

平成18年ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価

責任担当水研：瀬戸内海区水産研究所（亘 真吾・薄 浩則）

参画機関：和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、大阪府立水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県水産試験場、広島県立水産海洋技術センター、山口県水産研究センター内海研究部、福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所、大分県農林水産研究センター水産試験場、大分県農林水産研究センター水産試験場浅海研究所、愛媛県中予水産試験場、愛媛県中予水産試験場東予分場、香川県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所

要 約

瀬戸内海におけるヒラメの漁獲量は、1970年代前半まで200トン前後であったが、1970年代後半から1980年代にかけて増加し、1990年以降は800～1,000トン台を推移している。資源量は1995年以降2,500トン台で推移している。漁獲量、CPUEの推移とコホート解析の結果から資源状態は高位、減少であると判断した。1歳の初期資源尾数と放流魚割合、種苗放流数から推定した添加効率は0.07～0.11で、種苗放流により毎年天然の加入資源に対して35万尾程度底上げになっているものと考えられる。明瞭な再生産関係を把握することができなかったため、ABC算定のための基本規則1-3)-(2)に基づいてABCを算出した。2006～2011年の資源が同水準を維持する漁獲係数（F_{sus}）を資源管理基準とした。

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	863トン	F _{sus}	0.83	41%
ABC _{target}	796トン	0.9F _{sus}	0.74	38%

漁獲割合はABC／資源量、F値は選択率が1.0となる年齢の漁獲係数である。

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F値	漁獲割合
2004	2,229	911	0.90	41%
2005	2,232	929	0.87	42%
2006	2,063	—	—	—

水準：高位 動向：減少

1. まえがき

本種は北海道から九州にかけて広範囲にわたって分布し、沿岸漁業にとって重要な魚種であり、栽培漁業および資源管理型漁業等の対象となっている。2004 年における瀬戸内海のヒラメの漁獲量及び生産額は全国の 15%と 17%であり、また、瀬戸内海の魚類漁獲量の 0.5%、生産額の 2.4%を占めた。1980 年代から大規模な種苗放流がなされており、1990 年代後半以降、毎年 400 万～500 万尾ほど放流され、2004 年の種苗放流尾数は 510 万尾であった。周防灘においては、平成 16 年から実施されている周防灘小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画の対象魚種に指定されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ヒラメの成長段階毎の分布域や回遊経路は十分には解明されていない。春に生まれた仔稚魚はごく沿岸域で成長し、徐々に沖合域に分布を拡げるが、未成魚期までは瀬戸内海に分布する。成魚になると、外海へ移出するものと瀬戸内海に留まるものがあり、移出の場合は東部海域では紀伊水道へ、中西部海域では豊後水道へ向かう（図 1）。

(2) 年齢・成長

本種は雌雄により成長に顕著な差が見られる。雌は雄よりも速く成長し、5 歳では雌は雄の 2 倍以上の体重となる。1995～2004 年の耳石による年齢査定値を使用し、雌雄別の年齢(t)と全長(L_t)の von Bertalanffy 成長式を推定した（図 2）。また、全長(L)と体重(W)のアロメトリー式を推定した。

$$\text{年齢—全長関係式} \quad \text{雄: } L_t = 62.78(1 - \exp(-0.29(t + 0.96))) \quad (1)$$

$$\text{雌: } L_t = 92.94(1 - \exp(-0.24(t + 0.59))) \quad (2)$$

$$\text{全長—体重関係式} \quad \text{雄: } W = 0.0072L^{3.10} \quad (3)$$

$$\text{雌: } W = 0.0047L^{3.23} \quad (4)$$

(3) 成熟・産卵

現在想定されている産卵場は、東部海域では徳島県の太平洋海域、中西部海域では山口県周防灘及び伊予灘、愛媛県斎灘、燧灘西部及び島嶼部に分散しており（図 1）、産卵期は東部海域では 2～5 月、中西部海域では 3～6 月である。年齢別成熟割合は雌 1 歳（4%）、2 歳（75%）、3 歳（82%）、4 歳以上（100%）、雄 1 歳（4%）、2 歳（52%）、3 歳（91%）、4 歳以上（100%）である（図 3）（愛媛県 1995）。

(4) 被捕食関係

着底後の稚魚はアミ類や魚類の仔魚等を摂餌するが、成魚は魚食性であり、甲殻類やイ

カ類も捕食する。稚魚はマゴチ等の大型魚に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

小型底びき網（以下、小底）が漁獲量の6割を占め、他に刺網、定置網、釣りによって周年漁獲される（図4）。秋は未成魚、冬から春にかけては成魚が漁獲の主体をなす。

(2) 漁獲量の推移

漁獲量は1970年代前半までは200トン前後であったが、1970年代後半から1980年代にかけて増加し、1988年には1,000トンを越えた。その後漁獲量は横ばい傾向で、800～1,000トン台を推移している。2004年は911トン、2005年は概数値で929トンとなった（表1、図5）。なお、遊漁による採捕量は1997年1月～12月における調査では7トンで（農林水産省統計情報部1998）、漁獲量972トンの0.7%であった。

(3) 漁獲努力量

小底の努力量（出漁日数）は、経年的に減少傾向にある。2004年の出漁日数は775,278日で1980年の0.63倍であった（表2、図6）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1995～2005年までの11年間の年別年齢別漁獲尾数データを使用し、コホート解析（Popeの近似式）により年別年齢別資源尾数を推定した（平松2001）。6歳以上をプラスグループとし、5歳と6歳以上の漁獲係数が等しいと仮定した。また2005年の1～5歳の漁獲係数は過去3年（2002～2004年）の平均に等しいと仮定した（資源量推定法の詳細は補足資料参照）。

(2) 資源量指標値の推移

小底のCPUE（kg/出漁日数）をみると、1980～1990年代にかけては増加傾向にあり、2000年以降横ばいである。2004年のCPUEは0.75で1980年のCPUEの0.22と比較し3.4倍に増加している（表2、図6）。

(3) 漁獲物の年齢組成

年齢組成を推定するため、小底の漁獲物の全長を2000～2005年に大阪湾（泉佐野、仮屋、神戸市、塩田、由良）、2001～2005年に播磨灘（浅野浦、高砂、坊勢、室津浦）、1995～2005年に燧灘（河原津）、伊予灘（伊予、上灘）、周防灘（徳山）で、刺網の漁獲物の全長を1995、

1998～2005年に燧灘（西条）で毎月計測した。各月の全長組成を標本水揚港の漁獲量で加重平均し灘ごとの全長組成を求め、さらに灘別漁法別漁獲量で加重平均し瀬戸内海全域の全長組成を推定し、Age-length key（付表1）で年別年齢別漁獲尾数に変換した。2005年の灘別漁法別漁獲重量が得られていないため、2002～2004年の灘別漁法別漁獲量割合の平均値から推定した。また、定置網の年齢組成は、1996～2005年に香川県の燧灘（伊吹、大浜、仁尾）で調査した年齢査定データから年別年齢別漁獲尾数を推定した。資源量推定には両者の年別年齢別漁獲尾数を足し合わせたものを使用した（表3、4、図7、8）。1995年の定置網、1996、1997年の刺網、年齢や全長測定データの無いその他の漁法の年齢組成は小底のものに等しいと仮定した。（年齢組成の推定方法の詳細は補足資料参照）。

（4）資源量の推移

ヒラメ瀬戸内海系群の資源量は、1995年以降2,000～3,000トンで推移している。2000年までは2,500トンを上回っていたが、2000年、2001年の加入量が少なかったため、それ以降資源は減少傾向で、2005年の資源量推定値は2,232トンであった（表5、6）。漁獲量、CPUEの推移とコホート解析の結果から判断すると、近年の資源水準は依然高位で推移していると考えられる。漁獲割合は、1995年以降35～43%の範囲で推移し、2000年以降増加する傾向が見られる（図9）。Fの推定結果より漁獲圧は各年とも2、3歳にかけて高く、4歳以上ではこれより低い傾向がある（表7）。産卵親魚量は2001年までは1,500トンを上回る水準であったが、近年減少傾向である（表8、図10）。

