

## 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\*

久米 漸・森田安雄

(遠洋水産研究所)

小 木 立 夫\*\*

(東海大学)

Stock structure of the Indian bigeye tuna, *Thunnus obesus* (LOWE), on the basis of distribution, size composition and sexual maturity

Susumu KUME, Yasuo MORITA

(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

and

Tateo OGI

(Tokai University)

### Synopsis

Recent development of tuna longline fisheries in the Indian Ocean has covered nearly the entire Ocean, north of 50°S, and the most recent stock assessment of the Indian bigeye tuna showed that the latest level of the fishing effort to the species has reached close to the degree at which the full utilization of the stock is attained (FAO, 1968). This directs us to put an emphasis on making the stock structure clear as soon as possible, since the stock structure has not been fully described on the whole ocean-wide basis because of the limitation of spatial coverage of data in earlier years. By reviewing the available data and informations relating to the distribution, size composition, sexual maturity and morphometrics, the stock structure of the bigeye tuna in the Indian Ocean will be examined in the present paper.

**DISTRIBUTION:** The bigeye tuna in the Indian Ocean are distributed more or less in abundance almost all over the Ocean north of the northern margin of the West Wind Drift, that is north of approximately 35°S. which is the southern boundary of the distribution. It is apparent from the distribution of the average hook rate, the catch per unit of effort, (Fig. 2), that there are two main distributing regions, each of which occurs continuously in a zonal band on east-west direction. The one is existing in the entire equatorial area throughout the year (Equatorial Group) and the other in the area between 25° and 35°S in southern summer (Southern Group). The mechanism of dense occurrence of the Southern Group in southern summer is presumed to be associated with the formation of the seasonal thermocline at the depth of the inhabiting layer, 100~150 m deep. Other than the two zonal concentration of the fish mentioned above, it should be mentioned that the appearance of high hook rate in the area south of the southernmost tip of South Africa in all seasons is suggestive of the possibility of the intermingling of the species between the Indian and the Atlantic Oceans.

\* 1970年12月20日受理 遠洋水産研究所業績第50号

\*\* 昭和44年度在学中。

**SIZE COMPOSITION:** Size frequencies distributions of the longline catch (Fig. 5) indicate that the major components in both Equatorial and Southern Groups, namely in the main distributing areas, are comprised of small-sized group (less than 120 cm in fork length) and medium-sized group (120~152 cm). On the other hand, large-size group (more than 150 cm) tend to be distributed in the marginal area of the concentrated regions, though the proportion in the size composition is not so large as those of other two smaller groups. The relative occurrence of the large-sized group in the size composition of the catch in the whole Indian bigeye tuna is apparently less than that in the Pacific. This may be attributed to the effect of fishing in earlier years, slower growth rate, shorter life span and/or less availability in large-sized fish than those in the Pacific bigeye tuna. There is, in the Equatorial Group, a slight tendency towards increased average weight of the fish to the westward. However, this tendency is not so remarkable as the case, though opposite in the direction, of the Pacific bigeye tuna in which the separation of habitat by size is suggested.

**SEXUAL MATURITY:** The examination of the Gonad Index (relative ovaries weight to length) shows (Fig. 7) that the Equatorial Group inhabiting in the higher surface water temperature is sexually in high activity throughout the year and seems to be related to spawning, and that, on the contrary, the Southern Group in the lower surface temperature is sexually inactive and probably in the course of feeding migration. Judging from the high Gonad Index values of the Equatorial Group, together with the occurrence of larval bigeye observed through the net collection (Ueyanagi, 1969) and the successful artificial fertilization of bigeye tuna in the western equatorial area (Kume, 1962), the spawning area is supposed to be widely ranged in nearly entire equatorial area.

**STOCK STRUCTURE:** Concerning the stock structure of the bigeye tuna in the Indian Ocean, the following informations and considerations are noted to be of importance;

- (1) The difference in sexual maturity between Equatorial and Southern Groups suggests that both Groups should intermingle with each other in north-south direction and genetically, therefore on a large scale, probably some time(s) in the course of the life cycle. This is a good evidence that the Indian bigeye tuna are closely related internally.
- (2) The continuity of the geographical distribution of each of two main Groups on an east-west axis suggests at least the difficulty of detecting the area of the separation of the stock, which, however, would not necessarily infer the stock to be homogeneous. Unfortunately, there is obtained no helpful information on the east-west migration of the fish.
- (3) A morphometric comparison (Hiyama and Kurogane 1961), though not a conclusive result, indicated the probable areal difference in some characters within equatorial groups. This intimates the inter-area intermingling to be complicated.
- (4) As mentioned beforehand, there must be an intermingling of bigeye tuna between the Indian and the Atlantic Oceans.
- (5) The relation of the Indian bigeye tuna to the Pacific ones is slight, and to the bigeye in the Banda-Flores Seas is closer than that to the Pacific ones (Morita, MS).

In conclusion, it is the opinion of the authors' that there would be a single stock in the Indian Ocean on the basis of the present information available and the considerations stated above. It is, however, pointed out that there would be a complicated intermingling within the stock.

## 緒 言

インド洋\* における日本のまぐろはえなわ漁業は、1952年後半にジャワ島南方沖合域で開始されたのを契機

\* 本報告では大・小スンダ列島およびオーストラリア大陸南の120°E線から西へ20°E経度線に至る海域をインド洋として取扱った。

として、中・大型漁船により急速な発展を遂げた。漁場は 1956 年には既にインド洋赤道海域の西端部に達し、以降南方へ拡大を続け 1960 年には  $30^{\circ}\text{S}$  附近まで広がった (木川他, 1969)。最新のまぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告 (水産庁調査研究部, 1970) によれば 1968 年には、操業域は  $50^{\circ}\text{S}$  以北のほぼ全インド洋を覆うに至っている。このような漁業の発展は、まず赤道海域を西へキハダを、ついで  $35^{\circ}\text{S}$  附近まで南へビンナガを、さらに  $35^{\circ}\text{S}$  以南の高緯度海域へはミナミマグロをそれぞれ主漁獲対象として展開されたという経過をたどっている。メバチはジャワ沖、西部赤道海域および  $30^{\circ}\text{S}$  緯度線に沿った海域において多獲されるというものの、本種のみが主漁獲対象となることは稀で、どちらかといえば副産物的性格の強い魚種である。とはいっても混獲される状態からみると、はえなわ漁業にとって決して無視することのできない量である。なおインド洋においては、はえなわ漁業以外の漁法によるメバチの漁獲はほとんどない。

インド洋のメバチ資源に対する漁獲努力の経年変化を第 1 図に示す。メバチの分布域として  $35^{\circ}\text{S}$  以北のインド洋海域に投下された釣数を、メバチの平均密度を基準に標準化して求めた有効釣数は、1955 年から 1964 年までは多少の増減をくり返しながらもほぼ一定の水準に落ち着いているが、1965 年以降は増加傾向に転じている。また、同図に示すインド洋全域に投下された釣数と  $35^{\circ}\text{S}$  以北の有効釣数との間にみられる相対的な関係を見ると、1958 年頃まではメバチに対する漁業の集中の度合は比較的高かったが、それ以降は小さくなる傾向を示している。とくに 1967, 68 年にみられる両者間の著しい相対的な差は、漁船が  $40^{\circ}\text{S}$  以南のミナミマグロに集中した結果を反映している。ところで近年のインド洋のメバチの資源状態は、1968 年に FAO 主催のもとにマイアミで開かれた専門者会議の報告 (FAO, 1968) によれば、最大持続生産量に近い漁獲が行なわれるに至っているのではないかと推定されている。

このような資源状態におかれしかも系統群に関する従来の知見の少ない現状では、インド洋メバチの魚群構造に関する知識を早急に体系的に取まとめておくことが必要なことはいままでもない。既往の研究としては、NAKAMURA et al. 1955, 三村・中村 1959, 坂本 1967 a, b, などが挙げられるが、いずれもまだ漁業の発展途上のものであって、メバチの分布域を十分に覆った段階のものではないために、議論にいろいろな制約がみられる。本報告は従来の研究結果に最近蓄積された資料を加え、魚群分布、体長組成、魚群の成熟等の生物的特長に関する知見を整理し、魚群構造に関する考察を加えたものである。

本文に入るに先立ち、懇切なる御指導および御助言を頂いた当研究所浮魚資源部の須田明部長ならびに木川昭二室長に深謝の意を表す。また、原稿の御校閲を頂いた当研究所木部崎修所長、福田嘉男企画連絡室長、浮魚資源部上柳昭治、林繁一両室長、ならびに資料の収集に御努力を払われた浮魚資源部の各位に心から感謝する。

#### 釣獲率の地理的分布

分布状態を示す相対的な指標として、はえなわ操業資料にもとづいた釣獲率 (釣 100 本当り漁獲尾数をもって示す) を用い、1963—67 年の 5 年間の資料について四半期、5 度区画別釣獲率の年平均値を求め、平年的な釣獲率分布図を作成した (第 2 図 a—d)。

まぐろはえなわ漁場は  $50^{\circ}\text{S}$  以北のインド洋をほぼ全域を覆うに至り、この図ではこれまで明確ではなかった南インド洋の高緯度の濃密分布域が明瞭に示されている。したがってインド洋のメバチの分布は赤道海域の東西にわたる広い水域に周年存在する比較的高釣獲率域と  $30^{\circ}\text{S}$  緯度線を中心として南半球の冬期を中心に形成される東西方向の帯状高釣率域とによって特長づけられる。また、局部的にはアフリカ南端沖合域にも周年高

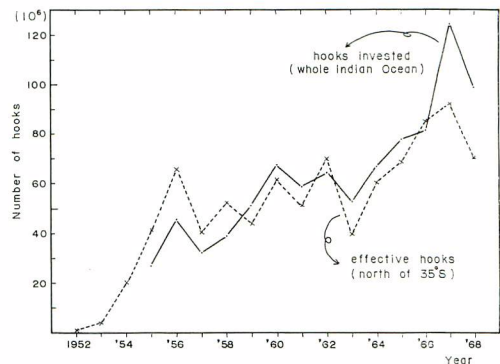


Fig. 1. Annual fluctuation of efforts in numbers of standardized hooks on bigeye tuna in the area north of  $35^{\circ}\text{S}$  and hooks invested in the whole Indian Ocean, 1952-1968.

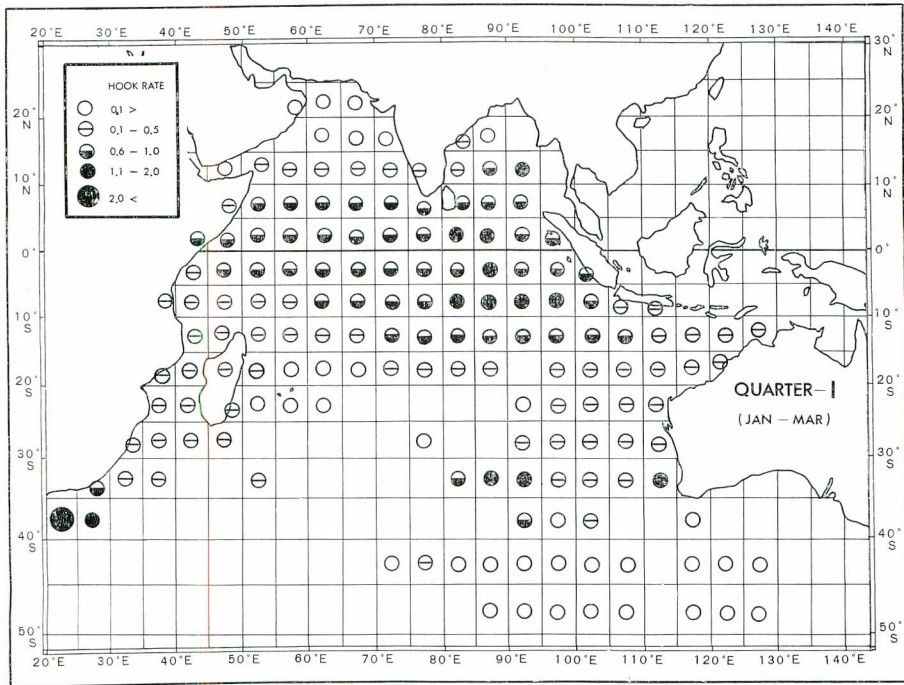


Fig. 2a. Distribution of bigeye tuna in the Indian Ocean by quarter-of-the-year, expressed as average hook rate over five years, 1963-67; first quarter.

