

イワシ類漁況予報の根拠と検証

冬季のカタクチイワシ未成魚の予測

三 谷 勇

Foundation and verification of forecasting on the description and abundance of sardine and anchovy off Kanagawa Prefecture

Estimation of young fish of Japanese anchovy in winter

Isamu MITANI *

は し が き

本県沿岸で漁獲されるカタクチイワシは過去においては目刺しなどの加工製品や肥料として利用されていたが、近年ではカツオ竿釣り漁業の餌料魚として多く利用されている。カツオ竿釣り漁船はカツオの南下・北上にあわせて太平洋沿岸を移動し、漁場に最も近い餌場で餌料魚を供給する。本県ではカタクチイワシの主漁期が春夏季であり、またこの時期がカツオの北上期で、その主たる漁場が伊豆・小笠原列島の近海に形成されることから、本県沿岸の餌場、すなわちカタクチイワシを漁獲する旋網・定置網漁場は、カツオ竿釣り漁業にとって重要な役割を担っている。中でも、佐島地先の餌場は日本沿岸の中でも有数な餌場として知られている。

また、本県沿岸ではカタクチイワシがほぼ周年漁獲され（三谷1978）、特に冬季1～2月に漁獲される未成魚・成魚（体長6～8cm）は餌料魚として日本周辺でほとんど漁獲されないため、南方海域に出漁するカツオ竿釣り漁業の大型船にとって重要な餌料魚となっている。このことは本県の旋網・定置網にとって冬季の重要な収入源であるといえる。しかし、近年のカタクチイワシ資源の低水準化は漁獲の減少を招き、特に冬季はイワシ類以外の魚の来遊も少ないことから、余儀なく休漁する旋網や定置網も多い。

そこで、これら漁業の漁獲効率の増大や経費節減に資

するため、昭和58年から漁況予報を実施したが、その中でも冬季のカタクチイワシの予測についてほぼ適中する根拠が得られたので報告する。

材料と方法

カタクチイワシの漁獲資料として、1954年から1987年までの佐島地区のイワシ中型旋網3ヶ統の漁獲資料を用いた。この漁獲量は操業日誌にカタクチイワシを蓄養した生簀の数、または、バケツ数で記載されている（1生簀：バケツ数で200～300杯）ので、本報の漁獲量は、1生簀を300杯とし、1杯を5kgとしてkg数に換算したものを使用した。これらの旋網漁船の資料はイワシ調査が開始された1953年以来標本船として収集されているが、この3ヶ統の年合計漁獲量は本県の全漁獲量（農林統計）と正の相関関係が認められている（三谷 1978）。

シラスの漁獲資料として、1978年から1987年まで小坪、茅ヶ崎、平塚地先の標本船の資料を使用した。ただし、小坪地区の漁獲量は魚市場に水揚げされないため、漁獲物を入れたポリ樽の数を1樽30kgとしてkg数に換算した値を用いた。これらの地先の漁獲量は本県のシラス漁業の中でも多い。

カタクチイワシの魚体は主として葉山、諸磯、金田湾等の定置網や佐島の旋網で漁獲されたものを使用し、これらの大部分のものは漁獲当日に研究室で体長、体重、雌雄、生殖腺重量が測定された。漁獲当日に測定できな

かったものは10%ホルマリン溶液に浸漬され、後日前述の項目が測定された。

結 果

標本郡別平均体長 カタクチイワシの産卵は本県沿岸では1月を除いてほぼ周年認められ(中田 1965~'87), またその成長は春生まれと秋生まれと異なる(Hayashi and Kondo 1957)ことが知られている。従って、魚体の大きさや漁獲海域はカタクチイワシの成長過程や回遊経路, または発育段階別生活領域を示すものと考えられる。

1954年から1987年までの標本群別平均体長をFig. 1に示した。定置網や旋網で最初に漁獲されるカタクチイワシの大きさは5~6 cm前後からで、これらは各年とも9月または10月頃から12月または翌年1月頃まで出現した。

そして、1月または2月頃から徐々に平均体長が大きくなり、3月頃には平均体長9~10 cm前後の魚群が漁獲された。この大きさの魚群はこの時期から8~9月頃まで出現し、これ以後、平均体長は徐々に小さくなった。

