

## 平成30（2018）年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価

責任担当水研：東北区水産研究所（木所英昭、富樫博幸、成松庸二、柴田泰宙）

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歳で漁獲加入し、年級群の発生量が各年の漁獲量と資源量に強く影響する。2005、2007、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たことによって2011年以降の資源量が急増して高位水準となった。太平洋北部系群でも他の系群同様、種苗放流が盛んに行われている。2011年以降、放流数は減少しているものの、2016年は2,669千尾の人工種苗が放流された。2016年漁期（2016年7月～2017年6月）の資源量は「高位」、直近5年間（2012～2016年漁期）の資源量の推移から動向は「横ばい」と判断した。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1-3)-(1)より、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 $0.8 \times Fmax$ を用いて2019年漁期のABCを算出した。

| 管理基準 | Target<br>/<br>Limit | 2019年漁期<br>ABC<br>(トン) | 漁獲<br>割合<br>(%) | F値<br>(現状の<br>F値からの<br>増減%) |
|------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Fmax | Target               | 2,320                  | 22              | 0.27<br>(-22%)              |
|      | Limit                | 2,800                  | 26              | 0.34<br>(-2%)               |

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2014～2016年漁期の雌雄各年齢の平均値（0.35）である。2019年漁期は2019年7月～2020年6月である。 $ABC_{target} = \alpha ABC_{limit}$ とし、係数 $\alpha$ 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<br>(トン) | 親魚量<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) | F値   | 漁獲割合<br>(%) |
|------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 2014 | 11,030      | 8,263       | 2,992       | 0.36 | 27          |
| 2015 | 10,953      | 8,301       | 3,000       | 0.37 | 27          |
| 2016 | 10,419      | 7,080       | 2,387       | 0.31 | 23          |
| 2017 | 10,526      | 7,171       | 2,717       | 0.35 | 26          |
| 2018 | 10,619      | 7,479       | 2,737       | 0.35 | 26          |
| 2019 | 10,762      | 7,621       | —           | —    | —           |

漁期年は7月～翌年6月。親魚量は雌雄の成熟魚の重量である。

2017、2018、2019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：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                                                                                                                                            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 雌雄別年齢別漁獲尾数(南部) | 月別全長組成<br>・市場調査(宮城県、福島県、茨城県)<br>age-length key (2003年以降、年2回逐次作成)<br>・生物測定(水研、宮城県、福島県、茨城県)<br>成長曲線、全長-体重関係<br>・生物測定(水研、福島県、宮城県)<br>漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) |
| 自然死亡係数         | 雄0.25、雌0.21(寿命より推定、田中1960)                                                                                                                            |
| 漁獲係数           | 2011～2017年の操業実態(青森～茨城(5)県;震災の影響評価)                                                                                                                    |
| 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)<br>プールage-wight key; プールage-銘柄 key (北部海域用)<br>・生物測定(水研、青森県、岩手県)<br>成長曲線、全長-体重関係(北部海域)<br>・生物測定(水研、青森県、岩手県)                            |
| 2016年級加入量      | 加入量水準の指標<br>・新規加入量調査(水研、青森～茨城(5)県)                                                                                                                    |
| 成熟率            | ・生物測定(水研)                                                                                                                                             |
| 全長組成           | ・市場調査(岩手～茨城(4)県)                                                                                                                                      |
| 混入率            | ・市場調査(青森～茨城(5)県)                                                                                                                                      |

## 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。東北海域（青森～茨城県）では、重要な沿岸漁業資源の一つであり、刺し網、定置網、小型底びき網、沖合底びき網漁業などにより漁獲されている。1990年代後半より、全長30cm未満（一部地域では35cm未満）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年の漁獲量が大きく低下した後、増加に転じ、2007～2010年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）に伴う漁獲努力量減少の影響で、2011年と2012年の漁獲量は大幅に減少したが、2013年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（太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会 1994、渡邊・藤田 2000）。

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年代から震災までヒラメの種苗放流が盛んに行われている。近年、放流がヒラメの資源動態に及ぼす影響に関する生態学的な知見が蓄積されつつあるが、まだ不明の点が多い。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

東北海域では、5～9月に水深20～50mの粗砂および砂礫地帯で産卵する。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）。孵化仔魚は水温16℃では約40日間、水温19度では約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10m以浅の砂または砂泥域で過ごし、全長10cm以上になると次第に深所に移動する。2歳以上の個体は、主に水深30m以深の陸棚に生息し、その主分布域は150m以浅である（図1）。

岩手県沿岸は陸棚域が狭いためヒラメの分布量は相対的に少ない。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）。これらのことから、太平洋北部系群は岩手～青森県と宮城～茨城県の2つの群に分かれている可能性がある。

### (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り、大型となる。青森～岩手県（Yoneda et al. 2007）および宮城～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、本事業により当該海域で採集された個体の最高年齢は、雌は12歳、雄は10歳であった。

## ①成長式

## A. 青森～岩手

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

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

## B. 宮城～茨城

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

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

## ②全長－体重関係

## A. 青森～岩手

$$\text{♀ } W = 7.16 \times 10^{-3} \times L^{3.11}$$

$$\text{♂ } W = 5.87 \times 10^{-3} \times L^{3.16}$$

## B. 宮城～茨城

$$\text{♀ } W = 5.56 \times 10^{-3} \times L^{3.18}$$

$$\text{♂ } W = 6.99 \times 10^{-3} \times L^{3.12}$$

Lは全長（cm）、W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

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）。東北北部海域における最小成熟サイズおよび成熟年齢は、雄では全長35cmで満2歳以上、雌では全長44cmで満3歳以上である（北川ほか 1994）。東北南部海域では、雌の最小成熟全長は42cmで、満2歳のごく一部が産卵に加わる。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30cmで、2歳魚の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歳以上魚および雌の3歳以上魚の資源量を親魚量として計算した。仙台湾から常磐海域における産卵期は5～9月で、6～8月が産卵盛期である。

## (4) 被捕食関係

着底後の稚魚は甲殻類のアミ類を主に摂餌するが、全長10cm以上になると、主に魚類、イカ類を捕食するようになる。一方、着底直後のヒラメはエビジャコ類によって被食されることが報告されている（古田 1998）。

## 3. 漁業の状況

## (1) 漁業の概要

東北海域ではヒラメは沖合底びき網・小型底びき網・刺網・定置網等により漁獲されている。漁業は周年行われているが、1歳魚が漁業に新規加入する秋に漁獲量が増加する。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。特に全長制限（30cm未満、一部地域では35cm未満）が各県で実施されており、30cm未満の当歳魚の漁獲はほとんどない（図4）。

## (2) 漁獲量の推移

東北海域におけるヒラメの漁獲量は10年程度の周期的な変動をしている（図5、表1、表2）。1996～2002年まで2,000トン前後であった漁獲量は、2003～2005年に1,169～1,545トンに減少した。しかし、その後は増加し、2006年以降の漁獲量は概ね2,000トン以上を維持している。2011、2012年は震災に伴う漁獲努力量の大幅な減少のため、漁獲量は一時的に大きく減少したものの、漁獲努力量の回復と資源量の増加によって2014年と2015年の漁獲量は3,000トンを超えた。2016年と2017年の漁獲量は2,353トンと2,437トンに減少したものの、依然として高い値を維持している。なお、漁獲量の長期的な変動傾向は北部（青森～岩手県）と南部（宮城～茨城県）で概ね同調していたが、南部では震災後に漁獲量が増加しているのに対し、北部では増加がみられず、近年は海域によって傾向が異なっている（図6）。

## (3) 漁獲努力量

本系群のヒラメは多様な漁業によって漁獲されており、操業形態も地域により異なっている。このため、全体の指標となる漁獲努力量の把握が困難である。

# 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用いて系群全体の雌雄・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、1990～2016年漁期を対象とした。1990～2016年漁期の漁獲量は表3の通りである。なお、VPAによる解析の際、直近年（2016年）のF値は震災前3年間（2007～2009年漁期）の平均値に2016年漁期の漁獲努力量の対震災前割合（0.440）（栗田ほか2018）を乗じた値を用いた。

## (2) 漁獲物の年齢組成

漁獲物は、これまで、尾数、重量ともに全長50cm以下の1、2歳魚が主体となっていた。しかし、2010年の卓越年級群発生、ならびに震災の影響で漁獲努力量が大幅に減少したことによって小型魚の生残率が増加し、震災後は3歳以上の漁獲量、漁獲尾数が増加している（図7、図8）。

## (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9、図10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年は4,000トン前後に増加した。2003年と2004年は3,000トン以下に減少したものの、2005年以降は再び増加し、2006年～2010年は5,000トン前後となった。2011～2013年はさらに急増し、2013年には1万トンを超えた。その後も資源量は1万トン以上を維持し、2016年漁期の資源量は10,419トンと推定された。なお、親魚量（雌の3歳以上魚、雄の2歳以上魚）は2012年と2013年に急増し、2013～2015年は8,000トン以上となった（図11）。2016年はやや減少したものの、7,080トンと推定され、引き続き高い値を維持している。

ヒラメの資源量は1歳魚の加入量変動の影響を強く受ける。1994年、1995年と1999年、さらに、2005年、2007年、2010年に生まれた群（年級群）の加入尾数が多かった（図12）ことで、1990年代後半から2000年代初めの資源量と2006年漁期以降の資源量が増加したと考えられる。また、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、震災によって2011年と2012年の漁獲努力量が減少し、小型魚を中心に生残率が高まり、資源量が急増したと考えられる。

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13に示す。資源量については、Mの推定値を1.5倍にした場合は推定値が116～140%に増加し、0.5倍にした場合は75～88%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、震災前は40～53%で推移していたが、震災直後の2011～12年漁期は19%と18%に低下した。2013年以降の漁獲割合は23～27%に上昇したが、震災前の約半分の水準となっている（図9、図10、表4）。

F値は、雌雄とも年齢によって大きく異なり、特に2003年以前の雄の2歳魚の値が高かった（図14、図15）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年に0.37、2012年には0.21に大きく低下した。2013～2016年も0.31～0.37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る（図16）。雌雄別の平均F値は、1994年を除き、雄のほうが高かった。

#### （4）再生産関係

2013年に親魚量が急増する以前の1990～2012年級群の再生産成功率は、1994年（4.54尾/kg）、1995年（3.87尾/kg）、2005年（5.26尾/kg）に生まれた年級群で高い値を示した（図17）。これらの値を除くと、再生産成功率は、0.61～2.69尾/kgの範囲（平均1.57尾/kg）であった。親魚量が増加した2013年級群以降は、0.35～0.44尾/kgの範囲であり、親魚量が増加する前と比較して低い値となった。親魚量と加入尾数の間に明瞭な関係は認められないものの、親魚量が増加した2013年級群以降は、加入尾数の変動が少なく、比較的高い水準で安定している（図18）。新規加入量調査結果においても同様に、近年の加入尾数が比較的高い水準で安定している傾向がみられている（補足資料3）。近年の高い親魚量が加入尾数の安定に寄与している可能性がある。

#### （5）資源の水準・動向

従来から、震災前20年間（1990～2009年）の資源量推定値の最大値（5,974トン）を3等分して、低位と中位（1,991トン）、中位と高位（3,983トン）水準の区分としている（栗田ほか2018）。2011年漁期以降、2010年と比較して資源量が大幅に増加しているが、VPAによる近年の資源量推定結果はデータの追加によって大きく変化する可能性があることから、近年の最高値の推定結果が安定するまで暫定的に従来の基準で算出した。従来の基準に従うと、2016年漁期の水準は高位、2012～2016年漁期の資源量の変化から動向は横ばいと判断した（図9）。なお、震災後の最大値である2014年漁期の資源量推定値を3等分して水準判断しても、高位水準・横ばい傾向と判断される。

#### (6) 今後の加入量の見積もり

前述の通り、ヒラメ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。加えて、親魚量と加入尾数の関係も不明瞭であり、親魚量が多いほど加入尾数が増加する状況は観測された範囲では明瞭に認められなかった（図18）。また、近年は親魚量の増加によって加入尾数が安定する傾向もみられている。そこで、今後の加入尾数は、豊度の高い年級を含む過去10年間の平均加入尾数（雌：1,594千尾、雄2,008千尾）で一定としてABCの算定および将来予測を行った。

#### (7) 種苗放流効果

ヒラメは東北海域における重要な漁獲対象種である。そのため、1990年代から各県において種苗放流が盛んに行われ、震災前の2010年の放流数は4,827千尾であった（表5）。しかし、震災の影響によって2011年は746千尾に大きく減少し、その後の放流数は回復しつつあるものの、2016年の放流数は2,669千尾にとどまっている。

2004～2010年漁期において、各県の放流魚の混入率を漁獲量で重み付け平均して求めた系群全体の混入率は、4.5～15.3%（平均10.0%）であり（表6）、天然魚の資源量が多い年は混入率が低下し、天然魚の資源量が少ない年には混入率が高まる傾向があった。なお、年齢別混獲率を基に推定された1998年～2006年の福島県の添加効率は年変動が大きいものの、平均0.105であった（表7）。しかし、近年の混入率と添加効率は未確定である。

種苗放流が与える加入尾数への影響について、北部海域においては、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、北部（宮古湾、大野湾）と南部（仙台湾）において余力があることも示唆されている（Yamashita et al. 2017）。今後、放流効果の検討については、天然魚と放流魚の稚魚期から漁獲加入までの相互作用に関する研究とデータ蓄積が必要である。なお、現状における種苗放流の資源管理への影響に関する検討結果は補足資料4の通りである。

### 5. 2019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って急増し、2013年以降は1万トン以上を維持していると推定された。漁獲割合は、2010年以前は40～53%で推移していたが、震災後は低下し、近年は震災前の約半分の水準（23～27%）となっている。近年の漁獲割合は低く、2016年の資源量は引き続き1万トン以上の高い値を維持していることから、資源水準は高位、2012年以降の資源量の推移から動向は横ばいと判断した。

