

平成16年ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（鈴木 健吾、奥石 裕一、吉村 拓）

参画機関：鳥取県水産試験場、島根県水産試験場、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本系群のヒラメ推定資源量は1996年までは3,800トン前後で安定していたが、1997年から減少に転じ、現在の資源水準は低位、資源動向は横ばいと判断された。2005年の生物学的許容漁獲量ABCを下表のように算出した。ただし、2003年以降の再生産成功率（1歳魚資源尾数／産卵親魚量）が1998年から2002年の平均的なレベルで続き、2005年以降漁獲係数が変化しないと仮定した。資源状態が安定していたと考えられる1987年から1995年までの産卵親魚量の平均値を B_{limit} （2,361トン）とし、2014年に産卵親魚量が B_{limit} に回復するように探索的に F_{rec} （=0.54）を求め、これを F_{limit} とした。さらに不確実性を見込んで $\alpha=0.8$ を乗じた値を F_{target} （=0.43）とした。

	2005年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	1,260トン	F_{rec}	0.54	39%
ABC_{target}	1,060トン	$0.8 F_{rec}$	0.43	33%

ABCの値は1の位を四捨五入。F 値は各年齢の平均値。ABCには0歳魚は含まれない。

（資源量・漁獲量・F値・漁獲割合）

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合
2002	3,000	1,100	0.47	37%
2003	3,158	1,232	0.52	39%
2004	3,120	-	-	-

2004年の資源量は現状の再生産関係に基づいた予測である。なお、資源量には0歳魚は含まれていない。

水準：低位 動向：横ばい

1. まえがき

2002年には全国のヒラメの漁獲量6,548トンに対し、約19%にあたる1,232トンが日本海西部（鳥取県以西）から九州西岸（鹿児島県佐多岬以西）で漁獲されている。本報告では、この海域に分布するヒラメを単一系群として扱う。東シナ海における以西底びき網漁業による漁獲は含んでいない。なお、2002年（平成14年）の資源評価から太平洋南部系群との調整により鹿児島県の一部地域（錦江湾周辺）を東シナ海系群に含むこととしたため、資源は若干大きくなっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、鳥取県から山口県にかけての日本海西部海域と福岡県から鹿児島県にかけての九州西岸海域にかけて広く分布する（図1）。1989～1993年に実施した成魚の標識放流結果では、福岡県から長崎県にかけての海域において個体の活発な交流が認められた。



図1 ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

(2) 年齢・成長

成長はふ化後1年で全長25～30 cm、2年で36～46 cm、3年で44～58 cm、4年で47～67 cm、5年で49～73 cmである。幼魚は5月頃に内湾及び河口域で水深10m以浅の細砂底に多く分布する。2～3ヶ月間を浅海域の成育場で過ごし、成長とともに深い海域へ移動、分散していく。

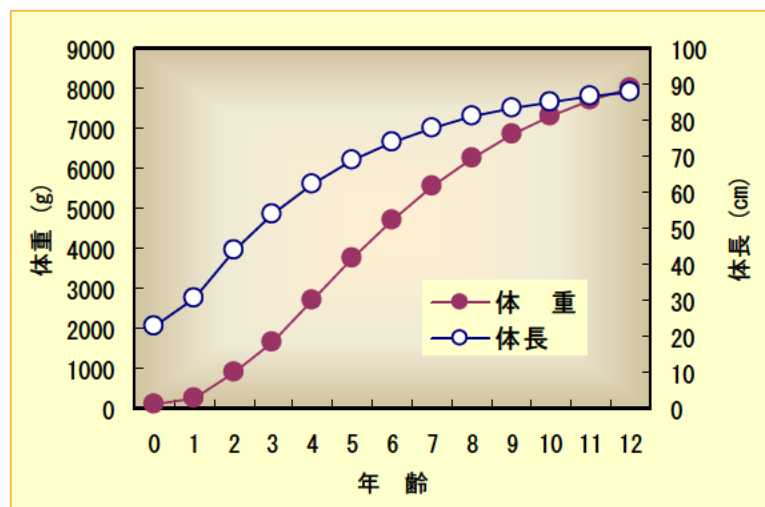


図2 ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成長

(3) 成熟・産卵

ふ化後2年で約半数が産卵群に加入し、3年後に全加入する。寿命は12年である。産卵期は南ほど早く、鹿児島沿岸では1月から3月、北九州沿岸では2月から4月、長崎から熊本沿岸では2月から3月、鳥取沿岸では3月から4月である。

