

銘柄別漁獲統計による鹿島灘産ヒラメの年令別漁獲尾数の推定

二 平 章

Estimation of Age Composition of Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus*, Derived from Market Size Composition in Kashima-nada Waters, East Japan.

Akira NIHARA

Abstract

Age composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, derived from market size composition in Ibaraki Prefecture was estimated. Data of market size composition of Japanese flounder was collected from nine fisheries markets using computer network system. Age composition was calculated from these data by Mako and Matsumiya's method. The number of catch of Japanese flounder at nine fisheries markets was estimated to be 118,815. 0 age fishes were accounted for 35.6 percent in them, and the most part of them was caught by trawl net fisheries.

Keywords: Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, market size composition, management of fishery resources, stock assesment.

沿岸重要魚類の資源解析を進める上で、年齢別の漁獲尾数を知ることは重要な課題の一つである。年齢別の漁獲組成を推定する方法についてはいくつかの方法がある(田中, 1960)。貞子・松宮(1977)は銘柄別の漁獲量, すなわち魚体の大きさ別に仕分けされた漁獲量と年齢別体長組成を用いて、繰り返し法によって年齢組成を推定する方法を提案している。この銘柄別漁獲量を用いる方法は、漁獲物組成が比較的多様で、単価が高く、しかも一日の水揚げが少量で、一度に多量の標本を得ることが困難なヒラメなど沿岸性魚類資源の年齢解析を実施する上ではきわめて便利な手法である。ヒラメ資源は茨城県における沿岸漁業にとって重要な資源の一つであり、また、重要な栽培漁業対象種でもある。しかし、こ

れまでヒラメについては生態的な調査はあるものの(茨城水試, 1975)、年齢別の漁獲尾数の解析は不十分なままとなっている(二平, 1992)。近年、二平ら(1994)は沿岸漁業資源の解析をすすめるための漁獲統計の情報収集システムを構築し、それによってヒラメの銘柄別漁獲統計が容易に収集できるようになった。そこで、ここではこのシステムによって収集された銘柄別漁獲統計を用いてヒラメの年令別漁獲尾数を推定した。

方 法

ヒラメの銘柄別統計値は茨城水試水産情報システムで収集されたデータを用いた。期間は1991年1月から12月までの1年間とし、調査対象漁協は平潟、

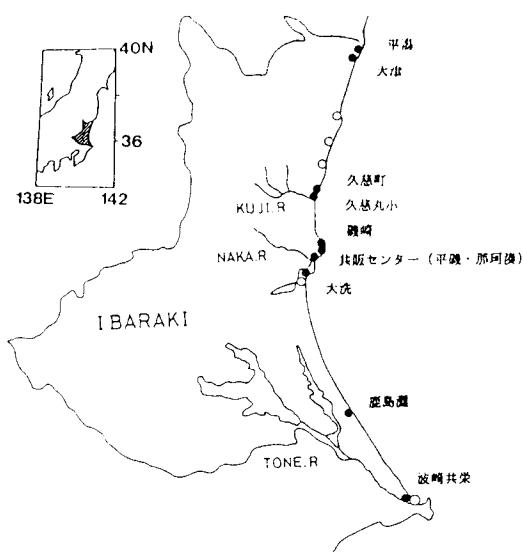


図1 調査対象漁協

久慈町、久慈丸小、磯崎、平磯、那珂湊、大洗、鹿島灘、波崎共栄の9漁協で、対象漁船数は全県の約80%である(図1)。鹿島灘漁協と波崎共栄漁協の漁獲物のうち小型底曳網漁獲物は銚子魚市場で販売しているため銘柄区分記載が不十分であることから、これら両組合の銘柄別漁獲量は、大洗の単位当り漁獲量を基準とした推定値を用いた。銘柄別体長組成、年令別体長組成の平均体長と分散を推定する事により、それぞれの体長組成の正規確率分布をもとめ、真子・松宮(1977)の方法を用いて、各銘柄別漁獲重量値から各年令の体長別漁獲尾数を偏差平方和が最小になるまで繰り返し計算をさせることによりもとめた。