## (2) ABCの算定

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、2019年のABCも漁期年（2019年7月～2020年6月）を対象に算定した。再生産関係（図18）では、親魚量と加入尾数の間に明瞭な関係は認められないことから、現状ではBlimitを定めていない。資源水準が「高位」、動向が「横ばい」であることから、ABC算定のための基本規則1-3)-(1)を適用し、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 $0.8 \times \text{Flimit}$ を管理基準に用い（図19、図20）、ABCを算定した。

ABC対象年（2019年漁期）の資源量は、2017年漁期以降の1歳の加入尾数を一定値（雌1,594千尾、雄2,008千尾）で与えるとともに、2017、2018年漁期のF値を2014～2016年漁期の平均値（雌雄、年齢別）で漁獲されるとして予測した。予測された2019年の資源量を基に、雌雄それぞれFlimit（Fmax）およびFtarget（ $0.8 \times \text{Flimit}$ ）で漁獲した場合の漁獲量を算出し、雌雄の合計値を2019年漁期のABCとして算出した。

その結果、2019年漁期におけるヒラメ太平洋北部系群の資源量は1万8千トン、2019年漁期のABClimitは2,800トン、ABCtargetは2,320トンとなった。

| 管理基準 | Target<br>/<br>Limit | 2019年漁期<br>ABC<br>(トン) | 漁獲<br>割合<br>(%) | F値<br>(現状の<br>F値からの<br>増減%) |
|------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Fmax | Target               | 2,320                  | 22              | 0.27<br>(-22%)              |
|      | Limit                | 2,800                  | 26              | 0.34<br>(-2%)               |

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2014～2016年漁期の雌雄各年齢の平均値（0.35）である。2019年漁期は2019年7月～2020年6月である。 $\text{ABCtarget} = \alpha \text{ABClimit}$ とし、係数 $\alpha$ 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

震災前の2007～2009年のF値の平均（F2007-2009）、Fcurrent、F30%SPRは、それぞれ0.70、0.35、0.29であり（雌雄の平均値）、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）を下表および図21、図22に示した。将来予測の結果、0.8FmaxとF30%SPRで漁獲した場合、資源量が増加することが期待されるのに対し、FmaxおよびFcurrentでは横ばい、F2007-2009では資源量が減少すると予測された。現在資源が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。

| 管理基準       | F値   | 漁獲量（トン） |        |        |        |        |        |        |        |
|------------|------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |      | 2017    | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |
| 0.8Fmax    | 0.27 | 2,717   | 2,737  | 2,316  | 2,469  | 2,575  | 2,650  | 2,697  | 2,725  |
| F30%SPR    | 0.29 | 2,717   | 2,737  | 2,451  | 2,571  | 2,648  | 2,702  | 2,735  | 2,754  |
| Fmax       | 0.34 | 2,717   | 2,737  | 2,797  | 2,809  | 2,804  | 2,800  | 2,796  | 2,794  |
| Fcurrent   | 0.35 | 2,717   | 2,737  | 2,842  | 2,838  | 2,822  | 2,809  | 2,801  | 2,796  |
| F2007-2009 | 0.70 | 2,717   | 2,737  | 4,824  | 3,592  | 2,988  | 2,713  | 2,600  | 2,558  |
|            |      | 資源量（トン） |        |        |        |        |        |        |        |
|            |      | 2017    | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |
| 0.8Fmax    | 0.27 | 10,526  | 10,619 | 10,762 | 11,418 | 11,870 | 12,192 | 12,398 | 12,519 |
| F30%SPR    | 0.29 | 10,526  | 10,619 | 10,762 | 11,245 | 11,557 | 11,774 | 11,909 | 11,985 |
| Fmax       | 0.34 | 10,526  | 10,619 | 10,762 | 10,805 | 10,786 | 10,768 | 10,755 | 10,747 |
| Fcurrent   | 0.35 | 10,526  | 10,619 | 10,762 | 10,747 | 10,687 | 10,642 | 10,612 | 10,595 |
| F2007-2009 | 0.70 | 10,526  | 10,619 | 10,762 | 8,215  | 6,954  | 6,378  | 6,143  | 6,054  |
|            |      | 親魚量（トン） |        |        |        |        |        |        |        |
|            |      | 2017    | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |
| 0.8Fmax    | 0.27 | 7,171   | 7,479  | 7,621  | 8,246  | 8,698  | 9,021  | 9,227  | 9,347  |
| F30%SPR    | 0.29 | 7,171   | 7,479  | 7,621  | 8,087  | 8,399  | 8,615  | 8,750  | 8,827  |
| Fmax       | 0.34 | 7,171   | 7,479  | 7,621  | 7,681  | 7,661  | 7,643  | 7,630  | 7,622  |
| Fcurrent   | 0.35 | 7,171   | 7,479  | 7,621  | 7,627  | 7,566  | 7,521  | 7,492  | 7,474  |
| F2007-2009 | 0.70 | 7,171   | 7,479  | 7,621  | 5,310  | 4,049  | 3,474  | 3,238  | 3,150  |

前述の通り、太平洋北部系群は岩手～青森県と宮城～茨城県の2つの群に分かれる可能性が指摘されている。また、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。

## (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                  |
| 2016年漁期の雌雄・年齢別漁獲尾数                | 雌雄・年齢別漁獲尾数                  |
| 2016年漁期のF（2007～2009年漁期の平均値の0.44倍） | 1歳魚の加入尾数の平均値<br>管理基準値（Fmax） |

| 評価対象年<br>(当初・再評価)     | 管理<br>基準 | F値   | 資源量<br>(トン) | ABClimit<br>(トン) | ABCtarget<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン)<br>(実際のF値) |
|-----------------------|----------|------|-------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 2017年漁期<br>(当初)       | Fmax     | 0.31 | 13,170      | 3,110            | 2,570             | —                      |
| 2017年漁期（2017年<br>再評価） | Fmax     | 0.33 | 18,470      | 4,370            | 3,610             | —                      |
| 2017年漁期（2018年<br>再評価） | Fmax     | 0.34 | 10,530      | 2,740            | 2,270             | 2,717<br>(0.32)        |
| 2018年漁期<br>(当初)       | Fmax     | 0.33 | 16,390      | 3,940            | 3,250             | —                      |
| 2018年漁期（2018年<br>再評価） | Fmax     | 0.34 | 10,620      | 2,760            | 2,280             | —                      |

2017年漁期の漁獲量は、前進計算による推定値である。

2017、2018年漁期における推定資源量の2018年再評価値は、ともに前年推定値の60%程度に減少した。これは、本年度の年齢別漁獲尾数の集計方法の見直しによって、前年度における近年の漁獲尾数の推定値が1.2倍程度過大推定であったこと（補足資料2）、および2016年漁期の漁獲量が当初の想定よりも少なく、資源量が下方修正されたことによる。

## 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30cm（一部地域では35cm）未満のヒラメの再放流を義務づけている。加入あたり漁獲量（YPR）解析によると、漁獲圧を現状程度に維持した場合でも、漁獲開始年齢を引き上げることで漁獲量が増大することが期待される（図20）。しかし、漁獲開始年齢の引き上げについては、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、再放流した後の生残率に関する知見等の充実を図ることが重要である。

## 7. 引用文献

- 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.
- 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.
- 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.
- 栗田 豊 (2006) 環境収容力. 水産大百科事典(水研セ編), 朝倉書店, 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.
- 栗田 豊・富樫博幸・服部 努・柴田泰宙 (2018) 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(平成29年度), 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター, 1672-1702.
- 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 *Paralichthys 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.
- 竹野功壘・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.
- Yamashita, Y., Y. Kurita, H. Yamada, J.M. Miller, T. Tomiyama (2017) A simulation model for estimating optimum stocking density of cultured juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* in relation to prey productivity. Fisheries Research, **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.
- 渡邊昌人・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.