このような標本群別平均体長の変化をHayashi and Kondo (1957)の成長式に当てはめると、9月の未成魚(体長5~6 cm)は5~6月頃産卵され、11~12月のこの未成魚は7~8月頃産卵されたと推定される。そして、翌年の1月には前者のカタクチイワシは体長8~9 cmに、後者のものは体長6~8 cmに達し、4月にはそれぞれ体長10~11 cm, 8~9 cmに成長する。カタクチイワシの資源水準の高い時代には、本県沿岸では5~6月に生まれたものが次の年のこの時期に産卵群となり、産卵を開始する。7~8月生まれのものは翌年7~8月に産卵群

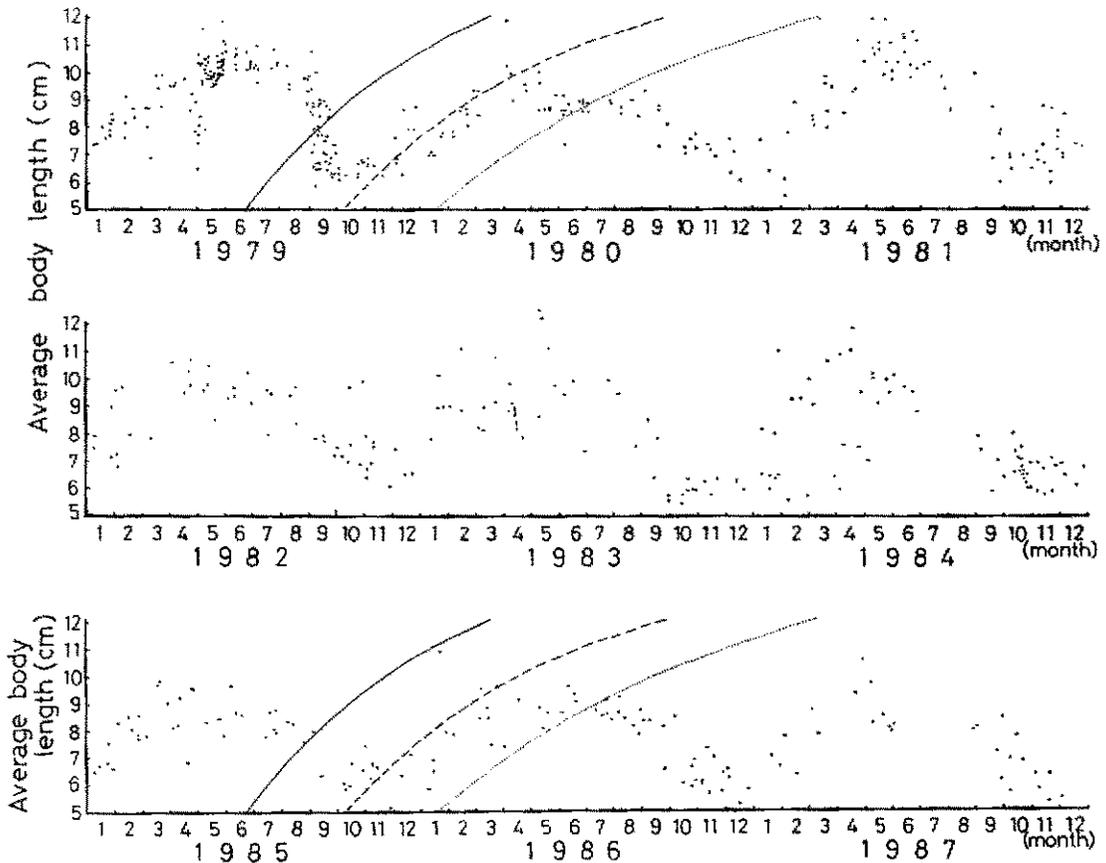


Fig.1 Average body length of Japanese anchovy by sampling schools off Kanagawa Pre., 1954-1987. Solid, broken and dot line indicate spring, summer and autumn groups, respectively, segregated on the bases of size composition and catch of Japanese anchovy larvae shoals.

