

# インド洋ではえなわ漁業の対象となった キハダの資源評価, 1959-1969年\*

本間 操・鈴木 治郎  
(遠洋水産研究所)

## Stock assessment of yellowfin tuna exploited by longline fishery in the Indian Ocean, 1959-1969

Misao HONMA and Ziro SUZUKI

Japanese longline fishery began to exploit yellowfin tuna in the eastern Indian Ocean in 1952. The operation range expanded very rapidly and covered the whole equatorial waters by 1955. Their fishing effort on the species also grew up continuously until 1962 (KAMIMURA *et al.* 1966). In the latter 1960's, many Japanese boats moved from the equatorial waters to the south of higher latitude area pursuing mainly southern bluefin tuna (SHINGU 1970, SHINGU and HISADA 1971). Replacing the Japanese boats, however, Taiwanese joined to fish yellowfin tuna in 1954 (KAMIMURA *et al.* 1966). And, Korean also have sent longliners there since 1967 (Federation of Japan Tuna Fishermen's Co-operative Associations and Japan Tuna Fisheries Federation 1968, 1969, 1970).

There are already several papers on fluctuations in catch and abundance of yellowfin tuna in the Indian Ocean (KAMIMURA *et al.* 1966, FAO 1967, 1968, 1969, KIKAWA *et al.* 1969). In the present paper, the basic data on fishing activities are described, and some calculations for these data and a preliminary explanation for the wide fluctuations in catch which are seemed independent of the fishing intensity is presented.

### 1. Materials and methods

#### 1. 1. General.

The original data used here comprise :

- (1) "annual reports of effort and catch statistics by area on Japanese tuna longline fishery, 1962 to 1969" published by the Fisheries Agency of Japan (1965-1971), and corresponding unpublished data for 1959 to 1961 prepared by the Far Seas Fisheries Research Laboratory,
- (2) body length composition and average body weight of yellowfin tuna caught by Japanese longliners during 1959 through 1969, and,
- (3) amount of catch in terms of weight (yield) of yellowfin tuna caught by Taiwanese (in 1962 to 1969) and Korean (in 1967 to 1969) longliners.

HONMA *et al.* (1971) showed procedures to calculate amount of effective effort, area of

---

\* 1972年10月27日受理 遠洋水産研究所業績 第83号

fishing ground, abundance of stock and age composition of catch on yellowfin tuna stocks in the Pacific Ocean. Their procedures are adopted here for processing the data from the Indian Ocean, with some modifications which will be described in the later sections.

Most definitions and symbols in population dynamics are cited from HOLT *et al.* (1959) and KURITA (1964). For brevity, *catch in terms of number* is simply called "catch", and another word, "yield", refers to *catch in terms of weight*.

In this paper, the "Indian Ocean" is defined to cover three regions inclusive of

- (1) north of Lat. 50°S, between Long. 20°E and 100°E.
- (2) between the Equator and Lat. 50°S, between Long. 100°E and 135°E, and,
- (3) between Lat. 5°S and 50°S, between 135°E and 140°E.

For convenience to calculate abundance of, and fishing intensity on yellowfin tuna, the Indian Ocean is divided into 15 sub-areas basing on geographical variations of hook rates. Five areas,  $E_1$ — $E_4$  and  $S_{1-1}$  adjacent to the Equator comprise the "major fishing ground" of high hook rate. The other ten areas are called "peripheral fishing ground" (Fig. 1).

#### 1, 2. Assumptions.

The present study is based on three assumptions that

- (1) a single biological unit supports the longline fishery in the whole Indian Ocean,
- (2) catch and effort data from Japanese fleet provide unbiased indices of abundance and fishing intensity in the whole longline fishery, and,
- (3) relation between body length and either body weight or age of the Indian Ocean stock does not differ from that of the Pacific counterpart.

In regard of the first assumption, there is a study of distribution of hook rates suggesting the existence of two groups in the eastern and western Indian Ocean. There is no indisputable evidence for the suggestion that these two groups are genetically separated with each other, however (MORITA and KOTO 1971).

Except the Japanese data, the catch and effort statistics required for estimating the effective effort are made available only in and after 1967 for Taiwanese fishery (Taiwan Fisheries Bureau 1968). Thus, the second assumption is indispensable unless the other data would be published.

Recent Taiwanese investigations cover the growth and the length-weight relationship of yellowfin tuna in the Indian Ocean. The third assumption will be replaced by their results in the near future (Federation of Japan Tuna Fishermen's Co-operative Associations and Japan Tuna Fisheries Federation 1970).

#### 1, 3. Compilation of catch, yield and effort data of Japanese longline fleet.

Catch and number of used hooks are based on the respective data compiled by 5° square and by three-month period. The yield by Japanese boats are estimated on the bases of catch and average body weight by age group. In addition, the yield data are cited from unpublished estimates by the ex-Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, based on catch and average body weight.

#### 1, 4. Area of fishing ground, abundance of stock and fishing intensity of Japanese longline fleet.

All the statistics under this heading are estimated along the lines presented by HONMA *et al.* (1971).

### 1. 5. Yields by Taiwanese and Korean fleets.

The Asian Tuna Fisheries Round Table Conference has provided the yields of yellowfin tuna taken by Taiwanese and Korean longliners (Federation of Japan Tuna Fishermen's Co-operative Associations and Japan Tuna Fisheries Federation, 1968-1970).

### 1. 6. Fishing intensity by the whole longling fleets.

It is required to calculate the indices of whole fishing intensity of fishery on the basis of detailed statistics from all the countries participating in this fishery. Because of limited information, however, the Japanese estimates are converted to those of the whole longline fleet operated in the Indian Ocean during 1962 through 1969, in order to give a general idea on status of yellowfin tuna stock exploited by this type of fishery.

### 1. 7. Catch by age of Japanese longline fleet.

HONMA *et al.*'s (1971) calculations are applied to estimate the catch by age of yellowfin tuna in the Indian Ocean. Catches in the unit of area and three-month period, in which no sample was obtained, are divided by age composition from neighbouring area of the same latitude and in the same three-month period.

## 2. Result

### 2. 1. Expansion of fishing ground of Japanese fleet.

The Japanese longline boats extended their fishing ground to the westward along the Equator during early period of exploitation before 1958, and then to the southward (Fig. 2). Taking into account the specific segregation of tunas (Fig. 3), it is said that the Japanese efforts were directed mainly to yellowfin tuna from 1952 to 1958, and then started to catch albacore, bigeye tuna, southern bluefin tuna and other temperate fishes as well as yellowfin tuna.

Such expansion of species has resulted in more rapid extension to the peripheral fishing ground than in the major fishing ground. Extent of the major ground almost leveled off by 1963, while the peripheral ground has been widening its range exceeding the former in area since 1966 (Fig. 4).

Area index of the major ground tends to shrink in the third quarter from July to September. The decrease of area index in the third quarter appeared also in the peripheral ground till 1966, but in and after 1967 when yellowfin tuna has no longer been major catch for the Japanese fleet.

### 2. 2. Fishing effort of Japanese fleet.

Japanese longliners change their fishing activity depending on season of the year. Number of hooks tends to increase in the fourth to first quarters (a three-month period from October to following March), either in the whole Ocean or in the major ground (Fig. 5).

Number of hooks used in the whole Indian Ocean increased from 34,800,000 in 1959 to 124,500,000 in 1967 and dropped to 97,730,000 in 1969. The increase is very remarkable in 1966 and 1967, probably owing to exploitation of southern bluefin tuna in the peripheral ground (SHINGU and HISADA 1971).

Japanese fishing intensity on yellowfin tuna in the major ground also shows a seasonal fluctuation as found in number of hooks. The annual fishing intensity per 5° square increased from 440,000 hooks in 1959 to 910,000 hooks in 1962, and then ranged between 580,000 and

1,190,000 hooks. The highest fishing intensity was realized in 1968.

### **2. 3. Catch and yield of Japanese as well as Korean and Taiwanese fleets.**

In 1952, the first year of commercial operation, the Japanese longliners captured 5,700 tons of yellowfin tuna (Fig. 6). The yield increased very rapidly, reaching 53,000 tons in 1956, and then fluctuated around 35,000 tons between 20,000 and 44,000 tons. The Taiwanese yield is also noted on the tremendous increase in 1968 and exceeded 16,000 tons. The rapid growth of yield is also noted in the Korean fishery, from only 270 tons in 1967 to over 3,000 tons in 1968 and 1969. Eventually, these two countries produced almost half of the total yellowfin yield in the last year under discussion (Table 1, Fig. 6).

It is interesting to note that both the catch and yield tended to increase in even years except 1964, and to decrease in odd years, but that neither increasing nor decreasing trend was found for the whole period (Figs. 6 and 7). Catch by Japanese fleet does not show any large seasonal fluctuations but tends to increase in the fourth and first quarters from October to March (Fig. 8). About 80 percent of the Japanese catch has been made in the major fishing ground (Fig. 7).

### **2. 4. Index of abundance of stock for Japanese fleet.**

The indices of stock size of yellowfin tuna in the Indian Ocean show a moderate seasonal fluctuation. The estimates lower in the third quarter, and reaches the highest in the first quarter. The seasonal fluctuation was conspicuous in early years from 1959 to 1962. Sharp increases in the second quarter and rapid decreases in the third quarter were found in 1968 (Fig. 9). The density index in the whole Ocean decreased from about 2.0 percent for 1959 to 1962 to about 0.7 percent for 1967 and 1969, although recovered to 1.2 percent in 1968 (Fig. 9). Data for the major fishing ground indicate peaks of density index of 3.0 percent in 1959 and 1960 and following decrease to 1.2 percent in 1967 and 1969.

### **2. 5. Catch by age by Japanese fleet.**

In yellowfin catch by the Japanese longliners, 3-year fish have continuously dominated in almost all the years except 1968 when 2-year fish were most abundant. In addition, 2- and 4-year fish comprise appreciable portion of the commercial catch. During the 11 years, the portion of 2-year fish has increased while that of 4-year fish has decreased, and the former has exceeded the latter since 1965 (Fig. 10).

Usually yellowfin tuna, except the 1966 year class, recruit into the longline fishery as 1- or 2-year fish, dominate in the catch as 3-year fish, and then decrease as the age goes on. Only few fish reach 6-year as far as the commercial catch is concerned. Rise of yield seems to be attributed to appearance of particular year classes, 1959 class in 1962, 1963 class in 1966, and 1966 class in 1968. But these strong year classes were not always abundant in the succeeding years (Fig. 11).

The incoming age groups, 2- and 3-year olds, have fluctuated in catch. Catch of 2-year olds tended to increase. In the density index, 3-year olds have been on a decreasing trend while 2-year olds have shown no significant change for 11 years under discussion (Fig. 12).

### **2. 6. Relation of yield with fishing intensity in the whole longline fleet.**

Yield of yellowfin tuna did not increase on the average, in spite of remarkable rise of fishing intensity after 1954. It may be possible to assume that the yield of yellowfin tuna averages around 35,000 tons for the fishing intensity over 500,000 hooks per 5° square. Other phenomenon

attracting our interest is the remarkable fluctuation in yield ranging between 20,000 tons in 1959 and 64,000 tons in 1968. The coefficient of variation of yield reached 37 percent for 16 years from 1954 to 1969 (Fig. 13).

