

# 神奈川県におけるヒラメ資源尾数の推定について

一色 竜也

## Estimated stock size of Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Kanagawa prefecture

Tatsuya ISSHIKI\*

### Abstract

Stock size fluctuation was analyzed using virtual population analysis (VPA) on Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, in the coastal sea area of Kanagawa prefecture during 1991-2002.

The maximum and minimum stock sizes in number were estimated approximately 288 thousand in 1996 and 190 thousand in 2001, respectively. In recent years, the stock size in number had been stable with around 210 thousand. Change in recruitment of 0-year-old showed a similar trend to the total stock size with relatively high abundance in 1991, 1996 and 2001 than usual years.

High fishing mortality coefficients were estimated for the over 1-years-old. These results were suggested high level of fishing pressure on Japanese flounder in Kanagawa prefecture.

### 緒言

神奈川県の沿岸漁業にとってヒラメは重要な対象魚種である。農林水産統計から本県のヒラメ漁獲量をみると、1960～70年代前半までおよそ80トン程度で推移していたが、70年代後半から減少し始め、1987年には21トンまで低下した。しかしその後、漁獲量は徐々に回復し近年では60トン前後で推移している(Fig. 1)。この間、1987年から人工種苗の放流事業が始まり、さらに1997年には神奈川県ヒラメ資源管理計画が策定され、本県におけるヒラメ資源の維持培養が図られてきた。

栽培漁業の効果に関しては、市場調査のモニタリングによって県全体の水揚げ尾数に対する放流魚の混獲率が14.0～38.9%(1992～2002年)、種苗放流尾数(全長60mm以上)に対する漁獲による回収率が3.7～9.0%(1992～1998年放流群)と見積もられ、種苗放流効果の把握が行われてきた<sup>1)</sup>。

ただし、こうした取り組みは天然資源をも含めたヒラメ全体の資源評価を元に検討される必要がある。そこで、本報では本県のヒラメ水揚げ尾数を元に資源尾数について解析し、その状況を検討したので報告する。

### 材料及び方法

#### 1 年齢別漁獲尾数の推定

本県ではヒラメ種苗放流効果を把握するために1991年から定期的に県下7～9箇所の水揚場で市場調査が実施されてきた<sup>2)</sup>。調査項目は調査個体毎の「全長」、「放

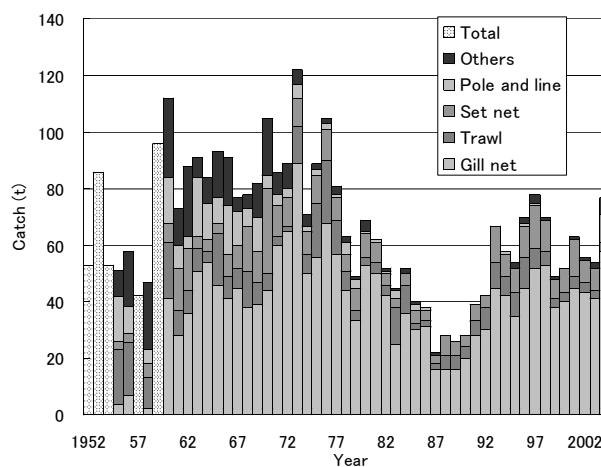


Fig.1 Inter-annual variations in Japanese Flounder catches in Kanagawa prefecture by each fishery. The total catches without fisheries composition were shown in 1952-54, 57 and 59 due to absence of data records.

