

## 平成 19 年度ヒラメ太平洋南部系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（片山知史、渡部諭史、柴田玲奈、張成年）

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、高知県水産試験場、大分県農林水産研究センター水産試験場、宮崎県水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター試験研究部水産研究所、愛媛県水産試験場

## 要 約

和歌山県以西から宮崎県以東にいたる太平洋南区と宮崎県日向灘に連続する鹿児島県大隅半島に分布するヒラメを太平洋南部系群として資源評価を行った。漁獲量の長期的傾向は、1996年（263トン）をピークに減少傾向に転じていたが、近年少しずつ回復している。2006年（暫定値）は188トンであり、Cave-20yr（178トン）を上回っているものの過去20年間の上位7番目の値となっており、資源水準は中位と判断される。資源動向については、漁獲量、資源重量ともに継続して増加しており、また2006年の資源重量が6年間の最高値となったため、増加傾向と判断される。2005年の現状の漁獲係数（ $F_{current}=0.59$ ）は加入量あたりの最大漁獲量を得る漁獲係数（ $F_{max}$ ）、 $F_{30\%SPR}$ とほぼ同じ値であった。再生産関係は不明であるが、現状の親魚量（267トン）を維持できる漁獲係数（ $F_{sus}$ ）を管理基準値として採用し、 $F_{limit}$ を過去平均的な加入量を想定した場合の親魚量を維持できる漁獲係数（ $F=0.57$ ）とした。この漁獲係数によって期待される2008年の漁獲量172トン（ $ABC_{limit}$ ）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漁獲量136トン（ $ABC_{target}$ ）とした。

	2008年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
$ABC_{limit}$	172 トン	$F_{sus}$	0.57	30%
$ABC_{target}$	136 トン	0.8 $F_{sus}$	0.46	25%

漁獲割合はABC/資源量、F値は各年齢漁獲係数の最も高い値である。

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合
2005	532	168	0.59	31%
2006	564	188	0.63	33%
2007	543			

2006年の漁獲量は暫定値

2006年のF値は過去5年間の平均値

水準：中位 動向：増加

## 1. まえがき

ヒラメは高価な魚種であり、南日本においては養殖の生産量が海面漁業を上回っているものの重要な沿岸漁業資源である。太平洋南区と鹿児島県大隅半島を含めた太平洋南部では、主に刺網、小型底びき網、定置網、釣等によって漁獲される。人工種苗の大量生産が行われ、本系群でも積極的に種苗が放流されている。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

ヒラメは日本沿岸のほぼ全域に分布し、産卵や索餌のための季節的な深淺移動や、広範な南北回遊をするが、回遊範囲に限界があるためにいくつかの系群があるとされている(落合・田中 1986)。地理的な連続性から明瞭な分布の切れ目は認められないが、細部にわたって検討すると半島を境にした群や、回遊経路が異なる群の可能性が報告されている(南 1997)。西田ら(1997)は卵稚仔・成魚の移動性、形態変異、遺伝的変異、DNA 変異を総合してヒラメの集団構造モデルを提示し、このなかで日本近海のヒラメは各海域に地域集団が存在し、これらが卵稚仔・成魚の移動性によって遺伝的交流を保証するような集団であると推察している。一方、佐藤(1999)は、漁獲統計分析により、太平洋側のヒラメは岩手～静岡、愛知～和歌山、徳島～鹿児島の3グループに分けられることを指摘している。また、大河内(1991)は、太平洋南区(和歌山県～宮崎県)のヒラメについて、各県間の漁獲量変動の相関が高いことから地方集団間の独立性が低いことを示し、太平洋中区(千葉県～三重県)との遷移帯として三重県及び和歌山県を挙げている。以上のように、太平洋南区は漁獲量変動の共通海域としての独立性が高いと考えられる。また、農林統計では、地域的数値集計のため、和歌山県から宮崎県までが太平洋南区として区分されているが、鹿児島県大隅半島の太平洋側は宮崎県の日向灘と地理的に連続しており、ここでもヒラメは小型底びき網や定置網によって漁獲されている。1987年以降の大隅半島太平洋側4漁業協同組合(志布志、東串良、高山、内之浦)における漁獲量は、9～14トンの間にあり、太平洋南部の漁獲量のほぼ5%を占め、大隅地区の漁獲量の経年変化は太平洋南区と極めて類似した変動を示している。このことから、太平洋南区に大隅半島を合わせた系群を太平洋南部系群(図1)と呼び資源評価を行っている。