結 果

地区別、漁法別、月別、銘柄別漁獲量

表2 漁法別銘柄別漁獲量

(単位: kg)

漁法	小そげ	そげ	小平	中平	大平	特平	大特平
小型底曳	3130.4	3814.3	8336.8	9614.9	11010.2	1577.6	717.0
刺網	814.1	950.4	11782.9	11492.6	8849.0	2352.2	228.6
つり	71.9	1475.6	3143.3	4680.6	6889.2	939.7	11.5
沖底		426.0	1216.6	1831.9	386.6		
その他	24.2	57.2	314.5	569.0	225.1	28.3	16.4
計	4040.6	6723.5	24794.1	28189.0	27360.1	4897.8	973.5

表1 ヒラメの銘柄区分

銘柄	重量範囲 (kg)
小ソゲ	~0.1
ソゲ	0.2~0.5
小平	0.6~0.9
中平	1.0~1.4
大平	1.5~3.9
特平	4.0~5.9
大特平	6.0~

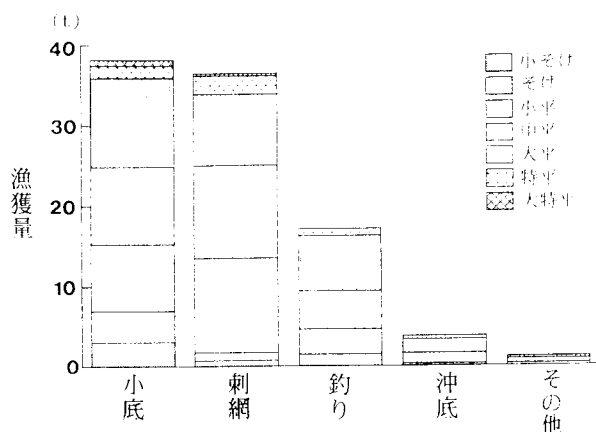


図2 漁法別銘柄別漁獲重量

1991年1月から12月までの平潟、久慈町、久慈丸小、磯崎、平磯、那珂湊、大洗、鹿島灘、波崎共栄の9漁協の漁法別、月別、銘柄別漁獲量を茨城水試水産情報システムデータベースから作成した。銘柄は小そげ、そげ、小平、中平、大平、特平、大特平の7区分である(表1)。9漁協合計の漁法別銘柄別漁獲量を図2、表2に示した。漁法は小型底曳網、刺網、つり、沖合底曳網、その他の5区分とした。小型底曳網には5トン未満と5トン以上の底曳を含む。

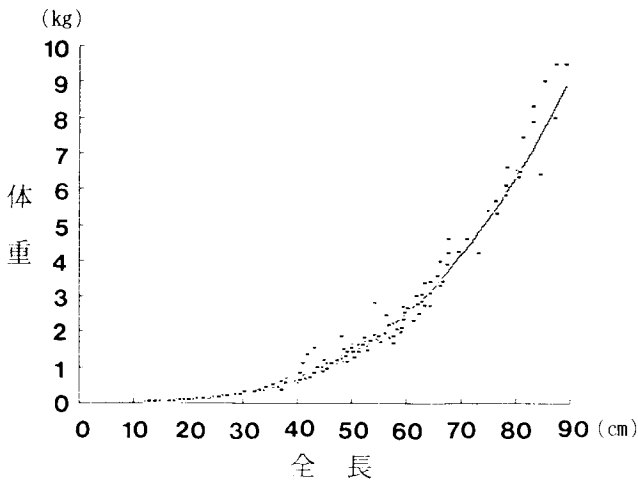


図3 ヒラメ全長・体重の関係 (♂+♀)

めた。漁獲量は「小そげ」が4,040.6kgで全体の4.2%、「そげ」が6,723.5kgで6.9%、「小平」が24,941.1kgで25.6%、「中平」が28,189.0kgで29.1%、「大平」が27,360.1kgで28.2%、「特平」が4,897.8kgで5.1%、「大特平」が973.5kgで1%である。

