

平成22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、上原伸二、伊藤正木）

参画機関：宮古栽培漁業センター、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歳から漁獲対象となり、漁獲量は1、2歳魚が主体である。このため漁獲量は、前年に産まれた年級群の漁獲加入（1歳）時の資源量の変動の影響を強く受ける。コホート解析によると、1歳時の資源量は1995年級から2003年度まで単調に減少し、その後増加に転じた。2005年級は南部海域（宮城～茨城県）では卓越年級であった。2006年級の資源量は低下したが、2007年級の資源量は最近10年間では2005年級に次ぐ高水準であった。この様な資源変動を反映して、漁獲量は2000年（2,542トン）以降減少傾向を示し、2004年は1,170トンまで減少した。その後増加に転じ、2007年は2,699トンまで増加した。2008、2009年の漁獲量は2,200トン前後であった。2005年および2007年級の豊度が高かったため、2008漁獲年度当初（2008年7月）の資源量は過去19年間の中では「高位水準」であった。また、2004～2008漁獲年の資源動向は、2004～2006年度が増加傾向、2006～2008年度が減少傾向であること、2006年度資源量のピークは卓越年級であった2005年級に依存しており、通常の範囲の加入量水準が続けば資源量は減少傾向で推移すると予想されることから、「横ばい」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、 F_{limit} として $F_{current}$ を、 F_{target} として $0.8 \times F_{current}$ を用いてABCを算出した。

	2011年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	1.34千トン	$F_{current}$	0.70	44%
ABCtarget	1.15千トン	$0.8 \times F_{current}$	0.56	38%

10トン未満を四捨五入した。 $F_{current}$ は2008漁獲年度の漁獲係数である。

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2008	4.76	2.15	0.70	43%
2009	3.89	2.24(暫定値)	—	—
2010	—			

ABC、資源量、F、漁獲割合は漁獲年度（7月～翌年6月）の値、漁獲量は暦年（1～12月）の値である。

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)	月別体長組成 ・市場調査(福島県) プールage-length key(1995-2001年調査) ・生物測定(東北水研、青森～茨城(5)県) プールage-length key(2003年度以降の高齢用;2003-2009年調査) ・生物測定(東北水研) 更新age-length key(2003年以降、年2回逐次作成) ・生物測定(東北水研、福島県、宮城県) 成長曲線、全長-体重関係 ・生物測定(東北水研、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)
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(東北水研、青森県、岩手県) 成長曲線、全長-体重関係(北部海域) ・生物測定(東北水研、青森県、岩手県)
2009年級加入量	加入量水準の指標 ・新規加入量調査(東北水研、宮古栽培漁業センター、青森～茨城(5)県) ・浮遊期仔魚調査(東北水研)
成熟率	・生物測定(東北水研)
体長組成	・市場調査(岩手～茨城(4)県)
混獲率	・市場調査(岩手～茨城(4)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年にピークとなった。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、長期的には一致しているが、短期的には多少の差異が認められる。このため、南部(福島県および東北水研の調査データを用いて引き延ばし)と北部(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)を区別してコホート解析を試みた。しかし北部に関しては情報量が少ないことから参考扱いとし(補足資料2参照)、資源評価ならびに管理方策は南部の解析結果を海域全体に引き延ばした数値を用いた。解析に利用できるデータが整備・蓄積されている地域が限られていること、生活史特性値の情報が不十分であることから、解析に当たってはいくつかの仮定をおいている。今後は生物学的調査による生活史特性値およびその年間変動の把握、漁獲物に関する情報の整備により、資源解析の精度を高める必要がある。その結果として、親子関係の把握、着底稚魚密度(0歳)を用いた加入量(1歳)の早期推定、加

入量変動機構の解明が期待される。なお、本海域では 7 月から翌年 6 月までを漁獲年度とし、年別漁獲量以外の解析は全て漁獲年度で集計した値を用いて解析している。以降、漁獲年度は年度、暦年は年と表記する。

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ヒラメの種苗放流が盛んに行われており、2008 年は 448 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。

2. 生態

(1) 分布・回遊

東北海域では、5 ～ 9 月に水深 20 ～ 50 m 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 10 m 以浅の砂または砂泥域で過ごし、全長 7 ～ 10 cm になると次第に深所に移動する。当歳魚は秋～冬には水深 30 m 以深の砂または砂泥域で過ごし、春に再び水深 10 ～ 30 m 付近に接岸する。2 歳以上の個体は、主に水深 40 m 以深の陸棚に生息し、その主分布域は 100 m 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 歳の体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、1999 ～ 2005 年採集標本使用、雄 1,750 個体、 $19.5 < TL < 54.9\text{cm}$ 、雌 3,006 個体、 $19.6 < TL < 64.0\text{cm}$ ）および宮城～茨城県（Yoneda et al. 2007、2002 ～ 05 年に採集、雄 1,480 個体、 $14.5 < TL < 71.8\text{cm}$ 、雌 1,859 個体、 $16.1 < TL < 85.2\text{cm}$ ；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

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

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

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 : 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（小澤ほか 1996、竹野ほか 1999）。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）。東南北部海域では、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）。本評価票では、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、雌の産卵親魚量（SSB）を計算した。また、東北水研が 2003 ～ 2005 年に行った調査によると、仙台湾から常磐海域における産卵期は 5 ～ 9 月で、6 ～ 8 月が産卵盛期であった（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、成長とともに（一般的には全長 10cm 以上）次第に魚類、イカ類を捕食ようになる。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 年に一度程度の頻度で卓越年級群が発生し、それが 10 ～ 20 年周期の漁獲量変動を産み出す要因の一つである。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、渡邊・藤田 2000）、2005 年級群も卓越年級群であった（本評価票）。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 35 cm）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 3）。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 参照）。

(2) 漁獲量の推移

東北海域におけるヒラメの漁獲量は 10 ～ 20 年周期の長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 4、表 1）。これは 2000 年級（2001 年に漁獲加入）以降の加入が低調であったことが主な要因であると考えられる（図 7、10、11 参照）。2004 年級の加入（2005 年秋季）が増加し、2005 年級の加入（2006 年秋季）が南部で非常に多かったことに伴い、2007 年の漁獲量は 2,699 トンに増加した。2006 年級の資源量水準は高くなかったために 2008 年の漁獲量はやや減少したが、2007 年級の資源量水準が高かった（最近 10 年間で 2 番目）ため、2009 年の漁獲量は 2008 年度同程度（2,240 トン）であった。漁獲量の長期的な変動の様相は北部（青森県・岩手県）と南部（宮城県～茨城県）で共通しているが、年ごとの変動は両方で若干異なる。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 4）。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 4）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

（目標とする解析）

漁獲物の体長組成を性別の年齢組成に分解して、雌雄別にコホート解析を行う。その結果を基に、親子関係を調べ、Fmsy または Frec による資源管理を行う。また、新規加入量調査から推定される着底稚魚密度とコホート解析から推定される加入時（1 歳）の資源量の関係を明らかにして、着底密度から翌年の加入資源量を推定する。

（本年度の解析）

親子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。

2003 年以降、全長 30 ～ 50cm を対象に毎年 6 月と 10 または 11 月に雌雄別 age-length key (逐次更新 A-L key) を作成した。また、全長 50 ～ 80cm を対象に、2003 ～ 2009 年に採集した個体を用いて雌雄別 age-length key (高齢魚プール A-L key) を作成した。これらの age-length key を、2003 年 6 月～2009 年 12 月における毎月の福島県水揚げ物の全長組成 (福島県水産試験場調査) に適用して、雌雄別年齢別漁獲尾数を得た。このようにして求めた漁獲尾数を漁獲年度で集計し、コホート解析用のデータとした (2003 ～ 2008 漁獲年度)。一方、1990 ～ 2002 年度は、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性別 age-length key (プール A-L key) を用いて漁獲物の体長組成を雌雄別年齢組成に分解した。このデータを用いて雌雄別にコホート解析を行い、近年の資源変動の把握および F の操作による適切な資源管理手法を検討した。その結果を福島県の漁獲量と太平洋北部系群全体の漁獲量の比を用いて引き延ばし、太平洋北部系群全体の値とした。なお、2002 年までの各種解析値と、2003 年以降の各種解析値は単純に比較できないことに注意する必要がある。

また、7 ～ 12 月における 1 歳の漁獲尾数は、同漁獲年度当初における 1 歳の資源尾数と有意な直線関係が認められることから、2008 年 7 ～ 12 月の 1 歳漁獲尾数を、2009 年度における 1 歳 (2008 年級) の豊度の指標とした (図 12 参照)。

