1. ハタハタ日本海北部系群の分布域

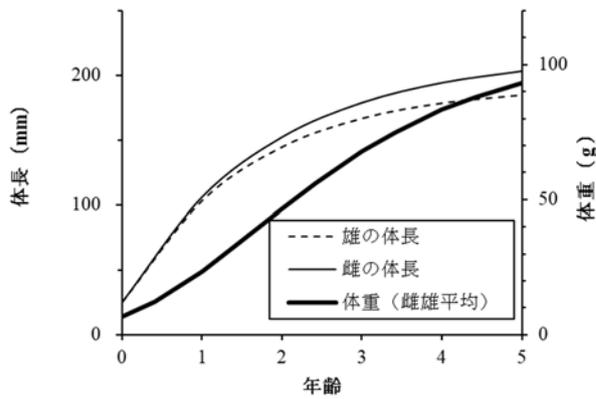


図2. ハタハタの年齢と体長および体重

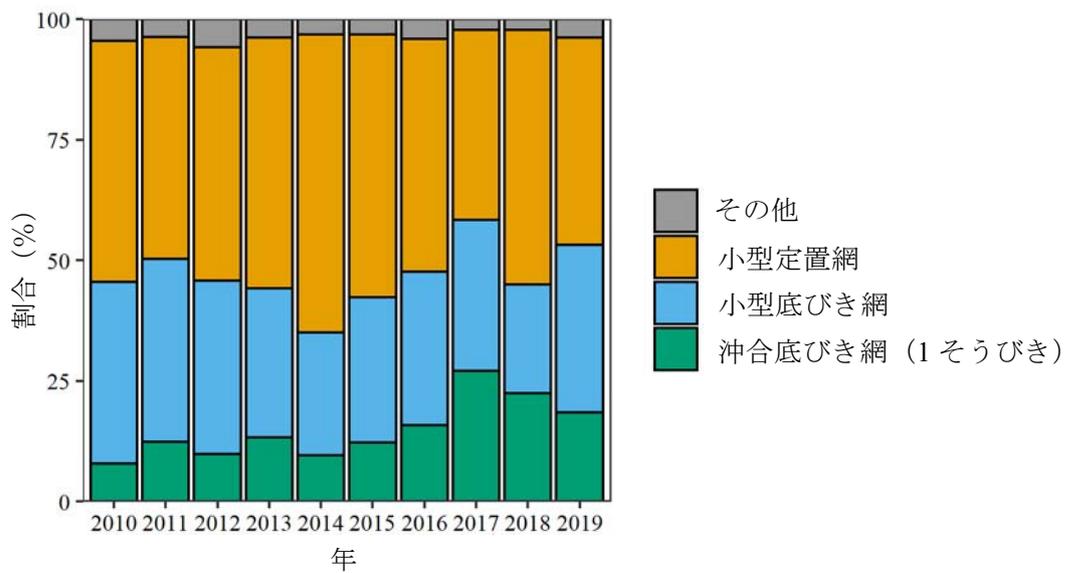


図3. 日本海北部海域におけるハタハタ漁法別漁獲割合

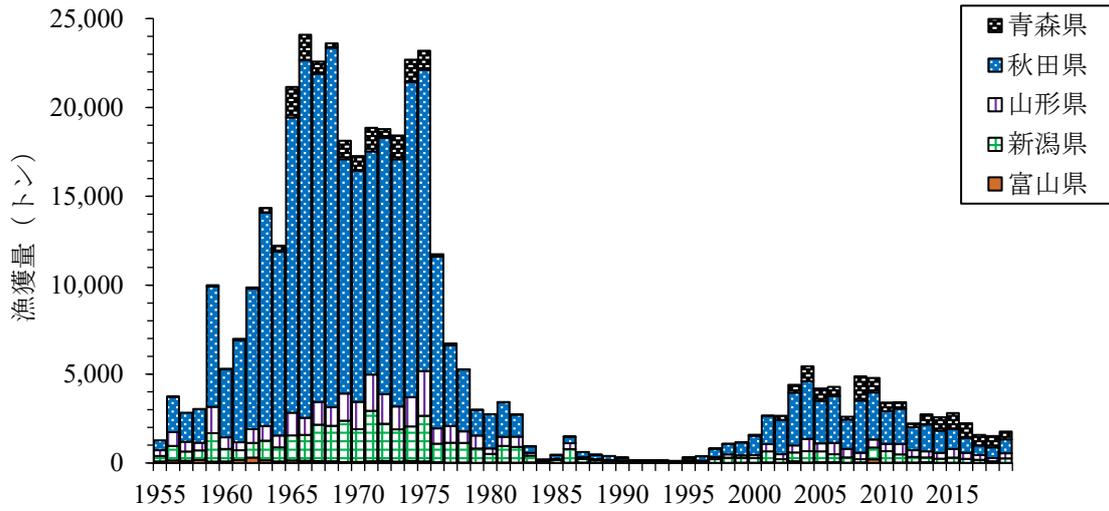


図4. 青森県～富山県におけるハタハタの漁獲量（1955～2019年）

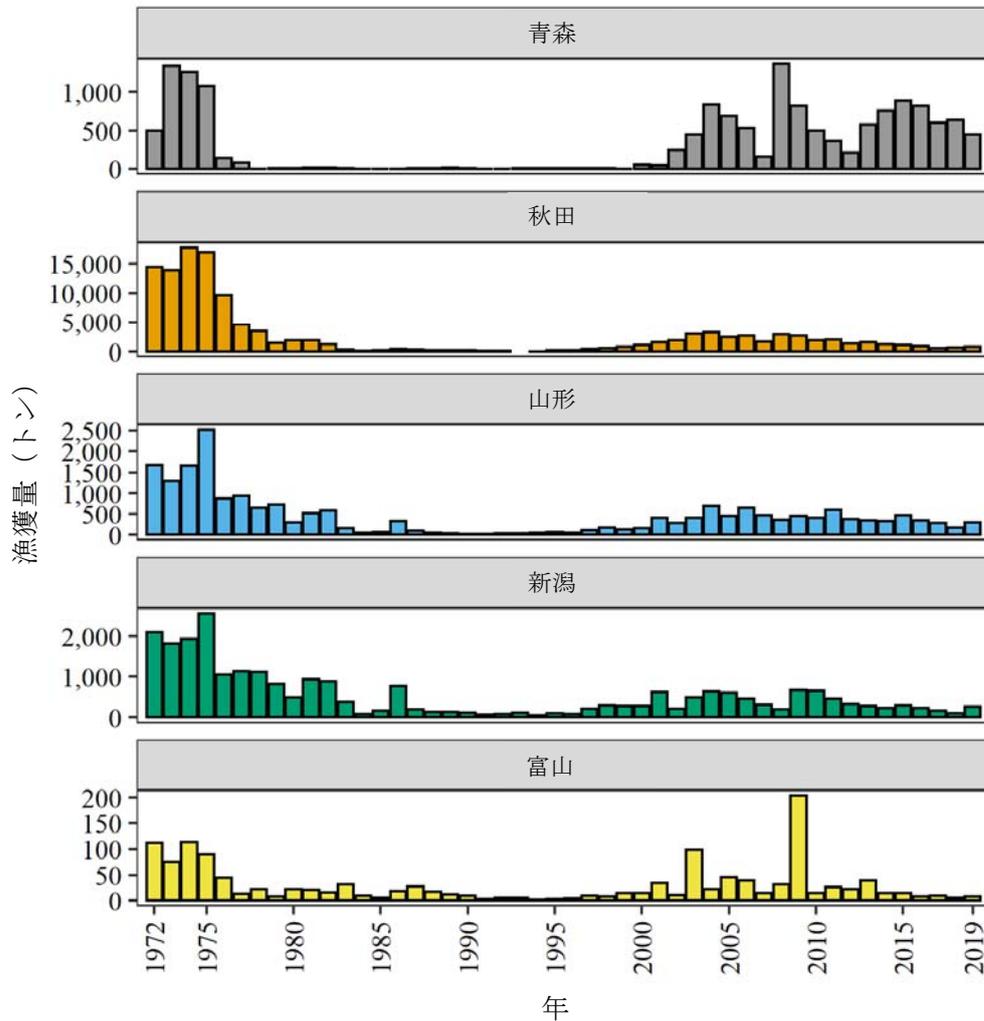


