

平成17年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、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

太平洋北部系群（青森～茨城県）は、2000年（2,542トン）以降漁獲量は減少傾向を示しており、2003年の漁獲量は1,547トン、さらに2004年は1,161トン（概算値）まで減少した。漁獲努力量に目立った変化がないことから、この原因は加入量の減少であると考えられる。コホート解析の結果、資源量は1996年から2003年まで単調に減少していると推定された。また、漁獲状況の調査結果より、2004年秋から2006年夏まで漁獲の主体となる2003年級の資源量は2002年級よりは多いものの依然として低水準であると推察され、着底稚魚密度の調査から2004年級の資源量は2003年級よりは多い可能性が高いと推察された。以上のことから、資源量水準は低位、動向は横ばいであると判断した。5年後（2010年）の産卵親魚量（雌）が過去14年間の中位水準となるようなFをF_{limit}、 $0.8 \times F_{limit}$ をF_{target}とし、そのぞれの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）－（3））。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	1.16千トン	F _{sim}	0.59	42%
ABC _{target}	1.09千トン	$0.8 \times F_{sim}$	0.47	37%
10トン未満を四捨五入		$F_{sim} = 0.69 \times F_{current}$		

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2003	2.74	1.55	0.85	46%
2004	2.41	1.16(概算値)	—	—
2005	—			

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・動向）

水準：低位

動向：横ばい

1. まえがき

ヒラメは日本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。この取り組みにより、19

94・95年に発生した卓越年級群およびそれに引き続く年級群を持続的に利用したこと、1996年以降の年級も加入量水準が比較的高かったことから、漁獲量は1997年から2002年の7年間にわたり2,000トンを超えていた。しかし、近年は加入量水準が低いため、漁獲量は減少傾向にあり、2004年は1,161トン程度に減少した。

本系群では昨年よりコホート解析を行っている。昨年は福島県の調査データを用いて解析した。本年はそれに加えて、青森県の調査データのコホート解析を試みた（補足資料1参照）。しかし現状は、解析に利用できるデータが整備・蓄積されている地域に限られていること、生活史特性値の情報が不足していることから、解析に当たってはいくつかの仮定をおいている。今後は生物学的な調査による生活史特性値およびその年変動の把握、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、親子関係の解明、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。

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、2003年は約450万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。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、5～8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, 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～青森県と宮城県以南の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（太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会，1994）および宮城－茨城県（東北水研調査データ（未発表）、2003－04年に採集、雄745個体、雌1,049個体；図2）の成長および全長－体重関係式は以下の通りである。

①成長式

A. 青森－岩手

$$\text{♀ } L = 88.37(1 - e^{(-0.163(t+1.237))})$$

$$\text{♂ } L = 58.90(1 - e^{(-0.288(t+1.062))})$$

B. 宮城－茨城

$$\text{♀ } L = 112.5(1 - e^{(-0.143(t+1.212))})$$

$$\text{♂ } L = 131.1(1 - e^{(-0.0586(t+3.723))})$$

②全長－体重関係

A. 青森－岩手

$$\text{♀} + \text{♂ } W = 7.647 \times 10^{-3} \times L^{3.058}$$

B. 宮城－茨城

$$\text{♀ } W = 4.12 \times 10^{-3} \times L^{3.16}$$

$$\text{♂ } W = 5.96 \times 10^{-3} \times L^{3.10}$$

(L：全長cm、W：体重g、t：年齢)

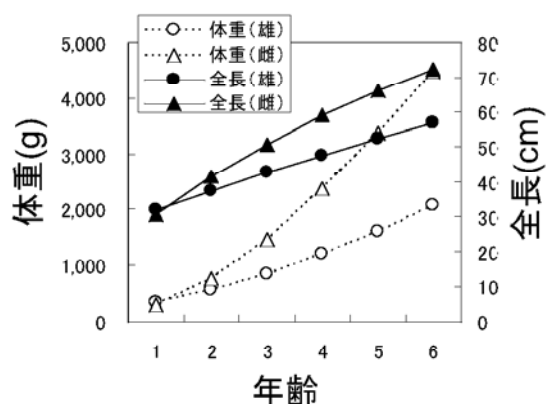


図2. ヒラメ太平洋北部系群（宮城－茨城）の成長。

東北水研では2003年より、6月と10月に福島県相馬で水揚げされた漁獲物の性別age-length keyの作成を行っている。このうち2003年および2004年6月に作成した性別age-length keyを福島県の同年同月における漁獲物の体長組成に適用して求めた全長は、1+歳（ほぼ満2歳に相当する）雄、約37cm、雌、約39cmであった。この値は上記の成長式から推定される2歳の全長（雄37cm、雌41cm）とほぼ一致した。

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～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）。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）。東北水研が2003年に行った調査によると、仙台湾～常磐海域における産卵期は5～8月で、6～7月が産卵盛期であった。

(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

ヒラメの漁獲量は1997年に最高になった。これは1994年および1995年級群の加入量が卓越していたためである（渡邊・藤田，2000）。太平洋北部系群ではこれ以前にも1971年、1978年および1984年と、数年ごとに卓越年級群が発生している（太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会，1994）が、その要因の詳細は明らかではない。

