

平成 2 7 年 3 月

平成 26 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価
(魚種別系群別資源評価・TAC 種以外)

第 3 分冊

正 誤 表

ヒラメ太平洋北部系群

p.1434 表 1 岩手県 漁業種類その他の 2013 年漁獲量

誤	正
空欄	11

p.1434 表 1 脚注

誤	正
<u>2012</u> 年の漁獲量は統計情報部による暫定値	<u>2013</u> 年の漁獲量は統計情報部による暫定値

p.1442 補足表 3-1 タイトル

誤	正
<u>2012 年度および 2013 年度</u> の漁獲努力量 (2009 年比)	<u>2012～2014 年度</u> の漁獲努力量 (2009 年比)

平成26（2014）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（栗田 豊、玉手 剛、服部 努、柴田泰宙、伊藤正木）

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、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

本系群（青森～茨城県）は1歳で漁獲加入する。本海域では卓越年級群の発生が漁獲量に強く影響する。コホート解析の結果、2005年級群、2007年級群、2010年級群の豊度が南部海域（宮城～茨城県）で非常に高かったため、2006年以降資源量は高位水準を維持している。また、2011年3月に発生した東日本大震災の影響で、2011漁期年度（2011年7月～2012年6月；以降、年度と表記）以降の漁獲圧が大きく減少（それ以前の0.3～0.4倍）しており、2011年以降の資源量に影響を及ぼしている。2013年の暦年の漁獲量は2,400トンまで増加した。

2012年度（2012年7月～2013年6月）当初の資源量は「高位」、資源動向は「増加」と判断した。資源水準が高位であることから、現在の漁獲圧を維持しても当面は近年の平均的なレベルを維持できると考えられる。ABC算定のための基本規則1-3)-(1)より、FlimitとしてFcurrentを、Ftargetとして $0.8 \times F_{\text{current}}$ を用いてABCを算出した。なお、Fcurrentは震災の影響がない直近3年間（2007～2009年度）の平均値とし、F2007-2009と表記した。

	2015年漁期ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	3.99千トン	F2007-2009	0.75	48%
ABCtarget	3.43千トン	$0.8 \cdot F_{2007-2009}$	0.60	41%

10トン未満を四捨五入した。Fは各年齢のFの平均値、F2007-2009は2007～2009漁期年度（7月～翌年6月）の平均値である。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F値	漁獲割合
2012	7.19	1.58	0.19	22%
2013	8.38	—	—	—
2014	8.51	—	—	—

ABC、資源量、F、漁獲割合、漁獲量は漁期年度（7月～翌年6月）の値である。

水準：高位

動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
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、茨城県) プールage-length key (2003年度以降の高齢用; 2003～2010年調査) ・生物測定(水研セ) age-length key (2006年以降、年2回逐次作成) ・生物測定(水研セ、宮城県、福島県、宮城県) 成長曲線、全長－体重関係 ・生物測定(水研セ、福島県、宮城県) 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	2011～2014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) プールage-wight key; プールage-銘柄 key (北部海域用) ・生物測定(水研セ、青森県、岩手県) 成長曲線、全長－体重関係(北部海域) ・生物測定(水研セ、青森県、岩手県)
2012年級加入量	加入量水準の指標 ・新規加入量調査(水研セ、青森～茨城(5)県)
成熟率	・生物測定(水研セ)
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、毎年1,000～2,500トン程度漁獲されている重要な沿岸漁業資源の一つであり、刺し網、定置網、小型底曳網、沖合底曳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)の漁獲物の再放流が実施されている。漁獲量は10～20年周期で増減を繰り返しており、2004年に最低であった漁獲量は2005年より増加に転じ、2007年以降高い水準を維持している。ただし、2011年3月の東日本大震災の影響で、2011年、2012年の漁獲量は大幅に減少した。

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年台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。

なお、本海域では7月から翌年6月までを漁期年度とし、年別漁獲量以外の解析は全て漁期年度で集計した値を用いて解析している。以降、漁期年度は年度、暦年は年と表記する。平成25年度から解析に用いるデータを変更した。平成24年度解析までは、福島県の水揚げ情報を解析した結果を海域全体に引き延ばした(解析対象期間: 1990～2010年度)。東京電力福島第一原子力発電所事故の影響で福島県の漁業が停止したことに伴い、平成25年解析からは宮城～茨城県の水揚げ情報を解析して、海域全体に引き延ばしている(解析対象期間: 2006年度～)。両手法の結果には明瞭な相関関係が認められた(栗田ほか, 2014)。

1900～2006年度の資源解析結果は、昨年度（栗田ほか, 2014）以前の資源評価報告書を参照のこと。

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、変態・着底が完了する(Seikai et al., 1986)。着底稚魚は水深10m以浅の砂または砂泥域で過ごし、全長7～10cmになると次第に深所に移動する。当歳魚は秋～冬には水深30m以深の砂または砂泥域で過ごし、春に再び水深10～30m付近に接岸する。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ものは北に移動する傾向が強く（石戸, 1990）、宮城県や茨城県沿岸で放流されたもの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指摘されている。

(2) 年齢・成長

満1歳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。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）は以下のとおりである。ここで、Lは全長(cm)、Wは体重(g)、tは年齢である。

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

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

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

最高年齢については、雌は20歳以上、雄は10歳以上の高齢魚が確認されている。

(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（栗田, 未発表）。雄の最小成熟全長は30cmで2歳の全ての個体が成熟する。本評価報告書では、満2歳では産卵せず、満3歳の全個体が産卵するものとして、雌の親魚量(SSB)を計算した（図3）。また、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（栗田, 未発表）。

(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、成長にともない（一般的には全長10cm以上）次第に魚類、イカ類を捕食するようになる。一方、着底直後にヒラメ当歳魚やエビジャコ類による被食、着底後1、2ヶ月間にヒラメ1、2歳魚や大型の他魚種による被食が予想され（古田, 1998）、被食による減耗の強度が加入量に影響する可能性がある。

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曳網・小型底曳網・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処置が行われている。特に全長制限（30cm、一部地域では35cm）が各県で実施されており、30cm以下の小型魚（当歳魚）の漁獲はほとんどない（図4）。漁獲物は、尾数、重量ともに全長50cm以下の1歳と2歳が主体となっている（図5、6）。

(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示している（図7、表1）。近年では、2004年に最低となった漁獲量はその後増加に転じ、2006年以降の漁獲量はほぼ2,000トン以上を維持していた。しかし、2011、2012年は東日本大震災に伴う漁獲努力量の大幅な減少のため（補足資料3参照）、漁獲量は大きく減少した。2013年漁獲量は約2,400トンまで増加した。これは2010年級が卓越年級であったことと、2011、2012年の漁獲努力量が低かったため生残が良かったことに起因すると考えられる。なお、年度の漁獲量として、各県水揚げ統計を集計した2006～2012年度の漁獲量を表2に示した。

漁獲量の長期的な変動の傾向は北部（青森県・岩手県）と南部（宮城～茨城県）で共通しているが、年ごとの変動は両者で若干異なる。例えば南部で顕著であった1994、1995年の卓越年級群発生に伴う1995年以降の漁獲量の急増は、北部では顕著ではない。一方、北部では1999年級群の発生量が多く2000年の漁獲量は急増したが、南部では漁獲量は減少している（栗田ほか, 2014）。また、2005年級は南部で非常に多かったが、北部では2004年

級が非常に多かった（補足資料2）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

雌雄別のコホート解析結果を用いて、資源評価を行った（表3）。解析は漁期年度（7月～翌年6月）単位で実施し、2006～2012年度を対象とした。資源評価ならびに管理方策は、情報量が多い南部（宮城～茨城県）のデータを基に行った解析結果を海域全体に引き延ばした（補足資料1）。なお、引き延ばし係数を1.54とした（補足資料2）。性別年齢別漁獲尾数を推定するため、宮城～茨城県の水揚げ物の全長組成を半年ごと（7～12月、1～6月）に集計し、対応する期間に採集した個体を用いて作成した性別age-length keyを適用して計算した。また、補足資料として、北部（青森県および東北水研の調査データを用いて引き延ばし）のみの水揚げ情報を用いたコホート解析結果を示した（補足資料2）。

コホート解析では、年齢の起算日を7月1日とした。自然死亡係数は、田中(1960)に従い、 $2.5 / (\text{寿命})$ により求めた。雌雄それぞれの寿命を12歳、10歳と判断し、自然死亡係数を雌0.21、雄0.25とした。最高齢グループ（5+歳）の漁獲係数と4歳の漁獲係数が等しいと仮定した。2012年度の漁獲係数を、震災前3年間（2007～2009年度）の平均値に2012年度の漁獲努力量の減少率(0.25)を乗じた値とした（補足資料3）。