### (2) 年齢・成長

太平洋南部系群のヒラメについては、小澤ら(1995)の報告があるが、ヒラメの年齢査定法として手法が確立されている耳石横断薄層切片を用いて解析した厚地ら(2004)の結果を用いる(図2)。成長式は以下のとおりである。

雌 :  $L_t = 844(1 - \exp(-0.342(t + 0.625)))$

雄 :  $L_t = 544(1 - \exp(-0.442(t + 0.578)))$

### (3) 成熟・産卵

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2～4月頃と推定される。雌では全長約46cm、雄では約36cm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歳から2歳である。

#### (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。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

南部系群における主要漁業種類は、刺網、小型底びき網、定置網である(表1)。各県の漁獲量のうち、和歌山、徳島、愛媛では刺網による漁獲が6～8割、大分、宮崎では小型底びき網が5～6割、高知では刺網が3割程度を占め、その他定置網や小型底びき網によって漁獲されている。漁期はほぼ周年であるが、秋から翌年の春先に産卵群を対象とした漁獲量の増加が認められる(宮崎県, 1995)。太平洋南部では、ヒラメの種苗放流が積極的に行われているが、近年放流尾数が減少しており、2002年～2005年では100万尾前後である(図2)。

#### (2) 漁獲量の推移

鹿児島県の東部海域を含めた1985年以降の漁獲量は、1996年に263トンまで増加して最高の値を示した後は減少した(表1、図3)。しかし近年では、2003年の145トンから毎年増加しており、2006年(暫定値)は188トンとなった。特に2006年は、和歌山県をはじめとする各県の刺網による漁獲量の増加が目立っている(図4、5)。

### 4. 資源の状態

#### (1) 資源評価の方法

各県水試等が実施している水揚げ市場での漁業別漁獲量及び漁獲物の生物測定結果をあわせて、太平洋南区の年齢別の漁獲尾数を推定した。そのデータを基に、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。漁獲年齢は0歳～4歳および5歳以上の6階級に分けた。なお、コホート計算はPopeの近似式を用い、 $F_{current}$ は、2005年における1歳～3歳の漁獲係数の最も高い値とした。2006年の0～4歳魚の漁獲係数は各年齢の過去5年間の平均値を用い、最高年齢群(5歳以上のプラスグループ)と4歳の漁獲係数は等しいとして計算を行った。自然死亡係数は過去の資料から0.2とした。現状の漁獲係数として用いた値は、2006年は過去5年間の平均であるので、2005年における各年齢の漁獲係数の最高値とした。選択率については近年漁業形態に大きな変化がないために全期間の平均値を採用した。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を乗じて親魚量を推定し、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、コホート計算によって推定した1歳の資源尾数から、大分県、宮崎県、鹿児島県において調べられた各年の

放流魚の混在率によって推定した放流魚の尾数を引いて求めた。

なお、計算に用いた年齢一体長の関係については、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（全長cm）を得た。

年齢	雌	雄
0 歳 (0.75 歳)	29.88	29.67
1 歳 (1.5 歳)	40.34	37.80
2 歳 (2.5 歳)	51.24	44.70
3 歳 (3.5 歳)	59.43	48.78
4 歳 (4.5 歳)	65.61	51.19
5 歳 (5.5 歳)	70.25	52.62
6 歳 (6.5 歳)	73.75	53.47

体長W(kg)—体重L(cm)の関係については、小澤ら（1995）の雌雄別関係式に以下の式を用いた。

$$\text{雄} : W = (6.815 \times 10^{-6}) \times L^{3.069}$$

$$\text{雌} : W = (3.748 \times 10^{-6}) \times L^{3.171}$$

## (2) 漁獲物の年齢組成

2001年から2006年にかけての漁獲尾数の年齢組成の平均値は0歳12%、1歳33%、2歳32%、3歳14%、4歳5%、5歳魚以上のプラスグループが5%である（表4、図6）。ただし、漁業種類によって年齢組成には差異があり、日向灘中部地区の小型底びき網においては0～1歳魚の漁獲が多く全体の75%にのぼっている（宮崎県1995）。

## (3) 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10%～20%を占め、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（表1、図5）。1996～1997年以降は、ほぼ20トン台で横ばい状態である。