また、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が、

2003年以降、東北海域では寄生率が急減している（富山ほか，2005）。

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

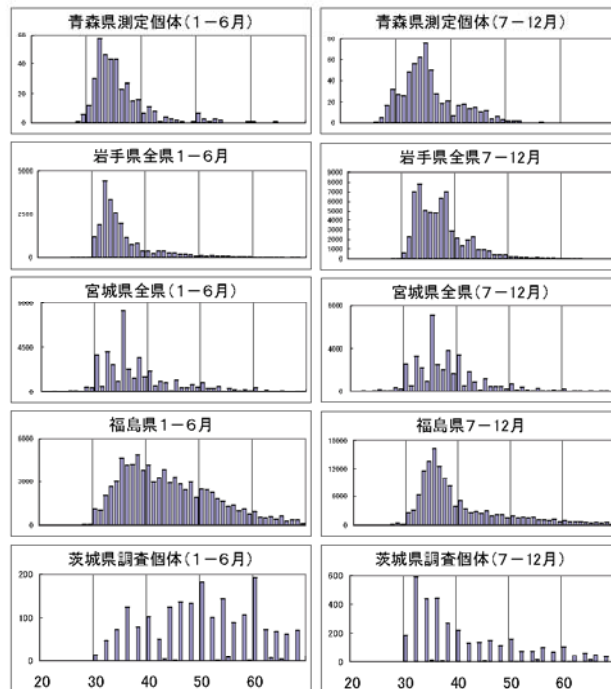


図3. 岩手、宮城、福島県における漁獲物の全長組成と、青森県、茨城県における調査個体の全長組成。新たな加入がある前（1－6月）と後（7－12月）を区別して集計した。

は2000年級（2001年に漁獲加入）以降の加入が低調であることが主な要因であると考えられる（図7参照）。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。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1参照）。

（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。2003年の放流数は約4,500千尾であった（表2）。

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、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）。

（2）漁獲量の推移

東北海域におけるヒラメの漁獲量は20～30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年以降は減少傾向が認められ、2003年は1,547トンに、さらに2004年は1,161トン（概算値）に落ち込んだ（図4、表1）。これ

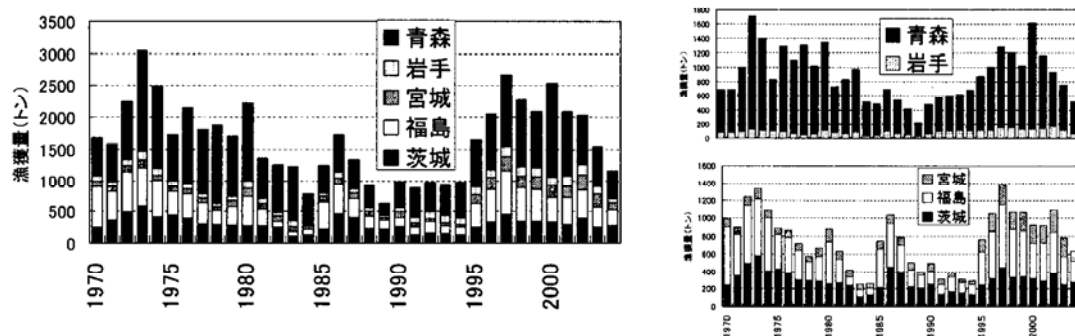


図4. 県別ヒラメ漁獲量の推移. 東北ブロック全県（左），青森・岩手県（右上），宮城－茨城県（右下）.

表1. ヒラメの漁業種別漁獲量。資料は農林水産統計年報

漁業種別	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
青森県										
沖底	5	6	4	5	4	4	3	2	1	1
小底	96	100	157	177	66	146	163	88	61	37
刺網	329	336	567	413	424	792	409	325	351	147
定置網	269	352	330	361	322	481	389	303	198	
その他	55	85	77	90	69	57	56	45	28	
計	754	879	1,135	1,046	885	1,480	1,020	764	639	456
岩手県										
沖底	2	2	1	1	0	0	0	1	1	
小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
刺網	66	76	87	88	70	73	81	99	67	21
定置網	43	39	53	55	62	60	60	60	46	31
その他	10	11	15	12	8	6	9	11	9	
計	121	128	156	156	140	139	150	171	122	68
宮城県										
沖底	12	24	19	24	26	18	21	17	38	10
小底	54	52	60	51	34	61	50	60	35	29
刺網	64	101	125	99	119	104	106	117	111	60
定置網	12	14	22	17	22	16	15	16	21	13
その他	3	3	6	4	1	1	1	40	15	2
計	145	194	232	195	202	201	195	250	220	114
福島県										
沖底	164	183	183	114	145	111	136	117	85	66
小底	76	127	131	80	105	63	78	73	40	47
刺網	130	223	359	329	260	209	215	260	182	125
定置網	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
その他	5	3	26	20	14	13	11	8	8	5
計	375	536	700	544	525	396	439	458	315	243
茨城県										
沖底	16	14	13	13	15	6	6	6	6	
小底	128	183	232	170	178	149	164	239	92	133
刺網	67	96	152	104	101	130	87	102	115	107
定置網	2	3	4	8	5	7	3	5	8	
その他	35	27	50	41	40	32	26	36	30	
計	248	323	451	336	339	326	287	388	251	280
合計										
沖底	199	229	220	157	190	139	169	143	131	
小底	354	462	580	478	383	419	455	460	228	
刺網	656	832	1,290	1,033	974	1,308	898	903	826	
定置網	326	408	410	442	412	564	467	384	273	
その他	108	129	174	167	132	109	103	140	90	
計	1,643	2,060	2,674	2,277	2,091	2,542	2,092	2,031	1,547	1,161