図5. ハタハタ日本海北部系群の県別漁獲量（1972～2019年）

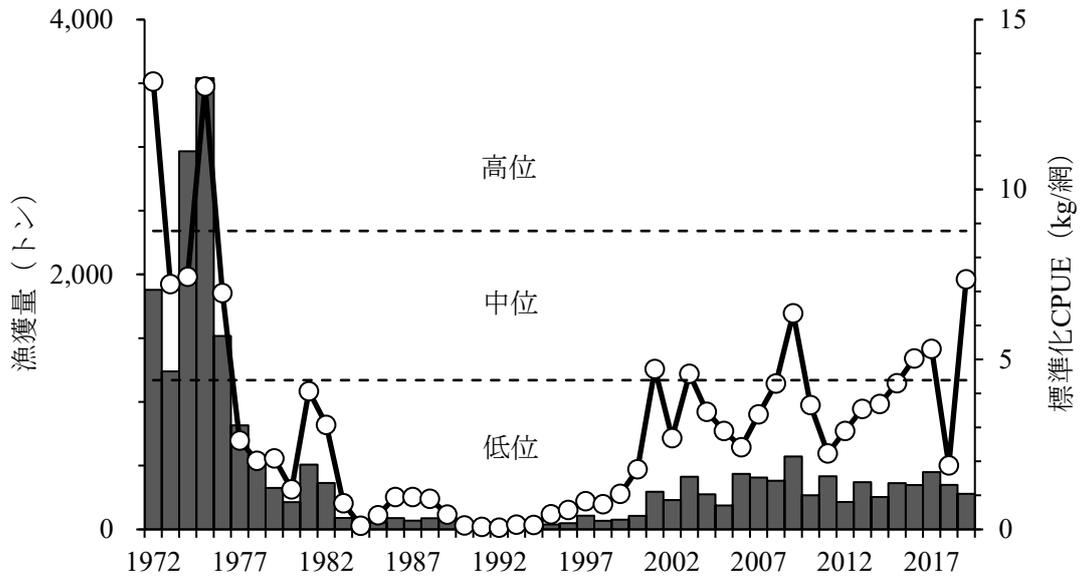


図 6. 沖合底びき網 (1 そうびき) によるハタハタ日本海北部系群の漁獲量と標準化 CPUE の経年変化 (1972~2019)
 標準化 CPUE による水準の境界 (高位-中位 : 4.39、中位-低位 : 8.78) を破線で示した。

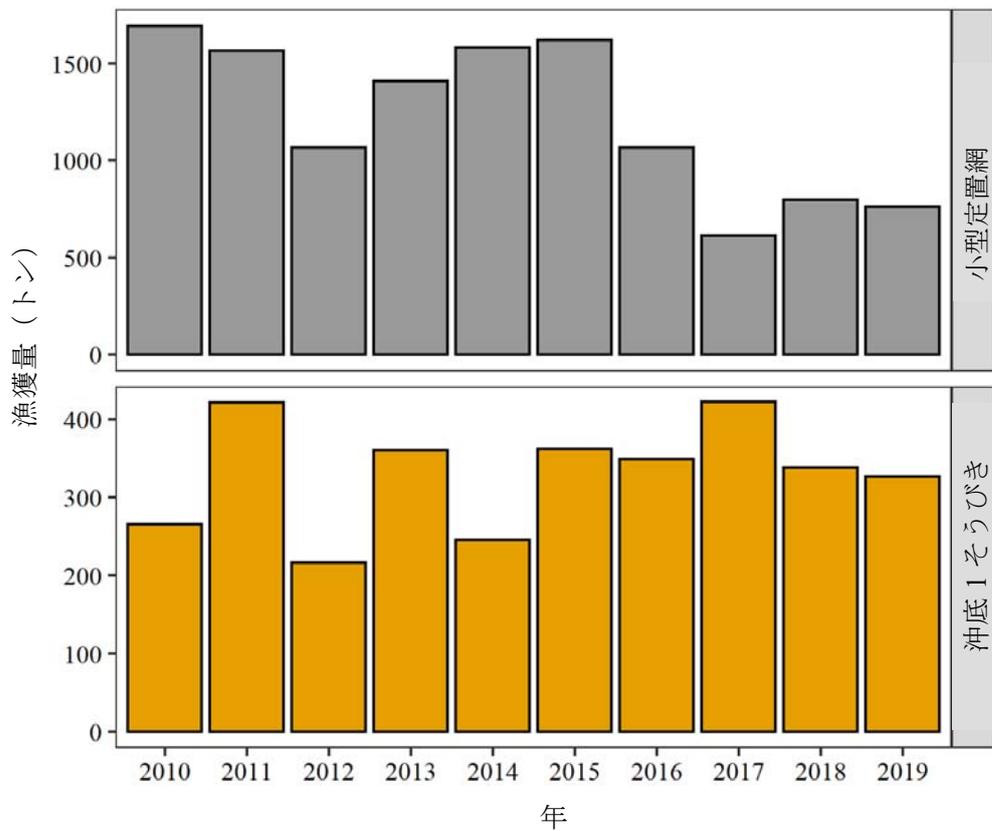


図 7. ハタハタ日本海北部系群の漁法別漁獲量 (2010~2019 年)