1歳魚の放流魚割合を、全長および天然魚か放流魚かを計測・判別した市場調査データから推定した。放流魚割合は、雌雄込みで推定した成長曲線

$$L_t = 101.74(1 - \exp(-0.17(t + 0.88))) \quad (5)$$

を使用し、生後翌年の1～12月の期間に全長の理論値の標準誤差($\sigma = 5.73$)の範囲内に含まれる個体の中の放流魚の割合とした。各灘について放流魚割合を推定し、灘別漁獲量で加重平均し瀬戸内海全域の放流魚割合を求めた。瀬戸内海全域の1歳の放流魚割合は11～28%で、2005年は23%であった。放流尾数、1歳の初期資源尾数、1歳の放流魚割合から、添加効率（=1歳の放流魚割合×1歳の初期資源尾数÷放流尾数）を求めたところ、0.07～0.11の範囲で2005年の添加効率は0.07であった（表9）。

1歳の資源尾数を天然魚と放流魚に分離したところ、放流魚は毎年35万尾程度天然資源に加わっていることが示された（図11）。産卵親魚量と天然の1歳資源尾数は、親魚量の水準があまり変化していないため、明瞭な再生産関係を把握することができなかった（図12）。再生産成功率（RPS）は0.64～1.77の範囲で推移し、平均1.08だった（図13）。6月のピーク時の稚魚採集数 $N_{0,nat}$ （400m²あたり）と天然の1歳資源尾数 $N_{1,nat}$ には正の相関がみられた（表10、図14）。

$$N_{1,nat} = 20393.42 N_{0,nat} + 1344162.01 \quad (R^2 = 0.39) \quad (6)$$

前年の稚魚の着底密度調査結果から、翌年の天然の1歳資源尾数の予測が可能と考えられる。自然死亡係数の値を±0.1 変化させた場合の資源量と産卵親魚量、天然の加入尾数の感度解析の結果を図15に示す。

(5) 資源の水準・動向

1980年代前半以降、漁獲量とCPUEが増加傾向であることから、資源水準は高位であると判断した(図5、6)。1995～2005年のコホート解析による資源量推定結果より、2001年以降、CPUEは安定して推移しているものの、高齢魚の減少に伴い資源重量に減少傾向が見られることから、動向は減少と判断した。また、2006年の香川県大浜と、愛媛県河原津で調査した6月のピーク時の稚魚採集数の平均は20.1尾であった。2007年の天然の加入尾数は、6月のピーク時の稚魚採集数と天然の1歳資源尾数の関係(図14)から、2005年を上回ると予想される。

5. 資源管理の方策

1990年代以降、瀬戸内海のヒラメ資源は高位水準を保っていることから、資源水準の現状維持を管理目標とする。

(1) 資源と漁獲の関係

図16はFの経年変化を示す。図17はFとYPR、%SPRの関係を示す(YPRと%SPRの計算方法は補足資料参照)。図18は産卵親魚量と漁獲係数の関係を示す。現状のF値はF30%やF0.1などの推奨される資源管理基準を大きく上回っている。高齢魚の減少により、資源量が減少し、漁獲割合が増加していることから、現状の資源水準を維持するには漁獲圧を減少させる必要がある。しかし、CPUEは高位水準であることと、加入量が大きく減少することはないと予想できることから、産卵親魚保護の観点の資源管理基準であるF30%のレベルまで、大幅に漁獲圧を削減する必要はないと考えられる。

(2) 種苗放流効果

種苗放流尾数の違いが資源量に与える影響を検証するため、人工種苗を0尾、200万尾、400万尾、600万尾放流した場合に加入量の変動を考慮したシミュレーションを1000回ずつ行った。2005年の漁獲圧で、添加効率を2000～2004年の平均0.08と仮定した。2006年、2007年の天然の加入尾数は、前年の6月のピーク時の稚魚採集数から(5)式で求めた推定値に、平均0、分散 $321,204^2$ の正規分布に従う誤差を加えて算出した。また、2008年以降の天然の加入尾数は、前年の産卵親魚量に対して1996～2005年のRPS推定値のいずれかが起こると仮定し推定した。図19は、想定した放流尾数における2011年の資源量推定値の分布と2006年の資源量に対する増減確率を示す。現状のF値において、資源水準を維持

するには 600 万尾程度の放流が必要である。また、放流を取りやめた場合、現在の資源水準を維持することは困難である。漁獲圧が一定であっても、放流尾数を変化させると、予想される将来の資源水準は大きく変化することを示す。

6. 2006 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

漁獲量、CPUE の推移とコホート解析の結果から判断して資源量は高位・減少である。

(2) ABC の設定

コホート解析を行った期間に資源水準があまり変化していないため、明瞭な再生産関係を把握することができなかった。資源の水準・動向は高位・減少と考えられることから、ABC 算定のための基本規則 1-3)-(2)を適用した。ABC の算定において、2006 年、2007 年の天然の加入尾数は前年の 6 月のピーク時の稚魚採集数を用いて(5)式で推定した。2008 年以降の天然の加入尾数は前年の産卵親魚量に対して、再生産成功率を 1996～2005 年の平均値 1.08 と仮定し推定した。また、放流尾数と添加効率は、2005 年以降 2000～2004 年の平均で、それぞれ 426 万尾、0.08 とし、毎年 34 万尾が天然の加入群に加わると仮定した。資源管理基準は、2006～2011 年までの期間で資源量水準を維持する漁獲係数を F_{sus} とした。2006 年の F は 2005 年の F と等しいと仮定し、2007 年以降は選択率が 2005 年のものに等しいと仮定した。 F_{sus} は、2006～2011 年までの資源重量推定値をプロットし、回帰直線の傾きが 0 となる F の値を探索し推定した。また、不確実性を考慮し、RPS が過去 10 年のうち低位であった 5 ヶ年の平均値 0.87 の場合において、資源が同水準を維持する漁獲係数が 0.74 で、 F_{sus} の約 0.9 倍であったことから、安全率 $\alpha=0.9$ とし ABC_{target} を求めた。

	2007 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	863 トン	F_{sus}	0.83	41%
ABCtarget	796 トン	$0.9F_{sus}$	0.74	38%

漁獲割合は $ABC/\text{資源量}$ 、F 値は選択率が 1.0 となる年齢の漁獲係数である。

(3) 漁獲圧と資源動向

漁獲量 (トン)								
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.09	0.1Fcurrent	929	888	121	203	292	413	615
0.17	0.2Fcurrent	929	888	233	369	506	684	968
0.26	0.3Fcurrent	929	888	337	504	658	851	1,146
0.35	0.4Fcurrent	929	888	435	612	763	945	1,211
0.44	0.5Fcurrent	929	888	525	699	831	987	1,205
0.52	0.6Fcurrent	929	888	609	766	872	992	1,157
0.61	0.7Fcurrent	929	888	688	819	891	973	1,084
0.70	0.8Fcurrent	929	888	761	858	895	938	1,000
0.78	0.9Fcurrent	929	888	829	886	887	893	914
0.87	1.0Fcurrent	929	888	893	906	871	843	829
0.96	1.1Fcurrent	929	888	952	918	849	791	748
1.04	1.2Fcurrent	929	888	1,007	924	822	739	674
資源量 (トン)								
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.09	0.1Fcurrent	2,232	2,063	2,123	3,348	5,047	7,387	10,737
0.17	0.2Fcurrent	2,232	2,063	2,123	3,167	4,519	6,296	8,728
0.26	0.3Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,998	4,056	5,383	7,121
0.35	0.4Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,840	3,649	4,618	5,832
0.44	0.5Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,693	3,290	3,974	4,796
0.52	0.6Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,556	2,973	3,432	3,961
0.61	0.7Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,428	2,694	2,974	3,287
0.70	0.8Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,309	2,446	2,586	2,741
0.78	0.9Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,198	2,226	2,257	2,297
0.87	1.0Fcurrent	2,232	2,063	2,123	2,094	2,031	1,977	1,936
0.96	1.1Fcurrent	2,232	2,063	2,123	1,998	1,858	1,738	1,641
1.04	1.2Fcurrent	2,232	2,063	2,123	1,907	1,703	1,534	1,399

漁獲量は1歳魚以上の値で示す。

(4) ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2005年(当初)	Cave5-yr		1,040	830	929
2005年(2005年再評価)	0.95Cave2-yr		930	740	929
2005年(2006年再評価)	Fsus(0.83)	2,232	939	867	929
2006年(当初)	0.95Cave2-yr		860	690	
2006年(2006年再評価)	Fsus(0.83)	2,063	859	792	

