

神奈川沿岸域におけるヒラメ種苗放流効果の推定

一色竜也*・片山知史**

Effectiveness of hatchery-reared Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*)
in the coastal waters off Kanagawa prefecture

Tatsuya ISSHIKI*, Satoshi KATAYAMA**

Abstract

Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) is an important coastal fisheries resource in the coastal waters off Kanagawa prefecture. The main fishing gears were gill net and set net in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay and small bottom trawl net in the inner part of Tokyo Bay. The catch commenced to decline in the late 1970's and fell to the bottom in the end of 1980's. In recent year, however, it has been relatively stable after recovering in 1990's. The stock enhancement program of the flounder has been carried out in Kanagawa prefecture since 1987. Approximately 95-325 thousand hatchery-product juveniles (60mm and over in mean total length) were released every year from 1992 to 2004. Ratio of released fish in the landings and return rate were estimated to be 25.9-81.9% and 4.5-12.5% (7.2% on average) in the inner part of Tokyo Bay, while 8.1-23.0% and 1.8-9.7% (5.0% average) in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay. Age composition in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay showed more occurrences over 2 years old of wild flounder than released fish, suggesting possibility of immigration of wild fish from other sea areas.

背景と目的

刺網漁業、定置網漁業や小型底びき網漁業といった本県の代表的な沿岸漁業の対象種としてヒラメは重要な水産資源である。その漁獲量 (Fig.1)¹⁾ をみると 1959～1970年代前半まで年間 80～100トンのレベルで推移していたが、その後減少に転じ 1987年には 22トンまで落ち込んだ。以降、1990年までの3年間は 26～28トンと漁獲量は停滞したが、1991年には 39トン、1992年には 42トンと大幅な増加がみられた。さらに 1993年には 67トンと 1987年の約3倍に増加した。これ以降、近年は 50～60トン程度で安定的に推移しており、1997年には 78トン、2004年には 77トンに達した。

本県では漁獲量が低落した 1987年から栽培漁業が取り生まれ、年間 95～325千尾の種苗が放流されてきた²⁾。その結果、県下の漁獲量全体に対する放流魚の混獲率は 14.0～38.9%(1992～2002年)、相模湾における放流ヒラメの漁獲回収率は 1.9～8.8%(1992～2004年放流群)と推定されており、漁獲の一部が放流魚で占められていることが報告されている²⁾³⁾。しかし、東京湾と相模湾では放流魚の混獲状況や漁獲

物の年齢組成が異なることから、放流効果を評価するには海域別に分析する必要がある。

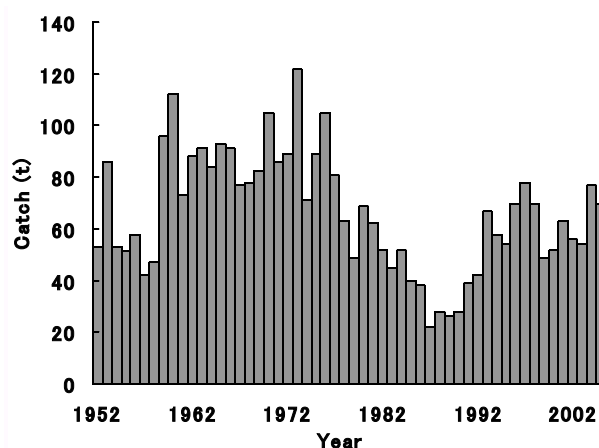


Fig.1 Annual changes in the fisheries catch (t) of Japanese flounder in Kanagawa prefecture.

2008. 1. 受理 神水セ業績No. 07-05

脚注* 栽培技術部

** 水産総合研究センター 中央水産研究所 浅海増殖部 〒238-0316 横須賀市長井6-31-1

本研究では、小型底びき網漁業が主体の東京内湾と刺網漁業や定置網漁業が盛んな相模湾・東京湾口域の年級群毎の天然及び放流魚の漁獲尾数を求め、放流魚の混獲率と回収率を明らかにし、これら海域毎のヒラメ種苗放流効果について検討を行った。

材料および方法

1) 天然魚、放流魚別年齢別漁獲尾数と混獲率の推定

本県では Fig.2 に示される県下 7 市場の水揚場を主体に 1991 年 4 月から周年定期的に市場調査が行われてきた。現在 2006 年 12 月末までの調査結果が、データベースとして解析可能な状態に整理されている。市場調査データの項目は「調査日」、「調査市場」、「漁業種類」、「全長」及び「放流魚判定」とし、「放流魚判定」は人工種苗放流魚に多くみられる体色異常の有無で、天然魚と放流魚の識別が行われてきた。

まず、これら調査データに各個体の年齢と体重を付け加えるために、個別の全長データを全長一年齢関係から切断法によって 1 歳から 10+歳までの年齢に変換した。ただし、本県海域におけるヒラメの産卵～仔魚の浮遊期は 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。そこで 4 月を年齢計算の起点として翌年の 3 月までを解析上の一年と考え、年齢変換を行った⁴⁾⁵⁾。具体的には「調査日」の項目から t 年 1～3 月に調査され、上記全長換算で y 歳と計算された個体は t-1 年の y 歳に変換した。さらに、全長一体重関係から個体毎の計算重量を得て、それぞれ調査個体データにこれら「年齢」及び「体重」の項目を付け加えた。設定海域は、漁獲物組成の違いを考慮し、「調査市場」にある柴・安浦漁港を東京内湾、小田原・佐島・長井・三崎・松輪漁港を相模湾・東京湾口域と定めた。これらの海域を層とし、層別に既報⁶⁾

