

紀南・伊豆海域の海況変動とキハダおよび クロマグロ旋網の漁況との関係*

岩 崎 行 伸**

Relationship between the Purse Seine Fishing Conditions of Bluefin Tuna and Yellowfin Tuna and Fluctuations of Sea Condition in the Kinan and Izu Regions, Pacific Coast of Japan

Yukinobu IWASAKI**

Abstract

The relationship between the sea condition and fishing conditions was examined using the fishing grounds data obtained for tuna purse seine. The fish species treated here are bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, and yellowfin tuna, *T. albacares*, in Kinan and Izu regions during the period from 1974 to 1981. The variations of temperatures of sea surface and 100 meters-depth, salinity in the adjacent waters corresponding to the variations of Kuroshio were also studied in relation to the variations of the fishing conditions. The results obtained are summarized as follows.

1. The mean surface water temperature (in winter and spring) in the years of poor catch (1974 and 1975) were lower than those of the average.

2. The values of mean water temperature at 100 meters-depth and the mean salinity in the years of big catch (1978 and 1979) were all high.

3. The relationship between annual landings of tuna (y) and mean water temperature at sea surface (x_1), mean water temperature at 100 meters-depth (x_2), and salinity (x_3) are expressed by the following equations, respectively.

$$y = -32260 + 1870x_1, y = -17659 + 1107x_2, y = -464307 + 13419x_3$$

4. The main fishing grounds of the bluefin tuna and yellowfin tuna in spring were formed in the region of the warm oceanic water which flows into the Kuroshio.

5. It is possible to forecast bluefin tuna and yellowfin tuna purse seine fishing conditions in the Kinan and Izu regions by the observation of the water temperature and salinity of the preceding winter.

1. 緒 言

カツオ・マグロ類の漁況の変動と海況、とくに紀南・伊豆近海における冷水塊の存在に伴う黒潮流路の変化との関連については、これまで比較的多くの研究が知られる。たとえば、紀南・伊豆近海のカツオ・マグロ類の漁況と海況に関連し、宇田(1940)は冷水塊の出現した年に

はカツオ・マグロ群の停滞と濃集によって総体としてこれらが例年より多獲され、このことはまた漁期が遅れて延長されることも関係すると報じた。一方、KAWASAKI (1958) は黒潮流軸部の沿岸側の低塩部にクロマグロ未成魚、伊豆・小笠原列島線周辺の島嶼付近にキハダ未成魚が主として分布するとした。

また、井上(1959)は冬季遠州灘沖合に出現する冷水塊は環境抵抗としてビンナガ群の回避を支配し、その出現の有無は冬季魚群の分布とその限界、漁場形成の変動をもたらすとした。井上他(1963)はまた漂流物付きのカツオ・メバチ・キハダ群が冷水塊東側の黒潮高温部に

* 1983年9月7日受理

本研究の一部は、昭和56年度日本水産学会春季大会において口頭発表した。

** 東海大学海洋学部 The Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University, Shimizu, Shizuoka 424, Japan

長期間滞留するとした。さらに、YASUI and INOUE (1977)は海況の変動がカツオ漁況と密接に関係することを示し、冬季の薩南海域の年々の水温・塩分値から紀南・伊豆海域での漁獲量を予測することの可能性を論じている。

しかし、これらの報告はいずれも活き餌使用による一本釣り漁業が漁獲対象としたカツオ・ビンナガおよびそれらに混獲されるキハダ未成魚等の漁況と海況との関連についてのもので、旋網漁業が対象とするクロマグロ *Thunnus thynnus* あるいはキハダ *T. albacares* 成魚の漁況と海況の変動とを関連させた研究は比較的少ない。