流魚判別」であり、これに「調査日」、「調査市場」、「漁業種類」の項目を加え、データベース化されている。

これらのうち1991年4月～2004年12月の全長測定データを(1)式に示す成長式<sup>3)</sup>により各年齢の全長範囲を決め、切断法<sup>4)</sup>を用いて年齢に変換した。式中のLは全長(cm)、tは年齢である。

$$L(t) = 84.296(1 - e^{-0.2575(t+1.0151)}) \dots\dots\dots (1)$$

なお、ヒラメは雌雄で成長が異なり成長差が2ないし3歳で顕著になるとされている<sup>5)</sup>。この影響を減らすため、漁獲尾数の少なくなる4歳魚以上をプラスグループ(4+歳)とした。また、2002、2003年の全長測定データは全長体重関係式<sup>2)</sup>で計算体重に換算した。2004年分は市場で計量された個体毎の体重と測定全長をアロメトリー式<sup>6)</sup>にあてはめ全長体重関係式を作成し計算体重を得た。なお、これらの関係式をTable 1に示した。1992～2001年はこれら3式からそれぞれ体重を計算し、その平均値を計算体重とした。こうして得られた個体毎の「年齢」、「計算体重」を市場調査のデータベースに付け加えた。

これら市場調査データと農林水産統計のヒラメ漁業種類別水揚げ量から比推定法<sup>2)</sup>により漁業種類別年齢別漁獲尾数を推定した。すなわち、ある年における漁業種類*i*の農林水産統計水揚量*Y<sub>i</sub>*、これに対する市場調査重量を*y<sub>i</sub>*、その年の*n*月における*k*歳の市場調査個体数*c<sub>nik</sub>*とすると月別漁業種類別年齢別漁獲尾数の推定値*C<sub>nik</sub>*は(2)式で得られる。なお、*y<sub>i</sub>*は市場調査における調査個体の計算体重を集計した値である。

$$\hat{C}_{nik} = c_{nik} \frac{Y_i}{y_i} \dots\dots\dots (2)$$

本県海域ではヒラメの産卵～浮遊期は3～4月とされ、5月頃浅海砂浜域に稚魚が着底することが知られている<sup>7),8)</sup>。そこで年の起点を4月と考え、4月から翌年の3月までを解析上の一年とした。例えば2003年は2003年4月から2004年3月までの期間を指す。

各漁業種類別の値を合計して、1991～2003年の年齢別漁獲尾数*C<sub>k</sub>*を得てTable 2に示した。

2 資源尾数及び漁獲係数

Table 2の年齢別漁獲尾数を基にVPAを用いて資源尾数*M*及び漁獲係数*F*を求めた。各パラメータに関し、最終年である2003年の漁獲係数*F*は1998～2002年の5年間の年齢別平均値とした。本県においてヒラメの自然死亡係数*M*は0.139～0.25と推定されているため<sup>3),7),8)</sup>、中間値付近である*M*=0.2に設定した。また、4+歳のプラスグループについては以下の2点(①、②)を考慮した<sup>9)</sup>。なお*t*年*k*歳の資源尾数を*N<sub>t,k</sub>*、漁獲係数を*F<sub>t,k</sub>*とする。ここでの式中の*t*=2003、*k*+は4+である。①ターミナル*F*である漁獲係数*F<sub>t,k+</sub>*を仮定し、*N<sub>t,k+</sub>*を計算するために(3)式を用いた。

$$N_{t,k+} = \frac{C_{t,k+}}{1 - e^{-F_{t,k+}}} e^{\frac{1}{2}M} \dots\dots\dots (3)$$

②*N<sub>t-1,k-1</sub>*の計算には(4)式を使った。

$$N_{t-1,k-1} = \frac{C_{t-1,k-1}}{C_{t-1,k+} + C_{t-1,k-1}} N_{t,k+} e^M + C_{t-1,k-1} e^{\frac{1}{2}M} \dots\dots\dots (4)$$

ターミナル*F*の推定には、4+歳と3歳が生物学的に大きな違いがなければ漁獲に対してほとんど同じ影響をうけると仮定して、*F<sub>t,4+</sub>*が*F<sub>t,3</sub>*に等しくなるよう数値計算を行った<sup>9)</sup>。これらの実際の計算には表計算ソフトのマイクロソフトエクセルを用い、ソルバーを使って目的関数を*F<sub>t,4+</sub>*/*F<sub>t,3</sub>*=1として*F<sub>t,4+</sub>*を探索的に求めた。なお2003年は漁獲係数を年平均で仮定したので除外し、1991～2002年の年齢別資源尾数をTable 3、漁獲係数をTable 4に示した。