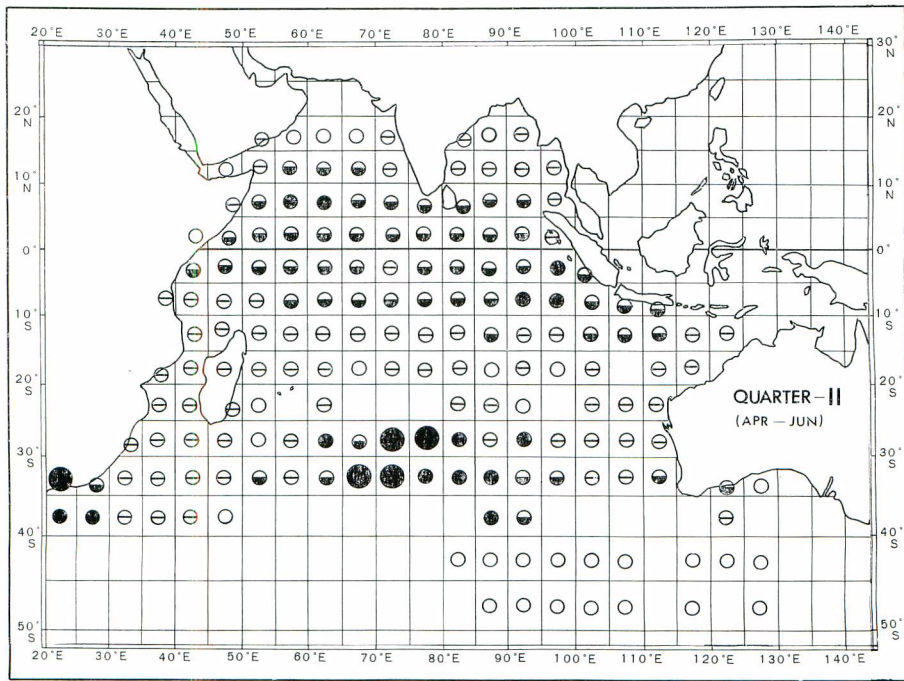


Fig. 2b. Ditto; second quarter.

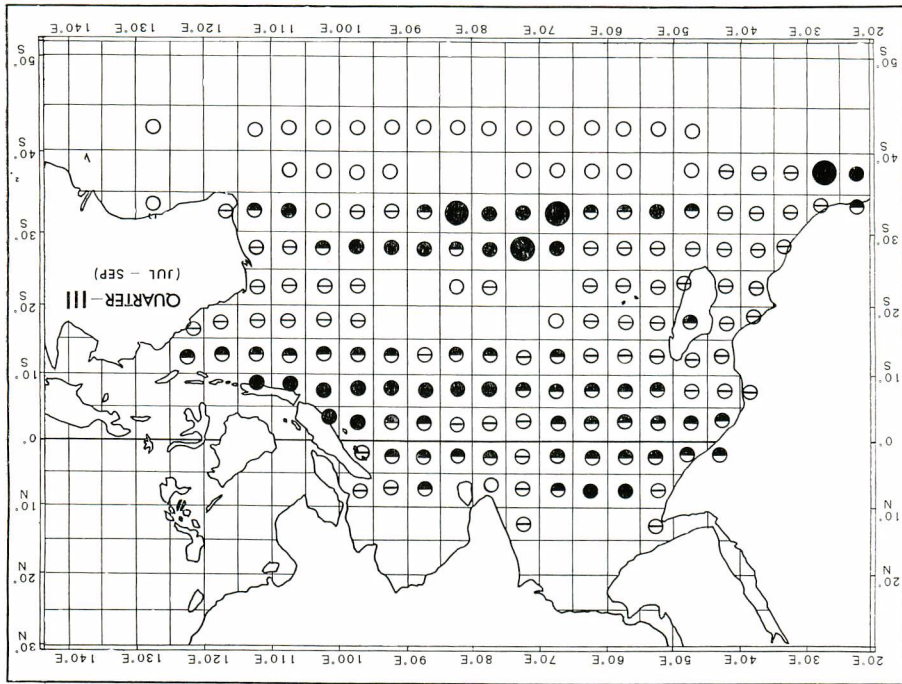


Fig. 2c. Ditto; third quarter.

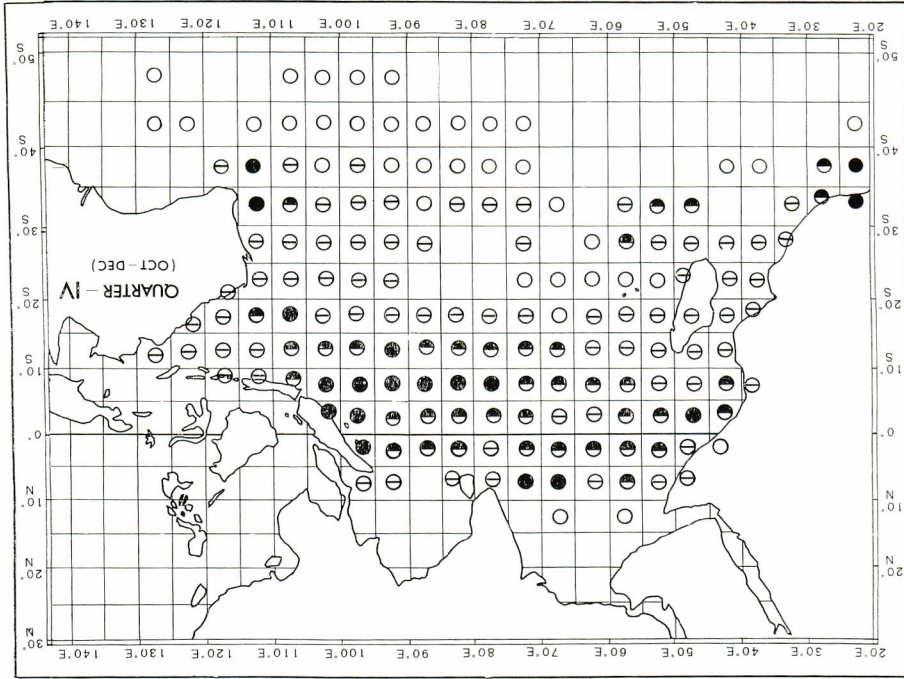


Fig. 2d. Ditto; fourth quarter.

釣獲率域が存在し、大西洋とインド洋のメバチ魚群の交流を示唆するものとして注目される。

一方、周年釣獲率の低い水域として赤道海域と南インド洋高緯度海域との2つの帯状濃密分布域にはさまれた  $20^{\circ}\text{S}$  を中心とした水域とマダガスカル島周辺水域が挙げられ、また  $35^{\circ}\text{S}$  以南の西風表流域では分布密度は非常に低く、メバチの南限は西風表流の北縁と対応するものと考えられる。

メバチ魚群の時空間的な集積状態は、既に坂本 (1967 a) の記述にもみられるように、詳細にみるとかなりの海域および季節変化を示す。赤道海域におけるメバチの釣獲率 0.5 以上を示す区画の拡がり (第2図, a-d)、および周年大きな変化はなく、北縁は  $10^{\circ}\text{N}$  まで、南縁は西インド洋では  $5^{\circ}\text{S}$  までであるが、東インド洋ではジャワ島南方の  $15\sim 20^{\circ}\text{S}$  まで達し東方海域ほど南偏する。とくに釣獲率 1.0 以上を示す区画は東インド洋では  $5\sim 10^{\circ}\text{S}$  の緯度帯をジャワ沖から西へ向って延長し、第 III, IV 四半期には  $75^{\circ}\text{E}$  附近まで達している。この帯状濃密分布域は第 II 四半期には最も縮小し、わずかに  $90\sim 100^{\circ}\text{E}$  に認められるに過ぎなくなる。そして年の前半 (第 I, II 四半期) にはジャワ、スマトラ島から離れ、年の後半 (第 III, IV 四半期) には接岸する傾向を示す。一方、西インド洋では第 I 四半期を除き、アラビア海入口の  $5\sim 10^{\circ}\text{N}$ ,  $55\sim 75^{\circ}\text{E}$  附近に釣獲率

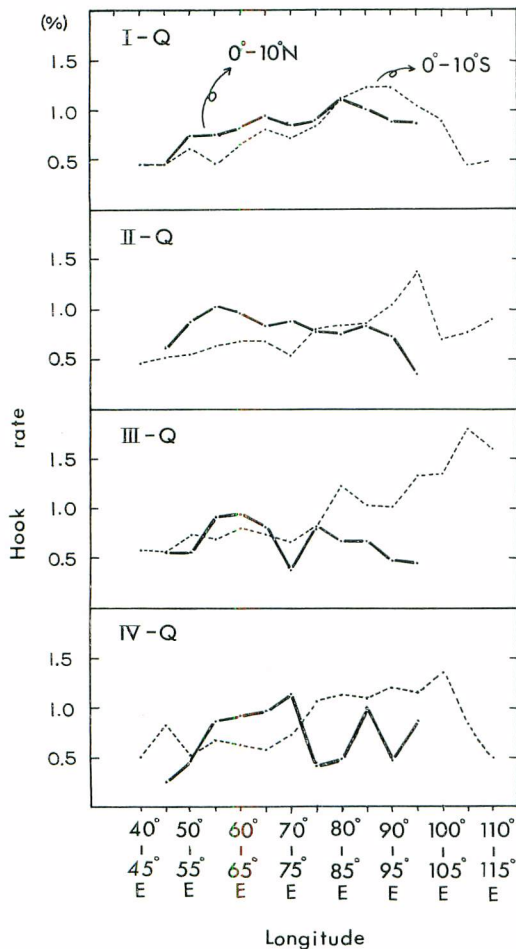


Fig. 3. Areal change in average hook rate of bigeye tuna over five years, 1968-67, in east-west direction in the equatorial area.

1.0 以上の区画の出現がみられる。このように赤道海域において濃密分布域が西部では北緯水域、東部では南緯水域に出現し、しかも第 III 四半期には  $70\sim 80^{\circ}\text{E}$  附近では比較的釣獲率の低下がみられ、みかけ上東西に分布の中心が分離した形で存在することが示唆される。このことは、北緯と南緯水域について緯度  $10^{\circ}$ 、経度  $5^{\circ}$  の区画の平均釣獲率を用いて東西方向の密度変化を示した第3図からも明らかである。第3図によれば、第 I 四半期には南緯、北緯両水域ともに東西方向の密度変化は東高西低の傾向を示す。第 II~IV 四半期では南緯水域においては東高西低がより顕著にみられるものの、北緯水域において釣獲率が西高東低と第 I 四半期とは逆の方向を示している。

南インド洋においては、冬期 (第 II, III 四半期)、洋心部の  $50\sim 100^{\circ}\text{E}$  にわたって  $25\sim 35^{\circ}\text{S}$  の間を東西方向にはしる緯度帯に帯状濃密分布域が出現する。この海域では、1967 年に入って始めて漁船の本格的操業が行なわれ、メバチの濃密分布群の存在が確認されたのであって、この魚群の集積は、北太平洋の  $30^{\circ}\text{N}$  緯度線に沿って北半球の冬期に出現する濃密分布群のそれと同様な機構によるものと考えられる。第 IV 四半期はこの海域の夏期の前半にあたるが、メバチ濃密分布群、すくなくともはえなわ対象となり得る程度の密度の魚群の出現はみられていない。夏期の後半にあたる第 I 四半期 (第2図 a) では、西部で資料が少ないために漁場形成に関しては不明の点が多いが、おそらく同様にメバチの集積はみられないものと考えられる。この点も北太平洋の魚群が同様に北半球の夏期には出現しないのとよく似ている。