## (4) 資源量の推移

2001年以降のデータのみではあるが、年齢別漁獲尾数を基にコホート解析を行った結果、2001～2006年の資源量は約450～564トンの範囲であり、2006年が最も大きな値となった（表5）。これは、比較的高い加入水準であった2002～2004年級が2歳～4歳の漁獲の中心となっていることによる。しかし、2005年級はこの6年間で最も低い加入量であると推定され、2006年においてもその資源量は低い状態である（図6）。資源重量に対する漁獲重量の割合（漁獲割合）は、30%（2004年）～36%（2001年）で安定している。

親魚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7）。しかし、再生産成功率（親魚量に対する翌年の天然魚加入尾数の割合、図8）

は2002年以降、継続して減少している。2005年は、最も低い再生産成功率であった。

#### (5)資源の水準・動向の判断（水準＝中位、動向＝増加）

太平洋南区（鹿児島県東部を含む）の漁獲量の Cave20-yr が 178 トンであるのに対して、2006 年は 188 トンであったが、過去 20 年間の上位 7 番目の値となっており、資源水準は中位と判断する。2006 年の資源重量は 6 年間の最高値であると推定された。また、漁獲量、資源重量ともに増加が 4 年間継続しており、資源動向については増加傾向と判断される。しかし、2007 年については、漁獲の主対象となる 2005 年級群が 6 年間で最も低い水準であること、再生産成功率が低下傾向であることから、今後の漁獲量、資源重量は、頭打ちもしくは減少に転じるものと推察される。

### 5. 資源管理の方策

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、2001 年が最も高く 0.7 を超える値となったが、近年はほぼ 0.6 前後で横ばいの傾向がみられる（表 6、図 9）。YPR および %SPR と F の関係（図 10）では、Fmax が 0.58、30%SPR も 0.58 であり、Fcurrent0.59(2005 年)は、これらの値とほぼ同値である。

これらの解析結果から判断すると、現状は成長乱獲の状態にはなっていないと考えられる。しかし、再生産関係が不明であるものの、再生産成功率の低下傾向が続いており、2005 年級の資源水準も 6 年間で最も低い状態である。したがって、資源量および漁獲量を増加させるためには、親魚量が維持されるような管理が妥当と考えられる。

### 6. 2008 年の ABC の設定

#### (1)資源評価のまとめ

漁獲量の長期的傾向は、近年では 1996 年（263 トン）をピークに減少傾向に転じていたが、近年少しずつ回復している。2006 年の漁獲量は 188 トンであり、Cave20-yr（178 トン）に近い値となっているが、過去 20 年間の上位 7 番目の値であり、資源水準は中位と判断される。資源動向については、2006 年の資源重量は 6 年間の最高値であり、漁獲量、資源重量ともに 4 年間継続して増加しており、増加傾向と判断される。

#### (2)ABCの算定

再生産関係に資するデータが不十分であり、また資源水準は中位、資源動向は増加傾向であることから、ABC算定規則1-3) - (2) を適用する。

ABC算定規則1-3) - (2) :

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

$$Ftarget = Flimit \times \alpha$$

からABCを算出する。

再生産関係が不明であるが、親魚量が維持されるような管理が妥当と考えられる。したがって、平均的な加入量を想定し、漁獲係数を変化させた場合の将来的な親魚量の変

化を推測する。加入量として、過去5年間（2002～2006年）の平均加入量とを仮定して、様々な漁獲係数における親魚量と漁獲量の推定値を図11に示す。前述のように2005年級が低い資源水準であるため、2007年もしくは2008年まで漁獲量、親魚量ともに減少する。その後の親魚量については、現状の $F_{current}0.59$ 、および過去5年間の平均漁獲係数 $0.63$ では、その後減少して現状の親魚量 $267$ トンを維持できない。親魚量を維持するためには、漁獲係数が $0.57$ であることが必要である。したがって、この $F=0.57$  ( $0.96F_{current}$ 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2008年の漁獲量は $172$ トンとなり、この漁獲量を $ABC_{limit}$ とした。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 $F=0.46$ によって期待される漁獲量を $ABC_{target}$   $136$ トンとした。

2008年のABCは下表のように算出される。

	2008年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	172トン	$F_{sus}$	0.57	30 %
ABC target	136トン	$0.8F_{sus}$	0.46	25 %

### (3)ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源 量	ABC <sub>limit</sub>	Target	漁獲 量	管理目標
2006 (当初)	$0.77F_{sus}$	509	122	112	166	現状資源量維持
2006 (再評価)	$F_{sus}$	564	188	106	188	親魚量維持
2007 (当初)	$F_{sus}$	528	190	172	—	現状資源量維持
2007 (再評価)	$F_{sus}$	543	175	153	166	親魚量維持