また、福島県の全長組成データの解析に並行して、青森県 (1998 ～ 2007 年度) の漁獲物のコホート解析を行った (補足資料 2) が、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。

(今後の計画)

6 月と 10 または 11 月に行う性別 age-length key を作成するための調査を今後も継続する。ただし、今後は、age-length key 作成のための標本採集の省力化を検討する。また、2003 年以前の過去に遡って高い精度で雌雄別年齢組成を推定する手法の開発を行う。また、北部海域のコホート解析実施を目指して、水揚げデータの扱い方を検討する。

(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。図 3 に示した平成 21 年 1 ～ 6 月は 2008 漁獲年度の後半、平成 21 年 7 ～ 12 月は 2009 漁獲年度の前半である。南部海域では 2007 年級に比べて 2008 年級の漁獲尾数が少なく、宮城県と福島県における 7 ～ 12 月の漁獲物の全長組成は 40cm 前後がピークとなった。福島県では通常、漁獲尾数は 1 歳と 2 歳が同程度 (図 5)、漁獲重量は 2 歳が 1 歳より多い (図 6) が、2004 ～ 2006 年度のように前年に比べて加入尾数が増大する年は、漁獲尾数、重量ともに 1 歳が 2 歳をはるかに上回る。一方、2006 年度のように前年に比べて加入尾数が大きく減少する時は、翌年度 (2007 漁獲年度) の漁獲尾数、重量はともに 2 歳が 1 歳を上回る。年級群豊度の変動は翌年および翌々年の漁獲量に大きな影響を及ぼす。

(3) 資源量の推移

コホート解析によると、1994 年度までは低水準であった 1 歳の資源尾数は、1995、1996 年に急増した (図 7、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 年度代前半の低い水準と同レベルまで減少したが、2005 年度には 2000 年度前後の水準にまで増加し、2006 年度は過去最高の水準となった。2007 年度の 1 歳資源尾数は再び低下したが、2008 年度は最近 10 年間で 2 番目の高水準であった。なお、プール A-L key を用いると、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。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。資源量も、1996 年度にピーク、2004 年度に谷となり、2006 年度に再びピークを迎えた（図 8）。雌産卵親魚量は 1994 年級群が産卵に加入した 1997 年にピークとなり、その後減少し、2000 年代前半は少なかった（図 9）。その後増加し、2005 年級が親魚となった 2008 年度は過去最高の値となった。

コホート解析から得られた 1 歳時の資源尾数の比は、2001 年級：2002 年級：2003 年級：2004 年級：2005 年級：2006 年級：2007 年級＝1.7：1：1.4：3.1：10.6：1.9：4.1 であった（図 10）。また、1.0～1.5 歳魚の漁獲尾数の比は資源量の比とほぼ一致することから（図 11）、2009 年 7～12 月に漁獲された 2008 年級の漁獲尾数を用いて推定した 2008 年級の豊度は、2002 年級のおおよそ 3 倍、2004 年級のおおよそ 90%程度であると推定された（図 10）。なお、2006 および 2007 年級の漁獲尾数は、1～1.5 歳以降加齢に伴って増加した（図 12）。これは 2005 年級までは認められなかった現象である。漁獲尾数は資源量豊度以外にも成長や漁場形成の影響を受けるため、今後のデータの追加にともなって 2008 年級豊度の推定値が変化する可能性がある。また、新規加入量調査（着底稚魚量の調査）によると、2009 年級の豊度は、北部海域ではやや高い水準、南部海域では平年並み～やや低い水準である可能性が示唆されている（補足資料 4）。

1990 年代後半以降の漁獲量の推移（図 4）、年齢別漁獲尾数の推移（図 5）、コホート解析（図 7～10、表 2）、2003 年以降の 1.0～1.5 歳の漁獲尾数の推定（図 10～12）、新規加入量調査（補足資料 4）の結果から、太平洋北部における近年のヒラメ資源量の推移は以下のようにまとめられる。1994、95 年に発生した卓越年級により、資源量は急増した。94、95 年級に由来する産卵親魚量が大きかったこともあって、その後の加入量水準は比較的高く、2000 年までの年級群豊度は比較的高い水準を維持していた。2000 年から 2004 年にかけて加入量は減少し低水準となり、2004 年の資源量水準は 1990 年代後半と比べると大幅に減少した。その後 2005 年および 2006 年に漁獲加入した 2004 年級および 2005 年級の豊度は 2002 年級のそれぞれ約 3 倍、約 11 倍であったため、2006 年度の資源量水準は 1990 年以降最高であった 1996 年並みの水準にまで回復した。2006 年級の豊度が中程度であり 2007 年級の豊度が高かったことから、2007、2008 年度の資源量は、2006 年度と比べてやや減少したものの、引き続き高水準を維持していた。2008 年級の資源量水準は平年並みであると予想されることから、今後の資源量は減少傾向で推移するものと推察される。

1980 年以降の親子関係（産卵親魚量と 1 歳加入尾数の関係）には、卓越年級発生年を除くと、正の相関関係が認められそうである（図 13）。しかし、年級豊度の正確な推定値を与える逐次作成 A-L key による解析データが不足しており、現状では親子関係を使用した解析は行っていない。

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。したがって、資源と海洋環境の関係を調べるためには、産卵から漁獲加入までのいくつかの重要な過程を、同時同所的に調査することが重要である。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。

（4）資源水準・動向

漁獲量（1984 ～ 2009 年）、コホート解析から推定された資源量（1990 ～ 2008 年度）、年齢別漁獲尾数（2003 ～ 2009 年）の情報から、2008 漁獲年度（2008 年 7 月～2009 年 6 月）当初の資源量は過去 19 年のなかで「高位水準」であった。また、2004 ～ 2008 漁獲年の資源動向は、2004 ～ 2006 年度が増加傾向、2006 ～ 2008 年度が減少傾向であること、2006 年度資源量のピークは卓越年級であった 2005 年級に依存しており、通常の範囲の加入量水準が続けば資源量は減少傾向で推移すると予想されることから、「横ばい」と判断した。なお、1 ～ 1.5 歳時の漁獲尾数の解析から、2009 年秋に加入する 2008 年級の豊度は中位水準と予想され、新規加入量調査の結果から、2009 年級の豊度は平年並みやや低い可能性が示唆されている（補足資料 4）。

（5）資源と漁獲の関係

1970 年以降の漁獲量の推移（図 4）から、10 年に一度程度の頻度で発生する卓越年級によって漁獲量が急増し、その後数年でそれ以前の水準にもどることを繰り返していることが見てとれる。1997 年以降において、産卵親魚量の漸減に伴って 1 歳魚の加入尾数が減少していることから、卓越年級群発生年を除いて、親子関係は正の直線関係がある可能性が示唆されている。卓越年級群の発生により急増した資源およびその子孫をできるだけ長期的に利用するためには、産卵親魚量や、繁殖成功度が高いと思われる高齢魚の資源量を一定レベル以上に維持する必要があると考えられる。また、1990 年代後半から数年間続いた高水準の漁獲量は、漁獲物の全長規制によって成長乱獲を抑制したことが一因であると考えられる。

（6）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。2008 年の放流数は 4,481 千尾であった（表 3）。

平成 16 ～ 20 年度における放流魚の混入率は、北部海域で 1 ～ 25 %、南部海域で 9 ～ 25%（異常値を除く）であった。上記期間における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、10.7 ～ 15.9%（平均 13.1%）であった（表 4）。天然魚の加入量が多い年は混入率が減少し、天然魚の加入量が少ない年には混入率が増加した。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。

放流魚も産卵しており、ヒラメ個体群の再生産にも寄与していると予想される。放流魚

の成長や再生産に関わる生活史特性が、天然魚と同等であると仮定すると、放流魚による天然加入資源への寄与率は、成熟年齢以上の個体に占める放流魚の割合と同じである。予備的な解析では、混入率と再生産への寄与の和として評価できる放流効果は 20%程度であった。各県の情報を解析すると、混入率が加齢に伴って減少すること、添加効率に年間変動が認められること、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説明は、今後の課題である。

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 ～ 1.2、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 F を 0.1 減少させることと放流尾数を 300 万尾増やすことが同等の効果を生み出すと評価された（補足資料 3）。

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. 2010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、2004 年級、2005 年級（卓越年級）の好加入により資源量は急増し、2006 年は 1990 年以降最高の水準となった。2006 年級の豊度が中程度、2007 年級の豊度が高程度であったため、2008 年度の資源量は、2006 年度よりは少ないものの過去 19 年の中では高位水準であった。一方、漁獲状況の調査より、2008 年級（2009 年秋から 2011 年夏までの漁獲の主体）資源尾数は平年並みと推察される。資源量水準が・動向が高位・横ばいと判断されたため、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 $F_{current}$ を F_{limit} 、 $0.8 \times F_{limit}$ を F_{target} とし、それぞれの F における推定漁獲量を $ABClimit$ 、 $ABCtarget$ とした（ABC 算定のための基本規則 1・3）- (1)。

