FRA-SA2020-RC04-3

令和２（2020）年度ヒラメ太平洋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
水産資源研究所　管理部門
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産資源研究所、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場

要　　　約

本系群の資源量は、南部海域（宮城県、福島県、茨城県）の漁期年（7 月～翌年 6 月）の年齢別漁獲尾数のデータを基に VPA によって推定した。本系群は 1 歳で漁獲加入するため、年級群の発生量は各年の漁獲量と資源量に強く影響する。2005 年、2007 年、2010 年に生まれた各年級群の豊度が南部海域で高かったため、2006 年漁期以降の資源量は増加した。さらに東日本大震災の影響で 2011 年漁期（2011 年 7 月～2012 年 6 月）以降の漁獲圧が低下し、生残した個体が成長したことによって 2011 年漁期以降の親魚量が急増して高位水準となった。本系群は他の系群同様、種苗放流が盛んに行われており、2019 年は 3,936 千尾が放流されている。推定した親魚量を指標値とし、Blimit（親魚量 1,688 トン）を低位と中位の境界、1990 年以降の最大親魚量である 9,038 トンと Blimit の中間（5,363 トン）を中位と高位の境界とすると、2018 年漁期（2018 年 7 月～2019 年 6 月）の資源水準（5,809 トン）は「高位」と判断され、直近 5 年間（2014～2018 年漁期）の親魚量の推移から動向は「減少」と判断された。資源水準が高位であることから、ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)より、加入量水準を維持するとともに現状の資源を有効利用することを管理目標として、Flimit に Fmax、Ftarget に 0.8 × Fmax を用いて 2021 年漁期の ABC を算出した。

管理基準	Target/ Limit	2021 年漁期 ABC（トン）	漁獲割合 (%)	F 値（現状の F 値からの増減%）
Fmax	Target	2,020	21	0.27（－30%）
	Limit	2,450	26	0.34（－13%）

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増大または維持が期待される漁獲量である。現状の F 値は 2015～2017 年漁期の雌雄各年齢の平均値（0.39）である。2021 年漁期は 2021 年 7 月～2022 年 6 月、漁獲割合は 2021 年漁期の漁獲量／資源量である。ABCtarget＝α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F 値は雌雄各年齢の平均値である。ABC は 10 トン未満を四捨五入した。

漁期年	資源量（トン）	親魚量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合（%）
2016	9,860	7,536	2,552	0.38	26
2017	8,842	6,989	2,572	0.43	29
2018	8,458	5,809	2,180	0.39	26
2019	8,844	5,359	2,320	0.39	26
2020	9,183	6,144	2,441	0.39	27
2021	9,468	6,429	－	－	－

漁期年は 7 月～翌年 6 月。親魚量は雌雄の成魚の重量である。
2019 年、2020 年、2021 年漁期の値は将来予測に基づいた推定値である。
F 値は雌雄各年齢の平均値である。

水準：高位　　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
雌雄別年齢別漁獲尾数（南部）	月別全長組成 ・市場調査（宮城県、福島県、茨城県） age-length key（2003 年以降、年 2 回逐次作成） ・生物測定（水研、宮城県、福島県、茨城県） 成長曲線、全長－体重関係 ・生物測定（水研、宮城県、福島県、茨城県） 漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省）
混入率	市場調査（青森～茨城（5）県）
自然死亡係数	雄 0.25、雌 0.21（寿命より推定、田中 1960）
以下、参考にした情報 雌雄別年齢別漁獲尾数（北部）	 青森県市場水揚げ伝票（青森県） 月別全長組成（岩手県） プール age-weight key；プール age-銘柄 key（北部海域） ・生物測定（水研、青森県、岩手県） 成長曲線、全長－体重関係（北部海域） ・生物測定（水研、青森県、岩手県）
2019 年級群の加入量	加入量水準の指標 ・新規加入量調査（水研、青森～茨城（5）県）
成熟率	・生物測定（水研）

1. まえがき

ヒラメは日本沿岸のほぼ全域に分布している。東北地方太平洋沖（青森県～茨城県、以下、「東北海域」という）では、重要な沿岸漁業資源の一つであり、主に刺し網、定置網、小型底びき網、沖合底びき網漁業で漁獲されている。1990 年代より全長 30 cm 以上（一部地域では 35 cm 以上）の漁獲規制が実施されている。

ヒラメ太平洋北部系群の漁獲量は 10～20 年の間隔で増減を繰り返している。近年では、2004 年漁期の漁獲量が大きく低下した後、増加に転じ、2007～2010 年漁期は高い水準となった。2011 年 3 月の東日本大震災（以下、「震災」という）に伴う漁獲努力量の低下の影響で、2011 年と 2012 年漁期の漁獲量は大幅に低下したが、2013 年漁期以降は高い水準に回復した。なお、太平洋北部系群では 10 年に 1、2 回程度の頻度で豊度の高い年級群が発生することが報告されている（渡邉・藤田 2000、Kurita et al. 2018）。

ヒラメは代表的な種苗放流対象魚種である。東北海域においても 1990 年代から震災後の数年を除き、ヒラメの種苗放流が盛んに行われている。ヒラメの資源動態に及ぼす放流の影響について生態学的な知見は蓄積されつつあるが（藤田ほか 1993、岩本ほか 1998）、未だ不明な点も多い。今後、資源解析的な手法を併用して、放流効果ならびに天然資源に及ぼす影響を明らかにする必要がある。

2. 生態

（1）分布・回遊

東北海域におけるヒラメは、主に水深 30～150 m 以浅の陸棚域に分布する（図 1）。産卵期には、水深 20～50 m 以浅の粗砂および砂礫地帯に移動し、孵化仔魚は、水温 16℃では約 40 日間、水温 19℃では約 30 日間の浮遊生活を送った後に変態し、着底する（Seikai et al. 1986）。着底した稚魚は、水深 15 m 以浅の砂または砂泥域で過ごし、全長 10 cm 以上になると次第に深所に移動する（Kurita et al. 2018）。

岩手県沿岸は陸棚域が狭く、本種の漁獲量は他県に比べて相対的に少ない（表 1）。また、岩手県中～南部沿岸は親潮第 1 分枝の影響を強く受けるため比較的低水温であり、ヒラメの南北交流の障壁になっている可能性がある。標識放流の結果では、岩手県や青森県沿岸で放流された個体は北に移動する傾向が強く（石戸 1990、後藤・佐々木 2015）、宮城県や茨城県沿岸で放流された個体は逆に放流地点よりも南で再捕される傾向がある（二平ほか 1988）。

（2）年齢・成長

満 1 歳時の全長は雌雄同程度であるが、2 歳以上では雌の成長が雄を上回るため、同齢でも雌の方が大型となる。青森県～岩手県および宮城県～茨城県（Yoneda et al. 2007、図 2）の成長および全長－体重関係式（Yoneda et al.（2007）で使用した標本から計算）は次項のとおりである。なお、本事業により東北海域で採集された個体の最高年齢は、雌は 13 歳、雄は 12 歳であった。

①成長式

A．青森～岩手

♀　$TL = 107.2(1\text{-}\exp^{(-0.10(t+2.13))})$

♂　$TL = 61.9(1\text{-}\exp^{(-0.21(t+1.87))})$

B．宮城～茨城

♀　$TL = 99.2(1\text{-}\exp^{(-0.19(t+0.96))})$

♂　$TL = 88.3(1\text{-}\exp^{(-0.14(t+1.94))})$

②全長－体重関係

A．青森～岩手

♀　$BW = 7.16 \times 10^{-3} \times TL^{3.11}$

♂　$BW = 5.87 \times 10^{-3} \times TL^{3.16}$

B．宮城～茨城

♀　$BW = 5.56 \times 10^{-3} \times TL^{3.18}$

♂　$BW = 6.99 \times 10^{-3} \times TL^{3.12}$

TL は全長（cm）、BW は体重（g）、t は年齢である。年齢の起算日を 7 月 1 日とした。

（3）成熟・産卵

東北海域北部における最小成熟サイズと年齢は、雄では全長 35 cm で満 2 歳以上、雌では全長 44 cm で満 3 歳以上である（北川ほか 1994）。東北海域南部では、雌の最小成熟全長は 42 cm で、満 2 歳のごく一部が産卵に加わる（茨城県水産試験場 1975）。2 歳で産卵する割合は年によって変動する。雄の最小成熟全長は 30 cm で、2 歳で全ての個体が成熟する。本評価報告書では年齢別成熟率（図 3）をもとに、雄の 2 歳以上および雌の 3 歳以上の資源量の合計を親魚量として計算した。

本種の産卵は、数十回にわけて行われる多回産卵である（竹野ほか 1999、Kurita 2012）。飼育下では 2 ヶ月以上にわたってほぼ毎日産卵を行う（平野・山本 1992）。卵は分離浮遊卵で、水温 15℃では約 60 時間、水温 20℃では約 35 時間で孵化する（安永 1988）。

仙台湾から常磐海区における産卵期は 5～9 月で、6～8 月が産卵盛期である。そこで本系群では、生活周期に合わせて産卵期に年齢が加算されることとし、漁期年（7 月～翌年 6 月）単位で資料をとりまとめて資源解析を実施した。

（4）被捕食関係

着底後の稚魚は甲殻類のアミ類を主に捕食するが、全長 10 cm 以上になると、主にカタクチイワシやマイワシ、イカナゴを中心とした魚類を捕食するようになる。一方、被食については、着底直後のヒラメがエビジャコ類に被食され、着底後 1～2 ヶ月のヒラメが、1～2 歳のヒラメを含む大型魚類に被食されることが報告されている（古田 1998）。また、仙台湾・常磐海区において、ヒラメ高齢魚、クサウオ、コモンカスベ、ガザミなどに放流稚魚が被食される（Tomiyama et al. 2009）ものの、天然稚魚の被食例は稀であるとの報告もある（Tomiyama et al. 2009、Kurita et al. 2018）。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

東北海域のヒラメは、沖合底びき網・小型底びき網・刺網・定置網等によって漁獲されている（表 2）。漁業は周年行われており、漁獲量は 1 歳魚が漁業に新規加入する秋に増加する。近年、資源の保護・管理を目的として、漁具漁法、目合制限、操業時期などのさまざまな規制措置が行われている。また、小型魚の保護を目的にして各県において漁獲対象魚の水揚げの全長制限（30 cm 以上、一部地域では 35 cm 以上）が実施されており、特に福島県では、試験操業の開始以降、全長 50 cm 以上に漁獲を制限している。

（2）漁獲量の推移

東北海域における暦年集計の漁獲量は、10 年程度の周期的な変動をしている（図 4、表 1）。1980 年代後半から 1990 年代前半の漁獲量は 1,000 トン前後であった。その後は増加し、2003～2005 年と、震災に伴う漁獲努力量の大幅な減少の影響による 2011 年、2012 年を除き、概ね 2,000 トン以上を維持している。漁獲努力量が回復した 2014 年と 2015 年の漁獲量は 3,000 トンを超えたものの、その後減少し、2016～2019 年は 2,200～2,400 トンで推移している。2019 年の漁獲量は 2,298 トンであり、前年（2,189 トン）よりわずかに増加した。2016 年以降、各県における漁獲量の推移は、青森県、岩手県、茨城県では減少、福島県では増加しており、宮城県では増減を繰り返している。福島県の漁獲量は、2016 年 6 月に原子力災害対策特別措置法第 20 条第 2 項の規定に基づく出荷制限の解除が指示されて以降、増加している。2019 年の福島県の漁獲量は、震災前の 2010 年と比較して 74%まで回復した。漁期年で集計した漁獲量の推移も暦年の漁獲量の推移と同様に 10 年程度の周期的な変動をしており、2013～2015 年漁期に約 3,000 トンに達したものの、2016 年、2017 年漁期は 2,500 トン台に減少し、2018 年漁期は 2,187 トンであった（表 3）。

漁獲量の長期的な変動傾向は青森県～茨城県の各県とも概ね同調していたが、2013 年以降、海域によって傾向が異なっていた。南部（宮城県、福島県、茨城県）では、震災後に宮城県を中心に漁獲量が急増しているのに対し、北部（青森県、岩手県）では増加が見らない（図 5）。2000 年代までは南部と北部の漁獲量がほぼ同等であったが、2013 年以降は南部の漁獲量が系群全体の漁獲量の 70%前後を占めていた。

（3）漁獲物の体長・年齢組成

2017 年漁期および 2018 年漁期の岩手県・宮城県・福島県・茨城県において漁獲されたヒラメの全長組成を、漁期前半（7～12 月）と漁期後半（1～6 月）に分けて図示した（図 6）。全長のモードは各県によって異なるものの、茨城県を除き、2017 年漁期と 2018 年漁期ならびに漁期前半と漁期後半で概ね類似していた。岩手県では 30 cm 台と 40 cm 台にモードを有する二峰型を呈していた。宮城県では 30 cm 台と 40 cm 台にモードを、福島県では 50 cm 台と 60 cm 台前半にモードを有する二峰型であった。茨城県では、漁期年によってモードが異なり、漁期前半では、2017 年漁期の 40 cm 台から 2018 年漁期の 30 cm 台に低下していた。漁期後半についても、モードは 2017 年漁期の 50 cm 前半から 2018 年漁期の 30 cm 後半に低下していた。また、岩手県、宮城県および茨城県では、2017 年漁期から 2018 年漁期にかけて、全長 50 cm 以上の大型魚の漁獲尾数が減少していた（図 6）。例え

ば、宮城県の 2017 年漁期の前半、全長 50 cm 以上は約 130 千尾漁獲されていたが、2018 年漁期の前半では、約 38 千尾であった。一方、福島県では、そのような傾向は見られなかった。宮城県および茨城県において漁獲されたヒラメの年齢組成は、尾数、重量ともに全長 50 cm 以下の 1～2 歳が主体であった。一方、福島では全長 50 cm 以上の 3～5+歳が主体であった。福島県と他 3 県の全長組成の違いは、漁獲物の全長制限の違い（福島県: 全長 50 cm 以上、他県: 全長 30 cm あるいは 35 cm 以上）であると考えられる。

年齢別の漁獲量ならびに漁獲尾数の推移を見ると、東北海域におけるヒラメの年齢組成は震災前後で大きく変化していた（図 7、図 8）。1990～2012 年漁期までの漁獲量は、1 歳および 2 歳が全体の約 5～8 割を占めていた。2013 年漁期は 3 歳魚の割合が急増し、全体の約 6 割を占めた。2014～2018 年漁期の漁獲量は、3～5+歳が全体の約 7 割を占め、震災以降、3 歳以上の高齢魚が大半を占める年齢構造に変化していた。

（4）漁獲努力量

東北海域では漁業の多様性と操業形態の地域差により、全体の漁獲努力量の把握が困難である。参考として、金華山～房総海区のおけるオッタートロールの有漁網数（ヒラメが漁獲された操業日の網数）の推移を図 9 に示した。

有漁網数の推移は海区によって異なっていた。金華山海区の有漁網数は 1990 年代に増加し、2000 年漁期以降、概ね年間 5 千網前後で推移していた。常磐海区では、1980 年代半ばまでは年間 5 千網前後であったが、その後増加し、1995～2010 年漁期までは年間 2 万網を超えた。しかし、2011 年漁期以降は震災の影響で大きく減少し、年間 5 千網未満となっている。房総海区では、1970 年代は 1978 年漁期を除き、年間 1 万 5 千～2 万網であったが、その後減少し、2000 年漁期以降は年間 5 千網前後であった。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

南部海域（宮城県・福島県・茨城県）の雌雄・年齢別の漁獲尾数を引き延ばして系群全体の雌雄・年齢別漁獲尾数を推定するとともに、VPA によって資源量を推定した（補足資料 1、2）。解析は漁期年（7 月～翌年 6 月）単位で実施し、1990～2018 年漁期を対象とした。1990～2018 年漁期の漁獲量は表 3 の通りである。2018 年漁期の最近年の F 値については、近年（2015 年漁期以降）の稼働率（震災前 2009 年漁期を基準とした、宮城県・福島県・茨城県における操業隻数と操業期間から算出した稼働率）が安定（0.42、0.44、0.44）してきたことから（栗田ほか 2018）、木所ほか（2020）に従い、2018 年漁期を除く直近 3 年間（2015～2017 年漁期）の平均値を用いた。

（2）資源量指標値の推移

金華山～房総海区におけるオッタートロールの CPUE（漁獲量/有漁網数）を漁期年ごとの平均値（以下、「平均 CPUE」という）で示した（図 10）。平均 CPUE は、1985～1986 年漁期を除き、1990 年代前半まで数 kg/網程度の低い値で推移していた。その後、2000 年代半ば以降に上昇し、2011 年以降は各海区とも 20 kg/網を超えた。2013 年漁期までの平均 CPUE は、どの海区でも上昇したが、金華山、房総海区では 2013 年漁期（40 kg/網前後）

をピークに低下し、常磐海区では 2015 年漁期（70 kg/網前後）をピークに低下した。常磐海区における 2018 年漁期（36.7 kg/網）の平均 CPUE は、震災前の 2010 年漁期（12.1 kg/網）よりも高い値であったが、金華山、房総海区の 2018 年漁期（金華山: 7.1 kg/網、房総: 15.9 kg/網）の平均 CPUE は、震災前（2010 年漁期、金華山: 6.5 kg/網、房総: 14.7 kg/網）と同程度まで低下した。

資源量の指標値として、1990 年漁期以降のオッタートロールの標準化 CPUE（標準化 CPUE の計算方法は補足資料 3 参照）を 1990～2018 年漁期の平均比として図 11 に示す。平均 CPUE と同様に、標準化 CPUE は 2011 年漁期以降に急上昇し、2012～2017 年漁期は概ね平均比 2 倍以上になっていた。2018 年漁期の標準化 CPUE は前年より低下し、平均比 1.3 倍であった。1990～2018 年漁期の標準化 CPUE と平均 CPUE の経年変化を比較すると、1990～2000 年代半ばにかけて、標準化 CPUE は平均 CPUE よりもやや高い傾向にあったが、2011 年漁期以降、標準化 CPUE は平均 CPUE よりも低い傾向となっていた。

（3）資源量と漁獲割合の推移

VPA で推定した資源量と資源尾数を図 12、図 13 と表 4 に示した。資源量は、1990 年代前半は 2,000 トン前後であったが、1995～2002 年漁期は 4,000 トン前後に増加した。2003 年と 2004 年漁期の資源量は 3,000 トン以下に減少したものの、2005 年漁期以降、再び増加し、2006～2010 年漁期は 5,000 トン前後となった。2011～2013 年漁期は資源量がさらに急増し、2013 年漁期には 1 万トンを超えた。その後、資源量は減少傾向となり、2018 年漁期の資源量は 8,458 トンと推定された。なお、親魚量（雌の 3 歳以上の資源量と雄の 2 歳以上の資源量の合計）も資源量同様、2012 年と 2013 年漁期に急増し、2013 年漁期の親魚量は 9,038 トンに達した（図 14、表 4）。2018 年漁期の親魚量は 5,809 トンと推定され、2014 年漁期以降、減少傾向となっている。

加入尾数（1 歳魚の天然加入尾数）の経年変化は調査開始以降、増減を繰り返していた（図 15、表 4）。1994 年、1995 年、1999 年、さらに、2005 年、2007 年、2010 年に生まれた群（年級群）が多かったことから、1990 年代後半から 2000 年代初めと 2006 年漁期以降の資源量が増加した。2010 年漁期以降は、2010 年級群の加入尾数が多かったことに加え、震災による漁獲努力量の減少によって小型魚を中心に生残率が高まり、2011 年以降に資源量と親魚量が急増した。

