# 平成24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、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

ヒラメ太平洋北部系群（青森～茨城県）は1歳で漁獲加入し、漁獲は1、2歳魚が主体である。このため漁獲量は、漁獲加入量変動の影響を強く受ける。コホート解析の結果、1歳魚の資源量は1996年から2003年までほぼ単調に減少し、その後増加に転じた。2005年級群および2007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年の資源量は5,600トンに急増し、その後4,500～8,600トンの間を推移している。2011年3月に発生した東日本大震災の影響で、2010漁期年（2010年7月～2011年6月）以降の漁獲圧が大きく減少（それ以前の0.5～0.7倍）しており、2011年以降の資源量に影響をおよぼすと推察される。

2010漁期年（2010年7月～2011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1990年以降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×Fcurrentを用いてABCを算出した。

| | 2013年ABC | 資源管理基準 | F値 | 漁獲割合 |
|---|---|---|---|---|
| ABClimit | 2.39千トン | Fcurrent | 0.56 | 37% |
| ABCtarget | 2.03千トン | 0.8Fcurrent | 0.44 | 32% |

10トン未満を四捨五入した。Fは各年齢のFの平均値、Fcurrentは2007～2009漁期年の平均値である。

| 年 | 資源量（千トン） | 漁獲量（千トン） | F値 | 漁獲割合 |
|---|---|---|---|---|
| 2010 | 7.27 | 1.77 | 0.37 | 24% |
| 2011 | 6.62 | — | — | — |
| 2012 | 6.99 | | | |

ABC、資源量、F、漁獲割合、漁獲量は漁期年（7月～翌年6月）の値である。漁獲量は福島県の値を系群全体に引き延ばした推定値である。

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<br>・市場調査（福島県）<br>プールage-length key（1995－2001年調査）<br>・生物測定（東北水研、青森～茨城(5)県）<br>プールage-length key（2003年度以降の高齢用；2003－2010年調査）<br>・生物測定（東北水研）<br>age-length key（2003年以降、年2回逐次作成）<br>・生物測定（東北水研、福島県、宮城県）<br>成長曲線、全長－体重関係<br>・生物測定（東北水研、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） |
| 漁獲死亡係数 | 2011、2012年の操業実態（青森～茨城県；震災の影響評価） |
| 以下、参考にした情報<br>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（東北水研、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（東北水研、青森県、岩手県） |
| 2010年級加入量 | 加入量水準の指標<br>・新規加入量調査（東北水研、青森～茨城(5)県）<br>・浮遊期仔魚調査（東北水研） |
| 成熟率 | ・生物測定（東北水研） |
| 全長組成 | ・市場調査（岩手～茨城(4)県） |
| 混入率 | ・市場調査（岩手～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、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。

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年台からヒラメの種苗放流が盛んに行われており、2010年は480万尾の放流が行われた。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月までを漁期年とし、年別漁獲量以外の解析は全て漁期年で集計した値を用いて解析している。以降、漁期年は年度、暦年は年と表記する。

## 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、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40m以深の陸棚に生息し、その主分布域は100m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ある。

### (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。

①成長式

A．青森～岩手

♀ $L=107.2(1-e^{(-0.10(t+2.13))})$

♂ $L=61.9(1-e^{(-0.21(t+1.87))})$

B．宮城～茨城

♀ $L=99.2(1-e^{(-0.19(t+0.96))})$

♂ $L=88.3(1-e^{(-0.14(t+1.94)})$

②全長－体重関係

A．青森～岩手

♀ $W=7.16\times10^{-3}\times L^{3.11}$

♂ $W=5.87\times10^{-3}\times L^{3.16}$

B．宮城～茨城

♀ $W=5.56\times10^{-3}\times L^{3.18}$

♂ $W=6.99\times10^{-3}\times L^{3.12}$

（L：全長(cm)、W：体重(g)、t：年齢）

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、暫定的に、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大きく影響する可能性がある。

（5）その他

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し、それに伴って10年程度の周期的な漁獲量変動が認められる。ここ40年では、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おり（太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会 1994、渡邉・藤田 2000）、2005年級群も卓越年級群であった（本評価報告書）。また、2007年級群も卓越年級群であった可能性がある。ただし北部海域では、資源の動向が南部とは若干異なっており、近年では2004年級が非常に多かった。

日本海西部などでは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、寄生率は再び増加の傾向が認められている（東北水研データ）が、資源へおよぼす影響は大きくないと推察される。

## 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）の漁獲は非常に少なくなった（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。1994年まで1,000トン弱程度の低水準で推移していた漁獲量は、1995年以降は増加傾向を示し、1997年には2,674トンに達した。1996～2002年は2,000～2,700トンの間を推移していたが、2000

年以降は減少に転じ、2004年には1,170トンまで落ち込んだ（図7、表1）。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年は東日本大震災により漁獲努力量が大幅に減少（補足資料3参照）したため、漁獲量は1,500トンになった。

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（宮城県～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（図7）。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）。このような年単位で見たときの南北の不一致は、着底稚魚量の年変動においても認められる（補足資料5）。

## 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。太平洋北部系群において、北部（青森県、岩手県）と南部（宮城県、福島県、茨城県）の漁獲量の変動様式は、短期的には多少の差異が認められるが、長期的には一致している。資源評価ならびに管理方策は、情報量が多い南部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数値を用いた（補足資料1、2参照）。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。

性別年齢別漁獲尾数は、1990～2002年度までと2003年度以降で、異なるage-length keyを適用して推定した。1990～2002年度は、2002年度以前の精密測定データをプールして作成した7～12月用(n=680)および1～6月用(n=351)のsex-age-length key（プールA-L key）を、それぞれ7～12月、1～6月で集計した30～80cmの全長組成に適用して求めた。2003年度以降は、全長30～50cmについては各年2回（6月と11月）作成したsex-age-length key (n=300～400)を適用し、全長50～80cmについては2003～2010年度の測定データを用いて作成した1～6月用(n=563)および7～12月用(n=696)のsex-age-length keyを適用して求めた。30～50cm用のsex-age-length keyは作成月の全長組成データに適用して、年齢別性別の漁獲尾数割合、全長の平均値と標準偏差を得た。他の月は、この値を参考に、性別年齢別に漁獲尾数を推定した。

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／（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。直近年の漁獲係数を、過去3年間の平均値とした。なお、これまでは過去5年間の平均値を用いていたが、2007年度以降、漁獲の中心が1歳から2歳へ移行しているため（図8）、1歳時の漁獲係数が低くなっているため（図9、10）、本年の資源評価では3年（2007～2009年度）の平均値に変更した。

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を用いた。また、着底密度から翌年加入資源量を推定する方法が確立されていないことから、着底密度は参考資料とした。

（2）漁獲物の年齢組成

例年は、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。しかし、近年は1歳魚の漁獲圧が低下する傾向が認められ、2歳以上の割合が増加した。2010年度は、例年とは傾向が異なり、2、3歳魚中心の漁獲となった（図5、6）。

（3）資源量と漁獲割合の推移

1994年度までは低水準であった1歳の資源尾数は、1995、1996年度に急増した（図11、表2）。これはそれぞれ1994、1995年に発生した卓越年級群に由来している。1歳資源尾数は1996年度以降は漸減し、2003年度には1990年度代前半と同レベルの低い水準となった。その後、加入量水準が増大し、2006年度および2008年度は非常に高かった。なお、プールA-L keyを用いた年齢別漁獲尾数を用いて資源解析を行うと、資源量変動が過小評価、すなわち最低値は大きく、最大値は小さくなる。従って、プールA-L keyを用いて推定した1994、1995年度の1歳資源尾数は、2006年度と同程度の水準であった可能性がある。

資源量は、1996年度には5,300トンであったが、その後減少し続け、2004年度には1,500トンとなった。2005年級群の豊度が非常に高かったことにより、2006年度に5,600トンまで急増、近年は4,500～8,600トンの間で、緩やかに増加している（図12）。

雌親魚量は1994年級群が産卵を開始した1997年度に1,000トンまで増加したが、その後減少し、2000年代前半は500～600トンで安定していた（図13）。その後、2005年級群および2007年級群の豊度が非常に高かったこと、若齢魚の漁獲圧が減少していることから、再び増加し、2010年度は2,500トンとなった。

近年の漁獲割合は、40～60%を推移している（図14）。2010年度は震災の影響もあり、漁獲割合は24%に急減した。なお、漁獲量は、福島県における漁期年の漁獲量を系群全体に引き延ばした計算値を用いている。2010年度は1770トンであった。近年の漁獲係数(F)は減少傾向が認められ、2007～2009年の平均のF(Fcurrent)は、雌が0.55、雄が0.56であった（図9、10）。資源量とFには明瞭な関係は認められなかった（図15）。自然死亡係数(M)が資源量、加入量、産卵親魚量に及ぼす影響は、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、あまり大きくない（図16、17、18）。

（4）資源の水準・動向

昨年までは、過去20年間の資源量推定値の最高値と0を3等分して、水準を区分した。本年の解析により、資源量推定値が過去最高値を更新したが、水準の境界値は以下の理由で昨年までと同様の値を用いた。すなわち、直近の推定値は精度が低いことに加えて、震災の影響で漁獲圧が激減するなど、漁獲の状況が大きく変化しており、過去20年間と同様に取り扱うのは困難であるためである。このため、0～2,033、2,033～4,066、4,066～6,100トンをそれぞれ低位、中位、高位水準とした。この基準に従い、2010年度の資源量は「高位」水準と判定した。また、資源量は緩やかな「増加」傾向を示した。

（5）再生産関係

1990年以降の再生産関係（産卵親魚量と1歳加入尾数の関係）には、卓越年級発生年および直近年を除くと、正の相関関係が認められそうである（図19）。現状では、年級群豊度の正確な推定値を与える年2回作成するsex-age-length keyによる解析データが7年分しかなく、そのうち2年は卓越年級発生年であったため、再生産関係を論じるためには十分なデータとは言えない。今後、切断法等により1990～2002年の年齢別漁獲尾数を再解析したうえで、再生産関係を検討する予定である。

卓越年級を除いた1991～2010年の再生産成功率（雌のSSBに対する1歳時の加入尾数；尾/Kg）の平均値は2.7であった（図20）。また、卓越年級が発生した年の再生産成功率は11.6～14.8と非常に高かった。本系群における雌雄合計の親魚量に対する1歳時の加入尾数（他系群における再生産成功率の計算方法）は卓越年級を除くと平均1.6であり、日本海北・中部系群と同レベル、日本海西部・東シナ海系群および瀬戸内海系群より高い値であった。また、卓越年級を加えると平均2.8であった。

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）。東北南部で卓越年級が発生した2005年8月の表面水温も、平年値よりも高かった。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（図20）。近年の親魚量が高い水準であることから、今後も好加入が期待できる。2010年に実施した新規加入量調査では、全県で加入量水準が非常に高かった（補足資料5参照）。また、2011年7～2012年6月に仙台湾で試験漁獲された1歳（2010年級群）の尾数は他の年級と比べて非常に多かった。以上のことから、2010年級群豊度は高いことが予想される。一方、2011年級群は、新規加入量調査結果が調査地点によって大きくばらつくことから、豊度は例年並みであると推察される（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21）。これに対して、2007～2009年の雌の平均漁獲係数は0.55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、現在のヒラメ資源は、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いる。2010年の放流数は480万尾であった（表3）。

2004～2010年度において、各県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4）。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。