体長体重関係式の算出

県内で採集した全長12.6cmから62.0cmまでの雄108尾、12.1cmから89.0cmまでの雌145尾、合計253尾の全長、体重データより以下の雌雄込みの全長体重関係式をもとめた(図3)。

$$BW = 0.00585 \times TL^{3.17} \quad (r = 0.89)$$

(TL; 全長, BW; 体重)

銘柄別体長組成からの体長別漁獲尾数の推定

大洗魚市場において小そげ4349尾、そげ564尾、小平348尾、中平194尾、大平324尾の体長測定を行った。それぞれの銘柄の体長組成は正規分布をなすとして、Casieの方法(1954)によって正規分解して各銘柄の正規分布確率をもとめた(図4, 表3)。正規分解にあたっては堤・田中(1988)のプログラムを使用した。ただし「小そげ」については年間の成長速度が早い事から、一つの正規分布をあてはめず、その漁獲尾数計算は別途行った。

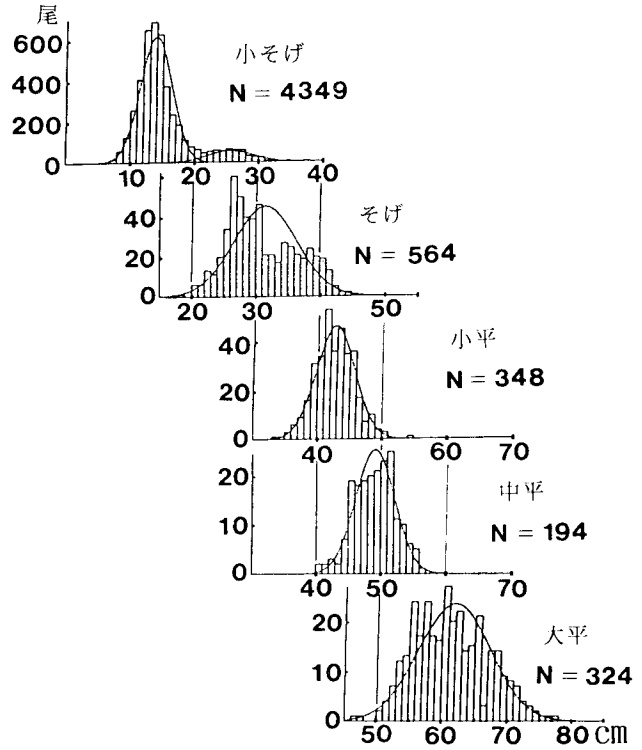


図4 銘柄別全長組成

表3 銘柄別全長組成正規分布の平均全長と標準偏差

銘柄	平均全長 (cm)	標準偏差 (cm)
小そげ		
そげ	31.50	4.98
小平	42.79	3.01
中平	49.14	3.02
大平	61.85	5.49

「そげ」以上の銘柄の平均体長値、標準偏差値、および前項の体長体重関係式を使用して銘柄別漁獲重量値から体長幅1cmの体長別漁獲尾数を計算するプログラムを作成した。このプログラムにより各漁法別に銘柄別漁獲尾数を計算し、「そげ」「小平」「中平」「大平」の体長別漁獲尾数を合算して漁法別体長別漁獲尾数を算出した。例として小型底曳網の体長別漁獲尾数の計算結果を付表1に示した。