### 3. Discussion

#### 3. 1. Seasonal fluctuations in the fishing activity of Japanese longliners directed to yellowfin tuna and its year-to-year change.

Fishing activities are represented by quarterly sums of five indices including extent of operation range, number of hooks, fishing intensity, catch in number and density in average hook rates. Usually these indices coincidentally lower in the third quarter, July to September and increase in each of the other three quarters (Table 2). It is also noted that the peaks of extent of operation range and number of hooks in the peripheral fishing ground appeared in the fourth to first quarters in early years before 1967, but in the second to third quarters since then. Such shift of peak quarters reflects the change of specific preference of Japanese longliners from yellowfin tuna to other temperate tunas, especially southern bluefin tuna.

#### 3. 2. Supplement note to assessment of yellowfin tuna stock.

The above examination of catch and effort data re-confirmed that the fishing effort resulting in the intensity over 500,000 hooks per 5° square might have been an over-investment and the yields have not increased substantially. The additional length data make it possible to promote a better understanding of the fluctuation in yield.

##### 3. 2. 1. Change in age composition of catch.

Since 1965, 2-year fish have exceeded 4-year olds in catch, even 3-year olds in 1968. Here it is noted that the shift of fishing ground also might have raised the portion of 2-year fish in the catch. Namely the mean weights compiled by 10°×20° quadrangle exceeded 28kg (about 3.0 years) in the eastern Indian Ocean, while the low mean weights of 22 to 26 kg (about 2.7-2.9 years) occurred in the western Indian Ocean, especially along Africa (Fig. 14). Fishing activity has risen more rapidly in the western Indian Ocean than in the eastern part since 1965 (Fig. 15).

Stable abundance of 2-year fish seems to reflect that the recent increase of fishing intensity has not affected destructively the reproduction of yellowfin tuna population in the Indian Ocean (Fig. 12). However, this inference must be confirmed through the estimation of fishing intensities for respective age groups, in the light of expansion of fishing ground toward the western Indian Ocean.

##### 3. 2. 2. Variation of yield independent of fishing intensity.

Fluctuation in the yield has been explained reasonably by the changes of fishing intensity in most of large-sized tuna stocks. On the other hand, yellowfin tuna in the Indian Ocean has shown remarkable fluctuations in the yield, which seem not to be directly related to the fishing intensity. Examination of age composition data indicates the yield increased apparently due to appearance of strong year classes; 1959 class (3-year olds) in 1962, 1963 class (3-year olds) in 1966 and 1966 class (2-year olds) in 1968. Besides, it is noted that the dominancy of strong classes lasts only for one or two years. NAKAGOME (1967) and NAKAGOME and HANAMOTO (1967) also pointed that strong year classes of yellowfin tuna in the Indian Ocean appeared for only a particular year or two. As the abiotic factors related to the catch of yellowfin tuna in

the western Indian Ocean, NAKAGOME (1967) notes the occurrence of strong year classes in cold years basing on the examination of catch and sea surface temperature data taken during 1955 through 1963. The mean surface temperature is really too rough and crude index of environments. But the apparent correlation implies it useful to advance the biology of yellowfin tuna in relation to such ecological aspects as time and place of recruitment and as oceanography of distribution range.

### 3. 3. Conclusion on status of the yellowfin tuna stock.

It seems possible, for the time being, that the recent fishing intensity of longline fleet is not destructive for reproduction of yellowfin tuna population in the Indian Ocean. In spite of wide range of estimates of natural mortality and growth coefficients by various researchers, the biomass of an unexploited stock is calculated to reach the maximum at 2 or 3 years after birth (HENNEMUTH 1961, KAMIMURA *et al.* 1966, HAYASI and HONMA 1969, 1971, HAYASI and KIKAWA 1970 a, b, LENARZ 1971, ms, WISE 1972, HAYASI *et al.* 1972). The longline fishery mainly depends on yellowfin tuna of 2 years and older, and the average age of first capture in the fishery may be around 2.73 years (Table 3). Thus average age of first capture approximates the age of maximum biomass, and then the increase of fishing intensity may not significantly change the yield insofar as the fishing does not deplete size of recruitment to the whole population. Of course, expansion of fishing activity may not result in substantial improve in the yield, and lower the yield-per-effort as well as fecundity of stock. Amount of effort expanded for strong year classes could be an impact to reproduction of weak classes. Attention must be always paid to retain the level of recruitment for that rapid increase in fishing activity. It should be noted that rise of fishing intensity beyond the present level might cause further over-investment without any substantial increase of yield but the growing threat for reduction of recruitment.

## は し が き

日本のはえなわ漁業は1952年に東部インド洋のキハダを開拓はじめ、1955年には、その全赤道海域にわたって操業するにいたり、その後ひきつづき1962年まで同種に対する漁獲努力は増大を続けた（上村他 1966, p. 771）。1960年代後半にはいるとインド洋で操業する日本船の中にはキハダ漁場からはなれてミナミマグロを狙うものが増えたが（新宮 1970, 新宮・久田 1971）、その反面1964年頃から台湾船がキハダ漁場に進出し（上村他 1966）、1967年頃から韓国船も加わったので（日鯉連<sup>\*</sup> 1968～1970）、本種はいぜんとして強度に間引かれている。これら3ヶ国の漁船隊の増強にともなうキハダの釣獲率の低下は従来から注目を惹いてきた（上村他 1966, FAO 1967～1969, 木川他 1969）。この研究では、この間のキハダに対する漁業活動の経年変化および季節変化をのべるとともに、努力量と漁獲量との関係にもとずいて資源状態の評価を進めた。

この研究を進めるに当って、遠洋水産研究所須田明浮魚資源部長、林繁一第一研究室長ならびに同部の方々に種々のご援助をいただいた。ここに感謝の意を表する。

## 1. 資料と方法

### 1. 1. 概 要

本研究で主として用いた資料はつぎの3種類である。

- (1) 日本のはえなわ漁船の緯経度5度ますめ別（以下5°ますめという）、月別または四半期別使用釣数、魚種別漁獲尾数。1962—1969年分は水産庁調査研究部（1965—1971）によって「まぐろはえなわ漁業漁場別統

\* 「日本鯉鮪漁業協同組合連合会、日本鯉鮪漁業者協会」を本文中では「日鯉連」と略称する。

計調査結果報告」として刊行されている。1959—1961年分は遠洋水産研究所で整理されている。これらの資料を以下「漁場別統計」と略称する。

(2) 遠洋水産研究所が整理した日本はえなわ漁船による1959—1969年漁獲物の緯度10度、経度20度区画別（以下 $10^{\circ} \times 20^{\circ}$ 区画という）、四半期別標本の年齢組成および平均体重資料。

(3) 台湾および韓国のはえなわ漁船によるキハダ漁獲重量。台湾船については1962—1969年、韓国船については1967—1969年の資料が得られている（日鯉連1968—1970、台湾省漁業局1968）。

資料の取扱い方法は、おおむね本間他（1971）が太平洋のキハダの資源評価にさいして用いたものと同じである。しかし、インド洋における調査の実情を考慮して、この取扱い方法には、1.2—1.4節にのべるような修正が加えられている。資源評価にかんする術語の定義と記号は原則としてHOLT他（1959）および栗田（1964）によった。

この研究でいう“インド洋”とは次の3海域を含む。

- 1)  $50^{\circ}\text{S}$  以北,  $20^{\circ}\text{E} \sim 100^{\circ}\text{E}$ .
- 2)  $0^{\circ} \sim 50^{\circ}\text{S}$ ,  $100^{\circ}\text{E} \sim 135^{\circ}\text{E}$ .
- 3)  $5^{\circ} \sim 50^{\circ}\text{S}$ ,  $135^{\circ}\text{E} \sim 140^{\circ}\text{E}$ .

資源豊度および漁獲強度を計算する空間の基本単位は $5^{\circ}$ ますめである。別に記述の便宜上、釣獲率の空間分布を考慮して、15個の小海域を設定した。そのうち釣獲率の高い $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $E_4$ および $S_{1-1}$ 海区をキハダの中心漁場、その他の10海区をキハダの周辺漁場と呼ぶ（図1）。

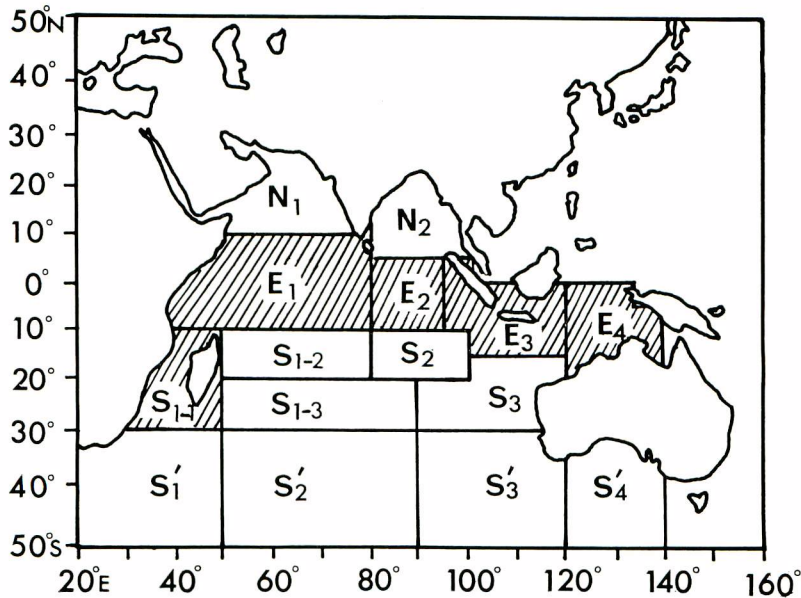


図1. インド洋のキハダ資源評価のための漁場区分。

斜線は中心漁場を示す。

Fig. 1. Division of fishing ground for assessment of yellowfin tuna stock in the Indian Ocean.

Shade denotes the major fishing ground.

