

平成20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、青森県水産総合研究センター、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。漁獲量は2000年（2,542トン）以降減少傾向を示しており、2004年は1,170トンまで減少した。その後増加に転じ、2007年は2,530トン（暫定値）まで増加した。この増加は、2004、2005年級の豊度が大きかったためで、特に南部海域（宮城～茨城県）において2005年級群は卓越年級群であった。コホート解析によると、資源量は1996年から2004年まで単調に減少し、その後増加に転じた。2006年の資源量は過去15年間と比較して高位水準であった。一方、漁獲状況の調査結果より、2006年級（2007年秋から2009年夏までの漁獲の主体）の資源尾数は近年最低であった2002年級と同程度と推察された。以上のことから、資源量水準は高位、動向は減少であると判断した。5年後（2013年）の産卵親魚量（雌親魚量）が過去17年間の平均的な水準となるようなFをF_{limit}としてシミュレーションにより求めた。さらに $0.8 \times F_{limit}$ をF_{target}とし、それぞれのFにおける推定漁獲量をABC_{limit}、ABC_{target}とした（ABC算定のための基本規則1－3）－（2））。

	2009年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	1.14千トン	F _{sim}	0.69	47%
ABC _{target}	0.98千トン	$0.8 \times F_{sim}$	0.55	40%
10トン未満を四捨五入		$F_{sim} = 0.81 \times F_{current}$		

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2006	6.64	1.94	0.85	51%
2007	4.52	2.53(暫定値)	—	—
2008	—			

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：減少

本件資源評価に使用したデータセット

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) age-length key(1995 - 2001年調査) ・生物測定(東北水研、青森～茨城(5)県) age-length key(2003年以降、逐次更新) ・生物測定(東北水研、福島県、宮城県) 成長曲線、全長 - 体重関係(2003年以降) ・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) age-length 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)
2007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、着底稚魚密度（0歳）を用いた加入量（1歳）の早期推定、親子関係の解明、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、2006年は446万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30m付近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）。



図1. ヒラメ太平洋北部系群の分布

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、 $19.5 < TL < 54.9$ cm、雌3,006個体、 $19.6 < TL < 64.0$ cm）および宮城－茨城県（Yoneda et al. 2007, 2002～05年に採集、雄1,480個体、 $14.5 < TL < 71.8$ cm、雌1,859個体、 $16.1 < TL < 85.2$ 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。

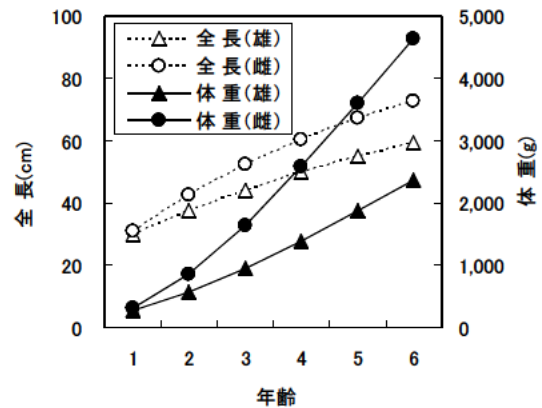


図2. ヒラメ太平洋北部系群（宮城－茨城）の成長

(3) 成熟・産卵

産卵は数～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）。東北南部海域では、雌の最小成熟全長は42cmで、満2歳の一部が産卵に加わる（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歳魚や大型魚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（富山ほか 2005）。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、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1歳と2歳が主体となっている（図5、6参照）。

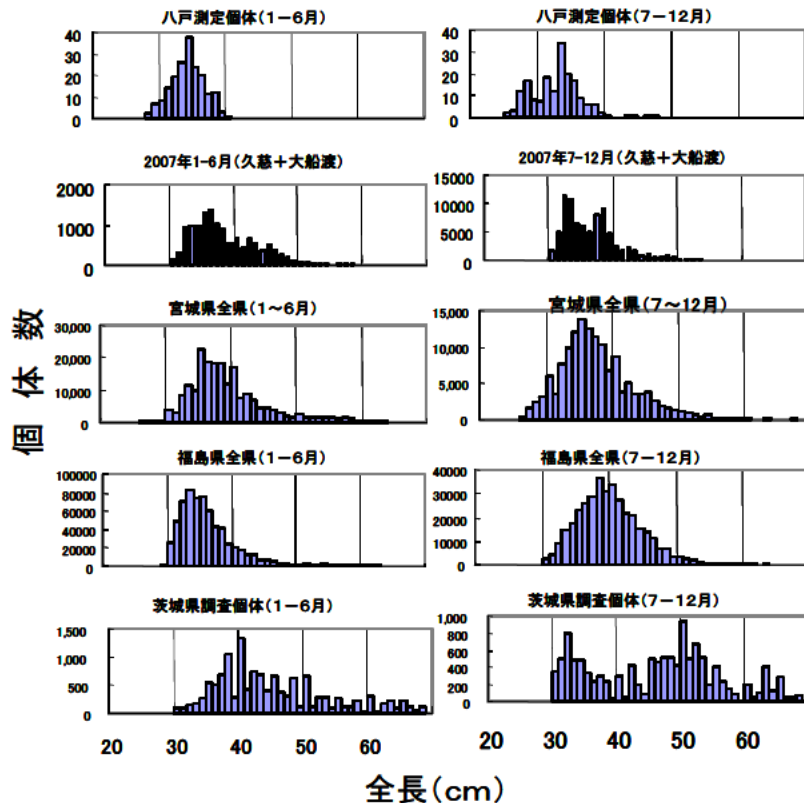


図3. 平成19年、岩手、宮城、福島県における天然魚漁獲物の全長組成と、青森県、茨城県における調査個体の全長組成 新たな加入がある前（1～6月）と後（7～12月）を区別して集計した。

(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2,530トン（概算値）に増加した。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年級群の発生量が大きく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3）。