結 果

2004年の全長・体重関係関係式(Table 1)は、対数回帰分析の決定係数が0.9以上と高い相関を示し、*t*値は有意水準0.05で有意であった。

Table 1 Bodyweight-Total length equations of Japanese Flounder in Kanagawa prefecture by year 2002-2004. "W" represents bodyweight (g) and "L" represents total length (mm) in the equations

Year	Equation	R <sup>2</sup>
2002	<i>W</i> = 4.242×10 <sup>-6</sup> <i>L</i> <sup>3.127</sup>	0.916
2003	<i>W</i> = 2.149×10 <sup>-6</sup> <i>L</i> <sup>3.244</sup>	0.912
2004	<i>W</i> = 5.210×10 <sup>-6</sup> <i>L</i> <sup>3.108</sup>	0.921

Table 2の年齢別漁獲尾数を基に年変動をFig. 2に示した。漁獲尾数は1991～98年に73～110千尾であったが、その後やや減少し1999～2003年は48～89千尾のレベルで推移した。年齢組成は1歳魚が全体の4～6割近くを占め、次いで0、2歳魚と続き、3、4+歳魚は少なかった。各年齢群の漁獲尾数と全体との相関係数をみると、1歳魚は0.93と非常に強い正の相関があり、2歳魚では0.66とやや弱い正の相関が認められたが、これに対して0歳魚は0.49、3歳以上は0.4未満とほとんど相関関係は認められなかった。このように漁獲尾数の年変動は1歳魚の漁獲尾数の年変化に負うところが大きいといえた。

Table 2 Number of catch of Japanese Flounder in Kanagawa prefecture by age and year

age	Year												
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
0	37,259	27,622	17,945	27,118	29,628	38,139	28,370	16,336	9,238	17,782	15,853	13,953	13,130
1	28,954	42,826	52,029	26,718	48,382	41,037	57,431	40,615	20,046	44,337	24,291	50,976	27,093
2	5,404	14,835	24,021	10,570	16,256	16,609	19,678	21,347	13,542	19,118	7,757	18,114	14,649
3	661	3,121	4,168	3,114	2,433	3,774	3,285	4,066	2,993	4,312	1,685	3,888	5,336
4+	691	1,618	1,816	2,039	1,314	2,202	1,611	2,263	1,718	2,310	915	2,507	2,758
Total	72,969	90,022	99,979	69,559	98,013	101,761	110,375	84,627	47,537	87,859	50,501	89,438	62,966

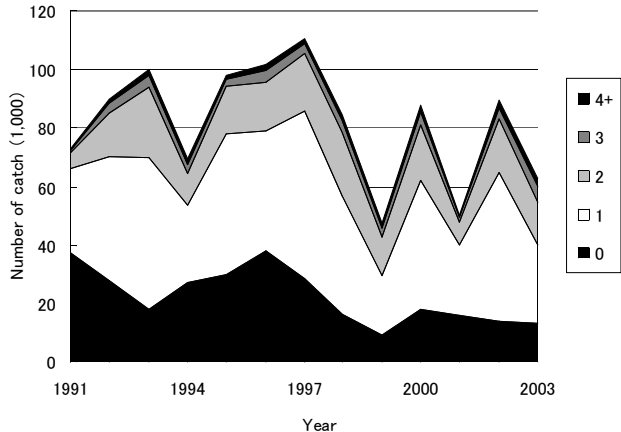


Fig. 2 Annual fluctuation in the number of Japanese flounder catch in Kanagawa prefecture by age (1991-2003).