となるが、この時期の体長は資源量水準の高い時代には10cm前後であったが、現在のように低い時代には体長8~9cmである。本県沿岸では産卵後のこれらの成魚群は9月頃からみられなくなり、再び本県沿岸に出現するのは資源が高水準の時代には、1月頃から、低水準の時代には3~4月頃である。この時の年齢は春生まれでは2才に、秋生まれでは1.5才である。このような高齢魚の出現は近年の低水準の時代には稀である。近年のカタクチイワシは最初の産卵でほぼ死亡する、つまり1才魚であり、これは産卵後の肥満度の低下が極端に大きいことから栄養補給が不十分であるためと考えられる。

このように、本県沿岸では卵期から成魚期までカタクチイワシの一生を観察することができ、また各成長過程は相互に関連していると考えられることから、本県ではカタクチイワシの漁況予測が可能であるといえる。

平均体長の年変化 冬季1~2月のカタクチイワシの月別平均体長の年変化をFig. 2に示した。1977~'78年の1~2月におけるカタクチイワシの平均体長は10cm前後で、ここ11年間の中で最も大きい体長であった。しかし、1983年を除く1979年から1987年までの1~2月の平均体長は6~7cmであるが、1983年のこの平均体長は9cm前後であった。このような平均体長の年変化はその時代の資源状態を反映している。1977、'78はまだ高水準の資源状態の様相を維持しており、1983年は、低水準の時代の中ではシラス期の資源状態が良好であった。他の年ではシラス期、未成魚・成魚期の資源状態は低く、産卵後の生き残りも1~2月の1.5~2才魚の出現状態からみても悪い。

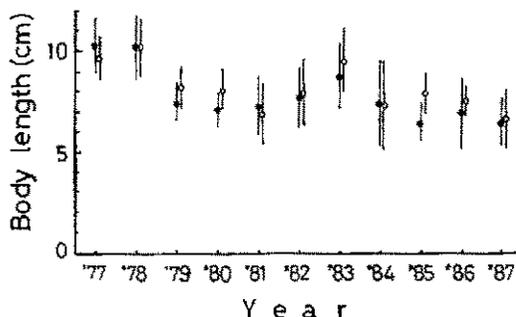


Fig.2 Annual changes in average body length of Japanese anchovy between January and February in winter. Solid and open circle indicate average body length in January and February, respectively. Vertical bars indicate their standard deviation.

以上のことから、1979年以降の1~2月のカタクチイワシはほぼ同じ平均体長を示すものと考えられた。

肥満度の年変化 カタクチイワシの肥満度は次式で求められるが、肥満度は体長が小さいものほど大きい値となる傾向が認められる。従って、肥満度の比較はある体長の範囲に限定して行なう必要がある。

$$f = W / L^3 \times 10^3$$

ただし、f: 肥満度、W: 体重、L: 体長

冬季1~2月のカタクチイワシのうち出現割合の高い体長6~7cmの未成魚について、その肥満度の年変化をFig. 3に示した。1977年の肥満度は10前後で、ここ11年間の中で最も高く、1978年を除くと、1984年にかけて概略低下傾向を示し、1984年には肥満度約8となった。1985~'87年の肥満度はやや高くなり、8.5前後であった。平均体長がほぼ同じ大きさを示した1979年以降の肥満度は1979、'80年ではやや高いものの概略8程度で、1~2月のカタクチイワシはほぼ同じ形態を示したものと考えられる。

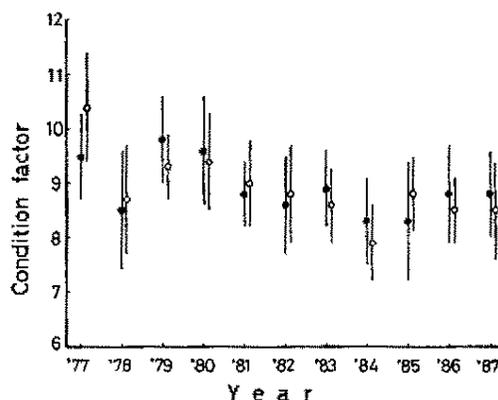


Fig.3 Annual changes in condition factor of young fish in 6-7 cm of Japanese anchovy. Solid and open circles indicate average condition factor in January and February, respectively. Vertical bars indicate their standard deviation.