（3）その他

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。2006年の放流数は4,456千尾であった（表2）。

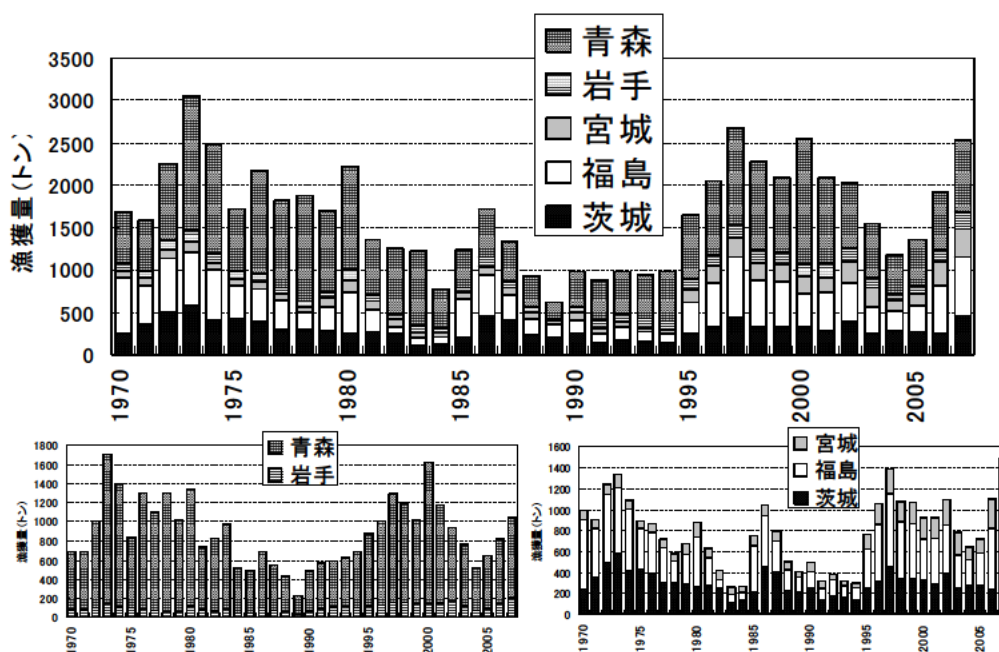


図4. 県別ヒラメ漁獲量の推移 東北ブロック全県（上）、青森・岩手県（下左）、宮城・福島・茨城県（下右）。

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Fsim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。

表 1. ヒラメの漁業種類別漁獲量 「漁業養殖業生産統計年報」より

漁業種類	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
青 沖 底	4	5	4	4	3	2	1	1	0	2	
小 底	157	177	66	146	163	88	61	37	42	95	
森 刺 網	567	413	424	792	409	325	351	147	357	279	
定置網	330	361	322	481	389	303	198				
県 その他	77	90	69	57	56	45	28		19		
計	1,135	1,046	885	1,480	1,020	764	639	456	546	702	844
岩 沖 底	1	1	0	0	0	1	1				
小 底	-	-	-	-	-	-	-				
手 刺 網	87	88	70	73	81	99	67	29	39	51	110
定置網	53	55	62	60	60	60	46	32	54	82	78
県 その他	15	12	8	6	9	11	9	8	4	8	14
計	156	156	140	139	150	171	122	70	96	142	201
宮 沖 底	19	24	26	18	21	17	38	16	10	44	40
小 底	60	51	34	61	50	60	35	29	45	111	89
城 刺 網	125	99	119	104	106	117	111	60	62	93	173
定置網	22	17	22	16	15	16	21	13	17	27	25
県 その他	6	4	1	1	1	40	15	2	2	2	2
計	232	195	202	201	195	250	220	120	136	276	329
福 沖 底	183	114	145	111	136	117	85	66	92	225	246
小 底	131	80	105	63	78	73	40	47	60	184	137
島 刺 網	359	329	260	209	215	260	182	125	147	167	304
定置網	1	1	1	0	0	0	0				0
県 その他	26	20	14	13	11	8	8	4	4	3	17
計	700	544	525	396	439	458	315	243	304	580	704
茨 沖 底	13	13	15	6	6	6	6				
小 底	232	170	178	149	164	239	92	133	108	120	225
城 刺 網	152	104	101	130	87	102	115	107	134	73	150
定置網	4	8	5	7	3	5	8				
県 その他	50	41	40	32	26	36	30		24	15	42
計	451	336	339	326	287	388	251	280	277	242	452
合 沖 底	220	157	190	139	169	143	131	92	106	301+	
小 底	580	478	383	419	455	460	228	249	256	510	
刺 網	1,290	1,033	974	1,308	898	903	826	468	730	663	
定置網	410	442	412	564	467	384	273	292	205	277+	
計 その他	174	167	132	109	103	140	90	69	51	77	
計	2,674	2,277	2,091	2,542	2,092	2,031	1,547	1,170	1,348	1,942	2,530

2007年の漁獲量は統計情報部調べで、暫定値である

表 2. 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

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
青森県	1,909	1,772	1,896	1,528	1,677	1,502	816	303	1,305	1,040
岩手県	94	75	239	701	1,158	1,204	1,335	1,353	1,235	1,113
宮城県	487	709	924	1,155	1,119	1,028	1,116	899	605	290
福島県	1,104	1,150	1,015	1,050	1,034	1,054	439	1,120	1,056	1,040
茨城県	584	820	1,428	1,358	1,056	785	850	984	653	973
合 計	4,178	4,526	5,502	5,792	6,044	5,573	4,556	4,659	4,854	4,456

