

# まぐろ深延縄の漁獲記録からみた インド洋のメバチの鉛直分布

毛利雅彦\*・花本栄二\*\*・根本雅生\*\*\*・竹内正一\*\*\*

## Vertical Distribution of Bigeye Tuna in the Indian Ocean as Seen from Deep Tuna Longline Catches

Masahiko MOHRI\*, Eiji HANAMOTO\*\*, Masao NEMOTO\*\*\*, and Shoichi TAKEUCHI\*\*\*

### Abstract

The vertical distribution of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Indian Ocean was examined by using the proportion of catch on the various hooks of the deep tuna longline gear from data obtained between 1981 and 1986.

The results showed that in the middle latitudes (lat.15°–25°S), as well as in the higher latitudes (south of lat.25°S) of the southern Indian Ocean, there were no discernible differences, by depth, in the vertical distribution of bigeye tuna. However, in the tropical region (north of lat.15°S), while there were some east-west variations, the distribution of bigeye tuna tended to increase with depth from 150m down to 280m, the deepest hook depth fished by the deep longline gear.

Thus, in the various fishing grounds in the Indian Ocean, the data indicated that the bigeye tuna occur at very great depths, and that their vertical distribution most certainly extends beyond the maximum depth of 280m. reached by the deepest hook of the deep tuna longline gear.

### 1. はじめに

インド洋のメバチ *Thunnus obesus* は他の大洋におけると同様、日本のまぐろ延縄漁業にとって重要な対象魚種である。世界各国による漁獲量は全大洋の約16%に当たる4.5万トンに達しており (FAO, 1995), 全世界的に有効利用が望まれている。

漁業資源の有効利用を図ろうとする場合、先ず第1にその分布を知ることが大切である。インド洋の水平分布については坂本 (1967), 須田ほか (1969), 久米

ほか (1971), 毛利ほか (1991) 等の研究がある。これらの研究によると、高密度分布域が、赤道を中心にした低緯度海域と30°S緯度線を中心にした南部高緯度海域に分かれて形成されていることが知られている。一方、低密度分布域がこれらの両海域の、20°Sを中心とした中緯度海域に、また、35°S以南の海域、アラビア海、ベンガル湾のそれぞれ北部海域に存在している。

鉛直分布については、インド洋に限定された研究は未だなされていない。大洋における一般的な分布については、食餌組成 (渡辺久也, 1958), 深度計による漁獲 (渡辺博之, 1961), 魚群探知機による調査 (藤石ほか, 1969), はえなえわによる釣鉤別漁獲割合 (渡辺博之, 1961; 西条, 1970; 花本, 1974, 1976), たてはえなわの試験結果 (神奈川水試, 1966; 斉藤・佐々木, 1974; Saito, 1975) 等から、花本 (1974, 1976) は、メバチは通常の延縄の釣鉤の設置深度

1996年12月24日受理

\* 水産大学校 National Fisheries University, Nagatohonmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-65, Japan.

\*\* 神奈川県水産総合研究所 Kanagawa Prefectural Fisheries Research Institute, Miura, Kanagawa 238-02, Japan.

\*\*\* 東京水産大学海洋環境学科 Department of Ocean Sciences, Tokyo University of Fisheries, Konan Minato, Tokyo 108, Japan.

(60~160m) 以深に多く、また、他のまぐろ類に比較し、より深層に分布していることを示唆した。それに前後し、1975年頃から、通常の延縄の釣鉤設置深度より深い層のメバチを漁獲するため、1鉢当りの枝縄本数を多くし、釣鉤を深く入れる深延縄操業が行われるようになった (Suzuki *et al.*, 1977)。

この深延縄の釣鉤の設置深度について、花本 (1986) は、釣鉤の計算深度、深度計による実測深度等から、概略100~250m深であると示した。しかし、これは漁獲深度であって、深度による漁獲の状況、すなわち鉛直分布については論じていない。

その後、超音波発信機を魚体にとりつけ、遊泳層、遊泳水温等が調べられ、メバチは夜間70~90m、日中200~240m深 (Holland *et al.*, 1990)、キハダは、夜間100m以浅、日中50~150m深 (米盛, 1982) に分布していることなどが報告された。しかし、これらの研究は未だ少なく、遊泳層を知るまでには至っていない。

このように、最高分布深度、生息限界深度等鉛直分布については、依然として不明のままである。そのため、これら鉛直分布を知ることは、漁場を探索する上からも長い間漁業者の重大な関心事であった。