と同様に比推定法を用いて、上記の市場調査データを農林水産統計値で引き伸ばし、海域毎の天然魚及び放流魚の年齢別漁獲尾数を求めた。なお、農林水産統計値¹⁾は、「川崎」から「久里浜」の範囲を東京湾、「北下浦」から「福浦」を相模湾・東京湾口域とし、市場調査の海域に対応させて集計を行った。

具体的な計算方法は、ある年における海域 i、漁業種類 j の農林水産統計値 Y_{ij} 、これに対する市場調査重量を y_{ij} とする。その年の k 歳、放流魚判定 l の市場調査尾数を c_{ijkl} とすると海域別の放流魚及び天然魚の年齢別漁獲尾数の推定値 \hat{C}_{ikl} は式(1)で得られる。なお、 y_{ij} は市場調査個体における計算体重の海域別漁業種類の合計値である。

$$\hat{C}_{ikl} = \sum_j c_{ijkl} \frac{Y_{ij}}{y_{ij}} \dots \dots \dots (1)$$

これら結果は 6 歳以上を 6+歳としてまとめ Table 1 に示した。さらに海域別に尾数混獲率を計算し Table 2 に示した。

また、海域毎の放流魚及び天然魚の漁獲重量の推定値 \hat{G}_{il} は式(2)で得られる。なお y_{ijl} は海域別の放流魚及び天然魚の漁獲重量である。

$$\hat{G}_{il} = \sum_j y_{ijl} \frac{Y_{ij}}{y_{ij}} \dots \dots \dots (2)$$

これら結果及び重量混獲率を Table 3 に示した。

2) 放流魚回収率の推定

神奈川県沿岸では、全長 60mm 以上の種苗が放流に有効な種苗サイズと考えられている⁴⁾。そこで平均サイズが 60mm 以上の放流種苗群を放流年別、東京内湾及び相模湾・東京湾口域の海域別に集計し、海域別年齢別放流尾数を得た⁷⁾⁸⁾。海域別放流魚年齢別漁獲尾数から、各年の放流群に対応した年齢毎の回収尾数を求めた。これらを集計して各放流年別の回収尾数を求め、さらに回収率を計算し Table 4 に示した。

結果

1) 漁獲尾数の変動と放流魚混獲率、年齢組成

Table 1 の海域毎の天然魚及び放流魚の年別年齢別漁獲尾数についてその年変動を Fig.3 に示した。これを見ると、東京内湾における漁獲尾数は 1992～1998 年に 20～36 千尾であったが、1999 年に 12 千尾まで落ち込み、それ以降 7～14 千尾のレベルで推移した。このうち放流魚は 1992～1998 年に 9～15 千尾であったが、1999 年以降は 3～6 千尾となった。天然魚は 2～20 千尾のレベルで推移したが、1998 年を境に漁獲量に減少が見られた。Table 2 に示した放流魚の尾数混獲率をみると 25.9～81.9%で平均 49.2%であった。Table 3 に示した重量混獲率をみると 31.2～73.1

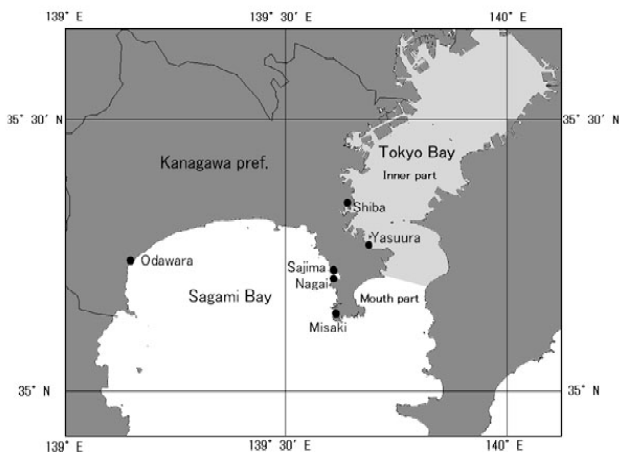


Fig.2 Locations of the fisheries markets surveyed in the present study in Kanagawa prefecture.

Table 1 Fisheries catch in number by age and year of wild and hatchery-produced Japanese flounder in each region of Kanagawa prefecture.

The inner part of Tokyo Bay

Wild

Year	age							Total
	0	1	2	3	4	5	6+	
1992	1,489	12,037	2,690	960	0	13	0	17,189
1993	136	3,886	3,748	769	124	22	34	8,719
1994	196	13,231	611	55	23	5	0	14,121
1995	578	11,665	1,809	160	15	4	8	14,239
1996	683	17,276	2,619	294	32	0	15	20,919
1997	288	5,577	3,151	471	74	5	5	9,571
1998	62	793	1,165	263	22	10	0	2,315
1999	398	2,276	381	57	5	7	0	3,124
2000	1,438	7,403	1,209	270	41	0	0	10,361
2001	523	2,567	1,161	248	105	36	11	4,651
2002	0	3,462	1,679	411	123	53	58	5,786
2003	299	2,699	314	352	53	89	0	3,806
2004	150	3,910	1,215	384	100	17	36	5,812