（本年度の解析）

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。現在コホート解析に利用しているのは、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、性別 age-length key を作成している。全長 30－50 cm については、6 月と10月または11月に作成した age-length key をそれぞれの月の体長組成に適用して、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月または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、体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 cm 以上については、各年半年ごと（1－6 月、7－12 月）に age-length key を作成し、これを当該期間の体長組成に適用して雌雄別年齢別の漁獲尾数を推定した。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（2003～2006 漁獲年度）。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、2007 年 7～12 月の 1 歳漁獲尾数を、2007 年度の 1 歳（2006 年級）の豊度の指標とした。

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、2002 年度まではプール A-L key を用いて漁獲物の体長組成を性別年齢組成に分解した。上述のように、本年度より、2003 年度以降については半年ごとに作成した age-length key（逐次更新 A-L key）を該当する期間の体長組成データに適用し、性別年齢別漁獲尾数を求めた。従って、2003 年までの各種解析値と、2004 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。このデータを用いて雌雄別にコホート解析を行い、近年の資源変動の構造および F の操作による適切な資源管理手法を検討した。本年も福島県（1990～2006 年度、すなわち 1990 年 7 月～2007 年 6 月）の天然魚全長組成調査データおよび漁獲量を用いて解析し、その結果をもとに太平洋北部系群の資源管理を検討した。したがって、コホート解析により得られる資源量データは 2005 年級群までである。並行して、青森県（1998～2006 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月または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、A-L 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 30～50 cm、1 歳魚が新たに加入した 7～12 月は全長 30～40 cm が漁獲物の主体である。しかし本年は 2 歳の漁獲量が 1 歳の漁獲量を上回ったため、7～12 月においても全長 40～50 cm が多く漁獲された。（図 3）。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。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。

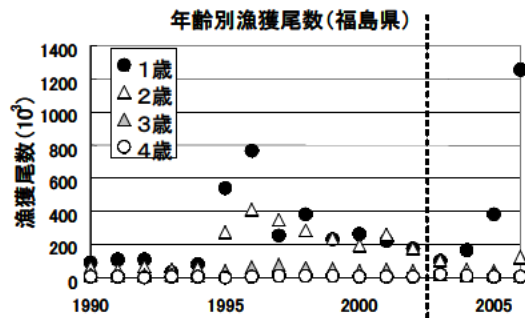


図 5. 福島県における漁獲尾数の年齢組成 2003年以降、A-L key逐次更新

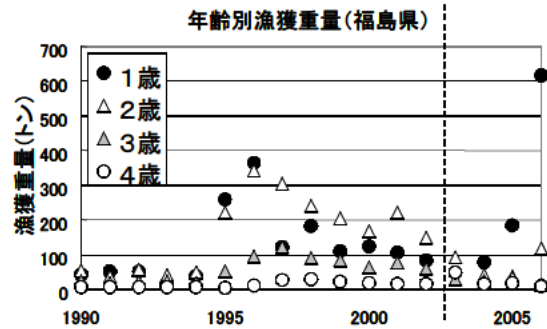


図 6. 福島県における漁獲重量の年齢組成 2003年以降、A-L key逐次更新

(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3)。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年度は過去最高水準となった。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。2006年度の1歳資源尾数は、1994、1995年度と同程度の水準であったと推察される。資源量は1歳資源尾数と同様の変動を示した(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、その後減少傾向にあり、2006年度は過去最低の水準であった(図9)。ただし、2007年度および2008年度に、それぞれ2004年級、2005年級が産卵親魚となるので、産卵親魚量は今後増加する見込みである。

2003～2006年に作成した逐次更新A-L keyを福島県における体長組成に適用して推定した1.5～2.0歳魚の漁獲尾数の比は、2001年級：2002年級：2003年級：2004年級：2005年級＝3：1：2：4：16であった(図10)。また、1.0～1.5歳魚の漁獲尾数の比は、2002年級：2003年級：2004年級：2005年級：2006年級＝1：2：5：19：1であった。漁獲尾数の比が資源量の比とほぼ一致することから、2001年級、2002年級、2003年級、2004年級、2005年級、2006年級の豊度は、おおよそ3：1：2：5：19：1であったと推定さ