VPA による推定結果に与える仮定値の感度分析として、資源量推定の際に仮定した自然死亡係数（M）が資源量、産卵親魚量、加入尾数に及ぼす影響を図 16 に示す。資源量については、M の推定値を 1.5 倍にした場合、推定値は 116～154%に増加し、0.5 倍にした場合、推定値は 72～88%に減少した。なお、自然死亡係数による推定値への影響は、高齢魚の割合が高い近年ほど大きい傾向があった。

1990 年以降の推定資源量と漁獲量から計算した漁獲割合は、震災前の 1990～2010 年漁期は 40～53%で推移していたが、震災直後の 2011～2012 年漁期は 18%に低下した。2013～2018 年漁期の漁獲割合は 26～29%であり、震災前の約半分の水準となっていた（図 12、図 13、表 4）。

F 値の経年変化は、雌雄とも年齢によって大きく異なっていた（図 17）。雌雄の平均値で見ると、震災前は 0.53～0.97 の範囲であったが、2011 年漁期に 0.37、2012 年漁期には 0.20

に大きく低下した。2013～2018 年漁期も 0.32～0.43 の範囲にあり、震災前の水準と比較して低い値となっていた（図 18）。雌雄別の平均 F 値は、1994 年漁期を除き、雄の方が高かった。

（4）再生産関係

親魚量と加入尾数（天然）の間に明瞭な相関関係は認められなかった（図 19）。VPA で推定した加入尾数（天然＋放流）と各年の混入率（漁獲量に占める放流魚の割合、表 5）から、天然の加入尾数を加入尾数×（1 − 混入率）として計算し、当年の親魚量（雌の 3 歳以上の資源量と雄の 2 歳以上の資源量の合計）と翌年 1 歳の天然加入尾数との関係より天然加入魚の再生産成功率を求めた。天然魚の再生産成功率（翌年 1 歳における天然の加入尾数/当年の親魚量）は、親魚量が急増する 2012 年漁期以前は、1994 年（3.95 尾/kg）、1995 年（3.42 尾/kg）、2005 年（4.69 尾/kg）の各年級群で高い値を示した（図 20）ものの、これらの漁期年以外の再生産成功率は、0.56～2.28 尾/kg の範囲（平均 1.43 尾/kg）であった。2013～2016 年漁期の再生産成功率は、低い値（0.27～0.33 尾/kg）で安定していた。最新年（2017 年漁期）の再生産成功率はやや上昇し、0.48 尾/kg となった。

放流魚は、中川（2010）の無眼側黒化判定基準に従い判定された。漁期年の混入率は、暦年で得られた混入率を用いて、漁期前半（7～12 月）と漁期後半（翌年 1～6 月）の漁獲量比率で重み付けした後、2005 年以降の黒化個体率の全国平均値（70%）で補正した値を用いた。2004 年漁期以前の混入率のデータは未整理であるため、2005～2011 年漁期の平均値（11.5%）として計算した。

（5）Blimit の設定

Blimit は、Myers et al.（1994）を参考に、上述の再生産関係を用いて、高い再生産成功率があった場合に高い加入量が期待できる親魚量（1,688 トン）として設定した（図 19）。評価年の予測親魚量がこの値を下回った場合、次年の ABC は資源回復措置を考慮して算定することとする。

2018 年漁期の親魚量は 5,809 トンと推定され、Blimit を上回った。

（6）資源の水準・動向

資源の水準は、親魚量を指標値として、1990 年以降の最大親魚量である 9,038 トン（2013 年漁期）と Blimit の中間（5,363 トン）を高位と中位の境界とし、Blimit（親魚量 1,688 トン）を中位と低位の境界とした（図 14）。さらに、2018 年漁期の親魚量は 5,809 トンであったことから、中・高位の境界を上回っており、高位水準と判断された。2010 年級群が多かったことと漁獲圧の低下によって、親魚量は 2012～2013 年漁期にかけて急速に増加した。しかし、2010 年級群の生残数の減少に伴い 2014～2018 年漁期の親魚量は 8,550 トンから 5,809 トンに年々減少している。そこで動向は減少傾向と判断した。

（7）今後の加入量の見積もり

東北海域におけるヒラメは 1990 年代から各県において種苗放流が盛んに行われており、天然親魚の再生産由来のヒラメに混じって放流個体も漁獲される。そこで、今後の加入量

は、天然親魚由来の加入と、種苗放流由来の加入に分けて見積もった。

ヒラメ太平洋北部系群は、10 年に 1～2 回程度の頻度で豊度の高い年級群が発生するものの、親魚量と加入尾数（天然）の関係が不明瞭であり、親魚量が多いほど加入尾数（天然）が増加する傾向は認められなかった（図 19）。また、震災以降、親魚量は 2013 漁期年をピークに約 9 千トンから約 5 千トンに変動しているが、加入尾数（天然）は約 2～3 千尾で安定しているほか、新規加入量調査の結果においても近年の加入尾数は比較的高い水準で安定している（補足資料 4）。そこで、天然親魚由来の加入量の見積もりについては、豊度の高い年級群が発生する可能性に加えて、近年の水準で安定的に加入されることを想定し、過去 10 年間の平均加入尾数（雌：1,420 千尾、雄 1,567 千尾）で一定とした。

一方、種苗放流による加入尾数は、放流尾数と 1 歳魚として加入するまでの生残率（添加効率）によって予測される。福島県の年齢別混入率を基に推定された 1998～2006 年の添加効率は、年変動が大きいものの（5.1～22.0%）、平均 10.5%であった（表 6）。また、本系群の 2019 年の種苗放流数は 3,936 千尾、2005～2018 年の添加効率の平均は 12.3%であった。そこで、種苗放流由来の加入量の見積もりについては、今後も同数程度が放流され、放流数の 10%（添加効率）のヒラメが生残して加入すると仮定した（394 千尾で一定、雌雄同比率で配分）。以上の天然加入と種苗放流による加入尾数を基に、2021 年の ABC の算定および将来予測を行った。

（8）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

各生物学的管理基準値（Fmax、F30%SPR）を、現状の漁獲係数（2015～2017 年漁期平均、以下、$F_{2015\text{-}2017}$ と記載する）および震災前の漁獲係数（2007～2009 年漁期平均、以下、$F_{2007\text{-}2009}$ と記載する）と比較した（図 21）。ここで、選択率は近年（2015～2017 年漁期平均）の値を用いた。

Fmax の F 値は 0.34、F30%SPR は 0.29 であり、$F_{2015\text{-}2017}$（F 値: 0.39）はそれぞれ 115%、136%であった。$F_{2015\text{-}2017}$ は、加入 1 尾あたりの漁獲量を最大にする漁獲係数（Fmax）に近いと判断される。また、$F_{2015\text{-}2017}$ は、2007～2009 年漁期の F 値（0.69）の 57%であり、震災前と比較して漁獲圧が約半分に低下していた。なお、近年の漁獲係数は F22%SPR に相当することから、漁獲がない場合と比較して、親魚量を 22%の水準に下げる漁獲圧となっている。

震災前の 2007～2009 年漁期の F 値の平均（$F_{2007\text{-}2009}$）、2015～2017 年漁期の F 値の平均（$F_{2015\text{-}2017}$）、F30%SPR の各 F 値で漁獲した場合の将来予測（資源量と漁獲量の変化）を図 22 に示した（F 値は雌雄の平均値）。$F_{2007\text{-}2009}$＝0.69、$F_{2015\text{-}2017}$＝0.39、F30%SPR＝0.29 である。0.8Fmax と F30%SPR で漁獲した場合、資源量は増加することが期待されるのに対し、Fmax および $F_{2015\text{-}2017}$ ではほぼ横ばいとなった。$F_{2007\text{-}2009}$ で漁獲した場合、漁獲量が一時的に増加するものの、資源量は急速に減少すると予測された。

（9）種苗放流効果

2012 年漁期以前は混入率が 10%前後であり、漁獲されるヒラメの約 1 割が放流魚であった（表 5）。しかし、その後低下し、2015 年漁期以降は 5%以下、2018 漁期年は 3.3%まで低下した。混入率が低下した要因として、震災の影響による種苗放流数の減少（表 7）が

想定される。しかし、資源が減少し、天然魚の加入尾数が少なかった年が続いた後の混入率は高く、2005 年漁期の混入率は 15.8%となっていた（表 5)。種苗放流の効果は、資源量が少ない時に、より強いと推察される。

放流尾数と添加効率（加入までの生残率）の関係について、岩手県沿岸域においては、着底から漁獲加入までに密度依存的な個体数調節作用が働く可能性が示唆されている（後藤 2006)。その一方で、ヒラメ稚魚の放流場所における環境収容力（栗田 2006）は、東北地方の太平洋沿岸域においては余力があり（Yamashita et al. 2017)、稚魚の成育場において密度依存的な死亡は生じないことが示唆されている。放流尾数と加入尾数の関係については、天然魚と放流魚の稚魚期から漁獲加入までの相互作用および生育場から沖合に移動したあとの生残過程に関する研究と、更なるデータ蓄積が必要である。

5. 2021 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

ヒラメ太平洋北部系群の資源量は、2010 年級群の加入尾数が多かったことと震災による漁獲努力量の減少により、2013 年漁期には 1 万トン以上に達した。しかし、その後、減少傾向となり、2018 年漁期の資源量は 8,458 トンと推定された。漁獲割合は、2010 年漁期以前は 40～53%で推移していたが、震災後は低下し（2011～2012 年漁期は 18%)、近年は震災前の約半分の水準（2013～2018 年漁期は 26～29%）となっている。近年の比較的安定した加入と漁獲割合の低下によって、2018 年漁期の親魚量（5,809 トン）は高水準を維持しているものの、2010 年級群の生残数が少なくなったこと、さらに大型個体の減少によって資源量が減少傾向にあることから、これ以上、親魚量を減少させないことが重要である。

（2）ABC の算定

ヒラメ太平洋北部系群の資源量は減少傾向にあるものの、親魚量が高位水準に維持され、Blimit を上回っている。そこで、ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)を適用し、加入量水準を維持するとともに、現状の資源を有効利用することを管理目標として、Flimit を Fmax、Ftarget を 0.8 × Flimit を管理基準に用い、ABC を算定した。なお、資源量の解析では漁期年（7 月～翌年 6 月）を対象として計算しているため、2021 年の ABC は漁期年（2021 年 7 月～2022 年 6 月）を対象に算定した。

ABC 対象年（2021 年漁期）の資源量は、2018 年漁期以降の 1 歳の加入尾数を天然加入（雌 1,420 千尾、雄 1,567 千尾)、種苗放流による加入（394 千尾）を共に一定として与え、2019 年漁期、2020 年漁期に 2015～2017 年漁期の平均 F 値（雌雄、年齢別）で漁獲されるとして予測した。予測された 2021 年漁期の資源量を基に、雌雄それぞれ Flimit（Fmax）および Ftarget（0.8 × Flimit）で漁獲した場合の漁獲量を算出し、雌雄の合計値を 2021 年漁期の ABC として算出した。その結果、2021 年漁期におけるヒラメ太平洋北部系群の資源量は 9,468 トン、2021 年漁期の ABClimit は 2,450 トン、ABCtarget は 2,020 トンであった（ABC は 10 トン未満を四捨五入した)。

管理基準	Target/ Limit	2021 年漁期 ABC（トン）	漁獲割合 (%)	F 値 （現状の F 値からの増減%）
Fmax	Target	2,020	21	0.27 （－30%）
	Limit	2,450	26	0.34 （－13%）

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増大または維持が期待される漁獲量である。現状の F 値は 2015～2017 年漁期の雌雄各年齢の平均値（0.39）である。2021 年漁期は 2021 年 7 月～2022 年 6 月、漁獲割合は 2021 年漁期の漁獲量／資源量である。ABCtarget＝α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F 値は雌雄各年齢の平均値である。ABC は 10 トン未満を四捨五入した。

（3）ABC の評価

管理基準	F 値	漁獲量（トン）							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.8Fmax	0.27	2,320	2,441	2,024	2,242	2,382	2,478	2,539	2,575
F30%SPR	0.29	2,320	2,441	2,118	2,316	2,438	2,518	2,568	2,597
Fmax	0.34	2,320	2,441	2,445	2,552	2,597	2,623	2,636	2,642
$F_{2015\text{-}2017}$	0.39	2,320	2,441	2,731	2,732	2,700	2,675	2,658	2,647
$F_{2007\text{-}2009}$	0.69	2,320	2,441	4,184	3,268	2,787	2,563	2,464	2,424
		資源量（トン）							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.8Fmax	0.27	8,844	9,183	9,468	10,408	11,008	11,424	11,690	11,847
F30%SPR	0.29	8,844	9,183	9,468	10,284	10,777	11,111	11,318	11,437
Fmax	0.34	8,844	9,183	9,468	9,855	10,005	10,087	10,128	10,147
$F_{2015\text{-}2017}$	0.39	8,844	9,183	9,468	9,478	9,359	9,262	9,197	9,158
$F_{2007\text{-}2009}$	0.69	8,844	9,183	9,468	7,562	6,524	6,028	5,809	5,721
		親魚量（トン）							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.8Fmax	0.27	5,359	6,144	6,429	7,339	7,938	8,355	8,621	8,777
F30%SPR	0.29	5,359	6,144	6,429	7,227	7,720	8,053	8,261	8,380
Fmax	0.34	5,359	6,144	6,429	6,840	6,990	7,071	7,112	7,131
$F_{2015\text{-}2017}$	0.39	5,359	6,144	6,429	6,500	6,381	6,284	6,219	6,180
$F_{2007\text{-}2009}$	0.69	5,359	6,144	6,429	4,791	3,753	3,257	3,039	2,951

ABC の評価として、Flimit（＝Fmax）、Ftarget（＝0.8Fmax）に加えて、震災前の 2007～2009 年漁期の F 値の平均（$F_{2007\text{-}2009}$）、2015～2017 年漁期の F 値の平均（$F_{2015\text{-}2017}$）、F30%SPR の各 F 値で漁獲した場合の将来予測（資源量と漁獲量の変化）を図 22 に示した（F 値は雌雄

の平均値)。$F_{2007\text{-}2009}$＝0.69、$F_{2015\text{-}2017}$＝0.39、F30%SPR＝0.29 である。0.8Fmax と F30%SPR で漁獲した場合、資源量は増加することが期待されるのに対し、Fmax および $F_{2015\text{-}2017}$ ではほぼ横ばいとなった。$F_{2007\text{-}2009}$ で漁獲した場合、漁獲量が一時的に増加するものの、資源量は急速に減少すると予測された。現在、資源は高水準であることから、Fmax を管理基準値として資源管理を行うことは妥当であると評価される。

近年、漁獲量の変化が北部と南部では異なっていることに加え、青森県と南部（宮城県、茨城県）における漁獲物の年齢組成は大きく異なっている（栗田ほか 2018)。そこで、海域による漁獲状況の違いが与える影響として、海域別（北部と南部）に資源量を推定し、海域別に管理を行った場合の結果と比較した結果を補足資料 5 に示した。

また、本系群における資源評価はヒラメの生活周期・産卵期を重視し、7～翌 6 月を漁期年とした単位で行っている。一方、ほかのヒラメの各系群では、暦年（1～12 月）を単位として資源評価を行っている。そのため、太平洋北部系群の資源評価に利用可能なデータは、ほかの系群と比較して半年の遅れが生じている。そこで、資源評価に用いるデータを暦年で再集計し、漁期年の VPA による資源量推定と比較した結果を補足資料 6 に示した。

（4）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 年漁期の雌雄・年齢別漁獲尾数 福島県の月別全長組成	雌雄・年齢別漁獲尾数 1 歳魚の加入尾数の平均値 管理基準値（Fmax） 最近年（2015～2017 年漁期）の F 値

評価対象年 （当初・再評価）	管理 基準	F 値	資源量 （トン）	ABClimit （トン）	ABCtarget （トン）	漁獲量 （トン） （実際の F 値）
2019 年漁期 （当初）	Fmax	0.34	10,760	2,800	2,320	－
2019 年漁期 （2019 年再評価）	Fmax	0.34	9,740	2,470	2,050	－
2019 年漁期 （2020 年再評価）	Fmax	0.34	8,844	2,320	1,880	2,320 （0.39）
2020 年漁期 （当初）	Fmax	0.34	9,916	2,540	2,100	－
2020 年漁期 （2020 年再評価）	Fmax	0.34	9,183	2,440	1,980	－

2019 年漁期の漁獲量は、前進計算による推定値である。

2019 年、2020 年漁期における推定資源量の 2020 年再評価値は、ともに 2019 年推定値の約 90%に減少した。これは、2018 年漁期の年齢別漁獲尾数（2019 年推定値に対する 2020 年実測値、1 歳魚: 106%、2 歳魚: 90%、3 歳魚: 72%、4 歳魚: 76%、5+歳魚: 88%）が 1 歳魚を除き当初の予測値よりも少なかったこと、特に 3 歳以上の高齢魚の予測値が少なかったことによって、資源量が下方修正されたためである。

6. ABC 以外の管理方策の提言

ヒラメの資源管理においては、小型魚の漁獲をしないことが有効であり（太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会 1994）、各県では 1990 年代後半に全長 30 cm 以上（一部地域では 35 cm、近年福島県では 50 cm）の漁獲規制を実施している。ABC 以外の管理方策として、今後も小型魚を水揚げしない措置を継続することが重要である。ただし、混獲された小型個体の再放流後の生残率が低いとの指摘もあり、適切な管理方策の策定にあたっては、放流した後の生残率に関する知見等の充実を図ることも重要である。

7. 引用文献

藤田恒雄・水野拓治・根本芳春 (1993) 福島県におけるヒラメ人工種苗の放流効果について. 栽培技術, **22**, 67-73.

古田晋平 (1998) 鳥取県におけるヒラメ人工種苗放流技術の開発に関する行動・生態学的研究. 鳥取水試報告, **35**, 1-76.

後藤友明 (2006) VPA によって推定された岩手県沿岸に生息するヒラメ *Paralichthys olivaceus* の資源変動と加入特性. 日水誌, **72**, 839-849.

後藤友明・佐々木律子 (2015) 標識放流・再捕データに基づくヒラメ若齢魚の岩手県北部からの移動パターン. 岩手水技セ研報, **8**, 5-11.

平野ルミ・山本栄一 (1992) 個別飼育実験によるヒラメの産卵周期と産卵数の確認. 鳥取水試報告, **33**, 18-28.

茨城県水産試験場（1975）太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査結果報告書. 84 pp.

石戸芳男 (1990) 東北海区北部におけるヒラメ若齢魚の分布と移動. 東北水研研報, **52**, 33-43.

岩本明雄・大河内裕之・津崎龍雄・福永辰広・北田修一 (1998) 魚市場の全数調査に基づく宮古湾のヒラメ種苗放流効果の推定. 日本水産学会誌, 64, 830-840.

北川大二・石戸芳男・桜井泰憲・福永辰廣 (1994) 三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢、成長、成熟. 東北水研研報, **56**, 69-76.

木所英昭、冨樫博幸、成松庸二、柴田泰宙、栗田 豊 (2020) 令和元 (2019) 年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価（令和元年度）, 水産庁増殖推進部, 水産研究・教育機構. http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201960.pdf

栗田　豊 (2006) 環境収容力. 「水産大百科事典」水産総合研究センター編, 朝倉書店, 東京, 430-432.

Kurita, Y. (2012) Revised concepts for estimation of spawning fraction in multiple batch spawning fish considering temperature-dependent duration of spawning markers and spawning time frequency distribution. Fish. Res., **117-118**, 121-129.

Kurita, Y., Y. Okazaki and Y. Yamashita (2018) Ontogenetic habitat shift of age-0 Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* on the Pacific coast of northeastern Japan: differences in timing of the shift among areas and potential effects on recruitment success. Fish. Sci., **84**(2), 1-15.

栗田　豊・冨樫博幸・服部　努・柴田泰宙 (2018) 平成 29 (2017) 年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価. 平成 29 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, 1672-1702.