Hachery recaptured

Year	age							Total
	0	1	2	3	4	5	6+	
1992	1,795	4,796	1,625	330	60	0	0	8,606
1993	2,215	7,135	1,341	202	39	22	34	10,988
1994	150	9,307	2,079	39	11	11	11	11,608
1995	949	8,766	1,703	49	4	22	0	11,493
1996	779	12,949	959	106	0	4	4	14,801
1997	1,418	8,608	1,137	78	18	0	0	11,259
1998	2,001	5,355	2,730	346	39	17	0	10,488
1999	364	2,325	1,585	186	11	0	0	4,471
2000	338	2,262	892	115	15	8	0	3,630
2001	442	1,695	514	139	11	0	0	2,801
2002	217	3,972	1,313	0	0	0	0	5,502
2003	36	3,763	1,894	153	0	36	0	5,882
2004	179	3,841	1,432	575	79	0	0	6,106

Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay

Wild

Year	age							Total
	0	1	2	3	4	5	6+	
1992	585	13,369	22,999	4,503	1,143	522	611	43,732
1993	49	14,822	29,611	8,842	1,885	601	436	56,246
1994	1,741	6,731	9,168	5,852	2,092	801	526	26,911
1995	743	16,088	26,485	6,040	1,622	566	435	51,979
1996	2,190	12,863	20,204	9,499	2,427	774	628	48,585
1997	1,025	23,895	33,785	7,058	2,003	696	421	68,883
1998	384	10,632	25,887	9,005	2,971	995	587	50,461
1999	403	4,100	13,404	6,428	1,884	720	633	27,572
2000	467	13,582	26,101	8,060	2,813	891	962	52,876
2001	2,364	16,126	12,986	4,061	810	304	386	37,037
2002	1,092	22,312	33,444	10,201	3,276	949	888	72,162
2003	2,641	9,967	18,086	9,377	2,969	766	822	44,628
2004	1,924	21,326	33,755	9,193	1,707	598	576	69,079

Hachery recaptured

Year	age							Total
	0	1	2	3	4	5	6+	
1992	276	2,267	2,219	622	142	68	68	5,662
1993	316	5,330	4,620	711	90	23	0	11,090
1994	693	3,628	2,940	628	97	45	19	8,050
1995	414	3,455	2,904	614	74	1	1	7,463
1996	168	2,109	1,522	594	73	65	15	4,546
1997	168	4,513	1,873	277	60	0	0	6,891
1998	96	3,466	5,120	952	105	17	8	9,764
1999	63	1,938	3,574	889	169	12	8	6,653
2000	32	2,966	3,924	843	171	64	21	8,021
2001	202	1,634	1,401	185	34	23	0	3,479
2002	238	3,043	2,359	514	148	0	87	6,389
2003	177	4,054	3,493	2,021	533	163	166	10,607
2004	267	2,425	7,252	2,483	921	228	425	14,001

Table 2 Fisheries catch in number of hatchery-produced Japanese flounder and its ratio in landing from 1992 to 2004.

The inner part of Tokyo Bay

year	Catch in number		
	Hachery recaptured	Total	Ratio (%)
1992	8,606	25,795	33.4
1993	10,988	19,707	55.8
1994	11,608	25,729	45.1
1995	11,493	25,732	44.7
1996	14,801	35,720	41.4
1997	11,259	20,830	54.1
1998	10,488	12,803	81.9
1999	4,471	7,595	58.9
2000	3,630	13,991	25.9
2001	2,801	7,452	37.6
2002	5,502	11,288	48.7
2003	5,882	9,688	60.7
2004	6,106	11,918	51.2
Mean			49.2

Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay

year	Catch in number		
	Hachery recaptured	Total	Ratio (%)
1992	5,662	49,394	11.5
1993	11,090	67,336	16.5
1994	8,050	34,961	23.0
1995	7,463	59,442	12.6
1996	4,546	53,131	8.6
1997	6,891	75,774	9.1
1998	9,764	60,225	16.2
1999	6,653	34,225	19.4
2000	8,021	60,897	13.2
2001	3,479	40,516	8.6
2002	6,389	78,551	8.1
2003	10,607	55,235	19.2
2004	14,001	83,080	16.9
Mean			14.1

Table 3 Fisheries catch in weight of hatchery-produced Japanese flounder and its ratio in landing from 1992 to 2004.

The inner part of Tokyo Bay

year	Catch in weight (kg)		
	Hachery recaptured	Total	Ratio (%)
1992	4,143	12,676	32.7
1993	4,989	12,467	40.0
1994	6,241	11,887	52.5
1995	5,562	12,142	45.8
1996	5,569	15,444	36.1
1997	4,546	10,861	41.9
1998	5,233	7,162	73.1
1999	2,626	4,112	63.9
2000	2,097	6,716	31.2
2001	1,473	4,523	32.6
2002	2,529	6,189	40.9
2003	3,349	5,327	62.9
2004	3,720	7,104	52.4
Mean			46.6

Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay

year	Catch in weight (kg)		
	Hachery recaptured	Total	Ratio (%)
1992	4,836	47,928	10.1
1993	8,124	66,586	12.2
1994	5,605	35,618	15.7
1995	5,148	52,997	9.7
1996	3,624	52,893	6.9
1997	4,411	66,756	6.6
1998	8,197	62,015	13.2
1999	6,008	38,844	15.5
2000	6,750	62,948	10.7
2001	2,307	29,378	7.9
2002	4,397	64,156	6.9
2003	9,562	52,619	18.2
2004	15,197	73,022	20.8
Mean			11.9