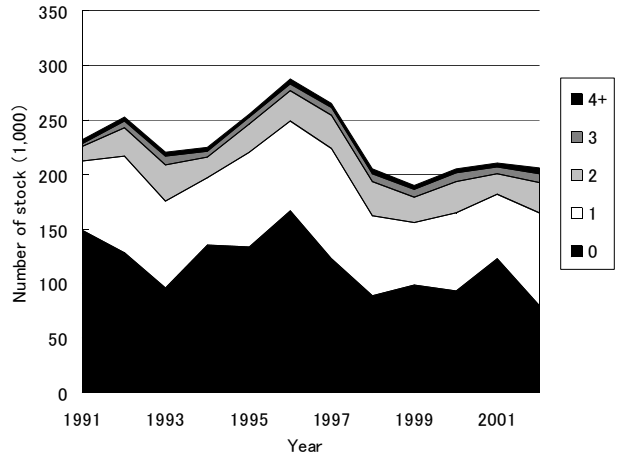


Fig. 3 Annual fluctuation in estimated Japanese flounder stock sizes in Kanagawa prefecture by age (1991-2002).

Table 3 の年別年齢別資源尾数を基に年変動を Fig. 3 に示した。全体の資源尾数は 1991 年の 232 千尾から 1996 年には 287 千尾まで増加したが、その後減少し 1999 年には 190 千尾まで低下した。2000 年以降はやや増加して 205~211 千尾前後で推移した。年齢組成は 0・1 歳資源が全体の 8~9 割近くを占めた。0 歳魚資源(以下、当歳魚資源)は資源全体のトレンドと変わりはないが、1991、1996、2001 年は他の年と比べやや高かった。なお、1991 年以前の資源尾数が明らかではなく、同年の加入の高低は不明であるが、その 1 歳魚以降の資源尾数は同年以降の同じ年齢の資源尾数に比べ低いので、1991 年以前の年は 1991 年に比べ加入が低いと推測される。

このため、これら 3 カ年は高加入の年と考えられた。

漁獲係数 (Table 4) をみると各年の平均値は 1993 年に 0.965 で最大となり、その後 1998 年までは 0.7 ~ 0.9 の範囲でやや安定的に推移した。1999 年以降、年変動は大きくなり、2000 年には 0.946 と高まったが、2001 年は 0.410 と一転して対象年中最も小さい値となり、2002 年には再び 0.800 と前年の倍以上の増加がみられた。年齢別の漁獲係数の年変動を Fig. 4 に示す。当歳魚の漁獲係数は 0.1 から 0.3 の間で比較的变化は小さく、2 歳魚が最も大きかった。1 歳魚は 3・4+ 際とほぼ同等であった。

Table 3 Initial number of stocks of Japanese Flounder in Kanagawa prefecture by age and year estimated with VPA

age	Year											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	149,106	128,834	95,122	135,412	134,032	166,552	122,110	88,030	98,527	93,052	122,136	79,661
1	63,692	88,364	80,487	61,642	86,329	82,927	101,852	74,305	57,291	72,308	60,095	85,652
2	13,533	25,948	33,596	18,819	26,293	26,902	30,763	31,423	24,086	28,768	19,083	27,222
3	2,647	6,190	7,821	5,771	5,844	6,818	6,997	7,382	6,412	7,467	6,254	8,605
4+	2,767	3,209	3,408	3,779	3,156	3,978	3,432	4,108	3,680	4,000	3,396	5,549
Total	231,745	252,546	220,434	225,424	255,653	287,177	265,154	205,248	189,997	205,595	210,965	206,689

Table 4 Fishing mortality coefficient of Japanese Flounder in Kanagawa prefecture by age and year estimated with VPA

age	Year											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	0.323	0.270	0.234	0.250	0.280	0.292	0.297	0.230	0.109	0.237	0.155	0.215
1	0.698	0.767	1.253	0.652	0.966	0.792	0.976	0.927	0.489	1.132	0.592	1.072
2	0.582	0.999	1.562	0.970	1.150	1.147	1.227	1.389	0.971	1.326	0.596	1.330
3	0.323	0.815	0.889	0.907	0.616	0.946	0.732	0.938	0.725	1.017	0.353	0.692
4+	0.323	0.815	0.889	0.907	0.616	0.946	0.732	0.938	0.725	1.017	0.353	0.692
Average	0.450	0.733	0.965	0.737	0.726	0.824	0.793	0.884	0.604	0.946	0.410	0.800