Myers, R. A., A. A. Rosenberg, P. M. Mace, N. Barrowman and V. R. Restrepo (1994) In search of thresholds for recruitment over fishing. ICES J. Mar. Sci., **51**, 191-205.

中川　亨 (2010) 日本海中西部ヒラメ連携調査における無眼側黒化判定基準. 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書（平成 21 年度）, 日本海区水産研究所, 18-22.

二平　章・高瀬英臣・別井一栄・石川弘毅 (1988) 茨城県沿岸海域におけるヒラメの標識放流. 茨城水試研報, **26**, 137-159.

Seikai, T., J.B. Tanangonan and M. Tanaka (1986) Temperature influence on larval growth and metamorphosis of the Japanese flounder *Palalichthys olivaceus* in the laboratory. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **52**, 977-982.

太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会 (1994) 太平洋北ブロック資源管理推進指針,84pp.

竹野功璽・濱中雄一・木下　泉・宮嶋俊明 (1999) 若狭湾西部海域におけるヒラメの成熟. 日水誌, **65**, 1023-1029.

田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研研報, **28**, 1-200.

Tomiyama, T., Ebe K., Kawata, G. and Fujii, T. (2009) Post-release predation on hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the coast of Fukushima, Japan. J. Fish Biol., **75**, 2629-2641.

Yamashita, Y., Y. Kurita, H. Yamada, J.M. Miller and T. Tomiyama (2017) A simulation model for estimating optimum stocking density of cultured juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* in relation to prey productivity. Fish. Res., **186**, 572-578.

安永義暢 (1988) ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究. 水工研研報, **9**, 9-164.

Yoneda, M., Y. Kurita, D. Kitagawa, M. Ito, T. Tomiyama, T. Goto and K. Takahashi (2007) Age validation and growth variability of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* off the Pacific coast of northern Japan. Fish. Sci., 73, 585-592.

渡邉昌人・藤田恒雄 (2000) 1994、1995 年に発生したヒラメ卓越年級群. 福島水試研報, **9**, 59-63.

（執筆者：冨樫博幸、木所英昭、成松庸二、鈴木勇人、森川英祐、時岡　駿、三澤　遼、金森由妃、永尾次郎）

図 1.　ヒラメ太平洋北部系群の分布

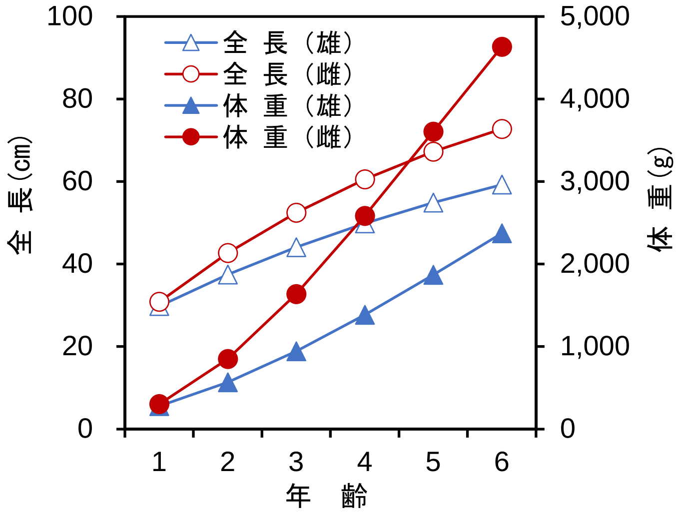


図 2.　ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城県）の成長

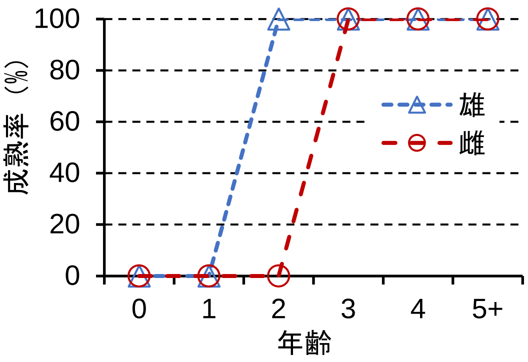


図 3.　ヒラメ太平洋北部系群（宮城県～茨城県）の年齢と成熟率

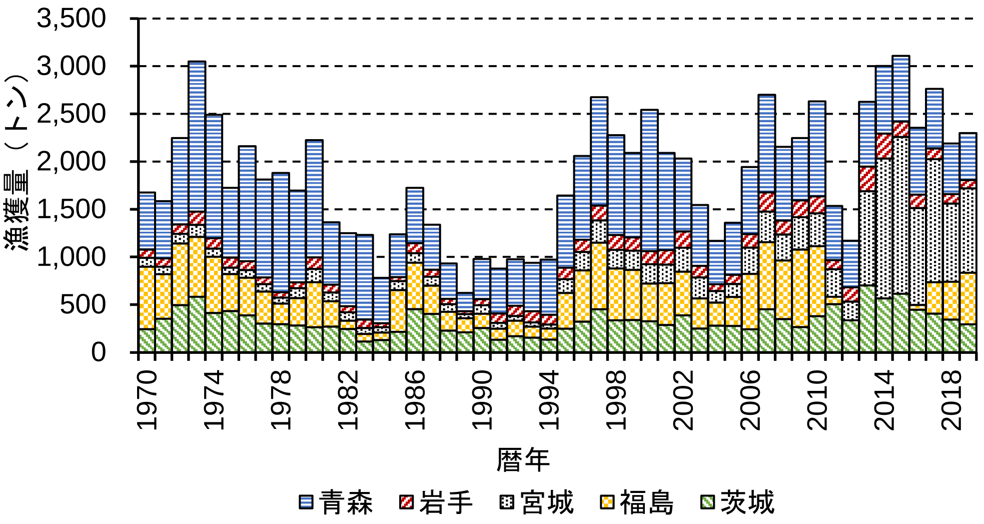


図 4.　1970～2019 年における県別漁獲量の推移　東北ブロック全県、漁業養殖業生産統計年報より暦年で集計した。

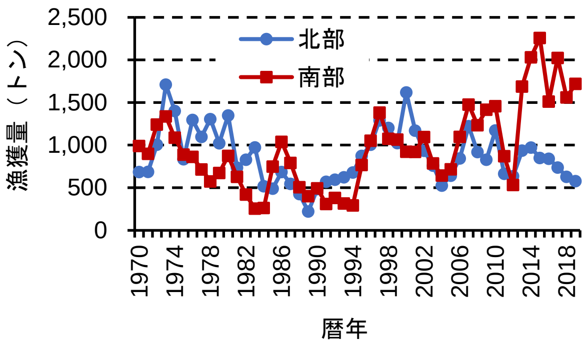


図 5. 1970～2019 年における北部（青森県、岩手県）と南部（宮城県、福島県、茨城県）の漁獲量の推移　東北ブロック全県、漁業養殖業生産統計年報より暦年で集計した。

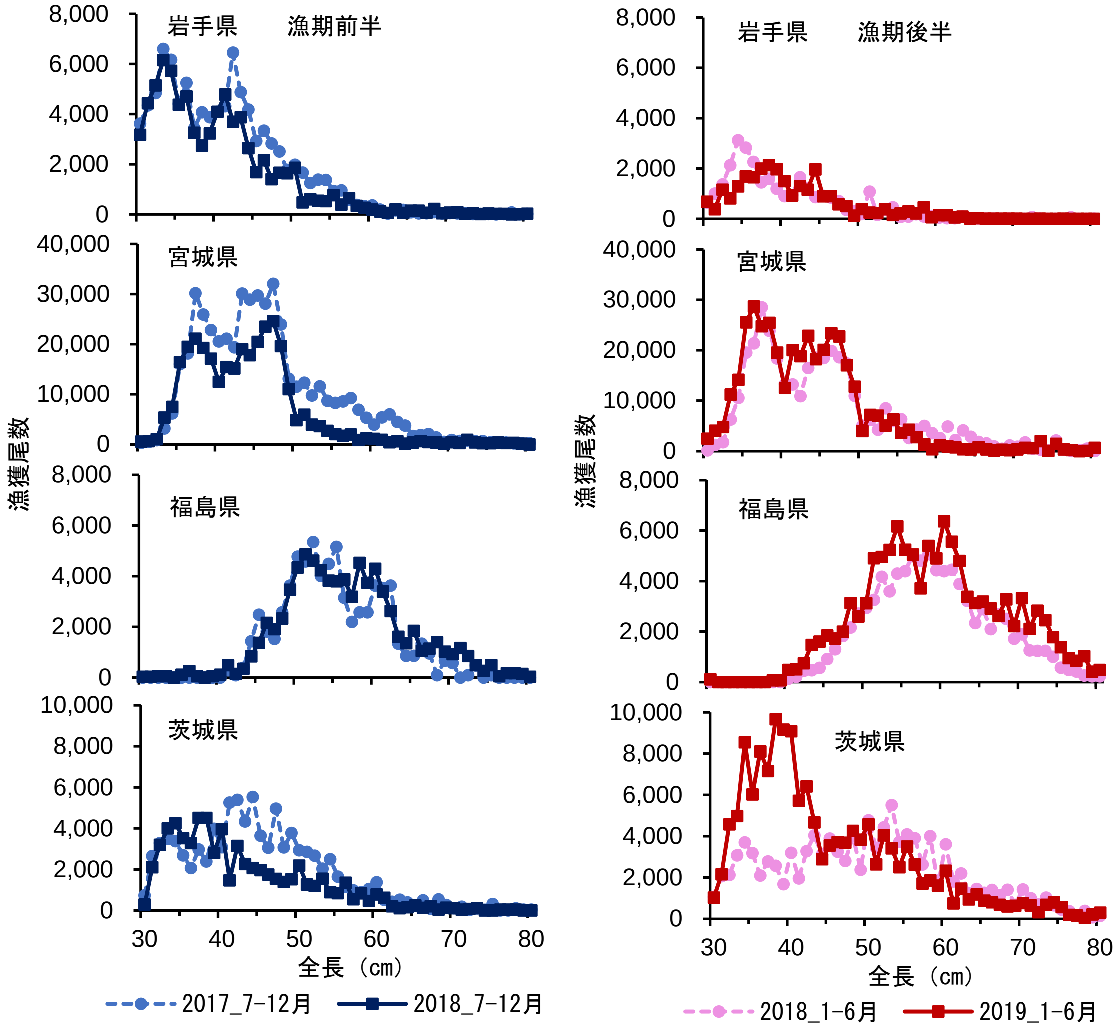


図 6. 2017 年漁期（2017 年 7 月～2018 年 6 月）および 2018 年漁期（2018 年 7 月～2019 年 6 月）の 7～12 月（左図: 前半）、1～6 月（右図: 後半）の岩手県、宮城県、福島県、茨城県における漁獲物の全長組成

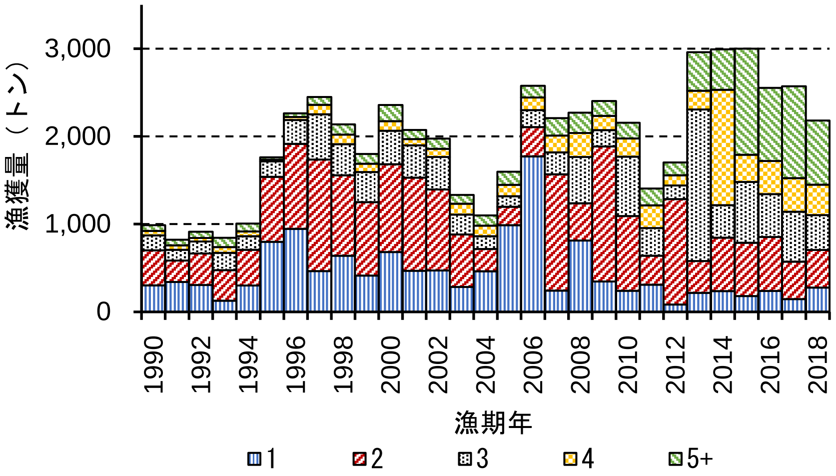


図 7.　1990～2018 年漁期における年齢別漁獲量の推移　漁期年（7 月～翌 6 月）で集計。

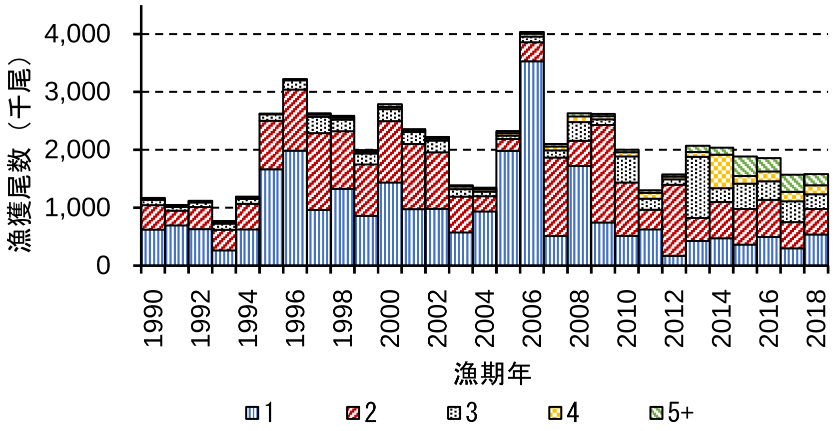


図 8.　1990～2018 年漁期における年齢別漁獲尾数の推移　漁期年（7 月～翌 6 月）で集計。

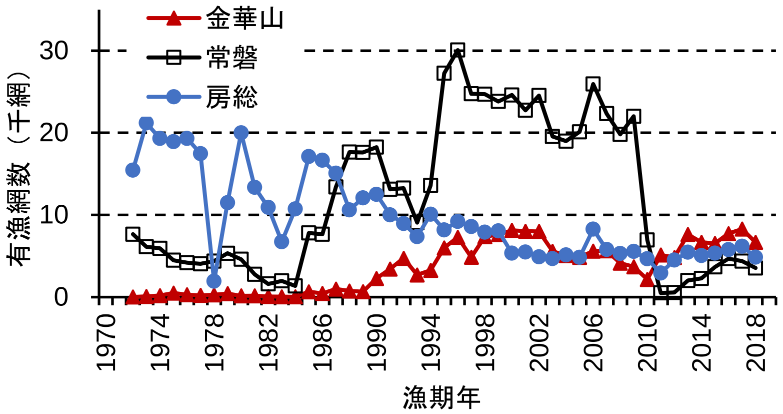


図 9.　1972～2018 年漁期における沖合底びき網漁業（オッタートロール）におけるヒラメの有漁網数の経年変化

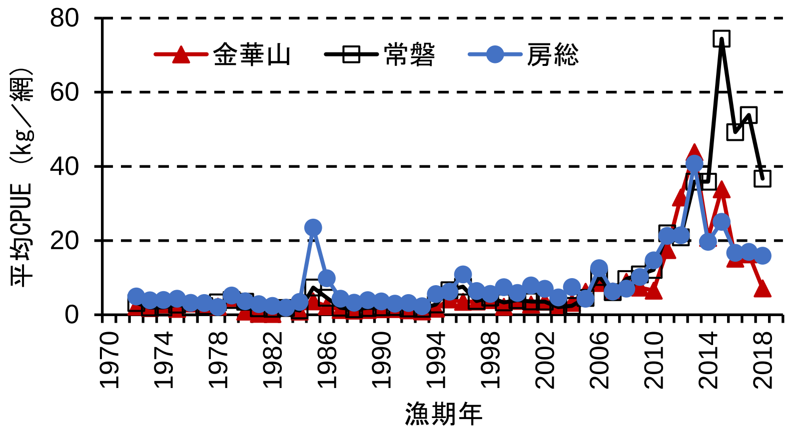


図 10.　1972～2018 年漁期における沖合底びき網漁業（オッタートロール）におけるヒラメの海域別平均 CPUE（有漁 1 網あたりの漁獲量を漁期年ごとの平均値で示した）