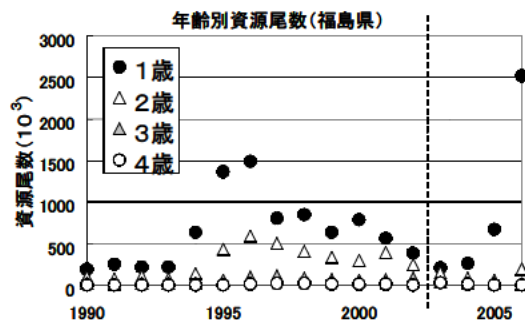


図 7. 福島県における年齢別資源尾数 2003年以降、A-L key逐次更新

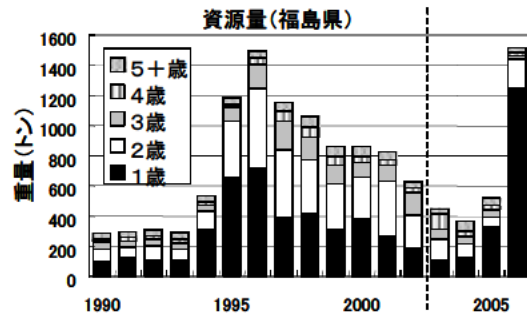


図 8. 福島県における資源量 2003年以降、A-L key逐次更新

れる。また、新規加入量調査（着底稚魚量の調査）によると、2007年級の豊度は、2001～2004年級の平均的な水準であると推察されている（補足資料3）。

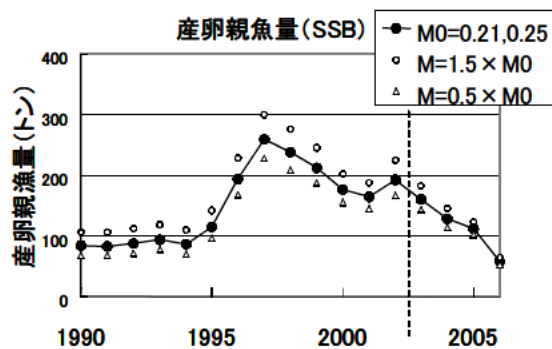


図9. 福島県における産卵親魚量とMの影響 2003年以降、A-L key逐次更新

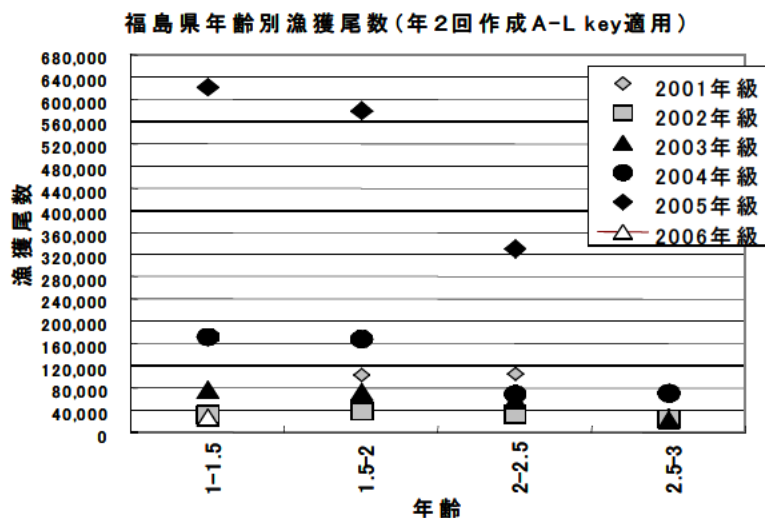


図10. 年2回作成した age-length key を福島県の体長組成データに適用して推定した年齢別漁獲尾数

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7～9、表3）、2003年以降の1～1.5歳、1.5～2歳の漁獲尾数の推定（図10）、新規加入量調査（補足資料3）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5倍、約20倍であったため、2006年度の資源量水準は2000年前後の水準にまで回復した。しかし2006年級の豊度が非常に低かったことから、2007年度以降の資源量は短期的には減少する見込みである。

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(1984～2007年)、コホート解析から推定された資源量(1990～2006年度)、年齢別漁獲尾数(2003～2007年)、着底稚魚密度(2000～2007年)の情報から、2006漁獲年度(2006年7月～2007年6月)の資源量は過去15年のなかで高位水準であった。2006年級群の水準が非常に低かったことから、今後資源は減少すると推察される。

(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。比較的安定していると思われる。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

平成17～19年、1-6月および7-12月の混獲率は、北部海域で8.4～33.1%、南部海域で7.0～30.9%であった。天然魚の加入量が多い年は混獲率が減少し、天然魚の加入量が少ない年には混獲率が増加した。したがって、種苗放流は加入量を安定させる効果があると考えられる。今後2年以内を目処に、放流魚の再生産能力に関する情報や、ヒラメ個体群全体の親子関係に関するデータを適宜与えて、コホート解析により放流魚が資源の増減に及ぼす影響を定量的に評価する予定である。

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。

表3. 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年度以降は半年ごとにage-length keyを更新した。

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
1	164	212	191	59	134	892	1182	433	635	386	399	365	288	205	337	823	2929
2	106	71	106	91	86	315	594	638	431	398	329	433	295	198	86	98	313
3	42	35	38	46	33	72	157	228	166	155	116	135	109	42	40	75	25
4	10	11	9	11	10	7	16	35	41	32	25	21	21	70	18	29	10
5+	8	9	10	11	10	7	13	18	27	24	28	20	16	17	30	18	12
合計	330	337	354	218	273	1293	1962	1352	1299	995	897	974	730	531	511	1043	3289
漁獲量(t)	351	328	363	305	304	1018	1698	1563	1375	1146	1000	1087	826	687	539	854	2036

年齢別資源尾数(x10 ³ 尾)(雌)																	
年齢/年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	404	518	452	395	1006	2355	2611	1434	1533	1194	1476	946	753	509	580	1605	6354
2	208	180	229	194	267	695	1106	1053	772	671	620	837	438	351	228	166	560
3	89	74	81	89	75	139	280	362	279	238	186	206	289	89	106	107	46
4	29	34	29	32	31	31	47	85	88	77	54	46	45	136	34	51	20
5+	25	27	33	33	32	33	39	44	58	57	58	43	36	32	58	31	24
合計	755	833	823	743	1412	3253	4084	2978	2730	2237	2393	2079	1561	1117	1006	1961	7005

F-Matrix(雌)																	
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	0.60	0.61	0.63	0.18	0.16	0.55	0.70	0.41	0.62	0.45	0.36	0.56	0.55	0.59	1.04	0.84	0.72
2	0.83	0.58	0.73	0.74	0.45	0.70	0.91	1.12	0.97	1.08	0.89	0.85	1.38	0.98	0.54	1.07	0.97
3	0.74	0.74	0.74	0.85	0.66	0.87	0.98	1.21	1.08	1.28	1.18	1.31	0.55	0.74	0.53	1.48	0.92
4	0.46	0.42	0.41	0.49	0.43	0.29	0.46	0.60	0.73	0.62	0.75	0.71	0.71	0.85	0.87	1.01	0.83
5+	0.46	0.42	0.41	0.49	0.43	0.29	0.46	0.60	0.73	0.62	0.75	0.71	0.71	0.85	0.87	1.01	0.83
Weight.Aveg.	0.68	0.60	0.66	0.59	0.33	0.60	0.78	0.89	0.80	0.84	0.68	0.80	0.90	0.79	0.90	0.92	0.74
Fbar	0.62	0.56	0.58	0.55	0.43	0.54	0.70	0.79	0.82	0.81	0.78	0.83	0.78	0.81	0.77	1.08	0.85