単位は全てトン

## 7. ABC 以外の管理方策の提言

太平洋南区においては、今回初めて再生産関係の解析を行い、再生産成功率を算出した。まだデータの蓄積が少ないが、再生産成功率が明らかに低下傾向であることが示された。2006年までは漁獲量、資源量ともに増加傾向であったが、頭打ちもしくは減少に転ずるものと予想される。この再生産成功率の低下がどのような海洋条件に影響を受けているのかを把握必要があると考えられる。

放流種苗については、太平洋南部では近年放流尾数が100万尾前後で（図2）、平均して5%～10%の混獲率で漁獲物中に出現している。しかし、放流魚についての年齢別漁獲尾数のデータが不足しており、回収率の解析ができていない。効率的な放流事業の遂行と放流魚を含めた包括的な資源管理方策を策定するための情報が不足している状況である。したがって、放流魚を含めた年齢別漁獲尾数等の放流効果に関する詳細なデータの整備が極めて重要である。

## 8. 引用文献

- 厚地伸・増田育司・赤毛宏・伊折克夫（2004）耳石横断薄層切片を用いた鹿児島県近海産ヒラメの年齢と成長、日本水産学会誌, 70(5), 714-721.
- 大河内裕之（1991）ヒラメ漁獲量の変動に基づく資源培養エリアの検討、栽培資源調査検討資料、No 5、日本栽培漁業協会、1-37.
- 小澤貴和・三浦信昭・鶴田和弘（1995）九州南西海域産ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の年齢と成長、日本水産学会誌, 61(4), 505-509.
- 落合 明・田中 克（1986）新版魚類学（下）、恒星社厚生閣、pp. 1075-1080.
- 佐藤圭介（1999）房総半島周辺のヒラメ資源と生態に関する基礎的研究－I、系群、千葉水試研報、No55、1-9.
- 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.
- 西田 睦・大河俊之・藤井徹生（1997）集団構造、ヒラメの生物学と資源培養（南 卓志・田中 克（編））、恒星社厚生閣、pp. 41-51.
- 農林水産省統計情報部（2002）平成12年漁業・養殖業生産統計年報、324 pp.
- 南 卓志（1997）生活史特性、ヒラメの生物学と資源培養（南 卓志・田中 克（編））、恒星社厚生閣、pp. 9-24.
- 宮崎県（1995）平成2～6年度放流技術事業総括報告書資料編、瀬戸内・九州海域ブロックヒラメ班、宮崎1-宮崎70.