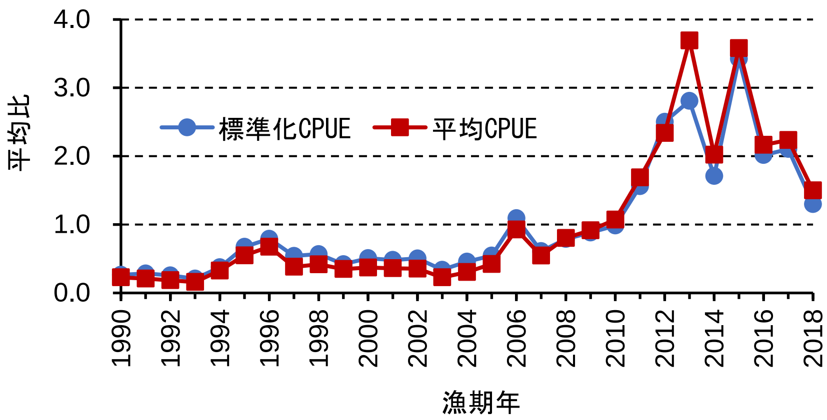


図 11.　1990～2018 年漁期における沖合底びき網漁業（オッタートロール）におけるヒラメの標準化 CPUE

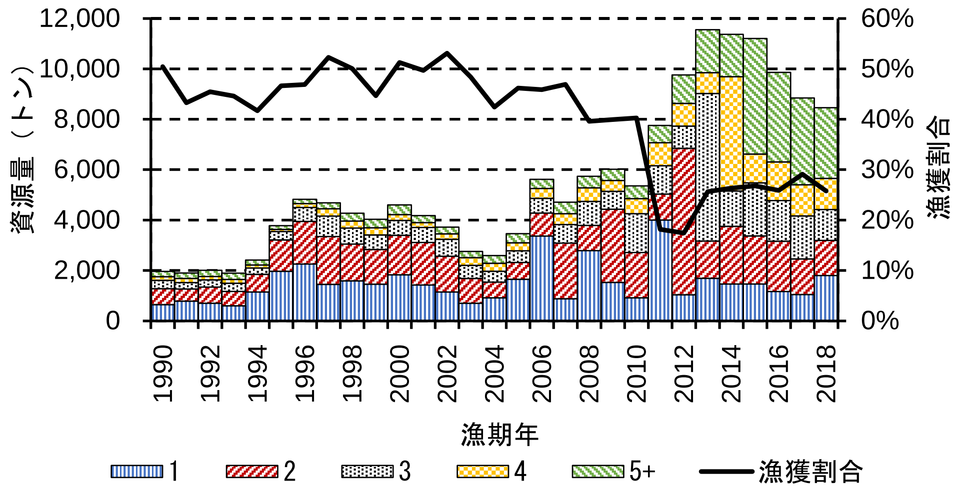


図 12.　1990～2018 年漁期における推定資源量と漁獲割合の推移　推定資源量は年齢別に示した。

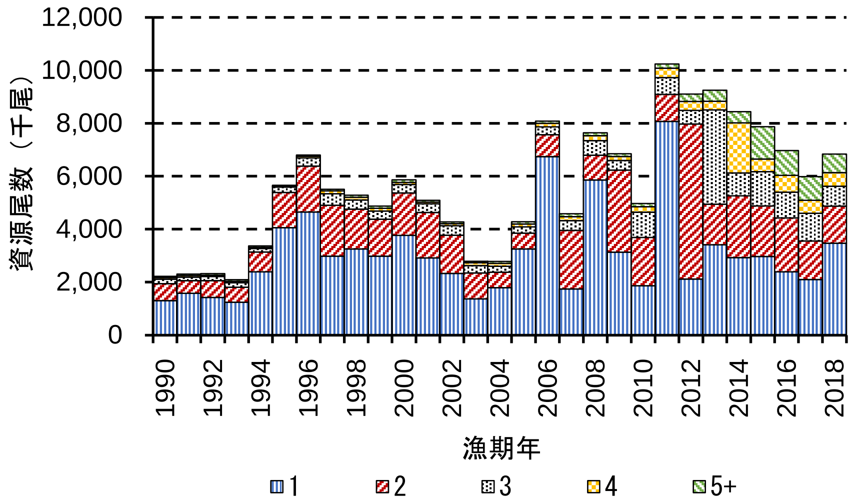


図 13.　1990～2018 年漁期における推定資源尾数と漁獲割合の推移　推定資源尾数は年齢別に示した。

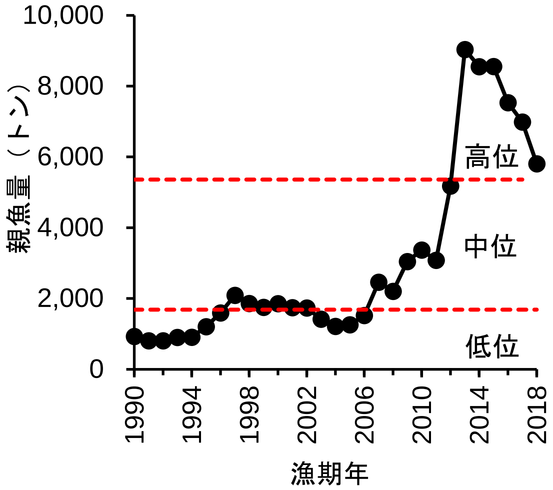


図 14.　1990～2018 年漁期における推定親魚量の推移　図中の点線は資源水準の境界。

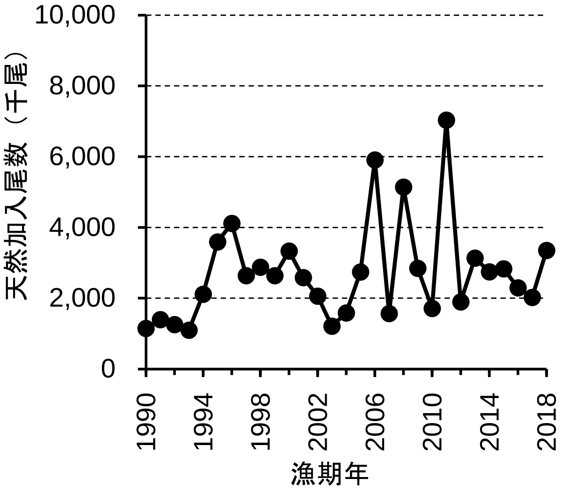


図 15.　1990～2018 年漁期における天然加入尾数（1 歳魚）の推移

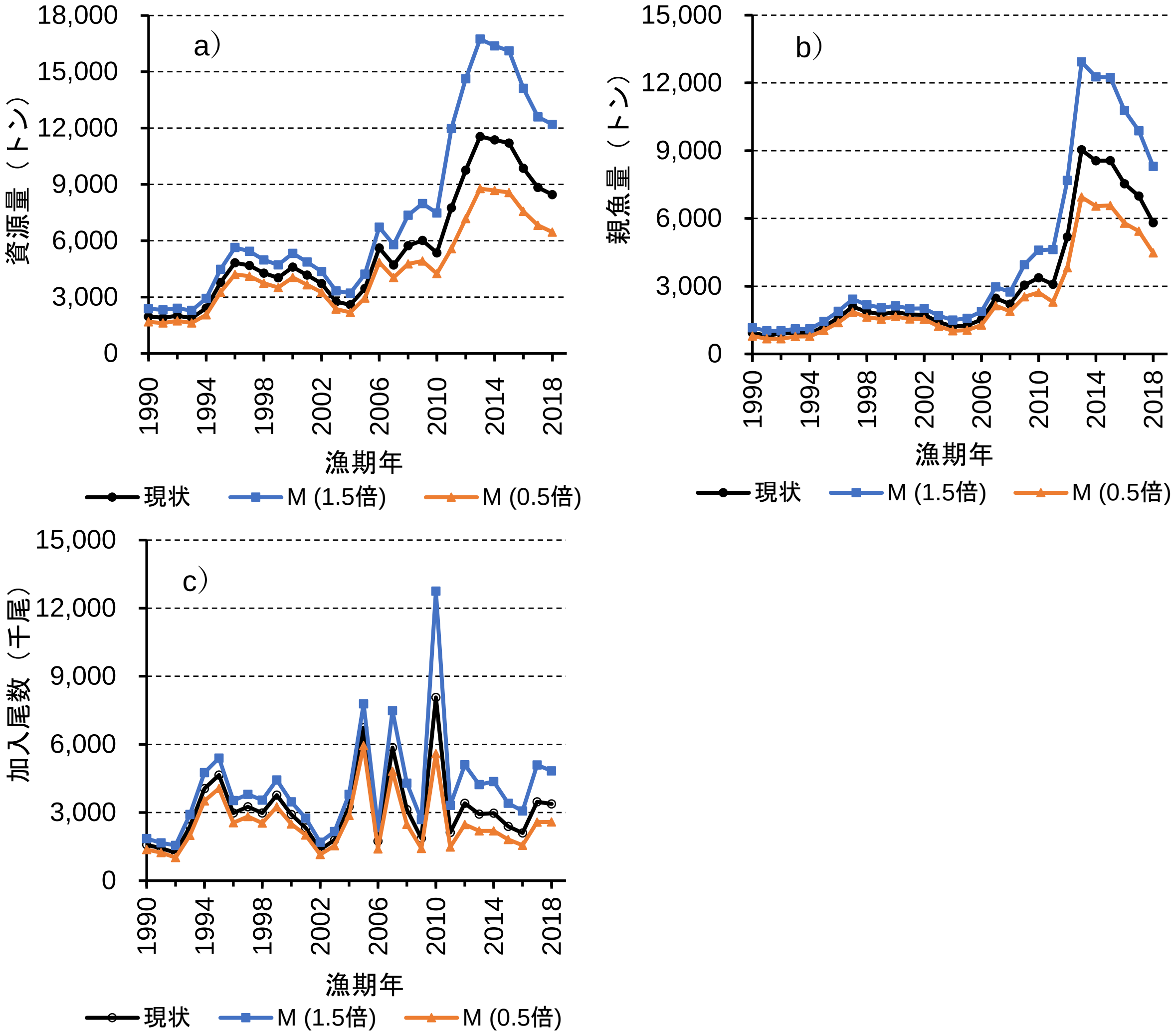


図 16.　1990～2018 年漁期における自然死亡係数（M）の感度解析結果　a）資源量、b）親魚量、c）加入尾数　高齢魚の割合が高い震災以降、仮定した M による影響が大きい。

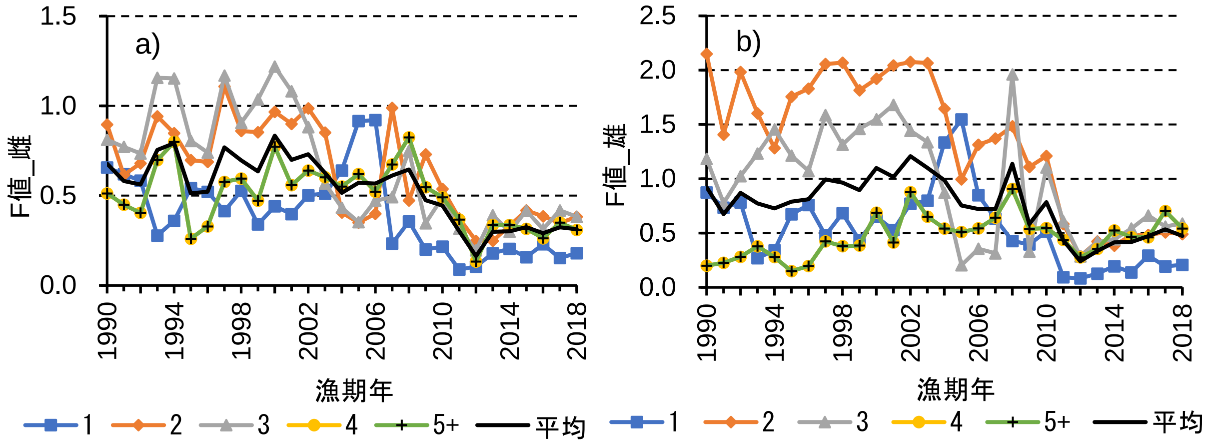


図 17.　1990～2018 年漁期における a）雌、b）雄の F 値の推移　年齢別および雌雄別の平均値を示す。

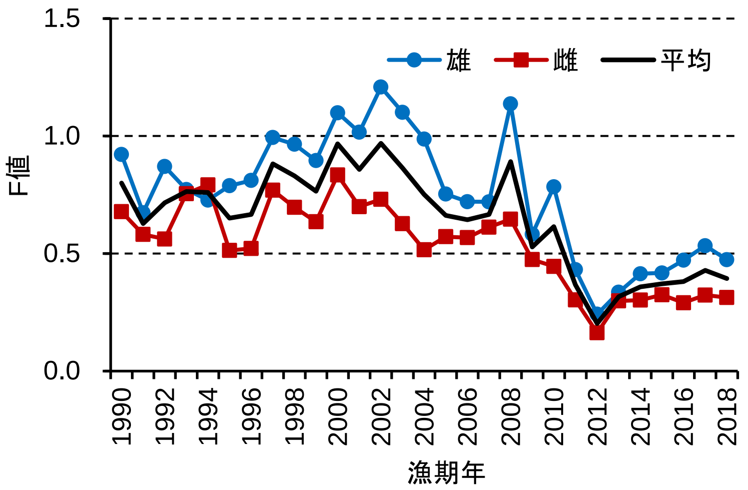


図 18.　1990～2018 年漁期における雌雄別の F 値と雌雄の平均 F 値の推移

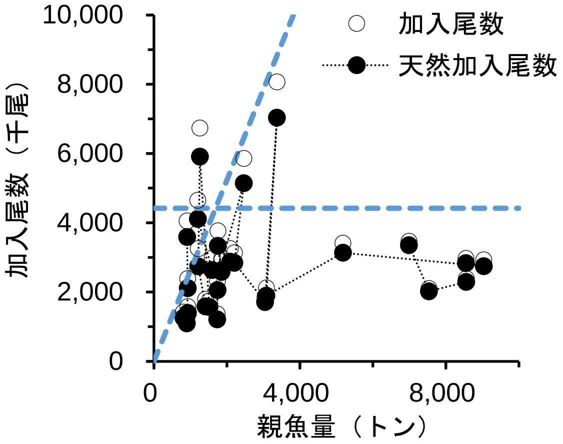


図 19.　再生産関係　当年の親魚量と翌年 1 歳の加入尾数の関係で示した　(1990～2017 年漁期)。　破線は、加入尾数および RPS の 90%点を示す。

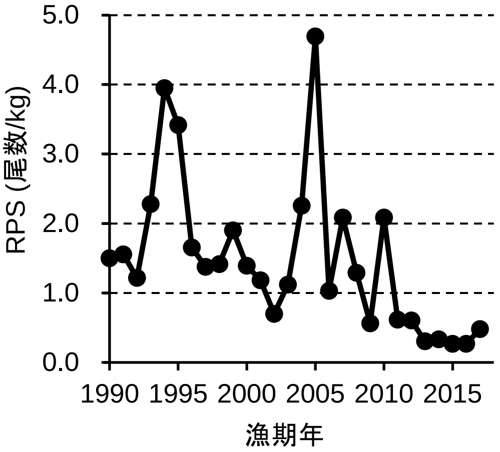


図 20.　1990～2017 年漁期における再生産成功率の推移　翌年 1 歳の天然加入尾数／当年の親魚量で示した。

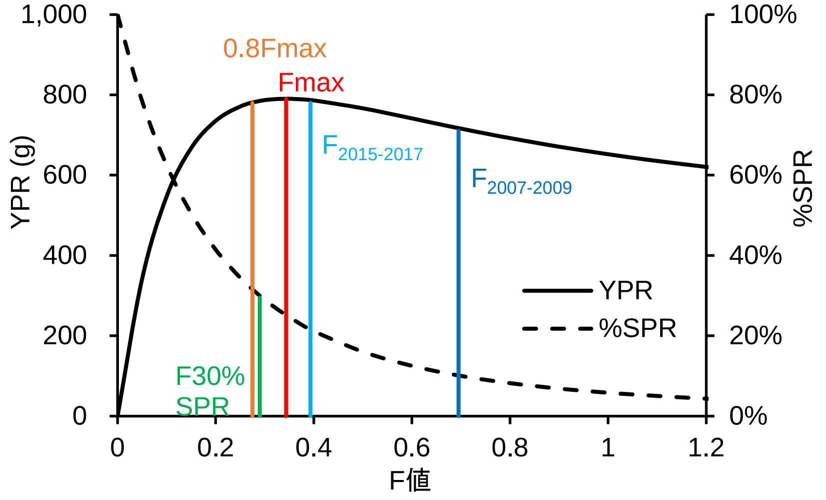


図 21.　漁獲係数 F と YPR、SPR の関係　YPR は加入年齢 1 歳として雌雄込みで計算。SPR は漁獲がない場合からの比率（%SPR）で示した。現状（2015～2017 年漁期の平均: $F_{2015\text{-}2017}$）と震災前（2007～2009 年漁期の平均: $F_{2007\text{-}2009}$）の F 値も合わせて示した。

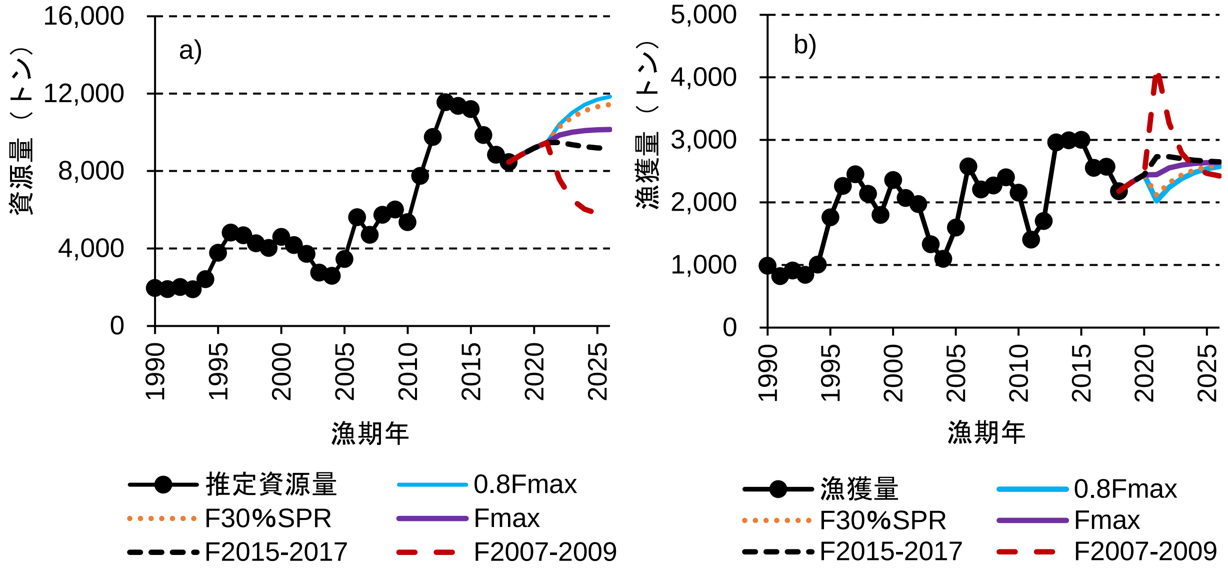


図 22.　各漁獲方策による今後の a）資源量、b）漁獲量の変化予測　図中において Flimit = Fmax、Ftarget = 0.8Fmax である。

表 1.　ヒラメの県別漁獲量（トン、暦年）

年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
青森	598	599	905	1,573	1,292	730	1,205	1,026	1,252	962
岩手	87	87	100	138	110	105	92	71	54	61
宮城	92	80	101	126	86	68	81	77	63	103
福島	656	466	646	629	589	387	394	336	217	288
茨城	243	353	495	582	413	434	388	302	295	282
合計	1,676	1,585	2,247	3,048	2,490	1,724	2,160	1,812	1,881	1,696
年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
青森	1,228	654	765	885	476	449	579	473	371	191
岩手	121	82	64	89	42	41	105	74	55	30
宮城	139	93	87	63	55	95	100	92	81	45
福島	472	264	88	78	79	438	487	297	196	147
茨城	264	271	245	115	129	215	453	403	229	210
合計	2,224	1,364	1,249	1,230	781	1,238	1,724	1,339	932	623
年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
青森	421	471	488	506	578	754	878	1,135	1,046	884
岩手	64	99	106	117	102	121	127	156	156	140
宮城	89	61	49	44	42	145	194	232	195	202
福島	150	115	163	116	117	375	536	700	544	525
茨城	255	133	170	155	134	248	323	451	336	339
合計	979	879	976	938	973	1,643	2,058	2,674	2,277	2,090
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
青森	1,480	1,020	764	639	456	546	702	1,022	773	653
岩手	139	150	171	120	70	96	142	201	146	177
宮城	201	195	250	220	120	136	276	320	271	339
福島	396	439	458	315	243	304	580	704	615	813
茨城	326	287	388	251	280	277	242	452	349	265
合計	2,542	2,091	2,031	1,545	1,169	1,359	1,942	2,699	2,154	2,247
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
青森	995	568	488	678	709	689	700	625	531	491
岩手	177	96	149	258	262	161	141	113	98	87
宮城	344	288	197	987	1,465	1,644	1,015	1,289	819	885
福島	734	78	0	0	0	0	51	328	397	541
茨城	380	505	336	702	566	614	446	407	344	294
合計	2,630	1,535	1,170	2,625	3,002	3,108	2,353	2,762	2,189	2,298

「漁業養殖業生産統計年報」による。

表 2.　ヒラメの漁業種類別漁獲量（トン、暦年）

	漁業種類	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
青	沖 底	1	3	3	4	7	4	11
	小 底	104	111	113	107	14	22	46
森	刺 網	377	255	166	399	173	123	120
	定置網	*	*	318	*	327	290	*
県	その他	*	*	53	89	46	47	70
	計	1,022	773	653	995	568	488	678
岩	沖 底	*	*	*	*	*	*	*
	小 底	*	*	*	0	0	*	*
手	刺 網	110	61	80	68	27	43	63
	定置網	78	77	85	92	66	100	184
県	その他	14	8	10	10	4	6	11
	計	201	146	177	177	96	149	258
宮	沖 底	32	34	31	24	42	99	374
	小 底	89	68	112	90	28	*	119
城	刺 網	173	131	164	188	119	48	390
	定置網	25	34	26	40	96	34	101
県	その他	2	4	5	2	2	0	1
	計	320	271	339	344	288	197	987
福	沖 底	246	166	325	216	33	0	0
	小 底	137	85	133	105	25	0	0
島	刺 網	304	348	338	396	19	0	0
	定置網	0	0	0	1	0	0	0
県	その他	17	16	17	16	1	0	0
	計	704	615	813	734	78	0	0
茨	沖 底	*	*	22	59	77	47	93
	小 底	225	159	97	117	164	151	269
城	刺 網	150	141	110	154	194	27	235
	定置網	*	*	5	*	*	*	*
県	その他	42	*	31	30	62	111	73
	計	452	349	265	380	505	336	702
合	沖 底	307	220	381	*	*	*	478
	小 底	555	423	455	420	230	187	434
	刺 網	1,114	936	858	1,206	533	241	809
	定置網	578	469	434	531	*	*	744
計	その他	145	105	116	152	113	164	159
	計	2,699	2,154	2,247	2,630	1,535	1,170	2,625