紀南・伊豆海域の春季から夏季にかけ表層に來遊するマグロ群の漁獲は、主として一本釣り、延縄によって行われてきたが、近年になってとくに旋網漁具・漁法による操業が盛んになっている。著者らはこれまで、これらのマグロ漁場の形成は年々の海況変動とくに冷水塊の存在の有無に伴う黒潮流路の蛇行の位置の変化と密接に関係し(岩崎ら, 1973), さらにキハダ・カツオ群の有漁率の経月変化は表層ならびに中層の水温構造の季節変化に大きく影響されていることを明らかにしてきた(岩崎, 1978)。

水温および塩分値や黒潮流路の蛇行の位置と漁況との関連を定量的に扱うには、これらの海洋環境因子と漁況との相互関係を見出し、その関係の具体的な内容を究明することが重要と思われる。本研究は、浮魚を漁獲対象とした旋網漁業によるクロマグロ・キハダ成魚の漁況とそれらの漁場形成位置の予察の手懸りになると考えられる海況因子について、漁況等との関連を相関法に基づき比較検討し、二・三の知見を得たので報告する。

2. 資料および方法

クロマグロとキハダの有漁位置を求めるため、1974年4月から1981年9月に至る期間に静岡県清水港に入港した中型マグロ一艘旋網漁船の操業報告と、沖合無線連絡による毎日の他船漁況記録を使用した。水揚量は紀南・伊豆海域で操業し、清水魚市場に陸揚げされた魚種別水揚統計(1974-1981)の資料を用いた。

また紀南・伊豆海域の海況の変動の資料としては、気象庁海洋課から刊行されている全国海況旬報の月平均海面水温図および月別100m層水温水平分布図(1974-1981)を引用した。これらの海況と漁況の資料から、春季(5月)100m層における水温水平分布と4~6月のクロマグロ・キハダ群の有漁位置とを対比させた。

Fig. 1には紀南・伊豆海域の平均水温値を求めるため

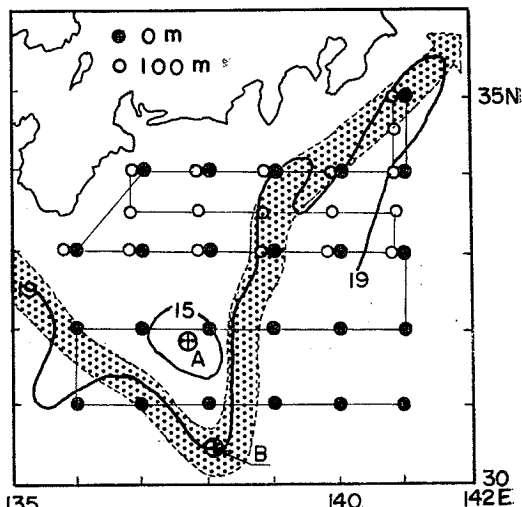


Fig. 1. Location of the stations of water temperature observation at the sea surface (●) and at 100 meters-depth (○) in the Kinan and Izu regions. A: Distribution of the cold water mass. B: Location of the Kuroshio path at 100 meters-depth (19°C).

に設けた定点(表面水温24点, 100m層水温18点)を示した。月ごとの水温値は表面および100m層の等温線図上から各定点における水温の値を比例配分し読みとった。また、1か年間にI~IVの四半期(I: 1~3月, II: 4~6月, III: 7~9月, IV: 10~12月)に区分し、それらの時期における水温の算術平均値を得た。本文中での冬季・春季はそれぞれI, II四半期に該当するものである。

一方、塩分値については月ごとの観測資料が欠けているため、海上保安庁水路部から刊行されている海洋概報(1974-1981)に基づき2月(冬季), 5月(春季)の観測結果から0~100m間(0, 10, 20, 30, 50, 75, 100mの7層)の塩分値を積算平均し各時季の塩分値とした。以下、この値を表層塩分値と呼ぶことにする。