%で平均 46.6%であった。

一方、相模湾・東京湾口域における年別漁獲尾数は 34 ~ 83 千尾で、Fig.3 に示すように年毎に増減を繰り返しながら推移する様子がみられた。このうち放流魚は 3 ~ 14 千尾であり、Table 2 に示す尾数混獲率をみると 8.1 ~ 23.0%で平均 14.1%、Table 3 に示す重量混獲率は 6.9 ~ 20.8%で平均 11.9%であった。

Table 1 を基に漁獲物の年齢組成の年平均値を得て Fig. 4 に示した。これらを見ると、東京内湾の天然魚の 66%、放流魚の 67%は 1 歳魚で占められ、その割合は他の年齢を大きく上回っていた。放流魚の年齢組成は天然魚の組成とほぼ一致していた。一方、相模湾・東京湾口域における天然魚は 2 歳魚の割合が 46%と高く、1 歳魚の 28%がこれに続いた。放流魚は 1 歳魚が 42%、2 歳魚が 41%と同程度となり、これら年齢群が漁獲尾数の 8 割強を占めた。2 歳以上の年齢組成は天

然魚より放流魚の方が低く、天然魚の方がやや高齢魚の多い組成がみられた。

2) 放流魚の回収率推定

Table 4 をみると、10+歳までの生涯を通じた回収尾数の結果が得られるのは 1992 ~ 1994 年の放流群のみであった。ただし、どちらの海域も 6 歳以上の回収尾数は著しく低くなるので、5 歳までの回収尾数で近似的な回収率が得られると考えられた。そこで、Table 4 には、5 歳までの回収尾数が明らかな 1992~1999 年群の回収率を示した。これらを見ると、東京内湾では 4.5 ~ 12.5%で平均回収率は 7.2%であった。一方、相模湾・東京湾口域では 1.8 ~ 9.7%となり、平均回収率は 5.0%と計算された。平均回収率は東京湾口域の方が高い値が得られたが、これら海域間における回収率で有意差は認められなかった (Mann-Whitney U test: $U=8$, $p>0.05$)。

Table 4 Fisheries catch in number, age composition, released number (60 mm and over in mean total length), and estimated return rate of hatchery-produced Japanese flounder by year class in Kanagawa Prefecture.

The inner part of Tokyo Bay

Year class	0-years-old	1-years-old	2-years-old	3-years-old	4-years-old	5-years-old	6-years-old	7-years-old	8-years-old	9-years-old	10+ - years-old	Total	Released Number ($\times 1,000$) of juveniles	Return rate
1992	1,795	7,135	2,079	49	0	0	0	0	0	0	0	11,058	113	9.8%
1993	2,215	9,307	1,703	106	18	17	0	0	0	0	0	13,366	251	5.3%
1994	150	8,766	959	78	39	0	0	0	0	0	0	9,992	222	4.5%
1995	949	12,949	1,137	346	11	8	0	0	0	0	0	15,400	123	12.5%
1996	779	8,608	2,730	186	15	0	0	0	0	0	0	12,318	135	9.1%
1997	1,418	5,355	1,585	115	11	0	0	0	0	0	0	8,484	130	6.5%
1998	2,001	2,325	892	139	0	36	0	0	0	0	0	5,393	101	5.3%
1999	364	2,262	514	0	0	0	0	0	0	0	0	3,140	70	4.5%
2000	338	1,695	1,313	153	79	0	0	0	0	0	0	3,578	70	-
2001	442	3,972	1,894	575	0	0	0	0	0	0	0	6,883	121	-
2002	217	3,763	1,432	0	0	0	0	0	0	0	0	5,412	68	-
2003	36	3,841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,877	48	-
2004	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	20	-
Mean (1992-1999)														7.2%

Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay

Year class	0-years-old	1-years-old	2-years-old	3-years-old	4-years-old	5-years-old	6-years-old	7-years-old	8-years-old	9-years-old	10+ - years-old	Total	Released Number ($\times 1,000$) of juveniles	Return rate
1992	276	5,330	2,940	614	73	0	8	0	4	0	0	9,245	95	9.7%
1993	316	3,628	2,904	594	60	17	4	4	0	23	20	7,570	131	5.8%
1994	693	3,455	1,522	277	105	12	13	0	0	21	85	6,183	205	3.0%
1995	414	2,109	1,873	952	169	64	0	0	0	23	0	5,604	170	3.3%
1996	168	4,513	5,120	889	171	23	64	42	98	0	0	11,088	165	6.7%
1997	168	3,466	3,574	843	34	0	83	65	0	0	0	8,233	159	5.2%
1998	96	1,938	3,924	185	148	163	154	0	0	0	0	6,608	157	4.2%
1999	63	2,966	1,401	514	533	228	0	0	0	0	0	5,705	315	1.8%
2000	32	1,634	2,359	2,021	921	0	0	0	0	0	0	6,967	190	-
2001	202	3,043	3,493	2,483	0	0	0	0	0	0	0	9,221	239	-
2002	238	4,054	7,252	0	0	0	0	0	0	0	0	11,544	273	-
2003	177	2,425	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,602	299	-
2004	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	267	147	-
Mean (1992-1999)														5.0%

考 察

1) 漁獲尾数及び年齢組成からみたヒラメの群構造

各海域における漁獲尾数の変動や年齢組成の特徴からヒラメの群構造を考察する。Table 2をみると1992～2004年における漁獲尾数は、東京内湾では7～36千尾、相模湾・東京湾口域では34～83千尾であり、相模湾・東京湾口域の方が大きく上回っており、本県のヒラメ漁獲は相模湾・東京湾口が主体といえた。また、両海域における漁獲尾数の年変動にはお互いに関連性がみられなかった。