表 2.　ヒラメの漁業種類別漁獲量（トン、暦年）続き

	漁業種類	2014	2015	2016	2017	2018	2019
青	沖 底	10	23	22	28	25	23
	小 底	63	7	16	7	4	6
森	刺 網	105	194	211	124	130	90
	定置網	*	*	326	320	257	256
県	その他	75	73	71	83	66	72
	計	709	689	700	625	531	491
岩	沖 底	*	1	1	*	1	0
	小 底	0	0	0	2	0	0
手	刺 網	72	28	38	28	34	23
	定置網	176	118	88	67	53	55
県	その他	14	15	14	12	10	8
	計	262	161	141	113	98	87
宮	沖 底	171	377	141	191	95	42
	小 底	421	463	312	382	286	193
城	刺 網	702	655	485	629	393	604
	定置網	168	148	76	86	42	45
県	その他	3	1	0	1	3	0
	計	1,465	1,644	1,015	1,289	819	885
福	沖 底	0	0	*	*	*	124
	小 底	0	0	7	56	70	74
島	刺 網	0	0	1	35	74	277
	定置網	0	0	0	0	0	0
県	その他	0	0	9	37	69	66
	計	0	0	51	328	397	541
茨	沖 底	138	255	168	93	86	60
	小 底	180	208	168	166	144	142
城	刺 網	160	45	42	82	61	46
	定置網	*	*	*	*	*	*
県	その他	69	72	57	57	43	30
	計	566	614	446	407	344	294
合	沖 底	319	640	346	*	*	*
	小 底	665	677	504	613	504	415
	刺 網	1,029	923	777	898	692	1,040
	定置網	819	690	552	*	*	*
計	その他	168	160	153	190	189	176
	計	3,002	3,108	2,353	2,762	2,189	2,298

「漁業養殖業生産統計年報」による。
2019 年の漁獲量は統計情報部による暫定値。
*は、秘匿情報を含むため不明であることを示す。

表 3.　ヒラメ太平洋北部系群の漁獲量（トン、漁期年集計）

漁期年	青森	岩手	宮城	福島	茨城	計
1990	492	88	96	136	177	988
1991	408	98	54	118	144	822
1992	447	103	50	146	166	912
1993	483	117	35	111	121	867
1994	484	107	56	147	186	980
1995	711	136	200	466	247	1,760
1996	761	112	221	719	453	2,267
1997	1,113	170	204	591	369	2,448
1998	816	156	227	578	360	2,138
1999	721	120	170	438	350	1,799
2000	1,343	145	198	392	272	2,351
2001	885	162	211	482	322	2,062
2002	846	166	236	387	339	1,975
2003	578	97	164	265	225	1,329
2004	360	64	115	260	292	1,091
2005	699	105	179	367	247	1,597
2006	819	166	366	800	431	2,582
2007	861	199	264	544	342	2,209
2008	788	141	302	734	305	2,270
2009	767	182	322	774	357	2,402
2010	825	145	268	485	434	2,156
2011	548	112	341	0	406	1,407
2012	590	170	367	0	576	1,703
2013	714	265	1,299	0	683	2,962
2014	640	248	1,541	0	563	2,992
2015	724	155	1,554	0	567	3,000
2016	686	130	1,103	241	392	2,552
2017	628	113	1,091	365	383	2,581
2018	557	96	782	481	271	2,187

漁期年は、7 月～翌 6 月。

表 4.　ヒラメ太平洋北部系群の資源解析結果

漁期年	漁獲量（トン）	資源量（トン）	漁獲割合（%）	親魚量（トン）	1 歳魚加入尾数（千尾）	1 歳魚天然加入尾数（千尾）	再生産成功率（尾/kg）
1990	988	1,959	50.4	931	1,300	1,150	1.50
1991	822	1,900	43.3	808	1,578	1,397	1.56
1992	912	2,006	45.4	904	1,422	1,258	1.22
1993	843	1,891	44.6	928	1,241	1,099	2.28
1994	1,006	2,414	41.7	909	2,388	2,113	3.95
1995	1,761	3,777	46.6	1,204	4,056	3,589	3.42
1996	2,262	4,824	46.9	1,595	4,649	4,114	1.65
1997	2,449	4,684	52.3	2,094	2,981	2,638	1.37
1998	2,137	4,270	50.0	1,863	3,252	2,878	1.42
1999	1,799	4,027	44.7	1,754	2,980	2,637	1.90
2000	2,358	4,599	51.3	1,855	3,769	3,336	1.39
2001	2,072	4,172	49.7	1,743	2,918	2,582	1.18
2002	1,975	3,718	53.1	1,735	2,327	2,060	0.70
2003	1,332	2,753	48.4	1,417	1,370	1,213	1.12
2004	1,099	2,591	42.4	1,215	1,792	1,586	2.26
2005	1,597	3,459	46.2	1,259	3,255	2,742	4.69
2006	2,577	5,617	45.9	1,520	6,737	5,910	1.03
2007	2,208	4,706	46.9	2,464	1,742	1,566	2.09
2008	2,270	5,736	39.6	2,204	5,859	5,141	1.29
2009	2,402	6,015	39.9	3,045	3,135	2,846	0.56
2010	2,155	5,355	40.2	3,372	1,863	1,713	2.09
2011	1,406	7,752	18.1	3,082	8,069	7,033	0.62
2012	1,702	9,756	17.4	5,180	2,120	1,898	0.61
2013	2,960	11,552	25.6	9,038	3,410	3,134	0.30
2014	2,993	11,367	26.3	8,550	2,929	2,747	0.33
2015	3,000	11,203	26.8	8,558	2,972	2,834	0.27
2016	2,552	9,860	25.9	7,536	2,389	2,293	0.27
2017	2,572	8,842	29.1	6,989	2,101	2,023	0.48
2018	2,180	8,458	25.8	5,809	3,469	3,354	

親魚量は雌の 3 歳以上の資源量と雄の 2 歳以上の資源量の合計。
再生産成功率は天然加入魚を対象に（翌年 1 歳の加入尾数）/（当年の親魚量）で計算した。

表 5.　太平洋北部系群の混入率（%）と黒化率（%）

漁期年	青森県	岩手県	宮城県	茨城県	全体	黒化率	補正混入率（全体）
2005	2.5	13.7	31.0	18.1	10.7	70	15.8
2006	2.1	14.6	20.6	7.3	8.3	70	12.3
2007	2.1	10.1	21.6	5.5	6.8	70	10.1
2008	3.0	19.5	17.2	8.1	8.3	70	12.3
2009	5.0	11.3	7.5	5.1	6.2	70	9.2
2010	4.4	10.8	4.8	6.2	5.5	70	8.1
2011	7.1	21.1	10.0	6.3	8.7	70	12.8
2012	8.3	14.8	6.2	4.2	7.1	70	10.5
2013	8.0	4.9	5.2	3.7	5.5	70	8.1
2014	8.0	3.7	3.0	3.6	4.2	70	6.2
2015	6.2	3.1	1.5	3.9	3.2	70	4.7
2016	3.9	2.5	1.1	5.3	2.7	70	4.0
2017	3.2	2.6	1.2	5.2	2.5	70	3.7
2018	2.6	3.5	1.0	4.6	2.2	70	3.3

黒化率は 2005 年以降の全国平均値、補正混入率は平均混入率を黒化率で補正した値。

表 6.　福島県で水揚げされたヒラメ（年齢別混入率）より算出した添加効率の推移

年齢・年級	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
混入率（%）									
1 歳	14.2	10.4	41.8	31.7	36.3	22.3	20.4	5.5	23.9
2 歳	6.2	3.8	16.7	14.3	30.0	14.7	10.7	4.1	12.3
3 歳以上	5.8	6.4	9.8	11.5	9.4	7.1	7.6	3.7	
添加効率（%）	5.5	5.1	22.0	11.4	9.0	15.8	11.9	11.0	2.5
							添加効率の平均		10.5

表 7.　ヒラメの種苗放流実績（千尾、暦年）

年	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	計
1990	839	571	265	394	238	2,307
1991	1,500	499	382	429	171	2,981
1992	1,459	398	325	428	264	2,874
1993	1,291	461	328	327	410	2,817
1994	1,573	335	787	387	774	3,856
1995	1,335	287	839	436	254	3,151
1996	1,194	41	551	1,015	631	3,432
1997	1,172	94	487	1,184	584	3,521
1998	1,106	75	709	1,150	820	3,860
1999	1,163	239	924	1,015	1,428	4,769
2000	979	701	1,155	1,050	1,358	5,243
2001	1,080	1,158	1,119	1,034	1,056	5,447
2002	1,018	1,204	1,028	1,054	785	5,089
2003	902	1,335	1,116	439	850	4,642
2004	303	1,353	899	1,120	984	4,659
2005	1,305	1,235	605	1,056	653	4,854
2006	1,040	1,113	290	1,040	973	4,456
2007	1,035	1,210	220	1,040	805	4,310
2008	929	1,282	268	1,040	962	4,481
2009	940	1,518	440	1,022	1,001	4,921
2010	868	1,472	639	1,030	818	4,827
2011	712	0	30	0	4	746
2012	995	252	203	100	117	1,667
2013	615	192	220	100	417	1,544
2014	312	0	20	100	280	712
2015	326	501	170	100	234	1,331
2016	622	1,138	200	100	609	2,669
2017	290	1,170	213	100	724	2,497
2018	480	1,160	200	100	518	2,458
2019	355	1,176	218	1,130	1,057	3,936

「栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績（全国)」より。

補足資料１　資源評価の流れ

2018 年漁期までの雌雄・年齢別漁獲尾数

雌雄・年齢別漁獲尾数については補足資料 2

↓

VPA による資源量推定（具体的な方法は補足資料 2）
＊自然死亡係数 M を雄で 0.25、雌で 0.21 と仮定
＊2018 年漁期の F は直近 3 年（2015～2017 年）平均

2018 年漁期までの雌雄･年齢別資源尾数、漁獲係数と親魚量の推定

← 2019 年漁期以降の加入量の仮定（過去 10 年間の平均値で一定）

↓

2021 年漁期への前進計算
F は 2015～2017 年漁期の雌雄・年齢別平均値で計算

2021 年漁期までの年齢別資源尾数・資源量

← 生物学的管理基準値
Fmax＝0.34、F30%SPR=0.29

↓

生物学的管理基準値（Fmax）による 2021 年漁期の推定漁獲量として ABC を計算

2021 年漁期の ABC 算定

2021 年漁期は 2021 年 7 月～2022 年 6 月

補足資料２　資源計算方法

産卵盛期が 6～8 月で、年齢起算日を 7 月 1 日としていること、漁獲加入がほぼ満 1 歳の 9 月頃から開始することから、7 月～翌年 6 月を漁期年として漁期年単位で性別年齢別尾数を集計した。資源量計算に用いた雌雄・年齢別漁獲尾数および VPA による計算結果を補足表 2-1～2-3 に示した。

1. 年齢別漁獲尾数

平成 24（2012）年度（2010 年漁期）までは福島県の全長組成データを雌雄別 age-length key によって得られた雌雄・年齢別漁獲尾数を用いて資源量を計算していた。しかし、東日本大震災の影響で、2011 年 3 月以降福島県の水揚げがない状況が続いた。そのため、平成 25（2013）年度からは、2006 年漁期以降の宮城県と茨城県で水揚げされたヒラメの耳石による年齢査定結果を基に全長別（1 cm 間隔）の雌雄・年齢比率を求め、宮城県と茨城県で水揚げされたヒラメの全長組成から雌雄・年齢別の漁獲尾数を算出した。なお、全長組成および全長（1 cm 間隔）と雌雄・年齢比率の関係は、各年の漁期年の前半（7～12 月）と後半（1～6 月）に分けて集計した。

平成 29 年度は、南部海域の年齢別漁獲尾数を定数倍（1.54 倍）して系群全体の資源量を推定した（栗田ほか 2018）。しかし、資源量計算に用いた年齢別漁獲尾数の漁獲量と統計値の漁獲量が異なっていたため、漁獲量（統計値）／推定資源量で計算される漁獲割合が年によって非常に高い値となる場合もあった。そこで平成 30 年度以降は、資源量計算に用いる雌雄・年齢別漁獲尾数に雌雄・年齢別の体重を乗じた合計値が表 4 に示す漁期年の漁獲量の合計値と同じになるように年齢別漁獲尾数を補正し、系群全体の資源量を推定した。

2. VPA

雌雄・年齢別漁獲尾数を基に、下記の方法で資源量を推定した。まず、雌雄別に y 年 a 歳の資源尾数（$N_{a,y}$）を、以下の Pope（1972）の近似式を用いて算出した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}\exp(M) + C_{a,y}\exp(M/2)$$

$C_{a,y}$ は y 年 a 歳の漁獲尾数、M は自然死亡係数である。自然死亡係数（M）は、寿命を雌雄それぞれ 12 歳、10 歳として、2.5／寿命（田中 1960）から雌雄それぞれ 0.21、0.25 とした。y 年 a 歳の漁獲係数（$F_{a,y}$）は、

$$F_{a,y} = -\ln\{1 - C_{a,y}\exp(M/2)/N_{a,y}\}$$

とした。

y 年 4 歳および y 年 5+歳の資源尾数（$N_{4,y}$ および $N_{5+,y}$）は、それぞれ以下の通りに算出した。

$$N_{4,y} = \{C_{4,y}/(C_{4,y}+C_{5+,y})\}N_{5+,y+1}\exp(M) + C_{4,y}\exp(M/2)$$
$$N_{5+,y} = (C_{5+,y}/C_{4,y})N_{4,y}$$

そして、最近年の a 歳の資源尾数（$N_{a,term}$）と漁獲係数（$F_{a,term}$）を

$$N_{a,\,term} = \{C_{a,\,term}/(1-\exp(-F_{a,\,term})\}\exp(M/2)$$

$$Fa,term = \frac{1}{3}\sum_{y=2015}^{2017} Fa,y$$

により求めた。

　最後に、

$$F_{5+,\,term} = F_{4,\,term}$$

となるような $F_{5+,term}$ を探索的に求め、雌雄・年齢別の資源尾数を推定した。

　本資源量推定方法では、漁期年の中間に一斉に漁獲されると仮定していることから、漁期年の中間時（1.5 歳、2.5 歳、3.5 歳、4.5 歳、5+は 6 歳）の雌雄の体重を本文に掲載した成長式（Yoneda et al. 2007）および全長－体重関係式から下表のように推定した。資源量は VPA で求めた年齢別資源尾数に雌雄・年齢別体重をかけた後、全年齢の値を加算して推定した。

資源量計算に用いたヒラメの雌雄・年齢別体重（g）

年齢	雌	雄
1	377	321
2	685	541
3	1,083	783
4	1,834	1,144
5+	4,621	2,373

引用文献

Pope (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull.inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.

田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研研報, **28**, 1-200.

Yoneda, M., Y. Kurita, D. Kitagawa, M. Ito, T. Tomiyama, T. Goto and K. Takahashi (2007) Age validation and growth variability of Japanese flounder Paralichthys olivaceus off the Pacific coatst of northern Japan. Fish. Sci., **73**, 585-592.

栗田　豊・冨樫博幸・服部　努・柴田泰宙 (2018) 平成 29（2017）年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価. 平成 29 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, 1672-1702.

補足表 2-1.　ヒラメ太平洋北部系群の資源解析結果（雌）

年齢別漁獲尾数（千尾）（雌）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	258	308	259	104	235	625	699	377	507	331	498	366	373	275	438	979	1,842	174	553	211	145	293	81	238	239	176	187	125	318
2	167	104	144	162	151	221	351	555	344	341	411	433	382	266	112	117	175	621	203	544	322	152	565	132	279	293	268	173	197
3	66	50	52	82	57	51	93	199	132	132	145	135	141	80	56	54	85	112	158	80	159	100	48	526	98	195	123	159	108
4	15	16	12	19	17	5	9	30	33	27	32	21	27	37	36	39	42	56	81	48	61	63	27	52	255	62	71	80	66
5+	13	12	13	20	18	5	8	16	21	20	35	20	21	20	23	30	27	40	46	34	35	38	23	82	77	183	124	155	122
合計	519	490	479	388	477	907	1,160	1,176	1,037	852	1,120	975	943	678	665	1,219	2,170	1,003	1,040	917	723	646	745	1,029	949	909	774	693	810
漁獲重量（t）	603	518	534	589	578	781	1,100	1,491	1,198	1,072	1,361	1,191	1,166	861	729	1,084	1,711	1,467	1,364	1,271	1,172	937	1,041	1,949	1,838	1,914	1,493	1,589	1,421

年齢別漁獲係数（雌）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	0.66	0.62	0.58	0.28	0.36	0.54	0.52	0.41	0.53	0.34	0.44	0.40	0.50	0.51	0.64	0.92	0.92	0.23	0.36	0.20	0.22	0.09	0.10	0.18	0.20	0.16	0.23	0.15	0.18
2	0.90	0.61	0.68	0.94	0.85	0.70	0.69	1.11	0.86	0.85	0.97	0.90	0.99	0.85	0.41	0.35	0.40	0.99	0.47	0.73	0.54	0.37	0.25	0.25	0.33	0.42	0.38	0.35	0.38
3	0.81	0.77	0.73	1.16	1.15	0.81	0.74	1.17	0.91	1.04	1.22	1.08	0.88	0.57	0.43	0.35	0.47	0.49	0.75	0.35	0.49	0.32	0.20	0.39	0.30	0.42	0.31	0.42	0.38
4	0.51	0.45	0.40	0.70	0.80	0.26	0.33	0.58	0.60	0.47	0.77	0.56	0.64	0.60	0.55	0.62	0.52	0.67	0.82	0.55	0.49	0.37	0.13	0.34	0.34	0.32	0.26	0.35	0.31
5+	0.51	0.45	0.40	0.70	0.80	0.26	0.33	0.58	0.60	0.47	0.77	0.56	0.64	0.60	0.55	0.62	0.52	0.67	0.82	0.55	0.49	0.37	0.13	0.34	0.34	0.32	0.26	0.35	0.31
平均	0.68	0.58	0.56	0.75	0.79	0.51	0.52	0.77	0.70	0.63	0.83	0.70	0.73	0.63	0.52	0.57	0.57	0.61	0.65	0.47	0.45	0.30	0.16	0.30	0.30	0.32	0.29	0.32	0.31

年齢別資源尾数（千尾）（雌）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	595	741	650	477	861	1,659	1,908	1,234	1,374	1,274	1,550	1,238	1,048	764	1,028	1,811	3,395	930	2,048	1,294	830	3,835	910	1,611	1,439	1,344	1,015	986	2,145
2	312	251	324	294	293	488	784	919	662	659	736	810	676	515	372	440	589	1,097	598	1,165	860	543	2,849	665	1,094	953	933	655	688
3	132	103	110	133	93	102	197	320	246	228	228	227	267	205	178	201	252	321	331	303	456	408	303	1,805	421	637	510	516	376
4	42	48	39	43	34	24	37	76	81	81	66	55	63	90	94	94	115	128	159	127	174	227	242	203	991	254	341	303	276
5+	37	38	44	45	36	25	31	40	53	60	71	51	49	48	61	73	73	90	90	89	101	137	205	317	301	750	595	584	508
合計	1,118	1,181	1,167	992	1,317	2,298	2,956	2,589	2,417	2,301	2,651	2,381	2,103	1,621	1,734	2,620	4,423	2,565	3,228	2,977	2,421	5,149	4,508	4,601	4,247	3,938	3,393	3,044	3,993