生殖腺の有無 冬季1~2月におけるカタクチイワシの生殖腺は未成魚・成魚共に小さく、特に体長6~7cmの未成魚では雌雄の判別が困難である魚体が多い。資源の高水準期におけるカタクチイワシの生殖腺の発達状況を1977年を例にとりFig. 4に、低水準期の場合を1986年を例にとりFig. 5に示した。いずれの場合も1~2月の生殖腺は未熟な状態であることがわかる。

漁獲量 1954年から1987年までのカタクチイワシの年漁

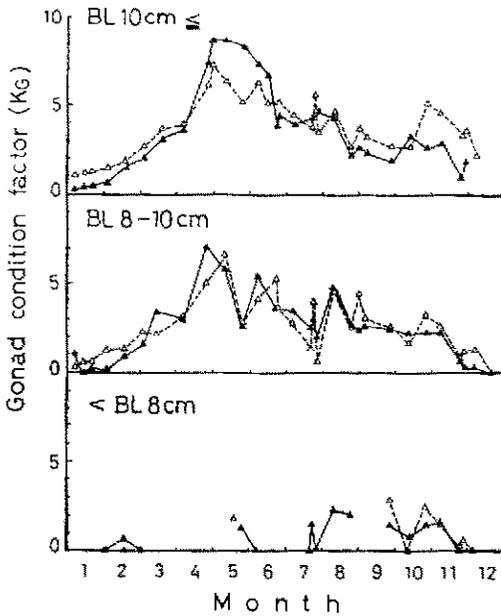


Fig. 4 Seasonal changes in gonad condition factor of Japanese anchovy by developmental stage, 1977. Solid and open triangles indicate male and female fish, respectively.

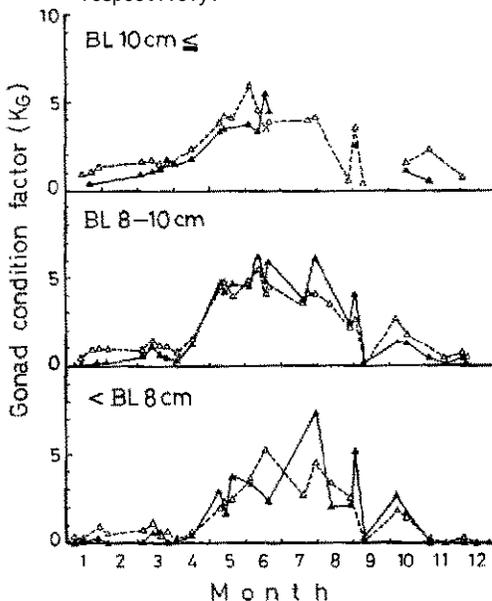


Fig. 5 Seasonal changes in gonad condition factor of Japanese anchovy by developmental stage, 1986. Solid and open triangles indicate male and female fish, respectively.

獲量をFig. 6に示した。この34年間の平均漁獲量は1789トンで、これよりも多く、かつ連続して高い漁獲を示した期間は1964年から1977年までの14年間である。この期間を資源量水準の高い時代、他の期間を低い時代と規定すると、低水準期から高水準期に変わった1963年と1964年との年漁獲量比は大きく、逆に高水準期から低水準期に変わった1977年と1978年との年漁獲量比も大きい。つまり資源量水準の転換期には漁獲量の変動が大きくなるといえる。

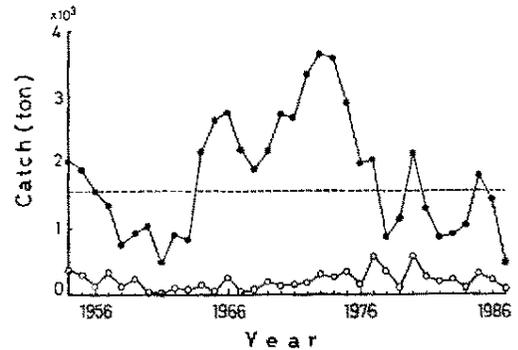


Fig. 6 Annual fluctuations of catch of Japanese anchovy, 1954-1987. Solid and open circles indicate yearly total catch and catch during Jan.-Feb. of Japanese anchovy, respectively. Broken line indicate average catch for 34 years.

また年漁獲量に対する1～2月の漁獲割合を求めると、1963年以前の不漁期ではこの漁獲割合は12.2%、1964年から1977年までの豊漁期では7.6%、1978年以降の不漁期では20.1%で、不漁期の方が豊漁期よりも1～2月の漁獲割合が高い。これは豊漁期と不漁期におけるカタクチイワシの来遊様式の違いによるもので、豊漁期では5～6月に、不漁期では1～4月に盛漁期が認められる。