小そげの成長解析

11月から漁獲への加入がおこる0才魚は成長速度

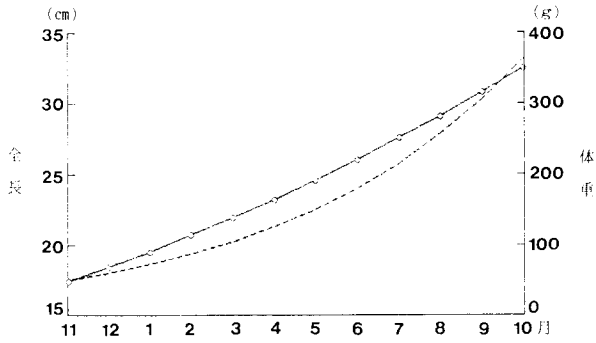


図5 漁獲加入以後一年間の成長

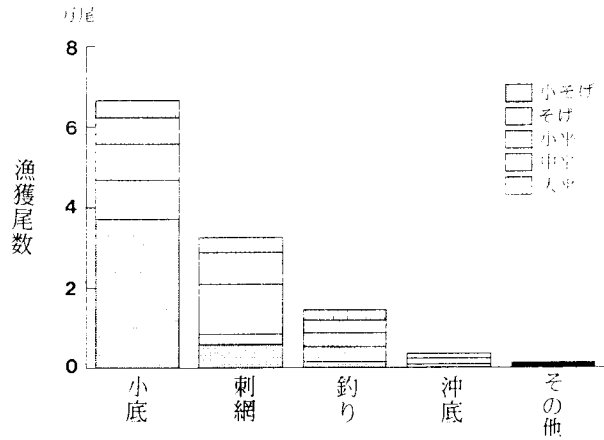


図7 漁法別銘柄別漁獲尾数(9漁協)

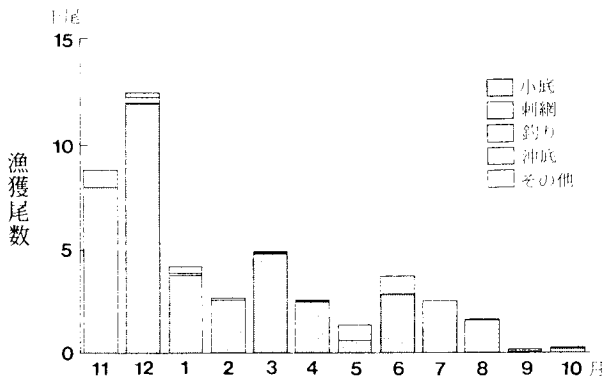


図6 「小そげ」の月別漁法別漁獲尾数(9漁協)

が早く、この0歳魚に相当する銘柄「小そげ」の漁獲尾数は一つの体長正規分布確率から求めることは誤差が大きくなると考えられる事から、ここでは0歳魚が漁獲加入する11月から翌年の10月までの0歳から1歳魚までの成長曲線をもとめ、月別平均体重値から漁獲尾数を計算した。6月までは0歳魚、7月からは1歳魚とした。0歳から1歳魚までの成長曲線の計算には1986年11月に放流したヒラメ種苗の1年間の再捕獲時全長データを用いた。データ数は739個である。再捕獲時の全長データから月別平均全長値をもとめ、これを Bertalanffy, Gompertz, Logistic の3つの成長曲線モデルにあてはめ検討した。その結果、以下の2つの理論曲線が得られた。

Logistic の成長曲線

$$L_t = 210.541 / [1 + \exp\{-0.06457 \times (t - 43.320)\}]$$

Gompertz の成長曲線

$$L_t = 385.402 \times \exp[-\exp\{-0.02071 \times (t - 60.772)\}]$$

ここでは Logistic の成長曲線を採用し、この理論式より月別平均全長をもとめ、全長体重関係式より月別平均体重値を計算した(図5)。

さらに、1991年11月から1992年10月までの月別漁法別の「小そげ」の漁獲重量(付表2)を、月別平均体重値を用いて漁獲尾数に変換した。「小そげ」の漁獲尾数は5トン以下の底曳網が最も多く全体の65.1%、ついで5トン以上の底曳網が17.4%、刺網が13.4%を占めた(付表3)。「小そげ」の漁獲量は5トン以下の底曳網が11月から翌年の4月、5トン以上の底曳網では1月から6月、刺網では5月から8月ににかけて多い傾向があるヒラメが満1才となる6月以前における「小そげ」の漁獲の大半は小型底曳網であることがわかる(図6)。以上のようにしてもとめた「小そげ」の漁法別漁獲尾数と前項で計算した「そげ」以上の銘柄の漁獲尾数を合算して全銘柄別漁法別漁獲尾数とした(図7, 付表4)。「小そげ」は全体の44.0%、「小平」が22.0%、「中平」が16.3%、「そげ」が14.4%、「大平」が9.3%を示した。