年齡別資源重量 (ton)(雌)																	
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	214	274	240	209	534	1249	1385	760	813	633	783	502	399	270	307	851	3370
2	233	201	256	218	300	779	1240	1180	866	752	695	938	491	393	256	186	628
3	171	141	156	172	144	266	537	694	535	456	356	395	554	171	204	206	89
4	82	99	82	91	89	90	136	245	252	221	155	132	130	390	99	145	57
5+	113	123	147	149	145	150	177	199	259	256	263	194	160	145	260	141	109
Total	813	839	881	838	1211	2534	3474	3078	2725	2319	2250	2161	1734	1369	1126	1530	4252
SSB	366	363	385	411	378	506	850	1138	1046	934	773	721	844	706	563	493	254

年齢別漁獲尾数(×10 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
1	230	264	273	90	223	1478	2174	673	1027	617	749	608	469	219	382	842	2571
2	162	105	176	109	166	880	1192	885	815	637	520	693	461	264	117	73	226
3	16	10	18	12	17	87	112	96	81	66	52	71	48	44	20	2	14
4	1	1	2	2	1	1	6	11	7	7	5	5	6	11	16	0	5
5+	2	2	3	3	2	2	4	8	10	8	9	5	6	3	5	12	5
合計	411	383	472	215	409	2448	3488	1673	1938	1335	1335	1380	990	540	540	930	2821
漁獲量(t)	239	209	273	137	240	1378	1946	1055	1146	820	781	849	605	349	306	457	1345

年齢別資源尾数(×10 ³ 尾)(雄)																	
年齢/年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	471	595	520	563	1810	3630	3943	2097	2215	1610	2001	1540	955	445	577	1343	4694
2	213	164	230	164	360	1213	1523	1152	1039	819	709	898	663	329	154	112	303
3	29	23	35	24	31	133	168	134	116	90	76	94	88	110	24	17	23
4	11	8	9	11	8	10	27	32	20	19	12	13	10	27	47	1	12
5+	12	15	15	15	16	16	17	25	28	23	20	13	12	7	14	29	13
合計	736	805	809	777	2225	5002	5678	3440	3418	2562	2818	2556	1728	918	816	1503	5043

F-Matrix(雄)																	
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	0.81	0.70	0.90	0.20	0.15	0.62	0.98	0.45	0.74	0.57	0.55	0.59	0.81	0.81	1.39	1.24	0.97
2	1.98	1.30	2.02	1.41	0.74	1.73	2.18	2.04	2.19	2.13	1.78	2.07	1.55	2.38	1.96	1.35	1.86
3	1.01	0.66	0.90	0.83	0.94	1.35	1.39	1.67	1.54	1.75	1.53	1.94	0.95	0.61	2.84	0.13	1.29
4	0.16	0.18	0.24	0.22	0.14	0.18	0.30	0.46	0.48	0.52	0.67	0.53	0.96	0.60	0.49	0.62	0.64
5+	0.16	0.18	0.24	0.22	0.14	0.18	0.30	0.46	0.48	0.52	0.67	0.53	0.96	0.60	0.49	0.62	0.64
Weight.Aveg.	1.27	0.86	1.31	0.85	0.42	1.04	1.40	1.36	1.39	1.37	1.07	1.40	1.16	1.56	1.53	1.24	1.04
Fbar	0.82	0.61	0.86	0.57	0.42	0.81	1.03	1.02	1.09	1.10	1.04	1.13	1.04	1.00	1.43	0.79	1.08

年齡別資源重量 (ton)(雄)																	
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	211	267	233	253	812	1628	1769	941	994	722	898	691	428	200	259	603	2106
2	150	115	162	115	253	854	1072	811	732	577	499	632	467	232	108	79	213
3	30	23	36	24	32	136	172	137	119	92	77	96	90	112	24	17	23
4	15	12	13	15	11	13	38	46	27	27	17	18	15	37	65	2	16
5+	25	31	32	31	34	34	35	53	59	48	41	26	24	14	30	61	26
Total	431	449	475	439	1142	2666	3086	1987	1931	1467	1533	1463	1024	595	487	761	2385

5 . 2009年 A B C の算定

(1) 資源評価のまとめ

2000年前後までは、1994、95年に発生した卓越年級およびそれらの再生産によって資源量は高い水準に維持されていた。しかしその後数年は加入量水準が低く、資源量は低位水準であった。2004年級群の豊度は比較的高く、2005年級群の豊度が非常に高いため、資源量は2005年以降増加に転じ、水準は高位である。5年後（2013年）の産卵親魚量（雌のみ）が過去17年間の平均レベル（福島県の産卵親魚量144トン）であることを目標として、 F_{limit} を設定した。

(2) A B C 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。2008年のA B Cは、2008年7月～2009年6月（2008年度）の期間を対象として算出した。

2013年度の産卵親魚量が過去17年間の平均水準である144トン（福島県）になることを管理目標とした。2007年度および2008年度の雌の漁獲係数は、雌のコホート解析より得られた2006年度の値（直近年5年の平均）と同じ値を用いた。また、2007年度の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2007年7～12月の1歳の漁獲尾数を代入して推定した。2008年度以降の1歳の資源尾数は2001～2005年度の平均値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。2009年度以降のFの値を変化させてシミュレーションを行った結果、2006～2008年度のFの0.81倍にすると、2013年度の産卵親魚量が144トンとなった（図11）。したがって $0.81 \times F_{current}$ を F_{limit} として、雌雄それぞれについて2009年度（2009年7月～2010年6月）の漁獲量を推定した（図12）。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（4.39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（ ABC_{limit} ）は1.14千トン、許容漁獲量の目標値（ F_{target} 、 $0.8 \times F_{limit}$ ）は0.98千トン（ ABC_{target} ）となった（表4）。