2004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）。栽培漁業センター資料より抜粋。

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
青森県	2,591	2,341	1,885	1,909	1,772	1,896	1,528	1,677	1,502	816
岩手県	335	287	41	94	75	239	701	1,158	1,204	1,335
宮城県	787	839	551	487	709	924	1,155	1,119	1,028	1,116
福島県	774	436	1,015	1,104	1,150	1,015	1,050	1,034	1,054	439
茨城県	774	254	631	584	820	1,428	1,358	1,056	785	850
合計	5,261	4,157	4,123	4,178	4,526	5,502	5,792	6,044	5,573	4,556

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）の資源量の関係を調べて、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)

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。現在利用できるのは、数年間の調査・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、資源量が高い年級群の豊度を過小に、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や成長の年変動に対応できない。従って、性別age-length keyは、適用するたび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、毎年6月と10月に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。このkeyを用いて、福島県で水揚げされた漁獲物の体長組成から、雌雄ごとに1+歳および2+歳の漁獲尾数を推定した。それ以外の月は、6月および10月の雌雄別各齢における全長（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。このようにして各月ごとに求めた漁獲尾数を集計し、1-6月、7-12月の1+歳、2+歳の漁獲尾数を雌雄別に推定した。これらの値は、2003年および2004年に1歳で加入した年級群（2002、2003年級）豊度の指標として用いた。

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、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。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（1990～2003年）の水揚げ物調査データを用いて解析し、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。また、本年は青森県（1998～2003年）の漁獲物のコホート解析を試みた（補足資料1参照）。ただ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。

(今後の計画)

6月と10月に行う性別age-length keyを作成するための調査は数年継続して、精度の高い雌雄別年齢別漁獲尾数の推定値を求めるとともに、過去に遡って推定する手法を開発する計画である。当面はプールA-L keyを用いて、南部と北部それぞれでコホート解析を行う計画である。

(2) 資源量指標値の推移

漁獲物の体長制限が実施された1990年代後半以降、漁獲努力量には大きな変化がないと判断できるので、1990年代後半以降の漁獲量は資源量指標値に相当する。漁獲量の推移は上述したとおりである。

(3) 漁獲物の年齢組成

青森、岩手、宮城県では全長30-40cmが、福島県では30-50cmが漁獲物の主体であり

(図3)、全ての県で1歳魚と2歳魚が漁獲の主体となっている。福島県では漁獲尾数は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)。従って、年級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。

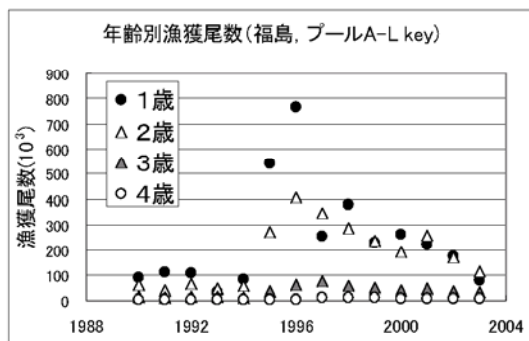


図5. 福島県における漁獲尾数の年齢組成.

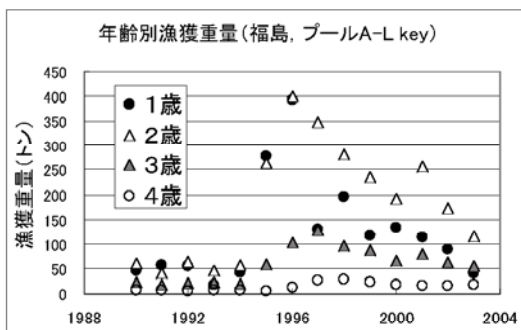


図6. 福島県における漁獲重量の年齢組成.

(4) 資源量の推移

2003年6月および10月に作成した性別age-length keyならびに6、10月における雌雄各齢の全長(平均値±標準偏差)を参考にして、福島県における各月ごと雌雄別各齢の漁獲尾数を推定したところ、2003年7-12月に採集された2+歳魚(2001年級)は105,468尾(♂57,907、♀47,561)、1+歳魚(2002年級)は33,211尾(♂15,245、♀17,966)であった。また、2004年7-12月に採集された2+歳魚(2002年級)は32,707尾(♂22,837、♀9,870)、1+歳魚(2003年級)は76,427尾(♂36,966、♀39,461)であった(表3)。2+歳時点で比較すると、2001年級群の漁獲尾数は2002年級の3.2倍、1+歳時点で比較すると2003年級群の漁獲尾数は2002年級群の2.3倍であった。漁獲尾数の比が資源量の比とほぼ一致するとすると、2001年、2002年、2003年級の豊度は、おおよそ3:1:2であったと推定される。新規加入量調査(着底稚魚量の調査)結果(補足資料2参照)もこの結果を支持している。

表3. 2003年福島県で漁獲されたヒラメ1+歳と2+歳の漁獲尾数。
各年6月と10月に作成した性別age-length keyを用いて推定した。太字は2002年級群。

	1+歳		2+歳	
	♂	♀	♂	♀
2003年1-6月	44,569	58,919		
2003年7-12月	15,245	17,966	57,907	47,561
2004年1-6月	21,002	16,249	17,652	13,660
2004年7-12月	36,966	39,461	22,837	9,870