年齢別資源量（トン）（雌）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	343	426	374	274	496	955	1,098	710	791	733	893	713	603	440	592	1,043	1,955	535	1,179	745	478	2,208	524	928	828	774	584	568	1,235
2	388	312	402	366	364	606	974	1,143	823	819	915	1,007	840	640	462	547	732	1,363	744	1,448	1,069	675	3,541	827	1,360	1,184	1,159	814	854
3	278	218	232	281	197	215	416	675	520	480	481	479	564	431	377	424	532	676	699	639	962	861	640	3,807	889	1,344	1,075	1,087	793
4	129	147	120	133	105	74	114	236	250	250	203	169	194	278	291	291	355	395	492	393	538	702	747	627	3,067	785	1,055	937	852
5+	169	176	205	208	164	117	143	183	245	276	329	237	228	221	283	336	337	418	417	410	469	632	945	1,465	1,392	3,466	2,747	2,700	2,347
合計	1,308	1,279	1,334	1,262	1,326	1,968	2,745	2,947	2,628	2,559	2,820	2,605	2,428	2,010	2,005	2,642	3,910	3,388	3,532	3,635	3,515	5,077	6,397	7,654	7,536	7,553	6,622	6,106	6,082
親魚量	577	541	557	622	466	406	673	1,094	1,014	1,007	1,013	886	985	931	951	1,052	1,224	1,489	1,609	1,442	1,968	2,194	2,332	5,899	5,348	5,595	4,878	4,725	3,992

補足表 2-2.　ヒラメ太平洋北部系群の資源解析結果（雄）

年齢別漁獲尾数（千尾）（雄）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	362	384	370	159	390	1,037	1,285	586	820	529	935	609	606	294	496	1,002	1,686	336	1,170	530	367	331	85	188	232	186	307	172	219
2	256	153	238	194	290	617	705	770	651	546	649	693	595	355	152	87	155	734	229	1,144	598	187	663	264	348	322	373	280	245
3	26	14	25	21	29	61	66	84	64	56	65	71	61	49	23	5	12	12	167	15	294	90	46	530	140	242	197	201	147
4	2	2	2	3	2	1	4	9	5	6	7	5	7	7	6	5	8	10	15	9	12	40	20	32	324	73	97	82	87
5+	2	3	4	5	3	2	2	7	8	7	11	5	8	4	4	4	5	6	9	5	6	7	16	27	44	154	111	139	71
合計	648	556	639	382	714	1,717	2,062	1,455	1,548	1,143	1,667	1,382	1,279	710	681	1,104	1,865	1,098	1,590	1,703	1,277	656	830	1,041	1,088	976	1,084	875	769
漁獲重量（t）	385	304	377	254	428	980	1,163	958	939	727	997	881	808	471	370	513	866	741	906	1,131	983	468	661	1,011	1,155	1,086	1,060	758	763

年齢別漁獲係数（雄）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	0.87	0.73	0.78	0.27	0.34	0.67	0.76	0.48	0.68	0.43	0.65	0.53	0.77	0.80	1.33	1.55	0.85	0.63	0.43	0.40	0.52	0.09	0.08	0.13	0.19	0.14	0.29	0.19	0.21
2	2.15	1.41	1.98	1.60	1.28	1.76	1.83	2.06	2.07	1.81	1.92	2.04	2.08	2.07	1.65	1.00	1.31	1.37	1.48	1.11	1.21	0.58	0.29	0.42	0.38	0.48	0.48	0.51	0.49
3	1.18	0.78	1.02	1.23	1.45	1.21	1.07	1.59	1.31	1.46	1.55	1.68	1.44	1.34	0.87	0.20	0.36	0.31	1.96	0.33	1.10	0.61	0.28	0.42	0.44	0.54	0.66	0.56	0.59
4	0.20	0.23	0.28	0.38	0.28	0.15	0.20	0.42	0.38	0.39	0.69	0.41	0.88	0.65	0.54	0.51	0.54	0.64	0.91	0.54	0.55	0.44	0.28	0.35	0.52	0.46	0.46	0.70	0.54
5+	0.20	0.23	0.28	0.38	0.28	0.15	0.20	0.42	0.38	0.39	0.69	0.41	0.88	0.65	0.54	0.51	0.54	0.64	0.91	0.54	0.55	0.44	0.28	0.35	0.52	0.46	0.46	0.70	0.54
平均	0.92	0.67	0.87	0.77	0.73	0.79	0.81	0.99	0.96	0.90	1.10	1.02	1.21	1.10	0.99	0.75	0.72	0.72	1.14	0.58	0.78	0.43	0.24	0.34	0.41	0.42	0.47	0.53	0.47

年齢別資源尾数（千尾）（雄）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	704	837	772	765	1,527	2,396	2,741	1,747	1,878	1,706	2,219	1,680	1,279	607	764	1,444	3,342	812	3,811	1,841	1,033	4,235	1,211	1,799	1,491	1,628	1,375	1,115	1,323
2	328	229	313	275	455	845	952	1,000	844	739	862	903	771	461	213	157	240	1,115	336	1,936	966	481	3,006	868	1,235	956	1,104	799	716
3	42	30	44	34	43	98	114	119	100	83	94	98	91	75	46	32	45	50	221	59	498	224	209	1,756	443	655	461	531	375
4	13	10	11	12	8	8	23	30	19	21	15	16	14	17	15	15	20	25	29	24	33	129	95	122	900	222	297	185	236
5+	15	18	18	17	15	14	14	24	28	25	24	15	16	10	11	12	13	15	16	14	17	23	76	101	122	471	340	313	192
合計	1,103	1,124	1,157	1,103	2,048	3,361	3,844	2,921	2,868	2,574	3,214	2,712	2,172	1,170	1,048	1,659	3,660	2,016	4,412	3,874	2,547	5,091	4,597	4,647	4,191	3,931	3,576	2,943	2,843

年齢別資源量（トン）（雄）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	297	353	326	323	645	1,012	1,157	738	793	720	937	709	540	256	322	609	1,411	343	1,609	777	436	1,788	511	759	629	687	580	471	559
2	248	173	236	208	344	638	718	755	637	558	651	681	582	348	161	118	181	841	254	1,461	729	363	2,269	655	932	721	833	603	541
3	49	35	51	39	50	115	132	139	116	97	109	115	106	88	53	37	53	58	257	69	580	261	243	2,044	516	762	536	618	437
4	22	16	17	20	12	13	37	49	31	34	24	25	23	27	25	24	33	40	46	39	54	209	155	199	1,464	361	483	301	384
5+	36	43	42	39	36	32	34	56	65	59	58	36	38	23	26	28	30	35	38	33	41	54	181	240	290	1,118	806	743	456
合計	652	620	672	629	1,087	1,809	2,079	1,737	1,642	1,467	1,779	1,567	1,289	743	587	817	1,707	1,318	2,204	2,380	1,840	2,675	3,359	3,898	3,831	3,650	3,239	2,735	2,376
親魚量	355	267	346	306	443	797	922	999	849	747	842	858	749	486	264	208	296	975	595	1,603	1,404	888	2,848	3,139	3,202	2,963	2,658	2,265	1,817

補足表 2-3.　ヒラメ太平洋北部系群の資源解析結果（雌雄計）

年齢別漁獲尾数（千尾）（計）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	620	692	628	263	624	1,662	1,984	962	1,327	859	1,433	974	979	570	934	1,981	3,528	509	1,722	741	512	624	166	426	471	362	495	298	537
2	422	256	382	356	441	838	1,056	1,325	995	887	1,061	1,127	977	621	263	204	329	1,354	432	1,688	920	339	1,227	396	627	615	641	453	442
3	92	64	76	103	87	112	159	282	197	189	210	206	203	129	80	59	97	124	325	95	453	190	94	1,056	238	437	320	359	255
4	17	17	14	23	19	6	13	39	38	33	38	26	34	44	42	44	50	67	96	57	73	103	47	84	579	134	168	163	153
5+	16	16	17	25	21	7	10	23	29	27	45	24	29	24	27	34	31	46	54	39	42	45	39	108	122	337	234	295	193
合計	1,168	1,046	1,118	770	1,192	2,624	3,222	2,632	2,585	1,995	2,787	2,357	2,222	1,388	1,346	2,323	4,035	2,101	2,629	2,620	2,000	1,302	1,575	2,070	2,036	1,885	1,858	1,568	1,579
漁獲重量（t）	988	822	912	843	1,006	1,761	2,262	2,449	2,137	1,799	2,358	2,072	1,975	1,332	1,099	1,597	2,577	2,208	2,270	2,402	2,155	1,406	1,702	2,960	2,993	3,000	2,552	2,347	2,185

年齢別漁獲係数（雌雄平均）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	0.77	0.68	0.68	0.27	0.35	0.61	0.64	0.45	0.60	0.39	0.55	0.46	0.64	0.65	0.99	1.23	0.88	0.43	0.39	0.30	0.37	0.09	0.09	0.15	0.20	0.15	0.26	0.17	0.19
2	1.52	1.01	1.33	1.27	1.06	1.23	1.26	1.58	1.46	1.33	1.44	1.47	1.53	1.46	1.03	0.67	0.86	1.18	0.98	0.92	0.87	0.48	0.27	0.34	0.36	0.45	0.43	0.43	0.44
3	1.00	0.77	0.88	1.19	1.30	1.01	0.91	1.38	1.11	1.25	1.38	1.38	1.16	0.95	0.65	0.28	0.41	0.40	1.36	0.34	0.80	0.46	0.24	0.40	0.37	0.48	0.49	0.49	0.48
4	0.36	0.34	0.34	0.54	0.54	0.20	0.26	0.50	0.49	0.43	0.73	0.49	0.76	0.63	0.55	0.56	0.53	0.66	0.87	0.54	0.52	0.40	0.20	0.35	0.43	0.39	0.36	0.53	0.43
5+	0.36	0.34	0.34	0.54	0.54	0.20	0.26	0.50	0.49	0.43	0.73	0.49	0.76	0.63	0.55	0.56	0.53	0.66	0.87	0.54	0.52	0.40	0.20	0.35	0.43	0.39	0.36	0.53	0.43
平均	0.80	0.63	0.72	0.76	0.76	0.65	0.67	0.88	0.83	0.76	0.97	0.86	0.97	0.86	0.75	0.66	0.64	0.67	0.89	0.53	0.61	0.37	0.20	0.32	0.36	0.37	0.38	0.43	0.39

年齢別資源尾数（千尾）（計）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	1,300	1,578	1,422	1,241	2,388	4,056	4,649	2,981	3,252	2,980	3,769	2,918	2,327	1,370	1,792	3,255	6,737	1,742	5,859	3,135	1,863	8,069	2,120	3,410	2,929	2,972	2,389	2,101	3,469
2	641	480	637	570	749	1,333	1,735	1,920	1,506	1,398	1,598	1,713	1,447	976	585	597	828	2,212	934	3,101	1,826	1,023	5,855	1,533	2,329	1,909	2,037	1,454	1,404
3	174	133	154	167	136	200	311	439	346	311	322	326	359	280	224	233	297	371	552	362	954	633	513	3,561	864	1,292	970	1,046	751
4	55	58	50	55	42	32	60	107	100	102	81	70	77	107	110	109	135	152	188	151	207	355	337	325	1,891	475	638	488	512
5+	52	56	62	62	51	39	45	63	81	85	95	67	65	58	72	85	85	105	106	103	119	160	281	418	424	1,221	934	897	700
合計	2,221	2,305	2,324	2,094	3,366	5,660	6,800	5,510	5,285	4,875	5,866	5,093	4,275	2,791	2,782	4,279	8,083	4,582	7,640	6,852	4,968	10,240	9,105	9,248	8,438	7,869	6,968	5,986	6,835

年齢別資源量（トン）（計）

年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	640	780	700	597	1,140	1,967	2,255	1,448	1,584	1,454	1,829	1,422	1,143	696	914	1,652	3,365	878	2,788	1,522	914	3,995	1,035	1,687	1,458	1,461	1,164	1,038	1,794
2	636	484	639	574	708	1,244	1,692	1,898	1,460	1,377	1,566	1,688	1,422	988	623	666	912	2,205	997	2,909	1,798	1,037	5,810	1,482	2,292	1,906	1,993	1,417	1,395
3	328	253	283	320	247	330	548	813	636	577	590	594	670	519	430	462	584	735	956	708	1,541	1,122	884	5,851	1,405	2,106	1,611	1,705	1,230
4	150	164	137	152	118	87	152	286	280	284	227	195	217	305	316	315	388	435	539	432	592	911	902	826	4,530	1,145	1,538	1,238	1,236
5+	206	219	247	248	201	149	177	240	310	335	387	274	265	244	309	364	366	453	456	444	510	686	1,126	1,705	1,683	4,585	3,554	3,443	2,802
合計	1,959	1,900	2,006	1,891	2,414	3,777	4,824	4,684	4,270	4,027	4,599	4,172	3,718	2,753	2,591	3,459	5,617	4,706	5,736	6,015	5,355	7,752	9,756	11,552	11,367	11,203	9,860	8,842	8,458
親魚量	931	808	904	928	909	1,204	1,595	2,094	1,863	1,754	1,855	1,743	1,735	1,417	1,215	1,259	1,520	2,464	2,204	3,045	3,372	3,082	5,180	9,038	8,550	8,558	7,536	6,989	5,809

補足資料３　オッタートロールの CPUE 標準化

商業船による CPUE は、資源量以外に漁獲月や海区による影響を受ける。そのため、適切な資源量指標値にはこれらの要因を取り除く必要がある（庄野 2004）。オッタートロールによるヒラメの CPUE は、海区、月および漁船の所属県によって影響を受ける。さらに、海区や月による CPUE の傾向も年によって異なる（補足図 3-1、3-2、3-3）ため、年と海区、年と月の交互作用を基に検討する必要がある。そこで、これらの影響について GLM（一般化線形モデル）を用いて検討し、CPUE の標準化を行った。ヒラメ太平洋北部系群の CPUE の標準化モデルとしては、対数 CPUE を応答変数として採用（誤差は正規分布に従うと仮定）し、交互作用を考慮した下記の当初モデルを構築するとともに、GVIF を指標に変数間の共線性を確認（GVIF＜2 を基準に選別）した後、BIC を指標値としてモデル選択を行った。なお、漁業の操業形態の変化もあることから、VPA による資源量推定同様に 1990 年以降の資料を基に漁期年（7 月～翌年 6 月）を単位として解析した。その結果、下記の当初モデルの BIC が最も低かったことからベストモデルと判断し、CPUE の標準化モデルとした。モデルのあてはまり状況は、補足図 3-4 と 3-5 の通りであった。

$$\mathrm{Ln}(CPUE) = Intercept + Year + Area + Month + Pref + Year*Month + Year*Area + Month*Area$$

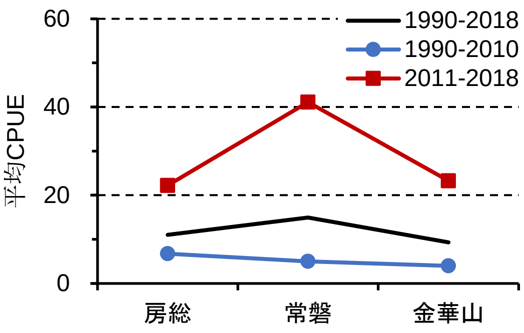
ここで、それぞれの説明変数は、カテゴリカル変数とした。

Year：1990～2018 年漁期の各年

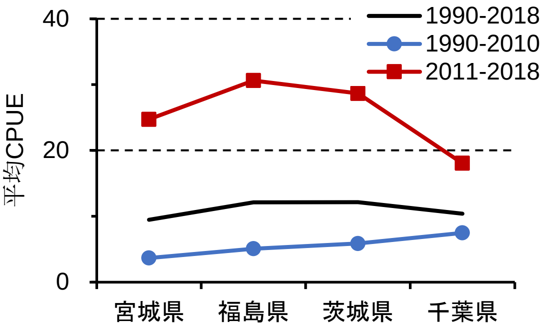
Month：7 月と 8 月を除く各月

Area：金華山、常磐、房総の 3 海区

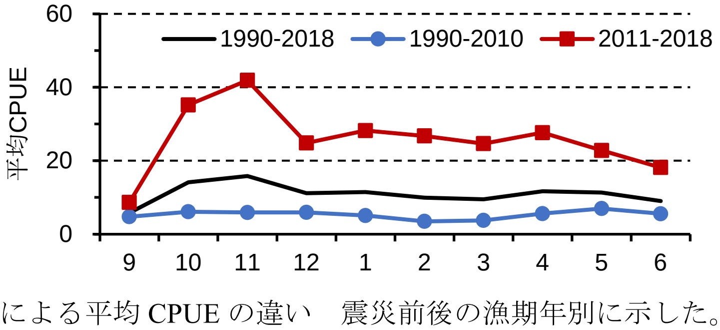
Pref：漁船の所属県であり、宮城県、福島県、茨城県、千葉県の 4 県



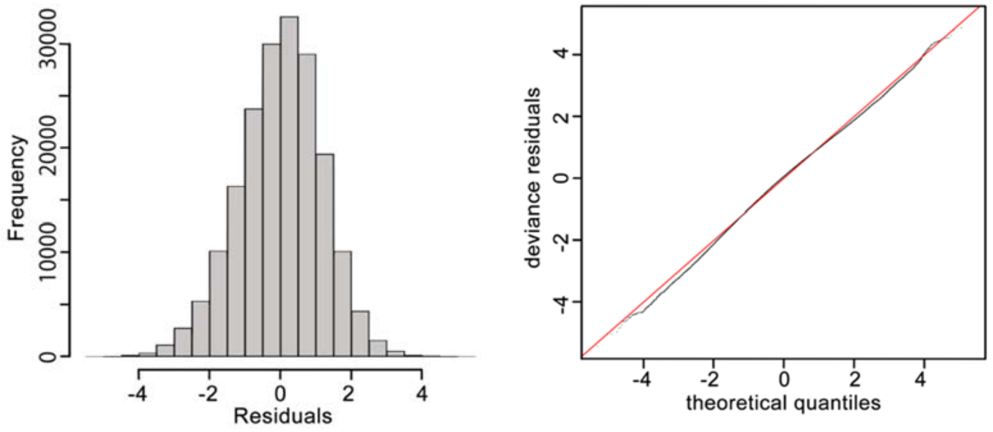
補足図 3-1.　海域による平均 CPUE の違い　震災前後の漁期年別に示した。



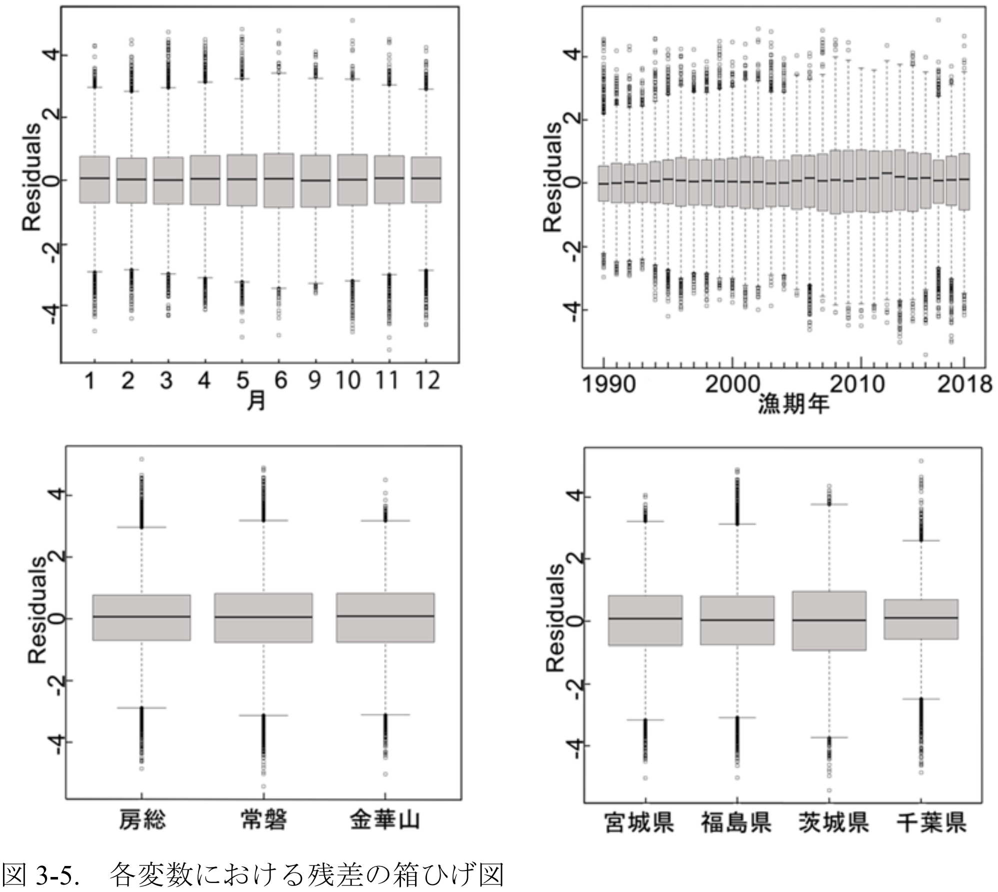
補足図 3-2.　所属県による平均 CPUE の違い　震災前後の漁期年別に示した。



補足図 3-3.　月による平均 CPUE の違い　震災前後の漁期年別に示した。



補足図 3-4.　残差ヒストグラム（左図）と正規確率プロット（右図）による正規性の確認



補足図 3-5.　各変数における残差の箱ひげ図

箱は第一～第三四分位、箱内の黒線は中央値を表す。ひげは第一、第三四分位から箱幅の 1.5 倍の範囲にある最大または最小の値を表す。バーの外側の点は外れ値を示す。

引用文献

庄野　宏 (2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチに関する総説. 水産海洋研究, **68**(2), 106-120.

