

平成17年ヒラメ太平洋中部系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（片山知史・渡部諭史・張成年）

参画機関：千葉県水産総合研究センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産試験場、愛知県水産試験場漁場生産研究所、三重県科学技術振興センター水産研究部

要 約

太平洋中部系群におけるヒラメの漁獲量は1985～87年に676～889トンの急激な増加が認められた。その後、1988年の470トンまで減少したが、再び増加傾向に転じ、1997年の729トンまで徐々に増加した。しかし、1998年以降は再び減少し、近年では横ばい傾向が続いている。2004年は30トン下回り558トンとなったが、資源量に顕著な変化はなく資源水準は中位である。2003年級の資源量が若干増加したが、資源量全体は増加しておらず、資源動向は横ばいと判断された。現状の漁獲係数（ $F_{current}$ ）は加入量あたりの最大漁獲量を得る漁獲係数（ F_{max} ）より高く成長乱獲であるが、この乱獲状態は近年改善されていない。また再生産関係については明確な親子関係が検出されなかったため、産卵親魚量を維持することを管理目標とした。現状の産卵親魚量（830トン）を維持する F_{limit} （ F_{sus} ）を管理基準値として採用し、この漁獲係数によって期待される2006年の漁獲量587トンを ABC_{limit} とした。さらに、不確実性を配慮した予防的措置として、管理基準値に安全率（0.8）を乗じて計算される期待漁獲量500トンを ABC_{target} とした。

太平洋中部系群

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	587トン	F_{sus}	0.77	37.2%
ABC_{target}	500トン	0.8 F_{sus}	0.62	31.6%

F値は完全加入年齢（2歳）の値

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F値	漁獲割合
2003	1,492	588	0.84	39 %
2004	1,502	558	0.82	37 %
2005	1,526	587	0.82	38 %

2005年の漁獲量は過去5年間の平均漁獲係数で漁獲された場合の予測。

2004年のF値は過去5年間の平均値

（水準・動向）

水準：中位

動向：横ばい

1. まえがき

ヒラメは日本沿岸のほぼ全域に分布し、単価も高いため重要な沿岸漁業資源である。太平洋中部では千葉県が漁獲量の約半分を占めているが、さらにその約半分は銚子・九十九里における漁獲である。房総半島九十九里沿岸、東京湾、愛知県沿岸では底びき網の漁獲量が多いが、他の海域では刺網、定置網、釣等によって漁獲されている。ヒラメは種苗生産技術が確立され人工種苗の大量生産が可能となったことから、本系群でも積極的に種苗が放流されている。近年、体長制限が行われており、網目の規制や小型魚の再放流が広く実践されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ヒラメは九州西岸から北海道まで我が国周辺において広く分布しているが、漁獲量の変動様式等から判断して中部系群は房総半島から紀伊半島の三重県側まで分布すると考えられている(図1)。ヒラメの稚魚は砂浜海岸の水深数十センチから数メートルの場所に生息し、成長とともに深場(水深20-90m)に移動する。深場に分布するようになってからの移動については、標識放流による調査では、放流後100日以内では移動距離が40km以内であるが100日以上では60km以上のものが出現している(石田ら 1982)。

(2) 年齢・成長

ヒラメの成長に関しては、多くの海域で雌雄の成長差が報告されている。しかし、太平洋中部のヒラメについては報告がなかった。今回、千葉県で水揚げされた全長36cm~90cmの265個体(雄90個体、雌175個体)の耳石を用いて、耳石横断切片法によって年齢査定を行い、年齢-体長の関係、および雌雄の成長式の再検討を行った。その結果、図2のような年齢と体長の関係から、以下の成長式を得た。

雌: $L_t = 83.29(1 - \exp(-0.3424(t + 0.6246)))$

雄: $L_t = 65.72(1 - \exp(-0.4423(t + 0.5785)))$

(3) 成熟・産卵生態

産卵場は、水深20-50mの砂質域に形成されると報告されている(石田・田中 1984)。産卵の盛期は3~4月頃と推定される。雌では全長約46cm、雄では約36 cmで成熟を開始し産卵すると考えられている。成熟年齢は1+から2+である。

(4) 被捕食関係

主要な餌料は、ふ化仔魚がプランクトン、着底稚魚がアミ類であり、稚魚以降はカタクチイワシやイカナゴ等の魚類へと変化する。稚魚の捕食者としてエビジャコ、カニ類等の甲殻類やヒラメ1歳魚や他の魚類等が知られているが、成魚については不明である。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