コホート解析の結果、1994年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4)。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年以降は漸減し、2003年には1990年代前半の低水準と同レベルまで減少した。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、その後漸減した。2003年の産卵親魚量はピーク時の約2/3、1990年台前半の約2倍であった(図8)。産卵親魚量、1歳資源尾数ともに、自然死亡係数Mの変動による影響は小さかった

(図8, 9)。

1990年代後半以降の漁獲量の推移(図4)、プールA-L keyと福島県の漁獲物データを用いて得られた年齢別漁獲尾数の推移(図5)、2003年以降年2回作成している性別age-length keyによる年齢分解の結果(表3)、新規加入量調査の結果(補足資料2)、コホート解析の結果(図7-9, 表4)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年以降、加入量は減少し低水準となり、2003年の資源量水準は1990年代後半と比べると大幅に減少している。しかし2004年に漁獲加入した2003年級群の豊度は2002年級群の約2倍と推定されている。また、新規加入量調査の結果から2004年級群の豊度も比較的高いことが見込まれる。

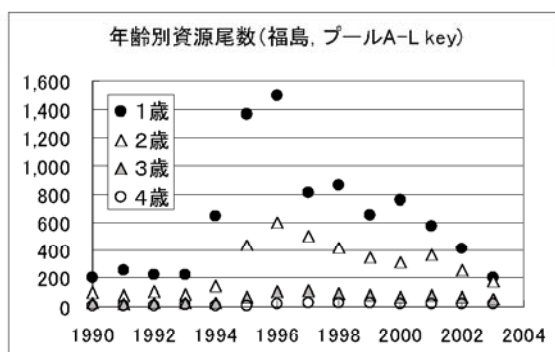


図7. 年齢別資源尾数. 福島県の漁獲データを用いて解析.

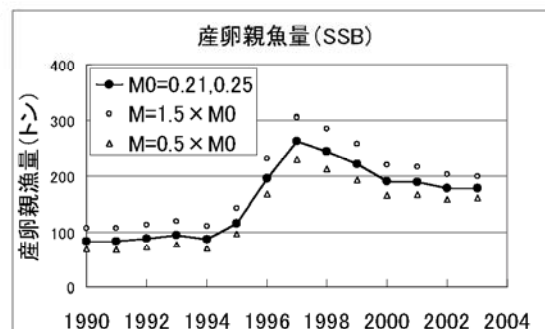


図8. 産卵親魚量とMの影響. 福島県の漁獲データを用いた.

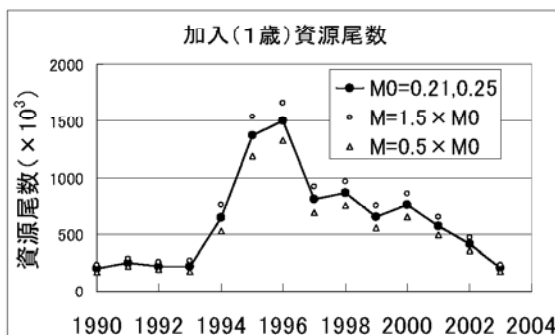


図9. 加入資源尾数とMの影響. 福島県の漁獲データを用いた.

(5) 資源水準・動向

漁獲量(1984-2004)、コホート解析から推定された資源量(1990-2003)、漁獲物の年齢組成(2003-2004)、着底稚魚密度(2000-2004)の情報から、ヒラメ太平洋北部系群の資源量は減少傾向にあったが今後当面は減少しないと判断できる。2004年の漁獲量は過去20年間の漁獲量の低位に位置することから、資源水準も低位にあると考えられる。

資源水準：低位 資源動向：横ばい

5. 資源管理の方策

(1) 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。94、95年の卓越年級群は産卵親魚量が少ない状態から発生したと予想されるので、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

表4. 福島県の漁獲物調査データの雌雄・年齢分解およびコホート解析の結果.

年齢分解には複数年の結果をプールして作成した性別Age-length keyを使用.