## 1. 2. 主な仮定

キハダのストックに関して3つの仮定をおいた。

第1にインド洋ではえなわ漁業の対象となるキハダは単一の系統群で構成されているとみなす。もっともイ

インド洋には、すくなくともみかけ上、東西に2つのグループが存在する可能性がある（森田・古藤 1971）、今後資源評価を進めるにさいしては系統群の構造を改めて吟味する必要がある。第2に1964年以降、急速に増強された台湾、韓国船の漁場別統計が、1967年の台湾のはえなわ船を除いて、発表されていないから（台湾省漁業局 1968）、キハダの豊度は日本のはえなわ船の漁獲記録によって代表されると仮定する。第3に、インド洋のキハダの体長と体重または年令との関係は太平洋におけるそれと同じであると仮定する。近年台湾大学を中心としてインド洋のキハダの成長にかんする研究が進められているので、この仮定は近い将来は不要となろう（日鯉連 1971, p. 89）。

### 1. 3. 日本はえなわ船による漁獲量および使用釣数の集計

漁場別統計に記載されている漁獲尾数および使用釣数を、四半期別、海区別ならびにインド洋全域にわたって集計した。1959—1969年の年別漁獲重量は、海区別、年令別漁獲尾数（p. 9）と各年令の中央値に対する体重との積和として求めた。

この他に旧南海区水産研究所がインド洋の総漁獲尾数に一定の平均体重をかけて計算した1952—1958年の年別漁獲量も用いた。この平均体重は体重組成の年変動を考慮して、年毎に判定したものである。ただし、その判定には体長組成や漁獲尾数の海域、季節変異が十分に考慮されなかったので、平均体重の妥当性には検討の余地がある。1959年以降の漁獲量の推定値では体重の海域変異による偏りは資料のえられた範囲で補正されているが、年令別平均体重を一定としたことともなう偏りは残っている。1つの年令の中でも成長ともなう体重の変化は若年魚ではとくに大きく、年令の中央値における体重と年令幅の上限、下限における体重はかなり異っている。たとえば2才魚の「平均体重」としては2.0才の体重12kgを一率に用いたが、その1.5才、2.5才に対応する体重はそれぞれ6kg、19kgで中央値の $\frac{1}{2}$ から1.6倍にわたっている。

農林省統計調査部（1964、1970）は、1962—1968年にはえなわ船が水揚げしたキハダの重量（鰓、内臓込みの生重量に換算）を公開し、さらに未発表であるが、1960、1961、1969年における水揚量を集計している。鰓、内臓は体重の15%強を占めると考えられるから（森田 未発表）、数年を通してみるとここで計算した漁獲重量は統計調査部の推定した水揚量よりも15%程度少なくなければならぬ。しかし、現実にはむしろ上述の漁獲重量が水揚量よりも多い年が全体の半ばを占めている。そして、両者の資料がえられた1960—1969年の10ヶ年を通算すると漁獲量は30万トンで、水揚量29万トンより若干多い。この矛盾の原因については今後検討を加える必要があるけれどもそれを明らかにすることは容易ではあるまい。ただし、2つの漁獲量の経年変化は良く似ているので（1960年—1969年の相関係数は0.92）、経年変化をとらえるにはいずれも一応は信頼できるといえよう。ここでは漁獲強度の計算に対応する歴年の漁獲時集計である漁場別統計から推算した漁獲量を用いた。

### 1. 4. 日本はえなわ漁船についてみた漁場面積、資源の豊度、漁獲の強さ

漁場となった海域の面積は赤道に接して陸地のまったくない緯度5°を単位として計算した。また、各四半期におけるキハダの資源量指数は、操業の行なわれたすすめについてのみ求めた。漁獲の強さは、漁場面積が年々拡大したのみでなく季節的にも変化したので、四半期別単位面積当り有効努力量、つまり漁獲強度によって表わした（本間他 1971）。

各すすめに投下された釣の有効度は、年四半期毎に計算したのでここで求めた資源量指数、密度指数、漁獲強度は操業はんいの経年的な変化ともなう偏りをもっている。この偏りをとりのぞくために須田・久米（1967）、塩浜（1971）のいう有効度指数の分布の平年型が想定できるか、また、その季節変化をどのように扱うかについて別途検討を進めつつある（本間 未発表）。なお1959年以降の11年間の他に、旧南海区水産研究所が暫定的に計算した1954—1958年の漁獲強度の推定値を用いたが、この暫定値も1959年以降のものと同じ問題を含んでいる。

### 1. 5. 台湾及び韓国船による漁獲量

\* この研究では0.5～1.5才を1才、1.5～2.5才を2才……と区分してあるので1才魚、2才魚……の体重中央値は1.0才、2.0才……における体重をさす。



台湾, 韓国の漁獲量は, アジア鯷漁業者会議に発表されたものである(日鯷連1968—1970)。

1. 6. 全はえなわ漁業の漁獲強度

資源量と漁獲強度の計算にあたっては, はえなわ漁業に従事しているすべての国の統計を用いる必要がある。しかし, 現在入手し得る漁獲統計の内容は限られているので, すべてののはえなわ漁業が対象とするキハダ資源の状態を検討するための漁獲強度  $f_T$  は, 日本船資料で推定した結果  $f_J$  に, 日本船漁獲量  $Y_J$  の日本, 台湾, 韓国を含む3国の総漁獲量  $Y_T$  に対する比をかけて類推した。

$$f_T = f_J \times \frac{Y_T}{Y_J}$$

1. 7. 日本はえなわ漁船による年令別漁獲尾数

年令組成の時空間的な集計単位となっている四半期別,  $10^\circ \times 20^\circ$  区画別<sup>\*</sup>の年令組成を本間他(1971)の方法によって集計した。ただし, 1—2節「主な仮定」でのべたとおり(p. 7), 体重組成を体長組成に, また, 体長組成を年令組成に換算するための関係式は太平洋のストックについて求められた結果を代用している。なお, 操業は行なわれたけれども体長組成標本がえられなかった海区の年令組成は原則として同一時期, 同一緯度の最も近くの海区に等しいと仮定した。

2. 結 果

ここで求めた漁場面積, 漁獲努力量, 豊度および年令別漁獲尾数の季節および経年変化, ならびに漁獲量と

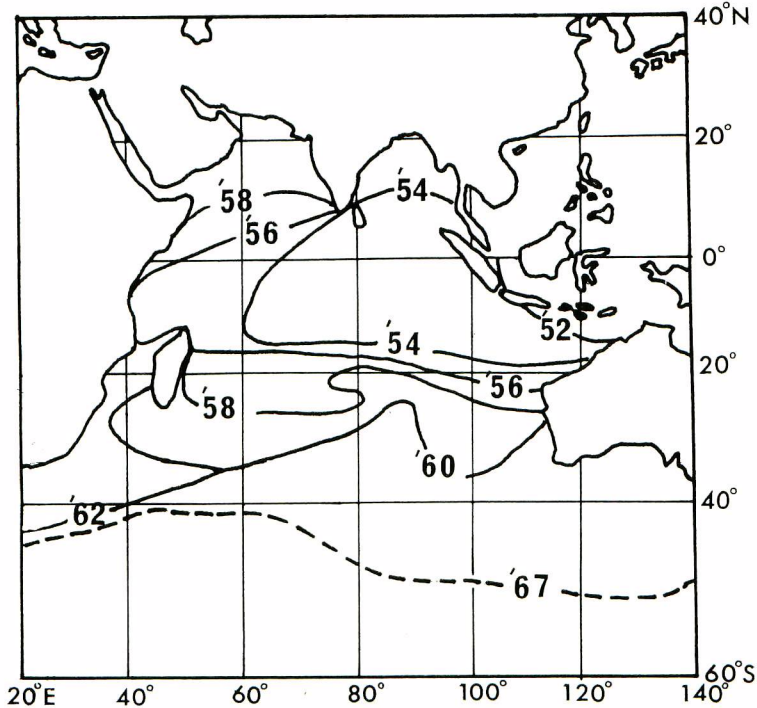


図 2. インド洋における日本のはえなわ漁業の漁場拡大, 1952—1967年。上村他(1966, p. 756)を改変。

Fig. 2. Expansion of fishing ground of Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1952—1967. Modified from KAMIMURA *et al.* (1966, p. 756).

\* S'4 海域の漁獲尾数はこの研究でとりあげた 1959—1969年を通してわずか58尾にすぎないので年令別漁獲尾数を検討するさいには除いた。

漁獲強度との関係はつぎのとおりである。

### 2. 1. 日本はえなわ船の漁場の拡がり

上村他(1966)がのべているとおり、日本のはえなわ船は1952年にインド洋に進出し、1958年までは漁場を赤道に沿って西方に拡大したのち南方に拡げていった(図2)。漁場の拡大を魚種別分布(図3)と対比すると、日本船は1958年頃までは主にキハダをねらって操業し、それ以降キハダに加えてビンナガ、メバチ、ミナミマグロ等をねらうようになったといえる。

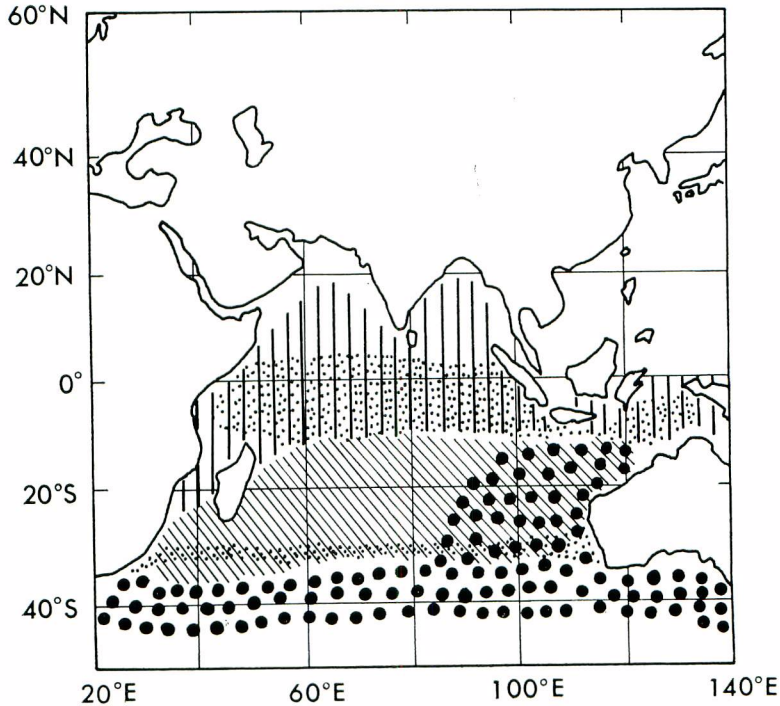



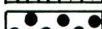


図3. インド洋におけるマグロ類の魚種別分布範囲。

Fig. 3. Distribution ranges of tuna species in the Indian Ocean.

	ビンナガ	Albacore
	メバチ	Bigeye tuna
	キハダ	Yellowfin tuna
	ミナミマグロ	Southern bluefin tuna

主対象魚の変化は漁場面積の経年変化にも現われている。漁場面積はキハダの中心漁場でも、周辺漁場でも拡大したが、1959年の漁場面積に対する1969年のそれはキハダの中心漁場では1.6倍であるのに、周辺漁場では2.7倍に達している。また、キハダの中心漁場での操業面積は1963年以降は大きくは増大していないが、周辺漁場では1966年以降とくに著しく拡大し、1967年には中心漁場よりも広くなった(図4)。季節的にみると中心漁場の面積指数は第1、2四半期に大きく、第3四半期に最小になる場合が多い。周辺漁場では1966年頃までは第4四半期から第1四半期に拡大し、第3四半期に最少になっていたが、1967年以降になると第2四半期に面積が最大となる。

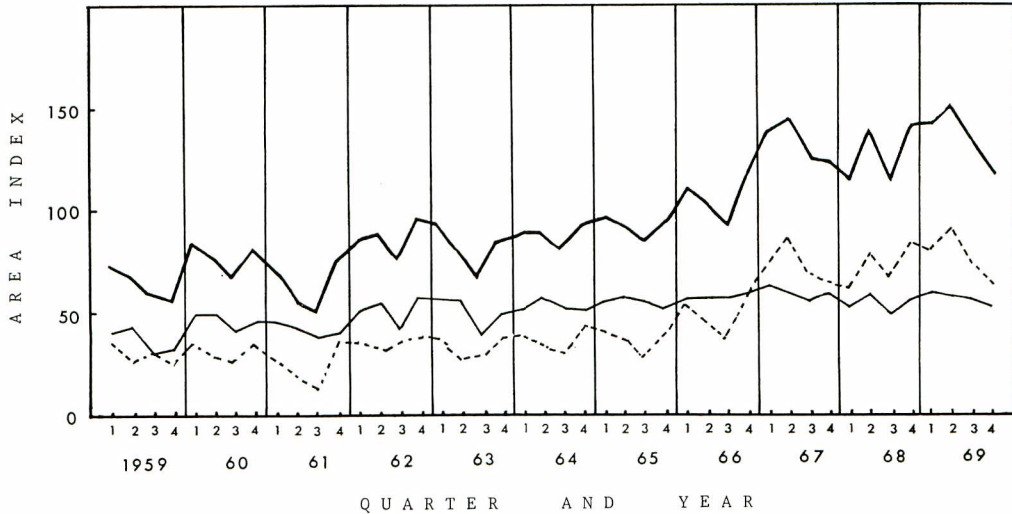


図 4. インド洋における日本はえなわ漁業の四半期別漁場面積, 1959—1969年。

Fig. 4. Extension of area of fishing ground of Japanese longline fishery for quarter in the Indian Ocean, 1959—1969.