こゝで、魚群分布の季節変化を同一区画における連続した2つの四半期の釣獲率の差で示すと、変化の様相がかなり明確にみられる。第4図はその目的で第2図から作成されたもので、第2図とあわせて魚群密度の増減を検討すると以下の点が指摘される。

a) 第I四半期から第II四半期にかけて (I→II四半期: 第4図a)

赤道海域ではアラビア海で釣獲率の増加がみられるが、東半部全般にわたり低下が明瞭にみられ魚群の逸散が示唆される。南インド洋では東部水域で増加がみられ、第2図bを考慮すると全体的に魚群の集積がみられることになる。

b) II-III四半期 (第4図b)

赤道海域では北緯側で減少、南緯側では増加の傾向がみられる。南インド洋では増加と減少が共にみられるが、全体的には釣獲率そのものは高い(第2図c)。おそらくこの海域ではII→III四半期にかけて魚群密度が最大になるのであろう。

c) III→IV四半期 (第4図c)

赤道海域では $10^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{S}$ ,  $70^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$ で魚群の集積を示す変化が特長的であって、これを除くと増加、減少を示す区画が広い水域に出現する。南インド洋では全般に魚群量の減少が明瞭である。

d) IV→I四半期 (第4図d)

赤道以北、とくに東半部で増加傾向がみられる。南インド洋では目立った変化は認め難い。

以上は、1964年の釣獲率分布を用いて各四半期の釣獲率と年平均値の間の偏差図から魚群分布の季節変化を検討した坂本(1967a)の場合とはほぼ同じ結果を示している。ただし、本報告の場合は5ヶ年間の平均による平年型として捉えていることゝ、南インド洋における資料が追加されているという点でより普遍性が増していると判断される。

### 魚群分布と環境条件

インド洋の赤道海域については、風系の季節変化に起因する海流系の季節変化が顕著にみられ、すでに述べた分布の様相の季節変化は多少なりともこれと関連しているものと考えられるが、他大洋と比しても海洋構造に関する知見が少なく環境との関連に立ちいった考察を加えることは困難である。

インド・太平洋におけるメバチ漁場形成と生活領域の関連についてすでに須田他(1969)により、水界の構造を基調にして考察が加えられている。こゝでは、インド洋関係についてその要約を再録するとともに、魚群分布と表面水温および海流系の間に明瞭な対応関係がみられる場合があるので、これらの点についても指摘しておくことにする。このために1967年の $1^{\circ}$ 区画毎の釣獲率分布、海流系の概略、表面水温分布をそれぞれ付図1, 2, 3として示した。

イ) 水温躍層との関係: 須田他によって、インド洋の赤道海域ではメバチの濃密分布帯が水温躍層の100~150mに形成される水域と極めてよく一致すること、また南インド洋の $30^{\circ}\text{S}$ 緯度線に沿って冬期に出現する濃密分布帯が亜熱帯環流の東行部でメバチの生息水——中央水または赤道水——が直接海面に露出する部分に出現することが指摘された。前者について作業仮説と観察結果の一致性の高いことはすでに彼等の示した通りであるが、太平洋の赤道海域の場合には、さらに魚体の大きさに関連して躍層深度による魚群のavailabilityの海域差の問題が提起されている。インド洋の場合、彼等の示した第5図に画定された100~150mに定常水温躍層の形成される水域が正しく、かつ躍層深度に東西方向の傾斜がないものとするれば、この魚体によるavailabilityの差の問題は一応考慮する必要はないと考えられる。そうして釣獲率は魚群密度を相対的に反映するものと考えられる。後者については、メバチの生息水の露出部ではあっても漁場形成は冬期のみで夏期には認められない。この点については彼等は充分な考察を行っていない。著者は漁場形成が冬期に限られることについて、その時期にはえなわの釣の到達深度附近(100~150m)に魚群の集積をうながす機構が存在する筈であると考え。インド洋の水温構造に関する知見がこの点を検討するほど充分にはないためにこれ以上考察をすすめることはできないが、おそらく大洋の中・高緯度に出現する季節躍層が魚群の集積機構に関与しているものと考えられる。

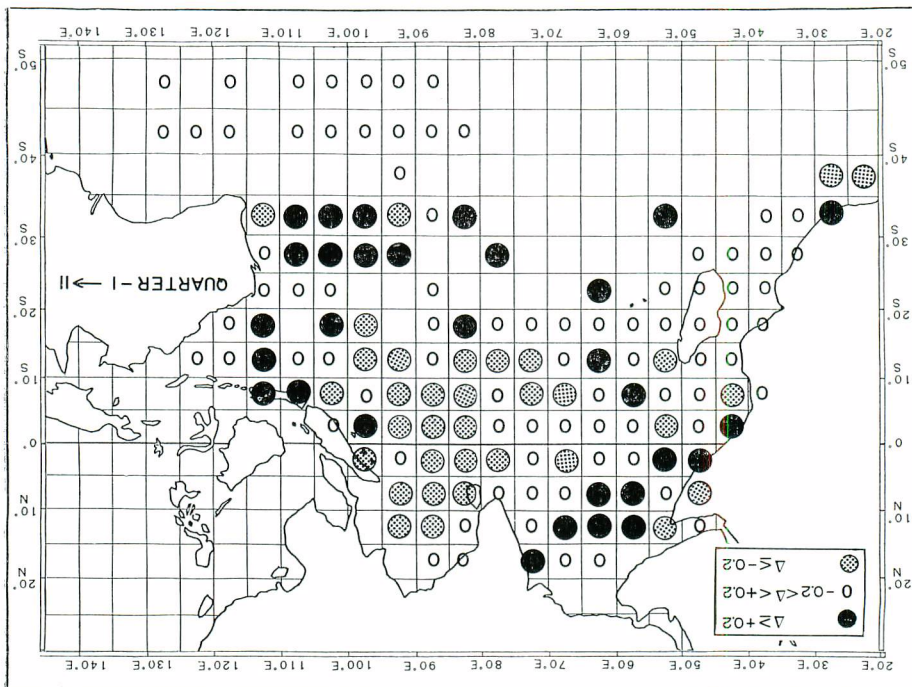


Fig. 4a. Anomaly chart of the average hook rate of bigeye tuna between successive two quarters within the same area: first quarter.

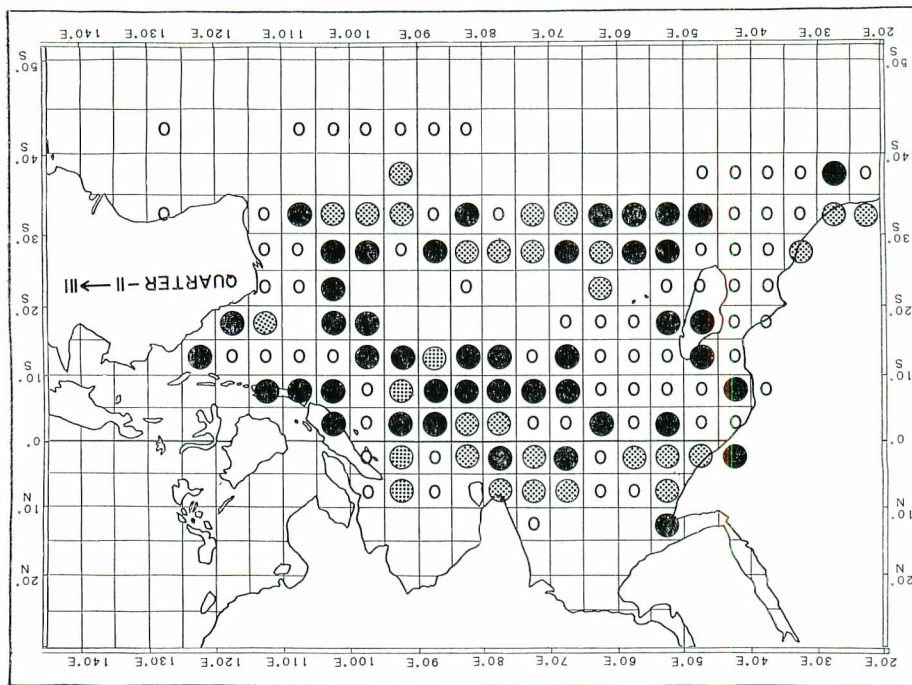


Fig. 4b. Ditto; second quarter.



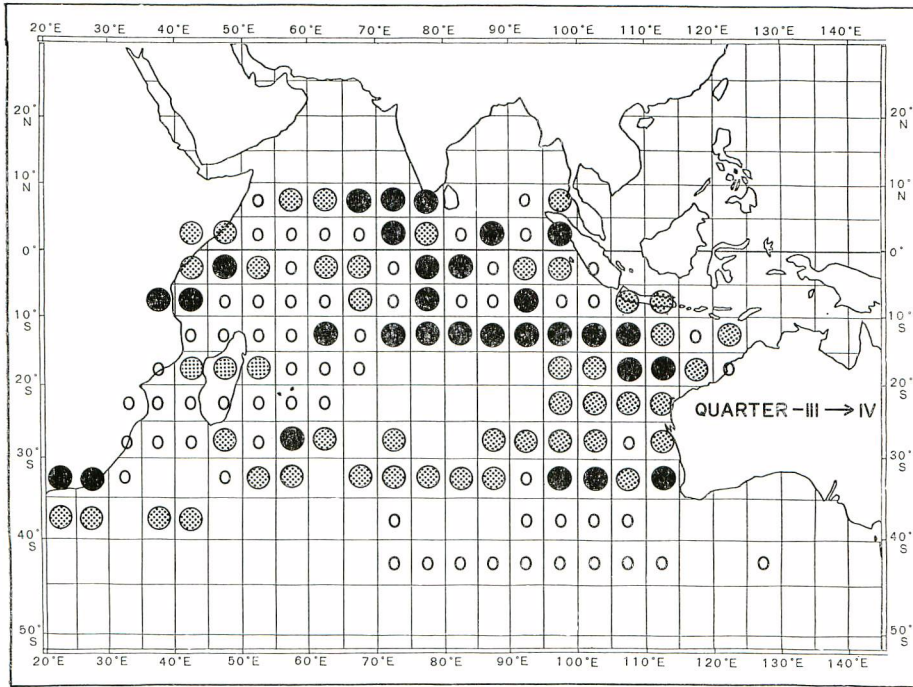


Fig. 4c. Ditto; third quarter.

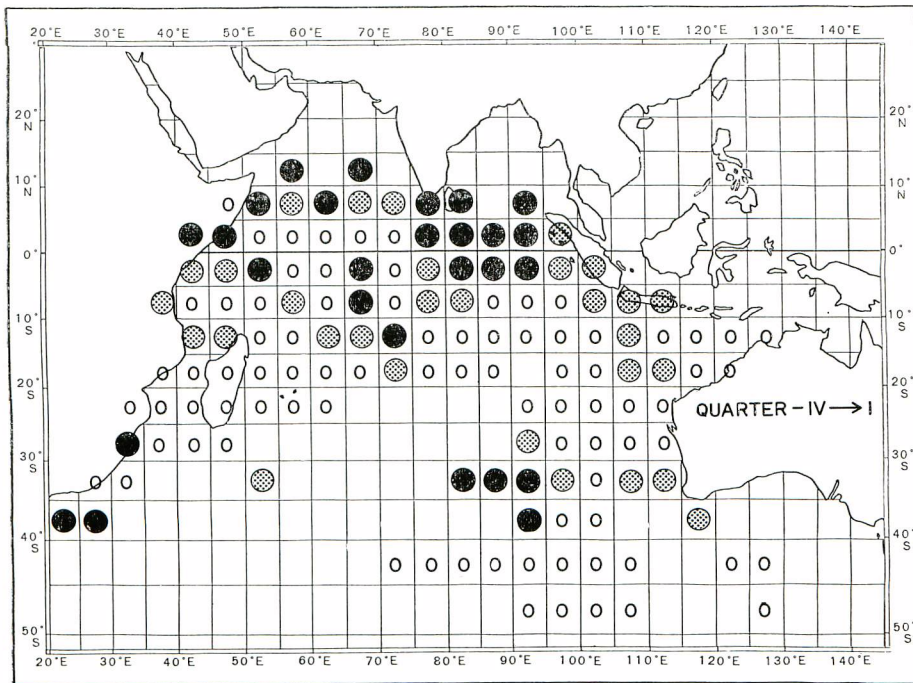


Fig. 4d. Ditto; fourth quarter.