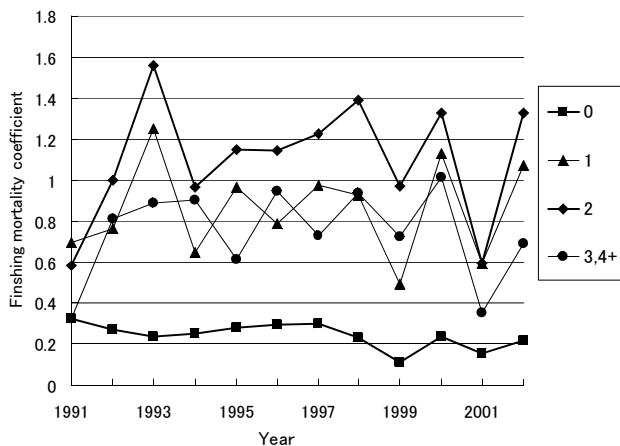


Fig. 4 Annual fluctuation in estimated Japanese flounder fishing mortality coefficient in kanagawa prefecture by age (1991-2002).

### 考 察

ヒラメの資源尾数の解析手法として VPA を用いた。同手法は年齢別漁獲尾数、ターミナル F、自然死亡係数を設定すれば最高年齢から加入年齢まで遡って計算できる<sup>10)</sup>。ただし、同手法はターミナル F や自然死亡係数に相当と推定される値を与えなくてはならない。

ターミナル F に関しては、3 歳魚と 4+歳魚が漁獲に対して同じ影響を受けると考え、両者の漁獲係数を同一と仮定し、数値計算によって求めた<sup>9)</sup>。ヒラメの場合、3、4 歳ではまだ成長途上であり、年齢間の成長差が小さくなり生態的特長も類似してくると考えられる。より高年齢魚を設定した方が、ターミナル F の推定に望ましいと思われる。ただし、これ以上高い年齢を設定するには雌雄込みの成長式では雌雄の成長差が拡大するので解析上不十分である。このため雌雄別に年齢査定を行う必要がある。しかし、産卵期以外は外見から雌雄を判別できないため市場調査では不可能である。漁獲物中の性比等をサンプリング調査によって明らかにし、漁獲物全長組成を全長階級別の性比で分解して雌雄別年齢別漁獲尾数を求めるなどの工夫が必要である。

本県のヒラメ資源は太平洋中部系群に属し、その分布域は房総半島南東部から紀伊半島東部にいたる海域とされている<sup>7)</sup>。さらに、その中でも地方群として中村ら<sup>11)</sup>は房総半島南東部から伊豆半島南西部までを範囲として放流効果の計算や資源管理方を検討するのが適当であるとしている。本県の市場調査データのみでは、系群全体はもとより地方群の範囲を網羅した解析にはなっていない。標識放流結果では系群海域内で複数県に跨る移動がみられており<sup>7)</sup>、移動によって生じる同一年級群における経年的な資源尾数の増減は計算上、自然死亡係数 M の中に含まれる。今回は M=0.2 として解析を行ったが、

その妥当性も含め移動による資源尾数の増減の影響を検討するために M=0.1、M=0.3 として感度テスト<sup>10)</sup>を行った。M には自然死亡と調査対象海域外への移出による減少係数、同海域への移入による増加係数が含まれている。もし、真の自然死亡係数が M=0.2 とすれば、M=0.2 は移動がない場合、もしくは移入と移出が等しい場合であり、M=0.3 は移入より移出が多い場合、M=0.1 は移入より移出が少ない場合となる。この結果を Fig. 5 に示した。M の変化に従って年別資源尾数も変動したが M=0.2 の推定値に対し-15 ~+20%の範囲内にあり、トレンド全体に大きな変化はみられなかった。これは真の M 値が M=0.2 から± 50%異なっていた場合でも真の資源尾数と今回の計算結果のズレは大きくても± 20%程度であるが、精度の高い資源量推定には、調査海域内外における移動を考慮した M の推定が必要である。