- インド洋全体 Whole Indian Ocean
  - 中心漁場 Major fishing ground for yellowfin tuna
  - 周辺漁場 Peripheral fishing ground for yellowfin tuna
- |         |   |      |               |                  |
|---------|---|------|---------------|------------------|
| Quarter | 1 | 1—3月 | January—March |                  |
|         | " | 2    | 4—6月          | April—June       |
|         | " | 3    | 7—9月          | July—September   |
|         | " | 4    | 10—12月        | October—December |

## 2. 2. 日本はえなわ船の漁獲努力量

全インド洋で日本船が使用した釣数は, 1959年の3,480万本から1967年の12,450万本に増大したのち, 1969年の9,773万本まで減少した(図5)。ただし1967年から1969年にかけての釣数の減少はキハダの中心漁場に限られており, 周辺漁場の釣数(図5における四半期別の全インド洋における釣数と中心漁場における釣数の差)は逆に増大している。使用釣数の季節変化はインド洋全域, キハダの中心漁場ともに第4四半期から第1四半期に最大になる場合が多い。

インド洋全体のキハダに対する日本船の年別漁獲強度は1959年の5°ますめ当り44万本から1962年の91万本に増加した後, 1967年までは58~93万本の範囲にあり, 1968年には119万本に急増したが, 1969年に76万本に減少した。

季節的にみると, 使用釣数同様有効漁獲強度も, インド洋全域, 中心漁場ともに第4~1四半期に極大, 第3四半期に極小になる場合が多い(図5)。経年的にみても, 両者の変動傾向はおたがいによく似ている。しかし, 使用釣数が1967年にピークに達し, その後の低下は緩やかであるのに対して, 漁獲強度のピークは1968年に現われ, 翌年には著しく減少し, 近年においては両者の間には経年変化の不一致が現われている。

## 2. 3. 日本はえなわ船及び韓国, 台湾はえなわ船の漁獲量

日本船によるキハダの漁獲量は漁場開発初期の1952年には5,700トンであったが, それ以降急速にのび1956年には5.3万トンに達した。その後は約3.5万トンを中心に2.0~4.4万トンの範囲で変動した。台湾の漁獲量は1968年に1.6万トンに急増した。1967年には270トンにすぎなかった韓国の漁獲量も1968, 1969年には3,000

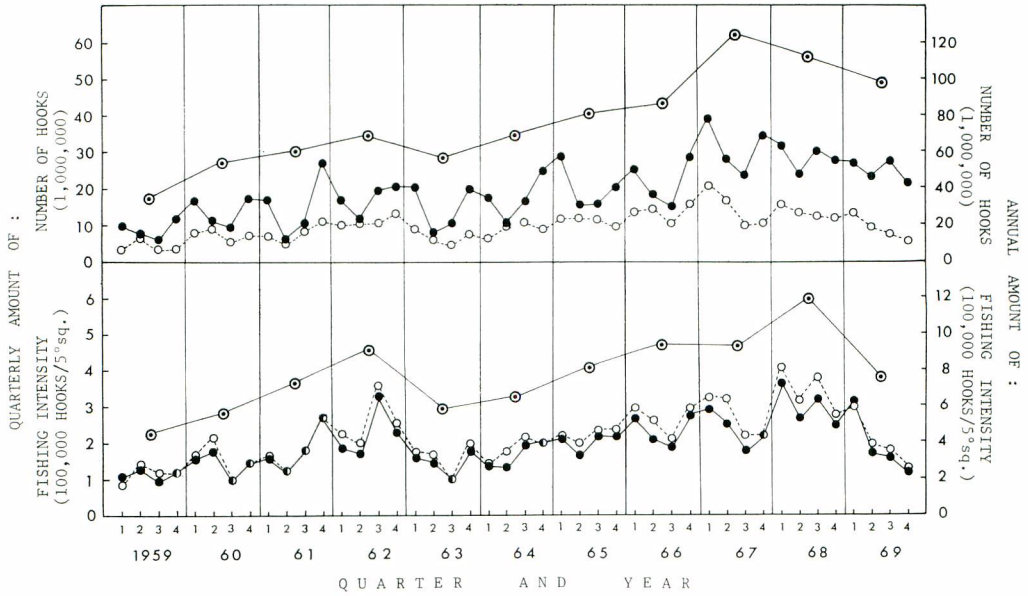


図 5. インド洋における日本はえなわ漁業の四半期別年別漁獲努力量, 1959—1969年。  
 Fig. 5. Fishing effort of Japanese longline fishery in the Indian Ocean, for quarter and for year, 1959—1969.

- 全インド洋四半期 Whole Indian Ocean by quarter
  - 中心漁場四半期 Major fishing ground by quarter
  - 全インド洋年間 Whole Indian Ocean by year
- 四半期については図4の脚注参照。  
 See footnote of Fig. 4 for definition of "quarter".

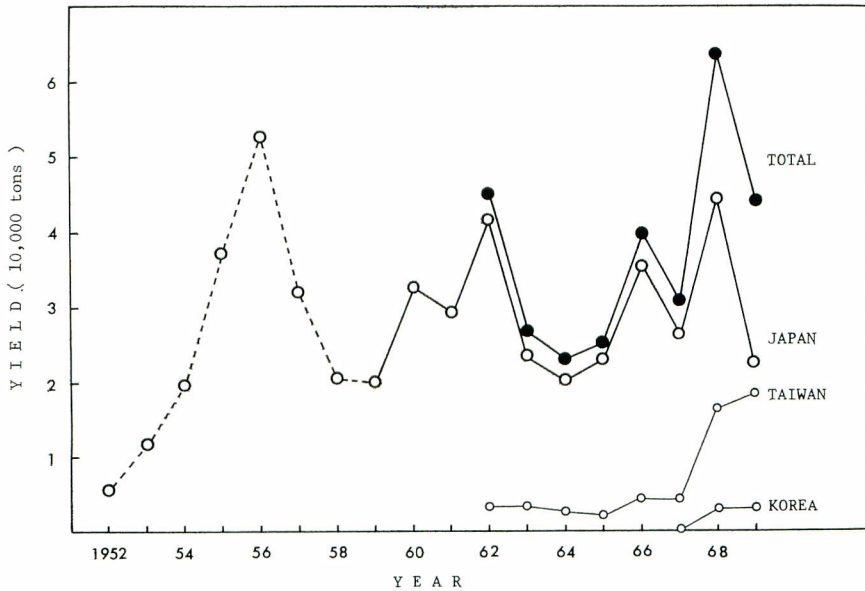


図 6. インド洋における日本, 台湾, 韓国のはえなわ漁業によるキハダ漁獲重量, 1952—1969年。  
 資料源については表1の脚注を参照のこと。  
 Fig. 6. Yield of yellowfin tuna by Japanese, Taiwanese and Korean longline fishery in the Indian Ocean, 1952—1969.  
 See footnote of Table 1 for sources of data.

表 1. インド洋における日本, 台湾, 韓国のはえなわ漁業によるキハダの漁獲量および水揚量, 1952—1969年。

Table 1. Yield and landing of yellowfin tuna by Japanese, Taiwanese and Korean longliners in the Indian Ocean, 1952—1969.

Year	Yield in metric tons				Japanese landing in metric tons
	Total	Japan	Taiwan	Korea	
1952	5,714	5,714	—	—	...
1953	11,696	11,696	—	—	...
1954	19,780	19,780	—	—	...
1955	37,406	37,406	—	—	...
1956	52,832	52,832	—	—	...
1957	32,258	32,258	—	—	...
1958	20,703	20,703	—	—	...
1959	20,193	20,193	—	—	...
1960	32,572	32,572	—	—	33,226
1961	29,206	29,206	—	—	29,778
1962	45,304	41,836	3,468	—	41,669
1963	26,947	23,545	3,402	—	26,669
1964	23,253	20,394	2,859	—	17,268
1965	25,330	23,150	2,180	—	20,860
1966	39,822	35,454	4,368	—	27,181
1967	30,977	26,332	4,379	266	27,359
1968	64,004	44,414	16,453	3,137	39,867
1969	44,232	22,704	18,425	3,103	22,719

資料.

日本の漁獲量: 1952—1958年は旧南海区水産研究所の推定値,

1958—1969年は現著者の推定値。

台湾, 韓国の漁獲量: 第2～4回アジア鯉鮪漁業者会議々事録(日本鯉鮪漁業協同組合連合会・日本鯉鮪漁業者協会 1968—1970)から引用。

日本の水揚量: 1962—1968年は農林省統計調査部(1964, 1970), その他の年は同部の未発表資料。

Source of data.

Japanese yield: Estimates by ex-Nankai Regional Fisheries Research Laboratory for 1952—1958, or by the present authors for 1959—1969.

Taiwanese and Korean yields: Data presented at the Second, Third and Fourth Asian Tuna Fishermen's Conference for 1962—1969 (Federation of Japan Tuna Fishermen's Co-operative Associations and Japan Tuna Fisheries Federation 1968—1970).

Japanese landing: Data compiled by the Statistics and Survey Division, Ministry of Agriculture and Forestry (1964, 1970) for 1962—1968, and unpublished data by the Division for the other years.