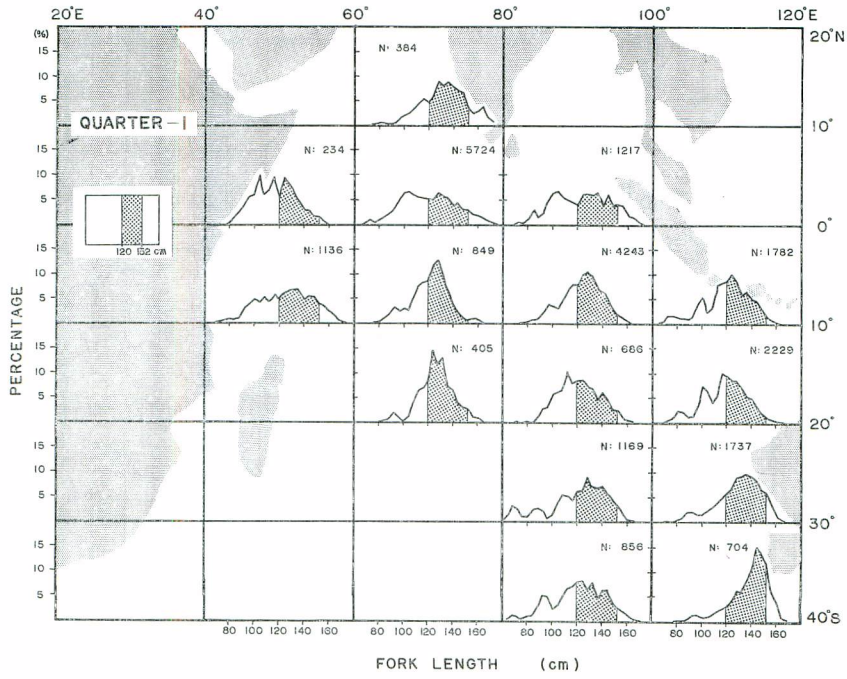


Fig. 5a. Average size frequency distribution of bigeye tuna in the Indian Ocean, by season and area; first quarter.

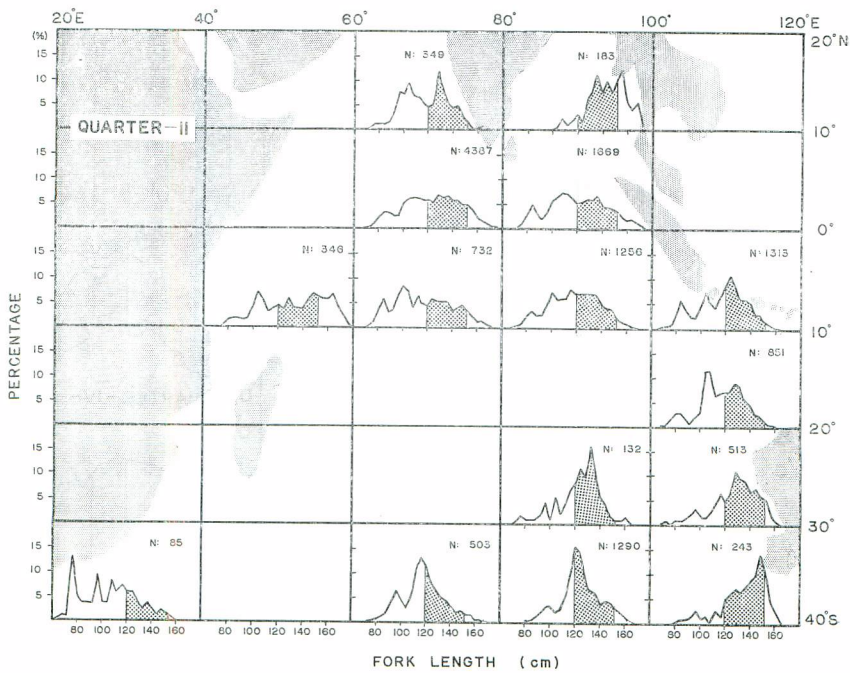


Fig. 5b. Ditto; second quarter.

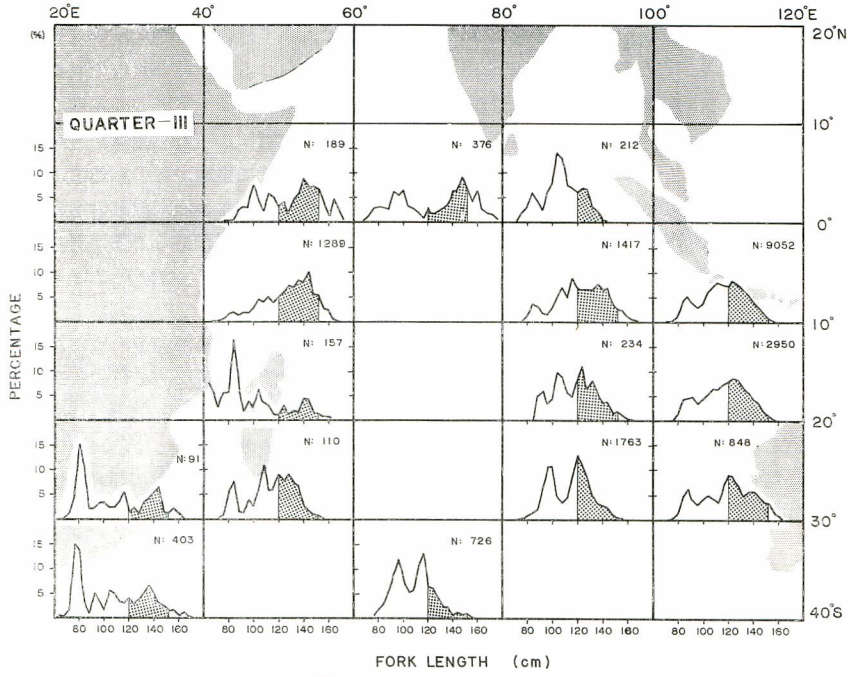


Fig. 5c. Ditto; third quarter.

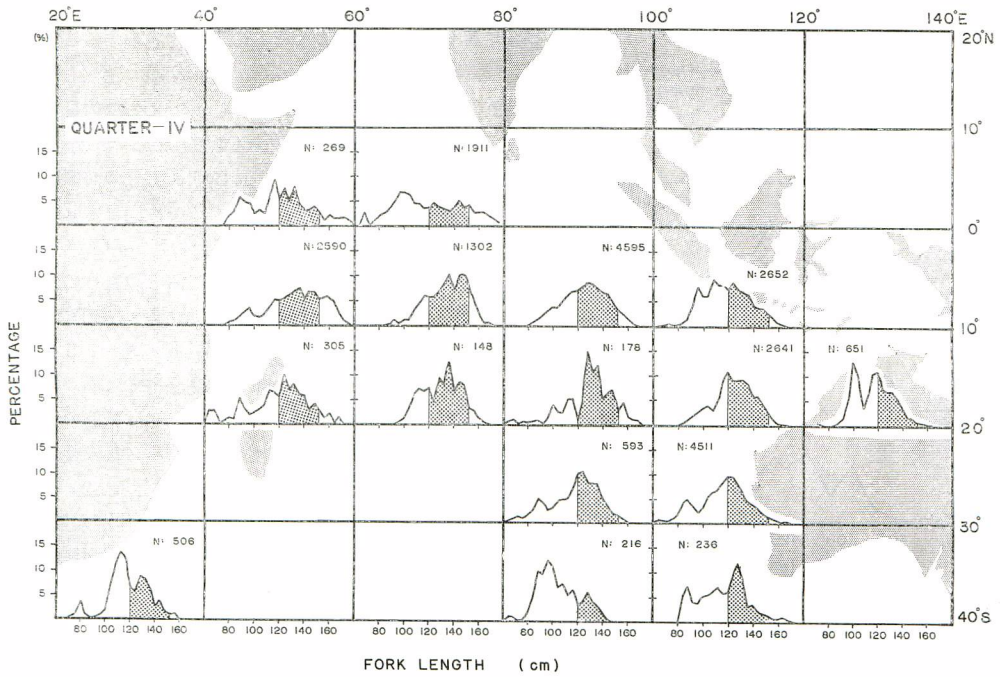


Fig. 5d. Ditto; fourth quarter.

ロ) 表面水温との関係：赤道海域における濃密分布域は表面水温  $25^{\circ}\text{C}$  以上、とりわけ  $26\sim 28^{\circ}\text{C}$  前後の水域に最も多く出現する。一方  $20^{\circ}\text{S}$  以南の南インド洋についてみると、南半球の冬に  $30^{\circ}\text{S}$  緯度線に沿って洋心部を東西方向の帯状に出現する濃密分布域は  $17\sim 18^{\circ}\text{C}$  の水温域にみられる。後述の魚群の成熟の項で示されるように、低緯度の表面水温の高い赤道海域には産卵群、表面水温の低い南インド洋の高緯度域には索餌群と、両海域には性的活性の著しく異なった魚群が出現し、成熟段階によって生息域が分離している。

このような例は太平洋のメバチの分布と表面水温との関係においてすでに生態段階の相違による棲み分けとして指摘されている(須田他 1969, 久米 1969)。たゞ、このような棲み分けが表面水温そのものと直接関連しているとおそらく早計であろう。成熟と光の量の間には密接な関係があること、あるいは、卵、仔稚魚の生息環境として熱帯水域が特別な意味をもつかもかもしれないこと等も考慮しなければならないからである。

ハ) 海流系との関係：とくに著しい対応関係として指摘されるのは、中央から東部赤道海域にかけて第 I 四半期に  $10^{\circ}\text{S}$  緯度線に沿って出現する東西方向の帯状濃密分布域が南赤道流と赤道反流の境界附近に相当し、メバチが海流系の境界附近に集積する傾向が強いという従来の説明(中村・山中 1959, 久米 1963)によく一致していることである。この帯状濃密分布帯は、第 II, III 四半期の赤道反流の消失している時期には不明瞭であり、第 IV 四半期になり赤道反流が再び形成される頃には、境界附近に再び魚群の集積が顕著に認められるようになる。

### 体長別分布

坂本(1967b)がインド洋全般にわたったメバチ漁獲物の年令組成の海域変化を研究したことがあるが、これは 1961 年の資料のみにもとづくことと、年間こみで集計され季節変化が無視されているため充分といえない点がある。こゝでは 1965—67 年の 3 年間間の体長資料を用い、年を無視して四半期別、緯度  $10^{\circ}$ 、経度  $20^{\circ}$  の単位区画に単位体長級を  $4\text{ cm}$  として整理し、これが一応平年型を示すものとして体長級別分布の季節および海域変化について説明を加えることを試みた(第 5 図)。以下の説明で便宜上魚体の大きさによって小, 中, 大型魚をそれぞれ  $120\text{ cm}$  以下,  $100\sim 152\text{ cm}$ ,  $152\text{ cm}$  以上の体長範囲に属する魚体を代表するものとして表現することにする。

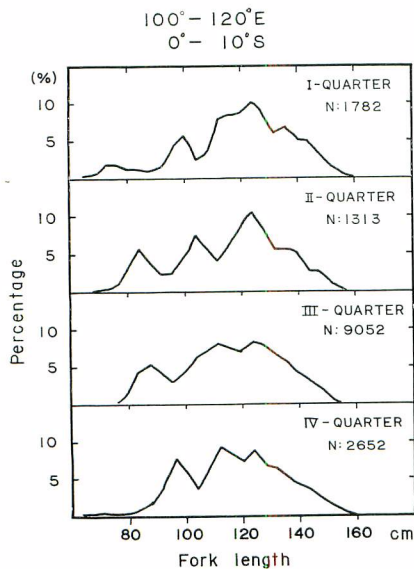


Fig. 6. Seasonal change in the size frequency distribution of bigeye tuna in the area,  $100\sim 120^{\circ}\text{E}$  and  $0\sim 10^{\circ}\text{S}$ .