黒潮流路の蛇行型については、吉田(1961), 二谷(1969)等の報告に基づいて5つのタイプの類別を月別に行なった。冷水塊の存在の有無およびその中心位置と黒潮流軸の離岸-接岸の経年変動を知る方法としては、月別の100m層水温水平分布図から冷水塊の存在の有無を調べ、存在する場合にはその中心点, および19°C等温線が最も南偏分布し北方に迂回するところの緯経度位置を求めた。

3. 結果

(1) 表面・100m層水温および表層塩分値の経年変化

紀南・伊豆海域の定点 (Fig. 1) における全点平均の水温の月別変化を Fig. 2 に示す。年により若干の時期のずれは認められるが、表面・100m層ともほぼ3月には最低水温を記録し、その後黒潮系水の北上発達につれ徐々に昇温し、8月に最高水温に達した後9月に急速に下降した。

Table 1 は冬季・春季における1974~1981年の表面・100m層水温ならびに表層塩分の8カ年の平均値と平均値に対する偏差を示したものである。

1974, 1975年は、黒潮流路が全般に接岸一東進によってN型を示した年であり、表面水温は冬季17.49, 17.71°C, 春季21.03, 21.11°C, また100m層では冬季16.84, 17.01°C, 春季17.96, 18.01°Cを示した。これらの値はいずれの時期も平均値より低い。

1976年は冷水塊の存在した年であり、冬季・春季における水温の偏差は表面 -0.39, -0.4°C, 100m層 -0.32, -0.89°C と比較的低目の値を示した。

1977~1979年は、冷水塊が紀南・伊豆南西沖合にかけ長期間存在し、大規模な黒潮流路の変動が認められた年である。このようないわゆるA型の流路年には表面・100m層において冬季に、大王崎・遠州灘・石廊崎沿海に顕著な黒潮系水の舌状張り出しの影響がみられ、このため1978, 1979年冬季・春季の水温示度は全般に高温化し、平均値に対する偏差は表面 +0.25~+0.87°C, 100m層 -0.06~+1.19°C であった。

1980, 1981年には冷水塊が小型化し、その後消滅しており、冬季の水温偏差は表面 +0.33, -0.18°C, 100m層 -0.1, -0.8°C と低目の値を示した。

一方、表層塩分値は1974, 1975年には、冬季・春季とも8カ年間の平均値よりも低く、冬季34.65, 34.66‰,

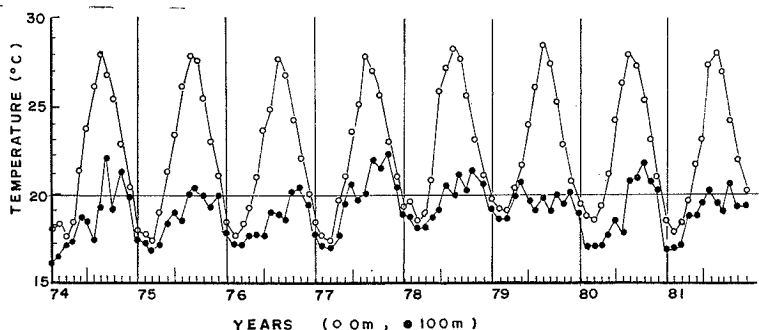


Fig. 2. Seasonal variations of the mean water temperature at sea surface and at 100 meters-depth in the Kinan and Izu regions, from January 1974 to December 1981.

Table 1. Mean water temperature at sea surface and at 100 meters-depth, and the salinity of the layer up to 100 meters of depth, in the Kinan and Izu regions in winter and spring from 1974 to 1981.