7. ABC以外の管理方策への提言

瀬戸内海において漁獲されるヒラメの6割以上は小底で漁獲されている。小底は網目が小さく、小型魚も多く混獲される。管理方策として網目拡大が考えられるが、小型エビ類等も小底の主要な漁獲対象種であるため網目規制による管理は困難である。未成魚の漁獲圧を下げるための現実的な管理方策としては小型魚の再放流を徹底することである。また、複合的資源管理型漁業促進対策事業魚種別全体計画（水産庁管理課資源管理推進事務局1999）によると、再放流サイズは瀬戸内海以外の全国平均が全長28cmであるのに比べ、瀬戸内海では24cmとやや小さく、小型魚がより多く漁獲されていると考えられる。小型魚保護のためには、市場での水揚げ魚の全長制限サイズを引き上げることや、禁漁区を設定することなどの管理方策が望まれる。

瀬戸内海におけるヒラメの種苗放流は、1995年以降放流尾数、添加効率共に安定して推移しており、天然の加入群に対して一定の下支えの効果があると考えられる。F値が一定であっても、種苗放流数を変化させると、将来の資源水準が大きく変化することから、努力量規制と種苗放流を組み合わせた管理方策を検討する必要がある。

本海域においては1999年から*Neoheterobothrium hirame*の寄生によるヒラメの貧血症が認められ始め、親魚だけでなく幼稚魚への寄生も認められる。資源に悪影響を与える可能性が指摘されていたが、寄生率と産卵親魚量、翌年の天然の加入尾数について、有意な相関は認められなかった（図20）。

8. 引用文献

愛媛県（1995）平成2～6年度放流技術開発事業総括報告書資料編（瀬戸内海・九州海域ブロックヒラメ班），1-58.

水産庁管理課資源管理推進事務局（1999）平成11年度複合的資源管理型漁業促進対策事業魚種別全体計画，282pp.

平松一彦（2001）平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源解析手法教科書－，水産資源保護協会，104-127.

農林水産省統計情報部（1998）平成9年遊漁採捕量調査報告書，115pp.

渡辺昭生，武智昭彦，前原務，福田雅明（2004）燧灘西部海域におけるヒラメの着底密度と加入尾数の関係，2004年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集

補足資料

(1) 年別年齢別漁獲尾数の推定

(小底、刺網、その他)

全長組成から年別年齢別漁獲尾数の推定は以下の手順で行った。

- ① 全長組成を付表 1 の全長階級値別雌雄割合を使用し雌雄別全長組成に分解した。
- ② 雌雄別全長階級毎の体重 (全長-体重関係式より算出) と全長組成の積から全長組成を重量割合に変換した。
- ③ ②と Age-length key を使用し全長階級値別年齢割合を算出した。
- ④ ③×総漁獲重量÷雌雄別全長階級毎の体重で、全長階級値別年齢別尾数を求めた。
- ⑤ ④を年齢ごとにまとめ、年別年齢別漁獲尾数とした。

(定置網)

定置網の漁獲物サンプルは全数年齢査定が行われている。定置網の漁獲量に年齢組成の重量比かけ、年齢別漁獲重量を算出した。これを一尾当たり平均体重で割り、定置網の年別年齢別漁獲尾数を推定した。

(2) 資源量推定法

漁獲統計が 1 月 1 日～12 月 31 日の暦年の集計値であるため、1 月 1 日を年齢の起算日とした。年別年齢別漁獲尾数に含まれる 0 歳は 10～12 月頃に漁獲されている。春先に生まれる 0 歳魚は 1 月 1 日時点ではまだ存在しないため、1 歳以上の個体について資源量を推定した。年別年齢別漁獲尾数から、コホート解析 (Pope の近似式) で a 歳、 y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ を推定した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2)$$

a 歳、 y 年の漁獲係数 $F_{a,y}$ は、

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(M/2)}{N_{a,y}}\right)$$

で求めた。ここで、6 歳以上をプラスグループとし、5 歳と 6+歳の漁獲係数が等しいと仮定した。

$$N_{5,y} = \frac{C_{5,y}}{C_{5,y} + C_{6+,y}} N_{6+,y+1} \exp(M) + C_{5,y} \exp(M/2)$$

$$N_{6+,y} = \frac{C_{6+,y}}{C_{5,y}} N_{5,y}$$

また、最近年の資源尾数は、

$$N_{a,2005} = \frac{C_{a,2005}}{1 - \exp(-F_{a,2005})} \exp(M/2)$$

で求めた。ここで、最近年の1～5歳の漁獲係数は過去3年の平均と仮定した。

$$F_{a,2005} = \frac{1}{3} (F_{a,2002} + F_{a,2003} + F_{a,2004})$$

$F_{6+,2005}$ の値は $F_{6+,2005}=F_{5,2005}$ となる値を探索した。自然死亡係数 M は渡辺ら 2004 より、 $M=0.31$ とした。資源尾数から資源重量への変換は、年齢査定を行った漁獲物標本から求めた雌雄込みの年齢別平均体重を使用した。

年齢	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+歳
平均体重(g)	334	832	1614	2558	3617	4482

(3) YPR、SPR の解析

加入あたり漁獲量(YPR)と加入あたり産卵親魚量(SPR)をそれぞれ以下の式で求めた。

$$YPR = \sum_{a=1}^8 \frac{F_a}{F_a + M} \{1 - \exp(-F_a - M)\} S_a W_a$$

$$SPR = \sum_{a=1}^8 fr_a S_a W_a$$

$$S_{a+1} = S_a \exp\{-(F_a + M)\} \quad (\text{ただし } S_1=1)$$

ここで、 fr_a 、 W_a はそれぞれ a 歳の成熟率（雌）と漁獲物の平均体重を示す。

表1 ヒラメ瀬戸内海系群の灘別漁獲量(トン)

年	紀伊水道	大阪湾	播磨灘	備讃瀬戸	燧灘	備後芸予	安芸灘	伊予灘	周防灘	合計
1965	11	1	18	3	13		14	37	1	98
1966	10	1	9	27	18		11	30	8	114
1967	12	1	5	16	25		3	21	5	88
1968	16	1	11	52	24		4	34	10	152
1969	28		6	32	31		8	34	9	148
1970	15	1	10	13	88		6	49	21	203
1971	37	0	12	16	96		29	15	23	228
1972	28	0	4	17	96		21	22	19	207
1973	27	4	9	26	117		10	27	9	229
1974	21	3	43	29	119		7	26	15	263
1975	23	7	64	18	87		7	16	9	231
1976	24	4	13	15	119		15	118	15	323
1977	38	6	19	43	158		10	85	14	373
1978	34	6	16	51	39	126	62	49	33	416
1979	30	9	21	69	60	144	58	56	19	466
1980	65	8	22	58	76	120	44	24	15	432
1981	63	9	24	58	87	100	19	35	21	416
1982	67	6	22	40	76	107	42	55	21	436
1983	56	9	57	49	92	132	73	98	11	577
1984	78	15	44	41	109	154	62	125	27	655
1985	80	32	207	54	127	155	77	207	9	948
1986	74	22	204	50	134	182	93	119	10	888
1987	71	19	71	50	145	198	102	93	8	757
1988	76	9	222	49	181	255	100	102	23	1,017
1989	65	44	155	58	206	304	114	92	4	1,042
1990	65	34	106	57	141	240	96	89	4	832
1991	80	25	185	56	155	221	108	103	3	936
1992	91	26	144	53	155	181	116	117	5	888
1993	95	40	135	56	138	168	118	135	16	901
1994	106	37	126	76	160	114	127	122	8	876
1995	118	26	151	95	238	179	104	83	8	1,002
1996	101	21	159	99	167	222	107	111	12	999
1997	87	23	157	108	143	230	108	96	20	972
1998	87	44	185	99	113	276	96	108	31	1,039
1999	84	44	197	101	238	130	147	105	34	1,080
2000	74	25	167	92	104	266	93	158	44	1,023
2001	76	27	152	74	89	334	92	156	33	1,033
2002	71	52	135	109	242	174	93	142	21	1,039
2003	58	39	156	92	230	137	93	70	37	912
2004	69	44	158	120	106	234	71	59	50	911
2005	64	44	147	105	186	178	83	86	36	929