漁獲圧(F)と放流尾数が資源量および漁獲量に及ぼす影響を比較するために、Fを0.2～0.8、放流尾数を0～1,000万尾の範囲で変化させた場合の5年後の資源量および漁獲量を前進法により推定した。現状では、漁獲量および資源量の増減に対して、Fを減少させる効果が放流尾数増やす効果よりはるかに大きいと評価された（補足資料4）。また、漁獲開始サイズと放流尾数を変化させた場合の5年後の資源量および漁獲量を推定した（補足資料4）。現状の放流が資源量の増減に及ぼす影響は、漁獲開始サイズを現状の30cmから34cmにすることと同様の効果があると評価された。

いずれの解析も、天然魚の再生産成功率(RPS)と放流魚の添加効率（加入時尾数/放流尾数）として与える値の影響が大きい。両パラメータの推定精度の向上と、変動要因の把握が必要である。また、各県の放流関連情報を解析すると、混入率が加齢に伴って減少すること、添加効率に明瞭な海域間の違いが認められることなどが読み取れる。これらの解析結果の精査および原因解明も、今後の課題である。

ヒラメ稚魚の主要な餌であるアミ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、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. 2013年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は1996年度から2004年度まで単調に減少したが、2005年級、2007年級などの好加入により資源量は急増し、2006年以降は高い水準を維持している。2010年度の資源量は、過去20年の中では高位水準、2006～2010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、解析では漁期年を7月1日から翌年6月30日として計算している。2013年のABCは、2013年7月～2014年6月（2013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、Blimit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、FmaxやF30%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、FlimitをFcurrent、Ftargetを0.8×Fcurrentとし、その時の2013年（漁期年）の予測漁獲量をそれぞれABClimit、ABCtargetとした。

2011年3月に発生した震災の影響を考慮し、2011、2012年度のF値を、それぞれ2007～2009年の平均値の0.49倍、0.66倍とした（補足資料3）。2011年度以降の1歳の資源尾数は、2001～2010年度（卓越年級群が加入した2006、2008年度を除く）の平均値（雌885千尾、雄1,007千尾）を与えた。なお、2010年級群は資源尾数が多いことが予想されるが、定量的な評価に至っていないので、2011年の1歳資源尾数も他の年と同じ値とした。雌雄それぞれについてFlimit(Fcurrent)およびFtarget(0.8×Flimit)時の2013年度の漁獲量を推定し、加算した。その結果、太平洋北部系群のABClimitは2.39千トン、ABCtargetは2.03千トンとなった。

| | 2013年ＡＢＣ | 資源管理基準 | Ｆ値 | 漁獲割合 |
|---|---|---|---|---|
| ABClimit | 2.39千トン | Fcurrent | 0.56 | 37% |
| ABCtarget | 2.03千トン | 0.8Fcurrent | 0.44 | 32% |

10トン未満を四捨五入した。Fは各年齢のFの平均値。Fcurrentは2007～2009漁獲年度の平均値である。

（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、2017年度には3,923トンとなる（図22、23、表5）。この推定資源量は中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く、2011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 |
|---|---|
| 2010年度の雌雄・年齢別漁獲尾数 | 雌雄・年齢別資源量推定値<br>1歳魚の加入尾数の平均値 |
| 2010年度のF | 過去3年間（従来は5年間）の平均値とした。さらに震災の影響を考慮して0.67倍した。 |

本評価報告書で更新した資源尾数、加入尾数、漁獲係数（2010年度までは実測値）を使用した。2011年度ABC算出用の資源量は、2008年度までのデータを用いたコホート解析結果を基に、2009～2011年の1歳加入尾数を2001年以降の卓越年級を除く平均値として与え、2009、2010年度のF値が2008年度のF（2003～2007年度の平均値）と等しいという仮定で推定している。コホート解析の結果、2007年度以降のF値（特に1歳時）が減少しており、2009、2010年のF値（それぞれ0.46、0.37）は、当初の仮定値0.70を大幅に下回った。このため、2008、2009年度の1歳加入尾数の推定値が当初推定値よりも上方に修正され、これらが高齢になっても多く残存した。その影響で本年再評価における2011年度ABC算出用の推定資源量が上方に修正された。2012年度ABC算出用の資源量も、同様の理由で上方に修正された。

| 評価対象年<br>（当初・再評価） | 管理<br>基準 | F値 | 資源量<br>（千トン） | ABClimit<br>（千トン） | ABCtarget<br>（千トン） | 漁獲量<br>（千トン） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2011年（当初） | Fcur | 0.70 | 2.49 | 1.34 | 1.15 | |
| 2011年（2011年再評価） | Fcur | 0.81 | 3.66 | 1.60 | 1.37 | |
| 2011年（2012年再評価） | Fcur | 0.73 | 6.62** | 2.89 | 2.47 | 1.52* |
| 2012年（当初） | Fcur | 0.81 | 3.29 | 1.58 | 1.36 | |
| 2012年（2012年再評価） | Fcur | 0.55 | 5.51** | 2.04 | 1.72 | |

*：資源量は年度で計算しているのに対して、漁獲量は年で計算している。漁獲量は暫定値である。

**：2009、2010年度のFが大幅に低下した影響で、資源量推定値が上方修正された。

## 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21、24）。しかし、混獲された小型個体を再放流しても、ほとんどの個体が死亡しているとの指摘もある。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。

今後は、再生産成功率や添加効率などのパラメータ推定精度の向上およびそれらの変動要因の把握に努め、総合的な資源管理方策の策定を目指す。

## 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・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－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 *Palalichthys olivaceus* in the laboratory. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 52, 977-982.

太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会 (1994)　太平洋北ブロック資源管理推進指針, 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 coatst of northern Japan. Fish. Sci. 73, 585-592.