Years	January to March (in winter)			April to June (in spring)		
	Temperature		Salinity	Temperature		Salinity
	0 m(°C) \bar{x} - \bar{x}	100 m(°C) \bar{x} - \bar{x}	(‰) \bar{x} - \bar{x}	0 m(°C) \bar{x} - \bar{x}	100 m \bar{x} - \bar{x}	(‰) \bar{x} - \bar{x}
1974	17.71-0.51	17.01-0.58	34.66-0.07	21.11-0.23	18.01-0.24	34.62-0.04
1975	17.49-0.73	16.84-0.75	34.65-0.08	21.03-0.31	17.96-0.29	34.63-0.03
1976	17.83-0.39	17.27-0.32	34.66-0.07	20.94-0.40	17.36-0.89	34.57-0.09
1977	18.24+0.02	18.18+0.59	34.74+0.01	21.24-0.10	19.09+0.84	34.67+0.01
1978	18.87+0.65	18.45+0.86	34.76+0.03	21.59+0.25	18.19-0.06	34.72+0.06
1979	19.09+0.87	18.69+1.10	34.83+0.10	21.64+0.30	19.44+1.19	34.75+0.09
1980	18.55+0.33	17.49-0.10	34.82+0.09	21.69+0.35	17.37-0.88	34.70+0.04
1981	18.04-0.18	16.79-0.80	34.76+0.03	21.48+0.14	18.69+0.44	34.68+0.02
Mean \bar{x}	18.22 0.0	17.59 0.0	34.73 0.0	21.34 0.0	18.25 0.0	34.66 0.0

Table 2. Annual changes in landings of the yellowfin tuna and the bluefin tuna at Shimizu and the number of operation for purse seine fishing from April to September in the Kinan and Izu regions.

Year	Number of operation	Species			Bluefin tuna	Total (tons)
		Yellowfin tuna		total		
		adult	young*			
1974	65	623	71	694	1	695
1975	74	748	55	803	69	872
1976	96	887	144	1031	165	1196
1977	75	672	64	736	269	1005
1978	104	987	135	1122	1782	2904
1979	107	2312	64	2376	1426	3802
1980	116	1620	87	1707	907	2614
1981	75	882	63	945	577	1522
Mean	89	1091	85	1176	649	1826

* young: Kimeji

春季34.62, 34.63%を示した。また1977, 1978年には、黒潮系水の著しい接岸により冬季 34.74, 34.76%, 春季 34.67, 34.72%と比較的高塩化が認められた。

(2) 旋網によるクロマグロ・キハダ水揚量および有漁位置の経年変化

Table 2 には1974年以後8カ年間に紀南・伊豆海域で漁獲されたクロマグロとキハダ水揚量の経年変化を示す。

水揚量は年によって大きく変動しているが、全般的な漁獲の傾向として1974, 1975年の漁況は低調であった。その後水揚量は、急激に増加したが1980年以後には再び低下の傾向が認められた。1978~1980年には、4~8月の漁期中にあってクロマグロとキハダを合わせ2600~3800トンと比較的多い水揚量を記録した。

年々の水揚量を魚種別に眺めると、1978, 1979年にはクロマグロ*の多量の水揚量が認められた。キハダ**の漁獲は1978年以後増大し、とくに1979, 1980年には未成魚を含めて1700~2300トンに達する多い水揚量をあげた。キハダの成魚と未成魚との割合は年により大きく異なっているが、平均7.9%程度のキメジ混獲がみられた。

クロマグロおよびキハダの有漁位置は魚種によって若干の差異を生じているが、ほぼ成魚のマグロ群として表

* クロマグロ魚体は尾叉長100~210cm, 体重20~160kgで6つの体長モード群からなっている(未発表)。

** キハダ魚体は魚群の性状により異なるが、尾叉長75~180cm, 体重7~85kg, 4つの体長モード群からなっている(岩崎, 1980)。

層のある適温水帯に出現分布していると考えられることができる(Fig. 3)。

すなわち、春季(4~6月)におけるクロマグロの有漁位置は5月に100m層で16°C以下の冷水塊の存在の全く認められない年には、黒潮流路とその南縁部の最高水温帯に出現分布した(1974, 1975年)。冷水塊および内側低温水帯の存在の明瞭な年(1976, 1977, 1978, 1979年)は、冷水塊の中心との位置的関係よりもむしろこの冷水塊の分布に伴い黒潮流路が紀州南沖合を大きく迂回、北上しそれが最も接岸した海域に有漁位置が集中してみられた。1980年の有漁位置の変化は冷水塊の移動によるようであるが、流軸から離脱したところの内側低温水帯にまで魚群は進入し分布した。