※ 備後芸予瀬戸の漁獲量は1977年まで燧灘に含まれており、1978年以降分離

※ 2005年の数値は概数値

表2 小型底びき網の CPUE(kg／出漁日数)、努力量(出漁日数)および放流尾数(千尾)の経年変化

年	CPUE	努力量	放流尾数
1979	0.26	1,212,863	161
1980	0.22	1,222,827	227
1981	0.21	1,221,183	140
1982	0.22	1,219,748	171
1983	0.31	1,187,700	719
1984	0.37	1,196,887	1,431
1985	0.62	1,148,855	966
1986	0.54	1,123,191	1,462
1987	0.43	1,151,227	1,840
1988	0.63	1,129,380	1,314
1989	0.65	1,114,723	1,897
1990	0.48	1,092,348	2,616
1991	0.55	1,064,092	2,293
1992	0.54	1,028,320	3,486
1993	0.56	1,023,712	3,031
1994	0.56	994,086	2,919
1995	0.68	1,006,915	4,134
1996	0.70	950,983	3,817
1997	0.65	952,662	4,078
1998	0.71	938,420	3,982
1999	0.77	909,769	4,695
2000	0.76	885,218	4,332
2001	0.75	868,645	4,327
2002	0.78	831,926	3,537
2003	0.74	796,401	4,001
2004	0.75	775,278	5,102

表3 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別漁獲尾数(尾)

年	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+歳
1995	912,043	1,495,670	518,422	105,959	20,291	5,486	4,618
1996	654,834	1,189,723	560,057	117,275	26,668	6,735	1,357
1997	290,155	670,414	534,929	115,589	32,106	11,970	12,382
1998	329,076	724,845	549,761	146,961	35,584	10,295	7,704
1999	353,418	817,088	531,239	155,899	31,023	9,905	10,241
2000	119,475	348,693	434,049	158,512	37,454	12,331	21,190
2001	146,579	378,355	514,871	162,111	38,656	16,470	13,563
2002	355,209	864,143	388,391	120,553	35,349	18,835	25,827
2003	283,524	759,720	450,318	112,179	22,958	13,460	13,925
2004	189,316	572,867	396,705	134,702	31,647	15,083	12,689
2005	224,041	610,713	518,606	116,927	27,506	14,603	10,434

表4 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別漁獲重量(トン)

年	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+歳
1995	100	377	326	129	39	15	16
1996	76	318	374	152	55	20	5
1997	38	202	401	168	74	39	50
1998	43	219	414	215	82	34	31
1999	47	250	405	231	73	33	42
2000	18	121	375	265	99	46	99
2001	21	123	419	256	97	58	59
2002	47	265	297	179	83	63	106
2003	37	227	335	162	52	44	56
2004	26	182	314	207	77	52	54
2005	29	185	391	171	64	48	42

表5 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別資源尾数(尾)

年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+歳
1995	3,131,909	993,081	244,256	103,931	15,100	12,710
1996	2,737,173	1,042,636	294,951	90,012	58,866	11,858
1997	2,292,605	1,006,791	297,022	117,438	43,380	44,874
1998	2,261,740	1,112,229	291,517	120,325	58,836	44,028
1999	2,188,026	1,044,538	355,209	90,786	58,043	60,014
2000	1,651,724	914,698	321,537	129,424	40,331	69,308
2001	1,497,647	913,530	306,759	103,027	63,115	51,976
2002	2,173,470	776,253	240,951	89,525	42,920	58,854
2003	1,930,142	865,432	244,114	75,778	35,848	37,088
2004	2,047,625	774,852	258,218	84,840	36,098	30,369
2005	1,698,578	1,014,951	236,405	76,770	35,496	25,363

表6 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別資源重量(トン)

年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+歳
1995	1,046	826	394	266	55	57
1996	914	868	476	230	213	53
1997	766	838	479	300	157	201
1998	755	926	471	308	213	197
1999	731	869	573	232	210	269
2000	552	761	519	331	146	311
2001	500	760	495	264	228	233
2002	726	646	389	229	155	264
2003	645	720	394	194	130	166
2004	684	645	417	217	131	136
2005	567	845	382	196	128	114

表7 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別漁獲係数

年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+歳
1995	0.79	0.90	0.69	0.26	0.54	0.54
1996	0.69	0.94	0.61	0.42	0.14	0.14
1997	0.41	0.93	0.59	0.38	0.38	0.38
1998	0.46	0.83	0.85	0.42	0.23	0.23
1999	0.56	0.87	0.70	0.50	0.22	0.22
2000	0.28	0.78	0.83	0.41	0.43	0.43
2001	0.34	1.02	0.92	0.56	0.36	0.36
2002	0.61	0.84	0.84	0.60	0.70	0.70
2003	0.60	0.90	0.74	0.43	0.56	0.56
2004	0.39	0.87	0.90	0.56	0.65	0.65
2005	0.53	0.87	0.83	0.53	0.64	0.64

表8 ヒラメ瀬戸内海系群の資源重量(トン)、漁獲割合、産卵親魚量(トン)、天然の加入尾数(尾)、放流の加入尾数(尾)、RPS(尾/kg)

年	漁獲重量	資源量	漁獲割合	産卵親魚量	加入尾数・天然	加入尾数・放流	RPS
1995	1,002	2,644	0.38		2,802,935	328,974	
1996	999	2,754	0.36	1,364	2,410,542	326,630	1.77
1997	972	2,742	0.35	1,575	2,010,013	282,592	1.28
1998	1,039	2,870	0.36	1,711	1,933,103	328,637	1.13
1999	1,080	2,885	0.37	1,829	1,826,518	361,508	1.00
2000	1,023	2,620	0.39	1,863	1,195,478	456,247	0.64
2001	1,033	2,480	0.42	1,806	1,179,474	318,173	0.65
2002	1,039	2,409	0.43	1,721	1,826,543	346,927	1.06
2003	912	2,249	0.41	1,481	1,642,414	287,727	1.11
2004	911	2,229	0.41	1,379	1,684,389	363,235	1.22
2005	929	2,232	0.42	1,337	1,316,269	382,308	0.98

表9 ヒラメ瀬戸内海系群の1歳魚の灘別放流魚割合と添加効率

年	大阪湾	播磨灘	燧灘	伊予灘	周防灘	加重平均	添加効率
1995			0.04	0.25	0.47	0.11	0.11
1996			0.03	0.22	0.46	0.12	0.08
1997			0.01	0.28	0.15	0.12	0.07
1998			0.02	0.25	0.23	0.15	0.08
1999			0.06	0.37	0.28	0.17	0.09
2000			0.04	0.44	0.23	0.28	0.10
2001	0.26		0.16	0.25	0.15	0.21	0.07
2002	0.13	0.07	0.07	0.41	0.17	0.16	0.08
2003	0.19	0.05	0.06	0.52	0.37	0.15	0.08
2004	0.31	0.07	0.09	0.40	0.33	0.18	0.09
2005	0.47	0.20	0.05	0.42	0.47	0.23	0.07

表10 6月のピーク時の稚魚採集数(尾、400m²あたり)

年	愛媛県・河原津	香川県・大浜	平均
1995	24.0	52.0	38.0
1996	18.0	14.3	16.2
1997	6.3	6.0	6.2
1998	25.0	48.0	36.5
1999	11.6	11.0	11.3
2000	0.8	8.0	4.4
2001	8.1	17.0	12.6
2002	12.1	38.3	25.2
2003	14.7	20.0	17.4
2004	14.2	2.0	8.1
2005	0.3	2.5	1.4
2006	29.5	10.8	20.1