1～2月のカタクチイワシの漁獲量(M)とその年漁獲量(T)との間には次式に示すような直線回帰が認められ、巨視的にみて1～2月の漁獲量が多いとその年の合計漁獲量は多くなる。

$$1954 \sim 1964 \quad T = 2.90M + 712 \quad (r = 0.789)$$

$$1965 \sim 1975 \quad T = 3.43M + 2164 \quad (r = 0.640)$$

$$1978 \sim 1987 \quad T = 2.43M + 622 \quad (r = 0.734)$$

1～2月の未成魚の漁獲量と前年9～10月のカタクチシラスの漁獲量との関係 1～2月の未成魚の平均体長は1974年以降では主に6～7cmである。HAYASHI & KONDO

(1957)の成長曲線を卵期の方に延長すると、シラス期は概略9~10月である。つまり1~2月の未成魚は9~10月のシラスが成長したものとみなすことができる。また、シラスが漁場に来遊した時の平均日齢は約36日である(三谷 1968)ので、9~10月のシラスの発生日は8~9月と推定される。そこで、1~2月の未成魚と前年9~10月のシラスとの漁獲量の相関関係を求めたところ、1980、'84年を除くと次の直線回帰が認められた(Fig. 7)。

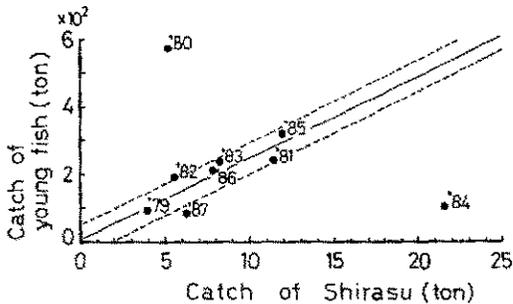


Fig. 7 Relationship between catch of young fish of Japanese anchovy during Jan.-Feb. and catch of anchovy larvae (Shirasu) during Sept.- Oct. in the preceding year. Solid line indicate the regression line and broken line indicate their standard deviation.

$$C J_{1-2} = 24.2 C L_{9-10} + 7.3 \quad (r = 0.852)$$

ただし、 $C J_{1-2}$: 1~2月の未成魚の漁獲量

$C L_{9-10}$: 前年9~10月のシラスの漁獲量

このことから、前年9~10月のカタクチシラスの漁獲量が多ければ1~2月の未成魚は多いといえる。しかし、1980、'84年の場合はこの回帰関係に適合してない。1980年では1~2月の未成魚の漁獲量がこの回帰関係よりも多く、1983年では9~10月のシラスの漁獲量が多い。そこで、ここ34年間における1、2月の未成魚の漁獲量について平均値と標準偏差を求めると、1月ではそれぞれ101.8トン、70.2トン、2月ではそれぞれ97.6トン、114.6トンであった。この漁獲量は正規分布型を示すものとすると、

$$\text{平均値} \pm 3 \times \text{標準偏差}$$

よりも大きい(小さい)値が出現する確率は低く、この値を異常値とみなすことができる。1980年2月の漁獲量は493.9トンで異常値とみなす限界を越えている。

同様に、1983年10月のシラス漁獲量は前述した同じ方法で求めた異常値にほぼ近いことから、このシラス漁獲量も他の要因によって誘引された異常値とみなすことができる。

以上のことから、冬季1~2月のカタクチイワシ未成魚の漁獲量は前年の9~10月のカタクチシラスの漁獲量から予測することが可能である。

予報と検証 冬季1~2月のカタクチイワシ未成魚を対象とした予報は漁況予報「いわし」*第6、12、18、24号に掲載した。これらは1984年から1987年までの各年の1月4日に発行された。予報内容は主として魚体の大きさと漁獲量である。この検証結果をTable 1に示した。

1984年1月に発行した第6号では、魚体は1月でほぼ適中したが、2月では体長9~10cmの成魚小型群が来遊

*本県のイワシ類の漁況をきめ細かく予報するために、当場が2ヶ月ごとに発行している漁況概況・予報

Table 1. Comparison between forecast and real catches of young fish of Japanese anchovy during Jan.-Feb. in winter.

published month (No.)		forecast	real
Jan. 1984 (6)	body length	6-8 cm	Jan.: about 6cm, Feb. : 9-10cm
	total catch	519.5ton	105.0ton
Jan. 1985 (12)	body length	5-8 cm	Jan.: 5-7cm, Feb. : 7-9cm
	total catch	243.0ton	321.7ton
Jan. 1986 (18)	body length	5-8cm	5-8cm
	total catch	157.0ton	215.7ton
Jan. 1987 (24)	body length	5-8cm	5-8cm
	total catch	93.0ton	87.5ton