一方、キハダ群の有漁位置は5月の100m層16°C以下の冷水塊もしくは内側低温水帯にはほとんど認められない。すなわち、キハダ群は春季100m層18~22°Cの流軸部を分布域の北縁とする、いわゆるその期の最高水温帯とその南縁部に位置するところの潮境、渦流水域に濃集し、漁場を形成していたものと考えられる(岩崎, 1978)。

(3) 水温・塩分値および黒潮蛇行とクロマグロ・キハダ水揚量との関係

紀南・伊豆海域の定点における冬季・春季の表面・100m層水温ならびに表層塩分値がいずれも8カ年間の平均値より低い値を示した1974, 1975年(Table 2)はクロマグロ・キハダ水揚量も概して不振の傾向であった。しかし、これらの値が平均値よりも比較的高温・高塩であった1978, 1979, 1980年はクロマグロ・キハダの来遊群

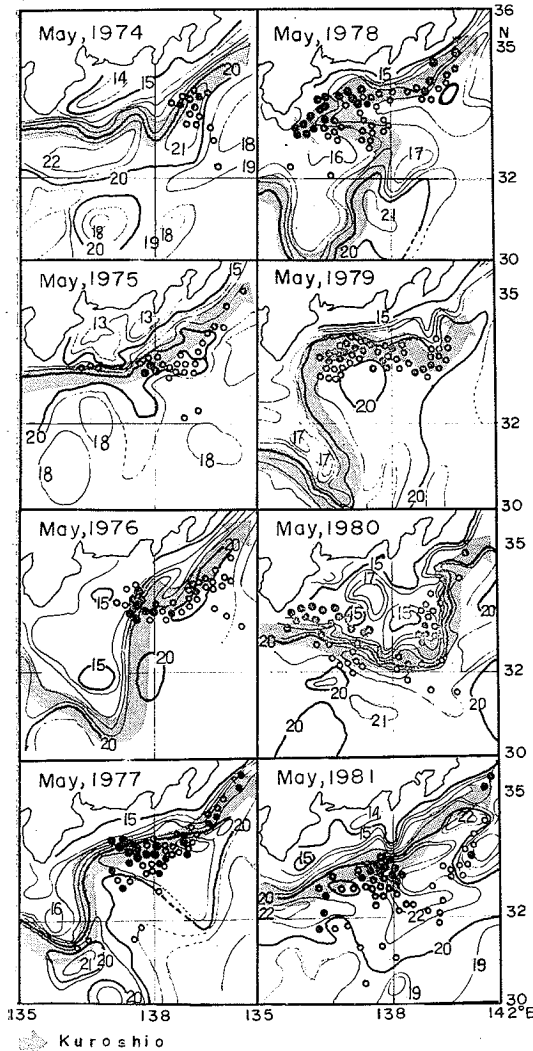


Fig. 3. Horizontal distribution of temperature at the 100 meters-depth in May and the fishing grounds of bluefin tuna (●) and yellowfin tuna (○) from April to June, 1974-1981.

により近海域に有漁位置が集中していた。

水温・塩分値および黒潮蛇行の位置とクロマグロ・キハダ水揚量との相互関係を Table 3 に示す。この表から明らかのように、1974~1981年の8カ年間に於いて冬季の表面水温の値とクロマグロおよびキハダを合わせた水揚量との間の相関係数は $r=0.936$ 、また春季では $r=0.843$ ときわめて高い(危険率 0.01以下で有意)。100 m 層水温と水揚量との関係については、冬季の資料では $r=0.731$ となり比較的高い相関係数が認められたが、春季