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

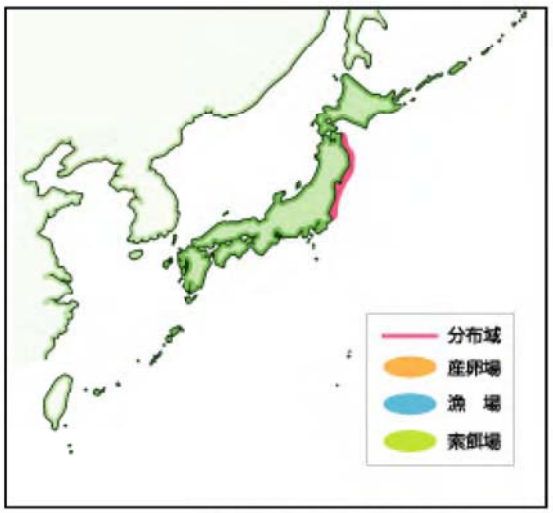



図1. ヒラメ太平洋北部系群の分布

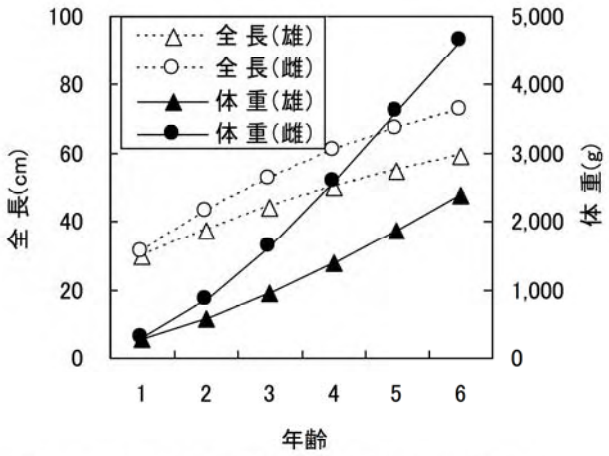



図2. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城）の成長

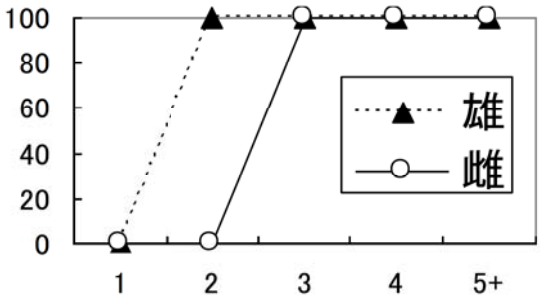



図3. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城）の年齢と成熟率（暫定値）

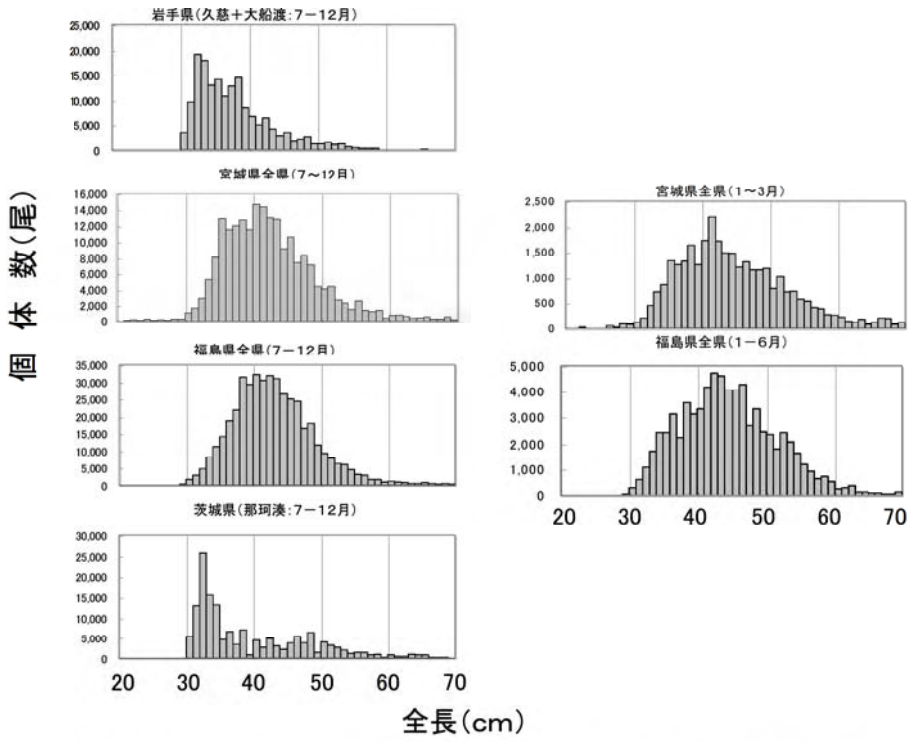



図4. 2010年度（2010年7月～2011年6月）の岩手、宮城、福島、茨城県における天然漁獲物の全長組成

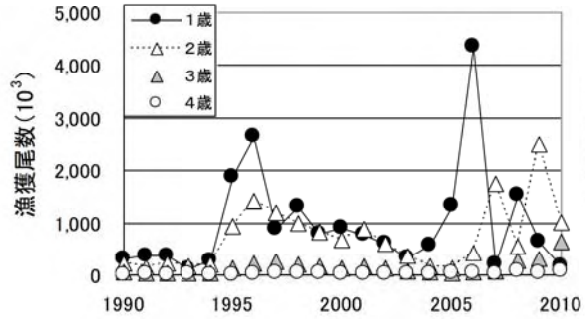



図5. 漁獲尾数の年齢組成
2002年まではプールA-L keyを、2003年以降は半年毎のA-L keyを適用。

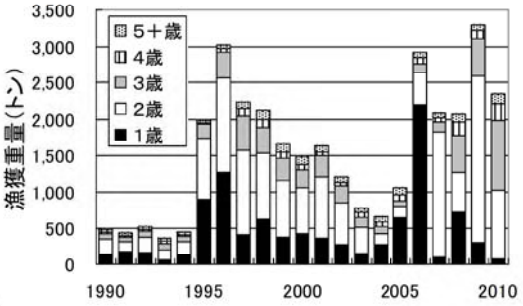



図6. 漁獲重量の年齢組成
2002年まではプールA-L keyを、2003年以降は半年毎のA-L keyを適用。

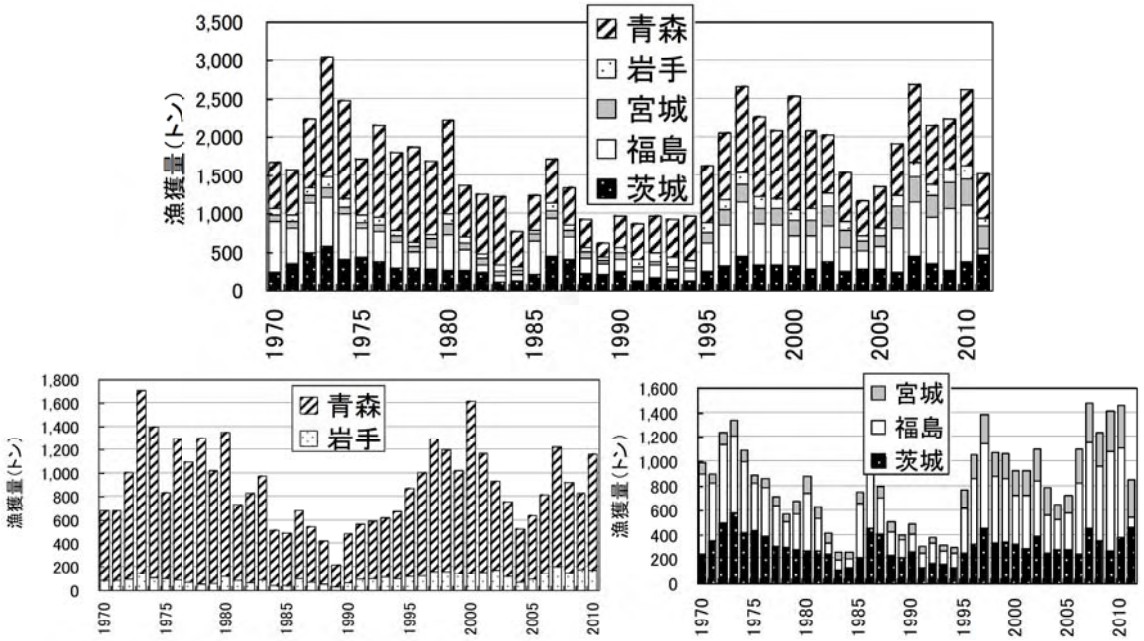



図7. 県別漁獲量の推移
東北ブロック全県（上）、青森・岩手県（下左）、宮城・福島・茨城県（下右）。

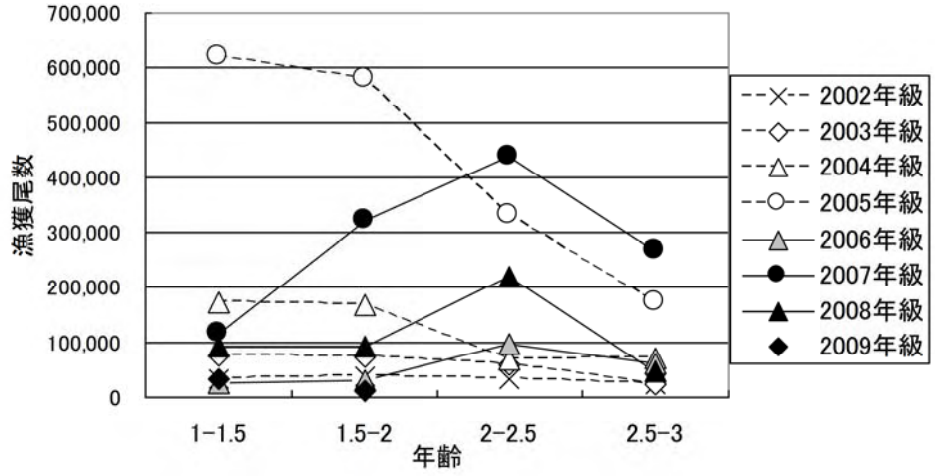



図8. 福島県の年齢別漁獲尾数
年2回作成したage-length keyを福島県の体長組成データに適用して推定した。

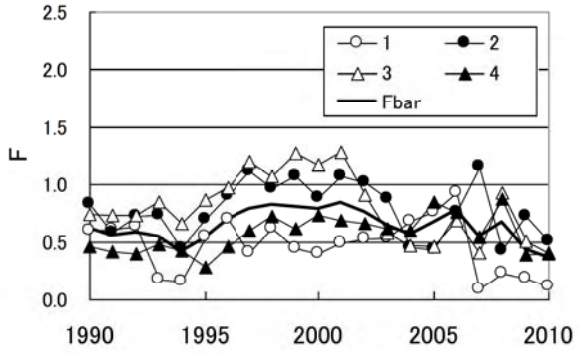



図9. 雌のFの経年推移

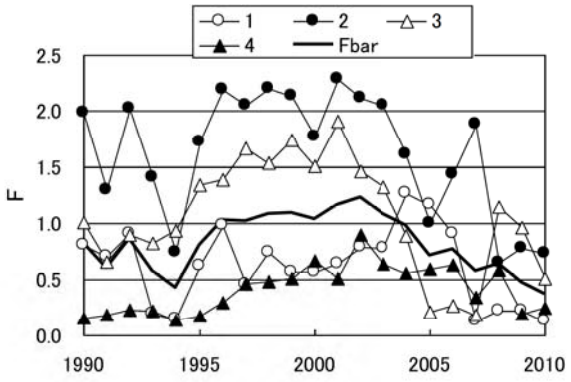



図10. 雄のFの経年推移

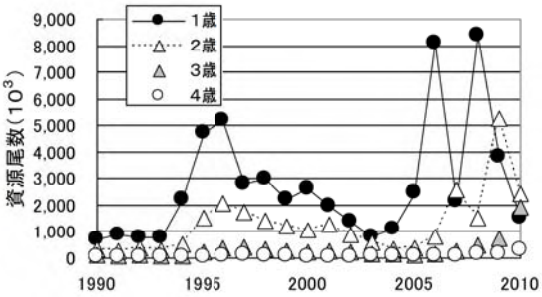



図11. 年齢別資源尾数

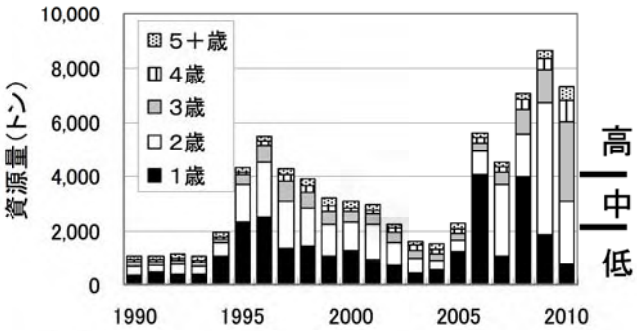



図12. 年齢別資源量
図右の太線は、資源水準の境界を表す。

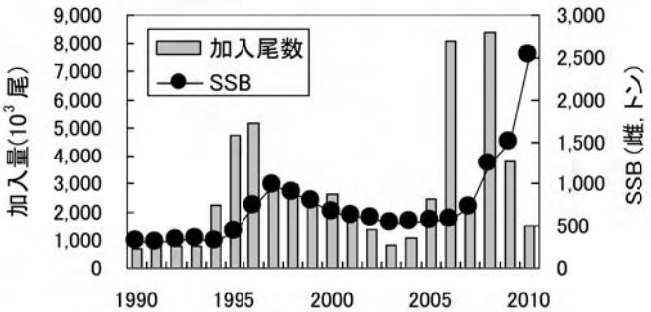



図13. 加入量とSSBの経年推移

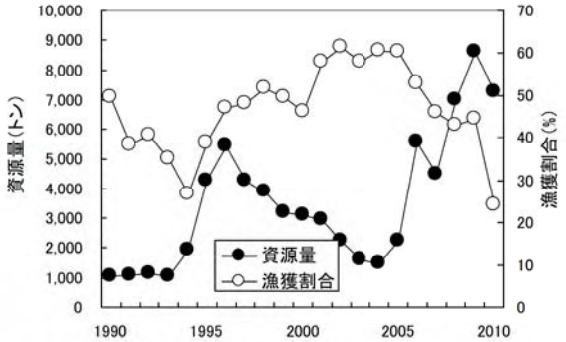



図14. 資源量と漁獲割合の経年推移

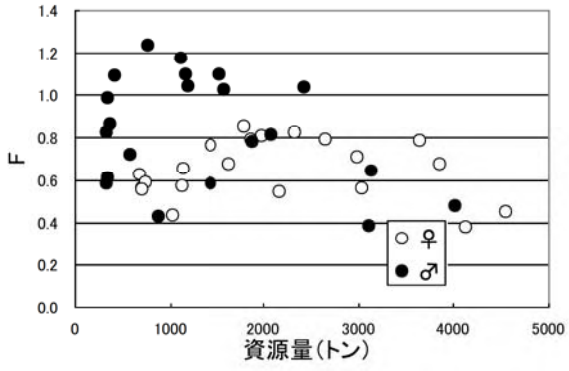



図15. 雌雄の資源量とFの関係

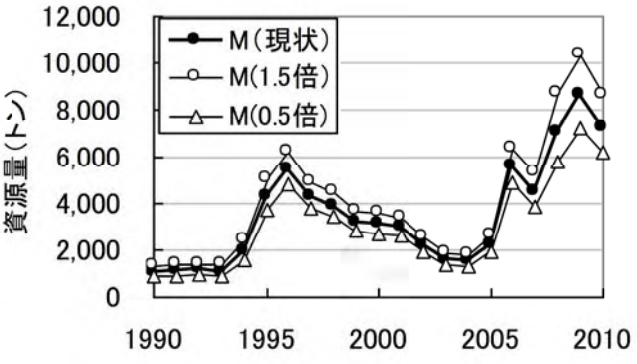



図16. Mの感度解析（資源量）

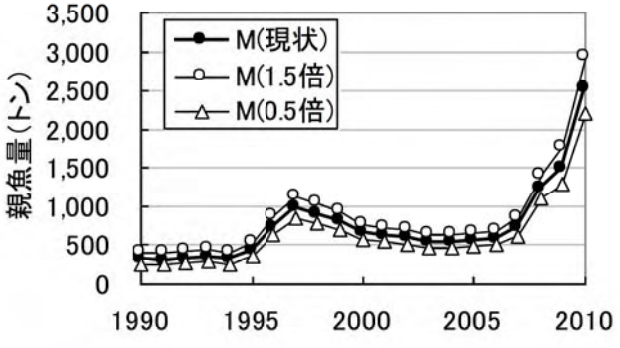



図17. Mの感度解析（親魚量）

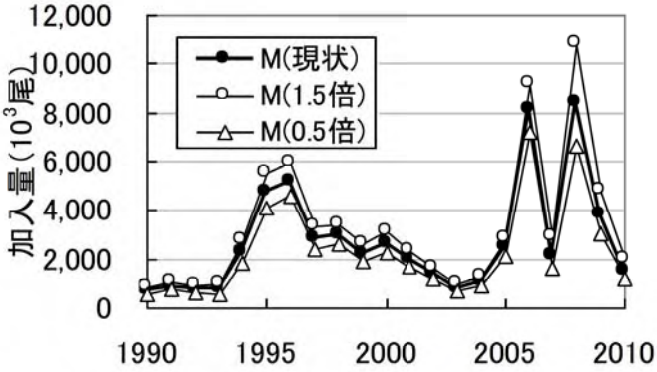



図18. Mの感度解析（加入量）

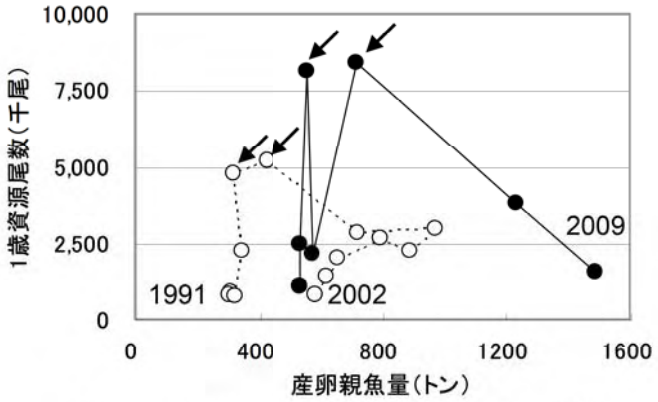



図19. 親（親魚量）子（翌年1歳の資源尾数）関係
1990～2002年を○で、2003～2008年を●で示す。矢印は卓越年級群を表す。

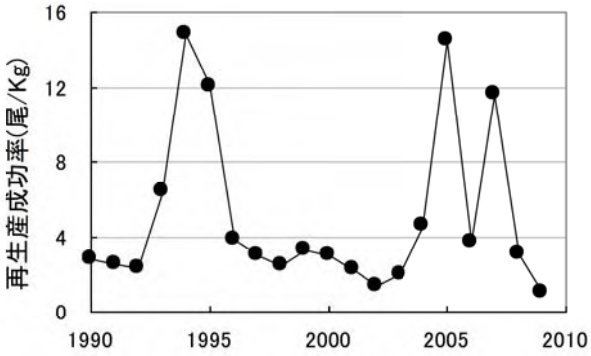



図20. 再生産成功率の経年変化
再生産成功率は1歳加入尾数を前年の雌のSSBで除して求めた。

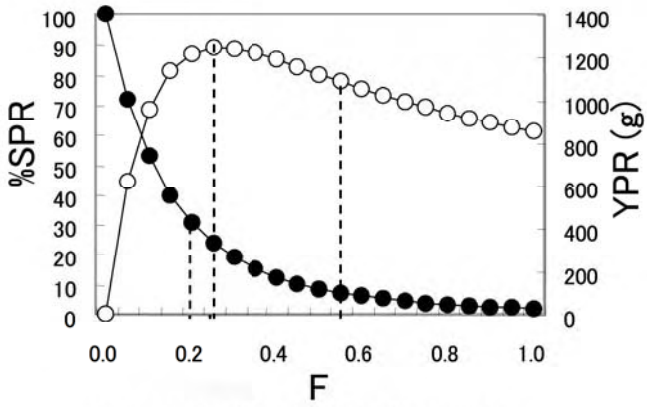



図21. Fを変化させた時の%SPRおよびYPRの変化
雌の値を用いて作図した。破線は、左からF30%SPR、Fmax、Fcurrentを表す。

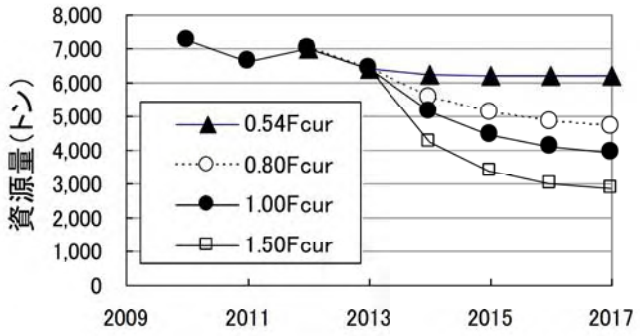



図22. Fを変化させた時の資源量の変化
FcurはFcurrentを表す。0.54Fcurは Fmaxに相当する。

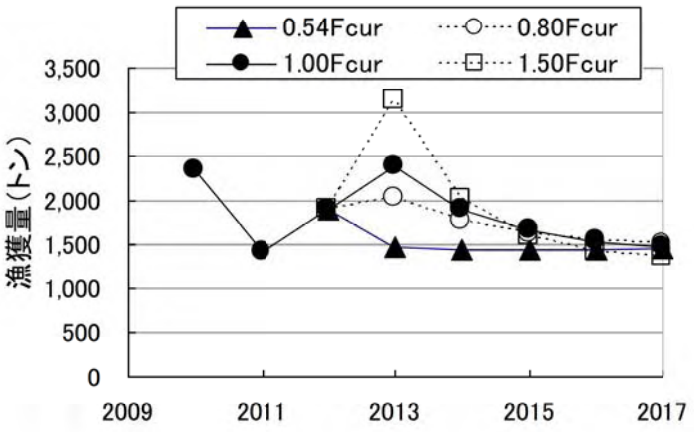



図23. Fを変化させた時の漁獲量の変化
FcurはFcurrentを表す。0.54Fは
Fmaxに相当する。

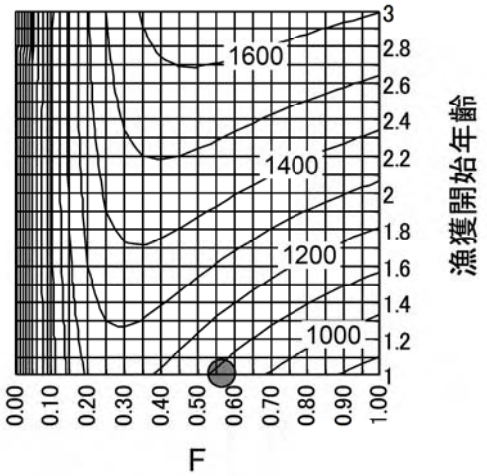



図24. Fおよび漁獲開始年齢を変化させた時の太平洋北部系群の漁獲量の変化
雌の値のみを用いて作図した。黒丸は現状の値を表す。図中の数字はトン数。

表1. ヒラメの漁業種類別漁獲量（トン）　「漁業養殖業生産統計年報」より

| | 漁業種類 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 青 | 沖　底 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 16 |
| | 小　底 | 88 | 61 | 37 | 42 | 95 | 104 | 111 | 113 | 107 | 14 |