図 1. ヒラメ太平洋北部系群の分布

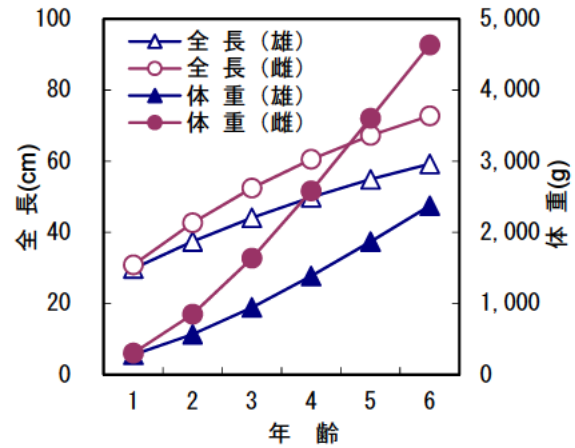


図 2. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城県）の成長

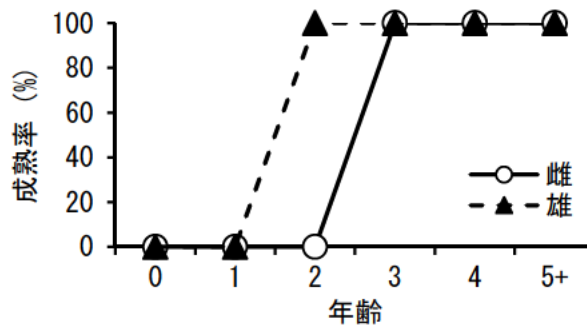


図 3. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城県）の年齢と成熟率

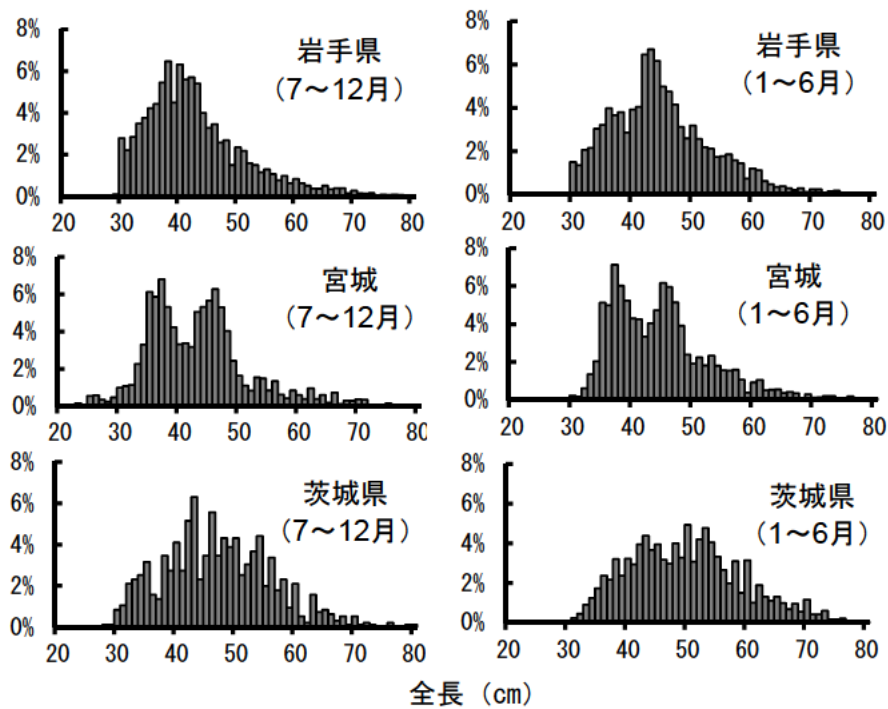


図 4. 2016 年漁期（2016 年 7 月～2017 年 6 月）の岩手、宮城、茨城県における漁獲物の全長組成

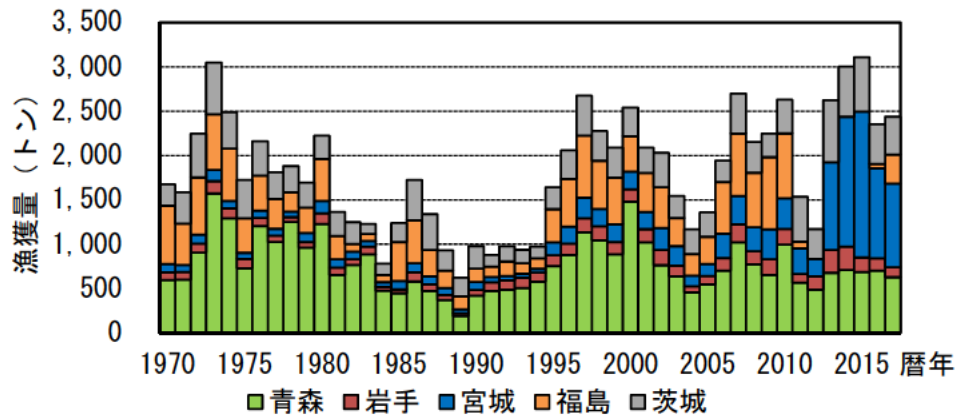


図 5. 県別漁獲量の推移

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。

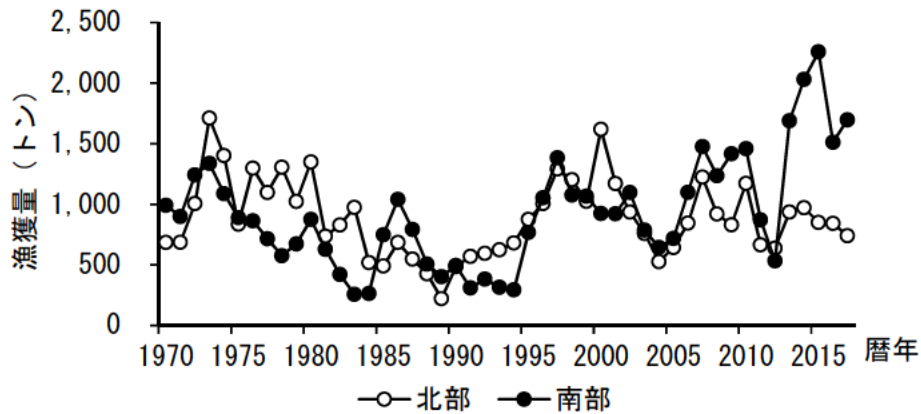


図 6. 北部（青森県、岩手県）と南部（宮城県、福島県、茨城県）の漁獲量の推移  
1990 年以降を漁業養殖業生産統計年報より暦年で集計した。

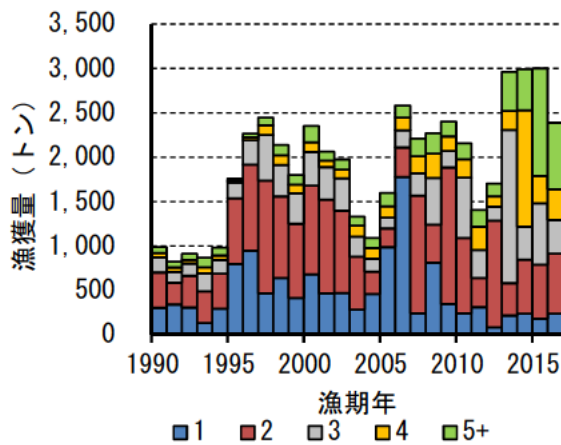


図 7. 1990～2016 年漁期における年齢別漁獲量の推移  
漁期年（7 月～翌 6 月）で集計。

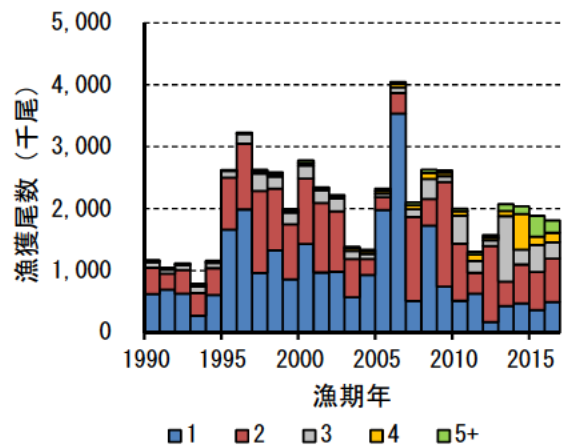


図 8. 1990～2016 年漁期における年齢別漁獲尾数の推移  
漁期年（7 月～翌 6 月）で集計。

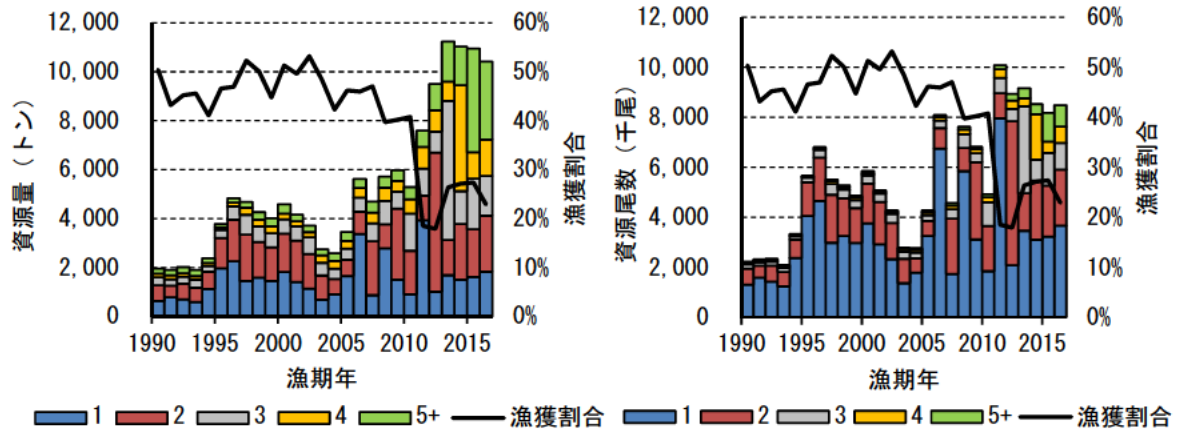


図 9. 1990～2016 年漁期における推定資源量と漁獲割合の推移  
推定資源量は年齢別に示した。点線は水準区分の境界。

図 10. 1990～2016 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。

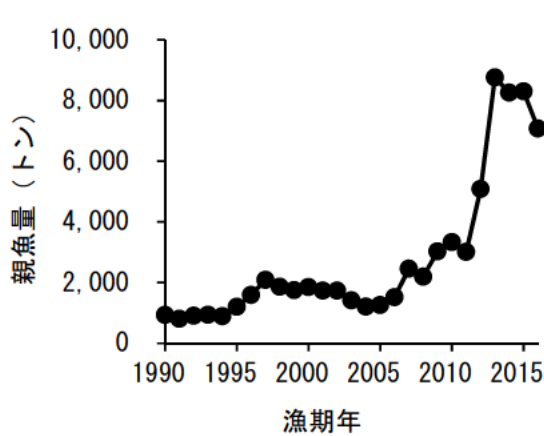


図 11. 推定親魚量の推移  
親魚量は 2 歳以上の雄と 3 歳以上の雌の資源量。

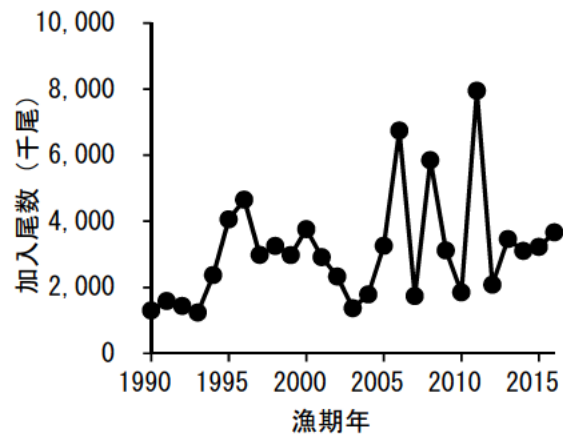


図 12. 推定加入尾数 (1 歳魚の資源尾数) の推移

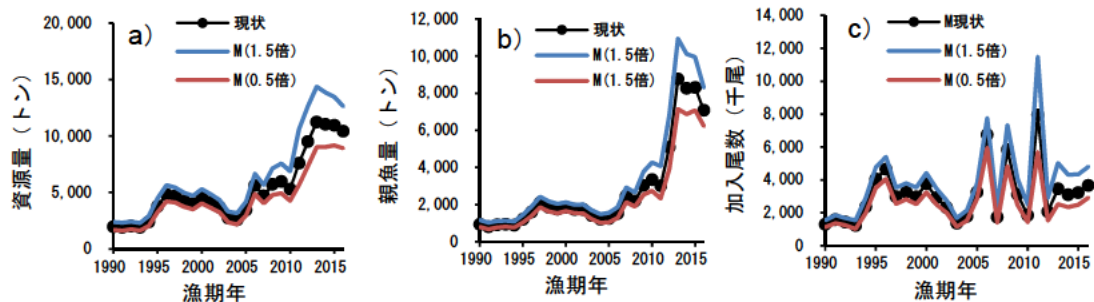


図 13. 自然死亡係数 (M) の感度解析結果 a) 資源量、b) 親魚量、c) 加入尾数  
高齢魚の割合が高い近年ほど仮定した M による影響が大きい。

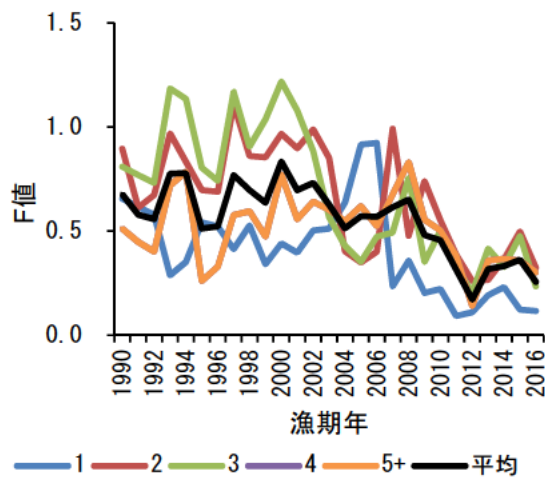


図 14. 雌の F 値の推移  
年齢別および雌の平均値を示す。

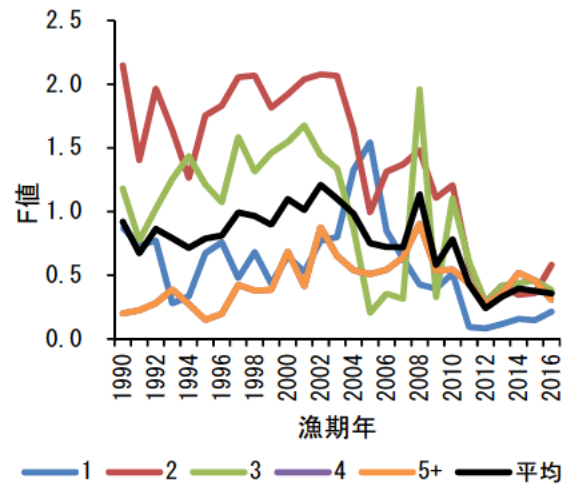


図 15. 雄の F 値の推移  
年齢別および雄の平均値を示す。

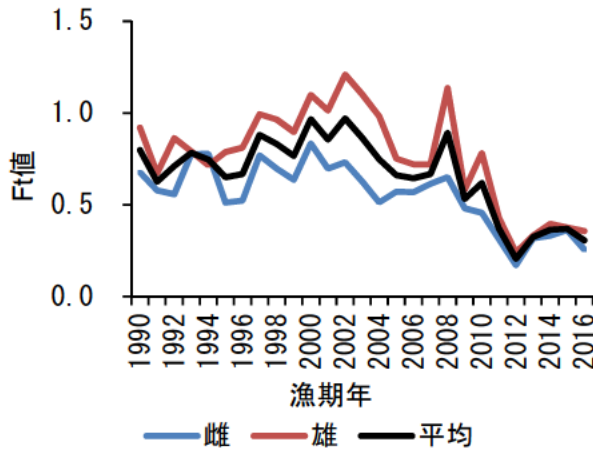


図 16. 雌雄別の F 値と雌雄の平均 F 値の推移

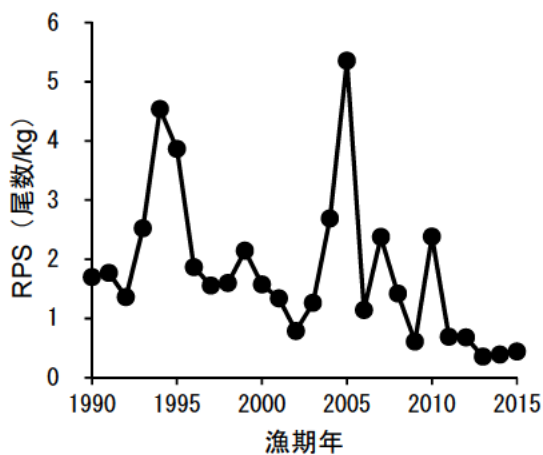


図 17. 再生産成功率の推移  
1 歳魚の加入尾数/親魚量を、  
生まれた年（年級群）で示した。

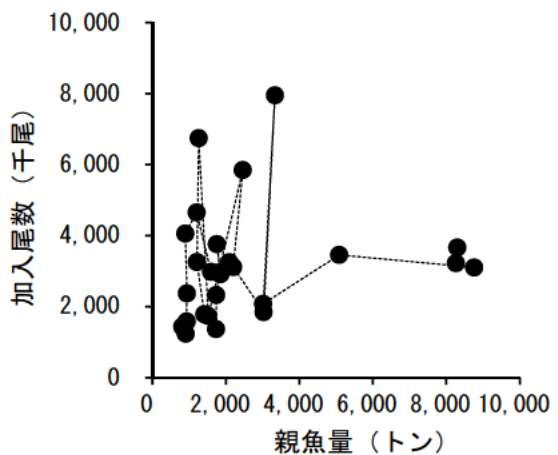


図 18. 再生産関係  
親魚量と翌年 1 歳加入尾数の関係  
で示した（1990～2015 年）。

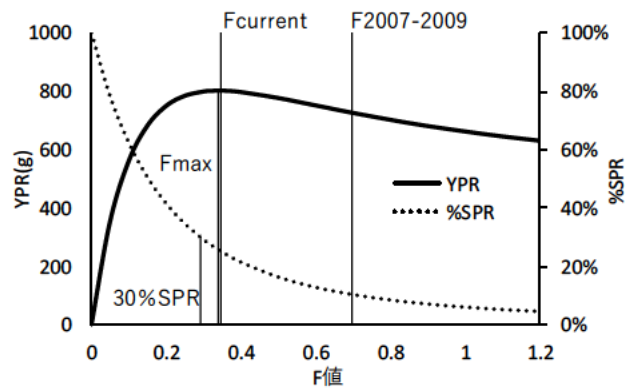


図 19. 漁獲係数と YPR、SPR の関係

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。Fcurrent と F2007-2009 も合わせて示した。

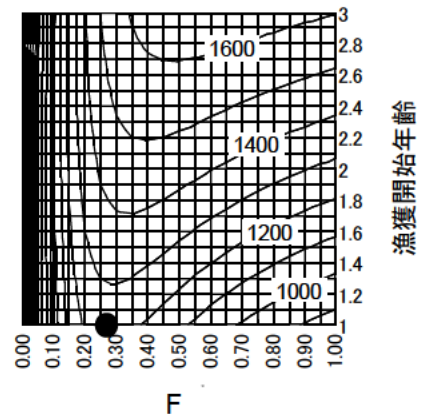


図 20. YPR 等量線図

F 値および漁獲開始年齢を変化させた時の加入 1 尾あたり漁獲量の変化雌の値のみを用いて作図した。黒丸は 2014 漁期年の値を表す。図中の数字は加入 1 尾当たりの漁獲重量 (g) を示す。