には相関係数はかなり低下した値を示し相関があるとはいえない。

一方、クロマグロ・キハダ水揚量と年々の表層塩分値との関係については冬季 $r=0.846$ 、春季 $r=0.703$ の結果となり、いずれも比較的高い相関が得られた。これらの相関係数は前者で危険率 0.01 以下、後者で危険率 0.05 以下で有意な値である。

なお、黒潮流路が南方に大きく迂回する点の緯度位置* とクロマグロ・キハダを合わせた水揚量との相互関係については冬季・春季のいずれも危険率が高く有意な値とはいえない。

Table 3 および Figs. 4, 5 に示すように、紀南・伊豆海域の定点における冬季の表面水温 (x_1 , °C), 100 m 層の水温 (x_2 , °C), 表層塩分値 (x_3 , ‰) の年々の値と水揚量 y (トン) との関係はそれぞれ次の回帰式で表わされた。

$$y = -32260 + 1870 x_1, \quad y = -17659 + 1107 x_2, \\ y = -464307 + 13419 x_3$$

4. 考 察

紀南・伊豆海域におけるクロマグロ群の分布域に関し、宇田 (1940) は紀南沖合の冷水塊の中央部から北寄りに位置すると述べ、また KAWASAKI (1958) は一本釣り漁業が漁獲対象とするクロマグロ未成魚(尾又長 30~50 cm) について、黒潮流軸の沿岸側の低塩部に分布することを報告している。

本研究で示した成魚の有漁位置を分布域と考えるならば、春季 100 m 層水温水平分布の形状から対比してクロマグロ群が黒潮流軸から大きく離脱し冷水塊の内部もしくは内側低温水帯の中までに来遊し出現分布する年は比較的まれであり、1980年にわずかに一例みられるだけである。他の年では、100 m 層 16°C 以下の低温・低塩水塊にはクロマグロ群の来遊がほとんど認められていない。

むしろ 1977, 1978, 1979 年に見られるように、黒潮流路が冷水塊を大きく迂回、北上し、それが著しく接岸する春季の最高水温帯に有漁位置が集中する傾向が認められた。

水温および塩分値とクロマグロ・キハダ水揚量との関係は比較的高い相関関係を示し、密接に対応していることが明らかである。このような結果はクロマグロの漁況と高水温との関係についての宇田(1957)、永田(1957)

* 距離は石廊崎 (34°-35'N) の緯度を零点として算出した。

Table 3. Correlation between the annual landings of tuna purse seine fishing and the water temperatures, the salinity of the layer up to 100 meters of depth and the location of the Kuroshio path in the Kinan and Izu regions.

Species	Seasons	Regression lines			
		Mean surface temperature	Mean water temperature at 100 m depth	Mean salinity of the layer up to 100 m of depth	Location of the Kuroshio path
Tunas	I	$y = -32260 + 1870x$ $r = 0.936^{**}$	$y = -17659 + 1107x$ $r = 0.731^*$	$y = -464307 + 13419x$ $r = 0.846^{**}$	$y = 176 - 8.1x$ $r = -0.626$
	II	$y = -66685 + 3210x$ $r = 0.843^{**}$	$r = 0.325$	$y = -563123 + 16296x$ $r = 0.703^*$	$y = 102 - 9.5x$ $r = -0.633$
Bluefin tuna	I	$y = -19029 + 1079x$ $r = 0.924^{**}$	$y = -11368 + 693x$ $r = 0.803^{**}$	$y = -244975 + 7071x$ $r = 0.762^*$	$r = -0.038$
	II	$y = -39491 + 1881x$ $r = 0.840^{**}$	$r = 0.304$	$y = -332042 + 9596x$ $r = 0.844^{**}$	$r = -0.078$
Yellowfin tuna	I	$y = -13254 + 791x$ $r = 0.764^*$	$y = -9423 + 600x$ $r = 0.788^*$	$y = -221400 + 6405x$ $r = 0.787^*$	$r = -0.605$
	II	$r = 0.586$	$r = 0.315$	$y = -235990 + 6838x$ $r = 0.686^*$	$r = -0.474$

r: Correlation coefficient

Seasons I: January to March (in winter). II: April to June (in spring).