| 森 | 刺　網 | 325 | 351 | 147 | 357 | 279 | 377 | 255 | 166 | 399 | 173 |
| | 定置網 | 303 | 198 | * | * | * | * | * | 318 | * | 327 |
| 県 | その他 | 45 | 28 | * | * | * | * | * | 53 | 89 | 46 |
| | 計 | 764 | 639 | 456 | 546 | 702 | 1,022 | 773 | 653 | 995 | 576 |
| 岩 | 沖　底 | 1 | 1 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| | 小　底 | 0 | 0 | * | * | * | * | * | * | 0 | 0 |
| 手 | 刺　網 | 99 | 67 | 29 | 39 | 51 | 110 | 61 | 80 | 68 | 26 |
| | 定置網 | 60 | 46 | 32 | 54 | 82 | 78 | 77 | 85 | 92 | 66 |
| 県 | その他 | 11 | 9 | 8 | 4 | 8 | 14 | 8 | 10 | 10 | 3 |
| | 計 | 171 | 122 | 70 | 96 | 142 | 201 | 146 | 177 | 177 | 95 |
| 宮 | 沖　底 | 17 | 38 | 16 | 10 | 44 | 32 | 34 | 31 | 24 | 13 |
| | 小　底 | 60 | 35 | 29 | 45 | 111 | 89 | 68 | 112 | 90 | 30 |
| 城 | 刺　網 | 117 | 111 | 60 | 62 | 93 | 173 | 131 | 164 | 188 | 122 |
| | 定置網 | 16 | 21 | 13 | 17 | 27 | 25 | 34 | 26 | 40 | 138 |
| 県 | その他 | 40 | 15 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 |
| | 計 | 250 | 220 | 120 | 136 | 276 | 320 | 271 | 339 | 344 | 305 |
| 福 | 沖　底 | 117 | 85 | 66 | 92 | 225 | 246 | 166 | 325 | 216 | 33 |
| | 小　底 | 73 | 40 | 47 | 60 | 184 | 137 | 85 | 133 | 105 | 25 |
| 島 | 刺　網 | 260 | 182 | 125 | 147 | 167 | 304 | 348 | 338 | 396 | 19 |
| | 定置網 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 県 | その他 | 8 | 8 | 4 | 4 | 3 | 17 | 16 | 17 | 16 | 1 |
| | 計 | 458 | 315 | 243 | 304 | 580 | 704 | 615 | 813 | 734 | 78 |
| 茨 | 沖　底 | 6 | 6 | * | * | * | * | * | 22 | 59 | 66 |
| | 小　底 | 239 | 92 | 133 | 108 | 120 | 225 | 159 | 97 | 117 | 158 |
| 城 | 刺　網 | 102 | 115 | 107 | 134 | 73 | 150 | 141 | 110 | 154 | 176 |
| | 定置網 | 5 | 8 | * | * | * | * | * | 5 | * | * |
| 県 | その他 | 36 | 30 | * | 24 | 15 | 42 | * | 31 | 30 | 60 |
| | 計 | 388 | 251 | 280 | 277 | 242 | 452 | 349 | 265 | 380 | 467 |
| 合 | 沖　底 | 143 | 131 | 92 | 106 | 301 | 307 | 220 | 381 | * | * |
| | 小　底 | 460 | 228 | 249 | 256 | 510 | 555 | 423 | 455 | 420 | 226 |
| | 刺　網 | 903 | 826 | 468 | 730 | 663 | 1,114 | 936 | 858 | 1,206 | 517 |
| | 定置網 | 384 | 273 | 292 | 205 | 391 | 578 | 469 | 434 | 531 | * |
| 計 | その他 | 140 | 90 | 69 | 51 | 77 | 145 | 105 | 116 | 152 | 112 |
| | 計 | 2,031 | 1,547 | 1,170 | 1,348 | 1,942 | 2,699 | 2,153 | 2,247 | 2,630 | 1,521 |

2011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. 太平洋北部系群のコホート解析の結果
福島県の漁獲物体長組成を海域全体に引き延ばし、雌雄・年齢分解した。年齢分解は2002年度までは複数年の調査結果をプールして作成した性別age-length keyを使用し、2003年以降は半年ごとに作成したage-length keyを適用して求めた。