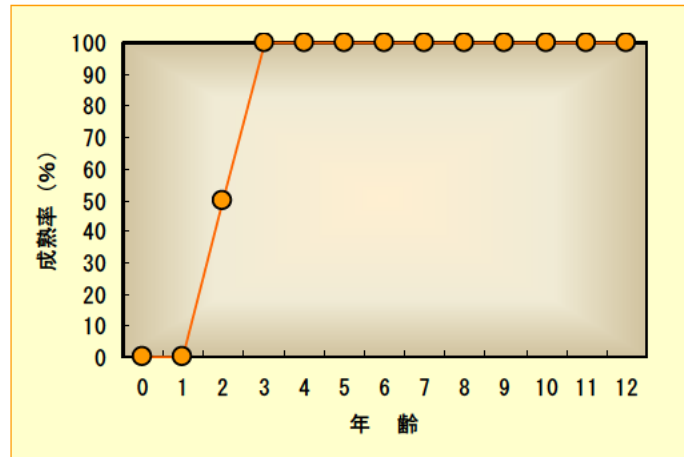


図3 本系群ヒラメの成熟率

(4) 被捕食関係

稚魚から幼魚はかいあし類、アミ類、端脚類などの小型甲殻類を主に食べるが、成長に伴い、魚類、エビ類、イカ類、貝類など大型の生物を餌とする。着底期稚魚の捕食者として同種のヒラメ、アイナメ、ホウボウ、ハゼ類等が報告されている。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群の漁獲は刺網によるものが約50%と最も多く、次いで小型底びき網（約20%）、釣り・延縄（約13%）、定置網（約10%）、その他（約7%）と様々な漁法により漁獲されている。2003年の県別漁獲量は、長崎県が399トンと最も多く、福岡県282トン、島根県185トンと続いている。体長制限による0歳魚の漁獲規制が行われており、漁獲対象はほとんどが1歳以上の個体と考えられる。本系群における遊漁によるヒラメの漁獲状況は十分把握されていないが、平成9年の遊漁採捕量調査では遊漁採捕量は年間約15トンと小さい。そこで、本報告では遊漁の影響は無視できるとした。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は1970年の1,000トンから増加傾向を示し、1984年には1,980トンと最高を記録した後、1997年までは1,500トンから2,000トンの間で推移していた。しかし、1998年以降減少傾向を示し、2003年の漁獲量は1,232トンであった（図4）。日本海西部海域（鳥取県、島根県、山口県）では1997～99年にかけて大きな漁獲量の減少があり、漁獲量が低い水準で推移している。九州西岸海域（福岡、佐賀、長崎、熊本、鹿児島）においても1999年より漁獲量は低い水準となっている。全国のヒラメ漁獲量は増減を繰り返しながら5,500トンから8,900トンで推移しており、1997年に8,361トン記録してから、2000年には7,572トンへ減少している。全国のヒラメ漁獲量に対して本系群の占める割合は1997年には21%であったが、2000年には15%台に減少した。

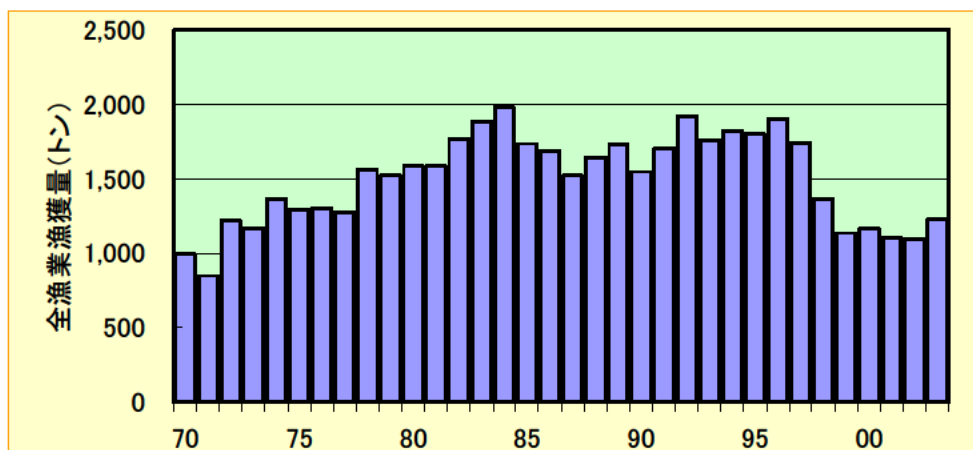


図4 本系群ヒラメの漁獲量の推移

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

既存の漁業種類別の年齢組成資料（資源管理型漁業推進事業成果）または最近年の体長測定資料と漁業種類別漁獲量を用いて各県ごとに漁業種類別年齢別漁獲尾数を推定し、それらを合計して得られた系群全体の年齢別漁獲尾数（1986～2003年）を用いてコホート解析を行った。0歳魚の漁獲規制が行われているため、資源への加入年齢は1歳とした。県によって推定されるヒラメの最高齢が違うので、7歳魚以上の漁獲尾数を7+歳魚として計算した。年別年齢別資源尾数の算出の際には、漁獲は漁期の中央で行われるものとした(Pope 1972)。推定した資源尾数に年令別平均重量を乗じ、総和したものを資源量（トン）とした。産卵親魚量は2歳魚の資源量の半分と3歳以上の資源量を総和した値とした。

(2) 資源量指標値の推移

本系群のヒラメは多種類の漁業によって漁獲されているため漁獲努力量の把握が困難である。このため漁獲努力量による漁獲量の標準化には至っておらず資源量指数は算定していない。資源評価は漁獲物の年齢組成により判断するコホート解析（前述）により行っている。

(3) 漁獲物の年齢組成

本系群ヒラメの年令別漁獲尾数は、1986年から1996年までは概ね横ばいの傾向である。しかし、1997年から若齢魚の個体数が減少する傾向にある。また、1999年に減少した7+歳以上の個体数が2002年から増加に転じている（図5）。