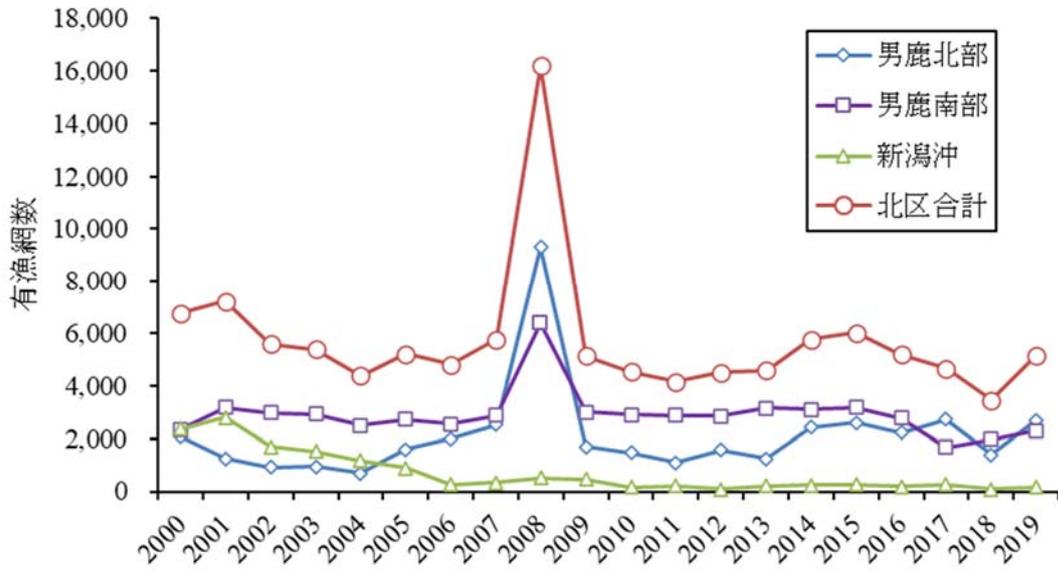


図 8. 日本海北部における沖合底びき網（1 そうびき）による有漁網数
ハタハタの漁獲があった日・船の曳網数を有漁網数として計数した。
2019 年は暫定値である。