年令別体長組成

年令と成長との関係、成長方程式にはいくつかの理論式があるが、多年令におよぶ成長には一般的には Bertalanffy の成長式が適合する。ここでは以下の Bertalanffy の成長式(福島水試, 1987)を用いた。

表3 推定された年令別平均全長, 分散, 標準偏差

年令	平均全長(cm)	分散(Vt)	標準偏差(σt)
0.5	21.1	7.29	2.70
1.5	31.9	7.93	2.82
2.5	41.3	8.63	2.94
3.5	49.5	9.40	3.07
4.5	56.5	10.22	3.20
5.5	62.7	11.13	3.34
6.5	68.0	12.11	3.48
7.5	72.6	13.17	3.63
8.5	76.5	14.34	3.79
9.5	80.0	15.60	3.95
10.5	83.0	16.97	4.12
11.5	85.6	18.47	4.30
12.5	87.8	20.10	4.48

$$L_t = 102.48 [1 - \exp\{-0.413(t+1.11)\}]$$

年令別の分散値 V t の推定

年令別体長組成を計算するには、平均体長のほかに、各年令の体長分布の分散が必要である。年令別の体長分布の分散は、実測上ある年令までは、年令の増加にともなって大きくなり、この関係には指数曲線があてはめられるとされる。したがって、t 年魚における分散 V t は

$$V_t = P \times \exp(qt)$$

P, q : 常数

となる。

ここでは実測資料から得られた1歳, 2.5歳, 3.5歳の分散を用いて回帰式を計算した。回帰式は

$$\log V_t = 1.944 + 0.0845 t \quad (r=0.93)$$

となり、年令別の分散値 V t は

$$V_t = 6.99 \times \exp(0.0845 t)$$

の式より計算した(表3)。

t 歳魚のうちある体長階級 (l₁ ~ l₂) に含まれるものの割合 P は

$$P = \int_{l_1}^{l_2} \frac{1}{\text{SQR}(2\pi)\sigma t} \times \exp\left(-\frac{(l-l)^2}{2\sigma t^2}\right) dl$$

であらわせられる。

ここで $u = (l_2 - l_1) / \sigma t$ とすれば

$$P = \int_{-u}^{u} \frac{1}{\text{SQR}(2\pi)} \times \exp(-u^2/2) du$$

となる。

Hastings ら(1955)の近似式を用いると

$$P = 1 - \frac{1}{\text{SQR}(2\pi)} \times \exp(-u^2/2) \times (C_1 t + C_2 t^2 + C_3 t^3 + C_4 t^4 + C_5 t^5)$$

$$t = 1 / (1 + Qu)$$

$$Q = 0.2316419$$

$$C_1 = 0.31938153$$

$$C_2 = -0.356563782$$

$$C_3 = 1.78147937$$

$$C_4 = -1.821255978$$

$$C_5 = 1.330274429$$

となることから、この式をもちいて、t 歳魚のうち

表4 漁法別年令別推定漁獲尾数 (9 漁協)

漁法	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7 歳	8 歳	9 歳
沖底	112 (0.3)	802 (4.7)	1308 (5.1)	1433 (6.1)	8 (0.4)	73 (1.2)	25 (1.4)	-	-	-
小底	37862 (89.6)	7616 (44.4)	9292 (35.9)	7943 (33.8)	798 (43.4)	2471 (39.6)	706 (40.4)	85 (40.1)	2	-
刺網	2097 (5.0)	5842 (34.1)	11337 (43.8)	9897 (42.1)	546 (29.7)	2184 (35.0)	587 (33.6)	77 (36.3)	3	-
つり	1905 (4.5)	2857 (16.7)	3499 (13.5)	3782 (16.1)	514 (27.9)	1439 (23.1)	424 (24.3)	48 (22.6)	1	-
その他	275 (0.7)	136 (0.8)	314 (1.2)	448 (1.9)	11 (0.6)	51 (0.8)	17 (1.0)	-	-	-
計	42255 (100)	17139 (100)	25865 (100)	23515 (100)	1839 (100)	6237 (100)	1747 (100)	212 (100)	6	-