Fig.4の漁獲物の年齢組成をみると、東京内湾は天然魚、放流魚とも1歳魚が主体となった。一方、相模湾・東京湾口域は放流魚が1歳魚及び2歳魚、天然魚は2歳魚主体の組成がみられ、東京内湾に比べやや高齢魚が主体となった。こうした年齢組成の違いは、各海域における主漁業が異なることに起因すると考えられる。東京内湾では小型底びき網漁業が主漁業である。漁具の性能上、ヒラメ当歳魚の漁獲は可能であるが、資源管理が実施され全長30cm以下の小型魚保護によって、その漁獲は抑制されている。そのため天然魚、

放流魚とも全長30cm以上で加入すると考えられた。同海域において全長30cmに達するのは、1歳であり同年齢群の漁獲が主体となったと思われる。一方、相模湾・東京湾口域はヒラメ刺網漁業が主漁業であり、その漁具は目合いが15cm以上と制限されている。そのため漁獲されるヒラメの大きさは、全長35cm以上の魚体が多く、主体となる大きさは全長43～46cmであると報告されている^{9) 10)}。相模湾・東京湾口域でヒラメが全長35cm以上になるのは1歳半ばであり、全長43～46cmの個体はほぼ2歳魚であると推定される。従って、相模湾・東京湾口域では1歳半ばで加入開始年齢に達し、2歳で完全加入すると考えられた。放流魚の年齢組成は主体が1、2歳魚であり、加入開始年齢が1歳半ば、完全加入年齢が2歳というヒラメ刺網の漁獲特性を反映したものになった。しかし、一方で天然魚の年齢組成のピークは2歳魚となり、放流魚の組成と異なっていた。東京内湾では天然魚も放流魚も1歳魚主体のほぼ同じ年齢組成を形成した。種苗放流魚はそのほとんどが放流海域で漁獲され、他海域で再捕されることは稀であるとされている⁴⁾。放流魚

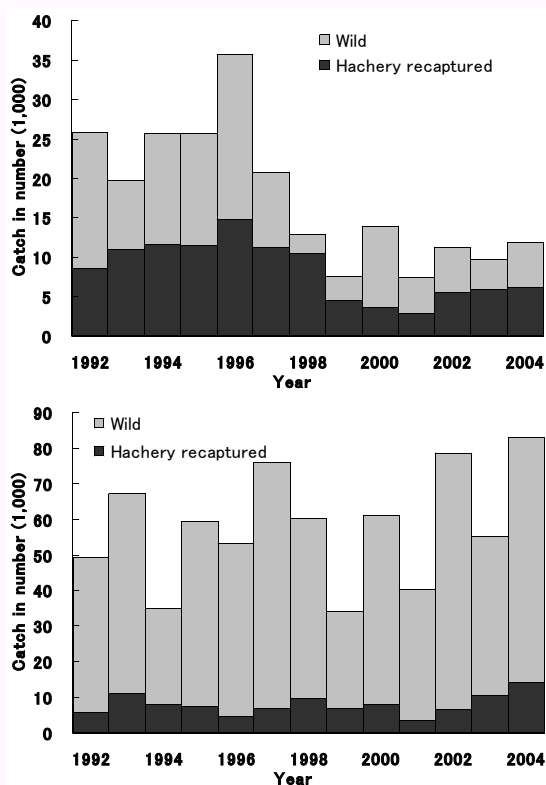


Fig.3 Annual fluctuations of catch in number of hatchery-produced and wild Japanese flounder in the inner part of Tokyo Bay (top) and in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay (bottom), Kanagawa prefecture.

と同様の年齢組成を天然魚が持つことは、東京内湾の天然魚は同じ海域内で発生し加入した群が主体となっていると考えられた。さらに、年齢組成が同一であれば、その後の漁獲や漁獲や自然死亡による減耗過程は、放流魚と天然魚ではほとんど相違ないものと判断された。一方、相模湾・東京湾口域の天然魚は、放流魚のように本海域で発生し1歳魚後半から2歳魚にかけて加入した群だけでなく、他海域から来遊加入する2歳以上の群の存在が示唆された。ヒラメは満2歳まで着底海域周辺に留まり、2歳を超えると広範囲に移動することが知られている¹¹⁾。これまでに行われた標識放流調査でも、房総半島沿岸で標識放流した成魚が相模湾・東京湾口で再捕された事例や¹¹⁾、東京内湾の安浦漁港から放流された成魚が相模湾・東京湾口域で再捕された報告がある¹⁰⁾¹¹⁾。逆に外部からの標識魚が東京内湾で見つかった事例はない。東京内湾と相模湾・東京湾口域の漁獲変動に関連性がみられないのは、相模湾・東京湾口域では海域内で発生し加入した群の他に、他海域から2歳魚以上の群が来遊加入するため、その