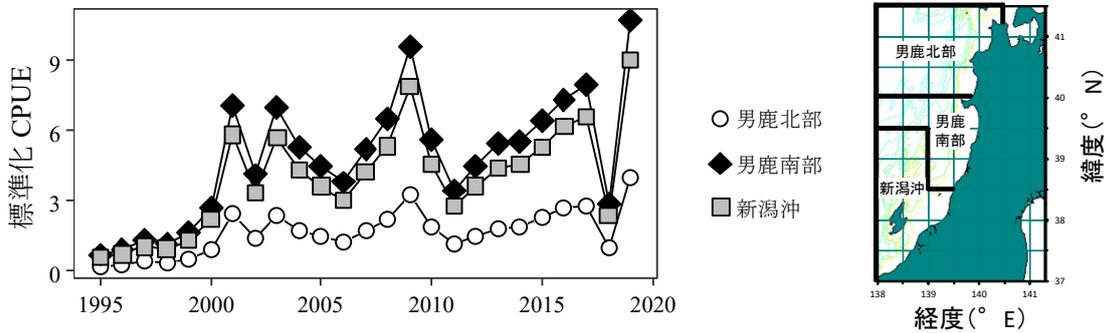


図 9. 沖合底びき網（1 そうびき）によるハタハタ日本海北部系群の小海區別標準化 CPUE
の経年変化（左）および小海区の海域区分（右）

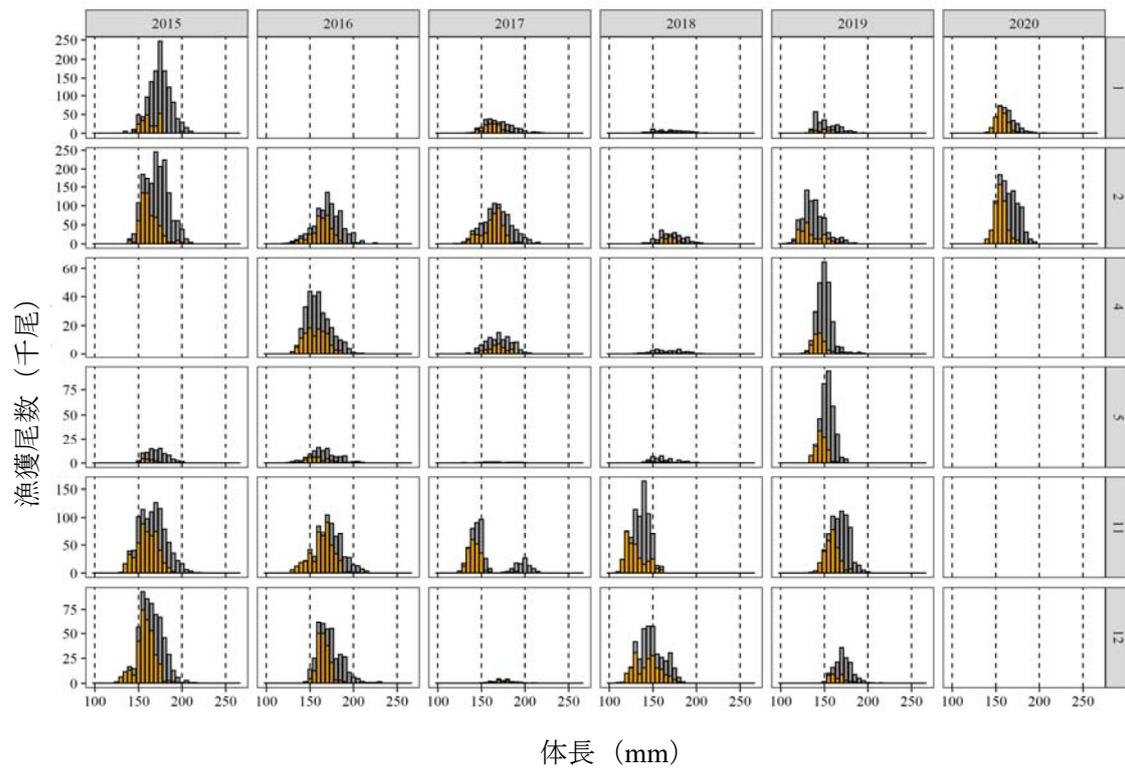


図 10. 山形県主要港（由良および念珠関市場）で水揚げされたハタハタの月別体長組成（2015～2020年）

縦軸は1ヶ月分に換算した漁獲尾数、横軸は体長、黄色は雄、灰色は雌を示す。

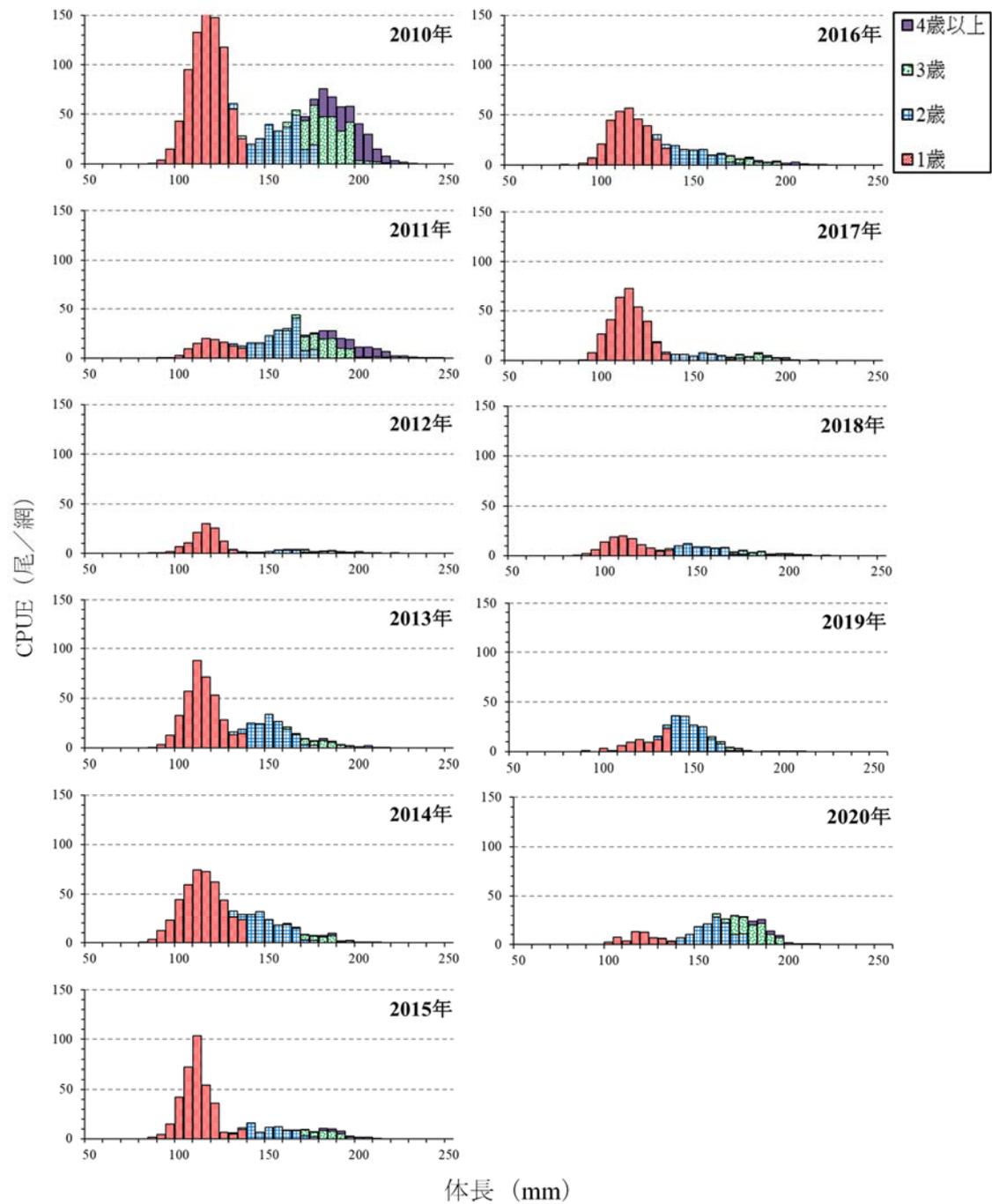


図 11. 最上丸によるハタハタ新規加入量調査 (2010~2020 年)

各年の CPUE (尾/網) は雌雄込みの 4 月中下旬・5 月上中旬・5 月下旬の調査結果の平均であり、2010 年採集物の年齢査定結果から年齢分解した。

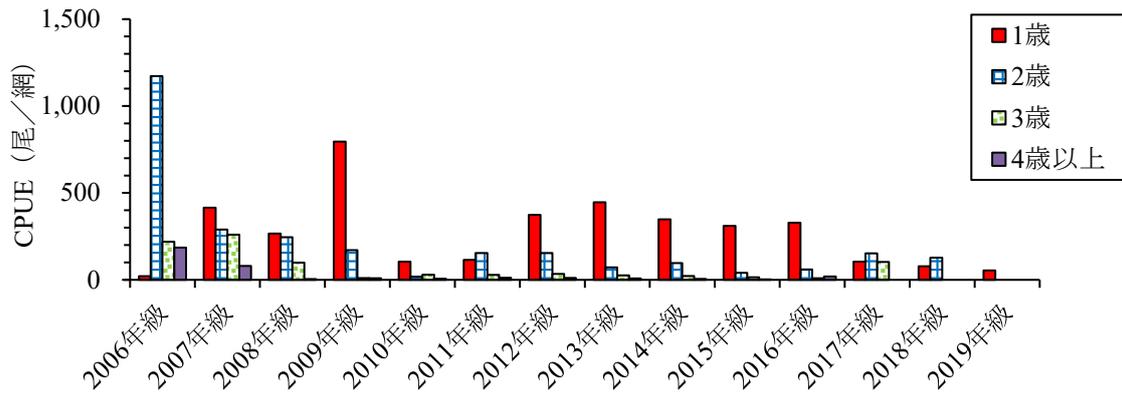


図 12. 最上丸によるハタハタ新規加入量調査結果に基づく年級群年齢別 CPUE (尾/網)

表 1. 日本海北部におけるハタハタの漁獲量 (トン)