なお、本解析ではいくつかの仮定をおいており、 ABC_{limit} および ABC_{target} の数値の精度は粗い。特に漁獲加入量水準の影響が大きく、2008年以降の加入量が仮定値（2001～2005年の平均値）よりも多ければA B Cの値は上方に、少なければ下方に変動する。

	2009年 A B C	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	1.14千トン	F_{sim}	0.69	47%
ABC_{target}	0.98千トン	$0.8 \times F_{sim}$	0.55	40%

10トン未満を四捨五入 $F_{sim} = 0.81 \times F_{current}$

(3) ABC_{limit} の評価

現状のF（0.85）は成長乱獲状態であり、適切な資源管理（ $F_{max} = 0.24$ ）を行うためにはFを低くしたほうがよい。0.81 $F_{current}$ という F_{sim} の値は現実的な目標値である。また、Fを低くするとSSBは増加する（図11）ことから、正の親子関係がある場合は、加

入量増大にも結びつく。

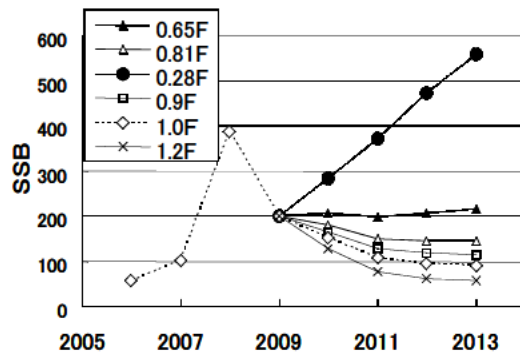


図11. Fを変化させた時の福島県における産卵親魚量の変化

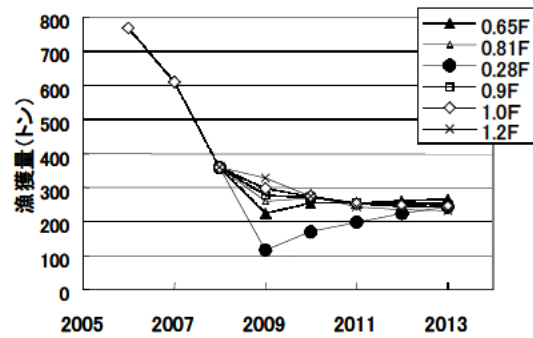


図12. Fを変化させた時の福島県漁獲量の変化

表4. 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						資源量					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.55	0.65F _{cur} , F _{target}	1,576	975	1,118	1,122	1,145	1,162	2,940	2,442	2,714	2,713	2,778	2,828
0.69	0.81F _{cur} , F _{limit}	1,576	1,137	1,178	1,127	1,119	1,119	2,940	2,442	2,475	2,352	2,336	2,336
0.24	0.28F _{cur} , F _{max}	1,576	504	745	869	980	1,073	2,940	2,442	3,405	3,999	4,626	5,155
0.77	0.90F _{cur}	1,576	1,219	1,196	1,118	1,098	1,092	2,940	2,442	2,354	2,185	2,144	2,131
0.85	F _{cur} , F _{cur}	1,576	1,300	1,205	1,102	1,074	1,064	2,940	2,442	2,233	2,029	1,972	1,952
1.02	1.20F _{cur}	1,576	1,442	1,202	1,064	1,027	1,014	2,940	2,442	2,023	1,779	1,712	1,690

(4) ABCの再評価

本評価票で更新した資源尾数、加入尾数（2006年度までは実測値、2007年度は推定値、2008年度以降は予測値）を使用した。2007年度のABC再評価は、2011年の福島県産卵親魚量が168トンになることを目標として、2006年度までのFは実測値を用い、2007年度以降

評価対象年 (当初・再評価)	管 理 基準	資源量 (千トン)	ABC _{limit} (千トン)	ABC _{target} (千トン)	漁獲量 (千トン)
2007年(当初)	F _{sim}	2.70	1.22	1.05	
2007年(2007年再評価)	F _{sim}	9.54	5.71	5.07	
2007年(2008年再評価)	F _{sim}	4.52	2.41	2.10	2.53*
2008年(当初)	F _{sim}	6.40	3.40	2.97	
2008年(2008年再評価)	F _{sim}	2.94	1.33	0.84	

*：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。2007年度（2007年7月～2008年6月）の漁獲量は2000トン台中盤になる見込みである。

のFを変化させた。2008年度のABC再評価は、2012年の福島県産卵親魚量が168トンになることを目標として、2006年までのFは実測値を、2007年のFは2006年と同じ値を用い、2008年以降のFを変化させて再計算した値を示した。2005年級が卓越年級であったため、2007年再評価値は2006年の値よりも大幅増した。また、2006年級の豊度が予想を下回って非常に低かったため、2008年再評価値は2007年に評価した値と比べて、大きく減少した。

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。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に図った上で、幅広く手法を検討する必要がある。

7．参考文献

- 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.

富山 毅・栗田 豊・渡邊昌人(2005) 常磐海域におけるヒラメネオヘテロボツリウム症の減少. 平成17年度日本水産学会大会講演要旨集, 283.

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.