そこで、本研究では、インド洋において、メバチの鉛直分布を推定できる深延縄の釣鉤別漁獲割合の資料が得られたので、同資料をもとに、同種の鉛直分布について検討した。

## 2. 資料と方法

海洋水産資源開発センターでは、1981年度から1986年度までの6年間、インド洋においてまぐろはえなわ新漁場企業化調査<sup>1)~2)</sup>、まぐろはえなわ新漁場開発調査<sup>3)~6)</sup>を実施した。その際、漁具として深延縄を使用し、毎日の操業位置、漁獲量、漁獲魚の体長や釣鉤の実測深度、釣鉤別漁獲尾数等を記録している。これ

ら深延縄による釣鉤別漁獲尾数の資料は、長期間 (6年間)、広範囲 (インド洋全域) にわたって調べられたものである。

深延縄による釣鉤別漁獲尾数に関しては、同センター収集の本資料以外は、数隻の水産高校練習船がジャワ島~スリランカ沖の一部海域で収集しているにすぎず、本資料はインド洋全域の漁獲深度を知ることのできる唯一の資料である。また、約300m深にまで達する釣鉤の設置深度の深さ、資料数の多さ (資料収集点: 1,186地点、釣鉤数: 1,860,543本、メバチの漁獲尾数: 11,011尾) 等から、現在得られる最高の資料である。資料の収集点を Fig. 1 に示す。

数多い操業において、各釣鉤別の到達深度、漁獲状況を求めることは容易ではない。しかし、延縄では Fig. 2 に示すように枝縄が13本付の場合、中央にあたる第7番目の釣鉤が最も深く、浮子に近い第1、13番目の釣鉤が最も浅くなることが知られている。そのため、各釣鉤の深度別漁獲割合 (釣獲率) を比較することにより、メバチの鉛直分布を間接的に推定できる。そこで、前記6年間にわたる海洋水産資源開発センターの資料を用い、各釣鉤の深度別漁獲割合を求め、メバチの鉛直分布を検討した。

釣鉤の深度は、1981~82年度航海については、前記昭和56~57年度まぐろはえなわ新漁場企業化調査報告書に記載の深度計により求めた各釣鉤の深度範囲の内の平均深度、1983~84年度航海については、昭和58~59年度まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書に記載の深度計による記録や計算深度に基づいた数値をそのまま用いた。1985年度航海については、昭和60年度まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書に記載の、計算により求められた推測深度範囲の内の中間深度を用い、1986年度航海については、昭和61年度まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書に記載されている各操業毎の投縄距離と時間、漁具構成資料等から、吉原の方法 (1951) により求めた。なお、ここで記した釣鉤の番号は各鉢ごとに最初に揚げられた釣鉤を1番、最後のそれを13番としたものである。

上記の方法により求めた各釣鉤の設置深度は、65~275mにわたっていたが、メバチの鉛直的な釣獲率分布を平均化して表示するため、深度61mを起点に、20m毎に釣鉤数、漁獲尾数を集計した。

集計方法は、例えば釣鉤数の場合、 $61\text{m} \leq \text{釣鉤数} \leq 80\text{m}$ 、 $81\text{m} \leq \text{釣鉤数} \leq 100\text{m}$ 、 $\dots$ 、 $261\text{m} \leq \text{釣鉤数} \leq 280\text{m}$  の各範囲内における数を合計した。漁獲尾数につい

<sup>1)</sup> 海洋水産資源開発センター：昭和56年度 まぐろはえなわ新漁場企業化調査報告書、1985,125pp.

<sup>2)</sup> 海洋水産資源開発センター：昭和57年度 まぐろはえなわ新漁場企業化調査報告書、1985,105pp.

<sup>3)</sup> 海洋水産資源開発センター：昭和58年度 まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書、1985,103pp.

<sup>4)</sup> 海洋水産資源開発センター：昭和59年度 まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書、1986,113pp.

<sup>5)</sup> 海洋水産資源開発センター：昭和60年度 まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書、1986,101pp.

<sup>6)</sup> 海洋水産資源開発センター：昭和61年度 まぐろはえなわ新漁場開発調査報告書、1988,120pp.