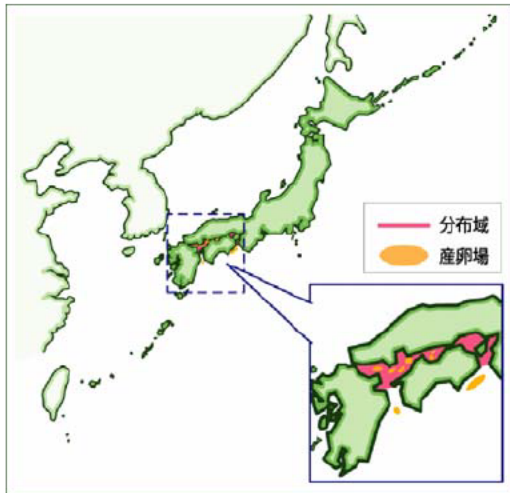


図1 ヒラメ瀬戸内海系群の分布

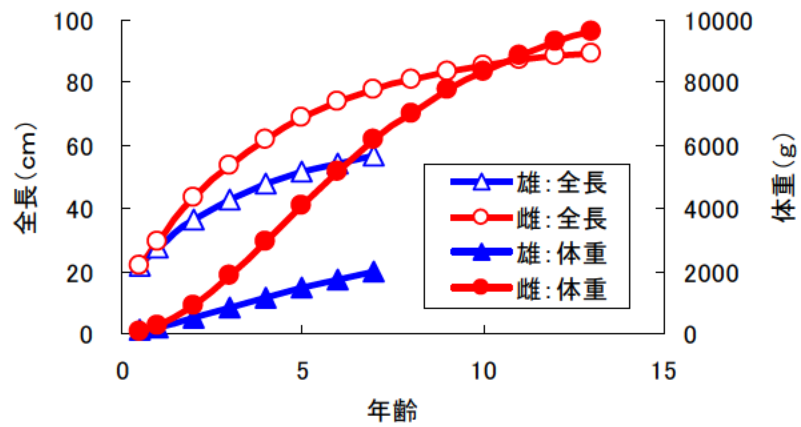


図2 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢と成長

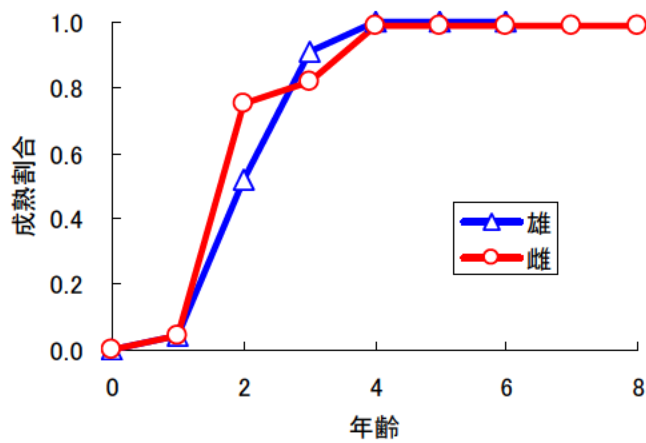


図3 ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別成熟割合

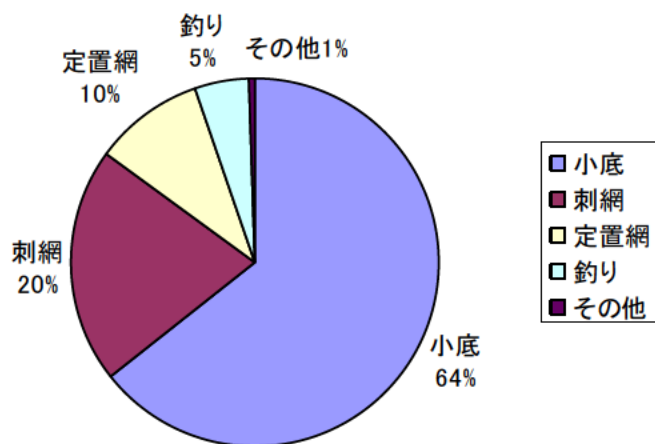


図4 2004年の漁法別漁獲割合

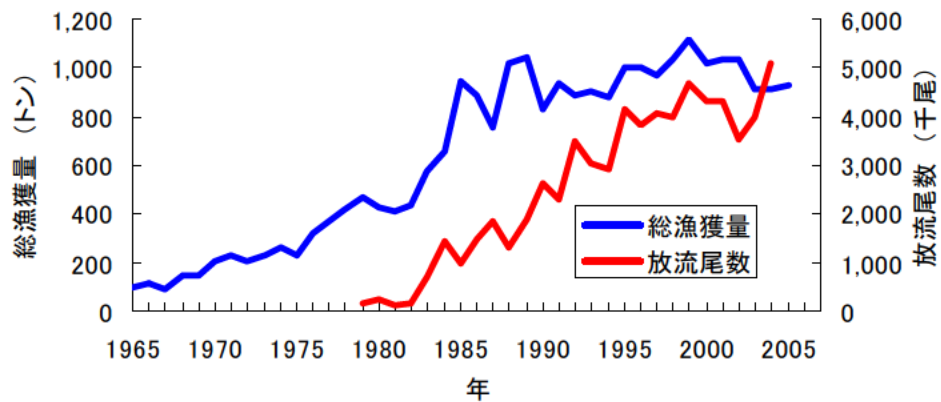


図5 ヒラメ瀬戸内海系群の漁獲量と放流尾数の推移

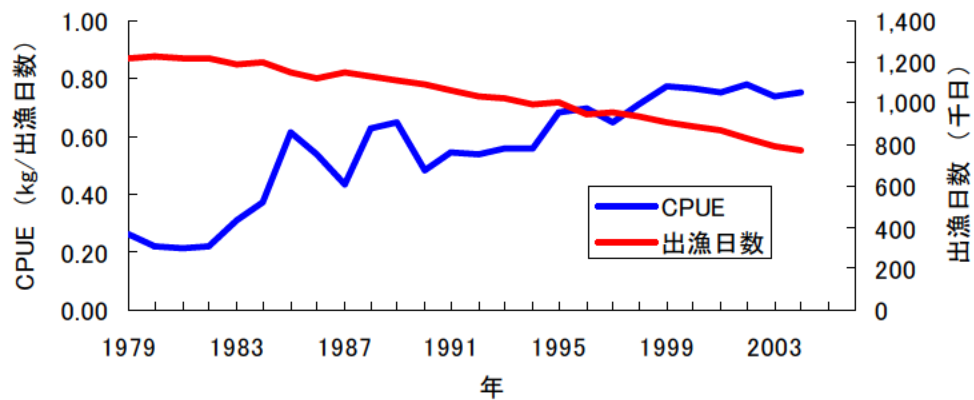


図6 小型底びき網の努力量（出漁日数）とCPUEの推移

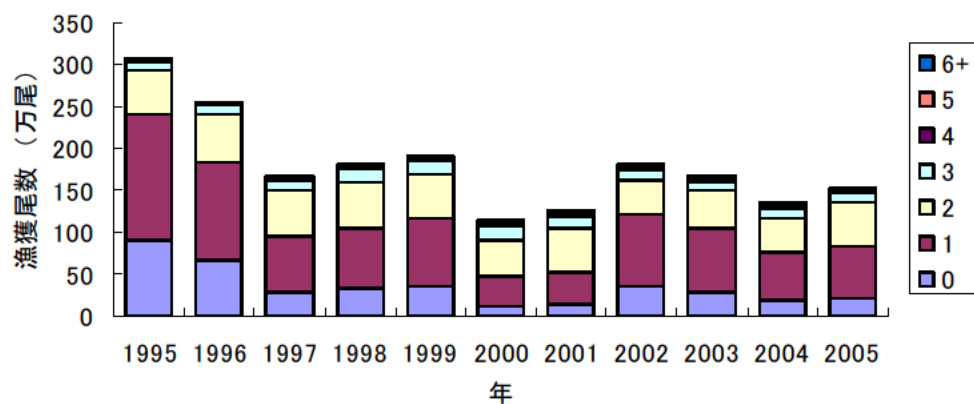


図7 年齢別漁獲尾数の推移

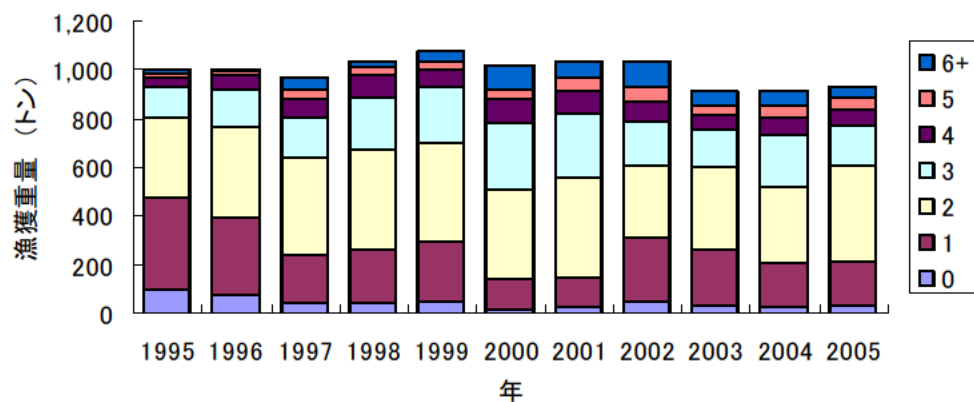