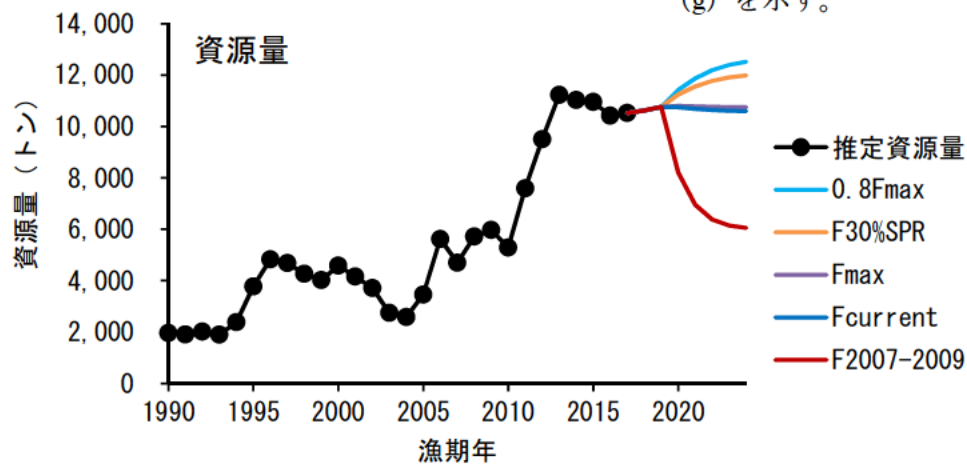


図 21. 各漁獲方策による今後の資源量の変化予測

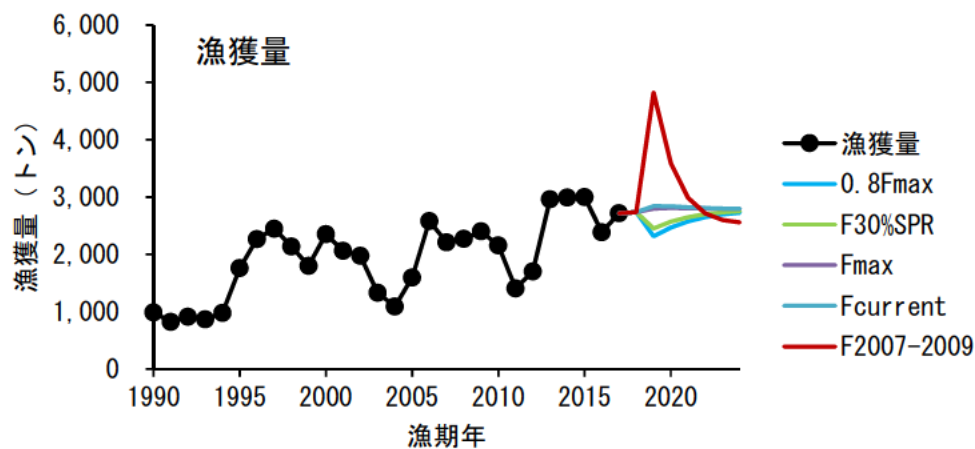


図 22. 各漁獲方策による今後の漁獲量の変化予測

表1. ヒラメの県別漁獲量（トン、暦年） 「漁業養殖業生産統計年報」より

| 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  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 青森 | 995   | 568   | 488   | 678   | 709   | 689   | 700   | 628   |
| 岩手 | 177   | 96    | 149   | 258   | 262   | 161   | 141   | 112   |
| 宮城 | 344   | 288   | 197   | 987   | 1,465 | 1,644 | 1,015 | 943   |
| 福島 | 734   | 78    | 0     | 0     | 0     | 0     | 51    | 328   |
| 茨城 | 380   | 505   | 336   | 702   | 566   | 614   | 446   | 426   |
| 合計 | 2,630 | 1,535 | 1,170 | 2,625 | 3,002 | 3,108 | 2,353 | 2,437 |

表2. ヒラメの漁業種類別漁獲量（トン、暦年） 「漁業養殖業生産統計年報」より

|     | 漁業種類 | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 青森県 | 沖底   | 1     | 3     | 3     | 4     | 7     | 4     | 11    | 10    | 23    | 22    | 30    |
|     | 小底   | 104   | 111   | 113   | 107   | 14    | 22    | 46    | 63    | 7     | 16    | 7     |
|     | 刺網   | 377   | 255   | 166   | 399   | 173   | 123   | 120   | 105   | 194   | 211   | 124   |
|     | 定置網  | *     | *     | 318   | *     | 327   | 290   | *     | *     | *     | 326   | 320   |
|     | その他  | *     | *     | 53    | 89    | 46    | 47    | 70    | 75    | 73    | 71    | 83    |
|     | 計    | 1,022 | 773   | 653   | 995   | 568   | 488   | 678   | 709   | 689   | 700   | 628   |
| 岩手県 | 沖底   | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | 1     | 1     | 2     |
|     | 小底   | *     | *     | *     | 0     | 0     | *     | *     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|     | 刺網   | 110   | 61    | 80    | 68    | 27    | 43    | 63    | 72    | 28    | 38    | 28    |
|     | 定置網  | 78    | 77    | 85    | 92    | 66    | 100   | 184   | 176   | 118   | 88    | 58    |
|     | その他  | 14    | 8     | 10    | 10    | 4     | 6     | 11    | 14    | 15    | 14    | 10    |
|     | 計    | 201   | 146   | 177   | 177   | 96    | 149   | 258   | 262   | 161   | 141   | 112   |
| 宮城県 | 沖底   | 32    | 34    | 31    | 24    | 42    | 99    | 374   | 171   | 377   | 141   | 169   |
|     | 小底   | 89    | 68    | 112   | 90    | 28    | *     | 119   | 421   | 463   | 312   | 270   |
|     | 刺網   | 173   | 131   | 164   | 188   | 119   | 48    | 390   | 702   | 655   | 485   | 440   |
|     | 定置網  | 25    | 34    | 26    | 40    | 96    | 34    | 101   | 168   | 148   | 76    | 43    |
|     | その他  | 2     | 4     | 5     | 2     | 2     | 0     | 1     | 3     | 1     | 0     | 1     |
|     | 計    | 320   | 271   | 339   | 344   | 288   | 197   | 987   | 1,465 | 1,644 | 1,015 | 943   |
| 福島県 | 沖底   | 246   | 166   | 325   | 216   | 33    | 0     | 0     | 0     | 0     | *     | *     |
|     | 小底   | 137   | 85    | 133   | 105   | 25    | 0     | 0     | 0     | 0     | 7     | 56    |
|     | 刺網   | 304   | 348   | 338   | 396   | 19    | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 35    |
|     | 定置網  | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|     | その他  | 17    | 16    | 17    | 16    | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 9     | 37    |
|     | 計    | 704   | 615   | 813   | 734   | 78    | 0     | 0     | 0     | 0     | 51    | 328   |
| 茨城県 | 沖底   | *     | *     | 22    | 59    | 77    | 47    | 93    | 138   | 255   | 168   | 112   |
|     | 小底   | 225   | 159   | 97    | 117   | 164   | 151   | 269   | 180   | 208   | 168   | 166   |
|     | 刺網   | 150   | 141   | 110   | 154   | 194   | 27    | 235   | 160   | 45    | 42    | 82    |
|     | 定置網  | *     | *     | 5     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     |
|     | その他  | 42    | *     | 31    | 30    | 62    | 111   | 73    | 69    | 72    | 57    | 38    |
|     | 計    | 452   | 349   | 265   | 380   | 505   | 336   | 702   | 566   | 614   | 446   | 426   |
| 合計  | 沖底   | 307   | 220   | 381   | *     | *     | *     | 478   | 319   | 640   | 346   | *     |
|     | 小底   | 555   | 423   | 455   | 420   | 230   | 187   | 434   | 665   | 677   | 504   | 499   |
|     | 刺網   | 1,114 | 936   | 858   | 1,206 | 533   | 241   | 809   | 1,029 | 923   | 777   | 709   |
|     | 定置網  | 578   | 469   | 434   | 531   | *     | *     | 744   | 819   | 690   | 552   | *     |
|     | その他  | 145   | 105   | 116   | 152   | 113   | 164   | 159   | 168   | 160   | 153   | 169   |
|     | 計    | 2,699 | 2,154 | 2,247 | 2,630 | 1,535 | 1,170 | 2,625 | 3,002 | 3,108 | 2,353 | 2,437 |

2017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     | 北部    | 南部    |
|------|-------|-----|-------|-----|-----|-------|-------|-------|
| 1990 | 492   | 88  | 96    | 136 | 177 | 988   | 580   | 409   |
| 1991 | 408   | 98  | 54    | 118 | 144 | 822   | 506   | 316   |
| 1992 | 447   | 103 | 50    | 146 | 166 | 912   | 550   | 362   |
| 1993 | 483   | 117 | 35    | 111 | 121 | 867   | 600   | 266   |
| 1994 | 484   | 107 | 56    | 147 | 186 | 980   | 591   | 389   |
| 1995 | 711   | 136 | 200   | 466 | 247 | 1,760 | 847   | 913   |
| 1996 | 761   | 112 | 221   | 719 | 453 | 2,267 | 874   | 1,393 |
| 1997 | 1,113 | 170 | 204   | 591 | 369 | 2,448 | 1,283 | 1,165 |
| 1998 | 816   | 156 | 227   | 578 | 360 | 2,138 | 972   | 1,165 |
| 1999 | 721   | 120 | 170   | 438 | 350 | 1,799 | 841   | 958   |
| 2000 | 1,343 | 145 | 198   | 392 | 272 | 2,351 | 1,488 | 863   |
| 2001 | 885   | 162 | 211   | 482 | 322 | 2,062 | 1,047 | 1,016 |
| 2002 | 846   | 166 | 236   | 387 | 339 | 1,975 | 1,013 | 963   |
| 2003 | 578   | 97  | 164   | 265 | 225 | 1,329 | 675   | 654   |
| 2004 | 360   | 64  | 115   | 260 | 292 | 1,091 | 424   | 667   |
| 2005 | 699   | 105 | 179   | 367 | 247 | 1,597 | 804   | 793   |
| 2006 | 819   | 166 | 366   | 800 | 431 | 2,582 | 985   | 1,597 |
| 2007 | 861   | 199 | 264   | 544 | 342 | 2,209 | 1,059 | 1,150 |
| 2008 | 788   | 141 | 302   | 734 | 305 | 2,270 | 929   | 1,341 |
| 2009 | 767   | 182 | 322   | 774 | 357 | 2,402 | 949   | 1,453 |
| 2010 | 825   | 145 | 268   | 485 | 434 | 2,156 | 969   | 1,187 |
| 2011 | 548   | 112 | 341   | 0   | 406 | 1,407 | 660   | 747   |
| 2012 | 590   | 170 | 367   | 0   | 576 | 1,703 | 760   | 942   |
| 2013 | 714   | 265 | 1,299 | 0   | 683 | 2,962 | 979   | 1,982 |
| 2014 | 640   | 248 | 1,541 | 0   | 563 | 2,992 | 888   | 2,104 |
| 2015 | 724   | 155 | 1,554 | 0   | 567 | 3,000 | 879   | 2,121 |
| 2016 | 686   | 130 | 923   | 242 | 405 | 2,387 | 816   | 1,571 |

漁期年は、7月～翌6月。

北部は青森県と岩手県、南部は宮城県、福島県、茨城県。

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<br>(トン) | 資源量<br>(トン) | 親魚量<br>(トン) | 1歳魚<br>加入尾数<br>(千尾) | 漁獲割合<br>(%) | 再生産<br>成功率<br>(尾/kg) |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|----------------------|
| 1990 | 988         | 1,961       | 932         | 1,300               | 50.4        | 1.70                 |
| 1991 | 822         | 1,904       | 810         | 1,582               | 43.2        | 1.77                 |
| 1992 | 912         | 2,017       | 907         | 1,432               | 45.2        | 1.36                 |
| 1993 | 867         | 1,902       | 939         | 1,233               | 45.6        | 2.52                 |
| 1994 | 980         | 2,384       | 894         | 2,370               | 41.1        | 4.54                 |
| 1995 | 1,760       | 3,777       | 1,203       | 4,057               | 46.6        | 3.87                 |
| 1996 | 2,267       | 4,827       | 1,596       | 4,651               | 47.0        | 1.87                 |
| 1997 | 2,448       | 4,681       | 2,092       | 2,980               | 52.3        | 1.55                 |
| 1998 | 2,138       | 4,269       | 1,862       | 3,251               | 50.1        | 1.60                 |
| 1999 | 1,799       | 4,021       | 1,752       | 2,974               | 44.7        | 2.14                 |
| 2000 | 2,351       | 4,585       | 1,850       | 3,757               | 51.3        | 1.57                 |
| 2001 | 2,062       | 4,160       | 1,737       | 2,912               | 49.6        | 1.34                 |
| 2002 | 1,975       | 3,714       | 1,734       | 2,325               | 53.2        | 0.79                 |
| 2003 | 1,329       | 2,746       | 1,413       | 1,366               | 48.4        | 1.26                 |
| 2004 | 1,091       | 2,582       | 1,211       | 1,784               | 42.2        | 2.69                 |
| 2005 | 1,597       | 3,458       | 1,259       | 3,254               | 46.2        | 5.36                 |
| 2006 | 2,582       | 5,619       | 1,520       | 6,744               | 46.0        | 1.14                 |
| 2007 | 2,209       | 4,697       | 2,461       | 1,736               | 47.0        | 2.38                 |
| 2008 | 2,270       | 5,715       | 2,197       | 5,847               | 39.7        | 1.42                 |
| 2009 | 2,402       | 5,974       | 3,028       | 3,116               | 40.2        | 0.61                 |
| 2010 | 2,156       | 5,289       | 3,336       | 1,845               | 40.8        | 2.38                 |
| 2011 | 1,407       | 7,595       | 3,015       | 7,950               | 18.5        | 0.69                 |
| 2012 | 1,703       | 9,504       | 5,087       | 2,078               | 17.9        | 0.68                 |
| 2013 | 2,962       | 11,230      | 8,760       | 3,457               | 26.4        | 0.35                 |
| 2014 | 2,992       | 11,030      | 8,263       | 3,102               | 27.1        | 0.39                 |
| 2015 | 3,000       | 10,953      | 8,301       | 3,223               | 27.4        | 0.44                 |
| 2016 | 2,387       | 10,419      | 7,080       | 3,664               | 22.9        |                      |