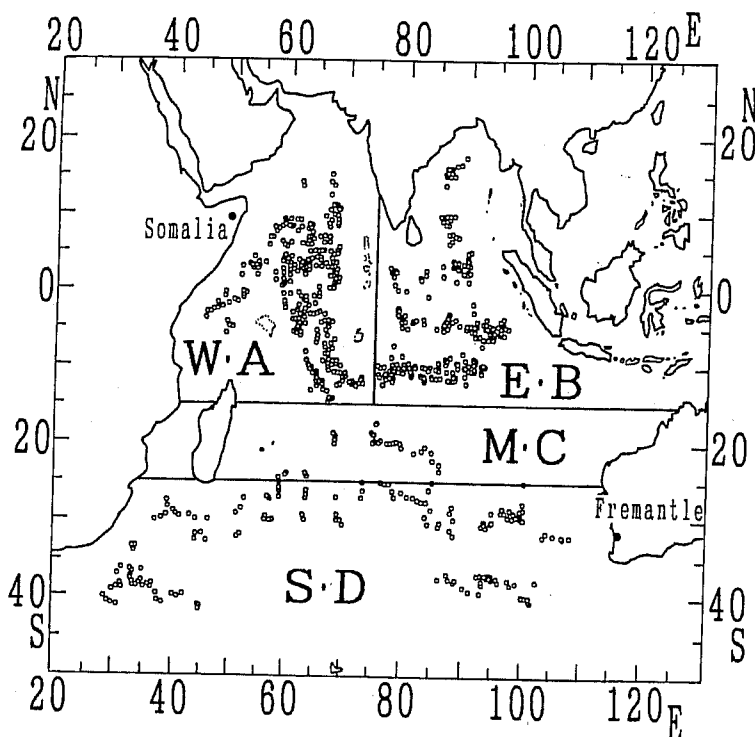


Fig. 1. Deep tuna longline fishing stations at which data were obtained on bigeye tuna catch rates (catch per 1,000 hooks), by specific hook depths. Four sub-areas were selected for this study, as shown by the following symbols: W.A; Western Tropical Area A, E.B; Eastern Tropical Area B, M.C; Mid-latitude Area C, S.D; Southern Higher Latitude Area D.

ても各範囲内について、同様の方法で合計した。すなわち、釣鉤の深度別漁獲割合（釣獲率）は、資料が得られた各操業点（ $i$ ）について、各釣鉤20m毎の深度範囲（ $dm$ ）における釣鉤数（ $h_{id}$ ）、メバチの漁獲尾数（ $C_{id}$ ）を求め、次いで、インド洋全域と Fig.1 に示す海域毎に全操業点にわたって、深度20m毎に釣鉤数、漁獲尾数を集計し、この集計した釣鉤数 1,000 本当りの漁獲尾数（深度範囲  $dm$  間におけるメバチの釣獲率  $R_d$ ）とした。すなわち、

$$R_d = \left( \frac{\sum_{i=1}^n C_{id}}{\sum_{i=1}^n h_{id}} \right) \times 1,000$$

で表される（ $n$  はある深度範囲（ $dm$ ）における資料数）。

鉛直分布について、地域の特徴を把握するため、Fig.1 に示すように、A~D の 4 海域を設定し、これらの海域別およびインド洋全域について調べた。海域設定にあたっては、毛利ほか（1991）によると、メバチの好漁域は、

①アラビア海南部～マダガスカル島北部の西部熱帯

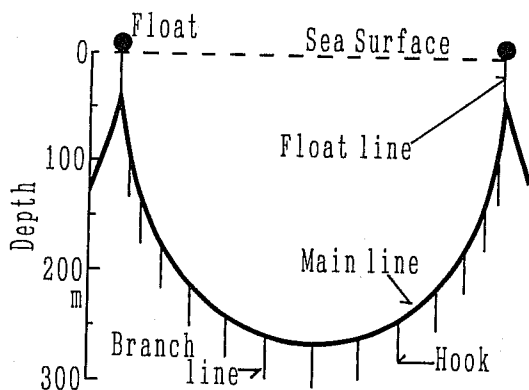


Fig. 2. Schematic diagram of the deep tuna longline gear (represented by gear having 13 branch lines per basket).

海域

②10°Sを中心としたジャワ島沖～スリランカ南沖の東部熱帯海域

③30°Sを中心としたフリーマントル沖～南アフリ

カ沖の南部高緯度海域の3海域に形成され、20°Sを中心とした東西にわたる中緯度海域で不漁域が形成されているので、以下に示す4海域を設定した。なお、10~15°S間の操業点については、10°S付近での操業が多いので、これらを熱帯海域に加え、15°Sを海域の境界とした。

- ① 西部熱帯海域 A : 15°S以北・75°E以西
- ② 東部熱帯海域 B : 15°S以北・75°E以东
- ③ 中緯度海域 C : 15~25°S
- ④ 南部高緯度海域 D : 25°S以南