(単位：トン)							(単位：トン)						
年	富山	新潟	山形	秋田	青森	合計	年	富山	新潟	山形	秋田	青森	合計
1952		295	245			540	1981	21	933	517	1,938	15	3,424
1953	184	1,046	833	2,508	4	4,575	1982	16	884	577	1,244	17	2,738
1954	90	709	855	1,260		2,914	1983	31	376	168	357	13	945
1955	90	304	319	559	0	1,272	1984	10	75	47	74	0	206
1956	143	814	773	1,995	4	3,729	1985	5	166	70	203	3	447
1957	124	521	548	1,635		2,828	1986	19	761	328	373	3	1,484
1958	170	537	432	1,885	1	3,025	1987	27	194	98	286	7	612
1959	82	1,592	1,480	6,780	67	10,001	1988	17	134	59	248	8	466
1960	90	698	651	3,834	20	5,293	1989	12	122	37	208	15	394
1961	163	552	454	5,741	70	6,980	1990	9	107	24	150	12	302
1962	301	826	772	7,905	76	9,880	1991	3	55	26	70	4	158
1963	153	1,103	824	12,003	263	14,346	1992	5	70	32	40	3	150
1964	86	792	663	10,350	341	12,232	1993	5	105	44		7	161
1965	140	1,415	1,275	16,610	1,713	21,153	1994	2	52	51	0	13	118
1966	122	1,458	956	20,122	1,431	24,089	1995	3	90	61	143	11	308
1967	105	2,047	1,274	18,480	674	22,580	1996	4	73	50	244	7	378
1968	96	1,993	1,051	20,223	249	23,612	1997	10	205	117	469	14	815
1969	50	2,326	1,532	13,179	1,045	18,132	1998	8	290	180	589	6	1,073
1970	64	1,834	1,538	13,015	818	17,269	1999	14	282	129	730	2	1,157
1971	97	2,841	2,038	12,548	1,331	18,555	2000	15	270	160	1,085	53	1,583
1972	112	2,096	1,664	14,422	495	18,789	2001	34	622	405	1,569	43	2,673
1973	75	1,819	1,285	13,909	1,341	18,429	2002	11	203	280	1,922	244	2,659
1974	113	1,937	1,647	17,735	1,258	22,690	2003	99	487	402	2,969	444	4,401
1975	89	2,563	2,516	16,954	1,076	23,198	2004	23	601	690	3,258	834	5,405
1976	45	1,038	867	9,658	138	11,746	2005	46	605	451	2,402	683	4,187
1977	13	1,126	940	4,557	84	6,720	2006	39	452	641	2,625	527	4,284
1978	22	1,109	648	3,481	4	5,264	2007	14	302	471	1,653	161	2,601
1979	8	810	728	1,430	6	2,982	2008	31	185	359	2,938	1,363	4,876
1980	23	490	300	1,919	11	2,743	2009	203	667	448	2,648	820	4,786
							2010	14	650	407	1,832	495	3,398
							2011	26	454	589	1,983	364	3,416
							2012	22	320	374	1,296	209	2,221
							2013	39	271	345	1,509	576	2,740
							2014	14	222	326	1,259	755	2,576
							2015	14	291	470	1,148	888	2,811
							2016	8	221	345	835	821	2,230
							2017	10	163	274	527	604	1,578
							2018	5	87	183	605	639	1,519
							2019	7	251	294	783	444	1,779

2019年は暫定値である。

表 2. 日本海北部における沖合底びき網（1 そうびき）によるハタハタの漁獲量（トン）
と全域および海域別の標準化 CPUE（kg/網）

年	漁獲量	標準化CPUE			
		全域	男鹿北部	男鹿南部	新潟沖
1972	1,878	13.2	6.5	20.7	16.5
1973	1,240	7.2	3.6	11.2	9.0
1974	2,966	7.4	3.6	11.8	9.3
1975	3,539	13.0	6.6	19.8	16.2
1976	1,517	7.0	3.4	10.9	8.7
1977	816	2.6	1.3	4.2	3.3
1978	581	2.0	1.0	3.2	2.5
1979	325	2.1	1.0	3.3	2.6
1980	213	1.2	0.6	1.9	1.5
1981	508	4.1	2.1	6.1	5.0
1982	363	3.1	1.6	4.6	3.8
1983	90	0.8	0.4	1.2	1.0
1984	13	0.1	0.1	0.2	0.1
1985	54	0.4	0.2	0.7	0.5
1986	88	1.0	0.5	1.5	1.2
1987	68	1.0	0.5	1.5	1.2
1988	87	0.9	0.5	1.4	1.1
1989	73	0.4	0.2	0.7	0.5
1990	47	0.1	0.1	0.2	0.1
1991	24	0.1	0.0	0.1	0.1
1992	16	0.0	0.0	0.1	0.1
1993	13	0.1	0.1	0.2	0.2
1994	14	0.1	0.1	0.2	0.2
1995	38	0.4	0.2	0.7	0.6
1996	48	0.6	0.3	0.9	0.7
1997	107	0.8	0.4	1.3	1.0
1998	67	0.7	0.4	1.2	0.9
1999	76	1.0	0.5	1.6	1.3
2000	106	1.8	0.9	2.7	2.2
2001	294	4.7	2.5	7.0	5.8
2002	230	2.7	1.4	4.1	3.3
2003	412	4.6	2.3	7.0	5.7
2004	274	3.5	1.7	5.3	4.3
2005	187	2.9	1.5	4.5	3.6
2006	434	2.4	1.2	3.8	3.0
2007	406	3.4	1.7	5.2	4.2
2008	381	4.3	2.2	6.5	5.3
2009	571	6.4	3.3	9.6	7.9
2010	267	3.7	1.8	5.6	4.5
2011	417	2.2	1.1	3.5	2.8
2012	214	2.9	1.4	4.5	3.6
2013	369	3.5	1.8	5.4	4.4
2014	253	3.7	1.9	5.5	4.5
2015	362	4.3	2.2	6.4	5.3
2016	347	5.0	2.7	7.3	6.1
2017	448	5.3	2.8	7.9	6.6
2018	349	1.9	0.9	2.9	2.3
2019	279	7.4	4.0	10.7	9.0