図1 分布と移動

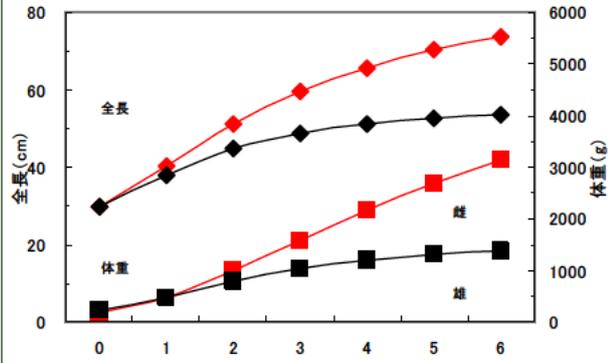


図2 雌雄別の年齢と体長（全長）、体重の関係

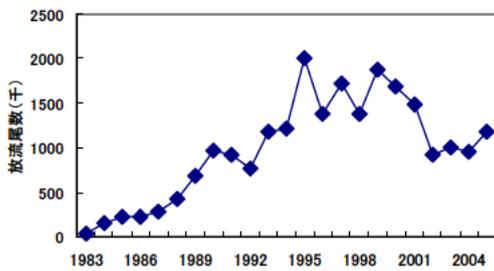


図2 放流尾数の経年変化



図3 太平洋南区の漁獲量の経年変化

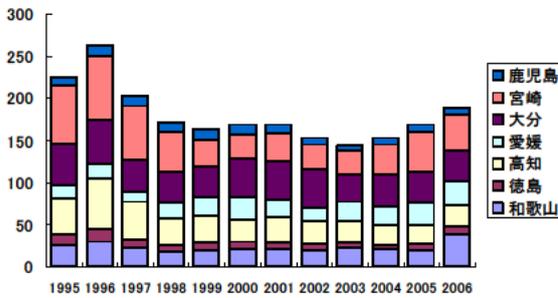


図4 県別の漁獲量（トン）の経年変化（和歌山、大分、宮崎、鹿兒島各県については、太平洋南区のデータのみを使用した）

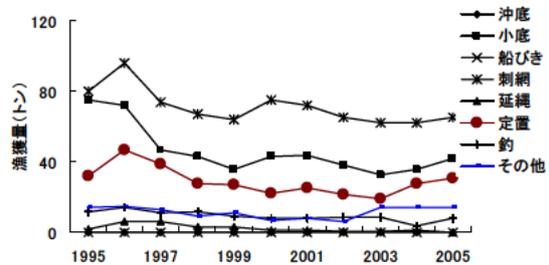


図5 漁業種類別漁獲量の経年変化（鹿兒島県を除く）

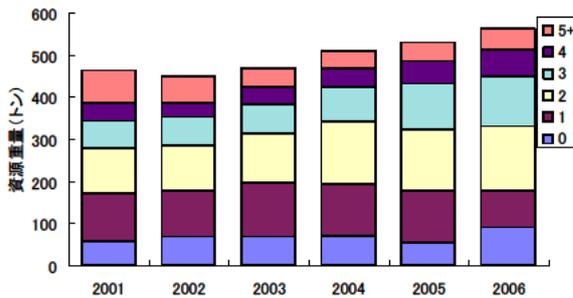


図6 年齢別資源重量

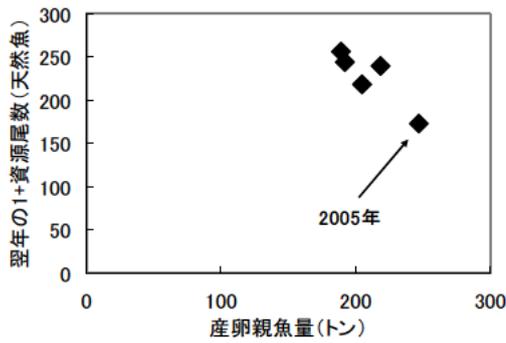


図7 親魚量に対する翌年の加入尾数（天然魚1+の推定資源尾数）の関係。

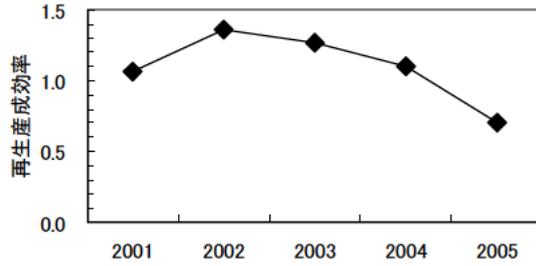


図8 再生産成功率の経年変化（親魚量に対する翌年の加入尾数（天然魚1+の推定資源尾数））

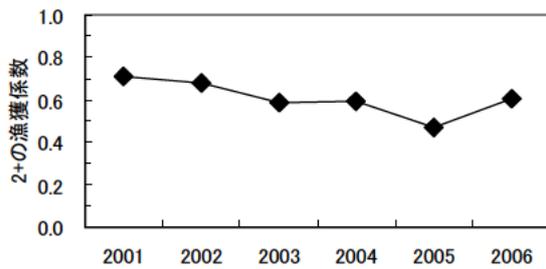


図9 2+の漁獲係数の経年変化

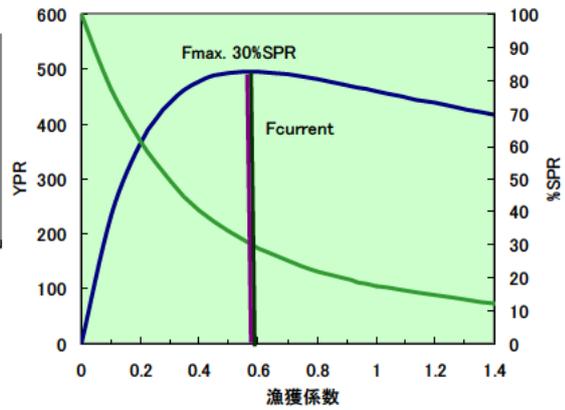


図10 Fに対するYPRと%SPRの関係

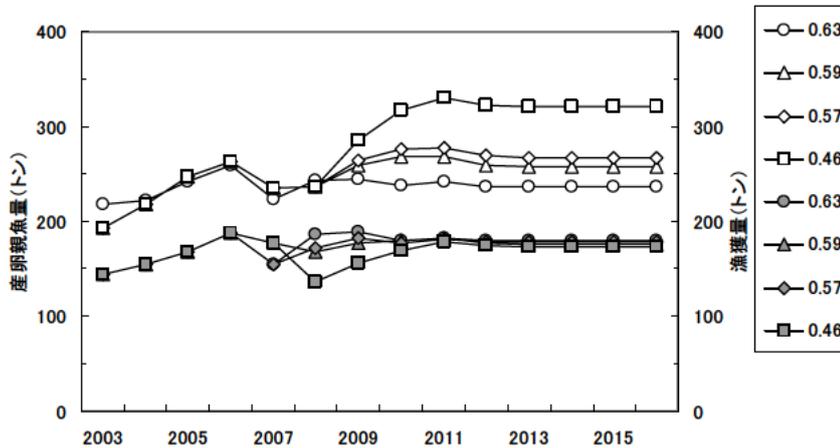


図11 漁獲係数を変化させた場合の漁獲量（下、トン）と親魚量（上、トン）の変化

表1 太平洋南区における漁業種類別漁獲量

年	漁業種類(鹿児島県を除く)								単位:トン	
	沖底	小底	船曳	刺網	延縄	定置	釣	その他	合計	鹿児島県(東部)を含む漁獲量合計
1985	-	70	-	37	4	12	10	8	141	
1986	-	67	-	43	7	11	7	8	143	
1987	-	77	-	52	1	9	6	8	153	
1988	-	57	-	46	0	8	7	6	124	127
1989	-	53	-	53	1	9	7	7	130	133
1990	-	74	-	57	1	16	13	8	169	173
1991	-	85	-	64	0	18	8	8	183	187
1992	-	82	-	65	0	22	12	8	189	197
1993	-	73	-	62	4	29	11	8	187	198
1994	-	78	-	78	2	32	11	8	209	216
1995	-	75	-	80	2	32	12	14	215	225
1996	-	72	-	96	6	47	14	15	250	263
1997	-	47	-	74	6	39	11	13	190	204
1998	-	43	-	67	3	28	12	9	162	173
1999	-	36	-	64	3	27	9	11	150	165
2000	-	43	-	75	1	22	8	7	160	169
2001	-	44	-	72	1	25	8	8	159	169
2002	0	38	-	65	1	22	9	6	140	155
2003	0	33	0	62	1	19	9	14	138	145