### 3. 結果および考察

インド洋全域におけるメバチの鉛直分布を調べるため、Fig. 3に深度20m毎の釣獲率分布を示した。釣鉤は61~280m層の広範囲に設置され、漁獲も同範囲にわたっていた。釣獲率は一般に深さとともに増加していた。しかし、61~80m層から141~160m層では3.0以下と低いものの、それ以降では161~180m層の7.1から261~280m層の15.4まで直線的な増加がみられた。そして、この161~280m層において全体の85%が、特に241~280m層で40%が漁獲されていた。281m以深での資料はないが、これらの漁獲傾向からみると281m以深での漁獲が期待される。すなわち、漁獲は161m~180m層から261~280m層に向かって深いほど高いため、主分布層は161mから280m以深にまで広がっているものと推定される。

Fig. 4に示した海域(A~D)別深度別釣獲率分布によると、次のような傾向がみられた。

西部熱帯海域A : 釣獲率は121~140m層までは2.5以下と低いが、141~160m層の5.3から201~220m層の10.3まで直線的に増加し、それ以降の201mから280m間ではほぼ同じであった。この141~280m層の間で、全体の92%を漁獲していた。281m以深での資料はないが、釣鉤の設置深度による漁獲の増加傾向から281m以深での漁獲が期待される。

東部熱帯海域B : 釣獲率は深さとともに増加する傾向がみられたが、141~160m層までは4.9以下と低かった。しかし、161~180m層の8.6から深さとともに高くなり、261~280m層の19.8まで直線的に増加していた。この161~280m層の間で全体の約90%を漁獲していた。これらの漁獲傾向から西部熱帯海域Aと同様、281m以深での漁獲が期待される。

中緯度海域C : 釣鉤は61~260m層に設置されていた。釣獲率は0.0~1.4と低いが、深度による差は認め

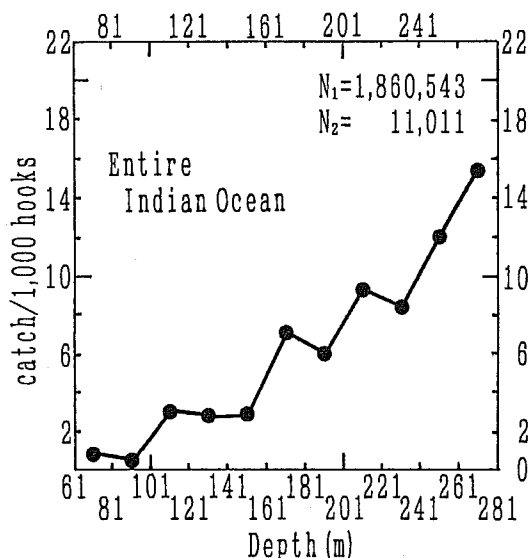


Fig. 3. The catch rates (catch per 1,000 hooks) of bigeye tuna, shown by depths of capture, in the entire Indian Ocean. ( $N_1$ =No. of hooks;  $N_2$ =No. of bigeye tuna caught).

られなかった。

南部高緯度海域D : 釣鉤は61~260m層に設置されていた。釣獲率は0.7~4.0で、増減の繰り返しがみられたが、深度による相違はみられなかった。漁獲傾向から、A、B海域ほどではないが、261m以深でも漁獲が期待される。

このように、インド洋におけるメバチの鉛直分布は15~25°Sの中緯度海域、および25°S以南の南部高緯度海域では深度による分布の差は認められなかった。しかし、15°S以北の熱帯海域においては、東西により若干異なるとはいえ、釣獲率は141m層(西部熱帯海域A)あるいは161m層(東部熱帯海域B)、すなわち約150m層以浅では低かったが、同以深から釣鉤の設置された最深部の280m層まで、深さとともに増加していた。そして、いずれの海域も主分布域は281m以深にまで広がっていることが推定された。また、熱帯海域では約150~280m層の間で全体の約90%が漁獲されていたことから、好漁獲をあげるためには釣鉤を150m以深、特に281m以深にも設置するよう努めるべきである。ただし、281m以深に分布するであろうメバチも、現在漁獲している281m以浅のメバチと同一資源であると考えられるので、その開発に際しては、資源管理に十分配慮をするべきである。