した。実績漁獲量は標本船漁獲量で105.0トンで、予報漁獲量の約1/5であった。これは前述したように前年（1983年）10月のシラス漁獲量が異常値であったためであるが、この原因については考察の項で述べる。

1985年1月に発行した第12号では、魚体の大きさはほぼ適中した。実績漁獲量は321.7トンで、予報漁獲量は243.0トンである。実績漁獲量の上下2割の範囲を適中の範囲とすると、予報ははずれ、この範囲を3割とすると適中したことになる。

1986年1月に発行した第18号では、魚体の大きさは1月では体長10cm前後のものが混獲され、2月では予測どおり適中した。実績漁獲量は215.7トンで予報漁獲量は157.0トンである。今予報は前号と同じく上下3割の基準で適中した。

1987年1月に発行した第24号では、魚体の大きさ、漁獲量共適中した。実績漁獲量は87.5トンで、予報漁獲量とわずかに6トン少ない漁獲量であった。

これらの4回の予報結果からみると、予報漁獲量は経過年のデータを追加することにより年ごとに適中率が高くなっており、前年9～10月のシラス漁獲量とこの未成魚の漁獲量との相関関係が予報の根拠として使用できることを示唆している。

精度 冬季1～2月のカタクチイワシは未成魚としてその根拠を求めた。しかし、資源量の高い時代には体長の大きい（10cm前後）産卵予備群がこの時期に来遊していた。第12、13号では実績漁獲量の上下3割以内の範囲に予報漁獲量があって適中し、2割以内では予報ははずれる。しかし、この実績漁獲量は未成魚と成魚の合計漁獲量であるから、予報漁獲量の検証は未成魚のみの実績

漁獲量と比較しなければならない。

第12、13号の予報漁期における未成魚の実績漁獲量をそれぞれTable 2、3に示した。1985年1～2月の未成魚の実績漁獲量は135トンで、予報漁獲量の約6割である。しかし、体長8cmの成魚小型群の推定漁獲量を加えると249トンで予報量に匹敵する。1、2月の体長7cmのカタクチイワシと体長8cmのカタクチイワシとの発生日の違いはわずか1ヶ月以内であり、シラスの出現時期が10月よりも9月の方に片寄った場合、つまり産卵時期が早くなった場合には1～2月に体長8cmのものが多く来遊することになる。同様に、1986年1～2月の未成魚の推定漁獲量は80トンであるが、8cmのカタクチイワシの漁獲量を加えると167トンで予報漁獲量にほぼ匹敵している。従って、第13号の予報も適中したとみることができる。これらのことから、前年9～10月のシラス漁獲量から1～2月の未成魚の漁獲量を予測でき、この精度は非常に高いと考えられる。しかし、現在の予報技術では体長別に区分して予測し、それらを合計して予報期間の漁獲量を求めることは困難であるので、本報のように予報期間内で最も多く漁獲される大きさのもので代表させてその期間内の総漁獲量を求めている。つまり1985、'86年のように予報内容としては適中しているが、予報対象外の大きさのカタクチイワシの来遊によって予報は総漁獲量ではずれの結果となった。冬季1～2月のカタクチイワシの予報を単に未成魚のみで予測することは精度の低下を招いているといえる。

また、1～2月の未成魚の漁獲量と前年9～10月シラスの漁獲量との関係を示す回帰直線の標準偏差は予報量の精度を示す尺度としてみることができる。本回帰直

Table 2. Estimation of catch of Japanese anchovy by developmental stages during Jan.-Feb., 1986.

developmental stages		adult									
		young fish				small size		large size			
body length (cm)	(A)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
composition of A (%)	(B)	1.1	11.3	17.8	32.0	26.5	10.0	1.3			
body weight (g)	(C)	0.56	1.07	1.92	3.07	4.67	6.46	9.25			
B × C	(D)	0.62	12.09	34.18	98.24	123.76	64.60	12.03			
composition of D (%)	(E)	0.2	3.5	9.9	28.4	35.8	18.7	3.5			
total catch	(F)	321.7									
catch by body length	(C × D)	1	11	32	91	115	60	11			
catch by developmental stage		135				175		11			
forecast catch		243.0									

Table 3. Estimation of catch of Japanese anchovy by developmental stages during Jan.-Feb., 1986.