年齢別漁獲尾数(x10^3 尾)(雌)

| 年齢/漁期年 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 130 | 168 | 151 | 46 | 106 | 705 | 934 | 342 | 502 | 305 | 315 | 289 | 228 | 162 | 266 | 650 | 2,315 | 91 | 525 | 236 | 59 |
| 2 | 84 | 56 | 84 | 72 | 68 | 249 | 469 | 504 | 341 | 315 | 260 | 342 | 234 | 156 | 68 | 78 | 247 | 835 | 265 | 824 | 370 |
| 3 | 33 | 27 | 30 | 37 | 26 | 57 | 124 | 180 | 131 | 122 | 92 | 107 | 86 | 47 | 34 | 36 | 57 | 60 | 188 | 157 | 210 |
| 4 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 6 | 12 | 27 | 32 | 25 | 20 | 17 | 16 | 22 | 22 | 26 | 26 | 20 | 55 | 32 | 64 |
| 5+ | 7 | 7 | 8 | 9 | 8 | 6 | 10 | 14 | 21 | 19 | 22 | 16 | 13 | 11 | 14 | 20 | 15 | 12 | 21 | 14 | 26 |
| 合計 | 260 | 267 | 280 | 173 | 216 | 1,022 | 1,551 | 1,068 | 1,027 | 786 | 709 | 770 | 577 | 398 | 405 | 810 | 2,660 | 1,018 | 1,054 | 1,264 | 729 |
| 漁獲量(t) | 302 | 282 | 312 | 262 | 261 | 880 | 1,470 | 1,355 | 1,186 | 990 | 861 | 941 | 714 | 505 | 444 | 720 | 1,909 | 1,334 | 1,295 | 1,657 | 1,255 |

年齢別資源尾数(x10^3 尾)(雌)　Numbers

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 319 | 409 | 357 | 312 | 796 | 1,862 | 2,064 | 1,134 | 1,213 | 946 | 1,062 | 820 | 620 | 434 | 597 | 1,358 | 4,242 | 1,131 | 2,766 | 1,523 | 597 |
| 2 | 165 | 142 | 181 | 153 | 211 | 549 | 875 | 832 | 611 | 532 | 492 | 577 | 405 | 297 | 206 | 244 | 515 | 1,354 | 835 | 1,769 | 1,022 |
| 3 | 70 | 58 | 64 | 71 | 60 | 110 | 221 | 286 | 221 | 189 | 148 | 165 | 160 | 118 | 101 | 106 | 128 | 195 | 346 | 439 | 692 |
| 4 | 23 | 27 | 23 | 25 | 24 | 25 | 37 | 68 | 70 | 61 | 43 | 37 | 37 | 52 | 54 | 51 | 54 | 52 | 104 | 111 | 214 |
| 5+ | 20 | 22 | 26 | 26 | 26 | 26 | 31 | 35 | 46 | 45 | 47 | 35 | 29 | 28 | 35 | 39 | 31 | 32 | 40 | 49 | 87 |
| 合計 | 596 | 638 | 651 | 588 | 1,116 | 2,572 | 3,229 | 2,355 | 2,160 | 1,773 | 1,792 | 1,634 | 1,252 | 929 | 992 | 1,798 | 4,970 | 2,765 | 4,091 | 3,890 | 2,612 |

F-Matrix(雌)　F

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.60 | 0.61 | 0.63 | 0.18 | 0.16 | 0.55 | 0.70 | 0.41 | 0.62 | 0.44 | 0.40 | 0.50 | 0.52 | 0.53 | 0.68 | 0.76 | 0.93 | 0.09 | 0.24 | 0.19 | 0.12 |
| 2 | 0.83 | 0.58 | 0.73 | 0.74 | 0.45 | 0.70 | 0.91 | 1.12 | 0.97 | 1.07 | 0.89 | 1.07 | 1.02 | 0.87 | 0.46 | 0.44 | 0.76 | 1.16 | 0.43 | 0.73 | 0.52 |
| 3 | 0.74 | 0.73 | 0.74 | 0.85 | 0.66 | 0.87 | 0.98 | 1.20 | 1.07 | 1.27 | 1.17 | 1.28 | 0.92 | 0.58 | 0.48 | 0.47 | 0.69 | 0.42 | 0.93 | 0.51 | 0.41 |
| 4 | 0.46 | 0.42 | 0.41 | 0.49 | 0.43 | 0.29 | 0.46 | 0.60 | 0.72 | 0.62 | 0.74 | 0.69 | 0.67 | 0.62 | 0.60 | 0.85 | 0.76 | 0.54 | 0.87 | 0.39 | 0.40 |
| 5+ | 0.46 | 0.42 | 0.41 | 0.49 | 0.43 | 0.29 | 0.46 | 0.60 | 0.72 | 0.62 | 0.74 | 0.69 | 0.67 | 0.62 | 0.60 | 0.85 | 0.76 | 0.54 | 0.87 | 0.39 | 0.40 |
| Weight.Aveg. | 0.68 | 0.60 | 0.66 | 0.59 | 0.33 | 0.60 | 0.78 | 0.88 | 0.80 | 0.83 | 0.70 | 0.87 | 0.79 | 0.68 | 0.62 | 0.72 | 0.91 | 1.00 | 0.46 | 0.59 | 0.44 |
| Fbar | 0.62 | 0.55 | 0.58 | 0.55 | 0.42 | 0.54 | 0.70 | 0.79 | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.84 | 0.76 | 0.64 | 0.57 | 0.67 | 0.78 | 0.55 | 0.67 | 0.44 | 0.37 |

年齢別資源重量(トン)(雌)　Biomass

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 184 | 236 | 206 | 180 | 458 | 1,072 | 1,189 | 653 | 698 | 545 | 612 | 472 | 357 | 250 | 344 | 782 | 2,442 | 651 | 1,592 | 877 | 344 |
| 2 | 205 | 176 | 225 | 191 | 263 | 683 | 1,087 | 1,035 | 760 | 661 | 612 | 718 | 503 | 370 | 256 | 304 | 640 | 1,683 | 1,038 | 2,199 | 1,270 |
| 3 | 148 | 123 | 135 | 149 | 126 | 232 | 467 | 604 | 466 | 398 | 311 | 347 | 338 | 249 | 212 | 223 | 270 | 412 | 729 | 925 | 1,460 |
| 4 | 70 | 84 | 70 | 77 | 75 | 77 | 116 | 209 | 215 | 189 | 133 | 115 | 115 | 161 | 165 | 156 | 166 | 162 | 323 | 342 | 662 |
| 5+ | 92 | 100 | 120 | 121 | 118 | 122 | 144 | 162 | 211 | 209 | 216 | 161 | 135 | 128 | 161 | 181 | 144 | 148 | 183 | 225 | 403 |
| Total | 699 | 719 | 755 | 718 | 1,040 | 2,185 | 3,002 | 2,662 | 2,350 | 2,002 | 1,883 | 1,813 | 1,448 | 1,157 | 1,139 | 1,646 | 3,662 | 3,056 | 3,866 | 4,568 | 4,139 |
| SSB | 310 | 307 | 325 | 348 | 319 | 430 | 727 | 975 | 892 | 797 | 660 | 623 | 588 | 537 | 538 | 560 | 580 | 722 | 1,236 | 1,492 | 2,525 |

年齢別漁獲尾数(x10^3 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 182 | 269 | 216 | 71 | 176 | 1,168 | 1,719 | 532 | 812 | 488 | 592 | 481 | 371 | 173 | 302 | 666 | 2,032 | 107 | 999 | 405 | 98 |
| 2 | 128 | 83 | 139 | 86 | 131 | 695 | 943 | 699 | 644 | 504 | 411 | 547 | 364 | 209 | 92 | 58 | 178 | 909 | 289 | 1,671 | 650 |
| 3 | 13 | 8 | 14 | 9 | 13 | 69 | 88 | 76 | 64 | 52 | 41 | 56 | 38 | 29 | 14 | 3 | 6 | 7 | 87 | 154 | 440 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 8 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 12 | 6 | 16 |
| 5+ | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 7 | 8 | 6 | 7 | 4 | 5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 3 | 7 |
| 合計 | 325 | 363 | 373 | 170 | 323 | 1,935 | 2,757 | 1,322 | 1,532 | 1,056 | 1,055 | 1,091 | 782 | 417 | 415 | 734 | 2,225 | 1,029 | 1,393 | 2,239 | 1,211 |
| 漁獲量(t) | 193 | 166 | 220 | 113 | 194 | 1,104 | 1,555 | 870 | 929 | 671 | 631 | 696 | 494 | 276 | 225 | 341 | 1,015 | 752 | 774 | 1,628 | 1,087 |

年齢別資源尾数(x10^3 尾)(雄)　Numbers

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 372 | 470 | 411 | 445 | 1,431 | 2,869 | 3,117 | 1,658 | 1,752 | 1,274 | 1,559 | 1,148 | 769 | 363 | 476 | 1,095 | 3,863 | 1,007 | 5,618 | 2,276 | 920 |
| 2 | 169 | 129 | 182 | 129 | 284 | 959 | 1,204 | 910 | 821 | 648 | 561 | 691 | 470 | 271 | 131 | 104 | 265 | 1,215 | 690 | 3,494 | 1,415 |
| 3 | 23 | 18 | 28 | 19 | 25 | 105 | 133 | 106 | 92 | 71 | 60 | 74 | 55 | 44 | 27 | 20 | 30 | 49 | 144 | 282 | 1,246 |
| 4 | 8 | 7 | 7 | 9 | 6 | 8 | 21 | 26 | 16 | 15 | 10 | 10 | 9 | 10 | 9 | 9 | 13 | 18 | 32 | 36 | 84 |
| 5+ | 10 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 20 | 23 | 18 | 16 | 10 | 10 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 14 | 20 | 36 |
| 合計 | 582 | 636 | 639 | 614 | 1,759 | 3,954 | 4,488 | 2,720 | 2,703 | 2,027 | 2,205 | 1,934 | 1,312 | 695 | 649 | 1,235 | 4,177 | 2,296 | 6,498 | 6,107 | 3,699 |

F-Matrix(雄)　F

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.81 | 0.70 | 0.90 | 0.20 | 0.15 | 0.62 | 0.98 | 0.45 | 0.74 | 0.57 | 0.56 | 0.64 | 0.79 | 0.77 | 1.27 | 1.17 | 0.91 | 0.13 | 0.22 | 0.23 | 0.13 |
| 2 | 1.98 | 1.30 | 2.02 | 1.41 | 0.74 | 1.72 | 2.18 | 2.04 | 2.19 | 2.13 | 1.77 | 2.27 | 2.11 | 2.04 | 1.61 | 1.00 | 1.43 | 1.88 | 0.64 | 0.78 | 0.74 |
| 3 | 1.01 | 0.66 | 0.90 | 0.83 | 0.93 | 1.35 | 1.39 | 1.67 | 1.54 | 1.74 | 1.51 | 1.90 | 1.47 | 1.32 | 0.89 | 0.22 | 0.27 | 0.18 | 1.15 | 0.97 | 0.51 |
| 4 | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.22 | 0.14 | 0.18 | 0.30 | 0.46 | 0.48 | 0.51 | 0.66 | 0.51 | 0.89 | 0.64 | 0.56 | 0.60 | 0.63 | 0.34 | 0.59 | 0.20 | 0.25 |
| 5+ | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.22 | 0.14 | 0.18 | 0.30 | 0.46 | 0.48 | 0.51 | 0.66 | 0.51 | 0.89 | 0.64 | 0.56 | 0.60 | 0.63 | 0.34 | 0.59 | 0.20 | 0.25 |
| Weight.Aveg. | 1.27 | 0.86 | 1.31 | 0.85 | 0.42 | 1.04 | 1.40 | 1.36 | 1.38 | 1.37 | 1.07 | 1.53 | 1.44 | 1.45 | 1.33 | 1.15 | 0.95 | 1.68 | 0.37 | 0.69 | 0.60 |
| Fbar | 0.82 | 0.60 | 0.86 | 0.57 | 0.42 | 0.81 | 1.03 | 1.02 | 1.09 | 1.09 | 1.03 | 1.17 | 1.23 | 1.09 | 0.98 | 0.72 | 0.77 | 0.58 | 0.64 | 0.47 | 0.37 |