釣鉤別漁獲割合は、水中における各枝縄の設置状況

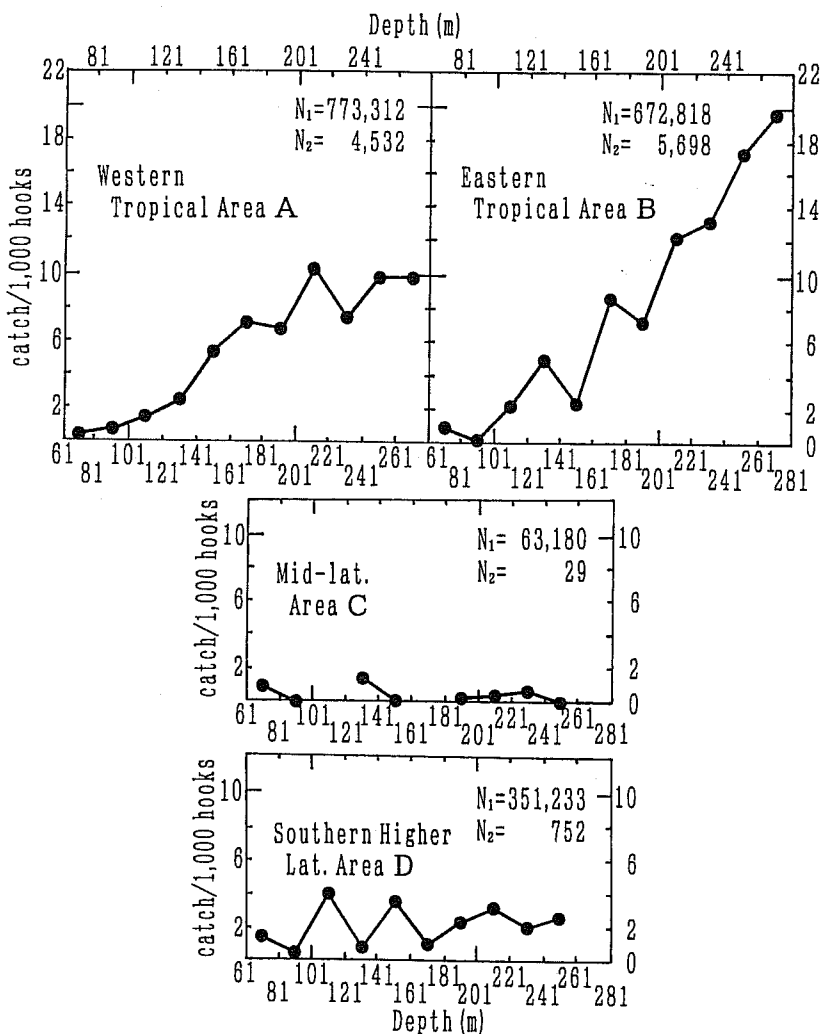


Fig. 4. The catch rates (catch per 1,000 hooks) of bigeye tuna, shown by depths of capture, in each sub-area. ( $N_1$ =No. of hooks;  $N_2$ =No. of bigeye tuna caught). The location of each sub-area is shown in Fig. 1.

から最深の釣鉤が最も喰われやすい状態にあると考えられるから、最深の釣鉤にまぐろ類が掛かるため、鉛直的な分布を表さないという危惧もある。しかし、花本 (1976) は、釣鉤別漁獲割合がキハダでは2~4番釣鉤で、マカジキでは1, 5番の浅い釣鉤が多いこと等、魚種により漁獲される釣鉤が異なること、1鉢5本付とそれより釣鉤が深く入る6本付の操業では魚種組成が異なるとともに、後者の方がメバチの釣獲率が高いこと等から、漁獲深度を推定する手段としても間違いないものとした。

Fig. 5 は65°E線の緯度、経度1°区画毎の平均水温鉛

直断面分布 (°C) である。用いた資料は日本海洋データセンター (JODC) に属する1906~1989年にわたるものである。インド洋における各観測点について、比例配分により基準深度0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000mの水温を求めた。次いで、全てのデータを緯度、経度1°区画にふりわけ、基準深度毎に水温を集計、平均し、これを1°区画の平均水温値とした。資料の得られた1°区画、および、Fig. 5の水溫鉛直断面分布の位置をFig. 6に示す。