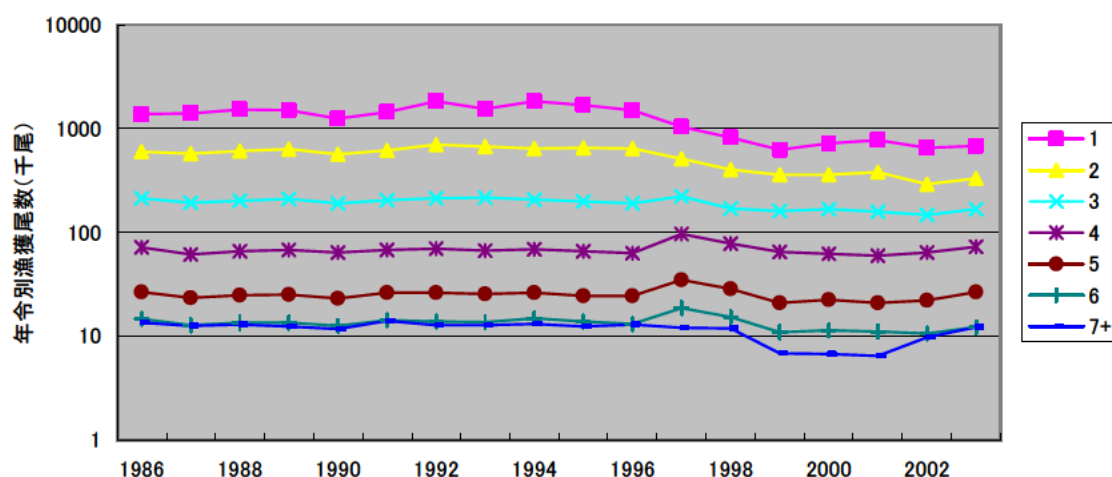


図5 本系群ヒラメの年令別漁獲尾数

(4) 資源量の推移

本系群ヒラメの資源量は1997年頃から大きく減少し、低い水準にあるが近年はやや増加傾向にある(図6)。一方、漁獲割合は40~50%の間で推移しており大きな変動は見られない。本系群ヒラメの産卵親魚量は1997年まで2,300トン程度で推移し、1998年以降減少したが、2000年以降増加に転じた。一方、1歳魚の加入量は1997年頃から減少しており、産卵親魚量の減少より先に加入量の減少が起きている(図7)。産卵親魚量あたりの加入量は1996年から低下傾向にあり、2003年まで低水準が続いている(図8)。再生産関係図(図9)を見ると、1986~1995年の再生産関係は親魚量が2400トン前後に対して、1歳魚加入量が3,200千尾程度と安定していた(図中赤丸の範囲)が、その後1996、1997年に1歳魚の加入量が減少し、続いて産卵親魚量の減少が起きている。2000年以降、産卵親魚量は増加に転じたが、翌年の1歳魚加入量は増加が見られない。