中部系群のヒラメは刺網、小型底びき網、定置網、釣等によって漁獲されているが、神奈川県、静岡県、三重県では6～7割以上が刺網であり、千葉県の九十九里沖、愛知県の渥美外海域では底びき網が主体となっている。各県とも周年を通じて漁獲されているが、12月から3月にかけての漁獲量が多く、漁獲年齢は地域、漁法、水揚げ等によって異なるものの、0～3歳魚が中心となっている（千葉県 1998、静岡県 1999）。なお、本種は小型魚の保護を目的に漁獲物の体長制限が実施されている。

遊漁による釣獲量については不明であるが、千葉県による調査では、平成7、8年で遊漁釣獲量は年当たり約60トンとなり千葉県漁業による漁獲量の約1/5程度であると報告されている（千葉県 1998）。

(2) 漁獲量の推移

1951年以降、太平洋中部系群におけるヒラメの漁獲量は1,380トンから1984年の360トンまで変動を繰り返しながら一方的に減少してきたが、1985、86、87年には千葉県の銚子を中心に漁獲量が大きく増加し676～889トンに達した（表1、図3）。その後400トン台に減少したものの1997年の729トンまで徐々に増加していた。2001年には再び400トン台になったが、2002年以降は567トン～588トンで推移している。2004年は2003年より30トン減少して増加して558トンとなった。

4. 資源の状況

(1) 資源評価方法

漁獲量及び漁獲物の生物測定結果をあわせて年齢別の漁獲尾数を推定し、自然死亡係数（ M ）を0.2と仮定して、コホート計算を行い年齢別資源尾数、初期資源量、漁獲係数を推定した。なお、コホート計算はPopeの近似式を用い、2004年の年齢別漁獲係数（0歳から4歳まで）は過去5年間の平均を用い、最高年齢群（5歳以上）と4歳魚における各年の漁獲係数 F は等しいとした。再生産関係については、推定資源量に対して、各年齢の雌の割合と成熟率（0+：0%、1+：50%、2+以上：100%）を乗じて産卵資源量を推定し、翌年の天然魚加入尾数との関係を調べた。天然魚加入量については、1+の推定資源尾数から、コホート計算によって推定した放流魚の加入尾数を引いて求めた。

なお、計算に用いた年齢—体長の関係については、4月1日を年齢起算日とし、また年による成長の変化がないものと仮定して、前述の成長式から以下の値を得た。

年齢	雌	雄
0+ (0.75 歳)	31.27	29.20
1+ (1.5 歳)	43.06	39.51
2+ (2.5 歳)	51.63	46.49
3+ (3.5 歳)	63.01	54.90
4+ (4.5 歳)	68.89	58.77
5+ (5.5 歳)	73.07	61.26
6+ (6.5 歳)	76.03	62.85

5+以上については、尾数が少ないこと、年齢分解が困難であることから、プラスグループとしてまとめた。

また体長—体重の関係については、前述の千葉のデータから得られた以下の式を用いた。

$$W=(7.317 \times 10^{-6}) \times L^{3.093}$$

(2) 資源量指数値の推移

漁獲努力量に関するデータが不備であるため、漁獲量の約10%の漁獲割合であるが比較的 effort が安定している定置網の漁獲量を資源量指数として示す(図4)。1987年から1997年にかけて増加した90トンに達した漁獲量は、1999年、2000年には50トン前後まで減少した。しかし2001年以降は約60トンに増加し横ばい状態である。

(3) 漁獲物の年齢組成

漁獲の主体は1歳魚と2歳魚である(図5)。0歳魚は全体に占める割合は少ないものの、成長が良く体長約30cmに達した個体から漁獲されている状況である。5歳以上のプラスグループの尾数は、1992年以降の平均で4歳魚の尾数の47%である。

(4) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数によって計算(コホート計算)された資源量は、1992年～1996年は増加傾向にあったが、1997年に減少傾向に転じ、1999年以降はほぼ横ばいもしくは若干増加傾向で推移している(表2, 3、図6)。この資源量に対する漁獲尾数の割合(漁獲割合)は、35-45%であるが1999年以降は40%以下で安定している(図7)。コホート計算より算出された1歳魚資源量から放流1歳魚資源量を差し引いた天然加入量(1+天然資源尾数)も、資源重量と同様の変動傾向を示し、1996年をピークにその後は500千尾台で安定している(表4, 5、図8)。