インド洋のメバチの適水温は10~16°C (毛利ほか、

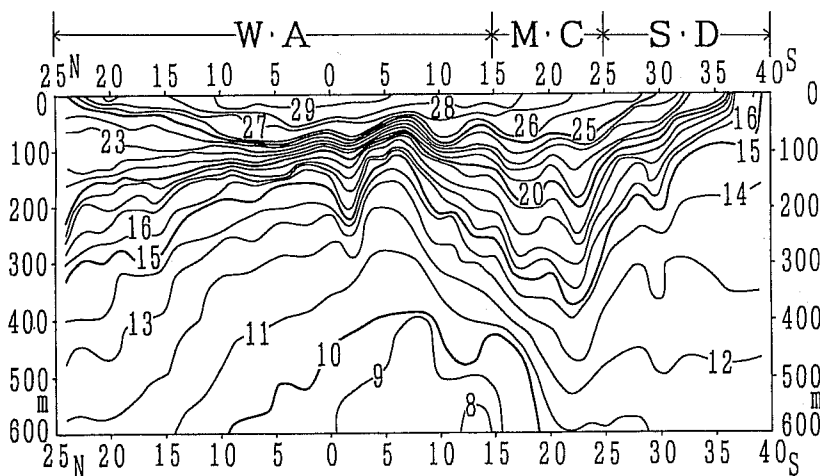


Fig. 5. Vertical profile of temperature along long. 65°E. The station line for this vertical profile is shown in Figure 6. (W.A; Western Tropical Area A. M.C; Mid-latitude Area C, S.D; Southern Higher Latitude Area D)

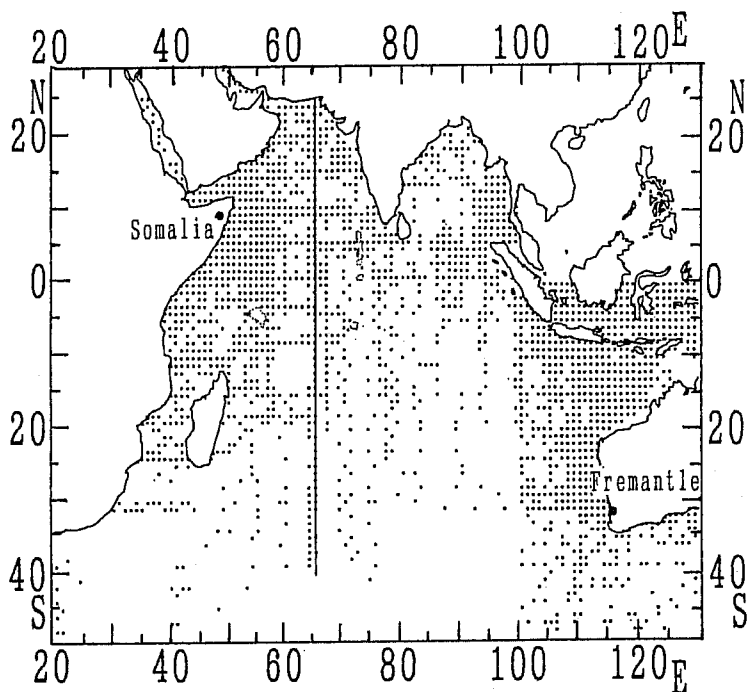


Fig. 6. Station line for the vertical profile of temperature along long. 65°E in Fig. 5. The dots show positions where oceanographic data by 1-degree squares obtained in the Indian Ocean.

1996)である。このことは、同種は、16°Cの深さ以下に、10°C以下に分布することを意味する。適水温の上限である16°Cの深さの南北方向の変化をみると、Fig. 5に示されるように、16°Cの深さは24°Nの300m深か

ら南下するに従い徐々に浅くなり、15°Nの250m深を経て6°Sで約100mの最浅に達していた。その後、南下するに従い深くなり、22°S付近で最深の約340m深に達した後、上昇し、38°S付近で海面に出現してい

た。

一般に、深延縄の釣鉤の設置深度は100~250m (花本, 1986) にあり、この深度内のメバチを漁獲している。西部熱帯海域Aの内、釣鉤別漁獲資料の得られた15°N~15°Sでは、適水温上限の16°Cの深さは、6°S付近の約100m深、10~15°N、10~15°Sの150~250m以深等の海域を除くと、全体的には、10°N~10°Sで見られるように、150m深前後にある。65°E線沿いのメバチの高漁獲尾数分布域はほぼ10°N~10°Sにあるので、西部熱帯海域Aでは、16°Cの深さは、全体的には150m深前後にあると考えると、同以浅の釣鉤は適水温層に達せず、したがって、150m以浅では釣獲率が低く、そして、150m以深の釣鉤は適水温層に達しているため、150m以深で釣獲率が高くなっているものと考えられる。

中緯度海域Cでは、16°Cの深さは概略250m以深にある。釣鉤は適水温層に達しないため、漁獲は少なく、鉛直分布に差がみられなかったものと考えられる。

南部高緯度海域Dにおいては、16°Cの深さは25~32°Sでは150~220m、32°S以南ではほぼ100m以深にある。しかし、65°E線沿いのメバチの漁獲尾数分布図によると、高分布域は30~35°Sの海域にあるので(毛利ほか, 1991)、同海域Dにおける16°Cの深さを100m以深にあると考えると、1~13番の釣鉤は全て適水温層に設置されていることになり、深さによる釣獲率の差はみられなかったと考えられる。