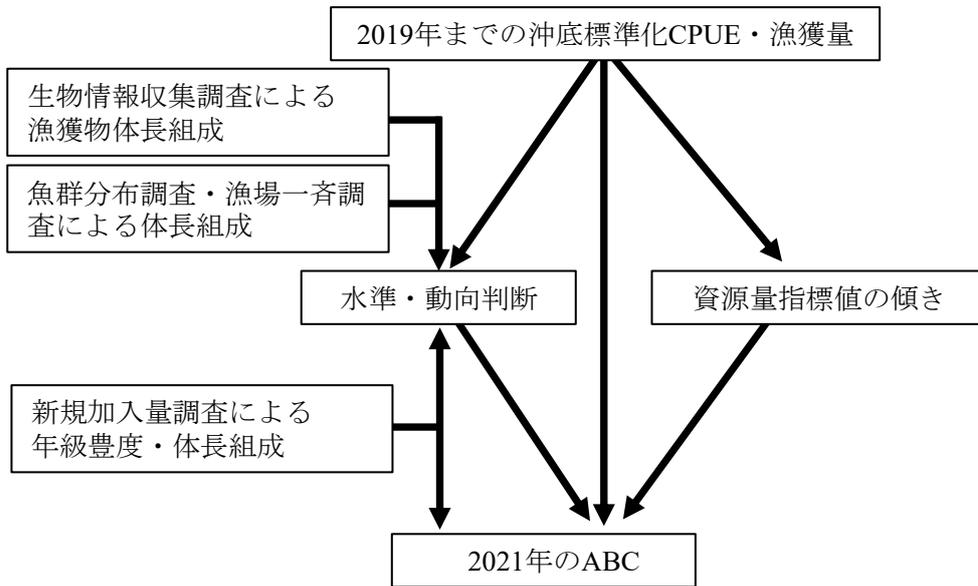
2019 年は暫定値である。

表 3. 日本海北部における沖合底びき網（1 そうびき）による有漁網数
括弧内はハタハタを漁獲した漁船隻数を示す。

年	男鹿北部	男鹿南部	新潟沖
2000	2,061 (8)	2,347 (9)	2,373 (6)
2001	1,239 (9)	3,174 (12)	2,805 (6)
2002	908 (9)	2,974 (9)	1,695 (6)
2003	954 (7)	2,919 (11)	1,523 (5)
2004	701 (6)	2,510 (11)	1,173 (4)
2005	1,603 (10)	2,722 (12)	899 (5)
2006	1,989 (11)	2,541 (13)	276 (2)
2007	2,537 (10)	2,873 (15)	351 (4)
2008	9,301 (11)	6,357 (13)	519 (2)
2009	1,692 (10)	2,994 (15)	456 (2)
2010	1,467 (9)	2,891 (16)	169 (2)
2011	1,085 (10)	2,868 (16)	209 (2)
2012	1,566 (10)	2,845 (10)	87 (2)
2013	1,236 (11)	3,152 (17)	204 (2)
2014	2,413 (10)	3,106 (15)	243 (2)
2015	2,594 (9)	3,168 (17)	266 (2)
2016	2,225 (10)	2,777 (17)	195 (2)
2017	2,721 (10)	1,662 (15)	275 (2)
2018	1,403 (9)	1,980 (16)	78 (2)
2019	2,703 (9)	2,309 (15)	159 (2)

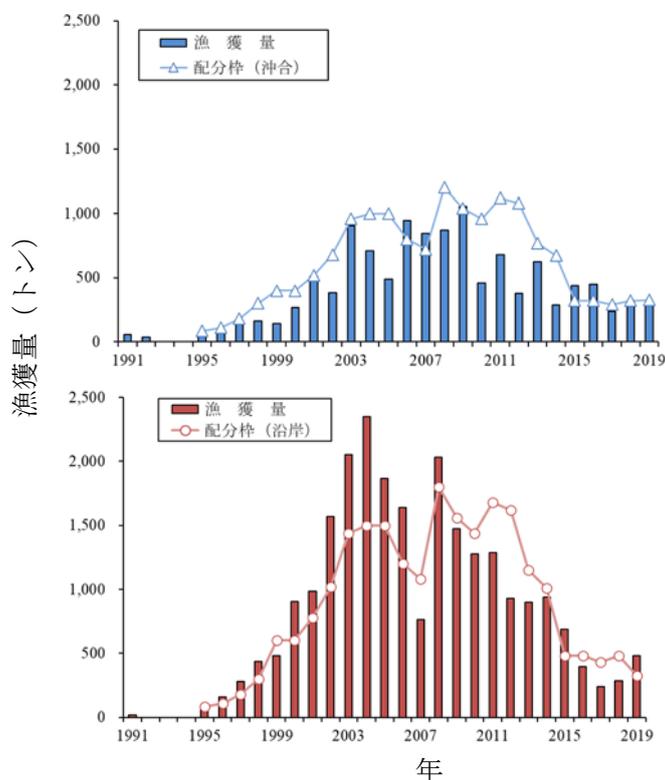
2019 年は暫定値である。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 秋田県におけるハタハタ漁獲量

秋田県の漁獲量の推移を補足図 2-1 に示す（秋田県水産振興センター 2020）。1996 年以降、秋田県のハタハタ漁獲量は日本海北部における漁獲量の 4～6 割を占める。秋田県では、県内のハタハタ全面禁漁が解かれた 1995 年から、資源予測に基づき漁業者が漁獲枠を設定し、沖合漁（主に沖合底びき網 1 そうびき）と沿岸漁（主に小型定置網）にそれぞれ配分している（Makino 2011）。沖合漁による漁獲量は 2010 年以降 280～680 トンの範囲で推移し、2019 年では 325 トンだった。沿岸漁による漁獲量は 2009～2017 年に減少したが、2018 年より増加して 2019 年には 479 トンと 3 年振りに配分枠を上回る漁獲となった。ただし、2019 年の沿岸漁では漁場の偏りが大きく、男鹿半島南部では漁獲量が低迷した（秋田県水産振興センター 2020）。



補足図 2-1. 秋田県の沖合漁（上図）・沿岸漁（下図）によるハタハタ漁獲量

縦軸は漁獲量（トン）、横軸は年を示す。1997 年以降は管理漁期（9 月～翌年 6 月）の集計値である。

引用文献

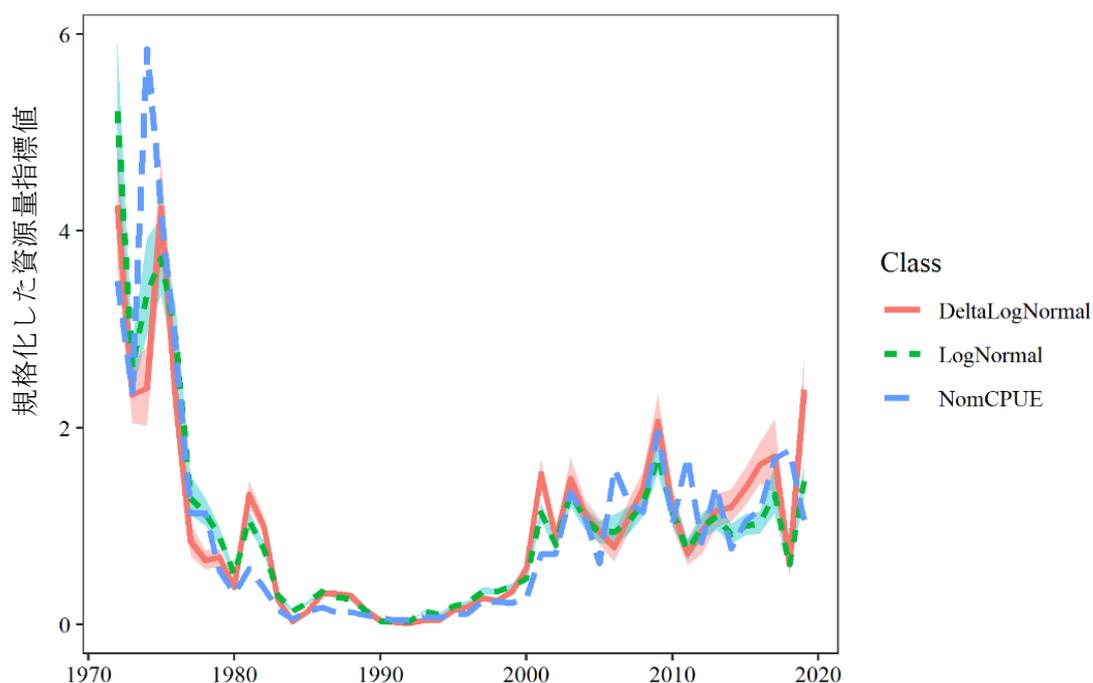
秋田県水産振興センター（2020）令和元年漁期ハタハタ資源対策協議会資料。令和元年度ハタハタ資源対策協議会資料, 8 pp.