() 内の数字は%

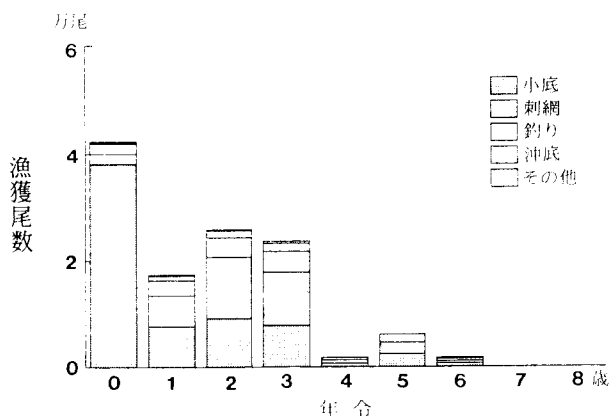


図8 年齢別漁法別漁獲尾数（9漁協）

ある体長階級（ $l_1 \sim l_2$ ）に含まれるものの正規確率 P をもとめるプログラムを作成した。年齢は12歳までとし、体長階級幅は1 cmとして計算を行った。

年齢別漁獲尾数の計算

銘柄統計からもとめた各漁法の体長別漁獲尾数値と前項で計算した年齢別正規確率分布の値から、真子・松宮（1977）の方法によって年齢別漁獲尾数を計算した。年齢の数を0から12歳まで、全長範囲を10から100cmまでの1 cm幅91階級とし、偏差平方和が最小となるまで繰り返し計算を行った。繰り返し計算回数は30回以内で解が得られた。

9漁協の漁獲尾数は0歳が42,255尾で全体の尾数の35.6%，1歳が17,139尾で14.4%，2歳が25,865尾で21.8%，3歳が23,515尾で19.8%，4歳が1,839尾で1.5%，5歳が6,237尾で5.2%，6歳が1,747尾で1.5%，7歳が212尾で0.2%となった（図8，表4）。

考 察

大洗魚市場で測定した各銘柄別の体長組成に対する正規分布のあてはめは小平，中平，大平では比較的適合したのに対し，小ソゲ，ソゲでは必ずしも適合はよさそうであることから，これは冬季から春期にかけての底曳網漁業による漁獲物と春期から夏期に

おける刺網漁業による漁獲物を混合して評価したことからくる組成の特徴であるかもしれない。本来ならば各銘柄とも月別の体長組成をもとにした解析が望ましい。今後は銘柄別の体長測定資料の充実をはかりながら，より詳細な解析をする必要がある。

小ソゲの漁法別漁獲尾数は漁獲加入時期である11月から12月にかけての小型底曳網漁業によるものが多くを占め，夏期の刺網による漁獲尾数はわずかであった。年間の漁獲尾数も小型底曳網によるものが圧倒的に多い。小型底曳網のなかでは5トン以下の底曳網の方が5トン以上の底曳網に比較して尾数で3.7倍の小ソゲを漁獲している。5トン以下底曳網による小ソゲ漁獲尾数の割合は冬季が高く春季になるに従い低下しているのに対して，5トン以上の底曳網では冬季よりも夏季のほうがその割合が高くなる傾向にある。このことは，5トン以下の底曳網船の操業域である浅海域から5トン以上底曳網船の操業域である沖合域へ，0才時期におけるヒラメが成長に伴って分布域を広げていることに起因している現象であると思われる。

推定された年齢別，漁法別の漁獲尾数では0才魚が42,255尾で全体の35.6%に達し，改めて若齢魚を多獲している茨城県漁業の実態が明らかとなった。小型底曳網漁業による若齢魚の漁獲が多い原因は昭和30年代から40年代にかけて行われた底曳網漁業の「規則改正」にその要因がある（二平，1981;1991a）。若令魚保護のための物理的な保証は基本的にはこの漁業制度の再編成にあるだろう。0歳魚の漁獲が多いことについては茨城県の漁業が不合理な漁業実態であることと同時に，鹿島灘浅海域はヒラメ稚幼魚の育成場として好適な条件を備えている（二平1991b）ことを示している。このことは合理的な操業形態をとりさえすれば，より高いヒラメの生産を保証し得ることを示唆している。コンピュータネットワークシステム（二平ら，1990）によるヒラメの銘柄統計の収集と銘柄統計からの年齢別漁獲尾数の計算システムが出来上がったことで，ようやく沿岸