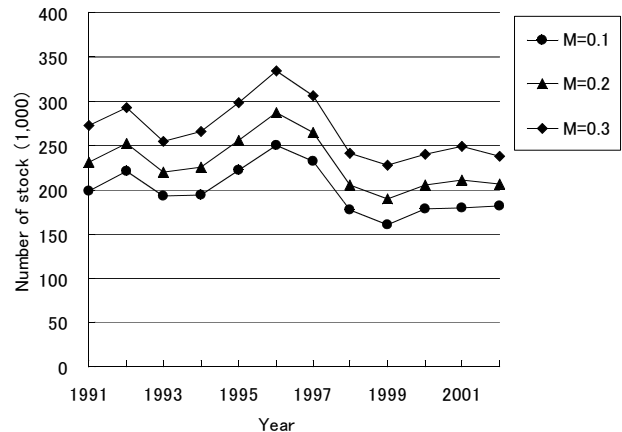


Fig. 5 Annual fluctuation in Japanese flounder stock sizes in kanagawa prefecture estimated by the various natural mortality coefficients (M=0.1 ~ 0.3).

次に推定資源尾数に偏りがあるかを検討するために M=0.2 の場合でレトロスペクティブ解析を行った。VPA では、累積の漁獲係数が大きければ古い年代の総資源尾数は大きくずれないと予想される。したがって、データ期間が長い程、古い年代の資源尾数は安定することが期待できる。レトロスペクティブ解析は全データによる資源尾数の推定結果を基準とし、最近のデータから 1 ヶ年ずつデータを削除して資源尾数を再計算し、これと比較することで解析上の安定性を調べる手法である<sup>10)</sup>。同様の解析が本県のマダイ資源で行われており、マダイでは 0, 1 歳の資源尾数にバラツキが大きくなる結果が得られている<sup>12)</sup>。ヒラメによる結果を Fig. 6 に示した。ヒラメでは大きな偏りは見られず、今回の資源解析は一定の精度が保たれていると思われた。

今回、全ての年、全年齢で自然死亡係数を M=0.2 に固定した。しかし、死亡率や資源の回遊状況が年・年齢

によって変化しうることは十分に考えられるため、これらの状況が資源解析に与える影響等を検討する必要がある。

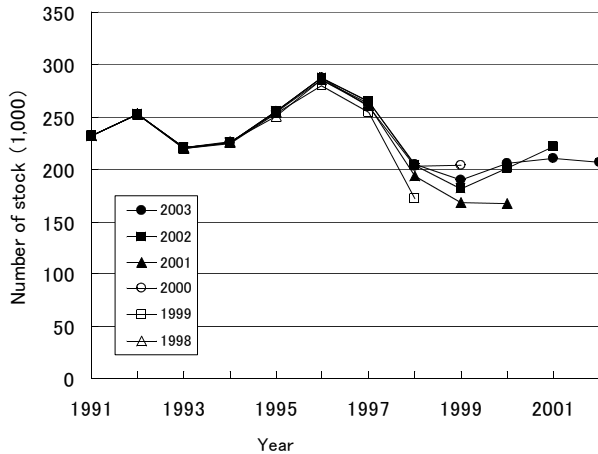


Fig. 6 Results of the retro spective analysis ( $M=0.2$ ). Symbols indicate the variations of estimated total stock size changing the last year form 1998 to 2003.