まず、 $20^{\circ}\text{S}$  以北の赤道海域を中心とした水域の体長組成についてみると、1) 主体は小, 中型魚であり、とくに小型魚の占める割合は周年高い、2) 年間を通じて西寄りの海区ほど魚体の大型化の傾向がみられる。たゞし、この傾向はさして顕著ではない、3) 比較的大型魚の占める割合の高い海区が第 II 四半期のベンガル湾、第 I 四半期のアラビア海と北寄りの海区にみられる、4) 体長群の出現状況からは次に述べる海区を除くと魚体組成の時空的变化の傾向的な特長を捉え難い、5) ジャワ沖 ( $0\sim 10^{\circ}\text{S}$ ,  $100\sim 120^{\circ}\text{E}$ ) の体長頻度分布では小, 中型魚の体長群の分離がかなり明瞭であって、しかも体長群のモードの位置が季節的に大きい方へ移行する傾向がみられ成長が示唆される(第 6 図)、等の点を指摘することができる。2) の魚体が西方海域で大型化する現象は、東方海域ほど魚体が大型化し、成長による移動または魚体の大きさによる availability の変化の示唆される太平洋の赤道海域のメバチの場合(久米 1969)とは逆であり、かつすでに述べたように大型化の程度は低い。

つぎに、 $20^{\circ}\text{S}$  以南のインド洋についてみると、時空的にみて資料が充分とはいえないが、1) 第 I, II 四半期にはオース

トラリア西岸域ではインド洋の他海域よりも中、大型魚の占める割合が高い、2) 第Ⅱ、Ⅲ 四半期に洋心部に出現する濃密魚群は 100 cm, 120 cm 附近にモードをもつ卓越した 2 つの体長群によって構成されている、3) アフリカ南方沖合域では第Ⅱ、Ⅲ 四半期にとくに小型魚の卓越がみられる、4) 東方海域で大型魚の占める割合が高い、等の点を挙げる事ができる。

以上、インド洋を南北 2 海域に分けて説明したが、両海域の体長組成を比較した場合、南インド洋で小、中型魚からなる比較的明瞭なモードを有する体長群が卓越するといった点を別にすれば、とくに目立った特長的な差を指摘することはむしろ困難である。インド洋を全体的にみた場合、分布の中心では中、小型魚の占める割合は高く、大型魚の出現割合の高い海域は分布の縁辺部の分布密度の低い 10°N 以北の水域やオーストラリア西岸域等にみられるに過ぎない。これは、坂本 (1966) の指摘した如く、開拓初期から 1964 年にかけて高年令魚 (大型魚) の魚群量の減少、すなわち漁獲による大型魚の減少を反映しているものとも考えることもできる。同時に坂本 (1967b) が太平洋とインド洋の赤道海域のメバチの魚体組成を 1961 年の資料について比較した際に示唆したように、インド洋では大型魚の出現割合が元来太平洋の場合よりも小さいということもあろうことである。このような現象は、インド洋のメバチが他大洋のものよりも成長度が小さいかまたは寿命が短い、あるいはまた何らかの理由で大型魚の availability が小さくなるというような可能性を示唆するもので、この点について今後の検討が必要である。

#### 生殖腺 (卵巣重量) からみた魚群の成熟状態

魚群の性成熟の度合を示す指標として生殖腺指数 (Gonad Index)\* が用いられることが多い。木川 (1966) は太平洋のメバチの産卵可能量の考察を行なった際に、インド洋についても経、緯度 1° 区画毎に求めた 1950—62 年の平均生殖腺指数の月別分布図を示している。この分布図を基礎として、月別の資料を年の四半期別分布図にまとめなおすことを試みた。その方法は各四半期の中心の月の分布図における欠測の 1° 区画にその前月の資料を加え、引き続き後月の資料を同様に追加するというやり方である。さらに 1964—66 年について作成された四半期別、1° 区画別の分布図をそれらの上に重ね、欠測の 1° 区画に資料を追加することも行なった。このようにして作成された平均生殖腺指数の四半期別分布図 (第 7 図) から魚群の成熟状態について以下のような点が指摘される。

- 1) 赤道を中心とした海域では周年性的活性の高い魚群が出現する。
- 2) 中、東部インド洋の 10°S 緯度線に沿った海域では成熟状態の季節変化がかなり明瞭で、第Ⅰ、Ⅳ 四半期に高く、第Ⅱ、Ⅲ 四半期に低い傾向がみられる。これは第Ⅰ、Ⅳ 四半期に魚群密度が高くなることを考慮するとこの時期に産卵群の集積が示唆される。
- 3) チモール諸島南方海域でも第Ⅰ、Ⅳ 四半期には成熟度の高い魚群の出現がみられる。
- 4) アフリカ沖合域 40—50°E, 0—10°S では第Ⅳ 四半期に成熟度が高い。
- 5) 20°S 以南の南インド洋では資料が充分とはいえないが全般に生殖腺指数は非常に低く、魚群は性的に不活性な索餌洄游期のものである。

このような生殖腺指数の分布状態から直接に産卵海域や産卵期を推定することは困難であるが、西部赤道海域の 4°N, 60°E で 2 月にメバチの人工授精が成功していること (KUME 1962) や、上記 3) の事象が上柳 (1969, 付図 a, b) の示した仔稚魚の出現状態とよく一致すること等から産卵海域が広い範囲にわたることが示唆される。

以上とりまとめると、赤道海域では性的活性の高い産卵群がほぼ周年出現し、南インド洋では未成熟魚あるいは索餌洄游期の魚群が出現する、すなわち低緯度海域に産卵群、高緯度海域に索餌群が生息するという、太平洋のメバチの場合と非常によく似た分布構造を示し、生態段階の相違による棲み分けが考えられる。

\* 生殖腺指数は卵巣重量の体長に対する相対値で、

$$\text{Gonad Index} = W_0 / L^3 \times 10^4$$

$W_0$ : 卵巣重量 (g),  $L$ : 尾又長 (cm) の式で求められる。

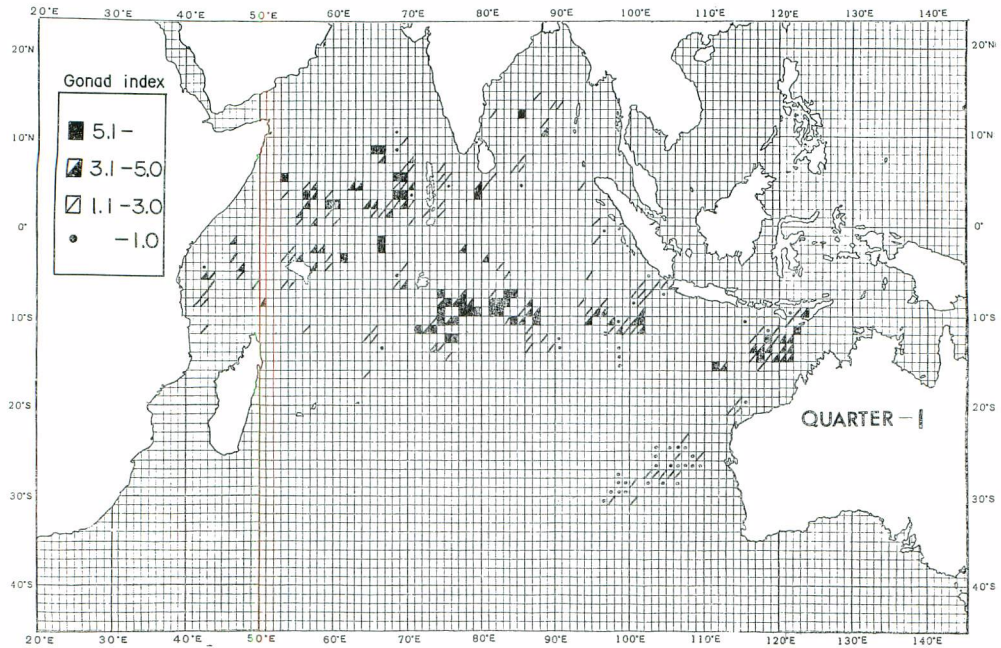


Fig. 7a. Distribution of average gonad index of bigeye tuna by  $1^\circ$  area and quarter-of-the-year in the Indian Ocean. (Data available until 1966 were supplemented on the figures presented by Kikawa 1966); first quarter.

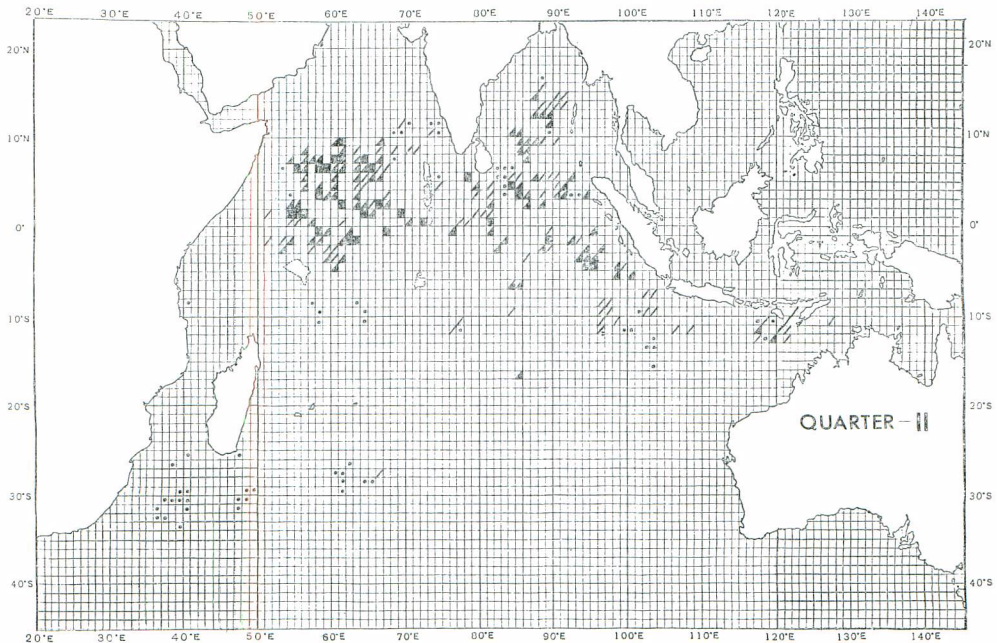


Fig. 7b. Ditto; second quarter.

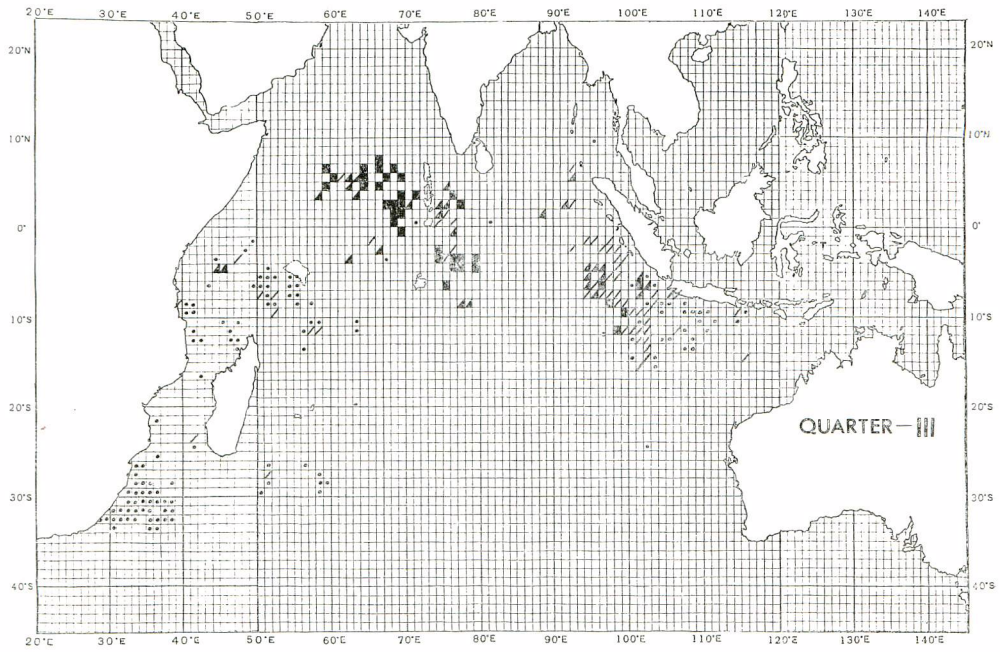


Fig. 7c. Ditto; third quarter.