親魚量は3歳以上魚の雌と2歳以上魚の雄の重量。

再生産成功率は、（翌年1歳加入尾数） / （親魚量）で計算した。

表 5. ヒラメの種苗放流実績（千尾、暦年）

|     | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011 | 2012  | 2013  | 2014 | 2015  | 2016  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 青森県 | 1,040 | 1,035 | 929   | 940   | 868   | 712  | 995   | 615   | 312  | 326   | 622   |
| 岩手県 | 1,113 | 1,210 | 1,282 | 1,518 | 1,472 | 0    | 252   | 192   | 0    | 501   | 1,138 |
| 宮城県 | 290   | 220   | 268   | 440   | 639   | 30   | 203   | 220   | 20   | 170   | 200   |
| 福島県 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,022 | 1,030 | 0    | 100   | 100   | 100  | 100   | 100   |
| 茨城県 | 973   | 805   | 962   | 1,001 | 818   | 4    | 117   | 417   | 280  | 234   | 609   |
| 計   | 4,456 | 4,310 | 4,481 | 4,921 | 4,827 | 746  | 1,667 | 1,544 | 712  | 1,331 | 2,669 |

「栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績（全国）」より。

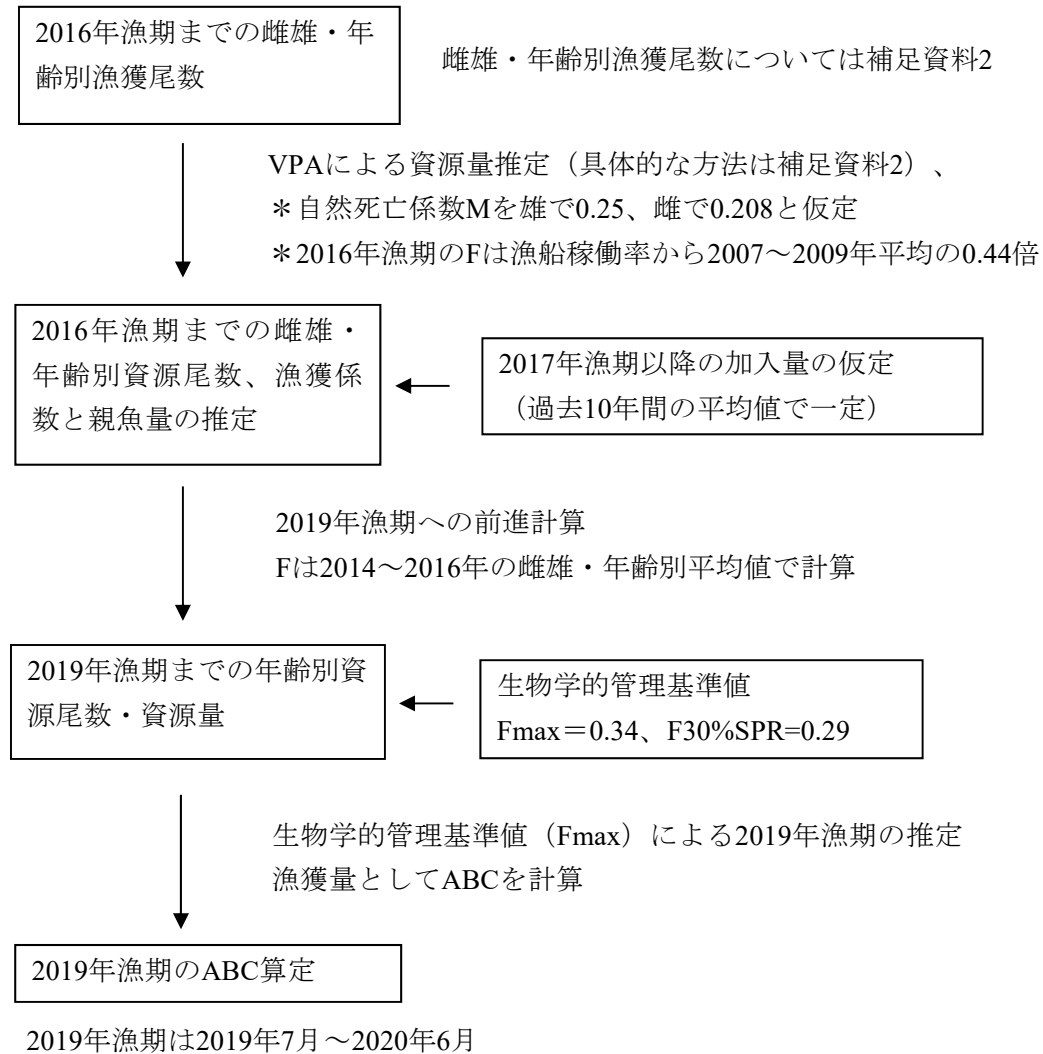
表 6. 太平洋北部系群の混入率(%)

| 漁期年 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 混入率 | 13.6 | 15.3 | 9.9  | 6.6  | 12.0 | 8.3  | 4.5  |

表 7. 福島県で水揚げされたヒラメ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  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1歳      | 0.142 | 0.104 | 0.418 | 0.317 | 0.363 | 0.223 | 0.204 | 0.055 | 0.239 |
| 2歳      | 0.062 | 0.038 | 0.167 | 0.143 | 0.300 | 0.147 | 0.107 | 0.041 | 0.123 |
| 3歳以上    | 0.058 | 0.064 | 0.098 | 0.115 | 0.094 | 0.071 | 0.076 | 0.037 |       |
| 添加効率    | 0.055 | 0.051 | 0.220 | 0.114 | 0.090 | 0.158 | 0.119 | 0.110 | 0.025 |
| 添加効率の平均 |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.105 |

# 補足資料 1 資源評価の流れ



## 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（1cm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（1cm間隔）と雌雄・年齢比率の関係は、漁期年の前半（7～12月）と後半（1～6月）に分けて集計した。

前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。そこで本年度は、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、 $2.5/\text{寿命}$ （田中 1960）から雌雄それぞれ0.208、0.250とした。また、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。

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

$$N_{5+,y} = (C_{5+,y} / C_{4,y}) N_{4,y}$$

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

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

$$F_{a, term} = \sum_{y=2007}^{2009} F_{a, y} / 3 \cdot X$$

により求めた。ここで、係数 $X$ には、2016漁期年における宮城～茨城県の努力量の2007～2009漁期年の努力量に対する割合（0.440）を用いた（栗田ほか2018）。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。

なお、本推定方法では、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歳等）の雌雄の体重を本文に掲載した成長式および全長－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

- 栗田 豊・富樫博幸・服部 努・柴田泰宙 (2018) 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(平成29年度), 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター, 1672-1702.
- 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.

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)(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  |       |
| 1              | 258   | 308   | 259   | 107   | 228   | 625   | 700   | 376   | 507   | 331   | 496   | 364   | 373   | 275   | 435   | 979   | 1,845 | 174   | 553   | 211   | 145   | 293   | 81    | 238   | 239   | 176   | 183   |       |
| 2              | 167   | 104   | 144   | 166   | 147   | 221   | 352   | 555   | 344   | 341   | 410   | 431   | 382   | 265   | 111   | 117   | 175   | 621   | 203   | 544   | 323   | 152   | 565   | 132   | 279   | 293   | 303   |       |
| 3              | 66    | 50    | 52    | 84    | 56    | 51    | 93    | 199   | 132   | 132   | 144   | 135   | 141   | 80    | 56    | 54    | 86    | 112   | 158   | 80    | 159   | 100   | 48    | 526   | 98    | 195   | 77    |       |
| 4              | 15    | 16    | 12    | 20    | 16    | 5     | 9     | 30    | 33    | 27    | 32    | 21    | 27    | 37    | 36    | 39    | 42    | 56    | 81    | 48    | 61    | 63    | 27    | 52    | 255   | 62    | 68    |       |
| 5+             | 13    | 12    | 13    | 21    | 17    | 5     | 8     | 16    | 21    | 20    | 34    | 20    | 21    | 19    | 23    | 30    | 27    | 40    | 46    | 34    | 35    | 38    | 23    | 82    | 77    | 183   | 121   |       |
| 合計             | 519   | 490   | 479   | 399   | 465   | 907   | 1,162 | 1,175 | 1,038 | 852   | 1,117 | 971   | 944   | 676   | 660   | 1,219 | 2,175 | 1,003 | 1,040 | 917   | 723   | 646   | 745   | 1,030 | 948   | 909   | 752   |       |
| 漁獲重量(t)        | 603   | 518   | 534   | 605   | 563   | 781   | 1,102 | 1,490 | 1,198 | 1,072 | 1,357 | 1,186 | 1,167 | 859   | 724   | 1,083 | 1,715 | 1,468 | 1,364 | 1,271 | 1,172 | 938   | 1,041 | 1,950 | 1,838 | 1,914 | 1,412 |       |
| 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  |       |
| 1              | 0.66  | 0.62  | 0.58  | 0.29  | 0.35  | 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  | 0.11  | 0.19  | 0.23  | 0.12  | 0.12  |       |
| 2              | 0.90  | 0.61  | 0.67  | 0.97  | 0.83  | 0.70  | 0.69  | 1.11  | 0.86  | 0.85  | 0.97  | 0.90  | 0.99  | 0.85  | 0.40  | 0.35  | 0.40  | 0.99  | 0.48  | 0.74  | 0.55  | 0.39  | 0.26  | 0.27  | 0.36  | 0.50  | 0.32  |       |
| 3              | 0.81  | 0.77  | 0.73  | 1.19  | 1.14  | 0.80  | 0.74  | 1.17  | 0.91  | 1.04  | 1.22  | 1.08  | 0.88  | 0.57  | 0.43  | 0.35  | 0.47  | 0.49  | 0.76  | 0.35  | 0.50  | 0.33  | 0.20  | 0.42  | 0.33  | 0.48  | 0.23  |       |
| 4              | 0.51  | 0.45  | 0.40  | 0.72  | 0.79  | 0.26  | 0.33  | 0.58  | 0.60  | 0.47  | 0.77  | 0.56  | 0.64  | 0.60  | 0.55  | 0.62  | 0.52  | 0.68  | 0.83  | 0.56  | 0.50  | 0.38  | 0.14  | 0.36  | 0.37  | 0.36  | 0.30  |       |
| 5+             | 0.51  | 0.45  | 0.40  | 0.72  | 0.79  | 0.26  | 0.33  | 0.58  | 0.60  | 0.47  | 0.77  | 0.56  | 0.64  | 0.60  | 0.55  | 0.62  | 0.52  | 0.68  | 0.83  | 0.56  | 0.50  | 0.38  | 0.14  | 0.36  | 0.37  | 0.36  | 0.30  |       |
| 平均             | 0.68  | 0.58  | 0.56  | 0.78  | 0.78  | 0.51  | 0.52  | 0.77  | 0.70  | 0.64  | 0.83  | 0.70  | 0.73  | 0.63  | 0.51  | 0.57  | 0.57  | 0.61  | 0.65  | 0.48  | 0.46  | 0.31  | 0.17  | 0.32  | 0.33  | 0.36  | 0.26  |       |
| 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  |       |
| 1              | 596   | 744   | 654   | 474   | 855   | 1,659 | 1,908 | 1,233 | 1,374 | 1,271 | 1,546 | 1,235 | 1,047 | 762   | 1,024 | 1,810 | 3,397 | 924   | 2,035 | 1,274 | 811   | 3,703 | 862   | 1,512 | 1,287 | 1,692 | 1,843 |       |
| 2              | 313   | 251   | 326   | 297   | 289   | 488   | 784   | 919   | 662   | 658   | 734   | 808   | 675   | 514   | 371   | 440   | 588   | 1,095 | 593   | 1,154 | 844   | 527   | 2,742 | 627   | 1,013 | 830   | 1,215 |       |
| 3              | 132   | 104   | 110   | 135   | 92    | 102   | 197   | 320   | 246   | 227   | 227   | 226   | 267   | 204   | 178   | 201   | 252   | 320   | 330   | 299   | 447   | 395   | 291   | 1,717 | 390   | 572   | 410   |       |
| 4              | 42    | 48    | 39    | 43    | 34    | 24    | 37    | 76    | 81    | 81    | 65    | 55    | 62    | 90    | 94    | 94    | 115   | 127   | 158   | 126   | 171   | 220   | 231   | 192   | 920   | 228   | 288   |       |
| 5+             | 37    | 38    | 45    | 45    | 35    | 25    | 31    | 40    | 53    | 60    | 71    | 51    | 49    | 48    | 61    | 73    | 73    | 90    | 90    | 88    | 100   | 133   | 195   | 301   | 280   | 675   | 513   |       |
| 合計             | 1,119 | 1,184 | 1,174 | 995   | 1,303 | 2,298 | 2,958 | 2,588 | 2,416 | 2,297 | 2,643 | 2,375 | 2,100 | 1,617 | 1,728 | 2,618 | 4,424 | 2,556 | 3,207 | 2,941 | 2,372 | 4,977 | 4,321 | 4,349 | 3,890 | 3,996 | 4,268 |       |
| 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  |       |
| 1              | 343   | 428   | 376   | 273   | 492   | 955   | 1,099 | 710   | 791   | 732   | 890   | 711   | 603   | 439   | 590   | 1,042 | 1,956 | 532   | 1,172 | 733   | 467   | 2,132 | 496   | 871   | 741   | 974   | 1,061 |       |
| 2              | 388   | 312   | 405   | 370   | 359   | 606   | 974   | 1,142 | 823   | 818   | 912   | 1,004 | 839   | 639   | 461   | 547   | 731   | 1,361 | 737   | 1,435 | 1,049 | 655   | 3,408 | 779   | 1,260 | 1,031 | 1,510 |       |
| 3              | 279   | 219   | 233   | 285   | 193   | 215   | 416   | 674   | 519   | 480   | 480   | 478   | 564   | 430   | 375   | 424   | 532   | 674   | 696   | 630   | 944   | 833   | 613   | 3,623 | 823   | 1,206 | 864   |       |
| 4              | 129   | 148   | 121   | 133   | 104   | 74    | 114   | 236   | 249   | 250   | 202   | 169   | 193   | 277   | 290   | 291   | 355   | 394   | 490   | 389   | 528   | 680   | 714   | 595   | 2,847 | 706   | 891   |       |
| 5+             | 170   | 176   | 206   | 210   | 162   | 117   | 143   | 183   | 244   | 276   | 328   | 236   | 227   | 221   | 282   | 282   | 336   | 337   | 417   | 415   | 406   | 460   | 613   | 903   | 1,390 | 1,293 | 3,118 | 2,369 |
| 合計             | 1,309 | 1,283 | 1,341 | 1,271 | 1,310 | 1,968 | 2,746 | 2,945 | 2,627 | 2,556 | 2,812 | 2,598 | 2,426 | 2,005 | 1,998 | 2,640 | 3,909 | 3,378 | 3,510 | 3,593 | 3,447 | 4,913 | 6,134 | 7,257 | 6,962 | 7,035 | 6,695 |       |
| 観魚量            | 577   | 543   | 560   | 628   | 459   | 406   | 673   | 1,093 | 1,013 | 1,005 | 1,010 | 883   | 984   | 928   | 948   | 1,051 | 1,223 | 1,485 | 1,601 | 1,425 | 1,931 | 2,126 | 2,230 | 5,608 | 4,962 | 5,030 | 4,124 |       |