産卵資源重量と翌年の加入尾数(天然)の関係については、明瞭な再生産関係が検出されない(図9)。再生産成功率(産卵資源重量に対する翌年の加入尾数の割合、図10)は1992年から1995年にかけては、産卵資源重量に対してほぼ一定の割合で加入していた。しかし1996年以降は、その割合が減少して再生産関係が悪化したことが示唆される。ただし、2003年は再生産成功率が増加し0.8に近い値を示した。

(5) 資源の水準・動向

漁獲量および資源量の経年変化をみると、1995-97年の比較的高い資源水準に比べると、近年は低い水準であるが、漁獲量が550トン台で安定しており、また各県の漁獲量にも大きな減少が認められないことから、資源水準は中位と判断した。資源動向については、1996年以降、再生産関係が悪化したままであるが、1+天然資源尾数が500千尾台で安定しており、2003年級は若干増加傾向が認められる。したがって、資源動向は横ばいと判断した。

5. 資源管理の方策

(1) 資源と漁獲の関係

コホート計算によって得られた完全加入年齢（2歳）における漁獲係数 F は、1997年は0.9を超したが、他の年はほぼ0.8で横ばいの傾向がみられる（表6、図11）。

加入量当たりの漁獲量（YPR）を6歳まで漁獲すると仮定して計算すると、YPRが最大となる F_{max} は0.54となった（図12）。現状の漁獲係数（ $F_{current}$ ）0.84はこの F_{max} を大きく上回っており、明らかに成長乱獲の状態にある。成長乱獲を改善するため方策を検討するために、 F と漁獲開始年齢に対する漁獲量の関係について、2003年級の加入量（天然と放流を含む）を基に加入量当たり等漁獲量線図を図13に示す。なお、漁獲開始年齢については、年齢毎の平均漁獲係数から算出された利用率にGomperz曲線を当てはめ、その曲線を0.1年ずつ前後に移動させた場合の年齢毎の利用率を用いた。この図をみると、算出漁獲係数を調整するよりも、漁獲開始年齢を調整した方が、効果が高いことがわかる。例えば、 $F_{current}$ 0.84でYPRが736gであるところ、 F を F_{max} （0.54）まで減少させても780g程度であるが、漁獲開始年齢を0.1年遅らせると806gに増加する。つまり、漁獲努力を抑制するよりも、0+に対する漁獲開始時期を調整したり、漁獲体長制限を設ける（もしくは引き上げる）方が有効であると推察される。

(2) 種苗放流効果

ヒラメは種苗放流が積極的に行われており、1997年以降は年間188万尾（2003年）から248万尾（2000年）の放流量となっている（図8、表7）。市場調査による混獲率の推定では2.5%（尾数）から多いところでは31.0%（尾数）にもものぼると報告されている（千葉県 1995、神奈川県 1995、静岡県 1995）。県毎に整理したデータにおいても17.0%（神奈川県2004年）から45.6%（静岡県1992年）と変動が大きい。これら両県において放流量に対する年級毎の累積漁獲尾数の割合（回収率）を求めたところ、1.2%（神奈川県2000年級）から10.7%（静岡県1993年級）の範囲であった（表8）。太平洋中區全体の放流魚について推定された1+歳の資源尾数は、放流尾数が増加した1995年級以降は、それまでよりも若干減少し、近年では10万尾台で比較的安定している（図8）。

(3) 資源管理目標

資源量は比較的安定しており、再生産成功率は1996年以前に比べると低いレベルにあるが、2003年は若干改善した。1997年以降は産卵資源量に変化しても加入尾数があまり変化しておらず、再生産関係が明確ではない。しかし、漁獲係数を高めて産卵資源量を減少させることは好ましくない。さらに、現状の漁獲係数は加入量当たりの最大漁獲量を得る漁獲係数（ F_{max} ）より高く、成長乱獲にあることは明らかである。漁獲開始年齢を引き上げるか、体長制限による小型