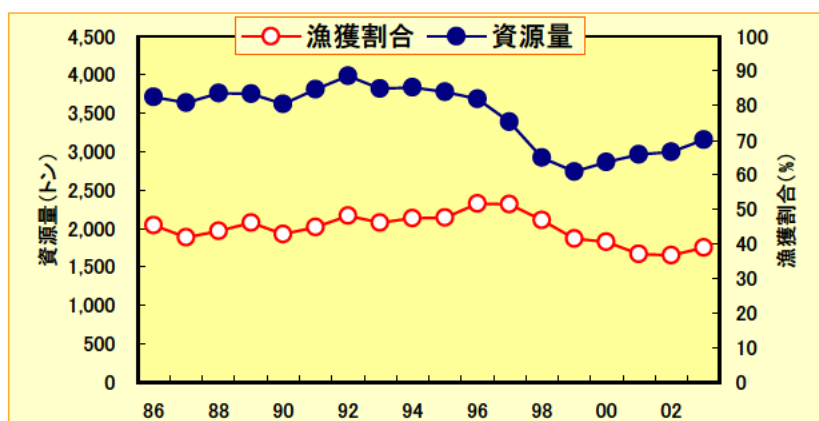


図6 本系群ヒラメの資源量と漁獲割合の推移

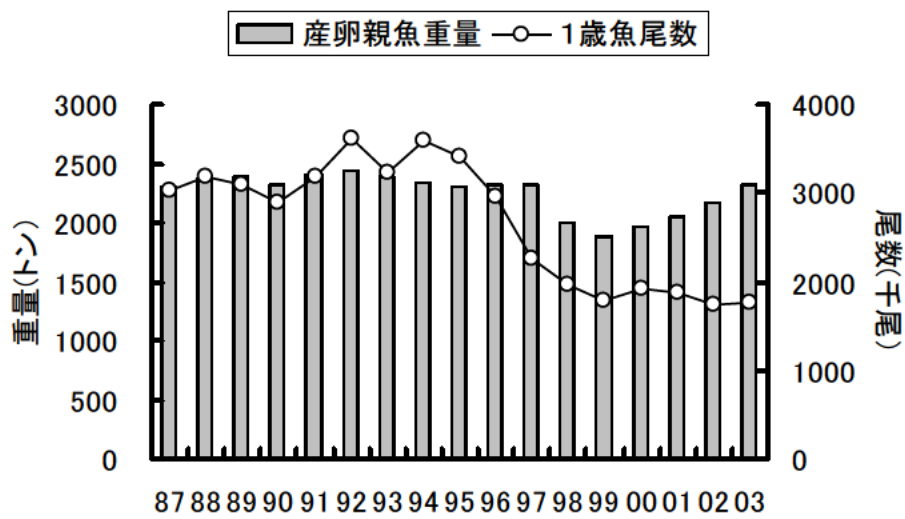


図7 本系群ヒラメの産卵親魚量と1歳魚尾数の経年変化

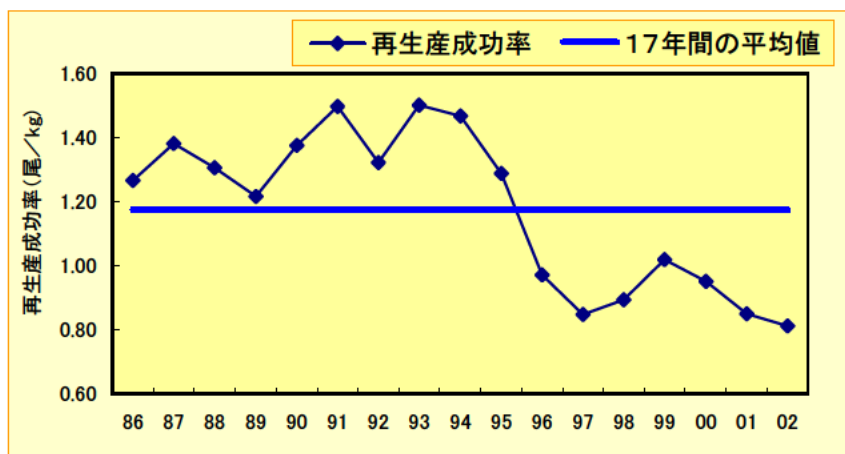


図8 再生産成功率（翌年の1歳魚加入量/産卵親魚量：RPS）の経年変化

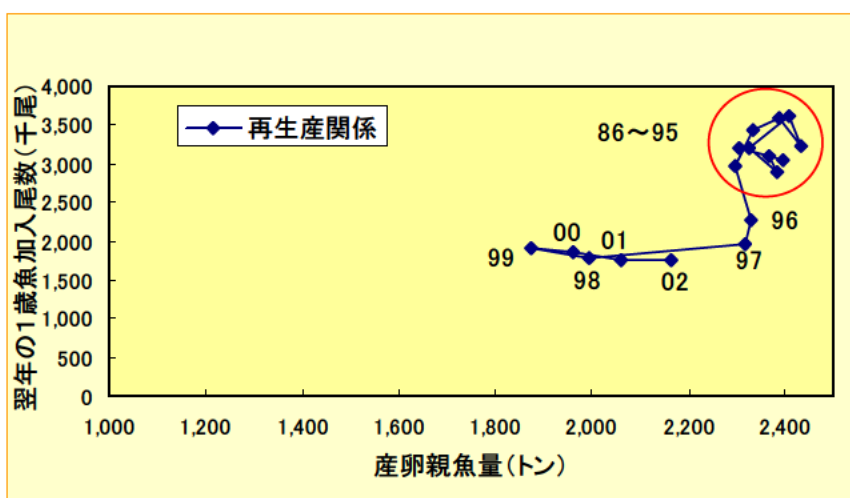


図9 再生産関係図

本報告のコホート解析では、自然死亡係数（ M ）を寿命から推定し $M=0.208$ とした（田中 1960）。この M の推定値がもたらす誤差によって、コホート解析の結果がどの程度影響を受けるか試算した（図 10）。その結果、 M の推定値に10%の誤差があった場合、その誤差により資源量、産卵親魚量、および1歳魚加入尾数の推定値が受ける影響は全体のほぼ3~4%程度と計算された。

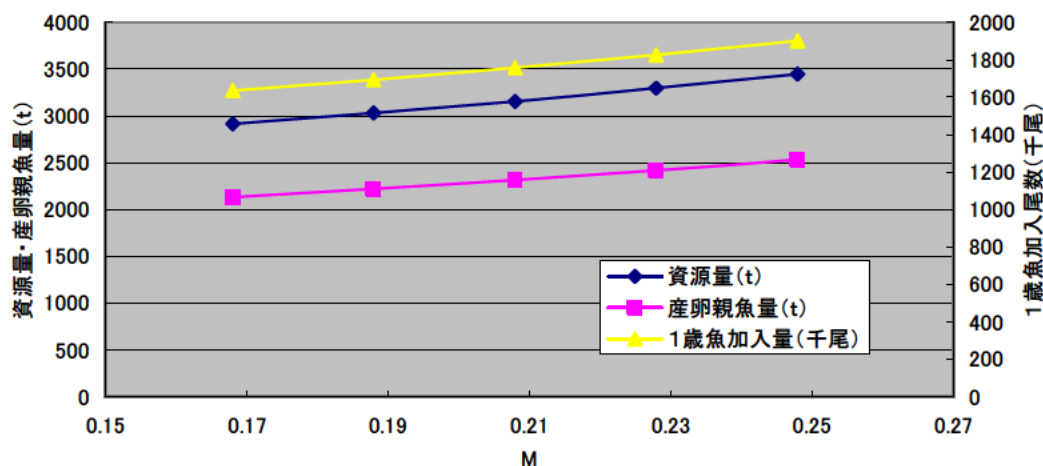


図 10 M を変化させた場合の資源量、産卵親魚量、および1歳魚加入尾数の推定値の変化

（5）資源の水準・動向

本系群の資源水準は1998年以降3,000トン以下に落ち込み、その後2000年から緩やかに増加している。しかし2003年の推定資源量は3,158トンであり、1986以降の資源量の変動幅と比較すると依然として低水準にある（図 6）。産卵親魚量も1998年以降減少したが、2000年から増加に転じた（図 7）。以上のようにコホート解析の結果からは、資源量はやや増加傾向にあると考えられる。しかし、コホート解析は最近年の高齢魚の漁獲状態に大きな影響を受けるため、資源動向の判断には慎重を要する。一方、2003年の漁獲量は前年と比較して微増したに過ぎず、再生産成功率は1996年以降も依然として低い水準にある。このため、今後加入量が急激に増加する見込みは薄く、資源の減少傾向には歯止めがかかったが、明瞭な増加傾向とは言えないと判断した。

5. 資源管理の方策

（1）資源と漁獲の関係

コホート解析より推定した本系群ヒラメに対する漁獲係数（ F ）の年齢平均値は、1986年から1996年の間で0.6~0.7の間に収まっており大きな変化は見られない。1997年では $F=0.8$ と高くなったが、その後2003年には0.5程度まで下がっている（図 11）。現状の F （ F_{current} ）の大きさは、 $F_{30\% \text{spr}}$ 、 F_{max} のいずれよりも大きく（図 12）、これらの基準値からは乱獲傾向と判断されるが、産卵親魚量の回復を目標とした限界値（ F_{limit} ）の値はクリアしている。産卵親魚量と漁獲係数 F の関係を図に示したPrecautionary approach plot では、両者の間には明瞭な関係は見いだせなかった（図 13）。