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
1	37.3	48.3	43.6	13.4	30.6	203.1	269.2	98.6	144.6	88.0	90.8	83.2	65.7	30.8
2	24.1	16.3	24.2	20.8	19.7	71.7	135.3	145.3	98.2	90.7	75.0	98.6	67.3	53.6
3	9.6	7.9	8.7	10.5	7.5	16.5	35.8	52.0	37.7	35.2	26.4	30.8	24.9	24.2
4	2.2	2.4	2.0	2.5	2.2	1.6	3.6	7.9	9.3	7.3	5.8	4.8	4.7	5.5
5+	1.9	1.9	2.2	2.6	2.3	1.7	3.0	4.1	6.1	5.4	6.3	4.5	3.7	5.3
合計	75.1	76.8	80.7	49.8	62.3	294.6	446.9	307.9	295.9	226.6	204.3	221.9	166.3	119.3
漁獲量(t)	80.0	74.7	82.6	69.5	69.3	231.9	386.9	356.0	313.2	261.0	227.8	247.7	188.1	162.4
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
1	92.0	118.0	103.0	90.1	229.7	537.4	596.4	328.7	353.1	279.6	303.8	246.8	191.5	90.1
2	47.5	40.9	52.1	44.3	61.0	158.7	252.7	241.1	177.7	156.0	147.4	164.5	125.1	96.1
3	20.3	16.8	18.5	20.4	17.2	31.7	64.1	83.0	64.6	55.6	44.8	52.0	44.6	40.8
4	6.5	7.8	6.5	7.2	7.1	7.2	10.9	19.7	20.5	18.4	13.4	12.6	14.4	13.7
5+	5.7	6.3	7.5	7.6	7.4	7.6	9.1	10.2	13.4	13.6	14.6	11.8	11.3	13.3
合計	172.0	189.8	187.7	169.6	322.4	742.6	933.1	682.8	629.3	523.3	524.0	487.5	386.9	254.0
F-Matrix(雌)														
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	0.60	0.61	0.63	0.18	0.16	0.54	0.70	0.41	0.61	0.43	0.40	0.47	0.48	0.48
2	0.83	0.58	0.73	0.74	0.44	0.70	0.90	1.11	0.95	1.04	0.83	1.10	0.91	0.97
3	0.74	0.73	0.74	0.85	0.66	0.86	0.97	1.19	1.04	1.21	1.06	1.07	0.97	1.07
4	0.46	0.42	0.40	0.48	0.43	0.28	0.46	0.59	0.70	0.58	0.66	0.55	0.45	0.59
5+	0.46	0.42	0.40	0.48	0.43	0.28	0.46	0.59	0.70	0.58	0.66	0.55	0.45	0.59
Weight.Aveg.	0.68	0.60	0.66	0.59	0.33	0.60	0.78	0.88	0.78	0.80	0.66	0.84	0.73	0.83
Fbar	0.62	0.55	0.58	0.55	0.42	0.53	0.70	0.78	0.80	0.77	0.72	0.75	0.65	0.74
年齢別資源重量 (ton)(雌)														
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	48.8	62.6	54.6	47.8	121.8	285.0	316.3	174.3	187.3	148.3	161.1	130.9	101.6	47.8
2	53.2	45.9	58.4	49.6	68.4	177.8	283.2	270.2	199.2	174.9	165.2	184.3	140.2	107.7
3	38.9	32.2	35.5	39.2	33.0	60.9	122.8	159.2	123.9	106.7	85.9	99.7	85.4	78.3
4	18.7	22.5	18.8	20.7	20.3	20.7	31.2	56.6	58.9	52.9	38.5	36.1	41.4	39.3
5+	25.8	28.1	33.6	34.0	33.1	34.4	40.7	45.9	60.4	61.3	65.4	52.9	51.0	59.8
Total	185.4	191.2	200.9	191.3	276.7	578.7	794.3	706.2	629.5	544.0	516.2	503.8	419.6	332.9
SSB	83.4	82.8	87.9	93.9	86.4	115.9	194.8	261.7	243.1	220.9	189.8	188.6	177.8	177.4
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
1	52.3	60.2	62.2	20.4	50.9	336.6	495.3	153.3	233.9	140.6	170.6	138.5	106.9	49.1
2	37.0	23.9	40.1	24.9	37.9	200.3	271.6	201.5	185.6	145.2	118.5	157.8	104.9	60.4
3	3.7	2.2	4.2	2.7	3.8	19.8	25.4	21.9	18.4	15.0	11.9	16.1	10.8	6.6
4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	1.4	2.4	1.5	1.6	1.2	1.1	1.3	1.1
5+	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.9	1.9	2.2	1.9	1.9	1.0	1.4	1.7
合計	93.7	87.2	107.5	49.0	93.2	557.6	794.6	381.0	441.5	304.2	304.1	314.4	225.4	119.0
漁獲量(t)	54.5	47.6	62.3	31.3	54.6	313.9	443.2	240.4	261.1	186.7	177.9	193.3	137.8	76.5
年齢別資源尾数(x10 ³ 尾)(雄)														
年齢/年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	107.4	135.7	118.6	129.1	413.6	828.1	900.1	479.7	509.0	372.9	451.8	326.6	221.9	115.3
2	48.7	37.5	52.5	37.5	82.5	277.2	347.9	263.9	238.3	190.0	166.3	201.3	132.1	78.5
3	6.7	5.3	8.1	5.5	7.2	30.8	39.1	31.2	27.7	21.8	19.9	25.0	17.5	10.3
4	2.4	1.9	2.2	2.6	1.9	2.3	6.5	8.0	5.0	5.4	3.8	5.0	5.2	4.1
5+	2.8	3.5	3.5	3.5	3.9	4.0	4.1	6.3	7.3	6.4	6.1	4.9	5.8	6.2
合計	168.1	183.9	184.9	178.2	509.2	1,142.4	1,297.7	789.1	787.4	596.4	647.8	562.7	382.6	214.4
F-Matrix(雄)														
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	0.80	0.70	0.90	0.20	0.15	0.62	0.98	0.45	0.74	0.56	0.56	0.65	0.79	0.66
2	1.97	1.29	2.00	1.39	0.73	1.71	2.16	2.01	2.14	2.01	1.65	2.19	2.30	2.06
3	0.99	0.65	0.88	0.80	0.90	1.30	1.34	1.57	1.39	1.50	1.13	1.31	1.20	1.31
4	0.15	0.18	0.23	0.21	0.13	0.17	0.28	0.42	0.41	0.40	0.45	0.28	0.33	0.37
5+	0.15	0.18	0.23	0.21	0.13	0.17	0.28	0.42	0.41	0.40	0.45	0.28	0.33	0.37
Weight.Aveg.	1.27	0.85	1.30	0.84	0.42	1.03	1.39	1.34	1.35	1.29	1.00	1.46	1.51	1.40
Fbar	0.81	0.60	0.85	0.56	0.41	0.79	1.00	0.97	1.02	0.98	0.85	0.94	0.99	0.95
年齢別資源重量 (ton)(雄)														
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	48.2	60.9	53.2	57.9	185.5	371.5	403.8	215.2	228.3	167.3	202.7	146.5	99.5	51.7
2	34.3	26.4	37.0	26.4	58.1	195.2	245.0	185.8	167.8	133.8	117.1	141.7	93.0	55.3
3	6.9	5.4	8.2	5.7	7.4	31.5	40.0	32.0	28.3	22.3	20.3	25.5	17.9	10.5
4	3.4	2.7	3.0	3.7	2.7	3.2	9.1	11.2	7.1	7.5	5.3	7.0	7.4	5.8
5+	5.8	7.3	7.4	7.4	8.1	8.2	8.6	13.1	15.3	13.3	12.7	10.3	12.2	13.0
Total	98.6	102.7	108.9	101.0	261.9	609.7	706.4	457.3	446.8	344.2	358.1	331.0	230.1	136.2
SSB	16.2	15.5	18.7	16.7	18.2	43.0	57.7	56.3	50.6	43.1	38.3	42.8	37.5	29.2