魚の保護を行うことによって成長乱獲の状態を改善させることと並行して、漁獲係数を引き下げることによって産卵資源量を維持させることを管理目標とする。

6. 2006年のABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源状態は1995-97年の比較的高い資源水準に比べると、近年は低い水準であるが、漁獲量が安定しており、また各県の漁獲量にも大きな減少が認められない。1996年以降、再生産関係が悪化したままであるが、1+天然資源尾数が安定しており、2003年級は若干増加傾向が認められる。定置網の漁獲量も横ばいである。しかし、現状の漁獲係数は加入量当たりの漁獲量が最大となる漁獲係数 F_{max} を大きく上回っており、明らかに成長乱獲の状態を示している。種苗放流については、近年回収率2-4%で安定しており、効果が認められる。

(2) ABCの算定

資源量推定値は得られているが、再生産関係が不明確でデータが不十分であると考えられる。また、資源水準は中位、資源動向は横ばいであることから、ABC算定規則1-3)-(2)を適用する。

ABC算定規則1-3)-(2)：

$$F_{limit} = \text{基準値か現状の } F \times \beta \quad 1$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \alpha$$

からABCを算出する。

現行の再生産関係において再生産成功率が今後どのように変化するかは予測できない状態である。したがって、資源量および漁獲量を安定化するためには、現在の産卵親魚量を維持するような管理が妥当と考えられる。漁獲係数を変化させた場合、現状の漁獲係数0.84、過去最も高い漁獲係数0.92では、産卵親魚量が減少するものと推定される(図14)。 F_{max} の0.54にまで漁獲係数を減少させた場合、産卵親魚量は現状の1.4倍にまで大きく増加することが期待されるが、漁獲量が2006年が448トン、2007年が523トンとなり、現実的とはいえない。現状の産卵親魚量約830トンを維持できる漁獲係数は0.77と推定される。したがって、この $F=0.77$ ($0.92F_{current}$ に相当)を $F_{limit}(F_{sus})$ と設定した。この F_{limit} によって期待される2006年の漁獲量は、587トンとなりこの漁獲量を ABC_{limit} とした(2003年級の加入尾数が若干高いため $F_{current}0.84$ であると625トンの漁獲が推定される)。また、不確実性を考慮した予防措置として安全率($\alpha=0.8$)を F_{limit} に乗じた漁獲係数 $F=0.62$ によって期待される漁獲量を $ABC_{target}500$ トンとした。

2006年のABCは下表のように算出される。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	587トン	F_{sus}	0.77	37.2%
ABC_{target}	500トン	$0.8 F_{sus}$	0.62	31.6%

(3) ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (トン)	ABC (トン)		漁獲量 (トン)	管理目標
			limit	target		
2004(当初)	0.96F _{current}	1395	447	376	—	現状資源量維持
2004(再評価)	0.96F _{current}	1502	507	427	558	現状資源量維持
2005(当初)	0.96F _{current}	1448	499	419	—	現状資源量維持
2005(再評価)	0.96F _{current}	1526	585	602	—	現状資源量維持

7. ABC以外の管理方策の提言

ヒラメ太平洋中部系群は資源評価の結果、資源量及び加入量は比較的安定しているが、現状の漁獲係数は加入量当たりの漁獲量を最大にする漁獲係数(F_{max})を超えており、成長乱獲にあると推定された。本種は全国的に漁獲物の体長制限がなされており、本系群においても一部で漁獲体長の制限が行われているが、さらに0+に対する漁獲開始時期を調整したり、漁獲体長制限を設ける（もしくは引き上げる）といった措置が必要である。

ヒラメは種苗放流が積極的に行われており、漁業者の放流に対する意識も高い。しかし、放流効果を評価するためには、水揚げ現場におけるモニタリングのさらなる充実が必要である。近年、種苗生産技術の向上により体色異常のない種苗も放流に供されている。安全でかつ識別が簡易な大量標識技術の確立もおこなわれなければならない。