(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、解析では漁獲年度を 7 月 1 日から翌年 6 月 31 日として計算している。2011 年の ABC は、2011 年 7 月～ 2012 年 6 月（2011 年度）の期間を対象として算出した。

2009 年度および 2010 年度の漁獲係数は、雌雄それぞれのコホート解析より得られた 2008 年度の値（直近年 5 年の平均）と同じ値を用いた。また、2009 年度の雌雄それぞれの 1 歳の資源尾数は、7 ～ 12 月の 1 歳の漁獲尾数と年度当初の 1 歳の資源尾数の関係式に 2009 年 7 ～ 12 月の 1 歳の漁獲尾数を代入して得られた 381 千尾を用いた。2010 年度以降の 1 歳の資源尾数は 2001 ～ 2008 年度（2006 年度を除く）の平均値（雌 251 千尾、雄 267 千尾）で一定であると仮定した。なお、2005 年級の 1 歳時（2006 年度）の資源

尾数は非常に多いので、1 歳資源尾数平均値の計算に用いなかった。Flimit を Fcurrent、Ftarget を $0.8 \times \text{Flimit}$ として、雌雄それぞれについて 2011 年度（2011 年 7 月～2012 年 6 月）の漁獲量を推定した。この値を過去 5 年間の福島県の漁獲量に対する東北海域（青森～茨城県）の漁獲量の比の平均値（3.47 倍）で引き延ばした太平洋北部系群の許容漁獲量の上限值（ABClimit）は 1.34 千トン、許容漁獲量の目標値（ABCtarget）は 1.15 千トンとなった（表 5）。

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、2010 年以降の加入量が仮定値（2001 ～ 2008 年（2006 年を除く）の平均値）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。

	2011 年 A B C	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	1.34 千トン	Fcurrent	0.70	44 %
ABCtarget	1.15 千トン	$0.8 \times \text{Fcurrent}$	0.56	38 %

10 トン未満を四捨五入した。Fcurrent は 2008 漁獲年度の漁獲係数である。

(3) ABClimit の評価

現状の F は成長乱獲状態であり、YPR を最大にするためには F を低くしたほうがよい（図 14）。今後は、親子関係を正確に把握することが求められる。

(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
2008 年漁獲量確定値	福島県解析値を太平洋北部系群全体に引き延ばす際の係数
2009 年の雌雄・年齢別漁獲尾数	過去の雌雄・年齢別資源量推定値
2003～2009 年の 3 歳以上の漁獲尾数（新しい高年齢用の age-length key の適用）	2009 漁獲年度の 1 歳魚の漁獲尾数およびそれに基づく 1 歳加入尾数の推定値 1 歳魚の加入尾数の平均値
雌雄別・年齢別体重の改訂	資源量（重量）計算値
2008 漁獲年度の F	シミュレーションに実測値を使用

本評価票で更新した資源尾数、加入尾数（2008 年度までは実測値、2009 年度は推定値、2010 年度以降は予測値）を使用した。2009 年度の ABC 再評価は、2013 年の福島県産卵親魚量が 144 トンになることを目標として、2008 年度までの F は実測値を用い、2009 年度以降の F を変化させた。2010 年度の ABC 再評価は、2014 年の福島県産卵親魚量が 141 トンになることを目標として、2008 年までの F は実測値を、2009 年の F は 2008 年と同じ値を用い、2010 年以降の F を変化させて再計算した値を示した。2009 年、2010 年ともに、Flimit の 2010 年再評価値は前年の値の約 1.2 倍に増加した。これは、主に、一定値として与えた加入尾数（過去 16 年の平均水準）が増加したことに起因する。また、2009、2010 年度の資源量推定値がほぼ 2 倍となった。これは、2006 年級および 2007 年級の豊度の推定値がそれぞれ約 5 倍、約 1.5 倍に増加したためである。この修正は、1 歳

時よりも2歳時における漁獲尾数が多かったことに起因する。このような現象は2003年以降これまで認められなかった現象である。原因として、2007年級群の成長が著しく遅滞したこと、漁場が例年と比べて沖合に形成されたことなどが考えられるが、詳細は不明である。資源量推定値の増大に伴い、ABCの値も約2倍に増加した。

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)
2009年(当初)	Frec	0.69	2.44	1.14	0.98	
2009年(2009年再評価)	Frec	0.67	2.01	0.99	0.85	
2009年(2010年再評価)	Frec	0.82	3.89	2.11	1.84	2.24*
2010年(当初)	Frec	0.67	1.78	0.82	0.70	
2010年(2010年再評価)	Frec	0.82	3.31	1.74	1.51	

*：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。

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14、15）。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、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.
- 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.
- 小澤貴和・黒岩博文・鶴田和弘（1996）九州南西海域産ヒラメの成熟年齢と年間総産卵数．日水誌, 62, 733 - 739.
- 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.
- 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

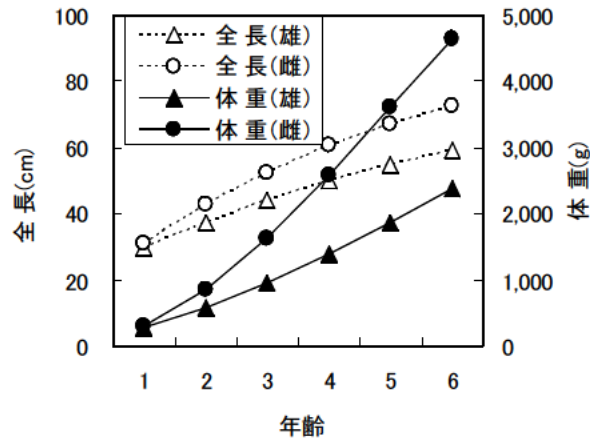


図2. ヒラメ太平洋北部系群（宮城～茨城）の成長

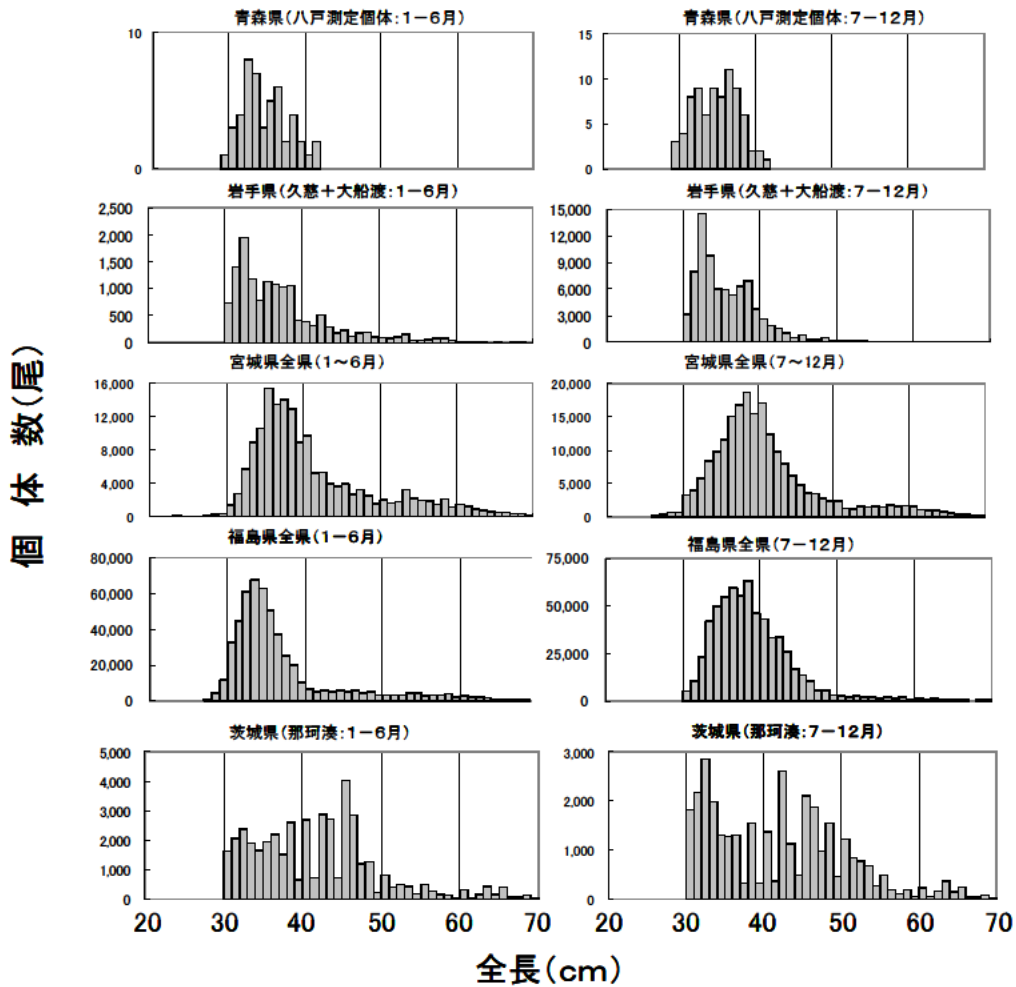


図3. 平成21年1～6月、7～12月の岩手、宮城、福島、茨城県における天然漁獲物の全長組成と、青森県における調査個体の全長組成 例年、9月前後に1歳魚が加入する。