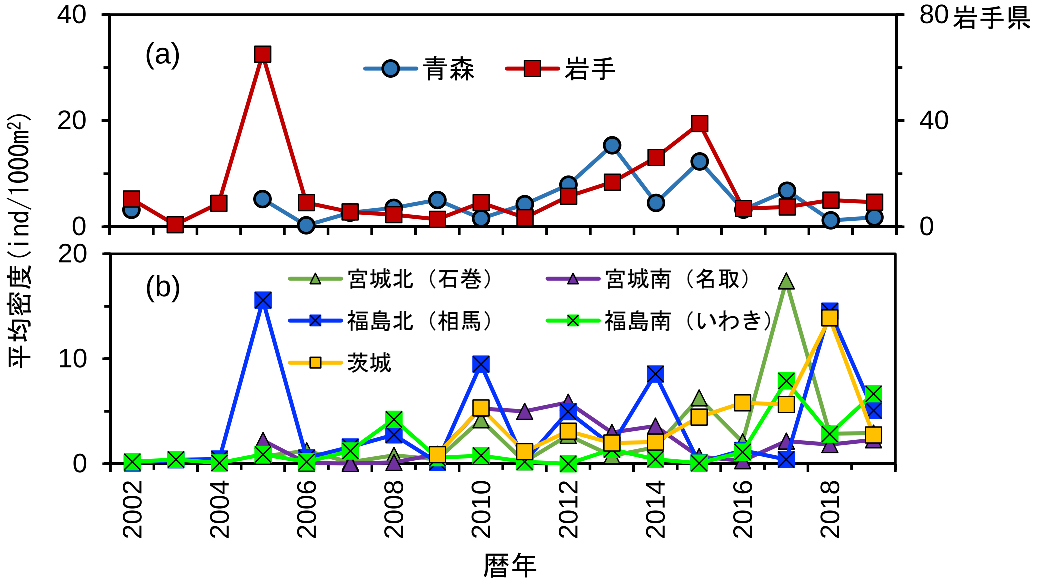
補足資料４　新規加入量調査の結果

ヒラメ稚魚の新規加入量調査は、0 歳のヒラメ稚魚の着底密度を調査し、翌年に漁獲加入する年級群豊度を早期に推定することを目的の一つとしている。

調査は、2019 年 5～12 月の期間、青森県～茨城県の水深 5～20 m の海域で実施した。採集は水工研Ⅱ型ソリネット（網口幅 2 m、目合い 6 mm）を用いて、原則 1.5～2.0 ノットで 10 分間曳網した。県（地域）ごとの稚魚密度は、年内の複数回の調査で得られた総個体数を総曳網面積（1000 m^2）で除し、年度（暦年）ごとの平均密度で評価した。密度の経年変化は、北部海域（青森、岩手、補足図 4-1（a））および南部海域（宮城北（石巻）、宮城南（名取）、福島北（相馬）、福島南（いわき）、茨城、補足図 4-1（b））に分けて図示した。

震災前（2002～2010 年）の密度は、2005 年の岩手（65.1 個体）および福島北（16.0 個体）、2010 年の福島南を除く南部海域で高い傾向があったが、それ以外では 5 個体以下がほとんどであった。震災以降の密度は、2015 年の岩手（38.9 個体）、2017 年の宮城北（17.4 個体）、2018 年の福島北（14.5 個体）および茨城（13.9 個体）などで比較的高い密度を記録した。震災後、南部海域の各県（地域）の密度は震災前に比べて高い傾向があった。

2019 年の各県（地域）の密度は、青森（1.77 個体）、岩手（9.27 個体）、宮城北（2.92 個体）、宮城南（2.28 個体）、福島北（5.07 個体）、福島南（6.68 個体）、茨城（2.73 個体）であった。本系群におけるヒラメ稚魚の直近 5 年間（2014～2018 年）の平均密度は 6.43 個体であり、2019 年の平均密度は 4.39 個体であった。直近 5 年間の平均密度と比較すると、2019 年のヒラメの稚魚密度は「平年並み～やや少ない」と判断した。新規加入量調査の詳細は、冨樫ほか（2020）を参照のこと。



補足図 4-1.　ヒラメ着底稚魚密度（平均密度）の経年変化　（a）北部、（b）南部

引用文献

冨樫博幸・櫻井慎大・木所英昭・和田由香・森　友彦・岡村（金戸）悠梨子・實松敦之・松井俊幸 (2020) 東北海域におけるヒラメ新規加入量調査結果. 東北底魚研究, **40**, （印刷中）.

補足資料５　ヒラメの系群区分変更に係る検討

1. 背景

ヒラメ太平洋北部系群において、北部海域（青森県・岩手県）と南部海域（宮城県・福島県・茨城県）では、資源状況および漁獲圧が異なる。そのため、ヒラメ太平洋北部系群として算定された資源管理基準値を用いた場合、北部と南部では、今後の資源の予測が異なる傾向となり、それぞれの海域を区別して評価・管理する必要性が指摘されてきた（栗田ほか 2006、木所ほか 2020）。生物学的には、ヒラメは遺伝的多様性が高く、遺伝子情報から系群識別することが困難とされるものの、南部海域と北部海域に分布するヒラメでは遺伝子組成が異なることが指摘されている（Shigenobu et al. 2013）。また、標識放流調査では青森県太平洋側から日本海側へ移動する事例が報告されている（十三 1988、石戸 1990）ことに加え、青森県太平洋側の漁獲量は、太平洋北部系群に属するほかの県の漁獲量との相関関係が低く（木所 2019）、漁獲量の変動傾向も異なっている。

ヒラメ太平洋北部系群における北部海域と南部海域の問題に加えて、太平洋中部系群に区分されている千葉県では、千葉県北部（夷隅地方以北）の海域に分布するヒラメは形態的特性（鰭条数）や漁獲量の変動特性が千葉県南部や神奈川県よりも、太平洋北部系群に近いことが指摘され、系群の区分方法を見直す必要性が指摘されている（中村ほか 2001）。このように太平洋北部系群および近接する系群において、以前より系群区分に関する問題が指摘されており、これらの問題に対し、次年度以降、ヒラメの系群区分を見直すことを検討している。具体的には、上述した生態的特性、漁獲状況の相違を基に、現行の太平洋北部系群における青森県太平洋側を日本海北部系群に移行するとともに、太平洋中部系群から千葉県北部（夷隅地方以北）を太平洋北部系群に加えることを検討している。

以上の背景のもと、本補足資料では、系群区分の変更にあたり、新たに太平洋北部系群とする岩手県から千葉県北部の年齢別漁獲尾数（および漁獲量）を県別に積算し、各県の年齢別漁獲量を基に各県間における漁獲量と年齢組成の相違について検討した。さらに系群全体の年齢別漁獲尾数をもとに VPA による資源量を推定し、現行の資源評価結果との相違について検討した。加えて、日本海北・中部系群（このうち日本海北部と統合）に移行する予定である青森県太平洋側の年齢別漁獲尾数の推定方法を再度検討するとともに VPA による資源量推定を行い、日本海北中部系群の資源評価結果との比較を行った。

2. 太平洋北部系群（新たに、岩手県から千葉県北部とした場合）

（1）年齢別漁獲尾数と資源量推定方法

次年度以降に系群区分の変更が予定される太平洋北部系群の年齢別漁獲尾数の資料として、岩手県～千葉県北部の全長組成と漁獲量（ともに半年ごとに計算、1～6 月、7～12 月で集計）を用いた。各県の半年ごとに集計した全長組成と対応する期間における太平洋北部系群における Age-length-Key（ALK）を用いて年齢分解し、各年の雌雄・年齢別漁獲尾数を求めた。さらに雌雄・年齢組成と雌雄・年齢別の体重（従来の太平洋北部系群と同じ値）を基に、年齢別漁獲尾数の重量合計（半年ごとに集計）が各県の漁獲量（半年ごと）と同じになるように漁獲尾数を補正し、県別の年齢別漁獲尾数を求めた。

県別の年齢別漁獲尾数は、利用可能なデータの年数が県によって異なる。例えば、福島県は 1990 年以降利用可能（震災後を除く）であるものの、他の県は主に 2003~2005 年以降

のみしか利用可能ではない。そのため、系群全体の年齢別漁獲尾数は、各年において利用可能な県の年齢別漁獲尾数の重量（雌雄・年齢別の体重を与えて計算）の合計値（半年別）が系群全体の漁獲量（半年別）になるように、さらに一定値をかけて算出した。なお、太平洋北部系群では、漁獲量を漁期年（7 月～翌年 6 月）で集計していることから、漁期年の年齢別漁獲尾数は、漁期前半（7~12 月）と後半（翌年 1～6 月）の合計値として集計した。

集計した年齢別漁獲尾数を用いて VPA（補足資料 2）による資源量推定を行うとともに、漁獲割合、親魚量の経年変化を求めた。また、再生産関係を作成し、Blimit を推定するとともに、得られた結果を基に水準区分を行い、現行の評価結果との相違について検討した。

（2）結果

岩手県から千葉県北部の年齢別漁獲尾数を補足図 5-1 に示した。年齢別漁獲量の変化として、2010 年以前はどの県でも 1 歳と 2 歳魚の漁獲量が多かったが、震災以降は 3 歳以上の高齢魚が多くなった。なお、2012 年以降は、どの県においても 2010 年級群の漁獲量が増加したことによって全体の漁獲量も増加しており、新たに太平洋北部系群とした岩手県から千葉県北部の範囲において 2010 年級群による漁獲量の増加が共通して認められた。しかし、2015 年以降は、震災後に操業自粛が行われた福島県を除き、2010 年級群が中心となる 5 歳以上魚の漁獲量が減少し、全体の漁獲量減少につながっていた（補足図 5-2）。

岩手県から千葉県北部を太平洋北部系群（変更後）として資源量を推定した結果では、系群区分の変更によって全体の漁獲量も低下したことから、資源量も全体的に少なくなった（補足図 5-3）。特に青森県太平洋側の漁獲量（2000 年前後に漁獲量が多かった）が除かれたことから、1990 年代後半から 2000 年前後にかけての資源量が、現行の系群区分による推定結果と比較して少なくなった。しかし、経年的な変化は、現行の太平洋北部系群と同様であり、2004 年前後における資源量が一時的に減少した後、2006 年以降は資源量が増加、2013 年にピークを迎えた以降は減少に転じた。年齢組成についても、2010 年級群の生残・成長による資源量の増加が現行の区分と同様に認められ、2013 年の 5 歳以上魚を中心とした年齢構成と、その後の 5 歳以上魚の減少による資源減少がみられた（補足図 5-4）。次に、漁獲割合について比較してみると、震災前の漁獲割合は 50%前後であったが、震災後は 30%前後に低下しており、新たな系群区分とした場合においても、震災後の漁獲割合の低下が同様に得られた（補足図 5-4）。ただし、南部海域と比較して漁獲圧が高いと推定される青森県が外れたことにより、全期間を通しての漁獲割合は、現行の系群区分と比較して低くなった。

再生産関係においては、新たな系群区分とした場合のほうが、資源量が少ない時期における加入量の変動幅が小さくなった（補足図 5-5）。また、再生産関係から推定される Blimit も全体的な資源量の低下に合わせて低下した（補足図 5-5）。ただし、系群区分の変更による太平洋北部系群としてのこれまでの資源評価結果（水準判断）の大きな変更はなかった。

3. 青森県太平洋側（三沢港の銘柄別漁獲量を用いた場合）

（1）年齢別漁獲尾数と資源量推定方法

青森県太平洋側の年齢別漁獲尾数は、前年度まで、八戸港における銘柄データ（水揚げ

伝票）を基に行っていた。ただし、伝票から推定できる銘柄サイズ（一箱 7 kg の入り尾数）が一部に限られるため、推定可能な銘柄サイズに偏りが含まれる可能性がある。また、八戸港では底びき網以外の漁獲量が少なく、底びき網以外の漁獲量の青森県太平洋側全体への引き延ばし率が大きくなる問題もあった。そのため、漁獲量全体の銘柄組成が把握されており、八戸よりも全体への引き延ばし率が小さい三沢港における銘柄別漁獲量を資料に用いることとした。

三沢港における年齢別漁獲尾数は、銘柄別漁獲量（1996～2019 年）に、青森県日本海側の銘柄－年齢 Key を用いて年齢分解して求めた。三沢港における銘柄別漁獲量は補足図 5-6 の通りであり、「特」「大大」「大」「中」「小」「小小」「P」の 7 銘柄に区分されている。ただし、「特」「大大」の銘柄、および「小小」「P」の銘柄は年によって区分されない場合もあった。そこで、「特」「大大」の銘柄は「大」にまとめ、同様に「少少」「P」は「小小」に統合し、全体として「大」「中」「小」「小小」の銘柄区分として取り扱った。

さらに、青森県太平洋側の年齢別漁獲尾数は、三沢港の年齢別漁獲尾数の合計値が青森県太平洋側の漁獲量と同じになるように、三沢港の年齢別漁獲尾数に一定値をかけて尾数を引き延ばして算出した。なお、従来の青森県太平洋側の年齢別漁獲尾数では、用いる ALK の都合上、4 歳以上をプラスグループとして取り扱っていたが、青森県日本海側の銘柄－年齢 Key では 5 歳以上まで年齢分解が可能である。日本海北・中部系群では、暦年で集計していることから、年齢別漁獲量の集計および VPA による資源量推定も暦年で行うとともに、日本海北・中部系群の資源評価結果との相違について検討した。

（2）結果

三沢港の銘柄別漁獲量と日本海側の銘柄－年齢 key を用いて分解した青森県太平洋側の年齢別漁獲量は、1～3 歳魚が中心となっていた（補足図 5-7）。2002～2006 年は 1 歳魚の漁獲量が極端に少なくなっていたが、この期間は「小小」「P」の銘柄が漁獲されていない（または銘柄として設定されていない）影響が想定された。また、三沢港においては 2013 年以降、「大」銘柄の漁獲比率が増加し、年齢別漁獲尾数において 4 歳および 5 歳以上魚の漁獲量が増加していた。ただし、他の太平洋北部系群の海域と比較すると 4 歳および 5 歳以上魚の増加はかなり小さいものであった。

三沢港の銘柄別漁獲量と日本海側の銘柄－年齢 key より得られた青森県太平洋側の銘柄別漁獲尾数をもとに VPA で推定した結果を補足図 5-8 に示す。推定された資源量は 2000 年までは主に 2000 トン前後であったが、その後は減少し、2004 年は 1,200 トンを下回った。2005 年以降はやや回復し、1,500 トン前後で横ばいに推移したものの、2016 年以降は減少し、2019 年は 2004 年以来の低い値となった。資源量の年齢組成は主に 1～3 歳魚が中心であった。ただし、2013 年以降は 2010 年以前と比較して、4 歳魚、5 歳以上魚の比率が多くなる傾向であった。これらの資源量の変化傾向や年齢組成は、これまでの八戸の漁獲データを基に推定した太平洋北部系群における北部海域の状況とほぼ同様であった。

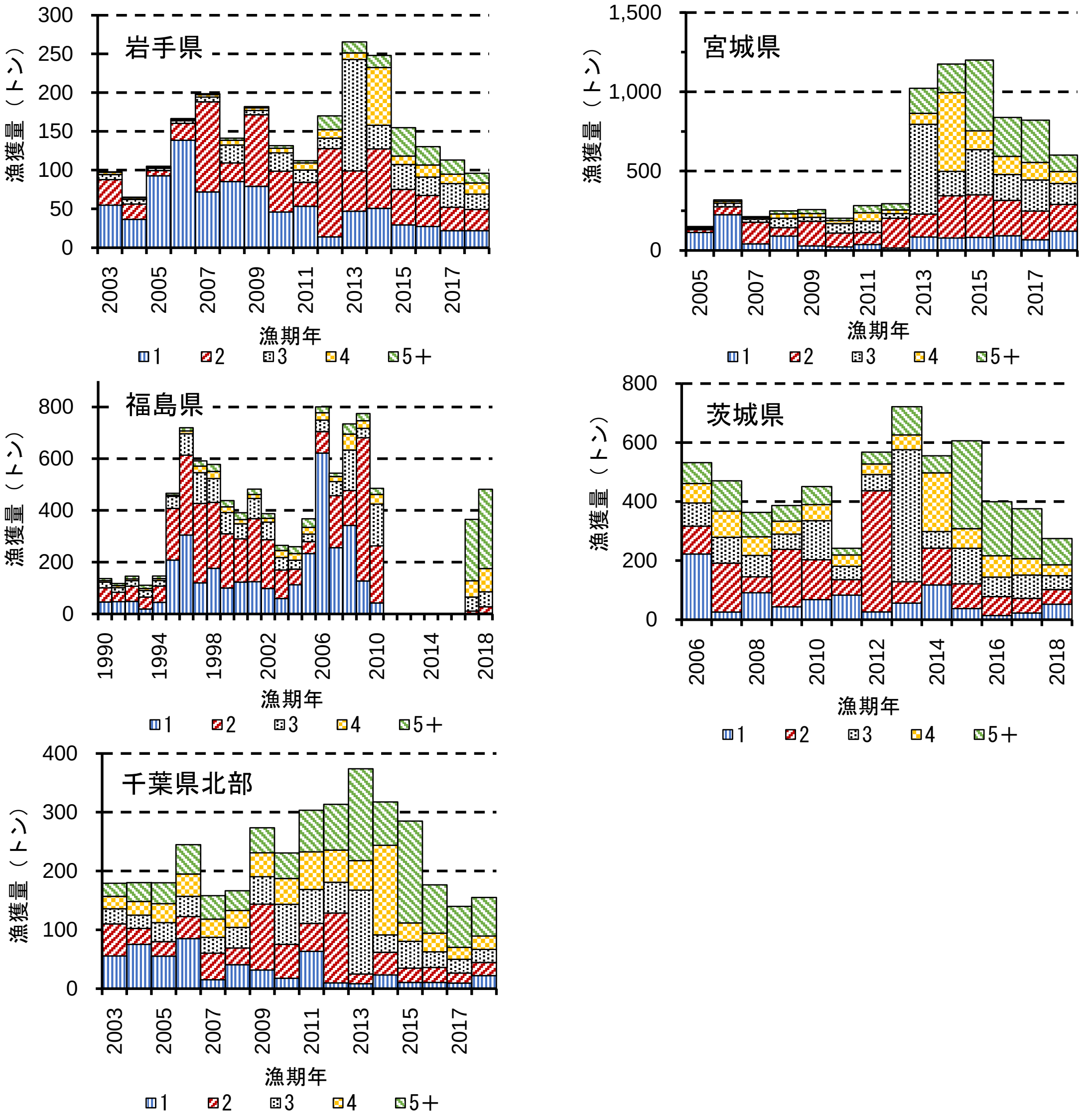
漁獲割合は、2010 年以前は年による変動が大きいものの、概ね 40～60%の範囲で推移していた（補足図 5-8）。また、震災直後の 2012 年は 36%に低下したものの、2013 年以降は 40%前後で安定して推移している。これまで八戸の漁獲データを基に推定した北部海域の結果では、近年の漁獲割合は 50%前後になっていたことから、10%程度低い値となった。