再生産関係を把握するためにはデータ数が不足しているため、将来予測のための加入量は一定の値（2006～2012年度推定値から卓越年級が1歳であったの2006、2008、2011年度を除いた平均値）を用いた。

(2) 漁獲物の年齢組成

例年、全ての県で1～6月は全長30～50cm、すなわち1、2歳が漁獲の主体となり、1歳魚が新たに加入した7～12月は全長30～40cmの1歳が漁獲物の主体となる。2012年度は、卓越年級である2歳魚（2010年級）が最も多く漁獲された（図5、6）。

(3) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は、1歳時の漁獲加入量変動の影響を強く受け、約10年周期で増減を繰り返している（栗田ほか, 2014）。近年では、2004年度に最低となった資源量は、2005、2007、2010年の卓越年級発生（図8）により、2006年度以降高位水準を保っている。なお、太平洋北部系群では10年に1、2回程度の頻度で卓越年級群が発生する。2005年以前では、1971年、1978年、1984年、1994年、1995年に卓越年級群が発生したことが知られている（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）。

資源量は2006年度の4,033トンから2012年度の7,191トンまで増加した（図9）。漁獲率は2006～2010年度は45～59%（平均51%）を推移していたが、震災により2011年度は19%、2012年度は18%に激減した（図10）。2012年度の雌産卵親魚量は1,069トンとやや増加し、高い水準を維持している（図11）。なお、昨年より計算方法を改変したため、資源量推定値の絶対値は変化した、相対値は経年的に安定している（栗田ほか, 2014）。

2007～2009年度の平均の $F(F_{\text{current}})$ は、雌が0.71、雄が0.79であった（図12、13）。自然死亡係数(M)が資源量、産卵親魚量、加入量に及ぼす影響は、 M の推定値を1.5倍にした

時は20%増、0.5倍にした時は15%減程度であり、あまり大きくなかった（図14～16）。

日本海西部等においてネオヘテロボツリウム症がヒラメ資源に悪影響を及ぼすことが懸念されている。東北海域では2003、2004年に寄生率が急減した(Tomiyama et al. 2009)。2006年以降、寄生率に再び増加の傾向が認められている（東北水研未発表データ）が、資源へ及ぼす影響は大きくないと推察される。

（4）資源の水準・動向

平成24年度までは、過去20年間（直近年を除く）の資源量推定値の最高値と0を3等分して、0～2,033、2,033～4,066、4,066～トンをそれぞれ低位、中位、高位水準とした（栗田ほか, 2014）。資源量推定値の絶対量が変化(0.65倍)したが相対値の変動には変化がないことから、水準の境界値をそれぞれ0.65倍した0～1,320、1,320～2,630、2,630～トンを水準の範囲とした。この基準に従い、2012年度の資源量は「高位」水準、2008～2012年度の資源量は「増加」傾向と判定した（図9）。

（5）再生産関係

南部3県の2006～2011年度の再生産成功率（雌のSSBに対する1歳時の加入尾数；尾/kg）は平均3.4、卓越年級が1歳で加入した2008(5.5)、2011(6.3)年度を除くと平均2.1であった（図17）。

仙台湾～常磐沿岸の海洋環境と卓越年級の発生年（1971、78、84、94、95年）の関係を解析した結果、8月の高水温が卓越年級発生の必要条件である可能性が示唆された（栗田ほか, 2006）。適当な時期に産卵が行われていること、浮遊期の生残がよいこと、着底場所のアミ類の生産量が多いこと等が卓越年級発生の必要条件であると予想され、これらの全ての条件を満たしたときに卓越年級が発生すると考えられる。なお、8月の高水温は、浮遊期の生残と着底場所のアミ類の生産量に関係する可能性が考えられる。

（6）今後の加入量の見積もり

卓越年級群が発生した年を除くと、再生産成功率（1歳時加入尾数/雌のSSB；尾/kg）は比較的安定している（栗田ほか, 2013）。しかしデータセットが不十分であることから、今後の加入量は、過去7年間（2006～2012年度）の加入量のうち卓越年級由来の年（2006、2008、2011年度）を除いた4年間の平均値で一定であると仮定している。なお、新規加入量調査によると、2012年級、2013年級群の豊度は例年並みであると推察された（補足資料5）。

（7）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

雌のYPRを最大にする漁獲係数、および%SPRが30%程度となる漁獲係数は、0.2～0.3程度である（図18）。これに対して、2007～2009年度の雌の平均漁獲係数は0.75であり、やや高い漁獲圧がかかっている状態である。したがって、近年のヒラメ資源は、高い再生産成功率と、卓越年級群の比較的高い発生頻度によって維持されてきたと考えられる。一方2011年度以降の漁獲係数は0.20前後となっている。

(8) 種苗放流効果

ヒラメは高級魚であり、東北海域における重要な漁業対象種であることから、各県において種苗放流が盛んに行われており、2010年の放流数は483万尾であった（表4）。しかし、2011年、2012年は、震災の影響により、それぞれ75万尾、167万尾に激減した。

2004～2010年度において、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"系群の混入率"は、4.5～15.3%（平均10.0%）であった（表5）。天然魚の資源量が多い年は混入率が減少し、天然魚の資源量が少ない年には混入率が増加する傾向がある。したがって、種苗放流は加入量の年間変動を安定させる効果があると考えられる。

ヒラメ稚魚の主要な餌であるアミ類の生産生態や着底場所（放流場所）の水温変化を組み込んだモデル（山下ほか、2006）を用いて、ヒラメ稚魚放流場所における環境収容力（栗田、2006）を計算したところ、北部（宮古湾、大野湾）においても、南部（仙台湾）においても、放流実施後も放流場の環境収容力には余力があることが示唆された（山下ほか、2006；栗田未発表データ）。しかし、北部海域では、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）。今後は、天然魚と放流魚の稚魚期から漁獲加入までの生態的相互作用に関する研究およびデータの蓄積も必要である。

5. 2015年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は2004年度に近年の最低水準となったが、2005年級の好加入等により資源量は急増し、2006年度以降は高い水準を維持している。2012年度の資源量は、過去20年の中では高位水準、2008～2012年度の動向は増加と判定した。

(2) ABCならびに推定漁獲量の算定

ヒラメは7月1日を年齢起算日としているため、解析では漁期年度を7月1日から翌年6月30日として計算している。2015年のABCは2015年7月～2016年6月（2015年度）の期間を対象として算出した。

過去20年間で最低レベルの親魚量からも卓越年級群が発生しており、現状では、 B_{limit} は定められない。資源水準・動向が「高位、増加」であることから、ABC算定のための基本規則1-3)-(1)を適用した。現状の F は、 F_{max} や $F_{30\%SPR}$ と比べて高い値となっている。一方、再生産成功率が高く、現状の漁獲圧を維持しても当面は1990年以降の平均的な資源量水準を維持できると考えられる。従って、 F_{limit} を $F_{current}$ 、 F_{target} を $0.8 \times F_{current}$ とし、その時の2015年度の予測漁獲量をそれぞれ ABC_{limit} 、 ABC_{target} とした。なお、2010年度以降、震災の影響で F の値が大きく減少していることから、2007～2009年度の F の平均値を $F_{current}$ とし、 $F_{2007-2009}$ と表記した。

ABCの算定にあたって、2013年度以降の1歳の資源尾数は、2006～2012年度のうち卓越年級群が1歳で加入した2006、2008、および2011年度を除く4カ年の平均値（雌782千尾、雄930千尾）を与えた。2013、2014年度の F 値は、2011年3月に発生した震災の影響を考慮し、それぞれ2007～2009年度の平均値の0.38倍、0.40倍とした（補足資料3）。雌雄それぞれについて $F_{limit}(F_{current})$ および $F_{target}(0.8 \times F_{limit})$ 時の2015年度の漁獲量および当初資

源量を算出した。その結果、太平洋北部系群のABClimitは3.99千トン、ABCtargetは3.43千トン、資源量は8,334トンとなった（図19、20、表6）。

	2015年漁期ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	3.99千トン	F2007-2009	0.75	48%
ABCtarget	3.43千トン	0.8・F2007-2009	0.60	41%