補足表2-1. 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  |
| 1              | 362   | 384   | 370   | 163   | 380   | 1,036 | 1,288 | 585   | 820   | 529   | 933   | 606   | 607   | 294   | 493   | 1,002 | 1,690 | 336   | 1,170 | 530   | 367   | 331   | 85    | 188   | 232   | 186   | 309   |
| 2              | 256   | 153   | 238   | 199   | 283   | 617   | 706   | 769   | 651   | 546   | 648   | 690   | 595   | 355   | 151   | 87    | 155   | 734   | 229   | 1,144 | 598   | 187   | 663   | 264   | 348   | 322   | 400   |
| 3              | 26    | 14    | 25    | 22    | 28    | 61    | 66    | 83    | 64    | 56    | 65    | 70    | 61    | 49    | 23    | 5     | 12    | 12    | 167   | 15    | 294   | 90    | 46    | 530   | 140   | 242   | 184   |
| 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    | 85    |
| 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   | 80    |
| 合計             | 648   | 556   | 639   | 392   | 696   | 1,716 | 2,066 | 1,454 | 1,548 | 1,144 | 1,662 | 1,375 | 1,279 | 709   | 676   | 1,104 | 1,869 | 1,098 | 1,590 | 1,703 | 1,278 | 656   | 830   | 1,041 | 1,088 | 976   | 1,058 |
| 漁獲重量(t)        | 385   | 304   | 377   | 261   | 417   | 979   | 1,165 | 957   | 939   | 727   | 994   | 877   | 808   | 470   | 367   | 513   | 867   | 741   | 906   | 1,131 | 984   | 469   | 661   | 1,012 | 1,154 | 1,086 | 975   |
| 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  |
| 1              | 0.87  | 0.73  | 0.77  | 0.28  | 0.33  | 0.67  | 0.76  | 0.48  | 0.68  | 0.43  | 0.65  | 0.53  | 0.77  | 0.80  | 1.33  | 1.54  | 0.85  | 0.63  | 0.43  | 0.39  | 0.51  | 0.09  | 0.08  | 0.12  | 0.16  | 0.15  | 0.21  |
| 2              | 2.15  | 1.40  | 1.97  | 1.64  | 1.26  | 1.75  | 1.83  | 2.06  | 2.07  | 1.82  | 1.92  | 2.04  | 2.08  | 2.07  | 1.64  | 0.99  | 1.31  | 1.37  | 1.48  | 1.11  | 1.21  | 0.58  | 0.29  | 0.42  | 0.35  | 0.36  | 0.58  |
| 3              | 1.18  | 0.77  | 1.02  | 1.26  | 1.44  | 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  | 0.46  | 0.38  |
| 4              | 0.20  | 0.23  | 0.28  | 0.39  | 0.27  | 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  | 0.54  | 0.44  | 0.28  | 0.35  | 0.52  | 0.46  | 0.31  |
| 5+             | 0.20  | 0.23  | 0.28  | 0.39  | 0.27  | 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  | 0.54  | 0.44  | 0.28  | 0.35  | 0.52  | 0.46  | 0.31  |
| 平均             | 0.92  | 0.67  | 0.86  | 0.79  | 0.72  | 0.79  | 0.81  | 0.99  | 0.97  | 0.90  | 1.10  | 1.01  | 1.21  | 1.10  | 0.98  | 0.75  | 0.72  | 0.72  | 1.14  | 0.58  | 0.78  | 0.43  | 0.24  | 0.33  | 0.40  | 0.38  | 0.36  |
| 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  |
| 1              | 704   | 838   | 778   | 759   | 1,515 | 2,398 | 2,743 | 1,747 | 1,878 | 1,703 | 2,211 | 1,677 | 1,278 | 605   | 760   | 1,444 | 3,347 | 812   | 3,812 | 1,842 | 1,034 | 4,247 | 1,216 | 1,944 | 1,815 | 1,532 | 1,821 |
| 2              | 328   | 229   | 314   | 280   | 447   | 845   | 953   | 1,000 | 844   | 739   | 860   | 899   | 771   | 460   | 212   | 157   | 240   | 1,115 | 336   | 1,936 | 966   | 482   | 3,015 | 872   | 1,348 | 1,208 | 1,029 |
| 3              | 42    | 30    | 44    | 34    | 42    | 98    | 114   | 119   | 100   | 83    | 94    | 98    | 91    | 75    | 45    | 32    | 45    | 50    | 221   | 60    | 499   | 225   | 210   | 1,763 | 446   | 743   | 657   |
| 4              | 13    | 10    | 11    | 12    | 8     | 8     | 23    | 30    | 19    | 21    | 15    | 16    | 14    | 17    | 15    | 15    | 20    | 25    | 29    | 24    | 33    | 129   | 95    | 123   | 905   | 224   | 365   |
| 5+             | 15    | 18    | 18    | 17    | 15    | 14    | 14    | 24    | 28    | 25    | 24    | 15    | 16    | 10    | 11    | 12    | 13    | 15    | 16    | 14    | 17    | 23    | 77    | 102   | 123   | 476   | 345   |
| 合計             | 1,103 | 1,126 | 1,164 | 1,102 | 2,027 | 3,362 | 3,847 | 2,920 | 2,868 | 2,570 | 3,204 | 2,705 | 2,171 | 1,166 | 1,043 | 1,659 | 3,665 | 2,017 | 4,413 | 3,876 | 2,550 | 5,106 | 4,613 | 4,804 | 4,637 | 4,183 | 4,218 |
| 年齢別資源重量(t)(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  |
| 1              | 297   | 354   | 329   | 320   | 640   | 1,012 | 1,158 | 737   | 793   | 719   | 933   | 708   | 539   | 255   | 321   | 609   | 1,413 | 343   | 1,609 | 778   | 437   | 1,793 | 513   | 821   | 766   | 647   | 769   |
| 2              | 248   | 173   | 237   | 211   | 337   | 638   | 719   | 755   | 637   | 557   | 649   | 678   | 582   | 347   | 160   | 118   | 181   | 842   | 254   | 1,462 | 729   | 364   | 2,276 | 658   | 1,018 | 912   | 777   |
| 3              | 49    | 35    | 51    | 40    | 49    | 115   | 132   | 138   | 116   | 97    | 109   | 114   | 106   | 88    | 53    | 37    | 53    | 58    | 257   | 69    | 580   | 262   | 244   | 2,052 | 519   | 865   | 765   |
| 4              | 22    | 16    | 17    | 20    | 12    | 13    | 37    | 49    | 31    | 34    | 24    | 25    | 23    | 27    | 25    | 24    | 33    | 40    | 47    | 39    | 54    | 210   | 155   | 200   | 1,472 | 364   | 595   |
| 5+             | 36    | 43    | 42    | 40    | 36    | 32    | 34    | 56    | 65    | 59    | 57    | 36    | 38    | 23    | 26    | 28    | 30    | 35    | 38    | 33    | 41    | 54    | 182   | 241   | 292   | 1,130 | 819   |
| 合計             | 652   | 621   | 676   | 631   | 1,075 | 1,809 | 2,081 | 1,736 | 1,642 | 1,466 | 1,773 | 1,562 | 1,289 | 741   | 584   | 817   | 1,709 | 1,318 | 2,205 | 2,381 | 1,842 | 2,682 | 3,370 | 3,973 | 4,067 | 3,918 | 3,724 |
| 親魚量            | 355   | 267   | 347   | 311   | 435   | 797   | 923   | 999   | 849   | 747   | 840   | 854   | 749   | 485   | 263   | 208   | 297   | 976   | 596   | 1,604 | 1,405 | 890   | 2,857 | 3,152 | 3,301 | 3,271 | 2,956 |

補足表2-1. ヒラメ太平洋北部系群の資源解析結果（雌雄計）

| 年齢別漁獲量(千尾)(計) |       | 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 |
|---------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 年齢/漁期年        |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| 1             | 620   | 692   | 628   | 270  | 608   | 1,661 | 1,988 | 962   | 1,327 | 859   | 1,429 | 970   | 979   | 979   | 569   | 927   | 1,981 | 3,535 | 510   | 1,723 | 741   | 512   | 625   | 167   | 426   | 471   | 362   | 492  |
| 2             | 422   | 256   | 382   | 366  | 430   | 837   | 1,058 | 1,324 | 995   | 887   | 1,058 | 1,121 | 977   | 620   | 261   | 204   | 330   | 1,355 | 432   | 1,688 | 920   | 340   | 1,228 | 396   | 627   | 615   | 703   |      |
| 3             | 92    | 64    | 76    | 106  | 84    | 112   | 159   | 282   | 197   | 189   | 209   | 205   | 203   | 129   | 79    | 59    | 98    | 124   | 325   | 95    | 453   | 190   | 94    | 1,057 | 238   | 437   | 261   |      |
| 4             | 17    | 17    | 14    | 23   | 18    | 6     | 13    | 39    | 38    | 33    | 38    | 26    | 34    | 44    | 41    | 44    | 50    | 67    | 96    | 57    | 73    | 103   | 47    | 85    | 579   | 134   | 153   |      |
| 5+            | 16    | 16    | 17    | 26   | 20    | 7     | 10    | 23    | 29    | 27    | 45    | 24    | 29    | 24    | 27    | 34    | 31    | 46    | 54    | 39    | 42    | 45    | 39    | 108   | 122   | 337   | 201   |      |
| 合計            | 1,168 | 1,046 | 1,118 | 791  | 1,161 | 2,623 | 3,228 | 2,630 | 2,586 | 1,996 | 2,779 | 2,346 | 2,223 | 1,385 | 1,336 | 2,323 | 4,044 | 2,102 | 2,630 | 2,620 | 2,001 | 1,303 | 1,575 | 2,071 | 2,036 | 1,885 | 1,810 |      |
| 漁獲重量(t)       | 988   | 822   | 912   | 867  | 980   | 1,760 | 2,267 | 2,448 | 2,138 | 1,799 | 2,351 | 2,062 | 1,975 | 1,329 | 1,091 | 1,597 | 2,582 | 2,209 | 2,270 | 2,402 | 2,156 | 1,407 | 1,703 | 2,962 | 2,992 | 3,000 | 2,387 |      |

| 年齢別漁獲量(雌雄平均) |      | 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 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年齢/漁期年       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1            | 1.53 | 1.35 | 1.35 | 0.57 | 0.69 | 1.21 | 1.28 | 0.89 | 1.21 | 0.77 | 1.09 | 0.92 | 1.27 | 1.31 | 1.96 | 2.46 | 2.46 | 1.77 | 0.87 | 0.79 | 0.60 | 0.74 | 0.18 | 0.19 | 0.31 | 0.39 | 0.27 | 0.33 |
| 2            | 3.04 | 2.02 | 2.64 | 2.61 | 2.10 | 2.45 | 2.52 | 3.16 | 2.93 | 2.67 | 2.94 | 2.94 | 3.07 | 2.92 | 2.04 | 1.34 | 1.71 | 2.36 | 1.96 | 1.85 | 1.76 | 0.97 | 0.55 | 0.69 | 0.71 | 0.86 | 0.90 |      |
| 3            | 1.99 | 1.54 | 1.75 | 2.44 | 2.57 | 2.02 | 1.81 | 2.75 | 2.22 | 2.50 | 2.77 | 2.76 | 2.33 | 1.91 | 1.30 | 0.56 | 0.83 | 0.81 | 2.72 | 0.68 | 1.60 | 0.94 | 0.49 | 0.83 | 0.77 | 0.94 | 0.62 |      |
| 4            | 0.71 | 0.67 | 0.68 | 1.11 | 1.06 | 0.41 | 0.53 | 1.00 | 0.98 | 0.86 | 1.46 | 0.97 | 1.52 | 1.25 | 1.09 | 1.13 | 1.07 | 1.32 | 1.74 | 1.09 | 1.05 | 0.82 | 0.42 | 0.71 | 0.89 | 0.81 | 0.61 |      |
| 5+           | 0.71 | 0.67 | 0.68 | 1.11 | 1.06 | 0.41 | 0.53 | 1.00 | 0.98 | 0.86 | 1.46 | 0.97 | 1.52 | 1.25 | 1.09 | 1.13 | 1.07 | 1.32 | 1.74 | 1.09 | 1.05 | 0.82 | 0.42 | 0.71 | 0.89 | 0.81 | 0.61 |      |
| 平均           | 1.60 | 1.25 | 1.42 | 1.57 | 1.49 | 1.30 | 1.33 | 1.76 | 1.66 | 1.53 | 1.93 | 1.71 | 1.94 | 1.73 | 1.50 | 1.32 | 1.29 | 1.33 | 1.79 | 1.06 | 1.24 | 0.74 | 0.41 | 0.65 | 0.73 | 0.74 | 0.61 |      |