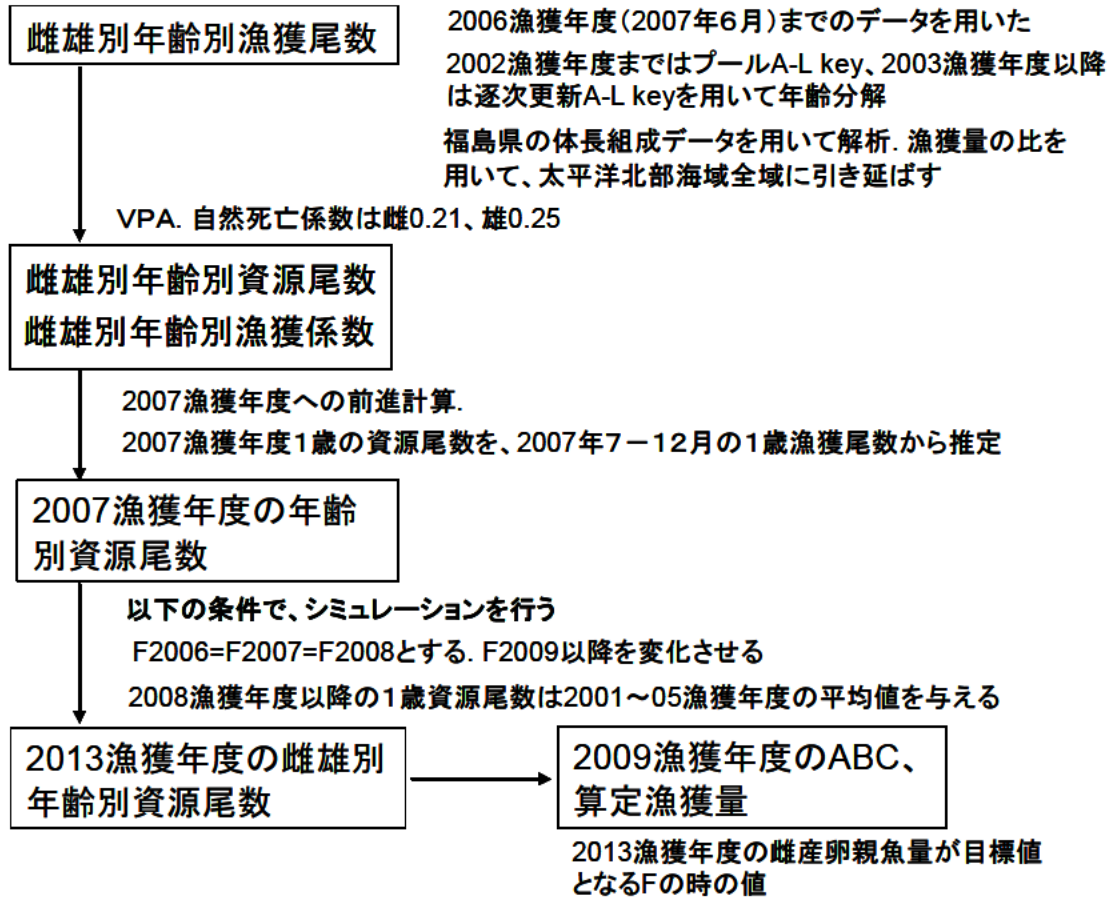
安永義暢(1988) ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究. 水工研研報, 9, 9 - 164.

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.

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、福島県のデータ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。今後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試行結果を説明する。

1．福島県

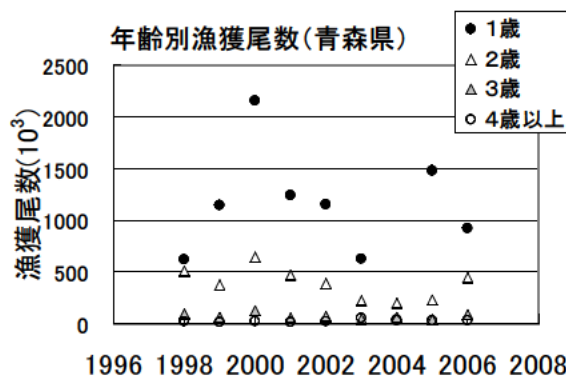
福島県水産試験場が市場調査結果を基に推定した1990年度以降の月別の漁獲物体長組成（天然魚）をage-length keyを用いて雌雄別年齢別漁獲尾数に分解した。1990～2002年度は1995～2001年に採集した個体から作成した性別のage-length key（プールA-L key）を適用し、2003年度以降は7～12月、1～6月に採集した個体から作成したage-length key（逐次更新A-L key）を同時期の体長組成に適用して、雌雄別年齢別漁獲尾数に分解した（本文表3）。産卵盛期が6～8月で年齢起算日を7月1日としていること、漁獲加入がほぼ満1歳の9月頃から開始することから、ある年の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、2006年度1歳の漁獲尾数は、2006年7～12月および2007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。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。

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2－図1）を福島県の結果（本文図5）と比較する



補2-図1. 青森県(太平洋北区)における年齢別漁獲尾数

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(2005漁獲年度まで)と漁獲尾数解析(2006年7~12月)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。

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2-表1. 八戸港の水揚げ情報を用いて青森県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	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	429	834	1534	873	816	444	23	808	543	
2	386	273	457	315	273	149	151	144	296	
3	68	46	95	44	57	38	48	29	70	
4+	12	7	16	11	15	43	28	23	20	
合計	895	1161	2102	1243	1160	675	249	1005	929	
漁獲量(t)	471	496	899	539	514	348	201	417	466	

年齢別資源尾数(x10 ³ 尾)(雌)										
年齢/年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	1047	1682	2352	1456	1251	792	441	1518	1042	
2	588	463	613	526	394	279	242	337	503	
3	88	75	129	85	143	74	92	60	143	
4+	18	12	22	22	38	82	53	49	41	
合計	1741	2232	3116	2090	1825	1227	828	1965	1730	

F-Matrix(雌)										
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	0.61	0.80	1.29	1.10	1.29	0.98	0.06	0.89	0.86	
2	1.31	1.07	1.76	1.09	1.47	0.90	1.18	0.64	1.06	
3	1.96	1.16	1.71	0.84	0.58	0.87	0.88	0.76	0.78	
4+	1.96	1.16	1.71	0.84	0.58	0.87	0.88	0.76	0.78	
Weight Ave.	1.03	0.88	1.41	1.09	1.29	0.95	0.98	0.85	0.92	
Fbar	1.46	1.05	1.62	0.97	0.98	0.90	0.75	0.76	0.87	