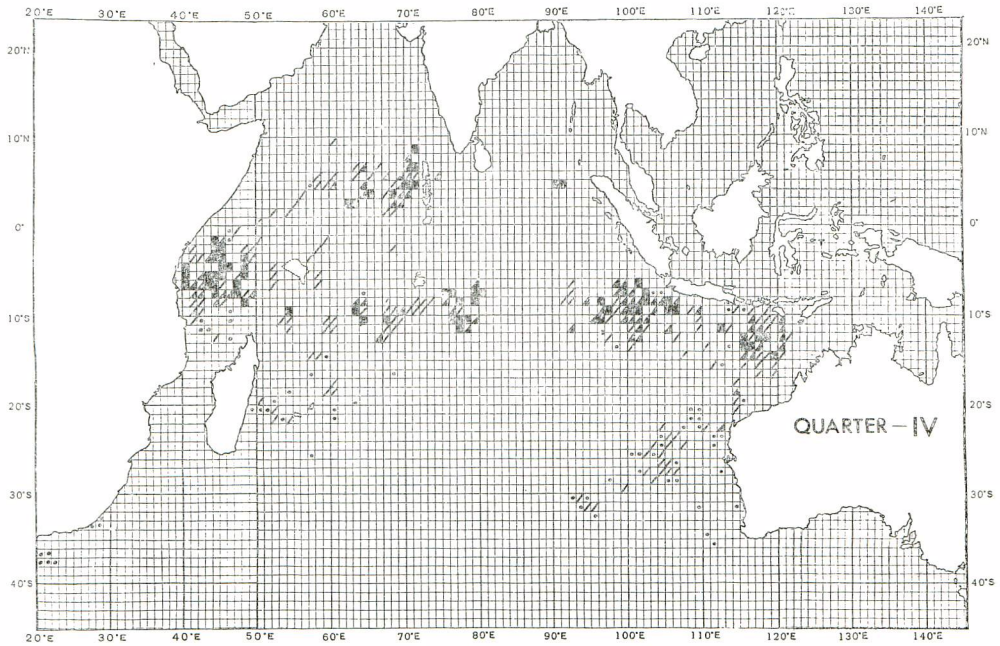


Fig. 7d. Ditto; fourth quarter.

## 魚群構造について

これまでに述べてきた分布および性成熟の状態からみてインド洋赤道海域のメバチは東西に連続して分布し、しかも性的活性の高い産卵群が主体であり、一方、南インド洋高緯度水域には性的活性の低い索餌洄游期の魚群が東西にわたって分布する。これら両魚群は成熟段階の相違により生活領域が分れているのであって、分布がみかけ上不連続ではあるが、種の生活史を通じてみれば両魚群間の交流は当然行なわれている筈である。これらのことは、インド洋のメバチ資源が内部的に非常に関連性の強い魚群によって構成されていることを示唆する。一方、HIYAMA and KUROGANE (1961) は赤道海域を中心としたメバチの外部形態の比較を行ない、赤道海域において東西方向の差を認め、また小スンダ列島南方沖合域と赤道海域の間には赤道海域内部間におけるよりさらに大きな差を見出しているが、資料数が全部で100個体と少ないために解析結果はconclusiveな結論には至っていないとしている。これは、一応インド洋メバチ魚群の内部的関連の度合を示す1例であり、今後さらに内部構造について検討を加える必要性を示唆するものと考えられる。

他大洋のメバチとの関連については、オーストラリア南方海域あるいはバンダ、フローレス海を通じて太平洋の、また南アフリカ南端沖合域で大西の魚群との交流の可能性が考えられる。まず、オーストラリア南方海域の場合は、同海域で多数のはえなわ漁船がミナミマグロを目的として稼働しているにもかかわらずメバチの漁獲は皆無に近く(水産庁調査研究部, 1970)、南西太平洋の魚群との交流の可能性はまずないものと考えられる。ついで、バンダ、フローレス海の場合には釣獲率と魚体組成の季節および経年変化を検討した結果、同海域の魚群とジャワ沖の魚群とは関連の度合は高いが、パラオ海域の魚群との比較ではそれほど高くない(森田, 未刊)とされており、インド洋のメバチ魚群は太平洋のそれとの交流の度合は低く、バンダ、フローレス海のそれとの関連は高いと推定される。大西洋の魚群との関連については、ほぼ周年南アフリカ南端沖合域に魚群の集積がみられ(第3図)、インド-大西洋間の交流が示唆される。

以上、魚群構造について考察を加えてきたが、最終的に明確な結論を得るまでには至っていない。HIYAMA and KUROGANE (1961) や森田(未刊)の結果は、魚群の内部交流がかなり複雑なものであることを示唆している。また、他の大洋との交流についても、大西洋との交流についてはその規模は明らかではないにしても、少なくとも太平洋との交流は大規模なものではないと判断される。一方、インド洋の内部で赤道海域と高緯度域の魚群を比較すると性的活性に著しい差がみられ、南北方向に大規模な魚群交流が行なわれる必然性は考えられる。しかし魚群の東西方向の交流を示唆する事象も、反面否定する事象も得られていない。現段階では魚群の交流の形が単純でない場合を予想しつつも、インド洋全体からみればひとつの資源として扱う態度をとりたい。少なくともこのような扱いが不適當であるという積極的な証拠はないからである。

考察を加えるにあたって本研究で用いられた資料がはえなわ漁業を通して得られる情報に限られ、系統群解析のための形態学および生化学的研究や標識放流実験等の結果はほとんど得られていないという制約があった。今後これらについて知見を充実し、上述の魚群構造に関する見解を検証すると同時に構造の内部機構について理解を深めてゆく方向が必要であろう。

最後に魚群構造と直接的な関連はないが、こゝで指摘しておきたいことは、インド洋赤道海域におけるキハダの魚群量指数が経年的に顕著に減少したのに反し、メバチの場合は極めて安定して一定の水準に保たれている現象(第8図: 須田他, 1969)に関する解釈についてである。須田他(1969)は両魚種の游泳層の差により漁具の効率が異なり、キハダがより効果的に間引かれた結果と解釈しているが、たしかにこれが要因の1つであることは否定できない。しかしながら、キハダの場合は主分布域全体(資源全体)へ努力量が投下されているが、メバチの場合は赤道海域の産卵に関与する魚群、すなわち資源の一部のみに投下されていて、南インド洋の索餌群が漁業の対象となっていないために、これが緩衝作用の役割を果し、その結果キハダの場合と異なり魚群量指数の極端な経年変化が起らなかったとする考え方も当然成立する。上記のどちらがより重要な要因であるかについての検討は今後に残された課題である。



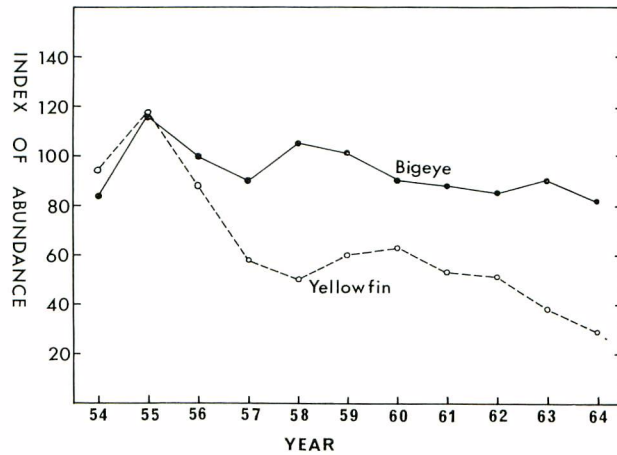
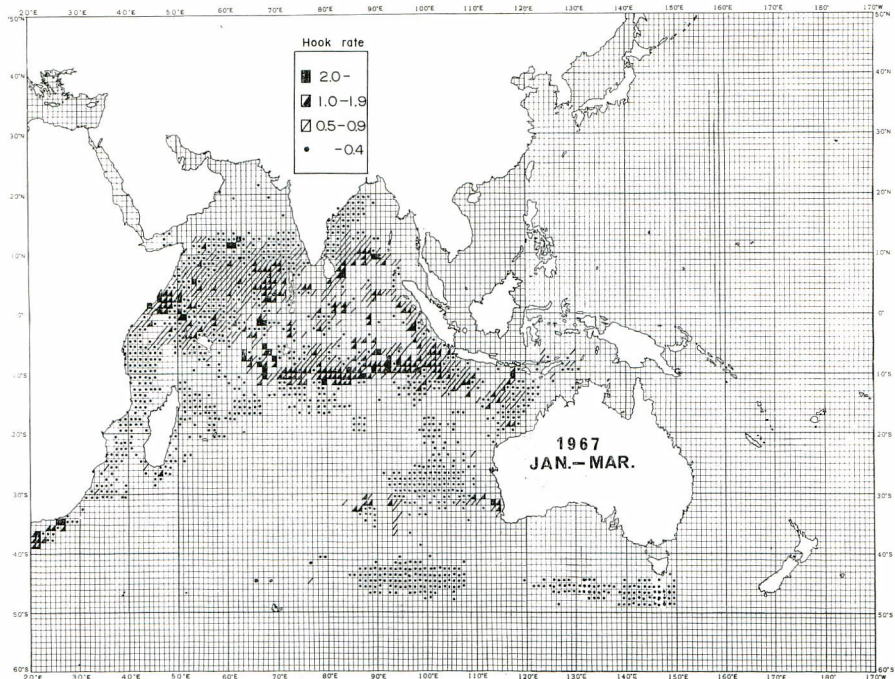


Fig. 8. Comparison of annual change in the population abundance between bigeye tuna and yellowfin tuna in the Indian Ocean. As an index of abundance, average hooking-rate of each species for first three years is taken to be 100. (after Suda et. al. 1969)