| 年齢別資源量(千尾)(計) |       | 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 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 年齢/漁期年        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |      |
| 1             | 1,300 | 1,582 | 1,432 | 1,233 | 2,370 | 4,057 | 4,651 | 2,980 | 3,251 | 2,974 | 3,757 | 2,912 | 2,325 | 1,366 | 1,784 | 3,254 | 6,744 | 1,736 | 5,847 | 3,116 | 1,845 | 7,950  | 2,078 | 3,457 | 3,102 | 3,223 | 3,664 |      |
| 2             | 641   | 480   | 640   | 577   | 736   | 1,333 | 1,737 | 1,918 | 1,506 | 1,397 | 1,594 | 1,707 | 1,446 | 974   | 582   | 597   | 828   | 2,210 | 930   | 3,091 | 1,811 | 1,009  | 5,757 | 1,498 | 2,362 | 2,038 | 2,244 |      |
| 3             | 174   | 134   | 154   | 169   | 134   | 200   | 311   | 439   | 346   | 310   | 321   | 325   | 358   | 279   | 223   | 233   | 297   | 370   | 550   | 358   | 946   | 620    | 500   | 3,481 | 836   | 1,315 | 1,067 |      |
| 4             | 55    | 58    | 50    | 55    | 41    | 32    | 60    | 107   | 100   | 102   | 80    | 70    | 77    | 106   | 109   | 109   | 109   | 135   | 152   | 187   | 150   | 204    | 349   | 326   | 315   | 1,825 | 452   | 653  |
| 5+            | 52    | 56    | 62    | 62    | 50    | 39    | 45    | 63    | 80    | 85    | 95    | 66    | 65    | 65    | 58    | 72    | 85    | 85    | 105   | 106   | 102   | 117    | 155   | 272   | 403   | 403   | 1,151 | 858  |
| 合計            | 2,223 | 2,310 | 2,338 | 2,097 | 3,331 | 5,661 | 6,805 | 5,507 | 5,283 | 4,868 | 5,847 | 5,080 | 4,271 | 2,783 | 2,771 | 4,277 | 8,089 | 4,573 | 7,620 | 6,817 | 4,922 | 10,083 | 8,934 | 9,153 | 8,528 | 8,179 | 8,486 |      |

| 年齢別資源量(t)(計) |       | 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 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| 年齢/漁期年       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |      |
| 1            | 640   | 782   | 705   | 593   | 1,132 | 1,967 | 2,257 | 1,447 | 1,584 | 1,451 | 1,823 | 1,419 | 1,142 | 694   | 910   | 1,652 | 3,368 | 875   | 2,781 | 1,511 | 903   | 3,925 | 1,010 | 1,691  | 1,507  | 1,621  | 1,830  |      |
| 2            | 636   | 485   | 642   | 581   | 696   | 1,244 | 1,694 | 1,896 | 1,460 | 1,376 | 1,561 | 1,682 | 1,421 | 986   | 620   | 665   | 912   | 2,203 | 991   | 2,896 | 1,779 | 1,019 | 5,684 | 1,437  | 2,277  | 1,943  | 2,287  |      |
| 3            | 328   | 253   | 284   | 325   | 242   | 330   | 549   | 813   | 635   | 576   | 589   | 592   | 670   | 518   | 428   | 461   | 584   | 733   | 953   | 699   | 1,524 | 1,095 | 857   | 5,675  | 1,342  | 2,071  | 1,629  |      |
| 4            | 151   | 164   | 138   | 153   | 116   | 87    | 152   | 285   | 280   | 284   | 227   | 194   | 216   | 305   | 315   | 315   | 315   | 388   | 434   | 537   | 428   | 582   | 890   | 869    | 795    | 4,319  | 1,485  |      |
| 5+           | 206   | 220   | 248   | 249   | 198   | 149   | 177   | 239   | 310   | 335   | 386   | 273   | 265   | 244   | 308   | 364   | 366   | 452   | 454   | 439   | 501   | 667   | 1,085 | 1,631  | 1,585  | 4,248  | 3,188  |      |
| 合計           | 1,961 | 1,904 | 2,017 | 1,902 | 2,384 | 3,777 | 4,827 | 4,681 | 4,269 | 4,021 | 4,585 | 4,160 | 3,714 | 2,746 | 2,582 | 3,458 | 5,619 | 4,697 | 5,715 | 5,974 | 5,289 | 7,595 | 9,504 | 11,230 | 11,030 | 10,953 | 10,419 |      |
| 総漁量          | 932   | 810   | 907   | 939   | 894   | 1,203 | 1,596 | 2,092 | 1,862 | 1,752 | 1,850 | 1,737 | 1,734 | 1,413 | 1,211 | 1,259 | 1,520 | 2,461 | 2,197 | 3,028 | 3,336 | 3,015 | 5,087 | 8,760  | 8,263  | 8,301  | 7,080  |      |

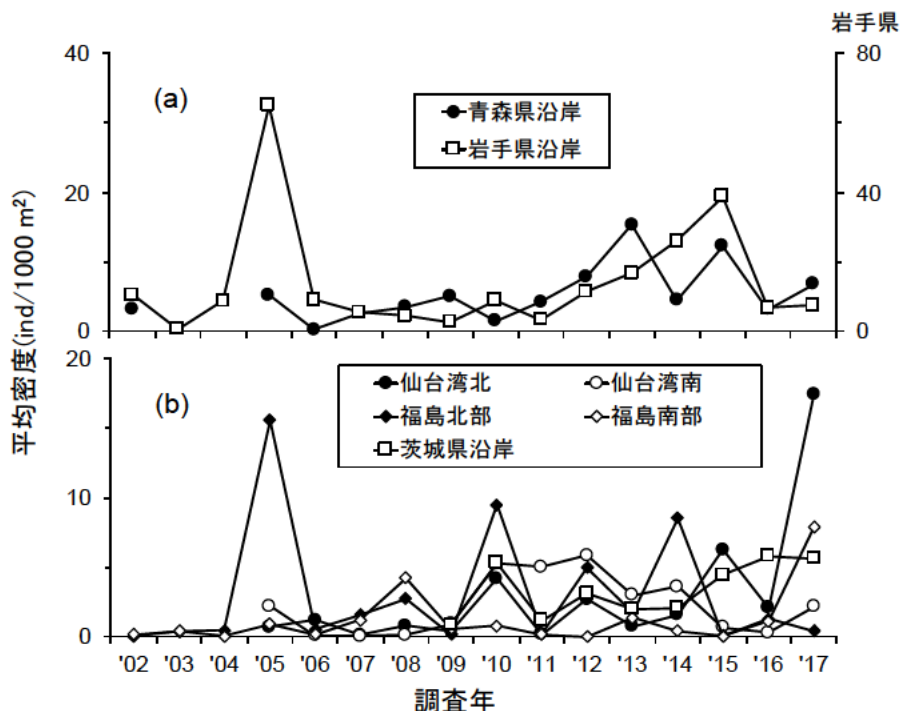
### 補足資料3 新規加入量調査の結果

ヒラメ太平洋北部系群では2002年より新規加入量調査を行っている。この調査は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2017年4月～11月に青森県から茨城県にかけて、おもに水深5～20mの海域で実施した。採集は水工研Ⅱ型ソリネット（網口幅2m、目合い6mm）を用いて、原則1.5～2.0ノットで10分間曳網した。海域ごとの稚魚密度は、各年で得られた総個体数を総曳網面積（1000 m<sup>2</sup>単位）で除して計算し、調査年ごとの平均密度で評価した。平均密度の経年変化は、仙台湾を境にして北部海域（青森県沿岸、岩手県沿岸：補足図3-1（a））および南部海域（仙台湾南北、福島県南北、茨城県沿岸：補足図3-1（b））に分けて図示した。

2005年の岩手県および福島北部、また2010年の南部海域では密度が高く、資源評価の結果、いずれも卓越年級群であると評価された。2011年の震災以降、岩手県では右肩上がりで密度が増加し、2016、2017年は低下していた。茨城県も震災以降、右肩上がりで密度が増加し、2016、2017年は横ばいであった。他の海域では増減を繰り返しているが、震災以前に比べ密度は比較的高く、安定している傾向があった。

近年3年を基にすると、太平洋北部系群のヒラメ稚魚の平均密度（7海域の平均）は、2017年級で6.82個体であり、近年3年平均（6.20個体）並みと判断された。



補足図3-1. ヒラメ着底稚魚密度（平均密度）の経年変化  
(a) 東北北部海域、(b) 東北南部海域

## 補足資料4 種苗放流による管理効果

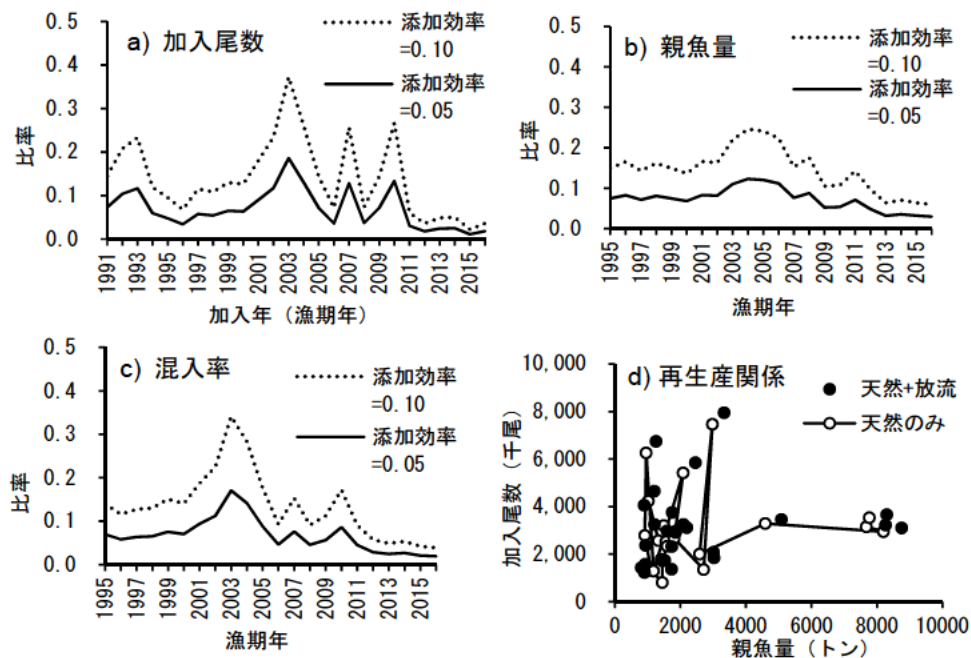
## 1. 種苗放流による加入量への効果

太平洋北部系群では、2004～2010年漁期の放流魚の混入率は4.5～15.3%（平均10.0%）であった（表6）。また、福島県で水揚げされた1998～2006年級群の年齢別混入率を基に推定された添加効率は、年による変動が大きいものの、平均0.105であった（表7）。しかし、近年の混入率と添加効率は未確定となっている。

そこで、種苗放流による管理効果として、放流魚の資源への添加効率を福島県で水揚げされた1998～2006年級群の平均値をもとに、添加効率=0.10、および近年の日本海中北部系群における添加効率（八木ほか2018）や岩手県における2000年以降の添加効率の低下（後藤2005）をもとに、添加効率=0.05と仮定した。仮定した添加効率と過去の種苗放流実績（補足表4-1）から種苗放流による加入尾数を算出するとともに、加入尾数および親魚量に占める放流魚の割合を推定し、近年の種苗放流による管理効果を推定した。

なお、各年級群の種苗放流による加入尾数は、放流尾数×添加効率として与えるとともに、漁獲死亡、自然死亡とも天然魚と種苗放流魚では差がないとして、補足表2-1における解析結果を基に計算した。

添加効率=0.10とした場合の結果で見ると、加入尾数が少なかった2002～2004年は放流魚の占める割合が20%を超えたものの、2011年以降は、放流尾数が減少したことと、加入尾数が比較的高い値で安定していたことによって、加入尾数に占める種苗放流魚の割合が5%未満となった。親魚量に占める比率も同様に近年は減少し、2012年以降は10%未満となった。混入率も同様の变化傾向であり、資源尾数が少なかった2003年と2004年に高く、その後、資源尾数の増加と共に混入率は低下した。



補足図4-1. 種苗放流数より予測された放流魚の比率

a)加入尾数の比率、b)親魚量の比率、c)資源尾数の比率（混入率）  
およびd)再生産関係（添加効率=0.10で計算）。

補足表 4-1. 太平洋北部海域におけるヒラメの種苗放流尾数

| 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 |

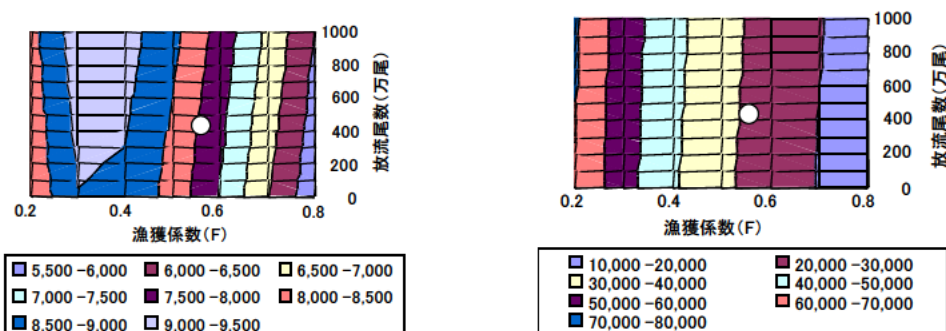
以上のように、種苗放流数が減少、資源尾数が増加した近年においては種苗放流由来の加入尾数は5%未満（添加効率0.10の場合）であり、種苗放流による資源への貢献は少ないと判断される。しかし、2003年と2004年では加入尾数に占める放流魚の比率が20%以上（添加効率0.10の場合）であり、天然魚の加入尾数が少ない時期には、放流種苗によって全体の加入尾数を増加させ、資源量と漁獲量の安定化に貢献したと考えられる。