このように、海域により鉛直分布に差がみられるのは、水温分布との関連が考えられるが、本報告では、65°E線沿いの1線のみについて論じたにすぎない。今後、これらの関連がインド洋全域についてもみられるか否か究明するとともに、150m以深で釣獲率が深さとともに増加している原因についても解明する必要がある。

従来、メバチの鉛直分布に関して、魚群探知機を用いた調査によると、中西部太平洋では最深270m (山中ほか, 1966; 俵ほか, 1968)、インド洋では150~200mで最も多く(藤石ほか, 1969)、1鉢5本付の延縄によるメバチの釣鉤別漁獲割合は最深の3番釣鉤で最も高いこと(渡辺博之, 1961; 西条, 1970; 花本, 1974, 1976)、他のまぐろ類に比べ深海性の餌を捕食しているという餌料生物組成の相違(渡辺久也, 1958)等から主分布層は他のまぐろ類に比べ深く、延縄の釣鉤の深さ(160m)以深にある(花本, 1974)と言われてきた。

メバチに超音波発信機を装着して追跡調査をした結果(Holland *et al.*, 1990)によると、主分布域は、はじめにの項で述べたように夜間は浅く70~90m深、日中は深く200~240m深にみられた。これは、本研究の、主分布域が281m以深にまで広がっているという結果に比べ浅い。この差は、一概には論じられないが、対象海域が異なったり、試験個体が、75cm以下で、本報告で扱った延縄の対象魚である2歳魚(76cm)以上(久米, 1979)の魚体に比べて小さく、水深(水圧)的にみて、深くまで分布できないため、生じたものではないかと考えられる。

たて縄による試験結果によると、メバチの漁獲は、インド洋で行った相模丸の試験結果では、1965年の場合は135~186m深(神奈川水試, 1966)、1966年には最も釣鉤の深い240m深で最も多かった(花本, 1976)。一方、フィジー諸島西方海域では、斎藤・佐々木の結果(1974)によると、1970年の場合340~380mで、1971年には290~320mのいずれも最深部の釣鉤で最高の漁獲がみられた。また、1974年の試験によると、ハワイ南西海域では最深部に設置された釣鉤(170~245m)で最も漁獲が多かった(Saito, 1975)。これらの試験における漁獲尾数は、それぞれ、前者から5尾、5尾、19尾、25尾、12尾と釣鉤数の関係からか少なく、定量的には論じられないにしても、本研究で得られた281m以深にも相当分布していることを示唆するものである。

メバチの鉛直分布に関しては、規制因子として、溶存酸素量、適水温があげられ、それぞれ1 ml/l以上、10~15°Cの海水が存在する深度範囲内に生息すること(Hanamoto, 1987)が知られている。

これらの分布要因から見ると、日本南東沖の35°N、145°E付近では10°C水温が600m深に、1 ml/l以上の海水が1,000m深まで存在するので、メバチは600m深にまで分布することが推測される(Hanamoto, 1987)。しかし、水圧を考えると、実際に600m深まで分布するか否か疑問が残る。深度(水圧)が鉛直分布に与える影響を解明し、その深度による分布限界と、水温鉛直分布に影響する他の環境要因も考慮に入れて、鉛直分布を論ずるなら、最大分布深度、限界深度等はさらに鮮明に表される筈である。

今後は、281m以深での深延縄、たて縄操業、超音波発信機等による調査を行い、最大分布深度、生息限界深度等を把握する必要がある。また、鉛直分布は海域により相違がみられたので、その原因について、水

温, 溶存酸素量, 光等, 他の環境要因や魚体の大きさ, 成熟状態等, 魚の内部要因も加え, どのような因子がどのように鉛直分布に影響しているか究明する必要がある。

#### 4. 要約

1981~1986年度の6年間にわたる深延縄により得られた釣鉤別漁獲割合を用いて, インド洋におけるメバチの鉛直分布について検討した。その結果, 15~25°Sの中緯度海域, および, 25°S以南の南部高緯度海域では, 深度による差はみられなかった。しかし, 15°S以北の熱帯海域では, 東西により若干異なったが, 約150m層から釣鉤が設置されていた最深部の280m層まで深さとともに増加していた。そして, いずれの海域も, 主分布域は, 釣鉤の設置されていた281m以深にまで広がっていることが推定された。