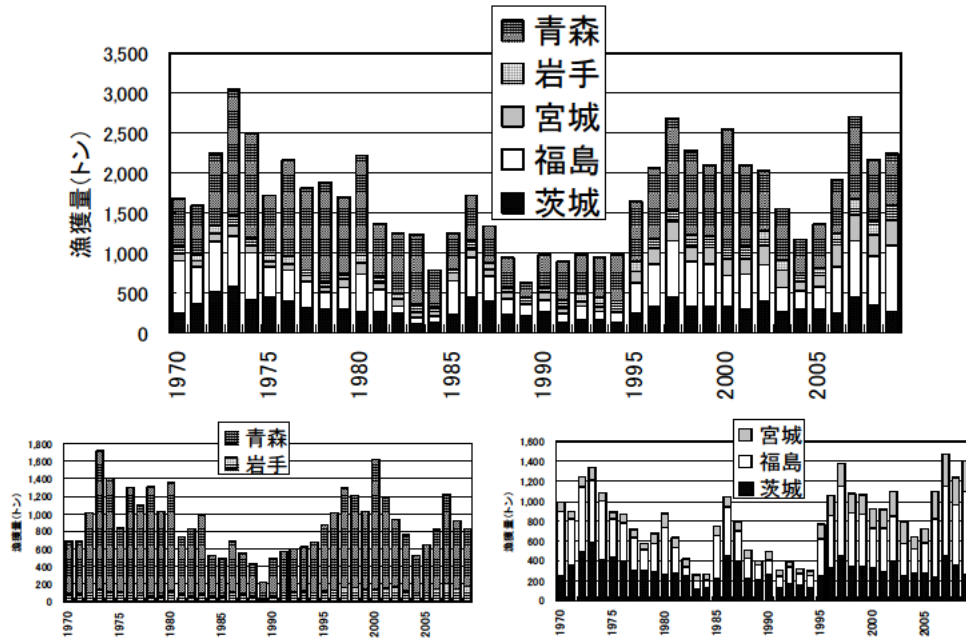


図4. 県別ヒラメ漁獲量の推移 東北ブロック全県（上）、青森・岩手県（下左）、宮城・福島・茨城県（下右）。

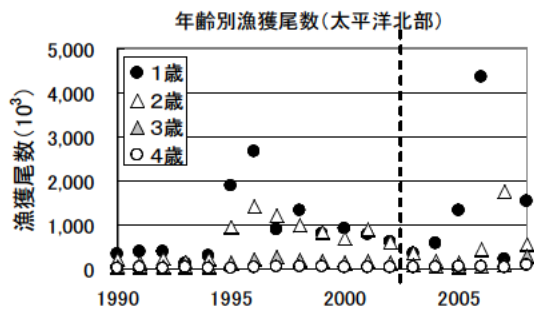


図5. 太平洋北部系群の漁獲尾数の年齢組成 2003年以降、A-L key逐次作成。

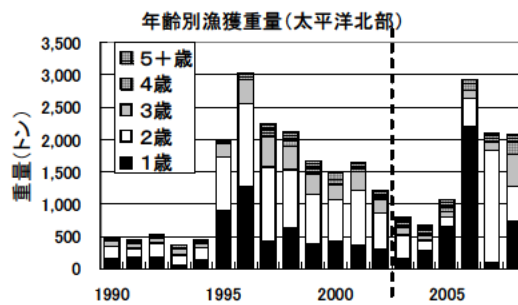


図6. 太平洋北部系群の漁獲重量の年齢組成 2003年以降、A-L key逐次作成。

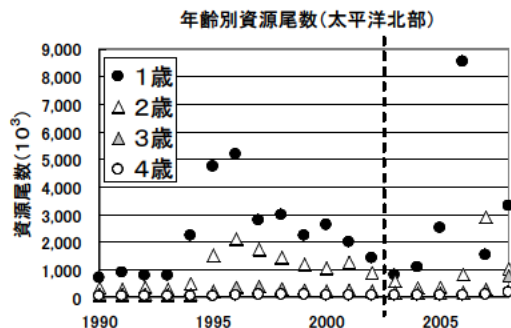


図7. 太平洋北部系群の年齢別資源尾数 2003年以降、A-L key逐次作成。

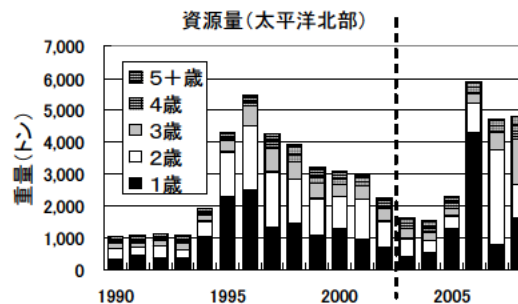


図8. 太平洋北部系群の年齢別資源量 2003年以降、A-L key逐次作成。

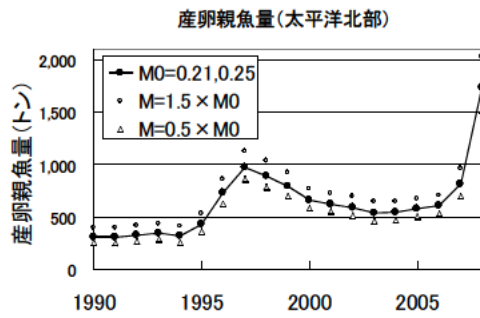


図9. 太平洋北部系群における産卵親魚量とMの影響 2003年以降、A-L key逐次作成。

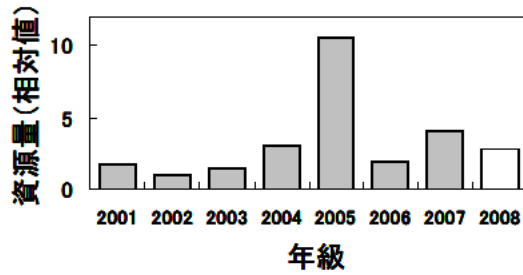


図10. 2001～08年の年級群豊度 2008年級群は7～12月の漁獲尾数からの推定値。

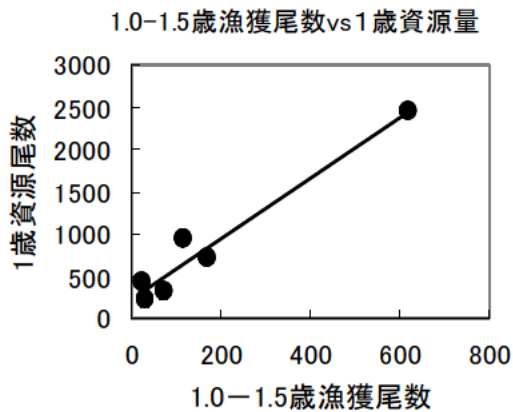


図11. 福島県における1.0～1.5歳漁獲尾数と1歳資源量の関係

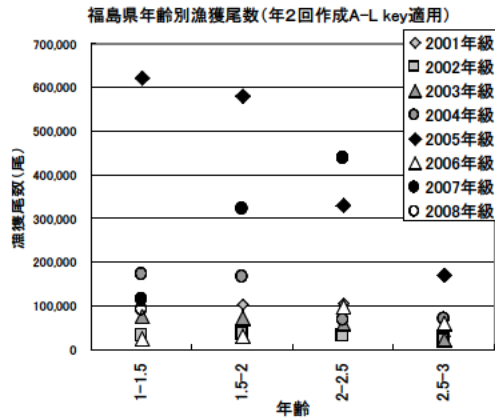


図12. 年2回作成したage-length keyを福島県の体長組成データに適用して推定した年齢別漁獲尾数

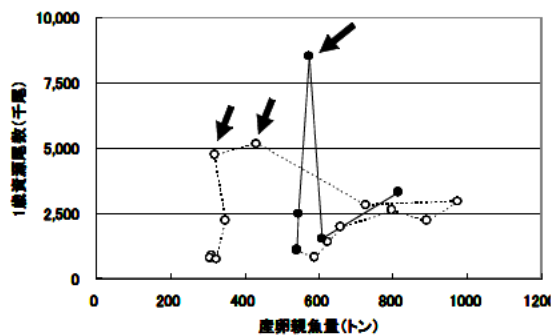


図13. 太平洋北部系群におけるヒラメの親(産卵親魚量)子(翌年1歳の資源尾数)関係 1990～2002年を○で、2003～2007年を●で示す。矢印は卓越年級であることを表す。