図8 年齢別漁獲重量の推移

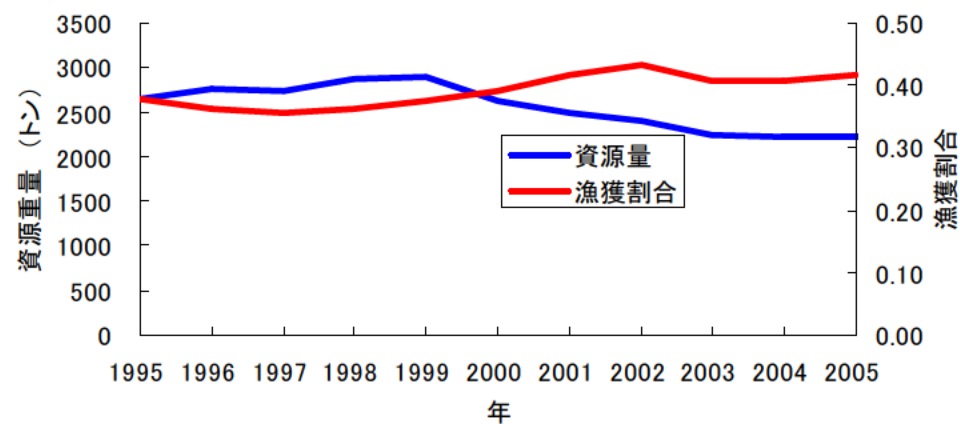


図9 資源量と漁獲割合の推移

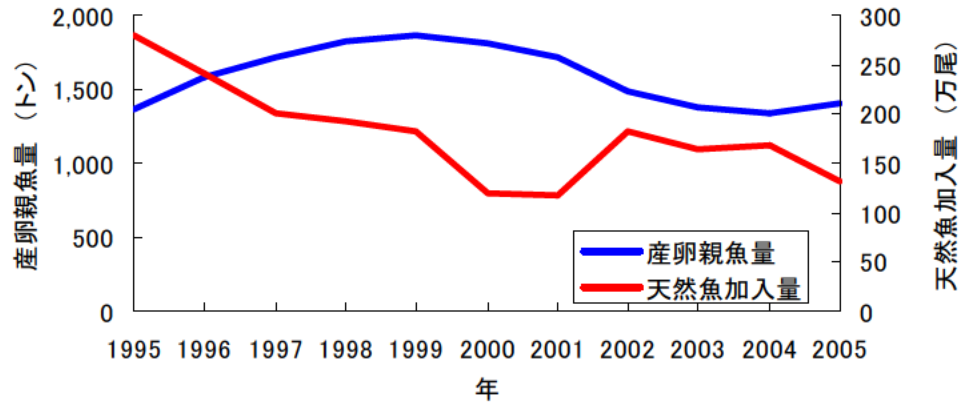


図 1 0 産卵親魚量と天然魚加入量の関係

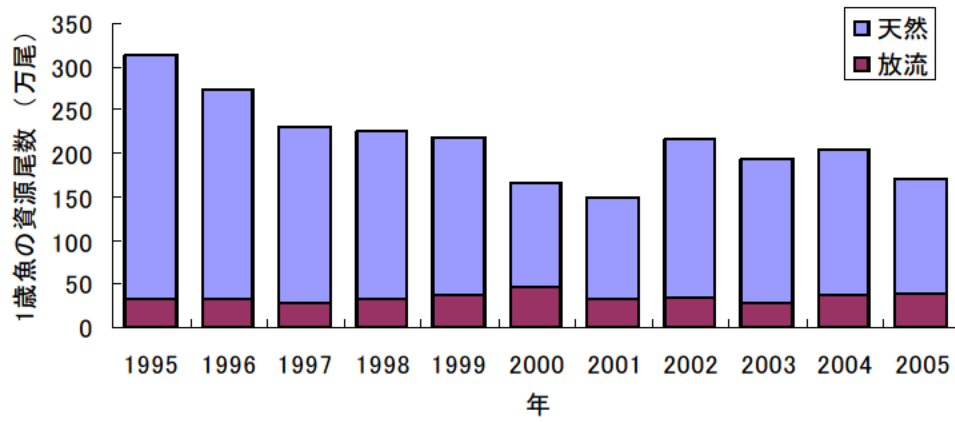


図 1 1 1 歳の資源尾数の天然と放流魚の内訳

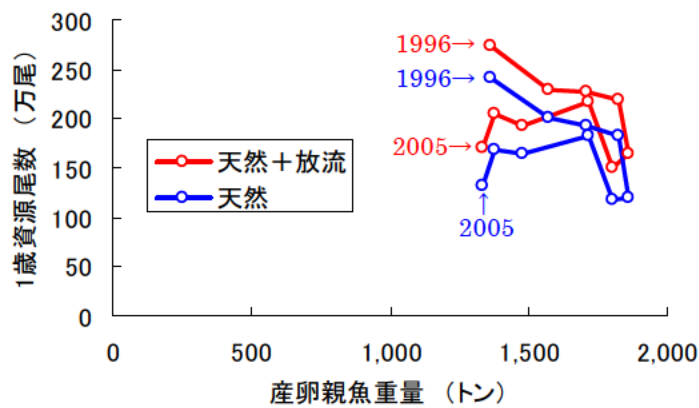


図 1 2 再生産関係

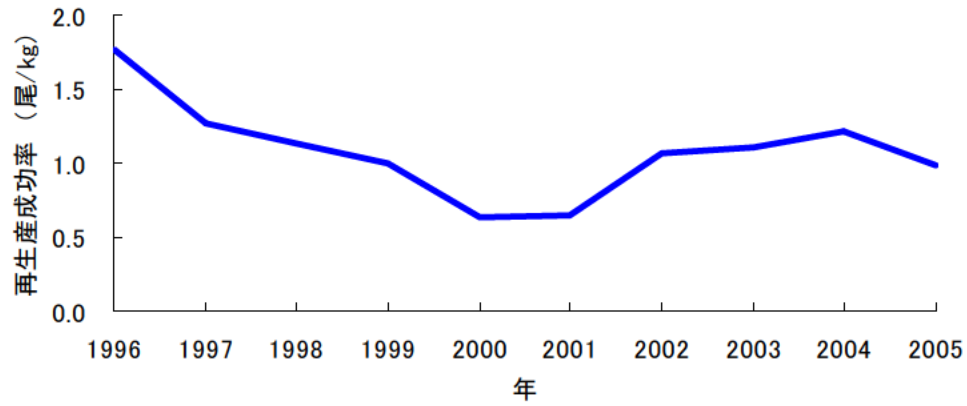


図 1 3 再生産成功率 (RPS) の推移

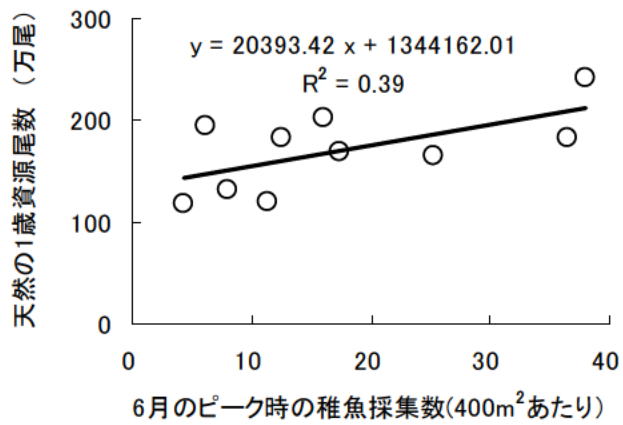


図 1 4 6 月のピーク時の稚魚採集数と天然の 1 歳資源尾数の関係

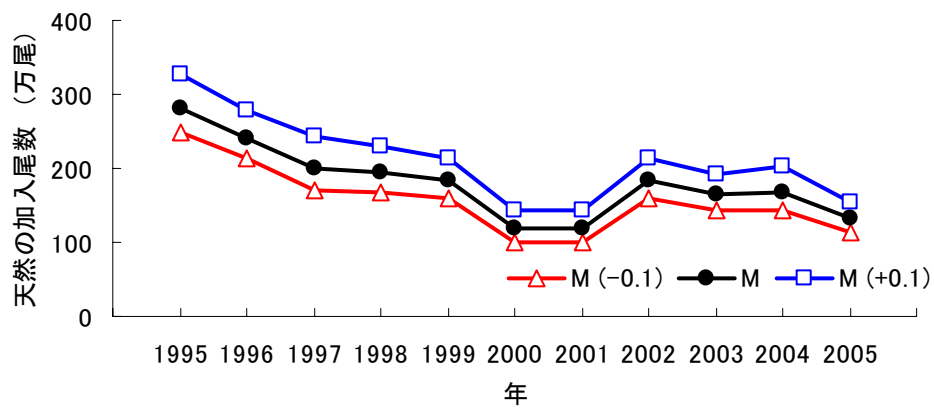
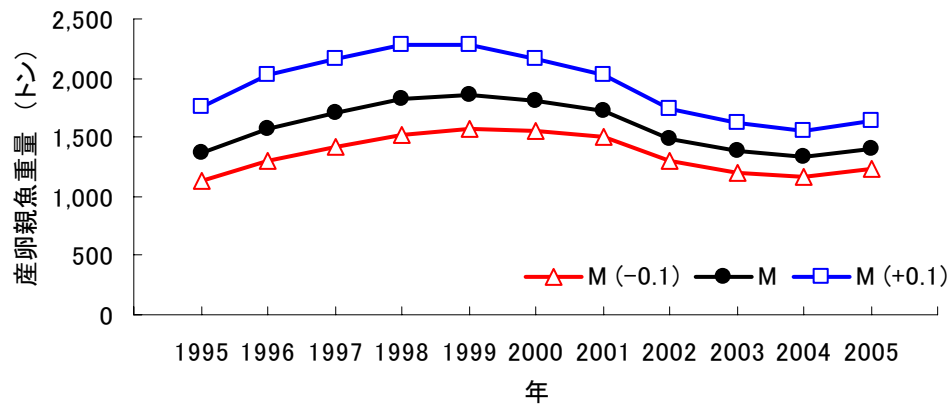
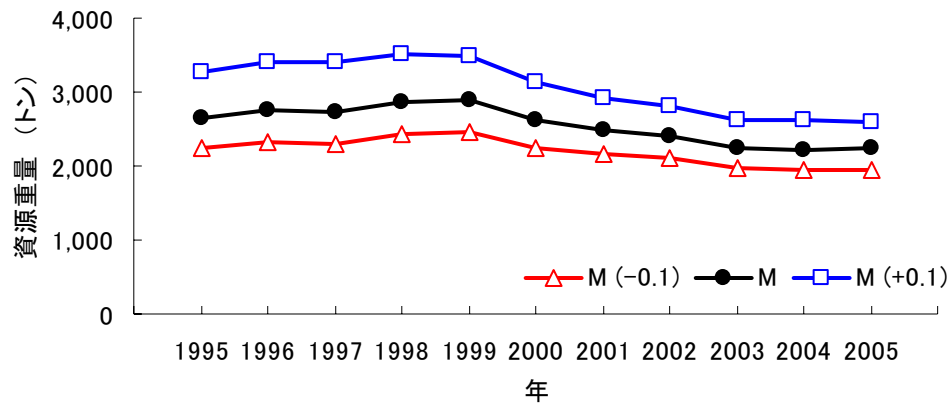