資源評価調査においては、遊漁による漁獲が全く加味されていない。遊漁による漁獲量（尾数）および体長組成の情報を得ることも検討を要する課題である。

8. 引用文献

- 石田修・田中邦三・大場俊雄（1982）ヒラメの資源生態調査-IV、千葉県沿岸域におけるヒラメの移動、千葉県水産試験場研究報告，40，37-52.
- 石田修・田中邦三（1984）ヒラメの資源生態調査-V、ヒラメの産卵期と産卵場、及び産卵親魚の特性、千葉県水産試験場研究報告，42，3-12.
- 千葉県（1998）千葉県広域回遊資源管理推進指針（対象種 ヒラメ），太平洋ブロック・千葉県，1-59.
- 千葉県（1995）平成6年度放流技術開発事業報告書，太平洋ブロックヒラメ班，千1-千51.
- 神奈川県（1995）平成6年度放流技術開発事業報告書，太平洋ブロックヒラメ班，神1-神68.
- 静岡県（1999）平成10年度回遊性資源培養増大パイロット事業資料集（ヒラメ），（財）静岡県漁業振興基金，静岡県水産試験場伊豆分場，静岡県栽培漁業センター，静岡県温水利用研究センター，1-59.
- 静岡県（1995）放流技術開発事業総括報告書資料編，太平洋ブロックヒラメ班，静岡1-静岡26.
- 静岡県（1995）平成6年度放流技術開発事業報告書，太平洋ブロックヒラメ班，静1-静45.

表 1 太平洋中区における漁業種類別漁獲量

年	漁業種類								合計
	沖底	小底	船曳	刺網	延縄	定置	釣	その他	
1985	48	409	1	240	5	30	43	1	777
1986	197	331	2	243	20	27	69	0	889
1987	95	217	4	228	19	19	93	1	676
1988	51	158	1	166	5	26	59	0	466
1989	42	155	1	156	5	29	58	0	446
1990	53	209	2	172	3	25	51	1	516
1991	39	210	3	157	4	39	154	2	608
1992	24	204	3	182	4	32	62	2	513
1993	19	187	3	249	5	51	78	1	593
1994	18	215	5	197	20	58	63	2	578
1995	46	201	3	228	8	70	85	1	642
1996	65	216	4	251	9	72	95	3	715
1997	55	207	5	252	9	89	108	4	729
1998	38	173	4	266	12	71	85	4	653
1999	39	125	2	215	6	54	86	3	507
2000	31	142	3	199	1	50	74	5	504
2001	6	141	2	199	1	60	69	5	484
2002	29	156	3	239	5	76	54	5	567
2003	23	149	4	281	5	45	76	5	588
2004	9	129	5	269	6	43	91	5	558

農林統計年報より（2004年は概数値）

表 2 年齢別漁獲尾数推定値

単位：千尾

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
1992	70	241	136	38	11	6	502
1993	45	219	149	58	20	9	500
1994	88	241	164	45	14	6	558
1995	68	239	173	61	19	8	569
1996	169	262	176	73	17	7	705
1997	51	178	216	81	22	15	562
1998	80	173	161	77	24	11	525
1999	48	129	145	60	20	9	411
2000	70	127	140	57	18	8	420
2001	71	121	145	50	15	7	409
2002	46	146	163	60	20	9	444
2003	56	159	158	62	21	11	468
2004	63	167	142	55	22	11	459

表 3 年齢別漁獲重量推定値

単位：トン

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
1992	20	176	171	92	34	23	516
1993	13	160	187	141	63	32	596
1994	24	177	206	109	43	22	581
1995	19	175	217	147	59	31	649
1996	47	192	221	176	54	25	716
1997	14	130	270	196	68	56	735
1998	22	126	202	185	76	39	651
1999	13	95	182	144	64	34	532
2000	20	93	176	137	56	30	511
2001	20	89	182	120	47	27	484
2002	13	107	204	145	61	35	565
2003	16	117	199	149	67	41	588
2004	17	122	178	133	68	40	558

表 4 年齢別資源尾数推定値

単位：千尾

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
1992	857	604	271	81	22	13	1849
1993	888	638	277	98	32	14	1947
1994	963	686	325	92	27	12	2106
1995	1019	709	344	117	34	15	2239
1996	896	773	364	124	41	16	2215
1997	719	581	395	139	36	25	1895
1998	696	542	315	129	40	17	1739
1999	678	497	288	112	36	16	1628
2000	735	512	290	105	38	17	1696
2001	734	538	305	110	34	17	1738
2002	694	537	330	119	46	22	1747
2003	840	526	308	123	43	22	1862
2004	790	637	287	108	45	22	1889

表 5 年齢別資源重量推定値

単位：トン

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
1992	223	428	334	198	72	48	1303
1993	231	452	342	239	103	52	1418
1994	251	485	401	224	88	46	1494
1995	265	502	424	286	109	57	1643
1996	233	547	450	303	131	62	1725
1997	187	411	488	338	115	96	1635
1998	181	384	389	313	128	67	1461
1999	176	352	355	273	115	62	1333
2000	191	363	358	255	120	65	1352
2001	191	380	377	269	109	63	1389
2002	180	380	408	289	145	83	1485
2003	218	372	380	299	137	85	1492
2004	205	451	354	264	143	85	1502