漁業資源管理のための科学的な根拠が作成されたことになる。資源管理型漁業に対応するためには、今後の漁業資源調査は生態的な知見の収集のみにとどまらず、それをいかに「技術化」するかが課題である。多種多様な特性をもつ沿岸漁業資源の研究にとって銘柄統計による年齢尾数解析手法は、有効な手段のひとつであると思われる。今後は以上のようにして得られた年齢別漁獲尾数をもとにして若齢魚の保護による資源管理の効果量や栽培漁業における放流効果量について具体的な解析をすすめていく予定である。

文 献

- 福島水試（1987）昭和59～61年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査委託事業，福島県沿岸域海域別調査事業最終報告書，pp320.
- Hastings, C. Jr., J. T. Haward and J. P. Wong Jr. (1955) Approximations for digital computers. Princeton Univ. Press.
- 茨城水試（1975）太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査結果報告書（総括）. pp84.
- 貞子 渺・松宮義晴（1977）銘柄組成による年齢組成推定法. 西海区水研報, 50, 1-8.
- 二平 章（1981）沿岸漁業における生産力展開の動向と課題，茨城県沿岸漁船漁業を例として. 北日本漁業 11, 29-48.
- 二平 章（1991a）茨城県沿岸漁業における生産力展開. 茨城水試研報 29, 53-63.
- 二平 章（1991b）標識放流結果から推定した鹿島灘産ヒラメの回遊生態と海洋環境. 水産海洋研究, 55 (1), 50-51.
- 二平 章（1992）人工種苗ヒラメの放流による増加漁獲量の推定と放流資源管理. 茨城水試研報, 30, 77-83.
- 二平 章・土屋圭己・佐々木道也・高橋 惇・草野和之（1994）市場水揚伝票情報の迅速集計のためのコンピュータネットワークシステムの構築. 茨城水試研報, 32, 59-80.
- 田中吉一（1960）水産生物の Population Dynamics と漁業管理. 東海区水研報, 28, 1-200.
- 堤 裕昭・田中雅生（1988）体長頻度分布データからの世代解析. パソコンによる資源解析プログラム集, 東海区水研, 数理統計部, 189-207.

付表1 ヒラメの銘柄別全長組成の推定例(1991年, 小型底曳網)

全長 (cm)	銘				柄				計
	ソ	ゲ	小	平	中	平	大	平	
10									0.1
11		0.1							0.3
12		0.3							0.6
13		0.6							1.2
14		1.2							2.3
15		2.3							4.5
16		4.5							8.5
17		8.5							15.1
18		15.1							26.1
19		26.1							43.1
20		43.1							68.4
21		68.4							104.3
22		104.3							152.7
23		152.7							214.9
24		214.9							290.5
25		290.5							377.2
26		377.2							470.6
27		470.6							563.8
28		563.8							619.0
29		619.0							717.7
30		717.6		0.1					762.4
31		762.1		0.3					776.2
32		775.1		1.1					765.6
33		762.1		3.5					727.9
34		717.6		10.3					676.0
35		619.0		27.0					627.2
36		563.8		63.4					603.9
37		470.6		133.2		0.1			628.7
38		377.2		250.9		0.6			716.1
39		290.5		423.7		0.9			861.8
40		214.9		641.2		5.6		0.1	1,038.0
41		152.7		870.0		15.1		0.2	1,199.5
42		104.3		1058.2		36.5		0.3	1,299.9
43		68.4		1151.4		79.4		0.7	1,326.4
44		43.1		1127.5		154.6		1.2	1,286.3
45		26.1		987.7		270.3		2.2	1,111.8
46		15.1		775.7		423.9		3.8	1,157.2
47		8.5		546.0		596.2		6.5	1,111.8
48		4.5		344.5		752.2		10.6	1,065.4
49		2.3		194.9		851.4		16.8	988.5
50		1.2		98.8		862.8		25.7	870.8
51		0.5		44.9		787.4		38.0	716.4
52		0.3		18.3		643.3		54.5	553.8
53		0.1		6.7		471.5		75.5	413.3
54				2.2		310.0		101.1	314.5
55				0.6		182.8		131.1	261.4
56				0.2		96.7		164.5	245.5
57						45.9		199.6	253.8
58						19.5		231.3	273.7
59						7.5		266.2	295.1
60						2.6		242.5	311.7
61						0.8		310.9	318.9
62						0.2		318.7	318.3
63						0.1		318.2	306.4
64								306.4	285.3
65								285.3	257.1
66								257.1	224.1
67								224.1	189.0
68								189.0	154.2
69								154.2	121.7
70								121.7	92.9
71								92.9	68.7
72								68.7	49.1
73								49.1	33.9
74								33.9	22.7
75								22.7	14.7
76								14.7	9.2
77								9.2	5.6
78								5.6	3.3
79								3.3	1.9
80								1.9	1.0
81								1.0	0.5
82								0.5	0.3
83								0.3	0.1
84								0.1	0.1
85								0.1	
計		9720.8		8782.3		6618.9		4415.0	