に維持すれば、長期的には資源を維持できると考えられる。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効果であると考えられる。

（２）資源と海洋環境の関係

仙台湾～常磐沿岸の海洋環境と卓越年級の発生年の関係を解析した結果、8月の高水温が卓越年級発生必要条件である可能性が示唆された（高橋ほか2004）。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。従って、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。

（３）種苗放流効果

種苗放流効果を数量的に評価する段階には至っていないが、近年の漁獲量の安定には種苗放流が寄与している可能性がある。

6. 2006年ABC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。しかしここ数年は加入量水準が低く、資源量は低位水準である。2003年級群の豊度は非常に低水準であった2002年級群よりも高く、2004年級群も比較的高いと予想されることから、資源量は当面は横ばいに推移すると予想される。5年後（2010年）の産卵親魚量（雌のみ）が過去14年間の中位水準（福島県の産卵親魚量177トン）であることを目標として、 F_{limit} を設定した。

（２）ABC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。例えば2002年度の1歳は2002年7～2003年6月の1歳を指す。2006年のABCは、2006年7月～2007年6月（2006年度）の期間を対象として算出した。コホート解析に用いたデータは福島県の1990～2003漁獲年度（2004年6月まで）までである。また、2004年7～12月の1+歳（2003年級）の漁獲尾数を計算し、以降のシミュレーションに用いた。

2010年度の産卵親魚量が過去14年間の中位水準である177トン（福島県）になることを管理目標とした。2004年度および2005年度の雌の漁獲係数は、2003年度の雌のコホート解析より得られた値（直近年5年の平均）と同じ値を用いた。また、2004年度の1歳の資源尾数は、2004年度の1歳の漁獲尾数（2004年7～12月の1+歳の漁獲尾数に、7～12月と翌年1～6月の漁獲尾数の関係式から推定される2005年1～6月の1+歳の漁獲尾数を加えた値）、自然死亡係数、および漁獲係数を用いて算出し、2005年度以降の1歳の資源尾数は2002年度と2003年度の1歳の資源尾数の平均値と同じ値であると仮定した。2006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、2003年度のFの0.69倍にすると、2010年度の産卵親魚量が177トンとなった（図10）。従って $0.69 \times F_{current}$ を F_{limit} と

して、雌雄それぞれについて2006年度（2006年7月～2007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）の漁獲量の割合（5.06倍）で引き延ばした（図11）。その結果、太平洋北部系群の許容漁獲量の上限值（ABC_{limit}）は1.16千トン、許容漁獲量の目標値（F_{target}、0.8×F_{limit}）は1.09千トン（ABC_{target}）となった。

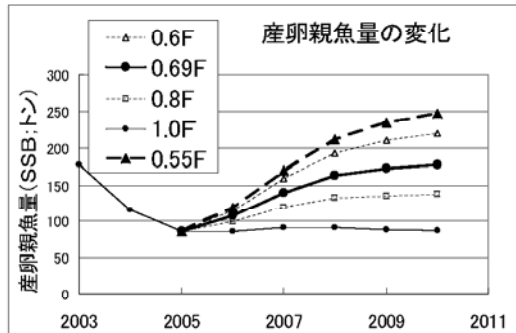


図10. Fを変化させた時の産卵親魚量の変化。福島県のデータを使用。

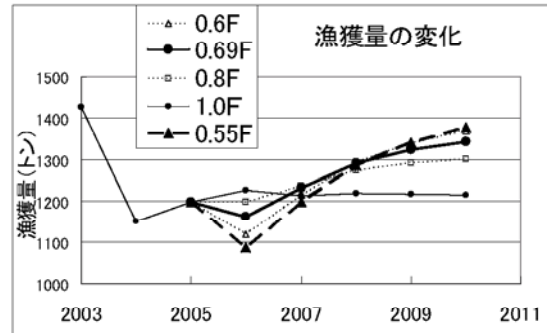


図11. Fを変化させたときの漁獲量の変化。福島県のデータを用いて、太平洋北部系群全体に引き延ばした。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	1.16千トン	F _{sim}	0.59	42%
ABC _{target}	1.09千トン	0.8×F _{sim}	0.47	37%