表 6 年齢別漁獲係数推定値

年	年齢					
	0	1	2	3	4	5+
1992	0.09	0.58	0.81	0.73	0.75	0.75
1993	0.06	0.48	0.90	1.07	1.14	1.14
1994	0.11	0.49	0.82	0.79	0.77	0.77
1995	0.08	0.47	0.82	0.85	0.91	0.91
1996	0.23	0.47	0.77	1.04	0.62	0.62
1997	0.08	0.41	0.92	1.04	1.05	1.05
1998	0.14	0.43	0.83	1.08	1.06	1.06
1999	0.08	0.34	0.81	0.89	0.95	0.95
2000	0.11	0.32	0.76	0.92	0.72	0.72
2001	0.11	0.29	0.74	0.69	0.65	0.65
2002	0.08	0.36	0.79	0.82	0.63	0.63
2003	0.08	0.41	0.84	0.81	0.77	0.77
2004	0.09	0.34	0.79	0.82	0.74	0.74

表7 中区における放流尾数(千尾)と放流魚の混在率(1+放流魚資源尾数/1+資源尾数)

年	0+放流尾数	1+資源量における放流魚の混在率(%)
1992	1282	32.0
1993	1452	25.4
1994	1372	28.1
1995	1325	22.8
1996	1721	17.1
1997	2351	22.3
1998	1942	19.5
1999	2311	22.3
2000	2477	21.8
2001	1891	22.0
2002	2378	24.1
2003	1880	26.1
2004		16.4

表8 各県の回収率(放流魚累積漁獲尾数/放流尾数)

年級	神奈川県	静岡県
1992	4.0	5.5
1993	4.0	10.7
1994	2.5	6.8
1995	4.2	2.9
1996	5.3	2.5
1997	4.0	1.4
1998	3.0	2.5
1999	2.0	3.1
2000	1.2	3.9