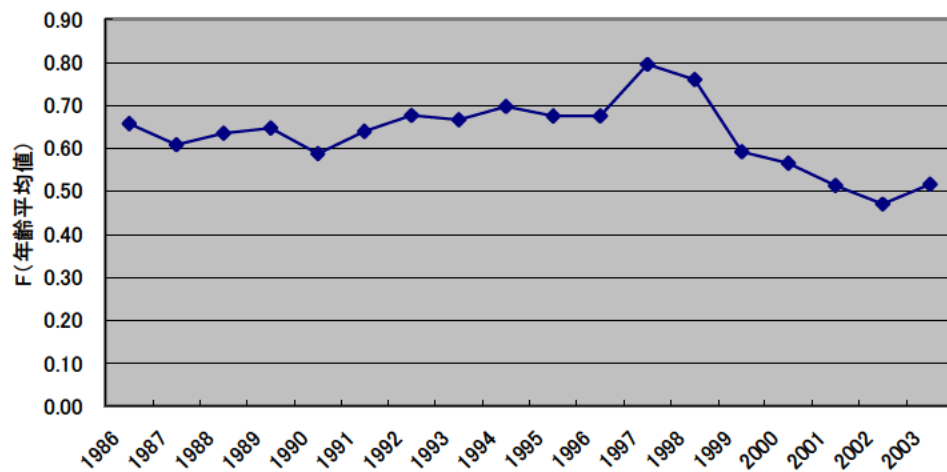


図 1.1 コホート解析により推定されたF値の経年推移

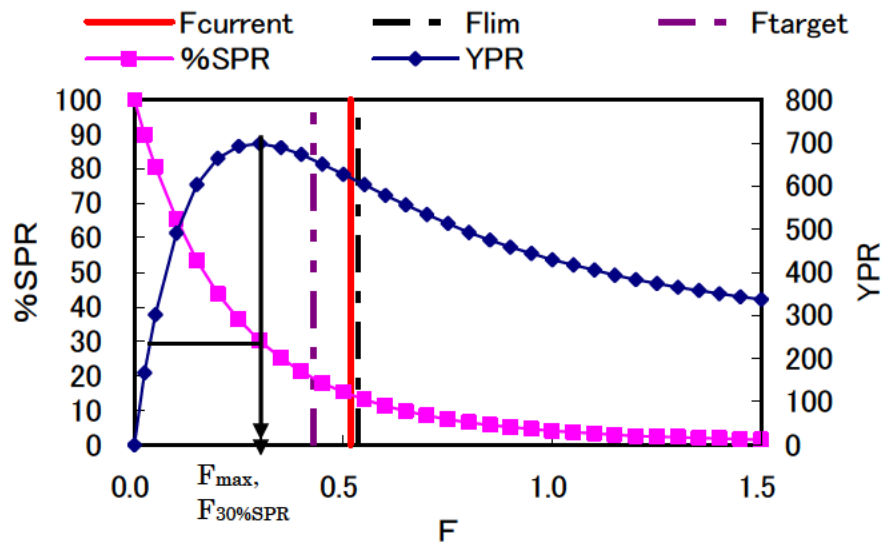


図 1.2 本系群ヒラメのSPR、YPR図

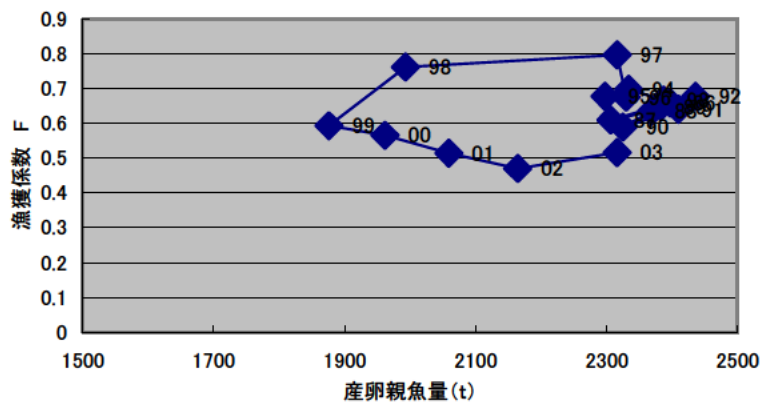


図 1.3 Precautionary approach plot

(2) 資源と海洋環境の関係

本系群ヒラメ資源の減少傾向は、1997年前後に再生産成功率が低下し加入量が減少したことが発端と考えられる。再生産成功率低下の原因については明らかではないが、ひとつの要因としてヒラメ貧血症が本系群に拡大した可能性が考えられる。

(3) 種苗放流効果

本系群では人工種苗由来の個体と天然個体を区別してデータを得ることが出来ないため、人工種苗の添加効率を求めることは困難である。本系群における人工種苗放流数と翌年の1歳魚加入数を比較した場合、人工種苗放流数の増加にもかかわらず1歳魚の加入数は減少している(図14)。したがって、1996年以降の再生産成功率の低下を補償できるほどには種苗放流の効果は得られていないと考えられる。