付表2 小そげ月別漁法別漁獲重量

(単位: kg)

月	5トン以下	5トン以上	小底計	沖底	刺網	つり	その他	計
11	351.7	45.7	397.4	0	0	39.3	1.3	438.0
12	666.8	46.0	712.8	0	3.3	18.8	10.0	744.9
1	148.5	120.7	269.2	0	8.8	22.1	0	300.1
2	216.5	7.6	224.1	0	0.1	5.5	0	229.7
3	474.4	23.8	498.2	0	3.1	4.0	1.4	506.7
4	169.2	136.5	305.7	0	8.6	1.1	5.9	321.3
5	10.1	87.1	97.2	0	107.2	0.6	1.2	206.2
6	119.3	387.5	506.8	0	153.5	0.2	0	660.5
7	0	0	0	0	532.8	0.1	1.0	533.9
8	0.3	0	0.3	0	412.6	0.2	4.8	417.9
9	0	32.6	32.6	0	30.9	3.2	0.3	67.0
10	0	92.4	92.4	0	0	12.7	1.3	106.4
計	2156.8	979.9	3136.7	0	1260.9	107.8	27.2	4532.6
%	(47.6)	(21.6)	(69.2)	(0)	(27.8)	(2.4)	(0.6)	(100.0)

付表3 小そげ月別漁法別漁獲尾数 (成長式から計算)

(単位: 尾)

月	5トン以下	5トン以上	小底計	沖底	刺網	つり	その他	計
11	7,076	920	7,996	0	0	791	26	8,813
12	11,132	768	11,900	0	55	314	167	12,436
1	2,057	1,672	3,729	0	122	306	0	4,157
2	2,491	87	2,579	0	1	63	0	2,643
3	4,544	228	4,772	0	30	38	13	4,853
4	1,349	1,089	2,438	0	69	9	47	2,562
5	67	580	647	0	713	4	8	1,372
6	663	2,153	2,816	0	853	1	0	3,669
7	0	0	0	0	2,476	0	5	2,481
8	1	0	1	0	1,606	1	19	1,627
9	0	106	106	0	101	10	1	219
10	0	254	254	0	0	35	4	292
計	29,380	7,857	37,237	0	6,026	1,572	290	45,124
%	(65.1)	(17.4)	(82.5)	(0)	(13.4)	(3.5)	(0.6)	(100.0)

付表4 漁法別銘柄別漁獲尾数 (9漁協)

(単位: 尾)

漁法	小そげ	そげ	小平	中平	大平	計
小型底曳	37,237	9,721	8,782	6,619	4,415	
刺網	6,026	2,422	12,413	7,911	3,793	
つり	1,572	3,760	3,311	3,222	2,602	
沖底	0	1,085	1,281	1,261	128	
その他	290	146	331	392	89	
計	45,124	17,135	26,119	19,405	11,027	118,810
(%)	(40.0)	(14.4)	(22.0)	(16.3)	(9.3)	(100.0)