年齢別資源重量(トン)(雄)　Biomass

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 157 | 199 | 173 | 188 | 604 | 1,211 | 1,316 | 700 | 739 | 538 | 658 | 484 | 325 | 153 | 201 | 462 | 1,630 | 425 | 2,371 | 961 | 388 |
| 2 | 127 | 98 | 137 | 98 | 215 | 724 | 909 | 687 | 620 | 489 | 424 | 522 | 355 | 205 | 99 | 78 | 200 | 917 | 521 | 2,637 | 1,068 |
| 3 | 27 | 21 | 32 | 22 | 29 | 123 | 155 | 123 | 107 | 83 | 70 | 87 | 64 | 52 | 32 | 24 | 34 | 57 | 167 | 328 | 1,450 |
| 4 | 14 | 11 | 12 | 14 | 10 | 12 | 35 | 42 | 25 | 25 | 16 | 17 | 14 | 16 | 15 | 14 | 21 | 29 | 52 | 58 | 136 |
| 5+ | 23 | 28 | 28 | 28 | 31 | 31 | 32 | 48 | 53 | 43 | 37 | 24 | 23 | 14 | 15 | 17 | 16 | 19 | 34 | 47 | 84 |
| Total | 348 | 356 | 383 | 350 | 888 | 2,101 | 2,446 | 1,600 | 1,545 | 1,178 | 1,205 | 1,134 | 780 | 440 | 362 | 595 | 1,902 | 1,447 | 3,145 | 4,031 | 3,127 |

雌雄合計

| 年齢/漁期年 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 漁獲尾数 | 586 | 569 | 653 | 343 | 540 | 2,957 | 4,308 | 2,390 | 2,559 | 1,842 | 1,764 | 1,861 | 1,359 | 814 | 820 | 1,543 | 4,885 | 2,047 | 2,447 | 3,503 | 1,940 |
| 資源尾数 | 1,178 | 1,295 | 1,290 | 1,202 | 2,875 | 6,526 | 7,717 | 5,075 | 4,864 | 3,800 | 3,997 | 3,568 | 2,564 | 1,624 | 1,642 | 3,033 | 9,147 | 5,061 | 10,588 | 9,996 | 6,312 |
| F | 0.72 | 0.58 | 0.72 | 0.56 | 0.42 | 0.67 | 0.87 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 0.91 | 1.01 | 1.00 | 0.86 | 0.77 | 0.69 | 0.78 | 0.56 | 0.65 | 0.46 | 0.37 |
| 資源重量 | 1,046 | 1,075 | 1,138 | 1,068 | 1,928 | 4,286 | 5,448 | 4,262 | 3,895 | 3,180 | 3,088 | 2,947 | 2,229 | 1,597 | 1,500 | 2,241 | 5,564 | 4,503 | 7,011 | 8,599 | 7,265 |

表3. ヒラメの種苗放流実績（千尾）
「栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国）」より。

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 青森県 | 1,677 | 1,502 | 816 | 303 | 1,305 | 1,040 | 1,035 | 929 | 940 | 868 |
| 岩手県 | 1,158 | 1,204 | 1,335 | 1,353 | 1,235 | 1,113 | 1,210 | 1,282 | 1,518 | 1,472 |
| 宮城県 | 1,119 | 1,028 | 1,116 | 899 | 605 | 290 | 220 | 268 | 440 | 639 |
| 福島県 | 1,034 | 1,054 | 439 | 1,120 | 1,056 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,022 | 1,030 |
| 茨城県 | 1,056 | 785 | 850 | 984 | 653 | 973 | 805 | 962 | 1,001 | 818 |
| 合　計 | 6,044 | 5,573 | 4,556 | 4,659 | 4,854 | 4,456 | 4,310 | 4,481 | 4,921 | 4,827 |

表4. 太平洋北部系群の混入率(%)

| 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5. 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

| F | 基準値 | 漁獲量（トン） | | | | | | | 資源量（トン） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| 0.83 | 1.50Fcur | 1,418 | 1,900 | 3,126 | 2,007 | 1,593 | 1,421 | 1,355 | 6,615 | 6,985 | 6,407 | 4,231 | 3,364 | 2,995 | 2,850 |
| 0.56 | Fcur | 1,418 | 1,900 | 2,390 | 1,898 | 1,663 | 1,538 | 1,476 | 6,615 | 6,985 | 6,407 | 5,122 | 4,464 | 4,103 | 3,923 |
| 0.44 | 0.80Fcur | 1,418 | 1,900 | 2,026 | 1,762 | 1,627 | 1,548 | 1,505 | 6,615 | 6,985 | 6,407 | 5,564 | 5,105 | 4,832 | 4,681 |
| 0.30 | Fmax | 1,418 | 1,900 | 1,471 | 1,449 | 1,448 | 1,452 | 1,455 | 6,615 | 6,985 | 6,407 | 6,239 | 6,210 | 6,213 | 6,219 |

補足資料1

## 使用したデータと資源評価の関係

雌雄別年齢別漁獲尾数

2010漁期年（2011年6月）までのデータを用いた
（ただし3月の震災以降，漁業は行われなかった）

30～50cm：2002漁期年まではプールA-L key、2003漁期年以降は年2回作成のA-L keyを用いて年齢分解
50cm以上：プールA-L keyを使用

福島県の体長組成データを用いて解析。漁獲量の比を用いて、太平洋北部海域全域に引き延ばす

↓

コホート解析。2010漁期年のFは、震災の影響を考慮して2007～2009年の平均値(Fcurrent)の2/3とした。自然死亡係数は雌0.21、雄0.25

雌雄別年齢別資源尾数
雌雄別年齢別漁獲係数

↓

以下の条件で、シミュレーションを行う

F2011、F2012は、震災による漁獲努力量削減を考慮し、Fcurrentに補正係数をかけた値を用いた（補足資料3）。
F2013以降を変化させた。

2011漁期年以降の1歳資源尾数は2001～10漁期年（06、08年度を除く）の平均値を与えた。

↓

2013漁期年のABC算定

Fcurrent, 0.8Fcurrentの時の漁獲量を、それぞれABClimit, ABCtargetとする

補足資料2

## 資源計算方法

本報告書の資源解析は、福島県が測定した水揚げ物の全長組成に、東北水研が作成した性別age-length keyを適用して得られた性別年齢別漁獲尾数を基礎データとしている。一方、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（1998～2009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のABCの計算には用いなかった。以下、福島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. 福島県データの解析方法

#### 性別年齢別漁獲尾数

漁獲物の全長組成は、福島県が1990～2011年の各月ごとに測定したデータを用いた。1990～2002年度の全長組成は、1995～2001年に採集した個体の年齢査定結果をプールして作成したsex-age-length key（プールA-L key；30～80cm対象；1～6月用、7～12月用の2種作成）を用いて漁獲物の全長組成を雌雄別年齢組成に分解した。2003年度以降は、全長30～50cmを対象に毎年6月と10または11月にsex-age-length keyを作成した。このkeyを用いて該当する年月の全長組成を性別年齢別組成に分解した。さらにsex-age-length keyを適用した月の性別年齢組成を参考にして、他の月の性別年齢組成を推定した。また、全長50～80cmを対象に、2003～2010年に採集した個体を用いてsex-age-length key（高齢魚プールA-L key；1～6月用、7～12月用の2種作成）を作成した。このsex-age-length keyを、1～6月および7～12月で集計した福島県水揚げ物の全長組成（福島県水産試験場調査）に適用した。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。プールA-L keyを用いると、豊度の年級間の違いが過少評価される。従って、2002年度以前の加入量変動は、評価値よりも大きかったと推察される。

#### コホート解析

得られた性別年齢別漁獲尾数を漁期年（7月～翌年6月）で集計し、コホート解析用のデータとした。

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($N_{a,2010}$)および漁獲係数($F_{a,2010}$)を

$$N_{a,2010} = \{C_{a,2010}/(1-\exp(-F_{a,2010})\}\exp(M/2)$$
$$F_{a,2010} = \sum_{y=2007}^{2009} F_{a,y}/3$$

により求めた。最後に、

$$F_{5+,2010} = F_{4,2010}$$

となるような$F_{5+,2010}$を探索的に求めた。

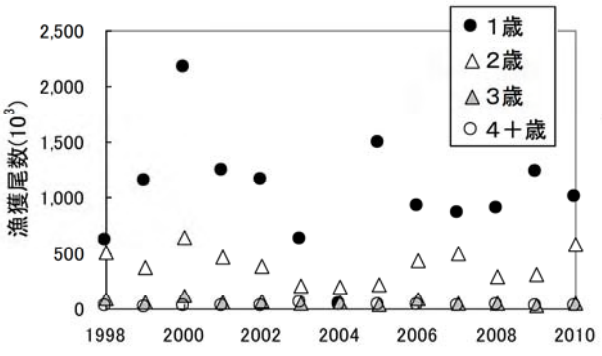
寿命を雌雄それぞれ12歳、10歳として、田中(1960)の式から$M$として雌雄それぞれ0.21、0.25を与えた。本推定方法では、漁獲年度の中間に一斉に漁獲されると仮定する。その時（1.5歳、2.5歳、3.5歳、4.5歳等）の雌雄の体重を本文に掲載した成長式および全長－体重関係式から推定した。コホート解析による漁獲重量および資源重量は、それぞれ性別年齢別漁獲尾数および性別年齢別資源尾数に漁獲時の性別年齢別体重をかけた後、性別年齢別重量を加算して推定した。

## 2. 青森県データの解析方法

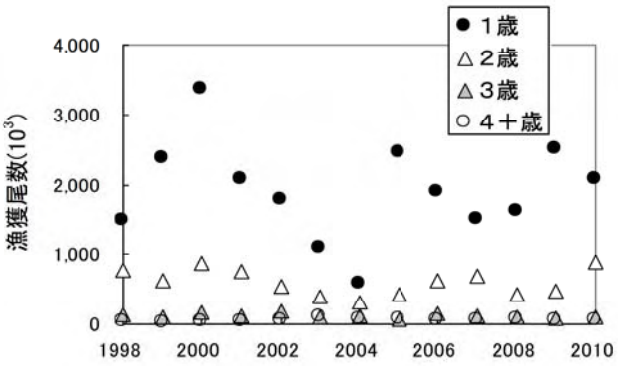
性別年齢別漁獲尾数

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sex-age-銘柄 keyで、後者はsex-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、sex-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、sex-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、当該漁期年の漁獲尾数とした（補足図2-1、補足表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とし、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。

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

補足表2－1．八戸港の水揚げ情報を用いて青森県太平洋北区全体に引き延ばしたコホート解析結果

年齢別漁獲尾数(x10^3 尾)(雌)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 429 | 834 | 1,534 | 873 | 816 | 444 | 23 | 808 | 543 | 495 | 528 | 710 | 602 |
| 2 | 386 | 273 | 457 | 315 | 273 | 149 | 151 | 144 | 296 | 324 | 196 | 198 | 361 |
| 3 | 68 | 46 | 95 | 44 | 57 | 38 | 48 | 29 | 70 | 36 | 43 | 22 | 31 |
| 4+ | 12 | 7 | 16 | 11 | 15 | 43 | 28 | 23 | 20 | 15 | 28 | 17 | 17 |
| 合計 | 895 | 1,161 | 2,102 | 1,243 | 1,160 | 675 | 249 | 1,005 | 929 | 870 | 795 | 948 | 1,011 |
| 漁獲量(t) | 522 | 565 | 1,025 | 613 | 583 | 390 | 215 | 478 | 520 | 476 | 431 | 459 | 539 |