2004	0	36	0	62	1	28	4	14	145	154
2005	0	42	0	65	0	8	31	14	160	168
2006									181	188

農林統計年報より(2006年は暫定値)

表2 年齢別漁獲尾数推定値

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
2001	11	84	57	22	9	12	195
2002	13	64	54	21	7	11	170
2003	23	62	53	20	9	8	174
2004	23	56	67	22	9	7	183
2005	32	51	56	31	13	8	191
2006	30	47	71	36	14	8	206

表3 年齢別漁獲重量推定値

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
2001	2	39	50	32	16	29	169
2002	3	30	48	30	13	27	151
2003	5	29	47	29	16	18	144
2004	5	26	60	31	16	17	154
2005	7	24	50	43	24	20	167
2006	6	22	63	51	26	20	188

表4 年齢別資源尾数推定値

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
2001	295	239	123	45	23	32	757
2002	346	231	120	49	16	27	789
2003	347	271	131	50	21	18	839
2004	350	264	166	60	22	18	880
2005	262	267	165	75	29	19	818
2006	450	185	172	85	34	20	947

表5 年齢別資源重量推定値

年	年齢						合計
	0	1	2	3	4	5+	
2001	60	112	109	63	43	78	465
2002	70	108	107	70	31	64	450
2003	70	127	117	71	40	45	469
2004	71	123	148	85	42	43	512
2005	53	125	147	107	55	46	532
2006	91	87	153	120	64	49	564

表6 年齢別漁獲係数推定値

年	年齢					
	0	1	2	3	4	5+
2001	0.04	0.49	0.71	0.81	0.53	0.53
2002	0.04	0.37	0.68	0.64	0.64	0.64
2003	0.07	0.29	0.59	0.60	0.60	0.60
2004	0.07	0.27	0.59	0.52	0.55	0.55
2005	0.15	0.24	0.47	0.59	0.66	0.66
2006	0.08	0.33	0.61	0.63	0.60	0.60

表7 市場調査によって得られた漁獲尾数に占める放流魚の割合(混獲率%)

年	割合(混獲率%)		
	大分	宮崎	鹿児島
2001	10.0		
2002	7.0		11.7
2003	8.6	4.7	6.3
2004	13.6	5.6	7.1
2005	11.4	3.4	7.1
2006	10.0	3.0	11.3