今後, 同以深での漁獲, 超音波発信機等の調査により最大分布深度, 生息限界深度等を把握するとともに, 環境要因が鉛直分布に与える影響について究明する必要がある。

#### 謝辞

本研究の英文要約, 図の説明文作成にあたって, アメリカ National Marine Fisheries Service, ホノルル水産研究所の Tamio Otsu 部長に吟味して戴いた。ここに心から感謝の意を表する。また, メバチの釣鉤別漁獲記録の資料を提供して下さった海洋水産資源開発センター, 海洋観測資料を貸与して下さった日本海洋データセンターに感謝の意を表する。

#### 文献

FAO (1995) FAO yearbook. Fishery statistics-Catches and landings 1993, 76, FAO Fish. Series No. 44, 687pp.  
 藤石昭生・俵 悟・広瀬 誠 (1969) 印度洋マグロ漁場における魚群探知機による調査結果. 水大校研報, 18, 18-25.  
 花本栄二 (1974) メバチに関する水産海洋学的研究 I 東部熱帯太平洋におけるマグロはえなわの漁獲深度. 日仏海誌, 12, 128-136.  
 花本栄二 (1976) メバチの遊泳層. 水産海洋研究, 29, 41-44.  
 花本栄二 (1986) 海洋環境がメバチの分布に与える影響. 神奈川県水産試験場論文集, 第2集, 61pp.

HANAMOTO, E. (1987) Effect of Oceanographic Environment of Bigeye Tuna Distribution. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr., 51, 203-216.  
 HOLLAND K.N., R.W.BRILL, and R.K.CHANG (1990) Horizontal and Vertical Movements of Yellowfin and Bigeye Tuna Associated with Fish Aggregating Devices. Fish. Bull. 88, 493-507.  
 神奈川県水産試験場 (1966) まぐろたて縄漁具試験報告. 神奈川県水産試験場資料, 45, 1-16.  
 久米 漸・森田安雄・小木立夫 (1971) インド洋メバチの分布および性成熟状態からみた魚群構造. 遠洋水研研報, 4, 141-164.  
 久米 漸 (1979) 太平洋におけるメバチの生態と資源. 水産学研究叢書, 32, 日本水産資源保護協会, 東京, 54pp.  
 毛利雅彦・花本栄二・竹内正一 (1991) 延縄の漁獲からみたインド洋のメバチの分布. 日水誌, 57, 1683-1688.  
 毛利雅彦・花本栄二・竹内正一 (1996) まぐろ延縄の漁獲からみたインド洋のメバチの適水温. 日水誌, 62, 761-764.  
 西条清男爵 (1970) マグロ漁場調査指導. 三重浜島水試事業報告 (昭和43年度), 1-64.  
 斎藤昭二・佐々木成二 (1974) 改良たてなわによるビンナガの釣獲層. 日水誌, 40, 643-649.  
 SAITO S. (1975) On the Depth of Capture of Bigeye Tuna by Further Improved Vertical Longline in the Tropical Pacific. Nippon Suisan Gakkaishi, 41, 831-841.  
 坂本久雄 (1967) インド洋におけるメバチの分布. 南海区水研報, 25, 49-57.  
 須田 明・久米 漸・塩浜利夫 (1969) インド, 太平洋のメバチのはえなわ漁場形成と生活領域に関する一解釈. 遠洋水研研報, 1, 99-114.  
 SUZUKI, Z., Y. WARASHINA and M. KISHIDA (1977) The comparison of catches by regular and deep tuna longline gears in the Western and Central Equatorial Pacific. Far Seas Fish. Res. Lab. Bull., 15, 51-89.  
 俵 悟・桜井五郎・藤石昭生・大村千之 (1968) 魚群探知機による西部太平洋マグロ漁場における漁場調査について I 超音波散乱層とマグロ魚群の記録について. 水大校研報, 16, 71-80.  
 渡辺博之 (1961) マグロ類の餌付層に関する研究 I 神奈川県水試資料, 4, 1-11.  
 渡辺久也 (1958) 西部太平洋赤道海域におけるキハダとメバチの食餌組成の相違について. 南海区水研報, 7, 72-81.  
 山中 一・黒脇善雄・森田二郎 (1966) 魚群探知機による西南太平洋の調査の概要. 南海区水研報, 24, 115-127.  
 米盛 保 (1982) 超音波標識法によるマグロ類の遊泳行動—特に遊泳水深の研究. 遠洋, 44, 1-5.  
 吉原友吉 (1951) 鮪延縄の漁獲分布 II 垂直分布. 日水誌, 16, 3.