developmental stages		adult									
		young fish				small size		large size			
body length (cm)	(A)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
composition of A (%)	(B)	5.5	9.5	16.3	28.5	31.0	4.3	2.5	1.7	0.4	0.3
body weight (g)	(C)	0.67	1.13	1.95	3.23	4.92	6.89	9.80	10.07	11.56	13.06
B × C	(D)	3.69	10.74	31.79	92.06	152.52	29.63	24.50	17.12	4.62	3.92
composition of D (%)	(E)	1.0	2.9	8.6	24.8	41.2	8.0	6.6	4.6	1.2	1.1
total catch	(F)	215.7									
catch by body length (C × D)		2	6	19	53	89	17	14	10	3	2
catch by developmental stage		80				106		29			
forecast catch (ton)		157.0									

線の標準偏差は48.2トンであるから、予報量±48.2トンは通常生じうる誤差の範囲内である。第6号の予報では明らかにはずれているが、第24号ではこの誤差の範囲内にあり適中している。第12号の予報量はこの誤差の最大範囲、すなわち、243.0+48.2=291.2トンで、実績漁獲量に近似し、これと同様の傾向が第18号でも認められる。これらのことから、冬季1～2月のカタクチイワシの予報漁獲量は約50トンの誤差範囲をもつ精度で示されているといえる。

考 察

本県沿岸のカタクチイワシはその産卵期の発育状態からみて体長8cm未満を未成魚、8～10cm未満を成魚小型群、10cm以上を成魚大型群と区分している(三谷 1986)。未成魚と成魚はそれぞれ固有の環境条件の海域に現われるが、(平本 1968, 近藤 1969)、本報では冬季1～2月のカタクチイワシを未成魚として扱った。これは、近年では体長6～7cmの未成魚が主体で来遊しているの、機械的に8cmで区分したが、7cm(未成魚)と8cm(成魚)とのカタクチイワシの生態や生活領域、来遊様式の違いは明らかではない。また、重量でみると、1985、'86年のように8cm台のカタクチイワシが比較的多い重量割合を示している。予報漁獲量が重量で示されていれば8cm台のカタクチイワシの漁獲量は無視できない。近藤(1983)によると、未成魚群や成魚群等の魚群は魚の発育段階・生活年周期を根拠として、すなわち、成熟度、肥満度、体長組成などの季節変化を基にして、同一回遊群の中でも成熟状態に近いもの、発生の時空間の近いものとして区別される「同一の生理状態にある魚の集ま

り」で区分されるという。冬季1～2月のカタクチイワシのうち、8cm台のものは近年の低水準の資源状態の中では発育段階からみて成魚であると判断されるが(近年では8cm台で産卵)、しかし、冬季1～2月のカタクチイワシは7cmと8cmとが1標本群の中で同程度の出現頻度で漁獲されるので、1、2月の時点では未成魚・成魚に区分することなく、同一の発生集団とみなすことができる。

また、本報の根拠として、体長6～7cmの未成魚は前年9～10月のシラスの成長したものと考えた。予報の適中した1987年9～10月のシラス漁は10月に盛漁期が認められる。これは10月のシラスが成長して1～2月に体長6～7cmに達したと解釈される。これに対して、1985、'86年のシラスの盛漁期は9月であった。1987年と比べ1ヶ月前後早い。このシラスが成長したとすれば、1～2月には1987年よりも大きい体長であり、それが8cm台のカタクチイワシとしてもHAYASHI & KONDO(1957)の成長曲線とも矛盾しない。従って、冬季1～2月のカタクチイワシは平均体長5～8cmを予報対象としても妥当であるといえるが、今後、これらの成長、すなわち卵からシラス、未成魚にいたる因果関係を解明しなければならぬ。

予報の根拠としての回帰関係の中から、1980、'84年は異常年として除外した。1980年では2月の未成魚が、1984年では10月のシラスが異常に多い。冬季における未成魚の来遊様式は解明されていないが、伊勢・三河湾に来遊する未成魚の春季来遊群・夏季以降来遊群の主漁場が形成される海域は10m層の塩素量で18%以上の湾外水が渥美外海から伊良湖崎、さらに野間崎沖へ波及してく