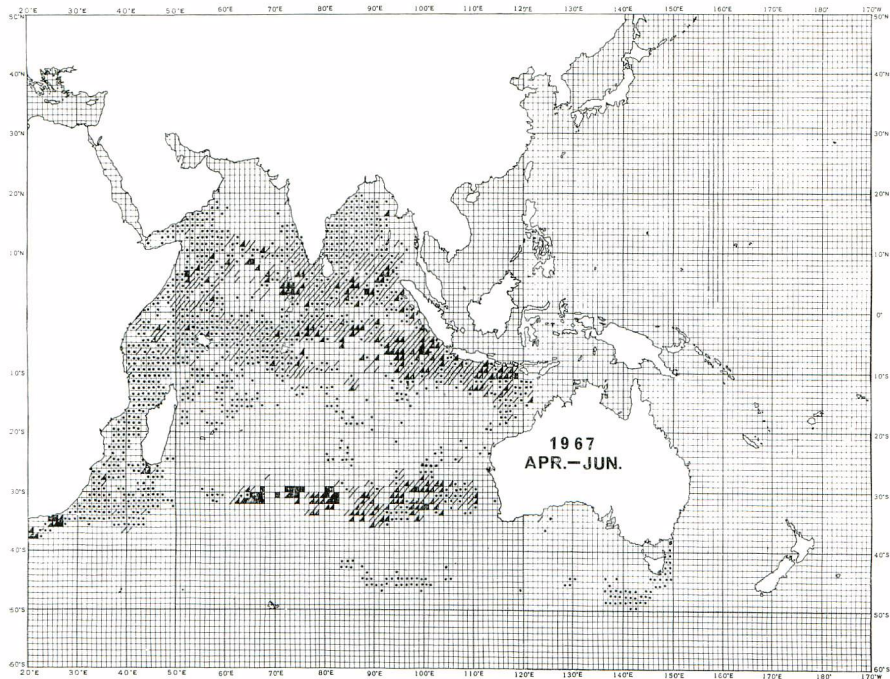
#### 参 考 文 献

- 1) FAO, 1968: Report of the Meetings of a Group of Experts on Tuna Stock Assessment, FAO Fisheries Report No. 61.
- 2) 日高孝次, 1955: 海流, 岩波書店。
- 3) HIYAMA, Y. and K. KUROGANE, 1961: Morphometric comparisons of tuna from areas in the Pacific and Indian Oceans, Manuscript (Paper No. III-7) in the Pacific Tuna Biology Conference, Honolulu.
- 4) 木川昭二, 1966: 太平洋のマグロ延縄漁場におけるメバチ及びキハダ成熟魚の分布と海域別産卵可能量の考察, 南水研報 (23): 131-208.
- 5) 木川昭二他, 1969: 1968年の段階でみたインド洋のマグロ漁業の状態, 遠洋水研, Sシリーズ (2): 1-28.
- 6) KUME, S., 1962: A note on the artificial fertilization of bigeye tuna, *Parathunnus mebachi* (KISHINOUE), Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rept. (15): 79-84.
- 7) 久米 漸, 1963: メバチの生態学的研究—I, 東部太平洋におけるメバチの分布について, 南水研報(17): 121-131.
- 8) 久米 漸, 1969: メバチの生態学的研究—VI, 赤道 (16°N 以南) ならびに 南部太平洋における分布と魚体に関する既往の知見の集約と若干の考察, 遠洋水研報 (1): 77-98.
- 9) 三村皓哉, 中村広司, 1959: インド洋海域とその周辺の漁場, マグロ延縄年漁況図 (本文), 昭和 33 年版, 南水研編, 日本鯉鯨漁業協同組合連合会発行: 353-414.
- 10) NAKAMURA, H., Y. YABUTA and K. MIMURA, 1955: Long-line tuna fishing ground in the Indian Ocean, in Proceedings of IPFC, 1955.
- 11) 中村広司, 山中 一, 1959: マグロ類の分布と海洋構造, 海洋学会誌, 15 (3): 143-149.
- 12) NEUMANN, G., 1968: Ocean currents, Elsevier Publishing Company.
- 13) PICKARD, G. L., 1964: Descriptive Physical Oceanography, The Macmillan Company, New York.
- 14) 坂本久雄, 1966: インド洋におけるメバチの魚群量と年齢組成の変動, 南水研報 (24): 31-40.

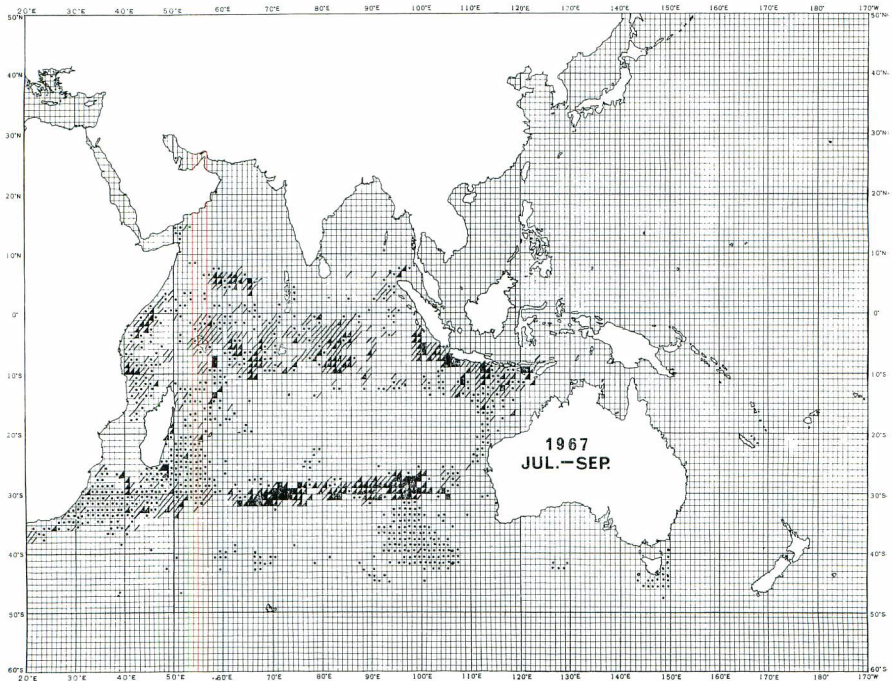
- 15) 坂本久雄, 1967 a : インド洋におけるメバチの分布, 南水研報 (25): 49-57.
- 16) 坂本久雄, 1967 b : インド洋におけるメバチの年令組成とその海域変化, 南水研報 (25): 59-66.
- 17) 須田 明, 久米 漸, 塩浜利夫, 1969 : インド・太平洋のメバチのはえなわ漁場形成と生活領域に関する一解釈, 遠洋水研報 (1): 99-114.
- 18) 水産庁調査研究部, 1970 : まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告, 昭和 43 年 1-12 月。
- 19) 上柳昭治, 1969 : インド・太平洋におけるマグロ類仔稚魚の分布——ビンナガ産卵域の推定を中心とした検討——, 遠洋水研報 (2): 177-256.
- 20) U. S. Hydrographic Office, 1943 : Sea surface temperature chart.



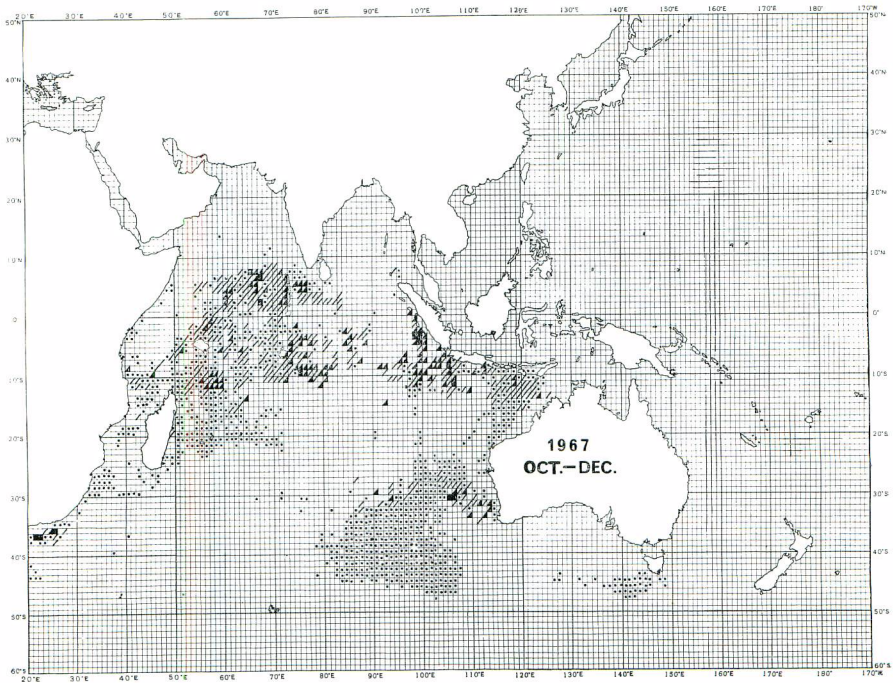
Appendix figure 1a. Distribution of the hook rate of bigeye tuna by 1° area and quarter-of-the-year in 1967; first quarter.



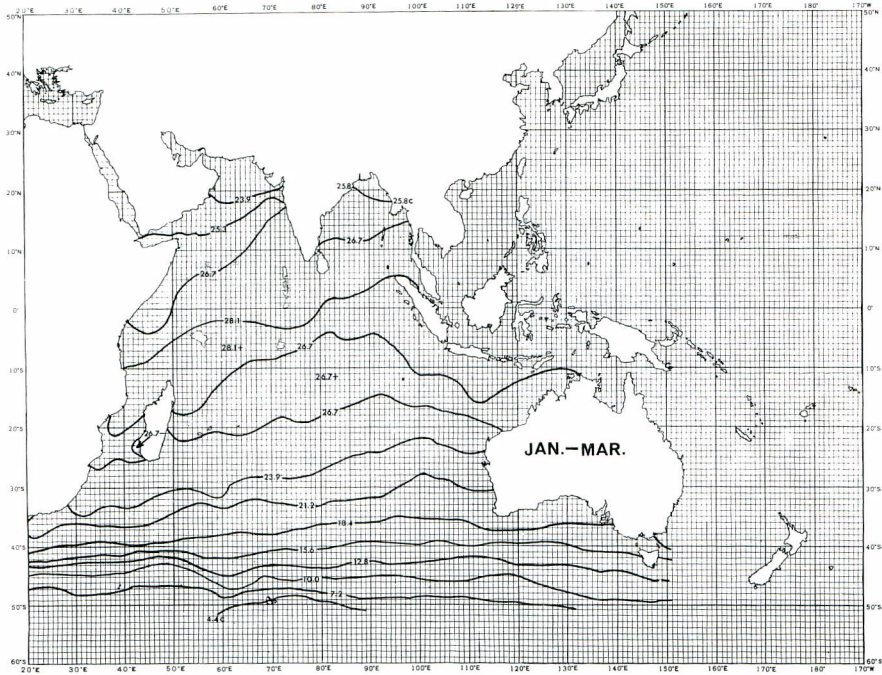
Appendix figure 1b. Ditto; second quarter.



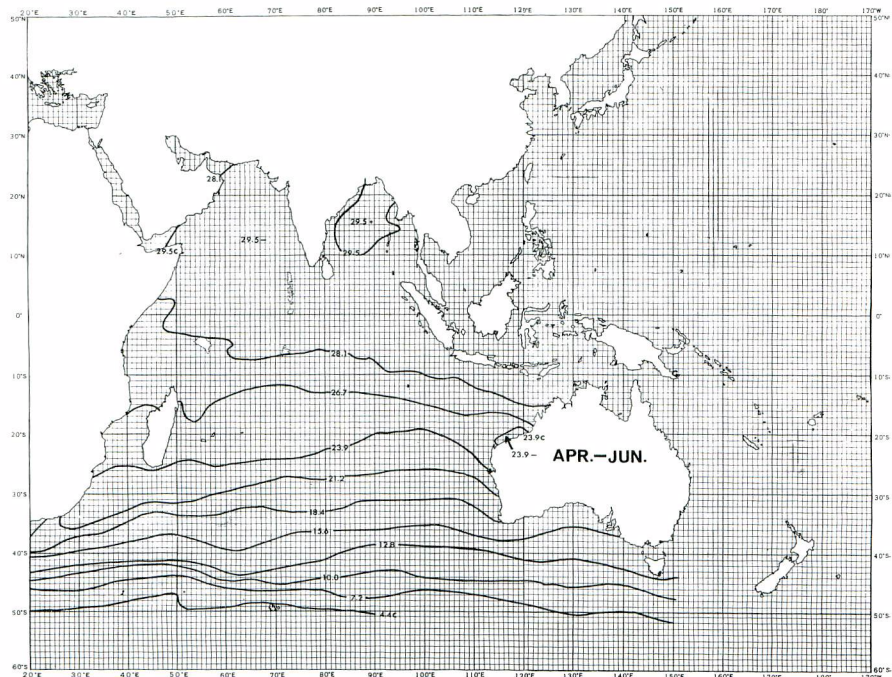
Appendix figure 1c. Ditto; third quarter.