トンをこえた。その結果1969年には台湾と韓国をあわせた漁獲量はほぼ日本の漁獲量と等しくなった(図6, 表1)。

日本船の漁獲尾数は漁獲重量とほぼ同様の経年変化をたどり, 1968年にもっとも多く, 次いで1962, 1966, 1960年の順であって, 1964年を除くと偶数年に多く, 奇数年に少ないといった隔年変動を示し, 単調な増加ま

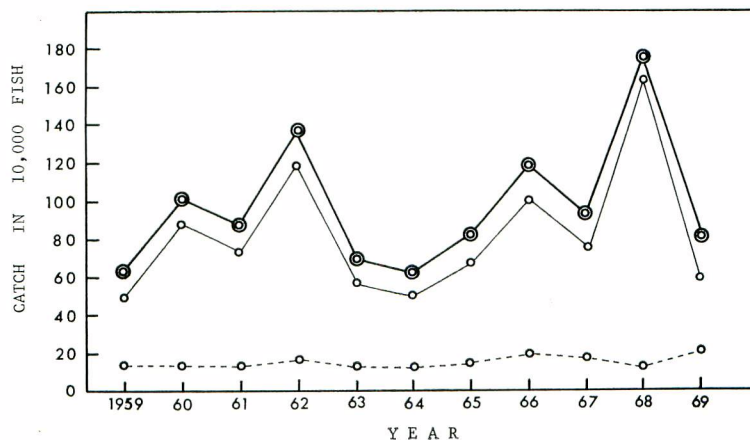


図 7. インド洋における日本はえなわ漁業の年別キハダ漁獲尾数, 1959—1969年。

**Fig. 7.** Catch of yellowfin tuna by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1959—1969.

- 総漁獲尾数 Total catch
- 中心漁場の漁獲尾数 Catch from the major fishing ground for yellowfin tuna
- 周辺漁場の漁獲尾数 Catch from the peripheral fishing ground for yellowfin tuna

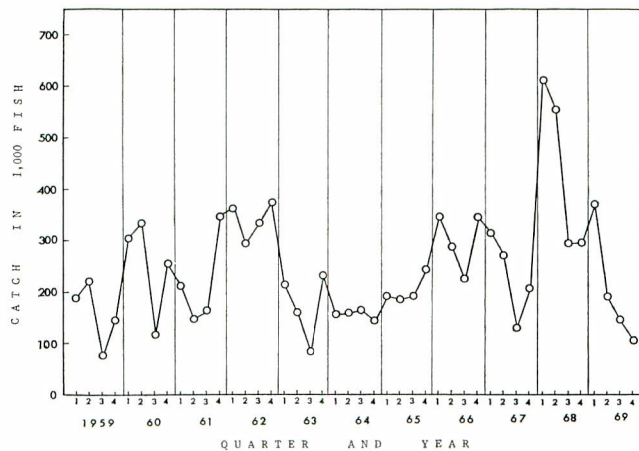


図 8. インド洋における日本はえなわ漁業の四半期別キハダ漁獲尾数, 1959—1969年。

**Fig. 8.** Catch of yellowfin tuna by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, for quarter and year, 1959—1969.

四半期については図4の脚注参照。

See footnote of Fig. 4 for definition of "quarter".

たは減少の傾向はみられない。なお、中心海域での漁獲尾数は全インド洋の80%以上を占めている(図7)。漁獲尾数の季節変化は必ずしも規則的ではないが、第3四半期に極小になり、第1、第4四半期に極大となる年が多い(図8)。

2. 4. 日本はえなわ船による豊度

キハダの中心漁場での資源量指数は、全インド洋におけるその70~84%を占め、両者の経年変化はよく一致している。インド洋全体における資源量指数は1968年を除いて1963年以降減少している。漁場面積が増大しているので密度指数でみると豊度の低下はより明瞭にあらわれ、1959年から1962年にかけての5%ますめ当り約2.0%から、1.2%に回復した1968年を除いて、ほぼ単調に低下し、1967、1969年におよそ0.7%余り、つまり1962年以前の約37%になった。その季節変化についてみると、資源量指数、密度指数のいずれも中心漁場では、第4四半期から第1、2四半期にかけて高く、第3四半期にもっとも低くなる場合が多い。この季節変化は資源が比較的多かった1959—1962年にはとくに顕著であった(図9)。キハダの中心漁場の密度指数はインド洋全域のそれに比べて絶対値が高いが、経年的にみると同じように低下している。初期の高密度は1959、1960両年のみにみられ、その年平均は3.0%、また1967、1969年の平均密度指数は1.2%であった。

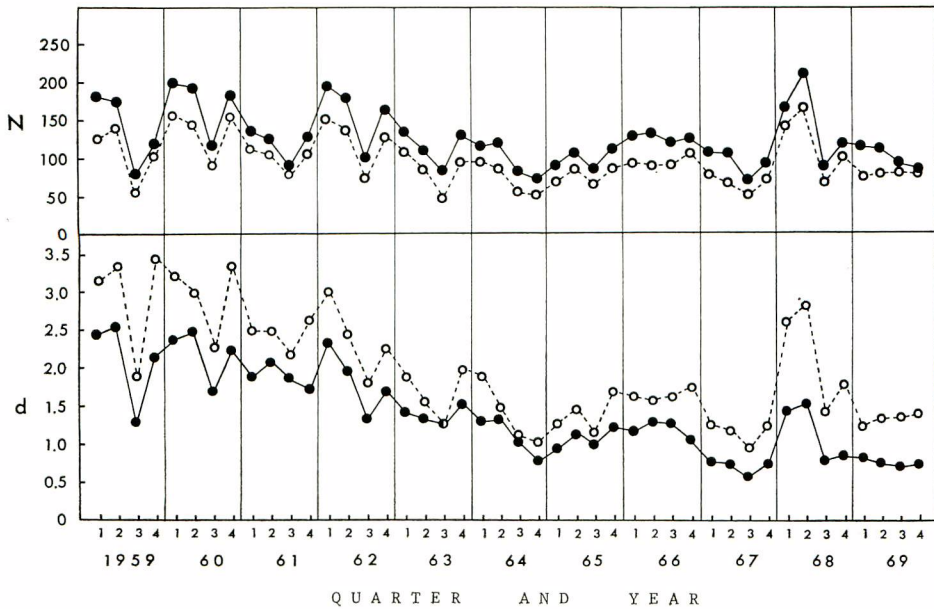


図9. インド洋における日本はえなわ漁業のキハダの四半期別資源量指数  $N$  及び密度指数  $d$ , 1959—1969年。

Fig. 9. Indices of stock size,  $N$ , and density,  $d$ , of yellowfin tuna by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, for quarter, 1959—1966.

●—● 全インド洋四半期 Whole Indian Ocean by quarter  
○-----○ 中心漁場四半期 Major fishing ground for yellowfin tuna by quarter.

四半期については図4の脚注参照。

See footnote of Fig. 4 for definition of "quarter"

2. 5. 日本はえなわ船による年令別漁獲尾数

インド洋の日本はえなわ漁業によるキハダ漁獲物では1968年を除いて、3才魚が卓越し、4才魚および2才魚がこれについている。経年的にみると4才魚の割合が減少、2才魚の割合が増加し、1964年までは4才魚が、1965年以後では2才魚の方が多く、とくに1968年には2才魚が3才魚をしのいだ(図10)。

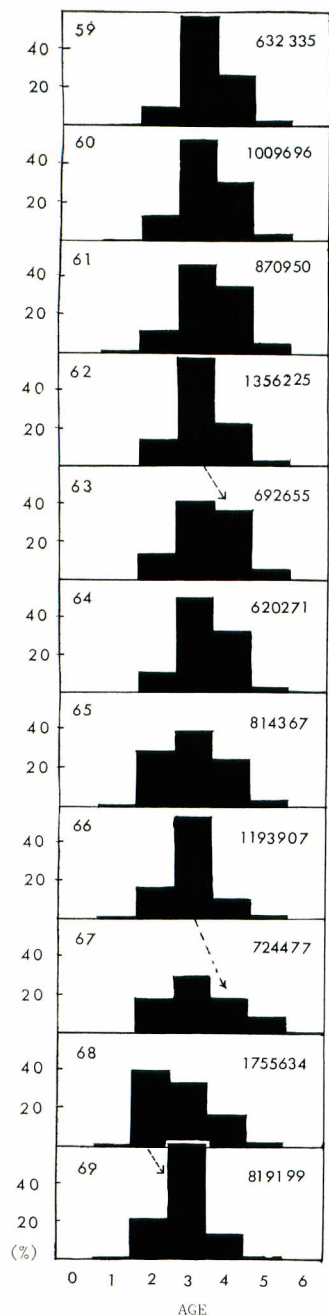


図 10. インド洋で日本のはえなわ漁業によって漁獲されたキハダの年令組成, 1959—1969年。

右側の数字および矢印はそれぞれ漁獲尾数, 卓越年級の移行を示す。

Fig. 10. Age composition of yellowfin tuna caught by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1959—1969.

Numerals in right hand and dotted arrows denote the catch and shift of strong year classes, respectively.

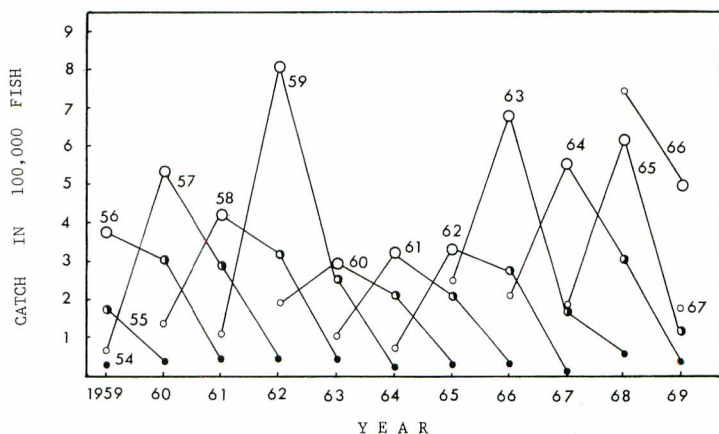


図 11. インド洋で日本のはえなわ漁業によって漁獲された1954年級から1967年級のキハダの年令別漁獲尾数の経年変化, 1959—1969年。

Fig. 11. Catch by age of 1954 to 1967 year classes of yellowfin tuna by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1959—1969.

- 2才魚 2-year olds
- 3才魚 3-year olds
- ◐—◐ 4才魚 4-year olds
- 5才魚 5-year olds

大部分の年級では3才でもっとも多く漁獲されたが, 1966年級のみは2才における漁獲が最も多かった。いずれの年級でも6才魚以上になるとほとんど漁獲されていない。1962, 1966, 1968年は漁獲尾数が特に多かった年であるが1962, 1966年には3才魚(1959, 1963年級), 1968年には2才魚(1966年級)がとくに多かった。これら3年の主漁獲物となった年令群の漁獲尾数はその前年や翌年には必ずしも目立って多くはなかった(図11)。



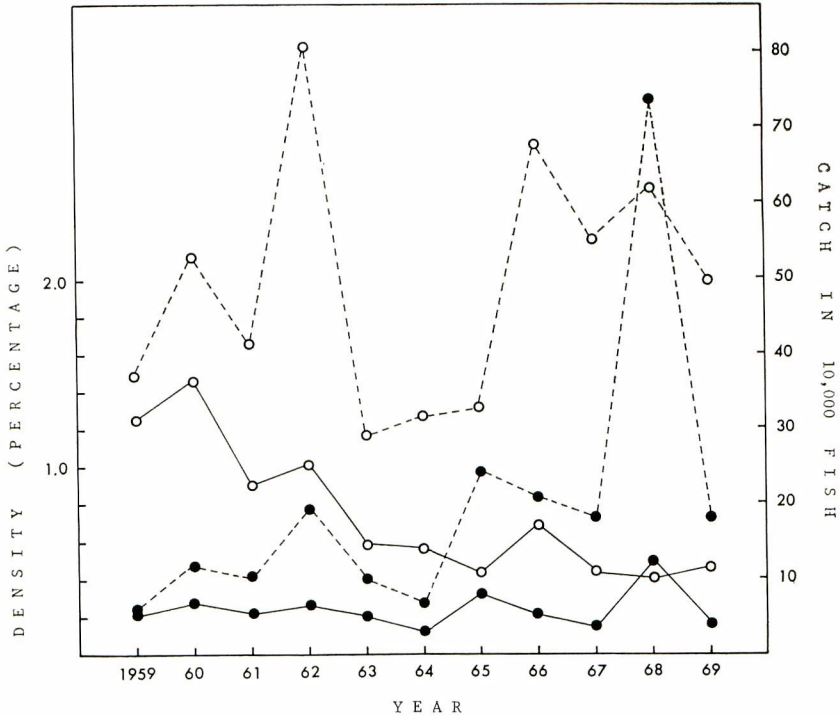


図 12. インド洋における日本はえなわ漁業によるキハダの2才魚および3才魚の密度指数と漁獲尾数の経年変化, 1959—1969年。

Fig. 12. Density index and catch of 2-year old and 3-year old yellowfin tuna by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1959—1966.