10トン未満を四捨五入した。Fは各年齢のFの平均値、F2007-2009は2007～2009漁期年度（7月～翌年6月）の平均値である。

(3) ABClimitの評価

上記の条件でFlimitの漁獲圧を維持した時の資源量は徐々に減少し、2019年度には2,782トンとなる（図19、20、表6）。この推定資源量は高位水準であることから、ABClimitは妥当であると判断した。なお、ABClimitおよびABCtargetの数値は、特に漁獲加入量水準の影響が大きい。ABCの算出において、加入量を一定と仮定しているが、2013年度以降の加入量が仮定値よりも多ければABCの値は上方に、少なければ下方に変動する。

(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
2012年度の雌雄・年齢別漁獲尾数	雌雄・年齢別資源量推定値 1歳魚の加入尾数の平均値
2012年度のF	2007～2009年の平均値を0.25倍した値（震災の影響を考慮）

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2013年（当初）	Fcurrent	0.56	6.41	2.39	2.03	
2013年（2013年再評価）	Fcurrent	0.67	8.42	3.58	3.05	
2013年（2014年再評価）	Fcurrent	0.75	8.38	3.84	3.28	
2014年（当初）	Fcurrent	0.67	8.66	3.81	3.25	
2014年（2014年再評価）	Fcurrent	0.75	8.51	4.04	3.47	

本年度は2012年度の値として実測値を用いるとともに、2013年度以降の推定加入量、推定F値を更新した。再評価値は前年から大きく変化しなかった。なお、全ての数字は漁期年度の値である。

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ることが指摘されている（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おり、この努力によ

り1994、95年に発生した卓越年級および卓越年級の再生産を持続的に利用できたものと評価できる。加入あたり漁獲量(YPR)解析によると、漁獲圧を下げることに加えて、漁獲開始年齢を上げることが漁獲量増大に寄与する(図18、21)。しかし、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る。この場合、漁獲開始年齢を上げても、漁獲量の増加は期待できない。適切な管理方策の策定にあたっては、生活史特性値およびその年間変動、再放流した後の生残率とその変動要因(例えば漁法、全長、気温、水温、船上に放置されている時間など)などに関する知見の充実を図った上で、幅広く手法を検討する必要がある。

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.
- 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. Fisheries Research, 117-118, 121-129.
- 栗田 豊・玉手 剛・伊藤正木 (2013) ヒラメ太平洋北部系群の資源評価(平成24年度). 我が国周辺水域の漁業資源評価(平成24年度), 1346-1372, 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター.
- 栗田 豊・玉手 剛・伊藤正木 (2014) ヒラメ太平洋北部系群の資源評価(平成25年度). 我が国周辺水域の漁業資源評価(平成25年度), 1373-1398, 水産庁増殖推進部・水産総合研究センター.
- 栗田 豊・上原伸二・神山孝史・高橋一生・杉崎宏哉・桑田 晃・岡崎雄二 (2006) ヒラメ(仙台湾一常磐北部沿岸域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書(平成17年度), 22-32.
- 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, 84p.

- 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., M. Watanabe and Y. Kurita (2009) Rapid fluctuation in infection levels of
Neoheterobothrium hirame (Monogenea) in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in
the Joban area, Japan. J. Fish Biol., 75, 172-185.
- 山下 洋・栗田 豊・山田秀秋・高橋一生 (2006) 三陸大野湾におけるヒラメ稚魚の最適
放流量の推定. 水研セ研報, 別冊5, 169-173.
- 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.