漁獲係数 (Fig. 4) を年齢別にみると 1 歳魚以降、特に 2 歳魚で高く、当歳魚のそれは比較的小さかった。Fig. 1 をみると本県のヒラメ漁獲量の大半を刺網漁業が占めている。中でもヒラメ刺網漁業はその中核的漁業であり共同漁業権の内外で行われている。共同漁業権外のヒラメ刺網漁業は知事許可漁業の固定式刺網の許可条件により、網の目合いが 15cm 以上と定められている。一方、共同漁業権内においてもほとんどの漁協で行使規則が定められており、おおむね目合 15cm の刺網が使われている<sup>3)</sup>。実際、県内で使用されている目合 15.2cm の刺網は主に 40 ~ 54cm のヒラメを漁獲し、そのほとんどが 35cm 以上であった<sup>13)</sup>。成長式<sup>3)</sup>によるとヒラメ当歳魚の全長は 34.1cm 未満であり、ヒラメ刺網による漁獲圧は他の年齢に比べ低いと考えられる。よって、当歳魚の漁獲係数が比較的低く推定された背景には、本県の主漁業であるヒラメ刺網漁業が当歳魚をその対象外としているためであると思われる。

一方、1 歳魚以上の漁獲係数は当歳魚と比較して高い。これらを漁獲率<sup>13)</sup>に換算し 1991 ~ 2002 年の平均値で示すと 1 歳で 0.52、2 歳で 0.60、3 及び 4+歳で 0.47 となる。これは 1 年で年齢群のおよそ半分を漁獲してしまうことを意味する。つまり、1 歳当初の資源尾数から 3 歳終了時まででその 9 割を漁獲してしまう計算になる。この計算では調査海域外への移動など漁獲以外の資源の減少要因について考慮していないが、漁業がヒラメ資源をかなり高いレベルで利用していることが推測される。ヒラメの成熟年齢は雄 2 歳、雌 3 歳とされており<sup>4)</sup>、親魚資源に対するこのような高い漁獲圧が資源の再生産に与

える影響等を検討する必要がある。

全体の資源尾数 (Fig. 3) は 1991 ~ 97 年に比べやや減少しているものの、それ以降ここ数年は安定的に推移している。当歳魚資源もこれと同様の動向を示したが、1991 年及び 1996 年、2001 年に比較的高い加入がみられた。このうち 1996 年については稚魚の大量発生がみられたとの報告があり、その理由として黒潮流路が沖合を通過し相模湾内がその影響を受けなかったため、湾内に浮遊~着底期の稚魚が滞留しやすい環境にあったとしている<sup>7)</sup>。1991 年及び 2001 年も産卵~着底期に黒潮流路は八丈島の南を通過する C 型を呈しており<sup>14)</sup>、湾内への黒潮の影響は少なく、1996 年と同様なパターンとなったことが推測される。ただし、1991 年はそれ以前の資源状況が不明であり、2001 年も含めて相模湾湾内の海況状況等のさらに詳細な吟味が必要である。こうしたヒラメの着底量の変動と海洋環境の関係は今後検討すべき重要な調査研究課題であると思われる。

本県では 1997 年に神奈川県ヒラメ資源管理計画<sup>15)</sup>を策定し、全長 35cm 未満のヒラメは水揚げしないように徹底周知する努力がつけられている。栽培漁業に関しても (財) 神奈川県栽培漁業協会を中心として年間 208 千 ~ 385 千尾 (全長 60mm 以上) の種苗が放流されている<sup>1)</sup>。現状の資源が安定的に維持されている背景として、こうした取り組みが重要な役割を果たしていると推測される。

今回の結果から当歳魚への漁獲圧は比較的低いという結果が得られたが、その平均漁獲率は 0.19 となる。低いとはいえ、当歳魚資源の約 2 割が漁獲されている計算になる。これらの多くは定置網及び小型底びき網漁業で獲られているが、これらの漁業はヒラメ以外の魚種を主対象としている。このため、ヒラメを保護するためにこれら漁業に対し漁具や漁期等に制限を設けるのは困難な状況にある。当歳魚の漁獲が資源に与える影響や資源管理を導入した際のリスクとベネフィットの関係等について、今後は資源解析手法をさらに精査しつつ資源管理や栽培漁業の効果や方向性についてさらに検討する必要がある。