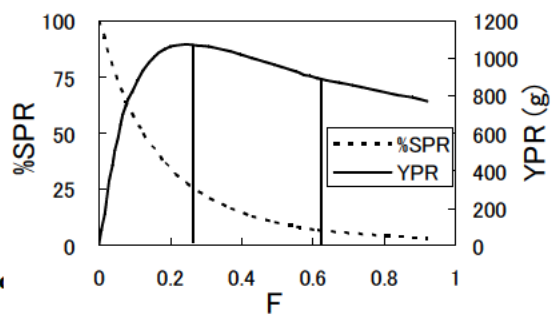


図14. Fを変化させた時の太平洋北部系群の%SPRおよびYPRの変化 雌の値を用いて作図した。

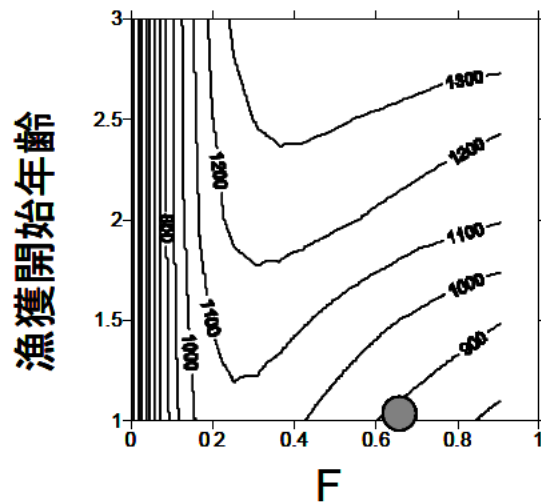


図15. Fおよび漁獲開始年齢を変化させた時の太平洋北部系群の漁獲量の変化
雌の値のみを用いて作図した。黒丸は現状の値を表す。

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	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
青 沖 底	4	4	3	2	1	1	0	2	1	3	5
小 底	66	146	163	88	61	37	42	95	104	111	113
森 刺 網	424	792	409	325	351	147	357	279	377	255	166
定置網	322	481	389	303	198						318
県 その他	69	57	56	45	28		19				53
計	885	1,480	1,020	764	639	456	546	702	1,022	773	654
岩 沖 底	0	0	0	1	1						
小 底	-	-	-	-	-						
手 刺 網	70	73	81	99	67	29	39	51	110	61	79
定置網	62	60	60	60	46	32	54	82	78	77	85
県 その他	8	6	9	11	9	8	4	8	14	8	10
計	140	139	150	171	122	70	96	142	201	146	176
宮 沖 底	26	18	21	17	38	16	10	44	32	34	11
小 底	34	61	50	60	35	29	45	111	89	68	112
城 刺 網	119	104	106	117	111	60	62	93	173	131	164
定置網	22	16	15	16	21	13	17	27	25	34	26
県 その他	1	1	1	40	15	2	2	2	2	4	5
計	202	201	195	250	220	120	136	276	320	271	319
福 沖 底	145	111	136	117	85	66	92	225	246	166	325
小 底	105	63	78	73	40	47	60	184	137	85	133
島 刺 網	260	209	215	260	182	125	147	167	304	348	350
定置網	1	0	0	0	0				0		1
県 その他	14	13	11	8	8	4	4	3	17		17
計	525	396	439	458	315	243	304	580	704	615	826
茨 沖 底	15	6	6	6	6						22
小 底	178	149	164	239	92	133	108	120	225	159	97
城 刺 網	101	130	87	102	115	107	134	73	150	141	110
定置網	5	7	3	5	8						
県 その他	40	32	26	36	30		24	15	42		31
計	339	326	287	388	251	280	277	242	452	349	265
合 沖 底	190	139	169	143	131	92	106	301+	307	220	
小 底	383	419	455	460	228	249	256	510	555	423	455
刺 網	974	1,308	898	903	826	468	730	663	1,114	936	870
定置網	412	564	467	384	273	292	205	277+	578	469	311
計 その他	132	109	103	140	90	69	51	77	145	99	
計	2,091	2,542	2,092	2,031	1,547	1,170	1,348	1,942	2,699	2,153	2,240

2009年の漁獲量は統計情報部調べで、暫定値である。

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age-length keyを作成した。

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
1	130	168	151	46	106	705	934	342	502	305	315	289	228	162	266	650	2,315	91	525
2	84	56	84	72	68	249	469	504	341	315	260	342	234	156	68	78	247	835	265
3	33	27	30	37	26	57	124	180	131	122	92	107	86	47	34	36	57	60	188
4	8	8	7	9	8	6	12	27	32	25	20	17	16	22	22	26	26	20	55
5+	7	7	8	9	8	6	10	14	21	19	22	16	13	11	14	20	15	12	21
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
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

年齢別資源尾数(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
1	319	409	357	312	796	1,862	2,065	1,134	1,213	947	1,063	822	623	440	611	1,405	4,536	856	1,335
2	165	142	181	153	211	549	875	832	611	532	492	578	406	300	211	256	554	1,593	612
3	70	58	64	71	60	110	221	286	221	189	148	165	161	119	102	110	137	226	539
4	23	27	23	25	24	25	37	68	70	61	43	37	37	52	54	52	57	60	130
5+	20	22	26	26	26	26	31	35	46	45	47	35	29	28	35	40	33	37	49
合計	597	658	651	588	1,116	2,572	3,229	2,355	2,161	1,774	1,793	1,637	1,256	939	1,015	1,863	5,318	2,771	2,665

F-Matrix (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
1	0.60	0.61	0.63	0.18	0.16	0.55	0.70	0.41	0.61	0.44	0.40	0.49	0.52	0.52	0.66	0.72	0.84	0.13	0.57
2	0.83	0.58	0.73	0.74	0.45	0.70	0.91	1.12	0.97	1.07	0.88	1.07	1.02	0.86	0.44	0.41	0.68	0.87	0.66
3	0.74	0.73	0.74	0.85	0.66	0.87	0.98	1.20	1.07	1.27	1.17	1.27	0.91	0.57	0.47	0.45	0.62	0.35	0.49
4	0.46	0.42	0.41	0.49	0.43	0.29	0.46	0.60	0.72	0.62	0.73	0.69	0.66	0.61	0.59	0.81	0.69	0.46	0.63
5+	0.46	0.42	0.41	0.49	0.43	0.29	0.46	0.60	0.72	0.62	0.73	0.69	0.66	0.61	0.59	0.81	0.69	0.46	0.63
Weight Avg	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	0.67	0.60	0.68	0.82	0.76	0.58
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	0.55	0.64	0.71	0.45	0.60

年齢別資源重量 (ton)(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
1	184	236	206	180	458	1,072	1,189	653	699	545	612	473	359	254	352	809	2,612	493	769
2	205	176	225	191	263	683	1,087	1,035	760	661	612	719	505	372	263	318	688	1,979	760
3	148	123	135	149	126	232	467	604	466	398	312	348	339	251	216	232	289	478	1,137
4	70	84	70	77	75	77	116	209	215	189	133	115	116	162	168	161	177	185	402
5+	92	100	120	121	118	122	144	162	211	209	216	161	136	129	163	186	153	169	228
Total	699	719	755	718	1,040	2,185	3,003	2,662	2,350	2,003	1,884	1,816	1,454	1,168	1,162	1,706	3,919	3,304	3,296
SSB	310	307	325	348	319	430	727	975	892	797	660	624	590	542	547	579	619	832	1,767

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
1	182	209	216	71	176	1,168	1,719	532	812	488	592	481	371	173	302	666	2,032	107	999
2	128	83	139	86	131	695	943	699	644	504	411	547	364	209	92	58	178	909	289
3	13	8	14	9	13	69	88	76	64	52	41	56	38	29	14	3	6	7	87
4	1	1	1	2	1	1	5	8	5	5	4	4	5	4	3	3	5	5	12
5+	1	2	2	2	1	2	3	7	8	6	7	4	5	2	2	3	3	2	6
合計	325	303	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
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