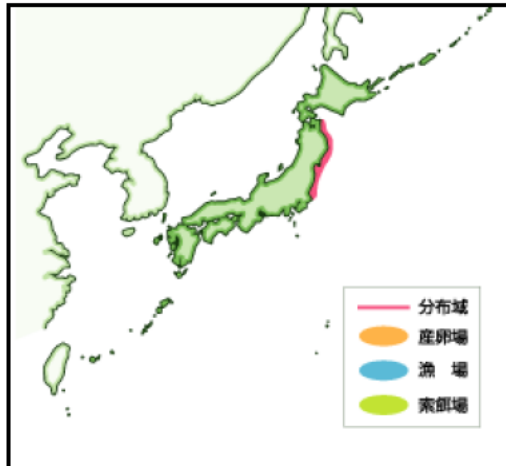


図1. ヒラメ太平洋北部系群の分布

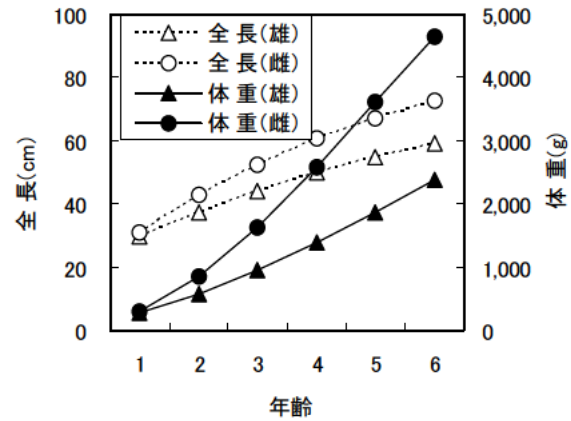


図2. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城県）の成長

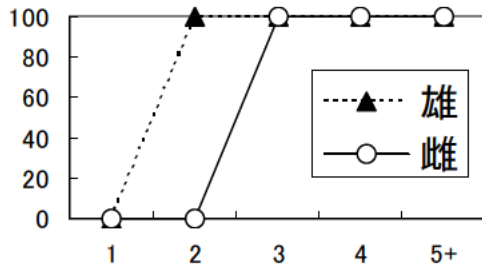


図3. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城県）の年齢と成熟率

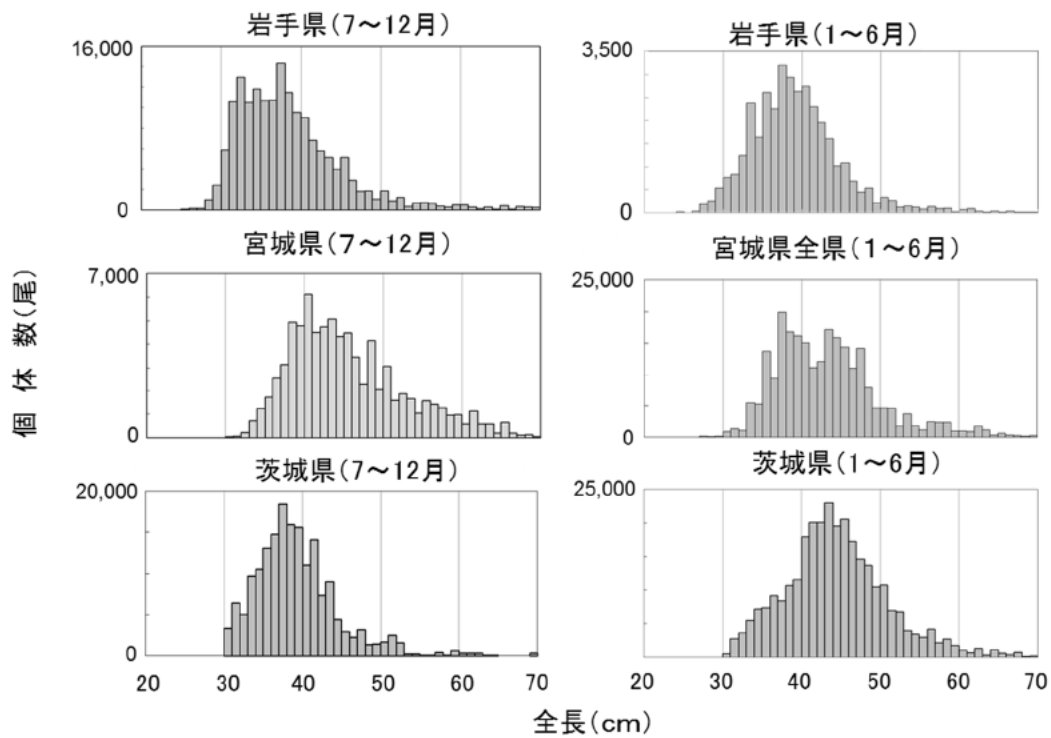


図4. 2012年度（2012年7月～2013年6月）の岩手、宮城、茨城県における漁獲物（天然個体）の全長組成

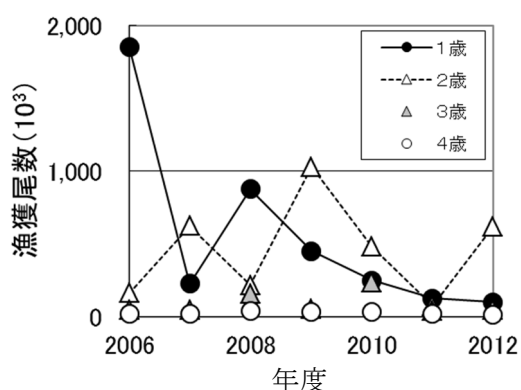


図 5. 漁獲尾数の年齢組成（宮城～茨城県）

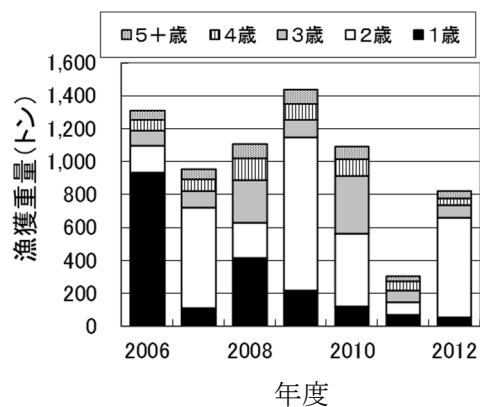


図 6. 漁獲重量の年齢組成（宮城～茨城県）

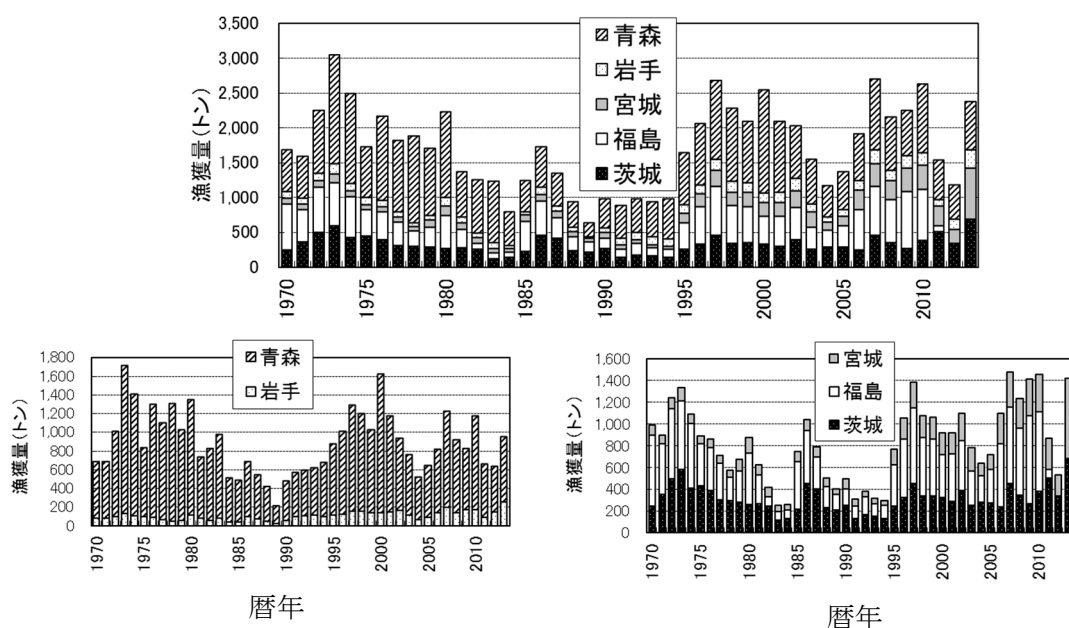


図 7. 県別漁獲量の推移

東北ブロック全県（上）、青森・岩手県（下左）、宮城・福島・茨城県（下右）漁業養殖業生産統計年報より作成。暦年で集計した。

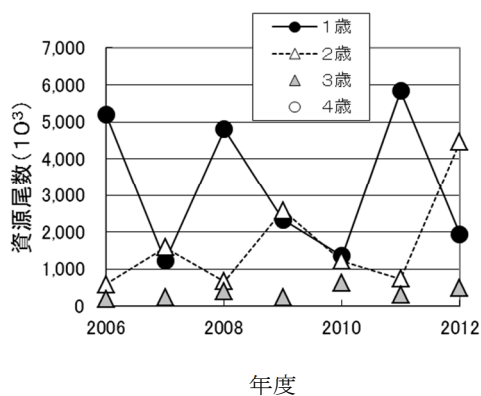


図 8. 年齢別資源尾数（全域）

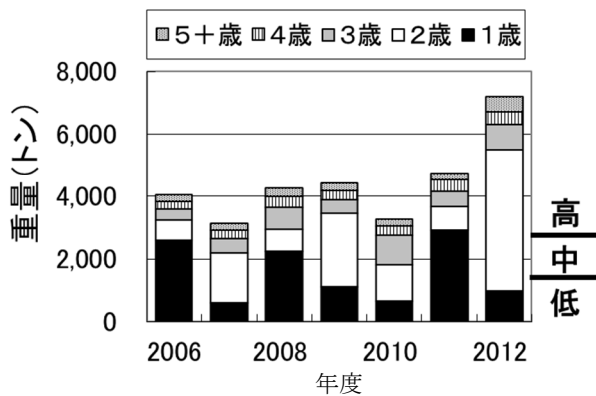


図 9. 年齢別資源量（全域）

図右の太線は資源水準の境界を表す。

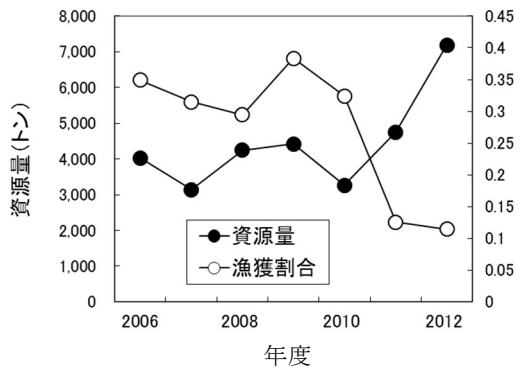


図 10. 資源量と漁獲割合の経年推移
(全域)

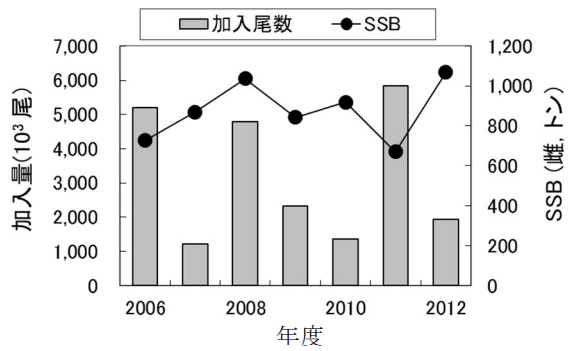


図 11. 加入量と雌 SSB の経年推移
(全域)