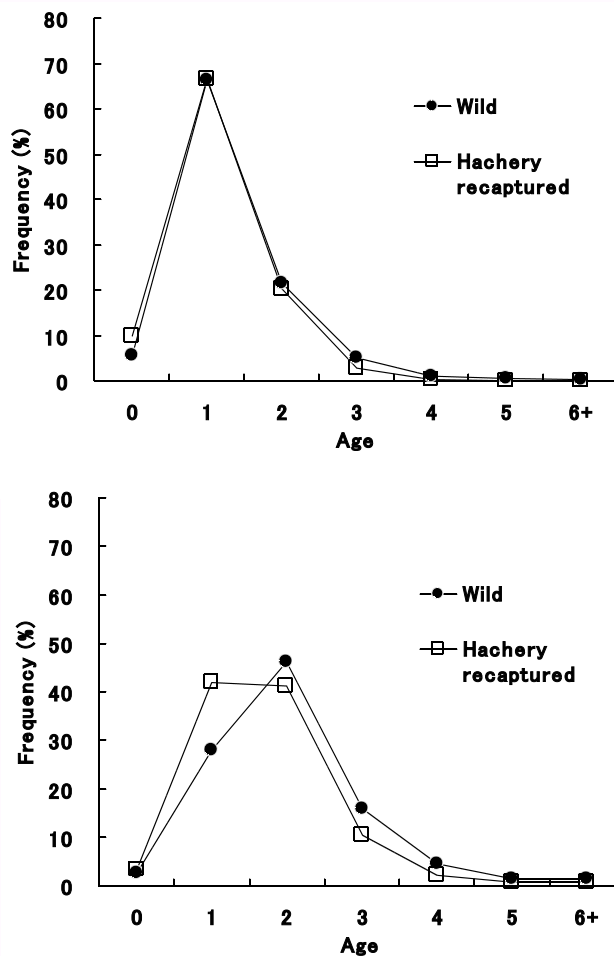


Fig.4 Age compositions of catch in number of hatchery-produced and wild Japanese flounder in the inner part of Tokyo Bay (top) and in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay (bottom), Kanagawa prefecture.

変動が漁獲変動全体に影響を与えるためであると思われる。

2) 放流魚尾数混獲率と回収率の比較

放流魚の尾数混獲率をみると東京内湾では25.9～81.9%で平均49.2%、相模湾・東京湾口域の8.1～23.0%、平均14.1%と推定された。これは福島県海域の23.1～31.4%¹²⁾、宮古湾の16.5～52.7%¹³⁾、鹿児島湾の18.9～49.2%¹⁴⁾と比べ、東京内湾は高かったが、相模湾・東京湾口域はやや低かった。一方で、回収率は東京内湾が4.5～12.5%で平均7.2%、相模湾・東京湾口域は1.8～9.7%で平均回収率は5.0%であった。相模湾海域は前報では1.9～8.8%、平均4.4%と報告されているが³⁾、相模湾に東京湾口域を加えて対象範囲を広げたため放流海域や回収範囲が広がり、その影

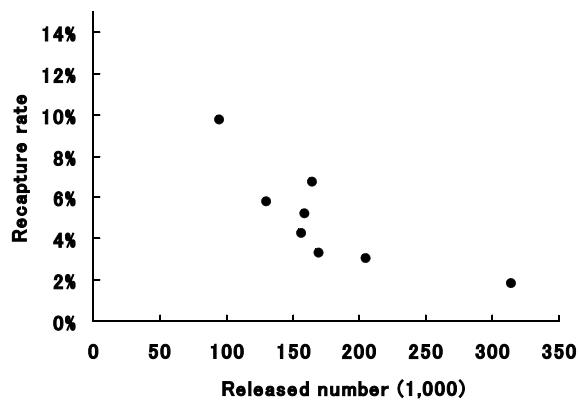
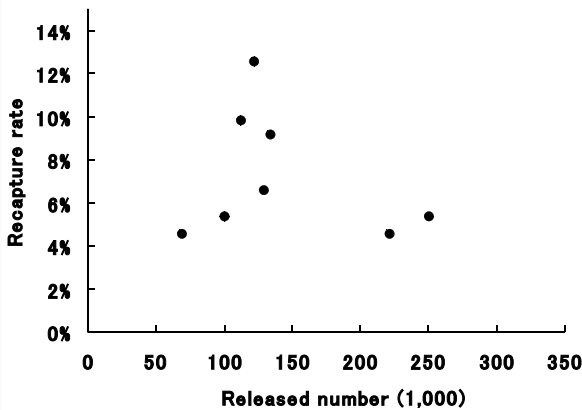


Fig.5 Relationship between the number of released juveniles and the recapture rate of Japanese flounder in the inner part of Tokyo Bay (top) and in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay (bottom), Kanagawa prefecture.

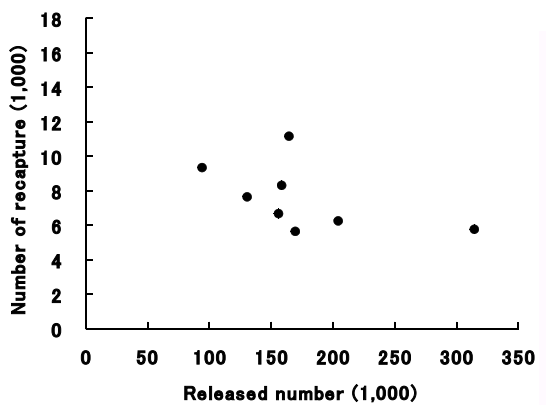
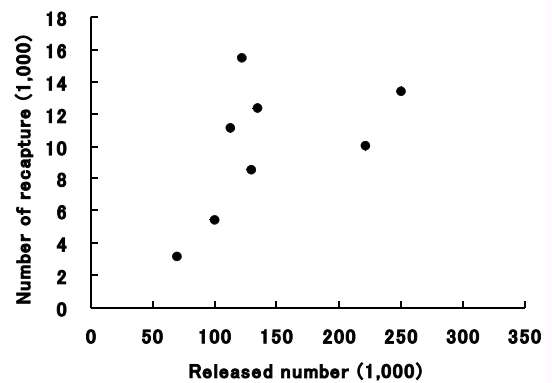


Fig.6 Relationship between the number of released juveniles and the recaptured Japanese flounder in the inner part of Tokyo Bay (top) and in the Sagami Bay and the mouth part of Tokyo Bay (bottom), Kanagawa prefecture.