年齢別資源尾数(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
1	372	470	411	445	1,431	2,869	3,117	1,658	1,752	1,274	1,559	1,148	769	364	477	1,099	3,998	662	1,975
2	169	129	182	129	284	959	1,204	910	821	648	561	691	470	272	131	105	269	1,320	421
3	23	18	28	19	25	105	133	106	92	71	60	74	55	45	28	21	31	52	226
4	8	7	7	9	6	8	21	26	16	15	10	10	9	10	9	9	13	18	34
5+	10	12	12	12	13	13	13	20	23	18	16	10	10	6	7	7	7	8	15
合計	582	636	639	614	1,759	3,954	4,488	2,720	2,703	2,027	2,206	1,934	1,313	696	652	1,241	4,318	2,061	2,671

F-Matrix (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
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	1.26	1.16	0.86	0.20	0.85
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	1.60	0.98	1.40	1.51	1.51
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	1.46	1.32	0.88	0.21	0.26	0.17	0.57
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	0.55	0.59	0.61	0.33	0.54
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	0.55	0.59	0.61	0.33	0.54
Weight Avg	1.27	0.86	1.31	0.85	0.42	1.04	1.40	1.36	1.38	1.37	1.07	1.52	1.44	1.44	1.32	1.14	0.90	1.36	0.97
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	1.08	0.97	0.70	0.75	0.51	0.80

年齢別資源重量 (ton)(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
1	157	199	173	188	604	1,211	1,316	700	739	538	658	485	325	154	201	464	1,688	279	834
2	127	98	137	98	215	724	909	687	620	489	424	522	355	205	99	79	203	997	318
3	27	21	32	22	29	123	155	123	107	83	70	87	64	52	32	24	36	60	263
4	14	11	12	14	10	12	35	42	25	25	16	17	14	16	15	14	21	30	55
5+	23	28	28	28	31	31	32	48	53	43	37	24	23	14	15	17	16	20	36
Total	348	356	383	350	888	2,101	2,446	1,600	1,545	1,178	1,205	1,134	781	441	363	599	1,964	1,386	1,506

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。

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
青森県	1,896	1,528	1,677	1,502	816	303	1,305	1,040	1,035	929
岩手県	239	701	1,158	1,204	1,335	1,353	1,235	1,113	1,210	1,282
宮城県	924	1,155	1,119	1,028	1,116	899	605	290	220	268
福島県	1,015	1,050	1,034	1,054	439	1,120	1,056	1,040	1,040	1,040
茨城県	1,428	1,358	1,056	785	850	984	653	973	805	962
合 計	5,502	5,792	6,044	5,573	4,556	4,659	4,854	4,456	4,310	4,481

表4. 太平洋北部系群の混入率(%)

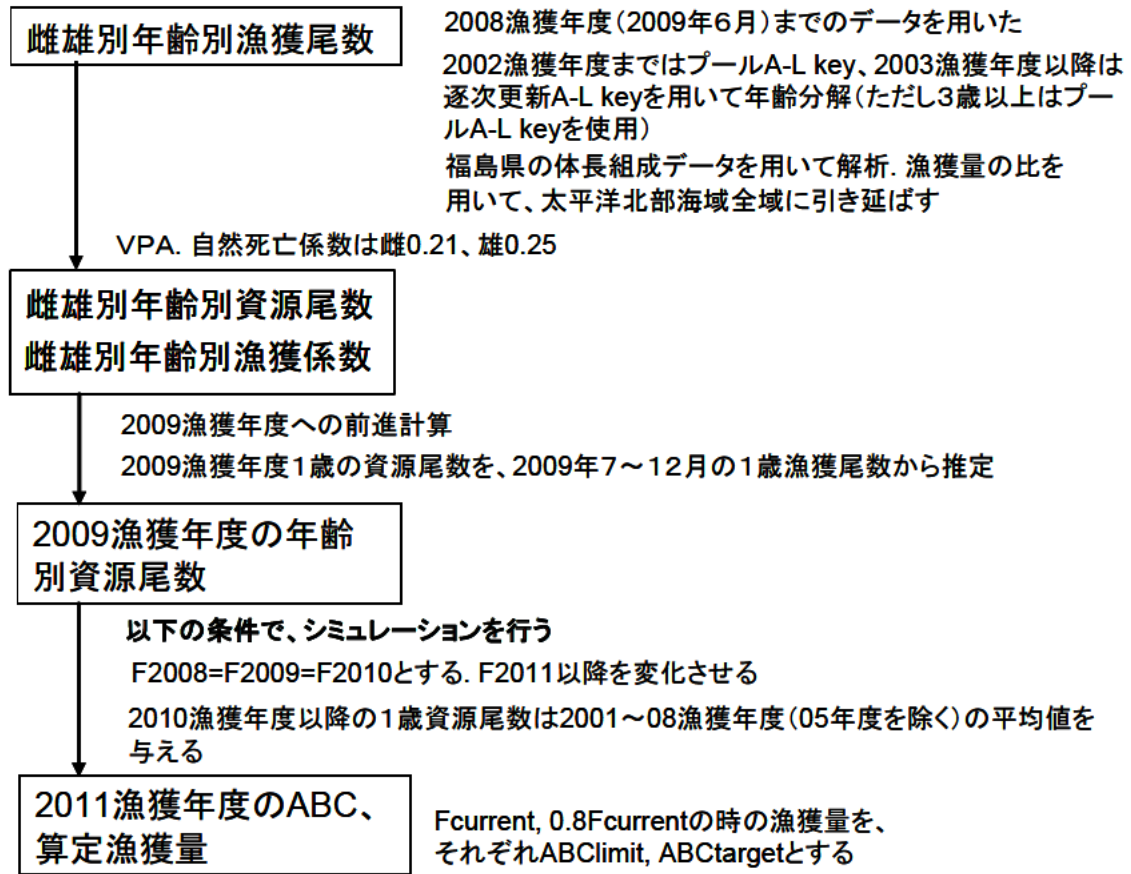
H15	H16	H17	H18	H19	H20
11.6	13.7	15.9	11.5	10.7	15.4

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）					
		2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015
1.05	1.50F _{cur}	1,440	1,717	1,288	1,132	1,073	1,051	3,314	2,988	2,251	1,964	1,859	1,821
0.70	F _{cur}	1,440	1,339	1,247	1,197	1,184	1,179	3,314	2,988	2,785	2,675	2,645	2,633
0.56	0.80F _{cur}	1,440	1,145	1,174	1,183	1,209	1,227	3,314	2,988	3,058	3,101	3,174	3,221
0.29	F _{max}	1,440	672	847	959	1,077	1,171	3,314	2,988	3,723	4,328	4,901	5,341

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

本年度の評価票では、福島県の漁獲物全長組成データに東北水研が作成した Age-length key を適用して雌雄別年齢別漁獲尾数を推定し、その値を用いて推定した資源量を海域全体に引き延ばした。しかし、太平洋北部系群は海域の北部（青森県、岩手県）と南部（宮城県、福島県、茨城県）で資源構造が若干異なる。将来的には南部と北部を別々に資源解析する予定である。ここでは、福島県のデータを用いた資源解析方法を説明するとともに、青森県のデータを用いた解析方法および結果を説明する。

1. 福島県

漁獲物の体長組成を性別年齢組成に分解するためには、性別の age-length key を用いるのが一般的である。従来のコホート解析に利用していたのは、1995 ～ 2001 年の調査・解析結果をプールして作成した性別 age-length key（プール A-L key）である。この key を用いると、前後の年級と比較して相対的に資源量が高い年級群の豊度を過小に、相対的に資源量が低い年級群の豊度を過大に評価することになる。また、年級群による成長の違いに対応できない。したがって、性別 age-length key は、適用する期間ごとに随時作成することが理想的である。