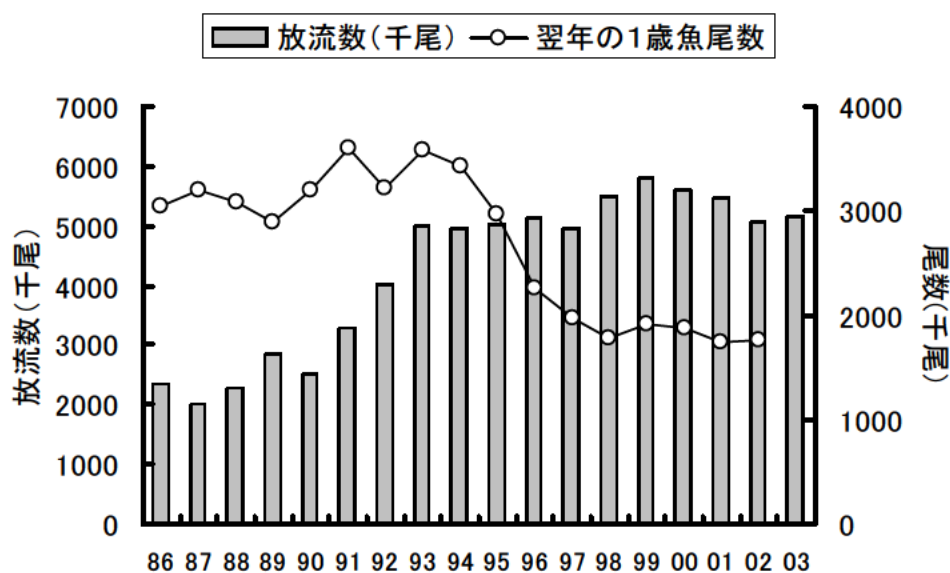


図14 人工種苗放流数と1歳魚加入数推定値の推移

6. 2005年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群のヒラメでは1996年から再生産成功率が低下し、引き続いて産卵親魚量が減少したため、近年資源量が減少したと考えられる。再生産成功率は依然として低水準であるが、2000年からは産卵親魚量が少しずつ増加する傾向にあることから、資源の減少には歯止めがかかったものと考えられる。一方、コホート解析により推定された2003年の漁獲係数は0.52で F_{max} より大きく、依然として成長乱獲傾向である。しかし、過去5年間の平均と同じ再生産関係が続くとすれば産卵親魚量の緩やかな回復が見込める値となっている。

(2) ABCの算定

本系群では、資源量の動向に再生産成功率が関与していると考えられる。しかし、近年の再生産成功率の推移を見ると、再生産成功率が急激に回復することは期待できない。したがって資源回復のためには漁獲水準を適度な水準に維持して産卵親魚量を増加させ、新規加入尾

数の増加に結びつける必要がある。そこで、産卵親魚量を、漁獲量が安定していた1990年代初頭と同等レベルの2,361トンまで10年かけて回復させることを資源管理目標とした。

2005年のABCを求める際には、2004年と2003年は同じ $F (=0.52)$ 、2004年以降の年齢別選択率は2003年と同様、2005年以降の F は一定、再生産成功率は1998年から2002年の平均的レベルで推移するとした。以上の条件の下で、2014年の産卵親魚量が B_{limit} ($=2,361$ トン) と等しくなるように探索的に F_{rec} を求め、これを F_{limit} ($=0.54$) とした。なお、2004年以降の1歳魚の資源尾数は、2000年から2002年までの再生産成功率の平均値に前年の産卵親魚量を乗じたものと仮定した。

コホート解析により、現状の $F (=0.52)$ による2004年の漁獲量は1,189トン、2004年初めの資源量は3,120トン、2005年初めの資源量は3,219トンと推定された。2005年の操業において $F_{\text{limit}} (=0.54)$ で漁獲した場合、 ABC_{limit} は1,260トンと算定された。さらに、不確実性を見込んで F_{limit} に $\alpha=0.8$ を乗じた値を F_{target} ($=0.43$) とすると、2005年の管理目標となる漁獲量の ABC_{target} は1,060トンと算定された。

(2005年ABC)

	2005年ABC (トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	1,260	F_{rec}	0.54	39%
ABC_{target}	1,060	$0.8 F_{\text{rec}}$	0.43	33%

ABCの値は1の位を四捨五入。F値は各年齢の平均値。ABCには0歳魚は含まれない。

(3) 漁獲圧と資源動向

以下にF値を変化させて試算した漁獲量および産卵親魚量の推定値の推移を示す。

前提 F (2004年) = F_{current} , 漁獲量 (2004年) = 1,189トン,
再生産成功率 (2003年以降) = 0.905 $F_{\text{sus}}=0.537$

F	基準値	漁獲量(千トン)					産卵親魚量(SSB,千トン)				
		2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
0.00		0	0	0	0	0	2259	3988	6500	9873	15301
0.05	$0.1F_{\text{sus}}$	160	251	373	546	807	2259	3769	5834	8490	12607
0.11	$0.2F_{\text{sus}}$	312	463	659	925	1310	2259	3562	5238	7306	10393
0.16	$0.3F_{\text{sus}}$	455	643	874	1175	1595	2259	3367	4706	6291	8572
0.22	$0.4F_{\text{sus}}$	591	793	1031	1329	1728	2259	3183	4229	5421	7073
0.27	$0.5F_{\text{sus}}$	719	919	1142	1411	1756	2259	3009	3803	4674	5840
0.32	$0.6F_{\text{sus}}$	841	1022	1215	1439	1715	2259	2844	3421	4033	4824
0.38	$0.7F_{\text{sus}}$	956	1106	1259	1428	1630	2259	2689	3079	3483	3987
0.43	F_{target}	1065	1174	1279	1390	1520	2259	2542	2773	3009	3297
0.49	$0.9F_{\text{sus}}$	1168	1227	1281	1334	1396	2259	2404	2498	2601	2728
0.52	F_{current}	1212	1247	1277	1304	1339	2259	2345	2386	2439	2508
0.54	$1.0F_{\text{sus}}$	1266	1268	1268	1265	1267	2259	2273	2252	2251	2258
	ほぼ F_{limit} に相当										
0.59	$1.1F_{\text{sus}}$	1359	1298	1244	1189	1140	2259	2149	2031	1948	1870
0.65	$1.2F_{\text{sus}}$	1446	1319	1212	1110	1018	2259	2032	1833	1688	1550