*, **: Significant at the 5% and 1% level.

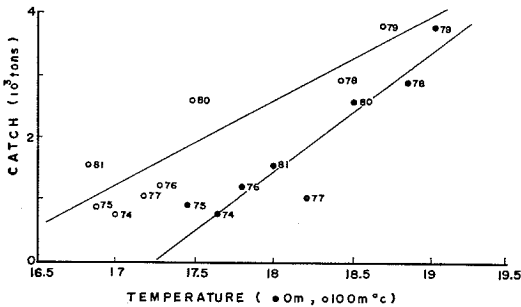


Fig. 4. Correlation between the mean water temperature and the annual landings of tuna purse seine fishing at Shimizu. Affixed numbers show the calendar year, 1974 to 1981.

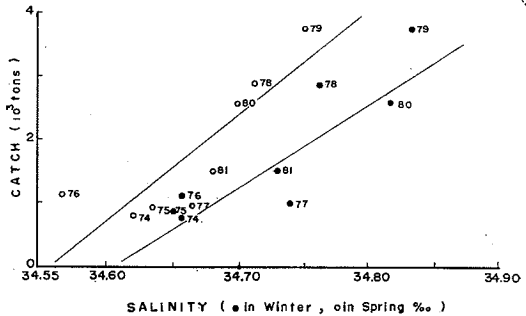


Fig. 5. Correlation between the salinity of the layer up to 100 meters of depth and the annual landings of tuna purse seine fishing at Shimizu. Affixed numbers show the calendar year, 1974 to 1981.

の報告, また塩分値との関係にあっては桑原他 (1980) の報告, さらにキハダと水温との関係では中込 (1964), RADOVICH (1965), 井上・岩崎 (1969) 等の述べることもよく一致する。

冬季における水温および塩分値とクロマグロ・キハダを合わせた水揚量との間には有意な正の相関係数が得られた。この海況と漁況の間には, 時空間的におおむね1ヵ月程度対比に差が生ずるが, 100 m 層の黒潮蛇行の型とその水塊の属性より判断すると紀南・伊豆海域では冬季 (2月) から4月以後の春漁期にまである程度一連

の水塊の持続性がうかがわれる。それに, クロマグロおよびキハダ群の分布はまぐろはえなわ漁業・漁場別統計調査結果 (1974~1981) から得られた四半期ごとの比較的高い釣獲率分布図によれば, 冬季すでに, 紀南・伊豆海域の中層に來遊して延縄対象群となっており, 春季にはほぼ同一海域の表層に出現分布して延縄漁業の対象群となっているように思われる。

このように, 冬季の水温および塩分値をマグロ群の表層來遊前に知ることによってその年のクロマグロ・キハ

紀南・伊豆海域の海況変動とキハダおよびクロマグロ旋網の漁況との関係

ダ水揚量をおおむね程度量的に予測するための一つの手懸りとすることができると考えられる。

5. 要 約

1974～1981年の8カ年間に、紀南・伊豆海域における旋網のクロマグロ・キハダ成魚の水揚量、有漁位置と海況の変動との関係を相関法に基づき比較検討し考察を行った。結果の概要は次の通りである。

1) 冬季・春季の表面・100 m 層水温、表層塩分値がいずれも8カ年間の平均値より低い値を示した1974, 1975年は、クロマグロ・キハダ水揚量も概して不振の傾向が認められた。