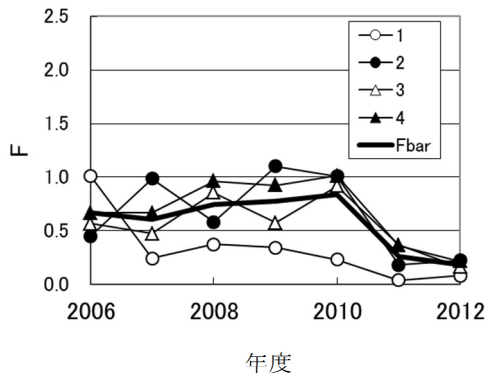


図 12. 雌の F の経年推移（宮城
～茨城県）

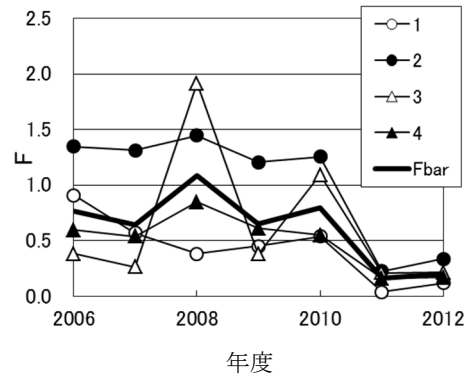


図 13. 雄の F の経年推移（宮城
～茨城県）

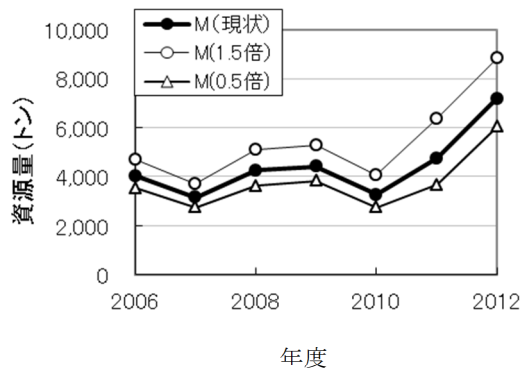


図 14. M の感度解析（資源量）

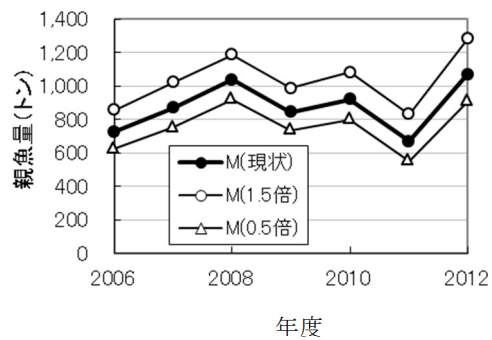


図 15. M の感度解析（親魚量）

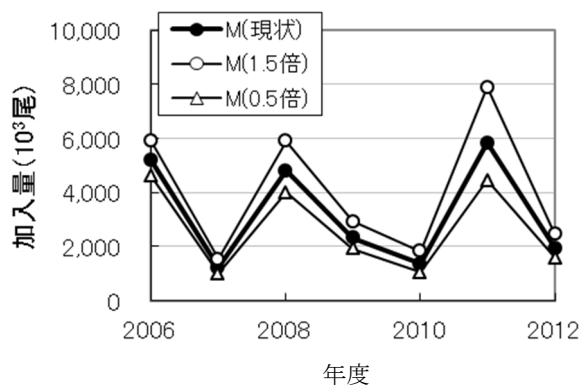


図 16. M の感度解析 (加入量)

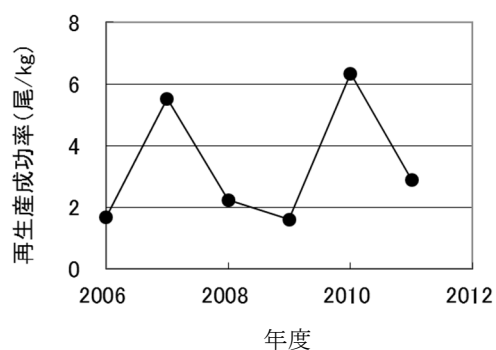


図 17. 再生産成功率の経年変化
再生産成功率は翌年 1 歳加入尾数を当年の雌の SSB で除して求めた。

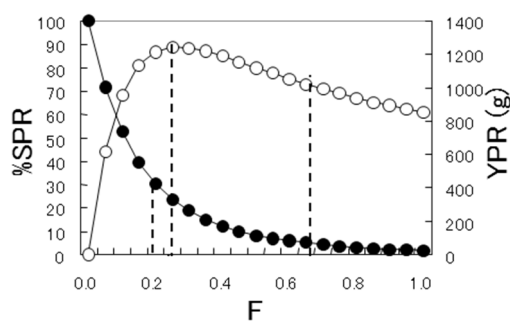


図 18. F を変化させた時の %SPR および YPR の変化
雌の値を用いて作図した。破線は、左から $F_{30\%SPR}$ 、 F_{max} 、 $F_{current}$ を表す。

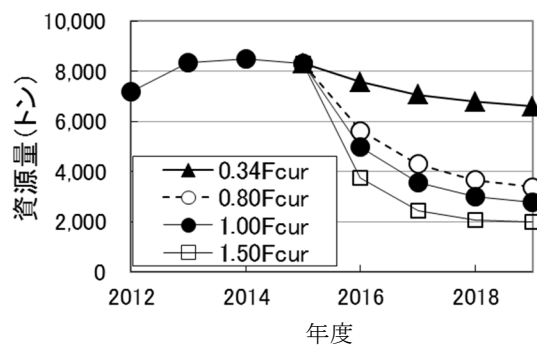


図 19. F を変化させた時の資源量の変化
 F_{cur} は $F_{current}$ を表す。0.34 F_{cur} は F_{max} に相当する。

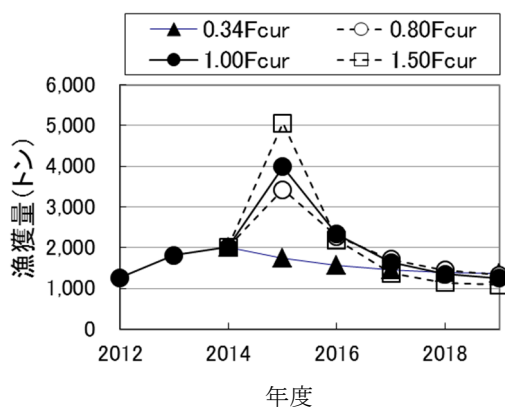


図 20. F を変化させた時の漁獲量の変化
 F_{cur} は $F_{current}$ を表す。0.34 F は F_{max} に相当する。

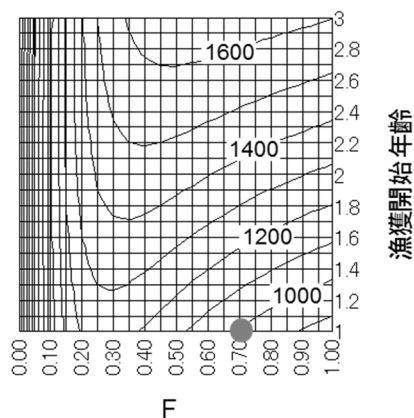


図 21. F および漁獲開始年齢を変化させた時の太平洋北部系群の漁獲量の変化
雌の値のみを用いて作図した。黒丸は現状の値を表す。図中の数字はトン数。

表1. 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	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
青 沖 底	1	0	2	1	3	3	4	7	4	33
小 底	37	42	95	104	111	113	107	14	22	*
森 刺 網	147	357	279	377	255	166	399	173	123	120
定置網	*	*	*	*	*	318	*	327	290	*
県 その他	*	*	*	*	*	53	89	46	47	70
計	456	546	702	1,022	773	653	995	568	488	699
岩 沖 底	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
小 底	*	*	*	*	*	*	0	0	*	*
手 刺 網	29	39	51	110	61	80	68	27	43	59
定置網	32	54	82	78	77	85	92	66	100	183
県 その他	8	4	8	14	8	10	10	4	6	
計	70	96	142	201	146	177	177	96	149	255
宮 沖 底	16	10	44	32	34	31	24	42	99	128
小 底	29	45	111	89	68	112	90	28	*	*
城 刺 網	60	62	93	173	131	164	188	119	48	390
定置網	13	17	27	25	34	26	40	96	34	101
県 その他	2	2	2	2	4	5	2	2	0	1
計	120	136	276	320	271	339	344	288	197	740
福 沖 底	66	92	225	246	166	325	216	33	0	0
小 底	47	60	184	137	85	133	105	25	0	0
島 刺 網	125	147	167	304	348	338	396	19	0	0
定置網	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
県 その他	4	4	3	17	16	17	16	1	0	0
計	243	304	580	704	615	813	734	78	0	0
茨 沖 底	*	*	*	*	*	22	59	77	47	73
小 底	133	108	120	225	159	97	117	164	151	269
城 刺 網	107	134	73	150	141	110	154	194	27	235
定置網	*	*	*	*	*	5	*	*	*	*
県 その他	*	24	15	42	*	31	30	62	111	75
計	280	277	242	452	349	265	380	505	336	682
合 沖 底	92	106	301	307	220	381	*	*	*	234
小 底	249	256	510	555	423	455	420	230	187	434
刺 網	468	730	663	1,114	936	858	1,206	533	241	804
定置網	292	205	391	578	469	434	531	*	*	743
計 その他	69	51	77	145	105	116	152	113	164	161
計	1,170	1,348	1,942	2,699	2,153	2,247	2,630	1,534	1,170	2,376

2012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 2. 年度別ヒラメ漁獲量（トン） 各県水揚げ情報を集計した系群全体の値。

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
漁獲量	2,241	1,903	2,112	2,559	2,010	1,212	1,581

表 3. 太平洋北部系群のコホート解析の結果

年齢別漁獲尾数($\times 10^3$ 尾)(雌)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	1,479	120	426	201	113	99	79
2	131	431	157	505	255	58	427
3	62	70	120	70	123	36	35
4	30	32	58	43	47	20	13
5+	17	20	27	26	23	10	11
合計	1,718	673	788	846	561	224	564
漁獲重量(t)	1,315	943	998	1,145	893	314	740

年齢別資源尾数($\times 10^3$ 尾)(雌)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	2,585	621	1,510	773	606	3,011	1,127
2	400	764	395	841	446	389	2,351
3	160	207	231	179	227	132	263
4	69	73	104	80	82	73	74
5+	38	45	49	47	41	36	62
合計	3,251	1,710	2,290	1,920	1,401	3,641	3,877