## 謝 辞

市場調査にご理解とご協力を賜った調査市場の関係者の方々に御礼申し上げます。調査にご協力いただいた栽培技術部の金子栄一氏始め部員の方々、市場測定データ収集に尽力された前担当者である中村良成主任研究員、相澤康主任研究員、原稿を校閲いただいた栽培技術部の今井年為部長、独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所浅海増殖部の片山知史主任研究官に感謝申し上げます。最後に市場調査データ及び農林統計データの入力を助力いただいた山口利恵氏始めアルバイトの方々に御礼申し上げます。

### 摘 要

- 1 神奈川県における年齢別漁獲尾数を推定し、これを元に VPA で資源尾数を計算した。
- 2 年齢別漁獲尾数をみると 1 歳魚の漁獲尾数が主体で全体の 4～6 割近くを占めた。
- 3 全体の資源尾数をみると 1996 年にピークがあり、その後 1999 年まで下降するが、それ以降は安定推移している。
- 4 当歳魚資源尾数をみると 1991・1996・2001 年に比較的高加入がみられた。
- 5 漁獲係数をみると 1993 年にピークがみられ、それ以降 1998 年まで比較的安定推移したが、その後大きな変動がみられた。
- 6 当歳魚に対する漁獲係数は比較的小さく、1 歳魚以降、特に 2 歳魚の漁獲係数が最も大きかった。
- 7 神奈川県の漁業は 1 歳魚以降のヒラメ資源を高度に利用していると思われた。

### 引用文献

- 1) 神奈川県(2004)：平成 15 年度資源増大技術開発事業報告書 広域型中・底層性種グループ(ヒラメ)，神奈川県-8.
- 2) 一色竜也・相澤康・中村良成(2005)：神奈川県におけるヒラメ水揚げ尾数の推定，神奈川県水産総合研究所研究報告，10，9-20.
- 3) 神奈川県(1998)：神奈川県広域資源管理推進指針 対象魚種 ヒラメ，太平洋中ブロック・神奈川県，東京，3-19.
- 4) 田中昌一著(1985)：水産資源学総論，恒星社厚生閣，東京，175-176.
- 5) 南 卓志・田中 克編著(1997)：ヒラメの生物学と資源培養，恒星社厚生閣，東京，14-18.
- 6) 吉原友吉・久保伊津男著(1969)：水産資源学 改定版，共立出版，東京，156.
- 7) 神奈川県 (2000)：平成 7 年度～平成 11 年度 放流技術開発事業総括報告書 異体類，神奈川県 12-17.
- 8) 神奈川県水産試験場 (1975)：太平洋中部栽培漁業資源生態調査報告書(マダイ・ヒラメ)，神奈川県水産試験場，87-90.
- 9) 平松一彦(1999)：VPA の入門と実際，水産資源管理談話会報，20，9-28.
- 10) 山田作太郎・田中栄次(1999)：水産資源解析学，成山堂書店，東京，16+89-100.
- 11) 中村良成・渡辺昌人・佐藤圭介(2005)：関東周辺海域のヒラメの系群構造に関する考察，神奈川県水産総合研究所研究報告，6，113-121.
- 12) 相澤 康(2001)：マダイ資源状況と資源管理方策，神奈川県水産総合研究所研究報告，6，71-75.
- 13) 神奈川県(2002)：平成 13 年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書，神奈川県，21.
- 14) 静岡県水産試験場(2003)：関東近県のマサバについて，千葉県水産研究センター・静岡県水産試験場・神奈川県水産総合研究所・東京都水産試験場，13.
- 15) 神奈川県(1999)：平成 10 年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書(広域回遊資源)，神奈川県，32-34.