- 2才魚の密度指数 Density of 2-year olds
- 3才魚の密度指数 Density of 3-year olds
- .....● 2才魚の漁獲尾数 Catch of 2-year olds
- .....○ 3才魚の漁獲尾数 Catch of 3-year olds

はえなわ漁業への加入群である2, 3才魚の漁獲尾数は年々大きく変動しており, 傾向的にも3才魚では増減を示さず, 2才魚ではむしろ増加している。密度指数で見ると, 3才魚は低下傾向を示すが, 2才魚は横這いである(図12)。

### 2. 6. 全はえなわ船の漁獲強度と漁獲重量との関係

1959年から1969年にかけて, 漁獲重量は漁獲強度の増大にもなって増加傾向を示してきた。この関係をよくみると, 単位漁獲強度当たり(1,000本/5° ますめ)漁獲量が, 比較的高く40~58トンであった1959—1963年と, 28~37トンに低下した1964—1969年の両期間にわけられ, 漁獲強度の増大にもなる総漁獲量ののびの低下がみられる。さらに, 1954—1958年の資料に基づく暫定的な推定値によると, この間の単位漁獲強度当たり漁獲量は57—125トンであって, 1959年以降総漁獲量ののびが小さくなったことを示している。

一方, 漁獲強度とは関係がないと判断される漁獲重量の年変動は非常に大きい。たとえば, 1962, 1965—1967年の4ヶ年間の資料をみると, 漁獲強度は5° ますめ当たり釣数90—110万本という比較的小さい範囲にあったのに対して, 漁獲量は2.5万トンから4.5万トンにわたっている。1954年から1969年に至る16年間の漁獲量の算術平均は約3.5万トンであるが, その変動係数は37%に達している(図13)。

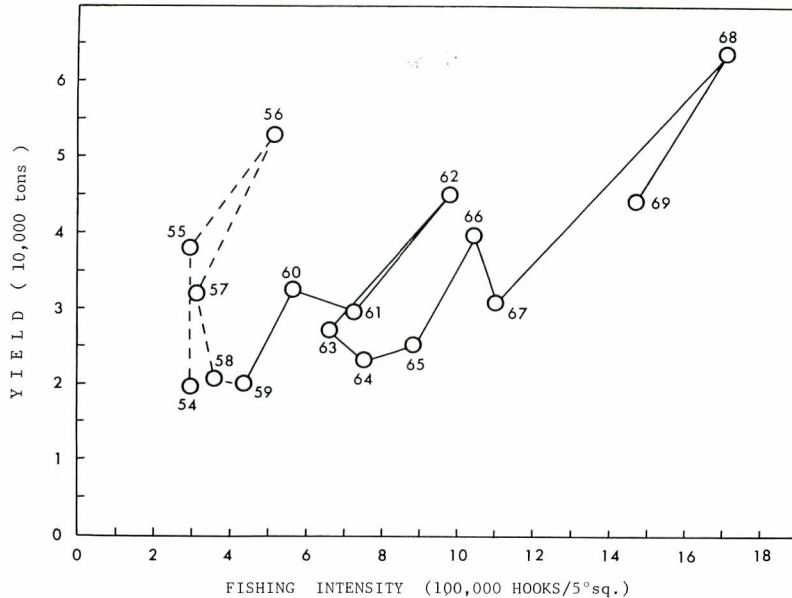


図 13. インド洋における日本、台湾、韓国のはえなわ漁業のキハダに対する漁獲強度と漁獲重量との関係、1954—1969年。

Fig. 13. Relation between fishing intensity and yield of yellowfin tuna by Japanese, Taiwanese and Korean longline fishery in the Indian Ocean, 1954—1969.

### 3. 論 議

インド洋でキハダに加えられたはえなわ漁業の操業状態の経年的な変遷を示した。つぎに年々の年令別漁獲尾数についての知見も用いて、インド洋ではえなわ漁業の対象となるキハダの資源について、2, 3の推論を試みた。

#### 3. 1. キハダを対象とする日本はえなわ船の漁業活動にみられる季節変化とその経年変化

漁業活動の指標として、漁場の拡がり、使用釣数、漁獲強度、漁獲尾数、来遊魚群の豊度を示す密度指数をとり、四半期別に集計した。それによるとインド洋でキハダを狙う日本はえなわ漁船の活動は中心漁場でも周辺漁場でも第4四半期から第1, 2四半期にかけてさかんであり、第3四半期にもっとも低滞する場合が多い(表2)。ただし、周辺漁場では1966, 1967年頃を境に漁場面積指数と使用釣数の極大となる四半期が変化した。キハダの中心漁場と周辺漁場とにおける主対象魚種を考えると、各漁場でみられた漁業活動の季節変化はつぎのとおり説明される。

キハダの中心漁場；坂本(1967)によると、メバチも本漁場に濃密分布域を形成する。キハダの豊度が高くなるのは、すでにのべたように第4, 第1, 第2四半期(10—6月)のいずれかであるが、メバチも年末から年の前半にかけて多くなる。両種の豊度の高まりに対応して第1四半期を中心に漁業活動が活発になるのであろう。なお、はえなわの対象となるキハダの豊度が第1四半期を中心に高く第3四半期に低くなる現象は、インド洋のみでなく、本間・久田(1971)によって大西洋でも認められている。両大洋のキハダ資源が完全に隔離された状態でありながら(森田・古藤 1971)、類似した季節変化を示すことに注意しておきたい。

周辺漁場；1966年までは漁業活動は第4四半期から第1四半期にかけて活発であったが、1967年以降は第2, 第3四半期に漁場が拡がり、使用釣数が多くなった。主漁期の変遷は、日本船が刺身用のメバチ、ミナミ

表 2. インド洋における日本はえなわ船の漁業活動およびキハダの豊度の指標の季節変化, 1959—1968年。

**Table 2.** Seasonal changes of indices of fishing activity and abundance of yellowfin tuna in Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1959—1969.

	Sea area	Quarters* of maximum index	Quarters* of minimum index	Related figures
Area index	Major fishing ground	I or II	III	Fig. 4
	Peripheral fishing ground	IV or I (1959—1966) II (1967—1969)	III (1959—1966) I or IV (1967—1969)	
Number of used hooks	Major fishing ground	IV or I	III	Fig. 5
	Peripheral fishing ground	IV or I (1959—1967) III (1968—1969)	II or III (1959—1967) II (1968—1969)	
Fishing intensity	Whole ocean	IV or I	III	Fig. 5
Catch in number	Whole ocean	IV, I or II	IV	Fig. 8
Indices of population size and density	Major fishing ground	IV, I or II	III	Fig. 9
	Whole ocean	IV, I or II	III	

\* ローマ数字は図4の脚注で定義した四半期を示す。

Roman numerals denote the quarters defined in footnots of Fig. 4.

マグロをとくに狙うようになった結果であろう。ここでいう周辺漁場のメバチは、30°S 附近をインド洋の東西にわたって、第2四半期から第3四半期にかけて濃密分布域を形成し（久米他 1971）、また1967年以降 40°S以南の中西部インド洋で開発されたミナミマグロは周年漁獲されるが、密度は第2四半期から第3四半期に高まりを示すのでこの時期に漁船が集中するからである。したがって、近年における周辺漁場での日本船の使用釣数の急速な伸びはキハダを狙ったものではない。

### 3. 2. 従来の資源評価に対する補足

インド洋におけるはえなわ漁業によるキハダの漁獲量は、漁獲強度が5°ますめ当り約50万本をこえた1960年以後は、卓越年級が発生したと考えられる1968年を除いて、実質的に増加したとはいえない。したがって、1960年以降の漁獲努力の増加分は実質的な漁獲増を伴わないといういみでの過剰投資であったという従来の結論（FAO 1967～1969, 木川他 1969）は一応妥当であると考えてよい。しかし、漁獲強度と漁獲量との関係にはなお検討の余地が大きい。ここでは漁獲物の年齢組成資料から従来の結論を補足する。

#### 3. 2. 1. 漁獲物の若令化

1965年を境に2才魚と4才魚の漁獲尾数に占める割合が逆転し、2才魚が3才魚につぐようになった。また漁獲強度の増大にもかかわらず、2才魚の豊度指数は安定しているから、一応インド洋におけるはえなわの漁獲強度は、加入を低下させるほどではなかったといえようである。

ここで漁獲物の小型化が漁場位置の変遷にもなっていることに注意したい。開発が遅れたインド洋西部海域では、東部海域に比べて小型魚が卓越している。1965—1969年の資料によるとキハダの中心漁場の10°×20°区画ごとの平均体重は、東部インド洋ではおよそ28kg（3才）以上であるのに対して西部インド洋、とくに、アフリカ東岸では22～26kg（2.7～2.9才）である（図14）。漁獲尾数の海域変化を経年的にみると、1966年頃から小型魚の多い西部インド洋が主漁場となった（図15）。このことは、生残りの低下による高令魚の減少に

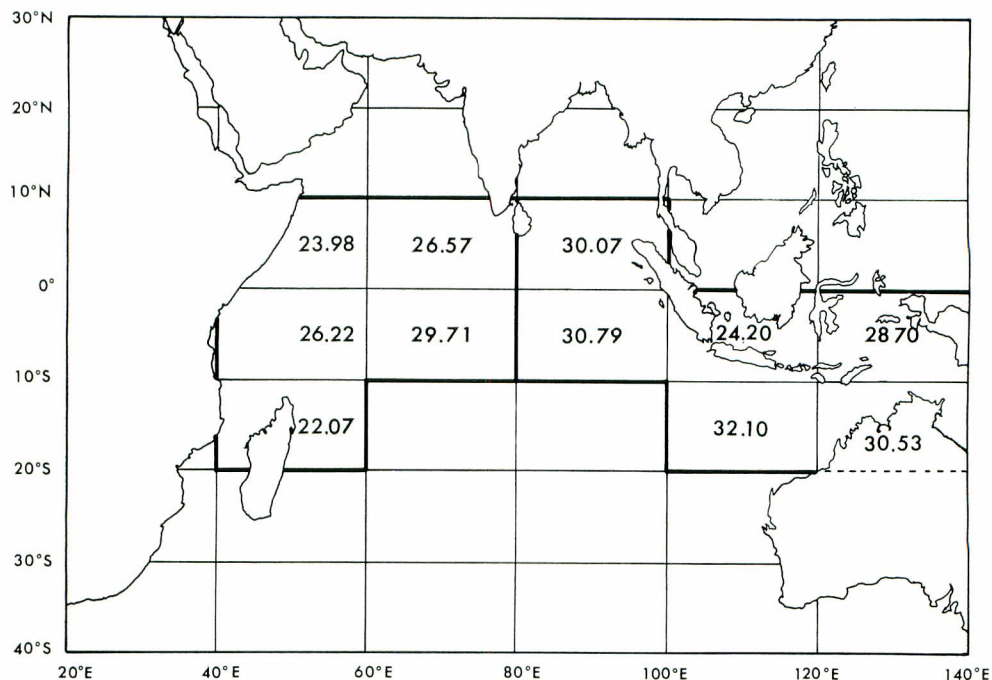


図 14. インド洋で日本のはえなわ漁業によって漁獲されたキハダの  $10^{\circ} \times 20^{\circ}$  区画別平均体重 (kg), 1965—1969年。

Fig. 14. Mean body weight of yellowfin tuna (kg) for each  $10^{\circ} \times 20^{\circ}$  quadrangle taken by Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1965—1969.