図 1 5 自然死亡係数の値による、資源量、産卵親魚量、加入尾数の感度解析

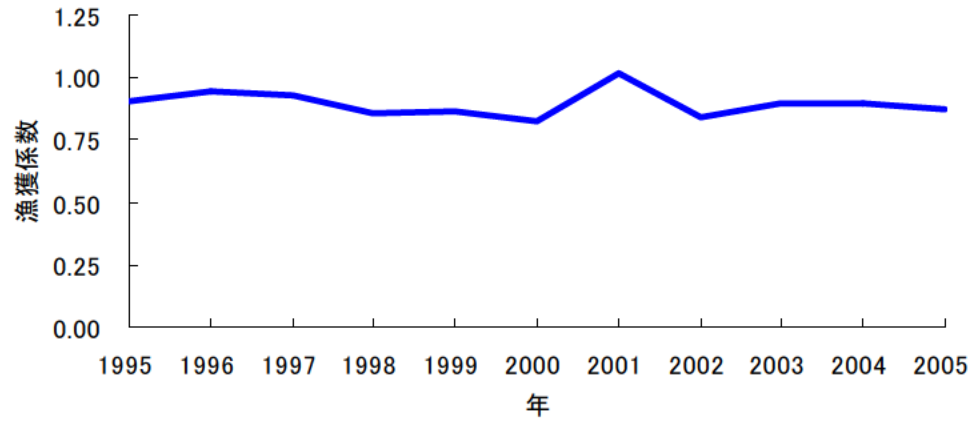


図 1 6 漁獲係数の推移

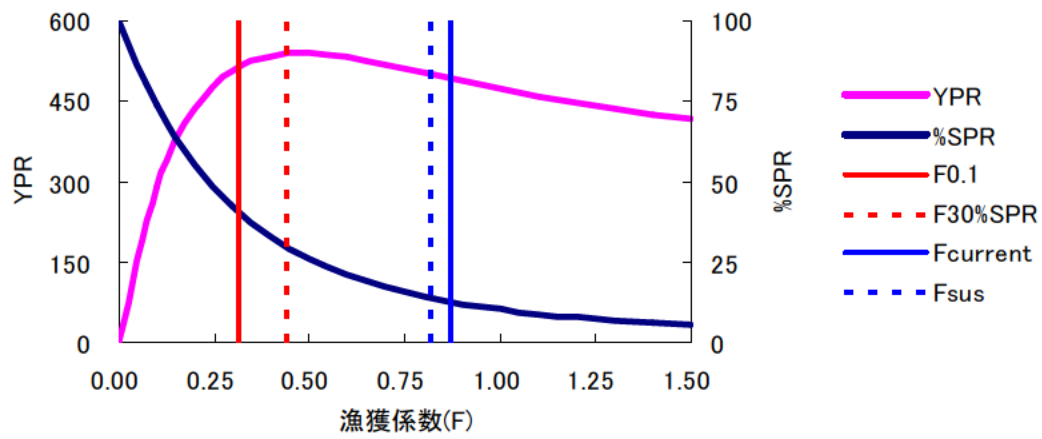


図 1 7 漁獲係数と YPR、%SPR の関係

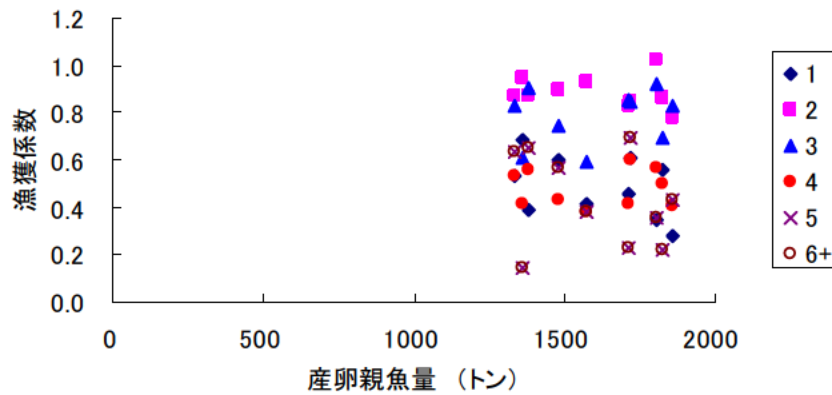


図 1 8 産卵親魚量と漁獲係数の関係

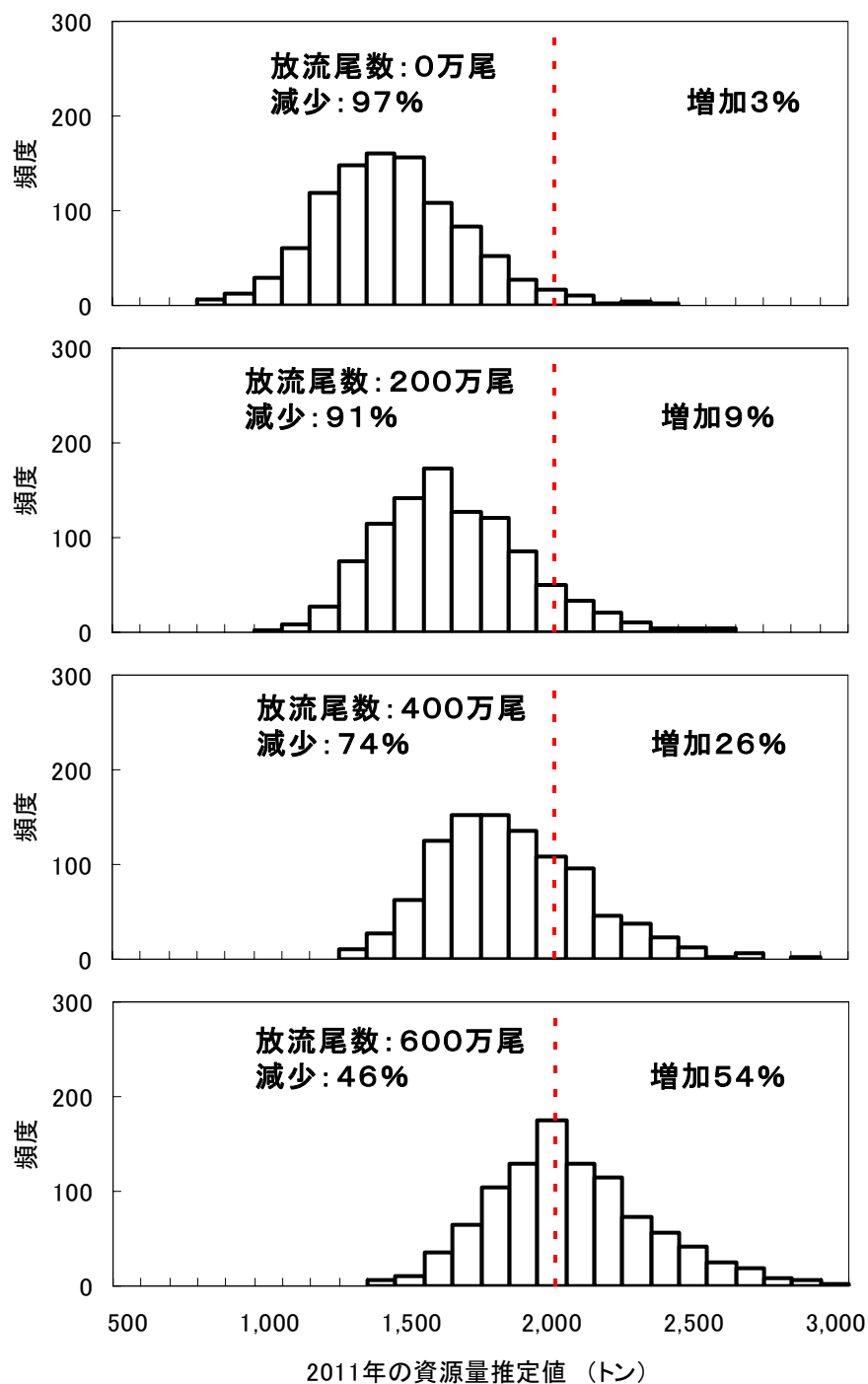


図 1 9 2005 年の漁獲圧 ($F=0.87$) で漁獲を継続し、放流尾数を 0、200、400、600 万尾と変化させた場合の 2011 年の資源量推定値の分布と 2006 年の資源量に対する増減確率。赤の点線は 2006 年の資源量を示す。

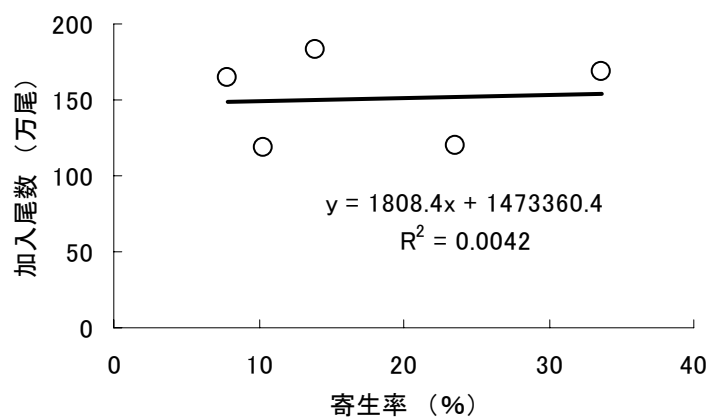
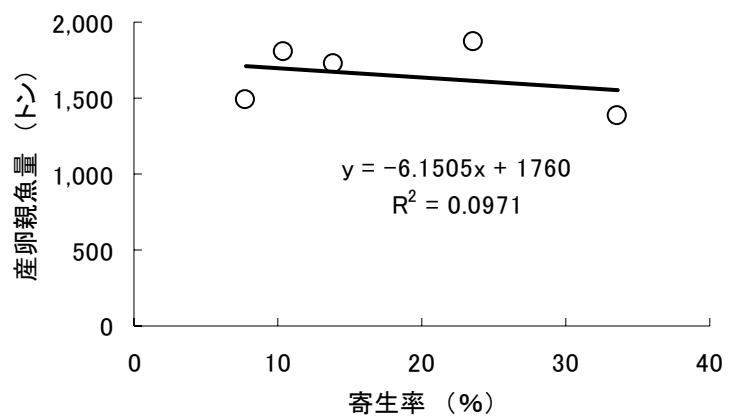


図20 ネオヘテロボツリウムの寄生率と産卵親魚量、翌年の天然の加入尾数の関係

付表1 Age length key と雌雄割合

全長	雌							雄							割合	
	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+ 歳	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6+ 歳	雌	雄
0	1.00							1.00							0.50	0.50
2	1.00							1.00							0.50	0.50
4	1.00							1.00							0.50	0.50
6	1.00							1.00							0.50	0.50
8	1.00							1.00							0.50	0.50
10	1.00							1.00							0.50	0.50
12	1.00							1.00							0.50	0.50
14	0.56	0.44						0.73	0.27						0.50	0.50
16	0.78	0.22						0.60	0.40						0.50	0.50
18	0.68	0.32						0.67	0.33						0.50	0.50
20	0.57	0.43						0.51	0.48	0.01					0.45	0.55
22	0.39	0.60		0.01				0.37	0.63						0.44	0.56
24	0.40	0.58	0.02					0.28	0.67	0.05					0.40	0.60
26	0.41	0.56	0.03					0.18	0.75	0.07					0.46	0.54
28	0.20	0.72	0.07					0.11	0.79	0.11					0.43	0.57
30	0.20	0.72	0.07					0.12	0.69	0.19	0.01				0.43	0.57