図1 分布と移動

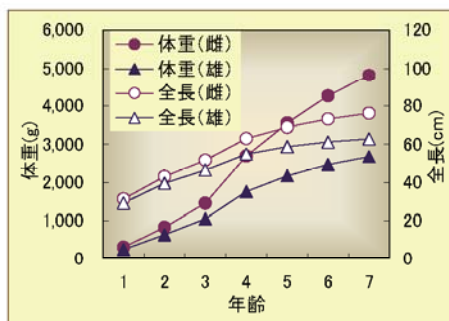


図2 雌雄別の年齢と体長（全長）、体重の関係

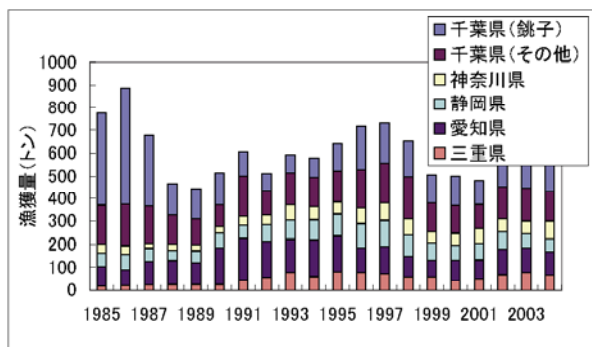


図3 県別の漁獲量の経年変化（千葉県のみ外房の銚子・九十九里と内房のその他に分けて示す）

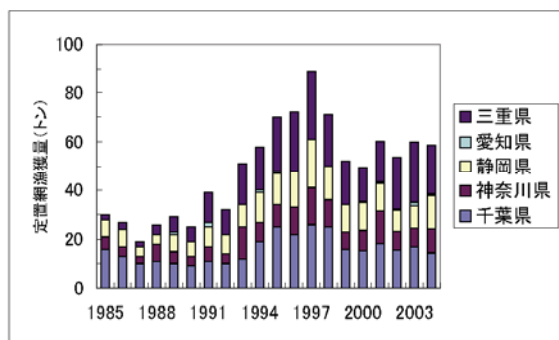


図4 県別の定置網による漁獲量の経年変化

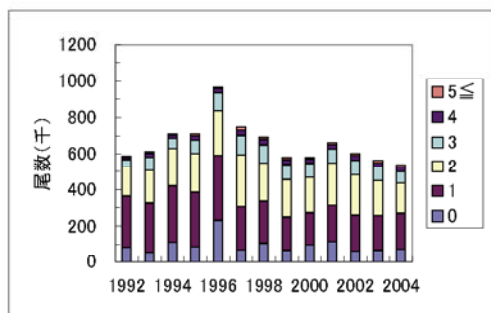


図5 年齢別漁獲尾数の経年変化

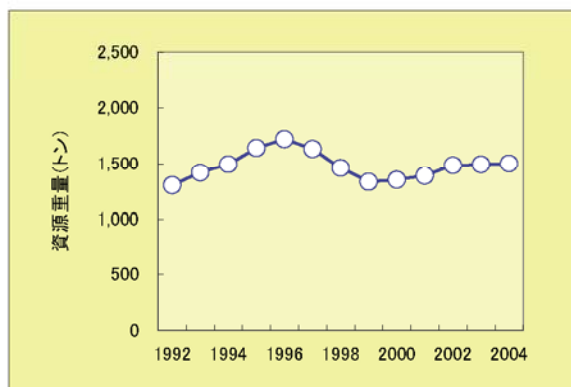


図6 コホート計算により推定された資源尾数の経年変化

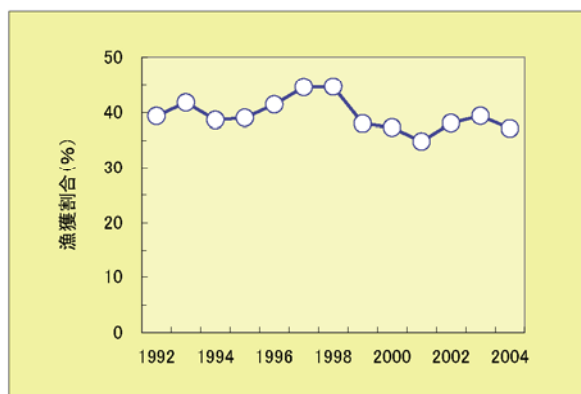


図7 漁獲割合（資源尾数に対する漁獲尾数の割合）の経年変化

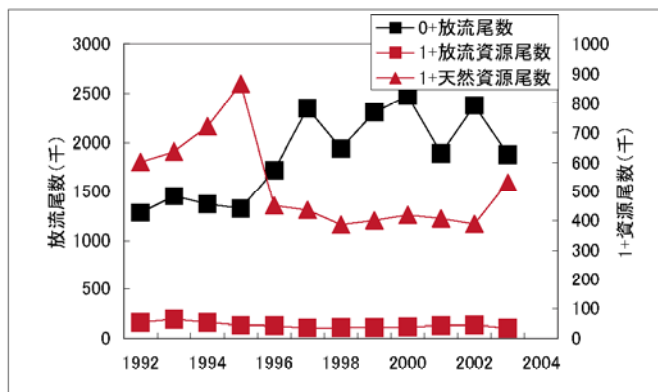


図8 放流尾数および放流魚1+の資源尾数と天然魚1+の資源尾数の経年変化

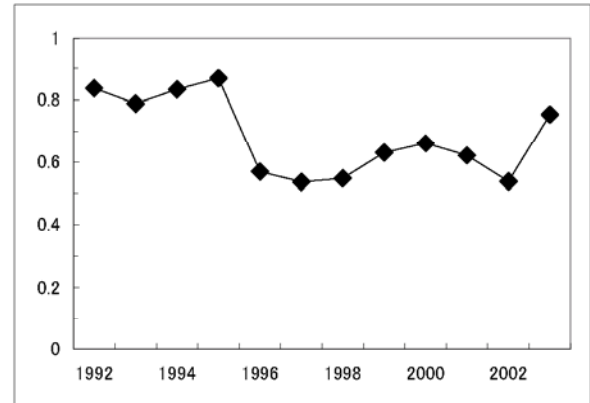
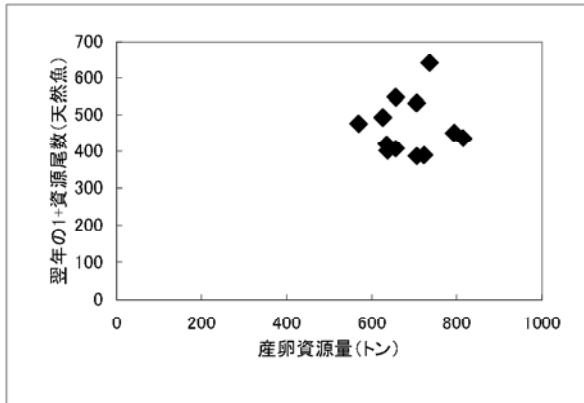