F-Matrix (雌)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	1.01	0.24	0.38	0.34	0.23	0.04	0.08
2	0.45	0.99	0.58	1.10	1.01	0.18	0.23
3	0.57	0.47	0.85	0.58	0.92	0.37	0.16
4	0.67	0.67	0.96	0.93	1.01	0.36	0.22
5+	0.67	0.67	0.96	0.93	1.01	0.36	0.22
Weight. Avg.	0.94	0.78	0.55	0.86	0.83	0.17	0.20
Fbar	0.67	0.61	0.75	0.77	0.84	0.26	0.18

年齢別資源重量 (トン)(雌)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	1,488	358	869	445	349	1,733	649
2	497	949	491	1,045	554	484	2,922
3	337	436	487	377	478	278	555
4	214	227	322	246	252	227	229
5+	176	206	227	219	189	167	285
Total	2,711	2,176	2,397	2,333	1,822	2,889	4,640
SSB	726	869	1,036	843	919	671	1,069

表 3. 太平洋北部系群のコホート解析の結果（つづき）

年齢別漁獲尾数($\times 10^3$ 尾)(雄)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	1,375	229	923	498	276	99	80
2	120	530	178	1,079	486	61	528
3	9	8	129	13	238	29	36
4	6	6	11	8	10	14	15
5+	3	4	6	5	5	2	11
合計	1,512	777	1,248	1,602	1,015	204	671
漁獲重量(t)	698	525	708	1,064	788	149	526

年齢別資源尾数($\times 10^3$ 尾)(雄)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	2,613	599	3,285	1,553	752	2,817	815
2	184	822	264	1,743	770	342	2,107
3	32	37	172	48	406	171	213
4	14	17	22	20	26	106	108
5+	8	10	12	11	13	18	82
合計	2,851	1,485	3,755	3,376	1,967	3,453	3,324

F-Matrix (雄)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	0.91	0.57	0.38	0.45	0.54	0.04	0.12
2	1.35	1.31	1.44	1.21	1.26	0.22	0.33
3	0.38	0.26	1.91	0.38	1.09	0.21	0.22
4	0.60	0.54	0.85	0.61	0.55	0.16	0.17
5+	0.60	0.54	0.85	0.61	0.55	0.16	0.17
Weight. Avg.	0.94	1.07	0.70	0.96	1.01	0.13	0.30
Fbar	0.77	0.65	1.09	0.65	0.80	0.16	0.20

年齢別資源重量 (トン)(雄)							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	1,103	253	1,387	656	317	1,189	344
2	139	620	199	1,316	581	258	1,590
3	37	43	200	56	472	199	248
4	23	28	36	32	42	173	175
5+	20	23	29	27	31	42	195
Total	1,322	967	1,851	2,087	1,445	1,860	2,552
SSB	219	714	465	1,432	1,127	671	2,208

雌雄合計							
年齢/漁期年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
漁獲尾数	3,231	1,451	2,036	2,448	1,576	428	1,235
資源尾数	6,103	3,195	6,045	5,296	3,367	7,094	7,201
F	0.72	0.63	0.92	0.71	0.82	0.21	0.19
資源重量	4,033	3,143	4,248	4,420	3,266	4,749	7,191

表4. ヒラメの種苗放流実績（千尾、暦年）

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
青森県	816	303	1,305	1,040	1,035	929	940	868	712	995
岩手県	1,335	1,353	1,235	1,113	1,210	1,282	1,518	1,472	0	252
宮城県	1,116	899	605	290	220	268	440	639	30	203
福島県	439	1,120	1,056	1,040	1,040	1,040	1,022	1,030	0	100
茨城県	850	984	653	973	805	962	1,001	818	4	117
合 計	4,556	4,659	4,854	4,456	4,310	4,481	4,921	4,827	746	1,667

「栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績（全国）」より。

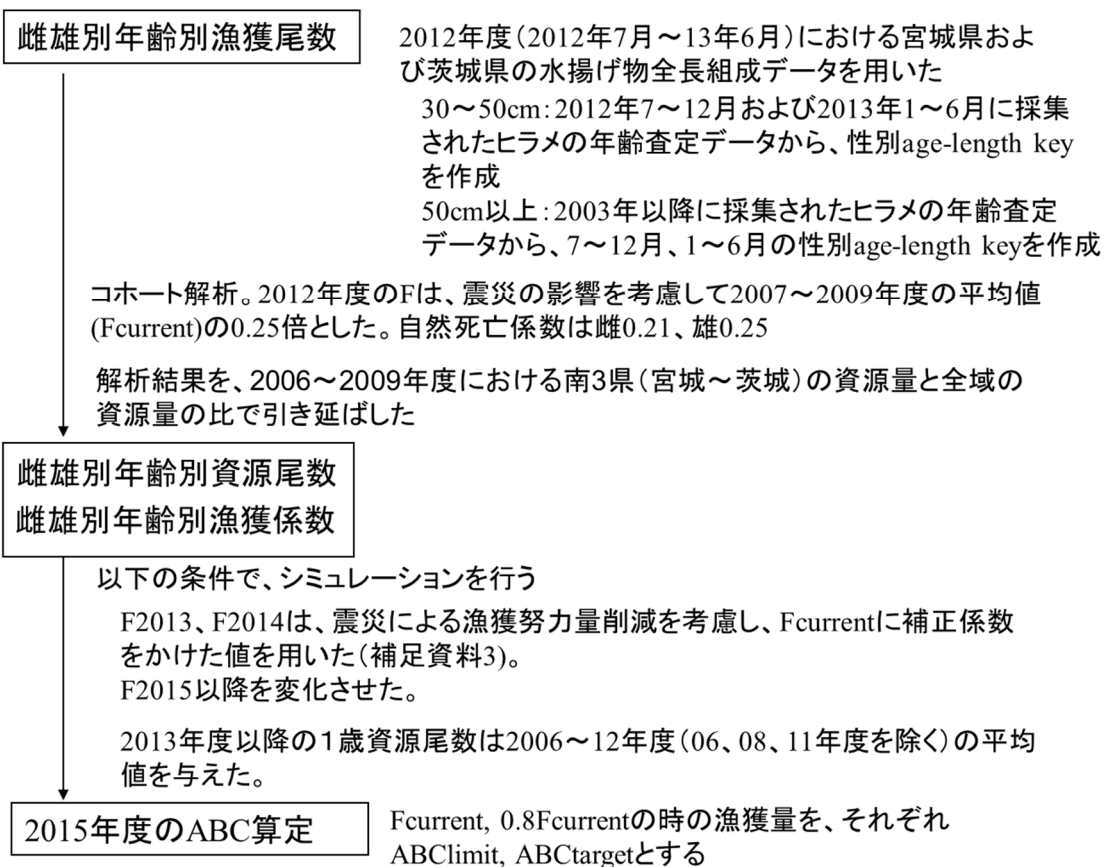
表5. 太平洋北部系群の混入率（％）

年度	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6. F を変化させた時の海域全体の漁獲量および資源量の変化（年度）

F	基準値	漁獲量（トン）								資源量（トン）							
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
1.13	1.50F _{cur}	1,818	2,017	5,058	2,189	1,378	1,150	1,092		8,377	8,511	8,334	3,763	2,455	2,088	1,992	
0.75	F _{cur}	1,818	2,017	3,990	2,335	1,641	1,357	1,250		8,377	8,511	8,334	4,998	3,580	3,002	2,782	
0.60	0.80F _{cur}	1,818	2,017	3,429	2,282	1,718	1,453	1,335		8,377	8,511	8,334	5,645	4,307	3,676	3,397	
0.26	F _{max}	1,818	2,017	1,735	1,576	1,464	1,400	1,362		8,377	8,511	8,334	7,592	7,079	6,789	6,618	

補足資料 1 使用したデータと資源評価の関係



補足資料2 資源計算方法

本年度は2012年度(2012年7月～2013年6月)の性別年齢別漁獲尾数を加えて、コホート解析を行った。これまでは福島県が測定した水揚げ物の全長組成を、東北水研が作成した性別age-length keyにより分解して得られた性別年齢別漁獲尾数を使用していた。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ている。このため、平成25年度より、2006年度以降の宮城県および茨城県の水揚げ物全長組成を分解して性別年齢別漁獲尾数を算出している。手法変更が資源量動向の評価等に与える影響は大きくないと評価した(栗田ほか, 2014)。