10トン未満を四捨五入 F_{sim} = 0.69 × F_{current}

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。しかし、近年と同様に漁獲加入量水準が低かった1990年代前半の漁獲量が1,000トン前後で推移していたことと比較すると、これらの値は現実的である。また、これらの値は漁獲加入量水準に強く依存して変化するので、年齢別漁獲尾数を正確にモニタリングし、漁獲加入量水準を高精度で推定することが重要である。

（３）漁獲圧と資源動向

2005年以降の漁獲加入年齢（1+）の資源量が一定であると仮定すると、F値がF_{limit}で一定であった時の産卵親魚量は2010年にはほぼ収束値に達する（図10）。また、この仮定でFが現状のままだと、2010年の産卵親魚量は2003年の49%まで減少する。

（４）ABCの再評価

本評価票で用いたデータを使用し、本年と同じ管理基準で再評価した（単位：千トン）。

評価対象年	管理基準	資源量	ABC _{limit}	ABC _{target}	漁獲量
2004年当初	Cave6-yr		2.3	1.8	1.16
2004年再評価	F _{sim}	2.41	0.86	0.73	
2005年当初	F _{sim}		1.19	1.14	
2005年再評価	F _{sim}		0.93	0.80	

7. ABC以外の管理方策への提言

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。ヒラメの成長が早いこと、漁獲物が1歳と2歳が主体であることを考えると、全長規制サイズをさらに大きくすることが有効である可能性が高い。しかし適切な規制サイズの信頼できる値を解析により導き出すためには、精度の高い生活史特性値およびその年変動を調べる必要がある。また、再放流した後の生残率とその変動要因（例えば全長、気温、水温、船上に放置されている時間など）を把握することも重要である。

8. 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.
- 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.
- 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 *Palulichthys 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.
- 高橋一生・杉崎宏哉・栗田豊・神山孝史（2004）ヒラメ（仙台湾ー常磐北部沿岸域）．漁場生産力変動評価・予測調査報告書（平成15年度），22-29.
- 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.
- 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.
- 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

南部（福島県）および北部（青森県）の漁獲データを用いて行ったコホート解析の詳細

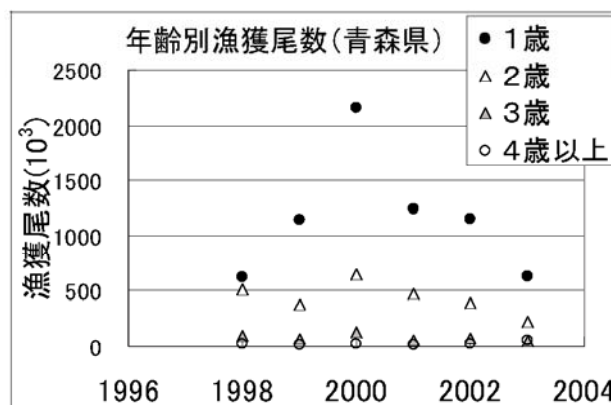
1. 福島県

福島県水産試験場が市場調査結果を基に推定した1990年以降の月別の漁獲物体長組成（天然魚）に、複数年にわたって採集した個体を用いて作成した性別のage-length key（プールA-L key）を適用して、雌雄それぞれについて年齢分解した。産卵期が5－8月、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、2003年度1歳の漁獲尾数は、2003年7－12月および2004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詳細な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1－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。



補1－図1. 青森県（太平洋北区）における年齢別漁獲尾数.

青森県の年齢別漁獲尾数の結果（補1－図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大きな特徴である。また、1歳漁獲尾数の年変動は、福島県では1996年（1995年級）以降減少傾向であったのに対し、青森県では2000年（1999年級）にピークが認められた。

補1－表1. 青森県の漁獲データに適用したコホート解析の結果.

年齢別漁獲尾数(x10 ³ 尾)(雌)						
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	428.5	833.6	1533.6	873.4	815.8	444.3
2	385.6	273.3	457.3	314.9	272.8	149.3
3	68.3	46.2	95.1	43.6	56.5	38.5
4+	12.5	7.4	16.2	11.4	14.9	42.8
合計	894.8	1160.5	2102.2	1243.4	1160.1	674.8
漁獲量(t)	470.9	496.0	898.7	539.1	513.8	348.4

年齢別資源尾数(x10 ³ 尾)(雌)						
年齢/年	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	1045.2	1676.0	2327.7	1433.6	1177.4	753.1
2	586.1	461.4	608.1	506.1	375.6	220.0
3	88.1	74.6	127.9	81.2	126.7	58.8
4+	18.0	11.8	21.8	21.2	33.4	65.5
合計	1737.4	2223.8	3085.6	2042.0	1713.2	1097.3

F-Matrix(雌)						
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	0.61	0.80	1.32	1.13	1.47	1.06
2	1.31	1.07	1.80	1.18	1.64	1.40
3	1.97	1.17	1.75	0.91	0.68	1.30
4+	1.97	1.17	1.75	0.91	0.68	1.30
Weight.Aveg.	1.03	0.88	1.44	1.13	1.46	1.17
Fbar	1.46	1.05	1.65	1.03	1.12	1.26