る状態と一致し(近藤 1970),房総から常磐海域の未成魚は春から秋にかけて沿岸水帯を南から北へ,本県沿岸では沖から接岸するように索餌回遊する(近藤 1971)ことが知られている。これらのことから,未成魚は黒潮系沖合水の波及と共に来遊すると考えられる。1980年1~2月の黒潮はA型流路であり,本県沿岸は20数年来の高水温で経過した。このような高水温の海況は1979年にも認められるが,前年9~10月のシラスの資源状態は低い。従って,1980年2月の未成魚はシラス時の資源量水準が他海域で高く,かつ,黒潮系沖合水の波及が例年よりも多く波及したために本県沿岸に異常に来遊したと解される。すなわち,冬季のカタクチイワシの予測はシラス時の資源状態の把握と海況予測とによって可能であり,本予測の精度を向上させるためにはこれらの問題の解決が急務である。

近年,シラスの漁場形成や初期生残率に関する研究が多く報告されている(船越ほか1983~'84, IMAI and TANAKA 1987)。中でも餌料面からみて体長10mm前後のシラスの初期餌料として*O. davisae*の重要性が報告されている(三谷 1988)。*O. davisae*は表層に河川系水がある底層の31%前後に多く分布する。つまり河川系水が多く沿岸域に張り出すと*O. davisae*が異常に増殖する可能性がある。1983年8月に雨台風が来襲し,相模湾全域が低塩分化した。*O. davisae*は8月下旬の調査によれば異常に多く出現した(中田 1986)ので,初期生残率が高く,これが10月のシラスの好漁をもたらしたものと解釈される。つまり1983年10月のシラスの好漁はシラスの餌料環境が異常に良好であったためと考えられるが,これが翌1984年の未成魚の漁獲に反映されていない。1984年1~2月の水温は平年よりも低めで,すなわち黒潮系沖合水の波及が少ないので,未成魚の来遊も少なかったと推測される。

以上のことから,冬季1~2月の未成魚の予報は次の三点に特に留意する必要がある。

- 1) 前年8~9月の産卵期に産卵量の月による片寄りがあるか。
- 2) シラスの初期生残率に異常があるか。
- 3) 1~2月の黒潮系沖合水が波及する頻度は例年よりも多いか。

これらのことは現在の資源研究の中では未解明の課題であるが,1)の課題のように,現在1ヶ月に1回の卵稚仔調査を更に回数を増やすことによって解決される課

題もあり,今後,調査方法の変更や新たな研究計画の策定によってこれらの課題を解決しなければならないと考えている。

引用文献

- 船越茂雄・村中文夫・池田 正(1983):カタクチイワシの初期餌料環境と生残り I,水産海洋研究会報,44,76-86.
- 船越茂雄(1984):カタクチイワシの初期餌料環境と生残り,水産海洋研究会報,45,21-30.
- HAYASHI, S. and K. KONDO (1957): Growth of Japanese Anchovy 4, Age Determination with the Use of Scales, Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 17, 31-64.
- 平本紀久雄(1968):房総海域におけるカタクチイワシの漁業生物学的研究 I,日水誌,34(1),36-43.
- IMAI, C. and S. TANAKA (1987): Effect of Sea Water Temperature on Egg Size of Japanese Anchovy, Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 2169-2178.
- 近藤恵一(1969):カタクチイワシの生活様式と最近の漁況の特徴,水産海洋研究会報,14,1-10.
- 近藤恵一(1970):伊勢湾・三河湾漁業開発に関するシンポジウム,魚類漁業とその将来,(i)カタクチイワシ,水産海洋研究会報,16,175-178.
- 近藤恵一(1971):カタクチイワシの生態と資源,日本水産資源保護協会,水産研究叢書,20,1-57.
- 近藤恵一(1983):水産資源研究における発育段階論,ミチューリン生物学研究,18,27-36.
- 三谷 勇(1978):神奈川のカタクチイワシ,神水試資料 296,1-61.
- 三谷 勇(1986):資源の衰退期におけるカタクチイワシの肥満度の変化について,神水試研報,7,35-46.
- 三谷 勇(1988):相模湾のシラス漁場におけるカタクチシラス魚群の年齢特性,日水誌,54,209-214.
- 三谷 勇(1988):カタクチシラスの主要餌料生物である*Oithona*属かいあし類のシラス漁場内における分布特性,日水誌,54,215-219.
- 中田尚宏(1965-'87):昭和41-61年度漁海況予報事業結果報告書,神奈川県水産試験場.
- 中田尚宏(1986):相模川流域下水道左岸処理場にかかわる処理水の海域への放流に伴う影響調査報告書,神奈川県下水道課,30-38.