また、太平洋北部系群は南(宮城県～茨城県)北(青森県～岩手県)の2系群に分かれる可能性が指摘されていることから、青森県(1998～2012年度)の漁獲物のコホート解析も行った。しかし解析方法について再検討を要するとの判断から、本年度のABCの計算には用いなかった。以下、宮城県・茨城県のデータを用いた解析と、青森県のデータを用いた解析について、説明する。

なお、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月を漁期年度(年度)として、この期間に漁

獲された性別年齢別尾数を集計した。

1. 宮城～茨城県データの解析および全域の資源量推定方法

(1) 性別年齢別漁獲尾数

漁獲物の全長組成は、福島県が2006～2010年度の各月に、また宮城県および茨城県が2006～2012年度の各月に測定したデータを用いた。測定した個体の総重量を漁獲量で引き延ばして、県全体の水揚げ物全長組成とした。得られた組成は、7～12月、1～6月で集計した。

(2) 性別age-length key

2006～2010年度7～12月、1～6月は、それぞれ11月、6月に東北水研が相馬で水揚げされたヒラメを用いて作成した性別age-length key（全長30～50cm）を使用した。2011、2012年度は、東北水研が実施している仙台湾底曳網試験操業により得られた標本、宮城県、福島県、茨城県が収集した標本を用いて、7～12月、1～6月の性別age-length key（全長30～50cm）を作成し使用した。全長50～80cmの個体は、2003～2011年に採集した当該サイズの個体を用いて作成した性別age-length key（1～6月用、7～12月用の2種作成）を使用した。これらを合わせて、漁獲年度ごとの雌雄別年齢別漁獲尾数を得た。

(3) コホート解析

得られた宮城～茨城県の性別年齢別漁獲尾数を漁期年度（7月～翌年6月）で集計しコホート解析を行った。

y年a歳の資源尾数($N_{a,y}$)は、以下のPope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。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($N_{a,2012}$)および漁獲係数($F_{a,2012}$)を

$$N_{a,2012} = \{C_{a,2012} / (1 - \exp(-F_{a,2012}))\} \exp(M/2)$$

$$F_{a,2012} = \sum_{y=2007}^{2009} F_{a,y} / 3 \times 0.25$$

により求めた。なお、0.25は、2012年度宮城～茨城県における努力量の2009年度以前の努力量に対する割合である（補足資料3参照）。最後に、

$$F_{5+,2012} = F_{4,2012}$$

となるような $F_{5+,2012}$ を探索的に求めた。

寿命を雌雄それぞれ12歳、10歳として、田中(1960)の式から M として雌雄それぞれ0.21、0.25を与えた。本推定方法では、漁獲年度の間際に一斉に漁獲されると仮定する。その時（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－体重関係式から推定した。コホート解析による漁獲重量および資源重量は、それぞれ性別年齢別漁獲尾数および性別年齢別資源尾数に漁獲時の性別年齢別体重をかけた後、性別年齢別重量を加算して推定した。

(4) 海域全体への引き延ばし

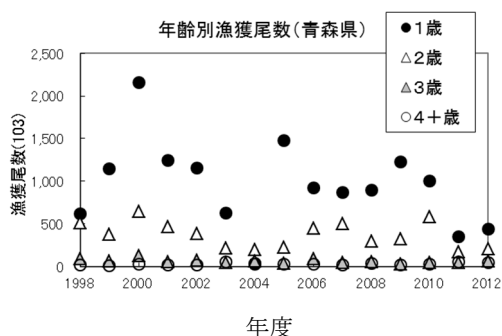
2006～2009年度における南部3県の推定資源量と全域の推定資源量を比較した。南部3県の資源量は、3県の水揚げ情報を基に実施したコホート解析により得た。全域の資源量は、南部3県の資源量推定値に、青森県（補足資料2）および岩手県（岩手県水産技術センター提供）の資源量推定値を加えた値を用いた。両者には比例関係が認められ、全域資源量は南部3県資源量の1.54倍であった。そこで、1.54を引き延ばし係数とした。

2. 青森県データの解析方法

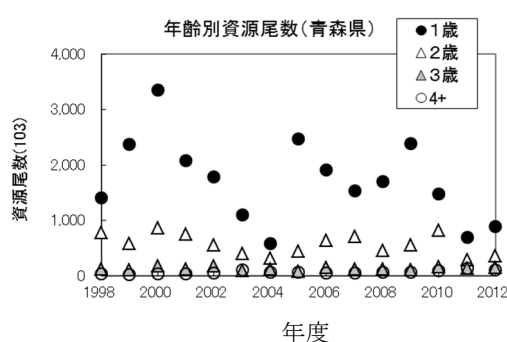
(1) 性別年齢別漁獲尾数

八戸港に水揚げされたヒラメの水揚げデータを青森県の太平洋北区の漁獲量で引き延ばした。八戸港の水揚げデータは、原則として、沖合底曳網ならびに小型底曳網漁業は銘柄（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、4～6、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、7～12月の2期に分けて作成した。得られた性別年齢別漁獲尾数は、南部における解析と同様に、7～12月と翌年1～6月を足し合わせて、当該漁期年度の漁獲尾数とした（補足図2-1）。自然死亡係数 M は南部と同様雌雄それぞれ0.21、0.25を、漁獲死亡係数 F は2005～2009年度の F の平均値に震災の影響を考慮した係数0.85を乗じた値を用いた。各齢の中間時点での体重は、本文に掲載した北部の成長式および全長－体重関係式から計算した。2012年度の資源量は2011年度に引き続き、低い水準であった（補足図2-2）。

本文でも記したように、ヒラメの漁獲量の長期変動は東北海域内の南北で一致しているが（本文図7）、各年の増減には南北の違いが認められる。



補足図2-1. 青森県における年齢別
漁獲尾数



補足図2-2. 青森県における年齢別
資源尾数

補足資料3 2012～2014年度の漁獲状況について

2011年3月11日に発生した巨大地震と津波により、東北地方太平洋岸の漁業は壊滅的な打撃を受けた。ヒラメを漁獲する各漁業種の船舶が数多く被災したこと、放射性物質の規制により一部海域で出荷制限の対象となったことから、2011年度（2011年7月～2012年6月）以降の漁獲努力量は2010年度以前と比べて大きく減少した。本資源評価では、宮城～茨城県の漁獲死亡係数を使用している。資源評価では2012年度の漁獲死亡係数を、ABC算出では2013年度および2014年度の漁獲死亡係数を用いている。以下の手順により、漁獲死亡係数を推定した。

- ・資源量推定を行った宮城、福島および茨城の漁船について被災状況を調べた。
- ・漁業種は沖合底曳網漁業、小型底曳網漁業、沿岸漁業（刺し網ほか）、定置網に分けた。
- ・被災の状況は、組合等からの聞き取り、各県および水産庁に寄せられた情報から調べ、震災以前の漁船数については農林統計資料も用いた。
- ・3月11日以降の操業再開日は組合からの聞き取り、各県からの情報から調べた。
- ・県別、漁業種別に操業隻数と操業期間の減少から予測される努力量の減少割合を求め、2005～2009年の平均漁獲量に占める各県、各漁業種の割合を算出した。その値に上で求めた努力量の減少割合を乗じることで、漁獲の状況に応じた重み付けを行った。なお、茨城県は2012年8月30日以降現在まで、36°38'以北で出荷制限が継続している。福島県は、震災以降現在に至るまで本格的な操業は行われていないが、2013年度以降の試験操業による水揚げ量を従来の3.6%と評価した。
- ・この値を2007～2009年度の年齢別Fの平均値に乗じることで2012、2013、2014年度の年齢別のFを求めた。

その結果、2012、2013、2014年度の漁獲努力量は、2007～2009年度の値のそれぞれ0.25倍、0.38倍、0.40倍であった（補足表3-1）。

補足表3-1. 2012年度および2013年度の漁獲努力量（2009年

	漁獲量 (トン)	漁法別比 率(A)	2012年度		2013年度		2014年度	
			減少率 (B)	(A)x(B)	減少率 (B)	(A)x(B)	減少率 (B)	(A)x(B)
沖底	263	0.229	0.184	0.042	0.218	0.050	0.216	0.049
小底	347	0.302	0.351	0.106	0.543	0.164	0.551	0.166
刺し網他	507	0.442	0.221	0.098	0.348	0.154	0.383	0.169
定置	31	0.027	0.276	0.007	0.565	0.015	0.683	0.018
合計	1147	1.000		0.253		0.383		0.404