年齢別資源尾数(x10^3 尾)(雌)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,047 | 1,682 | 2,350 | 1,454 | 1,245 | 782 | 393 | 1,426 | 1,162 | 891 | 951 | 1,490 | 1,349 |
| 2 | 587 | 463 | 613 | 524 | 392 | 275 | 234 | 298 | 428 | 453 | 276 | 295 | 568 |
| 3 | 88 | 75 | 129 | 85 | 141 | 72 | 88 | 54 | 112 | 81 | 75 | 47 | 61 |
| 4+ | 18 | 12 | 22 | 22 | 37 | 80 | 51 | 44 | 32 | 35 | 48 | 37 | 33 |
| 合計 | 1,740 | 2,231 | 3,114 | 2,085 | 1,816 | 1,210 | 765 | 1,822 | 1,734 | 1,460 | 1,351 | 1,869 | 2,011 |

F-Matrix(雌)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.61 | 0.80 | 1.29 | 1.10 | 1.30 | 1.00 | 0.07 | 0.99 | 0.73 | 0.96 | 0.96 | 0.75 | 0.68 |
| 2 | 1.31 | 1.07 | 1.77 | 1.10 | 1.48 | 0.93 | 1.26 | 0.77 | 1.46 | 1.58 | 1.56 | 1.37 | 1.23 |
| 3 | 1.96 | 1.16 | 1.71 | 0.84 | 0.59 | 0.89 | 0.94 | 0.90 | 1.20 | 0.67 | 1.00 | 0.73 | 0.83 |
| 4+ | 1.96 | 1.16 | 1.71 | 0.84 | 0.59 | 0.89 | 0.94 | 0.90 | 1.20 | 0.67 | 1.00 | 0.73 | 0.83 |
| Weight.Aveg. | 1.03 | 0.88 | 1.42 | 1.09 | 1.30 | 0.97 | 1.05 | 0.96 | 1.01 | 1.18 | 1.11 | 0.88 | 0.80 |
| Fbar | 1.46 | 1.05 | 1.62 | 0.97 | 0.99 | 0.93 | 0.80 | 0.89 | 1.15 | 0.97 | 1.13 | 0.90 | 0.89 |

年齢別資源重量((トン)(雌)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 395 | 635 | 887 | 549 | 470 | 295 | 148 | 538 | 438 | 336 | 359 | 562 | 509 |
| 2 | 402 | 317 | 420 | 359 | 269 | 188 | 160 | 204 | 293 | 310 | 189 | 202 | 389 |
| 3 | 96 | 81 | 140 | 92 | 153 | 78 | 95 | 59 | 121 | 88 | 82 | 51 | 66 |
| 4+ | 33 | 22 | 40 | 41 | 68 | 147 | 93 | 81 | 59 | 64 | 89 | 67 | 60 |
| Total | 926 | 1,054 | 1,486 | 1,040 | 960 | 709 | 497 | 881 | 912 | 799 | 718 | 883 | 1,024 |

年齢別漁獲尾数(x10^3 尾)(雄)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 189 | 314 | 624 | 369 | 340 | 183 | 14 | 673 | 379 | 370 | 371 | 517 | 401 |
| 2 | 127 | 101 | 184 | 156 | 118 | 70 | 50 | 83 | 150 | 179 | 100 | 124 | 224 |
| 3 | 24 | 17 | 29 | 16 | 18 | 11 | 12 | 7 | 19 | 15 | 12 | 9 | 16 |
| 4+ | 8 | 5 | 8 | 5 | 8 | 13 | 5 | 6 | 10 | 6 | 6 | 3 | 9 |
| 合計 | 348 | 437 | 847 | 545 | 484 | 277 | 81 | 770 | 557 | 570 | 490 | 654 | 649 |
| 漁獲量(t) | 157 | 174 | 333 | 220 | 196 | 120 | 46 | 274 | 228 | 234 | 190 | 244 | 272 |

年齢別資源尾数(x10^3 尾)(雄)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 432 | 683 | 1,001 | 621 | 535 | 311 | 186 | 1,025 | 726 | 609 | 654 | 1,008 | 728 |
| 2 | 184 | 170 | 254 | 229 | 158 | 117 | 81 | 133 | 205 | 232 | 148 | 182 | 329 |
| 3 | 36 | 31 | 43 | 35 | 40 | 19 | 29 | 19 | 30 | 27 | 22 | 27 | 32 |
| 4+ | 13 | 9 | 13 | 10 | 18 | 22 | 11 | 16 | 15 | 10 | 11 | 10 | 18 |
| 合計 | 665 | 893 | 1,311 | 895 | 751 | 468 | 307 | 1,193 | 977 | 878 | 835 | 1,227 | 1,107 |

F-Matrix(雄)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.68 | 0.74 | 1.23 | 1.12 | 1.27 | 1.10 | 0.09 | 1.36 | 0.89 | 1.17 | 1.03 | 0.87 | 0.98 |
| 2 | 1.52 | 1.11 | 1.73 | 1.49 | 1.87 | 1.15 | 1.21 | 1.22 | 1.76 | 2.09 | 1.44 | 1.48 | 1.47 |
| 3 | 1.47 | 0.92 | 1.43 | 0.69 | 0.72 | 1.07 | 0.63 | 0.60 | 1.26 | 0.97 | 0.99 | 0.49 | 0.79 |
| 4+ | 1.47 | 0.92 | 1.45 | 0.69 | 0.72 | 1.07 | 0.65 | 0.60 | 1.26 | 0.97 | 0.99 | 0.49 | 0.79 |
| Weight.Aveg. | 1.06 | 0.83 | 1.35 | 1.21 | 1.39 | 1.11 | 0.90 | 1.33 | 1.15 | 1.45 | 1.11 | 0.98 | 1.07 |
| Fbar | 1.28 | 0.93 | 1.46 | 1.00 | 1.15 | 1.10 | 0.65 | 0.94 | 1.30 | 1.30 | 1.11 | 0.83 | 1.01 |

年齢別資源重量((トン)(雄)

| 年齢/漁期年 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 139 | 219 | 322 | 199 | 172 | 100 | 60 | 329 | 233 | 196 | 210 | 324 | 234 |
| 2 | 99 | 92 | 137 | 124 | 85 | 63 | 44 | 72 | 111 | 125 | 80 | 98 | 178 |
| 3 | 28 | 24 | 34 | 28 | 31 | 15 | 23 | 15 | 24 | 21 | 17 | 21 | 25 |
| 4+ | 15 | 10 | 14 | 12 | 20 | 25 | 13 | 19 | 17 | 11 | 13 | 11 | 20 |
| Total | 281 | 346 | 507 | 362 | 309 | 203 | 138 | 434 | 385 | 354 | 320 | 454 | 457 |

補足資料3

## 2011、2012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も数多く被災したことから、2011年度（2011年7月～2012年6月）および2012年度（2012年7月～2013年6月）の漁獲努力量は2010年度以前とは異なる様相となっている。本資源評価では、2013年度のABC算出に際して、2011年度および2012年度の漁獲死亡係数を用いている。被災状況、復旧状況ともに地域、漁業種別に異なり、類型化することは簡単ではないが、ここでは以下の手順で県別、漁業種別に被災状況をまとめ、震災が漁獲に与えた影響を可能な限り数値化した。

・ヒラメが漁獲されている青森、岩手、宮城、福島および茨城の漁船について被災状況を調べた。

・漁業種は沖合底びき網漁業、小型底曳き網漁業および沿岸漁業（延縄、刺し網、定置網およびその他）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。それ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。

・この値を2007～2009年度の年齢別Fの平均値に乗じることで2011年度および2012年度の年齢別のFを求めた。

その結果、2011年度および2012年度のヒラメ漁業の漁獲圧は、2009年度比でそれぞれ49.1、66.2%に減少することが示された。

補足表3-1. 2011年度の漁獲努力量（2009年度比）

| | 漁獲量(トン、直近5年平均) | 漁法別の比率 (g) | 減少率 (h) | 比率g* 比率h |
|---|---|---|---|---|
| 沖底 | 266 | 0.134 | 0.190 | 0.025 |
| 小底 | 440 | 0.221 | 0.585 | 0.129 |
| 沿岸漁業 | 1,382 | 0.646 | 0.522 | 0.336 |
| 合計 | 1,991 | 1.000 | | 0.491 |

補足表3-2. 2012年度の漁獲努力量（2009年度比）

| | 漁獲量(トン、直近5年平均) | 漁法別の比率 (g) | 減少率 (h) | 比率g* 比率h |
|---|---|---|---|---|
| 沖底 | 266 | 0.134 | 0.802 | 0.107 |
| 小底 | 440 | 0.221 | 0.713 | 0.158 |
| 沿岸漁業 | 1,382 | 0.646 | 0.616 | 0.398 |
| 合計 | 1,991 | 1.000 | | 0.662 |

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。

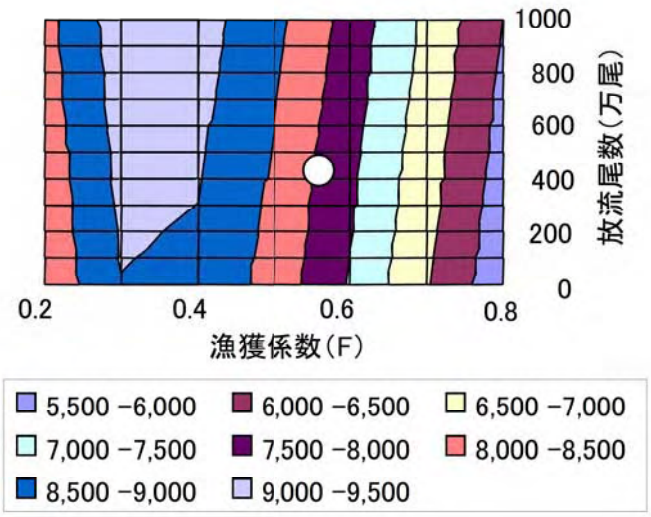
まず、2010年度の太平洋北部系群の資源尾数、漁獲尾数、F値、放流尾数を初期値とし、2012年度以降のF値および放流尾数を変化させたときの2017年の漁獲量を前進法により推定した。解析には雌のみの値を用いた。Fを0.2～0.8、放流尾数を0～1,000万尾の間で変化させた。つぎに、同様の方法で、漁獲開始サイズを30～48cm、放流尾数を0～600万尾で変化させ、2016年度の漁獲量を推定した。RPS（尾/Kg）として1.4を、添加効率として0.05を与えた。解析方法の詳細は、亘(2011)に準じた。