年齢別資源重量(ton)(雌)										
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	330	530	741	459	394	249	139	478	328	
2	371	292	387	332	249	177	153	213	318	
3	91	77	134	88	148	76	95	62	148	
4+	31	21	38	39	65	142	92	85	72	
Total	824	921	1300	918	856	645	479	839	867	

年齢別漁獲尾数(x10 ³ 尾)(雄)										
年齢/漁期	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
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(x10 ³ 尾)(雄)										
年齢/年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	433	683	1003	622	542	319	210	1065	700	
2	184	170	255	230	159	122	87	151	235	
3	36	31	44	36	41	20	33	24	45	
4+	13	9	13	10	18	23	12	20	22	
合計	665	894	1313	898	760	483	342	1260	1001	

F-Matrix(雄)										
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	0.68	0.74	1.22	1.11	1.24	1.05	0.08	1.26	0.95	
2	1.52	1.11	1.72	1.47	1.83	1.07	1.05	0.97	1.28	
3	1.46	0.92	1.44	0.68	0.70	0.99	0.54	0.44	0.67	
4+	1.46	0.92	1.44	0.68	0.70	0.99	0.54	0.44	0.67	
Weight Ave.	1.06	0.83	1.34	1.20	1.36	1.05	0.78	1.21	1.02	
Fbar	1.28	0.92	1.46	0.99	1.12	1.02	0.55	0.78	0.89	

年齢別資源重量(ton)(雄)										
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	120	190	279	173	151	89	58	296	194	
2	94	87	130	117	81	62	44	77	120	
3	27	24	33	27	31	15	25	18	34	
4+	14	9	14	11	20	25	14	22	24	
Total	255	310	455	329	283	191	141	413	372	

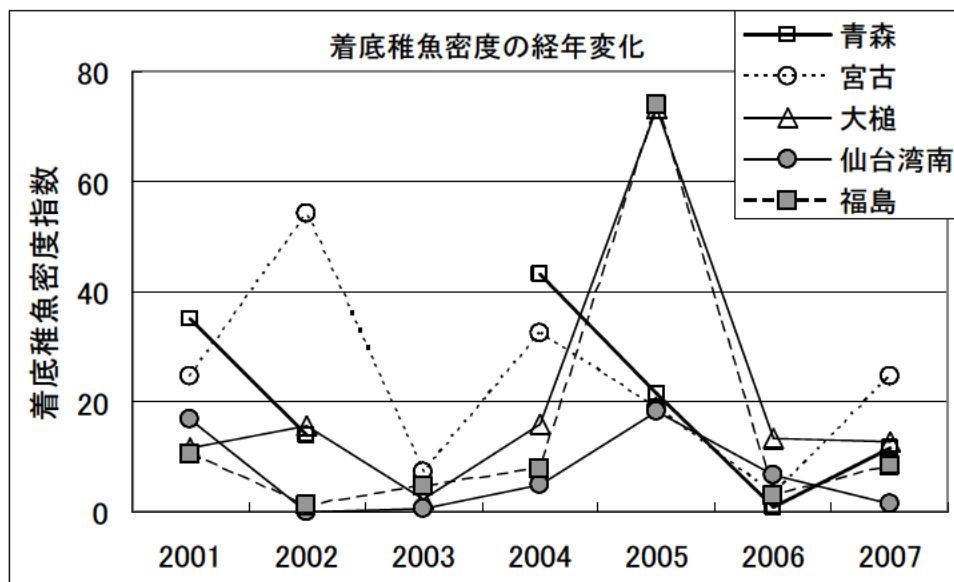
補足資料 3

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。

調査は青森～福島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。2002年級は北部の水域（青森県、岩手県）では過去7年間の平均的な水準、南部の水域（宮城県、福島県、東北水研）では非常に低い水準であった（補3－図1）。一方、2003年級は北部の水域で2001年以降最低の水準、南部の水域では2002年よりは高い水準であった。2004年は青森県では非常に多く、南部の水域でも多かった。2005年は南北ともに多く、岩手県、仙台湾、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。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3－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, 2008)（東北底魚研究27, 28号）を参照のこと。

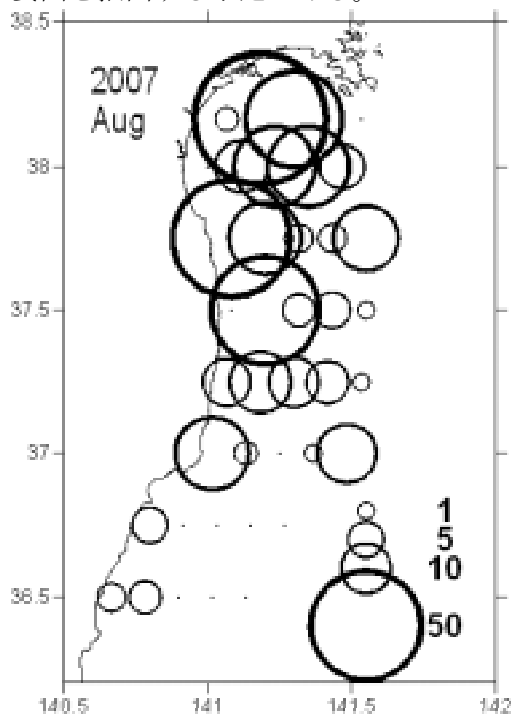


補3－図1. 東北海域における着底稚魚密度の経年変化

補足資料 4

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。2007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分布を補3-図1に示す。2004年以降に同海域で実施された調査の中では分布量は最大であり、特に仙台湾常磐北部海域でまとまって採集された。比較的加入が良好であった2004年級群が3歳群として、また卓越年級となった2005年級群の一部が2歳群として産卵に加わることにより、2007年の親魚量は増加傾向にあったと判断される。2007年の仔魚分布量はこの親魚量と卵期以降の生残を反映したものと考えられる。次年度も調査を継続し、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予定である。



補4-図1. 2007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)