東北水研では 2003 年より福島県相馬原釜市場の水揚げ物の年齢を査定して、雌雄別 age-length key を作成している。全長 30 ～ 60cm については、6 月と 10 または 11 月に作成した age-length key（逐次更新 A-L key）を、福島県が測定・集計したそれぞれの月の全長組成に適用して、雌雄 1、2 歳の漁獲尾数を得るとともに、それぞれの全長（平均値 ± 標準偏差）を得た。それ以外の月は、6 月および 10 または 11 月の雌雄 1、2 歳の全長（平均値 ± 標準偏差）から推定される各月雌雄別の全長（平均値 ± 標準偏差）を初期値として、全長組成を複数の正規分布に分解して雌雄それぞれの 1 歳および 2 歳の漁獲尾数を推定した。また、全長 50 ～ 80cm については、2003 ～ 2009 年に採集した個体を用いて、半年ごと（1 ～ 6 月、7 ～ 12 月）に 10cm 刻みの雌雄別 age-length key を作成した。これを各期間の体長組成に適用して、雌雄別年齢別（3 歳以上）の漁獲尾数を推定した（表 2）。このようにして求めた漁獲尾数を漁獲年度で集計し、コホート解析用のデータとした（2003 ～ 2008 漁獲年度）。一方、コホート解析を行うためには長期間の年齢別漁獲尾数のデータが必要であるため、1990 ～ 2002 年度はプール A-L key を用いて漁獲物の体長組成を雌雄別年齢組成に分解した。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、ある年の 7 ～ 12 月および翌年の 1 ～ 6 月に採集された同年齢の尾数を合計して、ある漁獲年度に漁獲されたある年齢の尾数とした。例えば、2008 年度 1 歳の漁獲尾数は、2008 年 7 ～ 12 月および 2009 年 1 ～ 6 月に漁獲された 1 歳の尾数である。

雌雄別の漁獲物の年齢組成を用いて、常法によりコホート解析を行った（表 2）。寿命を雌雄それぞれ 12 歳、10 歳として、田中(1960)の式から M は雌雄それぞれ 0.21、0.25 を与えた。雌雄各齢とも、漁獲年度の間（1.5 歳、2.5 歳、3.5 歳、4.5 歳）に一斉に漁獲されると仮定するので、その時の体重を本文に掲載した成長式および全長－体重関係式

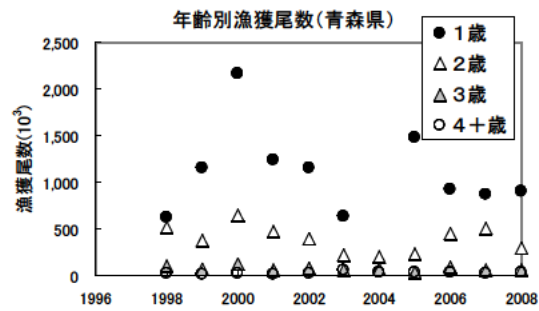
から推定した。また、雌の成熟割合は 2 歳までが 0%、3 歳以上が 100%として産卵親魚量を求めた。成長式、全長－体重関係は南北それぞれの海域で雌雄別に作成した (Yoneda et al. 2007)。

2. 青森県

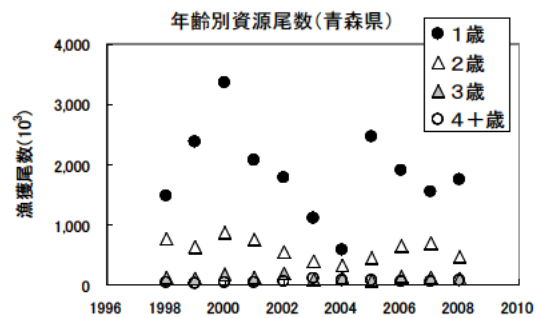
八戸港に水揚げされたヒラメの水揚げデータを青森県の太平洋北区の漁獲量で引き延ばした。八戸港の水揚げデータは、原則として、沖合底曳網ならびに小型底曳網漁業は銘柄 (1 箱の入り尾数) で、刺し網・定置網・その他の漁業は重量で記録されている。前者は性別 age-銘柄 key で、後者は性別 age-weight key でそれぞれ漁獲物を年齢分解した。ヒラメの成長を考慮し、age-銘柄 key は 1～3、4～6、9～12 月 (7、8 月は休漁) の 3 期に分けて作成し、age-weight key は 1～6、7～12 月の 2 期に分けて作成した。得られた性別年齢別漁獲尾数は、南部と同様 7～12 月と翌年 1～6 月を足し合わせて、当該漁獲年度の漁獲尾数とした (補 2－図 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。

青森県の年齢別漁獲尾数の結果 (補足図 2－1) を福島県の結果 (本文図 5) と比較すると、青森県では 1 歳が 2 歳以上に比べて非常に多く漁獲されているのが特徴である。また、青森県で 2000 年 (1999 年級) に認められた 1 歳魚漁獲尾数のピークは福島県では顕著ではない。また、青森県では極端に少ない 1 歳魚の漁獲尾数が 2004 年 (2003 年級) に認められたが、福島県では 2003 年 (2002 年級) が近年では最低の水準であった。さらに、コホート解析の結果から、青森県では 2005 年度の 1 歳魚 (2004 年級) が 2006 年度の 1 歳魚 (2005 年級) よりも多かったのに対して、福島県では 2006 年度の 1 歳魚 (2005 年級) は 2005 年度の 1 歳魚 (2004 年級) よりも非常に多かった (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 4)、各年の増減を解析すると上述のように南北の違いが認められる。また、漁獲物の年齢組成や漁獲係数が異なっている。これらのことから、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。来年度以降もデータの収集および解析方法の検討を継続して行う計画である。



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(×10 ³ 尾)(雄)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	429	834	1,534	873	816	444	23	808	543	495
2	386	273	457	315	273	149	151	144	296	324
3	68	46	95	44	57	38	48	29	70	36
4+	12	7	16	11	15	43	28	23	20	15
合計	895	1,161	2,102	1,243	1,160	675	249	1,005	929	870
漁獲量(t)	471	496	899	539	514	348	201	417	466	424

年齢別資源尾数(×10 ³ 尾)(雄)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	1,047	1,682	2,350	1,454	1,244	781	385	1,408	1,264	928
2	587	463	613	524	392	274	233	292	414	536
3	88	75	129	85	141	72	88	53	107	69
4+	18	12	22	22	37	80	50	43	31	30
合計	1,740	2,231	3,113	2,085	1,814	1,207	756	1,796	1,815	1,564

F-Matrix(雌)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	0.61	0.80	1.29	1.10	1.30	1.00	0.07	1.01	0.65	0.90
2	1.31	1.07	1.77	1.10	1.48	0.93	1.27	0.80	1.58	1.12
3	1.96	1.16	1.71	0.85	0.59	0.90	0.95	0.93	1.31	0.84
4+	1.96	1.16	1.71	0.85	0.59	0.90	0.95	0.93	1.31	0.84
Weight Ave	1.03	0.88	1.42	1.09	1.30	0.97	1.06	0.98	1.01	0.96
Fbar	1.46	1.05	1.62	0.97	0.99	0.93	0.81	0.92	1.21	0.92

年齢別資源重量 (ton)(雄)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	330	530	740	458	392	246	121	444	398	293
2	371	292	387	331	248	173	147	184	261	339
3	91	77	133	88	146	75	91	55	110	72
4+	31	21	38	38	65	139	87	75	54	52
Total	824	920	1,299	915	850	633	446	758	824	755

年齢別漁獲尾数(×10 ³ 尾)(雌)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	189	314	624	369	340	183	14	673	379	
2	127	101	184	156	118	70	50	83	150	
3	24	17	29	16	18	11	12	7	19	
4+	8	5	8	5	8	13	5	6	10	
合計	348	437	847	545	484	277	81	770	557	
漁獲量(t)	144	157	299	199	177	109	44	242	207	

年齢別資源尾数(×10 ³ 尾)(雌)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	432	683	1,001	621	536	311	189	1,034	778	
2	184	170	254	229	158	117	81	135	211	
3	36	31	44	35	40	19	29	19	32	
4+	13	9	13	10	18	22	11	17	16	
合計	665	893	1,311	895	752	470	311	1,205	1,038	

F-Matrix(雌)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	0.68	0.74	1.23	1.12	1.27	1.09	0.09	1.34	0.80	
2	1.52	1.11	1.73	1.49	1.87	1.14	1.19	1.18	1.62	
3	1.47	0.92	1.45	0.69	0.72	1.06	0.63	0.57	1.14	
4+	1.47	0.92	1.45	0.69	0.72	1.06	0.63	0.57	1.14	
Weight Ave	1.06	0.83	1.35	1.21	1.39	1.10	0.88	1.31	1.04	
Fbar	1.28	0.93	1.46	1.00	1.14	1.09	0.64	0.92	1.17	

年齢別資源重量 (ton)(雌)										
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	120	190	278	173	149	87	53	287	216	
2	94	87	130	117	81	60	41	69	108	
3	27	24	33	27	30	14	22	15	24	
4+	14	9	14	11	19	24	12	18	17	
Total	255	310	455	327	279	185	128	389	366	