響で平均回収率はやや上回った。他県海域との比較では、福島県海域の 16.3 ~ 30.9%¹²⁾、宮古湾の 5.9 ~ 23.3%¹³⁾、鹿児島湾の 1.5 ~ 3.5%¹⁴⁾に比べ、両海域とも福島県海域、宮古湾を下回り、鹿児島湾に比べ高い値となった。

福島県で高い回収率が得られた理由として餌料環境・放流サイズ・放流時期・漁獲率・移動の 4 つの条件が挙げられている¹²⁾。これらの点を本県沿岸域と比較すると、まず漁獲率は本県でも 1、2 歳魚で 0.52 及び 0.60 とかなり高いことが確認されており⁹⁾、この条件は満たしていると判断される。放流サイズについても、過去に放流された全長 60mm 以上の種苗群をみると、各放流群の平均全長サイズは 70 ~ 80mm の群が主体で⁷⁾⁸⁾、放流効果が十分に期待できるサイズと思われる。放流時期は天然稚魚が発生する 5 ~ 6 月にほぼ実施されており、適切な時期に放流が行われたものと考えられる。移動についても東京内湾では 1 歳魚の秋まで、

相模湾・東京湾口域では満 2 歳になるまで大きな移動をしないものと推察され、他県海域とほぼ同様の回遊生態であると判断される¹¹⁾。

餌料環境については、東京内湾では放流種苗は分布量の少ないアミ類を主餌料とせず、豊富に分布するハゼ類稚魚を利用し、その成長も良いとされている¹¹⁾。一方、相模湾・東京湾口域では、相模湾の 3 点（城ヶ島・荒崎・長者ヶ崎）で種苗放流後の追跡調査を行ったところ、1 点（長者ヶ崎）のみ良好な生残を示したが、その他の地点では飢餓による減耗が認められた¹⁵⁾。さらに、良好な地点における種苗は同時に採捕された天然稚魚とともに、胃内容物調査や安定同位体比が調べられ、放流種苗も天然稚魚もアミ類が主要食物であることが明らかになった¹⁵⁾。ただし、同海域のアミ類は夏季に個体群密度が大幅に低下するとされ、それに対応するように稚魚の摂餌量も夏季に近づくにつれ減少することが指摘されている¹⁶⁾。放流種苗の回収率の

高い福島県では、放流後の種苗が分布する水深 10 m 帯に十分なアミ類の分布が確認されており、放流後の種苗の生残が保たれている¹²⁾。これに対し、相模湾では種苗の生残率の高い海域は限られており、さらに餌料環境が良好な時期も限定的であると思われ、回収率が比較的低い原因になっていると考えられた。

海域別に放流尾数と回収率との関係を Fig.5 に示した。東京内湾では放流尾数に対して回収率は 100 ~ 150 千尾のところまで頭打ちとなった。一方、相模湾・東京湾口域では放流尾数 95 千尾の回収率が 9.7%と最も高く、放流尾数が増加するにつれて回収率は低減していく傾向がみられた。これらはどちらの海域においても、放流尾数の増大が回収率の低下を招くことを示唆している。Fig.6 に放流尾数と回収尾数の関係を示した。年によって種苗の生残率は変動すると考えられるので一概には言えないが、東京内湾では 100-150 千尾、相模湾・東京湾口域では 150 千尾前後の放流尾数が、それ以上放流種苗数を増加させると回収尾数の頭打ち、もしくは減少し始める限界点であると思われた。こうした限界点は、種苗が生残のために利用できる餌の量や発生期間、種苗の成育に好適な水域の面積等の環境収容力に限界があることを示唆するものであると考えられた。

4) 種苗放流における許容種苗価格の計算

種苗放流における事業効果の検討のため、回収金額との収支バランスを式(3)で表し、種苗 1 尾当たりの許容価格を試算した³⁾。なお、式中の V は種苗 1 尾当たりの許容価格、 Y は回収されたヒラメ 1 尾当たりの価格、 r は回収率である。

$$V < \frac{Y \times r}{100} \dots \dots (3)$$

回収率 r は、今回得られた平均回収率を用いた。すなわち、東京内湾は $r = 7.2$ 、相模湾・東京湾口域は $r = 5.0$ とした。神奈川県農林水産統計¹⁾によると、2005 年のヒラメ漁獲量は 81 トンで生産額は 1 億 9 千 5 百万円であるので、1kg あたりの平均魚価は 2,407 円と設定した。海域 i の放流魚漁獲魚 1 尾当たりの平均重量を \hat{w}_i とすると、式(4)で得た。なお、 \hat{C}_i は式(5)で算出した。

$$\hat{w}_i = \frac{\hat{C}_i}{\hat{G}_i} \dots \dots (4)$$

$$\hat{C}_i = \sum_k \hat{C}_{ik} \dots \dots (5)$$

海域 i の放流魚漁獲魚 1 尾当たりの平均魚価 \hat{Y}_i は式(6)で得た。

$$\hat{Y}_i = 2,407 \times \hat{w}_i \dots \dots (6)$$

Y を Y_i の年平均値とすると東京内湾 1,216 円、相模湾・東京湾口域 1,913 円であった。 V は東京内湾では 88 円、相模湾・東京湾口域は 96 円となった。実際の放流に際しては輸送費等の諸経費が加算されるため、これより安価でなければならない。