2) 水温・塩分値が平均値よりも比較的高温・高塩を示した1978, 1979年は、クロマグロ・キハダの来遊群によって近海に有漁域が集中した。

3) 冬季の表面水温 (x_1 , °C), 100 m 層水温 (x_2 , °C), 表層塩分値 (x_3 , ‰) の年々の値とクロマグロ・キハダ水揚量 y (トン) との関係はそれぞれ次の回帰式で表わされた。

$$y = -32260 + 1870x_1, \quad y = -17659 + 1107x_2,$$

$$y = -464307 + 13419x_3$$

4) 旋網によるマグロの有漁位置は黒潮流路が著しく接岸する春季の最高水温帯に集中する傾向が認められた。

5) 漁期前の冬季水温・塩分値とマグロ水揚量との間には有意な相関係数が得られており、これらに基づきその年の旋網のクロマグロ・キハダ水揚量をおおむね程度量的に予測することが可能と考えられる。

謝辞：終りに臨み、本研究をまとめるに当たり、御指導と有益な助言、校閲の労を賜った東海大学海洋学部教授井上元男博士、ならびに宮崎千博博士に深く感謝の意を表す。また、マグロ類の漁況調査に協力をいただいた東海大学海洋学部当時学生の丹羽義和、嶋田雅弘、中村克己、矢野一哉諸氏に対し記して感謝の意を表す。

文 献

井上元男 (1958) 北西部太平洋に於けるビンナガ鰯漁場動態に関する研究—I, 漁獲水温より見た冬ビンナガの水温に対する適応性. 日水学誌, 23(11),

673-679.

井上元男・天野良平・岩崎行伸 (1963) カツオ, マグロの誘引に関与する環境の研究—I, 本邦近海の家象とカツオ, マグロを伴う漂流物について. 東海大水研報告, 1(1), 12-23.

井上元男・岩崎行伸 (1969) インド洋の海面熱赤道とキハダおよびキハダと混獲されるメバチ漁場の移動. 日水学誌, 35(10), 957-963.

岩崎行伸・永田豊昭 (1973) 紀南・伊豆近海の海況と旋網漁業によるキハダ・カツオ漁場の動態について. 日本水産学会昭和48年度春季大会講演要旨, 148, p. 24.

岩崎行伸 (1978) 紀南・伊豆近海のキハダ・カツオ群の旋網による漁況について. 水産海洋研究会報, 32, 27-33.

岩崎行伸 (1980) 旋網の漁獲物からみたキハダ・カツオ群の魚体構成について. 日水学誌, 46(1), 19-25.

KAWASAKI, T. (1958) Biological comparison between the Pacific tunas, Part 1. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 12, 46-75.

桑原昭彦・坂野安正 (1980) 京都府沖合の漁海況と高塩分について. 水産海洋研究会報, 36, 27-32.

松下友成 (1974) まぐろはえなわ漁業・漁場別統計調査結果報告, 1974-1981年版, 水産庁調査研究部, 1-299.

二谷類男 (1969) 最近数年の黒潮の変動について. 水産海洋研究会報, 14, 13-17.

永田俊一 (1957) 能登半島西岸の夏定置網漁況について. 日本海区水研報告, 6, 291-300.

中込 淳 (1964) 大西洋赤道付近におけるキハダの釣獲率経月経年変化と表面水温の経月経年変化との関係. 日水学誌, 30(2), 122-126.

RADOVICH, J. (1965) Effects of water temperature on the distribution of some scombrid fishes along the Pacific coast of north America. Proc. World Meet. Biol. Tunas and related species, 3, 1459-1963.

宇田道隆 (1940) 近年本邦南海黒潮流域に於ける海況の異状と漁況との関係. 水産試験場研究報告, 10, 231-278.

宇田道隆 (1957) クロマグロの回帰. ていち, (13), 53-56.

YASUI, M. and M. INOUE (1977) Oceanographic factors related to skipjack fishing condition in the Kinan and Izu regions. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 43(9), 1059-1067.

吉田昭三 (1961) 遠州灘沖冷水塊と黒潮の変動について (その1). 水路要報, 67, 54-57.