しかし太平洋北部系群を、新たに岩手県から千葉県北部とした場合の近年の漁獲割合は30%を下回っていることから、青森県太平洋側は岩手県から千葉県北部と比較して漁獲割合が高い傾向があると判断される。一方、令和元年度のヒラメ日本海北・中部系群の資源評価の結果（八木ほか 2020）では、2013 年以降の漁獲割合が 40～50%となっており、青森県太平洋側とほぼ同様の水準となっていた。加えて、ヒラメ日本海北・中部系群の資源量は 2000 年以降ほぼ横ばいに推移しているものの、2016 年以降、低下する傾向が認められることと、資源量に占める 1 ～3 歳魚の比率が高いことなど、青森県太平洋側は新たに区分される太平洋北部系群（岩手県から千葉県北部）よりも日本海北・中部系群と類似した状況にあると判断される。

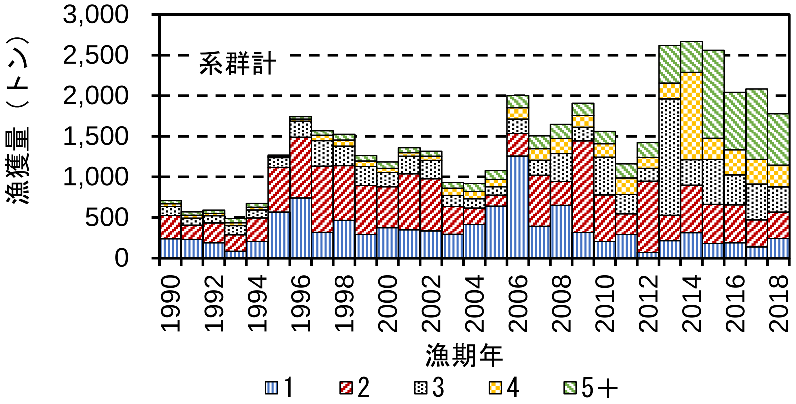
4. まとめ

太平洋北部系群において海域によって異なる分布回遊の群が混在するとともに、資源状況が異なることから同じ管理基準値で管理することの困難さが指摘されてきた（栗田ほか 2006、木所ほか 2020）。そこで次年度以降は系群区分を見直して資源評価を行うことを予定している。今回、新たな区分を基に年齢別漁獲尾数を計算するとともに、資源量を推定した結果、今後の太平洋北部系群として区分される岩手県から千葉県北部においては、同様の漁獲量変動、年齢組成となっていることが確認されるとともに、これらの資料を基に資源評価を行っても、従来の太平洋北部系群と同様の評価結果（水準および動向）が得られることが確認された。

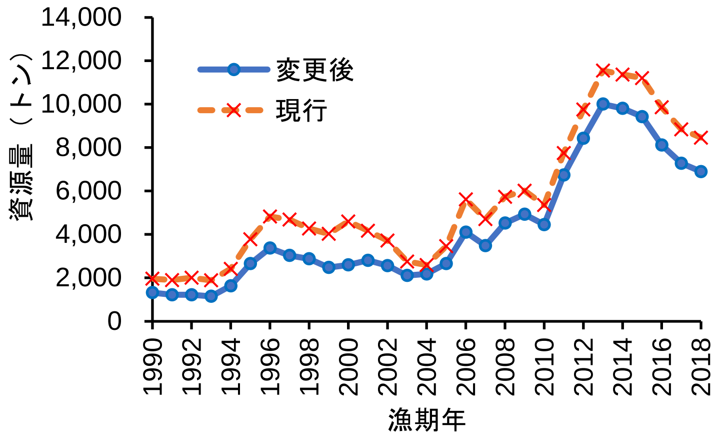
一方、青森県太平洋側においては、岩手県から千葉県北部と比較して、漁獲圧も高く、若齢の個体を多く漁獲する特性があるほか、2010 年級群の増加もほとんど認められず、漁獲量の変動特性も大きく異なることが明らかとなった。その一方で、日本海北・中部系群と同様の漁獲割合、および資源量、漁獲量の変動傾向であることが示された。以上の検討結果を基にすると、現行の太平洋北部系群における青森県太平洋側を日本海北部系群に移行するとともに、太平洋中部系群から千葉県北部（夷隅地方以北）を太平洋北部系群に加えることで、現行の系群区分よりもより的確な資源評価、管理につながると判断される。



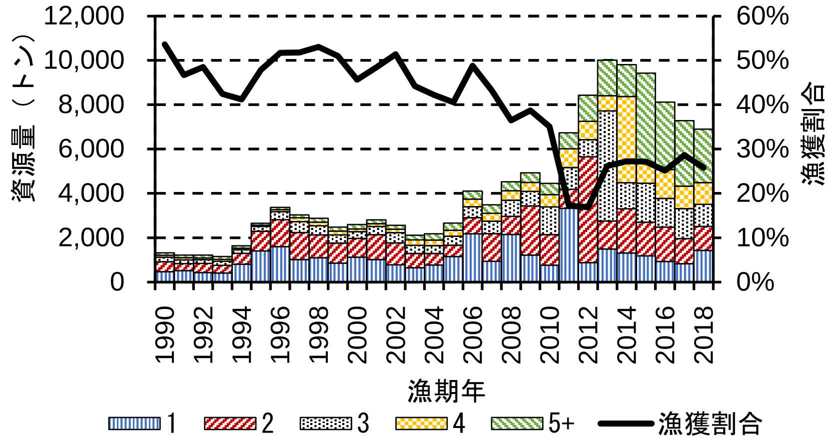
補足図 5-1.　太平洋北部系群（岩手県~千葉県北部）における各県の年齢別漁獲量



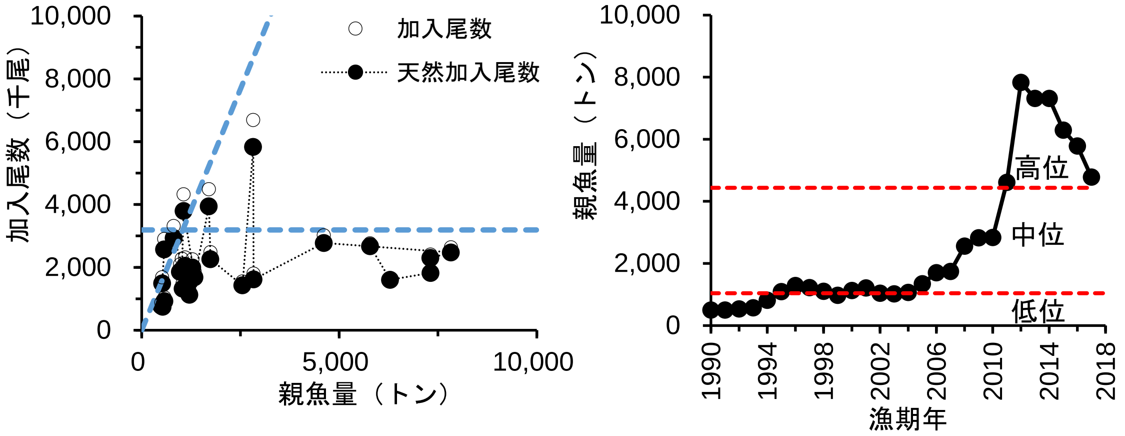
補足図 5-2.　太平洋北部系群（岩手県~千葉県北部）における年齢別漁獲量



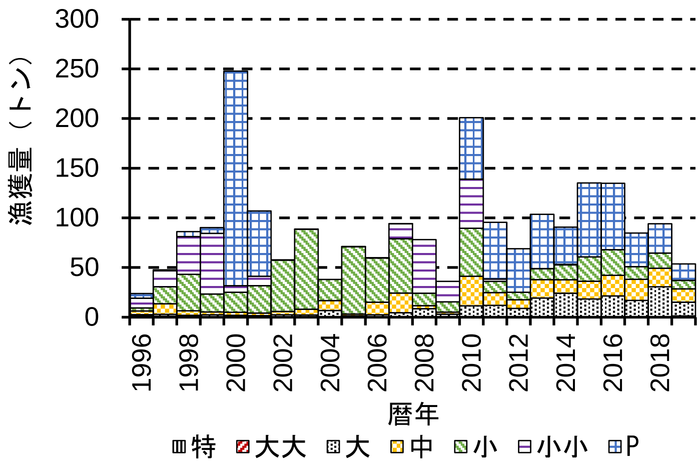
補足図 5-3.　太平洋北部系群における現行の系群区分と変更後の区分（岩手県~千葉県北部）による推定資源量の経年変化



補足図 5-4.　太平洋北部系群（岩手県~千葉県北部）の年齢別資源量および漁獲割合の推移

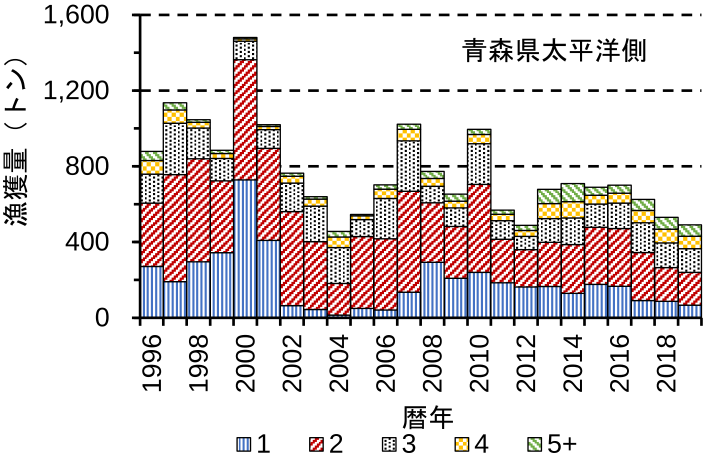


補足図 5-5. 太平洋北部系群（岩手県~千葉県北部）の再生産関係と、親魚量の推移を基にした資源水準区分

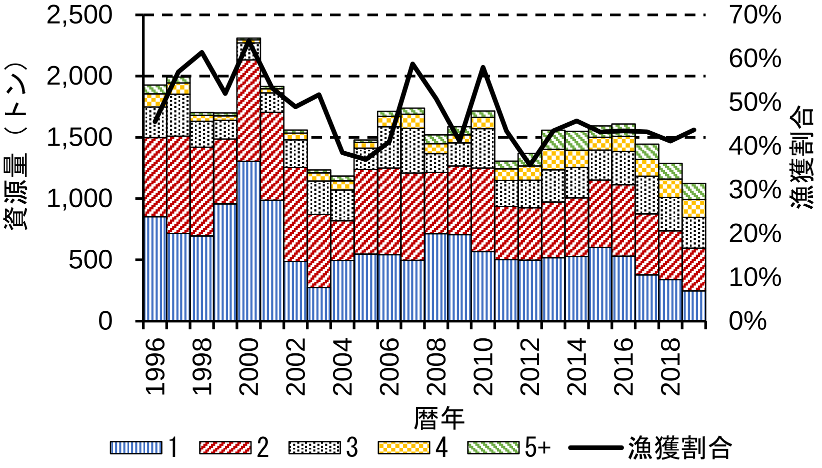


補足図 5-6. 青森県三沢港における銘柄別漁獲量

年齢分解の際、「特」「大大」銘柄は「大」にまとめ、「小小」「P」は「小小」に統合し、全体として「大」「中」「小」「小小」の 4 銘柄区分として取り扱った。



補足図 5-7. 三沢港の銘柄別漁獲量を基にした青森県太平洋側の年齢別漁獲量



補足図 5-8. 青森県太平洋側の年齢別資源量および漁獲割合の推移

引用文献

石戸芳男 (1990) 東北海区北部におけるヒラメ若齢魚の分布と移動. 東北水研研報, **52**, 33-43.

十三邦昭 (1988) 青森県沿岸のヒラメ、カレイ水の標識放流結果について. 200 海里水域内漁業資源総合調査第 9 回東北海区底魚研究チーム会議報告, 4-12.

木所英昭 (2019) ヒラメ系群区分に関する再整理・検討. 東北底魚研究, **39**, 46-51.

木所英昭、冨樫博幸、成松庸二、柴田泰宙、栗田 豊 (2020) 令和元 (2019) 年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価（令和元年度）, 水産庁増殖推進部, 水産研究・教育機構. http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201960.pdf

栗田 豊・上原伸二・伊藤正木 (2006) 平成 17 年ヒラメ太平洋北部系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価（平成 17 年）, 水産庁・水産総合研究センター, 1147-1160.

中村良成・渡辺昌人・佐藤圭介 (2001) 関東周辺海域のヒラメの系群構造に関する考察. 神奈川県水総研研報, **6**, 113-121.

Shigenobu Y, Yoneda M, Kurita Y, Ambe D. Saitoh K. (2013) Population subdivision of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the Pacific coast of Tohoku Japan detected by means of mitochondrial phylogenetic information. Int. J. Mol. Sci., 14: 954-963.

八木佑太、藤原邦浩、飯田真也 (2020) 令和元 (2019) 年度ヒラメ日本海北・中部系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価（令和元年度）, 水産庁増殖推進部, 水産研究・教育機構. http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201962.pdf.

補足資料６　暦年集計への変更による資源評価結果への影響

1. 背景

ヒラメ太平洋北部系群における資源評価はヒラメの生活周期・産卵期を重視し、7 月から翌 6 月を漁期年として漁期年単位で資源評価を行っている。一方、ほかのヒラメの各系群では、暦年（1～12 月）を単位として資源評価を行っている。そのため、現在の資源評価日程（主に 8 月に実施）では、太平洋北部系群の資源評価に利用可能なデータには、ほかの系群と比較して半年の遅れが生じている。例えば、2020 年度の資源評価において、太平洋北部系群では 2019 年 6 月までのデータを利用して 2018 年漁期の資源量が推定されているのに対し、他のヒラメの系群では 2019 年 12 月までのデータを利用して 2019 年の資源量が推定されている。このような違いによって、他の系群と比較して資源評価結果に半年程度の時間遅れが想定される他、資源評価報告書を基にヒラメの資源量を全国的に集計する際にも調整が必要となる。そのため、ヒラメ太平洋北部系群においても、暦年で資源評価することによる大きな問題点が想定されなければ、他のヒラメ系群と同様に暦年で評価を行うほうが、利点が多いと考えられる。そこで、次年度以降、暦年による資源評価に向けてヒラメ太平洋北部系群の資源評価で用いる年齢別漁獲尾数に関し、資源評価に用いるデータを暦年で再集計し、得られた値を基に VPA による資源量推定を行うとともに、漁期年による評価結果と暦年での評価結果の違いについて比較検討した。

2. 年齢別漁獲尾数の集計

資料には、補足資料 5 で作成した各県の年齢別漁獲尾数（半年ごと）を用いた。なお、補足資料 5 と同様に、各年において利用可能な年齢別漁獲尾数の重量（雌雄・年齢別の体重を与えて計算）の合計値（半年ごと）が系群全体の漁獲量（半年ごと）になるように、利用可能な年齢別漁獲尾数に一定値をかけて尾数を引き延ばして算出した。なお、暦年集計における雌雄年齢別の平均体重は、漁期年集計とは異なることから、2012 年以降の ALK に用いた個体の測定結果（雌雄年齢別体重）の平均値を用いた。以上で得られた半年ごとの年齢別漁獲尾数を 1~12 月の暦年で集計し、暦年集計の年齢別漁獲尾数のデータセットとした。このデータセットを用いて VPA（手法は資源評価報告書と同様）による資源量の推定し、漁期年で推定した場合と比較検討した。

3. 資源量推定結果

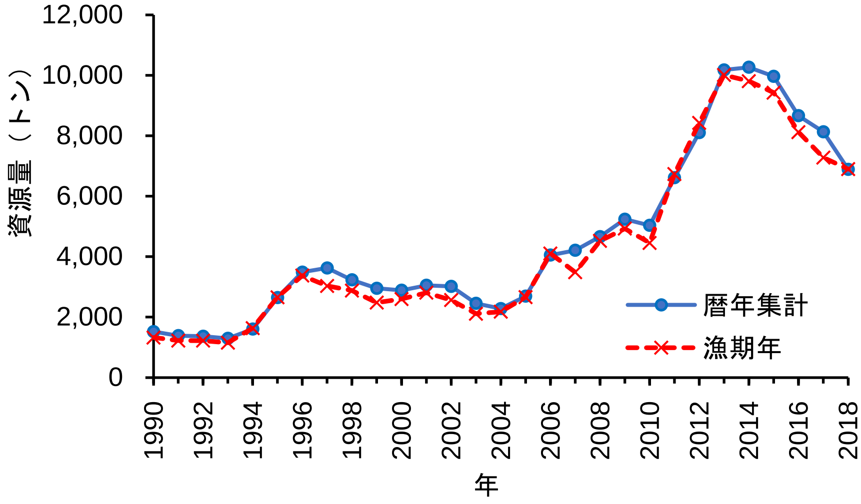
暦年集計による資源量推定結果は、2000 年前後および近年の資源量が減少する時期を中心にやや高い傾向（全体として 106%）があるものの、漁期年集計でも暦年集計でも同じ「年」における年変化に大きな差は認められなかった（補足図 6-1）。したがって、漁期年集計の場合、評価日程による利用可能なデータが半年遅れることを考慮すると、暦年集計とすることによって、同様の評価結果が 1 年早く得られていたことになる。本年度の資源量推定結果では、ヒラメ太平洋北部系群の資源量、親魚量が大きく減少していたことが示されたが、このような資源量の減少は、暦年集計で評価していた場合、前年度の資源評価時点で既に得られていたことになる。以上のように、ヒラメ太平洋北部系群においても、歴年集計とすることで､現在の評価結果とほぼ同等の結果が 1 年早く得られることとなり、漁期年集計における問題点である資源状況の把握に関する時間遅れが解消されることが期

待される。

4. 海域による産卵時期、加入時期の違い

以上のようにヒラメ太平洋北部系群における資源評価を暦年集計とすることで、資源評価における時間遅れを解消できるとともに、各海域・系群における資源評価結果を比較する際、および資源評価報告書を基にヒラメの資源量を全国的に集計する際に有益であると判断される。一方、ヒラメの産卵時期および加入時期は海域・系群によって異なっており、これらの影響についても今後、整理・調整していく必要が望まれる。

例えば、ヒラメは東シナ海では冬に産卵するため、暦年集計における 1 歳魚は満 1 歳魚となる。しかし、産卵期は北に行くほど遅くなるため、暦年集計における 1 歳魚は、実際には 1 歳未満となる（太平洋北部系群の場合は 0.5 歳）。このような海域による産卵時期・加入時期の違いは、海域による資源量や親魚量（成熟率の与え方と 1 月から産卵期までの死亡率）の推定にも影響を与えることから、今後、資源評価を年単位としていく上で、海域、系群間の生態的な特性（産卵時期、成熟率、加入時期）の影響も精査していくことが今後の課題として求められる。



補足図 6-1.　歴年集計（1 月~12 月）と漁期年（7 月~翌 6 月）で推定された資源量の推移