既報³⁾では相模湾における種苗の許容価格が 100 円と計算された。今回得られた許容価格はこれより低い値となった。その原因として、回収されるヒラメ 1 尾あたりの平均魚価が平均漁獲重量を基に求めたことが挙げられる。特に東京内湾では 1 尾当たりの平均重量が 505g であり、その影響で平均魚価が低く見積もられた。その結果、相模湾・東京湾口域に比べ高い回収率にも関わらず許容価格は低かった。このことは高い回収率であっても、小型魚中心の漁獲では栽培漁業の収支バランスを損なう危険性が大きいことを示唆している。小型魚保護等の資源管理は栽培漁業にとっても効果的な方策といえる。

以上の効果評価は、放流された種苗一代で回収して得られる利益のみを効果(直接効果)として捉えた場合である。栽培漁業は放流した種苗の再捕のみならず、親魚資源の添加による資源の再生産機構の強化(間接効果)も念頭に置かれて行われてきた。市場調査の際、産卵期に成熟した放流魚がみられており、これら個体による天然資源の添加は十分に考えられ、その効果も無視できないと推測される。しかし、再生産機能の強化を定量的に評価するためには、放流親魚資源から再生産された資源と天然資源とを識別する技術が不可欠である。今後、遺伝標識といった新しい技術を取り入れることにより、再生産機構の解明強化に関する研究方法の開発が望まれる。

摘 要

- 1 神奈川県沿岸域のヒラメ種苗放流効果について混獲率と回収率を用いて検討を行った。
- 2 市場調査データを農林水産統計で引き伸ばし、東京内湾(川崎~久里浜)と相模湾・東京湾口域(北下浦以南)で分け、それぞれの 1992~2004 年における天然魚と放流魚の年別年齢別漁獲尾数を得た。
- 3 東京内湾の漁獲尾数は 7~36 千尾、このうち放流魚は 3~15 千尾で、尾数混獲率は 25.9~81.9%、重量混獲率は 31.2~73.1%であった。1999 年以降に漁獲尾数の減少がみられた。
- 4 相模湾・東京湾口域の漁獲尾数は 34~83 千尾で、このうち放流魚は 3~14 千尾であり、尾数混獲率は 8.1~23.0%、重量混獲率は 6.9~20.8%であった。

- 5 5歳までの回収尾数が不明な年齢群 1992-1999年について近似的な回収率を求めた。
- 6 東京内湾の回収率は4.5～12.5%、平均7.2%であった。相模湾・東京湾口域は1.8～9.7%で平均5.0%と推定された。
- 7 混獲率は東京内湾が相模湾・東京湾口域に比べ高いことが明らかになった。

謝 辞

市場調査にご理解とご協力を賜った漁業者、漁業組合及び市場の関係者の方々に御礼申し上げる。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氏、相澤 康氏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等、助力いただいた山口利恵氏始めとする多くの方々に御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 関東農政局神奈川統計事務所(1953-2005) 神奈川県農林統計年報, 1952-2004年
- 2) 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 1-13
- 3) 一色竜也・相澤 康・中村良成(2005):相模湾におけるヒラメ栽培漁業と資源管理, 水産海洋研究, 70(4), 249-255.
- 4) 神奈川県(2000):平成7～11年度放流技術開発事業総括報告書 異体類, 神奈川県 1-24.
- 5) 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.
- 6) 一色竜也(2006):神奈川県におけるヒラメ資源尾数の推定について, 神奈川県水産技術センター研究報告, 1,59-64.
- 7) 水産庁・(社)日本栽培漁業協会(1994-2002) 栽培漁業種苗生産、入手・放流実績, 平成4-8年.
- 8) 水産庁・(独)水産総合研究センター(2002-2006) 栽培漁業種苗生産、入手・放流実績, 平成9-16年.
- 9) 神奈川県(2001):平成12年度複合資源管理型漁業促進対策事業報告書,17-31.
- 10) 神奈川県(2002):平成13年度複合資源管理型漁業促進対策事業報告書,16-27.
- 11) 神奈川県(1995):平成2～6年度放流技術開発事業総括報告書 太平洋ブロックヒラメ班 資料編, 神奈川県 1-30.
- 12) 藤田恒雄・水野拓治・根本芳春(1993):福島県におけるヒラメ人工種苗の放流効果について, 栽培漁業技術開発研究,22(1),67-73.
- 13) 岩本明雄・大河内裕之・津崎龍雄・福永辰広・北田修一(1998):魚市場の全数調査に基づく宮古湾のヒラメ種苗放流効果の推定, 日本水産学会誌, 64(5),830-840.
- 14) 厚地 伸・増田育司(2004):鹿児島湾におけるヒラメ人工種苗の放流効果,日本水産学会誌,70(6),910-921
- 15) Watanabe, S., T. Isshiki, T. Kudo, A. Yamada, S. Katayama and M. Fukuda (2006) : Using stable isotope ratios as a tracer of feeding adaptation in released Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Journal of Fish Biology*, 68, 1192-1205.
- 16) 片山知史・一色竜也・渡辺諭史・福田雅明・工藤孝浩・山田 敦(2005):相模湾砂浜浅海域におけるヒラメ0歳魚とアミ類の種間関係,黒潮の資源海洋研究,6,49-56.