32	0.09	0.77	0.14					0.03	0.46	0.49	0.02				0.37	0.63
34	0.03	0.76	0.20						0.25	0.73	0.02				0.27	0.73
36		0.58	0.42					0.00	0.11	0.85	0.04				0.17	0.83
38		0.40	0.57	0.03					0.09	0.80	0.11				0.27	0.73
40		0.15	0.82	0.03					0.07	0.69	0.24	0.01			0.45	0.55
42		0.08	0.87	0.05					0.04	0.45	0.48	0.02	0.01		0.68	0.32
44		0.04	0.92	0.04						0.34	0.53	0.11	0.03		0.85	0.15
46		0.04	0.88	0.08						0.28	0.50	0.22			0.86	0.14
48		0.03	0.76	0.20	0.01						0.31	0.38	0.19	0.13	0.90	0.10
50		0.02	0.58	0.39	0.01					0.07	0.53	0.20	0.13	0.07	0.88	0.12
52		0.01	0.44	0.53	0.01					0.29	0.14		0.57		0.91	0.09
54			0.20	0.77	0.03							0.50	0.25	0.25	0.95	0.05
56			0.11	0.76	0.13						0.75	0.25			0.94	0.06
58		0.02		0.73	0.25							1.00			0.96	0.04
60			0.02	0.52	0.44	0.02				0.33	0.33		0.33		0.94	0.06
62				0.49	0.43	0.09							1.00		0.97	0.03
64				0.42	0.47	0.11					1.00				0.95	0.05
66				0.24	0.18	0.41	0.18								1.00	0.00
68			0.07	0.27	0.27	0.13	0.27								1.00	0.00
70					0.25	0.33	0.42								1.00	0.00
72					0.33	0.00	0.67								1.00	0.00
74				0.10	0.30	0.30	0.30								1.00	0.00
76					0.14	0.00	0.86								1.00	0.00
78						0.14	0.86								1.00	0.00
80						0.00	1.00								1.00	0.00
82						0.33	0.67								1.00	0.00
84						0.50	0.50								1.00	0.00
86							1.00								1.00	0.00
88							1.00								1.00	0.00
90							1.00								1.00	0.00

※ 赤字は推測値