補足資料 3

F および種苗放流による管理効果の比較

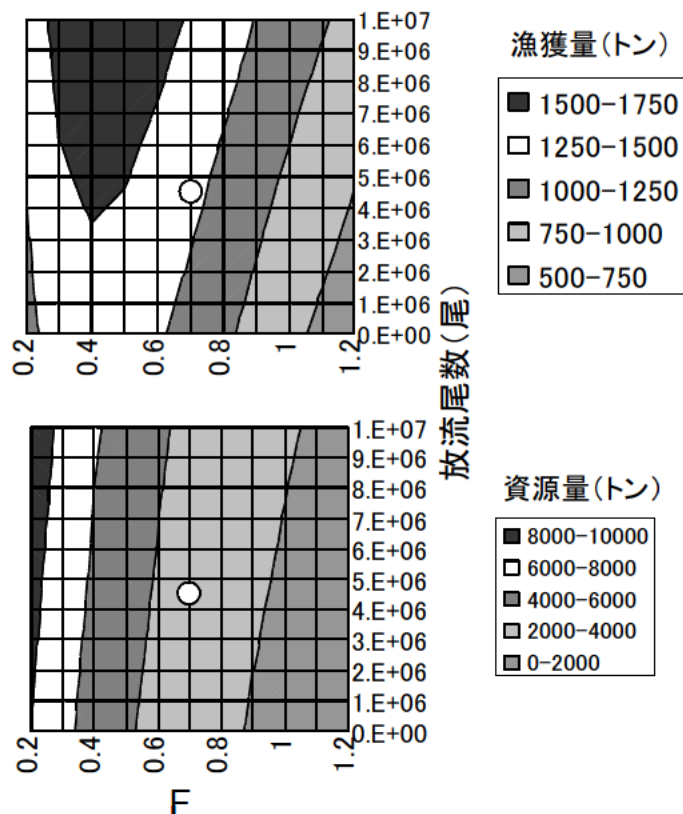
F および放流尾数の増減が漁獲量におよぼす影響を比較する目的で、以下の解析を行った。

2008 年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、2010 年以降の F 値および放流尾数を変化させたときの 2013 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。RPS として 0.8 を、添加効率として 0.05 を与えた。F を 0.2 ～ 1.2、放流尾数を 0 ～ 1,000 万尾の間で変化させた。

現状のパラメータのもとでは、F を 0.1 下げる効果と、放流尾数を 300 万尾増加させる効果が同等であり、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。

等漁獲量線は、RPS が増加すれば傾き急になり、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。

RPS=0.8, 添加効率=0.05



補足図 3 - 1. F および放流尾数を変化させたときの 5 年後の漁獲量 (上) と資源量 (下) ○は現状の値を表す。

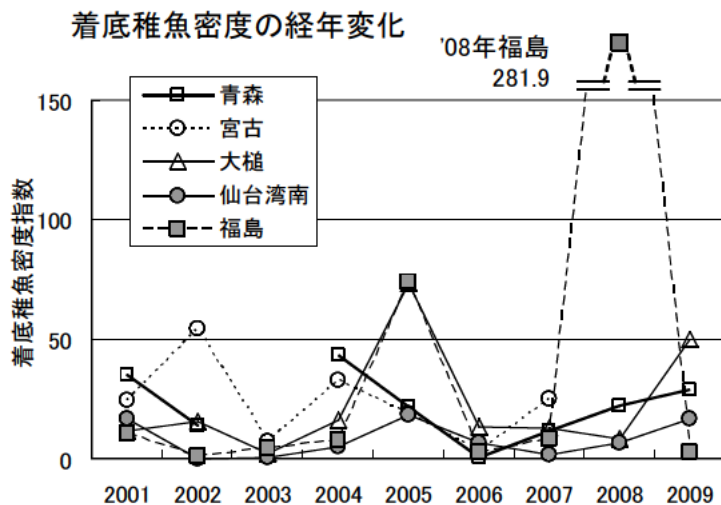
補足資料 4

新規加入量調査の結果

太平洋北部系群では 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。

調査は青森－茨城の各県および宮古栽培漁業センター、東北水研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。2003 年は北部の水域（青森県、岩手県）で 2001 年以降最低の水準、南部の水域（宮城県、福島県）では 2002 年よりは高い水準であった（補 2－図 1）。2004 年は青森県では非常に多く、南部の水域も多かった。2005 年は南北ともに多く、岩手県、仙台湾南部、福島県では過去最高の水準であった。2006 年は青森県で過去最低、岩手県および仙台湾南部では平均的な水準であった。2007 年は北部水域では平均的～低水準、南部水域の福島県では低水準であった 2006 年を上回る水準であった。2008 年は北部水域では平均的～低水準、南部水域の福島県では指数としては極めて高水準(281.9)となったが、指数算出時の稚魚死亡率の過大評価によるものと考えられ、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いと判断される。2009 年は北部水域の青森県では比較的高水準であった。大槌（岩手県）も高水準となったが、2008 年の福島県同様に指数算出時の稚魚死亡率の過大評価によるものと考えられ、過去 3 年（2006 ～ 08 年）の水準を大きく上回るものではないと判断される。南部水域の仙台湾南部では高水準であったが、福島県では低水準であった。平均着底稚魚密度の年変動の傾向は、漁獲加入齢（1 歳）の漁獲尾数の変動傾向と概ね一致しており、漁獲加入量の指標となる可能性がある。着底稚魚密度の指標値は、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。指標値の調査地点別経年変化は補 2－図 1 の通りである。

なお、新規加入量調査の詳細は、上原ほか(2007～10)（東北底魚研究 27～30 号）を参照のこと。

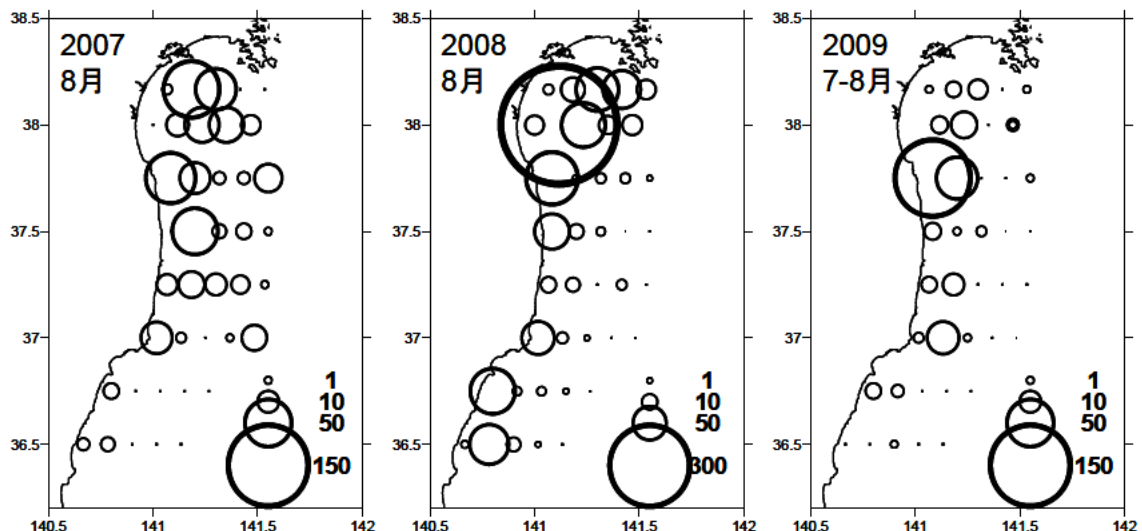


補足図 4－1. 東北海域における着底稚魚密度の経年変化

補足資料 5

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。2009 年度は、7 月 29 日～8 月 7 日に仙台湾常磐海域において 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～2009 年の分布を補足図 5-1 に示す。海域全体の分布量は、2009 年は 2007 年、2008 年を下回る水準であった。仙台湾～常磐北部海域に多い傾向は例年と同様であったが、2007 年、2008 年と比較して 2009 年の仙台湾海域の分布量が少なかった。産卵期全体を網羅しているわけではないが、2009 年 7～8 月の仔魚分布量は前 2 年の分布量を下回った。産卵盛期の年変動と卵期以降の生残の年変動が仔魚の分布量に影響を与えうると考えられる。今後も卵仔魚調査を継続し、親魚量、着底稚魚量の長期データとともに資源変動要因を抽出する必要がある。



補足図 5-1. 2007 年～2009 年の仙台湾常磐海域におけるヒラメ仔魚の分布(IKMT
1 曳網当たり採集個体数)