<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/45638> (美の国あきたネット秋田県公式サイト, 2020 年 6 月 16 日)

Makino, M. (2011) Fisheries management in coastal areas. In: Fisheries management in Japan. Springer Science & Business Media, New York, pp. 63-82.

補足資料3 沖底1 そうびきのハタハタ CPUE 標準化の手法

沖底1 そうびきのハタハタ CPUE（一網当たりの漁獲量）の標準化を行った。1972～2019年沖底1 そうびきの漁獲成績報告書に基づき、緯度経度10分漁区解像度の日別・漁船別漁獲量と網数をデータとして用いた。データセットの内ゼロキャッチが6割以上を占めることから、CPUE 標準化には Delta-lognormal generalized linear model (Lo et al. 1992) を用いた。これは有漁となる確率を予測するモデルと有漁となる場合の対数 CPUE（自然対数）を予測するモデルの2つを別々に解析する方法である。モデルの誤差構造として、前者では二項分布、後者では正規分布を用いた。フルモデルの説明変数として、有漁確率モデルでは年・月・県コード・小海区・年：月・小海区：月を設定した（：は交互作用項を示す）。有漁時 CPUE モデルでは、前述の説明変数に狙い効果（累積漁獲量の75%を説明するレコードか否か）(Biseau 1998) も加えた。AIC に基づくステップワイズ法によるモデル選択を行った結果、両モデルともにフルモデルがベストモデルとして選択された。有漁確率モデルおよび有漁時 CPUE モデルについて、ベストモデルで選択された説明変数の全ての水準に関する組み合わせで予測値を求めた。両モデルについて予測値の平均値を年ごとに求め、有漁確率モデルではロジスティック変換、有漁時 CPUE モデルでは自然指数とし、両者を乗じた値を標準化 CPUE と定めた（補足図 3-1）。詳細を別途説明文書（文章番号 FRA-SA2020-RC05-102）に示す。



補足図 3-1. 資源評価に使用した標準化 CPUE (DeltaLogNormal)、有漁時 CPUE (LogNormal) およびノミナル CPUE (NomCPUE) の時系列 (95%信頼区間) 各々の平均で割った値を示した。

引用文献

Biseau, A. (1998) Definition of a Directed Fishing Effort in a Mixed-Species Trawl Fishery, and Its Impact on Stock Assessments. *Aqua. Living Res.*, 11, 119-136.

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.

補足資料 4 秋田県定置網漁に関する標準化 CPUE の検討

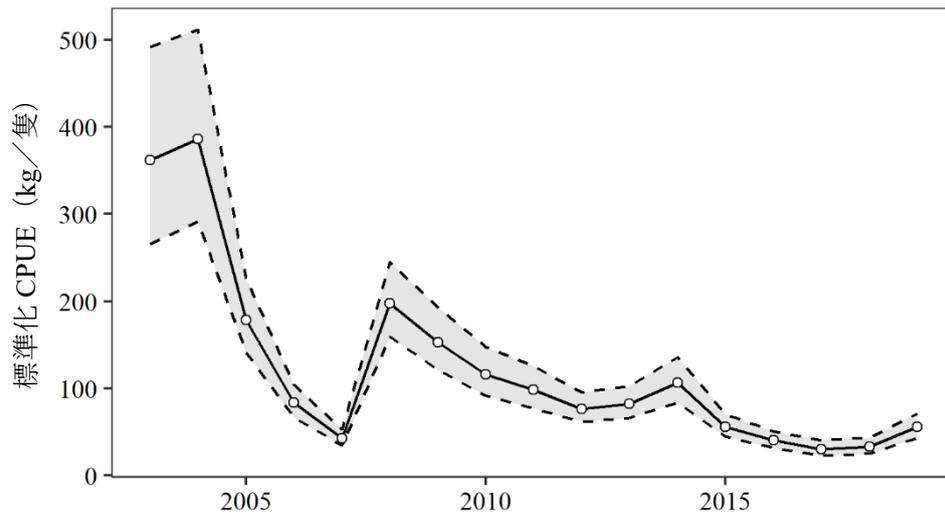
本系群では、底びき網漁の漁獲量が全体のおよそ 5 割を占めているとともに、努力量を考慮した指数（資源密度指数）が長期データに基づき算出可能であることから、沖底の標準化 CPUE を資源量指標値に採用している。その一方で、大産卵場を有する秋田県における定置網漁の漁獲量が全体の 3~4 割を占めており、この漁獲情報も考慮して、より包括的に資源動向を判断する方が望ましい。また、秋田県定置網漁に関しては漁場の善し悪しが年によって異なることが指摘されており（秋田県水産振興センター 2020）、漁場など資源密度以外の影響を取り除いた資源の年トレンドを抽出する必要がある（庄野 2004）。そこで、2003 年以降の秋田県定置網漁の操業情報を入手し（秋田県水産振興センター 私信）、統計モデルを構築して標準化 CPUE を求めた。

以下の式をフルモデルとして設定した。

$$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Season} + \text{FC} + \text{SST} + \text{Year:FC}$$

ここで、CPUE は漁獲量を出漁隻数で割った値、Year は年（2003~2019）、Season は漁獲旬（11 月下旬~1 月中旬）、FC は漁協（北部、北浦、船川、天王、金浦）、SST は男鹿半島の海岸水温（秋田県 HP、<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/2203>）、Year:FC は年と漁協の交互作用を示す。SST を連続変数、それ以外をカテゴリカル変数として扱った。なお、秋田支所（漁協）で漁獲したレコードもあったが、2013 年の漁獲がなかったこと、他の漁協と比べてレコード数が極めて少なかったため解析から除外した。説明変数の有無を変えて Akaike's Information Criterion による総当たりモデル選択を行い、ベストモデルにおける年効果の最小二乗平均（Grafen and Hails 2002）を求め、それを標準化 CPUE とした（庄野 2004）。