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）。

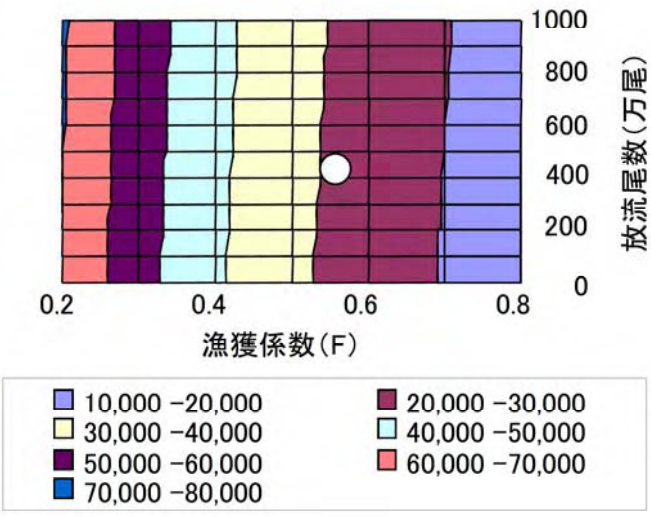
等漁獲量線は、RPSが増加すれば傾きが急になり、添加効率が増加すれば傾きが緩やかになる。従って、この様な比較を行うためには、RPSと添加効率の推定精度を向上させる必要がある。現状ではこれらの推定値の精度は十分に高いとは言えない。

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。今後は、この様な観点からの評価も必要であろう。

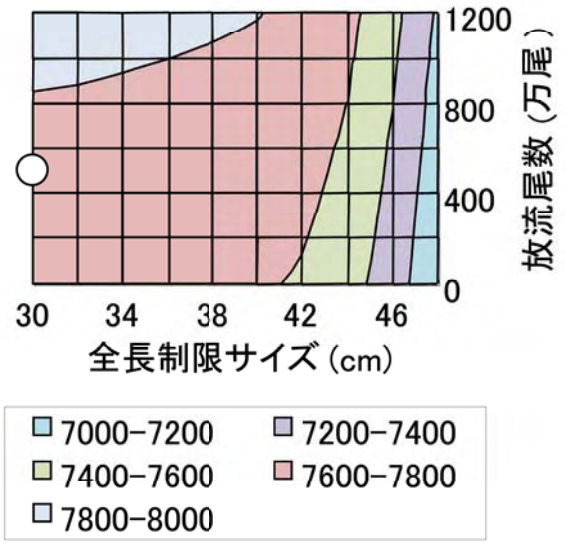
亘　真吾(2011)平成23年のヒラメ瀬戸内海系群の資源評価．平成23年度我が国周辺水域の漁業資源評価、1385-1410.



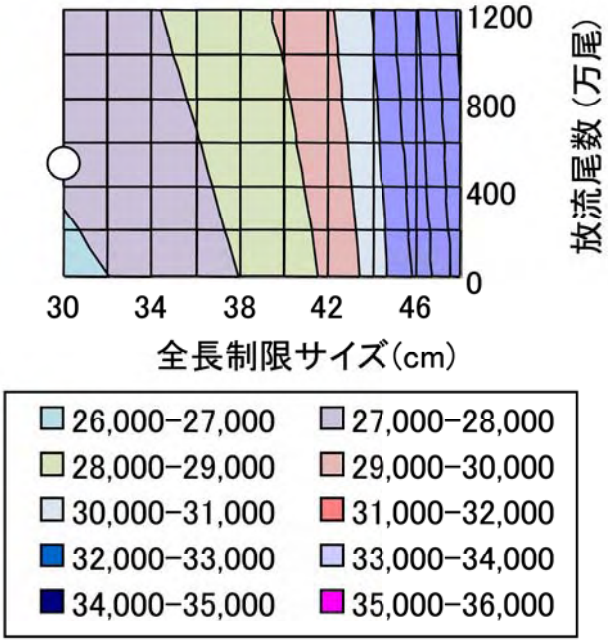

補足図4-1. 2012年以降の漁獲圧と放流尾数を変化させたときの2017年の等漁獲量図
白丸は現状の値。




補足図4-2. 2012年以降の漁獲圧と放流尾数を変化させたときの2017年の等資源量図
白丸は現状の値。




補足図4-3. 2011年以降の全長制限サイズと放流尾数を変化させたときの2016年の等漁獲量図
白丸は現状の値。




補足図4-4. 2011年以降の全長制限サイズと放流尾数を変化させたときの2016年の等資源量図
白丸は現状の値。

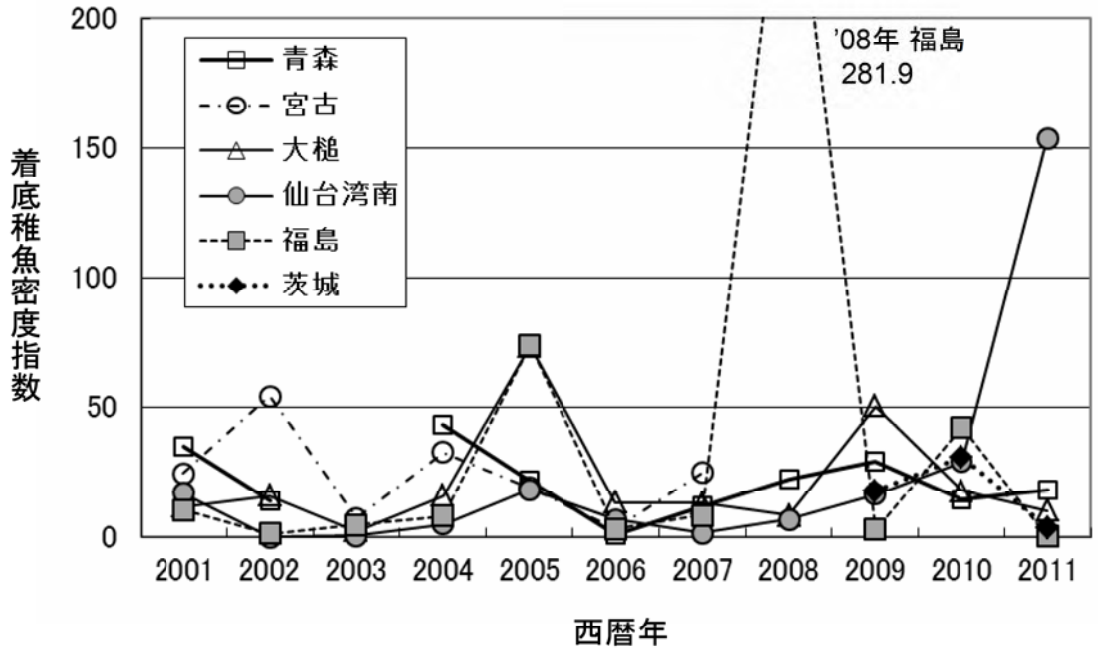
補足資料5
新規加入量調査の結果

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（旧宮古栽培漁業センターを含む）がソリネットを用いて行っており、各年の総曳網数は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の水準となった。資源評価の結果、東北南部海域（宮城県以南）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、この年級群は高水準ではあるものの2005年の水準を大きく上回るものではなかった。2010年は全ての調査点で高めの指数となっており、試験操業からも年級群豊度が高いと推察される。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。

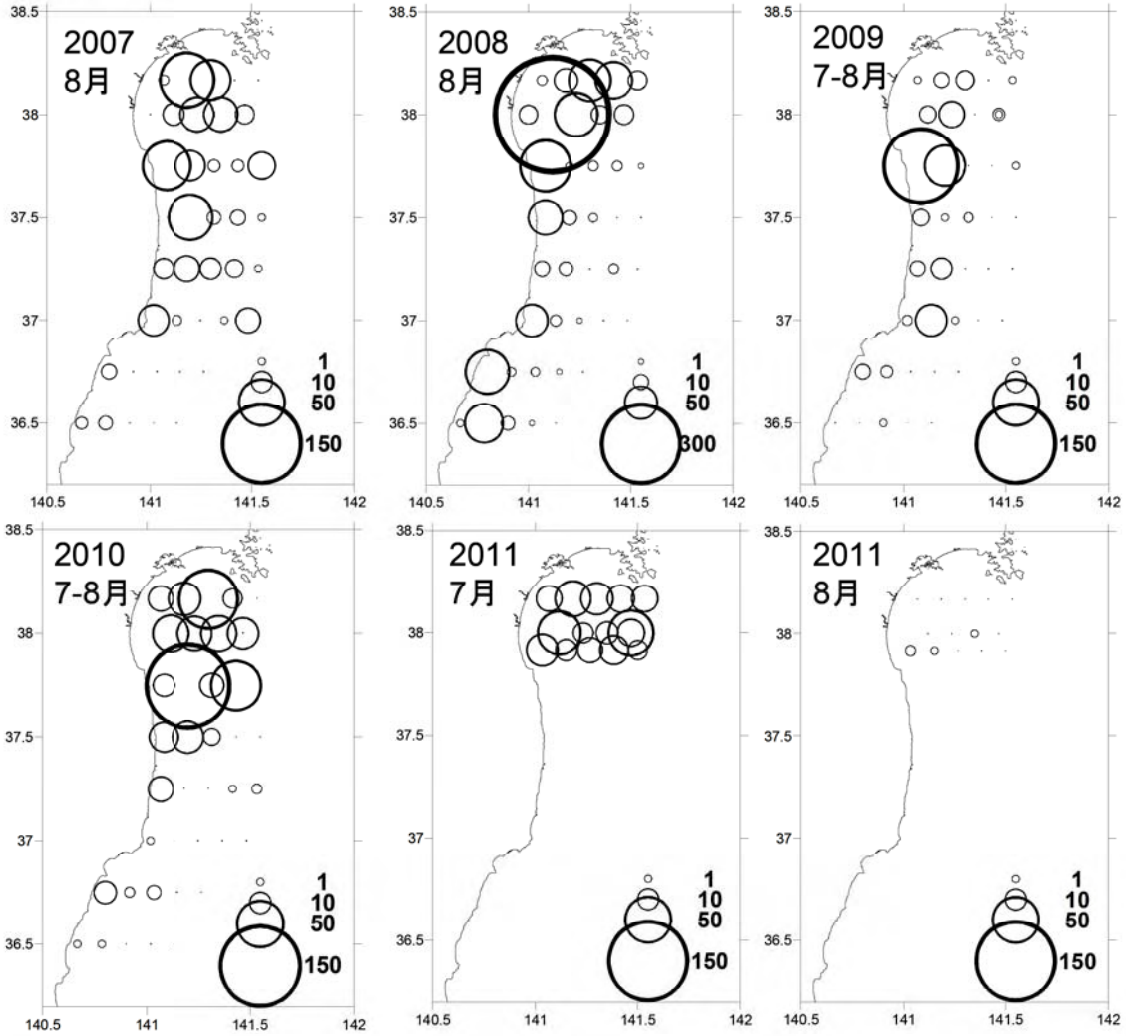
新規加入量調査の詳細は、上原ほか(2007～'11)および玉手ほか(2012)（東北底魚研究27～32号）を参照のこと。




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6
## 卵仔魚調査の結果

東北区水産研究所では、ヒラメの産卵場特定および新規加入量決定機構の解明を目的として、若鷹丸を用いた卵および仔魚の分布調査ならびに海洋観測を行っている。2011年度は、7月上旬および8月上旬に仙台湾においてIKMTおよびモクネス1平米型による採集を行った。IKMTで採集されたヒラメ仔魚の2007年～2011年の分布を補足図6-1に示す。仙台湾における2011年の分布量は、2009年より多いが、2007、2008、2010年と同程度もしくは下回る水準であった。産卵期全体を網羅しているわけではないが、当該海域全体における仔魚の分布量の経年変化は、親魚量や着底稚魚密度の経年推移（補足資料2）と必ずしも同調しておらず、浮遊期間に経験する海洋環境要因が加入量変動に影響を及ぼしている可能性がある。




補足図6-1．2007年～2011年の仙台湾常磐海域におけるヒラメ仔魚の分布（IKMT1曳網当たり採集個体数）。