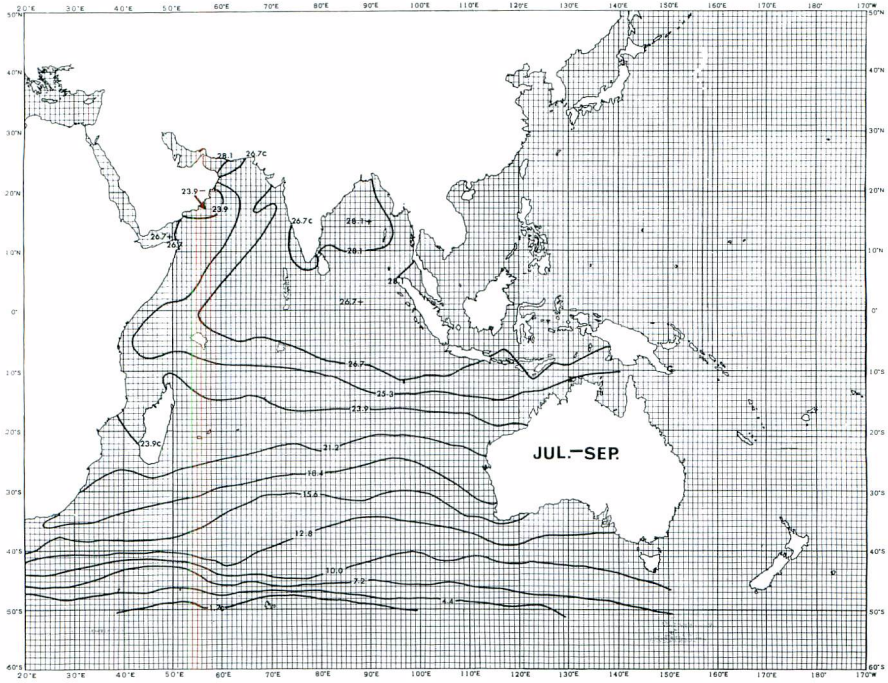
Appendix figure 1d. Ditto; fourth quarter.



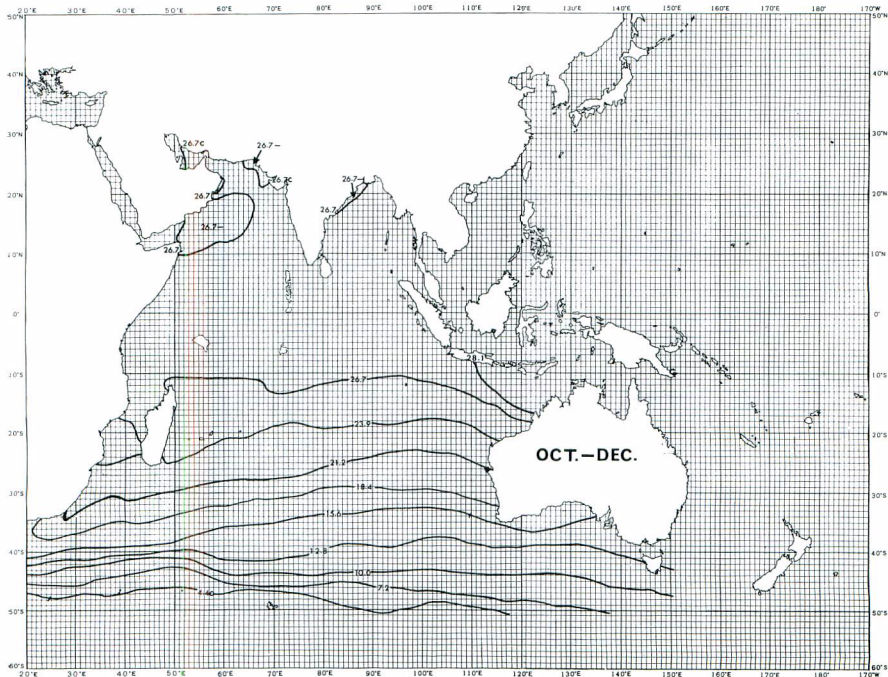
Appendix figure 2a. Distribution of isotherms of surface water temperature in the Indian Ocean (after U. S. Hydrographic Office 1943); first quarter.



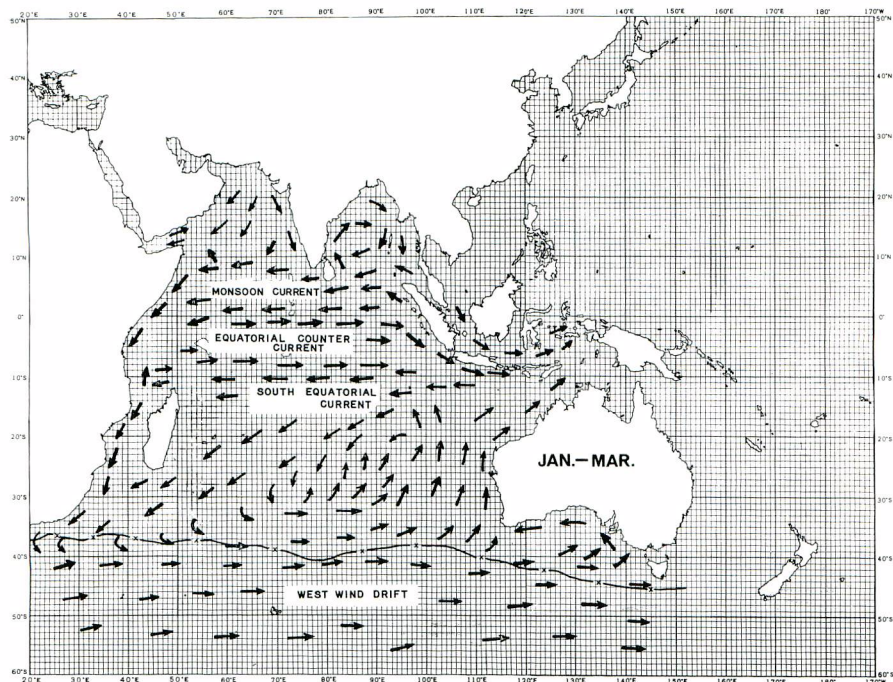
Appendix figure 2b. second quarter.



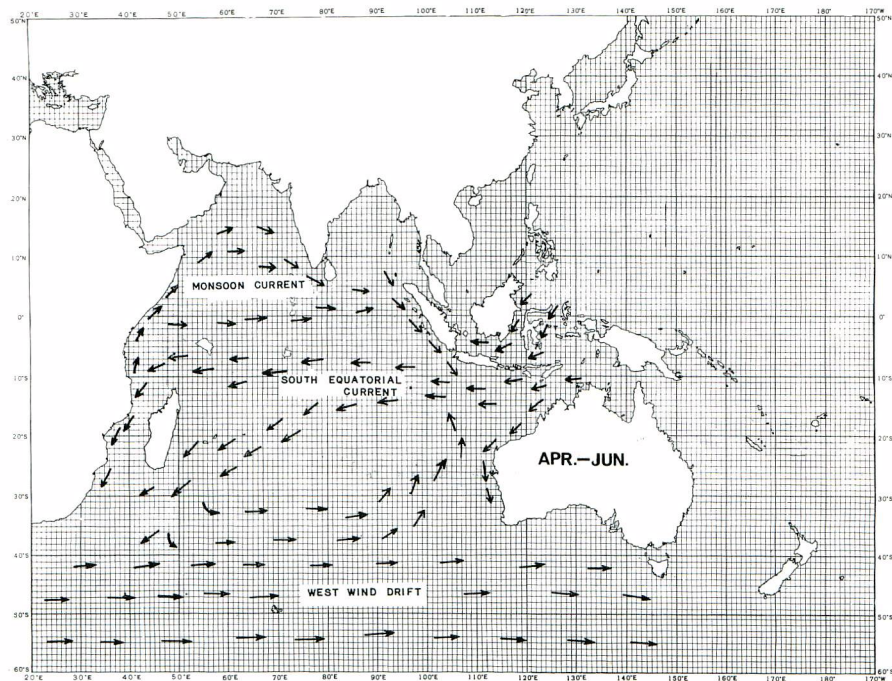
Appendix figure 2c. Ditto; third quarter.



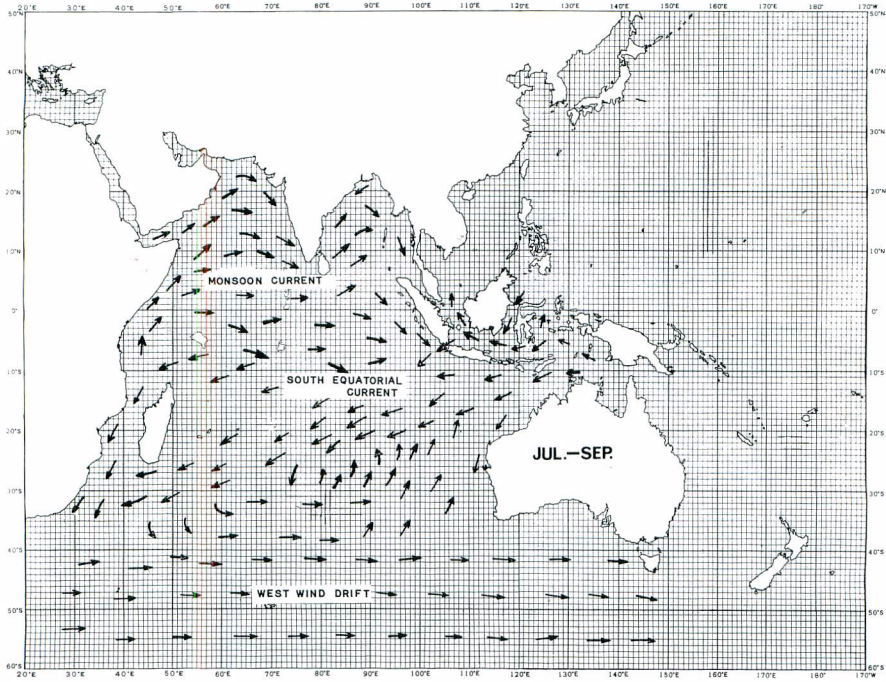
Appendix figure 2d. Ditto; fourth quarter.



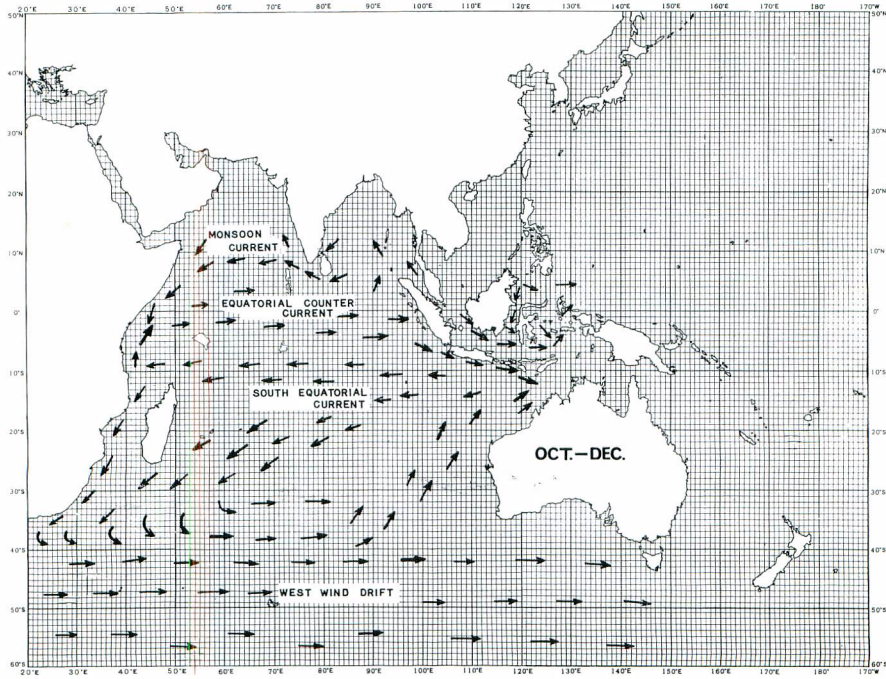
Appendix figure 3a. Schematic current chart in the Indian Ocean (based on Hidaka 1955, Mimura and Nakamura 1959, Pickard 1964 and Neumann 1968); first quarter.



Appendix figure 3b. Ditto; second quarter.



Appendix figure 3c. Ditto; third quarter.



Appendix figure 3d. Ditto; fourth quarter.