ともなって漁船が若令魚の分布域に移動していったことを示唆している。2, 3才魚の密度指数の安定が漁場の変遷にもなる見かけ上の現象である可能性を否定しきれないので, 加入に関する推論を確かめるために今後漁獲強度と年令別漁獲尾数との関係を海域別に吟味する必要がある。

### 3. 2. 2. 漁獲強度から独立な漁獲量の変動

マグロ類の漁獲量の経年変化は漁獲強度のそれで説明できた場合が多い。その例としてはえなわ対象ストックでは太平洋のメバチ, 中西部赤道太平洋のキハダ, 南太平洋のビンナガ, インド洋のメバチ, ビンナガ (上村他 1966, 須田 1970), ミナミマグロ (林他 1969), 大西洋のメバチ, ビンナガ (林他 1970), 表層漁業のストックでは東太平洋のキハダ (SCHAEFER 1957, 1967) 等があげられる。大西洋のキハダでは, はえなわの努力量のみで漁獲量変化を解釈することはできなかったが, 表層漁業の漁獲強度を考慮にいと, やはりストックが漁業の発達によって変化したことがわかる (林・本間 1969, 1971, 林・木川 1970 a, b, 須田 1970, LERARZ 1971, ms. 林他 1972)。唯一の例外は太平洋のクロマグロで年級変動が大きく, 漁獲重量の経年変化を漁獲強度の変化のみでは説明できない (中村 1965, 山中 1970)。

インド洋のキハダでは大幅な漁獲量変動は漁獲強度とは無関係のようにみえる。この変動を検討するためにとくに漁獲量が大きかった1962, 1966, 1968年における漁獲物の年令組成を調べてみた。1962年には3才魚(1959年級)が59%を占めているが, これは1959年から1969年を通じてみた3才魚の平均割合51%に比べてやや高いし, また, その漁獲尾数81万尾はこの11年間における最高である(図11)。翌1963年における4才魚の漁獲尾数はとくに多くはないが同年における総漁獲量に対する割合は37%であって, やはりここにとり上げた

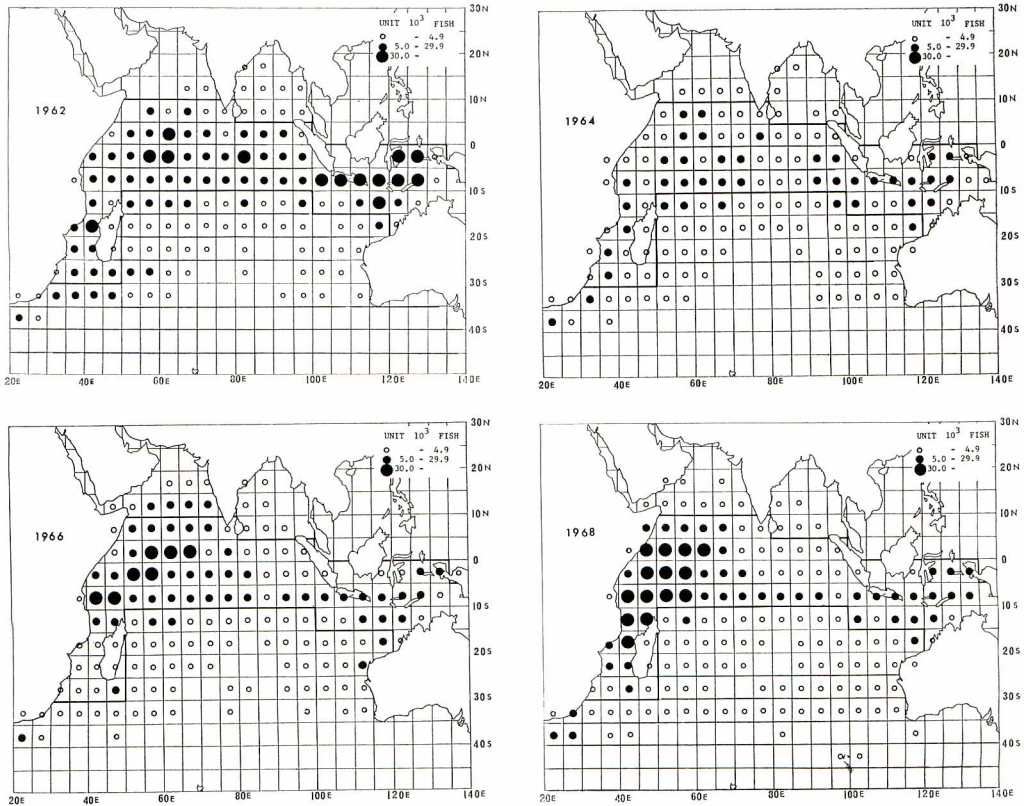


図 15. インド洋における日本はえなわ漁業のキハダ漁獲尾数の分布, 1962, 1964, 1966, 1968年  
水産庁調査研究部 (1965, 1967a, 1968, 1970) による。

**Fig. 15.** Distribution of yellowfin tuna catch by Japanese longline fishery in the  
Indian Ocean, 1962, 1964, 1966 and 1968.

After Research Division, Fisheries Agency of Japan (1965, 1967a, 1968, 1970).

期間のうちでは最高である。しかし、この1959年級魚は1961年には2才魚としてはとくに目立っておらず、また、1964年には5才魚としてとくに多かったわけでもない。1966年にも3才魚(1963年級)が57%を占め、その漁獲尾数68万尾弱は1962年に次いでいる。1963年級は1965年には2才魚として25万尾近くとられ、1968年を除いて最も多かったが、1967年における4才魚としての漁獲尾数は18万尾足らずでとくに多いとはいえない。1968年の漁獲量の増加は2才魚(1966年級)の卓越に起因する。この年の2才魚の漁獲尾数74万尾は1959—1969年を通じて最高であり、1968年の全漁獲物に対する割合の42%を占めている。翌1969年における3才魚の総漁獲物に対する割合は61%で平均割合51%よりは高いが、漁獲尾数は50万尾でとくに多いとはいえない。

つまり1959, 1963年級は3才, 1966年級は2才で多獲されたといえるが、ここで観察した限りではインド洋のキハダにみられるある年級の卓越期間は1~2年であって、主な漁獲対象期である2~4才の3ヶ年間のすべてにわたるわけではない。この点、1年級の卓越期間が10年間にもわたるニシン(HANAMURA 1953)や、5~6年にわたるクロマグロ(中村 1965, 山中 1970)の場合とかなり異っている。中込(1967), 中込・花本(1967)も西部赤道インド洋のキハダについて卓越年級が現われてもその卓越性は長く続かないとのべている。

現在の知識は卓越年級の出限の機構や、それによる漁獲量増加が1~2年に限られていることを説明するの

には不十分である。中込(1967)は1955年から1963年にわたる西部インド洋のキハダの産卵海域における漁況と表面水温との経年変化を検討し、表面水温の低い年に発生した年級が漁獲対象となった年に卓越する傾向があるとのべている。平均水温は年級の強さを決定する機構を調べるためにはきわめて粗雑な環境の指標である。しかし、ここにみられた見かけ上の相関関係は加入の時期と場所や、分布域の環境にかんする研究がインド洋のキハダの資源評価を進める上に有力なてがかりをあたえる可能性をもつことを示している。

### 3. 3. 資源評価に関する結論

先へのべた一連の検討結果を通して、最近のはえなわ漁業の増強はインド洋のキハダの漁獲量や加入量を減少させてしまうほどのものではないといえようである。そして、はえなわでとっている限り、加入当り漁獲量や再生産まで低下させるおそれが少ないことは、理論的にも説明できようである。

これまで、いろいろの研究者によって推定された本種の自然死亡係数や成長係数にはかなりの差異があるにもかかわらず、極端な組合せを除くと、未開発のキハダの生体量が最大になる年令は2~3才であろうと計算されている。また、平均漁獲開始年令が2.5~3才以上であれば、キハダの親魚が再生産を維持する必要なレベル以下に低下する恐れは少ないと推定されている(HENNEMUTH 1961, 上村他 1966, 林・本間 1969, 1971, 林・木川1970 a, b, LENARZ 1971, ms, WISE 1972, 林他 1972)。

インド洋のキハダの場合、はえなわは1才から獲りはじめ、3才で漁獲尾数をもっとも多くなるので、3才で加入が完了すると見なせよう。そして3才以下の漁獲尾数  $C_{ay}$  ( $a=1, 2, 3$ ) で加重した平均年令、

$$\bar{a}_y = \frac{\sum_{a=1}^3 a \cdot C_{a \cdot y}}{\sum_{a=1}^3 C_{a \cdot y}}$$

を  $y$  年漁期における平均漁獲開始年令の近似値とする。1959年から1969年における11個の  $\bar{a}_y$  は2.4~2.8才(平均2.73才)である(表3)。林他(1972)によると、3才以上からキハダを獲りはじめる漁業では漁獲強度の増大が加入当り漁獲量を低下させることはないし、ストックの産出卵数を、加入の減少をひき起す程に引き下げる恐れも少ないといわれる。過去11年間に漁獲強度は引き続いて増大してきたが、少なくとも漁獲量は減少していないし、加入直後の2, 3才魚の密度指数も安定しているから、上述の推論には大きな誤りがないといつてよいであろう。

表 3. インド洋の日本はえなわ漁業におけるキハダの平均漁獲開始年令, 1959—1969年。

Table 3. Average age of first capture of yellowfin tuna in Japanese longline fishery in the Indian Ocean, 1959—1969.