図9 産卵資源重量に対する翌年の加入尾数（天然魚1+の推定資源尾数）の関係。 図10 再生産成功率の経年変化（産卵資源重量に対する翌年の加入尾数（天然魚1+の推定資源尾数））

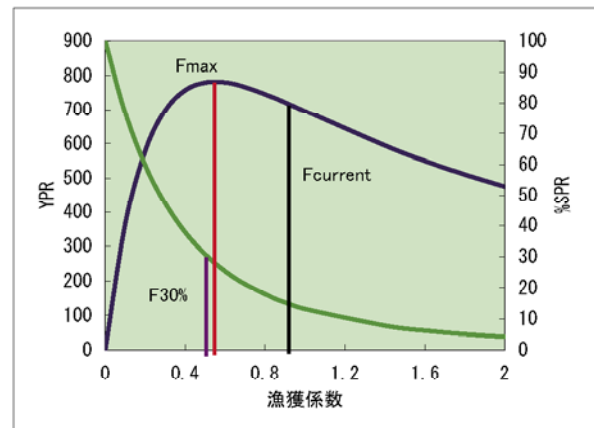
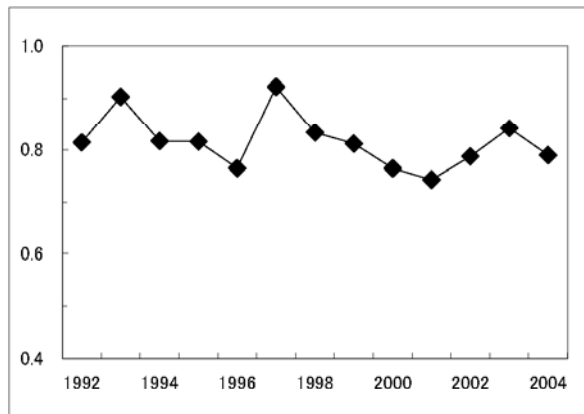


図11 2+の漁獲係数の経年変化

図12 Fに対するYPRと%SPRの関係

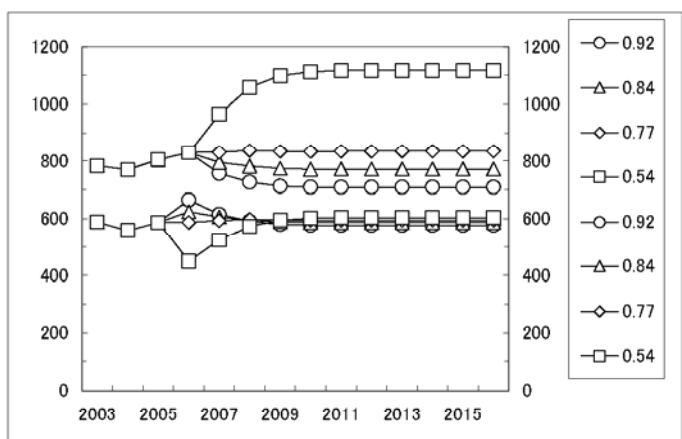
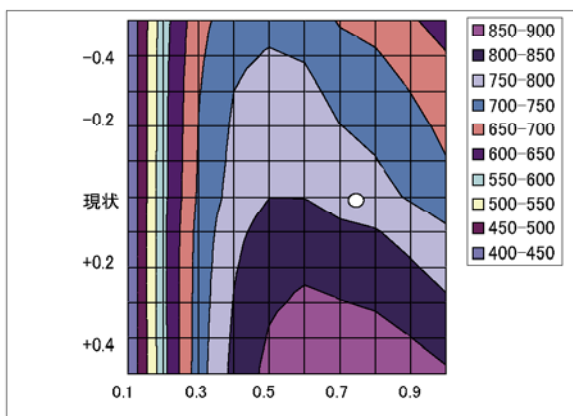


図13 加入当たり等漁獲量曲線（横軸はF、縦軸は漁獲開始年齢を現状から遅らせる(+)か早める(-)場合）。プロットは現状を示す。

図14 漁獲係数を変化させた場合の産卵親魚重量(上、トン)と漁獲量(下、トン)の変化