モデル選択の結果、フルモデルから SST を除いたものがベストモデルとして選択された。標準化 CPUE（kg/隻）は 2004 年に最高値（387）を示し、その後増減を繰り返しながら減少して 2017 年に最低（30）となった。2018 年より漸増して 2019 年では 55 となった。沖底および定置網の標準化 CPUE について動向を比較すると、2014~2017 年に前者は増加（図 6）した一方で後者は低下しており（補足図 4-1）、両者のトレンドは異なった。この理由として、ハタハタの産卵期前後の分布・移動に特異的变化があったことが推察されている（秋田県水産振興センター 2017）。定置網漁は地域が限定的であるとともに受動的漁法であることから、このような事は時折生じると考えられる。定置網漁の漁獲努力量を正確に把握することは非常に困難な状況にあり、今後、データの扱い方等も含めてさらに検討する必要がある。



補足図 4-1. 2003～2019 年秋田県定置網漁の標準化 CPUE と 95%信頼区間

引用文献

秋田県水産振興センター (2017) 平成 28 年度第 3 回ハタハタ資源対策協議会資料. 平成 28 年度ハタハタ資源対策協議会資料, 12 pp.

秋田県水産振興センター (2020) 令和元年漁期ハタハタ資源対策協議会資料. 令和元年度ハタハタ資源対策協議会資料, 8 pp.

<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/45638> (美の国あきたネット秋田県公式サイト. 2020 年 6 月 16 日)

Grafen, A., R. Hails (2002) Modern statistics for the life sciences. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.

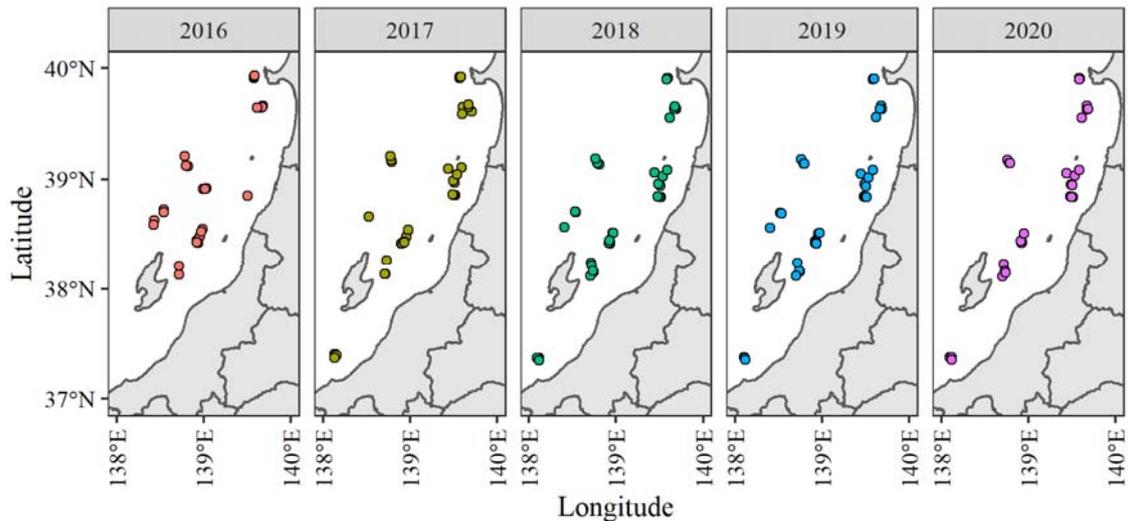
庄野 宏 (2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチ. 水産海洋研究, **68**, 106-120.

補足資料 5 大型桁網調査による資源量推定の試み

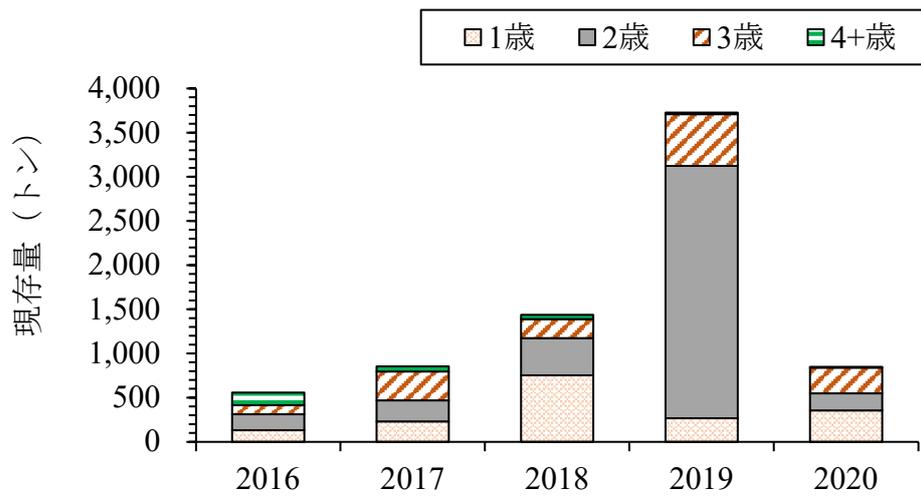
水産資源研究所 水産資源研究センターでは 2016～2020 年 7～8 月に秋田県から新潟県の沿岸において大型桁網（網幅 6.8 m、網高 1.0 m、袋網目合 20 mm）を用いた底魚類の採集調査を実施している（日本海北部底魚資源調査、2016～2017 年はみずほ丸、2018 年以降は天鷹丸を使用）。このうち水深 200～500 m の定点（補足図 5-1）における採集データを基にハタハタの現存量を推定した。

採集したハタハタの年齢を標準体長に基づき便宜的に定めた（0 歳：90 mm 未満、1 歳：90～140 mm、2 歳：140～170 mm、3 歳：170～200 mm、4 歳：200 mm 以上）。曳網距離に網幅を乗じた曳網面積により、各曳網回の採集数を分布密度に換算した。採集効率を 0.3 と仮定した。そして、農林統計の小海区（男鹿南、新潟沖）ごとに水深帯 200～300 m、300～400 m、400～500 m を設けて計 6 つに層化し、面積密度法により現存量を推定した。

ハタハタの現存量は 2016～2019 年にかけて 1～2 歳魚を中心に増加したと推定された（補足図 5-2）。2019 年では前年に比べて 1 歳魚は減少するものの 2 歳魚の増加が著しく、全体として現存量は前年に比べて大きく増加した（補足図 5-2）。一方、2020 年では 2 歳魚を中心に大きく減少し、2020 年の現存量は前年に比べて減少したと考えられた。



補足図 5-1. 桁網調査定点（2016～2020 年）



補足図 5-2. 桁網調査に基づくハタハタ年齢別現存量