Year	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Mean
Age	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	2.4	2.7	2.73

しかしながら、努力量の現在以上の増加は、実質的な漁獲増を伴わず単位努力当り漁獲量を低下させ、結局漁業の経済的効果を引き下げてしまう。また、加入の低下をひき起す恐れは少ないとはいえストックの産出卵数を減らす方向に漁業が変わって行くのは好ましいことではない。しかも、もし強い年級の出現によって増大した漁獲努力がそのまま持続すれば、弱い年級には大きな衝撃になりかねないし、漁業自体にとっても経済的な損失をひき起すことになる。したがって、安全のために努力量の急激な増加はさし控えるべきであろう。

## 4. 要 約

すでに発表されたインド洋のはえなわ漁業におけるキハダの資源評価に用いられた基礎資料と、その編纂過程を示した。また、既往の報告では指摘されていなかった漁獲量の不規則な変動を年令組成の解折を通して説明することを試みた。

1. インド洋の資源評価に用いられてきた資料は、日本のはえなわ漁業の漁場別統計(水産庁調査研究部

1965—1971, 農林省農林経済局統計調査部 1964, 1970, 未発表資料) と体長統計および台湾, 韓国の漁獲量資料である。漁獲重量は年令別漁獲尾数に年令別平均体重をかけて求めた数値を用いた。これらの資料はおおむね太平洋のはえなわ漁業におけるキハダ資源の評価で用いた方法(本間他 1971)にならって処理された。また, 年令別漁獲尾数の推定にあたっては, 太平洋のキハダの成長曲線および体長—体重関係を代用した。

2. インド洋におけるキハダの主漁場は南北緯10度の範囲にわたっている。この範囲で漁獲されるキハダはインド洋全域の80%を占める。

3. はえなわの対象となるキハダの豊度は第1四半期を中心とした時期に高まり, 第3四半期に低下する。それに対応して中心漁場における漁業活動は第4四半期から第2四半期にさかになる。キハダの豊度に応じた漁業活動の季節変化は, 1960年代中期までは周辺漁場でも認められたが, その後, 南半球中高緯度のメバチ, ミナミマグロが開発されるに及び周辺漁場の漁業活動は第2, 3四半期に高まるようになった。なお, 近年におけるインド洋の日本はえなわ漁業の拡大はキハダではなく, メバチ, ミナミマグロを対象として進められたものである。

4. 1959—1969年におけるはえなわ漁業の漁獲強度は5° ますめ当り44~171万本の範囲にあり, 最近の1968年には171万本, 1969年には147万本であった。

5. 漁獲強度の増大にもかかわらず平均漁獲量は増大せず, 3.5万トンを中心に不規則に変動している。また, キハダの豊度は1968年を除いて次第に低下し, 1967, 1969年には1959, 1960年の約37%になっている。

6. 主漁獲物は2~4才で通例3才魚がもっとも多い。経年的にみると4才魚の割合が減少, 2才魚の割合が増加しており, 漁獲物の若令化が進んでいる。その原因として漁場における生残りの低下の他に若年魚漁場における操業の増加が考えられる。漁獲強度の増大にもかかわらず, 見かけ上2才魚の豊度が安定している背景には, このような漁場の変遷もあざかっているであろう。

7. 漁獲量の不規則な変動は年令の強さの変動に基づくものである。ただし, 卓越年級が現われてもそれによる豊漁は1年かせいぜい2年である。年令変動は環境条件に起因するらしいが, それを調べるために, キハダおよび環境に関する体系的な知識の整理を進める必要がある。

8. インド洋のはえなわ漁業は, その対象資源への加入を減少させるほどの強さではない。しかし, 逆に現在以上に漁獲強度を高めても, 漁獲量の実質的な増加は望めないし, さらに, 単位努力当り漁獲量や産出卵数の低下を招く。したがって, 漁業活動を急激に増加させるような事態は避けるべきである。

## 文 献

- Food and Agriculture Organization, UN. 1967. "Present status of fisheries and assessments of potential resources of the Indian Ocean and adjacent Seas". *FAO. Fish. Rept.* (54), 32 p.
- Food and Agriculture Organization, UN. 1968. "Report of the meeting of a group of experts on tuna stock assessment". *Ibid.* (61), 45 p.
- Food and Agriculture Organization, UN. 1969. "Report of the IOFC working party on stock assessment in relation to immediate problems of management in the Indian Ocean". *Ibid.* (62), 25 p.
- HANAMURA, N. 1953. "On the herring resources of Hokkaido and the Saghalin". *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 19 (4), 283—291.
- 林 繁一・本間 操 1969. "延縄漁業の漁獲統計からみた大西洋のキハダ資源にかんする一考察, 1956~64年", 遠洋水研報告 (2), 65—83.
- 林 繁一・本間 操 1971. "大西洋のキハダ資源状態の評価, 1956—1967年". 同誌 (4), 71—92.
- 林 繁一・本間 操・新宮千臣 1969. "ミナミマグロの資源状態の評価, 1960—1966". 鮪漁業 (84), 9—23.
- 林 繁一・本間 操・鈴木治郎 1972. "大西洋のキハダ, ビンナガ資源の合理的利用に関する一つの提案". 遠洋水研報告 (7), 71—112.

- 林 繁一・木川昭二 1970 a. “大西洋におけるキハダの合理的利用にかんする見解”. 遠洋水研 *S. Series* (3), 73—96.
- 林 繁一・木川昭二 1970 b. “マグロ類の開発における表層漁業とはえなわ漁業の効率の比較”. 同誌 (3), 97—114.
- 林 繁一・古藤 力・新宮千臣・久米 漸・森田安雄 1970. “大西洋におけるマグロ漁業資源の状態, 1956—67年”. 同誌 (3), 1—72.
- HENNEMUTH, R. C. 1961. “Year class abundance, mortality and yield-per-recruit of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, 1954—1959”. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 6 (1), 1—15.
- HOLT, S. J., J. A. GULLAND, C. TAYLOR and S. KURITA 1959. “A standard terminology and notation for fishery dynamics”. *J. Cons. int. Explor. Mer* 24 (2), 239—242.
- 本間 操・久田幸一 1971. “大西洋におけるキハダ個体群の構造”. 遠洋水研報告 (4), 93—124.
- 本間 操・上村忠夫・林 繁一 1971. “太平洋ではえなわ漁業の対象となったキハダ資源診断における資料の取扱いと1950—1964年資料への適用”. 同誌 (4), 1—26.
- 上村忠夫・須田 明・林 繁一 1966. “まぐろ漁業に関するシンポジウム, 第2部資源”. 日水会誌 32 (9), 756—786, 829.
- 木川昭二・古藤 力・新宮千臣・西川康夫 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. Series*. (2), 28 p.
- 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”. 遠洋水研報告 (4), 141—164.
- 栗田 晋 1964. “数理資源学における標準術語および記号について”. 日水会誌 30 (11), 940—943.
- LENARZ, W. H. 1971. “Yield per recruit of Atlantic yellowfin tuna for multigear fisheries”. *ICCAT SCRS/71/27*, 9 p.
- LENARZ, W. H. ms. “Estimates of yield per recruit of Atlantic yellowfin tuna”.
- 森田安雄・古藤 力 1971. “はえなわの操業結果からみたインド洋のキハダの魚群構造に関する若干の考察”. 遠洋水研報告 (4), 125—140.
- 中込 淳 1967. “印度洋西部赤道附近におけるキハダの漁況経年変化の原因について—IV, 年級群の漁獲量と産卵および稚魚育成海域における表面水温との関係”. 日水会誌, 33 (3), 156—160.
- 中込 淳・花本栄二 1967. “印度洋西部赤道附近におけるキハダの漁況経年変化の原因について—III, 釣獲率経年変化と年令群経年変化との関係”. 同誌 33 (3), 151—155.
- 中村広司 1965. “世界のマグロ資源 I, 種類, 分布と回遊, 繁殖と成長”, 水産研究叢書 10—1, 64 p. 日本水産資源保護協会.
- 日本鯉鮪漁業協同組合連合会・日本鯉鮪漁業者協会\*. 1968. “亜細亜鯉鮪漁業者会議議事録”. 112 p.
- 日本鯉鮪漁業協同組合連合会・日本鯉鮪漁業者協会\*. 1969. “第三回亜細亜鯉鮪漁業者会議議事録”. 160 p.
- 日本鯉鮪漁業協同組合連合会・日本鯉鮪漁業者協会\*. 1970. “第四回亜細亜鯉鮪漁業者会議議事録”. 233 p.
- 日本鯉鮪漁業協同組合連合会・日本鯉鮪漁業者協会\*. 1971. “第五回亜細亜鯉鮪漁業者会議議事録”. 149 p.
- 農林省農林経済局統計調査部 1964. “まぐろはえなわ漁業漁場別統計報告昭和38年”, 33 p.
- 農林省農林経済局統計調査部 1970. “同上, 昭和43年” 109 p.
- 坂本久雄 1967. “インド洋におけるメバチの分布”. 南海水研報告 (25), 49—57.
- SCHAEFER, M. B. 1957. “A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean.” *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 2 (6), 245—268.
- SCHAEFER, M. B. 1967. “Fishery dynamics and present status of the yellowfin tuna population of

\* 本文中では「日鯉連」と略称した。



the eastern Pacific Ocean.” *Ibid.* 12 (3), 87—136.

新宮千臣 1970. “ミナミマグロの分布と回遊に関する報告”. 遠洋水研究報告 (3), 57—114.

新宮千臣・久田幸一 1971. “はえなわ漁場におけるミナミマグロの漁獲量と年令組成の変動, 1957—1969年”. 同誌 (5), 195—218.

塩浜利夫 1971. “まぐろはえなわ漁業の漁獲努力の質的变化を測定するところみ—1, 大西洋漁場を例としてみた特定海域と特定魚種に対する漁獲努力の指向性”. 同誌 (5), 107—130.

須田 明 1970. “主として漁獲努力量, 漁獲量のデータを用いて近似的にポピュレーションのパラメーターを推定する方法”. 同誌 (3), 1—14.

須田 明・久米 漸 1967. “まぐろはえなわ漁業の漁獲物から推定された太平洋メバチの加入と生残り”. 南海水研報告 (25), 91—103.

水産庁調査研究部 1965. “まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査結果報告, 昭和37年”. 183 p.

水産庁調査研究部 1966. “同上, 昭和38年”. 322 p.

水産庁調査研究部 1967 a. “同上, 昭和39年”. 379 p.

水産庁調査研究部 1967 b. “同上, 昭和40年”. 375 p.

水産庁調査研究部 1968. “同上, 昭和41年”. 299 p.

水産庁調査研究部 1969. “同上, 昭和42年”. 293 p.

水産庁調査研究部 1970. “同上, 昭和43年”. 283 p.

水産庁調査研究部 1971. “同上, 昭和44年”. 299 p.

台湾省漁業局 1968. “台湾遠洋鮪釣漁業産額調査報告 1967”. 157 p.

WISE, J. P. 1972. “Yield-per-recruit estimates for eastern tropical Atlantic yellowfin tuna.” *Trans. American Fish. Soc.* 101 (1), 75—79.

山中 — 1970. “クロマグロの資源変動と海況変動”. 水産海洋研究会報 (16), 202—207.