年齢別資源重量 (ton)(雌)						
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	329.3	528.1	733.5	451.7	371.0	237.3
2	370.2	291.5	384.1	319.7	237.3	138.9
3	91.2	77.2	132.4	84.0	131.1	60.9
4+	31.2	20.5	37.9	36.8	58.1	113.7
Total	822.0	917.2	1287.9	892.2	797.5	550.8
SSB	122.4	97.6	170.3	120.8	189.2	174.6

年齢別漁獲尾数(x10 ³ 尾)(雄)						
年齢/漁期年	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	188.6	314.5	624.3	369.0	340.2	182.8
2	126.8	101.0	184.5	156.4	117.8	70.4
3	24.3	16.6	29.4	15.5	18.1	11.0
4+	8.0	4.9	8.4	4.5	8.0	12.7
合計	347.7	437.0	846.6	545.4	484.2	276.9
漁獲量(t)	144.3	156.9	299.2	199.1	177.2	108.9

年齢別資源尾数(x10 ³ 尾)(雄)						
年齢/年	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	432.4	682.8	1001.4	621.1	515.8	322.5
2	183.8	170.3	254.3	228.9	158.1	101.5
3	35.8	31.2	43.5	35.2	40.3	19.1
4+	13.0	8.6	12.5	10.3	17.7	22.2
合計	665.0	893.0	1311.7	895.5	731.9	465.3

F-Matrix(雄)						
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	0.68	0.74	1.23	1.12	1.38	1.03
2	1.52	1.11	1.73	1.49	1.86	1.54
3	1.47	0.92	1.45	0.69	0.71	1.05
4+	1.47	0.92	1.45	0.69	0.71	1.05
Weight.Aveg.	1.06	0.83	1.34	1.21	1.46	1.16
Fbar	1.28	0.93	1.46	1.00	1.17	1.17

年齢別資源重量 (ton)(雄)						
Age/Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	120.2	189.8	278.3	172.6	143.3	89.6
2	93.9	87.0	129.9	116.9	80.7	51.8
3	27.1	23.7	33.0	26.7	30.5	14.5
4+	14.2	9.4	13.7	11.2	19.4	24.2
Total	255.4	309.8	454.8	327.4	274.0	180.1
SSB	41.4	33.0	46.7	37.9	49.9	38.7

コホート解析の結果（補1－表1）、青森県における漁獲係数Fは雌雄それぞれ1.26、1.17と、福島県（0.74および0.95）に比べて高い値となった。このことは、青森県における漁獲物が若齢個体（小型個体）に偏っていることから、妥当な結果であると考えられる。

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。

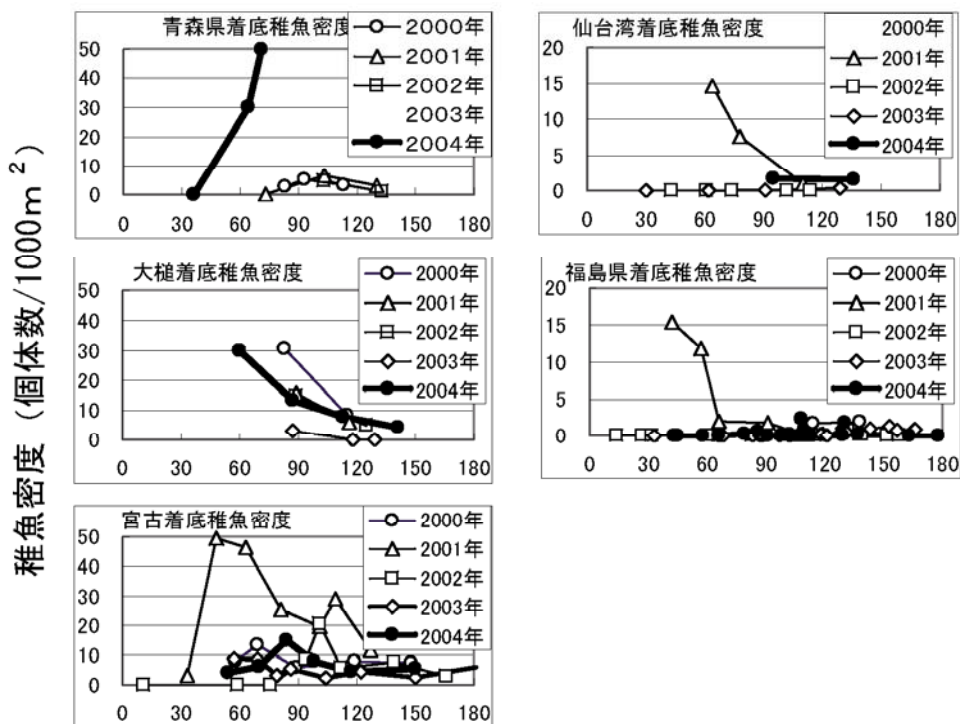
補足資料 2

新規加入量調査の結果

東北海区では、2000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、2002年は170曳網、2003年は260曳網、2004年は282曳網を行った。2002年級は北部の水域（青森県、岩手県、栽培漁業センター）では過去5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2－図1）。一方、2003年級は北部の水域で2000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。また、2004年は青森県では非常に多く、南部の水域も多かった。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一致しており、漁獲加入量の指標となる可能性がある。

なお、新規加入量調査の詳細は、栗田ほか（2003、2004、2005）（東北底魚研究23、24、25号）を参照のこと。



6月1日を起算日とした日数

補2－図1. 2000～2004年の青森～福島県におけるヒラメ着底密度。