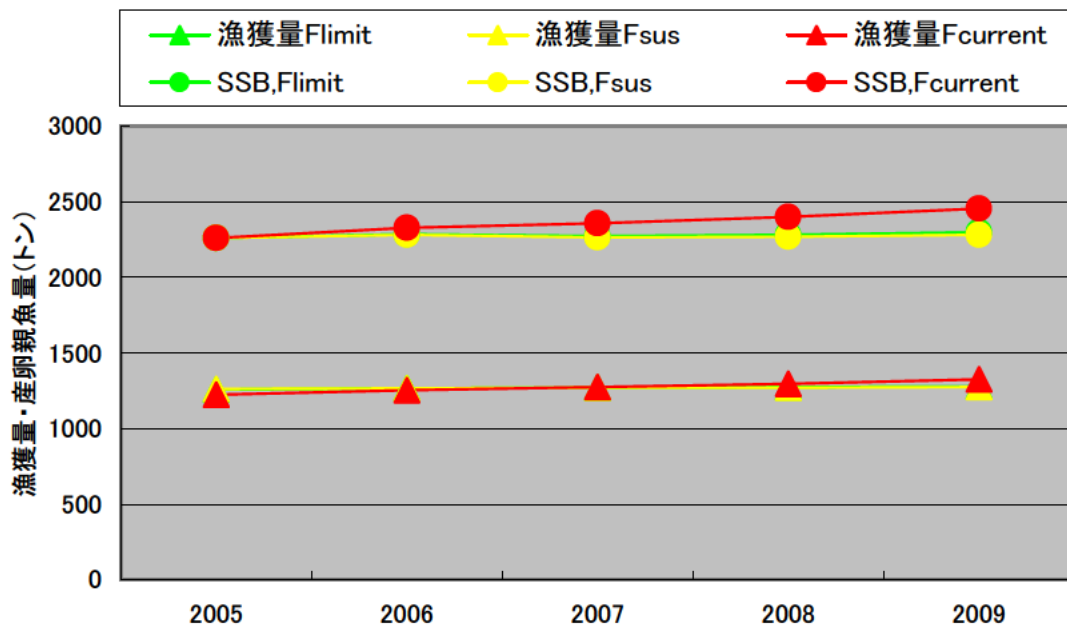


図 1 5 異なるF値による漁獲量と産卵親魚量推移予測の比較

(4) ABC_{limit}の検証

近年の再生産成功率の動向から、再生産成功率が1995年以前の水準まで急速に回復する見込みは少ないと考えられるが、試みに2004年以降の再生産成功率が1995年以前の水準（RPS=1.36）に回復した場合のABC_{limit}を試算した結果、F_{limit}は0.68, ABC_{limit}は1,831トンと試算された。現状の再生産成功率が0.91であるので、再生産成功率が1.5倍になるとABCもほぼ1.5倍になることになる。

(5) ABCの再評価

2003年当初の資源量推定値は、2001年までの漁獲データを、2003年の再評価と2004年当初は、2002年までのデータを、2004年再評価は2003年までのデータをそれぞれ用いて解析を行った数値である。再評価の資源量が大きくなる傾向があるが、これは近年の漁獲データで高齢魚の漁獲割合が高くなってきており（図16）推定されるFの値が年々小さくなる傾向にあるためと思われる。

評価対象年(当初・再評価)	管理基準	資源量(トン)	ABC _{limit}	target	漁獲量(トン)	管理目標
2003年(当初)	Frec	1,879	700	590		SSBの回復
2003年(2003年再評価)	Frec	2,252			1,232	同上
2003年(2004年再評価)	Frec	3,158				
2004年(当初)	Frec	2,134	770	630		同上
2004年(再評価)	Frec	3,120				同上