補足資料4 Fおよび種苗放流による管理効果の比較

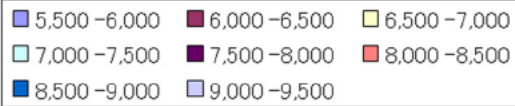
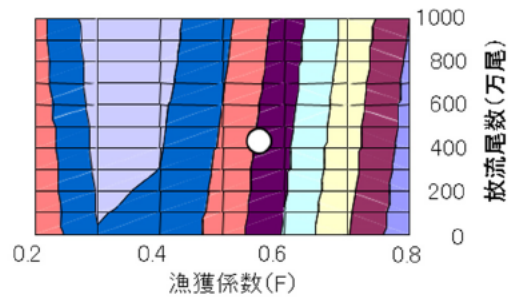
F、放流尾数、および漁獲開始サイズの増減が漁獲量におよぼす影響を比較する目的で、以下の解析を行った。なお本解析は震災前のパラメータを用いている。その後、震災によって資源や漁業の状況が変化していることに注意されたい。

まず、2010年度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を0.2～0.8、放流尾数を0～1,000万尾の間で変化させた。つぎに、同様の方法で、漁獲開始サイズを30～48cm、放流尾数を0～600万尾で変化させ、2016年度の漁獲量を推定した。RPS（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(2011)に準じた。

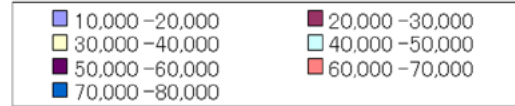
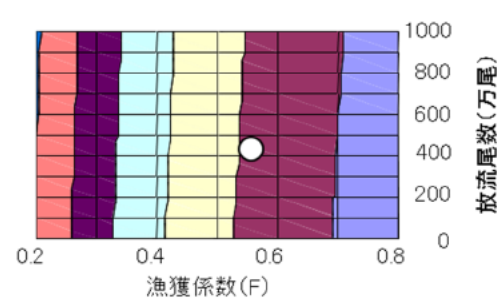
漁獲量および資源量増大の観点からは、現状のパラメータのもとでは、Fを変化させる効果が相対的に大きいことが推察された（補足図4-1、4-2）。また、現状の放流尾数は漁獲開始サイズを30cmから34cmに引き上げることと同等の資源量増大効果が認められた（補足図4-3、4-4）。

等漁獲量線は、RPSが増加すれば傾きが急になり、添加効率が増加すれば傾きが緩やかになる。従って、この様な比較を行うためには、RPSと添加効率の推定精度を向上させる必要がある。現状ではこれらの推定値の精度は十分に高いとは言えない。

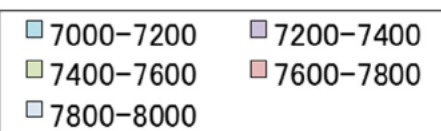
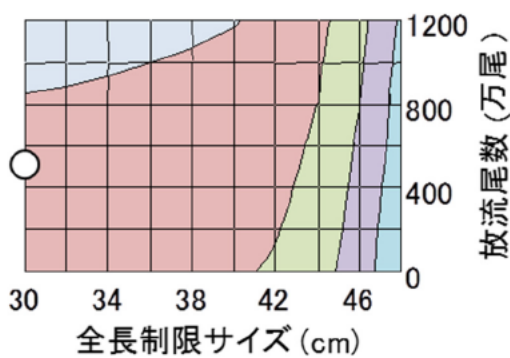
また、放流は変動が大きい資源の下支えをする効果があると考えられる。ヒラメ太平洋北部系群は周期的な変動をしており、資源水準が低いときは放流が資源変動の安定化に貢献したと推察される。



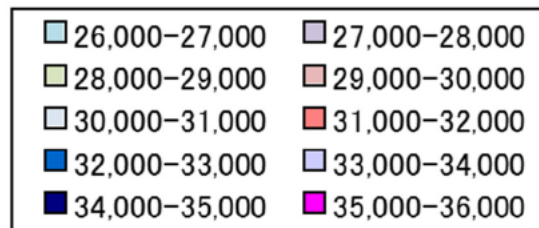
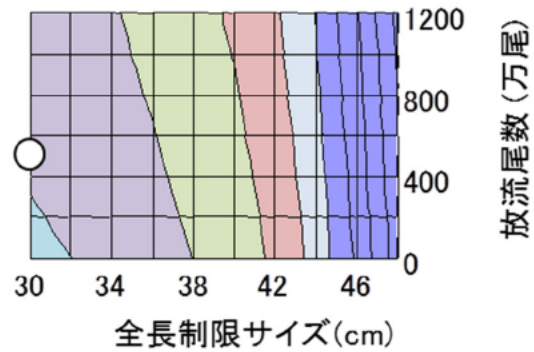
補足図4-1. 2年後以降の漁獲圧と放流尾数を変化させたときの7年後の等漁獲量図
白丸は2010年の値。



補足図4-2. 2年後以降の漁獲圧と放流尾数を変化させたときの7年後の等資源量図
白丸は2010年の値。



補足図4-3. 2年後以降の全長制限サイズと放流尾数を変化させたときの7年後の等漁獲量図
白丸は2010年の値。



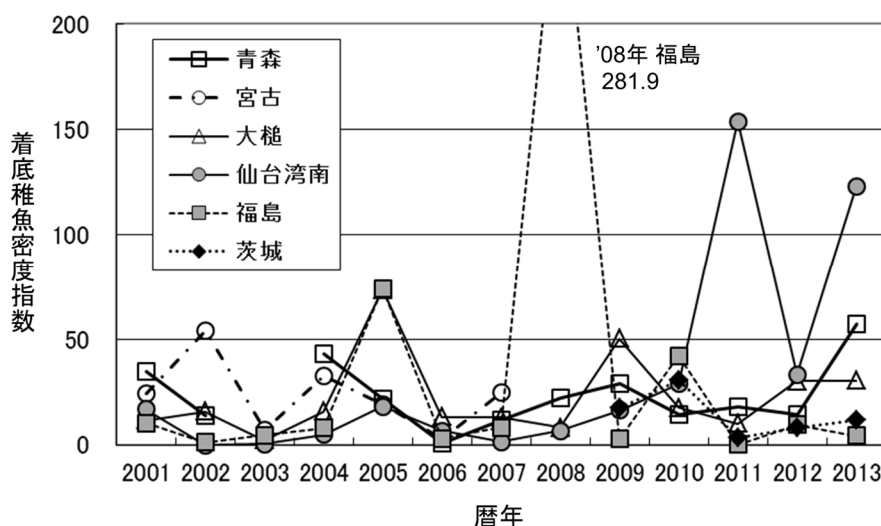
補足図4-4. 2年後以降の全長制限サイズと放流尾数を変化させたときの7年後の等資源量図
白丸は2010年の値。

補足資料5 新規加入量調査の結果

東北海区では2001年より新規加入量調査を行っている。この調査は0歳の着底稚魚密度を調査し、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。

着底稚魚密度指数は、曳網水深帯の違いを考慮しないで計算した稚魚平均密度を、全長を考慮して補正して求めた。指数の調査地点別経年変化は補足図5-1の通りである。

調査は青森～茨城の各県および東北区水産研究所がソリネットを用いて行っており、各年の総曳網数は約200～300曳網である。以下、特徴的な年や調査地点について簡単にまとめる。2005年は多くの調査地点で着底稚魚密度指数が高く、大槌、福島県では過去最高水準となった。資源評価の結果、東海南部海域（宮城～茨城県）では卓越年級群であった。2008年の福島県の指数は極めて高水準（281.9）となったが、資源評価の結果、この年級群は比較的高水準ではあるものの2005年の半分程度の水準であった。2010年は全ての調査地点で高めの指数となっており、資源評価では卓越年級群と評価された。2011年級群の指数は仙台湾南部においてかなり高かったが、調査地点によってばらつきが大きかった。2012年は調査地点による値の差が比較的小さく、中～高水準と判断される。2013年級群は仙台湾以北で高い指数値を示したが、福島以南では低～中程度の値となった。



補足図5-1. ヒラメ太平洋北部における着底稚魚密度指数の経年変化

補足資料の引用文献

- 栗田 豊・玉手 剛・伊藤正木 (2014) ヒラメ太平洋北部系群の資源評価（平成25年度）。我が国周辺水域の漁業資源評価（平成25年度），1373-1398，水産庁増殖推進部・水産総合研究センター。
- 亘 真吾 (2011) ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価（平成23年度）。我が国周辺水域の漁業資源評価（平成23年度），1385-1410，水産庁増殖推進部・水産総合研究センター。