## 2. 種苗放流と漁獲死亡（F値）による管理効果の比較

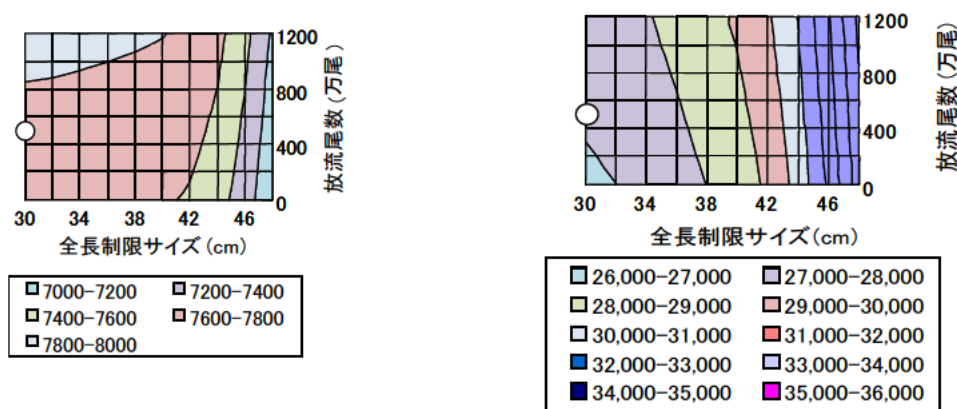
次に、放流尾数と漁獲死亡（F値）、および漁獲開始サイズの増減が漁獲量におよぼす影響を以下に検討した。ただし、本解析は震災前のパラメータを用いて行った結果である。

2010年漁期の太平洋北部系群の資源尾数、漁獲尾数、F値、放流尾数を初期値とし、2年後以降のF値および放流尾数を継続して変化させたときの7年後の漁獲量を前進法により推定した。解析には雌のみの値を用いた。F値は0.2～0.8、放流尾数は0～1,000万尾の間で変化させた。また、同様の方法で、漁獲開始サイズを30～48cm、放流尾数を0～600万尾で継続して変化させ、7年後の資源量と漁獲量を推定した。再生産成功率（尾/kg）として1.4を、添加効率として0.05を与えた。解析方法の詳細は、亘（2014）に準じた。その結果、

Fを変化させる効果が相対的に大きいことが推察された（補足図4-1、4-2）。また、現状の放流尾数は漁獲開始サイズを30cmから34cmに引き上げることと同等の資源量増大効果に相当すると判断された（補足図4-3）。



補足図4-2. 漁獲係と放流尾数を継続して変化させた場合の7年後の漁獲量（左図）および資源量（右図）の変化 白丸は2010年の値。



補足図4-3. 全長制限サイズと放流尾数を継続して変化させたときの7年後の漁獲量（左図）および資源量（右図）の変化 白丸は2010年の値。

### 3. 今後の課題

今回の解析では添加効率を一定（0.05または0.10）として検討を行ったが、太平洋北部海域ではヒラメの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おり（後藤 2006）、添加効率は加入量水準によって変化することが予想される。したがって、種苗放流による影響の評価精度を向上させるには、今後、天然魚の加入量変動と添加効率の関係を明らかにする等の検討が必要である。

### 引用文献

- 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.
- 亘 真吾（2014）等量線図による種苗放流が資源に与える影響評価と表計算ソフトを用いた計算方法. 水産技術, **6**, 129-137.
- 八木佑太、上原伸二、後藤常夫、飯田真也（2018）平成29（2017）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(平成29年度), 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター, 1733-1763.

## 補足資料5 海域による漁獲状況の違いが資源評価に与える影響

## 1. 背景

ヒラメ太平洋北部系群では、青森県から茨城県が対象海域となっている。しかし、北部（青森県と岩手県）と南部（宮城県・福島県・茨城県）における漁獲物の年齢組成が異なることは以前より指摘されており、H17年度の資源評価報告書の補足資料1には、南部（福島県）と北部（青森県）を分けてコホート解析を行うことは意味があると思われる（栗田ほか2006）、と記述されている。しかし、北部海域においては、南部と比較して年齢別漁獲尾数の推定精度が低いことから、青森県の銘柄別漁獲量を基に推定した資源量が参考値として示されているものの（栗田ほか2018）、資源評価に直接用いられてない。

一方、南部海域においては2010年に豊度の高い加入群が発生したこと、震災による漁獲努力量が減少したことによって若齢魚が多く生き残り、2013年以降は資源に占める高齢魚の比率が高くなっている。しかし、青森県のデータを用いた解析結果では、近年も高齢魚の比率は低い状況である（栗田ほか2018）。さらに、北部と南部では震災後の漁獲努力量の回復率も異なっているため、VPAによる直近年のFの仮定も異なる（栗田ほか2018）。そこで、海域による状況の違いが与える影響について、資源評価で採用した方法（南部における雌雄・年齢別漁獲量を全体に引き延ばして資源量を推定）による結果と、南部と北部の年齢別漁獲尾数を基に海域別に資源量を推定した結果を比較して検討した。

## 2. 海域別の資源量推定方法

## (1) 北部（青森県と岩手県）の年齢別漁獲尾数

北部の雌雄・年齢別漁獲尾数には、青森県八戸港に水揚げされたヒラメの水揚げデータを用いた。基本的に八戸港の水揚げデータは、沖合底びき網と小型底びき網漁業では銘柄（1箱の入り尾数）で、刺し網・定置網・その他の漁業は重量で記録されている。前者は性別age-銘柄 keyで、後者は性別age-weight keyでそれぞれ漁獲物を年齢分解した。ヒラメの成長を考慮し、性別age-銘柄 keyは1～3月、4～6月、9～12月（7、8月は休漁）の3期に分けて作成し、性別age-weight keyは1～6月、7～12月の2期に分けて作成した。なお、北部の雌雄・年齢別漁獲尾数はデータが整備されている1998年以降を対象として推定した。

北部の雌雄・年齢別漁獲尾数（組成）は、栗田ほか（2018）の方法を用いた。ただし、雌雄・年齢別漁獲尾数に雌雄・年齢別の体重（補足表5-1）を乗じた合計値が表4に示す北部の漁期年の漁獲量の合計値と同じ値になるように年齢別漁獲尾数を補正した。なお、年齢分解は4歳以上をプラスグループとして取り扱った。

補足表 5-1. 北部の資源量計算に用いたヒラメの雌雄・年齢別体重（g）

| 年齢 | 北部雌   | 北部雄   |
|----|-------|-------|
| 1  | 377   | 321   |
| 2  | 685   | 541   |
| 3  | 1,083 | 783   |
| 4+ | 1,834 | 1,144 |

## (2) 南部（宮城県、福島県、茨城県）の年齢別漁獲尾数

系群全体の資源評価に用いた南部の雌雄・年齢別漁獲尾数を用いて雌雄・年齢別の体重を乗じた合計値が、表4に示す南部の漁期年の漁獲量の合計値と同じ値になるように年齢別漁獲尾数を補正して用いた。

## (3) VPA

補足資料2の方法で資源量を推定した。なお、最近年の漁獲係数（F値）について、南部では2016漁期年における宮城～茨城県の努力量の2007～2009漁期年の努力量に対する割合（0.440）を与えた。しかし、北部ではかなり回復（2005～2009年の0.93倍）していることから（栗田ほか2018）、直近年の漁獲係数は震災前の努力量比ではなく、2013～2015年の平均値と同じになるように与えた。なお、北部の1990～1997年の資源量は、南部の推定資源量に各年の南部と北部の漁獲量比率を乗じて推定した。

## (3) 将来予測

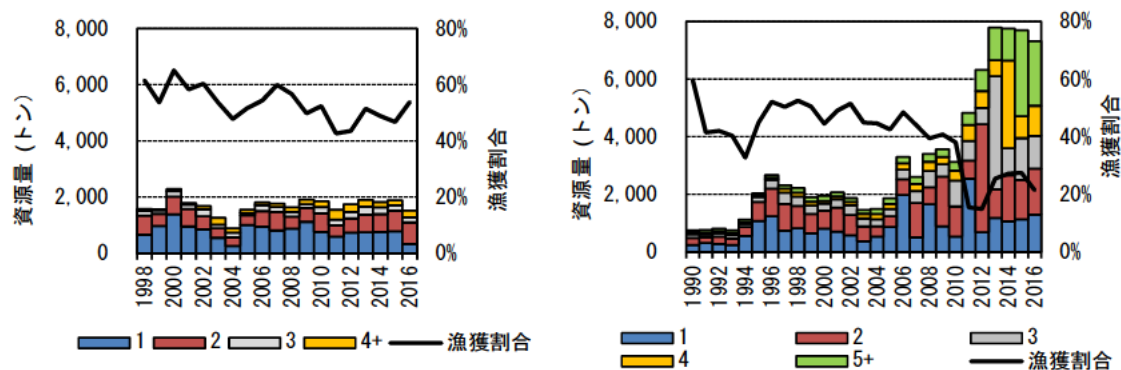
ABCの算定と同様に2019年漁期までの資源量は、2017年漁期以降の加入尾数を一定値（北部：雌1,345千尾、雄779千尾、南部：雌1,030千尾、雄1,274千尾）で与えるとともに、2017、2018年漁期のF値を2014～2016年漁期の平均値（雌雄、年齢別）で漁獲されるとして予測した。予測された2019年の資源量を基に、その後は、両海域ともFlimit（ $F_{max}=0.34$ ）とFtarget（ $0.8F_{max}=0.27$ ）の他、震災前の2007～2009年のFの平均値（ $F_{2007-2009}=0.70$ ） $F_{current}$ （ $=0.35$ ）、 $F_{30\%SPR}$ （ $=0.29$ ）で漁獲した場合の将来予測（資源量と漁獲量）を行い、全体で資源評価、将来予測した場合との違いについて調べた。

## 3. 結果

1998年以降は、ほとんどの年において、海域別に推定した資源量の合計値が、全体として推定した資源量を下回った（補足図5-1、補足図5-2）。特に、資源量が増加した近年において南部と北部の差が大きくなり、2016年の推定値では、全体として推定した資源量が、海域区分して推定した資源量よりも約2,000トン多くなった（補足図5-3）。

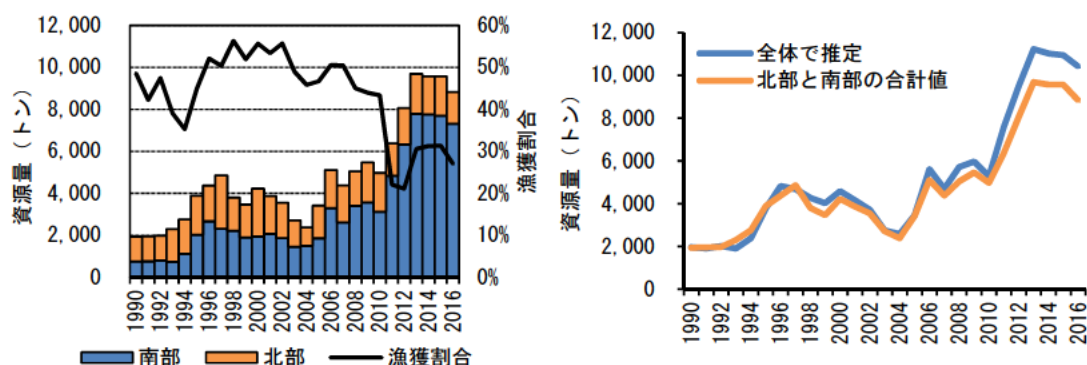
将来予測においては、北部と南部では漁獲係数の現状が異なることから、同じF値においても将来予測が異なり、 $F_{2007-2009}$ で漁獲した場合では、南部では大きく減少するのに対し、北部ではほぼ横ばいで推移した。また、 $F_{max}$ では、南部ではほぼ横ばいに推移するのに対し、北部では資源量が大きく増加すると予測された（補足図5-4）。

資源量推定結果が大きく異なった理由として、直近年のF値の仮定が異なる影響が大きい他、海域による漁獲物の年齢組成の違いも影響していると推察される。ここで、漁獲物の年齢組成が海域によって大きく異なっているのは、南部海域と北部海域では漁獲圧が異なることに加えて、海域間における群の交流が小さいことが要因と考えられる。したがって、群の交流状況を標識放流調査の結果等を用いて太平洋北部海域における資源評価・管理単位を再整理・確認することが要望される。



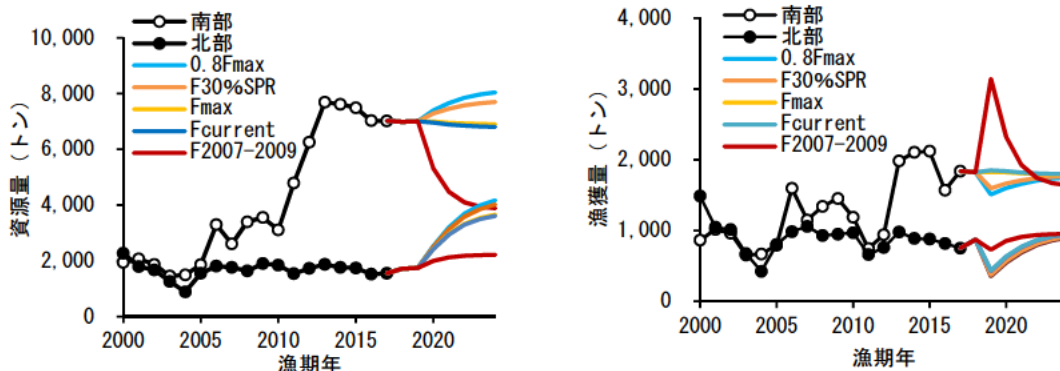
補足図5-1. 海域別に推定した年齢別資源量と漁獲割合（漁期年）

左図：北部（青森県、岩手県）、右図：南部（宮城県、福島県、茨城県）



補足図5-2. 海域別の合計資源量と漁獲割合（漁期年）

補足図5-3. 北部・南部の推定資源量の合計値と全体で推定した値の比較



補足図5-4. 各海域における将来予測（左図：資源量、右図：漁獲量）

各F値は、全体で推定した値を用いた。

#### 引用文献

栗田 豊・富樫博幸・服部 努・柴田泰宙 (2018) 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(平成29年度), 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター, 1672-1702.

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), 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター, 1147-1160.