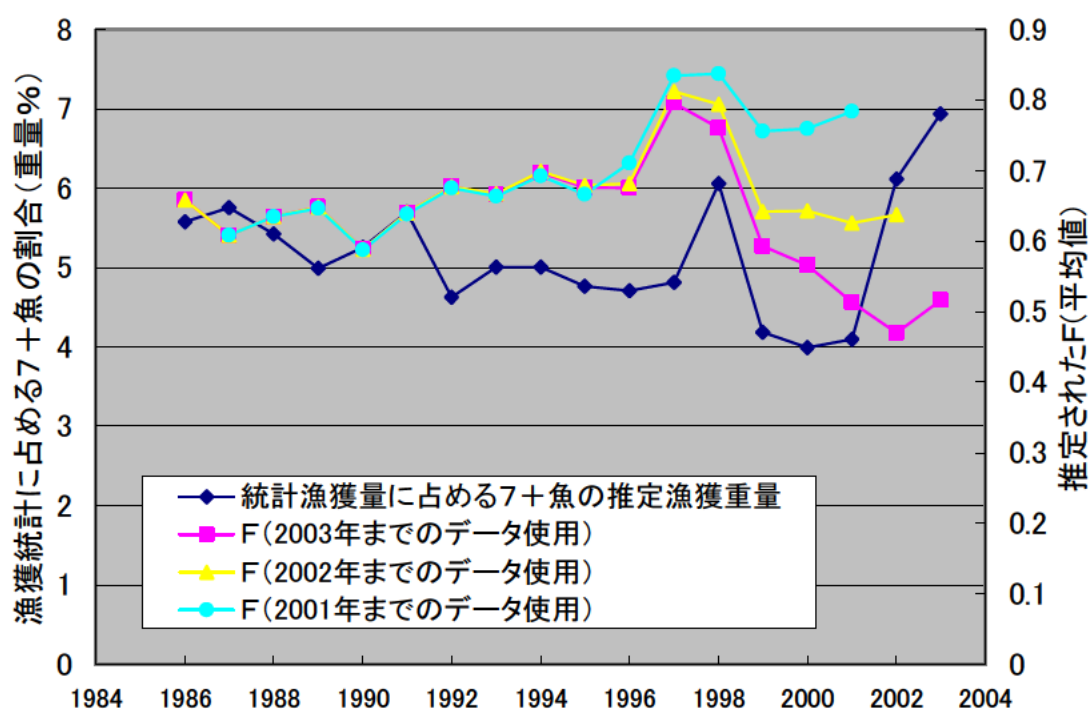


図 1 6 統計漁獲量に占める7+魚の割合の変化と推定されたFの平均値

7. ABC以外の管理方策への提言

漁業管理に直接関連しないが、ネオヘテロボツリウム感染によるヒラメ貧血症が資源動向に影響している可能性が考えられるため、病気感染の動向を把握する必要がある。

8. 参考文献

- 田中昌一 (1960)水産生物のPopulation Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, (28), 1-200.
- Pope, J.G. (1972)An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis.Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res., Bull., 9, 65-74.

添付資料 1

表1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数、及びコホート解析結果

漁獲尾数 年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	千尾 合計
1986	1,377	602	214	71	27	15	14	2,319
1987	1,392	573	192	62	23	13	13	2,268
1988	1,525	609	203	66	25	13	13	2,453
1989	1,492	633	210	68	25	14	12	2,455
1990	1,255	569	191	64	23	13	12	2,127
1991	1,430	617	205	68	26	14	14	2,374
1992	1,836	701	213	70	26	14	13	2,873
1993	1,545	669	217	67	26	14	13	2,550
1994	1,830	641	208	68	26	15	13	2,801
1995	1,682	650	198	66	24	14	12	2,646
1996	1,508	644	189	63	24	13	13	2,455
1997	1,043	512	223	97	35	19	12	1,940
1998	816	404	170	78	29	15	12	1,524
1999	621	358	160	65	21	11	7	1,243
2000	717	362	168	63	23	11	7	1,350
2001	768	381	159	60	21	11	6	1,406
2002	649	291	147	64	22	11	10	1,194
2003	678	330	167	73	27	12	12	1,298

推定資源尾数 年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	千尾 合計	トン 資源量	トン 親魚量
1986	2,955	1,178	433	166	74	39	36	4,880	3,713	2,397
1987	3,035	1,159	414	158	71	36	35	4,909	3,636	2,306
1988	3,187	1,210	425	163	73	36	35	5,130	3,762	2,369
1989	3,091	1,215	434	163	73	37	34	5,046	3,752	2,383
1990	2,897	1,165	416	163	71	37	34	4,784	3,619	2,325
1991	3,196	1,222	434	165	75	37	36	5,164	3,810	2,410
1992	3,606	1,307	436	167	73	37	34	5,660	3,984	2,435
1993	3,221	1,274	430	162	73	36	33	5,229	3,817	2,387
1994	3,582	1,224	431	154	71	36	32	5,531	3,839	2,333
1995	3,422	1,260	417	162	63	34	30	5,390	3,776	2,297
1996	2,957	1,264	438	160	73	30	29	4,950	3,684	2,330
1997	2,262	1,043	446	185	74	37	24	4,071	3,386	2,316
1998	1,966	898	386	161	63	28	22	3,524	2,918	1,993
1999	1,780	861	366	160	60	25	16	3,269	2,736	1,876
2000	1,913	886	376	153	72	30	18	3,448	2,868	1,962
2001	1,869	908	394	154	68	38	22	3,453	2,963	2,059
2002	1,749	826	394	177	71	36	33	3,287	3,000	2,164
2003	1,757	836	409	187	85	38	38	3,350	3,158	2,316

F-matrix 年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	F (平均)
1986	0.73	0.84	0.80	0.65	0.51	0.54	0.54	0.66
1987	0.71	0.80	0.72	0.56	0.46	0.51	0.51	0.61
1988	0.76	0.82	0.75	0.59	0.47	0.53	0.53	0.64
1989	0.77	0.86	0.77	0.62	0.48	0.52	0.52	0.65
1990	0.66	0.78	0.71	0.57	0.45	0.47	0.47	0.59
1991	0.69	0.82	0.74	0.61	0.50	0.56	0.56	0.64
1992	0.83	0.90	0.78	0.62	0.51	0.55	0.55	0.68
1993	0.76	0.87	0.82	0.62	0.49	0.55	0.55	0.67
1994	0.84	0.87	0.77	0.68	0.52	0.60	0.60	0.70
1995	0.79	0.85	0.75	0.60	0.56	0.60	0.60	0.68
1996	0.83	0.83	0.65	0.57	0.47	0.68	0.68	0.68
1997	0.72	0.79	0.81	0.87	0.75	0.82	0.82	0.80
1998	0.62	0.69	0.67	0.77	0.70	0.94	0.94	0.76
1999	0.49	0.62	0.66	0.59	0.49	0.65	0.65	0.59
2000	0.54	0.60	0.68	0.60	0.43	0.55	0.55	0.57
2001	0.61	0.63	0.59	0.56	0.42	0.39	0.39	0.51
2002	0.53	0.50	0.54	0.52	0.42	0.39	0.39	0.47
2003	0.56	0.58	0.60	0.56	0.42	0.45	0.45	0.52